

빅데이터 기반 항공안전관리 기술 개발 기획 최종보고서

2018. 09.

주관연구기관 / 한국과학기술원
공동연구기관 / 한국항공대학교
공동연구기관 / 계명대학교

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 “빅데이터 기반 항공안전관리 기술 개발 기획” 과제의
최종보고서로 제출합니다.

2018년 09월

주관연구기관명: 한국과학기술원
주관연구책임자: 윤윤진

공동연구기관명: 한국항공대학교
공동연구책임자: 백호중

공동연구기관명: 계명대학교
공동연구책임자: 권오훈

보고서 요약서

과제고유번호	17RDPP-C136026-01	해당단계 연구기간	2017-08-31 ~2018-08-30	단계구분	1/1
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
	세부 사업명				
연구과제명	대과제명				
	세부 과제명	빅데이터 기반 항공안전관리 기술 개발 기획			
연구책임자	윤 윤 진	해당단계 참여 연구원 수	총: 15명 내부: 15명 외부: 명	해당단계 연구비	정부:78,000천원 민간: 0천원 계:78,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 15명 내부: 15명 외부: 명	총 연구비	정부:78,000천원 민간: 0천원 계:78,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	주관: 한국과학기술원 공동: 한국항공대학교 공동: 계명대학교			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하 되, 500자 이내로 작성합니다)		보고서 면수: 111쪽			
<ul style="list-style-type: none"> ○ 정부 및 민간에 산재되어 있는 항공안전 빅데이터를 통합적으로 활용할 수 있는 빅데이터 분석기술 연구개발과 빅데이터 분석 플랫폼 개발 및 운영방안 마련을 통해 데이터 기반 항공안전관리 이행에 대비한 기술 개발이 실현되도록 본 과제의 연구 목표와 연구내용, 추진체계를 명확히 설정함 ○ 연구개발 목표는 항공안전 빅데이터 분석기술 및 플랫폼 개발을 통한 정량적이고 예측적인 예방형 항공안전관리 기술 개발임 ○ 연구개발내용은 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발과 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립으로 구성하였으며 세부연구내용은 빅데이터 분석기술 연구개발 - 데이터 수집 및 처리 기술 개발과 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발, 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립 - 분석 플랫폼 구축과 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화로 구성됨 ○ 추진체계는 산-학-연 협업체계를 통해 빅데이터 기반 예측적 항공안전관리 핵심 기술 연구, 플랫폼 구축, 플랫폼 운영기준 마련을 효과적으로 분할 협업하여 연구를 수행하고자 함 					
색인어 (각 5개 이상)	한글	빅데이터, 항공안전관리, 플랫폼, 데이터표준화, 데이터분석			
	영어	Big Data, Aviation Safety Management System, Platform, Data Standardization, Data Analysis			

요약문

I. 제 목

- 빅데이터 기반 항공안전관리 기술 개발 기획

II. 기술의 정의 및 필요성

- 기술의 정의

- 데이터 기반 항공안전관리 기술은 안전관리 및 사고 예방에 있어 사고와 직접적으로 연관된 데이터만을 활용하는 것이 아니라, 항공시스템 전반에서 끊임없이 생성되는 다양한 데이터를 안전의 관점에서 분석함으로써, 직접적 사고요인과 더불어, 아직 드러나지 않은 잠재적 위해 요인을 발굴하고 관리함으로써 국가의 항공안전을 증진하는 기술로 정의함

- 연구 필요성

- ICAO는 부속서 19 및 항공안전관리 매뉴얼(SMM: Safety Management Manual)을 통해 항공안전관리 기관 간 안전정보의 공유 및 교환을 의무화하였고 항공안전 관리에 있어 이를 활용한 데이터 기반의 효과적 의사결정을 의무화함
- 현재 정부 및 공항공사, 항공사 등 개별 기관에서 자체적으로 국가 안전데이터, 공항운영데이터, FOQA(Flight Operations Quality Assurance) 등 다양한 항공분야 전반에 걸친 데이터를 수집하여 활용하고 있으나, 공유문화 미성숙, 통합·분석 플랫폼 부재로, 개별 데이터 활용에만 그치고 있으며 국가 및 개별 기관을 아우르는 데이터에 기반을 둔 과학적 분석과 예측을 통한 정량적이고 사전적인 항공안전관리는 어려운 실정임
- 미국의 경우 항공사, 공항, 항공기 제작사, 파일럿 자율보고 등의 방대한 항공관련 데이터를 제 3자 독립기관인 NASA, MITRE 등에서 데이터 마이닝, 머신러닝 등의 고급 통계 기법으로 분석하는 ASIAS 프로그램을 운영하고 있음
- 유럽과 중국은 항공기 운영자에 운영 안전 개선을 목표로 비행기록데이터를 수집 및 분석하고 있으며, 특히 유럽의 경우 Data4Safety 프로그램을 통해 기존 비행기록데이터에 더하여 항공안전 의무·자율보고, 항공교통관제, 기상 데이터 등 다양한 출처의 빅데이터 활용을 통한 항공안전관리를 수행하고자 하고 있음
- 이러한 빅데이터 기반 항공안전관리 기술은 비행기록자료, 안전보고, 자율보고 데이터 등 다양한 출처의 빅데이터를 수집·분석하여 데이터에 기반을 둔 과학적 분석을 하는 데에 목적이 있으며, 특히 ICAO SMM 개정판 발간을 계기로, 전세계적인 연구개발 노력이 더욱 활발해 지고 있음
- 따라서, 국내에서도 항공사와 정부 등 민·관 기관에서 개별적으로 생산되고 관리되는 다양한 항공안전 데이터를 연계·분석할 수 있는 기반 기술과 플랫폼이 시급히 필요함

III. 국내외 동향 및 환경 분석

□ 국내 기술 동향

- 항공분야 전반에 있어 개별 기관에서 산발적으로 자료를 수집 및 관리하고 있고 기관 간 공유와 관련한 규정 미비 및 연계하여 활용할 수 있는 플랫폼 부재로 여러 기관에서 수집되는 다양한 데이터를 활용한 항공안전관리는 수행되고 있지 못함
- 개별 기관에서 수집하고 있는 데이터 자원의 종류 및 범위 또한 항공데이터 자원이 풍부한 미국 및 유럽의 수준과 격차를 보이며 활용 가능한 데이터의 종류와 범위에 의해 분석기술의 종류와 성숙도가 결정되는 점을 고려할 때, 분석기술 수준 또한 격차를 보임

□ 국외 기술 동향

- ICAO는 iSTAR 및 SIMS 등의 웹기반 서비스를 통해 체약국에 항공 관련 데이터 통계 및 안전지표 등을 제공하고 있으며 IATA는 전 세계 470개 이상의 기관으로부터 획득된 데이터의 통합 및 관리 플랫폼인 GADM 프로그램을 통해 데이터에 기반을 둔 항공안전관리 수행을 지원하고 있음
- 미국은 ASIAS 프로그램을 통해 항공사 내 안전보고, 비행자료, 관제안전보고 등의 서비스 제공자 (항공사)의 데이터와 항공사고·준사고, 자율보고, 활주로 침범 등의 국가 안전데이터, 그리고 항로감시, 항로변경·지연, 공항운영 등의 관제정보 데이터 등 광범위한 데이터를 분석하여 항공안전관리를 수행하고 있음
- 유럽은 Data4Safety 프로그램을 통해 기계학습, 인공지능 등 최신 IT 기술을 활용하여 비행기록데이터, 안전보고서, 항공교통관제 데이터, 기상 데이터 등을 분석하여 안전성과지표, 안전문제연구, 취약점발견, 벤치마킹 등 항공안전관리에 활용하고자 연구개발을 진행 중임
- 중국 CAAC는 FOQA Station을 통해 수집된 개별 항공사의 FOQA 데이터를 활용하여 기술 동향 분석, 사례 연구 및 기타 연구를 통한 안전 정책, 표준 및 규정 개선을 수행하고 있음

IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략

- 정량적이고 예측적인 예방형 항공안전관리를 위한 항공안전 빅데이터 분석기술 및 플랫폼 개발을 목표로 제시함
 - 항공분야 가용 데이터의 목록 및 구조, 호환성 등을 도출하고 데이터 처리 기술 개발을 통해 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발을 위한 기반을 조성함
 - 실제 수집된 다양한 항공사고, 준사고, 항공안전장애 데이터에 공항운영, 항적, 기상 등 다양한 항공기 운항 관련 데이터를 퓨전하고 통계학습 및 기계학습 기법을 적용함으로써, 항공안전 위해요인에 대한 체계적인 분석 수행
 - 연계된 데이터의 처리, 저장 및 관리와 빅데이터 분석 알고리즘을 적용하여 실시간 위험 예측 및 감지를 하며 주요 패턴을 식별한 후 필요한 데이터를 별도 저장 및 관리하는 복합시스템 플랫폼 개발
 - 항공데이터 공유 및 활용 규정을 법제화하여 항공안전 빅데이터 분석을 위한 선결 조건 (prerequisites) 을 이행하고 플랫폼 이해관계자 의견을 수렴한 플랫폼 운영방안 수립
 - 활용 가능한 데이터 자원의 종류 및 범위 증대에 따른 예측적 위험관리 분석체계 고도화 및 플랫폼 확장성 방안 연구
-
- 이의 실현을 위해 2개의 중점추진 분야 및 4개의 핵심과제를 제시함

1 세부 : 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발

- 데이터 수집 및 처리 기술 개발
 - 항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록 도출
 - 정형 데이터의 구조 및 호환성 목록 도출
 - 비정형 데이터 활용을 위한 기술 (텍스트마이닝) 개발
 - 항공데이터 분류체계 수립, 표준 정의 및 형식 수립
 - 분석을 위한 전처리 기술 개발 및 검증

- 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발
 - 가용 데이터를 활용한 항공안전 현황 분석 및 통계
 - 표출 및 잠재적 위해요인 발굴 기술
 - 다양한 통계 학습 (statistical learning) 이론에 기반한 위험 산정 기술 개발
 - 예측적 항공안전관리를 위한 안전성과지표 (safety performance indicator) 개발
 - 시범분석을 통한 개발 기술 시연 및 검증
 - 데이터 확장을 고려한 분석체계 고도화 방안 제시

2 세부 : 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립

○ 분석 플랫폼 구축

- 데이터 소스와 분석 플랫폼과의 데이터 교환 및 분석결과 표출을 위한 표준 프로토콜 개발
- 플랫폼 아키텍처 설계
- 플랫폼 시작품 개발 및 시범 운영
- 플랫폼 실용화 방안 연구
- 온라인 및 실시간 데이터 공유 보안 기술 개발 및 검증

○ 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화

- 항공데이터 공유 및 활용을 위한 법제화
- 데이터 보호 및 사이버 보안 규정 수립
- 빅데이터 분석 플랫폼 운영 규정 수립
- 플랫폼 실용화 단계별 운영 및 전문 인력양성 방안 수립

□ 5년간 전체연구비 180억 규모의 연구단 형태로 단계별 추진

- 1단계 (2차년): 접근 및 활용 가능한 데이터 수집을 통한 대표적 국가 항공안전 장애 시범 분석 (예시: 항공안전장애 의무보고 사항 및 관제 데이터 퓨전을 통한 김포공항에서의 이륙단념 (Rejected Takeoff) 이벤트의 위해요인 및 위험 산정)
- 2단계 (5차년): 항공사, 공항공사 등 관-공-사 의 복합 데이터 수집 및 활용을 통한 우리나라 항공시스템의 예측적 안전관리 사례 제시 (예시: FOQA, 출도착, 공역혼잡도를 고려한 다중 항공안전장애 위험도 산정)

목 차

제1장. 기술의 정의 및 필요성	1
1절. 빅데이터 기반 항공안전관리 기술의 정의	1
1. 항공안전관리의 개념	1
2. 빅데이터 기반 항공안전관리 기술	3
2절. 기획연구의 배경 및 필요성	5
1. 기획연구의 추진배경	5
2. 기획연구의 필요성	10
제2장. 국내외 동향 및 환경 분석	17
1절. 국내외 정책동향 및 분석	17
1. 국외 정책동향 및 분석	17
2. 국내 정책동향 및 분석	20
2절. 국내외 기술동향 및 분석	23
1. 국외 기술동향 및 분석	23
2. 국내 기술동향 및 분석	39
3절. 논문 및 특허 분석	56
1. 국내외 논문동향	56
2. 국내외 특허동향	62
4절. 유사과제 분석	68
1. 시스템 기반 항공안전감독지원 기술 개발	68
5절. 종합분석	72
1. 국내외 정책 비교분석을 통한 시사점	72
2. 국내외 기술동향 비교분석을 통한 시사점	73
3. 논문 및 특허 동향 비교분석을 통한 시사점	75
제3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	76
1절. 연구개발 추진 방향 도출	76
1. SWOT 분석	76
2. 연구개발 추진 방향 정립	79
3. 중점추진 연구 분야 도출	81
2절. 비전 및 목표	82
1. 연구 비전 및 목표	82
2. 설정 근거	83
3절. 세부과제 도출 및 선정	84
1. 세부과제 도출	84
4절. 연구개발 과제 구성 및 로드맵	90
1. 연구개발 과제의 구성 및 성과물	90
2. 연구개발 로드맵	91

5절. 세부과제별 주요내용 및 성과목표	93
1. 세부과제별 주요내용 및 연구목표	93
6절. 연구성과 활용방안	97
제4장. 소요예산 산정	98
1절. 소요예산 산정	98
1. 예산산정 방법	98
2. 전체사업 소요예산	98
3. 중점 추진분야별 소요예산	100
4. 세부과제별 소요예산	101
제5장. 과제공모 방안	105
1절. 과제제안 요구서 (RFP)	105

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 빅데이터 기반 항공안전관리 기술의 정의

1. 항공안전관리의 개념

- UN 산하 국제민간항공기구 (ICAO)의 부속서 19 ‘안전관리 (Safety Management)’에 따르면, 항공 안전관리체계 (Safety Management System: SMS)란 항공 서비스제공자가 안전관리 조직의 구성, 안전정책 수립 및 이행, 위험관리 절차 수립 및 이행, 안전 관련 책임/의무 정의에 있어 과학적이고 시스템적인 관리 및 이행을 목표로 하는 것임
- 우리나라를 포함하는 ICAO 192개 체약국의 의무이행 사항인 항공안전관리 체계는 총 4개의 컴포넌트, 즉 (1) 안전정책(Safety Policy: SP), (2) 안전리스크관리(Safety Risk Management: SRM), (3) 안전보증(Safety Assurance: SA), 안전증진(Safety Promotion: SP)으로 구성됨

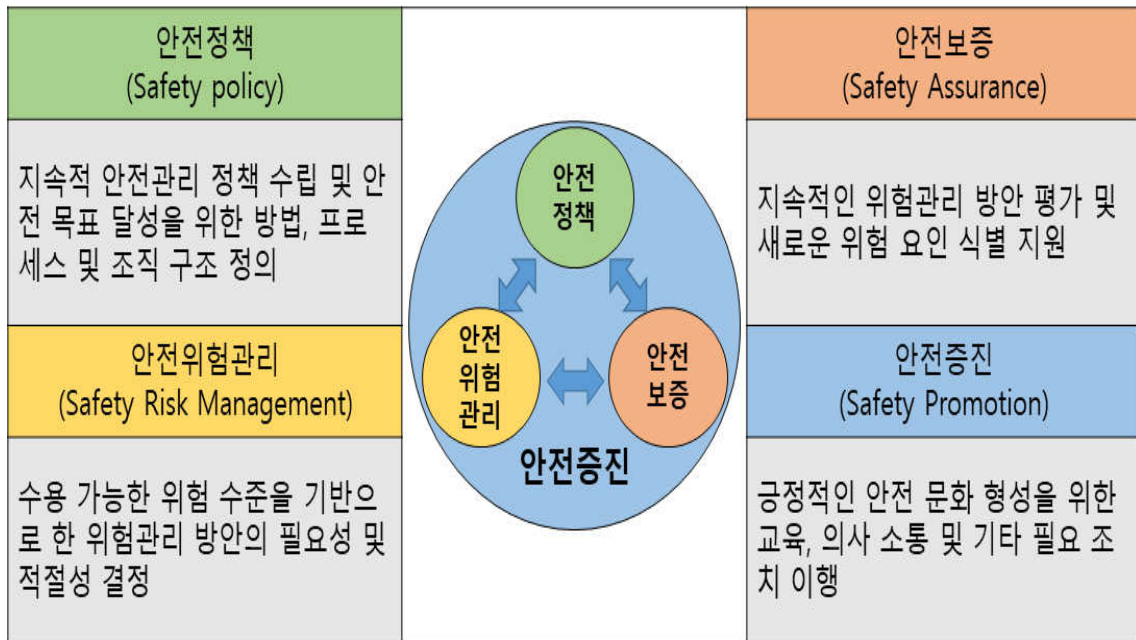


그림 1 항공안전관리 구성요소

(출처: <https://www.faa.gov/about/initiatives/sms/explained/components/>)

- 이러한 항공안전관리체계(SMS)의 이행 성숙도는 (1) 사고가 일어난 후 원인 조사에 의존하는 사후적 관리단계 (Reactive)에서, (2) 주요 사고 유발 요인을 사전에 발굴하여 관리하는 선제적 관리단계 (Proactive)를 거쳐, 궁극적으로 (3) 사고를 사전에 예측하는 예측적 관리단계 (Predictive)로의 진화를 목표로 하며, 이러한 3단계는 안전관리체계의 4개 컴포넌트 중 안전 위험관리 (SRM)의 기술적 성숙도에 의해 결정됨



그림 2 항공안전관리체계(SMS)의 이행 성숙도

2. 빅데이터 기반 항공안전관리 기술

- 사고 발생 이후 대응하는 수준에 불과한 사후적 위험관리와 사고를 사전에 인지하고 예방하는 선제적, 예측적 위험관리의 근본적인 차이점은, 위험평가의 범위에 포함되는 데이터의 다양성에 있음

	사후적 관리 단계 (Reactive)	선제적 관리 단계 (Proactive)	예측적 관리 단계 (Predictive)
데이터		사고 및 준사고 항공안전장애	
		자율 및 의무보고	
		안전 감사 (Safety Audit)	
		안전 평가	
			비행자료 모니터링 (FOQA)
			정상운영평가 (LOSA) 관제, 정비, 기상 자료
분석 기법		사고요인 목록	
		사고 시퀀스 발굴	
		발생건수 분석	
		트렌드 분석	
		Event Sequence Diagram	
		Fault Tree Analysis	
		Bayesian Belief Network	
			회귀분석
			패턴추출
			언어학습 (Text mining) 이상징후감지 (Abnormal detection) 딥러닝 (Deep learning)

그림 3 위험관리 단계별 활용 데이터 및 분석기술 예시

- 2018년 개정 예정인 ICAO 부속서 19에서는 데이터 활용의 중요성을 강조하고자 새롭게 ‘Data-driven Decision Making’ 장을 신설하였으며, 총 6 단계에 걸친 데이터 기반 위험관리 개념을 소개함



그림 4 데이터 기반 위험관리 단계

(출처: "Safety Management Manual",

ICAO, 2018)

- 이렇듯, 데이터 기반 항공안전관리 기술은 안전관리 및 사고 예방에 있어 사고와 직접적으로 연관된 데이터만을 활용하는 것이 아니라, 항공시스템 전반에서 끊임없이 생성되는 다양한 데이터를 안전의 관점에서 분석함으로써, 직접적 사고요인과 더불어, 아직 드러나지 않은 잠재적 위해요인을 발굴하고 관리함으로써 국가의 항공안전을 증진하는 기술임
- 활용 대상인 데이터는 관제기관 등 국가 기관, 공항공사 등의 공공운영자 뿐만 아니라, 항공사, 정비업체 등 사기업 소유의 데이터를 모두 포함하고 있으며, 이는 데이터 기반 안전관리에 있어 데이터 분석기술 개발과 데이터 거버넌스 정책 개발이 동시에 수반 되어야 하는 것을 의미함
- 본 기획에서는 ICAO에서 제시한 데이터 기반 안전관리 6단계 이행을 위해, 이를 '빅데이터 분석기술 연구개발 및 정책수립', '빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 시범운영'의 2단계로 압축하여, 각 단계별로 요구되는 기술적, 정책적 이행 과제들을 도출함

2절. 기획연구의 배경 및 필요성

1. 기획연구의 추진배경

가. 항공안전 현황

- 전 세계 항공사고 발생률은 1970년대까지 감소하는 추세를 보였으나, 1980년대부터 현재까지 크게 감소되지 않고 정체되어 있음
- 전 세계 항공교통량은 증가하는 추세로, 이에 비추어 볼 때 항공기사고 발생 건수는 항공교통량 증가 추세에 따라 증가할 것으로 예상됨

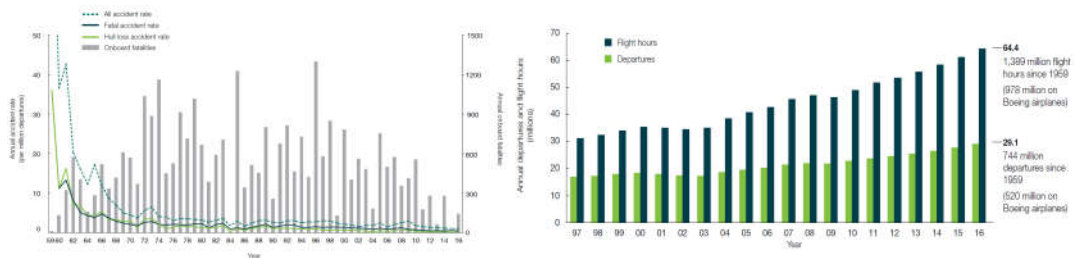


그림 5 전세계 항공사고 및 항공기 운항횟수 현황

(출처: "Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents",

Boeing, 2017)

- 국내 항공안전 현황을 살펴보기 위해 사고 발생 건수 대비 준사고 및 항공안전장애의 발생 비율을 나타내는 Risk Triangle을 영국과 국내로 나누어 비교했을 때, 국내의 사고 발생 건수 대비 준사고 및 항공안전장애의 발생 비율이 낮게 나타남. 이는 국내에서 항공 관련 사건이 발생했을 때 그에 따른 심각도가 높게 나타남을 의미함

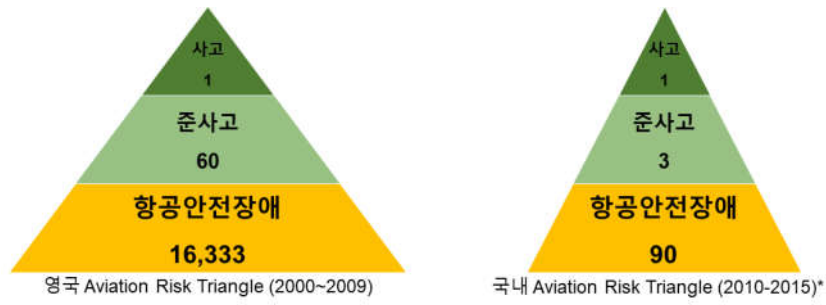


그림 6 영국 및 국내 Aviation Risk Triangle

- 국내 항공사고 및 준사고 발생률은 2002년을 기준으로 감소하였으나, 변동이 크고 항공교통량 증가 추세에 따라 항공기사고 발생 건수가 증가할 가능성이 있음

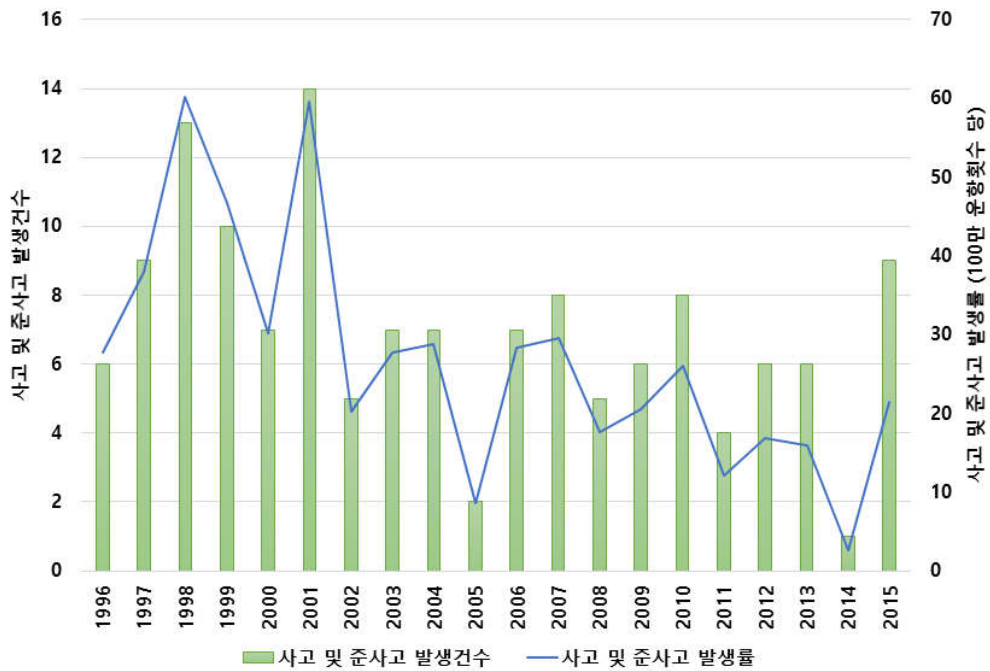


그림 7 1996년 ~ 2015년 국내사고 및 준사고 발생 현황

나. 국제민간항공기구 (ICAO)의 이행 요구와 항공 선진국들의 기술 선점

- ICAO는 2010년 우리나라를 포함하는 190개 체약국에 대해 SMS의 이행을 의무화하였으며 이를 위해 부속서 19 (개정 3판)를 제공하였음. 또한, 2018년 개정될 SMM 4th 개정판에서는 Data-driven decision making 장을 별도로 구성하여 데이터 기반 항공안전관리 및 의사결정을 의무화함
- 이러한 변화에 맞추어 4차 산업혁명 시대의 기계 학습, 인공지능 등 빅데이터 분석기술을 고밀도 (high resolution), 고용량 (large volume), 실시간 (real-time)의 빅데이터 자원이 풍부한 항공시스템에 적용하고자 하는 기술이 신분야로 부상하고 있으며, 빅데이터 기반 안전관리를 위해 항공 선진국들도 활발한 투자를 하고 있음

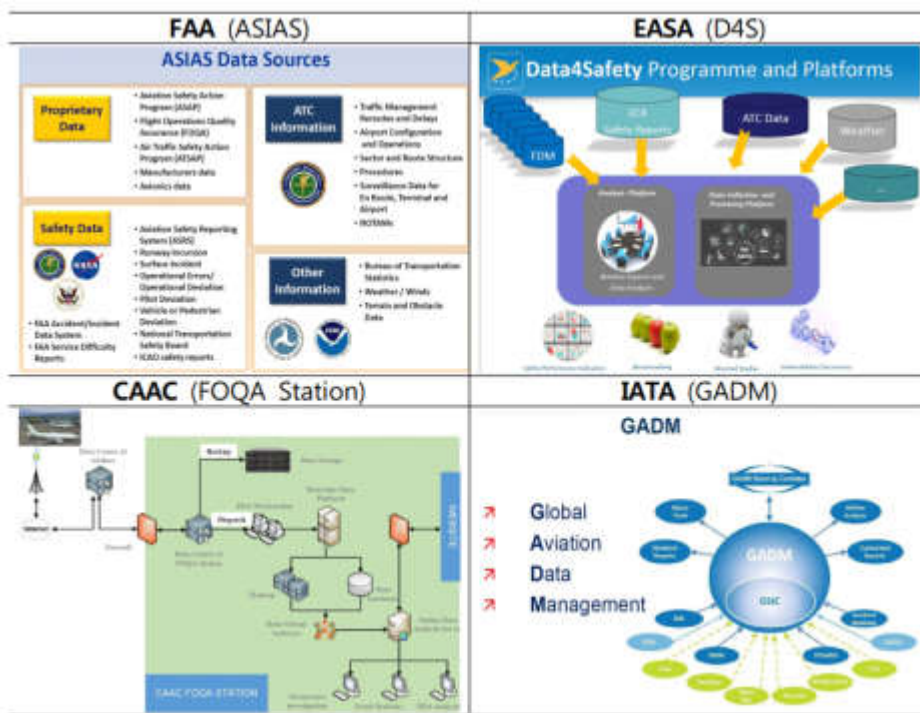


그림 8 국외 항공안전관리 기술 개발 및 활용 예시
(출처: 빅데이터 기반 항공안전증진 로드맵, 국토교통부, 2017)

- 미국, 유럽 등 항공선진국의 경우 ICAO 의무 사항이 시행되기 전부터 관련 기술 개발에 많은 투자를 해 왔으며, 이를 기반으로 데이터 기반 예방적 안전관리에 있어 풍부한 경험을 축적해 왔음
- 미국의 경우 항공사, 공항, 항공기 제작사, 조종사 자율보고 등의 방대한 항공데이터를 제3자 독립기관인 NASA, MITRE 등에서 데이터마이닝, 머신러닝 등의 고급 통계 기법으로 분석하는 ASIAS 프로그램을 운영하고 있음
- 유럽과 중국은 항공기 운영자에 운영 안전 개선을 목표로 비행기록데이터를 수집 및 분석하고 있으며, 특히 중국의 경우 Flight Operation Quality Assurance 관련 법령 제정¹⁾을 통해 항공사들이 데이터를 공유할 수 있도록 기반을 조성함
- 전 세계 주요 비행사 연합체인 IATA (International Air Transport Association)에서도 회원 항공사를 대상으로 데이터를 수집 분석하는 GADM 프로그램을 운영 중이며, 우리나라 대한항공, 아시아나항공, 진에어도 해당 프로그램에 참여하고 있음

다. 국내 항공 안전 정책의 성숙

- 국토교통부의 경우 데이터 기반 안전관리의 중요성을 인지하고, 정부부처, 공항공사, 기상청, 민간기업, 조종사연합, 대학교 등 주요 이해당사자들이 자발적으로 참여하는 ‘항공안전 빅데이터 T/F’를 구성 (2014) 및 운영하고 있음
- T/F를 통해 빅데이터 시범분석, 데이터 공유를 위한 선제 사항 논의, 민간기업의 참여 유도 등의 노력을 다각적으로 펼쳐 왔으며, 이를 통해 빅데이터 구축사업에 추진·참여 공감대를 조성하였음
- 특히, ‘안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축’은 문재인 정부 100대 국정과제 중 하나로, 빅데이터를 활용한 항공안전 안전강화를 주요 내용으로 담고 있음
- 국정과제 이행을 위해, 제1차(2018-2022) 국토교통부 항공안전정책기본계획에 ‘빅데이터 기반 안전관리’를 4차 산업혁명 시대 항공안전 혁신을 위한 중점추진 과제로 선정함

1) 중국 CAAC는 2012년 Implementation and Management of Flight Operation Quality Assurance (FOQA) advisory circular (AC)를 공포함

라. 빅데이터 수집 및 분석 기술의 급성장

- 글로벌 빅데이터 시장 규모는 2018년 415억 달러로 전망되며, Fortune 1,000대 기업 중 생산 업무에 빅데이터를 활용하는 기업은 2014년 기준 67%로 전년 대비 32% 증가함²⁾
- 국내의 경우 통신사 및 금융회사 등에서 상품 판매 현황 분석, 소비패턴 분석 등을 위해 빅데이터를 활용하고 있으며 정부에서도 지역개발·주거 등 공공정책 결정, 과적 단속 위치 선정·구도심 슬럼화 방지 등을 위해 빅데이터를 활용하고 있음
- 항공분야의 경우, FDR, 공항운영 데이터 등 고밀도 (high resolution), 대용량 (large volume), 근실시간 (near realtime) 등 기계적으로 생성되는 데이터 자원이 점차 풍부해지며, 이를 활용한 빅데이터 분석 및 활용에 있어 최적의 분야에 해당 됨
- 미국 NASA의 경우 기계학습, 인공지능, 데이터마이닝 등 대용량 실시간 데이터를 요구하는 기술을 실제 공항 및 항공기 데이터에 분석하는 파일럿 프로그램을 2017년부터 시작하였으며, 이는 TRL 3 연구 개발로, 빅데이터 기반 항공안전관리 기술의 연구 개발 필요성을 방증함

2) “빅데이터 2.0시대, 주요 이슈와 정책점 시사점”, 정보통신정책연구원, 2014

2. 기획연구의 필요성

가. 정책적 필요성

(1) 국제기구의 이행 요구 및 항공선진국의 대응

- UN 산하 국제민간항공기구 (ICAO)는 2018년 개정될 SMM 4th 개정판을 통해 데이터 기반 항공안전관리 및 의사결정을 의무화함. 우리나라는 ICAO 192 체약국 중 36개 상임이사국 중 하나이며, ICAO의 정책에 있어 선제적 이행을 통한 국제 리더십 고취를 도모하고 있음
- 미국, 유럽 등 항공 선진국들은 수십 년 전부터 데이터 분석을 통한 증거 기반 (evidence-based) 항공안전관리 정책을 수용 및 이행하고 있음
- 자국 항공사 들의 경우, 데이터 기반 항공안전관리의 중요성을 이미 인식해 왔으며, 국가 체계의 부재로 인해 국제항공사연합체 (IATA)를 통해 데이터를 분석하고 안전 지식을 전달받는 형식을 취하고 있음
- 이러한 행태는 항공안전을 단일 기업의 문제로만 인식하고 있다는 증빙이며, 국민 안전 및 국가 공역 안전 추구가 공공의 목표라는 인식에 기반한 데이터 공유 및 거버넌스 관련 정책적 노력이 시급함

(2) 관과 민에서 개별적으로 관리되는 항공안전 데이터의 통합

- 우리나라 항공안전 관련 데이터는 관, 민, 공공기관 등 개별 운영자가 개별적으로 수집 및 관리하고 있으며, 이는 비행기의 출발-운항-도착이라는 단일 이벤트에 관한 데이터를 관제기관, 공항공사, 항공사, 정비기관 등이 분할해서 수집 관리하는 것을 의미함

관리기관	주요 데이터 목록
국토교통부	① 안전의무보고 ② 안전감독 ③ 운항자격심사 ④ 항공기등록 ⑤ 비행검사관리 ⑥ 관제업무 관찰기록 ⑦ 공무원교육훈련 관리
교통안전공단	① 항공안전자율보고
한국공항공사 및 인천국제공항공사	① 비행계획 ② 운항현황 ③ 공항별 항공기상 ④ 항공고시보(NOTAM) ⑤ 이동지역 정보 등
항공사	① 비행기록자료 ② 항공기 정비 이력 ③ 조종사 안전보고서 등

표 1 국내 항공분야 관리기관 별 데이터 현황

- 이러한 분할적이고 개별적인 데이터 관리는 국가항공안전 전체의 상황 파악을 어렵게 하여, 국가항공안전 목표 설정 및 이행에 있어 현실성이 결여되는 결과를 가져오며, 이러한 문제점은 항공교통을 이용하는 국민에게 그대로 전가됨
 - 분할 관리되는 데이터를 공유하는 데 있어 가장 큰 걸림돌은, 분석을 통해 발견될 수 있는 위반사항이나 위해요인에 대한 법률적 처벌 혹은 기관 내부의 인사상 불이익으로 파악되며, 이 문제를 해결하기 위해서는 항공법 개정 등 관과 민의 적극적인 논의와 협력이 필요함
- (3) 증가하는 항공 여객 수요에 부합하는 국가 항공안전 증진
- 우리나라 항공교통은 지난 10여년 동안 저가항공 출범 등으로 비약적인 발전을 해 왔으며, 2017년에는 2007년 대비 여객수가 104% 증가하였음
 - 항공산업의 호황은 사고 및 안전 장애의 증가로 귀결되어 지난 5년동안 안전장애는 33% 증가하였음

- 성장하는 항공산업의 규모는 안전 전문가 (사람) 의 간헐적 감독 및 지시에 기반하는 국가항공안전관리의 한계를 예상케 하며, 비약적으로 발전하는 4차산업 기술을 기반으로 한 상시적이고 예측적인 항공안전관리를 통한 국민 안전 증진을 필요로 함

나. 기술적 필요성

(1) 선진국의 기술 선점에 대한 대응

- 세계적 항공 수요 증가와 최고 수준의 항공안전을 달성하고자 하는 국제적 요구사항으로 인해, 데이터 기반 항공안전관리 기술의 수요는 꾸준히 증가할 것으로 전망됨
- 국제기구 및 항공선진국들은 항공안전관리 시장의 점유 및 국가항공안전 증진을 위해 위험관리의 궁극적 단계인 예측적 항공안전관리 기술 개발에 투자와 노력을 아끼지 않고 있음
 - IATA는 전 세계 470개 이상의 기관으로부터 획득된 데이터의 통합 및 관리 플랫폼인 GADM (Global Aviation Data Management) 프로그램을 통해 데이터에 기반을 둔 항공안전관리를 이행하고 있음
 - 미국은 국가기관, 항공사, 제조사 등 항공 분야 내 다양한 단체가 참여하는 빅데이터 프로그램인 ASIAS (Aviation Safety Information Analysis and Sharing) 프로그램을 통해 약 185개의 다양한 데이터에 기반한 위험관리 기술을 개발하고 있음
 - 유럽은 Data4Safety 프로그램을 통해 기존 비행기록데이터에 더하여 항공안전 의무·자율보고, 항공교통관제, 기상 데이터 등 다양한 출처의 빅데이터를 통합 분석하여 예측적 항공안전관리기술 개발을 추진하고 있음
 - 중국 CAAC (Civil Aviation Administration of China)는 평상시 비행자료인 개별 항공사의 FOQA 데이터를 활용한 분석기술 개발에 집중하고 있음
- 현재 사후적/선제적 안전관리에 활용되는 system safety 기술에 있어서는 미국과 유럽, 싱가포르가 유사한 기술 수준으로 평가 되며, 예측적 단계에 요구되는 빅데이터 분야의 경우, 미국이 유일하게 독보적인 기술적 우위를 가지고 있음

- 우리나라의 경우, 예측적 안전관리의 전 단계인 선제적 안전관리 기술의 중간 단계 정도로 평가할 수 있으며, 이는 유럽 및 미국의 선제적 안전관리 단계에서 활용되고 있는 ESD³⁾ (Event sequence diagram), Fault tree⁴⁾, Bayesian belief network⁵⁾ 등의 기술이 현재 한국에서는 매우 제한적으로 활용되고 있는 것을 통해 유추할 수 있음

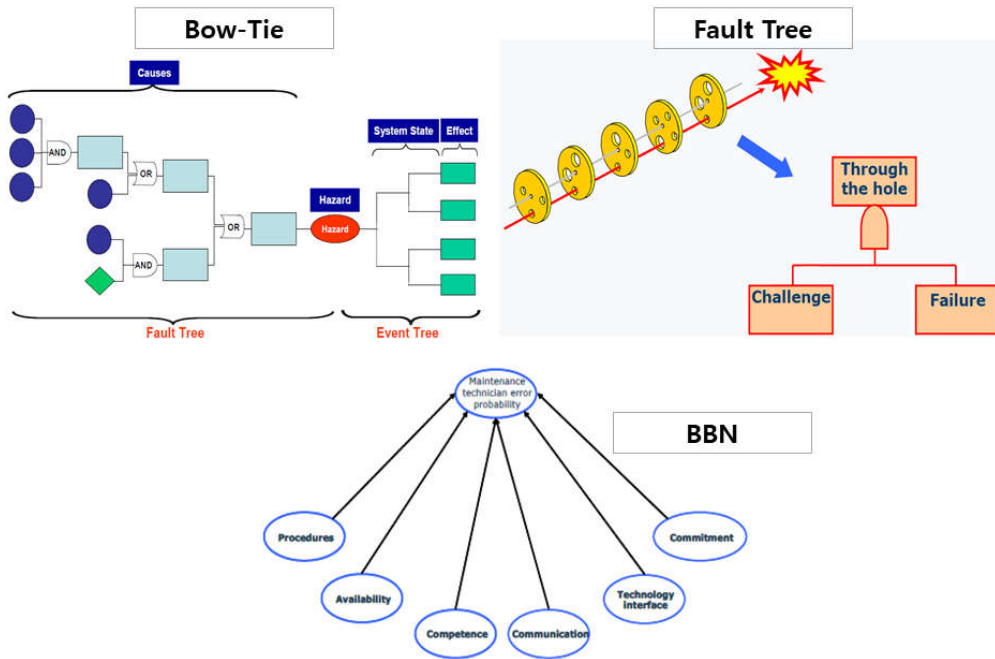


그림 9 선제적 리스크 관리 분석 예시

- 미국과 유럽의 경우 발전된 기술과 풍부한 경험을 바탕으로 타 지역 및 체약국들에 대한 기술이전 시도가 활발히 시도되고 있으며, 항공선진국과의 기술적 격차를 줄이기 위한 연구 개발이 시급함
- 항공안전기술 개발에 발 빠르게 대응하고 있는 항공선진국과 달리 우리나라는 기술 개발을 위한 데이터 습득 등과 같은 연구 기반이 부족한 실정으로 국가차원의 체계적인 계획과 투자를 통해 빅데이터 기반의 예측적 항공안전관리를 위한 단계적 기술 개발이 필요함

3) ESD: 항공사고가 발생하는 과정을 일련의 이벤트 블록으로 연결하여 사고 원인에서부터 결과까지 표현하는 분석 기법
 4) Fault tree: 시스템 고장을 일으키는 요인들을 논리관계로 연결하여 시스템 고장이 일어날 확률을 계산하는 시스템 엔지니어링 기법
 5) Bayesian belief network: 원인과 결과의 관계를 네트워크 형태로 연결하고, 조건부 독립을 표현한 확률 그래픽 모델로 사건이 일어날 가능성 추정에 활용

(2) 4차산업혁명 시대 항공산업의 특성에 기반한 데이터 분석 기술 개발

- 항공교통시스템은 레이더, GPS, 항공기 온-보드 시스템 등 다양한 센서 장비에서 기계적이고 항시적으로 생성되는 데이터가 풍부한 분야이며, 특히 항공기 운항 데이터의 경우 일명 블랙박스인 FDR을 통해 1초에도 수차례 생성 저장되는 특성을 가지고 있음
- 이러한 대용량 실시간 데이터에 기반한 거시적 분석 및 실시간 모니터링은 항공 사고 예방에 매우 유용하게 활용될 수 있으나, 지나치게 방대한 기계 데이터의 특성으로 인해 분석과 활용에 제약이 있었음
- 빅데이터와 인공지능으로 대표되는 4차산업혁명 기술은 항공교통분야에 있어 획기적인 전환점을 가져올 것으로 간주되며, 미국을 포함한 항공선진국도 지난 2,3년 간 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 안전관리 기술에 투자하고 있음
- 특히 미국 NASA의 경우, 공항에 접근하는 비행항적 데이터를 실시간으로 분석하여 unstablized approach와 같은 대표적인 고위험 안전장애를 예측하고 예방하는 기술을 최근에 연구 개발하고 있음

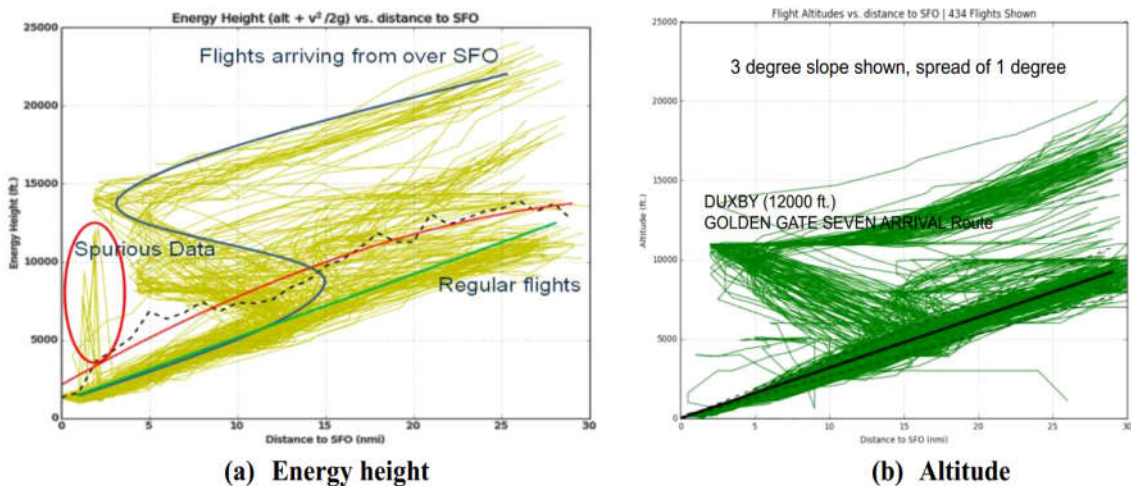


그림 10 항공기 고도 분포 예시

(출처: "DAAS: Data Analytics for Assurance of Safety", 2017)

- ICAO 부속서 19에서도 알 수 있듯이, 항공분야의 경우, 전산화 적인 빅데이터 분석 기술의 중요성과 더불어, 데이터 수집, 관리, 익명성 보장, 활용 방안 등 System of Systems로 대표되는 항공교통시스템에 대한 고도의 전문 지식에 기반한 기술 개발이 병행되어야 함

- 특히, ① 기관별로 산발적으로 생성 관리되고 있는 관련 데이터들을 통합 수집 관리하기 위한 기술 개발이 필요하며, 이를 통해 구축된 ② 다양한 데이터를 연계하여 분석할 수 있는 빅데이터 기반의 분석기술 개발과 ③ 분석 자동화 및 분석결과 공유를 체계적으로 수행할 수 있는 전산 시스템 개발이 시급함
- 구체적으로, 회귀분석, 패턴추출, 언어학습(Text mining), 이상 징후 감지 (Abnormal detection), 딥러닝(Deep learning) 등 광범위한 기계학습 이론을 적용할 수 있으며, 이를 통해 항공기 운항 및 항공시스템 인프라의 잠재적 문제점을 식별하여 항공안전에 활용 가능함
- 방대한 양의 데이터에서 드물게 발생하는 항공 이벤트 발생을 예측하기 위해선 인공지능(AI) 기술에 활용되는 기계학습 기법(딥러닝 등)의 활용이 필수적이며, 항공 데이터의 특성을 반영한 최적의 모델 개발이 필요함

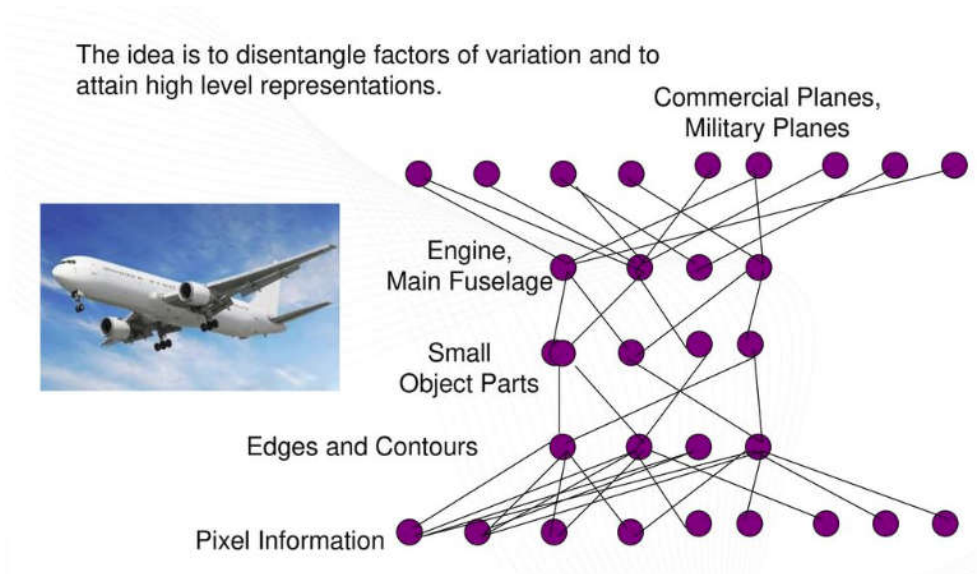


그림 11 항공분야 딥러닝 기법 활용 사례

(출처: Ricardo Vilata, New trends in machine learning and data science, Noesis, Sep., 2015)

다. 기획연구 추진 고려사항

- 통합 DB 및 분석·공유 플랫폼 구축은 개별 기관별 이해관계 상충과 규정 및 권한 부재로 중앙정부 혹은 민간 기관 단독 추진이 불가능하며, 정부와 민간 간의 긴밀한 협력과 협조가 요구됨

- 정부와 민간의 협력 논의에 있어 기술적 세부사항과 활용성 판단에 있어 학술적 의견을 개선하는 주체가 수반되어야 하며, 이를 통해 기관별 비용 및 효용을 객관적으로 파악하고, 거버넌스부터 분석 산출물 활용에 이르는 전 단계에 대한 민-관의 협력 체계를 갖추어야 함
- 처벌 등 불이익에 예민한 개별 기관 데이터의 관리 및 플랫폼 운영 주체를 중앙정부나 산업체로 하는 방안과 이해 당사자가 아닌 제3의 기관으로 선정하는 방안 간 선택에 관하여 전반적인 논의와 합의가 필요함
- 항공안전 빅데이터 플랫폼 구축은 개별 기관들의 데이터 통합과 선제적 항공위험 분석을 가능케 하고, 이를 통한 항공안전증진은 증가하는 항공수요 환경 속에서 궁극적으로 국민 안전을 증진할 수 있음

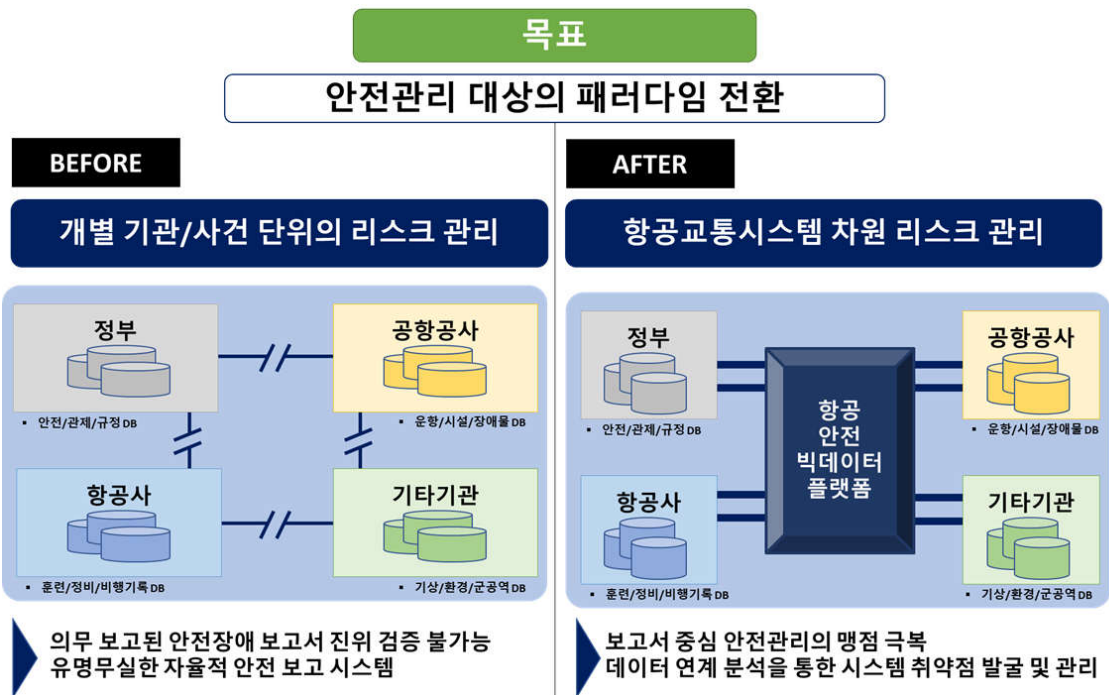


그림 12 빅데이터 기반 항공안전관리 개념도

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향 및 분석

1. 국외 정책동향 및 분석

- 국제민간항공기구 (ICAO) 는 부속서 19 및 SMM을 통해 이해관계자 간 안전정보의 공유·교환과 데이터 기반의 효과적 의사결정을 통한 항공안전 관리를 의무화함. 그리고 데이터에 기반 한 예측적 위험관리를 목표로 GASP (Global Aviation Safety Plan)를 수립함
- 미국 및 유럽 등 항공선진국에서도 데이터에 기반 한 예측적 안전관리를 위해 빅데이터 플랫폼을 운영 및 계획하고 있으며 이를 위한 정책적 기반으로 (가) 데이터 수집 및 관리, (나) 거버넌스에 대한 규정을 수립 및 이행하고 있으며, 각 세부 항목 별 국외 동향은 아래와 같음

가. 국외 데이터 수집 및 관리 정책

(1) 익명성 및 비처벌 원칙

- 미연방항공청은 사고 및 사건 발생 시 반드시 국가에 보고해야하는 의무 보고와, 항공시스템 운영자가 자율적으로 보고하는 자율보고를 체계를 성공적으로 운영하고 있음
- 선제적 안전관리 단계에서 잠재적 위해요인을 발굴하는 데 있어 결정적인 역할을 하는 자율보고의 경우, 국가별로 활성화 격차가 매우 큰 편이나, 미국의 경우 자율성, 비처벌성, 비밀성 원칙의 철저한 준수를 통해 자율보고 프로그램인 ASRS (Aviation Safety Reporting System)를 성공적으로 운영하고 있음
- 특히, ASRS에서는 보고되는 자율보고 사항에 대하여 사건 발생 혹은 파악된 기점으로 10일 이내에 접수할 경우, 특별한 경우를 제외하고 보고내용에 대한 책임 및 처벌로부터 법적으로 보호해주며, 보고자의 익명성은 보고과정 내내 철저히 보호하고 있음

- 또한, 미국의 국가 관제기관인 ATO (Air Traffic Organization)은 항공교통 관제사가 자발적으로 ATSAP (Air Traffic Safety Action Program)에 보고한 사항에 대해서는 비 처벌을 원칙으로 하고 있음

(2) 데이터의 활용 범위

- 사고 및 준사고, 항공안전장애, 자율보고, 비행기록자료 등 항공분야에서 수집되는 데이터는 항공안전증진을 목표로 다음과 같이 활용되고 있음
 - ASRS (Aviation Safety Reporting System)에 수집되는 데이터는 항공사고로 발전할 수 있는 요인들을 사전에 발굴하여 관련 기관에 배포함으로써 항공사고의 발생 가능성을 감축하는 것을 목적으로 함
 - NTSB Aviation Accident/Incident Database는 정확한 사고원인 파악을 통한 항공기의 안전 개선, 조종사를 포함한 항공종사자들의 훈련, 항공기 정비, 항공기 디자인 및 제작, 관제 절차 과정 등의 분야에서 항공안전 권고사항 공표를 목적으로 함
 - IATA Safety Report (IATA accident database)는 IATA 안전 보고서 작성에 활용되고 있으며, 보고서를 통해 항공사고에 원인과 예방 전략 등을 제공함
 - Safety Trend Evaluation Analysis and Data Exchange System (STEADDES)에 수집된 데이터는 전 세계 항공사, 제조사, 연구기관들이 참여, 항공사건 데이터들을 통합하여 중요한 안전관련 트렌드 혹은 결과를 분석한 후 분석 보고서를 참여하고 있는 항공사에 제공하여 안전관리 및 위험평가를 지원하고 있음. 본 데이터는 IATA 내부에서의 접근은 가능하나, 외부로부터의 접근은 불가능하도록 운영되고 있음
 - ASAP (Aviation Safety Action Program)는 조종사, 정비사, 운항관리사, 객실승무원을 포함한 항공사 직원의 자발적인 보고를 장려하는 프로그램으로 확인된 안전 문제에 대한 시정 조치 개발 및 재발 방지를 위한 교육을 위해 사용됨
 - AASES(Air Transportation Association Aviation Safety Exchange System)는 여러 항공사들이 참여하여 각 항공사로부터 ID 관련 정보가 제거 또는 일반화된 사건 데이터를 모은 자동 처리 데이터베이스로서 항공기의 종류, 사건 분야 및 종류, 사건의 발생 위치, 빈도 등에 따라 데이터를 조사함

나. 국외 거버넌스 정책

- 미국은 참여기관의 익명성과 정보보호를 위해 연방정부의 연구센터인 MITRE에 데이터 처리 및 통합을 위임하여 관리 운영 중이며, 민·관 참여 기관들이 위원회를 구성하여 MITRE에 대한 관리감독 활동을 하고 있음
- 유럽은 EAFDM을 통해 비행 데이터 모니터링의 촉진을 담당하는 전문가 그룹을 구성하고 FDM 프로그램의 실행의 개선과 안전성 보장으로 유럽의 목표인 높고 일관된 안전 수준 확보에 기여하고 있음

2. 국내 정책동향 및 분석

가. 100대 국정과제 포함 및 기본계획 수립

- ‘안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축’은 문재인 정부 100대 국정과제 중 하나로, 빅데이터를 활용한 항공안전 안전강화를 주요 내용으로 담고 있음
- 국정과제 이행을 위해, 제1차(2018-2022) 국토교통부 항공안전정책기본계획에 ‘빅데이터 기반 안전관리’를 4차 산업혁명 시대 항공안전 혁신을 위한 중점추진 과제로 선정하였으며, 빅데이터 기반 항공안전증진 로드맵을 수립함
- 항공안전증진 로드맵 추진과제로 빅데이터 활용기반 및 플랫폼 구축을 수행하고자 하며, 이를 통해 예방형 안전관리체계를 구축하고 인프라 보완, 인력수요전망, 지연·결항 분석 등 다양하게 활용하고자 계획하고 있음
 - 빅데이터 활용기반 구축을 위해 데이터 수집 범위 구체화, 항공데이터 현행화 및 표준화, 항공 IT시스템 연계방안 마련, 데이터 보호 및 활용 법령화, 데이터 제공기관과 LOA 체결을 계획
 - 빅데이터 플랫폼 구축을 위해 R&D 기획연구, 빅데이터 기반 시범분석, 빅데이터 분석기술 개발, 플랫폼 구축, 사이버 보안망 구축을 계획
 - 데이터 수집, 분석 및 활용을 위해 IT 및 항공전문가 등을 포함한 항공안전 빅데이터 TF(Task Force) 구성 및 운영



그림 13 항공안전증진 로드맵 추진 목표 및 과제

- 각 항공사는 국가에서 통보한 항공안전 규정을 준수하고 있으며, 자체적인 운항환경 분석 자료를 토대로 항공안전 시스템(SafetyNet 등)을 구축하고 있음
 - 대형 항공사의 경우, 종합통제부서 및 운항본부를 두어 실시간으로 항공안전 환경을 감독하고 있음
 - 국내 항공사에서는 (1) 사고 데이터들로부터 도출된 Finding을 바탕으로 Task별로 분류하여 분석 시행, (2) ICAO 위험 매트릭스에 근거하여 확률(Probability)과 심각도(Severity)를 결합한 위험 레벨을 결정하고 이에 따른 위험 경감 방법 결정, (3) 전문가의 판단에 근거하여 사고의 종류 및 발생 원인에 대한 분류 수행 등을 항공사고 위험 평가 방법 및 정량화 기법으로 활용하고 있음

나. 국내 데이터 수집 및 관리 정책

- 국내 항공안전자율보고시스템인 KAIRS의 경우 보고된 사항이 고의 또는 중대한 과실로 발생한 경우를 제외하고 “경미한 항공안전장애”의 경우 발생일로부터 10일 이내에 그 사실을 보고하면 항공법에 따라 행정처분이 면제될 수 있으며 보고자 및 관련자는 항공법에 의해 신분이 철저히 보호됨

다. 국내 거버넌스 정책

- 국내의 경우, 항공 데이터 자원들이 기관별로 개별 수집 관리되고 있으며, 통합 체계의 부재로 인해 거버넌스 정책은 전무함

2절. 국내외 기술동향 및 분석

1. 국외 기술동향 및 분석

가. 데이터 표준화 기술

- 데이터 표준화 기술은 통합적 데이터 수집 및 관리의 근간으로, 국가별 표준화 노력과 국제 표준화 노력이 동시에 진행되고 있음. 특히, 미국, ICAO, EASA 등 주요 항공안전 리더십 주체들은 컨소시엄 형태의 공동체를 구성하고 이를 통해 아래와 같은 데이터 표준화 및 국제화를 진행하고 있음

(1) ICAO의 ADREP(Accident/Incident Data Reporting) 2000 Taxonomy

- ADREP 2000 Taxonomy는 ICAO의 국제 표준으로 3단계의 계층적 구조로 구성
- 이는 ICAO에서 항공기 사건/사고를 분류하고 안전 동향 분석을 수행하고자 정립한 것으로 Occurrence 카테고리는 2004년부터 분류체계에 속하였으며 현재는 CICTT의 Occurrence 분류체계를 채택하여 사용함
- ICAO는 EuroControl에서 개발하여 이용 중인 ECCAIRS(European Coordination Center for Aviation Incident Reporting System)을 채택하여 시스템 내에 ADREP 코드를 시행하여 국제표준으로 사용하고 있음
- ECCAIRS의 사용을 통해 항공 사고 데이터 저장소의 확대 및 대규모 데이터 기반의 분석을 가능하게 하는 밑바탕이 됨

Term	Acronym
Aerodrome	ADRM
Abrupt manoeuvre	AMAN
Abnormal runway contact	ARC
ATM/CNS	ATM
Birdstrike	BIRD
Cabin safety events	CABIN
Controlled flight into or toward terrain	CFIT
Collision with obstacle(s) during take-off and landing	CTOL
Evacuation	EVAC
External load related occurrences	EXTL
Fire/Smoke (non-impact)	F-NI
Fire/Smoke (post-impact)	F-POST
Fuel related	FUEL
Ground Collision	GCOL
Glider towing related events	GTOW
Icing	ICE
Low altitude operations	LALT
Loss of control – ground	LOC-G
Loss of control – inflight	LOC-I
Loss of lifting conditions en-route	LOLI
Airport/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	MAC
Ground Handling	RAMP
Runway excursion	RE
Runway incursion – vehicle, aircraft or person	RI
Runway incursion – other	RI-O
Rwy incursion-vehicle or a/c	RI-VA
System/component failure or malfunction [non-powerplant]	SCF-NP
powerplant failure or malfunction	SCF-PP
Security related	SEC
Turbulence encounter	TURB
Unintended flight in IMC	UIMC
Undershoot/overshoot	USOS
Collision Wildlife	WILD
Windshear or thunderstorm	WSTRW
Other	OTHR
Unknown or undetermined	UNK

표 2 ICAO ADREP 2000 Taxonomy의 Occurrence 카테고리

(출처: "ECCAIRS Aviation 1.3.0.12 Data Definition Standard", ECCAIRS, 2013)

(2) CAST/ICAO Common Taxonomy Team (CICTT)

- CICTT는 항공사건사고 보고 시스템의 분류체계 및 정의를 규정하기 위해 공동 설립된 기관으로 미국, 국제 기관 및 항공 산업 전문가들로 구성됨
- 이는 국제 항공 사회의 광범위한 노력으로 공동의 항공 안전 분류체계를 개발에 집중된 연구를 수행하며 safety system에 적용 가능한 'Target' 분류체계 정립에 목적을 두고 있음
- CICTT의 분류체계는 ICAO의 ADREP, FAA의 ASIAS등 다양한 기관에서 적용되어 사용하고 있음
- CICTT에서 정립한 분류체계는 Aircraft Make/Model/Series, Aircraft Engine Make/Model/Sub model, Phase of Flight, Aviation Occurrence Category, Aerodrome Taxonomy 및 Positive Taxonomy가 있음

Occurrences	Abbr.
ABNORMAL RUNWAY CONTACT	ARC
ABRUPT MANEUVER	AMAN
AERODROME	ADRM
AIRPROX/TCAS ALERT/LOSS OF SEPARATION/NEAR MIDAIR COLLISIONS/MIDAIR COLLISIONS	MAC
ATM/CNS	ATM
BIRD	BIRD
CABIN SAFETY EVENTS	CABIN
COLLISION WITH OBSTACLE(S) DURING TAKE-OFF AND LANDING	CTOL
CONTROLLED FLIGHT INTO OR TOWARD TERRAIN	CFIT
EVACUATION	EVAC
EXTERNAL LOAD RELATED OCCURRENCES	EXTL
FIRE/SMOKE (NON-IMPACT)	F-NI
FIRE/SMOKE (POST-IMPACT)	F-POST
FUEL RELATED	FUEL
GLIDER TOWING RELATED EVENTS	GTOW
GROUND HANDLING	RAMP
GROUND COLLISION	GCOL
ICING	ICE
LOSS OF CONTROL - GROUND	LOC-G
LOSS OF CONTROL - INFLIGHT	LOC-I
LOSS OF LIFTING CONDITIONS EN-ROUTE	LOLI
LOW ALTITUDE OPERATIONS	LALT
MEDICAL	MED
NAVIGATION ERRORS	NAV
OTHER	OTHR
RUNWAY EXCURSION	RE
RUNWAY INCURSION	RI
SECURITY RELATED	SEC
SYSTEM/COMPONENT FAILURE OR MALFUNCTION (NON-POWERPLANT)	SCF-NP
SYSTEM/COMPONENT FAILURE OR MALFUNCTION (POWERPLANT)	SCF-PP
TURBULENCE ENCOUNTER	TURB
UNDERSHOOT/OVERSHOOT	USOS
UNINTENDED FLIGHT IN IMC	UIMC
UNKNOWN OR UNDETERMINED	UNK
WILDLIFE	WILD
WIND SHEAR OR THUNDERSTORM	WSTRW

표 3 CICTT Occurrence Category

(출처: "AVIATION OCCURRENCE CATEGORIES", CICTT, 2017)

나. 국외 데이터 분석기술 사례

○ WEATHER-RELATED AVIATION ACCIDENT STUDY 2003-2007 (FAA, 2010)

- NTSB Accident and Incident Database 내 항공사고 및 준사고의 발생원인이 날씨였던 이벤트들을 분석하여 사고 유형과 운항 관련 유형, 조종사 자격 등 다양한 요인과 날씨 간 관계를 찾아냄
- 운영 규칙(operating rules)을 기준으로 분류하여 분석된 결과 turbulence, fog, tailwind, crosswind, gusts 등이 다른 요인들과 연계되었을 때 사고 및 준사고 발생원인이 되었음을 확인함



그림 14 Weather-related vs. non-weather-related accidents

(출처: "WEATHER-RELATED AVIATION ACCIDENT STUDY 2003-2007", ASIAs, 2010)

○ Wake & Weather Turbulence Report (FAA, 2016)

- NTSB 사고 데이터 중 turbulence가 사고의 원인이거나 기여 요인이었던 이벤트들을 분석하여 turbulence로 인해 발생한 사고의 추세를 파악함
- 2002년부터 2013년까지 날씨와 연관된 사고 2,983건 중 182건이 turbulence와 연관되었으며, 이 중 38건은 심각한 사고에 속함

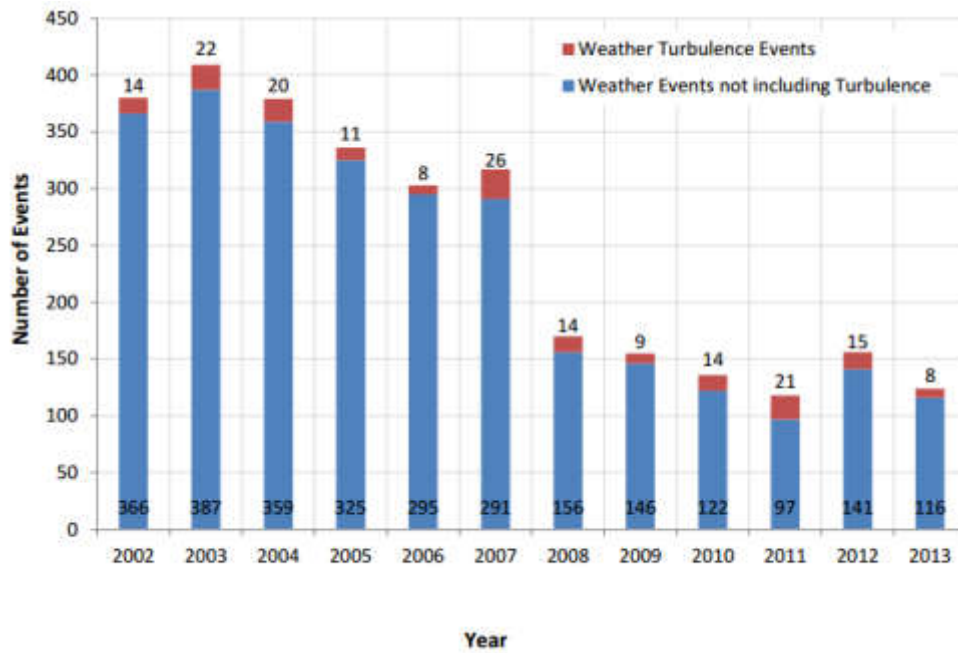


그림 15 Comparison of weather events to turbulence events

(출처: "Wake & Weather Turbulence Report", FAA, 2016)

○ Study on models and methodology for safety assessment of Runway End Safety Areas (EASA, 2014)

- runway overrun과 undershoot 데이터를 기반으로 runway overrun과 undershoot의 위치에 따른 발생확률을 산정하여 적절한 RESA (Runway End Safety Area) 위험 평가 적용 방안을 도출함
- NLR Air Safety Database 내 데이터를 활용하여 Univariate analysis, 상관분석, 로지스틱 회귀분석 기법등을 통해 분석함

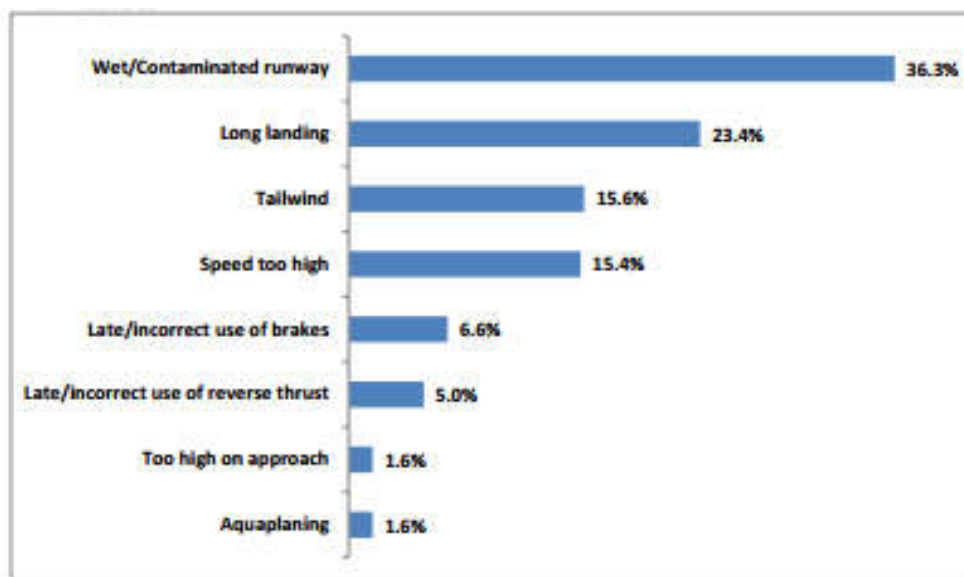


그림 16 Main causal factors for landing overruns as percent of landing overruns with known causes

(출처: "Study on models and methodology for safety assessment of Runway End Safety Areas", EASA, 2014)

○ DAAS: Data Analytics for Assurance of Safety (Ankit Tyagi et al., 2017)

- 국가공역체계(NAS, National Airspace System) 내 실시간 안전 보증 아키텍처와 관련된 연구로 대용량 및 다양한 데이터 및 기계학습을 저장 및 처리하는 DAAS의 개별 구성 요소에 대한 설명 및 샌프란시스코 공항 시범 분석 결과를 제시함

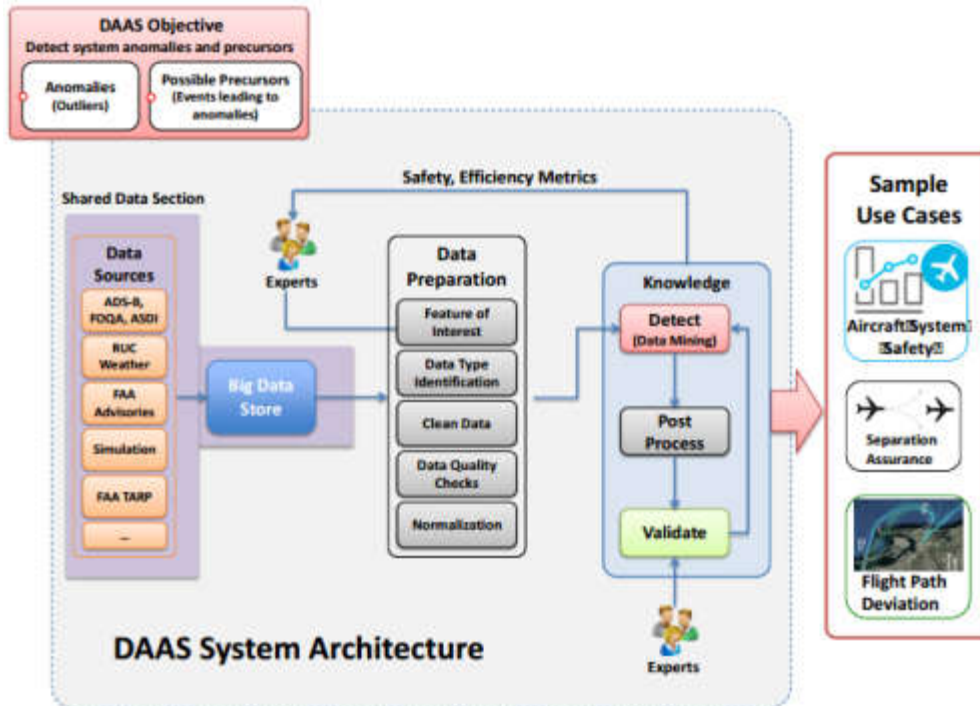


그림 17 DAAS Architecture Overview

(출처: "DAAS: Data Analytics for Assurance of Safety", Ankit Tyagi et al, 2017)

○ Discovering Anomalous Aviation Safety Events using scalable Data Mining Algorithms (B. Matthews et al., 2013)

- NASA Ames Research Center에서 머신러닝 기법을 활용하여 항공안전 준사고의 전조 현상을 식별하기 위해 개발한 프로세스임
- 본 프로세스에는 각 항공기로부터 수집된 방대한 정형, 비정형 데이터를 데이터 형태에 따라 Sequence Miner, Multiple Kernel Anomaly Detection (MKAD), Outlier Detection (iOrca) 등 머신러닝 기법을 적용한 변칙(anomaly) 탐지 수행, 발견된 변칙에 대한 군집분석, 시계열분석 수행 후 결과를 TRD (Text Reports Database)에 저장하여 전문가 집단으로부터 유효성을 검증 및 결과에 대한 최종 보고까지의 절차를 포함하고 있음

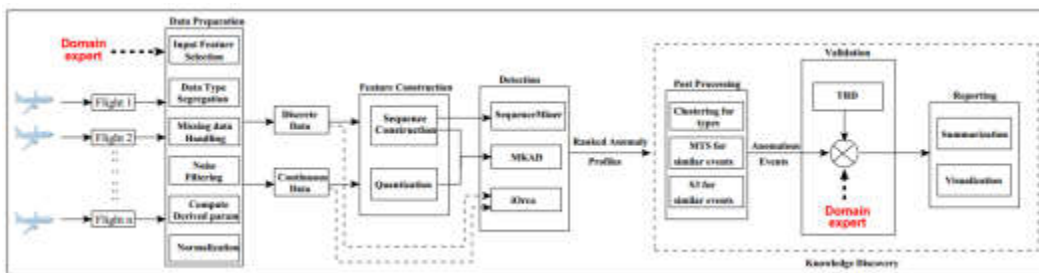


그림 18 Aviation Safety Knowledge Discovery (AvSKD) process

(출처: "Discovering Anomalous Aviation Safety Events using scalable Data Mining Algorithms", B. Matthews et al., 2013)

다. 국외 빅데이터 프로그램 및 플랫폼

(1) ASIAS (Aviation Safety Information Analysis and Sharing)

- 미국의 ASIAS 프로그램은 항공 안전 정보의 통합·분석을 목적으로 비행 자료 외에 관제, 공항, 교통량 자료 등을 포함한 185개의 데이터 소스에 접근할 수 있고, 위험관리 및 새로운 위해요인의 식별을 목적으로 Commercial Aviation Safety Team (CAST), General Aviation Joint Steering Committee (GAJSC)와 파트너십을 맺고 있음

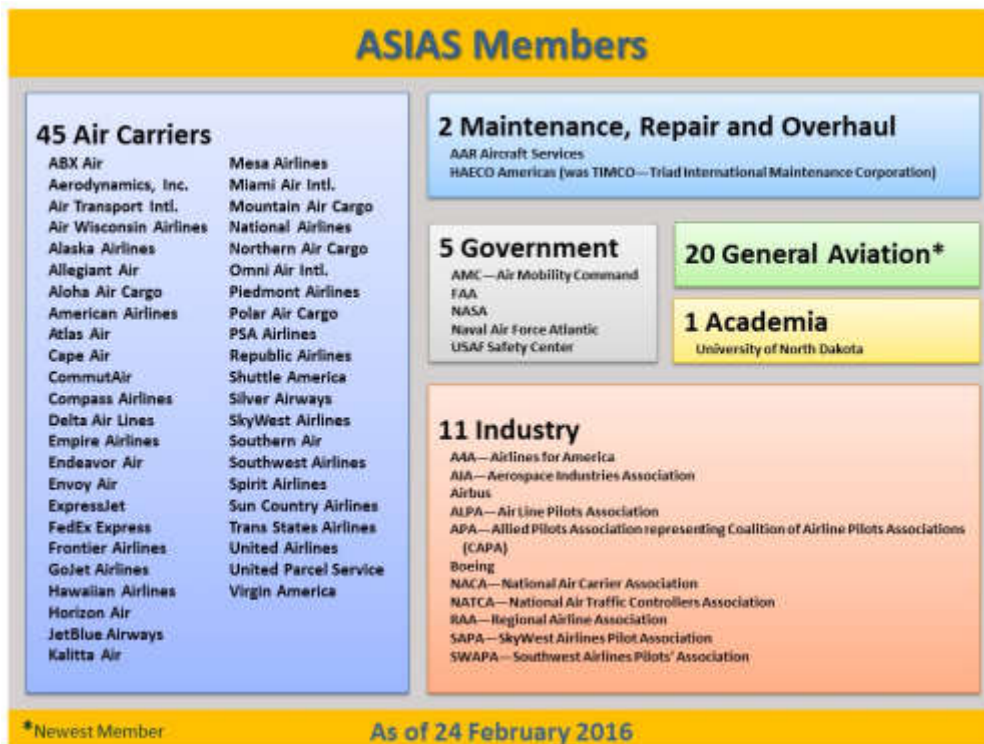


그림 19 ASIAS Program 참여기관

(출처: "ASIAS Overview", ASIAS, 2016)

- ASIAS를 구성하고 있는 데이터에는 항공사 내의 안전보고, 비행자료, 관제 안전보고, 제작데이터 등의 서비스 제공자의 데이터(propriety data)와 항공 사고·준사고, 자율보고, 활주로 침범 등의 국가 안전데이터(safety data), 그리고 항로감시, 항로변경지연, 공항운영 등의 관제정보(ATC information)와 그 밖의 기상, 교통량 데이터 등이 있음
- 국가 공역시스템의 추세를 사전에 파악하고 운영 환경의 변화로 인한 영향을 평가하기 위해 사용되며 데이터 분석을 통해 발견된 안전 정보는 업계 전반에 걸쳐 개선 및 안전 관리 시스템 지원을 위해 사용됨



그림 20 ASIAS의 접근 가능한 데이터 소스

(출처: "ASIAS Overview", ASIAS, 2016)

- 다양한 데이터베이스로부터 서술정보, 이벤트 정보, 발생일시, 장소, 운전자, 항공기, 운항정보별 색인정보 검색 기능 뿐 아니라 관련 연구 및 분석 보고서에 대한 자료도 제공하고 있음

○ AIDS (Accident Incident Data System)

- 민간항공의 모든 분야에서 발생하는 준사고 데이터를 수집하는 데이터베이스로, 준사고란 National Transportation Safety Board (NTSB)에서 정의한 항공기체의 손상 및 인적 부상을 수반하지 않은 이벤트를 말함. 예를 들어, 항공기와 조류의 충돌과 같이 항공기 손상이라고 보기에 불충분한 사건에 대한 기록으로서 항공 안전프로그램과 항공기 제작 시 유용한 안전 정보로 활용 가능함
- FAA는 항공기 준사고에 대하여 각 항공기별로 보고서를 발간하고, AIDS 데이터베이스는 1978년부터 현재까지의 발생한 준사고를 기록하며 사고 데이터는 위치정보, 항공기정보, 항공사정보, 운영자 정보, 상세서술정보, 특이점, 날씨와 주변 환경정보, 조종사 정보의 카테고리별로 나누어짐

○ NTSB Aviation Accident/Incident Database

- NTSB (National Transportation Safety Board)는 미국 내에서 발생하는 항공을 포함한 철도, 고속도로, 해양 사고를 조사하는 독립된 연방 기구로서 매년 크고 작은 2,000여건의 항공기 사고를 조사하고 있음
- 사고원인을 정확히 파악하여 항공기의 안전 개선, 조종사를 포함한 항공종사자들의 훈련, 항공기 정비, 항공기 디자인 및 제작, 관제 절차 과정 등의 분야에서 항공 안전 권고사항을 공표함
- NTSB 사고/준사고 데이터베이스는 항공사고와 원인요소에 대한 정보를 제공하고 있으며 타 리포트와 비교해 데이터베이스의 방대함뿐만 아니라 데이터 자체의 상세함이 특징임

○ FOQA (Flight Operations Quality Assurance)

- 항공 산업의 확대와 교통량의 증가로 늘어날 수 있는 항공 사고 증가율을 줄이기 위해서 1995년 미국항공사들이 시작한 자발적 참여 프로그램으로 실제 비행에서 발생하는 기술적인 결함, 위험한 상황들에 대한 비행데이터를 수집/분석하는 것을 목적으로 함
- 승무원들의 수행 능력 및 교육, 항공기 운영 및 관리에 관한 절차, 항공 교통 통제 그리고 공항 설계 및 유지 등 항공 운항의 광범위한 부문에 적용이 가능함

- 사람이 주관적으로 기록하는 다른 안전 보고 시스템들(e.g. ASRP, ASAP)과 달리 FOQA는 비행 중에 발생한 상황들에 대한 객관적이고 정량적인 데이터를 제공하고 있기 때문에 항공 운영의 많은 부분들에 대한 정확한 정보를 제시할 뿐만 아니라 이를 활용해 안전 관련 주요 쟁점 사항들에 대한 객관적인 평가를 가능하게 함
- 다양하게 발생할 수 있는 안전 문제와 이를 해결하고 제거하기 위한 대응책을 마련하기 위해 전 세계 많은 항공사들이 FOQA 데이터 분석을 사용하고 있음
- FOQA 데이터는 항공기에 장착된 센서와 시스템을 통해 항공기에 어떠한 상황이 발생했는지 알려주는 데 그쳐 FOQA 데이터만으로는 그 상황의 원인에 대한 정보를 파악하기 어려움
- 이러한 이유로 많은 항공사들은 다른 안전 보고 시스템 혹은 내부 보고 시스템을 통해 얻을 수 있는 정보들을 바탕으로 FOQA 데이터의 부족한 점을 보완하고 있음

○ RWS (Runway Safety Office Runway Incursion)

- FAA Runway 안전부서에서는 비행장에서의 활주로 및 Surface 침입 사건을 결정해주는 역할을 하며, 공항교통관제타워와 공항에서만 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 침입은 활주로안전 부서에 의해 평가되고 사건의 심각도에 따라 분류

(2) GAIN (Global Aviation Safety Network)

- 비영리 국제기구인 Flight Safety Foundation에서 항공안전증진을 위해 항공 업계 관계자들로부터 안전정보를 자발적으로 수집 및 공유하도록 촉진하는 프로그램으로 미국 및 유럽 내 국가 및 항공사 데이터 뿐 아니라, 전세계 데이터를 통합, 관리 및 분석을 수행하고 있음
- AQD (Aviation Quality Database)
 - 안전 관리 및 품질 보증을 지원하는 포괄적이고 통합된 도구로 효과적인 위험관리를 위한 데이터 수집, 분석 및 계획을 위한 도구를 제공함
 - 단일 사용자 데이터베이스에서부터 광범위한 네트워크를 통한 기업 데이터베이스 또한 포함하는 복수 데이터베이스에도 사용됨
 - 공동 분석을 위한 내부 및 외부 품질 및 안전 감사와 함께 항공사고, 준사고 및 항공안전장애 데이터를 수집하여 안전관리 및 품질 보증 지표의 추세 분석을 수행함
 - Superstructure Group에서 개발한 AQD는 위험관리 활동을 향상하고 국제 비행안전기준에 대한 기준 보장을 지원하기 위한 통합 안전&위험관리 시스템임
- AERO (Aeronautical Events Reports Organizer)
 - 안전 보고서 관리 및 분석 시스템으로 안전부서의 관리를 지원하기 위해 개발된 File Maker 데이터베이스임
 - 안전부서와 모든 직원간의 소통을 향상시키고 자동화된 처리를 통한 보고서 작성을 목적으로 함
 - 비행데이터 추적, 측정, 시뮬레이션 등 기능을 수행할 수 있음
- AIRS (Aircrew Incident Reporting System)
 - 조종사의 행동에 영향을 끼칠 수 있는 환경적, 개인적, 조직적 요인 분류에 기반한 요인 분석을 통한 항공기 내 조종사 인적요인 분석 수행
 - Airbus Flight Operations Monitoring 패키지의 일부 시스템으로 20개 이상의 항공사가 사용하고 있음

(3) Data4Safety

- 유럽 항공 시스템에서 항공안전관리를 지원할 수 있는 다양한 항공데이터를 분석하여 결과를 공유함으로써 최고 수준의 항공안전관리를 지원하고자 하는 유럽의 빅데이터 프로그램임
 - 기계학습, 텍스트마이닝, 인공지능 등 최신 IT 기술 활용하여 데이터 기반 의사결정을 수행할 수 있도록 함
 - 안전위험관리프로세스는 데이터 수집 및 분석을 기반으로 하며 안전 문제 식별, 안전 문제 평가, 안전 조치 정의 및 프로그래밍, 구현 및 모니터링, 안전 성과로 구성되어 있음
- 유럽항공안전청(EASA), 영국민간항공국(UK CAA), 스페인항공안전보안당국(AESA), 프랑스항공보안국(DSAC France), 아일랜드항공당국(IAA), 유럽조종사협회(ECA), Boeing, Airbus, EasyJet·British Airways 등 5개 항공사가 참여하고 있음
 - 모든 이해관계자 간 자발적이고 협력적인 파트너십, 협업을 통한 독립적인 거버넌스, 다른 국제 이니셔티브(미국, ICAO, IATA 등)와 연계
 - 이해관계자 간 파트너십을 통해 유럽 여러 기관에 분산되어 있는 데이터를 빅데이터 플랫폼에 통합하고 항공전문가, 데이터과학자간 협력을 통해 분석을 수행함
 - 비행기록데이터(FDM), 안전보고서(Safety Reports), 항공교통관제 데이터(ATC Data), 기상 데이터 등을 통한 분석결과는 안전성과지표, 안전 문제연구, 취약점발견, 벤치마킹 등으로 활용됨
 - 복행(Go-around), 악기상(Adverse weather) 관련 연구 진행 계획

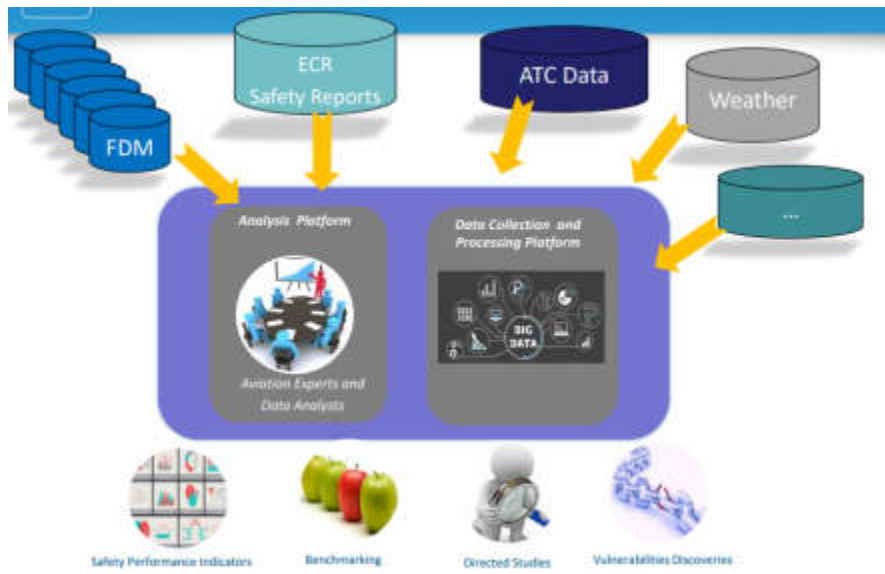


그림 21 Data4Safety 구성

(출처: "Data4Safety", EASA, 2017)

2. 국내 기술동향 및 분석

가. 데이터 표준화 기술

- 국토교통부는 항공안전 의무보고 운영과 관련하여 항공기사고등의 이벤트 유형, 발생시점 별 비행단계 분류는 국제민간항공기구의 표준분류를 활용하고 있으며, 항공기 고장 및 결함 관련 분류는 BOEING사의 분류를 활용하고 있음
- 항공안전의무보고체계로 16개의 준사고 코드 및 49개의 안전장애 코드를 표준화하여 사용하고 있음
 - 항공기 준사고란 항공안전장애에 중대한 위해를 끼쳐 항공기사고로 이어질 수 있었던 것으로서 아래와 같이 분류됨

항공기 준사고 항목	참조 ICAO기준	소관분야		
		주	협조1	협조2
1. 항공기의 위치, 속도 및 거리가 다른 항공기와 충돌위험이 있었던 것으로 판단되는 근접비행이 발생한 경우(다른 항공기와의 거리가 500피트 미만으로 근접하였던 경우를 말한다)	Annex 13	관제	운항	-
2. 항공기가 정상적인 비행 중 지표, 수면 또는 그 밖의 장애물과의 충돌(CFIT)을 가까스로 회피한 경우	(상동)	관제	운항	-
3. 항공기, 차량, 사람 등이 허가 없이 또는 잘못된 허가로 항공기 이륙·착륙을 위해 지정된 보호구역에 진입하여 다른 항공기와 충돌할 뻔 한 경우	(상동)	관제	운항	-
4. 항공기가 다음 각 목의 장소에서 이륙하거나 이륙을 포기한 경우 또는 착륙하거나 착륙을 시도한 경우 가. 폐쇄된 활주로 또는 다른 항공기가 사용 중인 활주로 나. 허가 받지 않은 활주로	(상동)	관제	운항	공항

항공기 준사고 항목	참조 ICAO기준	소관분야		
		주	협조1	협조2
다. 유도로(회전익항공기가 허가를 받고 이륙하거나 이륙을 포기한 경우 또는 착륙하거나 착륙을 시도한 경우는 제외한다)				
5. 항공기가 이륙·착륙 중 활주로 시단(始端)에 못 미치거나(Undershooting) 또는 종단(終端)을 초과한 경우(Overrunning) 또는 활주로 옆으로 이탈한 경우	(상동)	운항	관제	정비 / 공항
6. 항공기가 이륙 또는 초기 상승* 중 규정된 성능에 도달하지 못한 경우 * 초기 상승 : 별표6 참조	(상동)	정비	운항	-
7. 비행중 운항승무원이 조종능력을 상실한 경우	(상동)	운항	정비	-
8. 조종사가 연료량 또는 연료배분 이상으로 비상선언을 한 경우(연료의 불충분, 소진, 누유 등으로 인한 결핍 또는 사용가능한 연료를 사용할 수 없는 경우를 말한다)	(상동)	운항	정비	-
9. 항공기 시스템의 고장, 기상 이상, 항공기 운용한계의 초과 등으로 조종상의 어려움이 발생했거나 발생할 수 있었던 경우	(상동)	정비	운항	-
10. 다음 각 목에 따라 항공기에 심각한 손상이 발견된 경우				
가. 항공기가 지상에서 운항 중 다른 항공기나 장애물, 차량, 장비 또는 동물과 접촉·충돌	(상동)	운항	관제	공항
나. 비행 중 조류(鳥類), 우박, 그 밖의 물체와 충돌 또는 기상 이상 등	(상동)			
1) 조류와 충돌한 경우		정비	운항	공항
2) 우박, 그 밖의 물체와 충돌		정비	운항	-

항공기 준사고 항목	참조 ICAO기준	소관분야		
		주	협조1	협조2
3) 기상 이상 등		운항	정비	-
다. 항공기 이륙·착륙 중 날개, 발동기 또는 동체와 지면의 접촉. 다만, Tail-Skid의 경미한 접촉 등 항공기 이륙·착륙에 지장이 없는 경우는 제외한다.	(상동)	운항	정비	-
11. 비행 중 비상용 산소를 사용해야 하는 상황이 발생한 경우	(상동)	운항	정비	-
12. 운항 중 항공기 구조상의 결함(aircraft structural failure)이 발생한 경우 또는 발동기의 내부 부품이 발동기 외부로 떨어져 나간 경우를 포함하여 발동기의 내부 부품이 분해된 경우(항공기 사고로 분류된 경우는 제외한다)	(상동)	정비	운항	-
13. 운항 중 발동기에서 화재가 발생하거나 조종실, 객실이나 화물칸에서 화재·연기가 발생한 경우(소화기를 사용하여 진화한 경우를 포함한다)	(상동)	정비	운항	-
14. 비행 중 비행 유도 및 항행에 필요한 예비시스템 중 2개 이상의 고장으로 항행에 지장을 준 경우	(상동)	정비	운항	-
15. 비행 중 2개 이상의 항공기 시스템 고장이 동시에 발생하여 비행에 심각한 영향을 미치는 경우	(상동)	정비	운항	-
16. 운항 중 비의도적으로 항공기 외부의 인양물이나 탑재물이 항공기로부터 분리된 경우 또는 비상조치를 위해 의도적으로 항공기 외부의 인양물이나 탑재물이 항공기로부터 분리한 경우	(상동)	운항	정비	-

표 4 항공기 준사고 항목별 소관분야

(출처: "항공안전 의무보고 운영에 관한 규정 [별표2]")

- 항공안전장애란 항공기사고 및 항공기준사고 외에 항공기의 운항 등과 관련하여 항공안전에 영향을 미치거나 미칠 우려가 있었던 것으로서 아래와 같이 분류됨

항공안전장애 항목	참조 ICAO기준 및 지침 등	소관분야		
		주	협조1	협조2
1. 항공기의 위치, 속도 및 거리가 다른 항공기와 충돌위험이 있었던 것으로 판단되는 근접비행이 발생한 경우(항공법규 등 관련 규정에 따라 항공기 상호간 분리최저치 이상인 경우는 제외한다)	Doc 4444	관제	운항	-
2. 공중충돌경고장치 회피조언(ACAS RA)에 따른 항공기 기동(機動)이 있었던 경우. 다만, 항공교통관제사가 항공법규 등 관련 규정에 따라 항공기 상호간 분리최저치 이상을 유지한 것으로 확인한 때에는 제외한다.	Doc 4444	관제	운항	-
3. 항공기, 차량, 사람 등이 허가 없이 또는 잘못된 허가로 항공기 이륙·착륙을 위해 지정된 보호구역에 진입하였으나 다른 항공기의 안전운항에 지장을 주지 않은 경우	Doc 9870	관제	운항	-
4. 항공기가 허가 없이 비행금지구역 또는 비행제한구역에 진입한 경우	Doc 4444 Doc 9859	관제	운항	-
5. 운항 중 항공기와 관제기관 간 양방향 무선통신이 두절된 경우	Doc 4444	관제	운항	-
6. 항공기, 차량, 사람 등이 유도로에 무단으로 진입한 경우				
가. 항공기가 유도로에 무단으로 진입한 경우	Doc 4444 Doc 9981	관제	운항	공항
나. 차량, 사람 등이 유도로에 무단으로 진입한 경우	Doc 9981	공항	관제	-

항공안전장애 항목	참조 ICAO기준 및 지침 등	소관분야		
		주	협조1	협조2
7. 항공기가 지상이동(Taxiing) 중 유도로를 이탈한 경우	Doc 9981	운항	정비	공항
8. 항공기가 이륙활주 도중 중단(Rejected take-off)한 경우 가. 부적절한 외장 설정(incorrect configuration warning) 나. 항공기시스템 기능장애 등 정비요인 다. 항공교통관제지시, 기상 등 기타사유	Annex 13 Annex 13 Doc 4444	운항 정비 관제	정비 운항 운항	- - -
9. 항공기 이륙·착륙 중 날개, 발동기 또는 동체가 지면에 접촉한 경우	Annex 13	운항	정비	-
10. 항공기가 지상에서 운항 중 다른 항공기나 장애물, 차량, 장비 또는 동물과 접촉·충돌한 경우 가. 항공기가 장애물 또는 동물과 접촉한 경우 나. 항공기가 차량, 장비 등과 접촉한 경우	Annex 14 Doc 9981	공항 운항	운항 공항	관제 관제
11. 항공기가 비행 중 조류, 우박, 그 밖의 물체와 접촉·충돌한 경우 가. 조류와 충돌하였으나 항공기 손상이 발생하지 않은 경우 나. 조류와 충돌하여 항공기 손상이 발생한 경우 다. 우박 및 그 밖의 물체와 접촉·충돌한 경우	Annex 14 Annex 13	공항 정비 운항	- 공항 정비	- 운항 -

항공안전장애 항목	참조 ICAO기준 및 지침 등	소관분야		
		주	협조1	협조2
12. 비행 중 비상선언을 한 경우	Annex 13	운항	관제	정비
13. 항공기가 중량배분 한계를 초과하여 운항한 경우	-	정비	운항	-
14. 비행 중 정상적인 조종을 할 수 없는 정도의 레이저 광선에 노출된 경우	Doc 9815	운항	공항	-
15. 비행 중 전방향표지시설(VOR), 거리측정시설(DME), 계기착륙시설(ILS) 또는 자동중속감시시설(ADS-B)의 기능 장애가 발생한 경우	Doc 9859	운항	항행 시설	관제
16. 운항중 공항정보방송시설(ATIS)의 수신장애가 발생한 경우	Doc 9859	운항	항행 시설	관제
17. 비행 중 급기동 또는 난기류 등으로 승객 또는 승무원이 부상당한 경우	-	운항	관제	
18. 운항 중 임무 중인 객실승무원이 안전업무 수행능력을 상실한 경우	-	운항	-	
19. 운항 중 비정상적으로 항공기의 문이 열린 경우	Annex 13	운항	정비	
20. 운항 중 엔진 덮개가 풀리거나 이탈한 경우	-	정비	운항	-
21. 항공기의 운항 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사유로 발동기가 정지된 경우 가. 발동기의 연소 정지 나. 발동기 또는 항공기 구조의 외부 손상 다. 외부 물체의 발동기 내 유입 또는 발동기 흡입구에 형성된 얼음의 유입	Doc 9760	정비	운항	-

항공안전장애 항목	참조 ICAO기준 및 지침 등	소관분야		
		주	협조1	협조2
22. 비행 중 항공기의 연료공급시스템과 연료덤핑 시스템에 영향을 주는 고장이나 위험을 발생시킬 수 있는 연료 누출이 발생한 경우	Doc 9760	정비	운항	-
23. 비행 중 의도하지 아니한 착륙장치의 내림이나 올림 또는 착륙장치의 문 열림과 닫힘이 발생한 경우	Doc 9760	정비	운항	-
24. 운항 중 항공기 구성품 또는 부품의 고장으로 인하여 조종실 또는 객실에 연기·증기 또는 중독성 유해가스가 축적되거나 퍼지는 현상이 발생한 경우	Doc 9760	정비	운항	-
25. 운항 중 화재가 발생한 경우(화재경보시스템이 작동한 경우를 포함한다)	Doc 9760	정비	운항	-
26. 지상 이동 중 또는 이륙·착륙을 위한 지상 활주 중 제동력 상실을 일으키는 제동시스템 구성품의 고장이 발생한 경우	Doc 9760	정비	운항	-
27. 운항 중 비상조치를 하게 하는 항공기 구성품 또는 시스템의 고장이 발생한 경우	Doc 9760	정비	운항	-
28. 비상탈출을 위한 시스템, 구성품 또는 탈출용 장비가 고장, 결함, 기능 장애 또는 비정상적으로 전개한 경우(훈련, 시험, 정비 또는 시험 시 발생한 경우를 포함한다)	Doc 9760	정비	운항	-
29. 비행 중 발동기 배기시스템 고장으로 발동기, 인접한 구조물 또는 구성품이 파손된 경우	Doc 9760	정비	운항	-
30. 운항 중 프로펠러 페더링시스템(feathering system) 또는 항공기의 과속을 제어하기 위한 시스템에 고장이 발생한 경우(운항 중 프로펠러 페더링이 발생한 경우를 포함한다)	Doc 9760	정비	운항	-

항공안전장애 항목	참조 ICAO기준 및 지침 등	소관분야		
		주	협조1	협조2
31. 대수리가 요구되는 항공기 구조 손상이 발생한 경우	Doc 9760	정비 감함	운항	-
32. 제작사가 제공하는 기술자료에 따른 최대허용 범위(제작사가 기술자료를 제공하지 않는 경우에는 국토교통부장관이 법 제17조제2항에 따라 고시하는 항공기 기술기준에 따른 최대허용범위를 말한다)를 초과한 항공기 구조의 균열, 영구적인 변형이나 부식이 발생한 경우	Doc 9760	정비 감함	운항	-
33. 항공기의 고장, 결함 또는 기능장애로 비정상 운항이 발생한 경우	Doc 9760	정비	운항	-
34. 고장, 결함 또는 기능장애로 항공기에서 발동기를 조기에 떼어 낸 경우	Doc 9760	정비	-	-
35. 안전운항에 지장을 줄 수 있는 물체가 활주로 위에 방치된 경우	Doc 9981	공항	관제	운항
36. 항공교통관제 허가 또는 지시를 위반한 경우	Doc 4444	관제	운항	-
37. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 원인으로 안전운항에 지장을 줄 수 있는 중대한 장애(serious difficulty)가 발생한 경우				
가. 조종사의 비행규칙 또는 비행절차 위반	-	운항	관제	-
나. 잘못된 운항절차 또는 항공교통관제절차	Doc 4444	운항	관제	-
다. 항행안전시설의 기능 장애	-	항행 시설	운항	관제
라. 항공교통관제업무 제공의 중단	Doc 4444	관제	운항	-

항공안전장애 항목	참조 ICAO기준 및 지침 등	소관분야		
		주	협조1	협조2
38. 항공기 감시장비(레이더 등)에 최저안전고도 경고(MSAW)가 표시된 것 중 항공기가 항공교 통관제사와 협의 없이 의도하지 않게 해당 지역의 최저안전고도 미만으로 강하한 경우	Annex 13 Doc 4444	관제	운항	-
39. 항공기 감시장비에 근접충돌 경고(STCA)가 표시된 것 중 항공기가 서로 근접한 경우(항공법 규 등 관련 규정에 따라 항공기 상호간 분리최저치 이상인 경우는 제외한다)	Doc 4444 Doc 9859	관제	운항	-
40. 주기(駐機) 중인 항공기와 차량(장비) 또는 물체 등이 충돌한 경우(운항 중인 항공기는 제외한다)	Doc 9981	공항	관제	운항
41. 이동지역 내에서 차량과 차량, 장비, 사람이 충돌하거나 장비와 사람이 충돌하여 사람이 다치거나 또는 차량·장비가 손상된 경우	Doc 9981	공항	관제	-
42. 활주로, 유도로 및 계류장이 항공기 운항에 지장을 줄 정도로 중대한 손상을 입은 경우	Doc 9981	공항	관제	운항
43. 항공기 이동지역에서 항공기 운항에 지장을 줄 정도의 화재가 발생한 경우	Doc 9981	공항	관제	운항
44. 항공기 이동지역에서 운항 중인 항공기의 안전에 지장을 준다고 판단되는 항공기의 부품·구조물 또는 위험물 등이 발견된 경우	Doc 9981	공항	관제	운항
45. 항공기 급유 중 항공기 정상 운항을 지연시킬 정도의 기름이 유출된 경우	Doc 9859	운항	공항	관제
46. 항공등화시설의 운영이 중단된 경우	Doc 9859	공항	관제	운항
47. 다음 각 목의 항행안전무선시설의 운영이 중단된 경우 가. 무지향표지시설(NDB) 나. 전방향표지시설(VOR) 다. 거리측정시설(DME) 라. 계기착륙시설(ILS/MLS/TLS) 마. 레이더시설(ASR/ARSR/SSR/ARTS/ASDE) 바. 전술항행표지시설(TACAN) 사. 위성항법시설(GNSS/SBAS/GRAS/GBAS) 아. 자동종속감시시설(ADS)	Doc 9859	항행 시설	관제	운항

항공안전장애 항목	참조 ICAO기준 및 지침 등	소관분야		
		주	협조1	협조2
<p>48. 다음 각 목의 항공정보통신시설(단말장치의 경우는 제외한다)의 운영이 중단된 경우</p> <p>가. 항공이동통신시설</p> <p>1) 단거리이동통신시설(VHF/UHF Radio)</p> <p>2) 단파이동통신시설(HF Radio)</p> <p>3) 초단파디지털이동통신시설(VDL)</p> <p>4) 단파데이터이동통신시설(HFDL)</p> <p>5) 모드 S 데이터통신시설</p> <p>6) 항공이동위성통신시설[AMS(R)S]</p> <p>7) 항공관제데이터통신시설(CPDLC)</p> <p>8) 범용접속데이터통신시설(UAT)</p> <p>나. 항공고정통신시설</p> <p>1) 항공고정통신망(AFTN)</p> <p>2) 항공정보교환망(AMHS)</p> <p>3) 항공관제정보교환망(AIDC)</p> <p>4) 항공직통전화망(녹음·음성통신제어장치를 포함한다)</p> <p>5) 항공종합통신망(ATN)</p> <p>다. 공항정보방송시설(ATIS)</p>	Doc 9859	항행 시설	관제	운항
49. 제47호 및 제48호의 예비장비(전원시설을 포함한다)에 24시간 이상 장애가 있는 경우	Doc 9859	항행 시설	관제	운항

표 5 항공안전장애 항목별 소관분야

(출처: "항공안전 의무보고 운영에 관한 규정 [별표3]")

나. 데이터 분석 기술

- 국토교통부는 국적항공사를 위하여 정부가 보유하고 있는 국내의 주요 항공안전통계 및 정보를 분석하여 항공안전브리프를 통해 발생건수, 발생률 등을 제공하고 있음
 - 항공안전브리프를 통해 제공된 국내 주요 항공안전통계로는 국적항공사 사고, 준사고 및 안전장애, 감항성개선지시 통계, 항공안전 의무보고 접수현황, 항공안전 자율보고 접수현황, 항공기이륙중단 분석결과 등이 있음



그림 22 국적항공사 사고, 준사고 및 안전장애 통계

(출처: "항공안전브리프", 국토교통부, 2016)

- 교통안전공단은 항공안전자율보고제도를 통해 수집되는 자료를 항공안전자율보고 정보지(GYRO)를 통해 매 분기 발간하여 국내외 보고사례 및 항공안전 정보를 공유하고 있음
 - 보고된 내용과 시사점, 관련 Comment를 서술식으로 기재하고 있으며 보고 내용으로는 CB로 인한 일시적인 고도 침범, Taxi Instruction 혼란, 지상활주 지시 착오, 지정된 고도 이하에서의 하강 등이 있음

다. 빅데이터 플랫폼 기술

- 현재 국내에서 통합적인 데이터 플랫폼은 존재하지 않으며, 개별 기관별 데이터 자원들이 개별적으로 운영 관리되고 있음

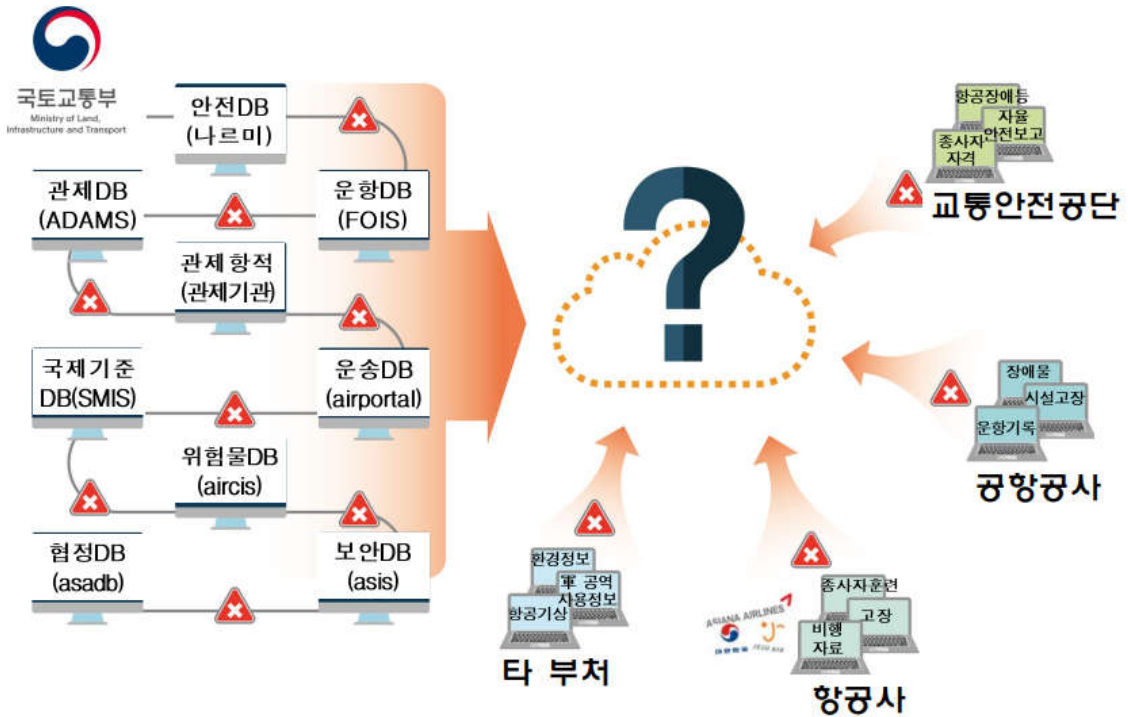


그림 23 기관별 운영 IT 시스템 현황

(출처: 빅데이터 기반 항공안전증진 로드맵, 국토교통부, 2017)

- 개별 기관에서 운영하고 있는 시스템과 수집 및 관리하고 있는 데이터는 아래와 같음

(1) 통합항공안전정보시스템(NARMI)

- 국토교통부에서 운영하고 있는 항공행정 통합정보망으로 항공안전에 관한 각종 정보를 포괄적이고 체계적으로 관리하는 것을 목적으로 함
 - 항공안전의무·자율보고, 안전감독정보시스템, 운항자격관리시스템, 항공종사자신체검사관리시스템, 항공기인증이력관리시스템, 온실가스배출량관리시스템, 비행검사관리시스템, 항행시설성능분석시스템으로 구성됨

- 한국형 통합항공안전정보시스템인 NARMI는 ICAO가 사고조사분야에서 국가안전프로그램(SSP) 도입을 목표로 부속서 13(사고조사)의 제 12차 개정안을 채택함에 따라 실제적, 잠재적 안전결함에 관한 정보를 효과적으로 분석하고 필요한 예방활동을 결정할 수 있는 사고/준사고 데이터베이스 구축이 의무화되었고 이에 따라 개발되었음
- 관계자는 웹사이트를 통해 접근할 수 있으며 직접 보고서를 작성하거나 주어진 접근 권한 내에서 열람할 수 있음
- 수집 및 관리하고 있는 데이터로는 안전지표관리, 안전감독, 운항자격심사, 항공기 등록 및 인증, 초경량비행장치, 온실가스배출량관리, 비행검사관리, 항행시설성능분석, 운항자격심사, 항공종사자신체검사, 교육훈련, 항공안전공무원관리, 운항분석, 항공통계, 관제량 분석, 사용자관리, 권한관리, 코드/계시판 관리 등이 있으며 접수여부/보고유형/해당분야/기간별로 색인 검색이 가능하고 엑셀 형식으로 저장할 수 있음
- NARMI 데이터베이스에는 항공안전장애 데이터와 사고조사위원회가 관리하는 항공 사고/준사고 데이터가 보관됨
- 사건개요, 사실정보(발생일시, 장소, 당시기상, 항공기 정보), 운항승무원 정보, 피해 정보, 상황분석, 조사결과, 향후 조치계획의 내용과 녹취록, 관계자 진술서, 사진자료 등의 첨부 내용으로 구성됨

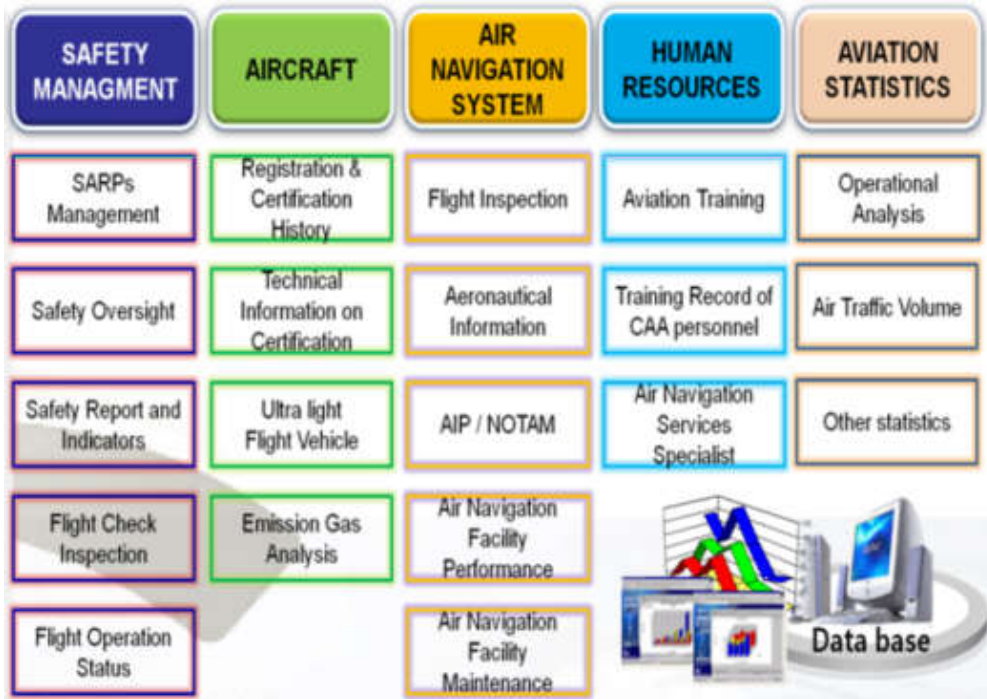


그림 24 통합항공안전정보시스템 구성

(출처: "Electronic Safety Tools", MOLIT, 2013)

(2) 항공안전자율보고

○ 항공안전의무보고제도에서 수집되지 않는 위해요소 발굴을 목적으로 제 3의 기관(교통안전공단)에서 경미한 항공안전장애에 대해 자율신고를 받아 개선방안을 마련함으로써 항공안전 사고를 사전에 예방하기 위한 제도로 KAIRS를 통해 운영

- 수집된 정보는 보고자를 추정할 수 없도록 일반화하여 데이터베이스에 저장되며, 이를 종합적이고 전문적으로 분석하여 월간정보지인 GYRO를 통한 사례 전파를 위해 주로 활용되고 있으며, 익명성을 위해 일반적으로 6개월 이전의 자료를 활용함
- 데이터는 보고분야, 발생유형, 호출부호, 등록기호, 항공기 기종, 발생일자, 발생시간, 발생장소, 발생단계, 비행구간, 비행고도, 기상정보, 승객, 승무원, 상황기술 등으로 구성되어 있음
- 수집된 데이터 분석을 통해 관련 종사자에게 결과를 전파하여 안전 저해요인을 사전에 인지하고 개선할 수 있도록 하는 데 목적이 있으며 미국 NASA (National Aeronautics and Space Administration)의 ASRS (Aviation Safety Reporting System)제도와 같이 당국이나 항공사로부터 어떠한 간섭도 받지 않으며, 신뢰성과 독립성을 중요시함

(3) 운항 및 비행정보 시스템(FOIS)

○ 항공기 비행정보업무 수행에 필요한 기초자료, 스케줄, 비행계획, 모니터링, 비행보고, 항공고시보, 이동지역, 운항통계, 기상정보 등을 통합하여 비행안전에 유용한 정보를 제공하고 효율적인 업무수행을 할 수 있도록 구축된 종합비행정보 데이터베이스 시스템임

- 사용자에게 ID 인증을 통해 접근할 수 있도록 운영하고 있으며 관련 사용자의 정보 제출을 통해 데이터를 수집 및 관리하고 있음
- 데이터는 규정, 코드, 스케줄, 비행계획, 전문, 운항 현황, 업무일지, 근무사항, 유지보수, 비정상 운항현황, 항공안전보고, 항공고시보, 비행전 정보게시, 이동 지역통제, 주기장배정, 운항실적 등으로 구성되어 있음

NOTAM	PIB	ATFM	WEATHER	i-ARO	AIRPORT INFO	AERO-DATA
RE NOTAM	AIRPORT TYPE	ATFM Daily Plan (ADP)	MET OFFICE	Flight Message	Incheon Int'l	Airport Data
AD NOTAM	AIR AREA TYPE	ATFM TM List	MET INFORMATION	- FTL	Gimpo Int'l	Runway Data
SNOWTAM	- Control	CTOT/CLDT	- AD MET	- ULP / LSA FFL	Cheongju Int'l	Aeron Data
PROHIBITED AREA	- FSI	- Incheon Int'l	- METAR	- OAS	Yongsoong Int'l	Noticed Data
SEQUENCE LIST	ROUTE TYPE	- Gimpo Int'l	- TAF	- SLA	Gunsan	ORST Data
MUTAM (static, briefing)	- Flight Number	- Cheongju Int'l	- SPECI	- CWL	Wonju	ATS Info
	- Destination	- Yangseong Int'l	- SIGMET	- DEP	Gimhae Int'l	Additional Info
	- CRJ Pair	- Guroe	- Lowlevel MET	- ARR	Jelu Int'l	
	- Manual Descent	- Wonsa		i-ARO FFL List	Daejeon Int'l	
	e-APP	- Gimhae Int'l		- Out Bound List	Gwangju Int'l	
	- e-PLAC	- JNU Int'l		- In Bound List	Yosu	
	- E-APP history	- Seogyu Int'l		VFR FFL List	Ulsan	
		- Gyeongsu Int'l		ULP / LSA FFL List	Pohang	
		- Yeosu		Send Message List	Taejeon	
		- Ulsan		Received Message List	Muan Int'l	
		- Pohang		Photo Flight List		
		- Seochon		Message Statistics		
		- Nuan Int'l				
		ATFM Notice				

그림 25 운항 및 비행정보시스템 (FOIS) 구성

(출처: "UBIKAIS 웹사이트 (2018.01.29.)")

(4) 항공교통업무자료관리시스템

○ 항공교통관제관련 각종 통계, 관제사 자격관리, 안전장애 등을 데이터베이스화하여 관리하고자 구축한 시스템으로 주요기능으로는 관제사 성별·출신별·연령별 등 인적사항 통계, 관제사 영어등급 및 한정자격 관리, 관제기관별 관제량 및 교통량 통계 및 분석, 항공안전장애 안전목표 달성여부 모니터링 등 안전지표 관리 수행이 있음

(5) 항공정보포털시스템

- 국내 및 국외 공항 관련 정보, 항공사 정보, 항공기 정보, 항공법령 등 분산된 항공정보 서비스를 일원화하여 제공하고 있으며, 항공수송실적, 항공운항실적, 항공화물실적 등 실시간 항공 운송 관련 데이터 또한 제공함

(6) SMIS (SARPs Management & Implementation System)

- 국제민간항공기구의 방대한 국제기준 및 권고사항(SARPs)의 제·개정사항을 지속적으로 업데이트하고 실시간으로 모니터링할 수 있도록 국제기준 대비 국내 법령·규정 분석 자료를 데이터베이스화한 시스템임
 - 시스템을 통해 국제기준과 국내법령/규정간 비교, 분석 및 차이점 관리 업무의 효율화, 국제기준관리 실명제를 통한 업무 투명성 제고, 국내법령 제·개정 조치 등 진행사항 실시간 모니터링 및 이력관리, ICAO 체약국 공한 접수·처리·회신 등 업무 체계화, USOAP 평가 툴(SAAQ & Protocol)의 효과적인 관리를 수행할 수 있음
 - 데이터는 SARP 관리, USOAP 관리(SAAQ 및 Protocol), ICAO 체약국 공한(State Letter) 조치현황, 국내 규정 관리, 항공안전평가 자료관리 등으로 구성되어 있음

시스템명칭	주요기능	주요DB
통합항공안전 정보 시스템	항공안전관리 업무 관련 총괄 플랫폼	① 안전의무보고, ② 안전감독 ③ 운항자격심사 ④ 항공기등록 ⑤ 비행검사관리 ⑥ 항공신체검사 ⑦ 공무원교육훈련 관리 등
항공안전자율보고	항공안전에 영향을 줄 수 있는 사건, 상태, 상황 전파	① 항공안전자율보고,
운항 및 비행정보 시스템	비행정보 업무에 필요한 정보 통합관리	① 비행계획 ② 운항현황 ③ 공항별 항공기상 ④ 항공고시보(NOTAM) ⑤ 이동지역 정보 등
항공교통업무자료 관리시스템	관제업무 및 관제인력 관리	① 관제사 자격정보 ② 관제시설별 교통량 ③ 관제업무 관찰기록 ④ SMS안전지표 등
항공정보포털 시스 템	항공분야 제반 정보의 수집 및 제공	① 공항, 항공사, 항공기 등 기본정보 ② 출도착 정보 ③ 레저스포츠 등 편의정보 ④ 항공운송통계 등
SMIS	국제기준의 국내규정 반영 및 차이점 관리	① 국제기준 조항 ② 국제기준 이행 현황 ③ 공한 관리현황 등

표 6 국내 항공분야 정보시스템 현황

3절. 논문 및 특허 분석

1. 국내외 논문동향

가. 분석개요

(1) 분석 범위 및 기준

- 본 보고서의 논문동향은 현재(2018년 7월 23일)까지 발표된 국내외 논문을 대상으로 조사하였음
- 논문동향 분석 대상 빅데이터 기반 항공안전관리 기술과 관련하여 데이터 수집 및 관리, 데이터 분석, 플랫폼 구축 및 운영으로 다음과 같이 세분화하였음

대분류	중분류	소분류	키워드
빅데이터 기반 위험관리	데이터 수집 및 관리	·데이터 요구사항 ·데이터 표준 정의 및 적용 ·데이터 목록 및 연계 기술 ·비식별화 기법	- 데이터 수집(Data collecting) - 데이터 관리(Data management) - 데이터 요구사항(Data requirement) - 데이터 표준(Data standard) - 데이터 목록(Data list) - 비식별화(De-identification)
	데이터 분석	·위해요인 식별 ·정성적 위험평가 기법 ·정량적 위험평가 기법 ·기계학습기반 ·위험 평가 기법 ·안전성과지표(SPI) 설정 및 운용기법	- 데이터 분석(Data analysis) - 항공안전 위해요인 식별 (Aviation safety risk/hazard identification) - 항공안전 위험평가 (Aviation safety risk/hazard assessment) - 안전성과지표 (Safety Performance Indicator)
	플랫폼 구축 및 운영	·플랫폼 요구사항 정의 ·플랫폼 아키텍처 설계	- 플랫폼 요구사항 (Platform requirement) - 플랫폼 아키텍처 설계 (Platform architecture design)

표 7 분석기술 대상별 키워드

(2) 논문 검색 결과

- 빅데이터 기반 안전과 관련한 국내외 논문 검색 결과 국내논문 5건, 국외 논문 9건, 총 14건의 국내외 논문이 조사됨
- 연도별 논문추이를 살펴보면, 그림 26과 같이, 해외논문 중 항공분야와 관련된 논문은 2013년 3건, 2017년 1건 총 4건에 반해, 국내논문은 2015년, 2016년에 각 1건씩 총 2건 발표되어 국내외적으로 연구가 미비한 것으로 조사됨

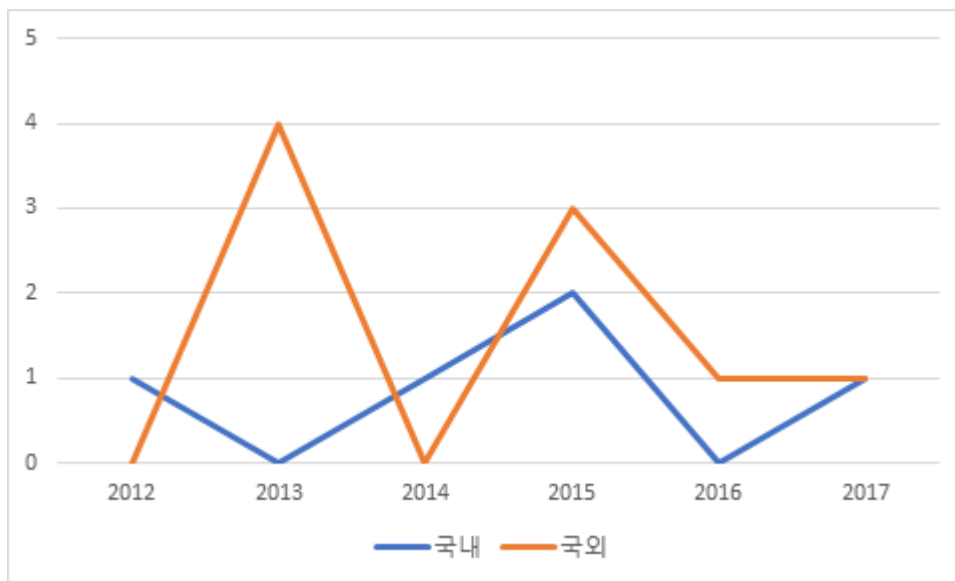


그림 26 연도별 국내외 논문 추이 (단위 : 건)

○ 국내 논문 분석결과는 아래 표와 같음

구분	제목	분야	학회지명	년도	연구자명	소속	데이터 수집 /관리	데이터 분석	플랫폼 구축 및 운영
1	국민건강 미래예측 시스템 구축 방안 빅데이터를 활용한 건강위험 예측 방안 모색을 중심으로	보건	보건복지 포럼	2012	고숙자	한국 보건사회연구원	포함	-	포함
2	항공분야 빅데이터의 정책적 활용방안 연구	항공	한국교통연구원 기본연구보고서	2014	박진서	한국교통연구원	포함	포함	포함
3	항공안전 분야 빅데이터 분석 기법 활용 방안에 대한 연구	항공	석사학위 논문	2015	채정기	이화여대	포함	포함	-
4	국내 재난관리 분야의 빅 데이터 활용 정책방안	재난 관리	한국콘텐츠 학회 논문지	2015	신동희	성균관대	포함	-	-
5	실시간 기상 빅데이터를 활용한 홍수 재난안전 시스템 설계 및 구현	재난 관리	한국콘텐츠 학회 논문지	2017	김연우	충북대	포함	-	포함

표 8 국내논문 분석 결과

○ 빅데이터 기반 항공 안전기술 개발과 관련된 연구는 미미한 수준이며 항공 분야에서 본 과제와 가장 관련 있는 연구논문으로 ‘항공안전 분야 빅데이터 분석 기법 활용 방안에 대한 연구(채정기, 2015)’가 있음

- 채정기(2015)는 빅데이터 분석 기법 중 ‘텍스트 마이닝’을 항공 안전 장애 보고 사례 비정형 텍스트 데이터에 적용하여 항공 안전 장애 유형을 도출한 연구를 진행하였는데, 재난의 범위 중 교통사고, 그 중에서도 항공 안전과 관련된 비정형 데이터에 빅데이터 분석 기법을 적용하였으며, 항공 안전을 재난 관리 관점에서 바라보고, 재난 관리를 위한 빅데이터 분석 기법 활용에 관해 연구를 하였음. 이는 기존의 정형 데이터에만 치중되었던 연구들의 한계를 극복하기 위해 빅데이터 분석 기법인 텍스트 마이닝을 적용하여 항공 안전과 관련된 비정형 텍스트 데이터를 분석하였고, 항공 안전 장애 사례 텍스트 데이터의 토픽 분석을 통해 항공 안전과 관련된 중요 키워드들을 도출하고 키워드 간 관계를 시각화하며, 텍스트 클러스터링을 통해 항공 사고 및 준 사고를 일으킬

수 있는 장애 요인을 살펴봄으로써 잠재 원인 도출 및 향후 항공 사고로 인한 재난 발생을 예방하기 위한 항공 안전 분야 빅 데이터 분석의 기반을 마련함

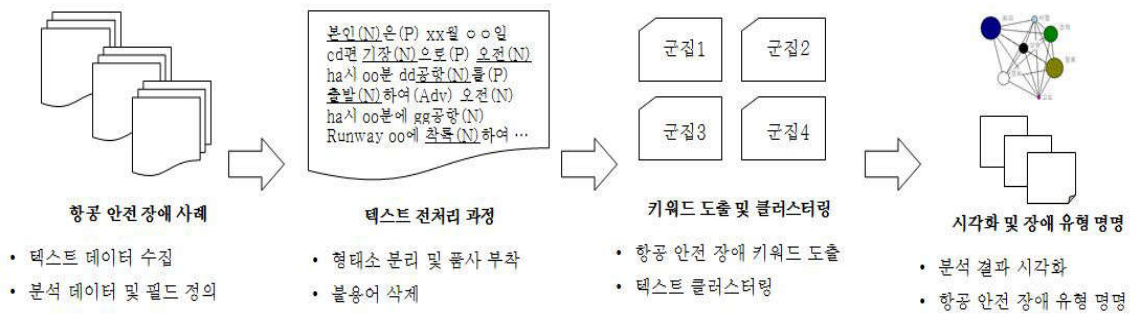


그림 27 분석 제안 모형

(출처 : 항공안전 분야 빅데이터 분석 기법 활용 방안에 대한 연구, 채정기 (2015))

- 채정기(2015)는 연구를 수행함에 있어 다음과 같은 한계점을 시사하였음
 - 분석 데이터의 일부가 파일 형식의 문제 및 내용상의 통일성 결여로 인해 제외되어 데이터 수집에 한계가 있음
 - 항공 안전 장애 보고 텍스트 데이터가 실제 항공 업무 종사자에 의해 작성되어 영어 약자로 된 항공 용어들이 다수 존재하여 분석 결과 도출이 제한됨
 - 텍스트 데이터 분석 과정에서 유의어 설정, 도출된 군집 명명 과정 등에 연구자의 주관이 다소 개입됨
- 위 연구는 빅데이터 분석 기법 활용 방안이라는 제안 성격의 연구로 이후 항공 안전기술 개발을 위한 추가 연구가 없는 상황임
- 국제적으로 항공안전관리 기관 간 안전정보의 공유 및 교환과 데이터 기반의 효과적 의사결정을 통한 항공안전관리를 의무화하는 시점에서 국내의 경우 그 연구(데이터 표준화 기법, 데이터 보호 및 활용기준 관련 법령 법제화, 항공안전관리 운영 기준안 등)가 미진한 상태임
- 본 과제를 통하여 빅데이터 기반 항공안전관리를 위한 연구를 제도적 기준 연구, 거버넌스 수립 연구, 항공안전 빅데이터 분석 핵심 기술 연구 개발 및 항공안전관리 플랫폼 구축 연구로 구체화하여 수행함으로써 항공안전관리 의무화 이행에 기여가 가능함

○ 국외 논문 분석결과는 아래 표와 같음

구분	제목	분야	학회지명	년도	연구자명	소속	데이터 수집/관리	데이터 분석	플랫폼 구축 및 운영
1	Cross-platform aviation analytics using big-data methods	항공	ICNS	2013	Tulinda Larsen	masflight	포함	-	포함
2	Big data analysis of irregular operations: Aborted approaches and their underlying factors	항공	ICNS	2013	Lance Sherry	George Mason University	포함	포함	-
3	Predictive Analytics With Aviation Big Data	항공	ICNS	2013	Samet Ayhan	University of Maryland	포함	-	포함
4	Risk Adjustment of Patient Expenditures: A Big Data Analytics Approach	보건	IEEE	2013	Lin Li	Philips Res. North America	포함	-	-
5	The Real-time Monitoring System of Social Big Data for Disaster Management	재난 관리	Computer Science and its Applications	2015	Seonhwa Choi	National Disaster Management Institute	포함	-	포함
6	Big Data applications in real-time traffic operation and safety monitoring and improvement on urban expressways	도로 교통	Transportation Research	2015	Qi Shi	University of Central Florida	포함	-	-
7	Big Data Risk Analysis for Rail Safety	도로 교통	University of Huddersfield Repository	2015	Van Gulijk, Coen	University of Huddersfield	포함	-	포함
8	Recent Development in Big Data Analytics for Business Operations and Risk Management	경영	IEEE	2016	Tsan-Ming Choi	The Hong Kong Polytechnic University	포함	-	-
9	Assessment of the State of the Art of System Wide Safety and Assurance Technologies	항공	NTRS	2017	Roychoudhury, Indranil	NASA Glenn Research Center	포함	-	포함

표 9 국외논문 분석 결과

- 국외 논문 검색결과 국내보다 활발한 연구가 진행되었음을 확인할 수 있었고, 특히 최근 발표된 ‘Assessment of the State-of-the-Art of System-Wide Safety and Assurance Technologies(NASA, 2017)’ 논문에서는 항공안전을 위해 최근 5년 이내에 수행된 연구들을 다음의 4개의 형태로 구분하여 소개하였음
 - Assurance of Flight Critical Systems : static code analysis, formal methods, human-automation interaction models, and compositional reasoning 등에 관한 연구사례
 - Discovery of Precursors to Safety Incidents : 광대한 데이터로부터 항공안전 준사고 등을 포함한 특이점을 식별하기 위한 몇 가지 데이터 마이닝 기법에 관한 연구사례
 - Assuring Safe Human-Systems Integration : 인적 성능 측정 등 인적 요소 측정에 대한 방법론 연구사례
 - Prognostic Algorithm Design of Safety Assurance : 전조를 나타내는 알고리즘이 의사결정에 어떻게 사용되는지에 대한 증명, 안전보장 성능 측정도구 개발 등 안전 보장에 대한 전조를 나타내는 알고리즘 개발과 관련한 연구사례
- Roychoudhury et al.(2017)는 위 연구조사를 통해 안전 기술 개발과 관련한 연구동향을 항공분야를 포함한 다양한 분야의 연구들을 데이터 수집, 분석, 측정, 알고리즘 개발이라는 단계에 따라 소개하고 있음

2. 국내외 특허동향

가. 분석개요

(1) 분석 범위 및 기준

- 본 보고서의 특허동향 검색은 현재(2018년 5월 2일)까지 공개 및 등록된 한국, 미국, 일본의 특허를 대상으로 검색하였으며, 분석대상특허를 조사하기 위해 사용한 검색 데이터베이스는 특허청의 특허검색 서비스(특허정보넷 키프리스) 중 국내특허 및 해외특허 검색을 사용하였음
- 특허동향 분석 대상은 빅데이터 기반 항공안전관리 기술과 관련하여 데이터 수집 및 관리, 데이터 분석, 플랫폼 구축 및 운영으로 다음과 같음

대분류	중분류	소분류	키워드
빅데이터 기반 위험관리	데이터 수집 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> ·데이터 요구사항 ·데이터 표준 정의 및 적용 ·데이터 목록 및 연계 기술 ·비식별화 기법 	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 수집(Data collecting) - 데이터 관리(Data management) - 데이터 요구사항(Data requirement) - 데이터 표준(Data standard) - 데이터 목록(Data list) - 비식별화(De-identification)
	데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> ·위해요인 식별 ·정성적 위험평가 기법 ·정량적 위험평가 기법 ·기계학습기반 위험평가 기법 ·안전성과지표(SPI) 설정 및 운용기법 	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 분석(Data analysis) - 항공안전 위해요인 식별 (Aviation safety risk/hazard identification) - 항공안전 위험평가 (Aviation safety risk/hazard assessment) - 안전성과지표 (Safety Performance Indicator)
	플랫폼 구축 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> ·플랫폼 요구사항 정의 ·플랫폼 아키텍처 설계 	<ul style="list-style-type: none"> - 플랫폼 요구사항 (Platform requirement) - 플랫폼 아키텍처 설계 (Platform architecture design)

표 10 분석기술 대상별 키워드

(2) 특허 검색 식 및 검색 결과

- 본 연구와 관련된 기술에 대해 다음과 같은 특허 검색 식을 통해 얻은 순수 검색 결과로서 빅데이터 기반 항공안전 기술과 직접적으로 관련이 있는 결과는 도출되지 않았음

검색식	
특허청	(데이터*수집 or 데이터*관리 or 데이터*요구사항 or 데이터*표준 or 데이터*목록 or 비식별화) (Data*collecting or Data*management or Data*requirement or Data*standard or Data*list or De-identification) (데이터*분석 or 항공안전*위해요인 or 항공안전*위험평가 or 안전성과지표) (Data*analysis or Aviation*safety*risk/hazard*identification or Aviation*safety*risk/hazard*assessment or Safety*Performance*Indicator) (플랫폼*요구사항 or 플랫폼*아키텍처*설계) (Platform*requirement or Platform*architecture*design)

표 11 특허 검색 식

- 그러나, 빅데이터 기반 안전과 관련된 특허를 필터링 한 결과 국내특허 7건이 검색되었으며, 해외특허 사례는 없었음
- 국내 특허출원의 연도별 동향을 살펴보면 2015년부터 빅데이터 기반 안전과 관련한 특허가 출원되기 시작하였으나 감소추세를 보이고 있으며, 이중 항공안전과 관련한 특허출원은 2015년 단 1건으로 그 실적이 미미함

구분	2015	2016	2017
빈도	3	3	1

표 12 연도별 국내 특허 출원 동향 (단위: 건수)

○ 다음 표는 빅데이터 기반 안전과 관련한 특허 검색결과임

구분	제 목	분야	출원 연도	출원인	데이터 수집 및 관리	데이터 분석	플랫폼 구축 및 운영/제시
1	차량 및 도로상태 모니터링을 이용한 빅데이터 수집 및 분석시스템 System For Collecting And Analyzing Big Data By Monitoring Car's And Road's Conditions	도로	2017	(주)에코트루먼트, (주)스마트에코, 고광호,정승현	포함	포함	-
2	빅데이터의 비식별화 처리 방법 Data Processing Method for De-identification of Big Data	일반	2016	(주)그리즐리	포함	-	-
3	3D 카메라와 빅데이터 플랫폼을 이용한 물류 적재 보조 시스템 및 그 적재 보조방법 GOODS LOADING SYSTEM USING 3D CAMERA AND BIGDATA SYSTEM, AND THEREOF METHOD	물류	2016	성균관대학교 산학협력단	-	-	포함
4	빅데이터의 효율적인 저장·실시간 분석형 스마트 스토리지 플랫폼장치 및 방법 THE APPARATUS AND METHOD OF SMART STORAGE PLATFOAM FOR EFFICIENT STORAGE OF BIG DATA	일반	2016	차세대 융합기술 연구원	-	-	포함
5	빅데이터 기반 식품 안전 데이터 분석 장치, 그 방법 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체 Method, Apparatus for Food Safety Data Analysis Based on Big Data, And a Computer-readable Storage Medium for executing the Method	식품	2015	한국식품 연구원, 한국과학기술 정보연구원	포함	포함	포함
6	무인항공기를 이용한 태양광 발전설비의 모듈 표면온도에 관한 데이터 수집 및 분석시스템 SYSTEM FOR COLLECTING AND ANALYZING DATA REGARDING MODULE SURFACE TEMPERATURE OF SOLAR PHOTOVOLTAIC POWER FACILITIES USING UNMANNED AIR VEHICLE	항공	2015	(주)하이레벤	포함	포함	-
7	빅데이터 기반 재난 예측 및 감지 플랫폼 시스템과 그 방법 DISASTER PREDICTING PLATFORM SYSTEM BASED ON BIG DATA AND METHOD THEREOF	IT	2015	이동규	포함	포함	포함

표 13 국내 특허 분석 결과

- 기술의 성장단계를 파악하는 포트폴리오 분석을 다음을 참고하여 살펴보았으며, 단계별 기술 성숙도에 대한 의미는 다음과 같음

	태동	- 신기술의 출현 - 특허와 특허출원인의 적은 증가
	성장	- R&D의 급격한 증가, 경쟁의 격화 - 특허와 특허출원인의 빠른 증가
	성숙	- 지속적인 연구개발 활동, 일부 업체의 도태 - 특허 수의 정체, 특허출원인의 정체 또는 감소
	쇠퇴	- 대체기술의 출현, 기술발전의 불연속점 발생 - 특허 수의 감소, 특허출원인의 정체 또는 감소
	회복	- 기술의 유용성 재발견, 대체 기술의 쇠퇴 - 특허와 출원인 수가 증가추세로 전환

표 14 기술 발전 수준 포트폴리오 (자료: 한국지식재산전략원)

- 본 연구와 관련된 기술 발전 수준 동향을 5개의 분석 구간으로 살펴보았을 때, 특허 출원수가 상당히 미미한 것으로 보이므로 포트폴리오 분석에 있어서 태동 단계로 판단됨
- 다양한 산업 분야에서 빅데이터 기반 데이터 수집/관리, 분석 및 플랫폼 구축 및 운영/제시 특허가 출원되었는데, 본 과제와 가장 밀접한 특허로는 ‘빅데이터 기반 재난 예측 및 감지 플랫폼 시스템과 방법(이동규, 2015)’가 있음
- 이동규(2015)는 빅데이터 기반 재난 예측 및 감지 플랫폼 시스템과 방법이 제시하였는데, 데이터 수집/저장/분석 및 예측 그리고 분석 결과에 대한 의견을 실시간으로 수신하는 전문가 클라우드 아웃소싱 모듈 등을 개발하여 특허 출원하였으며, 시스템 구성은 다음과 같음



그림 28 빅데이터 기반 재난 예측 및 감지 플랫폼 시스템 구성

(출처 : 빅데이터 기반 재난 예측 및 감지 플랫폼 시스템과 방법(이동규, 2015))

- 또 다른 사례로, 김도우, 김태곤(2015)는 ‘미래위험 변화예측 분석 시스템’ 특허 출원을 하였는데, 재난관련 키워드 데이터 필터링 수집/분석 그리고 분석결과를 시각화하여 나타내는 시스템을 개발하였으며, 알고리즘 및 구성은 다음과 같음

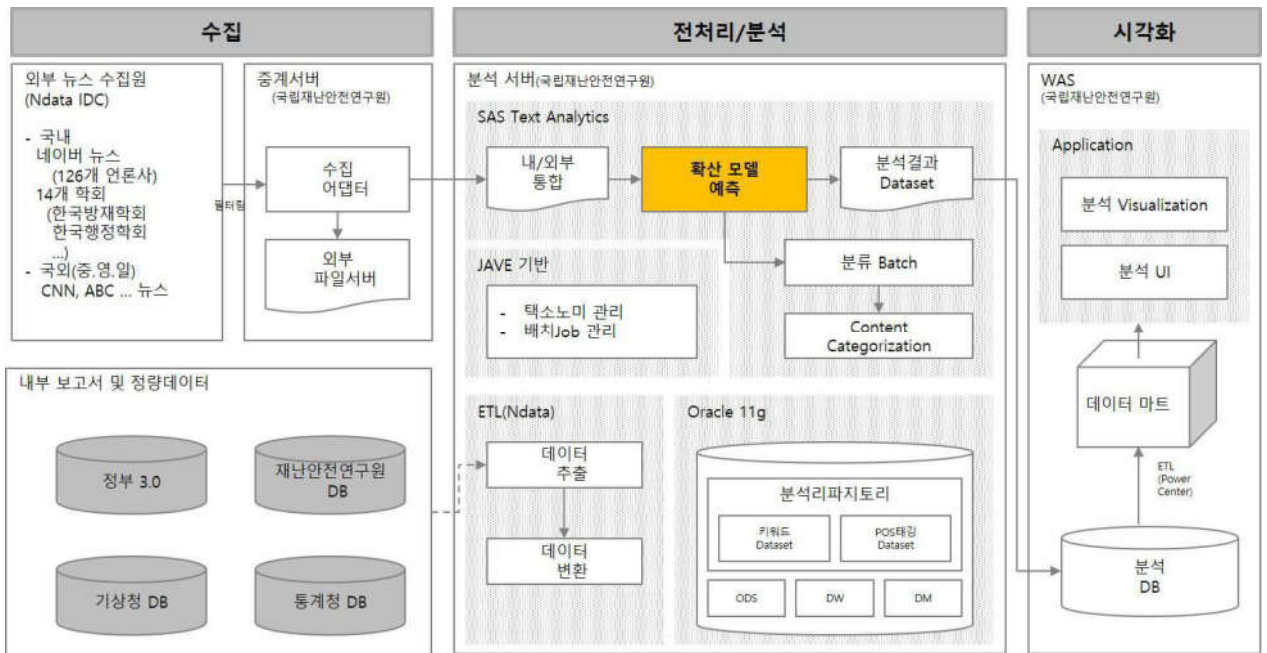


그림 29 미래위험 변화예측 분석 시스템 구성

(출처 : 미래위험 변화예측 분석 시스템(김도우, 김태곤, 2015))

- 빅데이터 기반 항공안전 기술 개발과 관련하여 국내외 특허는 없었으나 유사한 특허가 다양한 산업분야에서 출원되고 있음에 따라, 본 과제를 통하여 항공안전 관리 기술(빅데이터 기반 항공안전 관리 플랫폼, 관련 시스템 등) 특허 출원을 조속히 하여 국제적으로 선점할 필요가 있음

4절. 유사과제 분석

1. 시스템 기반 항공안전감독지원 기술 개발

- 국내 R&D 사업관리서비스에서 제공하는 유사과제 검색결과, 선행과제 혹은 유사과제는 없었으나 빅데이터 기반 항공안전관리 기술과 연계될 수 있는 과제로는 시스템 기반 항공안전감독 지원기술 개발 과제가 있음
- 항공사 점검영역 위험도를 평가하고 그 결과에 따라 점검주기와 점검항목(점검표)의 우선순위를 조정할 수 있는 안전감독 시스템 개발을 목적으로 하고 있음
 - 연구기간: 2014.10.31. ~ 2020.07.31.
- 주요 연구내용으로는 ICAO 부속서에 규정된 항공업무의 승인/인허가 및 안전감독과 직접 관련이 있는 다음 분야의 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발임
 - 국내/국제 운송사업자(Part 121)에 대한 위험기반의 국가항공안전감독 진행절차 확립
 - 항공사 점검영역 위험도에 따라 점검주기와 점검항목(점검표)의 우선 순위 조정할 수 있는 기술 개발
 - 점검 감독에 특화된 안전위험관리기법을 개발하고 우리 환경에 맞는 위험 프로파일을 개발

○ 빅데이터 기반 항공안전관리 과제와 시스템 기반 항공안전감독 지원기술 개발 과제와의 차이점은 아래와 같음

- 국내 항공안전감독 업무는 국가 항공 안전 업무의 일환으로 현재 국토교통부 항공정책실 운항안전과(국제항공운송사업자 및 안전감독 업무 담당) 및 지방항공청(국내항공운송사업자 및 소형항공운송사업자 안전감독 업무 담당)에서 나누어 담당하고 있음
- 미연방항공청(FAA) 항공안전 정책 및 감독 업무는 항공안전협력관(AVS)를 중심으로 항공교통조직(AJO), 공항(ARP), 보안 및 위험물질 안전관리(ASH) 내 세부 조직에서 담당
- 한국 및 미국 모두 항공안전감독 업무를 통해 수집된 정보는 사고 및 준사고 조사 데이터, 의무보고 데이터 등과 함께 국가의 안전 데이터로 수집 관리됨
- 안전감독활동은 국가의 State Safety Program (SSP)의 목표를 달성하는 중요한 활동이 명확하나 이는 국가 고유의 안전활동에 국한됨
- 안전감독활동 관련 데이터는 안전자율보고를 포함한 국가 비의무보고 사항 및 관제, 공항 등을 포함하여 다양하게 존재하는 포괄적 안전데이터의 한 종류에 불과함
- 현재 진행과제는 국가안전감독을 체계화하기위한 시스템 개발을 목표로 하고 있으며, 이는 국가활동을 전산/체계화 하는 정보화 사업에 가까움

과제명	시스템 기반 항공안전감독 지원기술 개발	빅데이터 기반 항공안전 관리	데이터 형태	데이터 표준화
국가 안전 데이터	항공기 사고, 준사고 및 안전 장애	항공기 사고, 준사고 및 안전장애	정형	O
	항공안전자율보고	항공안전자율보고		
	항공기 중요결함보고(SDR)	항공기 중요결함보고 (SDR)		
	항공안전 규정	항공안전 규정		
	안전감독 활동결과	안전감독 활동결과		
	운항자격심사	운항자격심사		
	항공기 감항성	항공기 감항성		
	항행시설성능분석	항행시설성능분석		
민간 안전 데이터	안전감독 중 생산되는 모든 정보 (조직, 인력, 재무, 기 재, 감독결과 등)	안전감독 중 생산되는 모 든 정보 (조직, 인력, 재 무, 기재, 감독결과 등)	정형 비정형	X
		비행자료분석 (FOQA)		
		항공사 내 안전관리		
		항공기 운항		
		비행기록자료		
		항공교통관제		
기타		공항운영		
		공역관리 및 운영		
		항공기 등록정보		
		기상		
		지형·지물		

표 15 활용 데이터 예시

- 빅데이터 기반 항공안전관리 과제에서는 시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발 과제에서 활용하는 데이터 및 분석 기법 외에도 아래와 같은 데이터 및 분석 기법을 활용할 수 있음
- 따라서 시스템 기반 항공안전감독 과제는 빅데이터 기반 항공안전관리의 일부분으로 시스템 기반 항공안전감독 과제의 성과물은 본 과제에 활용될 수 있음

과제명	시스템 기반 항공안전감독 지원기술 개발	빅데이터 기반 항공안전관리	분석 대상
기초통계	단순 통계	단순 통계	단일 DB
	트렌드 분석	트렌드 분석	
	분기별 단순통계	분기별 단순통계	
		관계형 DB	
머신러닝기법		Text Mining	다중 DB
		다중 DB 복합분석	
		시계열 기반 딥러닝	
		클러스터링	
		미래 예측	
		패턴 추출	
		Anomaly detection	

표 16 활용 분석기법 예시

5절. 종합분석

1. 국내외 정책 비교분석을 통한 시사점

○ 국외 정책동향의 시사점

- 과학적 안전관리 분야에서 독보적인 우위를 차지하고 있는 미국과, 미국과의 긴밀한 연구 협력을 기반으로 하는 유럽의 경우, 비차별 및 익명성 보장 등을 기반으로 다양한 데이터를 확보할 수 있는 법률적, 체계적, 문화적 기반을 확고히 하고 있으며, 이를 통해 처벌 등의 불이익에 대한 우려 없이 안전이라는 공동의 목표 달성을 위해 관, 민이 긴밀히 협력할 수 있는 정책적 뒷받침이 있음
- 자발적 참여와 공동체 개념에 기반을 둔 서구적 체계의 정책을 우리나라에 직접 도입 적용 여부에 대한 논의와 협의가 필요할 것으로 생각되며, 관과 민간의 확고한 신뢰가 바탕이 되어야 하는 데이터 및 분석결과 공유에 있어, 미국의 경우처럼 관과 민이 아닌 제3의 기관의 역할을 고려해 볼 수 있음

○ 국내 정책 동향의 시사점

- 급성장하는 항공산업의 수준에 비해 다소 부진한 항공안전분야에 대한 투자 및 연구개발 요구는 지속적으로 있어 왔으며, 최근 들어 이를 국정과제 및 로드맵 수립으로 구체화함으로써 실질적인 정책수립과 과업추진의 발판을 마련한 것이 고무적임
- 면책 및 비차별 조항 등 법률적 보완 또한, 국토교통부의 로드맵 중점과제에 포함됨으로써 데이터 공유와 성숙한 안전문화의 발판을 마련함
- 기관별로 개별 수집 관리되는 데이터의 통합에 있어 정책적 고민과 진보가 최우선 과제인 것으로 파악됨

2. 국내외 기술동향 비교분석을 통한 시사점

○ 국외 기술동향의 시사점

- 미국의 경우 정책적 ‘프로그램’ 성격으로, 단일 플랫폼 구축 및 운영과는 거리가 있으며, 새롭게 시작하는 Data4Safety (유럽)이나 FOQA station (중국)의 경우 플랫폼 기반 프로그램이라는 차이점이 있음
- 분석기술의 종류와 성숙도는 수집 데이터의 종류와 범위에 의해 결정되는 점을 고려할 때, 항공데이터 자원이 풍부한 미국 및 유럽의 수준과 중국 및 후발국 등의 수준은 수집 데이터의 종류 및 범위에서부터 격차를 보이는 것으로 파악됨
- 다양한 데이터의 종류와 범위에 의해 결정된 미국, 유럽 등 항공선진국의 분석기술을 수집 데이터의 종류 및 범위 수준이 낮은 우리나라에 직접 적용하는 것은 어려우므로 국내 여건에 맞춰 분석기술 수준을 검토할 필요가 있음

○ 국내 기술동향의 시사점

- 우리나라의 경우 항공분야 전반에 있어 데이터의 수집 및 관리가 개별적, 산발적으로 유지되어 온 탓에, 빅데이터 기반 안전관리를 위해서 이러한 문제점에 대한 보완 기술 개발이 시급함
- FOIS, NARMI, SMIS 등 성숙단계에 접어든 데이터 자원의 경우 하나의 플랫폼으로 통합하기보다는 개별적인 존재를 허용하는 것이 더 효율적일 수도 있으므로, 플랫폼 구축 시, 연계되는 데이터 자원과 귀속되는 데이터 자원을 구분하여 각각에 해당하는 기술 개발을 추진할 필요가 있음
- 장기적으로는 데이터 기반 항공안전관리를 위하여 국가 안전데이터와 함께 항공분야 전반에 걸친 데이터를 모두 연계하여 활용할 수 있으나 단기적으로는 성숙단계에 접어든 공항운영, 관제 데이터 자원 등을 우선하여 활용할 필요가 있음
- 항공사 FOQA 데이터의 경우 선별된 parameter를 우선 수집하여 분석할 수 있으며, 플랫폼 구축 시, 데이터 수집을 위해 참여항공사와의 MOU 체결을 추진할 필요가 있음

- 특히, 저비용항공사의 경우 플랫폼 활용으로 인한 안전에 대한 실제 이득이 클 것으로 예상되므로 플랫폼 참여 가능성을 우선적으로 검토할 필요가 있음
- 표준화 기술의 경우 ICAO 등의 국제 표준화 활동이 활발하나, 우리나라 고유의 언어적 문화적 환경을 고려할 때 이를 완전히 적용할 수 있는지에 대한 기술적 검증이 필요함
- 항공분야는 기계학습, 인공지능, IoT 등 대표적인 4차산업혁명 기술 적용에 있어 최적의 분야로, 적극적인 연구개발 투자를 통해 항공안전이라는 공공의 목적과 빅데이터 부가가치 산업 활성의 두 가지 목표를 동시에 추구할 수 있을 것임

3. 논문 및 특허 동향 비교분석을 통한 시사점

○ 논문 동향 시사점

- 국내외 논문 동향을 통해 ‘빅데이터 수집 및 관리’에 관한 연구가 진행되어져 왔음을 알 수 있고, 그에 따라 빅데이터 기본 정의, 분석기법, 빅데이터 활용 사례 등에 관한 내용을 기본적으로 다루고 있음을 확인함
- 빅데이터와 관련한 논문 동향은 산업 전반에 걸쳐 진행되어 온 것으로 확인되었으며, 특히 해외에서의 논문 발표실적이 국내보다 비교적 앞서고 있었음
- 하지만, 빅데이터 기반 항공안전 기술 개발 관련 연구는 아직까지 미진한 수준을 보이고 있어, 항공안전과 관련한 연구 분야를 구체화하고(제도적 기준 연구, 거버넌스 수립 연구, 항공안전 빅데이터 분석 핵심 기술 연구 개발 및 항공안전관리 플랫폼 구축 연구 등), 이를 세분화한 연구가 요구됨
- 항공선진국의 경우 NASA, DLR, NLR 등의 국가연구기관을 통한 연구개발이 활발했던 이유로, 학술 논문보다는 정부에 제출하는 technical report 형태의 문건이 다수 존재하며, 이러한 점은 논문 검색의 한계 요인인 것으로 파악됨

○ 특허기술 동향 시사점

- 빅데이터와 관련한 특허 동향은 다양한 산업 분야에서 활발하게 개발되어 온 것으로 확인되었음
- 현재까지 항공안전 분야에서 빅데이터를 접목시킨 특허 사례가 없고, 이는 관련 연구가 진행되지 않아 향후 기술 발전에 잠재성을 지니고 있다고 판단됨
- 이는 공공성을 바탕으로 하는 항공안전분야 기술이 일부 개인이나 기업의 소유가 되기보다는 공공 목적으로 광범위하게 활용될 수 있어야 한다는 것을 시사하는 것으로 파악됨
- 기초 기술의 경우, 공공 분야뿐 아니라 사기업에도 다양하게 적용될 수 있을 것으로 파악되며, 빅데이터 기반 항공안전 기술 개발 선점을 통해 항공선진국으로 입지를 확고히 할 수 있을 것으로 판단 됨

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 연구개발 추진 방향 도출

1. SWOT 분석

- 연구개발 추진 방향을 도출하기 위한 사전 분석으로 국내외 동향 및 환경 분석결과를 기반으로 SWOT 분석을 수행함
- SWOT 분석결과는 연구개발의 당위성, 시급성 등과 결부하여 연구개발 추진 방향을 수립하기 위한 기본 자료로 활용하고자 함
- 내부의 강점/약점 요인과 외부의 기회/위험요인을 분석하여 중점추진 연구 분야, 핵심/세부기술을 도출하는 근거자료로 활용하고자 함

가. 강점(Strength) 분석

- **(항공데이터 공유 공감대 형성)** ‘항공안전 빅데이터 T/F’를 통해 정부 부처, 공항공사, 기상청, 민간기업, 대학교 등 주요 이해당사자들 간 항공안전 데이터 공유에 대한 적극적인 논의가 이루어지고 있으며 이에 따라 항공안전 빅데이터 분석 플랫폼 구축 필요성과 사업 추진 및 참여에 대한 공감대가 형성됨
- **(빅데이터 분석 기술력 확보)** 국내 대학 및 연구기관을 중심으로 인공지능(AI) 기술 및 빅데이터 분석기술 연구개발을 활발히 수행해 왔으며, 높은 수준의 기술력을 확보하여 데이터 기반 항공안전관리에 적용 가능
- **(플랫폼 구축사례 벤치마킹)** 국내 및 국외의 다양한 분야에서 빅데이터 수집·분석·서비스를 위한 플랫폼 연구개발 사례가 다수 존재하며, 특히 국외에서 항공안전을 목표로 개발·운영 중인 데이터 기반 항공안전 프로그램들로부터 벤치마킹 가능
- **(기존 IT 시스템들과의 연계)** 기존 항공 관련 기관들은 업무의 전산화 및 자동화를 위한 IT 시스템을 자체적으로 개발·구축하여 운영하고 있으며, 항공안전 빅데이터 분석 플랫폼 구축 시 이런 기존 시스템들과의 연계가 가능

나. 약점(Weakness) 분석

- **(산발적 데이터 관리)** 항공데이터를 관, 민, 공공기관 등 개별 기관이 개별적으로 수집 및 관리하고 있어 수집 가능한 데이터의 범위, 데이터의 수집 주기 및 기준 등이 불분명함
- **(항공데이터 표준화 기술 부재)** 기관별 산발적으로 생성, 관리되고 있는 항공데이터들을 통합, 수집, 관리하는 데 필요한 데이터 비식별화 기술, 데이터 표준화 기술이 부재함
- **(제도적 기준 미흡)** 항공데이터 공유 및 보고에 대한 절차와 면책 규정 등의 상세한 제도적 기준이 미흡함
- **(항공데이터 분석 사례 부족)** 항공데이터의 제약 또는 정보 부재로 인해 국내 항공분야 내에서 다양한 분석기법을 적용한 항공안전 데이터 분석 사례가 많지 않으며, 항공데이터 분석 경험이 부족함

다. 기회(Opportunity) 분석

- **(항공데이터 자원 증가)** 항공분야에서 고밀도 (high resolution), 대용량 (large volume), 근실시간 (near realtime) 등 기계적으로 생성되는 데이터 자원이 점차 풍부해지고 있어 빅데이터의 활용 가능성이 증가함
- **(국제적 요구사항)** UN 산하 국제민간항공기구(ICAO)에서 데이터 기반 항공안전관리 및 의사결정을 의무화함
- **(국내적 요구사항)** 정부 차원에서 정부 100대 국정과제, 항공안전정책기본계획(국토교통부) 등 정책적으로 데이터 기반 항공안전체계 개발을 장려함
- **(항공안전관리 기술수요 증가)** 세계적 항공수요 증가와 최고 수준의 항공 안전을 달성하고자 하는 국제적 요구사항으로 인해, 데이터 기반 항공안전관리 기술의 수요가 꾸준히 증가할 것으로 전망됨
- **(타 분야 활용성 증가)** 도로안전, 철도안전 등 타 분야에서 빅데이터 기반 안전관리에 대한 수요가 증가하고 있어, 빅데이터 기반 항공안전관리 기술의 유사분야 활용성이 증가할 것으로 전망됨
- **(정책적 환경 조성)** 국토교통부의 로드맵 중점과제에 면책 및 비처벌 조항 등 법률적 보완 내용이 포함됨으로써 데이터 공유와 성숙한 안전문화 마련의 발판이 마련됨

라. 위협(Threat) 분석

- (민·관 신뢰 부족) 항공기사고 및 준사고, 항공안전장애 발생에 대한 법률적 처벌이 위주가 된 과거 사례로 인해 정부와 민간기관 간 신뢰가 부족함
- (기관별 항공안전관리수준 격차) 대형항공사와 저비용항공사 간 항공데이터 관리 및 항공안전관리 기술 수준의 격차가 크며, 이에 따라 높은 수준의 항공안전관리를 수행 중인 항공사의 참여 동기가 부족할 수 있음
- (전문 인력 부족) 빅데이터 분석 플랫폼 개발 및 운영을 위한 전문 인력이 부족하고 전문 인력양성을 위한 교육과정이 부족함
- (플랫폼 운영 주체 및 운영방안) 개별기관별 이해관계 상충과 규정 및 권한 부재로 빅데이터 분석 플랫폼 운영 주체 및 운영방안에 관한 결정이 어려움

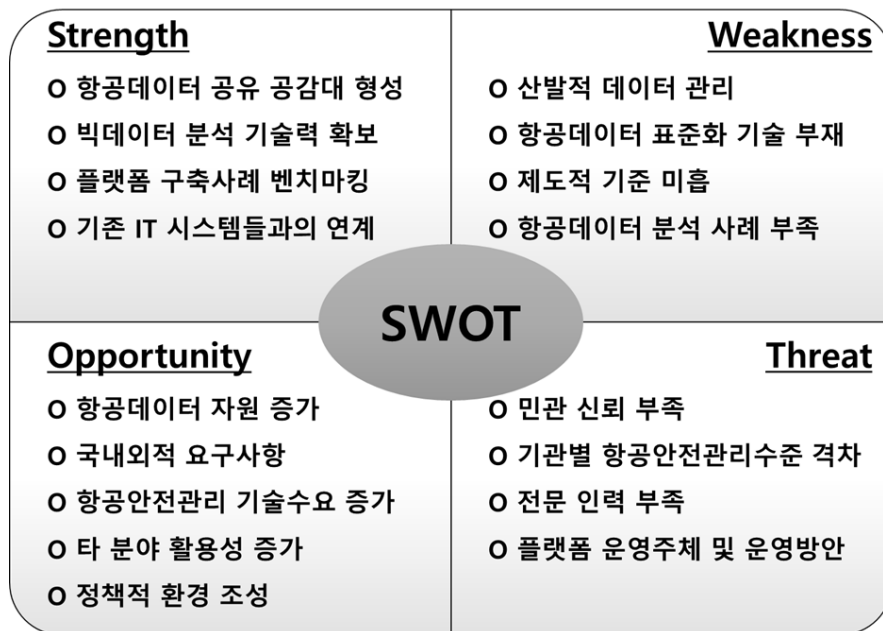


그림 30 빅데이터 기반 항공안전관리 기술 SWOT 분석

2. 연구개발 추진 방향 정립

가. 강점 활용을 통한 기회확대 전략 (SO 전략)

- 이해당사자들 간 형성된 빅데이터 구축사업 추진·참여에 대한 공감대를 바탕으로 ICAO의 데이터 기반 항공안전관리 및 의사결정 의무화에 대응하는 항공안전 빅데이터 분석 플랫폼 구축 가능
- 국내 대학 및 연구기관을 중심으로 활발히 수행되고 있는 인공지능(AI) 기술 및 빅데이터 분석기술을 항공분야 고밀도, 대용량, 근실시간 기계 데이터에 적용하여 항공안전관리에 있어 빅데이터 활용 가능성 증대
- 국내외 빅데이터 플랫폼 구축사례를 벤치마킹하여 빅데이터 기반 항공안전관리 플랫폼을 구축할 시 데이터 기반 안전관리 수요가 증가하고 있는 도로안전, 철도안전 등 유사분야에서 활용 가능

나. 강점 활용을 통한 위협극복 전략 (ST 전략)

- ‘항공안전 빅데이터 T/F’를 통한 정부와 민간 간 적극적 논의를 기반으로 빅데이터 분석 플랫폼 운영 주체 및 운영방안 관련 논의와 협력 도모

다. 약점 보완을 통한 기회 활용 전략 (WO 전략)

- 항공데이터 목록화, 수집 프로세스, 비식별화, 표준화 기술 등을 개발하여 꾸준히 수요가 증가하고 있는 데이터 기반 항공안전관리 기술의 국내 성숙도를 높임
- 문재인 정부 100대 국정과제, 국토교통부 항공안전정책기본계획 등 정책적 개발 장려를 기반으로 항공안전관리에 있어 다양한 데이터 연계 기술, 대용량 통합 데이터 분석기술을 적극적으로 개발하고 적용함
- 데이터 공유 및 거버넌스 관련 정책수립을 통해 안전이슈 보고 시 처벌 등 불이익에 대한 우려를 불식하여 안전데이터 수집 및 공유를 확대함

라. 약점 보완을 통한 위협극복 전략 (WT 전략)

- 국내 빅데이터 기반 분석기술 수준 향상을 통해 개별 기관에 국내 빅데이터 분석 플랫폼 참여 시 혜택을 명확히 제시하여 빅데이터 분석 플랫폼 참여를 독려함
- 빅데이터 분석 플랫폼 운영을 위한 전문 인력을 양성하여 항공분야 안전 지표 수립, 안전이슈 평가에 기계학습, 인공지능 기술을 확대 적용함

3. 중점추진 연구 분야 도출

- 국내외 동향 및 환경 분석을 기반으로 내부의 강점/약점 요인과 외부의 기회/위험요인을 분석하여 중점추진 연구 분야를 도출함
- 도출된 중점추진 연구 분야를 기획 연구진 회의 및 기획 타당성 검토 회의를 통해 위계 조정 및 그룹핑하여 ‘항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발’, ‘빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립’의 2개 중점추진 분야로 선정함
- **(항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발)** 데이터 기반 예측적 항공안전관리 이행을 위해서는 국내 항공분야에서 가용 가능한 데이터의 종류 및 범위를 파악하고 이를 기반으로 한 데이터 수집 및 처리 기술, 위험 산정 알고리즘 개발 등 빅데이터 분석기술 연구개발이 필요함
- **(빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립)** 항공안전 데이터 기반 위해요인 발굴 알고리즘, 위험 산정 알고리즘 등 빅데이터 분석기술 구현 및 분석결과 공유를 위한 빅데이터 분석 플랫폼을 구축하고, 이를 운영 관리하기 위한 규정 수립과 가용 항공데이터의 종류 및 범위 확대를 위한 관련 법령 법제화가 필요함

2절. 비전 및 목표

1. 연구 비전 및 목표

가. 연구 비전

- 빅데이터 기반 항공안전관리를 통한 항공안전증진

나. 연구 목표

- 정량적이고 예측적인 예방형 항공안전관리를 위한 항공안전 빅데이터 분석기술 및 플랫폼 개발
- 세부 목표
 - 항공분야 가용 데이터의 목록 및 구조, 호환성 등을 도출하고 데이터 처리 기술 개발을 통해 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발을 위한 기반을 조성함
 - 실제 수집된 다양한 항공사고, 준사고, 항공안전장애 데이터에 공항운영, 항적, 기상 등 다양한 항공기 운항 관련 데이터를 퓨전하고 통계학습 및 기계학습 기법을 적용함으로써, 항공안전 위해요인에 대한 체계적인 분석을 수행함
 - 연계된 데이터의 처리, 저장 및 관리와 빅데이터 분석 알고리즘을 적용하여 위험 예측 및 감지를 수행하고 주요 패턴을 식별한 후 필요한 데이터를 별도 저장 및 관리하는 복합시스템 플랫폼을 개발함
 - 항공데이터 공유 및 활용 규정을 법제화하여 항공안전 빅데이터 분석을 위한 선결 조건을 이행하고 플랫폼 이해관계자 의견을 수렴한 플랫폼 운영방안을 수립함
 - 활용 가능한 데이터 자원의 종류 및 범위 증대에 따른 예측적 위험관리 분석체계 고도화 및 플랫폼 확장성 방안 연구

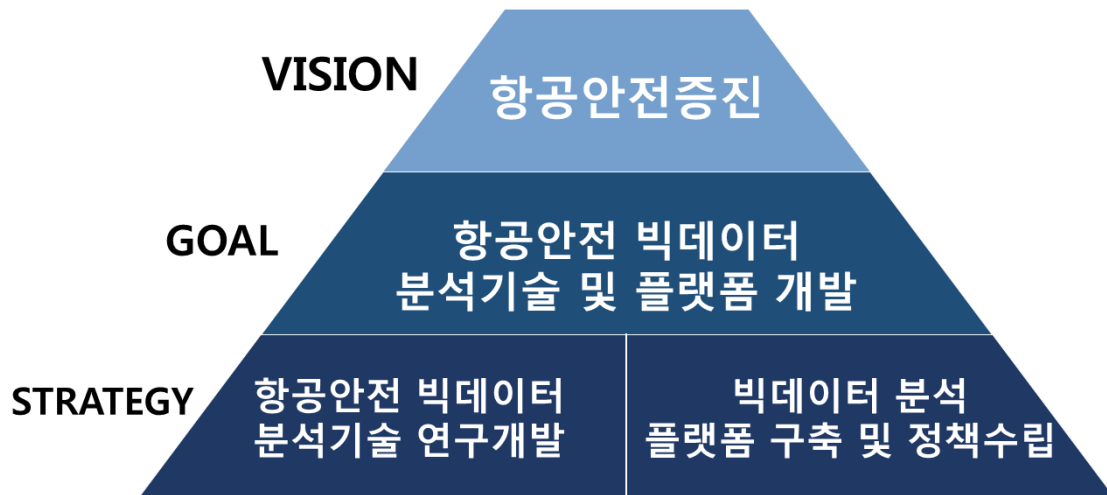


그림 31 연구의 비전 및 목표

2. 설정 근거

가. 비전 설정 근거

- 본 연구의 비전은 “빅데이터 기반 항공안전관리를 통한 항공안전증진”으로 정부의 국정과제 ‘안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축’에서 제시하고 있는 각종 재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화 추진이라는 국가 정책적 기조에 부합하는 빅데이터 기반 항공안전관리를 통한 항공안전증진을 비전으로 제시

나. 목표 설정 근거

- 본 연구의 목표는 “정량적이고 예측적인 예방형 항공안전관리를 위한 항공안전 빅데이터 분석기술 및 플랫폼 개발”로 정부의 국정과제에서 제시하고 있는 ‘22년까지 항공안전 빅데이터 플랫폼 구축’이라는 국가 정책적 기조에 부합하기 위해 목표로 제시

3절. 세부과제 도출 및 선정

1. 세부과제 도출

- SWOT 분석 결과를 기반으로 수행한 기획 연구진 회의와 기획타당성 검토 회의 결과를 세부과제 도출의 근거자료로 활용

가. 1차 기획 연구진 회의

- SWOT 분석 결과를 기반으로 수행한 기획 연구진 회의를 통해 아래와 같은 세부 후보 과제가 도출됨

- 빅데이터 분석기술 연구개발 및 정책수립

- 빅데이터 기반 항공안전 분석 기술 연구 및 시범분석
- 빅데이터 기반 항공안전 분석 기술 고도화
- 항공안전 데이터 표준화 동향 및 현황조사
- 항공안전 데이터 표준 정의 및 형식 개발
- 비처벌 조항 등 관련 정책 및 법제화 연구
- 항공안전 빅데이터 스티어링 커미티 구성 및 운영
- 운영 개념 및 관련 요소기술 체계 확정
- 관련 정책수립 및 법제화
- 항공안전 빅데이터 스티어링 커미티 운영
- 운영 방식 및 주체 선정

- 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 시범 운영

- 빅데이터 플랫폼 설계
- 빅데이터 플랫폼 구현 및 시범 운영
- 빅데이터 플랫폼 고도화
- 사이버망 보안 구현
- 빅데이터 기반 항공안전관리 플랫폼 운영
- 분석센터 설립

나. 기획 타당성 검토회의

○ 기획 타당성 검토 회의를 통해 도출된 요구사항은 아래와 같음

검토항목	수정·보완의견 (요구사항)
연구개발 필요성에 관한 주요 의견	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가 항공안전증진을 위한 귀중한 자료를 활용하고 그 데이터를 공유하여 항공안전발전 도모에 필수적인 프로젝트이며, 현재 항공환경은 공항·항로 등 한계점 때문에 어려움을 겪고 있어 효율적인 자원 활용 및 안전 증진을 위해 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 빅데이터 기반의 안전관리를 위해 안전보고서·FOQA 등 주요 데이터의 분류·표준화·후처리에 대한 명확한 정의와 절차 수립하여 항공사에게 필요성 공감대 형성 및 참여 유도 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 빅데이터 운영을 위해 행정처분 기관에 인사나 예산·용역 등의 이해 관계에 종속되지 않아야 하고 항공종사자들과의 신뢰관계 형성이 필수전제 조건이 되어야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 비밀보장과 안전실수에 대한 면책을 법에 구체적으로 법제화 필요
주요 보완 의견	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 본 과제를 통해 산출되는 안전관리기술이 공항운영·안전성 향상에 어떤 도움이 되는지 언급 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 안전관리의 범위 설정 필요(기상·지진 등 자연재해 부분도 포함되는지 여부 등)
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 실천 가능한 단기·중기·장기 과제를 선정하고 안전데이터 공유 가능한 모델 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 비정형데이터 (ASR 등) 활용한 연구 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자료 제출하는 회원 항공사의 안전 역량 위치를 외국 항공사와 비교하여 데이터 제공 가능 여부

검토항목	수정·보완의견 (요구사항)
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 회원 항공사의 인지된 문제점 개선에 대한 타항공사의 Best Practice 제공 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 항공사의 시스템에 의해 도출된 문제점에 대한 개선 Process 제시 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 항공사 FOQA 데이터 수집 위해 참여항공사와의 MOU 체결 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 본 과제 수행시 분석 능력을 갖춘 전문가 집단 구성을 위한 방안 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Global data와 비교할 수 있는 분석 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 문제점 개선에 대한 외국항공사의 Best Practice 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기획과제 및 본 과제에 대한 정부, 공항, 항공사 의견 수렴·조율 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 우리나라에서 생성되는 항공분야 통계에 대한 기준·지침 등 재정립 필요 <ul style="list-style-type: none"> - T/O, L/D 시간기준, 안전장애 데이터 수집방법(1개 데이터라도 다수 보고자가 보고하면 건수 누적 등)
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 데이터 분석을 위한 전문인력 양성을 본 과제에 포함하는 방안 검토 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 ATO 인가 -> 국가 공인자격 과정 운영 -> ICAO, 위탁교육

검토항목	수정·보완의견 (요구사항)
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ FOQA 데이터 전체가 아닌 분석에 핵심이 되는 parameter 우선 수집 방안 검토 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 저비용항공사는 안전에 대한 실제 이득이 클 것으로 예상되므로 본 과제 수행시 참여 가능성 검토 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 양 공항공사가 A-CDM 구축·운영 중이므로 연계 필요 부분 검토 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 본 과제의 연구제목을 명확히 할 필요있음
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 본 기획과제에서 제시하고 있는 빅데이터 플랫폼에 대한 정의 및 범위 제시 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연구 분야(항목) 별 세부 연구내용에 대하여 명확히 표현 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연구 분야별 대표성 표현을 위한 범위 설정 및 표현 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 예산 계획시 세부 과업을 식별하고, 선후관계를 조정하여 예산 편성 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연구개발 전략에 데이터 확보 방안 제시 필요성 명시

검토항목	수정·보완의견 (요구사항)
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ RFP에 연차별(단계별) 달성목표 제시 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 초기 연구 단계에서 명확한 산출물 제시 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 분석기술개발 주제 및 범위 제시가능성 및 제시여부 검토 필요
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 데이터 현황 조사시 모든 관련 시스템을 다 조사할 수 없으므로 분석기술개발 주제를 우선 선정하여 주제와 관련된 데이터 현황 조사 필요

다.2차 기획 연구진 회의

- 기획타당성 검토회의 결과를 기반으로 수행한 기획 연구진 회의를 통해 도출된 최종 후보 과제는 아래와 같음

(1) 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발

- 데이터 수집 및 처리 기술 개발
 - 항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록 도출
 - 정형 데이터의 구조 및 호환성 목록 도출
 - 비정형 데이터 활용을 위한 기술 (텍스트마이닝) 개발
 - 항공데이터 분류체계 수립, 표준 정의 및 형식 수립
 - 분석을 위한 전처리 기술 개발 및 검증
- 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발
 - 가용 데이터를 활용한 항공안전 현황 분석 및 통계
 - 표출 및 잠재적 위해요인 발굴 기술
 - 다양한 통계 학습 (statistical learning) 이론에 기반한 위험 산정 기술
 - 예측적 항공안전관리를 위한 안전성과지표 (safety performance indicator) 개발
 - 시범분석을 통한 개발 기술 시연 및 검증
 - 데이터 확장을 고려한 분석체계 고도화 방안 제시

(2) 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책 수립

○ 분석 플랫폼 구축

- 데이터 소스와 분석 플랫폼과의 데이터 교환 및 분석 결과 표출을 위한 표준 프로토콜 개발
- 플랫폼 아키텍처 설계
- 플랫폼 시제품 개발 및 시범 운영
- 플랫폼 실용화 방안 연구
- 온라인 및 실시간 데이터 공유 보안 기술 개발 및 검증

○ 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화

- 항공데이터 공유 및 활용을 위한 법제화
- 데이터 보호 및 사이버 보안 규정 수립
- 빅데이터 분석 플랫폼 운영 규정 수립
- 플랫폼 실용화 단계별 운영 및 전문인력 양성 방안 수립

4절. 연구개발 과제 구성 및 로드맵

1. 연구개발 과제의 구성 및 성과물

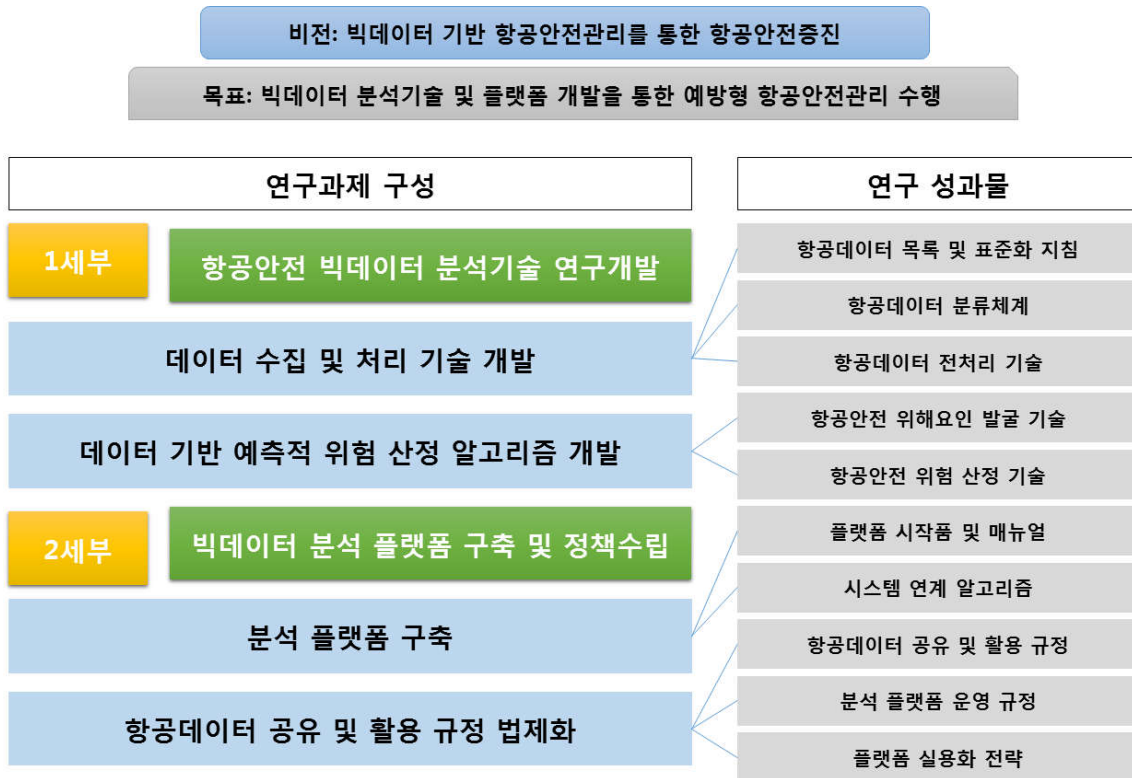


그림 32 비전 및 목표 달성을 위한 연구과제 구성 및 성과물

- 연구개발 과제는 <1세부 - 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발>과 <2세부 - 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립>으로 구성됨
- <1세부 - 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발>은 (1) 데이터 수집 및 처리 기술 개발, (2) 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발 세부과제로 구성
- <2세부 - 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립>은 (1) 분석 플랫폼 구축, (2) 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화 세부과제로 구성

2. 연구개발 로드맵

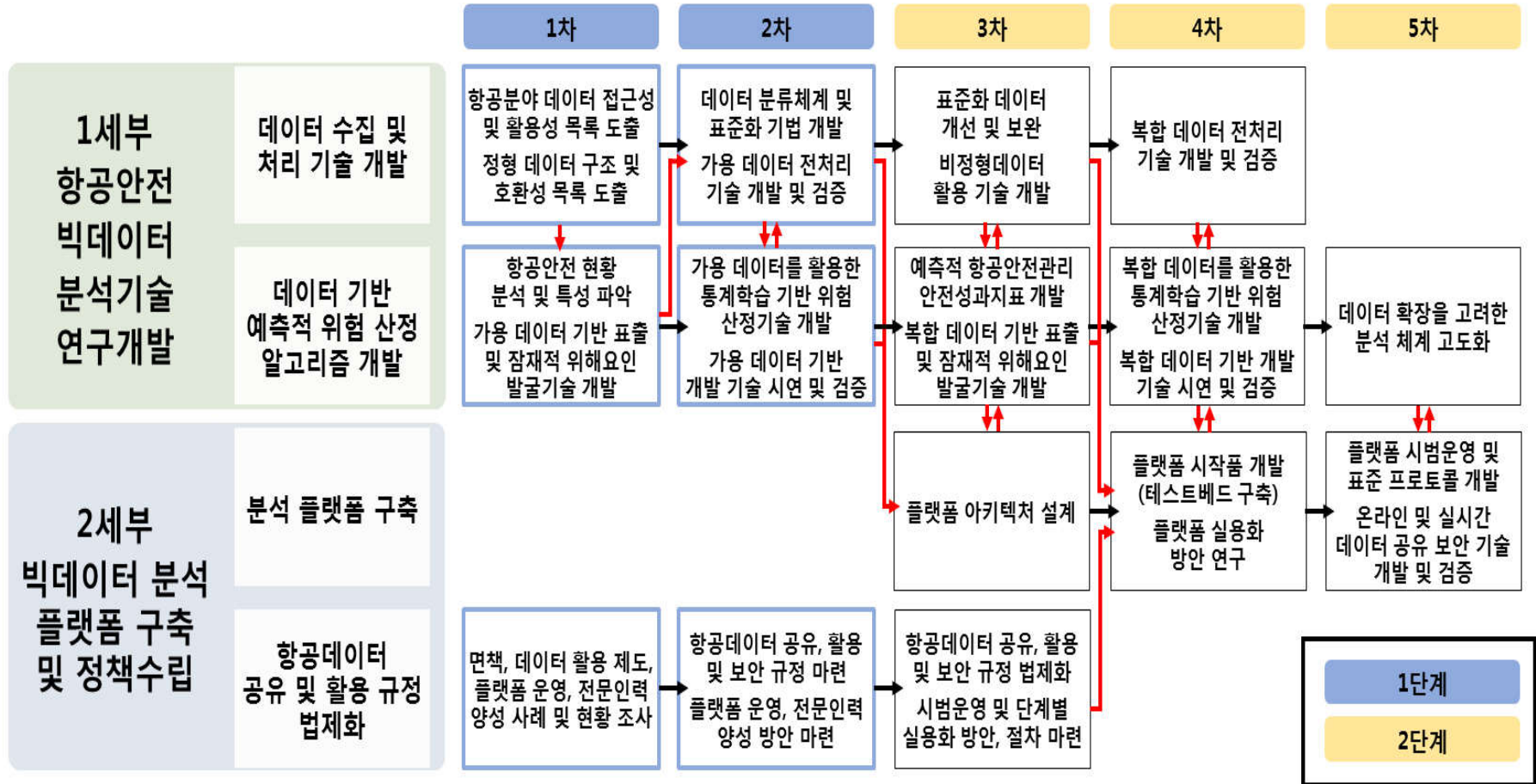


그림 33 연구개발 로드맵

- 세부과제별 연차별 계획은 아래와 같음
- 데이터 수집 및 처리 기술 개발
 - (1차) 항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록도출, 정형 데이터 구조 및 호환성 목록 도출
 - (2차) 데이터 분류체계 및 표준화 기법 개발, 가용 데이터 전처리 기술 개발 및 검증
 - (3차) 표준화 데이터 개선 및 보완, 비정형데이터 활용 기술 개발
 - (4차) 복합 데이터 전처리 기술 개발 및 검증
- 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발
 - (1차) 항공안전 현황 분석 및 특성 파악, 가용 데이터 기반 표출 및 잠재적 위해요인 발굴기술 개발
 - (2차) 가용 데이터를 활용한 통계학습 기반 위험 산정기술 개발, 가용 데이터 기반 개발 기술 시연 및 검증
 - (3차) 예측적 항공안전관리 안전성과지표 개발, 복합 데이터 기반 표출 및 잠재적 위해요인 발굴기술 개발
 - (4차) 복합 데이터를 활용한 통계학습 기반 위험 산정기술 개발, 복합 데이터 기반 개발 기술 시연 및 검증
 - (5차) 데이터 확장을 고려한 분석 체계 고도화
- 분석 플랫폼 구축
 - (3차) 플랫폼 아키텍처 설계
 - (4차) 플랫폼 시작품 개발 (테스트베드 구축), 플랫폼 실용화 방안 연구
 - (5차) 플랫폼 시범운영 및 표준 프로토콜 개발, 온라인 및 실시간 데이터 공유 보안 기술 개발 및 검증
- 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화
 - (1차) 면책, 데이터 활용 제도, 플랫폼 운영, 전문인력 양성 사례 및 현황 조사
 - (2차) 항공데이터 공유, 활용 및 보안 규정 마련과 플랫폼 운영, 전문인력 양성 방안 마련
 - (3차) 항공데이터 공유, 활용 및 보안 규정 법제화와 시범운영 및 단계별 실용화 방안, 절차 마련

5절. 세부과제별 주요 내용 및 성과목표

1. 세부과제별 주요 내용 및 연구 목표

가. 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발

○ 데이터 수집 및 처리 기술 개발

- 데이터 수집 및 처리 기술 개발의 세부과제는 (1) 항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록 도출, (2) 정형 데이터의 구조 및 호환성 목록 도출, (3) 비정형 데이터 활용을 위한 기술 개발, (4) 항공데이터 분류체계 수립, 표준 정의 및 형식 수립과 (5) 분석을 위한 전처리 기술 개발 및 검증으로 구성
- 세부과제 수행을 통해 항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록, 정형 데이터 구조 및 호환성 목록, 항공데이터 분류체계 및 표준화 지침, 비정형 데이터 활용 기술과 항공데이터 연계 및 전처리 기술을 성과물로 달성하여야 함
- 주요 고려사항으로 데이터 항목 정의에 있어 환경 변화에 따른 지속적 수정, 보완과 항공사별 운영 환경을 반영한 데이터 분류체계 및 표준화 정의가 필요함

○ 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발

- 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발의 세부과제는 (1) 가용 데이터를 활용한 항공안전 현황 분석 및 통계, (2) 표출 및 잠재적 위해요인 발굴 기술, (3) 다양한 통계 학습 (statistical learning) 이론에 기반한 위험 산정 기술 개발, (4) 예측적 항공안전관리를 위한 안전성과지표 개발과 (5) 시범분석을 통한 개발 기술 시연 및 검증, (6) 데이터 확장을 고려한 분석체계 고도화 방안 제시로 구성
- 세부과제 수행을 통해 항공안전 위해요인 분석 알고리즘, 항공안전 위험 산정 알고리즘, 국가 항공안전장애 시범분석 보고서, 항공안전 위해요인 분석 전산프로그램, 예측적 항공안전관리를 위한 안전성과지표, 다중 항공안전장애 위험도 산정 시범분석 보고서와 데이터 확장을 고려한 분석체계 고도화 방안을 성과물로 달성하여야 함
- 시범분석 진행에 있어 이해당사자가 필요한 실용적 결과 도출을 위한 전문가/자문위원 의견 수렴이 필요하며 데이터 확장 고려 시 국토교통부 안전관리 감독과의 연계를 통한 향후 효율적인 안전관리 도모 가능성 검토 필요

나. 빅데이터 분석 플랫폼⁶⁾ 구축 및 정책수립

○ 분석 플랫폼 구축

- 분석 플랫폼 구축의 세부과제는 (1) 데이터 소스와 분석 플랫폼과의 데이터 교환 및 분석결과 표출을 위한 표준 프로토콜 개발, (2) 플랫폼 아키텍처 설계, (3) 플랫폼 시제품 개발 및 시범 운영, (4) 플랫폼 실용화 방안 연구와 (5) 온라인 및 실시간 데이터 공유 보안 기술 개발 및 검증으로 구성
- 세부과제 수행을 위해 빅데이터 분석 플랫폼 설계서, 빅데이터 분석 플랫폼 시제품 및 분석서, 플랫폼 실용화 전략, 데이터 연계 및 분석결과 표출을 위한 플랫폼 표준 프로토콜과 온라인 및 실시간 데이터 공유 보안기술을 성과물로 달성하여야 함
- 플랫폼 실용화 단계에서 국토교통부 안전관리 감독과의 연계를 통한 효율적인 안전관리 수행에 대한 검토 필요
- (1) 향후 효율적인 안전관리를 위한 국토부 안전관리감독과의 연계관계 확인/수립
- 국가차원에서 항공안전 부족한 부분에 대한 우선/효율적인 관리
- 안전감독활동의 문화개선, 교육 등 우선 필요

6) 연속적으로 수집되는 대규모의 데이터 및 사전수집데이터에 대한 분석을 수행하여 실시간 위험 예측 및 감지를 할 수 있으며 주요 패턴을 식별한 후 필요한 데이터를 식별하여 별도 저장 및 관리하는 복합시스템 플랫폼

○ 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화

- 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화의 세부과제는 (1) 항공데이터 공유 및 활용을 위한 법제화, (2) 데이터 보호 및 사이버 보안 규정 수립, (3) 빅데이터 분석 플랫폼 운영 규정 수립과 (4) 플랫폼 실용화 단계별 운영 및 전문 인력양성 방안 수립으로 구성
- 세부과제 수행을 위해 항공데이터 공유 방안, 플랫폼 운영 전문 인력양성안, 항공데이터 정보 활용 법령, 항공데이터 보안 규정, 빅데이터 분석 플랫폼 실용화 단계별 운영 전략과 빅데이터 분석 플랫폼 운영 규정을 성과물로 달성하여야 함
- 주요 고려사항으로 수집 데이터의 범위 중 법률적 제약사항과 활용기관의 제약항목에 대한 명확한 제시, 면책 범위에 관한 세부적인 사례 정의, 이해당사자 간 공감대 형성을 위한 세미나, 교육 등 지속적인 활동이 있음

6절. 연구성과 활용방안

- 본 과제의 최종성과물인 항공안전 빅데이터 분석 플랫폼 구축을 통하여 사전적 항공안전관리체계를 정착하고 데이터 기반의 객관적 의사결정을 통한 효과적 안전증진 수행을 통해 산업과 국가 안전도 증진을 도모할 수 있음
- 빅데이터 분석 플랫폼에 포함될 항공데이터의 종류·범위의 명확한 정의를 통해 가용 항공데이터 목록을 도출하고 데이터 간 연계 방법을 개발하여 효과적인 항공데이터 연계 체계 구축을 위해 활용
- 항공데이터의 분류·구조 등을 표준화하여 효과적인 항공데이터 관리체계를 구축하여 불필요한 데이터 관리 비용 절감에 활용
- 민간이 보유한 항공데이터를 제공할 수 있는 환경 조성을 위한 데이터 수집 규정과 이해관계자들 간 합의를 통한 항공데이터 보호 및 활용기준 법령화를 위해 활용
- 항공데이터 기반 위해요인 식별 프로세스 및 위험평가 모델 개발 등 정량적, 예측적 항공안전관리 기술을 개발하여 항공로 구조개선, 공항시설 보수, 잘못된 비행절차·관제절차 개선 등 항공안전증진을 위하여 활용
- 국내외 선진기관의 안전 수준 및 모범 사례를 제공하여 개별 기관의 안전 역량 위치 파악과 모범 사례 벤치마킹을 위해 활용
- 항공안전 빅데이터 분석 플랫폼 운영 기준안 및 항공안전 빅데이터 거버넌스 운영 기준안을 마련하여 항공안전 빅데이터 분석 플랫폼 운영을 위해 활용

4장. 소요예산 산정

1절. 소요예산 산정

1. 예산산정 방법

- 차년도별 연구 프로세스를 고려하여 1차년도에서 3차년도는 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발 및 관련 규정 법제화를 중심으로 연구를 진행하고, 4차년도에서 5차년도에 걸쳐 분석 플랫폼 설계 및 시범운영 단계로 계획함
- 차년도별 핵심 연구과제를 중심으로 예산을 집중적으로 분배하였으며, 연구의 중요도를 기준으로 예산을 산정함

2. 전체사업 소요예산

(백만원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발	1,400	2,500	1,800	1,800	500	8,000
빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립	400	700	1,400	2,500	5,000	10,000
합계	1,800	3,200	3,200	4,300	5,500	18,000

○ 세부 소요예산

(백만원)

		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
인건비		850	1,600	1,600	1,485	2,750	8,285
연구장비 재료비	연구시설/ 장비비	75	80	125	615	225	1,120
	제품 제작비				250	445	695
	연구재료 비	40	45	65	100	60	310
연구활동 비	여비	140	240	200	185	50	815
	수용비 및 수수료	10	10	30	125	105	280
	기술정보 활동비	40	80	60	135	65	380
	전문가 활용비	75	110	100	125	50	460
연구수당		170	320	320	280	550	1,640
기타경비 및 간접비		400	715	700	1,000	1,200	4,015
합계		1,800	3,200	3,200	4,300	5,500	18,000

3. 중점 추진분야별 소요예산

○ 1세부과제: 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발을 위한 소요예산

(백만원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
데이터 수집 및 처리 기술 개발	600	1,100	900	400	-	3,000
데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발	800	1,400	900	1,400	500	5,000
합계	1,400	2,500	1,800	1,800	500	8,000

○ 2세부과제: 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립을 위한 소요예산

(백만원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
분석 플랫폼 구축	-	-	500	2,500	5,000	8,000
항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화	400	700	900	-	-	2,000
합계	400	700	1,400	2,500	5,000	10,000

4. 세부과제별 소요예산

○ 1세부과제: 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발을 위한 세부 소요예산

- 데이터 수집 및 처리 기술 개발

(백만원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록 도출	200	-	-	-	-	200
정형 데이터의 구조 및 호환성 목록 도출	200	-	-	-	-	200
비정형 데이터 활용을 위한 기술 개발	-	-	500	-	-	500
항공데이터 분류체계 수립, 표준 정의 및 형식 수립	200	800	100	-	-	1,100
분석을 위한 전처리 기술 개발 및 검증	-	300	300	400	-	1,000
합계	600	1,100	900	400	-	3,000

- 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발

(백만원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
가용 데이터를 활용한 항공안전 현황 분석 및 통계	200	-	-	-	-	200
표출 및 잠재적 위해요인 발굴 기술	600	200	300	200	-	1,300
다양한 통계학습 이론에 기반한 위험 산정 기술 개발	-	600	200	400	-	1,200
예측적 항공안전관리를 위한 안전성과지표 개발	-	-	400	-	-	400
시범분석을 통한 개발 기술 시연 및 검증	-	600	-	800	-	1,400
데이터 확장을 고려한 분석체계 고도화 방안 제시	-	-	-	-	500	500
합계	800	1,400	900	1,400	500	5,000

○ 2세부과제: 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립을 위한 세부 소요예산

- 분석 플랫폼 구축

(백만원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
데이터 소스와 분석 플랫폼과의 데이터 교환 및 분석결과 표출을 위한 표준 프로토콜 개발	-	-	-	-	1,500	1,500
플랫폼 아키텍처 설계	-	-	500	-	-	500
플랫폼 시제품 개발 및 시범 운영	-	-	-	2,000	2,000	4,000
플랫폼 실용화 방안 연구	-	-	-	500	-	500
온라인 및 실시간 데이터 공유 보안 기술 개발 및 검증	-	-	-	-	1,500	1,500
합계	-	-	500	2,500	5,000	8,000

- 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화

(백만원)

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
항공데이터 공유 및 활용을 위한 법제화	100	250	300	-	-	650
데이터 보호 및 사이버 보안 규정 수립	100	250	300	-	-	650
빅데이터 분석 플랫폼 운영 규정 수립	100	100	150	-	-	350
플랫폼 실용화 단계별 운영 및 전문 인력양성 방안 수립	100	100	150	-	-	350
합계	400	700	900	-	-	2,000

5장. 과제공모 방안

1절. 과제제안 요구서 (RFP)

연구개발과제명	항공안전 예측성 강화를 위한 빅데이터 분석 플랫폼 개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정량적이고 예측적인 예방형 항공안전관리를 위한 항공안전 빅데이터 분석기술 및 플랫폼 개발 - 항공분야 가용 데이터의 목록 및 구조, 호환성 등을 도출하고 데이터 처리 기술 개발을 통해 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발을 위한 기반을 조성함 - 실제 수집된 다양한 항공사고, 준사고, 항공안전장애 데이터에 공항운영, 항적, 기상 등 다양한 항공기 운항 관련 데이터를 퓨전하고 통계학습 및 기계학습 기법을 적용함으로써, 항공안전 위해요인에 대한 체계적인 분석 수행 - 연계된 데이터의 처리, 저장 및 관리와 빅데이터 분석 알고리즘을 적용하여 실시간 위험 예측 및 감지를 하며 주요 패턴을 식별한 후 필요한 데이터를 별도 저장 및 관리하는 복합시스템 플랫폼 개발 - 항공데이터 공유 및 활용 규정을 법제화하여 항공안전 빅데이터 분석을 위한 선결 조건 (prerequisites) 을 이행하고 플랫폼 이해관계자 의견을 수렴한 플랫폼 운영방안 수립 - 활용 가능한 데이터 자원의 종류 및 범위 증대에 따른 예측적 위험관리 분석체계 고도화 및 플랫폼 확장성 방안 연구
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> □ 연구개발의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> ○ ICAO는 부속서 19 및 항공안전관리 매뉴얼(SMM: Safety Management Manual)을 통해 항공안전관리 기관 간 안전 정보의 공유 및 교환을 의무화하였고 항공안전관리에 있어 이를 활용한 데이터 기반의 효과적 의사결정을 의무화함 ○ 현재 정부 및 공항공사, 항공사 등 개별 기관에서 자체적으로 국가 안전데이터, 공항운영데이터, FOQA(Flight Operations Quality Assurance) 등 다양한 항공분야 전반에 걸친 데이터를 수집하여 활용하고 있으나, 공유문화 미성숙, 통합·분석 플랫폼 부재로, 개별

데이터 활용에만 그치고 있으며 국가 및 개별 기관을 아우르는 데이터에 기반을 둔 과학적 분석과 예측을 통한 정량적이고 사전적인 항공안전관리는 어려운 실정임

- 미국의 경우 항공사, 공항, 항공기 제작사, 파일럿 자율보고 등의 방대한 항공 관련 데이터를 제 3자 독립기관인 NASA, MITRE 등에서 데이터 마이닝, 머신러닝 등의 고급 통계 기법으로 분석하는 ASIAs 프로그램을 운영하고 있음
- 유럽과 중국은 항공기 운영자에 운영 안전 개선을 목표로 비행기록데이터를 수집 및 분석하고 있으며, 특히 유럽의 경우 Data4Safety 프로그램을 통해 기존 비행기록데이터에 더하여 항공안전 의무·자율보고, 항공교통관제, 기상데이터 등 다양한 출처의 빅데이터 활용을 통한 항공안전관리를 수행하고자 하고 있음
- 이러한 빅데이터 기반 항공안전관리 기술은 비행기록자료, 안전보고, 자율보고 데이터 등 다양한 출처의 빅데이터를 수집·분석하여 데이터에 기반을 둔 과학적 분석을 하는 데에 목적이 있으며, 특히 ICAO SMM 개정판 발간을 계기로, 전 세계적인 연구개발 노력이 더욱 활발해 지고 있음
- 따라서, 국내에서도 항공사와 정부 등 민·관 기관에서 개별적으로 생산되고 관리되는 다양한 항공안전 데이터를 연계·분석할 수 있는 기반 기술과 플랫폼이 시급히 필요함
- 이러한 대용량 데이터 분석을 통해 생산되는 결과는 개별 항공사뿐 아니라, 국가의 안전관리 및 공항 안전관리 등 항공 전반에 적용 및 활용을 할 수 있으며, ASBU의 SWIM과도 연계할 수 있음

□ 기술동향

○ 국내 기술 동향

항공분야 전반에 있어 개별 기관에서 산발적으로 자료를 수집 및 관리하고 있고 기관 간 공유와 관련한 규정 미비 및 연계하여 활용할 수 있는 플랫폼 부재로 여러 기관에서 수집되는 다양한 데이터를 활용한 항공안전관리는 수행되고 있지 못함

개별 기관에서 수집하고 있는 데이터 자원의 종류 및 범위 또한 항공데이터 자원이 풍부한 미국 및 유럽의 수준과 격차를 보이며 활용 가능한 데이터의 종류와 범위에 의해 분석기술의 종류와 성숙도가 결정되는 점을 고려할 때, 분석기술 수준 또한 격차를 보임

○ 국외 기술 동향

ICAO는 iSTAR 및 SIMS 등의 웹기반 서비스를 통해 계약국에 항공 관련 데이터 통계 및 안전지표 등을 제공하고 있으며 IATA는 전 세계 470개 이상의 기관으로부터 획득된 데이터의 통합 및 관리 플랫폼인 GADM 프로그램을 통해 데이터에 기반을 둔 항공안전관리 수행을 지원하고 있음

미국은 ASIAS 프로그램을 통해 항공사 내 안전보고, 비행자료, 관제안전보고 등의 서비스 제공자 (항공사)의 데이터와 항공사고·준사고, 자율보고, 활주로 침범 등의 국가 안전데이터, 그리고 항로감시, 항로변경·지연, 공항운영 등의 관제정보 데이터 등 광범위한 데이터를 분석하여 항공안전관리를 수행하고 있음

유럽은 Data4Safety 프로그램을 통해 기계학습, 인공지능 등 최신 IT 기술을 활용하여 비행기록데이터, 안전보고서, 항공교통관제 데이터, 기상 데이터 등을 분석하여 안전성과지표, 안전문제연구, 취약점발견, 벤치마킹 등 항공안전관리에 활용하고자 연구개발을 진행 중임

중국 CAAC는 FOQA Station을 통해 수집된 개별 항공사의 FOQA 데이터를 활용하여 기술 동향 분석, 사례 연구 및 기타 연구를 통한 안전 정책, 표준 및 규정 개선을 수행하고 있음

3. 연구개발내용

1세부 - 항공안전 빅데이터 분석기술 연구개발

○ 데이터 수집 및 처리 기술 개발

- 항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록 도출
- 정형 데이터의 구조 및 호환성 목록 도출
- 비정형 데이터 활용을 위한 기술 (텍스트마이닝) 개발
- 항공데이터 분류체계 수립, 표준 정의 및 형식 수립
- 분석을 위한 전처리 기술 개발 및 검증

○ 데이터 기반 예측적 위험 산정 알고리즘 개발

- 가용 데이터를 활용한 항공안전 현황 분석 및 통계
- 표출 및 잠재적 위해요인 발굴 기술
- 다양한 통계 학습 (statistical learning) 이론에 기반한 위험 산정 기술 개발
- 예측적 항공안전관리를 위한 안전성과지표 (safety performance indicator) 개발
- 시범분석을 통한 개발 기술 시연 및 검증
- 데이터 확장을 고려한 분석체계 고도화 방안 제시

2세부 - 빅데이터 분석 플랫폼 구축 및 정책수립

○ 분석 플랫폼 구축

- 데이터 소스와 분석 플랫폼과의 데이터 교환 및 분석결과 표출을 위한 표준 프로토콜 개발
- 플랫폼 아키텍처 설계
- 플랫폼 시제품 개발 및 시범 운영
- 플랫폼 실용화 방안 연구
- 온라인 및 실시간 데이터 공유 보안 기술 개발 및 검증

○ 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화

- 항공데이터 공유 및 활용을 위한 법제화
- 데이터 보호 및 사이버 보안 규정 수립
- 빅데이터 분석 플랫폼 운영 규정 수립
- 플랫폼 실용화 단계별 운영 및 전문 인력양성 방안 수립

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 산-학-연 협업체계를 통해 빅데이터 기반 예측적 항공안전관리 핵심 기술 연구, 플랫폼 구축, 플랫폼 운영기준 마련 등 과제의 중심 주제를 효과적으로 분할 협업할 수 있도록 함
- 연구개발 관리 및 의사결정 협의체 운영
 - 정부 부처, 공기업 및 민간 업계 등 관련 기관 전문가, 연구진, 외부 전문가를 포함한 자문위원단 구성
 - 항공안전 현안과약을 통한 분석기술개발 주제 및 범위 설정
 - 선정된 분석기술개발 주제와 관련된 항공데이터 수집 현황 파악 및 데이터 확보방안 논의
- 국제협력강화
 - 빅데이터 기반 예측적 항공안전관리 기술개발 동향 파악 및 연구 교류를 위한 국제 자문단 구성 및 운영
 - 미국 ASIAs, 유럽 Data4Safety, 중국 FOQA Station 등 항공선진국과 정부 차원에서의 교류를 통한 선개발 기술 및 노하우 전수 및 협력적 기술 개발 추진
 - ADREP, CICTT 등 항공데이터 국제표준화 활동에 참여
- 정부 협력 기반 강화
 - 데이터 수집 및 활용기준 법제화 및 과학적 연구를 통한 개발 기술이 항공안전증진에 기여할 수 있도록, 국토교통부 관제기관을 포함한 유관부처와의 긴밀한 협력을 통한 정책 수립에 기여

- 연구 단계별 마일즈스톤
 - 1단계 (2차년): 접근 및 활용 가능한 데이터 수집을 통한 대표적 국가 항공안전장애 시범 분석 (예시: 항공안전장애 의무보고 사항 및 관제 데이터 퓨전을 통한 김포공항에서의 이륙단념 (Rejected Takeoff) 이벤트의 위해요인 및 위험 산정)
 - 2단계 (5차년): 항공사, 공항공사 등 관-공-사 의 복합 데이터 수집 및 활용을 통한 우리나라 항공시스템의 예측적 안전관리 사례 제시 (예시: FOQA, 출도착, 공역혼잡도를 고려한 다중 항공안전장애 위험도 산정)

5. 최종성과물

- | | |
|-----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 주요 최종성과물 | <p>* 연구 주제별 최종성과물 (달성목표 년도)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 수집 및 처리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 항공분야 데이터 접근성 및 활용성 목록 (1차년도) - 정형 데이터 구조 및 호환성 목록 (1차년도) - 항공데이터 분류체계 및 표준화 지침 (2차년도) - 가용 데이터 연계 및 전처리 기술 (2차년도) - 비정형 데이터 활용 기술 (3차년도) - 복합 데이터 연계 및 전처리 기술 (4차년도) ○ 예측적 위험관리 분석 알고리즘 개발 및 시범분석 <ul style="list-style-type: none"> - 가용 데이터 기반 항공안전 위해요인 분석 알고리즘 (1차년도) - 가용 데이터 기반 항공안전 위험 산정 알고리즘 (2차년도) - 국가 항공안전장애 시범분석 보고서 (2차년도) - 항공안전 위해요인 분석 전산프로그램 (2차년도) - 예측적 항공안전관리를 위한 안전성과지표 (3차년도) - 복합 데이터 기반 항공안전 위해요인 분석 알고리즘 (3차년도) - 복합 데이터 기반 항공안전 위험 산정 알고리즘 (4차년도) - 다중 항공안전장애 위험도 산정 시범분석 보고서 (4차년도) - 데이터 확장을 고려한 분석체계 고도화 방안 (5차년도) ○ 분석 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 빅데이터 분석 플랫폼 설계서 (3차년도) - 빅데이터 분석 플랫폼 시작품 및 분석서 (4차년도) - 플랫폼 실용화 전략 (4차년도) - 데이터 연계 및 분석결과 표출을 위한 플랫폼 표준 프로토콜 (5차년도) |
|-----------------------------------|--|

	<ul style="list-style-type: none"> - 온라인 및 실시간 데이터 공유 보안 기술 (5차년도) ○ 항공데이터 공유 및 활용 규정 법제화 <ul style="list-style-type: none"> - 항공데이터 공유 방안 (2차년도) - 플랫폼 운영 전문 인력 양성안 (2차년도) - 항공데이터 정보 활용 법령 (3차년도) - 항공데이터 보안 규정 (3차년도) - 빅데이터 분석 플랫폼 실용화 단계별 운영 전략 (3차년도) - 빅데이터 분석 플랫폼 운영 규정 (3차년도)
6. 활용방안 및 기대효과	
<input type="checkbox"/> 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항공데이터 목록 도출 및 데이터 간 연계 방법 개발을 통한 다양한 항공데이터 연계 체계 구축 ○ 항공데이터 분류·구조 표준화를 통한 항공데이터 관리체계 효율화 ○ 항공데이터 공유 및 활용 규정 법령화 ○ 정량적, 예측적 항공안전관리 기술 개발을 통한 항공안전증진 도모 ○ 플랫폼 및 거버넌스 운영을 통한 빅데이터 기반 항공안전관리 수행
<input type="checkbox"/> 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과학적 분석을 통해 항공안전과 관련된 취약점을 진단하여 제도 및 절차개선에 기여 ○ 연계된 데이터 분석을 통해 개별 기관의 데이터 분석만으로는 식별하지 못하는 항공안전 문제 식별 등 데이터 연계에 따른 시너지 효과 극대화 ○ 예방형 안전관리체계로의 전환을 통한 국가 항공안전경쟁력 강화 ○ 빅데이터 기반 항공안전관리 기술에 필수적인 관련 산업의 기술적 지원과 활성화를 통한 미래성장 동력화 및 일자리 창출
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구개발기간 : 2019.01 ~ 2023.12 (5년) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 연구개발기간 : 2019.01 ~ 2019.12 (12개월) - 2차년도 연구개발기간 : 2020.01 ~ 2020.12 (12개월) - 3차년도 연구개발기간 : 2021.01 ~ 2021.12 (12개월) - 4차년도 연구개발기간 : 2022.01 ~ 2022.12 (12개월) - 5차년도 연구개발기간 : 2023.01 ~ 2023.12 (12개월)

- 총 사업비 18,000 백만원 이내
 - 1차년도 정부출연금 : 1,800 백만원 이내
 - 2차년도 정부출연금 : 3,200 백만원 이내
 - 3차년도 정부출연금 : 3,200 백만원 이내
 - 4차년도 정부출연금 : 4,300 백만원 이내
 - 5차년도 정부출연금 : 5,500 백만원 이내

- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산시정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”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. 기타

- 국가 R&D 사업관리서비스 검색결과 선행과제 혹은 유사과제는 없었음
- 현재 국내에서는 민·관이 개별적으로 항공데이터를 관리하고 있어 항공기 사고를 예방할 수 있는 가치 있는 결과 도출에 한계가 있음. 산발된 개별 항공데이터를 연계하여 분석할 수 있는 플랫폼을 구축함으로써, 정량적이고 예측적인 항공안전관리를 수행할 수 있을 것으로 기대됨

참고문헌

- 한국교통연구원, 항공분야 빅데이터의 정책적 활용방안 연구, 2014
- 한국과학기술기획평가원, 빅데이터 분석의 국내외 활용 현황과 시사점, 2016
- GAIN Working Group B, Analytical Methods and Tools, Guide to methods and tools for safety analysis in air trafficmanagement, First edition, 2003
- B. Matthews et al., Discovering Anomalous Aviation Safety Events using scalable Data Mining Algorithms, J. Aerospace Inf. Syst., Vol 10 No 10, 2013.
- FAA Air Traffic Organization - Safety Management System Manual, Version 3.0, 2011
- FAA Advisory Circular 120-66B - Aviation Safety Action Program (ASAP), 2002
- M. Hansen, C. McAndrews, E. Berkeley, J. Gribko, D. Berkey, S. Hasan, Understanding and Evaluating the Federal Aviation AdMinistration Safety Oversight System, Research Report, 2006
- FAA Notice N JO 7210.772 - Air Traffic Safety Sction Program (ATSAP), 2011
- GAIN Working Group B, Analytical Methods and Tools, Guide to methods and tools for Airline flight safety analysis, Second edition, 2003
- Jean-Jacques Speyer, In Conjunction with GAIN Working Group B, Analytical Methods and Tools, Example Application of Aircrew Incident Reporting System (AIRS), 2004
- ICAO, Safety Management Manual (SMM), 2017
- Boeing, Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, 2017
- JPDO, Concept of Operations for the Next Generation Air Transportation System, 2011
- MOLIT, Electronic Safety Tools, 2013
- IATA, Global Aviation Data Management, 2017

- ASIAS, ASIAS Overview, 2016
- EASA, Data4Safety, 2017
- ECCAIRS, ECCAIRS Aviation 1.3.0.12 Data Definition Standard, 2013
- CICTT, AVIATION OCCURRENCE CATEGORIES, 2017
- FAA, Wrong Runway Departures“, 2016
- Ankit Tyagi et al., DAAS: Data Analytics for Assurance of Safety, 2017
- M. Falteisek, ATP Safety Risk Management – Commitment to Safety, FAA, Powerpoint slides
- Safety Online Articles, federal Aviation AdMinistration’s Air Traffic Organization Selects Dyadem for Safety Risk Management Tracking System, October 1, 2009,
<http://www.safetyonline.com/article.mvc/Federal-Aviation-AdMinistrations-Air-Traffic-0001> Mercator Home page, <http://www.mercator.com>
- ASAP Policy and Guidance, <http://www.faa.gov/about/initiatives/asap/policy/>
- ATSAP Home page, <http://www.atsapsafety.com>

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.