<표지 앞면>

건설교통연구기획사업

R&D

운송용 항공기 사고예방 기술개발 기획 보고서

2013. 10. 17.

주관연구기관 / 한국교통연구원

공동연구기관 / 교통안전공단

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

Land Infrastructure and Transport R&D Report

과제번호

운송용 항공기 사고예방 기술개발 기획 2013

국토교통부 국토교통과학기술진흥원

<표지 뒷면>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 "운송용 항공기 사고예방 기술개발 기획"과제의 보고서로 제출합니다.

2013. 10. 17

주관연구기관명 : 한국교통연구원
주관연구책임자 : 한 재 현
연 구 원 : 황 유 철
연 구 원 : 조 현 수

공동연구기관명 : 교통안전공단
공동연구책임자 : 최 영 재

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td></td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2012. 12. 18. ~
2013. 10. 17.</td><td>단 계 구 분</td><td>(해당단계)/
(총 단 계)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">항공선진화사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">운송용 항공기 사고예방기술 개발 기획</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">1) 운송용 항공기 사고예방기술 개발 기획 총괄
2) 기술수요 조사 및 타당성 검증</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">한재현</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총: 12명
내부: 8명
외부: 4명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부: 96,000천원
기업: 0천원
계: 96,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총: 12명
내부: 8명
외부: 4명</td><td>총연구비</td><td>정부: 96,000천원
기업: 0천원
계: 96,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국교통연구원
항공정책·기술본부</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명 :</td><td colspan="3">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>공 동 연 구</td><td colspan="2">연구기관명 : 교통안전공단</td><td colspan="3">연구책임자 : 최영재</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td>330</td></tr>
<tr><td colspan="6">운송용 항공기 사고예방의 추진 배경 및 필요성을 바탕으로 국내·외 항공사고 발생현황, 사고원인 분석하였으며, 국내외 기술개발 및 정책동향을 추가적으로 분석하여 이를 토대로 필요한 기술에 대한 수요조사를 실시함. 전문가 집단을 대상으로 기술에 대한 타당성을 검증하였으며, 이를 토대로 사고예방의 비전 및 목표를 수립하고 4개 세부연구개발과제를 도출함. 도출된 4개 세부연구개발과제는 4M기법에 따라 Man, Machine, Media, Management로 구분하여 각 2개의 세부연구개발과제를 도출하여 총 8개 세부연구내용을 도출하였으며 이에 대해 사전 타당성 검토를 실시함. 도출된 8개 세부연구개발내용에 대해 제안요구서를 작성함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">항공사고 통계, 항공사고 유형, 항공 사고 모델, 사고예방, 시스템 안전</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Occurrence Statistics, Occurrence Category,
Aviation Accident Model, Accident Prevention, System Safety</td></tr>
</table>

<목 차>

제 1 장 기술의 정의 및 필요성 ····· 1

제 1 절 기획연구 추진배경 ····· 1

제 2 절 기획연구 필요성 ····· 3

제 3 절 운송용 항공기 사고예방 기술의 정의 ····· 9

제 2 장 국내·외 항공사고 분석 ····· 10

제 1 절 국내·외 항공사고 발생 현황 ····· 10

1. 국외 항공사고 현황 ····· 10
2. 국내 항공사고 현황 ····· 13

제 2 절 항공사고 원인/사고율 조사 및 분석 ····· 20

1. 세계 운송용 항공기 사고현황 및 발생유형 ····· 20
2. 국내 항공사고 원인 및 사고율 ····· 24

제 3 절 세계 평균과 우리나라와의
항공사고 현황, 원인 및 사고율 비교 분석 ····· 28

1. 운송용 항공기 사고/준사고 발생유형 비교분석 ····· 28
2. 활주로 안전(Runway Safety) 사고유형 비교분석 ····· 29
3. 운송용 항공기 사고/준사고 분석결과의 시사점
및 연구방향 도출 ····· 32

제 3 장 국내·외 기술개발 동향 및 환경분석 ····· 34

제 1 절 국내 · 외 기술 동향 ····· 34

1. 국내 관련 기술 동향 ····· 34
2. 국외 관련 기술 동향 ····· 44

제 2 절 국내 · 외 정책 동향 ····· 64

1. 국내 관련 정책 동향 ····· 64
2. 국외 관련 정책 동향 ····· 72

제 3 절 종합분석 ····· 79

1. 국내외 관련 기술 개발 비교를 통한 시사점 ····· 79
2. 주요국가 항공안전정책 비교를 통한 시사점 ····· 79
3. 국내외 관련 기술 및 정책 비교에 따른 SWOT 분석 ····· 81

제 4 장 기술수요조사 및 세부과제 도출 ····· 83

제 1 절 기술수요조사 ····· 83

1. 1차 전문가 자문회의 (M+2) ····· 83
2. 2차 전문가 자문회의 (M+4) ····· 84
3. 연구과제 도출 연구진 회의 (M+5) ····· 85
4. 3차 전문가 자문회의 (M+6) ····· 85
5. 기획타당성 검토위원회 회의 (M+7) ····· 86
6. 항공안전위원회 사고예방 도출과제 반영 (M+10) ····· 89

제 2 절 사고예방 필요기술 도출 ····· 91

제 5 장 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 98

제 1 절 비전 및 목표 ····· 98

1. 비전 ····· 98
2. 목표 ····· 99
3. 사업의 구조 ····· 100

제 2 절 연구개발과제 구성 ····· 101

제 3 절 연구수행체계 및 성과물 품질향상 방안 ····· 103

1. 연구수행체계 ····· 103
2. 성과물 품질향상 방안 ····· 103

제 4 절 기술개발 과제간 연관관계 ····· 111

제 5 절 연차별 기술성과로드맵 ····· 112

제 6 절 성과 활용방안 ····· 114

제 7 절 총괄 연구인력 투입계획 ····· 116

제 8 절 총괄 소요예산 산정 ····· 117

제 6 장 항공종사자 인적요인 사고예방 기술개발(Man) ····· 118

제 1 절 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합 시뮬레이터 개발 ····· 118

1. 정책 동향 ····· 118
2. 기술개발 동향 ····· 118
3. 기술수준 분석 ····· 120
4. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 122

5. 활용방안 및 기대효과 ····· 126
6. 연구개발비 ····· 127
7. 사전타당성 검토 ····· 130
제 2 절 한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기술개발 ····· 134
1. 정책 동향 ····· 134
2. 기술개발 동향 ····· 135
3. 기술수준 분석 ····· 136
4. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 137
5. 활용방안 및 기대효과 ····· 140
6. 연구개발비 ····· 142
7. 사전타당성 검토 ····· 145
제 7 장 항공기 품질보증 및 안전관리시스템(Machine) ····· 148
제 1 절 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발 ····· 148
1. 정책 동향 ····· 148
2. 기술개발 동향 ····· 148
3. 기술수준 분석 ····· 150
4. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 150
5. 활용방안 및 기대효과 ····· 153
6. 연구개발비 ····· 155
7. 사전타당성 검토 ····· 158
제 2 절 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발 ····· 161
1. 정책 동향 ····· 161
2. 기술개발 동향 ····· 162
3. 기술수준 분석 ····· 163
4. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 163
5. 활용방안 및 기대효과 ····· 165
6. 연구개발비 ····· 167
7. 사전타당성 검토 ····· 170
제 8 장 운항환경 안전위해요인 예측 및 관리 기술개발(Media) 173

제 1 절 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발 ····· 173
1. 정책 동향 ····· 173
2. 기술개발 동향 ····· 173
3. 기술수준 분석 ····· 174
4. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 174
5. 활용방안 및 기대효과 ····· 177
6. 연구개발비 ····· 178
7. 사전타당성 검토 ····· 181
제 2 절 조류 안전관리 기술개발 ····· 184
1. 정책 동향 ····· 184
2. 기술개발 동향 ····· 184
3. 기술수준 분석 ····· 186
4. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 187
5. 활용방안 및 기대효과 ····· 190
6. 연구개발비 ····· 191
7. 사전타당성 검토 ····· 194
제 9 장 항공안전 정보분석 및 안전감독체계 기술 개발(Management) ····· 197
제 1 절 이종 항공안전정보 통합분석 기술 개발(한국형 ASIAS) ····· 197
1. 정책 동향 ····· 197
2. 기술개발 동향 ····· 197
3. 기술수준 분석 ····· 208
4. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 208
5. 활용방안 및 기대효과 ····· 211
6. 연구개발비 ····· 212
7. 사전타당성 검토 ····· 215
제 2 절 시스템 기반 항공안전감독 체계 구축 기술 개발 ····· 219
1. 정책 동향 ····· 219
2. 기술개발 동향 ····· 223
3. 국내 안전관리 현황 ····· 224

4. 기술수준 분석 ····· 230
5. 연구개발 목표 및 주요내용 ····· 231
6. 활용방안 및 기대효과 ····· 241
7. 연구개발비 ····· 243
8. 사전타당성 검토 ····· 246
제 10 장 과제 제안요구서 ····· 249
제 1 절 과제 제안요구서 ····· 249
제 2 절 평가기준 설정 ····· 303
1. 연구개발 제안서 평가 기준 설정 ····· 303
2. 연차별 평가 기준 설정 ····· 304
참고문헌 ····· 305
부 록 ····· 307
1. 기술 분류 체계 ····· 307
2. 운송용 항공기 사고예방 기술 정의서 ····· 308
3. 경제적 타당성 및 종합 검토 분석 방법 ····· 328

<표 목차>

표 1. 국토교통부 국가연구개발 사업 연도별 투자액 및 비율 ····· 4
표 2. 항공관련 연구개발 사업 연도별 투자액 ····· 4
표 3. 국내 항공기 사고/준사고 발생현황(종합) ····· 13
표 4. 연도별 국내 항공기 사고/준사고 발생현황(1976-2010) ····· 13
표 5. CICTT 사고/준사고 발생유형(Occurrence Category) ····· 16
표 6. 국내 항공안전장애 발생현황('09~'12년) ····· 18
표 7. 국내 주요 항공안전장애 발생현황('09~'12년) ····· 18
표 8. 세계 운송용 항공기 사망사고 발생유형('01~'10년) ····· 21
표 9. 미국(NTSB) 운송용 항공기 사망사고 발생유형('08~'13년 2월) ····· 22
표 10. 유럽(EASA) 운송용 항공기 사망사고 발생유형('03~'12년) ····· 23
표 11. 국내 운송용 항공기 사고/준사고 발생단계('08년 - '12년) ····· 24
표 12. 국내 운송용 항공기 사고/준사고 발생원인 ····· 24
표 13. 국내 운송용 항공기 사고/준사고의 세부 인적요인 비율 ····· 25
표 14. 항공안전장애 주요원인('09-'12년) ····· 27
표 15. 항공기 사고 발생유형 및 국내 사고/준사고 통합분석 상호비교 ····· 28
표 16. 활주로 안전(Runway Safety) 사고의 발생유형 ····· 30
표 17. 국내 활주로 안전사고 및 다른 사고 발생유형 현황 ····· 31
표 18. 항공기 사고/준사고 발생유형 비교분석('06-'10년) ····· 32
표 19. 국내 항공 관련 기술개발 기획연구 현황 ····· 34
표 20. 국내 항공 관련 기술개발 연구 현황 ····· 36
표 21. 항공안전정보시스템 구축 현황 ····· 40
표 22. 항공안전 관련 DB 구축 ····· 42
표 23. FAA 항공안전 및 효율성 목표 ····· 44
표 24. FAA National Aviation Research Plan 총 정부 투입예산 대비 항공기 사고예방 기술개발 ····· 45
표 25. Human-Centered Design관련 기술개발 계획 ····· 46
표 26. Human Protection관련 기술개발 계획 ····· 47
표 27. Situational Awareness관련 기술개발 계획 ····· 47
표 28. CAST의 75개 안전개선 과제 ····· 50
표 29. CAST의 안전개선 향후 개발 정책 및 기술 과제 ····· 55
표 30. APRAST 사고예방 주력 분야 ····· 63
표 31. NOSS 기본원칙 ····· 69
표 32. SESAR 추진계획 ····· 73
표 33. 항공안전위원회 40개 안전종합대책 ····· 89
표 34. 국내 항공사고/준사고 주요 유형 별 국외(CAST) 항공사고 예방과제 목록 ····· 92
표 35. 전문가 사고예방 필요기술 수요조사 결과 ····· 94
표 36. 사고예방 필요기술 후보군 ····· 95
표 37. 사고예방 필요기술 후보군 관련 항공안전위원회 안전종합대책 목록 ····· 95
표 38. 최종 사고예방 필요기술 ····· 97
표 39. 사고예방 기술개발의 사고예방 목표 ····· 101
표 40. 운송용 항공기 사고예방 기술의 사전타당성 결과 ····· 113

표 41. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 수요처 및 활용방안 ····· 114
표 42. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 연차별 연구개발비 ····· 117
표 43. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 120
표 44. 국내 모의비행장치 (FFS) 사용현황, 자료출처: 교통안전공단 ····· 121
표 45. 국내 비행훈련장치 (FTD) 사용현황, 자료출처: 교통안전공단 ····· 121
표 46. 시뮬레이터 구동부 기술사양 ····· 123
표 47. 시뮬레이터 조종석 기술사양 ····· 123
표 48. 조종사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발
비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) ····· 131
표 49. 조종사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발 비용·편익 산출 근거 131
표 50. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 136
표 51. 한국형 조종사 피로위험관리 기술개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) ····· 146
표 52. 한국형 조종사 피로위험관리 기술개발 비용·편익 산출 근거 ····· 146
표 53. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 150
표 54. 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) · 159
표 55. 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발 비용·편익 산출 근거 ····· 159
표 56. 항공안전보고제도 개정 현황 ····· 161
표 57. ICAO, FAA 및 국내 항공법 보고항목 비교 ····· 161
표 58. FAA, 국내 항공법 비교 ····· 162
표 59. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 163
표 60. 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발
비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) ····· 171
표 61. 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보 체계 개발 비용·편익 산출 근거171
표 62. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 174
표 63. 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) 182
표 64. 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발 비용·편익 산출 근거 ····· 183
표 65. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 186
표 66. 조류 안전관리 기술개발 비용·편익 산출 근거 ····· 195
표 67. 조류 안전관리 기술개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) ····· 195
표 68. 부속서 13의 주요 개정 사항('09.3월 제12차 개정안) ····· 199
표 69. 국내외 항공안전정보 데이터센터 비교 ····· 207
표 70. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 208
표 71. 이종 항공안전정보 통합분석기술 개발(한국형 ASIAS)
비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) ····· 216
표 72. 이종 항공안전정보 통합분석기술 개발(한국형 ASIAS)비용·편익 산출 근거 ····· 216
표 73. 항공안전감독관 1인당 담당항공기 대수 비교 ····· 226
표 74. 항공안전감독관 수 비교 ····· 226
표 75. 안전감독 관련 현황 ····· 226
표 76. 국외 기술 대비 국내 기술수준 ····· 230
표 77. 기반기술 기술수준 ····· 237
표 78. 차세대 시스템안전감독 기술 개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치) ····· 247
표 79. 비용·편익 산출 근거 ····· 247
표 80. 항공안전감독관 현황 비교 ····· 248

표 81. 제안서 평가기준 ····· 303
표 82. 연차 및 단계별 성과평가 방법 ····· 304

<그림 목차>

그림 1. 항공사고 증가율 ····· 1
그림 2. 안전관리시스템 발전사 ····· 2
그림 3. 기술 및 문화 간 시스템적 발전 ····· 2
그림 4. 국토교통 R&D 투자 ····· 3
그림 5. 위험기반 시스템의 수명주기 접근법 ····· 6
그림 6. 사고원인에 대한 하인리히 도미노 모델 ····· 7
그림 7. 위해요인-안전기제-대상(Hazard- Barrier-Target) 모델 ····· 7
그림 8. Swiss Cheese 모델 ····· 8
그림 9. 1959 ~ 2011 사고발생 현황 ····· 10
그림 10. 2002 ~ 2011 사고발생 현황 ····· 10
그림 11. 세계 운송용 항공기 1,000만 비행횟수당 사망사고 비율 (1993~2012년) ····· 11
그림 12. 운송용 항공기 1,000만 비행횟수당 사망사고
발생률 지역별 비교(2003~2012년) ····· 11
그림 13. 기종별 항공사고 현황 ····· 12
그림 14. Fatal Accidents and Onboard Fatalities by
Phase of Flight Worldwide Commercial Jet Fleet - 2001 Through 2010 … 12
그림 15. 국내 항공기 사고/준사고 발생현황(연도별) ····· 14
그림 16. 1991 ~ 2000년 항공기 ····· 14
그림 17. 2001 ~ 2012년 항공기 ····· 14
그림 18. 우리나라 운송용 항공기 1,000만 비행횟수당 사망사고 비율 (1993~2012년) · 15
그림 19. 우리나라 운송용 항공기 1,000만 비행횟수당 사고/준사고 비율 (1993~2012) ·· 15
그림 20. 국내(Part 121) 사고 발생유형('91-'00) ····· 17
그림 21. 국내(Part 121) 사고 발생유형('01-'10) ····· 17
그림 22. 연도별 주요 항공안전장애 발생현황 ('09-'12년) ····· 19
그림 23. 주요 항공안전장애 발생비율('09-'12년) ····· 19
그림 24. '09 - '12년 주요 항공안전장애 발생현황 및 비율 ····· 19
그림 25. Fatal Accidents -Worldwide Commercial Jet Fleet -2002 Through 2011 … 20
그림 26. 미국(NTSB)의 사고 발생유형('08-'13.2) ····· 22
그림 27. 유럽(EASA)의 사고 발생유형('03-'12) ····· 23
그림 28. 1991 ~ 2000년 항공기 사고/준사고 직접원인 ····· 24
그림 29. 2001 ~ 2012년 항공기 ····· 24
그림 30. 운송용 항공기 기종별 사고 및 준사고 발생현황('01-'12) ····· 25
그림 31. 항공기 계통결함 비율 ····· 26
그림 32. 세계 활주로 사고율 (2006~2010) ····· 30
그림 33. 세계 활주로 안전사고 및 다른 사고 발생유형 현황 ····· 31
그림 34. 국내 항공관련 기술개발 현황 ····· 37
그림 35. 국내 항공사고예방 관련 연구개발 투자현황 ····· 37
그림 36. 기존의 항공안전정보시스템의 구축 환경 ····· 40
그림 37. 항공기 사고예방 관련 기술 개발 비중 ····· 45
그림 38. 사고예방 관련 기술별 비중 ····· 46

그림 39. CAST 구성도 ····· 48
그림 40. CAST 운송용 항공기 안전성 향상 전략 ····· 49
그림 41. CAST 활동을 위한 팀 구성 ····· 49
그림 42. CAST 안전성 향상을 위한 75개 과제 ····· 59
그림 43. 수행기관별 안전향상 과제 ····· 59
그림 44. 사고원인별 과제 비율 ····· 60
그림 45. CAST 기술개발 주력 분야 ····· 60
그림 46. ESSI 구성도 ····· 61
그림 47. APRAST 구성도 ····· 62
그림 48. 인천국제공항 위험관리 세부절차 ····· 67
그림 49. 관제분야 위험관리 처리 절차 ····· 68
그림 50. FOQA 프로그램 ····· 70
그림 51. 미국 4대 안전정책 계획 ····· 74
그림 52. FAA System Safety 절차 ····· 77
그림 53. CAA 위험관리 절차 ····· 78
그림 54. 기술도출을 위한 연구진행 모형 ····· 85
그림 55. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 비전 ····· 98
그림 56. 운송용 항공기 1,000만 비행횟수당 사망사고 발생률
지역별 비교(2003~2012년) ····· 99
그림 57. 연구개발 추진체계 ····· 100
그림 58. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 연구수행체계 ····· 103
그림 59. 시스템 검증 및 인증 기준 ····· 104
그림 60. 시스템 검증 및 인증 특성별 주요내용 ····· 104
그림 61. 개발문서 검증 절차 ····· 105
그림 62. 개발문서 국제표준 및 검증 기준 ····· 106
그림 63. 결함 테스트 절차 ····· 109
그림 64. 항공 사고 및 준사고 50% 감축을 위한 기술개발 ····· 111
그림 65. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 로드맵 및 성과로드맵 ····· 112
그림 66. 미국(FAA) 항공운송사업 업체 및 교육기관 보유현황, 자료출처:FAA ····· 120
그림 67. 국내 항공사별 보유기종, 자료출처: 교통안전공단 ····· 122
그림 68. NASA 조사연구용 시뮬레이터 전체설비 조감도 ····· 122
그림 69. 교체형 다기종 시뮬레이터(조종석) ····· 123
그림 70. 교체형 다기종 시뮬레이터(구동부 및 조종석 플랫폼) ····· 123
그림 71. 증강현실 기반 시스템 등장 ····· 148
그림 72. 증강현실 기반 시스템 적용 분야 ····· 154
그림 73. 연도별 주요 항공안전장애 발생현황 (‘09-’12년) ····· 184
그림 74. 조류 모니터링 시스템 구성도 ····· 187
그림 75. 공항지역 조류 경보 시스템 구성도
(조류 서식지 관리 및 조류 모니터링 기술 종합) ····· 188
그림 76. 통합항공안전정보시스템 Web site & Reporting Form ····· 198
그림 77. 국가항공안전프로그램의 안전감독 체계 ····· 222
그림 78. 안전감독 업무의 구체적인 변화(FAA 사례) ····· 222
그림 79. 국내 항공안전관리 조직체계 ····· 224

그림 80. 국내 항공안전감독의 이행 절차 ····· 225
그림 81. 개선된 항공안전감독체계 ····· 229
그림 82. 시스템 구성도 ····· 236
그림 83. Inspection 활동 ····· 240
그림 84. 조류 모니터링 시스템 구성도 ····· 285
그림 85. 공항지역 조류 경보 시스템 구성도
(조류 서식지 관리 및 조류 모니터링 기술 종합) ····· 285
그림 87. 성과평가 체계 및 진행도 ····· 304
그림 88. 기술개발단계(TRL : Technology Readiness Levels) 기준표 ····· 330

제 1 장 기술의 정의 및 필요성

제 1 절 기획연구 추진배경

○ 1980년대 이후 전 세계의 항공사고율은 정체된 것으로 보이나 전 세계의 항공기 운항회수가 연평균 5.7% 증가되고 있어, 이에 따른 항공기 사고발생 위험은 매년 전년 대비 5%씩 증가할 수 있을 것으로 예상됨. 이러한 통계적 예측은 이번 기획연구를 통해 항공기 사고예방 기술의 개발 필요성을 보여주는 매우 중요한 근거 자료임.

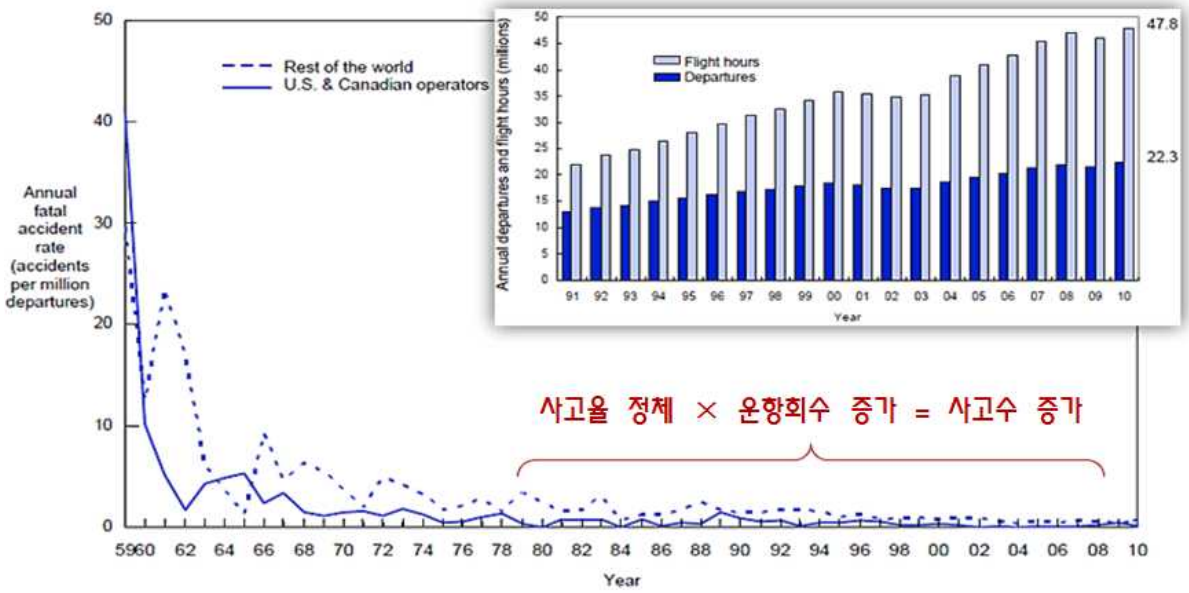


그림 1. 항공사고 증가율

(자료출처 : "Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents", 2011)

○ 과거 항공사고 예방을 위한 기술개발은 초기 단계(1950년대)에서는 "기술적 요인", 70년대에는 "인적요인", 90년대에는 "조직적요인"에 초점이 맞추어져 왔고, 최근에는 개별적 요인이 아닌 "시스템 안전관리"에 기반을 둔 안전관리시스템(SMS)이 출현하게 되었음.

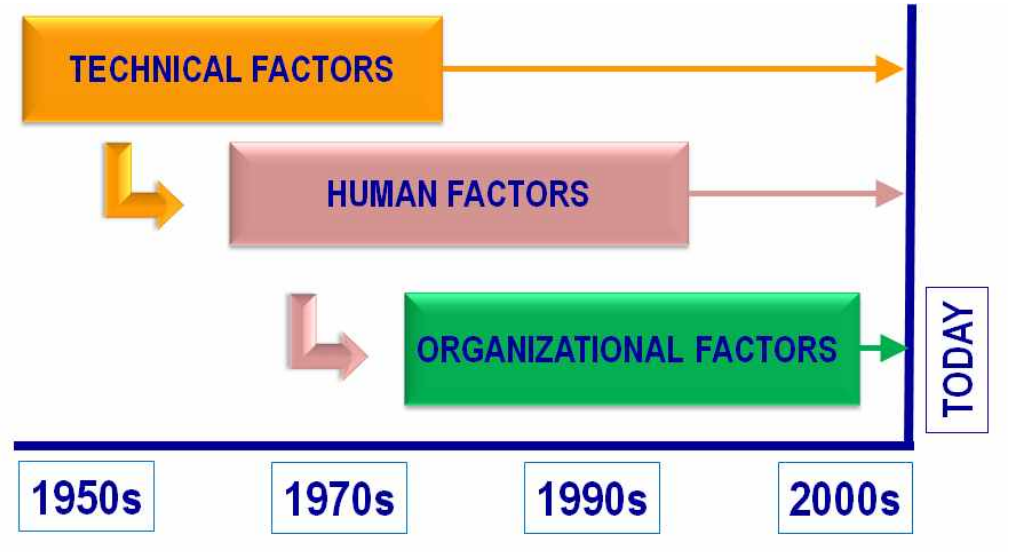


그림 2. 안전관리시스템 발전사

(자료출처 : ICAO SMM DOC 9859)

○ 시스템안전 기술은 전통적인 "기술적 요인"과 "인적요인/조직적요인"에 의한 사고예방 기술을 연결한다는 점에서 중요한 의미가 있음. <그림 3>은 안전관리 역사에 있어 주요 전환점을 나타내고 있으며, "기술적 발전"과 "문화적 발전"의 중간 단계에 바로 "시스템 발전"이 교량 역할을 하고 있다는 것을 나타냄. 즉, 최상의 안전수준을 확보하기 위해서는 기술적 발전의 결과이며, 동시에 좋은 문화가 자라날 수 있도록 자양분이 될 수 있는 시스템 발전이 전제되어야 함.

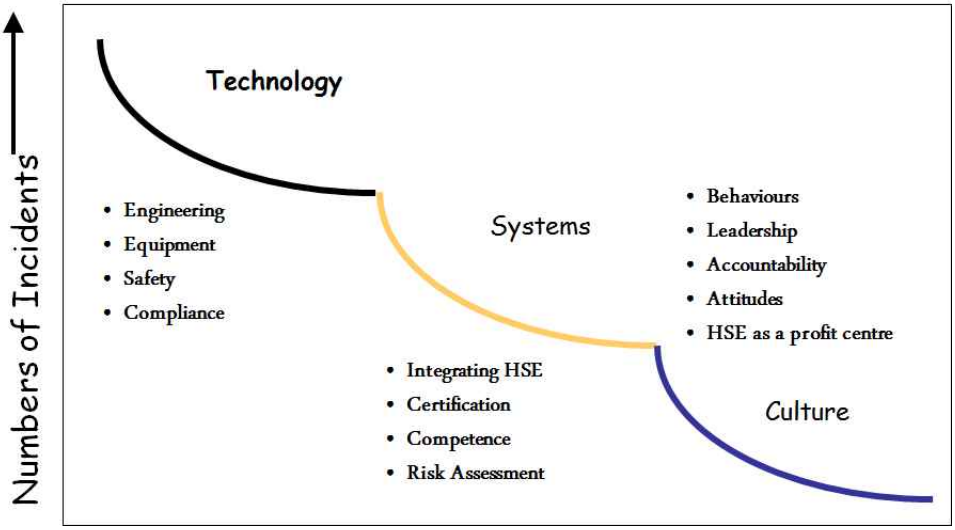


그림 3. 기술 및 문화 간 시스템적 발전

제 2 절 기획연구 필요성

○ 우리나라는 90년대 국토교통 R&D를 사업을 시작으로 지속적인 연구개발사업을 수행하고 있으며 그에 대한 예산은 꾸준히 증가하고 있음.

- 90년대 최초로 R&D 사업을 착수하였으며 2000년대 초반부터 본격적인 예산투입을 하여 2012년 현재 6,196억 원의 예산을 책정·집행하고 있음.
- 국토교통 R&D는 공공복리 증진 및 경제발전에 기여하며, 정부·공공기관·국민을 수요자로 하는 시스템 R&D에 초점을 두고 있음.
- 도로·철도·항공 등 국가기간시설의 효율적인 건설·운영·유지와 국토교통의 체계적 관리를 통한 기술개발을 통해 실용적이고 공공성이 강한 특성을 가지고 있음.

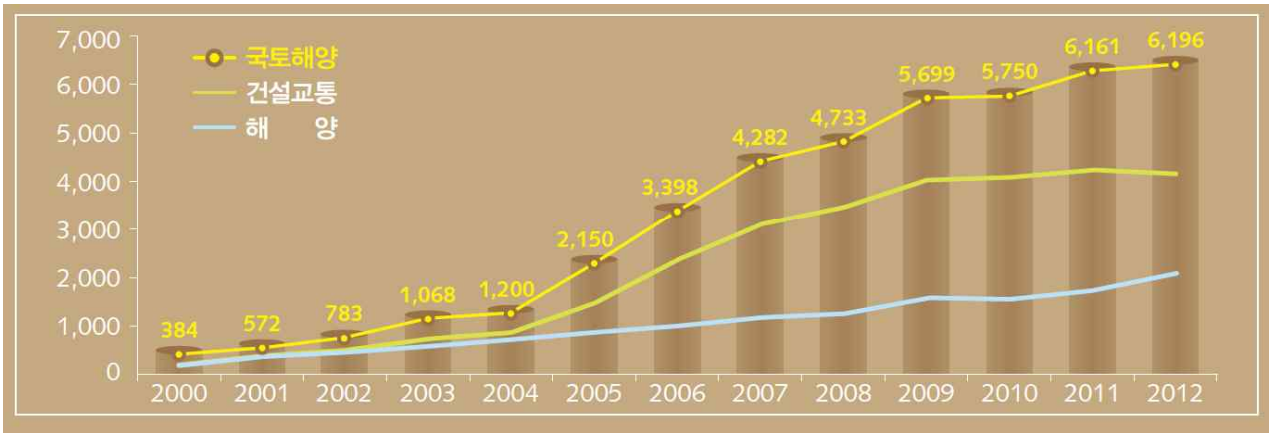


그림 4. 국토교통 R&D 투자

○ 항공분야에 있어서 R&D 사업은 2007년 수립한 「국토교통과학기술 연구개발사업 중장기 계획」에 따라 항공선진화 사업을 착수함.

- 경량항공기급부터 중형항공기급까지 단계적으로 민간 항공기의 국산화 보급기반 구축(설계·제작·시험·인증기술, 미국과의 항공안전협정(BASA) 확대 체결 등)과 항공정비기술 및 사고예방기술 개발
- 해외 의존 항공관제장비를 국산화하고, GPS를 기반으로 하는 차세대 위성항행 통신시스템의 단계적 개발
- 공항 이용객의 편의 증진과 공항안전 확보를 위해 IT기술을 활용한 지능형 ·친환경 공항운영기술 개발

표 1. 국토교통부 국가연구개발 사업 연도별 투자액 및 비율

(단위 : 억 원)

구분		'07	'08	'09	'10	'11	계
국토교통 R&D	예산	4,294	4,730	5,613	5,750	6,160	26,547
	증가율	42%	10%	19%	2%	7%	-
건설교통 R&D	예산	3,277	3,459	3,924	4,092	4,310	19,062
	증가율	44%	6%	13%	4%	5%	-
항공기술연구	예산	195	169	294	381	451	1,490
	증가율	5%	△13%	74%	30%	18%	-

○ 항공분야의 R&D사업은 소형항공기・항공교통관제시스템・항행안전시설의 국산화 그리고 공항서비스 증진을 위한 연구개발이 주를 이루고 있으며, 사업단 또는 연구단과 같이 체계적인 연구개발을 통해 항공선진화를 위한 연구개발 성과물의 종합화를 추진하고 있음.

표 2. 항공관련 연구개발 사업 연도별 투자액

(단위 : 억 원)

과제명	연도별 소요예산 현황					
	'07	'08	'09	'10	'11	합계
첨단 항공안전기술	102	83	205	275	321	986
지능형 공항시스템	40	34	49	50	33	206
차세대 항행시스템	53	52	40	56	97	298
계	195	169	294	381	451	1,490

○ 그러나 항공분야의 R&D 사업은 사고예방 기술보다는 주로 첨단 항공안전, 지능형 공항시스템, 그리고 차세대 항행시스템에 집중적으로 투자가 이루어지고 있으며, 항공기 사고예방 기술과 관련하여 그동안 주로 H/W나 S/W 또는 안전정보시스템과 같이 개별적인 요소들을 개발하는데 초점이 맞추어져 있음.

○ 최근 안전에 있어 "시스템 안전(System Safety)" 개념이 도입되고 있으며, 이는 개별적인 요소들의 안전을 확보하는 것 못지않게 시스템 전체의 안전이 균형과 조화를 이룰 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있음.

- 특히 시스템의 취약요인(위해요인)을 사전에 발굴하여, 이러한 영향이 시스템 전체에 부정적인 영향을 주지 않는 것이 가장 중요한 목표라 할 수 있음.
- 최근 항공안전에 현안이 되고 있는 안전관리시스템(SMS) 역시 시스템 안전의 발전된 형태라 할 수 있음.

○ 산업안전에서는 안전관리를 위한 기본적인 요소로 다음의 4M기법을 주로 활용함. 항공안전 역시 같은 프레임으로 해석할 수 있는데, 시스템적 관점에서 기술개발 구성요소를 검토하는데 중요한 시사점을 제공함.[1)]

○ 4M 기법의 각 요소는 안전관리를 구성하는 요소들이 종합적으로 검토되어야 함을 의미함. 예를 들어 새로운 정밀계기접근장비(Machine)가 개발되었을 경우에는 이를 사용할 수 있도록 절차를 개발하고(Media), 사용자 교육과 자격을 주며(Man), 이러한 기술을 인증하는(Management) 전체적인 체계가 종합적으로 고려되어야 함.

○ 본 기획연구에서는 이러한 접근방법을 활용하여 그동안 “시스템 안전” 측면에서 접근하지 못했던 새로운 항공기 사고예방 기술을 개발하고, 이를 우리나라의 사용자 입장에서 보다 효과적이고, 효율적으로 활용할 수 있는 기술개발 전략을 개발하는 것에 주안점을 두고 있음.

○ 또 하나 놓치지 말아야 할 관점은 시스템의 수명주기(Life Cycle)을 고려한 기술개발 전략임. 시스템은 설계부터 폐기에 이르기까지 10단계의 수명주기(Life cycle)를 가짐.

- 시스템은 서로 상호작용을 하는 복잡한 서브시스템으로 구성되어 있으며 상호간의 계층구조를 갖음.
- 계층구조란 서브시스템의 입력(또는 출력)이 다른 서브시스템의 출력(또는 입력)으로 연결되어 상호 인과 관계를 갖는 것을 의미함.
- 위험관리는 시스템의 수명주기에 따라 다른 안전 활동을 가지므로 항공교통 전 분야의 안전관리를 위해서는 이러한 시스템의 수명주기가 고려되어야 함.

1) 항공의 SHELL 모델, HFACS 모델 역시 시스템 안전의 측면에서 보다 체계적인 안전관리를 위한 방법론을 제공한다. 여기서는 일반적인 4M 기법만을 유추의 한 방법으로 활용한다.

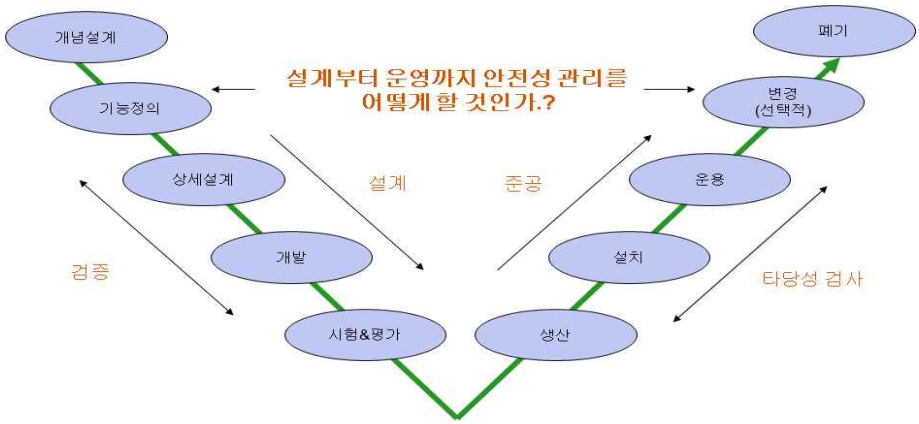


그림 5. 위험기반 시스템의 수명주기 접근법

○ 시스템의 수명주기에 따라 안전관리의 목적과 방법은 차이가 있으며 항공기 사고 예방을 위한 기술개발에 있어서도 이러한 점이 고려되어야 함.

- 시스템의 개념설계 단계에서는 대부분 안전장비를 설계하고, 인간공학과 관련된 인터페이스에 초점을 두게 되어 있으나, 이미 장비를 도입하여 운영할 경우에는 이러한 하드웨어적 기술개발 보다는 운영한계를 정의하고, 위험한 단계에 이르지 못하도록 이를 제한하고 사용자를 교육하는 것에 초점을 두게 됨.
- 이러한 점은 아직 우리나라가 자체 개발한 운송용 항공기가 전무하다는 것을 감안할 때 우리가 집중해야 하는 부분이 운영단계의 안전관리라는 것을 알 수 있음.

○ 항공사고와 관련된 연구의 모델은 보통 변수간의 관계를 규명하기 위한 목적으로 수립됨.

- 항공사고 모델은 정형화된 사고 요인으로부터 사고 요인간의 관계를 찾아내는 것을 의미함.
- 인과관계 모델은 사고요인의 원인과 결과를 논리적으로 분석하여 사고 모델을 구성함.
- <그림 6>은 사고원인에 대한 모델 중 가장 단순한 하인리히 도미노 모델을 나타내고 있음.
  - 하인리히 모델은 순차적으로 발생된 이벤트의 연결로 사고가 발생한다는 이론으로써 안전관리를 통해 이 도미노의 연결고리를 단절시키면 사고로 확대되지 않음.
  - 도미노 이론은 선형적이고 사건의 선후가 명확해 분석이 용이한 단순 모델에 적합함.

- 사고 발생확률은 각 사건의 발생확률로부터 논리적으로 계산됨.
- 산업안전에서 주로 사용하는 4M 기법이나, 항공분야에서 사용되고 있는 SHELL 모델은 선형적이고 순차적 항공사고 모델에 주로 활용되는 기법들임.

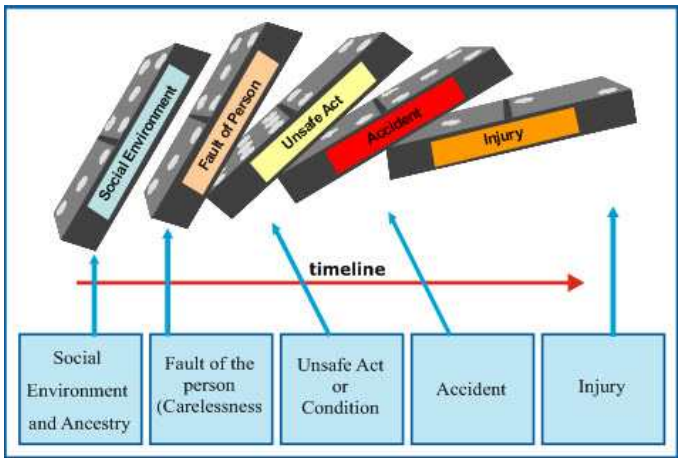


그림 6. 사고원인에 대한 하인리히 도미노 모델

- 위험원이 발생기제(initiating mechanism)를 통해 사고로 연결되는 것을 차단하기 위하여 1개나 여러 개의 안전기제(Barrier)로 보호하는 것이 위해요인-안전기제-대상(Hazard- Barrier-Target) 모델임.
  - <그림 7>에서 사고는 대상에 대한 지속적인 위협, 즉 위해요인의 결과임을 보여줌.
  - 안전기제(Barrier)는 위해요인으로부터 대상을 보호하기 위하여 자체 보강, 또는 안전관리시스템(SMS)으로부터 안전기제의 결함이 보완될 경우 시스템의 안전이 유지됨.
  - 그러나 기술적인 결함이나 인적요인에 의한 실패는 안전기제를 불완전하게 만들거나, 무력화할 수 있음.
  - 따라서 사고발생 확률은 안전기제의 실패 가능성과 이의 조합으로 계산됨.

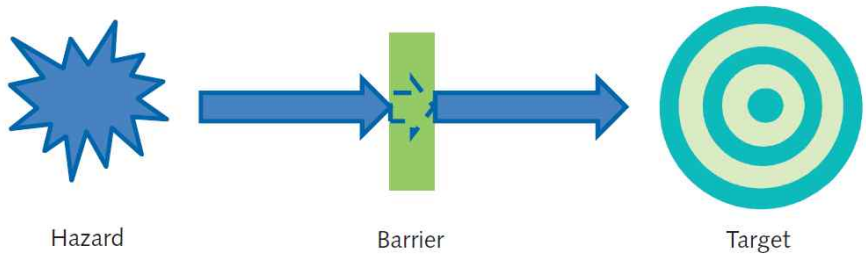


그림 7. 위해요인-안전기제-대상(Hazard- Barrier-Target) 모델

- Swiss Cheese 모델은 위해요인-안전기제-대상(Hazard-Barrier-Target) 모델에서

한 단계 발전된 형태를 취하고 있음.

- <그림 8>은 안전기제가 항상 완벽할 수는 없으며, 여러 개의 안전기제가 사고를 유발하는 발생기제로부터 대상을 보호하고 있음.
- 안전허용설계, 조직의 안전관리, 운항 및 정비 안전체계가 안전기제의 전형적 형태임.
- 안전기제들은 때로는 시스템 또는 조직의 고질적 결함으로 인하여 위해요인의 발생기제를 차단하는데 실패할 수 있음.
- 이러한 여러 단계의 안전기제가 일시에 무력화되는 것은 우연적이기 보다는 조직에 잠재된 시스템적 결함을 의미함.



그림 8. Swiss Cheese 모델

- Swiss Cheese 모델은 현재까지 항공 산업계에서 가장 보편적으로 활용되는 항공사고모델의 하나임.
- 이 사고모델은 항공사고예방을 위해서는 불안전한 행위나 전제조건과 같은 가시적인 부분에만 초점을 맞출 것이 아니라, 이러한 조건을 초래한 조직의 잠재적 조건(Latent Condition)에 초점을 맞출 것을 요구하고 있음.
- 따라서 이번 기획연구에서는 Swiss Cheese 모델에서와 마찬가지로 이러한 시스템적 접근법, 즉 시스템안전 차원에서 사고예방을 위한 시스템적 접근이 필요할 것으로 사료됨.

○ 이와 같이 항공사고는 복잡한 원인에 의해 발생하며, 그 원인규명이 어려우므로 항공사고 사례분석, 항공사고 예방기술의 필요성·수용성·경제성 등을 종합 분석하고 기술개발 방향, 세부 추진과제 및 추진전략을 마련하기 위해 기획연구가 필요한 실정임.

제 3 절 운송용 항공기 사고예방 기술의 정의

○ 항공기는 공중을 비행하는 3차원 입체교통수단으로서 운항 중 기관고장이나 조종사의 인적오류 또는 악기상 등으로 위험상황에 직면할 때 항공기 사고로 이어질 수 있음.

- 항공기 사고를 심층적으로 분석하여 보면 '인적 요인'은 가장 최종 단계의 원인에 불과할 뿐이고, 그 배경에는 인간을 둘러싼 기술, 조직, 환경 등 보다 근본적인 원인들이 잠재함.

○ 이는 기존의 항공안전향상을 위한 노력만으로는 더 이상의 항공기 안전운항을 보장할 수 없으며, 사고예방을 위한 새로운 방법이 필요함을 의미

- 사고가 발생하기 전 항공시스템 내에서 초기위험요소를 사전에 인지하여, 적절한 개선대책을 위한 새로운 사고예방기술이 필요함.

○ 따라서 항공기 사고예방기술을 정확하게 정의함에 따라 항공기사고를 줄일 수 있음.

- 인간과 작업 대상인 시스템 사이의 오류 발생을 사전에 예측하여 사고 예방적 안전관리 차원에서 기술을 개발하고, 작용하여야 사고로 인한 큰 손실을 예방할 수 있음.
  - 항공기 운항 시 발생하는 자체사고를 예방/방지하기 위하여, 항공 전자부품 및 기체구조 등의 시스템적 예방을 통해 감시하고 안전성을 진단하여 항공기 결함에 대한 예방/방지 비행을 가능하게 하여 항공기 안전성을 극대화 시켜야함.

○ 안전에 있어서 기술의 역할은 비행기에만 국한되는 것이 아니라, 항공 산업 전체를 연결하여 고려되어야 하며, 사고예방을 위한 시스템적 접근이 필요

- 사고를 유발하는 각 요인들의 근원적 한계성을 인지, 경감 또는 제거함으로써 사고를 원천적으로 차단하고 훈련 및 기능 향상을 위해 과학 기술을 도입한 안전교육, 기술개발 체제의 추진이 필요함.

제 2 장 국내·외 항공사고 분석

제 1 절 국내·외 항공사고 발생 현황

1. 국외 항공사고 현황

○ 1959년부터 2011년까지, 그리고 최근 10년간의 사망사고와 비사망사고의 비율 변화는 점차 사망사고의 비율이 감소(34%->20%)하고 있으나, 비사망사고의 경우 전손율 감소(36%->34%)되고 있는 반면에 그 비율은 크게 감소하지 않고 있음

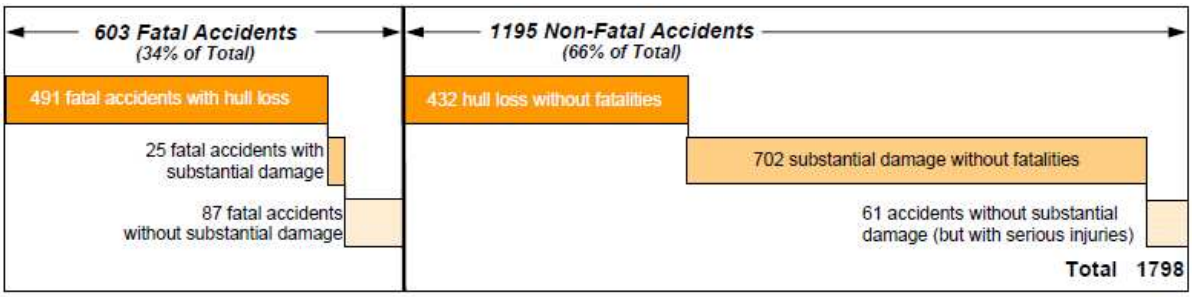


그림 9. 1959 ~ 2011 사고발생 현황

(자료출처 : "Statistical Summary," Boeing, 2012)

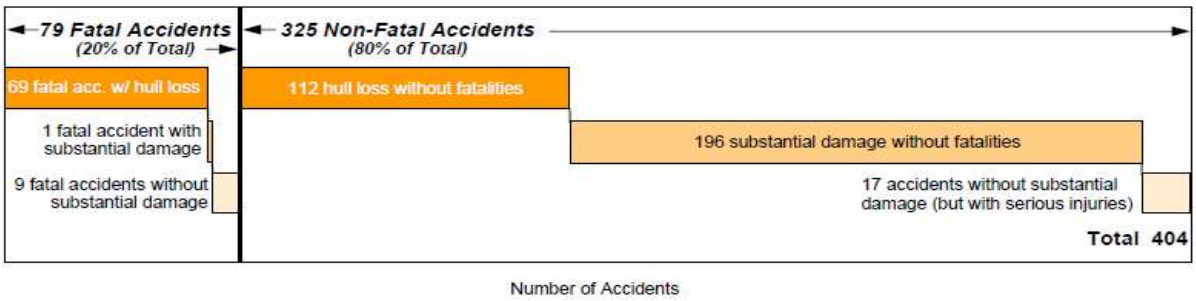


그림 10. 2002 ~ 2011 사고발생 현황

(자료출처 : "Statistical Summary," Boeing, 2012)

○ <그림 11>은 최대 이륙중량 2,250kg 이상의 운송용 항공기(승객/화물)에 대하여 1993년부터 2012년까지 사망사고 발생현황(불법적 방해에 의한 사고는 제외, 우측에 1,000만 비행회수당 사망사고율 표시)을 나타냄

- 1993년 1,000만 비행당 사망사고 건수가 50에 달하는 항공기 사망사고(3년 이동평균)는 지속적으로 감소하여 2003년 20까지 감소하였으며, 2012년에는 운송용 항공기 1,000만 비행 횟수당 사망사고는 10건 정도로 유지되고 있음

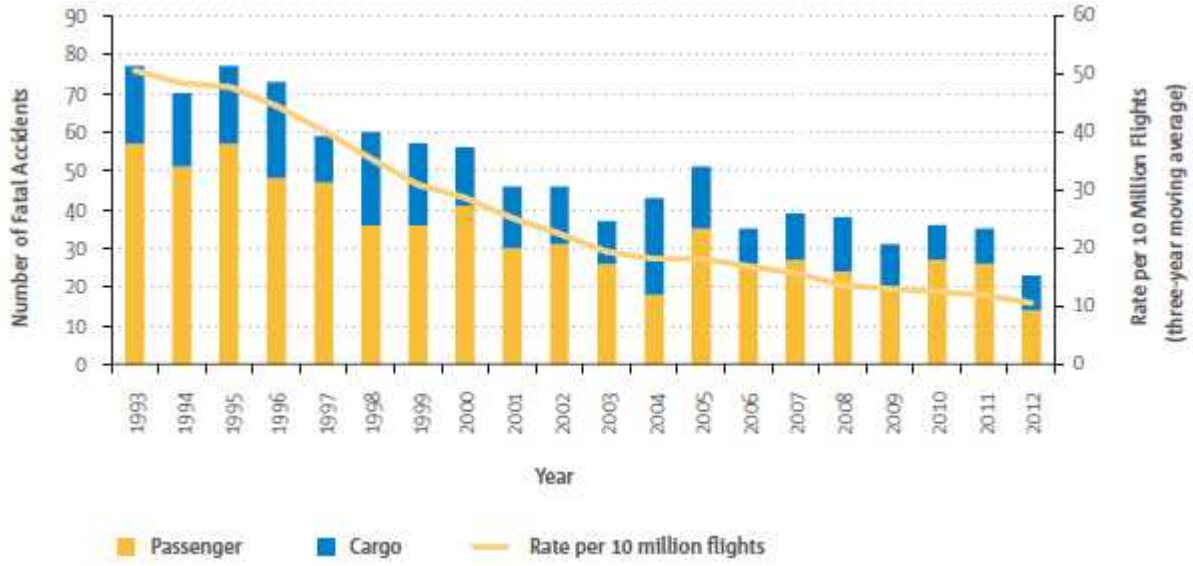


그림 11. 세계 운송용 항공기 1,000만 비행회수당 사망사고 비율 (1993~2012년)

(자료출처 : "ANNUAL SAFETY REVIEW 2012," EASA

○ <그림 12>는 2003년부터 2012년까지 운송용 항공기 사망사고의 지역별 비교를 보여주는 자료로 미국과 유럽의 EASA 회원국이 1,000만 비행회수당 사망사고 건수가 약 2.0으로 가장 낮은 수치를 보이고 있으며, 북미가 2.1, 오세아니아가 9.2, 우리나라가 포함된 아시아 지역은 4.8 수준인 것으로 발표됨



그림 12. 운송용 항공기 1,000만 비행회수당 사망사고 발생률 지역별 비교(2003~2012년)

(자료출처 : "ANNUAL SAFETY REVIEW 2012," EASA)

○ 1959년부터 2011년까지 상업용 제트 항공기의 기종별 사고현황은 <그림 13>과 같음.

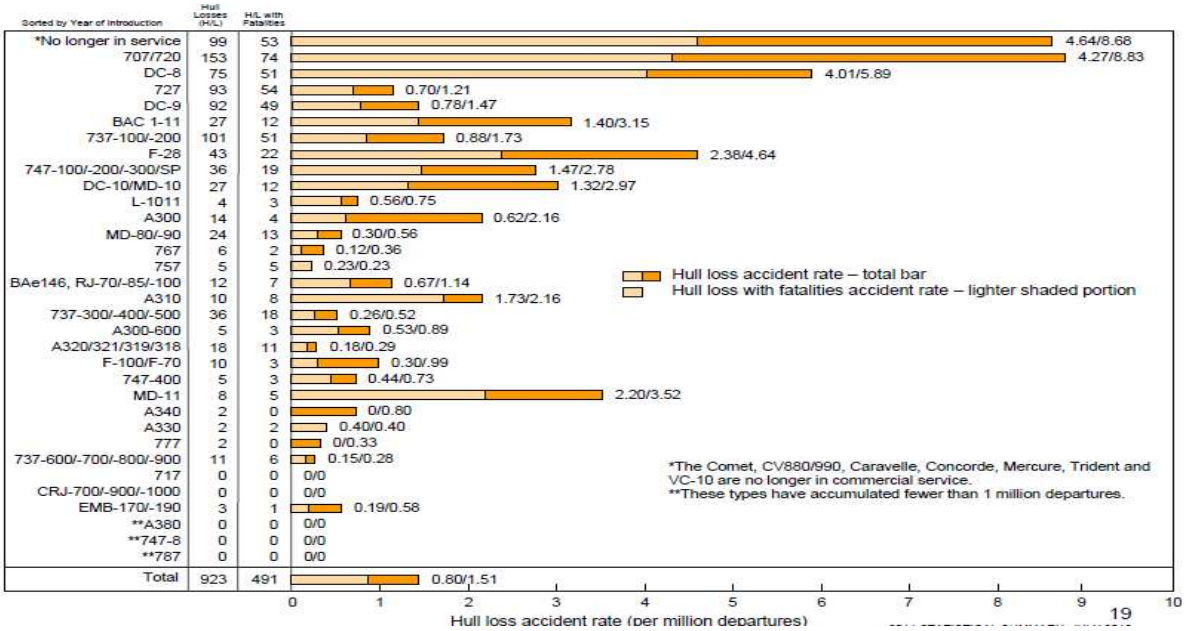


그림 13. 기종별 항공사고 현황

(자료출처 : "Statistical Summary," Boeing, 2012)

○ 전 세계 운송용 항공기의 사망사고는 이륙단계(이륙, 초기상승) 17%, 착륙단계(최종접근, 착륙) 36%, 순항단계 11%에서 발생하는 것으로 발표됨

- 사망사고의 53%가 이착륙 단계에서 발생하고 여기에 지상활주 및 승객하기 단계의 사망사고까지 포함할 경우 총 68%가 공항 또는 공항인접 지역에서 발생

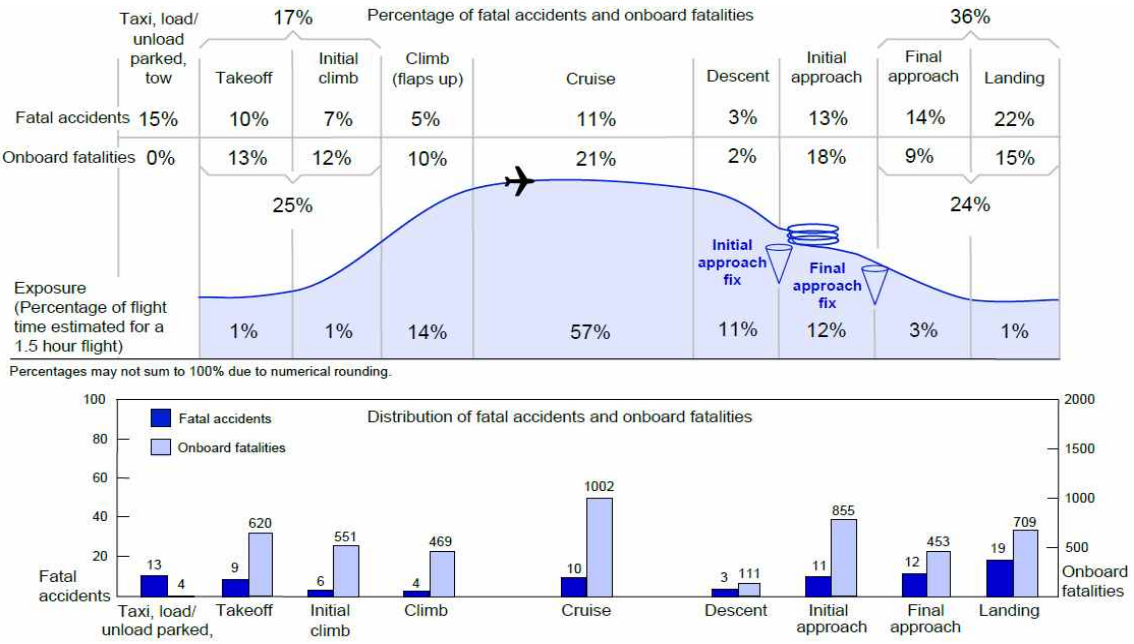


그림 14. Fatal Accidents and Onboard Fatalities by Phase of Flight Worldwide Commercial Jet Fleet - 2001 Through 2010

(자료출처 : 2010 STATISTICAL SUMMARY, JUNE, 2011, Boeing)

2. 국내 항공사고 현황

가. 국내 항공사고 전체현황('76 - '10)

○ 우리나라에서 발생한 사고의 역사를 살펴보면 1976년 08월 02일 B707이 이란 테헤란공항을 이륙하여 상승비행중 좌선회 상황에서 약10도를 우선회하여 산악에 부딪혀 추락 전파되면서 승무원(5명) 전원 사망하는 사고부터 시작하여 총 95건의 사고와 준사고 243건 발생(경량항공기를 포함할 경우 총 401건의 사고와 준사고 발생)

표 3. 국내 항공기 사고/준사고 발생현황(종합)

구분	사고	준사고	초경량	총계
2000년 이전	56	152	19	227
2000년 이후	39	91	44	174
총계	95	243	63	401

표 4. 연도별 국내 항공기 사고/준사고 발생현황(1976-2010)

연도	사고	준사고	초경량	합계	연도	사고	준사고	초경량	합계
1976	1	4	-	5	1994	2	10	2	14
1977	2	-	-	2	1995	-	7	4	11
1978	2	-	-	2	1996	2	16	2	20
1979	2	1	-	3	1997	3	11	3	17
1980	6	1	-	7	1998	6	15	-	21
1981	3	1	-	4	1999	3	12	6	21
1982	-	2	-	2	2000	3	11	3	17
1983	5	2	-	7	2001	5	14	3	22
1984	2	8	-	10	2002	4	8	3	15
1985	1	2	-	3	2003	5	14	9	28
1986	1	4	-	5	2004	3	9	8	20
1987	-	6	-	6	2005	6	7	5	18
1988	2	6	-	8	2006	6	5	1	12
1989	3	9	-	12	2007	1	7	6	14
1990	1	4	-	5	2008	1	8	2	11
1991	2	10	1	13	2009	4	7	4	15
1992	4	12	-	16	2010	1	1	-	2
1993	3	9	1	13	합계	95	243	63	401

○ 80년대 운항회수 증가에 따라 항공기 사고 및 준사고는 지속적으로 증가하였으며, 98년을 고비로 안정화, 2000년 이후로는 지속적인 감소세를 보이고 있음

- 이는 운항회수 증가를 감안하면 사고율이 실질적으로 감소함을 보여주고 있음

○ 2000년부터 2010년까지 항공기 사망사고는 발생하지 않았으나, 2006년까지 비사망사고는 계속 발생했으며, 2007년을 고비로 항공기 사고는 의미 있게 감소

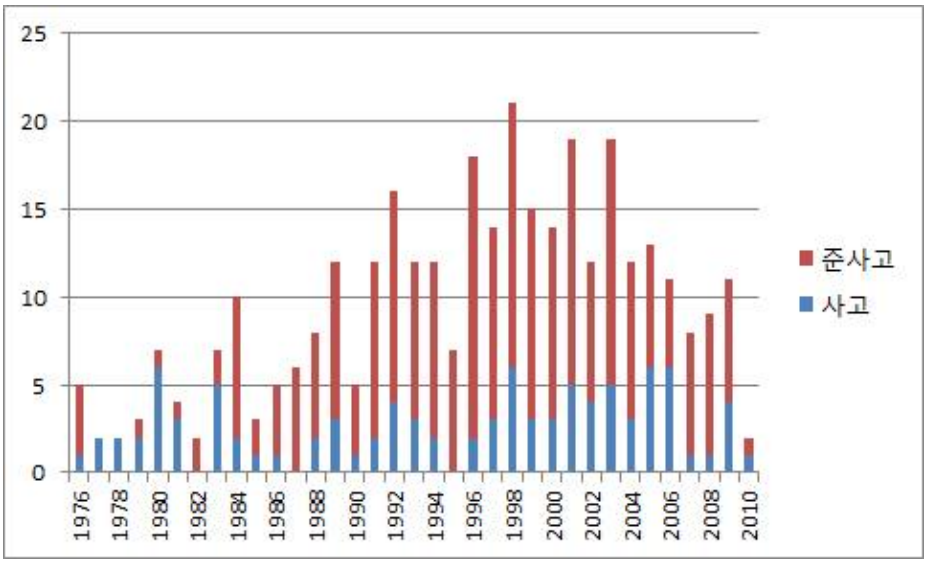


그림 15. 국내 항공기 사고/준사고 발생현황(연도별)

나. 최근 20년 국내 운송용 항공기 사고/준사고 현황

(1) 운송용 항공기 사고/준사고 발생현황 비교분석

○ 1991~2000년대와 2001~2012년의 연도별 항공사고 발생 현황을 가각 보여줌

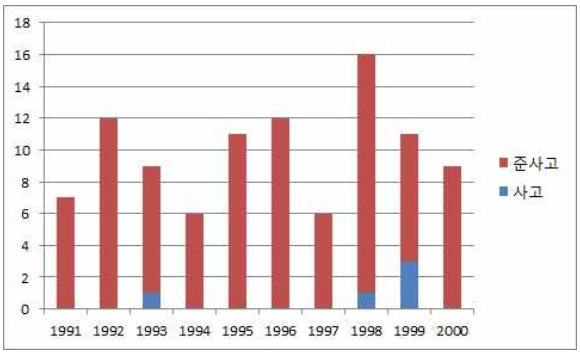


그림 16. 1991 ~ 2000년 항공기 사고/준사고 발생현황

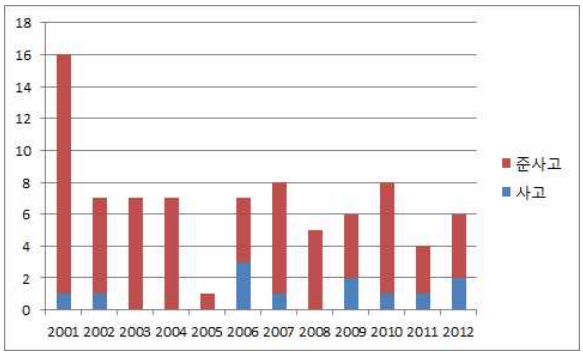


그림 17. 2001 ~ 2012년 항공기 사고/준사고 발생현황

○ 운송용 항공사고는 발생빈도가 적어 사고만으로는 통계적 경향성을 발견할 수 없으며, 준사고와 통합적으로 분석해야 그 경향성을 유추할 수 있음

- 운송용의 경우 앞의 전체 항공사고율과 마찬가지로 운항회수가 지속적으로 증가하는 1990년대에 상승세를 보이고 있음
- 2001년을 기점으로 항공기 준사고는 감소 및 안정화 추세를 보이고 있으며, 2006년부터 사고율이 점차 증가하는 경향을 보이고 있음

○ 전 세계 운송용 항공기의 사망사고율과 비교를 위해 1993년부터 2012년까지 3년 천만비행회수당 사망사고 이동평균은 다음의 <그림 18>과 같음

- 1999년의 60대 수준을 정점을 끝으로 2010년까지 항공기 무사망사고를 유지하여왔으나, 2011년 사망사고 발생으로 10수준으로 높아진 상태(3년 이동평균)
- 그러나 2013년 운송용 항공기 사망사고가 추가로 발생함에 따라 현재 천만비행회수당 사망사고는 38.6으로 높아진 상태(3년 이동평균)

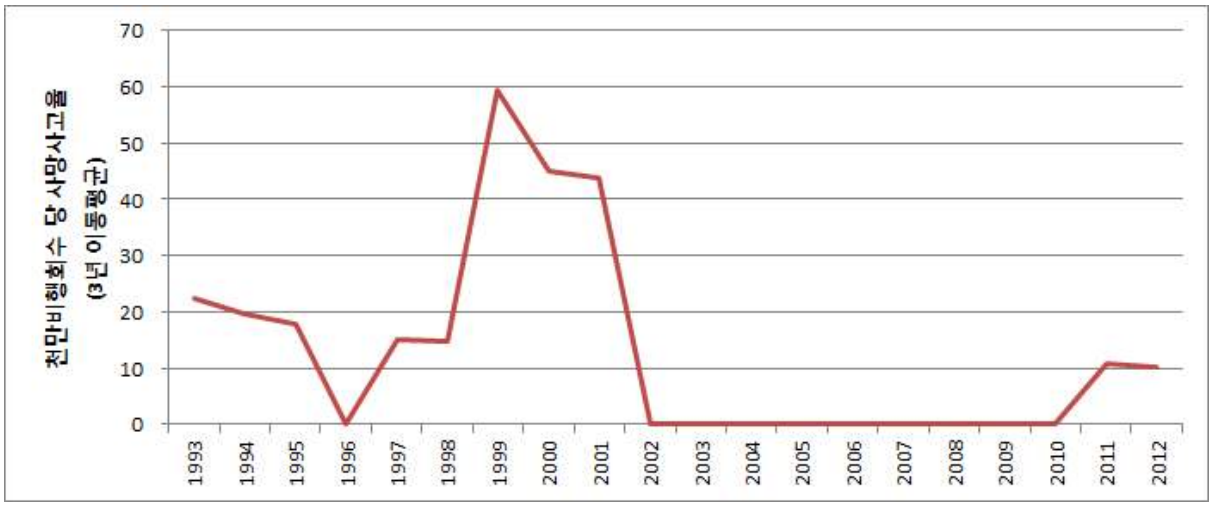


그림 18. 우리나라 운송용 항공기 1,000만 비행회수당 사망사고 비율 (1993~2012년)

○ 우리나라의 운항회수의 증가를 감안할 경우 운송용 항공기의 사고/준사고 발생은 1998~2001년을 정점으로 완만하게 감소하는 경향을 보이고 있음(<그림 19>의 3년 이동평균 추세선 참조)

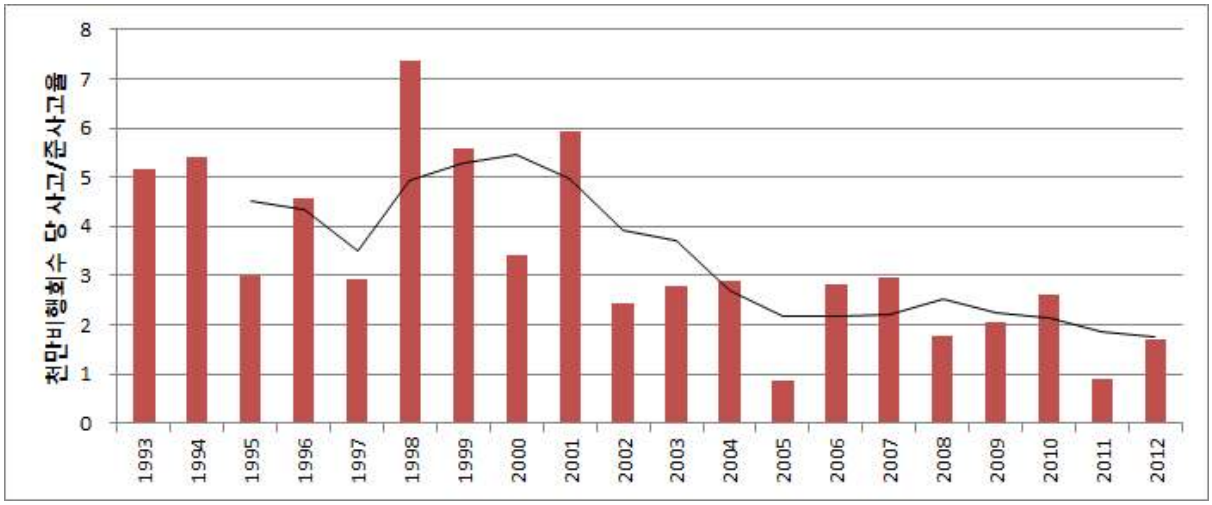


그림 19. 우리나라 운송용 항공기 1,000만 비행회수당 사고/준사고 비율 (1993~2012)

(2) 운송용 항공기 사고/준사고 발생유형(Occurrence Category) 분석

○ 항공기 사고와 준사고 정보는 항공안전 정보분석에 있어 가장 기초적인 자료로써 국내·외 비교 연구를 위해 항공기 사고 및 준사고의 발생유형을 <표 5>와 같이

CICTT[2] Occurrence Category Release 4.2 기준으로 분류[3]

- 미국(FAA)와 유럽연합(EASA)는 CICTT 표준을 수용할 것임을 공식화[4]
- 특히 유럽연합은 회원국의 표준 데이터베이스 프로그램으로 ECCAIRS를 사용함으로써 ICAO의 ADREP 2000 Taxonomy와 함께 CICTT 34개 Occurrence Category를 이벤트 분류기준에 전부 반영하여 비교분석이 용이함

표 5. CICTT 사고/준사고 발생유형(Occurrence Category)

No	Category	Definition	No	Category	Definition
1	ARC	ABNORMAL RUNWAY CONTACT	18	ICE	ICING
2	AMAN	ABRUPT MANEUVER	19	LOC-G	LOSS OF CONTROL-GROUND
3	ADRM	AERODROME	20	LOC-I	LOSS OF CONTROL-INFLIGHT
4	MAC	AIRPROX/TCAS ALERT/LOSS OF SEPARATION/NEAR MIDAIR COLLISIONS/MIDAIR COLLISIONS	21	LOLI	LOSS OF LIFTING CONDITIONS EN ROUTE
5	ATM	ATM/CNS	22	LALT	LOW ALTITUDE OPERATIONS
6	BIRD	BIRD	23	OTHR	OTHER
7	CABIN	CABIN SAFETY EVENTS	24	RE	RUNWAY EXCURSION
8	CTOL	COLLISION WITH OBSTACLE(S) DURING TAKEOFF AND LANDING	25	RI	RUNWAY INCURSION
9	CFIT	CONTROLLED FLIGHT INTO OR TOWARD TERRAIN	26	SEC	SECURITY RELATED
10	EVAC	EVACUATION	27	SCF-NP	SYSTEM/COMPONENT FAILURE OR MALFUNCTION (NON-POWERPLANT)
11	EXTL	EXTERNAL LOAD RELATED OCCURRENCES	28	SCF-PP	SYSTEM/COMPONENT FAILURE OR MALFUNCTION (POWERPLANT)
12	F-NI	FIRE/SMOKE (NON-IMPACT)	29	TURB	TURBULENCE ENCOUNTER
13	F-POST	FIRE/SMOKE (POST-IMPACT)	30	USOS	UNDERSHOOT/OVERSHOOT
14	FUEL	FUEL RELATED	31	UIMC	UNINTENDED FLIGHT IN IMC
15	GTOW	GLIDER TOWING RELATED EVENTS	32	UNK	UNKNOWN OR UNDETERMINED
16	GCOL	GROUND COLLISION	33	WILD	WILDLIFE
17	RAMP	GROUND HANDLING	34	WSTRW	WIND SHEAR OR THUNDERSTORM

2) 미국의 CAST와 ICAO는 공통의 Taxonomy를 제정할 것을 합의하였고, CICTT (CAST-ICAO Common Taxonomy Team)를 통해 비행단계(Flight Phase), 사고발생유형(Occurrence Category), 인적요인(Human Factors), 위해요인(Hazard) 등의 다양한 표준을 제정

3) CICTT “Aviation Occurrence Categories - Definitions and Usage Notes,” Release 4.2, Oct. 2011.

4) Corey Stephens et al., “Standardizing International Taxonomies,” ISASI Forum Jan. - Mar. 2008, pp. 8-13.

○ 우리나라의 90년대와 2000년대 연도별 항공사고 발생현황은 <그림 20>, <그림 21>과 같음[5)]

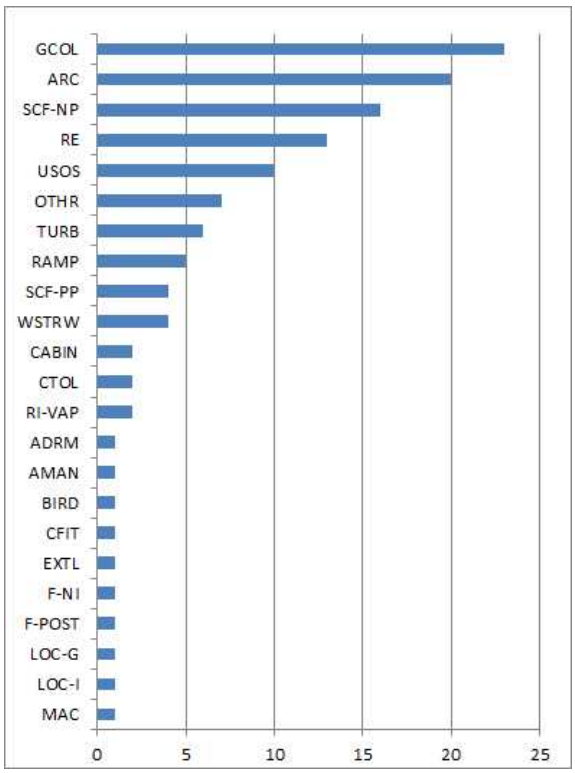


그림 20. 국내(Part 121) 사고 발생유형('91-'00)

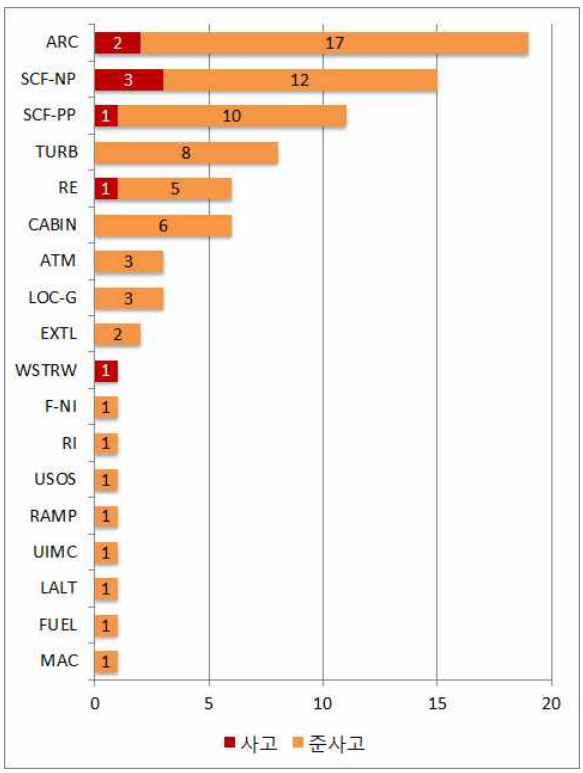


그림 21. 국내(Part 121) 사고 발생유형('01-'10)

○ 1991년부터 2000년까지 국내 운송용 항공기의 사고/준사고의 상위 3대 발생유형은 지상충돌(G-COL), 비정상활주로접촉(ARC), 비동력계통고장(SCF-NP) 순으로 나타남

- 비정상활주로접촉(ARC), 비동력계통고장(SCF-NP)은 1990년대와 2000년대에 공통적으로 높게 나타나는 발생유형으로 분석됨[6)]

○ 2001년부터 2010년까지 지난 10년간 국내 운송용 항공기의 사고/준사고의 상위 3대 발생유형은 비정상활주로접촉(ARC), 비동력계통고장(SCF-NP), 동력계통고장(SCF-PP) 순으로 나타남

- 이중 항공기 사고로 연결된 발생유형만 선별할 경우 상위 3대 발생유형은 비동력계통고장(SCF-NP), 비정상활주로접촉(ARC), 동력계통고장(SCF-PP)/활주로이탈(RE)/기상관련(WSTRW) 순으로 나타남

○ 2001년부터 2010년까지 국내 사고발생건수는 총 7건으로 이중 1건의 사고 발생유형이 SCF-NP와 RE 모두 발생되어서 총 8개의 발생유형을 갖는 것으로 나타남

5) 항공사고 발생유형의 경우 항공철도사고조사위원회에서 아직 조사 중인 사고 및 준사고는 제외함
6) 90년대에 GCOL이 가장 높은 것으로 분석된 것은 ECCAIRS 버전 차이로 발생되는 분류체계의 상이점 때문이며, 현재 2000년대 분류기준에 맞게 90년대 데이터를 재분류하고 있음

다. 국내 항공안전장애 발생현황('09 - '12)

○ 우리나라의 경우 과거 10년간 항공기 사고발생 건수가 적어 통계적 분석이 어려우며, 통상 이러한 문제를 극복하기 위한 방법으로 항공기 사고 및 준사고의 통합적 분석을 수행하고 있음

- 이러한 경우 실제 항공기 사고에서 중요한 원인이 되는 인적요인 보다는 정비요인 및 기상 등 환경적 요인이 과장되는 측면이 있음을 통계분석 과정에서 유의해야 함

○ 항공안전장애는 항공기 사고/준사고와 달리 우리가 실제로 경험하는 운항에서 발생된 중요한(또는 경미한) 이벤트를 보고하는 것으로, 부족한 항공기 사고통계를 보완하는 측면에서 매우 유용한 자료임

- 항공안전장애보고는 고장/결함 및 조류충돌과 같이 심각도는 낮지만, 빈도가 매우 높은 이벤트의 중요성이 높아지는 특성을 감안하여 통계분석 필요

○ 우리나라의 항공기 1만 운항회수 대비 항공안전장애보고 발생건수는 '09년을 제외하고 연평균 7% 정도 감소하는 추세를 보이는 것으로 분석됨[7)]

표 6. 국내 항공안전장애 발생현황('09~'12년)

구 분	2009	2010	2011	2012
1만 운항회수 당 항공안전장애	18.5	37.9	37.7	31.5

○ 항공안전장애보고의 주요 이벤트는 <표 7>과 같이 조류충돌(849건, 37%), 공중충돌경보(379건, 14%), 낙뢰(213건, 13%), 이륙결심속도(V1) 미만의 이륙포기(160건, 11%)로 전체의 75%에 해당

- 조류충돌과 공중충돌경보는 전반적으로 감소하는 추세를 보이는 반면 V1 미만의 이륙포기와 낙뢰에 의한 장애는 점차 증가하는 추세를 보임
- V1 미만의 이륙포기의 원인에 대해서는 제2절에서 분석을 수행함

표 7. 국내 주요 항공안전장애 발생현황('09~'12년)

분류기호	2009	2010	2011	2012	계
조류충돌	118(44%)	252(41%)	249(37%)	230(37%)	849(37%)
공중출돌경보(ACAS)	39(15%)	131(21%)	120(18%)	89(14%)	379(14%)
낙뢰	15(6%)	17(3%)	98(15%)	83(13%)	213(13%)
간격분리(항공교통관제기관)	39(15%)	44(7%)	47(7%)	37(6%)	167(6%)
V1 미만의 이륙포기	14(5%)	48(8%)	30(5%)	68(11%)	160(11%)
회항 등 기타원인	43(16%)	120(20%)	122(18%)	123(20%)	408(20%)

7) '09년 항공안전장애보고는 7월부터 수집되어, 경향성 분석에서 제외

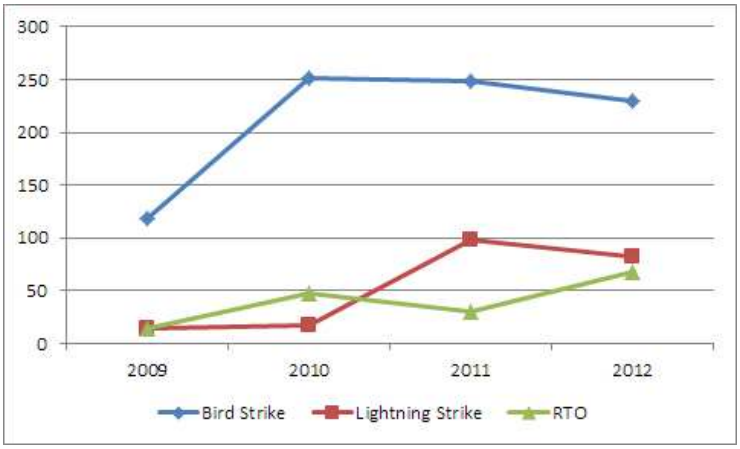


그림 22. 연도별 주요 항공안전장애 발생현황 ('09-'12년)

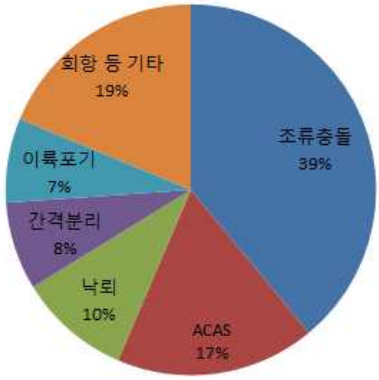


그림 23. 주요 항공안전장애 발생비율('09-'12년)

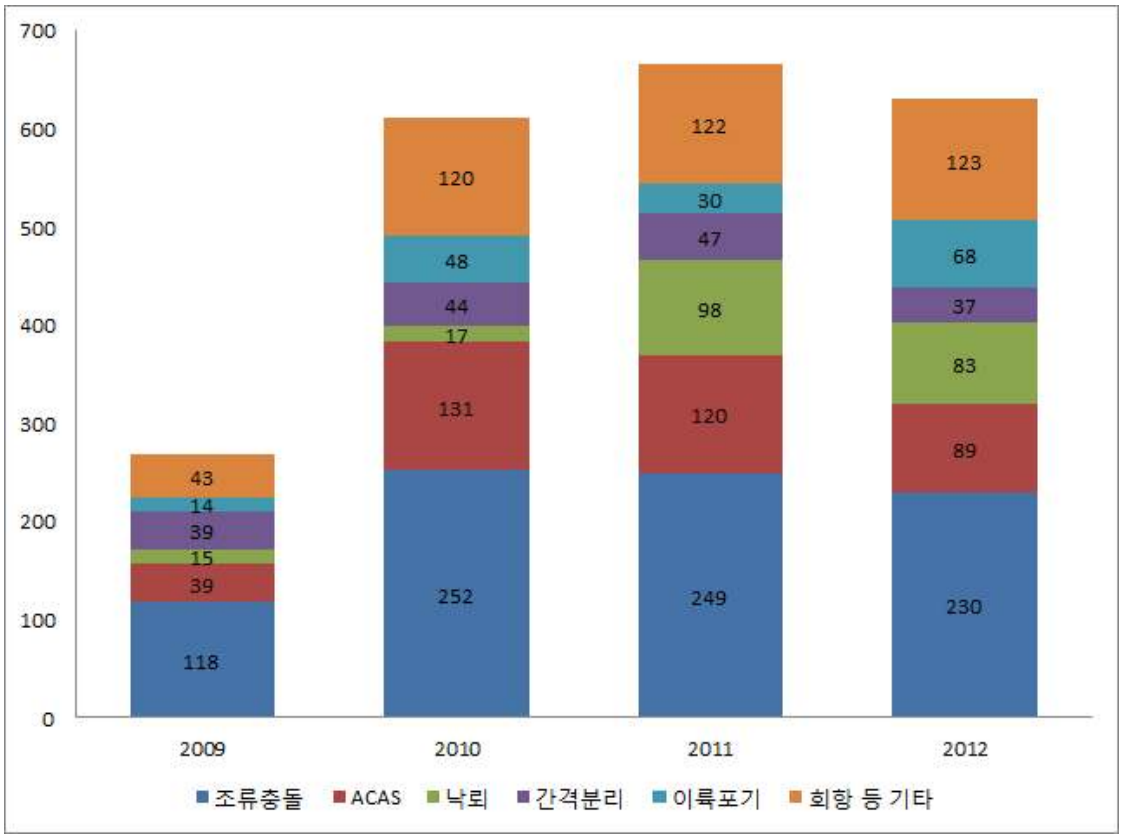


그림 24. '09 - '12년 주요 항공안전장애 발생현황 및 비율

제 2 절 항공사고 원인/사고율 조사 및 분석

1. 세계 운송용 항공기 사고현황 및 발생유형

가. 세계 항공기 사망사고 발생현황(2001~2010)

○ 보잉에서는 매년 지난 10년간의 운송용 항공기 사고를 집계하여 CICTT 기준(Occurrence Category)에 따라 분류한 통계자료 발간

- 보잉의 사고통계는 전 세계에서 사용되는 운송용 항공기 사망사고를 집계하였으며, 동구권에서 제작된 항공기와 관계된 사고는 포함되지 않음

○ 전 세계 운송용 항공기 사망사고의 가장 많은 발생유형은 조종 중 비행불능(LOC-I)과 CFIT(Controlled flight into terrain)[8], 착륙단계에서 활주로 이탈(RE-Landing) 순이며, 공중충돌(MAC), 시스템고장(원동기 제외), 이륙단계에서 활주로 이탈(RE-Takeoff), 기상(윈드쉐어와 뇌우) 등이 상위에 위치함

- 보잉의 사고통계는 운항중 치명도가 높은 발생유형이 강조되는 특성이 있음

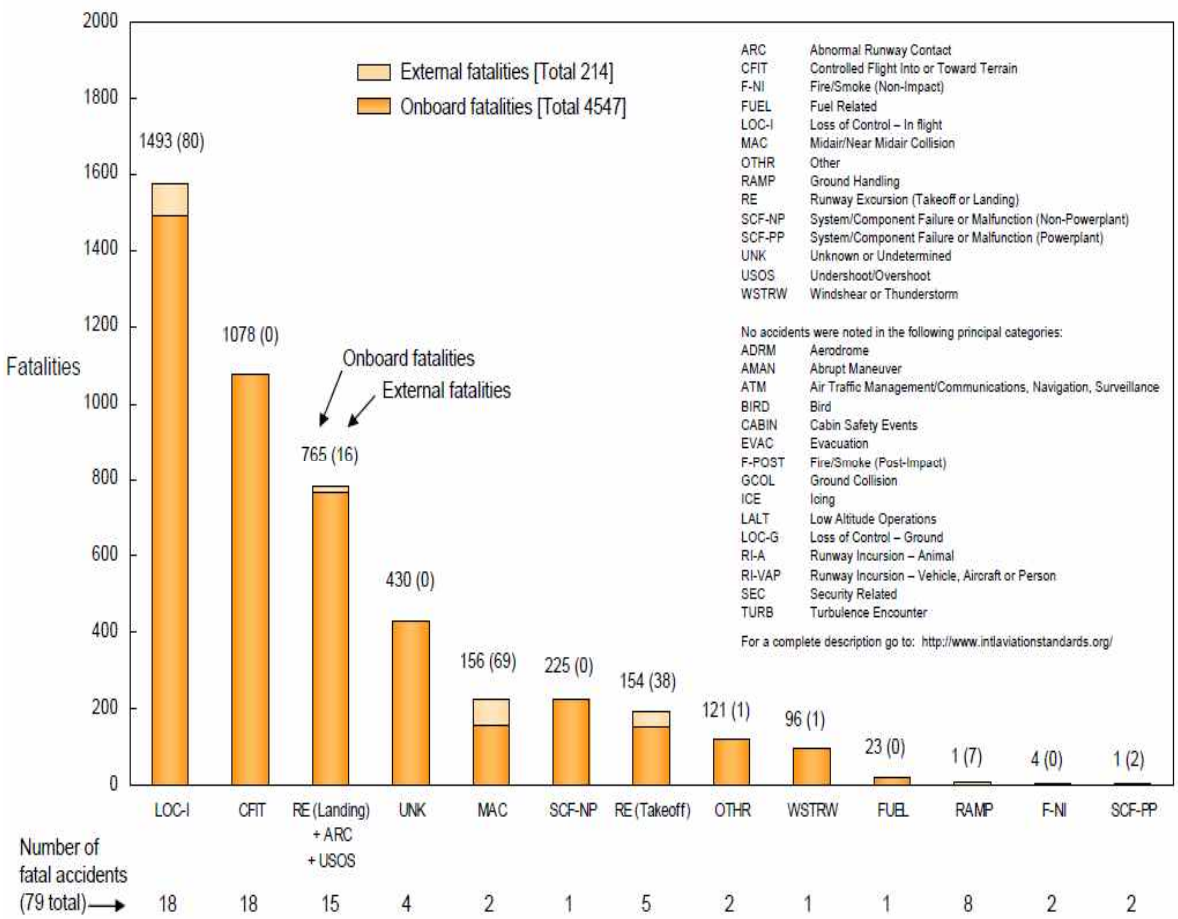


그림 25. Fatal Accidents –Worldwide Commercial Jet Fleet –2002 Through 2011

8) CFIT(Controlled flight into terrain) 사고는 정상적으로 제어 중인 항공기가 의도하지 않게 지면, 산, 물, 장애물을 향해 비행하여 기체가 파손되는 사고를 뜻함.

표 8. 세계 운송용 항공기 사망사고 발생유형('01~'10년)

분류기호	설명	건수	비율
CFIT(Controlled flight into or toward terrain)	정상 통제에서의 지상충돌사고	18	22.78%
LOC-I(Loss of control - infight)	비행중 통제상실	18	22.78%
RE(Runway excursion - Landing) + ARC(Abnormal runway contact) + USOS(Undershoot/overshoot)	활주로 침범(착륙단계) + 비정상적인 활주로 접촉 + 활주로 장주 및 단주	15	18.99%
RAMP(Ground Handling)	지상조업	8	10.13%
RE(Runway excursion - Takeoff)	활주로 침범(이륙단계)	5	6.33%
UNK(Unknown or undetermined)	미상 또는 미결	4	5.06%
MAC(Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions)	공중 충돌/근 공중 충돌	2	2.53%
OTHR	기타사고	2	2.53%
F-NI(Fire/smoke (non-impact))	영향 없는 화재/연기	2	2.53%
SCF-PP(Powerplant failure or malfunction)	엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동	2	2.53%
SCF-NP(System/component failure or malfunction [non-powerplant])	비엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동	1	1.27%
WSTRW(Windshear or thunderstorm)	윈드쉐어 또는 폭풍	1	1.27%
FUEL(Fuel related)	연료 관련	1	1.27%

나. 미국(NTSB) 운송용 항공기 사고 발생유형

○ 미국의 NTSB에서는 Part 121의 운송용 항공기 사고를 집계하여 매년 발표하여 왔으나, '08년부터 CICTT 발생유형을 기준으로 사고연감(Review of U.S. Civil Accidents)을 발행하였으며 '11년부터는 항공기 사고정보 데이터베이스를 ECCAIRS의 E4F포맷으로 공개하고 있음[9)]

- 앞의 보잉사 통계와 달리 NTSB는 사망사고와 비사망사고를 함께 집계하므로, 운항중 발생빈도가 높은 사고 발생유형이 강조되는 특성이 있음

○ 미국에서 가장 많은 사고 발생유형은 동력시스템고장(SCF-PP), 비정상활주로접촉(ARC), 비행불능(LOC-I), 시스템고장(SCF-NP)의 순이며, 난류(TURB), 활주로이탈(RE), 지상충돌(GCOL), CFIT(Controlled flight into terrain)이 상위에 위치

9) C. Stephens and others, "Standardizing International Taxonomies: Common taxonomy is an indispensable tool to define common safety issues and complementary ways to globally enhance aviation safety" Presented at the ISASI 2007 Seminar, Singapore, August 27-30, 2007.

표 9. 미국(NTSB) 운송용 항공기 사망사고 발생유형('08~'13년 2월)

분류기호	설명	건수	비율
SCF-PP(Powerplant failure or malfunction)	엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동	27	13.6
ARC(Abnormal runway contact)	비정상적인 활주로 접촉	21	10.6
LOC-I(Loss of control - infight)	비행중 통제상실	21	10.6
OTHR	기타사고	21	10.6
SCF-NP(System/component failure or malfunction [non-powerplant])	비엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동	18	9.0
LOC-G(Loss of control - ground)	지상통제 상실	13	6.5
TURB(Turbulence encounter)	난기류 조우	10	5.0
RE(Runway excursion)	활주로 이탈	9	4.5
GCOL(Ground Collision)	지상충돌	9	4.5
CFIT(Controlled flight into or toward terrain)	정상 통제에서의 지상충돌사고	8	4.0

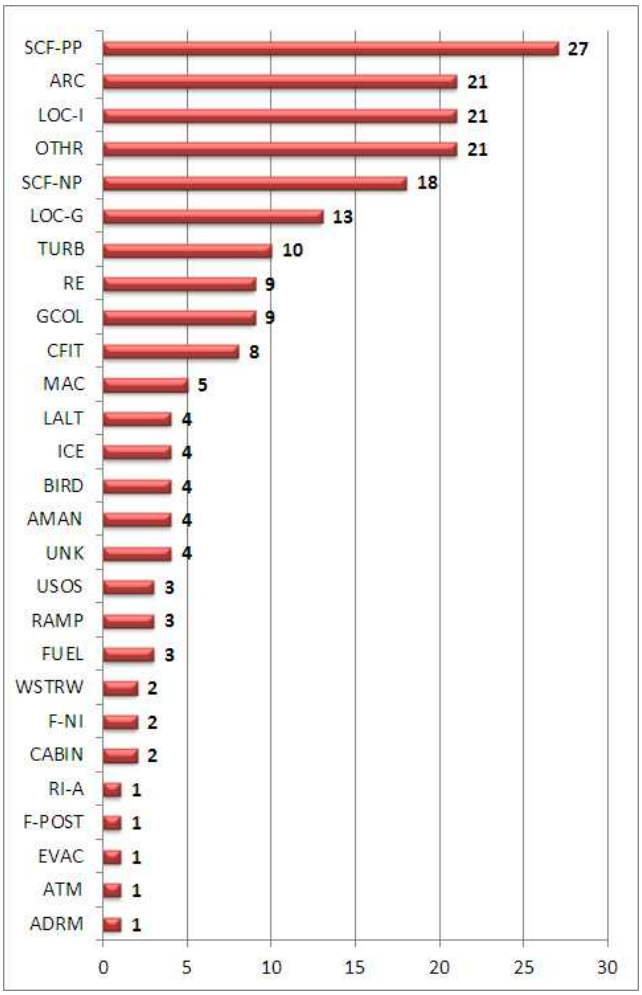


그림 26. 미국(NTSB)의 사고 발생유형('08-'13.2)

다. 유럽(EASA) 운송용 항공기 사고 발생유형

○ 유럽연합에서는 이미 EU회원국의 표준 데이터베이스 프로그램으로 ECCAIRS를 사용하고 있으며, EASA를 통해서 회원국 간의 사고 및 준사고 정보를 공유[10)]

- 유럽의 EASA에서는 매년 지난 10년간의 운송용 항공기 사망/비사망 사고를 집계하여 CICTT 기준(Occurrence Category)에 따라 분류한 통계자료 발간

○ 유럽(EASA)의 경우도 사망사고와 비사망사고를 함께 집계하므로, 치명도는 낮지만 발생빈도가 높은 비정상활주로접촉(ARC), 램프(RAMP), 시스템고장(SCF-NP)의 순이며 난기류 조우(TURB), 지상충돌(GCOL), 활주로이탈(RE)이 상위에 위치

표 10. 유럽(EASA) 운송용 항공기 사망사고 발생유형('03~'12년)

분류기호	설명	건수	비율
ARC(Abnormal runway contact)	비정상적인 활주로 접촉	56	16.6
RAMP(Ground Handling)	지상조업	45	13.3
SCF-NP(System/component failure or malfunction [non-powerplant])	비엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동	39	11.5
TURB(Turbulence encounter)	난기류 조우	30	8.9
GCOL(Ground Collision)	지상충돌	28	8.3
RE(Runway excursion)	활주로 이탈	27	8.0
SCF-PP(Powerplant failure or malfunction)	엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동	13	3.8
ADRM(Aerodrome)	비행장	13	3.8
LOC-I(Loss of control - inflight)	비행중 통제상실	12	3.6
UNK(Unknown or undetermined)	미상 또는 미결	8	2.4

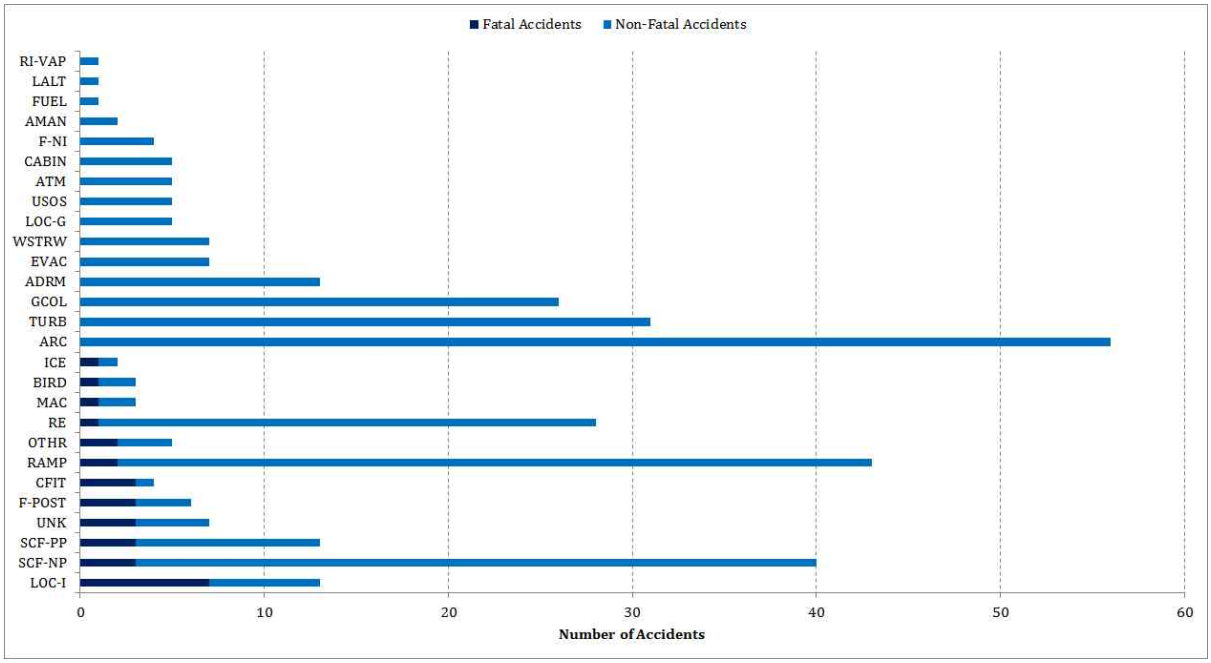


그림 27. 유럽(EASA)의 사고 발생유형('03-'12)

10) ECCAIRS는 EASA 산하 Joint Research Center(JRC)에서 개발한 사고 및 준사고의 분석/분류/데이터베이스/보고 체계를 통합적으로 지원하는 전산프로그램으로 현재 Release 5.1까지 개발되어 있음

2. 국내 항공사고 원인 및 사고율

가. 원인분석을 위한 기초자료

○ 2008년부터 2012년까지 최근 5년간 우리나라의 운송용 항공기 사고/준사고는 운항(사고 66%, 준사고 45%), 착륙(사고 34%, 준사고 31%) 단계의 순으로 발생

표 11. 국내 운송용 항공기 사고/준사고 발생단계('08년 - '12년)

구분		이륙전	이륙	순항	착륙	착륙후
사고	대형	0	0	4	2	0
	LCC	0	0	0	0	0
준사고	대형	3	2	9	4	1
	LCC	1	2	1	2	0

○ 2001년 이후 국내 운송용 항공기의 사고·준사고 발생은 사고 10건, 준사고 72건이 발생하였음. 발생 원인을 항공철도사고조사위원회 발표결과로 살펴보면 조종과실이 가장 많았고, 정비요인, 부품결함 순이었고 아직 조사 중인 사고·준사고도 10건이 있음

표 12. 국내 운송용 항공기 사고/준사고 발생원인

	사고	준사고	합계
조종과실	4	24	28
부품결함	2	8	10
정비요인	0	19	19
기상요인	0	7	7
조류충돌	0	2	2
기타	0	6	6
조사중	4	6	10
계	10	72	82

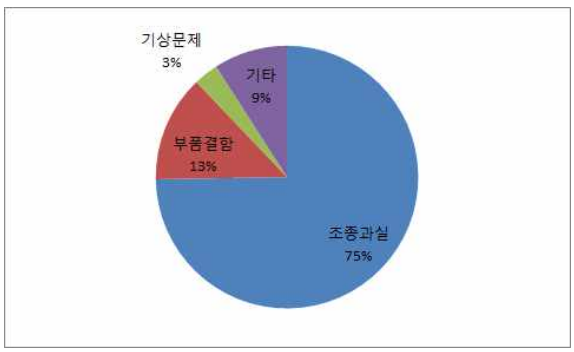


그림 28. 1991 ~ 2000년 항공기 사고/준사고 직접원인

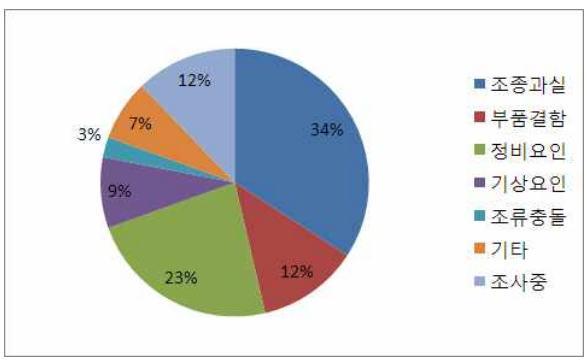


그림 29. 2001 ~ 2012년 항공기 사고/준사고 직접원인

○ 우리나라에서 2001년부터 2012년까지 운송용 항공기 기종별 사고 및 준사고 발생 현황은 B747 기종의 발생건수가 가장 많은 것으로 조사되었음

- 해당 기종의 보유현황 및 운항회수가 감안되지 않은 것으로 향후 보다 심층적인 분석 필요

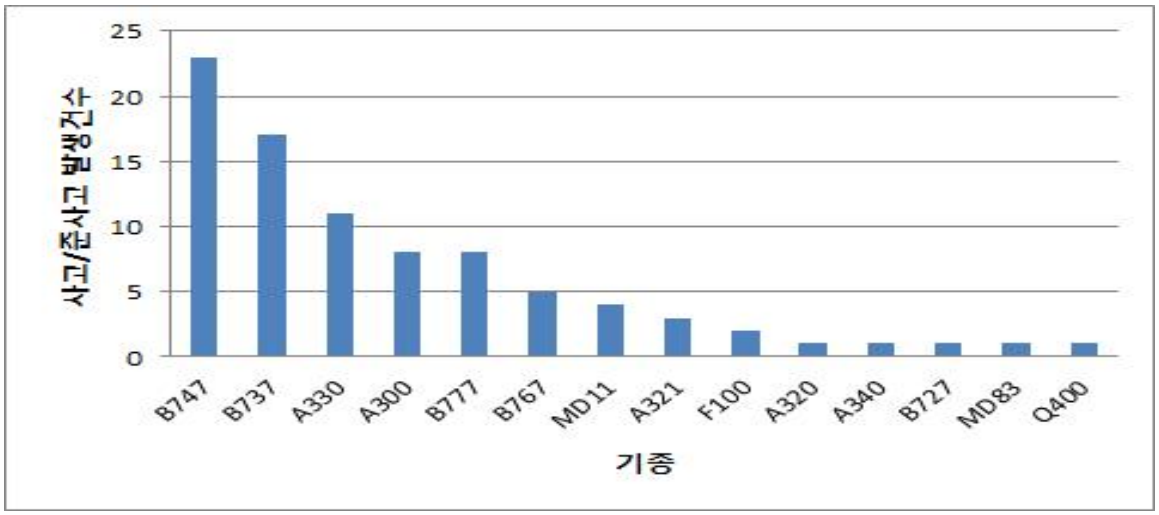


그림 30. 운송용 항공기 기종별 사고 및 준사고 발생현황('01-'12)

○ 2008년부터 최근 5년간 저비용항공사의 운항회수 대비 준사고 발생은 1만 비행회수당 1.24건으로, 대형항공사의 0.25건에 비해 4.5배 높음[11)]

- 저비용항공사 사고/준사고 원인은 조종과실 3건(33%), 시스템 결함에 의한 것이 2건(33%)이나, 조사중 사건을 포함하면 44%로 분석됨
- 대형항공사의 사고/준사고 발생 원인은 조종과실 26건(36%), 시스템 결함 26건(35.6%), 기상 7건, 조류충돌 1건, 기타 6건, 조사중 7건임

나. 인적요인 분석

○ 항공기 사고의 약 70%, 준사고의 약40%가 조종사의 인적요인이며, 그중 기술 또는 기량 미흡으로 인한 인적요인 비율이 가장 높은 것으로 분석됨

표 13. 국내 운송용 항공기 사고/준사고의 세부 인적요인 비율

구분	기술/기량 미흡	의사결정 오류	인지오류	규정위반
사고	3(50%)	3(50%)	0	0
준사고	23(82%)	7(25%)	1(3%)	0

11) 저비용항공사 출범시기를 감안하여 최근 5년간의 항공기 준사고를 비교한 결과이며, 저비용항공사는 최근 5년간 항공기 사고는 발생하지 않았음

- 준사고에서 많이 발생하는 활주로 오진입, 과중력 착륙 등은 대부분 주의실패 및 기술/기량 미흡의 결과인 것으로 분석됨
- 의사결정 오류는 조종사의 지식·정보의 부족이나 오류에서 발생하는 것으로 조종사 자원배분(CRM)과 밀접한 관련이 있는 요소임

○ 미국의 경우 인적요인에 있어 기술/기량(63.6%), 의사결정(25%), 위반(25%), 인지(20.5%)의 순으로 발생(중복원인으로 인해 100%를 넘을 수 있음)[12)]

○ 항공안전장애의 이벤트는 조종사의 주의력을 분산시키는 등 안전에 있어 부정적 영향을 줄 수 있다는 점에서 위해요인을 발견할 수 있는 중요한 단서가 될 수 있으며, 특히 이착륙 단계에서와 같이 조종사의 주의환기가 요구되는 비행단계에서 안전에 있어 매우 중요한 시사점을 제공하고 있음

- 특기할 것은 앞의 사고 발생유형 중 이륙포기(RTO)는 활주로이탈(RE)과, WSTRW와 낙뢰의 상호 조응관계를 항공안전장애보고를 통해 규명할 수 있을 것으로 판단됨.

다. 기계적요인 분석

○ 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 시스템 고장(정비요인, 부품결함)이 원인인 것으로 분석

- 전체 사고/준사고 중 부품결함(12%)에 비해 인적요인(23%)으로 인한 비중이 2배 정도 높음
- 항공기 결함 등 시스템 고장은 주로 엔진계통, 착륙장치, 공조/여압의 순이며, 전체 고장의 64%에 해당

사고 원인	빈도
7X(엔진계통)	14
32(착륙장치)	5
21(공조/여압)	4
29(유압동력)	2
27(비행제어계통)	2
56(방풍창)	2
22(자동비행)	1
49(보조동력장치)	1
24(전기동력)	1
23(통신)	1
30(방빙/방수)	1
5X(구조계통)	1
26(방화계통)	1

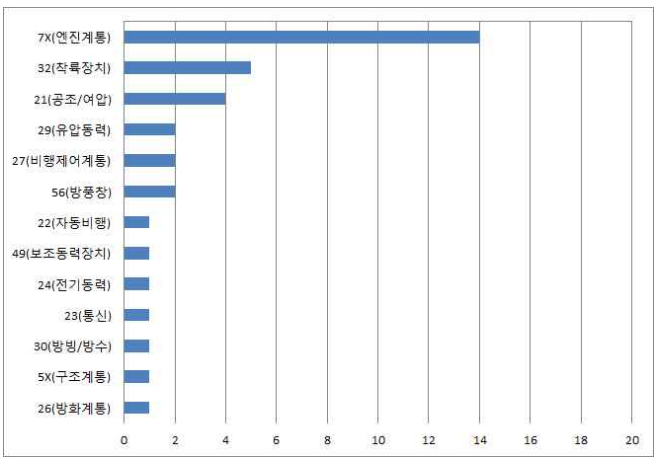


그림 31. 항공기 계통결함 비율

12) Shappel HFACS 연구보고서(2001년)

라. 기상 등 환경요인 분석

○ 항공기 준사고의 14%가 기상, 조류충돌 등 환경 원인으로 발생하고 있음

- 기상에 의한 항공기 사고 및 준사고는 11%, 직접적인 원인은 9%로 분석되었지만, 최근 3년간 항공안전장애보고의 기상(낙뢰) 관련 이벤트가 증가하는 것을 감안할 때 주의가 필요할 것으로 판단됨

마. 항공안전장애 분석

○ 최근 항공안전장애의 이륙포기(RTO)가 증가하고 있는 추세를 보이고 있음

- V1 미만의 이륙포기(RTO)는 최근 3년간 연평균 16%씩 증가하고 있으며, 이중 항공기 결함에 따른 것이 68%인 것으로 분석

표 14. 항공안전장애 주요원인('09-'12년)

	2009년	2010년	2011년	2012년	계
항공기 결함	12	37	53	58	160
인적 요인	0	6	22	19	47
환경적 요인	2	1	6	2	11
기타(ATC)	0	0	7	6	13
기타(사무장, 캐빈)	0	0	1	0	1
미분류	0	1	0	1	2
계	14	45	89	86	234

○ 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 시스템 고장(정비요인, 부품결함)이 원인인 것과 항공안전장애에서 항공결함 비중이 높은 것은 다음과 같은 이유에서 자연스러운 결과인 것으로 판단됨

- 항공기 준사고의 경우 최종 단계에서 조종사의 안전대응이 성공적이었음을 의미하는 것으로 항공기 사고와 달리 항공기 결함이 준사고의 최종 원인으로 분류되는 비율이 높음
- 항공안전장애의 경우 준사고보다 이전 단계에서 위험이 성공적으로 차단된 것을 의미하며, 조종사의 판단에 따라 안전을 확보하기 위한 조치로 취해지는 것임을 감안할 때 준사고 보다 항공기 결함의 비중이 높음

제 3 절 세계 평균과 우리나라와의 항공사고 현황, 원인 및 사고율 비교 분석

1. 운송용 항공기 사고/준사고 발생유형 비교분석

○ <표 15>는 국내 항공기 사고/준사고를 통합분석(CASE E)할 경우 미국(CASE B)과 유럽(CASE C)의 사고 발생유형과 유사한 분포를 갖는 다는 것을 경험적으로 보여주고 있음

표 15. 항공기 사고 발생유형 및 국내 사고/준사고 통합분석 상호비교

No	CASE A	CASE B	CASE C	CASE D	CASE E
	보잉(전세계 사망사고)	미국	유럽	한국(사고)	한국(사고/준사고)
1	LOC-I	TURB	ARC	SCF-NP	ARC
2	CFIT	GCOL	RAMP	ARC	SCF-NP
3	RE(Landing)+ARC+USOS	RAMP	SCF-NP	SCF-PP	SCF-PP
4	RAMP	BIRD	TURB	RE	TURB
5	RE(Takeoff)	ARC	GCOL	WSTRW	RE
6	UNK	SCF-NP	RE	-	CABIN
7	MAC	CABIN	SCF-PP	-	ATM
8	OTHR	AMAN	ADRM	-	LOC-G
9	F-N	WSTRW	LOC-I	-	EXTL
10	SCF-PP	UNK	UNK	-	WSTRW

○ 각국의 사고 및 준사고 정보를 바탕으로 CICTT 발생유형에 따라 분류한 결과를 분석함.

- <표 15>에서 다음과 같이 서로 다른 조건의 총 5개 사례를 비교 검토함으로써 상위 10개의 CICTT 발생유형에 나타나는 유사성을 검토
  - CASE A : 사망사고만 집계(10년간 87건)
  - CASE B : 사망/비사망사고 집계('10년 28건)
  - CASE C : 사망/비사망사고 집계(10년간 300 여건)
  - CASE D : 사망/비사망사고 집계(10년간 8건)
  - CASE E : 사고/준사고 집계(10년간 82건)
- CASE A의 경우 사망사고만을 집계하므로 LOC-I, CFIT과 같이 치명도가 높은 발생유형이 상위에 위치하고 사망사고 발생률이 낮은(치명도가 낮은) 발생유형은 나타나지 않음.

- CASE B의 경우 사망/비사망사고를 함께 집계하므로 치명도는 낮지만, 발생빈도가 높은 발생유형이 상위에 위치한다. FAA의 경우 '10년 1년간 발생한 사고정보로 CICTT 발생유형을 분류했지만, 빈도가 높은 상위 몇 개의 발생유형은 <표 15>에서 확인할 수 있음.
- CASE C의 경우 10년간 약 300여건의 사망/비사망사고를 CICTT 발생유형으로 분류했기에 통계적 안정도가 가장 높음. 사고/준사고의 통합 분석한 결과를 비교 검토하기에 가장 적합한 사례인 것으로 확인됨.
- CASE D의 경우 우리나라에서 지난 10년간 발생한 8건의 사고를 CICTT 발생유형을 분류한 것임. FAA나 EASA의 연간 30여건의 항공기 사고발생 건수와 비교할 경우 모집수가 적어 통계적 분석에 어려움이 있음.
- CASE E의 경우 D의 경우와 달리 사고와 준사고를 함께 집계하여 통합적으로 분석한 것임. CASE C와 비교할 경우 상위 5개의 유형이 공통적으로 나타나고 있음을 확인할 수 있음.

○ <표 15>에서 확인할 수 있는 우리나라 운송용 항공기의 사고/준사고 발생유형 특성은 비동력계통과 동력계통의 시스템고장(SCF-NP/PP)이 높은 순위로 나타남

- CASE A에서 확인할 수 있듯이 SCF-PP는 사망사고로 연결될 수 있는 치명도가 상대적으로 높은 발생유형의 하나로 볼 수 있는데, 우리나라는 미국(CASE B), 유럽(CASE C)과 달리 상대적으로 치명도가 높은 SCF-PP가 높은 특성을 보임
- 또한 LOC-I의 경우 CASE A를 통해서 치명도가 가장 높은 발생유형임을 확인할 수 있으며, CASE B(C에서는 9번째)에서 발생빈도가 2번째로 높은 것과 달리 우리나라의 LOC-I 발생유형은 발생빈도가 매우 낮음
- 또한 RAMP의 경우 CASE A를 통해서 치명도가 높은 발생유형임을 확인할 수 있으며, CASE C에서 발생빈도가 높은 것과 달리 우리나라의 RAMP 발생유형은 발생빈도가 매우 낮음

2. 활주로 안전(Runway Safety) 사고유형 비교분석

○ 세계 운송용 항공기의 이착륙 단계에서 항공기 사망사고의 53%가 발생하고 있으며, 여기에 지상활주 및 승객하기 단계에서 발생한 사망사고까지 포함할 경우 사망사고의 총 68%가 공항(또는 인접지역)에서 발생하는 것으로 발표됨

○ 따라서, ICAO에서는 이러한 사망사고를 예방하기 위한 목적으로 다음의 사고발행유형을 활주로 안전(Runway Safety)의 사고유형으로 분류하고 있으며, 특별히 ICAO의 Global Aviation Safety Plan에서 핵심안전 활동의 하나로 추진

표 16. 활주로 안전(Runway Safety) 사고의 발생유형

▪ Abnormal Runway Contact
▪ Bird strike
▪ Ground Collision
▪ Ground Handling
▪ Runway Excursion
▪ Runway Incursion
▪ Loss of Control on Ground
▪ Collision with obstacle(s)
▪ Undershoot / Overshoot
▪ Aerodrome

○ 활주로 안전(Runway Safety) 사고는 모든 다른 발생유형에 비해 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 전 세계적으로 전체 사고발생유형의 59%가 해당

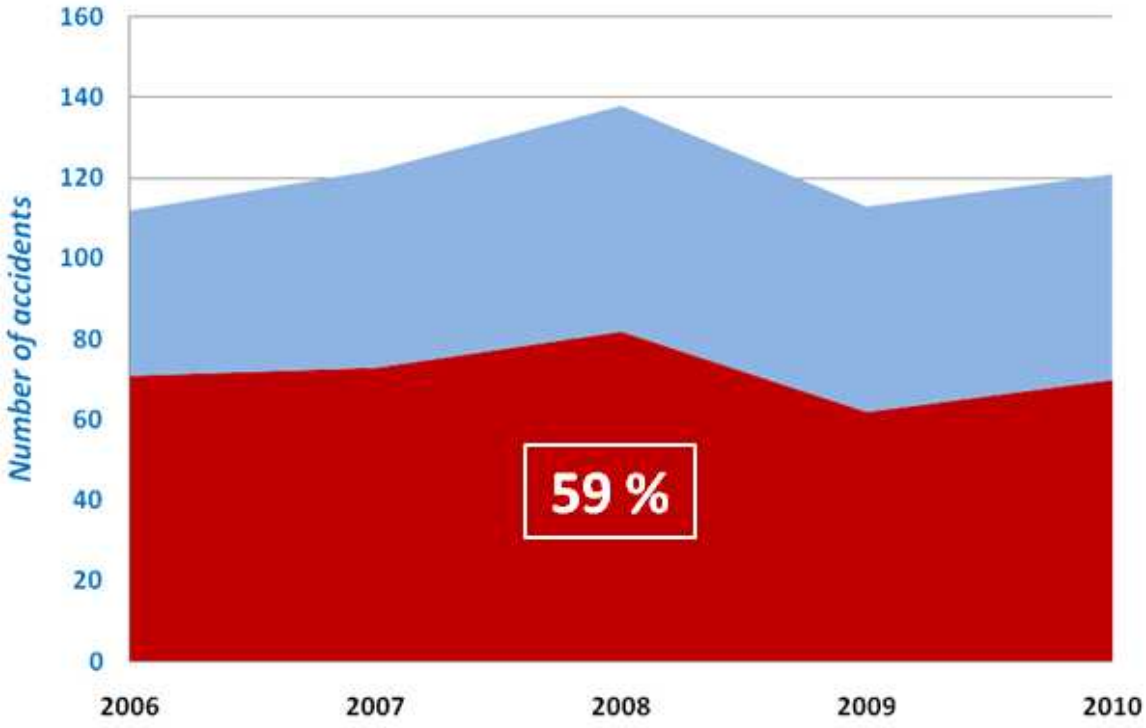


그림 32. 세계 활주로 사고율 (2006~2010)

○ 특히 활주로 안전사고는 항공기 사망사고에 있어서도 30%로 가장 높은 비율을 차지하고 있어, 이에 대한 사고예방 기술개발이 매우 중요할 것으로 판단됨

(1) 세계 활주로 안전(Runway Safety) 사고와 다른 발생유형 비율

○ 전 세계의 활주로 안전 사고 비율은 59%로 이착륙 단계에서 활주로 사고가 40%에 해당

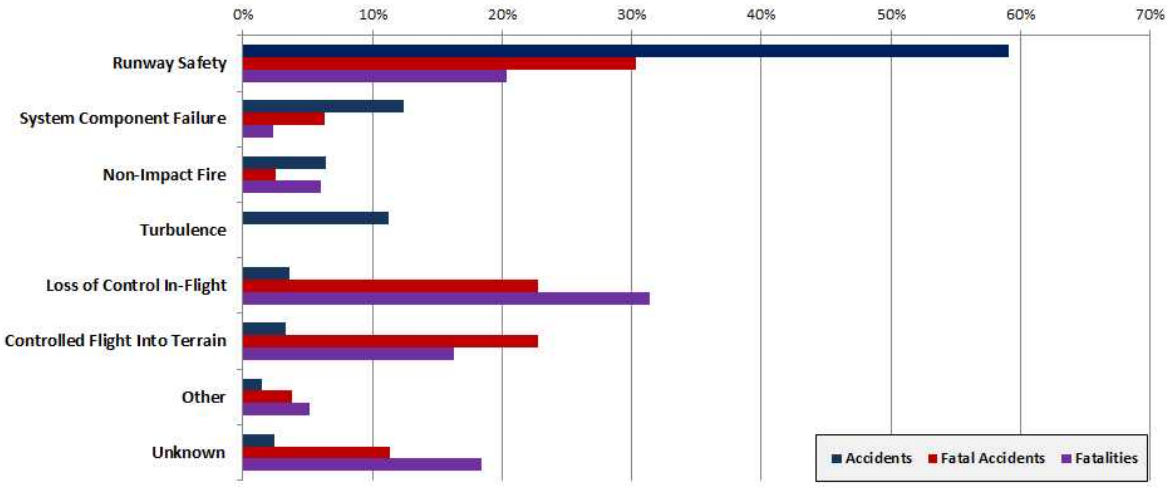


그림 33. 세계 활주로 안전사고 및 다른 사고 발생유형 현황

(2) 우리나라 활주로 안전(Runway Safety) 사고와 다른 발생유형 비율

○ '02년부터 '11년까지 우리나라의 항공기 사고/준사고 발생유형은 비정상활주로접촉(23%), 비동력계통고장(18%), 동력계통고장(13%), 난류(9%)의 순으로 활주로 안전(Runway Safety) 비율이 40.2%임

표 17. 국내 활주로 안전사고 및 다른 사고 발생유형 현황

사고범주	세부유형	사고	준사고	비율	
활주로안전 (R/W Safety)	비정상활주로 접촉(ARC)	2	17	23.2	40.2
	활주로 이탈(RE)	1	5	7.3	
	지상 통제불능(LOC-G)	-	3	3.7	
	조류충돌	-	2	2.4	
	램프(RAMP)	-	1	1.2	
	활주로 전후 착륙(USOS)	-	1	1.2	
	활주로 침범(RI)	-	1	1.2	
시스템고장 (SCF)	비동력 계통(SCF-NP)	3	12	18.3	31.7
	동력 계통(SCF-PP)	1	10	13.4	
기상	난류(TURB)	-	8	9.8	11.0
	윈드쉬어/낙뢰(WSTRW)	1	-	1.2	
객실(CABIN)	기내승객부상	-	6	7.3	7.3
운항중화재	기내화재(F-NI)	-	1	1.2	1.2
기타		-	7	8.6	8.6

(기간: '02년~'11년, 사고/준사고 발생건수 82건)

○ 우리나라의 활주로 안전(Runway Safety) 비율은 세계 평균인 59% 보다 낮고, 북미(61%), 유럽(63%)에 비해서도 낮은 수준인 것으로 볼 수 있음

- 활주로 안전 사고의 비율이 낮은 대신 항공기 결함(32%)이 2~3배 정도 높은 것으로 분석되었는데, 이는 우리나라의 자료가 항공기 사고와 준사고를 통합하여 분석한 통계적 불완전성에 기인한 것으로 보임
- 통상적으로 항공기 준사고는 사고와 달리 조종사의 인적요인 보다 항공기 결함 등 간접적 요소가 상대적으로 중요하게 평가되는 경향이 있으며, 이는 사고의 이전 단계에서 조종사가 개입함으로써 사고에 이르지 않았기 때문임

표 18. 항공기 사고/준사고 발생유형 비교분석('06-'10년)

ICAO 평균	북미	유럽연합	한국
활주로안전 (58%)	활주로안전 (61%)	활주로안전 (63%)	활주로안전 (40%)
시스템 고장 (12%)	기상 (18%)	시스템고장 (15%)	시스템고장 (32%)
기상 (12%)	시스템고장 (9%)	기상 (6%)	기상 (11%)
운항중화재 (2%)	운항중화재 (3%)	운항중화재 (1%)	운항중화재 (1%)
기타 (16%)	기타 (9%)	기타 (15%)	기타 (16%)

○ 우리나라의 운송용 항공기에서 발생한 사고/준사고를 ICAO의 활주로 안전(Runway Safety) 사고의 발생유형을 포함하여 재분류할 경우 활주로 안전(40%), 시스템고장(32%), 난류 등 기상(11%), 운항 중 화재(1%)의 순으로 전체의 83%가 이에 해당

- 이러한 순서는 북미를 제외하면, 세계적으로 유사성을 갖고 있으며, 이번 기획에서 연구과제를 도출함에 있어 기술개발의 중요도와 밀접한 관련이 있을 것으로 보임

3. 운송용 항공기 사고 분석의 시사점 및 연구방향 도출

○ 먼저 국내의 항공기 사망사고를 살펴보면 2013년 현재 1,000만 비행횟수 당 사망사고율은 38.6으로 <그림 12>에 제시된 북미의 2.1, 유럽의 2.0(2003~2012년)에는 크게 못 미치는 현실, 이러한 현황을 고려했을 때, 북미, 유럽의 1,000만 비행횟수 당 사망사고율을 목표로 사고예방 기술을 개발할 필요가 있음

○ 사고예방을 위한 기술개발을 위해서는 우선적으로 사고유형과 사고원인에 대한

분석결과가 기반이 되어야 하나, 국내의 경우 사고의 발생빈도가 적기 때문에 준사고와 통합적으로 분석하여 경향성을 유추

○ 국내 항공사고/준사고의 유형을 살펴보면 <그림 21>에서 나타난 것처럼 비정상활주로접촉(ARC), 비동력계통고장(SCF-NP), 동력계통고장(SCF-PP) 순으로 나타남(2001~2010년), 이는 세계, 미국, 유럽의 사고 발생 유형과는 차이가 있기 때문에, 사고유형 분석을 통한 국외 사고예방 기술 벤치마킹과 함께 국내 항공사고/준사고의 원인 분석을 통해 국내 실정에 맞는 사고예방 필요기술을 도출할 필요가 있음

○ 국내 항공사고/준사고의 발생 원인을 살펴보면 <그림 29>에 제시된 것처럼 조종과실 34%, 정비요인 23%, 부품결함 12%, 기상요인 9%, 조류충돌 3%, 기타 7%, 조사 중 12%로 기타와 조사 중을 제외한다면 조종과실, 정비요인, 부품결함, 기상요인, 조류충돌이 전체 사고발생원인의 81%를 차지

○ 항공사고/준사고의 원인을 크게 인적요인, 기계적요인, 환경요인으로 구분해보면, 인적요인은 <표 13>에 제시된 것처럼 조종사의 기술/기량 미흡, 의사결정 오류가 대다수를 차지, 기계적요인은 정비에서 인적오류에 대한 비율이 높으며 환경요인은 기상과 조류충돌이 해당

- 인적요인의 제거를 위해서는 조종사 기술/기량 향상을 위한 교육훈련 프로그램, 시뮬레이터 등이 필요하며, 의사결정 오류는 비행절차의 개선, 조종사의 의사결정 오류 방지를 위한 피로관리 등이 우선적으로 필요
- 기계적요인은 정비에서 인적오류의 제거를 위한 고장보고체계의 개선, 정비 가이던스 시스템 등이 우선적으로 필요
- 환경적 요인은 기상에 대한 예측 시스템과 조류충돌의 방지를 위한 야생동물 관리 시스템 등이 우선적으로 필요
- 총괄적으로 인적, 기계적, 환경적 요인을 통합적으로 관리하는 관리체계의 개발이 함께 수반될 필요가 있음

○ 본 연구는 항공사고/준사고의 분석 결과를 토대로, 유형분석으로부터는 미국과 유럽의 사고예방기술로부터 벤치마킹해야 할 기술군을 도출하고, 원인분석으로부터는 국내의 실정에 맞는 사고예방 기술군을 도출해, 최종적으로는 이 두 가지 기술군으로부터 도출된 사고예방 필요기술을 개발과제로 선정

제 3 장 국내·외 기술개발 동향 및 환경분석

제 1 절 국내·외 기술 동향

1. 국내 관련 기술 동향

가. 항공 관련 기술개발 연구

(1) 항공 관련 기술개발 기획연구

○ 국토교통연구개발사업 중 2007년 항공관련 연구개발을 위한 기획연구가 시작 된 후 현재까지 총 21개의 기획연구가 수행되었으며 상당수의 본 과제가 진행 중 임.

○ 21개 기획연구 중 항공 사고예방기술개발 관련 기획연구는 「항공안전기술개발 사업단 기획」과 「항공사고 위험요인 예측 분석 및 안전관리기법 개발 기획」이 수행 되었음.

○ 「항공안전기술개발 사업단 기획」연구는 항공기에 탑재되는 S/W 및 H/W의 관점에서 기획되었으며, 「항공사고 위험요인 예측 분석 및 안전관리기법 개발 기획」연구는 사고예방 관련 기술 중 SMS(Safety Management System)인 한 분야에 대해서만 기획된 연구임.

○ 본 기획연구를 통해 항공기 사고에 관한 사고 발생현황 및 원인 등을 분석하고 국외 관련 동향을 함께 분석하여 운송용 항공기 사고예방 관련 기술의 체계적인 로드맵 수립이 필요함.

표 19. 국내 항공 관련 기술개발 기획연구 현황

구분	기획연구 과제명	주요 연구 내용
공항 관련 (2건)	차세대 지능형 공항시스템 개발 기획 ('07, 한양사이버대학교 산학협력단)	차세대 지능형 공항 시스템 개발을 위하여 대규모 예산 투입이 수반되는 연구가 예산 효율성과 연구개발 성공 가능성을 높이기 위해서 연구 과제의 전략적 방향 및 실행방안을 제시할 사전 기획이 필수적이며, 사전 기획 연구로 타당성 조사 실시 후 연구 내용의 결정
	공항 수화물 자동처리시스템 등 공항운영기술 개발 기획연구 ('11, 한서대학교 산학협력단)	공항수하물자동처리시스템 등 공항운영기술개발 기획과 관련 전략개발을 목표로 하며 이와 같은 연구 개발 목표를 달성하기 위한 세부 과제 세부과제 도출 및 추진전략 수립
CNS/ATM 관련	항공관제시스템 개발 기획 ('07, 건국대학교 산학협력단)	항공관제시스템 개발 기획 연구를 통해, 관련 국내외 기술 동향 및 기술수준을 분석하여 사업수행 목적에 적합한 연구개발 목표 및 효율적인 사업추

구분	기획연구 과제명	주요 연구 내용
(6건)		진 방안을 제시
	항공감시용 ADS-B 핵심기술 개발 기획 ('09, 한국과학기술원)	본 기획연구는 차세대 항행안전기술 연구개발 로드맵 수립 기획연구 결과에 따라 항공감시용 ADS-B 핵심기술 사업의 대상 연구과제에 대한 기술적, 경제적 타당성을 검토하고, 기술개발을 성공적으로 수행할 수 있도록 전략적 실행방안을 수립하며, 본 사업 추진 시 연구과제 공모를 위한 RFP를 도출하는 것임.
	위성항법 지역보강시스템 인증기술 개발 기획 ('09, 한서대학교 산학협력단)	국내 개발 또는 해외 도입 GBAS CAT-I 시스템의 성능과 안전성을 검증하기 위한 「위성항법 지역보강시스템(GBAS CAT-I) 인증기술」 연구개발 로드맵 수립
	차세대 항공통신 인프라 기술개발 기획 ('10, 인하대학교 산학협력단)	차세대 항공통신 인프라 기술개발은 항공통신망을 기반으로 기지국간, 항공기간 데이터를 글로벌 표준 방식으로 전송할 수 있는 인프라 기술을 개발하여 항공안전성 개선 및 선진국 수준의 항공통신 기술 확보를 위한 연구과제 기획
	다목적 전공역 위성합법보정시스템(SBAS) 개발·구축 기획 ('11, 한국교통연구원)	전공역 항공기 정밀접근절차 1종(Category Ⅰ) 수준의 GPS 등 위치위성시스템의 오차축소 및 안전 강화정보를 생성하여 항공, 국방, 자동차, 통신 등에 다목적으로 활용하는 SBAS(Satellite Based Augmentation System) 시스템의 자체 개발·구축 기획
	다변측정 감시시스템 (Multilateration) 기술개발 기획 ('11, 한국항공대학교 산학협력단)	레이더에 의한 항공기 감시 사각지대 해소 및 국가 항공교통 감시체계의 획기적 개선이 가능한 차세대 항공기 감시 기술인 MLAT 시스템 기술 개발을 위한 사전기획
안전/보안 관련 (3건)	항공안전기술개발 사업단 기획 ('07, 서울대학교 산학협력단)	국내 항공안전기술 및 항공인증기술을 세계 10위권으로 향상시키기 위한 '항공안전기술개발' 사업 추진에 앞서, 사업단 편성을 위한 기획 연구 본 연구를 통해 향후 추진하고자 하는 '항공안전기술개발' 사업의 내용은 항공 사고예방 기술개발, 항공운항 안전평가 기술개발, 항공기 안전인증 기술개발, 그리고 항공기급 BASA 시범 사업임.
	항공사고 위험요인 예측 분석 및 안전관리기법 개발 기획 ('10, 교통안전공단)	본 기획연구에서는 위험요인 예측 분석 및 안전관리기법을 위한 기술개발 기획
	차세대 항공보안 검색장비 기술 개발 기획 ('12, 한국교통연구원)	간소화된 미래형 자동 일체형 보안검색장비 시스템 구축으로 "One-Pass" 보안검색 브랜드 도입을 통한 대 국민 여객편의 제고와 세계 항공보안 기술을 선도할 수 있는 연구과제를 기획
기체 관련 (6건)	중소형항공기 인증기술개발 기획 2단계 ('08, 항공우주연구원)	본 사업은 "중소형 항공기 인증기술 개발 과제"의 추진에 앞서 본 기획연구를 통해 1차년도에 검토된 기술적, 경제적 타당성, 사업추진 및 상세계획에 대한 세부검토 및 상세화를 수행함을 주 목적으로 함.
	스포츠급 클린 경량항공기 개발 기획 ('09, 한국항공대학교 산학협력단)	클린 경량항공기 개발 및 안전인증을 위한 세부 계획 수립 국내 독자 개발 클린 경량항공기의 시장진입이 가능한 방안 연구
	항공정비기술개발 기획 ('09, 한서대학교산학협력단)	항공정비기술개발 기획과 관련 항공기 정비(MRO) 기술의 전략개발을 목표로 하며 이와 같은 연구 개발 목표를 달성하기 위한 세부과제 도출 및 추진전략 수립
	항공기 제동장치 제작 및 정비기술 개발 기획 ('10, 한국항공대학교 산학협력단)	항공기 제동장치 계통의 제작기술 개발과 정비(수리/재생) 및 시험인프라 구축을 위한 세부과제 도출 및 추진전략/계획 등을 마련하여 제시함.

구분	기획연구 과제명	주요 연구 내용
	중소형 항공기(Part25급) 국산화 보급기반 구축 기획 (11, 한양대학교 산학협력단)	'중소형항공기(Part25급) 국산화 보급기반 구축 기획' 과제를 통해 중소형 항공기(Part 25급) 개발을 위한 제작/시험/인증기술 인프라를 선진화/국산화하고, 중소형 항공기(Part 25급) 수출 기반 확대 추진을 위한 미국과 항공안전협정(BASA) 추진방안 수립
기타 (인프라) (4건)	항공우주센터건립 기획연구 ('09, 한국교통연구원)	본 연구는 항공우주산업 고도화를 위한 인프라를 구축하고, 미래 항공우주교통 기술 개발을 지원하기 위한 (가칭)항공우주복합기술단지건립사업 기획 및 개략적 마스터플랜 수립을 목표로 함.
	항공우주센터건립 상세기획 ('09, 한국교통연구원)	본 연구의 최종목표는 항공우주산업 고도화를 위한 인프라인 항공우주센터건립의 추진을 위한 공정한 입지선정, 구체적이고 현실적인 사업내용 도출, 정부부분에 대한 계획 수립
	미래형 개인용 항공기(PAV) 종합운용체계 기술개발 기획 ('10, 한국교통연구원)	미래형 개인용 항공기(PAV; Personal Air Vehicle) 수요증가에 대비한 PAV의 종합운용체계(원천기술, 안전관리, 항행체계 등) 기술 개발을 위한 연구를 기획
	상업용 민간 무인항공기 보급기반 구축 기획 연구 ('11, 한국과학기술원)	첨단 민간 무인항공기에 대한 제작·인증 핵심기술과 시설 인프라를 단계적으로 선진화하여 국내외 보급기반 구축은 물론 운영 및 안전관리제도 또한 선진화를 추진하기 위한 사전 기획

(2) 항공 관련 기술개발 연구 현황

○ 국토교통연구개발사업 중 2007년부터 2012년까지 항공관련 연구개발 투자액은 총 2,462억원에 달함.

- 항공분야 선진화를 위해 59개 기술개발 과제와 30개 기획 및 로드맵 수립 과제 총 89건을 추진함.
- 2012년까지 추진된 항공관련 연구개발은 '항공기 및 안전기술', '공항', '항행' 그리고 '기획'으로 분류됨.

표 20. 국내 항공 관련 기술개발 연구 현황

분야	주요사업	연구개발비	비중
항공기 및 안전기술	항공안전기술개발(인증기 개발), 스포츠급경항공기 개발, 항공기 제동장치 정비, 시험 인프라 기술 개발	1,558	63%
공항	차세대 지능형 공항시스템 개발, 저탄소녹색공항 포장 시공 및 유지관리 기법 개발	232	9%
항행	항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발, 위성항법기반 교통인프라 기술개발 다변측정 감시시스템(Multilateration) 기술개발 항공용 위성항행 통신시스템 개발, 차세대 항공통신 인프라 기술개발	656	27%
기획 등	정비, 화물, 환경, 기술센터 등	17	1%
합 계		2,462	100%
사고예방	항공 사고위험 예측 분석 및 정비신뢰성 관리 프로그램 개발 등 19개	294	12%

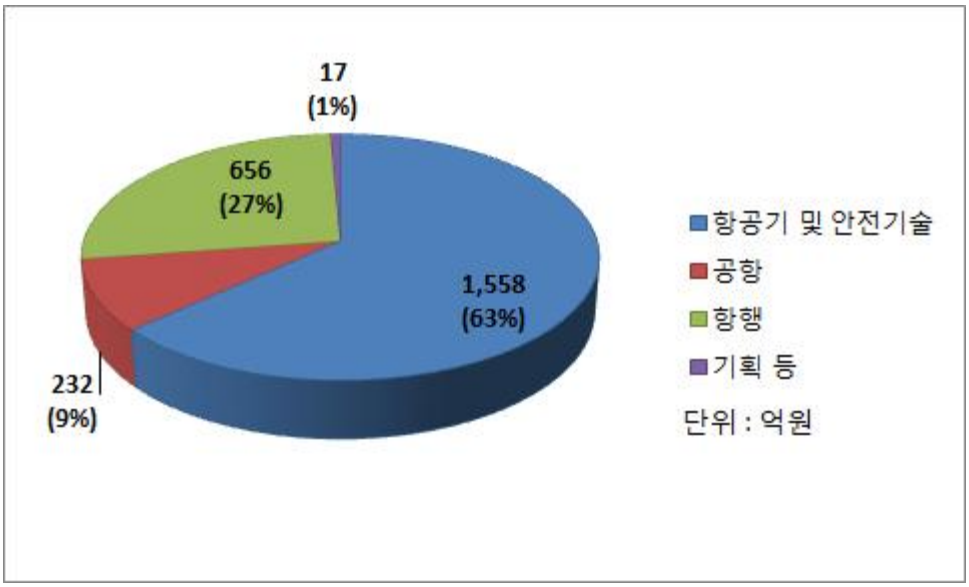


그림 34. 국내 항공관련 기술개발 현황

(3) 항공사고 예방 관련 연구 및 개발 현황

○ 2012년까지 추진된 항공관련 연구개발 중 항공안전(사고예방)을 위한 기획 및 기술개발 과제는 20건에 불과함.

- 기획 : 3건, 기술개발 : 17건

○ 항공안전(사고예방)을 위한 연구개발비 투자액을 FAA의 기준에 따라 비교해 볼 때 투자액은 약 294억 원으로 총 연구개발비의 2,462억 원의 12%에 불과함.

- 항공안전(사고예방)을 위한 연구개발비 투자액 중 Situational Awareness 분야의 투자액이 65% (187억원)으로 가장 높으며 Human Protection 분야는 0.9% (13억원)으로 가장 낮은 것으로 조사됨.

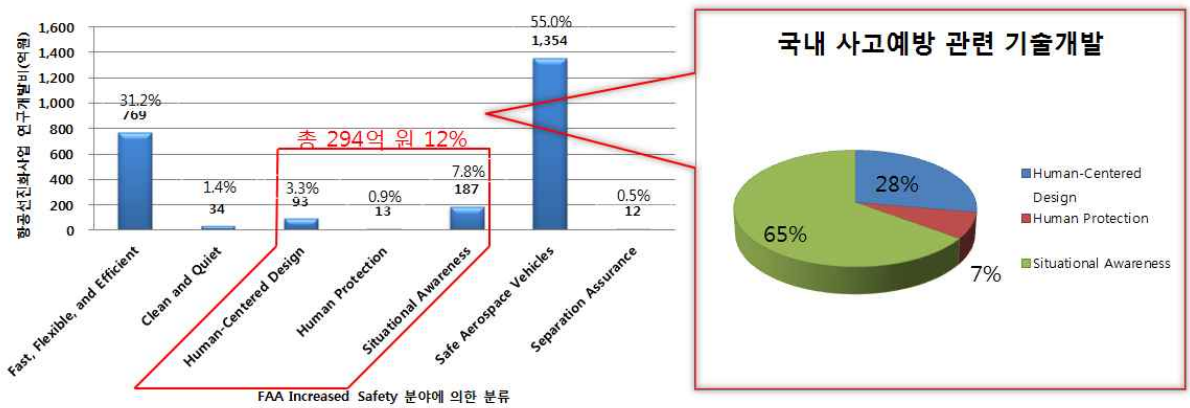


그림 35. 국내 항공사고예방 관련 연구개발 투자현황

(4) 항공사고 예방 관련 정부 수탁 연구

○ 2003년 수행한「국가차원의 항공안전 위기관리체계 구축 방안 연구(1단계)」는 예방안전에 대한 과학적인 접근이 가능하도록 위험관리모형의 설정을 중심으로 위험관리 및 예방안전관리의 체계와 정책방향 제시를 목적으로 함.

- 본 연구를 통해 자료포락분석(DEA)과 계층분석(AHP) 기법을 이용해 각 위험요인의 중요도를 계량적으로 산정함.
- 항공안전의 도모를 위해 기존의 정성적인 위험평가방법에 과학적인 기법의 도입을 통한 정부차원의 위험관리를 제안함.
- 본 연구는 실질적인 위험관리를 위해 항공안전 위험요인에 대한 계속적인 데이터 수집과 기존의 수집 항목에 대한 항목 추가 및 조종사·정비사·관제사 등의 인적요인에 대한 연구의 촉진과 그 결과 반영의 필요성을 제시함.

○ 2004년 수행된「항공안전 위기관리체계 구축방안 연구」는 체계적인 예방안전관리와 사후대응체계를 모색하기 위한 방안과 기법을 연구하여 사전적 위험관리모형과 사고발생시 대응체계의 개선 등 위기관리체계의 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 함.

- 본 연구를 통해 2003년 선행연구에서 산정한 위험요인의 가중치를 토대로 관제·공항분야의 위험요인을 추가하여 각 위험요인에 대한 위험도를 산정함.
- 또한 중요 위험요인에 대한 통계적 접근방법을 통해 위험요인의 심각도와 발생빈도의 분류기준과 위험지표를 개발하여 위험관리모형을 구축하고, 위험지표를 활용할 수 있는 방안과 위험관리모형을 적용하기 위한 개선안을 제시함.
- 본 연구는 자료의 한계로 인해 현실적으로 활용되기에는 부족함이 있으며, 이를 극복하기 위해 국가차원의 자료수집을 위한 노력의 확대와 공항·관제기관과 같은 각 기관에서 발생하게 되는 세부적인 위험자료수집과 분석에 대한 체계적이고 지속적인 연구의 필요성을 제안함.

○ 2004년 수행한「공항안전관리체계 모델 및 운용지침 개발연구」는 국내 공항에 적합한 안전관리체계(SMS)의 구성과 세부 기준을 제시함.

- 제시된 안전관리체계(SMS) 모델들은 광범위한 업무에 적용이 가능한 포괄적인 기준을 사용하여 실질적인 안전관리체계(SMS) 도입의 경우에 각 운영기관에서 구체적인 실행방안을 마련하도록 제안함.

○ 2005년 수행한 「항행안전시설 안전관리체계(SMS) 연구」는 국내 실정에 적합한 항행안전시설 안전관리체계(SMS) 개발 및 관련 운영기관들의 효율적인 안전관리체계(SMS) 도입·적용을 위한 기준을 제시함.

○ 2005년 수행한 「인천국제공항 안전관리체계(SMS) 구축 용역」은 다양한 위험관리기법을 검토하여 PHA와 LICM 기법을 혼합한 위험관리절차를 수립하고, 제시된 위험관리절차에 따라 인천공항의 위험요인을 판별하고 각 위험요인의 위험도를 평가함.

- 효과적인 안전관리체계(SMS)의 정착을 위해 위험요인의 식별·위험도 분석 및 평가 등 사전 예방적인 위험관리에 대한 지속적인 연구와 개선이 필요함.

○ 2006년 수행된「항공안전도 평가방법 개발에 관한 연구」는 체계적인 항공 안전도 평가방법의 필요에 따라 기존에 시행되고 있는 항공안전감독관 점검자료·기장보고자료·항공기 고장보고자료 등 각종 자료를 활용할 수 있는 방안을 검토하고, 항공사의 전반적인 안전도를 객관적이고 과학적으로 평가할 수 있는 방법과 지표를 개발하여 정부의 안전감독과 항공사의 자율적인 안전관리활동에 활용하고자 함.

- 본 연구를 통해 도출된 안전지수와 위험지수는 운항횟수나 점검자료 및 사고자료가 부족한 신생항공사에는 적용할 수 없어 충분한 자료의 축적이 필요한 것으로 나타남.
- 또한 위험지수가 편중되지 않고 발생 원인을 좀 더 신속하게 추적하기 위해 고장보고와 관련한 세부적 분류 기준의 검토가 필요한 것으로 나타남.
- 안전문화가 중요한 것으로 나타남에 따른 다양한 안전문화의 측정, 판정 및 분석방법의 지속적인 연구가 필요한 것으로 제시됨.
- 본 연구는 항공사에 관하여만 안전지수 및 위험지수를 개발한 것으로, 공항·관제 등 전 항공산업 분야에도 안전지수 및 위험지수 개발을 위한 추가적인 연구가 필요하며, 더 나아가 국가적 차원의 안전지수 구현으로 나아갈 것을 제안함.
- 국가적 차원의 안전지수 개발을 위해 지속적인 광범위한 자료의 효과적인 수집과 구축, 자료 활용방법 및 평가방법 연구, 정보시스템 개발 등을 제안함.

(5) 항공안전정보시스템 구축

○ 기존의 항공안전정보시스템은 국토교통부, 서울지방항공청, 부산지방항공청, 교통안전공단, 각 항공사, 국제기구 등에서 자료를 입력하고 출력할 수 있도록 다음 <그림 36>과 같이 인터넷을 기반으로 구축되었음.

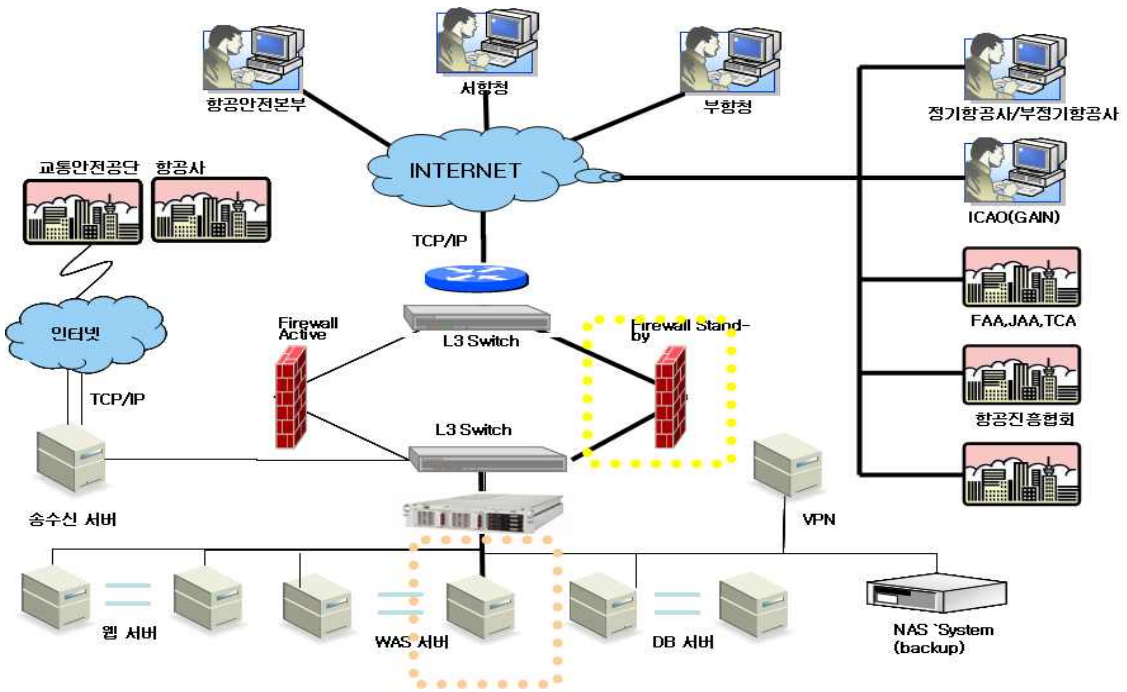


그림 36. 기존의 항공안전정보시스템의 구축 환경

○ 신뢰성 있는 데이터를 기반으로 사전예방적 안전관리체계로 변화함에 따라 항공안전정보의 종합통제기능의 구현이 필요하나, 기존에 개별적으로 운용되던 13개의 항공안전정보관리시스템은 유기적 연계가 부족하고 활용도가 미흡하였음.

표 21. 항공안전정보시스템 구축 현황

구 분		시스템 내역 및 사용내용
총무	국토교통부 홈페이지	- ATIS 사업에 포함
항공기술	항공안전관리시스템(ATIS)	- 서버 : DB서버, 방화벽, 백업용, Web서버, 홈페이지서버 - OS : Unix(2), Windows(3) - 내용 : 항공기등록, 안전성인증자료, 감항성개선지시자료 등
	항공기고장보고 시스템(ISDR)	- 항공기고장보고시스템 서버 - OS : Windows 2000 - 내용 : 항공기 중요고장에 대한 이력자료
	초경량비행장치 인증관리시스템등	- Windows Server 2003 - 내용 : 초경량비행장치 안전성인증 현황자료

구 분		시스템 내역 및 사용내용
안전 감독	항공안전장애보고관리시스템	- Windows Server 2003 - 항공안전장애보고자료 데이터베이스 관리
	항공기사고잠재위험분석시스템 (RMS)	- ISDR 서버에 설치되어 시험운영 중 - ADAMS 서버에 이전 예정 - 내용 : 항공안전감독 계획·활동·분석, 조종사의 기장보고자료, 승무원 신체검사 등
법령	항공표준정보 관리시스템 (ISTS)	- ADAMS 서버에 설치 예정 - 내용 : ICAO 부속서 등 자료관리
비행 정보	운항및비행정보 시스템(FOIS)	- 서버 : 대형서버 5식, 소형서버 4식 - 네트워크 : 15개 공항 및 항공행정부서 - OS : Unix 및 Windows - 내용 : 전국공항 스케줄관리, 비행계획 등
종사자	항공종사자관리 시스템	- Windows Server 2003 - 내용 : 항공종사자 자격시험, 한정심사, 초경량비행장치 자격시험 등
관제	항공정보제공 시스템(AIS)	- 항공정보제공 서버 - OS : UNIX, Win2000 - 내용 : 항공정보간행물 관련
	항공교통 정보관리시스템 (ADAMS)	- 서버 : 1(Unix 중형) ※ RMS,항공표준정보관리시스템 등 탑재 예정 - 내용 : 공항인근 장애물 현황제공, 관제분야 종사자 교육훈련 자료관리
	비행절차수립 자동화시스템 (AIP)	- 서버(1개) - OS : Win2000 - 내용 : 비행절차 수립을 위한 내부전용시스템
	계기비행절차 설계 및 관리시스템	- 서버(1개) - OS : Unix 및 Windows - 내용 : 계기비행절차 프로그램 등 6개 시스템
	국가공역관리 시스템 (NAIMS)	- 서버 :대형서버 2식, 대용량 저장 장치 1식 - 보안장비 : 방화벽, IDS, 서버보안 - 네트웍 : 공군 등 5개 공역관리부서 - OS : Unix 및 Windows - 내용 : 공역디자인 및 공역관리전산화 등 2개
계	13개 시스템	-

○ 이에 따라 기존의 13개 항공안전정보시스템의 한계를 극복하고 성능을 고도화하여 항공안전과 관련해 다양한 정보와 자료를 구축하고 분석하기 위해 다음과 같은 항공안전정보시스템의 데이터베이스(DB) 구축을 추진함.

표 22. 항공안전 관련 DB 구축

분류	구성 DB	상세 설명
안전보고 시스템	사고·준사고 보고 DB	• 항공안전감독프로그램 등 통계분석 기능 고도화 • 준사고, 고장, 항공안전감독결과 통계·분석기능 고도화 • 준사고, 고장, 항공안전감독결과 통계분석 Tool 도입
	항공기 고장보고 모바일 및 시스템 고도화	• 항공기 PMA, AD 등 검사 시 중요 결함사항 보고 기능 개선 및 단문메세지 전송
	조류충돌 수집·분석 DB	• 조류충돌 사례내역 수집 및 분석관리
	공항 장애보고 DB	• 공항에서 발생하는 각종 장애보고에 대한 내역 관리
	항공교통 관제보고 DB	• 항공교통 관제에 관련한 각종 보고내역 관리
	항공 화물 보고· 분석 DB	• 화물 보고·분석 시스템
	항공 자율보고 DB	• 종사자, 항공기 이용자 자율보고 시스템
	항공 장애보고 시스템 고도화	• 조종사, 공항, 관제, 정비 항공종사자의 자율적 장애보고 제도
	타 시스템 연계(항행, 관제)	• 항행 보고시스템, 관제 품질관리시스템 연동
위험관리 시스템	항공 운항·기술 위험관리 시스템 기능 고도화	• 기 구축한 위험관리 시스템 기능고도화 • 안전감독 기능 고도화 • 모바일을 이용한 안전감독 관리
	항공 검사·지도 DB	• 항공분야 검사·지도관련 업무 처리
	공항·관제 위험관리 DB	• 공항.관제에서 발생하는 위험 내역 관리
위험분석 시스템	항공 위험 원인 분석 DB	• 항공안전에 영향을 끼치는 각종 위험 분석 시스템
종사자 관리시스템	항공종사자 관리DB	• 항공종사자 인적사항, 자격 및 각종 이력을 관리
	항공종사자 신체검사 DB	• 항공기 승무원의 신체검사내역을 관리
	항공종사자 교육·훈련 보고 DB	• 항공종사자의 각종 교육·훈련 내역을 관리
	항공운항심사관리 시스템	• 항공운항자격 심사관 자격 관리
항공공통관리시스템	국제항공안전규정관리DB(SMIS)	• 국제항공안전규정관리시스템(SMIS)개발 • 국제표준과 국내규정 간 비교·분석 기능 • 국제표준과 국내법령의 차이점 관리 기능 • 국내법령 제·개정 조치, 진행 사항의 모니터 및 관리 기능 • 국제민간항공기구 체약국 공항 관리 등
	항공정보시스템 및 DB 통합	• 기존 국토교통부 항공전산센터에 있는 서버(7대)와 서항청으로부터 이관 예정인 시스템(서버, 응용SW 등) 통합 • 현재 서항청에 있는 위험관리시스템(RMS), 항공기고장보고시스템(iSDR)

분류	구성 DB	상세 설명
		은 국토교통부 운항정책팀 시스템으로 국토교통부 항공전산센터로 이전 • 항공기술정보관리시스템(ATIS), 항공교통정보관리시스템 (ADAMS), 비행절차수립자동화시스템(AIP), 항공정보제공시스템(AIS), 위험관리시스템(RMS), 항공기고장보고시스템(iSDR) 등 개발된 소프트웨어를 관리하고 추가 요구사항이나 장애사항 재개발하는 등 유지보수 수행
	항공 법령·기준 DB	• 항공분야 법령·기준 관리
	항공통계 DB	• 항공분야 통계 및 분석 관리
	항공 위험물 관리 DB	• 항공기 수송시의 위험물을 관리
	AOC관리 DB	• 운항증명 내역관리
	비행점검관리DB	• 비행점검 내역 관리
	항공 재난재해관리 DB	• 재난재해 내역관리
	항공·수송 정책	• 항공·수송 정책 관련한 통합 정보관리
	항공장비 및 부품 정보 공유DB	• 장비지원, 부품정보, 지원클러스터
	IT 인프라 표준화 작업	• 소프트웨어 개발 방법론 및 2차년도 ISP
공항관리 시스템	배기가스 자료관리DB	• 항공기 배기가스 통계 및 분석
	공항환경관리DB	• International 기상정보관리
사고조사관리시스템	항공 철도·사고· 조사 지원DB	• 항공기 사고·조사내역을 관리, 모바일을 이용한 조사관 조사내역 처리 • 조사기본정보, 조사입력, 조사이력 관리

○ 그러나 항공안전정보시스템의 성능고도화 작업에도 불구하고 동 시스템들은 관련 각 기관의 위험요인 자료를 상호 연계하여 활용할 수 있는 표준분류체계 및 통합 시스템 등의 기반은 미흡함.

- 항공사고 원인의 70% 이상을 차지하는 인적요인 관련 데이터들은 SHELL 모델에 근거하여 정의되어 있으나, SHELL 모델에 근거한 데이터들보다 인적요인을 잘 설명할 수 있는 데이터의 보완이 필요함.

○ 국가 항공안전시스템의 정합성을 확보함.

- '08년 실시된 2차 ICAO 항공안전평가(USOAP)에서 98.89%(1위)를 계기로 하여 우리 항공안전시스템의 국제기준 이행률을 획기적으로 제고함.('00년 1차평가에서는 79.79%(53위)로 평가)

2. 국외 관련 기술 동향

(1) 미국

□ FAA National Aviation Research Plan

○ 미국의 FAA는 다음 <표 23>과 같이 국가 항공 안전 및 효율성 목표를 수립하였으며, 사고예방기술은 “Increased Safety“의 ”Human-Centered Design“, ”Human Protection“, "Situational Awareness"이 해당함.

표 23. FAA 항공안전 및 효율성 목표

FAA Flight Plan Goals	FAA R&D Goals	FAA' NextGen Implementation Plan and Solution Sets	JPDO NextGen Integrated Plan Goals
◆Greater Capacity	◆Fast, Flexible, and Efficient	◆Initiate Trajectory-Based Operations ◆Reduce Weather Impact ◆Increase Flexibility in the Terminal Environment ◆Increase Arrivals/Departures at High Density Airports ◆Improve Collaborative Air Traffic Management ◆Transform Facilities	◆Expand Capacity
	◆Clean and Quiet	◆Increase Safety, Security, and Environmental Performance	◆Protect the Environment
◆Increased Safety	◆*Human-Centered Design* ◆*Human Protection* ◆Safe Aerospace Vehicles ◆Separation Assurance ◆*Situational Awareness* ◆System Knowledge		◆Ensure Safety
-	-		◆Secure the Nation ◆Ensure our National Defense
◆International Leadership	◆World Leadership	-	◆Retain U.S. Leadership in Global Aviation
◆Organizational Excellence	◆High Quality Teams and Individuals		

(자료출처 : “2011 National Aviation Research Plan,” FAA

○ FAA는 항공안전과 운항효율성 제고를 위해 항공분야의 종합적인 기술개발계획(National Aviation Research Plan)을 수립하였으며, 국가적 차원에서 투입할 예산을 수립하였음.

표 24. FAA National Aviation Research Plan 총 정부 투입예산 대비 항공기 사고예방 기술개발

(단위 : 천$)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	합계
Human-Centered Design	$22,184	$21,627	$21,622	$21,892	$22,348	$109,673
Human Protection	$29,567	$29,126	$29,171	$29,482	$29,972	$147,318
Situational Awareness	$48,309	$43,159	$42,853	$46,990	$47,420	$228,731
사고예방 관련 기술 개발 합계	**$100,060**	**$93,912**	**$93,646**	**$98,364**	**$99,740**	**$485,722**
National Aviation Research Plan 총액	$386,035	$333,560	$332,560	$338,560	$342,560	$1,733,275

(자료출처 : "2011 National Aviation Research Plan," FAA

○ National Aviation Research Plan 중 사고예방 관련 기술개발을 위한 정부의 투입 예산은 매년 평균 28% 수준으로 지속적으로 투입될 계획임.

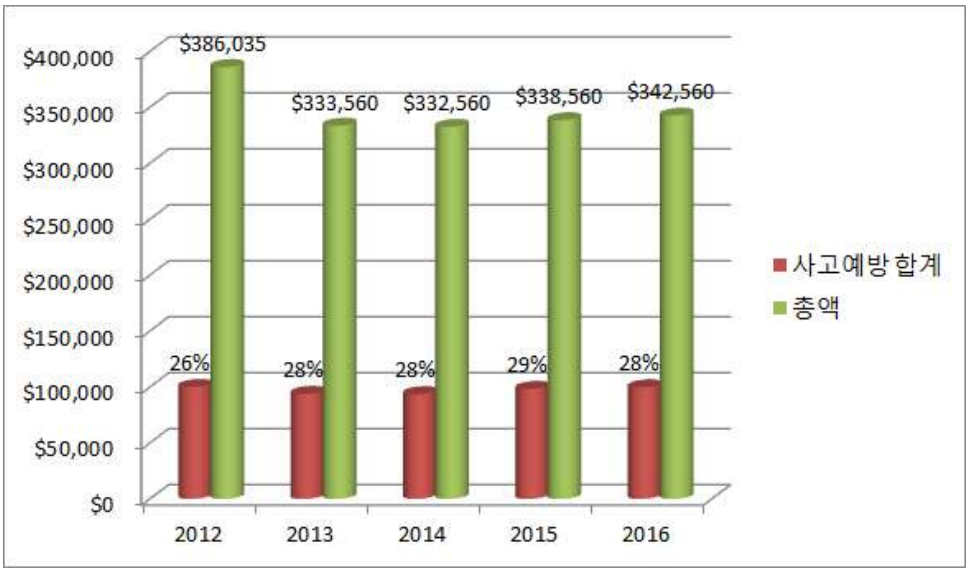


그림 37. 항공기 사고예방 관련 기술 개발 비중

○ 사고예방과 관련된 기술 중 "Situational Awareness"와 관련된 기술개발이 47%로 해당 분야에서 가장 높은 비중을 차지하였으며 "Human Protection"이 30% 그리고 "Human-Centered Design"이 23%를 차지하고 있음.

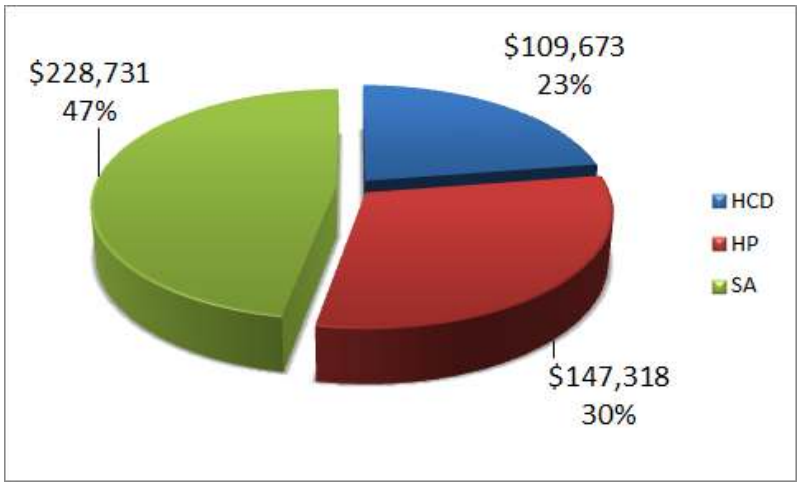


그림 38. 사고예방 관련 기술별 비중

○ FAA의 National Aviation Research Plan중 사고예방과 관련된 정부 예산 투입 계획은 다음 <표 25>, <표 26>, <표 27>과 같음.

표 25. Human-Centered Design관련 기술개발 계획

BLI	Program Name	Budget Type	2012	2013	2014	2015	2016	Notes
A11.i	Air Traffic Control/Technical Operations Human Factors	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
--	Airport Cooperative Research - Capacity	AIP	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	34% of total program
A11.g	Flightdeck/Maintenance/System Integration Human Factors	R,E&D	6,162	6,070	6,107	6,209	6,354	100% of total program
A12.a	Joint Planning and Development Office	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
A12.c	NextGen - Air Ground Integration Human Factors	R,E&D	10,545	10,117	10,043	10,144	10,363	100% of total program
1A08A	NextGen - Air Traffic Control/ Technical Operations Human Factors (Controller Efficiency and Air Ground Integration)	F&E	0	0	0	0	0	coordination only
1A08E	NextGen - Wake Turbulence - Re-categorization	F&E	0	0	0	0	0	coordination only
A12.e	NextGen - Weather Technology in the Cockpit	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
A11.h	System Safety Management	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
A11.k	Weather Program	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
A14.b	William J. Hughes Technical Center Laboratory Facility	R,E&D	3,777	3,740	3,772	3,839	3,931	100% of total program
		Total ($000)	22,184	21,627	21,622	21,892	22,348	

(자료출처 : "2011 National Aviation Research Plan," FAA

표 26. Human Protection관련 기술개발 계획

BLI	Program Name	Budget Type	2012	2013	2014	2015	2016	Notes
A11.c	Advanced Materials/Structural Safety	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
A11.j	Aeromedical Research	R,E&D	11,617	11,420	11,477	11,662	11,933	100% of total program
A11.d	Aircraft Icing - Atmospheric Hazards/ Digital System Safety	R,E&D	1,621	1,562	1,554	1,571	1,605	30% of total program
--	Airport Cooperative Research - Safety	AIP	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	50% of total program
--	Airport Technology Research - Safety	AIP	5,504	5,548	5,548	5,548	5,548	35% of total program
A11.a	Fire Research and Safety	R,E&D	6,852	6,718	6,744	6,848	7,006	84% of total program
A11.k	Weather Program	R,E&D	1,473	1,378	1,350	1,354	1,380	9% of total program
		Total ($000)	29,567	29,126	29,171	29,482	29,972	

(자료출처 : "2011 National Aviation Research Plan," FAA

표 27. Situational Awareness관련 기술개발 계획

BLI	Program Name	Budget Type	2012	2013	2014	2015	2016	Notes
--	Airport Cooperative Research - Safety	AIP	0	0	0	0	0	coordination only
--	Airport Technology Research - Safety	AIP	10,221	10,303	10,303	10,303	10,303	65% of total program
A11.i	Air Traffic Control/Technical Operations Human Factors	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
4A09A	Center for Advanced Aviation System Development (CAASD)	F&E	3,646	3,610	3,610	3,610	3,610	16% of R&D program in FY 2012
A11.g	Flightdeck/Maintenance/System Integration Human Factors	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
A12.a	Joint Planning and Development Office	R,E&D	0	0	0	0	0	coordination only
1A01D	NAS Weather Requirements	F&E	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100% of total program
1A08H	NextGen - Staffed NextGen Towers (SNT)	F&E	6,000	2,000	2,000	6,000	6,000	100% of total program
A12.e	NextGen - Weather Technology in the Cockpit	R,E&D	9,186	8,845	8,795	8,891	9,084	100% of total program
1A01A	Runway Incursion Reduction	F&E	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	100% of total program
A11.k	Weather Program	R,E&D	13,256	12,402	12,146	12,186	12,424	81% of total program
		Total ($000)	48,309	43,159	42,853	46,990	47,420	

(자료출처 : "2011 National Aviation Research Plan," FAA

□ Commercial Aviation safety Team (CAST, 미국 운송용 항공 안전팀)

○ 1998년 설립된 CAST는 FAA의 Safer Skies agenda의 한 부분으로서 기존의 많은 안전권고사항들을 시행하기 위해 FAA와 산업계가 협업하여 종합적인 안전계획을 수립함.

- 안전 목표 달성의 진행 상황을 파악하기 위해 성과측정 방법과 일정을 개발
- 운송용 항공기 사고율을 1998년을 기준으로 하여 2007년까지 80% 감축하는데

성공함.

○ CAST 활동 성과

- 세분화된 사건의 순서 파악-전세계 항공사고/준사고의 문제점을 찾아냄
- 다양한 전문가들이 참여 (팀당 45~50명의 전문가)
- 450건 이상의 문제점 설명서 (사고 요인들)
- 900건 이상의 안전 개선 대책을 제안
- 비용 대비 효과에 대해서도 분석됨



그림 39. CAST 구성도

○ CAST 안전 전략

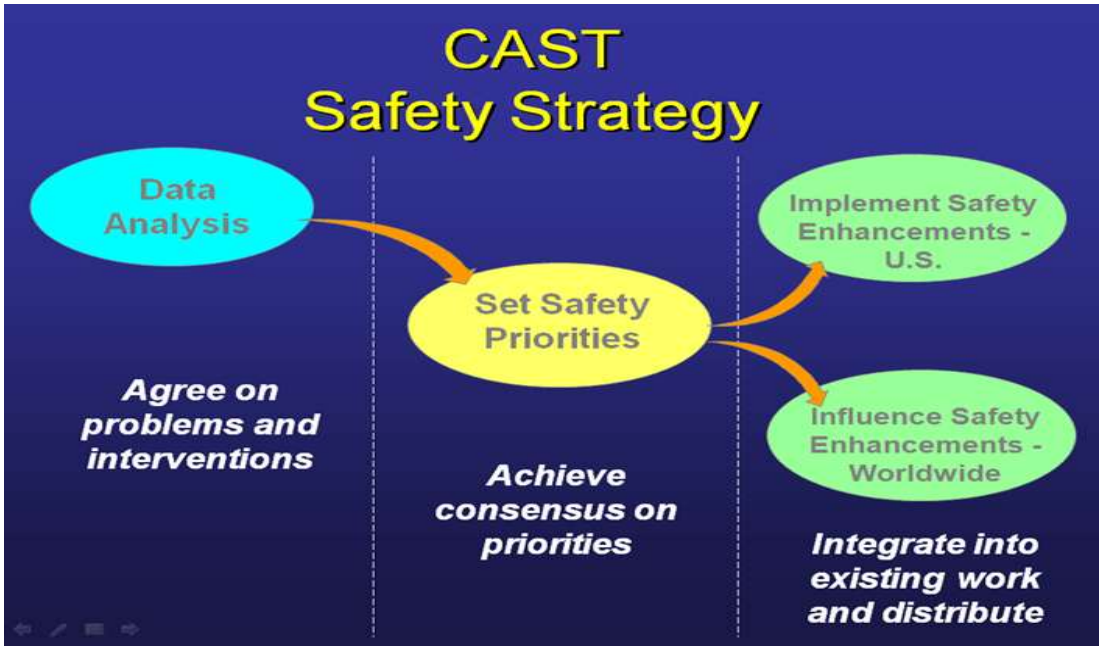


그림 40. CAST 운송용 항공기 안전성 향상 전략

○ CAST의 팀 구성

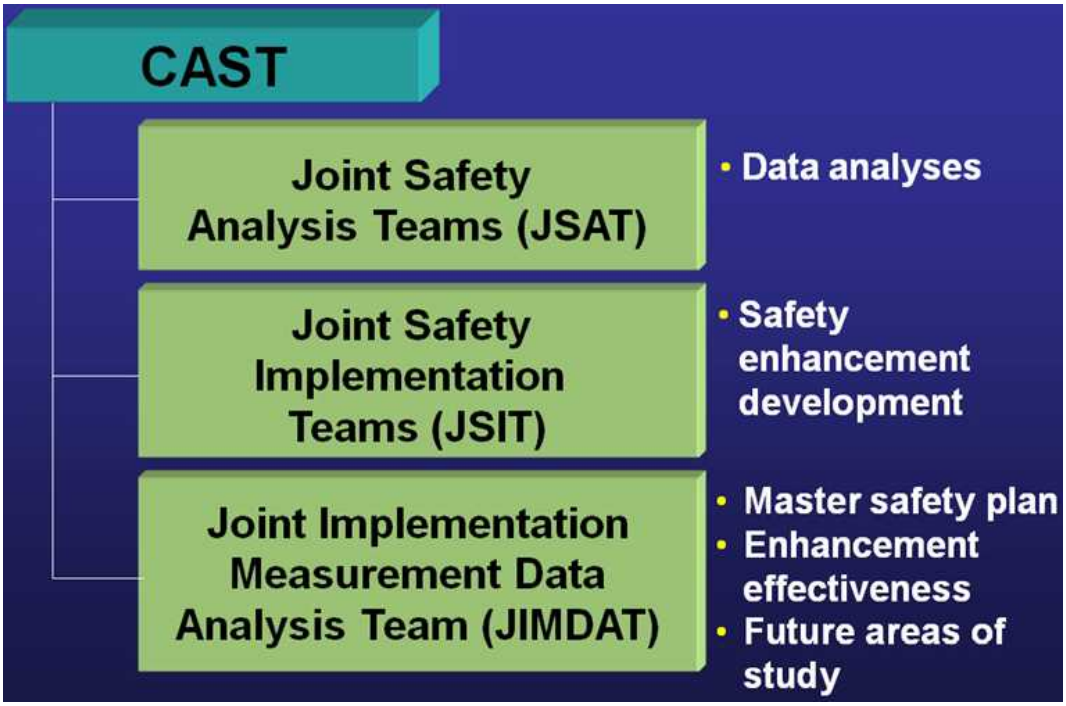


그림 41. CAST 활동을 위한 팀 구성

○ CAST는 운송용 항공기의 안전성 향상을 위해서 75개 안전개선 과제를 선정하여 완료 또는 진행 중에 있으며, 향후 46개 안전개선 과제를 진행예정.

표 28. CAST의 75개 안전개선 과제

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
1	CFIT	SE001: Terrain Awareness Warning System (TAWS)	120	정책	완료	인적	TAWS(지형충돌경고시스템)의 장비를 설치 및 사용을 위하여 적절한 비행절차 수립, CFIT사고 예방
2	CFIT	SE002: Standard Operating Procedures (SOPs)	-	정책	완료	인적	SOPs(운항표준절차)수립 및 그에 대한 적절한 운영 및 교육도입 권장
3	CFIT	SE003: Precision-Like Approaches - Vertical Angles	004, 005, 006, 007,008	정책	완료	인적	SOPs(운항표준절차)수립 및 그에 대한 적절한 운영 및 교육도입 권장
4	CFIT	SE004: Precision-Like Approaches - Vertical Glide Slope Indicators (VSGI)	003, 005, 006, 007,008	정책	완료	인프라	유사정밀계기접근절차에 요구되는 VGSI의 설치 및 운영개발
5	CFIT	SE005: Precision-Like Approaches - Distance Measuring Equipment (DME)	004, 004, 006, 007,008	정책	완료	인프라	유사정밀계기접근의 DME(거리측정장치)설치 및 운영 계획 수립
6	CFIT	SE006: Precision-Like Approaches - Area Navigation (RNAV) 3D	004, 005, 005, 007,008	R&D	완료	인프라	유사정밀계기접근에서 RNAV(3D) 최저접근치 및 approach charts 발행에 대한 FAA Order 8260.48의 기준 및 개발
7	CFIT	SE007: Precision-Like Approaches - Area Navigation (RNAV) Required Navigation Performance (RNP)	004, 005, 006, 006,008	정책	완료	인적	유사정밀계기접근의 RNP (Required Navigational Performance) 제한과 FAA Order 8260.48의 지침을 추가하여 최신기종 및 자격을 갖춘 항공사에 한하여 최저착륙치를 감소 적용
8	CFIT	SE008: Precision-Like Approaches - Landing Systems (ILS, MLS, GLS)	004, 005, 006, 007,007	정책	완료	인프라	유사정밀계기접근시 향후 도입될 새로운 접근방법(xLS)(수직,수평 유도접근경로)를 위한 기준 정의 적립
9	CFIT	SE009: Minimum Safe Altitude Warning (MSAW)	-	R&D	완료	인프라	지상레이더와 ATC에게 적절한 MSAW(최저안전고도경고경고시스템) 운영 및 장애물 회피보호 수준 제공
10	CFIT	SE010: Proactive Safety Programs (FOQA + ASAP)	-	정책	완료	인적	FOQA 및 ASAP는 안전 이슈와 경향을 제공 및 적합한 시정 및 대응 방안 제공
11	CFIT	SE011: Crew Resource Management (CRM) Training	-	정책	완료	인적	CFIT사고 감소, SOPs를 증진을 위한 중요 요소인 Title 14, 조종사 CRM 훈련시스템(CFR part 121) 준수 및 CFIT사고 방지를 위한 포괄적인 SOP 개발
12	CFIT	SE012: CFIT Prevention Training	-	정책	완료	인적	CFIT사고를 실질적 감소 또는 제거위해 예방훈련 및 CFR part 121 수행 절차 강조

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
13	CFIT	SE013: CFIT Prevention - ATC Training	-	정책	완료	인적	관제분야의 CFIT방지를 위한 교육을 초기부터 지속적으로 실시 및 안전경고절차와 ATC운영절차 강화
14	ALAR	SE014: Safety Culture - CEO and Director of Safety More Visible	-	정책	완료	인적	CEO 및 관리자는 이착륙 사고예방을 위해 안전문화에 효과적인 전략 구축개발 요구
15	ALAR	SE015: Safety Info in Manuals	-	정책	완료	인적	교육 프로그램 및 각종 매뉴얼을 확인, 검토, 분석하여 안전에 필요한 정보가 포함된 안전정보매뉴얼 구비
16	ALAR	SE016: AFM Database for Inspectors	-	R&D	완료	유해환경	운항 분야의 안전 감독(관)을 위한 AFM의 데이터베이스화 구현
17	SCF	SE017: Maintenance Procedures - Servicing Landing Struts	-	정책	완료	인적	Landing Struts의 점검을 위한 규정, 정책, 절차를 개발 및 강조를 통해 정비 분야에 의한 항공기 이착륙 사고 감소
18	SCF	SE018: Maintenance Procedures - Subcontractor Maintenance Guidance	-	정책	완료	인적	사고 예방 및 안전을 위해 운영자 및 규제기관은 정비 하청업체 관리감독 증진 필요
19	SCF	SE019: Maintenance Procedures - Minimum Equipment Lists	-	정책	완료	인적	항공기운항에 필요한 최소장비 목록기준(MEL)의 운영 기준 및 방법 구축을 통한 이착륙사고예방
20	ALAR	SE020: Maintenance Procedures - Director of Safety Internal Survey	-	정책	완료	인적	정비분야의 항공기 성능유지 및 결함 탐지절차의 적합성의 지속적 내부적인조사 수행, 안전절차 수립 및 품질관리 절차를 지속적으로 관리
21	ALAR	SE021: Flight Deck Equipment Upgrades for New Type Designs	-	정책	완료	인프라	새로이 개발된 항공기의 신규 장비(flight deck smart-alerting system 등) 항공기 운항을 위해 체크리스트, 교육 등 운영절차와 교육을 위한 지원 수행
22	ALAR	SE023: Approach and Landing (ALAR) Flight Crew Training	-	정책	완료	인적	CFR part 121의 규정에 따라 안정접근(STABILIZED APPROACH)에 관련된 항목인 안정접근, 비정상자세, 비정상조건 등을 포함하여 교육
23	ALAR	SE024: Aircraft Design - Continuing Airworthiness	-	정책	완료	인프라	지속감항증명을 통해 비행에 중요한 시스템구성 요소 및 내결함성 설계, 인증, 분석 용이
24	LOC	SE026: Standard Operating Procedures	-	정책	완료	인적	SOP는 승무원의 능력 및 표준화 이를 통해 조종사가 명확하고 정확한 적용 및 준수 필요
25	LOC	SE027: Risk Assessments and Management	-	정책	완료	인적	항공사고 및 비행안전에 관한 오류에 관련된 개선책을 도출하여 위험평가 및 관리
26	LOC	SE028: Process to Inform Personnel and Flight Crew	29	정책	완료	인적	제조사, 운영자, 책임자는 운영절차의 중요성을 인식하고 적시에 필요한 운영정보를 배포하고 교육할 수 있는 운영절차 수립.
27	LOC	SE029: Flight Crew Proficiency Program	28	정책	완료	인적	조종사의 훈련 및 자격시험에서 얻을 수 있는 자료를 통하여 FOQA, AQP, ASAP등과 같은 조종능력을 평가할 수 있는 정보 활용 및 확인
28	LOC	SE030: Human Factors and Automation	-	정책	완료	인적	LOC사고 손실을 줄이기 위해 정책 개선 및 자동화 절차를 검토 및 구현

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
29	LOC	SE031: Advanced Maneuver Training	-	정책	완료	인적	회피기동 교육훈련을 통하여 위험상황 대응 및 효과적 예방교육 실시
30	LOC	SE032: Autoflight Design	-	정책	완료	인적	자동비행표준절차 개발 및 지원 통해 LOC 사고 및 손실예방
31	LOC	SE034: Displays and Alerting Systems	-	R&D/ 정책	완료	인프라	디스플레이 및 경보 시스템에 관한 새로운 운영규정
32	LOC	SE039: Basic Airplane Design - Icing	-	정책	진행 중	인프라	항공기 동결방지 시스템 표준 운영 매뉴얼을 통하여 LOC사고 감소
33	LOC	SE040: Envelope Protection - New Designs	-	정책	완료	인프라	새로운 항공기 디자인에 대한 받음각, 최저속도 보호, 경사각 등 한계치 적용하여 LOC로 인한 사고를 줄이는데 기여
34	RI	SE046: Air Traffic Control Runway Incursion Training	047, 048	정책	완료	인적	안전성 향상 및 효율을 위해 개량 시스템 설계 및 이에 대한 ATC 교육훈련
35	RI	SE047: ATC Tower Controller CRM Training	046, 048	정책	완료	인적	ATC능력 및 팀워크, 상황인식 등 ATCCRM 교육훈련을 통하여 활주로침범 사고감소
36	RI	SE049: SOPs for Ground Operations	050, 051, 052	정책	완료	인적	공항관리자, 지상조업자 표준운영 절차수립 및 준수 권고를 통해 활주로 사고 예방
37	RI	SE050: SOPs for Ground Operations for General Aviation	049, 051, 052	정책	완료	유해환경	일반항공 지상운영 표준운영절차 수립 및 전파를 통해 활주로침범 사고예방
38	RI	SE051: SOPs for Tow Tug Operators	049, 050, 052	정책	완료	유해환경	활주로침범사고 예방을 위해 계류장 내 토잉카 운영 표준운영 절차 수립
39	RI	SE052: SOPs for Vehicle Operators	049, 050, 051	정책	완료	유해환경	활주로침범사고 예방을 위해 계류장 내 차량 운영 표준운영 절차 수립
40	RI	SE053: Enhanced Airport Surveillance Equipment	-	R&D	진행 중	유해환경	공항시설 안전관리 및 감시를 통해 사고 예방 및 새로운 기술 개발
41	RI	SE055: SOPs for Controller Situational Awareness	056, 057, 058, 059	정책	완료	유해환경	관제탑에 초점을 맞춘 상황인식 표준절차를 통해 활주로 안전 증진 및 활주로침범사고 감소
42	RI	SE059: Readback	055, 057, 058	정책	완료	유해환경	조종사와 관제사 간 명확한 통신 및 이해를 위해 read-back규정 강화
43	RI	SE060: Pilot Training for Runway Incursion Prevention	-	정책	완료	인적	조종사자격훈련, 활주로안전에 대한 조종사교육에 활주로침범 위험 교육을 강화하여 사고위험제거
44	Tubulence	SE078: Turbulence Procedures for Reducing Cabin Injuries	-	정책	완료	인적	난기류 운항절차 및 이에 대한 상황인식 등 항공훈련 프로그램을 개발하여 연간 반복 훈련 시행
45	SCF	SE084: Uncontained Engine Failures	-	정책	완료	유해환경	엔진 디스크 필수 검사를 통해 엔진 사고예방

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
46	LOC	SE085: Vertical Situation Displays	-	정책	완료	인프라	새 항공기 수직방향에 대한 인지향상을 통해 LOC사고예방 및 기존비행기 수직방향 설치 타당성검증
47	Maintenance	SE101 Aircraft Design - Advanced Circuit Protection	-	R&D	완료	인프라	항공기에 새 브레이크 보호 시스템 기술 개발 및 설치
48	CFIT	SE120: Terrain Awareness and Warning System (TAWS) Improved Functionality	1	R&D	완료	인프라	GPS를 이용한 TAWS 시스템을 개발하여 잠재적 사고예방
49	Cargo	SE121: Cargo Loading Training and SOPs	-	정책	완료	인적	지상조업사에 대한 화물 적재 교육 및 표준절차 적용 및 교육 및 훈련 강화
50	Cargo	SE125: Cargo Hazardous Materials (HazMat) Processing	-	R&D	완료	유해환경	화물 중 미확인위험물 식별 및 기내 반입 방지 위한 시스템개발을 통해 관련 사고예방
51	Cargo	SE127: Cargo - Fire Containment	-	R&D	진행 중	인프라	불화성ULD개발, 화재방지시스템 표준화 및 개선을 통해 화재사고 예방
52	Cargo	SE129: Cargo - Compliance, Enforcement and Restricted Operations	-	정책	완료	유해환경	화물 관련 사고 감소 및 예방을 위한 규정 준수 강화 및 제한 운영
53	Cargo	SE130: Cargo - Regulation and Policy - Oversight	-	정책	완료	유해환경	화물 관련 사고 감소 및 예방을 위한 감독 규정강화 및 시스템 개발
54	Cargo	SE131: Safety Culture	-	R&D	진행 중	인적	화물관리 운영자, 지상조업사의 안전문화를 장려하기 위해 사고비용분석툴 개발, 자체감사관리, 위험관리 프로그램,개정된 표준절차 및 사고보고서 개발등을 통해 품질보증프로그램 개발
55	Icing	SE133: Turboprop Aircraft Ice Detection Systems	-	R&D	진행 중	인프라	터보프롭 항공기 결빙 감지 시스템을 통해 결빙 사고 예방
56	Icing	SE134: Icing - Avionics	-	R&D	진행 중	유해환경	스마트피치 가이던스 시스템 개발 및 사용을 통하여 저시정운용과 결빙사고예방
57	Icing	SE136: Engine Event Recovery Training	-	정책	완료	인적	EMRR교육 통해 얼음흡입으로 인한 엔진 서지로부터 사고를 예방 및 항공훈련프로그램에 EMRR을 통합하여 교육필요
58	MidAir	SE159: Airspace Design	-	R&D	완료	유해환경	용이한 공역구역 확인, VFR차트 개량, 공역이용자에 따른 공역 재설계
59	MidAir	SE165: TCAS Policies and Procedures	-	정책	완료	인적	조종사는 ATC보다 TCAS를 우선적으로 따르도록 요구 및 공중충돌 방지 절차 설정
60	Maintenance	SE169: Maintenance Policies and Procedures	-	정책	완료	인적	정비사 관리 절차 및 정책을 개선하여 장비의 유지보수 및 관련사고 예방
61	Maintenance	SE170: Monitoring of Service History	-	정책	진행 중	인프라	부품관리 보고 절차를 통해 개선 및 부적절한 부품유지 관련 사고 예방
62	Maintenance	SE172: Gap Analysis of Existing Airplane Maintenance Process	-	정책	완료	유해환경	실무절차와 규정간의 차이 점검 및 수정을 통해 관련사고 예방

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
63	Maintenance	SE175: Flight Critical Configurations Changes Made During Maintenance	-	정책	진행 중	인프라	정비간 피토 정압관 커버 이용 개선정책 및 절차를 통하여 피토 정압관 시스템 손실로 인한 사고 감소
64	Runway Safety	SE176: Runway Safety Action Team Evaluations	-	정책	완료	유해환경	부적절 활주로 이용에 대한 분석 및 평가하여 잠재적인 활주로 안전문제 및 사고 예방
65	Runway Safety	SE178: Enhanced Surface Marking and Lighting	-	정책	완료	유해환경	부적절 활주로 이용에 대한 잠재적위험 분석 및 사고경감계획을 수립
66	Runway Safety	SE179: Wrong Runway Departures - Scenario-Based Training for Pilots	-	정책	완료	인적	부적절 활주로 이용에 대한 상황인식 및 사고방지를 위해 조종사훈련교육 및 활주로운영교육 실시
67	Runway Safety	SE180: Wrong Runway Departures - Scenario-Based Training for Tower Controllers	-	정책	완료	인적	부적절한 활주로 진입에 영향을 주는 요인을 시나리오기반의 교육훈련을 통하여 감소
68	Runway Safety	SE181: Taxi and Runway Configuration	-	정책	완료	인프라	공항 설계시 활주로 및 계류장 혼동에 영향을 주는 위험요인제거를 통하여 사고 경감 및 사고요인 제거를 위한 표준지침수립
69	Runway Safety	SE182: Wrong Runway Departures - ATC-Clearance Procedure Review	-	정책	완료	유해환경	ATC의 활주로 승인절차검토를 통하여 잘못된 활주로 진입 및 사고예방
70	Runway Safety	SE183: Wrong Runway Departures - Cockpit Moving Map Display and Runway Awareness System	-	R&D	진행 중	인프라	활주로 사고를 줄일 수 있는 동적 공항지도 적용 시현 시스템 개발
71	CFIT	SE184: TAWS - Minimum Vectoring Altitude Reevaluation	001, 120	정책	완료	유해환경	최소안전고도(minimum vectoring altitudes)재평가 및 새로운 기능 개발
72	TAWS	SE185: TAWS and RNAV Visual or Other Procedures	001, 120	정책	진행 중	인적	확인된 지형은 TAWS경고를 제거하거나 감소시키며 그 외의 문제를 경감시킬 시계 RNAV 또는 그 외 절차 연구
73	MidAir	SE186: TCAS Sensitivity Level Command	165	정책	진행 중	인프라	고고도 비행시 불필요한 TCAS 경보를 감축하기 위한 TCAS 민감도 수준분석 및 인프라개발구축
74	MidAir	SE188: TCAS - ATC Procedures and Airspace Design	165	정책	진행 중	인프라	현재 시행하거나 개량될 ATC관제에 불필요한 TCAS 경보 최소화
75	MidAir	SE191: New TCAS/Next TCAS Equipment	165	정책	진행 중	인프라	미래 항공교통 수요에 따른 현 TCAS 운영의 적절성 여부 분석 및 NextGen을 위한 차세대 TCAS 개발 전략 수립

표 29. CAST의 안전개선 향후 개발 정책 및 기술 과제

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
1	ALAR	SE022:Flight Deck Equipment Upgrades – Existing Type Designs	021	정책	진행 예정	인적	조종석 내 스마트 경보시스템 운영 절차 및 교육 지원을 위한 지침 및 절차 개발
2	LOC	SE035:Displays and Alerting Systems –Existing Designs (R-D)	034	R&D	진행 예정	유해환경	기존 조종석 디스플레이 및 경고시스템에 대한 인지도 향상을 위한 평가 및 개발 항목 평가 기획
3	LOC	SE036:Basic Airplane Design – Mode Confusion (R-D)	–	R&D	진행 예정	인프라	항공기 모델에 따른 복잡한 디지털 기술 때문에 느끼는 혼란과 답답함을 해결하기 위한 기술개발 기획
4	Runway Safety	SE042: Runway Visual Aids Enhancement and Automation Technology – Variable Message Signs	043, 045	R&D	진행 예정	인프라	Airside 내 항공기 및 이동체에 명확한 이동경로를 제공하기 위한 시각 보조 장치 개발 (신호제어 시스템 개발)
5	Runway Safety	SE043: Runway Visual Aids Enhancement and Automation Technology – All-Weather Sign Conspicuity Improvements	042, 045	R&D	진행 예정	인프라	Airside 내 항공기 및 이동체에 명확한 이동경로를 제공하기 위한 시각 보조 장치 개발 (신호제어 시스템의 전천후 인지도 향상)
6	Runway Safety	SE045: Runway Visual Aids Enhancement and Automation Technology – Smart Lighting Systems	042, 043	R&D	진행 예정	인프라	Airside 내 항공기 및 이동체에 명확한 이동경로를 제공하기 위한 시각 보조 장치 개발 (스마트 조명 및 모니터링 시스템 개발)
7	Runway Safety	SE048: Air Traffic Control Training – Tower Simulators	046, 047	정책	진행 예정	인적	고성능 시뮬레이터를 이용한 관제사 능력 향상 (항공관제 능력, 자원 관리 능력, 상황인지도, 팀워크, 기억력 향상) 및 OJT, 컴퓨터 기반 수업
8	RI	SE054: Situational Awareness Technology for ATC – Digital Data Links for ATC Instructions	053	R&D	진행 예정	유해환경	관제탑의 공항 표면 인식 향상을 위한 시스템 및 데이터 링크 등의 기술 개발
9	RI	SE057: ATC Procedures – Clarify Surface Movement Phraseology	055, 058, 059	정책	진행 예정	유해환경	관제탑 상황인식 향상을 통한 활주로 침입 감소 표준절차 개발
10	RI	SE058: ATC Procedures – Delete FAR 91.129 Sentence	055, 057, 059	정책	진행 예정	유해환경	공항표면 이동작업시 불필요한 또는 혼잡한 통신 어법 삭제 또는 변경
11	RI	SE061: Cockpit Moving Map Display	110, 111, 112	R&D	진행 예정	유해환경	조종석 내 상황인식 향상을 위한 공항 표면 시현 시스템 개발
12	RI	SE062: Airport Vehicle Moving Map Display	–	구축	진행 예정	유해환경	공항 이동 지도를 이용한 Airside 내 이동체 상황인식 개선을 위한 시스템 구축

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
13	RI	SE063: General Aviation Aircraft Moving Map Display	-	R&D	진행 예정	유해환경	(일반항공) 조종석 내 상황인식 향상을 위한 공항 표면 시현 시스템 개발
14	LOC	SE064: Corporate Culture of Turbulence Avoidance	065, 078	정책	진행 예정	유해환경	난류회피 절차 개발 및 교육/문화조성
15	LOC	SE065: Upgrade Corporate Communications for Information Management	064, 078	구축	진행 예정	유해환경	정부 및 항공사의 난류 정보 수집 및 배포 시스템 업그레이드
16	Turbulance	SE066: Manual PIREPS and Automated Eddy Dissipation Rate (EDRs)	067, 068, 069, 070	R&D	진행 예정	유해환경	PIREPs 매뉴얼 및 자동화 난류 보고시스템 개발
17	Turbulance	SE067: Semi-Automate Manual PIREP Entry	066, 068, 069, 070	정책	진행 예정	유해환경	반자동 ARTCC/TERMINAL 관제사 PIREPs 매뉴얼 개발
18	Turbulance	SE068: Improved Turbulence Forecast Accuracy	066, 067, 069, 070	R&D	진행 예정	유해환경	난류 예측 검증 시스템 개발
19	Turbulance	SE069: Standardized Turbulence Terminology	066, 067, 068, 070	정책	진행 예정	유해환경	난류 용어 및 개발 항공기 범주에 따른 특정 제품 표준화
20	Turbulance	SE070: Thunderstorm Clearance Standards	066, 067, 068, 069	정책	진행 예정	유해환경	뇌우(Thunderstorm) 수직 및 수평 회피 표준 절차개발
21	Turbulance	SE071: Turbulence Displays - Carry-on Equipment	072, 073, 074	R&D	진행 예정	유해환경	실시간 기상/난류 다중 통합자료 시현 시스템 개발
22	Turbulance	SE072: Graphical Turbulence Displays - Panel Mounted - New Production	071, 073, 074	R&D	진행 예정	유해환경	항공기 탑재용 난류 시현 시스템 개발

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
23	Turbulance	SE073: Enhanced Airborne Radar – New Production	071, 072, 074	R&D	진행 예정	유해환경	청천난류(CAT) 실시간 경보 센서 개발
24	Turbulance	SE074: Enhanced Airborne Radar – Retrofit Windshear-Equipped Aircraft	071, 072, 073	R&D	진행 예정	유해환경	윈드쉬어 탐지 레이더 장비 개발
25	Turbulance	SE076: Airborne Turbulence Detection – Next Generation Sensors – New Production and Retrofit (R-D)	–	R&D	진행 예정	유해환경	차세대 난류 탐지 센서 개발
26	Turbulance	SE077: Active Turbulence Mitigation – Next Generation Control Systems – New Production (R-D)	–	R&D	진행 예정	유해환경	난류 완화 비행제어 시스템 개발
27	Turbulance	SE079: Turbulence Injury Reduction – Improved Seat Belt Usage (R-D)	080, 083	R&D	진행 예정	유해환경	난류 부상 감소를 위한 좌석벨트 개선
28	Turbulance	SE080: Turbulence Injury Reduction – Aircraft-wide Communications Systems (R-D)	079, 083	R&D	진행 예정	유해환경	난류 부상 감소를 위한 항공기간 광범위 통신 시스템 개발
29	Turbulance	SE081: Turbulence Injury Reduction – Galley Handholds – New Production	82	R&D	진행 예정	유해환경	난류 부상 감소를 위한 항공기내 주방 손잡이 개발
30	Turbulance	SE082: Turbulence Injury Reduction – Galley Handholds – Retrofit	81	구축	진행 예정	유해환경	난류 부상 감소를 위한 기존 항공기 주방손잡이 교체
31	Turbulance	SE083: Turbulence Injury Reduction – Cabin Equipment Other than Handholds – New Production and Retrofit (R-D)	079, 080	R&D	진행 예정	유해환경	난류 부상 감소를 위한 손잡이 외 항공기내 장비 개발
32	LOC	SE086: Advanced Maneuver Training – Evaluation of Flight Simulation Devices (R-D)	31	R&D	진행 예정	인적	LOC로 인한 사고 감소를 위한 교육 프로그램 개발
33	RI	SE110: Moving Map Display with GPS Own-Ship Position	061, 111, 112	R&D	진행 예정	인적	조종석/차량에 장착하여 활주로 침범을 감소하기 위한 Moving Map Display 개발(GPS를 통한 항공기 위치 시현 시스템 개발)
34	RI	SE111: Moving Map Display with Own-Ship and Traffic Enabled by ADS-B/TIS-B	061, 110, 112	R&D	진행 예정	인적	조종석/차량에 장착하여 활주로 침범을 감소하기 위한 Moving Map Display 개발(ADS-B와 TIS-B를 활용한 항공기 위치 및 트래픽 정보 표시 추가)
35	RI	SE112: Moving Map Display with Own-Ship, Traffic, and Runway Occupancy Advisory System	061, 110, 111	R&D	진행 예정	인적	조종석/차량에 장착하여 활주로 침범을 감소하기 위한 Moving Map Display 개발(활주로 사용 조언 시스템 추가)

구분	사고유형	운송용 항공기 사고예방 과제명	연관 SE	과제 분류	완료 여부	사고 원인	주요내용
36	Cargo	SE122: Cargo - CG and Loading - Locking Mechanisms (R-D)	121	R&D	진행 예정	유해환경	원격 센서를 이용한 화물 고정 및 모니터링 기술 개발
37	Cargo	SE126: Cargo - Hazmat Containment (R-D)	125, 128	R&D	진행 예정	유해환경	위험물질 모니터링을 위한 ULD 개발
38	Cargo	SE128: Cargo - Hazmat Detection (R-D)	125, 126	R&D	진행 예정	유해환경	위험물질 감지 기술개발
39	Fire	SE132: Flightcrew Smoke and Fume Protection	-	구축	진행 예정	유해환경	화재시 조종석내 안전성향상을 위한 전면 마스크 적용
40	Icing	SE135: Icing - Ground Operations	-	정책	진행 예정	유해환경	항공기 중요표면의 착빙감소를 위한 지상운영 정책 및 절차개발
41	Icing	SE137: Icing - Weather Information	-	R&D	진행 예정	유해환경	공항 주변 착빙 탐지 및 예측 정보 제공 시스템 개발
42	Icing	SE139: Ice Detection (R-D)	140	R&D	진행 예정	유해환경	비행 중 Ice 오염 감지 및 모니터링 시스템 개발
43	Icing	SE140: Icing Aerodynamics and Performance Effects (R-D)	139	R&D	진행 예정	유해환경	착빙으로 인한 항공기 공기 역학적 성능 저하 모니터링 시스템 개발
44	MAC	SE160: Air Traffic Controller Situational Awareness	-	R&D	진행 예정	유해환경	항공교통관제 상황인식 향상을 위한 현시 시스템 개발
45	MAC	SE161: Air Traffic Control Safety Culture	-	정책	진행 예정	유해환경	항공교통관제 운영에 있어서 안전문화 개발
46	Runway Safety	SE177: Wrong Runway Departures - Aircraft External Lighting (R-D)	-	R&D	진행 예정	유해환경	항공기 택시, 착륙 및 이륙 운영시 후방에서 잘 보일 수 있도록 하기 위한 항공기 등화 시스템 개발

○ <표 28>에 있는 75개 과제 중 62개가 완료되었음. 현재 13개 과제에 대해서 진행 중임.

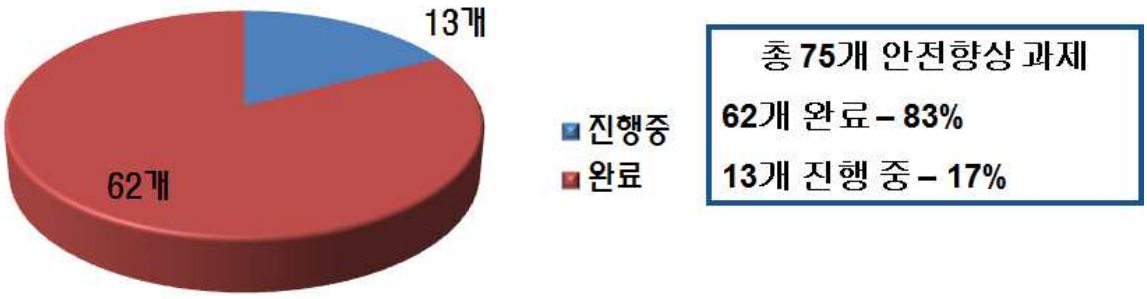


그림 42. CAST 안전성 향상을 위한 75개 과제

○ CAST 안전성 향상 과제는 정부를 중심으로 항공사와 제작사간 각각의 수행과제를 분담하여 진행함.

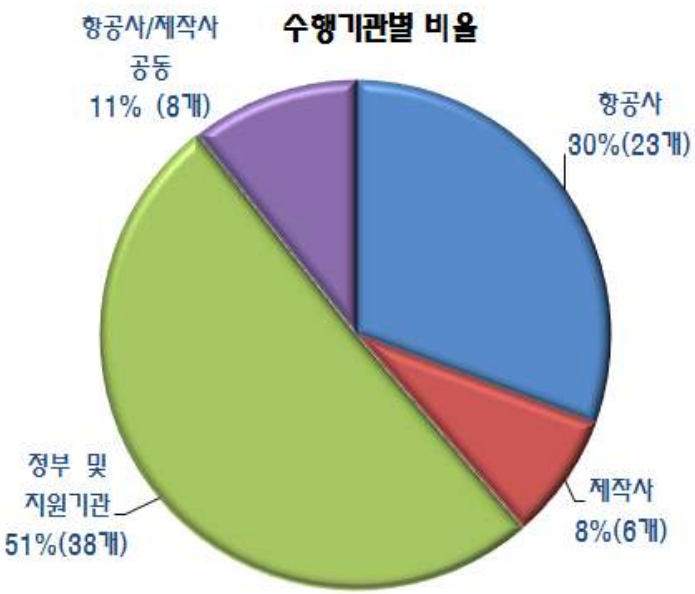


그림 43. 수행기관별 안전향상 과제

○ 75개 안전성 향상 과제의 사고원인별 현황비율

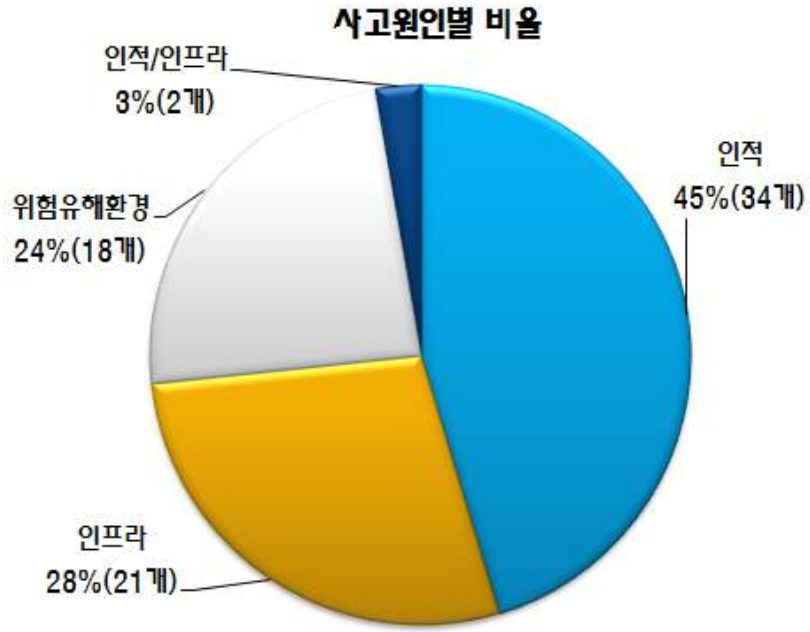
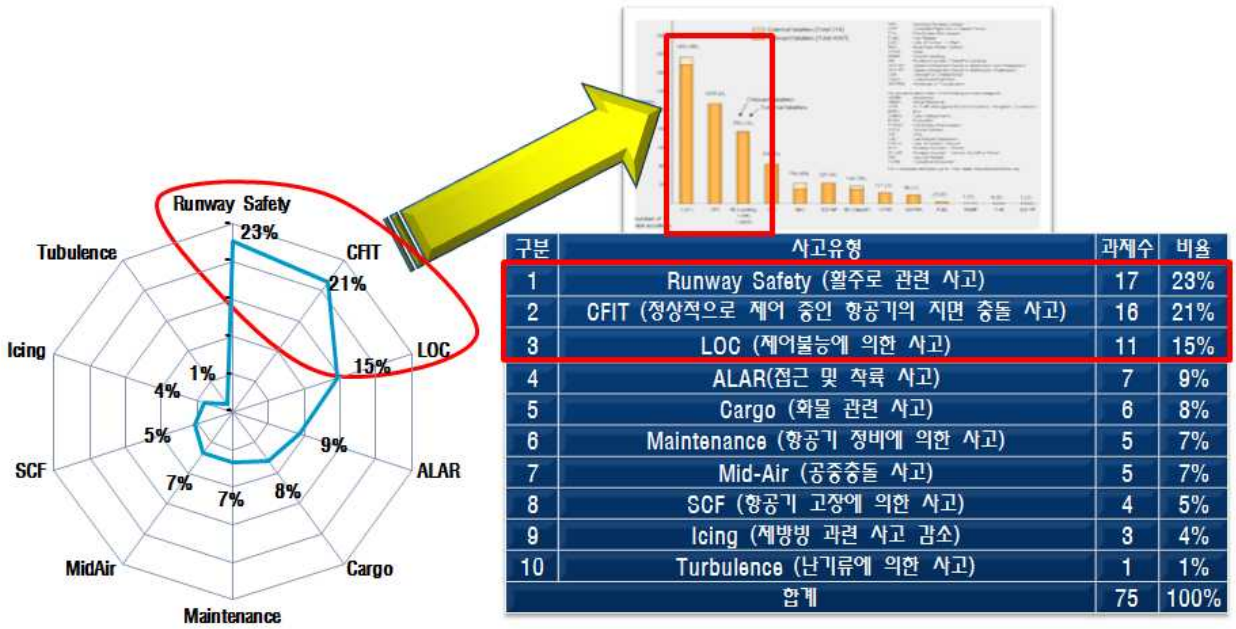


그림 44. 사고원인별 과제 비율

○ CAST에서 진행한 75개 과제에 대해 분석한 결과 세계적으로 사고율이 가장 높은 활주로 안전과 CFIT, LOC를 예방하기 위하여 중점적으로 추진함.



구분	사고유형	과제수	비율
1	Runway Safety (활주로 관련 사고)	17	23%
2	CFIT (정상적으로 제어 중인 항공기의 지면 충돌 사고)	16	21%
3	LOC (제어불능에 의한 사고)	11	15%
4	ALAR(접근 및 착륙 사고)	7	9%
5	Cargo (화물 관련 사고)	6	8%
6	Maintenance (항공기 정비에 의한 사고)	5	7%
7	Mid-Air (공중충돌 사고)	5	7%
8	SCF (항공기 고장에 의한 사고)	4	5%
9	Icing (제방빙 관련 사고 감소)	3	4%
10	Turbulence (난기류에 의한 사고)	1	1%
합계		75	100%

그림 45. CAST 기술개발 주력 분야

(2) 유럽

□ European Commercial Aviation Safety Team (ECAST, 유럽 운송용 항공 안전팀)

○ ECAST는 European Strategic Safety Initiative(ESSI) 산하의 운송용 항공기 사고예방을 위한 안전활동 팀으로서 2003년 설립되어 2006년부터 2016년까지 유럽 항공 안전을 개선하기 위한 10개년 프로그램을 수행 중임.

- 유럽의 사고예방 프로그램은 미국의 CAST가 진행하고 있는 사고예방 과제 이후에 개발을 시작한 것으로, CAST의 사고예방 과제를 벤치마킹한 것임.
- 따라서 세부적인 프로그램의 내용을 살펴보면 미국 CAST의 사고예방 과제와는 크게 다르지 않으며, 중복되는 내용이 존재하기 때문에, 본 보고서에서는 ECAST 사고예방 프로그램의 세부 과제 내용은 제시하지 않음.

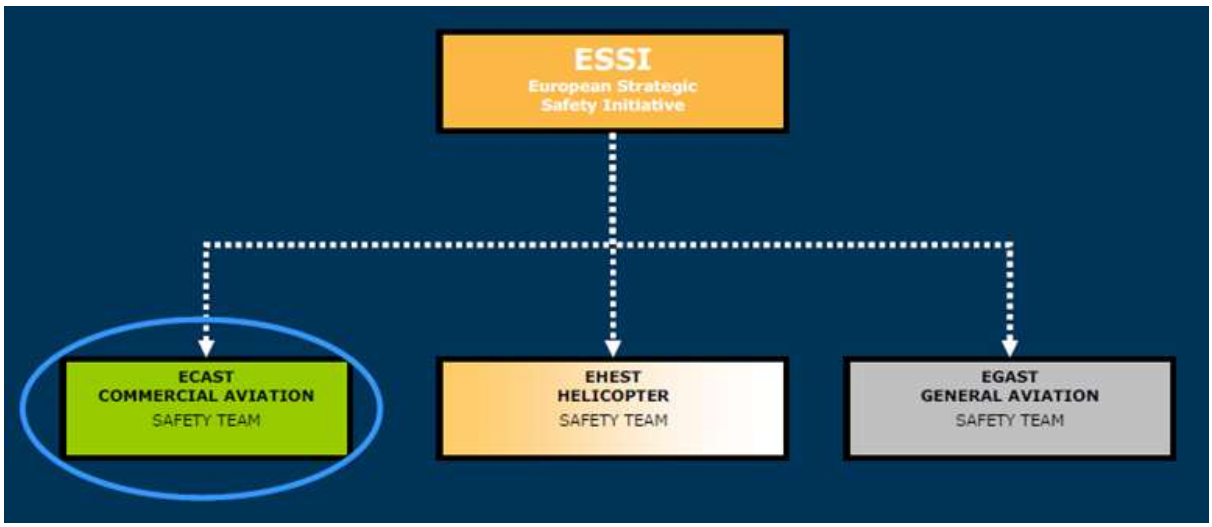


그림 46. ESSI 구성도

(3) ICAO

□ Asia Pacific Regional Aviation Safety Team (APRAST, 아태지역 항공 안전팀)

○ 美 CAST와 같은 선진국 항공 안전팀에서 만든 안전 개선대책들을 검토하여 COSCAP-NA 회원국들에게 적용

- 2008년 COSCAP-SEA와 COSCAP-SA와 연합하여 Asia RAST를 구성하여 공통의 안전 개선대책들을 시행
- 2009년 각 COSCAP Steering Committee는 GASP/GASR에서 규정한 Best Practices의 이행을 평가하고 증진시키기 위한 기구로 ARAST를 사용하는 것으로 결정되었으며, 2009년 RASG-APAC 발족과 함께 ARAST를 APRAST로 전환시키도록 결정하여 모든 아태 체약국들이 참여하는 것으로 합의함.
- 190개 권고사항을 Steering Committee에 상정·승인받아 이행 중
- 우리나라는 총 85건 중 47건 적용 중 (완료 33건, 진행 14건)
- 제작사관련 내용 등 38건은 제외



그림 47. APRAST 구성도

○ ICAO, CAST, ESSI와 같은 기존의 안전 그룹에서 개발한 안전 대책들을 검토하여 아태지역 내에서 이행이 적합한 것을 발췌하여 RASG-APAC에 권고함.

- GASP에 규정된 세계 안전 initiative들과, GASR에서 정한 focus area, best practices, metrics 및 maturity level들을 검토하고, 아태지역 내에서 이행하기 적합한 것을 찾아 RASG-APAC에 권고
- 아태지역의 고유한 또는 특별히 강조할 필요가 있는 비행안전과 관련 분야를

찾아 안전대책을 수립함.

- Risk 분석 기법에 따라 수립된 data driven action plan의 이행을 지지
- 서비스 제공자, 항공사, 제작사, 산업계 등과 긴밀히 협력하여 안전개선이 이행될 수 있도록 함.

○ APRAST는 항공 사고 요인 중 핵심 3개 분야의 세부 안전개선과업(Safety Enhancement Initiatives, SEI)를 선정함.

○ 이는 미국의 CAST의 Safety Enhancement 과제를 그대로 참고했고, COSCAP NARAST에서도 유사한 방식으로 과제를 선정하여 추진함. 주요 사고예방 추진분야는 다음과 같음;

- CFIT : Controlled Flight Into Terrain (조종이 가능한 상태에서 산악, 지형과 충돌하는 사고)
- LOC : Loss of Control (조종능력 상실)
- RI : Runway Incursion (활주로 침범)

표 30. APRAST 사고예방 주력 분야

	CFIT	LOC	R I
1	전방 주시 기능 구비한 GPWS 장착 (GPWS with Fwd Looking Feature)	표준운영절차(SOPs)의 수립 및 적용 (Standard Operating Procedures)	활주로 침범-항공관제사 교육 보완
2	표준 운항 절차 (SOP) (Standard Operating Procedures)	Risk 평가 및 관리	활주로 침범 표준 운영 절차-활주로 침범 예방 및 조종사 교육 프로그램 보완
3	유사 정밀 접근 표준 절차 (Precision-Like Approach SOPs)	안전 정보를 제공할 수 있는 문서 시스템 구축	강화된 노면 마킹 및 등화 기준 적용
4	비행 자료의 분석	조종사 숙달을 평가하기 위한 비행자료 분석 시스템 운영	활주로 안전팀의 구성과 운영
5	승무원 자원 관리 훈련 (CRM Management Training)	인적 요인 및 자동화 (Human Factors and Automation)	조종사를 위한 시나리오 기초 교육 (Scenario Based Training)
6	접근 및 착륙 중 사고예방 교육 (ALAR: Approach &Landing Accident)	조종성 상실에 대한 교육 (Loss of Control Training)	관제탑 관제사를 위한 시나리오에 기초한 교육 (Scenario Based Training for Tower Controller)
7	접근 및 착륙 중 사고예방 정책 (Policies for ALAR)	유도로 및 활주로 형상 (Taxiway &Runway Configuration)	유도로 및 활주로 형상 (Taxiway &Runway Configuration)
8	최소 안전고도 경보 장치 (Minimum Safe Altitude Warning (MSAW))	관제 clearance 절차 검토 (Air Traffic Control Clearance Procedure Review)	관제 clearance 절차 검토 (Air Traffic Control Clearance Procedure Review)
9	비행시계 강화를 위한 기술 검토 (Enhanced flight visibility Tech.)		

○ 각각의 TASK에는 번호를 부여하여 안전영향도, 변경 가능성, 영향도, 우선순위, 담당자 등을 정하여 관리

- GASP로부터 세계 안전 개선대책(GSI, Global Safety Initiative) 번호 부여 APRAST/(risk 분야) 형식에서의 RAST 번호/ (예를 들어 APRAST/CFIT/1);
- 안전 영향도(Safety Impact - 높음, 중간 또는 낮음)
- 변경 가능성 (Changeability - 곤란, 중간 또는 용이)
  - 정책적 의지, 약속, 자원 요구조건들, 시행을 위한 가용성, 잠재적 장애 등 이행을 가로 막을 수 있는 어떤 조건들을 입력
- 안전영향도 변경가능성(IC)의 지표 (P1, P2, P3….)
- 우선 순위(Priority) (1, 2, 3)
- 담당자(Champion)

제 2 절 국내·외 정책 동향

1. 국내 관련 정책 동향

○ 우리나라 항공안전 정책목표

- 국토교통부가 고시한 국가항공안전프로그램(제2014-135호)를 살펴보면 항공안전관리에 대한 주요 기본방침이 다음과 같이 제시됨.
- 국제민간항공기구(ICAO)의 기준과 국내항공법규 요건을 준수하고 최고 수준의 안전도를 유지하기 위하여 필요한 전략과 프로세스를 수립·시행하며, 이를 지속적으로 개선하기 위하여 노력함.
- 서비스제공자는 안전관리 능력의 향상과 선진 안전문화 조성을 위하여 시스템적인 안전관리기법을 적용하고 본래의 취지대로 제반 기능이 구현되도록 노력하여야 함.

○ 국가 항공안전프로그램(State's Safety Programme) 수립 및 시행

- 항공안전프로그램(Aviation Safety Programme)은 항공안전을 확보하고, 안전목표를 달성하기 위한 항공 관련 제반 법규정, 기준, 절차 및 안전활동을 포함한 종합적인 안전관리시스템임.
- 범 정부 차원에서 위험요인을 과학적으로 발굴하고 이를 시스템적으로 관리하여 항공사고를 예방하기 위한 종합적인 안전관리시스템임.

- 정부의 안전정책방향과 역할, 사고준사고 조사체계, 안전정보관리체계, 안전감독체계 및 항공 사업자의 안전관리시스템(Safety Management System) 수립의 요건 등이 수립되어 있음.

○ 정부는 항공안전프로그램의 수립·시행에 관한 항공법 및 같은 법 시행규칙을 개정('07.12 및 '08.5)하여 범국가적으로 과학적·체계적인 안전관리를 위한 근거를 마련하였고, '08.3월 국토교통부는 국가 항공안전프로그램을 고시함.

- 정부의 항공안전성과목표와 이를 달성하기 위한 국토교통부의 조직과 역할, 항공사업자에 대한 안전감독체계, 항공안전정보의 수집·관리 및 항공사업자의 항공안전관리시스템(SMS) 수립 기준 등을 포함함.
- 향후 세계적인 추세에 따라서 정부차원에서의 진보한 안전관리를 위하여 각종 데이터를 분석하고, 분석된 데이터에 근거한 성과 기반형 프로그램으로 보완할 계획임.

○ 항공안전관리시스템(Aviation Safety Management System)

- 항공업무제공자(SP)가 정부의 항공안전프로그램에 따라 자체적인 안전관리를 위하여 요구되는 조직, 책임과 의무, 안전정책, 안전관리절차 등을 포함하는 안전관리시스템임.
- 항공사, 관제기관, 공항운영자, 항공기 정비업체, 항행시설관리자는 '08.12까지 안전관리시스템(SMS)을 구축하여, 국토교통부 또는 지방항공청장으로부터 승인을 득함.
- 이 시스템은 4개 구성요소(안전정책 및 목표, 안전위험관리, 안전보증활동, 안전증진활동)와 이와 관련된 13개의 세부 요소로 구성되어 있음.
- 기존의 시스템은 사고 발생 후 사후 관리에 치중하였으나 안전관리시스템은 사전에 위험요소를 발굴, 분석하여 사고를 예방하는 체계임.
- 서비스 주체별로 전사적 안전관리스시스템(SMS)을 구축 운영하도록 함으로서 정부 규제 중심의 타율적 안전관리방식에서 벗어나 서비스 제공 주체인 항공사, 공항공사, 관제기관별로 시스템을 운영·관리하는 자율적인 안전관리시스템임.
- 공항운영자 및 관제기관은 '06.5 및 '08.1에 기 도입·시행하였으며, 대한항공, 아시아나항공을 비롯한 30여개의 항공사 및 정비업체는 '08년 말까지 국토교통부로부터 승인을 받은 후 운영하고 있음.

○ 위험관리절차(Risk Management Process)는 안전관리시스템(SMS)을 국제표준으로 채택하면서 항공부문에 최초로 적용되는 개념이며, 사전적인 안전관리시스템(Proactive SMS)의 핵심 요소임.

○ 국내 발전소, 화학공장, 조선업 등 산업 안전분야에서 이미 위험관리의 개념을 도입, 운영 중에 있으며, 항공분야에는 2002년부터 국제민간항공기구(ICAO)가 항공사업자의 안전관리시스템(SMS)의 일환으로 위험관리절차를 수행토록 함에 따라 민간항공분야에 도입은 의무임.

○ 정부는 더 과학적이고 시스템적인 안전관리를 위하여 2007년부터 이 절차의 도입을 추진하여 왔으며, 2007년 ICAO를 비롯한 미국, 영국 및 기타 타 산업분야의 기준을 벤치마킹하고, 이를 토대로 항공부문의 기준을 마련함.

○ 위험관리체계는 일차적으로 발생빈도와 위험도를 산출 후, 다시 두 가지를 조합하여 현재의 위험수준을 평가함. 평가결과에 따라서 위험도가 기준치보다 높은 경우에는 위험도를 낮추기 위한 전략을 수립, 시행하도록 절차가 구성되어 있음. 위험관리시스템 도입으로 국가 차원에서도 사전 예측적인 안전관리가 가능하게 될 것이며, 향후 지방을 거점으로 한 저가항공사의 출현으로 안전감독 수요도 한계에 다다를 것으로 예상됨에 따라서, 향후 감독 수요에 보완할 수 있는 대안으로 발전할 것임.

○ 인천국제공항 위험관리(공항분야)

- 인천국제공항은 공항의 안전한 운영을 위하여 위험관리를 시행하고 있음.
- 위험관리는 위험요소를 식별하고 발생가능성, 심각도를 평가하여 위험정도를 평가하는 위험성 평가를 실시 한 후, 의사결정 하여 위험도를 제거하거나 줄이는 시스템적·체계적 절차로서 안전관리책임자는 사후적, 예방적, 예측적인 안전데이터의 수집 방법을 통하여 위험요소의 효과적인 수집, 기록, 조치 및 피드백에 대한 처리 절차를 수립·운영하고 있음.
- 인천국제공항의 위험관리(Risk Management)는 다음의 절차를 가짐.
  - 위험관리계획(Risk Management Plan)
  - 위험요소 식별(Hazard Identification)
  - 위험성 평가(Risk Assessment)
  - 의사결정과 대처(Decision Making and Response)

- 인천국제공항의 위험관리세부절차

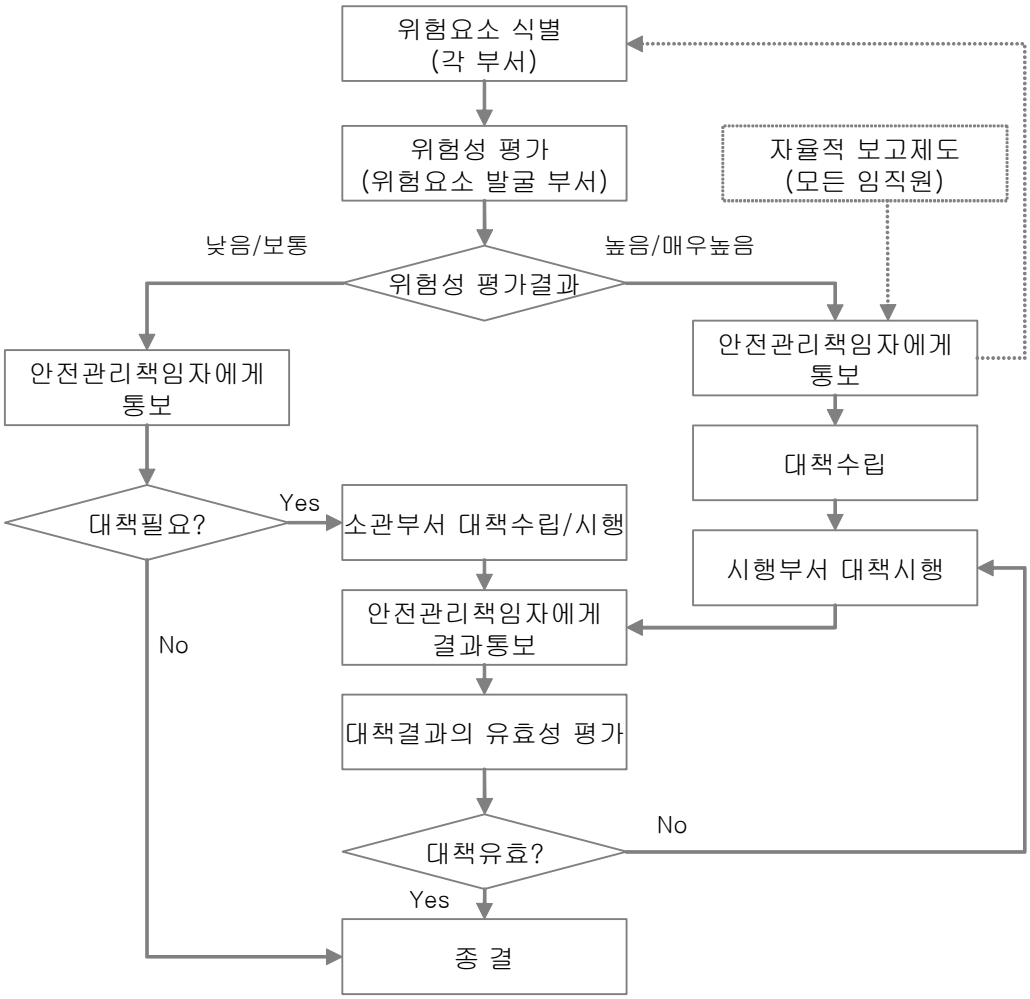


그림 48. 인천국제공항 위험관리 세부절차

○ 항공교통 위험관리(관제분야)

- 항공교통관제 안전 목표를 달성하기 위하여 사후적, 예방적, 예측적인 방법으로 위험요소를 식별·분석, 위험평가를 통하여 이를 제거 또는 경감대책 수립 등의 필요한 조치를 취해야 함.
- 항공교통 위험관리 처리절차

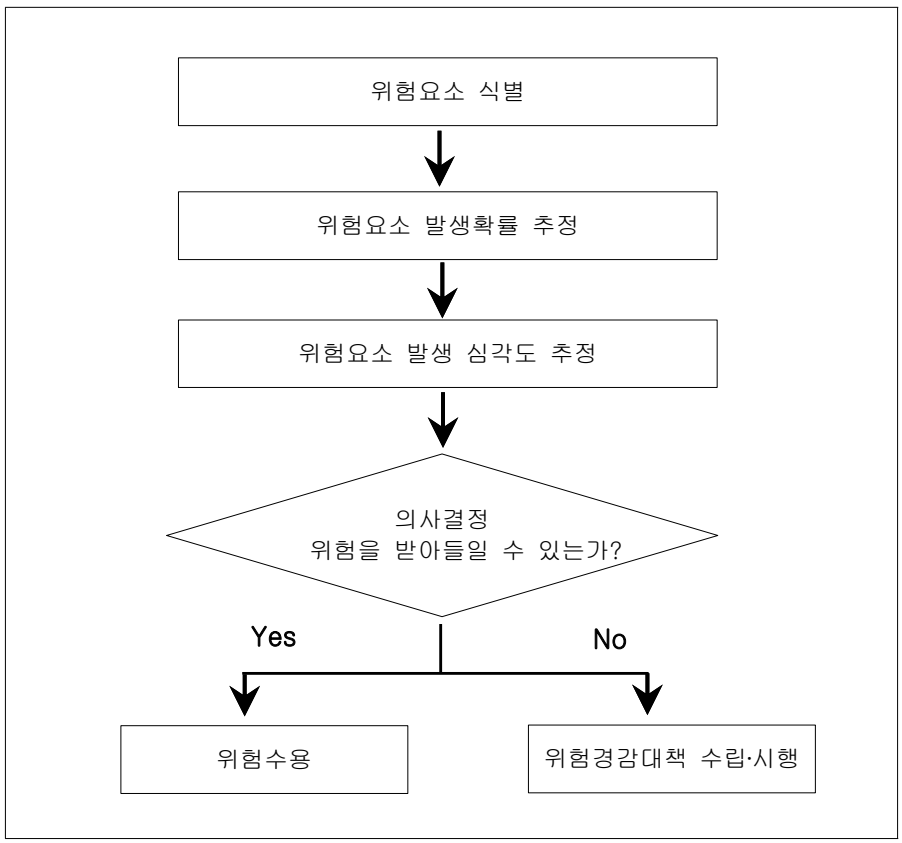


그림 49. 관제분야 위험관리 처리 절차

- 항공교통관제기관은 레이더 자료 등을 활용하여 항공교통관제업무 수행 중 발생되는 단기충돌경보(STCA), 최저안전고도경보(MSAW) 및 분리최저치 위반 등의 잠재적인 위험요소를 탐지하여 분석하기 위한 장치로서 실무오류시스템을 설치 및 운영하고 있음.
- 항공교통업무 수행 중 발생하는 항공기 준사고 및 항공안전장애 등을 조사 분석 및 개선하고 실무기량관찰 등을 통하여 항공교통관제업무 품질을 향상시키기 위해 수립한 항공교통관제업무 품질관리지침에는 실무오류분석시스템 세부 운영에 대한 절차가 수립되어 있음.

○ 정상운영 안전표본조사(NOSS : Normal Operations Safety Survey)

- 위협 및 오류 관리(TEM : Threat & Error Management)를 기반으로 하여 정상적인 항공교통관제업무 수행 중에 발생하는 특정한 안전자료를 수집·분석 및 개선하기 위한 일련의 시스템적인 절차를 말하는 것으로 관제사들이 일상 업무 중 발생할 수 있는 위협 및 오류 등 안전상의 문제점을 사전에 발굴하여 해결하기 위한 안전관리기법임.
- 위협 및 오류 관리(TEM : Threat & Error Management)라 함은 원하지 않는 상황으로 발전할 수 있는 위협과 오류를 명확히 식별하고 관리함으로써 안전을 도모하는 기법을 말함.
- NOSS의 기본원칙은 아래 <표 31>과 같음.

표 31. NOSS 기본원칙

연번	기본 원칙	
1	무간섭 관찰	관찰자가 관제석에서 근무하는 관제사의 근처 또는 뒤에 위치하여 관제업무 수행에 영향을 미치지 않는 상태에서 관찰하는 것을 말한다.
2	기관장/관제사간 공동체 의식	NOSS의 원활한 수행을 위하여 관제기관의 장과 관제사 모두의 공동체 의식을 가지고 적극적인 협력이 필요하다.
3	자발적 참여	NOSS에 참여하는 관찰자 및 관찰대상 관제사는 모두 자발적인 참여의사에 의해 참석여부를 결정하여야 한다.
4	표준화된 관찰자	NOSS 관찰자는 TEM모델 적용, 표준양식 사용, 적절한 코드 사용, 관찰 수행에 대한 지침 등의 교육훈련을 받아야 한다.
5	TEM에 근거한 체계적 관찰 수행	NOSS는 관찰자들이 위협, 오류 및 원치 않는 상황을 관찰할 수 있도록 고안한 방법을 이용한다.
6	익명, 기밀 등 자료수집	NOSS에서 관찰된 모든 자료는 기관에서 기밀문서로 간주되며, 어떤 상황에서도 처벌목적으로 사용해서는 아니 된다.
7	자료 검증절차	분석과정에 들어가기 전에 관찰자가 작성한 관찰보고서 중 위협, 오류, 원치 않는 상황 등의 자료가 적합하게 코드화되었는지 확인하여야 한다.
8	관제사에게 피드백	NOSS의 시행결과, 개선 필요사항에 대한 조치결과를 해당 기관 소속 관제사들에게 통보한다.
9	철저한 자료보관	NOSS 프로그램에서 도출된 자료는 해당기관이 기밀을 유지할 수 있는 장소에서 관리한다.
10	안전목표 설정	안전관리자는 NOSS의 최종보고서를 기관의 안전전략 및 목표 설정시 참고자료로 활용할 수 있다.

○ 항공사 위험관리(운항분야)

- 대한항공의 안전관리시스템인 세이프넷(SafeNet)은 구축된 위험관리(Risk Management) 기능을 통해 각종 안전 위험요소를 총괄 모니터링하고 정량적으

로 평가할 수 있는 기반을 확보하였음. 기존의 안전관리시스템을 정보기술(IT)을 바탕으로 만든 세이프넷(SafeNet)을 2009년 10월부터 적용하고 있음.

- 아시아나항공은 2008년부터 안전관리시스템을 적용 시행하면서, 조종사의 행동 특성을 분석, 최적화된 표준에 맞추도록 함으로서 안전성을 강화하는 LOSA, 안전저해요인을 사전에 제거하기 위한 처벌지양보고제 등 선진화된 예방안전시스템을 도입함. 항공기 운항에 직간접적인 영향을 주는 인적요인, 환경요인, 물적요인, 시스템 등 제반요소들을 종합적, 유기적으로 분석하여 사고유발 가능성을 내포하고 있는 요소들을 원인부터 근본적으로 제거하기 위해 노력함.

○ 비행운항품질보증(FOQA)

- FOQA(Flight Operations Quality Assurance) 프로그램은 항공기 운항 중에 자동기록장치에 의하여 기록된 각종 비행 데이터를 수집·분석하여 운항승무원의 업무수행능력, 항공사의 훈련프로그램 및 운항절차, 항공교통관제절차, 공항정비 및 설계, 항공기의 운용 및 설계 등의 개선을 위한 기본 자료로 활용함으로서 항공안전을 향상시키는 프로그램임.
- FOQA 프로그램을 운영하고 있는 항공사들은 모두 FOQA 조직을 운항 관련 부서에 두고 있고, 조직에 따라서 운영 형태가 다르지만 공통적인 요소는 항공기 시스템, 지상 시스템 및 절차시스템과 관련이 있음.

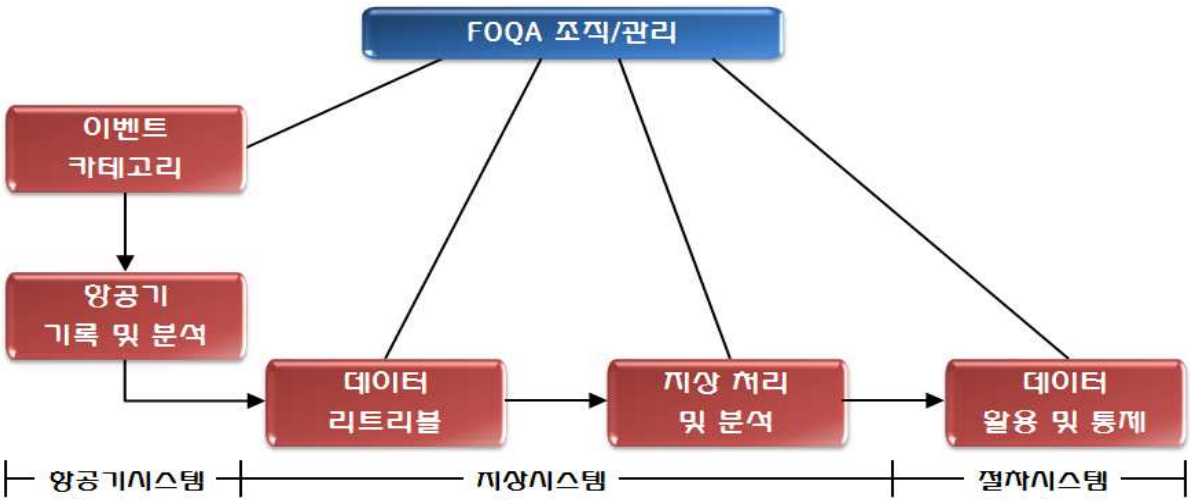


그림 50. FOQA 프로그램

○ 항공안전보고제도

- 1999년 항공안전감독제도의 도입 이후 정부는 항공사에 대해 운항증명 및 유지 여부를 상시점검 및 확인하고 있음.
- 항공안전감독제도는 적발·사후시정 위주의 활동으로 초기 안전정착에 기여하

였으나, 과학적·체계적 안전관리를 통한 사전예방적 체계로 전환하기 위해 다음과 같은 추가적인 제도개선을 실시함.

- 항공안전감독업무를 전담하는 조직의 구성 및 운영
- 점검종류를 기존의 상시점검 외에 집중점검(상시점검 결과 반복적 발생이나 취약부분 발생에 대한 확인이 필요한 사항 점검)과 잠재위험점검(항공사의 잠재위험요인 감지시 운영실태, 안전저해요소 등 종합점검이 필요한 사항 점검)을 신규도입 및 다양화

- 또한 정부는 2010년까지 10년 연속 무사망 사고를 목표로 항공관련 제반 법규정을 정비하고, 항공법 제49조에 따른「항공안전프로그램(Aviation Safety Programme)[13]」을 수립하며, 「항공안전관리시스템(Aviation Safety Management System : SMS)[14]」의 이행기준을 수립하고, 분야별 SMS 승인을 시행함.
  - 정부는 안전목표를 설정·관리하고, 항공사·공항공사 등은 이를 달성하기 위한 예방적 안전관리시스템(SMS)을 구축·운영하기 시작함.
- 1999년 이후 연속 무사망 사고를 기록 중에 있으나, 지속적으로 항공안전을 개선하기 위해서는 항공안전정보 기초자료를 수집·조사·관리·분석하고 다시 항공안전 개선으로 피드백하는 과정이 필요함.
  - 그러나 우리나라는 항공안전정보 기초자료의 수집·관리가 미흡하고, 제출된 자료는 관리자의 판단 등에 의하여 조사 또는 일회성 정보로 취급되어 왔으며, 정확성 부족으로 효율성이 저하되는 실정임.
- 항공안전보고제도에 있어 보고는 있으나, 이를 접수, 조사, DB화, 분석 및 피드백을 통한 항공안전 개선으로 나아가는 제도적 측면이 미흡한 실정임.
  - ICAO의 항공안전종합평가(USOAP)에서 의무보고제도의 명칭, 보고절차, 분석절차 등이 국제기준에 미흡하다는 지적을 받음에 따라, 원활한 보고가 가능하도록 처벌지양적인 보고제도로 나아가는 동시에 항공안전보고제도가 접수, 조사, DB화, 분석 및 피드백을 통한 항공안전 개선으로 나아가도록 제도적으로 보완하는 것이 필요함.

---

13) 「항공안전프로그램」은 항공안전을 확보하고, 안전목표를 달성하기 위한 항공관련 제반 법규정, 기준, 절차 및 안전활동을 포함한 종합적인 안전관리체계임.

14) 「항공안전관리시스템(SMS)」은 항공업무제공자(SP)가 정부의 항공안전프로그램에 따라 자체적인 안전관리를 위하여 요구되는 조직, 책임과 의무, 안전정책, 안전관리절차 등을 포함하는 안전관리체계임.

2. 국외 관련 정책 동향

가. 항공안전정책 현황

(1) ICAO

○ ICAO를 비롯한 미국, 유럽 등 항공선진국에서는 항공기 사고예방을 위한 연구를 1970년부터 수행하였으며, 이를 통해 개발된 일부 시스템은 항공분야에 적용하여 항공기의 사고율을 꾸준히 감소시키고 있음.

○ ICAO 및 선진국들은 사고예방을 위한 안전관리를 사후 대책 중심에서 국가항공안전프로그램(SSP)과 항공안전관리시스템(SMS)을 통한 사전 예방적 안전관리로 전환을 추진함.

○ 또한, 국제항공안전평가제도를 통해 국가의 항공안전관리체계에 대한 감시를 강화하고, 항공안전에 대한 국가책임 강조

- ICAO항공안전평가(USOAP), 美FAA국제항공안전평가(IASA), EU외항사안전평가(블랙리스트) 제도 등으로 안전 부실 항공사는 시장에서 퇴출

○ ICAO는 사전예방적 안전관리를 위해 통합안전관리시스템(iSTARS, Integrated Safety Trend Analysis and Reporting System)을 개발하여 회원국의 안전데이터 분석·관리를 통해 ICAO-회원국간 전략적인 안전관리체계(Strategic safety metrics) 구축 추진

○ 이에 따라 ICAO는 회원국의 안전데이터를 상시적으로 수집하고 안전수준 모니터를 위해 국가의 항공안전프로그램(SSP)과 국가적 위험관리체계 구축이 요구되는 실정임.

(2) 유럽연합(EU)

○ 항공단일시장(Single European Sky, SES) 구축

- 1987년부터 1993년까지 1,2,3 차 Liberalization package 시행 이후 1997년부터 항공자유화 추진
- 2020년까지 효율적이고 안전한 항공교통을 위한 SESAR(Single European Sky ATM) 도입을 추진

※ SESAR 운용개념 : 공역관리 및 항공교통관제 단일화를 통해 비행안전·효율성을 높이고 항공기의 CO_2 배출량도 감축

○ 유럽연합(EU)의 SESAR 추진계획

표 32. SESAR 추진계획

구 분	내 용
제 1단계(2005~2007년)	- 항공자유화를 위하여 SESAR 관련 기술 및 추진기관 등을 포함한 로드맵 수립 - 600만 유로 예산 투입
제 2단계(2008~2013년)	- SESAR 시스템 디자인과 주요시스템 장치 개발 - 연 3억 유로 예산 투입
제 3단계(2014~2020년)	- SESAR 시스템의 실제 운용

○ 민간 경영기법 도입과 공항종합정책(Airport Package) 시행

- BAA(영국), ADP(프랑스), Schipol Group(네덜란드) 등 대규모 공항을 중심으로 민간 경영기법 도입을 추진
- '공항 종합계획(Airport Package)'을 통하여 공항사용료 설정방식과 공항 개발 실행계획 원칙을 규정함. 이를 통해 상업공항의 사용료 인하, 공항용량 증가 및 효율성 및 안전을 향상시키기 위해 노력함.

○ 외국항공사 안전점검 및 운항금지 기준 강화

- EU 집행위원회는 항공안전 및 보안 강화를 위하여 안전관련 운항 금지 기준을 EU 차원에서 결의하고, 통합 항공사블랙리스트를 마련함.[Regulation No 2111(2005)]
- 이를 EU 차원의 통합관리 위해 유럽항공안전청(EASA, European Aviation Safety Agency)의 주도하에 시행

(3) 미국

○ 미국의 항공안전정책은 4개 계획으로 체계화되어 있고 항공안전에만 국한되어 있지 않으며 기술개발이나 환경, 조직적인 측면을 모두 포함하는 정책으로 수립되어 있음.

○ 미국의 4대 안전정책 계획

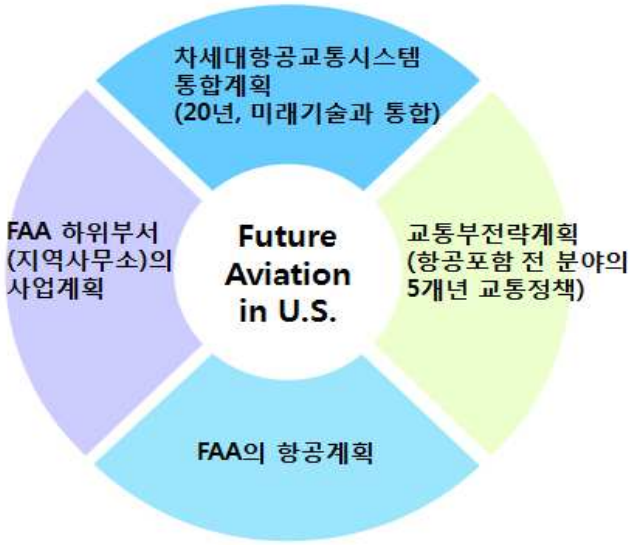


그림 51. 미국 4대 안전정책 계획

○ 차세대항공교통시스템 통합계획(Next Generation Air Transportation System Integrated Plan)

- JPDO(Joint Planning and Development Office)[15]가 2004년 수립하여 의회에 제출한 2025년까지 20년간의 장기계획으로서 차세대항공교통시스템의 안전, 보안, 효율성, 용량 등 전반적 사항에 대한 통합적인 계획

○ 교통부전략계획(Department Of Transportation Strategic Plan)

- 미국의 교통부(Department Of Transportaion: DOT)는 5개년 중장기 계획인 교통성전략계획2003-2008(Department Of Transportation Strategic Plan 2003-2008)을 수립하여 이를 기초로 성과를 측정하고, 각 교통 분야별 예하 기관에서 해당 관련계획을 수립・시행함.

○ FAA의 항공계획(FAA의 Flight Plan)

- 항공분야에서는 매년 연방항공청(Federal Aviation Administration: FAA)의 전반적인 활동을 체계적으로 추진하기 위해 중장기(5개년) 계획인 Flight Plan을 수립하고 있음.

○ 사업계획(Business Plans)

15) 미연방항공청장(FAA Administrator)의 직속부서로서 2003년 미의회와 대통령이 승인한 VISION 100 – Century of Aviation Reauthorization Act에 의해 구성되었으며, 차세대항공교통시스템(Next Generation Air Transportation System :NGATS)의 시행과 공공/대민 협력 업무를 수행함.

- Flight Plan의 목표와 전략에 따라 각 해당 업무기구(Line of Business)와 지원부서(Staff Offices)에서 추진하게 되는 세부사업계획으로서 매년 수립하게 되며 2006년에 최초의 사업계획인 Business Plan 2007을 수립함.

(4) 영국

○ 영국은 민간항공청(Civil Aviation Authority: CAA)과 산하부서인 안전규정그룹(Safety Regulation Group)은 2개의 계획에 의해 항공안전 및 정책을 일괄적으로 추진함.

○ Corporate Plan은 영국 CAA의 전반적인 5개년 계획으로서 매년 4월 교통부에 제출하고 있으며, SRG Plan은 2006년 최초 수립하였으며 CAA의 Corporate Plan을 체계적으로 지원하면서 안전규정그룹(SRG)의 업무를 위한 세부전략을 수행함.

○ 민간항공청 계획(Corporate Plan)

- Corporate Plan 2006/07-2010/11은 미션(Mission), 가치(Value), 지침원칙(Guiding Principle)을 수립하여 영국의 항공여행 및 항공관련 문제들에 대해 항공법규, 정책, 지침의 기준으로 활용함.
- 급변하는 항공환경에 대비해 CAA는 산업계, 유럽연합(EU), 유럽항공안전기구(European Aviation Safety Agency: EASA)[16]와 함께 협력하여 세계적으로 안전한 항공환경 구현하고 교통부(Department for Transportation: DfT)와 함께 산업기반 개발과 규제자(regulator)의 핵심역할을 지속적으로 수행하는 등의 변화를 추구하고 있음.

(5) 호주

○ 호주 항공안전당국(Civil Aviation Safety Authority: CASA)는 2003년 호주항공법 수정안(Civil Aviation Amendment Act 2003)의 subsection 4(1)에 따라 매년 2개년간 중기 계획인 Corporate Plan을 수립함.

○ 호주 CASA는 현장안전관리자의 역할을 수행할 전문인원을 채용하는 한편, 관련

16) 유럽항공안전기구(EASA)는 유럽연합(EU)회원국의 항공안전을 위해 각종 기준마련 및 시행감독, 기술적 업무, 훈련, 연구지원 등의 업무를 수행하기 위해 수립된 기구로서 2003년 업무를 개시하였으며, 유럽항공시장 단일화(Single European Sky)가 진행됨에 따라 중요성이 부각되고 있음.

교육과 훈련을 강화하는 등 위험성 감독능력을 증대하고 있으며 실제 안전위험성과 안전감독의 결과에 기초한 흐름절차(Streamline Process)를 적용하는 새로운 형식의 법령재정비를 추진하고 있음.

○ Corporate Plan은 상기의 안전정책과 시행과제를 포함해 미래의 항공안전정책방향을 변화하는 항공환경에 적응할 수 있도록 제시함.

○ 2006년에 Corporate Plan for 2006-07 to 2008-09를 발간하였으며 호주 항공안전당국의 비전과 가치, 의사결정 원칙, 의지를 명시하고 있음.

(6) 일본

○ 국토교통성의 교통안전기본계획(5개년 계획)은 항공부문을 포함한 전(全)교통부문의 중장기 안전계획임. 항공관할기관이 독립적으로 설립되어 있지 않아 별도로 5개년 계획이 없으며 매년 도로, 철도, 해상, 항공이 모두 포함된 국토교통성 교통안전업무계획을 수립하고 있음.

○ 일본의 교통안전기본계획은, 우리나라의 교통안전법과 유사한 교통안전대책기본법에 기초하고, 육상, 해상 및 항공 교통의 안전에 관한 종합적 또한 장기적인 시책 등을 정함. 중앙 교통안전대책회의에 의해 1972년에 제1차의 교통안전기본계획이 작성되었으며, 5년마다 수립하여 2007년 현재 8차 기본계획이 발표됨.

나. 국외 위험관리 현황

(1) 미국의 위험관리

○ 미국의 국가적 위기로 인한 관리측면에서 변천사를 보면 몇 가지 패러다임의 전환이 관찰되는데, 그 중 하나는 소극적 혹은 대응적(Reactive) 위기관리모델에서 선제적(Proactive) 위기관리모델로의 전환이고, 두 번째는 적극적 위기관리모델의 수용에 따라 구조적 예방(Structural Mitigation)모델에서 비구조적 예방(Non-Structural Mitigation)모델로의 전환을 들 수 있음.

○ 미국의 위기관리는 필요와 시대적 요구에 의해 그 기능이 바뀌어 왔고, 최근 재해저지공동체라는 개념도 지속 가능한 개발이라는 신 개념과 접목되어 단시간에 효

과를 보는 전시적인 재해관리보다는 장기적인 안목에서 사회, 경제적 문제나 재해 문화의 정착이라는 근본적 문제부터 해결하려고 노력함.

○ 미국은 연방항공청(FAA)이 국가공역체계의 안전하고 효율적인 사용을 위해 실행하는 System Safety 절차에서 위험성 관리를 실행하고 있으며, 업무에서 발생할 수 있는 위험요인을 판별하고 평가하여 업무의 시스템이나 절차를 개선하도록 구성됨.

○ FAA의 System Safety 절차

- FAA의 항공안전 위험관리절차는 기본적으로 계획, 위험식별(Hazard Identification), 분석, 평가 그리고 의사결정의 단계로 나누어짐.

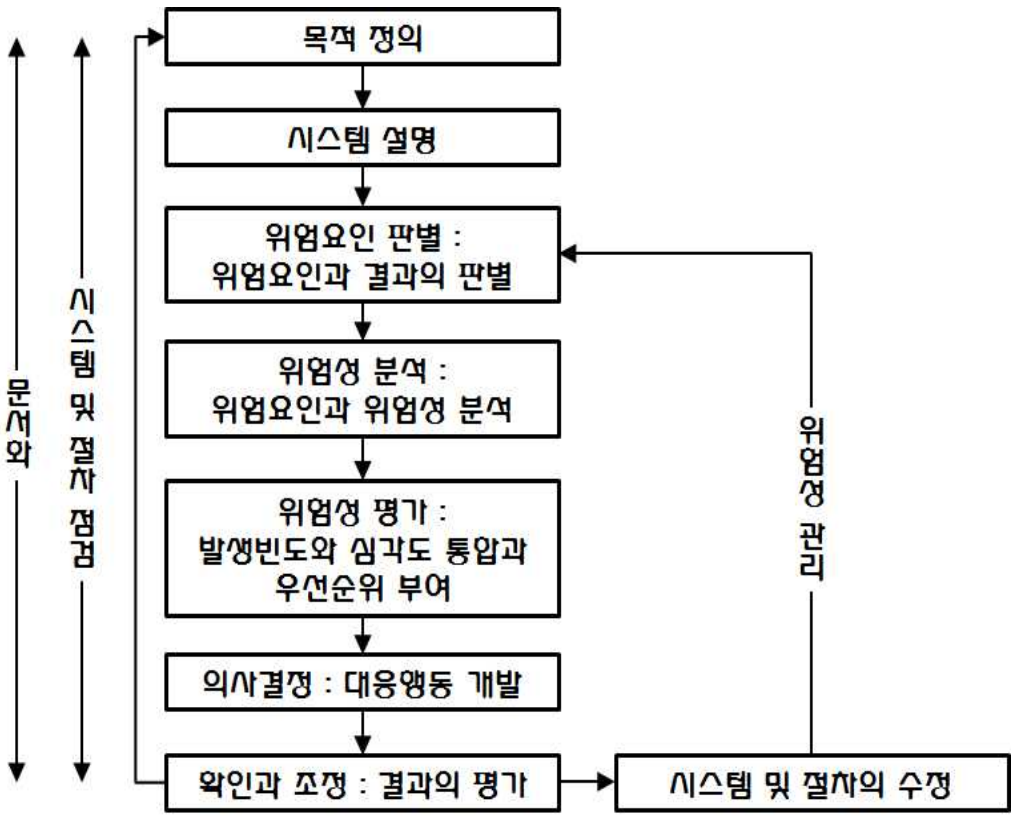


그림 52. FAA System Safety 절차

- 위 <그림 52>와 같은 위험에 대한 접근 방식은 사고의 발생가능성을 확률적 분석 방식을 기초로 하며, 일정한 수준의 위험이 항상 존재하고 있음을 인정하고 위험관리 업무를 일상적인 업무 절차로 편입시킴.

(2) 영국의 위험관리 절차

○ 영국 민간항공국(CAA; Civil Aviation Authority)의 안전관리시스템은 특정한 조직(특히, 공항과 관제 부문)으로 하여금 조직 운영에 있어서 위험요인을 스스로 평가하고, 평가 결과 안전 상 중요한 요인이 발견되면 내부의 자체 기능에 의해 위험 요인을 제거할 수 있는 체계임.

○ 영국 민간항공국의 공항 및 관제 부문의 위험관리 모형은 항공기 운용에 위험이 되는 요인을 파악하는 위험확인 단계, 위험상황이 실제 발생한 경우 위험 수준을 평가하는 단계, 위험의 발생확률을 파악하는 발생가능성 확인 단계, 조직내부에서 특정 위험을 받아들일 수 있는가를 판단하는 위기관리 단계로 나누어 위험관리 업무를 수행함.

○ 영국 민간항공국의 공항 및 관제부문의 위험관리 모형

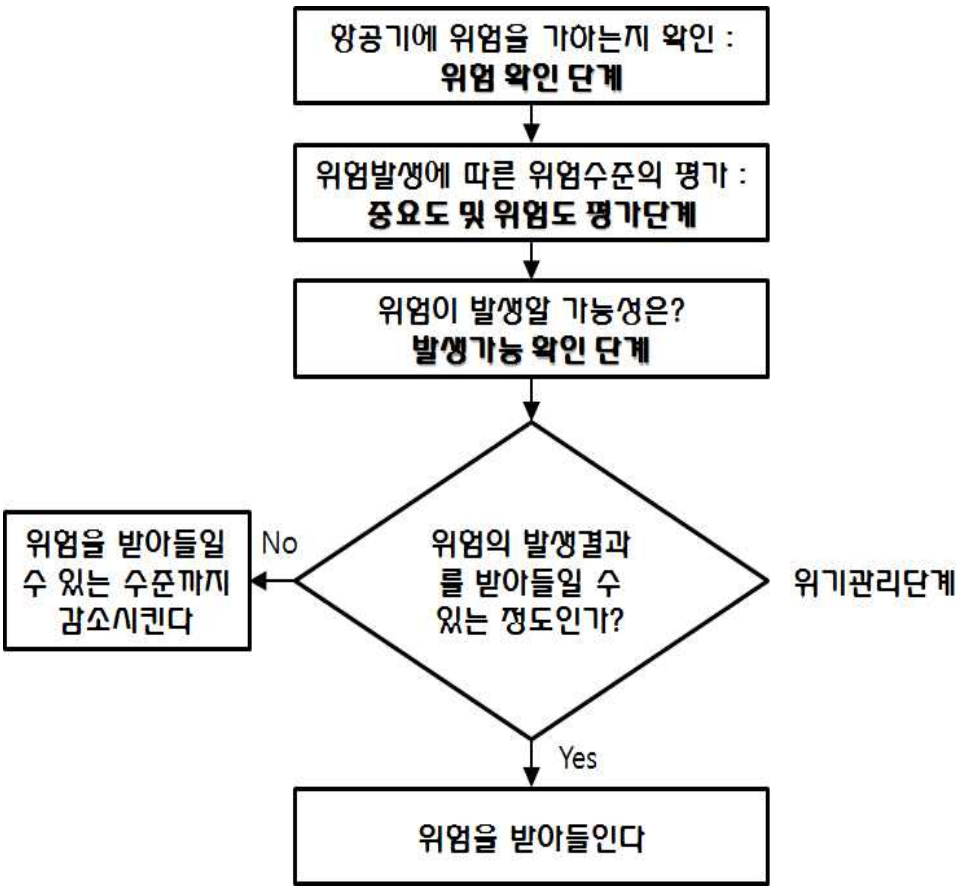


그림 53. CAA 위험관리 절차

제 3 절 종합분석

1. 국내외 관련 기술 개발 비교를 통한 시사점

가. 국내

○ 현재까지 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원을 중심으로 진행한 항공선진화 사업은 항공기, 공항, 항행시설과 같이 3개 대분류로 진행되었으며 이는 대부분 H/W 및 S/W의 국산화가 대부분을 차지하는 것으로 분석됨.

○ 항공선진화 사업으로 추진된 R&D 사업중 항공안전기술개발사업은 항공기 자체에 대한 안전성 확보를 위한 H/W 및 S/W 개발이 주를 이룸.

○ 지금까지 4M에 대한 종합적인 검토는 없었고, 대부분 H/W 개발에 치중했음. 특히 운송용 항공기 사고예방을 위한 기술개발에 관한 충분한 분석 없이 공항, 항행시설에 집중적으로 투자됨.

나. 국외

○ ICAO는 국제적으로 항공안전관리 체계를 마련하기 위해 세계적 계획을 수립하고 각 회원국이 준수해야할 사항을 정립하고 있는 단계임.

○ 이에 따라 항공선진국인 미국과 유럽을 중심으로 체계적인 항공안전관리시스템 구축을 위해 대대적인 연구개발에 투자를 진행하고 있음.

다. 소결론

○ 현재 우리나라는 항공사고 위험요인 예측 분석 및 안전관리와 관련한 연구개발을 진행 중에 있으나, 이는 항공안전관리의 일부분에 국한된 연구개발과제임.

○ 본 기획연구에서는 현재 진행 중인 항공안전관련 기술개발 과제를 포함하여 시스템적인 관점에서 항공안전관련 기술개발을 기획하는 것을 목표로 함.

2. 주요국가 항공안전정책 비교를 통한 시사점

○ 체계적인 안전계획이 요구

- 국가차원의 장기적인 차세대항공교통시스템 계획의 토대 아래, 항공부문의 5개년 전략계획인 Flight Plan을 수립하고 이를 시행하는 부서마다 세부적인 1년 단위 계획인 Business Plan을 추진함으로써 체계적으로 정책을 추진함.(미국)

- 민간항공청(CAA)이 항공부문에 적용하는 5개년 전략계획인 Corporate Plan을 수립하고, 이를 지원하는 안전을 담당하는 대표 부서인 SRG의 5개년 계획인 Safety Plan을 추진함으로써 세부전략을 수행함.(영국)
- 항공안전당국(CASA)이 Civil Aviation Amendment Act 2003에 따라 3개년 계획인 Corporate Plan을 수립하여 정책 추진함.(호주)

○ 명확한 비전과 목표(목적) 설정이 중요
- 항공안전정책을 추진하는 데 있어 선진국은 명확한 미래의 비전아래 목표를 설정하고 있음.
- 미국의 경우 차세대 항공교통시스템 통합계획의 로드맵을 수립하여 대규모 항공교통량 증가에 대비해 안전하고 효율적으로 항공시스템을 운영하고 세계제일의 리더쉽 확보를 위하여 구체적인 항공안전정책을 추진함.
- 영국의 경우, 안전하고 효율적이며, 완벽한 조직운영을 추구한다는 점에서는 미국이나 호주와 유사한 정책을 가지고 있지만 지역적으로 가까운 유럽연합의 항공환경에 따라 항공정책을 탄력적으로 운영한다는 원칙하에 전략을 추진함.
- 호주의 경우, 항공교통량 증가에 대한 대비보다는 현재의 항공시스템을 최대한 안전하고 효율적으로 운영하는 방향으로 비전을 수립하였으며 이를 위해 안전성, 효율성, 기관 및 개인 간의 협력, 업무능력의 향상과 같은 안전정책을 추진함.

○ 매년 계획을 새롭게 수정하여 발표
- 각국의 계획안은 매년 새롭게 수정하여 발간으로써 항공 산업의 빠른 변화속도와 정책변경에 대응함.
- 미국과 같은 선진국도 2003년 최초의 항공부문 5개년 안전계획인 Flight Plan을 수립한 만큼, 체계적인 계획에 의한 정책추진은 초기단계라 할 수 있음. 이 때문에 매년 많은 부분을 현재 실정에 맞게 갱신하여 발간함.
- 영국의 경우 2006년 발간한 5개년 계획을 살펴보면 2005년에 발간한 계획의 목적(Goal)은 동일하지만 근본적인 정책과 세부전략의 체계를 변경하였고, 호주 역시 미국이나 영국과 동일하게 세부전략을 수정하여 발표함.

○ 안전계획의 홍보 및 배포를 통한 인식개선과 시행
- 안전계획은 홍보 및 배포가 유리하도록 보고서 형태가 아닌 사진이나 이미지가 동시에 부각되는 브로셔나 홍보책자와 같은 형태로 제작함.
- 안전계획은 단순히 항공당국의 업무계획으로만 활용하지 않으며, 산업계의 모든

관련종사자의 업무방향을 설정하고 실질적인 업무 수행 원칙 및 태도변화를 추구할 수 있도록 홍보하고 배포함.

- 각국의 안전계획은 각 홈페이지에 일반인이 찾기 쉽도록 게시하여 홍보효과와 더불어 적극적인 참여와 호응을 유도

○ 세부적인 지표 확립

- 관련 하위 부서의 세부적인 업무수행의 목표를 제시함으로써 일관적인 정책을 추구함과 동시에 하위부서의 업무 효율성을 추구함.
- 세부적인 지표는 성과측정의 지표로 활용되며, 명확하고 공정한 세부지표를 확립하여야만 함.

○ 철저한 모니터링 및 성과측정과 성과달성시 인센티브 부여

- 전략과 세부시행과제의 추진 여부를 측정하기 위한 모니터링을 활성화함. 호주의 경우, CEO 보고, Chief Operator Officer 보고, 안전회의 보고, 성과감시회의로의 보고, 연간보고서, 예산보고서, 정기적인 회의결과 내용, 외부기관과의 비교분석 및 설문조사 등 다양한 모니터링 방법을 강구함.
- 미국의 경우 목표달성에 대한 인센티브(성과금)를 지급함으로써 직원의 사기진작과 전략추진의 동기를 마련함.
- 영국의 경우도 사업효율성을 향상시키기 위해 직원들의 근무실태를 검토하며 이들의 성과에 따라 적절한 인센티브를 지급함.

○ 근본적인 항공당국 직원의 업무능력 향상 및 안전문화의 변화 추구

- 대부분의 나라에서 항공당국의 업무능력 향상을 위한 핵심사항으로써 항공당국 직원의 업무능력 개발을 우선으로 함.
- 이를 위해 교육 강화나 참여율 증진과 더불어 직원의 연구능력 향상을 추구하고 있으며, 근본적인 관리방법의 변화를 모색하고 있음.

3. 국내외 관련 기술 및 정책 비교에 따른 SWOT 분석

○ 기회요인

- 안전한 항공교통물류에 대한 전 세계적인 필요와 수요 증가
- 국제적으로 항공기 사고예방과 관련한 안전기준 및 법규 강화에 따른 관련 시장의 지속적인 성장
- 항공기의 대형화 및 첨단화로 많은 개발비가 소요됨에 따라 국제공동연구, 국제

협력, 국제적 분업화에 따른 항공선진국과의 국제협력 기회 확대

- 이를 통한 항공분야 기술수준 향상

○ 위협요인

- 항공교통량 증가에 따른 항공기 사고예방을 위한 안전기준 및 법규 강화
- 항공선진국들의 첨단 항공전자 기술우위를 기반으로 세계시장 선점 및 후발 개발발국 시장 진입 기획 축소
- FAA(미국), JAA(유럽)에 의해 규정된 항공안전 국제인증제도에 따른 후발국들의 인증획득이 난해함.

○ 강점요인

- 세계적 수준의 전자/IT기술 강국으로 이를 항공기 사고예방 관련 기술에 활용한다면 타 후발 개발국 보다 조기 기술개발 및 경쟁력 우위 확보 가능
- 전자, 디스플레이, 통신 산업활성화로 산업/기술/인적 인프라가 이미 갖추어져 이를 항공기 사고예방 기술개발 인프라로 활용 가능
- 항공분야 R&D 활성화에 대한 정부의 강력한 정책의지 및 산업계 전반의 공감대 형성

○ 약점요인

- 항공기 사고예방기술에 있어서 항공선진국과의 기술격차가 계속적으로 벌어지고 있음.
- 해외 시장진출을 위한 미국 FAA와 유럽 JAA의 항공안전인증 획득 필요

○ SWOT 분석을 통한 추진전략 도출

- 우리나라는 안전한 항공 운송을 위해 첨단기술이 요구되는 현재의 상황에서 세계적 수준의 전자/IT기술 강국인 동시에 전자, 디스플레이, 통신 산업의 활성화로 충분한 산업/기술/인적 인프라가 갖춰져 있음을 활용해서, 항공선진국과의 국제협력을 통한 항공안전 기술개발이 필요
- 우리나라는 항공기 사고예방기술에 있어서 항공선진국과의 기술격차가 계속 벌어지고 있으나, 현재 세계시장에서 다양한 항공안전 기술에 대한 수요를 고려해 볼 때, 항공선진국들이 아직 개발하지 못한 항공안전기술에 대한 개발로 약점을 보완하고 시장을 개척해야 함
- SWOT 분석결과를 종합해 볼 때, 우리나라는 미국, 유럽 등 항공선진국들과의 기술격차가 존재하며, 항공안전기준 및 법규 강화로 인해 요구되는 기술수준을 아직 충족시키지 못하기 때문에, 장기적으로 항공안전시장에서 살아남기 위해서는 강점을 바탕으로 항공선진국들과의 기술협력을 통해 미국 FAA, 유럽 JAA의 항공안전인증을 획득하고 해외시장을 개척하려는 노력이 필요

제 4 장 기술수요조사 및 세부과제 도출

제 1 절 기술수요조사

1. 1차 전문가 자문회의 (M+2)

가. 참석자

구분	이름	직급	부서
감독관	곽영필	사무관	운항안전과
감독관	백규하	주무관	운항안전과
자문위원	정하걸	사무관	운항정책과
자문위원	박정권	사무관	사고조사위원회
자문위원	황재갑	주무관	자격과
주관연구책임	한재현	실장	항공우주교통기술연구실
연구진	황유철	연구원	항공우주교통기술연구실
공동연구책임	최영재	박사	항공안전처

나. 기획방향 검토

○ 현재 세계적으로 LOC, Runway Safety, CFIT 분야의 사고예방을 위해 제도적 기술적 노력을 기울이고 있음. 이를 염두에 두고 우리나라의 기술개발 로드맵 수립이 필요함.

○ 본 기획과제 진행에 필요한 국외 사례에 대한 내용은 전체적인 기술개발 방향으로 세부적인 내용까지 분석은 중요하지 않음.

○ 보잉사나 에어버스사가 운송용 항공기 시장을 잠식하고 있는 실정에서 항공기 탑재체 개발은 무의미할 수 있음.

다. 필요기술 수요조사

○ 최근 제주항공의 항공기가 김포공항에서 활주로를 이탈사고가 있었음. 활주로에 항공기 유도로 이용 및 착륙시 과속/이탈 알람 시스템 개발에 대한 내용 고려필요.

○ 외국에는 활주로에 FOD를 자동으로 검출하는 시스템을 개발하였음. 인천공항에 해당 시스템 설치에 대한 내용을 고려하고 있으나, 구축비용이 상당히 큼. 이를 국산화개발하는 것에 대한 고려가 필요함.

○ 사고예방을 위해서 국가에서 해야 할 일중 항공관련 모든 데이터를 통일시켜 항공관련 기관이 모두 교류할 수 있도록 하는 것이 필요함. 항공종합정보제공시스템 개발에 대한 고려 필요.

○ 화물기 내 화재발생 사건이 상당히 많음. 화물기 내 카메라 또는 센서 등을 설치하여 기내 화재 사고예방을 위한 기술개발 내용 고려 필요.

○ 비행 데이터 기록장치(Flight data recorder, FDR)와 관련하여 현재 기체에 1개만 설치가 되어있는데 이를 추가적으로 설치하여 데이터를 분산 저장하면 사고발생 시 FDR 회수 가능성이 높아짐. 또한 FDR 데이터를 실시간으로 지상으로 발신할 수 있는 기술개발 역시 비행 이상 징후를 사전에 발견할 수 있으므로 이에 대한 고려 필요.

2. 2차 전문가 자문회의 (M+4)

가. 참석자

구분	이름	직급	부서
감독관	곽영필	사무관	운항안전과
감독관	백규하	주무관	운항안전과
자문위원	김세연	사무관	공항안전과
자문위원	라제팔	사무관	공항환경과
자문위원	양창생	주무관	항행시설과
자문위원	장동철	사무관	항행안전팀
주관연구책임	한재현	실장	항공우주교통기술연구실
연구진	황유철	연구원	항공우주교통기술연구실
공동연구책임	최영재	박사	항공안전처

나. 필요기술 수요조사

○ 사고발생 현황에 비추어 봤을 때 우리나라는 조류충돌이 한 해에만 수십 건이 발생하고 있는 상황임.

- 과거에는 조류충돌에는 많은 관심을 기울이지 않았으나 현재 이로 인한 대형 사고가 발생하고 항공안전에 큰 영향을 끼쳐 외국에서는 조류 및 야생동물을 퇴치 및 차단하기 위한 기술개발이 많이 이루어지고 있음.
- 조류충돌은 공항 내 및 접점지역이 아닌 공항 외곽 3~8km에서 발생하는 것이 큰 문제임.
- 따라서 조류 및 야생동물을 관리하고 퇴치할 수 있는 기술개발이 필요함.

○ Airside 내 사고와 관련하여 항공기가 본래의 Taxi way를 이용하지 않아 사고가

발생하는 경우가 있음. 항공기는 착륙전에 이미 게이트 및 이동 동선이 정해지므로 항공기의 이동 동선에 따라 활주로 등화를 자동으로 제어하여 항공기를 유도할 수 있는 기술개발을 고려 필요.

○ 항공기 결빙과 관련하여 현재 우리나라에서 사고는 없었으나 외국에서는 제방빙이 안전/환경/공항 효율성 측면에서 큰 이슈임. 현재 기후변화와 같이 이상 기후로 인해 제방빙과 관련된 기술개발을 사전에 준비할 필요.

3. 연구과제 도출 연구진 회의 (M+5)

○ <그림 54>와 같이 연구진행 방향 및 연구진행 내용 검토

- 국내 항공사고/준사고에 대한 현황과 원인분석을 기반으로 국외(CAST)의 사례로부터 필요한 사고예방과제 도출
- 도출된 국외의 사고예방과제와 전문가 수요조사의 결과를 결합하여 항공사고/준사고의 원인 해결을 위해 우선적으로 필요한 기술개발 과제 후보군 검토
- 도출된 기술개발 과제로 후보군으로부터 국내의 정책과 연구수준을 고려한 최종 연구개발 과제 도출
- 각각의 단계에서 도출된 과제에 대한 자세한 내용은 제2절에서 제시함.

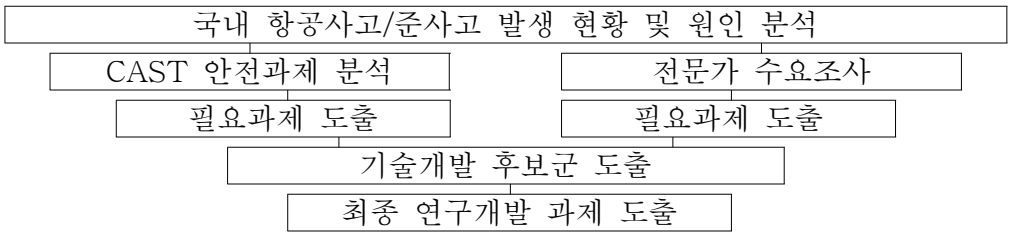


그림 54. 기술 도출을 위한 연구진행 모형

4. 3차 전문가 자문회의 (M+6)

가. 참석자

구분	기관	이름	직급
자문위원	인천공항공사	박구영	팀장
자문위원	한국공항공사	이창우	팀장
자문위원	한국공항공사	고수환	차장
자문위원	대한항공	장영재	이사
자문위원	한진정보통신	김신영	부장
자문위원	인하대학교	유창경	교수
연구진	교통안전공단	최영재	박사
연구진	한국교통연구원	한재현	실장
연구진	한국교통연구원	황유철	연구원

나. 필요기술 수요조사

○ 항공종사자 피로관리 시스템(FRMS)과 관련하여 외국에서 활발하게 연구가 진행중인 것으로 알고 있음. 우리나라에서도 피로에 의한 조종사 인적 오류에 관한 연구 진행이 필요함.

- 강원도에서는 원거리 환자관리를 위해 항공분야의 FRMS와 비슷한 시스템을 국가 R&D 사업을 통해 개발하여 활용하고 있음. 이는 환자 개개인에게 배포된 신체 상태 측정 장치를 통해 환자의 몸 상태를 확인할 수 있으며, 이는 중앙서버로 모든 정보가 수집됨.

  위 시스템에 견주어 봤을 때 시스템 구성에 약 25억 원 정도 소요될 것이며, 참여자에게 디바이스 제공, 인센티브 지급 그리고 의학전문가 활용 등을 고려하여 100억 원 정도가 소요될 것으로 판단됨.

○ 공항지역에 레이더를 설치하여 조류 및 야생동물 관리하는 것에 대해서는 무리가 있는 것으로 사료됨. 조류충돌과 관련해서 가장 큰 문제는 철새들의 움직임을 전국적으로 파악하는 것이 중요함에 따라 철새 이동을 감지할 수 있는 레이더 개발이 필요

- 현재 자율보고제도에 의한 조류 충돌 관련 준사고 보고가 잘 이루어지고 있지 않음. 그러나 조류 충돌은 보고된 것보다 아주 많이, 자주 일어나고 있음. 운송용 항공기 사고예방을 위해서는 조류충돌을 사전에 감지할 수 있는 시스템개발이 국가적 차원에서 필요

5. 기획타당성 검토위원회 회의 (M+7)

가. 참석자

구분	기관	이름	직급
감독관	국토교통부	곽영필	사무관
감독관	국토교통과학기술진흥원	김봄이	선임연구원
자문위원	대한항공	최영재	부장
자문위원	항공안전기술센터	이원식	박사
연구진	교통안전공단	최영재	박사
연구진	한국교통연구원	한재현	실장
연구진	한국교통연구원	황유철	연구원

나. 기획타당성 검토위원회 보완답변서

검토의견	보완답변
◦ 종합의견 - 계속적인 항공수요의 증가와 안전에 대한 중요성이 갈수록 강조됨에 따라 과학기술을 기반으로 하는 예방안전관리시스템을 구축하는 것은 매우 중요	- 본 기획연구에서는 4M(Man, Machine, Media, Management) 접근방법을 활용하여 그동안 “시스템 안전” 측면에서 접근하지 못했던 새로운 항공기 사고예방 기술을 기획하고, 이를 우리나라의 사용자 입장에서 보다 효과적이고, 효율적으로 활용할 수 있는 기술개발 전략을 기획하는 것에 주안점을 두고 있음.
- 우리나라 사고 현황 및 현 안전관리 현황에 대한 분석 필요	- 현재까지 우리나라의 항공사고 현황에 대해 조사가 이루어졌으며, 각 사고별 요인에 대한 정밀분석을 수행 중임. - 우리나라의 사고 및 준사고 현황을 분석한바 비정상적 활주로 접촉이 가장 높게 나타났으며, 엔진계 및 비엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동이 다음을 차지함.
- 항공사고의 근원적 원인을 해소할 수 있는 사전적 사고예방 방안 제시 필요	- 현재까지 우리나라의 항공사고 현황에 대해 조사가 이루어졌으며, 각 사고별 요인에 대한 정밀분석을 수행 중임. - 각 사고 요인에 대해 4M 기법을 이용하여 시스템적 사고예방 기술개발 기획을 하겠음.
- 사고원인 분석 결과에 따른 과제도출 방법의 연계성 부족	- 현재까지 우리나라의 항공사고 현황에 대해 조사가 이루어졌으며, 각 사고별 요인에 대한 정밀분석을 수행 중임. - 각 사고 요인에 대해 4M 기법을 이용하여 시스템적 사고예방 기술개발 기획을 하겠음.
- 도출된 과제를 통해 현재 어떤 문제점들이 개선 가능한지 제시 필요	- 우리나라의 사고 및 준사고 현황을 분석한바 비정상적 활주로 접촉이 가장 높게 나타났으며, 엔진계 및 비엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동이 다음을 차지함. - 도출된 기술개발 과제는 우선적으로 비정상적 활주로 접촉의 사고율을 낮추기 위한 기술개발이며 해당 기술개발을 통해 타 사고예방에 부분적으로 영향을 줄 것으로 사료됨.
- 항공사고의 원인이 인적요인에 많으므로 종사자 관리를 위한 과제 도출 필요	- 인적요인에 의한 항공사고를 줄이기 위한 기술개발로 한국형 자율안전프로그램(VSP) 기술개발을 제안하였으며, 이는 정보의 수집(ASAP), 사고원인 분석(FOQA), 교육훈련프로그램 피드백(AQP)을 항공사들이 상호협력할 수 있는 한국형 자율안전프로그램(VSP) 개발을 포함하고 있음.
◦ 위원별 의견 - 2000년대 이후 우리나라의 항공안전수준은 국가의 안전관리 감독 체계와 service provider의 안전관리시스템의 구축으로 말미암아 발전을 이루고 있으나 계속적인 항공수요의 증가와 안전에 대한 중요성이 갈수록 강조됨에 따라 과학기술을 기반으로 하는 예방 안전관리 시스템을 구축하는 것은 매우 중요한 것으로 판단됨	- 본 기획연구에서는 4M(Man, Machine, Media, Management) 접근방법을 활용하여 그동안 “시스템 안전” 측면에서 접근하지 못했던 새로운 항공기 사고예방 기술을 기획하고, 이를 우리나라의 사용자 입장에서 보다 효과적이고, 효율적으로 활용할 수 있는 기술개발 전략을 기획하는 것에 주안점을 두고 있음.

검토의견	보완답변
- 정부의 항공안전감독 발행은 전통적인 지도감독, 사고조사 방식에서 새로 포함되는 ICAO Annex19 Safety Management 요건에 따라 다양한 사고예방 기술개발사업을 기획·투자하고 예방안전시설, 장비, 프로그램을 시급하게 개선하여 나갈 필요가 있음	- 항공안전감독 체계에 대해 ICAO에서 요구하는 새로운 SMS 구축에 대응하기 위하여 시스템보증개념(SAS)의 안전감독체계 기술개발을 제안함. - 차세대 시스템안전감독(SASO) 기술개발
- 사고비율과 위험도가 높은 활주로 관련사고, CFIT 제어본능에 의한 사고를 줄이기 위한 예방안전 시스템을 국가 자체적으로 연구 개발함으로써 우리나라가 항공 안전 분야에 기술적으로 선도해 나가는 것도 향후 실현가능한 비전이며 시급한 과제라고 판단함	- 우리나라의 사고 및 준사고 현황을 분석한바 비정상적 활주로 접촉이 가장 높게 나타났으며, 엔진계 및 비엔진계 시스템/부품 고장 또는 오작동이 다음을 차지함. - 도출된 기술개발 과제는 우선적으로 비정상적 활주로 접촉의 사고율을 낮추기 위한 기술개발이 주를 차지하며 해당 기술개발을 통해 타 사고예방에 부분적으로 영향을 미칠 것으로 사료됨.
- 사고 예방기술 개발로 현재 유럽·북미 수준인 1000만 비행시간당 1.6건 까지의 항공사고 감소 목표는 바람직하며 IT를 접목한 첨단항공산업 장비 개발은 현장의 경험과 어려움을 바탕으로 개발될 경우 Service Provider에 큰 도움이 될 것으로 판단함	- 본 기획연구에서는 4M(Man, Machine, Media, Management) 접근방법을 활용하여 그동안 “시스템 안전” 측면에서 접근하지 못했던 새로운 항공기 사고예방 기술을 기획하고, 이를 우리나라의 사용자 입장에서 보다 효과적이고, 효율적으로 활용할 수 있는 기술개발 전략을 기획하는 것에 주안점을 두겠음.
- 우리나라 사고 Data 정리 필요	- 현재까지 우리나라의 항공사고 현황에 대해 조사가 이루어졌으며, 각 사고별 요인에 대한 정밀분석을 수행 중임.
- 국가 항공안전감독 체계향상 기술 개발 관련 ·현재 상황 항공산업 발전 추이에 따라 소요되는 비용과 동 기술 개발을 통하여 예상되는 비용과의 경제성 분석 자료를 보완할 필요가 있음 ·기술 개발시 항공사 인허가 인원을 웹에서 구현하는 프로그램 마련시 환승시의 비용효과 반영 필요	- 차세대 시스템안전감독(SASO) 기술개발에 따른 정량적 기대효과를 우리나라 실정에 맞게 보완하겠음. - 미국의 FAA 경우 시스템안전에 대한 확실한 안전성과를 기대하고 SASO를 통해 2022년까지 항공기 사망사고율을 운송용 항공기의 경우 80%, 일반항공의 경우 20%까지 감축하는 전략목표 수립 - 미 해군의 사고율 분석에 따르면 시스템 안전관리 도입 후 사고율이 60 ~ 80% 수준으로 낮아짐을 입증함.
- 조종사 상황인식 개선을 위한 터치형 smart MFD 개발 관련 ·기술개발 비용에 대한 구체적인 예산액을 산정하여 계산 필요	- 현재 소형항공기용 MFD 개발이 진행중임에 따라 운송용 항공기용 Smart MFD 예산액 산정이 가능할 것으로 사료됨. - 본 기술개발이 1단계 기술개발 과제로 선정될 시 상세 예상 연구개발비를 산정하도록 하겠음.
- 한국형 자율안전프로그램 기술 개발 관련 ·항공사와 정부가 합의하여 협조 가능한 항목으로 재편성 필요	- 한국형 자율안전프로그램 기술 개발에 대해 현장의 의견을 들어 재검토하도록 하겠음.
- 실시간 우리나라의 사고·준사고·안전장애율을 실시간으로 표현할 수 있는 방안도 함께 제시 될 필요가 있음	- 해당 부분에 대해 차세대 시스템안전감독(SASO) 기술개발 RFP 작성시 반영하도록 하겠음.
- 기획연구의 타당성을 설명하기 위해서는 현재 안전관리 현황분석을 병행해야 결과의 타당성 설명이 가능할 것으로 판단	- 현행 안전관리 현황에 대해 검토하도록 하겠음.

검토의견	보완답변
- 결과부분에 정부 안전정책 방향이 사전적 사고 예방 방법으로의 전환이 반영될 수 있도록 근원적 원인 해소를 위한 방안 제시 필요 ·항공사고의 60% 이상이 인적요인과 관련이 있는 만큼 항공종사자의 신체검사증명과 종사자 관리의 통합방안에 대한 검토 필요 ·조종사의 조작불능 상태 또는 피로누적으로 인한 실수가능성 등을 최소화하기 위한 방안 제시 필요	- 현재까지 우리나라의 항공사고 현황에 대해 조사가 이루어졌으며, 각 사고별 요인에 대한 정밀분석을 수행 중임. - 각 사고 요인에 대해 4M 기법을 이용하여 시스템적 사고예방 기술개발 기획을 하겠음. - 조종사의 피로부분에 대해 사고예방 기술개발을 고려하였으나, 아직 피로로 인한 사고로 판명된 항공사고가 규명되지 않은바 해당 사고요인에 대한 기술개발에 대한 고려를 하겠음.
- 사고 분석 자료의 부족으로 통계적 유의성을 인정받기 위한 방안에 의한 보완설명 필요	- 현재까지 우리나라의 항공사고 현황에 대해 조사가 이루어졌으며, 각 사고별 요인에 대한 정밀분석을 수행 중임.
- 연구결과가 차후의 정책방향과 일치하는지에 대한 재확인 필요	- 기술개발 도출은 우리나라 항공 사고 및 준사고 분석을 통해 가장 우선적으로 개발해야할 기술개발과제를 1단계에서 추진할 예정임. 이에 대해 정책방향과 일치하는지를 검토하겠음.
- 전체적으로 결과 도출 방법을 보완할 필요가 있는 것으로 판단. 사고 사례 분석에서 갑자기 과제 도출의 결과를 설명하여 중간 설명 부분에 대한 보완이 필요한 것으로 사료됨	- 현재까지 우리나라의 항공사고 현황에 대해 조사가 이루어졌으며, 각 사고별 요인에 대한 정밀분석을 수행 중임. - 기술개발 도출은 우리나라 항공 사고 및 준사고 분석을 통해 가장 우선적으로 개발해야할 기술개발과제를 1단계에서 추진할 예정임.

6. 항공안전위원회 사고예방 도출과제 반영 (M+10)

○ 2013. 7월 아시아나항공 추락사고 후 국토교통부는 항공안전종합대책 수립을 위한 항공안전위원회 설치

○ 항공안전위원회에서 도출된 40개 안전과제 중 총 9개의 R&D과제가 도출됨.

○ 해당과제에 대해 우리나라 사고현황 및 원인분석 결과에 의거하여 본 기획연구의 필요기술에 반영함.

표 33. 항공안전위원회 40개 안전종합대책

추진전략	추진과제	과제성격
1 항공사의 안전경영 체제확립 및 책임·처분 강화	1-1 항공사 안전책임경영제 도입	정책과제
	1-2 항공사 안전관리 조직 기능 확대 개편	정책과제
	1-3 사고 유발 시 제재 현실화	정책과제
	1-4 항공화물 안전관리 강화	정책과제
	1-5 승무원, 승객 방사능 피폭 관리 및 피로관리 체계 개발	R&D과제
	1-6 '비행자료분석프로그램 협의회' 구성·운영 추진	정책과제
2 저비용 항공사 안전경쟁력 강화	2-1 조종사 채용자격 및 훈련 기준 등 강화	정책과제
	2-2 안전우려 저비용항공사 사전적 시장진입 제한	정책과제
	2-3 안전인프라 확충을 통해 저비용항공사 안전성 제고 지원	정책과제

추진전략	추진과제	과제성격
	2-4 경영실적 악화 항공사 집중관리	정책과제
3 헬기 및 소형기 안전 면허제 도입	3-1 헬기 등 소형기 사업자까지 안전면허(AOC) 제도 확대	정책과제
	3-2 헬기 안전 전문감독관 확보 및 안전기준 정비	정책과제
	3-3 시계비행 항공기 자기비행 위치탐지체계(ADS-B/MLAT) 구축	구축과제
	3-4 헬기업체 교육기준 마련과 조종사 심사 실시	정책과제
	3-5 헬기장 안전시설 및 항공지도 등 보완	구축과제
	3-6 항공장애표시등 성능기준 보완 및 관리체계 개선	정책과제
	3-7 헬기·소형기 비행안전관리를 위한 항공네비게이션 구축	R&D과제
4 블랙리스트 외국 항공사 국내 운항 제한	4-1 블랙리스트 외국항공사 국내 취항 금지	정책과제
	4-2 안전우려 외국항공사 집중 감독	정책과제
5 조종사 비상 대응 훈련 강화 및 기량 재평가	5-1 조종사 특별훈련 실시 후 기량 재평가	정책과제
	5-2 조종사 관숙비행, 모의비행장치 훈련 등 강화	정책과제
	5-3 특수공항 관리 강화 및 취항 요건 강화	정책과제
	5-4 조종인력 체계적 양성 및 역량강화를 통한 항공안전 확보	정책과제
	5-5 인적오류분석기술 및 관리체계 개발	R&D과제
6 정비산업 육성, R&D 등을 통한 안전 인프라 확충	6-1 항공기 정비용 적정 예비부품 확보 기준 설정·운영	정책과제
	6-2 해외 외탁 정비업체 관리 강화	정책과제
	6-3 항공정비산업 육성·발전	R&D과제
	6-4 항공사고 위험 예측 분석 프로그램 개발	R&D과제
	6-5 정비 신뢰성프로그램과 고장보고(SDR) 체계 개선	R&D과제
7 안정적 관제운영 및 공항 시설 현대화	7-1 관제기량 향상을 위한 비행장관제 시뮬레이터 구축	R&D과제
	7-2 비행안전성 등을 위한 성능기반항행(PBN) 비행절차로 전환	정책과제
	7-3 활주로 운영등급(CAT : Category) 상향으로 안전성 제고	정책과제
	7-4 지방공항 항행안전시설 확충 및 현대화	정책과제
	7-5 제2항공교통센터와 항공안전종합통제센터 설립	구축과제
	7-6 활주로 이물질(FOD) 자동탐지시스템 개발	R&D과제
8 정부 안전 관리의 패러다임 전환	8-1 정량적 안전목표와 지표 설정·관리	정책과제
	8-2 감독시스템 현대화·모바일화로 효율성과 편의성 제고	R&D과제
	8-3 정부 항공 조직 개편 및 전문 인력 확충	정책과제
	8-4 항공안전위원회 상설화	정책과제
	8-5 대국민 항공안전 체험교육과 최고경영진 안전관리 교육 시행	정책과제

제 2 절 사고예방 필요기술 도출

○ 앞서 제시됐던 국내 항공사고/준사고의 발생현황을 살펴보면 <그림 19>의 우리나라 운송용 항공기 1,000만 비행횟수당 사고/준사고 비율(1993~2012)에 나타난 것처럼 2000년을 정점으로 비행횟수당 사고/준사고의 비율이 완만하게 감소하는 경향을 확인할 수 있음

- <그림 20>의 국내(Part 121) 사고 발생유형('91-'00)과 <그림 21>의 국내(Part 121) 사고 발생유형('01-'10)를 참조하면 1990년대와 2000년대의 국내 사고 발생유형이 변화함을 확인할 수 있음
- 이는 사고 발생유형뿐만 아니라 사고 원인에도 나타나, <그림 28>의 1991~2000년의 항공기 사고/준사고 직접원인과 <그림 29>의 2001~2012년 항공기 사고/준사고 직접원인을 비교해보면 90년대 사고의 주요원인이 조종과실(75%)에서 2000년대에는 조종과실(34%), 부품결함(12%), 정비요인(23%) 등으로 다변화되는 것을 확인할 수 있음
- 이러한 항공사고/준사고의 변화를 고려할 때, 사고예방을 위해서는 최근 2001년부터 2012년 사이에 발생한 국내 항공사고/준사고에 초점을 맞출 필요가 있음

○ 국내와 국외의 항공사고/준사고 발생현황을 비교해보면, <표 15>에서 제시된 것처럼 국내외 항공사고/준사고의 발생유형에는 차이가 있으며, 국내에만 해당하는 주요 사고원인들이 존재함

- 이러한 국내외 항공사고/준사고의 차이를 고려할 때, 사고예방을 위해서는 국내에서 발생하는 주요 항공사고/준사고의 발생유형에 해당하는 국외 사고예방 기술에 대한 벤치마킹과 동시에 국내의 주요 사고원인을 제거하기 위한 사고예방 기술의 선택이 필요함.
- 따라서 최종적인 사고예방 기술은 벤치마킹할 국외 사고예방 기술과 국내 주요 사고원인에 해당하는 사고예방 기술, 그리고 보완을 위한 전문가 자문 및 사고예방 기술 수요조사를 통해 후보군을 구성하여, 후보군으로부터 선택하는 것이 바람직함.

○ 2000년대 국내 항공사고/준사고의 발생유형을 살펴보면 <그림 21>에서 나타난 것처럼 비정상활주로접촉(ARC), 비동력계통고장(SCF-NP), 동력계동고장(SCF-PP), 난류(TURB), 활주로 침범(RE)의 순으로, 이들은 각각 ARC 23%, SCF-NP 18%, SCF-PP 13%, TURB 10%, RE 7%로 전체 사고 발생유형 중 71%를 차지

- 이러한 사고 발생유형에 대처하기 위해서 우선적으로 사고 발생이 많은 주요 5

가지 사고 발생유형에 해당하는 사고예방기술이 필요, 이를 국외 CAST의 사고예방기술로부터 벤치마킹

- <표 28>과 <표 29>에 제시된 CAST가 운송용 항공기 안전성 향상을 위해 완료 또는 진행, 진행예정인 정책 및 기술 과제 121개 중 <표 34>와 같이 국내 항공사고/준사고의 주요 발생유형과 관련된 37개 과제도출
- ARC와 RE는 CAST의 사고 예방 과제 중 Runway Safety 과제, SCF-NP와 SCF-PP는 SCF와 Maintenance 과제에 해당

표 34. 국내 항공사고/준사고 주요 유형 별 국외(CAST) 항공사고 예방과제 목록

국내 항공사고/준사고 발생유형	CAST의 안전개선 과제	
	CAST SE	주요내용
ARC and RE (30%)	SE042	Airside 내 항공기 및 이동체에 명확한 이동경로를 제공하기 위한 시각 보조 장치 개발 (신호제어 시스템 개발)
	SE043	Airside 내 항공기 및 이동체에 명확한 이동경로를 제공하기 위한 시각 보조 장치 개발 (신호제어 시스템의 전천후 인지도 향상)
	SE045	Airside 내 항공기 및 이동체에 명확한 이동경로를 제공하기 위한 시각 보조 장치 개발 (스마트 조명 및 모니터링 시스템 개발)
	SE048	고성능 시뮬레이터를 이용한 관제사 능력 향상 (항공관제 능력, 자원 관리 능력, 상황인지도, 팀워크, 기억력 향상) 및 OJT, 컴퓨터 기반 수업
	SE176	부적절 활주로 이용에 대한 분석 및 평가하여 잠재적인 활주로 안전문제 및 사고 예방
	SE177	항공기 택시, 착류 및 이륙 운영시 후방에서 잘 보일 수 있도록 하기 위한 항공기 등화 시스템 개발
	SE178	부적절 활주로 이용에 대한 잠재적위험 분석 및 사고경감계획을 수립
	SE179	부적절 활주로 이용에 대한 상황인식 및 사고방지를 위해 조종사훈련교육 및 활주로운영교육 실시
	SE180	부적절한 활주로 진입에 영향을 주는 요인을 시나리오기반의 교육훈련을 통하여 감소
	SE181	공항 설계시 활주로 및 계류장 혼동에 영향을 주는 위험요인제거를 통하여 사고 경감 및 사고요인 제거를 위한 표준지침수립
	SE182	ATC의 활주로 승인절차검토를 통하여 잘못된 활주로 진입 및 사고예방
	SE183	활주로 사고를 줄일 수 있는 동적 공항지도 적용 시현 시스템 개발
SCF NP and PP (31%)	SE017	Landing Struts의 점검을 위한 규정, 정책, 절차를 개발 및 강조를 통해 정비 분야에 의한 항공기 이착륙 사고 감소
	SE018	사고 예방 및 안전을 위해 운영자 및 규제기관은 정비 하청업체 관리감독 증진 필요
	SE019	항공기운항에 필요한 최소장비 목록기준(MEL)의 운영 기준 및 방법 구축을 통한 이착륙사고예방
	SE084	엔진 디스크 필수 검사를 통해 엔진 사고예방
	SE101	항공기에 새 브레이크 보호 시스템 기술 개발 및 설치
	SE169	정비사 관리 절차 및 정책을 개선하여 장비의 유지보수 및 관련사고 예방
	SE170	부품관리 보고 절차를 통해 개선 및 부적절한 부품유지 관련 사고 예방
	SE172	실무절차와 규정간의 차이 점검 및 수정을 통해 관련사고 예방
	SE175	정비간 피토 정압관 커버 이용 개선정책 및 절차를 통하여 피토 정압관 시스템 손실로 인한사고 감소

국내 항공사고/ 준사고 발생유형	CAST의 안전개선 과제	
	CAST SE	주요내용
TURB (10%)	SE066	PIREPs 매뉴얼 및 자동화 난류 보고시스템 개발
	SE068	난류 예측 검증 시스템 개발
	SE069	난류 용어 및 개발 항공기 범주에 따른 특정 제품 표준화
	SE070	뇌우(Thunderstorm) 수직 및 수평 회피 표준 절차개발
	SE071	실시간 기상/난류 다중 통합자료 시현 시스템 개발
	SE072	항공기 탑재용 난류 시현 시스템 개발
	SE073	청천난류(CAT) 실시간 경보 센서 개발
	SE074	윈드쉬어 탐지 레이더 장비 개발
	SE076	차세대 난류 탐지 센서 개발
	SE077	난류 완화 비행제어 시스템 개발
	SE078	난기류 운항절차 및 이에 대한 상황인식 등 항공훈련프로그램을 개발하여 연간 반복 훈련 시행
	SE079	난류 부상 감소를 위한 좌석벨트 개선
	SE080	난류 부상 감소를 위한 항공기간 광범위 통신 시스템 개발
	SE081	난류 부상 감소를 위한 항공기내 주방 손잡이 개발
	SE082	난류 부상 감소를 위한 기존 항공기 주방손잡이 교체
	SE083	난류 부상 감소를 위한 손잡이 외 항공기내 장비 개발

○ 국내 항공사고/준사고의 발생유형은 미국의 발생유형과는 차이가 있기 때문에, 이를 보완하기 위해서 국내 항공사고/준사고의 발생원인을 분석, 그 결과 최근 2001~2012년의 국내 항공사고/준사고의 발생 원인은 <그림 29>의 2001~2012년 항공기 사고/준사고 직접원인에 제시된 것처럼 조종과실 34%, 정비요인 23%, 부품결함 12%, 기상요인 9%, 조류충돌 3%로 사고원인을 조사 중인 12%와 기타 7%를 제외하고 전체의 81%를 차지

- 앞서 제시된 국내 항공사고 원인 및 사고율을 참조하여 사고원인을 인적, 기계적, 환경적 요인으로 분류하면, 조종과실은 조종사의 인적요인에 의한 것으로 <표 13>과 같이 조종사의 기술/기량 미흡, 의사결정 오류가 원인
- 정비요인 및 부품결함은 기계적 요인으로서 엔진계통, 착륙장치, 공조/여압 등의 시스템 고장과 정비에 대한 인적요인의 문제가 해당, 정비의 인적 요인이 시스템 고장보다 큰 비율을 차지하기 때문에, 우선적으로 정비에서 인적 요인에 대한 기술 개발이 필요

- 낙뢰, 난기류 등 기상요인과 조류충돌 등의 운항환경에 있어서 위해요인이 존재

○ 국내에서 항공사고/준사고의 예방을 위해서는 우선적으로 사고원인 중 인적, 기계적, 환경적 요인의 제거를 위한 기술 개발이 필요

- 인적 요인은 조종사의 기술/기량 향상을 위한 교육훈련 프로그램 및 시뮬레이터의 개발과 의사결정 오류의 방지를 위해 의사결정 절차의 개선 및 의사결정 오류를 일으키는 조종사의 과실 방지를 위해서 조종사 상태(건강, 피로 등) 관리 시스템의 개발이 필요
- 기계적 요인은 정비에서 인적오류의 제거를 위해서 정비 절차 및 정비 필요 부품·장비에 대한 정보를 실시간으로 제공해주는 가이던스 시스템, 기체 고장의 처리 오류를 방지하고 신속하며 정확한 처리를 위한 고장보고체계의 개선 등이 필요함
- 환경적 요인은 낙뢰, 난기류의 발생과 발생 공역을 예측하기 위한 기상 예측 시스템과 조류충돌의 방지를 위한 야생동물 관리 기술 및 시스템이 필요
- 또한 운송용 항공기의 사고의 주요 원인을 인적, 기계적, 환경적 요인으로 구분할 수는 있지만, 사실 사고의 발생은 이러한 원인들이 복합적으로 작용하여 일어난다는 점을 고려할 때, 각 사고 요인들에 대한 정보를 종합하여 체계적으로 분석하고 관리할 수 있는 통합 정보 분석 시스템 및 관리감독 시스템의 구축이 필요함

○ 국내 항공 사고/준사고의 유형을 바탕으로 도출된 CAST의 안전개선 과제와 원인분석 결과를 토대로 도출한 사고예방 기술에 대한 보완을 위해서 2차례 전문가 자문회의를 거쳐 <표 35>와 같이 전문가 수요조사에서 8개 필요기술 도출

표 35. 전문가 사고예방 필요기술 수요조사 결과

No	전문가 사고예방 필요기술 수요조사
1	국내에서 발생한 활주로 이탈사고를 고려할 때, 항공기 유도로 이용 및 착륙시 과속/이탈 알람 시스템 개발 필요
2	항공기가 본래의 Taxi way를 이용하지 않아 발생하는 사고가 존재, 항공기의 이동동선을 고려한 유도기술 개발 필요
3	국내에는 사고가 없으나 외국에서 항공기 결빙은 큰 이슈, 현재 이상기후를 고려할 때 사전에 제방빙과 관련된 기술개발 필요
4	한해에만 수십 건이 발생하는 조류충돌을 고려할 때, 조류 및 야생동물 관리 기술 개발 필요
5	활주로 이물질(FOD) 검출 시스템 개발
6	국가는 사고예방을 위해서 항공관련 모든 데이터를 통합하여 관리함으로써 항공관련 기관이 데이터를 공유하는 것이 필요, 이를 위해 항공종합정보제공시스템 개발 필요
7	화물기 내 화재가 빈번히 발생, 화물기 내 카메라 또는 센서를 이용한 화재 사고예방 기술 개발 필요
8	비행데이터의 손실을 막기 위해 비행기록장치(FDR)의 추가설치 및 실시간 지상 발신 기술개발 필요

○ <표 34>의 CAST의 안전개선 과제로부터 도출된 예방과제와 국내 항공사고/준사고의 원인분석으로부터 도출한 사고예방기술, <표 35>의 전문가 수요조사 결과를 결합하여, 우선적으로 항공사고/준사고의 원인 해결을 위해 필요한 12개 사고예방 필요기술 후보군을 <표 36>과 같이 도출

표 36. 사고예방 필요기술 후보군

No	사고예방 필요기술 후보군	기술 도출 근거		
		CAST (유형분석)	원인분석	전문가 수요조사
1	항공종사자 피로 관리 및 기량 향상 기술 개발	-	수요제시	-
2	활주로 이탈 요인분석 및 방지기술 개발	수요제시	-	수요제시
3	정비를 위한 가이던스 시스템 개발	-	수요제시	-
4	항공기 정비에 대한 고장보고 체계의 개선	수요제시	수요제시	-
5	퀵 제방빙 기술 개발 (터널 방식의 제방빙)	-	-	수요제시
6	기상에 따른 의사결정 지원 기술 개발	수요제시	수요제시	-
7	낙뢰, 난류 예측 기술 개발	수요제시	수요제시	-
8	조류 및 야생동물 관리기술 개발	-	수요제시	수요제시
9	밀리미터급 레이더를 이용한 FOD 검색기술 개발	-	-	수요제시
10	항공화물 위협요인 모니터링 기술 개발	-	-	수요제시
11	안전정보 분석 기술 개발	-	수요제시	-
12	항공종합정보제공 시스템 개발	-	수요제시	수요제시

○ <표 36>의 사고예방 필요기술 후보군으로부터 3차 전문가 자문회의 결과와 <표 33>의 항공안전위원회 40개 안전종합대책을 참고하여 최종 사고예방 필요기술을 도출

- 3차 전문가 수요조사 결과 항공종사자 피로관리 시스템과 조류 및 야생동물 관리를 위한 레이더 및 시스템의 2개 필요기술 도출
- 항공안전위원회의 안전종합대책으로부터 사고예방 필요기술 후보군과 관련된 개 대책을 <표 37>과 같이 도출

표 37. 사고예방 필요기술 후보군 관련 항공안전위원회 안전종합대책

No	사고예방 필요기술 후보군	후보군 관련 항공안전위원회 안전대책
1	항공종사자 피로 관리 및 기량 향상 기술 개발	1-5 승무원, 승객 방사능 피폭 관리 및 피로관리 체계 개발
		5-2 조종사 관숙비행, 모의비행장치 훈련 등 강화
		5-4 조종인력 체계적 양성 및 역량강화를 통한 항공안전 확보
		5-5 인적오류분석기술 및 관리체계 개발
2	활주로 이탈 요인분석 및 방지기술 개발	-
3	정비를 위한 가이던스 시스템 개발	6-3 항공정비산업 육성·발전
4	항공기 정비에 대한 고장보고 체계의 개선	6-4 항공사고 위험 예측 분석 프로그램 개발
		6-5 정비 신뢰성 프로그램과 고장보고(SDR) 체계 개선
5	퀵 제방빙 기술 개발 (터널 방식의 제방빙)	-
6	기상에 따른 의사결정 지원 기술 개발	-
7	낙뢰, 난류 예측 기술 개발	-
8	조류 및 야생동물 관리기술 개발	-
9	밀리미터급 레이더를 이용한 FOD 검색기술 개발	7-6 활주로 이물질(FOD) 자동탐지시스템 개발
10	항공화물 위협요인 모니터링 기술 개발	-
11	안전정보 분석 기술 개발	6-4 항공사고 위험 예측 분석 프로그램 개발
12	항공종합정보제공 시스템 개발	7-5 제2항공교통센터와 항공안전종합통제센터 설립

○ <표 36>의 12개 사고예방 필요기술 후보군 중 <표 37>의 후보군 관련 항공안전위원회의 안전종합대책과 전문가 수요조사 결과에 해당하는 기술을 <표 38>과 같이 최종 사고예방 필요기술로 선정

- <표 36>의 12개 사고예방 필요기술 후보군 중 항공종사자 피로 관리 및 기량 향상 기술 개발은 항공안전위원회 대책과 전문가 수요조사, 원인분석 결과를 반영하여 조종사(항공종사자)의 근무 능력을 향상하기 위한 기술과 조종사(항공종사자)의 피로위험을 관리하기 위한 기술로 분리
- 활주로 이탈 요인분석 및 방지기술은 항공안전위원회 대책 미포함으로 제외
- 정비를 위한 가이던스 시스템 개발은 현재 선진국들에서 가상현실을 이용한 가이던스 시스템이 개발되고 있는 현실을 고려하여 기술선점 및 기술종속 회피를 위해 선도적으로 증강현실을 이용한 가이던스 시스템 개발
- 항공기 정비에 대한 고장보고체계 개선은 항공안전위원회의 두 가지 대책을 결합하여 항공기 중요결함 등 위험분석 및 항공기술정보체계로 변경
- 기상에 따른 공항운영 의사결정 지원 기술 개발과 낙뢰, 난류 예측 기술 개발은 항공안전위원회 대책에는 미 포함되었으나, 사고 유형(10%)과 원인분석 결과(9%)를 고려해 볼 때, 사고발생에 적지 않은 영향을 미치고 있기 때문에, CAST의 안전개선 과제와 원인분석으로부터 도출한 사고예방 기술을 반영해 우선적으로 항공기상정보의 예측을 선택
- 조류 및 야생동물 관리기술 개발도 항공안전위원회의 대책에는 포함되지 않았으나 조류충돌로 인한 사고 발생은 <표 7>에 제시된 것처럼 2009~2012년 간 국내 항공안전장애 중 37%라는 큰 비율을 차지하고 있어서 위험도가 크며, 원인분석과 전문가 수요조사에서 도출되었음을 반영해 선택, 단 실제적인 항공사고의 원인이 조류인 점을 고려하여 조류 안전관리 기술개발로 변경
- 밀리미터 급 레이더를 이용한 FOD 검색 기술 개발은 현재 국토교통부의 연구개발사업으로 추진 중이므로 중복되어 제외
- 항공화물 위협요인 모니터링 기술 개발은 항공안전위원회 대책 미포함으로 제외
- 안전정보 분석기술 개발은 항공사고/준사고의 원인이 인적, 기계적, 환경적 요인이 복합적으로 작용해서 발생함을 고려하여 모든 안전정보를 대상으로 삼아 이종 안전정보 분석 기술개발로 변경
- 항공종합정보제공 시스템 개발은 원인분석과 항공안전위원회의 대책을 참고하여 종합정보 시스템의 개발로 끝나는 것이 아닌 종합정보 시스템 기반의 안전감독 체계가 필요함을 고려하여 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발로 구체화

표 38. 최종 사고예방 필요기술

No	최종 사고예방 필요기술
1	조종사(항공종사자) 상황인식 개선을 위한 시뮬레이터 개발
2	조종사(항공종사자) 피로위험관리 기술 개발
3	증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발
4	항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발
5	항공기상정보 예측모델 기술 개발
6	조류 안전관리 기술 개발
7	이종 안전정보 분석 기술 개발
8	시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발

○ 도출된 <표 38>의 사고예방 필요기술은 안전관리를 구성하는 각 요소들을 체계적으로 관리하기 위해서 4M기법에 따라 Man, Machine, Media, Management로 분류

- 인적요인에 해당하는 조종사(항공종사자) 상황인식 개선을 위한 시뮬레이터 개발과 조종사(항공종사자) 피로위험관리 기술 개발은 인적요인으로서 Man으로 분류
- 정비요인 및 부품결함에 해당하는 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발과 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발은 기계적 요인으로 Machine으로 분류
- 기상요인 및 조류충돌에 해당하는 항공기상정보 예측모델 기술개발과 조류 안전관리 기술개발은 환경적 요인으로 Media로 분류
- 관리 및 정보체계 구축에 해당하는 이종 안전정보 분석 기술개발과 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발은 관리적 요인으로서 Management로 분류

○ 사고예방 필요기술을 4M기법에 따라 분류하는 것은 단순히 요인에 따른 분류가 아닌, 인적 Man, 기계적 Machine, 환경적 Media 요인에 해당하는 각각의 사고원인들을 예방할 기술을 개발함과 동시에 이 세 가지 요인을 통합적으로 연계하여 관리할 수 있는 시스템으로서 관리적 Management 요인에 해당하는 기술을 개발한다는 의미임

- 이종 안전정보 분석 기술은 인적, 기계적, 환경적 등 다양한 요인에 해당하는 정보를 항공사, 공항, 정부 등 다양한 소스로부터 습득하여 사고위험을 예측함
- 이렇게 예측된 사고위험을 기반으로 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발은 사고예방을 위한 안전감독을 체계적으로 실시함

제 5 장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제 1 절 비전 및 목표

1. 비전

○ 운송용 항공기 사고예방 기술개발을 통해 항공사고를 선진국 수준인 1,000만 비행당 2.0건까지 감소시키고자함.



그림 55. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 비전

2. 목표

○ 우리나라가 포함된 아시아 지역은 항공 사망사고율이 1,000만 비행횟수당 4.8건을 보이고 있음.

○ 운송용 항공기 사고에 대한 예방기술 개발을 통해 유럽과 같은 항공선진국과 같이 항공 사망사고를 1,000만 비행횟수당 2.0건대로 낮출 수 있는 기술개발을 목표로 함.



그림 56. 운송용 항공기 1,000만 비행횟수당 사망사고 발생률 지역별 비교(2003~2012년)
(자료출처 : "ANNUAL SAFETY REVIEW 2012," EASA)

○ 국내 항공사고 통계에 대해 EASA 자료와 비교하기 위해서 2003년부터 2012년까지 사망사고건수를 집계함.

- 우리나라는 1999년에 3건의 사망사고 이후 2011년에 처음으로 사망사고가 발생함.
- 10년 누적 운항회수(2003 - 2012) : 3,738,971회(국내+국제)
- 사망사고건수 : 1회
- 천만비행시간(10 Million) 당 사망사고건수 : 2.7

○ 우리나라는 타 동아시아지역 국가와 비교할 때 항공기 운항시간이 적은 편이기 때문에 1건의 사망사고 만으로도 통계상 영향도가 큼.

- 2013년 발생한 1건의 사망사고를 추가하면, 1,000만 비행횟수당 4.9건의 사고발생(2004~2013년)
- 사망사고 발생률을 선진국 수준으로 줄이기 위해서는 지난 10년동안 발생한 2건을 1건 미만으로 줄이기 위한 사고예방 기술이 필요함.
- 즉, 50% 이상의 사고감축을 목표로 기술을 개발해야 함.

3. 사업의 구조

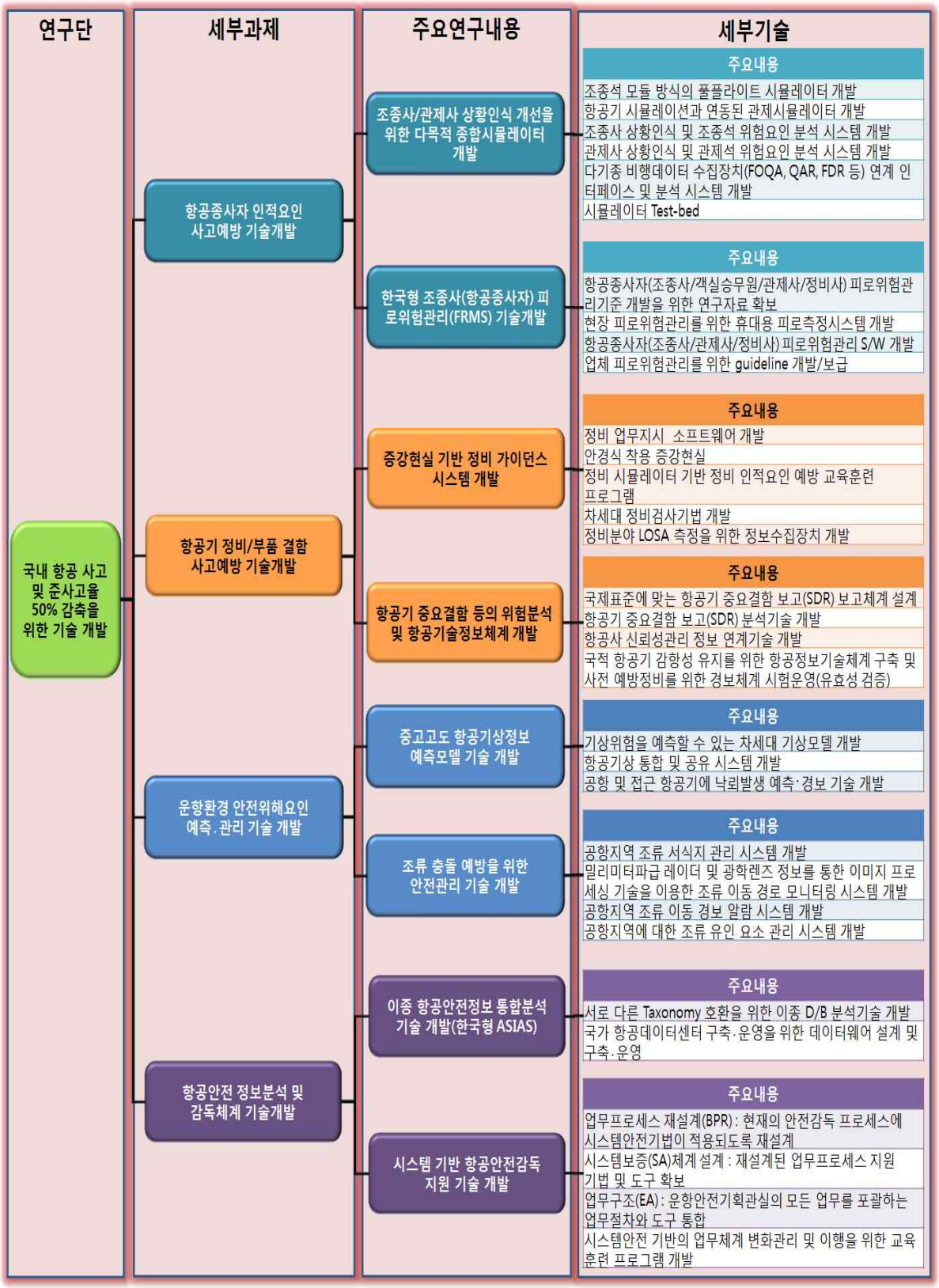


그림 57. 연구개발 추진체계

제 2 절 연구개발과제 구성

○ 본 운송용 항공기 사고예방 기술개발은 향후 기술개발 완료 후 국내 항공 사고 및 준사고를 50%이상의 감축 목표를 위한 기술개발임.

- 각 사고예방 기술개발은 해당 사고원인의 80% 감축을 목표로 진행함.
- <표 39>와 같이 각 사고예방 기술개발의 예방 목표 설정함.
- <표 39>의 '조종사(항공종사자) 상황인식 개선을 위한 시뮬레이터 개발'를 비롯한 각각의 사고원인에 해당하는 6개 기술이 사고 감축 목표를 이루기 위해서는 이들 6개 사고예방 기술을 통합적으로 관리함으로써 각각의 기술을 연계할 수 있는 시스템적 기반이 필요함.
- 이종 안전정보 분석 기술 개발은 다양한 소스로부터 안전과 관련된 정보를 수집하여, 통합적으로 분석 및 위험을 예측하고, 이를 기반으로 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술이 통합화된 시스템에서 6개 사고예방 기술을 관리함으로써 시스템적 관점에서 6개 사고예방 기술이 사고 감축 목표를 이룰 수 있도록 지원함.

표 39. 사고예방 기술개발의 사고 예방 목표

사고예방 기술개발	해당 사고원인	감축 목표
조종사(항공종사자) 상황인식 개선을 위한 시뮬레이터 개발	조종과실 34%	13%
조종사(항공종사자) 피로위험관리 기술 개발		13%
증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발	정비요인 23%	9%
항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발		9%
항공기상정보 예측모델 기술 개발	기상요인 9%	7%
조류 안전관리 기술 개발	조류충돌 3%	2%
이종 안전정보 분석 기술 개발	-	-
시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발	-	-
합계	69%	53%

○ 4M 기법을 통하여 인적·기계적·환경적·관리적 측면의 종합적인 사고예방 기술개발을 제안하고자 함.

- 국내 항공사고의 가장 높은 사고율을 차지하는 인적요인에 의한 사고예방 분야는 국내 사고의 가장 높은 비율을 차지하고 있는 항공종사자 상황인식 관련 기술

개발과 항공종사자 피로위험 관리 기준 개발을 제안하고자함.

- 항공기 시스템 고장이 국내 항공 사고의 33%, 준사고의 41%를 차지함에 따라 기계적 사고예방 분야는 증강현실 기술을 기반으로 하는 항공기 정비사 가이던스 시스템 개발과, 항공기 감항성 안전관리 체계 기술 개발을 제안하고자 함.
- 낙뢰 및 조류충돌과 같이 항공기의 안전운항에 장애가 되는 요소는 최근 들어 이에 대한 항공안전장애보고가 증가하고 있는 추세임에 따라 항공기상정보 예측모델 기술개발과, 조류 충돌 예방을 위한 안전관리 기술개발을 제안하고자 함.
- 최근 ICAO의 부속서19(안전관리)가 '13년 발효됨에 따라 체약국은 새로운 SMS 안전관리체계에 적합한 안전정보 수집·분석체계와 '17년까지 새로운 국가항공안전프로그램 이행을 의무화됨에 따라 항공안전 정보분석 및 감독체계 향상을 위한 이종 항공안전정보 통합분석 기술 개발(한국형 ASIAS)과 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발을 제안하고자 함.

○ 이러한 4M 기법의 사용은 단순히 사고예방 기술개발을 인적·기계적·환경적·관리적 측면으로서 분류하여 개발하는 것으로 그치는 것이 아닌, 인적·기계적·환경적 요인에 해당하는 각각의 과제들을 관리적 측면에서 통합적으로 관리하여 각각의 과제들이 체계적으로 결과를 달성하도록 하는 것

항공종사자 인적요인 사고예방 기술 개발	항공기 정비/부품 결함 사고예방 기술 개발	운항환경 안전위해요인 예측·관리 기술 개발	항공안전 정보분석 및 감독체계 기술 개발
▪ 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발 ▪ 한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기준 개발	▪ 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발 ▪ 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술 정보체계 개발	▪ 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술 개발 ▪ 조류 충돌 예방을 위한 안전관리 기술 개발	▪ 이종 항공안전정보 통합분석 기술 개발(한국형 ASIAS) ▪ 시스템 기반 항공안전 감독 지원 기술 개발

제 3 절 연구수행체계 및 성과물 품질향상 방안

1. 연구수행체계

○ 본 운송용 항공기 사고예방 기술개발 과제는 총괄 주관기관을 중심으로 국토교통부 항공정책실 유관부서의 관리감독을 받아 과제를 수행하며 기관별 역할을 정의하면 <그림 58>과 같음.

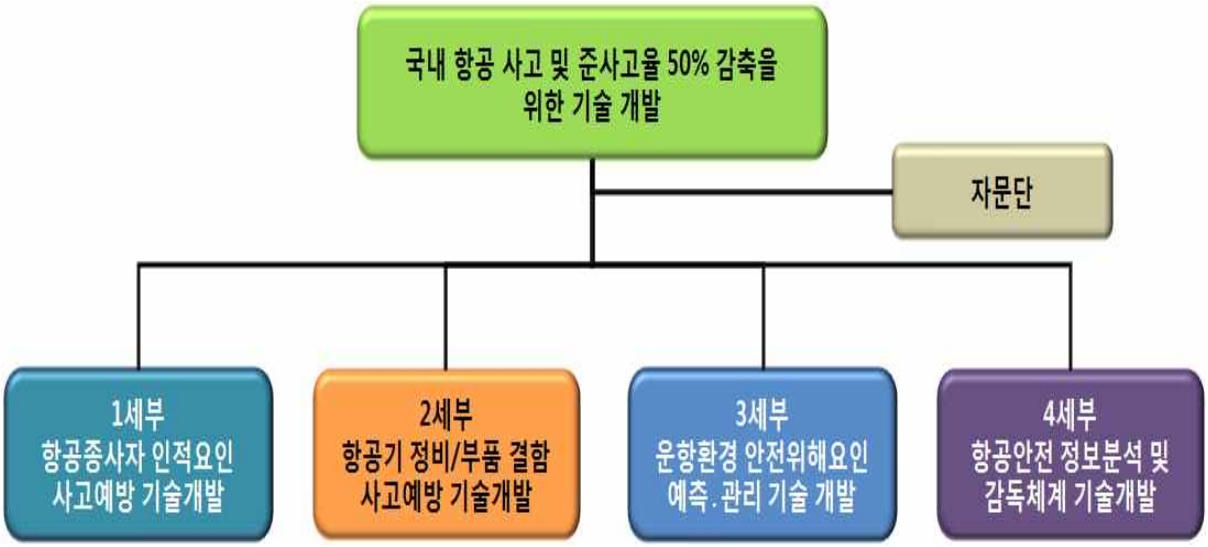


그림 58. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 연구수행체계

2. 성과물 품질향상 방안

○ 세부과제별 연구개발 H/W 및 S/W에 대해 System Engineering 절차에 따라 각 시스템별 설계문서 작성 및 결함 테스트를 실시해야함.

- 이는 System Engineering 절차에 따른 설계문서 검토 및 시스템 결함 테스트를 통해 향후 개발될 H/W·S/W의 결함을 줄이고 연구결과물의 품질 향상을 기대할 수 있음.
- 또한 각 시스템별 사용자들이 쉽게 사용할 수 있도록 하는 동시에 해외시장 진출 및 국내 항공 기술개발의 위상 강화하기 위해 해당 시스템 개발 전 개발문서에 대한 사전적 검토와 결함 테스트가 철저히 이루어질 필요가 있음.

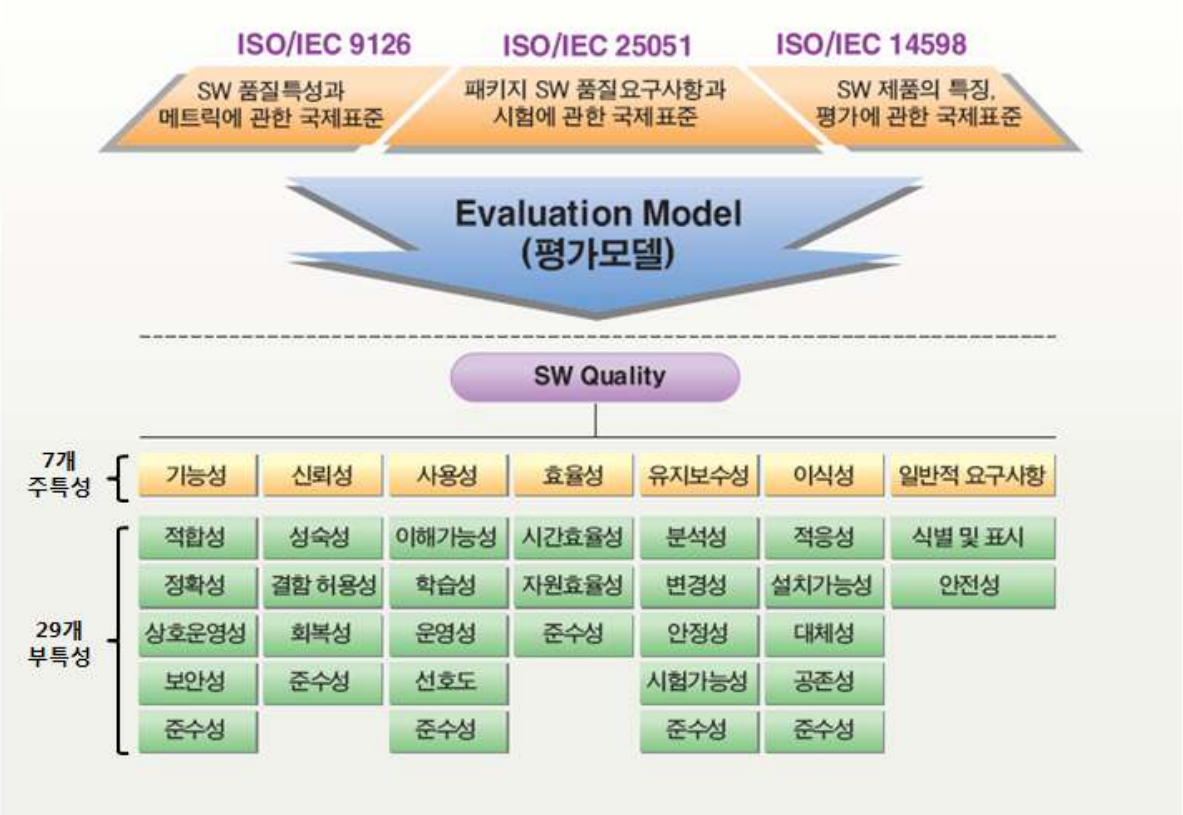


그림 59. 시스템 검증 및 인증 기준

기능성	소프트웨어가 특정 조건에서 사용될 때, 명시된 요구와 내재된 요구를 만족하는 기능을 제공하는 소프트웨어 제품의 능력
신뢰성	명시된 조건에서 사용될 때, 성능 수준을 유지할 수 있는 소프트웨어 제품의 능력
사용성	명시된 조건에서 사용될 때, 사용자가 이해하고, 학습하며, 사용하고 선호할 수 있는 소프트웨어 제품의 능력
효율성	명시된 조건에서 사용되는 자원의 양에 따라 요구된 성능을 제공하는 소프트웨어 제품의 능력
유지보수성	소프트웨어 제품이 변경되는 능력을 의미하며 변경에는 환경과 요구사항 및 기능적 명세에 따른 소프트웨어의 수정, 개선, 또는 개작 등이 포함됨
이식성	특정한 환경에서 다른 환경으로 전이될 수 있는 소프트웨어 제품의 능력
일반적 요구사항	제품 정보 제공 능력 및 제품의 바이러스 감염 여부

그림 60. 시스템 검증 및 인증 특성별 주요내용

가. 개발문서 검증

○ 제3자의 객관적인 검증을 통해 검증 대상 문서산출물이 국제 표준에서 제시된 요구사항을 만족하는지를 확인하고 문서의 신뢰도 향상 및 경쟁력을 높이는데 있음.

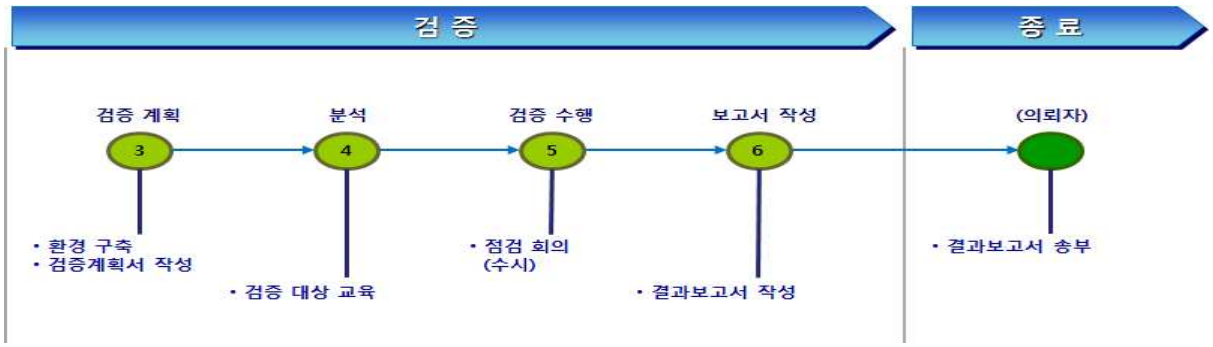


그림 61. 개발문서 검증 절차

○ 개발문서 검증 세부 기준

- 요구사항 분석 문서 검증
  - 추적가능성 분석 : 시스템 요구사항과 소프트웨어 요구사항이 완전하게 상호 추적 가능하도록 기술되어 있는지 분석
  - 소프트웨어 요구사항 분석 : 요구사항 분석 문서에 기술된 내용이 시스템 요구사항과 비교하여 일관되고 정확하게 기술되어 있는지 분석
  - 인터페이스 요구사항 분석 : 인터페이스 요구사항이 소프트웨어, 하드웨어, 사용자, 운영자 및 다른 시스템에 대해 정확하게 기술되어 있는지 분석
- 시스템 설계 문서 검증
  - 추적가능성 분석 : 소프트웨어 요구사항과 시스템 설계 요소가 완전하게 상호 추적 가능하도록 기술되어 있는지 분석
  - 시스템 설계 분석 : 시스템 설계 문서에 기술된 내용이 소프트웨어 요구사항과 비교하여 일관되고 정확하게 기술되어 있는지 분석
  - 인터페이스 설계 분석 : 인터페이스 설계 요소가 소프트웨어, 하드웨어, 사용자, 운영자 및 다른 시스템에 대해 정확하게 기술되어 있는지 분석
- 사용자 문서 검증
  - 구조 요구사항 분석 : 대상 시스템과 문서의 사용자 요구에 맞게 전체 문서가 구조화되고 논리적인 순서로 기술되어 있는지 분석

    * 전체 구조, 시작 부분 요소, 중요 정보 배치 등
  - 정보 요구사항 분석 : 사용자 문서에 포함된 내용(정보)이 완전하고 정확한지 분석

* 식별 정보, 문서 사용 정보, 기능 동작 개념, 기능 수행 오류 메시지와 문제 해결 방법, 용어 설명 등

- 형식 요구사항 분석 : 사용자 문서에 기술된 내용(정보)이 각 절의 목적에 맞게 적절하고 일관된 형식으로 표현되어 있는지 분석

  * 용어와 형식의 일관성, 가독성, 주의 및 경고 표시 등



그림 62. 개발문서 국제표준 및 검증 기준

- 검증 항목별 결함 예시

구분	결함 예시
요구사항 추적가능성 분석	- 소프트웨어 요구사항과 해당 요구사항과 관련된 시스템 요구사항 사이의 관계를 올바르게 기술하지 않는 경우 - 소프트웨어 요구사항과 시스템 요구사항과의 관계가 일관된 수준으로 기술되지 못하는 경우 - 모든 소프트웨어 요구사항을 시스템 요구사항으로부터 추적할 수 없는 경우 - 시스템 성능과 운영상 특징을 소프트웨어 요구사항에서 정확하게 기술하지 못한 경우
소프트웨어 요구사항 분석	- 소프트웨어 요구사항이 표준, 참고문헌, 규정, 정책, 물리적 법칙, 사업적 규칙을 따르지 않고 기술된 경우 - 요구사항 문서의 용어와 개념이 일관되지 않게 작성된 경우 - 자료의 흐름과 제어가 기능적, 성능적 요구사항을 만족하지 못하는 경우 - 자료의 사용법과 형식이 적절하지 않은 경우 - 요구사항 문서가 사용자에게 읽기 어렵거나 이해하기 어려우며, 내용이 모호한 경우 - 요구사항 문서에 사용된 약어, 용어, 기호를 정의하지 않은 경우 등

구분	결함 예시
인터페이스 요구사항 분석	- 외부와 내부 시스템, 소프트웨어 인터페이스에 대한 요구사항이 적절히 기술되지 않은 경우 - 인터페이스 설명과 소프트웨어 요구사항 명세서(SRS) 혹은 인터페이스 요구사항 명세서(IRS)사이에서 일관되지 않게 기술된 경우 - 모든 인터페이스에 대한 설명이 기술되지 않은 경우 - 각 인터페이스의 요구사항에 대한 정보를 정확하게 기술하지 않은 경우 - 인터페이스 요구사항을 확인하기 위한 인수기준이 명확히 기술되지 않은 경우
설계추적 가능성 분석	- 설계 요소와 소프트웨어 요구사항에 대한 연관성을 적절히 기술하지 않는 경우 - 설계 요소와 소프트웨어 요구사항의 연관성이 일관되지 않게 기술한 경우 - 소프트웨어 요구사항으로부터 일부 설계 요소를 추적할 수 없는 경우 - 설계 요소로부터 일부 소프트웨어 요구사항을 추적할 수 없는 경우
소프트웨어 설계 분석	- 소프트웨어 설계가 소프트웨어 요구사항을 만족하지 않는 경우 - 소프트웨어 설계가 표준, 참고문헌, 규약 정책 등을 따르지 않는 경우 - 용어와 디자인 개념이 일관되지 않게 작성된 경우 - 설계 문서가 사용자에게 읽기 어렵거나, 이해하기 어렵게 기술한 경우 - 설계 문서에서 약어, 용어, 기호 등을 정의하고 있지 않는 경우 - 소프트웨어 설계 요소가 객관적 수락 기준을 통해 시험을 수행할 수 없는 경우 등
인터페이스 설계 분석	- 시스템 요구사항 범위 밖에서 외부, 내부의 소프트웨어 인터페이스를 설계한 경우 - 인터페이스 설계서가 소프트웨어 설계 명세서(SDD)와 인터페이스 설계 명세서(IDD) 사이에 일관되지 않게 기술된 경우 - 각 인터페이스에 대해, 자료 형식 및 성능 평가 기준에 대한 설명이 완전하지 않는 경우 - 각 인터페이스에 대한 요구 정보들이 정확하지 않는 경우 - 인터페이스 설계 확인을 위한 객관적인 인수 기준이 제시되지않은 경우

- 시스템 개발 필요 문서 목록

구분	시스템 개발에 필요한 기본 설계 문서 목록
요구사항 분석 문서	- 운용개념기술서(OCD : Operational Concept Description) - 시스템요구사항명세서(SSRS : System/Subsystem Requirement Specification) - 소프트웨어개발계획서(SDP : Software Development Plan) - 시스템설계기술서(SSDD : System/Subsystem Design Description) - 소프트웨어요구사항명세서(SRS : Software Requirement Specification)
시스템 설계 문서	- 인터페이스통제문서(ICD : Interface Control Document) - 소프트웨어설계기술서(SDD : Software Design Description) - 인터페이스설계기술서(IDD : Interface Design Description) - 데이터베이스설계기술서(DBDD : Data Base Design Description) - (상세)소프트웨어설계기술서(SDD) - (상세)인터페이스설계기술서(IDD) - (상세)데이터베이스설계기술서(DBDD) - 소프트웨어통합시험계획서(초안)
사용자 문서	- 운용자지침서 - 사용자지침서 - 설치매뉴얼

나. 시스템 결함 테스트

○ 시스템 결함 테스트의 목적

- 제 3자의 SW시험·인증은 객관적인 시험을 통해 시험 대상 제품이 SW 품질 요구사항을 만족하는지 확인하고, SW 품질을 개선함으로써 제품의 신뢰도 향상 및 경쟁력을 높이는데 있음.

○ 시스템 결함 테스트 착수

- 개발사에서 다음사항을 수행한 후 시험환경 점검 및 통제 완료
  - 독립된 시험공간 확보
  - 시험환경(H/W, S/W, N/W)구축
  - 개발완료 된 제품(시험대상 S/W)설치
  - 시험 데이터(실 데이터와 유사한 모의데이터) 입력

○ 시스템 결함 테스트 방법

- 기능시험
  - 시험 대상 S/W 분석을 통해 시험항목 도출
  - Scripted Testing 기법으로 시험대상인 9개 서브시스템의 기능이 정상 동작하는지, 타 서브시스템간의 연동이 가능한지 확인
  - Exploratory Testing 기법으로 시험특성별(기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성,유지보수성, 이식성) 시험
  - 각 서브시스템의 응답시간 및 성능 지표를 만족하는지 확인
- 성능시험
  - 시험범위별, 시험항목(대상업무) 협의
  - 성능시험환경 선정
  - 시험항목별 시험케이스 작성
  - 성능시험도구 설치 (시스템 자원 모니터링 도구: TeamQuest v10.1)
  - 성능시험도구를 이용하여 시험대상별 응답시간, 시험환경 서버 자원사용률(CPU, Memory) 측정

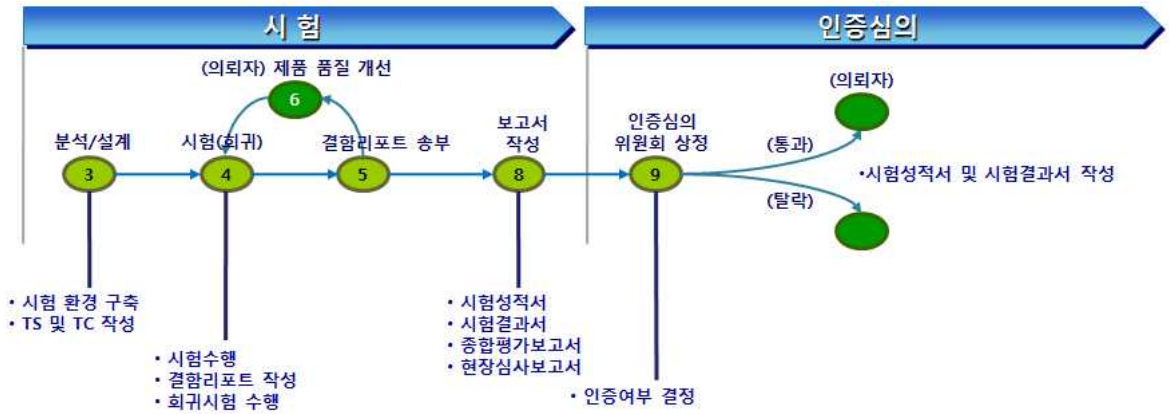


그림 63. 결함 테스트 절차

- 결함유형 및 성능시험
  - H (High) : 기능이 정상적으로 동작하지 않거나, 시스템(HW) 혹은 프로그램이 비정상적으로 종료되는 등의 결함이 발생하는 경우
  - M (Medium) : 프로그램 운영에는 문제가 없으나, 기능이 정확하게 동작하지 않거나 사용자의 혼란을 야기하는 정도의 결함이 발생하는 경우
  - L (Low) : 프로그램 운영에 문제가 없고, 기능도 정확하게 동작하나 권고 사항 수준의 경미한 결함이 발생하는 경우
- 성능시험
  - 측정항목(평균 응답시간, CPU 사용률, 메모리 사용량)의 측정 결과값 및 분석 결과
- 품질 특성별 결함 예시

구분	결함 예시
기능성	- 기능이 정상적으로 동작하지 않는 경우 - 기능 진행을 완료하지 못하는 경우 - 특정 상황에서 오류가 발생하는 경우 - 경계값 처리가 되지 않는 경우 - 권한별 기능이 동작하지 않는 경우 - 잘못된 기능 정보를 제공하는 경우 등
사용성	- 잘못된 정보 제공으로 사용자의 실수를 유발하는 경우 - 정보를 제공하나 문제의 원인을 파악하기 어려운 경우 - 필요한 정보를 제공하지 않을 경우 - 불필요한/중복 메시지를 제공하는 경우 - 기능명, 필드명,명령어 등의 일관성이 없는 경우 - 잘못된 기능명 혹은 용어를 사용하여 혼란을 야기하는 경우 - 정보제공의 일관성이 없는 경우 - 인터페이스 조정에 문제가 있는 경우 - 읽기 전용 필드가 비활성화 되어 있지 않아 사용의 혼란을 야기하는 경우 등
신뢰성	- 비정상 종료 혹은 중지되어 프로그램을 재구동해야 하는 경우 - 일부 기능창이 비정상 종료된 후 재실행하여도 구동이 되지 않는 경우 - 치명적인 결과를 초래하는 기능(완전삭제, 덮어쓰기 등) 사용자 오조작 방지를 위한 경고/확인 메시지가 제공되지 않는 경우 등

구분	결함 예시
효율성	- 시스템 자원(메모리, CPU)을 반환하지 않는 경우 - 프로그램의 응답시간이 느릴 경우 - 효율성 정보가 제공되지 않거나 잘못된 경우 등
유지보수성	- 환경설정 변경 후 기능이 정상적으로 실행되지 않는 경우 - 환경설정 변경 후 특정상황에서 오류가 발생하는 경우 등
이식성	- 범용적인 프로그램과 충돌이 일어날 경우 - 다른 프로그램과 동시에 구동 시 작업전환을 할 수 없는 경우 등
일반적 요구사항	- 사용자 매뉴얼, 설치 매뉴얼, 관리자 매뉴얼 등의 매뉴얼 식별이 불가능한 경우 - 제품을 식별할 수 있는 정보(제품명, 버전 등)가 제공되지 않는 경우 - 요구되는 시스템에 대한 정보(예:입출력 정보, 네트워크 환경, 소프트웨어 등)가 제공되지 않는 경우 - 제품 운영을 위한 정보가 제공되지 않는 경우 - 제품운영을 위한 지원 정보가 제공되지 않는 경우 - 제품 공급자 정보(회사이름, 주소, 전화번호 등)가 제공되지 않는 경우

제 4 절 기술개발 과제간 연관관계

○ 운송용 항공기 사고예방과 관련한 연구내용은 인적오류 예방, 항공기 시스템 오작동 예방, 운항환경에 의한 사고 예방 및 안전정보 통합 분석/안전감독 체계 내실화로 구성되어있음.

○ 본 연구사업의 최종목표는 항공 사고 및 준사고를 50% 감축을 목표를 위한 기술개발로서 항공 사고 및 준사고를 비롯한 항공안전장애보고의 비중을 가장 높게 차지하는 요인에 대해 4M 기법을 적용하여 사고를 사전에 예방할 수 있는 기술개발임.

○ 현재 까지 항공분야에서 수행된 항공안전 및 사고예방과 관련한 기술개발은 항공기 시스템에 관련된 기술개발이 주를 이루고 있어 항공 사고의 직접적인 요인을 사전에 예방하는데 어려움이 있음.

○ 따라서 항공 사고의 상위 발생 요인을 종합적으로 예방함으로서 사고 및 준사고 예방이 가능하므로 본 연구개발사업의 목표 실현을 위해 각 연구과제가 연계되어 수행되어야 함.



그림 64. 항공 사고 및 준사고 50% 감축을 위한 기술개발

제 5 절 연차별 기술성과로드맵

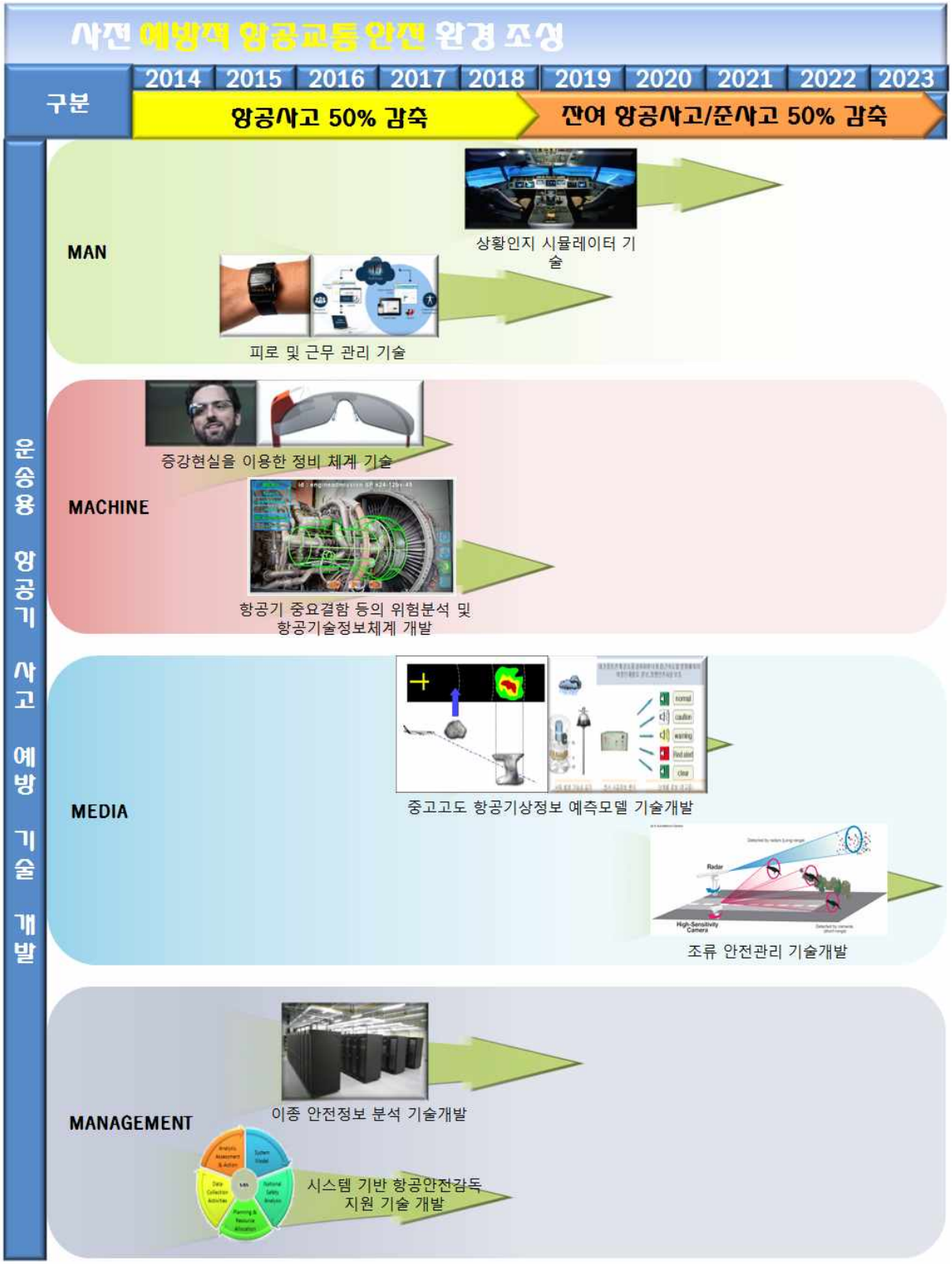


그림 65. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 로드맵 및 성과로드맵

○ <그림 65> 운송용 항공기 사고예방 기술개발의 로드맵 및 성과로드맵은 <표 40>의 사전타당성 결과에 따라 결정

- 과제개발 우선순위의 결정은 정책적, 기술적, 경제적 타당성을 모두 고려하여 결정
- 우선적으로 정책적 타당성에서 중요도를 고려하여, 중요도가 높은 과제 중에서 기술개발단계(TRL)이 낮은 과제를 먼저 시행
- 동일한 기술수준이라면 경제적 타당성을 고려하여 B/C가 높은 과제를 먼저 선택
- 과제의 진행은 소요시간을 고려하여 2014년에 2개 과제를 진행하고 2015년에는 3개 과제를 진행, 2014년에 시작된 2개 과제가 마무리되어 가는 시점인 2017년과 2018년에 다음 2개 과제를 진행, 마지막으로 2020년에 최종과제를 진행함
- 이러한 기준에 의거하여 <표 40>와 같이 과제개발의 우선순위를 결정

표 40. 운송용 항공기 사고예방 기술의 사전타당성 결과

구분	과제명	정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)			과제개발 우선순위
총괄과제	운송용 항공기 사고예방 기술개발	중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)	
항공종사자 인적요인 사고예방기술 개발	▪ 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합 시뮬레이터 개발	3	3	7	2	2.3	17,192	61.8	4
	▪ 한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기준 개발	3	3	4	3	0.4	-4,656	-4.8	2
항공기 정비/부품 결함 사고예방 기술개발	▪ 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발	3	2	4	3	1.9	12,800	25.0	1
	▪ 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보 체계 개발	2	3	7	2	1.1	487	7.2	2
운항환경 안전위해요인 예측·관리 기술 개발	▪ 중고고도 항공기상정보 예측모델 기술 개발	1	2	5	1	0.7	-1,701	0.4	3
	▪ 조류 충돌 예방을 위한 안전관리 기술 개발	1	1	7	2	2.835	8,039	38.003	5
항공안전 정보분석 및 감독체계 기술개발	▪ 이종 항공안전정보 통합분석 기술 개발(한국형 ASIAS)	2	3	5	2	1.5	5,319	15.0	2
	▪ 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발	3	3	2	2	0.95	-602	4.3	1

제 6 절 성과 활용방안

표 41. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 수요처 및 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
총괄과제	▪ 운송용 항공기 사고예방 기술개발	▪ 항공기 사고 예방 기술 개발	▪ 국토교통부 관련 부처 ▪ 공항공사 ▪ 항공사 ▪ 항공기 정비업체	▪ 1,000만 비행당 2.0건 이하 항공 사망사고 감소
항공종사자 인적요인 사고예방기술 개발	▪ 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발	▪ FFS급 B-737 NG 다목적 시뮬레이터 개발	▪ 국토교통부 관련 부서 ▪ 항공사	▪ 시뮬레이터를 확보하지 못한 저비용 항공사 조종사에게 교육훈련을 실비 제공하는 조건으로 훈련결과를 연구에 활용 ▪ 조종사·관제사의 인적요인이 운항안전에 미치는 영향을 분석하여 사고예방을 위한 교육훈련 프로그램 개발, 운항절차 등 제도개선 활용
	▪ 한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기준 개발	▪ 한국형 피로위험관리 기준, 휴대용 피로도 측정장비 개발	▪ 국토교통부 관련 부서 ▪ 항공사	▪ ICAO에서 권고하는 피로위험관리에 선제적으로 대응하여, 항공종사자의 피로관련 사고위험을 사전에 예방하고, 피로위험관리 기술은 도로교통(사업용), 철도, 원자력, 산업안전 등의 분야에 폭넓게 활용
항공기 정비/부품 결함 사고예방 기술개발	▪ 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발	▪ 증강현실 시현장비, 증강현실 기반 정비작업 가이던스 시스템	▪ 국토교통부 관련 부서 ▪ 항공사	▪ 항공기 사고에 있어 시스템/부품의 고장 비율을 현재 30% 수준에서 항공선진국 수준인 10% 내외로 감소 ▪ 특히 저비용항공사에서 자칫 부족할 수 있는 정비사 교육훈련체계(시스템 교육 등) 보완에 활용
	▪ 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발	▪ 항공기 고장보고를 통한 감항성 정보 수집·분석·활용 기술개발 및 시험운영체계 구축	▪ 국토교통부 관련 부서	▪ 항공기 정비사의 인적오류 예방을 위한 조사 및 감독에 활용

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
운항환경 안전위해요인 예측·관리 기술 개발	▪ 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술 개발	▪ 3차원 차세대 기상모델(GTG) 개발, 통합기상정보의 실시간 수집·분석 기술개발 및 공유·전파 시험운영체계 구축 ▪ 공항지역 낙뢰발생 예측·경보 기술개발 및 시험경보체계 구축	▪ 국토교통부 관련 부서 ▪ 공항공사	▪ 기상정보를 통합 분석할 수 있어 항공기상예보 정확도가 높아지고, 앞서 비행한 항공기 기상정보(PIREP 등)를 공유·전파함으로써 기상레이더로 탐지할 수 없는 기상위험(청천난류 등)을 사전 회피 정보 제공에 활용 ▪ 공항시설 및 항행안전시설을 직접 낙뢰피해로부터 보호하고 고전압 서지발생으로 인한 시스템 손상 및 오동작 예방에 활용
	▪ 조류 충돌 예방을 위한 안전관리 기술 개발	▪ 레이더·영상인식 기반의 조류 탐지·분석 기술개발 및 조류충돌위험 시험경보체계 구축	▪ 국토교통부 관련 부서 ▪ 공항공사	▪ 조류충돌위험 예측·경보 시스템을 구축하여 연평균 250여건 발생하는 항공기 조류충돌 감소에 활용
항공안전 정보분석 및 감독체계 기술개발	▪ 이종 항공안전정보 통합분석 기술 개발 (한국형 ASIAS)	▪ 이종 데이터베이스 통합분석기술 및 국가항공데이터센터 시험구축	▪ 국토교통부 관련 부서	▪ ICAO 제198차 이사회('12.2월)에 상정된 부속서 19 제정안이 승인('13.11.14 발효)되어 '17년부터 국가항공안전프로그램이 이행될 예정이며 본 기술개발을 통해 효과적인 대응에 활용
	▪ 시스템 기반 항공안전 감독 지원 기술 개발	▪ 국가항공안전프로그램의 안전보증체계 및 시스템안전감독 기법 ▪ 시스템안전감독 시험운영체계		▪ 현장수검 방식을 상시모니터링방식으로 효율화, 인건비 등 비용절감에 활용

제 7 절 총괄 연구인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
▪ 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발	9	22	22	25	-	78
▪ 한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기술개발	16	25	25	23	14	103
▪ 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발	32	37	39	33	-	141
▪ 항공기 중요 결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발	8	11	11	8	-	38
▪ 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발	21	21	18	18	-	78
▪ 조류 안전관리 기술개발	10	12	12	10	-	44
▪ 이종 항공안전정보 통합분석기술 개발(한국형 ASIAS)	6	20	24	24	8	82
▪ 시스템 기반 항공안전감독 체계 구축 기술개발	13.4	44.6	42.5	34.0	21.2	155.7
합 계	115.4	192.6	193.5	175	43.2	719.7

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액률(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

제 8 절 총괄 소요예산 산정

(단위 : 백만원)

표 42. 운송용 항공기 사고예방 기술개발 연차별 연구개발비

과제명	합계	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
▪ **운송용 항공기 사고예방 기술개발**	70,400	4,438	10,513	14,159	14,385	10,308	5,440	4,700	4,219	1,179	1,059
▪ **항공종사자 인적요인 사고예방 기술개발(MAN)**	17,500		1,233	2,675	2,485	3,236	3,350	2,120	2,401		
▪ 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발	7,500					1,044	1,935	2,120	2,401		
▪ 한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기술개발	10,000		1,233	2,675	2,485	2,192	1,415				
▪ **항공기 품질보증 및 안전관리시스템(MACHINE)**	20,000	3,438	4,762	5,678	5,005	1,117					
▪ 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발	15,000	3,438	3,971	4,132	3,459						
▪ 항공기 중요 결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발	5,000		791	1,546	1,546	1,117					
▪ **운항환경 안전위해요인 예측 및 관리 기술개발(MEDIA)**	11,500				1,543	1,842	1,479	2,580	1,818	1,179	1,059
▪ 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발	6,500				1,543	1,842	1,479	1,636			
▪ 조류 안전관리 기술개발	5,000							944	1,818	1,179	1,059
▪ **항공안전 정보분석 및 안전감독체계 기술개발(MANAGEMENT)**	21,400	1,000	4,518	5,806	5,352	4,113	611				
▪ 이종 항공안전정보 통합분석기술 개발(한국형 ASIAS)	7,400		491	1,832	2,265	2,201	611				
▪ 시스템 기반 항공안전감독 체계 구축 기술개발	14,000	1,000	4,027	3,974	3,087	1,912					

제 6 장 항공종사자 인적요인 사고예방 기술개발(Man)

제 1 절 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합 시뮬레이터 개발

1. 정책 동향

○ 비행시뮬레이터(Flight Simulator)는 가상적으로 항공기의 비행과 주변 환경을 모사하는 장비를 지칭하며, 통상적으로 조종사 훈련, 항공기 설계 및 인증, 안전연구 및 사고조사 등의 다양한 목적으로 활용되고 있음.

○ 국내에서는 조종사 훈련용으로 많은 시뮬레이터들이 도입되어 운영되고 있으며, 특히 최근 국토교통부에서는 저비용항공사의 조종사들의 교육훈련이 해외에서 시행되고 있는 상황을 감안하여 국내에 저비용항공사의 교육훈련 목적의 FTD급 시뮬레이터가 도입되어 운영되고 있음.

○ 주목적이 조종사 훈련용이 아닌 항공기 설계 및 인증, 안전연구 및 사고조사 등의 목적으로 활용되고 있는 사례는 우리나라가 아닌 해외의 정부 또는 전문연구기관에서 확인할 수 있으며 크게 산업용 시뮬레이터와 연구조사용 시뮬레이터로 구분할 수 있음

○ 현재 각 항공사에서는 조종사의 조종기술 습득 및 유지를 위해 시뮬레이터 훈련을 시키고 있으나, 시뮬레이터 수의 제한으로 훈련 목적으로만 설계된 용도 한계상 연구 목적의 활용은 전무한 실정

2. 기술개발 동향

(1) 산업용 시뮬레이터(engineering purposed simulator)

○ 산업용 시뮬레이터는 주로 항공기나 항공기용 하드웨어/소프트웨어의 개발 목적으로 활용되며 통상적으로 다음의 3가지 기능을 제공

- 비행용 하드웨어의 개발 및 시험 : 실제 비행 상황을 모사할 수 있는 비행환경을 구성하고, 다양한 요인에 대해 실험을 반복적/압축적으로 수행함으로써 개발기간과 비용을 단축시키려는 목적으로 활용
- 비행용 소프트웨어의 개발 및 시험 : 실제 비행시험으로는 구현이 어렵거나, 위험한 환경에 대해서 소프트웨어의 강건성 및 적합성을 시험하려는 목적으로 활용, 특히 최근의 비행자동화 소프트웨어 개발에 시뮬레이터 활용이 주로 활용됨

- 항공기 시스템의 개발 및 시험 : 항공기 전체, 또는 유압/전기/비행계통 등 서브 시스템의 개발 및 시험에 활용되며, 극한 조건이나 환경, 내구성 등의 다양한 목적으로 활용

○ 미국의 NASA(Dryden Flight Research Center)에서는 항공기 개발단계에서 시뮬레이터를 성공적으로 활용하고 있으며, 다른 항공선진국의 항공기 개발기관에서는 이러한 목적의 비행 시뮬레이터를 보유, 운영하고 있음[17)]

(2) 연구조사용 시뮬레이터(research purposed simulator)

○ 조종사 및 관제사의 신속하고 정확한 상황인식은 비행안전에 매우 중요한 요소이며, 특히 자동화가 많이 도입된 최신식 항공기에서 결정적인 타이밍에서의 정확한 상황인식은 사고의 유무를 좌우

○ 최근 아시아나항공 사고의 경우 아직까지 정확한 사고원인은 규명되지는 않았지만, 지금까지 항공기 사고에서 차지하는 인적요인의 비중(통상 70% 내외)과 특히 최근의 비행 자동화 추세와 따른 항공기 사고율 영향(Flight Deck Automation Issues, FDAI[18)]) 등을 고려할 경우 이러한 원인이 직·간접적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 배제할 수 없음

- 시뮬레이터를 활용한 상황인식 연구는 조종사의 행동 특성 파악은 물론 비행 데이터를 통해 수집된 위해요소의 검증 및 실제적 해결방안 도출 등을 인적요인 및 비행안전 연구에 필수불가결한 요소로 평가되고 있음

○ 미국의 NASA(Langley Research Center)의 경우 승무원과 항공기 간의 인터페이스 적합성 및 조종사/관제사의 통합적인 상황인식 연구를 목적으로 CVSRF (Crew-Vehicle Systems Research Facility)를 구축하여 조종사/관제사 인적요인 및 항공기 시스템 개선에 관한 연구를 지속적으로 수행하고 있음

- 장비 시스템은 연구 목적의 다양한 상황 설정 및 데이터 측정을 위해 비행 시뮬레이터를 기반으로 관제시뮬레이션 장비 및 비행데이터 검증 장비, 행동측정 장비 등 다양한 장비가 유기적으로 결합된 통합 시스템으로서 기존의 훈련 목적 시뮬레이터와는 기능과 구성이 특화된 진화된 시스템임

17) Mary F. Shafer, "In-Flight Simulation Studies at the NASA Dryden Flight Research Facility," NASA Technical Memorandum 4396, 1992.
18) www.FlightDeckAutomation.com

3. 기술수준 분석

표 43. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL[19] (1~9)	점수
유압식 6축 모션베이스 개발 기술	20	6축 모션베이스 설계, 제작 기술	10	7	80
		제어 모듈 및 S/W 개발 기술	10	7	80
시뮬레이터 본체 개발 기술	30	시뮬레이터 본체 설계 제작 기술	10	7	80
		항공기 비행 모델 설계 및 S/W 구현 기술	10	7	70
		분야별(조종사, 관제사) 세부 훈련기능 구현(S/W) 기술	10	6	80
실시간 스케쥴러 (real-time scheduler)[20] 개발 기술	20	실시간 스케쥴러 설계 및 구현 기술	20	5	100
위험요인 분석 기술	15	분야별(조종사, 관제사) 훈련자 생체신호 측정 모듈 및 S/W 구현 기술	10	6	70
		시뮬레이터 인터페이스 모듈 및 S/W 구현 기술	5	7	35
다기종 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연결 인터페이스 및 분석 기술	15	FOQA, QAR, FDR 등 연결 인터페이스 모듈 및 S/W 구현 기술	5	7	35
		비행자료 해독 및 분석 S/W 구현 기술	10	5	50
전체기술 총점					680
국내 TRL 수준					6.8

* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

○ 해외 FFS 제조사별 보유현황

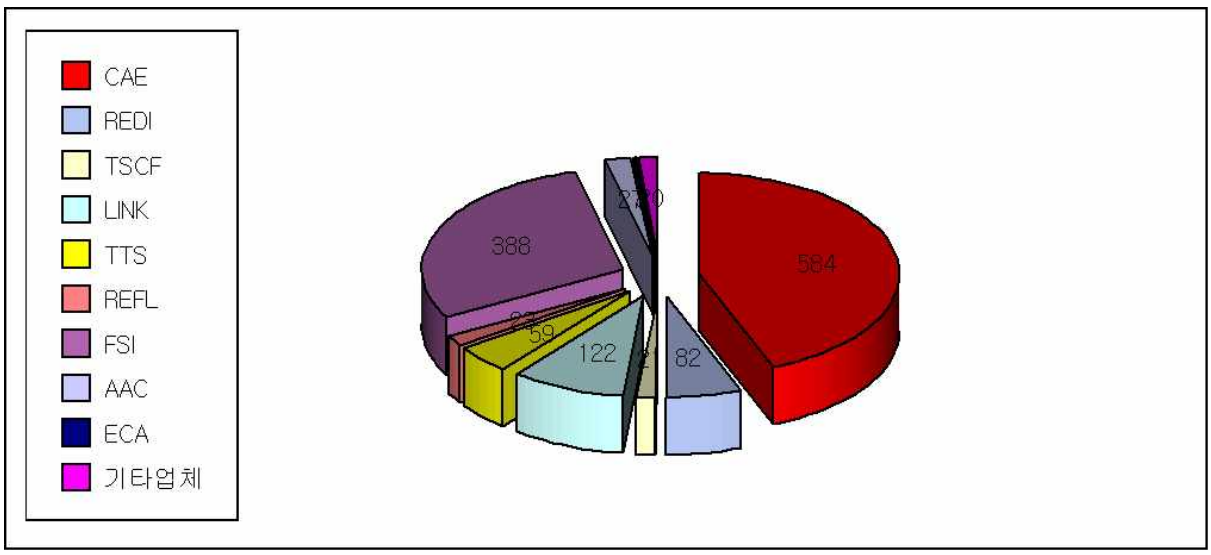


그림 66. 미국(FAA) 항공운송사업 업체 및 교육기관 보유현황, 자료출처:FAA

19) Technology Readiness Levels
20) 조종입력, Dynamic 연산, Visual 구현을 위한 실시간 렌더링 등 시뮬레이터 구동을 위한 데이터 흐름 관리 시스템

○ 국내 비행 시뮬레이터 사용 및 활용현황

- 모의비행장치 (FFS) 사용현황

표 44. 국내 모의비행장치 (FFS) 사용현황, 자료출처: 교통안전공단

기관 명	보유장비 (제작사/기종)		장비 수	인가등급
록히드마틴	Sim Industries	B737-800	1	3등급
		A320	1 (도입예정)	3등급
CAE KOREA	CAE	B737-800	1 (도입예정)	3등급
		A320	1	3등급
대한항공	CAE	B747-400	2	3등급
		B777-200	1	3등급
		B737-7/800	1	3등급
		B737-900	1	3등급
	THALES	A330-200	1	3등급
		A300-600	1	3등급
	CAE	F-100	1	3등급
아시아나항공	CAE	B747-400	1	3등급
		B767	1	3등급
		B777	1	3등급
		A321	1	3등급
		A330	1	3등급

- 비행훈련장치 (FTD) 사용현황

표 45. 국내 비행훈련장치 (FTD) 사용현황, 자료출처: 교통안전공단

기관 명	보유장비 (제작사/기종)	장비 수	인가등급
한국항공대학교	FRASCA 142[21]	2대	가
	Metronix Ascent FTD	1대	가
	Metronix Ascent AATD	1대	가
대한항공	CAE - B737-8/900	2대	FAA Level 5, 6
	CAE - B777-2/300	1대	
	B747-400	1대	
	A330-200/300	1대	
	A380	1대	
아시아나항공	B737 계열 JTS	1대	
한서대학교	Cessna 172	1대	가
	Piper Seminole	1대	가
	B737 LOFT[22]	1대	인가 추진중

21) 해당 비행훈련장치(FTD)는 현재 교통안전공단 항공시험처와 연계하여 항공종사자 자격시험 (계기한정) 실기시험 용도로 활용 중

22) LOFT (Line Oriented Flight Training) 기종 노선교육: 한서대 비행교육원과 항공교통관제교육원은 16일, 우리나라 대학으로서는 처음으로 40억 상당의 보잉 B737 LOFT시뮬레이터를 태안캠퍼스에 설치함. 이 시설에서 예비 조종사들은 항공사 입사에 앞서 대학에서 항공사 규정에 맞는 운항절차훈련과 기초 제트전환 훈련 등을 받음으로써 항공사 입사 후 별도의 훈련과정없이 바로 조종사로 진출 예정임. 미국대학의 조종사 훈련은 우리나라와 달리 이 같은 모의비행훈련센터 훈련을 통해 바로 항공사에 입사하는 방식으로 교육하고 있음.

○ 국내 항공기 보유현황을 고려한 비행 시뮬레이터 기종 소요 분석

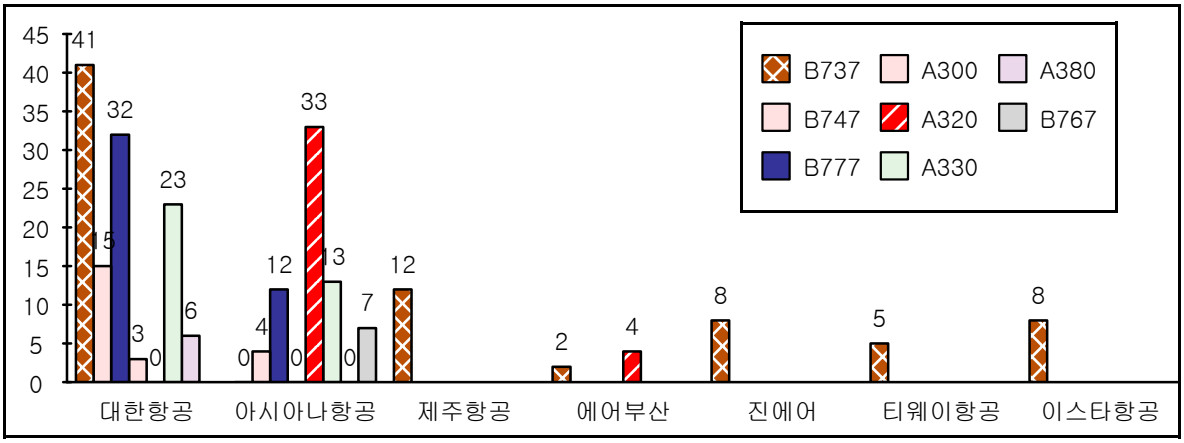


그림 67. 국내 항공사별 보유기종, 자료출처: 교통안전공단

4. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ 항공기 안전운항에 필요한 조종사 및 관제사의 상황인식 증진 연구 및 훈련을 위해 B737 FFS급 시뮬레이터 기반의 통합 상황인식 교육•연구 시스템 개발

- 시뮬레이터의 모델로 B737-NG 모델을 선택한 것은 항공기의 대표성을 고려한 것으로, 시뮬레이터의 주 사용목적이 연구와 조사로서 순수 훈련용이 아니기에, 타 기관이 보유한 교육훈련용 시뮬레이터와는 사용목적이 중복되지 않음.
- 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증
- FFS(Full Flight Simulator) : 최상위(D등급) 모의비행장치
- 본 기술개발을 위한 벤치마킹의 대상인 시뮬레이터는 NASA의 시설을 벤치마킹한 것으로 다음과 같이 구성됨

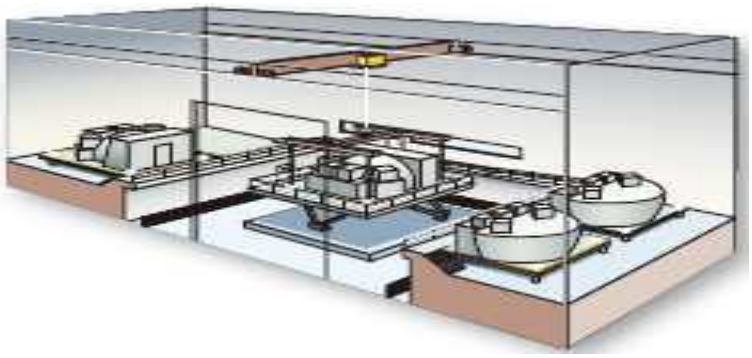


그림 68. NASA 조사연구용 시뮬레이터 전체설비 조감도



그림 69. 교체형 다기종 시뮬레이터(조종석)



그림 70. 교체형 다기종 시뮬레이터(구동부 및 조종석 플랫폼)

○ NASA에서 운영하고 있는 시뮬레이터의 구동부(Motion system) 및 조종석(Cockpit)의 기술사양은 다음 수준인 것으로 조사됨

표 46. 시뮬레이터 구동부 기술사양

Cockpit Motion Facility: Leg Stroke: 76 in / Payload: 22,000 lbs			
Axis	Excursion	Velocity	Acceleration
Vertical	+/- 41 in	+/- 32 in/s	+/- 1.0 g
Lateral	+/- 55 in	+/- 38 in/s	+/- 0.7 g
Longitudinal	+ 67 in/-55 in	+/- 38 in/s	+/- 0.7 g
Pitch	+28 deg/-25 deg	+/- 23 deg/s	+/- 225 deg/s/s
Roll	+/-28 deg	+/- 23 deg/s	+/- 225 deg/s/s
Yaw	+/- 38 deg	+/- 30 deg/s	+/- 225 deg/s/s

Visual Motion Simulator: Leg Stroke: 60 in / Payload: 18,000 lbs			
Axis	Excursion	Velocity	Acceleration
Vertical	+39 in/-30 in	+/- 24 in/s	+/- 0.8 g
Lateral	+/- 48 in	+/- 24 in/s	+/- 0.6 g
Longitudinal	+49 in/-48 in	+/- 24 in/s	+/- 0.6 g
Pitch	+30 deg/-20 deg	+/- 15 deg/s	+/- 50 deg/s/s
Roll	+/- 22 deg	+/- 15 deg/s	+/- 50 deg/s/s
Yaw	+/- 32 deg	+/- 15 deg/s	+/- 50 deg/s/s

표 47. 시뮬레이터 조종석 기술사양

	Research Flight Deck	Integration Flight Deck	Generic Flight Deck	Differential Maneuvering Simulator	Visual Motion Simulator
Fixed base	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Motion base	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Mission profile	Full	Full	Full	Air combat	Partial
Crew station capacity	2 Pilots / 3 Test engineers	2 Pilots / 3 Test engineers	2 Pilots / 3 Test engineers	2 Pilots	2 Pilots / 1 Test engineer
Programmable control inceptor	Side sticks (SS)	Wheel/Column (WC)	SS, WC, Center sticks (CS)	SS, CS	SS
Visual system FOV	200 x 40 Panoramic 1440 x 1024 Res	200 x 40 Panoramic 1440 X 1024 Res	WAC window (4)	Full 360 degrees	WAC window (4)
Cockpit instrumentation	Programmable displays, 1280 x 1024 Res	B757 Standard	Programmable displays, 1024 x 768 Res	Programmable displays, D-size	Programmable displays, D-Size/Conv

나. 주요 연구개발내용

○ B737급 풀플라이트(D등급) 시뮬레이터(6축 모션베이스 포함) 개발

* 「다목적 소형항공기 비행시뮬레이터 개발」('14-'17, 94억원) 등 국내 기 개발된 시뮬레이터 기술 연계 및 활용할 수 있도록 시스템을 설계 필요

- 6축 모션베이스 설계 및 제작
- 6축 모션베이스 제어 모듈 및 S/W 개발
- 시뮬레이터 본체 설계 및 제작
- 항공기 비행 모델 설계 및 S/W 개발
- 조종사 및 관제사 세부 훈련 S/W 개발
- 실시간 스케쥴러 설계 및 S/W 개발

○ 항공기 시뮬레이션과 연동된 관제시뮬레이터 개발

- 조종사와 관제사 연계자원관리(JCRM) 모듈 및 S/W 개발

○ 분야별 상황인식 및 위험요인 분석 시스템 개발

- 훈련자 생체신호 측정 모듈 및 S/W 개발
- 조종사 및 관제사 생체신호 측정을 위한 시뮬레이터 및 측정 모듈간 인터페이스 모듈 및 S/W 개발

○ 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연계 인터페이스 및 분석 시스템 개발

- 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연계 인터페이스 모듈 및 S/W 개발
- 비행자료 해독 및 분석 S/W 개발

○ 타당성 검증 및 유효성 입증을 위한 시뮬레이터 Test-bed 구축

- 국토교통부 인가, 연구·조사 목적의 타당성 검증 및 유효성 입증

다. 최종 성과물

○ 조종석 모듈 방식의 풀플라이트 시뮬레이터(6축 모션베이스 포함) 1식

- 조종사용 풀플라이트 시뮬레이터 (他 연구 성과물 연계활용 가능)
- 관제사용 풀플라이트 시뮬레이터 (항로/접근 관제용 시뮬레이터)
- 시뮬레이터 하드웨어 조사연구용 인터페이스 모듈 : 시뮬레이터 연동 방식
  - 다기종 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연결 인터페이스 및 비행데이터 해독 및 분석용 S/W
  - 조종사/관제사 뇌파측정 등 생체신호 측정 및 조종석 동영상 기록장치 등
  - 운항환경 모사 및 재현 S/W

○ 조종사/관제사 상황인식 및 위험요인 분석 및 평가 시스템

- 운항환경 위협(threat) 및 조종사/관제사 인적오류(error) 분석 S/W
- 위험요인 시나리오목록 관리 DB
- 운항위험평가 매뉴얼 (Operational Risk Assessment, ORA)
- Advanced Qualification Program(AQP) 기능 구현을 위한 위해요인 예방교육훈련 자동화 S/W

○ 타당성 검증 및 유효성 입증을 위한 시뮬레이터 Test-bed 운영

○ 타당성 검증 및 유효성 입증을 위한 국토교통부 교육훈련용 시뮬레이터 인가취득 (FFS Level D)

○ 기술시험을 통해 요구운용조건 하에서 시뮬레이터의 설계 규격 만족과 운용성능 만족을 입증함으로써 시뮬레이터의 국내 기술개발단계(TRL)를 8단계로 향상

라. 최종 성과물의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안

연구개발 목표	목표성능	검증방안
▪ FFS급 B-737 NG 다목적 시뮬레이터 개발	▪ 실제 운용조건 하에서 성능 시현 달성 ▪ NASA 시뮬레이터 수준의 기술사양 달성 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ 국외 기술수준과의 비교 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 조종석 모듈 방식의 풀플라이트 시뮬레이터(6축 모션베이스 포함) 1식	▪ Vertical 방향의 운동 요구 성능 - Excursion +/-41 in - Velocity +/- 32 in/s - Acceleration +/-1.0g	▪ 계측기에 의한 수치 확인
	▪ 시계각 (Field of View) - 수평 150, 수직 40도 이상 제공	▪ 계측기에 의한 수치 확인
	▪ H/W와 S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 조종사/관제사 상황인식 및 위험요인 분석 및 평가 시스템	▪ H/W와 S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

5. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 국내·외 항공안전연구기관 : 최근 현안이 되는 조종사 피로위험관리, 조종사 상황인식 개선 등의 연구 등에 폭넓게 활용할 수 있으며, 관련 분야 해외수요 창출 가능

- 시뮬레이터의 주목적은 조종사 피로위험관리 관련 연구와 같은 인적 요소에 대한 연구목적에 있으며, 이를 조종사 피로위험관리 기술개발과 연계함으로써 기술개발의 완성도를 높이고 체계적인 기술개발의 효과를 발생시킬 수 있음.
- 즉, 다목적 시뮬레이터의 개발의 목적은 단순히 개발만으로 끝나는 것이 아니라 피로위험관리 기술개발 등 다른 사고예방 기술과 연계함으로써 시스템적 관점에서 사고예방의 효과를 높이는데 의미가 있음.

○ 국내·외 사고조사기관 : 사고조사 및 안전조사 목적으로 정부 사고조사위원회 및 항공사 등의 안전관리 목적으로 활용할 수 있으며, 관련 분야 해외수요 창출 가능

○ 저비용항공사 등의 교육훈련 목적 : 국내 저비용항공사의 주력 기종인 B737급 FFS급 시뮬레이터를 교육훈련 목적으로 활용 가능

- 저비용항공사의 교육훈련결과를 안전연구에 활용하는 조건으로 국가기관에서 저렴한 비용으로 시뮬레이터를 운영할 경우 연구기관과 저비용항공사의 상호 시너지 창출 기대

나. 기대효과

○ 조종사/관제사의 상황인식 영향요소 및 행동 반응 특성 및 조종석/관제석 위험요인 분석을 통해 조종사/관제사 인적요인에 의한 사고요인 규명 가능

○ 조종사-항공기 간 인터페이스 연구를 통해 조종석 자동화 시스템 최적화 등 항공기 개발에 필요한 주요 데이터 확보가 가능하여 국내 항공기 개발 핵심 기술 확보

○ FOQA, QAR 등을 통해 탐지된 위험요소에 대한 비행 위험평가를 통해 위험요소 제거 및 감소를 위한 교육•훈련 프로그램 및 실질적 안전대책 방안 수립 가능

○ 항공기 사고에 대한 비행시뮬레이션 검증 및 해당 사고에 대한 행동 시뮬레이션을 통해 정확한 사고원인 규명 등 사고조사•분석 시스템으로 활용 가능

6. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

핵심기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
유압식 6축 모션베이스 개발 기술	1.8	4.4	4.4	5	15.6
시뮬레이터 본체 개발 기술	2.7	6.6	6.6	7.5	23.4
실시간 스케쥴러 (real-time scheduler) 개발 기술	1.8	4.4	4.4	5	15.6
위험요인 분석 기술	1.35	3.3	3.3	3.75	11.7
다기종 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연결 인터페이스 및 분석 기술	1.35	3.3	3.3	3.75	11.7
합 계	9	22	22	25	78

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비·재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발	개발서버	30,000				30,000
	조정사용 시뮬레이터	250,000				250,000
	관제사용 시뮬레이터	150,000				150,000
	데이터베이스 관리시스템		145,000			145,000
	이기종 인터페이스		86,000			86,000
	저장장치 (개발용)		18,000			18,000
	주변기기		15,000	15,000	15,000	45,000
	네트웍 구성		21,000			21,000
	형상관리 솔루션			40,000		40,000
	조정사용 시뮬레이터 성능개선			250,000	200,000	450,000
	관제사용 시뮬레이터 성능개선			150,000	100,000	250,000
	성능관리 솔루션				40,000	40,000
	정보보안 솔루션				65,000	65,000
	운영서버				120,000	120,000
합 계		430,000	285,000	455,000	540,000	1,710,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	457,000	6.1	1,227,000	16.4	1,227,000	16.4	1,395,000	18.6	4,306,000	57.4	
	연구장비·재료비	430,000	5.7	285,000	3.8	455,000	6.1	540,000	6.1	1,710,000	22.8	
	연구활동비	19,000	0.3	74,000	1.0	74,000	1.0	84,000	1.1	251,000	3.3	
	연구과제추진비	23,000	0.3	74,000	1.0	74,000	1.0	84,000	1.1	255,000	3.4	
	연구수당	45,000	0.6	123,000	1.6	123,000	1.6	140,000	1.9	431,000	5.7	
간접비		70,000	0.6	152,000	2.0	167,000	2.2	158,000	2.1	547,000	7.3	
연구개발비 총액		1,044,000	13.9	1,935,000	25.8	2,120,000	28.3	2,401,000	32.0	7,500,000	100.0	

7. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
3	3	7	2	2.3	17,192	61.8

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 3, 시급도 : 3

- 우리나라는 비행시뮬레이터를 조종사 훈련용으로 도입하여 운영하고 있으며, 저비용항공사의 조종사들의 교육훈련이 해외에서 시행되고 있는 상황을 감안하여 국내에 저비용항공사의 교육훈련 목적의 FTD급 시뮬레이터를 도입하여 운영 중
- 국외 항공선진국의 경우 비행시뮬레이터를 산업용 시뮬레이터와 연구조사용 시뮬레이터로 구분하여 연구조사용 시뮬레이터는 항공기 설계 및 인증, 안전연구 및 사고조사 등의 목적으로 활용하고 있음.
- 현재 각 항공사에서는 조종사의 조종기술 습득 및 유지를 위해 시뮬레이터 훈련을 시키고 있으나, 시뮬레이터 수량의 제한으로 훈련 목적으로만 설계된 용도 한계상 연구 목적의 활용은 전무한 실정

○ 기술적 타당성 - TRL : 7, 파급효과 : 2

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 현재 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술개발로 인한 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이상으로 경제적으로 타당한 것으로 검토됨.
  - <표 47>의 비용·편익 산출 근거 참고
- B/C : 2.3
- NPV : 17,192백만원
- IRR : 61.8%

표 48. 조종사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	1000	
2차년	-	1896	
3차년	-	1797	
4차년	-	2129	
5차년	19234	852	초기 Sim 도입 대체 편익
6차년	1704	807	
7차년	1615	765	
8차년	1531	725	
9차년	1451	687	
10차년	1375	652	
11차년	1304	618	
12차년	1236	585	
13차년	1171	555	
14차년	1110	526	
합계	31,731	13,594	합 계

표 49. 조종사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발 비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 비용추산 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 7,500백만원 • 他 Sim. 기술개발사업과 연계 가정 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 시뮬레이션 운영비 추정 ○ 편익추정 - 편익 항목 : 저비용 항공사 조종사 및 관제사 시뮬레이터를 이용한 교육 시간 대체(기존 항공사 자체 FFP 시스템 이용을 고려 대상 제외)와 시스템 개발에 따른 직접적 경제 효과

- 저비용항공사 조종사 비행시뮬레이터 훈련비용

• 훈련요구량(국내 항공사 사례)

교육명	시뮬레이터 교육시간		교육인원 (명)
	FBS	FFS	
정기보수(전반기)	-	4	73
정기보수(하반기)	-	6	94
CAT Ⅱ/Ⅲa 초기	-	4	42
ETOPS	-	4	25
기종한정 무자격자 초기/전환교육	20	26	37
기종한정 자격자 전환교육	-	18	3
경력운항승무원(승무중단기간 1년 미만)	-	8	13
경력운항승무원(승무중단기간 1~2년)	-	10	-
경력운항승무원(승무중단기간 2~3년)	4	12	-
기장승격(해기종)	-	20	14
기장승격(한정자격 무자격자)	20	34	2
재자격교육(비승무기간 3~6개월)	-	6	-
재자격교육(비승무기간 6개월~1년)	-	8	1
재자격교육(비승무기간 1~2년)	-	10	-
재자격교육(비승무기간 2~3년)	4	12	-
B737 NG 계열 外 Differential 교육	-	2	2
비행교관임용	-	4	7
비행교관 정기보수	-	2	4

• 1회 교육비용 : 시뮬레이터 훈련비(400~500달러/시간)

• 국내 저비용항공사 조종사 인원 : 운항기술기준 '8.4.8.53 CFIT 조종사 훈련'에는 1) CFIT 사고 및 준사고에 선행되는 요소를 인식하는 방법, 2) CFIT 예방을 위한 수단과 방법, 3) CFIT를 회피하기 위한 상황인식 방법, 4) CFIT 직면 시 탈출(Escape) 방법 및 기술 등을 교육하도록 하고 있음.

• CFIT 교육은 기존, 초기훈련, 전환훈련, 정기훈련 및 평가프로그램에 포함하여 수립하고, 정기훈련 주기는 매 2년 주기로 반복함. 교육시간은 조종사 숙달 훈련시간 5시간을 기준(운항기술기준)

• 국내 저비용항공사 조종사 수(2012년 12월 현재)

구 분	제주항공	진에어	에어부산	이스타 항공	티웨이 항공	에어인천
조종사 (외국인)	131 (2)	117	118 (5)	107 (7)	61	8

- 항공교통관제사 시뮬레이터 훈련비용

• 훈련요구량 : 항공교통업무기준(국토부 고시 제2012-205호), 정기교육훈련 16시간 실시(시뮬레이터 시간 규정 없음), 인적요소 교육 20시간/년(업무한정 취득전), 3시간/년(업무한정 취득 후). 인적요소 교육을 기준(3시간)

• 관제사 서울지방항공청(177명), 부산지방항공청(135명), 항공교통관제소(145명)의 관제사 대상(항공정책실 관제사 인원 제외), 2012년 인원 기준
• 1회 교육비용 : 조종사와 동일한 비용 적용
• 국내 관제사 시뮬레이터 훈련비용

- 시뮬레이터 개발에 따른 경제적 효과 : 국내 시뮬레이터 사용에 따른 외장 장비 대체 비용
• 1대당 가격은 2000만 달러(216억 원) : 세계 최대 모의비행 시뮬레이터 제조업체인 캐나다 CAE로부터 장치 공급가 기준
• 교육시설(또는 전문운영센터)에서 CAE로부터 공급받은 B737-NG 모델 기준으로 외산 장비의 대체 설치비용(1대 기준)

○ 타당성 검토 소결

- 소형항공기 시뮬레이터 등 다른 개발과제와 기술적 상관성이 높은 것에 기인하는 것이며, 중장기 항공안전기술개발사업에 따라 추진될 경우 사업성이 매우 높은 것으로 분석되었음
- 따라서 최근 소형항공기 시뮬레이터, 헬리콥터 시뮬레이터 등의 다른 기술개발과제의 로드맵을 반영하여 추진시기 조정 필요함.

제 2 절 한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기술개발

1. 정책 동향

○ 승무원의 피로가 운항 중 사고로 연결되는 상관관계에 대한 연구가 이루어지고 있음. 미국 민항사고의 4-7%가 조종사의 피로가 원인이며, 미 육군(U.S. Army) 사고의 4%도 이에 해당함. U.S. Air Force Safety Center 집계에 따르면 조종사 피로로 인한 손실액은 연 5천 4백만 불에 이르며, 미해군(U.S. Navy)에 따르면 '77~'90년 항공기 사고의 12.2%가 조종사의 피로에 원인이 있었다[23]고 분석됨.

○ 국제민간항공조약 부속서 6 (Operation of Aircraft)에서 정한 표준 및 권고방식(SARPs)에 의하면, 체약국은 피로와 관련된 위험을 줄이기 위해 다음 중의 피로관리시스템을 사용하도록 권고

- 승무시간(flight time), 비행근무시간(flight duty period), 근무시간(duty period) 및 휴식시간(rest period)에 대해 정의하고 제한사항에 대해서 규정할 것
- 과학적 방법을 통해 지속적으로 피로와 관련된 위험을 식별하고 감시, 평가할 수 있는 피로위험관리시스템을 수립할 것
- 피로위험관리시스템을 일부 수행하고 나머지는 a)의 규정을 수립하여 적용할 것

○ 우리나라는 2010년 "제 1차 중장기 항공안전 종합계획"에서 운항승무원 피로관리 기준 개발 시행에 대해 계획을 수립하여 운항승무원 및 객실승무원의 피로관리에 대한 기준 마련을 추진

○ 현행 승무원(운항승무원 및 객실승무원)의 승무시간, 비행 근무시간에 대한 국내 기준은 항공법 제 46조 및 동법 시행규칙 제 143조, 143조의 2에 의해 규정됨

○ 국토교통부 고시 운항기술기준 8.4.9에는 운항승무원, 객실승무원 및 운항관리사의 승무·비행근무 및 휴식기준에 대해 규정함

○ 국토교통부 고시 항공교통업무 기준 및 관리규정에서는 항공교통 관제사의 근무시간에 대해 규정함

○ 그러나 현행 규정은 개별 인원의 스케쥴, 근무교대 시간 및 피로도를 고려하지 않은 모두에게 공통적으로 적용되는 기준만을 규정하고 있으며, 과학적이고 지속적인 피로측정관리방법에 대한 규정 부재

- 현행 규정에는 운항승무원의 1일 최대 승무시간, 최대 비행근무시간 및 월간/연간 최대 승무시간, 연속되는 7일 및 28일동안의 최대 근무시간, 비행근무시간에

23) 항공법상 객실 안전에 관한 연구, 김소연, 2013

따른 최소 휴식시간 기준을 규정하고 있음

- 현행 규정에는 객실승무원의 비행근무 및 지상휴식시간 기준 및 월간, 분기당, 연간 최대 승무시간 제한사항을 규정하고 있음
- 운항관리사의 일일 최대 근무시간 및 연속되는 7일기간 동안 필요한 연속 24시간 휴식에 대해 규정하고 있음
- 현행 규정에는 관제사의 연속 최대 근무시간과, 최종 근무 후 최소 휴식시간에 대해 규정하고 있음

2. 기술개발 동향

○ 최근 ICAO에서는 운항승무원/객실승무원의 법적비행시간 제한과 함께 개인의 피로도에 영향을 미치는 다양한 요인을 고려하여 피로를 통제하는 피로위험관리체계(FRMS)의 적용을 제안하고 있으나 우리나라는 아직 이러한 세부적인 피로위험관리체계를 보유하지 못하고 있음.

- 이와 같이 단순화된 현행 기준은 다양한 피로 위해환경에 노출된 조종사의 피로를 효과적으로 통제하지 못하고 있어, 운항승무원 및 객실승무원의 피로가 항공기 안전운항에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 여전히 높아 이에 대한 해결을 위한 FRMS의 개발이 필요한 실정임.

○ 운항승무원과 객실승무원 외에 정비사 및 관제사의 피로도 현재 상당히 심각한 문제로 대두되고 있으며, ICAO에서는 운항승무원 및 객실승무원에 대한 피로관리를 SARPs상에 규정함.

○ ICAO는 운항 및 객실승무원의 피로관리에 대한 표준 및 권고방식을 규정하며, 승무·비행제한과 피로위험관리시스템(FRMS)에 대한 규제 프레임워크 제공 (Fatigue Risk Management Systems Manual for Regulators, Doc 9966)

○ 미 연방항공청(FAA)은 2009년부터 운항승무원들을 위한 피로관리 및 근무시간 규정을 준비하여 2012년 1월 운항승무원의 근무 및 휴식과 관련된 연방항공규정 14 CFR Part 117·119·121을 발표하였으며, 2014년 1월 4일부터 정식 발효될 예정

- Part 117은 비행전 승무원들이 신체적으로나 정신적으로 “비행하기에 최적인 상태”를 유지할 것을 요구
- 사전에 정해진 시간 외에 승무원이 추가근무를 하게 될 경우 피로위험관리시스템을 통해 일반 근무상황에서와 같은 수준의 안전성 확보 의무화

○ 유럽항공안전기구(EASA)는 2010년 NPA 2010-14에서 승무원의 비행시간, 근무시

간, 휴식시간 요건에 대한 통합된 기준을 공시함

- EASA가 제안한 안전관리시스템 개정안 GM1 145.A.47(b)는 운항승무원 뿐만 아니라 정비 부문에서도 피로 위험을 다루고 있음. EASA는 AMC[24] 가이드라인을 제정하여 현재 관련 규정에 대한 의견 수렴을 종료하였으며, 각계의 의견에 대하여 입장 발표할 예정[25]

3. 기술수준 분석

표 50. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
피로위험관리 기준개발	40	해외사례 검토 및 분석	5	2	10
		피로위험 변동인자 도출	5	2	10
		조종사 운항환경 변수에 따른 피로도 측정 실험	20	1	20
		피로위험기준 수립	10	1	10
휴대용 피로측정장비 개발	30	맥박 측정식 휴대용 피로측정장비 개발	15	6	90
		홍채인식 기반 휴대용 피로측정장비 개발	10	6	60
		피실험자 피로도 유발환경 조사를 위한 설문지 개발	5	6	30
휴대용 피로측정장비 타당성 검토	10	기존 뇌파측정 비교연구를 통한 휴대용 장비 유의성 검토	10	6	60
피로위험관리 S/W 개발을 위한 라이브러리 개발	10	피로위험관리 기준개발에 따른 위험도 평가 및 D/B 갱신을 위한 S/W 개발	5	6	30
		운항 스케즐링 S/W 활용을 위한 프로그램 라이브러리 개발	5	6	30
군집실험을 위한 클라우드 서버 기반 전산시스템 구축	10	휴대용 장비 군집실험 시행	5	6	30
		피로위험 모니터링 시스템 시험운영	5	6	30
전체기술 총점					410
국내 TRL 수준					4.1

* 국내 TRL 수준 - 국내 TRL : 총점 = 9 : 세계최고 기술수준 총점
* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

24) Acceptable Means of Compliance
25) Aircraft Maintenance Technology Magazine, 2013.8

4. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ 조종사 피로위험관리기준 개발

- 항공기 조종사에 대한 실험범위 및 횟수를 감안하여 他 항공종사자(관제사, 정비사, 기타 운항승무원)으로 적용범위 확대 고려

○ 휴대용 피로측정장비 및 현장 피로위험 모니터링시스템 개발

- 맥박측정식(Actigraph) 장비 개발
  - 현재 Actigraph라는 맥박측정식 장비가 개발되었으나, 손목에 압착하는 방식의 불편함으로 이를 반지형으로 축소 개발
  - 작동환경 : 상온, 생활방수, 작동시간 최소 3일, 마이크로USB타입 충전방식
- 홍채인식형 2종 측정장비 개발
  - 현재 자동차에 적용되고 있는 탑재형 홍채인식장비를 휴대용으로 개발
  - 작동환경 : 기내 조종석 휴대에 적합하도록 휴대형으로 개발, 100g 미만 무게, 작동시간 최소 3일, USB타입 충전방식

○ 항공종사자의 피로위험 모니터링시스템을 개발을 위한 피로위험관리(Fatigue Risk Management) 소프트웨어 개발과 이를 활용하기 위한 라이브러리 개발

○ 개발된 피로위험 모니터링시스템의 타당성 검증을 위한 클라우드 서버기반 전산시스템 구축 및 시험운영

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

나. 주요 연구개발내용

○ 항공종사자(1차 : 조종사, 2차 : 他 직업군)에 대한 피로위험관리 기준개발

- 피로의 항공종사자의 행동과 생체반응에 어떠한 양상과 정도로 영향을 미치는 지를 상황자극 모사 제시 및 피로 영향도 측정을 위한 피로영향도 측정 실험계획 수립
- 비행시간, 시차, 출발시간대, 동/서 비행방향, 이착륙 횟수 및 출발편/도착편 비행 등 6~10개의 상황 대표인자 분석
- 피험자 확보 및 피로도 측정 실험진행
  - 운항환경에 따라 변수당 최소 30세트의 실험군에 대한 피로도 측정 실험
  - 피로위험관리기준 개발을 위한 기존 뇌파측정 기반 정밀실험, 맥박실험은 항공사와 조종사단체(조종사협회, 사별노조)의 협조를 받아 휴대용 뇌파측정장

비 부착(총 2회 대규모 실험 수행)

- 운항환경에서 뇌파측정과 함께 부가적으로 홍채인식과 맥박, 산소포화도에 대한 실험을 병행
- 조종석 운항환경 및 조종사 생활리듬, 주관적 피로도 측정을 위한 설문항목 개발 및 타당성, 유의도 검증을 위한 피실험자 피로도 유발환경 조사 설문지 개발
- ICAO에서 요구하는 수준의 피로위험관리 기준 개발 및 업체 보급

○ 항공종사자 피로도 측정 및 데이터 수집 시스템 개발

- 현장 피로위험관리를 위한 맥박측정식 휴대용 피로측정장비 및 맥박측정식 피로측정을 보완하기 위한 휴대용 홍채인식형 피로측정장비 개발
  - 항공종사자 주의력·상황인식·반응민첩도·각성도 등 피로도 측정 모듈 및 S/W 개발
  - 항공종사자 피로도에 따른 행동 및 생체반응 분석 S/W 개발
  - 피로가 항공종사자의 행동과 생체반응에 어떠한 양상과 정도로 영향을 미치는 지를 상황자극을 모사하여 제시하고 피로 영향도를 측정할 수 있는 피로 영향도 측정 시뮬레이터(주의력/상황인식/반응민첩도, 각성도 등) 개발
  - 피로감지를 위한 휴대용 맥박측정기(Actigraph) 개발 및 군집연구를 위한 클라우드시스템 개발
  - 비행시간, 시차, 출발시간대, 동/서 비행방향, 이착륙 횟수, 출발편/도착편 비행 등 6~10개의 상황 대표인자에 대한 피험자 확보 및 피로도 측정 실험진행 (최소한의 통계분석이 가능하려면 인자별로 최소 30명의 피험자 할당이 필요)
  - 피로도 최고단계에서 비행정보/관제정보 캡쳐링을 위한 데이터 수집장치 및 분석용 S/W 개발(기종별 3D 시뮬레이션 기능 필요)

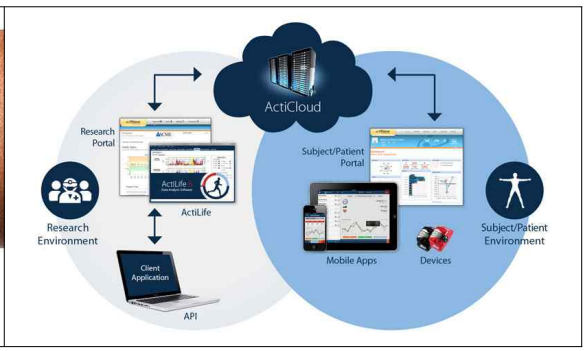
○ 항공종사자(1차 : 조종사, 2차 : 他 직업군) 피로위험관리용 S/W 개발 및 활용을 위한 라이브러리 개발

- 피로위험관리 기준개발에 따른 위험도 평가 및 D/B 갱신을 위한 다음 사양의 S/W 개발
  - 항공종사자 주의력·상황인식·반응민첩도·각성도 등 피로도 측정 모듈 및 S/W 개발
  - 항공종사자 피로도에 따른 행동 및 생체반응 분석 S/W 개발
  - 항공종사자 피로도 측정 상황 모사를 위한 상황자극 시뮬레이션
  - 피로가 항공종사자의 행동과 생체반응에 어떠한 양상과 정도로 영향을 미치는 지를 상황자극을 모사하여 제시하고 피로 영향도를 측정할 수 있는 피로 영향도 측정 시뮬레이터(주의력/상황인식/반응민첩도, 각성도 등) 개발
- 운항 스케즐링 S/W 활용을 위한 프로그램 라이브러리 개발

○ 항공종사자(조종사/관제사/정비사) 피로위험관리용 S/W 개발



<Actigraph>



<군집연구용 정보처리 클라우드시스템 개요>

다. 최종 성과물

○ 항공종사자(1차 : 조종사, 2차 : 他 직업군) 피로위험관리 매뉴얼

○ 휴대용 피로측정장비 2종 및 피로위험측정을 위한 설문지

- 측정장비 : 맥박측정식(Actigraph), 홍채 인식형
- 조종석 운항환경 및 조종사 생활리듬, 주관적 피로도 측정을 위한 설문지

○ 항공종사자의 피로위험 모니터링시스템을 개발을 위한 피로위험관리(Fatigue Risk Management) 소프트웨어 개발 및 이를 활용하기 위한 라이브러리

○ 개발된 피로위험 모니터링시스템의 타당성 검증을 위한 클라우드 서버기반 시스템 및 시험운영체계

○ 실제 운용환경에서 피로위험관리 매뉴얼 및 피로위험 모니터링 시스템의 시제품에 대한 성능 시현을 수행함으로써 국내 피로위험 관리 기술의 기술개발단계(TRL)을 7단계로 향상

라. 최종 성과물의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안

연구개발 목표	목표성능	검증방안
▪ 한국형 피로위험관리 기준 ▪ 휴대용 피로도 측정장비 개발	▪ ICAO가 규정한 피로위험관리에 대한 규제 프레임워크(Fatigure Risk Management System Manaual for Regulators, Doc 9966)와 해외 각국의 피로위험관리 기준의 충족 ▪ 실제 운용조건 하에서 휴대용 피로도 측정장비의 성능 시현 달성 ▪ 해외 각국의 휴대용 피로도 측정장비 수준의 기술사양 및 성능 충족 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ ICAO 규정 및 국외 FRMS 기준과의 비교 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 항공종사자 피로위험관리 매뉴얼	▪ 비행시간 - <추가승무원 무> 8~10시간 (출두시간 고려)	▪ ICAO 규정 및 국외 FRMS 기준과의 비교
	▪ 비행근무시간 - <추가승무원 무> 9~13시간 (14)시간 (출두시간, 비행편수 고려)	▪ ICAO 규정 및 국외 FRMS 기준과의 비교
▪ 휴대용 피로측정장비 2종 및 피로위험측정을 위한 설문지	▪ H/W와 S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 항공종사자의 피로위험 모니터링 시스템 개발을 위한 피로위험관리 소프트웨어 개발 및 이를 활용하기 위한 라이브러리	▪ H/W와 S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

5. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 조종사·관제사의 인적요인이 운항안전에 미치는 영향을 분석하여 사고예방을 위한 교육훈련 프로그램 개발, 운항절차 등 제도개선 활용

○ 피로위험관리 기술은 도로교통(사업용), 철도, 원자력, 산업안전 등의 분야에 폭넓게 활용할 수 있어 국민 안전을 위한 높은 기술파급효과를 갖고 있음

나. 기대효과

○ 체계적인 항공종사자 및 객실승무원의 피로위험관리체계 구축으로, 인적요인으로 인한 항공사고 유발 억제 및 안전관리 효율화

- 운항 승무원 및 객실 승무원뿐만 아니라 관제사, 운항관리사, 조종사와 같은 전체 항공종사자에 대한 맞춤화된 피로위험관리 체계 구축으로 국제항공안전의 주요 논의사항인 피로위험관리 기법 개발/운영에 선제적 대응

○ 국내환경에 최적화된 한국형 피로위험관리 가이드라인을 제시함으로써 합리적이고 체계적인 인적자원관리 가능

- 조종사·관제사의 인적요인이 운항안전에 미치는 영향을 분석하여 사고예방을 위한 교육훈련 프로그램 개발, 운항절차 등 제도개선 활용

○ (사고예방) 최근 항공선진국에서 중요 현안이 되고 있는 피로위험관리체계에 선제적으로 대응함으로써 실제 상황별 피로인자의 강도에 따라 종사자의 피로도를 예

측하고, 피로관련 사고위험을 사전에 예방 가능

○ (운송산업 경쟁력 강화) 항공종사자의 피로도에 따라 업무시간을 탄력적으로 조정할 수 있어 개인적인 업무효율성 및 업체의 인력운영이 획기적으로 개선될 수 있으며, 향후 우리나라 항공산업의 국제경쟁력에도 기여할 수 있음.

○ (관련기술 파급력) 향후 종사자의 피로도에 직접적인 영향을 받는 교통안전, 원자력, 산업안전, 의료분야에 폭넓게 활용될 수 있어 상품성이 높으며, 또한 국민의 안전을 위해 매우 의미 있는 연구가 될 것으로 기대

6. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
피로위험관리 기준개발	6.4	10	10	9.2	5.6	41.2
휴대용 피로측정장비 개발	4.8	7.5	7.5	6.9	4.2	30.9
휴대용 피로측정장비 타당성 검토	1.6	2.5	2.5	2.3	1.4	10.3
피로위험관리 S/W 개발을 위한 라이브러리 개발	1.6	2.5	2.5	2.3	1.4	10.3
군집실험을 위한 클라우드 서버 기반 전산시스템 구축	1.6	2.5	2.5	2.3	1.4	10.3
합 계	16	25	25	23	14	103

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비・재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
▪ 한국형 조종사(항공종사자) 피로 위험관리(FRMS) 기술개발	개발서버	30,000					30,000
	휴대용 맥박측정기 인터페이스	5,000	5,000				10,000
	저장장치 (개발용)	18,000	18,000				36,000
	주변기기	15,000		15,000	15,000	15,000	60,000
	휴대용 맥박측정기	20,000					20,000
	피험자용 재료 구입비	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	200,000
	데이터베이스 관리시스템		300,000				300,000
	운영서버		120,000				120,000
	휴대용 맥박측정기 개선		10,000	10,000	10,000	10,000	40,000
	형상관리 솔루션			70,000			70,000
	DB 이중화			160,000			160,000
	네트웍 구성			21,000	21,000	21,000	63,000
	성능관리 솔루션				70,000	70,000	140,000
	정보보안 솔루션				100,000	100,000	200,000
합 계		128,000	493,000	316,000	256,000	256,000	1,449,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	812,000	8.1	1,521,000	15.2	1,521,000	15.2	1,400,000	14.0	852,000	8.5	6,106,000	61.1	
	연구장비·재료비	128,000	1.3	493,000	4.9	316,000	3.2	256,000	2.6	256,000	2.6	1,449,000	14.5	
	연구활동비	41,000	0.4	122,000	1.2	122,000	1.2	98,000	1.0	59,640	0.6	442,640	4.4	
	연구과제추진비	48,720	0.5	91,260	0.9	91,260	0.9	84,000	0.8	51,120	0.5	366,360	3.7	
	연구수당	122,000	1.2	229,000	2.3	229,000	2.3	210,000	2.1	128,000	1.3	918,000	9.2	
간접비		81,000	0.8	219,000	2.2	206,000	2.1	144,000	1.4	68,000	0.7	718,000	7.2	
연구개발비 총액		1,232,720	12.3	2,675,260	26.8	2,485,260	24.9	2,192,000	21.9	1,414,760	14.1	10,000,000	100.0	

7. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
3	3	4	3	0.4	-4,656	-4.8

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 3, 시급도 : 3

- 우리나라는 2010년 “제 1차 중장기 항공안전 종합계획”에서 운항승무원 피로관리 기준 개발 시행에 대해 계획을 수립하여 운항승무원 및 객실승무원의 피로관리에 대한 기준 마련을 추진
- 현행 승무원(운항승무원 및 객실승무원)의 승무시간, 비행 근무시간에 대한 국내 기준은 항공법 제 46조 및 동법 시행규칙 제 143조, 143조의 2에 의해 규정됨
- 국토교통부 고시 운항기술기준 8.4.9에는 운항승무원, 객실승무원 및 운항관리사의 승무·비행근무 및 휴식기준에 대해 규정함
- 국토교통부 고시 항공교통업무 기준 및 관리규정에서는 항공교통 관제사의 근무시간에 대해 규정함
- 그러나 현행 규정은 개별 인원의 스케쥴, 근무교대 시간 및 피로도를 고려하지 않은 모두에게 공통적으로 적용되는 기준만을 규정하고 있으며, 과학적이고 지속적인 피로측정관리방법에 대한 규정 부재

○ 기술적 타당성 - TRL : 4, 파급효과 : 3

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술개발로 인한 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이하로 경제적으로 타당하지 못한 것으로 검토됨.
  - <표 51>의 비용·편익 산출 근거 참고
- B/C : 0.4
- NPV : (-)4,656백만원
- IRR : (-)4.8%

표 51. 한국형 조종사 피로위험관리 기술개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	1,000	
2차년	-	2,844	
3차년	-	2,695	
4차년	-	1,703	
5차년	-	807	초기 도입 대체 편익
6차년	520	-	
7차년	493	-	
8차년	467	-	
9차년	443	-	
10차년	420	-	
11차년	398	-	
12차년	377	-	
13차년	358	-	
14차년	339	-	
15차년	321	-	
합 계	4,136	9,049	합 계

표 52. 한국형 조종사 피로위험관리 기술개발 비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 비용추산 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 10,000백만원 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 측정장비 및 서버 운영비 추정 ○ 편익추정 - 편익 항목 : 조종사 피로에 의한 사고예방의 무형적 효과 - 무형적 효과 • 국내 항공기 사고로 인한 연간 비용은 '03년부터 '10년까지 연평균 121억원로 집계되었고[26], 동기간 총36건의 사고 발생(사고 1건당 27억원) • 미국의 경우 민항분야에서 4 ~ 7%가 피로에 의한 사고인 것으로 추정[27] • 기술개발 후 조종사 피로위험관리가이드가 현장 적용될 경우 피로에 의한 사고위험이 20% 수준으로 감소된다고 가정할 경우 편익 : 연간 6.8억원

26) 한국교통연구원 국가교통DB센터 통계(2003년 ~ 2010년)에서 총 36건의 항공기 사고로 인한 피해는 1,209,966만원으로 추산

27) Kirsch, A. D. (1996). Report on the statistical methods employed by the U.S. FAA in its cost benefit

○ 타당성 검토 소결

- 조종사(항공종사자) 인적요인 사고예방 기술개발과제로, '13년 항공안전위원회에서 매우 중요하게 제기되었음
  - 아직 개념이 정립되어 가는 과정이므로 기술적 난이도는 높지만 성공적으로 개발될 경우 항공 뿐만 아니라 他 교통분야(고속도로 화물운전자 및 버스, 철도) 산업안전(원자력, 병원) 등에 기술적 파급효과가 높음
  - 공익적 성격의 안전과제로서 경제적 타당성이 낮게 평가되었으나 다음과 같이 과제설계를 변경하여 추진할 필요가 있음
- 국내 5,000명의 조종사에게 휴대용 측정장비를 보급한 후 대량의 군집정보를 수집하려고 계획하였으나 다음과 같이 경제적 타당성을 높이기 위한 대안을 마련
  - 항공사마다 독자적인 피로위험관리체계(FRMS)를 수립해야 할 필요성이 있으므로 항공사로부터 용역을 수탁받도록 하여 수익성을 제고하거나(항공사 규모에 따라 2~3억 수준), 수익자 부담원칙에 따라 관계된 항공사가 개발단계에서 민간부담금을 제공하는 방식으로 개발비를 절감하는 방법도 고려할 필요가 있음
  - 피로위험관리 모델 및 체계 정립을 위해서 실험에 참여하는 조종사에게 휴대용 측정장비를 무상으로 배포할 계획이었으나, 이를 용역으로 수행하면서 유상으로 배포하고, 또한 실비행조종사의 모니터링을 위해 필요한 항공기 탑승에 소요되는 항공운임 비용을 항공사로부터 협조받아 경비를 30~40% 절감
  - 이 경우 B/C는 1에 가깝게 상향될 수 있을 것으로 판단되며, 본 과제의 정책적 중요도 및 시급성을 감안하여 '14년 또는 '15년까지는 과제 착수 필요

analysis of the proposed "Flight Crewmember Duty Period Limitations, Flight Time Limitations and Rest Requirements", Docket No. 28081. Conmients of the Air Transport Association of America to FAA notice 95-18, FAA Docket No. 28081. Appendix D, 1-36.

제 7 장 항공기 품질보증 및 안전관리시스템(Machine)

제 1 절 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발

1. 정책 동향

○ 우리나라는 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 시스템 고장(정비요인, 부품결함)에 의한 것으로 항공 선진국(10% 수준)과 비교해 2~3배 이상 높음

- 이중 부품결함에 의한 것이 12%, 인적요인에 의한 것이 23%로 정비사의 인적오류가 2배 이상 높은 것으로 분석됨
- 항공안전장애 분석결과 최근 3년간 연평균 16%씩 증가하는 “V1 미만의 이륙포기(RTO)”는 항공기 결함에 의한 것이 68%를 차지

○ 국내 환경 측면의 필요성

- 정비 인적오류 예방을 위해서는 정비사가 정비표준절차에 따라 작업할 수 있도록 시스템 교육훈련과 함께 정비매뉴얼의 가독성·접근성 개선을 위한 기술이 개발되어 왔으나, 아직까지 항공정비분야에 있어 완전한 해결책이 되지 못함

* 국내 대형항공사 중 하나는 1세대 스마트패드형 정비매뉴얼을 자체 개발·운영



<제1세대> 모바일 <제2세대> 가상현실 <제3세대> 증강현실

그림 71. 증강현실 기반 시스템 등장

- 최근 항공안전관리시스템(SMS)의 확산으로 인해 예측적 안전관리가 중요해지고 있으나, 조종사/관제사와 달리 정비/지상조업 등의 분야는 작업 全과정을 기록하여 후속 안전관리에 활용하기 위한 데이터기록시스템 부재

2. 기술개발 동향

○ IATA의 연구에 의하면 2003년 발생한 항공기 사고의 26%가 정비 관련 이벤트가 사고의 직접원인(Primary Cause) 또는 기여인자(Contributory Factor)로 작용한 것으로 분석되었으며, 이러한 정비 이벤트의 원인은 잘못된 작업이나 검사에 의한

것이 가장 큰 비중을 차지하고 있음

○ 미국 등 항공선진국에서는 이러한 정비인적오류 예방을 위해 M-LOSA (Maintenance Line Operation Safety Audit)을 개발하여 현장에 적용하고 있으나, 정비사의 작업에 심적 부담감을 주는 부작용으로 인해 산업 활용도는 미흡

○ 국내기술동향

- 국내에서는 1세대 모바일 장비를 활용한 정비매뉴얼을 개발하여 활용한 사례는 있으나, 2세대(가상현실), 3세대(증강현실)을 활용한 정비체계 기술개발은 진행된 적이 없음
- 국내에서는 조종사·관제사의 LOSA체계는 보급되어 운영되고 있으나, 아직까지 정비/지상조업자를 위한 M-LOSA는 개발된 적이 없음

○ 국외기술동향

- 최근 자동차 분야에서는 증강현실 기반 정비프로그램이 점차 등장하고 있으며, 폭스바겐·BMW에서 시제품 출시



- 최근 항공선진국에서는 정비/지상조업/화물 분야에서도 다양한 인적요류예방을 위한 기술들이 개발되고 있어 향후 SMS 등 예측적 위험관리에 필요한 정보수집과 사고예방에 활용

3. 기술수준 분석

표 53. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
증강현실(Head Up Display, HUD) 개발 기술	35	착용식 증강현실 장치 개발 기술	20	6	120
		부품·공구 인식 기술	15	6	90
정비 LOSA 분석 기술	25	정비분야 LOSA 체계	10	3	30
		LOSA 분석 기술	15	2	30
항공기 정비 인적오류 저감 기술	15	정비 인적요인 분류체계 및 분석 기술	6	2	14
		정비분야 의사소통(통·번역)기술	3	2	12
		MOQA 분석 기법	6	2	14
정비 인적요인 예방 교육훈련 기술	15	가상현실 시스템 개발 기술	7	6	48
		정비 위협요인 및 오류 관리 모델링 기술	4	2	12
		가상현실 시스템 수집 데이터 분석 기술	4	3	18
차세대 정비검사기법	10	정비작업 점검·감사 표준화 체계	7	3	21
		데이터 위변조 방지 기술	3	6	18
전체기술 총점					427
국내 TRL 수준					4.27

* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

4. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ 증강현실(AR) 시스템을 이용한 정비사 작업 지시 Guidance 시스템 개발

- AR(Augmented Reality) : 가상현실(VR, Virtual Reality)의 다음 단계 기술로써 가시화면에 실제 피사물의 정보를 함께 표시하는 기술(예. google glasses)

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

나. 주요 연구개발내용

○ 착용식 정비작업 지시 증강현실(Head Up Display, HUD) 시스템 개발

- 정비·지상조업·화물보안 등 분야별 정보수집 장치 개발

  * 분야별 작업환경 분석을 통한 헬멧형, 고글형, 의복 부착형 등 개발

- RFID·바코드 등을 활용한 부품·공구 인식 S/W 개발

  * 차세대 지능형 공항시스템 개발 3세부 과제 「정비부품 인식 기술」활용



<Google 글래스>



<안경에 장착된 형태>

○ 착용식 증강현실장비와 이미지프로세싱 기법 등을 활용한 LOSA 분석 시스템 개발

- 정비분야 LOSA 체계 및 DB 구축
- 이미지프로세싱 기법 등을 활용한 비실시간형 LOSA 분석 S/W 개발

○ 항공기 정비 인적오류 저감 시스템 개발

- 정비 인지오류 제거 (Maintenance Error Decision Aid, MEDA) 절차 적용 검토
- 한국형 정비 인적요인 분류체계 및 분석 S/W 개발
- 언어적 문제에 의한 정비작업 오류 저감 및 효과적 의사소통 모듈 및 S/W 개발
- MOQA(Maintenance Operation Quality Assurance) 운영을 위한 분석기법 및 S/W 개발

○ 정비 인적요인 예방 교육훈련 체계 및 시스템 개발

- 가상현실 정비작업 시뮬레이션 시스템 및 교육훈련 체계 개발

  * 기존 사고 및 사건 시뮬레이션 재구성을 통한 재발방지 체계 개발 포함

- 정비 위협요인 및 오류 관리(TEM) 모델(위험예지훈련 모델) 및 체계 개발
- 가상현실 정비작업 시뮬레이션 시스템을 통한 정비 작업자 위험도 평가 분석 S/W 개발

○ 지속적 품질보증체계(Continuous Assurance Safety System, CASS) 적용 차세대 정비검사기법 개발

- 정비작업 점검·감사 표준화 체계 및 웹 기반 S/W 개발
- 정비기록 위변조 방지 정비작업 S/W 감리 및 정보품질관리 체계 개발

다. 최종 성과물

○ 착용식 정비작업 지시 증강현실(Head Up Display, HUD) 시스템
- 최소 해상도 800×600, See-Through Type
- 최소중량 70g 미만, 최소 연속가동시간 5시간 이상
- 시력교정용 고글 탈부착 가능
- 차세대 RFID 태그인식 및 MFC 기능 구현
- 3차원 동작센서 및 위치측정용 DGPS 기능
- 무선인터넷, 블루투스 등 기기간 정보네트워크 기능
- 동영상 촬영을 위한 CCD 카메라(작업용 플래쉬 기능 포함)
- 안드로이드 또는 IOS 기반 OS

○ 항공기 정비작업 가이던스 S/W
- 항공기 주요 정비부품 3차원 와이어프레임 형상모델 DB
- 정비프로그램(Maintenance Program Document, MPD) 워크카드 상의 주요작업 절차 구성 S/W 및 작업자용 가이던스(시각, 청각) 기능 제공
- RFID · 바코드 등을 활용한 부품 · 공구 인식 S/W

○ 증강현실/영상인식기술 기반의 차세대 정비검사기법 · 품질관리 시스템
- 동영상 정보수집을 활용한 비실시간형 정비 LOSA 분석기법 구현 S/W
- 영상인식 기술을 활용한 중요 이벤트 기록 · 분석 및 관리 S/W
- 한국형 정비인적오류 분류 · 분석 S/W (MOQA, 차세대 MEDA 시스템 등 기능 구현)

○ 가상현실(VR) 기반 정비 인적요인 예방 교육훈련 체계 및 시스템
- 정비 위협요인 및 오류 관리(TEM) 모델(위험예지훈련 모델) 및 교육훈련체계
- 가상현실 정비작업 시뮬레이션 시스템을 통한 정비 작업자 위험도 평가 분석 S/W
- 항공기시스템교육을 위한 가상현실 기반 CBT 교육 매뉴얼 및 교보재

○ 증강현실 기반 정비가이던스 시스템 시험운영
- 1개 시험운영 기종에 대한 정비가이던스 전산프로그램 구동용 서버, 네트워크 시스템
- 증강현실 구현을 위한 착용식 컴퓨터 디바이스 시제품 20 set(2인 1조, 10개 시험운영팀)

○ 실제 운용환경에서 증강현실 시스템을 이용한 정비사 작업 지시 Guidance 시스템의 시제품에 대한 성능 시현을 수행하고 시스템에 대한 운용 신뢰성을 보증함으로써 국내 기술개발단계(TRL)을 7단계로 향상

라. 최종 성과물의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안

연구개발 목표	목표성능	검증방안
▪ 증강현실 시현장비, 증강현실 기반 정비작업 가이던스 시스템	▪ 실제 운용조건 하에서 최종 성과물의 성능 시현 달성 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 착용식 정비작업 지시 증강현실 시스템	▪ 장비 해상도 - 최소 800x600 - See-Through Type	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인
	▪ 장비 중량 - 최소 70g 미만	▪ 계측기에 의한 수치 확인
▪ 항공기 정비작업 가이던스 S/W	▪ S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 증강현실/영상인식기술 기반의 차세대 정비검사기법·품질관리 시스템	▪ S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 가상현실 기반 정비 인적요인 예방 교육훈련 체계 및 시스템	▪ S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

5. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 최근 공군에서 발생한 항공기 사고가 정비사 인적요인에 의한 사고로 판명되는 등 정비인적오류 예방을 위한 관련 기술개발에 높은 관심과 함께 공군의 수요 의향서 제출(예정)

- KAI에서 개발한 KT-1, T-50에 대한 ILS체계를 연구목적으로 함께 제공할 의사를 표명

○ 국토부에서 개발한 KC-100의 경우 후속기술지원체계가 아직 완전하게 갖추어지지 않았으나, 본 과제를 통해 정비프로그램 개발 및 정비가이던스 시스템을 함께 제공할 경우 관련 시장 경쟁력을 획기적으로 제고할 수 있음

○ 이러한 기술적용 성과를 바탕으로 민수용 항공기 정비가이던스 시장에 진입할 경우 보잉, 에어버스 등 OEM과 협력관계 구축이 용이하며, 관련 기술의 상용화 가능성을 극대화할 수 있음

나. 기대효과

○ 항공기 사고에 있어 시스템/부품의 고장 비율을 현재 30% 수준에서 항공선진국 수준인 10% 내외로 감소

○ 국내 민항/군용 항공기 운영기관에 관련 기술을 보급할 경우 다음의 효과 기대

- 저비용항공사의 경우 자칫 부족할 수 있는 정비사 교육훈련체계(시스템 교육 등)를 이번 기술개발을 통해 근본적으로 보완할 수 있음
- 최근 공군에서 발생한 항공기 사고가 정비사 인적요인에 의한 사고로 판명되는 등 정비인적오류 예방기술개발에 높은 관심을 보이고 있어 관련 기술이 개발될 경우 군용 항공기에 우선적으로 적용될 가능성이 높음(KT-1, T-50에 적용)
- 최근 국토부에서 개발한 KC-100의 경우 후속기술지원체계가 아직 완전하게 갖추어지지 않았으나, 본 과제를 통해 정비프로그램 개발 및 정비가이던스 시스템을 함께 제공할 경우 관련 시장 경쟁력을 획기적으로 제고 가능

○ 이러한 기술적용 성과를 바탕으로 민수용 항공기 정비가이던스 시장에 진입할 경우 보잉, 에어버스 등 OEM과 협력관계 구축이 용이하며, 관련 기술의 상용화 가능성을 극대화할 수 있음

○ 최근 미국(FAA)와 유럽(EASA)에서는 정비사의 인적오류예방을 위한 조사(MEDA) 및 감사(LOSA) 기법 등이 활발하게 연구되고 있으며, 이러한 최신 경향에 선제적으로 대응하여 상품화할 경우 국제적 경쟁력 확보가능

○ 개발된 증강현실 기술의 他 산업 적용분야

- '14년 정식 출시되는 구글社의 제품은 80여개의 서비스를 제공할 예정이며 향후 3년간 시장이 급성장하여 '17년에는 1억 2500만대의 wearable device가 보급될 것으로 전망(美 Strategic Analytics)



Google Glasses | 산업용 증강현실 프로그램 | 의료용 증강현실 프로그램

그림 72. 증강현실 기반 시스템 적용 분야

6. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 증강현실(Head Up Display, HUD) 개발 기술	11.2	12.95	13.65	11.55	49.35
▪ 정비 LOSA 분석 기술	8	9.25	9.75	8.25	35.25
▪ 항공기 정비 인적오류 저감 기술	4.8	5.55	5.85	4.95	21.15
▪ 정비 인적요인 예방 교육훈련 기술	4.8	5.55	5.85	4.95	21.15
▪ 차세대 정비 검사기법	3.2	3.7	3.9	3.3	14.1
합 계	32	37	39	33	141

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비・재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발	AP 및 DB 서버 개발장비	20,000				20,000
	OS 및 DBMS 개발장비 S/W	10,000				10,000
	단말 개발 장비	20,000	40,000	40,000	40,000	140,000
	단말 개발 S/W	50,000	100,000	100,000	100,000	350,000
	증강현실 시작품 제작0	500,000	500,000	500,000	500,000	2,000,000
	증강현실 장비 구입	100,000	100,000	100,000		300,000
	AP 및 DB 서버 시작품장비		20,000			20,000
	OS 및 DBMS 시작품장비 S/W		10,000			10,000
	AP 및 DB 서버 테스트장비			20,000		20,000
	OS 및 DBMS 테스트장비 S/W			10,000		10,000
합 계		700,000	770,000	770,000	640,000	2,880,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	1,947,000	13.0	2,251,000	15.0	2,373,000	15.8	2,008,000	13.4	8,579,000	57.2	
	연구장비·재료비	700,000	4.7	770,000	5.1	770,000	5.1	640,000	4.2	2,880,000	19.2	
	연구활동비	156,000	1.0	181,000	1.2	190,000	1.3	161,000	1.1	688,000	4.6	
	연구과제추진비	117,000	0.8	136,000	0.9	143,000	1.0	121,000	0.8	517,000	3.4	
	연구수당	293,000	2.0	338,000	2.3	356,000	2.4	302,000	2.0	1,289,000	8.6	
간접비		225,000	1.5	295,000	2.0	300,000	2.0	227,000	1.5	1,047,000	7.0	
연구개발비 총액		3,438,000	22.9	3,971,000	26.5	4,132,000	27.5	3,459,000	23.1	15,000,000	100.0	

7. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
3	2	4	3	1.9	12,800	25.0

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 3, 시급도 : 2

- 우리나라는 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 시스템 고장(정비요인, 부품결함)에 의한 것으로 항공 선진국(10% 수준)과 비교해 2~3배 이상 높음
  - 이중 부품결함에 의한 것이 12%, 인적요인에 의한 것이 23%로 정비사의 인적오류가 2배 이상 높은 것으로 분석됨
  - 항공안전장애 분석결과 최근 3년간 연평균 16%씩 증가하는 “V1 미만의 이륙포기(RTO)”는 항공기 결함에 의한 것이 68%를 차지
- 최근 항공안전관리시스템(SMS)의 확산으로 인해 예측적 안전관리가 중요해지고 있으나, 조종사/관제사와 달리 정비/지상조업 등의 분야는 작업 全과정을 기록하여 후속 안전관리에 활용하기 위한 데이터기록시스템 부재

○ 기술적 타당성 - TRL : 4, 파급효과 : 3

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이상으로 경제적으로 타당한 것으로 검토됨.
  - <표 54>의 비용·편익 산출 근거 참고
- B/C : 2.0
- NPV : 12,800백만원
- IRR : 25.0%

표 54. 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	2,000	
2차년	-	2,844	
3차년	-	4,492	
4차년	-	4,258	
5차년	1,2835	-	공군 초기 판매
6차년	612	-	
7차년	580	-	
8차년	550	-	
9차년	1,0295	-	수출용 항공기 판매
10차년	494	-	
11차년	468	-	
12차년	444	-	
13차년	421	-	
14차년	399	-	
합 계	27,098	13,594	합 계

표 55. 증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발 비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 비용추산 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 15,000백만원 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 상용화되는 제품으로 비용계상에서 제외 ○ 편익추정 - 편익 항목 : 정비인적요인 사고예방을 통한 무형적 효과 및 상용화에 따른 유형적 경제 효과 - 무형적 효과 • 국내 항공기 사고로 인한 연간 비용은 '03년부터 '10년까지 연평균 121억원로 집계되었고, 동기간 총36건의 사고 발생(사고 1건당 27억원) • 국내 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 항공기시스템의 고장으로 분석되고 있으며 이중 정비결함이 23%, 부품결함이 12%로 작업자의 인적오류가 부품결함에 비해 2배 이상 높음 • 항공기 사고에 있어 시스템/부품의 고장 비율을 현재 30% 수준에서 항공선진국 수준인 10% 내외로 감소시킬 경우 기대효과 : 연간 8.0억원 - 유형적 효과 : 공군에서 현재 운용중인 KT-1, T-50 계열 항공기와 한국항공우

주산업(KAI)에서 해외 판매한 수량을 기준으로 산정

- KT-1: 현재 192대 대한민국 105대, 인도네시아 12대, 터키 55대, 페루 20대
- T-50계열: 현재 내수 142대, 수출 확정 및 유력 80대, 미국 기본훈련기 사업수주시 300여대 추가
- KT-1을 운용하는 훈련비행단 1개단, T-50계열을 운용하는 전투비행단 3~4개단에의 현업 적용으로 산정. 일단, 초기에 정비현장 작업조별 HMD/개인단말기 2세트씩 지급 및 비행단별 20개의 정비현장 작업조가 있는 것으로 산정. (현업 시행후 추가 보급)
- 각 비행단별 Solution Package (HMD/개인단말기 40세트, AR응용정비체계 서버 등 포함 산정) 추정 가격: 소계 30억2천만원 (내수 가격)
- HMD/개인단말기: 550만원/세트 x 40 세트 = 22,000만원
- AR응용정비체계 Solution 하드웨어: 100,000만원 (서버, 통신망장비, Client 터미널 등. 설치비 포함)
- AR응용정비체계 Solution 소프트웨어: 180,000만원

• 대한민국 공군에 대한 예상 매출액: 30억2천만원/Package x 5 Package = 151억원 이상

• 수출용 항공기에 대한 매출액: 50억원/Package x 3 Package = 150억원 이상

○ 타당성 검토 소결

- 본 과제는 정책・기술・경제적 타당성은 2번째로 높은 것으로 평가되어 과제를 추진할 필요가 있는 것으로 판단됨.
- 최근 공군에서 관련 기술에 대해 적극적인 관심을 표명하고 있고, 현재 및 향후 국내에서 개발될 민수용/군수용 항공기 개발계획을 감안했을 때 본 과제의 성공 가능성은 매우 높은 것으로 판단됨
- 따라서 본 과제의 정책적 중요도(안전 기여도) 및 경제적 타당성 등을 감안하여 '14년 또는 '15년에 조기 착수할 필요가 있다고 판단됨

제 2 절 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발

1. 정책 동향

○ 국내 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 항공기시스템의 고장으로 분석되고 있으며 이중 정비결함이 23%, 부품결함이 12%로 작업자의 인적오류가 부품결함에 비해 2배 이상 높음

- 최근 항공안전장애의 이륙포기(RTO) 사례가 연평균 16%씩 증가하고 있는데, 이중 시스템 문제가 68%인 것으로 분석

○ 국제 표준에 따라 운영되어야 하는 항공기 중요결함보고(SDR)의 일부만 현재 항공안전장애보고로 수집되고 있으나, “설계/제작-인증-감항성 유지/관리(신뢰성관리·안전관리)”로 연결되는 항공기 수명주기에 따른 위험분석과 항공기술정보체계를 구축하지 못함

- 항공기 감항성 유지에 필요한 정보를 수집하고 분석하여 예방정비를 강화하고자 하는 항공기 고장보고(SDR) 제도의 취지에 부합하지 않으며, 항공기 감항성 유지를 위한 데이터베이스 활용 곤란

○ 국제민간항공기구(ICAO) 및 미연방항공청(FAA)는 사고, 준사고보고제도와 별도로 항공기 감항성 유지를 위한 중요결함보고(SDR)제도를 운영하고 있음.

○ 국내에서도 기존의 중요결함보고(SDR)제도를 운영하였으나. 항공법 개정으로 인해 항공안전의무보고에 통합되어 현재 별도로 운영하지 않음.

표 56. 항공안전보고제도 개정 현황

기 존	변 경	
항공기 사고	항공안전의무보고	항공기 사고
항공기 준사고		항공기 준사고
항공기 고장등		항공안전장애
항공안전장애	항공안전자율보고	경미한 항공안전장애

○ 현재 항공안전의무보고에는 국제민간항공기구(ICAO) 및 미연방항공청(FAA)에서 운영 중인 항공기 고장보고(SDR) 항목과 비교하여 일부 미반영 되거나, 포괄적인 문구로 반영되어 있음.

표 57. ICAO, FAA 및 국내 항공법 보고항목 비교

구분	ICAO 보고항목 (18항목) 반영여부
FAA	- ICAO 항목 모두 반영. (18항목) - 비상탈출장비 관련 1항목 추가.
국내 항공법	- ICAO 항목 중 일부 반영. (12항목) - 6항목 미반영.(엔진분야, 페더링분야, 구조수리분야 등)

○ 국제 표준에 따른 항공기 고장보고(SDR) 사항이 항공안전의무보고에 일부만 반영되어 별도로 운영되지 않아, 항공기 감항성 유지에 필요한 정보를 수집하고 분석하여 예방정비를 강화하고자 하는 항공기 고장보고(SDR) 제도의 취지에 부합하지 않으며, 항공기 감항성 유지를 위한 데이터베이스로 활용하기 어려움.

2. 기술개발 동향

○ 현재 국내외 항공시장은 항공기의 모든 잠재된 안전문제에 대한 정보를 자체적인 점검만을 통하여 알 수 없을 정도로 크게 성장함에 따라, 국가 차원의 보고 체계를 통한 효율적인 정보제공을 위해 항공기 중요결함 보고(SDR) 제도를 운영하고 있음.

- 기존의 중요결함보고(SDR)제도를 운영하였으나. 항공법 개정으로 인해 항공안전의무보고에 통합되어 현재 별도로 운영되지 않으며, 국제 표준과 다르게 운영되고 있음(ICAO 기준 6개 항목 미반영)

표 58. FAA, 국내 항공법 비교

구분	ICAO 보고항목 (18항목) 반영여부
FAA	- ICAO 항목 모두 반영. (18항목) - 비상탈출장비 관련 1항목 추가.
국내 항공법	- ICAO 항목 중 일부 반영. (12항목) - 6항목 미반영.(엔진분야, 페더링분야, 구조수리분야 등)

○ 국제민간항공기구(ICAO), 미연방항공청(FAA) 및 유럽항공안전청(EASA)은 사고, 준사고 보고 제도와 별도로 항공기 감항성 유지를 위한 항공기 중요결함 보고제도(SDR)를 운영하고 있음.

- ICAO DOC 9760 (Airworthiness Manual)에서는 SDR 보고는 항공사, AMO, 형식설계기관 자료 및 항공안전정보 등을 근거로 하며, 주요 고장, 장애 및 관심사항 등이 보고되어야 한다고 명시되어 있음
  - ICAO DOC 9760 (Airworthiness Manual)에서 SDR은 항공사, 정비업체(AMO), 형식설계기관 자료 및 항공안전정보 등을 근거로, 항공기(부품)의 주요 고장/결함, 장애 및 기타 관심사항 등을 보고할 것을 명시

○ '13년 미국(FAA)에서는 정비분야의 안전관리시스템(SMS)의 가장 핵심적인 요소로 (1)항공기(부품)의 중요결함보고(SDR)과 함께 항공사 신뢰성 정보를 분석하고, (2) 이를 사전예방적 안전관리에 활용할 수 있도록 하는 항공기술정보체계 구축으로 정함

3. 기술수준 분석

표 59. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
항공기 중요결함보고(SDR) 시스템 개발 기술	60	항공기 안전관리 DB 구축 기술	20	7	140
		SDR S/W 구현 기술	20	7	140
		SDR 분석 기술	20	6	120
SDR-항공사 신뢰성관리 프로그램간 정보 연계 기술	40	S/W 연계 기술	20	8	160
		항공기 고장탐구능력 및 안전성 평가 기술	20	7	140
전체기술 총점					700
국내 TRL 수준					7

* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

4. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ 항공기(부품)의 중요결함보고(Service Difficulty Report, SDR)와 함께 항공사의 신뢰성 관리정보를 수집·분석하는 위험분석기술 및 항공기술정보체계 개발

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

나. 주요 연구개발내용

○ 항공기 중요결함보고(SDR) 체계 국제표준화

- 항공기 감항성 유지에 영향을 미칠 수 있는 항공기 고장 및 결함사항에 대한 보고 항목 국제표준화 매뉴얼 개발

○ 항공기 중요결함보고(SDR) 시스템 개발

- 항공기 설계·제작·인증·감항성 유지 및 신뢰성·안전성 관리 DB 구축
- SDR 분석 S/W 개발
- 항공기 수명 주기별 위험도 분석 S/W 개발

○ SDR-항공사 신뢰성관리 프로그램간 정보 연계 기술 개발

- 국가의 항공기 중요결함보고(SDR) 분석 S/W와 항공사의 신뢰성관리 프로그램 연계 S/W 개발

- 항공기 고장탐구능력 및 안전성 평가 S/W 개발

○ 국적 항공기 감항성 유지를 위한 항공정보기술체계 구축 및 예방정비 경보체계 시험운영

- 항공기 중요결함 보고(SDR) 사항 중, 항공기 감항성에 영향을 미칠 수 있는 사항을 국가에서 특별관리하거나, 제작사 또는 항공사에 사전조치 할 수 있는 항공정보기술체계 유효성 검증을 위한 시험운영

다. 최종 성과물

○ 항공기 중요결함 보고(SDR) 체계 및 분석기술을 통한 국제표준화 매뉴얼

○ 항공기 중요결함보고(SDR) 시스템

- 항공기 수명 주기별 고장 위험도 분석 S/W
- 항공기 중요결함 보고(SDR) DB
- 국제 표준화된 항공기 고장보고 데이터 항목, 분류체계 구현
- 항공기 설계・제작・인증・감항성 유지 및 신뢰성・안전성 관리 DB

○ 항공사 신뢰성 관리 정보 연계 표준화 시스템

- 국가 항공기 중요결함보고(SDR) 분석 S/W 및 항공사 신뢰성관리 프로그램 연계 표준화 라이브러리
- 항공기 고장탐구능력 및 안전성 평가 협력을 위한 표준화 라이브러리 등

○ 항공기 고장보고를 통한 감항성 정보 수집·분석·활용 기술개발 검증을 위한 시험운영 테스트베드 및 국가 항공기술정보체계 구축

○ 기술시험을 통해 요구운용조건 하에서 항공기 중요결함보고(SDR) 시스템 및 항공사 신뢰성 관리 정보 연계 표준화 시스템의 설계 규격 만족과 운용성능 만족을 입증함으로써 국내 기술개발단계(TRL)를 8단계로 향상

라. 최종 성과물의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안

연구개발 목표	목표성능	검증방안
▪ 항공기 고장보고를 통한 감항성 정보 수집·분석·활용 기술개발 및 시험운영체계 구축	▪ 실제 운용조건 하에서 최종 성과물의 성능 시현 달성 ▪ ICAO와 FAA의 SDR 수준의 달성 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ ICAO 및 FAA의 SDR 시스템과의 비교 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 항공기 중요결함 보고 체계 및 분석기술을 통한 국제표준화 매뉴얼	▪ ICAO와 FAA의 SDR 수준의 보고항목 국제표준화 매뉴얼 충족	▪ ICAO 및 FAA의 SDR과의 비교
▪ 항공기 중요결함보고 시스템	▪ 보고항목 - 엔진분야, 페더링분야, 구조수리분야 등 18항목	▪ 보고항목 별 보고여부 확인
	▪ H/W와 S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 항공사 신뢰성관리 정보 연계 표준화 시스템	▪ H/W와 S/W - 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

5. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 정부 감항조직 및 항공기(부품) 인증기관에서 국가 항공기술정보체계를 운영할 경우 다음의 조직과 기관 등에서 수혜 예상

- 항공사 : 신뢰성관리 등을 통한 정비프로그램 효율화
- 정비업체(AMO) : 중요결함 등에 대한 사전예방정비, 고장탐구 효율화 등
- 설계/제작기관 : 중요결함 및 신뢰성 저하 부품/시스템에 대한 재설계 및 성능제고
- 정부(안전감독) : 중요결함 조치에 대한 안전관리 집중점검, 안전감독 효율화

나. 기대효과

○ 정부 감항조직 및 항공기(부품) 인증기관에서 국가 항공기술정보체계를 운영할 경우 다음의 조직과 기관 등에서 수혜 예상

- 항공사 : 신뢰성관리 등을 통한 정비프로그램 효율화
- 정비업체(AMO) : 중요결함 등에 대한 사전예방정비, 고장탐구 효율화 등
- 설계/제작기관 : 중요결함 및 신뢰성 저하 부품/시스템에 대한 재설계 및 성능제고
- 정부(안전감독) : 중요결함 조치에 대한 안전관리 집중점검, 안전감독 효율화

○ 항공기 중요결함 보고(SDR) 제도를 통하여 국적 항공기의 안전운항에 문제가 될 수 있다고 판단되는 항공기 고장 및 결함사항을 국가적으로 관리/감독할 수 있음

- 우리나라에 아직 기술력이 부족한 항공기(부품) 인증기술을 확보함에 있어 국가

항공기술정보를 효과적으로 활용 가능

○ 지속적으로 발견되는 유사한 결함에 대하여 제작사에 데이터베이스를 체계적으로 제공하여, 결함 경향을 분석하고 수리방법을 발전시킬 수 있도록 권고할 수 있음

- 중요결함에 대해서 항공기(부품) 설계/제작기관에 관련 결함을 객관적으로 입증할 수 있는 국가 항공기술정보체계가 구축됨으로써 항공기 사고에 따른 사후 책임규명의 논란을 줄일 수 있고, 기술과 데이터 중심의 사고조사과정에서 우리나라의 국익을 적극 대변할 수 있음

○ 항공기 감항성에 영향을 미칠 수 있는 항공기 고장 및 결함사항에 대하여 사전에 적절한 조치를 수행함으로서, 항공기 사고를 예방할 수 있음

- 국내 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 항공기시스템 고장이 원인

6. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 항공기 중요결함보고(SDR) 시스템 개발 기술	4.8	6.6	6.6	4.8	22.8
▪ SDR-항공사 신뢰성관리 프로그램간 정보 연계 기술	3.2	4.4	4.4	3.2	15.2
합 계	8	11	11	8	38

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비・재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 항공기 중요 결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발	AP 및 DB 서버 개발장비	20,000				20,000
	OS 및 DBMS 개발장비 S/W	10,000				10,000
	단말 개발 장비	20,000	20,000	20,000	12,000	72,000
	단말 개발 S/W	50,000	50,000	10,000	30,000	140,000
	증강현실 장비 구입	100,000	100,000	100,000		300,000
	AP 및 DB 서버 시작품장비		20,000			20,000
	OS 및 DBMS 시작품장비 S/W		10,000			10,000
	증강현실 시작품 제작		400,000	400,000	400,000	1,200,000
	AP 및 DB 서버 개발장비			20,000		20,000
	OS 및 DBMS 개발장비 S/W			10,000		10,000
합 계		200,000	600,000	550,000	442,000	1,792,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	406,000	8.1	670,000	13.4	670,000	13.4	487,000	9.7	2,233,000	44.7	
	연구장비·재료비	233,000	4.7	600,000	12.0	600,000	12.0	442,000	8.8	1,875,000	37.5	
	연구활동비	33,000	0.7	54,000	1.1	54,000	1.1	39,000	0.8	180,000	3.6	
	연구과제추진비	29,000	0.6	47,000	0.9	47,000	0.9	35,000	0.7	158,000	3.2	
	연구수당	59,000	1.2	98,000	2.0	98,000	2.0	71,000	1.4	326,000	6.5	
간접비		31,000	0.6	77,000	.15	77,000	1.5	43,000	0.9	228,000	4.6	
연구개발비 총액		791,000	15.8	1,546,000	30.9	1,546,000	30.9	1,117,000	22.3	5,000,000	100,0	

7. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
2	3	7	2	1.1	487	7.2

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 2, 시급도 : 3

- 국내 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 항공기시스템의 고장으로 분석되고 있으며 이중 정비결함이 23%, 부품결함이 12%로 작업자의 인적오류가 부품결함에 비해 2배 이상 높음
  - 최근 항공안전장애의 이륙포기(RTO) 사례가 연평균 16%씩 증가하고 있는데, 이중 시스템 문제가 68%인 것으로 분석됨
- 국제 표준에 따라 운영되어야 하는 항공기 중요결함보고(SDR)의 일부만 현재 항공안전장애보고로 수집되고 있으나, “설계/제작-인증-감항성 유지/관리(신뢰성관리·안전관리)”로 연결되는 항공기 수명주기에 따른 위험분석과 항공기술정보체계를 구축하지 못함
  - 항공기 감항성 유지에 필요한 정보를 수집하고 분석하여 예방정비를 강화하고자 하는 항공기 고장보고(SDR) 제도의 취지에 부합하지 않으며, 항공기 감항성 유지를 위한 데이터베이스 활용 곤란
- 국제민간항공기구(ICAO) 및 미연방항공청(FAA)는 사고, 준사고보고제도와 별도로 항공기 감항성 유지를 위한 중요결함보고(SDR)제도를 운영하고 있음.
- 국내에서도 기존의 중요결함보고(SDR)제도를 운영하였으나. 항공법 개정으로 인해 항공안전의무보고에 통합되어 현재 별도로 운영하지 않음.

○ 기술적 타당성 - TRL : 7, 파급효과 : 2

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이상으로 경제적으로 타당한 것으로 검토됨.
  - <표 60>의 비용·편익 산출 근거 참고
- B/C : 1.1

- NPV : 487백만원
- IRR : 7.2%

표 60. 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	1000	
2차년	-	1422	
3차년	-	1348	
4차년	-	852	
5차년	646	-	초기 도입 대체 편익
6차년	612	-	
7차년	580	-	
8차년	550	-	
9차년	521	-	
10차년	494	-	
11차년	468	-	
12차년	444	-	
13차년	421	-	
14차년	399	-	
합 계	5,135	4,622	합 계

표 61. 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보 체계 개발 비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 비용추산 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 5,000백만원 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 항공기술정보시스템 운영비 추정 ○ 편익추정 - 편익 항목 : 항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발에 의한 사고예방의 무형적 효과 • 국내 항공기 사고로 인한 연간 비용은 '03년부터 '10년까지 연평균 121억원로 집계되었고, 동기간 총36건의 사고 발생(사고 1건당 27억원) • 국내 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 항공기시스템의 고장으로 분석되고 있으며 이중 정비결함이 23%, 부품결함이 12%로 작업자의 인적오류가 부품결함에 비해 2배 이상 높음 • 항공기 사고에 있어 시스템/부품의 고장 비율을 현재 30% 수준에서 항공선진국 수준인 10% 내외로 감소시킬 경우 기대효과 : 연간 8.0억원

○ 타당성 검토 소결

- 국내 항공기 사고/준사고 분석에서도 알 수 있듯이 항공기 시스템 고장(SCF-NP)은 항공기 사고발생의 2번째 중요한 요인이며, 우리나라는 다른 나라와 달리 항공기 동력계통의 고장(SCF-PP) 역시 사고발생 유형의 중요한 요인으로 분석됨.
- 우리나라가 항공기 생산국에 진입함에 따라 항공기 기술정보의 수집·분석·활용을 위한 정보기술력의 중요성이 높아지고 있으며, 다른 항공선진국에 비해 최대 3배 정도 높은 항공기 결함 등을 우선적으로 개선할 필요가 있음.
- 최근 감항당국에서도 이러한 목적으로 항공기 고장보고를 새롭게 운영할 계획으로 있어 관련 기술의 선제적 개발이 필요
- 따라서 본 과제의 정책적 중요도(안전 기여도) 및 경제적 타당성 등을 감안하여 '15년 또는 '16년에 차순위로 착수할 필요가 있다고 판단됨

제 8 장 운항환경 안전위해요인 예측 및 관리 기술개발(Media)

제 1 절 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발

1. 정책 동향

○ 1959년 이후 기상으로 인한 국내 항공사고는 총 25건에 달하며 최근 난기류와 뇌전 관련 사례가 점증하고 있는 추세

○ 부정확한 기상예보나 예측치 못한 현지 기상악화는 운항안전에 미치는 영향이 매우 크며, 실제로 항공기 준사고의 9%가 해당

- 우리나라의 기상으로 인한 준사고는 대부분 난류에 의한 것으로 '01~'10년간 8건의 준사고 발생(기내 탑승객 부상 등)
- 항공안전장애의 낙뢰(기상) 보고는 '10년부터 '12년까지 13%이나, 최근 3년간 연평균 121% 증가하고 있음

○ 군·항공사·항공기상청 등 항공기상정보를 기관별로 생성·제공하고 있으나 이를 수요자에게 1-call, 1-response로 제공하지 못함

- 특히 항공사별로 생성하고 있는 PIREP 정보를 실시간 공유·전파(broadcasting)하지 않고 있어, 직전 경험한 他 항공사의 기상위해환경도 효과적으로 전파하지 못함

○ 항공사는 다양하고 특화된 기상예보가 필요한 실정이나 현행 기상정보로는 항공안전사고 예방을 위한 항공사 맞춤 정보 생성에 한계

- 최근 항공기상청은 최근 KTG 기상모델을 개발하였으나, 3차원(고도별) 기상정보와 해외 노선의 항로기상정보는 제공되지 않음

2. 기술개발 동향

○ 국내기술동향

- 항공기상청은 최근 KTG 기상모델을 개발하였으나, 3차원(고도별) 기상정보와 해외 노선의 항로기상정보는 제공되지 않음

○ 해외기술동향

- 미국을 중심으로 3차원 차세대 기상모델(GTG) 개발, 통합기상정보의 실시간 수집·분석 기술개발 및 공유·전파 시험운영체계 구축, 운영되고 있으며 해외 취항

하는 자국 항공기에 대해 항로상의 기상위험을 신속하게 통보하기 위한 목적으로 국가간 중·고고도 기상정보공유를 위한 상호협력을 강화하는 추세임.

- 미국은 FAA 지원으로 미국 기상연구소(NCAR)에서 난기류 모델을 개발하는 등 양질의 항공기상정보를 서비스 중
  - 난기류 자동관측자료(EDR)을 활용하여 매시간 모델 업데이트
  - MSL 10,000ft부터 FL450까지 고도별 난기류 예보 제공(정확도: 80% 이상)

3. 기술수준 분석

표 62. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
항공기상 위협요인 저감 기술	50	기상정보 종합 수집 체계	10	1	10
		기상위험 예측 모델	15	7	105
		기상위험 예측 분석 기술	15	3	45
		3차원 기반 항로 기상정보 실시간 공유 기술	10	2	20
낙뢰발생 예측·경보 기술	50	낙뢰예측 분석 기술	20	7	140
		광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 기술	20	7	140
		낙뢰 경보 기술	10	5	50
전체기술 총점					510
국내 TRL 수준					5.1

* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

4. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ 공항지역 및 국적 항공사 취항 항로에 대한 차세대 항공기상 위협요인 저감 및 기상 환경요인에 의한 위험성 평가기술 개발

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

나. 주요 연구개발내용

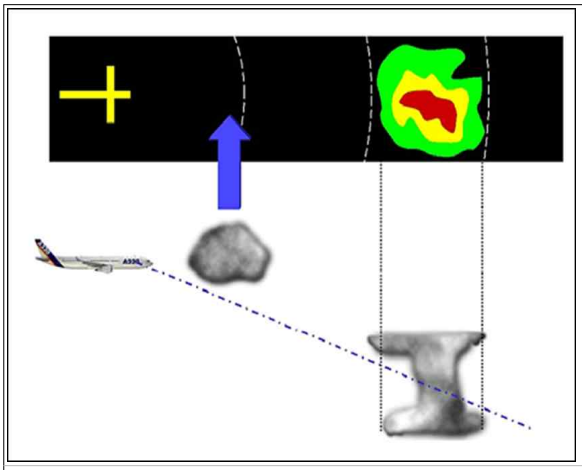
○ 국내 기상정보 체계 종합 및 차세대 항공기상 위협요인 저감 시스템 개발

- 비행 중 수집되는 항공기상 자료·기장보고(PIREP)·군·항공사·항공기상청 등 기상정보 종합 수집 체계 개발
- 기상위험 예측 모델 및 품질관리 체계 개발

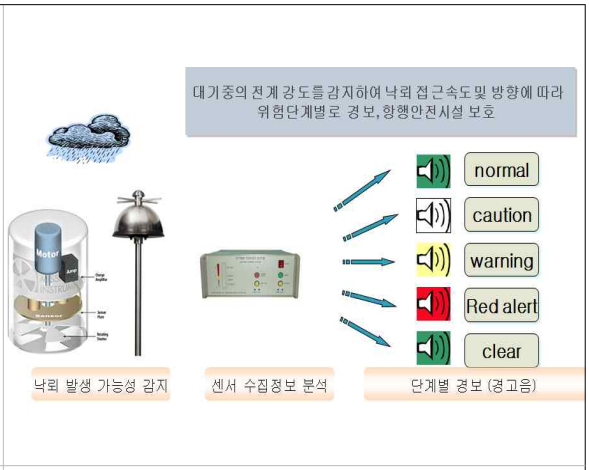
- 기상위험 예측 분석 S/W 개발
- 웹기반 3차원 기반 고도별 기상정보 및 해외 노선 항로기상정보 실시간 공유 시스템 개발
- Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증

○ 공항 주변 낙뢰발생 예측·경보 시스템 개발

- 기상레이더 및 전계측정센서를 이용한 낙뢰예측 분석 모듈 설계・제작
- 낙뢰예측 분석 S/W 개발
- 광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 S/W 및 경보 시스템 개발
- Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증



레이더에 검출되지 않는 뇌우



공항 낙뢰예보 시스템 개발

다. 최종 성과물

○ 항공 통합 기상정보 분석 및 정밀 항공기상 예보 시스템

- 비행 중 수집되는 항공기상 자료・기장보고(PIREP)・군·항공사·항공기상청 등 국내 생성되는 항공기상정보 종합 수집 체계 매뉴얼
- 항공기상정보 통합분석을 위한 항공기상정보 품질관리 체계 매뉴얼 및 S/W
- 항공기 운항고도별 기상예보를 위한 차세대 3차원 차세대 기상모델(GTG)
- 기상위험 예측 분석 S/W
- 웹기반 3차원 기반 고도별 기상정보 및 해외 노선 항로기상정보 실시간 공유 시스템
- Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증

○ 공항지역 낙뢰발생 예측·경보 시스템

- 기상레이더 및 전계측정센서를 이용한 낙뢰예측 분석 모듈
- 낙뢰예측 분석 S/W
- 광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 및 경보 S/W

○ 국내 항공기상정보 체계 종합 및 차세대 항공기상 공유·전파 시험운영체계
- 항공사의 비행 중 수집된 항공기상 자료·기장보고(PIREP) 공유를 통해 운항 중 기상위해요인을 사전인지, 전파할 수 있도록 국토교통부 항공기상정보시스템(가칭) 구축 및 시험운영
- 차세대 3차원 기상모델(GTG) 신뢰성 검증

○ 공항지역 낙뢰발생 예측 및 경보체계 Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증
- 기상레이더 및 전계측정센서와 광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 S/W의 신뢰성 검증을 위한 시험운영 테스트베드 운영

○ 실제 운용환경에서 중·고고도 항공기상정보 예측모델의 시제품에 대한 성능 시현을 수행하고 시스템에 대한 운용 신뢰성을 보증함으로써 국내 기술개발단계(TRL)을 7단계로 향상

라. 최종 성과물의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 3차원 차세대 기상모델(GTG) 개발, 통합기상정보의 실시간 수집·분석 기술개발 및 공유·전파 시험운영체계 구축 ▪ 공항지역 낙뢰발생 예측·경보 기술 개발 및 시험경보체계 구축	▪ 실제 운용조건 하에서 최종 성과물의 성능 시현 달성 ▪ 국외 기술개발 수준의 성능 달성 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ 국외 기술개발 수준과의 비교 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 항공 통합 기상정보 분석 및 정밀 항공기상 예보 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 공항지역 낙뢰발생 예측·경보 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 국내 항공기상정보 체계 종합 및 차세대 항공기상 공유·전파 시험운영체계	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

5. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 국내 군·항공사·항공기상청 등의 기상정보의 통합 분석에 활용할 경우 중·고고도의 3차원 항공기상예보 정확도 개선

○ 국적 항공사의 항공기상정보(PIREP 등)를 공유·전파에 활용함으로써 항공기상레이더로 탐지할 수 없는 기상위험(청천난류 등) 회피 가능

○ 국내·외 공항시설 및 항행안전시설 운영자에 적용함으로써 직격뢰피해를 예방하고, 간접적 피해인 고전압 서지에 의한 시스템 보호

나. 기대효과

○ 항공정보서비스업무 조직과 밀접하게 연계되어 양질의 통합항공정보서비스 제공을 통한 항공안전 확보

- 국내 군·항공사·항공기상청 등의 기상정보의 통합 분석에 활용할 경우 중·고고도의 3차원 항공기상예보 정확도 개선

○ 난기류, 낙뢰 등 악기상 관측 및 경보 기능 강화를 통하여 항공기 운항 안전성 확보

- 국적 항공사의 항공기상정보(PIREP 등)를 공유·전파에 활용함으로써 항공기상레이더로 탐지할 수 없는 기상위험(청천난류 등) 회피를 통한 사고 예방

○ 국내·외 공항시설 및 항행안전시설 운영자에 적용함으로써 직격뢰피해를 예방하고, 간접적 피해인 고전압 서지에 의한 시스템 보호하여 항행안전시설 성능유지로 사고 예방

- ‘08년 제주공항에서 낙뢰로 항행안전시설 장애 및 손상 발생

○ 항공기상/항공교통서비스업무 통합에 의한 항공부문의 공공서비스 효율 및 안전운항 기여도 극대화

- 군·항공사·항공기상청 등의 기상정보를 통합 분석할 수 있어 항공기상예보 정확도 확보

6. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 항공기상 위협요인 저감기술	10.5	10.5	9	9	39
▪ 낙뢰발생 예측·경보 기술	10.5	10.5	9	9	39
합 계	21	21	18	18	78

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비・재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술 개발	개발서버	50,000				50,000
	저장장치 (개발용)	18,000				18,000
	주변기기	20,000	12,000		20,000	52,000
	항공사용 재료 구입비	20,000	20,000		20,000	60,000
	각국, 항공기상청용 재료		30,000		30,000	60,000
	데이터베이스 관리시스템		145,000			145,000
	네트웍 구성		21,000		21,000	42,000
	형상관리 솔루션			50,000		50,000
	성능관리 솔루션			50,000		50,000
	운영서버				120,000	120,000
	정보보안 솔루션				65,000	65,000
합 계		108,000	228,000	100,000	276,000	712,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	1,065,000	16.4	1,172,000	18.0	1,004,000	15.4	1,004,000	15.4	4,245,000	65.3	
	연구장비·재료비	108,000	1.7	228,000	3.5	100,000	1.5	276,000	4.3	712,000	10.9	
	연구활동비	86,000	1.3	94,000	1.4	81,000	1.2	81,000	1.2	342,000	5.3	
	연구과제추진비	64,000	1.0	71,000	1.1	61,000	0.9	61,000	0.9	257,000	4.0	
	연구수당	160,000	2.5	176,000	2.7	151,000	2.3	151,000	2.3	638,000	9.8	
간접비		60,000	0.9	101,000	1.6	82,000	1.3	63,000	1.0	306,000	4.7	
연구개발비 총액		1,543,000	23.7	1,842,000	28.3	1,479,000	22.8	1,636,000	25.2	6,500,000	100.0	

7. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
1	2	5	1	0.7	-1,701	0.4

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 1, 시급도 : 2

- 1959년 이후 기상으로 인한 국내 항공사고는 총 25건에 달하며 최근 난기류와 뇌전 관련 사례가 점증하고 있는 추세
- 부정확한 기상예보나 예측치 못한 현지 기상악화는 운항안전에 미치는 영향이 매우 크며, 실제로 항공기 준사고의 9%가 해당
  - 우리나라의 기상으로 인한 준사고는 대부분 난류에 의한 것으로 '01~'10년간 8건의 준사고 발생(기내 탑승객 부상 등)
  - 항공안전장애의 낙뢰(기상) 보고는 '10년부터 '12년까지 13%이나, 최근 3년간 연평균 121% 증가하고 있음
- 군·항공사·항공기상청 등 항공기상정보를 기관별로 생성·제공하고 있으나 이를 수요자에게 1-call, 1-response로 제공하지 못함
  - 특히 항공사별로 생성하고 있는 PIREP 정보를 실시간 공유·전파(broadcasting)하지 않고 있어, 직전 경험한 他 항공사의 기상위해환경도 효과적으로 전파하지 못함
- 항공사는 다양하고 특화된 기상예보가 필요한 실정이나 현행 기상정보로는 항공안전사고 예방을 위한 항공사 맞춤 정보 생성에 한계
  - 최근 항공기상청은 최근 KTG 기상모델을 개발하였으나, 3차원(고도별) 기상정보와 해외 노선의 항로기상정보는 제공되지 않음

○ 기술적 타당성 - TRL : 5, 파급효과 : 1

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이하로 경제적으로 타당하지 못한 것으로 검토됨.
  - <표 63>의 비용·편익 산출 근거 참고
- B/C : 0.7

- NPV : (-)1,701백만원
- IRR : 0.4%

표 63. 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	2000	
2차년	-	1896	
3차년	-	1348	
4차년	-	852	
5차년	541	-	초기 도입 대체 편익
6차년	513	-	
7차년	486	-	
8차년	461	-	
9차년	437	-	
10차년	414	-	
11차년	392	-	
12차년	372	-	
13차년	352	-	
14차년	334	-	
합 계	4,302	6,096	합 계

표 64. 중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발 비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 비용추산 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 6,500백만원 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 기상모델 유지보수 및 기상정보시스템 운영비 추정 ○ 편익추정 - 편익 항목 : 중·고고도 항공기상정보 예측모델 개발에 의한 사고예방의 무형적 효과 - 무형적 효과 • 국내 항공기 사고로 인한 연간 비용은 '03년부터 '10년까지 연평균 121억원로 집계되었고, 동기간 총36건의 사고 발생(사고 1건당 27억원) • 우리나라의 기상에 의한 사고/준사고는 11%로 ICAO 평균인 12%를 약간 상회하고 있으나 유럽연합이 6% 수준인 것을 감안할 경우 현재 수준에서 50% 이상 개선할 수 있을 것으로 추정할 경우의 편익 : 연간 6.7억원

○ 타당성 검토 소결

- 현재까지 기상에 의한 사고가 크게 부각되지는 않았으나 준사고 및 잦은 장애로 인해 항공기 사고위험이 높아지는 것을 감안할 때 과제 추진의 필요성은 있으나, 다음과 같이 개발비용 및 수익성을 제고 필요
- 다음의 하나로 경제적 타당성을 제고하기 위한 대안을 마련
- 난기류 기상예보에 따른 직접적인 혜택을 보는 항공사가 개발단계에서 민간부담금을 부담하고 컨소시엄으로 참여함으로써, 개발비(정부분담금)를 절감
- 또는 항공기상정보 예측모델 및 부가된 과업범위를 통합정보시스템 분석 업무의 연장선으로 보아 과제 7의 "이종 항공안전 통합데이터센터 운영"에 통합하여 추진
- 이 경우 B/C는 1에 가깝게 상향될 수 있을 것으로 판단되며, 본 과제의 정책적 중요도 및 시급성을 감안할 때 '16 이후 중장기로 착수하는 것이 타당

제 2 절 조류 안전관리 기술개발

1. 정책 동향

○ 현재 운용되고 있는 조류 및 야생동물 퇴치 시스템은 오래전부터 사용되어 조류 및 야생동물은 이미 이러한 장비에 학습되어 있어 특별한 효과가 나타나지 않음.

- 따라서 조류 및 야생동물에 대한 생태 및 서식지에 대한 사전적 관리가 필요하며, 지속적인 모니터링과 함께, 퇴치에 효과적인 시스템 개발이 필요

○ 아직 우리나라는 조류충돌로 인한 사고는 발생한 기록이 없었으나, 준사고는 2011년 2건, 2012년 1건이 발생

- 항공안전쟁애보고 중 조류충돌과 관련한 보고 건수는 2009년부터 2012년까지 총 849건으로 전체 장애보고의 37%로 가장 높은 빈도를 보이고 있음

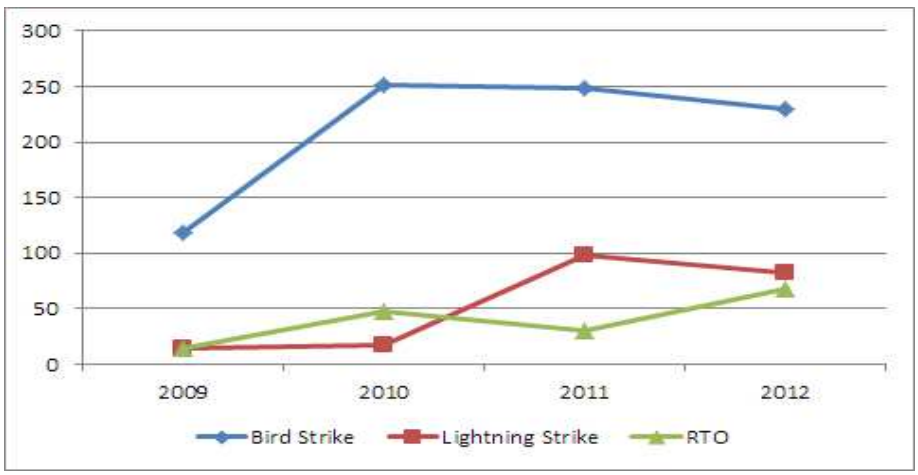


그림 73. 연도별 주요 항공안전장애 발생현황 ('09-'12년)

○ 2건은 피해액이 약 5억 원이며, 11년 12월 25일 아시아나항공 조류충돌 준사고는 피해액이 30억 8천만 원으로 집계되어 3개 사고의 평균 피해액은 13억 6천만원

2. 기술개발 동향

○ 레이더 시스템의 경우, 미국의 NASA, 보스턴로건공항에서 활용하는 장비로 현재, 조류 퇴치용 장비 중 가장 고가의 장비에 속하며, 다양한 기능을 내재하고 있음

- 시간대에 상관없이 사용가능하며 공항 밖 8마일 지점에서부터 실시간 조류의 이동을 3D로 보여주는 첨단장비

- 집단 비행조류에 의한 영향이 많은 공항에서 도입하여 항공기 조종사에게 정보

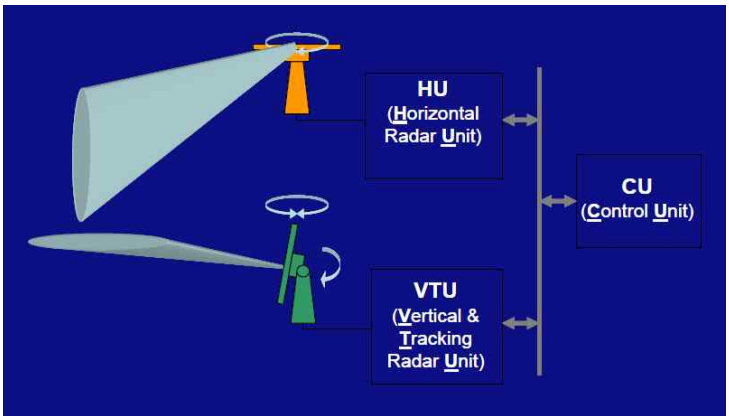
를 전달하는 효과

○ 보스턴로건공항에서 사용하는 장비는 MERLIN사에서 개발한 레이더 시스템으로 민간항공, 군 비행장, 군 훈련과 폭격 실험장 및 민간 비행장에서 항공기에 위협을 주는 조류의 행동을 실시간 탐지, 추적 및 조류-항공기 충돌 위협(BASH) 방지를 위해 개발된 기술로서, 현재 사용하고 있는 조류탐지 레이더 기술보다 발전된 개념

- 항공기 훼손으로 지연되는 비용을 줄이고 안전성 증가, 조류충돌을 감소시키는 역할을 수행
- 조류충돌 위험경보와 실시간 조류활동 상황 등을 항공기 조종석 관제실 조류퇴치팀 사무실, 항공교통 타워 등에 LAN, 링크, 이메일, 테스트 메시지 방식을 통하여 실시간 원격 통제 및 전달이 가능
- 기능
  - 시스템 운영자 및 조종사에게 정밀하고, 전술적인 조류충돌 위험 경보를 위한 향상된 조류 이동 및 활동의 실시간 표시 제공
  - 조류충돌 위험의 지속적이고 실시간적인 자동 경고와 경보
  - 퇴치가 필요한 조류의 이동상황 표시
  - 그라운드 레벨에서 항공기 이·착륙 고도까지 조류 탐지
  - 최첨단 기술을 이용한 견고성, 모든 S-band 레이더 기술
  - 안개, 비 및 눈이 오는 등 모든 기후에서 조류 탐지
  - 군 등급에서 조류 탐지 및 추적 연산 방식, 소음 억제와 곤충 판단 여과
  - 조류를 탐지, 추적하기 위해 특별 개발된 조류 레이더 소프트웨어
  - 조류 조절과 ATC를 지원하는 동시 다중-범위 관제
  - 자동 일일보고 기능
- 특징
  - 조류 충돌의 경보 및 자동 실시간 모니터링
  - 선택적인 시각 및 청각적 메시지 경보 옵션
  - 조류와 비행의 안전을 위한 전문적으로 개발된 탐지 및 추적 소프트웨어
  - LAN, WAN, 인터넷 등을 통한 리모트 조절 및 상영

○ 일본의 하네다 공항은 광학카메라와 수평/수직 레이더를 이용한 조류충돌 감시 시스템을 설치하여 테스트 중임

- 본 시스템은 조류의 비행 패턴과 조류가 모이는 서식지와 같은 주요 지점을 식별할 수 있는 시스템이 포함되어 있으며, 조류의 이동이 감지될 경우 공항 인근에 설치된 스피커를 통해 조류를 분산시키는 경보 시스템이 포함되어있음



3. 기술수준 분석

표 65. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
공항지역 조류 서식지 관리 기술	30	광학렌즈를 이용한 조류 서식지 탐지 모듈 설계 및 제작 기술	10	7	70
		위치추정 알고리즘을 이용한 조류 서식지 탐지 S/W 구현 기술	10	6	60
		조류 서식지 관리 S/W 구현 기술	5	7	35
		공항지역에 대한 조류 유인 요소 관리 DB 구현 기술	3	7	21
		조류 유인 요소 관리 S/W 구현 기술	2	8	16
공항 주변지역 조류 모니터링 기술	50	밀리미터파급 레이더 개발 기술	10	7	70
		레이더 및 광학렌즈 정보 조류 검출 모듈 설계 및 제작 기술	15	7	105
		이미지 프로세싱을 이용한 조류 정보 검출 분석 기술	15	6	90
		조류 이동경로 모니터링 분석 및 예측 기술	5	7	35
		3차원 고도·계절별 조류 항적 정보 분석 기술	5	7	35
공항 주변지역 조류 경보 기술	20	실시간 조류 이동경로 모니터링 및 자동 경보 기술	15	7	105
		웹 기반 조류 서식지 및 이동 정보 공유 기술	5	8	40
전체기술 총점					682
국내 TRL 수준					6.82

* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

4. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ 공항지역의 조류 서식지 및 이동경로 등을 관리하여 사전에 조류충돌 등으로 인해 발생할 수 있는 사고예방 기술개발

○ 실시간 조류 위험요소 경보 기술 개발

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

나. 주요 연구개발내용

○ 공항지역 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템 개발

- 광학렌즈를 이용한 조류 서식지 탐지 모듈 설계・제작
- 위치추정 알고리즘을 이용한 조류 서식지 탐지 S/W 개발
- 조류 서식지 관리 S/W 개발
- 공항지역에 대한 조류 유인 요소 관리 DB 구축
- 조류 유인 요소 관리 S/W 개발

○ 공항 주변지역 조류 모니터링 시스템 개발

- 밀리미터파급 레이더 및 광학렌즈 정보 조류 검출 모듈 설계・제작
- 이미지 프로세싱을 이용한 조류 정보 검출 분석 S/W 개발
- 조류 이동경로 모니터링 분석 및 예측 S/W 개발
- 3차원 고도・계절별 조류 항적 정보 분석 S/W 개발

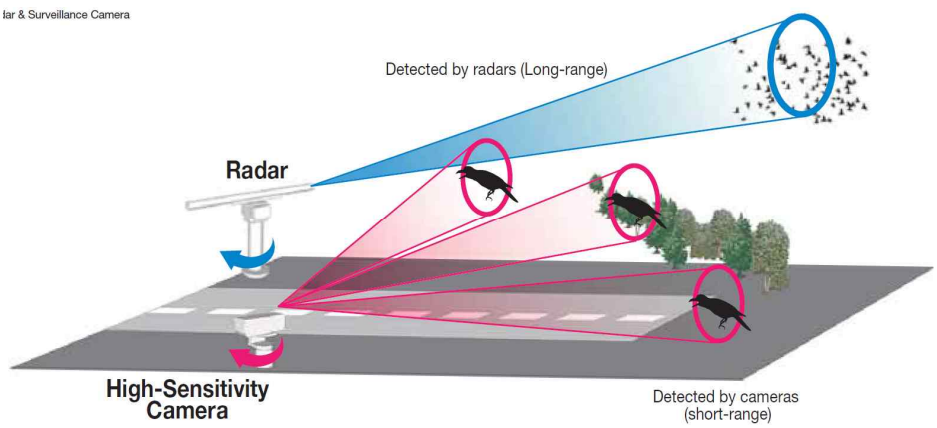


그림 74. 조류 모니터링 시스템 구성도

○ 공항 주변지역 조류 위험 경보 시스템 개발

- 실시간 조류 이동경로 모니터링 및 자동 경보 S/W 개발

- 웹 기반 조류 서식지 정보 공유 시스템 개발
- 웹 기반 조류 이동 정보 공유 시스템 개발

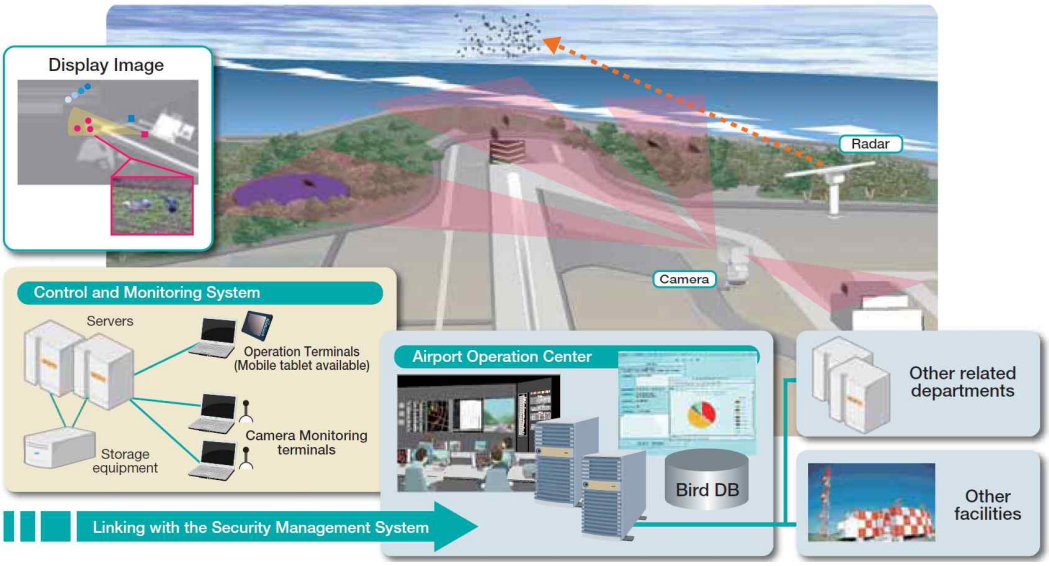


그림 75. 공항지역 조류 경보 시스템 구성도
(조류 서식지 관리 및 조류 모니터링 기술 종합)

○ 모빌라우드(Mobiloud)[28] 기반 조류 서식지 및 위험 요소 실시간 안전관리 시스템 개발
- 모빌라우드(Mobiloud) 기반 조류 서식지 및 위험요소 실시간 공유 시스템 설계·제작 및 S/W 개발
- 실시간 웹 및 모바일 기반 조류 서식지 및 위험요소 현황 공유 및 위협요인 분석 S/W 개발
- 실시간 조류 서식지 및 위험 관리 스마트패드·폰용 어플리케이션 개발
- * 조류 서식지 및 공항 지역주변 이동 조류 퇴치 작업자에 대한 작업 지시 및 작업자 업무 완료시 본부에게 작업완료 보고 기능 포함

다. 최종 성과물

○ 위치추정 알고리즘을 이용한 영상인식 기반 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템
- 영상인식 기반 조류 서식지 탐지 모듈
- 위치추정 알고리즘을 이용한 조류 서식지 탐지 및 관리 S/W

○ 공항 주변지역 조류 모니터링 시스템
- 밀리미터파급 레이더 및 광학렌즈 정보 조류 검출 모듈
- 이미지 프로세싱을 이용한 조류 정보 검출 분석 S/W
- 조류 이동경로 모니터링 분석 및 예측 S/W

28) 스마트폰, 태블릿 PC 등이 주도하는 모바일(Mobile)이란 단어와 콘텐츠를 인터넷 가상공간에 저장해 내려 받는 클라우드(Cloud) 컴퓨팅이란 단어를 결합한 신조어.

- 3차원 고도·계절별 조류 항적 정보 분석 S/W

○ 공항 주변지역 조류 위험 경보 시스템

- 실시간 조류 이동경로 모니터링 및 자동 경보 S/W
- 웹 기반 조류 서식지 및 이동 정보 공유 정보 공유 S/W

○ 모빌라우드(Mobiloud) 기반 조류 서식지 및 위험 요소 실시간 안전관리 시스템

- 모빌라우드(Mobiloud) 기반 조류 서식지 및 위험요소 실시간 공유 시스템
- 실시간 웹 및 모바일 기반 조류 서식지 및 위험요소 현황 공유 및 위협요인 분석 S/W
- 실시간 조류 서식지 및 위험 관리 스마트패드·폰용 어플리케이션

○ 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템 Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증

- 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템 신뢰성 검증을 위한 시험운영 테스트베드 운영

○ 조류 이동경로 모니터링 및 위험 경보 시스템 Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증

- 조류 이동경로 모니터링 및 위험 경보 시스템 신뢰성 검증을 위한 시험운영 테스트베드 운영

○ 기술시험을 통해 요구 운용조건 하에서 레이더·영상인식 기반의 조류 탐지·분석 기술 및 조류충돌위험 시험경보체계의 설계 규격 만족과 운용성능 만족을 입증함으로써 국내 기술개발단계(TRL)를 8단계로 향상

라. 최종 성과물의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안

연구개발 목표	목표성능	검증방안
▪ 레이더·영상인식 기반의 조류 탐지·분석 기술개발 및 조류충돌위험 시험경보체계 구축	▪ 실제 운용조건 하에서 최종 성과물의 성능 시현 달성 ▪ 미국, 일본의 레이더 및 영상인식 기술과 경보체계 수준의 성능 달성 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ 국외 기술개발 수준과의 비교 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 위치추정 알고리즘을 이용한 영상인식 기반 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 공항 주변지역 조류 모니터링 및 위험경보 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 모빌라우드 기반 조류 서식지 및 위험 요소 실시간 안전관리 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

5. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 조류의 이동이 많은 공항의 인근 지역을 Test-bed로 사용하여 본 기술개발의 상용화 도모가 필요함.

○ 향후 기술개발 완료 후 성과물의 수요처는 공항의 안전관리를 담당하고 있는 공항공사가 될 것으로 예상됨.

○ 조류 탐지 시스템만으로는 조류 퇴치를 단독으로 시행할 수 없는 단점으로 인해 장비도입과 더불어 퇴치인력의 추가가 수반되어야 하는 문제로 비용이 반감될 수 있음

- 레이더 시스템은 국내공항의 효과적인 조류충돌예방을 위한 충분한 예산확보와 인력활용이 뒷받침 될 수 있는 공항에서 장기적인 관점의 조류충돌예방장비로 도입을 고려하는 것이 현실적

나. 기대효과

○ 조류의 이동이 많은 공항의 인근 지역을 Test-bed로 사용하여 본 기술개발의 상용화 도모가 필요

- 향후 기술개발 완료 후 성과물의 수요처는 공항의 안전관리를 담당하고 있는 공항공사가 될 것으로 예상됨

○ 조류 관리 및 억제 시스템 개발을 통해 항공기 이·착륙시 또는 계류장 운영시 조류 및 야생동물에 의한 피해를 사전 억제

○ 현재 조류 및 야생동물 퇴치를 위한 인력이 부족한 공항에 대해 효과적 대처 가능

6. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 공항지역 조류 서식지 관리 기술	3	3.6	3.6	3	13.2
▪ 공항 주변지역 조류 모니터링 기술	5	6	6	5	22
▪ 공항 주변지역 조류 경보 기술	2	2.4	2.4	2	8.8
합 계	10	12	12	10	44

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비・재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
▪ 조류 안전관리 기술개발	개발서버	30,000				30,000
	저장장치 (개발용)	18,000				18,000
	주변기기	15,000	12,000		15,000	42,000
	특수 레이더 제작	100,000				100,000
	조류관측용 광학렌즈	80,000	80,000			160,000
	특수 레이더 성능개선		50,000	100,000		150,000
	데이터베이스 관리시스템		145,000			145,000
	공간정보통합관리솔루션		450,000			450,000
	네트웍 구성		21,000		21,000	42,000
	성능관리 솔루션			40,000		40,000
	Data Minning 솔루션			20,000		20,000
	운영서버			120,000		120,000
	정보보안 솔루션			65,000		65,000
합 계		243,000	758,000	345,000	36,000	1,382,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	507,000	10.1	731,000	14.6	731,000	14.6	609,000	12.2	2,578,000	51.6	
	연구장비·재료비	243,000	4.9	758,000	15.2	160,000	3.2	221,000	4.4	1,382,000	27.6	
	연구활동비	41,000	0.8	59,000	1.2	59,000	1.2	49,000	1.0	208,000	4.2	
	연구과제추진비	31,000	0.6	44,000	0.9	44,000	0.9	37,000	0.7	156,000	3.1	
	연구수당	77,000	1.5	110,000	2.2	110,000	2.2	92,000	1.8	389,000	7.8	
간접비		45,000	0.9	116,000	2.3	75,000	1.5	51,000	1.0	287,000	5.7	
연구개발비 총액		944,000	18.9	1,818,000	36.4	1,179,000	23.6	1,059,000	21.2	5,000,000	100.0	

7. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
1	1	7	2	2.835	8,039	38.003

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 1, 시급도 : 1

- 현재 운용되고 있는 조류 및 야생동물 퇴치 시스템은 오래전부터 사용되어 조류 및 야생동물은 이미 이러한 장비에 학습되어 있어 특별한 효과가 나타나지 않음.
  - 따라서 조류 및 야생동물에 대한 생태 및 서식지에 대한 사전적 관리가 필요하며, 지속적인 모니터링과 함께, 퇴치에 효과적인 시스템 개발이 필요
- 아직 우리나라는 조류충돌로 인한 사고는 발생한 기록이 없었으나, 준사고는 2011년 2건, 2012년 1건이 발생
  - 2건은 피해액이 약 5억가량이며, 11년 12월 25일 아시아나항공 조류충돌 준사고는 피해액이 30억 8천만원으로 집계되어 3개 사고의 평균 피해액은 13억 6천만원임.
  - 항공안전쟁애보고 중 조류충돌과 관련한 보고 건수는 2009년부터 2012년까지 총 849건으로 전체 장애보고의 37%로 가장 높은 빈도를 보이고 있음.

○ 기술적 타당성 - TRL : 7, 파급효과 : 2

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이상으로 경제적으로 타당한 것으로 검토됨.
  - <표 65>의 비용·편익 산출 근거 참고
- B/C : 2.8
- NPV : 8,039백만원
- IRR : 38.0%

표 66. 조류 안전관리 기술개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	1000	
2차년	-	1422	
3차년	-	1348	
4차년	-	852	
5차년	5320	-	초기 도입 대체 편익
6차년	2747	-	
7차년	2604	-	
8차년	406	-	
9차년	384	-	
10차년	364	-	
11차년	345	-	
12차년	327	-	
13차년	310	-	
14차년	294	-	
합 계	13,101	4,622	합 계

표 67. 조류 안전관리 기술개발 비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 비용추산 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 5,000백만원 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 상용화되는 제품으로 비용계상에서 제외 ○ 편익추정 - 편익 항목 : 조류 안전관리 사고예방을 통한 무형적 효과 및 상용화에 따른 유형적 경제 효과 - 무형적 효과 • '09~'12년 조류충돌에 의해 발생한 준사고는 총3건으로 2건은 피해액이 약 5억원 가량이며, 11년 12월 25일 발생한 아시아나항공의 조류충돌은 피해액이 30억 8천만원으로 조류충돌에 의한 준사고 평균 피해액은 13억 6천만원 • 같은 기간 항공안전장애보고까지 포함한 조류충돌은 총 849건, 준사고로 집계된 총 피해액은 4,026,000천원으로 1개 조류충돌로 인한 피해액 밀도는 4,742천원으로 추정

• 현재 연평균 250건 가량 발생하고 있는 조류충돌을 50% 감소시킬 경우 조류충돌 사고예방에 의한 편익 : 연간 5.9억원

- 유형적 효과 : 국내 상위 4개 공항에 대해 판매하는 것을 가정하여 매출 산정

• 국내 예상 매출액: 30억원/Package x 4 Package = 120억원

○ 타당성 검토 소결

- 본 과제의 경우 공항이 수요자로 확실하게 참여하는 것이 전제되어야 하며, 조류 안전관리 기술개발에 따른 직접적인 혜택을 보는 공항 운영자가 개발단계에서 컨소시엄에 참여함으로써, 상용화 가능성을 높일 필요가 있음
- 최근 활주로 FOD 예방을 위한 밀리미터파급의 활주로 감시 레이더가 광학장비를포함하여 기술개발이 계획되어 있으며, 만약 이러한 개발 계획이 확정될 경우에는 본 설계예산에서 하드웨어 부분을 제외시킬 수 있을 것으로 판단됨

제 9 장 항공안전 정보분석 및 안전감독체계 기술 개발(Management)

제 1 절 이종 항공안전정보 통합분석 기술 개발(한국형 ASIAS)

1. 정책 동향

○ 미국 FAA에서는 항공안전정보의 통합적 분석을 위한 ASIAS시스템을 구축하고, 기존 FAA에서 수집·분석한 각종 데이터베이스의 연계와 함께 민간의 항공안전정보를 통합적으로 분석하기 위한 자율안전프로그램(VSP)을 성공적으로 운영

- 자율안전프로그램(VSP) 운영의 핵심은 최근 항공분야에 도입된 항공안전관리시스템(SMS)에 기반을 두고 있으며, 정부의 SMS 등급을 평가함에 있어 자율안전프로그램의 운영 유무가 매우 중요한 역할을 하고 있음
- 우리나라의 경우에도 이러한 자율안전프로그램(VSP)을 도입 운영할 수 있는 제도적 기반을 구축할 경우 항공안전정보 통합데이터베이스센터 운영과 함께 검토되어야 할 것으로 판단됨

○ 데이터 기반의 새로운 안전관리체계 정착 : 국내 취약한 항공안전정보 수집/통합분석 기반을 데이터센터를 통해 효과적으로 개선할 수 있을 것으로 기대됨

○ 산업안전 등 국내 다른 분야의 사례에 있어서도, 안전보건공단에서는 최근 위험성평가사업을 추진하면서 국내 사업자에게 위험성평가에 도움이 될 수 있도록 웹베이스 기반의 데이터베이스와 함께 정보제공포털사이트를 제공하고 있음

2. 기술개발 동향

(1) 국내 항공안전정보 수집 및 분석체계

○ 나르미는 국토교통부에서 운영하는 통합항공안전정보 시스템이며, 의무보고사항인 사고 및 장애(고장)보고, 항공기 안전성 관리자료, 안전감독 활동결과, 항공전문가 교육 등 항공안전에 관한 각종 정보를 포괄적이고 체계적으로 관리하는 것을 목적으로 함

○ ICAO가 사고조사분야에서 국가안전프로그램(SSP) 도입을 목표로 부속서 13(사고조사)의 제 12차 개정안을 '09년 3월에 채택함에 따라 2010년 11월까지 우리나라를 포함한 체약국들은 실제적, 잠재적 안전결함에 관한 정보를 효과적으로 분석하고 필요한 예방활동을 결정할 수 있는 사고/준사고 데이터베이스를 의무적으로 구축해야 했으며, 이에 따른 한국형 통합항공안전정보시스템 나르미가 개발되었음

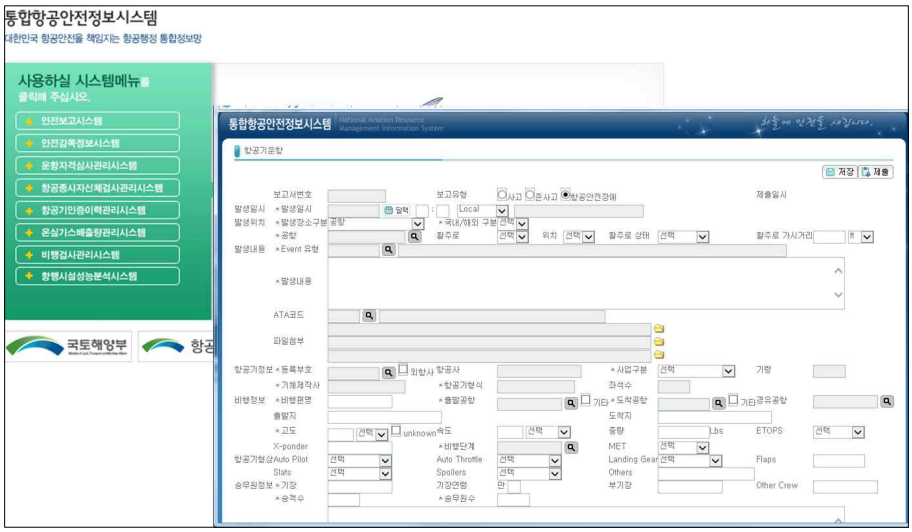


그림 76. 통합항공안전정보시스템 Web site & Reporting Form

자료: http://www.esky.go.kr/

○ 나르미 데이터베이스에는 항공안전장애 데이터와 사고조사위원회가 관리하는 항공사고/준사고 데이터가 보관됨

- 사건개요, 사실정보(발생일시, 장소, 당시기상, 항공기 정보 (기종 및 등록번호, 항공사, 비행구간, 탑승객수), 운항승무원 정보(총 비행시간, 해 기종시간), 피해 정보, 상황분석, 조사결과(위험판정, 발생요인), 향후 조치계획(재발방지대책, 안전권고)의 내용과 녹취록, 관계자 진술서, 사진자료 등의 첨부 내용으로 구성됨

○ 온라인시스템은 관계자에 한해서 접근이 가능하며 직접 보고서를 작성하거나 주어진 접근 권한 내에서 열람할 수 있으며, 데이터는 접수여부/보고유형/해당분야/기간별로 색인 검색이 가능하며 엑셀 형식으로 저장할 수 있음

○ 나르미 시스템은 국가의 항공안전정보를 통합적으로 수집·관리하는 데이터베이스로 설계되었으나, 사고예방을 위한 분석에 적합하지 않으며 코드체계를 갖고 있지 못함

- 감독업무를 수행하는 정부가 운영하는 데이터베이스이므로, 제3의 독립적인 기관에서 운영하는 다른 나라와 달리 항공사의 자발적인 참여 및 협력이 어려움
- 따라서 이번 기술개발의 기술적 타당성은 분명한 것으로 판단됨

(2) ICAO의 항공안전정보 수집 및 분석체계

○ ICAO는 제32차 총회에 이어 제33차 총회에서 항공안전정보의 수집과 공유를 촉진시키는 내용이 들어있는 ICAO 세계항공안전계획(GASP)에 관한 결의를 채택. 본 결의에서 안전데이터베이스 시스템의 개선 및 안전 관련 정보의 교환을 촉진시키기 위한 국가 활동에 참여를 권고하고 있으며, 종합적인 데이터 분석 및 정보

전파 네트워크의 개발을 목적으로 하는 제반 활동에 참여에 관한 내용을 담음

○ 총회는 국가가 ICAO의 “사고/준사고 데이터 보고시스템(ADREP)”에 보고하는 사고 및 준사고 데이터를 포함하여 안전 관련 정보가 항공시스템 이용자 간에 자유스럽게 교환될 수 있도록 노력하고, 이에 모든 체약국은 각종 사고방지 활동 요소 간에 적절한 균형이 유지되도록 자국의 법령을 검토하고 필요한 경우 이것들을 개정해야 하며, 이를 통해 항공안전에 영향을 미칠 수 있는 사건에 대한 자율보고를 촉진해야 함

○ 1979년에 사고예방 및 조사 분과위에서는 일반적인 ADREP(Accident/Incident data reporting) 시스템에 대한 권고와 특별히 매뉴얼(Doc 9156 Accident/Incident Reporting Manual)을 작성하였고, 이어서 이들 권고 사항들을 이행하는 사무국을 돕기 위해 ADREP 연구 그룹이 신설됨

○ ADREP 코드는 사고 발생시 사고・준사고 데이터를 처리하기 위하여 표준 코드로써 사용하고, 각 국가별로 사고조사 데이터베이스를 개발 중인 국가는 이 코드를 사용하여 개발하고 있음. ICAO가 사고조사분야에 국가안전프로그램(SSP) 도입을 목표로 부속서13(사고조사)의 제12차 개정안을 2009년 3월 채택하여 체약국들은 부속서 13의 관련 조항에 따라 사고・준사고 DB 구축해야 함

표 68. 부속서 13의 주요 개정 사항(‘09.3월 제12차 개정안)

▪ 3.2 체약국들은 민간항공 안전 등급을 확보하기 위해서 각 국의 안전프로그램을 수립해야 한다. ▪ 8.1 체약국은 실제적 잠재적 안전결함에 관한 정보를 수집하기 위하여 필수적인 준사고 보고시스템을 수립해야 한다. ▪ 8.2 체약국은 필수적인 준사고 보고시스템에 의하여 획득하지 못한 실제적 잠재적 안전결함에 관한 정보의 수집을 위해 자발적인 준사고 보고 시스템을 수립해야 한다. ▪ 8.3 자발적인 준사고 보고시스템은 정보 제공자를 처벌하지 않고 보호해야 한다. ▪ 8.4 각 국가는 실제적, 잠재적 안전결함에 관한 정보를 효과적으로 분석하고 필요한 예방활동을 결정할 수 있는 사고/준사고 데이터베이스를 구축해야한다. ▪ 8.5 데이터베이스 시스템은 다른 시설들과 자료를 공유할 수 있는 표준화된 형식을 사용해야 한다. ▪ 8.6 체약국은 실제나 잠재적인 안전결함을 처리하기 위해 요구되는 예방적 조치를 확인해야 하고, 실행과 효과적인 응답을 감독하는 과정을 수립해야 한다.

(3) FAA 항공안전정보 통합데이터센터 사례 : ASIAS

○ 미국에서는 항공안전정보에 대한 통합분석 및 제한된 사용자 그룹 사이에 정보공유를 목적으로 ASIAS(Aviation Safety Information Analysis & Sharing) 시스템을 운영

○ FAA의 ASIAS는 항공 안전 정보 공유를 목적으로 46개의 항공안전 데이터베이스, 78개의 하이브리드 데이터베이스, 그리고 7개의 규격 데이터베이스로 구성됨

○ 다양한 데이터베이스로부터 서술정보, 이벤트 정보, 발생일시, 장소, 운영자, 항공

기, 운항정보별 색인정보 검색 기능 뿐 아니라 관련 연구 및 분석 보고서에 대한 자료를 제공하고 있음

○ ASIAS는 지속적으로 다양한 데이터베이스의 추가를 계획하고 있으며 항공 분야 내의 다양한 단체, 제조사, 정부기관까지 확장을 목표로 하고 있음

① FAA의 사고/준사고 데이터 (AIDS, Accident/Incident Data Systems)

○ AIDS DB는 1978년부터 현재까지의 일방항공(General Aviation), 상업항공운송(Commercial air carrier)의 Accident/Incident data를 포함하나, ASIAS DB에서는 Incident data만 포함(Accident Data는 NTSB DB)

○ **(보고서 포맷 분리)** 위치정보, 항공기 정보, 운영자 정보, 서술(Narrative), Findings, 기상정보, 조종사 정보 등으로 분리

○ 1995년 이후로 AIDS Incident 보고서에는 115개 문자의 Narrative로 제한되었으며, 1995년 이후에는 수사관에 의해 작성된 Narrative가 포함

○ 일반인들도 정보를 검색하여 보고서를 검색할 수 있으며, 아래와 같음

- 정보 검색 기입 Category
  - Narrative
  - Event : ADIS Report Number, Event Date 간격 지정
  - Location : State, Airport Name
  - Operation : Flight Conduct, Flight phase(58개의카테고리), Operator Name
  - Aircraft : Aircraft Registration Number, Aircraft Maker, Aircraft Model, Aircraft Series
- 검색된 Data는 엑셀(CSV 형태)로 불러 올 수 있으며 추가적으로 PIC info도 보여지며, 개별 리포트를 선택하면 “Event Remark(Narrative)”을 볼 수 있음

② 항공기 등록 정보(AR, Air Registry)

○ FAA 항공등록은 미국에 등록된 민간 항공기를 추적하고 기록하기 위한 data system이며, 항공기 구매자로부터 얻은 고유 정보를 Oklahoma city에 있는 FAA에 등록. DB는 등록 직원이 data system에 data를 입력하면 실시간으로 업데이트 됨

○ 등록은 320,000건이 넘는 활발한 민간 항공기의 영구적인 기록을 유지하고 있으며, Oklahoma city의 Mike Monroney 항공센터의 등록 빌딩에 있는 공용문서실의 사용자가 매일 약 700건의 항공기록 사본을 검토

③ 미항공우주국의 항공안전보고 시스템 (ASRS, Aviation Safety Reporting System)

○ ASRS 데이터베이스는 자율보고 형태로 접수받은 리포트들의 분석과정을 거쳐 코드화된 정보가 저장된 결과물이며, 서술형으로 접수된 리포트는 동일 이벤트별로 묶여 항공 분야의 전문가들로 구성된 분석팀에 의해 종합적으로 분석 됨

○ 안전 보고 상황에 대한 위해요인이 식별되고 해당 내용을 코드화하여 데이터베이스에 저장(보고자의 신분 보장을 위해 원본은 폐기처분 됨)

○ 하나의 리포트 데이터는 상세서술정보와 함께 상황 발생 일시, 장소, 기내 환경, 외부 환경, 항공기, 인적 요인, 발생 이벤트의 정보 등의 보고내용, 그리고 전문가에 의해 식별된 기여요인, 주요 위해요인, 사건개요, 답신내용 등의 정보로 구성

○ ASRS 데이터베이스는 공공에게도 접근을 허용하고 있으며 1998년부터 현재까지 데이터는 ASRS 웹페이지 또는 FAA의 ASIAS 웹페이지에서 접근 가능하고 매달 업데이트 됨

○ 주제별 리포트를 분류한 ASRS Database Report Sets을 제공할 뿐만 아니라 이용자의 필요에 따라 각 요소별 색인 검색이 가능하여 통계 및 연구 자료로서 활용이 용이함(ASRS 혹은 ASIAS 홈페이지에서 자료를 얻을 수 있음)

- 정보 검색 기입 Category(ASIAS의 ASRS DB)
  - Narrative
  - Event : ASRS Accession Number, Event Date 간격 지정
  - Location : State, Airport Code
  - Operations :

Operation	- Air Carrier, Air Taxi, Corporate, FBO, Fractional, Government, Military, Personal
Mission	- Aerobatic, Agriculture, Ambulance, Banner Tow, Cargo/Freight, Ferry, passenger, Personal, Photo Shoot, Refueling, Sky Diving, Tactical, Test Flight, Traffic Watch, Training, Utility

- 검색된 Table 형태의 Data filed들의 정보는 엑셀(CSV 형태)로 불러 올 수 있으며, 검색된 Data를 클릭하면 보고서(report) 형태의 세부 정보를 얻을 수 있음[29)]

④ 미국 교통통계국(BTS, Bureau of Transportation Statistics)

○ 교통통계 DB 부서에서는 개별항공사의 운영 및 수송량(Traffic) 통계를 포함하고 있으며, BTS는 교통부(Department of Transportation, DOT) 소속의 FAA와 비슷

29) Synopsis, Assesment, Environmental Information, General info 및 Narrative 정보까지 볼 수 있음

한 수준의 조직임

○ 1970년대, 민간항공위원회(Civil Aeronautics Board, CAB)는 폐지되었을 때, 항공사는 재정 및 통계자료를 BTS에 제공

○ 활용 가능한 항공통계량

- U.S Air Carrier Fatal Accidents by First phase of Operation(1990～2011)
  - 항목 : ApproacH/Wescent/landing, Taxi/takeoff/climb, Cruise(in-flight), Standing(Static), Maneuvering, other/not reported
- U.S Carrier Safety Data(1960～2011)
  - 항목 : Total fatalities, Total seriously injured persons, Total accidents, Fatal accidents, Aircraft-miles(Million)/Aircraft departures(thousands)/ Flight hours(thousands)의 fatalities/seriously injured persons/Total accidents/Total accidents and fatal
- U.S Number of Pilot-Reported Near Midair Collisions(NMAC) by Degree of Hazard(1980~2011)
  - 항목 : Total, all degree of hazard(Critical, Potential, No hazard, Unclassified), NMAC involving aircraft operation under 14 CFR 121

⑤ FAA 근접 공중충돌 데이터(NMACS, Near Midair Collision System)

○ NMACS는 항공기 서로간의 거리가 500 feet 이하로 충돌의 가능성이 있는 준사고 또는 두 대 혹은 그 이상의 항공기에 충돌 위험 요소가 있었다고 진술한 조종사나 승무원으로부터 받은 보고서를 포함

○ 역사적으로, NMAC는 준사고(Incident) 및 NMAC 사건(event)의 보고로 분류되어 졌으며, 이는 다른 event의 보고와 함께 FAA Incident Data 시스템에 보존됨. 1980년대 중반까지 NMAC는 별도의 보고체계와 조사 절차가 보장 될 만큼 중요한 것으로 간주

○ 모든 NMAC 보고서는 항공교통관제사들과 FAA 감독관이 합동으로 철저하게 조사됨. NMAC 보고서에 얻은 데이터는 프로그램, 정책 및 NMAC 발생을 줄 일수 있는 절차를 개발함으로써 항공교통시스템의 안전성과 효율성을 향상시키는데 사용

○ NMAC data는 조종사와 객실승무원이 보고하는 주관적인 보고서이기 때문에 평가할 때 상당한 주의가 필요함

○ NMAC에 대해 항공교통관제사, 승객 및 지상 관청들도 통지를 하고 있지만, 일반적으로 FAA는 조종사의 보고를 통해 알게 되며, 각 경우에 FAA는 예비 보고서

가 등록되고 90일 이내에 조사해야 함

⑥ NTSB의 FAA에 대한 안전 권고조치 및 FAA의 대응

○ NTSB는 운송산업의 모든 구성원에게 안전 권고사항을 만들기 위해, 야기되는 가능성 및 사건 수사과정의 수집된 정보를 사용

○ NTSB 안전 권고사항 DB는 1963년부터 지금까지의 권고사항을 포함

○ NTSB 안전 권고사항은 텍스트 기반의 DB로 저장됨. 권고사항은 보고서 번호와 최근 업데이트 된 날짜와 함께 보고서 양식으로 제시 됨

⑦ 활주로 침범 데이터 (RWS, Runway Safety Office Runway Incursion)

○ FAA Runway 안전부서에서는 비행장에서의 활주로 및 Surface 침입 사건을 결정해주는 역할을 하며, 공항교통관제타워와 공항에서만의 활주로 및 Surface 침입 사건만 기록 및 분류 됨

○ ATCT(Airport Traffic Control Tower)가 존재하지 않은 FAA 항공교통조직은 항공기이동(Aircraft movement)을 제어하지 않음

○ Surface event는 event가 발생한(occurred) 공항관제타워에 의해 보고되며, 활주로 침입[30]은 활주로안전 부서에 의해 평가되고 사건의 심각도에 따라 분류

- The Severity Classification of Runway Incursion

Accident	- 침입으로 충돌이 발생
Category A	- 충돌이 가까스로 피한 준사고
Category B	- 분리 간격이 감소되어 충돌에 대한 상당한 잠재력이 있어, 충돌을 회피하기 위한 시간이 위험한 경우
Category C	- 사건이 충돌을 회피하기 위한 충분한 시간 및 거리가 있을 경우
Category D	- 항공기의 이착륙을 위해 표면으로 지정된 보호구역에 항공기/차량.사람이 침범하였지만 안전결과가 상관이 없을 경우
Category E	- Event의 증빙이 다른 카테고리 범주에 배정되기 불충분하거나 상충되는 사건

30) 활주로 침입 : 비행장의 항공기 이착륙을 위한 지정된 보호구역(Protected Area)에 항공기, 차량 또는 사람이 침범한 상황

⑧ 세계 항공기 사고 요약(WAAS, World Aircraft Accident Summary)

○ 미국 FAA는 국내 및 외국의 항공사 모두에게 사고기록 정보에 관한 수많은 요청을 받아, Aircliams Ltd.와 라이센스 계약을 체결하여 공공에서도 인터넷을 통해서도 세계 항공기 사고요약(WAAS) DB를 접근할 수 있도록 개발

○ 사고(Accident)의 정의: WAAS는 ICAO 부속서 13에 따라 첫 번째 승객이 타고 마지막 사람이 내리기 전까지 항공기에 상당한 손상이나 심각한 인명피해나 사망이 일어난 상황(Event)

○ Airclaims Ltd.는 격납고 화재, 엔진결함이나 탑재된 기계, 식중독 및 미끄러짐 등의 부상이나 사망 등과 같은 비운항 사고는 제외했음

(4) EU의 항공안전정보 통합데이터센터 사례 : ECCAIRS

① 유럽연합의 항공안전정보 통합분석 사례

○ 유럽연합위원회(European Commission)는 대부분의 유럽연합 국가들의 항공당국들이 서로 다른 방법으로 항공사고 및 준사고에 대한 정보를 수집하고, 또한 서로 다른 데이터 형식을 가진 정보시스템을 사용함에 따라 상호간에 정보 검색 및 교환이 불가능하였으나, 이를 개선하기 위한 방안으로 모든 유럽 연합 국가들이 이용할 수 있는 ECCAIRS(European Coordination Centre for Aviation Incidents Reporting Systems)라는 정보 시스템을 도입하였고 운영에 필요한 사항을 규정하기 위하여 민간항공 사건보고에 관한 명령(Directive of the European parliament and of the Council on Occurrence Reporting in civil Aviation)을 채택함

○ ECCAIRS의 목표는 사고와 준사고 그리고 책임 또는 의무를 예방하는 것임. 사고는 매일 어느 곳에서 어떤 것을 포함하여 발생하는데 사실상 모든 사고는 유사한 것으로부터 시작하지만 치명적이지 않거나 준사고는 약간 다른 시나리오로 시작됨. 준사고 분석을 통하여 미리 이해하고 있다면, 상황에 따른 유사한 사고를 예방 할 수 있음

○ 유럽에서는 Directive 2003/42/EC on Occurrence Reporting in Civil Aviation obliges Member State를 통하여 2005년 7월부터 그들의 준사고에 관한 정보를 교환하고 수집하고 있어 유럽위원회와 각 국가의 분석자들 은 사고예방에 관한 많은 가능한 정보를 획득

- ECCAIRS은 데이터 입력/검색, 분석, 활용, 시스템 도구, 데이터 통합, 데이터 보급, ECCAIRS 면허 등으로 구성되어 있고, 분류체계는 ADREP 2000을 따르고 있고 계속해서 ICAO와의 컨퍼런스와 워크샵을 통해 시스템을 업데이트하고 있

으며, Directive(2003/42/EC)에 따르는 회원국들은 가입 후 2년 안에 각국의 법령에 채택하고 준사고 데이터를 수집하고 정보를 상호 교환해야 함.

○ ICAO는 세계의 민간 항공 이슈를 인도하는 위원회로서 30년 전부터 ADREP시스템을 통하여 사고와 심각한 준사고의 데이터를 수집하고 있으며, 2004년부터 ICAO는 캐나다 몬트리올의 본사에서는 ECCAIRS의 새로운 ADREP시스템 도구로 채택하여 사용하고 있고, ECCAIRS는 유럽 연합 외부에서의 항공 안전데이터의 보고와 교환을 위한 사실상의 표준이 되고 이것으로 스위스, 브라질, 대한민국 그리고 다른 많은 국가들은 지원하고 수용하면서 기반을 잡았으며 2007년 초기에 EU와 중국 사이에 양방향으로 작용하는 데이터 링크는 중국민간항공관리국과 함께 협동하여 개발함

○ ECCAIRS 에서 실행되고 있는 데이터들의 정의는 ICAO 국제회의를 통해 정해졌고, 이는 ADREP 2000 분류체계를 따름

② 통합분석 데이터베이스 : ECCAIRS

○ ECCAIRS는 European Commission이 각 나라들의 사고 보고를 지원하기 위해 만든 데이터베이스 시스템으로써 유럽국가들이 항공안전을 위하여 연합하여 사고 보고서를 더 쉽고 간편하게 저장 하고 분석하기 위한 도구로 ICAO taxonomies에 기초를 두고 개발되었음

- 항공사고보고시스템(ECCAIRS)은 유럽 연합(EU)에 의해 개발된 소프트웨어 플랫폼을 사용하여 운영하고 있고, 이 플랫폼은 2004년 ADREP용으로 채택되었으며, 보고시스템의 개발을 지원하는 소프트웨어를 각 국가들이 호환할 수 있도록 프로그램을 개발하고 발전시켰으며, 발생된 사고에 대한 보고서정보를 전자전송을 통하여 ICAO 체약국들이 유럽 연합에 의해 각 국가가 무료로 사용할 수 있음
- ECCAIRS는 사고 관련 자료의 수집, 저장 및 발생 데이터의 교환 이외에도 ADREP에 근거하여 자료를 분석하고 자료를 공유할 수 있는 방법을 사용자에게 제공. 현재 이 시스템은 유럽 전역에서 다양하게 쓰이고 있으며 European Commission의 지원을 받아 더욱 발전을 하고 있는 추세

○ ECCAIRS의 처음 출발은 유럽국가의 항공안전을 위한 보고제도로 출발하였으나 2010년 현재 국제민간항공기구의 협의를 거쳐 모든 유럽 국가는 물론 세계적으로 많은 국가에서 이를 활용하여 항공안전을 도모

○ ECCAIRS는 최초 보급 이후 지속적으로 발전되어 현재는 5.0 Version까지 개발됨.

- 그러나 새로 개발된 Version에 대한 평가가 명확하게 이루어지지 않은 관계로

현재는 주로 4.2.7 Version이 주류를 이루지만 일부 국가에서 사용하는 4.2.6 Version도 현재까지의 사용에 무리가 없다고 평가되고 있음.

- 즉, Version의 문제는 사용하는 컴퓨터의 사양과 관련된 문제라고 볼 수 있는데 어느 Version을 막론하고 운용에는 특별한 차이점이 없이 입력 등의 부분에 다소 편리성을 지니는 것으로 평가

○ 2007년부터 JRC에서는 5.0버전을 개발하기 시작하여 배포함.

- 5.0에서는 4.X.X과 달리 taxonomy와 사용자 인터페이스 수준을 개인화 할수 있고, 웹 인터페이스에서도 사용할 수 있음.
- 하지만 새로운 ECCAIRS Aviaiton taxonomy를 적용하여 이벤트 코드 등 코드의 변화가 많아 4.X.X의 분석정보를 불러오기 위해서는 JRC에서 제공하는 변환 프로그램을 통하여 데이터의 변환이 필요

○ ECCAIRS는 1992년 유럽국가들이 각국의 항공안전을 도모하기 위해서는 유럽 대륙에서의 항공안전이 중요하다는 판단 아래 기금 모금을 추진하게 되면서 개발이 시작됨.

- 이에 따라 1992년 최초로 ECCAIRS-1 이라는 명칭의 사고준사고 자료를 수집하는 프로그램이 시작됨. 최초 개발 이후 다양한 형태의 평가와 검증을 거치면서 1999년 이후 유럽 국가들에서 적극적인 활용이 시작

○ ICAO와 EU ECCAIRS의 협력 관계는 2003년부터 본격적으로 시행되었으며 운영단계 주요 내용은

- 2003년 6월 13일 : 본격적인 발생보고 입력 지시
- 2004년 1월 1일 : ICAO와 BEA가 ECCAIRS 4를 통한 ADREP자료 교환
- 2005년 7월 4일 : Entry into force of Directive 2003/42
- 2007-2012년 7개 구성의 프로그램 => ECCAIRS Multimodal 운영

○ ICAO와 EU의 ECCAIRS가 같은 차원에서 발전하게 된 배경에는 ADREP taxonomy의 확장이 중요한 역할을 하며, ECCAIRS와 ADREP의 관계로 두 프로그램은 공통적으로 효율적인 항공안전의 보장을 위한 자료 수집의 도구라고 볼 수 있음

○ 이 두 프로그램이 운용되게 된 배경은 1974년에 개최된 AIG Divisional Meeting에서는 항공사고의 예방과 항공안전을 위하여 자료 시스템의 개발, 개발과 관련된 매뉴얼, Annex 13과 관련된 내용의 개정을 권고하였고, 이에 따라 개발된 ADREP의 분류체계는 전 세계적으로 공통된 방식에 의해 항공기의 사고와 준사고 자료를 종합할 수 있는 도구이며 ADREP은 통상적으로 Version에 따라 다음과 같은 3세대로 구분

㉮ 제1세대 ADREP (1976년-1986년)

○ 1975년 ICAO 이사회에서 1976년 1월1일부터 ADREP을 도입하도록 승인하였으며 범세계적으로 활발한 운용을 위하여 미국의 NTSB 자료보고 시스템을 기반(유사한 codes와 구조), 영어, 프랑스어, 스페인어로 운용 가능, narrative 파일 추가, 다양한 자료원에 의해 과거 데이터(1970-1976년)도 저장을 포함

㉯ 제2세대 (1987년-1999년)

○ 제2세대에서는 사고의 경과와 관련된 2-5개의 이벤트를 포함하여 저장하고 시스템에 요인의 구분, 비책임요인, 인적요인, 조직요인을 포함하여 효과성 증대

㉰ 3세대 (2000년 이후)

○ 제3세대에서는 ADREP 2000을 적용하여 ECCAIRS를 기반으로 한 새로운 소프트웨어를 개발하고 새로운 분류체계와 자료분석방법 개발하였고, 새로운 인적요소 모듈 추가하여 안전 이슈/ 잠재요인의 도입, 요인체계 보강, 가용한 code, 발생구분, CFIT 사고, ATM 사고를 포함

(5) 항공안전정보 데이터센터 비교

표 69. 국내외 항공안전정보 데이터센터 비교

데이터베이스	NTSB	ASRS	ASIAS	나르미
운영기관	NTSB	FAA	FAA	국토부
수집대상	항공 사고/ 준사고 조사보고서	준사고/ 항공장애 접수보고서 및 분석결과	다양한 항공 관련 데이터베이스	사고/준사고/항공장애 접수 및 조사보고서
수집형태	상세서술정보 코드화된 사고 정보	상세서술 정보 코드화된 보고내용 및 분석결과		
수집목적	항공 사고 원인 규명	항공 사고 예방	통합 정보 공유	통합정보 관리
수집기간	1962년. 1993년부터 상세서술정보가능	1976년. 1988년 데이터부터 온라인 열람 가능	2007년	2010년
데이터공유 (온라인 /일반접근 /검색기능)	O/O/O	O/O/O	O/-/O	O/X/O
활용방식	사고 방지를 위한 권고사항 공표	항공안전조치공표 및 분석자료 배포		수집
비고	항공사고와 원인 요소에 대한 정보 제공	비밀성 비처벌성 보장	통합형 데이터베이스	보고서제출 및 열람 플랫폼

3. 기술수준 분석

표 70. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
항공 사고·준사고 데이터 분석 기술	50	항공 사고·준사고 현황 DB 구축 기술	10	5	50
		텍스트 데이터 마이닝 기법 등이 이용한 이종 Taxonomy 자동변환 기술	15	6	90
		데이터 마이닝 기술 또는 기타 학습이론 등을 이용한 Taxonomy DB 개선 기술	15	6	90
		데이터 분류 및 분석 자동화 기술	10	7	70
한국형 자율안전프로그램(VSP) 분석 기술	40	한국형 자율안전프로그램(VSP) 개념 및 업무 절차 설계	10	3	30
		항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 기술	10	3	30
		법용 데이터획득장치 (Data Acquisition Unit, DAU) 설계·제작	10	5	50
		법용 데이터획득장치 (Data Acquisition Unit, DAU) S/W 구현 기술	10	5	50
데이터웨어하우스 설계·구축	10	데이터웨어하우스 설계 및 구축 기술	10	6	60
전체기술 총점					520
국내 TRL 수준					5.2

* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

4. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ ICAO 19개 全 부속서(Annex)에 해당하는 종사자/운항/관제/공항/기상 등의 항공 전 분야의 정보를 수집하고, 이를 통합적으로 분석함으로써 사고 위험성을 사전 평가할 수 있는 데이터웨어하우스 구축・운영

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

나. 주요 연구개발내용

○ 항공 사고・준사고 데이터 분석 시스템 개발

- ICAO ADREP 2000 및 CICTT 등 사고・준사고 발생유형에 대한 통합 Taxonomy 호환을 위한 이종 DB 및 항공 사고・준사고 현황 DB 구축

- 텍스트 데이터 마이닝 기법 등이 이용한 이종 Taxonomy 자동변환 S/W 개발
- 데이터 마이닝 기술 또는 기타 학습이론 등을 이용한 Taxonomy DB 개선 S/W 개발
- 데이터 마이닝기술 등이 적용된 데이터 분류 및 분석 자동화 S/W 개발
- 빅 데이터 기반 항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 S/W 개발
- 항공안전 통합 위험분석 모델 및 국가 위험요소 관리대장(Risk Register) 발행 및 관리 체계 구축

○ 한국형 자율안전프로그램(VSP) 분석 시스템 개발
- 한국형 자율안전프로그램(VSP) 개념 및 업무 절차 설계
- 민간 자율안전정보 공유 활성화를 위한 한국형 자율안전프로그램 제도개선
- 항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 S/W 개발
- FOQA 분석 및 안전정보 수집을 위한 법용 데이터획득장치 (Data Acquisition Unit, DAU) 설계·제작 및 S/W 개발

○ 데이터웨어하우스 구축 및 시험운영
- 정보수집 범위 및 정보 활용을 위한 정보화기획(ISP)
- 다수-이종 데이터베이스로 구성된 데이터웨어하우스 설계 및 구축
- 한국형 자율안전프로그램의 단계적 시행방안 및 민간참여 확대를 위한 시험운영

다. 최종 성과물

○ 항공 사고·준사고 데이터 분석 시스템
- ICAO ADREP 2000 및 CICTT 등 사고·준사고 발생유형에 대한 통합 Taxonomy 호환을 위한 이종 DB 및 항공 사고·준사고 현황 DB
- 텍스트 데이터 마이닝 기법 등이 이용한 이종 Taxonomy 자동변환 S/W
- 데이터 마이닝 기술 또는 기타 학습이론 등을 이용한 Taxonomy DB 개선 S/W
- 데이터 마이닝기술 등이 적용된 데이터 분류 및 분석 자동화 S/W
- 항공안전 통합 위험분석 모델 및 국가 위험요소 관리대장(Risk Register) 발행 및 관리 체계 매뉴얼
- 빅 데이터 기반 항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 S/W

○ 한국형 자율안전프로그램(VSP) 분석 시스템
- 한국형 자율안전프로그램(VSP) 개념 및 업무 절차 설계 매뉴얼
- 민간 자율안전정보 공유 활성화를 위한 한국형 자율안전프로그램 제도개선 매뉴얼
- 항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 S/W

- FOQA 분석 및 안전정보 수집을 위한 법용 데이터획득장치 (Data Acquisition Unit, DAU) 설계·제작 및 S/W 개발

○ 국가 항공데이터센터 및 데이터웨어하우스 구축 및 시험운영을 위한 Test-bed

- 국가 항공데이터센터 구축·운영을 위한 데이터웨어하우스 설계서
- 항공안전정보체계 구성요소 및 기술사양, 데이터웨어하우스 설계서
- 국가 항공안전정보 빅 데이터 수집 및 통합분석을 위한 기술사양서
- 국내·외 빅 데이터 분석·활용사례 및 항공선진국의 데이터센터 구축사례 정책활용 보고서
- 국가 항공안전데이터센터 법제화 및 운영방안 매뉴얼
- 국가 항공안전정보업무체계 효율화를 위한 법체계 등 제도적 기반 구축
- 다수-이종 데이터베이스로 구성된 데이터웨어하우스 클라우드 서버 구축
- 한국형 자율안전프로그램의 단계적 시행방안 및 민간참여 확대를 위한 시험운영

○ 실제 운용환경에서 이종 데이터베이스 통합분석기술 및 국가항공데이터센터의 시제품에 대한 성능 시현을 수행하고 시스템에 대한 운용 신뢰성을 보증함으로써 국내 기술개발단계(TRL)을 7단계로 향상

라. 최종 성과물의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안

연구개발 목표	목표성능	검증방안
▪ 이종 데이터베이스 통합분석기술 및 국가항공데이터센터 시험구축	▪ 실제 운용조건 하에서 최종 성과물의 성능 시현 달성 ▪ NTSB, ASRS, ASIAS 수준의 성능 달성 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ 국외 기술개발 수준과의 비교 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

최종 성과물	목표성능	검증방안
▪ 항공 사고준사고 데이터 분석 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
▪ 한국형 자율안전프로그램 분석 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

5. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 국가 항공안전정보의 통합분석을 위한 핵심 분석기술 및 빅데이터 처리기술을 확보함으로써 미국(FAA)의 ASIAS와 같은 데이터센터 구축·운영 가능

○ 데이터센터에서 통합분석된 정보는 항공사고 예방을 위한 위험분석 및 위해환경 개선을 위한 안전정보로 활용될 수 있음

○ 향후 우리나라에서 개발될 예정인 각종 항공안전기술 개발의 인증시험·평가의 기초 데이터로 활용될 수 있음

나. 기대효과

○ ICAO 제198차 이사회('12.2월)에 상정된 제19부속서 제정안이 승인('13.11.14 발효)되어 '17년부터 국가항공안전프로그램이 이행될 예정이며 본 기술개발을 통해 효과적으로 대응할 수 있음

○ 통합정보분석을 개발하여 정보 분석량 및 품질을 획기적으로 제고

- 미국(FAA)은 새로운 통합정보시스템(ASIAS)에서 분석된 정보량이 현재 수집되는 정보의 80%를 차지하는 것으로 분석됨

6. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
▪ 항공 사고·준사고 데이터 분석 기술	3	10	12	12	4	41
▪ 한국형 자율안전프로그램(VSP) 분석 기술	2.4	8	9.6	9.6	3.2	32.8
▪ 데이터웨어하우스 설계·구축	0.6	2	2.4	2.4	0.8	8.2
합 계	6	20	24	24	8	82

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비·재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
▪ 이종 항공안전정보 통합분석기술 개발 (한국형 ASIAS)	AP 및 DB 서버 개발장비	20,000					20,000
	OS 및 DBMS 개발장비 S/W	10,000					10,000
	단말 개발 장비	12,000	40,000	50,000	50,000	16,000	168,000
	단말 개발 S/W	30,000	100,000	125,000	125,000	40,000	420,000
	AP 및 DB 서버 테스트장비			20,000			20,000
	OS 및 DBMS 테스트장비 S/W			10,000			10,000
	AP 및 DB 서버 시작품장비			20,000			20,000
	OS 및 DBMS 시작품장비 S/W			10,000			10,000
합 계		72,000	140,000	235,000	175,000	56,000	678,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	305,000	4.1	1,217,000	16.4	1,461,000	19.7	1,461,000	19.7	406,000	5.5	4,850,000	65.5	
	연구장비·재료비	72,000	1.0	140,000	1.9	235,000	3.2	175,000	2.4	56,000	0.8	678,000	9.2	
	연구활동비	25,000	0.3	98,000	1.3	117,000	1.6	117,000	1.6	33,000	0.4	390,000	5.3	
	연구과제추진비	19,000	0.3	74,000	1.0	88,000	1.2	88,000	1.2	25,000	0.3	294,000	4.0	
	연구수당	46,000	0.6	183,000	2.5	220,000	3.0	220,000	3.0	61,000	0.8	730,000	9.9	
간접비		24,000	0.3	120,000	1.6	140,000	1.9	140,000	1.9	30,000	0.4	458,000	6.2	
연구개발비 총액		491,000	6.6	1,832,000	24.8	2,201,000	30.6	2,201,000	29.7	611,000	8.3	7,400,000	100.0	

7. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
2	3	5	2	1.5	5,319	15.0

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 2, 시급도 : 3

- ICAO는 제32차 총회에 이어 제33차 총회에서 항공안전정보의 수집과 공유를 촉진시키는 내용이 들어있는 ICAO 세계항공안전계획(GASP)에 관한 결의를 채택
  - 본 결의에서 안전데이터베이스 시스템의 개선 및 안전 관련 정의 교환을 촉진시키기 위한 국가 활동에 참여를 권고
  - 종합적인 데이터 분석 및 정보 전파 네트워크의 개발을 목적으로 하는 제반 활동에 참여에 관한 내용을 담음.
- 또한 총회는 국가가 ICAO의 “사고/준사고 데이터 보고시스템(ADREP)”에 보고하는 사고 및 준사고 데이터를 포함하여 안전 관련 정보가 항공시스템 이용자 간에 자유스럽게 교환될 수 있도록 노력하고, 이에 모든 체약국은 각종 사고방지 활동 요소 간에 적절한 균형이 유지되도록 자국의 법령을 검토하고 필요한 경우 이것들을 개정해야 하며, 이를 통해 항공안전에 영향을 미칠 수 있는 사건에 대한 자율보고를 촉진해야 함

○ 기술적 타당성 - TRL : 5, 파급효과 : 2

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이상으로 경제적으로 타당한 것으로 검토됨.
  - <표 71>의 비용・편익 산출 근거 참고
- B/C : 1.5
- NPV : 5,319백만원
- IRR : 15.0%

표 71. 이종 항공안전정보 통합분석기술 개발(한국형 ASIAS) 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	500	
2차년	-	1896	
3차년	-	2156	
4차년	-	2044	
5차년	-	484	
6차년	2208	612	
7차년	2093	580	연간 유지비용 발생
8차년	1984	550	
9차년	1881	521	
10차년	1782	494	
11차년	1690	468	
12차년	1601	444	
13차년	1518	421	
14차년	1439	399	
15년차	1364	378	
합 계	17,560	11,947	

표 72. 이종 항공안전정보 통합분석기술 개발(한국형 ASIAS)비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 항공안전 통합데이터센터 효용성 평가 - 항공안전정보의 효용성은 직접적인 안전증진 효과와 경제적 유익으로 측정되기 곤란하기 때문에, BC분석보다는 정성적 분석으로 수행하는 것이 타당함 - 현재 여러 기관에 분산되어 운영되고 있는 데이터 분석을 전문기관에서 통합적으로 분석함으로써 운영 효율성 및 데이터 분석의 효과성 증진 기대 ○ 항공안전정보 통합데이터센터 경제적 타당성 - 여러 기관에서 분석기능을 분할하여 운영하는 것에 비해 통합분석은 경제적 효율성을 제고할 수 있는 방법임이 분명하며, - 특히 정보분석에 따른 운영인력의 전문성을 확보하는데 있어서도 매우 유리한 방법이라고 판단됨 ☞ 미국(FAA)의 사례로 확인한 결과 기존 방법에 의한 데이터 분석량이 현재 수집되는 정보량의 80%를 차지하는 것으로 분석됨 ○ 비용의 추정 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 8,000백만원 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 통합데이터센터 운영에 따른 연간 운영비 추정(단, 현 나르

미시스템의 고려하여 신규 시스템 운영유지비만 계상), 데이터베이스 유지보수비는 개발비의 10~20% 수준에서 설정

○ 편익의 추정

- 항공안전통합시스템 구축에 따라 기존 나르미시스템의 개선과 8개 시스템(나르미시스템, https://www.esky.go.kr/)의 정보처리 개선의 효과를 편익으로 계상
- 기 구축된 시스템의 개선 효과는 나르미시스템의 효과적 운영에 따른 항공안전시스템 운영인력의 감소[31], 정보처리 감소효과[32]를 추정
- 정보처리 개선은 나르미시스템의 8개 시스템인 안전보고시스템, 안전감독정보시스템, 운항자격심사관리시스템, 항공종사자신체검사관리시스템, 항공기인증이력관리시스템, 온실가스배출량관리시스템, 비행검사관리시스템, 항행시설성능분석시스템을 대상으로 함.
- 편익추정 결과
  - 시스템 운영인력 감소 : 통합운영테이터센터가 구축될 시 나르미의 8개 개별 시스템운영자가 통합되어 1개 시스템으로 운영시 감소되는 인건비(담당자 공무원 급여 기준 계상하여 1인 인건비[33] 47백만원, 총 382백만원/년 추정
  - 정보개선에 따른 데이터처리 절감 편익은 데이터베이스 구축비용 산정기준(한국데이터베이스진흥센터)의 데이터처리비용 산정방식 적용하여 DB모니터링, DB 갱신 작업 기준 계상 313백만원/년, 8개 시스템 총 2,503백만원/년 추정

○ 타당성 검토 소결

- 최근 항공기 사고를 예방하기 위한 안전관리 활동이 계획되어 있으나, 정확한 원인을 분석하여 이에 최적화된 예방 및 개선 대책이 수립되는 것이 뒷받침되어야 하므로 본 과제의 중요도는 직접적인 효과를 계량할 수는 없더라도 매우 높은 것으로 판단됨
- 또한 최근 정부 3.0 등 최근의 정책적 기조에서 볼 수 있듯이 정보의 통합과 정

31) 부문별 편익항목 중 정보화 관련 편익 기준 업무처리 시간 절감, 인건비 절감, 문서비용 절감, 운송비용 절감, 정보비용절감, 금융비용 절감을 대상으로 하고 있음(예타지침, 한국과학기술기획평가원, 2011)

32) 정보처리 인건비 계상으로 DB 유지보수 비용[데이터처리비용 = 데이터 수집비(25%) + 가공비용(30%) + 입력비용(25%)]와 경비 포함

33) 공무원성과급여포탈(http://pac.mospa.go.kr/), 2013년도 공무원보수규정 기준

보 수요자에게 맞춤화된 정보분석이 정책의 핵심이 되고 있는 추세를 감안할 때 본 과제의 시급성 또한 매우 높음

- 안전이라는 공익성 과제임에도 경제적 타당성도 있는 것으로 판단되며, 정책적 중요도(안전 기여도) 및 경제적 타당성 등도 높은 것을 감안하여 '14년 또는 '15년에 착수할 필요가 있다고 판단됨

제 2 절 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발

1. 정책동향

가. 국내 동향

○ 현대의 항공교통시스템이 기술적으로 고도화됨에 따라 정부는 안전관리를 위해 더욱 많은 자원을 투입해야 하지만, 정부가 고도의 전문성을 가진 감독인력을 대규모로 운영하는 것은 매우 비효율적이며, 동시에 현실적이지 않음

- 전통적인 형태의 “규정과 기준 중심”의 안전관리가 아니라, 정부에서 최소한의 법적 가이드라인을 제시하고 운영자 중심의 자율형 성과기반 안전관리체계로 전환 필요성 대두

○ 정부는 조직적이고, 체계적인 항공안전관리시스템의 구축을 위해 국가 항공안전프로그램을 수립 및 시행

- 항공안전프로그램은 항공안전을 확보하고, 안전목표를 달성하기 위한 항공 관련 제반 법규정, 기준, 절차 및 안전활동을 포함한 종합적인 안전관리시스템임
- 정부의 안전정책방향과 역할, 사고준사고 조사체계, 안전정보관리체계, 안전감독체계 및 항공 사업자의 안전관리시스템(Safety Management System) 요건 등이 수립되어 있음

○ 정부는 항공안전프로그램의 수립·시행에 관한 항공법 및 같은 법 시행규칙을 개정(‘07.12 및 ’08.5)하여 범국가적으로 과학적·체계적인 안전관리를 위한 근거를 마련하였고, ‘14.3월 국토교통부는 국가 항공안전프로그램을 재고시함

- 정부의 항공안전성과목표와 이를 달성하기 위한 국토교통부 항공정책실의 조직과 역할, 항공사업자에 대한 안전감독체계, 항공안전정보의 수집·관리 및 항공사업자의 항공안전관리시스템(SMS) 수립 기준 등을 포함함

○ 항공안전관리시스템(Aviation Safety Management System)

- 항공업무제공자(SP)가 정부의 항공안전프로그램에 따라 자체적인 안전관리를 위하여 요구되는 조직, 책임과 의무, 안전정책, 안전관리절차 등을 포함하는 안전관리시스템임
- 항공사, 관제기관, 공항운영자, 항공기 정비업체, 항행시설관리자는 ‘08.12까지 안전관리시스템(SMS)을 구축하여, 국토교통부장관 또는 지방항공청장으로부터 승인을 득함
- 이 시스템은 4개 구성요소(안전정책 및 목표, 안전위험관리, 안전보증활동, 안전

증진활동)와 이와 관련된 13개의 세부 요소로 구성되어 있음

- 기존의 시스템은 사고 발생 후 사후 관리에 치중하였으나 안전관리시스템은 사전에 위험요소를 발굴, 분석하여 사고를 예방하는 체계임
- 서비스 주체별로 전사적 안전관리스시스템(SMS)을 구축 운영하도록 함으로서 정부 규제 중심의 타율적 안전관리방식에서 벗어나 서비스 제공 주체인 항공사, 공항공사, 관제기관별로 시스템을 운영·관리하는 자율적인 안전관리시스템임
- 공항운영자 및 관제기관은 '06.5 및 '08.1 기 도입·시행하였으며, 대한항공, 아시아나항공을 비롯한 30여개의 항공사 및 정비업체는 '08년 말까지 국토교통부장관으로부터 승인을 받은 후 운영하고 있음

○ 국가는 항공분야에서 운영적 위험요소와 안전 위험 관리가 법적 규제를 준수하는지 확인하기 위해서 시스템을 구축함

- 시스템에는 법적규제가 안전 위험에 대한 효과를 발휘하고 있는지 확인하기 위해서 안전보고, 안전감독, 안전조사를 포함함
- 국토교통부 안전총괄조직의 안전관리자는 서비스제공자의 안전관리시스템(SMS)이 정상적으로 운영되는지 확인하기 위한 안전활동을 지속적으로 수행해야 하며, 이 활동에는 안전감독, 안전조사 활동이 포함됨

○ 안전감독은 운항, 감항, 항행, 항공위험물, 공항 등 항공 전분야에 걸쳐 이루어지며, 각 분야는 안전프로그램의 일부분으로 해당되는 규정을 준수해야 함

- 안전감독관의 업무는 국토교통부의 안전감독관 업무규정과 업무매뉴얼, 안전감독관 업무지침, 안전감독관 점검표 등의 세부규정에 따라 이루어짐

나. 국외 동향

(1) ICAO 항공안전 정책방향

○ ICAO는 안전관리의 중요성을 강조하기 위해 부속서19와 회원국의 수준별 안전관리 이행지원계획(Global Aviation Safety Plan, GASP)을 수립·추진

○ 이는 그간의 사후 안전관리에서 산업계의 잠재위험의 식별·개선을 통한 사고의 사전예방을 목적으로 안전정책 방향을 변경함

- 부속서19 : 국가의 항공관련 안전규정, 안전계획, 위험관리, 안전감독을 총괄적으로 수행할 수 있는 국가항공안전프로그램(SSP)을 단계적으로 의무화함
- GASP : ICAO안전평가 상위그룹(60%이상)은 2017년, 하위그룹(60%미만)은 2022년까지 국가안전관리체계(SSP, State Safety Prog.)를 수립하도록 지원

○ 이처럼 국제 항공안전에 대한 새로운 방향은 산업계가 자발적으로 안전진단·개선활동 등을 하는 안전관리시스템 이행, 국가가 자국의 위험을 총괄 관리하는 국가안전관리가 주요 이슈임

- 안전정보 수집·보호·분석 등 예방적 안전관리를 위한 제도 수립에 노력을 기울임

○ 또한 ICAO는 전 세계가 통일적으로 항행시스템을 개선, 보다 효율적인 국제항공운송을 도모하기 위해 새로운 항행계획(Global Air Navigation Plan, GANP)을 수립·추진함

- 이는 교통량 급증에 대응하고 항공교통혼잡을 최소화하기 위한 국가간 항행시스템 호환 및 데이터의 실시간 공유 등을 도모하기 위함
- GANP : ICAO가 항공교통 환경의 변화에 따라, 개정하여 운영하는 중장기 항행계획으로 국가 간의 항행시스템 상호호환(효율성)이 주된 목적임

○ ICAO는 항공분야에서 안전감독을 '국제민간항공조약 부속서로 정한 국제표준 및 권고사항(SARPs, Standard and Recommended Practics)과 ICAO가 추가 발행한 관련 절차(Doc)들의 효율적인 이행을 보증하기 위해 국가가 수행하는 기능'으로 ICAO 국가안전감독 매뉴얼(State Oversight Manual, Doc 9734)에서 정의하고 있음

- 또한 ICAO는 국제민간항공조약 제12조에 '각 체약국은 자국 영역 내에서 운항하는 모든 항공기 및 자국 국적을 가진 모든 항공기에 대하여 항공기 운항관련 법규와 규정을 준수하는지 확인하기 위한 조치를 취하여야 한다.'고 기술되어 있어 체약국의 모든 항공활동에 대한 통제와 감독책임을 명확히 하고 있음
- 그밖에 부속서 6(4.2 Operational Certificate and supervision)와 부속서 6(4.2.2 Surveillance of operations by a foreign operator)을 통해 국가의 항공안전감독 책임의 근거가 규정되어 있음을 확인할 수 있음

(2) 미국 항공안전 정책방향

○ 미국 FAA 운항기준국(AFS)은 기존의 품질관리체계(규제기반에 대한 광의의 개념)에 기반을 둔 기존 ATOS 체계와 달리 2015년까지 데이터 기반, 리스크 기반의 새로운 안전보증시스템(Safety Assurance System, SAS)의 도입으로 <그림 77>과 같이 정책적 변화가 있을 것으로 예상됨

- 현재의 안전감독의 사후적 체계는 완전하게 사전적 체계로 변화 가능
- 현재의 안전정보 및 분석체계에 있어 항공사의 자발적 협력을 전제로 하는 ASAP, FOQA, AQP 등의 자율안전프로그램이 효과적으로 작동될 수 있음
- 시스템안전 측면에서 현재의 감독업무와 인증(Certfication), 심사(Inspection), 행

정처분(Enforcement)이 통합적으로 연계되며 국가의 모든 항공안전 업무가 전사적 구조(Enterprise Architecture)로 통합됨으로써 효율성이 획기적으로 제고

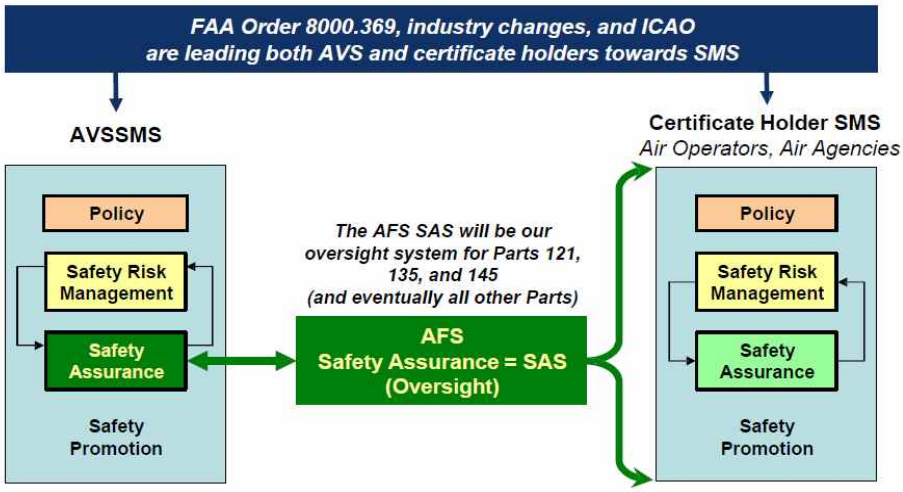


그림 77. 국가항공안전프로그램의 안전감독 체계

○ 이는 현대의 항공교통시스템이 기술적으로 고도화됨에 따라 정부는 안전관리를 위해 더욱 많은 자원을 투입해야 하지만, 정부가 고도의 전문성을 가진 감독인력을 대규모로 운영하는 것은 매우 비효율적이며, 동시에 현실적이지 않음

- 전통적인 형태의 "규정과 기준 중심"의 안전관리가 아니라, 정부에서 최소한의 법적 가이드라인을 제시하고 운영자 중심의 자율형 성과기반 안전관리체계로 전환 필요성 대두됨

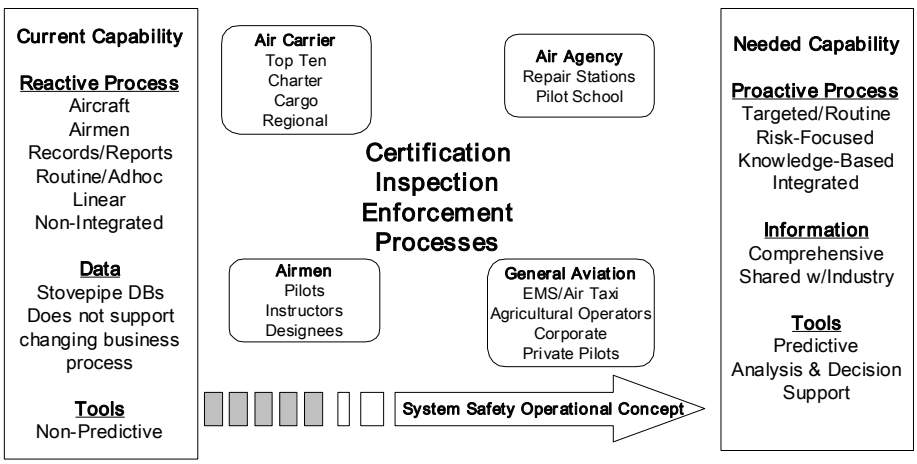


그림 78. 안전감독 업무의 구체적인 변화(FAA 사례)

○ 미국의 FAA는 시스템안전을 통한 확실한 안전성과를 기대하고 있으며, 시스템안전감독(SASO) 프로그램을 통해 2022년까지 항공기 사망사고율을 운송용항공기의 경우 80%, 일반항공의 경우 20%까지 감축하는 전략목표 수립

○ 실제로 미 해군의 Naval Safety Center에서는 시스템안전관리가 적용된 항공기와 그렇지 않은 항공기의 사고율을 통계적으로 분석[34)]

- 그 결과 시스템 안전이 도입된 항공기(F/A-18, F-14)과 그렇지 않은 항공기(A-7, F-4)의 경우 동일한 조건에서 500,000시간을 비행하였을 경우 사고율이 각각 80%(F/A-18과 A-7), 60%(F-14와 F-4)가 낮다는 것을 발견
- 따라서 시스템안전관리가 적용되지 않은 항공기로 10년간 운영할 경우 항공기 교체비용에 육박하는 비용 손실이 발생한다는 사실을 확인함.

○ 차세대 시스템안전감독 적용하게 되면 우리나라도 FAA의 CAST 프로그램과 같이 10년 후 우리나라의 항공기 사망사고율 80% 감축이라는 도전적 목표를 설정할 수 있을 것으로 기대됨

2. 기술개발 동향

○ 미국 FAA 운항기준국(AFS)은 기존 ATOS 체계에서 2015년까지 새로운 SAS로 전환될 예정

※ 안전보증이란 ICAO의 SMS에서 사용되는 시스템보증(SA)과 동일한 이론적 배경을 가지며, <그림 77>과 같이 정부(AFS)의 감독은 서비스제공자(SP)의 SMS 전 과정(계획-위험관리-안전보증)을 대상으로 한다는 점에서 적용 범위만 다름

○ SASO프로그램은 'FAA Flight Plan'의 목표(안전증진 및 효율성)와 ICAO에서 요구하는 SMS 구축에 대응하기 위한 목적으로 AFS에서 추진하고 있는 프로그램

- AFS의 업무 프로세스를 재설계하여 안전증진 및 비용통제 등 효율성 제고
- 과거의 '규정준수 기반' 업무프로세스 및 시스템과, 이번에 재설계된 AFS 업무프로세스 및 SMS의 차이점은 'the performance gap SASO'으로 분석

○ FAA의 새로운 SAS(Safety Assurance System)는 인적자원, 업무프로세스, 감독기법을 모두 포괄하는 새로운 안전감독체계로서 현재의 ATOS를 대체할 계획

- SASO 프로그램의 1단계는 우선 Part 121, 135, 145를 대상으로 하지만 궁극적으로 모든 안전감독에 이러한 SAS가 적용
- SASO 프로그램의 개발 및 이행에 대한 모든 사항은 AFS의 SASO 프로그램 오피스(PO)가 담당

34) W. Mannschreck., "The Effectiveness of System Safety for Reducing Naval Mishaps," USN Naval Safety Center's study, Dec. 1988.

3. 국내 안전관리 현황

가. 국내 안전관리 현황

○ 우리나라는 ICAO의 안전감독에 대한 규정을 준수하기 위해서 항공법 제115조의 2에 따라 항공운송사업의 운항증명을 규정하며, 운항증명을 받은 항공사가 안전운항체계를 계속적으로 유지하고 있는지의 여부를 감독하도록 규정하고 있음

○ 국가는 항공분야에서 운영적 위험요소와 안전 위험 관리가 법적 규제를 준수하는지 확인하기 위해서 시스템을 구축함

- 시스템에는 법적규제가 안전 위험에 대한 효과를 발휘하고 있는지 확인하기 위해서 안전보고, 안전감독, 안전조사를 포함함
- 안전총괄조직의 안전관리자는 서비스제공자의 안전관리시스템이 정상적으로 운영되는지 확인하기 위한 안전활동을 지속적으로 수행해야 하며, 이 활동에는 안전감독, 안전조사 활동이 포함됨

○ 우리나라의 항공안전관리는 국토교통부 항공정책실에서 담당하며, 그 조직 및 기능은 <그림 79>와 같음



그림 79. 국내 항공안전관리 조직체계

○ 항공안전감독은 운항, 감항으로 구분되며, 국제 및 국내 항공운송사업, 소형운송사업의 운항증명(AOC) 및 감독, 정비조직인증, 감항검사, 수출감항증명, 수리개조승인, 소음기준적합증명의 업무를 수행함

- 항공안전감독관의 업무는 국토교통부의 항공안전감독관 업무규정과 업무매뉴얼, 안전감독관 업무지침, 안전감독관 점검표 등의 세부규정에 따라 이루어짐

○ 항공안전감독의 절차를 살펴보면 <그림 80>과 같음

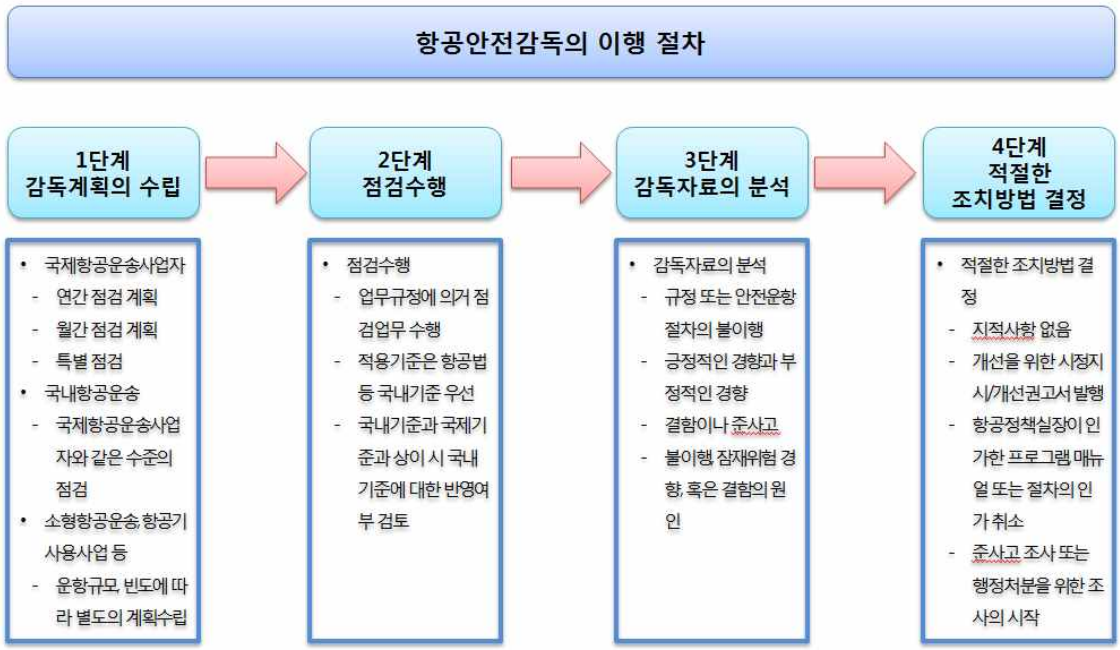


그림 80. 국내 항공안전감독의 이행 절차

○ 이러한 항공안전감독체계를 살펴보면 항공자유화, 항공수요의 다양화 등으로 인한 저비용항공사 취항 및 항공교통량 증가등의 항공교통환경의 변화에 효과적으로 대응하지 못하여 여러 가지 문제점이 나타남

- 최근 사고/준사고 통계를 살펴보면 저비용 항공사와 항공기사용사업 및 훈련용 자가용 항공기 등 소형기·헬기의 사고/준사고가 점점 증가하고 있음을 확인할 수 있음
- 하지만, 현행 안전감독체계는 주로 대형 항공사 및 국제선에 집중되어 있으며, 국내에서 이용되는 항공기사용사업에 대한 안전감독은 미흡한 실정임
- 이러한 현황을 볼 때, 항공교통환경의 변화를 고려하여 항공안전감독체계의 개선이 필요한 시점임

○ 또한 현재는 정부 중심으로 항공안전을 위한 항공안전 종합계획 등을 수립/시행하고 있으나, 본질적으로 항공서비스의 제공자가 민간 기업임을 고려할 때, 이들과의 협력 및 정보의 공유가 미흡한 실정임

- 2013년 항공안전위원회에서 지적한 것처럼 정부 주도적인 안전관리 방안 수립은 현장 및 타분야의 의견을 배재함으로써 편중된 안전관리방안이 될 우려가 있음
- 이는 폐쇄적 안전평가 및 진단으로 연결돼서 안전저해요소의 제거에 대한 효과적인 대응이 어려워 질 수 있음
- 따라서 정부-서비스제공자의 협의체 마련 또는 안전관리시스템의 통합을 통한 안전관리체계의 수립이 필요함

○ 현재 항공안전감독체계의 현황을 살펴보면 항공안전감독관의 부족과 업무수행의 과중으로 인한 효율성 및 효과성의 저하가 드러남

- 우리나라는 항공안전감독관 1인당 14.8대의 항공기를 담당하여 타 국가보다 평균 약 6배 높은 수준으로 항공안전감독의 효율성이 매우 낮음
- 감독업무 수요 증가에 따른 정부의 관련 인력 및 예산 증액 어려움 존재

표 73. 항공안전감독관 1인당 담당항공기 대수 비교

한국	싱가폴	프랑스	캐나다	러시아
14.8대 (267대, 18명)	5.5대 (194대, 35명)	2.0대 (539대, 268명)	1.7대 (729대, 433명)	2.5대 (734대, 289명)

자료: 국토교통부, 2012 항공안전감독활동 백서

○ 항공안전감독관은 99년 최초 채용된 후 초기 7명에서 '13년 현재 27명까지 증가하였으나, 다른 해외국가에 비해 충분하지 않음(ICAO 기준의 23.3% 수준)

표 74. 항공안전감독관 수 비교

ICAO 기준	한국	싱가포르	프랑스	캐나다	러시아	홍콩
100	23.3	59.3	165.4	197.7	131.4	42.4

- ICAO 권고수준은 운항분야 항공기 10대당 1명, 감항분야 항공기 5대당 1명으로 현재 우리나라의 국적기 243대를 고려할 경우 안전감독관 72명 필요

○ 이러한 상황에도 불구하고 현장감독 회수는 계속 증가하여, '12년 항공사당 평균 232회가 수행된 것은 오히려 감독의 충실도에서는 부정적 영향 우려

- <표 75>와 같이 안전감독 지적비율, 준사고 등이 항공기 사망사고 발생 전년도에 증가하는 경향이 감지되었으나, '11년, '13년 항공사망사고 발생 등 사고의 사전예방으로 연결되지는 못함

표 75. 안전감독 관련 현황

구분	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
안전감독	936	926	1,090	1,243	1,253	1,224	1,745
지적사항	306	331	367	337	356	222	410
지적비율	32.7%	35.7%	33.7%	27.1%	28.4%	18.1%	23.5%
준사고 발생	7	8	5	6	8	3	6

- 이처럼 현장실사형 감독은 정부의 감독부서뿐 아니라 피감업체에 대해서도 상당한 부담을 주고 있으나, 실제 활동 대비 안전 기여도(효과성)는 제고할 필요가 있다는 현장의견이 청취됨
  • 항공안전위원회 국적항공사 간담회 및 현장실사 결과('13. 8월, 9월)
- 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 항공안전감독관의 증원 및 필요인력의 감소를 위한 보조 기술 또는 시스템의 개발이 필요함

○ 다음으로 항공안전감독체계의 세부절차를 살펴보면 점검수행 단계에서 안전감독관이 체크리스트를 수기로 작성한 이후 다시 전산화하는 방식으로 안전감독이 이루어지고 있는 실정임
- 이처럼 수기로 작성된 안전감독 체크리스트에 대해 항공사에 개선을 위한 안전권고 시 전산화를 위한 추가 작업이 필요함
- 안전감독관이 항공사 감독 업무 수행 시 국내외 최신 규정을 가지고 다닐 수 없어 최신 국제 규정을 반영한 감독 업무 어려움

○ 또한 현재의 체크리스트는 항공사의 업무 프로세스를 감독하기 위한 목적으로 운영되고 있으나, 감독관의 업무부담과 함께 효율성 저하의 원인임
- 감독관 체크리스트는 총 76(운항 36, 정비40)개로 점검표별로 4~16시간의 점검시간이 소요되고 있어 감독관 업무의 대부분을 차지
- 그러나 이러한 점검업무가 항공사의 자체심사(IEP) 항목과 상당 부분 유사할 뿐 아니라, 실제로 문제의 원인이 될 수 있는 조직적 문제와 안전문화 개선으로 이어질 수 있는 근본적 대책으로 불충분

○ 이렇게 항공안전감독관의 업무가 점검수행 단계에서 체크리스트의 작성에만 많은 시간을 할애하며, 감독을 통해 확보된 감독자료의 분석 및 적절한 후속조치가 효율적으로 이루어지지 못함으로써 안전감독 업무의 효과가 떨어짐
- 현장에서 업무가 이루어지는 점검수행 단계에서 항공안전감독관의 업무절차를 개선하고 수작업을 PDA등을 사용하는 스마트 시스템화 함으로써 데이터 입력 및 업무수행의 편의성을 향상시킬 필요가 있음
- 경찰의 경우 2004년부터 PDA를 활용하여 교통위반 스티커를 발부하는 PDA 모바일 교통단속시스템을 운영하는 등 IT기술을 적용한 안전지도 및 감독 체계 운영 중

○ 점검수행 이후의 조치를 취하는 단계에서도 항공사는 감독결과에 대한 대응이 어렵다는 문제점이 존재함
- 점검수행 단계에서 항공안전감독관의 안전감독은 국가가 일방적으로 설정한 안전기준에 따라 타율적으로 이루어지며, 항공안전감독관의 주관에 따라 위험요인

의 파악이 이루어지기 때문에 여러 명의 감독관이 감독 업무 수행 시 감독관간, 감독관과 항공사 간 연계성이 떨어짐

- 예를 들어 같은 사항에 대해서도 항공안전감독관에 따라 지적사항이 다를 수 있으며, 특정 항공안전감독관이 발견한 지적사항에 대해서 실시간 공유가 되지 못하여 다른 항공안전감독관들이 이를 주의 깊게 감독하지 못함
- 또한 감독관의 지적사항이 정부의 안전관리조직과 항공사에 대하여 실시간으로 공유가 불가능하기 때문에, 항공사에 대한 안전권고 등 감독관의 지적사항에 대한 후속조치가 즉각적으로 이루어지지 못한다는 어려움이 존재함

○ 효과적인 조치방법의 결정을 위해서 감독자료의 분석단계에서는 항공안전감독관이 현장에서 체크리스트의 작성 등 점검수행 단계에서 수집한 자료 이외에 국가의 항공안전지표 자료와 서비스제공자가 안전관리시스템을 운영하면서 수집한 안전지표 자료를 함께 분석할 필요가 있음

- 안전감독의 목표가 서비스제공자의 안전관리시스템이 정상적으로 운영되는지 확인하기 위한데 있다는 것을 고려해서, 관련된 자료를 통합적으로 분석하고 위험요인을 파악하여 조치방법을 결정해야 함

○ 안전감독은 조치방법 결정으로 끝나는 것이 아니라 이후의 감독계획의 수립으로 연결됨

- 효율적인 감독계획의 수립을 위해서는 감독자료의 분석 단계에서 파악된 위험요인들에 대한 집중적인 감독 계획을 세우는 동시에 서비스제공자의 안전관리시스템으로 관리가 가능한 부분에 대해서는 서비스제공자의 실시간 안전관리 정보공유만으로 해결할 수 있는 통합된 시스템이 필요함
- 이는 항공안전감독체계가 서비스제공자의 안전관리시스템과 통합된 또는 정보공유가 가능한 시스템 기반 하에서 현장의 스마트화와 결합하여 좀 더 효율적이고 효과적인 업무 수행이 가능하다는 것을 의미함

나. 국내 안전관리의 문제점 및 개선방안

○ 현행 항공안전감독체계의 문제점을 정리하면 다음과 같음

구분	문제점
항공안전감독체계	• 항공기사용사업에 대한 안전감독이 대형·저비용 항공사에 비해 미흡 • 항공안전감독이 정부 주도 하에 폐쇄적으로 이루어지고 있어 서비스제공자의 안전관리시스템 등 다른 안전관리 시스템과의 연계가 부족함 • 폐쇄적 안전평가 및 진단으로 안전저해요소에 대한 효과적인 대응이 어려움 • 항공안전감독관의 인력이 부족함

감독계획의 수립	• 이전에 수행한 안전감독의 결과 및 서비스제공자의 안전관리 결과의 감독계획 수립에 대한 반영이 미흡함 • 인력부족으로 인해 효과적인 안전감독 계획을 수립하지 못함
점검수행	• 점검수행 시 대부분의 업무가 체크리스트 작성에 집중됨 • 점검수행 시 발생한 지적사항이 다른 감독관과 정부, 항공사에 실시간으로 공유되지 못함
감독자료의 분석	• 자료의 분석이 현장의 안전감독관이 점검수행단계에서 수집한 자료로만 이루어져 안전위해요소의 분석이 효과적으로 이루어지지 못함
적절한 조치방법 결정	• 후속조치가 즉각적으로 이루어지지 못해, 사후대책적 성격을 가짐 • 사고율 변화를 볼 때, 후속조치의 효과가 미흡함

* 전문가 자문회의 및 항공안전위원회의 안전종합대책(2013), 교통안전연차보고서(2013)을 바탕으로 재구성

○ 현행 항공안전감독체계의 문제점을 해결하기 위한 개선방안은 다음과 같음

구분	개선방안
항공안전감독체계	• 현행 안전감독체계 및 규정, 절차, 매뉴얼, 지침의 재설계를 통한 개선 • 서비스제공의 안전관리시스템, 국가의 다른 안전시스템과의 통합 • 개선방안의 실현을 위한 관련 법·제도·정책의 개선 및 마련
감독계획의 수립	• 효율적 감독계획 수립을 위한 분석기술 및 안전감독 스케줄링·자원배분·일정·인력 관리 시스템 개발
점검수행	• 체크리스트 작성 등 안전감독관의 업무지원을 위한 스마트 기술 개발 • 안전감독 결과의 실시간 공유를 위한 시스템 개발
감독자료의 분석	• 안전관리 관련 정보의 통합적 분석을 통한 안전저해요소 분석 시스템 개발
적절한 조치방법 결정	• 지적사항에 대한 즉각적 대응을 위한 안전감독체계 개선 및 기반 시스템 개발 • 조치방법의 실효성 확보 및 효과 향상을 위한 현행 안전감독 법·제도·정책의 개선

* 전문가 자문회의 및 항공안전위원회의 안전종합대책(2013), 연구진의 회의결과를 바탕으로 도출

○ 개선방안들을 통한 항공안전감독체계의 개선안의 목표는 <그림 81>과 같음

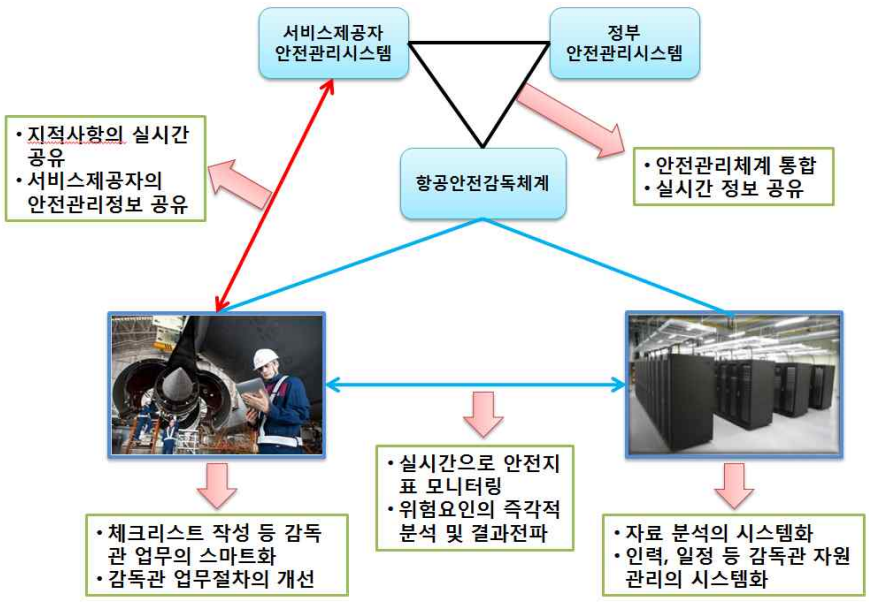


그림 81. 개선된 항공안전감독체계

4. 기술수준 분석

○ 항공안전감독체계의 개선을 위한 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발을 위해서 필요한 주요 핵심기술 및 세부 기술에 대한 국외 기술 대비 국내 기술수준을 분석하면 다음과 같음

표 76. 국외 기술 대비 국내 기술수준

핵 심 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
시스템 기반 항공안전감독 체계 설계 기술	15	항공안전 관리 및 감독의 업무 및 각종 승인·심사 및 기획, 인허가 등 업무 재설계 기술	10	2	20
		업무프로세스 재설계를 위한 정보화기획 기술	5	2	10
국가 항공안전정보통합시스템 통합 기술	20	데이터웨어하우스 설계 및 구축 기술	10	6	60
		정보시스템 간 통합 정보네트워크 기술	10	6	60
항공기 결함분석 기술	15	항공기 안전관리 DB 구축 기술	5	7	35
		SDR 분석 S/W 구현 기술	5	7	35
		S/W 연계 기술	5	8	40
항공안전 위험관리(SRM, Safety Risk Management) 및 안전보증(SA, Safety Assurance) 시스템 개발 기술	30	재설계된 안전감독 업무 지원 S/W 구현 기술	5	3	15
		국가의 항공안전지표 및 SMS 운영자의 안전성과지표 연계 S/W 구현 기술	5	2	10
		법령 및 각종 규정·고시 등 관계형 DB 구축 기술	5	2	10
		안전지표 모니터링 및 안전관리 S/W 구현 기술	5	2	10
		안전감독 스케줄링·자원배분·일정·인력 관리 S/W 구현 기술	5	2	10
		시스템안전감독 체크리스트 및 발견된 위규사항의 원인 조사 분석 기술	5	2	10
모빌라우드(Mobiloud) 관련 인프라 및 S/W 개발 기술	20	모빌라우드(Mobiloud) 방식 실시간 공유 시스템 설계 및 제작 기술	5	2	10
		텍스트데이터마이닝 기법을 적용한 자동분류 S/W 구현 기술	5	2	10
		실시간 웹 및 모바일 기반 정보 공유 및 분석 S/W 구현 기술	5	2	10
		스마트 패드·폰용 어플리케이션 개발 기술	5	2	10
전체기술 총점					365
국내 TRL 수준					3.65

* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

5. 연구개발 목표 및 주요내용

가. 연구개발 목표

○ 앞서 국내 안전관리의 문제점에서 제시된 것처럼 현재 안전감독체계는 여러 문제점이 드러나 있음

- 이러한 여러 문제점으로 인하여 안전감독 업무의 효과성 저하가 지적되고 있음
- 이를 해결하기 위해서는 안전감독 체계 일부분의 개선이 아닌, 안전감독체계 전체에 대한 개선방안의 마련이 필요함

○ 이는 단순히 현재 드러난 항공안전감독체계의 피상적인 문제점을 해결하기 위한 개선안의 도출로 가능한 것이 아니라, 전체적으로 정부의 항공안전감독체계, 서비스제공자의 안전관리시스템(SMS) 등 항공안전과 관련된 모든 시스템에 대한 체계적인 분석을 통해 항공안전감독체계가 최적의 효과를 낼 수 있도록 개선방향을 결정해야 할 문제임

- 개선방향으로는 항공안전감독관의 업무규정, 업무매뉴얼, 업무지침, 업무절차, 체크리스트, 관련 시스템 등 항공안전감독체계 전반에 대한 개선방안 마련
- 항공사 등 민·관 안전협력 및 정보공유를 위한 다른 안전시스템들과의 연계방안 마련
- 항공기 고장보고 및 결함분석을 통해 도출된 예상위험요인에 대한 집중적 안전감독 실시로 안전감독의 효율 및 효과성 향상을 위한 항공기 결함분석의 고도화 방안 마련
- 현장에서 안전감독관의 업무를 지원하는 스마트 시스템, 안전감독자료와 여러 안전지표자료의 분석을 통해 위험요인의 분석을 수행하는 시스템, 이러한 분석결과를 토대로 안전감독 스케줄링·자원배분·일정·인력 관리를 운영하는 안전감독 자원배분 시스템 등 항공안전감독체계를 지원하는 기술
- 이러한 모든 개선방향을 실제구현하기 위해서 필요한 관련 법·제도·정책의 개선 및 마련이 필요함

○ 개선을 통한 항공안전감독체계의 예상된 최종목표는 <그림 81>의 형태와 같음

- 이러한 항공안전감독체계 기술개발의 목표는 기존의 사건기반 사후적 안전감독체계에서 위험기반 사전적 안전감독 체계로의 진화와 항공당국의 규제·순응 중심의 안전관리에서 항공사의 책임·성과 중심의 안전관리로 변화하는 것임
- 또한 현재 간헐적 현장수검 방식으로 수행되는 안전감독을 상시적 모니터링 방식의 안전감독으로 변화하는 것임
- 이러한 목표달성을 위하여 기술 개발 과정 시 실사용자의 의견 수렴 및 다른 시스템과의 연계, 현재 항공안전감독체계에 대한 체계적이고 심층적인 분석결과

를 고려하여 개발해야 함

○ 이러한 현황을 고려한 연구개발 목표는 “항공교통 안전확보 및 효율적·효과적인 안전감독을 위한 시스템 기반 항공안전감독 체계 및 지원 시스템 개발”

- 연구개발의 범위는 운송용 항공기 및 항공사에 국한된 안전감독이 아닌 우리나라 항공안전감독체계 전체에 대하여 검토하여 개선방안 및 설계(안)을 제시하고, 이를 지원하기 위한 시스템 개발임
- 기술의 사용을 위한 법·제도·정책의 개선 및 마련이 수반되어야 함
- 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용성능을 국제 및 국내표준에 규정하고 있는 기준에 적합한지 검증하고 실제 사용을 위해 필요한 인증절차를 걸쳐 성과물의 목표를 기간 내 달성함

나. 주요 연구개발내용

○ 시스템 기반 항공안전감독 체계 설계

- 항공안전 관리 및 감독의 제도/체계/업무/절차 등 전반을 시스템 관점에서 재설계할 수 있도록 현황분석 및 요구도 조사·분석을 통한 개선방안 제시
  - 연구개발 목표의 달성을 위해 항공안전감독관의 업무규정, 매뉴얼, 지침, 체크리스트, 안전감독 절차 및 체계 등 항공안전감독체계에 대한 전반적인 분석을 통한 문제점의 파악이 필요
  - 도출된 문제점의 해결을 위해 현장의 항공안전감독관들의 의견과 관련 전문가들의 의견을 수렴하여 항공안전감독체계를 보다 효율적으로 재설계하기 위한 개선방안 도출
- 국가항공안전프로그램(SSP) 관련 ICAO의 新항공안전감독체계 기준 및 미국(FAA)의 SASO[35] 프로그램 등과 비교분석 후 항공안전감독체계 개발요건 도출
  - 벤치마킹 대상인 국외 프로그램을 분석한 후, 국내 항공안전감독체계 지원기술 개발에 필요한 요건 도출
- 시스템 기반 항공안전감독체계 설계(BPR)
  - 체계 개선안 및 지원 기술 개발안의 구현을 위해 새로운 항공안전감독체계 업무프로세스 재설계 실시
- 시스템 기반의 항공안전감독체계 구현을 위해 필요한 관련 법·제도·정책의 개선 방안 제시

35) SASO(System Approach Safety Oversight) : 시스템 기반의 새로운 안전감독체계

- 시스템 기반의 항공안전감독체계를 지원하기 위한 시스템 개발방안 도출
  • 시스템 기반의 항공안전감독체계를 지원하기 위한 기술에 대한 개발방안 도출
- 시스템 기반 항공안전감독체계 지원 시스템 정보화 기획(ISP)
  • 국가 항공안전정보시스템 통합, 항공기결함분석 고도화, 스마트 항공안전감독 시스템, 항공교통 위험관리 및 안전보증 시스템 등 시스템 기반 항공안전감독 체계 지원 시스템의 구현을 위해 필요한 관련 기술들의 정보화 기획 실시
- 도출된 개선방안 및 기술 개발방안에 대한 적절성과 타당성 검토

※ 1차년도 시스템 기반 항공안전감독 체계 설계 결과에 따라 연구 범위 및 목표, 개발 우선순위, 연구내용, 예산 및 기간 등을 재설정하고, 연구개발성과의 실용화를 위한 법/제도 개선(안)은 연구기간 내 제·개정을 완료하도록 계획 수립

○ 국가 항공안전정보네트워크 기술 개발
- 민·관 정보공유 및 안전협력을 위한 항공안전 정보네트워크 설계 및 구축
  • 기존의 민간 및 국가 항공안전관련 정보시스템 등과 연계·통합방안 제시
  • 정보연계 및 통합을 위한 데이터웨어하우스의 설계 및 구축방안 제시
  • 정보네트워크 기술개발 및 시험구축·운영을 통한 정보시스템들의 통합 및 연계에 대한 타당성 검증 수행
  • 정보시스템들의 통합 및 연계를 위한 관련 법·제도·정책의 마련 및 보완

○ 스마트 항공안전감독 지원 시스템 개발
- 현장 감독관을 위한 안전정보 분석 및 모바일 지원시스템 개발
  • 점검수행 단계의 안전감독 업무를 지원하는 스마트 시스템의 개발
  • 점검수행 단계에서 항공안전감독관이 파악한 지적 및 위규사항의 실시간 공유를 위한 모빌라우드(Mobiloud) 기반 실시간 공유 시스템 설계·제작 및 S/W 개발
  • 항공안전관리조직 및 서비스제공자에 대한 항공안전감독 현황의 실시간 전파 및 위험요인 분석을 위한 모바일 기반 항공안전감독 현황 공유 및 위협요인 분석 S/W 개발
  • 항공안전감독관이 파악한 지적사항의 자동 분류를 위한 텍스트데이터마이닝 기법 적용의 안전 지적사항 자동분류 S/W 개발
  • 항공안전감독 관련 국내외 최신 항공규정의 공유를 위한 국내외 항공안전 규정 DB 구축

○ 항공기 등 고장보고 및 결함 분석 시스템 개발
- 항공기 등 고장보고 시스템 개발
  • 항공기 제작·운용·관리자의 항공기 감항성 유지 및 신뢰성·안전성에 관한 관

리 DB 구축

• 항공기 고장보고의 분석 S/W 및 위험도 판단 S/W 개발

- 항공기 등 중요결함 분석 및 위험정보 공유체계 개발

• 항공기 중요결함보고(SDR)의 분석 및 위험도 판단 S/W와 항공사 등 서비스 제공자의 안전관리시스템 간 위험정보 공유 S/W 개발

○ 항공사 등 안전규정 인·허가 관리프로그램 개발

- 항공안전정보네트워크 정보의 위험분석 및 안전성 평가체계를 기반으로 한 인·허가 관리프로그램 개발

• 항공안전감독 현황 등 국가의 안전지표 자료 이외에 항공사 등 서비스제공자의 안전관리시스템(SMS)을 통해 수집된 안전지표 자료를 통합·분석해, 평가된 위험에 대한 안전보증을 할 수 있는 인·허가 관리프로그램 개발

○ 시스템 기반 항공안전감독체계 교육훈련용 시스템 개발

- 항공안전감독관 등 항공안전관련 인력 교육훈련 시스템 개발

- 새로운 업무절차 적응을 위한 변화된 업무프로세스 이행여부 분석 S/W 개발

○ 운영 및 유지·보수 전략 수립

- 연구 및 기술 개발에 따라 도출된 최종성과물의 운영 및 유지·보수에 대한 체계적인 전략 수립

• 항공안전감독체계 등 시스템에 해당하는 최종성과물의 운영전략 수립

• 유형적인 제작품이 존재하는 기술 개발의 경우, 제작품을 유지·보수하기 위한 관리 전략 수립

• 운영 및 관리 전략의 수행을 위해 필요한 관련 법제도의 개선 및 마련방안 제시

다. 시스템 개발에 소요되는 기반 및 보조 기술

○ 주요 연구개발내용을 달성하기 위해서 다음과 같은 기반 및 보조 기술의 연구개발이 필요함

- 개발에 소요되는 기반기술은 3rd Party S/W를 사용 또는 자체 개발

○ DBMS(Database Management System)

- DBMS는 안전보증(SA) 시스템의 구축을 위해서 필요한 필수 기반 기술 중 하나로 Database의 구축 및 관리를 위해 필요함

- DBMS는 다음과 같은 조건을 만족해야 함

• 고성능 : 여러 접근 경로에서 데이터를 이용하는 이유로 Multi-process,

Multi-thread 기능을 지원

- 가용성 : 안전을 최우선으로 하는 S/W임을 고려하여 안정적이고 효율적인 데이터베이스 이중화(Replication)지원
- 관리 편의성 : 편리한 GUI 형태의 관리도구를 지원
- 대용량 데이터 처리 : 수집되는 정보의 양이 대용량임을 감안하여 다양한 파티션기능을 지원

- 안전에 관련된 시스템 구축이므로, 충분한 가용성을 보장받을 수 있는 DBMS이어야함, 또한 수집되는 정보량이 대용량임을 감안하여 대용량 데이터 처리를 지원하는 DBMS를 이용

○ MCI (Multi Channel Integration - 채널 통합 서버)

- MCI는 현장에 있는 다수의 항공안전감독관들과 중앙의 시스템을 연결하기 위해 필요한 기반 기술로서 스마트 항공안전감독 시스템의 개발을 위해 필요함
- MCI는 연구개발 목표를 충족시키기 위해서 다음과 같은 조건을 만족해야 함
  - 내/외부 연계 : 통신 Gateway를 통해 여러 통신방식을 수용할수 있게 구성, 다양한 통신 환경에 대한 관리 기능
  - 안정성/성능 및 확장성 : 자동 부하조절(Load Balancing)기능을 통해 고속의 성능으로 대량 전문 처리
- MCI는 시스템 특성상 여러 외부 채널(이기종 안전관리 정보 송신단말, 안전관리/감독 서버, 외부시스템)과 통신이 발생함으로 일관성 있는 정보 또는 표준화된 인터페이스 구축이 필요함

○ H/A Cluster(High-availability Cluster)

- 서버의 응용프로그램이 안정적으로 이용될 수 있도록 지원하는 컴퓨터의 그룹으로, 실시간으로 중단이 없이 시스템 운영이 지속되어야 하는 안전보증 시스템과 스마트 항공안전감독 시스템의 특성 상 H/A Cluster을 안정적으로 구성하여 서비스 중단이 없도록 이중화를 구성해야 함
- 고속의 저널링 파일 시스템 및 장애 시 빠른 Fail-Over 기능이 필요함
- 안전에 관련된 시스템으로 무중단 서비스의 기본 원칙이 유지되어야함, 시스템 장애(네트워크, 디스크) 및 어플리케이션 장애에 신속히 대응할 수 있도록 H/A Cluster가 구성되어야 함

○ 리포팅 도구

- 스마트 항공안전감독 시스템에서 항공안전감독관의 감독자료 보고 및 분석자료 조회와 출력 기능을 지원하는데 필요함

- 시스템 데이터와 연계하여 통계/분석을 조회하거나 출력하는 기능을 지원
- 다양한 환경 및 데이터 소스지원 : XML, 엑셀 등 다양한 형태로 보고서 결과물이 산출됨
- 안전사고에 관련된 원인 및 조사 분석 등, 다양한 형태의 보고서 포맷이 존재

라. 시스템 예상 구성도

- 연구개발을 통한 최종 시스템 구성은 <그림 81>과 같음

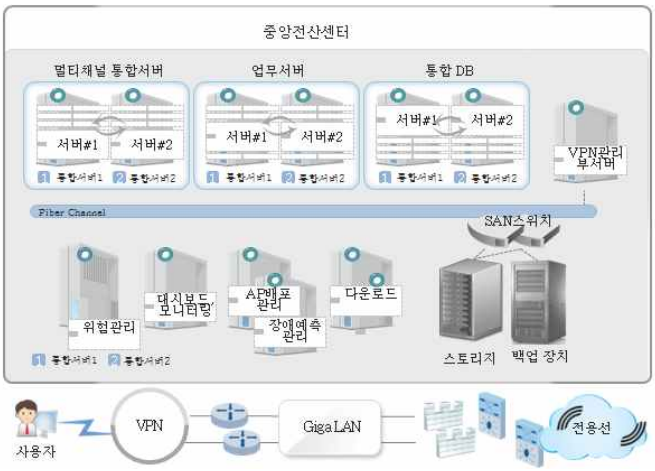


그림 82. 시스템 구성도

- 최종 구성된 시스템은 다음과 같은 조건을 만족시켜야 함
  - 안정성 : 제품의 모든 제품은 안전성이 확인된 최신 사양으로 구성
  - 최적의 하드웨어 아키텍처 : 고효율.저전력 사양을 만족 하는 제품
  - VPN : 안정성을 요구하는 시스템으로 필요시 VPN 을 사용하여 보안을 강화
  - 시스템의 주안점은 향후 차년도의 자원 추가 요구에 대응할 수 있는 유연성과 확장성

마. 기반 및 보조기술의 기술수준 분석

○ 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발의 연구를 위해 필요한 기반 및 보조기술에 대한 국외 기술대비 국내 기술 수준을 분석하면 다음과 같음

표 77. 기반기술 기술수준

기 반 기 술	비중	세부 기술	비중	TRL (1~9)	점수
DBMS	40	고성능	5	4	20
		가용성	25	7	175
		대용량 데이터 처리	10	6	60
MCI	30	내/외부 연계	10	4	40
		안정성/성능 및 확장성	10	4	40
		표준 인터페이스 구축	10	5	50
H/A Cluster	20	서비스 중단 없는 이중화 구성	15	4	60
		빠른 Fail-Over 기술	5	4	20
리포팅 도구	10	통계/분석 리포팅 출력	7	4	28
		다양한 환경 데이터 출력	3	4	12
기반기술 총점					505
국내 TRL 수준					5.05

* TRL은 기반기술이 연구개발 기술에 적용되어 연구 개발 결과로 나타났을 때를 예측한 수치
* 전문가 자문회의를 바탕으로 재구성

○ 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발은 안전성을 최우선적으로 하는 무정지 시스템을 구축해야 함으로 안전성에 관련된 S/W, H/W에 기술 수준을 가장 높이 책정됨(가용성 TRL7), 또한 연구 개발 특성상 많은 양의 데이터를 빠른 시간 안에 처리해야하는 기술이 요구됨으로 대용량 데이터 처리에도 높은 TRL이 요구됨

바. 최종 성과물

○ 시스템 기반 항공안전감독체계 설계서(BPR)
- 항공안전감독체계의 제도·체계·업무·절차 등 업무프로세스 분석서
- 항공안전감독체계의 업무프로세스 재설계 기획서

○ 시스템 기반의 항공안전감독체계 구현을 위해 필요한 관련 법·제도·정책 개선(안)

○ 시스템 기반 항공안전감독체계 지원 시스템 정보화 기획(ISP)

○ 국가 항공안전정보네트워크
- 항공사 등 서비스제공자의 민·관 안전협력 및 정보공유를 위한 데이터웨어하우스
- 정보시스템들 간 통합 정보네트워크 기술

○ 항공기 등 고장보고 및 결함분석 시스템
- 항공기 제작·운영·관리자의 고장보고 분석 및 위험정보 공유 시스템
- 항공기 결함에 대한 분석 및 감항성 개선지시 등 위험정보의 공유체계 시스템

○ 스마트 항공안전감독 지원 시스템
- 모빌라우드(Mobiloud) 기반 안전감독 지적사항 실시간 공유 시스템

- 텍스트데이터마이닝 기법을 적용한 안전 지적사항 자동분류 S/W
- 국내외 항공안전 규정 DB
- 실시간 모바일 기반 항공안전감독 현황 공유 및 위협요인 분석 S/W

○ 항공안전감독체계 교육훈련 시스템
- 사용자 교육자료, 운영기술, 편의성 개선도구, 교육훈련 등 S/W
- 새로운 업무절차 적응을 위한 변화된 업무프로세스 이행여부 분석 S/W

○ 항공사 등 안전규정 인·허가 관리 시스템
- 국가 항공안전지표와 SMS 운영자의 안전 성과지표 연계 및 안전지표 모니터링·안전관리(위험평가, 예방안전)를 통한 안전규정 인·허가 관리 S/W

○ 정부-항공사간 시스템안전감독 시스템 Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증
- 시스템 신뢰성 검증을 위한 시험운영 테스트베드 운영

○ 실제 운용환경에서 국가항공안전프로그램의 안전보증체계 및 시스템안전감독 체계의 시제품에 대한 성능 시현을 수행하고 시스템에 대한 운용 신뢰성을 보증함으로써 종합적인 관련 국내 기술개발단계(TRL)을 7단계로 향상

사. 최종성과물의 목표성능 및 검증방안

(1) 연구개발의 목표성능 및 검증방안

○ 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안
- 연구개발 목표의 목표성능은 실제 사용상황에서 사용자의 사용 가능한 수준의 도달하는 것으로, 이를 위해 Test-bed 운영을 통한 최종 성과물의 성능시현을 달성함으로써 신뢰성을 검증함
- 목표성능의 검증방법은 <그림 59>의 시스템 검증 및 인증기준과 <그림 60>의 시스템 검증 및 인증 특성별 주요내용과 같은 국내외적 기준을 충족시킬 수 있도록 개발되어야 함
- 또한 목표성능은 p105의 개발문서 검증, p108의 시스템 결함 테스트와 같은 검증이 수행되어야 함
- 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안의 개략적인 내용은 다음과 같음

연구개발 목표	목표성능	검증방안
▪ 국가항공안전프로그램의 안전보증체계 및 시스템안전감독 기법 ▪ 시스템안전감독 시험운영체계	▪ 실제 운용조건 하에서 최종 성과물의 성능 시현 달성 ▪ 미국 SAS 수준의 성능 달성 ▪ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 육안 검사 ▪ 계측기에 의한 수치 확인 ▪ 국외 기술개발 수준과 비교 ▪ 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

○ 최종성과물의 주요 세부기능 별 목표성능 및 검증방안

- 각 연구개발의 최종성과물은 위 연구개발 목표의 목표성능 및 검증방안과 유사하게 국내외적 기준에 맞는 목표성능을 충족시키고 검증방안을 마련해서 수행해야 하며, 목표성능의 검증 이후 개발된 최종성과물의 실제 사용을 위해서는 인증을 받아야 함
- 예를 들어 S/W의 경우 소프트웨어 품질인증을 지식경제부의 규정에 따라 받아야 하며, 인증을 받기 위해서는 S/W의 시험을 지식경제부가 정한 한국정보통신기술협회나 한국산업기술시험원 등을 통해 받아야 함
- 이렇듯 최종성과물의 사용을 위해서는 국내외 규정과 절차에 맞게 인증을 받아야 하며, 최종성과물의 목표성능 및 검증방안의 개략적 내용은 다음과 같음

최종 성과물	목표성능	검증방안	인증방안
▪ 시스템안전기법을 적용한 안전감독 업무 절차 재설계(BRP) 매뉴얼 및 DB ▪ 시스템보증(재설계된 안전감독 업무 프로세스) 시스템 ▪ 운항안전기획관 업무 업무절차 통합 및 시스템 체계 종합 ▪ 국가 항공안전정보 시스템 통합 ▪ 항공기결함분석 시스템 ▪ 시스템안전 기반의 업무체계 변화 관리 및 이행을 위한 교육훈련용 시스템 ▪ 스마트 항공안전감독 시스템	▪ H/W와 S/W – 국제표준에 따른 시스템 검증 및 인증 기준의 충족	▪ 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트	▪ 지식경제부 등 정부가 정한 바에 의거하여 제3의 기관 및 공공기관으로부터 최종성과물의 시험과 인증을 받음

(2) 개발시스템 품질보증 및 검증방안

○ 품질보증 표준 적용대상 선정

- 초기 연구개발에 정의한 품질 목표 및 평가기준을 수립·확정한 후 분석/설계/개발 및 시험의 각 단계 별로 활동단위 및 평가 기준에 따라 검증을 수행하고 검증결과에 따라 발생한 문제의 원인을 분석해서 해결함

표준 적용대상 식별	관련 표준 식별 표로젝트 표준	테일러링	표준정의
프로세스	▪ S/W 개발 프로세스 ▪ 기술 아키텍처 프로세스	▪ 사업규모 ▪ 사업기간 ▪ 신기술 적용여부 ▪ 참여인력수준 ▪ 개발방식 ▪ 개발환경 ▪ 개발복잡도	▪ 개발표준 – 개발방법론 – 개발환경표준 ▪ 관리표준 – 프로젝트기술서 – 각종공문
개발	▪ S/W 개발 규정 ▪ 단계별 체크 리스트 ▪ 개발 보안가이드		
산출물 양식	▪ 산출물 템플릿(샘플) ▪ 관리양식(회의록등)		
문서작성	▪ 문서관리규정 ▪ 문서관리지침서		

○ 품질보증 표준 적용 방법

구분	표준 적용 방법	시기
표준 교육	▪ 개발방법론, 테일러링된 업무분할구조(WBS) 및 개발 표준절차, 산출물 작성 교육 ▪ 품질보증 절차 교육(부적합 사항에 대한 시정 및 예방조치)	▪ 초기
표준 설정	▪ 프로젝트 표준 및 절차 제공 ▪ 프로젝트 기준서(계획서 모음) 및 표준 템플릿 설정	▪ 초기 ▪ 각 단계 초
검증 및 확인	▪ 품질담당자는 공식검토 전 개발 산출물에 대해 내부 및 품질검토를 시행하여 산출물 표준준수 여부 확인 ▪ 개발소스에 대해서는 소스 검사 활동을 통해 개발표준 준수여부 확인	▪ 매 단계 (공식 검토회 전)

○ 품질보증 오리엔테이션

- 프로젝트 팀원 및 관련조직을 대상으로 품질보증 활동 전반에 대한 오리엔테이션을 실시하여 그 내용을 공유함으로써, 품질보증 활동에 대한 상호 이해 증진

○ Inspection 활동

- 초기에 Inspection 수행 교육을 실시하고 주요 산출물의 결함 및 개선이 필요한 영역을 사전에 식별하고 제거하여 고품질의 산출물을 생산

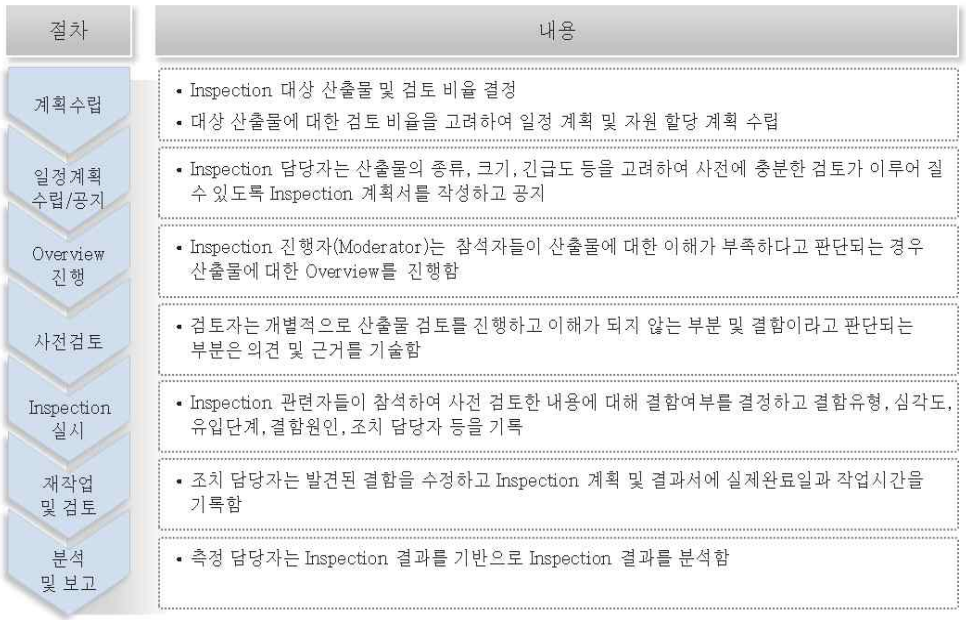


그림 83. Inspection 활동

○ Code Inspection

- 필요시 Code Inspectior 도구를 활용하여 프로그램 소스의 코딩 표준 위반을 실시간 점검 및 시정 조치하여 개발 표준을 준수하도록 관리함으로써 직/간접적인 결함 및 성능 저하를 제거하여 코드 품질 및 성능을 개선

구분	내용
적용방식	▪ 전체 개발자 소스코드 스타일 일괄적용 ▪ 표준화 규칙 중앙 관리 ▪ Real-Time 으로 오류 표시 ▪ 컴파일러에 의해 검색되지 않는 각종 논리적 오류 검색 ▪ 표준화 규칙에 위배되는 소스 서버 업로드 및 빌드 금지
주요점검 항목	▪ 명칭 표준 검증, 헤더 표준 검사, 구조체 표준 검사 ▪ 함수 명칭 표준 검사, 금지함수 검증 ▪ 프로그램 표준 검증, 프로그램 Type 및 일련번호 ▪ 변수 표준: Scope, Type, Point ▪ 변수 Define, 변수 Type 표준
검사대상 언어	▪ JAVA: 45개 점검 패턴 ▪ JSP: 17개 점검 패턴 ▪ C/C++: 45개 점검 패턴 ▪ TEXT: 2개 점검 패턴

6. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

○ 시스템 기반 항공안전감독 체계 구축 기술의 실사용자는 국토교통부의 운항안전과의 항공안전감독관 및 안전감독 업무 담당자로써, 연구개발 과정에 있어서 최우선 사용자인 현장의 항공안전감독관들의 의견을 수렴함

- 안전감독 업무절차 및 체크리스트 개선을 통해 안전감독의 효율성 향상
- 안전감독 업무의 스마트화 및 시스템화를 통한 효율성 향상을 통해 필요인력을 감소시키고, 항공사, 공항공사, 정부 등 관련 기관들에 대한 실시간 정보 공유로 안전감독의 효과성 향상

○ 항공안전감독기관(피검자)과 항공사 등 서비스제공자인 수검기관의 안전감독체계를 전면 개선하여 항공사의 사고발생위험을 사전진단하고, 안전취약부분에 감독자원을 집중하여 안전감독의 효과 향상

- 항공기 중요결함 분석결과에 대한 안전관리 집중점검, 안전감독 효율화 및 효과성 향상
- 지속적인 고장보고 및 결함분석 데이터를 구축하고, 체계적으로 분석함으로써 항공기 감항성을 향상시킬 수 있고, 사전에 항공안전의 위험요소에 대한 적절한 감독 및 조치를 수행함으로써 항공기 사고를 예방함
- 통합분석한 안전정보 데이터를 기반으로 항공사고 예방을 위한 위험분석 및 위해환경 개선을 위한 안전정보로 활용될 수 있음

○ 연구개발 통해 확보된 기술의 타당성 및 유효성 검증을 위한 테스트베드를 구축하여, 국가의 항공안전감독 실무에 직접 활용

○ 2017년 이후 단계적으로 모든 국가에서 시스템안전 기반의 항공안전감독체계가 도입될 예정이므로 우리나라에서 ICAO를 통해 기술개발 성과 및 적용사례를 홍보할 경우 해외진출 가능

나. 기대효과

○ 현재 통합적 연계가 미흡한 “안전계획-위험관리-안전감독-개선(규정)”의 국가 항공안전관리 프로세스가 시스템보증(System Assurance) 개념으로 통합됨에 따라 안전관리 효과성 제고

- 국가의 인증/감독업무의 통합과 함께 계획/실행의 관리적 요소를 통합할 수 있음

○ 운송용 항공기 사고예방 기술개발에 따른 안전증진 효과를 안전지표 및 안전보증 개념의 성과관리기법을 통해 정량화할 수 있으며, 이에 따라 R&D 성과를 확인·관리할 수 있음

○ 항공기의 안전운항에 문제가 될 수 있다고 판단되는 항공기 고장 및 위험요인을 국가적으로 관리/감독할 수 있음

○ 현장수검 방식을 상시모니터링방식으로 효율화, 인건비 등 비용절감

- 미국은 SASO 프로그램을 통해 2022년까지 운송사업자의 사망사고율을 80%까지 감소될 것으로 전망하고 있으며, FAA는 현행 안전감독방식 보다 $426,266,000로 추정되는 인건비 및 전산비용을 절감할 수 있고, 수검 대상인 항공산업계는 $715,200,000에 달하는 비용 절감 효과를 기대할 수 있을 것으로 기대

7. 연구개발비

가. 인력 투입계획

단위 : 명

구 분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
▪ 시스템 기반 항공안전감독 체계 설계 기술	4.9	6.7	6.4	5.1	3.2	26.3
▪ 국가 항공안전정보통합시스템 통합 기술	6.6	8.9	8.5	6.8	4.2	35
▪ 항공기 결함분석 기술	4.9	6.7	6.4	5.1	3.2	26.3
▪ 항공안전 위험관리(SRM, Safety Risk Management) 및 안전보증(SA, Safety Assurance) 시스템 개발 기술	9.9	13.4	12.7	10.2	6.4	52.6
▪ 모빌라우드(Mobiloud) 관련 인프라 및 S/W 개발 기술	6.6	8.9	8.5	6.8	4.2	35
합 계	13.4	44.6	42.5	34.0	21.2	154.0

① 월기준 단가	② 증액률	③ 확장율	④ 기본급 (①x②x③)
4,608,849	110%	100%	5,069,734

○ 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 2013년도 SW 중급기술자 노임단가 1일 기준 219,469원으로 산정

과제난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정결과 (%)
세계 최고와 동일한 수준의 연구	110%	√
기술준비도 수준	**인건비 산정 범위(%)**	**③ 확장 인건비(%)**
응용연구	100%	√

나. 연구 장비·재료비

(단위 : 천원)

핵심기술명	연구장비명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
▪ 시스템 기반 항공안전감독 체계 구축 기술개발	AP 및 DB 서버 개발장비	10,000					10,000
	OS 및 DBMS 개발장비 S/W	5,000					5,000
	단말 개발 장비	15,000	83,000	67,000	65,000	40,000	270,000
	단말 개발 S/W	43,000	213,000	170,000	170,000	105,000	701,000
	AP 및 DB 서버 테스트장비			43,000			43,000
	OS 및 DBMS 테스트장비 S/W			20,000			20,000
	AP 및 DB 서버 시작품장비			43,000			43,000
	OS 및 DBMS 시작품장비 S/W			20,000			20,000
	태블릿 PC 시작품 장비			43,000			43,000
합 계		73,000	296,000	406,000	235,000	145,000	1,155,000

다. 연구비 소요 명세서

(단위 : 천원 / %)

항목	비목 \ 연도	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년		합계		비고
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	
직접비	인건비	680,000	4.9	2,716,000	19.4	2,586,000	18.5	2,070,000	14.8	1,295,000	9.3	9,347,000	66.8	
	연구장비·재료비	73,000	0.5	296,000	2.1	406,000	2.9	235,000	1.7	145,000	1.0	1,155,000	8.3	
	연구활동비	55,000	0.4	219,000	1.6	209,000	1.5	166,000	1.2	105,000	0.8	754,000	5.4	
	연구과제추진비	41,000	0.3	164,000	1.2	158,000	1.1	126,000	0.9	79,000	0.6	568,000	4.1	
	연구수당	103,000	0.7	408,000	2.9	389,000	2.8	313,000	2.2	196,000	1.4	1,409,000	10.1	
간접비		48,000	0.3	224,000	1.6	226,000	1.6	177,000	1.3	92,000	0.7	767,000	5.5	
연구개발비 총액		1,000,000	7.1	4,027,000	28.8	3,974,000	28.4	3,087,000	22.1	1,912,000	13.7	14,000,000	100.0	

8. 사전타당성 검토

정책적 타당성		기술적 타당성		경제적 타당성(백만원)		
중요도	시급도	TRL	파급효과	B/C	NPV	IRR(%)
3	3	3	2	0.95	-602	4.3

○ 정책적 타당성 - 중요도 : 3, 시급도 : 3

- 항공교통시스템이 기술적으로 고도화됨에 따라 정부는 안전관리를 위해 더욱 많은 자원을 투입해야 하지만, 정부가 고도의 전문성을 가진 감독인력을 대규모로 운영하는 것은 매우 비효율적이며, 현실적이지 못 함.
  - 전통적인 형태의 “규정과 기준 중심”의 안전관리가 아니라, 정부에서 최소한의 법적 가이드라인을 제시하고 운영자 중심의 자율형 성과기반 안전관리체계로 전환 필요성 대두됨.
- 미국 FAA 운항기준국(AFS)은 기존의 품질관리체계에 기반을 둔 기존 ATOS 체계와 달리 2015년까지 데이터 기반, 리스크 기반의 새로운 안전보증시스템(Safety Assurance System, SAS)으로 전환될 예정
- 차세대 시스템안전감독 적용하게 되면 우리나라도 FAA의 CAST 프로그램과 같이 10년 후 우리나라의 항공기 사망사고율 80% 감축이라는 도전적 목표를 설정할 수 있을 것으로 기대됨

○ 기술적 타당성 - TRL : 3, 파급효과 : 2

- 국내외 기술적 동향 및 전문가 자문회의를 통하여 세계 최고기술 보유 수준 대비 국내 기술개발 수준(TRL) 및 기술 파급효과를 도출함.
- 또한 자체적인 기술개발로 기술 선진국들에 의한 기술 종속을 회피하고 시장에 대한 진입 장벽을 낮추거나, 선점 효과를 누림으로써 파급효과를 도출함.

○ 경제적 타당성

- 본 과제의 B/C는 1이하로 경제적으로 타당하지 못한 것으로 검토됨.
  - <표 74>의 비용・편익 산출 근거 참고
- B/C : 0.95
- NPV : (-)602백만원
- IRR : 4.3%

표 78. 차세대 시스템안전감독 기술 개발 비용·편익 분석 결과 (현재할인가치)

단위 : 백만원

편익	편익	비용	비고
1차년	-	2000	
2차년	-	2844	
3차년	-	898	
4차년	-	852	
5차년	-	807	
6차년	1,463	612	
7차년	1,387	580	
8차년	1,315	550	
9차년	1,246	521	
10차년	1,181	494	
11차년	1,120	468	
12차년	1,061	444	
13차년	1,006	421	
14차년	953	399	
15년차	904	378	
합 계	11,637	12,268	

표 79. 비용·편익 산출 근거

비용·편익 산출 근거
○ 시스템 개발비용의 추정 - 과제정의서에 기술된 투자비 : 14,000백만원 - 연차별 투자비는 R&D 사업비의 일반적 연차투입율을 적용 - 경비 및 운영비 : 통합데이터센터 운영에 따른 연간 운영비 추정(단, 현 나르미시스템의 고려하여 신규 시스템 운영유지비만 계상), 데이터베이스 유지보수비는 개발비의 10~20% 수준에서 설정 ○ 항공안전감독 비용 추정(현재 감독인원을 유지하는 것으로 가정) - 국내 항공안전감독관 채용현황(운항/정비감독관 17명, 자격감독관 10명) • 조종사 : 18명(운항감독관 8명, 자격감독관 10명) • 정비사/기타 : 9명 - 항공안전감독관 평균 연봉 • 조종사(가급) : 67,378천원 • 정비사/기타(나급) 53,696천원 - 현장감독에 따른 행정비용 • 7개 국적항공사 연평균 232회 안전감독 수행 : 출장비, 현장사무실 유지비 등 - 항공사 연평균 감독회수 • '12년 기준 총 1,745회 안전감독 수행 • '12년 기준으로 항공안전감독관 1명이 담당하는 감독회수는 약 65회

- 항공사 감독대응비용(항공안전감독관 1명이 항공사 풀타임 인력 1명 대응 가정)
  - 기장 경력 15년 : 평균 17,000만원으로 가정할 경우 운항안전감독관 1명이 연간 65회 감독을 수행할 경우 소요되는 항공사의 대응인력 인건비는 650천원/일(조종사 1명 기준, 근로시간 기준 일일 인건비 책정)
  - 정비사 경력 15년 : 평균 7,500만원으로 가정할 경우 운항안전감독관 1명이 연간 65회 감독을 수행할 경우 소요되는 항공사의 대응인력 인건비는 280천원/일(정비사 1명 기준, 근로시간 기준 일일 인건비 책정)

○ 편익추정

- ICAO에서 정한 항공안전감독관 적정수준(현원 대비 45명 증원 가정)
  - ICAO 기준의 감독관 채용할 경우 발생되는 연간 인건비
  - * (ICAO 권고수준) 운항분야 항공기 10대당 1명, 감항분야 항공기 5대당 1명(국적기 243대 고려시 72명이 필요하나 '13년 현재 27명)

표 80. 항공안전감독관 현황 비교

ICAO 기준	한국	싱가포르	프랑스	캐나다	러시아	홍콩
100	23.3	59.3	165.4	197.7	131.4	42.4

- 현장감독에 따른 행정비용 감소 : 항공안전감독관 72명 증원시 현장감독은 총 6,480회로 증가 예상(1인 65회/년 기준으로 72명 전체 현장 감독 가정)
  - 현인원 대비 충원 45명의 행정 감독 비용의 감소 편익 발생

○ 타당성 검토 소결

- 경제적 타당성(B/C 0.95, NPV -602백만원, IRR 4.3%)이 다소 미흡한 것으로 평가되었으나 본 경제적 타당성 분석에서는 항공안전감독 횟수가 줄어드는 것에 따른 항공사의 행정부담 경감이라는 간접적 효과는 반영되지 않았음.
  - FAA의 SASO 경우 이러한 부수적 효과가 상대적으로 매우 높음(FAA는 $426,266,000로 추정되는 인건비 및 전산비용을 절감할 수 있고, 산업계에서는 $715,200,000에 달하는 절감 효과 기대)
- ICAO의 부속서 19가 새롭게 제정됨에 따라 우리나라는 '17년까지 시스템 안전 기반의 새로운 항공안전감독체계를 수립해야할 정책적 시급성이 있으며, 기술개발단계가 아직 기본개념만 이해하고 있을 뿐 명확한 응용분야에 대한 탐색연구가 시작하지 않았기에 최우선순위로 과제가 착수될 필요가 있음
- 2013년 7월 아시아나항공 사고를 계기로 항공사에 대한 안전감독이 한층 강화되고 있는 추세이며, 현재의 안전감독방식이 개선되지 않을 경우 감독기관인 정부뿐 아니라 수감 기관인 항공사에게도 과도한 행정부담이 있어 대민 편익 차원에서도 조속히 추진될 필요가 있음

제 10 장 과제 제안요구서

제 1 절 과제 제안요구서

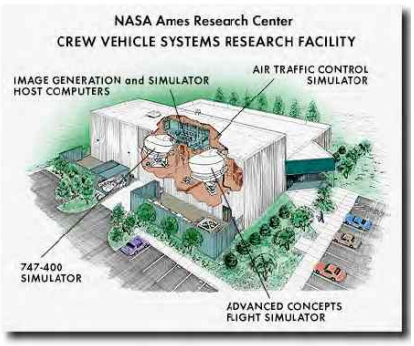
연구개발과제명	조종사/관제사 상황인식 개선을 위한 다목적 종합시뮬레이터 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 항공기 안전운항에 필요한 조종사 및 관제사의 상황인식 증진 연구 및 훈련을 위해 B737 FFS급 시뮬레이터 기반의 통합 상황인식 교육·연구 시스템 개발 - 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증 - FFS(Full Flight Simulator) : 최상위(D등급) 모의비행장치 - 본 기술개발을 위한 벤치마킹의 대상은 NASA의 시설을 벤치마킹 ○ 국내 기술개발수준(TRL)의 향상 (7→8)
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 국내 환경 측면의 필요성 - 현재 각 항공사에서는 조종사의 조종기술 습득 및 유지를 위해 시뮬레이터 훈련을 시키고 있으나, 교육훈련 목적 외에 조종사 행동연구 및 사고조사 목적으로 운영되는 시뮬레이터는 전무 - 시뮬레이터를 활용한 상황인식 연구는 조종사의 행동 특성 파악은 물론 비행데이터를 통해 수집된 위해요소의 검증 및 실제적 해결방안 도출 등을 인적요인 및 비행안전 연구에 필수장비(예. NASA Ames 연구소의 종합시뮬레이터) ○ 국외 환경 측면의 필요성 - 항공선진국은 본 장비 시스템을 연구 목적의 다양한 상황 설정 및 데이터 측정을 위해 비행 시뮬레이터를 기반으로 관제시뮬레이션 장비 및 비행데이터 검증 장비, 행동측정 장비 등 다양한 장비가 유기적으로 결합된 통합 시스템으로서 기존 교육훈련용 시뮬레이터보다 기능과 구성이 진일보된 시스템을 개발·활용 중
□ 기술동향	○ 국내기술동향 - 국내 조종사 보수교육을 위한 시뮬레이터가 개발되어 상용화되었으나

상황인식 및 위험평가와 같은 연구를 위한 개술개발은 전무함.

* 다목적 소형항공기 비행시뮬레이터 개발 : 4인승 FFS급 모의비행장치 개발이 계획되어 있으나('14-'17, 94억원), KC-100급의 교육훈련 목적으로 제한

○ 국외기술동향

- 미국 NASA의 경우 승무원과 항공기 간의 인터페이스 적합성 및 조종사/관제사의 통합적인 상황인식 연구를 위해 CVSRF(Crew-Vehicle Systems Research Facility)를 구축하여 조종사/관제사 인적요인 및 항공기 시스템 개선에 관한 연구를 지속적으로 수행하고 있음.



CUT-AWAY VIEW OF THE CREW-VEHICLE SYSTEMS RESEARCH FACILITY



Advanced Concepts Flight Simulator Cockpit

3. 연구개발내용

☐ 세부과제별

연구내용

○ B737급 풀플라이트(D등급) 시뮬레이터(6축 모션베이스 포함) 개발

* 「다목적 소형항공기 비행시뮬레이터 개발」('14-'17, 94억원) 등 국내 기 개발된 시뮬레이터 기술을 연계 및 활용할 수 있도록 시스템을 설계 필요

- 6축 모션베이스 설계 및 제작
- 6축 모션베이스 제어 모듈 및 S/W 개발
- 시뮬레이터 본체 설계 및 제작
- 항공기 비행 모델 설계 및 S/W 개발
- 조종사 및 관제사 세부 훈련 S/W 개발
- 실시간 스케쥴러 설계 및 S/W 개발

○ 항공기 시뮬레이션과 연동된 관제시뮬레이터 개발

- 조종사와 관제사 연계자원관리(JCRM) 모듈 및 S/W 개발

○ 분야별 상황인식 및 위험요인 분석 시스템 개발

- 훈련자 생체신호 측정 모듈 및 S/W 개발

- 조종사 및 관제사 생체신호 측정을 위한 시뮬레이터 및 측정 모듈간 인터페이스 모듈 및 S/W 개발

○ 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연계 인터페이스 및 분석 시스템 개발

- 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연계 인터페이스 모듈 및 S/W 개발
- 비행자료 해독 및 분석 S/W 개발

○ 타당성 검증 및 유효성 입증을 위한 시뮬레이터 Test-bed 구축

- 국토교통부 인가, 연구·조사 목적의 타당성 검증 및 유효성 입증

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 실용화 및 사업화와 관련한 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 그 달성도를 증명할 수 있는 시험 적용, 테스트 베드, 기술 이전 등을 포함한 연구개발 추진

□ 추진체계

○ 본 사업은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요시 시뮬레이터 분야에서 선도적 위치에 있는 해외 주요 기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 조종석 모듈 방식의 풀플라이트 시뮬레이터(6축 모션베이스 포함) 1식

- 조종사용 풀플라이트 시뮬레이터 (他 연구 성과물 연계활용 가능)
- 관제사용 풀플라이트 시뮬레이터 (항로/접근 관제용 시뮬레이터)
- 시뮬레이터 하드웨어 조사연구용 인터페이스 모듈 : 시뮬레이터 연동 방식
  - · 다기종 비행데이터 수집장치(FOQA, QAR, FDR 등) 연결 인터페이스 및 비행데이터 해독 및 분석용 S/W
  - · 조종사/관제사 뇌파측정 등 생체신호 측정 및 조종석 동영상 기록장치 등
  - · 운항환경 모사 및 재현 S/W

	○ 조종사/관제사 상황인식 및 위험요인 분석 및 평가 시스템 - 운항환경 위협(threat) 및 조종사/관제사 인적오류(error) 분석 S/W - 위험요인 시나리오목록 관리 DB - 운항위험평가 매뉴얼 (Operational Risk Assessment, ORA) - Advanced Qualification Program(AQP) 기능 구현을 위한 위해요인 예방교육훈련 자동화 S/W ○ 타당성 검증 및 유효성 입증을 위한 시뮬레이터 Test-bed 운영 ○ 타당성 검증 및 유효성 입증을 위한 국토교통부 교육훈련용 시뮬레이터 인가취득(FFS Level D) ○ 현재 실제 운용환경에서 시제품에 대한 성능시현 단계에 머물러 있는 시뮬레이터의 기술개발수준(TRL 7단계)을 최종 완성된 형태로 기술 성능이 만족됨을 입증하고 기술시험평가를 통해 설계 규격을 만족시킴으로서 체계완성을 이룩하여 국내 기술개발수준을 향상(TRL 8단계)
□ 목표성능 및 검증방안	○ 실제 운용조건 하에서 시뮬레이터의 성능 시현 달성 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ NASA 시뮬레이터 수준의 기술사양 충족 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준 충족 - 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 국내·외 항공안전연구기관 : 최근 현안이 되는 조종사 피로위험관리, 조종사 상황인식 개선 등의 연구 등에 폭넓게 활용할 수 있으며, 관련 분야 해외수요 창출 가능 ○ 국내·외 사고조사기관 : 사고조사 및 안전조사 목적으로 정부 사고조사위원회 및 항공사 등의 안전관리 목적으로 활용할 수 있으며, 관련 분야 해외수요 창출 가능 ○ 저비용항공사 등의 교육훈련 목적 : 국내 저비용항공사의 주력 기종인 B737급 FFS급 시뮬레이터를 교육훈련 목적으로 활용 가능 ※ 저비용항공사의 교육훈련결과를 안전연구에 활용하는 조건으로 국가기관에서 저렴한 비용으로 시뮬레이터를 운영할 경우 연구기관과 저비용항공사의 상호 시너지 창출 기대
□ 기대효과	○ 조종사/관제사의 상황인식 영향요소 및 행동 반응 특성 및 조종석

/관제석 위험요인 분석을 통해 조종사/관제사 인적요인에 의한 사고요인 규명 가능

○ 조종사-항공기 간 인터페이스 연구를 통해 조종석 자동화 시스템 최적화 등 항공기 개발에 필요한 주요 데이터 확보가 가능하여 국내 항공기 개발 핵심 기술 확보

○ FOQA, QAR 등을 통해 탐지된 위험요소에 대한 비행 위험평가를 통해 위험요소 제거 및 감소를 위한 교육·훈련 프로그램 및 실질적 안전대책 방안 수립 가능

○ 항공기 사고에 대한 비행시뮬레이션 검증 및 해당 사고에 대한 행동 시뮬레이션을 통해 정확한 사고원인 규명 등 사고조사·분석 시스템으로 활용 가능

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2018. ~ 2021. (4년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2018. ~ 2018. (10개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2018. ~ 2019. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2019. ~ 2020. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2020. ~ 2021. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 7,500백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 1,044백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 1,935백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 2,120백만원 이내
- 4차년도 정부출연금 : 2,401백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 일반과제임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그

사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	한국형 조종사(항공종사자) 피로위험관리(FRMS) 기술개발

1. 연구개발 목표

○ 항공종사자의 상황인식 또는 작업절차 오류에 심각한 영향을 주는 작업자의 피로(Fatigue)에 의한 위험을 평가하고 이를 관리하기 위한 피로위험관리(Fatigue Risk Management) 기술 개발

○ 국내 기술개발수준(TRL)의 향상 (4→7)

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 최근 ICAO에서는 운항승무원/객실승무원의 법적비행시간 제한과 함께 개인의 피로도에 영향을 미치는 다양한 요인을 고려하여 피로를 통제하는 피로위험관리체계(FRMS)의 적용을 제안하고 있으나 우리나라는 아직 이러한 세부적인 피로위험관리체계를 보유하지 못하고 있음.

- 이와 같이 단순화된 현행 기준은 다양한 피로 위해환경에 노출된 조종사의 피로를 효과적으로 통제하지 못하고 있어, 운항승무원 및 객실승무원의 피로가 항공기 안전운항에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 여전히 높아 이에 대한 해결을 위한 FRMS의 개발이 필요한 실정임.

□ 기술동향

○ 운항승무원과 객실승무원 외에 정비사 및 관제사의 피로도 현재 상당히 심각한 문제로 대두되어 ICAO에서는 운항승무원 및 객실승무원에 대한 피로관리를 SARPs상에 규정함.

○ 미국(NASA, FAA CAMI) 등은 30년 전부터 운항승무원의 피로에 대한 연구를 시작하였고 이러한 기초연구를 바탕으로 FRMS를 개발하여 적용 직전단계까지 와 있으나, 우리나라는 아직 피로에 대한 기초연구조차 수행된 적이 없어 비행시간을 단순 제한하는 규정을 적용하고 있음.

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

○ 항공종사자(1차 : 조종사, 2차 : 他 직업군)에 대한 피로위험관리 기준개발

- 피로의 항공종사자의 행동과 생체반응에 어떠한 양상과 정도로 영향을 미치는 지를 상황자극 모사 제시 및 피로 영향도 측정을

위한 피로영향도 측정 실험계획 수립

- 비행시간, 시차, 출발시간대, 동/서 비행방향, 이착륙 횟수 및 출발편/도착편 비행 등 6~10개의 상황 대표인자 분석
- 피험자 확보 및 피로도 측정 실험진행
  · 운항환경에 따라 변수당 최소 30세트의 실험군에 대한 피로도 측정 실험
  · 피로위험관리기준 개발을 위한 기존 뇌파측정 기반 정밀실험, 맥박실험은 항공사와 조종사단체(조종사협회, 사별노조)의 협조를 받아 휴대용 뇌파측정장비 부착(총 2회 대규모 실험 수행)
- 운항환경에서 뇌파측정과 함께 부가적으로 홍채인식과 맥박, 산소포화도에 대한 실험을 병행
- 조종석 운항환경 및 조종사 생활리듬, 주관적 피로도 측정을 위한 설문항목 개발 및 타당성, 유의도 검증을 위한 피실험자 피로도 유발환경 조사 설문지 개발
- ICAO에서 요구하는 수준의 피로위험관리 기준 개발 및 업체 보급

○ 항공종사자 피로도 측정 및 데이터 수집 시스템 개발

- 현장 피로위험관리를 위한 맥박측정식 휴대용 피로측정장비 및 맥박측정식 피로측정을 보완하기 위한 휴대용 홍채인식형 피로측정장비 개발
  · 항공종사자 주의력·상황인식·반응민첩도·각성도 등 피로도 측정 모듈 및 S/W 개발
  · 항공종사자 피로도에 따른 행동 및 생체반응 분석 S/W 개발
  · 피로가 항공종사자의 행동과 생체반응에 어떠한 양상과 정도로 영향을 미치는 지를 상황자극을 모사하여 제시하고 피로 영향도를 측정할 수 있는 피로영향도 측정 시뮬레이터(주의력/상황인식/반응민첩도, 각성도 등) 개발
  · 피로감지를 위한 휴대용 맥박측정기(Actigraph) 개발 및 군집연구를 위한 클라우드시스템 개발
  · 비행시간, 시차, 출발시간대, 동/서 비행방향, 이착륙 횟수, 출발편/도착편 비행 등 6~10개의 상황 대표인자에 대한 피험자 확보 및 피로도 측정 실험진행(최소한의 통계분석이 가능하려면 인자별로 최소 30명의 피험자 할당이 필요)
  · 피로도 최고단계에서 비행정보/관제정보 캡쳐링을 위한 데이터 수집장치 및 분석용 S/W 개발(기종별 3D 시뮬레이션 기능 필요)

○ 항공종사자(1차 : 조종사, 2차 : 他 직업군) 피로위험관리용 S/W

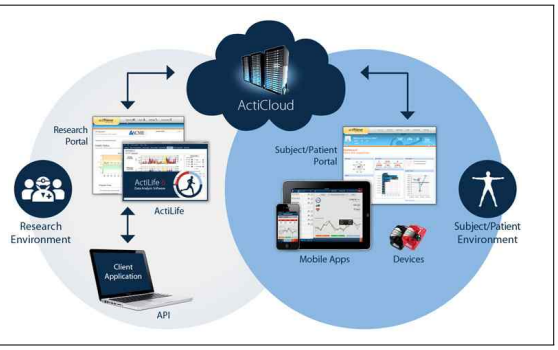
개발 및 활용을 위한 라이브러리 개발

- 피로위험관리 기준개발에 따른 위험도 평가 및 D/B 갱신을 위한 다음 사양의 S/W 개발
  - · 항공종사자 주의력·상황인식·반응민첩도·각성도 등 피로도 측정 모듈 및 S/W 개발
  - · 항공종사자 피로도에 따른 행동 및 생체반응 분석 S/W 개발
  - · 항공종사자 피로도 측정 상황 모사를 위한 상황자극 시뮬레이션
  - · 피로가 항공종사자의 행동과 생체반응에 어떠한 양상과 정도로 영향을 미치는 지를 상황자극을 모사하여 제시하고 피로 영향도를 측정할 수 있는 피로영향도 측정 시뮬레이터(주의력/상황인식/반응민첩도, 각성도 등) 개발
- 운항 스케즐링 S/W 활용을 위한 프로그램 라이브러리 개발

○ 항공종사자(조종사/관제사/정비사) 피로위험관리용 S/W 개발



<Actigraph>



<군집연구용 정보처리 클라우드시스템 개요>

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 실용화 및 사업화와 관련한 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 그 달성도를 증명할 수 있는 시험 적용, 테스트 베드, 기술 이전 등을 포함한 연구개발 추진

□ 추진체계

○ 본 사업은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요시 피로위험관리 분야에서 선도적 위치에 있는 해외 주요 기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음

5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 항공종사자(1차 : 조종사, 2차 : 他 직업군) 피로위험관리 매뉴얼 ○ 휴대용 피로측정장비 2종 및 피로위험측정을 위한 설문지 - 측정장비 : 맥박측정식(Actigraph), 홍채인식형 - 조종석 운항환경 및 조종사 생활리듬, 주관적 피로도 측정을 위한 설문지 ○ 항공종사자의 피로위험 모니터링시스템을 개발을 위한 피로위험관리(Fatigue Risk Management) 소프트웨어 개발 및 이를 활용하기 위한 라이브러리 ○ 개발된 피로위험 모니터링시스템의 타당성 검증을 위한 클라우드 서버기반 전산시스템 및 시험운영체계 ○ 현재 실험실 환경에서 불완전한 성능 구현단계에 있는 피로위험관리시스템의 기술개발수준(TRL 4단계)을 실제 운용환경에서 성능 시현을 가능하게 함으로써 시제품에 대한 신뢰성을 만족시켜서 국내 기술개발수준을 향상(TRL 7단계)
□ 목표성능 및 검증방안	○ ICAO 규정 및 해외 각국의 피로위험 관리 기준의 충족 - ICAO 규정 및 국외 FRMS 기준과의 비교 ○ 실제 운용조건 하에서 휴대용 피로도 측정장비의 성능 시현 달성 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ 해외 각국의 휴대용 피로도 측정장비 수준의 기술사양 및 성능 충족 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준 충족 - 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 조종사·관제사의 인적요인이 운항안전에 미치는 영향을 분석하여 사고예방을 위한 교육훈련 프로그램 개발, 운항절차 등 제도개선 활용 ○ 피로위험관리 기술은 도로교통(사업용), 철도, 원자력, 산업안전 등의 분야에 폭넓게 활용할 수 있어 국민 안전을 위한 높은 기술 파급효과를 갖고 있음
□ 기대효과	○ 최근 항공선진국에서 중요 현안이 되고 있는 피로위험관리체계에 선제적으로 대응함으로써 실제 상황별 피로인자의 강도에 따라

종사자의 피로도를 예측하고, 피로관련 사고위험을 사전에 예방 가능

○ 항공종사자의 피로도에 따라 업무시간을 탄력적으로 조정할 수 있어 개인적인 업무효율성 및 업체의 인력운영이 획기적으로 개선될 수 있으며, 향후 우리나라 항공산업의 국제경쟁력에도 기여할 수 있음.

○ 향후 종사자의 피로도에 직접적인 영향을 받는 교통안전, 원자력, 산업안전, 의료분야에 폭넓게 활용될 수 있어 상품성이 높으며, 또한 국민의 안전을 위해 매우 의미 있는 연구가 될 것으로 기대됨.

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2019. ~ 2023. (5년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2019. ~ 2019. (10개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2019. ~ 2020. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2020. ~ 2021. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2021. ~ 2022. (12개월)
- 5차년도 연구개발기간 : 2022. ~ 2023. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 10,000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 1,233백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 2,675백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 2,485백만원 이내
- 4차년도 정부출연금 : 2,192백만원 이내
- 5차년도 정부출연금 : 1,415백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 일반과제임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검・관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	증강현실 기반 정비 가이던스 시스템 개발

1. 연구개발 목표

○ 증강현실(AR) 시스템을 이용한 정비사 작업 지시 Guidance 시스템 개발

- AR(Augmented Reality) : 가상현실(VR, Virtual Reality)의 다음 단계 기술로써 가시화면에 실제 피사물의 정보를 함께 표시하는 기술(예. google glasses)

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

○ 국내 기술개발수준(TRL)의 향상(4→7)

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 우리나라는 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 시스템 고장(정비요인, 부품결함)에 의한 것으로 항공 선진국(10% 수준)과 비교해 2~3배 이상 높음

- 이중 부품결함에 의한 것이 12%, 인적요인에 의한 것이 23%로 정비사의 인적오류가 2배 이상 높은 것으로 분석됨
- 항공안전장애 분석결과 최근 3년간 연평균 16%씩 증가하는 “V1 미만의 이륙포기(RTO)”는 항공기 결함에 의한 것이 68%를 차지

○ 국내 환경 측면의 필요성

- 정비 인적오류 예방을 위해서는 정비사가 정비표준절차에 따라 작업할 수 있도록 시스템 교육훈련과 함께 정비매뉴얼의 가독성·접근성 개선을 위한 기술이 개발되어 왔으나, 아직까지 항공정비분야에 있어 완전한 해결책이 되지 못함

* 국내 대형항공사 중 하나는 1세대 스마트패드형 정비매뉴얼을 자체 개발·운영



<제1세대> 모바일 <제2세대> 가상현실 <제3세대> 증강현실

- 최근 항공안전관리시스템(SMS)의 확산으로 인해 예측적 안전관리가 중요해지고 있으나, 조종사/관제사와 달리 정비/지상조업 등의 분야는 작업 全과정을 기록하여 후속 안전관리에 활용하기 위한 데이터기록시스템 부재

○ 국외 환경 측면의 필요성

- IATA의 연구에 의하면 2003년 발생한 항공기 사고의 26%가 정비 관련 이벤트가 사고의 직접원인(Primary Cause) 또는 기여

인자(Contributory Factor)로 작용한 것으로 분석되었으며, 이러한 정비 이벤트의 원인은 잘못된 작업이나 검사에 의한 것이 가장 큰 비중을 차지하고 있음

- 미국 등 항공선진국에서는 이러한 정비인적오류 예방을 위해 M-LOSA(Maintenance Line Operation Safety Audit)을 개발하여 현장에 적용하고 있으나, 정비사의 작업에 심적 부담감을 주는 부작용으로 인해 산업 활용도는 미흡

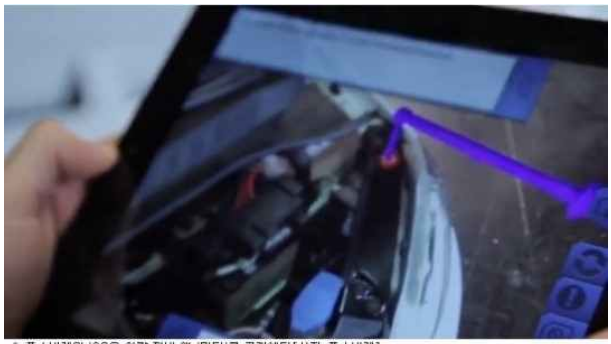
□ **기술동향**

○ 국내기술동향

- 국내에서는 1세대 모바일 장비를 활용한 정비매뉴얼을 개발하여 활용한 사례는 있으나, 2세대(가상현실), 3세대(증강현실)을 활용한 정비체계 기술개발은 진행된 적이 없음
- 국내에서는 조종사·관제사의 LOSA체계는 보급되어 운영되고있으나, 아직까지 정비/지상조업자를 위한 M-LOSA는 개발된 적이 없음

○ 국외기술동향

- 최근 자동차 분야에서는 증강현실 기반 정비프로그램이 점차 등장하고 있으며, 폭스바겐·BMW에서 시제품 출시



◇ 폭스바겐이 iOS용 '차량 정비 앱 '마타'를 공개했다[사진=폭스바겐]

- 최근 항공선진국에서는 정비/지상조업/화물 분야에서도 다양한 인적 오류예방을 위한 기술들이 개발되고 있어 향후 SMS 등 예측적 위험관리에 필요한 정보수집과 사고예방에 활용

3. 연구개발내용

□ **세부과제별 연구내용**

○ 착용식 정비작업 지시 증강현실(Head Up Display, HUD) 시스템 개발

- 정비·지상조업·화물보안 등 분야별 정보수집 장치 개발

  * 분야별 작업환경 분석을 통한 헬멧형, 고글형, 의복 부착형 등 개발

- RFID·바코드 등을 활용한 부품·공구 인식 S/W 개발
  * 차세대 지능형 공항시스템 개발 3세부 과제 「정비부품 인식 기술」활용



<Google 글래스>



<안경에 장착된 형태>

○ 착용식 증강현실장비와 이미지프로세싱 기법 등을 활용한 LOSA 분석 시스템 개발
- 정비분야 LOSA 체계 및 DB 구축
- 이미지프로세싱 기법 등을 활용한 비실시간형 LOSA 분석 S/W 개발

○ 항공기 정비 인적오류 저감 시스템 개발
- 정비 인지오류 제거 (Maintenance Error Decision Aid, MEDA) 절차 적용 검토
- 한국형 정비 인적요인 분류체계 및 분석 S/W 개발
- 언어적 문제에 의한 정비작업 오류 저감 및 효과적 의사소통 모듈 및 S/W 개발
- MOQA(Maintenance Operation Quality Assurance) 운영을 위한 분석기법 및 S/W 개발

○ 정비 인적요인 예방 교육훈련 체계 및 시스템 개발
- 가상현실 정비작업 시뮬레이션 시스템 및 교육훈련 체계 개발
  * 기존 사고 및 사건 시뮬레이션 재구성을 통한 재발방지 체계 개발 포함
- 정비 위협요인 및 오류 관리(TEM) 모델(위험예지훈련 모델) 및 체계 개발
- 가상현실 정비작업 시뮬레이션 시스템을 통한 정비 작업자 위험도 평가 분석 S/W 개발

○ 지속적 품질보증체계(Continuous Assurance Safety System, CASS) 적용 차세대 정비검사기법 개발
- 정비작업 점검·감사 표준화 체계 및 웹 기반 S/W 개발

	- 정비기록 위변조 방지 정비작업 S/W 감리 및 정보품질관리 체계 개발
4. 연구개발 추진방법	
□ **추진전략**	○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함. ○ 실용화 및 사업화와 관련한 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 그 달성도를 증명할 수 있는 시험 적용, 테스트 베드, 기술 이전 등을 포함한 연구개발 추진
□ **추진체계**	○ 본 사업은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요시 증강현실 분야에서 선도적 위치에 있는 해외 주요 기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음
5. 최종성과물	
□ **주요 최종성과물**	○ 착용식 정비작업 지시 증강현실(Head Up Display, HUD) 시스템 - 최소 해상도 800×600, See-Through Type - 최소중량 70g 미만, 최소 연속가동시간 5시간 이상 - 시력교정용 고글 탈부착 가능 - 차세대 RFID 태그인식 및 MFC 기능 구현 - 3차원 동작센서 및 위치측정용 DGPS 기능 - 무선인터넷, 블루투스 등 기기간 정보네트워크 기능 - 동영상 촬영을 위한 CCD 카메라(작업용 플래쉬 기능 포함) - 안드로이드 또는 IOS 기반 OS ○ 항공기 정비작업 가이던스 S/W - 항공기 주요 정비부품 3차원 와이어프레임 형상모델 DB - 정비프로그램(Maintenance Program Document, MPD) 워크카드 상의 주요작업절차 구성 S/W 및 작업자용 가이던스(시각, 청각) 기능 제공 - RFID·바코드 등을 활용한 부품·공구 인식 S/W ○ 증강현실/영상인식기술 기반의 차세대 정비검사기법·품질관리 시스템 - 동영상 정보수집을 활용한 비실시간형 정비 LOSA 분석기법 구현 S/W - 영상인식 기술을 활용한 중요 이벤트 기록·분석 및 관리 S/W - 한국형 정비인적오류 분류·분석 S/W (MOQA, 차세대 MEDA 시스템 등 기능 구현)

	○ 가상현실(VR) 기반 정비 인적요인 예방 교육훈련 체계 및 시스템 - 정비 위협요인 및 오류 관리(TEM) 모델(위험예지훈련 모델) 및 교육훈련체계 - 가상현실 정비작업 시뮬레이션 시스템을 통한 정비 작업자 위험도 평가 분석 S/W - 항공기시스템교육을 위한 가상현실 기반 CBT 교육 매뉴얼 및 교보재 ○ 증강현실 기반 정비가이던스 시스템 시험운영 - 1개 시험운영 기종에 대한 정비가이던스 전산프로그램 구동용 서버, 네트워크 시스템 - 증강현실 구현을 위한 착용식 컴퓨터 디바이스 시제품 20 set(2인 1조, 10개 시험운영팀) ○ 현재 실험실 환경에서 불안정한 성능 발휘 단계에 있는 증강현실 기반 정비가이던스 시스템의 기술개발수준(TRL 4단계)을 실제 운용환경에서 성능 시현을 가능하게 함으로써 시제품에 대한 신뢰성을 만족시켜서 국내 기술개발수준을 향상(TRL 7단계)
□ 목표성능 및 검증방안	○ 실제 운용조건 하에서 최종성과물의 성능 시현 달성 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준 충족 - 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 최근 공군에서 발생한 항공기 사고가 정비사 인적요인에 의한 사고로 판명되는 등 정비인적오류 예방을 위한 관련 기술개발에 높은 관심과 함께 공군의 수요 의향서 제출(예정) - KAI에서 개발한 KT-1, T-50에 대한 ILS체계를 연구목적으로 함께 제공할 의사를 표명 ○ 국토부에서 개발한 KC-100의 경우 후속기술지원체계가 아직 완전하게 갖추어지지 않았으나, 본 과제를 통해 정비프로그램 개발 및 정비가이던스 시스템을 함께 제공할 경우 관련 시장 경쟁력을 획기적으로 제고할 수 있음 ○ 이러한 기술적용 성과를 바탕으로 민수용 항공기 정비가이던스 시장에 진입할 경우 보잉, 에어버스 등 OEM과 협력관계 구축이 용이하며, 관련 기술의 상용화 가능성을 극대화할 수 있음
□ 기대효과	○ 항공기 사고에 있어 시스템/부품의 고장 비율을 현재 30% 수준에서 항공선진국 수준인 10% 내외로 감소

○ 특히 저비용항공사에서 자칫 부족할 수 있는 정비사 교육훈련체계(시스템 교육 등)를 이번 기술개발을 통해 근본적으로 보완할 수 있음

○ 최근 미국(FAA)와 유럽(EASA)에서는 정비사의 인적오류예방을 위한 조사(MEDA) 및 감사(LOSA) 기법 등이 활발하게 연구되고 있으며, 이러한 최신 경향에 선제적으로 대응하여 상품화할 경우 국제적 경쟁력 확보가능

○ 개발된 증강현실 기술의 他 산업 적용분야

- '14년 정식 출시되는 구글社의 제품은 80여개의 서비스를 제공할 예정이며 향후 3년간 시장이 급성장하여 '17년에는 1억 2500만대의 wearable device가 보급될 것으로 전망(美 Strategic Analytics)



Google Glasses



산업용 증강현실 프로그램



의료용 증강현실 프로그램

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2014. ~ 2017. (4년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2014. ~ 2015. (12개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2015. ~ 2016. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2016. ~ 2017. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2017. ~ 2018. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 15,000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 3,438백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 3,971백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 4,132백만원 이내
- 4차년도 정부출연금 : 3,459백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토교통부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 일반과제임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	항공기 중요결함 등의 위험분석 및 항공기술정보체계 개발

1. 연구개발 목표

○ 항공기(부품)의 중요결함보고(SDR)와 함께 항공사의 신뢰성 관리 정보를 수집·분석하는 위험분석기술 및 항공기술정보체계 개발

* SDR(Service Difficulty Report)

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

○ 국내 기술개발수준(TRL)의 향상 (7→8)

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 국내 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 항공기시스템의 고장으로 분석되고 있으며 이중 정비결함이 23%, 부품결함이 12%로 작업자의 인적오류가 부품결함에 비해 2배 이상 높음

- 최근 항공안전장애의 이륙포기(RTO) 사례가 연평균 16%씩 증가하고 있는데, 이중 시스템 문제가 68%인 것으로 분석

○ 국제 표준에 따라 운영되어야 하는 항공기 중요결함보고(SDR)의 일부만 현재 항공안전장애보고로 수집되고 있으나, “설계/제작-인증-감항성 유지/관리(신뢰성관리·안전관리)”로 연결되는 항공기 수명주기에 따른 위험분석과 항공기술정보체계를 구축하지 못함

- 항공기 감항성 유지에 필요한 정보를 수집하고 분석하여 예방정비를 강화하고자 하는 항공기 고장보고(SDR) 제도의 취지에 부합하지 않으며, 항공기 감항성 유지를 위한 데이터베이스 활용 곤란

□ 기술동향

○ 국내기술동향

- 기존의 중요결함보고(SDR)제도를 운영하였으나. 항공법 개정으로 인해 항공안전의무보고에 통합되어 현재 별도로 운영되지 않으며, 국제 표준과 다르게 운영되고 있음(ICAO 기준 6개 항목 미반영)

구분	ICAO 보고항목 (18항목) 반영여부
FAA	- ICAO 항목 모두 반영. (18항목) - 비상탈출장비 관련 1항목 추가.
국내 항공법	- ICAO 항목 중 일부 반영. (12항목) - 6항목 미반영.(엔진분야, 페더링분야, 구조수리분야 등)

○ 국외기술동향

- 국제민간항공기구(ICAO), 미연방항공청(FAA) 및 유럽항공안전청(EASA)은 사고, 준사고 보고 제도와 별도로 항공기 감항성 유지를 위한 항공기 중요결함 보고제도(SDR) 운영

※ ICAO DOC 9760 (Airworthiness Manual)에서 SDR은 항공사, 정비업체(AMO), 형식설계기관 자료 및 항공안전정보 등을 근거로, 항공기(부품)의 주요 고장/결함, 장애 및 기타 관심사항 등을 보고할 것을 명시

- ‘13년 미국(FAA)에서는 정비분야의 안전관리시스템(SMS)의 가장 핵심적인 요소로 (1)항공기(부품)의 중요결함보고(SDR)과 함께 항공사 신뢰성 정보를 분석하고, 이를 사전예방적 안전관리에 활용할 수 있도록 하는 (2)항공기술정보체계 구축으로 정함

3. 연구개발내용

□ **세부과제별 연구내용**

○ 항공기 중요결함보고(SDR) 체계 국제표준화
- 항공기 감항성 유지에 영향을 미칠 수 있는 항공기 고장 및 결함사항에 대한 보고 항목 국제표준화

○ 항공기 중요결함보고(SDR) 시스템 개발
- 항공기 설계·제작·인증·감항성 유지 및 신뢰성·안전성 관리 DB 구축
- SDR 분석 S/W 개발
- 항공기 수명 주기별 위험도 분석 S/W 개발

○ SDR-항공사 신뢰성관리 프로그램간 정보 연계 기술 개발
- 국가의 항공기 중요결함보고(SDR) 분석 S/W와 항공사의 신뢰성관리 프로그램 연계 S/W 개발
- 항공기 고장탐구능력 및 안전성 평가 S/W 개발

○ 국적 항공기 감항성 유지를 위한 항공정보기술체계 구축 및 예방정비 경보체계 시험운영
- 항공기 중요결함 보고(SDR) 사항 중, 항공기 감항성에 영향을 미칠 수 있는 사항을 국가에서 특별관리하거나, 제작사 또는 항공사에 사전조치 할 수 있는 항공정보기술체계 유효성 검증을 위한 시험운영

4. 연구개발 추진방법

□ **추진전략**

○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 실용화 및 사업화와 관련한 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 그 달성도를 증명할 수 있는 시험 적용, 테스트 베드, 기술 이전 등을 포함한 연구개발 추진

□ **추진체계**

○ 본 사업은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요시 항공기술정보체계 분야에서 선도적 위치에 있는 해외 주요 기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 항공기 중요결함 보고(SDR) 보고체계 및 분석기술을 통한 국제 표준화 매뉴얼

○ 항공기 중요결함보고(SDR) 시스템

- 항공기 수명 주기별 고장 위험도 분석 S/W
- 항공기 중요결함 보고(SDR) DB
- 국제 표준화된 항공기 고장보고 데이터 항목, 분류체계 구현
- 항공기 설계·제작·인증·감항성 유지 및 신뢰성·안전성 관리 DB

○ 항공사 신뢰성 관리 정보 연계 표준화 시스템

- 국가 항공기 중요결함보고(SDR) 분석 S/W 및 항공사 신뢰성관리 프로그램 연계 표준화 라이브러리
- 항공기 고장탐구능력 및 안전성 평가 협력을 위한 표준화 라이브러리 등

○ 항공기 고장보고를 통한 감항성 정보 수집·분석·활용 기술개발 검증을 위한 시험운영 테스트베드 및 국가 항공기술정보체계 구축

○ 현재 실제 운용환경에서 시제품에 대한 성능시현 단계에 머물러 있는 항공기 중요결함 보고(SDR)의 기술개발수준(TRL 7단계)을 최종 완성된 형태로 기술 성능이 만족됨을 입증하고 기술시험평가를 통해 설계 규격을 만족시킴으로서 체계완성을 이룩하여 국내 기술개발수준을 향상(TRL 8단계)

□ 목표성능 및 검증방안

○ 실제 운용조건 하에서 최종성과물의 성능 시현 달성

- 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인

○ ICAO와 FAA의 SDR 수준의 충족

- ICAO 및 FAA의 SDR 시스템과의 비교를 통한 성능 검증

○ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준 충족

- 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ 정부 감항조직 및 항공기(부품) 인증기관에서 국가 항공기술정보체계를 운영할 경우 다음의 조직과 기관 등에서 수혜 예상

- 항공사 : 신뢰성관리 등을 통한 정비프로그램 효율화
- 정비업체(AMO) : 중요결함 등에 대한 사전예방정비, 고장탐구 효율화 등
- 설계/제작기관 : 중요결함 및 신뢰성 저하 부품/시스템에 대한 재설계 및 성능제고

	- 정부(안전감독) : 중요결함 조치에 대한 안전관리 집중점검, 안전감독 효율화
□ 기대효과	○ 항공기 중요결함 보고(SDR) 제도를 통하여 국적 항공기의 안전운항에 문제가 될 수 있다고 판단되는 항공기 고장 및 결함사항을 국가적으로 관리/감독 가능 ○ 항공기 감항성에 영향을 미칠 수 있는 항공기 고장 및 결함사항을 사전 조치함으로써 항공기 정비사고 예방가능(국내 항공기 사고의 33%, 준사고의 41%가 항공기시스템 고장이 원인) ○ 지속적으로 발생하는 중요 결함에 대해서 항공기(부품) 설계/제작기관에 관련 결함을 객관적으로 입증할 수 있는 국가 항공기술정보체계가 구축됨으로써 항공기 사고에 따른 사후 책임규명의 논란을 줄일 수 있고, 기술과 데이터 중심의 사고조사과정에서 우리나라의 국익을 적극 대변할 수 있음 ○ 우리나라에 아직 기술력이 부족한 항공기(부품) 인증기술을 확보함에 있어 국가 항공기술정보를 효과적으로 활용 가능
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구개발기간 : 2016. ~ 2019. (4년) - 1차년도 연구개발기간 : 2016. ~ 2017. (10개월) - 2차년도 연구개발기간 : 2017. ~ 2018. (12개월) - 3차년도 연구개발기간 : 2018. ~ 2019. (12개월) - 4차년도 연구개발기간 : 2019. ~ 2020. (12개월) ○ 총 정부출연금 : 5,000백만원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 791백만원 이내 - 2차년도 정부출연금 : 1,546백만원 이내 - 3차년도 정부출연금 : 1,546백만원 이내 - 4차년도 정부출연금 : 1,117백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	
	○ 본 과제의 보안등급은 일반과제임.

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검・관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	중·고고도 항공기상정보 예측모델 기술개발

1. 연구개발 목표

○ 공항지역 및 국적 항공사 취항 항로에 대한 차세대 기상예측모델 및 기상 환경요인에 의한 위험성 평가기술 개발

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

○ 국내 기술개발수준(TRL)의 향상 (5→7)

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ **연구개발의 필요성**

○ 1959년 이후 기상으로 인한 국내 항공사고는 총 25건에 달하며 최근 난기류와 뇌전 관련 사례가 점증하고 있는 추세

○ 부정확한 기상예보나 예측치 못한 현지 기상악화는 운항안전에 미치는 영향이 매우 크며, 실제로 항공기 준사고의 9%가 해당

- 우리나라의 기상으로 인한 준사고는 대부분 난류에 의한 것으로 '01~'10년간 8건의 준사고 발생(기내 탑승객 부상 등)
- 항공안전장애의 낙뢰(기상) 보고는 '10년부터 '12년까지 13%이나, 최근 3년간 연평균 121% 증가하고 있음

○ 군·항공사·항공기상청 등 항공기상정보를 기관별로 생성·제공하고 있으나 이를 수요자에게 1-call, 1-response로 제공하지 못함

- 특히 항공사별로 생성하고 있는 PIREP 정보를 실시간 공유·전파(broadcasting)하지 않고 있어, 직전 경험한 他 항공사의 기상위해환경도 효과적으로 전파하지 못함

○ 항공사는 다양하고 특화된 기상예보가 필요한 실정이나 현행 기상정보로는 항공안전사고 예방을 위한 항공사 맞춤 정보 생성에 한계

□ **기술동향**

○ 국내기술동향

- 항공기상청은 최근 KTG 기상모델을 개발하였으나, 3차원(고도별) 기상정보와 해외 노선의 항로기상정보는 제공되지 않음

○ 해외기술동향

- 미국은 FAA 지원으로 미국 기상연구소(NCAR)에서 난기류 모델을 개발하는 등 양질의 항공기상정보를 서비스하고 있음

※ 난기류 자동관측자료(EDR)을 활용하여 매시간 모델 업데이트

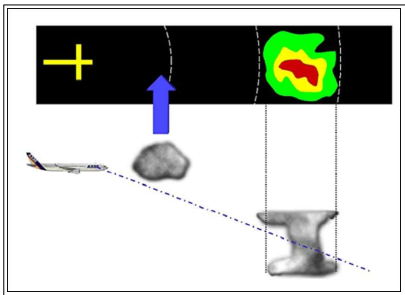
※ MSL 10,000ft부터 FL450까지 고도별 난기류 예보 제공(정확도: 80% 이상)

3. 연구개발내용

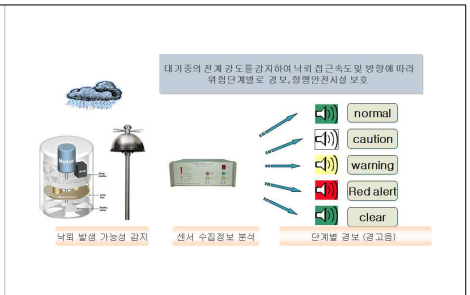
□ 세부과제별 연구내용

○ 국내 기상정보 체계 종합 및 차세대 항공기상 위협요인 저감 기술 개발
- 비행 중 수집되는 항공기상 자료·기장보고(PIREP)·군·항공사·항공기상청 등 기상정보 종합 수집 체계 개발
- 기상위험 예측 모델 및 품질관리 체계 개발
- 기상위험 예측 분석 S/W 개발
- 웹기반 3차원 기반 고도별 기상정보 및 해외 노선 항로기상정보 실시간 공유 시스템 개발
- Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증

○ 공항 주변 낙뢰발생 예측·경보 기술 개발
- 기상레이더 및 전계측정센서를 이용한 낙뢰예측 분석 모듈 설계·제작
- 낙뢰예측 분석 S/W 개발
- 광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 S/W 및 경보 시스템 개발
- Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증



레이더에 검출되지 않는 뇌우



공항 낙뢰예보 시스템 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 실용화 및 사업화와 관련한 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 그 달성도를 증명할 수 있는 시험 적용, 테스트 베드, 기술 이전 등을 포함한 연구개발 추진

□ 추진체계

○ 본 사업은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요시 항공 기상 분야에서 선도적 위치에 있는 해외 주요 기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 항공 통합 기상정보 분석 및 정밀 항공기상 예보 시스템
- 비행 중 수집되는 항공기상 자료·기장보고(PIREP)·군·항공사·항공기상청 등 국내 생성되는 항공기상정보 종합 수집 체계 매뉴얼
- 항공기상정보 통합분석을 위한 항공기상정보 품질관리 체계 매뉴얼 및 S/W
- 항공기 운항고도별 기상예보를 위한 차세대 3차원 차세대 기상모델(GTG)
- 기상위험 예측 분석 S/W
- 웹기반 3차원 기반 고도별 기상정보 및 해외 노선 항로기상정보 실시간 공유 시스템
- Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증

○ 공항지역 낙뢰발생 예측·경보 시스템
- 기상레이더 및 전계측정센서를 이용한 낙뢰예측 분석 모듈
- 광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 및 경보 S/W

○ 국내 항공기상정보 체계 종합 및 차세대 항공기상 공유·전파 시험운영체계
- 항공사의 비행 중 수집된 항공기상 자료·기장보고(PIREP) 공유를 통해 운항 중 기상위해요인을 사전인지, 전파할 수 있도록 국토교통부 항공기상정보시스템(가칭) 구축 및 시험운영
- 차세대 3차원 기상모델(GTG) 신뢰성 검증

○ 공항 주변 낙뢰발생 예측·경보 시스템
- 기상레이더 및 전계측정센서를 이용한 낙뢰예측 분석 모듈
- 낙뢰예측 분석 S/W
- 광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 및 경보 S/W

○ 공항지역 낙뢰발생 예측 및 경보체계 Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증
- 기상레이더 및 전계측정센서와 광역 낙뢰 발생 및 이동경로 예측 분석 S/W의 신뢰성 검증을 위한 시험운영 테스트베드 운영

○ 현재 유사 운용환경에서 시제품의 성능시현 단계에 머물러 있는 최종성과물의 기술개발수준(TRL 5단계)을 실제 운용환경에서 성능 시현을 가능하게 함으로써 시제품에 대한 신뢰성을 만족시켜서 국내 기술개발수준을 향상(TRL 7단계)

□ 목표성능 및 검증방안	○ 실제 운용조건 하에서 최종성과물의 성능 시현 달성 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ 국외 기술개발 수준의 성능 달성 - 국외 기술개발 수준과의 비교를 통한 성능 검증 ○ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준 충족 - 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안	○ 국내 군·항공사·항공기상청 등의 기상정보의 통합 분석에 활용할 경우 중·고고도의 3차원 항공기상예보 정확도 개선 ○ 국적 항공사의 항공기상정보(PIREP 등)를 공유·전파에 활용함으로써 항공기상레이더로 탐지할 수 없는 기상위험(청천난류 등) 회피 가능 ○ 국내·외 공항시설 및 항행안전시설 운영자에 적용함으로써 직격뢰 피해를 예방하고, 간접적 피해인 고전압 서지에 의한 시스템 보호
□ 기대효과	○ 군·항공사·항공기상청 등의 기상정보를 통합 분석할 수 있어 항공기상예보 정확도가 높아지고, 앞서 비행한 항공기 기상정보(PIREP 등)를 공유·전파함으로써 기상레이더로 탐지할 수 없는 기상위험(청천난류 등)을 사전 회피할 수 있음. - 우리나라의 기상으로 인한 준사고는 대부분 난류에 의한 것으로 '01~'10년간 8건의 준사고 발생(기내 탑승객 부상 등) ○ 공항시설 및 항행안전시설을 직접 낙뢰피해로부터 보호하고 고전압 서지발생으로 인한 시스템 손상 및 오동작 예방 - '08년 제주공항에서 낙뢰로 항행안전시설 장애 및 손상 발생

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2017. ~ 2020. (4년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2017. ~ 2018. (12개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2018. ~ 2019. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2019. ~ 2020. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2020. ~ 2021. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 6,500백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 1,543백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 1,842백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 1,479백만원 이내

- 4차년도 정부출연금 : 1,636백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 일반과제임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	조류 안전관리 기술개발

1. 연구개발 목표

○ 공항지역의 조류 서식지 및 이동경로 등을 관리하여 사전에 조류 충돌 등으로 인해 발생할 수 있는 사고예방 기술개발

○ 실시간 조류 위험요소 경보 기술 개발

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

○ 국내 기술개발수준(TRL)의 향상 (7→8)

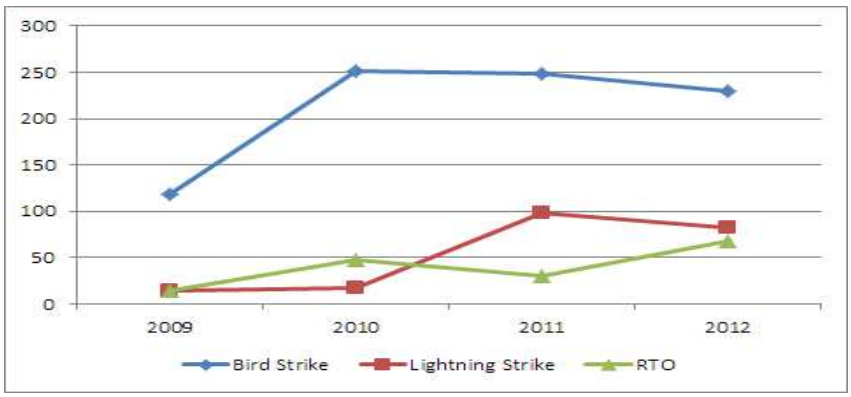
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 운송용 항공기의 사고와 관련하여 항공안전장애는 항공사고의 직접적인 원인이 될 수 있으므로 높은 빈도의 항공안전장애보고에 대한 안전관리 기술개발이 필요함.

○ 항공안전장애보고 중 조류충돌과 관련한 보고 건수는 2009년부터 2012년까지 총 849건으로 전체 장애보고의 37%로 가장 높은 빈도를 보이고 있음.

○ 연도별 주요 항공안전장애 발생현황 (‘09-’12년)



○ 아직 우리나라는 조류충돌로 인한 사고는 발생한 기록이 없으나, 준사고는 2011년 2건, 2012년 1건이 발생함.

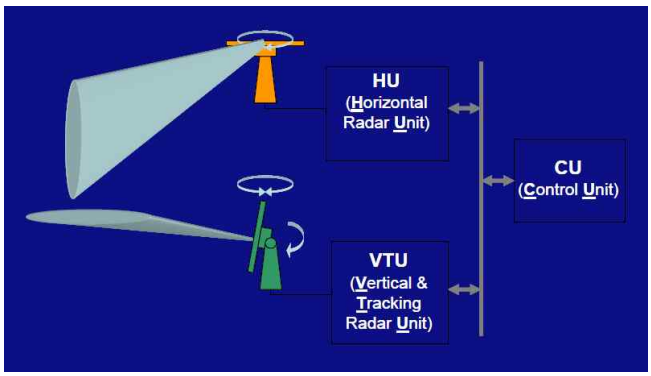
○ 현재 운용되고 있는 조류 및 야생동물 퇴치 시스템은 오래전부터 사용되어 조류 및 야생동물은 이미 이러한 장비에 학습되어 있어 특별한 효과가 나타나지 않음.

○ 따라서 조류 및 야생동물에 대한 생태 및 서식지에 대한 사전적 관리가 필요하며, 지속적인 모니터링과 함께, 퇴치에 효과적인 시스템 개발이 필요함.

□ 기술동향 ○ 미국의 NASA는 공군의 전투기와 조류간의 충돌을 보호하기 위해 로건 국제공항에 특수 레이더를 이용한 조류충돌 예방 시스템을 설치하여 테스트 중임.

- 본 시스템에 사용된 시스템은 MERLIN의 “Aircraft Birdstrike Avoidance Radars”로 상용화된 제품을 이미 남아프리카 공화국의 더반 국제공항에 설치함. 그러나 본 시스템의 레이더 개발과 관련한 비용적 문제로 인해 타 공항 적용 등 확산에 제한이 있음.

○ 일본의 하네다 공항은 광학카메라와 수평/수직 레이더를 이용한 조류충돌 감시 시템을 설치하여 테스트 중임.



- 본 시스템은 조류의 비행 패턴과 조류가 모이는 서식지와 같은 주요 지점을 식별할 수 있는 시스템이 포함되어 있으며, 조류의 이동이 감지될 경우 공항 인근에 설치된 스피커를 통해 조류를 분산시키는 경보 시스템이 포함되어있음.

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

○ 공항지역 조류 서식지 관리 시스템 개발
- 광학렌즈를 이용한 조류 서식지 탐지 모듈 설계·제작
- 위치추정 알고리즘을 이용한 조류 서식지 탐지 S/W 개발
- 조류 서식지 관리 S/W 개발
- 공항지역에 대한 조류 유인 요소 관리 DB 구축
- 조류 유인 요소 관리 S/W 개발

○ 공항 주변지역 조류 모니터링 시스템 개발
- 밀리미터파급 레이더 및 광학렌즈 정보 조류 검출 모듈 설계·제작
- 이미지 프로세싱을 이용한 조류 정보 검출 분석 S/W 개발
- 조류 이동경로 모니터링 분석 및 예측 S/W 개발
- 3차원 고도·계절별 조류 항적 정보 분석 S/W 개발

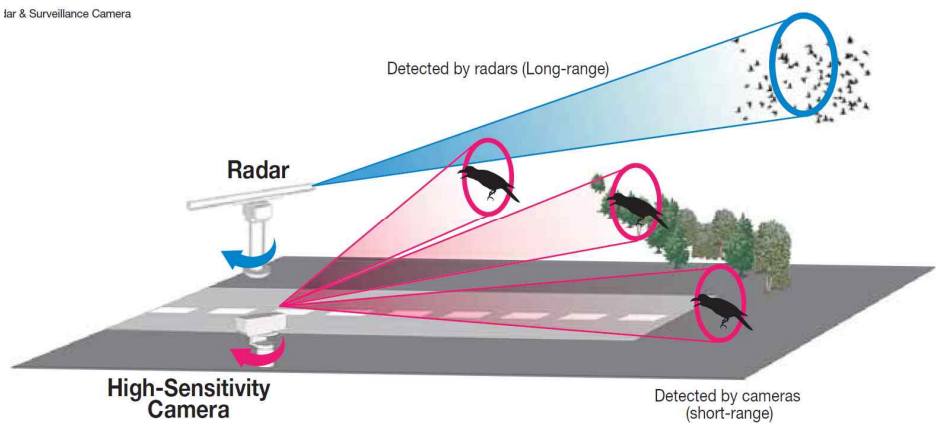


그림 84. 조류 모니터링 시스템 구성도

○ 공항 주변지역 조류 위험 경보 시스템 개발
- 실시간 조류 이동경로 모니터링 및 자동 경보 시스템 개발
- 웹 기반 조류 서식지 정보 공유 시스템 개발
- 웹 기반 조류 이동 정보 공유 시스템 개발

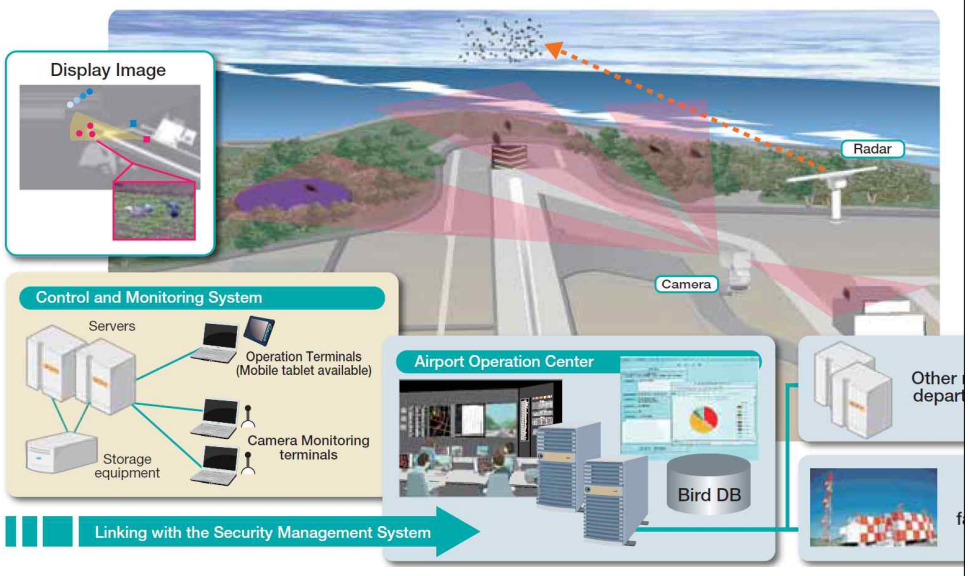


그림 85. 공항지역 조류 경보 시스템 구성도
(조류 서식지 관리 및 조류 모니터링 기술 종합)

○ 모빌라우드(Mobiloud) 기반 조류 서식지 및 위험 요소 실시간 안전관리 시스템 개발
- 모빌라우드(Mobiloud) 기반 조류 서식지 및 위험요소 실시간 공유 시스템 설계·제작 및 S/W 개발
- 실시간 웹 및 모바일 기반 조류 서식지 및 위험요소 현황 공유 및 위협요인 분석 S/W 개발

- 항공안전감독 체크리스트 스마트 패드·폰용 어플리케이션 개발
- 실시간 조류 서식지 및 이동경로 관리 어플리케이션 개발
  * 조류 서식지 및 공항 지역주변 이동 조류 퇴치 작업자에 대한 작업 지시 및 작업자 업무 완료시 본부에게 작업완료 보고 기능 포함

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 실용화 및 사업화와 관련한 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 그 달성도를 증명할 수 있는 시험 적용, 테스트 베드, 기술이전 등을 포함한 연구개발 추진

□ 추진체계

○ 본 사업은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요시 조류안전관리 분야에서 선도적 위치에 있는 해외 주요 기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음.

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 위치추정 알고리즘을 이용한 영상인식 기반 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템
- 영상인식 기반 조류 서식지 탐지 모듈
- 위치추정 알고리즘을 이용한 조류 서식지 탐지 및 관리 S/W

○ 공항 주변지역 조류 모니터링 시스템
- 밀리미터파급 레이더 및 광학렌즈 정보 조류 검출 모듈
- 이미지 프로세싱을 이용한 조류 정보 검출 분석 S/W
- 조류 이동경로 모니터링 분석 및 예측 S/W
- 3차원 고도·계절별 조류 항적 정보 분석 S/W

○ 공항 주변지역 조류 위험 경보 시스템
- 실시간 조류 이동경로 모니터링 및 자동 경보 S/W
- 웹 기반 조류 서식지 및 이동 정보 공유 정보 공유 S/W

○ 모빌라우드(Mobiloud) 기반 조류 서식지 및 위험 요소 실시간 안전관리 시스템
- 모빌라우드(Mobiloud) 기반 조류 서식지 및 위험요소 실시간 공유 S/W
- 실시간 웹 및 모바일 기반 조류 서식지 및 위험요소 현황 공유

	및 위협요인 분석 S/W - 실시간 조류 서식지 및 위험 관리 스마트패드·폰용 어플리케이션 ○ 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템 Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증 - 조류 서식지 탐지 및 관리 시스템 신뢰성 검증을 위한 시험운영 테스트베드 운영 ○ 조류 이동경로 모니터링 및 위험 경보 시스템 Test-bed 운영을 통한 신뢰성 검증 - 조류 이동경로 모니터링 및 위험 경보 시스템 신뢰성 검증을 위한 시험운영 테스트베드 운영 ○ 현재 실제 운용환경에서 시제품에 대한 성능시현 단계에 머물러 있는 최종성과물의 기술개발수준(TRL 7단계)을 최종 완성된 형태로 기술 성능이 만족됨을 입증하고 기술시험평가를 통해 설계 규격을 만족시킴으로서 체계완성을 이룩하여 국내 기술개발수준을 향상(TRL 8단계)
□ 목표성능 및 검증방안	○ 실제 운용조건 하에서 최종성과물의 성능 시현 달성 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ 미국, 일본의 레이더 및 영상인식 기술과 경보체계 수준의 성능 충족 - 국외 기술개발 수준과의 비교를 통한 성능 검증 ○ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준 충족 - 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 조류의 이동이 많은 공항의 인근 지역을 Test-bed로 사용하여 본 기술개발의 상용화 도모가 필요함. ○ 향후 기술개발 완료 후 성과물의 수요처는 공항의 안전관리를 담당하고 있는 공항공사가 될 것으로 예상됨.
□ 기대효과	○ 조류 관리 및 억제 시스템 개발을 통해 항공기 이·착륙시 또는 계류장 운영시 조류 및 야생동물에 의한 피해를 사전에 억제할 수 있음. ○ 현재 조류 및 야생동물 퇴치를 위한 인력 부족현상에 대해 효과적인 공항운영에 기여할 수 있음.
7. 연구개발기간 및 소요예산	

○ 총 연구개발기간 : 2020. ~ 2023. (4년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2020. ~ 2020. (10개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2020. ~ 2021. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2021. ~ 2022. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2022. ~ 2023. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 5,000백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 944백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 1,818백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 1,179백만원 이내
- 4차년도 정부출연금 : 1,1059 만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 일반과제임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	이종 항공안전정보 통합분석기술 개발(한국형 ASIAS)

1. 연구개발 목표

○ ICAO 19개 全 부속서(Annex)에 해당하는 종사자/운항/관제/공항/기상 등의 항공 전 분야의 정보를 수집하고, 이를 통합적으로 분석함으로써 사고 위험성을 사전 평가할 수 있는 데이터웨어하우스 개발 및 운영

○ 개발 성과물(H/W 및 S/W)에 대한 운용 안전성 검증 및 인증

○ 국내 기술개발수준(TRL)의 향상 (5→7)

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ **연구개발의 필요성**

○ 우리나라에서도 국가의 항공정보뿐 아니라, 민간의 자발적 참여를 전제로 수집되는 각종 운항정보를 국가 차원에서 종합적으로 수집하고, 통합 분석되는 항공데이터센터를 구축함으로써 다음의 역할을 수행

- 항공기 운항에 관계된 각종 정보를 위험분석 및 위험평가 관점에서 통합적으로 분석
- 비정상 운항상황 발생의 신속한 원인분석 및 이상 징후 사전검출에 따른 사고예방
- 새로운 기술/장비/제도 등의 항공교통체계에 주는 영향을 사전분석, 도입 결정의 근거 제공
- 새로운 장비/기술 개발을 위한 사전 시뮬레이션 정보를 제공함으로써 항공산업 발전에 기여

○ 최근 아시아나항공의 사례에서 볼 수 있듯이, 국적기 취항노선의 운항환경(공항/시설/기상/절차/지형GIS) 및 항공사정보(항공기/감독/SMS), 인적정보(자격/교육훈련)를 종합적으로 수집하여, 목적에 맞게 다면적인 위험분석 및 평가를 할 수 있는 데이터웨어의 필요성 대두

- 데이터웨어 : 서로 다른 데이터베이스로 구성된 데이터베이스의 결합체, 분석목적에 맞게 데이터 가공이 용이한 구조로 설계됨

□ **기술동향**

○ 국내기술동향

- 우리나라는 현재 항공정책실의 업무시스템인 통합항공안전정보시스템(나르미)을 운영하고 있으나, 정책실의 업무범위를 벗어난 정보는 수집되지 않고, 또한 통계처리를 벗어난 위험분석 및 위험평가 기능이 제공되지 않음.

○ 국외기술동향

- 미국의 경우 이러한 목적으로 2006년부터 ASIAS를 구축·운영하고 있으며, FAA의 항공 안전 정보 공유를 목적으로 46개의 항공안전 데이터베이스, 78개의 하이브리드 데이터베이스, 그리고 7개의 규격 데이터베이스로 구성된 통합 정보공유 시스템임
- 유럽은 34개 유럽연합 국가간 협약을 통해서 항공기 사고/준사고에 대한 통합정보시스템(ECR)을 EC에서 운영하고 있으며, EASA에서는 통합적인 정보 분석을 유럽의 JRC에서 개발된 ECCAIRS로 수행

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

○ 항공 사고·준사고 데이터 분석 시스템 개발

- ICAO ADREP 2000 및 CICTT 등 사고·준사고 발생유형에 대한 통합 Taxonomy 호환을 위한 이종 DB 및 항공 사고·준사고 현황 DB 구축
- 텍스트 데이터 마이닝 기법 등이 이용한 이종 Taxonomy 자동변환 S/W 개발
- 데이터 마이닝 기술 또는 기타 학습이론 등을 이용한 Taxonomy DB 개선 S/W 개발
- 데이터 마이닝기술 등이 적용된 데이터 분류 및 분석 자동화 S/W 개발
- 항공안전 통합 위험분석 모델 및 국가 위험요소 관리대장(Risk Register) 발행 및 관리 체계 구축

○ 한국형 자율안전프로그램(VSP) 분석 시스템 개발

- 한국형 자율안전프로그램(VSP) 개념 및 업무 절차 설계
- 민간 자율안전정보 공유 활성화를 위한 한국형 자율안전프로그램 제도개선
- 항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 S/W 개발
- FOQA 분석 및 안전정보 수집을 위한 법용 데이터획득장치 (Data Acquisition Unit, DAU) 설계·제작 및 S/W 개발

○ 데이터웨어하우스 구축 및 시험운영

- 정보수집 범위 및 정보 활용을 위한 정보화기획(ISP)
- 다수-이종 데이터베이스로 구성된 데이터웨어하우스 설계 및 구축
- 한국형 자율안전프로그램의 단계적 시행방안 및 민간참여 확대를 위한 시험운영

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함. ○ 실용화 및 사업화와 관련한 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 그 달성도를 증명할 수 있는 시험 적용, 테스트 베드, 기술이전 등을 포함한 연구개발 추진
□ 추진체계	○ 본 사업은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요시 텍스트/데이터 마이닝기법 분야에서 선도적 위치에 있는 해외 주요 기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음.

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 항공 사고·준사고 데이터 분석 시스템
- ICAO ADREP 2000 및 CICTT 등 사고·준사고 발생유형에 대한 통합 Taxonomy 호환을 위한 이종 DB 및 항공 사고·준사고 현황 DB
- 텍스트 데이터 마이닝 기법 등이 이용한 이종 Taxonomy 자동변환 S/W
- 데이터 마이닝 기술 또는 기타 학습이론 등을 이용한 Taxonomy DB 개선 S/W
- 데이터 마이닝기술 등이 적용된 데이터 분류 및 분석 자동화 S/W
- 항공안전 통합 위험분석 모델 및 국가 위험요소 관리대장(Risk Register) 발행 및 관리 체계 매뉴얼
- 빅 데이터 기반 항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 S/W

○ 한국형 자율안전프로그램(VSP) 분석 시스템
- 한국형 자율안전프로그램(VSP) 개념 및 업무 절차 설계 매뉴얼
- 민간 자율안전정보 공유 활성화를 위한 한국형 자율안전프로그램 제도개선 매뉴얼
- 항공안전정보 통합 DB 구축 및 안전관리·분석 S/W
- FOQA 분석 및 안전정보 수집을 위한 법용 데이터획득장치 (Data Acquisition Unit, DAU) 설계·제작 및 S/W 개발

○ 국가 항공데이터센터 및 데이터웨어하우스 구축 및 시험운영을 위한 Test-bed
- 국가 항공데이터센터 구축·운영을 위한 데이터웨어하우스 설계서
- 항공안전정보체계 구성요소 및 기술사양, 데이터웨어하우스 설계서
- 국가 항공안전정보 빅 데이터 수집 및 통합분석을 위한 기술사양서
- 국내·외 빅 데이터 분석·활용사례 및 항공선진국의 데이터센터

	구축사례 정책활용 보고서 - 국가 항공안전데이터센터 법제화 및 운영방안 매뉴얼 - 국가 항공안전정보업무체계 효율화를 위한 법체계 등 제도적 기반 구축 - 다수-이종 데이터베이스로 구성된 데이터웨어하우스 클라우드 서버 구축 - 한국형 자율안전프로그램의 단계적 시행방안 및 민간참여 확대를 위한 시험운영 ○ 현재 유사 운용환경에서 시제품의 성능시현 단계에 머물러 있는 최종성과물의 기술개발수준(TRL 5단계)을 실제 운용환경에서 성능 시현을 가능하게 함으로써 시제품에 대한 신뢰성을 만족시켜서 국내 기술개발수준을 향상(TRL 7단계)
□ 목표성능 및 검증방안	○ 실제 운용조건 하에서 최종성과물의 성능 시현 달성 - 육안검사 및 계측기에 의한 수치확인 ○ NTSB, ASRS, ASIAS 수준의 성능 달성 - 국외 기술개발 수준과의 비교를 통한 성능 검증 ○ S/W 및 H/W의 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준 충족 - 국제표준에 따른 검증 및 인증 기준에 대한 결함 테스트
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 국가 항공안전정보의 통합분석을 위한 핵심 분석기술 및 빅데이터 처리기술을 확보함으로써 미국(FAA)의 ASIAS와 같은 데이터센터 구축·운영 가능 ○ 데이터센터에서 통합분석된 정보는 항공사고 예방을 위한 위험분석 및 위해환경 개선을 위한 안전정보로 활용될 수 있음 ○ 향후 우리나라에서 개발될 예정인 각종 항공안전기술 개발의 인증 시험·평가의 기초 데이터로 활용될 수 있음
□ 기대효과	○ ICAO 제198차 이사회('12.2월)에 상정된 제19부속서 제정안이 승인('13.11.14 발효)되어 '17년부터 국가항공안전프로그램이 이행될 예정이며 본 기술개발을 통해 효과적으로 대응할 수 있음 ○ 통합정보분석을 개발하여 정보 분석량 및 품질을 획기적으로 제고 - 미국(FAA)은 새로운 통합정보시스템(ASIAS)에서 분석된 정보량이 현재 수집되는 정보의 80%를 차지하는 것으로 분석됨
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구개발기간 : 2014. ~ 2018. (5년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2014. ~ 2015. (10개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2015. ~ 2016. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2016. ~ 2017. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2017. ~ 2018. (12개월)
- 5차년도 연구개발기간 : 2018. ~ 2019. (10개월)

○ 총 정부출연금 : 7,400백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 491백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 1,832백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 2,265백만원 이내
- 4차년도 정부출연금 : 2,201백만원 이내
- 5차년도 정부출연금 : 611백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 일반과제임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부

과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 항공교통 안전확보 및 효율적·효과적인 안전감독을 위한 시스템 기반 항공안전감독 체계 및 지원 시스템 개발

2. 연구개발 필요성 및 기술동향

□ 연구개발 필요성

○ ICAO의 부속서 19가 새롭게 제정됨에 따라 우리나라를 포함한 모든 회원 국가는 '17년까지 전 회원국의 효과적 안전감독체계를 수립해야함

○ ICAO 안전평가 우수국가(우리나라를 포함하여 ICAO 규정 준수율 60%이상)는 국가항공안전프로그램을 수립해야 함

○ 최근 ICAO의 부속서 19제정과 관련하여 국가 안전관리 패널에서는 새로운 ICAO 세계항공안전계획(GASP)을 수립함

○ 국가 항공안전프로그램은 다음과 같이 구성되어 있으며 특히 국가 차원의 안전위험관리체계와 시스템 기반 항공안전감독체계는 국가 항공안전프로그램의 효과적인 운영을 위한 핵심 프로세스임

- 국가 항공안전계획 수립
- 국가차원의 안전위험관리(SRM)체계 구축
- 시스템안전(또는 보증) 기반의 감독체계 구축

○ 국내 안전관리 현황을 살펴보면 안전감독관 업무의 과중과 감독관의 부족이 제시되며, 그로 인한 안전감독 업무의 효과성 저하가 지적됨

- 안전감독관의 업무가 체크리스트 작성에만 치중되며, 최신 국제규정의 미반영 및 안전감독의 결과가 항공사에 실시간으로 공유되지 못한다는 한계점 존재

□ 기술동향

○ 국내기술동향

- 우리나라는 아직 시스템안전 감독기법이 확립되지 않아 현장실사 위주로 안전감독 수행

※ '12년 항공사 당 평균 232회 현장감독 수행

- 항공안전감독관은 현재 17명이나, 현장실사에 필요한 안전감독 인력은 ICAO 기준의 23.3% 수준에 불과

ICAO 기준	한국	싱가포르	프랑스	캐나다	러시아	홍콩
100	23.3	59.3	165.4	197.7	131.4	42.4

※ ICAO 기준(운항분야 항공기 10대당 1명, 감항분야 항공기 5대당 1명)을 감안할 경우 우리나라(국적기 243대)는 항공안전감독관 72명이 적정 수준

○ 국외기술동향

- 최근 미국에서는 현행 ATOS 감독체계를 2022년까지 시스템보증체계(System Assurance System)로 전환하기 위한 SASO (System Approach Safety Oversight) 프로그램을 운영하고 있으며, 현재 4단계의 단계적 발전계획을 수립
- 미국은 이러한 SASO 프로그램을 통해 2022년까지 운송사업자의 사망사고율을 80%까지 감소될 것으로 전망하고 있으며, FAA는 현행 안전감독방식 보다 $426,266,000로 추정되는 인건비 및 전산비용을 절감할 수 있고, 수검 대상인 항공산업계는 $715,200,000에 달하는 비용 절감 효과를 기대할 수 있을 것으로 기대

3. 연구개발내용

○ 시스템 기반 항공안전감독체계 설계
- 항공안전 관리 및 감독의 제도/체계/업무/절차 등 전반을 시스템 관점에서 재설계할 수 있도록 현황분석 및 요구도 조사·분석을 통한 개선방안 제시
- 국가항공안전프로그램(SSP) 관련 ICAO의 新항공안전감독체계 기준 및 미국(FAA)의 SASO 프로그램 등과 비교분석 후 항공안전감독체계 개발요건 도출
- 시스템 기반 항공안전감독체계 설계(BPR)
- 시스템 기반의 항공안전감독체계 구현을 위해 필요한 관련 법·제도·정책의 개선 방안 제시
- 시스템 기반의 항공안전감독체계를 지원하기 위한 시스템 개발 방안 도출
- 시스템 기반 항공안전감독체계 지원 시스템 정보화 기획(ISP)
- 도출된 개선방안 및 기술 개발방안에 대한 적절성과 타당성 검토

※ 1차년도 시스템 기반 항공안전감독 체계 설계 결과에 따라 연구범위 및 목표, 개발 우선순위, 연구내용, 예산 및 기간 등을 재설정하고, 연구개발성과의 실용화를 위한 법/제도 개선(안)은 연구기간 내 제/개정을 완료하도록 계획 수립

○ 국가 항공안전정보네트워크 기술 개발
- 민·관 정보공유 및 안전협력을 위한 항공안전 정보네트워크 설계 및 구축

· 기존의 민간 및 국가 항공안전관련 정보시스템 등과 연계·통합 방안 제시

○ 스마트 항공안전감독 지원 시스템 개발

	- 현장 감독관을 위한 안전정보 분석 및 모바일 지원시스템 개발 ○ 항공기 등 고장보고 및 결함 분석 시스템 개발 - 항공기 등 고장보고 시스템 개발 - 항공기 등 중요결함 분석 및 위험정보 공유체계 개발 ○ 항공사 등 안전규정 인·허가 관리프로그램 개발 ○ 시스템 기반 항공안전감독체계 교육훈련용 시스템 개발 - 항공안전감독관 등 항공안전관련 인력 교육훈련 시스템 개발 ○ 운영 및 유지·보수 전략 수립
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 - 1단계 : 조사분석 및 설계 · 국내·외 기술현황/동향 분석 및 수요조사 · 핵심개발기술 개발방향 정립(개발 대상 선정 등) 및 제품 성과 목표치 검토 · 핵심개발기술 상세 설계 · 국내외 시장성 분석 - 2단계 : 모듈 개발 및 시제품 제작 · 핵심개발 기술의 모듈개발 · 세부과제별 핵심요소기술의 통합/연계 및 시제품 개발 · 운영 매뉴얼 등 기타 연관 산출물 제작 - 3단계 : 테스트 베드 구축 및 검증, 실용화 · 개발제품 테스트 및 보완, 시스템 검증 · 핵심개발기술의 현장 적용성 평가 및 기술 인증, 시연 · 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진 · 실용화를 위한 비즈니스 모델 구축 및 전략 수립 · 법·제도화 방안 검토 ○ 관련 수요처, 국내·외 전문가, 국토부 등이 참여하는 자문단을 구성하여 프로그램에 대한 요구사항을 조사 분석하여 반영 ○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함
□ 추진체계	○ 산·학 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계(지속적인 기술동향 조사 및 수요 조사 등) ○ 실용화 중심의 연구개발 사업으로 정부출연연구기관, 산업체 및 학계 컨소시움 구성을 통한 공동연구로 수행 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한

	추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 시스템 기반 항공안전감독체계 설계서(BPR) ○ 시스템 기반의 항공안전감독체계 구현을 위해 필요한 관련 법·제도·정책 개선(안) ○ 시스템 기반 항공안전감독체계 지원 시스템 정보화 기획(ISP) ○ 국가 항공안전정보네트워크 ○ 항공기 등 고장보고 및 결함분석 시스템 ○ 스마트 항공안전감독 지원 시스템 ○ 항공안전감독체계 교육훈련 시스템 ○ 항공사 등 안전규정 인·허가 관리 시스템
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 최우선 사용자인 현장의 안전감독관들의 의견을 수렴하여, 안전감독 업무절차 및 체크리스트 개선을 통해 안전감독의 효율성 향상 ○ 안전감독 업무의 스마트화 및 시스템화를 통한 효율성 향상으로 필요인력을 감소시키고, 항공사, 공항공사, 정부 등 관련 기관들에 대한 실시간 정보 공유로 안전감독의 효과성 향상 ○ 항공안전감독기관(피검자)과 항공사 등 수검기관의 안전감독체계를 전면 개선하여 항공사의 사고발생위험을 사전진단하고, 안전취약부분에 감독자원을 집중하여 안전감독 효율성 향상 ○ 연구개발 통해 확보된 기술의 타당성 및 유효성 검증을 위한 테스트베드를 구축하여, 국가의 항공안전감독 실무에 직접 활용 ○ 2017년 이후 단계적으로 모든 국가에서 시스템안전 기반의 항공안전감독체계가 도입될 예정이므로 우리나라에서 ICAO를 통해 기술개발 성과 및 적용사례를 홍보할 경우 해외진출 가능
□ 기대효과	○ 현재 통합적 연계가 미흡한 “안전계획-위험관리-안전감독-개선(규정)”의 국가 항공안전관리 프로세스가 시스템보증(System Assurance) 개념으로 통합됨에 따라 안전관리 효과성 제고 - 국가의 인증/감독업무의 통합과 함께 계획/실행의 관리적 요소를 통합할 수 있음 ○ 운송용 항공기 사고예방 기술개발에 따른 안전증진 효과를 안전지표 및 안전보증개념의 성과관리기법을 통해 정량화할 수 있으며, 이에 따라 R&D 성과를 확인·관리할 수 있음 ○ 현장수검 방식을 상시모니터링방식으로 효율화, 인건비 등 비용절감

- 미국은 SASO 프로그램을 통해 2022년까지 운송사업자의 사망사고율을 80%까지 감소될 것으로 전망

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2014년9월 ~ 2019년8월(5년)

- 1차년도 연구기간 : 2014년9월 ~ 2015년7월(10개월)

○ 총 정부출연금 : 14,000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 1,000백만원 이내

※ 1차년도 이후 연차별 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 1차년도 연구 성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속 지원여부 결정

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속

할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

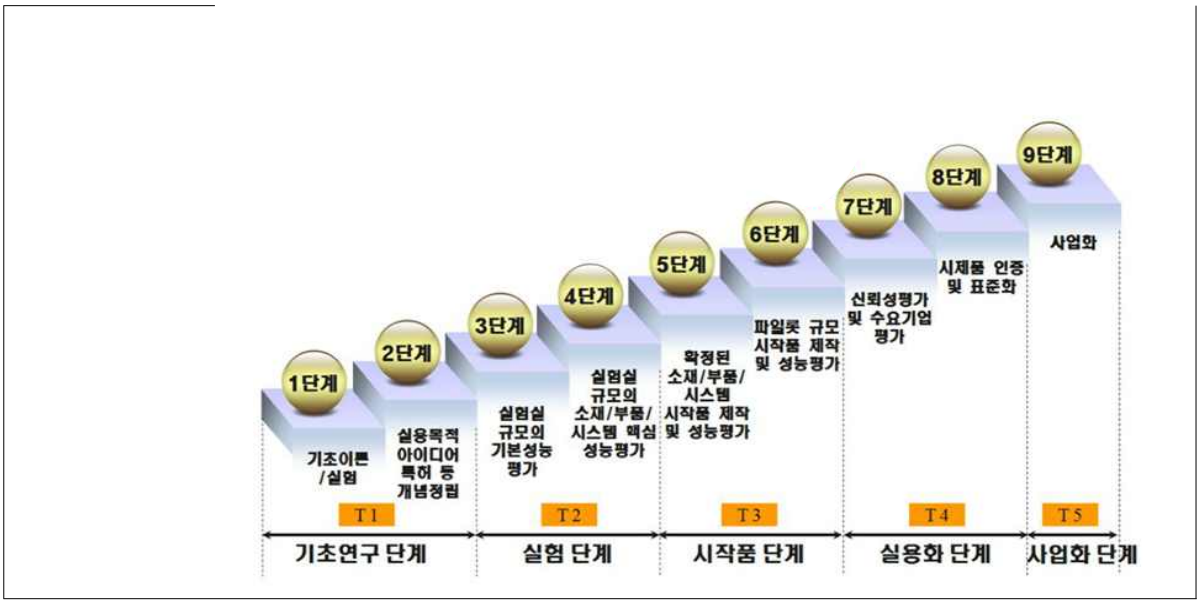
○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음

- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

◦ 기술성숙도(TRL)


1단계
2단계
3단계
4단계
5단계
6단계
7단계
8단계
9단계
기초이론 /실험
실용목적 아이디어 특허 등 개념정립
실험실 규모의 기본성능 평가
실험실 규모의 소재/부품/ 시스템 핵심 성능평가
확정된 소재/부품/ 시스템 시작품 제작 및 성능평가
파일롯 규모 시작품 제작 및 성능평가
신뢰성평가 및 수요기업 평가
시제품 인증 및 표준화
사업화
T1
T2
T3
T4
T5
기초연구 단계
실험 단계
시작품 단계
실용화 단계
사업화 단계

제 2 절 평가기준 설정

1. 연구개발 제안서 평가 기준 설정

표 81. 제안서 평가기준

기준항목	세 부 항 목
연구개발목표 (10점)	▪ 최종목표 및 연차별 목표의 적절성·타당성(5점)
	▪ 연도별 성과지표 및 달성목표 설정의 적절성(5점)
연구개발내용 (25점)	▪ 최신 동향분석 및 사전계획의 충실성(10점)
	▪ 목표달성을 위한 연구내용의 구체성(15점)
추진전략 및 계획 (20점)	▪ 연구방법의 적정성, 구체성, 타당성(5점)
	▪ 다학제간 연구진 구성 등 추진체계 및 전략의 적절성(10점)
	▪ 연구개발비 편성의 적절성(5점)
연구수행능력 (25점)	▪ 연구책임자의 전문성 및 기획·관리능력(10점)
	▪ 연구팀 구성의 적정성 및 전문성(5점)
	▪ 연구기기·장비·시설 구축 수준 및 활용성(5점)
	▪ 연구관리시스템 및 지원시스템의 적절성(5점)
연구성과 활용방안 (20점)	▪ 활용계획의 적절성 및 구체성(10점)
	▪ 연구결과의 활용 가능성(10점)

2. 연차별 평가 기준 설정

○ 사업의 효율성 및 투명성을 제고하기 위해서 국토교통과학기술진흥원을 중심으로 항공안전 및 감독분야의 전문가 등으로 구성된 위원회 구성

○ 구성된 성과평가위원회는 사업관리 실태를 평가하는 기관역량평가와 사업성과평가를 실시하여 성과평가 종합보고서를 작성하고 해당 부처 및 기관에 송부하여 업무에 활용할 수 있도록 함

○ 사업 연차 및 단계평가와 전체 사업 평가를 연계하고, 사업초기 및 연도별 사업연도 초기의 지표설정 단계에서부터 참여기관간 공동대응



그림 87. 성과평가 체계 및 진행도

표 82. 연차 및 단계별 성과평가 방법

구 분	연차평가	실사평가
주 기	▪ 연차별 진도관리평가 및 최종평가	▪ 중요 시스템개발단계
실시시기	▪ 연차별 과제종료 시점	▪ 중요 시스템개발단계 수행 후
주 체	▪ 국토교통과학기술진흥원	▪ 국토교통부
내 용 및 방 법	▪ 연구책임자는 당해연도 연구결과를 발표하고 당해연도 사업 평가를 성과평가위원회로부터 받음	▪ 연구책임자는 중요 시스템개발단계 수행 후 해당 사업의 시스템개발단계의 평가를 성과평가위원회로부터 받음
결 과	▪ 지적사항에 대한 조치 및 승인 후 차년도 진행	▪ 지적사항에 대한 조치 및 승인 후 다음 단계 진행

참 고 문 헌

국내 참고문헌

[1] 제1차 항공정책기본계획, 국토교통부, 2009
[2] 항공안전 국제정책 분석 및 대응전략 수립을 위한 연구, 국토교통부, 2009
[3] 新 국가항공안전프로그램 시행계획(안), 국토교통부, 2011
[4] 제7차 국가교통안전기본계획 (2012~2016), 국토교통부, 2011
[5] 2011년도 국가항공안전프로그램 성과보고, 국토교통부, 2011
[6] 항공분야 주요통계, 국토교통부, 2012
[7] 2012년도 교통안전연차보고서, 국토교통부, 2012
[8] 국적항공사 주요 사고유형 분석 및 예방대책, 국토교통부, 2012
[9] 비용모델 구축 및 안전관리 의사 결정 기법 개발, 한국교통연구원, 2012
[10] 다목적 전공역 위성항법 보정시스템 개발 및 구축 기획 연구, 한국교통연구원, 2012
[11] ICAO APRAST 이해, 국토교통부, 2012
[12] ICAO 아태지역 항공안전팀 활동 동향, 국토교통부, 2012
[13] 2013년도 교통안전연차보고서, 국토교통부, 2013
[14] 중장기 항공안전종합계획 2013년도 시행계획, 국토교통부, 2013
[15] 2012 항공안전감독활동 백서, 국토교통부, 2013
[16] 2013 항공안전감독활동 백서, 국토교통부, 2014

국외 참고문헌

[1] RTO Systems Concepts and Integration Panel (SCI), “Collaboration for Land, Air, Sea, and Space Vehicles: Developing the Common Ground in Vehicle Dynamics, System Identification, Control, and Handling Qualities,” RTO TECHNICAL REPORT 61(RTO-TR-061 AC/323(SCI-053)TP/51), RTO/NATO 2002.
[2] Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, 2011
[3] ANNUAL SAFETY REVIEW 2012, EASA, 2012
[4] Statistical Summary, Boeing, 2012
[5] ICAO SMM DOC 9859
[6] Aviation Occurrence Categories - Definitions and Usage Notes, CICTT, 2011
[7] Corey Stephens et al., “Standardizing International Taxonomies,” ISASI Forum Jan. - Mar. 2008, pp. 8-13.

[8] 2011 National Aviation Research Plan, FAA, 2011
[9] National Aviation Research Plan, FAA, 2012
[10] Safety Improvement Project Book, CAA, 2010
[11] Cooperation for Regional Safety, COSCAP, 2010
[12] State of Global Safety, ICAO, 2011
[13] Safety Level in ACAC Region, ACAC , 2012
[14] Summary APRAST CFIT SEI, APRAST, 2012
[15] CAST Safer Skies Safety Enhancements for Air Carriers, CAST, 2012
[16] CAST Safer Skies Safety Enhancements for Manufacturers, CAST, 2012
[17] ECAST AT Report on ECAST Priorities, EAST, 2008
[18] The European Commercial Aviation Safety Team, ESSI, 2010
[19] European Aviation Safety Plan 2012-2015, EASA, 2012
[20] Recent Safety Trends and Flight Deck System Solutions, Honeywell, 2013
[21] Global Fatal Accident 1997-2006, 2008, CAA, 2008
[22] Global Aviation Safety Roadmap Regional Safety Plan Development Process, ICAO, 2012
[23] Global Aviation Safety Roadmap, ICAO, 2012
[24] AVIATION STATISTICS & DATA: A VITAL TOOL FOR THE DECISION MAKING PROCESS, ICAO, 2010

웹 사이트

[1] http://www.esky.go.kr/
[2] http://www.skybrary.aero
[3] http://easa.europa.eu/
[4] http://www.cast-safety.org/

부 록

1. 기술 분류 체계

○ 4M 분류에 따른 기술개발 과제

총괄	4M 분류	세부 기술명	CAST SE	구분
운송용 항공기 사고 예방 기술	Man	▪ 1-1 항공종사자 피로 및 근무 관리 기술 개발	SE029	국토부 자문
		▪ 1-2 정비/지상조업/화물보안 등을 위한 LOSA체계 개발 (운항/관제 제외)	SE018, SE020	-
		▪ 1-3 항공기 정비에 대한 인적요인 분석/관리 시스템	SE029	-
		▪ 1-4 활주로 이탈 요인 분석 기술 개발	SE055, SE176, SE178, SE181, SE057	국토부 자문
	Media	▪ 2-1 조류 및 야생동물 관리 기술 개발	-	국토부 자문
		▪ 2-2 항로품질관리 및 안전평가 기술 개발	SE159	-
		▪ 2-3 기상에 따른 공항운영 의사결정 지원 기술 개발	SE066, SE068, SE072, SE073, SE074, SE076	-
		▪ 2-4 낙뢰예측 기술 개발	SE070	-
		▪ 2-5 활주로 및 유도로 이동경로 안전성 향상 시스템 개발	SE053	국토부 자문
	Machine	▪ 3-1 쿽 제·방빙 기술 개발 (터널 방식의 제·방빙)	SE135	국토부 자문
		▪ 3-2 지상기반 위험경보 기술 개발	SE120	-
		▪ 3-3 항공 화물 모니터링 기술 개발	SE125, SE127	국토부 자문
		▪ 3-4 항공주파수 방호 기술 개발	-	-
		▪ 3-5 밀리미터파급 레이더를 이용한 FOD 검색 기술 개발	-	국토부 자문
	Management	▪ 4-1 안전지표 모니터링 기술 개발	SE131, SE161	-
		▪ 4-2 항공종합정보제공 시스템 개발	SE006, SE016, SE065, SE137	국토부 자문
		▪ 4-3 안전 활동 프로그램 개발	SE 정책 관련 과제	-

2. 운송용 항공기 사고예방 기술 정의서

□ Man 관련 기술

1-1 항공종사자 피로 및 근무 관리 기술 개발

4M 분류	Man
과제명	항공종사자 피로 관리 기술

정의

- 항공종사자의 상황인식 또는 작업절차 오류에 심각한 영향을 주는 작업자의 피로(Fatigue)에 의한 위험을 평가하고 이를 관리하기 위한 피로위험관리시스템(Fatigue Risk Management System)

필요성

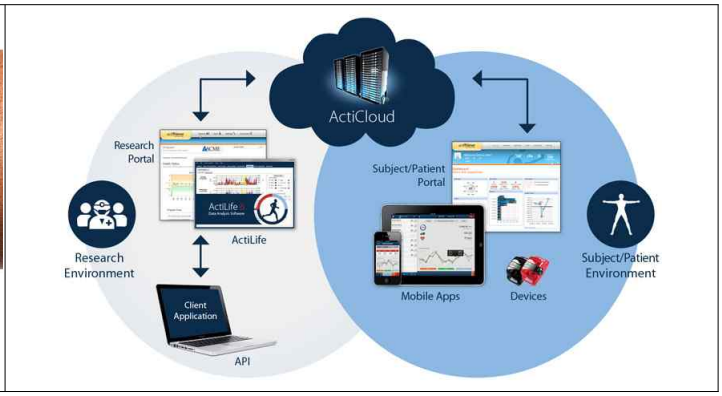
- 최근 ICAO에서는 운항승무원/객실승무원의 법적비행시간 제한과 함께 개인의 피로도에 영향을 미치는 다양한 요인을 고려하여 피로를 통제하는 피로위험관리체계(FRMS)의 적용을 제안하고 있으나 우리나라는 아직 이러한 세부적인 피로위험관리체계를 보유하지 못하고 있음
  - 미국(NASA, FAA CAMI) 등은 30년전부터 운항승무원의 피로에 대한 연구를 시작하였고 이러한 기초연구를 바탕으로 FRMS를 개발하여 적용 직전단계까지 와 있으나, 우리나라는 아직 피로에 대한 기초연구조차 수행된 적이 없어 비행시간을 단순제한하는 규정을 적용하고 있음
  - 이와 같이 단순화된 현행 기준은 다양한 피로 위해환경에 노출된 조종사의 피로를 효과적으로 통제하지 못하고 있어, 운항승무원 및 객실승무원의 피로가 항공기 안전운항에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 여전히 높아 이에 대한 해결을 위한 FRMS의 개발이 필요한 실정임
  - 운항승무원과 객실승무원 외에 정비사 및 관제사의 피로도 현재 상당히 심각한 문제로 대두되고 있으나 현재 ICAO에서는 운항승무원 및 객실승무원에 대한 피로관리를 SARPs로 정해놓고 있어 정비사 및 관제사의 피로도 선제적으로 연구와 대책이 필요

기술개발 내용

- 항공종사자(조종사/객실승무원/관제사/정비사) 피로위험관리기준 개발을 위한 연구자료 확보
  - 피로가 항공종사자의 행동과 생체반응에 어떠한 양상과 정도로 영향을 미치는 지를 상황자극을 모사하여 제시하고 피로영향도를 측정할 수 있는 피로영향도 측정 시뮬레이터(주의력/상황인식/반응민첩도, 각성도 등) 개발
  - 피로감지를 위한 휴대용 맥박측정기(Actigraph) 개발 및 군집연구를 위한 클라우드시스템 국산화
  - 비행시간, 시차, 출발시간대, 동/서 비행방향, 이착륙 횟수, 출발편/도착편 비행 등 6~10개의 상황대표인자에 대한 피험자 확보 및 피로도 측정 실험진행(최소한의 통계분석이 가능하려면 인자별로 최소 30명의 피험자 할당이 필요)
  - 피로도 피크단계에서 비행정보/관제정보 캡쳐링을 위한 데이터 수집장치 및 분석용 S/W 개발(기종별 3D 시뮬레이션 기능 필요)
- 현장 피로위험관리를 위한 휴대용 피로측정시스템 개발(생리학 및 심리학적 방법 병행)
- 항공종사자(조종사/관제사/정비사) 피로위험관리용 S/W 개발
- 업체 피로위험관리를 위한 guideline 개발/보급



<Actigraph>



<군집연구용 정보처리 클라우드시스템 개요>

기대효과

- 최근 항공선진국에서 중요 현안이 되고 있는 피로위험관리체계에 선제적으로 대응함으로써 실제 상황별 피로인자의 강도에 따라 종사자의 피로도를 예측하고, 피로관련 사고위험을 사전에 예방 가능
- 항공종사자의 피로도에 따라 업무시간을 탄력적으로 조정할 수 있어 개인적인 업무효율성 및 업체의 인력운영이 획기적으로 개선될 수 있으며, 향후 우리나라 항공산업의 국제경쟁력에도 기여할 수 있음
- 향후 종사자의 피로도에 직접적인 영향을 받는 교통안전, 원자력, 산업안전, 의료분야에 폭넓게 활용될 수 있어 상품성이 높으며, 또한 국민의 안전을 위해 매우 의미 있는 연구가 될 것으로 기대됨

1-2 정비/지상조업/보안 등을 위한 LOSA[36]체계 기술 (운항/관제 제외)

4M 분류	Man
과제명	정비/객실/보안 등을 위한 LOSA체계 기술 (운항/관제 제외)

정의

- 정비/지상조업/화물보안 등의 업무에 있어 발생되는 작업자의 인적오류를 예방하기 위한 정보수집장비, 인적요인 분석/분류기법, 분야별 위험예지훈련프로그램 등을 종합적으로 개발하여 동 분야의 인적요인에 의한 사고를 획기적으로 개선하기 위한 기술
  - 동 기술은 “항공 사고위험 예측분석 등”의 기술개발을 통해 운항분야 LOSA 체계를 개발하고 있으며, 관제분야의 경우 국토부에서 미국 텍사스대학과 기술협력을 통해 NOSS를 시행한 경험이 있음

필요성

- 최근 항공안전관리시스템(SMS)의 확산으로 인해 항공 전 분야에 예측적 안전관리의 중요도가 높아지고 있으나, 한정된 공간에서 근무하는 조종사/관제사와 달리 정비/지상조업/화물 등의 분야는 위험을 사전 예측하기 위한 자료확보에 곤란을 겪음
  - 최근 항공선진국에서는 정비/지상조업/화물 분야에서도 다양한 정보수집장비와 체크리스트 등을 개발하여 예측적 위험관리에 필요한 정보수집과 함께 사고를 예방하고 있음

기술개발 내용

- 분야별 LOSA기술 사전 검토 및 분석(벤치마킹)
  - 최근 시험적으로 개발된 정비(M-LOSA), 지상조업(R-LOSA) 개발기관과 연구개발 기술제휴
  - 화물보안(S-LOSA) 등 개발되지 않은 부분의 LOSA 체계 공동연구 수행
- 한국형 LOSA 개발을 위한 체크리스트 개발
  - 한국적 업무환경, 조직문화 등을 감안한 LOSA 체크리스트 개발
- 분야별 LOSA 측정을 위한 정보수집장치 개발
  - 정비/지상조업/화물보안 등의 업무환경에 적합한 정보수집장치(헬멧형/고글형/의복부착형 등) 개발
  - 이미지프로세싱 기법 등을 활용한 비실시간형 LOSA 분석시스템 개발



<Google 글래스>



<안경에 장착된 형태>

기대효과

- 조종사/관제사 중심으로 수집된 정보를 바탕으로 현재까지 운항/관제 분야의 인적요인 연구만 수행되어 왔으나, 정비/지상조업/화물보안 등의 LOSA 운영을 위한 정보수집정비가 개발됨으로써 동 분야의 인적오류 예방을 위한 다양한 연구와 정책안이 도출될 것으로 기대됨

36) LOSA : Line Operations Safety Assessments

1-3 항공기 정비에 대한 인적요인 분석/관리 기술

4M 분류	Man
과제명	항공기 정비에 대한 인적요인 분석/관리 기술

정의

- 항공기 정비인적오류를 예방하기 위하여 잘못 수행된 작업과 이를 사전검출하지 못한 검사의 실패가 지적되고 있으며, 이러한 문제를 개선하기 위한 인적요인 분석/분류기법과 함께 단계별로 정비작업절차를 준수할 수 있도록 하는 체계적인 안전관리 기법·기술

필요성

- IATA의 연구에 의하면 2003년 발생한 항공기 사고의 26%가 정비 관련 이벤트가 사고의 직접원인(Primary Cause) 또는 기여인자(Contributory Factor)로 작용한 것으로 분석되었으며, 이러한 정비 이벤트의 원인은 잘못된 작업이나 검사에 의한 것이 가장 큰 비중을 차지하고 있음
  - 항공기 사고에서 정비오류가 직접원인으로 작용한 사례는 약 8%, 기여 인자로 작용한 사례는 약 15~20%로 분석됨
- 정비 관련 이벤트에서 80%는 인적요인, 20%는 시스템결함에 의한 것으로 알려져 있으며, 80% 인적요인에 있어 70%가 조직적 문제로, 나머지 30%가 개인의 실수로 보고됨(Maintenance Error, OHSA 자료)

기술개발 내용

- 항공기 정비 이벤트 수집 및 분석체계 개발
  - 인적요인 분석/분류체계 개발 : MEDA 적용 가능성 검토 및 한국형 인적요인 분석/분류체계 개발
  - 언어적 문제에 의한 정비작업 오류 및 효과적 의사소통기술(코드, 자연어 처리 등) 개발
  - MOQA(Maintenance Operation Quality Assurance) 운영을 위한 분석기법 및 프로그램 개발
- 지속적품질보증체계(CASS)와 연계된 차세대 정비검사기법 개발
  - 웹 기반 정비작업확인 및 감사 표준화체계 개발 및 업체 운용을 위한 전산프로그램 개발
  - 정비기록 위변조 방지를 위한 정비S/W 감리체계 및 정보품질관리체계 개발
- 정비 인적요인 예방 교육훈련프로그램(정비 시뮬레이터 포함) 개발
  - 정비 위협/오류관리(TEM) 모델 등 위험예지훈련 프로그램 개발
  - 정비작업 가상화 및 시뮬레이션을 통한 정비오류 예방 교육훈련프로그램 개발
  - 시뮬레이터를 활용한 사고/사건 재구성 및 시스템 영향도 평가 프로그램 개발

기대효과

- 항공기 사고의 26%를 차지하는 정비관련 이벤트의 발생 원인을 정밀하게 분석하여, 현재의 항공기 사고수준을 획기적으로 저감할 수 있는 정비 인적오류 예방기술을 확보하여, 우리나라 항공운송산업의 신뢰도 제고 및 항공산업 경쟁력 강화
  - 세계 최고수준의 정비 인적요인 교육시뮬레이터 등 정비기술인력 교육훈련 프로그램의 해외 수출

1-4 활주로 이탈 요인 분석 기술

4M 분류	Man
과제명	활주로 이탈 요인 분석 기술

정의

- 항공기 사고원인의 가장 높은 비중을 차지하고 있는 활주로 이탈(Runway Excursion) 사고를 예방하기 위하여 이/착륙 단계의 비행자료를 상시 모니터링하고 나타난 위해요인을 준실시간적으로 해결하는 국가 항공안전 종합관리체계 구축
  - 항공사에서 운영되는 FOQA 프로그램의 운영원칙(정보보호, 자율성)을 보장하고, 국가 위험에 대처하기 위한 정보공유체계 구축 <예> 미국의 ASAP 프로그램

필요성

- 현재 항공사고의 가장 높은 비중을 차지하는 활주로 이탈사고를 예방하기 위한 ICAO와 전 세계적인 연구와 안전관리대책이 강구되고 있음
  - 활주로 이탈사고는 이륙단계에서 RTO(착륙포기)와 착륙단계에서 UA(Unstable Approach) 이벤트를 감소시키는 것이 관건이 되며, 이러한 정보는 항공사의 비행자료기록(FDR)을 바탕으로 운영되는 운항품질보증체계(FOQA)가 핵심적인 역할을 하고 있음
- 문제는 이러한 운항품질보증을 통해 분석된 정보는 항공사의 핵심적인 보안사항이므로 항공사별로 수집·분석되어, 국가 전반의 항공안전 증진에 활용되고 있지 못함
  - 항공사에서 운영되는 FOQA 정보의 비밀 보장과 자율성을 훼손하지 않고, 국가적으로 안전에 핵심적인 정보를 상호 공유할 수 있도록 하는 정보체계 구축과 정보공유 프로그램을 운영하고, 항공사가 자발적으로 참여할 수 있도록 관련 정책 등 개발

기술개발 내용

- 활주로 이탈사고 예방을 위한 핵심 안전이벤트 분석 및 원인분류 목록 개발
  - 국내 항공사에서 운영하는 대표적인 FOQA 프로그램에 공통적인 이벤트/원인분류 체계 개발
- 항공 관제용 레이다 데이터/통신 기록의 준실시간 수집 및 분석체계 개발
  - 이착륙 단계에서 발생하는 주요 이벤트를 교차 확인할 수 있는 정보수집 및 분석체계 개발
- 정보보호 및 자발적 참여를 근간으로 하는 항공안전정보공유체계 인프라 구축
  - 미국의 ASAP 프로그램을 벤치마킹하여, 항공사가 자발적으로 참여할 수 있는 제도기반 등 법제화

기대효과

- 국가적 현안이 되는 핵심안전문제를 항공사의 자발적 참여와 개선을 위한 활동을 전개함으로써 문제를 해결하는 선례가 될 수 있으며, 이를 통해 항공사와 정부당국의 상호 협력적 항공안전정보 네트워크 활성화 기대
  - 현재 항공안전보고(연간 1,000여건)를 통해 수집되는 정보의 최소 100배 이상의 정보수집 가능

□ Media 관련 기술 개발

2-1 조류 및 야생동물 관리 기술

4M 분류	Media
과제명	조류 및 야생동물 관리 기술

정의

- 공항지역 조류 및 야생동물 의 서식지 및 이동경로 등을 관리하여 사전에 조류충돌 등으로 인해 발생할 수 있는 사고를 방지하고, 위험요소 발생시 즉각적인 경보 알람 공항운영자 및 조종사에게 전달하는 시스템

필요성

- 현재 운용되고 있는 조류 및 야생동물 퇴치 시스템은 오래전부터 사용되어 조류 및 야생동물은 이미 이러한 장비에 학습되어 있어 특별한 효과가 나타나지 않음.
- 따라서 조류 및 야생동물에 대한 생태 및 서식지에 대한 사전적 관리가 필요하며, 지속적인 모니터링과 함께, 퇴치에 효과적인 시스템 개발이 필요함.

기술개발 내용

- 공항지역 조류 및 야생동물 서식지 관리 시스템 개발
- 기상레이더 및 이미지 프로세싱 기술을 이용한 조류 이동 경로 모니터링 시스템 개발
- 공항지역 억제 및 경보 알람 시스템 개발
- 공항지역에 대한 조류 및 야생동물 유인 요소 관리 시스템 개발

기대효과

- 조류 및 야생동물 관리 및 억제 시스템 개발을 통해 항공기 이·착륙시 또는 계류장 운영시 조류 및 야생동물에 의한 피해를 사전에 억제할 수 있음.
- 현재 조류 및 야생동물 퇴치를 위한 인력 부족현상에 대해 효과적인 공항운영에 기여할 수 있음.

2-2 항로품질관리 및 안전평가 기술

4M 분류	Media
과제명	항로품질관리 및 항공기 충돌위험도 안전평가 기술

정의

- 항로품질관리 및 항공기 충돌위험도에 대한 안전평가 시스템 개발을 통하여 국내 비행정보 자료를 종합 분석하고 국가적 비행정보 분석 체계를 수립하여 공역포화 및 새로운 비행수단에 대비 함

필요성

- 2005년부터 2011년 사이, 우리나라는 매해 4.75%의 연 평균 교통량 증가함에 따라 한정된 공역 및 항공교통 수요 증가에 따른 처리 용량(Capacity) 한계도달 예상
- PAV와 UAV 같은 새로운 교통수단의 등장에 따른 항공교통의 수요의 폭발적 증가 예상되나 현행 관제시스템의 성능한계로 항공교통량 처리에 한계
- 항공선진국을 중심으로 국가적 지원을 통해 항공기 충돌위험도 평가 업무 독점
- 따라서 공역 포화 및 새로운 비행수단에 대비한 충돌위험도에 대한 사전적·사후적 품질 관리 필요함.

기술개발 내용

- 항로 안정성 향상을 위한 품질평가 시스템 개발
- 충돌회피 의사결정 시스템 개발

기대효과

- 우선적으로 국내시장을 대상으로 제품 양산화를 하며 국내 양산화를 성공적으로 수행한 후 소프트웨어 및 매뉴얼 등을 해외시장에 진출함.
- 소프트웨어 및 인프라에 대한 직접적인 판매와 더불어 우리나라의 항로품질관리 및 항공기 충돌위험도에 대한 안전평가를 수행하는 기관에서 저개발 국가의 충돌위험도 평가를 대행함으로서 국제적 국가위상 제고가 기대됨.
- 지속적인 항로품질 관리 및 충돌위험도 안전평가를 통해 항공기 공중충돌을 사전에 예방할 수 있을 것으로 기대됨.

2-3 기상에 따른 공항운영 의사결정 지원 기술

4M 분류	Media
과제명	기상에 따른 공항운영 의사결정 지원 기술

정의

- 항공기상 및 공항지역 기상 감지 센서를 이용한 실시간 공항운영 의사결정 시스템 개발을 통한 공항지역 후류감지 및 풍력/풍속에 따른 공항운영 계획 의사결정을 지원하고 관제사 및 조종사에게 사고예측을 통한 경보 알람 기술

필요성

- 현재 기상 및 항공기 운항 계획 등 분리된 여러 가지 데이터에 대해 공항운영 관계자의 주관적 판단에 의한 공항운영 변경은 인적오류에 의해 대형 사고를 불러일으킬 가능성이 존재함.
- 또한 기상정보의 오류나 예측하지 못한 현지의 기상악화로 인해 공항운영의 안전성에 막대한 영향을 끼칠 우려가 있음.
- 따라서 항공기상청의 데이터와 공항지역의 실시간 기상데이터를 분석하여 공항운영자 및 조종사에게 실시간 의사결정을 지원할 수 있는 시스템 개발이 필요함.

기술개발 내용

- 실시간 항공기 후류감지 및 경보 알람 시스템 개발
- 공항지역 풍력 및 풍속에 따른 공항운영 계획 의사결정 지원 시스템
- 대기온도에 따른 공항 운영 계획 의사결정 지원 시스템

기대효과

- 관제사 및 조종사에 대한 의사결정 업무 경감 및 기상에 따른 항공기 운항 의사결정의 정확성 증대를 통한 항공기 사고예방 기대
- 불필요한 연료소모 운항횟수에 대한 감축을 통한 경제적 효과 기대
- 결항 등에 유연한 대처를 통한 항공교통흐름관리의 효율성 증대 기대
- 현재 관제사 및 조종사의 공항운영 및 항공기 운항에 대해 주관적 판단이 큰 영향을 미치나, 본 시스템 개발을 통한 체계적으로 객관적인 정보를 통한 의사결정 지원 기대

2-4 낙뢰예측 기술

4M 분류	Media
과제명	낙뢰예측 기술

정의

- 공항지역 및 우리나라 항로에 대한 낙뢰예측 및 이에 대한 위험 경보 시스템

필요성

- 자연현상으로 발생되는 낙뢰는 항공분야의 안전성을 위협하는 매우 위함 요소임.
- 현재 항공선진국에서는 지상 항행시설 및 공항시설 등에 대해 예상치 못한 낙뢰로부터 안전성을 확보할 수 있게 하기위해 낙뢰예측에 관한 연구가 추진 중임.
- 우리나라에서도 낙뢰로 인해 항공기에 직접적으로 운항안전에 위협을 끼친 사례가 있었음.
- 따라서 공항지역 및 항로에 대해 낙뢰로 인한 위험을 사전에 예측할 수 있는 기술 개발이 필요함.

기술개발 내용

- 항로 및 공항지역 낙뢰예측 위험 경보 시스템 개발



기대효과

- 국지적 기상이변에 대한 대응을 통한 공항 및 항공기 운용의 안전성 확보

2-5 활주로 및 유도로 과속/이탈 알람 기술

4M 분류	Media
과제명	활주로 및 유도로 이동경로 안전성 향상 기술

정의

- Air-side 내 항공기의 과속 및 이탈 사고예방을 위한 시각 보조 장치 및 위반 모니터링 기술

필요성

- 항공기가 착륙 후 탑승교까지 이동 중 과속 또는 지면결빙에 의한 항공기의 이탈이 빈번하게 발생하고 있음.
- 항공기의 활주로 및 유도로 이탈로 인한 준사고 발생으로 이착륙 지연 및 항공기 수리 등 경제적 손실은 물론 인명 피해까지 우려됨.

기술개발 내용

- Air-side 내 항공기 및 이동체 이동경로 시각 보조 시스템 개발
- 시각보조시스템 인지도 향상 기술개발
- 스마트 조명 및 모니터링 기술개발
- 항공기 과속 알람 기술개발

기대효과

- 항공기 과속 및 이탈 사고예방을 위한 시각 보조 장치 및 모니터링 기술개발을 통한 안전성 향상 및 사고예방에 기여할 것으로 기대됨.
- 본 기술개발을 통해 조종사의 심리적인 안전을 도모하여 Human Factors의 오류를 줄일 수 있음.
- 국내공항에 적용함으로서 대외적인 신뢰를 쌓을 수 있으며, 이를 바탕으로 해외공항에 수출 및 설치하는데 유리한 입장에 위치할 수 있음

□ Machine 관련 기술 개발

3-1 퀵 제·방빙 기술 (터널 방식의 제·방빙)

4M 분류	Machine
과제명	퀵 제·방빙 기술 (터널 방식의 제·방빙)

정의

- 겨울철 항공기 제·방빙시 항공기 동체 온도 관리 및 퀵 제·방빙 액체살포 시스템

필요성

- 현재 항공기 제·방빙은 계류장의 특정 구역에 패드를 설치하여 이루어짐. 제·방빙시 항공기 동체의 온도에 따라 제·방빙 효과는 큰 차이를 보임.
- 제·방빙 패드에서 살포되는 측수 액체는 환경 유해물질로 분류되어 있어 절대적으로 회수를 해야하나, 제·방빙 차량에서 살포되는 액체를 정확하게 제·방빙 패드위에서만 살포하는데 어려움이 있음.
- 따라서 항공기의 동체온도를 최적으로 관리하면서 제·방빙이 가능하고, 제·방빙 액체를 100% 회수할 수 있는 시스템 개발이 필요함.

기술개발 내용

- 항공기 결빙 방지를 위해 동체 표피 온도 점검 및 관리 시스템 개발
- 적외선을 이용한 터널식 제·방빙 작업 시간 단축 시스템 개발
- 제·방빙 용액 수거 및 재활용 시스템 개발



기대효과

- 퀵 제·방빙 기술 개발을 통하여 제·방빙 효과를 극대화 시키고, 항공기 동체 동결에 의한 CFIT 및 LOC와 같은 항공사고를 사전에 예방 가능함.
- 제·방빙 액체를 100%회수하여 환경 친화적 공항 운영이 가능함.

3-2 지상기반 위험경보 기술

4M 분류	Machine
과제명	지상충돌 위험경보 기술

정의

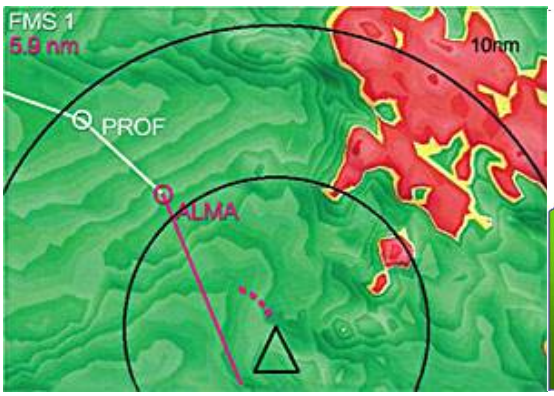
- 항공 감시정보를 이용한 3차원 디지털 지형정보 기반의 항공기 불안정한 접근을 사전에 감시하고 위험요소 발생을 예측하여 공항운영자 및 조종사에게 경보 알람 시스템 개발

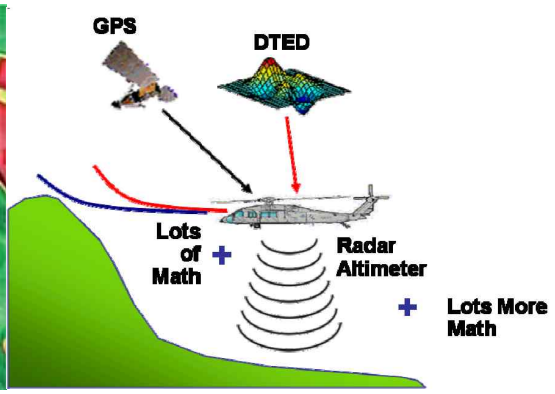
필요성

- 인적 오류 및 기상 등에 의한 항공기의 불안정한 대지접근으로 인한 사고가 지속적으로 발생하고 있음.
- 이와 같은 사고는 비행중 항공기가 지면으로 충돌하는 대형사고를 발생하여 인명은 물론 경제적으로 큰 손실을 불러옴.
- 현재 항공기 탑재장비로 GPWS를 운용 중이나, 공항운영자 및 항공당국에서는 항공기의 불안정 대지접근에 대한 예측이 불가한 상태임.
- 따라서 운항중인 항공기의 불안전 대지접근 및 산악지역 운항에 대해 지속적인 모니터링 및 위험요인 발생시 경보를 제공하는 시스템 개발이 필요함.

기술개발 내용

- MLAT 항공기 감시 정보를 이용한 항공기 고도 모니터링 및 위험 알람 기술 개발
- 3차원 디지털 지형정보 기반 상황 인지 향상 기술 개발
- 최소 안전 고도 경보 시스템 개발
- 지상기반의 안전망으로 충돌경보(STCA)와 지역근접경보(APW) 시스템 개발





기대효과

- 본 기술개발을 통해 국제적으로 가장 높은 사고율을 보이는 CFIT 사고율을 경감할 수 있음.
- 3차원 디지털 지형정보 제공을 통한 관제사 상황인지 향상
- 현재 운용 중인 GPWS의 인뢰성 확보를 통한 지상충돌 사고/준사고 예방

3-3 항공 화물 위협 요인 모니터링 기술

4M 분류	Machine
과제명	항공 화물 화재위협 요인 모니터링 기술

정의

- 운항 중인 항공기 내의 화물의 진동 및 발화를 실시간을 감지하여 위협요인을 사전에 제거할 수 있는 시스템 개발

필요성

- 항공 화물은 ULD에 포장된 뒤 실시간의 모니터링이 불가능함.
- 항공기 내 화물의 불안정한 고정에 의한 운항 중 항공기 쏠림 현상으로 인해 CFIT 사고로 이어진 사고사례가 있음.
- 또한 ULD내 위험물의 발화를 감지할 수 있는 시스템 부재
- 따라서 항공 화물의 정확한 고정을 모니터링 하고 위험화물에 대해 발화 위협을 감지할 수 있는 기술 개발이 필요함.



기술개발 내용

- 항공화물 진동 및 발화 모니터링 및 경보 알람 ULD 시스템 개발



- 항공화물 연기감지 기술 개발

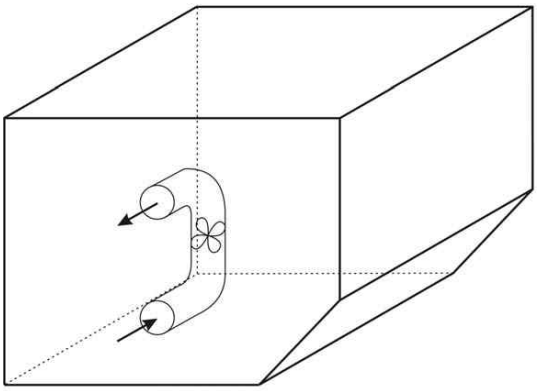


▪ ULD내 화재발생시 자체 진화 시스템 개발



▪ ULD 냉각 기술개발





기대효과

▪ 항공기 내 화물의 진동을 실시간으로 모니터링하고, 위험화물에 대해 발화 등 위협을 사전에 감지하여 운항중인 항공기의 항공사고를 사전에 차단할 수 있음.

▪ 항공 화물의 안전성 확보를 통해 경제적 손실을 줄이고 항공화물 운송 분야의 위상을 높일 수 있음.

3-4 항공주파수 방호 기술

4M 분류	Machine
과제명	항공주파수 방어 기술

정의

- 전파환경의 급격한 변화로 인한 항공통신서비스 장애 발생을 사전에 감시하고 신속하게 대처 가능한 기술 개발

필요성

- 무선통신방 환경의 급격한 변화로 주파수 대역의 부족 현상이 발생하고 이로인해 항공주파수 인근 주파수 까지 사용하게 되어 혼신의 우려가 있음.
- 따라서 항공주파수에 대한 방호체계 구축을 위해 지속적인 모니터링과 유해 항공 주파수에 대한 검출 및 억제가 필요함.

기술개발 내용

- 전파방해 원인분석 기법 개발
- 유해 항공 주파수 방향 탐지 기술 개발
- 항행안전시설 혼신 주파수 경보 기술 개발
- 공항지역 주파수 모니터링 시스템 개발
- 불요 주파수 탐지 및 혼신 기술 개발

기대효과

- 유해 항공주파수 검출을 통하여 항공주파수에 대한 위협요인을 사전에 차단하여 안정적인 항공기 전자장비 및 항행안전시설을 운영할 수 있음.
- 유해 항공주파수 방출 위치 탐색을 통한 항공주파수 혼신 예방

3-5 밀리미터파급 레이더를 이용한 FOD 검색 기술

4M 분류	Machine
과제명	밀리미터파급 레이더를 이용한 FOD 검색 기술

정의

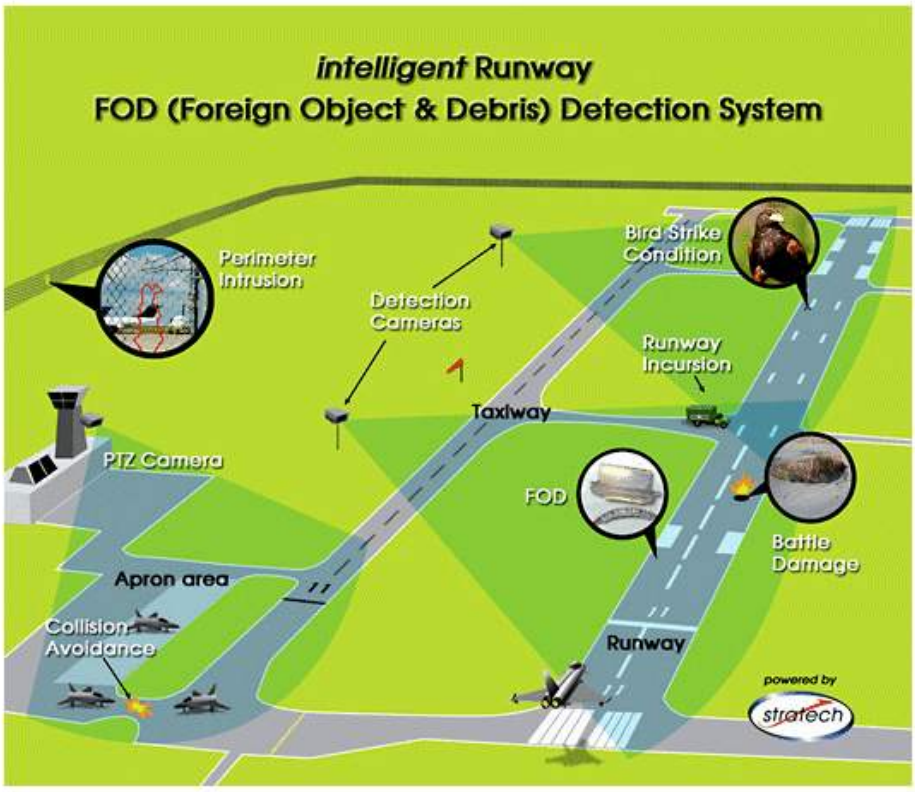
- 밀리미터파급의 초정밀 레이더를 이용한 활주로 FOD 검색 기술 개발

필요성

- 현재 활주로 상에 FOD는 작업자가 직접 순찰을 통해 검색하고 있음.
- 작은 FOD로 인해 이·착륙 하는 항공기에 큰 손상을 입힐 수 있으며, 이로 인해 대형사고로 이어질 가능성이 존재함.
- 따라서 활주로에 대한 실시간 FOD 검색을 위한 기술개발이 필요함.

기술개발 내용

- 밀리미터파급 레이더를 이용한 FOD 탐색기술 개발
- FOD 이미지 프로세싱 기술개발
- FOD 위험 표출 및 경보알람 기술 개발





기대효과

- FOD 실시간 검색을 통한 활주로 사고 위협 요인 제거
- 공항운영 효율성 증대

□ Management 관련 기술

4-1 안전지표 모니터링 기술

4M 분류	Management
과제명	시스템보증 개념의 안전지표 모니터링 및 항공안전감독체계 기술

정의

- 운송용 항공기 사고예방 기술개발에 따른 안전증진 효과를 안전지표로 모니터링
- 안전취약 요인에 대한 근원적 문제해결과 이에 따른 안전개선효과를 정량적으로 평가할 수 있는 시스템보증 개념의 국가 안전감독체계 기술

필요성

- ICAO는 최근 안전관리에 대한 부속서 19를 제정하였고, 국가의 안전규정, 안전계획, 위험관리, 안전감독을 총괄적으로 수행할 수 있는 국가항공안전프로그램(SSP)을 단계적으로 의무화(우리나라는 '13년부터 적용)
- ICAO의 모든 체약국은 이러한 SSP체계를 운영하기 위한 안전지표관리와 시스템보증 개념의 항공안전감독체계를 구축해야 하며, ICAO는 '13년부터 CMA를 통해 SSP 운영현황을 지속적으로 모니터링
- FAA는 기존 항공안전감독체계(ATOS)를 2022년까지 안전보증체계(SAS) 개념의 "시스템적 기법의 안전감독프로그램(SASO)"으로 전환할 예정이며, EASA도 안전보증체계 도입을 위한 준비를 서두르고 있음

기술개발 내용

- 국가 항공안전프로그램의 안전규정/안전계획/위험관리/안전감독의 총괄운영을 위한 전산망 구축
  - 자격/운항/정비/관제/공항·항행시설/설계·제작 분야 등 시스템 모델링
  - 국가 항공안전정보체계 구축 및 위험분석에 따른 국가항공안전계획 수립 및 자원관리 체계
  - 국가 全 분야의 안전감독/인증 체계에 시스템보증(System Assurance) 기법을 적용하기 위한 안전지표 설정 및 위험관리 모니터링 기법 개발
  - 안전감독을 통해 시행된 개선대책(제도·기술·교육훈련 등)의 성과를 정량적으로 평가, 관리할 수 있는 시스템보증(Safety Assurance) 기술 개발
  - 안전보증 개념의 비상대응계획(ERP) 및 사고관리체계, SMS 운영자의 안전성입증책임 평가 기법
- 시스템보증 개념의 국가 항공안전감독체계 전환을 위한 규정 구체화 및 재교육프로그램 개발
  - ICAO SSP(Annex 19, Doc. 9859), Oversight(Doc 9734) 등 새로운 기준에 맞는 국내법 구체화
  - 국가 全 분야의 안전감독/인증 체계 전환을 위한 기준 및 지침 구체화, 담당자 교육프로그램 개발

기대효과

- 현재 통합적 연계가 미흡한 "안전계획-위험관리-안전감독-개선(규정)"의 국가 항공안전관리 프로세스가 시스템보증(System Assurance) 개념으로 통합됨에 따라 안전관리 효과성 제고
  - 국가의 인증/감독업무의 통합과 함께 계획/실행의 관리적 요소를 통합할 수 있음
- 운송용 항공기 사고예방 기술개발에 따른 안전증진 효과를 안전지표 및 안전보증개념의 성과관리기법을 통해 정량화할 수 있으며, 이에 따라 R&D 성과를 확인·관리할 수 있음

4-2 항공종합정보제공 기술

4M 분류	Management
과제명	한국형 항공안전정보 통합분석 기술

정의

- 항공정보는 1차적으로 해당 업무를 담당하는 기관에서 직접 생성·관리할 책임이 있으며, 국가는 이러한 정보를 수집하여 통합적으로 분석·관리하여 안전을 위한 정책/기술/연구에 활용할 수 있는 체계를 구축하고 이를 관리할 수 있는 정보시스템을 구축할 책임이 있음
- 기존 나르미(의무보고, 국가정보 중심)와 달리 이번 개발시스템은 운영자의 자발적 참여를 전제로 한 새로운 정보수집 및 분석시스템이며, 미국의 자발안전프로그램(VSP)과 통합정보분석시스템(ASIAS)을 모델로 추진되는 과제임

필요성

- 시스템보증 개념의 국가 항공안전관리체계가 도입되기 위해서는 운영자 하부단에 이르는 광범위한 정보수집이 필수적이나, 전통적인 의무보고체계와 기존 국가정보체계로는 한계 봉착
  - 미국(FAA)의 통합정보분석에 활용되는 핵심정보는 운영자의 자발적 참여(ASAP, FOQA)와 함께 국가의 체계적 정보망(RADAR 데이터)을 통해 50여개의 서로 다른 데이터베이스로부터 수집
- 새로운 안전관리체계가 정착되기 위해서는 국가 차원의 서로 다른 이종 데이터베이스를 통합적으로 분석할 수 있는 정보수집 및 분석체계가 필요하며, 업체의 자발적 참여가 이루어 질 수 있는 제도적 인프라가 구축될 필요가 있음

기술개발 내용

- 서로 다른 이종 데이터베이스의 통합정보분석을 위한 Dataware 시스템 설계/구축
  - 정보공유를 위한 Taxonomy 개발, 코드변환을 위한 한/영 텍스트 마이닝 기술개발
  - 단계별 분석정보 : 1차(ASRS/ASAP) - 2차(레이다 정보) - 3차(VDRP/IEP) - 4차(FOQA/LOSA)
- 국가 항공안전정보 통합분석을 위한 제도적 기반 및 기술표준화체계 구축
  - 정보보호 및 정보전용금지 등 법체계 정비, 정보제공의 범위 및 정보공유 활성화를 위한 표준화
  - 한국형 자발안전프로그램(VSP) 운영을 위한 법규제정, 시범운영, SMS 안전평가체계 등 활성화
- 해외 항공안전정보 공유를 위한 협력체계 구축 및 아시아-태평양 안전협의체(AP-RAST) 기술지원
  - ICAO의 지역안전협의체 활동 강화에 따른 해외 항공안전정보 공유를 위한 협력체계 선도
  - AP-RAST 역내 저개발국가에 대한 항공안전정보체계 구축을 위한 기술지원 등 협력 강화

기대효과

- 축소/은폐될 수 있는 중요 안전정보를 정보보호/비처벌을 전제로 안전 당사자에 정보를 공유함으로써 향후 재발할 수 있는 안전문제를 사전에 발굴하여 대처할 수 있는 근원적 안전관리 가능
  - FAA의 자발안전프로그램(VSP)에 접수된 90%의 정보는 FAA에서 미처 알지 못했던 이벤트였으며, 이중 20%만이 위규사항이었음
- 국가와 운영자간 상호신뢰를 바탕으로 하는 파트너십을 기반으로 국가 항공안전정보 통합분석에 자발적으로 참여할 수 있는 제도적, 문화적 환경을 조성함으로써 선진국형 안전관리체계로 전환 가능

4-3 안전활동 관리 기술

4M 분류	Management
과제명	한국형 항공안전실행프로그램 운영체계 기술

정의

- 운송용 항공기 사고예방을 위한 기술개발 및 이를 효과적으로 적용하기 위해서는 정부, 기술 수요자 및 개발자, 운영 및 관리주체, 연구기관 등이 모두 참여할 수 있는 산·학·연·관 협의회를 구성하여, 항공안전목표 설정, 발생 유형별 현안과제 도출, 개발기술 평가 및 적용, 제도개선 등을 국가적으로 실행할 수 있는 항공안전실행프로그램(Aviation Safety Action Program) 운영체계 개발
- 미국의 CAST와 유럽연합의 E-CAST가 이러한 목적으로 운영되고 있으며, 미국 CAST의 경우 10년 동안 80%의 사망사고율 감축

필요성

- R&D 기술개발의 성과 확산을 위해서는 기술개발의 모든 단계에서 이해 관계자가 참여할 수 있는 협의체가 필요하며, 이를 통해 개발된 기술을 현장에 적용하기 위한 제도개선과 정부의 정책적 지원 등이 함께 고려되어야 함
- 새로운 안전기술의 도입은 기존 체계에 익숙한 현장 종사자들에게 부담이 되는 일이며, 국가적 차원의 성과확산을 위한 법규 개정 등 제도적 인프라 조성과 함께 교육훈련 등 기술지원, 보조금 지원 등과 같은 정책적 지원이 필요
- 이러한 모든 활동을 총괄적으로 수행할 수 있는 항공안전실행프로그램(Aviation Safety Action Program) 운영체계를 개발하여, 산·학·연·관 이해관계자가 참여할 수 있는 기반 조성 필요

기술개발 내용

- 국가 항공안전목표 설정 및 목표 관리를 위한 발생유형별 현안과제 도출
- 정책개발, 기술개발, 제도개선, 교육훈련 등 수단에 따른 개선대책 도출
  - 현안과제 해소를 위한 제도 개선목록 작성 및 관리체계 개발
  - 현안과제 해소를 위한 기술개발 및 교육훈련체계 개발
- 발생유형별 현안과제 및 개선대책 달성목표 및 관리체계 개발
- 항공안전실행프로그램 운영을 위한 조직 및 운용 체계 개발(협업 및 홍보용 전산시스템 구축 포함)
- 기술개발 상용화를 위한 인증평가체계 구축
  - 안전성 평가 및 기술기준 적합성 평가를 위한 테스트베드 구축
- 기술개발에 따른 검증기법 및 안전개선효과 평가기법 개발
  - 기술검증 및 안전성 개선효과 검증을 위한 시뮬레이션 S/W, H/W 등 구축

기대효과

- 국가 항공안전목표 달성을 위한 정부, 기술 수요자 및 개발자, 운영 및 관리주체, 연구기관 등이 모두 참여할 수 있는 협의회를 구성함으로써 개발된 성과물 확산 및 상용화 노력 극대화
- 기술개발 상용화를 위한 안전성 평가 등 인증체계, 안전개선효과 확인을 위한 인프라 구축을 통해서 기술개발의 효용성 제고 및 실용화 가능성 확대
- 현장 종사자들의 신기술 적응기간 단축을 위한 교육훈련프로그램을 제공하여 항공안전 증진 가속화
- 국내 운항환경의 규모를 감안할 때 운송용 항공기 사망사고는 10년(이상)에 1회, 준사고의 경우 1년에 20건 미만이 발생하는 것을 감안할 때 기술개발의 안전증진 효과를 측정하기 곤란한 경우가 발생할 수 있으나, 이번 과제의 시뮬레이션(S/W, H/W)을 통해 개선효과를 효과적으로 검증할 수 있음

3. 경제적 타당성 및 종합 검토 분석 방법

가. 경제적 타당성 분석 방법

○ 경제성 분석의 개요

- R&D사업 예비타당성조사의 경제성 분석은 경제적 관점에서 사업시행의 타당성 여부를 판단하는 항목으로, 일반적으로 R&D사업을 통해 창출되는 경제적 편익 또는 효과가 투입된 비용보다 크다면 경제적 타당성이 있다고 판단
- 경제성 분석은 예비타당성조사 대상사업의 국민 경제적 파급효과와 투자적합성을 분석하는 핵심적 조사과정으로서, 비용편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 기본적인 방법론으로 채택하여 분석하는 것으로 명시(예비타당성조사 운용지침, 기획재정부, 2009)
- 현재 R&D사업의 경제성 분석은 예비타당성조사 운용지침에 명시된 바와 같이 사업의 특성에 따라 비용편익분석과 비용효과분석을 병행하고 있음
- 2005년도 국가연구개발사업 사전타당성조사에 관한 연구에서는 R&D사업을 특성에 따라서 기초원천기술개발사업, 공공복지기술개발사업, 산업기술개발 사업, 연구장비구축사업, 연구센터구축사업, 인력양성사업 등의 6개로 구분하였으며, 본 연구사업은 공공복지기술개발사업으로 정함.
- 경제성 분석의 기준은 “연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침, 한국과학기술기획평가원(2011)”을 기준

○ 경제성 분석의 전제

- 회임기간[37] 없음(시제품 및 개발품이 아닌 시스템 구축 후 즉시 적용)
- 기술수명주기[38] : 10년으로 가정(시스템 개발 사업)
- 사회적 할인율 5.5%를 적용(한국과학기술기획평가원에서 수행하는 R&D사업 예비 타당성 조사시 적용)
- 잔존가치 : 시스템 및 업무 종료에 따른 폐기 및 잔존가지는 ‘0’으로 간주
- 비용추정 기준 : 총사업비와 해당사업의 운영에 필요한 경비
- 편익추정 기준 : 사업으로 인한 부(-)의 가치 감소

37) R&D활동으로 인한 경제적 효과가 발생하기 위해서는 기술개발의 사업화 등의 과정을 거쳐야 하기 때문에 상당한 시간이 소요되며, 예비타당성조사 에서는 이 회임기간 동안에 경제적 편익이 발생하지 않는 것으로 간주

38) 기술의 유효한 수명을 도출하기 위한 여러 방법론 중 최근 순수 R&D사업의 경제성 분석에서는 기술수명주기를 도입하여 편익 발생 기간을 산정

나. 종합 검토 분석 방법

□ 정책적 타당성

(1) 중요도

○ 국내 항공기 사고/준사고 분석결과를 바탕으로 기술개발이 안전에 미치는 영향도가 가장 낮은 수준을 1, 가장 높은 수준을 3으로 분류

- 안전에 미치는 영향도를 객관적으로 평가하기 위하여, 경제적 타당성에서 사고예방에 기여하는 정도를 무형적으로 평가한 것을 1차적인 기준으로 하였으며, 사고원인에 직접적인 영향을 주는 요인이라고 볼 수 있는 안전관리(안전감독, 정보시스템)는 중립적인 수준인 2로 평가

(2) 시급도

○ ICAO 국제기준 및 정부시책 등 정책적 시급성이 가장 낮은 수준을 1, 가장 높은 수준을 3으로 분류

□ 기술적 타당성

(1) 기술개발단계(TRL : Technology Readiness Levels)

○ 국내 기술 성숙도를 확인하기 위한 방법으로 다음의 TRL 기준표를 활용

- 가장 낮은 기술단계를 1로, 가장 높은 기술단계를 9로 표시

(2) 기술파급효과

○ 기술개발에 따른 기술적 파급효과가 가장 낮은 과제를 1, 가장 높은 과제를 3으로 분류

- 타 분야의 기술수요가 높고, 관련 시장창출 효과가 높은 것에 비중을 높임

□ 경제적 타당성

○ 경제적 타당성을 평가하기 위해서 B/C, NPV, IRR을 종합적으로 평가

단계	단계 정의	설 명		
1	기본원리 이해 단계	o 기술개발의 가장 낮은 단계로, 과학적 연구결과가 응용연구개발 단계로 전이되기 직전 단계		
2	기술개념 형성 및 응용분야 식별 단계	o 기본원리가 이해된 후 응용분야를 식별함 o 응용내용이 아직은 이론 수준으로서 추론을 뒷받 침할 실험적 증명이나 상세 분석이 이루어지지 않은 상태임		
3	주요 기능에 대한 분석/실험 또는 특성에 대한 개념 입증 단계	o 활발한 연구개발이 시작됨 o 기술을 적절한 대상에 응용하기 위한 분석적 연구, 분석결과가 물리적으로 유효함을 입증하는 실험실 수준의 연구를 포함 o 타부품에 적용되지 않았거나 성능이 완전하지 않은 부품 수준도 포함됨		
4	실험실 환경에서 구성품 또는 Breadboard 수준의 성능 입증 단계	o 부품(시제품)이 결합되어 불안정하지만 종합적으로 성능을 발휘함 o 최종 체계에 비해서 성능이 상대적으로 불완전함	대상 장비	완성 체계의 대표적인 능력을 입증할 수 있는 대표적인 구성품/ Breadboard
			시험 환경	실험실 환경
5	유사 운용환경에서 구성품 및 Breadboard 수준의 성능 입증 단계	o 시험 대상 구성품 및 Breadborad의 성능 안정성이 상당히 향상됨 o 성능의 충실성을 높이도록 실험실에서 구성품을 조립하는 것도 포함	대상 장비	실제 지원 구성품들과 결합된 구성품/ Breadboard
			시험 환경	대상의 주요 특성을 시험할 수 있도록 합의된 유사운용환경
6	유사 운용환경에서 체계/ 부체계 모델 또는 시제품의 성능 시현 단계	o 모든 기술들을 시현하는 것은 아니며, R&D 요구 조건보다는 기술개발 관리상의 신뢰성을 보증하는 것에 중점을 둠	대상 장비	대표적인 체계/부체계 모델 또는 시제품
			시험 환경	대상의 모든 특성을 시험/평가할 수 있도록 구성된 유사운용환경
7	운용환경에서 체계시제품의 성능 시현 단계	o 실제 운용환경에서 시제품에 대한 성능 시현을 수행하는 단계로서, 체계공학과 개발 관리 신뢰성을 보증하는데 목적이 있음	대상 장비	실제 체계와 거의 같은 체계 또는 계획된 운용 체계
			시험 환경	항공기/차량/우주공간과 같은 운용환경
8	체계완성 및 기술시험 단계	o 요구운용조건하에서 기술이 최종 완성된 형태로 성능이 만족됨을 입증함 o 기술이 적용될 무기체계에서 기술시험평가를 통해 설계 규격을 만족시킴		
9	체계 운용시험 단계	o 완성된 체계에 기술을 적용하여 모든 성능을 확인하는 단계		

그림 88. 기술개발단계(TRL : Technology Readiness Levels) 기준표