국토교통연구기획사업

위성항법보정시스템 안전운용 기술개발

Infrastructure
R&D Report

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 『글로벌 항공교통체계 1단계 이행대응 기술개발사업 기획』 과제의 “위성항법보정시스템 안전운용기술” 분야 최종보고서로 제출합니다.

2020. 12.

국토교통과학기술진흥원

차 례

제1장. 기본 개념 및 범위 ····· 1

1.1. 기본 개념 ····· 1

1.2. 기술 범위 ····· 8

1.3. 구성 기술 ····· 10

1.4. KASS 안전운용기술 개선 수준 및 향후 모습 ····· 11

제2장. 추진 배경 및 필요성 ····· 14

2.1. 추진 배경 ····· 14

2.2. 추진 필요성 ····· 17

2.3. 국고지원 타당성 ····· 19

제3장. 국내외 현황 및 개선방안 ····· 20

3.1. 국외 현황 ····· 20

3.2. 국내 현황 ····· 37

3.3. 문제점 및 개선방안 ····· 43

제4장. 기술개발 개요 ····· 46

4.1. 개발 대상 기술 ····· 46

4.2. 핵심 기술 및 구성 기술의 정의 ····· 49

4.3. 기술개발 목표 ····· 50

제5장. 세부 연구내용 ····· 59

5.1. 기술개발 방향 ····· 59

5.2. 개발내용별 목표 및 상세내용 ····· 59

제6장. 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성 ····· 84

제7장. 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 90

제8장. 연구개발 로드맵 ····· 93

8.1. 기술 로드맵 ····· 93

8.2. 성과 로드맵 ····· 94

8.3. 연차별 연구내용 및 주요 성과물 ····· 97

제9장. 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획 ····· 100

9.1. 연도별 소요예산 ····· 100

9.2. 비목별 소요예산 ····· 101

9.3. 연구장비 및 시제품 ····· 102

제10장. 추진체계 및 대내외 협력방안 ····· 103

제11장. 위험요인 및 해결방안 ····· 106

제12장. 운영 및 활용 전략 ····· 107

제13장. 기대 및 파급효과 ····· 109

표 차 례

[표 1-1] SBAS 구성요소 및 주요기능 ····· 2
[표 1-2] APV-I SBAS 성능 요구 사항 ····· 3
[표 1-3] 항행안전시설의 종류 ····· 4
[표 1-4] 본 과제의 기술 개발 범위 ····· 9
[표 1-5] 본 과제의 핵심기술 및 구성기술 ····· 10
[표 1-6] 위성항법보정시스템(KASS) 안전운용기술 개선 수준 및 향후 모습 ····· 13
[표 2-1] 유럽/대한민국/미국 사업추진 및 운영체계 비교 ····· 16
[표 3-1] SBAS 항공용 서비스 운영자 현황 ····· 21
[표 3-2] 유럽 EDAS 서비스 수준별 정확도 및 서비스 영역 비교 ····· 31
[표 3-3] PPP 상용성비스 특성 비교 ····· 36
[표 3-4] 국외 사례 기반 KASS 안전 운영을 위한 소요 기술 및 적용 분야 ····· 43
[표 4-1] 항공 분야 SBAS 운영 기술의 국내 기술 개발 경험 ····· 46
[표 4-2] 본 과제의 항공 분야 SBAS 운영 기술 개발 범위 ····· 46
[표 4-3] ESSP의 성능 유지 및 감시 도구 및 국내 기술 개발 현황 ····· 48
[표 4-4] 핵심기술의 정의 ····· 49
[표 4-5] 핵심기술별 구성기술의 정의 ····· 49
[표 12-1] 전세계 SBAS 비행절차 발간 실적 및 계획 ····· 107

그 림 차 례

[그림 1-1] 한국형SBAS 시스템인 KASS의 구성요소 ····· 3
[그림 1-2] APV-I 및 CAT-I 급 항공용 서비스 성능 ····· 5
[그림 1-3] KASS 운영 및 항공용 서비스 제공을 위한 요구 항목, 요구 기술 ····· 7
[그림 1-4] KASS 관련 항공용 서비스 및 개발/운영 계획(안) ····· 11
[그림 2-1] 2024년 예측 SBAS 서비스 영역 ····· 15
[그림 2-2] EGNOS 개발 및 운영 일정 ····· 18
[그림 3-1] ESSP의 SBAS 운영 체계 ····· 21
[그림 3-2] 항공용 서비스 인증을 위한 국제 표준 및 기술 규정 ····· 24
[그림 3-3] EUROCAE의 U-Space 서비스 단계 ····· 27
[그림 3-4] EGNOS의 심리스 서비스인 EDAS를 활용한 유럽의 UTM ····· 27
[그림 3-5] SBAS 시스템 개발 동향 ····· 29
[그림 3-6] 유럽 EGNOS 서비스 및 EDAS 서비스 개형 ····· 30
[그림 3-7] 유럽 EDAS 서비스 수준 정의 ····· 30
[그림 3-8] 유럽 EDAS 서비스 수준 별 통신 프로토콜 및 데이터 형태 정의 ····· 31
[그림 3-9] 전역 위성항법시스템(GNSS) 현황 및 계획 ····· 32
[그림 3-10] DFMC SBAS 가용성 ····· 33
[그림 3-11] Network RTK 와 PPP 기준국 분포 비교 ····· 34
[그림 3-12] Network RTK 기법 ····· 35
[그림 3-13] 국가별 Network RTK ····· 35
[그림 3-14] KASS 시스템 아키텍처 ····· 38
[그림 10-1] 본 과제 관련 대내외 협력방안 ····· 104
[그림 12-1] 무인기 교통관제 사례(유럽) - 최고고도관제 ····· 108
[그림 13-1] SBAS 기반 착륙 시스템인 SLS 전시화면(좌) 및 LPV 비행절차(우) ····· 109
[그림 13-2] EGNOS의 LPV-200 서비스 영역 (2019년 7월 기준) ····· 110
[그림 13-3] GSA의 유럽의 위성항법분야 시장 예측 전망(2019년 기준) ····· 111

제1장. 기본 개념 및 범위

1.1. 기본 개념

□ 개요

○ ICAO(국제민간항공기구)는 ASBU를 통해 위성항법기술 등을 이용한 보다 진보된 CNS/ATM으로 전환하는 계획을 제시하여 급증하는 항공교통량에 대응

※ 국제민간항공기구(ICAO)는 전 세계 미래 항공 교통 시스템 환경 구축을 위한 가이드라인으로 새로운 형태의 Aviation System Block Upgrades (ASBU) 초안을 마련하고 각 지역/체약국의 이행을 촉구

○ 국토교통부는 이러한 흐름에 대응하기 위해 '14년부터 '22년 개발완료를 목표로 한국형 정밀 GPS 위치보정시스템(이하 "KASS"*)을 개발 중

- KASS는 ICAO 기술기준에 제시된 무결성 요구조건*이 매우 높은 시스템으로 항공기의 500만번 착륙 시 1회의 오류 허용

※ KASS(Korea Augmentation Satellite System) : GPS 신호를 보정하고 신뢰도를 높여 민간항공기의 항법신호로 사용할 수 있게 하는 한국형 SBAS(Satellite Based Augmentation System)

○ KASS는 개발 완료 후 지속적으로 운영될 예정이며, KASS 신호의 안정적 제공 및 무결성 유지를 위해 기술개발 필요

- (SBAS 운영 기술) SBAS 신호 사용자의 안전을 확보하고, 시스템의 성능을 국제수준으로 지속적으로 유지할 수 있는 운영기술 개발 필요

※ 유럽위원회(EC)는 EGNOS 운영기관을 통해 약 2년 동안 운영기술을 개발하고 유럽안전청(EASA)을 통해 인증하여 항공용 서비스 개시

□ SBAS와 KASS

○ SBAS(Satellite Based Augmentation System)

- 넓은 지역에 분산 설치된 기준국에서 수집한 GPS 데이터의 보정 정보와 항법신호의 이상 유무를 정지궤도 위성을 통해 이용자들에게 전달함으로써 해당지역에 대한 정밀한 위치 정보를 획득할 수 있는 정밀 GPS 위치보정시스템

- SBAS는 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 정지궤도위성 및 통합운영국으로 이루어져 있으며 각 요소의 기능은 아래와 같음

[표 1-1] SBAS 구성요소 및 주요기능

구성요소	주요기능
기준국	GPS 신호를 실시간 수신 하여 중앙처리국으로 송신
중앙처리국	각 기준국 신호를 수신 하여 오차를 보정한 후, 위성 통신국으로 전송
위성통신국	보정된 위치정보를 정지 궤도위성으로 송신
정지궤도위성	사용자(공중, 육상, 해상)에 위치보정신호 송신
통합운영국	전체 시스템 총괄 및 운영상태 감시.제어

○ KASS(Korea Augmentation Satellite System)

- 국토교통부 주도로 개발 중인 한국형 SBAS 로 개발 목표는 아래와 같음
- (개발목표)
  - · APV-I급* 항공용 서비스 제공을 위한 한국형 SBAS 개발 구축

※ 정확도 수평 16m, 수직 20m, 결심고도 75m, 경보시간 10초

※ APV(Approach Procedure with Vertical guidance) - I : 계기착륙시설(ILS)의 도움 없이 위성항법시스템과 항공기 탑재 장비의 성능을 이용한 비행절차이며 결심고도는 75m 이상

  - · CAT-I급* SBAS 개발을 위한 기초연구

※ 정확도 수평 16m, 수직 6m, 결심고도 60m, 경보시간 6초

※ CAT(CATegory) - I : 결심고도가 60m 이상이고, 시정 800m 이상 활주로 가시범위 550m 이상의 기상조건 하에서 실시하는 계기 접근 방식

- KASS는 청주 및 인천에 통합운영국, 중앙처리국이 각 1식, 총 2식 설치될 예정이며, 전국에 위성통신국 2식, 기준국 7식이 설치될 예정임

[표 1-2] APV-I SBAS 성능 요구 사항

성능	정확도(m)		무결성 (/in any approach)	경보 시간 (초)	연속성 (/15s)	가용성 (%)
	수평	수직				
APV-I	16	20	2×10^{-7} (500백만회 1회 오류)	10	$1\text{-}8\times10^{-6}$	99~99.999

- 정지궤도위성은 총 2개가 순차적으로 운영될 예정이며, 정지궤도위성을 제외한 모든 구성요소는 지상통신네트워크로 연결됨

[그림 1-1] 한국형SBAS 시스템인 KASS의 구성요소

○ KASS 개발 구축 시 KASS 서비스 제공자(운영기관)의 업무에 대한 개념 및 제약사항을 정의한 운영개념서(OMCD*) 작성

※ OMCD : Operational and Maintenance Concept Document

○ KASS로 항공로(En-route)로부터 APV-I 접근까지 안전한 항행서비스를 제공할 수 있음

- 항공운항 및 접근비행을 위한 국제적으로 규격화된 서비스 제공(ICAO Annex 10)
- RNAV(지역항법) 및 RNP(성능기반항행) 지원
- 국내 무료 서비스 제공

□ 항행안전시설 및 항공용 (SoL, Safety of Life) 서비스

○ 항행안전시설 개요

- 공항시설법 제 2조에 따라 국토교통부령이 정하는 유선통신, 무선통신, 불빛, 색채 또는 형상에 의하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설
- 악기상 상태에서도 항공기가 안전하게 운항할 수 있도록 각종 정보를 제공하며 조종사와 관제사는 항공기가 공항을 이륙하여 착륙하는 모든 과정에서 항행안전시설을 이용함.

○ 항행안전시설의 종류는 아래 [표 1-3]과 같음

[표 1-3] 항행안전시설의 종류

구분	설명
항행안전무선시설	전파에 의하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설
항공정보통신시설	전기통신에 의하여 항공교통업무에 필요한 정보를 제공하고 교환하기 위한 시설
항공등화	불빛에 의하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설

○ 항공용(SoL) 서비스 및 항행안전시설 운영

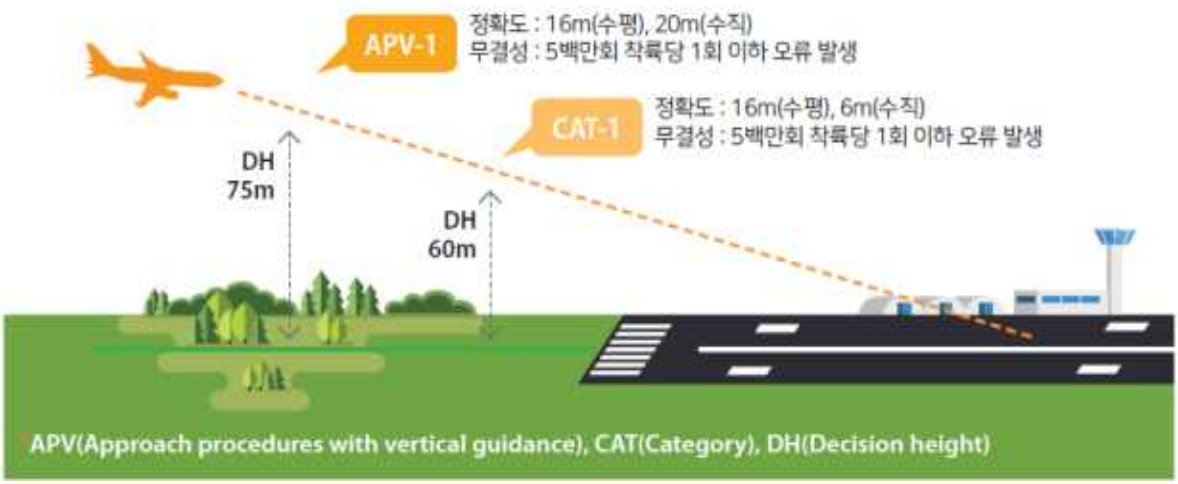
- 항공용 서비스란 항공기의 이륙, 착륙 또는 순항 등의 항행 시 항공기에서 항행안전시설의 신호 또는 정보를 사용할 수 있도록 제공해주는 것임
- 항공용 서비스의 품질은 항공기 및 항공기 탑승객의 안전에 치명적인 영향을 줄 수 있음
- 따라서, 항행안전시설 운영기관은 항공용 서비스 제공을 위해 항행안전시설의 성능을 유지하고 제공되는 서비스의 무결성을 확보하기 위해 적절한 기술을 개발하고 보유해야 함
- 유럽의 경우 EC-550/2004, 482/2008, 552/2004, 1034/2011, 1035/2011 등의 규정을 통해 EU의 위임을 받은 인증당국(EASA, 유럽항공안전청)이 항행안전시설 운영기관의 운영 능력을 검사하여 항공용 서비스 제공 가능 여부를 결정함

□ KASS 운영을 통한 항공용 서비스 제공

○ KASS는 정지궤도위성으로 위성항법시스템인 GPS의 보정신호를 항공기에 송신해주는 항행안전무선시설임

○ KASS 보정신호의 무결성이 훼손되어 오류가 존재하거나, 보정신호 제공이 연속적으로 이루어지지 않는 경우, 시계가 확보되지 않은 악기상 상황에서 계기착륙시설이 존재하지 않는 활주로를 대상으로 KASS 신호를 기반으로 착륙을 시도하는 항공기는 위험한 상황에 놓일 수 있음

- APV-I급인 KASS 신호를 사용하면, 항공기는 고도 75m까지는 시야가 확보되지 않더라도 하강할 수 있으나, 하강 시 KASS 신호에 문제가 있다면, 착륙을 재시도 하거나 계기착륙시설이 없는 공항의 경우에는 인접 공항으로 선회하여야 하는 문제가 발생 가능함



[그림 1-2] APV-I 및 CAT-I 급 항공용 서비스 성능

○ 항공용 서비스 제공을 위해 KASS의 성능은 매우 중요하며, KASS의 성능은 KASS 장비 그 자체만으로 결정되지 않고 KASS 운영자의 운영 능력 수준에 따라 최종 결정됨

- KASS 개발구축 사업의 시스템 최상위 규격서(TASF 공동 개발)에는 KASS와 함께 제공되는 운영유지보수개념(OMCD, Operation and Maintenance Concept Document)을 만족하는 운영 능력이 확보되어야 KASS에 요구되는 모든 사항을 만족시킬 수 있음을 명시하고 있음

○ 그러므로 APV-I급의 성능을 보장하는 KASS 시스템과 함께, KASS 운영기간 동안 성능을 유지하고 항공용 사용자의 안전을 보장할 수 있는 운영 기술 필요함

□ KASS 인증

○ KASS 운영 시 APV-I급 서비스 제공은 항공용 사용자의 안전에 직결되는 매우 중요한 문제임

○ 그러므로 미국, 유럽 등 현재 SBAS를 운영 중인 국가들은 SBAS에 대하여 항공기 인증에 준하는 수준으로 국가 주도하여 검사를 수행하고 인증을 부여 함

○ KASS의 경우 인증은 장비 인증 및 운영 인증으로 나눌 수 있으며 두 분야에 대하여 국가 혹은 국가가 위임한 기관으로부터 인증 받은 후 항공용 서비스 제공이 가능함

- **(KASS 시스템 인증)** KASS가 APV-I급 성능을 보장할 수 있도록 개발되었는지 검사하고 인증함

- **(KASS 운영 인증)** KASS 운영 기관이 APV-I 급 서비스를 제공할 수 있는 능력을 보유 하였는지 검사하고 인증함

○ 국내의 경우 KASS 시스템 인증의 경우 현재 공항시설법 제 52조에 따라 성능적합증명 제도를 기반으로 검사가 진행 중이지만, 운영 인증의 경우 아직 국내에 관련 법, 제도 및 기술기준 등은 존재 하지 않으며, 국토교통부에서는 관련 제도 개선 추진을 계획 중임

○ 해외(유럽)에서는 유럽의 SBAS인 EGNOS로 항공용 서비스를 개시하기 위해 NSA*를 중심으로 EU 규정(1035/2011)에 따라 EGNOS의 운영기관인 ESSP의 운영 체계에 대해 검사하고 인증함

- 이를 위해 ESSP는 약 2년 동안 운영 체계를 개발함

- 2013년부터 EGNOS 인증 업무는 EASA(European Aviation Safety Agency)로 이관됨

※ NSA(National Supervisory Authority) : 프랑스, 독일 및 스페인을 중심으로 유럽의 8개국이 참여한 EGNOS 인증을 위해 구성된 위원회

[그림 1-3] KASS 운영 및 항공용 서비스 제공을 위한 요구 항목, 요구 기술

1.2. 기술 범위

□ 위성항법보정시스템 안전운용을 위한 소요 기술

○ '22년 개발 완료되는 KASS를 사용하여 ASBU의 진보된 항공교통 흐름에 대비하고 드론, 무인비행체 등 신규 기술소요에 대응하기 위해 아래의 기술을 개발해야 함

- (KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술) KASS 운영 인증 기준을 만족하며 APV-I급 성능을 만족하는 항공용 서비스를 제공하기 위해 KASS 운영 기술을 개발해야 함

□ KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술

○ KASS에 적용될 운영 인증 기준을 만족하고 항공용 사용자의 안전을 보장하며, KASS의 성능을 요구수준인 APV-I급으로 유지하기 위해 아래의 기술을 개발해야 함

- (KASS 안전 운영 기술) KASS의 운영 인증 기준 및 APV-I급 서비스 요구사항을 만족할 수 있도록 KASS 운영 체계와 KASS 성능 유지 및 감시 관련 요구사항을 도출하고, 해당 요구사항에 따라 KASS 시스템 수준 및 하위 체계* 수준의 운영 기술, KASS 운영 인증 획득 기술 및 KASS 서비스 제공 기술 개발 후 요구사항 만족여부 검증

※ 기준국, 중앙처리국, 위성통신국, 정지궤도위성(탑제체), 통합운영국 및 통신네트워크

- (KASS 성능 유지 및 감시 기술) 운영자료 수집 및 분석기술, 성능 모니터링 기술, 성능 예측기술, 시스템 검증기술 및 운영자 훈련기술 등을 개발하고 각 기술의 운영 절차를 수립

- (KASS 운영 인증 기술) KASS 운영 체계 검사 기술, KASS 성능 유지 및 감시 기술에 대한 검사 기술 개발

□ KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 중 본 과제의 기술 개발 범위

○ 본 과제에서는 KASS 안전운용을 위한 소요 기술 중 국내 기술력이 낮으며 기술개발이나 국토교통부의 연구개발에 적합한 기술을 개발

- KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술

  · "KASS 안전 운영 기술" : 전체 포함

· “KASS 성능 유지 및 감시기술 개발” : 전체 포함

· “KASS 운영 인증 기술” : 미포함

[표 1-4] 본 과제의 기술 개발 범위

기술 구분		본 과제 포함 여부
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	KASS 운영 기술	전체 포함
	KASS 성능 유지 및 감시 기술	전체 포함
	KASS 운영 인증 기술	미 포함

1.3. 구성 기술

□ 본 과제에서 개발하고자 하는 핵심 기술은 “KASS 운영 기술” 이며 각 핵심 기술의 구성 기술은 아래와 같음

[표 1-5] 본 과제의 핵심기술 및 구성기술

핵심 기술	구성 기술	내용
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	KASS 안전 운영 기술	• 항공용 사용자 안전을 보장하는 KASS 운영 체계 요구사항 도출 기술 • KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출 기술 • KASS 운영체계 및 KASS 성능 유지 및 감시 체계 검증 기술 • KASS 시스템 운영 기술 • KASS 운영 인증 획득 기술 • KASS 서비스 제공 기술
	KASS 성능 유지 및 감시 기술	• 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 • KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술 • KASS 검증 기술 • KASS 훈련 기술 및 지원 기술 • KASS 성능 유지 및 감시기술 운영 방안

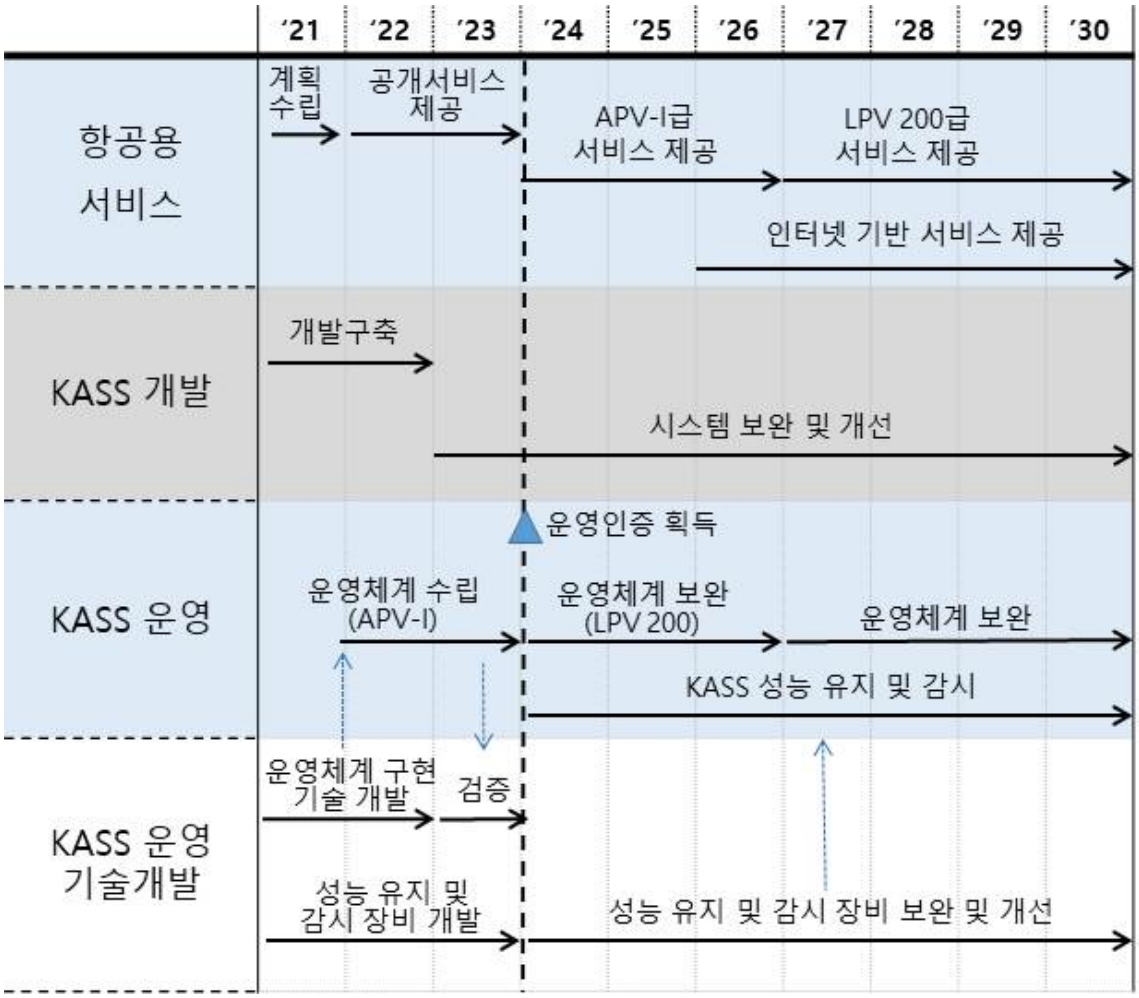
1.4. KASS 안전운용기술 개선 수준 및 향후 모습

□ KASS를 활용한 APV-I급 항공용 서비스 제공

○ KASS 시스템 개발, KASS 운영 유지 체계 및 KASS 성능 유지·감시 체계(이하 "KASS 운영 체계") 수립이 선행되어야 KASS를 이용하여 항공기의 안전을 보장하는 항공용 서비스 제공이 가능함

- 현재 KASS 시스템은 KASS 개발구축 사업단이 '22년 완료를 목표로 진행 중이나 KASS 운영 체계 수립은 진행되고 있지 않으며,
- 본 과제를 통해 획득할 수 있는 KASS 운영 기술은 KASS 운영 체계 수립의 기반이 됨

[그림 1-4] KASS 관련 항공용 서비스 및 개발/운영 계획(안)



○ KASS 시스템 개발이 성공적으로 완료되고 및 본 과제의 기술 개발이 일정에 맞추어 진행된다면, 국토교통부(혹은 위탁 운영기관)는 '23년까지 운영 체계를 성공적으로 수립하여 '23년부터 KASS를 이용한 항공용 서비스를 수행할 수 있음

- 보정신호의 무결성에 대한 보장을 하지 않는 공개 서비스의 경우 '21년까지 구현되는 일부 KASS 운영 유지 체계 구현 기술을 활용하여 공개서비스 운영 체계를 구축한다면 '22년부터 제공 가능

※ KASS 개발구축 사업이 예정대로 진행된다면, KASS는 '22년에 공개서비스를 수행할 수 있는 수준의 위성 항법 보정신호를 송출할 수 있는 성능을 확보할 수 있을 것으로 예측됨

□ APV-I급 항공용 서비스 고도화

○ 본 과제 수행 이후 KASS를 안정화 시키고 운영유지 체계를 지속적으로 보완하여 APV-I보다 성능이 개선된 LPV* 200급 서비스 제공이 가능할 것으로 예측됨

- WAAS, EGNOS의 경우 운영 초기에 APV-I 서비스를 제공하였으나, 현재 성능이 개선된 LPV 200 서비스 제공 중

※ Localizer Performance with Vertical guidance to 200-feet decision height

[표 1-6] 위성항법보정시스템(KASS) 안전운용기술 개선 수준 및 향후 모습

핵심항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준(모습)			향후 수준(모습)
		'21년 수준	'22년 수준	최종 목표수준	
	~'20	'21	'22	'23~'25(종료년도)	'25(종료이후)~
KASS 안전 운영 및 성능 보증	▪ KASS 운영 이전 (개발구축진행중)	▪ 운영유지 기술 개념 설계 ▪ KASS 운영 이전 (개발구축진행중)	▪ 운영 무결성 유지기술 개발 ▪ KASS 초기 운영	▪ 항공용 사용자 안전성 입증 기술 개발 ▪ APV-I 급 운영 성능 확보 (항공용 서비스 제공)	▪ LPV-200 수준의 KASS 운영 성능 확보 가능 (항공용 서비스 고도화)
그림					

* 실제 KASS의 APV-I급 운영은 KASS 운영기관이 본 과제에서 개발된 기술을 사용하여 운영 인증 획득 후 가능

제2장. 추진 배경 및 필요성

2.1. 추진 배경

□ ICAO의 ASBU(Aviation System Block Upgrades) 이행 요구

○ APV-I SBAS는 대표적인 위성항법시스템인 GPS를 보정하고 신뢰도를 높여 민간 항공기의 항법신호로 사용할 수 있게 하는 시스템으로 **ASBU 이행을 위해 구축해야 하는 필수 인프라**

- SBAS는 항공기의 안전한 운항을 위하여 GPS의 위치오차 보정정보 및 무결성 정보를 제공하도록 ICAO가 국제표준으로 정한 시스템으로 비행 단계별로 정밀한 항법서비스를 제공

○ ICAO는 '13년 부터 GANP*의 세부 실행계획과 방법론으로써 ASBU를 수립하여 체약국의 이행 권고

- ASBU란 항공교통관제시스템 개선 및 종합적인 항공 데이터 관리를 통해 항공항행서비스를 극대화하기 위해 ICAO에 서 수립한 미래항공시스템 전환계획

※ GANP(Global Air Navigation Plan) : 급증하는 미래항공교통량을 수용하고, 항공안전 및 항공교통서비스 효율성 증진을 위해 전 세계적으로 차세대통합항공교통관리체계(ATM)를 구축하기 위한 계획, 현재 제 6판 2016-2030 Global Air Navigation Plan (ICAO Doc 9750-AN/963, sixth Edition-2019) 발행됨

○ ASBU에서는 GNSS*의 정보를 기반으로 항공기의 위치정보를 식별하는 지역항법(RNAV*) 및 성능기반항행(PBN*) 기반 차세대 항행안전시설을 통해 급증하는 항공교통량에 대응 할 것을 권고

- ILS, VOR, DME 등의 기존 항행안전시설은 GNSS 사용이 일시적으로 불가능한 경우, 또는 성능기반항행을 지원하는 용도로 사용할 것을 권고

※ GNSS(Global Navigation Satellite System) : 4개 이상의 항법위성을 통해 수신자의 위치를 식별할 수 있는 위성항법시스템으로 GPS(미국), Galileo(유럽), GLONASS(러시아) 및 COMPASS(중국) 등이 있음

※ RNAV(aRea NAVigation) : 지상에 설치된 항행안전시설이 제공하는 전파를 따라서 비행하는 '재래식(Conventional) 항법'이 아닌 항공기 탑재장비 및 위성항법시스템 등을 기반으로 항공기가 자체적으로 현재위치를 계산하면서 입력된 지점으로 비행하는 개념

※ PBN(Performance Based Navigation) : 지역항법(RNAV)을 기능 및 항행 정확도를 기준하여 비행로를 구분하여 적용하는 개념

□ SBAS(Satellite Based Augmentation System) 운영 현황 및 전망

○ SBAS는 GNSS 신호의 무결성을 보완하여 GNSS를 항공용으로 사용할 수 있도록 해주는 시스템으로 GNSS에 기반하여 지역항법 및 성능기반항행을 수행하기 위한 필수 인프라임

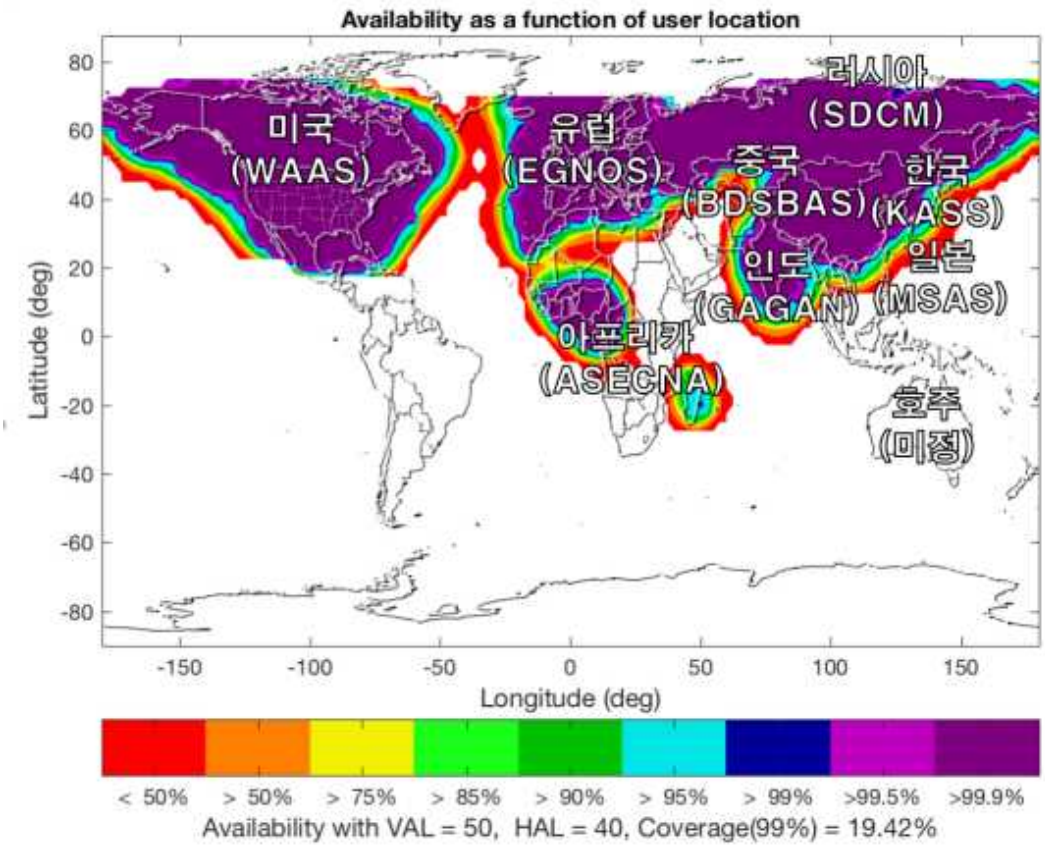
○ '19년 현재 미국(WAAS), 유럽(EGNOS), 인도(GAGAN) 및 일본(MSAS)은 SBAS 시스템을 운영하며 지역항법 및 성능기반항행을 위한 인프라로 사용 중

- 미국, 유럽의 경우 APV-I 성능을 만족하는 항공용 서비스를 제공하고 있음

- 일본의 경우 수직정보의 무결성을 보장할 수 없는 NPA(Non Precision Approach, 비정밀접근) SBAS 신호를 제공하고 있으며*, 인도의 경우 국토의 76%에 해당하는 지역에 APV-I 서비스 제공 중('19년 기준)

※ 일본은 '23년부터 LPV급 항공용 서비스 제공 예정

[그림 2-1] 2024년 예측 SBAS 서비스 영역



○ 5년 후인 ’24년에는 남미, 아프리카 일부 영역 및 동남아시아를 제외한 전 지구가 SBAS 서비스 범위에 포함될 예정

- ’24년에는 한국(KASS), 러시아(SDCM), 중국(BEIDU), 아프리카(ASECNA) 및 호주를 포함하여 총 9개국이 정밀항법시스템을 운영할 것으로 예측됨

□ KASS 개발구축 및 운영체계 백서(국토교통부, ’18.1.)

○ 국토교통부는 ’14년부터 한국형 SBAS인 KASS를 개발 중이며 KASS의 운영 준비를 위해 ’18년1월 발간한 “KASS 개발구축 및 운영체계 백서”에서 해외사례, 국내사례를 기반으로 한국형 SBAS 운영기관의 인력 규모를 제시함

- (해외사례) 미국(WAAS센터) 52명, 유럽(EGNOS 센터) 58명, 일본(MSAS 센터) 90명 조직으로 항공위성항법센터 운영 중

- (국내사례) 해양수산부는 국제표준에 따라 지상기반 위치보정시스템 운영과 지상항법 시스템 운영을 위하여 국립해양측위정보원을 운영(54명)

- (한국형 SBAS 운영기관) 유럽 등 해외사례를 감안하여 한국정부 역할과 임무 구분에 따라 국가 및 유지관리 조직(총 50명)을 포함한 운영센터 설립, 기관 지정

  · SBAS 개발구축 및 운영기술을 습득한 항공우주연구원을 활용하여 유지관리를 위탁 추진(국토부, EASA 인증)

[표 2-1] 유럽/대한민국/미국 사업추진 및 운영체계 비교

구분	유럽	대한민국	비고(미국)
예산승인	EC	정부	미국정부
정책기획	GSA	국토부	FAA
운영인증	EASA	국토부(검사기관)	FAA
운영기관	ESSP	운영기관(항우연)	FAA

2.2. 추진 필요성

□ ASBU(Aviation System Block Upgrades) 국내 이행을 위한 필수 인프라 운영

○ 위성항법시스템(GNSS)는 ASBU를 이행하기 위한 핵심 기술이며, 위성항법 시스템을 항공에 사용하기 위해 신뢰성을 보강하는 SBAS는 ASBU의 국내 이행을 위한 필수 인프라임

- ASBU 이행영역 중 공항접근성증대, 연속강하운영, 연속상승운영 등은 성능기반항행(PBN) 절차가 요구됨

- 한정된 지역에만 위치정보를 제공하며, 방향 및 거리만 알려주는 ILS, VOR, DME 등의 기존 항행안전시설은 성능기반 항행을 지원하는 것에 한계가 있으며 ASBU 이행을 위해 항공기의 위치를 실시간으로 파악할 수 있는 SBAS 기반의 고신뢰 GNSS 신호 사용이 필요함

○ 국토교통부는 한국형 SBAS인 KASS 개발 구축을 진행 중에 있으며, '22년 개발이 완료될 예정이나, KASS 운영에 대한 기술 연구는 부재한 상황

- KASS의 성능은 외부 환경 변화, 시스템 고장 및 시스템 노후화 관리 KASS 장비 그 자체만으로 결정되지 않고 KASS 운영자의 운영 능력 수준에 따라 최종 결정됨

○ 따라서 KASS 운영 시 항공기의 안전을 확보하고, KASS의 성능을 국제수준으로 지속적으로 유지할 수 있는 운영 기술 개발 필요

□ KASS 운영 기술 개발 시점

○ KASS 시스템은 '22년 말 개발이 완료되어 항공용 서비스를 제공할 수 있는 성능을 확보할 예정이며, '21년부터 무결성이 제외된 공개서비스 수행 성능을 확보함

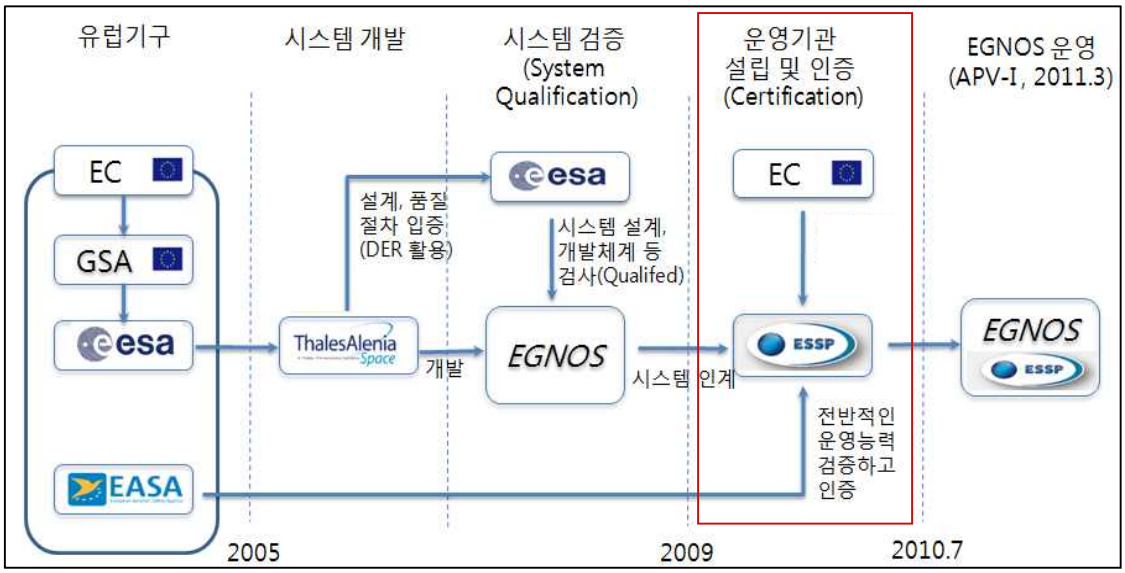
○ '23년부터 APV-I급 항공용 서비스를 제공하기 위해서는 KASS 서비스 제공자가 운영체계를 수립하고 및 성능 유지/감시 기술을 개발하여 APV-I급 서비스 제공 능력을 보유해야 함

○ 하지만 항공용 서비스를 위한 KASS 운영체계 구현 및 성능 유지/감시 기술은 국내에서 보유하고 있지 않으므로 연구 개발이 필요하며, 유럽 등의 해외

사례를 감안하면 '21년 시작이 필수적임

※ 유럽위원회(EC)는 EGNOS 운영기관을 통해 약 2년 동안 운영기술을 개발하고 유럽안전청(EASA)을 통해 인증하여 항공용 서비스 개시

[그림 2-2] EGNOS 개발 및 운영 일정



2.3. 국고지원 타당성

□ KASS는 대한민국의 차세대 항행안전시설을 운영하기 위한 필수 기반 인프라

○ KASS 항공용 서비스는 항공안전법 제75조(수직분리축소공역 등에서의 항공기 운항)에 의거하여 국토교통부장관의 책임으로 관리하는 성능기반항행(PBN)을 구현하기 위해 제공하는 필수 인프라로서 항공용 서비스 수행을 위한 SBAS 운영 및 활용 기술 개발은 정부가 지원하는 것이 필요함

○ 또한, KASS는 외교안보적 측면과 사회적 활용측면에서 국가 인프라로서의 성격이 강하므로 사용자의 안전을 보장하는 KASS 운영 및 활용 기술 개발은 정부가 지원해야 함

- 국내의 경우 국토교통부는 ICAO·美 국제협력 결과 및 해외 운영 사례에 따라 "제3차 우주개발 진흥 기본계획*"에 반영하고 항공위성항법센터 설립 추진

※ 우주개발진흥법 제5조에 의거 "SBAS 개발구축" 우주개발시행계획('18.3) 반영

- 해외사례에서 미국 WAAS의 경우 FAA, 유럽의 EGNOS의 경우 GSA, 일본의 MSAS의 경우 국토교통성에서 구축 및 운영관리, 서비스를 담당하고 있음

○ KASS는 무결성 높은 위치 정보가 필요한 다양한 분야에 활용될 수 있으므로 KASS 운영 시 신규 기술 개발에 대한 국가 견인을 효과적으로 수행할 수 있음

- 위성항법은 국방 분야에서도 활용성이 높으며 재난재해 예방 및 긴급구조, 전염병 역학 조사, 미아찾기 등 사회 안전망, 국가 시각 동기망, GIS 서비스망, 이동통신망 등 국가 인프라로서의 역할이 상당부분을 차지하고 있음

제3장. 국내외 현황 및 개선방안

3.1. 국외 현황

□ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 시스템 운영 현황

○ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 시스템은 국제 민간 항공기구(ICAO)의 요구사항 및 권고사항(SARPs, Standards and Recommended Practices)을 만족하는 시스템으로 지역별로 개발 및 운영 하고 있음. 서비스 지역(유럽, 미국, 인도, 일본)에 따라 다양한 서비스 수준을 제공함.

○ 유럽의 항공용 서비스(EGNOS, European Geostationary Navigation Overlay Service)는 2011년 4월부터 NPA(Non Precision Approach)와 APV-I(Approach with Vertical Guidance)를 제공하였으며 2015년 9월부터는 추가로 LPV-200(Localizer Performance with Vertical guidance to 200-food decision height)을 제공하고 있음.

○ 미국의 항공용 서비스(WAAS, Wide Area Augmentation System)는 2003년 9월부터 LPV(Localizer Performance with Vertical guidance)를 제공하였으며, 서비스 범위 확대와 성능 향상을 통하여 2008년 8월부터는 LPV-200(Localizer Performance with Vertical guidance to 200-feet decision height)을 제공하고 있음.

○ 인도의 항공용 서비스(GAGAN, GPS Aided GEO Augmented Navigation)는 2013년 12월부터 RNP 0.1(Required Navigation Performance)를 제공하며, 2015년 4월부터는 APV-I(Approach with Vertical Guidance)를 제공하고 있음.

○ 일본의 항공용 서비스(MSAS, Multi-functional Satellite Augmentation System)는 2007년 9월부터 NPA(Non Precision Approach)를 제공하고 있음.

○ 추가로, 항공용 서비스를 제공하기 위해 한국, 러시아, 호주, 아프리카 및 중국은 개발 중에 있음.

□ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 시스템 운영자

○ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 시스템 운영은 SBAS 시스템의 상태, 성능 및 정지궤도 위성의 가용성에 대한 최신 정보를 시스템 운영자 및 서비스 제공자에게 지원함.

○ 현재 운영 중인 항공용 서비스 운영자는 다음 표와 같음.

[표 3-1] SBAS 항공용 서비스 운영자 현황

시스템	EGNOS	WAAS	GAGAN	MSAS
서비스 지역	유럽 전역	미국 전역	인도 전역	일본 전역
서비스 수준	NPA APV-I LPV-200	NPA APV-I LPV-200	RNP 0.1 APV-I	NPA
운영자	ESSP* (민간)	FAA** (정부)	AAI*** (정부)	JCAB**** (정부)

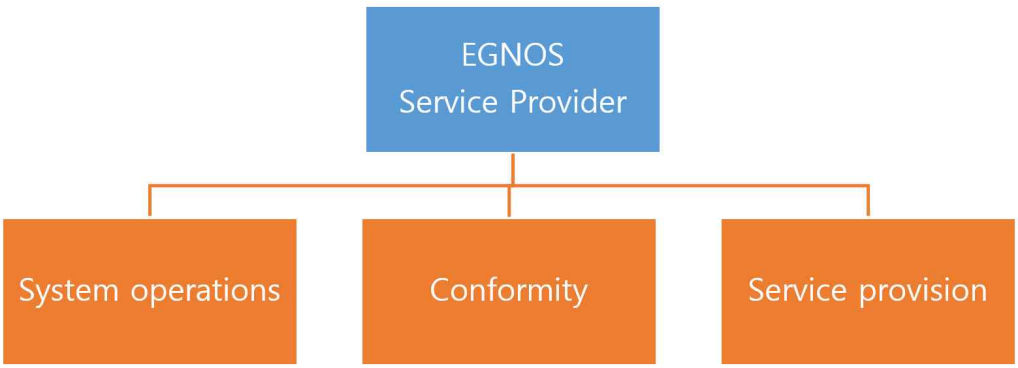
*ESSP : European Satellite Services Provider, 유럽위성서비스제공기관

**FAA : Federal Aviation Administration, 미국 연방항공청

***AAI : Airport Authority of India, 인도공항당국

****JCAB : Japan Civil Aviation Bureau, 일본 국토교통성 항공국

□ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 운영 기술 동향



[그림 3-1] ESSP의 SBAS 운영 체계

○ 유럽의 SBAS인 EGNOS를 운영하는 ESSP는 시스템 운영(System Operations), 운영 인증(Conformity) 및 서비스 제공(Service Provision) 등의 운영 체계를 기반으로 운영되고 있음

- 시스템 운영 체계는 SBAS 시스템 운영 시 새로운 버전의 시스템 제어(Evolutions Control), 운영 관리(Operations Management), 유지 보수 관리(Maintenance Management), 체계 공학(System Engineering), 서비스 관리 지원(Support Service management) 등으로 구성되어 있음
- 운영 인증 체계는 운영 인증 획득(Certification), 시스템 안전성 검증(Safety-of Life Acceptance) 및 기타 경영 체계(Other Management means) 등으로 구성되어 있음
- 서비스 제공 기술은 서비스 모델링 및 설계(Service Modeling and Design), 서비스 제공 준비(Service Provision Preparation) 및 서비스 제공 능력 구축(Downstream Capacity Building) 등으로 구성됨

○ 이들 체계는 EGNOS의 항공용 사용자에 대한 안전을 보장하기 위해 EC-550/2004, 482/2008, 552/2004, 1035/2011 등의 규정을 만족하도록 구축되었음

□ 항공용 서비스 수행을 위한 SBAS 성능 유지 및 감시 기술 동향

○ ESSP는 운영 체계 구축과 함께 유럽의 운영 인증 법제도가 요구하는 항공용 서비스 수행을 위하여 총 19개의 성능 유지 및 감시 기술을 개발

- (1) The Archive Server and associated Analysis tools
  - · SBAS 데이터 기록 도구
- (2) Sub-Systems monitoring statistics tool
  - · 하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 도구
- (3) Operational Analysis
  - · 하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 도구
- (4) Reference Station Tools
  - · 기준국 데이터 품질 모니터링 도구
- (5) External Data Acquisition tool

· 외부 데이터 수집 도구

- (6) Configuration Management Tool
  · SBAS 및 하위체계 형상 관리 도구
- (7) SBAS Network Monitoring Agent
  · 네트워크 모니터링 에이전트
- (8) WAN Monitoring with the FEE
  · 네트워크 모니터링 및 분석 도구
- (9) System Tool Real Time Monitoring
  · 하위 체계 모니터링 도구
- (10) SBAS Data Replay simulator with Control Station
  · 통합운영국 기반 SBAS 데이터 재생 도구
- (11) Fast SIS Performance Monitoring
  · 준실시간 APV-I SIS 성능 측정 도구
- (12) Performance Degradation Alert Tool
  · SBAS 성능하락 예측 도구
- (13) Service Volume Simulator
  · SBAS 서비스 커버리지 시뮬레이터
- (14) SBAS Computation chain & fast data replay simulator
  · 고속 SBAS 보정신호 생성 및 데이터 재생 시뮬레이터
- (15) Control Station simulator for Local Maintenance Equipment and Subsystem Maintenance Tools
  · 하위체계 유지보수를 위한 통합운영국 시뮬레이터
- (16) Assets Simulator for Control Station Analysis and Test
  · 통합운영국 분석 및 검증을 위한 SBAS 하위체계 시뮬레이터
- (17) Assets Simulator for Training
  · 훈련용 SBAS 하위체계 시뮬레이터
- (18) Anomalies/ Observations Report Tool
  · 이상 상황 관리 도구
- (19) Operation Management Tool

· 하위체계 운영 및 유지보수 관리 도구

□ 항공용 서비스 안전성 유지를 위한 SBAS 시스템 인증 획득 기술 동향

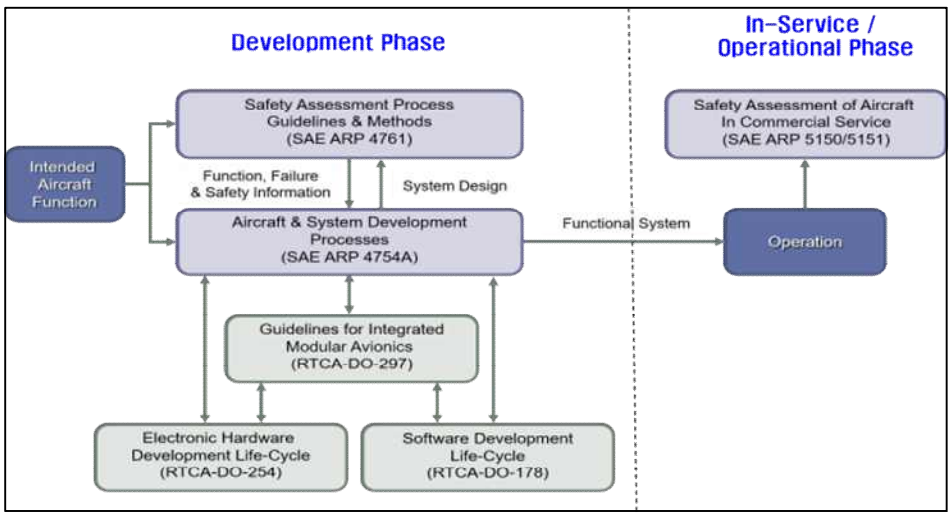
○ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 시스템 인증 획득 시 항공용 서비스 승인, 서비스 제공자 인증 및 기타 인증에 필요한 관리 기술로 구분할 수 있음.

- 항공용 서비스 승인 기술은 설계 안전성, 운영 안정성, 안전성 인수, 상호 운영성 및 SBAS 적합성 입증 기술이 필요함.

- SBAS 서비스 제공자 인증 기술은 규정 평가, 적합성 계획, 관리 매뉴얼 및 절차, 서비스 제공자 감사 및 서비스 제공자 적합성 입증 기술이 필요함.

- 기타 인력 관리, 재정 관리, 책임 및 보험, 품질 보증, 보안 및 위험 관리 기술이 필요함.

○ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 시스템은 서비스 제공 업체의 인증 획득 및 국내 ANSP 인증에 필요한 기술을 보유하고 국제 표준을 준수하는 SBAS 시스템 인증 또는 승인이 필요함.



[그림 3-2] 항공용 서비스 인증을 위한 국제 표준 및 기술 규정

○ SBAS 시스템 인증은 “항공기 및 시스템 개발 공정(ARP 4754/ED-79)”에 의거하여 안전성 보증과 개발 보증으로 나뉘며 각 해당되는 규정 및 절차(안전성 평가 공정 : ARP-4761, 소프트웨어 개발 : DO-178B/ED-12B)에 따라 수행됨.

- 유럽의 EGNOS는 SBAS 시스템에 대한 설계 검증을 유럽의 규정에서 요구하는 자료들에 대하여 EASA(European Union Aviation Safety Agency)에서 SBAS 시스템에 대한 무결성 및 안전성에 대한 감사를 수행하였고 인증 당

국에서 개발 보증을 수행함.

- 미국의 WAAS는 WIPP(WAAS Integrity Performance Panel, WAAS 시스템의 무결성 설계 검토를 위해 구성된 팀으로 안전성 설계, 설계 변경안 제시 및 시스템 안전성 성능 평가 방안 개발을 수행)을 통해 안전성 보증을 수행하였고 인증 당국에서 개발 보증을 수행함.
- 일본(MSAS)과 인도(GAGAN)은 WIPP과 동일한 기술 검토팀(TRT, Technical Review Team)을 구성하여 WAAS 시스템과 안전성 관련 차이가 있는 부분만 검토하는 델타 인증을 수행함.

○ SBAS 서비스 제공 기관은 안전하고 효율적이며 지속적인 서비스를 제공할 수 있는 능력을 인증 획득 기술을 통해 입증해야함.

□ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 SBAS 시스템 인증 절차

○ 항공용 서비스 안전성 보장은 시스템 무결성 및 안전성에 대한 인증 및 운영에 대한 인증 방식에 따라 구분됨. 유럽의 경우 시스템 개발 주체와 운영 주체가 상이하여 이에 대해 구분하였지만, 미국의 경우 개발과 운영에 관련된 기술 자료 제공이 동일한 주체로 인증 당국이 인증 후 시스템을 운영함.

○ 유럽의 SBAS 시스템 인증은 EC 규정에 의해 항공용 서비스 안전성 보장하기 위해서 개발과 운영 주체를 구분하여 2단계의 검증을 수행하였음. 개발 주체는 설계에 대한 무결성을 보증하기 위한 자료(Safety Case A)를 인증 당국에 제출하고 운영 주체는 시스템 운영에 대한 규정 준수 여부 및 운영 자료(Safety Case B)를 인증 당국에 제출하여 인증 획득 후 서비스 제공자가 항공용 서비스를 제공함.

○ 미국의 SBAS 시스템 인증은 개발 완료된 시스템에 대해서 전문가 그룹을 통하여 시스템에 무결성 및 운영에 대한 안전성을 확인하고, 인증 당국이 이와 관련된 기술을 바탕으로 운영(Operational Approval)을 통하여 인증 당국이 최종 승인 후 항공용 서비스를 제공함.

○ 일본과 인도의 SBAS 시스템 인증은 기존에 인증된 SBAS 시스템을 도입하여 현지화 함에 있어 발생하는 변경안에 대해서 전문가 그룹을 통하여 변경된 사항이 시스템의 무결성 및 안전성에 문제가 없는지 여부를 확인하고 인증 당국이 이와 관련하여 검토 후 최종 승인 후 항공용 서비스를 제공함.

- 민간 항공국은 SBAS 시스템의 안전성 관련 산출물 및 위험기록을 검사하고, 관찰된 문제를 해결하기 위한 권장 사항을 제공하기 위해

TRT(Technical Review Team)을 구성함.

□ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 해외 규정

○ 항공용 서비스 안전성 보장을 위하여 전 세계적으로 해외 규정이 수립되고 공포 되고 있으며, 다양한 해외 규정은 시스템의 안전성을 보장하기 위한 절차 또는 요구사항을 제시하고 이에 대해서 입증이 필요함.

- 운영 승인을 위한 EU 규정에는 EC-550/2004, 482/2008, 552/2004, 1034/2011, 1035/2011 등이 있으며, EU-2017/373에서 시스템 운영 인증에 대하여 통합적으로 규정하고 있음.

- EU 규정 2018/1139은 감항, (정보)보안, 항공운영, 권한부여, 항공관제/항행서비스(ATM/ANS), Single European Sky, 공항, 지상운영, 환경보호 등에 대한 요구를 만족하기 위하여 수립된 규정임.

* 자율 비행기, 드론, 항공교통밀집, 사이버 시큐리티 등에 대응할 수 있는 안전 규정임

- 항공관제/항행서비스(ATM/ANS) 분야에 대해서는 기존 규정 인 552/2004의 보완 규정, 항공교통량관제(Air Traffic Flow Management)에 대한 규정, 공역관리(Airspace management)에 대한 규정이 포함됨

□ 항공기 지상감시 체계 및 무인기 관제 현황

○ 공항 지상에서의 항공기 및 이동체 감시

- ICAO는 Doc 9830을 통해 공항지상 감시 및 지상에서의 항공기 및 이동체(이하 “지상 이동체”) 안내에 대한 요구조건을 명시하고 있음

- Doc 9830에서 요구하는 A-SMGCS* Level 5를 달성하기 위해서는 지상 이동체에 대한 위치 감시시스템의 높은 신뢰성과 정확성이 요구됨

- 또한 관제소와 독립적으로 공항지상 항공기 및 이동체의 자체 경보 기능을 요구하고 있음

※ A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems)는 기존의 SMGCS 체계에 ATC 상황감시를 위해 공항 이동지역 내 항공기 위치정보 및 이동차량 위치를 공항관제사에게 현시하고, 활주로 침범경보를 제공 하는 시스템

○ U-Space

- 유럽 민간항공장비기관인 EUROCAE는 소형 무인기의 저고도 공역에서의 운용을 위한 표준(U-space 1단계 관련 e-ID, geo-fencing, geo-caging 등) 지침을 개발함

- U-Space는 무결성이 보장되는 무인기 항행을 위해 유럽 SBAS인 EGNOS의 보정신호를 제공 받음
- EGNOS 신호를 끊임없이(Seamless) 제공 받기 위해 인터넷을 기반으로 보정 신호를 제공하는 EDAS(EGNOS Data Access System) 사용

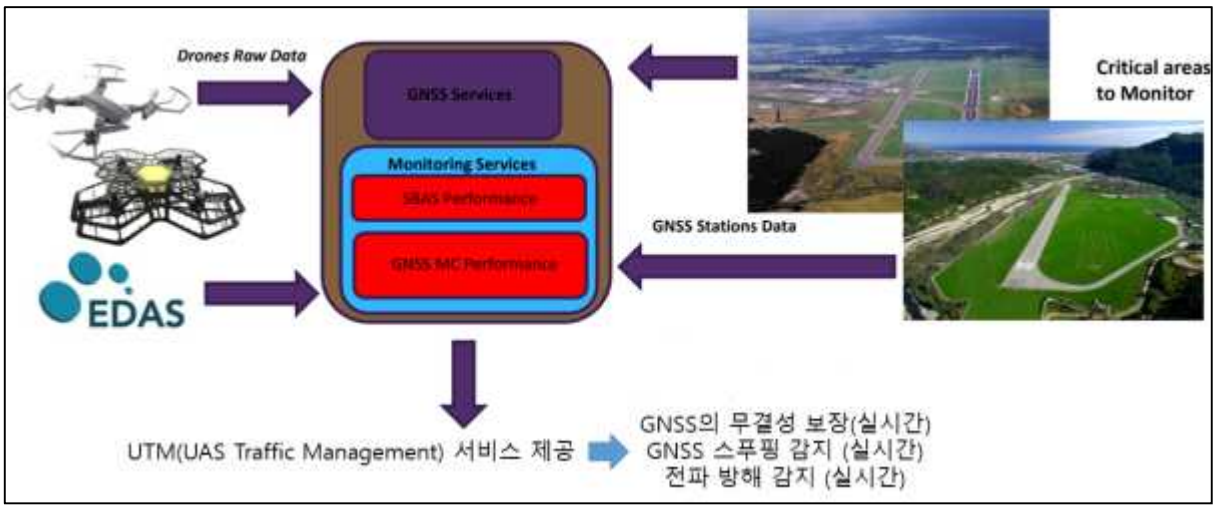
[그림 3-3] EUROCAE의 U-Space 서비스 단계

U1 (Foundation services)	U2 (Initial Services)	U3 (Advanced Services)
E-registration	Tactical geofencing	Dynamic geofencing
E-identification	Tracking	Collaborative interface with ATC
Pre-tactical geofencing	Flight planning management	Tactical deconfliction
	Strategic deconfliction	Dynamic Capacity management
	Weather information	
	Drone aeronautical information management	
	Procedural interface with ATC	
	Emergency management	
	Monitoring	
	Traffic information	

○ 무인기 교통관제 시스템(UTM, Unmanned Aircraft System Traffic Management)

- UTM은 지상 150m 이내의 저고도 공역에서 다수의 소형 무인항공기의 안전하고 효율적인 운항을 위해 비행 항로 및 운항관리를 수행하는 시스템

[그림 3-4] EGNOS의 심리스 서비스인 EDAS를 활용한 유럽의 UTM



□ SBAS 시스템 개발 및 활용 기술 동향

○ SBAS는 높은 신뢰성(안전성)을 가지는 위성기반의 항법시스템으로, 차세대 항공항법 분야의 주요 구성요소로 자리잡고 있으며, 차세대 SBAS는 고신뢰성과 함께 고정밀 GNSS 보정정보 제공이 가능하며, 전 세계적으로 개발을 진행 중임

※ ICAO, 2016-2030 Global Air Navigation Plan(Fifth Edition), 2016

○ SBAS는 항공항법 뿐 아니라, 감시시스템인 ADS-B등과 결합하여 향상된 기능을 제공하는 것이 가능하며, 공항의 지상감시를 위한 보조시스템으로도 활용이 가능할 것으로 나타남

※ 인천국제공항공사, 항공기 지상이동유도 및 통제시스템 개발 최종보고서, 2017

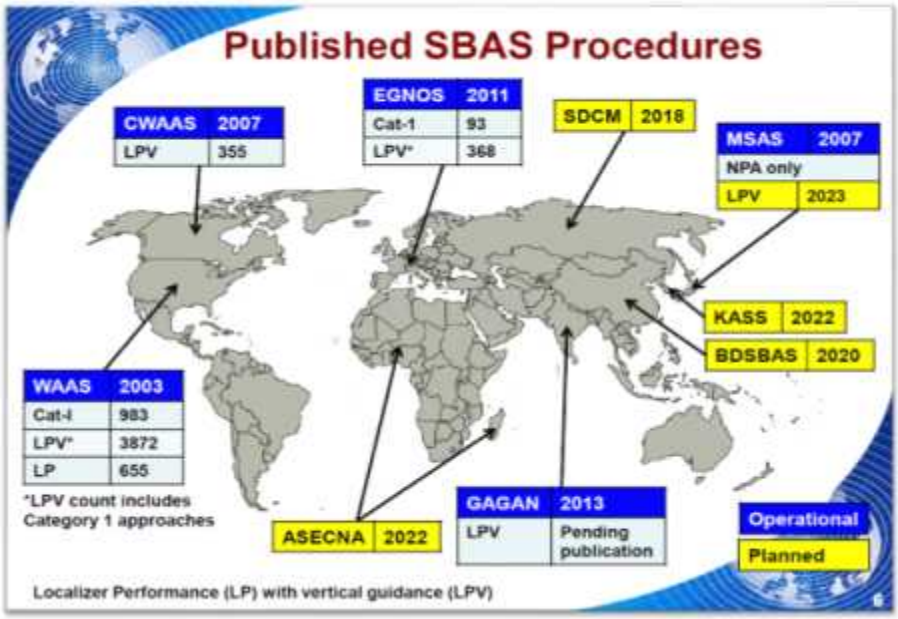
※ 한국교통연구원, Aviation System Block Upgrade(ASBU) 국내 적용을 위한 기본기획 연구 최종보고서, 2014

○ SBAS는 항공분야와 함께 일반 GPS 사용자가 활용하는 것이 가능하며, 위성에만 국한되지 않고, 인터넷 기반 신호 송신 시스템 개발 시 일반적인 통신망을 통해 고신뢰성을 가지는 SBAS 보정 데이터를 제공하는 것이 가능함

※ gsa.europa.eu/egnos/edas

□ 고신뢰 보정데이터 지상통신망 서비스 플랫폼 동향

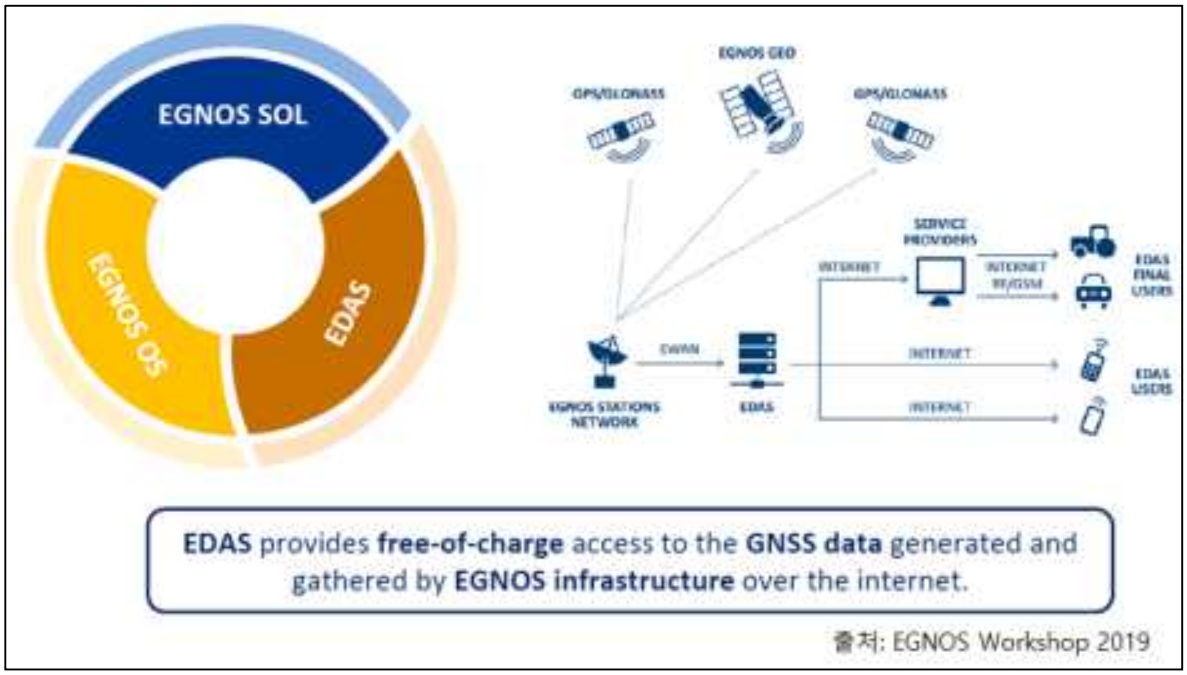
○ 전 세계적으로 항공용 인증을 받은 SBAS 시스템은 미국의 WAAS(Wide Area Augmentation System), 유럽의 EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service), 인도의 GAGAN(GPS and GEO Augmentation Navigation System), 일본의 MSAS(Multi-functional Satellite based Augmentation System)이 있으며, 성능 개선 및 응용분야 확대를 위한 연구가 지속되고 있음



[그림 3-5] SBAS 시스템 개발 동향

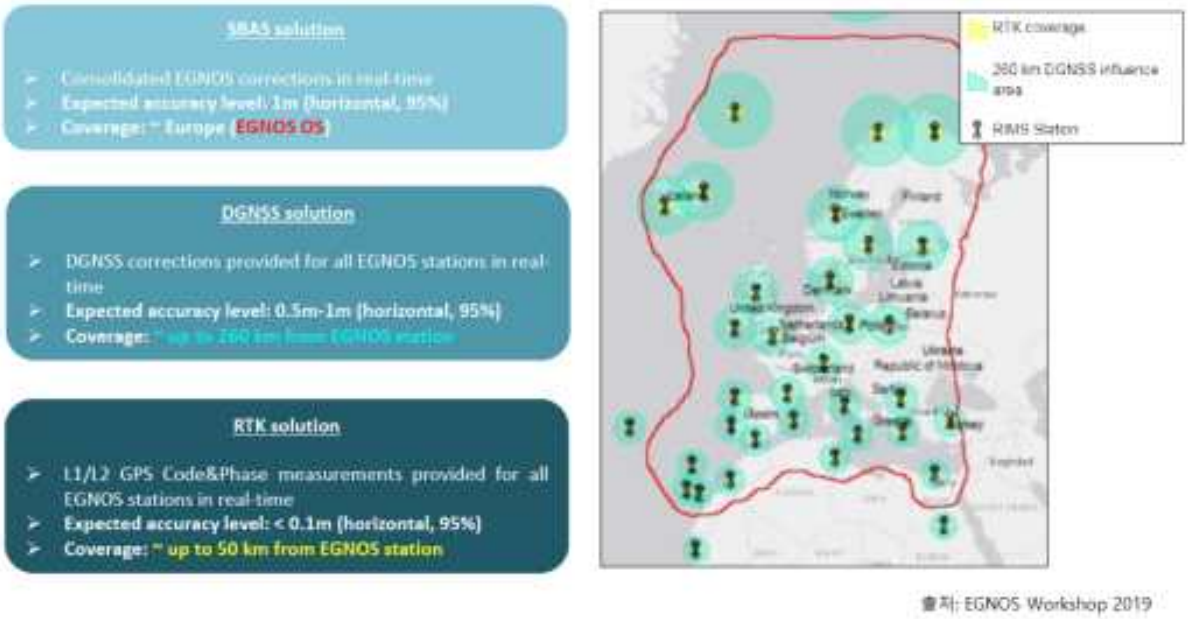
○ SBAS 서비스는 위성신호를 통해 항공용 사용자에게 제공하도록 개발 및 운용되고 있으나, 유럽의 경우에는 응용분야의 확대를 위해 고신뢰성을 가지는 SBAS 데이터를 다음 3가지 방식을 통해 다양한 사용자에게 제공 중에 있음

- 항공용 서비스인 EGNOS SOL은 SBAS 위성을 통해 서비스를 제공하며, ICAO SARPs Annex 10에 제시된 성능 요구사항을 만족시키는 서비스임
- 민간용 서비스인 EGNOS OS는 SBAS 위성을 통해 서비스를 제공하며, 가용성 99%와 수평/수직 정확성 3/4m를 성능 요구사항으로 규정하여 서비스를 제공하고 있으며, 최대 정확성은 수평/수직 각각 1/1.5m로 나타남
- 민간용 서비스인 EDAS(EGNOS Data Access Service)는 EGNOS 보정데이터 및 기준국 데이터를 인터넷 망을 통해 제공하고 있으며, 데이터 통합



[그림 3-6] 유럽 EGNOS 서비스 및 EDAS 서비스 개형

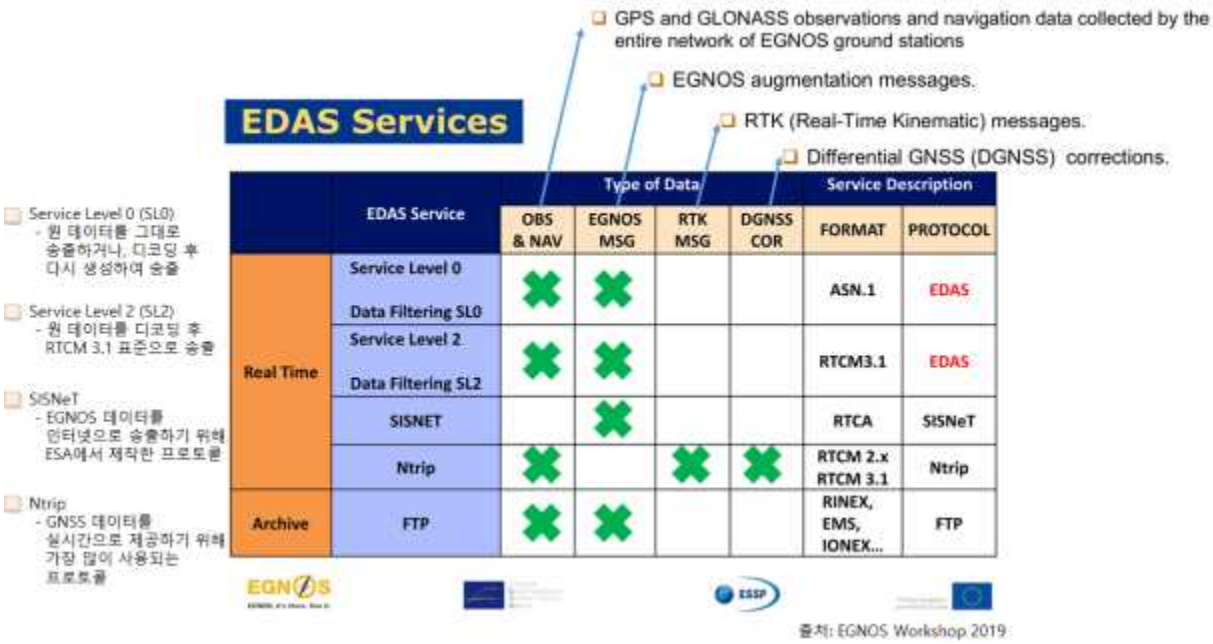
○ 유럽의 EDAS 시스템은 EGNOS의 고신뢰성과 함께, 고정밀 응용분야에 EGNOS 시스템의 장점을 활용하기 위해 3가지 수준의 서비스를 제공 중에 있음



[그림 3-7] 유럽 EDAS 서비스 수준 정의

[표 3-2] 유럽 EDAS 서비스 수준별 정확도 및 서비스 영역 비교

서비스	수평 정확도 (95%)	서비스 영역
SBAS Solution	1m(라인), 3m(점)	유럽 전역
DGNSS Solution	0.5~1m	EGNOS 기준국 반경 250km
RTK Solution	10cm	EGNOS 기준국 반경 50km



[그림 3-8] 유럽 EDAS 서비스 수준 별 통신 프로토콜 및 데이터 형태 정의

- SBAS Solution은 EGNOS 신호 및 기준국 데이터를 지상망을 통해 수집한 뒤, EDAS 자체 프로토콜을 통해 데이터 형태를 변경하여 제공하는 방식을 의미함
- DGNSS Solution은 EGNOS 기준국 데이터를 NTRIP 프로토콜과 RTCM v2.1과 v2.3을 활용하여 사용자에게 송신하는 방식을 의미함
- RTK Solution은 EGNOS 기준국 데이터를 NTRIP 프로토콜과 RTCM v3.1을 활용하여 사용자에게 송신하는 방식을 의미함

□ 초고정밀 보정데이터 생성 기술 개발 동향

○ 초고정밀 보정데이터 생성 기술은 크게 항공용 보정시스템과 非항공용 보정시스템으로 나뉘며, 대표적인 항공용 보정시스템으로는 이중주파수/다중위성군(DFMC; Dual-Frequency/Multi-Constellation) SBAS가 있으며, 민간용 보정시스템으로는 PPP(Precise Point Positioning)와 Network RTK(Real-Time Kinematic) 시스템이 있음

○ 현재 전역 위성항법시스템(GNSS)은 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS, 유럽의 Galileo, 중국의 Beidou가 존재하며, 현대화 계획에 따라 다중 주파수 신호의 활용이 가능하게 될 것임

- GPS(CDMA): L1, L2, L5
- GLONASS(FDMA/CDMA): G1, G2, G3
- Galileo(CDMA): E1, E5, E6
- BeiDou(CDMA): B1, B2, B3

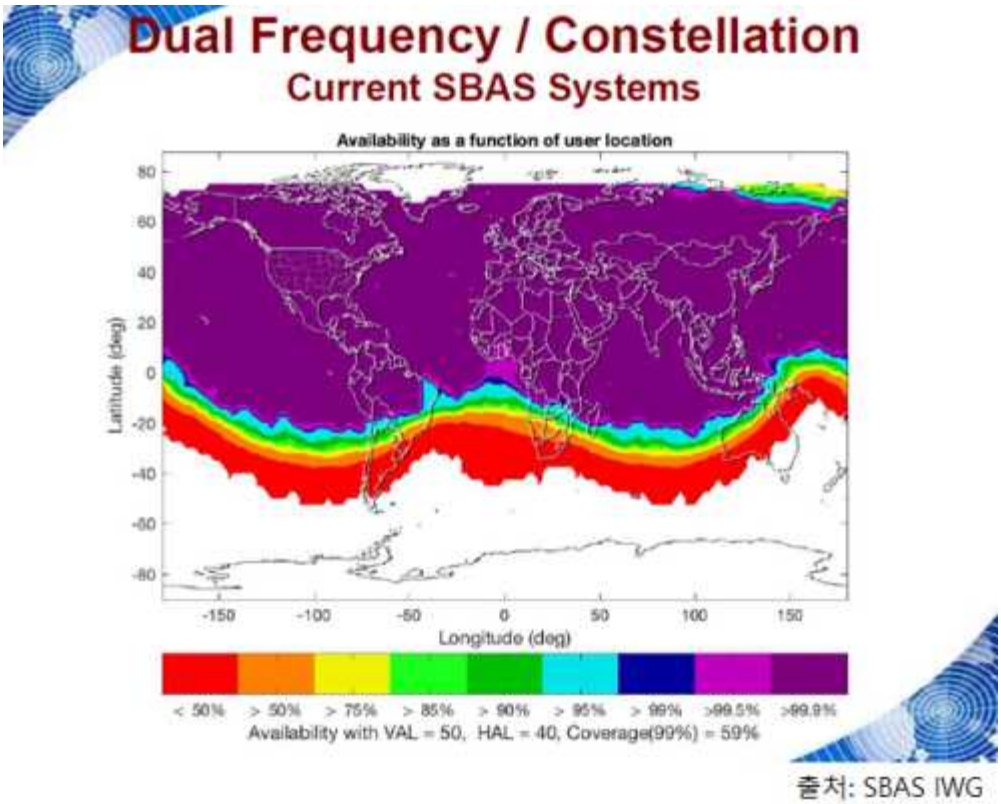
System	BeiDou	Galileo	GLONASS	GPS
Owner	China	European Union	Russia	United States
Coding	CDMA	CDMA	FDMA & CDMA	CDMA
Satellites	23 in orbit (Oct 2018) 35 by 2020	26 in orbit 22 operational 6 to be launched	24 by design 24 operational 1 commissioning 1 in flight tests	31, 24 by design
Frequency	1.561098 GHz (B1) 1.589742 GHz (B1-2) 1.20714 GHz (B2) 1.26852 GHz (B3)	1.559–1.592 GHz (E1) 1.164–1.215 GHz (E5a/b) 1.260–1.300 GHz (E6)	1.593–1.610 GHz (G1) 1.237–1.254 GHz (G2) 1.189–1.214 GHz (G3)	1.563–1.587 GHz (L1) 1.215–1.2396 GHz (L2) 1.164–1.189 GHz (L5)
Status	Basic nav. service by 2018 end to be completed by H1 2020	Operating since 2016 2020 completion	Operational	Operational
Precision	10m (Public) 0.1m (Encrypted)	1m (Public) 0.01m (Encrypted)	4.5m – 7.4m	5m (no DGPS or WAAS)
System	BeiDou	Galileo	GLONASS	GPS

출처: https://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_navigation

[그림 3-9] 전역 위성항법시스템(GNSS) 현황 및 계획

○ 전역 위성항법시스템의 현대화와 함께, 새로운 신호를 보정하기 위한 항공용 위성항법 보강시스템인 DFMC SBAS 기반 기술 개발이 수행되고 있음

- DFMC SBAS 시스템 표준 권고안 개발은 ICAO DS2(DFMC SBAS SARPs Sub Group)에 의해 수행되고 있으며, 2022년에 개발 완료를 목표로 하고 있음
- DFMC SBAS 사용자 표준 권고안 개발은 RTCA와 EUROCAE에 의해 수행되고 있으며, 2022년에 개발 완료를 목표로 하고 있음



[그림 3-10] DFMC SBAS 가용성

- 미국의 WAAS는 현재 DFMC SBAS 시스템 구축을 위한 기반시설 제작을 완료하였으며, DFMC SBAS SARPs와 MOPS 개발일정과 2024년 GPS L5 신호의 FOC(Full Operational Capability) 일정에 맞추어 시스템 인증 및 운용을 준비중에 있음
- 유럽의 EGNOS는 Galileo FOC와 GPS FOC 일정을 고려하여 DFMC SBAS(EGNOS V3) 시스템을 개발 중에 있으며, 2025년까지 DFMC SBAS 시험 신호를 방송할 예정이며, 이후 DFMC SBAS 서비스를 개시할 예정임
- 일본의 MSAS는 기존 단일주파수 기반의 SBAS에 대한 성능개선 작업과 함께, DFMC SBAS 테스트베드를 개발 중(2018~2022년, 5년)에 있으며, 2022

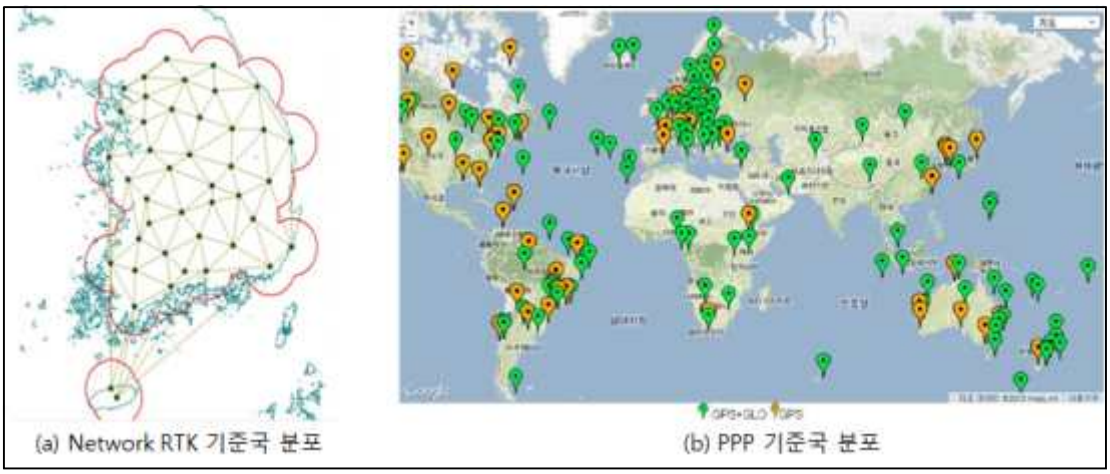
년까지 DFMC SBAS 테스트베드의 기능 및 성능 검증을 수행할 예정임

- 중국은 단일주파수 기반의 SBAS와 DFMC SBAS 개발을 병행하여 진행중에 있으며, 2020년에 시험신호 방송을 시작으로 2025년까지 품질 개선 및 안정화 활동을 수행할 예정임

○ 민간 분야에서 활용되는 초고정밀 보정시스템은 크게 Network RTK 시스템과 PPP 시스템으로 나뉘며, 항공용 시스템과 다르게 신뢰성이 고려되지 않으나 위치 및 시각 추정 성능 측면에서 높은 정확도를 보여줌

- 항공용 보정시스템이 국가주도로 연구개발 및 구축되고 있는 반면, Network RTK 또는 PPP 시스템은 수신기 제조사 위주로 연구개발되고 있으며, 국가주도로 구축이 수행되고 있음

- Network RTK와 PPP 시스템은 모두 다수의 기준국 망을 기반으로 하며, Network RTK 기준국은 각 국가 및 지역에 밀도 높게 분포하며, PPP 기준국은 전 세계에 걸쳐 분포하고 있음

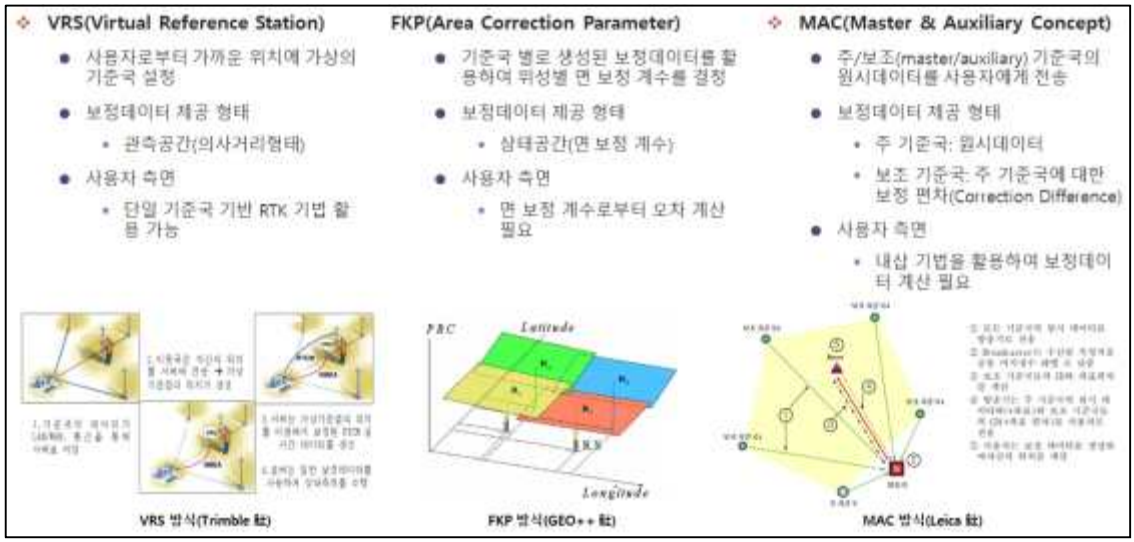


[그림 3-11] Network RTK 와 PPP 기준국 분포 비교

- 두 기법의 정확도는 모두 수 센티미터에 해당하며, Network RTK 기법의 경우에는 평균적으로 20초 이내에 해당 정확도에 이르게 되며, PPP 기법의 경우에는 평균적으로 3~30분 정도의 초기화 시간이 요구됨

- 보정정보를 사용자에게 송신할 때, Network RTK 기법은 상대적으로 대용량의 데이터 통신이 요구됨에 따라 지상통신망을 활용하며, PPP 기법은 상대적으로 적은 양의 데이터를 송신함에 따라 위성과 지상통신망을 활용하는 것이 모두 가능함

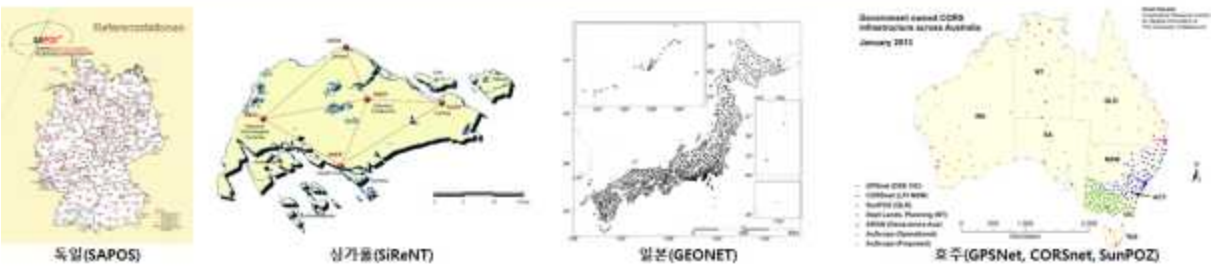
- Network RTK를 대표하는 기술로는 Trimble社의 VRS(Virtual Reference Station)기법, Geo++社의 FKP(Flächen Korrektur Parameter) 기법, Leica社의 MAC(Master-Auxiliary Concept) 등이 있으며, 해당 기법별 데이터 제공방식은 RTCM에 표준화 되어 있음



[그림 3-12] Network RTK 기법

- 세계 각국은 이미 2000년대 초반부터 다수의 기준국을 기반으로 Network RTK 시스템을 구축 및 운용 중이며, 대표적인 국가로는 독일, 스위스, 싱가폴, 일본, 호주 등이 있음

독일	스위스	스웨덴	싱가폴	일본	호주	홍콩
SAPOS	AGNES	SWEPOS	SiReNT	GEONET	GPSNet, CORSnet, SunPoZ	SatRef



[그림 3-13] 국가별 Network RTK

○ PPP 기법을 대표하는 국제시스템으로 IGS(International GNSS Service)에서 2013년 부터 운용중인 IGS-RTS(Real-Time Service)가 있음

- IGS-RTS 서비스는 3개의 협력기관, 전 세계에 160개 이상의 기준국, 그리고 10개의 IGS 분석센터로 구성되어 운용중임

- IGS-RTS에서는 위성 궤도와 시계 오차를 추정하여 실시간 스트림으로 제공 중에 있으며, GPS와 GLONASS에 대한 보정정보를 제공함

○ PPP 기법을 대표하는 상용시스템으로는 Trimble, Fugro, NavCom, Veripos 등이 있으며, 차세대 위성항법시스템에 대응하는 보정데이터를 생성하는 시스템의 정확도와 수렴속도는 다음과 같음

[표 3-3] PPP 상용서비스 특성 비교

회사	서비스명	정확도(95%), cm	수렴(초기화) 시간, 분	GNSS
Trimble	CenterPoint RTX Fast	2.5	5	G,R,E,C,J
Fugro	Starfix.G4	10	-	G,R,E,C
NavCom	StarFire SF3	3	30	G,R
Veripos	Apex 5	5	-	G,R,E,C,J
TerraStar	TerraStar-C PRO	3	18	G,R,E,C

*G: GPS, R: GLONASS, E: Galileo, C: Beidou, J:QZSS

3.2. 국내 현황

□ 한국형 SBAS 개발구축 사업 (KASS 개발구축 사업)

○ 개발 진행 현황

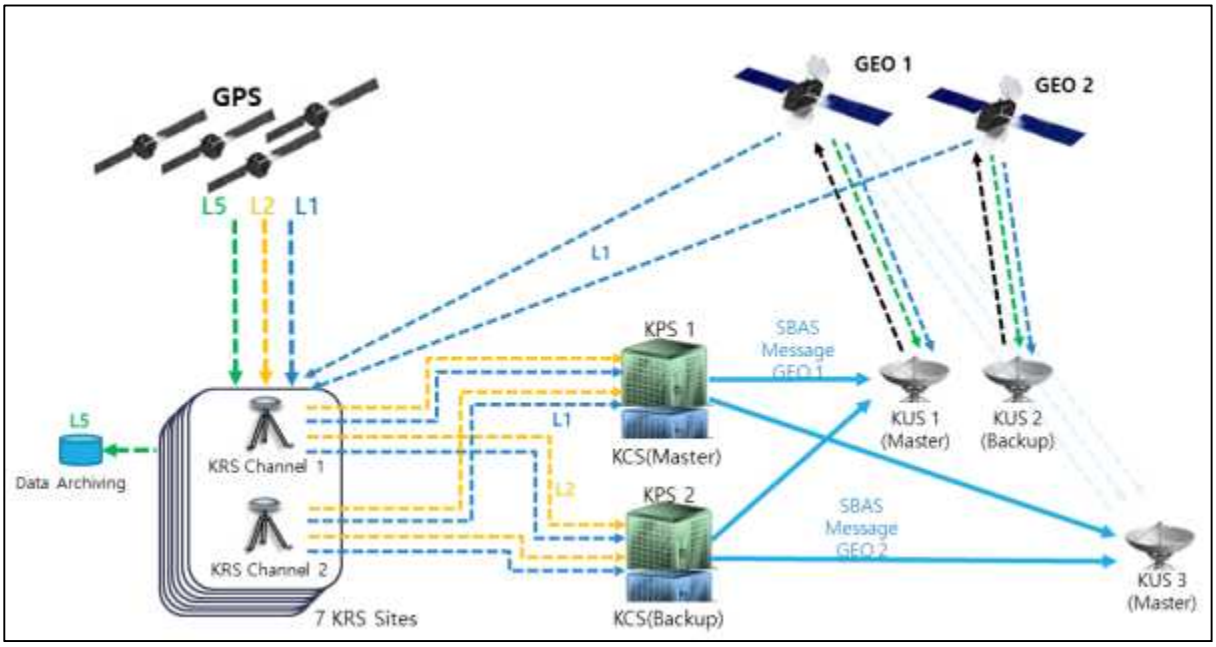
- GPS 위치 오차를 3m 이내로 실시간으로 보정하여 정지궤도위성을 통한 우리나라 전역에 서비스 제공을 목표로 국토교통부 주관으로 해양수산부 등 관계부처와 협업하여 한국형 정밀 GPS 위치보정시스템(SBAS)을 활용한 국가 위치정보 서비스 체계 개발
- 사업 기간은 2014년 10월부터 2022년 10월까지 한국항공우주연구원이 개발을 주관하며 한국전자통신연구원, 항공안전기술원이 참여
- 세부 성능 목표는 2023년 APV-I급 (APproch operations with Vertical guidance level I) 항공용 서비스(SoL, Safety of Life) 제공
- 이 시스템은 위성항법 수신 기준국 7식, 기준국 획득 데이터를 처리하여 보정정보/무결성 정보를 생성하는 중앙처리국 2식, 시스템의 모니터링/제어를 담당하는 통합운영국 2식, 생성 정보의 위성 전송을 위한 위성통신국 3식으로 구성되며 정보의 사용자 제공을 위한 정지궤도 위성 2기로 구성
- 시스템 예비설계 (PDR, 2017년 4월), 인터페이스 및 성능 검토 (IPKP, Interface & Performance Key Point, 2018년 10월)를 완료하였으며 현재, 시스템의 상세설계를 수행 중

○ 개발 추진 계획

- 2020년부터 국내 제공품 상세설계검토, 하위시스템 제작, 시스템 설치, 공장수락시험 (FAT, Factory Acceptance Test), 사이트 수락시험 (SAT, Site Acceptance Test), 통합, 시험, 검증 활동을 본격으로 추진 예정
- 2021년 후반부터 정지궤도위성과의 통합 및 최종 시험, 검증 활동이 추진되며 시험신호, 공개 서비스 등을 거쳐 2023년부터 정식 운영 예정

○ 주요 개발 내용

- KASS는 APV-I급 SBAS 서비스 제공을 목표로 하고 있으며, ICAO SARPs Annex 10의 기능 및 성능 요구사항을 만족하도록 설계되어 있음



[그림 3-14] KASS 시스템 아키텍처

- KASS는 GPS L1 단일주파수를 보정하기 위한 보정데이터와 무결성 데이터를 제공하며, 7기의 기준국, 2기의 중앙처리국/통합운영국, 3기의 위성통신국, 그리고 2기의 정지궤도위성으로 구성됨
- KASS 기준국은 L1, L2, L5 대역의 신호를 수신할 수 있도록 설계되어 있으며, 해당 데이터를 외부로 전송할 수 있는 포트를 제공
- KASS 보정신호는 정지궤도위성을 통해 제공될 뿐 아니라 통합운영국과 기준국으로부터 지상통신망을 통해 송신이 가능함
- KASS는 항공용 시스템으로 개발됨에 따라 정지궤도위성을 통해 보정데이터를 방송하는 형태를 가지고 있으며, 높은 신뢰성을 가지는 반면에 낮은 데이터 전송률과 정확성에 한계를 가지고 있음

○ 관련 운영기술 개발

- 현재, 시스템의 개발 단계로 운영을 위한 본격적인 기술 개발이 추진되고 있지 않으나 2020년부터는 시스템의 운영을 위한 운영기술 개발이 본격적으로 추진될 예정
- 개발 단계에서 산출되는 관련 기술 자료(개발관점의 조직 역할 가이드, 물

류 지원 [ILS], 기술지침서 [TIB, Techincal Instruction Book], 관련 매뉴얼 등)는 기술개발의 기초자료로 활용

□ KASS 운영개념서(OMCD, Operational and Maintenance Concept Document)

○ SBAS 개발구축 과제에서 작성 중인 KASS 서비스 제공자에 의해 어떻게 시스템이 운영하는지에 대한 개념을 정의한 문서

- 범위
  - · KASS 운영 방법 및 운영 시 제약 사항에 대한 요약
  - · 운영 활동에 대한 정의 관련 활동 및 운영/유지보수 전략
  - · 조직 구성 방안
- 목적
  - · KASS 시스템 설계 및 구현에 대한 요구사항에 반영
  - · KASS 서비스 제공자의 운영 체계 수립 시 권고 사항으로 사용

○ KASS 운영기술은 SBAS 개발구축과제에서 작성한 운영개념서에 기술된 요구항목을 만족하도록 개발되어야 함

□ 항공용 서비스 안전성 보장 국내 항행 안전시설 운영

※ 국가 항행안전시설 운영 선진화 방안 연구 (항공정책실 공항항행정책관 항행시설과, 2016-10-17~2017-08-12) 수행 발췌

○ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 국내 항행 안전시설은 체계적이고 안정적인 운영기술이 적용되어 운영 중

○ 특히, 항행 안전을 위한 항행 안전 무선시설은 공항용, 항로용, 항로 관제 시스템으로 구분되어 운영 중

- 공항용 항행안전시설 관제용: 레이더 접근관제소, 관제레이더, 지상감시레이더(ASDE), 정밀접근레이더(PAR)
- 공항용 항행안전시설 착륙용: 계기착륙시설 (ILS), 준계기착륙시설 (LLZ/DME), 전방향표지시설 (VOR/DME)
- 항로용 항행안전시설: VOR [9개소], DME [3개소], TACAN [7개소] 운영
- 항로 관제시스템: 인천 ACC [3조, 훈련용 2조], 제주 비상 ACC [3조] 운영

○ 이러한 항행안전무선시설은 공항시설법 시행규칙 「항행안전무선시설의 설

치 및 기술기준」, 「항행안전시설 관리 및 운영규정」등에 의거하여 운영

- 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」제1장 제2조 적용 범위에 따라 제2장 설치 및 기술기준을 제시하였으며 제3장 설치절차 및 방법을 구체적으로 명시

- 「항행안전시설 관리 및 운영규정」제1장 제1조 항공교통의 안전을 확보하고 효율적으로 운영하기 위한 목적에 따라 제2장 관리 및 운영, 제3장 유지보수, 제4장 예방점검, 제5장 비행검사 수검 등으로 구성되어 있으며 세부사항을 구체적으로 기술

□ 항공용 서비스 안전성 보장 국내 항행 안전시설 인증관련 규정

○ 국내 항행안전시설의 제작과 설치·운용을 위해서는 항공법에 의거하여 정해진 기준, 절차 준수

○ 항행안전시설의 제작을 위해서는 항공법 제80조의 2 (항행안전시설의 성능적합증명)에 의거 항행안전시설의 성능적합증명을 받을 수 있음

○ 국내 공항에 항행안전시설의 설치, 운용을 위해서는 항공법 제80조 및 관련 규정에 의거 비행검사 등 항행안전시설이 시설관리 기준에 적합하게 관리되는지 확인하기 위한 검사를 받아야 하며 결과가 기준치 이상 충족

- 항공법 제80조 (비행장 및 항행안전시설의 관리)

- 항행안전시설 비행검사 규정 (국토교통부고시 제2018-307호)

: 제1장 총칙, 제2장 비행검사 요청 및 계획수립, 제3장 비행검사의 종류와 주기, 제4장 항행시설의 운영등급 지정 및 고시, 제5장 비행검사 시 준비 및 조치사항, 제6장 비행검사 절차와 지도점검

: 단, SBAS는 비행검사 규정의 항행안전시설로 등록되어 있지 않음

□ 국내 관련 법제도 현황

○ 공항시설법 공항, 비행장 및 항행안전시설의 설치, 검사, 변경, 관리, 운영 등에 관한 사항이 명시되어 있으며 연관된 조항은 아래와 같음

- 공항시설법 제43조 항행안전시설의 설치

- 공항시설법 제44조 항행안전시설 설치 실시계획의 수립·승인

- 공항시설법 제45조 항행안전시설의 완성검사

- 공항시설법 제46조 항행안전시설의 변경

- 공항시설법 제47조 항행안전시설의 관리

- 공항시설법 제48조 항행안전시설의 비행검사
- 공항시설법 제49조 항행안전시설 사용의 휴지/폐지/재개
- 공항시설법 제50조 항행안전시설 사용료
- 공항시설법 제51조 항행안전시설설치자등의 지위승계
- 공항시설법 제52조 항행안전시설의 성능적합증명
- 공항시설법 제54조 항행안전시설 설치에 관한 준용 규정

○ 공항시설법 시행규칙 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」

- 공항시설법 시행규칙 제36조 제2항, 제40조 제1항에 따른 항행무선시설의 설치 및 관리기준에 관한 세부사항을 규정하기 위한 목적
- 제2장 설치 및 기술기준, 제3장 설치절차 및 방법으로 구성되어 있으며 품질관리, 운영전 성능확인, 운영준비, 완성검사 및 준공확인, 운용개시 승인, 운용개시 검사, 처리, 사후관리와 함께 운용개시, 재검토기한에 대한 절차 및 방법
- 별표 「항행안전무선시설의 설치 및 기술기준」의 제 2장 항행안전무선시설의 세부 기술기준, 7. 위성항법시설(GNSS/SBAS/GRAS,SBAS), 4) SBAS에 관련 기술기준이 기술되어 있으며 SBAS에서 사용되는 위성항법신호의 일반적인 사항은 1)GPS(L1)에 기술

○ 공항시설법 시행규칙 「항행안전시설 관리 및 운영규정」

- 공항시설법 시행규칙 제40조 제1항에 따라 항행안전무선시설 및 항공정보시설의 관리, 운영을 위한 필요 사항을 규정함으로써 항공교통의 안전을 확보하고 항행안전무선시설 및 항행정보시설을 보다 효율적으로 운영하기 위한 목적
- 제2장 관리 및 운영에서 제4조 기본원칙, 제5조 시설의 중지, 제6조 시설의 중지 협의, 제7조 조종사의 장애보고 사항에 대한 조치, 제8조 항행시설 복구의 순서 등이 열거. 이에 의거하여 관리 및 운영 수행
- 제3장 유지보수, 제4장 예방점검, 제5장 비행검사 수검, 제6장 성능확인점검, 제7장 지중통신시설 등의 안전관리, 제8장 항행시설기술검토협의회 설치, 제9장 규정 적용의 우선순위 등에 관한 내용이 상세하게 기술

○ SBAS의 운영기술은 관련 개정을 통해 구체화 되어야 할 필요가 있음

□ 국내 관련 추진 수립 현황 및 계획

※ 항행안전시설 관련 산업 활성화 방안 마련 연구 (항공정책실 공항항행정책관 항행시설과, 2016-10-17~2017-08-12) 수행 발췌

○ 제2차 항공정책기본계획

- 목표 7. 안전하고 효율적인 미래 글로벌 항공교통체계 구현, 라. 신개념 운항기반 구축, 2. 지상시설의 단점을 극복하는 위성항행시스템 기반의 운항체계 강화
- 지상 항행시설의 단점을 보완, 항공기의 공항 접근성 증대 및 항공 안전을 강화하기 위한 위성 기반 운항체계 구축

○ 체계적인 스마트공항 추진을 위한 스마트공항 종합계획 (2017년 12월)

- 4. 스마트 공항운영에 SBAS 도입을 반영한 계획 명시

○ 제3차 항공정책기본계획

- 추진 방향 "(IV-3) 패러다임 변화에 대비한 공역 체계 선제적 구축" - "3 항행기술 발달에 따른 첨단 항공교통관리체계 구축" 에 아래의 계획이 포함됨
  - · (위성기반 항공교통 패러다임 변화) 정밀한 위성항법기반시스템 구축·고도화와 항공교통흐름관리(ATFM*) 시스템을 통한 공항 접근절차, 수용력 증대 추진

※ ATFM : Air Traffic Flow Management

□ 항공용 서비스 안전성 보장을 위한 국내 항행 안전시설의 운영

○ 기존 항행 안전시설의 개발 관련 현황

- 전방향표지시설(VOR/DME) 현대화(개량) 장비구매 사업
- 항행안전시설 점검용 드론시스템 및 개발 SW

□ 초고정밀 보정데이터 생성 기술 개발

○ 국내 초고정밀 보정데이터 제공 시스템은 크게 Network RTK 시스템과 PPP 시스템으로 나뉘며 국내에서는 기반시설 구축을 담당하며, 보정데이터 생성 기술은 국외 도입 방식으로 시스템을 구축 및 운용 중에 있음

- Network RTK 시스템은 국토지리정보원, 대한지적공사, 서울특별시, MBC에서 운용 중인 시스템이 대표적이며, 수신기 및 솔루션 제작 업체인 Trimble社와 Leica社의 기술을 도입하여 시스템을 구축 및 운용 중임
- PPP 시스템은 대한지적공사와 SBS 시스템 구축에 참여하였으며, Geo++사의 GNSMART 기술을 도입하여 시스템을 구축 및 운용 중임

3.3. 문제점 및 개선방안

□ 국외 사례 기반 KASS 안전 운영 및 성능 보증을 위한 소요 기술

○ SBAS를 기 운영 중인 유럽 등의 해외 사례를 종합해 보면 아래의 기술을 개발 완료하였거나 개발 중임

- SBAS 개발
- SBAS 안전 운영 기술
- SBAS 성능 유지 및 감시 기술
- SBAS 운영 인증 기술
- 인터넷 기반 SBAS 보정신호 제공 기술
- 초고정밀 보정데이터 생성 기술 (차세대 SBAS, Network RTK, PPP)

○ 이 중 항공용 서비스 제공을 위한 기술은 SBAS 및 SBAS 운영 체계, SBAS 성능 유지 및 감시 기술, SBAS 운영 인증 획득 기술 및 차세대 SBAS 등이 있음

※ 차세대 SBAS의 경우 현재 미국과 유럽에서 항공용 사용을 목표로 개발 중

[표 3-4] 국외 사례 기반 KASS 안전 운영을 위한 소요 기술 및 적용 분야

기술 구분	적용 분야
SBAS 개발 기술	항공 분야
SBAS 안전 운영 기술	항공 분야
SBAS 성능 유지 및 감시 기술	항공 분야
SBAS 운영 인증 기술	항공 분야
인터넷 기반 SBAS 보정신호 제공 기술	비 항공 분야 (드론 등)
초고정밀 보정데이터 생성 기술	차세대 SBAS : 항공 분야(개발 중) Network RTK, PPP : 비항공분야 (측지 측량 등)

□ 국내 KASS 안전 운영 및 성능 보증 관련 기술 개발 현황 및 문제점

○ 현재까지 국내에서는 “한국형 SBAS 개발구축 사업”을 통해 “SBAS 개발”에

대한 기술을 습득하고 있으나, 이 외의 나머지 기술은 개발 경험이 부재함

○ 따라서 SBAS 안전 운영을 위한 요소 기술 개발 없이 KASS를 항공용으로 사용할 경우 다음과 같은 문제점이 예측됨

- APV-I 성능 유지 기술이 부재하여 KASS 운영 시 장비 노후화, 운영 환경 변화, 우주 환경 변화 등으로 무결성, 연속성, 가용성 및 정확도 등 성능의 점진적인 하락 발생

- KASS가 생성하는 데이터 분석을 전용 기술 없이 수행하는 것은 매우 어렵고 시간이 많이 소요되므로 발생할 수 있는 위험이나, 성능하락을 적기에 예측할 수 없음

- APV-I 서비스에 대한 사용자 기반 성능 모니터링이 수행되지 않으며, 사용자 요구사항 변경 시 대응 불가

※ WAAS, EGNOS의 경우 초기에 APV-I 서비스를 제공하였으나, 현재 성능이 개선된 LPV200 서비스 제공 중

- 항공용 사용자 안전성 입증 기술이 부재하여 KASS 운영기관의 항공용 서비스 수행가능 여부 검증이 어려움

□ 개선방안

○ SBAS 운영 기술 중 항공 분야 적용 시 개발해야 하는 기술 개발을 추진하고 이를 기반으로 KASS 항공용 사용자의 안전성을 확보

- (SBAS 안전 운영 기술) 유럽의 EC-550/2004, 482/2008, 552/2004, 1035/2011 등 혹은 이와 동등한 수준의 규정을 만족하는 SBAS 운영 체계를 구현하기 위한 기술 개발 추진

※ 항공용서비스 위해 분석 및 저감 기술을 통해 KASS 사용 시 발생할 수 있는 위해를 사전에 식별하고 완화방안을 마련하여 사용자의 안전을 보장하는 KASS 운영 가능

- (SBAS 성능 유지 및 감시 기술) KASS는 EGNOS를 기반으로 개발되므로, 유럽의 성능 유지 및 감시 기술을 기반으로 KASS 관련 기술 개발 추진

※ SBAS 성능 유지 및 감시 기술을 사용하여 KASS에서 생성되는 데이터를 분석하여 환경 변화, 장비 노후화 등에도 APV-I급 SBAS의 필수 성능인 무결성, 연속성, 가용성 및 신뢰성 유지가 가능하며,

※ KASS의 성능 하락이나 고장을 예측하여, 해당 상황 발생 이전에 선제적으로 대응 가능

- (SBAS 운영 인증 기술) 유럽의 EC-1034/2011 혹은 이와 동등한 수준의 규정을 만족하는 SBAS 운영 인증 획득 기술 개발 추진

※ SBAS 운영 인증 획득 기술을 통해 KASS 운영기관의 항공용 서비스 제공 가능 여부를 검증 가능

AS-IS	TO-BE
■ SBAS 안전 운영 기술 부재 - KASS를 항공용으로 사용 시 발생할 수 있는 위험 인식 불가	■ SBAS 안전 운영 기술 확보 - KASS를 항공용으로 사용 시 발생할 수 있는 위험 인식 및 완화방안 마련 가능 - 사용자의 안전을 보장하는 KASS 운영 가능
■ KASS 성능 유지 및 감시 기술 부재 - KASS 운영 시 장비 노후화, 운영 환경 변화, 우주 환경 변화 등으로 무결성, 연속성, 가용성 및 정확도 등 성능의 점진적인 하락 발생 - KASS가 생성하는 데이터에 대한 분석이 불가하여 발생할 수 있는 위험이나, 고장 및 성능하락을 예측할 수 없음 - 사용자 기반 성능 모니터링이 수행되지 않음 - 사용자 요구사항 변경 시 대응 불가	■ KASS 성능 유지 및 감시 기술 확보 - 환경 변화, 장비 노후화 등에도 APV-I KASS의 필수 성능인 무결성, 연속성, 가용성 및 신뢰성 유지 - KASS의 성능 하락이나 고장을 예측하여, 해당 상황 발생 이전에 선제적으로 대응 - 사용자 기반 성능 모니터링 및 성능 유지 가능 - 사용자 요구사항 변경 사항을 서비스에 반영하여 대응 가능
■ SBAS 운영 인증 기술 부재 - 운영기관의 항공용 사용자 안전성 확보 여부 검증 불가	■ SBAS 운영 인증 기술 확보 - 운영기관의 항공용 사용자 안전성 확보 여부를 검증하여 항공용 서비스 가능 여부 판단 가능

제4장. 기술개발 개요

4.1. 개발 대상 기술

□ KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술의 국내 기술 개발 수준

○ 유럽 등 해외 사례에 따르면 KASS를 사용하여 항공용 서비스를 제공하기 위해 KASS 개발 및 KASS 안전 운영 기술, KASS 성능 유지 및 감시 기술, KASS 운영 인증 기술 등을 개발 해야 함

○ 이 중 SBAS 개발 관련 기술은 개발을 추진 중이나, 나머지 2개의 기술은 국내 기술 개발 경험이 거의 없으며, 해외에서 원천 기술을 보유 중

[표 4-1] 항공 분야 SBAS 운영 기술의 국내 기술 개발 경험

KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	국내 기술 개발 경험
KASS 개발 기술	개발 중('22년 완료 예정)
KASS 안전 운영 기술	개발 경험 없음
KASS 성능 유지 및 감시 기술	개발 경험 없음
KASS 운영 인증 기술	개발 경험 없음

□ KASS **안전 운영 및 성능 보증 기술 중 본 과제의 기술 개발 범위**

○ 항공 분야 KASS 운영 기술 중 국내 기술력이 낮은 기술을 대상으로 위성항법보정시스템 안전운용기술 개발 범위로 선정

○ KASS 운영 인증 기술의 경우 인증 당국인 국토교통부 주도로 개발해야 하는 기술이므로 본 과제에 포함시키지 않음

○ 따라서 본 과제에서는 KASS 안전 운영 기술과 KASS 성능 유지 및 감시 기술 개발을 추진

[표 4-2] 본 과제의 항공 분야 SBAS 운영 기술 개발 범위

기술 구분		본 과제 포함 여부
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	KASS 안전 운영 기술	전체 포함
	KASS 성능 유지 및 감시 기술	전체 포함
	KASS 운영 인증 기술	미 포함

○ (KASS 안전 운영 기술) KASS 안전 운영 기술의 경우 항공용 사용자의 안전을 보장할 수 있도록 기술이 개발되어야 하며, 유럽 규정 등 국제적 수준의 운영 인증 수준을 만족하도록 개발 필요

○ (KASS 성능 유지 및 감시 기술) KASS 성능유지 및 감시 기술의 경우 KASS가 APV-I급 성능을 유지할 수 있도록 개발해야하며, ESSP가 개발 및 운영 중인 기술 중 14종의 성능 유지 및 감시 기술 개발 필요

- ESSP는 총 19종의 성능 유지 및 감시 기술을 개발 및 운영 중이나 이 중 5종의 기술은 KASS 개발 구축사업에서 개발하고 있음
- KASS 운영 데이터를 기록하는 기술 및 시스템 및 하위시스템 개발 검증을 위해 필수적으로 요구되는 기술은 KASS 개발 구축사업에 포함되어 개발 중
- KASS 시스템과 독립적으로 구성되어 KASS의 성능을 측정하거나 운영기관의 운영 및 유지보수 데이터를 관리하고 운영자 교육을 위한 기술은 KASS의 운영 체계를 구축하는 운영기술개발 사업에서 개발하는 것이 적절함

[표 4-3] ESSP의 성능 유지 및 감시 기술 및 국내 기술 개발 현황

번호	KASS의 APV-I급 성능 유지를 위한 기술 (EU ESSP 제안 기준) - 19종	KASS 사업에서 개발 - 5종	본 과제에서 개발 - 14종
1	SBAS 데이터 기록 기술(The Archive Server and associated Analysis Technology)	●	
2	하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 기술(Sub-Systems monitoring statistics Technology)		●
3	하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 기술(Operational Analysis Technology)		●
4	기준국 데이터 품질 모니터링 기술(Reference Station Technology)		●
5	외부 데이터 수집 기술(External Data Acquisition Technology)		●
6	SBAS 및 하위체계 형상 관리 기술(Configuration Management Technology)	●	
7	네트워크 모니터링 에이전트(SBAS Network Monitoring Technology)	●	
8	네트워크 모니터링 및 분석 기술(WAN Monitoring with the FEE)		●
9	하위 체계 모니터링 기술(System Technology Real Time Monitoring)		●
10	통합운영국 기반 SBAS 데이터 재생 기술(SBAS Data Replay simulating Technology with Control Station)		●
11	준실시간 APV-I SIS 성능 측정 기술(Fast SIS Performance Monitoring Technology)		●
12	SBAS 성능하락 예측 기술(Performance Degradation Alert Technology)		●
13	SBAS 서비스 커버리지 시뮬레이터(Service Volume Simulating Technology)		●
14	고속 SBAS 보정신호 생성 및 데이터 재생 시뮬레이터(SBAS Computation Chain & Fast Data Replay Simulating Technology)	●	
15	하위체계 유지보수를 위한 통합운영국 시뮬레이터(Control Station Simulator for Local Maintenance Equipment and Subsystem Maintenance Technology)	●	
16	통합운영국 분석 및 검증을 위한 SBAS 하위체계 시뮬레이터(Assets Simulating Technology for Control Station Analysis and Test)		●
17	훈련용 SBAS 하위체계 시뮬레이터(Assets Simulating Technology for Training)		●
18	이상 상황 관리 기술(Anomalies/ Observations Report Technology)		●
19	하위체계 운영 및 유지보수 관리 기술(Operation Management Technology)		●

4.2. 핵심 기술 및 구성 기술의 정의

□ 위성항법보정시스템 안전운용기술 개발 과제에서는 [표 4-4]과 같이 “KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술” 개발을 포함함

[표 4-4] 핵심기술의 정의

과제명	핵심기술	정 의
위성항법보정 시스템 안전운용기술 개발 사업	I. KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	국제적 수준의 KASS 운영 인증 기준을 만족하며 APV-I급 성능을 만족하는 항공용 서비스를 제공하기 위해 KASS 항공용 사용자 안전성을 보장하는 KASS 운영 기술 및 KASS 성능 유지 및 감시기술 개발

□ “KASS 운영 기술”은 “KASS 항공용 사용자 안전성을 보장하는 KASS 운영 기술” 및 “KASS 성능 유지 및 감시 기술” 등 총 2개의 단위 기술로 구성됨

[표 4-5] 핵심기술별 구성기술의 정의

핵심 기술	구성 기술	정 의
I. KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	1. KASS 안전 운영 기술 개발	- KASS 운영 체계 요구사항, KASS 성능 유지 및 감시 기술 임무요구사항을 도출하고 각 요구사항의 검증 기술 연구 - KASS 운영 체계 수립을 지원하기 위해 KASS 운영 기술, KASS 운영 인증 획득 기술, 및 KASS 서비스 제공 기술 등 등 체계 구현 기술 연구
	2. KASS 성능 유지 및 감시 기술	- KASS 운영 인증 기준을 만족할 수 있도록 SIS 성능 확보 및 유지를 위한 기술을 개발하고 및 운영 방안 수립

4.3. 기술개발 목표

4.3.1. 비전 및 체계도

비전	R&D로 추진 중인 한국형 정밀 GPS 위치보정시스템(KASS)의 '23년 항공용서비스 제공 목표 달성과 성공적 수행

사업목표	**국제민간항공기구(ICAO)의 국제표준 기술기준을 지속적으로 만족하기 위한 시스템 성능 유지·감시, 운영 플랫폼 구현 및 안전성 확보에 대한 국내 기술개발**	
	위성항법 기반 항행안전 서비스를 제공할 수 있는 기술을 개발하여 **항공경쟁력 강화의 발판 마련**	정확하고 믿을 수 있는 위성항법 기반 위치 정보를 안정적으로 제공할 수 있는 기반을 마련하여 **위치기반 서비스 산업 활성화**

성과목표	**1기 성과 목표 (2021년 ~ 2022년)**	**2기 성과 목표 (2023년 ~ 2025년)**
	KASS 안전 운영 기술 설계 및 개발	KASS 성능유지 및 감시기술 개발
	KASS 성능유지 및 감시기술 설계	KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 검증

구성 기술 및 기술 개발 목표	**[구성기술 I]** KASS 안전 운영 기술	**[구성기술 II]** KASS 성능 유지 및 감시 기술
	ㅇ (기술개발 목표1) KASS 운영 인증과 관련된 법제도를 만족하고 항공용 사용자의 위해를 저감할 수 있도록 KASS 안전 운영 기술과 KASS 성능 유지 및 감시 기술에 대한 요구사항을 도출하고 입증 방안을 연구 ㅇ (기술개발 목표2) 국토교통부의 KASS 운영체계 수립을 지원하기 위해 KASS 운영 체계 요구사항을 만족하는 운영체계 구현 기술 개발	ㅇ (기술개발 목표) KASS의 SIS 성능 확보 및 유지를 위해 운영자료 수집 및 분석기술, 성능 모니터링 기술, 성능 예측기술, 시스템 검증기술 및 운영자 훈련기술 등을 개발하고 운영 방안을 수립

4.3.2. 구성기술 및 기술개발 목표

□ (I - 1) KASS 안전 운영 기술

○ (개요) 국제적 수준의 KASS 운영 인증 기준을 만족하기 위해 KASS의 항공용 사용자 안전을 보장하는 방안을 연구하고 검사기관에 입증하는 방안을 연구하며 KASS 운영 체계 수립을 지원하기 위한 운영체계 구현기술 연구

○ (기술개발 목표1) KASS 운영 인증과 관련된 법제도를 만족하고 항공용 사용자의 위해를 저감할 수 있도록 KASS 안전 운영 기술과 KASS 성능 유지 및 감시 기술에 대한 요구 사항을 도출하고 입증 방안을 연구

- KASS 운영 체계 요구사항 도출
- KASS 운영 체계 요구사항 검증방안 연구
- KASS 성능 유지 및 감시 장비 임무요구사항 연구
- KASS 성능 유지 및 감시 장비 검증방안 연구
- KASS 운영 체계 검증 및 KASS 성능 유지 및 감시 체계 검증

○ (기술개발 목표2) KASS 운영 체계 수립을 지원하기 위해 KASS 운영 체계 요구사항을 만족하는 운영체계 구현 기술 개발

- KASS 운영 기술
- KASS 운영 인증 획득 기술
- KASS 서비스 제공 기술

□ (I - 2) KASS 성능 유지 및 감시 기술

○ (개요) KASS 항공용 사용자 안전을 보장하는 KASS 운영 기술에서 도출된 성능 유지 및 감시 장비 임무요구사항을 만족하는 KASS의 APV-I급 SIS(Signal In Space) 성능 확보 및 유지를 위한 시스템을 개발

○ (기술개발 목표) KASS의 SIS 성능 확보 및 유지를 위해 운영자료 수집 및 분석기술, 성능 모니터링 기술, 성능 예측기술, 시스템 검증기술 및 운영자 훈련기술 등을 개발하고 운영 방안을 수립

※ 본 과제에서 수립된 KASS 성능 유지 및 감시 기술의 목표는 KASS와 유사한 유럽의 SBAS의 운영 기관인 EGNOS 사례를 기반으로 설정되었으며, 현재 설정된 목표를 달성할 경우 유럽의 SBAS 인증 기준을 만족할 수 있음

※ 항행서비스 제공환경은 대한민국과 유럽이 매우 유사하지만, 항행서비스제공자(국토교통부)는 유럽과 상이하므로, "(I-1)"의 결과에 따라 "(I-2)"의 개발 목표가 조정될 수 있음

- 하위체계* 생산자료 수집 및 분석 기술 개발

※ 하위체계 : KASS를 구성하는 하위체계로 기준국(KRS, KASS Reference Station), 중앙처리국(KPS, KASS Processing Station), 위성통신국(KUS, KASS Uplink Station), 정지궤도위성(GEO Satellite) 및 통합운영국(KCS, KASS Control Station) 등이 있음

- KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술 개발
- KASS 검증 기술 개발
- KASS 훈련 기술 및 지원 기술 개발
- KASS 성능 유지 및 감시기술 운영 방안 개발

4.3.3. 단계별 성과목표 및 지표

□ 단계별 성과 목표 및 지표 총괄표

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="4">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="12">단계별 성과목표 및 지표</td><td colspan="4">1단계('21년도~'22년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표구분</td></tr>
<tr><td rowspan="2">○ KASS 안전 운영 기술 설계 및 개발</td><td rowspan="2">0.12</td><td>개발기술 현장 보급 건수</td><td>결과</td></tr>
<tr><td>KASS 안전 운영 기술 안전성 평가 점수</td><td>산출(질)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">○ KASS 성능유지 및 감시기술 설계</td><td rowspan="2">0.88</td><td>핵심문서 작성률</td><td>산출(질)</td></tr>
<tr><td>설계기술의 안전성 평가 점수</td><td>산출(질)</td></tr>
<tr><td colspan="4">2단계('23년도~'25년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표구분</td></tr>
<tr><td rowspan="4">○ KASS 성능유지 및 감시기술 개발</td><td rowspan="4">0.78</td><td>핵심문서 작성률</td><td>산출(질)</td></tr>
<tr><td>시제품 개발 건수</td><td>산출(양)</td></tr>
<tr><td>시험인증 건수</td><td>산출(질)</td></tr>
<tr><td>개발기술 현장보급 건수</td><td>결과</td></tr>
<tr><td rowspan="2">○ KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 검증</td><td rowspan="2">0.22</td><td>KASS 성능유지 및 감시기술의 안전성 평가 점수</td><td>산출(질)</td></tr>
<tr><td>KASS 운영 체계 검증 보고서 작성 건수</td><td>산출(양)</td></tr>
</table>

□ 단계별 성과 지표 및 측정 방법

○ (1기 성과 지표)

성과 목표명	가중치	성과 지표명	단위	구분	목표치		지표 유형	설정사유
				연도	2021	2022		
KASS 안전 운영 기술 설계 및 개발	0.12	개발기술 현장 보급 건수	건	목표	2	3	결과	개발 기술 보급
		KASS 안전 운영 기술 안전성 평가 점수	%	목표	-	80% 이상	산출(질)	성과목표 달성 (항공용 사용자 안전성 확보)
KASS 성능유지 및 감시기술 설계	0.88	핵심문서 작성률	건	목표	100%	100%	산출(질)	기술 개발 실적 측정
		설계기술의 안전성 평가 점수	%	목표	-	80% 이상	산출(질)	성과목표 달성 (항공용 사용자 안전성 확보)
계								

○ (1기 성과 지표 측정방법)

성과 지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기
개발기술 현장 보급 건수	ㅇ KASS 안전 운영 기술의 원활한 보급을 위한 기술 교육 및 기술 지원 회수 산정 - '21년 : 기술 교육 1회 및 기술 지원 1회 - '22년 : 기술 교육 2회 및 기술 지원 1회	ㅇ 측정산식 - 개발기술 현장보급 건수 = 기술 교육 회수 + 기술 지원 회수 ㅇ 측정방법 - KASS 성능유지 및 감시기술 보급을 위해 수행된 기술 교육 및 기술 지원 회수 측정 ㅇ 측정시기 당해연도 말
KASS 안전 운영 기술 안전성 평가 점수	ㅇ KASS 안전 운영 기술의 항공용 안전성 확보를 위해 80% 이상의 안전성 요구사항 만족도 설정	ㅇ 측정산식 - 운영체계 안전성 평가 점수 = $\frac{\text{만족 요구사항 건수}}{KASS\text{안전 운영 기술관련안전성요구사항건수}} \times 100$ ㅇ 측정방법 - KASS 안전 운영 기술의 항공용 사용을 위한 안전성 요구사항 중 KASS 시스템 운영 기술 , KASS 운영 인증 획득 기술 및 KASS 서비스 제공 기술과 관련된 요구사항을 사전에 식별하고 요구사항 건수 대비 만족 건수로 측정

		ㅇ 측정시기 - '22년 말 ㅇ KASS 안전 운영 기술 관련 안전성 요구사항 - 유럽 SBAS 운영 관련 기준(EC Regulation 482/2008, 552/2004, 1035/2011 혹은 이와 동등하다고 인정되는 규정 중 SBAS 운영에 해당되는 기준) 혹은 한국의 SBAS 운영 관련 기준에서 도출되는 항공 안전 관련 요구사항 - SBAS 개발구축사업에서 생성한 운영개념서(OMCD) 및 기술문서에서 도출되는 항공 안전 관련 요구사항 - SBAS 개발구축사업에서 도출된 KASS 운영 기관 관련 안전권고사항에서 도출되는 항공 안전 관련 요구사항 ※ 운영개념서, 기술문서 및 안전권고사항은 항공기의 안전에 영향성이 없다고 판단되는 경우 KASS 운영 기관이 변경하여 적용할 수 있음
핵심문서 작성률	ㅇ 기술개발 공정을 준수하기 위해 사전 설정된 핵심문서는 모두 완성하는 것으로 설정	ㅇ 측정산식 - 핵심문서 작성률 = $\frac{\text{핵심기술문서확보건수}}{\text{핵심기술문서목표건수}} \times 100$ ㅇ 측정방법 - 전체 사업에서 개발예정인 핵심 기술문서* 목표를 사전 설정하고, 목표건수 대비 확보건수로 산정 * 범위 : 설계관련 기술문서, 운영 및 유지보수 매뉴얼, 교육자료, 검증 기준안, 등 ㅇ 측정시기 당해연도 말
설계기술의 안전성 평가 점수	ㅇ KASS 성능유지 및 감시기술에 대한 설계내역의 항공용 안전성 확보를 위해 80% 이상의 안전성 요구사항 만족도 설정	ㅇ 측정산식 - 설계기술의 안전성 평가 점수 = $\frac{\text{만족 요구사항 건수}}{\text{KASS 성능유지 및 감시 기술 관련 안전성 요구사항}}$ ㅇ 측정방법 - KASS 성능유지 및 감시기술의 항공용 사용을 위한 안전성 요구사항을 사전에 식별하고 요구사항 건수 대비 KASS 성능유지 및 감시기술의 설계내역의 만족 건수로 측정 ㅇ 측정시기 - '22년 말 ㅇ KASS 성능유지 및 감시기술 관련 안전성

		요구사항 - KASS 운영체계 구현기술 개발 시 도출된 KASS 성능 유지 및 감시 기술 임무요구사항 중 항공 안전과 관련된 요구사항 - SBAS 개발구축사업에서 생성한 운영개념서(OMCD) 및 기술문서에서 성능측정 및 유지와 관련하여 도출되는 항공 안전 관련 요구사항 - SBAS 개발구축사업에서 도출된 KASS 운영 기관 관련 안전권고사항 중 성능측정 및 유지와 관련하여 도출되는 항공 안전 관련 요구사항 ※ 운영개념서, 기술문서 및 안전권고사항은 항공기의 안전에 영향성이 없다고 판단되는 경우 KASS 운영 기관이 변경하여 적용할 수 있음

○ (2기 성과 지표)

성과 목표명	가중치	성과 지표명	단위	구분	목표치			지표 유형	설정사유
				연도	2023	2024	2025		
KASS 성능유지 및 감시기술 개발	0.78	핵심문서 작성률	%	목표	100%	100%	100%	산출(질)	기술 개발 실적 측정
		시제품 개발건수	건	목표	14건 이상	-	-	산출(양)	
		시험인증건수	건	목표	-	2	-	산출(질)	성과목표 달성 (항공용 사용자 안전성 확보)
		개발기술 현장보급 건수	건	목표	7건 이상	5건 이상	2건 이상	결과	개발 기술 보급
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 검증	0.22	KASS 성능유지 및 감시기술의 안전성 평가 점수	%	목표	-	-	80% 이상	산출(질)	성과목표 달성 (항공용 사용자 안전성 확보)
		KASS 운영 체계 검증 보고서 작성 건수	건	목표	-	-	1건	산출(양)	
계									

○ (2기 성과 지표 측정방법)

성과 지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기
핵심문서 작성률	ㅇ 기술개발 공정을 준수하기 위해 사전 설정된 핵심문서는 모두 완성하는 것으로 설정	ㅇ 측정산식 - 핵심문서 작성률 = $\frac{\text{핵심기술문서확보건수}}{\text{핵심기술문서목표건수}} \times 100$ ㅇ 측정방법 - 전체 사업에서 개발예정인 핵심 기술문서* 목표를 사전 설정하고, 목표건수 대비 확보건수로 산정 * 범위 : 설계관련 기술문서, 운영 및 유지보수 매뉴얼, 교육자료, 검증 기준안, 등 ㅇ 측정시기 당해연도 말
시제품 개발건수	ㅇ 14종의 KASS 성능유지 및 감시기술별 시제품의 개수로 산정	ㅇ 측정산식 - 시제품 개발 건수 ㅇ 측정방법 - 14종의 KASS 성능유지 및 감시기술에 대한 시제품 개발 건수 측정 ㅇ 측정시기 '25년 말
시험인증 건수	ㅇ 항공고시보(NOTAM)관련 KASS 성능측정 및 유지기술(2종)의 안전성 확보를 위한 만족 건수 산정	ㅇ 측정산식 - 관련 표준 만족 건수 ㅇ 측정방법 - KASS 성능유지 및 감시기술 중 전문기관 혹은 전문가의 평가를 통해 DO-178 혹은 DO-278 혹은 이와 동등 규격을 만족하는 기술의 건수 측정 - 안전요구도는 "minor" 혹은 이와 동등한 기준 적용 ㅇ 측정시기 '25년 말
개발기술 현장보급 건수	ㅇ KASS 성능감시 및 유지기술의 원활한 보급을 위한 기술 교육 및 기술 지원 회수 산정 - '21년 : 기술 교육 7회 및 기술 지원 3회 - '22년 : 기술 교육 3회 및 기술 지원 2회	ㅇ 측정산식 - 개발기술 현장보급 건수 = 기술 교육 회수 + 기술 지원 회수 ㅇ 측정방법 KASS 성능유지 및 감시기술 보급을 위해 수행된 기술 교육 및 기술 지원 회수 측정 ㅇ 측정시기 당해연도 말

KASS 성능유지 및 감시기술의 안전성 평가 점수	ㅇ KASS 성능 유지 및 감시 기술의 항공용 안전성 확보를 위해 80% 이상의 안전성 요구사항 만족도 설정	ㅇ 측정산식 - KASS 성능 유지 및 감시 기술의 안전성 평가 점수 = $\frac{\text{만족 요구사항 건수}}{KASS\text{성능유지및감시기술관련안전성요구사항건수}} \times 100$ ㅇ 측정방법 - 1기에서 도출한 KASS 성능유지 및 감시기술 관련 안전성 요구사항 건수 대비 만족 건수로 측정 ㅇ 측정시기 - '25년 말
KASS 운영 체계 검증 보고서 작성 건수	ㅇ 국토교통부가 수립한 KASS 운영 체계 검증을 위해 1회의 검증 보고서 작성	ㅇ 측정산식 - 국토교통부가 수립한 KASS 운영체계 검증 보고서 작성 건수 ㅇ 측정방법 - 국토교통부가 KASS 안전 운영 기술에 기반하여 수립한 KASS 운영, 유지보수, 인증 획득, 서비스 제공을 위한 체계 등을 포함한 KASS 운영 체계를 KASS 안전 운영 기술 관련 안전성 요구사항을 기반으로 검증하고 보고서를 작성한 건수 측정 ㅇ 측정시기 - '25년 말

제5장. 세부 연구내용

5.1. 기술개발 방향

□ 구성 기술별 개발 방향

핵심 기술	구성 기술	한계점	기술개발 방향
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	KASS 안전 운영 기술 개발	항공용 사용자 안전 보장 기술 부재, KASS 운영 인증 기준 필요	o 항공용 사용자 안전을 보장할 수 있는 운영 기술 요구사항 우선 개발 o 요구사항 정의, 구현 및 검증 등의 시스템 공학 방법론을 적용하여 운영 기술 개발 o 유럽의 SBAS 운영 관련 기준을 만족하는 운영 기술 개발
	KASS 성능 유지 및 감시 기술	성능 유지 및 감시 기술의 운영 방안 부재, 항공용 사용자 안전 보장을 위한 품질 기준 필요	o KASS 성능 유지 및 감시 관련 임무 요구사항 우선 개발 o 요구사항 정의, 구현 및 검증 등의 시스템 공학 방법론을 적용하여 성능 유지 및 감시 기술 개발 o NOTAM 관련 장비의 경우 DO-178 등 항공용 소프트웨어 개발 기준 적용

5.2. 개발내용별 목표 및 상세내용

□ 연구개발 주요 내용

핵심기술	단위기술	세부기술	주요 연구 내용
I. KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	1. KASS 안전 운영 기술	가. 항공용 사용자 안전을 보장하는 KASS 운영 체계 요구사항 도출	o 국내 상황에 적합한 KASS 항공용 서비스 요구사항 정의 및 개념 도출 o KASS 운영인증 법제도 준수방안 연구 o KASS 사용 시나리오 및 운영개념서(OMCD) 기반 KASS 항공용 사용자 위해저감 및 안전 보장 방안 연구 o 운영 인증 법제도를 만족하고 항공용 사용자의 안전을 보장하는 KASS 운영체계* 안전성 요구사항 도출

핵심기술	단위기술	세부기술	주요 연구 내용
			* KASS 시스템 운영, KASS 운영 인증 획득 및 KASS 서비스 제공 관련 체계
		나. KASS 운영 체계 요구사항 검증방안 연구	o "KASS 시스템 운영 기술", "KASS 운영 인증 획득 기술", "KASS 서비스 제공 기술"의 KASS 운영 체계 요구사항 만족 여부를 검증할 수 있는 계획 및 방법 수립 * KASS 운영 체계 요구사항 검증 방안은 본 과제에서 개발된 "KASS 시스템 운영 기술", "KASS 운영 인증 획득 기술", "KASS 서비스 제공 기술"에 대한 검증 방안과 함께 국토교통부가 이를 기반으로 개발한 KASS 운영체계에 대한 검증 방안을 포함해야 함
		다. KASS 성능 유지 및 감시 기술 임무요구사항 도출	o KASS 운영 체계를 지원하고 KASS의 APV-I 급 성능을 보장하기 위해, KASS 성능 유지 및 감시 기술의 임무요구사항 도출 - 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 임무요구사항 도출 - KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종) 임무요구사항 도출 - KASS 검증 기술(2종) 임무요구사항 도출 - KASS 훈련 기술(3종) 및 지원 기술 임무요구사항 도출 o 운영 인증 법제도를 만족하고 항공용 사용자의 안전을 보장하는 KASS 성능 유지 및 감시 기술 안전성 요구사항 도출
		라. KASS 성능 유지 및 감시 기술 검증방안 연구	o "하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술", "KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술", "KASS 검증 기술", "KASS 훈련 기술 및 지원 기술" 등 14종의 기술에 대하여 KASS 성능유지 및 감시 임무요구사항 만족 여부를 검증할 수 있는 계획 및 방법 수립
		마. KASS 운영 체계 검증 및 KASS 성능 유지	o "KASS 운영 체계 요구사항 검증 방안", "KASS 성능 유지 및 감시

핵심기술	단위기술	세부기술	주요 연구 내용
		및 감시 체계 검증	기술 검증방안"에 따라 본 과제에서 개발된 KASS 안전 운영 및 감시 기술을 검증하고 국토교통부가 수립한 KASS 운영체계를 검증 * KASS 운영체계 안전성 요구사항 및 KASS 성능 유지 및 감시 기술 안전성 요구사항에 대한 검증결과 필수 포함
		바. KASS 시스템 운영 기술 개발	o 시스템 운영체계 통제 기술 o 시스템 운영 관리 기술 o ILS(Integrated Logistics Support) 기반 유지보수 관리 기술 o 시스템 관리 및 운영을 위한 엔지니어링 기술 o SLA(Service Level Agreement) 기반 아웃소싱 관리 기술
		사. KASS 운영 인증 획득 기술	o KASS 운영기관 인증 획득 기술 - 법제도 분석 및 준수계획 수립 - KASS 시스템 운영 유지 기술 수립 지원 - KASS 시스템 운영 유지 기술 검증 - KASS 운영기관 적합성 입증 o KASS 안전성 입증 기술 - 설계안전성 자료집(Safety Case A) 검증 - 운영안전성 자료집(Safety Case B) 개발 및 검증 - 시스템 또는 운영체계 변경 시 안전성 자료집(Safety arguments) 개발 및 검증 - 검증완료선언(DoV, Declaration of Verification) 및 안전성 준수 입증 자료집 o 조직 관리 기술 - 인적 자원 관리, 재무 관리, 책임 보험 관리, 품질 보증, 보안 관리, 위험 관리 등
		아. KASS 서비스 제공 기술	o KASS 서비스 모델링 및 운영 개념 수립 o KASS 서비스 제공 준비 기술 - 사용자 체감 성능 측정 - KASS 성능 측정 및 온라인 배포

핵심기술	단위기술	세부기술	주요 연구 내용
			- KASS 사용자 대상 성능저하 경고 메시지 발송(NOTAM 포함) - KASS 사용자 지원(오류 대응) - 신규 서비스 개발, 서비스 개선, 서비스 적용 지원, 서비스 제공 준비 및 서비스 관리(KPI 수립 및 측정) o 도메인별* KASS 서비스 제공 기술 - 도메인별* 서비스 수준 정의 방안 - 도메인별* KASS 서비스 제공 전략 - KASS 서비스 제공자와 도메인별 사용자간 서비스 협정(rule making) 방안 - 도메인별* KASS 서비스 적용 방안 - 파일럿 프로젝트 수행 방안 - 서비스 활성화 방안 * "도로교통", "철도교통" 및 "측지측량" 분야
	2. KASS 성능 유지 및 감시 기술	가. 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 개발	o 하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 기술(Sub-Systems Monitoring Statistics Technology) 개발 - 하위체계의 고장 및 기능 실패 사항을 수집 및 분석하여 KASS 가용성 통계자료를 제공하는 기술 및 시제품 개발 o 하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 기술(Operational Analysis Technology) 개발 - 하위체계 데이터를 수집 및 분석하여 KASS의 무결성, 정확도, 연속성 및 가용성을 계산하고 통계자료를 제공하는 기술 및 시제품 개발 * KASS의 중앙처리국에 적용된 알고리즘을 기반으로 제작되어야 함 o 기준국 데이터 품질 모니터링 기술(KRS Data Quality Monitoring Technology)개발 - 기준국에서 수집하는 위성 데이터의 품질을 분석하고 통계자료를 제공하는 기술 및 시제품 개발 o 외부 데이터 수집 기술(External Data Acquisition Technology) 개발 - GPS 위성의 궤도력, 지구 자전축정보,

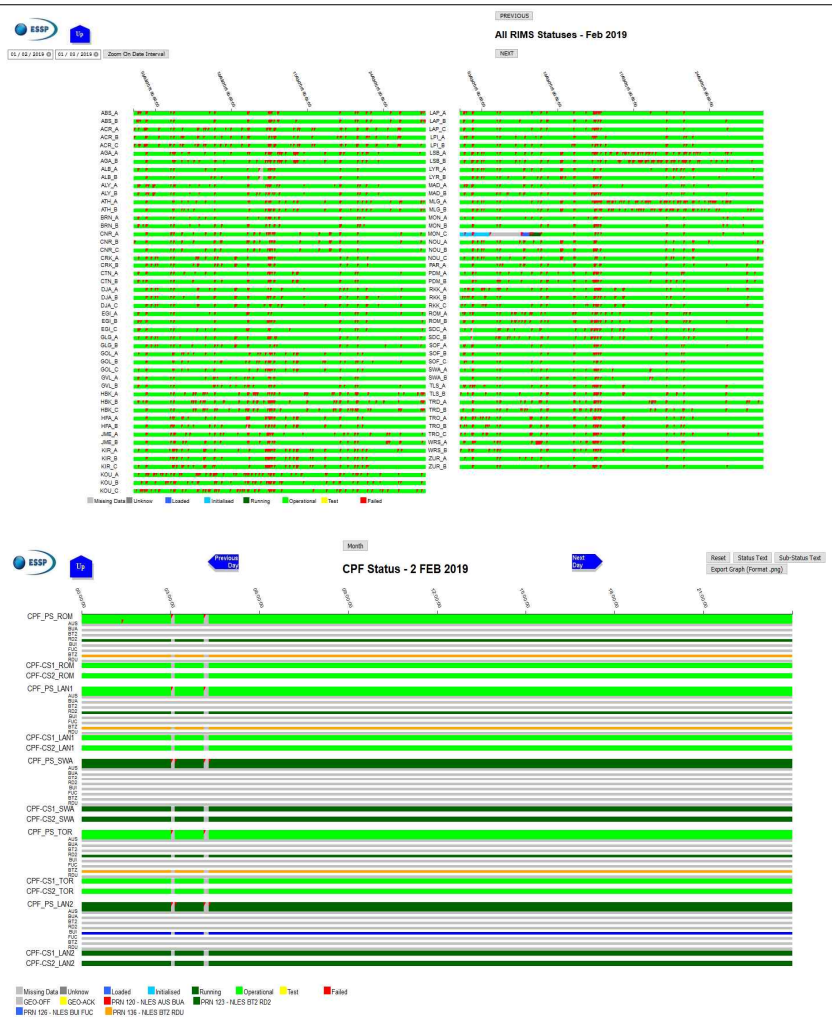
핵심기술	단위기술	세부기술	주요 연구 내용
			대륙이동 정보 등의 KASS 외부 입력 데이터를 수집하는 기술 및 시제품 개발
		나. KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술	o 네트워크 모니터링 및 분석 기술(WAN Monitoring Technology with the FEE) 개발 - 네트워크 중단 및 지연시간 등을 실시간으로 측정 및 기록하고, 네트워크 도구의 로그를 분석하는 기술 및 시제품 개발 o 하위 체계 모니터링 기술(System Real Time Monitoring Technology) 개발 - 하위체계 및 하위체계의 구성요소에 대한 설정, 상태, 모드 및 실패 사항을 실시간 모니터링하는 기술 및 시제품 개발 o 통합운영국 기반 KASS 데이터 재생 기술(KASS Data Replay simulating Technology with KCS) 개발 - 기록된 KASS 데이터를 기반으로 KASS 성능 및 하위체계의 비정상 작동을 재현하고 분석하는 기술 및 시제품 개발 o 준실시간 APV-I SIS 성능 측정 기술(Fast SIS Performance Monitoring Technology) 개발 - KASS 보정정보를 수신 받아 KASS의 SIS 성능, 보호수준, 서비스 영역, 지역별 정확도 등을 준실시간 및 매일 분석하고 기록하는 기술 및 시제품 개발 * KASS 사용자 체감 성능 측정을 위해 KASS와 독립적으로 수신기 및 네트워크 사용 o KASS 성능하락 예측 기술(Performance Degradation Alert Technology) 개발 - KASS SIS 성능하락을 예측하기 위해 모든 위성에 대한 사용 가능 여부 및 모니터링 상태를 감시하는 기술 및 시제품 개발 * KASS 사용자 체감 성능 측정을 위해 KASS와 독립적으로 수신기 및 네트워크 사용
		다. KASS 검증 기술	o KASS 서비스 커버리지 시뮬레이팅 기술(Service Volume Simulating Technology) 개발 - KASS 하위체계 배치에 따라 위치보정 서비스의 성능 및 커버리지를 시뮬레이트하는 기술 및 시제품 개발

핵심기술	단위기술	세부기술	주요 연구 내용
			o 통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술 (Assets Simulating Technology for KCS Analysis and Test) 개발 - KASS 하위체계를 모사하여 통합운영국을 가상으로 작동시키는 기술 및 시제품 개발
		라. KASS 훈련 기술 및 지원 기술	o 훈련용 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술 (Assets Simulating Technology for Training) 개발 - "통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이터"를 기반으로 KASS 운영절차에 따라 통합운영국을 작동 시켜 운영자를 훈련 시키는 기술 및 시제품 개발 * KASS의 운영체계에 따른 운영절차 및 훈련용 시나리오가 개발되어 있어야 함 o 이상 상황 관리 기술(Anomalies/ Observations Management Technology) 개발 - KASS 운영 중 KASS 및 하위체계에서 발생하는 비정상 사항을 기록하고 분석 및 추적하는 기술 및 시제품 개발 * KASS 및 하위체계의 구성 및 설정 변경사항을 "이상 상황 관리 기술"에 지속적으로 반영함 o 하위체계 운영 및 유지보수 관리 기술 (Operation Management Technology) 개발 - 하위체계 및 하위체계를 구성하는 컴포넌트 별로 하드웨어 유지보수 및 개선에 따른 하드웨어 변경 사항, 문제보고(trouble ticket), 작업지시 등을 관리하는 기술 및 시제품 개발 * KASS 및 하위체계의 구성 및 설정 변경사항을 "하위체계 운영 및 유지보수 관리 기술"에 지속적으로 반영함
		마. KASS 성능 유지 및 감시기술 운영 방안	o KASS 성능 유지 및 감시기술 TIB (Technical Instruction Book) 개발 - 기능별 설명 및 작동방법 등 기술자료 개발 - 기술별 수정/예방 유지보수 기술자료 개발 o "KASS 운영 및 유지 체계"에 따른 KASS

핵심기술	단위기술	세부기술	주요 연구 내용
			성능 유지 및 감시기술 사용 방안 개발* - 운영체계별 해당 기술에 대한 사용 절차 및 매뉴얼 개발 - 유지보수체계별 해당 기술에 대한 유지보수 절차 및 매뉴얼 개발

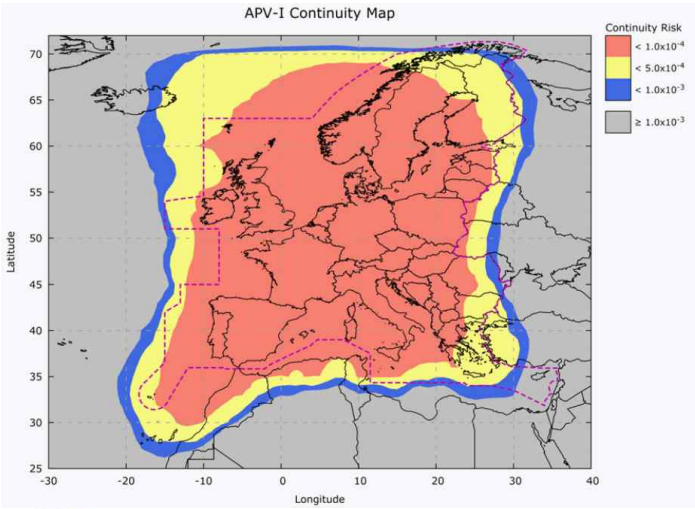
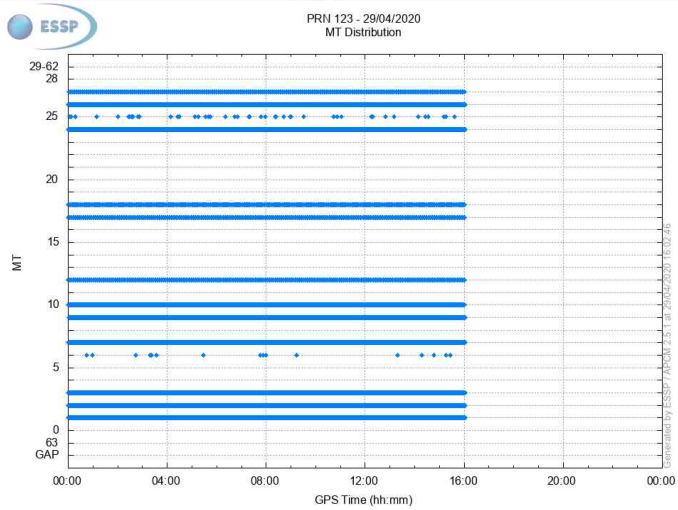
□ KASS 성능 유지 및 감시 기술 세부 연구 내용

○ 하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 기술(Sub-Systems Monitoring Statistics Technology)

용도	해당 장비는 하위 시스템과 Signal-in-Space의 관측 통계정보를 계산하고 하위 시스템의 갑작스러운 정지 및 오류, 중앙처리국 QoS, 각 정지궤도위성에 대한 선정된 중앙처리국 및 위성통신국에 대한 정보를 수집함		
주요 기능	o 중앙처리국, 위성통신국 및 정지궤도위성의 작동 실패 이력 저장 o 중앙처리국, 위성통신국 및 정지궤도위성의 성능 보고서 및 월별 통계자료 산출 o 이상 및 관찰항목에 대한 조치결과 추적 관리		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)			
개발 난이도	(상, ㉥, 하)	**개발인력**	총 3.2 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	1 년

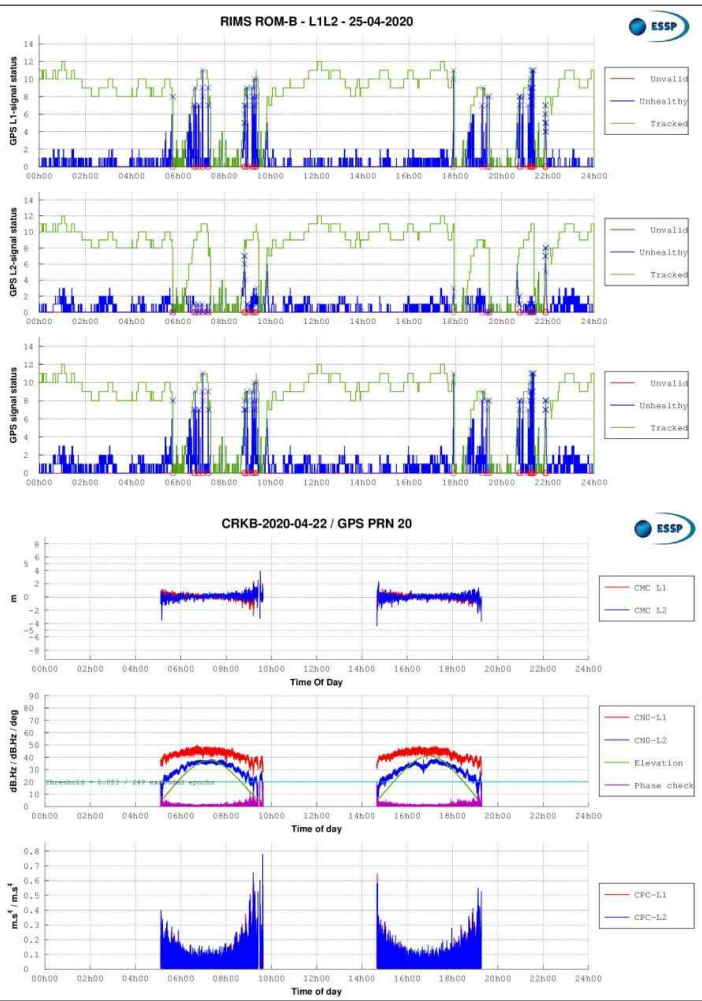
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 기술 (Operational Analysis Technology)

용도	위치 및 의사 거리에 대한 성능분석을 위해 사용되며 IGS를 활용하여 무결성, 정확성, 연속성, 가용성에 대한 데이터를 수집하고 분석함		
주요 기능	o KASS 데이터 분석을 통한 서비스 지도 생성 및 저장 o KASS 데이터 분석을 통한 무결성 데이터 생성 및 저장 o KASS 데이터 분석을 통한 MOPS 적합성 데이터 생성 및 저장 o KASS 데이터 분석을 통한 IGP 및 SV 관측 상태 데이터 생성 및 저장 o KASS 데이터 분석을 통한 정확성 데이터 생성 및 저장 o KASS 데이터 분석을 통한 연속성 데이터 생성 및 저장 o KASS 데이터 분석을 통한 가용성 데이터 생성 및 저장		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 7.5 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	1.5 년

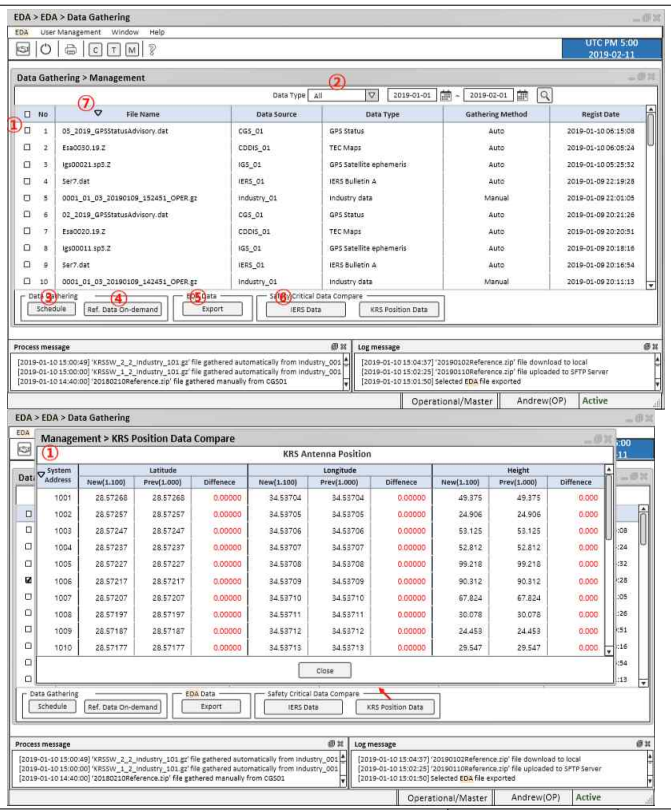
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 기준국 데이터 품질 모니터링 기술(KRS Data Quality Monitoring Technology)

용도	KASS 교정 유지보수 활동 및 소프트웨어 유지보수를 지원하기 위하여 요구되는 개발 장비로, 기준국에서 수집하는 위성 신호 및 데이터의 품질을 분석하고 통계 자료를 제공함		
주요 기능	o L1/L2 비정상 신호 감시 o 사이클 슬립, GEO CCC(Code-Carrier Coherence) o 재밍, 다중경로오차, Loss 점검, 반송파 대 잡음비 o EWF(Evil Waveform) 상태 표시 o GPS & GEO 항법 데이터 품질 o 기준국 클럭 드리프트 o 기준국 하드웨어 바이어스		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)			
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 2.5 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	1.5 년

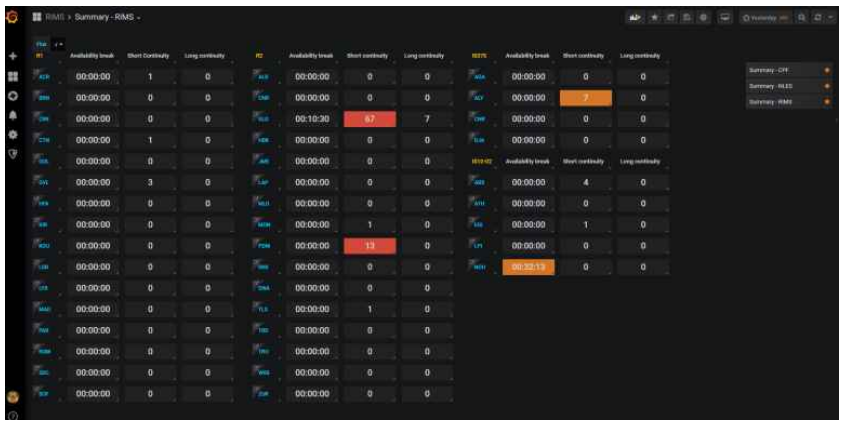
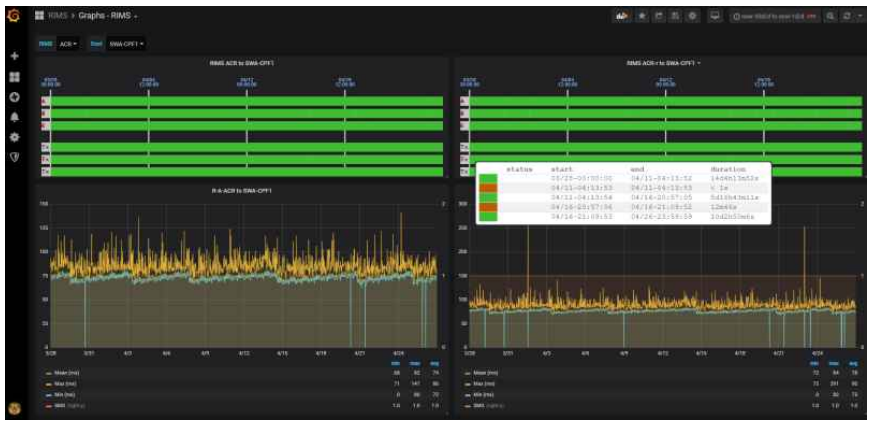
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 외부 데이터 수집 기술(External Data Acquisition Technology)

용도	KASS 성능 분석을 위해 필요한 외부 데이터를 수집함		
주요 기능	o Rapid ephemeris D+5 (CDDIS) - GPS 위성에 대한 빠른 위치 정보 (5일 후) o Precise ephemeris D+21 (CDDIS) : KCS EDA에서 수신함 - GPS 위성에 대한 정확한 위치 정보 (21일 후) o IONEX (CDDIS) - 전리층 보정 정보 o BRDC (CDDIS) - GPS 위성 궤도 파라미터 o P1-C1 DCB (UNIBE) - GPS Clock 정보 o IERS (USNO) : KCS EDA에서 수신함 - GPS 궤도 계산 시 필요한 지구 자전 정보 o GEO telemetry, manoeuvre, ephemeris - 정지궤도위성 원격 측정, 동작, 궤도력 ※ KCS의 EDA에서 수신하는 "Precise ephemeris D+21" 및 "IERS"의 경우 KCS EDA 자료 활용		
시스템 형상 사례			
개발 난이도	(상, ㉥, 하)	**개발인력**	총 0.5 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	1 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 네트워크 모니터링 및 분석 기술(WAN Monitoring Technology with the FEE)

용도	KASS 네트워크 단에서 데이터의 품질 확인 및 서비스 수준 확약(Service Level Agreement) 이행을 분석하기 위하여 요구되는 개발 장비로, 네트워크 중단 및 지연시간 등을 실시간으로 측정 및 기록하고 네트워크 장비의 로그 통계치를 분석함		
주요 기능	o KASS FEE(Front End Equipment) 생성 PMS 통계치 계산 o 네트워크 장비 시스템 로그 생성 o 네트워크 성능 보고서 생성(일일/월간/분기/연간) o 통계데이터 HTML 및 그래픽 현시		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, ㉥, 하)	**개발인력**	총 0.8 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	1 년

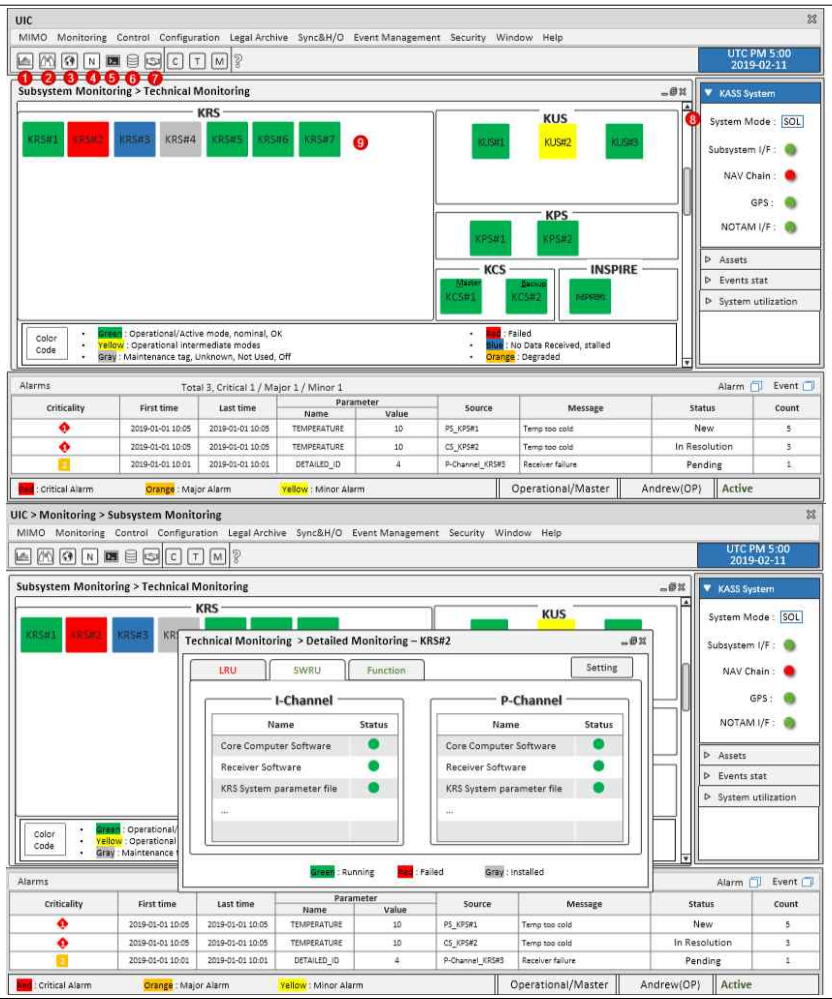
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 하위 체계 모니터링 기술(System Real Time Monitoring Technology)

용도	기준국, 중앙처리국, 위성통신국 및 정지궤도위성 등 KASS 하위체계의 데이터를 실시간으로 수집하여 사용자 인터페이스에 표출함		
주요 기능	o 중앙처리국 QoS & NOF 실시간 모니터링 o 중앙처리국 무결성 실시간 모니터링 o 각 정지궤도위성에 대한 중앙처리국 및 위성통신국 모니터링 o 각 기준국 모니터링 o 하위체계 모드 및 장애 정보 실시간 모니터링 o 하위체계 부품 장애 정보 실시간 모니터링 o UTC 오프셋 정보 모니터링		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, ㉥, 하)	**개발인력**	총 2 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	1.5 년

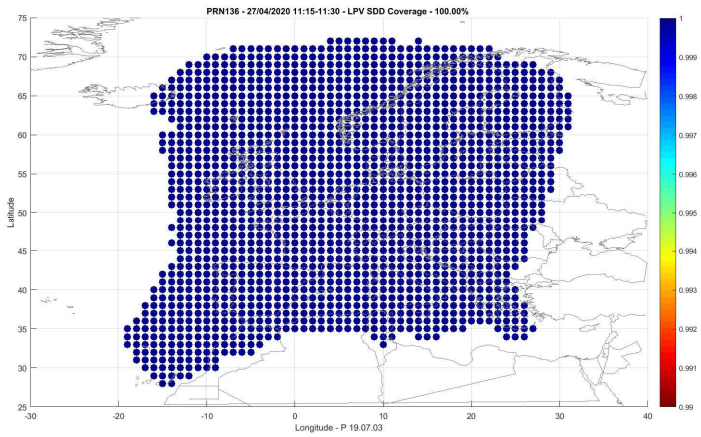
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

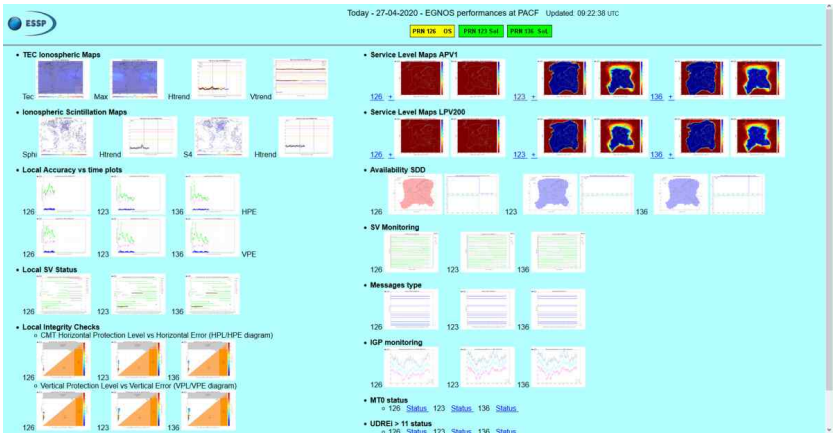
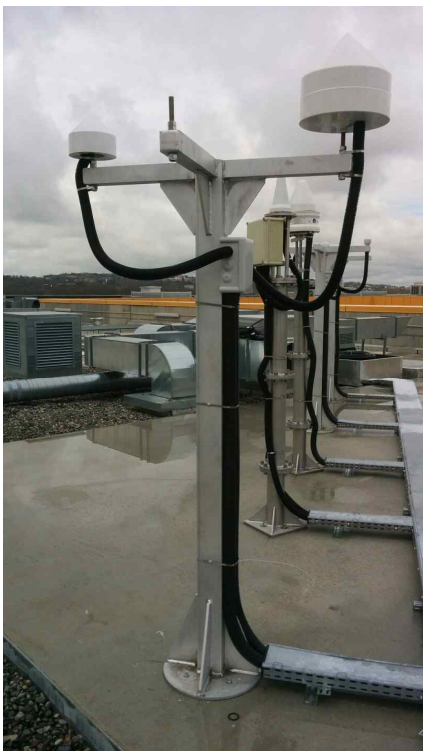
○ 통합운영국 기반 KASS 데이터 재생 기술(KASS Data Replay simulating Technology with KCS)

용도	중앙처리국의 성능 및 오류를 분석하기 위한 시뮬레이션 장비		
주요 기능	o 중앙처리국의 성능 및 오류를 분석하기 위해 저장된 기준국, 위성통신국, 정지궤도위성 데이터를 사용하여 실제 중앙처리국과 통합운영국을 가상으로 작동시키는 장비		
시스템 형상 사례			
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 3 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	2 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

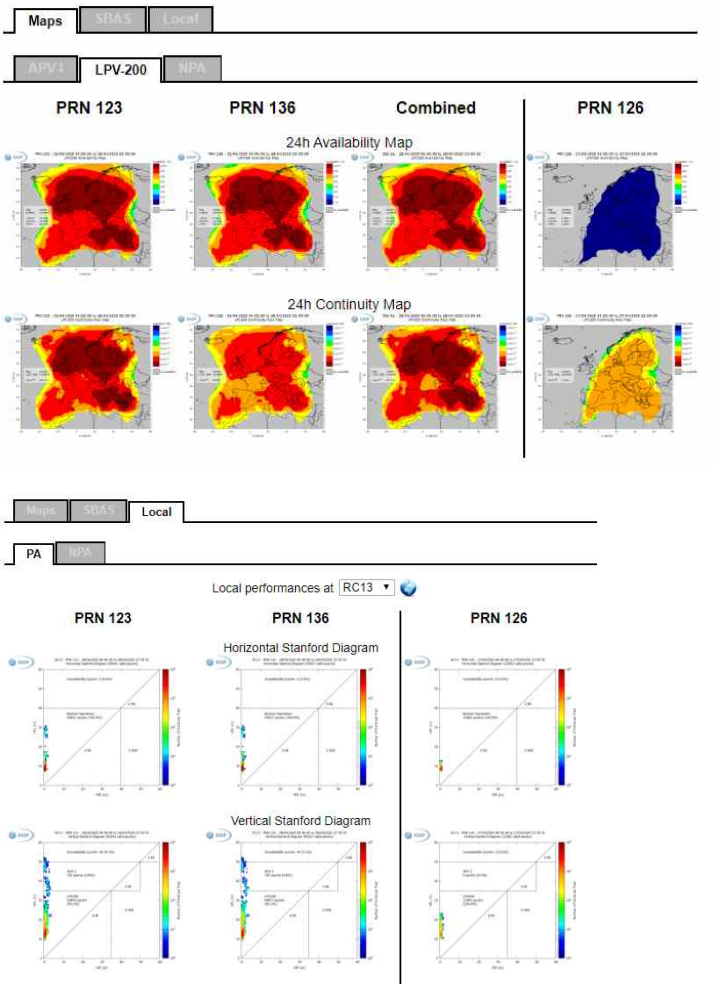
○ 준실시간 APV-I SIS 성능 측정 기술(Fast SIS Performance Monitoring Technology)

용도	KASS와 독립적인 수신기 및 통신 네트워크를 사용하여 KASS 보정정보를 수신 받고 KASS의 SIS 성능, 보호수준, 서비스 영역, 지역별 정확도 등을 준실시간 및 매일 분석 및 기록 ※ 본 장비는 KASS와 독립적으로 작동되며, KASS의 보정신호를 독립적인 장비로 수신 받아 KASS의 성능을 측정함 ※ KASS 내부 데이터를 사용하여 KASS의 성능을 분석하는 "KASS 성능 데이터 수집 및 분석 장비"는 KASS 내부에서 발생한 오류가 KASS 성능 분석 결과에 영향을 미칠 수 있어, KASS와 독립적인 장비로 측정 필요 ※ 본 장비는 NOTAM 발행을 위한 성능 측정을 위해 사용되므로 안전요구도 D를 만족해야 할 것으로 예측되며 만족여부 검증은 해외 인증전문가(DER) 혹은 공신력 있는 국내외 기관을 통해 수행 필요
주요 기능	o KASS SIS 성능의 월별 상태 준실시간 모니터링 o 서비스 수준 지도의 준실시간 생성 o 위성(GPS, GEO) 감시 상태 준실시간 모니터링 o 보호수준 및 항법오차 비교 준실시간 모니터링 o 정확성 분석 준실시간 모니터링 o TEC 전리층 지도 및 지자기 활동 준실시간 모니터링 o 위성 UDRE 상태 및 전리층 DU/NM 상태 준실시간 모니터링 o 무결성 검사 준실시간 모니터링
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	

시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 4.1 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	2.5 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

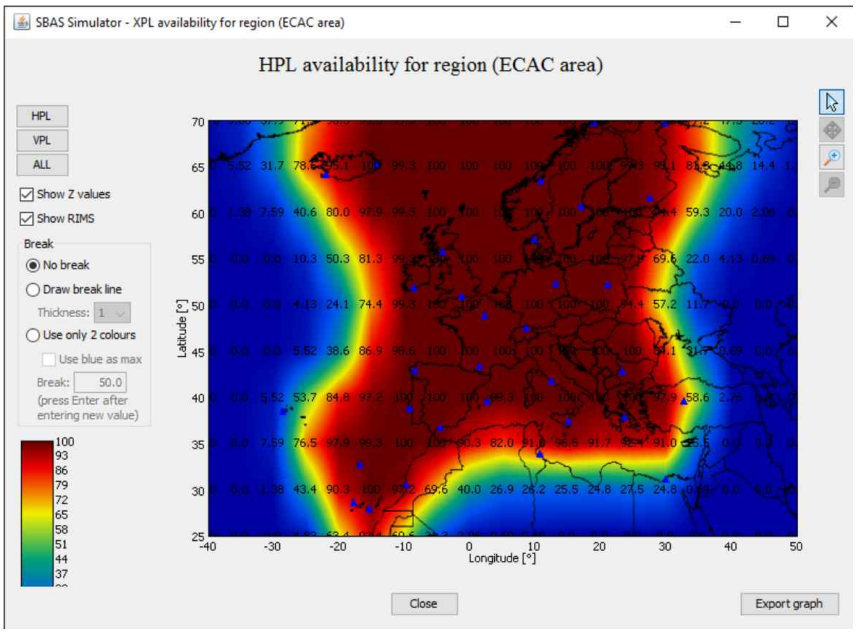
○ KASS 성능하락 예측 기술(Performance Degradation Alert Technology)

용도	KASS SIS 성능하락을 예측하기 위해 모든 위성에 대한 사용 가능 여부 및 모니터링 상태를 감시 ※ 안전요구도 D를 만족하는 운영체제를 사용해야 하며 "8.준실시간 APV-I SIS 성능 측정 장비"에서 구매하는 OS를 공동 활용 가능 ※ 안전요구도 D 만족여부 검증은 해외 인증전문가(DER) 혹은 공신력 있는 국내외 기관을 통해 수행 필요		
주요 기능	o 아래와 같은 이벤트 발생시 경보를 생성 . 모든 위성이 DU로 설정 . 모든 위성이 NM으로 설정 . KASS 메시지 Time-out 발생		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)			
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 0.45 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	2.5 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며

"KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

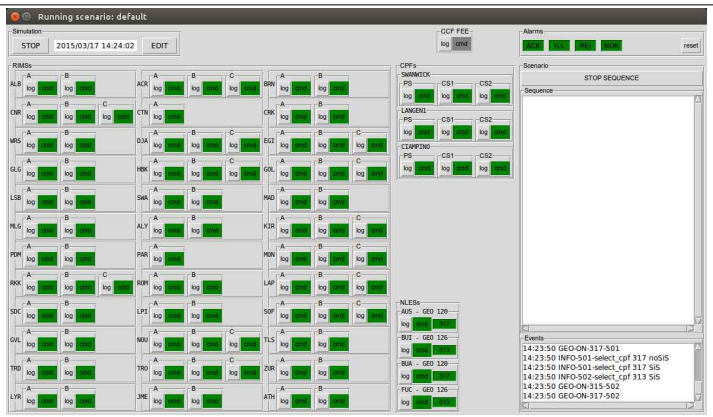
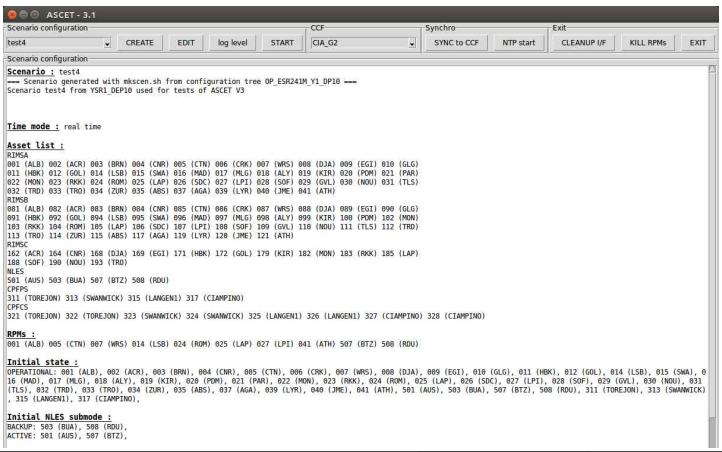
○ KASS 서비스 커버리지 시뮬레이팅 기술(Service Volume Simulating Technology)

용도	KASS 하위체계 배치에 따라 위치보정 서비스의 성능 및 커버리지를 시뮬레이션		
주요 기능	o 지상 시스템 일반/성능저하 모드 생성 o KRS 네트워크 및 위성 데이터 생성 o SIS 신호 오차 생성 o 사용자 궤적/오차 생성 o 항법해 생성 알고리즘 o 무결성 알고리즘 o 위성 배치 오차, 항법시스템 오차 계산 o 가용성/연속성/정확성/무결성 계산 o 서비스 영역 분석 o 연속성/무결성 위해 사건(FE; Feared Event) 기여도에 대한 확률 계산		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)			
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 6 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	1 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며

"KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

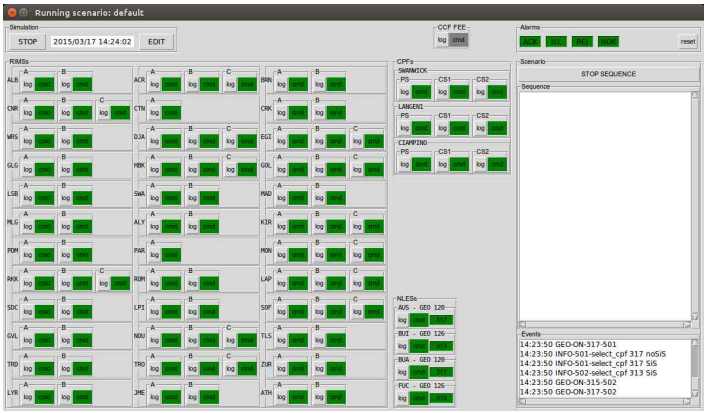
○ 통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술 (Assets Simulating Technology for KCS Analysis and Test)

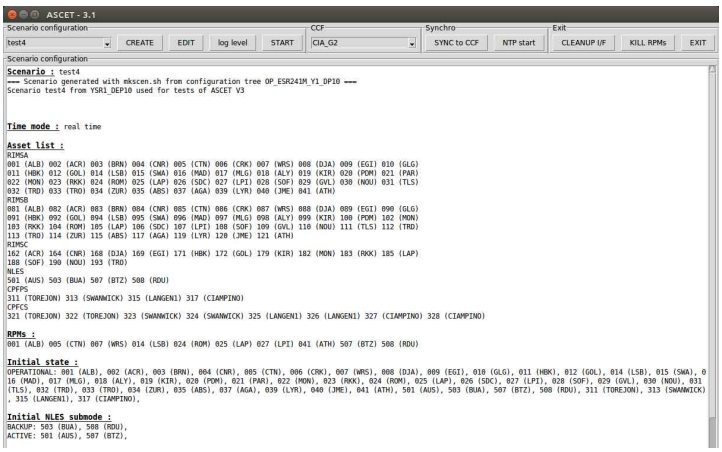
용도	통합운영국을 검증을 다른 하위 시스템을 모의(emulation)하는 기능을 제공 하며 시스템 통합 시점에서 통합운영국 시험에 사용함 * 운영자 교육 시나리오를 입력하여 운영자 교육용으로도 사용가능
주요 기능	o 중앙처리국, 위성통신국, 기준국, 정지궤도위성, FEE, WAN, RPM 등의 모의 가능 o HILS 검증용 시스템으로 사용 ※ HILS(Human In the Loop System) : 시스템의 실운영자가 운영환경과 동일하게 구성된 테스트베드에서 실제 운영절차를 통해 시스템의 변경사항을 검증할 수 있게 하는 시스템
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 

개발 난이도	(상), 중, 하)	**개발인력**	총 4.1 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	1.5 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

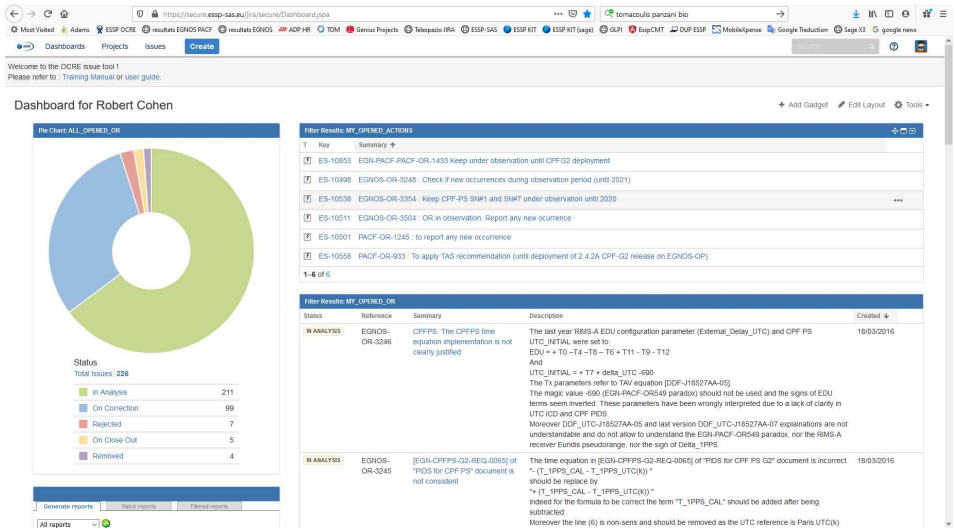
○ 훈련용 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술(Assets Simulating Technology for Training)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">통합운영국 전체에 걸쳐 사용될 운영 절차에 대한 운영자의 교육에 활용
※ 본 장비는 "통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이터"를 활용하여 개발하는 것으로 11번 장비 개발 완료 후 국내 기업이 개발 가능</td></tr>
<tr><td>주요 기능</td><td colspan="3">o KASS 하위 시스템 목록, 소프트웨어 및 운영 절차에 대한 형상관리
o 운영자 교육을 위한 하위 시스템 동작 실패 및 KASS 성능저하 상황 모사</td></tr>
<tr><td>시스템 형상 사례 (유럽 사례)</td><td colspan="3"> 


</td></tr>
<tr><td>개발 난이도</td><td>(상, 중, ㉲)</td><td>개발인력</td><td>총 0.6 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전 요구도</td><td>(A, B, C, D, Ⓔ)</td><td>개발 소요기간</td><td>0.5 년</td></tr>
</table>

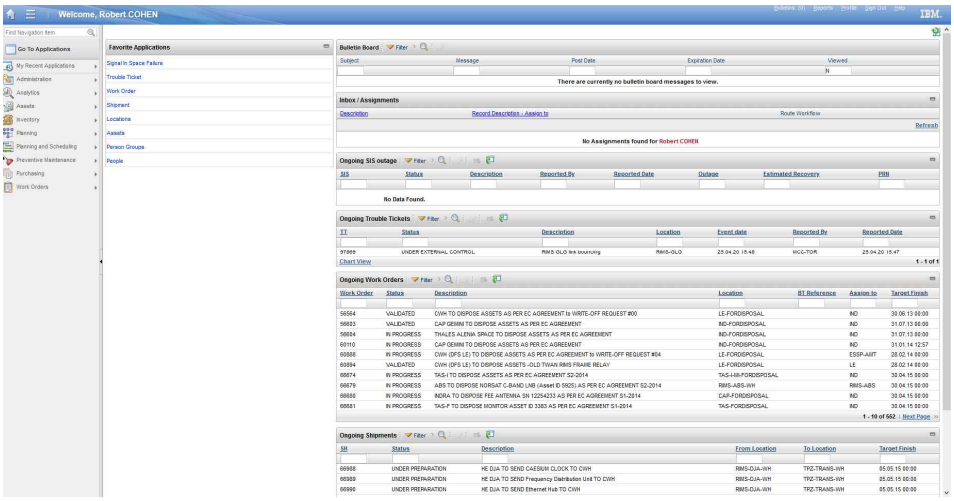
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 이상 상황 관리 기술(Anomalies/ Observations Management Technology)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">KASS 운영 조직에서 이상 상황에 대한 변경사항을 관리하기 위하여 요구되는 개발 장비로, KASS 운영 중 KASS 시스템 및 하위시스템 체계에서 발생하는 비정상 사항을 기록하고 분석 및 추적함</td></tr>
<tr><td>주요 기능</td><td colspan="3">o 시스템 및 하위시스템 분류
o 위험도
o 성능 영향, 운영 영향, 안전성 영향
o 부적합 및 관측사항</td></tr>
<tr><td>시스템 형상 사례 (유럽 사례)</td><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>개발 난이도</td><td>(상, 중, ㉰)</td><td>개발인력</td><td>총 1 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전 요구도</td><td>(A, B, C, D, Ⓔ)</td><td>개발 소요기간</td><td>0.5 년</td></tr>
</table>

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 하위체계 운영 및 유지보수 관리 기술(Operation Management Technology)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">KASS 운영 조직에서 운영팀/형상관리팀/엔지니어링팀에서 관리하기 위하여 요구되는 개발 장비로, 하위시스템의 구성품별로 하드웨어 유지보수 및 개선에 따른 하드웨어 변경 사항, 문제 보고(Trouble Ticket), 작업 지시(Work Order) 등을 관리함</td></tr>
<tr><td>주요 기능</td><td colspan="3">o 하드웨어 변경 관리
o 하위시스템 및 구성품 추적 관리
o 문제 보고(Trouble Ticket) 전체 주기(생성~종료) 관리
o 작업 지시(Work Order) 전체 주기(생성~종료) 관리</td></tr>
<tr><td>시스템 형상 사례 (유럽 사례)</td><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>개발 난이도</td><td>(상, 중, ㉥)</td><td>개발인력</td><td>총 2 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전 요구도</td><td>(A, B, C, D, Ⓔ)</td><td>개발 소요기간</td><td>1 년</td></tr>
</table>

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

□ 연구개발 목표 및 개발방법

○ 핵심기술별 연구개발 목표 및 개발방법

핵심기술	성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법		
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	KASS 항공용 서비스를 위한 운영 무결성 수준	-	LPV-200 서비스	APV-I 서비스	-	-	●

○ 개발목표 설정 근거

- (KASS 항공용 서비스를 위한 운영 무결성 수준) 운영 대상 시스템인 KASS가 달성할 수 있는 국제적인 성능 수준인 APV-I 수준을 만족하는 성능 유지 및 감시 기술 개발

○ 개발방법 제안 고려사항

- 현재 국내에서 최고 기술수준으로 KASS 운영 기술을 확보한 기관은 존재하지 않으므로 자체 개발 추진 어려움
- 해외 SBAS 운영기관은 관련기술을 보유하고 있으며, KASS 운영에 참여하기를 적극적으로 희망하고 있으나, 국내 기술력 향상 어려움 예상
  - · 해외 SBAS 운영기관의 기술을 도입 (운영의뢰, 기 개발된 해외기술 도입 등) 경우, 해외 SBAS 운영기관이 보유한 기술을 KASS 시스템에 적합하도록 수정·보완하는 작업이 필요함
  - · 상기 수정·보완하는 작업으로 발생하는 비용이 글로벌 협력을 통하여 국내에서 주도적 개발하는 비용과 비슷할 것으로 예상됨
  - · 해외 SBAS 운영기관의 기술 도입시, 추후 성능개선 및 유지보수 등을 위하여 지속적으로 해외 SBAS 운영기관에 비용을 지불하는 문제가 발생함
  - · 또한 해외 SBAS 운영기관에 업무를 할당함에 따라 국내 기술력 향상에 어려움이 예상됨

- 글로벌 협력을 통한 국내 주도개발을 추진할 경우, 국내 기술력 향상을 예상할 수 있으며, 장기간 운영을 고려할 경우 비용절감 효과 예상
  - · 해외 SBAS 운영기관의 기술도입에 대비하여, 국내 주도개발 추진 시 관련 기술이 국내 파급되며, 국내 기술수준 향상을 기대할 수 있음
  - · 향후 장기간 운영 시 예상되는 기술의 수정·보안 작업을 해외 기관에 의뢰하지 않고 국내에서 해결함으로써 비용절감을 예상함

□ 최종 성과물

○ 핵심기술별 최종 성과물 (총 28개)

핵심기술	최종 성과물
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술	1. KASS 운영 체계 요구사항 2. KASS 운영 체계 검증 계획 3. KASS 성능유지 및 감시 기술 임무요구사항 4. KASS 성능유지 및 감시 검증 계획 5. KASS 시스템 운영 및 유지보수 체계 개발 가이드라인 6. KASS 운영 인증 획득 체계 개발 가이드라인 7. KASS 서비스 제공 체계 개발 가이드라인 8. KASS 운영 체계 검증 및 KASS 성능 유지 및 감시 체계 검증 결과 (KASS 안전 운영 기술 안전성 평가 보고서, KASS 성능유지 및 감시기술의 안전성 평가 보고서, KASS 운영 체계 안전성 검증 보고서 필수 포함) 9. 하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 기술 (Sub-Systems Monitoring Statistics Technology) 및 시제품 10. 하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 기술 (Operational Analysis Technology) 및 시제품 11. 기준국 데이터 품질 모니터링 기술(KRS Data Quality Monitoring Technology) 및 시제품 12. 외부 데이터 수집 기술(External Data Acquisition Technology) 및 시제품 13. 네트워크 모니터링 및 분석 기술(WAN Monitoring Technology with the FEE) 및 시제품 14. 하위 체계 모니터링 기술(System Real Time Monitoring Technology) 및 시제품 15. 통합운영국 기반 KASS 데이터 재생 기술(KASS Data Replay simulating Technology with KCS) 및 시제품

핵심기술	최종 성과물
	16. 준실시간 APV-I SIS 성능 측정 기술(Fast SIS Performance Monitoring Technology) 및 시제품 17. KASS 성능하락 예측 기술(Performance Degradation Alert Technology) 및 시제품 18. KASS 서비스 커버리지 시뮬레이팅 기술(Service Volume Simulating Technology) 및 시제품 19. 통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술 (Assets Simulating Technology for KCS Analysis and Test) 및 시제품 20. 훈련용 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술(Assets Simulating Technology for Training) 및 시제품 21. 이상 상황 관리 기술(Anomalies/ Observations Management Technology) 및 시제품 22. 하위체계 운영 및 유지보수 관리 기술(Operation Management Technology) 및 시제품 23. KASS 성능 유지 및 감시 기술 TIB(Technical Instruction Book) 24. KASS 성능 유지 및 감시 기술 사용 방안 25. KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 계획서 26. KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 보고서 27. KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능측정, 개선 및 안전성 검증 계획서 28. KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능측정, 개선 및 안전성 검증 보고서

제6장. 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

1	항공용 위성항법보정시스템 관리/운영 체계 수립 연구 (국토교통부 연구사업/1억4천만원, '13.4~'13.12)

□ 과제 기본정보

목적	추진 예정('13)인 항공용 위성항법보정시스템 구축시 필요한 체계적인 관리 운영 체계와 국내에 적합한 법·제도 방안 연구
연구내용	1. 국내외 현황 조사 2. 국내 실정에 적합한 최적의 관리 및 운영체계 3. 전공역 위성항법보정시스템 관리·운영 법제도 개선방안 4. 항공용 위성항법보정시스템 관련 국내외 서비스 사례 및 편익 조사
추진방법	국토교통부 연구사업으로 주관연구기관은 한국항행학회가 주관기관으로 참여한 과제
성과물	① 국내외 위성항법보정시스템 관련 구축 체계 및 법/제도 ② 항공용 위성항법보정시스템 운영조직 구성 방안 ③ 항공용 위성항법보정시스템 비행검사 및 인증방안 ④ 전공역 위성항법보정시스템 관련 법제도 개선 방안

□ 주요성과물과의 연계방안

기존 과제 성과물 ②의 운영조직 구성방안과 연계하여 본 과제의 KASS 운영 및 활용 개발에 접목

□ 기존과제와의 차별성

기존과제 한계	▪ 기존 과제의 위성항법보정시스템 운영조직 구성방안은 개념 설계 단계임 ▪ 자료조사를 통한 일반적인 운영조직 구성에 대한 방안의 한계점
차별성	▪ 기존 과제의 운영조직 구성방안은 국외 시스템의 자료조사를 통한 개념설계 단계임 ▪ 본 과제는 항공용 KASS 서비스를 수행하기 위한 항공용 서비스 안전성 확보, APV-I 무결성유지 등의 운영기술을 개발하는 점에서 그 차별성이 있음
연계방안	▪ 기존 과제에서 조사 및 개념설계된 운영조직 구성 방안 내용을 참고하여 KASS 운영 및 활용 기술 개발에 접목

2	기상위성 운영 및 활용 기술개발 (국가위성센터, 정책사업/414억5천만원 '05~'계속)

□ 과제 기본정보

목적	국가 최초 정지궤도 위성인 천리안의 기상임무 수행을 위한 지상국(국가위성센터)의 안정적 운영 및 관련 기술 개발
연구내용	1. 기상위성 지상국 시스템 운영 및 유지보수 2. 기상위성 지상국 예비품 확보 3. 장비보험 및 전용회선 운영 4. 위성자료 저장 관리 스토리지 확충 5. 기상위성 지상국 기반설비 운영 6. 천리안위성 관제 및 기상임무 지원
추진방법	국가위성센터 정책사업으로 주관연구기관은 국가위성센터 및 한국항공우주연구원임
성과물	① 천리안 위성 발사 ② 천리안 정상운영 및 서비스 ③ 천리안 위성 지상국운영 지원시스템 개발

□ 주요성과물과의 연계방안

기존 과제 성과물 ③의 위성 지상국운용 지원시스템 기술과 연계하여 본 과제의 KASS 운영 및 활용 기술 개발에 접목

□ 기존과제와의 차별성

기존과제 한계	▪ 기존 과제의 천리안 위성 지상국운영은 안정적인 위성을 관리하고 위성정보를 취득하여 활용하는 것이 목표임 ▪ 기존 과제의 지상국 운영기술은 취득한 위성정보를 효율적으로 관리하는 것이 목표임
차별성	▪ 기존 과제의 지상국 운영기술은 취득한 위성정보 활용이 목표임 ▪ 본 과제의 KASS 운영은 정지궤도 위성의 보정정보 신호가 항공사용자 및 신호 범위안의 모든 사용자에게 안정적으로 제공하는 것으로 그 차별성이 있음
연계방안	▪ 기존 과제에서 개발된 지상국 운용 경험을 참고하여 KASS 운영 및 활용 기술 개발에 접목

3	해양위성센터 운영 (해양수산부 정책사업/5억6천만원 ~ 14억6천만원/년 '13.1~'계속)

□ 과제 기본정보

목적	천리안 해양관측위성 자료를 수신/처리/배포/저장 및 관리 및 2019년 말~2020년 초 발사 예정인 천리안 해양위성 2호 운영 준비
연구내용	1. 천리안 해양관측위성의 안정적인 운영 수행 2. 천리안 해양관측위성 정규운영 및 2호 운영준비 3. 운영시스템(HW&SW) 개선 및 관리
추진방법	해양수산부 정책사업으로 주관연구기관은 해양위성센터가 업무 수행중
성과물	① 천리안 해양관측위성 정규 운영 및 자료서비스

□ 주요성과물과의 연계방안

기존 과제 성과물 ①의 위성 운용 기술과 연계하여 본 과제의 KASS 운영 및 활용 기술 개발에 접목

□ 기존과제와의 차별성

기존과제 한계	▪ 기존 과제의 천리안 운영 기술은 위성자료 제공 및 시스템 유지보수 업무임
차별성	▪ 기존 과제의 운영센터 운영기술은 취득한 위성정보 활용이 목표임 ▪ 본 과제의 KASS 운영은 정지궤도 위성의 보정정보 신호가 항공사용자 및 신호 범위안의 모든 사용자에게 안정적으로 제공하는 것으로 그 차별성이 있음
연계방안	▪ 기존 과제에서 개발된 운영센터 운용 경험을 참고하여 KASS 운영 및 활용 기술 개발에 접목

4	자동차와 트램 교통신호 통합운영기술 개발 (국토교통부, 기술촉진연구사업 / 7억4천만원, '12.9~'15.9)

□ 과제 기본정보

목적	도시부 교통수단으로 도시철도, 버스, 자동차, 트램 등 복수 개의 대중교통수단이 도로상에 혼재할 경우의 통합교통 신호운영시스템 개발 및 정책 수립
연구내용	1. 다수단 복합도로의 통합신호제어시스템 및 운영전략 개발 2. 다수단 복합도로의 통합신호운영을 위한 현장장비 개발 3. 다수단 복합도로의 트램 신호등 설계 및 법제도 개정방안
추진방법	국토교통부 기술촉진연구사업 과제로 서울시립대학교가 주관연구기관으로 참여한 과제
성과물	① 다수단 통합신호제어기 개발 ② 다수단 통합신호제어 시뮬레이터 개발 ③ 실시간 신호제어 시뮬레이터 소프트웨어 개발

□ 주요성과물과의 연계방안

본 과제와의 연계성 없음

□ 기존과제와의 차별성

기존과제 한계	▪ 기존 과제의 운영기술은 기존 운영기술의 효율성을 높이는 것이 목표임 ▪ 기존 과제의 운영기술은 시뮬레이션 기반으로 효율성을 확인하는 것으로 실 적용에는 한계가 있음
차별성	▪ 기존 과제의 운영기술은 교통 흐름의 효율성을 높이기 위한 연구임 ▪ 본 과제의 KASS 운영기술은 정확성, 안전성, 무결성, 연속성의 성능을 만족시키면서 안정적으로 운영하는 것을 목표한 하는 것으로 차별성이 있음
연계방안	▪ 기존 과제와의 연계성 없음

5	V2X 기반 화물차 군집주행 운영기술 개발 (국토교통부, 교통물류연구사업 / 98억5천만원, '18.5~'21.12)

□ 과제 기본정보

목적	화물차를 대상으로 자율주행 기술을 적용하여 군집주행 기술을 구현하고, 자동차 전용도로에서 V2X기반으로 차량과 협력하여 안전과 운영 효율성을 향상시키는 군집주행 서비스 운영기술 개발
연구내용	1. 군집주행 안전제어 기술개발 2. V2X기반 군집주행 시나리오 및 평가기술 개발 3. V2X기반 군집주행 요구성능 평가 및 분석 4. 군집주행 상용화 지원 기반연구 5. 자동차 전용도로 군집주행 연구실증 인프라 기술개발 6. V2X기반 군집주행 서비스 평가기술 개발 및 표준화
추진방법	국토교통부 교통물류연구사업 과제로 한국도로공사가 주관연구기관으로 참여한 과제
성과물	과제 진행중.

□ 주요성과물과의 연계방안

본 과제와의 연계성 없음

□ 기존과제와의 차별성

기존과제 한계	▪ 화물차의 군집주행 운영기술을 개발하는 것이 목표임 ▪ V2X 기반의 운영기술로서 한정된 장소에서 한정된 사용자를 대상으로 함
차별성	▪ 기존 과제에서의 운영기술은 군집주행을 대상으로 하는 것임 ▪ 본 과제에서의 운영기술은 KASS 신호를 전 국토의 사용자를 대상으로 제공하는 것으로 대상 신호와 대상 목표에서 차별성이 있음
연계방안	▪ 본 과제의 KASS 신호 제공 기술이 기 과제의 자율주행 정확도 향상에 기여할 것으로 예상

6	스마트 자율운항선박 및 해운항만 운용서비스 개발사업 (산업통상자원부/해양수산부, 예비타당성 통과/5847억 '19~'24)

□ 과제 기본정보

목적	미래 조선산업의 선도와 해운산업의 글로벌 경쟁력 유지를 위한 자율운항선박 개발과 해운항만 운용서비스 기술 개발
연구내용	1. 스마트 자율운항선박 개발 2. 스마트 자율운항선박 시운전센터 개발 3. 스마트 자율운항선박-시운전센터 연계 시스템 개발 4. 자율운항선박-항만연계 시스템 개발 5. 항계내 자율운항선박 원격제어를 위한 운항조정상황실 개발 6. 자율운항선박 운용서비스 및 제도 개발
추진방법	산업자원통상자원부/해양수산부 다부처 연구사업과제로 주관연구기관은 미정임
성과물	현재 예비타당성 조사 통과 후 본 사업 예정 중

□ 주요성과물과의 연계방안

현재 성과물 없음

□ 기존과제와의 차별성

기존과제 한계	▪ 기존 과제의 운용서비스는 자율운항 선박에 국한된 것으로 운용대상 적용 범위에 한계성이 있음 ▪ 기존 과제의 운용서비스는 다중 시스템의 연계 방식을 통한 운용방식으로 호환성에 한계성이 있음
차별성	▪ 기존 과제의 운용서비스는 자율운항선박에 대한 것으로 적용 범위가 한정적이며, 다중시스템(신호)를 사용하여 운용하는 과제임 ▪ 본 과제는 국내 SBAS(KASS) 신호를 기반으로 전 국토의 사용자를 대상으로 하는 항공용 서비스를 제공하기 위한 운영기술을 개발하는 것으로 차별성이 있음
연계방안	▪ 기존 과제에서 개발될 운용서비스의 경험등을 참고하여 운용기술 개발에 적용 ▪ 기존 과제의 자율운항선박 위치정확도 향상에 본 과제의 KASS 신호가 활용될 것으로 예상

제7장. 민간기술과의 차별성·연계성

□ KASS 운영 및 활용 기술의 주요 기술인 항공용 사용자 안전성 확보 및 입증 기술은 국내 민간에 사업화나 항공 시스템 개발 관련 인증을 획득한 업체가 없어 기술의 직접 연계 또는 활용에 제한이 있으나, 유관 기술 및 기초 기술을 보유하고 있는 국내 기업의 폭넓은 연계가 되도록 참여를 유도

○ 항공서비스 위험 저감 기초 기술 연구자의 참여 유도

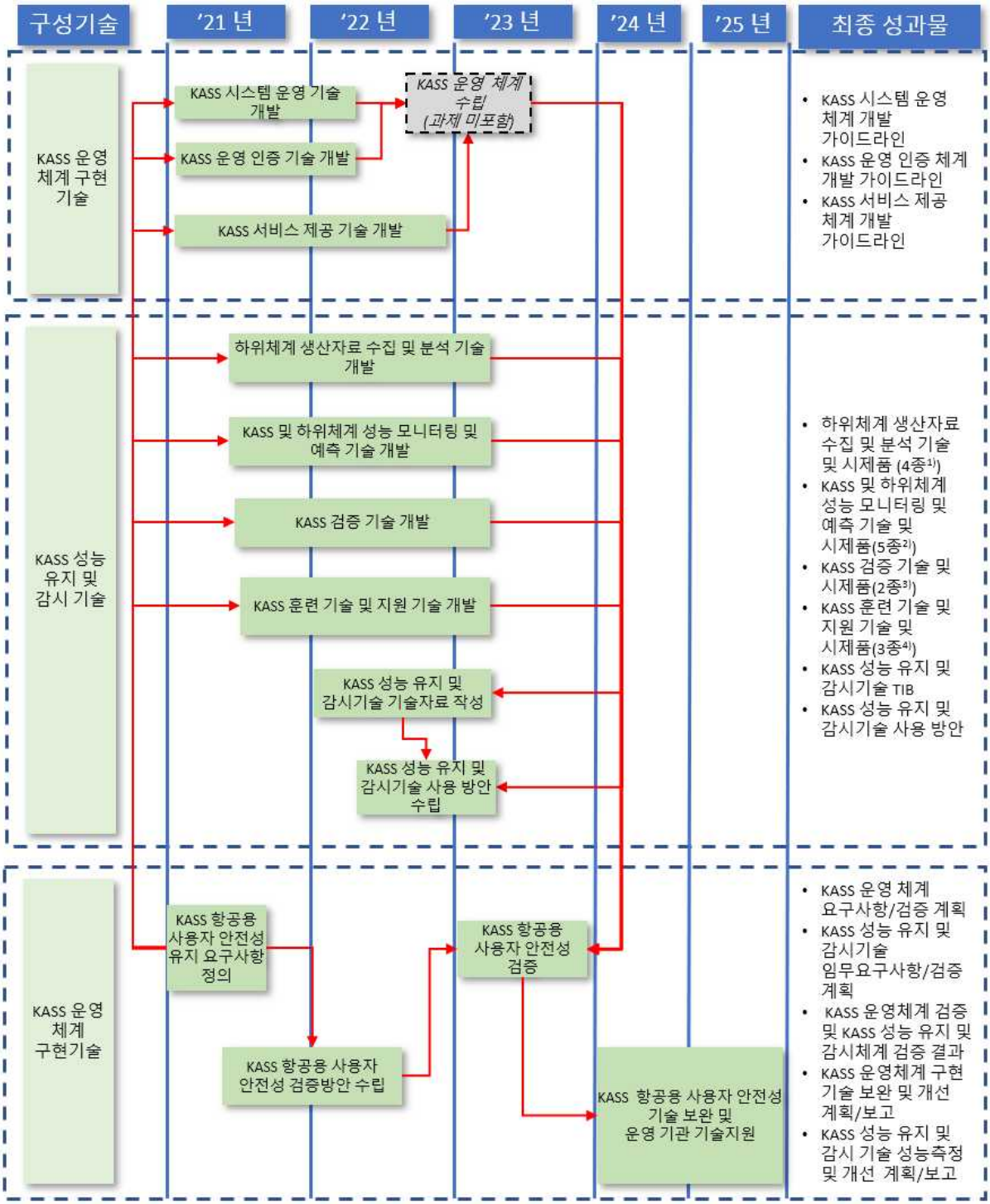
순번	단위기술명	기업명	보유기술	핵심기술과의 차별성·연계성
1	KASS 항공용 사용자 안전성 확보 및 입증 기술	솔루션링크(SOLUTIONLINK)	공용여객시스템 안전기능 충분성 분석 기술	〈차별점〉 - 해당 기술은 공용여객시스템의 안전기능 충분성 분석과 인프라 부문의 안전 및 신뢰성 요구사항 연구 기술에 해당 〈연계방안〉 - 해당 기업의 위험분석 및 신뢰성 확보 기술은 본 사업의 항공서비스 위험 저감에 연계될 수 있도록 참여 유도 추진
2	KASS 항공용 사용자 안전성 확보 및 입증 기술	에스피아이디(SPID)	철도 기능안전 평가 및 분석 솔루션 개발 기술	〈차별점〉 - 해당 기술은 철도 분야의 기능안전 평가 및 솔루션 분석을 위한 도구 개발에 적용된 기술에 해당 〈연계방안〉 - 해당 기업의 안전성 관련 기능안전 및 분석 도구 개발 기술이 본 사업에서 요구되는 항공용 사용자 안전성에 접목할 수 있도록 참여 유도 추진

순번	단위기술명	기업명	보유기술	핵심기술과의 차별성·연계성
3	KASS 항공용 사용자 안전성 확보 및 입증 기술	한국공항공사(KAC)	항공정보종합관리망(SWIM) 개발 기술	〈차별점〉 - 해당 기술은 항공교통량 처리를 위하여 요구되는 기술로, 테스트베드 구축 및 연구개발이 진행 중인 기반 기술에 해당 〈연계방안〉 - ICAO 기술기준에 부합하는 해당 기업의 항공안전 및 효율성 증진(항공정보, 비행계획, 항공기상정보 통합)을 위한 안전중요시스템 체계 구축 기술이 본 사업에 연계될 수 있도록 참여 유도 추진
4	KASS 항공용 사용자 안전성 확보 및 입증 기술	한서대학교	항공기 지상이동 유도 및 통제시스템(A-SMGCS) 위험요소 분석 기술	〈차별점〉 - 해당 기술은 유로컨트롤 권고에 따라 레벨 IV 시스템 개발을 위한 안전성 평가를 수행하기 위한 기초 단계로 위험요소 식별 및 심각도 평가 방법에 대한 연구 단계의 기술임 〈연계방안〉 - 해당 기술은 항공기 감시, 통제, 경로지정, 안내와 같은 안전중요시스템의 운영과 밀접한 관련이 있는 기술로 본 사업의 위해 분석 및 저감을 위한 기술적 연계가 가능하도록 참여 유도 추진

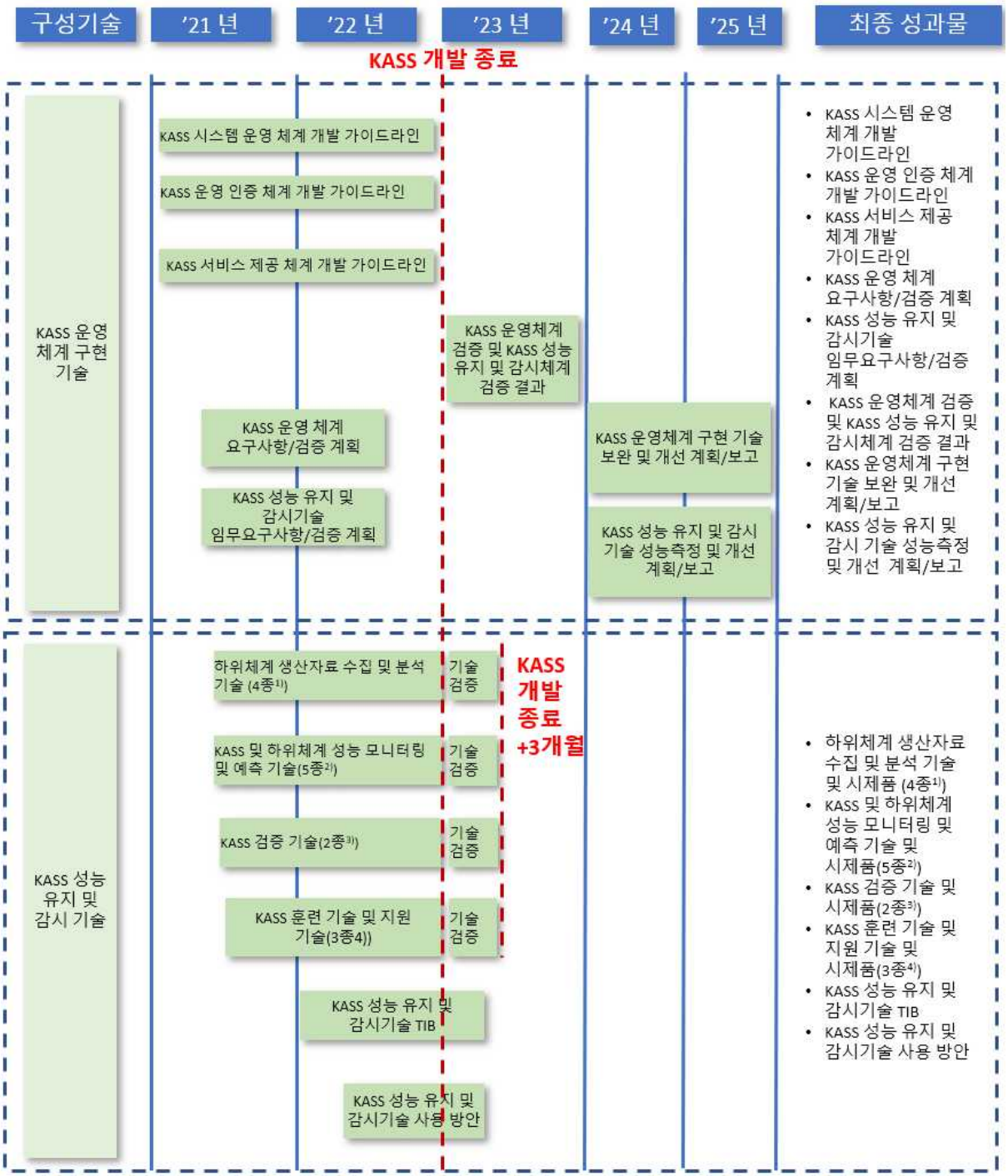
□ KASS 성능 유지 및 감시 기술은 해외에서 원천 기술을 보유하고 있으며, 국내 민간에 사업화나 항공 시스템 개발 관련 인증을 획득한 업체가 없어 기술의 직접 연계 또는 활용에 제한이 있음

제8장. 기술개발 로드맵

8.1. 기술 로드맵



8.2. 성과 로드맵


구성기술
'21 년
'22 년
'23 년
'24 년
'25 년
최종 성과물
KASS 개발 종료
KASS 운영 체계 구현 기술
KASS 시스템 운영 체계 개발 가이드라인
KASS 운영 인증 체계 개발 가이드라인
KASS 서비스 제공 체계 개발 가이드라인
KASS 운영 체계 요구사항/검증 계획
KASS 성능 유지 및 감시기술 임무요구사항/검증 계획
KASS 운영체계 검증 및 KASS 성능 유지 및 감시체계 검증 결과
KASS 운영체계 구현 기술 보완 및 개선 계획/보고
KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능측정 및 개선 계획/보고
• KASS 시스템 운영 체계 개발 가이드라인
• KASS 운영 인증 체계 개발 가이드라인
• KASS 서비스 제공 체계 개발 가이드라인
• KASS 운영 체계 요구사항/검증 계획
• KASS 성능 유지 및 감시기술 임무요구사항/검증 계획
• KASS 운영체계 검증 및 KASS 성능 유지 및 감시체계 검증 결과
• KASS 운영체계 구현 기술 보완 및 개선 계획/보고
• KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능측정 및 개선 계획/보고
KASS 성능 유지 및 감시 기술
하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 (4종1))
KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종2))
KASS 검증 기술(2종3))
KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종4))
기술 검증
KASS 개발 종료 +3개월
KASS 성능 유지 및 감시기술 TIB
KASS 성능 유지 및 감시기술 사용 방안
• 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 및 시제품 (4종1))
• KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술 및 시제품(5종2))
• KASS 검증 기술 및 시제품(2종3))
• KASS 훈련 기술 및 지원 기술 및 시제품(3종4))
• KASS 성능 유지 및 감시기술 TIB
• KASS 성능 유지 및 감시기술 사용 방안

1) 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 4종

- 하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 기술(Sub-Systems Monitoring Statistics Technology) 및 시제품
- 하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 기술 (Operational Analysis Technology) 및 시제품
- 기준국 데이터 품질 모니터링 기술(KRS Data Quality Monitoring Technology) 및 시제품
- 외부 데이터 수집 기술(External Data Acquisition Technology) 및 시제품

2) KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술 5종

- 네트워크 모니터링 및 분석 기술(WAN Monitoring Technology with the FEE) 및 시제품
- 하위 체계 모니터링 기술(System Real Time Monitoring Technology) 및 시제품
- 통합운영국 기반 KASS 데이터 재생 기술(KASS Data Replay simulating Technology with KCS) 및 시제품
- 준실시간 APV-I SIS 성능 측정 기술(Fast SIS Performance Monitoring Technology) 및 시제품
- KASS 성능하락 예측 기술(Performance Degradation Alert Technology) 및 시제품

3) KASS 검증 기술 2종

- KASS 서비스 커버리지 시뮬레이팅 기술(Service Volume Simulating Technology) 및 시제품
- 통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술 (Assets Simulating Technology for KCS Analysis and Test) 및 시제품

4) KASS 훈련 기술 및 지원 기술 3종

- 훈련용 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술(Assets Simulating Technology for Training) 및 시제품
- 이상 상황 관리 기술(Anomalies/ Observations Management Technology) 및 시제품
- 하위체계 운영 및 유지보수 관리 기술(Operation Management Technology) 및 시제품

□ KASS 운영 구현 기술 관련 성과물 제출 일정

○ KASS시스템 운영 체계 개발 가이드라인, KASS시스템 운영 인증 획득 체계 개발 가이드라인 및 KASS시스템 서비스 제공 체계 개발 가이드라인은 ’22년 12월 혹은 KASS 개발 종료 시점 이전에 국토 교통부로 제출해야 함

○ KASS 개발 종료 시점이 ’22년 12월 이후로 변경되는 경우 성과물 제출일정 조정 가능

○ ’23년 이내에 KASS 운영체계 검증 및 감시체계 검증결과를 제출해야 하며,

제출 시점은 국토교통부와 협의해야 함

○ ’24년부터 ’25년까지는 KASS 운영체계 구현 기술 보완 및 개선 계획/보고 성과물 및 KASS 성능유지 및 감시 기술 성능측정 및 개선 계획/보고 성과물을 제출해야 함

□ KASS 성능 유지 및 감시 기술 관련 성과물 제출일정

○ 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술의 초안과 시제품, KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술의 초안과 시제품, KASS 검증 기술의 초안과 시제품, KASS 훈련 및 지원 기술의 초안과 시제품은 ’22년 12월 혹은 KASS 개발 종료 시점 이전에 국토 교통부로 제출해야 함

○ KASS 개발 종료 시점이 ’22년 12월 이후로 변경되는 경우 성과물 제출일정 조정 가능

○ KASS 개발 종료 이후 3개월 동안 기술 초안 및 시제품의 검증 및 보완을 수행하고, KASS 성능 유지 및 감시 기술 TIB, KASS 성능 유지 및 감시 기술 사용 방안을 제출해야 함

8.3. 연차별 연구내용 및 주요 성과물

(핵심기술명) KASS 운영 및 활용 기술 개발		
연도	**연구목표 및 연구내용**	**주요 성과물**
2021	▪ **(연구목표)** - KASS 항공용 사용자 안전성 요구사항* 정의 * KASS 운영 체계 요구사항 및 KASS 성능유지 및 감시 기술 임무요구사항 - KASS 항공용 사용자 안전성 요구사항 입증 방안 수립(1/2) - KASS 안전 운영 기술 개발(1/2) - KASS 성능 유지 및 감시 기술 설계 ▪ **(연구내용)** - KASS 운영 체계 요구사항 정의 - KASS 성능유지 및 감시 기술 임무요구사항 정의 - KASS 운영 체계 요구사항 검증 방안 수립(1/2) - KASS 성능유지 및 감시 기술 검증 방안 수립(1/2) - KASS 운영 체계 구현 기술 개발(1/2) · KASS 시스템 운영 기술 개발(1/2) · KASS 운영 인증 획득 기술 개발(1/2) · KASS 서비스 제공 기술 개발(1/2) - 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 요구사항 정의 및 예비설계 - KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측기술(5종) 요구사항 정의 및 예비설계 - KASS 검증 기술(2종) 요구사항 정의 및 예비설계 - KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종) 요구사항 정의 및 예비설계	▪ **KASS 운영 체계 요구사항 정의서** ▪ **KASS 성능유지 및 감시 기술 임무요구사항 정의서** ▪ **하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 요구사항서 및 예비설계서** ▪ **KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종) 요구사항 정의서 및 예비설계서** ▪ **KASS 검증 기술(2종) 요구사항 정의서 및 예비설계서** ▪ **KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종) 요구사항 정의서, 예비설계서**
2022	▪ **(연구목표)** - KASS 항공용 사용자 안전성 입증 방안 수립(2/2) - KASS 안전 운영 기술 개발(2/2) - KASS 안전 운영 기술 검증 - KASS 성능 유지 및 감시 기술 개발(1/2) ▪ **(연구내용)** - KASS 운영 체계 요구사항 검증 방안 수립(2/2) - KASS 성능유지 및 감시 요구사항 검증 방안 수립(2/2) - KASS 운영 체계 구현 기술 개발(2/2) · KASS 시스템 운영 기술 개발(2/2) · KASS 운영 인증 획득 기술 개발(2/2) · KASS 서비스 제공 기술 개발(2/2) - 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 상세설계 - 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 개발(1/2) · 시제품 초안 개발 - KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종) 상세설계 - KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종) 개발(1/2) · 시제품 초안 개발 - KASS 검증 기술(2종) 상세설계 - KASS 검증 기술(2종) 개발(1/2) · 시제품 초안 개발 - KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종) 상세설계 - KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종) 개발(1/2) · 시제품 초안 개발	▪ **KASS 운영 체계 검증 계획** ▪ **KASS 성능유지 및 감시 기술 검증 계획** ▪ **KASS 시스템 운영 체계 개발 가이드라인** ▪ **KASS 운영 인증 획득 체계 개발 가이드라인** ▪ **KASS 서비스 제공 체계 개발 가이드라인** ▪ **KASS 안전 운영 기술 검증 결과** - **본 과제에서 개발된 KASS 시스템 운영 기술", "KASS 운영 인증 획득 기술", "KASS 서비스 제공 기술" 기술 검증 결과** ▪ **하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 요구사항서 및 예비설계서** ▪ **KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종) 상세설계서** ▪ **KASS 검증 기술(2종) 상세설계서** ▪ **KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종) 상세설계서** ▪ **하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 시제품 초안(4종)** ▪ **KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술 시제품 초안(5종)** ▪ **KASS 검증 기술 시제품 초안(2종)** ▪ **KASS 훈련 기술 및 지원 기술 시제품 초안(3종)**

(핵심기술명) KASS 운영 및 활용 기술 개발		
연도	연구목표 및 연구내용	주요 성과물
2023	▪ **(연구목표)** - KASS 성능 유지 및 감시 기술 개발(2/2) - KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 항공용 사용자 안전성 입증 ▪ **(연구내용)** - 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 개발(2/2) · 시제품 개발 - KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종) 개발(2/2) · 시제품 개발 - KASS 검증 기술(2종) 개발(2/2) · 시제품 개발 - KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종) 개발(2/2) · 시제품 개발 - KASS 성능 유지 및 감시기술 기술자료(TIB, Technical Instruction Book) 개발 - KASS 성능 유지 및 감시 기술 사용 방안 개발 * "KASS 운영 및 유지보수 기술", "KASS 운영 인증 획득 기술" 및 "KASS 서비스 제공 기술" 개발 시 도출된 KASS 성능 유지 및 감시 기술 관련 업무를 지원할 수 있도록 해당 업무별 기술 사용 방법 및 절차를 제공해야 함 - KASS 운영 체계* 항공용 사용자 안전성 입증 * KASS 운영 체계 수립은 운영 구현 기술을 기반으로 과제 외부(국토교통부)에서 수행됨 - KASS 성능 유지 및 감시 체계 항공용 사용자 안전성 입증 · 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 관련 항공용 사용자 안전성 입증 · KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측기술 관련 항공용 사용자 안전성 입증 · KASS 검증 기술 관련 항공용 사용자 안전성 입증 · KASS 훈련 기술 및 지원 기술 관련 항공용 사용자 안전성 입증	▪ **하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술 시제품(4종)** ▪ **KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술 시제품(5종)** ▪ **KASS 검증 기술 시제품(2종)** ▪ **KASS 훈련 기술 및 지원 기술 시제품(3종)** ▪ **KASS 성능 유지 및 감시기술 TIB** ▪ **KASS 성능 유지 및 감시기술 사용방안** ▪ **KASS 운영 체계 검증 결과** - 국토교통부가 수립한 KASS 운영 체계에 대한 안전성 요구사항 만족 여부 검증 결과 ▪ **KASS 성능유지 및 감시기술 검증 결과** - 하위체계 생산자료 수집 및 분석 기술(4종) 항공용 사용자 안전성 입증 결과 - KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 기술(5종) 항공용 사용자 안전성 입증 결과 - KASS 검증 기술(2종) 항공용 사용자 안전성 입증 결과 - KASS 훈련 기술 및 지원 기술(3종) 항공용 사용자 안전성 입증 결과
2024 ~ 2025	▪ **(연구목표)** - KASS 보완 및 KASS 운영센터 기술지원 - KASS 성능 유지 및 감시 기술 보완 개선 및 검증 ▪ **(연구내용)** - KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 계획 수립 - KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 보고서 작성 - KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능 측정, 개선 및 안전성 검증 계획 수립 - KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능 측정, 개선 및 안전성 검증 보고서 작성	▪ **KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 계획서** ▪ **KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 보고서** ▪ **KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능측정, 개선 및 안전성 검증 계획서** ▪ **KASS 성능 유지 및 감시 기술 성능측정, 개선 및 안전성 검증 보고서**

(핵심기술명) KASS 운영 및 활용 기술 개발		
연도	연구목표 및 연구내용	주요 성과물
최종 성과물	1. KASS 운영 체계 요구사항 2. KASS 운영 체계 검증 계획 3. KASS 성능유지 및 감시 도구 임무요구사항 4. KASS 성능유지 및 감시 검증 계획 5. KASS 시스템 운영 및 유지보수 체계 개발 가이드라인 6. KASS 운영 인증 획득 체계 개발 가이드라인 7. KASS 서비스 제공 체계 개발 가이드라인 8. KASS 운영 체계 검증 및 KASS 성능 유지 및 감시 체계 검증 결과 (이하 "하위체계 생산자료 수집 및 분석 도구" 4종) 9. 하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 기술(Sub-Systems Monitoring Statistics Technology) 및 시제품 10. 하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 기술 (Operational Analysis Technology) 및 시제품 11. 기준국 데이터 품질 모니터링 기술(KRS Data Quality Monitoring Technology) 및 시제품 12. 외부 데이터 수집 기술(External Data Acquisition Technology) 및 시제품 (이하 "KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 도구" 5종) 13. 네트워크 모니터링 및 분석 기술(WAN Monitoring Technology with the FEE) 및 시제품 14. 하위 체계 모니터링 기술(System Real Time Monitoring Technology) 및 시제품 15. 통합운영국 기반 KASS 데이터 재생 기술(KASS Data Replay simulating Technology with KCS) 및 시제품 16. 준실시간 APV-I SIS 성능 측정 기술(Fast SIS Performance Monitoring Technology) 및 시제품 17. KASS 성능하락 예측 기술(Performance Degradation Alert Technology) 및 시제품 (이하 "KASS 검증 도구" 2종) 18. KASS 서비스 커버리지 시뮬레이팅 기술(Service Volume Simulating Technology) 및 시제품 19. 통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술 (Assets Simulating Technology for KCS Analysis and Test) 및 시제품 (이하 "KASS 훈련 도구 및 지원 도구" 3종) 20. 훈련용 KASS 하위체계 시뮬레이팅 기술(Assets Simulating Technology for Training) 및 시제품 21. 이상 상황 관리 기술(Anomalies/ Observations Management Technology) 및 시제품 22. 하위체계 운영 및 유지보수 관리 기술(Operation Management Technology) 및 시제품 23. KASS 성능 유지 및 감시 도구 TIB(Technical Instruction Book) 24. KASS 성능 유지 및 감시 도구 사용 방안 25. KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 계획서 26. KASS 운영체계 구현 기술 보완, 개선 및 안전성 검증 보고서 27. KASS 성능 유지 및 감시 도구 성능측정, 개선 및 안전성 검증 계획서 28. KASS 성능 유지 및 감시 도구 성능측정, 개선 및 안전성 검증 보고서	

제9장. 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획

9.1. 연도별 소요예산

□ 연도별 투자계획

(단위: 억원)

사업	중점과제	구분	2021	2022	2023	2024	2025	합계
위성항법 보정시스템 안전운용 기술개발	KASS 운영 기술	정부	45.7	109.3	23.4	6.6	4.4	189.4
		민간	0	0	0	0	0	0
		소계	45.7	109.3	23.4	6.6	4.4	189.4
	총계	정부	45.7	109.3	23.4	6.6	4.4	189.4
		민간	0	0	0	0	0	0
		소계	45.7	109.3	23.4	6.6	4.4	189.4

□ 연구내용별 소요예산

(단위: 백만원)

구분			연도					합계
핵심기술	단위기술	세부기술	2021	2022	2023	2024	2025	
I. KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 개발	1. KASS 안전 운영 기술 개발	가. KASS 운영 체계 요구사항 도출	188	3	3	4	2	200
		나. KASS 운영 체계 요구사항 검증방안 연구	55	3	3	4	2	67
		다. KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출	234	4	4	5	3	250
		라. KASS 성능 유지 및 감시 도구 검증방안 연구	22	89	22	8	6	147
		마. KASS 운영 체계 검증 및 KASS 성능 유지 및 감시 체계 검증	-	65	162	58	39	324
		바. KASS 시스템 운영 기술	89	606	118	31	21	866
		사. KASS 운영 인증 획득 기술	179	108	33	14	10	345
		아. KASS 서비스 제공 기술	45	149	120	47	31	393
	소계		812	1,027	468	171	114	2,592
	2. KASS 성능 유지 및 감시 기술 개발	가. 하위체계 생산자료 수집 및 분석 도구	1,251	3,260	653	163	109	5,436
		나. KASS 및 하위체계 성능 모니터링 및 예측 도구	1,097	2,861	572	144	96	4,770
		다. KASS 검증 도구	1,200	3,128	625	156	104	5,213
		라. KASS 훈련 도구 및 지원 도구	215	650	23	28	18	934
	소계		3,763	9,899	1,873	491	327	16,353
총계			4,575	10,926	2,341	662	441	18,945

9.2. 비목별 소요예산

○ 직접비(인건비)

- 세부과제별 인력투입계획

(단위: 백만원)

세부과제		'21	'22	'23	'24	'25	계
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 개발	책임연구원급	5	7	3	0	0	**15**
	연구원급	5	7	3	3	3	**21**
	연구보조원급	8	12	8	6	2	**36**
합계		**18**	**26**	**14**	**9**	**5**	**72**

- 세부과제별 인건비

(단위: 백만원)

세부과제	'21	'22	'23	'24	'25	계
KASS 안전 운영 및 성능 보증 기술 개발	1,002	1,435	729	417	258	**3,841**
합계	**1,002**	**1,435**	**729**	**417**	**258**	**3,841**

○ 세부과제별 직접비(인건비 제외) 및 간접비

(단위: 백만원)

구분		'21	'22	'23	'24	'25	계
KASS 운영 기술	연구장비·재료비	2,674	7,559	1,125	41	39	**11,438**
	연구과제추진비, 연구활동비	208	474	91	50	45	**868**
	연구수당	201	287	146	83	52	**768**
	위탁연구개발비	0	0	0	0		**0**
	간접비	490	1,171	251	71	47	**2,030**
계	연구장비·재료비	2,674	7,559	1,125	41	39	**11,438**
	연구과제추진비, 연구활동비	208	474	91	50	45	**868**
	연구수당	201	287	146	83	52	**768**
	위탁연구개발비	0	0	0	0		**0**
	간접비	490	1,171	251	71	47	**2,030**
합 계		**3,573**	**9,491**	**1,612**	**245**	**183**	**15,104**

○ 설정근거

o 투입인원수 : 연구활동별/연차별 투입인원수 산정하되, 책임연구원급(교수급) 투입인원수 기준으로 산정

o 참여기간 : 투입인원이 해당 연구활동에 참여하는 총 개월수

o 참여율 : 투입인원이 해당 연구활동의 연구에 참여하는 참여율

o 인건비 단가 : 2020년 학술연구용역인건비 기준단가의 책임연구원 기준(월 3,230천원, 50%기준)

【학술연구용역인건비 기준단가】

(단위: 원)

등급	월 임금 (참여율 100%)
책임연구원	6,459,460원
연구원	4,953,028원
연구보조원	3,310,932원
보조원	2,483,284원

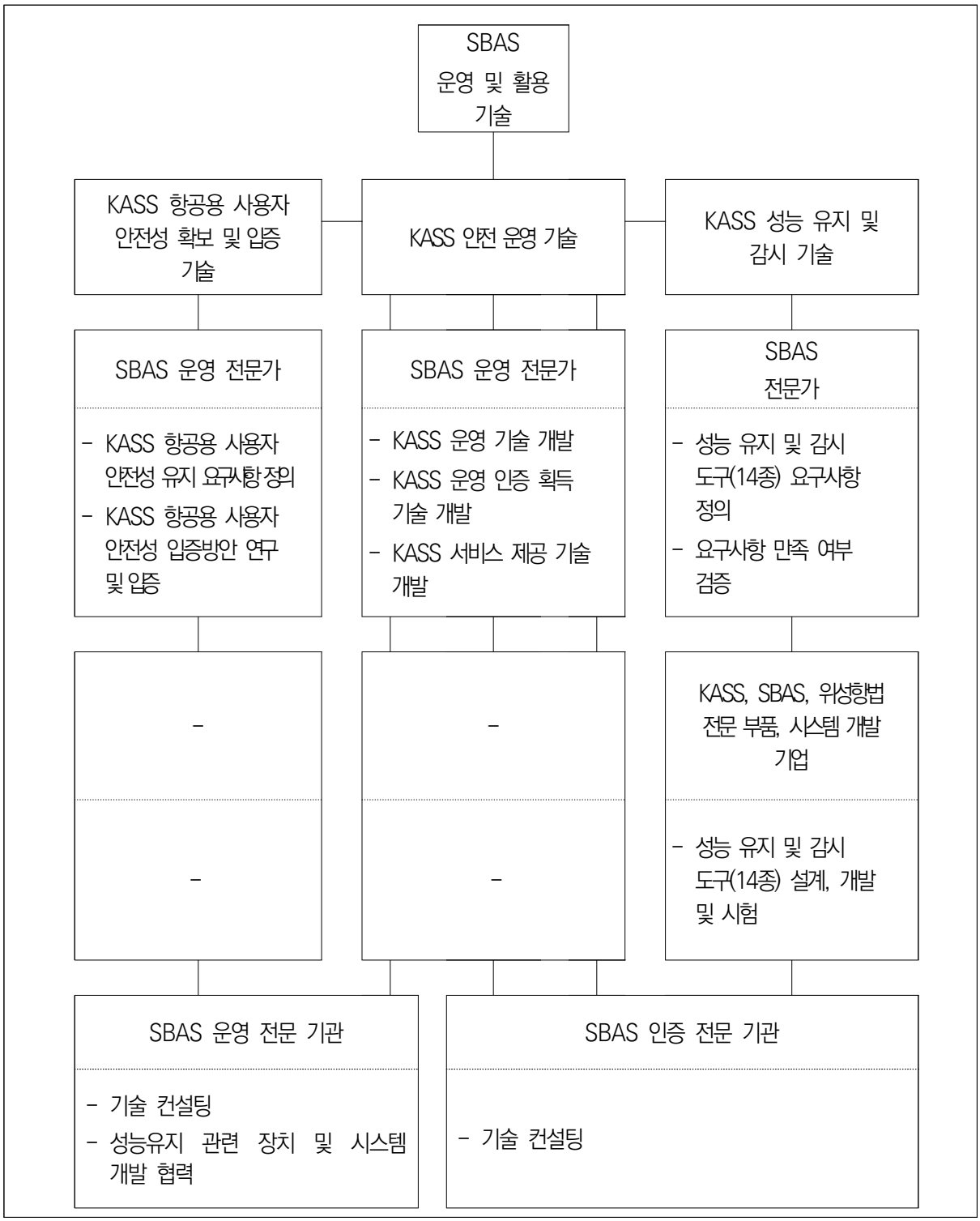
주: 행정안전부 학술연구용역인건비 기준단가 (2020년 기준)

9.3. 연구 장비 및 시제품

□ 해당사항 없음

제10장. 추진체계 및 대내외 협력방안

□ 추진체계



○ 본 연구과제 결과물은 민간 항공기를 대상으로 항공용 서비스를 제공하기 위해 사용되어야 하므로 항공분야 기술기준 준수와 품질 확보를 위해 전문 개발 업체와의 협력 체계 구축 필요

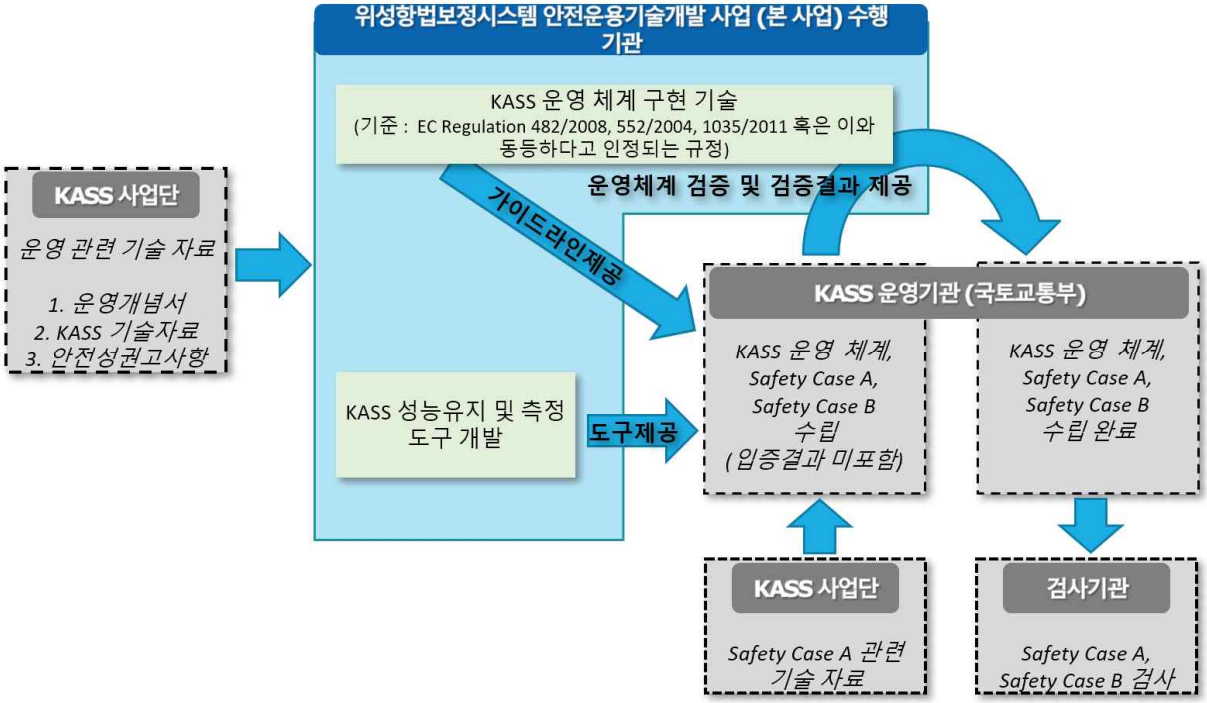
○ 본 과제 수행 기관은 지방항공청, 항공사, 공항공사 및 무인기 제조(운영) 업체 등과 협력 기반을 마련하여 KASS 항공용 사용자 안전성 확보 요구사항 도출하여 기술 개발 시 반영

○ 본 과제 수행 기관은 국외 SBAS 운영 및 인증 전문 기관과 협력 체계를 구축하여, 국내 기술력 미흡으로 인한 위험성 보완

○ 본 과제 수행 기관은 KASS 운영을 소관하는 국토교통부와 협의하여 국내 항행안전시설 운영 기준을 만족하는 KASS 성능 유지 및 감시 기술을 개발

○ 개발되는 KASS 성능 유지 및 감시 도구 및 플랫폼은 국내 항행안전시설의 운영을 책임지는 국토교통부에 무상 이관

□ **대내외 협력방안**



[그림 10-1] 본 과제 관련 대내외 협력 방안

○ 본 과제는 KASS 및 위성항법에 대한 전문성을 가진 기관이 수행해야 하며 KASS 개발구축 사업단 및 KASS 운영기관(국토교통부)과 긴밀한 협력 체계

구축 필요

- KASS 개발구축 사업단으로부터 본 과제 수행을 위한 필수 정보인 운영개념서, KASS 기술자료 및 안전성권고사항을 원활히 입수하고 기술지원을 받을 수 있는 협력 체계 구축
- 국토교통부가 KASS 운영 체계 및 운영안전성자료집(Safety Case B)을 수립할 수 있도록, 적시에 과제 성과물 제공 필요
- 국토교통부가 수립한 KASS 운영 체계, 시스템안전성자료집(Safety Case A) 및 운영안전성자료집(Safety Case B)에 대한 항공용 사용자의 안전성을 본 과제 내에서 원활히 검증할 수 있도록 국토교통부와 협력 체계 구축 필요

제11장. 위험요인 및 해결방안

핵심기술	위험요인	해결방안
KASS 운영 및 활용 기술	KASS 운영 인증 관련 법제도 개선 가능성	- KASS 운영인증 관련하여 국외 최신 규정을 적용하여 과제 추진 - 국외 SBAS 운영 전문 기관과 협력 체계 구축 - 국토교통부의 관련 법제도 개선 시 적극적인 업무 협력을 추진하여 국제적 수준의 차세대 CNS 운영 개념에 적합하도록 인증 제도 개선 요구
	국내 APV-I 무결성 유지 도구 개발 기술력 미흡	- 국외 SBAS 운영 전문 기관과 협력 체계를 구축하여 위험도 완화 - 필요시, 국외 전문기관과 협력하여 도구 및 시스템 개발
	KASS 운영 무결성 도구 개발 기간 부족	- 총 14종의 도구를 3년 내에 개발해야 하므로 용역을 통해 민간기관에서 도구를 개발하는 것으로 추진

제12장. 운영 및 활용 전략

□ ASBU 이행 지원

○ ASBU 계획을 이행하는 국내 주요 이해관계자를 만족하는 KASS 운영 기술을 개발하여 KASS 활용 극대화

- 지방항공청, 항공사, 공항공사 및 무인기 제조(운영) 업체 등과 협력 기반을 마련하여 KASS 항공용 사용자 안전성 관련 요구사항 도출
- KASS 보정 신호 사용자를 대상으로 대응 체계 및 협력 체계를 구축하여 지속적인 사용자 지원 수행

○ 성능기반항행(PBN) 기반 LPV 비행절차 제작 지원

- 국내 공항에 대하여 성능기반항행 비행절차 제작 시 성능 유지 및 감시 도구로 분석한 공항별 KASS 제공 성능에 기반한 최저치(minima) 설정 지원
- KASS 시스템이 APV-I 연속성 미충족 시 비행절차 관련 위해 분석 지원

※ 미국 및 유럽의 경우 연속성 성능이 APV-I 성능을 만족하지 못함에도 "ICAO SARPs Annex 10, Volume 1 of the Chicago Convention, Attachment D, 3.4.3.4"에 따라 PBN 비행절차 등을 보완하여 SBAS의 항공용 사용을 인증 받음

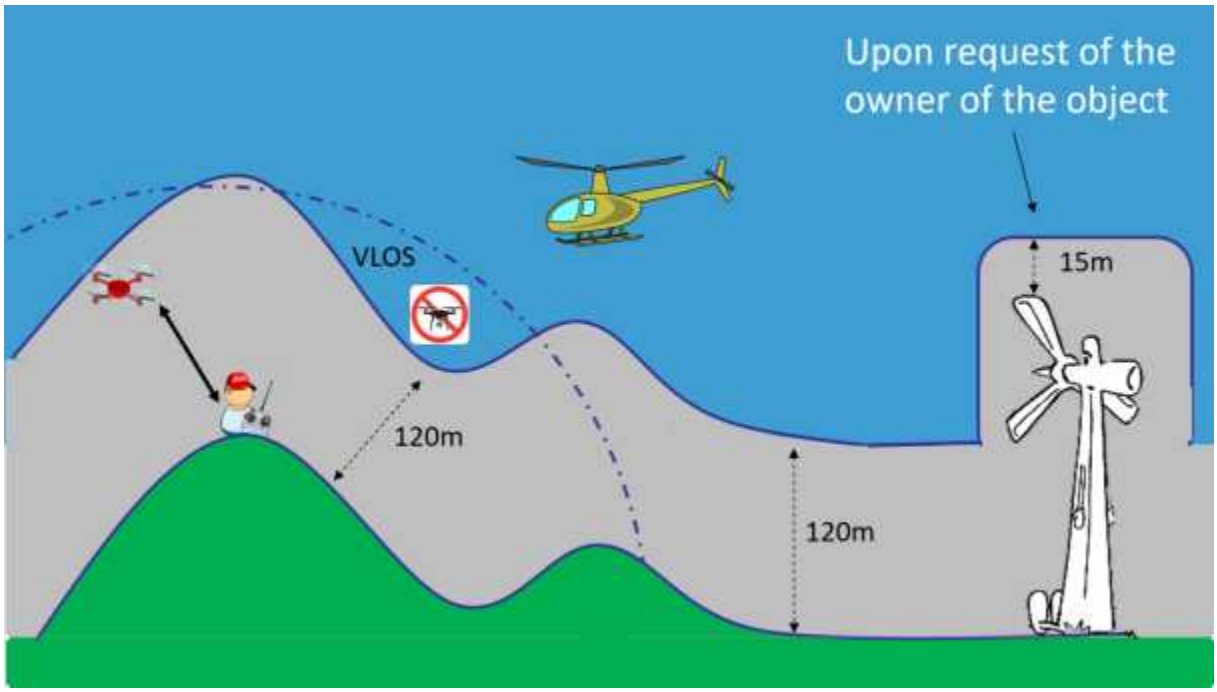
[표 12-1] 전세계 SBAS 비행절차 발간 실적 및 계획

구분	운영시작 (계획)년도	발간 비행절차 수(단위 : 개)		
		Cat-I	LPV	LP
WAAS(미국)	2003년	983	3956[1)]	683
CWAAS(캐나다)	2007년	-	355	-
EGNOS(유럽)	2011년	150	293	-
MSAS(일본)	2007년	-	'23년 예정	-
GAGAN(인도)	2013년	-	발간 예정[2)]	-
KASS(대한민국)	2022년	'22년 예정(확인필요)		
BDSBAS(중국)	-	'22년 예정		
SDCM(러시아)	-	계획없음		
ASECNA(아프리카)	-	'22년 예정		
호주 SBAS	-	'23년 예정		

1) Cat-I 비행절차를 포함한 개수
2) LPV 비행절차 검증 중

○ 무인기 교통관제 시스템(UTM) 기술 개발 지원

- 해당 기술 개발 시 KASS 보정신호를 위치 측정 및 무결성 정보에 사용할 수 있도록 기술지원



[그림 12-1] 무인기 교통관제 사례(유럽) - 최고고도관제

□ **국토교통부 항공위성항법센터 지원**

○ KASS 운영기관인 국토교통부의 항공위성항법센터(가칭)에 본 과제에서 개발된 운영 기술 이전

- 개발된 계획, 절차, 매뉴얼 등을 국토 교통부로 이전하고 교육 수행
- KASS 성능 유지 및 감시 도구를 국토 교통부로 이관하고 교육 및 유지보수 지원

제13장. 기대 및 파급효과

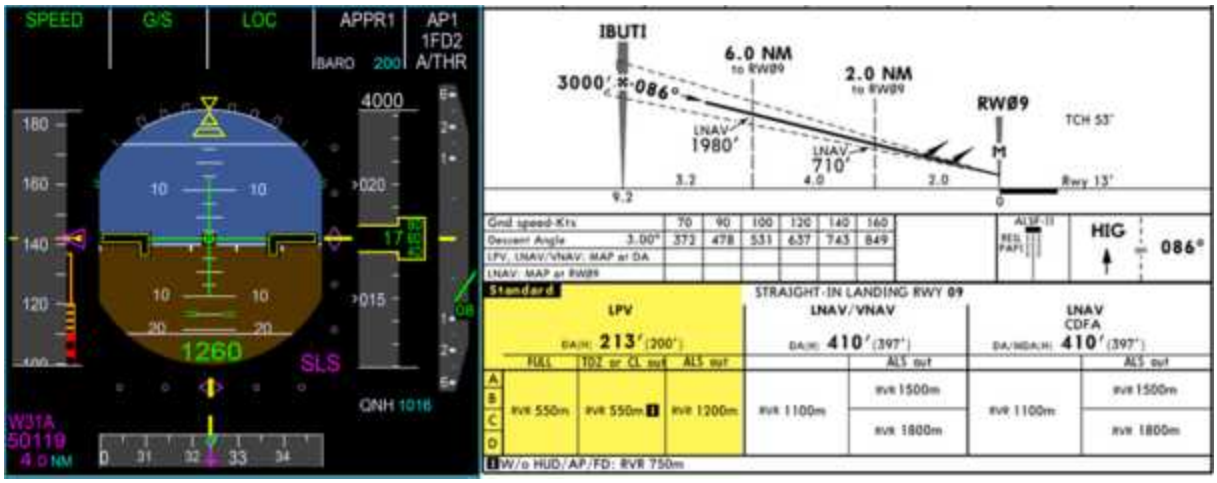
□ ASBU(Aviation System Block Upgrades)의 원활한 이행

○ ASBU를 이행하기 위한 핵심 기술인, KASS의 안정적인 운영 및 항공용 서비스 제공으로 ASBU의 국내 이행을 위한 필수 인프라 제공

- KASS 운영기술을 통한 KASS 보정신호의 안정적인 제공은 대한 민국 영공을 비행하는 항공기에 대하여 PBN 기반 비행을 가능케 하여 공항접근성증대, 연속강하운영, 연속상승운영 등 주요 ASBU 항목 이행 가능

- 또한 항공기는 KASS 보정신호를 사용하여 지상시설의 도움 없이 신뢰성 있는 자신의 위치정보를 측정할 수 있으므로 ADS-B* 사용 시 특정 항공기에 대한 위치를 他항공기나 관제센터에서 정확히 할 수 있어 항공 효율성 및 안전성이 증대됨

※ ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, 방송형 자동종속감시시설) : 항공기가 독자적으로 측정한 항공기의 위치정보를 他항공기 및 관제센터로 방송하는 시설



[그림 13-1] SBAS 기반 착륙 시스템인 SLS* 전시화면(좌) 및 LPV 비행절차(우)

※ SLS(SBAS Landing System) : SBAS를 이용한 계기 착륙 시설로 기존 계기착륙 시설인 ILS와 동일한 사용자 인터페이스를 가지고 있어 기존 시스템에서 SLS로 전환이 쉬움. 현재 일부 A350에 적용되어 운영 중

□ LPV-200 KASS 운영 지원

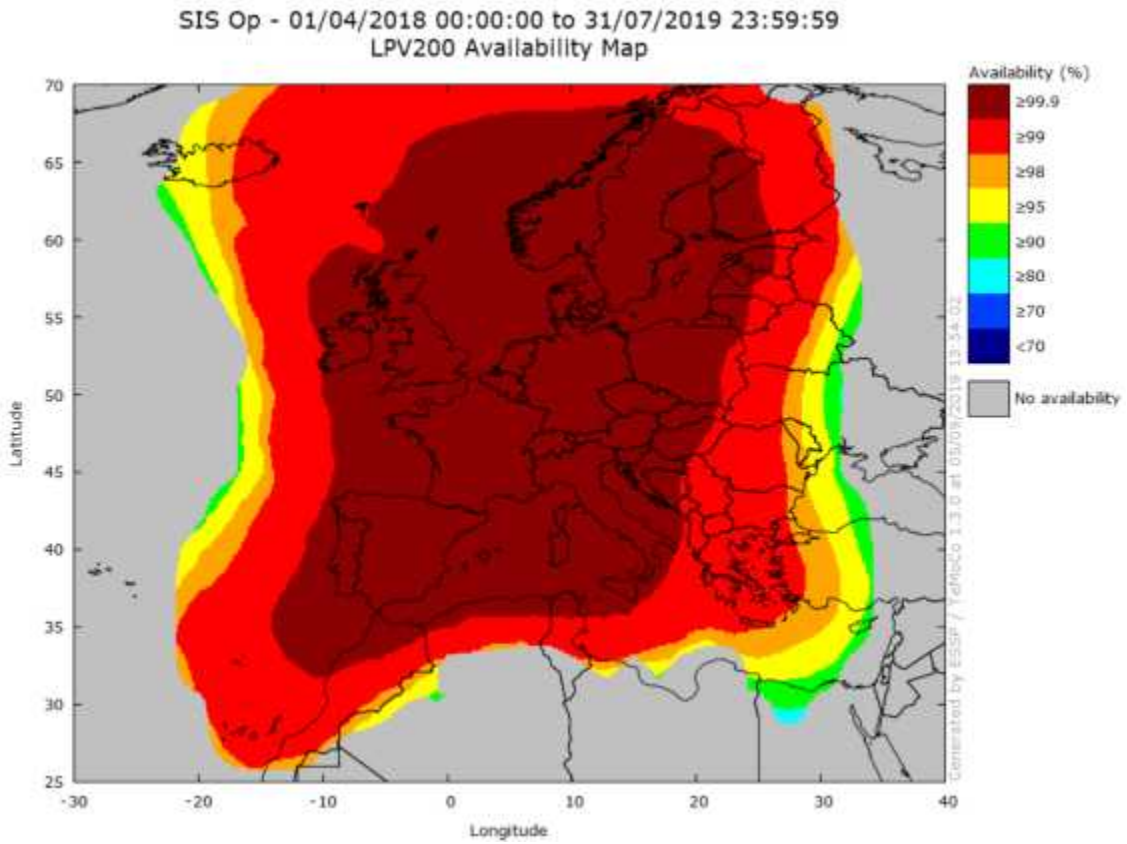
○ 미국, 유럽은 APV-I SBAS의 보정신호의 정확도와 경보시간 기능을 개선하여 LPV-200 성능으로 SBAS를 운영 중

- LPV-200은 CAT-I 과 유사한 성능 수준으로 결심고도(DH)를 60m으로 설정 가능

○ KASS의 경우도 '23년에는 APV-I SBAS로 항공용 서비스 운영을 시작할 예정이지만, 이후 신호 품질 안정 및 성능 개선을 통해 LPV-200으로 운영 가능

○ APV-I 항공용 서비스 운영 기술을 보완하여 LPV-200 운영 가능

○



[그림 13-2] EGNOS의 LPV-200 서비스 영역 (2019년 7월 기준)

□ 위치기반서비스 산업 및 관련 산업 활성화

○ 유럽의 EGNOS의 경우 농업, 해양, 철도, 도로교통, 측지측량 및 스마트폰 분야에서 SBAS 보정신호를 활용 중

- 이탈리아의 경우 EGNOS 신호를 활용한 철도신호시스템을 개발 중이며, 유럽의 철도 교통관리 시스템인 ERTMS*에 반영 추진

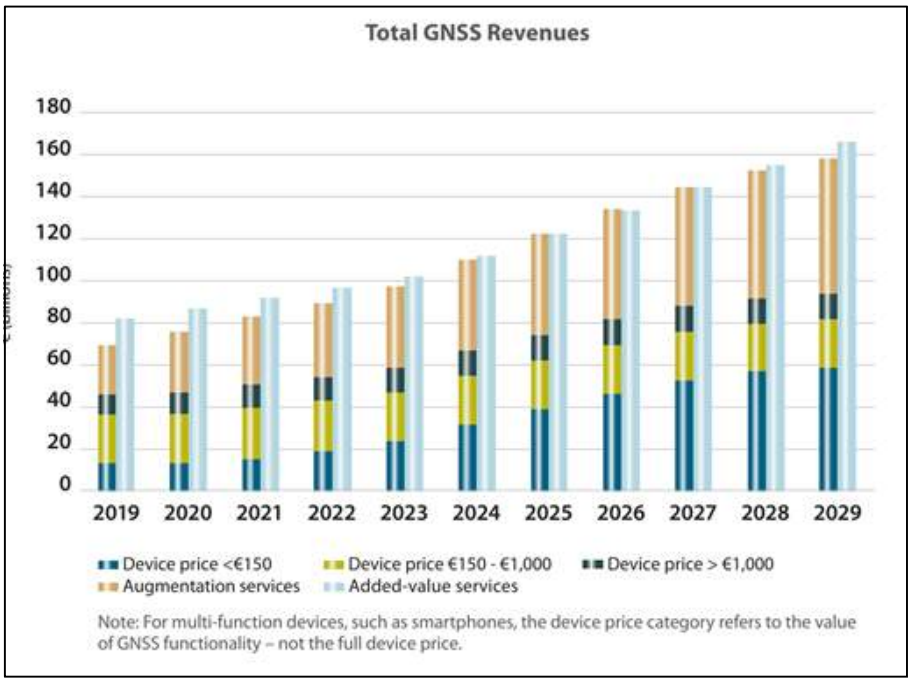
※ ERTMS(The European Railway Traffic Management System) : 유럽연합 및 국제철도연맹 주도로 유럽 27개국이 개발하는 철도 교통관리 시스템, ERTMS의 주요 목적은 기술적, 경제적, 사업적 측면에서 철도 수송량 관리를 개선하기 위해 각각의 국가에서 사용하는 열차제언 및 안전관련 설비 운영방법을 통합하는 것임

- 프랑스 및 스페인에서는 EGNOS 및 EGNOS의 심리스 보정정보제공 시스템인 EDAS를 사용하여 해양용 DGPS 시스템을 개선 중

  · 해양 분야에서의 EGNOS 사용의 이점은 끊임없는 보정정보 수신 가능, SBAS기반 VRS 구축, 기존 시스템 감소 가능, 지역적인 문제로 인한 서비스 품질 저하 없음 등임

○ 유럽위성항법청(GSA)은 GNSS 장비 빛 서비스 시장이 2019년 1500억 유로(약 193조원)에서 연평균 8%씩 성장하여 2029년에는 약 3,250억 유로(약 418조원)으로 성장할 것으로 예측함

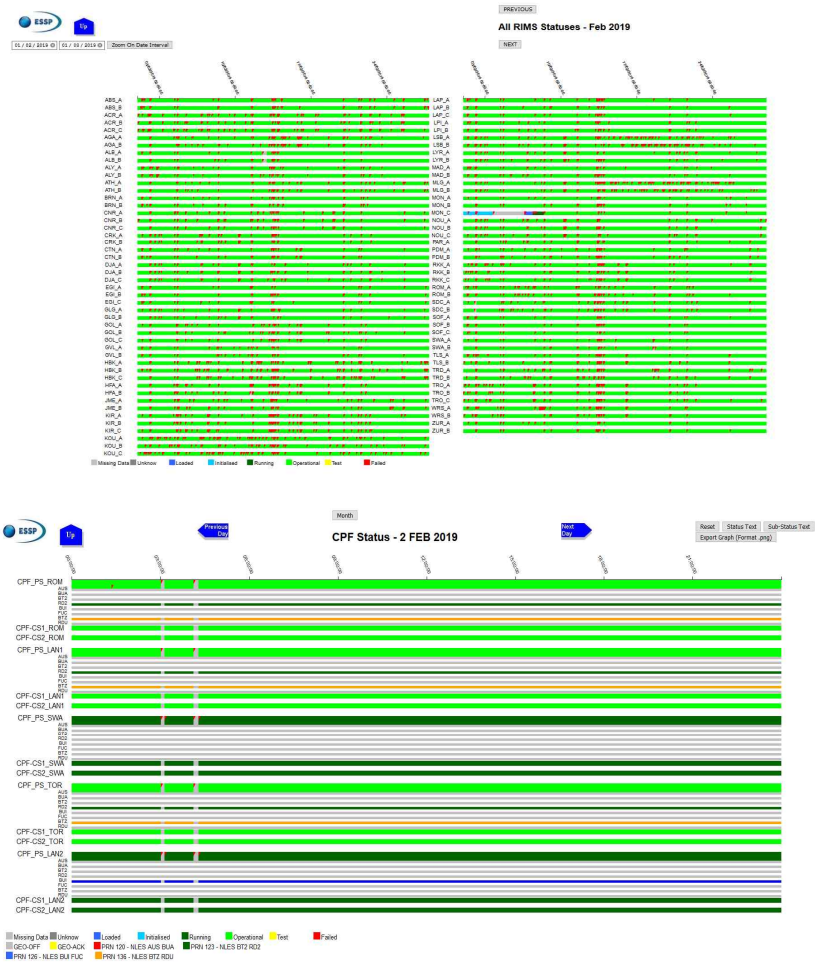
※ GNSS 장비 + 서비스 시장을 모두 산정함



[그림 13-3] GSA의 유럽의 위성항법분야 시장 예측 전망(2019년 기준)

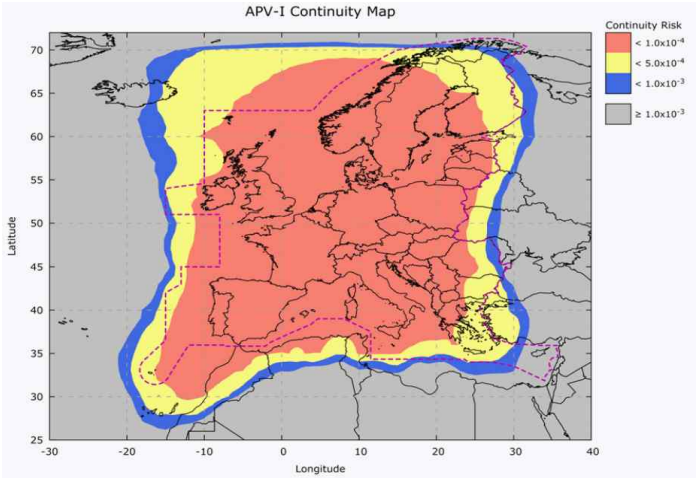
첨부 KASS 성능 유지 및 감시 기술 세부 연구 내용

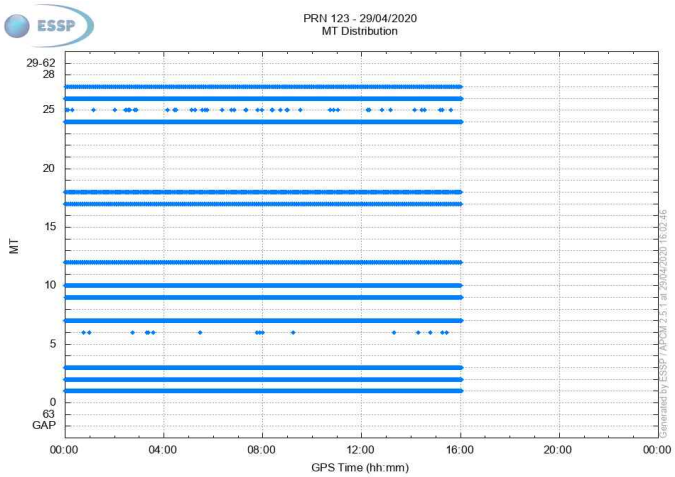
○ 하위체계 고장 및 기능실패 데이터 수집 및 분석 시스템(Sub-Systems monitoring statistics tool)

용도	해당 장비는 하위 시스템과 Signal-in-Space의 관측 통계정보를 계산하고 하위 시스템의 갑작스러운 정지 및 오류, 중앙처리국 QoS, 각 정지궤도위성에 대한 선정된 중앙처리국 및 위성통신국에 대한 정보를 수집함		
주요 기능	o 중앙처리국, 위성통신국 및 정지궤도위성의 작동 실패 이력 저장 o 중앙처리국, 위성통신국 및 정지궤도위성의 성능 보고서 및 월별 통계자료 산출 o 이상 및 관찰항목에 대한 조치결과 추적 관리		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)			
개발 난이도	(상, ㉥, 하)	**개발인력**	총 3.2 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	1 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

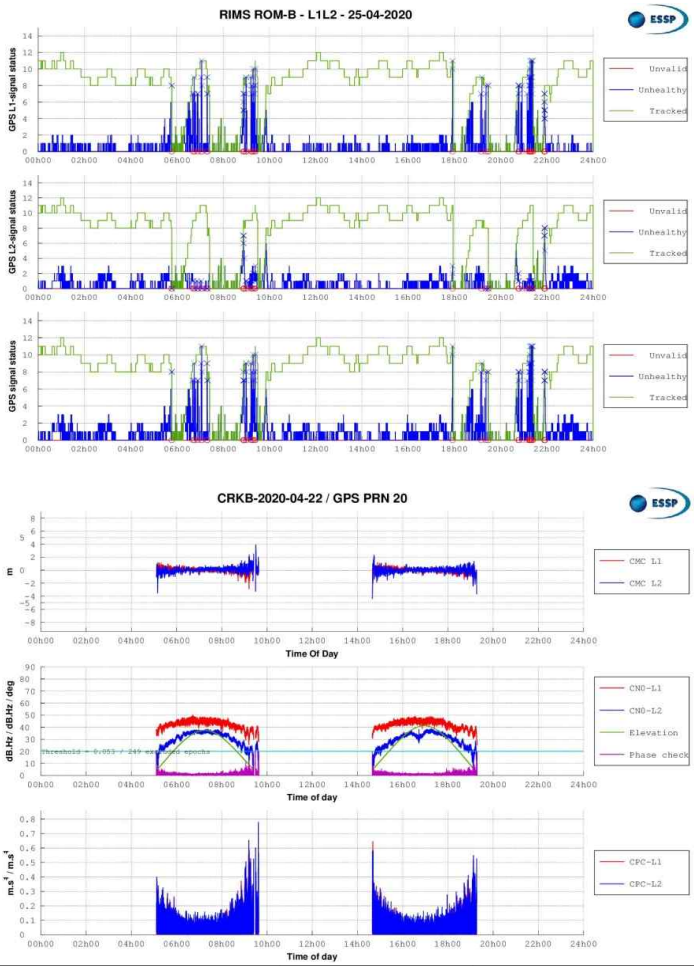
○ 하위체계 성능 데이터 수집 및 분석 시스템 (Operational Analysis Tool)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">위치 및 의사 거리에 대한 성능분석을 위해 사용되며 IGS를 활용하여 무결성, 정확성, 연속성, 가용성에 대한 데이터를 수집하고 분석함</td></tr>
<tr><td>주요 기능</td><td colspan="3">o KASS 데이터 분석을 통한 서비스 지도 생성 및 저장
o KASS 데이터 분석을 통한 무결성 데이터 생성 및 저장
o KASS 데이터 분석을 통한 MOPS 적합성 데이터 생성 및 저장
o KASS 데이터 분석을 통한 IGP 및 SV 관측 상태 데이터 생성 및 저장
o KASS 데이터 분석을 통한 정확성 데이터 생성 및 저장
o KASS 데이터 분석을 통한 연속성 데이터 생성 및 저장
o KASS 데이터 분석을 통한 가용성 데이터 생성 및 저장</td></tr>
<tr><td>시스템 형상 사례 (유럽 사례)</td><td colspan="3"> 


</td></tr>
<tr><td>개발 난이도</td><td>(상, 중, 하)</td><td>개발인력</td><td>총 7.5 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전 요구도</td><td>(A, B, C, D, E)</td><td>개발 소요기간</td><td>1.5 년</td></tr>
</table>

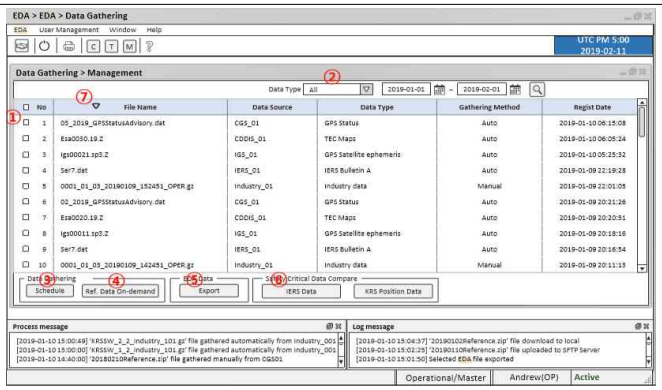
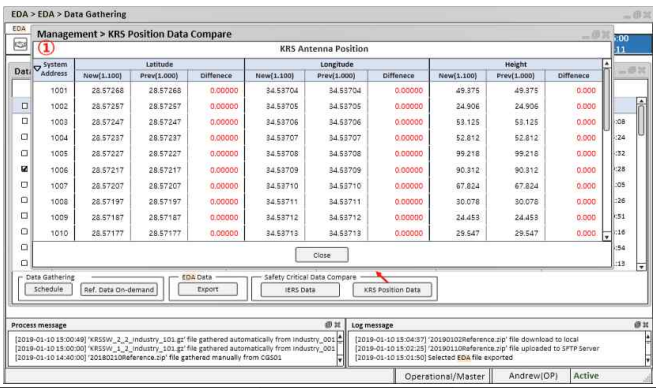
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 기준국 데이터 품질 모니터링 시스템(KRS Tools)

용도	KASS 교정 유지보수 활동 및 소프트웨어 유지보수를 지원하기 위하여 요구되는 개발 장비로, 기준국에서 수집하는 위성 신호 및 데이터의 품질을 분석하고 통계 자료를 제공함		
주요 기능	o L1/L2 비정상 신호 감시 o 사이클 슬립, GEO CCC(Code-Carrier Coherence) o 재밍, 다중경로오차, Loss 점검, 반송파 대 잡음비 o EWF(Evil Waveform) 상태 표시 o GPS & GEO 항법 데이터 품질 o 기준국 클럭 드리프트 o 기준국 하드웨어 바이어스		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)			
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 2.5 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	1.5 년

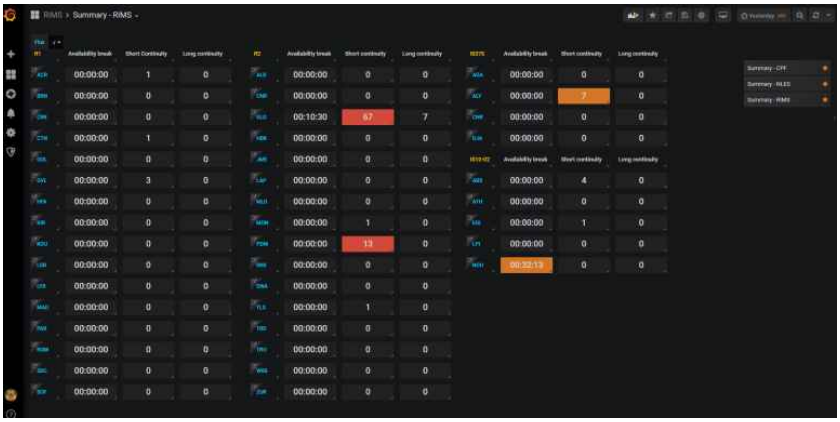
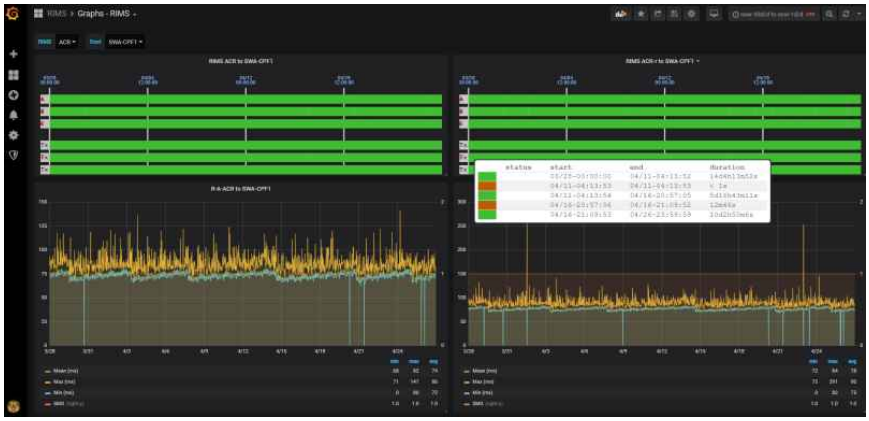
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 외부 데이터 수집 시스템(External Data Acquisition tool)

용도	KASS 성능 분석을 위해 필요한 외부 데이터를 수집함		
주요 기능	o Rapid ephemeris D+5 (CDDIS) - GPS 위성에 대한 빠른 위치 정보 (5일 후) o Precise ephemeris D+21 (CDDIS) : KCS EDA에서 수신함 - GPS 위성에 대한 정확한 위치 정보 (21일 후) o IONEX (CDDIS) : 전리층 보정 정보 o BRDC (CDDIS) : GPS 위성 궤도 파라미터 o P1-C1 DCB (UNIBE) : GPS Clock 정보 o IERS (USNO) : KCS EDA에서 수신함 - GPS 궤도 계산 시 필요한 지구 자전 정보 o GEO telemetry, manoeuvre, ephemeris - 정지궤도위성 원격 측정, 동작, 궤도력 ※ KCS의 EDA에서 수신하는 "Precise ephemeris D+21" 및 "IERS"의 경우 KCS EDA 자료 활용		
시스템 형상 사례	 		
개발 난이도	(상, ㉥, 하)	**개발인력**	총 0.5 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	1 년

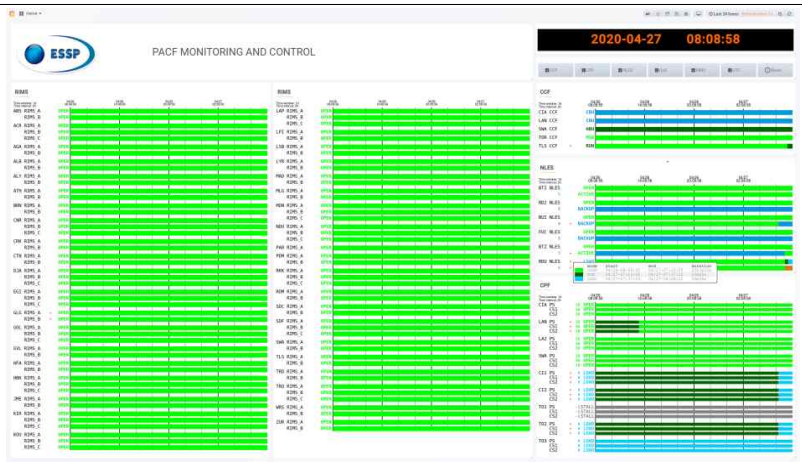
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 네트워크 모니터링 및 분석 시스템1(WAN Monitoring with the FEE)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">KASS 네트워크 단에서 데이터의 품질 확인 및 서비스 수준 확약(Service Level Agreement) 이행을 분석하기 위하여 요구되는 개발 장비로, 네트워크 중단 및 지연시간 등을 실시간으로 측정 및 기록하고 네트워크 장비의 로그 통계치를 분석함</td></tr>
<tr><td>주요 기능</td><td colspan="3">o KASS FEE(Front End Equipment) 생성 PMS 통계치 계산
o 네트워크 장비 시스템 로그 생성
o 네트워크 성능 보고서 생성(일일/월간/분기/연간)
o 통계데이터 HTML 및 그래픽 현시</td></tr>
<tr><td>시스템 형상 사례 (유럽 사례)</td><td colspan="3"> 
  </td></tr>
<tr><td>개발 난이도</td><td>(상, ㉥, 하)</td><td>개발인력</td><td>총 0.8 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전 요구도</td><td>(A, B, C, D, Ⓔ)</td><td>개발 소요기간</td><td>1 년</td></tr>
</table>

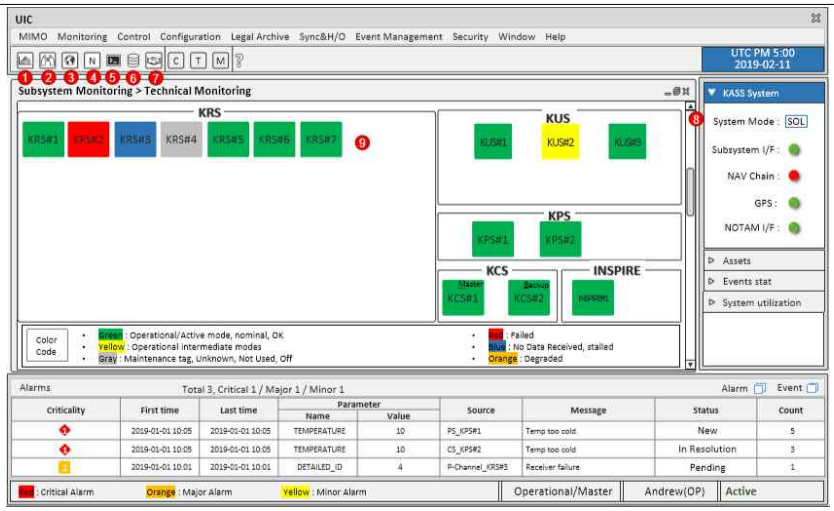
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 하위 체계 모니터링 시스템(System Tool Real Time Monitoring)

용도	기준국, 중앙처리국, 위성통신국 및 정지궤도위성 등 KASS 하위체계의 데이터를 실시간으로 수집하여 사용자 인터페이스에 표출함		
주요 기능	o 중앙처리국 QoS & NOF 실시간 모니터링 o 중앙처리국 무결성 실시간 모니터링 o 각 정지궤도위성에 대한 중앙처리국 및 위성통신국 모니터링 o 각 기준국 모니터링 o 하위체계 모드 및 장애 정보 실시간 모니터링 o 하위체계 부품 장애 정보 실시간 모니터링 o UTC 오프셋 정보 모니터링		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, ㊥, 하)	**개발인력**	총 2 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	1.5 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

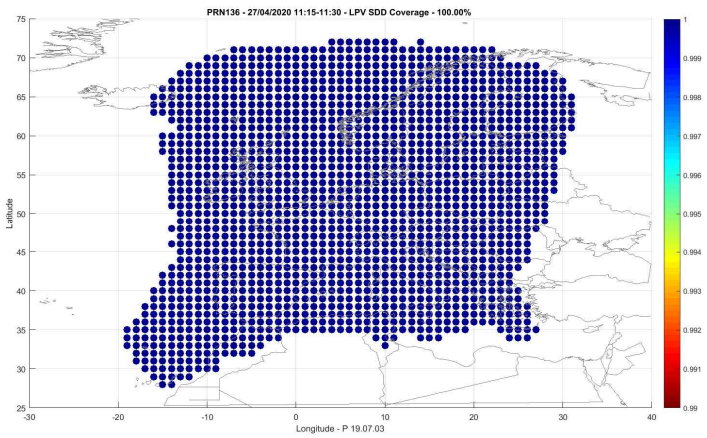
○ 통합운영국 기반 KASS 데이터 재생 시스템 (KASS Data Replay simulator with KCS)

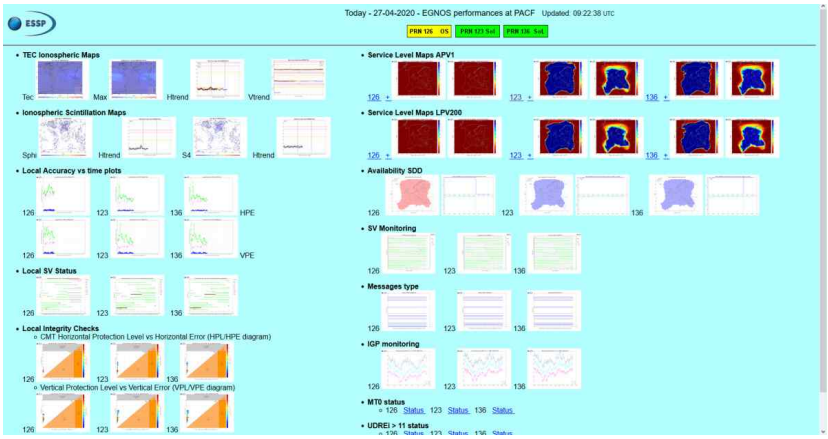
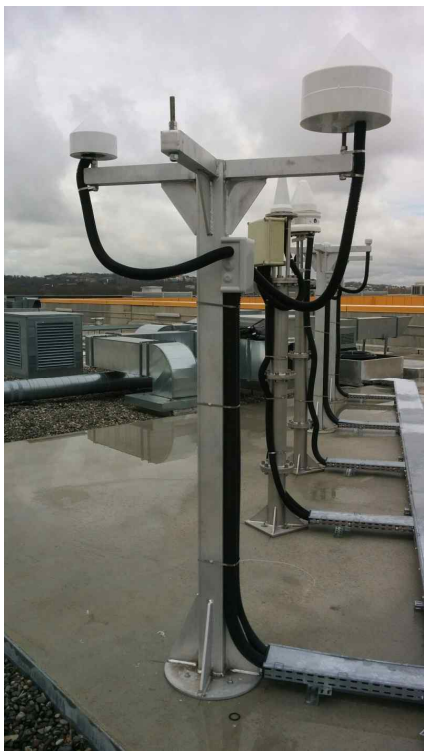
<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">중앙처리국의 성능 및 오류를 분석하기 위한 시뮬레이션 장비</td></tr>
<tr><td>주요
기능</td><td colspan="3">o 중앙처리국의 성능 및 오류를 분석하기 위해 저장된 기준국, 위성통신국, 정지궤도위성 데이터를 사용하여 실제 중앙처리국과 통합운영국을 가상으로 작동시키는 장비</td></tr>
<tr><td>시스템
형상
사례</td><td colspan="3"> 

</td></tr>
<tr><td>개발
난이도</td><td>(상, 중, 하)</td><td>개발인력</td><td>총 3 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전
요구도</td><td>(A, B, C, D, E)</td><td>개발
소요기간</td><td>2 년</td></tr>
</table>

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

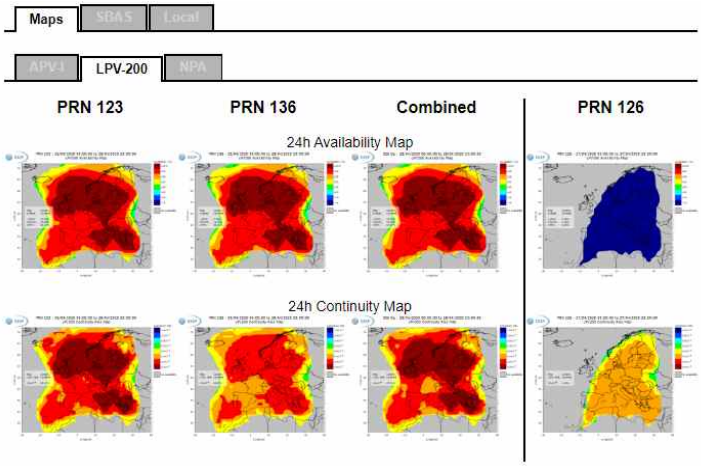
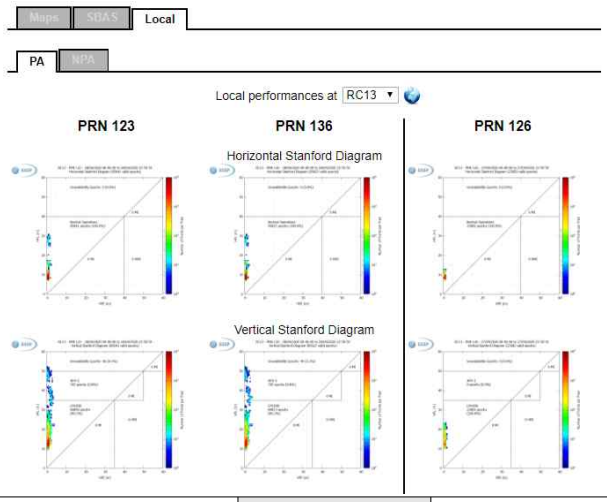
○ 준실시간 APV-I SIS 성능 측정 시스템(Fast SIS Performance Monitoring)

용도	KASS와 독립적인 수신기 및 통신 네트워크를 사용하여 KASS 보정정보를 수신 받고 KASS의 SIS 성능, 보호수준, 서비스 영역, 지역별 정확도 등을 준실시간 및 매일 분석 및 기록 ※ 본 장비는 KASS와 독립적으로 작동되며, KASS의 보정신호를 독립적인 장비로 수신 받아 KASS의 성능을 측정함 ※ KASS 내부 데이터를 사용하여 KASS의 성능을 분석하는 "KASS 성능 데이터 수집 및 분석 장비"는 KASS 내부에서 발생한 오류가 KASS 성능 분석 결과에 영향을 미칠 수 있어, KASS와 독립적인 장비로 측정 필요 ※ 본 장비는 NOTAM 발행을 위한 성능 측정을 위해 사용되므로 안전요구도 D를 만족해야 할 것으로 예측되며 만족여부 검증은 해외 인증전문가(DER)를 통해 수행 예정
주요 기능	o KASS SIS 성능의 월별 상태 준실시간 모니터링 o 서비스 수준 지도의 준실시간 생성 o 위성(GPS, GEO) 감시 상태 준실시간 모니터링 o 보호수준 및 항법오차 비교 준실시간 모니터링 o 정확성 분석 준실시간 모니터링 o TEC 전리층 지도 및 지자기 활동 준실시간 모니터링 o 위성 UDRE 상태 및 전리층 DU/NM 상태 준실시간 모니터링 o 무결성 검사 준실시간 모니터링
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	

시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, 중, 하)	개발인력	총 4.1 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	개발 소요기간	2.5 년

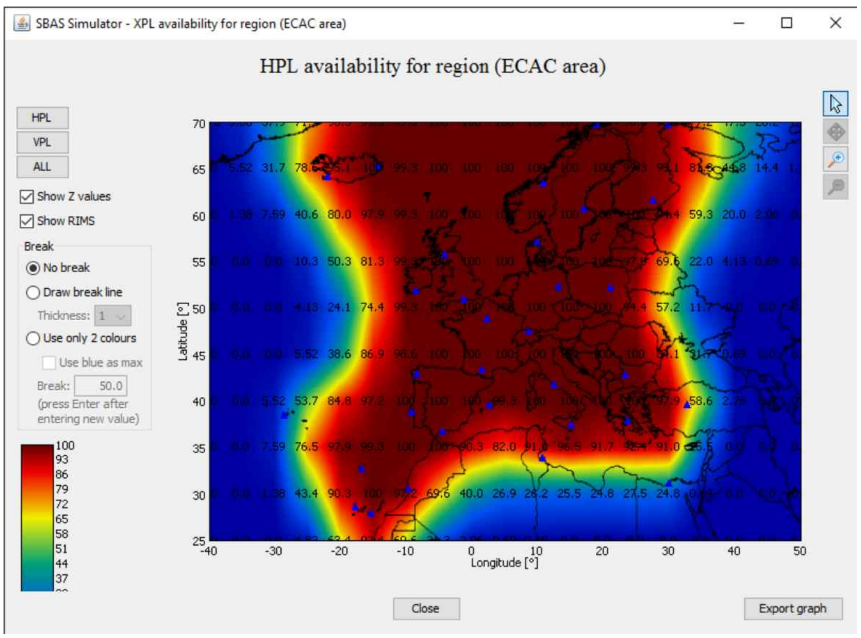
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ KASS 성능하락 예측 시스템(Performance Degradation Alert Tool)

용도	KASS SIS 성능하락을 예측하기 위해 모든 위성에 대한 사용 가능 여부 및 모니터링 상태를 감시 ※ 안전요구도 D를 만족하는 운영체제를 사용해야 하며 "8.준실시간 APV-I SIS 성능 측정 장비"에서 구매하는 OS를 공동 활용 가능 ※ 안전요구도 D 만족여부 검증은 해외 인증전문가(DER)를 통해 수행 예정		
주요 기능	o 아래와 같은 이벤트 발생시 경보를 생성 · 모든 위성이 DU로 설정 · 모든 위성이 NM으로 설정 · KASS 메시지 Time-out 발생		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, 중, 하)	**개발인력**	총 0.45 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, E)	**개발 소요기간**	2.5 년

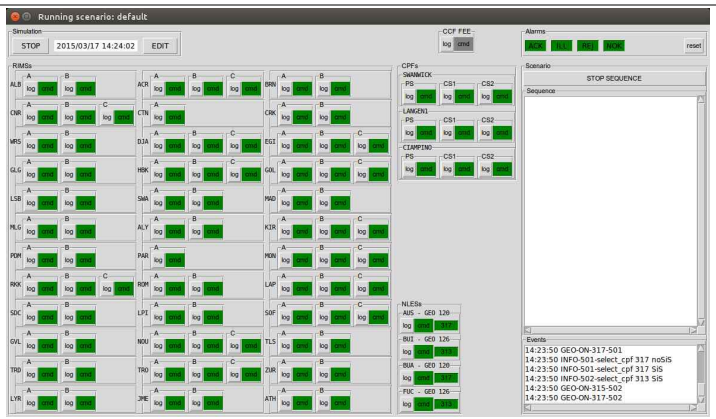
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

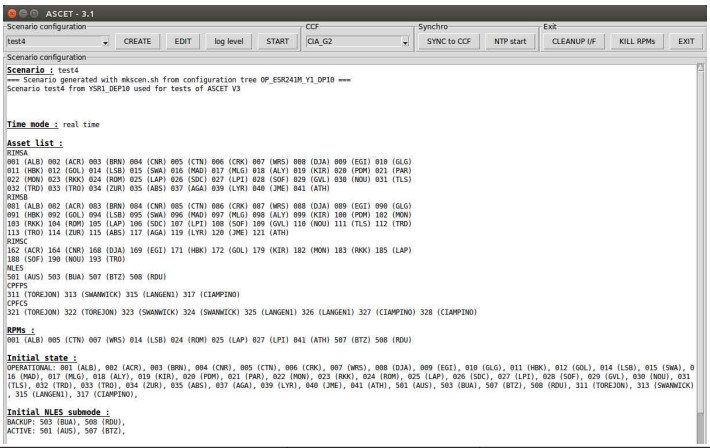
○ KASS 서비스 커버리지 시뮬레이터(Service Volume Simulator)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">KASS 하위체계 배치에 따라 위치보정 서비스의 성능 및 커버리지를 시뮬레이션</td></tr>
<tr><td>주요
기능</td><td colspan="3">o 지상 시스템 일반/성능저하 모드 생성
o KRS 네트워크 및 위성 데이터 생성
o SIS 신호 오차 생성
o 사용자 궤적/오차 생성
o 항법해 생성 알고리즘
o 무결성 알고리즘
o 위성 배치 오차, 항법시스템 오차 계산
o 가용성/연속성/정확성/무결성 계산
o 서비스 영역 분석
o 연속성/무결성 위해 사건(FE; Feared Event) 기여도에 대한 확률 계산</td></tr>
<tr><td>시스템
형상
사례
(유럽
사례)</td><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>개발
난이도</td><td>(상, 중, 하)</td><td>개발인력</td><td>총 6 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전
요구도</td><td>(A, B, C, D, E)</td><td>개발
소요기간</td><td>1 년</td></tr>
</table>

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

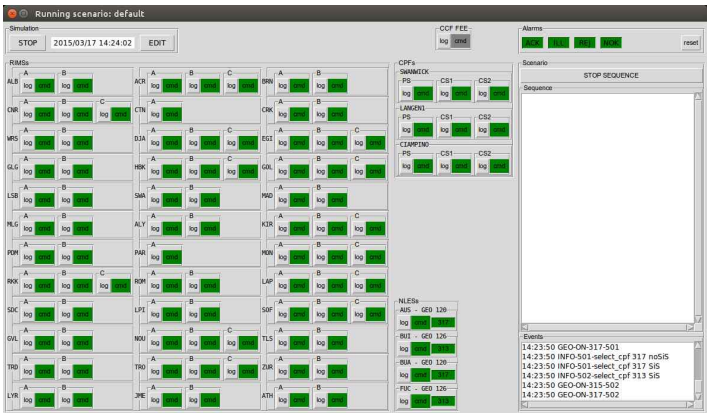
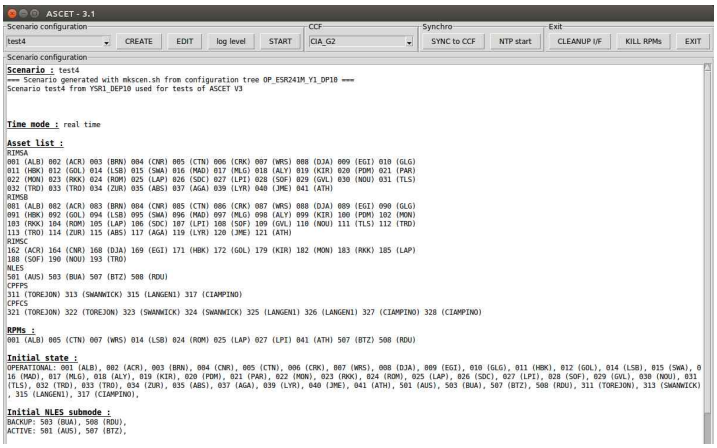
○ 통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이터(Assets Simulator for KCS Analysis and Test)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">통합운영국을 검증을 다른 하위 시스템을 모의(emulation)하는 기능을 제공 하며 시스템 통합 시점에서 통합운영국 시험에 사용함
* 운영자 교육 시나리오를 입력하여 운영자 교육용으로도 사용가능</td></tr>
<tr><td>주요 기능</td><td colspan="3">o 중앙처리국, 위성통신국, 기준국, 정지궤도위성, FEE, WAN, RPM 등의 모의 가능
o HILS 검증용 시스템으로 사용
※ HILS(Human In the Loop System) : 시스템의 실운영자가 운영환경과 동일하게 구성된 테스트베드에서 실제 운영절차를 통해 시스템의 변경사항을 검증할 수 있게 하는 시스템</td></tr>
<tr><td>시스템 형상 사례 (유럽 사례)</td><td colspan="3"> 


</td></tr>
<tr><td>개발 난이도</td><td>(상, 중, 하)</td><td>개발인력</td><td>총 4.1 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전 요구도</td><td>(A, B, C, D, E)</td><td>개발 소요기간</td><td>1.5 년</td></tr>
</table>

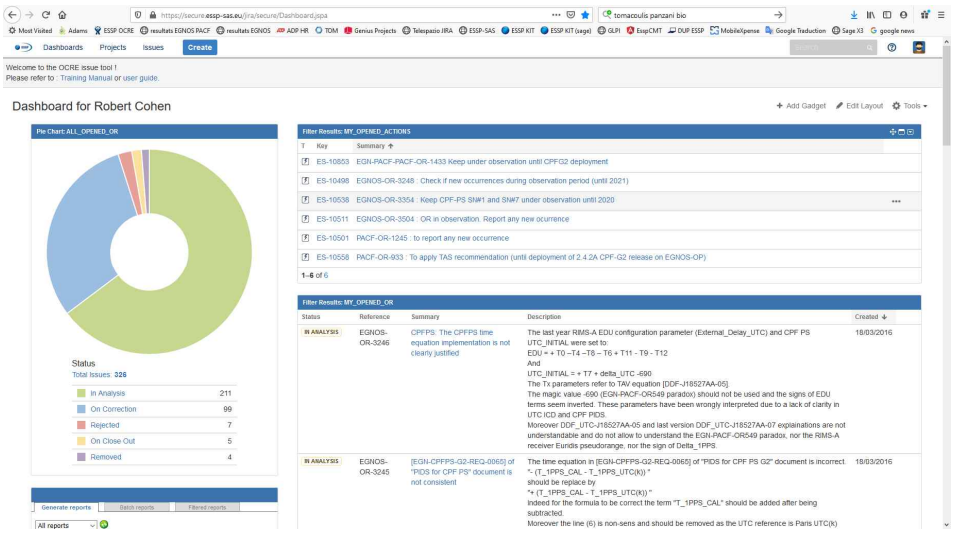
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 훈련용 KASS 하위체계 시뮬레이터(Assets Simulator for Training)

용도	통합운영국 전체에 걸쳐 사용될 운영 절차에 대한 운영자의 교육에 활용 ※ 본 장비는 "통합운영국 분석 및 검증을 위한 KASS 하위체계 시뮬레이터"를 활용하여 개발하는 것으로 11번 장비 개발 완료 후 국내 기업이 개발 가능		
주요 기능	o KASS 하위 시스템 목록, 소프트웨어 및 운영 절차에 대한 형상관리 o 운영자 교육을 위한 하위 시스템 동작 실패 및 KASS 성능저하 상황 모사		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)	 		
개발 난이도	(상, 중, ㉥)	**개발인력**	총 0.6 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	0.5 년

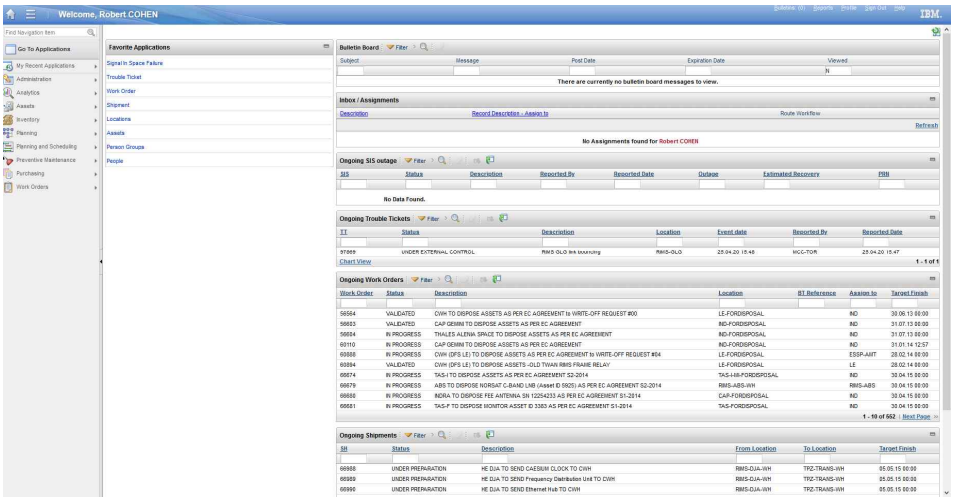
※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 이상 상황 관리 시스템(Anomalies/ Observations Report Tool)

용도	KASS 운영 조직인 위원회(Anomalies Control Board)에서 이상 상황에 대한 변경사항을 관리하기 위하여 요구되는 개발 장비로, KASS 운영 중 KASS 시스템 및 하위시스템 체계에서 발생하는 비정상 사항을 기록하고 분석 및 추적함		
주요 기능	o 시스템 및 하위시스템 분류 o 위험도 o 성능 영향, 운영 영향, 안전성 영향 o 부적합 및 관측사항		
시스템 형상 사례 (유럽 사례)			
개발 난이도	(상, 중, ㉥)	**개발인력**	총 1 MY 이상
안전 요구도	(A, B, C, D, Ⓔ)	**개발 소요기간**	0.5 년

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음

○ 하위체계 운영 및 유지보수 관리 시스템 (Operation Management Tool)

<table>
<tr><td>용도</td><td colspan="3">KASS 운영 조직에서 운영팀/형상관리팀/엔지니어링팀에서 관리하기 위하여 요구되는 개발 장비로, 하위시스템의 구성품별로 하드웨어 유지보수 및 개선에 따른 하드웨어 변경 사항, 문제 보고(Trouble Ticket), 작업 지시(Work Order) 등을 관리함</td></tr>
<tr><td>주요
기능</td><td colspan="3">o 하드웨어 변경 관리
o 하위시스템 및 구성품 추적 관리
o 문제 보고(Trouble Ticket) 전체 주기(생성~종료) 관리
o 작업 지시(Work Order) 전체 주기(생성~종료) 관리</td></tr>
<tr><td>시스템
형상
사례
(유럽
사례)</td><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>개발
난이도</td><td>(상, 중, ㉥)</td><td>개발인력</td><td>총 2 MY 이상</td></tr>
<tr><td>안전
요구도</td><td>(A, B, C, D, Ⓔ)</td><td>개발
소요기간</td><td>1 년</td></tr>
</table>

※ 상기 표에 기술된 용도, 주요기능, 시스템형상 사례는 유럽사례를 기반으로 작성된 것이며 "KASS 성능 유지 및 감시 임무요구사항 도출" 연구 결과에 따라 달라질 수 있음