

17RDPP-
C131986-
01

국
토
교
통
연
구
기
획
사
업

최
종
보
고
서

2019

국
토
교
통
부

테크
노
베
이
션
파
트
너
스

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()발간등록번호()

국토교통연구기획사업 최종보고서

R&D / 17RDPP-C131986-01

글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술개발 사업 최종보고서

2019. 06.

주관연구기관 / (주)테크노베이션파트너스

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

‘글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술개발 사업’(연구개발 기간 : 2017. 05. ~ 2019. 03.)
과제의 최종보고서를 제출합니다.

2019년. 08월.

주관연구기관명 : (주)테크노베이션파트너스

현재호



주관연구기관책임자: 오동훈

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	17RDPP-C13 1986-01	해당 단계 연구 기간	2017-05-20 ~2018-08-19	단계구분	1/1
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술개발 사업			
연구책임자	오동훈	해당단계 참여연구원 수	총: 8명 내부: 8명 외부: 명	해당단계 연구비	정부: 190,000천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 190,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 8명 내부: 8명 외부: 명	총 연구비	정부: 190,000천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 190,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주)테크노베이션파트너스			참여기업명:	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수: 157 쪽

- 국내 · 외의 International Civil Aviation Organization (ICAO) ASBU 대응 정책 환경 분석을 위하여 주요 항공 선진국의 대응 방식을 조사하고 현재 국내 대응 기술 및 정책 수준을 비교함으로써 시사점을 도출함
- ICAO ASBU Block 단계별 요구되는 기술수준과 정책수준을 비교 · 대비하여 주요국 대비 현재 국내 달성도를 비교함으로써 요구되는 기술 대응 역량을 분석함
- 글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술개발 사업의 목적과 목표를 도출하고 주요 내용을 선정하며 단계별 성과 목표 및 지표를 도출함으로써 사업의 개념을 설계함
- 도출된 사업 개념을 바탕으로 ICAO ASBU 대응 요구 핵심기술을 도출하고 이를 위한 프레임워크를 디자인 하여 사업 세부내용을 선정함
- 사업개요와 연차별 예산을 도출하고 운영체계를 구축하여 유관 과제들의 선정과 관리 프레임워크를 제시함으로써 운영관리 방안을 도출함
- 예비타당성조사를 대비하기 위하여 국내 환경 기준의 정책적, 기술 개발의 타당성과 시급성 기준의 과학 기술적, 비용과 편익 추정 기준의 경제적 타당성의 분석이 이루어짐

요약문

연구의 목적 및 내용	Aviation System Block Upgrade (ASBU) 대응 핵심기술 개발을 통한 글로벌 항공교통체제 대응을 위한 항공교통분야 국내 경쟁력 강화				
연구개발성과	◦ 국내 · 외 정책 환경분석 - ICAO ASBU 대응 - 주요 항공 선진국 대응 - 국내 대응 - 시사점 ◦ 우리나라 ASBU 대응 역량 분석 - 국내 기술 대응 역량 - 시사점 ◦ 사업 개념 - 사업의 목적 및 목표 - 사업의 주요 내용 - 성과 목표 · 지표 ◦ 사업 세부내용 - 핵심기술 도출 - 핵심기술 도출 프레임워크 - ASBU 대응기술 도출 ◦ 운영관리 방안 - 사업개요 및 연차별 예산 - 운영체계 - 과제선정 및 관리 ◦ 타당성 분석 - 정책적 타당성 - 과학 기술적 타당성 - 경제적 타당성				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	◦ 활용계획: 국가연구개발사업 예비타당성조사 시 활용 ◦ 기대효과: 사업의 시의적절한 착수를 통해 ASBU 이행 완수, 국가 위상 제고				
국문핵심어 (5개 이내)	글로벌 항공교통체제	미래 항공교통	항공교통 시스템	항행	공역
영문핵심어 (5개 이내)	ICAO	GANP	ASBU	Aviation	Air Navigation

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

차 례

제1장. 배경 및 필요성	12
1.1. 추진 배경	12
1.2. 추진 필요성	15
제2장. 국내·외 정책 환경 분석	24
2.1. ICAO ASBU 대응	24
2.2. 주요 항공 선진국 대응	42
2.3. 국내 대응	54
2.4. 시사점	56
제3장. 우리나라 ASBU 대응 역량 분석	60
3.1. 국내 기술 대응 역량	60
3.2. 시사점	79
제4장. 사업 개념	82
4.1. 사업의 목적 및 목표	83
4.2. 사업의 주요 내용	84
4.3. 성과 목표·지표	86
제5장. 사업 세부내용	90

5.1. 핵심기술 도출	90
5.1.1. 핵심기술 도출 프레임워크	90
5.1.2. ASBU 대응기술 도출	91
5.2. 기술정의서	98
제6장. 운영관리 방안	110
6.1. 사업개요 및 연차별 예산	110
6.2. 운영체계	111
6.3. 과제선정 및 관리	112
제7장. 타당성 분석	120
7.1. 정책적 타당성	120
7.2. 과학 기술적 타당성	127
7.2.1. 기술 개발의 타당성 및 시급성	127
7.2.2. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안	133
7.2.3. 기술적 파급효과	136
7.3. 경제적 타당성	138
7.3.1. 비용 추정	138
7.3.2. 편익 추정	139
7.3.3. 경제성 분석	150
붙임. 참고 문헌	154

표 차 례

<표 1-1> 국토교통부 항공정책실의 이사국 활동 수행 관련 임무	13
<표 1-2> 국내외 미래 항공시스템 관련 주요 계획	14
<표 1-3> 우리나라 및 세계 항공교통 운항 및 사고 추이	16
<표 1-4> 항공사별 국내·국제선 여객운송 요약('17~'18)	16
<표 1-5> 최근 10년간 항공교통량(항로 관제량, '08~'17)	17
<표 1-6> 국제민간항공조약 및 항공안전법 관련 내용	19
<표 2-1> ASBU의 성능개선영역, 세부개선영역 및 이행 모듈	27
<표 2-2> NextGen Implementation Plan 2016 프로그램/포트폴리오	43
<표 2-3> SESAR 운영 개념	45
<표 2-4> CARATS의 항공교통시스템 혁신 방향	48
<표 2-5> CAAMS 구축계획(3단계)	50
<표 2-6> APAC Seamless ATM Plan의 ASBU 추진과제(제2판)	53
<표 2-7> 차세대 항공교통시스템(NARAE) 계획 시간적 범위	54
<표 2-8> 차세대 항공교통시스템(NARAE) 4대 추진전략 및 주요내용	55
<표 3-1> ASBU 국내 기술수준 기준	60
<표 3-2> ASBU 대응을 위한 기술개발 필요 영역	61
<표 3-3> 국내 ASBU Block 대응현황 분석	62
<표 3-4> AIM 단계별 이행계획	68
<표 4-1> 가중치(Ai) 설정 방법	86
<표 4-2> ASBU 10대 핵심기술 요구성능지표(안)	87
<표 4-3> 글로벌 항공교통체제 대응 기술 개발 연차별 성과지표(안)	87
<표 5-1> R&D 대응 기술(안) 55개	91
<표 5-2> 기술적 난이도 평가 기준	94
<표 5-3> 성능개선영역별 최우선 대응 기술 10개	96

<표 6-1> 과제선정 주요 절차 및 내용	113
<표 6-2> 연차(단계)평가 주요 절차 및 내용	115
<표 6-3> 최종평가 주요 절차 및 내용	116
<표 6-4> 성과활용 및 평가지표	117
<표 7-1> 상위계획명 및 의의	120
<표 7-2> 상위계획 부합성 조사 결과	126
<표 7-3> 상위계획 부합성 종합 분석 결과	126
<표 7-4> ICAO의 서비스 등급별 요구 성능	128
<표 7-5> 항행(CNS/ATM) 분야 기술수준 및 기술격차	129
<표 7-6> 최근 10년간 항공교통량(항로 관제량, '08~'17)	131
<표 7-7> 우리나라 및 세계 항공교통 운항 및 사고 추이	132
<표 7-8> 유사·중복성 검토대상 검색	133
<표 7-9> 유사·중복성 검토대상 검색	133
<표 7-10> 본 사업과 유사성이 판단된 과제들과의 차별성과 연계성 분석	134
<표 7-11> 총 사업비	138
<표 7-12> ICAO ATM 11대 핵심성능영역(KAPs)	139
<표 7-13> ATM 11대 성능영역별 핵심성과지표(KPIs)	141
<표 7-14> 편익항목 설정	143
<표 7-15> 편익 요소별 기준 및 산출 근거	144
<표 7-16> 주요 항공사별 매출	145
<표 7-17> 주요 공항별 매출	145
<표 7-18> 미래 항공운송산업 매출 증가액 추정	146
<표 7-19> 편익 1 도출 결과	147
<표 7-20> 최근 3년간 항공사고비용 추정결과	148
<표 7-21> 미래 항공사고비용 저감액 추정	148
<표 7-22> 편익 2 도출 결과	149
<표 7-23> 현재가치화	150
<표 7-24> 경제성 분석 결과 요약 (할인율: 4.5%)	151
<표 7-25> 민감도 분석 결과	151

그 립 차 례

[그림 1-1] 인천공항 정시성 평가결과(2019년 2월 기준)	18
[그림 1-2] 정시성 상위 10개 국가	19
[그림 2-1] FAA 기술개발 조직도	25
[그림 2-2] MITRE에서 대응 중인 항공 기술	26
[그림 2-3] Nextgen 목표	43
[그림 2-4] SESAR 항공분야별 개선 내용	45
[그림 2-5] ICAO ASBU 모듈 및 SESAR 운용변경사항 연결도	47
[그림 2-6] CARATS의 항공교통시스템 계획	49
[그림 2-7] 싱가포르의 advancing ATM 모식도	51
[그림 2-8] ICAO GANP/ASBU-APAC Seamless ATM plan 간 관계도	52
[그림 3-1] 우리나라 ASBU 관련 기술수준 조사결과	60
[그림 3-2] SWIM 망의 개념도	70
[그림 4-1] ASBU Block 모식도	83
[그림 4-2] 동 사업 기획 프레임워크	84
[그림 4-3] 핵심기술 선정 절차	85
[그림 5-1] 글로벌 항공교통체제 대응 기술개발사업 기획프레임	90
[그림 5-2] ASBU 핵심기술 선정 절차	91
[그림 5-3] 핵심 기술 선정 절차	95
[그림 5-4] 대응기술 55개의 3X3 매트릭스 분석 결과	95
[그림 5-5] 핵심기술 10개의 매트릭스 분석 결과	96
[그림 5-6] 선정된 핵심기술 10개와 ASBU Thread와의 관계	97
[그림 5-7] 선정된 핵심기술 10개와 현장이슈와의 관계	97
[그림 6-1] 사업 연차별 예산 및 기술 로드맵	110

[그림 7-1] 국가별 항행(CNS/ATM)분야 특허기술경쟁력	130
[그림 7-2] ASBU 모듈별 이익(Benefits) 구분 (B1-APTA 예시)	140
[그림 7-3] 10대 핵심기술과 ASBU Thread와의 관계	140

제1장. 배경 및 필요성

1.1 추진 배경

1.2 추진 필요성

제1장. 배경 및 필요성

1.1. 추진 배경

- ICAO*에서는 증가하는 항공교통량 대응과 전 세계 항공교통의 균형적 발전을 위한 차세대항행시스템으로 전환하는 계획을 제시 및 이행 요구

※ 국제민간항공기구(ICAO)는 UN산하의 전문기구로 국제민간항공의 안전과 질서유지 및 발전을 위한 항공기 설계, 항로·항공시설·운송기술의 개발 등에 대한 준입법·사법·행정적 역할을 수행하는 기구

- ICAO는 차세대항행시스템 (CNS/ATM¹⁾)으로 전환하는 계획을 제시하여 급증하는 항공교통량에 전 세계적으로 대응하고자 함
 - 각 국가 간 경제적, 지역적, 기술적, 재정적, 환경적 여건 등이 상이하여 항공교통시스템 선진화 진행속도 및 이행수준이 불균형하기 때문에 각 국가·지역의 여건을 고려한 항공교통시스템 개선 방안을 모색
 - 따라서 전 세계 항공교통의 균형적 발전을 위해 미래항공시스템전환계획을 GANP 제4판에 반영하였고 이후 별도의 ASBU 이행 지침서 개정판²⁾ 발간
- 항공교통의 안전·효율화를 위하여 '32년까지 단계적 항행시스템 전환계획*(ASBU)을 제시하여 항공교통 선진화를 통한 안전관리 및 효율화를 각국에 이행토록 요구
 - ※ '13년~'32년까지 항공교통 관리와 관련한 주요 분야의 안전관리·효율화 등을 위해 체계적인 기술개발과 서비스 수준을 요구하는 ASBU를 제시, 회원국을 중심으로 이행토록 권고
 - ASBU 이행 대응을 위해서, 항공기와 지상 공항 및 공역 등에 대한 종합적인 운용규정과 승인계획을 통한 측정가능하고 명확히 규정된 목표의 실현 및 이를 위한 인프라 구축, 기술개발 등 정부차원의 지원이 필요한 상황
 - 국제항공기준 제·개정, 국제항공정책수립 등 주요 안에 대한 우리나라의 입장 반영 및 항공권의 보호, 국제동향을 파악하여 국제적인 흐름에 대처할 수 있도록 업무 수행

1) CNS/ATM: Communication(통신), Navigation(항법), Surveillance(감시), Air Traffic Management(ATM, 항공교통관리)

2) The Aviation System Block Upgrades, The framework for global harmonization, ICAO (July. 2016)

□ 세계 각 국에서는 이러한 항공교통분야의 전 세계적인 변화 흐름에 대비하기 위해 국가 실정에 맞는 차세대 항공 종합 계획을 수립하고 대응 중

- ICAO에서 결정되는 국제민간항공조약과 부속서는 전 세계 항공 운송국 및 항공기 제조국 등의 경쟁력에 중요한 영향을 행사
- 선진국들은 증가하는 항공교통수요에 대비하고, 항공분야의 전 세계적인 변화흐름에 대비하기 위해 차세대 항공 종합 계획(로드맵)을 수립*하여 대규모 프로젝트를 추진 중

※ ASBU 항행계획 이행에 부합하는 관련 지원 정책을 활발히 수행 중(미국 NextGen, 일본 CARATS, 유럽 SESAR 등)

□ 국내에서도 ICAO 이사국*으로서의 역할 수행과 전세계적인 미래 항공 교통 시스템 개선 흐름에 따른 대응이 필요

- 우리나라는 국제민간항공조약³⁾에 따른 ICAO 이사국⁴⁾으로 선출되어, 이사회 대한민국 대표부를 운영하는 등 국제항공정책 지도국가 역할을 충실히 수행
 - 국제민간항공조약 및 부속서 개정에 관한 심의 외에도 국토교통부 항공정책실에서 항공 관련 국제기구·단체와의 협력 및 이사국 활동지원, 관련 법령 운용 및 기본정책의 수립·시행 등의 임무를 수행중

<표 1-1> 국토교통부 항공정책실의 이사국 활동 수행 관련 임무

제16조(항공정책실) ③ 실장은 다음 사항을 분장한다.

- 9. 국제민간항공기구(ICAO) 등 항공 관련 국제기구·단체와의 협력 및 국제민간항공기구 이사국 활동의 지원³⁷. 항공교통업무·항공정보·항공지도 관련 법령 운용 및 기본정책의 수립·시행
- 38. 「항공안전법」 제80조제1항에 따른 공역위원회(空域委員會)의 운영, 국가공역 정책의 수립·시행 및 비행절차에 관한 사항
- 39. 항공교통관리(ATM) 및 항공정보관리(AIM)의 기술개발·향상에 관한 사항
- 40. 항공교통업무 안전관리·품질관리와 항공기상 제공 관련 대외협력 및 수색구조지원계획에 관한 사항
- 41. 국제민간항공협약 부속서 제3권(국제항공항행기상업무), 제4권(항공지도), 제5권(공중 및 지상운영에 사용되는 측정단위), 제11권(항공교통업무), 제12권(수색 및 구조), 제15권(항공정보업무)의 국제표준 검토 및 제정·개정 등에 관한 국제협력

출처: 국토교통부와 그 소속기관 직제

- 전 세계적인 미래 항공 교통 시스템변화에 따라, 능동적으로 대처하기 위해 국토부 정책⁵⁾으로 ASBU 대응을 위한 NARAE 계획을 수립하여 추진 중

3) 1966년 시카고 국제회의에서 채택된 민간항공 운영을 위한 기본조약

4) ICAO 홈페이지 (<https://www.icao.int/about-icao/Pages/member-states.aspx>)

5) 주요 정책: 항공정책기본계획, 항공안전종합계획, 항행안전시설 중장기 종합발전 기본계획 등

- 구체적인 성능 기준 및 상용화 계획 등을 반영한 내용에 대한 수정·보완을 진행 중임
 - '17년 NARAE 계획 개정(안)⁶⁾을 발표하고, '17년 12월 세부계획을 수립하여 6개 전략과 39개의 세부과제를 제시
- 우리나라의 ASBU대응을 위한 정책계획에 입각하여 국토교통 R&D에서 선제적으로 확보해야할 핵심기술 개발 및 확보를 통한 기한 내 권고사항 이행 완료를 위해 체계적인 기술적 지원 필요
 - 국토교통 R&D의 체계적인 대응과 선제적인 기술개발 및 확보 전략을 추진하여 효과적·효율적으로 타 분야와의 연계를 위한 대안 마련 필요
 - 동 사업의 상세계획을 통해서 핵심기술 도출 및 우선순위 선정 예정('19)

<표 1-2> 국내외 미래 항공시스템 관련 주요 계획

NextGen 미국	- '25년까지 20년간의 장기계획으로서 차세대항공교통시스템의 안전, 보안, 효율성, 용량 등 전반적 사항에 대한 통합적 계획(약 60억 달러 투입)
SESAR 유럽	- 단일시장 출범을 계기로 단일 유럽공역 실현을 위해 첨단 항공시스템을 개발 및 구축하기 위한 중장기 계획('20년 완료를 목표로 227억 유로를 투입)
CARATS 일본	- 항공안전도 5배, ATC용량 2배 향상을 목표로 하는 차세대 항공교통 인프라 종합구축 계획('25년 완료를 목표로 하고 있음)
NARAE 대한민국	- 체계적인 ASBU 이행을 위해 국내 환경에 맞게 수정한 우리나라의 차세대 항공교통시스템 구축계획(NARAE)

6) 항공교통시스템 구축 기본계획(2019~2023) (NARAE 2.0) Ver 1.8 (한국교통연구원, 2018)

1.2. 추진 필요성

- (항공교통 안전성) 항공운항 안전 증진을 위한 국가적 차원의 지속적인 투자 필요
 - 항공교통은 전 세계의 주요 교통수단 중 하나로 국가 간 이동이 이루어지는 특성 상 안전·보안의 중요성이 타 교통수단 대비 매우 높음
 - 항공안전사고는 발생 시 타 교통수단 대비 인명·재산피해가 크고, 탑승객의 생존률이 낮기 때문에 국민의 생명을 보호해야 하는 국가의 책무이행이 절실
 - ICAO에서는 글로벌 항행안전계획(GASP)을 수립하여 항공안전을 강화하기 위한 단기, 중기, 장기적인 목표를 계획하고 있으며, 국내에서도 항공교통기술의 국가적 차원의 연구개발 전략이 필요
 - 운항현장을 직접 운영하는 서비스 제공자(항공운송사업자, 항공기정비업자, 항공교통업무제공자, 공항운영자 등)가 스스로 안전관리를 하는 방식 필요
 - 항공교통관계자의 신속한 의사결정 지원 및 정보의 상호연동 등 항공시스템 개선을 위한 대응이 시급함
 - 지난 6년간('11~'16) 우리나라 항공교통 사고 수는 운항 백만 회당 평균 10.8건으로 연평균 4.8%의 감소세를 보이고 있으나, 매년 불규칙한 추이를 나타내고 있으며 저비용항공사 증가로 인한 사고 위험 증가
 - 우리나라 항공운항 실적 및 항공기사고 현황 통계에 따르면 지난 6년간 운항 수는 연평균 7.8% 증가추세를 보였으며, 단위당 사고 수는 연평균 4.8%의 감소세를 보였으나, 연간 편차가 큼
 - 운항 백만 회당 사고 수 : '11년 16.20건 '12년 10.65건, '13년 17.97건, '14년 5.59건, '15년 1.75건, '16년 10.81건
 - 최근 5년간 저비용항공사 사고율 0.63건, 대형항공사 0.17건으로 저비용항공사가 4배 가량 높은 사고율을 보임
 - 우리나라는 '16년 기준 세계 항공교통 운항 백만 회당 사고 수 대비 7.6배 높은 수치를 보여, 항공교통 분야의 안전에 대한 대응책 마련이 시급함
 - '16년 세계 항공교통 단위당 사고 수는 1.7건이나 우리나라는 12.7건
 - 사고 수는 6년간 평균 5.5건이나 연평균 2.7% 증가추세를 보였으며, 운항 백만 회 당 6년간 평균 10.8건의 사고 발생

<표 1-3> 우리나라 및 세계 항공교통 운항 및 사고 추이

(단위 : 건 수, 명)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016 (세계*)	6년 평균	CAGR (‘11~‘16)
운항 수	432,080	469,335	500,738	536,586	570,591	629,853	39.9 (백만건)	523,197	7.83%
사고 수	7	5	9	3	1	8	67	5.50	2.71%
사망자 수	10	1	10	5	0	9	9	5.83	△2.09%
단위당 사고 수	16.20	10.65	17.97	5.59	1.75	12.70	1.68	10.81	△4.75%

자료: 국토교통부, 항공통계 항공사고현황(연도별), 국제선 운항실적(연도별), 국내선 운항실적(연도별), 2018년도 자료 및 IATA, IATA Safety Fact Sheet, 2018. 자료를 참고하여 작성

- 국제표준 준수 및 증가하는 항공교통량에 대한 안전성 향상을 위해 국내 항공 교통기술의 역량 강화 필요
 - 항공분야의 특성상 정상적인 운항을 위해 국제표준 이행은 필수 사항임
 - 항공교통량 증가에 따른 사고위험 상승이 예상되므로 항공 안전 증진을 위해 국가차원의 체계적인 대응이 필요함

<표 1-4> 항공사별 국내·국제선 여객운송 요약(‘17~‘18)

(단위 : 명)

구분		국제여객			국내여객		
		‘17년 11월	‘18년 11월	증감 (%)	‘17년 11월	‘18년 11월	증감 (%)
국적 대형 항공사	대한항공	1,574,222	1,613,312	2.5	611,515	541,629	-11.4
	아시아나항공	1,096,014	1,079,833	-1.5	498,135	506,149	1.6
	소계	2,670,236	2,693,145	0.9	1,109,650	1,047,778	-5.6
저비용 항공사	소계	1,800,407	2,066,109	14.8	1,518,230	1,515,482	-0.2
국적사 계		4,470,643	4,759,254	6.5	-	-	-
외항사 계		1,969,921	2,249,634	14.2	-	-	-
총 계		6,440,564	7,008,888	8.8	2,627,880	2,563,260	-2.5

자료 : 국토교통부 「2018.12.24. 보도자료」

- (항공교통 효율성) 전 세계적으로 항공교통량 및 여객수요량은 증가할 전망이며, 국제적 흐름에 따라 우리나라도 항공 효율성(정시성, 수용량 향상 등)을 증진 필요
- 전 세계적으로 지속적인 여객수요 증가와 저유가 현상으로 항공 운송 산업은 성장세를 이어가고 있으며, 세계 항공교통량 증가 역시 이어지고 있어 대비 필요
 - '19년 세계 항공운송업계는 전년도 대비 9.9% 성장이 전망되며⁷⁾, 세계 항공교통량 증가율(2017~2036년)은 연평균 +4.7% (CAGR)으로 전망
 - 공항, 활주로, 유도로, 계류장, 항행안전시설 등 물리적인 시설 증설 및 확충⁸⁾에도 불구하고 증가하는 항공교통 수요 감당 불가
 - 항공교통 수요가 폭발적으로 증가함에 따라, 공역의 혼잡성이 배가되고, 운항 항공기에 대한 관제능력도 포화상태에 이름
 - 공항 시설물 설치를 위한 부지 확보, 막대한 비용 발생 및 환경적인 측면에서 여러 민원이 발생하기 때문에 항공교통시스템 개선 이외에는 시설확충 등의 한계점에 봉착
 - 국내 항공교통량은 최근 10년간 66%가량 증가하였으며 국민 소득수준 향상, 단거리 및 중·장거리 항공 노선 확대, 저가 항공사 취항 증가 등으로 인해 지속적으로 증가할 것으로 예측됨

<표 1-5> 최근 10년간 항공교통량(항로 관제량, '08~'17)

[단위 : 건수]

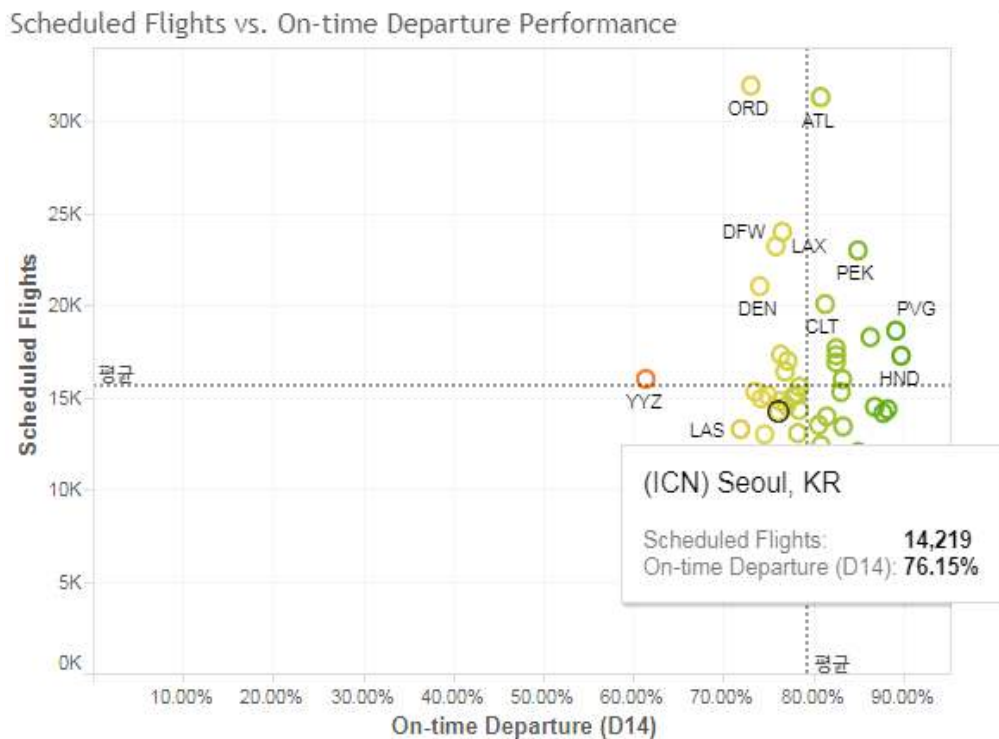
구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17
교통량	459,936	455,287	485,288	513,922	551,744	585,016	626,066	675,653	738,683	763,729
민간 항공기	432,918	421,667	450,703	480,334	519,149	551,393	592,461	639,791	-	-
군용 항공기	27,018	33,620	34,585	33,588	32,595	33,623	33,605	35,862	-	-
일평균	1,257	1,247	1,329	1,408	1,507	1,603	1,715	1,851	2,024	2,092
증가율	2.00	-1.00	6.60	5.90	7.10	6.30	7.00	7.90	9.30	3.40

자료 : 국토교통통계누리(<http://stat.molit.go.kr>) '항공교통관제업무통계'

7) 국제항공운송협회(IATA) '2019년 항공산업 전망' 발표

8) 국토교통부 홈페이지 항공정책 (http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_35319/DTL.jsp)

- 우리나라는 타 국가에 비해서도 공항의 정시성(on-time performance)이 상대적으로 낮아 국가적 차원에서 효율성 제고 필요
- 민간 항공분야 데이터 분석기관인 FlightStats에 따르면, 인천 국제공항은 세계 주요 49개 공항중 정시 운항 수준이 37위(2019년 2월 기준)로 조사대상 공항 중 평균 이하의 하위권에 머물고 있음
 - 본 조사결과는 매월 갱신되는 조사로 인천공항은 2018년 2월 41위, 3월 35위 등 대부분 30위 후반대의 순위를 차지하여, 조사대상 공항중 정시성이 비교적 낮은 편에 속함(2019년 2월 기준 1위: 도쿄 공항, 2위: 상하이 공항)
- ※ 본 조사에서는 예정된 항공편(Scheduled Flights) 중 예정 시간이 15분 이상 지연된 항공편을 집계 및 제외하여 정시성을 산출하였음



[그림 1-1] 인천공항 정시성 평가결과(2019년 2월 기준)

On-time Departure Performance

Airport Code	Airport City	On-time Ranking	Flights	Tracked	Comp. Factor	On-time (LFP)	Delayed (15+ min.)	Avg. Delay
PVG	Shanghai, CN	2	18,614	99.87%	99.63%	89.20%	10.80%	56.8
SHA	Shanghai, CN	3	10,825	99.95%	99.21%	89.06%	10.94%	61.3
CTU	Chengdu, CN	4	14,340	99.80%	99.19%	88.29%	11.71%	75.2
MAD	Madrid, SP, ES	5	14,146	98.43%	99.71%	87.79%	12.21%	40.4
SIN	Singapore, SG	6	14,475	99.52%	99.51%	86.85%	13.15%	41.6
CAN	Guangzhou, CN	7	18,261	99.52%	99.33%	86.36%	13.64%	78.7
PHL	Philadelphia, PA, US	8	12,024	99.92%	95.21%	85.02%	14.98%	63.5
PEK	Beijing, CN	9	22,980	99.55%	98.76%	84.99%	15.01%	58.0
FCO	Rome, IT	10	10,776	98.97%	99.25%	83.45%	16.55%	40.0
ICN	Seoul, KR	37	14,218	81.44%	99.87%	76.15%	23.85%	39.8

[그림 1-2] 정시성 상위 10개 국가

□ (ICAO 국제 권고사항 이행 필요) ASBU 이행은 체약국의 책무이자, 국가 경쟁력 제고를 위한 발판이므로 적극적 대응이 필요

○ ASBU 이행계획은 ICAO가 191개 체약국에 미래 항공교통시스템 정착을 위해 요구하는 권고사항으로 체약국의 역할·의무를 충실히 수행할 필요

- 우리나라는 국제민간항공조약(우리나라 1966년도 가입)을 통해 체약국이 되었으며, 조약의 내용·항공안전법에 따라 국제민간항공기구의 권고사항을 이행해야 할 의무를 가짐

· ASBU 이행은 단계별로 제시되었으며 현재 Block 1을 이행해야 할 적기 (Block0('13~'18), Block1('19~'24), Block2('25~'30), Block3('31~))

<표 1-6> 국제민간항공조약 및 항공안전법 관련 내용

국제민간항공조약

제37조(국제표준 및 수속의 채택)

각 체약국은, 항공기직원, 항공로 및 부속업무에 관한 규칙, 표준, 수속과 조직에 있어서의 실행 가능한 최고도의 통일성을 확보하는데에 협력할 것을 약속하여, 이와 같은 통일성으로 운항이 촉진되고 개선되도록 한다. 이 목적으로서 국제 민간항공기구는 다음의 사항에 관한 국제표준 및 권고되는 방식과 수속을 필요에 의하여 수시 채택하고 개정한다.

- 통신조직과 항공 보안시설, 공항과 이착륙의 성질, 항공규칙과 항공 교통관리방식, 항공지도, 기상정보의 수집과 교환 등 제47조(법률상의 행위능력)

국제민간항공기구는, 각 체약국의 영역내에서 임무의 수행에 필요한 법률상의 행위능력을 향유한다.

항공안전법

제1조(목적)

이 법은 「국제민간항공협약」 및 같은 협약의 부속서에서 채택된 표준과 권고되는 방식에 따라 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치가 안전하게 항행하기 위한 방법을 정함으로써 생명과 재산을 보호하고, 항공기술 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

출처: ICAO Doc 7300 : Chicago Convention on International Civil Aviation

- 우리나라는 1952년 ICAO에 가입, '01년 'PartⅢ' 그룹 이사국으로 선출되어 '16년 6번째 연임에 성공하며 대표 체약국으로의 위상을 공고히 함
 - ICAO 이사국은 위상과 경쟁력 등을 바탕으로 'Part I~Ⅲ'의 그룹으로 이사국을 구분하여 운영하고 있음
 - ICAO의 이사국은 준입법·준사법·준행정 기능을 수행하여 국제 민간항공 분야에 막대한 영향력을 미침
- 체약국으로서의 충실한 역할 수행으로 통해 국가 이미지를 제고하고, 지속적으로 항공 경쟁력을 강화하여 선진 항공국가로의 성장을 기대
 - 만약, ASBU 이행 미흡할 경우, ICAO 이사국 자격 박탈 및 국제항공안전에 대한 우리나라 발언권 축소 등 국가 경쟁력 약화 우려
- 현재 ASBU 불이행에 따른 단기적인 제약사항은 없으나, 장기적 관점으로 기술 격차 심화, 항로 제한 등에 따른 국가적 손실이 우려됨
 - ASBU는 단일 국가 또는 특정 지역만을 대상으로 하는 것이 아니라 전 세계적인 방향성을 제시하여 국제 공조가 이루어지는 계획임
 - ICAO는 ASBU를 의무적으로 이행하도록 하고 있진 않으나, 이를 바탕으로 국제 규약 및 항로 배정 등에 참고할 예정
 - 단기적으로는 제약사항이 없으나, ASBU 이행 시 요구되는 기술분야의 대한 선진국과의 격차가 더욱 심화될 것으로 예상
- 또한, ASBU가 증가하는 항공교통 수요와 안전성 이슈를 해결하기 위한 계획으로 구성된 만큼 이에 따른 산업 분야의 문제 발생이 우려됨
 - (항공정보) 종이형태(항공정보간행물, 항공고시보 등)로 제공, 자료의 활용·관리 불편, 정보의 신속성 및 정확성 저하
 - (항행안전시설) 지상시설의 지형적 영향, 통달범위 한계 등으로 인한 이용자 중심의 항로 수립 제한, 유지관리비 과다 소요 등 우려
 - (공역 관리) 군 훈련공역 및 통제공역 등이 조밀하게 분포(전체 공역의 50.5%)되어 민항기의 효율적 운항을 제한
 - (공항 운영) 교통량의 수도권 집중현상(일평균 1,200대 이상) 및 중국·유럽 방면 교통량 증가로 항공로 혼잡, 지연 등 빈발

제2장. 국내·외 정책 환경 분석

2.1 ICAO ASBU 대응

2.2 주요 항공 선진국 대응

2.3 국내 대응

2.4 시사점

제2장. 국내·외 정책 환경 분석

2.1. ICAO ASBU 대응

- ICAO는 최신 기술을 이용하여 항공관제 개선과 출발·도착 관리를 통해 비행경로 최적화 및 안전화된 글로벌 ATM 시스템 구축을 제안
 - 이러한 ICAO의 구상에 근거하여 주요 선진 국가들은 각 나라 실정에 맞는 정책과 시스템을 발표
 - 하지만 각 국가(지역)가 독자적인 정책 및 시스템을 검토하고 있기 때문에 상호운용이 어렵고 글로벌 협조를 도모할 수 없는 상황
 - ICAO는 항공교통시스템 개선 계획들의 차이점을 조사하는 동시에, 이러한 불균형에서 오는 문제점을 해결하기 위해 제10차 항행회의에서 CNS/ATM을 미래 표준 항행시스템으로 채택
 - 글로벌 항행계획은 향후 Global Air Navigation Plan (GANP) for CNS/ATM SYSTEM(Doc 9750)으로 개정, GANP는 기술적, 운영적, 경제적, 환경적, 재정적, 법적 제도적 측면의 모든 계획 요소를 포함
- GANP는 글로벌 운영개념을 반영, 항공교통시스템이 성능기반의 협력적 ATM 환경으로 전환을 위해 개정되었으며, 현재 제4판⁹⁾을 발행한 상태
 - 세계적으로 조화로운 항행 시스템을 구성할 수 있도록 현존하는 시스템의 업그레이드 계획 및 방법(ASBU)을 제시
 - 블록 업그레이드 및 모듈은 모든 국가의 특성에 따른 운영 요구사항을 반영하여 항공 항행 능력을 향상 할 수 있도록 계획적이면서 가변적인 글로벌 시스템 엔지니어링 접근 방법에 의해 정의
 - ‘항공시스템 단계별 개선 계획’은 이전의 3개 세계 항행 시스템 계획의 개념 및 CNS/ATM 계획의 논리적 결과물이며, 이는 이전에 정의된 ICAO의 항공항법 매뉴얼 및 관련문서의 연속성을 보장
 - 세계 항공 교통량이 증가함에 따라 국제적으로 항행 시스템 업그레이드를 통해 불균형을 없애고, 세계 경제 번영 및 기후변화에 대비하기 위해 각 체약국은 미래 항행시스템 통합을 위해 ‘항공시스템 단계별 개선 계획’에 맞게 수행

9) 2013-2028 Global Air Navigation Plan (ICAO Doc 9750-AN/963, Fourth Edition - 013)

- FAA는 미국 교통부의 예하 항공 전문 기관으로 항공수송의 안전 유지를 담당하고 있으며, 안전하고 효율적인 항공 우주 시스템 제공이 목적
 - 항공 교통, 공항, 항공 안전, 보안 및 유해 물질 안전, 공역 운송의 5개의 사업 조직이 있으며 관련 기술의 개발이 이루어지고 있음
 - FAA의 2018년 주요 기술개발 성과
 - 안전분야(안전관리시스템 개발, 활주로 침입 방지 프로그램 개발, 공항 인프라 개선)
 - 무인항공분야(통합 파일럿 프로그램, 낮은 고도 권한 부여 및 알림 기능 (LAANC))
 - NextGen 시스템 등에서의 기술 개발 성과 및 정책 개선



자료 : FAA, 공식 홈페이지

[그림 2-1] FAA 기술개발 조직도

- MITRE에서는 항공 시스템 고도화 센터를 운영 중(CAASD, Center for Advanced Aviation System Development)
 - FAA에 협력하여, 효율적인 항공 우주 시스템을 제공
 - 국가 항공 시스템(NAS)와 관련된 항공 교통 관리 및 영공 사용자 작업에 대한 지식을 제공함
 - 모델링, 시뮬레이션, 분석 기술로 현재 시스템의 개선 사항 및 평가를 지원하며 향후 무인항공시스템 및 상업용 우주 교통 시스템 통합 기술 개발 중
 - 교통 경보 및 충돌 회피 시스템 개발

- 관제 시스템 개발
- ADS-B 레이더 기반 감시 시스템 개발
- PBN 절차 기반 항행 개발 및 장착 개발
- 항공 안전 정보 분석 및 공유 시스템 개발 등



자료 : MITRE, 공식홈페이지

[그림 2-2] MITRE에서 대응 중인 항공 기술

가. ASBU 구성

- ASBU는 4개 성능개선영역(PIA), 4단계의 블록(block, 단계별 타임프레임), 21개 세부개선영역(Thread), 51개 이행 모듈(Module)로 구성
 - '31년 이후까지 6개년 단위로 단계별 이행 대응이 필요한 항공효율성 개선 및 항공사고 예방 등을 위한 4단계로 구성된 블록개념의 모듈을 제시
 - ※ Block0('13년~'18년), Block1('19년~'24년), Block2('25년~'30년), Block3('31년~)이며, B0은 주로 현행 기술수준으로 실현 가능한 과제이며, B1 이후는 관련 규정 및 추가 기술개발이 필요한 중장기 과제로 구성
 - 각 모듈별로 관련 기능의 기초부터 향상된 기술까지의 일관된 개량을 권고하고, 운영 개념, 필요한 장비 및 시스템, 표준 및 절차, 모범 사례와 효과를 공유하였으며, 지역적·국가적 프로그램의 핵심능력과 성과향상을 세계적인 범위에서 동일한 수준의 성과와 부가적 이익을 창출하도록 함

<표 2-1> ASBU의 성능개선영역, 세부개선영역 및 이행 모듈

성능개선영역(PIA)	세부개선영역(Thread)	B0	B1	B2	B3
1. 공항운영 개선	공항 접근성(APTA)				
	후류요란 분리기준(WAKE)				
	활주로 도착출발 순서(RSEQ)				
	공항지상운영(SURF)				
	공항협력적 의사결정(ACDM)				
	원격 관제(RATS)				
2. 시스템 및 데이터의 상호운용성 증대	관제 기관 간 비행정보공유체계 구축(FICE)				
	디지털 항공교통관리체계 구축(DATM)				
	항공정보종합관리체계 구축(SWIM)				
	기상정보 선진화(AMET)				
3. 공역 수용량 및 비행유연성 증대	유연비행로 운영(FRTO)				
	항공교통흐름관리(ATFM) 네트워크 운영(NOPS)				
	항공기 감시시스템 강화(ASUR)				
	비행중 자가 분리(ASEP)				
	최적 비행고도 이용(OPFL)				
	공중충돌 경고장치(ACAS)				
	비행안전망(SNET)				
4. 효율적인 비행경로 운영	항공기 연속강하운항 확대(CDO)				
	궤적기반 항공교통운영체계 구축(TBO)				
	항공기 연속상승운항 확대(CCO)				
	원격조종항공기 운영 기반 구축(RPAS)				

자료 : 2016~2030 Global Air Navigation Plan, ICAO (5th edition, 2016)

나. [PIA 1] ‘공항운영 개선’

① 공항접근성 증대(APTA)

- (개념) 공항에 PBN 및 GBAS를 이용한 항공기 계기접근절차를 도입하여 공항의 접근력과 수용력을 향상
- (목표) Block0에서 CAT-I 수준의 착륙 성능을 위한 PBN/GLS/SBAS를 도입하고, Block1에서는 PBN/GLS를 확대하여 CAT-II/III 수준의 착륙 성능을 달성
 - (B0-APTA 목표) Basic GNSS 장비, Baro-VNAV 장비, SBAB(위성기반 위치 보정 시스템) 또는 GLS(GBAS를 이용한 계기착륙시설)를 통해 CAT-I 수준의 착륙 성능을 달성
 - (B1-APTA 목표) PBN 및 GLS 접근의 전 세계적 이행을 확대하여, CAT-II/III 수준의 정밀도를 갖는 접근절차로 개선하고, PBN 도착절차(STAR)와 수직정보

제공 접근절차(APV)를 연동

- (요구시스템 및 절차) Block0에서는 CAT-I 접근절차를 위한 항공기 내 주요 장비 및 지상시설(GBAS or SBAS), Block1에서는 CAT-II/III 수준의 계기비행 절차를 위한 항공기 내 GBAS 수신기 및 지상시설 필요
- (B0-APTA) 항공기 내 Basic GNSS, Baro-VNAV, SBAS or GBAS 장비 구축, 지상에 SBAS or GBAS 시설 구축, CAT-I 수준 접근절차
- (B1-APTA) 항공기 내 GBAS 수신기 구축, 지상에 CAT-II/III 수준 GBAS 지상 시설 구축, CAT-II/III 수준 계기비행절차

② 항공기 후류요란 분리기준(WAKE)

- (개념) 항공기 기종에 따라 선행/후행 항공기간 후류요란(Wake turbulence) 분리를 적용하도록 기준을 마련 및 개선하여 항공기 처리량을 증대
- (목표) Block0에서 도착/출발 단계에 재분류된 후류요란 분리 등급을 적용하고, Block1에서는 이를 개선하여 항공기 기종 조합에 따른 후류요란 분리를 적용
- (B0-WAKE 목표) ICAO 항공기 후류요란 분리최저치 개정에 따라 6단계 후류요란 분리 기준을 적용하여 항공기 출발(이륙)/도착(착륙) 횟수를 증대
- (B1-WAKE 목표) 항공기 기종별 선행/후행 항공기 조합과 공항(활주로) 내 기상정보(측풍 등)를 이용하여 평행/단일활주로의 항공기 출발(이륙)/도착(착륙) 시의 후류요란 분리기준을 조정
- (B2-WAKE 목표) B1의 확장된 거리기반 후류요란 분리기준을 시간기반(time-based)의 후류요란 분리기준으로 전환하고, 관제 지원을 위한 자동화 지원시스템 등을 구축
- (요구시스템 및 절차) Block0에서는 후류요란 분리 기준 축소 및 의사결정을 지원하기 위한 지상장비와 관련 절차, Block1에서는 선행/후행 항공기 기종의 조합에 따른 후류요란 분리기준 의사결정 지원도구 등 필요
- (B0-WAKE) 6단계 후류요란분리 기준 적용을 위한 관제사 대상 의사결정 지원 도구, 측풍강도 및 방향 예측·시현 장비 및 관련 기준의 적용
 - 후류요란 분리 기준은 ICAO에서 개정을 진행중으로 개정된 기준을 국내 항공교통관제 절차에 적용 필요
- (B1-WAKE) 선행/후행 항공기간 기종 조합에 따른 후류요란분리 의사결정 지원도구, X-밴드 레이더/LIDAR 스캐닝 기술 기반의 측풍 강도/방향 예측

시스템, SWIM을 이용한 기상정보 제공 시스템

③ 활주로 도착·출발 순서배정(Runway sequencing, RSEQ)

- (개념) AMAN/DMAN 구축을 통해 터미널 구역 및 활주로의 수용량을 증가시키고 교통수요의 예측성과 운항스케줄의 유연성을 향상
- (목표) Block0에서 터미널 구역 이전까지의 출발·도착순서 최적화를 달성하고, Block1에서는 RNAP/RNP 항공로의 효과적 이용을 통해 CTA 준수를 극대화
 - (B0-RSEQ 목표) 도착관리(AMAN) 및 시간기반 미터링(time based metering), 포인트 머지(Point Merge)기법 도입, 출발관리(DMAN) 시스템 도입 및 시행
 - (B1-RSEQ 목표) 출발/도착관리 시스템의 지상관리(SMAN) 시스템과의 통합 및 자동화, 시간기반 미터링 시스템 확장 등 RNAV/RNP 항공로의 효과적 이용을 통해 CTA(Controlled Time of Arrival) 준수를 극대화
- (요구시스템 및 절차) 항공기 순서 배정을 위한 항공기 내 장비(FMS) 및 지상 시설(AMAN/DMAN/SMAN), 관련 절차 준비 필요
 - (B0-RSEQ) 항공기 내 FMS(Flight Management System) 및 지상에 AMAN/DMAN 시스템 도입과 시간기반 미터링 시행이 요구되며, RNAV/RNP 도착절차 필요
 - (B1-RSEQ) 지상시설로 AMAN/DMAN 자동화 시스템 및 이와 통합된 지상 관리SMAN) 시스템, 시간기반 미터링 확장 등 필요
 - (B2-RSEQ) 출발도착(AMAN/DMAN)의 통합을 통한 순서 배정 동기화
 - (R3-RSEQ) 출발도착(AMAN/DMAN) 관리 시스템의 항공교통시스템 내 네트워크와 완전 동기화, 최적화(4D 궤적 준수가 가능한 시스템)

④ 공항 지상운영(Surface operations, SURF)

- (개념) 기존에 육안감시, 신호체계, 표식 등으로 이루어진 지상 감시를 보다 정밀화된 A-SMGCS, ASD-B APT 시스템을 구축하여, 지상이동 항공기, 차량 등에 대한 감시 능력을 강화
- (목표) Block0에서 저시정 상태에서도 관제사/조종사의 상황인지 및 지상이동 안정성 제고를 위한 장비를 도입하고, Block1 이후에는 지상이동의 효율성 제고 및 환경영향의 저감을 목표로 하고 있음
 - (B0-SURF 목표) 저시정 상태에서 관제사/조종사의 상황인지력 향상과 지상이동의 안정성을 제고하기 위해 A-SMGCS(Level 1~2), ASD-B APT를 설치

하고, 시계강화시스템(EVS)를 사용

- (B1-SURF 목표) 활주로 · 유도로 내 안전과 지상이동 효율성 제고를 위해 항공기 및 지상시설에서 상황인지 수준을 높일 수 있는 ADS-B IN, TIS-B 지상국 설치 및 유도로/활주로 등화 시스템 연동 기능 구현 등
- (B2-SURF 목표) 저시정 상태에서 지상이동의 효율성 제고 및 환경적 영향 감소를 위한 데이터링크 통신, ADS-B OUT 등의 설치 등
- (요구시스템 및 절차) Block0에서는 항공기 및 지상설비, EVS 활용절차 등이 요구되며, Block1에서는 기도입된 장비의 개선된 버전과 교통정보 시현 절차 도입, Block2에서는 환경적 영향 저감을 위한 장비 및 시설, 절차 등이 필요
- (B0-SURF) 항공기 내 ADS-B 및 SSR Transponder 장비 장착이 필요하며, 지상 시설로 A-SMGCS(Level 1~2), ADS-B APT, 지상이동차량 감시 장비, 지상감시 및 관제를 위한 관제/EVS활용 등 절차 필요
- (B1-SURF) 항공기 내 ADS-B 장비가 요구되며, TIS-B 지상국, 유도로, 활주로 등화 시스템 연동기능 구현, 장착된 장비, 기능 구현 관련 절차 필요
- (B2-SURF) 기존 장비에 더해 데이터링크 통신, 지상이동 궤적 유도기능, 항공 교통 흐름관리와 데이터 공유 등 추가 기능이 포함된 시스템, 관련 절차 필요

⑤ 공항협력적 의사결정(Airport collaborative decision making, ACDM)

- (개념) 통합적인 항공기 운항정보 공유를 통해 공항 내 다양한 이해관계자의 협력적 의사결정 시스템을 구축
- (목표) 공항 내 이해관계자간 협력을 위한 데이터 공유 시스템을 구축하여, 공항운영의 효율성을 증대
- (B0-ACDM 목표) 협력적 운영 프로세스를 통해 여러 이해관계자가 지상운영과 관련된 데이터를 공유, 이를 통해 지연감소, 안전성, 효율성, 상황인식 기능을 증대하여 공항운영의 효율화를 달성
- (B1-ACDM 목표) 협력적 의사결정의 범위를 확대하여, 주변 공역의 체공 항공기 및 지상 지연항공기 정보의 실시간 공유를 통해 완전하고, 통합적인 공항 운영을 도모
- (요구시스템 및 절차) 이해관계자간 데이터 공유를 위한 시스템과 의사결정 지원을 위한 도구, 관련 절차가 요구됨
- (B0-ACDM) ACDM을 위한 지상시스템간 항공기 감시정보 공유체계와 협력

의사결정 환경 조성을 위한 절차 필요

- (B1-ACDM) 공항운영계획 자표보관을 위한 서버, 의사결정 지원 시스템, 그 외 협력 관리 및 유관기관 커뮤니케이션을 위한 절차 필요

⑥ 원격 공항 관제(Remotely Operated Aerodrome Control air traffic services, RATS)

- (개념) 현지 공항에서 관제 서비스 제공이 어렵거나 비용효율이 낮은 지역의 공항에 관제탑을 설치하지 않고 원거리에서 관제 서비스를 제공하는 것
- (목표) 항공기 운항 횟수가 적은 소형공항, 관제사 인력운영이 어려운 지역의 원격 관제를 통한 경제성 확보

※ 동 모듈은 Block1에만 존재하는 모듈로 Block1의 목표가 전체 목표와 동일

- (요구시스템 및 절차) 공항상황을 인지 및 감시, 시현할 수 있는 시스템과 원격 관제탑과 타 관제탑 간 통신 관련 시스템 필요
 - 카메라 기반 솔루션 적용을 통한 공항 상황 시현 시스템
 - 다양한 센서 적용을 통한 공항상황 인지 및 감시 시스템
 - 원격관제탑 타 관제시설 간 통신시스템

다. [PIA 2] ‘시스템 및 데이터 상호운용성 증대’

① 교통흐름 정보 공유(Flight and Flow Information for the Collaborative Environment, FICE)

- (개념) 관제기관이 비행관련 정보 전달 및 관제권 이양 시 다른 관제 기관과의 유선 커뮤니케이션 방식을 데이터 통신방식으로 전환
- (목표) 관제기관 간 비행관련 정보 전달 및 관제권 이양 시 자료 전송시스템을 이용하고, 전 비행단계에 걸쳐 항공기 흐름에 대한 정보를 모든 이해관계자가 공유함으로써 안정성 및 효율성을 개선
 - (B0-FICE 목표) 관제기관 간 업무협조 시 항공관제정보교환망(AIDC)을 이용
 - (B1-FICE 목표) 필요한 비행정보를 항공기가 출발하기 전에 공유
 - (B2-FICE 목표) 항공편 출발 이후를 포함한 모든 비행단계의 비행정보 및 흐름을 모든 지상시스템(항공사, AOC, 관제기관) 간 공유
- (요구시스템 및 절차) Block0에서 지상에 AIDC, ATN 등의 시설 구축이 필요하며,

Block1에서는 출발 전 비행정보교환에 관한 관제기관, 항공사의 기능 향상 및 정보의 제출 절차 구축이 필요

- (B0-FICE) 비행데이터 일괄처리에 적절한 AIDC와 지상 네트워크 표준 AFTN-AMHS 또는 ATN 구축과 관제기관 간 합의서 필요
- (B1-FICE) 출발 전 비행정보교환에 관한 관제기관의 기능과 비행정보교환용 항공사 시스템의 기능 향상, 출발 전 유관기관들이 공유할 수 있도록 개선된 비행정보 제출 절차가 필요
- (B2-FICE) 항공기 내 SWIM 접속 기능 구축, IOP와 SWIM을 지원하기 위한 ATM 지상시스템, 지상시스템 간 고속통신을 지원하고 공중과 지상 간 데이터 링크에 접속하기 위한 데이터통신 인프라 구축, 궤적기반운영에 관련된 새로운 절차의 개발이 필요

② 디지털 ATM 정보 관리(Digital ATM information, DATM)

- (개념) 디지털화된 항공정보 관리로 업무를 개선
- (목표) Block0에서는 AIS로부터 AIM으로 조화롭게 전환하여 네트워크 중심 정보환경을 조성하고, Block1에서는 모든 디지털 ATM 정보의 연계로 업무를 개선
 - (B0-DATM 목표) 항공정보교환모델(AIXM)을 이용하여 전자항공정보간행물(eAIP)을 통한 전자항공정보관리체계(eAIM)를 구축 및 이행
 - (B1-DATM 목표) 항공기상교환모델(WXXM)과 비행정보교환모델(FIXM)의 이행 및 인터넷으로 접근 가능한 ATM 정보참조모델(AIRM)을 이행
- (요구시스템 및 절차) Block0에서 항공기상정보 관리 시스템 및 절차가 필요하며, Block1에서는 지상의 SIRM 이행과 정보관리과정 절차 필요
 - (B0-DATM) 지상에 항공데이터, NOTAM(국내/국제) 및 항공기상정보 관리 시스템 구축, EFB를 통한 항공정보 이용자의 디지털 항공정보 접근 및 검색 절차 필요
 - (B1-DATM) ATM을 위한 새로운 절차는 필요없으나 정보관리에 대한 재검토가 필요하며, SWIM에 접근하는 시스템의 구축은 선택적으로 이행하고, 지상시스템의 SIRM(Service Information Reference Model) 준수 필요
 - B0-DATM, B1-FICE, B1-SWIM과 병행 진행

③ 글로벌 항공데이터 종합관리망(System-Wide Information Management, SWIM)

- (개념) ATM 네트워크의 정보를 모든 이해관계자가 공유할 수 있도록 통합·연동
 - 현재 ATM 정보 시스템은 독립적인 구축 및 운영으로 시설 간의 연계성이 부족하나, 이러한 단점을 보완할 수 있는 네트워크 기반 운영체계
 - SWIM을 통해 공유되는 정보는 운항계획정보, 감시데이터, 모든 형태의 항공 전자 정보, 항공기상 정보 등
- (목표) ATM 네트워크의 정보흐름 및 공유방식의 새로운 패러다임으로 지상의 모든 이해관계자의 정보체계를 통합운영하고 정보를 공유
 - (B1-SWIM 목표) 디지털 항공교통관리체계(DATM)를 기반으로 지상에서 운항에 관련된 모든 이해관계자들이 통합된 정보를 적시에 공유할 수 있도록 함으로써 운항의 전 단계에 걸쳐 협력적 의사결정을 지원
 - B1-FICE와 B1-DATM과 연계됨
 - (B2-SWIM 목표) 지상시설 간 구축되어 있는 SWIM을 항공기와 연동하여 항공기에서도 동일한 정보를 주고받을 수 있도록 하며, 모든 이해관계자의 협력적인 의사결정을 지원
- (요구시스템 및 절차)
 - (B1-SWIM) SWIM 접근 및 정보전달 관련 절차 구축과 지상에는 SWIM 인프라의 구축이 필요하며, 항공기 내에 공중에서 SWIM에 접근하는 시스템의 구축은 선택적 이행

④ 기상정보 선진화(Advanced Meteorological Information, AMET)

- (개념) 세계·지역·국가적으로 관측·예측된 기상정보를 통합적으로 관리하고 운항 관련 기상정보를 적시에 이용자들에게 제공
- (목표)
 - (B0-AMET 목표) 기상정보 네트워크 구축(WAFA¹⁰⁾, IAVW¹¹⁾, SIGMET¹²⁾)을 통해 항공기 운항 효율성과 안전성을 향상
 - (B1-AMET 목표) 운항계획 수립단계에서 모든 예보된 기상정보를 활용하여 운항

10) WAFA: World Area Forecast System, 세계예보센터

11) IAVW: International Airways Volcano Watch

12) 항공기 안전운항에 영향을 미칠 수 있는 특정 항로에서의 예상되는 기상현상에 대한 정보를 제공하기 위한 중요기상정보

중 기상에 의한 영향을 최소화하는 계획수립 지원

○ (요구시스템 및 절차)

- (B0-AMET) ANSP(항행서비스제공자), 공항운영자는 제공되는 기상정보를 일반 문장형식 또는 도표 형식으로 현시를 가능하게 하는 기능의 지상구축이 요구되며, 항공사는 기상정보를 송신하기 위한 항공기와 항공사(AOC)간 데이터 링크 구축이 추가적으로 필요
- (B1-AMET) 지상에는 세계적·지역적·소지역적 기상정보시스템 간의 링크를 포함하는 4-D 세계기상정보 데이터베이스의 구축과 전 세계적 운영을 위한 시스템 간 정보교환 국제표준(IWXXM 등)의 수립이 필요

라. [PIA 3] ‘공역수용량 및 비행유연성 증대’

① 자유 비행 경로 운영(Free-route operations, FRTO)

- (개념) 발전된 항공기의 항행능력과 항행인프라를 기반으로 공역계획, 탄력적 공역사용 및 효율적인 경로운항이 가능하도록 개선
- (목표)
 - (B0-FRTO 목표) 공역수용량 및 비행효율성 증대를 위해 공역운영계획(Airspace Planning)을 수립하고 독점사용공역의 예약 및 한시적 사용을 가능하게 하며(FUA) 교통상황 및 기상상황에 따라 탄력적으로 항로를 설계(Flexible Routing)
 - (B1-FRTO 목표) PBN을 활용하여 항공로 제약을 지속적으로 줄이고 유연성을 높이며, 비행계획(항로 및 고도) 수립에 있어 전체적 교통 흐름과 운용상의 제약조건 내에서 사용자의 요구조건을 최대한 수용함으로써 사용자를 위한 자유항로 개념 운용 극대화
 - (B3-FRTO 목표) 교통복잡성관리(TCM) 개념을 사용하고 궤적기반운영, SWIM과 함께 각 항공편 궤적을 최적화
- (요구시스템 및 절차)
 - (B0-FRTO) 항공기 내 ACARS, FANS 1/A 장비 구축, 지상에 탄력적 공역이용체계 시설 구축, 항공교통관리용 절차와 민/군 간 협력적 공역 운영 절차, 협정 체결 등
 - (B1-FRTO) 항공기 내 PBN 요건의 충족을 위한 적절한 장비 구축, 지상에

유연비행경로 운영을 위한 관제사 지원체계와 다이나믹 섹터링을 지원하는 비행자료처리가능 시설 구축, ATM 절차 개정

② 네트워크 운영(Network operations, NOPS)

- (개념) 출발슬롯 통제, 구역진입률 관리, 웨이포인트 도착시간 관리, 혼잡구역 회피를 위한 비행경로 재설정 등을 통해 구역내의 수요/공급의 균형을 조절하여 항공기 흐름을 원활하게 함
- (목표)
 - (B0-NOPS 목표) 네트워크 차원의 계획수립을 통한 항공교통흐름 개선
 - (B1-NOPS 목표) 네트워크 차원의 계획수립을 통한 항공교통흐름 개선
 - (B2-NOPS 목표) 네트워크 활용에 대한 이용자 참여 확대
 - (B3-NOPS 목표) 항공교통 복잡성(complexity) 관리
- (요구시스템 및 절차)
 - (B0-NOPS) 지상에는 ATFM 시스템을 구축하고, 도착관리, 출발관리 등 B0-RSEQ 관련 절차 수립 필요
 - (B1-NOPS) ATC에서 승무원에 대하여 기내 조치사항을 발부할 수 있는 절차 및 출발 전 항공사 통보 절차 필요, 이해관계자간 정보교환 및 의사결정을 위한 규칙과 UDPP 규칙 적용 요구조건 수립 필요
 - (B2-NOPS) 항공정보종합관리체계(SWIM) 환경기술 및 모든 참여기관 중 특히 ATS와 항공사간의 지상-지상 통합 필요, 항공사간 협의와 ATFM 시스템과의 연결을 위한 자동화기능 필요, 명확한 조건(특히 참여, 권리와 의무, 공평성 원칙 등)을 수록한 UDPP 적용 통보 절차 필요
 - (B3-NOPS) 항공기에 SWIM 및 TBO 운영을 위한 필요 성능 구축, 지상에는 정보이용을 위한 자동화된 기능과 정교한 알고리즘의 집중적인 사용이 가능한 설비 구축

③ 항공기 감시(Alternative surveillance, ASUR)

- (개념) ADS-B Out, MLAT 등 기존 레이더 기반의 감시시스템을 보완·대체하는 항공감시 멀티시스템 구축
- (목표)
 - (B0-ASUR 목표) 초기 항공기 지상감시 능력 확충

○ (요구시스템 및 절차)

- (B0-ASUR) 항공기 내에 ADS-B Out과 모드 S 레이더 트랜스폰더 구축과 지상에 ADS-B¹³⁾, MLAT 구축, ICAO PANS-ATM(Doc 444) 수록 절차의 이행 필요

④ 비행중 자가 분리(Airborne separation, ASEP)

○ (개념) 비행중인 항공기 간의 안전 분리 간격을 관제사가 아닌 조종사가 각종 장치와 정보를 이용하여 직접 조절하면서 비행

○ (목표)

- (B0-ASEP) ADS-B를 통해 수신된 항공교통감시정보를 항공기에 제공(ATSA-AIRB¹⁴⁾)하고, 시계 분리접근(VSA¹⁵⁾)의 운영
- (B1-ASEP) ADS-B IN 등 발전된 항공기 성능과 AMAN·DMAN 등 지상시스템을 활용하여 분리관격관리(IM¹⁶⁾)로 수용량과 효율성 증대
 - 비행중인 항공기의 조종사가 주위의 타 항공기의 교통상황을 파악하여 조종사 상황인식능력 강화를 통한 안전성 확보
 - 조종사가 타 항공기와의 분리간격을 직접 조절함으로써 관제사 및 조종사의 업무부담 경감, 수용량 증대
- (B2-ASEP) 비행 중 다른 항공기와의 분리간격을 조종사가 자체적으로 조절

○ (요구시스템 및 절차)

- (B0-ASEP) 주변 항공기에 ADS-B OUT과 당해 항공기에 ADS-B IN이 필요하며, 지상에 ADS-R 또는 TIS-B의 구축, ADS-B 교통상황전시기 사용절차(PANS-OPS(Doc 8168)) 준수 필요
- (B1-ASEP) 항공기의 목적에 따라 ADS-B IN or ADS-B OUT, 조종석 기반 CDTI의 기내 구축이 필요하며, 도착운행을 위한 AMAN 도구의 지상구축이 필요
 - IM을 운영하는 항공기의 경우에는 ADS-B IN 기능, IM 기능을 제공하는 항공전자장비 요소(FIM 장비·조언기능을 가진 간격분리 기능) 및 조종석 기반 CDTI의 기술이 필요하며, 참조·표적 항공기의 경우에는 ADS-B OUT 기능이 필요

13) ADS-B: Automatic Dependent Surveillance-Broadcast

14) ATSA-AIRB: Air Traffic Situational Awareness-Airborne Surveillance

15) VSA: Visual Separation Approach

16) IM: interval management : 교통흐름 관리와 항공기 간격조정을 개선하는 방법을 가능하게 하는 전반적인 시스템

- 간격관리 적용 지원을 위한 지상 자동화, 도착 운영을 위한 도착관리 (AMAN) 도구의 지상 구축이 권장됨
- (B2-ASEP) 기내 구축 기능은 B1과 동일하고 추가적으로 CPDLC의 사용시에는 SC-214에서 개발한 메시지 세트를 반드시 준수하여야 하며, 지상에서는 항공기 기능의 평가와 기능위임을 지원하기 위한 특정도구가 필요

⑤ 최적 비행 고도(Optimum flight levels, OPEL)

- (개념) 대양지역과 같이 관제사가 레이더로 감시할 수 없는 지역에서 비행중인 조종사가 항공기에 탑재된 ADS-B로 항공기간 간격을 확인하며 원하는 비행 고도로 변경
- (목표)
 - (B0-) ADS-B를 이용하여 상승 및 하강 절차를 통해 최적 비행고도로 변경
 - 비행효율을 높이거나 안전상 난기류를 피하기 위해 항공기가 최적 비행고도에 도달하도록 지원

⑥ 공중충돌경고장치(Airborne collision avoidance systems, ACAS)

- (개념) 공중충돌경고장치(ACAS)를 ACASⅡ(TCAS¹⁷⁾ version 7.1)로 개량하여 항공기 운항 안전성을 향상
- (목표)
 - (B0-ACAS 목표) 항공기에 탑재한 공중충돌경고장치(ACAS)의 불필요한 경보 발생 억제
 - (B2-ACAS 목표) ADS-B가 지원하는 개선된 감시기능을 갖춘 공중충돌경고장치(ACAS X) 장착
- (요구시스템 및 절차)
 - (B0-ACAS) 항공기 내에 ACASⅡ(TCAS V7.1) 구축, PANS-ATM 및 PANS-OPS에서 정의된 ACAS 절차 이행 필요
 - (B2-ACAS) 개선된 ACAS(ACAS X)의 항공기 내에 구축과 새로운 ACAS X를 위해 필요한 운영 절차(PANS-OPS 및 PANS-ATM) 점검 필요

17)TCAS(Traffic alert and Collision Avoidance System): ACAS 방식 중 하나로 FAA측에서 사용하는 명칭

7 비행안전망(Safety nets, SNET)

- (개념) 항공기 비행 중 발생하는 위험상황을 관제사에게 경고하기 위해 단기 충돌경보(STCA¹⁸), 지역근접경고(APW¹⁹), 최저안전고도경고(MSAW²⁰) 및 접근경로감시(APM²¹) 기능을 관제장비에 설치
- (목표)
 - (B0-SNET 목표) 항공기의 안전운항을 위한 지상에서의 항공기 운항 모니터링 및 안전경고 기능 구축(STCA, APW, MSAW)으로 지상기반 비행안전망의 효율성 증대
 - (B1-SNET 목표) 항공기 접근경로모니터링(APM) 기능 구축을 통해 항공기 접근 경로에 대한 지상감시기능 확보
- (요구시스템 및 절차)
 - (B0-SNET) 항공기 내에 SSR Mode C/S Transponder 또는 ADS-B OUT와 지상에 STCA, APW, MSAW 기능의 구축 필요
 - (B1-SNET) 지상에 APM²²의 구축, PANS-ATM 조항의 갱신 및 보완 필요

마. [PIA 4] ‘효율적인 항로운영’

1 연속강하 운영(Continuous descent operations, CDO)

- (개념) 항공기의 침단항법시스템을 이용하여 기존의 계단식 접근방식을 개선
 - 최적의 착륙각도를 자동으로 계산, 연속적으로 강하하도록 하여 항공기 연료절감(구간별 최대 40%), 항공기 소음 및 배출가스(구간별 최대 50%)를 획기적으로 감소할 수 있는 차세대 비행방식
- (목표) Block0에서는 강하절차의 유연성과 효율성을 개선하고 Block1부터는 VNAV를 이용하여 강하절차의 유연성 및 효율성을 개선하며 Block2에서는 VNAV의 속도와 시간을 이용하여 CDO의 유연성 및 효율성을 향상
 - (B0-CDO 목표) 강하절차의 유연성과 효율성 개선
 - (B1-CDO 목표) VNAV를 이용한 강하절차의 유연성 및 효율성 개선

18) Short-term conflict alert
19) Area Proximity Warning
20) Minimum Safe Altitude Warning
21) Approach Path Monitor
22) Approach Path Monitor

- (B2-CDO 목표) VNAV와 속도, 시간을 이용한 CDO의 유연성 및 효율성 향상
- (요구시스템 및 절차)
 - Block0에서는 항공기 내 FMS 장비를 구축하고 ICAO의 CDO 매뉴얼을 적용
 - Block1에서는 항공기 내 Baro-VNAV 기능을 갖춘 FMC를 구축하고 VNAV의 기능에 대한 훈련규정 및 새로운 도착절차를 수립
 - Block2에서는 항공기 내 조종실과 관제기관 모두 자동화시스템을 개발하고 개선된 FMS 기능 필요
 - (B0-CDO) 항공기 내 FMS 장비 구축, 지상에 CDO를 확대 적용하고, ICAO CDO 매뉴얼(Doc 9931) 및 ICAO PBN 매뉴얼(Doc 9613) 접근 절차 필요
 - (B1-CDO) 항공기 내 Baro-VNAV 기능을 갖춘 FMC(운항관리시스템) 구축, 지상에 관제사가 항공기 CDO 가능여부를 확인할 수 있는 시스템(항공기성능시현기능) 적용
- ※ 조종사의 항공전자장비 VNAV기능 훈련 규정 및 새로운 도착 절차 필요
 - (B2-CDO) 항공기 내 조종실과 관제기관 모두 자동화시스템 개발이 필요하며(궤적 모델링과 필요 분리 결정 지원용) ADS-B/CDTI(애플리케이션은 아직 개발 중) 및 개선된 FMS 기능 필요
- ※ 지상에서는 조종실과 관제기관 모두 궤적 모델링과 필요분리 결정 지원용 자동화시스템 개발이 필요하고 충돌 또는 잠재적 충돌에 대한 완화전략을 제공하는 기술 개발 필요, 관제기관과 항공사간 비행경로 결정에 협력하는 절차가 필요하며 여기에는 의사결정을 지원하는 자동화 기능도 필요

② 궤적기반 운영(Trajectory-based operations, TBO)

- (개념) SATVOICE와 데이터링크의 초기적용으로 안전성과 효율성을 개선하고, 4차원으로 항공기 비행궤적을 최적화하기 위해 항공기 FMS 기능을 사용
 - ATM 의사결정 향상을 위해 4차원 궤적(위도, 경도, 고도, 시간)과 속도를 지원하는 선진 개념 및 기술
- (목표)
 - (B0-TBO 목표) SATVOICE와 데이터링크의 초기 적용으로 안전성과 효율성을 개선
 - (B1-TBO 목표) 항공교통 동기화(synchronization) 개선 및 초기 궤적기반 운영
 - (B2-TBO 목표) 완전한 4D 궤적기반운영 실현
- (요구시스템 및 절차) B0에는 ATN B1을, B1에는 ATN B2를 구축하되, 새로운

용어와 데이터링크를 사용하므로 관제사와 조종사를 위한 새로운 절차가 필요

- (B0-TBO)

- 항공기 내 FANS 1/A 또는 ATN B1 구축
- 지상에는 FANS 1/A(ADS-C contract 관리 및 ADS-C 위치 메시지 처리 및 전시능력 포함) 또는 ATN B1(CPDLC 메시지 처리·시현 목적) 구축
- ICAO PANS-ATM(Doc 4444) 관련 절차 수립 필요

- (B1-TBO)

- 항공기 내 ATN B2, CPDLC, ADS-C 구축 필요, 지상에는 정해진 미터링 픽스(metering fix)상의 시간관리와 항공기 궤적을 처리하는 기능
- 향상된 지대지(ground-ground) 자료교환 기능, 데이터링크를 통한 엔진시동 허가, 푸시백 허가 및 지상이동 허가 발부 기능
- 멀티센서 데이터의 통합을 통한 감시 기능이 필요, 새로운 용어와 데이터링크를 사용하므로 관제사와 조종사를 위한 새로운 절차 필요

- (B2-TBO) 항공기 및 지상에 요구되는 시스템 및 절차는 현재 개발 중

③ 연속상승 운영(Continuos Climb operations, CCO)

- (개념) 항공기가 이륙 후 적정순항고도에 도달할 때까지 연속적으로 상승토록 하는 것으로서 성능기반항행인 RNAV, RNP를 이용하여 이행
- (목표)
 - (B0-CCO 목표) 출발 절차의 유연성 및 효율성 개선
- (요구시스템 및 절차) CCO는 특정한 공중 및 지상 기술이 요구되지 않음
 - (B0-CCO) 지상에서 관제사가 항공기의 CCO 가능 여부를 확인하는 시스템 (항공기 성능 시현 기능) 필요

④ 원격조종항공기(Remotely pioted aircraft systems, RPAS)

- (개념) 원격조종항공기(RPAS)를 점차적으로 통합공역 내에서 일반 유인항공기와 혼합하여 운용할 수 있도록 개발
- (목표)
 - (B1-RPAS 목표) 원격조종항공기(RPA)의 통합공역 내 초기 운용
 - (B2-RPAS 목표) 원격조종항공기를 유인항공기와 통합 운용

- (B3-RPAS 목표) 원격조종항공기를 유인항공기와 동일한 수준으로 관리
- (요구시스템 및 절차)
 - (B1-RPAS) 원격조종사가 원격조종항공기의 비행경로를 통제하고 요구되는 절차적 기동을 수행할 수 있도록 필요한 데이터를 수집하는 장치와 항공전자장비를 항공기 내에 구축
 - 지상에는 원격조종항공기의 통합공역 내 운용을 위한 체계(감항성, 운영자 증명, 조종사자격, 통신요건 등) 구축
 - (B2-RPAS) 대부분의 원격조종항공기에 ADS-B를 설치하고 탐지 및 회피 기술 개발
 - 지상에서는 새로운 C2 링크 두절 코드에 대응할 수 있도록 ATC를 자동화하고 공해상에서 C2 링크 두절시 자동발생 위치정보 처리가 가능한 ATC 기능 구축, 그 밖에 통합공역 내 원격조종항공기 운용에 따른 항공교통관제절차 필요
 - (B3-RPAS) 항공기에는 인증된 ABDAA 알고리즘과 신뢰할 수 있는 C2 링크, 입증된 탐지 및 회피기술, 기존 공항 파라미터 내에서 필요한 RPAS 장비를 설치, 지상에는 인증된 자동 알고리즘 필요
 - 그 밖에 모든 공역등급 내에서 운영되는 RPAS를 위한 ATM 절차와 동일 공역에서 동시에 다수의 원격조종항공기 운용을 허용하는 절차
 - 모든 공항등급에 대해 원격조종항공기의 운영을 가능하게 하는 절차
 - 특정 상황에서 미리 세팅된 자동대응을 허용하는 절차, 원격조종항공기가 유인항공기 옆에서 조화롭게 운용될 수 있도록 하는 지상 및 공중 절차 필요

2.2. 주요 항공 선진국 대응

가. 미국

- 미국 항공의 안전·효율·예측가능성 및 항공 수용량 증대를 목표로 국가 항공 운송 체제의 현대화 프로젝트인 NextGen 계획 수립 및 추진
 - 20세기 후반부터 꾸준히 증가된 여객 및 물류 수요는 점차 증가하여* 미국 FAA(연방항공청)가 2007년 Next Generation Air Transportation System(NextGen) 구현 개념을 수립
 - ※ 교통량 급증에 따라 빈번한 운항 지연·취소 등 많은 문제가 발생
 - 2025년까지 항행기술 및 항공교통관리의 통합적이고 유연한 항공교통시스템의 개발로 항공 교통을 보다 정확하고 효과적으로 감시
 - 효율적인 공역의 이용과 운영 및 운항 환경 개선 나아가 국가 전반의 이익 향상을 목적으로 하고 있음
- FAA는 항행기술 및 항공교통 관리의 상호연결 시스템 개발 및 구축을 통해 National Airspace System (NAS) 개선을 목표로 NextGen 이행 추진 중
 - 공역사용자 및 이해관계자가 차세대 항공교통관리의 목표 및 필요성, 이행 시 초기 혜택 등에 대해 이해함에 따라 목표 달성을 위한 NextGen 이행에 긴밀히 협력
 - 전국적인 인프라 개선, 향상된 항공 교통 통제, PBN (Performance Based Navigation) 및 향상된 디지털 통신을 제공으로 NAS 개선 추진. 민·관·군의 유기적이고 조직적인 협력 중
- 6대 목표를 설정하여 이를 위한 접근 방법 및 전략 등을 제시
 - 글로벌 항공교통 분야 리더십 유지, 수용량 증대, 안전 보장, 환경 보호, 국가 안보 보장, 국가 보안이라는 6대 목표를 발표
 - ※ NextGen의 목표 중 국방력 보장, 국가 보안에 해당하는 사항들은 ICAO에서 언급되지 않은 부분으로, 이는 미국 자국의 국가적 특성과 여건에 맞추어 자체적으로 수립한 목표로 볼 수 있음
 - 6개 프로그램 및 11가지 포트폴리오로 구성된 NextGen 추진 계획 발표
 - 중점분야 이행계획('14년)을 별도 수립하여 주기적으로 업데이트 진행 중

<표 2-2> NextGen Implementation Plan 2016 프로그램/포트폴리오

구분	내용
프로그램 (6개)	자동종속감시-방송(ADS-B)
	데이터 통신(Data Communications)
	항로 자동화(ERAM)
	터미널 자동화(TAMR)
	국제 공역 VOICE 시스템(NAS Voice System)
	항공정보종합관리체계(SWIM)
포트폴리오 (11개)	지상운영능력 향상(Improved Surface Operation)
	접근 및 저시정 운영능력 향상(Improved Approach and Low-visibility Operations)
	복수활주로운영능력 향상(Improved Multiple Runway Operations)
	성능기반항행(Performance Based Navigation(PBN))
	시간 기반의 흐름 관리(Time Based Flow Management(TBFM))
	협력적 항공교통관리(Collaborative Air Traffic Management(CATM))
	항공기 분리(Separation Management)
	주문형 NAS 정보 제공(On-demand NAS information)
	환경보호 및 에너지절감(Environment and Energy)
	시스템 안전관리(System Safety Management)
	NAS R&D (NAS Infrastructure)

자료 : Nextgen Implementation Plan 2016, FAA (June, 2016)

2014-2016	2016-2020	2020-2025	Beyond 2025
Foundational Infrastructure - En Route Automation Modernization - Terminal Automation Modernization & Replacement - Automation Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out infrastructure - SWIM	Expanded NextGen - Delivering NAS information - NextGen Weather - Equip 2020 - Community engagement - Accommodate unmanned aircraft systems (UAS) - Accommodate commercial space operations	Realize NextGen - NAS Voice System - ADS-B In - Data Communications - TFDM - Integrate UAS - Integrate commercial space operations - Align aircraft equipage - Software applications	Leverage NextGen - Enhanced service delivery - Expand equipage - Advanced applications for NextGen systems - More easily address new capabilities
NAC Priorities Expanded PBN Initial Data Comm Increased surface efficiency Expanded Multiple Runway Operations			
Transparent, Sustainable, Agile, and Resilient NAS community/stakeholder engagement, tech refresh, cybersecurity, cost containment			
2014-2016	2016-2020	2020-2025	Beyond 2025

자료 : FAA: ASBU Implementation Status (August 2017)

[그림 2-3] Nextgen 목표

□ B0 모듈을 세부구성요소로 분석하여 FAA에서의 ASBU 이행수준을 측정하고 지속적으로 감독

- ASBU 이행 대응을 위해 각 모듈을 운영상으로 필요하고 시기적으로 이행 가능한 요소를 분석하여 67개 세부구성요소로 구분하고, 이중 55개는 이행, 3개는 부분이행, 2개는 계획단계, 1개는 개발단계, 6개는 적용불가로 평가*

※ '17년 8월 기준, FAA: ASBU Implementation Status (August 2017)

- ICAO ASBU의 대부분의 모듈에서 미국 사례가 제시된 점과 미국의 ASBU B0 모듈 이행현황을 살펴보면, ASBU 21개 세부개선영역 전체에 대하여 이행 또는 연구개발 단계에 있는 것을 유추 가능

나. 유럽

□ 항공교통수요를 수용하고 단일 유럽공역 구축을 위해, 구체화된 유럽 ATM 발전계획을 유럽 항공교통관리(ATM) 마스터플랜('15)을 통해 발표

- 유럽에서는 단일 유럽공역(The Single European Sky) 구축 및 항공교통 안전과 효율성을 보장하는 차세대 ATM 시스템의 개발 목표로 하는 SESAR(Single European Sky ATM Research) 프로젝트를 시행 중

- 유럽 항공교통관리 마스터플랜(제2판) 발표를 통해 ASBU와의 연계를 고려한 ATM 발전계획 수립

- 원활한 기술개발 및 이행을 위해 European Commission, Eurocontrol, 항공 산업계 등으로 구성된 SESAR 공동추진위원회 SESAR Joint Undertaking (SJU)*를 발족

※ 프로그램에 필요한 자금의 확보, 필요한 R&D 기술의 집중, SESAR 작업 프로그램 정의 및 업데이트, 개발 결과 보고 및 구현에 대한 관련 업무를 담당

- (수립 배경) 유럽 공역 내 증가하는 항공교통으로 발생하는 지속적인 혼잡상황 해소를 위한 항공교통관리 구조 개혁 필요성 제기

- 유럽연합국 간 긴밀한 협업을 통해 공역이용 효율성을 향상시키는 방안을 최우선으로 고려

- 보안·안전, 비용효율성, 항공교통수용량, 환경안전성, 운영효율성 증대 등을 주요 성과*로 제시

※ 성능·성과목표 달성을 위해 자동화(데이터통신) 지원, 상호운용성이 용이한 통합시스템, RPAS를 포함한 공중 비행체 통합관리, 데이터서비스를 통한 디지털방식 정보교환,

항공교통흐름 중심의 궤도 운용, 가상화를 통한 역동적인 자원배분 등을 중점 수단으로 제시함

- 공역 사용자가 최적화된 궤적으로 비행하여 고성능 ATM을 실현하기 위해 핵심 성능영역분야별 성능 목표*를 제시

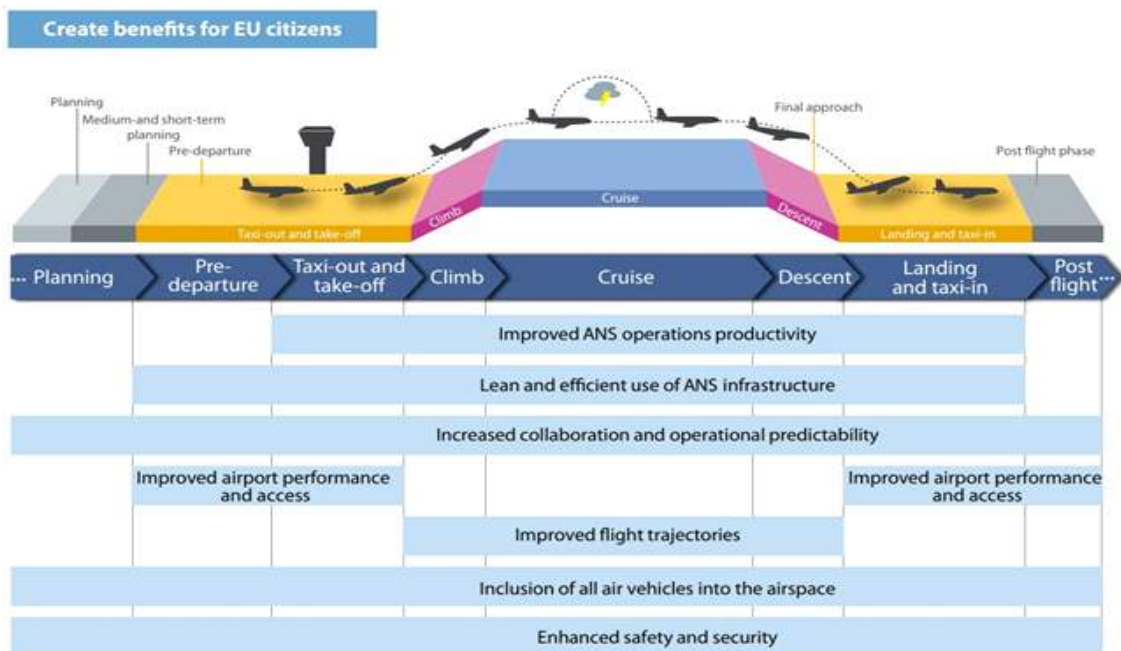
※ 최상의 보안수준 보장, 운항 1회당 항행서비스 제공 비용 40% 감축, 출발 지연 30% 감축, 혼잡공항의 10% 추가 착륙 수용, 100% 시스템에 의한 처리, CO2 배출 10%, 감축 및 항공소음/공기질에 긍정적 영향, 운항시간 6% 감소, 연료소모 10% 감소, 안전도 4배 향상

- SESAR의 운영개념은 ICAO의 11개의 KPA (Key Performance Area) 성능목표와 일관되도록 구성되었고, 각 KPA에 대한 측정 및 검토를 통해 최종목표 설정

※ ATM/CNS 시스템 구조 및 기술에도 동일하게 적용

<표 2-3> SESAR 운영 개념

SESAR 운영 개념
모든 파트너들의 동일한 Trajectory 및 ATM 정보 공유
시스템 와이드 정보관리(SWIM)
공동의사 결정: CDM(Collaborative Decision Making)
네트워크 관리
통합 파트너로서의 공항
공역 수용력



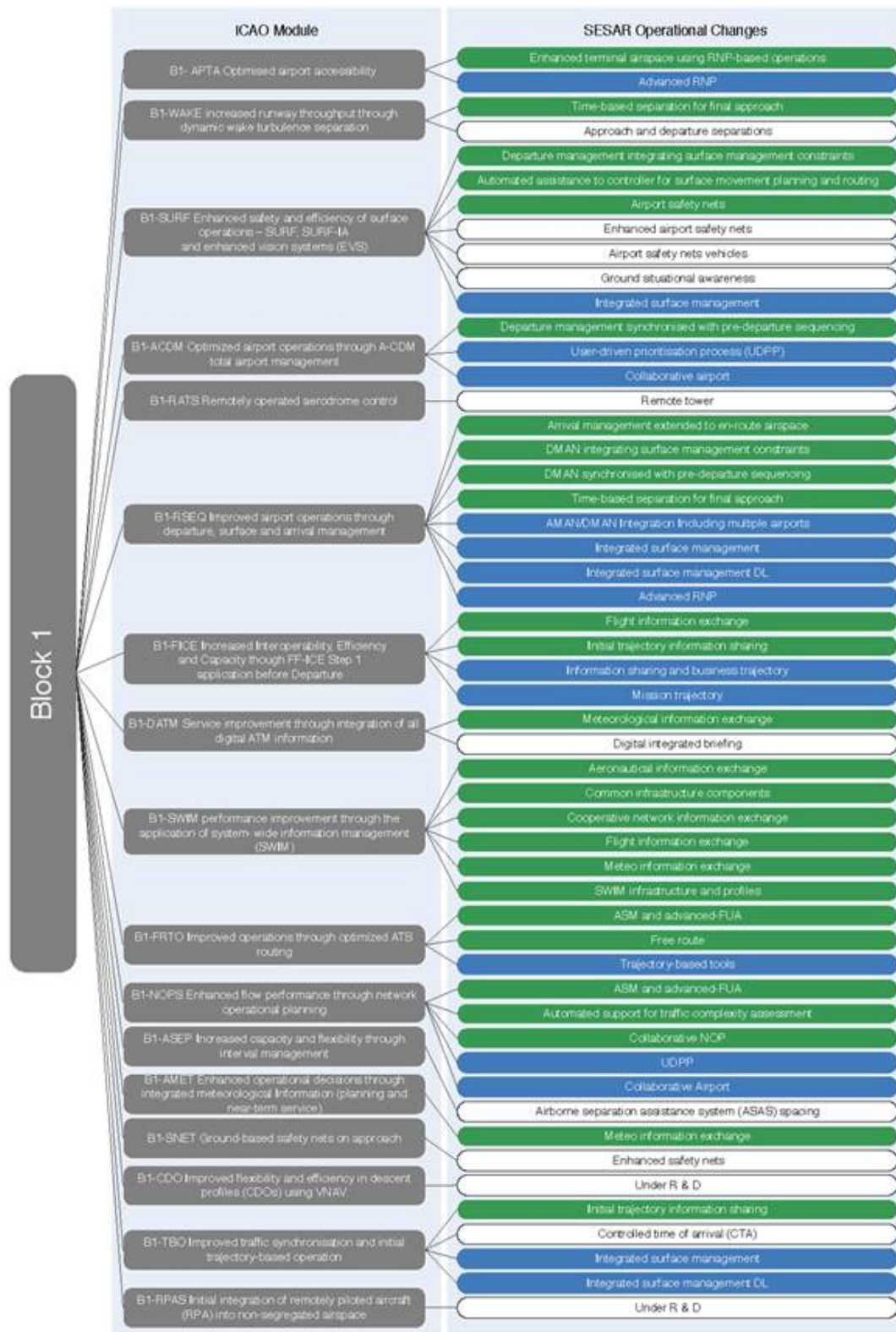
[그림 2-4] SESAR 항공분야별 개선 내용

□ 37개의 항공운항 서비스 담당기관이 유럽 ATM을 제공함에 따라 비효율적인 영공 관리로 항공선진국으로서 유럽의 경쟁력이 떨어지고 있는 실정

- 유럽의 ATM은 각기 규모 및 비용구조가 상이한 37개의 항공운항 서비스 담당 기관이 제공하여 영공 관리의 효율성이 떨어지기 때문에 유럽공역 사용에 대한 항공사측의 비용을 증가시키고 유럽 항공서비스 경쟁력을 저해함
 - 통합성 부족 : 각 국가의 ATM 인프라(항공로 관제 기관, 항로, 통제구역 등)는 필수요건에 부합하나 지역적 기준에 최적화 되어있지 않음
 - 비행 금지 구역 : 군용 공역이 대부분의 공역을 차지함
 - 상호운용성 부족 : 이웃·주변국과의 제한된 기술적·운영적 호환성
 - 항공교통관제사 : 대상 지역 내 항공교통관제사 부족
- 유럽의 공역은 다수의 국가 공역으로 이루어진 조각그림 형태로 세분화된 통제 영역으로 구성되어 있으나, 유럽공역을 단일 공역(The Single European Sky)으로 취급하여 유럽공역 내 항공효율성과 안전성을 향상시키는 것이 중점 목표
 - 기존 유럽의 공역 활용은 파편화된 구조로 통제·관리를 수행, 최적의 공역 사용 보다 작은 규모의 의사결정 및 운영단위 위주로 항공운항 서비스를 제공함
 - 첨단 시스템의 연구개발 및 구축, 공역관리 및 항공교통관제 단일화를 목표로 SESAR 및 ‘단일 유럽공역’을 추진

□ SESAR 운용변경사항(15년)을 ICAO 프레임워크와 연결하여 계획 간 연동성을 확보

- ASBU 개발 당시 ICAO는 SESAR 및 NextGen이 제공한 자료를 참고하였고, 글로벌 상호운용성을 지원하기 위해서는 유럽 항공교통관리 마스터플랜의 운영 성과가 ASBU의 요소와 일치해야함
- 유럽 항공교통관리 마스터플랜 내에 ICAO ASBU 대응 SESAR 변경사항 연결 도식 제시
 - Pilot Common Project* (PCP) 필수 운용변경사항은 녹색으로 표시
 - ※ Pilot Common Project/Essential Operational Changes : 유럽 항공교통관리 시스템 현대화를 위해 SESAR가 시작한 첫 번째 프로젝트로 공항에서부터 시작하는 항공교통의 개선 등 SESAR 1 ‘필수 운용변경사항’의 내용들을 포함함
 - ‘New Essential Operational Changes’*(신 필수 운용변경사항)은 파란색으로 강조되어 있으며, 기타 작동 변경사항은 흰색으로 표시됨
 - ※ New Essential Operational Changes : SESAR 1에 포함되며 PCP와 유럽 항공교통관리 마스터플랜에 소개된 안전 관련 추가 운용 변경사항



[그림 2-5] ICAO ASBU 모듈 및 SESAR 운용변경사항 연결도

다. 아시아

□ 일본

- 일본의 항공교통 수요는 2025년까지 급증할 것으로 예상되며, 미래 항공수요에 대비하기 위하여 항공교통시스템 혁신을 위한 협동 작업 계획 (CARATS)*을 수립

※ Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems, CARATS

- 본 계획은 일본 항공정책*의 주요 분야인 ‘항공네트워크 구축’ 중 항공교통 시스템 구축에 해당하는 내용으로 국제 기준과 연계한 차세대 항공교통 시스템을 구축하고 수용능력 강화를 위해 수립

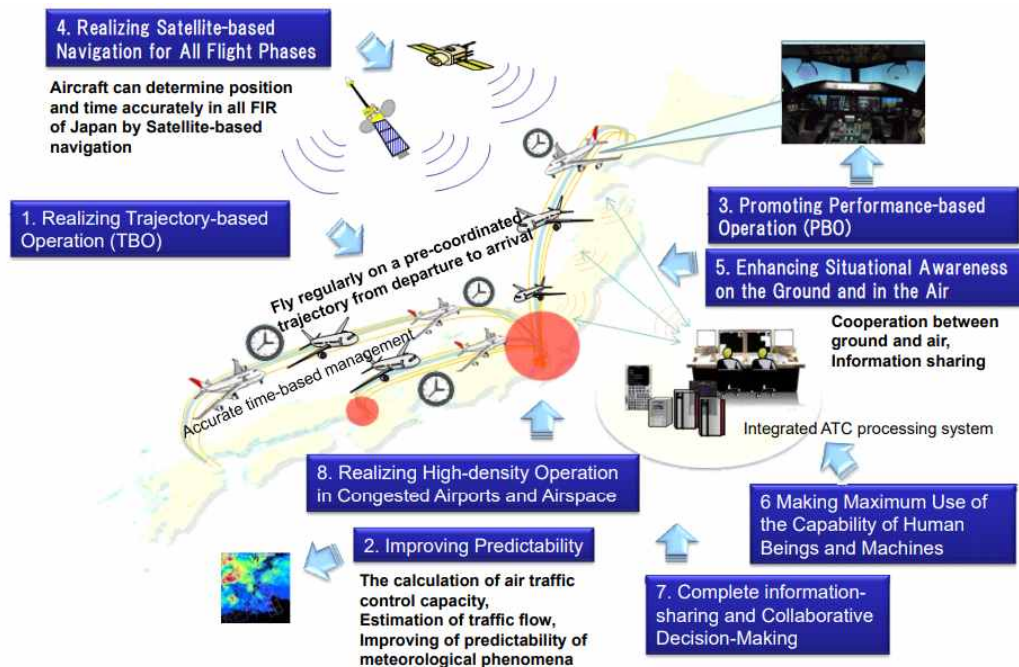
※ 일본 국토교통성(2016), 일본 국토, 사회기반시설, 교통 그리고 관광에 대한 2015년 백서

- 안전 향상, 항공수요 증가 대응, 사용자 편의성 향상, 운영효율성 증대, 항공 교통 처리량 증대, 환경 문제 대응, 비행분야의 일본의 국제적 입지 향상의 6개 목표를 수립
 - 2015년까지 산학연 전문가 및 정부관계자 주도하에 추진 목표
- (구체적 목표) 안전성 확보, 에너지 절감, 효율성 증대 등의 목표로 이행
 - 안전도 5배 향상, 관제 처리 능력 2배 증대
 - 연료소비량 및 CO2 배출 10% 감소(항공기 1편 당), 사용자 편의성(비행 시간 감소 및 정시성) 10% 향상, ATM 서비스 생산성 50% 향상
 - 항공교통분야에서의 일본 지위 향상 등 궤적 기반 ATM으로의 이행

<표 2-4> CARATS의 항공교통시스템 혁신 방향

구분	내용
주요 내용	• 미래 운영개념 현실화를 위한 정책/법규 개선 renovation • 효율대비 계량적 목표 제시 및 단계별 결과 모니터링 • 추진과제의 단계별 이행을 위한 64개의 로드맵 구축
세부 내용	• TBO 구현 (핵심 추진 과제) • 예측 능력 증대 - 항공교통제어 능력, 교통량 예측, 기상 예측 • 성능 기반 운영 (PBO) 증대 • 모든 비행 단계에서의 위성 기반 항법 이행 • 지상과 공역에서의 상황 인식 능력 증대 • 인간-기계 능력 사용의 최대화 • 정보 공유 및 협력적 의사 결정 • 혼잡한 공역과 공항에서의 고밀도 운영 실현

자료: 일본 국토교통성 홈페이지, Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems(CARATS)



자료: 일본 국토교통성 홈페이지, Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems(CARATS)

[그림 2-6] CARATS의 항공교통시스템 계획

- 일본 국토교통성(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, MLIT)을 주축으로 항공안전 연구개발 수행을 진행 중이며 광역위성항법 시스템 전면 적용 및 4차원 항적기반 구축 추진 중
 - 연구개발 수행 결과는 ICAO 운영개념과의 연계 및 NextGen SESAR 계획과의 조화에 기반을 두고 있음

□ 중국

- 항공교통관리 현대화 구축 전략*을 발표하여 종합적이고 효율적인 항공운송 서비스 제공을 목표로 제시

※ China's Strategy for Modernizing Air Traffic Management, CAAMS

- 항공교통량 증가율이 가장 높은 중국은 교통량 수용을 위해 추가적인 공항 건설 및 항공사 설립 등을 추진하고 데이터 처리시설을 증축함에 따라 중국 전역 감시체계 강화 예정
- CAAMS의 이행을 통한 신규 항공교통관리 시스템 개발 및 전환이 최우선 해결 과제로 대두되어 '30년까지 4단계의 프레임워크 별로 이행이 가속화될 전망

- 1단계 프레임워크 : 전략, 포지셔닝, 미션과 비전을 포함하는 목표 수준을 제시
- 2단계 프레임워크 : 미시정책, 법규, 운영기준 및 전략적 운영을 위한 세부 사항을 포함하는 기준 수립
- 3단계 프레임워크 : 총체적 목표, 운영개념, 서비스 역량 및 인프라 구성
- 4단계 프레임워크 : 상위 단계를 지원 및 보장

<표 2-5> CAAMS 구축계획(3단계)

구분	내용
총체적 목표	• (안전) '15년 수준 대비 항공교통제로 인한 항공기 사고 방지, 항공기 1만대 당 사고율 10% 감소, 항공기 1만 당 관제 오류 20% 감소 • (수용량) 관제로 인한 지연시간 5분 이내로 제한, • (효율성) 종합적·효율적으로 예측 가능한 항공운송 서비스 제공, 톤/킬로미터 당 CO2 배출율 10% 감축 • (서비스) 일반항공에 대한 서비스 개선
운영개념	• 공역관리, 교통흐름협력관리, 혼잡공항운영, 4D궤적기반운항, 다중분리관리, 민군합동운영, 성능기반서비스
서비스 역량	• 공역구축, 공역관리, 교통흐름시스템, 혼잡공항에서의 협력적 의사결정, 항공교통관제통합, 4D궤적기반운항관리, 협력적 항공교통관제 서비스, 교통혼잡관리, 민군 교통관제 융합, 일반항공 서비스, 협력적 정보 환경, 성능 기반 커뮤니케이션, 항행 및 감시, 항공기상서비스, 항공정보관리, 안전관리시스템 및 긴급재난복구 시스템
인프라	• 항공교통센터(ACC) 설립, 교통흐름관리센터 설립, 운항관제 전자시스템 구축, 정보관리 시스템 구축, 자동화 시스템 구축, 통신시설 구축, 항행시설 구축 및 감시시설 구축, 기상장비 도입, 항공정보관리 시설 도입, 교육·훈련시설 및 보안시설 구축

- 아래의 4개의 중점과제를 수립하여 추진
 - 공역 자원의 관리 및 활용, 공역수용량 확대 및 미래 항공교통 수요 충족을 위한 계획 수립
 - 시스템 지원 역량 및 서비스를 강화하고 항공기 안전을 보장하며 운영 효율성을 향상시켜 지연 최소화
 - 항공운송에서의 협력관계 수립을 위하여 안전과 효율성에 집중된 ATM-항공사-공항 간의 협력적 의사결정을 위한 메커니즘 및 정보 교환 플랫폼 수립
 - ATM 역량 강화를 위한 신기술의 도입 및 적용

□ 싱가포르

- 싱가포르민간항공청(CAAS)은 air traffic management (ATM) 개선을 위한 ATM Master Plan*을 수립

※ 통해 공역수용량 증대 및 항공교통 효율성, 안전성 향상을 도모하기 위함

- 싱가포르는 아태지역의 주요 항공허브로, 싱가포르 민간항공청(Civil Aviation Authority of Singapore, CAAS)은 ATM개선을 위한 ATM master plan 수립을 통해 ASBU 이행에 대응
- CAAS는 ATM R&D 활동을 통하여 지속가능한 ATM의 개발, 테스트 베딩 및 검증 등의 기술 및 솔루션을 제공하고 싱가포르 뿐 아니라 아태지역 요건에 부합하는 ATM 개선을 목표로 하고 있음



자료 : Bridging Skies issue 21, CASS

[그림 2-7] 싱가포르의 advancing ATM 모식도

□ 아태지역

- 지역현안 및 항공운송 현안을 고려한 APAC Seamless ATM 계획을 수립하여 ASBU에 대응
 - 아태지역 사무소에서는 아태지역 항행계획을 기반으로 한 비전을 수립하고 ATFM 프레임워크, 지역적 ATM 계획, 아태지역 수색 및 구조 계획, AMS/NAV/SUR 전략을 포함한 APAC Seamless ATM 계획을 채택
 - 지침문서, 템플릿을 수립하는 동시에 이행실태 보고서를 작성하여 지역 계획에 반영하고 GANP 및 GASP에도 반영될 수 있도록 ICAO Regional Dashboard 게재



자료: ICAO Bangkok (2016), Seamless ATM plan and SWIM

[그림 2-8] ICAO GANP/ASBU-APAC Seamless ATM plan 간 관계도

- APAC Seamless ATM Plan은 아태지역항행이행그룹회의(APANPIRG)에서 제정 되었으며('13.06) 3개년 개정을 원칙으로 제27차 APANPIRG에서 제2판 제정('16.09)
 - ASBU 추진과제와 지역현안 등을 고려하여, 항공기 감시 능력 향상, 공역 수용능력 증대, 민·군 협력 등 최 45개 과제가 선정
 - 제27차 회의에서는 기존 현안과제를 22개에서 26개로 확대*하였으며, ASBU Block 이행 관련 우선순위 과제는 기존 23개에서 25개로 확대

※ 공항 마스터플랜, 로켓발사체 대기권 재진입, 아태지역 항공통신망, 관제기관 간 인터넷프로토콜 기반 음성통신 항목 추가

<표 2-6> APAC Seamless ATM Plan의 ASBU 추진과제(제2판)

과제 구분	모듈
우선순위 1 과제 (총8개)	B0-FRTO, B0-FICE, B0-DATM, B0-NOPS, B1-NOPS, B0-TBO, B1-TBO, B0-ASUR
우선순위 2 과제 (총11개)	B0-CDO, B1-CDO, B0-CCO, B0-RSEQ, B0-APTA, B0-ACDM, B1-ACDM, B0-ASEP, B0-ACAS, B0-SNET, B0-AMET
우선순위 3 과제 (총5개)	B0-WAKE, B1-WAKE, B0-SURF, B1-SURF, B0-OPFL
향후 검토 과제 (총9개)	B1-APTA, B1-SNET, B1-FICE, B1-RPAS, B1-AMET, B1-DATM, B1-SWIM, B1-ASEP, B1-RATS

자료 : APAC Seamless ATM Plan, ICAO

2.3. 국내 대응

- 우리나라에서는 항공시스템 선진화를 위한 차세대 항공교통시스템 구축계획(NARAE)을 제시하여 대응 중
 - (NARAE)²³⁾ 공항운영 효율성 및 수용력 증대, 안전 확보 등을 위해 국내 실정에 적합한 미래 항공교통시스템 구축을 위한 포괄적 발전방향과 추진전략을 제시하는 기본계획
 - ICAO에서 제시한 GANP에 포함된 ASBU*를 반영하여, 국내 실정에 맞는 항공교통시스템 구축 및 운영을 위한 기본계획으로 '15년 최초 수립
 - ※ '16년 개정된 GANP 및 ASBU에 부합하는 차세대 항공교통시스템 구축 기본계획 개정(안) 수립 (필수이행과제, 단계별 이행주기, 세부추진과제 등 개정)
 - 단기적인 계획('17~'24년)과 중·장기 계획('25~'31년 이후)을 통해 국내 공항, 관제시설, 및 항공사 등에 순차적으로 계획을 적용
 - 단기 : ASBU의 단계별 이행주기 Block 0~1에 해당하는 '13~'24년까지를 NARAE의 단기계획으로 설정
 - 중·장기 : ASBU의 Block 2~3에 해당하는 '25~'31년 이후를 중·장기계획으로 정의

<표 2-7> 차세대 항공교통시스템(NARAE) 계획 시간적 범위

구분	추진 일정			
	Block 0 ('13~'18년)	Block 1 ('19~'24년)	Block 2 ('25~'30년)	Block 3 ('31년 이후)
ASBU 단계별 이행주기 (Block)				
차세대 항공교통시스템 구축 기본계획 (NARAE)	단기		중·장기	
	1단계 ('17~'18년)	2단계 ('19~'24년)	('25~'31년 이후)	

- '안전하고 효율적인 미래 글로벌 항공교통체계 구현'을 위해 공항운영 개선, 시스템 및 데이터의 상호운용성 증대, 구역 수용량 및 비행효율성 증대, 효율적인 비행경로 구축의 4가지 전략 제시

23) 항공교통시스템 구축 기본계획(2019~2023) (NARAE 2.0) Ver 1.8 (한국교통연구원, 2018)

<표 2-8> 차세대 항공교통시스템(NARAE) 4대 추진전략 및 주요내용

추진전략	내용
공항운영 개선	위성항법시설 기반 운항체계 확대 및 항공기의 공항 접근성 향상 착륙 기상치 적용으로 항공안전과 효율성 제고
시스템 및 데이터의 상호운용성 증대	항공정보체계 디지털 기반으로 전환
공역 수용량 및 비행효율성 증대	첨단 항공기 항행능력 및 인프라를 통해 탄력적 공역사용 추진
효율적인 비행경로 운영	교신방식 개선을 통해 의사소통 오류로 인한 교통장애 및 사고 감소 항공기 온실가스 배출량 감축

- 차세대 항공교통관리체계 구현 방향, ASBU 및 아태지역 ATM 계획과의 연계, 과제별 운영개념, 추진계획, 성과지표, ASBU 이행수준 측정지표 등으로 계획 내용을 구성, 미래 교통 환경에 대비하는 항공교통시스템 구축 기본계획 추진
- NARAE에서 대응하는 항공교통체계 개선 방향을 참고하고 국내의 이행현황 분석을 통해 R&D 추진 요소 발굴 필요
- NARAE의 세부과제는 48개이며, 그 추진 내용은 절차 수립·운영, 기술 적용 검토, 시스템 구축·개선, 인프라 구축, 운영 개선 등으로 항공교통체계 구축을 위한 시스템·운영 절차 관련 사항이 주를 이룸

2.4. 시사점

- 국제 항공 교통량이 증가하여 효율성과 안전성에 대한 문제가 제기됨에 따라 ICAO는 C·N·S/ATM 미래 표준 항행시스템 구축을 계획
 - GANP는 항공교통시스템을 성능기반의 ATM 환경 전환을 위한 계획을 발행
 - ‘항공시스템 단계별 개선 계획’은 이전의 3개 세계 항행 시스템 계획의 개념 및 CNS/ATM 계획의 논리적 결과물이며, 이는 이전에 정의된 ICAO의 항공항법 매뉴얼 및 관련문서의 연속성을 보장
 - 세계 항공 교통량이 증가함에 따라 국제적으로 항행 시스템 업그레이드를 통해 불균형을 없애고, 세계 경제 번영 및 기후변화에 대응하기 위한 단계별 개선
 - ICAO와 GANP 계획에 따라 FAA는 효율적이고 안전한 항공우주 시스템 개발을 위해 기술개발 진행
 - MITRE는 항공 시스템 고도화 센터를 운영하여 무인항공시스템과 항공 교통 시스템 통합 기술을 개발 중
- 주요 선진국들은 자국 항공환경에 맞는 개별 프로그램을 선제적으로 수립하여 ASBU를 구성하고 있는 4개 성능개선영역, 21개 세부개선영역에 대한 정책·인프라·기술개발 추진 중
 - 각 국은 정부 차원에서 추진기관을 만들어 지역현안 및 항공운송 현안을 고려한 계획 수립
 - ASBU가 제시한 필수이행모듈은 모든 국가에서 이행하는 동시에, 각 국가가 자체적으로 해결해야할 문제는 개별적으로 과제를 수립하여 추진
 - 대응 현안들에 대한 기술들이 개발되고 있으나, 통합 연계관련 이슈는 여전히 잔존
 - (미국, NextGen) 안전·효율·예측가능성 및 항공 수용량 증대를 목표로 국가 항공 운송 체제의 현대화 프로젝트
 - '25년까지 항행기술 및 항공교통관리의 통합적이고 유연한 항공교통시스템의 개발로 항공교통 개선
 - (유럽, SESAR) 단일 유럽공역(The Single European Sky) 구축 및 항공교통 안전과 효율성을 보장하는 차세대 ATM 시스템의 개발을 목표
 - 유럽 항공교통관리 마스터플랜(제2판) 발표를 통해 ASBU와의 연계를 고려한

ATM 발전계획 수립

- 유럽연합국 간 긴밀한 협업을 통해 공역 효율성 향상, 보안·안전, 비용효율성, 항공교통수용량, 환경안전성, 운영효율성 등 향상 도모
- (일본, CARATS) 미래 항공수요에 대비하기 위하여 항공교통시스템 혁신을 위한 협동 작업 계획
 - 안전 향상, 항공수요 증가 대응, 사용자 편의성 향상, 운영효율성 증대, 항공교통 처리량 증대, 환경 문제 대응, 비행분야의 일본의 국제적 입지 향상의 6개 목표를 수립
- (중국, CAAMS) 효율적인 항공운송 서비스 제공을 목표
 - 항공교통량 증가율이 가장 높은 중국은 교통량 수용을 위해 추가적인 공항 건설 및 항공사 설립 등을 추진
 - 데이터 처리시설을 증축함에 따라 중국 전역 감시체계 강화
- (싱가포르, CAAS) ATM 개선을 위한 마스터플랜 수립
 - CAAS는 ATM R&D 활동을 통하여 지속가능한 ATM의 개발, 테스트 베딩 및 검증 등의 기술 및 솔루션을 제공하고 싱가포르 뿐 아니라 아태지역 요건에 부합하는 ATM 개선을 목표
- 우리나라는 항공시스템 선진화를 위한 차세대 항공교통시스템 구축계획(NARAE)을 수립하여 대응하고 있지만 기술적 뒷받침 부재로 ASBU 대응 어려움
- 공항운영 효율성 및 수용력 증대, 안전 확보 등을 위해 국내 실정에 적합한 미래 항공교통시스템 구축을 위한 포괄적 발전방향과 추진전략을 제시하는 기본계획
 - ‘안전하고 효율적인 미래 글로벌 항공교통체계 구현’을 위해 공항운영 개선, 시스템 및 데이터의 상호운용성 증대, 공역 수용량 및 비행효율성 증대, 효율적인 비행경로 구축의 4가지 전략 제시
 - NARAE 계획으로 국내 실정에 맞는 이행시기 및 이행수준을 고려하여 과제를 설정하였으나, 대부분 인프라 및 시스템 구축 내용과 정책적 대응 사항이며 해당분야 기술개발사업 부재로 인해 ASBU 대응이 어려운 상황

제3장. 우리나라 ASBU 대응 역량 분석

3.1 국내 기술 대응 역량

3.2 시사점

제3장. 우리나라 ASBU 대응 역량 분석

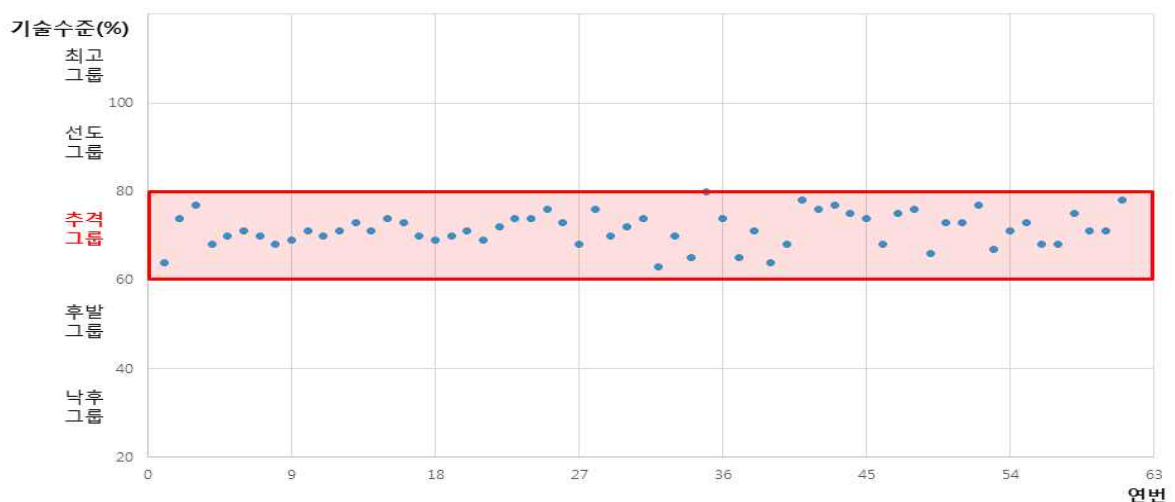
3.1. 국내 기술 대응 역량

- ICAO의 미래 항행시스템 전환계획(ASBU) 권고사항의 국내 이행 대응 전략 방향과 핵심기술 도출을 위한 선진국 대비 기술수준을 정량적으로 조사
 - ASBU Block에서 제시하는 세부추진계획 중 국가적인 차원의 연구개발을 통해 선제적으로 대응해야 하는 기술 도출을 위한 분석
 - 우리나라 기술 개발 현황 분석을 통해 개발할 기술 도출 방향을 설정하고, 성능개선영역별 세부 기능 분석 및 대응 기술에 대한 전문가 자문을 통해 55개의 R&D 기술을 발굴
 - 표 3-1의 기준을 이용하여 55개 기술에 대한 수준 설문조사 수행 및 결과 분석

<표 3-1> ASBU 국내 기술수준 기준

기술 수준		
정의	척도	기준
최고선진국 대비 현재 국내 기술수준	100% (최고 그룹)	세계 최고 수준
	80~99% (선도 그룹)	기술 선도 수준
	60~79% (추격 그룹)	자체 개발가능 수준
	40~59% (후발 그룹)	선진기술 도입 수준
	39% 이하 (낙후 그룹)	연구개발 능력 취약 수준

- ASBU 대응기술(55개)의 우리나라 수준 분석결과 주요국 대비 우리나라 기술 수준이 낮은 편이지만 대부분 선진기술을 추격하여 개발할 수 있는 것으로 판단됨



[그림 3-1] 우리나라 ASBU 관련 기술수준 조사결과

□ ‘차세대 항공교통시스템 구축계획(NARAE)’에서 제시하는 우리나라 ASBU 대응 현황 및 필요 기술 조사

- (개요) 우리나라 NARAE 보고서를 참고·분석하여 ASBU Block 대응 현황 및 연구개발 필요한 기술 도출

※ 기획위원회 및 자문위원회를 통하여 검토 수행

- (결과)

- (국내 ASBU Block 대응현황) 우리나라는 Block 0은 대체로 이행하고 있으며 Block 1은 대부분 대응기술이 부재한 것으로 판단됨
- (연구개발 필요기술) 항공교통 흐름관리 기술, 공역·수용량 산정 및 최적화 기술, 항공교통시스템 설계·평가 기술, 고정밀 위치보정정보 생성 기술 등 주요 항공교통관리(ATM) 핵심기술이 필요한 것으로 판단됨

<표 3-2> ASBU 대응을 위한 기술개발 필요 영역

성능개선영역(PIA)	세부개선영역(Thread)	비고
1. 공항운영 개선	공항 접근성(APTA)	대응기술 부재
	후류요란 분리기준(WAKE)	대응기술 부재
	활주로 도착출발 순서(RSEQ)	대응기술 부재
	공항지상운영(SURF)	대응기술 부재
	공항협력적 의사결정(ACDM)	대응기술 부재
	원격 관제(RATS)	
2. 시스템 및 데이터의 상호운용성 증대	관제기관 간 비행정보 공유체계 구축(FICE)	
	디지털 항공교통관리체계 구축(DATM)	
	항공정보종합관리체계 구축(SWIM)	
	기상정보 선진화(AMET)	대응기술 부재
3. 공역 수용량 및 비행 유연성 증대	유연비행로 운영(FRTO)	대응기술 부재
	항공교통흐름관리 네트워크 운영(NOPS)	대응기술 부재
	항공기 감시시스템 강화(ASUR)	
	비행중 자가 분리(ASEP)	대응기술 부재
	최적 비행고도 이용(OPFL)	
	공중충돌 경고장치(ACAS)	
	비행안전망(SNET)	
4. 효율적인 비행경로 운영	항공기 연속강하운항 확대(CDO)	
	궤적기반 항공교통운영체계 구축(TBO)	대응기술 부재
	항공기 연속상승운항 확대(CCO)	
	원격조종항공기 운영 기반 구축(RPAS)	대응기술 부재

[국내 ASBU Block 대응현황 분석]

<표 3-3> 국내 ASBU Block 0,1 대응 현황

성능개선영역(PIA)	세부개선영역(Thread)	Block 별 이행 현황				비고
		B0	B1	B2	B3	
1. 공항운영 개선	공항 접근성(APTA)	O	X			Block 1 대응기술 부재
	후류요란 분리기준(WAKE)	X	X	-		Block 0,1 대응기술 부재
	활주로 도착출발 순서(RSEQ)	△	△	-	-	Block 0,1 대응기술 부재
	공항지상운영(SURF)	O	△	-		Block 1 대응기술 부재
	공항협력적 의사결정(ACDM)	O	X			Block 1 대응기술 부재
	원격 관제(RATS)		X			R&D 해당없음
2. 시스템 및 데이터의 상호운용성 증대	관제기관 간 비행정보 공유체계 구축(FICE)	O	O	-	-	이행 완료
	디지털 항공교통관리체계 구축(DATM)	O	△			일반사업으로 추진
	항공정보종합관리체계 구축(SWIM)		△	-		일반사업으로 추진
	기상정보 선진화(AMET)	O	X		-	Block 1 대응기술 부재
3. 공역 수용량 및 비행유연성 증대	유연비행로 운영(FRTO)	O	X			Block 1 대응기술 부재
	항공교통흐름관리 네트워크 운영(NOPS)	O	X	-	-	Block 1 대응기술 부재
	항공기 감시시스템 강화(ASUR)	O				이행 완료
	비행중 자가 분리(ASEP)	X	X	-		Block 0,1 대응기술 부재
	최적 비행고도 이용(OPFL)	X				국내 환경에서 이행 불필요
	공중충돌 경고장치(ACAS)	O		-		이행 완료
	비행안전망(SNET)	O	O			이행 완료
	항공기 연속강하운항 확대(CDO)	O	△	-		R&D 해당없음
4. 효율적인 비행경로 운영	궤적기반 항공교통운영체계 구축(TBO)	O	△		-	Block 1 대응기술 부재
	항공기 연속상승운항 확대(CCO)	X				R&D 해당없음
	원격조종항공기 운영 기반 구축(RPAS)		△	-	-	Block 1 대응기술 부재

O : 이행이 완료된 영역, △ : 이행 추진 중인 영역, X : 미이행 영역

[국내 연구개발 필요기술 분석]

가. [PIA 1] '공항 운영 효율성 증대'

① 공항접근성 증대(APTA)

- 우리나라 항공기는 APTA를 위한 장치 및 수신기가 일정부분 장착 되었으나, 관련 지상시설은 부재한 상황
 - 대부분의 항공기에 Basic GNSS 수신기가 장착되었고, Baro-VNAV가 가능하나 GBAS 수신기는 일부, SBAS 수신기는 극히 일부만 장착
 - CAT-I 수준의 GBAS 지상시설은 '14년 “항공용 위성항행 통시시스템 개발”을 통해 기술개발이 추진되었으나, 이행 수준은 계획단계에 있음
 - 위성항행지역보강시스템(GBAS) 운용기술 개발연구를 통해 GLS CAT-I 급 시험운용(김포공항)은 완료, 이후 공항별 도입 현황 파악은 미흡
 - '14년 CAT-II/III급 기술개발을 위한 기본 계획은 수립되었으나, 이후 후속 조치는 없음
 - CAT-I 수준의 SBAS 지상시설은 '14년 착수된 “초정밀 GPS 보정시스템 (SBAS) 구축” 과제를 통해 기술개발 및 실증이 추진되고 있으나, '17년 기준 이행수준은 계획단계에 있음
 - 항공우주연구원이 주관기관으로 수행하고 있는 동 과제에서는 '19년 시범운영 및 '20년 공개서비스, '22년 항공용 정식 운용을 목표로 하고 있음
 - 프랑스 탈레스社와 '16년 10월 공동개발계약 및 유럽항공안전청과의 인증기술지원 의향서 체결
 - 1단계 시스템 설계('14~'17), 2단계 시스템 상세설계 및 제작·설치 ('17~'19), 3단계 시스템 통합·검증 및 운영지원('20~'22)으로 사업 수행
 - PBN 전환 사업('11~'16)으로 공항 접근절차 B0 단계를 이행완료 하였으나, B1 단계는 ICAO 위성기반 CAT-I, II 정밀접근 절차 설계 기준이 부재
 - B1 단계는 국제기준 제정 이후에 CAT-I, II 급 위성기반 정밀접근 절차 운용 반영이 필요
 - 국내 공역의 안전성과 효율성을 위해 항공기 도입 단계에서 GNSS 접근절차 등을 도입하여 이용하도록 항공사 가이드라인 제시 필요
- (R&D 요소) CAT-II/III 수준의 접근절차로 개선하기 위한 GBAS/SBAS 기술, 도착절차와 수직정보 제공 접근절차간의 연동을 위한 기술개발

② 항공기 후류요란 분리기준(WAKE)

- 국내 후류분리 기준은 B0, B1 미이행 중이며, 3단계(대형기(H), 중형기(M), 소형기(L))로 구분하여 적용하고 있으며, 6단계 후류분리 기준은 미적용
 - 미국, 유럽 등의 주요 공항들은 항공교통량이 증가하고 있는 것을 고려하여 6단계 후류분리 기준을 적용 중
 - 국내 공항의 주요 교통량이 집중되는 인천·김포·제주 공항에 도입하여 항공기 처리량 증대 필요
- ※ 국내 평행활주로는 김포, 인천 공항에서 운용 중(중심선 기준 400m 미만)이며 김해, 대구, 청주 공항 등은 군용 항공기와 분리하여 활주로 운영
 - 항공기상청은 윈드시어(Wind shear) 예측알고리즘을 구현하여 검토 중이며, 알고리즘 연구를 통해 Wake Turbulence의 관측 및 예측
- 후류분리 기준 변경에 따라 조종사 및 관제사 교육훈련 개발과 6단계 이행 업무지원 프로그램 개발 필요
 - 동적관리에 필요한 활주로 측풍 관측장비(X-band radar/LIDAR) 도입 필요
- ※ 활주로에서 발생하는 측풍을 지속적으로 데이터 수집하기 위한 목적
 - 실시간 후류분리 관련 기술 개발 후 항공기상청 주도 전문성 확보 필요
- (R&D 요소) 후류요란 분리를 수행하기 위한 관제기관 대상의 의사결정 지원 도구 및 기상환경 등을 고려한 후류요란 예측·측정 등 시뮬레이션 시스템

③ 활주로 도착·출발 순서배정(RSEQ)

- 우리나라 항공기는 FMS가 이미 장착되었으나, AMAN/DMAN 모두 인천/김포공항에서 계획단계에 있음
 - B0-RSEQ를 위한 지상시설로 출발도착 순서배정 자동지원 시스템으로 AMAN은 인천/김포공항, 서울접근 관제소에서 준비단계에 있으며, DMAN은 인천/김포공항에서 준비단계에 있음
 - 항공기 출발 및 도착 통합관리(MIDAS) 기술에 대한 연구가('14~'20) 한국항공우주연구원 주관으로 추진 중
 - 국내 공항의 RNAV 출발·도착 계기접근절차 운영
 - AMAN은 제주 공항에 설치하였으나 시스템 연동의 문제로 개선 필요
- ※ 인천·김포·제주 공항에 포인트머지 기법 운용

- R1-RSEQ를 위한 지상시설로 정밀지상이동추적, 유도로 경로지시 및 모니터링 기능, 지상활주허가 기능(D-TAXI), 지상관리(SMAN) 및 출발순서 통합지원 자동화 시설 등은 연구단계에 있음
 - 국내에서 개발 중인 항공기 출발 및 도착통합관리 시스템은 출발관리와 더불어 항공기의 지상관리에서 발생하는 지상이동시간, 지연 최소화, 충돌예방 등을 포함하여 개발 중
 - 현재 항공기 AMAN은 개발 완료하였으며, 운용상 일부 성능개선 필요
- (R&D 요소) 출발·도착 효율성 향상을 위한 관련 기술
 - 출발도착 순서배정 기술, 시간기반 흐름관리 기술, 정밀지상 이동추적기술, 유도로 경로지시 및 모니터링 기술, 공항·공역 수용량 평가기술, 항공교통 효율성 평가 기술, 저고도 기상예측기술, 지상관리(SMAN) 및 출발·도착 통합 기술

④ 공항 지상운영(Surface operations, SURF)

- 우리나라는 B0 이행을 위해 A-SMGCS 4단계를 운용 중이며, B1은 인천공항에서만 ADS-B OUT 신호를 수신하여 운용 중
 - 공항 에어사이드 지역에서 지상감시를 위해 인천공항은 A-SMGCS 4단계를 운용 중
 - 인천공항: A-SMGCS(4단계), MLAT, ASDE 운용
 - 김포·제주·김해·양양공항에 MLAT 운용
 - 김포·제주·김해공항 ASDE 운용
 - 공항의 항공기 감시체계 고도화를 위한 계획 추진 중
 - 김포공항 ASDE 사업('14~'18)을 통해 ASDE-X 구축 운영 예정('18)
 - 제주공항 ASDE/MLAT 현대화 및 확충('17~'21)
 - 항공기 지상이동유도 및 통제 시스템(A-SMGCS) 개발과제가 추진되었으나, 국제기준 미비로 중단('13~'16)
 - 대부분의 국내 항공기는 ADS-B OUT 장착을 완료함에 따라 공항의 지상감시를 위한 ADS-B 수신 장비를 에어사이드 지역에 구축하여 지상감시레이더의 식별이 어려운 상황에서도 항공기의 위치를 정확하게 식별할 수 있도록 도입 필요
- (R&D 요소) Level 4 A-SMGCS 기술, 관련 데이터링크 기술

⑤ 공항 협력적 의사결정(Airport collaborative decision making, ACDM)

- 국토부 항공안전종합통제시스템(ATFM System)과 인천공항을 중심으로 A-CDM 체계를 운영 중이며, 제주발 김포행 항공기 인천 회항 감소 대책을 운영하여 B0를 이행 중이나, B1은 미이행
- 인천공항은 A-CDM을 '18년 1월에 운영을 시작하여 항공기가 도착에서 출발까지 총 41개의 시각정보를 공항운영자·관제기관·항공사 및 지상 조업사 등에 공유
 - 인천공항에서 추진하는 A-CDM 사업은 1단계 사업이 완료되었으며, 2단계 DMAN 및 제방빙 확대 적용('20), 3단계 A-CDM 자동화와 추가정보 개발 공유('25)를 추진 중
 - 한국공항공사에서 김포/김해/제주공항에 A-CDM 구축 계획('18-'20)
 - 1단계는 A-CDM 협의체 운영 및 시스템 구축(~'20), 2단계는 고도화로 전국공항 A-CDM 확대 및 안정화·효율화(~'24), 3단계는 글로벌 항공 데이터 종합관리망 연계 ('30)를 추진 중
- B1은 국내에서 운영 및 구축 중인 A-CDM을 확장 운영 필요
- (R&D 요소) A-CDM 운영을 위한 출발·도착 관련 기술

⑥ 원격 공항 관제(Remotely Operated Aerodrome Control air traffic services, RATS)

- '17년 시점까지 원격관제와 관련하여 논의된 사항은 없으며*, 「항공교통 선진화 기본계획」에서는 차기 개정 시 포함하는 것을 고려
 - ※ 아태지역 ICAO ASBU 구현을 위해 수립된 APAC Seamless ATM 계획 상 B1-RATS는 3개 우선순위 그룹에 포함되지 못하였으며, 향후 검토 과제로 분류됨(24)25)
- 원격관제는 우리나라의 지역공항의 특성, 해외 기술의 검증단계 등을 고려하여 「항공교통 선진화 기본계획」 개정 시 추가를 고려할 계획
 - 원격공항관제 체계는 항공기 감시, 공항상황현시 기술 등 첨단기술이 융합된 체계로서 기반기술에 대한 장기적 연구가 필요한 선도기술에 해당, 장기적인 차원에서 이행여부가 고려되어야 함
- 현재 국내 도입 및 구축 계획은 없으나, 향후 개발될 울릉도·흑산도 공항에 도입 및 구축 고려 필요
 - 관제서비스를 제공할 수 없거나 운영상 어려움이 있는 소규모 지역 공항에

24) 항공교통시스템 구축 기본계획(2019~2023) (NARAE 2.0) Ver 1.8 (한국교통연구원, 2018)

25) APAC Seamless ATM Plan 2.0에서는 B1-RATS와 같은 모듈을 일반·보편적으로 구현이 필요한 모듈로 분류하지 않고, 현 시점에서는 만일의 사태 발생 시 도입을 고려할 요소로 판단 (ICAO, 2016)

안전하고 효율적인 관제서비스 제공을 위함

- (R&D 요소) 원격관제를 위한 영상, 센싱, 통신 기술
 - 고화질 영상제공 및 분석 솔루션, 공항 내 다양한 상황 인지 및 감시를 위한 센싱 기술, 관제시설간 통신 기술, 패키지 기술 등

나. [PIA 2] ‘시스템 및 데이터 상호운용성 증대’

① 교통흐름 정보 공유(Flight and Flow Information for the Collaborative Environment, FICE)

- 인접국가의 관제기관과 AIDC를 구축하였으나 호환성 문제로 B0는 일부 이행 중이며, B1은 FIXM을 활용하여 이행 중
 - 인접국(일본, 중국) 관제기관과 AIDC 활용을 위한 기반이 구축되었으나, 국내 관제 기관 간에는 관제시스템 간 상호운용성 부족으로 AIDC 운영이 어려움
 - '10년 한·일 양국이 7개 AIDC 메시지를 이용한 관제정보 교환
 - '13년~'16년까지 항공관제시설 현대화사업을 통해 AIDC를 구축하고 시범 운영
- ※ 인천·대련ACC간 및 인천ACC·서울 접근관제소간 항공관제정보교환망(AIDC) 도입·구축
 - '17년에 ‘차세대항공교통시스템 기본계획’을 수립하여 '35년까지 추진
- ※ 한·중·일 간 인터넷프로토콜 기반의 차세대 항공통신망(CRV)을 '17년~'19년에 구축하고, ASBU B1 요구사항인 FF-ICE를 '19년~'22년에 이행 계획 수립
- (R&D 요소) 서로 다른 데이터 속성 분석·프로토콜 일치 기술

② 디지털 ATM 정보 관리(Digital ATM information, DATM)

- AIM 로드맵에 따라 '17년 상반기에 AIM의 구축 완료되었으며, 하반기에는 AIXM 구축 예정으로 B0단계 목표는 대부분 완료되었고, B1단계 이행을 위한 기술개발이 필요한 상황
 - '09년에 항공정보통합관리(AIM) 시스템 구축을 위해 국내 이행계획을 마련하여 단계적으로 전환을 추진하여, '17년 시스템 구축 완료
- ※ 국내 단계별 이행계획: '10년 전자항공정보간행물, '11년 전자항공고시보, '12년 전자비행전정보게시, '13년 전자공항지도, '14년 전자지형및장애물, '15년 외부 시스템과 연계, '16년 시범운영
 - 부분적으로 제공이 제한되던 항공정보의 통합, 외부 시스템 연계, 시범

운영을 거쳐 본격적인 통합 항공정보서비스 제공

<표 3-4> AIM 단계별 이행계획

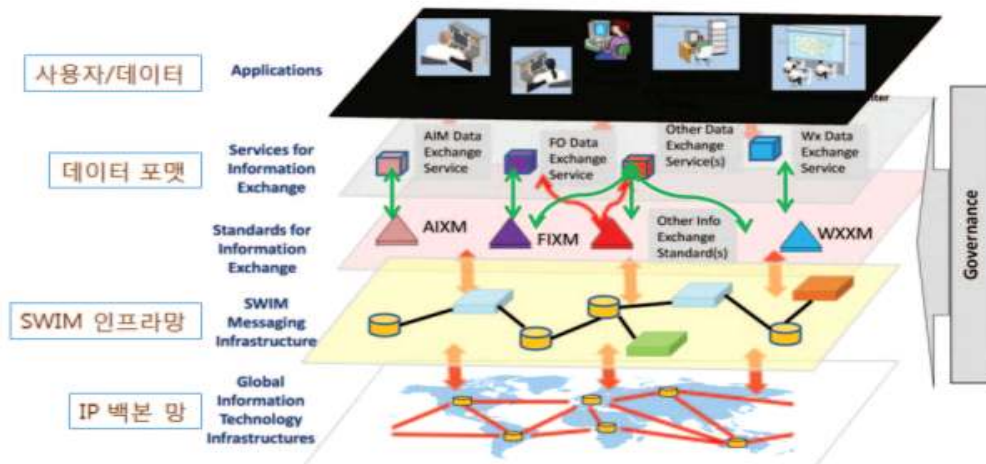
이행 단계 (연도)	Phase 1			Phase 2		Phase 3	
	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16
구축 대상	전자항공 정보간행물 (e-AIP)	전자항공 고시보 (xNOTAM)	전자비행 전정보게시 (e-PIB)	전자 공항지도 (AMDB)	전자지형/ 장애물 (e-TOD)	시스템 통합 및 시험운영	전자항공 정보 서비스

- (전자항공정보간행물, e-AIP) 종이형태로 제공하던 공항·항공로 등의 정보를 수록한 항공정보간행물을 인터넷 기반으로 제공
 - (전자항공고시보, xNOTAM) 구역제한, 활주로폐쇄 등 일시적 제한사항 등에 대한 공간정보를 적용하여 3차원 정보를 실시간 제공
 - (전자비행전정보게시, e-PIB) 비행 전 조종사의 비행계획서 작성 등을 돕기위해 제공되는 항공정보
- ※ 유효 항공고시보, 각 공항의 활주로·유도로 정보 등
- (전자공항지도, AMDB) 종이형태로 제공되던 활주로, 유도로 등의 공항 정보를 전자화된 3차원 정보제공('17년 하반기 예정)
 - (전자지형/장애물데이터, e-TOD) 공항 및 공항 외곽지역의 지형·장애물 현황에 대해 공간정보를 활용하여 3차원 정보 제공('17년 하반기 예정)
- '17년 하반기에 항공정보교환모델(AIXM) 서비스 체계를 구축할 예정이며, 향후 지능화된 첨단 항공기 탑재 장비 위성 기반 항행 시스템 등의 디지털 환경 구축
 - '18년부터 '19년까지 AIM의 고도화 및 '19년부터 '24년까지 SIRM/AIRM 운용을 계획
 - '15년 항공기상통합정보시스템(AMIS)를 개발·운영 및 고도화를 통해 B1이행 중
 - AIM과 연계 및 데이터 교환을 위한 인터페이스 구축
 - IWXXM 2.0 버전 구축
 - 정시관측보고(METAR)/특별관측보고(SPECI), 공항예보(TAF), 공항경보(WARNING), 위험기상정보(SIGMET), 저고도 위험기상정보(AIRMET) 등 국내공항 항공기상정보 제공

- (R&D 요소) 서로 다른 데이터 속성 분석·프로토콜 일치 기술

③ 글로벌 항공데이터 종합관리망(System-Wide Information Management, SWIM)

- 항공정보 통합운용을 연구 및 인프라망 구축 진행
 - '14년 아태지역 차세대 항공통신망 구축·전환을 위한 「제1차 ICAO 항공통신 서비스 이행조정 그룹 회의(ACSICG/1)*」 개최
 - ※ 항공통신서비스 이행조정 그룹(Aeronautical Communication Services Implementation Coordination Group, ACSICG) : 문자 위주의 항공 데이터를 그래픽, 동영상 등 고품질 대용량 소통체계로 전환하여 항공안전을 더욱 증진시킬 목적으로 ICAO 아·태지역 회원국 간 차세대 항공통신서비스 구축 및 이행전략 등을 논의하고 합의하기 위한 협력체
 - 아태지역 20여개국 정부대표, 민간항공 기구(ICAO) 및 해외전문가, 항공 통신전문가 등이 참석하여 각국의 차세대 항공통신망과 관련된 추진현황 및 협력방안 논의
 - 우리나라는 글로벌 항공데이터 종합관리망(SWIM) 등 차세대 항공통신망 구축 및 연구 개발 현황 발표
 - ※ '18년부터 '24년까지 국내기술로 SWIM을 개발·구축해 서비스를 제공할 예정
 - '10년~'20년까지 SWIM 기술개발 및 VHF 데이터 통신망(VDL) 구축 사업 추진
 - (SWIM) '15년에 프로토콜·망성능·인터페이스·시스템 및 DB 보안설계 등을 구축하고, '16년에는 시스템 기능, 성능 및 인터페이스 요구사항 분석, 소프트웨어 설계 및 개발 등 추진
 - (VDL) '15년에 김포공항, 인천공항 등 8개공항 기지국 설치 및 주 장비 설치
- (R&D 요소) SWIM 체계의 구축은 SWIM 인프라망이 기반되어야 함에 따라 데이터 표준 이행 모듈인 B1-DATM과 병행 추진되어야 하며, 네트워크 기반 SWIM의 체계 설계 및 구축에 관한 연구가 필요
 - SWIM은 사용자나 데이터 제공자들이 IP 백본 망 위에서 표준으로 이루어진 데이터 포맷을 이용하여 데이터를 교환할 수 있도록 처리
 - SWIM 인프라망(Virtual Information Pool)에서 처리하는 항공 정보에 관련된 데이터 표준인 AIXM, 항공편에 대한 정보를 공유하기 위한 데이터 교환 형식인 FIXM, 기상 데이터 표준인 WXXM이 필요



[그림 3-2] SWIM 망의 개념도

④ 기상정보 선진화(Advanced Meteorological Information, AMET)

- 항공기상통합정보시스템(AMIS)을 구축하고 항공정보관리(AIM) 체계와 연계하여, 항공기상청과 국토교통부 간 정보공유체계를 구축하여 B0를 일부 이행 중
 - 항공기상청은 항공기상정보를 웹사이트 및 항공고정통신망(AFTN)을 통해 항공사, 운항관계자, 관계기관에 제공하여 항공기의 효율적인 운항을 지원
 - 항공기상청은 항공기상 관측자료와 다양한 예측자료 및 세계공역예보시스템(WAFS) 수신 세계공역예보자료를 바탕으로 항공기 운항에 필요한 항공기상 정보를 생산하여 제공
 - 항공관측: 정시관측보고(METAR)/특별관측보고(SPECI)
 - 항공예보: 공항예보, 이륙예보, 착륙예보, 위험기상예보
 - 항공특보: 공항경보, 윈드시어경보, 위험기상정보
- (R&D 요소) 관제기관이 실제 이용가능한 항공기 이착륙 고도(150m 이하) 에서의 기상 예측·분석 기술

다. [PIA 3] ‘공역수용량 및 비행유연성 증대’

① 자유 비행 경로 운영(Free-route operations, FRT0)

- 국가공역발전협의체(공역위원회 및 공역실무위원회)를 운영하며 논의된 내용이 있으나 실제 이행에 난항을 겪는 중

- 현재의 비행정보구역을 동·서로 분할하여 항공교통량 증가에 안정적 대응과 관제섹터별 관제사의 업무부담 경감을 위해 제2항공교통센터(ATC) 구축('17~'18)
- 국내 공역 중 많은 부분이 군사공역(MOA)으로 운용되고 있으나, 이미 일부 공역은 특정시간대에 탄력적으로 운영되고 있음
 - 특정 시간대에 일부 조건부 항공로 운영 중(BOPTA-PONIK 구간(저녁), RUGMA-KUKDO 구간(오전))이나 매우 제한적임
 - 공역의 설정 및 관리에 필요한 사항을 심의·조정하기 위해 공역위원회 및 공역실무위원회를 운영
- (R&D 요소) 비행 경로 탄력 운영을 위한 공역 설계·배적 최적화·항공기 자기분리 기술

② 네트워크 운영(Network operations, NOPS)

- 유연하고 효율적인 항공로를 제공하기 위하여 공역이용자 중심의 협력적 흐름관리 시스템을 운영하는 항공통제센터(ATFMC)* 구축('15~'17)
 - ※ 항공통제센터(Air Traffic Flow Management Center, ATFMC) : 인천 ACC 및 공항을 포함한 각 접근관제소의 항공교통 최대 수용량을 초과하지 않도록 인천 비행정보구역 내 ATFM 업무를 총괄하는 센터
- 항공교통량이 공역수용량을 초과할 것으로 예상될 경우, 사전에 흐름관리 시스템을 통해 조절·통제 수행
- 항공안전종합통제센터에서 3단계 ATFM 적용을 계획('17~)
- ATFMC에서 인천 비행정보구역(Flight Information Region, FIR)내에서 ATFM을 실시, 항공교통센터 내 ATFMC를 조직함에 따라 해당 기관이 ATFM 업무를 총괄 관리하는 중
- 비행정보구역을 동·서로 분할하여 지속적인 항공교통량 증가에 안정적으로 대처하기 위하여 두 개의 ACC로 확대 운영
- (R&D 요소) 항공교통흐름관리 기술, 항공교통 수용량 산정 기술, 항공기 분리 기준 산정 기술, 공역 최적화 기술, 고정밀 항공기 위치보정정보 생성 기술

③ 항공기 감시(Alternative surveillance, ASUR)

- 자동종속감시시설(ADS-B) 개발을 추진하였으나 국제기술기준을 적용하지 않아 국산화 및 실용화에 실패한 상황이며, ADS-B와 MLAT는 국내 공항 여건에 맞지 않아 개발하더라도 실제 활용할 수 없는 실정

- '13년부터 '18년까지 항공용 다변측정 감시시스템(MLAT) 개발 및 ADS-B, MLAT 등 항공감시 멀티시스템 구축 예정
 - '15년 감사 후 과제 지원이 중단된 상태이며, 주관기관이었던 인천국제공항 주도로 개발이 이루어지고 있음
- 상업용 항공기의 경우 대부분 ADS-OUT을 장착하였으나, 저고도 운항 경량 항공기의 경우 장착률이 낮음
- (R&D 요소) 다중센서를 이용한 고정밀 감시기술, 위치보정정보 기술, 항공기 분리 기술

④ 비행중 자가 분리(Airborne separation, ASEP)

- B1-ASEP 이행에 필수인 ADS-B 장치는 증가하는 항공교통량을 원활히 처리하기 위해 필수이므로 기술개발 완료 및 도입이 시급
- 항공기 탑재장비(ADS-B IN)의 도입을 위한 항공사의 준비 미비
 - 국내 공역의 특성상 대양항로 등 원격지역에 필요한 비행중 자가분리제도 도입은 불필요
 - 그러나 항공 안전성 확보를 위해 SSR 및 MLAT 등 보조시스템 함께 마련 및 운영하여 ADS-B 정보의 신빙성을 높여서 B1-ASEP 이행에 기여 필요
- ADS-B 분리업무 적용 시 정확도 및 무결성에 대한 기술기준 마련이 필요하나, 정기적 성능점검 유도를 위한 법제 미비
 - 통제된 환경에서 분리업무를 시험·점검하는 환경 구축 필요
 - 항공기 분리에 ADS-B를 이용할 경우 정기 성능점검 및 법제화 필요(정확도 및 무결성 확보)
- 시계분리접근 운영 확대('18~'19), IM을 지원하기 위한 지상 자동화시스템 구축('20~'24), ADS-B IN 장착 활성화 정책 추진('20~'24)을 계획
 - 항우연에서 항공용 위성항행 통신시스템 개발 중 ADS-B 개발을 진행함('10~'14년)
 - 태블릿 형태의 디스플레이 및 UI를 갖춘 UAT*용 ADS-B IN·OUT 장비 개발

※ Universal Access Transceiver

- (R&D 요소) 항공기 자가분리 기술, 후류 예측·산정 기술, 항공교통 흐름관리 기술

⑤ 최적 비행 고도(Optimum flight levels, OPEL)

- 국내 공역은 대양지역 및 레이더로 미 식별되는 관제지역이 없으므로, 이행 불필요
- (R&D 요소) 해당사항 없음

⑥ 공중충돌경고장치(Airborne collision avoidance systems, ACAS)

- '15년~'16년에 항공법 시행규칙 제135조의2(사고예방장치 등)에 따라 공중충돌경고장치 의무장착 대상 항공기는 ACASⅡ 설치 완료
 - 국내 8개 항공사*는 상기 법령에 의거하여 모든 항공기에 ACASⅡ 장착 완료
 - ※ 대한항공, 아시아나항공, 제주항공, 진에어, 에어부산, 에어서울, 티웨이항공, 이스타항공
- (요구시스템 및 절차)
 - (B0-ACAS) 항공기 내에 ACASⅡ(TCAS V7.1) 구축, PANS-ATM 및 PANS-OPS에서 정의된 ACAS 절차 이행 필요
 - (B2-ACAS) 개선된 ACAS(ACAS X)의 항공기 내에 구축과 새로운 ACAS X를 위해 필요한 운영 절차(PANS-OPS 및 PANS-ATM) 점검 필요
- (R&D 요소) 현재 ASBU에서 권고하는 ACASⅡ의 설치가 국내 항공사의 항공기에 모두 완료된 상태로, 새로운 ACAS X 시스템의 도입 시기('23년 예상)까지 기술개발 사항은 없음

⑦ 비행안전망(Safety nets, SNET)

- 지상에서의 항공기 운항 모니터링과 안전경고 기능의 구축이 완료되어 B0, B1의 이행이 모두 완료된 상황
 - 접근관제소 레이더자료자동처리시스템(ARTS) 지속 개량을 통한 STCA, APW, MASW 및 APM 기능 구축 완료
 - 양개 항공교통센터(제 1,2 APC) 시스템 개선을 통한 STCA, STSA, MTCD, MSAW, RA 기능 구축 완료
 - STCA, APW, MSAW, APM 기능 구축 이행 완료
- (R&D 요소) B2에서의 구축 기능까지 모두 이행 완료된 상태로, 추가적인 연구개발 요소는 없음

라. [PIA 4] ‘효율적인 항로운영’

① 연속강하 운영(Continuous descent operations, CDO)

- B0-CDO와 B1-CDO의 이행에 필요한 항공전자장비는 이미 국내 항공사 소속 대부분의 항공기에 장착
- 관제기관의 경우에는 특별한 장비나 시설이 추가로 필요하지 않으므로 관련 절차만 준비되면 국내공항에 B1-CDO까지 이행 가능
 - 지속적인 PBN 전환용역을 실시하여 국내 공항에 SID13), STAR14) 등 구축 완료
 - 인천공항의 4개 절차*에 CDO를 적용하여 운영 중이나, 공역의 혼잡원인으로 심야시간(23:00~익일 04:00)에만 제한적 활용
- ※ 인천공항 활주로 33L/R로 착륙하는 STAR절차 4식: BIKSI 1M, CUN 1M, MAKSA 1M, GONAV 2M
 - 국내 공항에 VNAV 절차 운영 중으로, RNAV0.3 성능이 충족되는 항공기는 이용 가능하므로 CDO와 연계하여 TOD부터 활주로까지 항공기는 일정한 강하각으로 강하가 가능
 - 다만, 접근절차의 최저접근고도(MDA15))보다 ILS 결심고도가 낮으므로, 조종사는 VNAV 절차보다 ILS 절차를 선호하므로 국내 공항의 VNAV 절차 이용율이 낮음
- (R&D 요소) 궤적 모델링기술 및 최적화된 분리기준 산정 기술

② 궤적기반 운영(Trajectory-based operations, TBO)

- B0, B1 모두 이행 중이나, 제한적 운영으로 단계적 기술개발 필요
 - 국내 공역의 순항 단계에서 항공기의 데이터링크 통신 이용은 가능하나, 음성통신만 이용 중
 - 국내 항공교통은 시간기반의 항공기 운항 관리 및 공역운행을 도입하지 않았으나, 세계적인 추세에 발맞춰 국내 공역에 4D 궤적기반 운영 및 시간기반의 운항관리 필요
 - 항공교통량이 많은 인천·김포 공항 등에서 디지털 공항정보자동방송장치(D-ATI S18)) 및 사전출발허가(PDC19)) 운용 중
 - 김포·인천공항에서 데이터링크를 이용한 항공기 출발허가(Departure clearance) 이용률은 저조하지만, 일부 관제사와 조종사간 사용 중
 - 국내 공항에서 D-Taxi를 이용하여 지상관제를 하지 않고 있으며, 주요 원인은

D-Taxi 적용이 필요한 공항이 적고, 조종사 및 관제사 교육훈련이 이루어지지 않음

- 인천·김포·제주공항을 제외한 국내 공항은 슬롯(slot), 유도로의 규모가 적어 D-taxi를 적용하여 개선효과를 보기 어려움
- (R&D 요소) 항공교통흐름관리 기술, 궤적 예측 기술, 공역 설계·최적화 기술

③ 연속상승 운영(Continuos Climb operations, CCO)

- 장비 및 시스템이 개발되어 항공기에 장착되어 있지만, 미장착 항공기의 운항 등의 제약 조건으로 부분적으로만 사용 중
 - 국내 공항에 CCO 절차는 없으나, CCO 절차를 운영하기 위한 선행조건인 PBN 절차 기반 구축이 완료
 - 항공교통량의 50%이상을 담당하는 인천 김포공항 및 서울접근관제구역은 협소한 공역과 교통량의 문제로 CCO 절차 설계 및 운영이 어려움
 - CCO절차가 운영된다면 공항에 설계된 PBN 기반의 SID 절차와 연계하여 기대효과 증대
- (R&D 요소) 항공교통흐름관리 기술, 궤적 예측 기술, 공역 설계·최적화 기술

④ 원격조종항공기(Remotely pioted aircraft systems, RPAS)

- 초경량비행장치 허가구역에서 비행하게 되어 있으며 허가구역 외 공역비행은 사전허가 필요, RPAS 관련 법, 원격조종사 자격요건 등 법규 및 정책 미비
 - 무인기 시범사업을 위한 5개 전용공역 지정('15)
 - 시화, 양평 등을 포함하여 총 28개소의 “초경량비행장치 전용공역”을 설정
 - 국내는 RPAS 공역과 유인항공기 공역을 분리하여 운영 중이나, 통합하여 공역을 운영하기 위한 연구 수행 중
 - 국내에서 RPAS 관련 추진 중인 과제는 다음과 같음
 - 무인비행장치의 안전운용을 위한 저고도 교통관리체계 개발 및 실증시험('17~'21)
 - 무인항공기 안전운항기술 및 통합시범운영 기술 개발('15~'21)
- (R&D 요소) R&D로 추진 중이므로 해당없음

□ 항공 전문가²⁶⁾ 대상으로 ASBU와 연관되는 현장 내 이슈들을 설문하여 시급히 필요한 핵심기술에 대하여 정성적으로 조사

○ (개요) 관제사, 조종사, 정비사 등 현장전문가를 대상으로 세부개선영역 별 '현황→필요성→필요 기술'을 전문가 설문을 통해 조사

※ 조사 결과에서 순수 정책 및 인프라 구축 영역은 제외하고 기술적인 부분만 기술하였음

- (현황) 선택한 세부개선영역의 국내현황을 상세하게 서술

- (필요성) 국내현황 중 이슈사항에 의해 발생하게 되는 위험을 작성

- (필요 기술) 이슈사항 해결을 위해 필요한 기술적 내용을 작성

○ (이슈 1) A-CDM 시스템 운용 시급

- 현황

· A-CDM 시스템의 데이터간 프로토콜이 다르고 주요 데이터 부족하여 실질적인 운용이 어려움

- 필요성

· 지속 증가하는 교통량을 감안하면 A-CDM 부재로 인한 대량 지연, 혼잡은 가중될 것으로 예상되며 필수적임

- 필요 기술

· 항공기 출발·도착 관리기술, 항공교통흐름 관리기술, 실시간 수용량 산정 및 예측 기술

· 다중센서 감시정보 융합기술

· 항공교통효율성 평가기술

· 항공기상정보 통합처리 관리 및 예측 기술

○ (이슈 2) 데이터 연동 및 공유기술 부재

- 현황

· 인접국가 항공로 관제기관 간에는 AIDC를 운영중이나 국내 관제기관과의 상호 운용은 시스템간 호환 등 기술적 문제로 인해 불가능한 상태

· 디지털과 아날로그 혼재로 정확한 정보관리가 되지 않음

· 유선통신방식을 이용함에 따라 시간이 오래 걸려 필요한 요구사항이 늦을 수 있음

26) 우리나라 항공 관제사, 연구기관 등에서 30명의 전문가 의견을 받음

- 항공사마다 제각기 다른 프로토콜을 가지고 있어 데이터 체계가 맞지 않아 실질적인 이용이 불가능
- 필요성
 - 효율적인 의사결정을 위해 국내외 항적데이터를 통합 관리하는 시스템으로 테스트베드 구축을 시범운영뿐 만 아니라 해외 항공 관련 기관의 항공 정보 공유가 가능하도록 시스템 안정화 필요
 - 통합된 항공정보 시스템의 개발로 유사기능을 통합하여 업무의 효율성과 안정성을 확보 해야함
 - 국내뿐 만 아니라 해외의 항적데이터를 통합관리·공유함으로써 효율적인 공항 운영 가능
- 필요 기술
 - 항공정보 표준화 기술
- (이슈 3) 출·도착 관리 기술 부재
 - 현황
 - 현재 출도착 관리 시스템 구축 준비 중으로 관제사의 경험에 의한 관제 수행 중
 - 필요성
 - RSEQ 개발로 항공기 지연시간을 감소시키고, 출도착 시간예측 정확도를 높여, 이용자들의 편익을 증대시키고, 항공기 운항 관련 이해관계자들의 업무 효율성 향상에 도움
 - 필요 기술
 - 항공정보 표준화 기술
 - 항공기 출발·도착 관리기술, 항공교통흐름 관리기술, 실시간 수용량 산정 및 예측 기술
- (이슈 4) 구역구조 개선 및 분리기준 조정
 - 현황
 - 항공기의 성능 향상에 따른 상승·하강시 필요한 공간이 감소하였지만, 구역이 좁고 분리기준이 높아 최적화된 항공기 운항 어려움
 - 필요성

- 인접 공역 통합 및 공역확보, 분리기준 검토 조정하여 항공기 출발·도착 지연 및 연료 소비량 증가 등 문제점 해소 필요
- 필요 기술
 - 공역 활용 최적화 기술, 실시간 수용량 산정 및 예측 기술
 - 4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술, 항공기 자가분리기술, 후류 예측 및 모델링 기술
- (이슈 5) 재래식 항법 장비의 성능 한계로 인한 교통량 대응 어려움
 - 현황
 - 인천공항, 제주공항, 김포공항 등 주요 공항의 공역은 포화상태인데 과거 재래식 장비를 이용하여 관제 업무 수행
 - 필요성
 - 관제 정보의 정밀성 향상을 위한 고신뢰도의 위치 정보 및 궤적 기반 운영 필요
 - 필요 기술
 - GLS CAT-II,III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술, 다중센서 감시정보 융합기술, 4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술
- (이슈 6) 중요 기상정보 부재로 인한 운항 효율성 감소
 - 현황
 - 항공기상청에서 제공하는 정보(고고도 기상정보 등)은 실제 항공기 운항에서 중요한 정보(저고도 기상정보, 난류, 뇌우 등)가 빠져있으며, 조종사들로부터 요청받는 경우에만 일부 정보를 뒤늦게 제공하고 있음
 - 필요성
 - 장마철 뇌우와 같은 항공운항 중요 정보를 체계적으로 제공할 수 있는 기술, 인프라를 갖추어 항공운항의 안전성·효율성 증진 필요
 - 필요 기술
 - 항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술, 항공정보 표준화 기술

3.2. 시사점

- ASBU 대응을 위한 우리나라의 기술 대응 역량 조사 결과, 해외 선진국 대비 낮고 자체 연구개발을 추진할 수 있는 수준으로 판단됨
 - 미국, 유럽 등 최고 선진국(100%) 기준으로 우리나라는 자체 개발 가능 수준(60~80%)의 기술역량을 갖고 있음
- 우리나라의 ASBU 대응 현황 조사 결과, Block 0단계는 대체로 이행하고 있으며 Block 1단계 이행을 위한 대응기술은 부재한 것으로 판단됨
 - 공항 접근성, 후류요란 분리기준, 원격 관제, 기상정보 선진화, 유연비행로 운영, 항공교통흐름관리 네트워크 운영, 비행중 자가분리, 궤적기반 항공교통 운영체계 구축 등 세부개선영역 이행을 위한 대응기술 부재
- 차세대 항공교통시스템 구축계획(NARAE) 및 현장전문가 설문조사를 통해 현장이슈·필요기술 조사 결과, 항공교통관리(ATM) 기술 및 항행(CNS) 기술 개발이 필요한 것으로 판단됨
 - NARAE에서 제시하는 ASBU 대응에 필요한 기술
 - 항공교통 흐름관리 기술, 공역·수용량 산정 및 최적화 기술, 항공 표준화 기술, 항공교통 효율성 평가 기술, 항공기 이착륙 고도 기상 예측 기술, 고정밀 위치보정정보 생성 기술 등
 - 현장 전문가 설문조사 결과, 시급한 이슈해결에 필요한 기술
 - 출발·도착 스케줄링, 교통흐름관리, 저고도 기상정보, 감시정보, 수용량 예측 등 관련 기술, 데이터 공유 및 표준화 기술, 공역 통합·확장·분리기준 개선 등 공역 최적화 활용 기술
 - 보정정보기술, 감시기술, 궤적 생성 기술 등 고신뢰성 정보기반 관제기술
- 우리나라는 NARAE를 기반으로 ASBU 대응하고 있지만, 기술역량이 부족으로 인해 자체역량강화 필요
 - 국내 기술역량 강화를 통한 ASBU 대응이 가능하며, 항공교통관리(ATM) 및 항행(CNS) 분야에 대한 독자적 연구개발 사업 추진 필요

제4장. 사업 개념

4.1 사업의 목적 및 목표

4.2 사업의 주요 내용

4.3 성과 목표·지표

제4장. 사업 개념

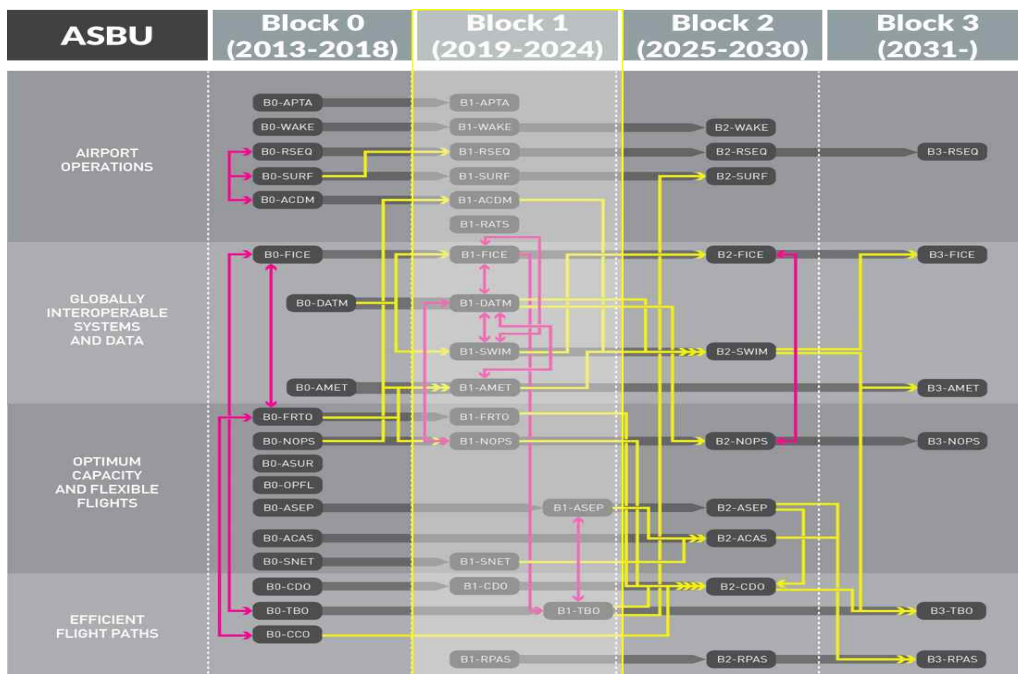
사업목적	글로벌 항공교통체제 대응을 통한 항공교통분야 국내 경쟁력 강화
사업목표	글로벌 항공교통체제 대응을 위한 ASBU 대응 핵심기술 개발
성과지표	• 각 기술별 목표 성능 달성도, 학술지 논문 게재 지수, 특허 출원/등록 건수
추진전략	• 사업기간 동안의 기술로드맵 작성을 통해 연차별 기술개발 방안 도출 • 기술개발에 필요한 연차별 예산 산정하여 효율적인 사업추진 방안 수립
주요 내용 (10대 ASBU 대응 핵심기술)	• 협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술 • 항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술 • 실시간 수용량 산정 및 예측 기술 • 항공교통시스템 설계·평가 기술 • GLS CAT II, III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술 • 공역 활용 최적화 기술 • 4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술 • 항공기 자가분리기술 • 다중센서 감시정보 융합기술 • 후류 예측 및 모델링 기술
사업기간 5년 ('20~'24)	사업예산 정부출연금 250억원

4.1. 사업의 목적 및 목표

“글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술개발” 사업의 개념

“국내 항공교통분야 경쟁력 강화를 위하여, ASBU 대응에 필요한 기술역량을 강화하기 위한 연구개발 사업”

- (사업 목적) 동 사업은 글로벌 항공교통체제 이행에 필요한 기술을 확보하기 위한 연구개발 사업으로 따라서 동 사업의 목적은 글로벌 항공교통체제 대응을 위한 항공교통분야 국내 경쟁력 강화임
- 동 사업 추진을 통해 차세대 항공교통시스템 전환에 능동적으로 대처하기 위한 기술 개발하여 국내 항공교통분야 경쟁력을 제고
- (사업 목표) 글로벌 항공교통체제 대응을 위한 ASBU 대응 핵심기술 개발
 - 동 사업에서는 항공교통 안전 향상, 정시성·수용량 개선 등 효율성 증진, 미래 항공교통시스템으로 전환 등을 위해 체계적인 기술 개발 수행
 - 따라서, 국가적 차원의 연구개발을 통해 글로벌 항공교통체제 대응 핵심 기술 개발하여 항공교통분야 국내 경쟁력을 강화하고자 함
- (범위) ASBU Block1에서 제시하는 Thread의 세부기능을 구현할 수 있는 핵심기술 개발

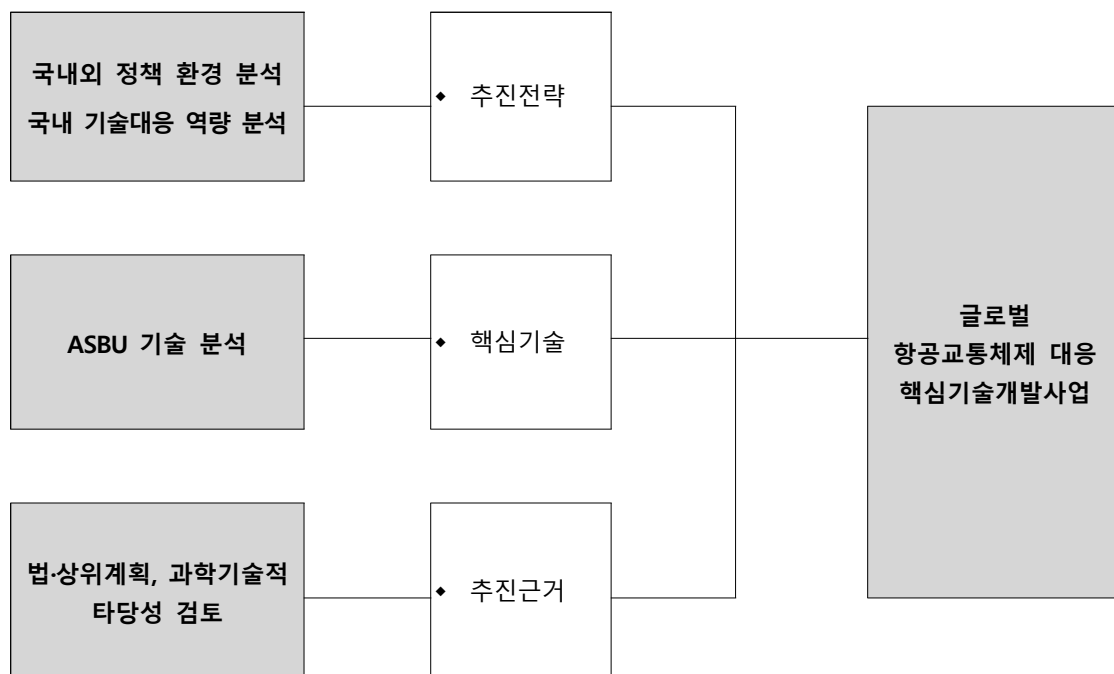


[그림 4-1] ASBU Block 모식도

4.2. 사업의 주요 내용

가. 추진 절차

- 동 사업에서는 글로벌 항공교통체제 이행에 필요한 기술을 선제적으로 확보하기 위하여, 사업 추진 분야와 핵심기술 도출을 위한 조사·분석을 실시
 - 대내외 정책 대응 분석을 통해 동 사업 추진 분야 설정
 - ASBU의 성능개선영역별 세부 기능 분석을 선행하여, 국내의 ASBU 기술의 대응 현황 분석하고 동 사업의 핵심기술을 발굴
 - 법과 상위계획의 검토 및 부합성 평가와 과학 기술적 타당성 평가를 통해 사업의 추진근거 확보



[그림 4-2] 동 사업 기획 프레임워크

나. 추진 전략

- 사업기간 동안의 기술로드맵 작성을 통해 연차별 기술개발 방안 도출
- 기술개발에 필요한 연차별 예산 산정하여 효율적인 사업추진 방안 수립

다. 핵심기술

- (ASBU 개념 및 요구수준) 각 성능개선영역(PIA)에 속한 세부개선영역(Thread) 별로 운영개념을 정의하고, 기술의 국내 대응 현황 분석
- (핵심기술 도출) 분석 내용을 바탕으로 ASBU 대응에 필요한 기술을 전문가 자문을 통해 도출하고, 우선순위 선정 설문과 현장 이슈 설문 조사 실시
- (핵심기술 선정) 설문 내용에 대해 전문가 검토를 거쳐 핵심기술 선정

	ASBU 개념 및 요구수준 분석	핵심기술 도출	핵심기술 선정
분석 내용	ASBU에서 요구하는 이행수준과 소요기술 분석	대응기술 도출(전문가 자문) 및 우선순위 선정, 국내 이슈 조사	설문 분석 및 전문가 자문검토 하여 동 사업의 핵심기술 선정
분석 방법	- 문헌분석(연구진) - 브레인스토밍(연구진) - 전문가자문(기획위원회)	- 전문가자문(기획위원회) 및 설문조사 - 현장전문가* 설문조사 * 관제사, 조종사 등	- 설문 분석(연구진) - 전문가자문·검토

[그림 4-3] 핵심기술 선정 절차

라. 추진 근거

- 본 연구개발사업은 국제민간항공협약 제37조, 항공안전법 제1조, 항공사업법 제1조, 제3조, 국토교통과학기술육성법 등에 따라 추진 타당성 높음

관계법규	목적 및 주요내용
국제민간 항공협약 제37조	국제표준 및 수속의 채택 : 각 계약국은, 항공기직원, 항공로 및 부속업무에 관한 규칙, 표준, 수속과 조직에 있어서의 실행 가능한 최고도의 통일성을 확보하는데에 협력할 것을 약속하여, 이와 같은 통일성으로 운항이 촉진되고 개선되도록 한다. 이 목적으로서 국제 민간항공기구는 다음의 사항에 관한 국제표준 및 권고되는 방식과 수속을 필요에 응하여 수시 채택하고 개정한다. - 공항과 이착륙의 성질, 항공규칙과 항공 교통관리방식, 기상정보의 수집과 교환 등 항공 안전 및 효율에 관한 사항
항공안전법 제1조	이 법은 「국제민간항공협약」 및 같은 협약의 부속서에서 채택된 표준과 권고되는 방식에 따라 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치가 안전하게 항행하기 위한 방법을 정함으로써 생명과 재산을 보호하고, 항공기술 발전에 이바지함을 목적으로 한다.
항공사업법 제1조, 제3조	해당 법의 제정 목적은 항공정책의 수립 및 항공사업에 관하여 필요한 사항을 정하여 항공 사업의 체계적인 성장과 경쟁력 강화 기반을 마련하는 한편, 항공사업의 질서유지 및 건전한 발전을 도모하는 것 국토교통부장관은 국가항공정책에 관한 기본계획을 5년마다 수립하여야 하며 국내외 항공 정책 환경의 변화와 전망 및 국가항공정책의 목표, 전략계획을 포함하여야 함
국토교통 과학기술육성법 제8조	국토교통부장관은 '국토교통과학기술 연구개발 종합계획'을 효율적으로 추진하기 위하여 '국토교통과학기술 연구개발사업'을 지원할 수 있음

4.3. 성과 목표·지표

□ 글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술개발 사업의 성과 목표 및 핵심성과지표 도출

- (학술지 게재 논문 지수) 논문 검증의 공정성 및 정확성을 위해 SCI(E) 논문 게재실적을 NTIS(국가과학기술지식정보서비스)를 통해 입력 및 검증하고, 검증된 논문의 질적 우수성은 MrnIF(표준화된 순위보정 영향력 지수)를 통해 평가

- 조사대상 : 사업을 통해 창출된 모든 논문
- 조사방법 : NTIS를 통해 입력 및 검증
- 평가방법 : MrnIF를 통해 수치화 하고 평균값을 산출

$$\text{측정 산식} : \frac{\sum(\text{표준화된 순위보정 영향력 지수})}{\sum(\text{SCI(E) 논문 건수})} = \frac{4,660.04}{82} = 56.83$$

- (특허등급지수) 특허 검증의 공정성 및 정확성을 위해 KISTA(한국지식재산 전략원)에서 수집된 등록특허 실적을 NTIS를 통해 입력 및 검증하고, SMART3(특허가치평가시스템)을 이용하여 특허 등급을 평가하고 수치화하여 산정

- 조사대상 : 사업을 통해 창출된 모든 등록특허
- 조사방법 : NTIS를 통해 입력 및 검증
- 평가방법 : 한국발명진흥회에서 제공하는 SMART3를 이용하여 특허등급 지수로 수치화 하고 평균값을 산출

$$\text{※ 특허등급지수 산식} : \sum_i (A_i \times B_i) / \text{특허등록건수} = \frac{331}{83} = 3.99$$

<표 4-1> 가중치(Ai) 설정 방법

등급	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C
가중치	9	8	7	6	5	4	3	2	1

- (ASBU 핵심기술 요구성능 평가) 본 사업의 10대 핵심기술에 대한 정성적 평가

- 조사대상 : 사업을 통해 도출된 모든 산출물
- 조사방법 : 사업내 도출되는 산출물을 조사
- 평가방법 : 해당 기술 개발 완료시, 기술별 요구성능 만족여부 산정

<표 4-2> ASBU 10대 핵심기술 요구성능지표(안)

연번	기술명	요구성능지표(안)
1	협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술	항로 평균 밀도 감소량 : 기존 대비 5% 이상
2	항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술	터미널 공역 기상 예측정보 제공 시간 : 출발 20분 이전
3	실시간 수용량 산정 및 예측 기술	실시간 수용량 정확도 : 실제 대비 70% 이상
4	항공교통시스템 설계·평가 기술	국내 환경을 고려한 효율성 평가 지표 : 3개 이상
5	GLS CAT-II, III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술	GLS 무결성 정보 수준 : CAT-II, CAT-III 등급
6	공역 활용 최적화 기술	항공기 수평이동길이 감소량 : 기존 대비 10% 이상
7	4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술	항공기 이동지점에 대한 시간예측오차 : 5분 이내
8	항공기 자가분리기술	안전수준 고려한 분리기준 축소량 : 기존 대비 5% 이상
9	다중센서 감시정보 융합기술	감시정보 신뢰도 향상 : 기존 대비 10% 이상
10	후류 예측 및 모델링 기술	특정 지점의 후류 예측 시간 : 10초 이내

※ 표 4-2의 핵심기술 요구성능지표는 기획위원회 검토를 통해 도출

<표 4-3> 글로벌 항공교통체제 대응 기술 개발 연차별 성과지표(안)

사업 성과 목표		글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술 개발을 통한 국내 기술 역량 강화							
성과지표	가중치	실적 및 목표치						측정산식	자료수집 방법/출처
		구분	'20	'21	'22	'23	'24		
학술지게재 논문 지수(R&D)	0.3 (정량)	목표						$\Sigma(\text{SCI(E)논문}$ Impact Factor) / SCI(E) 논문건수	국내외 학술지 논문게재 실적자료
		실적							
특허 등급 지수(R&D)	0.3 (정량)	목표						$\Sigma(\text{특허등록}$ 질적수준) / 특허등록 건수	특허정보원 DB 및 특허명세서 등 증빙자료 확인
		실적							
ASBU 핵심기술 성능지표(%)	0.4 (정성)	목표						(기술별 성능 실적) / (기술별 요구성능)	사업내 산출물 확인
		실적							

제5장. 사업 세부내용



5.1 핵심기술 도출

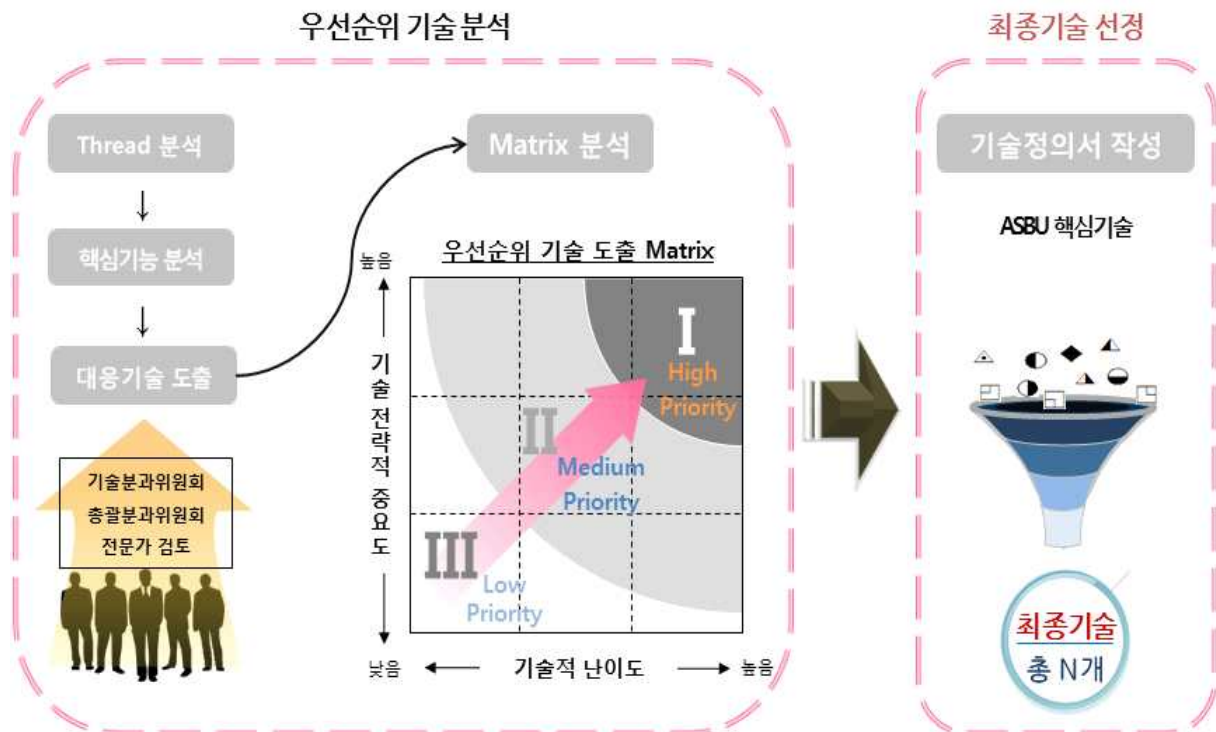
5.2 기술정의서

제5장. 사업 세부내용

5.1. 핵심기술 도출

5.1.1. 핵심기술 도출 프레임워크

- 본 사업에서는 ICAO의 미래 항행시스템 전환계획(ASBU) 권고사항의 국내 이행 대응 전략방향과 핵심기술 도출을 위한 조사와 분석을 실시
 - ASBU Block 1에서 제시하는 세부추진계획 중 국가적인 차원의 연구개발을 통해 선제적으로 대응해야 하는 기술 도출을 위한 분석
 - 대내외 대응 정책 및 기술 개발 현황 분석을 통해 동 사업 추진에 필요한 기술 도출 방향을 설정하고, 기획위원회를 통해 성능개선영역별 세부 기능 분석 및 대응 기술 발굴



[그림 5-1] 글로벌 항공교통체제 대응 기술개발사업 기획프레임

5.1.2. ASBU 대응기술 도출

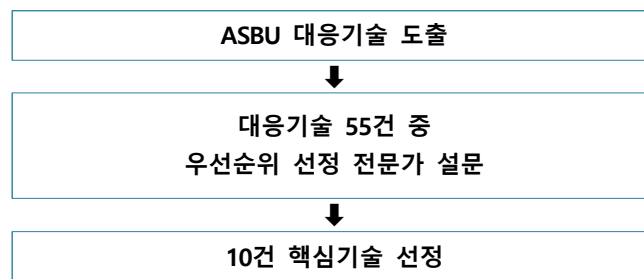
□ ASBU 대응기술 도출

- ASBU Block1에서 제시하는 세부추진계획 중 4개 성능개선영역(PIA)²⁷⁾에 속한 21개의 세부개선영역 별로 핵심기능을 분석하고, 이를 구현하기 위한 55개의 대응기술 도출

- ASBU를 이행하기 위해 각 세부개선영역(Thread)에 필요한 세부 기능을 모두 발굴*

※ 분과위원회, 통합 분과워크숍, 전문가 자문 회의 등 항공분야 전문가 활용

- ASBU 모듈별 세부 기능을 나열한 후에 대응 기술* 도출 및 그룹화 수행



[그림 5-2] ASBU 핵심기술 선정 절차

<표 5-1> R&D 대응 기술(안) 55개

연번	성능개선영역(PIA)	대응 기술(안)
1	공항운영개선 (PIA 1)	실시간 항공기 출발·도착 최적화 기술
2		4D 고정밀 항공기 위치 예측기술
3		통합지상관제정보시스템
4		항공기 최적 접근절차 결정기술
5		공항관제권 항공기 4D 항적 예측기술
6		고정밀 항공기 감시정보 측정기술
7		실시간 지상 내 항공기 항적 예측기술
8		다중센서 지상감시정보 융합기술
9		항공정보(공항 간) 표준화·공유기술
10		항공기 지상이동경로 최적화 기술

27) ① 공항운영 개선, ② 시스템 및 데이터의 상호운용성, ③ 공항수용량 및 비행유연성 증대, ④ 효율적인 비행경로 운영

11		후류정보 기반 항공기 분리 최적화기술
12		AHMI(Aviation Human-Machine Interface) 시스템 기술
13		저고도 다층 후류정보 탐지기술
14		항공기 후류 모델링·시뮬레이션 기술
15		GLS 보정 오차정보 생성기술
16		GLS 가용성(이용불능 등) 예측기술
17		터미널 흐름·예측 기술
18		Aerodrome 안전성 예측기술
19		실시간 SSA(Surface Situation Awareness)기술
20		항공기 후류 위험성 평가기술
21		실시간 이동체 안전성 최적화 기술
22		항공기 후류 예측·보정 기술
23		GLS 보정정보 전송기술
24		ATMA(Aviation Traffic Management Advisor) 시스템 기술
25		항공동화 기반 항공기 가이드선기술
26		항공정보(후류) 표준화·공유기술
27		저고도 항로·경로 기상 예측기술
28		항로·경로 기상 영향평가기술
29	시스템 및 데이터의 상호 운용성 증대 (PIA 2)	항공정보(기상) 표준화·공유기술
30		항공정보(저고도 기상) 표준화·공유기술
31		항공정보 암호화기술
32	공역수용량 및 비행유연성 증대 (PIA 3)	동적섹터링 기반 공역활용 최적화기술
33		다중센서 공역감시정보 융합기술
34		실시간 항공복잡도(교통량/수용량) 예측기술
35		위성기반 ADS-B 수신기술
36		실시간 항공교통 최적화기술
37		PBN 항로 설정기술
38		다중센서 공역감시정보 측정기술
39		항공기 항로 최적화(Re-routing) 기술

40		항공기 궤적예측/충돌회피기술
41		TIS-B 비행정보 융합기술
42		CPDLC 비행정보 융합기술
43	효율적인 비행경로 운영 (PIA 4)	동적섹터링 기반 공역활용 최적화기술
44		다중센서 공역감시정보 융합기술
45		실시간 항공복잡도(교통량/수용량) 예측기술
46		위성기반 ADS-B 수신기술
47		실시간 항공교통 최적화기술
48		PBN 항로 설정기술
49		다중센서 공역감시정보 측정기술
50		항공기 항로 최적화(Re-routing) 기술
51		항공기 궤적예측/충돌회피기술
52		TIS-B 비행정보 융합기술
53	1, 3	항공기 탑재 주변상황(Situational Awareness) 인식기술
54		CDTI(Cockpit Display Traffic Information) 시스템기술
55	1, 2, 3, 4	항공교통시스템 설계·평가 기술

- (결과) 총 52개의 핵심기능과 대응기술(안) 55개 도출*

※ (PIA 1) 핵심기능 16개, 대응기술 27개, (PIA 2) 핵심기능 14개, 대응기술 5개, (PIA 3) 핵심기능 16개, 대응기술 14개, (PIA 4) 핵심기능 12개, 대응기술 11개²⁸⁾

가. 기술 선정 개요

- 도출된 대응기술 55개의 설문 조사를 바탕으로 매트릭스 분석을 수행하여 우선순위를 매기고, ASBU 핵심기능을 구현할 수 있는 우선 연구개발 기술을 선정

- (방법) ‘기술의 전략적 중요성(X축)’와 ‘기술적 난이도(Y축)’를 축으로 하는 우선순위도출 설문 및 설문 결과를 이용한 매트릭스 분석 수행*

※ (X축) ASBU 및 NARAE 계획과의 부합성으로 측정

※ (Y축) 최고선진국 대비 국내 기술수준(%)과 연구개발 역량으로 측정

나. 우선순위 도출 설문

- 본 기획 설문은 기술우선순위 판단을 위한 설문조사로, 순위 선정에 오류를 범하지 않기 위해 항공교통분야의 소수의 전문가를 설문대상자로 선정하여 설문의 타당성과 신뢰성을 높임

28) 핵심기능 별로 중복된 대응기술 존재

- (기술 전략적 중요도) 대응 기술(안)과 ASBU 및 국내의 차세대 항공교통시스템 구축계획(NARAE)과의 정책적 부합성*

※ 매우 낮음 ~ 낮음 ~ 중간 ~ 높음 ~ 매우 높음'의 5 단계로 평가

- (기술적 난이도) 대응기술의 '최고선진국 대비 국내 기술수준(Stock관점, %)' 과 '국내 연구개발 역량(Flow관점, 점수)'

<표 5-2> 기술적 난이도 평가 기준

기술적 난이도	
최고선진국 대비 국내 기술수준 (%)	세계 최고 선진국 100%로 설정한 기술과 상대적으로 비교해서 국내 기술수준을 기입
	평가 기준
	▪ 최고(100%): 세계 최고 수준 ▪ 선도그룹(80% 초과~100% 미만): 기술 분야를 선도하는 수준 ▪ 추격그룹(60% 초과~80%이하): 선진기술의 모방개량이 가능한 수준 ▪ 후발그룹(40% 초과~60% 이하): 선진기술의 도입적용이 가능한 수준 ▪ 낙후그룹(40% 이하): 연구개발 능력이 취약한 수준
국내 연구개발 역량 (점수)	연구개발 자원, 활동, 네트워크, 성과 및 환경을 종합적으로 판단하여 현재 국내 연구개발 역량을 기입
	평가 기준
	▪ (자원)인적자원, 조직, 지식자원 등 ▪ (활동)연구개발투자, 창업활동 등 ▪ (네트워크)산·학·연 협력, 기업 간 협력, 국제협력 등 ▪ (성과)경제적성과, 지식창출 등 ▪ (환경)지원제도, 물적 인프라, 문화 등

다. 설문 매트릭스 분석 결과

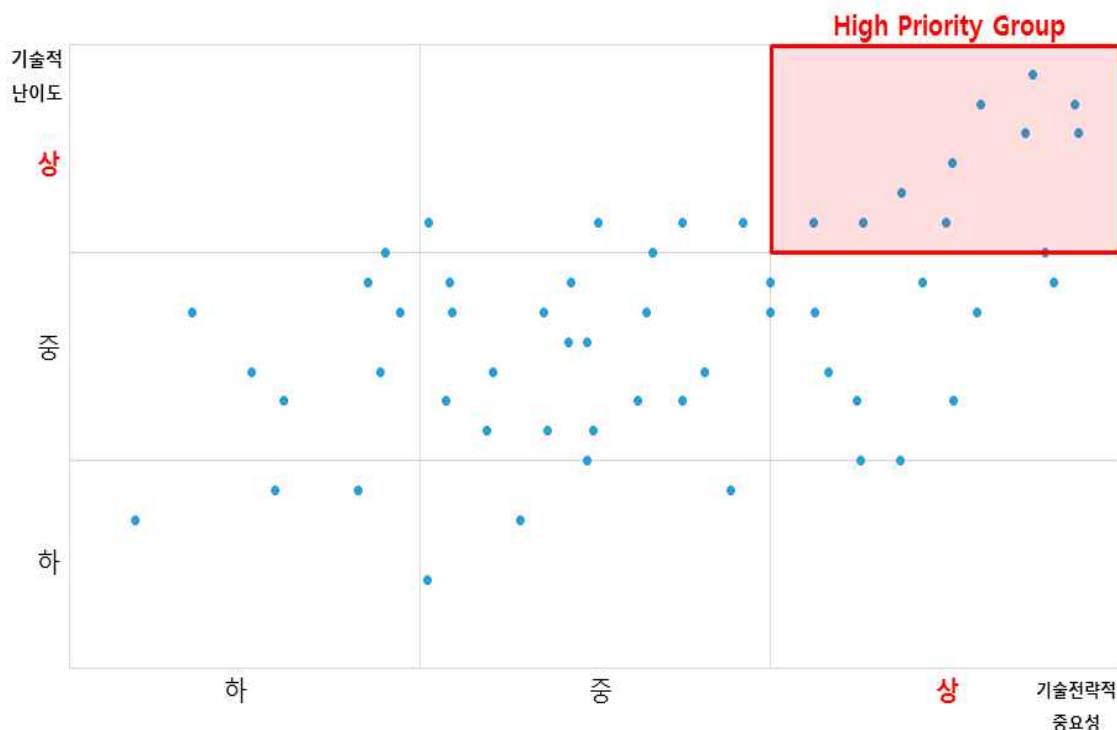
- 설문조사 결과를 '기술 전략적 중요도(X축)'와 '기술적 난이도(Y축)'를 축으로 하는 3X3 매트릭스(상·중·하)로 분석하여 우선 연구개발 기술 선정

○ 기술 전략적 중요도(X) = (ASBU와의 부합성 + NARAE와의 부합성) / 2

○ 기술적 난이도(Y) = 100 - (국내 기술 수준 + 국내 연구개발 역량) / 2

[그림 5-3] 핵심 기술 선정 절차

- **(분석 결과)** 기술 전략적 중요도와 기술적 난이도가 모두 상/상인 그룹에 속하는 기술을 최우선 개발이 필요한 기술로 선정



[그림 5-4] 대응기술 55개의 3X3 매트릭스 분석 결과

- **(공항운영개선. PIA1)** 후류 예측 및 모델링 기술(N), GLS CAT-II,III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술(N)
- **(시스템 및 데이터 상호 운용성 증대. PIA2)** 항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술(N)
- **(공역 수용량 및 비행 유연성 증대. PIA3)** 다중센서 감시정보 융합기술(S), 공역 활용 최적화 기술(ATM), 실시간 수용량 산정 및 예측 기술(ATM),

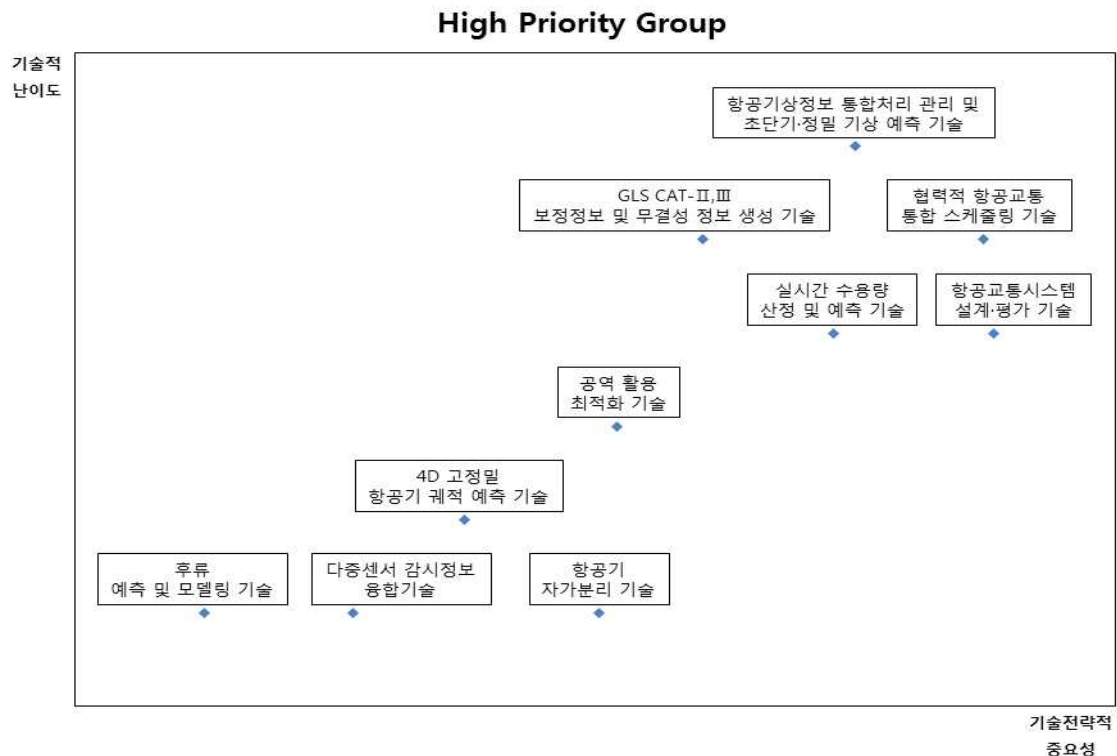
협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술(ATM)

- (효율적인 비행경로 운영, PIA4) 4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술(ATM)
- (공통 영역) 항공교통시스템 설계·평가 기술(ATM), 항공기 자가분리기술(S)

<표 5-3> 성능개선영역별 최우선 대응 기술 10개

연번	성능개선영역(PIA)	구분	기술명
1	공항운영개선 (PIA1)	항법(N)	후류 예측 및 모델링 기술
2		항법(N)	GLS CAT-II, III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술
3	시스템 및 데이터 상호 운용성 증대 (PIA2)	항법(N)	항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술
4	공역 수용량 및 비행 유연성 증대 (PIA3)	감시(S)	다중센서 감시정보 융합기술
5		ATM	공역 활용 최적화 기술
6		ATM	실시간 수용량 산정 및 예측 기술
7		ATM	협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술
8	효율적인 비행경로 운영 (PIA4)	ATM	4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술
9	PIA 1, 3	감시(S)	항공기 자가분리기술
10	PIA 1, 2, 3, 4	ATM	항공교통시스템 설계·평가 기술

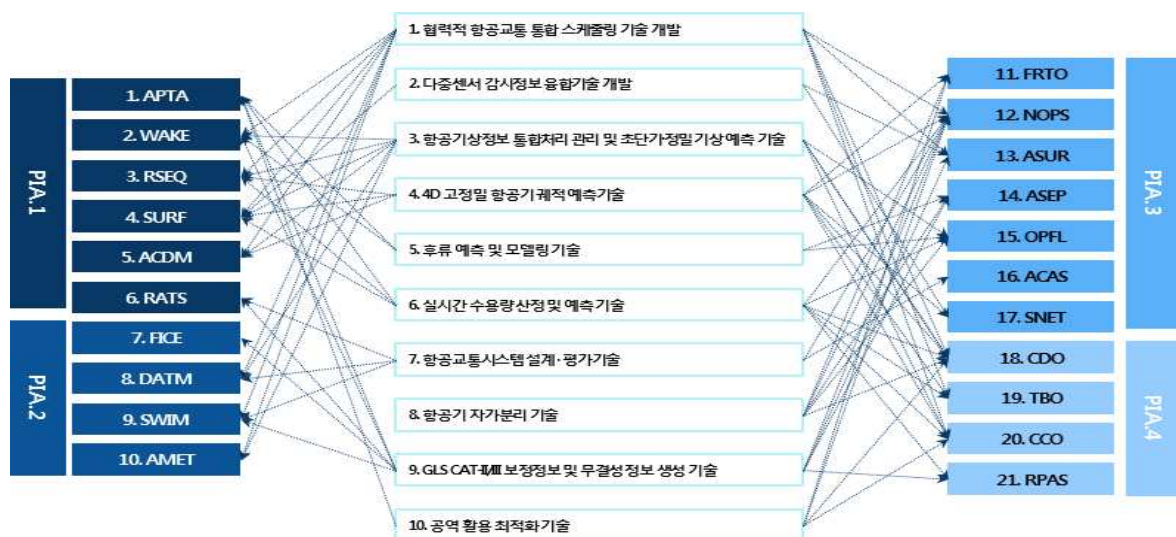
※ 성능개선영역별 최우선 대응기술 선정시, ‘실시간 항공기 출발·도착 최적화 기술’ 이 선정되었지만 기존 사업(항공안전기술개발) 내 과제와 중복되어 제외함



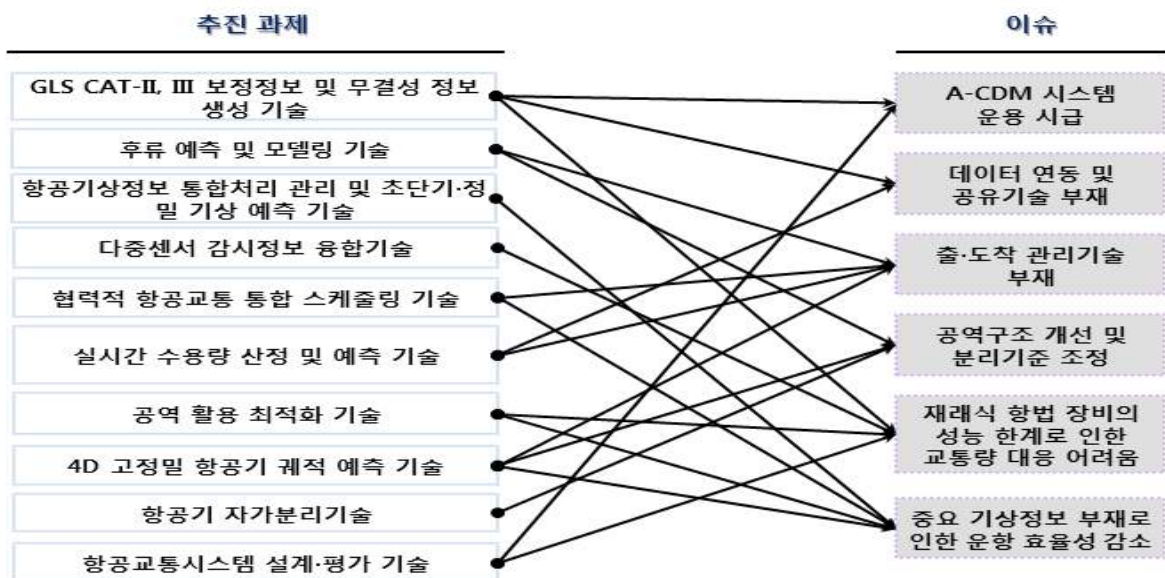
[그림 5-5] 핵심기술 10개의 매트릭스 분석 결과

라. ASBU 핵심기술(10개) 속성 분석

- **(개요)** 동 사업의 목표달성(ASBU 대응기술역량 강화)을 위해 우선 연구개발 기술(10개)의 대표성(대응기술 55개)과 현장 이슈(6개) 연관성 분석
- **(방법)** 기획위원회 및 자문위원회를 통해 선정된 10개 기술과 ASBU 세부개선영역(21개) 및 현장 이슈(6개)와의 관계 분석
- **(분석 결과)** 선정된 기술 10개가 ASBU 세부개선영역 21개 및 현장이슈해결을 위해 필요한 기술에 모두 매칭되므로 충분한 대표성·연관성을 가짐



[그림 5-6] 선정된 핵심기술 10개와 ASBU Thread와의 관계



[그림 5-7] 선정된 핵심기술 10개와 현장이슈와의 관계

5.2. 기술정의서

가. 항법(Navigation)

☐ 후류 예측 및 모델링 기술

기술명	후류 예측 및 모델링 기술
정의 및 개념	항공기 후류 와류에 의한 분리기준·수용량 평가를 위한 후류 예측·탐지 기반 기술
주요 내용	☐ 후류 예측 및 탐지 시스템(Wake Prediction and Detection System) 개발 ○ 인터페이스 기술 개발 - SWIM(System Wide Information Management) 인터페이스 개발 - ADS-B, MLAT 등 외부 Datalink 기술 개발 - 항공기 정보(Correlated Aircraft Data) 인터페이스 개발 - 기상 정보(Correlated Meteorological Data) 인터페이스 개발 - 후류 난류 계측 정보(Wake Turbulence Measurement Data) 인터페이스 개발 ○ 후류 와류 행동 모델(Wake Vortex Behaviour Model) 개발 - 후류 와류 모델(Deterministic/Probabilistic Wake Vortex Model) 개발 - 후류 와류 모델링/시뮬레이션(Simulations and Modeling) 기술 개발
핵심 키워드	후류 와류 예측, 후류 와류 모델링
요소기술	데이터링크(항공기, 기상정보 등) 및 후류정보 연동기술, 후류 와류 모델링기술, 후류 와류 예측 기술
선행기술	데이터링크(항공기, 기상정보 등) 표준화 기술, 수용량 예측·평가 기술
후행기술	-
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	68%

□ GLS CAT-II,III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술

기술명	GLS CAT-II/III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기법
정의 및 개념	RNP(Requirement Navigation Performance) 절차에서의 항공기의 정밀 접근 및 자동 착륙 단계를 지원하기 위한 GLS(GBAS Landing System) CAT(Category)-II/III 시스템의 핵심 기술 개발
주요 내용	□ GLS CAT-II/III 시스템의 보정정보 및 무결성 정보 생성 기법 개발 ○ GLS CAT-II/III 기술의 환경분석, 기술수요조사, 기술개발 전략 수립 ○ 무결성 요건 달성을 위한 주요 핵심알고리즘 연구 ○ 단위 알고리즘 통합 S/W 구현 및 평가 ○ GLS CAT-II/III 기반 기술 검증 시스템 개발 ○ 테스트 베드 구축 및 시험 평가 □ 다중 위성군 및 다중 주파수 기반 GLS CAT-II/III 성능 향상 연구 ○ 다중 위성군 기반 정확성/가용성 시뮬레이션 ○ 다중 신호별 무결성 보장 기법 개발 ○ 무결성 요건 분석 기반 선별적 신호 활용 ○ 선별적 신호를 활용한 성능향상 기법 개발 ○ 통합 S/W 개발 및 성능 평가 □ 저위도/고위도 포함한 전 지구적 GLS CAT-II/III 활용 방안 연구 ○ 고위도/저위도의 GLS CAT-II/III 운용 환경 분석 ○ 고위도/저위도 지역별 특성을 고려한 무결성 보장 기법 연구 ○ 지역별 GLS CAT-II/III 성능 분석을 통한 활용방안 도출
핵심 키워드	GLS CAT-II/III, 보정정보 생성 및 무결성 정보 생성, 항공기 정밀 접근 및 자동 착륙, 항법 안전성 보장
요소기술	GLS CAT-II/III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술, GLS CAT-II/III 무결성 보장 기술, 무결성 요건 분석 기반 신호 선별 기술, 선별적 신호를 활용한 성능향상 기술, 지역별 특성을 고려한 무결성 보장 기술, GLS CAT-II/III 성능 검증 기술
선행기술	GBAS CAT-I 시스템을 위한 한반도 전리층 모델 개발 및 무결성 정보분석 기술
후행기술	CAT-II/III 시스템의 설계 및 세부 기술요소 개발에 활용, 개발된 기술요소 및 S/W를 기반으로 CAT-II/III 시스템 기술 인증 과정에 참고자료로서 활용가능, 개발될 다중위성/다중주파수 CAT-II/III의 지역별 시스템 확장 및 개발에 적용
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	64%

□ 항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술

기술명	항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술
정의 및 개념	항공교통관리(ATM) 및 무인기교통관리(UTM) 등을 위한 기상정보 제공 통합처리 기술과 기존 기상정보 생성 체계에서 제공하지 못하는 정밀 항공기상정보 생성을 위한 기술
주요 내용	□ 항공기의 안전한 운항을 위한 기상정보 통합 인터페이스 기술개발 ○ 기존 생성된 기상 관측 데이터의 항공교통 이용자 편의적 데이터 구축 프로세스 구현 ○ 항공교통관리(ATM)의 효율적인 운영을 위한 A-MAN/D-MAN 정확도 증진 목적의 기상데이터 인터페이스 구축 및 무인기항공교통관리(UTM) 내에서 안전한 무인기 운영을 위한 저고도 항공기상 데이터 제공을 위한 기반 기술 마련 ○ 공항 이착륙 항공기의 안전성 증진을 위한 저고도 기상 데이터 제공 처리 기반 구축 ○ ASBU 대응을 위한 전략적/전술적 운항 지원 기상데이터 생성 프로세스 및 체계 구축 □ 항공기 운영 지원을 위한 현업 데이터 활용 실시간 터미널 구역 기상 예측 기술 개발 ○ 빅데이터 형태의 현업 기상 데이터 활용 기술 개발 ○ ASBU 대응을 위한 비행이전 20분까지 전술적 운항계획 데이터 생성 지원 ○ 고도 10,000ft(3km) 이하 터미널 구역에서의 정밀 풍향·풍속 데이터 생성 기술 개발 ○ 비행계획, 이착륙 계획 및 비행 안전을 위한 터미널 지역 단시간 예측 기술 개발 ○ 공항 운영, 이착륙 항공기 비행 안전에 영향이 높은 저시정 관측 및 예보 기술 개선 □ 전략적 운항 결정을 위한 초단기 및 저고도 국지지역 기상 예측 기술 개발 ○ ASBU 대응을 위한 비행 실행 단계의 전략적 운항 지원 데이터 생성 ○ 활주로 인근 저고도 기상 예측을 위한 고해상도 단기/국지 기상 데이터 예측 모델링 기법 및 저고도 지형 영향, 인구 밀집도 영향 등을 고려한 초저고도 국지 바람 예측 모형 제시 ○ ATM의 최종 접근의 안전성 및 효율성 증대를 위한 타 모듈 개발/운영시 필요한 실시간 저고도 풍향·풍속 정보 생성 기술 개발 ○ UTM 내의 무인비행체 운항 결정 등을 위한 초저고도 풍향·풍속 데이터 모델링 기법 및 활용 기술 개발
핵심 키워드	AMET, 항공기상, 터미널구역예보, 실시간 항공기상 예보, 저고도 항공기상
요소기술	빅데이터 처리, 항공기상데이터, 실시간 예측, 저고도 기상 예측
선행기술	기상 데이터 처리, 기상예측 모델링
후행기술	구역 최적화, 공항 운영 최적화 등
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	63%

나. 감시(Surveillance)

☐ 다중센서 감시정보 융합기술

기술명	다중센서 감시정보 융합기술
정의 및 개념	항공관제용으로 활용되는 이종의 다중 센서(공항/항공로/지상 감시레이더, ADS-B, MLAT 등)로부터 다수의 타겟을 정밀하게 추적하는 기술
주요 내용	☐ 다중 센서 다중 타겟 추적 기술 ○ 교통 관제용 감시 센서 운용 현황 및 환경 분석 ○ 센서 자료 입력 및 전처리 기술 (좌표변환, 오차 공분산 변환 포함) 개발 ○ 센서 자료 및 항적 대조 (Sensor Data to Track Association) 기술 개발 ○ 다중의 비행 모드를 고려한 항적 정밀 추적 기술 개발 ☐ 항적 정확도 분석 기술 ○ 비행계획 기반 궤적 모의 및 감시 센서 자료 모의 ○ 궤적 및 항적 처리 결과 비교를 통한 추적 정확도 분석
핵심 키워드	감시, 다중 센서, 추적, 융합
요소기술	다중 센서 다중 타겟 추적기 설계 기술, 클러스터 등을 고려한 센서 자료 및 항적 대조 기술, 기동/비기동을 고려한 항적 상태 정밀 추적 기술, 항적 추적 정확도 분석 기술
선행기술	단일 센서를 이용한 다중 타겟 추적 기술, 항적 추적 정확도 분석을 위한 센서 및 궤적 자료 모의 기술
후행기술	다중센서 감시 융합 처리 정보 응용 기술
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	68%

□ 항공기 자가분리기술

기술명	항공기 자가분리 기반기술
정의 및 개념	□ 자가분리(Self Separation)과 간격관리(IM)의 개념 ○ ASAS(Aircraft Surveillance Applications System)와 ATSAW(Airborne Traffic Situation Awareness) 기술의 활용 및 향상을 전제로, 분리에 대한 관제사의 책임을 조종사에게 일부 위임함으로써, 분리간격의 정확성과 일관성을 유지 ○ 터미널구역에서 임의 지점에 대한 미터링과 실제 항공교통 관제환경을 반영한 도착순서 및 분리간격(Terminal Sequencing and Spacing, TSAS) 최적화 기술을 기반으로 함 ○ 결정된 도착순서와 분리간격에 대해 관제사는 조종사에게 간격관리(IM) 허가를 발부하고, 조종사는 바람의 영향을 계산하여 관제사에게 허가받은 분리간격을 지속 유지
주요 내용	□ 터미널구역 내 미터링 기술개발 ○ 항공기 항적(Trajectory)의 예측기법과 항공로/지상에서의 미터링(Metering) 기법을 기반으로 터미널구역에서의 미터링 기술개발 - 항공로에서 터미널구역으로 진입 지점에서의 미터링 - 레이더유도(Radar Vectoring) 및 표준도착절차(STAR) 등 항공교통관제 환경을 반영하여, 터미널구역 내 임의의 Merging Point를 생성하고, 임의 Point에 대한 미터링 □ 실제 항공교통 관제환경을 반영한 도착순서와 분리 최적화 기술개발 ○ 터미널구역 내에 설정된 임의의 Merging Point를 중심으로 도착순서와 분리간격을 최적화 - 비행스케줄, 항공기 기종, 구간별 속도, Radar Vectoring 패턴 등을 고려하여 항공기의 도착순서를 결정 ○ 간격관리(IM)를 적용하는 항공기간의 분리간격을 최적화 ○ 항공기간 간격을 거리기반에서 시간 기반으로 전환하고, 바람 영향 등을 고려한 분리간격 계산 □ Human in the Loop(HITL) Simulation 및 Flight Test ○ 새로운 운영개념에 대해 전문 조종사와 관제사의 참여를 통한 시뮬레이션 ○ Flight Test를 위한 시나리오 개발 ○ 간격관리(IM)의 효과 및 안전성 검증방법 개발 ○ 안전수준(Level of Safety)의 확인 및 효과 검증
핵심 키워드	터미널구역 내 미터링, 도착순서 및 분리간격 최적화, 간격관리(Interval Management), 시간기반 분리(Time based Separation)
요소기술	간격관리(IM)를 위한 운영 프로세스 기술, 미터링 기술 및 분리간격 최적화 기술, Human in the Loop(HITL) Simulation 및 Flight Test 기술
선행기술	궤적 예측, 도착 스케줄링
후행기술	-
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	68%

다. ATM(Air Traffic Management)

☐ 4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술

기술명	4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술
정의 및 개념	☐ 고정밀 궤적예측을 위한 비행의도(flight intent) 모델링 ☐ 궤적예측 정확도를 강건하게 유지하기 위한 실시간 궤적 업데이트 ☐ 항공기 비행구간 별 4D 궤적예측 ☐ 항공기 궤적예측기 성능평가 ☐ 궤적예측 성능 고도화를 위한 기계학습기반 항공기 궤적예측 기술
주요 내용	☐ 비행의도 모델링 및 실시간 업데이트 기술 개발 ○ 궤적예측 정확도를 높이기 위한 비행의도 모델링 기술 개발 - 항공기의 순항경로 및 순항고도, 상승 및 하강률, 속도 및 고도에 관한 제한사항, 추력 설정, 선회기동 방식, 항공기 중량 등 궤적예측 정확도에 영향을 주는 비행의도를 비행계획정보, 구역정보, 실시간 감시정보 등을 사용해 모델링하는 기술 개발 ○ 실시간 상황변화에 대응해 비행의도를 업데이트하고 궤적예측에 반영하는 기술개발 - 실시간 항적정보를 기반으로 해당 항공기가 예측된 비행의도를 따르고 있는지를 판단하는 순응(conformance) 모니터링 기술 개발 ○ 비행단계 별로 비행의도 모델링 및 실시간 업데이트 기술 개발 ☐ 비행단계 별 고정밀 항공기 4D 궤적예측 서비스 개발 ○ 비행의도 모델링 결과를 사용한 고정밀 항공기 4D 궤적예측 시스템 - 비행단계 별 특징을 고려한 궤적예측을 수행하며, 표준화된 형태로 궤적예측 결과를 생성 - 날씨 정보, 구역 및 공항정보, 비행계획 정보, 항공기 성능 정보 등을 외부시스템 연동을 통해 실시간으로 수집하여 활용하는 기술 ○ 항공기 4D 궤적예측 성능평가를 위한 기술 개발 - 서로 다른 궤적예측기를 비교 평가할 수 있는 궤적예측 성능평가지표 및 절차 개발 ○ 궤적예측 성능 고도화를 위한 기계학습기반 항공기 궤적예측 기술 개발 - 데이터 기반의 기계학습으로 항공기 4D 궤적을 예측하는 기술 개발
핵심 키워드	항공기 4D궤적예측, 고정밀, 실시간, 예측성능평가
요소기술	비행의도(flight intent) 모델링 기술, 비행구간 별 항공기 4D 궤적예측 기술, 궤적예측 평가 기술
선행기술	항공기 감시기술, 기상정보 예측기술
후행기술	항공교통 흐름관리 기술, 항공교통 스케줄링 기술, 항공기 충돌감지 및 회피 기술
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	67%

□ 공역 활용 최적화 기술

기술명	공역활용 최적화 기술
정의 및 개념	☐ 항공로 및 출도착 비행절차 최적화 기술 ☐ 섹터구조 최적화 기술 ☐ 실시간 탄력적 공역활용 기술
주요 내용	☐ 항공로 및 출도착 비행절차 최적화 기술 ○ 항공교통량 분포, 출도착 공항의 위치, 공역 제한사항, 항공기 성능 등을 고려해 항공로 및 출도착 비행절차를 최적으로 설계하는 기술 - 항공기 연료소비량, 연속상승 및 연속강하 운항, 충돌위험도 등 여러 가지 평가지표를 고려하여 설계 ○ 항공로 및 출도착 비행절차 간 분리기준 및 안전평가 기술 - 항공로 및 출도착 비행절차 최적화 시 항공기간 또는 항공기와 지상의 장애물간 충돌위험을 고려해야 하며, 충돌위험도에 대한 평가 기술 ☐ 섹터구조 최적화 기술 ○ 관제사의 업무량을 고려해 섹터구조를 최적화 하는 기술 ○ 항공로 공역 및 공항주변 접근관제공역의 위치, 크기, 경계모양 등을 최적으로 결정 ☐ 실시간 탄력적 공역활용 기술 ○ 변화하는 항공교통량, 기상상황, 공역 및 공항 상태 등을 고려해 공역 구조를 실시간으로 변경하고 공역 활용을 극대화 하는 기술 - 교통량을 조절하는 항공교통흐름관리와는 달리 공역 구조를 탄력적으로 사용하는 기술 ○ 자유 항공로(Fee routing) 등 항공로 및 출도착 비행절차를 유연하게 사용 ○ 관제사의 업무량을 고려해 섹터간 경계를 실시간으로 조정
핵심 키워드	공역, 항공로, 비행절차, 최적화, 탄력적 운영
요소기술	항공로 및 비행절차 최적화, 섹터구조 최적화, 실시간 탄력적 공역활용
선행기술	최적화 기술, 수용량 및 업무량 산정 기술
후행기술	항공교통흐름관리, 항공교통 스케줄링 기술
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	66%

□ 실시간 수용량 산정 및 예측 기술

기술명	실시간 수용량 산정 및 예측 기술
정의 및 개념	불확실하며 가변적인 항공교통 특성을 고려하여 효율적인 공역 운영을 위한 실시간 수용량 산정 및 예측 기술
주요 내용	□ 정상상황에서 수용량 산정기술 ○ 공항, 접근관제공역, 공역섹터(항공로 포함)의 수용량에 영향을 미치는 요소는 항공기 운항여건(기상, 공항시설, 항행시설 등), 운영 특성(물리적 여건, 교통 특성 등), 관제규정, 인적요인 등 매우 다양 ○ 정상적인 항공기 운항여건(기상, 공항시설, 항행시설 등을 포함)하에서의 공항, 접근관제공역, 공역섹터(항공로 포함)의 최대 및 적정 수용량 산정 기법 연구, 개발 - 최대 수용량 및 적정 수용량 . 공항의 항공기 운항여건(공항 시설배치, 항행안전시설 등), 교통특성 및 항공기 성능(지상이동, 이착륙 성능) 고려한 공항 최대 수용량 산정 모델링 . 항공기 출도착 절차(즉, STAR, SID), 교통특성 및 항공기 성능(상승, 하강 성능) 고려한 접근관제공역 최대 수용량 산정 모델링 . 공역의 기하구조, 항공로, 교통특성을 고려한 공역섹터(항공로 포함) 최대 수용량 산정 모델링 . 항공기 지연을 고려한 공항 적정 수용량 산정 모델링 . 항공기 지연 또는 관제량을 고려한 접근관제공역 적정 수용량 산정 모델링 . 관제사 관제량을 고려한 공역섹터 최대 수용량 산정 모델링 □ 비정상상황에서 수용량 산정기술 ○ 기상악화, 공항시설 제약, 항행안전시설의 비상상황등 비정상인 항공기 운항 상황하에서의 공항, 접근관제공역, 공역섹터 (항공로 포함)의 최대 및 적정 수용량 산정 기법 연구, 개발 - 비정상적인 항공기 운항여건 (기상, 공항 시설, 항행안전시설 등)하에서의 최대·적정 수용량 산정 모델링 □ 실시간 적정 수용량 산정/예측 기술 ○ 실시간 정보 기반의 적정 수용량 산정/예측 기술 개발 - 항공기 운항여건 정보(기상예보, 공항 및 항행시설 운영 예고정보 등), 실시간 교통상황 정보(항공기 항적, 운항기록 등), 항공기 운항계획 정보를 활용한 공항, 접근관제공역, 공역섹터(항공로 포함)의 적정 수용량 산정/예측 기술 개발 - 실시간 교통상황 정보(항공기 항적, 운항기록 등)를 활용한 적정 수용량 예측 정확도 모니터링 기술 개발, 모니터링 결과에 따른 수용량 산정 모형 보정기술 개발
핵심 키워드	후류 와류 예측, 후류 와류 모델링
요소기술	정상상황·비정상상황에서 수용량 산정기술, 실시간 적정 수용량 산정·예측 기술
선행기술	데이터링크(항공기, 기상정보 등) 표준화 기술, 수용량 예측·평가 기술
후행기술	-
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	65%

□ 협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술

기술명	협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술
정의 및 개념	출발 게이트부터 도착 게이트까지 4차원 항공기 궤적 예측에 기반하여, 우리나라 공역 및 주요 공항에서 운용되는 항공기를 하나의 체계 하에서 스케줄링하기 위한 기술 (수용량 및 교통 수요 등을 고려한 항공교통 시뮬레이션 기반)
주요 내용	☐ 국내 항공교통 운용현황 분석 및 모델링 ○ 교통관제 및 흐름관리 관련 국내 운용 환경 분석 ○ 관제 자료 획득 및 현 ATM 성능 분석 ○ 통합 항공교통 스케줄링 운용개념 설계 ○ 공역 및 주요공항 모델링 ☐ 공역 및 주요공항 통합 스케줄링 ○ 지상 및 공중 궤적 예측 ○ 공역 교통 스케줄링 ○ Metroplex 환경에서의 공항 교통 스케줄링 ○ 통합 스케줄러 개발 ☐ Gate-to-gate 시뮬레이션 및 편익 분석 ○ 운용 자료로부터 시뮬레이션 시나리오 생성 ○ 통합 시뮬레이션 수행 및 그 결과에 기반한 편익 분석
핵심 키워드	협력적, 통합 스케줄링, 시뮬레이션, 편익 분석
요소기술	전 공역에서의 항적, 비행계획, 운항 데이터 처리 기술, 전 공역에서의 4차원 항공기 궤적 예측 기술, Gate-to-gate 항공교통 통합 스케줄링 기술
선행기술	공항/접근관제구역 단위에서의 항공기 궤적 예측 기술, 공항/접근관제구역 단위에서의 출도착 스케줄링 기술
후행기술	Full AMAN/DMAN/SMAN, Full Trajectory-Based Operations
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	64%

□ 항공교통시스템 설계·평가 기술

기술명	항공교통시스템 설계·평가 기술
정의 및 개념	□ 국내 환경을 종합적으로 고려하여, 실제 데이터에 기반한 국내 항공교통시스템을 설계하고 효율성을 평가할 수 있는 기술
주요 내용	□ 국내 항공교통시스템 종합 분석 기술 ○ 국내 항공교통시스템의 여러 가지 요소를 고려하여, 관련 데이터 특성 및 연관도 설계 기술 - 국내 항공교통환경(정부, 항공사, 공항공사, 관제기관, 협회, 출연연구소, 기업 등 관계기관과 기상, 공항 상황, 구역, 시기별 교통량 등 운항환경)을 고려한 항공교통시스템 모델 개발 □ 항공교통 효율성 예측 및 평가기술 ○ 변화하는 항공교통량, 기상상황, 구역 및 공항 상태 등을 고려한 항공교통 효율성 평가 지표 개발
핵심 키워드	효율성 평가, 데이터 특성 분석, 항공교통시스템 설계
요소기술	데이터간 연관관계 분석 기술, 항공교통특성을 고려한 시스템 모델링 기술
선행기술	-
후행기술	-
국내 기술수준(%) (최고 기술보유 국가 대비)	65%

제6장. 운영관리 방안

6.1 사업개요 및 연차별 예산

6.2 운영체계

6.3 과제선정 및 관리

제6장. 운영관리 방안

6.1. 사업개요 및 연차별 예산

가. 사업개요

□ ASBU 1단계 이행을 위한 10대 핵심기술 개발

- 본 사업은 국제민간항공기구(ICAO)의 '미래 항공시스템 전환계획(ASBU)' 권고 사항 중 '24년까지 이행해야 하는 'Block 1'을 대상으로 함
- R&D 요소간 유사·연계를 고려하여 핵심기술을 도출하고, 이를 추진하기 위한 구체적인 실천방안을 마련

나. 연차별 예산 및 기술 로드맵

□ ASBU Thread 분석과 국내 역량을 파악하여 선제적으로 기술개발이 시급한 R&D 요소들을 도출하고, 연차별 기술개발 진행

- 국내외 환경·기술수준 등 종합적인 분석을 통해 도출된 기술 중 기술개발의 난이도와 정책적 부합성을 기준으로 프로그램형 사업 기획

기술명	연차별 예산(백만원) 및 기술 로드맵				
'20 ~ '24 (25,000)	'20 (1,000)	'21 (5,500)	'22 (7,300)	'23 (7,900)	'24 (3,300)
협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술					
다중센서 감시정보 융합기술					
항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술					
4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술					
후류 예측 및 모델링 기술					
실시간 수용량 산정 및 예측 기술					
항공교통시스템 설계·평가 기술					
항공기 자가분리기술					
GLS CAT-II,III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술					
공역 활용 최적화 기술					

[그림 6-1] 사업 연차별 예산 및 기술 로드맵

6.2. 운영체계

가. 운영관리 체계

- 동 사업은 「과학기술기본법」, 「국토교통부소관 연구개발사업 운영규정」 등 유관 법령을 준용한 운영관리 체계를 따름
 - 과학기술기본법의 제 11조 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 (시행 2018.4.17, 대통령령 제28799호)
 - 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 (개정 2018.9.13, 훈령 제1084호)
 - 국토교통연구개발사업 관리지침 (개정, 2017.12.26)
- 동 사업은 주관부처인 국토교통부에서 사업을 전체 총괄하며, 사업 운영관리·평가를 전담하는 전문기관으로 국토교통과학기술진흥원과 연구개발 참여기관을 중심으로 운영

나. 추진체계

- (주관부처) 국토교통부는 사업 추진방향 수립과 정책적 의사결정
- (전문기관) 국토교통과학기술진흥원은 주관기관(센터) 구축지원, 위원회 운영, 사업관리·감독 등 총괄, 사업단 평가, 성과관리·확산 지원 등
- (주관·참여기관) 내역사업별 세부과제에 대한 R&D 등 사업수행
 - 주관·참여기관은 국내 연구기관, 항공사, 산업체, 대학 등으로 구성
 - 참여기관 : ‘국토교통과학기술 육성법’(시행 2018.1.18, 법률 제14545호) 제8조, 동법 시행령(시행 2018.1.1, 대통령령 제27280호) 제7조, 그리고 동법 시행규칙(시행 2016.6.30, 국토교통부령 제323호) 제3조에 의한 기관
- (비상설 전문위원회) 기술검토·자문위원회 등 사업 방향성 수립 및 주요 의사결정 지원
 - 산학연관의 항공교통 및 산업특화 분야별 전문가로 구성, 기술자문

6.3. 과제선정 및 관리

가. 과제선정

- 전문기관은 세부과제를 공고하여 세부과제 주관연구기관 선정
- (사전검토) 신청기관이 제출한 연구개발계획서에 대해 과제제안요구서(RFP)와의 부합성, 타 과제와의 중복성 등 사전검토 자료를 연구과제 평가단에 제공 가능
- (평가방법) 서면/온라인평가, 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 개별 평가계획 수립시 「국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음
 - ※ 연구계획의 창의성·우수성, 과제목표의 도전성·적절성, 과제지표의 적절성 등의 항목에 대해 평가위원의 전문적 판단에 기반을 둔 정성평가 중심으로 실시
- (평가결과의 산정) 종합평가점수 산정 시 「국토교통 연구개발사업 관리지침」 제17조에 따라 과제 획득점수를 기준으로 가점 및 감점을 부여 가능하며, 이를 반영한 과제별 최종점수로 지원대상 기관 선정
- (과제선정) 선정평가 결과를 국토교통부장관에게 보고하고, 평가위원의 명단 및 종합의견(평가위원 개인별 점수 및 의견 제외) 등 평가결과를 신청기관에 통보 후 연구과제 평가단 의견 등을 반영 및 보완하여 협약 추진

<표 6-1> 과제선정 주요 절차 및 내용

주요 절차	내 용
신청서류 접수 (전문기관)	연구개발계획서 등 신청서류 접수
선정평가 계획수립 (전문기관)	선정평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
사전검토 (전문기관)	과제담당자 사전검토 - 신청서류 적합성 - RFP 부합여부 - 중복성 조사내용 등
연구과제 기술검토위원회 구성 (전문기관)	전문가 중심 연구과제 기술검토위원회 구성 - 이해관계인 제척
선정평가 실시 (연구과제 평가단)	서면평가, 온라인평가, 발표평가, 현장평가 중 하나 이상의 방법 고가 (3천만원 이상) 연구장비 심의
평가결과 보고 및 통보 (전문기관)	선정평가 결과 국토부 보고 평가결과 신청기관 통보 및 협약체결 안내
협약체결 (전문기관↔주관연구기관)	선정기관은 평가위원 의견을 반영 조치협약 체결

나. 진도 및 실적 점검

- 국토교통과학기술진흥원 및 체계팀은 관계 법령/지침과 시스템엔지니어링관리 프로세스를 준용하여 사업착수 후 1개월 이내 연구개발관리 계획을 수립하고 정기적(주간 또는 월간)으로 이행
 - 관계 법령/지침
 - 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 (시행 2018.4.17, 대통령령 제 28799호)
 - 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 (개정 2018.9.13, 훈령 제1084호)
 - 국토교통연구개발사업 관리지침 (개정, 2017.12.26)
 - 국토교통연구개발사업 사업단과제 관리지침 (개정, 2017.12.26)
- 전문기관이 사업수행 전 과정을 정기적으로 모니터링
- 필요 시 현장실사를 통해 진척 현황 및 실적 점검 실시

다. 연차/단계 평가

- (평가방법) 과제단위로 실시하되, 필요한 경우 세부과제 단위로 평가하고 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 개별 평가계획 수립시 「국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음
- (기본방향) 원칙적으로 정성평가를 실시하되 연구목표 달성도 등 일부 평가항목은 정량평가 실시 가능
- (실적) 당해연차(단계)의 핵심성과 중심의 질적 달성수준을 중심으로 점수평가 실시
- (계획) 최종목표 달성을 위해 수립된 다음 연차(단계) 연구계획의 적정성에 대한 연구과제 평가단의 검토를 통해 “일부보완” 또는 “전면수정” 판정
- (평가결과) 종합평가점수 산정시 연구과제 평가단 평가점수(90%) 및 진도관리 평가결과(10%)를 기준으로 종합평가점수를 정하되, 진도관리평가 생략시 평가단 결과만으로 종합평가점수를 정함
- (평가결과의 조치) 실적 종합평가점수에 따라 과제의 ‘계속지원’(60점 이상) 또는 ‘지원중단’ (60점 미만) 판정하고, 실적 종합평가점수에 따라 평가단위 과제의 연구수당 지급기준을 차등 적용
 - 계속지원’ 대상과제에 대해서는 평가결과 및 종합의견을 통보하고, 보완대비표 및 연차(단계)실적·계획서 등을 수정·보완 요청
 - (계획 일부보완) 평가단 의견에 따른 연차(단계)실적·계획서 수정·보완 여부에 대하여 전문기관 담당자 확인을 거쳐 협약 추진
 - (계획 전면수정) 평가단 의견에 따라 전면 수정된 연차(단계)실적·계획서에 대하여 평가단 확인(검토회의 또는 서면검토 등)을 거쳐 협약 추진

<표 6-2> 연차(단계)평가 주요 절차 및 내용

주요 절차	내 용
연차(단계)평가 계획수립 (전문기관)	연차(단계)평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
연차(단계)평가 자료 제출	연차(단계)실적계획서, 성과점검기준표 증빙서류 등 평가자료 제출
사전검토 (전문기관)	과제담당자 사전검토 - 연구성과 질적·양적 달성도 - 연구계획 변경내용 - 실용화 점검결과 반영내용 - 연구비 집행실적 및 이월신청 등
연구과제 기술검토위원회 구성 (전문기관)	전문가 중심 연구과제 기술검토위원회 구성 - 이해관계인 제척
연차(단계)평가 실시 (전문기관)	해당 연도(단계) 실적평가 및 다음 연차(단계) 계획 검토 * 대면(발표)평가, 현장평가 등 적합한 평가방법 선택
연차(단계)평가 결과 보고 및 통보 (전문기관)	연차(단계)평가결과 국토부 보고 연차(단계)평가결과 주관기관 통보 및 협약체결 안내
협약체결 (전문기관↔주관연구기관)	연차(단계)평가결과를 반영하여 차년도 협약체결

라. 최종 평가

- (사전검토) 주관연구기관이 제출한 연구개발 최종보고서·요약서 등 평가자료에 대한 사전검토결과를 연구과제 평가단에 미리 송부하여 사전검토토록 하고, 전문기관 담당자는 사전검토 내역을 평가단에 당일 제공 가능
- (평가방법) 과제단위로 실시하되, 필요한 경우 세부과제 단위로 평가하고 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 개별 평가계획 수립시 「국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음
- (평가결과의 산정) 종합평가점수를 산정시 연구과제 평가단 평가점수(90%) 및 진도관리 평가결과(10%)를 기준으로 종합평가점수를 정하되, 진도관리평가 생략시 평가단 결과만으로 종합평가점수를 정함
- (평가결과의 조치) 종합평가점수에 따라 과제의 '성공'(60점 이상) 또는 '실패'(60점 미만) 판정
 - 실패 과제(60점 미만)는 연구개발과제 수행실태 등 점검을 통해 성실수행 여부를 확인

<표 6-3> 최종평가 주요 절차 및 내용

주요 절차	내 용
최종평가 자료 제출 (주관연구기관)	최종보고서, 성과점검기준표, 자체평가보고서, 연구개발결과 활용계획서 등 평가자료 제출
최종평가 계획수립 (전문기관)	최종평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
사전검토 (전문기관)	과제담당자 사전검토 - 연구성과 질적·양적 달성도 - 당초 연구개발계획 대비 수행여부 - 연구성과 활용계획의 적정성 등
연구과제 기술검토위원회 구성 (전문기관)	전문가 중심 연구과제 기술검토위원회 구성 - 이해관계인 제척
최종평가 실시 (연구과제 평가단)	연구개발 목표 달성여부, 연구성과 우수성 등에 대한 평가
최종평가 결과 보고 및 통보 (전문기관)	최종평가결과 국토부 보고 최종평가결과 주관기관 통보 및 보완요청
최종보고서 발간·배포 (주관연구기관)	최종보고서 보완본 필수배포처 배포

마. 성과관리계획

- 정부업무평가 기본법은 성과관리를 “정부업무를 추진함에 있어 기관의 임무, 중장기 목표, 연도별 목표 및 성과지표를 수립하고 그 집행과정 및 결과를 경제성, 능률성, 효과성의 관점에서 관리하는 일련의 활동”이라고 정의(정부업무평가기본법 제2조 6항)
- 본 사업의 성과관리 계획은 정부 업무평가기본법의 기본철학을 준수하여 도출
 - 국토교통부는 매년 자체적으로 성과계획을 수립하고, 매년 당해 연도 협약 종료 1개월 전에 최종보고서, 주관기관 자체평가 의견서, 세부과제별 연구개발결과 활용계획서를 제출 받음
 - 세부과제별로 연구성과 활용유형 및 성과지표를 설정하여 체계적으로 관리
- 추적평가 및 성과활용 관리
 - 본 사업의 기술이전확산, 기술혁신 성공사례발굴, 우수과제 인센티브 부여 등 연구개발결과의 활용을 촉진하기 위해 추적평가 실시
 - (체계 및 담당기관) R&D 전담기관 성과활용조사·평가 전문가가 성과평가 실무 담당하고, 사업단과 유기적으로 협력하여 성과평가 실시
- 성과활용 추적평가 시, 사업 특성을 고려하여 평가항목 및 평가지표를 구성

<표 6-4> 성과활용 및 평가지표

평가항목		평가지표
지식창출	특허출원 및 등록	· 수행과제와의 관련성 및 투입대비 특허성과의 적정성 · 특허확보에 따른 기술선점 효과
	논문실적	· 수행과제와의 관련성 및 내용의 우수성 · 투입대비 논문성과의 적정성
활용전망		· 응용기술로서 타 분야 파급효과

제7장. 타당성 분석

7.1 정책적 타당성

7.2 과학 기술적 타당성

제7장. 타당성 분석

7.1. 정책적 타당성

가. 상위 계획과의 부합성

- 우리나라는 효율적인 항공교통시스템 발전을 위해, 아래와 같이 정책·공항·안전 등의 분야에 대하여 계획을 세우고 발전방향을 제시하고 있음

<표 7-1> 상위계획명 및 의의

분야		근거법 (계획명)	기간	의의
필수 검토계획		과학기술기본법 (제4차 과학기술기본계획)	'18~'22	과학기술 관련 정책의 수립·추진방향을 제시하는 최상위 계획
선택군 계획	법정 계획	항공사업법 (제2차 항공정책 기본계획)	'15~'19	항공정책을 종합하고 체계화하는 법정 기본계획
		항공안전법 (제1차 항공안전정책 기본계획)	'18~'22	항공안전정책 종합 및 항공 안전·항공 교통체계·인증체계 등을 위한 기본계획
		항공우주산업개발촉진법 (항공산업발전 기본계획)	'10~'19	국내 항공산업 발전을 위한 큰 틀의 중장기 정책 제시 및 항공산업의 도약 기반 마련을 위한 기본계획
		공항시설법 (제5차 공항개발 중장기 종합계획)	'16~'20	공항개발 사업의 체계적이고 효율적인 추진을 위한 종합계획
		국토교통과학기술육성법 (국토교통과학기술연구개발 종합계획)	'18~'27	국토교통 과학기술에 관한 장기적·종합적 정책방향을 설정하고 중장기 투자전략을 정하는 법정 종합계획
	기타 국가 정책	문재인 정부 국정운영 5개년 계획	'17~'22	향후 5년간의 국정운영 추진 과제 및 추진계획

□ 제4차 과학기술기본계획('18~'22)

- (목적) 향후 5년간('18~'22) 우리나라 과학기술혁신정책의 비전, 목표, 방향 등을 제시하는 중장기 발전전략으로 각 부처 과학기술 관련 정책의 수립·추진방향을 제시하는 최상위 계획
- (법적근거) 과학기술기본법 제 7조(과학기술기본계획)
- (주요내용)
 - 미래사회 변화 트렌드 분석
 - 과학기술에 대한 국민의 기대와 인식
 - 과학기술의 비전 및 시사점
 - 미래비전 실현을 위한 과학기술정책방향
 - 4대 전략 및 중점 추진과제
 - 과학기술역량 확충
 - 과학기술생태계 조성
 - 과학기술 선도 신사업·일자리 창출
 - 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현
 - 이행방안
- (사업과의 부합성) '전략 3. 과학기술이 선도하는 신사업·일자리 창출'의 '과제 12 국민이 체감하는 혁신 성장동력 육성'과 부합
 - 유망산업의 성장 동력화 촉진
 - 첨단 기술 산업 분야 국가 경쟁력 강화 : 항공·우주 등 첨단기술 산업 육성 지원
 - 중점 과학기술로 '유·무인 자율 비행체 통합 관제시스템 기술' 선정

□ 제2차 항공정책 기본계획('15~'19)

- (목적) 항공정책을 종합하고 체계화하는 법정 기본계획으로써 항공분야(항공 안전, 공항개발 등)의 전반적인 발전방향을 제시하고 타 관련 계획(국토, 교통, 우주, 관광 등)과의 유기적인 연계 및 조화
- (법적 근거) 항공법 제 2조의 5(항공정책기본계획의 수립)

○ (주요내용)

- 우리나라 항공부문의 현황과 문제점
- 항공부문의 여건변화와 전망
- 국가항공정책의 목표 및 추진방향
- 항공분야 전반에 대한 부문별 추진방향 수립
- 항공정책기본계획에 대한 투자계획 및 재원확보 방안
- 항공정책기본계획의 집행 및 관리

○ (사업과의 부합성) 글로벌 항공강국 실현을 비전으로 한 8가지 목표 중 7번째 목표인 '안전하고 효율적인 미래 글로벌 항공교통체계 구현' 과 부합

- (추진방향 1) 공역안전 및 효율적인 운영
- (추진방향 2) 최적화된 공항운영시스템 구축
- (추진방향 3) 항공정보의 통합관리
- (추진방향 4) 신개념 운항기반 구축

□ 제1차 항공안전정책기본계획('18~'22)

○ (목적) 항공안전정책 종합 및 항공 안전·항공 교통체계·인증체계 등을 위한 기본계획

○ (법적근거) 항공안전법 제 6조(항공안전정책기본계획의 수립 등)

○ (주요내용)

- 항공안전정책의 목표 및 전략
- 항공기사고·경량항공기사고·초경량비행장치사고 예방 및 운항 안전에 관한 사항
- 항공기·경량항공기·초경량비행장치의 제작·정비 및 안전성 인증체계에 관한 사항
- 비행정보구역·항공로 관리 및 항공교통체계 개선에 관한 사항
- 항공종사자의 양성 및 자격관리에 관한 사항

○ (사업과의 부합성) '비행정보구역·항공로 관리 및 항공교통체계 개선' 내용과 부합

- (중점 추진 전략)
 - 4차 산업혁명시대 항공안전 혁신(AI 기반 항공기 출도착 관리)
 - 스마트 항공교통 안전인프라 구축(공항수용량 증대형 관제방식 도입, 항공기

지연운항 예방대책 추진, 데이터 통신 본격 활용, 항공정보 통합관리 및 공유체계 구축, 항공관제분야 평가체계 구축)

□ 항공산업 발전 기본계획 ('10~'19)

- (목적) 국내 항공산업 발전을 위한 큰 틀의 중장기 정책 제시 및 항공산업의 도약 기반 마련
- (법적근거) 항공우주산업개발촉진법 제 3조(항공우주산업개발 기본계획의 수립)
- (주요내용)
 - 항공산업의 특징 및 국내외 항공산업 현황
 - 항공산업 발전 목표 및 추진전략
 - 추진 대책
 - 완제기 개발을 통한 시장선점 및 기술확보
 - 핵심 부품 및 정비서비스(MRO)수출 활성화
 - 항공기술 R&D 투자 효율성 제고
 - 선진국 수준의 인프라 구축
- (사업과의 부합성) '전략 3. 항공 기술 R&D 투자 효율성 제고'와 부합
 - 선택과 집중에 의한 항공 핵심기술 확보
 - 항법/제어, 체계운용 SW, 통신에 관한 기술을 시급확보기술로 판단

□ 제5차 공항개발 중장기 종합계획(안) ('16~'20)

- (목적) 공항개발 사업의 체계적이고 효율적인 추진
- (법적근거) 항공법 제 89조(공항개발 중장기 종합계획의 수립 등)
- (주요내용)
 - 항공수요의 전망
 - 권역별 공항개발에 관한 중장기 기본계획
 - 투자소요 및 재원조달방안
- (사업과의 부합성) '추진과제 1. 경쟁력 있는 공항'의 세부추진과제와 부합
 - 공항 혼잡 완화 및 공역 수용능력 확보
 - 공항시설 뿐 아니라 항공기가 이용하는 공역 수용능력도 적기 확대하여

자연없이 매끄럽게 항공교통을 처리

□ 국토교통과학기술연구개발 종합계획('18~'27)

- (목적) 국토교통 과학기술에 관한 장기적·종합적 정책방향을 설정하고 중장기 투자전략을 정하는 법정 종합계획
- (법적근거) 국토교통과학기술 육성법 제 4조 (종합계획의 수립·시행)
- (주요내용)
 - 국토교통 R&D 현황분석
 - 국토교통 비전 및 목표
 - 4대 추진전략 및 세부과제
 - 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성
 - 기술융합을 통한 새로운 가치 창출
 - 사람 중심의 국토교통 기술개발
 - 미래지향적 R&D 시스템 도입
 - 국토교통 8대 혁신성장동력
 - 기대효과 및 이행방안
- (사업과의 부합성) '전략 2. 기술융합을 통한 새로운 가치 창출'의 기존 수송 시스템 혁신기술 도입과 부합
 - 글로벌 항공교통체계 대응 시스템 : 미래 항공 수요 대비와 항공안전강화 등 국제민간항공기구(ICAO)가 제시한 권고사항(ASBU)이행을 위한 항공교통관리 기술 개발

□ 문재인 정부 국정운영 5개년 계획

- (목적) 국정운영의 방향과 과제를 정립하는 동시에 대한민국의 발전에 이바지하기 위한 향후 5년간의 추진계획을 담아 수립
- (주요내용)
 - 국정운영 5개년 계획의 의의
 - 문재인 정부 국가비전과 국정목표
 - 목표·전략 및 100대 국정과제

- 4대 복합·혁신과제
- 지역공약 이행방안
- 재정투자 및 재원확보 방안
- 국정과제 입법 추진계획, 국정과제 후속조치 계획
- **(사업과의 부합성)** '국정과제 34 고부가가치 창출 미래형 신사업 발굴·육성' 및 '국정과제 55 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축'과 부합
 - 국정과제 34 고부가가치 창출 미래형 신사업 발굴·육성
 - (첨단기술 산업) 융복합 추진전략 마련, 항공·반도체·디스플레이·탄소 산업 등 4차 산업혁명 대응에 필요한 첨단 신소재·부품 개발
 - ※ 항공·우주 등 첨단기술 산업 육성을 위해 R&D 및 실증·인프라 구축 지원
 - 국정과제 55 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축
 - (교통 안전) 범정부交通安全 추진체계 구축, 보행자 우선 및 교통약자보호, 취약계층 배려 중심의 교통정책 추진
 - ※ 22년까지 항공안전 빅데이터 플랫폼 구축 등 항공기 안전 강화

□ 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 준수 여부

- 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정에서 제시한 규정을 준수하여 추진할 예정
 - (추진체계) 본 사업은 국토부, 국토교통과학기술진흥원(연구관리 전문기관), 그리고 연구개발을 수행하는 연구기관으로 구성되어 추진
 - (추진절차) 사업이 진행되는 절차는 사업의 기획, 사업의 공고 및 신청, 과제평가 및 선정, 연구협약, 연구비 지급 및 사용, 결과보고 및 최종평가, 연구비 정산의 순서로 진행
 - (관련 규정) 본 사업은 과학기술기본법 및 아래의 관련 규정을 준수하여 추진될 예정
 - ※ 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 (시행 2018.4.17, 대통령령 제28799호)
 - ※ 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 (개정 2018.9.13, 훈령 제1084호)
 - ※ 국토교통연구개발사업 관리지침 (개정, 2017.12.26.)
 - ※ 국토교통연구개발사업 사업단과제 관리지침 (개정, 2017.12.26.)

나. 상위계획과의 부합성 종합판단

- ☐ 본 사업은 필수 검토계획인 제4차 과학기술기본계획과 법적계획인 항공관련 계획에 따라 정책적 부합성이 매우 높은 사업으로 확인
- 부합도가 높은 계획군은 법정 계획으로 5개 계획 모두 높은 것으로 확인
 - 필수 검토계획인 제4차 과학기술기본계획과 문재인 정부 국정운영 계획과 부합

<표 7-2> 상위계획 부합성 조사 결과

분야		근거법 (계획명)	부합성		
			낮음	보통	높음
필수 검토계획		과학기술기본법 (제4차 과학기술기본계획)		√	
선택군 계획	법정 계획	항공사업법 (제2차 항공정책 기본계획)			√
		항공안전법 (제1차 항공안전정책 기본계획)			√
		항공우주산업개발촉진법 (항공산업발전 기본계획)			√
		공항시설법 (제5차 공항개발 중장기 종합계획)			√
		국토교통과학기술육성법 (국토교통과학기술연구개발 종합계획)			√
	기타 국가 정책	문재인 정부 국정운영 5개년 계획		√	

<표 7-3> 상위계획 부합성 종합 분석 결과

필수계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
선택군계획			
부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

7.2. 과학 기술적 타당성

7.2.1. 기술 개발의 타당성 및 시급성

- ASBU 이행계획은 국가 단위 대상이 아닌, 전 세계가 함께 달성해 나아가야 할 방향을 제시하고 있고, 각 모듈의 이행은 항공교통기술의 발전과 직결됨
 - ASBU 이행계획이 요구하는 기술들은 현재의 기술수준으로 구현 가능하며, 기술개발 가능성이 어려운 기술들을 위주로 국가 주도의 기술개발 필요
 - 따라서 우리나라는 다른 나라에서 보유 중인 기술보다 진보된 ASBU 이행을 위한 신기술 연구개발로 격차를 줄여야 함
 - (안전성) 안전한 항행 서비스 개발을 위한 항공기 지연·분리 간격·공역·인프라 등에서 발생하는 안적적 문제 해결을 위한 기술을 개발하여 항공 안전강국으로 도약
 - (효율성) 항공기 지연·분리 간격·공역·인프라 등에서 각 단위별 효율성을 높이기 위한 기술을 개발하여 공항 내에 효율적 관리로 인한 경제적 파급효과까지도 기대
 - ASBU 이행 기술개발을 통해 안전성과 효율성을 확보하여 항공 안전국가로서의 이미지와 이용객들의 안전과 여행시간 감소 등의 직·간접적인 효과를 얻을 것으로 기대
- ASBU 이행을 위해서는 R&D를 통한 핵심기술 확보가 가장 중요한 사안
 - ASBU Block1 각 모듈은 대부분 R&D를 통한 기술개발을 통한 시스템 및 시설구축 운용을 통해 달성할 수 있도록 설계 되어 있음
 - GANP/ASBU 자체가 차세대 항공교통 시스템 구현을 목적으로 수립되었기 때문에 각 시스템별 요구 성능수준이 현재 기술보다 높음
 - 기존 지상항행시설에 의존하던 비행방식을 위성항법보정시스템(SBAS)으로 전환하기 위해서는 APV-1급, CAT-1급 성능 수준이 요구됨
 - 관련 전문가도 동 시스템 개발의 핵심을 기술내재화로 꼽았으며, 해외에서는 관련 기술개발 목표를 CAT-1급에서 APV-1급으로 하향조정한 사례도 있었음²⁹⁾

29) KISTEP(2013), 「다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업 예비타당성 조사보고서」

<표 7-4> ICAO의 서비스 등급별 요구 성능

서비스 등급	정확도	TTA	무결성	연속성	가용도
En-Route(항로)	3.7km(H)	5분	1*10-7/h	1*10-4/h ~ 1*10-8/h	0.99~0.9999 9
En-Route Terminal	0.74km(H)	15초	1*10-7/h	1*10-4/h ~ 1*10-8/h	
RNP 0.1	72m(H)	10초	1*10-7/h	1*10-4/h ~ 1*10-8/h	
APV-1	16m(H) 20m(V)	10초	1*10-7/h (접근)	1-8*10-6/h (15s 이내)	
APV-1.5(LPV)	16m(H) 20m(V)	6초	1~2*10-7/h (접근)	1-8*10-6/h (15s 이내)	
APV-2	16m(H) 8m(V)	6초	1~2*10-7/h (접근)	1-8*10-6/h (15s 이내)	
CAT-1(LPV-200)	16m(H) 4m(V)	6초	1~2*10-7/h (접근)	1-8*10-6/h (15s 이내)	

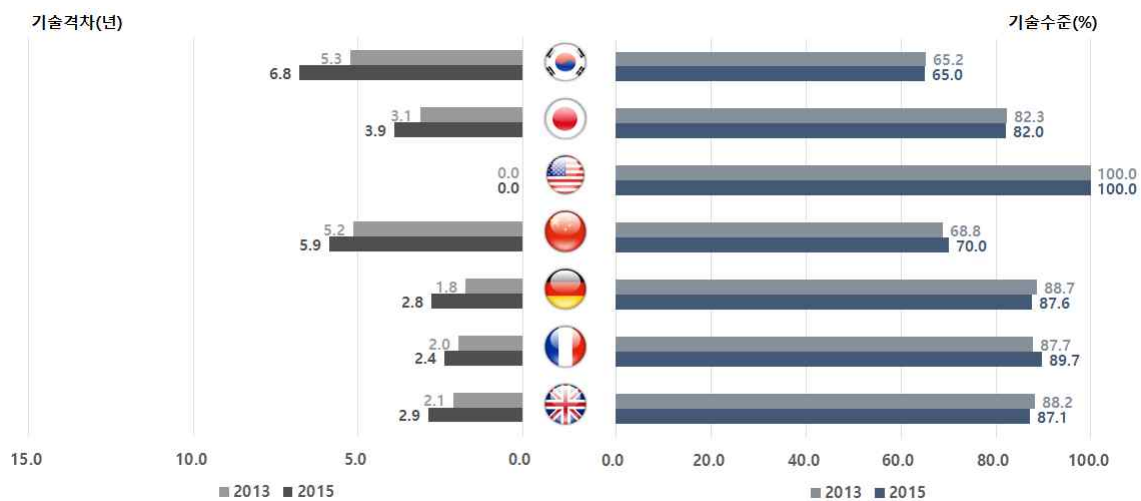
출처: 한국전자통신연구원(2014), 「위성기반 포지셔닝 보정시스템(SBAS) 기술개발 동향」

- 항공교통과 관련한 기술은 우리나라의 국방을 위한 문제와도 직결되어 있어 해외 기술 도입에 제약사항이 다수 존재
 - ASBU에서 요구하는 기술 중 공역 및 지형지물에 대한 감시 기술은 해외 또는 민간 의존 시 국방/보안 문제 발생 가능
- **항행분야의 기술수준과 기술경쟁력은 주요국 대비 최하위 수준**
 - '15년 기준 항행(CNS/ATM)분야 최고기술 보유국은 미국으로 우리나라는 최고 기술 보유국 대비 기술수준(65%), 기술격차(6.8년)를 보임
 - 주요 7개국(미국, 중국, 일본, 영국, 독일, 프랑스, 대한민국) 중 최하위
 - '13년 대비 '15년 기술수준 및 격차가 점차 심화되고 있는 상황
 - 특히, 중국의 최고기술보유국에 대한 기술수준 및 격차의 추격속도를 고려, 주요국과의 격차도 점차 벌어질 전망

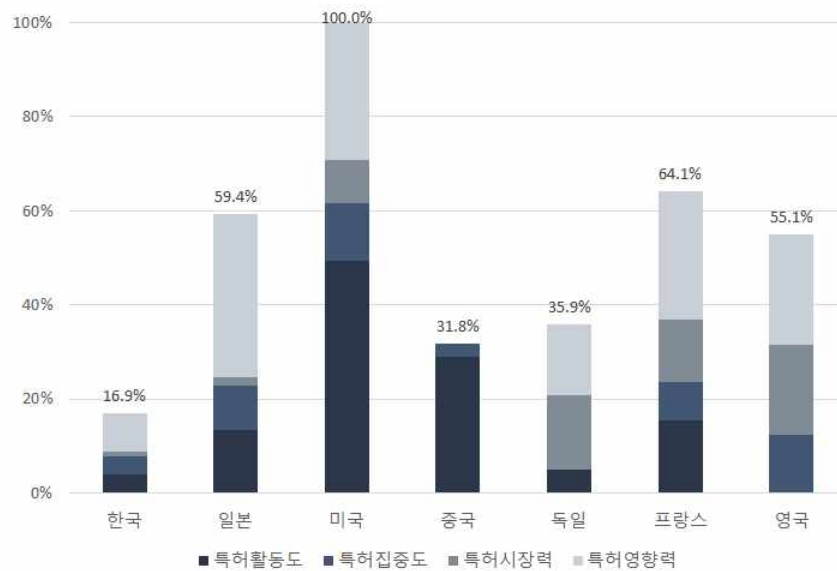
<표 7-5> 항행(CNS/ATM) 분야 기술수준 및 기술격차

구분		한국	일본	미국	중국	독일	프랑스	영국
기술수준 (%)	'13년	65.2	82.3	100.0	68.8	88.7	87.7	88.2
	'15년	65.0	82.0	100.0	70.0	87.6	89.7	87.1
기술격차 (년)	'13년	5.3	3.1	0.0	5.2	1.8	2.0	2.1
	'15년	6.8	3.9	0.0	5.9	2.8	2.4	2.9

출처: 국토교통과학기술진흥원(2015), 「2015 국토교통 R&D동향조사 및 기술수준조사」



- 우리나라의 특허기술경쟁력 또한 주요국 대비 최하위 수준이며, 정부 출연연구소와 같은 공공기관에 경쟁력이 집중되어 있음
- '15년 우리나라의 특허기술력은 세계 최하위 수준이며, 특허영향력을 제외한 활동도, 집중도, 시장력 모두 세계 최하위 수준



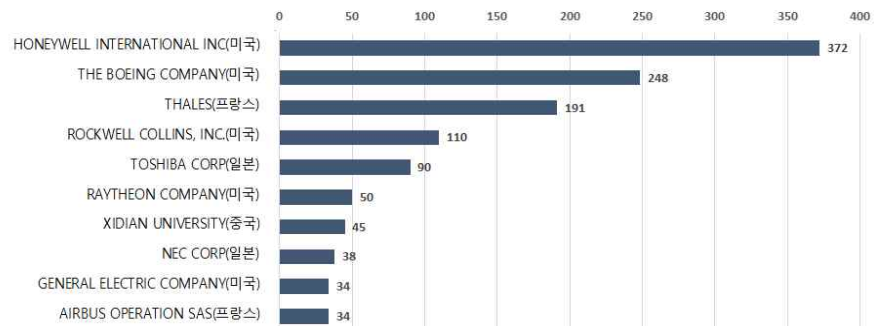
출처: 국토교통과학기술진흥원(2015), 「2015 국토교통 R&D동향조사 및 기술수준조

[그림 7-1] 국가별 항행(CNS/ATM)분야 특허기술경쟁력

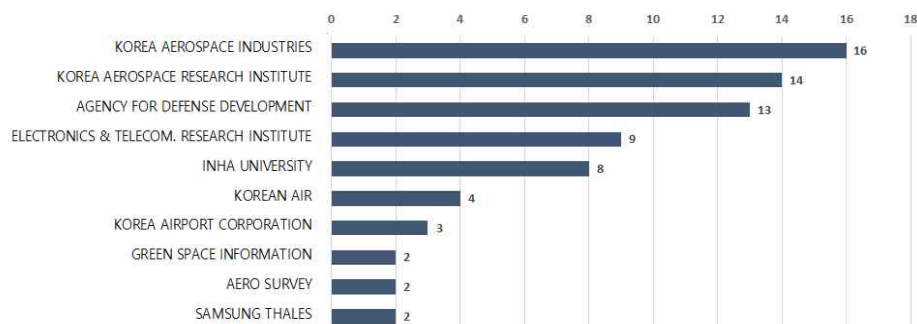
- 특허, 기업 중심의 특허기술력을 보유한 해외 국가와 달리 우리나라는 대부분의 특허기술력이 항우연, 국방부, ETRI 등 국가기관에 편중



<전 세계>



<대한민국>



□ 국내 항공이용객의 편의 개선 및 항공교통 업무량 완화와 항공안전 대응을 통해 국내외적으로 증가하는 항공교통량에 대비하는 연구개발 추진 필요

- 우리나라는 지난 10년간 연평균 5.8%의 교통량 증가 추세를 유지하고 있으며, '16년도 항공교통량은 이전년도 대비 약 9.3% 증가
- 국내 항공교통량은 국민 소득수준 향상, 단거리 및 중·장거리 항공 노선 확대, 저가 항공사 취항 증가 등으로 인해 지속적으로 증가할 것으로 예측
 - 미래 항공교통수용량을 대비하기 위해 체계적인 항공교통기술 개발 계획이 필요
 - '16년을 기점으로 일평균 항공교통량은 2,000건을 초과하였으며, 항공교통 효율성 증대를 위해서는 항공교통시스템 개선 및 선진화를 위한 기술개발 시급

<표 7-6> 최근 10년간 항공교통량(항로 관제량, '08~'17)

구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17
교통량	459,936	455,287	485,288	513,922	551,744	585,016	626,066	675,653	738,683	763,729
민간 항공기	432,918	421,667	450,703	480,334	519,149	551,393	592,461	639,791	-	-
군용 항공기	27,018	33,620	34,585	33,588	32,595	33,623	33,605	35,862	-	-
일평균	1,257	1,247	1,329	1,408	1,507	1,603	1,715	1,851	2,024	2,092
증가율	2.00	-1.00	6.60	5.90	7.10	6.30	7.00	7.90	9.30	3.40

자료 : 국토교통통계누리(<http://stat.molit.go.kr>) '항공교통관제업무통계'

- 우리나라는 '16년 기준 세계 항공교통 운항 백만 회당 사고 수 대비 7.6배 높은 수치를 보여, 항공교통 분야의 안전에 대한 대응책 마련이 시급함
 - '16년 세계 항공교통 단위당 사고 수는 1.7건이나 우리나라는 12.7건
 - 사고 수는 6년간 평균 5.5건이나 연평균 2.7% 증가추세를 보였으며, 운항 백만 회 당 6년간 평균 10.8건의 사고 발생

<표 7-7> 우리나라 및 세계 항공교통 운항 및 사고 추이

(단위 : 건, 건, 명, 건/백만운항)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016 (세계*)	6년 평균	CAGR (‘11~‘16)
운항 수	432,080	469,335	500,738	536,586	570,591	629,853	39.9 (백만건)	523,197	7.83%
사고 수	7	5	9	3	1	8	67	5.50	2.71%
사망자 수	10	1	10	5	0	9	9	5.83	△2.09%
단위당 사고 수	16.20	10.65	17.97	5.59	1.75	12.70	1.68	10.81	△4.75%

자료: 국토교통부, 항공통계 항공사고현황(연도별), 국제선 운항실적(연도별), 국내선 운항실적(연도별), 2018

*자료: IATA, IATA Safety Fact Sheet, 2018.

□ ASBU 불이행 시 우리나라 항공교통 산업·기술경쟁력 약화 우려, 선진국과의 기술격차 심화 예상

- 장기적인 관점에서 ASBU 이행 대응이 미흡할 경우 기술격차 심화, 항로 제한 등 국가적 손실 발생
 - 미래 항공교통시스템 구축 기본계획(NARAE)에 따르면 GANP ASBU 및 APAC Seamless ATM Plan 분석 결과 Block 0~1 총 35개 모듈 중 33개의 모듈을 이행할 필요가 있는 것으로 조사됨
 - ASBU Block 1 각 모듈은 시스템 및 시설구축 운용 등 기술개발 추진으로 목표를 달성하여 차세대 항공교통시스템 구현을 목적으로 설계되어 있으며, 각 시스템별 요구 성능수준이 굉장히 높음
 - 국내 항공교통 여건을 개선하기 위한 실질적인 운용구현기술 실현을 목표로 하는 R&D사업 기획 시급
- GANP ASBU는 국제적 공조가 이루어지는 계획이므로 인프라 구축, 공역 이용, 기술개발 등 종합적인 정부·정책지원이 필요함
 - 항공안전기술개발사업 일몰에 따라 ASBU Block 1 대응을 위해서는 신규 재원 확보가 시급함
 - ASBU Block 1 이행을 위한 R&D 추진 시 예상되는 소요예산은 타 사업 내 세부과제로 추진하기 어려운 규모
 - ASBU 대응과 관련한 목적·목표를 지닌 사업 부재

7.2.2. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 국가과학기술지식정보시스템(NTIS) 키워드 검색을 통해 유사·중복성 검토과제 검토
 - NTIS “차세대 항공” 통합 검색 결과 총 1,807건의 과제(신규)가 도출

<표 7-8> 유사·중복성 검토대상 검색

검색범위	검색식
통합검색 (과제명, 목표 등)	차세대 항공

- 과제 목록 중 ASBU 대응기술명 가운데 2차 키워드 검색을 통해 각각의 과제의 연구목표 및 내용을 검토하여 유사·중복성 검토대상 과제를 도출

<표 7-9> 유사·중복성 검토대상 검색

기관	유사 과제
한국항공우주연구원	항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구
항공안전기술원	저고도 무인비행장치 교통관리체계
인하대학교	항공관제용 통합정보처리시스템 개발
한국항공대학교	항공교통 관제절차 예측모형 개발
(주)아이비리더스	항공기 비행절차 및 공역 설계 프로그램 개발
항공안전기술원, 한국항공대학교	데이터 기반 ATM 시스템 구축방안연구

□ NTIS에서 검색된 유사·중복성 검토과제들과 본 사업의 세부과제와의 차별성과 연계성을 분석

- 대부분의 과제들은 연구원 및 대학에서 이루어졌으며, 민간 업체는 1곳으로 확인
- 유사과제는 총 6개가 도출되었으며, 2개의 과제를 제외하고 모두 종료된 과제
- 유사·중복성을 면밀히 검토하여 각 과제들과의 차별성과 연계성을 조사

<표 7-10> 본 사업과 유사성이 판단된 과제들과의 차별성과 연계성 분석

과제명	수행기관	주요 내용 및 특징	예산 (기간)	차별성 및 연계성
항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구	한국항공 우주연구 원	항공기 출발 및 도착 스케줄 최적화 및 관리 기술 개발을 주요 목표로 하며, 출도착 통합관리 서버 및 외부연계 시스템 구축, HITL 구축 등을 주된 목표로 함.	210억원 (‘14~’20)	(차별성) 지상이동시간 및 순항항공기 도착시간 예측을 기계학습법 중 하나인 회기분석기법을 사용해 수행 하였으나, 일반적 성능기반 궤적예측에 활용할 수 있는 비행의도 모델링 및 업데이트에 중심을 둔 본 연구와 차이가 있음 (연계성) 기계학습기반 궤적예측 관련 기존 연구결과 참고 활용 가능
저고도 무인비행장치 교통관리체계	항공안전 기술원	저고도 무인비행장치의 안전성 증대 및 교통관리체계 마련을 위한 비행경로·교통관리 기술 개발	190억원 (‘17~’21)	(차별성) 관제공역과 비관제공역으로 공간적 범위가 상이 (연계성) 통합 교통관리체계 개념 및 기법을 상호 참고
항공관제용 통합정보처리시스 템 개발	인하 대학교	감시자료처리시스템을 포함한 항공관제시스템	251억원 (‘07~’14)	(차별성) 주로 레이더 기반의 항적 추적 시스템 (연계성) 레이더 추적 기술 일부를 활용하고 이종의 센서들의 장점이 극대화될 수 있도록 하는 융합 추적 기술

				개발
항공교통 관제절차 예측모형 개발	한국항공 대학교	기계학습법을 사용해 접근관제구역 내 도착항공기의 도착예정시간을 예측하는 기법을 개발	0.5억원 (‘13~’14)	(차별성) 도착항공기의 관제패턴을 학습하는 매우 제한적인 목적을 가진 연구로서, 일반적 형태의 비행의도 모델링 및 업데이트 기법을 개발하고자 하는 본 연구와 차이가 있음 (연계성) 본 과제 중 일부인 기계학습법 기반 궤적예측 고도화 연구에 기존 연구결과 활용 가능
항공기 비행절차 및 구역 설계 프로그램 개발	(주)아이비 리더스	비행절차 및 구역 설계 프로그램을 개발하고, 이의 효율성을 평가하기 위한 툴을 개발함. 또한 절차 및 구역 안전성 평가를 위한 기법을 개발함.	23억원 (‘12~’14)	(차별성) 비행절차 효율성 평가를 위한 궤적생성 기법이 개발되었으나, 비행의도 및 실시간 업데이트 등을 통한 고정밀 궤적예측과는 많은 차이가 있음 (연계성) BADA 기반 궤적예측에 관한 기존 연구결과 참고 활용 가능
데이터 기반 ATM 시스템 구축방안연구	항공안전 기술원, 한국항공 대학교	산정식에 의한 공항, 접근관제구역, 구역섹터(항공로 포함)의 최대 수용량 산정 기법에 관한연구.	4.8억원 (‘19~’19)	(차별성) 산정식에 의한 산정방법으로 미시적인 접근방법은 연구범위에서 제외. 비정상 상황 및 실시간 정보에 대한 고려 없음 (연계성) 정상상황에서의 수용량 산정 방법제시 연구결과 참고/활용 가능

7.2.3. 기술적 파급효과

□ ASBU 이행 대응 기술개발로 항공분야 기술력 제고와 응용분야 기술개발의 활성화 기대

- 국내 차세대 항공교통시스템 구축에 따른 국내 항공분야 기술력 제고
 - 안전하고, 효율적인 항공 운항을 위한 각종 지원시스템 및 기술개발로 항행 관제 및 통신, 감시 등 관련 분야 기술력의 향상 기대
 - ICAO의 국제표준에 따라 국제적 공조로 기술개발이 이루어지는 만큼 주요 선진 국가와의 기술격차 완화 기대
- 전·후방 관련 기술 및 기타 응용분야의 기술개발 활성화 기대
 - 동 사업에서 개발되는 통신, 감시 및 관제, 데이터 전송 등의 시스템은 반도체, 소프트웨어, 로봇 등 유관 분야의 기술개발에도 기여할 것으로 기대
 - 연구개발 결과를 IoT, 드론, 자율주행차 등 기타 타 분야에서도 활용 가능할 것으로 예상되어 유관 분야의 기술개발 효율성 증진 기대
- 중단된 사업의 재이행 등 기존 기술·제품·시스템·인프라사업과 연계하여 기술개발 및 사업의 효율성을 높이고, 실질적인 운용구현기술 도입 및 실행에 초점을 맞추기 때문에 사업 성공, 기술사업화, 현장적용 등 달성 가능
- 글로벌 항공교통 안전성 향상에 기여함에 따라 국제사회 일원으로서 책임과 의무 이행

ASBU 이행 기술 개발에 따른 기대효과 및 파급효과

- 국내 공항에서 전체 항공기의 지상 지연 시간 감소
- 국내 공항의 이륙 시간 예측성 향상
- 국내 공역에서 전체 항공기의 공중 지연 시간 감소
- 관제사 업무 부담 감소
- 차세대 항행을 위한 감시 인프라와 연동 가능한 다중 센서 융합 추적기 핵심 기술 확보
- 다양한 종류의 감시센서를 기반으로 한 감시 응용 분야에 활용 가능
- ASBU 대응을 위한 항공안전증진 원천 기술 확보
- 항공기상정보 통합 인터페이스 플랫폼 1건 개발
- 터미널 공역 기상 예측 기술 등 2건의 기술 개발
- 안개 예측 등을 포함한 항공기상정보 제공 체계 2건 개선
- 기존 기상예측 모델에서 정확도가 낮은 정보에 대하여 정확도 20% 이상 향상
- 국외 기상정보 활요를 위한 제반 비용 절감 기대

- 항공교통이용자의 정보 접근 체계 개선 및 기존 국외 기상정보 사용자의 집행 비용 등에 대한 비용 절감 효과 기대
- 비행의도 모델링 기술개발을 통해 항공기 비행궤적 정확도 10% 개선 효과 기대
- 데이터 분석 등을 통해 항공기의 경로 및 속도에 관한 비행의도를 정확히 예측
- 고정밀 궤적예측을 통해 4D 궤적기반 항공교통관리 서비스 제공 가능
- 정확한 궤적예측 성능 평가를 통해 국내 도입되는 항공교통관리 시스템의 효과 극대화
- 고정밀 궤적예측을 활용한 충돌 감지를 통해 항공기 운항 안전성 향상 기대
- 항공기 운영 효율성 제고 (공중 지연감소, 연료소비 감소), (연료소비 감소로 인한) 온실가스 배출량 감소
- 항공기 운영 효율성 제고 (공중 지연감소, 연료소비 감소), (연료소비 감소로 인한) 온실가스 배출량 감소

- 관제량 감소에 의한 항공기 운항 안전성 향상(지연에 따른 항공기 운항의 불확실성 감소) 항공기 운항의 Reliability 향상
- 항공기간 분리간격의 정확성 향상
 - 항공기간 분리간격: 평균 2분
 - 분리간격의 편차: 1초 미만

- 활주로 처리용량 증대: 인천공항 기준 20%(시간당 도착항공기 5대 증가)
- 항공기 운항지연 감소, 항공사 운항비용 절감 및 탄소배출 저감에 대해서는 정밀 분석 필요
- 항공교통관리(ATM) 시스템의 퍼포먼스 향상
 - 수용량 및 효율성 향상을 통해 항공교통관리(ATM) 시스템의 퍼포먼스를 전반적으로 향상
 - CDO(Continuous Descent Operations), TBO(Trajectory Based Operation) 등을 개발·발저를 위한 기술적 토대를 마련

- 항공안전의 강화
 - 상황인식이 강화되고, 분리간격이 일정하게 유지됨에 따라 항공안전이 강화
- 항공교통관제사의 업무부담 감소
 - 항공기간 분리확보에 대한 책임을 관제사와 조종사가 분담함으로써 관제사의 업무부담 완화
 - 자동화 툴의 지원을 통해 도착순서와 분리간격에 대한 의사결정이 가능함에 따라 관제사 부담 경감
- 항공교통관리 기술능력의 발전 및 대외 이미지 제고
 - 일부 항공선진국에 연구 진행 중인 주제에 대한 선제적 대응을 통해 항공교통관리에 대한 국가 기술능력 향상
 - 선진 기술능력 확보를 통해 항공분야에서 국가 이미지 향상

- 공항운영의 효율성 증대 및 서비스 만족도 제고
 - 원활한 교통흐름 및 수용력 증대에 따라 공항운영의 효율성이 증대
 - 지상에서 항공기 지연의 감소에 따라 서비스 만족도 향상

- 국민(여행객)의 만족도 및 항공서비스의 품질향상
 - 항공기 운항지연의 감소에 따라 대국민 만족도 향상, 서비스 품질향상

7.3. 경제적 타당성

7.3.1. 비용 추정

☐ 동 사업은 5년간 총 250억원을 소요

<표 7-11> 총 사업비

구 분	사업비 규모(단위 : 백만원)					
	연도					합계
	2020	2021	2022	2023	2024	
협력적 항공교통 통합 스케줄링 기술	400	1,200	1,200	1,200	1,000	5,000
항공기상정보 통합처리 관리 및 초단기·정밀 기상 예측 기술	190	800	400	1,000	300	2,690
실시간 수용량 산정 및 예측 기술	100	550	500		-	1,150
항공교통시스템 설계·평가 기술	110	550	700	740	900	3,000
GLS CAT-II, III 보정정보 및 무결성 정보 생성 기술	100	700	900	1,000	-	2,700
공역 활용 최적화 기술	-	-	600	1,000	500	2,100
4D 고정밀 항공기 궤적 예측 기술	-	1,000	1,500	1,300	-	3,800
항공기 자가분리기술	-	-	-	860	600	1,460
다중센서 감시정보 융합기술	100	700	1,000	-	-	1,800
후류 예측 및 모델링 기술	-	-	500	800	-	1,300
합 계	1,000	5,500	7,300	7,900	3,300	25,000

7.3.2. 편익 추정

가. 편익 항목 식별

- 본 사업의 목적과 수혜대상, ICAO의 핵심성능영역 및 지표 등을 참고하여, 편익 항목의 식별을 위한 참고 범위를 결정
 - 본 사업은 ASBU 대응을 위한 핵심기술 개발을 목표로 하며, 본 기술을 기반으로 응용·개발 기술의 개발 및 ASBU의 성능영역 목표 달성을 목적으로 함
 - ASBU의 이행 시 얻게 되는 편익은 공역 이용자(항공사), 항공 운항 서비스 이용자, 공항, 승객 및 화물운송 업체 등 광범위한 영역에 영향을 줌³⁰⁾
 - 따라서, 본 사업의 편익 항목은 위의 이해관계자를 포함하는 ‘항공운송사업’ 분야의 편익을 고려하여 산정하기로 함
 - 또한, ICAO의 11대 핵심 성능영역 중 본 사업에서 개발하는 기술과 관련된 모듈의 이익(Benefits)을 편익 항목 설정을 위한 참고 범위로 활용
 - ICAO에서는 Doc. 9883.에서 항행시스템 분야의 11대 핵심 성능영역 및 핵심 성능지표를 정의하고 있으며, GANP 등에서 성능기반 목표 설정 시 활용

<표 7-12> ICAO ATM 11대 핵심성능영역(KAPs)

KPA 01	Access and equity (접근성 및 형평성)
KPA 02	Capacity (수용력)
KPA 03	Cost effectiveness (비용효과)
KPA 04	Efficiency (효율성)
KPA 05	Environment (환경)
KPA 06	Flexibility (유연성)
KPA 07	Global interoperability (글로벌 상호운용성)
KPA 08	Participation by the ATM community (ATM 공동체 참여)
KPA 09	Predictability (예측 가능성)
KPA 10	Safety (안전성)
KPA 11	Security (보안성)

출처: ICAO(2009), "Manual on Global Performance of the Air Navigation System"

- ASBU에서는 위의 성능영역을 참고하여, 모듈별로 이행 시 얻게 되는 이익(Benefits)을 구분 및 정의하고 있음

30) ICAO(2016), "2016.2030 Global Air Navigation Plan"

B1-APTA Optimized airport accessibility	
To progress further with the universal implementation of performance-based navigation (PBN) and ground-based augmentation system (GBAS) landing system (GLS) approaches. PBN and GLS (CAT II/III) procedures to enhance the reliability and predictability of approaches to runways increasing safety, accessibility and efficiency.	
Applicability	
This Module is applicable to all runway ends.	
Benefits	
Efficiency	Cost savings related to the benefits of lower approach minima: fewer diversions, overflights, cancellations and delays. Cost savings related to higher airport capacity by taking advantage of the flexibility to offset approaches and define displaced thresholds.
Environment	Environmental benefits through reduced fuel burn.
Safety	Stabilized approach paths.
Cost	
Aircraft operators and ANSPs can quantify the benefits of lower minima by modelling airport accessibility with existing and new minima. Operators can then assess benefits against avionics and other costs. The GLS CAT II/III business case needs to consider the cost of retaining ILS or MLS to allow continued operations during an interference event. The potential for increased runway capacity benefits with GLS is complicated at airports where a significant proportion of aircraft are not equipped with GLS avionics.	

[그림 7-2] ASBU 모듈별 이익(Benefits) 구분 (B1-APTA 예시)

- 본 경제성 분석에서는 10대 추진과제에 해당하는 모듈별 이익(Benefits)을 고려하여 편익 항목을 식별하고자 하였으며, 11대 핵심성능영역 모두를 포함하는 것으로 최종 설정됨
- 10대 추진과제 및 ASBU 모듈의 관계도에 따르면, 본 사업에서 개발하는 핵심 기술은 ASBU의 21대 모듈을 모두 포함하는 것으로 나타남



[그림 7-3] 10대 핵심기술과 ASBU Thread와의 관계

<표 7-13> ATM 11대 성능영역별 핵심성과지표(KPIs)

번호	성능영역	성과지표
1	Access and equity (접근성 및 형평성)	- ATM 이용에 따른 비행 만족도 * 본 영역은 일반적인 핵심성능지표(KPI)가 정의되지 않았으며, 일부 이해관계자가 비행 중 전체 대비 불만족도로 주장
2	Capacity (수용력)	- 공역 수용량, 공항 수용량, 전체 시스템 수용량
3	Cost effectiveness (비용효과)	- (연간 시스템 전체 운용기준) 항공편당 평균 비용 - 총 운영비용(IFR ³¹) 항공편 기준) - 단일 IFR 서비스 제공을 위한 총 노동의무(월별·연도별 측정)
4	Efficiency (효율성)	- 시간 효율성(지연) - 비행 효율성(궤도 지향)
5	Environment (환경)	- ATM의 비효율로 인한 환경오염원 배출량(CO ₂ , NO _x , H ₂ O 등) - 소음에 노출된 사람 수(3년 이동평균으로 측정) - Plane-mile 매출당 연료효율(3년 이동평균으로 측정)
6	Flexibility (유연성)	- 매년 제출된 비행계획 중 제안된 변경에 대한 거부 비율 * 본 영역은 일반적인 핵심성능지표(KPI)가 정의되지 않았음
7	Global interoperability (글로벌 상호운용성)	- ICAO 표준 및 권장사항의 이행 정도(현장과의 차이 집계) - ICAO CNS / ATM 계획 및 ATM 상호 운용성 요구 사항에 대한 ATM 운영 준수 수준
8	Participation by the ATM community (ATM 공동체 참여)	- 계획(Planning), 실행(Implementation), 운영(operation)을 위해 실시한 회의의 수 * 본 영역은 일반적인 핵심성능지표(KPI)가 정의되지 않았음
9	Predictability (예측 가능성)	* 본 영역은 일반적인 핵심성능지표(KPI)가 정의되지 않았음
10	Safety (안전성)	- 중상 또는 치명적인 인명피해(자해를 제외한 모든 비행단계) - 항공기의 손상 또는 구조적인 결함 - 항공기 전체의 손실 또는 망실
11	Security (보안성)	- 항공교통 서비스에 대한 불법적인 간섭 행위의 수 - 항공기에 대한 직접적인 불법 행위 수(납치, 테러 위협 등) - 인적 요인, 자연재해 등으로 인한 의도치 않은 사고 수 * 본 영역은 일반적인 핵심성능지표(KPI)가 정의되지 않았음

31) IFR(Instrument flight rules, 계기비행 규칙): 항공기와 지형 등의 상호관계를 대조하지 않고, 비행자세 비행지점, 항로 등을 자체에 장비된 계기에만 의존하여 비행하거나 착륙하는 방식

나. 편익 항목 설정

□ 수혜 대상, 기초자료의 획득 가능성을 고려하여, 항공운송산업 분야의 부가가치 창출 및 비용저감 편익을 설정

○ (편익1) 항공운송산업(여객 & 화물) 매출액 증가 편익

- (정의) ASBU 목표 달성을 통한 공역·공항 수용량 증대, 항공기 및 여객 처리 속도 개선, 스케줄 조정의 유연성 확보 등 항공 운항의 효율성 개선을 통한 항공운송산업의 매출액 증가 편익
- (추정방법) 최근 국내 항공운송산업 시장규모를 바탕으로 이동평균법을 활용하여, 미래 항공운송산업 시장규모를 도출하고, ASBU 목표 달성을 통해 증대되는 효율성의 비율을 활용하여 항공운송산업 매출액 증가 편익을 추정
 - (목표치 설정) ASBU 목표 달성 시 개선되는 효율성에 대한 구체적인 수치는 현재 존재하지 않아, 시나리오 기법으로 **‘효율성 5% 개선’**을 목표치로 설정

○ (편익2) 항공사고 비용 저감 편익

- (정의) ASBU 이행에 따른 항공사고 발생률의 감축으로 항공사고 발생 시 소요되는 기체손실비용, 사고수습비용, 사고조사비용, 인명손실비용 등 사고비용의 저감 편익
- (추정방법) 한국교통연구원의 ‘교통사고비용 추정’에서 제시한 최근 3년간 항공사고비용에 대한 이동평균법을 통해 미래 항공사고비용을 추정하고, 이 중 ASBU 이행에 따라 저감되는 비율을 바탕으로 항공사고비용 저감 편익을 추정
 - (목표치 설정) ASBU 이행 시 저감되는 항공사고의 발생률은 ‘제2차 중장기 항공안전종합계획’에서 제시하는 **‘운송용 항공기사고 발생률 30% 감축’**을 목표치로 설정

<표 7-14> 편익항목 설정

번호	성능영역	성과지표	예상 편익항목	설정여부
1	Access and equity (접근성 및 형평성)	- ATM 이용에 따른 비행 만족도	-	-
2	Capacity (수용력)	- 공역 수용량, 공항 수용량, 전체 시스템 수용량	수용량 확대에 따른 항공사 및 공항 매출 증가	○
3	Cost effectiveness (비용효과)	- (연간 시스템 전체 운용기준) 항공편당 평균 비용 - 총 운영비용(IFR 항공편 기준) - 단일 IFR 서비스 제공을 위한 총 노동의무(월별·연도별 측정)	항공기당 비용 저감에 따른 영업이익 증가 (매출액 증가에 포함)	△
4	Efficiency (효율성)	- 시간 효율성(지연) - 비행 효율성(궤도 지향)	지연 단축 및 비행경로 효율화에 따른 항공사 및 공항 매출 증가	○
5	Environment (환경)	- ATM의 비효율로 인한 환경오염원 배출량(CO ₂ , NO _x , H ₂ O 등) - 소음에 노출된 사람 수(3년 이동평균으로 측정) - Plane-mile 매출당 연료효율(3년 이동평균으로 측정)	환경복원비용 및 피해비용 저감 (피해·복원비용 산출 불가)	X
6	Flexibility (유연성)	- 매년 제출된 비행계획 중 제안된 변경에 대한 거부 비율	-	-
7	Global interoperability (글로벌 상호운용성)	- ICAO 표준 및 권장사항의 이행 정도(현장과의 차이 집계) - 요구 사항에 대한 ATM 운영 준수 수준	-	-
8	Participation by the ATM community (ATM 공동체 참여)	- 계획, 실행, 운영을 위해 실시한 회의의 수	-	-
9	Predictability (예측 가능성)		-	-
10	Safety (안전성)	- 중상 또는 치명적인 인명피해(자해를 제외한 모든 비행단계) - 항공기의 손상 또는 구조적인 결함 - 항공기 전체의 손실 또는 망실	항공사고비용 저감	○
11	Security (보안성)	- 항공교통 서비스에 대한 불법적인 간섭 행위의 수 - 항공기에 대한 직접적인 불법 행위 수(납치, 테러 위협 등) - 인적 요인, 자연재해 등으로 인한 의도치 않은 사고 수 * 본 영역은 일반적인 핵심성능지표(KPI)가 정의되지 않았음		

다. 편익 추정 방식

○ (편익 1) 항공운송산업(여객 & 화물) 매출액 증가 편익

※ = 미래 시장규모 × R&D기여율 × 사업화성공률 × 부가가치율 × 사업기여율

○ (편익 2) 항공사고비용 저감 편익

※ = 미래 항공사고비용 × R&D기여율 × 사업화성공률 × 부가가치율 × 사업기여율

<표 7-15> 편익 요소별 기준 및 산출 근거

구분	기준	근거
회임기간	5년	KISTEP 예타 지침의 기초단계의 연구개발사업 회임기간
편익 발생기간	8년	KISTEP 예타 지침의 Mansfield(1991) 연구결과 "8년" 적용 : 2030년 ~ 2037 (8년간) ※ 사업수행(2020~2024) 및 회임기간(5년)을 거쳐 2030년부터 편익 발생
미래시장규모 (편익1)	별도 산출	국내 주요 항공사 및 공항의 매출액을 기준으로 연장 추정(이동평균법)
미래사고비용 (편익2)		최근 3년간 항공사고비용 추정 결과를 기준으로 연장 추정(이동평균법)
R&D 기여율	35.4%	제3차 과학기술기본계획에서 제시한 R&D 기여율 설정
사업화 성공률	33.3%	「산업기술혁신사업 종합성과분석 보고서」 항공우주 분야 사업화 성공률
부가가치율	35.76%	산업연관표(2014) 산업별 부가가치율 중 '운수·보관' 분야의 수치 적용
사업기여율	16.34%	유관 분야 전체 사업비 중 본 사업의 비중을 산출 ※ 유관분야 전체 사업비는 1,530억원으로 추정(SBAS 사업 포함) = 250억원 ÷ (1,280억원 + 250억원) = 16.34%
사회적 할인율	4.5%	국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(2018)

라. 편익 추정

○ (편익 1) 항공운송산업(여객 & 화물) 매출액 증가 편익

- 주요 항공사별 매출액
 - 항공사별 사업보고서 및 결산보고서 참고

<표 7-16> 주요 항공사별 매출

(단위: 억원)

연도	대한항공	아시아나	제주항공	진에어	에어부산	이스타	티웨이	합계
2016	117,318.5	57,635.5	7,476.1	7,196.7	4,429.9	3,797.1	3,827.5	201,681.3
2017	120,922.1	65,941.4	9,963.0	8,883.8	5,616.5	4,927.5	5,840.3	222,094.6
2018	130,202.7	71,833.8	12,566.4	10,106.7	6,535.6	5,663.8	7,319.1	244,228.1

- 주요 공항별 매출액(인천국제공항공사 · 한국공항공사 매출액 적용)
 - 공항공사별 사업보고서 및 결산보고서 참고

<표 7-17> 주요 공항별 매출

(단위: 억원)

연도	인천국제공항공사	한국공항공사
2016	22,413.4	8,302.9
2017	24,991.0	8,831.9
2018	27,268.8	9,095.5

- 효율성 개선 목표 **5%**
 - ASBU 목표 달성에 다른 효율성 개선 정도에 대한 기존 연구 및 분석 사례가 없어, 시나리오 방식으로 5%의 개선 효과가 있다고 가정

- 연장 추정(최근 3년간 이동평균법)

<표 7-18> 미래 항공운송산업 매출 증가액 추정

(단위: 억원)

연도	항공사 매출액	공항매출액	효율성 개선	미래 항공운송산업 매출 증가액
2016	201,681.3	30,716.3	5%	
2017	222,094.6	33,822.9		
2018	244,228.1	36,364.3		
2019	222,668.0	33,634.5		
2020	229,663.6	34,607.2		사업기간
2021	232,186.6	34,868.7		
2022	228,172.7	34,370.1		
2023	230,007.6	34,615.3		
2024	230,122.3	34,618.1		
2025	229,434.2	34,534.5		회임기간
2026	229,854.7	34,589.3		
2027	229,803.7	34,580.6		
2028	229,697.5	34,568.1		
2029	229,785.3	34,579.4		
2030	229,762.2	34,576.0		13,216.9
2031	229,748.4	34,574.5		13,216.1
2032	229,765.3	34,576.6		13,217.1
2033	229,758.6	34,575.7		13,216.7
2034	229,757.4	34,575.6		13,216.7
2035	229,760.4	34,576.0		13,216.8
2036	229,758.8	34,575.8		13,216.7
2037	229,758.9	34,575.8		13,216.7
합계	5,027,470.2	757,075.3	-	105,733.7

- 편익 1 도출

<표 7-19> 편익 1 도출 결과

(단위: 억원)

연도	미래 항공운송산업 매출 증가액	R&D 기여율	사업화성공률	부가가치율	사업기여율	편익 1															
2016		35.4%	33.3%	35.76%	16.4%																
2017																					
2018																					
2019																					
2020	사업기간																				
2021																					
2022																					
2023																					
2024																					
2025	회임기간																				
2026																					
2027																					
2028																					
2029																					
2030	13,216.9																				91.04
2031	13,216.1																				91.04
2032	13,217.1																				91.04
2033	13,216.7																				91.04
2034	13,216.7																				91.04
2035	13,216.8																				91.04
2036	13,216.7																				91.04
2037	13,216.7																				91.04
합계	105,733.7																				728.32

○ (편의 2) 항공사고비용 저감 편의

- 최근 3년간 항공사고 비용

- 한국교통연구원의 ‘교통사고비용 조사’ 보고서 중 항공사고비용에 대한 최근 3년간의 추정 결과를 활용

<표 7-20> 최근 3년간 항공사고비용 추정결과

(단위: 억원)

연도	항공사고비용
2014	151.4
2015	423.3
2016	531.5

- 항공사고 발생률 저감 목표 **30%**

- ‘제2차 중장기 항공안전종합계획’의 ‘운송용 항공기사고 발생률 30% 감축’

- 연장 추정(최근 3년간 이동평균법)

<표 7-21> 미래 항공사고비용 저감액 추정

(단위: 억원)

연도	항공사고 비용	항공사고 발생률 저감	미래 항공사고비용 저감액
2014	151.4	30%	
2015	423.3		
2016	531.5		
2017	368.7		
2018	441.2		
2019	447.1		
2020	419.0		사업기간
2021	435.8		
2022	434.0		
2023	429.6		
2024	433.1		
2025	432.2		회임기간
2026	431.6		
2027	432.3		
2028	432.1		
2029	432.0		
2030	432.1		129.6
2031	432.1		129.6
2032	432.1		129.6
2033	432.1		129.6
2034	432.1		129.6
2035	432.1		129.6
2036	432.1		129.6
2037	432.1		129.6
합계	10,131.7	-	777.6

- 편익 2 도출

<표 7-22> 편익 2 도출 결과

(단위: 억원)

연도	미래 항공사고비용 저감액	R&D 기여율	사업화성공률	부가가치율	사업기여율	편익 1															
2016		35.4%	33.3%	35.76%	16.4%																
2017																					
2018																					
2019																					
2020	사업기간																				
2021																					
2022																					
2023																					
2024																					
2025	회임기간																				
2026																					
2027																					
2028																					
2029																					
2030	129.6																				0.89
2031	129.6																				0.89
2032	129.6																				0.89
2033	129.6																				0.89
2034	129.6																				0.89
2035	129.6																				0.89
2036	129.6																				0.89
2037	129.6																				0.89
합계	1,036.8																				7.12

7.3.3. 경제성 분석

가. 현재가치화

- 본 사업의 경제성 분석 시점은 2019년으로 '예타 총괄지침' 제32조에 따라 전년도말인 '2018년'을 분석 기준 시점으로 설정

<표 7-23> 현재가치화

(단위: 억원)

연도	비용		편익	
	불변가치	현재가치	불변가치	현재가치
2020	10	9.2	사업기간	
2021	55	48.2		
2022	73	61.2		
2023	79	63.4		
2024	33	25.3		
2025			회임기간 :5년	
2026				
2027				
2028				
2029				
2030			91.93	54.2
2031			91.93	51.9
2032			91.93	49.6
2033			91.93	47.5
2034			91.93	45.5
2035			91.93	43.5
2036			91.93	41.6
2037			91.93	39.8
합계	250	207.3	735.44	373.6

나. 경제성 분석

☐ 본 사업은 경제적 타당성을 확보

- 할인율 4.5% 적용 시 B/C Ratio 1.80, NPV 166.3억원으로 경제적 타당성 확보

<표 7-24> 경제성 분석 결과 요약 (할인율: 4.5%)

편익현가(억원)	비용현가(억원)	B/C Ratio	NPV(억원)
373.6	207.3	1.80	166.3

☐ 민감도 분석 결과

<표 7-25> 민감도 분석 결과

B/C Ratio		
할인율 3.5%	할인율 4.5%	할인율 5.5%
2.00	1.80	1.62

참고문헌

- The Aviation System Block Upgrades, The framework for global harmonization, ICAO (July, 2016)
- ICAO 홈페이지 (<https://www.icao.int/about-icao/Pages/member-states.aspx>)
- 항공교통시스템 구축 기본계획(2019~2023) (NARAE 2.0) Ver 1.8 (한국교통연구원, 2018)
- IATA, IATA Safety Fact Sheet, 2018.
- 국제항공운송협회(IATA) '2019년 항공산업 전망' 발표
- 국토교통부 홈페이지 항공정책
(http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_35319/DTL.jsp)
- ICAO Doc 7300 : Chicago Convention on International Civil Aviation
- 2013-2028 Global Air Navigation Plan (ICAO Doc 9750-AN/963, Fourth Edition-013)
- 2016-2030 Global Air Navigation Plan, ICAO (5th edition, 2016)
- Nextgen Implementation Plan 2016, FAA (June, 2016)
- FAA: ASBU Implementation Status (August 2017)
- 일본 국토교통성 홈페이지, Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems(CARATS)
- Bridging Skies issue 21, CASS
- ICAO Bangkok (2016), Seamless ATM plan and SWIM
- APAC Seamless ATM Plan, ICAO
- 항공교통시스템 구축 기본계획(2019~2023) (NARAE 2.0) Ver 1.8 (한국교통연구원, 2018)
- 과학기술기본법의 제 11조 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 (시행 2018.4.17, 대통령령 제28799호)

- 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 (개정 2018.9.13, 훈련 제1084호)
- 국토교통연구개발사업 관리지침 (개정, 2017.12.26.)
- 국토교통과학기술 육성법 (시행 2018.1.18, 법률 제14545호)
- 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 (시행 2018.4.17, 대통령령 제28799호)
- 국토교통연구개발사업 사업단과제 관리지침 (개정, 2017.12.26.)
- KISTEP(2013), 「다목적 전공역 위성항법보정시스템(SBAS) 개발·구축 사업 예비타당성 조사보고서」
- 한국전자통신연구원(2014), 「위성기반 포지셔닝 보정시스템(SBAS) 기술개발 동향」
- 국토교통과학기술진흥원(2015), 「2015 국토교통 R&D동향조사 및 기술수준조사」
- 국토교통통계누리(<http://stat.molit.go.kr>) ‘항공교통관제업무통계’
- 국토교통부, 항공통계 항공사고현황(연도별), 국제선 운항실적(연도별), 국내선 운항실적(연도별), 2018
- ICAO(2009), "Manual on Global Performance of the Air Navigation System"
- ICAO(2016), "2016.2030 Global Air Navigation Plan"

수정·보완 대비표

- (과제명) 글로벌 항공교통체계 1단계 이행 대응기술개발 기획
- (연구기관) (주)테크노베이션파트너스
- (연구책임자) 오동훈

수정·보완요구사항		주1) 수정·보완요구사항 반영내용 요약	주2) 관련 페이지	주3) 비 고
1	요구사항 1	ASBU 대응을 위한 대응기술 부재 현황을 분석하고, 세부개선영역들의 R&D 요소를 도출	60~79	본 연구용역은 기초연구개발 사업이므로 기술수준 및 격차를 제시하기에 어려움이 있음
2	요구사항 2	비에타 사업으로 변경됨에 따라 사업 추진경위는 보고서에서 제외	90~97	정기적인 기획위원회의와 국토부 논의를 거쳐서 진행하였음
3	요구사항 3	C·N·S/ATM 관점에서 기술개발이 필요, 따라서 관제사와 관련 연구자 중심의 설문조사와 자문을 진행하였음	98~107	항공 전 분야의 전문가를 활용하기 보다는 ASBU 1단계 대응에 직접적으로 연관이 있는 전문가들로 포커싱 하였음
4	요구사항 4	공역확장 문제는 본 사업에서 검토 영역이 아니므로 제외, 기초연구가 진행되어 ASBU 대응에 필요한 분야를 우선적으로 제시하였음	90~107	국내 한정적인 공역을 고려했을 때 해당 의견은 해당사항이 없음
5	요구사항 5	기획과정에서 국제전문가 활용에 대한 내용은 논의한 바 없음		ICAO 국제회의에 국토부에서 참가하는 것으로 알고 있으며, 국제 전문가 활용에 대해서는 추가 논의가 필요함
6	요구사항 6	요구성능지표는 기획위원회를 거쳐 논의한 지표이므로 국내 관련 항공전문가들의 충분한 검토를 거쳐 (안)을 제시하였음	85~87 98~107	관련 전문가들의 충분한 논의와 합의를 거쳐 지표를 설정하였음
7	요구사항 7	각각의 기술정의서를 통해 현 수준을 나타내었으나, 본 사업은 기초연구개발 사업으로 변경되었음	98~107	본 사업에서 개발된 연구 이후 후속사업 기획에서 제시해야 할 것으로 사료됨

8	요구사항 8	PIA별 기획위원회 구성 및 총괄기획위원회를 구성하여 운영하였으며, 비예타 사업으로 변경됨에 따라 추진경위는 보고서에서 제외		모든 회의에 대해서 회의록을 기록하였으므로 필요시 제출
9	요구사항 9	세부개선영역들의 R&D 요소를 도출하였고, 기획위원회를 구성하여 기술 도출	60~62 78~97	국토교통과학기술진흥원과 논의하여 필요시 추가 보완하겠음

주1) 수정.보완반영내용은 반드시 최종보고서 內에 반영하고 필요시 별지를 사용하여 작성

주2) 관련페이지란에는 수정.보완요구사항을 반영한 계획서의 해당 page를 기입

주3) 비고란에는 수정.보완요구사항과 관련된 연구책임자의 의견을 기재(필요시)하고 별지가 있을 경우 별지의 제목을 기입할 것

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.