

20RDPP-C1
58748-01

K-UAM

항로
이탈

모니
터링
을

위한

항공
감시
정보

획득
/
활용
체계

신뢰성
검증
기술
개발

기획
연구
최종
보고서

2021

국
토
교
통
부
국토교통과학기술진흥원

Land Infrastructure and Transport R&D Report

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()

국토교통연구기획사업 기획연구 최종보고서

R&D /
20RDPP-C158748-01

K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발 기획연구 최종보고서

2021.03. 31

연구기관 / 전략컨설팅집현(주)

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제출문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 "K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발" 기획과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 03. 31

연구기관명: 전략컨설팅집현(주) (인)

주관연구책임자: 양현모 대표 (인)

연구원: 박해련 센터장

연구원: 정문수 수석연구원

연구원: 오병철 책임연구원

연구원: 김령 전임연구원

연구원: 박한솔 전임연구원

연구원: 오경륜 책임연구원(한국항공우주연구원)

연구원: 유금식 팀장(한국공항공사)

연구원: 전인수 과장(인천국제공항공사)

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제37조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호		해당 단계 연구 기간	20.06.04~ 21.03.31	단계구분	1/1
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
	세부사업명	도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용 기반 구축 기획			
연구과제명	대과제명	도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용 기반 구축 기획			
	세부과제명	K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증 기술개발			
연구책임자	기획연구 (관리그룹)	해당단계 참여 연구원 수	총: 10명 내부: 7명 외부: 3명	해당단계 연구개발비	정부:200,000천원 민간: 천원 계:200,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 10명 내부: 7명 외부: 3명	총 연구개발비	정부:200,000천원 민간: 천원 계:200,000천원
연구기관명 및 소속 부서명				참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
<ul style="list-style-type: none"> • 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」 일정에 따라, 2025년 K-UAM 초기 상용화 서비스 지원을 위해 항공로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 연구개발·신뢰성 검증 필요 • 데이터 기반 UAM 고밀도 교통관리(UATM) 추진을 위해서는 고신뢰도의 CNSi 획득/활용체계가 중요하며, 새로운 CNSi 획득/활용체계는 기존 체계 기반의 검증 필요 • UAM CNSi 공유체계 통한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보관리시스템 등) 간 UAM CNSi 획득 및 활용체계에 대한 신뢰도 향상 필요 • 목표 1: K-UAM 초기 UAM 교통관리 기본 서비스 및 K-UAM CNSi 기술요구도에 부합하는 항공로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발 • 목표 2: ATM 기반 CNSi 정보활용/공유체계 연구를 통한 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발 • 목표 3: 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보공유체계 기술개발 • 목표 4: K-UAM 안전운항 필요 요소정보 식별 및 실증 모사 UATM 개발 통한 CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술개발 • 2022-2025년까지 정부출연금 283억원 대 규모의 단계별 예산 제안 				보고서 면수 : 277 페이지	

요약문

1. 제목

- K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증기술 개발

2. 기술의 정의 및 필요성

○ 기술의 정의

- (1과제) K-UAM 초기 상용화 서비스 지원을 위한 저밀도 교통관리 기본 서비스 및 K-UAM CNSi 기술요구도에 부합하는 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술은 UAM 운항고도 및 비행 단계를 고려한 seamless 데이터 통신링크 구현, 성능기반 비행 단계별 항법시스템 구현, 통신링크 기반 감시정보 획득, 운항정보 및 감시정보의 효율적인 공유기술 및 저밀도(5대 이하) 교통관리 기본 서비스(비행승인, 공역관리, 항로이탈 모니터링 등) 기술 등을 의미
- (2과제) 저밀도 UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용기술이란 CNS/ATM 기반의 여객기 운용 경험 및 기존 체계를 활용하여 UAM 운항사 관점에서의 비행계획 수립, 비행 감시 시스템 구축 뿐만 아니라 PSU 등의 이해관계 당사자들 간의 CNSi 정보 활용 및 공유체계 수립을 위한 기술을 의미함
- (3과제) 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자 간 정보 공유체계 기술은 실증 항로 기체 안전 확보를 위한 통신(C)·항법(N)·감시(S)·정보(i) 획득체계 구현, 저밀도 PSU 교통관제를 위한 솔루션을 의미하며, 비상 상황 등을 고려한 ATM 시스템과 인터페이스 연결과 이해관계자 간 안정적인 정보 연계를 위한 시스템 구축 및 개발을 통한 시범운영 기간 중 신뢰성 검증을 위한 기술을 의미
- (4과제) UAM 안전운항을 위해 기존 항행안전시설의 장비 활용 방안 및 상용망 기반 UAM CNSi 장비를 연구하고, 장비로부터 생성된 각종 정보에 대해 실증 모사 관제시스템과 연동을 통해 정보의 신뢰성 평가, 실증 관제시스템 검증 및 실증노선에 대한 안전성 확보방안 마련 등의 다양한 실증기술 구현을 의미함

○ 연구 필요성

- (1과제) 데이터 기반 UAM 고밀도 교통관리(UATM) 추진을 위해 저밀도 교통관리 기본 서비스(비행승인, 공역관리, 항로이탈 모니터링 등)와 고신뢰도의 CNSi 획득/활용체계 선행 구축이 중요하며, 기존 체계 기반의 검증을 통해 UAM의 새로운 CNSi 획득/활용체계에 대한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보관리시

스텝 등)들의 사전적 신뢰도 향상 조치 필요

- (2과제) K-UAM 로드맵 상 2025년부터 실시되는 UAM 운용 실증사업에 대비하여 UAM CNSi 체계 각 구성체 별로 기능에 부합하는 관련 기술개발이 필요함과 동시에, 실질적인 UAM 운용을 위해서는 고객의 예약부터 탑승, 운항, 도착 등 서비스 전과정에 걸쳐 실제 UAM 운항사의 역할 및 기능 확립을 기초로 한 관련 기술 및 세부 서비스 구체화와 관련 시스템의 개발 및 구축 필요
- (2과제) UAM 산업의 조기 실용화를 위해서는 무인기 운항통제체계인 UTM 뿐만 아니라 기존 민항기 운용체계인 CNS/ATM의 운용경험을 적극 활용함으로써, 초기 저밀도 운용환경에서의 비행계획수립 및 운항감시, 관련 이해당사자 간 데이터 공유 시스템 구축을 위한 유인기/무인기 통합 공역에서의 효율적인 UAM 운용개념 수립과 세부 절차 및 메뉴얼 등 제반요소의 구체화 필요
- (3과제) 전세계적으로 UAM 기체 개발 및 인증에 대해서는 많은 투자와 연구가 진행 중이지만 운항 안전에 필수 시설인 CNSi기술에 대해서는 아직까지 명확하게 식별되지 않은 상황임. 국내 UAM 운항환경에 적합한 기술 및 인프라를 선제적으로 연구 및 신뢰성 검증을 통해 국내 UAM 운항항로의 안전성을 확보하고 초기 UAM 상용화 시 해당 항로의 안전 확보 및 관리효율 증대를 위한 PSU 교통 관리 시스템과 운항관련 이해관계자(ATC, PSU, Vertiport, 운항사 등)와 필요 정보를 안정적으로 공유할 수 있는 기술 필요
- (4과제) K-UAM GC 진행을 위해 실증 노선에서 UAM 운항에 요구되는 CNSi 장비개발과 실증을 통해 산출된 정보의 정확도 및 품질을 확보하여야 하며, 실증모사 관제시스템을 구축하고 CNSi를 연동하여 CNS 정보 평가를 통해 안전한 K-UAM GC 진행 환경을 구현하고, 향후 상업 서비스 단계에서 요구될 수 있는 UAM CNSi 및 UATM의 시스템 요구사항을 선제적으로 발굴 필요

3. 국내·외 동향 및 환경 분석

○ 정책 동향 분석

- 2020년 6월 미국 FAA는 UAM ConOps ver 1.0을 통해 점진적 발전 전략의 UAM ConOps를 세계 최초로 발표. 이로서 UAM의 상업적 도입을 이한 첫 단계 작업에 돌입하게 되었으며, 이를 계기로 상당한 UAM 사업적 불확실성이 해소되었으며, 향후 상세한 ConOps가 발전적으로 제시될 것으로 기대됨
- 전세계 정책기관(NASA, FAA 등)에서도 명확히 CNSi에 대한 방향성을 제시하고 있지 않은 실정으로서, 현재까지는 UAM 성숙도에 따른 CNSi 기술요구 수준을 제시하고 있음

○ 시장 동향 분석

- 새로운 미래 도심용 항공교통은 기체, 건설, 서비스, 금융 등 다양한 분야가 연관된 거대 신 시장이자 고부가가치 창출이 가능한 미래 먹거리로서 미국 최대 투자 전문사인 모건스탠리는 2040년 전세계 자율비행 UAM 총시장(TAM)을 \$1.5TN(1천8백조원)로 전망
- 새로운 부가가치 창출을 위해 다양한 업계의 도전·경쟁이 확대되는 추세로 기술 선진국(미국, 유럽, 일본 등)을 중심으로 항공·자동차·스타트업·서비스 기업 등이 경쟁적으로 개발 및 투자 중 (기체 개발기업만 300여개@'20.7.22)

○ 기술 동향 분석

- 신개념 교통수단인 UAM이 상용화되기 위해서는 분산 전기추진 방식의 비행체 개발과 함께 이를 운용하기 위한 공역관리, 이착륙을 위한 버티포트, 자율화, 인공지능 기술 등 산업 전반에 걸쳐 종합적인 기술이 요구
- 美 NASA는 AAM(Advanced Air Mobility) National Campaign의 첫 단계(NC1)로서 UAM 시범운용을 '20년 후반 비행시험을 수행하고 있으며, 현재 시뮬레이터 인프라를 통해 eVTOL 운용성능 시험 중으로 UAM 안전성에 대한 대중 신뢰도 향상을 위해 비행시험 전 기체와 지상 인프라 운용성능을 지상 가상통합검증 환경을 통해 사전 검증
- 도심상공을 비행할 UAM은 기존 ATM 대비 제약사항이 많고 훨씬 높은 정확도를 요구하고 있으나 LTE, 5G와 같은 상용망 기술, 현행 항공기에 적용되는 위성항법 등 국내 기술로 충분히 상용화시킬 수 있는 수준으로 식별됨.

○ 초기 저밀도 교통관리 기본 서비스 기능 요구도 : 기존 ATM 개념 기반 신규 공역 구조(회랑 등) 및 절차를 활용하고 UAM 운항사, 버티포트 중심의 정보교환 체계를 기반으로 다음의 서비스 제공

- 비행 승인 : 버티포트 가용성 기반 비행계획 승인 서비스
- 공역 관리 : 사전 지정 공역 구조(회랑) 사용 관리
- 항로이탈 모니터링 : 승인 비행계획 항로 준수 모니터링

○ CNSi 기술요구도

- Communication(통신): LTE, 5G 등 상용망을 활용한 이해당사자 간 고품질 통신
- Navigation(항법): SBAS 및 고정밀측위(RTK) 등을 활용한 고정밀 성능기반 항법기술
- Surveillance(감시): 통신네트워크 기반 UAM 운항 정보 취합하여 감시정보 생성
- Information(정보): 이해관계자 간 효율적인 필수정보 공유 및 탑승객 인포테인먼트 정보

4. 연구개발과제 구성 및 추진전략

○ 연구개발과제 구성

- 2025년 도심 UAM 실증 노선 운용을 위한 저밀도 교통관리 기본 서비스와 CNSi (통신, 항법, 감시, 정보) 획득/활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증의 목표 실현을 위해 4개의 중점추진 및 핵심과제를 제시함
- 1 과제 : K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발
 - 1-1 : K-UAM 교통관리 기본서비스 기술개발
 - 1-2 : CNS 획득체계 신뢰성 검증 기술개발
 - 1-3 : K-UAM CNS/교통관리 기본서비스 신뢰성 통합 검증 기술개발
- 2 과제 : 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술개발
 - 2-1 : 저밀도 ATM 기반 UAM CNSi 최신 기술동향 분석
 - 2-2 : 운항사 중심 저밀도 UAM CNS 운용개념(안) 수립
 - 2-3 : 저밀도 UAM 운항통제 요구사항(안) 및 절차 수립
 - 2-4 : 저밀도 UAM 운항통제시스템 개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증
- 3 과제 : 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술개발
 - 3-1 : 초기 저밀도 교통관리 서비스 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)
 - 3-2 : UAM Corridor 내 기체↔지상국 간 기체 안전운항 정보 공유 기술
 - 3-3 : GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 대체 항법시스템 개발
 - 3-4 : 5G기술을 활용한 UAM 통신기술 개발 및 ATM 연계 시스템 개발
 - 3-5 : PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자(ATC, Vertiport, 운항사 등) 간 정보공유 체계 개발
- 4 과제 : K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술개발
 - 4-1 : CNSi 정보 신뢰성 평가 기술
 - 4-2 : 실증 운항경로 CNSi 기술
 - 4-3 : Vertiport CNSi 기술
 - 4-4 : UAM 실증 교통관리시스템 기술
 - 4-5 : 법제도, 주파수 확보, 사업화 방안 등 연구

○ 추진전략

- 약 45개월간 전체연구비 488억원(정부출연금 283억원/순수연구비 기준) 규모로 3단계로 추진

- 1단계, 기술개발단계 (2022~2023년)

- (1과제) K-UAM 교통관리 기본 서비스 개념 설계 및 운항고도, 비행단계별 가용 CNS 장비 설계 및 개발
- (2과제) UAM CNSi 기술개발 및 활용동향 분석을 통한 초기 저밀도 운용 환경에서의 UAM 운용개념 및 CNSi 기반 운항통제 요구사항 도출과 관련 요구사항 분석을 통한 운항사 운항통제시스템 개념 및 상세설계
- (3과제) UAM 운항 안전성 확보를 위한 CNS 기술요구도 설계 및 인프라, 시작품 개발 및 PSU 교통관리, 이해관계자 간 정보공유를 위한 데이터 및 인터페이스 정의와 사이버 보안 체계 설계, 기체↔지상국 간 데이터 (주변 환경, 충돌위험 등) 식별 및 전송방법 정의를 통한 지상 시스템 구축
- (4과제) UAM CNSi 정보요소 식별 및 품질 평가 기준 정의, 기존 항행안전 시설 활용 방안 검토, 실증 관제시스템 기본 요구사항 정의 및 시스템 모사

- 2단계, 기술향상단계 (2024년)

- (1과제) CNS 장비에 대한 UAM 운항고도별 및 비행단계별 성능 평가 및 K-UAM 교통관리 기본 서비스 성능 평가
- (2과제) CNSi 기반 UAM 운항통제 기술동향 분석을 통한 운항 단계별 UAM 운용개념, 운항통제 요구사항 및 절차 구체화, UAM 운항통제시스템 개발
- (3과제) 도심 실증 항로 내 CNS 정보 획득 Field Test 및 기존 ATM과 연계체계 개발 및 이해관계자간 정보공유를 위한 DB 및 사이버 보안 관리체계 구축, UAM Corridor 기체↔지상국 간 데이터 통신 Field Test 및 UAM 흐름관리체계 구축
- (4과제) 상용 통신망 기반 CNSi 시제품 개발과 외부시스템 연동 및 실증 UATM 모사 고도화

- 3단계, 통합 실증 (2025년)

- (1과제) K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 통합성능 평가 및 CNS 획득 신뢰성 검증(@실증노선)
- (2과제) UAM 운항통제시스템 통합, 모의운용을 통한 UAM 운용개념과 운항통제 요구사항 및 절차(안) 검증
- (3과제) UAM CNS 획득 정보 및 ATM 연계 신뢰성 검증, PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자 간 정보공유체계 신뢰성, 보안성 검증, UAM Corridor 기체↔지상국 간 데이터 통신 및 UAM 흐름관리체계 신뢰성 검증
- (4세부) CNSi 장비 실증 노선 전개, 외부와 연동된 환경에서의 실증 모사 관제시스템 운용을 통해 CNSi 및 실증 모사 관제시스템 종합 평가

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성	1
1절. 기술의 정의 및 기획연구의 범위	1
1. 기술의 정의	1
2. 기획연구의 범위	1
2절. 기술개발의 배경 및 필요성	2
1. 기술개발의 배경	2
2. 기술개발의 필요성	3
2장. 국내·외 동향 분석	7
1절. 국내·외 정책 동향	7
1. 미국 정책 동향	7
2. 유럽 정책 동향	9
3. 유럽/캐나다/호주 국가별 정책 동향	12
4. 중국 정책 및 업계 동향	13
5. 일본 정책 및 업계 동향	14
6. 싱가포르 동향	15
7. 국내 정책 동향	16
8. 국내 업계 동향	20
2절. 국내·외 시장 동향	22
1. 국외 시장 현황	22
2. 국내 시장 현황	34
3절. 국내·외 기술개발 동향	37
1. 항공교통 분야	37
2. UAM 도입을 위한 공역관리 분야	41
3. UAM 도입을 위한 CNSi 분야	44
4. UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유 기술 개발	46
5. 특허 분석	51
4절. 국내 연구개발 인프라 분석	76
1. 연구 인프라 분석	76
2. 연구 인력 분석	84
3장. 연구개발과제 구성 및 추진 전략	89
1절. 연구개발 추진방향 도출	89
1. SWOT 분석	89
2. 연구개발 추진 방향 정립	93
3. 중점추진 연구분야 도출	96
2절. 연구비전 및 목표	97
1. 연구 비전 및 목표	97
2. 설정 근거	98

3. 단계별 목표	99
4. 기술개발에 따른 미래상	101
3절. 연구개발과제 구성	106
1. 핵심기술 후보군 도출	106
2. 우선순위 도출을 통한 우선추진 과제 선정	108
4절. 핵심과제별 주요내용 및 추진전략	117
1. 중점추진분야 과제카드 작성	117
2. 과제 간 연계관계	137
5절. 기술로드맵 및 성과로드맵	139
1. 기술로드맵	139
2. 성과로드맵	149
6절. 기술효과 및 성과 활용 방안	168
7절. 연구수행체계 제안	171
4장. 사전 타당성 검토	173
1절. 기술적 타당성	173
1. 기술개발 계획의 적절성	173
2. 기술개발 성공 가능성	177
3. 기존 연구과제와의 중복성	180
2절. 정책적 타당성	182
1. 상위계획과의 부합성	182
2. 사업 추진전략 및 추진체계	182
3. 사업의 타당성	184
4. 정부지원의 필요성	184
3절. 경제적 타당성	185
1. 분석 개요	185
2. 편익 분석	186
3. 경제적 타당성 분석	189
4. 기대효과	190
5장. 인력투입 및 소요예산 산정	193
1절. 인력투입계획	193
1. 연차별 투입 연구인력	193
2. 상세 투입 연구인력	194
2절. 소요예산 산정	199
1. 총괄 소요예산	199
2. 예산항목별 소요예산	200
참고문헌	260

표목차

<표 II-1> 드론 분야 선제적 규제혁파 로드맵 단계별 시나리오	16
<표 II-2> UAM Team Korea 구성도	19
<표 II-3> 주요국 연도별·도시별 UAM 이용객 수 전망	27
<표 II-4> 주요 eVTOL 개발 현황	31
<표 II-5> 연도별 UAM 한국 시장 규모('23~'40)	34
<표 II-6> UAM 공역관리 설계의 요소기술	43
<표 II-7> 검색 DB 및 검색범위	51
<표 II-8> 주요논문 리스트	55
<표 II-9> 검색 DB 및 검색범위	60
<표 II-10> 분석대상 기술분류	61
<표 II-11> 분석대상 유효특허 선별결과	62
<표 II-12> 주요 경쟁자 Landscape	68
<표 II-13> 국가별 주요출원인 TOP5	69
<표 II-14> 인천공항 AeroMACS 구축 로드맵	81
<표 III-1> K-UAM GC와 본 기획의 UAM CNSi 획득/활용체계 비교	100
<표 III-2> K-UAM 단계별 교통관리 기능 비교	101
<표 III-3> UAM의 CNSi 시스템의 개발 미래상	102
<표 III-4> UAM의 운항통제시스템의 개발 미래상	102
<표 III-5> UAM CNSi 획득 및 정보연계체계 연구 미래상	103
<표 III-6> UAM CNSi 환경 연계 교통관리시스템 연구 미래상	104
<표 III-7> K-UAM GC와 본 기획과제의 일정 관계	104
<표 III-8> 핵심기술후보군 도출 과정	106
<표 III-9> 기술조사 취합 결과	107
<표 III-10> 우선추진과제 선정 프로세스	108
<표 III-11> 우선순위 평가지표	109
<표 III-12> 평가항목 중요도(가중치) 조사 결과	109
<표 III-13> 우선추진과제 후보군	115
<표 III-14> 우선추진과제 최종선정	116
<표 III-15> K-UAM 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증기술 개발 연구수행 체계	171
<표 IV-1> 비전 및 목표 설정 근거	175
<표 IV-2> 본 연구의 단계별 목표	176
<표 IV-3> 미래시장의 부가가치 창출 편익 추정 수식	186
<표 IV-4> 연구단계별 회의 기간	187
<표 IV-5> CNSi 관련 인용특허수명(Cited-patent Life Time, CLT)	187
<표 IV-6> 미래시장 추정	188
<표 IV-7> 편익 산출	189
<표 IV-8> 동 기술개발사업 비용의 현재가치	189
<표 IV-9> 동 기술개발사업의 경제성 분석 결과	190

그림 목차

[그림 II-1] UTM 및 UAM 교통관리시스템 구성도	7
[그림 II-2] UAM 운용개념도	8
[그림 II-3] NASA AAM NC 개발시험 운용개념도	8
[그림 II-4] NASA AAM NC 추진 일정	9
[그림 II-5] U-space 공역 구조	10
[그림 II-6] U-space X 구역 (Type X) 운용개념	11
[그림 II-7] U-space Y 구역 (Type Y) 운용개념	11
[그림 II-8] U-space Z 구역 (Type Z) 운용개념	11
[그림 II-9] U-space GF (Gulf of Finland) 프로젝트 세부 추진사항 및 일정(2019.8) ...	12
[그림 II-10] EHang의 광저우 UAM 관제센터(좌)/광저우 시내 동시비행 데모(2019.11.30)(우)	14
[그림 II-11] 일본 항공교통 혁신 로드맵(2018.2)	14
[그림 II-12] 일본 후쿠시마 로봇 테스트 필드 시설조감도	15
[그림 II-13] 지형정보를 활용한 소음영향 분석 시뮬레이션	16
[그림 II-14] 도심항공교통 단계별 주요 추진계획	17
[그림 II-15] K-UAM 로드맵 인포그래픽	18
[그림 II-16] 현대자동차 S-A1, UAM Hub	20
[그림 II-17] 한화시스템 Overair Butterfly	21
[그림 II-18] 전 세계 Vertical Mobility 시장 전망	23
[그림 II-19] 전 세계 승객용 UAM 시장 가치사슬 전망	23
[그림 II-20] 전 세계 UAM 생태계 시장 전망 - 시나리오별	25
[그림 II-21] 전 세계 UAM 생태계 시장 전망 - 지역별	25
[그림 II-22] 전 세계 UAM 생태계 시장 전망 - 시장분야 별	26
[그림 II-23] UAM 도입 유력 도시 (KPMG)	27
[그림 II-24] 자동차와 항공산업 중간수준의 생산능력 필요	33
[그림 II-25] UAM 글로벌 생태계	33
[그림 II-26] 연도별 UAM 한국 시장 규모 그래프	34
[그림 II-27] 한화시스템-한국공항공사 김포공항 버티포트 조감도	36
[그림 II-28] 공역 통합 및 동적 위임 회랑 운용 개념도	40
[그림 II-29] The Air services High-Fidelity Tower Simulator, Embraer-X UATM Concepts	46
[그림 II-30] CNS/ATM 비행계획 시스템 데이터 공유 체계 개념 예시	47
[그림 II-31] 데이터 기반 비행감시 및 모니터링 시스템 (예시, 대한항공)	48
[그림 II-32] 응급의료헬기 통신 체계 (예시, 대한항공)	49
[그림 II-33] 의사결정 지원 시스템 (예시, 대한항공)	49
[그림 II-34] 운항스케줄 관리 시스템 구성도 (예시, 대한항공)	50
[그림 II-35] 전체 연도별 논문 발표 추이	52
[그림 II-36] 주요 등재 저널 TOP 20	53
[그림 II-37] 주요 발행기관 TOP 20	54
[그림 II-38] 전체 연도별 특허동향	63
[그림 II-39] 주요시장국 내·외국인 특허출원현황	64
[그림 II-40] 기술시장 성장단계_전체	65
[그림 II-41] 기술시장 성장단계_국가별	66

[그림 II-42]	주요출원인별 국가별 출원현황	67
[그림 II-43]	출원주체별 출원동향	70
[그림 II-44]	세부기술별 점유율 및 연도별 출원동향	71
[그림 II-45]	기술별 구간별 출원동향	72
[그림 II-46]	국가별 기술 점유율	73
[그림 II-47]	세부기술별 시장 점유율	73
[그림 II-48]	주요출원인의 기술별 출원현황	74
[그림 II-49]	기술별 주요출원인 TOP 5	75
[그림 II-50]	한국항공우주연구원 UTM Lab	76
[그림 II-51]	UTM 시스템의 1단계 개념도	77
[그림 II-52]	한국항공우주연구원 연구개발용 항공교통 시뮬레이션 시스템	77
[그림 II-53]	한국항공우주연구원 고흥항공센터 주요시설	78
[그림 II-54]	운항사 종합통제센터 (예시, 대한항공)	78
[그림 II-55]	울진공항 AeroMACS 구성도	79
[그림 II-56]	AIDC 구성도	80
[그림 II-57]	아태지역 차세대 항공통신망	80
[그림 II-58]	서울접근관제시스템 테스트 베드	83
[그림 II-59]	항공우주연구원 항공교통 시뮬레이션 시스템(축소형)	83
[그림 II-60]	Fine VT Robotics LAB, 5G 기반 비가시 고속데이터 실증	84
[그림 III-1]	K-UAM GC 및 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 기술개발 간 연계도 ..	105
[그림 III-2]	118개 핵심기술후보군 도출	107
[그림 III-3]	우선순위 평가항목 계층도 및 가중치	108
[그림 III-4]	우선추진 과제 선정 과정	114
[그림 III-5]	본 기획의 각 과제 간 관계	138
[그림 III-6]	K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 연구개발실효성 검증 개념도 ..	138

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의 및 기획연구의 범위

1. 기술의 정의

- K-UAM 초기 상용화 서비스 지원을 위한 교통관리 기본 서비스 및 UAM CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증기술은 UAM 운항고도 및 비행단계를 고려한 seamless 데이터 통신링크 구현, 성능기반 비행 단계별 항법시스템 구현, 통신링크 기반 감시정보 획득, 운항정보 및 감시정보의 효율적인 공유 기술 및 저밀도(5대 이하) 교통관리기술 등을 의미
- 저밀도 UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용기술이란 CNS/ATM 기반의 여객기 운용 경험 및 기존 체계를 활용하여 UAM 운항사 관점에서의 비행계획 수립, 비행 감시 시스템 구축뿐만 아니라 PSU 등의 이해관계당사자들 간의 CNSi 정보활용 및 공유체계 수립을 위한 기술을 의미함
- 본 기술 2025년 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자 간 정보 공유체계 기술개발임
- K-UAM 안전운항을 위해 기존 항행안전시설의 장비활용 방안 및 상용망 기반 UAM CNSi 장비를 연구하고, 장비로 부터 생성된 각종 정보에 대해 실증 모사 관제시스템과 연동을 통해 정보의 신뢰성 평가, 실증 관제시스템 검증 및 실증노선에 대한 안전성 확보방안 마련 등의 다양한 실증기술 구현을 의미함

2. 기획연구의 범위

- 본 기획연구는 UAM 운항고도 및 비행단계를 고려한 데이터 통신링크 구현, 성능기반 비행 단계별 항법시스템 구현, 통신링크 기반 감시정보 획득, 운항정보 및 감시정보의 효율적인 공유와 K-UAM 초기 상용화 지원을 위한 교통관리 기본 서비스 플랫폼 개발을 위한 기획으로 본 연구를 관련 RFP 작성을 목표로함
- 본 기획연구를 통해 CNS/ATM 기반 운항사 정보 공유체계 및 관련 시스템 현황을 파악, 초기 저밀도 운용환경에서 운항사 중심의 UAM CNSi 정보활용 기술 및 공유 체계 개발에 대한 구체적인 과업 내용을 도출함

- 초기 UAM 저밀도 환경에서 UAM 운항안전을 위해 적용가능한 안전하고 신뢰성 있는 CNSi 환경을 구축하고, PSU 통합관제 모델 수립과 운항관련 이해관계자 (Vertiport, 운항사, 정부, 플랫폼 사업자 등) 간의 안정적 정보공유를 위한 공유 DB 기반 교통관리시스템 개발, 안정적인 UAM 운항을 위하여 기체와 지상간 필요 데이터 및 포맷 등을 포함한 흐름관리 체계 신뢰성 검증 기술 개발을 목표로 함
- 실증노선 상의 UAM 안전운항을 위한 상용망 기반 CNSi 체계 구현방안 마련 및 실증관제시스템 모사를 통한 CNSi 검증 등 향후 K-UAM GC의 CNSi 및 UATM 운영체계 마련을 위한 과업내용 도출을 목표로 함

2절. 기술개발의 배경 및 필요성

1. 기술개발의 배경

가. 새로운 교통혁신 도래의 글로벌 이슈 대응

- 지구온난화 방지를 위한 배기가스 감축 요구에 따라 화석연료 기반의 교통운반 체계에서 전기에너지 기반의 교통운반체계로 세계 교통문화가 전환되고, 동시에 4차 산업혁명 기술의 급격한 발달로 인해 글로벌 UAM 시장이 빠르게 형성됨에 따라 미래 교통 신산업으로의 진입을 서둘러야 하는 상황에 직면
- 글로벌 경쟁시대의 대도시권은 산업·금융기반이 집약된 국가경제의 핵심 중추 기능을 하면서 인적자원의 집중도 심화
 - 인구 도시집중으로 인해 사람과 물자의 이동이 좁은 도시지역에 집중됨에 따라 지상교통체계 부하가 급증하고 사회적 손실과 도심 환경문제를 야기하여 이에 대한 대책이 필요
 - 심화되는 도시권의 교통환경 문제를 배경으로 시민들의 교통이용 효율을 극대화 하는 서비스가 출현하고, 새로운 기술에 기반을 둔 친환경 교통수단들이 출현
- 차세대 모빌리티 혁신 중에서 가장 주목받는 것은 회전날개(로터)를 통해 수직 이착륙이 가능하며 전기동력으로 구동하는 eVTOL(electric Vertical Take-Off and Landing)로 그 효율과 유연성으로 인해 대세로 자리
 - eVTOL: 미래형 도심공중교통(UAM: Urban Air Mobility)수단으로 가까운 장래에 호출형 형태로 승객 또는 화물을 운송
 - eVTOL은 내연기관을 이용하는 기존 헬리콥터에 비해 연비와 유지보수, 소음 측면에서 효율이 월등
 - 도시와 도시 근교의 단거리 이동에 최적

- UAM은 드론, 전기동력, 자율주행, ICT 등 관련기술의 급속한 발전과 서비스 공급자 출현으로 인해 글로벌·교통혁신의 총아로 급부상하고 있으며, 새로운 미래 도심형 항공교통시스템으로 기체, 건설, 서비스, 금융 등 다양한 분야가 연관된 거대 신시장이자 고부가가치 창출이 가능한 미래 먹거리 산업
 - eVTOL 기술과 이를 이용한 UAM 시장을 선점하기 위한 글로벌 기업과 스타트업들의 경쟁이 본격화

나. UAM 5G/LTE 통신 적합성 검증 및 인증

- 과학기술정보통신부는 ‘2020년도 무인이동체 기술개발사업 시행계획’을 확정하여 저고도 무인비행장치 교통관리체계(UTM) 기술을 지속적으로 개발하고 있으며, ‘무인이동체 원천기술개발사업’이 새로이 추진(2020~2026년)하며, ‘DNA+ 드론기술개발’도 추진(2020~2024년)중에 있음
- 국토교통부는 드론 택시 등 미래 도심형 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM)의 2025년 실용화를 목표로 드론 택시 등 미래 도심형 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM)의 2025년 실용화를 목표로 관련 규제를 연구하고 인프라를 구축 중이며, 인프라를 구축 중에 있음
- 그러나 5G 이동통신을 적용한 UAM에서 중-저고도에서 고속 비행하는 플랫폼을 상용화하기 위해서는 5G 이동통신 네트워크에 대한 휴대폰(스마트폰)의 적합성시험과 무선규격에 대한 상용화 하는 것과 동일하게 상용 드론 인가시에 상용모델이나 제품에 대한 5G 이동통신 네트워크에 대한 적합성 검증과 인증이 필요함

2. 기술개발의 필요성

가. K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증

- (교통관리 기본 서비스) 2025년 초기 상용화 지원을 위해 UAM 공역 관리, 버티포트 가용성 기반 비행계획 승인, 승인 비행계획 항로 준수 모니터링 등 저밀도 교통(동시 5대 이하)에 대한 기본적인 교통관리 서비스 구현 필요
- (CNS 획득체계) 2025년 UAM 상용화 서비스를 개시하는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」이행을 위해 데이터 기반 UAM 교통관리(UATM)의 기반이 되는 고신뢰도의 CNSi 획득 및 활용체계 선행 구축이 중요하며, 새로운 CNSi 획득 및 활용체계는 기존 체계 기반의 검증을 위한 CNSi 선행연구 개발이 필요하며, UAM CNSi 공유체계를 통한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보관리시스템 등) 간 UAM CNSi 획득 및 활용체계에 대한 신뢰도 향상을 위한 사전적 조치 필요

가. 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템

- (UAM 운항통제시스템 구현) K-UAM 로드맵 상 2025년부터 실시되는 UAM 운용 실증사업에 대비하여 UAM CNSi 체계 각 구성체 별로 기능에 부합하는 관련 기술 개발이 필요함과 동시에, 실질적인 UAM 운용을 위해서는 고객의 예약부터 탑승, 운항, 도착 등 서비스 전과정에 걸쳐 실제 UAM 운항사의 역할 및 기능 확립을 기초로 한 관련 기술 및 세부 서비스 구체화와 관련 시스템의 개발 및 구축 필요
- (운항사 관점 운용개념 및 세부절차 구체화) UAM 산업의 조기 실용화를 위해서는 무인기 운항통제체계인 UTM 뿐만 아니라 기존 민항기 운용체계인 CNS/ATM의 운용경험을 적극 활용함으로써, 비행계획수립 및 운항감시, 관련 이해당사자 간 데이터 공유 시스템 구축을 위한 유인기/무인기 통합 공역에서의 효율적인 UAM 운용개념 수립과 세부 절차 및 메뉴얼 등 제반요소의 구체화 필요

나. UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 및 이해관계자간 정보 공유체계

- (UAM 운항정보 기술 및 PSU 교통관리) 현 항공분야에서 항법은 지상 또는 위성기반 항법을 이용하고 있으며, 감시는 레이더 또는 위성으로부터 자신의 위치를 계산하는 자동종속감시시설 등을 활용하고 있음
 - UAM과 같은 다수의 소형기체가 저고도에서 도심을 비행할 때에는 현 항공분야에서 사용되는 통신, 항법, 감시기술이 제한되는데 많은 국가들은 개념적으로만 정의함
 - 미래 항공교통을 반영한 실제적인 UAM 비행환경은 아직 미비함. 이에 국제적으로 사용 중인 ADS-B 등과 함께 5G 상용망 기술을 적용하여 통신과 감시에 반영하고, SBAS, RTK 등으로 구성 예정인 항법 기술 정보가 필요함
 - 또한, PSU 사업자가 최적의 통합교통관리 서비스를 제공하기 위한 시스템이 필요함
- (이해관계자간 정보공유) 현재 항공분야에서는 항공교통센터의 비행계획으로 시작하여 항행시설 등의 정보를 개별적으로 공유중
 - 이를 개선하기 위한 SWIM 기술은 대한민국이 아태지역 리더국으로 선정되어 한국공항공사에서 개발 중
 - UAM의 운항시간은 현 항공기 운항시간보다 압도적으로 적어 관련자들에게 신속한 정보공유가 필요하며, 도심 내를 비행하기 때문에 기체안전 및 환경에 대한 정보의 공유 기술이 필요함

다. K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

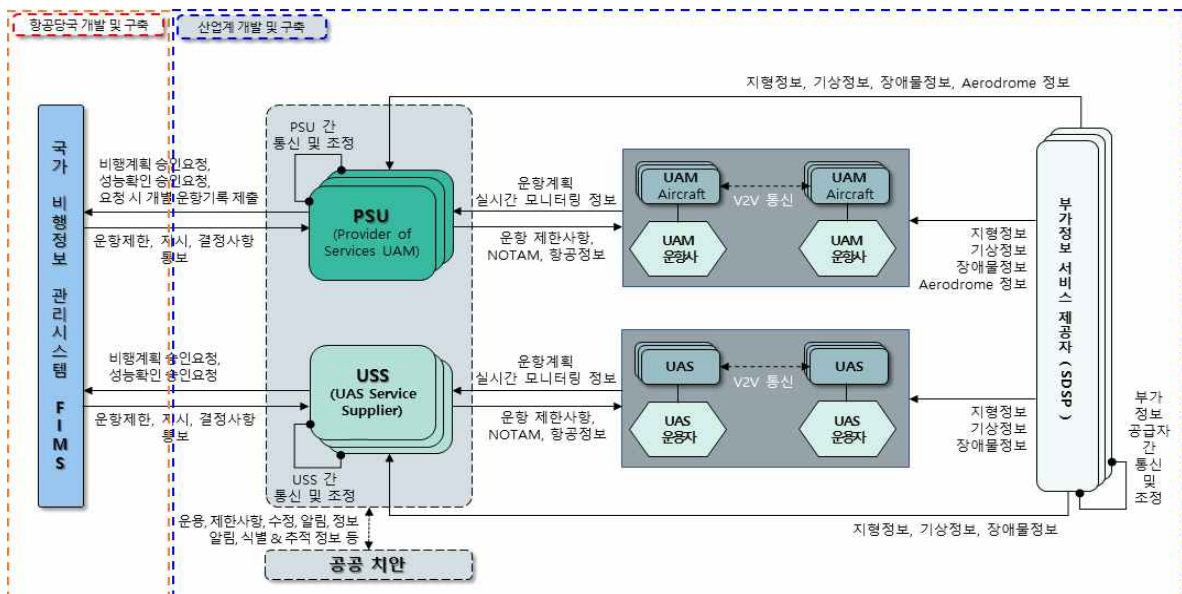
- (UAM CNSi 구현) 기존 민간항공기 안전운항체계와 마찬가지로 UAM 운항에 따른 항로(corridor), 고도, UAM 기체 특성 등을 고려한 UAM CNSi 체계가 필요하나 아직 전세계적으로 운항표준이 정해져 있지 않고, 우리나라 지형 및 통신환경 등 K-UAM GC에 적합한 CNSi 필요함에 따라 정보요소 발굴, 품질확보, 장비개발 등 CNSi 체계마련을 위한 기술개발이 필요함
 - 또한, 서울 도심과 인천공항 간 노선 등 인구 밀집지역과 비밀집지역, 공항주변 등 다양한 환경에 CNS 인프라를 전개하고 모든 비행단계에서 seamless하고 안정적인 서비스가 제공될 수 있는지 검증할 필요가 있음
- (실증 관제시스템 모사) UAM CNSi 정보 표출을 위한 관제시스템 모사를 통해 실증노선에서의 UAM 이동상황 및 표출정보의 신뢰성 확인, 안전요소 발굴, Vertiport등 정보연계로 향후 UAM 활성화에 따른 관제 및 안전운항체계 마련을 위한 기술개발이 필요함
 - 이를 통해 기존 유인항공 CNS 인프라의 UATM에 활용 가능성을 검증하고, ATM과 UATM간 데이터 공유를 통해 유무인 운영환경 통합을 준비할 수 있음

2장. 국내·외 동향 분석

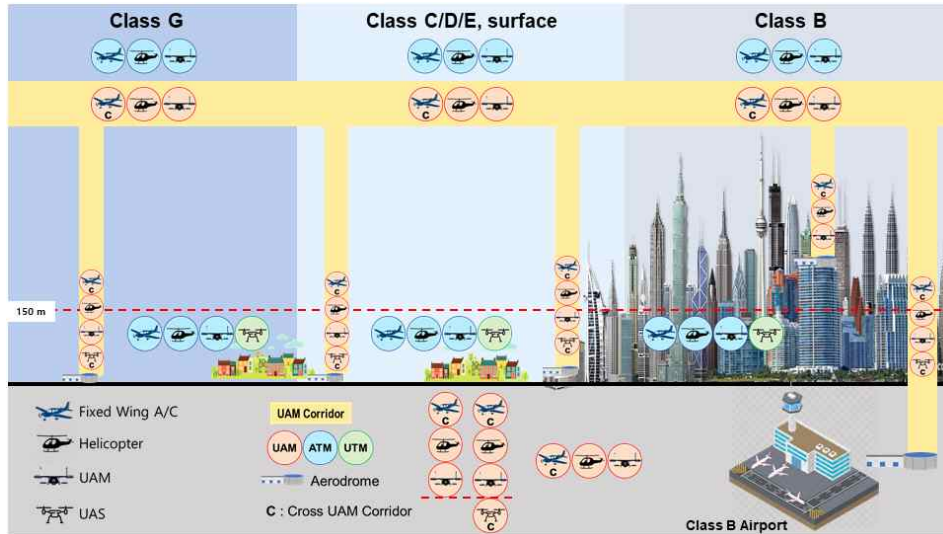
1절. 국내·외 정책 동향

1. 미국 정책 동향

- 백악관 주도 미 정부와 산업계가 공동으로 미래시장 주도권 확보를 위해 적극 대비 및 감항인증 박차
 - (백악관) 21년도 행정부 R&D 예산 우선집행대상으로 “미래산업선점분야의 eVTOL 인증” 지정
 - (의회) 친환경 및 첨단 이동수단 지원에 eVTOL을 포함하는 확대 개정안 (H.R.8933) 상원 발의
 - (FAA) 기존 항공기 분류체계(Part 23, 27)를 적용하여 eVTOL형상에 따라 적합한 기준 선정 및 인증진행 (현재15개 기체인증 진행 중 '20.3.10). UAM ConOps(운영 개념서) v1.0 발행하여 UAM 기본원칙 제시('20.6)
 - (군) 공군 주도로 인프라, 인증역량을 활용하는 eVTOL 간접지원 사업(Agility Prime) 추진(\$100M 지원/년) 및 Joby Aviation eVTOL기체에 세계 최초 군용 감항승인 부여('20.12)
 - (산업표준기구) 인프라 및 서비스를 포함한 분야별 분업을 통해 적합성 입증방법 개발 매진



[그림 Ⅱ-1] UTM 및 UAM 교통관리시스템 구성도 출처 : FAA UAM ConOps v1, NASA UAM ConOps V1

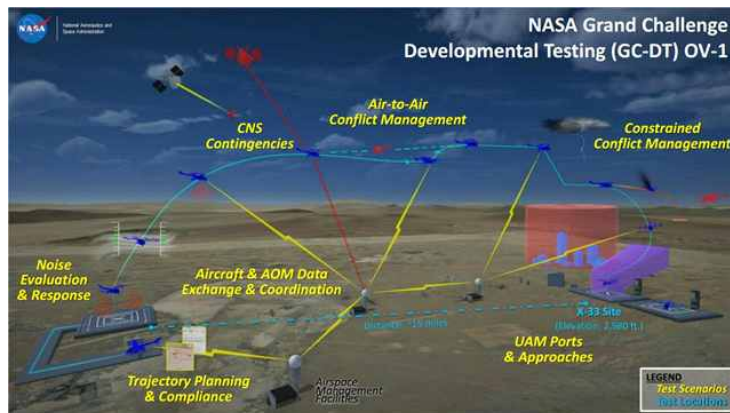


[그림 II-2] UAM 운용개념도

출처 : FAA UAM ConOps v1

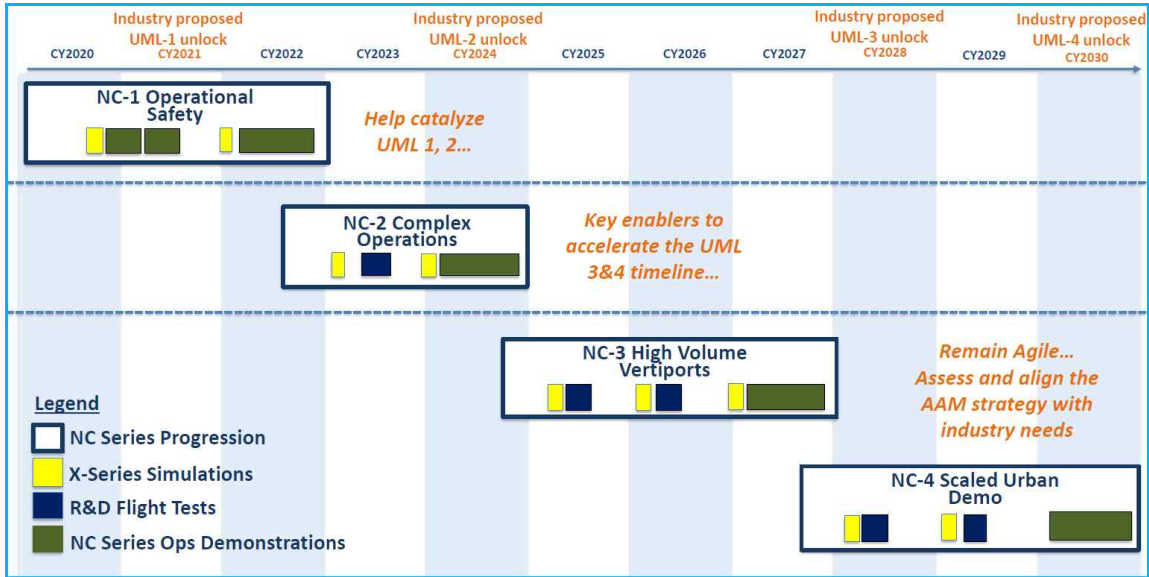
○ NASA 주도 UAM 초기 생태계 구축 및 안전성/통합운영성 확인을 위한 실증 프로그램 추진

- UAM 안전성에 대한 대중의 신뢰도 및 이해도 향상을 위해 National Campaign (NC) 단계적 수행계획 발표 및 1단계 착수 ('18.11~)
- 도심과 지방으로 서비스 영역확장 및 eVTOL 외 sUAV, eCTOL, hybrid-electric 을 포함하는 AAM(Advanced Air Mobility)으로 개념 확대
 - NASA 주도의 AAM 초기 생태계 구축 및 FAA와 업무협력 체계 구축
 - 교통관리, 기상예측, 소음분석, 비행시험 준비 등 연구과제 발주
- 기체 제작업체 및 운용자에 대해 광범위한 안전/통합성 입증 및 저해요소 해결을 위해 실증 프로그램 National Campaign 추진
 - 기술성숙도(Maturity Level)에 따른 단계적 사업화 설정 및 기술 입증 추진 예정
 - NC-DT 비행시험 기체(BELL APT-70 & Joby) 확보 및 인프라 구매 준비 (~'21)



[그림 II-3] NASA AAM NC 개발시험 운용개념도

출처 : NASA AAM NC



[그림 II-4] NASA AAM NC 추진 일정

가. 미국 업계 동향

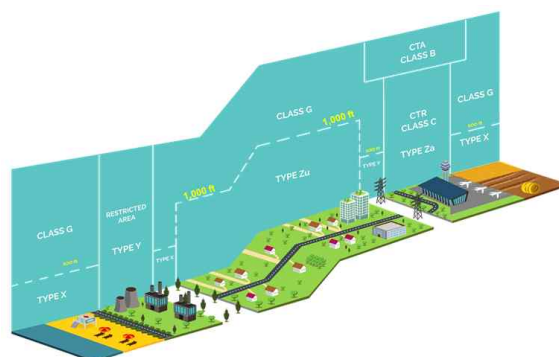
- 대규모 투자유치를 통하여 UAM 상용화를 위한 eVTOL 기체인증/양산 및 승객 운송서비스 준비 매진
 - (Uber) 모빌리티 서비스제공 플랫폼 Elevate사업을 중심으로 기체개발·금융·건설 등 다양한 업계와 협력관계 형성 및 드론택시 상용화('23)를 위한 해결요소 발굴 및 전략 주도
 - (Joby Aviation) 5인승 eVTOL S-4 2세대 기체 FAA 인증 진행 중으로 미국 최초의 민간인증획득 예상('23). 군 감항승인 획득('20.12). 도요타로부터 양산계약 (Series C) \$590M 및 UBER로부터 \$75M 추가 투자 등 총 \$1,250M 투자유치 및 Uber Elevate 인수를 추진('21.2)하여 모빌리티솔루션 제공 예정
 - (Beta Technology) 5인승 eVTOL ALIA-250 및 화물운송용 ALIA-250C 비행시험 중으로 Joby와 더불어 Agility Prime 3단계 진행을 통해 군 감항승인 획득 예상 ('21 1분기)
 - (Blade) Uber Copter와 더불어 헬리콥터를 이용한 승객운송 서비스를 제공하는 Blade는 EIC와 합병후 \$ 300M 투자유치로 eVTOL 기체를 도입한 승객운송서비스('25)를 통해 기존대비 2배 이상 수익 증대 계획추진

2. 유럽 정책 동향

- (EASA) 향후 유럽 내 UAM의 교통관리를 담당할 것으로 예상되는 U-space ConOps를 2019년 10월에 발행
 - SORA(Specific Operation Risk Assessment)와 연동하여 Air risk(유인기 조우 가능성)와

Ground risk(사람, 재산, 지상 구조물과의 충돌 위험)를 평가 통해 임무위험도 평가

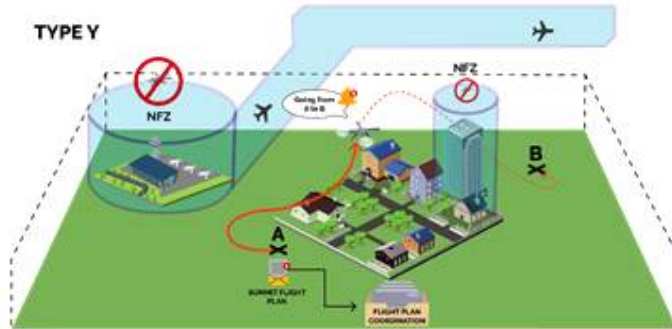
- 모든 크기의 무인기, 승객을 수송하는 UAM, 다양한 자동화 수준을 수용
- 야간 비행, 모든 장애물(이동 장애물, 고정 장애물, 기상 장애물 등)의 위험을 분석/반영
- 공항 관제사 통제 받는 이착륙 무인기, IFR에 따라 비행하는 RPAS는 제외
- GNSS 고도 기반 운용(필요시 고도변환 서비스 제공)
- 하나의 비행계획으로 무인기 여러 대가 군집 비행하는 것을 지원
- 무인기 운용 구분 : 개방비행(Open Flight), 특별비행(Specified Flight), 인증비행(Certified Flight)으로 구분
- 특별비행은 EASA의 표준시나리오를 준수하고, 인증비행의 비행승인은 기존 유인기 규정 준수
- 공역 구분 : X, Y, Z로 구분
 - X 구역 : 충돌방지 서비스 제공 없음
 - Y 구역 : 비행계획 검토를 통한 비행전 충돌방지 서비스 제공 (Y 구역 비행을 위해서는 무인기는 위치보고 능력이 있어야 함. 무인기 GCS가 U-space에 접속되어야 하며 비행계획 승인 필요)
 - Z 구역 : 비행전 충돌방지 및 비행중 충돌방지 서비스 제공 (Z 구역에서는 보다 고밀도의 운용이 허용되며, 조종사가 지속적으로 U-space에 접속되어 있어야 함.)
 - Zu 구역 : 비행중 충돌방지 서비스가 U-space에 의해 제공
 - Za 구역 : 비행중 충돌방지 서비스가 관제사(ATC)에 의해 제공
- 원격 ID
 - DRID(Direct Remote Identification) : 무인기가 자신의 ID를 방송 (Open flight에서는 의무사항)
 - NRID(Network Remote Identification) : U-space에 접속된 네트워크에 의해 추적됨



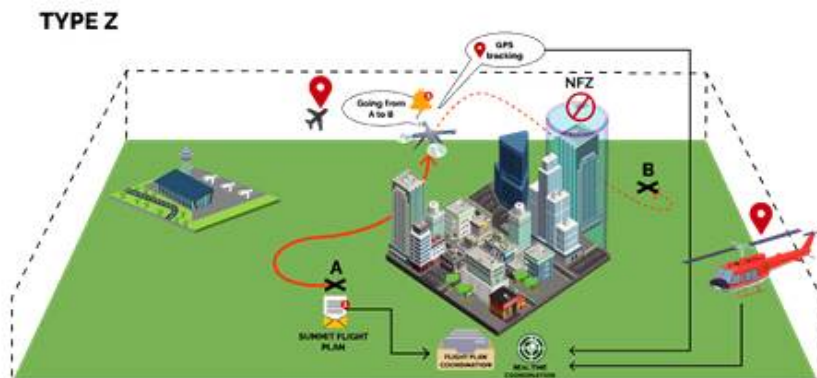
[그림 II-5] U-space 공역 구조



[그림 II-6] U-space X 구역 (Type X) 운용개념



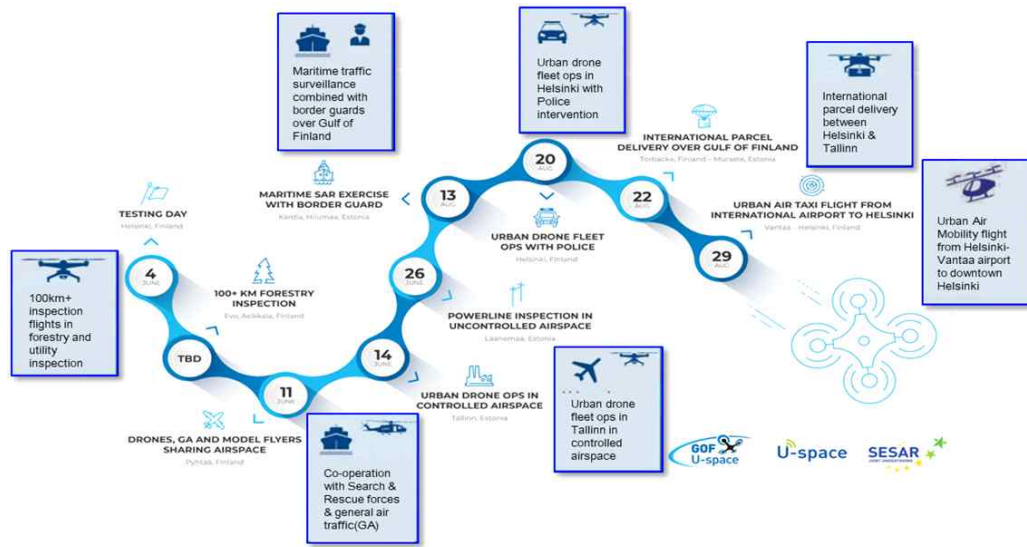
[그림 II-7] U-space Y 구역 (Type Y) 운용개념



[그림 II-8] U-space Z 구역 (Type Z) 운용개념

- 유럽 감항당국과 산업표준기구 및 산업계가 공동으로 구체화된 감항기준 마련
 - (EASA) eVTOL 항공기를 신규형식 항공기로 규정하고 인증기준 SC-VTOL-01 제정('19.7) 및 인증 착수
 - Volocopter에 최초로 설계조직인증('19.12), 현재 3개 기체 인증 진행 중 (공식발표 기준)
 - eVTOL용 전기/하이브리드 추력시스템 인증기준 SC-EHPS-01 제정 ('20.1)
 - UAM 운용을 위한 인증,정비,종사자, 버티포트 등 종합적 규정개념(Concept paper, Issue2) 마련 ('19.11)
 - 자율비행 인증을 위한 항행 인공지능 로드맵 발표 ('20.2)

- (EUROCAE) SC-VTOL-01의 적합성 입증을 위한 37종의 적합성 입증방법 제시 ('20.5) 및 초안검토 중
- (EUROCONTROL) EC SESAR2020을 통해 저고도 공역 관제시스템(U-SPACE) 개발 추진
 - 100km 이상 비가시권 비행, 드론 도심 및 관제 공역운용, 국가 간 드론택배 등 순차적 실증 완료
 - 헬싱키-반타 공항에서 도심까지의 에어택시 운용 실증 수행 ('19.8)



[그림 II-9] U-space GF (Gulf of Finland) 프로젝트 세부 추진사항 및 일정(2019.8)

3. 유럽/캐나다/호주 국가별 정책 동향

- 주요국별로 UAM 실증 및 도입을 위한 대규모 자금지원 및 인프라 구축 준비
 - (영국) 에어택시, 배송드론, 소형 전기항공기 등 새로운 항공시스템 개발을 위한 Future Flight Challenge 실시계획 발표 ('20.5). 새로운 항공기와 자율비행, 항공 교통관리, 규정, 운항 모델, 지상 인프라의 통합 실증을 위하여 총 30M UKP 규모의 자금 지원 발표
 - (프랑스) 파리 지역에 eVTOL 생태계 구축을 위해 eVTOL test-bed 구축 및 UAM 개발제안서 접수를 통해 Volocopter(기체)와 Skyport(인프라)사 선정('20.10~12). 지상시설 구축('21년 상반기), 비행시험('21.6), 서비스 개시('24, 파리 올림픽)
 - (스페인) Santiago와 Barcelona 드론택시 데모비행('22)을 위한 Horizon 2020 \$25M 예산 확보
 - (캐나다) 미래항공모빌리티 컨소시엄 CAAM 출범('20.5), Vancouver에 AAM(Advanced Air Mobility) 도입('25)을 위한 백서 발행('20.9) 및 총 \$180M 자금투자계획 발표. Toronto 지역 추가 확대

- (호주) Airservices Australia는 Melbourne를 대상으로 UAM 운영을 시뮬레이션하여 UATM(Urban Air Traffic Management)의 필요성을 강조하는 운영개념서(ConOps) 발간('20.12)

가. 유럽 업계 동향

- 도심내(Intracity) 및 도시간(Intercity) UAM 기체인증/양산 및 모빌리티 솔루션 제공 준비 박차
 - (Volocopter) 2인승 멀티콥터형 VoloCity를 기반으로 자체적인 기체 제작 및 운영 서비스 사업화 진행
 - EASA SC-VTOL, Category Enhanced(승객운송용)를 목표로 인증 진행 중으로 유럽 최초의 민간인증을 획득할 것으로 기대
 - 영국 Skyport사와 협력하여 싱가포르에 Voloport 구축 중('19.10)
 - ADAC Luftrettung gGmbH에 응급의료용으로 2대 예약 및 '23 운용예정
 - 파리 및 싱가포르에서 승객운송서비스 시작 목표('22)
 - (Lilium) 5인승 전기동력 제트형 기체인 Lilium Jet 자체제작 및 도시간 승객운송 서비스 사업화 진행
 - 고정익항공기로 형식인증 추진 중이며 양산준비를 위하여 스마트팩토리 구축추진 및 소재 전문 기업 Toray와 탄소섬유 복합재 공급 계약체결('20.7)
 - 미국 올랜도 Lake Nona에 Tavistock Development Company와 버티포트 구축 계획발표('20.11)
 - 독일 Düsseldorf 공항과 Cologne/Bonn 공항간 도심외곽 항공운송 서비스 개시('25) 협정체결

4. 중국 정책 및 업계 동향

- eVTOL 감항증명 추진 및 중국전역 실증확대를 통한 드론택시 상용화 도모
 - (CAAC: 중국 민용항공국) 에어택시 감항지침을 발행('19.2)하여 감항표준을 충족한 제품에 대하여 감항인증서 발급 예정 및 무인항공산업 발전을 위하여 중국전역 13개 무인비행항공실험구를 지정('20.10)하여 실증 확대도모
 - (Ehang) 2인승 멀티콥터형 Ehang 216기체 제작 및 운영서비스를 포함하는 모빌리티 사업화 진행
 - eVTOL 216기체의 형식증명(TC) 추진 중이며 '21년 형식증명(TC) 및 감항증명(AC) 획득 예상
 - 제한형식증명을 우선 획득하여 광저우 LN 가든호텔을 대상으로 에어모빌리티 테마호텔 서비스 시범운영 중

- '20년 3분기 기준 총 106대 판매 실적 및 연 600대 생산능력의 생산시설 건설 중(@ Yunfu, Gwandong)
- 미국, 캐나다, 오스트리아, 노르웨이 등에서 시험비행허가 획득('20)
- 중국 13개의 실험구 대상으로 UAM 테스트베드 도시 계획수립 중

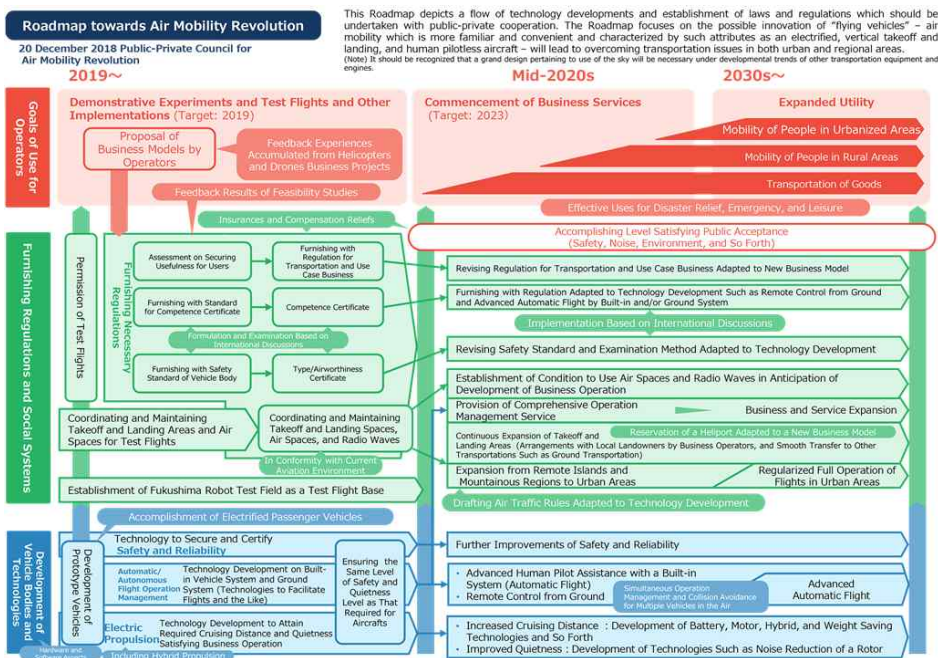


[그림 II-10] EHang의 광저우 UAM 관제센터(좌) / 광저우 시내 동시비행 데모(2019.11.30.)(우)

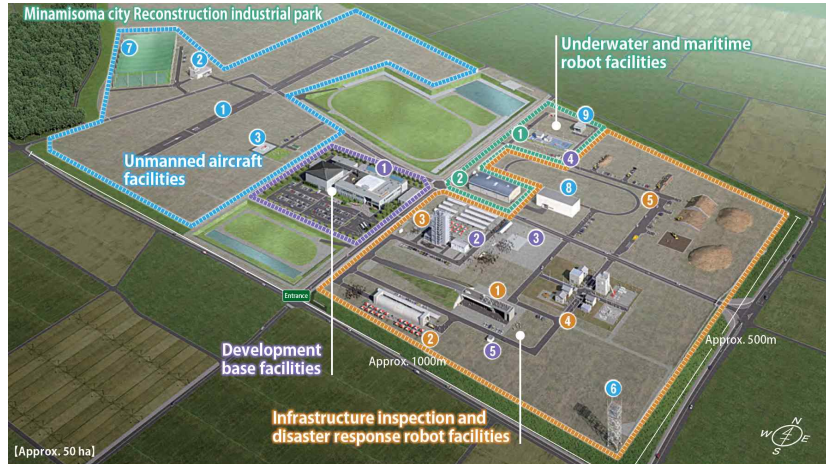
5. 일본 정책 및 업계 동향

○ 정부차원의 로드맵 발표 및 지자체와 협력하여 대규모 실증 인프라 구축 중

- 일본은 국토교통성과 경제산업성 주관 “UAM을 위한 하늘이동 혁명 로드맵” 을 발표('18.12), 후쿠시마현과 미에현 간 UAM 개발과 실용화 협력 협정 체결('19.8)
- 후쿠시마 재건 사업의 일환으로 무인이동체 성능시험, 운용절차 개발 등을 착수('18) 하였으며 각종 운용환경 실증을 위한 연구시설 구축 중 및 SKyDrive사의 1인승 유인 eVTOL 시험 비행 중
- JAL은 Volocopter사와 3년내 UAM 서비스를 개시할 목적으로 계약체결 ('20.2)



[그림 II-11] 일본 항공교통 혁신 로드맵(2018.2)



[그림 II-12] 일본 후쿠시마 로봇 테스트 필드 시설조감도

6. 싱가포르 동향

- 싱가포르 항공당국은 UAM 운용 및 서비스 실현을 위하여 EASA, Airbus 등 EU권의 기관들과 공동으로 기술공유협정, 시범사업을 진행하며 상용서비스에 대비한 운용 인프라 구축에 주력 중
- 싱가폴은 특히 ATM과 UTM의 통합을 주 관심 영역으로 두고 솔루션 개발을 위해 자체 기술연구와 해외기관과의 기술공유를 병행 중
 - ATM과 UTM의 통합은 싱가포르 항공당국(CAAS)의 주요 관심 영역이고 솔루션 개발을 위해 Airbus 및 EASA 등과 협력 중
 - 싱가포르 항공당국은 UAM 운용 안전프레임워크 개발과 관련 표준 개발 및 서비스 플랫폼 실현 위해 에어버스사와 MOU 체결 (2019.2)하고 UAM 운용 및 안전표준 개발 공유 및 발전을 위해 EASA와 계약 체결
 - UTM 솔루션이 여전히 불분명하기 때문에 UTM과 UAM을 통합하는 방법은 아직 성숙되어 있지 않음. UTM의 핵심 원칙은 드론 (sUAV, 비행 택시 등)의 운영 / 관리를 현재 ATM 공역에 원활하고 안전하게 통합하는 것임
 - 싱가포르 항공당국(CAAS)와 NTU(난양대학교)의 자금 지원을 받는 ATM연구소의 UAS 프로그램은 UTM과 UAM을 모두 다루며 UAM은 UTM의 하위 집합으로 구성. 현재 전체적으로 UTM 및 UAM 용 ConOps를 개발 중
- 싱가포르 항공당국은 앞선 기업과의 적극적인 시범서비스를 통해 UAM 환경구축 중
 - 싱가포르 항공당국은 무인기를 활용한 화물배송 시범(Skyway) 시현 ('16)
 - Volocopter사와 싱가포르 도심에서의 시범비행을 기획('18년 말)하여 Volocopter 2X 기체로 1.5km 시범비행 실시(19.10.22)
 - * Volocopter 2X 기체 활용 평균고도 40m로 2분 간 비행(1.5km)

7. 국내 정책 동향

가. 미래 드론교통 전담 벤처형 조직 신설

- 국토교통부는 드론 택배·택시로 대표되는 교통혁신의 이슈인 드론교통을 내실 있게 추진하기 위한 전담조직으로 국토교통부 제2차관 직속 ‘미래드론교통담당관’을 신설(2019.8.13 정식 출범)
 - ‘정부혁신계획’ 일환으로 행안부에서 신설한 벤처형 조직 제도에 따라 추진

나. 드론 분야 선제적 규제혁파 로드맵

- 국무총리 주재 제 91회 국정현안점검조정회의(2019.10.17)에서 드론 분야 선제적 규제혁파 로드맵 논의·확정
- 성장 잠재력이 높은 드론에 대한 성장을 촉진하기 위해 발표한 로드맵으로 총 30개 기관이 참여하여 3대 기술 변수에 따른 발전 양상을 고려하여 단계별 시나리오를 수립함

<표 II-1> 드론 분야 선제적 규제혁파 로드맵 단계별 시나리오

발전단계	1단계	2단계	3단계 이후
연도	현재 ~ 2020	2021 ~ 2024	2025 ~
비행방식	원격 조종	부분 임무위임	자율비행(임무위임-원격감독)
수송능력	화물 10kg 이하	화물 50kg 이하	2인승(200kg) ~ 10인승(1톤)
비행영역	인구희박지역 비가시권	인구밀집지역 가시권	인구밀집지역 비가시권

사업 모델										
	배달·택배		드론 택시		의료용품 운송		레저 드론		드론 앰블런스	
출현 시점	2022 (비도심)	2025 (도심)	2023~ (3단계 이후)		2025 ~ 2027 (3단계)		2025 ~ 2027 (3단계)		2030년 이후 (5단계)	
사업 내용	도시·산간지역 뿐 아니라 도심지에서 화물 운송하는 드론		도시 혼잡지역 등에 승객을 신속히 운송하기 위한 택시 드론		악천후에도 긴급히 의료품을 운송하는 드론		산이나 강 등에서 일정구역 이동 등을 실시하는 레저 드론		응급 환자를 신속히 이송하는 드론	

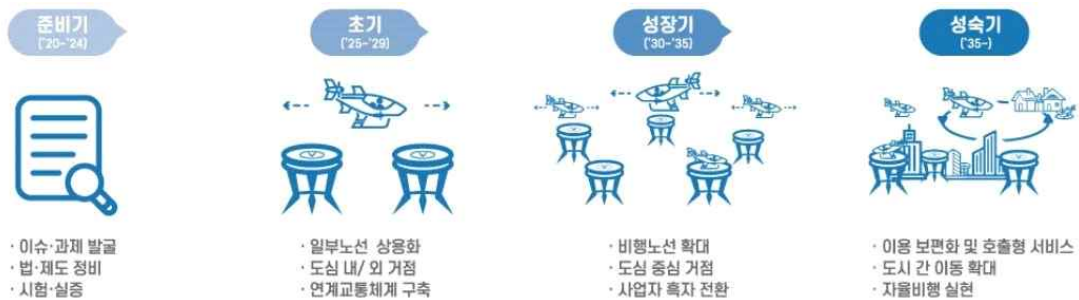
[그림 II-13] 지형정보를 활용한 소음영향 분석 시뮬레이션

<표 Ⅱ-1> 드론 분야 선제적 규제혁파 로드맵 규제 이슈

규제 이슈	기한	소관
① (배달·택배 드론) 드론을 활용한 배송기준 마련 ⇒ 신속하고 편리한 새로운 택배·우편 배송 서비스 구현 가능	'24	국토부 우본
② (드론택시·레저드론) 사람 탑승에 관한 규정 마련 및 실용화 ⇒ 사람이 탑승한 다양한 유형의 드론 신사업 모델 창출 가속화	'23	국토부
③ (드론택시·레저드론) 드론을 이용한 운송 사업 근거 마련 및 실용화 ⇒ 영리 목적의 운송 신사업(드론택시, 레저드론 등) 개시가 가능	'23	국토부
④ (배달·택배/드론택시 등) 드론의 옥상 헬리포트 이용 근거 마련 ⇒ 중대형 택배 배송 및 중대형 드론 활성화	'20	국토부
⑤ (의료용품 운송) 드론의 의약품 운송 기반 마련 ⇒ 약천후, 격오지 등에도 의약품을 신속하게 전달 가능	'24	보건복지부
⑥ (드론 앰블런스) 드론 앰블런스 활용 근거 마련 ⇒ 신속한 출동 및 응급 환자 이송 가능	'30	보건복지부

다. 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」 발표

- 정부는 제2차 혁신성장전략회의(2020.6.4.)에서 관계부처(국토부, 산업부, 과기부) 합동으로 차세대 모빌리티인 도심항공교통(UAM, Urban Air Mobility)의 2025년 상용화 서비스 개시를 주 내용으로 하는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」을 확정·발표
- 정부는 K-UAM 로드맵을 통해 2025년 상용서비스 최초 도입을 주요 목표로 설정하고 2024년까지 비행실증, 2030년부터 본격 상용화를 준비하는 단계적 목표 제시



[그림 Ⅱ-14] 도심항공교통 단계별 주요 추진계획

- 안전 확보를 위한 합리적 제도 설정을 위해 통신 환경, 기상 조건, 소음의 사회적 수용성 등 국내 여건에 맞는 한국형 운항기준을 마련하기 위하여 민관합동 실증사업(K-UAM 그랜드 챌린지, 2022~2024)을 추진
- 민간역량 확보·강화를 위한 환경조성을 위해 도심항공교통 상용화(2025) 이전, 시험·실증단계에서 규제 없이 비행할 수 있도록 드론법에 따른 특별자유화구역*을 지정·운용할 예정

- 대중수용성 확대를 위한 단계적 서비스 실현을 위해 여객수송용 도심항공교통 서비스를 본격적으로 운영하기 앞서 교통관리시스템인 K드론시스템의 실증과 화물운송으로 안전성을 검증, 화물 운송서비스를 우선 구현
- 이용 편의를 위한 인프라 및 연계교통 구축을 위해 대규모 자본이 요구되는 도심항공교통용 터미널(Vertiport) 구축에는 민간자본 조달·구축을 우선으로 추진 하며, 기존 빌딩옥상에 구축돼있고 기준에 적합한 헬리패드 활용도 병행
- 공정·지속가능하고 건전한 산업생태계 조성을 위해 도심항공교통 서비스지역 (도심 내)과 운항거리(30~50km)를 감안해 도심항공교통 운송사업자는 기존 항공 운송사업제도보다 버스·택시에 유사한 운송사업 제도로 마련(2023)
- 글로벌스탠다드와 나란히 하는 국제협력 확대를 위해 항공분야의 국제기준을 주도하는 주요 감항당국인 미국 연방항공청(FAA) 및 유럽항공안전청(EASA)과 협정·약정 확대 및 상시 협력채널 구축을 추진(2020~)

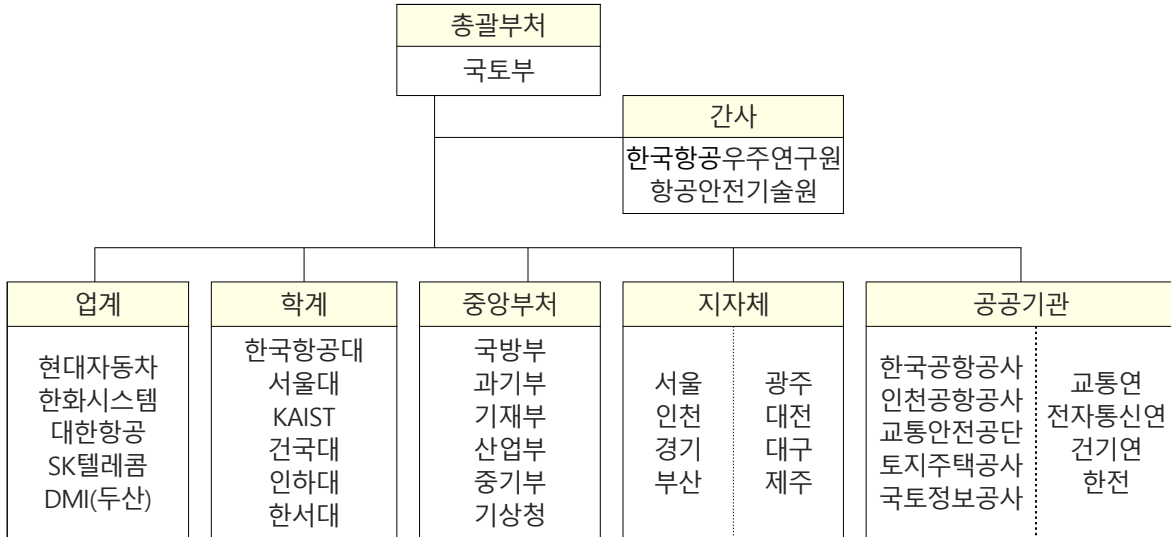


[그림 Ⅱ-15] K-UAM 로드맵 인포그래픽

라. UAM 2025년 최초서비스 목표 실현을 위한 민관협의체 (UAM Team Korea) 발족

- 도심항공교통 분야 주요 37개 기관·업체가 참여하는 ‘도심항공교통 민관협의체(UAM Team Korea)’를 발족하고, 참여기관 간 업무협약(MOU) 체결

<표 II-2> UAM Team Korea 구성도



- 향후 UAM Team Korea의 주요 추진과제

- 로드맵에 담긴 추진과제를 지속적으로 이행하고 새로운 정책 및 R&D 과제 발굴
- 민관합동 대규모 실증사업인 K-UAM 그랜드 챌린지*의 단계별로 검증해야 할 시나리오·요구도 등을 함께 설계하고 추후 실증사업도 적극 동참
- 지역별 소음·기상·통신 환경 실태조사, 기상·소음·통신 복합 공간정보 구축 등 다양한 기관의 전문성과 협력이 필요한 과제를 공동으로 발주연구
- 참여기관이 개별적으로 참석하는 국내외 학회·행사 등을 통해 획득한 시장·기술 동향을 공유하고 상호발전 유도
- 상용화와 해외수출에 필수적인 항공인증 분야의 역량을 강화하기 위해 인증지원 프로그램을 제공하고, 업계가 건의하는 전문인력 양성방향에 맞춰 학계는 전문 학습 프로그램을 마련·실시해 인적기반 확보
- 국가적 차원의 주요 컨퍼런스를 공동으로 기획·개최해나가고, 주요 수요처대상 공동 마케팅 및 투자유치 IR데이 등을 함께 개최함으로써 시너지효과 극대화
- 로드맵에 따른 UAM특별법 제정(2023년 목표) 시 함께 방안을 마련하고 입법 완료 시까지 공동으로 노력
- 참여기관별로 전문성에 따라 상호발전·협력이 필요한 분야는 별도로 협력을 장려·지원하는 등 다각적인 협력 유도

8. 국내 업계 동향

- 글로벌 자동차 생산기업과 군수항공 전문기업의 UAM 시장진출 발표 및 대규모 자체투자
- (현대 자동차) 미래 모빌리티 시장의 다변화 전략과 양산기술의 강점을 바탕으로 2020년 CES 박람회에서 Uber Elevate와의 협력으로 UAM 사업에의 참여를 발표하고 5인승 S-A1 모델과 모빌리티 환승 거점 등 지상 모빌리티를 포함하는 미래 모빌리티 비전 공개
 - S-A1 : 5인승 전기동력 방식이며, 최대 속도 290km/h로 최대 100km를 비행. 2026년에 시작 예정인 무인항공 화물 운송사업을 통해 UAM의 생산기술 노하우와 UAM 관련 산업 생태계를 조기에 구축하여 2028년에 승객 운송사업을 시작하는 계획으로 추진 중
 - UAM 인프라 개발을 위해서 영국의 Urban Airport사 및 West Midland와 Coventry 2개 도시와 Vertiport 개발 및 구축을 위한 협약 체결. 국내에서도 인천 국제공항공사, 현대건설, KT 등과 한국형 도심항공교통(K-UAM)의 추진을 위한 MOU를 체결하고 이착륙장 건설 및 운영 등 UAM에 대한 공동연구 추진
 - 싱가포르에 현대차그룹 싱가포르 글로벌 혁신센터(HMGICS)를 기공하였는데, 여기에 UAM 이착륙장 구축 계획



[그림 II-16] 현대자동차 S-A1, UAM Hub

- (한화시스템) 미국의 Karem Aircraft사의 자회사인 Overair사에 2,500만불을 투자하여 최고속도 320km/h 성능의 Butterfly 모델을 공동개발 중
 - 미래 모빌리티에 대한 토탈솔루션 제공을 위한 UAM 생태계 구축 계획 및 로드맵 발표
 - SK 텔레콤, 대한항공 및 베셀 등 다양한 기업들이 투자 및 개발 준비 중



[그림 II-17] 한화시스템 Overair Butterfly

- UAM에서 국내 선두그룹인 현대자동차와 한화시스템의 경우 모두 국내 항공산업 기반이 아닌 해외 기술에 크게 의존하는 전략
 - 국내 자동차산업의 발달사 경험과 외국의 기업을 인수 합병하는 전략으로 성공한 경험을 기반으로 초기에는 입증된 외국의 eVTOL 체계 개발 관련 기술 도입 전략
- 자동차산업과는 달리 국내 산업 저변이 취약한 항공기 부품 산업의 경우는 지속적인 공급망의 확보를 위하여 부품 산업의 기술과 가격의 경쟁력을 갖는 생태계 구축에 대한 노력 필요

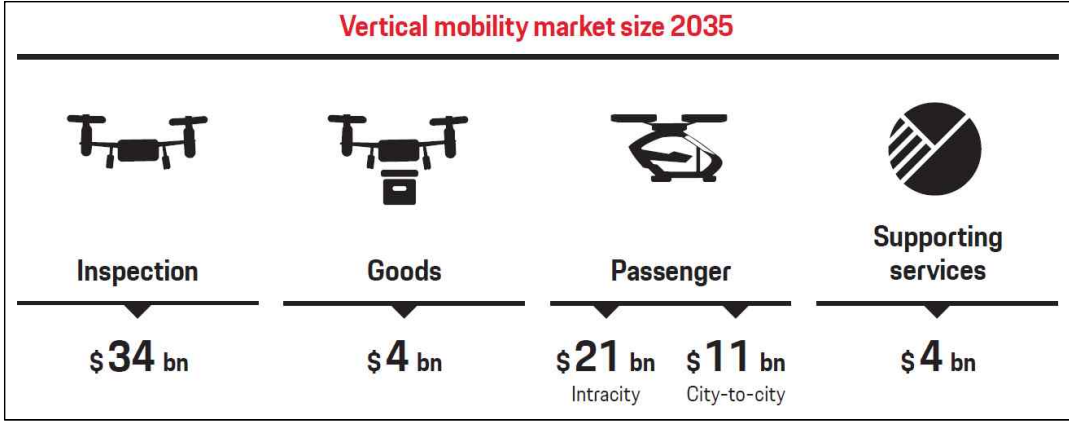
2절. 국내·외 시장 동향

1. 국외 시장 현황

가. Porsche Consulting

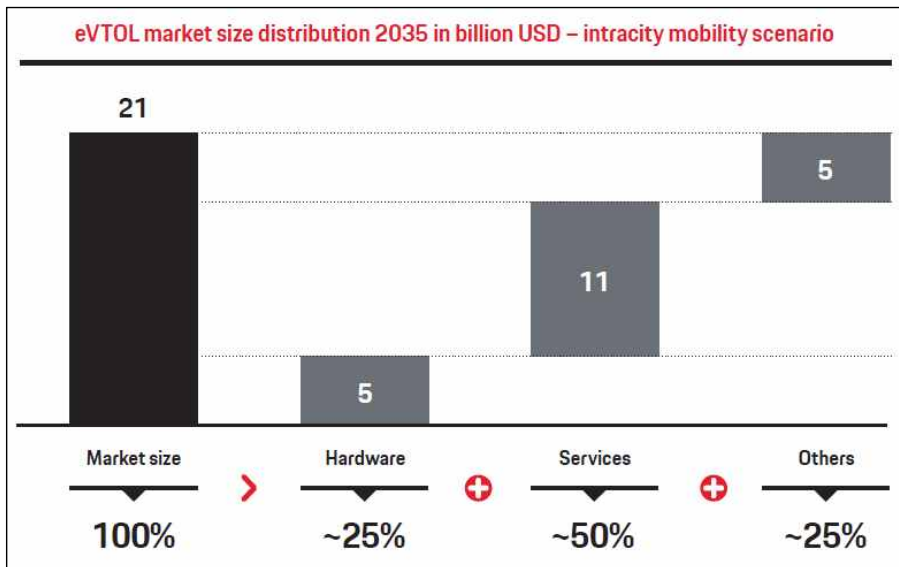
- 독일의 Porsche Consulting은 2018년에 미래 수직이착륙 Mobility에 대한 보고서를 발표하고, 2035년까지의 승객 운송 UAM 시장 분석
 - UAM 생태계 4대 요소 : 항공기, 인증과 규정, 사회 수용성, 인프라로 규정
 - 인증 : 주요 관건은 안전성으로 이는 점진적으로 발전
 - 사회 수용성 : 시각(Vision)과 소음 공해가 안전 및 보안과 함께 중요하며, 특히 소수의 부유층이 아니라 넓은 층의 대중에게 편익 제공이라는 공익성도 강조
 - Vertiport, 충전장치, 주차장 및 ATM과 같은 인프라는 기존 지상 인프라와의 효율적인 연계성이 UAM 성공의 관건이라고 판단
- 시장 규모에서는 2025년까지 일부 선두그룹에 의한 시장은 시작되겠지만, 본격적인 상용 서비스는 2025년부터 시작되며 2035년까지 10년간 다양한 기종의 경쟁이 심화할 것으로 전망. 2035년에 배터리의 성능은 현재보다 2배 정도인 400~500 Wh/kg으로 향상될 것으로 예측하고, 80% 충전에 15분이 소요되고, 수명은 700~1000 사이클 정도가 될 것으로 예측
- 인구 5백만명 이상의 메가시티에 100개의 버티포트가 구축된다고 가정하여 도시 내 운항 시장은 2035년까지 연평균 35%의 증가율로 210억불로 성장하며 운항 대수는 15,000대로 예상
- 이론적인 최대 시장 규모는 세계의 모든 도시에서 에어택시 서비스가 상용화되고, 현재 택시요금과 비슷한 요금이 가능해질 경우 20만대의 대수와 2,300억불의 시장으로 성장 가능 전망
- 시장 규모의 예측도 도시 내 승객운송시장의 경우, 기본적으로는 2025년 10억불(500대), 2030년 40억불(2,000대), 2035년 210억불(15,000대)이지만, 보수적인 예측은 2025년 \$0(0대), 2030년 10억불(1,000대, 4대 도시), 2035년 40억불(3,000대, 16개 도시)으로, 진보적인 예측은 2025년 20억불(1,000대, 16개 도시), 2030년 180억불(12,000대, 25개 도시), 2035년 580억불(43,000대, 64개 도시)로 큰 편차 존재
- 반경 100~400km의 도시 간 운항 시장도 8,000대의 운항 대수와 110억불의 시장으로 성장하여 도심 및 도시 간 승객 운송 VTOL 시장은 총 23,000대에 320억불로 성장하며, 무인화물기 등을 포함한 모든 eVTOL 서비스 영역도 40억불로 성장할 것으로 예측

- 승객용 VTOL외의 드론 시장에 대해서 2035년에 취미용 드론, 촬영용 미디어 드론, 검사용 드론 등 Inspection 드론의 시장은 340억불 (2천백만대), 농업용, 상품 배송 등 화물 드론은 40억불 (12만5천대)로 예측하였고, 따라서 총 수직이착륙 모빌리티의 총 시장규모는 2035년에 740억불에 이를 것으로 예측



[그림 II-18] 전 세계 Vertical Mobility 시장 전망
출처: Porsche Consulting, "The Future of Vertical Mobility"

- 승객용 VTOL의 지역별 시장 분포로는 아시아 태평양 지역이 전체의 45% (95억불, 6,750대)로 가장 크고, 이어서, 미주 (30%, 63억불, 4,500대), 그리고 유럽 및 기타 지역 (25%, 53억불, 3,750대) 순으로 예측되었으며, 가치사슬(Value Chain) 측면에서는 기체와 충전 인프라 등 하드웨어가 25%인 50억불, 주문형 교통서비스 중심의 운항서비스가 50%인 110억불, 보험, 유지보수, 인증 등의 기타 비용이 25%인 50억불로 전망



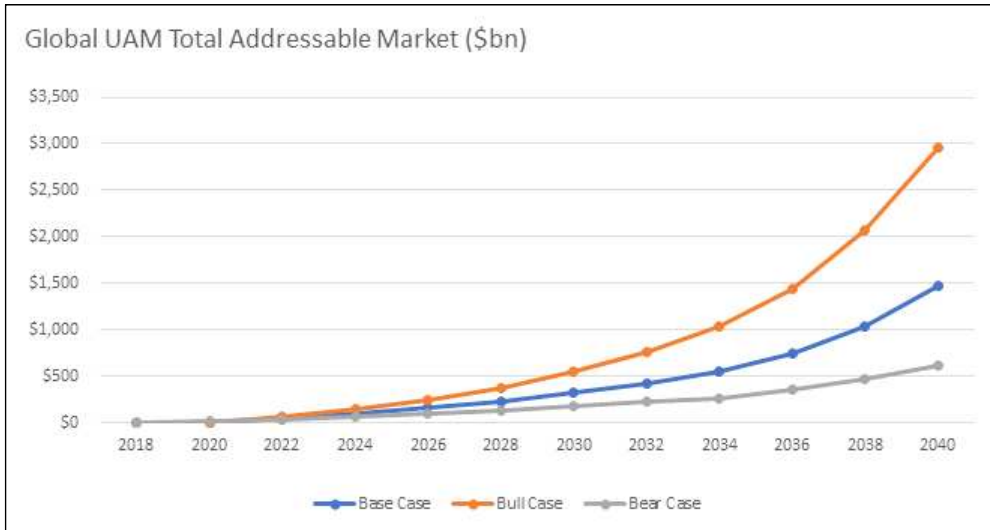
[그림 II-19] 전 세계 승객용 UAM 시장 가치사슬 전망
출처: Porsche Consulting, "The Future of Vertical Mobility"

- eVTOL의 개발비용은 대략 5~10억불로 예상되며, 대당 가격은 대개 25만불~100만불 범위이고, 수명은 급속한 기술적 진보 등의 이유로 기존 항공기보다 훨씬 짧은 5~6년 정도로 예상했으며, 버티포트 구축 비용은 4백만불, 충전 인프라는 10만불로 예상
- 이용요금은 매일 12.5시간 운행하고, 조종사가 탑승하는 기준으로 \$1.8/km로 예상하였는데, 이 중 20%는 하드웨어 감가상각, 배터리 등의 비용, 42%는 랜딩 비용, 충전 등, 36%는 조종사, 운용비, 유지보수비 등, 2%는 보험 등의 비용으로 예측
- 시장규모를 결정하는 주요 인자로, 요금, 버티포트 수, 순항속도, 다른 교통수단으로 환승 시간 등을 꼽았고, 도시의 교통체증 정도의 영향은 미미할 것으로 판단

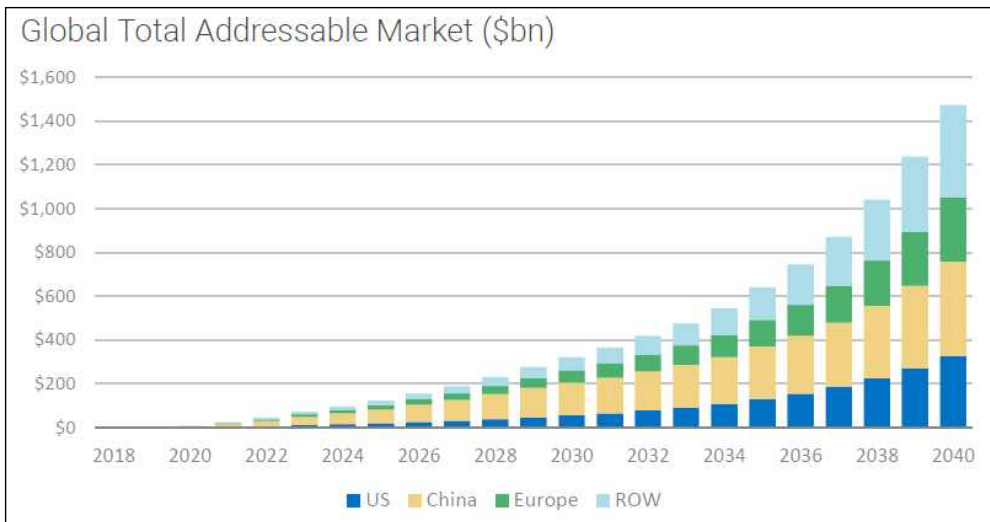
나. Morgan Stanley

- 2018년 12월에 투자 금융서비스 업체인 Morgan Stanley도 UAM에 대한 시장분석을 통해 2040년까지의 투자연구 보고서를 발표
- Morgan Stanley는 UAM의 가속화를 위한 5가지 주요 선도 핵심사항으로 기술(자율비행, 5G 통신, 에너지 저장), 규제 및 소비자 수용성, 자본 형성, 지속성 및 교통정책, 국가 보안으로 판단
 - 기술과 규제의 시간에 따른 완성도 수준에 의한 상관관계를 기준으로 세 가지 시나리오를 설정하여 공격적(Bull), 기본(Basic), 보수적(Bear)으로 2040년까지의 UAM 시장 예측
 - 기본(Basic) 시나리오 : 기술의 진보가 규제, 인프라, 자본 등을 앞서는 경우
 - 공격적(Bull) 시나리오 : 기술의 발전과 규제, 인프라, 사회적 수용성 등이 모두 조화롭게 진행되는 경우
 - 보수적(Bear) 시나리오 : 기술과 규제, 사회적 수용성 등이 모두 기존 교통체계보다 덜 효율적인 수준으로 UAM 활성화가 더딘 경우를 의미
 - 기술은 유상하중, 운항거리, 속도, 소프트웨어, 배터리, 단가 등을 포함하며, 규제는 지역자치단체, FAA/EASA, 인프라, 사회적 수용성 등의 입력변수도 포함
 - 시장의 범위는 승객 이송, 화물 운송, 군사 및 방위용의 세 시장과 UAM 생태계를 가능하게 하는 기술과 서비스 등의 Supply Chain을 포함
- 세계 UAM 시장 규모는 미국의 시장을 예측하고 UAM이 GDP에 차지하는 비율 모델을 설정한 후, 이 미국 모델을 중국, 유럽, 나머지 지역에 대해서 각 지역의 GDP를 기준으로 각 지역의 특성을 반영한 보정을 적용하여 예측
- 2040년 세계시장은 1조5천억불(약1,700조원)으로 전세계 GDP의 1.2%로 예측

- Bull Case와 Bear Case는 각각 2조9천억불(GDP의 2.2%)와 6,150억불(GDP의 0.5%)로 예측
- 세계 연도별 UAM 시장은 2020년 70억불, 2025년 1,230억불, 2030년 3,220억불, 2035년 6,410억불로 예측
- 지역별 구성은 중국이 가장 큰 비중 차지



[그림 II-20] 전 세계 UAM 생태계 시장 전망 - 시나리오별
출처: Morgan Stanley, Flying Cars: Investment Implications of Autonomous Urban Air Mobility

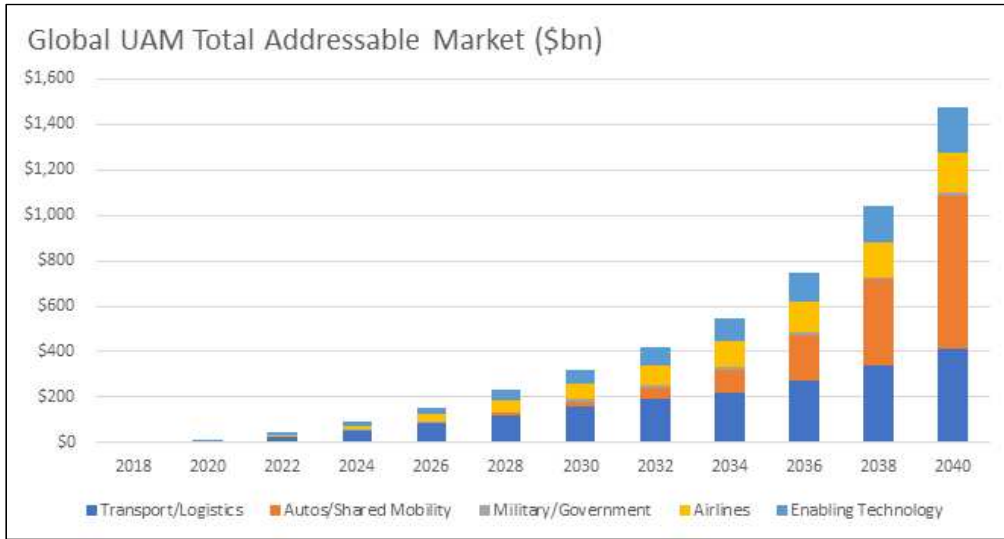


[그림 II-21] 전 세계 UAM 생태계 시장 전망 - 지역별
출처: Morgan Stanley, Flying Cars: Investment Implications of Autonomous Urban Air Mobility >

○ 기본 시나리오에 의한 2040년의 1조5천억불의 시장의 분야별 세부구성

- 자동차 및 공유모빌리티 승객 대체시장 : 6,740억불
- 단거리 항공노선 승객 대체시장 : 1,770억불
- 화물 운송 시장 : 4,130억불

- 군사 및 방위 시장 : 120억불
- 기술, 서비스 시장 : 1,980억불



[그림 Ⅱ-22] 전 세계 UAM 생태계 시장 전망 - 시장분야 별
출처 : Morgan Stanley, Flying Cars: Investment Implications of Autonomous UAM

- 승객용 시장은, 자동차 및 공유모빌리티 승객 대체시장, 단거리 항공노선 승객 대체시장, 기술/서비스 시장의 합으로 보고, 2020년 20억불, 2025년 520억불, 2030년 1,530억불, 2035년 3,810억불, 2040년 10,490억불로 예측
 - 이러한 예측 결과는 Porsche Consulting의 예측 결과와 10배 정도의 매우 큰 차이
 - 이러한 차이의 주요한 이유는 기본 시나리오에서도 전 세계적으로 대부분 도시에서 UAM의 상용화가 균등하게 발전하다는 가정으로 기인한 것으로 판단됨
 - 또한 단거리 항공노선 시장의 침투율을 2040년에 54%로 잡을 정도로 매우 높게 평가한 점과 기술 및 서비스 시장의 상당 부분은 화물 운송에 해당하며 또한 승객 운송시장과 중복되었을 가능성 존재
- 아울러 앞서 언급한 바와 같이 상대적 상세분석에 의한 미국 시장의 규모는 2035년 1,310억불, 2040년 3,280억불인데, 이중 승객 운송 부분, 항공노선 부분, 기술/서비스 부분은 각각 2035년에는 298억불, 251억불, 231억불, 총 780억불, 2040년에는 1,500억불, 394억불, 441억불로 총 2,335억불로 전망
 - 이는 자동차 위주의 지상 모빌리티의 대체시장이 2040년에 53%를 차지할 정도로 가장 급속하게 성장하는 것으로 예측되었음을 시사
 - 또한 기술 및 서비스 분야의 시장 구성은 하드웨어 10%, 소프트웨어 52%, 통신 36%, 배터리 2%를 보여 소프트웨어와 통신의 시장이 압도적으로 높음

다. KPMG Global

- KPMG Global에서는 2050년까지 UAM이 새로운 이동수단으로 번성할 가능성이 높은 전 세계의 70개 도시를 추출. 여기에는 뉴욕, 로스앤젤레스, 런던, 파리 등 전통적인 서구권의 대도시와 함께 멕시코 시티, 상파울루 등 육상교통의 일부 위험 요소가 있는 도시들도 포함. 그러나 UAM 시장에서 가장 주목해야 할 지역은 인구밀집과 경제성장, 도로혼잡도 등을 고려할 때, 서울, 도쿄, 베이징, 상하이, 델리 등 아시아의 메가시티일 가능성이 높은 것으로 전망
 - 2030년에 매년 1,200만명, 2050년에 4억 4,500만명의 승객이 UAM을 이용할 것으로 전망
 - UAM의 활용범위는 시기별로 다소 차이. ‘30년대에는 우선 도심과 공항을 오가는 셔틀 노선으로 활용되고, 2040년에 접어들면 도심의 출퇴근 통근 노선이나 항공택시 까지 활용범위가 확대될 전망. 이후 2050년에 이르면 광역권 도시 간 이동도 가능
 - 2050년 UAM 이용객 수가 가장 많은 10개 도시는 도쿄, 상하이, 베이징, 델리, 뉴욕, 서울, 로스앤젤레스, 뭄바이, 오사카, 광저우 등. 10개 도시의 이용객 수는 전체 이용객의 1/3을 상회하는 1억 6,400만 명 수준

》 2050년까지 UAM을 도입할 것으로 전망되는 지역별 도시 수



Source : KPMG Global(2019), Getting mobility off the ground, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

[그림 II-23] UAM 도입 유력 도시 (KPMG)

<표 II-3> 주요국 연도별·도시별 UAM 이용객 수 전망

국가명	도시명	2030년 이용객수 (백만명)	2040년 이용객수 (백만명)	2050년 이용객수 (백만명)
		도심 공항셔틀로 이용	도심 통근 및 항공택시로 확대	광역권 도시 간 이동으로 확대
미국	뉴욕	0.7	4.7	15.7
	로스앤젤레스	0.6	4.5	15.2
	시카고	0.3	2.3	7.8
	댈러스	0.2	1.6	5.4
	휴스턴	0.2	1.4	4.8
	샌프란시스코	0.2	1.3	4.4
	워싱턴 D.C.	0.2	1.1	3.6

	피닉스	0.1	1	3.5
	마이애미	-	1.4	4.6
	애틀랜타	-	1.3	4.3
	필라델피아	-	1.1	3.8
	보스턴	-	0.9	3.1
중국	상하이	1	7.2	24.3
	베이징	0.7	4.9	16.4
	광저우	0.5	3.2	10.8
	톈진	0.5	3.2	10.6
	선전	0.4	2.9	9.8
	우한	0.3	1.9	6.5
	홍콩	0.2	1.5	5
캐나다	토론토	0.2	1.5	4.9
	몬트리올	-	0.9	3.1
	밴쿠버	-	0.6	1.9
일본	도쿄	1.1	7.5	24.6
	오사카	0.5	3.6	11.6
	나고야	-	1.9	6.2
스페인	마드리드	0.2	1.5	4.9
	산티아고	-	1.2	4.1
	바르셀로나	-	1.2	4
독일	베를린	-	0.8	2.5
	함부르크	-	0.5	1.5
	뮌헨	-	0.4	1.4
인도	델리	-	4.7	16.1
	मुंबई	-	4.1	14.2
	벵갈루루	-	1.6	5.7
호주	멜버른	0.2	1.3	4.3
	시드니	0.2	1.2	4.2
터키	이스탄불	-	1.1	3.7
	앙카라	-	-	4.4
이탈리아	로마	-	0.9	3.1
	밀라노	-	0.8	2.5
영국	런던	0.4	2.6	8.7
	맨체스터	-	0.6	1.9
아랍에미리트연합	두바이	0.1	0.7	2.3
	아부다비	-	0.2	0.7
브라질	상파울로	0.4	2.8	9.5
	리우데자네이루	-	-	7.8
남아프리카공화국	요하네스버그	-	-	3.5
	케이프타운	-	-	0
나이지리아	라고스	-	-	1.2
네덜란드	암스테르담	-	0.3	1
대만	타이페이	0.1	1	3.3
대한민국	서울	0.7	4.7	15.5
러시아	모스크바	-	1.7	5.6
말레이시아	쿠알라룸푸르	0.3	1.9	6.5
멕시코	멕시코시티	0.4	3	10
베트남	호치민	-	-	8.7
벨기에	브뤼셀	-	0.5	1.7
사우디아라비아	리야드	-	0.5	1.5
아르헨티나	부에노스아이레스	-	2.4	7.9
오스트리아	비엔나	-	0.5	1.7

이스라엘	텔 아비브	-	1.1	3.6
이집트	카이로	-	2.6	8.9
인도네시아	자카르타	0.3	2	6.8
콜롬비아	보고타	-	-	7.2
쿠웨이트	쿠웨이트시티	-	0.2	0.6
태국	방콕	0.3	2.4	8.2
페루	리마	-	-	7.9
포르투갈	리스본	-	-	2.2
프랑스	파리	0.4	2.5	8.4
필리핀	마닐라	-	1	3.4

라. 기타

- 2019년에 Nexa Capital Advisors는 eVTOL에 의한 승객운송 수입은 2020~2040년 동안 누적 시장규모가 2,440억불에 이르고 이중 30%가 2030년까지 이뤄질 것으로 예측
 - 2020년에 유럽의 Roland Berger는 UAM 산업이 2050년에 160,000대의 상업용 eVTOL로 약 900억불의 시장으로 성장할 것으로 전망
 - Volocopter와 Skyports 및 Charge Point의 투자사인 Levitate Capital은 2026년 전에 승객 운송용 eVTOL에 대한 FAA의 인증이 승인될 가능성이 작은 것으로 예상하여 2030년까지 승객 운송시장은 20억불에 불과할 것으로 보수적인 전망 제시
 - eVTOL의 승객 운송의 지속 가능한 규모의 서비스는 매우 오랜 기간이 소요될 것이며, 2025년에 이르러서야 작은 규모로 시작될 것이고, 2025~2030년 기간은 드론과 eVTOL에 의한 화물 운송이 시장 대부분을 점유할 것으로 전망
- Levitate Capital도 궁극적으로는 승객 운송이 급속히 성장하여 드론 시장의 최대 분야로 급속히 성장할 것이며, 2040년에는 연 500~600억불 규모가 될 것으로 전망
 - 2040년경에는 eVTOL의 seat mile당 비용이 \$0.22로 낮아져 헬리콥터는 물론 버스를 제외한 모든 지상 교통수단보다도 낮게 될 것으로 전망
- 최근에 이루어진 Joby Aviation의 Uber Elevate 인수에 따라 eVTOL 개발뿐만 아니라 UAM 서비스 사업도 수행할 것이며, 그간 Uber가 축적한 많은 노하우 및 시장 확보 능력도 함께 인수함에 따라 매우 큰 경쟁력을 갖게 될 것으로 예상됨
- Joby Aviation 외에도 eVTOL 개발의 선두그룹인 Volocopter, Lilium도 마찬가지로 UAM 또는 에어택시 운항 서비스 사업을 준비 중
 - 이러한 eVTOL 제작과 UAM 서비스가 동일 기업에서 수직적으로 통합되는 상황은 UAM의 사업적인 생태계 측면에서 매우 큰 변화와 영향이 있을 것으로 예상
- 기체 제작사의 UAM 서비스 사업 진출은 UAM 서비스 착수를 가속하는 데는 긍정적인 영향이 많을 것이나, 사업적인 측면에서의 위험성이 커질 수 있는 개연성 존재

- UAM은 무인 자율비행의 인증이 승인되기 전까지는 조종사 탑승이 필수적인 전체 인데, 조종사 1인당 승객 수가 평균 2~4명 내외로 기존 중대형 항공기 기반의 항공 운항사업과 비교하여 매우 낮으며, eVTOL 기체의 수명이 훨씬 짧을 것으로 예상
- Vertiport와 같은 인프라 구축비용 등 초기 투자 비용이 커짐에 따라 초기 비즈니스 위험성이 매우 클 수밖에 없음
- eVTOL의 개발, 제작과 UAM 서비스 사업을 나누는 것이 위험 분산 측면에서 유리한 점이 있으나, eVTOL 개발과 UAM 서비스의 통합은 위험이 배가될 가능성 있음
- eVTOL/UAM 서비스 통합업체들과 나머지 eVTOL 개발 전담업체/UAM 사업 전담업체들 간의 이해충돌도 위험으로 작용할 개연성
- 특히 Uber의 협력사로 선정되었던 현대자동차, Pipistrel, Bell 등의 기업들과 경쟁 관계에 있는 Joby Aviation의 협력에 큰 변화 예상

(1) 산업적 이용 가능성

- UAM은 드론, 전기동력, 자율주행, ICT 등 관련기술의 급속한 발전과 서비스 공급자 출현으로 인해 글로벌·교통혁신의 총아로 급부상하고 있으며, 새로운 미래 도심용 항공교통시스템으로 기체, 건설, 서비스, 금융 등 다양한 분야가 연관된 거대 신규 시장이자 고부가가치 창출이 가능한 미래 먹거리 산업
- 이에 따라, eVTOL 기술과 이를 이용한 도시형항공교통서비스(Urban Air Mobility: UAM)는 시장을 선점하기 위한 글로벌 기업과 스타트업기업들의 경쟁이 본격화
- 초기 전문 기술 스타트업 중심으로 발전해온 eVTOL 개발 시장에 수년 전부터 보잉, 에어버스, 엠브레어 등과 같은 글로벌 항공기 OEM들이 본격적으로 참여하기 시작했으며, 최근에는 현대자동차, 아우디, 도요타 등 글로벌 완성차 OEM들도 속속 합류 중
- 또한 플랫폼 기업 우버도 eVTOL 제조기업들과의 파트너십을 확장하는 등 UAM 시장의 성장가능성에 주목하고 있다. 뿐만 아니라 인텔이나 텐센트 같은 IT 기업들도 eVTOL 개발 업체들에 대한 투자 활발
- 이러한 기업들의 적극적인 움직임은 공급측면에서 UAM 생태계 형성 가속화
 - UAM 서비스공급자 : (미) 우버, (유) 에어버스, 릴리움, 등
 - eVTOL 개발자 : (미)벨, 보잉, (유)에어버스, 릴리움, 블로콥터, (중)이항, (일)도요타 등 전 세계적으로 250여개의 PAV가 개발 진행 중 (2020.1 기준)
- 신기술과 신개념의 신산업의 정착과 활성화를 위해 해외 선진기술국을 중심으로 미래 UAM 시장 생태계 마련을 위한 핵심이슈 분석 및 대책 마련 중
 - 우버는 경제성과 안전성 분야를 에어버스는 사회적 수용성 분야를 주요 이슈로 제시하고 이를 해결하기 위해 역량 집중

○ UAM은 eVTOL을 이용, 도심에서 화물과 승객을 안전하게 운송하기 위한 미래 공중교통 서비스를 구축하기 위한 것으로, 기술, 규제, 사회적 수용성, 인프라 등 각 분야에서 미해결 이슈들 포함

- 기술 측면: 배터리, DEP(분산전기추진), eVTOL(전기수직이착륙), 자율비행 AI, 고성능컴퓨팅, 5G, 네트워크보안, 센서 등 수많은 기술적 난제들이 중첩되어 있으나, 최근의 자율주행차 개발 붐과 함께 기술이 급격히 향상 중. eVTOL의 핵심 기술 이슈는 배터리와 DEP(분산전기추진) 기술
- 배터리는 내연기관의 원가수준에 이르기 위해 배터리 소재혁신이 필요하고 전기차의 급속충전보다 빠른 충전시간(Uber Elevate의 목표는 8~9분)을 이뤄내야 하고, 여러 개의 소형모터를 사용하는 DEP 기술을 통해 최적의 추진력과 에너지효율 달성 필요
- 규제 측면: 항공기 인증, 운행, 사후관리 등 부문별 표준제정 및 규제. 기존 항공기의 신모델 인증에는 통상 4년이 걸리는데, eVTOL의 특성에 맞는 인증기준과 체계를 구축함과 동시에 인증시간을 단축해 신속한 산업화를 지원해야 함 또한 항공교통관리시스템(Air Traffic Management: ATM)을 도심 내 UAM 서비스를 위해 새로이 구축하고 운영하는 교통관리 측면의 제도 구축과 효율적 운영 방안도 시급히 마련해야 함
- 사회적 수용성 측면: 안전, 소음, 경제성(이용 요금) 등
- 인프라 측면: 도시 내 수직이착륙 포트, 충전 및 정비, 도심교통 연계 등

<표 II-4> 주요 eVTOL 개발 현황

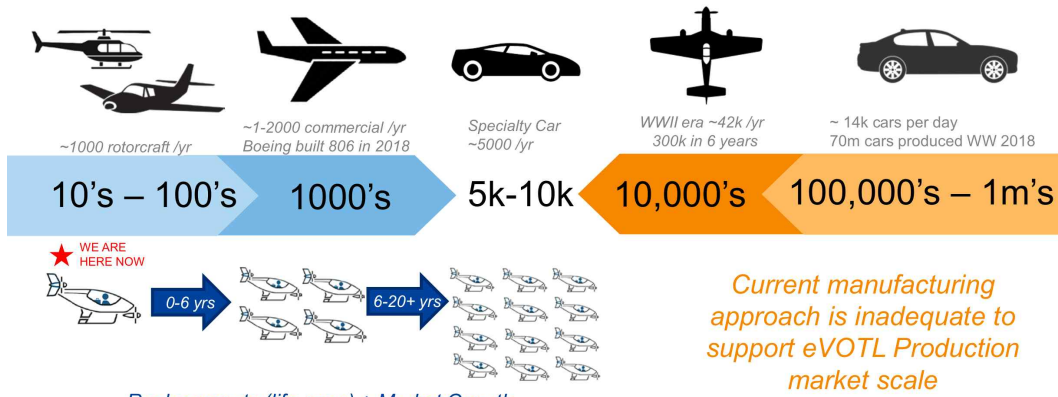
구분	(美) Bell	(獨) Volocopter	(獨) Lilium	(美) Joby	(中) Ehang
형상					
개발 현황	<ul style="list-style-type: none"> ·'17. 6개 덕티드 로터공개@AHS포럼 ·'20.1. 전기식기체 (NEXUS4ex) 공개@CES ·'20.2. JAL 등과 전략적 파트너십 체결 	<ul style="list-style-type: none"> ·'11. 개발 착수 ·'19.10. 도심유인 비행 @싱가폴 ·'19.12. EASA 설계조직 인증(DOA) 획득 ·'20.2. 추가 series C 투자(누적€87M) 	<ul style="list-style-type: none"> ·'17.4. 2인승 무인모드 초도 비행 ·'19.10. 5인승 천이비행 	<ul style="list-style-type: none"> ·'09. 회사설립 ·'18.2. 5인승 개발 공개 ·'19.12. Uber와 에어택시 파트너십 체결 ·'20.1. 토요타 \$50M 투자(양산 계약) 	<ul style="list-style-type: none"> ·'12말 개발 착수 ·'16. 초도 비행 ·'18.1. 유무인 비행누적 1,000회 이상 ·'19.10. Vodafone과 전략적 제휴 ·'20.2. 중국 코로나 사태 의료품 이송
구분	(EU) Airbus	(EU) Airbus	(美) WISK	(韓) 한화	(韓) 현대차
형상					
개발 현황	<ul style="list-style-type: none"> ·'15. 타당성 연구 ·'16. 축소형 비행시험 ·'20.1. 실물시제 비행시험 	<ul style="list-style-type: none"> ·'17 제네바모터쇼 공개 (wt Itai Design) ·'18 PopUp Next 공개 (wt Itai Design, Audi) 	<ul style="list-style-type: none"> ·'10.3. 개발착수 ·'18.3. 2인승기체(Cora) 비행 ·'19 뉴질랜드 비행시험 착수 	<ul style="list-style-type: none"> ·'19. 美Overair社 \$25M 투자 ·'20.2. Butterfly 기종 공동설계 착수 	<ul style="list-style-type: none"> ·'19. UAM사업부 신설 ·'20.1. CES 발표 (eVTOL, HUB, PBV)

(2) 국외 UAM 산업 및 시장 특성

- UAM 산업은 자동차와 항공의 틈바구니에서 기존 산업의 틀을 깨고 새롭게 창출되는 거대 신산업이자 한국의 자동차·항공 산업의 국제적 위상을 반전시킬 수 있는 절호의 기회를 제시
 - (자동차·항공 산업의 정체/쇠퇴를 상쇄하는 신성장 산업) 세계 자동차 시장의 포화 및 심화되는 경쟁으로 인한 국내 자동차 산업의 성장 정체와 작은 국내 시장 및 후발 주자의 한계로 구조물 하청 위주인 국내 항공 산업의 정체를 돌파할 수 있는 신성장 산업
 - (전혀 새로운 산업생태계) eVTOL 개발제조사 및 주요부품 공급사, 도심의 교통 서비스 제공사업자, 이착륙 인프라 운전자, 교통관제서비스 운영자, 미시기상서비스 제공자, 무선통신서비스 제공자, 물류서비스 제공자, 응급의료서비스 제공자 등 다양한 신산업 탄생의 요람
 - (탄탄한 배후수요) 대도시 인구밀집으로 메가시티화 되고 있는 국내 광역시의 교통체계 고도화 수요와 동북아 메가시티들의 지속적인 성장을 바탕으로 내수와 수출이 균형을 이룰 수 있는 신산업
- IT, AI, 무선통신, 건설, 기상예측, 신소재, 배터리, 전기식 분산추진, 항행, 관제, 통신 등의 첨단 기술이 융복합된 미래 신기술의 격전장이자, 모든 기술분야가 아직 태생기인 누구에게나 기회가 열려있는 시장으로 항공분야의 후발주자이나 IT·자동차 분야의 강자인 우리에게는 큰 기회
 - (다양한 기술의 융복합) UAM은 전혀 다른 기술들의 융복합 영역으로, 한국이 세계 최고의 경쟁력을 가지는 배터리, 연료전지, 신소재, 5G 통신, IT 기술 등을 바탕으로 미래 UAM 산업 생태계에서 부품, 솔루션, 완제품, 서비스 등 다양한 층위의 산업에서 최대 공급자로 부상할 가능성이 큼. 이 모든 영역에 걸쳐 세계 수준의 기술과 생산능력을 고루 겸비한 국가는 한국이 유일.
 - (새로운 제조업의 돌파구) 자동차, 항공 분야의 세계적 경쟁력을 갖춘 국내 대기업의 적극적인 참여를 바탕으로 신생 혁신기업들과 중소중견기업들이 신산업 생태계를 구축한다면, 세계적인 시장포화와 독과점으로 성장 돌파구를 찾지 못하는 국내 주력 제조업에 새로운 기회로 작용
- 소비자의 수용성에서 규제/인증 인프라, 대중교통과의 Seamless 연계, 사업의 경제성 및 수익성 등 기술 외적인 사회, 경제, 문화 전반에 걸쳐 수많은 연구과제를 안고 있는 미지의 영역

- (시장과 대중의 수용성) 시장과 소비자의 우려를 해소하고 기대치를 충족하는 접점을 찾아내기 위해 수많은 실험과 도전이 필요하며 신속한 시장진입과 반응 수용, 지속적인 혁신을 이뤄내는 과정이 필요. 이를 위해, 신속한 의사결정과 실행력이 시장/소비자의 적극적인 참여 필요
- (정부주도의 신산업 드라이브) 다양한 참여자들을 수용하며 체계적으로 추진하기 위해 정부주도의 기획이 필수적. 한국 특유의 Top-down형 접근법과 소비자들의 적극성이 어우러질 때 최대의 강점으로 부각 가능

Annual production rates must drastically increase

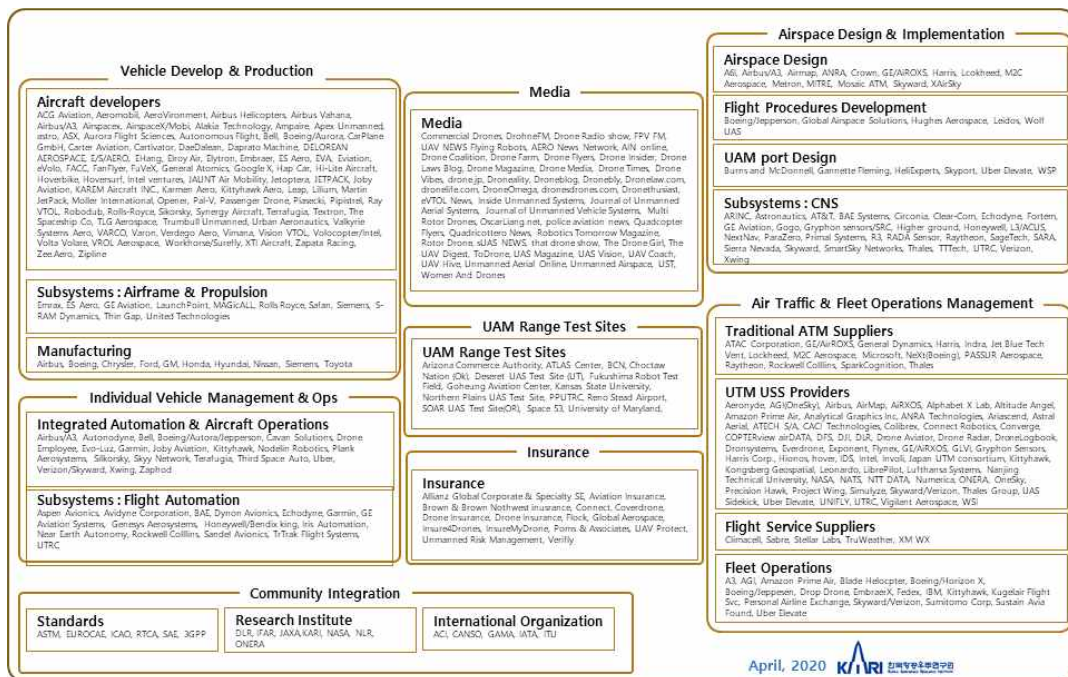


Replacements (life span) + Market Growth

Current manufacturing approach is inadequate to support eVTOL Production market scale

[그림 II-24] 자동차와 항공산업 중간수준의 생산능력 필요

(출처: Toray, 2020 eVTOL Workshop@산호세)



[그림 II-25] UAM 글로벌 생태계

2. 국내 시장 현황

가. 국내 UAM 시장 규모 예측

○ 항공안전기술원에서 연구한 자료로 UAM 한국 시장 규모는 '40년까지 약 109억 달러로 성장할 것으로 전망

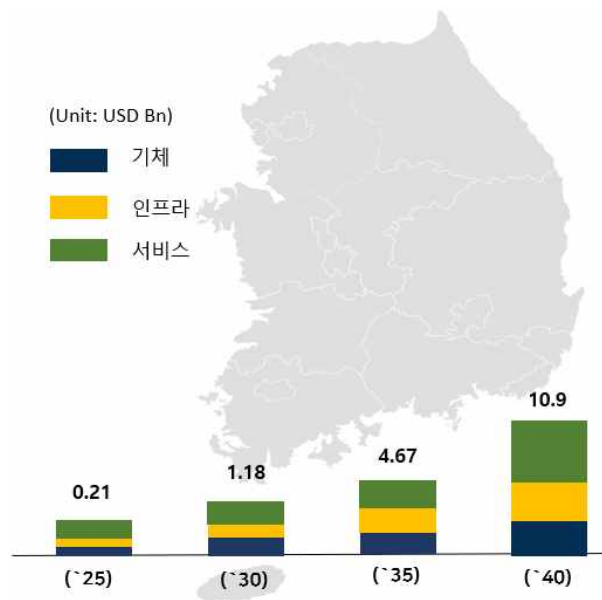
- UAM 한국 시장 규모는 세계 시장규모 및 한국 GDP 비율 예측 값으로 각 년도 별 시장규모를 산출하여 '40년까지 연도 별 추이('25~'40)

- 기체 시장, 인프라 시장 및 서비스 시장은 모두 세계 시장규모에서 한국 GDP 비율 예측 값으로 한국 시장을 산출하며 '25~'35년의 CAGR 및 '35~'40년의 CAGR를 산출함

<표 II-5> 연도별 UAM 한국 시장 규모('23~'40)

(단위 : 달러)

구분	연도				CAGR	
	'25	'30	'35	'40	'25~'35	'35~'40
GDP	1.96%	1.92%	1.86%	1.79%	0%	0%
기체(제작)	32,928,832	109,463,039	403,517,228	1,032,129,883	28%	21%
인프라	20,607,610	185,968,875	761,639,682	1,693,242,621	43%	17%
서비스	160,609,326	886,295,742	3,495,470,731	8,176,117,513	36%	19%
총계	214,145,768	1,181,727,656	4,660,627,641	10,901,490,017	36%	19%



[그림 II-26] 연도별 UAM 한국 시장 규모 그래프

- 기체 시장은 세계 UAM 기체시장 규모에서 한국 GDP 비율 예측 값으로 산출 및 '25~'35년의 CAGR 및 2035~2040년의 CAGR 산출함

- 인프라 시장 산출은 관련 보고서 및 시장 데이터로 각각의 규모, 대수 및 도시개수를 추이하여 세계 인프라 시장규모를 산출해서 한국 GDP 비율 예측값으로 시장규모 산출함
 - 서비스 시장은 UAM 보고서에 있는 서비스 비율(75%)로 근거하여 각 년도의 기체 및 인프라 시장 규모로 산출함
- 국내시장은 선진국 대비 출발 시점이 늦었으나, 교통혁신 및 혁신성장 의지로 빠른 속도로 추진 중으로 조기 상용화·시장성장 가능
- UAM은 아직 시험·개발 단계이므로 대중을 대상으로 이슈화가 부족하고 신고통수단으로서 불안감 등 충분한 운용실적 확보하면 사람들의 인식이 긍정적으로 전환 가능
 - 제약요건 측면에서 국내는 주요 선진국 대비 작은 내수규모에 있지만 도시단위 인구·경제력은 글로벌 상위권 자리
 - 기회요인 측면에서 국가적 의지가 마련되고 높은 기술수용성 및 핵심기술에 적극적 투자 의지를 가진 업계 등 발전가능성 충분

(참고) 기존 신고통수단 선행 사례

□ 한강헬기

- (개요) 관광 및 비즈니스급 사용자 대상 헬기사업자(민간) 주도 사업 추진
 - (서울) '13년부터 헬기 관광상품을 출시해 현재 4개 코스 제공·비행 중(전남) 다도해 관광용 헬기상품을 출시('17.2)했으나 적자로 사업 종료('18.11)
- (분석) 고비용, 도심운항을 위한 관제기반 부족, 소음 및 사고 우려로 제한된 경로활용 등 1회성 관광용 위주 운용 중
 - 서울 한강헬기 이용 시 1인당 10~20만원 수준(7분 : 8만원 / 30분 20만원)

□ 수상택시

- (개요) 지상교통 혼잡을 피해 지체없는 한강구간(여의도→잠실)을 이용하는 7~10인승급 택시 운용
 - ('07) 수상택시 사업 개시→('14) 사업 일시중지→(현재) '16년 사업자 변경 후 운행재개
- (분석) 접근성 및 연계교통 부족*으로 예상 대비 수요가 많지 않은 편으로 현재 일일 5명 수준 이용 중
 - 여의도→잠실 이동 : (자가용) 38분 vs. (수상택시) 73분 / 수상택시 이동시간은 20분에 불과하나 여의도(1.3km 거리), 잠실역(2.2km 거리)까지 이동시간 소요

나. 산업 생태계

- 국내 기업들은 국내 뿐만 아니라 해외 기업들과 MoU 체결 등 많은 활동 추진 중
 - UAM eVTOL 기업들이 eVTOL 개발뿐만 아니라, 이를 운용할 수 있는 지상 인프라스트럭처인 버티포트에도 많은 관심

- 한화시스템은 한국공항공사(KAC)와 김포공항에 에어셔틀(airshuttle) 서비스를 제공해 줄 수 있는 대규모 버티포트를 구축한다는 구상을 바탕으로 파트너십 MoU 체결(20.07.03)



자료: Hanwha Systems

[그림 II-27] 한화시스템-한국공항공사 김포공항 버티포트 조감도

- 한화시스템은 미국의 카렘에어 크래프트(Karem Aircraft)와 조인트벤처로 오버에어(Overair)를 20년 1월에 설립한 후 버티플라이라 불리는 Quad Tiltrotor형 eVTOL을 미국 현지에서 공동 개발 중
- 현대자동차는 인천국제공항공사, 현대건설, KT와 함께 UAM 협력 MoU를 체결(20.09.21)
 - 기업별 협력 역할: 인천국제공항공사는 인프라의 설계 건축과 UAM을 에어셔틀로 사용하는 타당성 연구를하며 현대건설은 대중교통 환승 허브와 버티포트 건축물을 구축하고, KT는 통신 인프라스트럭처와 UAM 모빌리티 서비스 비즈니스 모델을 마련
- 현대자동차는 3개사와 MoU를 체결하기 전에 영국 런던의 Six Miles Across London과 그 계열사인 Urban-Air Port와 UAM을 위한 새롭고, 특수목적, 다용도, 스케일러블한 인프라스트럭처에 대한 탐색 파트너십을 체결(20.07.28)

3절. 국내·외 기술개발 동향

1. 항공교통 분야

- 주요국 대도시를 중심으로 스마트시티 내 대중교통 문제 해결을 위해 스마트 모빌리티 구축을 추진 중으로, AI 데이터센터의 실시간 교통정보 분석 인프라 구축을 통해 도시 내 모든 교통수단을 통합하는 신속접근 환승서비스와 최적 이동경로를 제공하기 위한 연구를 진행 중
- 미국 콜럼버스, 싱가포르, 덴마크 코펜하겐, 스페인 바르셀로나, UAE 두바이, 핀란드 헬싱키, 일본 도쿄 등의 도시는 스마트시티의 스마트모빌리티 테스트베드화 추진
- 스마트 모빌리티 : 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터 등 첨단기술을 활용하여 지속적으로 신속접근 가능하고 혁신적이며 안전한 도심대중교통 체계를 구축
- 현 비행규칙(VFR, IFR)과 UTM 서비스에서 UAM 기체 운용의 제약
 - 훈련된 유인 조종사 탑승이 없을 경우, 비행은 VFR 또는 IFR을 사용하여 14 CFR Part 91을 만족하지 못함. (사주경계하고, 피하고, 항공기 통행 우선순위 규칙을 따를 수 없기 때문)
 - 만약 UAM 자동화가 항행에 대해 이루어진다면, 관제사 음성에 의한 관제사 지시를 듣거나 응신 할 수 없음
 - 예상되는 UAM 교통량에서, 관제사의 분리서비스에 의한 통상 3 NM 인 표준 분리거리는 현재 구상 중인 UAM 운용개념에 비추어 너무 큼
 - 예상되는 UAM 교통량에서, 관제사는 UAM에게 필요한 모든 서비스를 동시에 제공하지는 못함
 - UAM 운용은 고도 400 ft 이상에서 이루어질 것으로 예상되므로, 현재의 UTM 서비스는 적용할 수 없음
 - 소형 드론 운용을 위해 개발된 UTM은 승객 수송을 위해 고도 400 ft 이하로 운용하는 UAM의 안전요구도 충족을 위해 수정 필요
- UAM 공역 통합을 위해 잠재적 운용 개념을 개발할 때 반드시 고려해야 할 지침
 - 기존 IFR과 VFR 항공교통은 현재와 같은 규칙으로서 계속 운용
 - 현존 ATC 서비스에 추가/변경되는 사항들을 최소화 (추가 요구들은 대부분 비정상 상황 관련임)

- UAM 운용자들을 위한 절차는 주어진 공역과 운용의 확장성을 고려해 유연성있게 설계해야 함
- 기존 운용자와 UAM 운용자 모두에 대해 항로 수용능력을 극대화할 수 있도록 공평한 규칙과 공역 접근성 확립
- 기존 운용체계에 대한 최소한의 변경만으로 자동화된 UAM 운용을 공역에 효과적으로 통합하기 위해 고려해야 할 4개의 주요 개념 구성요소
 - ① Augmented Visual Flight Rules (증강 VFR)
 - ② Dynamic Delegated Corridors (동적 위임 회랑)
 - ③ Automated Decision Support Services (자동화된 의사결정 지원 서비스)
 - ④ Performance-Based Operations (성능기반 운용)

가. 증강 시계비행규칙(VFR : Visual Flight Rule)

- 증강 VFR 개념은 오늘날 VFR을 사용하는 유인항공기 운용과 최대한 유사하게 UAM 항공기를 운용하고자 하는 것으로, 증강 VFR은 조종사 없이 완전자동화된 방식으로 조종사의 사주경계 기능이 달성 될 수 있도록 14 CFR Part 91.113 규정들의 업데이트 필요
 - Part 91의 본래 규정들의 의도는 유지하며, 조종사의 눈과 뇌 기능을 대체하기 위해 산업계에서 개발하고 검증, 인증된 시스템을 적용하는 것임
 - 인증된 시스템은 안전한 분리와 회피 기동을 조종사의 입력 없이 수행 할 것이며, 조종사는 지속적인 모니터링을 수행하다 필요에 따라 항공기 조종에 개입함. 현재 유인항공기의 VMC(Visual Meteorological Condition, 시계비행 기상상태¹⁾) 정의와는 다른 시계비행 최소기상상태를 인증된 장비에 적용하는 것 또한 규정 업데이트 시 고려해야 할 부분
 - 그러나 이러한 규정의 개정은 비행우선권을 변경하는 것은 아님. 외부관측자는 항공기의 비행기동을 주시하고 회피기동 의사결정을 내릴 때 해당 항공기의 조종사 탑승 여부나 강화 VFR 장비장착 여부와 무관하게 판단해야 함
 - 센서기반 충돌회피 능력은 항공기에 탑재된 온보드 시스템 또는 지상으로부터 정보(공유된 레이더 감시 데이터 등)를 받아 작동하는 시스템임. 시스템 성능 표준은 산업계의 합의를 거쳐 형성되고 FAA가 승인. 증강 VFR 기능은 Detect and Avoid라도 알려져 있음

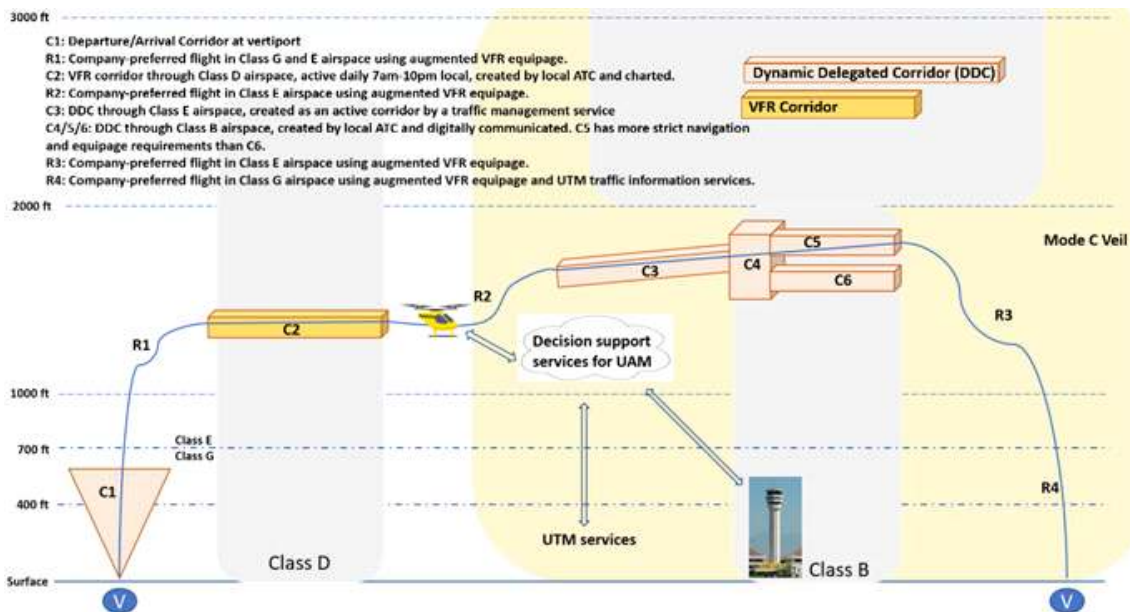
1) 시계비행 상태에 의하여 비행이 가능한 기상상태를 말하며, 비행장에서는 시정이 적어도 5km(2.7 N.M) 또는 운고가 300m(1,000ft) 이상인 기상상태를 말한다.

- 오늘날 일부 공역에 VFR을 위한 회랑이 설계되어 있으며, VFR flyway라고도 불리고 있음. VFR 회랑은 관제 공역(통상 B, C, D 공역) 내에서 관제사와의 교신 없이 비행 가능
- VFR 회랑은 B 공역 회피를 위해 복잡한 터미널 공역을 관통하거나 또는 그 주위에 설계된 항로임. 이러한 항로에는 특정 최대 고도 또는 특정 주파수 전송 등 특별한 지역 절차가 적용됨
- 증강 VFR 장비는 현재 위치 등에 대해 자동음성통화 기능을 갖추고 있음. VFR 회랑은 통상 IFR 절차 근처에 위치하지 않으므로 관제사는 IFR 항공기의 VFR 회랑 근접에 대해 고민하지 않아도 됨

나. 동적 위임 회랑(Dynamic Delegated Corridor)

- 동적 위임회랑 개념은 혼잡한 공역에서 특별 회랑을 정의함으로써 기존 IFR 비행규칙을 따르는 항공기로부터 절차적으로 분리하여 UAM 항공기를 운영하기 위한 것임
 - 동적 위임회랑 개념은 일련의 규칙과 절차를 정의하여 회랑공역 내 교통흐름을 조율, 관리하는 것
 - 동적 위임회랑 상태는 회랑 주변의 바람, 기상, UAM 교통 밀도 등의 여건에 따라 변하므로 회랑의 개방과 폐쇄가 시시각각 달라짐
 - 동적 위임 회랑은 비행자동기술을 장착해 기존 항공기와는 다른 절차적 방법을 적용해야 하는 UAM과 같은 항공기를 고려한 공역 설계임
 - 동적 위임 회랑은 일련의 회랑들을 확장할 수 있어 현재의 VFR 회랑 위치에 제한을 받지 않음
 - 동적 위임 회랑은 군(軍), 도시계획자, 지역 항공교통 관리자 등 다양한 이해관계자들의 요구를 반영해 설계된 개념
 - 동적 위임 회랑은 기존의 일반적인 VFR 비행지역과는 달리 디지털 정보로서 회랑경계가 명확히 정의됨. 정확한 크기, 모양, 이용가능 시간 등은 시간에 따라 변할 수 있으며, 이는 공역 안전을 고려하여 지역 항공교통관리자에 의해 관리됨
 - 종래의 IFR 및 VFR 교통의 동적 위임회랑 이용이 제한되지는 않으나, UAM 항공기가 증강 VFR 운용을 위해 동적위임회랑을 사용하는 경우 관제사는 기존 IFR 및 VFR 교통량을 동적위임회랑으로 돌리는 것을 피할 것임. 기존 항공기가 운용상의 필요에 따라 동적위임회랑을 이용하기 위해선 동적위임회랑을 이용할 수 있는 장비를 장착해야 함

- 동적위임회랑은 B, C, D 공역에서 정의 될 수 있음. 관제사는 동적위임회랑을 기존 VFR 회랑과 같이 다룰 것임.(관제사는 회랑 내 교통흐름을 관리하지 않고, 분리서비스도 제공하지 않음)
- 동적위임회랑은 자동화된 교통관리 서비스 기반으로 E 공역에 정의될 수 있음.
- 동적위임회랑에서의 비행은 자동화된 교통관리 서비스에 의해 조율됨. 지역 동적 위임 회랑 절차에 따라 자동화된 교통관리 서비스로부터 동적회랑 출입 인가를 받아야 함
- 동적위임회랑 내 비행운용은 14 CFR Part 91 Subpart B – Flight Rules (or any future updates to those rules)에 정의된 비행 규칙을 따라야 함
- 동적위임회랑은 혼잡한 유인기 VFR 교통 회랑과의 교차를 최소화하여 설계되지만, VFR 교통의 동적위임회랑 출입이 금지된 것은 아님



[그림 II-28] 공역 통합 및 동적 위임 회랑 운용 개념도 출처 : Urban Air Mobility Airspace Integration Concepts, MITRE, 2019

다. 자동화된 의사결정 지원 서비스

- UAM 항공기는 안전하고 효율적인 교통흐름을 유지하기 위해 협업 의사결정 지원 정보에 대한 포괄적인 접근 필요
- 의사결정 지원 서비스는 개방형 정보교환 구조에서 제공되며, 안전중요정보와 안전강화정보를 제공 (교통위치, 동적회랑 상황, 기후정보, 장애물 위치, 교통조정, 착륙지점의 정보 등)
- UATM 서비스는 UTM 구성요소와 유사한 구조를 가질 것으로 예상되나, 400 ft 이하의 고도에서 비가시권 운용을 지원하는 UTM과 UAM 서비스의 주요 차이점은 UAM 서비스는 보다 긴 비행거리, 보다 높은 고도, 보다 엄격한 안전보증 적용하는 자동화된 항공기 운용에 적합하다는 것임

라. 성능기반 운용

- 성능기반 운용 개념은 장비 성능이 우월한 UAM의 운용을 더욱 확장할 수 있게 하며, 최고의 기술(DGNSS, 충돌회피 기술, 소음저감 기술, V2V 통신기술 등)을 기반으로 UAM 운용자는 가장 효율적인 운항사 선호 항로를 비행 가능
 - 성능기반 운용은 특정수준의 항법정확도 장비를 갖춘 항공기에게 더욱 직선에 가까운 항로를 제공하는데 동적회랑 운용의 경우가 대표적. 항법정확도가 높은 장비를 장착한 항공기는 보다 좁은 회랑을 비행할 수 있음
 - 보다 높은 충돌회피 성능과 V2V 통신능력을 가진 UAM 간에는 더 조밀한 분리 간격이 적용될 수 있어 동적 회랑 운용능력의 확장 가능

2. UAM 도입을 위한 공역관리 분야

- (안전과 보안) : 항공 교통 관리 시스템에서 데이터 패킷 손실이 발생할 때 비행안전에 심각한 영향을 미치므로, 추적, 식별 및 등록과 같은 서비스를 신속하게 설정해야 함
 - 특히 UAM의 등장으로 공역은 현재보다 더욱 붐비는 상황이 되므로, 능동적 위험관리, 분리, 비상 경보 및 기타 중요한 조치를 즉시 제공할 수 있어야 하고, 비상 및 보안 대응이 필요한 기체는 공역에 더 빠르게 접근 할 수 있어야 함
 - 또, 이러한 공역, 프로세스 및 서비스 설계를 통해 안전에 투자하도록 운영자에게 인센티브를 제공해야 함
 - 영공의 안전, 보안 및 무결성은 항상 최우선 과제이며 설계, 테스트, 인증 및 운영의 모든 단계에서 고려해야함
- (공역 공유) : 고도가 높은 UAM은 유인 항공기와 공역, 활주로 및 유도로를 공유하고, 에어택시는 헬리콥터와 공역을 공유하므로, 상호 공존이 가능하도록 통합되어야 함
 - 앞으로 공역에 대한 접근은 미션이 아닌 탑재장비와 성능에 따라 결정되며, 비상 상황에서 타 기체의 공역에 불시 접근하는 상황에도 적절히 대응할 수 있어야 함
 - 예를 들어, 상업용 항공기는 때때로 드론 조종이 치밀한 지역을 통해 비상 기동을 할 수 있으며, 이 경우 해당 공역의 드론 비행경로를 재조정할 수 있어야 함
- (자율비행, Self-pilot) : 드론 및 에어택시 운영의 상업적 생존 가능성은 규모의 경제 달성에 달려 있으므로, 향후의 자율비행 기체에 대해서도 적용될 수 있는 개방적이고 유연한 시스템을 구축해야 함
- (자가 운항관리) 규모와 효율성을 달성하기 위해 운영자가 스스로 비행 계획, 기체 배정, 기체 관리 등을 할 수 있어야 함

- (글로벌 공역 조화) 세계가 공유하는 표준화 된 규칙과 절차는 상호운용 가능한 기체의 보급을 가속화하고 불필요한 비용 손실을 방지해, 혁신을 장려하고 시장 잠재력을 극대화하며 자율 시스템의 채택을 가속화함
- (공정한 공역 접근권) 영공 접근 규칙은 모든 참여자에게 공정하고 명확하며 공개적으로 이용 가능해야 함
 - 정부나 군대 같은 예외를 제외하고, 모든 운영자와 항공기에게 항공기 위험 또는 기능에 기반한 비행 금지 구역 등의 영공 사용 제한 또는 노선 변경과 같은 항공 교통 관리 결정을 동등하게 보장해야 함
- (미래 대비 공역) 오늘날 중앙 집중식 항공교통관리체계는 UAM 시대의 다양한 기체와 서비스의 등장에 맞춰 유연한 분산형 체계로 재구축되어야 하며, 정부와 ANSP는 이러한 분산 서비스와 해당 공급자에 대한 감독 및 감사 메커니즘을 마련해야 함
- (위험 평가) 잠재적 위협에 대한 사용 가능한 모든 데이터를 동원해 위협을 식별, 분석, 완화하는 포괄적 안전관리 시스템 (SMS)이 필요함
 - 기체의 기능장애나 악기상, 경로상의 비상상황 발생 등 상황별로 위협의 영향범위와 대응방식이 달라지며, 특히 대량의 고도로 자동화된 무인자율비행체의 경우 문제가 더욱 심각해짐
 - 이러한 위협평가의 복잡도는 갈수록 증가하며, 각각의 시나리오에 대응하는 정량적 위험 평가 워크플로우 개발의 중요성이 더욱 커짐
 - 다양한 조건 하에서 안전한 비행을 위한 임계값 또는 정책을 설정하고 위협의 구조, 대응 절차, 장비 및 기타 요구 사항을 사전에 면밀히 설계해 피해를 허용 가능한 한도 내로 유지하는 것이 핵심
 - 특히, 비행 계획이 제출 될 때 (예 : 특정 공역, 회랑 또는 경로에 대한 접근 권한) 파일럿 등급 및 시스템 인증 (VFR 및 IFR 비행과 유사) 시 위협평가가 중요한 요소로 작용. 위험 평가는 서비스 간 비교 및 기관이 설정한 임계값과의 직접 비교가 가능하도록 해야 함
 - Altiscope와 JARUS는 규제기관과 공동으로 공개위험평가프레임워크를 개발하고 있는데, JARUS는 위험등급분류에 있어 질적인 평가방법을 적용하고 있고, Altiscope는 통계적 모델링 및 관련 데이터를 사용하여 다양한 출력을 가진 정량적 모델을 구성하고 있음
- (보안) 항공 교통 관제 시스템(ATM)은 데이터를 안전하게 교환하기 위해 중복 전용 링크를 사용하고 ANSP는 전용 파이버를 사용해 레이더 안테나와 원격 통신 콘센트를 컨트롤러와 연결하는 방식으로 외부 공격에 대응함
 - ATM 네트워크의 각 구성 요소는 백업 전원과 폴백 시스템을 포함해 가동 시간 및 대기 시간에 따라 고도의 신뢰성을 유지하도록 개발, 인증되고, 일상적인 침투 테스트를 거침

- 분산 UTM 시스템은 ATM 보안에 새로운 과제를 안겨주는데, 특히 복수의 UAM 서비스 공급자가 있는 경우 오늘날의 ATM 네트워크보다 더 많은 공격 영역을 가질 수 있음
- 따라서, 레플레이터에는 보안을 보장하기 위해, 전용 및 단방향 링크, 네트워크 장비에 대한 제한된 물리적 액세스 및 중복 전원 및 백업 시스템을 포함하여 ATC 시스템을 안전하게 유지하는 데 필요한 조치들을 분산 UTM 전체에 적용되도록 해야 하며, 시스템 공급자에 대한 정기 감사 (공지 및 미 공지)는 인증을 더욱 강화해야 함

<표 II-6> UAM 공역관리 설계의 요소기술

서비스 분류	기본기술 구현	기초/요소기술
공역 및 절차 설계	공역 및 절차 설계는 다음의 항목들에 의해 구현 <ul style="list-style-type: none"> • Big Data 분석 툴 • 그래픽 시현 툴 • 시뮬레이션 툴 • 공역 구조 데이터베이스 	Big Data 분석 툴 지원을 위해 다음의 요소기술들이 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 교통정보 시스템 • 기상 정보 시스템 • 기타 정보 시스템 (데모 그래픽 정보시스템)
정보 교환 서비스	정보교환 서비스는 다음의 항목들에 의해 구현 <ul style="list-style-type: none"> • 첨단 네트워크 기술 기반 지대지 UASP 네트워크 • 무선통신(탑재항공전자장비와 지상 통신장비 간) 지대공 UASP 네트워크 • 외부 네트워크와 상호 연결된 보안 게이트웨이 	외부 정보 교환의 지원을 위해 다음의 요소기술들이 필요 <ul style="list-style-type: none"> • ANSP 네트워크 • UTM 네트워크 • 인터넷
비행승인	비행승인은 다음의 항목들에 의해 구현됨 <ul style="list-style-type: none"> • 정보교환 통해 접근할 수 있는 서버 • 비행승인 데이터베이스 	비행승인 지원을 위해 다음의 요소기술들이 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 추적/교통 정보 시스템 • 기상 정보 시스템 • 교통흐름관리 시스템 • 공역구조 데이터베이스 • 정보 교환 시스템
교통관리	교통관리는 다음의 항목들에 의해 구현됨 <ul style="list-style-type: none"> • 빅 데이터 분석 툴 • 수동관리 상황을 위한 비행관리 프로그램 	교통흐름관리 지원을 위해 다음의 요소기술들이 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 추적/교통 정보 시스템 • 기상 정보 시스템 • 비행승인 데이터베이스 • 정보교환 네트워크
동적 공역 관리	동적공역관리는 다음의 항목들에 의해 구현 <ul style="list-style-type: none"> • 의사결정 지원 능력이 있는 공역관리 프로그램 • 빅 데이터 분석 툴 • 공역구조 데이터베이스 	동적공역관리 지원을 위해 다음의 요소기술들이 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 기상 정보 시스템 • 비행승인 데이터베이스 • 교통흐름관리 시스템 • 정보교환 네트워크
부합성 모니터링	부합성 모니터링은 다음의 항목들에 의해 구현 <ul style="list-style-type: none"> • 자동화 된 비행 모니터링 프로그램 	부합성 모니터링 지원을 위해 다음의 요소기술들이 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 추적 정보 시스템 • 비행승인 데이터베이스 • 정보교환 네트워크

3. UAM 도입을 위한 CNSi 분야

가. 통신

- (데이터 서비스 요구도) UAM 운영에 요구되는 각 데이터서비스들에 대한 중요도(제어, 원격측정, 탐지 등의 필수서비스 vs 승객데이터서비스 등의 선택적 서비스)를 평가, 식별하고, 이에 따라 패킷 크기, 대기 시간, 데이터 손실 허용, 사이버 보안 문제, 데이터 빈도 및 예상 데이터 처리량을 포함한 통신 네트워크 설계 기준 필요
- (무선 통신링크) UAM 항공기를 위한 안정적이고 안전한 무선 링크 제공하며 기존 표준에 구속되지 않는 창의적 접근 필요 (공대지, 차량 대 차량, 위성 등의 모든 무선통신을 고려)
- (지상 네트워크 구조) 모든 지상 기반 CNS 자산을 연결하기 위한 안정적이고 안전한 네트워크 아키텍처 연구 필요 (UAM을 지원에 통신타워, 레이더사이트, UAS 운영센터, ATC 타워 등 각종 CNS 자산과 이들을 연결하는 네트워크 포함)

나. 항법

- (항법 요구도) 도시 환경에서 안전하고 안전한 UAM 운영을 제공하는 데 필요한 항행 요구 사항에 대해 연구하고 가이드라인 제공 필요
- (항법 기술) 상기 가이드라인에는 탐색 요구 사항을 충족하기 위한 앙상블 접근 방식의 일부로 여러 기술이 포함될 수 있음
- (기존 항행시설 이용불가 환경대비 대체항법) 항행 서비스를 이용할 수 없거나 손상될 때 안전하고 안전한 항법 성능을 달성하기 위한 기술적 접근 방법에 대한 연구 및 가이드라인 필요
- (이·착륙 시 항법 성능 보장) UAM 항공기 밀도 및 사고 확률이 증가 할 수 있는 이착륙장이나 노선교차영역 등 밀집 지역의 항법 능력을 향상시키기 위한 기술적 접근 방법에 대한 연구 및 가이드라인 제공 필요

다. 감시

- (UAM 기체의 탐지 및 추적) 도시 공역에서 UAM 항공기를 감지, 추적하는 방법에 대한 가이드라인을 연구, 제공 필요
- (UAM 이외 기체의 탐지, 추적, 식별) 공역에서 비 UAM 항공기 또는 비협조 UAM 항공기를 탐지, 추적 및 식별하기 위한 가이드라인을 연구, 제공 필요

- (비 항공기 물체의 탐지, 추적, 식별) UAM 항공기에 안전 위협을 초래할 수 있는 비 항공기 물체를 감지, 추적 및 식별하는 방법에 대한 가이드라인 연구, 제공 필요 (UAM 공역에서 발견 될 수 있는 물체 유형과 UAM 항공기에 대한 각각의 위협 수준을 고려해야 함)

라. CNS 통합

- UAM CNS 항공 전자 장치 하드웨어 및 소프트웨어의 설계, 인증 및 유지 보수에 대한 지침 및 표준에 대한 가이드라인을 연구, 제공 필요
- CNS 항공 전자 공학 하드웨어 및 소프트웨어의 아키텍처와 관련하여 최상의 설계 관행 및 요구 사항에 대한 가이드라인을 연구, 제공 필요. 여기에는 (IMA (Integrated Modular Avionics) 연구 포함)
- CNS 기능을 다목적 하드웨어 및 소프트웨어 아키텍처에 통합하기 위한 접근 방식에 대한 가이드라인을 연구, 제공 필요 (CNS 항공 전자 공학의 크기, 무게 및 전력 (SWaP) 풋 프린트를 줄이고 다양한 서브시스템 간에 CNS 데이터를 공유함으로써 전체 CNS 시스템 성능을 향상시키는 것 포함)
- 통신, 항법 및 감시 기능 영역에서 스펙트럼을 공유하여 주파수 활용을 높이기 위한 접근 방식에 대한 가이드라인 연구, 제공 필요 (한 예로서, 항법을 돕기 위해 데이터 통신 링크 내에 위치 데이터를 포함시키고 공역 감시를 돕기 위해 이 링크의 RF 서명을 사용할 수 있음)
 - 이때, 효율적인 스펙트럼 사용에 대한 정책이나 규제 장벽을 식별해야 하지만 추가 스펙트럼의 할당을 전제로 하지는 않으며, 기존에 공지된 스펙트럼 효율 (예를 들어, 코딩, 변조 등)을 개선하는 새로운 접근법을 권장

마. RF 품질 측정

- 현재 기지국 안테나는 지상의 휴대폰(스마트폰)을 서비스하기 위해 안테나의 각도를 하향 0~10°로 설치함. 따라서 무선 전력 메인 빔도 아래로 향하기 때문에 드론 공역에 대한 안테나는 상향으로 설치해야 되는 데 현재 측정 제품은 없음.
- 통신사가 4G/5G 드론 공역에 적합한 기지국 안테나를 고각으로 설치한 후에 측정 계측장비와 기록 서버를 이용하여 실시간으로 측정 및 분석을 할 수 있고, 차후 SDR기반의 리얼타임 RF-RAW데이터를 분석할 수 있을 뿐만 아니라 지상 300m이상에서 운용되는 UAM환경에서도 시험할 수 있음
 - UAM 공역내 무선 신호세기 및 품질 측정 기술 : UAM 공역상에서 4G/5G 위치/시각별로 무선 신호 세기 및 품질을 측정하는 기술

- UAM 공역내 3차원 셀 설계 기술 : UAM 공역상에서 기지국별로 위치/시각별 무선 신호 세기를 측정함으로써 3차원 셀 설계를 제공하는 기술
- 4G/5G 최적 통신 경로 설계 기술 : UAM 비행체 혹은 고정익형 VTOL이 지도상에 입력된 최단거리로 가면서 무선 수신신호세기와 품질을 측정하면서 RTK-GPS 정보와 함께 원격 드론 제어 서버로 송신하면 UAM 서버나 기체가 양호한 최적 경로를 재 설정하는 기술

4. UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유 기술 개발

- UAM의 실용화를 통한 성공적인 상업적 운용을 위해서는 UAM CNSi 기반의 정보 획득 및 활용체계 기술 개발이 필요하며, 운항사 측면에서의 활용 체계 구축 및 이해 당사자 간의 정보 신뢰성 검증이 필요함
- EmbraerX에서는 조종사, Vertiport, 운항사, USS 등 이해관계 당사자 및 정부 당국 간 역할과 책임을 담은 도심형 항공 교통 관리(UATM)의 운영 컨셉을 발표하였으며, 호주 멜버른 지역에서 기존 ATM 체계가 UAM 비행체의 운항 대수에 따른 수용 가능성을 시험하기 위한 시뮬레이션 연구를 수행
 - 도심형 항공 교통 관리 운용 개념 수립을 위해 ATC 운용 전문가, ATM 절차 및 구역설계 전문가, ATM 교통 흐름 관리 전문가, UAM 개발자, UTM 기술 전문가, 헬기 조종사, 안전관리 전문가, 정부, 항공사, 공항 등 이해관계 전문가들이 참여
 - 호주 멜버른 지역을 대상으로 1) UAM 운영을 위해 기존 헬기 경로 활용, 2) UAM 전용 corridor 활용, 3) UAM 전용 corridor 활용 및 교통 흐름 관리 수행 등 총 세가지 시나리오에 대한 비행시간, 지연, 다른 항공기와의 충돌에 대해 시뮬레이션 수행
 - 시뮬레이션 결과, UAM 전용 corridor를 활용하였을 경우 기존 헬기 경로를 활용한 경우 보다 충돌 가능성 및 평균 비행 시간을 감소시키는 결과를 보였으며, UAM 교통 흐름 관리를 추가 수행할 경우 vertiport의 지상 지연을 줄여 가장 효율적인 운용 결과를 보임

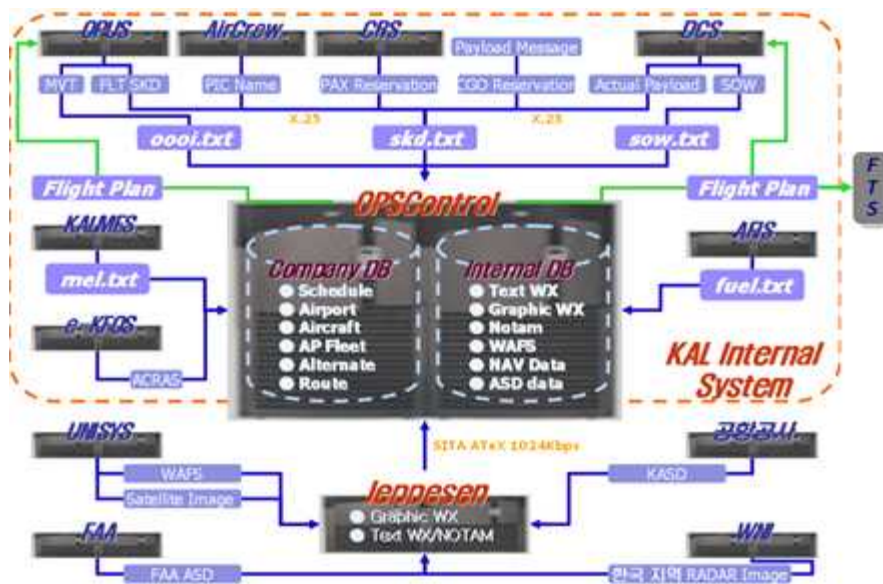


[그림 II-29] The Air services High-Fidelity Tower Simulator, Embraer-X UATM Concepts

- 현재 국내 UAM CNSi 관련 운항 통제 체계 구축 관련 연구 사례는 거의 없는 것으로 조사되었으나, 대형 여객 운송 사업자를 중심으로 CNS/ATM 분야에서는 관련 정보를 기반으로 주요 운용 시스템 구축 및 활용이 활발히 이루어지고 있음

가. CNS/ATM의 비행계획/절차 수립 사례

- 국내 여객기 운항사는 운항 계획 수립에 필요한 Data 기반의 공유 체계를 구축하여 비행 계획 수립에 활용하고 있으며, 체계적인 절차 수립과 시스템 구축을 통해 효율적인 비행 계획 수립



[그림 II-30] CNS/ATM 비행계획 시스템 데이터 공유 체계 개념 예시

- 대한항공은 비행 계획 시스템으로 Jeppesen 사의 OpsControl을 도입하여 운용 중에 있음
 - 기상 및 운항에 필요한 항공 정보 등의 외부 데이터 뿐만 아니라 운항사 내부의 여객운송, 수하물, 비행스케줄 데이터와 유기적인 인터페이스 시스템을 구축하여 운영 중

나. CNS/ATM의 비행감시 사례

- 안전한 UAM 운용 환경 구축을 위해서는 관제기관 및 운항사의 비행감시 체계 구축 및 관련 절차 수립이 필요하며, CNSi data를 활용한 운항사 관점의 비행 감시 시스템 및 절차 수립이 필요함
- 대한항공은 CNS/ATM 환경하에서 다양한 감시 data를 수집/활용하고 있으며, 자체 비행 감시 및 모니터링 시스템을 구축하여 운항사 중심의 비행 감시를 수행 중에 있음

- 항공기 실시간 위치 정보를 기반으로 비행계획 대비 운항 경로 오차를 감시하여 운항관리사에게 Alert를 제공하며, 적정 연료량 및 출/도착 지연 현황 등 안전 운항을 위한 모니터링 시스템을 구축 운용 중
- UAM CNSi 기반의 정보 공유 체계 환경 하에서도 안전한 운항 환경 조성을 위해서는 복수의 비행감시 및 모니터링 시스템 구축이 필수적이며, 관련 기술 및 시스템 개발 선행이 요구됨

Flight Following Chart

AME 09Mar07 12:00 ~ 11Mar07 23:59

PC Time 11Mar07 00:23

Rgn	LCF No	Call Sign	A/C Reg	A/C Type	POD	POA	T/D	ETA	Status	ALT	Extra	CRZ Mode	ETOPS	Refile	NF	NT	NA	NE	NR	NRA
AME	0215	HL7497	74Y	ICN	AHC	1507	22:24		EDF	33	40									
AME	0213	HL7400	74Y	ICN	AHC	1443	22:00		EDF	33	40									
AME	0216	HL7606	74Y	SEA	ICN	1413	01:34		GMP	67	40			NODAN/HR/HND						
AME	0222	HL7601	74Y	MIA	DFW	1258	15:45		IAH	0	40									
AME	0021	HL7530	772	ICN	HNL	1116	19:13		ITD	8	60			HND MDY HNL						
AME	0201	HL7603	74Y	ICN	AHC	1107	19:36		EDF	33	40									
AME	0033	HL7743	772	ICN	JFK	1055	00:16		PHL	45	60			CTS AHC YEG						
AME	0011	HL7495	744	ICN	LAX	1052	21:13		LAS	41	40			40N30/SFO/OAK						
AME	0025	HL7734	772	ICN	SEA	0959	19:19		VVR	62	60			CTS AKN SEA						
AME	0211	HL7449	74Y	JFK	AHC	0941	16:35		EDF	39	40			Y2F/YE6/YYC						
AME	0023	HL7526	772	ICN	SFO	0926	19:20		OAK	66	60			CTS MDY AKN VVR						
AME	0010	HL7575	772	LAS	ICN	0901	22:06		KUV	12	60			SFO AHC CTS						
AME	0012	HL7460	744	LAX	ICN	0849	21:30		KUV	70	40									
AME	0017	HL7490	744	ICN	LAX	0617	16:25		LAS	41	100			40N30/SFO/OAK						
AME	0026	HL7733	772	JFK	ICN	0606	20:02		KUV	46	60			JFK Y2F FAL DFR YKS ICN						
AME	0027	HL7465	744	ICN	ORD	0319	15:19		MKE	120	40			BITL/VE6/YYC						
AME	0021	HL7491	744	ICN	JFK	0234	15:48		PHL	75	40			YRL/ORD/MKE						

[그림 II-31] 데이터 기반 비행감시 및 모니터링 시스템 (예시, 대한항공)

다. CNS/ATM의 통신체계 활용 사례

- 현행 CNS/ATM 운용 환경에서 운항사는 지상 종합통제센터와 항공기간 원활한 통신망을 구축하여 항로 변경, 기상 상황 변화, 기체 결함 등과 같은 비정상 운항에 대응할 수 있는 통신 체계를 갖추고 있음
- UAM 초기 운용 컨셉은 PIC가 탑승한 헬기 운항 수준에서 운용 통제가 이루어질 것으로 예측되며, 대한항공 EMS (응급의료헬기) 운항을 위한 통신 체계 구축 수준의 기술이 요구됨
- 대한항공 EMS 통신 체계는 VFR Radio 및 위성전화 등의 Voice 통신 기반의 통신 체계를 구축/운용하였으며, 실제 UAM 운용 환경 구축 시에는 PIC가 탑승하지 않는 장기 운용 개념을 고려하여 승객과 지상 통제센터간의 비상 통신 체계 구축 등의 개념도 고려가 필요함



[그림 Ⅱ-32] 응급의료헬기 통신 체계 (예시, 대한항공)

라. CNS/ATM의 의사소통 체계 활용 사례

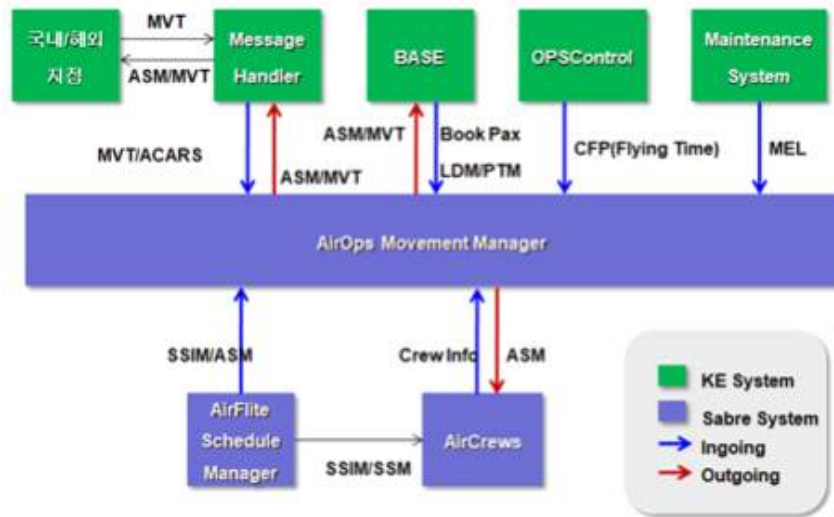
- 항공기 운항을 위해서는 승객 응대, 기체 정비, 비행 점검, 지상 조업, 운항 관리 등 다양한 업무 담당자간의 의사 결정이 요구되며, 운항사 관점에서 UAM 운용에 필요한 이해 당사자 간의 신속하고 명확한 의사 결정 체계 등의 수립이 요구됨
- 특히 기상 악화, 기체 결함, 지연 등과 같이 예상되지 않는 비정상 상황이 발생 하였을 경우 이해 당사자 간의 정보 공유 및 단일화된 의사소통 시스템을 통해 신속하고 정확한 대응이 요구됨
- 다년간의 여객기 운항 경험을 보유한 대한항공에서는 자체적인 비정상 상황에 대비한 의사 결정 시스템인 IROPS/DSS (Decision Supporting System) 을 운영 중에 있으며, 신속하고 정확한 의사 결정을 통해 비정상 운항에 대응하고 있음



[그림 Ⅱ-33] 의사결정 지원 시스템 (예시, 대한항공)

마. CNS/ATM의 운항스케줄 관리 사례

- CNSi로 부터 수집된 비행 감시 및 운항 Data를 기반으로 UAM 운항사는 자체적인 운항스케줄 관리가 요구됨. 항공 교통 관리 측면에서의 출/도착 예상 시간은 이후 비행 스케줄에 영향을 미치게 되며 운항사 차원에서 체계적인 운항스케줄 관리가 필수적임
- 국내외에서 발표된 UAM 운영 개념에서는 운항사 관점의 운항스케줄 관리 체계 및 기술에 대한 세부적인 지침이 없는 상태이며, 장기적인 관점에서 UAM의 운영 및 서비스 수요 증가에 대비하기 위해 기존 여객기 운항사의 관련 절차 및 시스템과 유사한 수준의 기술 수준이 요구됨
- 다년간의 여객기 운항 경험을 보유한 대한항공에서는 Sabre 사의 스케줄 관리 패키지 시스템을 도입하여 운영 중. 실시간 비행 스케줄 관리 시스템인 AirOps를 중심으로 승무원 스케줄 관리 시스템 AirCrews와 시준 운항 스케줄 관리 시스템인 AirFlite 그리고 각종 운항사의 필요 시스템과 데이터 공유 시스템을 구축하여 운항 스케줄을 관리 중에 있음



[그림 II-34] 운항스케줄 관리 시스템 구성도 (예시, 대한항공)

바. 감시정보 사례

- 항공기의 경우 공역을 비행할 때 고고도로 비행하므로 레이더, 다변측정감시시설, 자동종속감시시설 등을 이용하여 기체 감시정보를 획득하고 있으며, 통신의 경우 항공주파수를 이용하여 음성을 송수신함
- UAM의 경우 저고도(1000FT~2000FT)의 도심을 비행하므로 위성을 기반으로 하는 자동종속감시시설을 이용하여 현 ATM에 안정적으로 연결할 수 있어야 하며 이를 보완하기 위해 영상감시 기술 도입 검토 필요

- 또한 향후 상용화 이후 안정적인 감시정보 전송을 위하여 기존 상용망(LTE, 5G)이 적용 가능함
- 항법의 경우 기존 항공기는 전방향표지시설, 거리측정시설을 이용 중이나, 도심 항로의 항법을 위하여는 SBAS와 드론 항로 확인용으로 운영 중인 RTK 등이 사용할 예정임. 기술한 두 가지 방식 모두 위성에 의존하게 되므로 이를 보조할 수 있는 UAM 지상항법시설의 개발이 필요함

5. 특허 분석

가. 논문 분석

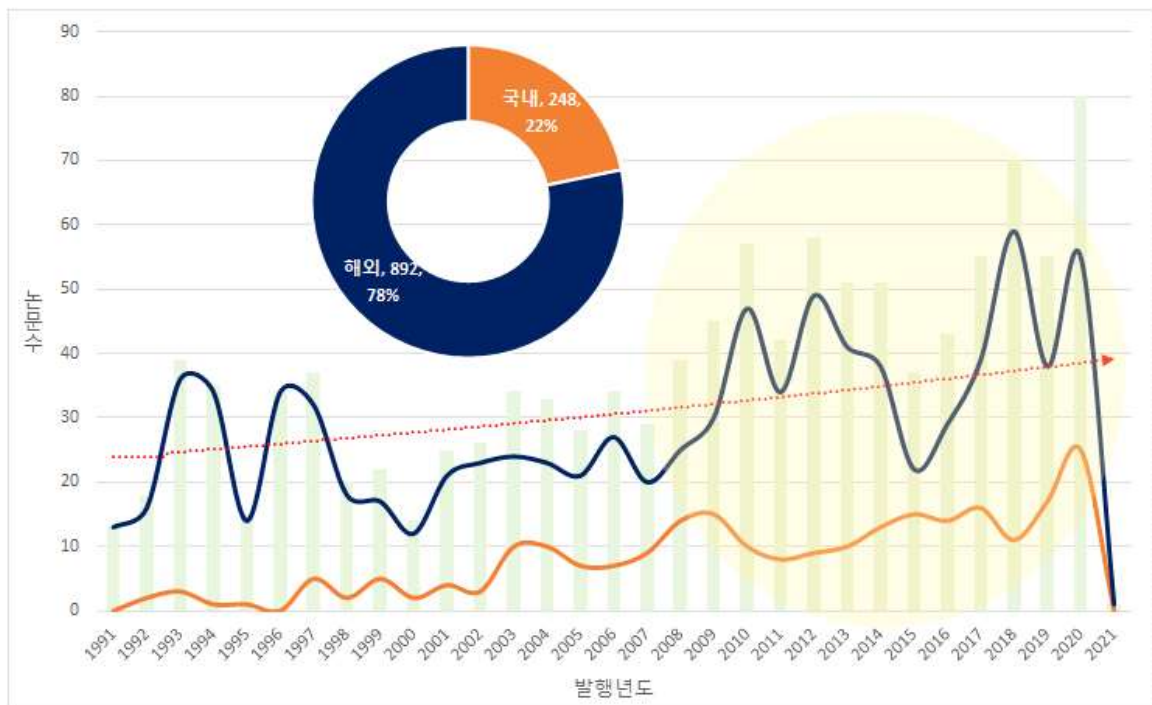
- (분석목적) 본 논문동향 분석은 도심항공모빌리티(UAM) CNSi(통신,항법,감시,정보) 획득 및 활용체계 기술 분야 주요 키워드인 ‘도심항공모빌리티(UAM)’, ‘항공 통신’, ‘항법’, ‘항공교통관제’, ‘감지/추적’, ‘감시/모니터링’, ‘Veriport’, ‘운용 시뮬레이션’ 등을 중심으로 논문 동향을 분석
 - 주요국가의 연구개발 동향 및 경쟁력 현황 등을 파악하고 UAM 가상 통합운용검증 기술 관련 핵심 논문 및 연구자 분석을 통한 R&D 전략 수립에 대한 객관적인 타당성을 제공하고자 함
- (분석대상) 한국과학기술정보연구원(KISTI) 논문검색사이트(<http://www.ndsl.kr/>)에서 각 기술별 키워드를 이용하여 데이터를 추출하였으며, 1991년 이후 발표된 국내외 논문을 대상으로 검색을 진행하고 학위논문은 조사대상에서 제외함
 - DB 특성상 검색식 적용에 따른 오류 및 데이터 누락을 최소화하기 위해 각 키워드별로 검색을 진행하였으며, 초록, 인용, 색인정보를 수록하고 있는 논문을 대상으로 하되, 정량분석의 경우 넓은 모집단 확보를 위해 해당 정보 중 일부만 포함하는 경우에도 분석 대상으로 선정함

<표 II-7> 검색 DB 및 검색범위

대분류	검색 DB	검색구간	검색범위	유효건수		
				국내	해외	합계
도심항공모빌리티(UAM) CNSi (통신,항법,감시,정보) 획득 및 활용체계 기술 개발(A)	NDSL	~ 2021.01	국내 및 해외 논문 (Title / Abstract / Keyword를 범위로 지정)	248	892	1,140

○ 연도별 논문 발표 추이

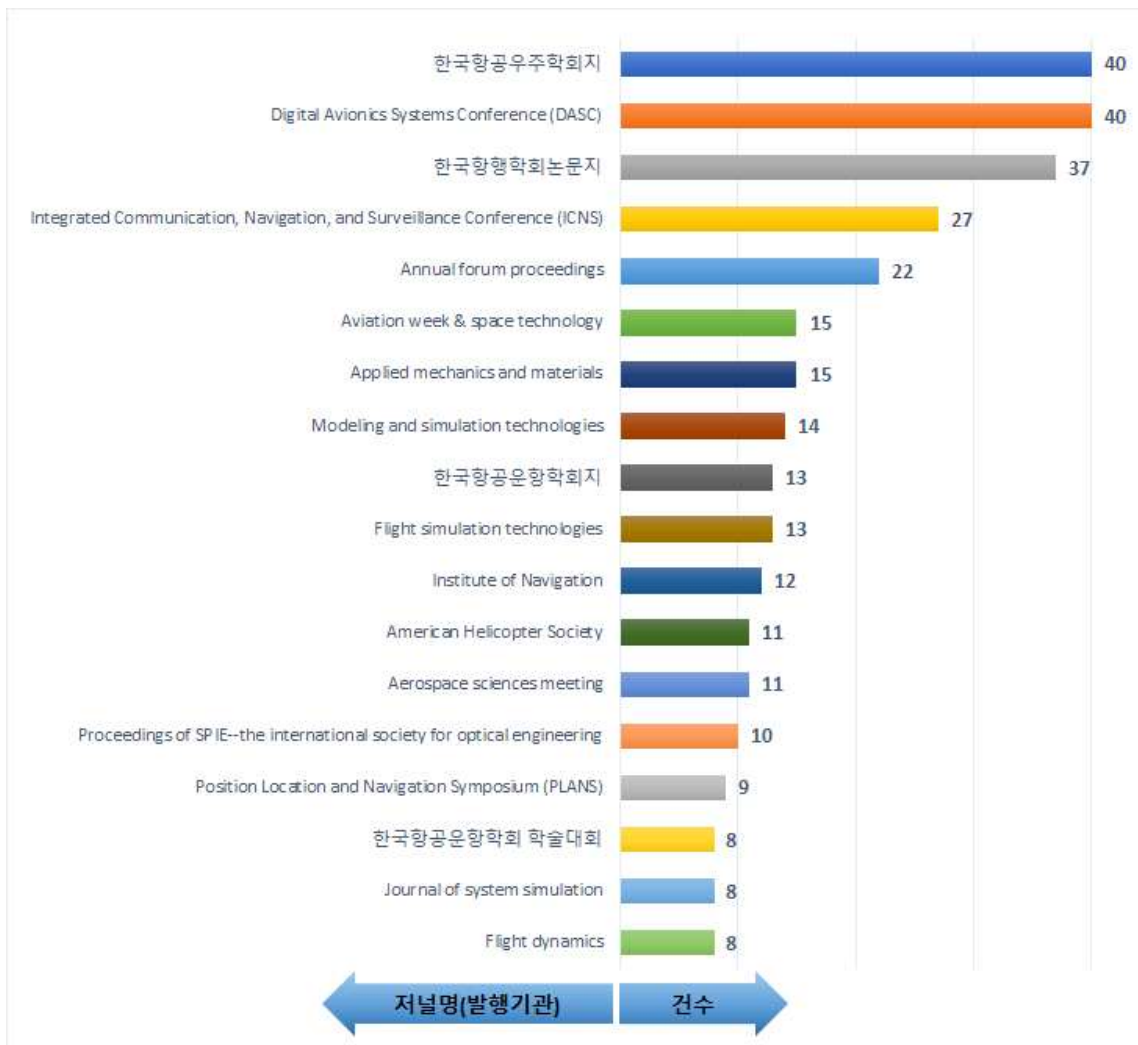
- 논문의 연도별 동향 분석은 검색된 각국의 논문에 대하여 연도별로 그 유효 건수를 도표화하여 정량화함으로써 전체적인 기술의 수준 및 연구 동향을 파악하기 위한 분석 방법임
- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi(통신, 항법, 감시, 정보) 획득 및 활용체계 기술 관련 논문 추이를 살펴보면, 1991년부터 현재까지 총 1,140건의 유효한 관련 논문이 발표된 것으로 조사됨. 이 중 국내논문이 248건으로 전체의 22%를 차지하고 있고, 해외 논문이 892건으로 전체 80% 가까운 비중을 차지함
- 국내의 경우 매해 10건 내외의 논문이 꾸준히 발표되고 있는 수준이며, 뚜렷한 증감 양상을 보이지 않으나, 1990년대 대비 2000년대 이후 그래프가 다소 상향된 모습으로 나타남
- 해외의 경우, 분석 초기부터 매해 평균 30건 수준의 논문이 발표되고 있으며, 증감이 반복되며 최근 구간에서 소폭 상승된 모습을 보임. 분석 초기구간 대비 최근 구간에서의 연구 집중도가 상대적으로 높은 것으로 조사됨



[그림 II-35] 전체 연도별 논문 발표 추이

○ 주요 등재 저널

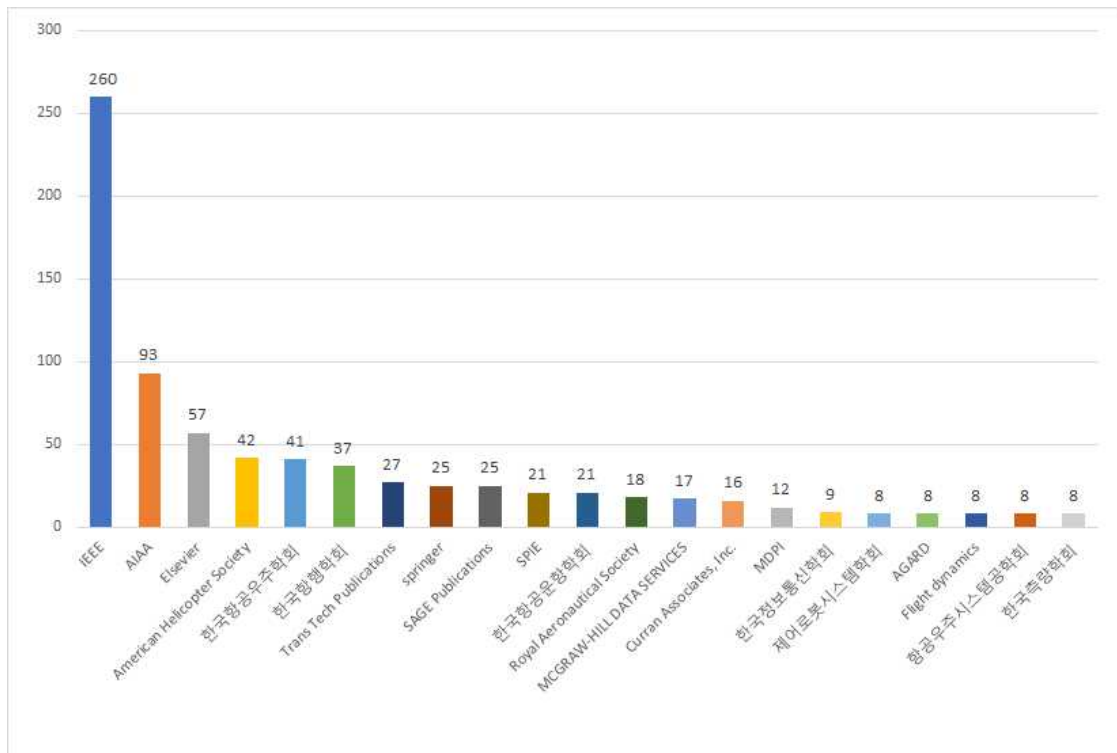
- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi(통신, 항법, 감시, 정보) 획득 및 활용체계 기술 분야에서 논문을 가장 많이 게재한 학술지는 한국항공우주학회지로, 총 41건의 논문이 발표된 것으로 나타났으며, 디지털 항공 전자 공학 및 관련 분야 기술 포럼인 Digital Avionics Systems Conference(DASC), 한국항행학회 논문지, ICNS(Integrated Communications Navigation and Surveillance) 컨퍼런스 등의 순임
- 해외 주요 저널이 다수 포진한 가운데, 한국항공우주학회지, 한국항행학회논문지, 한국항공운항학회지 등 국내 연구기관에서도 활발한 연구개발 활동을 진행하고 있음
- Scientific.Net의 Applied mechanics and materials, MCGRAW-HILL DATA SERVICES의 Aviation week & space technology와 같은 출판물 뿐만 아니라 다양한 포럼 및 컨퍼런스 관련 프로시딩 논문이 다수 포함되어 있음



[그림 II-36] 주요 등재 저널 TOP 20

○ 주요 발행기관

- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi(통신,항법,감시,정보) 획득 및 활용체계 기술 관련 주요 발행기관 순위를 살펴보면, IEEE에서 260건으로 가장 많은 논문을 발표한 것으로 나타났으며, 다음으로 미국항공우주학회인 AIAA(American Institute of Aeronautics and Astronautics)에서 93건, Elsevier에서 57건의 논문을 발행한 것으로 조사됨
- 4위에 랭크된 한국항공우주학회(41건)를 비롯하여 한국항공학회(37건), 한국항공운항학회(21건) 등 국내 다양한 학회에서도 활발한 연구 성과를 개시하고 있음



[그림 II-37] 주요 발행기관 TOP 20

3. 주요논문 분석

○ 주요논문 리스트

- 도심항공모빌리티(UAM)의 다양성으로 인해 많은 논문이 검색되었으나, 실제 본 기획에서 주안점으로 두고 있는 도심항공모빌리티(UAM) CNSi(통신,항법,감시,정보) 획득 및 활용체계 기술과 상관성이 높은 13건의 논문의 전반적인 기술 요지를 파악 및 정리했으며, 이를 통해 대상기술 관련 연구개발 동향을 살펴봄

<표 II-8> 주요논문 리스트

No.	논문명	저자	발행기관	발행년도
1	A Collaborative Approach for an Integrated Modeling of Urban Air Transportation Systems	Niklaß, Malte 외	Royal Aeronautical Society	2020
2	ADS-B 데이터를 이용한 서울 TMA에서의 DAA Well Clear 기반 위험도 분석	이학태	한국항공학회	2020
3	Multimodal Transportation Operational Scenario And Conceptual Data Model For Integration With Uam	Tuchen, Sarasina 외	IEEE	2020
4	Requirements And Technologies Towards Uam: Communication, Navigation, And Surveillance	Cenk Ert외	IEEE	2020
5	Fail-Safe, Fail-Secure Experiments for Small UAS and UAM Traffic in Urban Airspace	Siewert, Sam 외	IEEE	2019
6	eVTOL Arrival Sequencing and Scheduling for On-Demand Urban Air Mobility	Imke C. Kleinbekman 외	IEEE	2018
7	궤적 기반의 항공 교통 관리를 위한 스케줄링 시스템 개발	오은미 외	한국항공학회	2018
8	Aircraft monitoring by the fusion of satellite and ground ADS-B data	Zhang, Xuan 외	Elsevier	2018
9	Aircraft conflict detection based on ADS-B surveillance data	Martina Orefice 외	IEEE	2014
10	효율적인 비행계획 연관을 위한 CWP MRT 데이터 처리 모듈 구현	김강희 외	한국항공학회	2014
11	SWIM 구조를 이용한 항공데이터 종합관리망 구축 방안	김진욱 외	한국ITS학회	2013
12	자동 포스팅을 이용한 효율적인 비행계획 포스팅 관리 기법에 관한 연구	오승희 외	한국정보통신학회	2011
13	항공이동통신환경에서 항공교통량에 따른 우선순위 할당 알고리즘에 관한 연구	조윤현 외	한국ITS학회	2010

○ 주요논문

논문제목	출판정보	논문내용
A Collaborative Approach for an Integrated Modeling of Urban Air Transportation Systems	Niklaß, Malte 외(2020), Aerospace	<p>현재 추진되고 있는 자동화, 통신, 전기 에너지 저장 기술은 도시 이동성을 하늘로 끌어올릴 수 있는 잠재력을 가지고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 여러 가지 도시 공기 이동성(UAM) 개념을 생각할 수 있기 때문에, UAM 시스템의 상호 상호관계뿐만 아니라 모든 관련 물리적 영향을 충분한 충실도의 수준에서 다루고 평가해야 함. 따라서, 본 논문에서는 UAM을 위한 시스템 모델링 접근방식의 협업 시스템이 제시됨 · UAM의 물리적 효과와 학제간 영향을 신속하게 파악하기 위해 신뢰도가 낮은 물리적 분석 컴포넌트 풀을 개발하여 RCE(원격 컴포넌트 환경) 워크플로 엔진에 통합함. 여기에는 수요 예측, 궤적, 버티포트, 비용 모델링 및 항공 교통 흐름 및 용량 관리가 포함됨 · 기술 인터페이스의 정의와 명확화를 위해서는 서로 다른 분야의 전문성을 가진 전문가들 간의 집중적인 협력이 필요하다. 이러한 통신 노력을 줄이기 위해 Common Parametric Aircraft Configuration Schema(CPACS)를 채택하여 중앙 데이터 교환 형식으로 사용함 · UAM 시스템 모듈은 처음에 함부르크 시에 있는 3개의 일반 네트워크에 대해 24시간 시뮬레이션을 위해 적용됨 · 기본적인 시스템 수준 동작을 이해한 후, 명시적 운용 개념의 평가와 최적화를 위해 UAM 시스템 모듈에 보다 높은 수준의 분석 요소와 피드백 루프를 통합해야 함
ADS-B 데이터를 이용한 서울 TMA에서의 DAA Well Clear 기반 위험도 분석	이학태(2020), 한국항공학회 논문지	<p>인천 국제 공항(ICN)과 김포 국제 공항을 포함하는 서울 터미널 기동 구역(TMA)은 매일 약 1,000편의 항공편이 운항되는 매우 혼잡한 공역으로, 인천 비행 정보 지역(FIR)과 평양 FIR의 경계에서 막힌 공역임. 결과적으로 주파수 레이더 벡터링을 사용하면 이 공역에서의 분리 보장이 복잡하여 컨트롤러 작업 부하가 높아짐</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 논문에서는 지난 3년간 기록된 ADS - B 데이터를 이용하여 서울 TMA 의 충돌 및 충돌 위험을 분석함 · 기록된 궤적을 사용하여 원래의 비행 계획 절차와 경로를 재구성하고 대형 무인 항공기 시스템을 위해 개발된 탐지 및 회피(DWC) 메트릭을 사용하여 위험을 정량화함. ICN 서쪽 지역은 활주로 방향에 관계없이 가장 위험이 높은 지역으로 밝혀짐 · 또한 비교적 높은 위험을 나타내는 절차 간의 교차점과 병합을 수행함

논문제목	출판정보	논문내용
Multimodal Transportation Operational Scenario And Conceptual Data Model For Integration With Uam	Tuchen, Sarasina 외 (2020), Integrated Communication, Navigation, and Surveillance Conference (ICNS)	<p>현재까지 FAA는 기존 항공 운송을 지원하기 위한 강력한 데이터 교환 아키텍처를 구축하는데 성공했지만 UAM 및 기타 신흥 항공기 시스템과 관련하여 공공 공역 시스템의 이러한 진화를 촉진하려면 새롭고 수정된 데이터 교환 모델이 필요함</p> <ul style="list-style-type: none"> · 수정이 필요한 기존 데이터 교환 모델에는 국제 민간 항공기구 (ICAO)의 FIXM (Flight Information Exchange Model) 및 GTFS (General Transit Feed Specification)이 포함됨. 생성이 필요한 새로운 데이터 교환 모델에는 승객 정보 교환 모델 (PIXM), 운영 정보 교환 모델 (OIXM) 및 차량 정보 교환 모델 (VIXM)이 있음 · 본 연구에서는 이러한 데이터 모델을 탐색하여 원활한 중단 간 이동성을 지원하는 데 필요한 예비 개념 데이터 요소를 식별하고 정의함 · 여기에서 제안된 개념 모델은 전체론적이며 도보, 자동차, 버스, 철도, 보트, 항공 등 모든 교통 수단을 고려하고, 이러한 교통 시스템 중에서 가장 유망한 교통 데이터 교환 모델을 통합함
Requirements And Technologies Towards Uam: Communication, Navigation, And Surveillance	Cenk Ert 외 (2020), Integrated Communication, Navigation, and Surveillance Conference (ICNS)	<p>UAM 관련 주요 요구 사항은 명령 및 제어(C2), 승객 및 비행 시스템을 위한 데이터 연결, 충돌을 피하기 위한 UAS(무인 항공기 시스템)와 UAS 통신, 위치 지정 및 감시를 위한 데이터 교환에서 파생됨</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 연구에서는 연결 문제를 연구하고 운영 개념을 통해 강력한 UAM 아키텍처에 대한 요구 사항을 제시함 · 또한 UAM에 대한 기존/잠재적 CNS 기술, 즉 3GPP(3세대 파트너십 프로젝트) 5G NR, 내비게이션 감지 및 회피 (DAA) 및 위성 시스템에 대한 결론을 제시함
Fail-Safe, Fail-Secure Experiments for Small UAS and UAM Traffic in Urban Airspace	Siewert, Sam 외(2019), Digital Avionics Systems Conference (DASC)	<p>GPS(Global Positioning System), ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 및 INS(Inertial Navigation Systems)의 현재 기술적 한계 및 취약성은 더욱 악화되어 안전 및 보안 위협이 될 수 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 안전한 sUAS-UAM 공유 공역의 비전을 간소화하기 위해 본 연구에서는 다중 모드 지상 및 비행 계기의 UAS 트래픽 관리(UTM) 네트워크인 Drone Net을 제안함 · Drone Net은 기존 항공 교통 관제(ATC) 및 미래와의 통합을 위해 설계된 UTM 용 능동형 무선 감지 및 거리 측정(레이더) 및 광 감지 및 범위 지정(라이더) 감지 방법과 수동 시각 및 음향 센서 노드 네트워크를 융합한 아키텍처임 · Drone Net 시스템의 목적은 통제되지 않은 Class-G 및 면제 승인 Class-D 공역과 같은 도시 UAS 운영 지역 내에서 네트워크로 연결된 EO/IR (Electro-Optical/Infrared) 및 음향 어레이의 사용을 평가하는 것임. Drone Net 접근 방식은 레이더, ADS-B 및 EO/IR의 탐지, 추적 및 위치 추정을 결합하여 센서 오류, 샘플 손실, 스푸핑 또는 기타 유형의 공격에 견고하도록 설계됨

논문제목	출판정보	논문내용
eVTOL Arrival Sequencing and Scheduling for On-Demand Urban Air Mobility	Imke C. Kleinbekman 외(2018), Digital Avionics Systems Conference (DASC)	<p>상업용 항공기의 고정익 항공기 또는 헬리콥터와 달리 eVTOL 항공기는 다른 비행 역학, 제한된 배터리 에너지 공급 및 고층 건물 꼭대기와 같은 버티 포트의 착륙 지점의 수에 한계가 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 연구는 eVTOL에 대한 최적의 RTA를 계산하는 혼합 정수 선형 프로그램을 활용하여 배터리 잔량 상태 및 버티 포트 용량을 기준으로 지연을 최소화하기 위한 것임 · 기존의 에너지 효율적인 궤적 최적화 도구를 사용하면서 수직 터미널 영역 공역 설계를 위한 운영 개념도 제안됨. 본 연구는 안전하고 효율적인 UAM 운영의 추가 개발을 위한 기초가 될 것임 · 수학적 모델은 고밀도 도착 터미널 공역을 최적화 할 때 소형 드론에 대한 새로운 분리 요구 사항과 비행 역학을 삽입하여 UTM(Unmanned Aircraft System Traffic Management)에도 적용할 수 있음
궤적 기반의 항공 교통 관리를 위한 스케줄링 시스템 개발	오은미 외 (2018), 한국항행학회논문지	<p>차세대 통신링크를 활용한 항공로 교통 관리를 위해 궤적 기반의 관제 지원 스케줄링 시스템을 제안함</p> <ul style="list-style-type: none"> · 차세대 ATS (air traffic services) 데이터링크인 Baseline 2를 사용하는 4DTRAD (4-dimensional trajectory data link) 서비스 내용을 기반으로 항공로 상을 비행 중인 항공기를 대상으로 하는 궤적기반운용 수행 절차를 수립하고 기술함 · 이러한 절차를 바탕으로, 다양하고 복잡한 데이터 활용으로 인한 관제사의 업무 부담을 완화하기 위해 지상 시스템이 수신한 항공기 데이터를 처리하여 궤적을 예측하고 관제 조언 정보를 제공하는 스케줄링 시스템의 프로토타입을 개발함 · 또한, 궤적 기반 항행을 위한 시뮬레이션 환경을 구성하여 개발 시스템에 대한 스케줄링 기능을 확인함
Aircraft monitoring by the fusion of satellite and ground ADS-B data	Zhang, Xuan 외(2018), Acta astronautica	<p>지상파 ADS-B 수신기는 공항 정보 시스템, 교통 흐름 모니터링 및 제어 등에 널리 적용되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 그러나 그 적용 범위는 해상 또는 산악 조건에 따라 크게 제한됨 · 본 논문에서는 CubeSat 임무 및 지상국과 위성에서 수신한 ADS-B 데이터의 통합 애플리케이션에 대해 논의하고, 통계적 비교 결과로 특성을 분석하고, 통합 애플리케이션을 위해 이 두 가지 데이터 리소스를 융합하는 기술을 탐색함 · 두 개의 서로 다른 리소스에서 수신된 ADS-B 데이터는 공간의 범위를 늘리는 등 서로 좋은 상호 보완성을 보여줌 · 항공 교통을 개선하고 전체 공간을 더 좋고 완전한 방식으로 모니터링함
Aircraft conflict detection based on ADS-B surveillance data	Martina Orefice 외 (2014), Metrology for Aerospace (MetroAeroSpace)	<p>본 논문은 충돌 방지 시스템뿐만 아니라 충돌 감지 알고리즘의 입력으로 ADS-B 감시 데이터를 적용하는 데 중점을 둠</p> <ul style="list-style-type: none"> · 특히, 온보드 ADS-B IN 장치가 제공하는 교통 위치 및 속도 데이터를 사용하는 ADS-B OUT 장착 항공기와 주변 ADS-B OUT 장착 항공기 간의 충돌 감지를 위한 접근 방식이 제안됨 · 본 논문은 감시 데이터 처리 및 충돌 식별 및 우선 순위 지정에 전념하는 특정 애플리케이션에 초점을 맞춘 소프트웨어 모듈에 대한 설명을 포함하여 제안된 시스템의 아키텍처를 제시함 · 제안된 접근법의 효과를 검증하기 위한 시뮬레이션 캠페인의 결과도 보고되고 논의됨

논문제목	출판정보	논문내용
<p>효율적인 비행계획 연관을 위한 CWP MRT 데이터 처리 모듈 구현</p>	<p>김강희 외 (2014), 한국항행학회논문지</p>	<p>비행계획 연관은 안전하고 신속한 관제 업무를 위해 매우 중요한 기능임</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 논문에서는 레이더 감시자료 중 MRT 데이터와 비행계획을 연관시키는 과정에서 발생하는 네트워크 부하를 최소화함으로써 전체적인 항공교통 자동화 시스템의 성능을 향상을 도모할 수 있는 CWP MRT 처리 모듈을 구현함 · 구현 모듈은 분산형 연관 방식을 적용함으로써 항공교통 관제 자동화 시스템의 효율성과 안전성을 동시에 확보하며, 인코딩 방식의 비행계획 연관 MRT 데이터 포맷을 사용함으로써 네트워크 사용률을 감소시킴 · 구현 모듈은 독립형 연관 방식에 비해 네트워크 사용량이 8.54~12.11% 낮았으며 네트워크 공정성이 8.37~11.27% 높은 것을 확인했음
<p>SWIM 구조를 이용한 항공데이터 종합관리망 구축 방안</p>	<p>김진욱 외 (2013), 한국ITS학회 학회지</p>	<p>미국, 유럽 선진국들을 중심으로 진행 중인 SWIM(System Wide Information Management)은 국제민간항공기구(ICAO)에서 항공관련 데이터 시스템의 성능을 향상시키는 ASBU(Aviation System Block Upgrade) 프로그램의 일부이며, 디지털 항공 정보 관리를 통해 서비스를 향상시키기 위한 항공통신 데이터를 종합 관리하는 망의 핵심적인 기술임</p> <ul style="list-style-type: none"> · 이에 따라, 본 논문에서는 SOA(Service Oriented Architecture) 개념을 적용한 SWIM 구조와 네트워크를 분석하고, 기존의 레거시 시스템으로 운용 중인 애플리케이션을 어댑터 기술개발을 통하여 항공데이터 종합관리망으로 구축하는 방안을 제안함 · 제안한 방안은 효율적인 ATM(Air Traffic Management)을 위한 차세대 인프라 망 환경에 적합한 미들웨어 및 애플리케이션 개발로 사용자가 원하는 정보를 적시에 제공할 것임
<p>자동 포스팅을 이용한 효율적인 비행계획 포스팅 관리 기법에 관한 연구</p>	<p>오승희 외 (2011), 한국해양정보통신학회 학술대회</p>	<p>본 논문은 항공관제 시스템을 구성하는 핵심 시스템인 비행자료처리시스템(FDP: Flight Data Processing System)에서 적용되고 있는 비행계획 포스팅 기법을 효율적으로 관리하기 위한 자동 포스팅 메커니즘에 대해 제안하고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 논문에서 제안하는 방식은 관제사의 항공기 관제중에 가장 빈번하고도 중요하게 활용되는 정보인 비행계획 포스팅 정보를 FDP에서 처리할 때 자동 포스팅 방식을 적용하여 관제사와 항공관제 시스템과의 연결을 최소화하고 이를 통해 효율적이고 집중적인 관제가 지속될 수 있도록 지원함 · 또한 FDP 시스템에서 포스팅을 관리하기 위한 프로세서를 분리하여 존재시킴으로서, 전자 스트립 뿐만 아니라 종이 스트립까지 지원하는 정책 설계가 가능하며 정책 수정시 반영이 용이하다는 장점이 존재함
<p>항공이동통신 환경에서 항공교통량에 따른 우선순위 할당 알고리즘에 관한 연구</p>	<p>조윤현 외 (2010), 한국ITS학회 학회지</p>	<p>최근 항공교통량의 증가에 따라 보다 효율적인 항공교통흐름제어가 요구되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> · 이에 본 논문에서는 효율적인 항공교통흐름제어를 위한 알고리즘을 제안함. 항공통신 환경은 일반 통신 환경과는 다르게 스테이션(항공기) 사이에 직접적인 통신 기능이 필요하며, 안전성을 위한 메시지의 우선순위가 매우 엄격하게 요구됨. 게다가 넓은 서비스 지역은 높은 전파지연을 발생시킴 · 본 논문에서는 기존의 CSMA/CA 매체접속제어(MAC) 프로토콜을 사용하여 항공교통상황(혼잡 공항 지역, 접근관제 구역, En route구역, 대양 항행)에 따라 메시지 우선순위를 설정하고, 이러한 우선순위가 높은 메시지가 보다 더 높은 접속 확률을 갖고 데이터를 전송하도록 함 · 항공기 대수에 따른 시뮬레이션 결과, 교통량이 증가할수록 기존 방식보다 더 높은 채널 사용 효율 및 전송확률을 가짐을 확인함

나. 특허분석

- (분석목적) 도심항공모빌리티(UAM) CNSi(통신,항법,감시,정보) 획득 및 활용체계 기술을 개발함에 있어, UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증기술, UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술 및 UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술을 중심으로 특허동향분석을 실시함
 - 국제 특허현황 및 국가별 기술수준, 선진기업의 연구개발 동향, 핵심기술에 대한 분석 등을 도출하여, 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용할 수 있도록 함으로써, 중복연구를 방지하고, 본 연구개발과제 수행의 타당성에 대한 객관적인 특허 정보를 제공하기 위함
- (분석대상) 특허검색 DB로는 WIPSON(www.wips.co.kr)을 이용하였으며, UAM, 통신, 항법, 감시, 정보, 운용통제, 운항관리, 충돌회피, 지상항법, 정보 공유 등을 키워드로 하여 ~2021년 1월까지 출원공개 된 한국, 미국, 일본, 중국 및 유럽의 공개 및 등록특허를 대상으로 검색을 진행함

<표 II-9> 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	검색구간	검색범위
공개.등록특허 (공개.등록일 기준)	한국특허 (KIPO)	WIPSON	~ 2021.01	특허공개 및 등록 전체문헌
	미국특허 (USPTO)	WIPSON		
	일본특허 (JPO)	WIPSON		
	중국특허 (CPO)	WIPSON		
	유럽특허 (EPO, 19개국 특허청)	WIPSON		

○ 분석방법

- 본 분석에서는 연구성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술을 대분류로 하고, 이하 3개 중점추진 분야(1 세부 ~ 3 세부)를 중분류, 그에 포함되는 총 15개의 핵심과제를 소분류로 하여 각 기술 분야에 대한 조사를 진행함

- 4 세부분야인 CNSi 연계 UAM 실증 관제시스템 신뢰성 검증 분야는 통신/항법/감시/정보 기술과 관련된 상기 세부분야와 기술 내용이 중복될 뿐만 아니라, 실증 및 신뢰성 검증, 사업화 등 특허적 도출이 어려운 기술 특징을 포함하는 일반 연구분야인 점을 고려하여 특허분석대상 분류에서 제외함

<표 II-10> 분석대상 기술분류

대분류	중분류	소분류	검색개요 (기술범위)
도심항공모빌리티(UAM) CNSi (통신, 항법, 감시, 정보) 획득 및 활용체계 기술 개발(A)	UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술개발(AA)	UAM 무선통신 체계구축 기술개발 및 신뢰성 검증 기술개발(AAA)	- 상용 무선망기반 UAM 통신체계 및 멀티링크 단말장치 기술 - UAM V2V 통신체계 기술 - 3차원공간 통신 품질 및 신뢰성 모의측정 기술
		UAM GNSS 항법시스템 기술개발 및 신뢰성 검증 기술개발(AAB)	- GNSS 항법 수신기 성능 검증 및 신뢰성 평가 기술 - GNSS 항법 수신기 센서 융합 항법장치(GNSS+IMU) 성능 평가기술 - GNSS 신호품질 모니터링 및 수신환경 분석 기술 - UAM PBN 항법 요구도 개발 및 항법 성능(FTE,NSE,TSE) 평가 기술 - UAM GNSS 항법시스템 신뢰성 검증 기술
		RF 링크 신뢰성 검증 요구도 수립 기술개발(AAC)	- RF 링크 신뢰성 검증 요구도 기술 - RF 링크 표준 시험절차 및 평가절차 - RF 링크 시스템 설계 기술 - 3D 공간기반 RF 링크 품질 및 신뢰도 분석 기술
		감시획득체계 및 획득정보 신뢰성 검증 기술 개발(AAD)	- 비협력 감시정보 신뢰성 검증 기술 - 협력 감시정보 신뢰성 검증 기술 - 통신링크 기반 감시정보 신뢰성 검증 기술 - 비협력/협력/통신링크기반 통합 감시정보 신뢰성 검증 기술
	UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발(AB)	UAM CNSi 최신 기술동향 및 CNS/ATM과의 비교 분석(ABA)	- UAM 항공 운항 관리 - UAM 운용 통제 시뮬레이션
		운항사 중심 UAM CNSi 운용개념(안) 수립(ABB)	
		UAM 종합운용통제 요구사항(안) 및 절차 수립(ABC)	
		제도·정책적 요구사항 도출 기술개발(ABD)	
	UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술개발(AC)	기존 ATM시설에 의한 UAM 감시정보 획득체계 신뢰성 평가(ACA)	- UAM ADS-B 감시데이터 획득 - UAM 감시정보 관제(TWR)화면 현시
		기체 안전 운항을 위한 운항 정보 공유 기술개발(ACB)	- UAM 기체 안전정보 데이터 전송기술 - UAM 흐름관리 예측기술
		지상 UAM 항법시스템 기술개발(ACC)	- UAM 지상항법 기술 - UAM 지상항법 기체 탑재 장비 기술 - UAM 지상항법 기체 통신기술
		상용망 데이터 통신 감시정보 신뢰성 및 연동 기술개발(ACD)	- 상용망 UAM 정보 전송기술 - ATM - UAM 정보 연계를 위한 SWIM 인터페이스 기술
		감시정보 공유 시뮬레이션 및 검증(ACE)	- UAM 감시정보 공유기관(관제기관, PSU, 운항사 등) 정보 연계기술

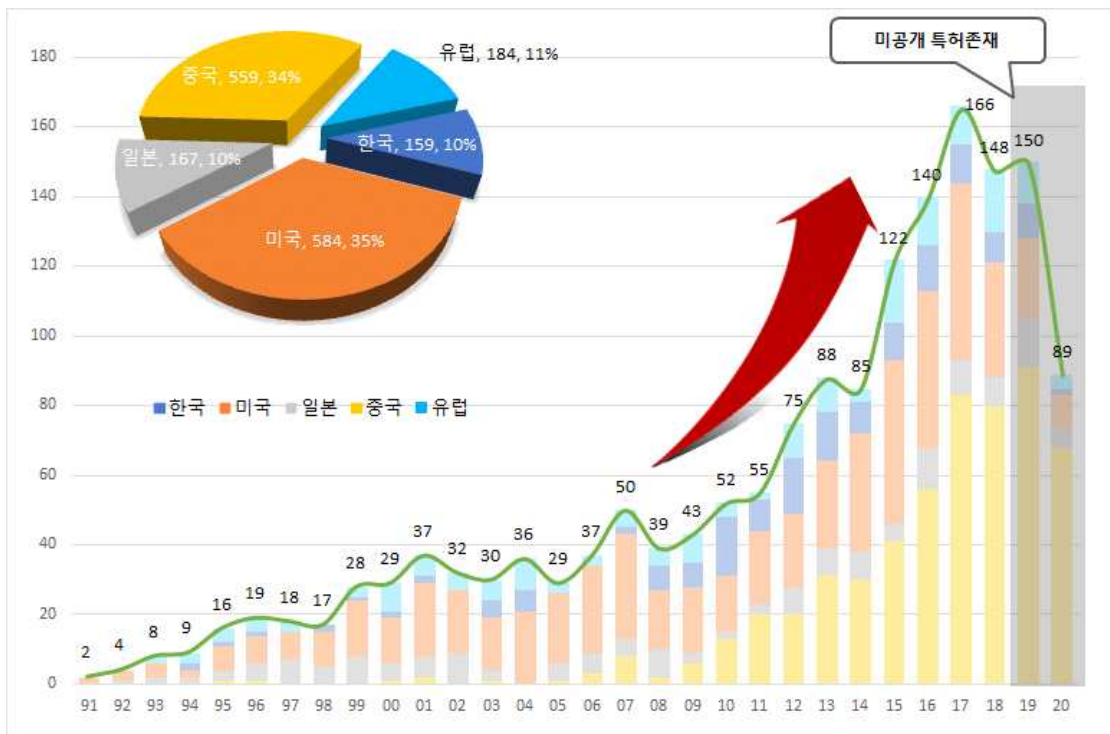
- 상기 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 관련 과제기술 내용을 포함하는 특허를 조사대상에 포함하였으며, 발명의 명칭, 대표청구항 및 요약을 중심으로 관련도를 판단함
- 다만, UAM 기술은 관련 특허 활동이 막 태동하는 기술 분야로 출현 기간이 길지 않으며, 기존 항공기 관련 업체를 중심으로 특허 활동이 견인되는 특징이 있음. 이에, UAM 관련 기술 뿐만 아니라, 기존 항공 관련 기술을 포함하여 검색을 진행하되, 유효특허 추출 과정에서 UAM 기술로의 활용도가 낮은 기술은 제외하는 방식으로 접근함
- 또한, 유효특허들의 누락을 방지하기 위하여 과도한 키워드 조합을 배제했으며, 관련 건이 많지 않고, 각 분류별 기술 내용이 공통되거나, 중복되는 점을 감안하여 각 소분류별 검색식이 아니라, 중분류별 검색식을 통해 검색을 진행함
- 공개/등록 중복의 경우, 동일 기술이므로 등록건만 포함했으며, 패밀리 특허는 중복을 허용함. 상기 조건에 부합되는 최종 조사대상 건수는 다음과 같음

<표 II-11> 분석대상 유효특허 선별결과

대분류	중분류	소분류	유효데이터 건수					
			한국 KIPO	미국 USPTO	일본 JPO	중국 CPO	유럽 EPO	합계
도심항공모빌리티(UAM) CNSi (통신,항법,감시,정보) 획득 및 활용체계 기술개발 (A)	UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술개발(AA)	UAM 무선통신 체계구축 기술개발 및 신뢰성 검증 기술 개발(AAA)	25	127	42	136	43	373
		UAM GNSS 항법시스템 기술개발 및 신뢰성 검증 기술 개발(AAB)						
		RF 링크 신뢰성 검증 요구도 수립 기술 개발(AAC)						
		감시획득체계 및 획득정보 신뢰성 검증 기술 개발(AAD)						
	UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술개발(AB)	UAM CNSi 최신 기술동향 및 CNS/ATM과의 비교 분석(ABA)	80	259	87	238	81	745
		운항사 중심 UAM CNSi 운용개념(안) 수립(ABB)						
		UAM 종합운용통제 요구사항(안) 및 절차 수립(ABC)						
		제도·정책적 요구사항 도출 기술개발(ABD)						
	UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술개발(AC)	기존 ATM시설에 의한 UAM 감시정보 획득체계 신뢰성 평가(ACA)	54	198	38	185	60	535
		기체 안전 운항을 위한 운항 정보 공유 기술 개발(ACB)						
		지상 UAM 항법시스템 기술 개발(ACC)						
		상용망 데이터 통신 감시정보 신뢰성 및 연동 기술 개발(ACD)						
		감시정보 공유 시뮬레이션 및 검증(ACE)						
합계			159	584	167	559	184	1,653

○ 전체 연도별 출원동향

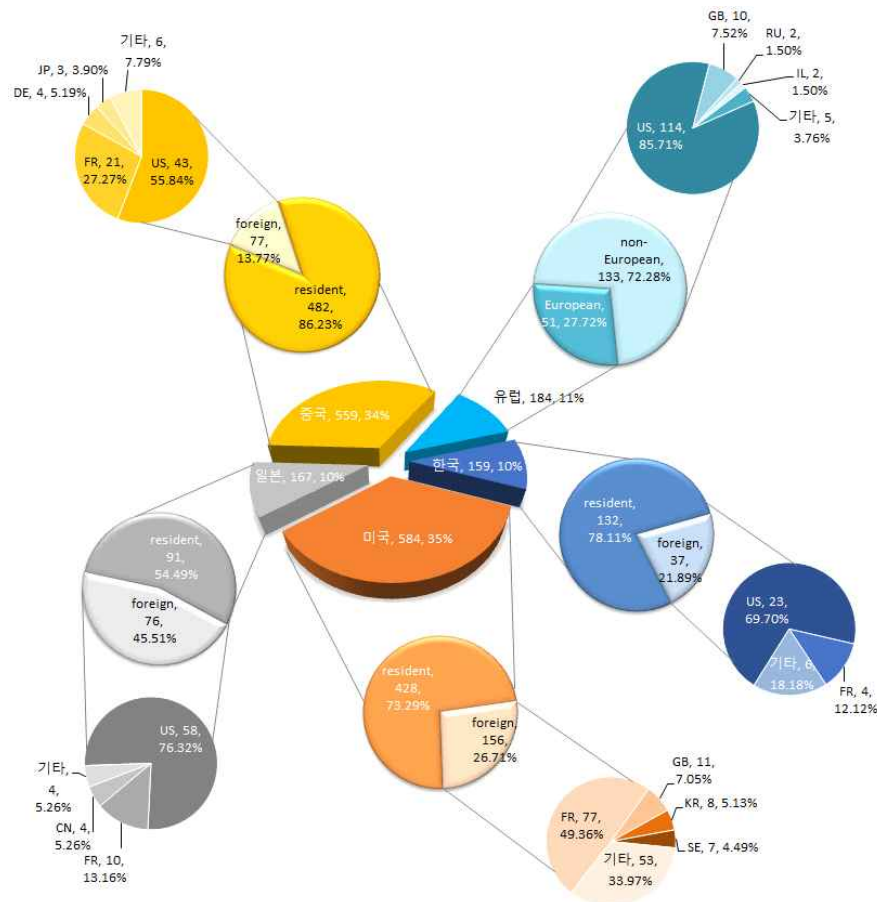
- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi(통신,항법,감시,정보) 획득 및 활용체계 기술 개발 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 미국에서의 출원이 584건으로 전체 1,665건 중 35%를 차지함
- 다음으로 중국이 559건으로 34%를 차지하고 있고, 유럽 184건(11%), 일본 167(10%), 한국 159건(10%)의 순임
- 미국 및 중국은 총 관련 건수가 비슷한 수준이나, 미국은 분석 초기구간부터 꾸준히 출원이 진행된 반면, 중국은 최근 구간에 출원이 집중되어 있는 차이가 있음. 이에 중국의 최근 구간 출원 집중도가 매우 크게 나타나는 것이 특징임
- 중국 뿐만 아니라 각 국가별로 최근 구간에서의 출원이 점차적으로 증가한 것으로 나타나 전체적으로 꾸준히 증가하는 양상을 보이고 있으며, 특히 2010년 이후 매해 평균 100건 수준의 특허가 출원되며 증가폭 역시 커지고 있음
- 미공개특허가 존재하는 2019년 및 2020년 구간에서도 250건 수준의 특허가 이미 출원되어 있어, 향후 증가 추세가 유지될 것으로 전망됨



[그림 Ⅱ-38] 전체 연도별 특허동향

○ 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

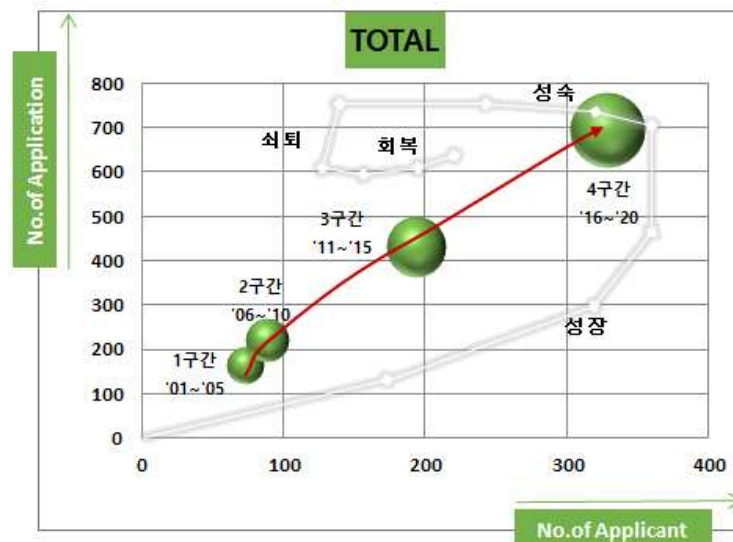
- 주요시장국 내·외국인 특허출원현황 분석은 검색된 각국의 공개 및 등록 특허에 대하여 해당 국가 내에서의 내국인과 외국인의 출원 비중을 살펴봄으로써 해당 국가별로 외국 대비 자국의 연구역량과 외국 출원인의 국내 시장 진출 현황을 파악하기 위한 분석방법임
- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야의 국가별 내·외국인 출원 분포 현황을 살펴보면, 전반적으로 모든 국가에서 자국 출원 집중도가 매우 높은 것으로 나타남
- 예외적으로 유럽의 경우, 비유럽인 출신의 출원이 70% 이상으로 유럽인의 출원보다 높게 나타남. 유럽특허 출원을 진행한 비유럽 국가로는 미국이 가장 큰 비중을 차지함
- 미국 국적 출원인은 각 국가에서 가장 많은 출원을 진행한 외국 국적 출원인으로도 조사되었으며, 이에 미국 뿐만 아니라 전세계적으로 활발한 권리 확보를 진행하고 있는 것으로 판단됨



[그림 II-39] 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

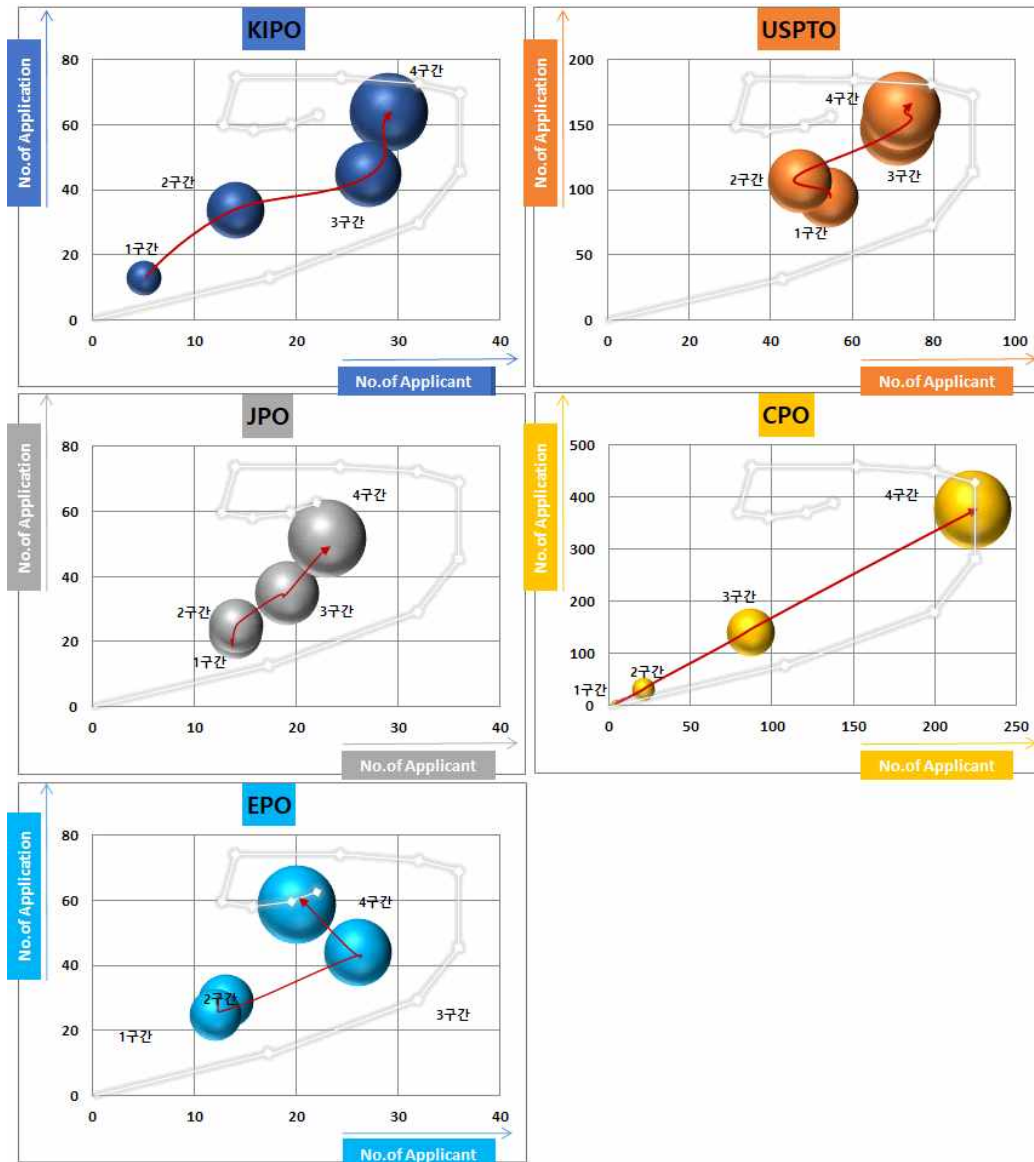
○ 기술시장 성장단계 분석

- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 관련하여 최근의 출원 동향을 4개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인수 및 출원건수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴봄
- 전체 유효데이터 중 관련 출원이 상대적으로 미미한 1990년대 관련 데이터는 제외하고, 각 구간을 1구간(2001년~2005년), 2구간(2006년~2010년), 3구간(2011년~2015년), 4구간(2016년~2020년)으로 나눔



[그림 II-40] 기술시장 성장단계_전체

- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 전체의 성장단계 위치를 살펴본 결과, 1구간(2001년~2005년)에서 4구간(2016년~2020년)까지 구간별 출원 건수와 출원인 수가 계속 증가하는 성장기 양상을 보이고 있으며, 매 구간 출원건수 및 출원인수가 크게 증가하며 급격한 기술 개발이 진행됨
- 전체 특허 비중의 대부분을 차지하는 중국 및 미국 포트폴리오의 영향이 크게 작용한 것으로 판단되며, 분석 초기구간에서는 미국을 중심으로, 최근에는 중국을 중심으로 증가 추이가 견인되고 있음

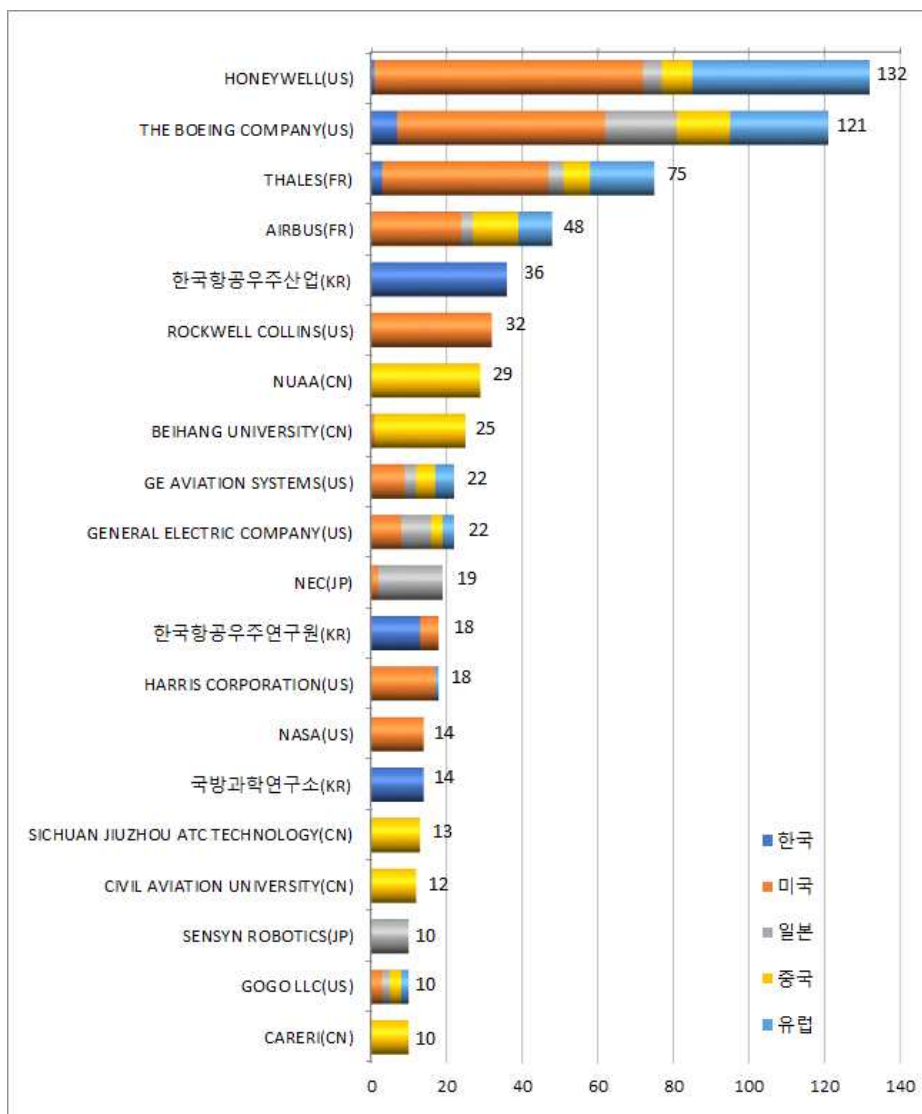


[그림 Ⅱ-41] 기술시장 성장단계 국가별

- 한국, 미국 및 유럽의 경우, 최근 구간에서 출원인수 증가폭이 다소 감소하는 것으로 나타났으며, 4구간(2016년~2020년)에는 미공개 특허가 존재하는 2019년 및 2020년의 출원 데이터를 포함하고 있는 바, 공개되지 않은 특허건을 고려한다면 성장기 단계에서 성숙기 단계로 접어드는 시점에 있는 것으로 전망할 수 있음
- 중국의 경우 전체 데이터 성장단계와 가장 유사한 양상을 보이고 있으며, 역시 매구간 그래프가 크게 벌어져있는 것이 특징임. 또한, 출원인수가 출원건수 증가폭보다 크게 증가하고 있는 것으로 나타나 특정 출원인에 집중되지 않고 다양한 출원인들이 연구를 진행하는 것으로 판단됨
- 일본의 경우 분석 초기구간 한국에 비해 높은 수치로 출발했으나 이후 꾸준한 출원을 유지하는 수준이며, 최근에는 한국의 경쟁력이 조금 앞서고 있는 것으로 분석됨

○ 상위 주요출원인(TOP 20)

- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 주요출원인별 출원동향을 살펴보면, 미국의 HONEYWELL이 총 132건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 미국 BOEING(121건), 프랑스 THALES 및 AIRBUS가 각각 75건, 48건으로 3/4위를 차지함
- 미국 및 유럽의 항공 관련 기업을 중심으로 대부분의 출원이 진행되는 가운데 중국 및 한국의 대학/연구기관이 다수 포진해 있으며, 일본 기업으로는 NEC, 드론 및 로봇의 산업용 애플리케이션 개발업체인 SENSYN ROTOVICS가 랭크되어 있음



[그림 II-42] 주요출원인별 국가별 출원현황

<표 II-12> 주요 경쟁자 Landscape

분석 항목 출원인	주요 IP시장국(건수,%)							특허출원 증가율 (최근5년)	주력 기술 분야
	합계	한국 KIPO	미국 USPTO	일본 JPO	중국 CPO	유럽 EPO	IP시장국 종합		
HONEYWELL(US)	132	1 (1%)	71 (54%)	5 (4%)	8 (6%)	47 (36%)	미국	25%	AB
THE BOEING COMPANY(US)	121	7 (6%)	55 (45%)	19 (16%)	14 (12%)	26 (21%)	미국	14%	AB
THALES(FR)	75	3 (4%)	44 (59%)	4 (5%)	7 (9%)	17 (23%)	미국	271%	AB
AIRBUS(FR)	48	-	24 (50%)	3 (6%)	12 (25%)	9 (19%)	미국	17%	AB
한국항공우주산업(KR)	36	36 (100%)	-	-	-	-	한국	-10%	AB
ROCKWELL COLLINS(US)	32	-	32 (100%)	-	-	-	미국	-23%	AB
NUAA, NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS(CN)	29	-	-	-	29 (100%)	-	중국	113%	AB
BEIHANG UNIVERSITY(CN)	25	-	1 (4%)	-	24 (96%)	-	중국	28%	AB
GE AVIATION SYSTEMS(US)	22	-	9 (4%)	3 (14%)	5 (23%)	5 (23%)	미국	37%	AB
GENERAL ELECTRIC COMPANY(US)	22	-	8 (36%)	8 (36%)	3 (14%)	3 (14%)	미국 /일본	-63%	AB
NEC(JP)	19	-	2 (11%)	17 (89%)	-	-	일본	-30%	AC
한국항공우주연구원 (KR)	18	13 (72%)	5 (28%)	-	-	-	한국	-40%	AC
HARRIS CORPORATION(US)	18	-	17 (94%)	-	-	1 (6%)	미국	0%	AA
NASA(US)	14	-	14 (100%)	-	-	-	미국	-50%	AB
국방과학연구소(KR)	14	14 (100%)	-	-	-	-	한국	-23%	AB
SICHUAN JIUZHOU ATC TECHNOLOGY(CN)	13	-	-	-	13 (100%)	-	중국	10%	AC
CIVIL AVIATION UNIVERSITY(CN)	12	-	-	-	12 (100%)	-	중국	-47%	AB
SENSYN ROBOTICS(JP)	10	-	-	10 (100%)	-	-	일본	0%	AB
GOGO LLC(US)	10	-	3 (30%)	2 (20%)	3 (30%)	2 (20%)	미국 /중국	0%	AA
CARERI, CHINA AERONAUTICAL RADIO ELECTRONICS RESEARCH INSTITUTE(CN)	10	-	-	-	10 (100%)	-	중국	-30%	AC

○ 국가별 주요출원인 TOP 5

- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 관련 국가별 주요출원인 TOP5를 살펴보면, 한국은 국내 대학, 연구원을 중심으로 연구가 진행되고 있는 가운데 미국 BOEING에서도 7건의 특허를 출원한 것으로 나타남
- 대부분 자국 국적의 기업을 중심으로 연구가 진행되고 있는 상황이며, 전체 다출원인 HONEYWELL, BOEING 등 항공 관련사들의 세계 시장 진출이 적극적으로 진행되고 있음
- 다만, 이러한 몇몇 출원인을 제외하면 각 국가별 주요출원인 각각의 관련 출원이 많지 않은 수준으로, 주요업체들은 대부분 항공기 관련 기술을 주로 보유하고 있음. 향후 UAM에 특화된 기술 구체화를 통해 주요 기술을 선점한다면 충분히 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단됨

<표 II-13> 국가별 주요출원인 TOP5

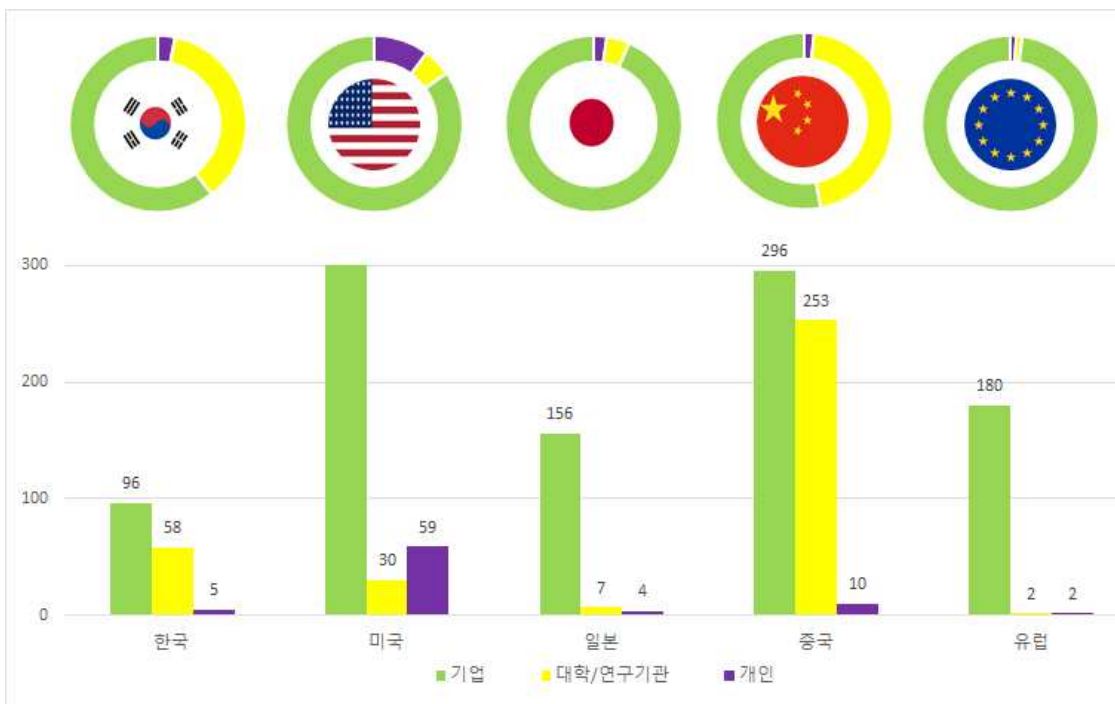
한국		미국	
출원인(국적)	출원건수	출원인(국적)	출원건수
한국항공우주산업(KR)	36	HONEYWELL(US)	71
국방과학연구소(KR)	14	THE BOEING COMPANY(US)	55
한국항공우주연구원(KR)	13	THALES(FR)	44
한국전자통신연구원(KR)	7	ROCKWELL COLLINS(US)	32
THE BOEING COMPANY(US)	7	AIRBUS(FR)	24
인하대학교 산학협력단(KR)	7		

일본		중국	
출원인(국적)	출원건수	출원인(국적)	출원건수
THE BOEING COMPANY(US)	19	NUAA, NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS(CN)	29
NEC(JP)	17	BEIHANG UNIVERSITY(CN)	24
SENSYN ROBOTICS(JP)	10	THE BOEING COMPANY(US)	14
GENERAL ELECTRIC COMPANY(US)	8	SICHUAN JIUZHOU ATC TECHNOLOGY(CN)	13
TOSHIBA(JP)	8	AIRBUS(FR)	12
		CIVIL AVIATION UNIVERSITY(CN)	12

유럽	
출원인(국적)	출원건수
HONEYWELL(US)	47
THE BOEING COMPANY(US)	26
THALES(FR)	17
AIRBUS(FR)	9
BAE SYSTEMS(US)	5
ACSS, AVIATION COMMUNICATION & SURVEILLANCE SYSTEMS(US)	5
GE AVIATION SYSTEMS(US)	5

○ 출원주체별 출원동향

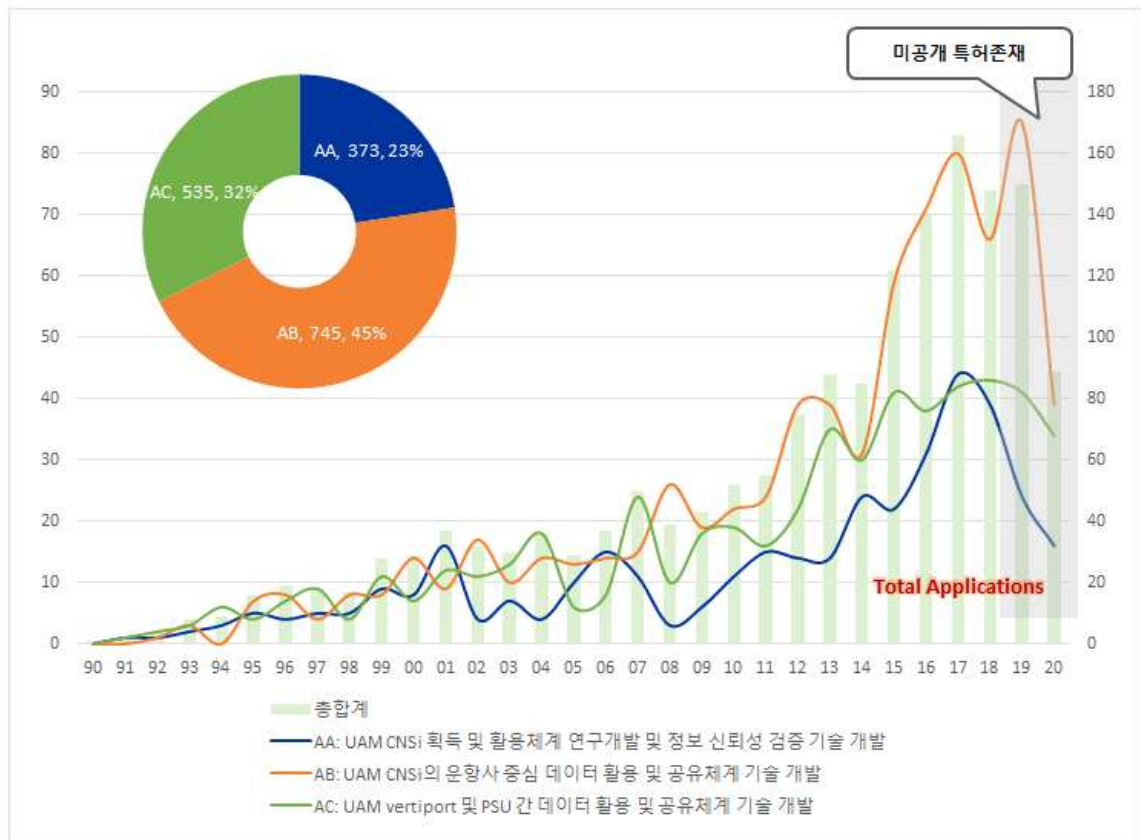
- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 출원주체별 출원동향을 살펴보면, 미국을 비롯하여 모든 국가에서 각 국가별 출원의 대부분이 기업에 의해 진행되고 있는 것으로 나타난 가운데, 한국 및 중국의 경우, 대학 및 연구/공공기관에서의 관련 출원 역시 적극적임
- 미국은 대학/연구기관에서의 출원보다 개인 출원이 다소 높게 나타났으며, 개인 연구자들의 개발 접근성이 상대적으로 높은 것으로 판단됨
- 기업들이 UAM 기술 분야의 사업화에 따른 이익 창출을 기대하고 이에 대해 적극 투자하고 있는 것으로 판단되나, 본 분석은 UAM 적용 기술 뿐만 아니라 기존 항공 관련 기술을 포함하여 대상으로 하고 있음을 고려하여 해석할 필요가 있음
- UAM CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 관련 기술의 난이도 등을 고려할 때, 실제로는 기업과 연구기관을 중심으로 다양한 연구가 진행될 가능성이 높으며 출원주체별 비중에 있어서도 한국 및 중국의 분석결과와 유사하게 나타날 것으로 판단됨



[그림 II-43] 출원주체별 출원동향

○ 세부 기술별 전체동향

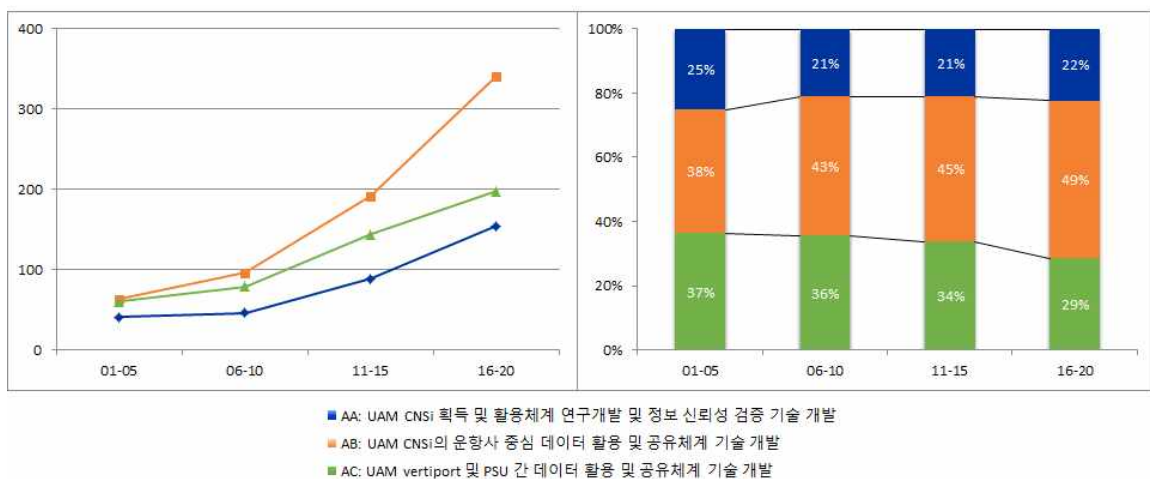
- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 기술별 연도별 출원동향을 살펴보면, 중분류 AB, UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발 관련 특허가 745건으로 전체 기술의 45%를 차지하여 가장 많은 것으로 나타남
- 그 다음으로 중분류 AC, UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발(535건, 32%), AA, UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술 개발(373건, 23%)의 순으로 나타남
- 증감이 반복되고 있기는 하나 꾸준한 증가 추이가 유지되고 있으며, 앞서 살펴본 국가별 출원동향 추이와 마찬가지로 대부분의 출원이 2000년대 이후에 집중되어 있는 특징을 보임
- 중분류 AA인 UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술 개발 분야의 경우 상대적으로 출원 비중이 적게 나타났으나, 역시 최근 구간으로 오면서 증가세를 유지하며 꾸준히 출원됨
- 대체적으로 세부기술 분야별 출원 비중이 큰 편차 없이 고르게 연구개발되고 있는 양상임



[그림 II-44] 세부기술별 점유율 및 연도별 출원동향

○ 기술별 구간별 출원동향 및 점유율 분석

- 기술별 구간별 출원동향 및 점유율 분석을 통해 증감 추이를 좀 더 뚜렷하게 살펴봄
 - 좌측 그래프: 구간별 기술별 출원건수를 통한 절대치
 - 우측 그래프: 구간별 기술별 점유율 상대비교
- 앞서 살펴본 기술시장 성장단계 분석에서와 마찬가지로 UAM 관련 본격적인 연구가 진행된 2000년 이후 데이터를 중심으로 2001년~2005년 구간, 2006년~2010년 구간, 2011년~2015년 및 2016년~2020년 구간으로 5년을 주기로 하여 분석구간을 설정함

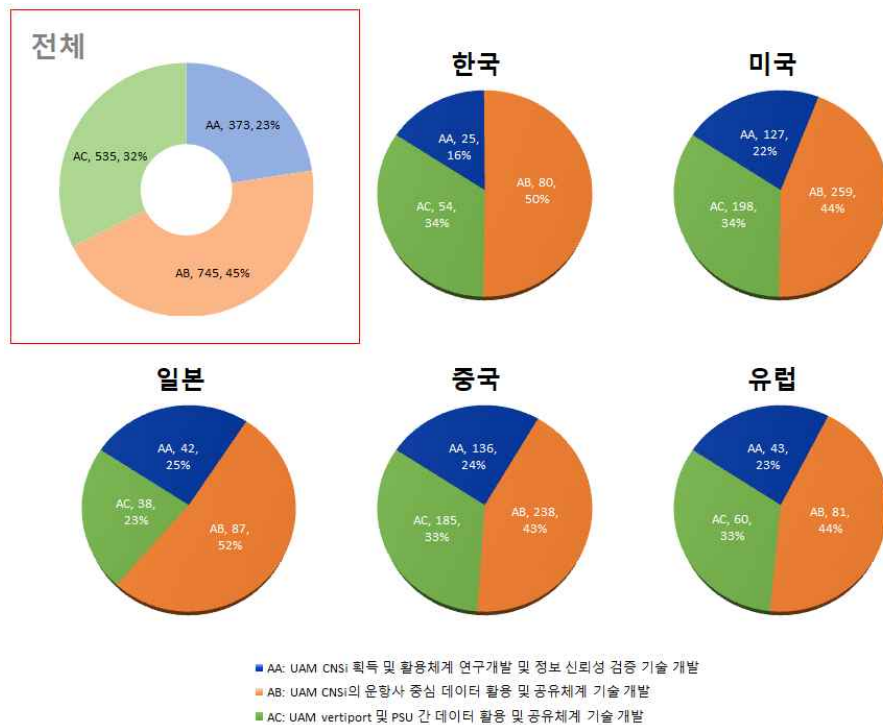


[그림 Ⅱ-45] 기술별 구간별 출원동향

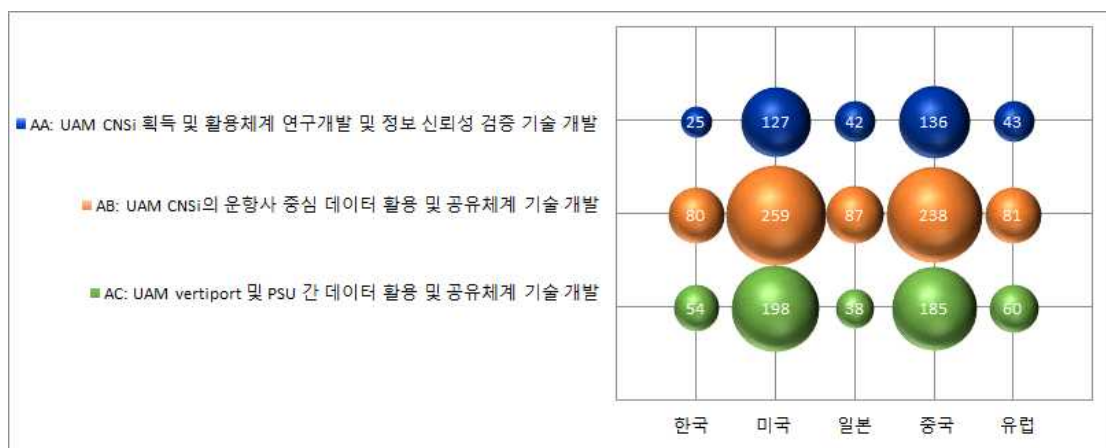
- 가장 많은 비중을 차지하고 있는 중분류 AB, UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술개발 분야는 각 구간별 출원 비중 역시 꾸준히 증가하며 가장 활발한 연구가 진행되고 있는 분야로 조사됨
- 중분류 AA인 UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술 개발 분야는 1구간 이후, 최근까지 비중이 다소 감소하기는 하였으나, 최근 구간에서 다시 소폭 증가하며 꾸준히 출원이 진행되고 있음
- 전체적으로 각 기술별 구간별로 출원 비중이 큰 편차없이 고르게 분포되어 있는 것이 특징이며, 특히, 중분류 AB 및 AC는 데이터 활용 및 공유 주체에 있어서 차이가 있을 뿐, 사실상 명확히 기술이 분류되기 어려운 중복된 내용을 포함하고 있음
- 전반적으로 연구 시기 또는 외부 요인에 따라 출원이 특정 분야에 집중되는 형태가 아니라, 각 세부 기술들이 유기적으로 결합되어 동시에 연구개발이 진행되고 있는 것으로 판단됨

○ 기술별 국가별 점유율 분석

- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야의 기술별 국가별 점유율을 살펴보면, 비중에 있어서 약간의 차이가 있을 뿐, 모든 국가에서 중분류 AB인 UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발 분야 출원 비중이 가장 높은 것으로 나타남
- 중분류 AA 분야는 각 국가별로 25% 내외 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 한국에서는 16%로 타 기술분야 대비 출원비중이 다소 낮게 나타남



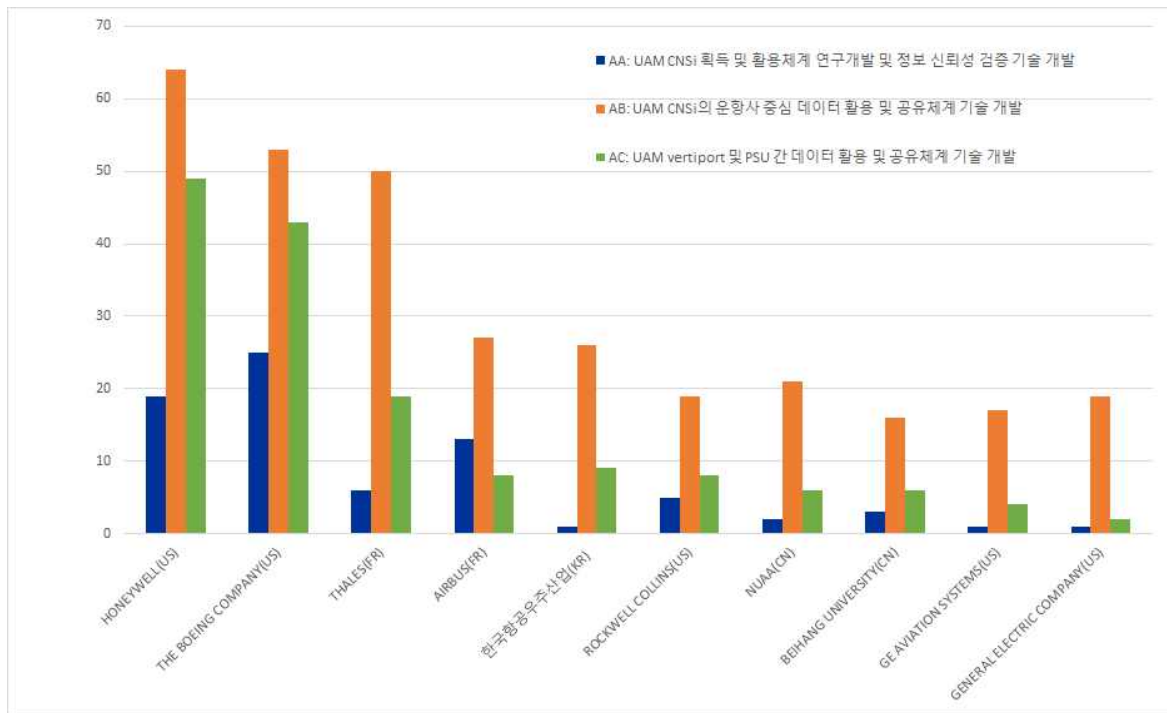
[그림 Ⅱ-46] 국가별 기술 점유율



[그림 Ⅱ-47] 세부기술별 시장 점유율

○ 주요출원인의 기술별 출원현황(TOP 10)

- 주요출원인의 기술별 출원현황을 살펴보면, 대부분의 주요출원인이 중분류 AB, UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발 분야를 중심으로 연구개발을 진행한 것으로 나타나, 전체 출원동향 결과와 마찬가지로 AB분야를 주력 기술분야로 하고 있음
- 대부분의 주요출원인이 그 다음 주력 기술분야로 중분류 AC인 UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발 분야에 다수 출원을 진행한 것으로 나타난 가운데, 프랑스 AIRBUS는 중분류 AA인 UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술 개발 분야에 좀 더 집중하고 있는 것으로 나타남
- 상대적으로 중분류 AA인 UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술 개발 분야 관련 출원이 매우 적기는 하지만, 다출원인(TOP 10) 3개 중분류 기술분야 모두에서 출원을 진행하고 있는 것으로 나타남

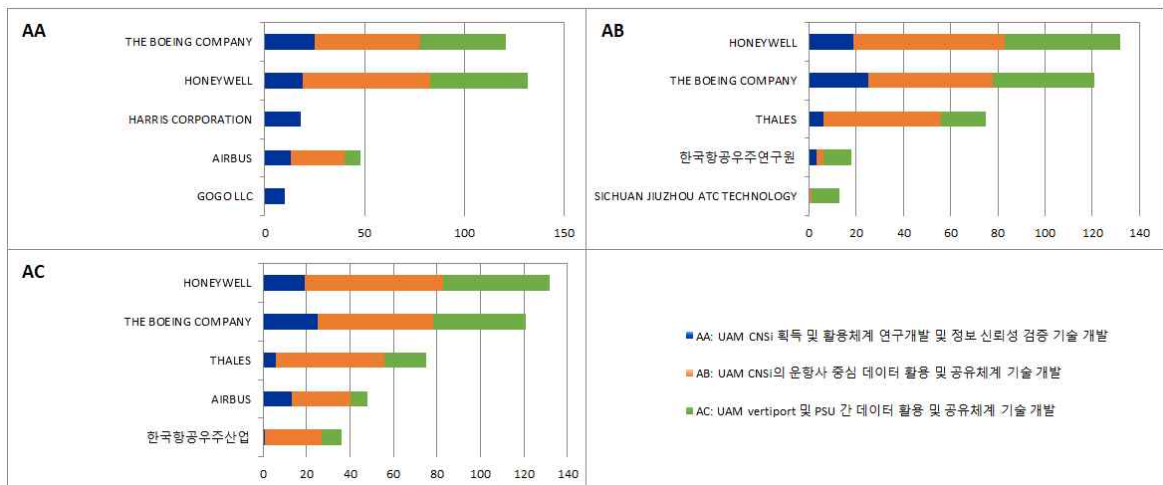


[그림 II-48] 주요출원인의 기술별 출원현황

○ 기술별 주요출원인 TOP 5

- 도심항공모빌리티(UAM) CNSi 획득 및 활용체계 기술 개발 분야 관련 기술별 주요출원인 TOP 5를 살펴보면, AA 분야인 UAM CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술개발 분야는 미국의 BOEING에서 가장 많은 출원을 진행한 것으로 나타났으며, 미국의 HONEYWELL 및 HARRIS CORPORATION에서도 활발한 연구를 진행하고 있는 것으로 나타남

- AB 분야인 UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발 분야에서는 미국의 HONEYWELL이 가장 많은 출원을 진행한 것으로 나타났으며, 한국항공우주연구원도 4위에 랭크됨
- AB 분야와 마찬가지로 AC 분야인 UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술 개발 분야에서도 미국의 HONEYWELL 및 BOEING을 중심으로 기술개발이 선도되는 것으로 나타나, 전반적으로 두 업체의 기술별 경쟁력이 모든 분야에서 타 업체 대비 높은 것으로 판단됨
- 다만 앞서 분석한 바와 같이, 본 분석은 항공 관련 기술로 대상을 확장함으로써 기존 항공기 업체들을 중심으로 기술 주도력이 높게 분석된 경향이 있으며, 이중 UAM 적용 기술은 아직까지 개발 초기 단계로서 그 수가 많지 않고, 뚜렷한 경쟁 구도 역시 확립되지 않은 상태임을 고려할 필요가 있음
- 따라서, 기존 항공기 기술과 차별화될 수 있는 UAM 적용 기술로서의 특징을 중심으로 연구방향 설정 및 기술 구체화를 통해 충분히 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단됨



[그림 II-49] 기술별 주요출원인 TOP 5

4절. 국내 연구개발 인프라 분석

1. 연구 인프라 분석

가. 한국항공우주연구원 UTM 시뮬레이션 Lab

- 위치 : 대전광역시 유성구 과학로 169-84 한국항공우주연구원(본원)
- 설치 연월 : 2018. 09
- 목적 : UTM 시스템 개발 및 교통관리 시범 운용 서비스 제공

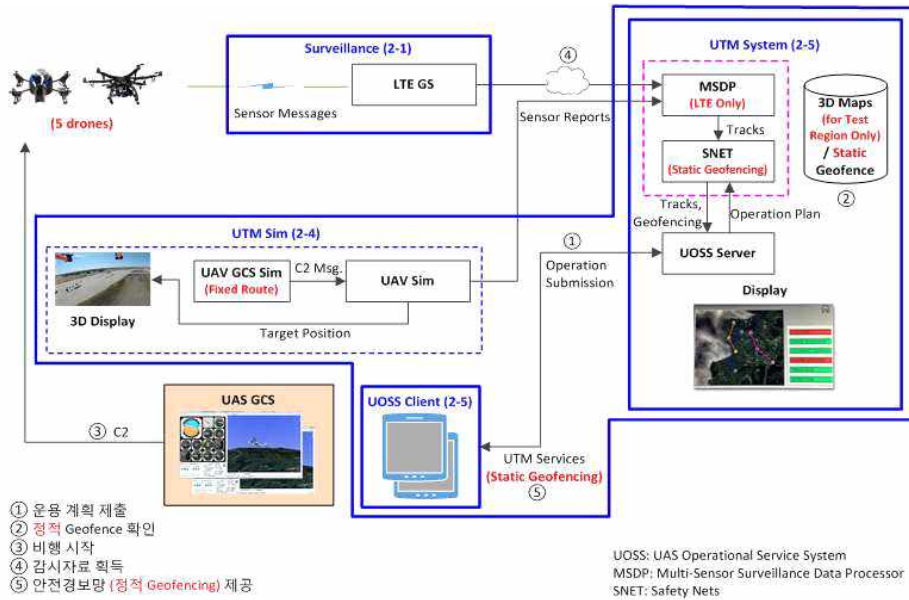


[그림 II-50] 한국항공우주연구원 UTM Lab

- 연구내용: UTM(무인비행장치 교통관리) 연구

- UTM(UAS Traffic Management), 무인비행장치 교통관리) 사업은 드론과 드론, 드론과 타 유인항공기 사이, 드론과 지상의 사람들이나 재산의 안전을 어떻게 확보할 숙제를 해결할 방안을 모색하는 연구개발 사업

- 유인항공기가 공역을 운항하는 방식을 그대로 본뜬 무인비행장치 비행운용 절차를 감안하여 UTM 시스템 운용 방식의 1단계 초안 구상
- 국내의 저고도 무인비행장치 교통관리 체계 개발 및 실증시험 과제는 '17년 4월부터 시작하여 '18년 말까지의 1단계에 이어 '19년 1월부터 3년간의 2단계 사업으로 총 4년 9개월에 걸쳐 수행될 예정이며, 현재 1차년도 연구가 수행 중



[그림 II-51] UTM 시스템의 1단계 개념도

나. 한국항공우주연구원 연구개발용 항공교통시뮬레이션 시스템

- (목적) 시뮬레이션 시나리오 및 항로와 출도착 절차 데이터에 기반하여 다수 항공기 동시 운용 모사 가능한 High Fidelity 항공교통시뮬레이션 시스템
- (기능) 공항 이착륙 및 지상이동, 출도착 절차 비행, 항로 진출입과 항로 비행을 포함한 비행 전단계 모사가 가능하며, 검증 대상 및 목적에 따라 비행 모사 범위 Tailoring
 - 새로운 운용개념 하에 개발한 항공교통관리 시스템과 시뮬레이션 시스템의 데이터 연동
 - 인간참여형 (Human-In-The-Loop) 실시간 시뮬레이션과 별도로 비참여형 배속 (Fast-time) 시뮬레이션
 - 비행계획 확장 및 비행체 성능 Adaptation에 따라 유무인기 및 eVTOL 등 다양한 비행체 시뮬레이션



[그림 II-52] 한국항공우주연구원 연구개발용 항공교통 시뮬레이션 시스템

다. 한국항공우주연구원 고흥 항공센터

- 위치 : 전라남도 고흥군 고흥읍 호산로 487-35
- 고흥만 이착륙장 지정 : 활주로 : 700m X24m (지정 일자 : 2015. 1. 30.)
- 용도 : 소형기, 무인기등 국내 개발 항공기의 비행시험 평가



[그림 II-53] 한국항공우주연구원 고흥항공센터 주요시설

라. UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유 기술개발

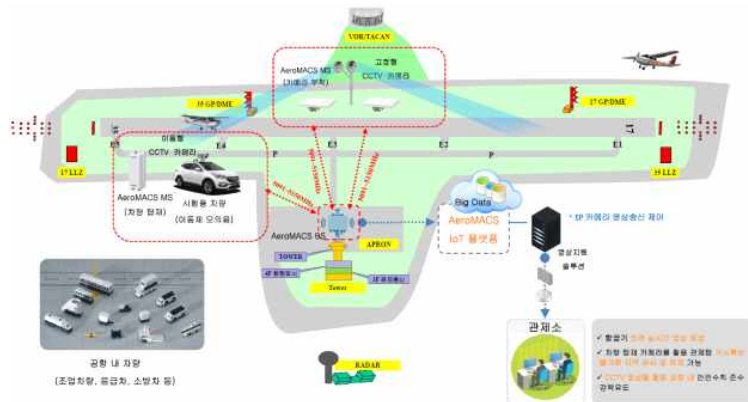
- FSC(Full Service Carrier)인 대한항공은 여객/화물운송서비스 사업자로서 운항정보 수집/분석, 비행계획 수립 및 비행 중인 항공기를 모니터링하기 위해 CNS/ATM 관련 설비, 장비를 도입/구축하고 있고 관련 절차 및 규범을 구축해가는 등 여객/화물 운항사로서의 다양하고 풍부한 운항통제 경험을 보유하고 있음
- 대한항공은 각종 유/무인기 체계 종합업체로서 비행체 검증을 위한 SIL (System in the Loop) 과 HILS (Hardware in the Loop Simulation)등의 시스템을 개발한 경험을 보유함
 - M&S(Modeling and Simulation) 분야에서 체계 개발 업체로서의 다양하고 풍부한 시뮬레이션 체계 구축 및 시뮬레이션 시스템 통합 경험을 보유하고 있음



[그림 II-54] 운항사 종합통제센터 (예시, 대한항공)

다. 한국공항공사 SWIM(System Wide Informatioin Management) 및 항행분야 R/D 기술

- 한국공항공사는 ICAO의 ‘SWIM Task force’ 멤버 및 아태지역 리더그룹으로, ‘16년부터 현재까지 SWIM 관련 국제기술 표준화 활동을 하고, 한국의 SWIM 테스트 베드를 구축하여 비행계획, 항공기 위치 등의 비행정보와 기상정보 그리고 항공정보 등을 수요자들에게 제공하는 기술을 보유하고 있음
- 항행안전시설 점검을 위한 드론점검시스템을 자체 개발하여 2018년부터 전국 민간, 민군공용 공항 및 군 기지의 항행안전시설(계기착륙시설, 전방향표지시설, 거리측정시설 등)을 대상으로 정규성 확인 및 비행검사 사전 점검용으로 운영 중임
- R/D분야로는 항행안전시설(전술항행표지시설, 계기착륙표지시설, 전방향표지시설, 거리측정시설 등)을 자체 개발하여 국내와 터키, 우크라이나 등 해외에 판매, 설치하며 원천기술을 발전시키고 있음
- 또한, ICAO에서 지정한 차세대 공항이동통신시스템(AeroMACS)을 울진비행장에 시범설치·운영하여 항행안전시설과의 전파영향성과 주파수 검증 업무 수행하고 있으며, 국내 유일의 전파환경 시뮬레이션 시스템을 구축하여 다채로워지는 전파환경 속에서 공항의 안전한 운영을 점검하고 있음



[그림 II-55] 울진공항 AeroMACS 구성도

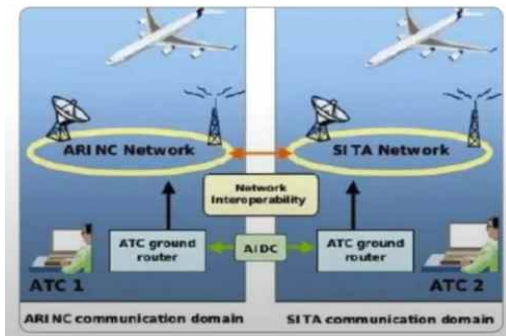
바. 대한민국 항로관리 시설

- 한국공항공사는 10곳의 항공무선표지소를 포함한 인천, 대구 항공교통센터의 시설을 운영하며 대한민국 항로관리에 필요한 레이더 자동자료처리시설 및 항공정보통신시설과 항공기 흐름관리를 위한 항공교통 흐름관리시스템(ATFMS)을 운영하고 있고, 비행계획정보 생성 및 전달을 위한 시스템을 운영 중임
- 또한 저고도 비행 항공기의 통신품질 유지를 위하여 저고도 항공정보통신시설을 운영하고 있으며 차세대 항행감시 및 항로상의 감시정보 획득을 위하여 이 어도를 포함하여 11곳에 자동종속감시시설(ADS-B) 수신시설을 설치 및 운영 중

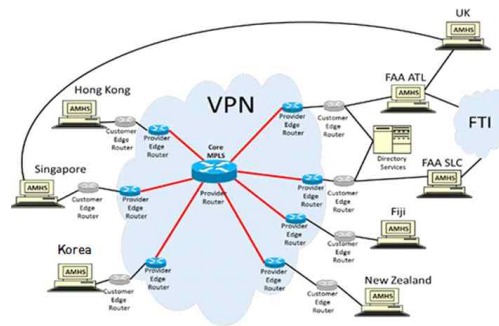
- 이러한 감시정보는 인천, 대구 항공교통센터에서 종합·수집되며 인천 비행정보 구역(FIR) 및 대한민국 영공의 항적관리를 위하여 군의 중앙항공통제소(MCRC) 등 필요기관들과 정보공유를 하고 있음

사. 국내·외 항공데이터 공유를 위한 항공고정통신시설

- 김포국제공항에서 운영 중인 항공고정통신시설(AFTN/ATN/AMHS)은 안전운항을 위해 인접국(일본, 중국)과 대한민국의 국가기관(국토부, 항공교통센터, 군 등) 및 민간가입자(국내항공사 등), 국내 공항에 데이터 통신서버와 각종 네트워크 시설을 연결하여, 가입자간 송수신 되는 전문, 각종 비행계획, NOTAM, 항공기상, 조난/긴급/수색/구조 정보 등을 포함하는 정보를 제공하고 있음
- 초단파를 이용하여 데이터기반의 통신을 하계하는 초단파디지털통신시설(VDL)을 구축하여, 관제탑에서 항공기에게 출발 및 항행에 필요한 정보와 함께 비행허가를 문자로 전송하는 항공기 사전 출발허가(PDC)시스템과 디지털을 이용하여 항공기운항에 필요한 공항 정보를 조종사에게 전달하는 디지털공항정보(DATIS) 서비스를 제공하고 있음
- 국내외 항공교통관제 기관 간에 관제 이양 및 비행계획 등의 정보 교환을 위해 AIDC(ATS Interfacility Data Communication)를 구축하였고, 전용 가상사설통신망을 이용하여 기존 대비 30배 빠른 아·태지역 차세대 항공통신망(CRNV(Common aeRonautical Virtual private network))를 구축하여 운영하고 있음



[그림 II-56] AIDC 구성도



[그림 II-57] 아·태지역 차세대 항공통신망

아. 김포공항 항행안전시설

- 김포공항은 1차·2차 레이더(ASR/SSR)를 통해 공항 주변의 항적정보를 감시하고 있으며, 지상이동 항공기 및 차량정보 감시를 위해 지상감시레이더(ASDE)와 다변측정감시시설(MLAT)을 운영 하며, 항공기의 ADS-B 정보를 수신해 감시업무에 활용하고 있음

- 항법분야로는 CAT-IIIb등급을 포함한 계기착륙시설(ILS) 4식과 전방향표지시설(VOR/DME) 1식을 운영중이며, 진입등시스템(ALSF-I, ALSF-II) 4식이 설치되어 있음. 또한 차세대 접근시스템인 GBAS 시험국을 설치하여 32R 활주로에 대해 CAT-1 등급의 비행점검을 합격하였음

자. 인천공항 항행안전시설 및 서울접근관제시스템

- 인천공항은 항공기의 안전한 착륙을 위해 계기착륙시설(ILS)이 3본의 활주로는 각 2식, 전방향표지시설(VOR/DEM) 남북측에 각 1식씩 설치되어 있으며 시정 75m 항공기 이착륙이 가능한 CAT-IIIb등급으로 운영중으로, '21년 4월 운영개시 예정인 4활주로 운영을 위해 4활주로 양단에도 ILS 설치되어 실운영 준비중에 있음
- 항공기 조종사와 항공교통관제사간 항공통신을 위한 항공정보통신시설로는 음성통신제어시설(VCCS/EVCS) 1식, 단거리이동통신시설(U/VHF) 2식, 초단파디지털이동통신시설(PDC/D-ATIS) 1식, 공항정보방송시설(ATIS) 1식을 운용중임
- 공항내 스마트 디지털 무선통신체계를 구축하기 위하여 AeroMACS 인프라 구축 및 시범사업을 수행중에 있으며, 관제기관과 항공기 간의 데이터 통신 뿐만 아니라, 에어사이드 내 차량과 CCTV 등 다양한 장비가 하나의 통신 인프라로 통합 될 수 있는 환경이 구성될 것으로 기대됨

<표 II-14> 인천공항 AeroMACS 구축 로드맵

구분	내역	비고
설계사업 ('21.2~'21.7)	<ul style="list-style-type: none"> ■ AeroMACS 기초 환경 조사 및 분석 ■ AeroMACS 시범구축 방안 검토 ■ 인프라 및 시스템 구현 도출 및 설계, 신규 서비스 도입 방안 마련 등 실시설계 	
시범사업 ('21.9~'22.5)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인프라(기지국, 이동국 교환기) 및 시스템 설치 ■ AeroMACS망 최적화(최적위치, 출력조정 등) ■ 시범 서비스 플랫폼 구축 및 운영 	

- 공중에 운항중인 항공기 감시를 위해 공항감시레이더(PSR/SSR) 3식, 자동종속감시시설(ADS-B) 2식을 운영중이며, 감시데이터(센서) 등을 이용해 인천/김포/서울 공항 입출항 항공기의 안전한 운항을 위한 서울접근관제시스템(ARTS/EBARTS)를 각 1식씩 운영함
 - 4활주로 운영과 ICAO ASBU 로드맵에 따라 항공 교통 수용량 증대를 위해 서울 접근관제시스템의 개량 사업이 진행 중으로(~ '22.6), '21년 까지 출도착관리시스템(AMAN/DMAN)이 개선될 예정임

- 또한 인천공항내 지상의 항공기 및 차량 등을 감시하기 위한 지상감시레이더(SMR) 2식, 지상관제시스템(ASDE) 1식, 다변측정감시시설(MLAT) 1식(스테이션 40개소) 등을 운영함
- 4월주로 운영과 통합된 계류장관제 환경 구현을 위해 지상관제시스템의 개선(~ '22.10)과 다변측정감시시설 지상국 증설(40개소->58개소, ~'24.12) 사업이 진행 중에 있음

차. 인천공항 A-CDM

- 인천공항 A-CDM은 공항 내 항공기 운항 및 관련 업무를 수행하는 공항운영자, 항공교통관제기관, 항공사, 조업사 등 모든 협업기관이 정확한 예측에 기반하여 의사결정을 하도록 지원하며, 지속적으로 증가하는 항공수요에 대비하고, 한정적인 공항 내 자원을 효율적으로 사용함으로써 항공기 지연을 적극적으로 관리할 수 있도록 함
- 정확한 예측에 기반을 둔 의사결정은 각 협업기관의 자원을 최적으로 분배하고, 불필요한 항공기 이동 및 지상 대기를 감소시켜 연료비용을 줄일 뿐만 아니라, 탄소배출을 감소시킨다는 면에서 환경 친화적이며, 공항의 운영 효율성을 향상 시킴
- A-CDM 시스템은 항공기 이동시간 정보를 마일스톤으로 구분 및 접근하여 항공기 출/도착과 지상 이동, 지상 조업 등을 마일스톤 시간정보로 관리하며 서울 접근관제시스템이 생성하는 목표푸시백승인시간(TSAT, Target Start-up Approval Time)과 목표이륙시간(TTOT, Target Take Off Time)을 통해 항공기 지상조업 준비, 푸시백 및 지상 이동, 이륙 등 에어사이드 운영 업무와 항공교통관제 업무에 활용되고 있음
- 인천공항 A-CDM은 서울접근관제시스템의 출도착관리시스템 기능 개선에 따라 정보의 정확도가 향상될 예정이며, 궁극적으로 TAM(Total Airport Management) 구현을 위해 여객의 접근교통 및 체크인, 보안검색 등 랜드사이드 프로세스까지 통합되어 통합적인 공항운영 관리를 지원할 것으로 예상됨

카. 인천공항 ATM 테스트 환경

- 서울접근관제 및 인천관제탑 관제 이벤트 분석, 소프트웨어 사전 검증, 유지보수자 교육 등을 위한 서울접근관제시스템(ARTS) 테스트 베드가 구축됨('18년)
- 테스트 베드에서는 서울접근관제시스템의 운영 중인 대부분의 기능을 검증 할 수 있으며, 다수의 관제석이 설치되어 있어 다양한 환경을 시뮬레이션 할 수 있음

- 서울접근관제시스템의 개량 사업이 진행 중으로(~ '22.6), A-CDM 고도화를 위해 ' 21년까지 출도착관리시스템(AMAN/DMAN)이 개선될 예정으로 해당 신규 기능들 또한 테스트 환경에 동일하게 구현될 예정임
- 또한, 항공우주연구원에서는 '20.7월 항공교통시물레이션 시스템의 축소 환경을 서울 접근관제시스템 테스트베드와 같은 공간에 설치하였으며 해당 시스템을 통해 다양한 시나리오에 대한 항공교통관리 환경을 검증하고, 서울 접근관제시스템 및 외부 시물레이터와도 연동을 통한 종합적인 시물레이션 환경을 구현할 수 있을 것으로 기대됨



[그림 II-58] 서울접근관제시스템 테스트 베드



[그림 II-59] 항공우주연구원 항공교통 시물레이션 시스템(축소형)

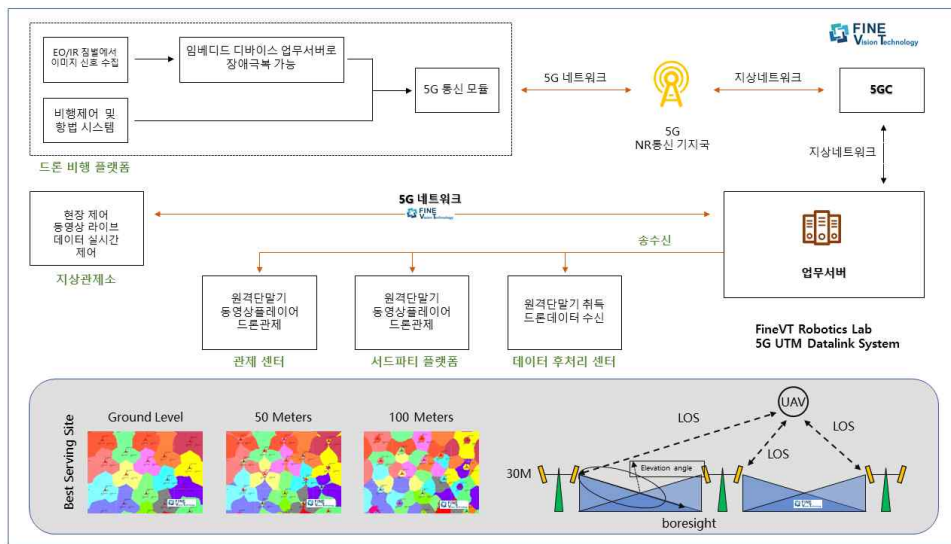
타. GNSS 신호 감시 및 분석 기술

- (GPS 신호 항공감시 경보시스템) (주) 두시텍은 실시간 GPS 신호 분석 기술을 적용하여 GPS 항법 전파 이상(Jamming, Integrity)이 있을 경우 즉각적인 전파를 통해 항공 안전을 강화하고, 위성항법 수신기 운용에 있어 효과적으로 대응할 수 있는 운용시스템으로 GNSS 전파간섭과 무결성 감시 시스템을 개발 현재 인천 항공 교통센터(중앙통제국) 및 5개 지방공항(감시국)에서 운용 중에 있음
- (시험 통제용 GNSS 상태감시 및 처리 S/W) (주)두시텍은 비행시험 시 시험통제 업무를 지원하기 위한 실시간 GNSS 상태 감시 및 시험 통제소 Telemetry Data, 광대역 전파 감시시스템 Spectrum 데이터를 연동하여 비행체 위성항법 탑재부와 비교 및 기준자료를 시험통제원에 제공하기 위한 GNSS 상태감시 및 처리 소프트웨어 개발 사업을 수행하였고 현재 ADD 안흥 시험장에서 운용 중에 있음
- (항법위성 상시감시시스템) (주) 두시텍은 GNSS 항법위성신호 수신 분석부, 항법 위성 신호 감시부, 차분위성항법 기준국, GNSS관측 상황실, 수신안테나 시스템으로 구축하였고 현재 대전 국방과학연구소에서 연구장비로 운용 중

- (위성용 GPS/Galileo 복합수신기) (주) 두시텍은 과학기술 정보통신부에 주도하는 우주핵심기술개발사업 중 차세대중형위성 탑재를 위한 저궤도 위성용 위성항법 복합수신기 기술실용화 사업을 제안하여 위성용 GNSS 복합항법 수신기 QM을 개발하였고 현재는 차세대 소형위성 2호에 탑재할 GNSS 수신기 개발 연구용역을 수행하고 있음

파. 5G NR 방식 통신환경 플랫폼 및 5G 무선통신 성능 측정 및 계측장비 시스템

- (주)파인브이티는 JOUAV사에 컨소시엄을 구성하여 중국 China-Mobile사에 드론을 이용한 5G 통신망 품질사업 측정 플랫폼과 관련 실증연구를 수행했음



[그림 II-60] FineVT Robotics LAB, 5G 기반 비가시 고속데이터 실증

하. 3G/LTE기반의 저고도 무인항공기 전용 통신장치

- (주) 블루젠드론사는 3G/LTE기반의 저고도 무인항공기 전용 통신장치를 개발하여 시범사업 적용 및 상용화 추진. 별도의 서버시스템 없이 네트워크를 구성하는 방식으로 개발된 제품(CS-LTE120, CS-LTE220) 상용화 성공

2. 연구 인력 분석

가. 한국항공우주연구원

- 한국항공우주연구원은 2000년 초반부터 CNS/ATM 연구를 지속적으로 수행해 오고 있으며, 한국형 GBAS 개발을 완료하였고, K-SBAS 개발을 진행 중
 - 저고도 무인기 교통관리시스템인 K-드론시스템을 연구개발하고 있으며, 공항출·도착 관리프로그램 및 시뮬레이터를 개발함으로써 관련 분야 최고의 전문 연구인력을 보유하고 있음

- 다부처사업인 OPPAV 개발사업을 수행 중으로 향후 한국형 UAM 기체개발 및 개인항공기(PAV) 개발 역량을 갖춘 전문연구인력 양성이 진행 중임

나. ㈜대한항공

- FSC(Full Service Carrier)인 대한항공은 여객/화물운송서비스 사업자로서 CNS/ATM 기반 대형 여객기 운항통제시스템 구축 및 활용경험이 풍부한 인적자원을 보유하고 있음
- 유/무인 항공기 체계 개발 업체인 대한항공은 시뮬레이션 소프트웨어 개발, 하드웨어 개발, 시뮬레이션 시스템 개발 및 통합 분야에서 활용 경험이 풍부한 인적 자원을 보유하고 있음

다. 한국공항공사

- 한국공항공사는 1980년 설립된 이래로 김포, 김해, 제주공항 등 국내 14개 공항을 관리·운영하고 있으며, 대한민국 전 공역 관리를 위해 10개의 항공무선표지소와 항로시설본부(대구ACC, 인천ACC)를 운영하고 있음
 - 이와 더불어 차세대 공항이동통신시스템인 AeroMACS와 ADS-B(11식) 및 MLAT(3식)를 구축·운영하며 항공교통체계 발전에 이바지 하고 있음
 - 또한, 김해 신공항, 제주 제2공항 등 5개의 국내 신공항 건설·운영과 페루 친체로 공항 건설, 에콰도르 만타공항 운영 등 해외 사업도 추진하고 있음
- 많아지는 항공운항 수요를 효율적으로 관리하기 위해 항공교통흐름관리시스템(ATFMS)을 도입하였으며, 차세대 항행안전시설인 AeroMACS와 ADS-B(11식) 및 MLAT(3식) 등을 도입하면서 미래항공교통체계 발전에 이바지하고 있음
 - 또한, 김해 新공항, 제주 제2공항 등 5개의 국내 신공항 건설을 준비 중으로, 이러한 40년간의 다양한 공항운영 노하우를 바탕으로 페루 친체로 공항 건설, 에콰도르 만타공항 운영 등 해외 사업을 추진하고 있음
- 한국공항공사의 부설연구소인 항공산업연구원은 수년간 항행장비 및 공항시설 개발에 관련된 연구를 수행할 수 있는 전문 연구 인력을 보유함
 - 차세대 착륙항법시설인 GBAS를 포함한, 다수의 정부 R&D를 수행하는 등 풍부한 경험을 통해, 중소기업과 협력하여 항행시설(SWIM, 계기착륙시설, ASDE-X, FOD 자동탐지시스템 등 11종)과 공항시설(공항포장평가 등 5종)을 개발에 성공
 - 개발된 장비는 우즈베키스탄 타슈켄트 공항, 국내 군 기지에 납품하는 등의 실적을 가지고 있음. 이와 더불어 공항운영의 풍부한 경험을 기반으로 항행시설점검용 드론, 항공등화 점검용 드론 등 드론을 활용한 신기술 개발사업도 병행하고 있음

라. 인천국제공항공사

- 2001년 인천공항의 성공적 개항 이래 아시아 최초 CAT-IIIb 운영, A380급 대형 항공기 취항, 항행안전시설 17만 시간 무중단 운영 등 세계 공항사의 새로운 역사를 창조함
 - 특히 4분 활주로 시정 75m 항공기 이착륙이 가능한 CAT-IIIb 운영, 차세대 항행 감시시스템인 ADS-B 및 MLAT(다변측정감시시설)을 도입과 공항 내 3개의 공항 감시레이더 운영 등 항공기 안전운항 개선 및 공항운영 Smart화에 크게 기여하고 있음
 - 또한 인천/김포/서울공항 입출항 항공기에 대해 안전한 운항이 될 수 있도록 항공교통관제서비스를 제공을 위한 서울접근관제시스템을 운영하고 있음
- 인천공항공사는 기업부설연구소로서 공항산업기술연구원을 운영하여 공항운영과 관련된 다양한 내/외부 연구 과제를 수행 중
 - 공항 핵심시설의 제품 국산화, 운영 프로세스 효율화 및 대고객 편의성 제고, 미래 항공산업 기반 등과 관련된 기술연구는 물론 수요예측, 공항 수용량 산정, UAM 공항셔틀 도입방안 수립 등 관련 경영/정책 연구를 진행하고 있음
 - 또한, 국토교통부와 중소기업청 등의 연구개발과제 및 연구용역에 참여하여 BHS 핵심부품 국산화 기술개발, FOD 자동탐지시스템 개발, AC-GPS 국산화 개발, 항공기 냉난방 공급장치 PC-AIR 국산화 개발
 - 코로나19로 인한 국제항공노선복원 지원 연구 등 다양한 정부 과제를 수행하였고, FIDS 국산화 개발, 공항포장 설계법 개발, 표준공기 산정체계 개발 등 미래 공항산업을 선도할 자체 R&D 연구도 함께 수행하고 있음

마. (주) 블루젠드론

- 현재까지 국내에서는 LGU+, SK텔레콤, (주)블루젠드론에서 3G/LTE기반의 저고도 무인항공기 전용 통신장치를 개발하여 시범사업 적용 및 상용화를 추진하였음. 이 중에서 별도의 서버시스템 없이 네트워크를 구성하는 방식으로 개발된 (주)블루젠드론의 제품(CS-LTE120, CS-LTE220)은 상용화에 성공함

바. (주) 두시텍

- 두시텍은 GNSS 관련 GNSS GPS L1CA, L2C L5 Galileo E1, E5a 의 Baseband 제작 기술을 보유하고 있고 항법 위성의 RF 신호를 분석하여 기만 재밍 신호를 탐지할 수 있는 기술을 보유하고 있음

- 다양한 항공 및 지상의 위성 신호환경 분석 및 감시 정보 획득 시스템 연구 및 응용 개발을 통하여 GNSS 위성항법 관측 데이터의 분석을 통한 신호 품질을 분석하고 신뢰성을 검증(Integrity Monitoring) 할 수 있는 기술을 보유하고 있음
- 지속적인 위성용 GNSS 항법 수신기 연구개발을 통하여 다양한 우주 환경시험 대응 역량과 체계적인 시스템 개발 절차 및 성능 평가 기술을 보유하고 있고 현재 차세대 소형위성에 탑재할 GNSS 수신기 개발 연구를 수행하고 있음

사. (주) 파인브이티 로보틱스 연구소

- (주)파인브이티 로보틱스 연구소는 시험/계측기기 전문회사인 파인텍의 관계사로, 전자 계측기반 검사기기와 드론을 개발연구하고 있음
 - 특히 비면허 및 신규 주파수 연구 공헌으로 2019년 과기정통부 표장을 수상했음
- (주)파인브이티 로보틱스 연구소에 연구인력은 국방부, 합참 무인기관련 연구와 통신사들과 상용망 무선통신 및 무인기 보안 연구 등을 수행함
 - 항공안전기술원 드론시험장 5G 관련 연구를 수행하였으며, 현재 중소벤처부에서 5G 관련 계측기 개발 사업(과제번호 S2966857)에 참가하고 있음
- (주)파인브이티 로보틱스 연구소 연구소장은 ATM기반 항행보안 관련 연구를 하고 있고, 유관 실적으로 인천공항공사 드론탐지 시범사업에 기초 연구 연구책임자 임무를 수행했고 및 현재 항행안전시설 관련 드론 탐지 및 솔루션 기술지원을 하고 있음

3장. 연구개발과제 구성 및 추진 전략

1절. 연구개발 추진방향 도출

1. SWOT 분석

- UAM 신산업의 기술과 생태계 구축에 관한 기술적, 정책적, 산업적, 기타 환경적 요인을 국내외 비교분석하여 SWOT 분석을 수행

가. 강점(Strength) 분석

- 한국은 국내의 산업 및 국가 정책 등 환경적 요인과 함께 IT, 기계 등 유관 분야의 높은 기술력과 산업경쟁력을 바탕으로 UAM 산업 생태계 구축에 있어 우월한 지위를 획득할 수 있는 역량을 충분히 보유한 것으로 분석
 - (국내 대기업의 대규모 투자 및 해외진출 발표) 현대자동차, 한화시스템 등 세계 굴지의 자동차 및 항공기술 보유기업을 중심으로 미래 신산업 선점을 위한 전략을 수립하고 과감히 해외 선진기업과의 전략적 제휴를 포함한 제품기술 개발과 사업화 추진
 - (UAM 신산업 육성 및 활성화를 위한 정부 정책 의지) 산업부, 국토부를 중심으로 UAM 기술 개발과 산업생태계 구축을 위한 과감한 연구개발 투자 정책이 집행되고 있음
 - (글로벌 수준의 IT 경쟁력 및 항공·자동차 경쟁력) UAM의 핵심 기반기술인 IT, 자동차, 항공분야에서 한국은 세계적 수준의 기술 경쟁력과 산업경쟁력을 확보
 - 특히 세계 6위의 국가 혁신역량과 최상위권의 IT 기술을 바탕으로²⁾, 4차 산업혁명에 대응한 부문간 융합기술 및 제품개발에서 특유의 유연성과 순발력으로 선진 그룹에 진입하고 있음
 - (메가시티로서 수도권 도시경쟁력) 서울을 중심으로 한 수도권은 잘 발달된 대중교통 연계시스템(교통접근성 세계 1위³⁾)과 함께 버티포트로 전환될 수 있는 다수의 옥상공간 등을 갖추고 있어 미래 UAM에 최적의 입지환경을 갖추고 있으며, KPMG는 미래 UAM 산업이 가장 번창할 도시로 도쿄, 상하이, 서울, 로스앤젤레스 등을 꼽고 있음

2) WEF, Global Competitiveness Report, 2019

3) KPMG Global, Competitiveness Alternatives, 2015

- (국민의 신기술에 대한 수용력) UAM 산업의 선도국인 미국, 유럽 대비 한국 사회와 소비자의 신기술 수용도는 전반적으로 월등히 높은 편

- GIS 기반 고도항목을 포함한 RF 자체기지국/4G/5G 통신 측정 및 분석 기술을 확보하고, 통신관련 분석 기술 및 지표 확보, RF 시스템에 대한 실증, 운영 및 유지관리 Know-How 확보
- 세계 최고의 시설과 인프라를 구축하고 있는 국제공항을 중심으로 테스트베드 운영시 효율과 성과 극대화 가능하고, 최신의 장비와 전문인력을 활용한 세계 최고 수준의 운용 경험 및 기술을 확보한 FSC 보유, IT 강국으로서 관련 기술 개발 역량이 풍부하여 유관 사업의 기술력과 유연한 협력체제 유지 가능
- 항공항행분야 기술개발 및 운영 노하우들을 보유하고 있어 새로운 미래항공교통에 대한 이해가 쉽고, 관련 기술을 이식하여 적용하는 데 강점이 있음
- 국가 항공통신망과 상용이동통신망 인프라가 잘 갖춰져 있으며 통신기술 수준이 높아 새로운 기술을 현 운영망과 공유가 쉬움
- 항공분야 아태지역 SWIM 리더 기술을 보유하여 항공안전과 비행관리를 위한 정보공유의 틀이 마련되어 있고, 공항분야 CDM등이 운영되고 있어 이해관계자 간 데이터 공유의 세계 선도 가능

나. 약점(Weakness) 분석

- 반면, 항공산업과 시장에 국한할 때 상대적으로 열위에 있는 산업역량과 시장 환경 요인에서 선진국 대비 취약
 - (신규진입 국내기업의 항공 인증 및 운용경험 부족) 국내 항공산업은 군용기 생산 중심으로 발전해왔고 민항기의 경우 완제기가 아닌 엔진 및 기체 부품 단위 생산에 치우쳐 있어 복잡한 국제 민항기 인증규격에 대한 지식이 축적되어 있지 않고, 헬기에서부터 다양한 중단 거리 비행시장까지 고르게 형성된 구미와 달리 협소한 상용민항기 시장으로 인해 항공기 운용경험 또한 부족한 실정
 - (국토 여건상 제한적인 비행여건) 국토면적이 좁고 군사적 상황으로 인해 민간에 개방된 공역이 매우 협소해 공역과밀화로 인한 비행 정체현상이 현재도 심각한 상황. 특히, 국토 전역에 산재한 각종 군사 시설물들로 인해 UAM의 항로 신설에 큰 걸림돌이 될 전망

- (공공분야 신기술, 항공교통 전문성은 선진국 대비 미흡) 한국의 전체적인 기술 수준⁴⁾은 미국 대비 3.8년(76.9%) 뒤쳐진 수준이나 항공분야는 8.4년(65.1) 뒤쳐져 기술격차가 상대적으로 더 큼. 특히 ATM 등 항공교통 인프라를 대부분 외산에 의지하고 내수기반의 부족으로 인해 민간의 기술개발이 더디고 정부의 R&D 사업에 의존하고 있는 실정
- (국토 전반의 내수시장 규모는 타 선진국 대비 부족) 국내 항공교통은 협소한 국토 여건과 수도권 및 동남권에 밀집된 교통수요로 인해 잘 발달된 육상교통체계 대비 수요형성이 더딘 상태
- 자체 기지국과 4G 통신망은 현재 인프라 구축이 충분하지만 5G는 아직 구축 중이며, 고도에 대한 서비스 경험 부족으로 인한 서비스 품질 보장이 제한적
- 연구개발이 미흡한 분야로 연구개발 인력 및 인프라 부족 및 관련 장비 개발 경험 부족, 아직은 불확실한 시장 전망으로 인한 산업체 연구개발 투자 한계
- 현행 제도에서는 도심항공교통 인프라, 항행교통, 서비스 분야의 제약조건이 많고, 사업의 현실화를 위한 제도가 아직 마련되어 있지 않음
- 도심내 UAM 기체 비행을 위한 항로 구성 및 비행 경험이 부족하며 해당지역의 전파환경 등 외부환경에 대한 분석 미비
- 사업 태동기이므로 UAM 운항시 관련된 이해당사자에 대한 식별이 어렵고, 각 기관들에게 공유할 정보의 정의도 미흡

다. 기회(Opportunity) 요인 분석

- 미국, 유럽을 필두로 미래 유망산업으로 대두되고 있는 UAM 산업은 국내 기업들에게도 기존의 IT, 5G, 자동차, 항공 분야 등의 역량을 바탕으로 새로운 비즈니스 창출 기회
 - (도심교통혼잡 해소방안으로 신교통수단 UAM 대두) 세계적으로 도시화 진전과 메가시티 중심의 산업 및 인구밀집이 가속화되면서 도심교통문제 해결의 주요 수단으로 UAM이 대두되고 있으며, 각국의 경쟁적인 육성정책과 글로벌기업 및 스타트업들의 각축장이 되고 있음
 - (미래유망 거대 신시장 형성 예측) ‘25년경 개화해’ 35년에 270조원의 거대시장으로 성장이 전망되는 UAM 시장은 특히 동북아의 메가시티(도쿄, 서울, 상하이, 베이징)들을 중심으로 최대 규모 서비스 시장을 형성할 전망

4) 과학기술정보통신부, 2018년도 기술수준평가

- (기술개발 및 사업준비 초기로 해외대비 격차 근소) 가장 앞선 미국이 '20년 하반기에 개념실증 준비테스트(NASA GC-DC)에 착수하는 등 선도국과의 격차가 매우 근소하며, 상용화 시작 예상시기('25년경)까지 아직 충분한 준비기간이 있음
- (신산업의 새로운 생태계 및 부품공급망 형성 중) UAM은 IT, 통신, 자동차 등 기존의 항공산업과 전혀 다른 산업생태계를 필요로 하며, 이에 따라 한국이 이들 분야의 탁월한 산업경쟁력을 바탕으로 미래항공산업 생태계를 앞서 구축할 수 있는 기회로 작용
- 정부 차원에서 5G통신이 중점 사업으로 분류 되어 있고, 특허동향 분석에서 기존 프로젝트 수행을 통한 실용화/사업화 진행 사례가 전무함에 따라 회피전략을 통한 UAM 실증기반의 지식재산권을 신규 확보 가능
- ICAO에서 디지털 데이터 통신기술을 차세대 항공통신의 핵심기술로 인정하는 규정 수립, IT 기술의 발전으로 관련 장비의 교체 주기가 단축되고 있어, 후발국의 경우에도 시장진입장벽이 낮아지고 있음, 세계적 CNS/ATM 기술개발 가속화로 인해 관제장비의 지속적 업그레이드와 관제 절차 수정에 대한 국제적인 요구를 수용 가능한 원천기술 확보 기회로 활용 가능
- 도심항공교통 산업을 정부가 주도적으로 이끌어가고 있으며 범정부 협의체를 구성하여 각계가 함께 추진하고 있으며, 지자체들의 관심도 매우 높음
- 전 세계적으로 도심항공교통에 대한 관심이 높고 많은 기업들이 참여 중이나 대부분 기체개발에 몰려 있어, UAM 항행교통분야의 연구개발 시 관련분야 세계 최선도국 지위 확보 가능
- 국내에서도 도심항공교통 사업에 기업들과 학계에서 연구와 개발을 진행 중이므로 협업 및 실용화 기술개발 가능성 증가

라. 위협(Threat) 요인 분석

- UAM 산업생태계가 정착하기 위해 해결해야 할 수많은 기술적, 사회적 이슈들이 내재해 있으며, 이들에 대한 효과적인 해결책을 찾지 못할 경우 전체 산업이 정체될 위험 존재
 - (경쟁국의 신속한 정책적 지원) 미국, 유럽, 중국 등이 축적된 연구개발능력과 인프라를 바탕으로 한국보다 빠르게 UAM 산업육성정책을 시행하고 있음.
 - (미국, 유럽 등 선진국 위주의 기술 및 산업표준 등 이슈 진행) 항공산업의 기술과 산업표준은 전통적으로 미국 FAA, 유럽 EASA 등이 주도해왔고, UAM 분야도 이들 주도로 제반 규칙이 정해질 전망

- (신기술 시장의 거품 제거 등 시장형성 지체요인) ‘20년 현재 UAM은 태동기 단계로 이후의 거품기, 거품제거기 등을 거쳐 본격적인 산업안정단계에 이를 때까지 많은 위험과 장벽을 뛰어넘어야 함. 장기적인 안목에서 치밀한 역량축적 계획을 세우지 못하는 국가나 기업은 결실을 거두기 어려운 분야.
- (세계적인 신교통수단 안전성, 실현가능성 우려 상존) UAM은 안전성, 사회적수용성, 경제성 등 산업형성의 전제가 되는 중요 부분에서 아직 미해결/미검증 영역이 다수 존재하며, 이 장벽을 극복해야 기대하는 신산업 발달이 가능

○ 통신사의 경제성 부분을 해결할 유인책 제시 필요

- 산업체의 항공기 기체 기술 위주의 연구개발로 관련 내용에 대한 인식 및 정보 공유 부족으로 경험과 기술이 부족
- 주요 핵심알고리즘에 대한 해외 기술 장벽이 높고, 기술 신뢰도를 중요시 하는 제도의 한계로 연구개발 기간이 장기화될 가능성 높음
- 수요가 매우 제한되어 있어 연구개발 경제성 부족 및 중국, 일본 등 주변국의 대규모 투자를 통해 시스템 구축을 진행함으로써 상대적인 열세

○ 도심항공교통의 산업의 최우선 성공 여부는 대중과 사회의 수용성 여부이며 수용성의 가장 큰 요인은 안전에 대한 인식임

- 도심 내 eVOT 기체가 비행한 사례가 없기에 탑승예상 승객 및 주변 사회커뮤니티의 안전 인식 확대가 필요

○ 기체가 비행 중 위급상황 발생시 사회적으로 미치는 파급효과가 막대하며, 이로 인해 산업 전체의 기반을 흔들 수 있음

2. 연구개발 추진 방향 정립

가. 강점 활용을 통한 기회확대 전략 (SO 전략)

○ UAM 산업은 기존의 숙성된 산업역량을 바탕으로 한 대표적 융복합산업으로, 민간의 기술과 사업화 역량을 최대한 활용해야 조기 기술개발, 산업생태계 협력, 시장중심적 서비스 개발 등 가능

- (민간의 사업화역량 동원) IT, 5G, 자동차, 항공 등은 한국의 대표적인 산업군으로 핵심기술과 서비스가 민간주도로 발전하고 있어, 이들 분야의 주요 기업들이 적극 참여하도록 하는 것이 UAM 생태계 형성의 성패를 좌우
- (UAM의 이슈 극복) UAM 산업에는 앞으로 해소해야 할 수많은 이슈들이 존재하며, 이들 중 상당 부분이 시장 환경과 소비자 수용도에 민감하게 반응하는 것으로, 정부 주도의 개발 사업만으로는 올바른 해법을 찾기 어려운 부분들임

- 그러나, 국내의 협소한 시장 및 기술 여건에서 민간 기업 주도로 UAM 생태계를 초기부터 구축해 가는 것은 불가능하다. 때문에, UAM 산업의 주체인 민간의 다양한 참여자들이 핵심 Player로서 기술개발과 서비스 개발에 적극 투자할 수 있도록, 초기 산업생태계 형성 단계의 마중물로서 공공이 초기 활용을 주도하는 것이 필요
 - (공공투자) 비행환경 조성, 기술개발지원, 교통·기상·공간정보 구축 등의 R&D 및 서비스 개발 인프라 구축에 대한 정부 투자
 - (민간산업 활성화) UAM 스타트업 금융지원, 각종 보조금정책, 요금할인 등의 경제적 인센티브를 통한 초기산업생태계 활성화 정책
 - (신산업 육성 HUB) 국내의 한정된 UAM 분야 전문인력 풀을 최대한 활용하면서 미래 신규 진입자(IT, 통신, 자동차, 항공서비스 등)들에 대한 기술·정책·서비스개발을 지원할 수 있는 HUB 기관 (또는 산학연 커뮤니티)을 정부기관이 주도하고, UAM 특화된 연구개발 인력 양성, R&D 프로그램 기획 등을 종합적으로 추진할 필요가 있음
- 통신 관련 분석 기술 및 지표 확보, RF 시스템에 대한 실증, 운영 및 유지관리 Know-How 확보하여 UAM 사업의 안전성 확보
 - 시장진입장벽이 낮아짐을 고려하여 정부 주도로 국내 최고의 항공시설 및 항공사와 IT 산업의 인프라를 적극 활용하여 단계적인 개발 체계 구축
 - 항공기술과 기체개발 기업간 협업으로 기체 안전운항 정보 공유 개발이 필요
 - 기존 항행시설 개발기술로 세계최초의 UAM 지상 기반 항법기술 개발 가능

나. 강점 활용을 통한 위협극복 전략 (ST 전략)

- UAM 산업활성화의 필수 조건인 규제·인증, 교통관리시스템, 인력양성제도 등을 조기 정비해 산업의 불확실성을 제거하고 민간 기업이 예측 가능한 환경조건을 바탕으로 신사업 계획을 수립할 수 있도록 합리적 제도 구축 필요
- (운항기준 및 인증기준) 한국의 공역과 교통수요에 맞게 한국형 운용개념을 확보하고 각종 환경규제조건과 기체인증기준, 인프라 기준 등을 조기 확보해 신산업을 둘러싼 불확실성 조기 제거
- (교통관리) 공역과 항공교통 인프라의 수용능력을 감안한 최적의 UAM 교통관리 시스템을 개발, 구축
- (인력양성) 조종사, 관제사 양성을 위한 기준을 조기 마련하고, 관련 기술에 대한 인증체계를 함께 구축

- 통신관련 분석 기술 및 지표 확보, RF 시스템에 대한 실증, 운영 및 유지관리 Know-How 확보하여 UAM 사업의 안전성 확보를 위한 투자 확대
- 시장진입장벽이 낮아짐을 고려하여 정부 주도로 국내 최고의 항공시설 및 항공사와 IT 산업의 인프라를 적극 활용하여 단계적인 개발 체계 구축
- 안전성이 검증된 기존 감시기술을 활용하여 UAM 감시정보 신뢰성 확보가능
- 검증된 상용망의 확장으로 대중 안전인식 확보를 위한 감시정보 획득기술 개발

다. 약점 보완을 통한 기회활용 전략 (WO 전략)

- 해외는 NASA, FAA, EASA 등의 국가기관과 Uber 등 민간기업이 UAM 생태계 구축에 필요한 제반 기술과 정책, 환경 이슈에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있어, 이들 국가/기관/기업과의 적극적인 협력 체계 구축을 통해 조기에 이를 습득하고, 신속한 내재화 과정을 거쳐 선도그룹에 함께 진입하는 전략 필요
 - (국제협력) 국제적인 표준/인증기관과의 협력 강화, 표준화 기구 참여 확대, 국제 컨퍼런스 개최 등을 통해 국제적인 표준 및 기준에 대한 연구를 심화하고 이를 바탕으로 국내 제도와 정책을 조기 수립
 - (세계우수기업 협력) 우수기업의 유치, 국내 연구기관/기업과 해외 기업 간의 협력사업 강화 등을 통해 국내 UAM 산업계가 미래의 국제 UAM 산업생태계의 한 축으로 진입할 수 있는 기회와 통로를 적극 확보하고, 국내 UAM 산업계만의 강점을 살리는 비교우위 가능분야를 조기 탐색할 필요가 있음
- 5G를 보완할 수 있는 5G-SAT 방식이나 LTE 고속망을 위한 기술개발 및 보완
- 연구개발 인재 육성 기회로 활용하여 인력 인프라 확보 및 국내 장비의 전량 국산화를 통한 해외시장 진출 교두보 확보
- 전파환경 등 외부환경 분석을 위해 다양한 방식의 감시기술 검증
- 다양한 국내 이해당사자 참여를 위한 필요정보 식별 및 시뮬레이션 개발
- 외부환경 분석 데이터 축적을 위한 데이터 공유 기술 개발

라. 약점 보완을 통한 위협극복 전략 (WT 전략)

- UAM 산업에 대한 합리적 미래 전망에 근거, 국제적인 UAM 생태계 흐름에 맞는 단계적 국내 서비스 로드맵을 개발하고, 각 단계별 서비스에 대한 국민 수용성을 높이기 위한 제도를 구축해야 한다. 이를 위해, 국내 교통체계와 밀접합된 UAM 교통서비스를 단계적으로 구상하고, 소비자의 이용 편의성을 극대화할 수 있도록 서비스 인프라 정비 병행 필요

- (단계적 서비스) 초기 UAM 활성화에 가장 적합한 서비스(예: 화물배송, 공공서비스, 관광상품 등)를 단계적으로 개발하고 시장 적용을 통해 비즈니스 모델 및 기반인프라 고도화 추진
- (연계 서비스 인프라) 버티포트, 충전, 연계교통체계, 보안검색, 기타 도시기능 연계 시스템을 체계적으로 구축
- 5G를 보완할 수 있는 5G-SAT 방식이나 LTE 고속망을 위한 서비스 품질 보장 및 안전 확보
- 정부주도의 적극적인 투자를 통해 국내 독자 기술 확보 및 해외 기술을 활용한 체계융합기술 확보
- UAM 운항 안전확보를 위해 다양한 감시정보 획득 및 공유기술 개발
- 위험 상황 대처를 위한 관제기관, PSU, 운항사 정보 시뮬레이션 운영

3. 중점추진 연구분야 도출

- (UAM CNSi 획득 및 활용체계 기술개발 및 정보 신뢰성 검증) 2025년 UAM 상용화 서비스 개시하는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」 이행을 위해 데이터 기반 UAM 교통관리(UATM)의 기반이 되는 고신뢰도의 CNSi 획득 및 활용체계 선행 구축이 중요함
 - 새로운 CNSi 획득 및 활용체계는 기존 체계 기반의 검증을 위한 CNSi 선행연구 개발이 필요하며, UAM CNSi 공유체계를 통한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보관리시스템 등) 간 UAM CNSi 획득 및 활용 체계에 대한 신뢰도 향상을 위한 사전적 조치 필요
- (CNSi 정보활용/공유 체계 연구를 통한 운항사 UAM 운항통제시스템 구현) UAM 운항사 관점에서의 비행계획 수립, 비행 감시 시스템 구축 뿐 아니라 관련 분야 종사자들 간의 CNSi 정보 활용 및 공유체계 수립을 위한 기술개발이 필요함
- (UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용기술 및 공유체계 연구) 2025년 UAM 상용화 시 UAM 항로에서 기체의 운항, 비행 관리를 하게 될 PSU가 안전한 비행 관리를 위한 시스템 및 기체 안전 및 외부환경, 그리고 비행 정보에 대한 정의 및 관리와 UAM 기체가 이착륙하는 Vertiport에서 CNSi 시스템이 필수적
 - 이를 위해 UAM 기체가 항로에서 비행 시 기존 항공시스템, 상용통신망 등으로 지속적이고 안정적인 감시정보 획득이 방법을 구현하고, 위성 기반 항법 시설 장애시 즉시 대체 가능한 지상 기반 항법 시설을 제시함
 - 그리고 민항을 포함한 전 공역 관리와 서비스 생태계 관점에서 Vertiport 운영자, PSU, 관제기관(ATC, 군) 등의 정보공유 데이터 항목과 안정적인 공유체계를 연구함

- (CNSi 연계 UAM 실증 관제시스템을 통한 정보 신뢰성 검증) 인구 밀집지역, 인구 비밀집지역, 해안, 공항 주변 등 다양한 UAM 운항환경을 고려한 실증노선에 요구되는 CNSi 정보 요소를 식별하고 CNSi 장비를 개발 및 실증 노선에 전개하며, 획득된 정보를 실증 관제시스템에 연동하여 정보의 신뢰성을 검증함
 - 또한, ATM 시스템과의 정보 교환을 통해 초기적인 ATM-UATM 통합 운영환경과 Network Operation 방안을 검토함

2절. 연구비전 및 목표

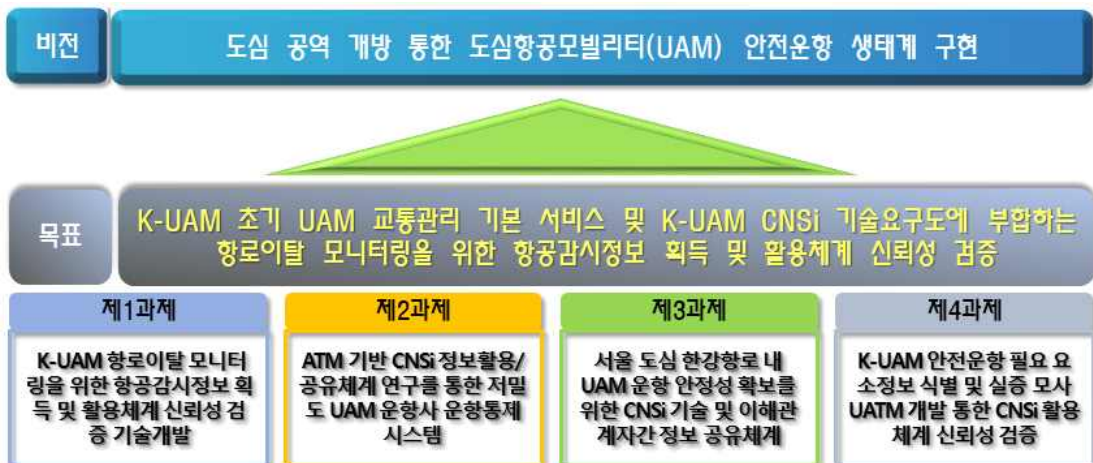
1. 연구 비전 및 목표

가. 비전

- 도심 공역 개방 통한 도심항공모빌리티(UAM) 안전운항 생태계 구현

나. 목표

- 총괄 목표 : 2025년 도심항공모빌리티(UAM)의 초기 상용화 서비스 지원을 위해 향로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 연구개발·신뢰성 검증
- 세부 목표
 - (1과제) K-UAM 향로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발
 - (2과제) ATM 기반 CNSi 정보활용/공유체계 연구를 통한 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술개발
 - (3과제) 도심 실증 향로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술개발
 - (4과제) K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술개발



2. 설정 근거

가. 비전 설정 근거

- 본 연구의 비전은 “도심 공역 개방 통한 도심항공모빌리티(UAM) 안전운항 생태계 구현” 으로, 정부의 2025년 UAM 도입 로드맵의 성공적인 이행을 위해 필요한 저밀도 UAM 교통관리 기본 서비스 기술 및 UAM CNSi 획득/활용체계 기술을 개발
 - UAM 운항사, 버티포트 운용자, UAM 교통관리 기본 서비스, 관련 이해당사자(공항 및 공역 관제사, 육군항공, FIMS, USS(UAS Service Supplier)) 간 UAM 도심 안전운항에 대한 신뢰를 확보하고자 UAM CNSi 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 비전을 제시

나. 목표 설정 근거

- (1과제) K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 기술개발 및 CNS 획득체계 신뢰성 검증
 - UAM 운항 고도 및 도심 환경을 고려할 때 기존 CNS 체계는 UAM 운항에 부적합하여 통신망을 통한 데이터 통신, 다중 GNSS 위성군, 통신망을 이용한 광역감시시스템 등 새로운 접근방법이 필요
 - 새로운 UAM CNS 체계는 기존의 CNS 체계와 상호비교평가를 통해 검증이 필요하고 AGL 1,500ft에서의 UAM 교통을 관리할 저밀도(동시 5대 이하) 교통관리 기본 서비스 개발 및 CNS 획득/활용체계 신뢰성 검증을 목표로 제시
- (2과제) ATM 기반 CNSi 정보활용/공유체계 연구를 통한 저밀도 UAM 운항사 운항 통제시스템 기술개발
 - UAM의 실용화를 위해서는 각 구성주체의 관점에서 UAM CNSi 정보활용 및 공유방안을 도출하고 전체적인 운용개념을 구체화하는 것이 중요
 - 특히 운항사 관점에서 UAM 운용개념을 구체화하기 위해서는 기존 여객기 운항 통제체계의 운용경험을 적극 활용할 필요가 있어 CNS/ATM 체계의 운용 절차 및 메뉴얼 등을 기반으로 한 UAM CNSi 정보활용 및 공유방안 연구와 이를 이용한 UAM 운항통제시스템의 구현을 목표로 제시
- (3과제) 도심실증항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술개발
 - (CNSi) UAM 실증노선 내 운항 안전성을 확보하기 위해 필수적으로 구성되어야 할 고신뢰도 CNSi 체계 구축을 위해 5G 기술을 활용한 UAM 통신체계(C) 마련 및 GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상항법시스템(N) 구축 및 기체의 위치 감시(ADS-B, 영상감시 등)정보 획득 체계(S) 구축 마지막으로 Corridor 운항 환경 데이터 공유(기체↔지상국)를 통해 운항 안전데이터(i) 연계 체계 구축 및 CNSi 획득 정보에 대한 신뢰성 검증을 목표로 제시

- (교통관리 및 정보공유) 효과적이고 안전한 UAM 상용화 확장을 위해 한국형 PSU의 교통관리 모델을 수립하고, 사이버보안을 적용한 이해관계자간 실시간 정보공유 체계를 구축하여 정보보안과 신뢰성 있는 시스템 모델 제시

○ (4과제) K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술개발

- UAM의 이착륙 단계와 순항 중 CNSi를 통해 획득된 정보는 UATM 등의 관제시스템을 통해 정밀하고 정확한 상황인식정보를 생성할 수 있어야 하며, 운항사, 이착륙장 운영자, ATC 등 다양한 이해당사자에게 공유될 수 있어야 함
- 따라서 CNSi 정보의 정확성과 실증노선 운항 안전을 검증할 수 있는 실증용 관제시스템의 모사 및 데이터 신뢰성 검증을 그 목표로 설정함

3. 단계별 목표

○ 1단계, 기술개발단계 (2022~2023년)

- (1과제) K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 개념 설계 및 운항고도, 비행단계별 가용 CNS 장비 설계 및 개발
- (2과제) UAM CNSi 기술개발 및 활용동향 분석을 통한 초기 저밀도 운용환경에서의 UAM 운용개념 및 CNSi 기반 운항통제 요구사항 도출과 관련 요구사항 분석을 통한 운항사 운항통제시스템 개념 및 상세설계
- (3과제) UAM 운항 안전성 확보를 위한 CNS 기술요구도 설계 및 인프라, 시제품 개발 및 PSU 교통관리, 이해관계자 간 정보공유를 위한 데이터 및 인터페이스 정의와 사이버 보안 체계 설계, 기체↔지상국 간 데이터 (주변환경, 충돌위험 등) 식별 및 전송방법 정의를 통한 지상 시스템 구축
- (4과제) CNSi 정보요소 식별, 품질 평가기준 정의, 항행안전시설 연계 방안 및 실증 모사 UATM 개발

○ 2단계, 기술향상단계 (2024년)

- (1과제) CNS 장비에 대한 UAM 운항고도별 및 비행단계별 성능 평가 및 K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 성능 평가
- (2과제) CNSi 기반 UAM 운항통제 기술동향 분석을 통한 운항 단계별 UAM 운용개념, 운항통제 요구사항 및 절차 구체화, UAM 운항통제시스템 개발
- (3과제) 도심 실증 항로 내 CNS 정보 획득 Field Test 및 기존 ATM과 연계체계 개발 및 이해관계자간 정보공유를 위한 DB 및 사이버 보안 관리체계 구축, UAM Corridor 기체↔지상국 간 데이터 통신 Field Test 및 UAM 흐름관리체계 구축

- (4과제) 상용 통신망 기반 CNSi 시제품 개발, 실증 관제시스템 모사 고도화 및 외부 시스템 연동

○ 3단계, 통합 검증 단계 (2025년)

- (1과제) K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 통합성능 평가 및 CNS 획득 신뢰성 검증(@실증노선)
- (2과제) UAM 운항통제시스템 통합, 모의운용을 통한 UAM 운용개념과 운항통제 요구사항 및 절차(안) 검증
- (3과제) UAM CNS 획득 정보 및 ATM 연계 신뢰성 검증, PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자간 정보공유체계 신뢰성, 보안성 검증, UAM Corridor 기체<->지상국 간 데이터 통신 및 UAM 흐름관리체계 신뢰성 검증
- (4과제) CNSi 장비 실증 노선 전개, 외부와 연동된 환경에서의 실증 모사 관제시스템 운용을 통해 CNSi 및 실증 모사 관제시스템 종합 평가

<표 Ⅲ-1> K-UAM GC와 본 기획의 UAM CNSi 획득/활용체계 비교

구 분	K-UAM GC	교통관리 기본서비스 & 항공감시정보	비 고
통신(C)	·상용 이동통신 링크 ※ AGL 고도 500 ft 이하 서비스	·5G 상용 이동통신 링크 ·상행 고도에서의 서비스 망 추가	·호환성 유지 ·본 과제에서는 AGL 고도 1,500 ft 이상 서비스
항법(N)	·항로 : SBAS ·버티포트 : RTK ·멀티 GNSS 기반	·항로 : SBAS ·버티포트 : RTK ·멀티 GNSS 기반 ·보조수단 : 대체 지상 항법 시스템	·호환성 유지 ·본 과제에서는 다양한 수신기 PBN 성능검증
감시(S)	·통신링크 기반 보고체계 ·ADS-B ·소출력 단거리 레이더	·통신링크 기반 보고체계 ·ADS-B ·소출력 단거리 레이더	·호환성 유지
정보공유(I)	·GC용 전용 프로토콜	·기존항공교통체계와 연동 (SWIM 등)	·두 사업 간 정보 I/F는 GC의 임무통제 통합관리시스템에 반영
CNSi 목적	·K-UAM GC 참가하는 UAM 기체의 공역 운용 안전성에 대한 독립적 평가 장비	·UATM 개발을 위한 선행 구축 CNSi 인프라 (사용자)로서 UAM CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증과 2025년 초기 상용 서비스 CNSi 인프라 구축	·K-UAM GC CNSi는 검사자 입장의 인프라 ·본 과제 CNSi는 각 참가자의 이해관계에 따라 구축하는 인프라. 단 GC와 호환성 유지 필요
교통관리	·K-UAM GC 참가하는 UAM 기체 단독 운항에 대한 기본 서비스 제공	·K-UAM 상용화 초기단계에서의 저밀도 UAM 교통관리를 위한 기본적 운항서비스 제공	·본 과제의 교통관리 기능은 GC와 동등 또는 이상의 기능 구현

주1. K-UAM CNSi 구성은 각 상용 서비스 제공 주체(PSU, 버티포트, 운항사 등)의 선택에 따라 상이할 수 있음. (단, K-UAM GC 구성과 호환성은 유지되어야 함)

주2. K-UAM GC 교통관리는 주로 단독 운항에 대해 기본 서비스를 제공. 본 과제에서의 교통관리는 상용화 초기 단계에서의 저밀도 UAM 교통관리를 위한 기본 서비스 제공. (단, 본 과제의 교통관리 기능은 GC와 동등 또는 이상의 기능 구현)

<표 Ⅲ-2> K-UAM 단계별 교통관리 기능 비교

		UAM 교통관리 1단계 (초기 저밀도, 5대 이하)	UAM 교통관리 2단계 (고밀도, 동시 100대 이상)	
K-UATM 서비스 성숙도		1단계 (2025-2029)	2단계 (2030-2034)	3단계 (2035-2039)
국내 UAM 운항 환경		·항로 당 동시 운항 대수 : 5대 (30km 항로기준) ·단일 고정 회랑	·항로 당 동시 운항 대수 : 8대 (30km 항로기준) ※ NASA : 동시 100대 ·동적 회랑	·항로 당 동시 운항 대수 : 16대 (30km 항로기준) ※ NASA : 동시 1,000대 이상 ·다중 동적 회랑
UATM 도입 수준		·UAM 초기 운용 단계 ·기존의 ATM 패러다임 활용	·신 교통관리 절차 및 기술 필요 ·UAM 운용 위한 UATM 서비스	·UAM 완전 자율비행 운용 운용 방식
UATM 기본 서비스	공역, 절차	·기존 공역 구조 및 절차 또는 기존 ATM 개념 기반 회랑 및 절차 활용	·여객 항공기와 기타 공역 사용자로부터 UAM 운항 분리(UAM 회랑, 경로)	·고도의 동적 공역 구조
	정보 교환	·운항사, 버티포트 중심의 정보교환	·모든 주요 이해당사자 간 정보교환	·모든 주요 이해당사자 간 정보교환
UATM 운용 서비스	비행 승인	·비행 계획 및 승인 초기 서비스 구현 ·저밀도 교통량이므로 버티포트 가용성에 초점	·전용 UAM 공역 구조(회랑 등) 비행계획 승인 서비스	·4D 경로 비행계획 승인 서비스
	교통흐름 관리		·전용 UAM 공역 구조 자원(회랑 등) 가용성 기반 비행 전 교통흐름 관리	·공역 효율성 최대화 위한 교통흐름관리(ATM, UTM연동)
	공역관리	·사전에 지정된 공역 구조(고정 회랑)의 사용	·실시간 또는 준 실시간 신규 공역 구조(동적회랑) 생성	·실시간 신규 공역 구조(동적회랑) 생성
	항로이탈 모니터링	·비행승인 비행 계획 항로 준수 확인	·운항 중 안전 위험 관리	·조종사 탑승 운항과 자율비행 운항 간 충돌 해결

※ 특정 단계 적용을 위한 연구는 전 단계에서 이루어져야 함.

4. 기술개발에 따른 미래상

- 향후 기술개발에 따라 구현될 본 과제에 따른 미래의 이미지를 기술성능 관점에서 현재(As-Is)와 미래(To-Be)로 구분하여 제시함

가. (1과제) K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증

- 기존 Point-to-Point 통신방식은 필요정보를 얻기 위해 빈번한 통신 소요가 필요했으나, 미래에는 통신망을 통해 공유된 필요정보에 다중 접속이 가능
- 기존 활용 가능 GNSS는 GPS가 유일했으나, 미래에는 미국의 GPS를 포함한 러시아의 GLONASS, 유럽의 Galileo, 중국의 Beidou의 이용이 가능
- 기존 레이더, ADS-B 등 전용장비에 의한 감시시스템은 가까운 미래에는 통신망을 이용한 광역감시시스템으로 발전
- 기존 500 ft이상 유인 항로고도 사이 교통관리시스템이 부재하나, 평균 AGL 1,500 중심의 UAM 교통관리시스템 활용 가능

<표 Ⅲ-3> UAM의 CNSi 시스템의 개발 미래상

AS-IS	TO-BE
<ul style="list-style-type: none"> ·Point-to-Point 통신 ·단일 GNSS 위성군 (GPS) ·전용 장비에 의한 감시(레이더, ADS-B 등) 	<ul style="list-style-type: none"> ·다중 통신망 통신 (필요 데이터 공유) ·다중 GNSS 위성군(GPS, GLONASS, Galileo, Beidou) ·통신망에 의한 광역 감시
<p>The diagram for 'AVIATION TODAY' shows a network of point-to-point connections between various entities: Military Ops Center, Flight Management Center, Met Service Provider, Airport, ATIS, Tower, ATIS, Tower, ATIS, Tower, ATIS, Tower, ATIS, Tower. A globe shows a single GNSS satellite (GPS) providing coverage. Below, an 'ADS-B' diagram shows an aircraft communicating with ground stations via GNSS and COMMS.</p>	<p>The diagram for 'FUTURE OF AVIATION' shows a 'Global Aviation Intranet' cloud connecting all entities. A globe shows multiple GNSS satellites (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou) providing global coverage. Below, a 'SWIM' (System Wide Information Management) diagram shows a multi-layered architecture for data exchange between various systems.</p>

나. (2과제) '25년 이후 UAM 실증사업을 위한 초기 저밀도 운용환경에서의 UAM 운용 통제절차 수립과 운항사의 UAM 운항통제시스템 확보

- 기존 CNS/ATM 도입 및 운용경험을 기반으로 한 UAM 운용통제를 위한 절차를 수립하여 2025년부터 진행 예정인 K-UAM 실증사업에 활용함으로써 국내 UAM 활성화를 위한 기반 마련
- 기존 민항기 운항사로서의 풍부한 여객 운송서비스 및 항공기 운항 통제 경험과 시스템 운용 경험을 활용, UAM 운항사의 운항통제시스템의 초기 버전을 개발하여 K-UAM 실증사업에 적용, 검증함으로써 향후 운항사의 UAM 운항 통제 시스템 고도화에 활용

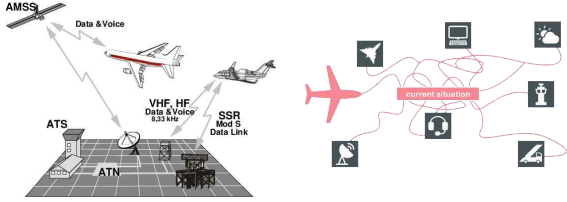
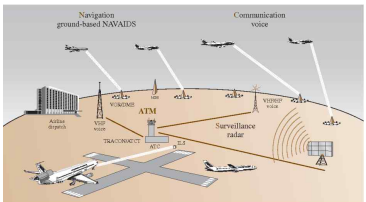
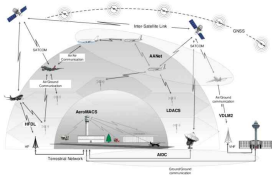
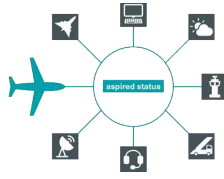
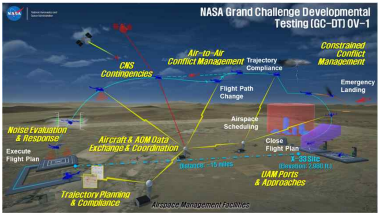
<표 Ⅲ-4> UAM의 운항통제시스템의 개발 미래상

AS-IS	TO-BE
<ul style="list-style-type: none"> ·UAM 운항통제절차 미확보 ·운항사 UAM 운항통제시스템 미확보 	<ul style="list-style-type: none"> ·UAM 운항통제절차 (안) 수립 ·시범운용을 위한 운항사의 UAM 운항통제 시스템 확보
<p>A photograph showing a traditional air traffic control room with multiple operators seated at desks with computer monitors, managing traffic.</p>	<p>A photograph showing a futuristic, spacious air traffic control room with a large central display and a curved desk area, designed for UAM operations.</p>

다. (3과제) 도심 실증 항로내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자 간 정보 공유체계 기술 개발

- 2025년 UAM 상용화 시 PSU의 안정적 기체관리 및 비행 흐름 관리 시스템 구축
- 도심에서 Vertiport 및 PSU 운영 시 필요한 CNSi 환경을 구축하고 기존 ATM 연계로 전공역의 안정적인 항로운영 환경 마련
- 항로내 UAM 운항안전 확보 및 K-UAM PSU 교통관리 모델 수립으로 이해관계자(ATC, 버티포트, 운항사 등) 등 국가적 안전관리를 위한 통합 정보공유 교통관리 체계 구축

<표 III-5> UAM CNSi 획득 및 정보연계체계 연구 미래상

AS-IS	TO-BE
<p>·저밀도 CNSi 획득을 위한 시스템 미비 ·이해관계자간 다양한 비행정보 공유 및 정보 연계 체계 미비 ·안전한 UAM 항로 비행을 위해 ATM과 정보연계 필수</p>   <p><small>Fig. 67.1 NAS CNS/ATM Infrastructure</small></p>	<p>·저밀도 CNSi 획득 시스템 구축 및 검증 ·이해관계자간 정보연계 및 데이터 활용 체계 구축 ·現 ATM 시스템과 연계 인터페이스 구축</p>    <p><small>NASA Grand Challenge Developmental Testing (GC-DT) OV-1</small></p>

라. (4과제) K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

- 유인 항공 체계의 안전 운항을 위해 구축된 기존 항행안전시설과 연계하여 UAM 운항 특성에 맞는 UAM CNSi 환경을 구현
- CNSi에서 제공된 정보의 정확도, 가용성과 무결성을 실시간으로 모니터링 할 수 있고, 정확한 UAM 운항 상황 정보를 제공하는 PSU 환경 구현
- 궁극적으로 UAM 기체의 자율비행을 지원하고 최적의 운항 스케줄 생성 및 사전적 흐름관리를 수행하는데 필요한 정보를 제공하는 CNSi 환경 구현

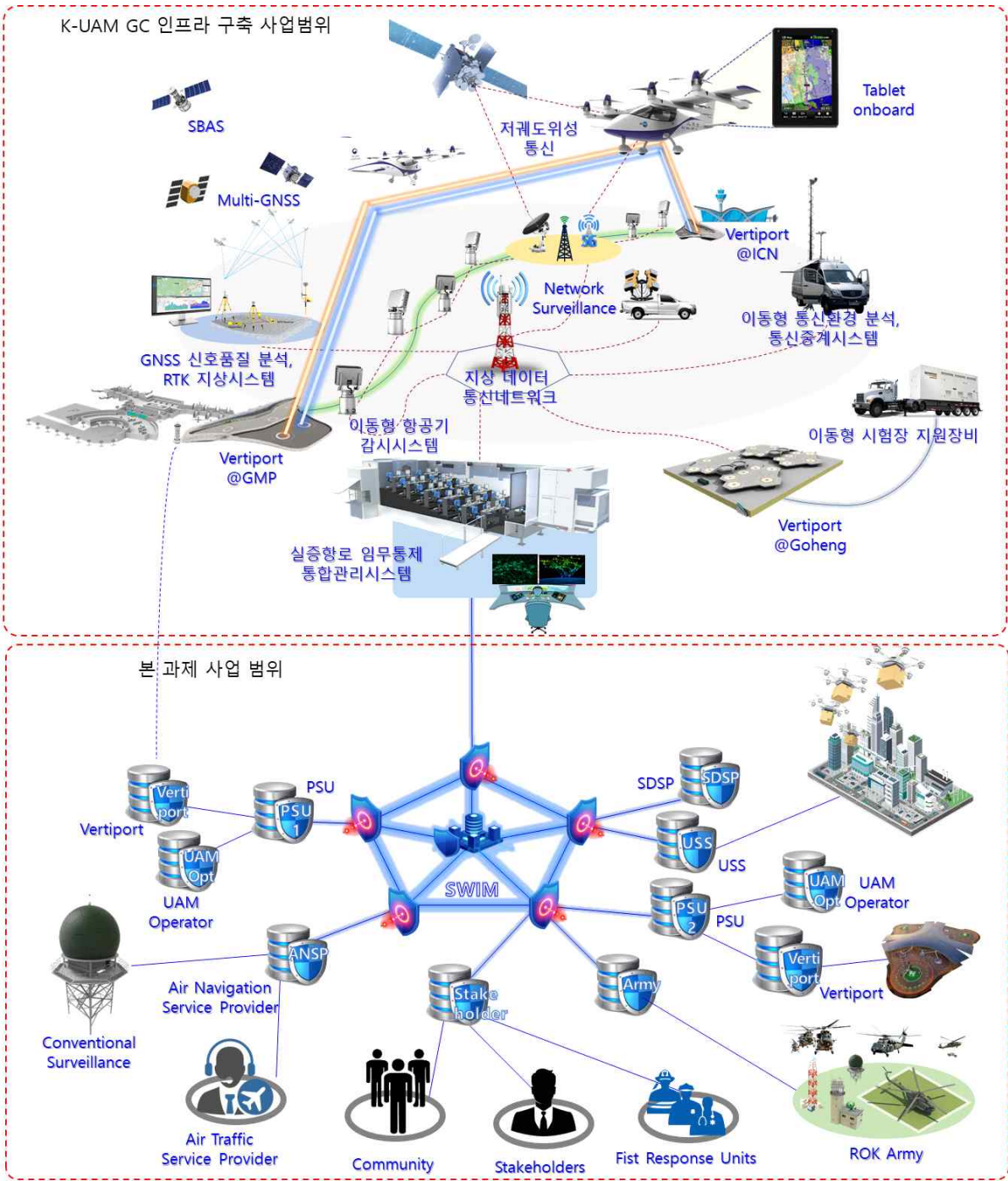
<표 III-6> UAM CNSi 환경 연계 교통관리시스템 연구 미래상

AS-IS	TO-BE
<ul style="list-style-type: none"> ·항공기용 항행안전시설(레이더, ILS 등) 운용 ·고고도 항공기 안전운항에 적합한 시설 환경 	<ul style="list-style-type: none"> ·UAM용 CNSi 장비 체계 구축 ·저고도에서 안전운항이 가능하도록 관제시스템 화면 및 경보체계 구성
	

<표 III-7> K-UAM GC와 본 기획과제의 일정 관계

핵심 항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준				향후 수준
		'22년 수준		최종 목표수준		
		'21	'22	'25(종료년도)	'26~	
통신	·Point-to-Point 통신	·다중 통신망 통신시스템 설계 ·V2V 통신시스템 설계	·다중 통신망 통신시스템 확보 ·V2V 통신시스템 확보	·다중 상용 통신망 보안 통신시스템 운용		
항법	·단일 GNSS 위성군 (GPS)	·다중 GNSS 위성군 (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou) 이용 항법시스템 설계	·다중 GNSS 위성군 항법시스템 ·위성기반 DGNSS(SBAS) 항법시스템	·다중 GNSS 위성군 항법시스템 ·K-SBAS		
감시	·전용 감시 장비 (레이더 ADS-B 등) ·저고도 항로 감시시스템 미비	·통신망 기반 저고도 항로 감시정보 획득시스템 설계	·통신망 기반 저고도 항로 감시정보 획득시스템 확보	·통신망 기반 광역 감시정보 획득시스템 운용		
정보 공유	·Point-to-Point 정보 공유시스템	·UAM 안전운항 통합정보 공유시스템 설계	·UAM 안전운항 통합정보 공유시스템 확보	·UAM 안전운항 통합정보 공유시스템 운용		
UATM	·AGL 고도 1,500ft (평균) 교통관리 부재	·AGL 고도 1,500ft (평균) 저밀도 교통관리시스템 개념설계	·AGL 고도 1,500ft 저밀도 교통관리시스템 운용	·전 공역 통합 교통관리시스템 개발		

	'21	'22	'23	'24	'25	'26
K-UAM GC 로드맵	K-UAM GC 실증시험용(1대 기준) UATM 및 CNSi 환경설계 @고흥항공센터	비행 시험				
		교외 지역 설계	비행시험			
		초기 UAM 교통관리 기본서비스 요구도 및 항공감시정보 호환성 요구도	공항지역 설계	비행시험		
K-UAM GC와 본 과제 간 관계		K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 기술 개발			UATM 및 CNSi 인프라	K-UAM 초기 상용 서비스
K-UAM 예타과제	K-UAM UATM 및 고신뢰 CNSi	고도화 요구도 획득/활용체계		고밀도 UAM 교통량(동시 100대 이상) 처리를 위한 확장형 교통관리시스템 (UATM) 개발		



[그림 Ⅲ-1] K-UAM GC 및 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 기술개발 간 연계도

- * USS : UTM Service Supplier
- * PSU : Provider of Service for UAM
- * SDSP : Supplement Data Service Provider
- * SWIM : System Wide Information Management

3절. 연구개발과제 구성

1. 핵심기술 후보군 도출

가. 수요 기반의 중점기술별 부족기술을 식별하여 K-UAM 구현을 위한 핵심기술을 도출

○ (추진 방법) 기술조사 및 UAM 관련 기업·대학·연구기관 전문가로 구성된 실무작업단(W/G)의 검토를 거쳐 향후 확보해야할 핵심기술을 도출함

- (기술조사) UAM 실무작업단(W/G) 및 이해관계자 대상 부족기술 조사

- 이해관계자 부족기술 조사는 ①KAIA 홈페이지를 통한 기술조사, ②항공분야 학술학회* 홈페이지에 링크(KAIA 홈페이지 내 기술조사 게시판)를 게시

* 한국항공우주학회, 항공우주시스템학회, 한국추진공학회, 한국소음진동학회 등

- (기 발표된 기술검토) 산업부에서 수립한 ‘항공핵심기술개발로드맵(‘20.12월)’ 대상 관련 기술 검토

- 해당 로드맵 내 UAM 관련 분야인 PAV(Personal Aviation Vehicle)에 해당하는 기술을 검토

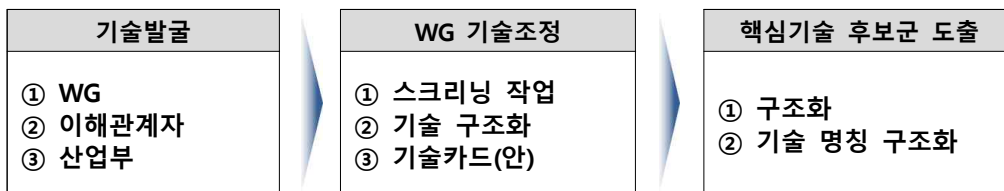
○ (수행 기간 및 절차) ‘20년 12월~ ‘21년 2월

- (1단계 기술조사) WG 및 이해관계자 등을 대상으로 기술조사

- (2단계: 기술후보군 발굴) WG별 산·학·연 전문가가 기술수요를 검토하여 핵심기술 후보군 발굴

- (3단계: 핵심기술 선정) WG별 산·학·연 전문가가 기술 후보군에 대한 조정 및 평가 등을 통해 핵심기술 최종 확정

<표 III-8> 핵심기술후보군 도출 과정



나. W/G 전문가 및 이해관계자 등을 대상으로 부족기술 확보(기술조사)

○ (수행방법) WG 전문가 대상 부족기술에 대한 기술조사를 수행하고, 수행결과를 반영하여 이해관계자 기술조사를 수행

- (조사기간) ①(WG) ‘20년 12/2~12/16 (14일간) ② 산업부 항공핵심기술로드맵 기술검토 ‘20년 12/16~12/18 (3일간) ③(이해관계자) ‘21년 1/18~2/2 (15일간)

- (조사항목) 제안기술명(+요소기술명), 기술의 정의, 기술개발 목적 및 필요성, 기술의 범위, 연구수행시기 및 소요기간소요 예산 및 기간 등

- (기술 수준) 최고 선진국 대비 국내 기술수준, 최고 기술 보유기관/국가
- (기술획득 전략) 기술 확보방안(국내 독자개발, 국제공동개발, 해외도입), 투자주체(정부주도, 정부-민간공동, 민간주도), 수행부처(국토부, 과기부, 산업부, 중기부, 기타부처), 연구수행주체(산, 학, 연), 연구개발단계(기초연구, 응용연구, 개발연구)

○ (조사결과) 141개 기술조사서 접수

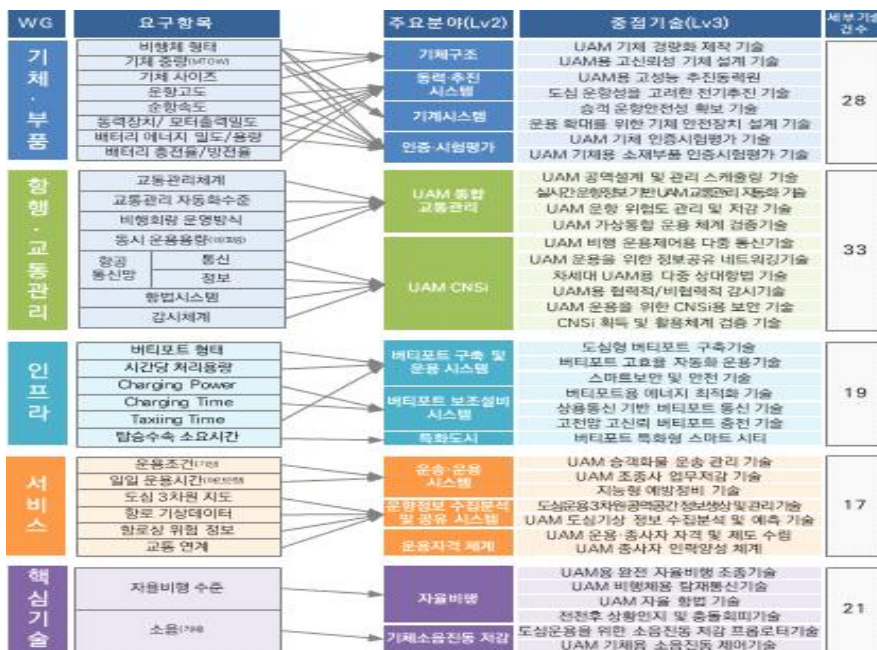
<표 Ⅲ-9> 기술조사 취합 결과

구분	WG	이해관계자	산업부	계
기술조사	69개	49개	23개	141개

다. 전문가 자문그룹인 실무작업단(WG)에서 기술수요에 대한 검토 및 삭제, 재조정 등 Screening 과정을 거쳐 기술 후보군을 발굴

○ (WG분과위) 기술 후보군 도출을 위해 기술수요(WG, 이해관계자, 산업부)에 대한 검토 및 Screening을 수행함

- (검토 기간) 2/5~2/9일 (코로나19로 인해 온라인 회의 개최)
- (결과) 총 118개 핵심기술 후보군 발굴



[그림 Ⅲ-2] 118개 핵심기술후보군 도출

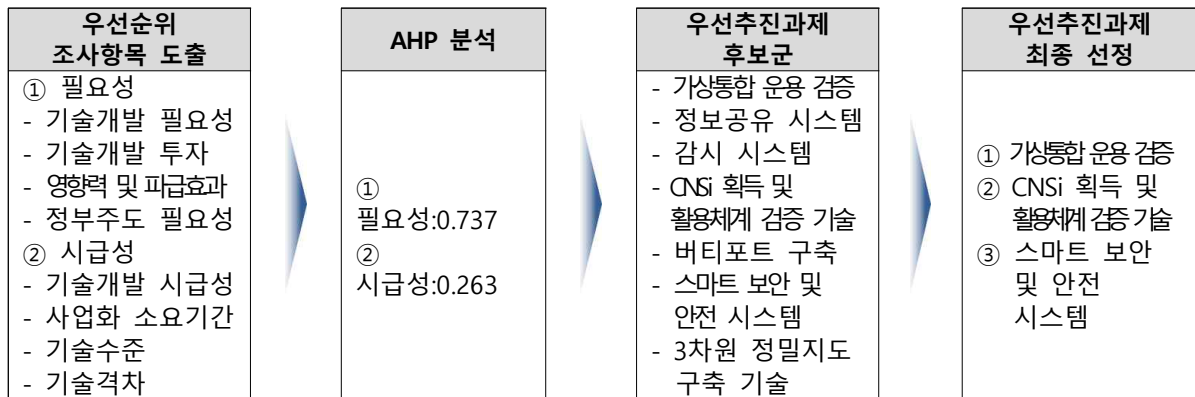
2. 우선순위 도출을 통한 우선추진 과제 선정

가. 우선순위 평가

○ (개요) 핵심기술 확정을 위해 도출된 118개의 핵심기술 후보군 대상으로 우선순위 평가를 진행하여 기술 확보 필요성 및 시급성을 도출함

- (추진방법) 본 과제의 우선추진 과제를 도출하기 위해 4개의 전제사항 및 우선순위 도출을 ① 우선순위 조사항목 도출 → ② AHP 분석을 통한 조사항목 간 가중치 도출 → ③ 중요도 설문조사 → ④ 조사 결과 분석을 통한 중점 연구 분야별 우선순위 도출 순으로 진행하여 우선추진 과제 선정함

<표 Ⅲ-10> 우선추진과제 선정 프로세스



○ (우선순위 조사항목 도출) 중요도(우선순위) 조사항목은 필요성, 시급성, 2개 평가항목으로 구성하고, 각 항목별 4개의 세부 평가항목으로 구성함

- (평가자) W/G 전문가 54명 중 48명 응답
- (평가기간) '21.2/19~2/23 (5일간) 진행
- (평가대상) WG에서 발굴한 118개 기술 후보군
- (평가지표 및 정의) 평가지표에 대한 AHP평가를 위해 2계층 8개로 설정



[그림 Ⅲ-3] 우선순위 평가항목 계층도 및 가중치

<표 Ⅲ-11> 우선순위 평가지표

평가 항목		평가 기준
필요성	1-1 기술개발 필요성	K-UAM 적기 상용화를 위해 해당기술이 얼마나 필요한가?
	1-2 기술개발 투자	시의적절한 기술개발을 위해 향후 투자 확대가 필요한가?
	1-3 영향력 및 파급효과	K-UAM 적기 상용화에 미치는 영향력 또는 파급효과가 어느 정도인가?
	1-4 정부주도 필요성	해당 기술에 대한 정부지원의 필요성은 어느 정도인가?
시급성	2-1 기술개발 시급성	UAM 산업을 적시에 활성화하기 위해 해당 기술개발이 시급한가?
	2-2 사업화 소요기간	기술개발 종료 이후 사업화에 소요되는 시간은 어느 정도인가?
	2-3. 기술수준	세계 최고수준 대비 국내 기술 잠재역량 수준은 어느 정도인가?
	2-4. 기술격차	현 수준의 기술역량을 고려할 때 최상위 기술수준에 도달하는데 걸리는 예상 기간은 어느정도인가?

- (AHP 분석을 통한 가중치 도출) 기술 분야별 산·학·연 전문가 등을 대상으로 설문조사를 실시하고, AHP 분석을 실시함

<표 Ⅲ-12> 평가항목 중요도(가중치) 조사 결과

1계층	가중치	
필요성	0.737	
시급성	0.263	
2계층	가중치	1계층*2계층
기술개발 필요성	0.392	0.288
기술개발 투자	0.247	0.182
영향력 및 파급효과	0.187	0.138
정부주도 필요성	0.175	0.129
기술개발 시급성	0.425	0.112
사업화소요기간	0.186	0.049
기술수준	0.238	0.063
기술격차	0.151	0.040

- (우선순위 도출결과) 상기 우선순위 평가 항목 가중치를 적용하여, 설문조사 실시 결과 아래와 같이 각 중점기술 분야별 우선순위를 도출함
- 기술 우선순위 평가 결과

① 기체·부품 : 5개 분야 - 26개 세부기술 도출

번호	주요분야 (Lv2)	중점기술 (Lv3)	세부기술(Lv4)	우선순위 평가결과		
				필요성	시급성	순위
1	기체	통합설계	차세대 멀티로터 UAM 통합설계 및 해석 기술	중	상	10
2			인공지능기반 UAM 다분야 통합 최적설계 및 해석(MDAO) 프레임워크 개발	중	중	21
3			Multi mode UAM 고신뢰도 비행시뮬레이션 기술	중	중	18
4		기체안전	UAM 상태정보 관리 및 건전성·사고원인 분석 기술	중	중	20
5			All weather capability를 위한 UAM 체계 결빙/착설 방지 장치 해석·설계 기술	중	중	15
6			All Weather Capability를 위한 UAM 낙뢰 기상예보 및 보호장치 해석·설계·인증 기술	중	중	19
7	구조	제작·생산	UAM용 항공기 복합재 구조 소재 및 제작 기술	중	상	11
8			3D 프린팅(적층제조) 활용 기체구조 및 부품 제작 기술	중	중	22
9		구조 설계	UAM용 내추락 생존성 향상 충격 흡수 동체 구조 개발	중	상	13
10			UAM 충돌·충격 완화 탑승자 좌석 설계 기술	하	중	24
11			낙뢰피격보호/전자파흡수 동시 구현 다중대역 전파흡수 기술	하	중	23
12	동력·추진 시스템	추진 동력원	UAM용 고출력 고밀도 배터리팩 기술	상	상	3
13			하이브리드(수소연료전지+배터리) 전기동력 기술	상	중	9
14			연료 및 냉매 겸용 액화 수소 기반 초전도 파워팩 기술	중	중	17
15		전기추진	고밀도 배터리를 전기추진 기술	상	상	8
16			초경량 고출력 전기동력 추진 기술	상	상	2
17			구동 모듈 설계 및 열관리 기술	중	상	12
18	기계 시스템	운항안전 장비	UAM 기체용 착륙장치 개발	하	중	26
19			PAV용 비상낙하산 시스템	하	중	25
20	인증·시험평가	기체 인증기술	UAM 비행체 인증시험 기반시설 구축	상	상	5
21			기체 제작 인증기준 및 절차 개발/수립	상	상	4
22			UAM 인증절차 및 비행성 평가 기술	상	상	1
23			UAM 유지감항 및 적합성 검증 체계 구축	상	상	6
24		기체 신소재·부품 인증기술	경량화 소재 및 부품 제작 인증기준	중	상	14
25			UAM을 위한 추진시스템 인증 체계 구축	상	상	7
26			시스템 설계 및 안전설계 기술	중	상	16

② 항공·교통관리 : 2개 분야 - 33개 세부기술 도출

번호	주요분야 (Lv2)	중점기술 (Lv3)	세부기술(Lv4)	우선순위 평가결과		
				필요성	시급성	순위
1	UAM 통합 교통관리	공역설계 및 관리 스케줄링	PBN기반 UAM 공역설계	상	하	1
2			다중 동적 회랑 자동 생성 및 관리 기술	상	하	17
3			PBN기반 비행체 운용성능 실시간 모니터링 및 평가 기술	중	하	15
4		교통관리 시스템	교통관리 자동화 기술	상	중	5
5			수용량 기반 교통흐름관리 기술 (DCB 등)	상	중	19
6			비행/운항 계획 실시간 조정 기술	중	중	32
7			실시간 교통 수요 및 수용량 예측 기술	중	중	29
8		위험도 관리	교통관리시스템 안전성 분석/평가 및 인증 기술	중	중	26
9			비행계획 위험도 분석/평가 자동화 기술	중	중	24
10			비행계획 위험도 저감 기술	중	중	27
11		가상통합 운용 검증	우발상황 자동 대응기술	상	상	4
12			UAM 가상 통합운용 통제시스템 및 시험평가	상	중	20
13			기체조종 시뮬레이터 및 기체운용 자동화 연계 기술	중	중	33
14			UAM 이착륙장(Vertiport) 가상 운용 시스템 기술	중	상	28
15			UAM 교통 모의 시스템 및 UAM 교통관리(UATM) 핵심기술	상	상	2
16		UAM 운항환경 구현 기술	중	상	22	
17	CNSi	통신 시스템	UAM 비행운용 및 제어용 통신 기술	상	상	16
18			UAM용 비행운용 통신(C2, 저궤도 위성통신, 5G, 6G) 기술	상	상	11
19		정보공유 시스템	PSU/이해당사자 간 네트워크 기술 (향후 SWIM 연계고려)	상	상	9
20			FIMS 망 접속 기술	중	상	23
21		항법 시스템	정밀위성항법 (항로:SBAS, 접근:RTK) 기술	상	상	13
22			영상기반 상대항법 (기체 자세정보+영상정보+GIS 정보 활용) 기술	상	중	18
23			대체 무선항법기술 (정밀유도착륙 시스템 등, DME, eLORAN 등)	중	중	31
24			복합상대항법 (정밀위성항법+영상기반 상대항법+대체 무선항법 등) 기술	중	중	30
25		감시 시스템	네트워크 기반 협력적 감시기술	상	상	12
26			지상 기반 UAM 운항공역 감시 레이더 기술	중	중	25
27			비협력적·협력적 광역 감시정보 융합기술 (비협력 및 협력 센서 융합)	상	중	10
28		CNSi 보안 기술	통신망 보안 기술	중	상	21
29			네트워크(데이터) 보안 기술	상	상	8
30		CNSi 획득 및 활용체계 검증 기술	CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술	상	상	3
31			UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술	상	상	14
32			UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술	상	상	6
33	CNSi 연계 UAM 실증 관제시스템 신뢰성 검증		상	상	7	

③ 인프라 : 3개 분야 - 19개 세부기술 도출

번호	주요분야 (Lv2)	중점기술 (Lv3)	세부기술(Lv4)	우선순위 평가결과		
				필요성	시급성	순위
1	버티포트 구축 및 운영	버티포트 구축	버티포트 대상지(환경, 교통 등) 평가 기술	중	상	9
2			버티포트 구조설계 표준화, 모듈화 및 구조물 상태감시 기술	중	상	4
3		버티포트 운영시스템	UAM 이착륙장(Vertiport) 운용 시스템 및 자동화 연계 기술	상	하	2
4			증강현실을 적용한 버티포트 통합 디지털 컨트롤 시스템	하	하	15
5			버티포트 정밀이착륙, 유도 및 안전 등화 시스템 기술	중	하	7
6			버티포트 에어사이드 자동화/무인화를 위한 핵심 시설 및 장비(토잉카 등) 기술	중	하	11
7			다중(유류, 배터리, 연료전지 등) 에너지원 화재 진압 기준, 장비 및 시스템 기술	중	하	14
8		스마트 보안(security) 및 안전(safety) 시스템	워킹-스루 보안검색 및 소형화 기술	중	중	5
9			실시간 신원확인 및 AI 기반의 행동탐지 적용 기술	중	중	10
10			버티포트 안전 및 비상상황 관리 시스템 기술	중	중	6
11	버티포트 보조설비	버티포트 에너지시스 템	버티포트 에너지원(재생, 저장, 수전) 최적화 기술	중	중	8
12			버티포트 에너지 소모 최적화 기술	중	중	12
13		버티포트 통신 시스템	버티포트 근접 운항 통제를 위한 5G 기술을 활용한 무선통신네트워크 기술	상	상	3
14			버티포트 통신 사이버보안 기술	상	상	1
15		버티포트 충전 시스템	호환형 고전압 급속충전 설비 경량화 및 자동화 기술	중	상	13
16			기체 배터리 수명 진단 및 관리 기술	하	중	16
17			배터리 교체 시스템 및 프리컨디셔닝 기술	하	중	18
18		특화도시	버티포트 특화형 스마트 시티	UAM 융복합형 스마트시티 조성(교통체계, 시설물, 도시운영관리 등) 기술	하	중
19	디지털 트윈을 활용한 UAM 특화도시 차원 소음 및 바람 영향 분석 기술			하	중	19

④ 서비스 : 3개 분야 - 16개 세부기술 도출

번호	주요분야 (Lv2)	중점기술 (Lv3)	세부기술(Lv4)	우선순위 평가결과		
				필요성	시급성	순위
1	운송·운용 시스템	운송·운용 관리 시스템	운항사 운영 시스템 개발	중	하	7
2			화물 운송 Safety 기술	중	하	12
3		조종사 피로도 관리	UAM 조종 단순화/자동화 기술	상	중	2
4			야간비행을 위한 Synthetic Vision 기술	중	하	14
5		예방정비	데이터 기반 예방정비 분석 기술 및 시스템 구축	중	하	11
6			인공지능 기반 정밀 고장탐지 기술	하	하	16
7	운항 정보	3차원 정밀 지도 구축 기술	도심 데이터 수집·제공 기술	중	상	5
8			UAM 도심운용 기반 3차원 공간정보 생성 기술	상	상	3
9			UAM 운항을 위한 도심 3차원 지도구축	중	상	6

10		정보제공 기술	UAM 항로상 현존 및 신규 장애물 관리체계	중	하	15
11		도심기상 예측기술	UAM 도심기상예측 데이터 기반 운항경로설정 모듈 개발	상	상	1
12	법·제도	UAM 운용자격	UAM 운송사업자 법인설립·면허·운항증명 발급에 필요한 법제도 개발	상	하	4
13			교통관리사업자(PSU) 자격 및 교통관리시스템 인증기술	중	하	9
14			UAM 종사자 자격제도 구축	중	하	8
15		UAM 인력양성	UAM 종사자 교육훈련체계 구축	중	하	10
16	UAM 전문인력양성센터구축		중	하	13	

⑤ 핵심기술 : 3개 분야 - 24개 세부기술 도출

번호	주요분야 (Lv2)	중점기술 (Lv3)	세부기술(Lv4)	우선순위 평가결과		
				필요성	시급성	순위
1	자율 비행	자율비행 시스템	비행체용 Vertiport 접근 및 자율 이착륙 기술	상	상	1
2			완전 자율비행을 위한 UAM SW 플랫폼 기술	중	중	18
3			UAM 자율비행을 위한 공중 장애물(동적, 정적) 탐지 및 충돌회피 기술	상	상	2
4			UAM 충돌회피 비행을 위한 기체탐재용 소형 레이더 시스템	중	상	7
5			라이다를 이용한 UAM 감시 기술	하	중	24
6			UAM 영상감시 기술	중	상	11
7		자율비행 보조시스템	UAM 비행체용 온보드 통신 기술	중	상	17
8			UAM 비행체용 다중링크 (5G, C대역, LEO위성) 통신 기술	중	중	13
9			위성항법 불용 환경에서 UAM en route 운항을 위한 대체항법 기술	상	상	3
10			UAM 운용을 위한 영상, (라이다 등) 대기센서, 통합센서 기술	중	중	14
11			UAM용 Intergrated Flight Deck System	하	중	23
12			센서 불용 및 고장에 강인한 항법장치 제작 기술	중	상	9
13			UAM 비행체용 보안통신 및 원격조종권 탈취 방지를 위한 양자난수 기반 보안 기술	중	하	21
14	기체 소음	프롭로터 시스템	도심 운용조건을 고려한 프롭 로터 시스템 성능 강건설계(robust design) 기술	중	중	16
15			UAM용 프롭로터 시스템 저중량/저소음/진동저감 설계기술	중	중	8
16			UAM용 다중 프로펠러 저소음 설계 및 능동 제어 기술	중	중	6
17	소음 제어 시스템	소음 제어 시스템	UAM용 비행체 저진동 능동제어 시스템 설계 기술	중	중	20
18			객실 내 소음저감을 위한 음장 최적화 기반기술	하	중	22
19	인증·시험평가	기체 구조	UAM 내추락성 인증	상	상	4
20			동체·날개 설계 기술 및 제작공정 시범인증	중	상	15
21			UAM용 프로펠러 제작공정 개발 및 시범인증	중	상	19
22		기체 부품	UAM 리튬 배터리, 수소 연료 전지 인증	중	상	5

번호	주요분야 (Lv2)	중점기술 (Lv3)	세부기술(Lv4)	우선순위 평가결과		
				필요성	시급성	순위
23		시스템	UAM 비행체 전자기환경 기준 및 시험평가기술	중	상	10
24			UAM 안전운용을 위한 전자기 및 무선 성능 기술기준 개발	중	상	12

나. 우선추진과제 선정

○ (전제사항) 우선추진과제 선정을 위해 전문가들과 논의한 4대 전제사항 선정 기준으로 우선추진 과제 후보군 도출

- 국토부 단독으로 추진이 가능한 과제
 - 우선순위 평가결과 수행부처가 국토부로 평가*된 기술을 대상으로 선정
 - * 기술별 수행부처 중 국토부 추진 필요도가 50% 이상으로 평가된 기술
- 필요성 및 시급성 측면에서 조기확보가 필요한 과제
 - 획득시기가 5년 이하*이고 기술개발 필요성·시급성이 중 이상으로 평가된 기술
 - * 기술별 세부기술 획득시기 평균인 6년 고려하여 설정
- 유사기술(Lv4)간 조합을 통해 1개의 단일 과제(Lv3 수준)로 도출이 가능한 기술
 - 주요분야(Lv2)-중점기술(Lv3) 범위 내에서 기술간 연계가 가능한 기술
- 예비타당성조사가 없이 소액과제 수준(300억원 내외)의 예산 규모로 추진이 가능한 과제



[그림 Ⅲ-4] 우선추진 과제 선정 과정

○ (우선추진과제 후보군 도출) 118개의 최종 기술 후보군에서 4대 선정기준 중 획득시기 기준에서 7개 중점기술, 22개 세부기술 도출

- 아래 표와 같이 7개 중점기술, 22개 세부기술 및 중점기술별로된 예산으로 우선추진과제 후보군 도출

<표 Ⅲ-13> 우선추진과제 후보군

구분	중점기술	세부기술	예산(억원)
1	가상통합 운용 검증	UAM 가상 통합운용 통제시스템 및 시험평가	243.8
		기체조종 시뮬레이터 및 기체운용 자동화 연계 기술	
		UAM 이착륙장(Vertiport) 가상 운용 시스템 기술	
		UAM 교통 모의 시스템 및 UAM 교통관리(UATM) 핵심기술	
		UAM 운항환경 구현 기술	
2	정보공유 시스템	PSU/이해당사자 간 네트워크 기술 (향후 SWIM 연계고려)	55.0
		FIMS 망 접속 기술	
3	감시 시스템	네트워크 기반 협력적 감시기술	125.0
		지상 기반 UAM 운항공역 감시 레이다 기술	
		비협력적·협력적 광역 감시정보 융합기술 (비협력 및 협력 센서 융합)	
4	CNSi 획득 및 활용체계 검증 기술	CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술	262.7
		UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술	
		UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술	
		CNSi 연계 UAM 실증 관제시스템 신뢰성 검증	
5	버티포트 구축	버티포트 대상지(환경, 교통 등) 평가 기술	185.0
		버티포트 구조설계 표준화, 모듈화 및 구조물 상태감시 기술	
6	스마트 보안(security) 및 안전(safety) 시스템	워킹-스루 보안검색 및 소형화 기술	295.0
		실시간 신원확인 및 AI 기반의 행동탐지 적용 기술	
		버티포트 안전 및 비상상황 관리 시스템 기술	
7	3차원 정밀지도 구축 기술	도심 데이터 수집·제공 기술	325.0
		UAM 도심운용 기반 3차원 공간정보 생성 기술	
		UAM 운항을 위한 도심 3차원 지도구축	

○ (우선추진과제 최종 선정) 4대 전제사항 선정 기준으로 7개 중점기술, 22개 세부기술 후보군을 도출하고 WG 분과장 및 간사 자문회의를 통해 최종 선정

- (WG 분과장 및 간사 자문회의) WG 분과장 및 간사가 우선추진과제 후보군 중 과제간 상호연계성과 대중수용성을 중심으로 평가하여 3건을 선정
- (가상통합 운용검증) UAM 기체·교통관리·인프라·서비스 포괄하는 검증 시스템으로 정보공유 시스템, 감시 시스템, 버티포트 구축을 위해 선행 추진이 필요
- (CNSi 획득 및 활용체계 검증 기술) CNSi 전반 기술개발 및 검증을 위해 필요한 기술로 정보공유 시스템, 감시시스템, 3차원 정밀지도 구축 기술 개발을 위해서는 선 추진 필요

- (스마트 보안 및 안전 시스템) 버티포트의 안전과 UAM 이용성을 높일 수 있는 기술로 UAM 활성화를 위해 필수적인 요소인 대중수용성을 높일 수 있는 기술로 선추진 필요

<표 Ⅲ-14> 우선추진과제 최종선정

구분	중점기술	세부기술	예산(억원)
1	가상통합 운용 검증	UAM 가상 통합운용 통제시스템 및 시험평가	243.8
		기체조종 시뮬레이터 및 기체운용 자동화 연계 기술	
		UAM 이착륙장(Vertiport) 가상 운용 시스템 기술	
		UAM 교통 모의 시스템 및 UAM 교통관리(UATM) 핵심기술	
		UAM 운항환경 구현 기술	
2	CNSi 획득 및 활용체계 검증 기술	CNSi 획득 및 활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증 기술	262.7
		UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술	
		UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술	
		CNSi 연계 UAM 실증 관제시스템 신뢰성 검증	
3	스마트 보안(security) 및 안전(safety) 시스템	워킹-스루 보안검색 및 소형화 기술	295.0
		실시간 신원확인 및 AI 기반의 행동탐지 적용 기술	
		버티포트 안전 및 비상상황 관리 시스템 기술	

4절. 핵심과제별 주요내용 및 추진전략

1. 중점추진분야 과제카드 작성

가. (1과제) K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증

○ 1-1 과제 : K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술

과제명	1-1 과제 - K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> K-UAM 초기 상용화 지원을 위한 UAM 저밀도 교통량 관리를 위한 기본 서비스 관련 기술 개발 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> 정부는 제2차 혁신성장전략회의(2020.6.4.)에서 관계부처(국토부, 산업부, 과기부) 합동으로 차세대 모빌리티인 도심항공교통(UAM, Urban Air Mobility)의 2025년 상용화 서비스 개시를 주 내용으로 하는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」을 확정·발표 정부는 K-UAM 로드맵을 통해 2025년 상용서비스 최초 도입을 주요 목표로 설정하고 2024년까지 비행실증, 2030년부터 본격 상용화를 준비하는 단계적 목표 제시
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 미래 도심용 항공교통은 기체, 건설, 서비스, 금융 등 다양한 분야가 연관된 거대 신 시장이자 고부가가치 창출이 가능한 미래 먹거리로서 미국 최대 투자전문사인 모건스탠리는 2040년 전세계 자율비행 UAM 총시장(TAM)을 \$1.5TN(1천8백조 원)로 전망 새로운 부가가치 창출을 위해 다양한 업계의 도전·경쟁이 확대되는 추세로 기술선진국(미국, 유럽, 일본 등)을 중심으로 항공·자동차·스타트업·서비스 기업 등이 경쟁적으로 개발 및 투자 중 (기체 개발기업만 300여개@2020.7.22) 2018년 11월 7일 NASA의 "UAM Industrial Day" 이후, 도심항공모빌리티 시장은 확장하고 있으며 해외 선진국(미국, 유럽, 일본)을 중심으로 UAM 안전성에 대한 대중의 신뢰도 및 이해도 향상을 위한 정책 및 지원전략을 시행하고 있음
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> K-UAM GC (주로 참여기체 1대 대상)와 호환성을 유지하며, 동시 5대 이하의 저밀도 UAM 교통관리 기술을 개발하여 2025년 K-UAM 초기 상용화 지원 필요 초기 저밀도 교통관리는 기존 ATM 개념 기반 신규 UAM 공역구조(회랑) 및 절차를 활용하여 UAM 운항사, 버티포트 중심의 정보교환 체계를 기반으로 운용서비스를 제공할 수 있어야 함. 운용서비스 : 버티포트 가용성 기반의 비행계획 승인 서비스와 교통흐름관리 서비스가 가능해야 하며, 사전 지정 UAM 공역 구조(회랑)의 사용 관리와 승인 비행 계획 항로 준수 모니터링이 가능해야 함.
목표	<ul style="list-style-type: none"> K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술 개발 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 7 단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> K-UAM 교통관리 기본 서비스 제공 시스템 개념 설계 	

	<ul style="list-style-type: none"> - K-UAM GC 호환 기본 플랫폼 개념 설계 - 저밀도 UAM 교통(동시 5대 이하) K-UAM 교통관리 기본 서비스 플랫폼 개념 설계 - 고밀도 UAM 교통(동시 100대 이상) K-UAM 교통관리 플랫폼 개념 설계 • K-UAM 교통관리 기본 서비스 시스템 요구도 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 도심 실증 노선 대상 저밀도 교통량 기본 서비스 요구도 개발 • 저밀도 K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - K-UAM GC(1대 기준) 호환 저밀도(5대 이하) UAM 교통관리 기본 플랫폼 개발 - K-UAM 초기 상용화 환경(운항사, 버티포트, PSU, 이해관계자 등) 지원 저밀도 교통관리 기본 서비스 플랫폼
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 교통관리 기본 서비스 요구도 및 설계서 <ul style="list-style-type: none"> - 기본 서비스 : 구역관리, 비행승인, 부합성 모니터링 등 • 교통관리 기본 서비스 H/W 및 S/W <ul style="list-style-type: none"> - 저밀도(5대 이하) UAM 교통관리 기본 플랫폼 (K-UAM GC 호환 기본 플랫폼) - K-UAM 초기 상용화 환경(운항사, 버티포트, PSU, 이해관계자 등) 지원 교통관리 기본 서비스 플랫폼

○ 1-2 과제 : CNS 획득체계 신뢰성 검증 기술

과제명	1-2 과제 - CNS 획득체계 신뢰성 검증 기술	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> • K-UAM 서울 도심 실증 노선 환경 하에서의 고도별 통신 성능, GNSS 항법 성능 및 감시 성능의 신뢰성 검증 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> • 정부는 제2차 혁신성장전략회의(2020.6.4.)에서 관계부처(국토부, 산업부, 과기부) 합동으로 차세대 모빌리티인 도심항공교통(UAM, Urban Air Mobility)의 2025년 상용화 서비스 개시를 주 내용으로 하는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」을 확정·발표 • 정부는 K-UAM 로드맵을 통해 2025년 상용서비스 최초 도입을 주요 목표로 설정하고 2024년까지 비행실증, 2030년부터 본격 상용화를 준비하는 단계적 목표 제시
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 미래 도심용 항공교통은 기체, 건설, 서비스, 금융 등 다양한 분야가 연관된 거대 신 시장이자 고부가가치 창출이 가능한 미래 먹거리로서 미국 최대 투자전문사인 모건스탠리는 2040년 전세계 자율비행 UAM 총시장(TAM)을 \$1.5TN(1천8백조 원)로 전망 • 새로운 부가가치 창출을 위해 다양한 업계의 도전·경쟁이 확대되는 추세로 기술선진국(미국, 유럽, 일본 등)을 중심으로 항공·자동차·스타트업·서비스 기업 등이 경쟁적으로 개발 및 투자 중 (기체 개발기업만 300여개@2020.7.22) • 2018년 11월 7일 NASA의 "UAM Industrial Day" 이후, 도심항공모빌리티 시장은 확장하고 있으며 해외 선진국(미국, 유럽, 일본)을 중심으로 UAM 안전성에 대한 대중의 신뢰도 및 이해도 향상을 위한 정책 및 지원전략을 시행하고 있음
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> • AGL 150ft 이상에서 활용가능한 이동통신링크를 구현하는 것이 핵심사항으로 평균 AGL 1,500ft K-UAM 운용고도에서 안정적 통신링크 구현이 필요 • 서울 도심 실증항로는 고층건물 등 도심 장애물이 많은 환경으로 다중 GNSS 환경을 이용하여 GPS 단독으로 활용하는 경우의 항법 성능 저하를 방지하는 것이 필요 • 통신링크 기반 감시정보 획득체계의 구축과 기존 감시획득 체계에 의한 감시정보와의 상호검증을 통해 통신링크 기반 감시정보 획득체계의 감시정보 신뢰성 검증 필요

목표	• K-UAM 통신.항법.감시 시스템 기술개발 및 신뢰성 검증 기술 개발
TRL 유형	• 장비/장치
TRL 단계	• 기술 성숙도 7 단계 목표
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 고도별 통신 성능 검증 및 신뢰성 평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> 4G, 5G 이동통신 및 저궤도 위성통신 성능 평가 실증노선 구간 V2V 통신체계 개발 GNSS 항법 수신기별 성능 검증 및 신뢰성 평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> 실증노선 환경에서의 제조사별 GNSS 수신기 항법 성능(GNSS, DGNS, RTK, PPP) 평가 항법 수신환경 분석을 위한 멀티패스/ 사이클슬립 측정 및 분석기술 K-UAM PBN 항법 요구도 개발 및 항법성능(FTE, NSE, TSE) 평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> PBN 항법을 위한 GNSS 항법 시스템 성능 요구도 개발 비행기술오차(FTE), 항법시스템오차(NSE), 총 시스템 오차 (TSE) 평가 기준 통신링크 기반 감시정보 획득체계 및 획득정보 신뢰성 검증 <ul style="list-style-type: none"> 실증노선 구간 이동통신망 기반 감시정보 획득체계 개발 협력/비협력/통신링크기반 통합 감시정보 신뢰성 검증 <ul style="list-style-type: none"> 협력 감시센서, 통신링크 기반 감시정보 획득용 기체-독립-탑재감시 모듈 개발 실증 노선 상 협력/비협력 감시센서 gateway 등 배치 설계 실증 노선 상 운용 단계별, 고도별 감시정보 측정 및 신뢰성 분석
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> K-UAM C.N.S 개별 설계서 K-UAM C.N.S 개별 신뢰성 검증 H/W 및 신뢰성 분석 툴(S/W) K-UAM C.N.S 개별 신뢰성 검증 보고서

○ 1-3 과제 : K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증 기술

과제명	1-3 과제 - K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증 기술	
연구개요	• K-UAM 초기 상용화 이해당사자 간 CNSi 인프라를 활용한 CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성과와 신뢰성 검증	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> 정부는 제2차 혁신성장전략회의(2020.6.4.)에서 관계부처(국토부, 산업부, 과기부) 합동으로 차세대 모빌리티인 도심항공교통(UAM, Urban Air Mobility)의 2025년 상용화 서비스 개시를 주 내용으로 하는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」을 확정·발표 정부는 K-UAM 로드맵을 통해 2025년 상용서비스 최초 도입을 주요 목표로 설정하고 2024년까지 비행실증, 2030년부터 본격 상용화를 준비하는 단계적 목표 제시
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 미래 도심용 항공교통은 기체, 건설, 서비스, 금융 등 다양한 분야가 연관된 고부가가치의 거대 신시장으로서 미국 모건스탠리는 2040년 전세계 자율비행 UAM 총시장(TAM)을 \$1.5TN(1천8백조원)로 전망 UAM에 대한 다양한 업계의 도전·경쟁이 확대되는 추세로 항공·자동차·스타트업·서비스 기업 등이 경쟁적으로 개발 및 투자 중(기체 개발기업 300여개@'20.7.22) (NASA AAM NC) NASA는 AAM(Advanced Air Mobility) National Campaign을 통해 UAM 교통관리시스템 및 CNSi 획득/활용체계를 개발 중

	기술적	<ul style="list-style-type: none"> • 전세계 주요 기술 정책기관(NASA,FAA 등)에서도 UAM 교통관리 및 CNSi에 대한 명확한 방향성을 제시하고 있지 않은 실정으로서, 현재까지는 UAM 성숙도에 따른 교통관리 및 CNSi 기술요구 수준을 제시하고 있음 • 도심상공을 비행할 UAM은 기존 ATM대비 제약사항이 많고 훨씬 높은 정확도를 요구하고 있으나 LTE, 5G와 같은 상용망 기술, 현행 항공기에 적용되는 위성항법 등 국내 기술로 충분히 상용화시킬 수 있는 수준으로 식별됨 • 데이터 기반 UAM 교통관리(UATM)와 그 기반이 되는 고신뢰도의 CNSi 획득 및 활용체계 선형 구축이 중요하며, 새로운 CNSi 획득 및 활용체계는 기존 체계 기반의 검증이 필요하며, UAM CNSi 공유체계를 통한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보관리시스템 등) 간 UAM CNSi 획득 및 활용체계에 대한 신뢰도 향상을 위한 사전적 조치 필요
목표		<ul style="list-style-type: none"> • 이해당사자 간 CNSi 인프라를 활용한 CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 검증
TRL 유형		<ul style="list-style-type: none"> • 장비/장치
TRL 단계		<ul style="list-style-type: none"> • 기술 성숙도 7 단계 목표
연구내용		<ul style="list-style-type: none"> • CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 설계/개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 이해당사자(공항 관제 관련자, 육군 항공 등) 및 K-UAM 초기 상용화 각 이해당사자(운항사, 버티포트, PSU 등) 운용 시스템 연계 CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 설계/개발 • K-UAM 실증노선 환경에서의 CNS/교통관리 기본 서비스 3D 성능 측정 및 통합 신뢰성 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 실증 노선 상 비행측정을 통한 CNS/교통관리 기본 서비스 3D 통합 성능 측정 - K-UAM 초기 상용화 각 이해당사자(운항사, 버티포트, PSU 등) 운용 시스템 연계 CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 - 기존 이해당사자(공항 관제 관련자, 육군 항공 등) 통한 K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 평가
최종 성과물		<ul style="list-style-type: none"> • CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 및 검증 툴 설계서 • CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 및 검증 툴(S/W) • CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 검증 보고서

나. (2과제) UAM CNSi의 운항사 중심 데이터 활용기술 및 공유체계 연구

○ 2-1 과제 : 저밀도 ATM 기반 UAM CNSi 최신 기술동향 분석

과제명	2-1 과제 : 저밀도 ATM 기반 UAM CNSi 최신 기술동향 분석	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> 기존 민항기 운항경험과 UAM CNSi 분야의 최신 기술동향 분석을 통해 저밀도 UAM 운용환경에서 UAM CNSi 체계 구체화 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> 정부의 K-UAM 로드맵에 따라 '25년 부터 실시되는 UAM 운용 실증사업의 성공적인 이행을 위해 CNSi 정보를 활용한 UAM 운용체계 구체화에 대한 연구가 선행되어야 함
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> UAM 산업의 조기 실용화 및 원활한 정착을 위해서는 UAM CNSi 체계 각 주체의 정보활용 및 상호 정보공유 체계에 대한 연구 필요
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> UAM 운항통제기술 개발을 위해서는 무인기 운항통제체계인 UTM 뿐만 아니라 기존 민항기 운용체계인 CNS/ATM의 운용경험을 기반으로 한 초기 저밀도 운용환경에 대한 운항사의 UAM CNSi 정보활용 및 공유체계에 대한 연구가 수행되어야 함
목표	<ul style="list-style-type: none"> CNS/ATM 운용 경험을 기반으로 한 저밀도 UAM CNSi 운용체계(안) 도출 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 6단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 국가별 민항기 CNS/ATM 도입 및 활용현황 조사 분석 국내외 주요 기관 및 대학 등에서 수행한 CNS/ATM 핵심기술 관련 최신 기술동향, 운항통제관련 최신 연구동향 분석 국내외 국가, 주요 기관 및 대학 별 UAM 운항통제 관련 최신 기술동향 및 연구동향 분석 국내외 CNS/ATM 관련 기술 및 연구동향 조사, 분석 결과와 국내 항공사의 민항기 운항통제경험을 기반으로 CNS/ATM과 UAM CNSi 체계를 비교분석하여 UAM CNSi 체계 구체화 	
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> 저밀도 UAM CNSi 운용체계 (안) 	

○ 2-2 과제 : 운항사 중심 저밀도 UAM CNS 운용개념(안) 수립

과제명	2-2 과제 - 운항사 중심 저밀도 UAM CNS 운용개념(안) 수립	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> 초기 UAM의 운항단계 별 CNS 정보활용 및 공유체계, 정상/비정상 운용개념, 운항 지원체계 수립을 통한 저밀도 UAM CNS 운용개념 구체화 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> 정부의 K-UAM 로드맵에 따라 '25년 부터 실시되는 UAM 운용 실증사업의 성공적인 이행을 위해 CNS 정보의 활용 및 공유 방안 등을 중심으로 한 초기 저밀도 운용환경의 구체적인 UAM 운용개념 수립 필요
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> UAM CNS 체계 각 주체의 정보활용 및 상호 정보공유 체계 등 구체적인 UAM 운용개념 수립을 통한 UAM 서비스의 조기 실용화 및 원활한 정착 도모 필요.
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> UAM 운항통제기술 개발을 위해서는 기존 민항기 운용체계인 CNS/ATM의 운용경험을 기반으로 한 CNS 정보 중심의 UAM 운용개념 구체화가 선행되어야 함

목표	• 저밀도 운용환경의 CNS 정보 기반 UAM 운용개념 (안) 도출
TRL 유형	• 시스템
TRL 단계	• 기술 성숙도 6단계 목표
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 ATM과 UAM의 CNS 체계 비교분석 결과를 기반으로 UAM CNS 체계의 각 구성 요소별 기능을 식별하고 구체적인 역할을 정의 • 각 운항단계/구성요소 별 소요되는 CNS 정보유형 식별 및 정의 • 각 운항단계/구성요소 별 CNSi Data Flow 구체화 • 각 운항단계 별 구성요소 간 정보전달 및 공유 체계 구체화 • 각 운항단계 별 Clearance 정의 및 운영방안 구체화 (비행승인, 이륙, 비행, 접근, 착륙) • 각 운항단계 별 구성요소 간 운항상황 Reporting 절차 구체화 (Operator, PSU, 관계기관 등) • 각 운항단계 별 비상상황 식별, 정의 및 Contingency plan 수립 및 이행 절차 구체화 (항로상 비상 Veriport, 특정 의료기관 내 Port 운영 등) • 고객정보관리, 탑승수속 및 수하물처리, Ground 정비, 조업 소요업무 식별 및 세부내용 구체화를 통한 각 운항단계별 UAM 운항서비스를 위한 지원체계 수립
최종 성과물	• 초기 저밀도 UAM CNS 운용개념 (안)

○ 2-3 과제 : 저밀도 UAM 운항통제 요구사항 및 절차(안) 수립

과제명	2-3 과제 - 저밀도 UAM 운항통제 요구사항 및 절차(안) 수립	
연구개요	• UAM CNS 운용개념(안)을 기반으로 한 UAM 운항통제시스템 구현을 위한 요구사항 및 절차(안) 수립	
배경 및 필요성	정책적	• 정부의 K-UAM 로드맵에 따라 '25년 부터 실시되는 UAM 운용 실증사업의 성공적인 이행을 위해 CNSi 정보를 기반으로 한 운용사 관점의 운항통제체계 구축 필요
	경제적	• UAM 서비스의 조기 실용화 및 원활한 정착을 위해서는 기존 민항기 운용경험을 기반으로 한 운항사의 UAM 운항통제체계 구축이 필요함
	기술적	• UAM 운항통제체계 구축을 위해서는 기존 민항기 운용체계인 CNS/ATM의 운용경험과 관련 메뉴얼, 절차 등을 기반으로 한 UAM 운항통제체계 구축을 위한 요구사항 도출과 운항통제 절차 수립이 선행되어야 함
목표	• 운항사의 UAM 운항통제체계 구축을 위한 요구사항 및 운항통제 절차(안) 수립	
TRL 유형	• 시스템	
TRL 단계	• 기술 성숙도 6단계 목표	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 저밀도 환경에서 UAM 비행계획에 소요되는 정보 식별 및 획득방법 수립 등을 위한 요구사항 도출 및 비행계획 수립을 위한 세부절차 구체화 • 운용개념 상 식별된 비행감시 주체 별 Role 구체화 설정 • 각 단계별 운용 간 승객 및 UAM 기체 STATUS 등 운항상황 실시간 감시 방안 및 절차 수립 • 정상/비정상 상황 별 Monitoring/Alerting 기준, 절차 수립 및 그에 따른 Contingency mode 전환 기준 및 절차 수립 • 운용개념 상 각 운항단계별 경로내 항공기 분리 기준 및 절차 수립과 Data 기반 운영 방안 도출 • UAM 운항대수 증가에 따른 UAM SKD Control 개념 도출 및 세부방안, 절차 수립 • CNS 정보를 활용한 UAM 운항통제에 요구되는 제도, 정책 식별 및 수립 방안 도출 	
최종 성과물	• 운항사 UAM 운항통제체계 구축을 위한 요구사항 및 절차 (안)	

○ 2-4 과제 : 저밀도 UAM 운항통제시스템 개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증

과제명	2-4 과제 - 저밀도 UAM 운항통제시스템 개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> 운항통제 요구사항 및 절차를 기반으로 한 UAM 운항통제시스템 개발을 통해 저밀도 UAM의 운용개념 및 운항절차 검증 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> 정부의 K-UAM 로드맵에 따라 '25년 부터 실시되는 UAM 운용 실증사업을 위해 저밀도 운용환경에 대한 운항사 UAM 운항통제시스템 개발과 이를 이용한 운용개념 및 운항 절차 사전 검증 필요
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> 개발된 운항사 UAM 운항통제시스템을 이용, 운항통제관련 메뉴얼 및 절차 등 운항통제체계에 대한 검증을 사전 수행함으로써, 향후 고밀도 실용화 단계의 UAM 운항통제체계의 초기 도입비용 절감 및 일정단축 도모
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> 수립된 UAM 운항통제체계와 절차, 메뉴얼 및 주요 요구사항에 대한 검증을 위해 UAM 운항통제 시스템의 개발이 필요하고, 또한 본 결과물은 향후 운항통제요원의 기초 훈련 요소로 활용이 가능
목표	<ul style="list-style-type: none"> 운항사 UAM 운항통제시스템 개발과 저밀도 UAM 운용개념 및 절차 검증 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 장비/장치 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 6단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> UAM 비행 시뮬레이션을 통한 가상의 UAM 비행 자료 확보를 위한 가상 UAM 운용환경 모듈 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 가상 운용환경 구성을 위한 다개체 시뮬레이션 SW 개발 - 운항 스케줄 관리, 기체 정보, 공항 정보 및 비행 감시등의 모의를 위한 Operator 모듈 개발 - 가상의 서비스 제공 업체들간의 통신 및 조정을 위한 PSU 모듈 개발 - 공항의 운용 현황, 공항 기상 정보 및 주기장 등의 상황 모의를 위한 Vertiport 모듈 개발 - 운항 시뮬레이션 모의를 위한 가시화 소프트웨어 구축 - 통제 요원의 훈련 및 상황 모의를 위한 모의 통제용 단말 시스템 구축 - 개발 소프트웨어 및 시스템 통합을 통한 UAM 운항통제 시스템 구축 	
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> UAM 운항통제시스템 	

다. (3과제) 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술 개발

○ 3-1 과제 : 초기 저밀도 UATM 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)

과제명	3-1 과제 - 초기 저밀도 UATM 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> UAM에 장착된 ADS-B, 영상감시시스템 구축을 통해 도심항로와 Vertiport 주변지역 내 UAM기체에 대한 감시정보를 획득 및 현시 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 항행감시시설인 ADS-B는 전세계에서 사용 중이며 미국, 유럽, 호주, 홍콩 등에서 항공기 장착 의무화를 시행하고 있음 미국에서는 UAT(ADS-B)를 드론에 장착하여 기체 식별 및 이동감시에 활용하고 있음 ICAO의 ASBU(Aviation System Block Upgrade)의 핵심 시스템 중 하나인 ADS-B는 ASUR, ACAS, SURF, WAKE, AMET, FRTO, ASEP, SNET, CDO, TBO, RPAS, OPFL 등에 적용되고 있음 UAM의 경우 도심 내 빌딩 주변을 저고도로 비행하기 때문에 기존 레이더로는 감시정보 확보가 어려우며, 도심지 내 고주파 출력의 레이더 추가 설치가 불가하기 때문에 저출력, 저비용의 효율적 감시가 가능한 감시 시스템 필요 초기 저밀도 환경에서 ADS-B 활용해 UAM 기체에 대한 감시정보를 획득할 것으로 예상되며 UAM 기체가 관제공역에 진입 시(비상 시) 획득된 감시정보를 관제 기관에 제공해야 함 지상 인프라는 최대한 다양한 기체들이 이동할 수 있도록 기반을 구축하여야 하므로 기존 ADS-B 시설을 기반으로 초기 기체 진입장벽을 낮출 수 있음
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> (UAM 태동) 극심한 교통정체, 환경오염 등 도시화로 야기되는 문제들의 해결방안 <ul style="list-style-type: none"> '40년도 전세계 도시화율 약 64.5% 전망 / 교통혼잡비용 약 59.63조(2017현재, 한국교통연구원) 기존 공항 레이더 대비 저렴한 비용으로 높은 감시체계를 구축할 수 있는 다양한 솔루션 검토 <ul style="list-style-type: none"> 항로 상에 ADS-B 지상국을 설치하여, 안정적으로 UAM 기체 감시 및 기체간 V2V를 통해 충돌 회피까지 가능 * ADS-B는 기존의 레이더 기반 ATM 관제보다 정보 수집 및 전달 속도가 빠름 타 감시 시스템 대비 타겟에 대한 높은 인식률을 가지는 스테리오 비전(카메라)를 활용해 저비용으로 관제 및 항로 내 효과적인 주변 상황 감시 가능
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> UAM기체에서 송신하는 ADS-B 신호를 항로상의 ADS-B지상국에서 수신하여 UAM기체 위치정보를 확인하고 획득한 UAM 감시정보를 현시시스템에 현시 GPS(위성항법) 위성과 SBAS(위성항법보강시스템)을 동시에 활용하여 고정밀 GPS 정보 수신을 통한 ADS-B 서비스 제공 기술 검토 국내 민항기의 약 99%이상이 ADS-B를 장착하고 있어, 비상상황을 대비하여 추후 ATM과의 정보연계 시 상호 데이터 연동 편리
목표	<ul style="list-style-type: none"> UAM 감시정보 획득체계 및 데이터 신뢰성 평가 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 장비/장치, 시스템 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 7 단계 목표 	

연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • UAM 감시정보 데이터 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 필요 UAM 감시정보 정의 정립 • 항로상 UAM 감시정보 획득시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 음영지역 최소화를 위한 ADS-B 지상국 설계 - 감시정보 획득을 위한 지상국 및 네트워크 구축 • UAM 감시정보 데이터 현시 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - ADS-B 지상국을 통해 획득된 UAM 감시정보 품질 확인 - 획득된 감시정보 현시 환경 구축(시스템 및 네트워크) - 감시정보 현시시스템 신뢰성 검증 • 영상기반 등 보조 감시정보 획득 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 지능형 AI CCTV 또는 스테레오 비전 등 영상감시 획득 시스템 설계 - VERTIPORT 또는 항로상 특정지점에 구축하여 UAM 및 외부물체 감시
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • UAM ADS-B 지상국 및 영상감시시스템 설계서 • UAM감시용 시스템(ADS-B 등) 및 현시시스템 구축 • 영상기반감시시스템 구축 • UAM 감시정보 획득체계 신뢰성 평가 보고서

○ 3-2 과제 : UAM Corridor 내 UATM 적용을 위한 기체운항 정보 공유기술

과제명	3-2 과제 - UAM Corridor 내 UATM 적용을 위한 기체운항 정보 공유기술	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 UAM 기체의 Corridor 경로 이탈 및 추락 등 다양한 운항상 위험 상황 및 기체 간 충돌회피 등 위험 예방을 위한 사전 기체 및 주변 환경 정보 공유 기술 정의 및 개발 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> • 항공기 같은 경우 1950년대부터 공중 충돌 방지 등 안전장치 연구가 시작되었으며, 이런 연구를 통해 항공기 내 트랜스폰더가 출현하였고, 이를 통해 공중에서 모든 항공기 간에 통신이 가능하게 됨 • 공중충돌방지장치(Traffic Collision Avoidance System, TCAS)를 탑재한 각 항공기는, 정해진 범위 내에 있는 다른 모든 항공기에 1030 MHz 주파수로 "문의"를 수행하며 다른 모든 항공기는 1090MHz 주파수로 응답한다. 이 문의와 응답의 반복은 매초 몇 차례 행하여짐. 이러한 지속적인 통신 교류를 통해서 주변 공역에 존재하는 잠재 충돌 위험 항공기(CPA, Closest Point of Approach)에 대한 시간을 계산하는데 상대 항공기의 위치, 고도, 속도에 의한 접근율(Closure rate)을 거리로 나눈 것이며 이때 시간 값이 주 경고용 파라미터임. • 무선 통신 기술의 발전 및 모바일 정보기기의 보편화에 힘입어, 시간과 장소에 제약 없이 서비스를 제공할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous computing)기술이 각광받고 있음 • 무선 센서네트워크(Wireless Sensor Network: WSN) 기술과 상황인식(Context-awareness) 기술에 대한 관심이 크게 고조 되고 있으며, WSN과 상황인식을 접목하여 다양한 분야에서 활용할 수 있는 응용시스템의 개발이 활발함 • 최근 미국 보잉사의 경우 737NG 개별 기종 1,133대 전수조사 결과 기체 동체 이상 등을 발견해 총 53대 운항정지 조치를 하였고, 국내 또한 잦은 자동조종장치 고장 등으로 인해 하늘 위에서 승객들에게 공포에 떠는 사례가 계속적으로 발생하고 있으며 이를 통해 정부에서도 관련 문제점 해결을 위해 다양한 안전정책 및 과태료 부과 등을 고려 중
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> • (UAM 태동) 극심한 교통정체, 환경오염 등 도시화로 야기되는 문제들의 해결방안 <ul style="list-style-type: none"> - '40년도 전세계 도시화율 약 64.5% 전망 / 교통혼잡비용 약 59.63조(2017현재, 한국교통연구원) • 아직 실현화되지 않은 UAM시장 특성상 주요 컨설팅사별 분석 수치는 서로 상이('35년~'40년경 / 740억\$~14,740억\$) 주요보고서 분석 결과 및 세계 동향 고려 시 '40년까지 총 731조(6,090억\$) 규모로 형성될 것으로 전망 ('20, 집현컨설팅) * ('17년 세계무역규모) 자동차 3.2조\$, 반도체 2.1조\$, 항공 8,800억\$, 조선 2,200억\$

	<ul style="list-style-type: none"> • UAM 서비스가 주요 보고서 내 분석 규모의 시장형성을 위해서는 가장 우선시 되어야 할 부분이 바로 안전임 기체가 도심지내 추락 또는 장애로 인해 잦은 비상착륙상황이 발생한다면 관련 서비스는 대중교통과 같은 Public 서비스가 불가능 함 • 안정적 시장확장을 형성하기 위하여 무엇보다 기체가 고장없이 지속적 운항필요 • 안정적 유지관리를 위해 다양한 기체 상태 모니터링 할 수 있는 시스템을 구축 필요
기술적	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 항공기 시스템의 트랜스폰더의 기체간 통신 개념을 활용하여 UAM 기체간의 V2V 통신을 통해 다양한 항로 주변 정보(기상변화, 조류이동, 응급상황 등) 공유 및 기체가 충돌 회피를 위한 통신 체계 개발을 위한 검토가 필요 • 기체간의 통신 체계 구축에 더불어 PSU와도 관련 정보가 상시 공유되어야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 도심지 내 저고도 비행에 따라서 상황 발생 시 우회 경로 및 비상 착륙지역 등 다양한 비행 가이드를 PSU로부터 제공 - 운항에 필요한 안정정보(배터리 상태, 기체 이상유무)는 조종사, PSU가 함께 상시 공유 - 기체 이상 상태 (틸트로터 고장 등)이 발생시 최대 이동가능한 거리 등을 고려한 비상 착륙 경로등이 설정 필요 • PSU와의 정보공유 시 사용되는 통신 방식 검토 필요함. <ul style="list-style-type: none"> - 안정적으로 Seamless한 통신이 제공 - 해킹과 같은 사이버테러등 예도 대비한 보안성이 강화 또한 필수 요소 • 항로 주변 환경정보 및 궤적 Fixpoint 통과 시간 등 다양한 운항정보에 대해서는 DB로 빅 데이터화 한다면 비행 중 위험상황 발생 시 관제 서비스 제공 및 다양한 사전 예측 및 AI 서비스를 위한 기본 정보로 활용 가능
목표	<ul style="list-style-type: none"> • 기체 안전 운항 감시를 위한 운항 정보 공유 기술 연구
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> • 지침/기준서, 장비/장치
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 성숙도 7 단계 목표
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 안전운항을 위한 데이터 식별 <ul style="list-style-type: none"> - 기체 안전정보 데이터 정의 정립 - PSU, 운항사, Vertiport O.C 등 이해 관계자간 정보 공유 방안 정의 • 기체 센서를 통한 DAA(충돌회피) 데이터 모니터 <ul style="list-style-type: none"> - 기체 탑재 센서 등으로부터 획득한 감시 데이터 연동방법 정의 - 기체 충돌회피 시나리오 선정 및 비상상황 시 교통정보 모니터링 및 전파 (충돌 회피 기체->PSU현시, PSU-> 해당지역 주변기체/문자 또는 좌표 전송) • Fixpoint 등 특정 지점 통과 시 예정시간 대비 실제 통과시간을 감시 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> - 예정시간보다 지연 시 운항사, 기체 및 목적지 Vertiport O.C 전송 등 • 항로 주변 환경정보 데이터 저장 <ul style="list-style-type: none"> - 국지기상(바람,안개 등), 통신오류지점 등
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 기체 안전정보 데이터 정의 및 식별 보고서 • 기체 안전정보 데이터 전송방법 정의서 • UAM 실시간 흐름관리 보고서 • 기체↔지상간 데이터 전송 시뮬레이션 보고서

○ 3-3 과제 : GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발

과제명	3-3 과제 - GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> • 도심 내 안정적 비행을 위해서 다양한 변수(GPS Denied등)에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발을 통해 비행의 안전성과 정밀성의 강화가 필요함 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> • UAM은 도심 항공 모빌리티로서, 수직이착륙(VTOL, Vertical Take Off and Landing)이 가능한 개인 항공기(PAV, Personal Air Vehicle)와 결합해 하늘을 이동 통로 활용 UAM은 도심에서의 이동효율성을 극대화한 차세대 모빌리티 솔루션임. • UAM은 도심의 혼잡한 교통 정체로 인한 이동 효율성 저하, 물류 운송비용 등 사회적 비용 급증 등을 해결하기 위해 등장하였다. 장거리 이동 시간이 늘고 교통 체증이 심해진 지금, UAM은 이러한 문제를 해결하는 동시에 미래 혁신 사업임. • 현재 UAM에서 사용하고 있는 항법장치는, GPS 기반의 SBAS(조정밀 GPS 보정시스템, Satellite Based Augmentation System), RTK 등이 고려되고 있으며 관련되는 기술로는 통신망을 이용한 측위기술, 지형의 이미지를 이용한 위치정보 추출 기술 등이 연구되고 있다. • 또한 대한민국 또한 2050년 탄소배출 '0' 목표를 추진중이며, 이런 환경정책에 부응하기 위해 친환경 교통수단에 대한 관심도가 급증하고 있음.
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> • (UAM 태동) 극심한 교통정체, 환경오염 등 도시화로 야기되는 문제들의 해결방안 - '40년도 전세계 도시화율 약 64.5% 전망 / 교통혼잡비용 약 59.63조(2017현재, 한국교통연구원) • 아직 실현화되지 않은 UAM시장 특성상 주요 컨설팅사별 분석 수치는 서로 상이('35년~'40년경 / 740억\$~14,740억\$) 주요보고서 분석 결과 및 세계 동향 고려 시 '40년까지 총 731조(6,090억\$) 규모로 형성될 것으로 전망 ('20, 집현건설팅) * ('17년 세계무역규모) 자동차 3.2조\$, 반도체 2.1조\$, 항공 8,800억\$, 조선 2,200억\$ • (UAM 강점) 내연 기관 차량 대비 전기 동력을 이용한 저소음, 친환경 교통수단 이며, 하늘 길을 활용한 교통수단으로 도로, 지하철 등 기존 교통수단 대비 Km 당 건설비가 낮아 비용 대비 효과가 높은 교통수단임
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> • 이러한 GPS 기반 기술을 주로 사용하는 UAM의 항법장치는, 안전성(주파수 교란 등)에 취약한 문제점을 가지고 있다. 또한, UAM에, 통신망을 이용한 측위기술과 지형이미지를 이용한 영상처리기법 등을 적용하는 것은, 정밀성이 부족하다고 알려져 있다. 기존 항공분야에서도 GPS 기술을 주요 항법장치로 활용하고 있으나, 고도의 정밀성과 안전성을 확보하기 위해서는, 여러 종류의 항법장치들을 동시에 사용해야 한다 • 항행안전시설 중 가장 정밀한 방위각 제공시설 LLZ 와 거리 정보제공시설인 DME기술을 활용해 GPS 불능 상황 및 도심지 저고도 내 UAM 전용 항법 서비스 제공 <ul style="list-style-type: none"> - (LLZ) AM 변조기술을 활용해 90HZ, 150HZ를 합성한 ILS 신호를 방사하여 두 신호의 변조도차가 0이 되는 NULL 값 발생 지점을 따라 계속 비행 할 수 있도록 안내 하는 시스템 - (DME) 펄스 신호를 활용해 질문신호와 응답신호를 주고 받는데 소요된 시간을 기반으로 지상 안테나로부터 떨어진 거리를 시간으로 계산 하는 시스템
목표	<ul style="list-style-type: none"> • 지상 UAM 전용 항법시스템 개발 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> • 장비/장치 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 성숙도 7 단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 항행안전시설 LLZ, DME 이론을 기반으로 UAM 항법 시스템 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 두 개의 AM 변조신호의 크기 차이(DDM, Difference in Depth of Modulation)가 '0' 인 영역 생성을 위한 회로구성 및 하드웨어 개발 - 쌍펄스를 활용해 Time Base의 위치정보 계산 회로구성 및 하드웨어 개발 - 항공기 탑재용 수신 단말 개발기 	

	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 운영 및 모니터링을 위한 GUI 방식의 소프트웨어 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 원격지에서 모니터링 및 컨트롤이 가능한 시스템 개발 • UAM 지상항법용 주파수 선정을 통해 ANT 설계 및 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 도심환경에 적용 가능한 안테나 TYPE 설계 및 복사패턴, 출력 등 고려 • 도심지 내에서 안전하게 UAM 기체가 항법 정보를 수신할 수 있도록 패턴 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 실증노선(한강회랑) 내 출발지부터 도착지까지 전파패턴 설계 • 지상항법시스템 자체 신뢰성 시험 및 검증 <ul style="list-style-type: none"> - UAM 감시획득 정보를 통한 궤적와 지상항법시스템 정확도 검증 • 지상항법시설로 획득한 정보(거리, 방위)로 항로이탈시 조종사 및 PSU에게 알람 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 이동통신망 등을 활용해 실시간 이동경로 정보 제공 및 항로 이탈시 긴급 메시지 전달용 데이터 포맷 설정
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • Pulse with AM 방식의 항로 안내용 항법장치 개발 • 원격지 모니터링 및 컨트롤 소프트웨어 개발 • UAM 항법장치 Array Antenna 안테나 제작 • UAM 기체용 지상 항법장비 이용을 위한 탑재장비 개발

○ 3-4 과제 : 5G기술을 활용한 UAM 통신기술 및 ATM 연계 시스템 개발

과제명	3-4 과제 - 5G기술을 활용한 UAM 통신기술 및 ATM 연계 시스템 개발	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> • 안전한 실증시험을 위해 노선 내 5G 기술을 활용한 UAM 통신체계 구축을 통해 기본적으로 음성 및 데이터 통신 뿐만 아니라 기체 감시정보까지 원활한 정보 교환 및 기존 ATM 시스템과도 정보연계를 위한 시스템 구축 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> • (5세대_5G) 전세계 최초 상용화 하였고, 기존 4G 대비 20배 빠른 '초고속'통신에 지연이 10배 짧아지는 '초저지연'에 따라 다양한 산업 분야에 활용될 것으로 예상 • UAM은 기존 항공기와 다르게 저고도 내 좁은 공역에서 수많은 기체가 일제 비행하며, 시스템이 고도화된 시점에서는 Dynamic Corridor 까지 적용됨에 따라 초고속 통신망을 통한 자율주행 시스템 관리가 불가피할 것임. • UAM 비행 시 기존 항공정보(ATM)와 연계로 위치정보 등 다양한 항공 정보가 공유되어야 하며 민항기 항로 또는 공항정보 등을 공유하여 안전한 관제 서비스가 제공되어야 함. • 미국, 유럽 선진국들을 중심으로 진행 중인 SWIM(System Wide Information Management)은 국제민간항공기구(ICAO)에서 항공관련 데이터 시스템의 성능을 향상시키는 ASBU(Aviation System Block Upgrade) 프로그램의 일부분이며, 디지털 항공 정보 관리를 통해 서비스를 향상시키기 위한 항공통신 데이터를 종합 관리하는 망의 핵심적인 기술임
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> • UAM시장의 주요 컨설팅사별 분석 수치는 서로 상이('35년~'40년경 / 740억\$~14,740억\$) 주요보고서 분석 결과 및 세계 동향 고려 시 '40년까지 총 731조(6,090억\$) 규모로 형성될 것으로 전망 ('20, 집현컨설팅)되나 초기 다양한 인프라 건설 및 시스템 구축으로 많은 초기 투자 비용이 발생할 것으로 예상됨 • 투자비용 최소화를 위해 신규 통신망 구축보다는 기존 상용통신망 시스템 내 UAM 전용망 활용이 경제적인 것으로 예상 할 수 있음. • 복잡한 UAM 관제서비스는 향후 시스템 고도화를 통해 AI 등을 활용한 무인 관제 시스템화 될것이며 기존 사람의 관제 형태보다 더 정밀하고 복잡한 운항 관제 및 감시를 통해 안전성 향상 및 관리 인력 최소화 등을 통한 운영 비용 절감 효과 예상

	<ul style="list-style-type: none"> • 항공기 ATM 시스템과의 연계 체계에 대해서 감시정보에 대한 포맷을 기존 ATM 연계가 가능한 포맷을 활용해 개발 및 적용 비용 절감 예상 • 전세계 모바일 보급률은 104%로 포화상태이며 향후 연평균 2%로 더딘 성장이 예상되며 정부규제 강화 등으로 인해 향후 성장률이 1%대로 낮아질 전망이다. 전세계 이동통신사 매출액 역시 신규가입 감소 등이 예상됨에 따라 통신 서비스 영역 확대가 필요할 것으로 예상
기술적	<ul style="list-style-type: none"> • 영상위주의 콘텐츠 이용 및 특정지역 인구 밀집에 따른 데이터 트래픽의 폭발적 증가로 디바이스의 성능 저하 및 통신 불가 등의 상황 연출에 따라 상용망 내에서 UAM 별도 기지국 운용 등 대안 필요 • 고도별, 이동 속도별 상용망 송수신율 및 지연율 등을 분석하여 99.9% 이상의 안정적 서비스가 제공 될수 있도록 검증 및 기술적 대책 마련 • 긴급 상황 발생시 관련 정보를 PSU가 ATM 및 관련 유관 기관에게 즉시 전달하기 위한 방안 검토 필요 • UAM 운항에 필요한 정보(기상정보, 비행정보, 항공정보)에 대한 정의 필요 • PSU의 업무를 위한 항적정보 개발 및 경보기능 등 필요 기술 검토 필요 • ATM 연계 서비스 제공을 위해 유럽 등 선진국에서 개발 및 적용 추진중인 SWIM 및 기타 표준화된 인터페이스를 활용해 UAM과 ATM간 연계가 필요한 정보에 대한 식별 후 Data Exchange Model 수립 필요
목표	<ul style="list-style-type: none"> • 실증노선 내 상용망 데이터 통신 신뢰성 검증 및 기존 ATM 과의 연계 체계 구축
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> • 장비/장치
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 성숙도 7 단계 목표
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • AGL 고도 1,500ft(평균) 내 5G 기반 통신시스템 구축 • 운항지역에 5G 통신망 상태 분석 및 현시 체계 • A급항공기 또는 UAM 기체를 이용 통신 품질 검증 • ATM에 상용망 데이터 공유 예시) 음성 또는 문자는 PSU -> 공항 VCCS로 전달후 관제사 전송(비상시) 감시정보는 asterix FORMAT으로 변환하여 ATM 관제화면에 현시(상시) • UAM 운항에 필요한 정보에 대한 정의 및 항적정보(5G, ADS-B 등) 개발을 위한 정보간 연동기술 및 PSU의 업무를 위한 경보기능 연구 • 상용망으로 전송되는 감시데이터 ATM 연계를 위한 인터페이스 (SWIM 등) 예시) 상용망 인터페이스 정의 및 개발 ATM과 연계 인터페이스 구축을 통한 정보연계 Test
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • UAM 기체와 통신 서비스가 가능한 5G 망 구축 • 관련 지침/기준서/정의서 재정 • ATM 연계 및 운항에 필요한 정보처리 인터페이스 시스템 구축 - 비행계획, 항적정보 연동을 통한 항적시현 기술

○ 3-5 과제 : PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자(ATC, Vertiport, 운항사 등) 간 정보공유체계 개발

과제명	3-5 과제 - PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자(ATC, Vertiport, 운항사 등) 간 정보공유체계 개발
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> • UAM 이해관계자 간 필요 정보 공유방법 정의 및 초기 PSU 서비스에서 확장 및 연계될 ATM 필요 요소 분석 • 필요 요소 분석을 통해 이해관계자 간 정보 연계 시나리오 제시(관련 DB구성) 및 시뮬레이션을 통해 시범운영

배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> UAM 이용확대 및 다수의 비행체*가 도시 하늘에서 자유롭게 단절없이 비행할 수 있는 안전하고 효율적인 공역관리 지원 필수 <ul style="list-style-type: none"> * (EASA 예측) 기존 여객기 2만대까지 60년 소요 vs. eVTOL 10만대까지 30년 소요 초기 UAM운용은 현재 헬기 운용고도를 중심으로 준비하고 운항기준(ConOps)에 따라 단계적 시공간 분리 <ul style="list-style-type: none"> - UTM 운용고도(150m), 상향(300~600m), 전자적 비행계획 제출 승인, 비행체 - 통제센터 - 관계자 간 정보공유 시스템 등 핵심기능 우선 실현 한국형 K드론시스템 R&D개발 (‘17.04 ~ ’22.12 / 245억원) <ul style="list-style-type: none"> - 다수의 드론 운용·관제를 수행할 민간사업자(USS*) 와 조화롭게 운영할 수 있는 국가 기준(FIMS**) 마련 및 시스템 개발 * USS(UTM Service Supplier) : 비즈니스 모델별, 지역별로 자동비행 및 실시간 모니터링 등 드론 운용 시스템을 보급(USS→운용자)하는 민간 시스템 사업자 ** FIMS(Flight Information Management System) : 국가 안전기준에 따라 운용되는 기체 등록, 교통 현황 등 총체적인 정보를 관리하는 국가 비행정보 관리망 국토교통부는 자율주행차 관련 사이버보안 가이드라인을 마련하여 위험 인지·분석 및 위험수준 완화 등 국내 사이버보안 관리의 의무화 계획
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> 초기 저밀도 교통과제를 위해 필수적 요소만을 추가하여 PSU 교통관리시스템 구축으로 개발기간 단축 및 안전성, 비용절감 효과 예상 이해관계자의 필요 정보 식별 및 공유로 효율적인 운항관리(운항사의 기체관리, 이착륙장의 이동관리, PSU의 항로관리 등) 가능 신속한 정보공유로 위험상황 대처가 향상되고, 안전이 강화되어 사고 등으로 발생될 사회적 파급과 인명 및 재산 피해 예방 가능 UAM 관제시스템과 같은 중요 사회적기반시설(ICS)은 사이버 해킹으로 인해 기체 탈취/경로이탈 또는 제어시스템 오류 발생 시 막대한 인명 및 재산 피해 예상
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> 정부 R&D 사업에 대한 다양한 시나리오 제공 및 필요요소 식별등을 통해 완성도 높은 UATM 시스템 개발이 필요하며, 또한 ATM과 연계를 위해 초기 데이터 포맷 등을 기존 ATM 시스템과 연동이 가능하도록 구현 필요 이해관계자 식별 및 데이터 공유를 위한 인터페이스 표준화 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 시장 진출을 고려해 연계 인터페이스 표준 고려 SWIM 등 이해관계자간 최적의 데이터 공유가 가능한 시뮬레이션 설계 기체 안전 운항 감시를 위한 운항 정보 공유 데이터와도 연계가 가능하도록 통합 DB를 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 운항정보 + 사고 발생시 원인 분석을 위한 영상,음성 등에 대한 녹화/녹음된 데이터 PSU, 운항사 정보 연계 필드 테스트 및 검증을 위한 절차서 필요 UAM 관제 시스템 보호를 위한 사이버 보안 관리 시스템 설계 및 구현 필요
목표	<ul style="list-style-type: none"> 관제기관, PSU, 운항사 정보 연계 시뮬레이션 설계 및 시범운영 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 소프트웨어 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 7 단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 식별 및 공유 데이터 항목 도출 UAM 연계 인터페이스 기술 정의 인터페이스 검토 PSU 운영 관리데이터(비행계획/허가, 항로구성 등)에서 ATM 연계 시 추가요구 데이터 도출 및 반영 이해당사자간 최적의 데이터 공유 시나리오 제시 시뮬레이션 분석 체계 기본 개념 구상 이해관계자 간 등 정보 연계 설계 및 시범운영 데이터 공유 서버 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 저장 및 사고 등을 위한 녹화/녹음 기능 포함 	

	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 서버는 UAM과 정보 연계가 가능하도록 설계 • 이해관계자 간 정보 연계 필드 테스트 및 검증 - Vertiport OC : 기체 지상 이동시간, 주기장, 충전포트 및 FATO 배정 등 - PSU : 항로 비행시간, 고도, 위치, 기체 상태, 항로환경 등 - UAM 기체 : 기체안전정보, 항로 환경정보, Vertiport 내 착륙 위치/시간 등 - 운항사 : 기체 이동정보, 탑승객 정보, 기체 안전정보 등 • UAM 사이버보안 관리시스템 아키텍처 설계 및 구축 • UAM 기체 안전정보 데이터의 PSU 모니터 화면 현시 - 안전정보(배터리 상태, 기체이상여부) 데이터 정의 • UAM 감시정보 데이터의 PSU 모니터 화면 현시
<p style="text-align: center;">최종 성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CNSi 획득 정보 공유를 위한 인터페이스 표준화 구현 설계서 • PSU에서 ATM 연계운영 시 필요 요소 설계서 • 이해관계자 정보 연계 시나리오 시뮬레이션 시제품 • 이해관계자 정보 공유 DB 서버 구축 (시뮬레이션과 연계 필요) • CNSi 획득 정보 연동 Field Test를 위한 설계서 • UAM 사이버보안 관리 시스템 아키텍처 설계서 • UAM 사이버보안 관리 시스템 구축 • UAM 기체 안전정보 및 UAM 감시정보 데이터의 분석 보고서

라. (4과제) K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

○ 4-1 과제 : CNSi 정보 신뢰성 평가 연구

과제명	4-1 과제 - CNSi 정보 신뢰성 평가 연구	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> CNSi에서 제공된 정보에 대해 수신정보의 정확도 분석을 위해 비교평가 방안 마련과 평가를 위한 비교장비 선정 및 설치, 실증노선 검토 및 선정을 통해 CNSi 정보의 신뢰성 평가를 수행 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> UAM에 대한 CNSi 수신정보에 대해 정확도 및 신뢰성 입증 방안 필요 정확도 및 신뢰성 입증을 위한 비교장비 연구 및 구현 필요 다양한 실증노선 연구를 통한 각종 조건별 노선 선정 필요 CNSi 정보에 대한 평가 수행방법 및 기준 마련 필요
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> CNSi 정보에 대한 신뢰성 기준마련으로 운영장비 구축시 표준기준 설정 가능 장비도입에 따른 허용치, 신뢰성 등 기준제시로 적정가격 비교 및 판단 다양한 환경상의 실증구간 선정을 통한 R&D 비용 효율적 사용 가능 K-UAM GC CNSi 장비 기준 마련 가능
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> CNSi로부터 제공된 정보에 대해 비교장비 등 대조를 통한 신뢰성 판단 필요 비교장비 선정을 통한 CNSi 정보 기술적 기준 마련 필요 UAM 안전운항을 위한 CNSi 송수신 정보 기준 마련 다양한 환경의 실증구간을 통한 UAM 운항시 CNSi 구축 환경 기준 필요
목표	<ul style="list-style-type: none"> CNSi 정보 신뢰성 평가기준 마련 및 평가 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 공법/기법 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 7단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 센서 정보 비교장비 연구 <ul style="list-style-type: none"> 획득된 CNSi 센서정보 정확도 확인을 위한 비교 방안 및 기존 항행안전시설과 안티드론 시스템에서 수집된 감시정보와 UAM 기체 감시정보간 비교 검증 방안 연구 실증시험 방안 연구 <ul style="list-style-type: none"> 다양한 UAM 비행환경에서 CNSi 정보 신뢰성 검증이 가능한 실증 노선 검토 및 선정하며, 해당 노선에 대한 CNSi 장비 설치가능 여부 및 설치환경 다양성에 대한 대책을 검토 UAM 이동에 따른 항공기 및 헬기 등 기존항로 간섭여부를 검토하고 공항운영 환경에서 UAM 운용에 따른 영향성을 검토 정보 신뢰성 평가방안 연구 <ul style="list-style-type: none"> 실증 노선상 각 비행 단계와 위치에 따른 통신 품질 및 감시정보 신뢰성 평가 시나리오 구성하고, CNSi 정보의 품질 평가 기준을 마련하며 기준에 따른 CNSi 표출정보를 평가 	
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> UAM CNSi 요소 식별 및 신뢰성 기준 연구 보고서 CNSi 감시정보 비교 방안 검토 보고서 실증구간 환경분석 보고서 이동형 감시정보 평가 장비 검토 보고서 통신 품질 및 감시정보 신뢰성 평가 시나리오 연구 보고서 이동식 감시정보 비교 시스템 비교평가 장비를 통한 평가 보고서 	

○ 4-2 과제 : 운항경로 CNSi 기술 연구

과제명	4-2 과제 - 운항경로 CNSi 기술 연구	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> UAM 운항경로상 CNSi(통신/항법/감시/운항정보) 정보를 획득하기 위한 기술을 연구 검토하며, 해당 기술에 대한 지상 및 UAM에 탑재하기 위한 표준 protocol 재정 및 장비를 구축 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> K-UAM GC 구현을 위한 운항경로상의 CNSi 정보요소 정의 필요 정보요소별 품질 및 기준(throughput, latency, update 등) 정의 정보 기준에 따른 지상 및 UAM 탑재 장비 표준화 필요 상용망(이동/위성) 이용한 UAM 통신체계 확립 기존 항행안전시설 활용 및 신규 CNSi 연구 개발을 통한 기준 마련 도심 운항 대비 도심기상, 저고도 기상 등 연구 필요
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> 정보요소 기준 마련으로 장비제작 및 구입시 표준 제시 기존 상용망 활용 검토를 통한 CNSi 센서요소로 활용도 증대 및 예산 절감 기존 항행안전시설 감시정보 등 활용을 통한 예산 절감 신규 CNSi 및 기상정보 연구로 UAM 정보 다양화 및 안정성 확보
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> 운항경로상의 CNSi ↔ UAM 간 정보요소 발굴 및 기준 수립 필요 상용망(이동/위성)을 통한 CNSi 활용 가능성 확보 및 실증 기존 항행안전시설 활용한 정보활용 확인 및 실증 신규 CNSi 장비 및 기상장비 연구 개발을 통한 정보발굴 연구 및 실증
목표	<ul style="list-style-type: none"> 운항경로상의 CNSi를 통한 UAM 탐지 등 정보확보 방안 마련 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 장비/장비 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 7단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 정보요소 및 품질기준 연구 <ul style="list-style-type: none"> CNS를 통해 획득한 UAM 기체 위치정보 및, 기체 상태 등 정보요소 정의하고, 통신 품질 기준(throughput, latency, update 등), GNSS 항법정보 품질 기준(위치 오차 등)와 이를 통한 감시정보 품질 기준(트래킹 정확도, 갱신 주기, 정보 통합 품질 등) 마련 기존 CNS 응용 및 상용망 기반 운항경로 CNSi 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> 기존 CNSi(U/VHF, VOR/DME, 레이더, ADS-B 등) 활용방안을 도출 상용 통신망을 활용한 UAM CNSi 기술 연구 및 구현 항로비행을 위한 UAM CNSi 탑재 장비 연구 CNS 장비와 UATM간 연동방안 연구 및 구현 이동 및 위성통신 적용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> 이동통신(5G/LTE) 적용방안 구현, 위성통신 적용방안 연구 및 구현 기상 장비 연구 <ul style="list-style-type: none"> UAM 기상정보 획득 방안을 연구 기상 탐지 장비를 시범 구축 기상 탐지 장비와 UATM 연동 및 검증 	
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> CNS 정보요소 정의 보고서 정보품질 평가 기준 보고서 기존 CNSi 활용 방안 연구 보고서 기존 CNS 정보 저장 시스템 UAM CNSi 구현 방안 연구 보고서 항로비행을 위한 UAM CNSi 탑재 장비 연구 보고서 항로용 CNSi 시제품 CNSi와 실증 관제시스템 연동결과 보고서 	

	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 항행안전시설 실증 결과 보고서 • 상용망 실증 결과 보고서 • UAM 기상정보 획득 방안 연구 보고서 • 기상 탐지 장비 구현 및 UATM과 연동 • 기상장비 UATM 연동 결과 보고서
--	--

○ 4-3 과제 : Vertiport CNSi 기술 연구

과제명		4-3 과제 - Vertiport CNSi 기술 연구
연구개요		<ul style="list-style-type: none"> • UAM이 Vertiport에 접근시 CNSi(통신/항법/감시/운항정보) 정보를 통해 정밀한 이착륙 및 안전성 확보를 위한 기술을 연구 검토하며, 해당 기술에 대한 Vertiport 주변 및 UAM에 탑재하기 위한 표준 protocol 재정 및 장비를 구축
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> • K-UAM GC 구현을 위한 Vertiport 주변의 CNSi 정보요소 정의 필요 • 정보요소별 품질 및 기준(throughput, latency, update 등) 정의 • 정보 기준에 따른 Vertiport 주변 및 UAM 탑재 장비 표준화 필요 • 기존 항행안전시설 활용 및 신규 CNSi 연구 개발을 통한 기준 마련
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> • 정보요소 기준 마련으로 장비제작 및 구입시 표준 제시 • 기존 항행안전시설 감시정보 등 활용을 통한 예산 절감 • UAM 이착륙시 안정성 확보를 통한 기체 및 인명 안전사고 예방
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiport 주변의 CNSi ↔ UAM 간 정보요소 발굴 및 기준 수립 필요 • 기존 항행안전시설 활용한 정보활용 확인 및 실증 • 신규 CNSi 장비 연구 개발을 통한 정보발굴 연구 및 실증 (RTK, UAM PAPI 등)
목표		<ul style="list-style-type: none"> • Vertiport 주변 CNSi를 통한 UAM 탐지 등 정보확보 방안 마련
TRL 유형		<ul style="list-style-type: none"> • 장비/장비
TRL 단계		<ul style="list-style-type: none"> • 기술 성숙도 7단계 목표
연구내용		<ul style="list-style-type: none"> • UAM 운항 탑재장비 연구 <ul style="list-style-type: none"> - Vertiport 이착륙 단계를 지원하는 UAM 탑재장비를 연구하고, 이착륙 단계 및 Vertiport 내에서 UATM 및 vertiport 운영시스템과 UAM 기체간의 정보 공유 방안과 공유될 정보요소를 식별 • Vertiport 이착륙 지원장비 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 이착륙 단계에서 필요한 CNSi 정보요소 및 품질기준을 연구 - 이착륙 단계에서의 위치 정확도 및 위험요소 식별을 위한 이착륙장 주변 감시 광학장비 개발/구축 - Vertiport 이착륙 지원장비에 대한 연구 및 구현(RTK, PAPI, 광학감시 장비 등) - 전파장애 환경에서도 기체의 안전한 이착륙을 지원하기 위한 방안 연구 - Vertiport CNSi 장비 설치 및 검증
최종 성과물		<ul style="list-style-type: none"> • 이착륙 단계 및 주기중 공유 대상 정보요소 정의서 • 이착륙 지원 UAM 탑재 장비 연구 보고서 • 정보요소 품질기준 연구 보고서 • 이착륙 지원 CNSi 장비 연구 보고서 • 정밀 이착륙 지원 CNSi 시제품 • 전파장애 환경 대응 보고서 • Vertiport CNSi 장비 성능 검증 보고서

○ 4-4 과제 : UAM 실증 관제시스템 모사

과제명	4-4 과제 - UAM 실증 관제시스템 모사	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> 수신된 CNSi 정보를 실증 관제시스템 모사를 통하여 화면에 표출 및 정보 정확도를 검증하며, 안전경보 등 기능 구현을 통한 UAM 실증노선 운항시 위험요소 선제적 발굴 	
배경 및 필요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> 실증 관제시스템 모사를 통한 수신 CNSi 정보 확인 필요 표출 정보 정확성 판단 및 연계시스템간 정보교환 검증 UAM 실증노선 운항시 위험요소 식별 UAM 관제시스템을 통한 관제요소 및 기준 연구 필요
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> UAM 실증 관제시스템 모사를 통한 국산 기술력 확보 외산장비 도입 대비 가용성 향상 및 SW 수정에 따른 예산 절감 기존 ATM과 유기적 연동 시험을 통한 안정성 강화 2D/3D 화면구성과 기상정보 표출을 통한 통합표출화면 구성 가능
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> CNSi 정보 연계 및 표출을 위한 관제시스템 구현 필요 시스템 구성 요소별 안정성 확보를 위한 2중화 등 구현 필요 각종 안전경보 등 실증을 위한 안전요소 검증 및 발굴 USS 및 PSU 운영시 UAM 관제를 위한 기반 요소 구현
목표	<ul style="list-style-type: none"> CNSi와 연계를 통한 UAM 실증 관제시스템 모사 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> 소프트웨어 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> 기술 성숙도 7단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 센서 및 기상 연동 통합표출시스템 구현 <ul style="list-style-type: none"> CNSi 정보 UATM 연계 및 검증을 위한 UATM 기본 기능 구현방안을 연구하고, UAM 실증 관제시스템 기본기능을 모사 2D/3D 공간정보를 통한 다차원 정보 제공 구현 운항 안전경고 기준 연구 <ul style="list-style-type: none"> ATM에서 활용되고 있는 안전경고 종류에 기반하여 UAM 운항 위험요소 식별, 안전경고 기준 연구 및 적용(Geo-fence등)하고 운항 중 다양한 비상상황에 대한 정의 및 비상상황 전파방안 마련 유무선 음성관제 연구 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> UAM 음성 통신 체계 연구 항공교통관제기관, UAM기체, PSU 및 운항사간 음성 통신 환경 시범 구축 및 데이터 링크를 통한 문자기반 통신, 음성기반 통신 방안 연구 연계시스템간 정보연동 구현 <ul style="list-style-type: none"> UAM 실증 관제시스템 모사를 고도화 하고, 서울접근관제시스템(ARTS)과 실증 모사 관제시스템 연계를 위한 메시지 포맷 구성 및 센서 정보 공유 구성 실증 시스템과 이해관계자(기체, Vertiport, 운항사, FIMS, ARTS 등) 간 공유할 정보기준 마련 및 공유 환경 가상 구성 실증 관제시스템을 통한 CNSi 정보 평가 	
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> 기본 외부시스템 연계정보 정의서 시스템 기본 요구사항 정의서 시스템 구성방안 검토서 실증 관제시스템 모사 시스템 실증 UATM 시스템 추가 기능 구현 UAM 음성 통신 체계 연구 보고서 항공교통관제기관, UAM기체, PSU 및 운항사간 음성 통신 시범 환경 	

	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 링크를 통한 실시간 통신 방안 연구 보고서 • 시스템 안정성 검토 보고서 • 정보 정확도 검토 보고서 • 음성/문자 통신 시스템 • 실증 시스템 외부 연동 환경 • 실증 시스템 기능 검증 보고서
--	---

○ 4-5 과제 : 법제도, 주파수 확보, 사업화 등 기타 연구

과제명	4-5 과제 - 법제도, 주파수 확보, 사업화 등 기타연구	
연구개요	<ul style="list-style-type: none"> • K-UAM GC를 위한 CNSi 구현에 필요한 법제도, 장비운용에 따른 주파수 확보, 시설 구축시 비용마련을 위한 사업화 방안 등 연구검토를 통해 시설 구축이 원활히 진행될 수 있도록 지원함 	
배경 및 필요요성	정책적	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 인허가, 설치기준 등 법제도 검토 필요 • 주파수 확보를 위한 방안 검토 • 장비 등 요소별 설치 주체 검토 • 장비 투자주체 수익보존 방안 및 지원 필요
	경제적	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 인허가, 설치기준 마련으로 효율적 진행 및 경제적 예산 마련 필요 • 신속한 주파수 검토 및 할당을 통해 장비구현 및 사업추진 기간 단축 • 장비 설치 주체선정 및 수익 보존방안 마련으로 투자 활성화
	기술적	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 인허가, 설치기준 법제도 마련을 통해 신속한 실증 가능 • 필요 주파수 확보로 장비구현 및 실증시험시 기간 단축 • 장비 투자 수익 보존으로 기술개발 활성화
목표	<ul style="list-style-type: none"> • CNSi 법제도 마련과 주파수 확보, 장비투자 수익보존방안 마련 	
TRL 유형	<ul style="list-style-type: none"> • 공법/기법 	
TRL 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 성숙도 7단계 목표 	
연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 인허가, 설치기준 등 법제도 검토 <ul style="list-style-type: none"> - CNSi 장비 및 관제시스템에 대한 인허가와 설치기준에 대해 특별법 마련을 위한 법제도 검토 및 제안 • 주파수 확보방안 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 통상 신규 주파수 확보를 위해 1년 정도 소요되나 장비개발 및 구현 신속화를 위해 규제 샌드박스 활용 및 과기정통부 사전협의를 통해 요구 주파수 확보 및 확보기간 단축 • 장비 등 요소별 설치 주체 연구 <ul style="list-style-type: none"> - CNSi 장비에 대한 구축 주체검토 및 해당 장비 구축시 수익보존 방안 마련을 통해 투자 활성화가 될 수 있도록 방안 마련 	
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 인허가 및 설치기준 등 특별법 제안 보고서 • 주파수 확보 방안 보고서 및 확보 • 장비설치 주체 및 수익보전 방안 보고서 	

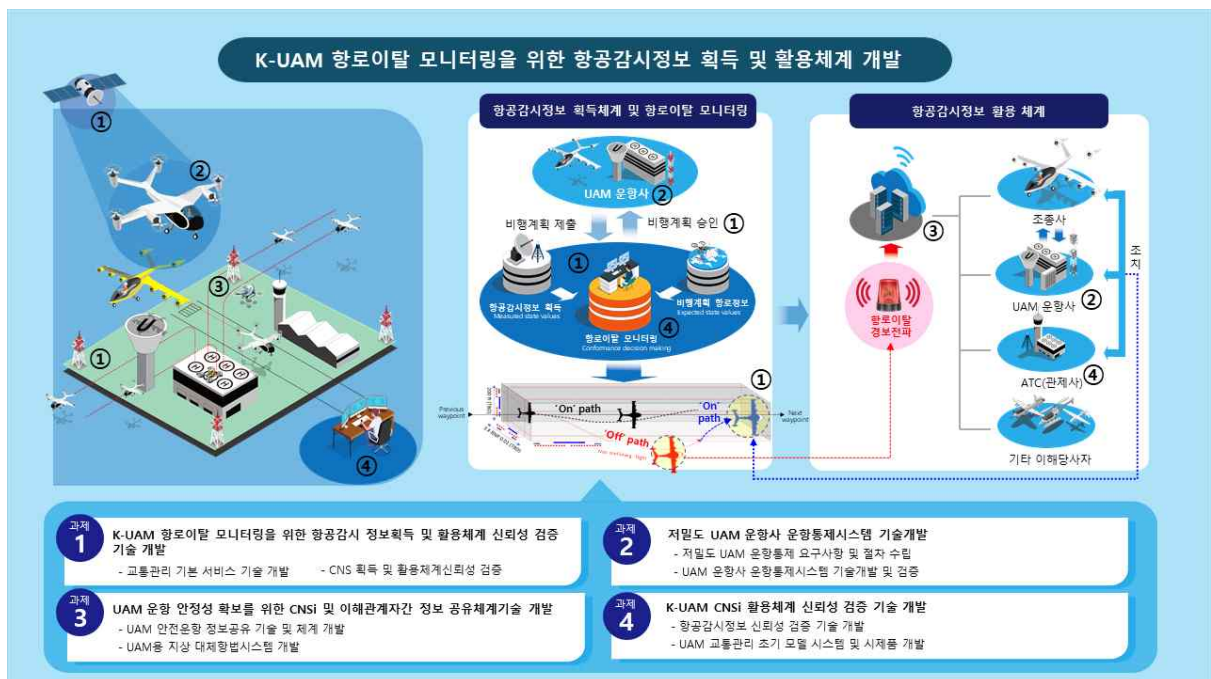
2. 과제 간 연계관계

- **1과제(K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증)**는 K-UAM 초기 상용화 서비스 지원을 위한 교통관리 기본 서비스 및 UAM CNS 획득/활용체계 신뢰성 검증 기술은 UAM 운항고도 및 비행단계를 고려한 seamless 데이터 통신링크 구현, 성능기반 비행 단계별 항법시스템 구현, 통신링크 기반 감시정보 획득, 운항정보 및 감시정보의 효율적인 공유 기술 및 저밀도(5대 이하) 교통관리 기본 서비스 제공 기술 등으로 구성
- **2세부과제(저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발)**는 UAM 운항사 관점에서, 비행계획 수립 및 공유, 비행계획의 수정, 지속적인 UAM 기체 비행상황 모니터링, 우발상황 대응 등 UAM 운항 관련 생성정보의 이해당사자 간 공유 및 기상정보, 지형정보, 목적지 vertiport 정보 등의 부가정보 활용 관련 기술 개발로 구성
- **3세부(도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술 개발)**은 저밀도 내 UAM 운항 안전성 확보를 위하여 CNS 인프라를 구축 및 신뢰성을 검증하여 초기 상용화를 위한 환경을 마련하고, 기체 안정정보를 포함한 UAM 운영에 필요한 정보를 식별하고 기준을 제시하며, 이해관계자(관제기관, Vertiport, 운항사, 플랫폼 등)과 공유해야 할 정보를 공유 및 검증하는 기술 개발로 구성
- **4세부(K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발)**는 다양한 UAM 운항환경(인구 밀집지역, 인구 비밀집지역, 해안, 공항주변 등)에서 요구되는 CNSi 정보요소를 식별하고 획득된 정보를 실증 모사 관제시스템(UATM)에 연동하여 CNSi 활용체계를 검증하는 기술로 구성
- **세부 과제 간 연계 관계**
 - 1과제는 K-UAM GC와의 호환성을 유기하며 K-UAM 상용화 1단계(2025-2029)에서 활용 가능한 교통관리 기본 서비스 및 CNS 각각의 옵션들에 대한 활용성 및 신뢰성을 검증하고, 2세부, 3세부, 4세부 과제에서는 이를 기반으로 2025년 상용화 진입을 위한 최적의 교통관리 체계 및 CNS 선택
 - 2세부 과제는 UAM 운항 관련 정보를 생성하여 통신 네트워크(1세부 및 3세부 과제에서 검증)를 통해 각 이해당사자들에게 공유하고, 네트워크를 통해 획득한 부가정보(기상정보, 지형정보, 장애물정보 등)를 UAM 안전운항을 위해 활용
 - 3과제는 공항-서울 도심 간 실증항로에서의 감시정보 획득 및 예비 항법시스템 기술을 구현하여 2세부 과제를 포함한 이해당사자들에게 제공하며, SWIM 등 항공정보 공유체계 연동기술체계를 1과제, 2과제, 4과제에 제공

- 4과제에서 다양한 UAM 운항환경을 고려한 필요정보를 식별하면 1, 2, 3 과제에서 이를 기반으로 관련 정보를 생성, 공유하며, 4과제에서는 획득된 정보들을 실증 관제시스템과의 연동 및 분석을 통해 신뢰성 검증



[그림 Ⅲ-5] 본 기획의 각 과제 간 관계



[그림 Ⅲ-6] K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 연구개발·신뢰성 검증 개념도

5절. 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 기술로드맵

가. (1과제) K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증

○ 1-1 과제 - K-UAM 교통관리 기본서비스 기술

연차	연구목표	연구내용
1차년도	• 교통관리 기본 서비스 시스템 설계	- 저밀도 UAM 교통(동시 5대 이하) K-UAM 교통관리 기본 서비스 플랫폼 개념 설계 - 고밀도 UAM 교통(동시 100대 이상) K-UAM 교통관리 플랫폼 개념 설계 - K-UAM GC 호환 기본 플랫폼 개념 설계
2차년도	• 교통관리 기본 플랫폼 개발	- 실증 노선 대상 저밀도 교통량 기본 플랫폼 개발 요구도 개발 - K-UAM GC(1대 기준) 호환 저밀도(5대 이하) UAM 교통관리 기본 플랫폼 개발
3차년도	• 교통관리 기본 서비스 시스템 개발	- 실증 노선 대상 저밀도 교통량 기본 서비스 개발 요구도 개발 - K-UAM 초기 상용화 환경(운항사, 버티포트, PSU, 이해관계자 등) 지원 교통관리 기본 서비스 플랫폼 개발
4차년도	• 초기 상용화 이해당사자 연계 교통관리 기본 서비스 평가	- K-UAM 초기 상용화 환경(운항사, 버티포트, PSU, 기타 이해관계자 등) 연계 교통관리 기본서비스 성능 및 신뢰성 평가

○ 1-2 과제 - CNS 획득체계 신뢰성 검증

연차	연구목표	연구내용
1차년도	• CNS 획득체계 설계	- 실증노선 구간 V2V 통신체계 설계 - 4G, 5G 이동통신 및 저궤도 위성통신 시제품 설계 - PBN 항법을 위한 GNSS 항법 시스템 성능 요구도 개발 - 실증노선 환경에서의 제조사별 GNSS 수신기 항법 성능(GNSS, DGNSS, RTK, PPP) 평가 시제품 설계 - 항법 수신환경 분석을 위한 멀티패스/사이클슬립 측정 및 분석 장비 설계 - 협력 감시센서, 통신링크 기반 감시정보 획득용 기체-독립-탐재감시 모듈 설계 - CNS 신뢰성 검증 시스템 설계
2차년도	• CNS 획득체계 개발	- 4G, 5G 이동통신 및 저궤도 위성통신 시제품 개발 - 실증노선 구간 V2V 통신체계 개발 - 실증노선 환경에서의 제조사별 GNSS 수신기 항법 성능(GNSS, DGNSS, RTK, PPP) 평가

연차	연구목표	연구내용
		시제품 개발 - 비행기술 오차(FTE), 항법시스템 오차(NSE), 총 시스템 오차 (TSE) 평가 기준 개발 - 항법 수신환경 분석을 위한 멀티패스/사이클슬립 측정 및 분석 장비 개발 - 실증노선 구간 이동통신망 기반 감시정보 획득체계 설계 - 협력 감시센서, 통신링크 기반 감시정보 획득용 기체-독립-탑재감시 모듈 개발 - 실증 노선 상 협력/비협력 감시센서 gateway 등 배치 설계 - CNS 신뢰성 검증 시스템 개발
3차년도	• CNS 별 3D 성능 측정 및 신뢰성 검증	- 실증 노선 환경에서 4G, 5G 이동통신 및 저궤도 위성통신 링크 성능 평가 - 실증노선 환경에서의 제조사별 GNSS 수신기 항법 성능(GNSS, DGNS, RTK, PPP) 평가 - 실증노선 구간 이동통신망 기반 감시정보 획득체계 개발 - 실증 노선 상 협력/비협력 감시센서 gateway 등 전개 배치 - 실증 노선 상 CNS 별 3D 성능 측정
4차년도	• 초기 상용화 이해당사자 시스템 연계 CNS 통합성능 및 신뢰성 검증	- 초기 상용화 이해당사자 시스템들과 연계한 실증 노선 상 운용 단계별, 고도별 CNS 통합성능 및 신뢰성 검증

○ 1-3 과제 - K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증

연차	연구목표	연구내용
1차년도	• CNS/교통관리 기본 서비스 통합성능 및 신뢰성 평가 방법 개발	- 기존 이해당사자 및 K-UAM 초기 상용화 각 이해당사자(운항사, 버티포트, PSU 등) 기준의 CNS/교통관리 기본 서비스 통합성능 및 신뢰성 평가 방법 개발
2차년도	• CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 설계	- 기존 이해당사자 및 K-UAM 초기 상용화 각 이해당사자 운용 시스템 연계 CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 설계
3차년도	• CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 개발	- 기존 이해당사자 및 초기 상용화 이해당사자 시스템 연동 CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증 시스템 개발
4차년도	• K-UAM 실증노선 환경에서의 CNS/교통관리 기본 서비스 3D 성능 측정 및 통합 신뢰성 검증	- 실증 노선 상 비행측정을 통한 CNS/교통관리 기본 서비스 3D 통합 성능 측정 - K-UAM 초기 상용화 각 이해당사자 운용 시스템 연계 CNS/교통관리 기본 서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 - 기존 이해당사자 통한 K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 평가

나. (2과제) 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발

○ 2-1 과제 - 저밀도 ATM 기반 UAM CNSi 최신 기술동향 분석

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> 저밀도 ATM 기반 도심항공 교통의 CNS 최신 기술동향 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 주요 기관 및 대학 등에서 수행한 CNS/ATM 핵심기술 관련 최신 기술동향 분석 국내 대형 여객기 운항사 중심의 CNS/ATM 활용 시스템 구축 현황 파악 초기 저밀도 UAM 운용개념과 유사한 헬기운항을 위한 CNS/ATM 활용현황 분석
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 CNS 기반 UAM 운항통제 기술동향 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 국가, 주요 기관 및 대학 별 UAM 운항통제 관련 최신 기술동향 및 연구동향 분석 NASA, EASA 등 주요 선진국가의 CNSi 기반 UAM 항공교통관리 개념 및 관련 제도 동향 분석 에어버스, Uber, Ehang 등 UAM 항공교통관리 시스템 구축 개념 및 관련 기술 동향 분석
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 운항사 관점 ATM - UATM 간 CNS 운용체계 비교분석 	<ul style="list-style-type: none"> 운항사 관점에서 CNS/ATM과 UAM CNSi 정보 공유체계 및 활용방안 등을 비교 분석 CNS/ATM 운용경험을 기반으로 한 UAM CNSi 체계(안) 수립

○ 2-2 과제 - 운항사 중심 저밀도 UAM CNS 운용개념(안) 수립

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> 저밀도 UAM CNS 운용체계 구성 요소별 기능 식별 및 역할 정의 	<ul style="list-style-type: none"> 각 운항단계/구성요소 별 소요되는 CNS 정보유형 식별 및 정의 각 운항단계/구성요소 별 CNSi Data Flow 구체화
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 운항 단계별 CNS 정보 공유 및 전달 체계 수립 운항사 관점 운항 단계별 정상/비정상 및 비상 운용 개념 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 각 운항 단계 별 구성요소 간 Data 전달 및 공유 체계 구체화 각 운항 단계 별 Clearance 정의 및 운영방안 구체화 (비행승인, 이륙, 비행, 접근, 착륙) 각 운항 단계 별 구성요소 간 운항상황 Reporting 절차 구체화 (Operator, PSU, 관계기관 등) 각 운항 단계 별 비상 상황 식별, 정의 및 Contingency plan 수립 및 이행 절차 구체화 (항로상 비상 Vertiport, 특정 의료기관 내 Port 운영 등)
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 운항사 관점 운항 단계별 UAM 운항 지원 체계 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 고객정보관리, 탑승수속 및 수하물처리, Ground 정비, 조업 소요 업무 식별 UAM 운항을 위한 지원 업무별 data 공유 체계 개념 수립 각 운항단계별 UAM 운항서비스를 위한 지원체계 수립

○ 2-3 과제 - 저밀도 UAM 운항통제 요구사항(안) 및 절차 수립

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> UAM 비행계획을 위한 요구사항 및 절차 수립 	<ul style="list-style-type: none"> UAM 비행계획에 소요되는 정보 식별 및 획득방법 수립 등을 위한 요구사항 도출 및 비행계획 수립을 위한 세부절차 구체화
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 비행감시 요구사항 및 절차 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 운용개념 상 식별된 비행감시 주체 별 Role 구체화 설정 각 단계별 운용 간 승객 및 UAM 기체 STATUS 등 운항상황 실시간 감시 방안 및 절차 수립 정상/비상 상황 별 Monitoring/Alerting 기준, 절차 수립 및 그에 따른 Contingency mode 전환 기준 및 절차 수립 운용개념 상 각 운항단계별 경로내 항공기 분리 기준 및 절차 수립과 Data 기반 운영 방안 도출
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 운항스케줄 관리/통제 요구사항 및 절차 도출 	<ul style="list-style-type: none"> UAM 운항대수 증가에 따른 UAM SKD Control 개념 도출 및 세부방안, 절차 수립 운항스케줄 관리를 위한 Data 공유 체계도 수립 및 data flow 구체화
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> 제도·정책적 요구사항 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 운항사 관점의 UAM 운영을 위한 비행 계획, 비행감시, 스케줄 관리 등 관련 제도 및 시스템 구축을 위한 제도적 요구 사항 수립 ATM 관제 기관 및 PSU 등과의 Data 공유 및 운항통제 신뢰성 확보를 위한 정책적 요구 사항 수립

○ 2-4 과제 - 저밀도 UAM 운항통제시스템 개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> 저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 요구사항 분석 및 개념설계 	<ul style="list-style-type: none"> 운항통제시스템 개발 요구도 구축 운항통제시스템 아키텍처 및 인터페이스 설계 운항통제시스템 필요 모듈 구성 및 각 모듈 별 기본 설계 수행
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 HW/SW 기본 및 상세설계 	<ul style="list-style-type: none"> 비행 감시 요구 사항 및 절차 결과 검토 및 관련 필요 모듈 추가 구성 운항통제시스템 필요 모듈 별 H/W 및 S/W 상세 설계 가상 운용환경 구성을 위한 다개체 시뮬레이션 S/W 개발 운항통제시스템 가시화를 위한 가시화 소프트웨어 및 단말 소프트웨어 구현
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 HW 구축 및 SW 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 운항 스케줄 관리 및 통제 요구사항 검토 및 관련 필요 모듈 추가 구성 운항통제시스템 필요 모듈 별 H/W 구축 및

연차	연구목표	연구내용
		S/W 개발 - 운항통제시스템 모듈별 H/W 및 S/W 통합 및 디버깅 - 운항통제시스템 가시화 소프트웨어 및 단말 소프트웨어 통합 - 운항통제시스템 1차 통합 및 디버깅
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> 저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 통합 및 시연 	- 운항통제시스템 2차 통합 및 디버깅 - UAM 비행계획 요구사항 및 절차 검토 및 모의 운용 수행 - 비행감시 요구사항 및 절차 검토 및 모의 운용 수행 - 운항 스케줄 관리/통제 요구사항 검토 및 모의 운용 수행 - 운항통제시스템을 통한 UAM CNSi 운용 개념 검토 및 관련 내용 시연

다. (3과제) 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자 간 정보 공유체계 기술 개발

○ 3-1 과제 - 저밀도 교통관리 기본 서비스 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ADS-B, 영상감시시스템 등 UAM 감시정보 획득을 위한 설계 	- UAM의 ADS-B 감시정보 데이터 정의 - 항로상 ADS-B 지상국 구축 설계 - 영상감시 데이터 수집 방안 검토(카메라 등)
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> UAM 감시정보 획득 및 현시시스템 구축 	- ADS-B 지상국 구축 및 네트워크 연결 - 획득된 감시정보 품질 검증 - 획득된 감시정보(ADS-B) 현시 화면에 표출
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 영상기반감시시스템 구축 	- Vertiport 주변 혹은 항로상 특정지점에 영상감시시스템 구축
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> UAM 감시정보 획득체계 신뢰성 검증 	- 감시정보 획득체계 신뢰성 평가

○ 3-2 과제 - UAM Corridor 내 저밀도 교통관리 기본 서비스 적용을 위한 기체운
항 정보 공유기술

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> 기체 안전정보 및 충돌회피 전송 데이터 식별 및 데이터 전송방법 정의 	<ul style="list-style-type: none"> 기체 안전관련 정보 종류 정의 기체 충돌회피 발생시 지상국간 송수신 데이터 식별 주변환경 데이터(기상, 조류 등) 정의 기체 센서감시 데이터 연동방법 정의 기체↔지상간 데이터 전송 방법 정의
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 기체↔지상국 간 데이터 전송을 위한 지상시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 지상 데이터 전송 시스템 설계 UAM 기체와 지상국간의 데이터 전송망 구축 Fix-point에서 기체와 PSU간 데이터 전송망(상용망, 항공망 등) 설정
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 기체↔지상국 간 Field Test 및 교통흐름관리체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 통과시간 기체 및 목적지 Vertiport O.C 전송 테스트 Fix-point 통과시간 모니터링 시스템 설계 항로 주변 환경정보, 기체 안전정보 및 비행 시간, 고도, Fix-point 통과시간 서버 구축 UAM 기체 흐름관리체계 구축
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> 기체↔지상국 간 정보 전송 데이터 신뢰성 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 기체↔지상국간 정보 전송 데이터 및 기체 흐름관리체계 시험평가 및 검증

○ 3-3 과제 - GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> UAM용 지상항법 시스템 개발을 위한 기본 및 상세 설계도 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 지상 항법시스템 요구도 및 아키텍처설계 지상 송출용 장비 상세(HW, SW, ANT)설계 기체 탑재 장비 상세(HW,ANT)설계
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> UAM용 지상항법시스템 시작품 제작 	<ul style="list-style-type: none"> 지상 및 기체탑재 시작품 개발(HW,SW) 지상항법 ANT 개발 및 주파수 선정을 위한 전파 환경 분석 지상항법 시스템 성능 검증 및 신뢰성 평가 기준 수립
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 성능 검증을 위한 다양한 비교, 분석,평가 	<ul style="list-style-type: none"> 지상항법 신호 품질 및 수신환경 분석 GPS 기반 항법 시스템과 성능비교 지상항법 시스템 성능 검증 및 신뢰성 평가
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> 지상 항법시스템 Field 신뢰성 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 지상항법 시스템 시작품 실증노선 내 구축 및 시험 평가

○ 3-4 과제 - 5G 기술을 활용한 UAM 통신기술 및 ATM 연계 시스템 개발

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 도심항로 5G 망 구성을 위한 성능 요구도 정의 • UAM 운항에 필요한 정보정의 	<ul style="list-style-type: none"> - AGL 고도 1,500ft(평균) 도심항로 5G 망 구성을 위한 전파 패턴 검토(기지국 위치 등) - UAM용 5G 망 구성을 위한 성능 요구도 도출 - UATM 정보의 종류 및 필요정보 식별
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 도심항로 UAM 서비스 공역 구축 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 도심항로 내 UAM 서비스 공역 내 5G 통신망 구축 및 검증
	<ul style="list-style-type: none"> • ATM 상용망 데이터 공유 체계 및 정상/비정상 운용개념 수립 	<ul style="list-style-type: none"> - ATM 상용망 데이터 공유 및 정상 및 비상 운용개념 수립
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 기상정보, 비행정보, 항공정보 등 연관정보들의 융합 및 ATM 연동을 위한 인터페이스 개발/SW설계 	<ul style="list-style-type: none"> - PSU의 업무를 위해 필요한 정보 획득체계 연구 - 정보간 연동 및 시험 S/W 설계
	<ul style="list-style-type: none"> • ATM 데이터 연계 및 PSU의 업무를 위한 인터페이스(S/W) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - PSU업무에 필요한 정보 및 ATM 연동을 위한 인터페이스 SW 개발
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • ATM 데이터 연계 및 PSU의 업무를 위한 인터페이스(S/W) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - PSU업무에 필요한 정보 및 ATM 연동을 위한 인터페이스 SW 개발
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • PSU업무 및 ATM 연계를 위한 인터페이스 신뢰성 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 시작품 개발 및 감시 정보 데이터 공유 시험 평가

○ 3-5 과제 - PSU 교통관리시스템 및 이해관계자(ATC, Vertiport, 운항사 등)간 정보공유 체계 개발

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • PSU 교통관리시스템 및 이해관계자간 공유체계 식별 	<ul style="list-style-type: none"> - PSU 교통관리시스템 및 이해관계자간 식별 및 공유 데이터 항목 도출 - UATM 연계 인터페이스 기술 정의 인터페이스 검토 - PSU 운영 관리데이터(비행계획/허가, 항로구성 등)에서 ATM 연계 시 추가 요구 데이터 도출 및 반영 - UAM 사이버보안 관리 시스템 검토
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 연계 시나리오 분석을 통한 PSU 교통관리시스템 및 사이버보안 체계 설계 	<ul style="list-style-type: none"> - 이해관계자간 최적의 데이터 공유 시나리오 제시 - 시뮬레이션 분석 체계 기본 개념 구상 - 이해관계자간(ATC, Vertiport, 운항사 등) 정보 연계 시뮬레이션 설계 - UAM 사이버보안 관리 시스템 아키텍처 설계
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 이해관계자 간 정보 공유 DB 서버 및 사이버보안체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 공유 서버 구축 · 데이터 저장 및 사고 등을 위한 녹화/녹음 기능 포함 · 데이터 서버는 FIMS에게 데이터 연계 가능하도록 구축 - UAM 사이버보안 관리시스템 구축

연차	연구목표	연구내용
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • PSU 교통관리시스템 및 정보공유체계 신뢰성 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - ATC, Vertiport, 운항사 정보 연계 필드 테스트 및 검증 • Vertiport OC : 기체 지상 이동시간, 주기장, 충전포트 및 fato 배정 등 • PSU : 항로 비행시간, 고도, 위치, 기체 상태, 항로환경 등 • UAM 기체 : 기체안전정보, 항로 환경정보, Vertiport 내 착륙 위치/시간 등 • 운항사 : 기체 이동정보, 탑승객 정보, 기체 안전정보 등 - UAM 사이버보안 관리 시스템 검증 - UAM 기체 안전정보 및 UAM 감시정보 데이터의 PSU 화면 현시

라. (4과제) K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

○ 4-1 과제 - CNSi 정보 신뢰성 평가 연구

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • UAM CNSi 요소 식별 및 신뢰성 기준 설정 	<ul style="list-style-type: none"> - UAM CNSi 요소 식별 및 신뢰성 기준 연구
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 항행안전시설을 활용한 CNSi 정보 비교 평가장비 검토 및 실증구간 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 항행안전시설에서 획득 가능한 정보 식별 - 비교정보에 따른 평가장비 검토 - 기존 이동통신 상용망 환경, 신규 CNSi 장비 설치 환경 및 설치 가능여부 판단 - 실증노선 구간별 UAM 운항 환경요소 검토 및 공항운영 환경에서의 UAM 운영 영향성 검토
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • UAM 실증 시나리오 설정 	<ul style="list-style-type: none"> - 각종 영향평가에 의한 실증노선 선정 - 통신 품질 및 감시정보 신뢰성 평가 시나리오 연구 - 비교 평가장비 설비 선정, 설치 및 시험운영
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • CNSi 정보 신뢰성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 상용망 통신환경 구축 - 신규 CNSi 장비 설치 - UAM 운용을 통한 신뢰성 평가

○ 4-2 과제 - 운항경로 CNSi 기술 연구

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • CNSi 정보요소 정의 	<ul style="list-style-type: none"> - 위치, 고도, 속도, 기상정보, UAM 상태 등 UAM 안전운항을 위한 정보요소 정의 - 정보요소별 품질 및 기준 연구 (throughput, latency, update 등)

연차	연구목표	연구내용
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 기존 항행안전시설 활용방안 연구 및 UAM CNSi 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 항행안전시설 활용 방안 연구 기존 항행안전시설 데이터 획득, 저장 및 UAM CNSi 인터페이스 시스템 구축 UAM CNSi 구현 방안 연구 항로비행을 위한 UAM CNSi 탑재 장비 연구 UAM 기상정보 획득 방안 연구
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 상용망(이동/위성) 기본 실증 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 항행안전시설 및 상용망 활용성 검증 항로용 CNSi 장비 시제품 개발
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> 신규 CNSi 장비 연구 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 실증노선에 신규 CNSi 장비 설치 기상 탐지 장비 구현 기상장비와 실증 관제시스템 연동 및 검증 실증 관제시스템과 연동 및 검증

○ 4-3 과제 - Vertiport CNSi 기술 연구

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> Vertiport CNSi 정보요소 정의 	<ul style="list-style-type: none"> Vertiport내 정밀 이착륙 지원 및 이륙 준비를 위해 공유될 정보요소 정의 정보요소별 품질 및 기준 연구 (throughput, latency, update 등)
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> Vertiport CNSi 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 정밀 이착륙 지원을 위한 CNSi 연구 Vertiport 이착륙 단계를 지원하는 UAM 탑재장비 연구 전파장애 환경에서도 기체의 안전한 이착륙을 지원하기 위한 방안 연구
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> 장비 구현 상세화 	<ul style="list-style-type: none"> 정밀 이착륙 지원을 CNSi 장비 시제품 제작
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> 신규 Vertiport CNSi 장비 연구 구현 	<ul style="list-style-type: none"> Vertiport CNSi 장비 설치 Vertiport 신규 CNSi 장비 실증을 통한 성능 검증

○ 4-4 과제 - UAM 실증 관제시스템 모사

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> CNSi 정보 연계사항 정의 	<ul style="list-style-type: none"> 기본 연계 정보정의(메시지 표준 포함) 시스템 기본 요구사항 정의 시스템 구현을 위한 서버 등 기본 시스템 스펙 산정
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> 실증 관제시스템 기술개발 및 모사 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 기본 요구사항에 따른 시스템 개발 기본 관제시스템 장비 설치 2D/3D 표출 기능 구현

연차	연구목표	연구내용
		<ul style="list-style-type: none"> - UAM 운항 위험요소 식별, 안전경고 기준 연구 및 기능 구현 - 운항 중 다양한 비상상황에 대한 정의 및 비상상황 전파 기능 구현 - UAM 음성 통신 체계 연구 - 항공교통관제기관, UAM기체, PSU 및 운항사간 음성 통신 환경 시범 구축 - 항공교통관제기관, UAM기체, PSU 및 운항사간 음성 및 데이터 링크를 통한 실시간 통신 방안 연구
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 실증 관제시스템 모사 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> - 자체 시뮬레이션을 통한 시스템 안정화 - 표출 정보 정확도 사전 검증 - UAM기체, PSU 및 운항사간 데이터 링크를 통한 문자기반 통신, 음성기반 통신 방안 마련 - 확장된 연계시스템 메시지 정의 및 연동 - 실증 시스템과 이해관계자(기체, Vertiport, 운항사, FIMS, ARTS 등) 간 공유할 정보기준 마련 및 공유 환경 가상 구성 - 운항 중 다양한 비상상황에 대한 정의 및 비상상황 전파 환경 구현
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 실증 관제시스템을 통한 CNSi 정보 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 실증 관제시스템을 통한 CNSi 정보 표출 기능 평가 - 실증관제시스템 유무선 통신 기능 평가 - 실증 관제시스템 CNSi 관련 안전 경보 기능 평가 - 연계시스템간 정보교환 기능 평가

○ 4-5 과제 - 법제도, 주파수 확보, 사업화 등 기타 연구

연차	연구목표	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 공항시설법 및 주파수 할당 현황 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - CNSi 및 UATM 분야 법제도 동향 및 적용방안 연구 - 기존 주파수 할당 현황 파악 및 활용 가능 주파수 검토
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 필요 주파수 확보 협의 및 인허가 등 특별법 초안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> - CNSi 장비별 필요주파수 파악 및 해당 주파수 확보를 위한 관련부처 사전 협의 - 규제 샌드박스 및 특별법 등을 활용한 주파수 확보 방안 마련
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 주파수 확보 및 특별법 제정 요청 	<ul style="list-style-type: none"> - 장비 시험 및 운용을 위한 주파수 확보 - CNSi 장비 인허가 및 설치기준 검토를 통한 특별법 제정 요청
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 설치 주체 지원방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> - 장비 인허가 등 특별법 제정을 위한 지원 - 장비 설치주체 확정 및 수익방안 마련

2. 성과로드맵

가. 성과 목표 및 지표

사업	K-UAM 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증기술 개발
성과목표	K-UAM 초기 상용화 지원을 위한 교통관리 기본 서비스 및 K-UAM CNSi 기술요구도에 부합하는 CNSi 획득/활용체계 확보
성과지표	<ul style="list-style-type: none"> - K-UAM 초기 상용화 지원 관련 인프라 구축 - UAM 관련 항공안전정책 기여도 - K-UAM 초기 상용화 현장 적용된 시제품 제작 건수 - UAM 국제 네트워크 구축
성과지표 (측정산식)	<ul style="list-style-type: none"> ① K-UAM 초기 상용화 지원 관련 인프라 신뢰도 <ul style="list-style-type: none"> - K-UAM 초기 상용화 이해관계자(공공 관제업무자, 육군 항공 등) 만족도 평가 (상, 중, 하) ② UAM 관련 항공안전정책 기여도 <ul style="list-style-type: none"> - (K-UAM 특별법 반영 건수/K-UAM 특별법 제안 건수)×100 ③ K-UAM 초기 상용화 지원 기여도 <ul style="list-style-type: none"> - (현장 적용된 시제품 제작 건수/과제 수행 중 시제품 제작 건수)×100 ④ UAM 국제 네트워크 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 국제 협력 건수

나. 성능 요구조건

과제	최소 성능 요구조건	실증방안
(1과제) K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 UAM 교통관리 기본 서비스 요구도 <ul style="list-style-type: none"> - 항로 : RNP 0.03, 접근항로 : RNP 0.01 - 실시간 항로이탈 모니터링 및 경보 전파 • CNS 기술요구도 <ul style="list-style-type: none"> - 안정적 통신 서비스@평균 AGL 1,500 ft (± 500 ft) - 항로 오차 수평 3 m, 수직 4 m 유지 - 3중 항공감시정보 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 비행시험(고정의 항공기, 헬기 등 활용) 성능 실측 <ul style="list-style-type: none"> - 항로이탈 모니터링 - 통신 서비스 고도 - 항로 상 항법 오차 - 항공감시 정보 신뢰성 등
(2과제) 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • 저밀도 UAM 운항사 운항통제 요구도 <ul style="list-style-type: none"> - 최대 운항대수 : 5대 이상 (30km 항로 기준) - 복수 고정회랑 운항통제 기능 보유 • UAM 운항통제시스템 성능 요구도 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간성 : 100ms 이내 (정보처리 능력) - 비행계획 준수여부 감시기능 보유 - 비정상상 상황 통제기능 보유 	<ul style="list-style-type: none"> • 검증환경을 이용한 UAM 운항통제시스템 성능 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 최대운항대수 - 복수회랑 통제 기능 - 비행계획/승인 절차 - 비행계획 준수 여부 - 비정상상 상황 통제
(3과제) UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • UAM 안전운항 정보공유 체계 요구도 <ul style="list-style-type: none"> - 운용고도 : 300m~600m - ADS-B 및 5G를 통한 고도, 속도 위치정보 등 항적 정보 수신 - 모니터링 장비를 통한 실시간 항적 정보 시현 - 보안 취약점 분석·평가 항목 점검 • UAM용 지상 대체항법시스템 요구도 <ul style="list-style-type: none"> - 최대운용거리에서 방위각 1도 이내 오차 	<ul style="list-style-type: none"> • 비행시험(고정의 항공기, 헬기 등 활용) 성능 실측 <ul style="list-style-type: none"> - 항적정보 모니터링 - 통신망 송수신 확인 - RTK 등 他 장비와 항법정보 수신내용 비교 • 사이버 체계 모의해킹 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 사이버 취약점 점검을 통한 성능 검증
(4과제) K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> • UAM 감시정보 신뢰성 검증 기능 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 항행시스템 감시정보 비교평가 기능 구현 - CNS 정보 신뢰성 통합검증 기능 구현 • UATM 모사 기능 <ul style="list-style-type: none"> - UAM 항적 정보 표출 기능 구현 - RNP 요구도에 따른 항로준수 안전경고 기능 구현 - CNSi 정보 통합 및 외부시스템 연동 기능 구현 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 항공감시 정보와 UAM 감시정보 비교 시스템 구축 • UATM 모사 시스템 구축

다. (1과제) K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증

○ 1-1 과제 - K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	교통관리 기본 서비스 시스템 설계	K-UAM GC 호환 교통관리 기본 서비스 플랫폼 개념 설계	①	K-UAM 교통관리 기본 서비스 플랫폼 개념 설계문서	1건	작성 건수	설계서
		저밀도 교통관리 기본 플랫폼 개념 설계	②	저밀도 교통관리 기본 플랫폼 개념 설계문서	1건	작성건수	설계서
		고밀도 교통관리 플랫폼 개념 설계	③	고밀도 교통관리 개념 설계서	1건	작성건수	설계서
2차 년도	교통관리 기본 플랫폼 개발	저밀도 교통량 기본 플랫폼 개발 요구도	①	저밀도 UATM 기본 플랫폼 개발 요구도	1건	작성건수	요구정의서
		저밀도 교통관리 기본 플랫폼 개발	②	저밀도 UATM 기본 플랫폼 시작품	1건	시작품 구축 여부	시작품
3차 년도	교통관리 기본 서비스 시스템 개발	저밀도 교통관리 기본 서비스 요구도 개발	①	저밀도 교통관리 기본 서비스 요구도	1건	작성건수	요구정의서
		저밀도 교통관리 기본 서비스 플랫폼 개발	②	저밀도 교통관리 기본 서비스 플랫폼 시작품	1건	시작품 구축 여부	시작품
4차 년도	초기 상용화 이해당사자 연계 교통관리 기본 서비스 평가	저밀도 교통관리 기본 서비스 성능 및 신뢰성 평가 보고서	①	저밀도 교통관리 기본 서비스 성능 신뢰성 평가	1건	작성건수	평가보고서

구분	목표	1-1 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					0
	소프트웨어 등록건수			1	1	2
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수		1	1	1	3
	학술성과 (논문게재)				1	1
				1	1	1
	정책성과		1	1		2
기타 지표	신기술지정 건수					0
	국내외 학술회의 발표 건수	1	1	1	1	4
	기술료 징수금액					0
	기술실시계약 건수					0
	현장적용에 따른 비용절감 건수					0
	사업화·제품화 건수					0
	국내학협회지 기술기사			1	1	2
	자문회의 개최	2	2	2	2	8
	전문인력양성					0
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
	기타 목표					0

○ 1-2 과제 - CNS 획득체계 신뢰성 검증

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	CNS 획득체계 설계	V2V 통신체계 설계	①	V2V 통신체계 설계	1건	작성 건수	설계서
		4G, 5G, 저궤도 위성통신 시제품 설계	②	4G, 5G, 위성통신링크 설계	1건	작성 건수	설계서
		PBN 항법 성능 요구도 개발	③	PBN 항법 성능 요구도	1건	작성 건수	성능 요구서
		GNSS 항법 성능평가 시제품 설계	④	GNSS 항법 성능평가 설계	1건	작성 건수	설계서
		멀티패스/ 사이클슬립 측정/분석 장비 설계	⑤	GNSS 수신환경 분석 장비 설계	1건	작성 건수	설계서
		감시정보 획득용 기체-독립-탐재 감시모듈 설계	⑥	탐재 감시모듈 설계	1건	작성 건수	설계서
		CNS 신뢰성 검증 시스템 설계	⑦	C.N.S. 성능 검증 시스템 설계	1건	작성 건수	설계서
2차 년도	CNS 획득체계 개발	V2V 통신체계 개발	①	V2V 통신체계 시작품	1건	시작품 구축 여부	시작품
		4G, 5G, 저궤도 위성통신 시제품 개발	②	4G, 5G, 저궤도 위성통신 시제품	1건	시작품 제작 여부	시작품
		GNSS 항법 성능 평가 시제품 개발	③	GNSS 항법 성능 평가 시제품	1건	시작품 제작 여부	시작품
		항법성능 오차 평가 기준 개발	④	항법성능 오차 평가 기준	1건	작성 건수	평가 기준서
		항법 수신환경 분석 장비 개발	⑤	항법 수신환경 분석 장비	1건	시작품 제작 여부	시작품
		통신망 기반 감시정보 획득체계 설계	⑥	감시정보 획득체계 설계	1건	작성 건수	설계서
		감시정보 획득용 기체-독립-탐재 감시모듈 설계	⑦	탐재감시 모듈 개발	1건	시작품 제작 여부	시작품
		실증 노선 상 협력/비협력 감시센서 gateway 등 배치 설계	⑧	감시센서 등 배치설계	1건	작성 건수	설계서
		CNS 신뢰성 검증 시스템 개발	⑨	CNS 검증 시스템 개발	1건	시작품 개발 여부	시작품
3차 년도	CNS 별 3D 성능 측정 및 신뢰성 검증	4G, 5G, 저궤도 위성통신 링크 성능 평가	①	통신 링크 성능 평가	1건	작성건수	보고서
		GNSS 수신기 항법 성능 평가	②	항법 성능 평가	1건	작성건수	보고서
		통신망 기반 감시정보 획득체계 개발	③	감시정보 획득체계 개발	1건	시작품 제작 여부	시작품
		실증 노선 상 CNS 별 3D 성능 측정	④	CNS 별 3D 성능 측정	1건	작성건수	보고서
4차 년도	초기 상용화 이해당사자 시스템 연계 CNS 통합성능 및 신뢰성 검증	이해당사자 시스템 연계 CNS 통합성능 평가	①	CNS 통합성능 평가	1건	작성건수	보고서

구분	목표	1-2 과제					
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계	
사업 연계 지표	특허출원/등록			1/0	0/1	1	
	소프트웨어 등록건수			1	1	2	
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수		6	4	1	11	
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				1	1
비SCI(E)급				1	1	2	
기타 지표	정책성과	정책제안			1	1	2
		정책채택					0
	신기술지정 건수					0	
	국내외 학술회의 발표 건수		1	3	2	6	
	기술료 징수금액					0	
	기술실시계약 건수					0	
	현장적용에 따른 비용절감 건수					0	
	사업화·제품화 건수					0	
	국내학협회지 기술기사					0	
	자문회의 개최	4	3	3	1	11	
	전문인력양성					0	
	연구개발 관련 홍보				1	1	
	기타 목표					0	

○ 1-3 과제 - K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	CNS/교통관리 기본서비스 통합성능 및 신뢰성 평가 방법 개발	CNS/교통관리 기본서비스 통합성능 및 신뢰성 평가 방법 개발	①	통합성능 및 신뢰성 평가 절차	1건	작성 건수	절차서
2차 년도	CNS/교통관리 기본서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 설계	CNS/교통관리 기본서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 설계	①	통합 분석 시스템 설계	1건	작성 건수	설계서
3차 년도	CNS/교통관리 기본서비스 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 개발	CNS/교통관리 기본서비스 신뢰성 통합 검증 시스템 개발	①	통합 분석 시스템 개발	1건	시작품 개발 여부	시작품
4차 년도	K-UAM 실증노선 환경에서의 CNS/교통관리 기본서비스 3D 성능 측정 및 통합 신뢰성 검증	통합 성능 및 신뢰성 분석	①	통합 성능 분석	1건	작성 건수	보고서
		기존 이해당사자 통한 신뢰성 평가	②	신뢰성 평가	1건	작성 건수	보고서

구분	목표	1-3 과제					
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계	
사업 연계 지표	특허출원/등록					0	
	소프트웨어 등록건수				1	1	
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수			1	1	2	
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				1	1
		비SCI(E)급			1	1	2
기타 지표	정책성과	정책제안		1		1	2
		정책채택					0
	신기술지정 건수					0	
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	2	4	
	기술료 징수금액					0	
	기술실시계약 건수					0	
	현장적용에 따른 비용절감 건수					0	
	사업화·제품화 건수					0	
	국내학협회지 기술기사					0	
	자문회의 개최	1	1	1	1	4	
	전문인력양성					0	
	연구개발 관련 홍보				1	1	
	기타 목표					0	

라. 2과제 - 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발

○ 2-1 과제 - 저밀도 ATM 기반 UAM CNS 최신 기술동향 분석

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	저밀도 ATM 기반 도심항공교통 의 CNS 최신 기술동향 분석	보고서	①	UAM CNS 기술동향 분석 결과	1건	분석결과 타당성 여부	보고서
2차 년도	국내외 CNS 기반 UAM 운항통제 기술동향 분석	보고서	①	UAM CNS 기술동향 분석 결과	1건	분석결과 타당성 여부	보고서
3차 년도	운항사 관점 ATM - UATM 간 CNS 운용 체계 비교분석	보고서	①	ATM-UATM CNS 운용 체계 비교 분석 결과	1건	분석결과 타당성 여부	보고서

구분	목표	2-1 과제			
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록				
	소프트웨어 등록건수				
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급			
	비SCI(E)급				
기타 지표	정책성과	정책제안			
		정책채택			
	신기술지정 건수				
	국내외 학술회의 발표 건수	1	1	1	3
	기술료 징수금액				
	기술실시계약 건수				
	현장적용에 따른 비용절감 건수				
	사업화·제품화 건수				
	국내학협회지 기술기사				
	자문회의 개최		1	1	2
	전문인력양성				
	연구개발 관련 홍보			1	1
기타 목표					

○ 2-2 과제 - 운항사 중심 저밀도 UAM CNS 운용개념(안) 수립

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	저밀도 UAM CNS 운용체계 구성 요소별 기능식별 및 역할 정의	보고서	①	CNS 체계 구성요소별 기능 및 역할 설계결과	1건	설계결과 타당성/합리성 여부	보고서
2차 년도	운항 단계별 CNS 정보공유 및 전달체계 수립	보고서	①	운항단계별 CNS 정보 공유/전달 체계 설계 결과	1건	설계결과 타당성/합리성 여부	보고서
	운항사 관점 운항 단계별 정상/비정상 및 비상 운용개념 수립			운항단계별 정상/비정상, 비상 운용개념 설계 결과			
3차 년도	운항사 관점 운항 단계별 UAM 운항 지원체계 수립	보고서	①	운항단계별 운항 지원체계 설계결과	1건	설계결과 타당성/합리성 여부	보고서

구분	목표	2-2 과제			
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록				
	소프트웨어 등록건수				
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급			
	비SCI(E)급				
기타 지표	정책성과	정책제안			
		정책채택			
	신기술지정 건수				
	국내외 학술회의 발표 건수	1	1	1	3
	기술료 징수금액				
	기술실시계약 건수				
	현장적용에 따른 비용절감 건수				
	사업화·제품화 건수				
	국내학협회지 기술기사				
	자문회의 개최		1	1	2
	전문인력양성				
	연구개발 관련 홍보			1	1
기타 목표					

○ 2-3 과제 - 저밀도 UAM 운항통제 요구사항(안) 및 절차 수립

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	UAM 비행계획을 위한 요구사항 및 절차 수립	보고서	①	비행계획 을 위한 요구사항 및 절차	1건	요구사항 의 적절성 및 절차의 타당성 여부	보고서
2차 년도	비행감시 요구사항 절차 수립	보고서	①	비행감시 요구사항 및 절차	10년 내구성	요구사항 의 적절성 및 절차의 타당성 여부	보고서
3차 년도	운항스케줄 관리/통제 요구사항 및 절차 도출	보고서	①	운항스케 줄 관리/통제 요구사항 및 절차	10년 내구성	요구사항 의 적절성 및 절차의 타당성 여부	보고서
4차 년도	제도, 정책적 요구사항 도출	보고서	①	제도, 정책 요구사항	1건	요구사항 의 적절성 및 절차의 타당성 여부	보고서

구분	목표	2-3 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수					
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
	비SCI(E)급					
기타 지표	정책성과	정책제안				
		정책채택				
	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수	1	1	1	1	4
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최		1	1	1	3
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
기타 목표						

○ 2-4 과제 - 저밀도 UAM 운항통제시스템 개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차년도	저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 요구사항 분석 및 개념설계	운항통제시스템 요구도 및 아키텍처	①	시스템 요구도 및 아키텍처 설계 결과	1건	제시여부 요구사항의 적절성 및 절차의 타당성 여부	보고서
2차년도	저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 HW/SW 기본 및 상세설계	운항통제시스템 기본/상세설계 자료	①	종합 운항통제 시스템 상세설계 결과	1건	시스템 및 단위 모듈별 상세설계 결과의 적절성	보고서
3차년도	저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 HW 구축 및 SW 구현	단위 모듈 시스템 H/W 및 SW	①	단위 모듈별 시스템 구현 결과	1SET	H/W 및 S/W가 통합된 단위 모듈 시스템 구현 내용	시연
4차년도	저밀도 UAM 운항통제시스템 및 가상운용환경 통합 및 시연	운항통제시스템 H/W 및 S/W, 개발 보고서	①	운항통제 시스템 개발 결과	1건	통합된 종합 운항통제 시스템 적절성	시연

구분	목표	2-4 과제				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
사업연계지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수				1	1
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수			1	1	2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
기타지표	정책성과	정책제안				
		정책채택				
	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수	1	1	1	1	4
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1			2
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
기타 목표						

마. 3과제 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자 간 정보 공유체계 기술 개발

○ 3-1 과제 - 저밀도 교통관리 기본 서비스 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표		목표치	측정방법	검증방법
1차 년도	UAM 감시정보 획득 위한 상세 설계	UAM ADS-B 지상국 및 영상감시시스템 설계서	①	ADS-B 지상국 영상감시시 스템 설계서	1건	작성건수	설계서
2차 년도	ADS-B 시스템 구축	UAM 감시용 ADS-B 지상국 구축	①	ADS-B 지상국	1건	구축여부	지상국 구축
		ADS-B감시정보 현시 시스템 구축	②	감시정보 현시시스템 구축	1건	구축여부	현시시스템 구축
3차 년도	영상기반감시시 스템 구축	영상기반 감시시스템 구축	①	영상감시 장치	1건	구축여부	영상감시 장치 구축
4차 년도	감시정보 획득체계 기능 신뢰성 검증	감시정보 획득체계 기능 평가 및 신뢰성 검증	①	신뢰성 평가보고서	1건	작성건수	보고서

구분	목표	3-1 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수		1	1		2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
정책성과	정책제안					
	정책채택					
기타 지표	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수			1	1	2
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
	기타 목표					

○ 3-2 과제 - UAM Corridor 내 저밀도 교통관리 기본 서비스 적용을 위한 기체운
항 정보 공유기술

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	기체 안전정보 및 충돌회피 전송 데이터 식별	기체 전송 데이터 식별 보고서	①	보고서	1건	작성건수	보고서
	데이터 전송 및 연동 방법 정의	데이터 전송 및 기체 탑재센서 감시 정보 연동 방법 정의서	②	전송방법 정의서	1건	작성건수	보고서
2차 년도	기체↔지상국 간 데이터 전송을 위한 지상시스템 구축	설계서	①	기체↔지상 데이터 전송설계서	1건	작성건수	설계서
		데이터 서버 구축	②	기체↔지상 데이터 전송서버	1SET	시스템	시스템 구축
3차 년도	기체↔지상국 간 Field Test 및 교통흐름관리 체계 구축	Field Test 보고서	①	신호품질 평가	1건	작성 건수	평가 보고서
		교통흐름관리 체계 구축	②	교통흐름 관리체계	1SET	시스템	시스템 구축
4차 년도	기체↔지상국 간 정보 전송 데이터 신뢰성 검증	데이터 서버 성능 검증 및 신뢰성 평가 보고서	①	보고서	1건	작성건수	보고서

구분	목표	3-2 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
기타 지표	정책성과	정책제안				
		정책채택				
	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	1	3
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
기타 목표						

○ 3-3 과제 - GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	UAM용 지상항법 시스템 개발을 위한 기본설계	지상 항법시스템 요구도 및 아키텍처	①	프로토 타입 설계	1건	개발 컨셉 적절성 및 시스템타당성 여부	설계도
	시스템 HW/SW 및 안테나 (주파수 선정) 상세 설계	지상 송출용 장비 상세 설계 자료	①	시스템 상세 HW/SW, ANT 설계	1건	시스템 및 ANT 상세설계 결과의 적절성	설계도
기체 탑재장비 상세 설계 자료		②	기체 탑재용 HW/ANT 설계	1건			
2차 년도	UAM용 지상 항법 시스템 시스템 HW/SW 및 안테나 구현	지상 송출용 장비 시작품 HW/SW	①	프로토 타입 개발	1건	시작품 구축여부	시작품
		기체 탑재장비 시작품	②	시작품 개발	1SET	시작품 구축여부	시작품
		지상항법용 ANT 시작품, 주파수 선정(Ground, eVTOL)	③	시작품 개발	1SET	시작품 구축여부 주파수 선정 여부	시작품
3차 년도	시스템 성능 검증을 위한 다양한 비교, 분석, 평가	지상항법 신호 품질 및 수신환경 분석 보고서	①	신호품질 및 수신환경 평가	1건	작성 건수	평가 보고서
		GPS 기반 항법 시스템과 성능 비교분석	②	위성기반 시스템과 성능 비교 평가	1건	작성 건수	평가 보고서
		지상항법 시스템 요구도 및 항법성능 평가보고서	③	지상항법시스템 성능 검증 및 신뢰성 평가	1건	작성 건수	평가 보고서
4차 년도	지상 항법시스템 Field 신뢰성 검증	지상항법 시스템 시작품 실증노선 내 시험 평가	①	시험평가	1건	비행 시 안정된 항법 정보 송,수신 여부	시연

구분	목표	3-3 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록		1			1
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수			1	1	2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
기타 지표	정책성과	정책제안				
		정책채택				
	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수	1	1	1	1	4
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수				1	1
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
기타 목표						

○ 3-4 과제 - 5G기술을 활용한 UAM 통신기술 및 ATM 연계 시스템 개발

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	도심항로 5G 망 구성을 위한 성능 요구도 정의	AGL 고도 1,500ft 도심항로 5G망 구성을 위한 검토	①	도심항로 5G 통신망 구성 환경 분석 결과	1건	작성건수	보고서
		UAM용 5G망 구성 성능 요구도	②	5G망 구성 성능 요구도 도출	1건	작성건수	보고서
	UAM 운항에 필요한 정보정의	UATM 정보의 종류 및 필요정보 식별	③	UATM 정보의 종류 및 필요정보 도출	1건	작성건수	보고서
2차 년도	도심항로 UAM 서비스 공역 구축 및 검증	도심항로 내 UAM 서비스 공역 내 5G망 구축	①	도심항로 UAM 비행 공역 내 5G 통신 서비스	1건	구축건수	상용망 구축
		도심항로 내 UAM 서비스 공역 내 5G망 분석 보고서	②	통신환경 요구도에 따른 성능 검증	1건	작성건수	보고서
	ATM 상용망 데이터 공유 체계 및 정상/비정상 운용개념 수립	ATM 상용망 데이터 공유/전달 체계 보고서	③	공유/전달체계 설계 결과	2건	작성건수	보고서
		ATM 상용망 데이터 공유 정상 및 비상 운용개념 보고서	④	정상/비정상 운용개념 설계 결과			
	기상정보 비행정보 항공정보 등 정보들의 융합 및 ATM 연동을 위한 인터페이스 개발/SW설계	정보간 공유 및 연계를위한 인터페이스 및 기능 개발 지침/기준서	⑤	정보 공유 및 융합 인터페이스 체계 SW 설계 결과	1건	SW설계 지침 및 기준 제시여부	지침/ 기준서
3차 년도	ATM 상용망 데이터 연계를 위한 인터페이스(S/W) 개발	감시데이터(ADS-B/5 G 등) 등 정보 연동을 위한 ATM 연계 S/W 개발	①	감시데이터 등 정보 연동을 위한 ATM 연계 인터페이스 개발 결과	1SET	시작품 구축여부	시작품
4차 년도	PSU 업무 및 ATM 데이터 연계를 위한 인터페이스 신뢰성 검증	연계 감시정보 데이터 공유 시험 평가	①	시험평가	1건	ATM시스템 감시정보 안정적 공유 시연	시연

구분	목표	3-4 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수			1		1
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
기타 지표	정책성과	정책제안				
		정책채택				
	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	1	3
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
연구개발 관련 홍보				1	1	
기타 목표						

○ 3-5 과제 - PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자(ATC, Vertiport, 운항사 등)간 정보 공유체계 개발

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	PSU 교통관리시스템 및 이해관계자간 공유체계 식별	PSU 교통관리시스템 및 이해관계자 간 식별 및 공유 데이터 항목 도출	①	이해관계자별 요구 데이터 정의	1건	작성건수	보고서
		UAM 인터페이스 기술 정의	②	인터페이스 정의서	1건	작성건수	보고서
	정보 공유를 위한 인터페이스 표준화 (ATM 시스템 연계가능 PSU 체계)	ATM과 연계시 PSU 인터페이스 표준화 정의	③	인터페이스 표준화 정의 결과	1건	작성건수	기준서
2차년 도	연계시나리오 분석을 통한 PSU 교통관리 시스템 및 사이버보안 체계 설계	이해관계자 정보 연계 시나리오 시뮬레이션 상세 설계	①	이해관계자 정보 연계 시나리오 시뮬레이션 상세 설계 결과	1건	작성건수	설계서
			②	UAM 사이버보안 관리시스템 아키텍처 설계서	1건	작성건수	설계서
3차 년도	이해관계자 정보 공유 DB 및 사이버 보안체계 구축	연계시나리오 분석을 통한 시뮬레이션 시스템 SW	①	시뮬레이션 시스템 구축	1건	시스템 SW 구축	SW구축
		공유 DB 서버 구축(시뮬레이션 연계)	②	공유 DB 서버 구축	1건	서버 구축	DB 서버
		UAM 사이버보안 관리시스템 구축	③	시스템 구축	1건	시스템 구축	시스템 구축(SW포함)
4차 년도	PSU 교통관리 시스템 및 정보공유체계 신뢰성 검증	감시정보 데이터 공유 시험 평가 보고서	①	시험평가 보고서	1건	작성건수	보고서

구분	목표	3-5 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수			1	1	2
학술성과 (논문게재)	SCI(E)급					
	비SCI(E)급					
정책성과	정책제안					
	정책채택					
기타 지표	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	1	3
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보				1	1
기타 목표						

바. 4과제 K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

○ 4-1 과제 - CNSi 정보 신뢰성 평가 연구

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	UAM CNSi 요소 식별 및 신뢰성 기준 설정	UAM CNSi 요소 식별 및 신뢰성 기준 연구 보고서	①	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
2차년 도	기존 항행안전시설을 활용한 CNSi 정보 비교 평가장비 검토 및 실증구간 검토	CNSi 감시정보 비교 방안 검토 보고서	①	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		실증구간 환경분석 보고서	②	분석 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		이동형 감시정보 평가 장비 검토 보고서	③	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
3차 년도	UAM 실증 시나리오 설정	실증구간 선정 검토 보고서	①	검토 보고서 타당성	1건	검토 타당성 여부	보고서 검토
		통신 품질 및 감시정보 신뢰성 평가 시나리오 연구 보고서	②	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		감시정보 비교 환경	③	비교장비 설치 결과	1건	장비 설치 여부	장비설치 확인
4차 년도	CNSi 정보 신뢰성 평가	시험용 CNSi 장비	①	시험용 CNSi 장비 설치 결과	1건	장비 설치 여부	장비설치 확인
		비교 평가 장비를 통한 평가 결과 보고서	②	결과 보고서 타당성	1건	평가결과	보고서 검토

구분	목표	4-1 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
기타 지표	정책성과	정책제안				
		정책채택				
	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	1	3
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
	기타 목표					

○ 4-2 과제 - 운항경로 CNSi 기술 연구

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표		목표치	측정방법	검증방법
1차 년도	CNSi 정보요소 정의	CNSi 정보요소 정의 보고서	①	정의서 타당성	1건	정보요소 타당성	보고서 검토
		정보품질 평가 기준 보고서	②	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
2차년 도	기존 항행안전시설 활용방안 연구 및 UAM CNSi 기술개발	기존 항행안전시설 활용 방안 연구 보고서	①	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		기존 CNS 데이터 저장 시스템	②	시스템 구축	1건	시스템 구축 여부	시스템 동작 검증
		UAM CNSi 구현 방안 연구 보고서	③	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		항로비행을 위한 UAM CNSi 탑재 장비 연구 보고서	④	검토 보고서 타당성	1건	검토 타당성	보고서 검토
		UAM 기상정보 획득 방안 연구 보고서	⑤	검토 보고서 타당성	1건	검토 타당성	보고서 검토
3차 년도	상용망(이동/ 위성) 기본 실증	상용망 실증 결과 보고서	①	결과 보고서 타당성	1건	결과 타당성	보고서 검토
		기존 항행안전시설 활용성 검증 결과 보고서	②	결과 보고서 타당성	1건	결과 타당성	보고서 검토
		항로용 CNSi 시제품	③	시제품 개발	1건	시제품 개발 여부	시제품 확인
4차 년도	항로용 신규 CNSi 장비 연구 및 구현	항로용 CNSi 시제품 설치	①	시제품 설치	1건	시제품 설치 여부	시제품 동작 확인
		기상 탐지 장비 구현 및 실증 관제시스템과 연동	②	시스템 연동	1건	시제품 설치 여부	시제품 동작 확인
		기상장비 실증 관제시스템 연동 결과 보고서	③	결과 보고서 타당성	1건	결과 타당성	보고서 검토
		CNSi와 기상 탐지 장비 실증 관제시스템 연동결과 보고서	④	결과 보고서 타당성	1건	결과 타당성	보고서 검토

구분	목표	4-2 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록				1	1
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수		1	3	2	6
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
정책성과	정책제안					
	정책채택					
기타 지표	신기술지정 건수				2	2
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	1	3
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수				1	1
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
	기타 목표					

○ 4-3 과제 - Vertiport CNSi 기술 연구

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표		목표치	측정방법	검증방법
1차 년도	Vertiport CNSi 정보요소 정의	이착륙 단계 및 주기중 공유 대상 정보요소 정의서	①	정의서 타당성	1건	정보요소 타당성	보고서 검토
		정보요소 품질기준 연구 보고서	②	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
2차 년도	Vertiport CNSi 기술 개발	이착륙 지원 CNSi 장비 연구 보고서	①	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		이착륙 지원 UAM 탑재 장비 연구 보고서	②	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		전파장애 환경 대응 보고서	③	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
3차 년도	Vertiport CNSi 장비 시제품 제작	정밀 이착륙 지원 CNSi 시제품	①	시제품 개발	1건	시제품 개발 여부	시제품 확인
4차 년도	Vertiport CNSi 장비 실증	Vertiport CNSi 장비 시제품 설치	①	시제품 설치	1건	시제품 개발 여부	시제품 확인
		Vertiport CNSi 장비 성능 검증 보고서	②	결과 보고서 타당성	1건	결과 타당성	보고서 검토

구분	목표	4-3 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록				1	1
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수			2	1	3
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
기타 지표	정책성과	정책제안				
		정책채택				
	신기술지정 건수				1	1
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	1	3
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수				1	1
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
	기타 목표					

○ 4-4 과제 - UAM 실증 관제시스템 모사

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	CNSi 정보 연계사항 정의	기본 외부시스템 연계정보 정의서 ①	정의서 타당성	1건	정의서 내용 타당성	정의서 검토	
		시스템 기본 요구사항 정의서 ②	정의서 타당성	1건	정의서 내용 타당성	정의서 검토	
		시스템 구성방안 검토서 ③	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토	
2차년 도	실증 관제시스템 기술개발 및 모사 시스템 구축	실증 관제시스템 모사 시스템 ①	시스템 모사	1건	시스템 모사 검증	시스템 확인	
		추가 기능 ②	추가 기능 구현	1건	기능 구현 여부	시스템 기능 확인	
		UAM 음성 통신 체계 연구 보고서 ③	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토	
		음성 통신 시범 환경 데이터 링크를 통한 실시간 통신 방안 연구 보고서 ④	환경 구현	1건	환경 구현 여부	시스템 확인	
		⑤	연구 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토	
3차 년도	실증 관제시스템 모사 고도화	시스템 안정성 검토 보고서 ①	검토 보고서 타당성	1건	시스템 안정성	시스템 동작 확인	
		정보 정확도 검토 보고서 ②	검토 보고서 타당성	1건	정보 정확도	시스템 동작 확인	
		음성/문자 통신 시스템 구축 ③	시스템 구현	1건	시스템 구현 여부 확인	시스템 동작 확인	
		실증 관제시스템(연계 메시지 확장) ④	연계 메시지 확장	1건	연계 메시지 확인	시스템 동작 확인	
		실증 시스템 외부 연동 환경 ⑤	환경 구현	1건	환경 구현 여부 확인	가상시스템 동작 확인	
4차 년도	실증 관제시스템을 통한 CNSi 정보 평가	보고서 ①	실증 시스템 기능 검증 보고서	1건	기능 구현 여부 확인	기능 평가	

구분	목표	4-4 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수				1	1
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수		2	2	1	5
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
정책성과	정책제안					
	정책채택					
기타 지표	신기술지정 건수				1	1
	국내외 학술회의 발표 건수			1	1	2
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수				1	1
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보			1	1	2
	기타 목표					

○ 4-5 과제 - 법제도, 주파수 확보, 사업화 등 연구

연도	성과목표	산출물	성과검증 기준				
			성과지표	목표치	측정방법	검증방법	
1차 년도	공항시설법 및 주파수 할당 현황 검토	공항시설법 검토 보고서	①	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		주파수 현황 검토 보고서	②	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
2차년 도	필요 주파수 확보 협의 및 인허가 등 특별법 초안 마련	주파수 확보방안 마련 검토 보고서	①	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
		장비 설치주체 검토 보고서	②	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
3차 년도	주파수 확보 및 특별법 제정 요청	특별법 제정 검토 보고서	①	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토
4차 년도	설치 주체 지원방안 마련	CNSi 장비 설치주체 및 수익 보전 방안 검토 보고서	①	검토 보고서 타당성	1건	보고서 내용 타당성	보고서 검토

구분	목표	4-5 과제				
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
사업 연계 지표	특허출원/등록					
	소프트웨어 등록건수					
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수					
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급				
비SCI(E)급						
정책성과	정책제안				1	1
	정책채택					
기타 지표	신기술지정 건수					
	국내외 학술회의 발표 건수			1	1	2
	기술료 징수금액					
	기술실시계약 건수					
	현장적용에 따른 비용절감 건수					
	사업화·제품화 건수					
	국내학협회지 기술기사					
	자문회의 개최	1	1	1	1	4
	전문인력양성					
	연구개발 관련 홍보					
	기타 목표					

6절. 기술효과 및 성과 활용 방안

과제	세부 과제	목표 성과물	최종 수요처	사업화 및 실용화 방안
1과제- K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증	1-1 K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술	- K-UAM 교통관리 기본 플랫폼 개발 - K-UAM 교통관리 기본 서비스 시스템 개발 - 초기 상용화 이해당사자 연계 K-UAM 교통관리 기본 서비스 시스템 평가	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용
	1-2 CNS 획득체계 신뢰성 검증	- CNS 획득체계 개발 - CNS 별 3D 성능 측정 및 신뢰성 검증 - 초기 상용화 이해당사자 시스템 연계 CNS 통합성능 및 신뢰성 검증	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용
	1-3 K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증	- 통합성능 및 신뢰성 평가방법 개발 - 통합 성능 및 신뢰성 분석 시스템 개발 - K-UAM 실증노선 환경에서의 3D 통합 성능 측정 및 통합 신뢰성 검증	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용

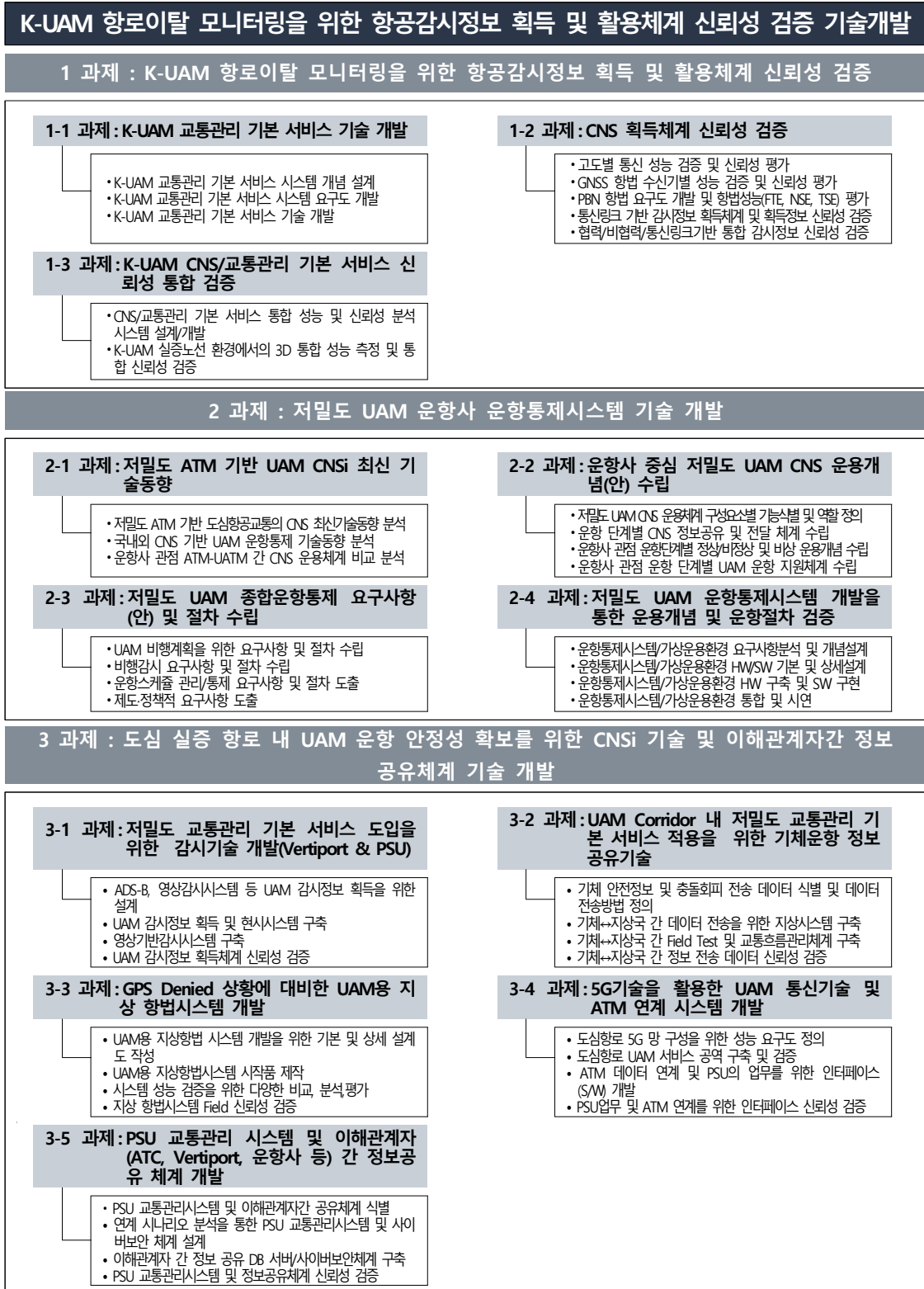
과제	세부 과제	목표 성과물	최종 수요처	사업화 및 실용화 방안
2과제- 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발	2-1 저밀도 ATM 기반 UAM CNSi 최신 기술동향 분석	- UAM CNSi 기술동향 분석 보고서	•국토교통부	• UAM 운항통제시스템 구현을 통한 실증사업 적용
	2-2 운항사 중심 저밀도 UAM CNS 운용개념(안) 수립	- UAM CNSi 운용개념 설계보고서	•국토교통부	• UAM 운항통제시스템 구현을 통한 실증사업 적용
	2-3 저밀도 UAM 운항통제 요구사항(안) 및 절차 수립	- UAM 운항통제 요구사항 및 절차 설계보고서	•국토교통부	• UAM 운항통제시스템 구현을 통한 실증사업
	2-4 저밀도 UAM 운항통제시스템개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증	- UAM 운항통제시스템 및 운용개념, 운항절차 검증보고서	•국토교통부	• UAM 운항통제시스템 구현을 통한 실증사업

세부 과제	세세부과제	목표 성과물	최종 수요처	사업화 및 실용화 방안
3과제-도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 및 이해관계자 간 정보 공유체계 기술개발	3-1 저밀도 교통관리 기본 서비스 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)	- 설계서(ADS-B지상국 및 영상감시시스템) - ADS-B 지상국 및 현시시스템 - 영상감시시스템 - 보고서(획득체계 신뢰성 평가)	•국토교통부	• UAM 실증사업 활용
	3-2 UAM Corridor 내 저밀도 교통관리 기본 서비스 적용을 위한 기체운항 정보 공유기술	- 보고서(기체 전송 데이터 식별) - 정의서(데이터 전송 및 기체 탑재센서 감시정보 연동방법) - 설계서(기체 지상국 데이터 전송 설계) - 시작품(기체 지상국 데이터 전송시스템) - 보고서(데이터 서버 성능 검증 및 신뢰성 평가)	•국토교통부	• UAM 실증사업 활용
	3-3 GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발	- 설계도(지상 항법시스템 프로토타입) - 설계도(시스템 상세 HW/SW/ANT) - 설계도(기체 탑재용 HW/ANT) - 시작품(지상송출용 장비 HW/SW) - 시작품(기체 탑재장비) - 시작품(지상항법용ANT) - 보고서(지상항법 신호 품질 및 수신환경 분석) - 보고서(지상항법 시스템 요구도 및 항법성능 평가) - 시연(실증노선내 항법시스템 시작품 시험 평가)	•국토교통부	• UAM 실증사업 활용
	3-4 5G기술을 활용한 UAM 통신기술 및 ATM 연계 시스템 개발	- 보고서(도심항로 5G 통신망 구성안) - 보고서(5G망 구성 성능 요구) - 보고서(UATM 정보정의) - 시제품(항로 내 5G망구축) - 보고서(통신환경 성능검증) - 보고서(ATM상용망 데이터 공유 전달체계 설계) - 보고서(정상/비정상 운용개념 설계) - 지침기준서정보간 공유 및 연계를 위한 인터페이스 개발SW설계) - 시작품(ATM상용망 데이터연계 인터페이스 S/W) - 시연(연계 감시정보 데이터 공유)	•국토교통부	• 정보연동 인터페이스 구현을 통한 실증사업 적용
	3-5 PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자 (ATC, Vertiport, 운항사 등) 간 정보공유체계 개발	- 보고서(PSU 교통관리 이해관계자 공유 데이터 항목 및 인터페이스 기술) - 설계서(이해관계자 정보공유 및 사이버보안) - 정보공유 DB구축 - 보고서(감시정보 데이터 공유 시험평가)	•국토교통부	• UAM 실증사업 활용

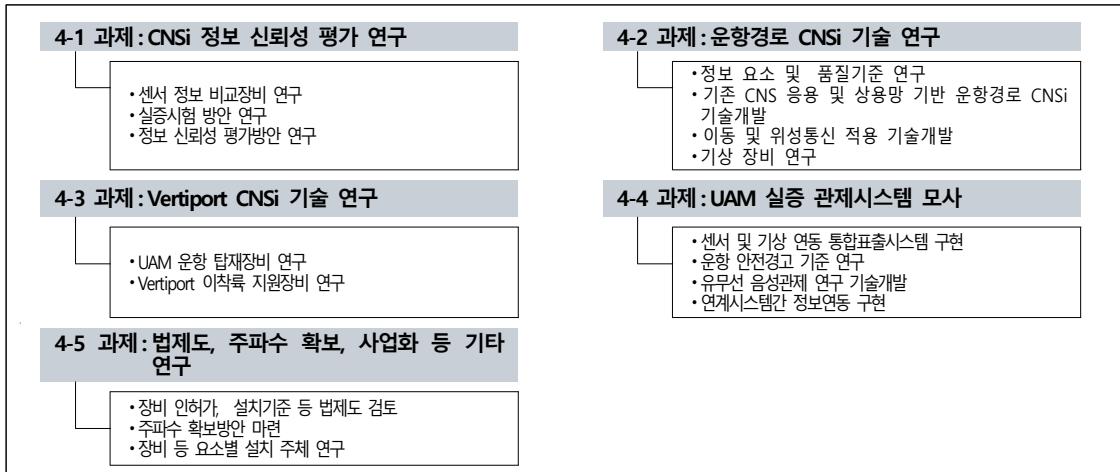
과제	세부 과제	목표 성과물	최종 수요처	사업화 및 실용화 방안
4과제- K-UAM CNSi 활용체 계 신뢰성 검증 기술 개발	4-1 CNSi 정보 신뢰성 평가 연구	<ul style="list-style-type: none"> - UAM CNSi 요소 식별 및 신뢰성 기준 연구 보고서 - CNSi 감시정보 비교 방안 검토 보고서 - 실증구간 환경분석 보고서 - 이동형 감시정보 평가장비 검토 보고서 - 통신 품질 및 감시정보 신뢰성 평가 시나리오 연구 보고서 - 이동식 감시정보 비교 시스템 - 비교평가 장비를 통한 평가 보고서 	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용
	4-2 운항경로 CNSi 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> - CNS 정보요소 정의 보고서 - 정보품질 평가 기준 보고서 - 기존 CNSi 활용 방안 연구 보고서 - 기존 CNS 정보 저장 시스템 - UAM CNSi 구현 방안 연구 보고서 - 항로비행을 위한 UAM CNSi 탑재 장비 연구 보고서 - 항로용 CNSi 시제품 - CNSi와 실증 관제시스템 연동결과 보고서 - 기존 항행안전시설 실증 결과 보고서 - 상용망 실증 결과 보고서 - UAM 기상정보 획득 방안 연구 보고서 - 기상 탐지 장비 구현 및 UATM과 연동 - 기상장비 UATM 연동 결과 보고서 	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용
	4-3 Vertiport CNSi 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 이착륙 단계 및 주기중 공유 대상 정보요소 정의서 - 이착륙 지원 UAM 탑재 장비 연구 보고서 - 정보요소 품질기준 연구 보고서 - 이착륙 지원 CNSi 장비 연구 보고서 - 정밀 이착륙 지원 CNSi 시제품 - 전파장애 환경 대응 보고서 - Vertiport CNSi 장비 성능 검증 보고서 	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용
	4-4 UAM 실증 관제시스템 모사	<ul style="list-style-type: none"> - 기본 외부시스템 연계정보 정의서 - 시스템 기본 요구사항 정의서 - 시스템 구성방안 검토서 - 실증 관제시스템 모사 시스템 - 실증 UATM 시스템 추가 기능 구현 - UAM 음성 통신 체계 연구 보고서 - 항공교통관제기관, UAM기체, PSU 및 운항시간 음성 통신 시범 환경 - 데이터 링크를 통한 실시간 통신 방안 연구 보고서 - 시스템 안정성 검토 보고서 - 정보 정확도 검토 보고서 - 음성/문자 통신 시스템 - 실증 시스템 외부 연동 기상 환경 - 실증 시스템 기능 검증 보고서 	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용
	4-5 법제도, 주파수 확보, 사업화 등 기타 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 공항시설법 검토 보고서 - 주파수 현황 검토 보고서 - 주파수 확보방안 검토 보고서 - 장비 설치주체 검토 보고서 - CNSi 설치/운영 주체 및 수익보전 방안 검토 보고서 	•국토교통부	• K-UAM GC 및 상용화 실증사업 적용

7절. 연구수행체계 제안

<표 III-15> K-UAM 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증기술 개발 연구수행 체계



4 과제 : K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발



- 연구추진체계는 ‘K-UAM 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 신뢰성 검증’이라는 구체적 목표를 달성하기 위해 4개의 중점추진 분야를 발굴하였으며, 이의 구체적 실현을 위해 17개의 핵심과제를 도출하였음
- 본 과업을 수행하기 위한 효과적인 연구추진체계로는 컨소시엄 공모를 통한 연구단 형태로 추진하는 것이 타당하다고 판단됨
 - 컨소시엄의 구성은 2025년 기준으로 K-UAM 상용화 실증에 참여하는 기관들을 중심으로 구성하고, 각 참여기관(기업 포함)들은 해당 분야에 경험과 전문성 또는 사업계획 등이 검증되어야 하며 UAM TEAM KOREA의 추천을 받아 구성

4장. 사전 타당성 검토

1절. 기술적 타당성

1. 기술개발 계획의 적절성

가. 기획과정의 적절성

(1) 기획에 참여한 전문가 구성의 적절성

- 기획 주관기관은 사업계획 수립을 위해 산·학·연 전문가 기획자문위원회를 구성하여, 기술성, 경제성, 정책성 분석에 기반하여 동 사업을 기획함
- 동 사업이 K-UAM 로드맵 상 2025년부터 단계적 실시 계획된 K-UAM 실증사업 수행을 위한 선행연구 개발 성격의 사업이라는 점을 고려할 때, K-UAM의 각 예상 운용주체(UAM 운항사, vertiport 운영자, PSU 운영자 및 이해당사자 등)를 포함한 전문가 집단 구성은 포괄성, 합리성, 균형성 측면에서 적절한 것으로 판단됨
 - 사업 기획과정에 참여한 기술분야별 전문가는 사업의 규모 및 범위, 지원 분야의 다양성을 고려할 때 폭넓고 충분한 수의 전문가가 참여하였음
 - 분야별로 산·학·연의 전문가가 균형 있게 참여하였으며, 특히 현행 민간항공 분야의 CNS/ATM 전문가 및 데이터 통신을 기반으로 하는 무인기 분야 CNSi에서 상용화를 활발하게 추진 중인 민간기업 소속 전문가가 다수 참여하여 산업계의 개발현황, 수요 및 요구사항 등을 반영한 것으로 판단됨

(2) 관련 분야 연구개발수요 파악의 적절성

- 기획 주관연구기관은 산·학·연 전문가를 대상으로 수요조사를 실시함
 - 연구의 비전 및 목표를 달성하기 위한 중점추진분야는 국내·외 동향 및 환경분석, SWOT 분석을 통해서 도출된 중점추진분야를 실현하기 위한 구체적인 연구개발 기술 도출을 위해 기술수요조사를 실시함
 - 기술수요조사 대상 선정은 민간항공분야, 무인기 활용분야, 전자통신 분야, 방위산업 분야에 대한 산·학·연 전문가를 구성하고 기술수요조사서*를 이메일 발송을 통해 4주간 실시함

○ 주요 항목

- 제안기술의 핵심부문, 주요활용 분야, 중점기술 및 요소기술
- 기술의 목적 및 필요성, 정의 및 적용 범위
- 연구 수행 소요기간 및 소요예산
- 기술 획득 전략 등으로 구성됨

○ 기술수요조사 결과 검토를 통해 K-UAM CNSi 획득 및 활용체계 기술개발을 위한 연구수요를 구체적이고 체계적으로 파악

- 사업기획을 위해 수행한 대부분의 기술수요조사는 산·학·연 전문가를 대상으로 실시하였기 때문에 충분한 의견 수렴과정을 거친 것으로 판단할 수 있음
- 기술수요조사를 통해 CNSi 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 기술개발 관련 16건, CNSi의 운항사 중심 데이터 활용 및 공유체계 기술개발 관련 15건, Vertiport 및 PSU 간 데이터 활용 및 공유체계 기술개발 관련 16건, CNSi 연계 UAM 실증 관제시스템 신뢰성 검증 기술 개발 관련 16건 등 총 62개의 기술제안을 발굴함
- 전 세계적으로 태동기에 있는 UAM 산업 생태계 현황과 국내 UAM 관련 전문가 pool의 규모를 고려할 한 분야에 편중되지 않고 다양한 분야의 제안이 반영됨

(3) 세부과제 도출 과정의 적절성

○ 동 사업의 기획연구진은 K-UAM 각 운용 주체로서의 전문성을 기반으로 분야별 SWOT 분석과 이를 통한 연구개발 추진방향을 도출

- 세계 주요 UAM 선발국가들의 기술동향, 시장전망, 도입지원정책, 인프라 개발동향 등을 최대한 분석·공유를 통해 한국의 UAM 산업 생태계에 대한 강점/약점/기회/위기로인을 분석

○ 내부의 강점/약점 요인을 분석하고, 외부의 기회/위험요인을 정량화 한 후, 이를 통한 연구개발추진 방향을 모색하였으며, 도출된 연구추진 방향의 조정 및 분류를 통해 ‘K-UAM CNSi 획득 및 활용체계 기술개발을 위한 4개 중점추진 연구분야가 도출됨

- 중점추진 연구분야1 : K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 기술개발 및 CNS 획득체계 신뢰성 검증 기술
- 중점추진 연구분야2 : 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발
- 중점추진 연구분야3 : 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술 개발
- 중점추진 연구분야4 : K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

나. 사업목표의 적절성

(1) 목표 설정의 적절성

- 동 기획보고서에서는 사업의 전체를 대표하는 비전 및 목표 설정 근거를 구체적으로 제시하였음

<표 IV-1> 비전 및 목표 설정 근거

비전 및 목표		설정 근거
비전	도심 공역 개방 통한 도심항공모빌리티 구현	<ul style="list-style-type: none"> · 본 연구의 비전은 “ 도심 공역 개방 통한 도심항공모빌리티 구현” 으로, 정부의 2025년 UAM 도입 로드맵의 성공적인 이행을 위해 필요한 K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득 /활용체계 기술을 개발하고 UAM 운항사, 버티포트 운용자, UAM 교통관리서비스, 관련 이해당사자(공항 및 공역 관제사, 육군항공, FIMS, USS(UAS Service Supplier)) 간 UAM 도심 안전운항에 대한 신뢰를 확보하고자 UAM CNSi 획득 및 활용체계 신뢰성 검증 비전을 제시
목표	[목표1] K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증	<ul style="list-style-type: none"> · UAM 운항 고도 및 도심 환경을 고려할 때 기존의 교통관리체계와 CNS 체계는 UAM 운항에 부적합하여 초기 상용화 지원을 위한 저밀도 UAM 교통관리와 통신망을 통한 데이터 통신, 다중 GNSS 위성군, 통신망을 이용한 광역감시시스템 등 새로운 접근방법이 필요. 새로운 UAM 교통관리 기본 서비스 체계와 CNS 체계는 기존의 CNS 체계와 상호비교평가를 통해 검증이 필요하여 저밀도 교통관리 기본 서비스 체계 및 CNS 획득/활용체계 기술개발 및 신뢰성 검증을 목표로 제시함
	[목표2] 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> · UAM의 실용화를 위해서는 각 구성주체의 관점에서 UAM CNSi 정보활용 및 공유방안을 도출하고 전체적인 운용개념을 구체화하는 것이 중요하며, 특히 운항사 관점에서 UAM 운용개념을 구체화하기 위해서는 기존 여객기 운항통제 체계의 운용경험을 적극 활용할 필요가 있어 CNS/ATM 체계의 운용 절차 및 메뉴얼 등을 기반으로 한 UAM CNSi 정보활용 및 공유방안 연구와 이를 이용한 UAM 운항통제시스템의 구현을 목표로 제시함
	[목표3] 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 초기 UAM 저밀도 환경에서 UAM 운항안전을 위해 적용가능하며 향후 기술발전이 예상되는 고밀도 환경까지 안전하고 신뢰성 있는 CNSi 시스템 구축, PSU 통합관제 모델 수립과 운항관련 이해관계자(Vertiport, 운항사, 정부, 플랫폼 사업자 등) 간의 안정적 정보공유를 위한 공유 DB 기반 교통관리시스템 개발, 안정적인 UAM 운항을 위하여 기체와 지상간 필요 데이터 및 포맷 등을 포함한 흐름관리 체계 신뢰성 검증 기술 개발을 목표로 제시함.
	[목표4] K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 환경의 실증노선 상의 UAM 안전운항을 위한 CNSi 구축체계 방안 마련 및 실증 관제시스템 모사를 통한 정보품질 확보를 목표로 함. CNSi 정보가 연계된 모사 관제시스템을 통해 UAM 운항상황 표출 및 고도이탈 등 안전요소 식별 등 향후 UAM 상용화(실용화) 대비 기존 ATM 관제시스템과 유사한 역할이 될 수 있도록 하며 연계시스템(타UATM, UTM, FIMS 등) 연동을 통해 UAM 안전운항 제고를 위한 시스템체계를 마련하고자 함

<표 IV-2> 본 연구의 단계별 목표

단계	단계별 목표
<p>[1단계] 기술개발단계 (2022-2023년)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · (1과제) K-UAM 교통관리 기본 서비스 개념 설계 및 운항고도, 비행단계별 가용 CNS 장비 설계 및 개발 · (2과제) UAM CNS 관련 기술동향 분석을 통한 UAM 운용개념, 운항통제 요구사항 도출 및 운항사 UAM 운항통제시스템 설계 · (3과제) UAM 운항 안전성 확보를 위한 CNS 기술요구도 설계 및 인프라, 시제품 개발과 PSU 교통관리, 이해관계자 간 정보공유, 기체와 지상간 송수신을 위한 데이터 및 인터페이스 정의와 사이버 보안 체계 설계 · (4과제) UAM CNSi 정보요소 식별 및 품질 평가 기준 정의, 기존 항행안전시설 활용 방안 검토, 실증 관제시스템 기본 요구사항 정의 및 시스템 모사
<p>[2단계] 기술향상단계 (2024년)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · (1과제) CNS 장비에 대한 UAM 운항고도별 및 비행단계별 성능 평가 및 K-UAM 교통관리 기본 서비스 성능 평가 · (2과제) CNS 기반 UAM 운항통제 기술동향 분석을 통한 운항 단계별 UAM 운용개념, 운항통제 요구사항 및 절차 구체화, 운항사 UAM 운항통제시스템 구성품 개발 · (3과제) 도심 실증 항로 내 CNS 정보 획득 Field Test 및 기존 ATM과 연계체계, 이해관계자간 정보공유를 위한 DB(사이버 보안 포함), UAM Corridor 기체↔지상국 간 데이터 통신 Field Test 및 UAM 흐름관리체계 구축 · (4과제) 상용 통신망 기반 CNSi 시제품 개발, 실증 관제시스템 모사 고도화 및 외부 시스템 연동
<p>[3단계] 통합 실증 단계 (2025년)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · (1과제) K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 통합성능 평가 및 CNS 획득 신뢰성 검증(@실증노선) · (2과제) UAM 운항통제시스템 통합 및 모의운용을 통한 UAM 운용개념(안) 및 운항통제 요구사항, 절차(안) 검증 · (3과제) UAM CNS 획득 정보 및 ATM 연계 신뢰성 검증, PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자간 정보공유체계 신뢰성, 보안성 검증, UAM Corridor 기체↔지상국 간 데이터 통신 및 UAM 흐름관리체계 신뢰성 검증 · (4과제) CNSi 장비 실증 노선 전개, 외부와 연동된 환경에서의 실증 모사 관제시스템 운용을 통해 CNSi 및 실증 모사 관제시스템 종합 평가

가. 구성 및 내용의 적절성

(3) 세부 연구내용 적절성

○ 세부과제 별 연구내용

- (1과제) K-UAM 초기 상용화 서비스 지원을 위한 저밀도 교통관리 기본 서비스 및 UAM CNS 획득/활용체계 신뢰성 검증기술은 UAM 운항고도 및 비행단계를 고려한 seamless 데이터 통신링크 구현, 성능기반 비행 단계별 항법시스템 구현, 통신링크 기반 감시정보 획득, 운항정보 및 감시정보의 효율적인 공유기술 및 저밀도(5대 이하) 교통관리 기본 서비스 기술개발로 구성
- (2과제) 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발을 통한 운항사 UAM 운항통제시스템 구현은 UAM 운항사 관점에서 비행계획 수립 및 공유, 비행계획의

수정, 지속적인 UAM 기체 비행상황 모니터링, 우발상황 대응 등 UAM 운항 관련 생성정보의 이해당사자 간 공유 및 기상정보, 지형정보, 목적지 vertiport 정보 등의 부가정보 활용 관련 기술 개발로 구성

- (3과제) 초기 UAM 저밀도 환경에서 UAM 운항안전을 위해 적용가능하며 향후 기술발전이 예상되는 고밀도 환경까지 안전하고 신뢰성 있는 CNSi 시스템(인프라) 구축 및 신뢰성 검증을 통해 운항항로 안전성 확보, PSU 통합관제 모델 수립과 운항관련 이해관계자(Vertiport, 운항사, 정부, 플랫폼 사업자 등) 간의 안정적 정보공유를 위한 공유 DB 기반 교통관리시스템 개발 및 시범운영을 통해 신뢰성, 보안성 검증으로 '25년 상용서비스 목표 달성 및 초기 저밀도 환경에서 완벽한 서비스를 제공할 수 있도록 구성
- (4과제) CNSi 연계 UAM 실증 관제시스템을 통한 정보 신뢰성 검증은 다양한 UAM 운항환경(인구 밀집지역, 인구 비밀집지역, 해안, 공항주변 등)에서 요구되는 CNSi 정보요소를 식별하고 획득된 정보를 실증 관제시스템(ATM, UTM 등)에 연동하여 정보의 신뢰성을 검증하는 기술로 구성

2. 기술개발 성공 가능성

(1) 기술수준 및 역량 분석

- (교통관리 분야) UAM 교통관리시스템 개발을 위한 연구는 NASA AAM NC를 통해 진행되고 있으며, 국내에서도 ATM 관련 국산화 개발과 K-Drone 시스템 개발의 경험이 있어 K-UAM 초기 상용화 지원을 위한 교통관리 기본 서비스 제공이 가능할 것으로 판단됨
- (통신 분야) UAM 통신은 상용통신 서비스의 활용을 전제로 논의가 진행(NASA, MITRE 등) 중으로, 국내 상용통신 서비스 분야는 세계 최고의 품질을 제공하고 있어, UAM 평균 운항고도(1,500 ft)까지 상용통신서비스 확장이 안정적인 통신링크 확보의 관건이 될 것으로 예상
 - 국내에서 기지국 추가를 통해 고도 400m(1,312 ft)까지 통신서비스를 확장해 운용한 사례가 있어, beam forming 기술 등 5G 기술 관련 기술을 추가 적용 시 K-UAM 안전운항을 위한 안정적 통신링크 확보는 가능할 것으로 판단됨
- (항법 분야) 국내에서는 세계 3번째로 GBAS를 개발한 바 있으며, 현재 K-SBAS 개발이 진행 중으로, K-UAM 안전운항을 위해 필요한 성능기반항법 구현을 위한 기술수준과 역량의 부족함은 없을 것으로 전망됨
 - 또한 기존 항행안전시설의 디지털화를 통한 국산화가 활발히 진행되고 있어 K-UAM을 위한 backup 항법시스템 구축도 가능할 것으로 판단됨

- (감시 분야) 데이터 통신 기반의 감시정보 획득에 대한 연구개발이 2000년 초부터 진행되어 오고 있어 상당한 기술수준을 확보함
 - 기존 레이더 등에 의존한 감시정보 획득체계 또한 ADS-B 도입을 통해 데이터 통신에 의한 감시정보 획득체계로 확장됨
 - 상용통신망을 활용한 K-UAM 감시정보 획득체계 구현은 가능할 것으로 판단됨
- (정보공유체계 분야) ICAO 미래항공시스템전환계획(ASBU) 이행계획의 하나로 글로벌 항공정보종합관리망인 SWIM(System Wide Information Management) 국내 구축이 완성단계에 이름
 - SWIM 개념에 기반한 UAM 정보공유체계 확보는 가능. SWIM 연동 K-UAM 정보 공유체계 개발하면 모든 이해당사자 간 효율적인 정보공유체계 확보 가능할 것으로 판단됨
- UAM vertiport 및 PSU 간 데이터 활용기술 및 공유체계 구축을 위해서는 국제적 표준화된 기술을 활용하여 ⅴ 시스템 간 정보 연계 체계가 구축되어야 함
 - 최근 이슈화 되고 있는 사이버 보안요소 또한 면밀하게 분석 및 기술적용을 추진하여야 함
 - 또한, 고도화된 시스템을 활용해 정밀한 UAM 감시정보 획득 및 이해관계자가 공유되어야 함
 - (SWIM) ICAO가 국제기술 표준화를 통해 추진 중인 SWIM 체계는 ATM 정보 연계 체계에 활용 됨에 따라 이미 검증된 기술로서 FAA, EASA 등과 같은 국제 감항당국에서 초기 UTM과 연계 시 SWIM을 활용할 것을 구상 중이며, UAM 또한 동일 하게 연계체계를 구축하고자 추진 중
 - (사이버보안) UAM 기반 사이버보안 기술 개발과 관련해서는 현재 국내외 기술 개발 사례가 미흡함
 - NASA Urban Air Mobility 에 따르면 UAM 관련 표준이 없지만, 사이버보안의 대응 중요성과 필요성을 인지하고 있음
 - 국토교통부는 자율주행차 관련 사이버보안 가이드 라인을 마련하여 위험 인지·분석 및 위험수준을 완화하고 보안조치를 취하는 등 절차를 통해 보안을 확보할 계획이며, 본 권고안을 반영한 국내 사이버 보안 기준을 마련하여 사이버보안 관리를 의무화 할 계획임
 - (영상감시) 최근 AI 지능형 감시체계 구축을 통해 더 고도화, 정밀화된 영상감시가 가능함에 따라 관련 기술을 UAM 감시정보 획득체계 신뢰성 확대를 위해 검토 및 기술 적용을 통해 감시 정보의 데이터화 가능
- 기존 CNS/ATM 시스템에 대한 설계부터 개발, 유지관리까지 모든 프로세스에 대한 경험을 보유하고 대한민국 공역관리 시스템 운영 노하우로 UAM 운항시 필요한 정보 식별이 최단기간 가능하며 ATM의 연계 따라 새로운 UAM 비행 환

경에 적합한 시스템 구축 가능

- ATM 시스템과 연계 분야에서는 ICAO의 ‘SWIM Task force’ 아태지역 리더그룹으로, ‘16년부터 현재까지 SWIM 관련 국제기술 표준화 활동을 통한 기술력을 적극 활용하여 신뢰성 높은 데이터 연계 및 검증 가능
- PSU 데이터 및 비행흐름관리 등은 ATFMS 기술을 기반으로 UAM에 대한 최적화가 가능하며, 데이터 공유는 항공 데이터 공유기술의 필요 요소 식별과 통합 정보관리 시스템 기술을 반영
- 지상항법 시스템은 국내 항행장비 개발 노하우 및 항공기술 기초기술을 고려하여 UAM에 최적화된 지상항법 시스템 개발 가능
- 사이버 보안의 경우 미국의 사이버보안 수준을 100%으로 볼때 현재 한국은 85.5%의 순이며, 기존의 NAC(Network Access Control), ESM(Enterprise Security Management) 중심에서 알려지지 않은 위협에도 대응할 수 있는 EDR(endpoint Detection and Response)이 차세대 시스템보안 기술로 주목받고 있음

(2) 기술개발의 성공 가능성

- UAM 산업생태계는 태동기를 맞고 있으며, 필요 요소기술들도 성숙 되어 있지 않은 상황이지만, K-UAM GC의 교통관리 서비스를 기반으로 한 저밀도 UAM 교통관리 기본 서비스 제공이 가능할 것이며, 기존 데이터 통신기반 CNSi의 개념을 충실히 반영하여 개발한다면 한국의 상황에 적합한 K-UAM CNSi 획득 및 활용체계의 개발은 가능할 것임.
 - 미국 NASA의 AAM NC를 통해 UAM 교통관리시스템 개발을 연구 중
 - 미국 NASA의 AAM NC의 경우를 보더라도 UAM 성숙수준 4단계(2030년 이후 예상)에서 CNSi 표준방안을 결정할 예정임.
- K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 시스템과 CNS 획득/활용체계 기술 개발의 성공 가능성을 높이기 위해 NASA, EUROCAE 등 UAM 관련 기술 및 표준을 개발하는 기관들과 지속적인 협력을 통해 기술개발 위험을 관리하고, 한국의 ICT 환경을 충분히 활용한 K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 시스템과 CNS 획득/활용체계 기술을 선제적으로 개발하여 글로벌 UAM 커뮤니티와의 공유를 통해 기술개발의 완성도를 높이는 추진전략 수립
 - 2021년 2월 현재 NASA AAM NC과 협력분야에 대한 세부사항을 협의 중이며, K-UAM 저밀도 교통관리 기본 서비스 시스템 및 CNS 획득/활용체계에 대해서도 상호 검토 진행 예정
 - 2021년 2월 현재 기술표준을 개발하는 EUROCAE의 UAM 관련 WG에 참여하고 있으며, 미국 ASTM과도 한국의 UAM 관련 표준활동 참여 확대방안을 협의 중

3. 기존 연구과제와의 중복성

가. 검색어 기준

- (검색어 : UAM) 총 10건이 검색되었으며, UAM 관련(드론 포함) 과제는 주로 기체 관련 내용 4건으로 본 기획내용과 직접적인 연관성은 없음
- (검색어 : UAM CNS) 정부 합동 K-UAM 기술개발 로드맵 개발을 위한 ‘도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용 기반 구축 기획’ 1건이 검색되었으나, 비예타 과제로 기획되는 본 기획내용과 연관성은 적음
- (검색어 : UAM Navigation) ‘도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용 기반 구축 기획’ 1건(UAM CNS 검색 결과 참조)과 ‘안전한 UAM 운용을 융복합 항법의 무결성 보장 기술 개발 연구’ 1건이 검색되었으며, ‘융복합 항법의 무결성 보장기술 개발 연구’는 본 기획 내용의 항법분야 중 일부만(무결성, 가용성, 지속성, 정확성 중 무결성)을 수행하는 과제로 중복성 없음
- (검색어 : UAM 통신) 총 8건의 검색 결과 중 UAM 관련 과제는 3건(UAM CNS 검색결과인 기획과제 1건, 5G 무선통신 성능 측정 및 계측장비 시스템 개발 1건, UAM 인공지능 연구소 설립 1건)으로 UAM 관련 과제 중 5G 관련 과제는 드론 활용분야에 5G 이동통신 도입을 위한 과제로 본 기획내용과 중복성 없음
- (검색어 : UAM 항법) UAM Navigation 검색 결과와 동일
- (검색어 : UAM 감시) 총 4건이 검색되었으며 UAM 통신 검색 결과 중 UAM 관련 과제 결과와 동일
- (검색어 : 도심항공모빌리티) 총 13건이 검색됨. OPPAV 관련 과제 4건, 미래 모빌리티 수요분석 및 예측 과제 1건, 대용량 배터리팩 관련 과제 2건, 중대형 드론 프로펠러 개발 1건, 한-프 협력기반 조성을 위한 고밀도 항공교통관제 기술 연구 1건, 글로벌핵심인재양성지원을 위한 UAM 비행경로 모니터링 플랫폼 연구 1건, UAM 관련 요구도 개발 기초연구 1건, 기타 2건으로 본 기획내용과 중복성 없음
- (검색어 : UAM Cybersecurity) NASA ‘Urban Air mobility Market study’ 1건이 검색되었으며, Cybersecurity에 대한 대응 중요성과 필요성만 언급. UAM 사이버보안 개발에 관한 표준화 및 연구는 현재까지 국내에서 수행된 바 없으므로 중복성 없으며, UAM에 최적화된 사이버보안을 적용하기 위해서는 개념 수립부터 UAM의 안전성(Safety)과 업무 수행성(Resilience)에 목적을 두고 개발되어야 함

나. CNSi 및 교통관리시스템 기준

- CNSi는 항공교통관리를 위한 데이터를 제공하는 주요 인프라이다. 교통관리 대상(유인기, 무인기, UAM 등) 및 운용고도 및 통제구역에 따라 그 구성이 상이하며, 이해당사자에 따라 요구되는 데이터도 상이함
- UAM CNSi는 유인기 항공교통관리 시스템과 무인기 항공교통관리시스템 및 ICT 분야의 진화된 CNSi 관련 기술들을 기반으로 UAM 서비스 친화적인 시스템을 구성하는 방향으로 진행되고 있음

	ATM	UTM	Urban Air Traffic Management	비고
C	VDL-Mode2, 3, 4 항공전용위성통신	상용이동통신	상용이동통신, 저궤도위성 통신	UTM은 AGL 고도 150m 이하 UATM은 AGL 고도 457m 이상 수신기 비용측면에서 일반 드론이 고가의 DGNSS (SBAS, RTK 등) 수신기 장 착하는 것은 일반적이지 않음. UAM은 승객이 탑승하는 관계로 위치정확도뿐만 아 니라 무결성 등을 고려해 DGNSS 수신기 기본 장착
N	DME, VOR, ILS 등 SBAS, GBAS	Stand alone GPS	Multi-GNSS (GPS, Galileo, GLONASS, Beidou 등) SBAS, RTK	
S	Radar, ADS-B	상용이동통신 기 반 위치보고	상용이동통신 및 지상 네 트워크 기반 광역 감시	
i	ASBU 계획에 의 해 SWIM으로 통합 중	FIMS 연결 이외 의 별도 계획 없 음	ASBU 계획을 준수하여 SWIM으로 설계 중	FIMS: Flight Information Management System (국 가 비행정보 관리 시스템) ATM과 UATM도 기본적으로 FIMS에 연결됨.
공역	전 공역	고도 150m 이하	150m<고도<유인기 항로	
관리 대상	유인기	무인기	유·무인기*	
특징	인간(ATC) 중심 의 관제	· ATM의 자동화 경험을 전수하여 개발 진행 중 · 데이터 중심의 교통관리	· UTM 데이터 중심의 교통 관리 철학을 이어받아 개 발 진행 중 · NASA에서는 UTM inspired ATM 기술 · UATM의 경험은 다시 ATM에 전수 되어 전공역 통합 교통관리 시스템 으 로 발전 전망	UAM은 이제 막 태동하는 사업으로 전 세계적으로 UAM 관련한 CNSi 실시 예는 없으며, 선두 그룹의 각 지역에 알맞은 CNSi를 설계 구축해야 함.

* UATM 통제구역에 진입하는 기존 유인기, UAM, 무인기 등이 통제대상임.
 ※ 항공당국이 직접 수행하는 ATM과는 달리 UTM과 UATM은 자격을 갖춘 민간영역에서 교통관리 업무 수행 예정.
 ※ UTM은 USS가, UAM은 PSU가 항공당국의 인증을 받아 교통관리 업무를 수행 예정이며, 인증은 USS, PSU 각각 개별적으로 진행
 ※ UATM은 버티포트, 회랑 등을 모든 이해당사자가 공유하는 개념으로 기존의 ATM 개념과 유사 (공향, 항로의 공유)하나 UTM에서는 공유의 개념은 존재하지 않으며, 공역(이동경로 또는 작업 공역)의 배타적 확보만을 목적으로 함.
 ※ CNSi 측면에서 본다면 UATM의 CNS 범위가 UTM의 CNS 더 광범위함

2절. 정책적 타당성

1. 상위계획과의 부합성

- 본 사업은 드론 분야 선제적 규제혁파 로드맵(제 91회 국정현안점검조정회의, 2019.10.17.), 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵(제2차 혁신성장전략회의, 2020.6.4.) 등 정부의 상위계획을 이행하고자 기획되었으며 K-UAM 로드맵에서 제시된 2025년 상용서비스 최초 도입을 위해 필요한 K-UAM CNSi 획득 및 활용체계 기술개발을 주요 목표로 하고 있음
 - 드론 분야 선제적 규제혁파 로드맵 : 3단계인 2025년 이후 에어택시 도입 제시
 - 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵 : 2025년 상용서비스 최초 도입 목표 제시

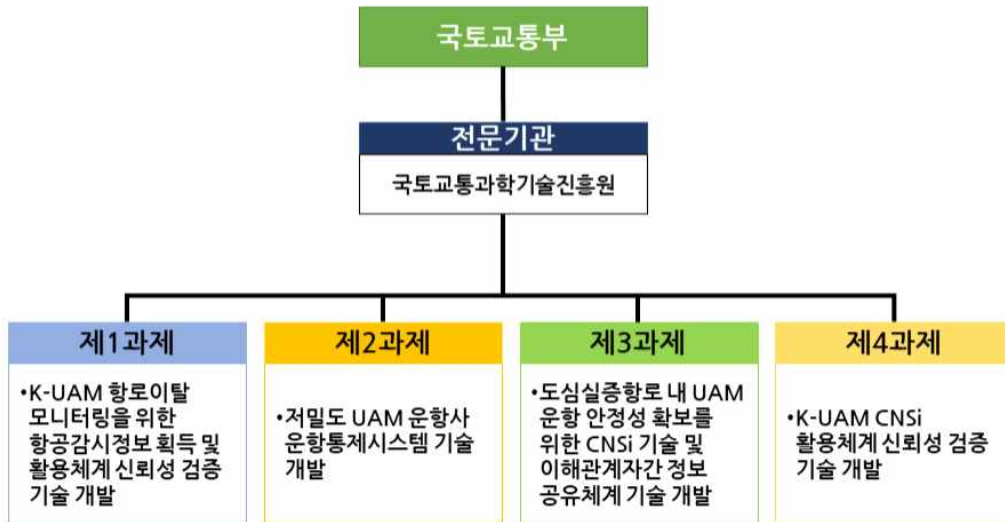
2. 사업 추진전략 및 추진체계

가. 추진전략

- 본 사업의 목표인 UAM CNSi 획득 및 공유체계 기술개발 및 그 신뢰성 검증을 위해 기존 CNS/ATM 관련 이해당사자를 포함한 UAM 관련 서비스 제공자 간의 원활한 활용관계 고려
- 데이터 기반 UAM 교통관리(UATM)를 위한 전제인 UAM 운항 정보의 획득체계 및 공유체계인 활용체계의 검증은 기존 CNS 체계 기반의 선제적 검증
- UAM CNSi 활용체계를 통한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보관리시스템 등) 간 UAM CNSi 획득체계 및 공유체계에 대한 상호 신뢰도 향상을 위한 협력방안 강구
- UAM CNSi 획득체계에 대해서는 전 세계적으로 사례가 없기 때문에 다양한 사전 검증절차를 수행하기 위해 UAM CNSi 관련 기술에 대해 충분한 사전적 이해와 개발경험이 있는 국내·외 기업 및 연구기관이 중심이 되어 수행
- NASA AAM 분야별 WG 및 EUROCAE UAM 관련 WG 등에 참여 통해 최신 동향 반영
- 연구 방법론 및 성과지표는 국내 전문가 자문단을 구성하여 평가하며, 개발된 기술의 자문 수행 및 실효성 검증 실시
- 실용화 및 사업화와 관련된 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 평가단을 구성하여 공정하고 신뢰성 있는 결과 도출

- 비행실측 단계에 헬기, 고정익기, 무인 화물드론 등의 활용성을 검토하여 반영
- 과제 참여자 선정은 정부의 K-UAM 관련 정책에 대한 이해도가 높고 도심항공 교통 민관협의체(UAM Team Korea)에서 K-UAM 사업참여 승인을 받은 분야별 사업자로 국한하여 선정

나. 추진체계



- 연구과제와 관련한 국내·외 기술 인프라 현황 및 관련 연구개발과제 수행현황 등을 조사하여 충분한 연구개발 경험을 보유한 국내·외 기관과의 협력을 통한 기술의 차별화 방안 모색
- 각 과제의 연구진행 내용에 대하여 저밀도 UAM 교통관리 및 UAM CNSi 관련 기술에 대한 충분한 사전적 이해와 개발 경험이 있는 산·학·연 협력체계를 활용하는 기술개발 추진형태 고려
- 과정 및 결과의 검증을 위해 관련 이해당사자로 구성된 기술위원회 구축하여 연구추진 성과의 정확성 및 신뢰성 검증
- 전문위원회, 자문위원, 실무자 등의 의견을 수렴하여 실효성 있는 연구결과 도출
- 기존 CNS/ATM 관련 경험이 풍부한 전문가 중 UAM 운용과 관련한 이해당사자 중심으로 자문위원회 구성 또는 자문을 수행하고, 연구진의 참여율을 높여 집중도 제고
- 연구신청자는 과도한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성 도모
- NASA(AAM NC), ASTM(American Society for Testing and Materials) 인터내셔널 등과의 국제협력 추진 통해 CNSi 활용체계 최신 동향 반영

3. 사업의 타당성

가. 사업의 목적

- 2025년 서울도심 UAM 실증 노선 운용을 위한 저밀도 교통관리(동시 5대 이하)와 CNSi(통신, 항법, 감시, 정보) 획득/활용체계 연구개발 및 정보 신뢰성 검증

나. 사업의 시급성

- K-UAM 로드맵의 적기 추진을 위해 2025년까지 K-UAM 초기 상용화 운용 지원을 위한 저밀도 UAM 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 기술 개발 필요
- 정부의 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」에 의한 2025년 UAM 상용화 서비스 개시를 위해서는 UAM 운용을 위한 교통관리 기본 서비스 체계 및 CNSi 획득/활용체계 기술 개발의 2022년 착수가 반드시 필요한 상황

4. 정부지원의 필요성

- 2025년 UAM 상용화 서비스를 개시하는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」 이행의 일환으로 2025년까지 UAM 운용을 위한 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 획득/활용체계 기술 개발 필요
- 본격적인 Urban Air Traffic Management 시스템 개발과 공역통합관리를 추진하기 위해 교통관리의 기본인 CNSi 획득 및 활용체계에 대한 체계적인 신뢰성 검증 필요하며 이에 대한 정부지원은 필수적
- UAM 도입과 관련 있는 이해당사자 간 UAM 생태계에 대한 신뢰 구축 필요
 - (정보 공유체계 검증) UAM 상용화 서비스 위해 이해당사자(운항사, 교통관리 서비스(PSU), 버티포트 등) 간의 생성 정보 공유체계 검증 필요
 - (향후 UAM 교통관리 추진 기반 확립) 데이터 기반 UAM 교통관리 추진을 위해 고신뢰도의 CNSi 획득 및 활용체계 확립 필요
 - (이해당사자 간 상호 신뢰 확립) UAM CNSi 공유체계 통한 이해당사자(UAM 운항사, 공항 및 공역 관제사, 육군항공, 국가비행정보시스템

3절. 경제적 타당성

1. 분석 개요

가. 경제적 타당성 분석 개요

- 국가연구개발사업의 경제적 타당성 분석은 대상사업의 국민 경제적 파급효과와 투자적합성을 분석하는 과정
 - 경제적 타당성 분석은 연구개발 성과를 미리 예측하고, 성과의 경제적 가치를 정량적으로 분석하여 대상 연구개발사업의 추진 정당성을 검토
- 국가연구개발사업의 경제적 타당성 분석은 해당 사업의 파급효과와 투자 적합성을 분석하기 위한 수단으로 비용-편익 분석을 활용
 - 비용-편익 분석은 대상사업을 수행할 경우 예측되는 모든 비용과 편익을 측정하여 사업의 타당성을 사전에 검증하는 방법
 - 비용-편익 분석을 통한 사업의 경제성 판단은 해당사업을 통해 발생하는 편익의 총 크기가 비용을 초과해야 한다는 원칙 하에서 진행

나. 경제적 타당성 분석 방법론

- 비용/편익 분석(Benefit/Cost Analysis) : 사업 예산 및 부대비용을 비용으로 하고, 사업을 통하여 발생할 것으로 예상되는 편익을 산정하여 그 비율을 계산하는 것으로 B/C 값이 1 이상일 때, 경제적 타당성을 확보
 - B/C ratio는 분석 대상에 비용규모 대비 혜택규모의 비율로 1보다 높으면 경제성이 높은 것으로 판단할 수 있음

- 비용/편익 비율(B/C Ratio) =
$$\frac{\sum_{j=1}^n B_j}{\sum_{j=1}^m C_j} \geq 1$$

▶ 총비용($\sum_{j=1}^m C_j$) : 사업 예산 및 부대비용 등 모든 비용의 합계

▶ 총편익($\sum_{j=1}^n B_j$) : 해당 사업의 성과를 통해 발생하는 부가가치의 합계

- 비용 분석 : 해당 사업 추진에 소요되는 미래의 비용을 추정
 - 본 분석에서는 본 사업의 소요예산(안)으로 산정함

○ 편익 분석 : 국가연구개발사업의 편익은 편익의 성격과 편익의 파생 단계에 따라 구분 가능

- 본 분석에서는 본 사업의 편익으로 기술개발에 의한 미래 시장에서의 부가가치 창출로 정의

2. 편익 분석

가. 편익 분석 개요

○ 편익 추정 : 도심항공모빌리티 교통관리시스템 시장의 매출 편익

- 국가연구개발사업 경제적 타당성 분석의 편익 추정은 편익의 항목과 범위를 세분화해서 추정한 뒤 이를 모두 합산하는 방식을 채택

- 본 분석에서는 도심항공모빌리티 CNSi 획득 및 활용을 통한 도심항공모빌리티 교통관리시스템 시장에서의 매출을 본 사업의 편익으로 정의

○ 편익 산출

- 국가연구개발사업의 편익은 사업의 성과를 활용하여 창출할 수 있는 미래 시장 규모의 증가분에, 연구개발사업의 기여로 창출되는 직접편익을 도출하기 위하여 다양한 변수를 고려하여 경제적 편익을 산출

- 본 분석에서는 편익을 산출하기 위하여 KISTEP이 발간한 예비타당성조사 표준지침 상에서 제시된 R&D사업의 편익 산출을 위한 일반식을 적용하여 본 사업의 추진에 따라 도심항공모빌리티 교통관리시스템 시장에서 발생하는 부가가치 창출 편익을 추정

<표 IV-3> 미래시장의 부가가치 창출 편익 추정 수식

$$\text{편익} = \text{미래 시장규모} \times \text{사업기여율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{R\&D사업화성공률} \times \text{부가가치율}$$

출처 : KISTEP, 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침, 2018

나. 편익 분석 기본가정

○ 편익 발생 회임기간

- 편익 회임기간이란 연구개발사업에 대한 투자가 이루어진 후, 경제적인 편익 또는 효과가 발생하기 전까지의 시간적 격차를 의미

- 예타 지침에서는 개발단계별 편익 회임기간을 기초연구는 5년, 개발·응용연구는 3년으로 제시하고 있으며, 본 사업의 경우 개발·응용연구 회임기간 3년을 적용

<표 IV-4> 연구단계별 회의 기간

연구단계	기초연구	개발연구	응용연구
회임 기간	5년	3년	

* 출처 : KISTEP, 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침, 2018

○ 편익(발생)기간 : 기술수명 8년

- 편익(발생)기간은 사업의 편익이 지속되는 기간, 즉 사업을 수행함으로써 편익이 나오게 될 것으로 기대할 수 있는 기간으로 편익의 계산기간을 의미
- 일반적으로 편익기간의 설정은 기술수명기간(Technology Cycle Time, TCT)으로 설정하는 것이 정확하나, 본 연구에서는 해당 기술의 기술수명기간을 정확하게 평가할 수 없어 인용특허수명(Cited-patent Life Time, CLT)을 적용
: 본 연구에서는 산업통상자원부의 ‘기술가치평가 실무가이드(2017)’에 제시된 인용특허수명지수의 중앙값을 편익기간으로 활용

<표 IV-5> CNSi 관련 인용특허수명(Cited-patent Life Time, CLT)

IPC 코드	내용	중앙값(년)
G01H	기계적 진동 또는 초음파, 음파 또는 아음파의 측정	8
G01P	직선속도, 각속도, 가속도, 감속도해당됨또는 충격의 측정; 운동의 유무; 운동의 방향 지시	8
G08C	측정치, 제어신호 또는 유사신호를 위한 전송방식	7
G08G	교통제어시스템	8
평균		7.8

* 출처 : 산업통상자원부, 기술가치평가 실무가이드, 2017

○ 기준 환율

- 한국은행 경제통계시스템의 원/달러 환율 2020년 12월 종가 1,094.5원/달러 적용

○ 사회적 할인율

- 사회적 할인율은 예타 지침상의 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 분석

다. 편익 분석

○ 미래시장 규모 추정

- 국내외에서 발표된 전문 시장분석 및 전망 보고서를 토대로 시장 규모를 추정
- 본 분석에서는 MarketandMarkets社가 발표한 Urban Air Mobility (UAM) Market Global Forecast to 2030(2019) 상의 글로벌 UAM Infrastructure 시장 중 Traffic Management 시스템 시장규모 전망을 UAM CNSi 미래시장 규모로 활용

<표 IV-6> 미래시장 추정

구분	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
시장규모	5,600	7,280	10,629	15,518	22,656	33,077	48,293	56,986

* 출처 : MarketandMarkets. Urban Air Mobility (UAM) Market - Global Forecast to 2030, 2019

○ 예상 시장점유율 추정

- 시장점유율은 기존 유사 분석사례의 보급률을 토대로 설정
- 본 분석에서는 한국항공우주산업진흥협회가 공개한 2015년 세계 항공산업 규모 대비 국내 항공산업 규모의 비중 0.8%를 적용

○ 사업기여율 산정

- 사업기여율은 미래 시점 기준의 연구개발활동 중 동 사업이 차지하는 비중만을 적용한다는 개념
- 본 분석에서는 현재 본 연구와 동일한 분야에 대한 R&D 투자가 전무하여 사업 기여율을 100%로 가정

○ R&D 기여율

- R&D기여율은 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때 전체 부가가치 가운데 연구개발에 의한 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표
- 본 분석에서 R&D기여율은 기존 국가연구개발부문 예비타당성조사에서 활용되던 R&D 기여율 35.4%를 동일하게 적용

○ R&D 사업화 성공률

- R&D 사업화 성공률은 연구개발의 성과가 제품 또는 서비스의 형태로 시장에 출시되어 매출을 발생시킬 가능성을 의미
- 본 분석에서는 2018년도 산업기술R&D 성과활용조사분석 결과, 평균 사업화 성공률 44.9%를⁵⁾ 적용

○ 부가가치율 산출

5) 출처 : KIAT, 2018년도 산업기술R&D 성과활용조사분석, 2019

- 부가가치율은 매출액 중에서 실제 새롭게 창출된 경제적 편익이 차지하는 비율을 의미하며, 편익은 사업 수행으로 창출된 매출액 전체가 아닌 부가가치를 기준으로 산정되기 때문에 부가가치율을 고려
- 본 분석에서는 광업제조업조사 기준, 항공산업 명목 부가가치율 47.80%⁶⁾를 적용

○ 편익 분석 결과 : 본 사업의 8년(2029년~2036년)의 편익기간 동안 발생하는 총 편익은 718.01억원 규모로 이를 2020년 현재가치로 환산하면 390.3억원 수준

<표 IV-7> 편익 산출

(단위 : 억원)

구분		2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	합계
미래 시장	M\$	5,600	7,280	10,629	15,518	22,656	33,077	48,293	56,986	200,038
	억원	61,291	79,677	116,329	169,840	247,967	362,032	528,566	623,708	2,189,411
시장점유 가치		490.3	637.4	930.6	1,358.7	1,983.7	2,896.3	4,228.5	4,989.7	17,515
사업기여 가치		490.3	637.4	930.6	1,358.7	1,983.7	2,896.3	4,228.5	4,989.7	17,515
R&D기여 가치		173.6	225.6	329.4	481.0	702.2	1,025.3	1,496.9	1,766.3	6,200.4
사업화 성공가치		77.9	101.3	147.9	216.0	315.3	460.3	672.1	793.1	2,784.0
부가가치		37.3	48.4	70.7	103.2	150.7	220.0	321.3	379.1	1,330.7
2020년 현재가치		25.1	31.2	43.6	60.9	85.0	118.8	166.0	187.5	718.0

3. 경제적 타당성 분석

가. 비용 분석

○ 본 사업의 4년간의 총 소요예산 499.6억원의 2020년 현재가치는 426.2억원 수준

- 상향식 방식으로 추정된 동 사업의 총 소요예산은 4년간 총 499.6억원으로 이를 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 산출한 2020년 현재가치는 약 426.2억원 수준

<표 IV-8> 동 기술개발사업 비용의 현재가치

(단위 : 백만원)

구분	2022	2023	2024	2025	합계
소요예산	4,408	16,667	2,196	6,928	49,963
2020년 현재가치	4,037	14,605	18,415	5,559	42,616

6) 출처 : 산업연구원의 '산업통계 분석시스템(ISTANS)'-주제별 통계-생산 부문

가. 경제적 타당성 분석 결과

- 본 사업의 산출 편익의 현재가치 718.0억원 대비 소요예산의 현재가치 426.2억 원을 고려한 B/C ratio는 1.68로 경제성이 매우 높은 것으로 분석

<표 IV-9> 동 기술개발사업의 경제성 분석 결과

(단위 : 억원)

구분	편익	비용	B/C ratio
2020년 현재가치	718.0	426.2	1.68

4. 기대효과

가. 활용방안

- 정부는 사업용, 운송용, 화물용 등 국가 공역내 UAM 플랫폼의 운항·교통관리를 시스템화하여 체계적으로 관리·운용 가능하여, 국가 항공교통 시스템의 기술적 고도화 및 이용자 안전성 향상 도모 가능
- K-UAM 저밀도 UAM 운항 교통관리 서비스 및 CNSi 획득/활용체계의 신뢰성을 검증하여 2025년 K-UAM 상용화 계획 이행 가능
- K-UAM 운영개념(ConOps)의 UAM 교통관리 및 CNSi 환경 정의에 활용
- K-UAM 특별법 제정('23년 목표)시 K-UAM CNSi 관련 규정 개발에 활용

나. 기대효과

- 연구개발 성과를 기반으로 K-UAM 1단계용 고신뢰 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 활용체계 확립
 - K-UAM 1단계 (2025-2029) ; 초기단계로, 일부 K-UAM 노선 상용화, 도심 내·외 각 연결, 지상·항공 교통연계시스템 구축
- K-UAM 운항 관련 이해당사자 간 교통관리체계 및 CNSi 활용체계에 대한 신뢰 구축으로 K-UAM 초기단계에서의 상용화 성공 기반 마련
- 상용 서비스 기반의 K-UAM 교통관리 기본 서비스 및 CNSi 활용체계 기술개발로 본격적인 K-UAM 서비스 지향 단계인 2단계(2030-2034) 및 3단계(2035~) 성공 기반 마련
 - K-UAM 2단계 ; 성장단계로, K-UAM 항로 확장, 도심 내 허브 구축, K-UAM 서비스 흑자 전환 등
 - K-UAM 3단계 ; 성숙단계로, UAM 교통수단의 일반화, 도시 간 항로 개설, 자율운용 수행 등

○ 부처협업

- 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵 추진 정책공동체인 ‘도심항공교통 민관 협의체(UAM Team Korea, ’ 20.06.24.)’ 기술 지원
- 체계적인 UAM 생태계 구축·개발을 위한 K-UAM 핵심기술개발 R&D 협의체(국토부, 과기부, 산업부, 중기부, 기상청 및 각 전문기관) 지원

5장. 인력투입 및 소요예산 산정

1절. 인력투입계획

1. 연차별 투입 연구인력

(단위 : 명)

세부과제		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
총괄		100	113	114	100	-	427
1과제	1-1	1	3	3	3	-	10
	1-2	2	3	3	3	-	11
	1-3	1	1	3	3	-	8
	소계	4	7	9	9	-	29
2과제	2-1	4	4	4	0	-	12
	2-2	6	4	4	0	-	14
	2-3	8	6	6	10	-	30
	2-4	17	20	23	12	-	72
	소계	35	34	37	22	-	128
3과제	3-1	5	5	5	5	-	20
	3-2	5	5	5	5	-	20
	3-3	5	5	5	6	-	21
	3-4	9	9	8	10	-	36
	3-5	17	15	15	18	-	65
	소계	41	39	38	44	-	162
4과제	4-1	3	5	6	5	-	19
	4-2	4	8	7	8	-	27
	4-3	4	5	5	5	-	19
	4-4	5	11	9	4	-	29
	4-5	4	4	3	3	-	14
	소계	20	33	30	25	-	108

2. 상세 투입 연구인력

가. 1과제 - K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증

○ 1-1 과제 - K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술 개발

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	1	2	2	2	-	7	
연구원	0	1	1	1	-	3	
합계	0	0	0	0	-	-	
보조원	0	0	0	0	-	-	
합계	1	3	3	3	-	10	

○ 1-2 과제 - CNS 획득체계 신뢰성 검증

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	1	1	1	1	-	4	
연구원	1	2	2	2	-	7	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	-	0	0	0	-	0	
합계	2	3	3	3	-	11	

○ 1-3 과제 - K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	1	1	2	2	-	6	
연구원	0	0	1	1	-	2	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	1	1	3	3	-	8	

나. 2과제 - 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발

○ 2-1 과제 - 저밀도 ATM 기반 UAM CNSi 최신 기술동향 분석

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	2	2	2	-	-	6	
연구원	2	2	2	-	-	6	
연구보조원	0	0	0	-	-	0	
보조원	0	0	0	-	-	0	
합계	4	4	4	0	0	12	

○ 2-2 과제 - 운항사 중심 저밀도 UAM CNS 운용개념(안) 수립

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	3	2	2	-	-	7	
연구원	3	2	2	-	-	7	
연구보조원	0	0	0	-	-	0	
보조원	0	0	0	-	-	0	
합계	6	4	4	0	0	14	

○ 2-3 과제 - 저밀도 UAM 운항통제 요구사항(안) 및 절차 수립

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	4	3	3	4	-	14	
연구원	4	3	3	6	-	16	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	8	6	6	10	0	30	

○ 2-4 과제 - 저밀도 UAM 운항통제시스템 개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	8	10	11	5	-	34	
연구원	9	10	12	7	-	38	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	17	20	23	12	0	72	

다. 3과제 - 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 및 이해관계자간 정보 공유체계 기술 개발

○ 3-1 과제 - 저밀도 교통관리 기본 서비스 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	2	2	2	2	-	8	
연구원	3	3	3	3	-	12	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	5	5	5	5	0	20	

○ 3-2 과제 - UAM Corridor 내 저밀도 교통관리 기본 서비스 적용을 위한 기체운행 정보 공유기술

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	2	2	2	2	-	8	
연구원	3	3	3	3	-	12	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	5	5	5	5	0	20	

○ 3-3 과제 - GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	2	2	2	3	-	9	
연구원	3	3	3	3	-	12	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	5	5	5	6	0	21	

○ 3-4 과제 - 5G기술을 활용한 UAM 통신기술 및 ATM 연계 시스템 개발

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	4	4	4	5	-	17	
연구원	5	5	4	5	-	19	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	9	9	8	10	0	36	

○ 3-5 과제 - PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자(ATC, Vertiport, 운항사 등) 간 정보공유 체계 개발

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	8	7	7	9	-	31	
연구원	9	8	8	9	-	34	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	17	15	15	18	0	65	

라. 4과제 - K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

○ 4-1 과제 - CNSi 정보 신뢰성 평가 연구

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	2	4	4	4	-	14	
연구원	4	8	8	8	-	28	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	6	12	12	12	0	42	

○ 4-2 과제 - 운항경로 CNSi 기술 연구

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	4	6	6	4	-	20	
연구원	8	12	12	8	-	40	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	12	18	18	12	0	60	

○ 4-3 과제 - Vertiport CNSi 기술 연구

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	4	4	4	4	-	16	
연구원	8	8	8	8	-	32	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	12	12	12	12	0	48	

○ 4-4 과제 - UAM 실증 관제시스템 모사

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	4	6	6	4	-	20	
연구원	8	12	12	8	-	40	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	12	18	18	12	0	60	

○ 4-5 과제 - 법제도, 주파수 확보, 사업화 등 기타 연구

분류	총 개발인력(명)						비고
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	
책임연구원	4	4	2	2	-	12	
연구원	8	8	4	4	-	24	
연구보조원	0	0	0	0	-	0	
보조원	0	0	0	0	-	0	
합계	12	12	6	6	0	36	

2절. 소요예산 산정

1. 총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

과제	1차년		2차년		3차년		4차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
합계	2,385	1,925	9,390	6,890	12,228	9,228	4,325	2,425	28,328	20,468
1과제	460	0	2,500	0	3,000	0	1,900	0	7,860	0
1-1	130	0	1,300	0	900	0	700	0	3,030	0
1-2	200	0	1,100	0	1,100	0	400	0	2,800	0
1-3	130	0	100	0	1,000	0	800	0	2,030	0
2과제	783	783	831	831	930	930	489	489	3,033	3,033
2-1	74	74	53	53	58	58	0	0	189	189
2-2	74	74	70	70	58	58	0	0	207	207
2-3	124	124	107	107	134	134	252	252	631	631
2-4	510	510	601	601	681	681	237	237	2,075	2,075
3과제	424	424	3,598	3,598	4,086	4,086	737	737	8,845	8,845
3-1	50	50	576	576	304	304	61	61	1,013	1,013
3-2	50	50	864	864	50	50	51	51	1,038	1,038
3-3	60	60	396	396	396	396	341	341	1,220	1,220
3-4	90	90	1,468	1,468	435	435	109	109	2,151	2,151
3-5	175	175	293	293	2,901	2,901	175	175	3,625	3,625
4과제	718	718	2,461	2,461	4,213	4,213	1,199	1,199	8,590	8,590
4-1	93	93	187	187	671	671	187	187	1,163	1,163
4-2	127	127	438	438	1,424	1,424	548	548	2,595	2,595
4-3	127	127	187	187	1,262	1,262	187	187	1,803	1,803
4-4	184	184	1,463	1,463	764	764	184	184	2,653	2,653
4-5	187	187	187	187	93	93	93	93	572	572

2. 예산항목별 소요예산

가. 1과제 - K-UAM 항로이탈 모니터링을 위한 항공감시정보 획득 및 활용체계 신뢰성 검증

○ 1-1 과제 - K-UAM 교통관리 기본 서비스 기술 개발

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	40	100	100	100	340	11.2%	
	연구원	55.536	0	50	50	50	150	5.0%	
	연구보조원	37.128	0	0	0	0	0	0.0%	
	보조원	27.852	0	0	0	0	0	0.0%	
소계			40	150	150	150	490	16.2%	
직접비	연구장비/재료비		3	834	504	200	1,541	50.9%	
	연구활동비		44	156	126	150	476	15.7%	
	연구수당		8	30	30	30	98	3.2%	
	위탁연구		22	0	0	100	122	4.0%	
소계			77	1,020	660	480	2,237	73.8%	
간접비			13	130	90	70	303	10.0%	
합계			130	1,300	900	700	3,030	100.0%	

○ 1-2 과제 - CNS 획득체계 신뢰성 검증

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도		
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100		
인건비	책임연구원	72.432	50	50	50	50	200	7.1%
	연구원	55.536	50	80	80	80	290	10.4%
	연구보조원	37.128	0	0	0	0	0	0.0%
	보조원	27.852	0	0	0	0	0	0.0%
소계			100	130	130	130	490	17.5%
직접비	연구장비/재료비		5	828	760	132	1,725	61.6%
	연구활동비		33	6	19	6	64	2.3%
	연구수당		20	26	26	26	98	3.5%
	위탁연구		22	0	55	66	143	5.1%
소계			80	860	860	230	2,030	72.5%
간접비			20	110	110	40	280	10.0%
합계			200	1,100	1,100	400	2,800	100.0%

○ 1-3 과제 - K-UAM CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분						소계	비율 (%)
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			
인건비	책임연구원	72.432	50	50	100	100		300	14.8%
	연구원	55.536	0	0	50	50		100	4.9%
	연구보조원	37.128	0	0	0	0		0	0.0%
	보조원	27.852	0	0	0	0		0	0.0%
소계			50	50	150	150		400	19.7%
직접비	연구장비/재료비		5	5	560	400		970	47.8%
	연구활동비		52	25	160	140		377	18.6%
	연구수당		10	10	30	30		80	3.9%
	위탁연구		0	0	0	0		0	0.0%
소계			67	40	750	570		1,427	70.3%
간접비			13	10	100	80	0	203	10.0%
합계			130	100	1,000	800		2,030	100.0%

나. 2과제 - 저밀도 UAM 운항사 운항통제시스템 기술 개발 UAM

○ 2-1 과제 - 저밀도 ATM 기반 UAM CNSi 최신 기술동향 분석

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분						소계	비율 (%)
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100		
인건비	책임연구원	72.432	43	43	43	0	0	130	35.2%
	연구원	55.536	44	28	33	0	0	106	28.5%
	연구보조원	37.128	0	0	0	0	0	0	0.0%
	보조원	27.852	0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			88	71	77	0	0	236	63.8%
직접비	연구장비/재료비		0	0	0	0	0	0	0.0%
	연구활동비		45	24	28	0	0	97	26.2%
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			45	24	28	0	0	97	26.2%
간접비			15	11	12	0	0	37	10.0%
합계			148	106	116	0	0	370	100.0%

○ 2-2 과제 - 운항사 중심 저밀도 UAM CNSi 운용개념(안) 수립

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	65	43	43	0	0	152	37.7%
	연구원	55.536	50	33	33	0	0	117	28.9%
	연구보조원	37.128	0	0	0	0	0	0	0.0%
	보조원	27.852	0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			115.2	76.8	76.8	0	0	269	66.5%
직접비	연구장비/재료비		0	0	0	0	0	0	0.0%
	연구활동비		18	49	28	0	0	95	23.5%
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			18	49	28	0	0	95	23.5%
간접비			15	14	12	0	0	40	10.0%
합계			148	140	116	0	0	404	100.0%

○ 2-3 과제 - 저밀도 UAM 운항통제 요구사항(안) 및 절차 수립

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	87	59	87	87	0	319	25.9%
	연구원	55.536	87	33	50	133	0	303	24.6%
	연구보조원	37.128	0	0	0	0	0	0	0.0%
	보조원	27.852	0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			174	92	137	220	0	623	50.5%
직접비	연구장비/재료비		48	100	88	233	0	468	37.9%
	연구활동비		2	1	17	1	0	20	1.7%
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			50	101	104	233	0	488	39.5%
간접비			25	21	27	50	0	123	10.0%
합계			248	214	268	504	0	1,234	100.0%

○ 2-4 과제 - 저밀도 UAM 운항통제시스템 개발을 통한 운용개념 및 운항절차 검증

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	232	290	319	145	0	985	24.3%
	연구원	55.536	205	222	267	156	0	849	20.9%
	연구보조원	37.128	0	0	0	0	0	0	0.0%
	보조원	27.852	0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			437	511	585	300	0	1,834	45.2%
직접비	연구장비/재료비		480	570	640	125	0	1,815	44.7%
	연구활동비		1	0	1	1	0	4	0.1%
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0.0%
소계			481	570	641	126	0	1,819	44.8%
간접비			102	120	136	47	0	406	10.0%
합계			1,020	1,202	1,362	474	0	4,058	100.0%

다. 3과제 - 도심 실증 항로 내 UAM 운항 안정성 확보를 위한 CNSi 기술 및 이해 관계자간 정보 공유체계 기술 개발

○ 3-1 과제 - 저밀도 교통관리 기본 서비스 도입을 위한 감시기술 개발(Vertiport & PSU)

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	31	31	31	31	-	125	6.3%
	연구원	55.536	47	47	47	47	-	187	9.5%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	-	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	-	0	0.0%
소계			78	78	78	78	-	312	15.8%
직접비	연구장비/재료비		-	950	450	-	-	1,400	71.0%
	연구활동비		-	-	-	2	-	2	0.1%
	연구수당		15	15	15	15	-	60	3.0%
소계			15	965	465	17	-	1,462	74.2%
간접비			10	116	60	11	-	197	10.0%
합계			103	1,159	603	106	-	1,971	100.0%

○ 3-2 과제 - UAM Corridor 내 저밀도 교통관리 기본 서비스 적용을 위한 기체운
항 정보 공유기술

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	31	31	31	31	-	124	6.0%
	연구원	55.536	47	47	47	47	-	188	9.0%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	-	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	-	0	0.0%
소계			78	78	78	78	-	312	15.0%
직접비	연구장비/재료비		-	1,500	-	-	-	1,500	72.0%
	연구활동비		-	-	-	2	-	2	0.1%
	연구수당		15	15	15	15	-	60	2.9%
소계			15	1,515	15	17	-	1,562	75.0%
간접비			10	177	10	11	-	208	10.0%
합계			103	1,770	103	106	-	2,082	100.0%

○ 3-3 과제 - GPS Denied 상황에 대비한 UAM용 지상 항법시스템 개발

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	31	31	31	47	-	140	6.0%
	연구원	55.536	47	47	47	47	-	188	8.1%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	-	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	-	0	0.0%
소계			78	78	78	94	-	328	14.1%
직접비	연구장비/재료비		-	600	600	500	-	1,700	73.0%
	연구활동비		-	-	-	1	-	1	0.0%
	연구수당		18	15	15	18	-	66	2.8%
소계			18	615	615	519	-	1,767	75.9%
간접비			11	77	77	68	-	233	10.0%
합계			107	770	770	681	-	2,328	100.0%

○ 3-4 과제 - 5G기술을 활용한 UAM 통신기술 및 ATM 연계 시스템 개발

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	62	62	62	78	-	264	6.3%
	연구원	55.536	78	78	62	78	-	296	7.1%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	-	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	-	0	0.0%
소계			140	140	124	156	-	560	13.4%
직접비	연구장비/재료비		-	2,500	600	0	-	3,100	74.0%
	연구활동비		-	-	-	1	-	1	0.0%
	연구수당		28	28	24	31	-	111	2.6%
소계			28	2,528	624	32	-	3,212	76.6%
간접비			19	296	83	21	-	419	10.0%
합계			187	2,964	831	209	-	4,191	100.0%

○ 3-5 과제 - PSU 교통관리 시스템 및 이해관계자(ATC, Vertiport, 운항사 등) 간 정보공유 체계 개발

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	125	109	109	140	-	483	6.8%
	연구원	55.536	140	125	125	140	-	530	7.4%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	-	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	-	0	0.0%
소계			265	234	234	280	-	1,013	14.2%
직접비	연구장비/재료비		-	200	5,000	0	-	5,200	73.1%
	연구활동비		-	-	-	-	-	0	0.0%
	연구수당		48	45	44	56	-	193	2.7%
소계			48	245	5,044	56	-	5,393	75.8%
간접비			35	53	586	37	-	712	10.0%
합계			348	532	5,864	373	-	7,118	100.0%

라. 4과제 - K-UAM CNSi 활용체계 신뢰성 검증 기술 개발

○ 4-1 과제 - CNSi 정보 신뢰성 평가 연구

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	단가 (연봉)	구분					소계	비율 (%)
			1차년도 인원×참 여율/100	2차년도 인원×참 여율/100	3차년도 인원×참 여율/100	4차년도 인원×참 여율/100	5차년도 인원×참 여율/100		
인건비	책임연구원	72.432	29	58	58	58	0	203	8.7%
	연구원	55.536	48	95	95	95	0	333	14.3%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	0	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	0	0	0.0%
소계			77	153	153	153	0	536	23.0%
직접비	연구장비/재료비		0	0	900	0	0	900	56.2%
	연구활동비		5	10	10	10	0	35	1.5%
	연구수당		15	31	31	31	0	107	4.6%
소계			173	347	1,247	347	0	2,113	90.9%
간접비			17	35	125	35	0	211	9.1%
합계			191	381	1,371	381	0	2,325	100.0%

○ 4-2 과제 - 운항경로 CNSi 기술 연구

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	단가 (연봉)	구분					소계	비율 (%)
			1차년도 인원×참 여율/100	2차년도 인원×참 여율/100	3차년도 인원×참 여율/100	4차년도 인원×참 여율/100	5차년도 인원×참 여율/100		
인건비	책임연구원	72.432	58	87	87	58	0	290	6.1%
	연구원	55.536	95	143	143	95	0	475	10.0%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	0	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	0	0	0.0%
소계			153	230	230	153	0	765	16.0%
직접비	연구장비/재료비		0	200	1,800	300	0	2,300	48.2%
	연구활동비		10	15	15	15	0	55	1.2%
	연구수당		31	46	46	31	0	153	3.2%
소계			347	720	2,620	652	0	4,338	90.9%
간접비			35	72	262	65	0	434	9.1%
합계			381	792	2,882	717	0	4,772	100.0%

○ 4-3 과제 - Vertiport CNSi 기술 연구

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	58	58	58	58	0	232	6.2%
	연구원	55.536	95	95	95	95	0	380	10.2%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	0	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	0	0	0.0%
소계			153	153	153	153	0	612	16.4%
직접비	연구장비/재료비		0	0	2,000	0	0	2,000	53.7%
	연구활동비		10	10	10	10	0	40	1.1%
	연구수당		31	31	31	31	0	122	3.3%
소계			347	347	2,347	347	0	3,387	90.9%
간접비			35	35	235	35	0	339	9.1%
합계			381	381	2,581	381	0	3,725	100.0%

○ 4-4 과제 - UAM 실증 관제시스템 모사

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	58	87	87	58	0	290	5.5%
	연구원	55.536	95	143	143	95	0	475	9.0%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	0	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	0	0	0.0%
소계			153	230	230	153	0	765	14.4%
직접비	연구장비/재료비		0	2,000	900	0	0	2,900	54.7%
	연구활동비		5	15	15	5	0	40	0.8%
	연구수당		31	46	46	31	0	153	2.9%
소계			342	2,720	142	34	0	4,823	90.9%
간접비			34	272	142	34	0	482	9.1%
합계			376	2,992	1,562	376	0	5,306	100.0%

○ 4-5 과제 - 법제도, 주파수 확보, 사업화 등 기타 연구

(단위 : 백만원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계	비율 (%)	
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도			5차년도
			인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100	인원×참 여율/100			인원×참 여율/100
인건비	책임연구원	72.432	43	58	29	29	0	159	15.2%
	연구원	55.536	71	95	48	48	0	262	24.9%
	연구보조원	37.128	-	-	-	-	0	0	0.0%
	보조원	27.852	-	-	-	-	0	0	0.0%
소계			115	153	77	77	0	421	40.0%
직접비	연구장비/재료비		0	0	0	0	0	0	0.0%
	연구활동비		10	10	5	5	0	30	2.9%
	연구수당		23	31	15	15	0	84	8.0%
소계			263	347	173	173	0	956	90.9%
간접비			26	35	17	17	0	96	9.1%
합계			289	381	191	191	0	1,052	100.0%

마. 과제별 장비 및 시제품 소요 예산

○ 장비 목록(3천만원 이상)

과제	장비명	용도	비용 (천원)	획득 년도
4-1	이동식 3차원 레이더	상용망을 통해 수신한 감시정보 비교 검증	800,000	3차년도

○ 시제품 목록(1천만원 이상)

과제	시작품명	용도	비용(천원)
1-1	UAM 교통관리 기본 플랫폼	저밀도(5대 이하) UAM 교통관리 기본 플랫폼 (K-UAM GC 호환 기본 플랫폼)	800,000
1-1	K-UAM 초기 상용화 지원 교통관리 기본 서비스 플랫폼	K-UAM 초기 상용화 환경(운항사, 버티포트, PSU, 이해관계자 등) 지원 교통관리 기본 서비스 플랫폼	500,000
1-2	멀티링크 통신단말장치	UAM 통신 체계구축용 1차 단말장치	100,000
1-2	통신서버 운영 S/W	UAM 통신 시스템을 운영하기 위한 서버 프로그램	30,000
1-2	V2V통신서버 S/W	V2V통신을 위한 중계서버 S/W	30,000
1-2	제조사별 GNSS 수신기 안테나	제조사별 GNSS 항법수신기 성능 검증 및 신뢰성 평가를 위한 검증시험용 제조사별 GNSS 항법시스템	151,000
1-2	GNSS+IMU 항법장치	GNSS 항법시스템과 센서 융합 항법시스템간 성능 비교 평가용 시작품	50,000
1-2	위성항법 신호품질 모니터링 및 경보시스템	항법위성 신호품질 모니터링 및 위성 항법 신호 수신환경 분석용 시작품	200,000
1-2	기준국용 GNSS 수신기 및 안테나 시스템	UAM용 항법시스템 성능 검증 및 신뢰성 평가를 위한 고성능 GNSS 항법수신기 시스템	100,000
1-2	UAM 항법 성능 테스트베드	UAM PBN 항법 성능 요구도 개발 및 항법성능 평가 기술 개발을 위한 시작품	180,000
1-2	GNSS 항법 시스템	UAM PBN 항법 성능 평가 기술 개발을 위한 GNSS 항법시스템 시작품	250,000
1-2	CNSi 및 항공감시 정보 통합 시스템 개발	세부 과제 통합 시험을 위한 항법/통신/감시/정보 인터페이스 통합 시스템 시작품	509,000
1-2	협력감시센서	탑재용 협력감시센서	45,000
1-2	고도별 통신환경 분석 장비	K-UAM 실증노선 고도별 통신환경 분석 장비 (H/W)	250,000
1-2	3D CNS 개별 성능 분석 시스템	3차원 공간의 통신품질을 모의 측정하여 품질 맵을 구현하는 통합 (S/W)	200,000
1-3	CNS/교통관리 기본 서비스 신뢰성 통합 검증 시스템	K-UAM 실증노선에서의 CNS/교통관리 기본 서비스 통합 검증 시스템	350,000
2-3	가상운용환경 통합시스템	저밀도 가상운용환경 모의 및 운항사 운항통제시스템 연동을 통한 운용개념 및 운항절차 검증	493,000

과제	시작품명	용도	비용(천원)
2-4	운항사 운항통제시스템	운항사의 UAM 운항통제 체계/절차 검증 및 상용화 실증사업 운항사 운항통제시스템으로 활용	1,640,000
3-2	데이터 서버 및 송수신 장비	기체 및 지상 정보 처리서버 (지상국과 UAM 기체간 비상 통신장비 포함)	630,000
3-3	지상항법시스템	UAM 지상 항법장치 시작품	300,000
	지상항법시스템 안테나	UAM 지상 항법장치 시작품용 안테나	300,000
	지상항법시스템 지상장비	UAM 지상 항법장치 시작품 원격 조정 및 모니터링 장비	300,000
	지상항법시스템 탑재용 장비	UAM 지상 항법장치 탑재용 시작품	300,000
	지상항법시스템 탑재용 안테나	UAM 지상 항법장치 탑재용 시작품용 안테나	300,000
	지상항법시스템 탑재용 기체장비	UAM 지상 항법장치 탑재용 기체장비	300,000
3-4	인터페이스 연동 시스템	인터페이스 (SWIM 등) 연동 소프트웨어	600,000
3-5	데이터 서버	감시정보 제공 및 공유 데이터 서버	2,574,000
4-2	항행안전시설 데이터 획득, 저장 시스템	항행안전시설의 데이터를 획득, 저장하고 비교·분석	400,000
4-2	이동형 CNS 시스템 세트	UAM 항로상 기체와 통신, 감시 및 지상항법 시스템 시작품(이동형)	1,532,000
4-2	이동형 마이크로 웨이더 탐지 시스템	UAM 항로상 마이크로 웨더 탐지시스템 시작품(이동형)	600,000
4-3	정밀이착륙 지원 CNS 시스템 세트	Vetiport의 정밀 이착륙을 지원하기 위한 통신, 감시 및 항법 시스템 시작품	1,531,000
4-4	CNSi 연동체계 실증 관제시스템 모사 시스템	항로 및 이착륙장 CNSi 정보를 통합적으로 현시하고 관제 운영환경을 구성하는 UATM 시스템 모사 시스템(음성 통신환경 및 기능 고도화 포함)	3,600,000

○ 연구재료비(1천만원 이상) (추후 보강)

과제	품명	규격	비용(천원)
3-1	ADS-B 지상국	UAM 감시정보 획득장비	300,000
	ADS-B현시시스템	UAM 감시정보 현시용	50,000
	영상감시시스템	VERTIPORT 감시용	100,000
	영상네트워크	영상감시시스템 환경 구현	50,000
3-4	통신	LTE 중계기 및 DUH	25,000
3-5	감시정보 연계 시스템	이해당자사 제공을 위한 감시정보 연계 시스템	2,000,000
	UAM 사이버보안 관리시스템	사이버보안 관리시스템 및 소프트웨어	200,000
4-2	통신	상용 통신 임대(LTE, 5G, 위성)	300,000

참고문헌

- [1] “에어택시 등 미래항공기 운영체계 로드맵 마련 연구 최종보고서”, 한국항공우주연구원, 2020.3.20
- [2] “Urban Air Mobility(UAM) Market Study”, Booz Allen Hamilton, Nov. 2018.
- [3] “Flight Path for the Future of Mobility”, Boeing, Mar. 2018
<https://fedotov.co/wp-content/uploads/2018/03/Future-of-Vertical-Mobility.pdf>
- [4] “Urban Air Mobility(UAM) Market Study”, Crown Consulting, McKinsey, Georgia Tech., Nov. 2018.
- [5] “Concept of Operations: Unmanned Aircraft System(UAS), UAS Traffic Management(UTM)”, NASA, May 2018.
- [6] “Urban Air Mobility (UAM) Grand Challenge Industry Day”, NASA Aeronautics Research Mission Directorate (ARMD), Nov. 2018.
- [7] “Global Air Navigation Plan 2016–2030”, ICAO, 2016.
- [8] “Circular 351 Community Engagement for Aviation Environmental Management”, ICAO, 2017.
- [9] “The Future of Vertical Mobility, Sizing the market for passenger, inspection, and goods services until 2035, Porche Consulting“, 2018.
- [10] “Flight Plan 2030, An ATM concept for UAM”, EmbraerX, 2019
- [11] “IFAR White Paper on Urban Air Mobility”, IFAR, 2019.
- [12] “SPECIAL CONDITION: Vertical Take-Off and Landing (VTOL) Aircraft”, EASA, Jul. 2019.
- [13] “Think: Act (Aircraft Electrical Propulsion, The Next Chapter of Aviation)”, Roland Berger, Sep. 2017.
- [14] “Think: Act(Aircraft Electrical Propulsion, Onwards and Upwards)”, Roland Berger, Jul. 2018.
- [15] “Flying Car: 현실로 한걸음 더 UAM 생태계 구성에 관심 필요”, NH투자증권, Feb. 2019
- [16] “항공기 기술기준 - Part27 (감항분류가 보통(N)인 회전익항공기에 대한 기술기준)”, Apr. 2013.
- [17] “Proposed Airworthiness Standards for BA 609 Tiltrotor (TR) Acceptance under the Special Class Rule (DRAFT)”, Sep. 2007.
- [18] “Certification Specifications for Very Light Aeroplanes, CS-VLA, Amendment1”, EASA, Mar. 2009.
- [19] “Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Very Light Rotorcraft, CS-VLR, Amendment3”, EASA, Dec. 2018.
- [20] “Focus: Urban air mobility, The rise of a new mode of transportation”, Roland Berger, Nov. 2018.
- [21] “Elevating the future of mobility: Passenger drones and flying cars”, Deloitte Insights, 2018.
- [22] “Connected Evolved”, Uber Elevate, 2019.
- [23] “The Future of Transportation: White Paper on Urban Air Mobility Systems”, EHang, Jan. 2020.

- [24] “Global Urban Air Mobility (UAM) Market Growth (Status and Outlook) 2020–2030”, LPI(LP Information), Nov. 2019.
- [25] “More Electric Aircraft Market Size & Forecast, 2019 - 2025”, Global Market Insights, 2019.
- [26] “Global Urban Air Mobility (UAM) Market 2023–2035”, BIS Research, May 2019.
- [27] “URBAN AIR MOBILITY (UAM) MARKET: GLOBAL FORECAST TO 2030”, MarketsandMarkets, Feb. 2019.
- [28] “Urban Air Mobility Economics and Global Markets Forecasts for 75 Metropolitan Areas: 2020 - 2040”, NEXA ADVISORS, LLC, Jan. 2020.
- [29] “Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation”, Uber Elevate,
- [30] “An Assessment of Public Perception of Urban Air Mobility”, AIRBUS,
- [31] “Understanding UAV Mission Risk”, AIRBUS,
- [32] “Metrics for Near Miss Events”, AIRBUS,
- [33] “Metrics to characterize dense airspace traffic”, AIRBUS,
- [34] “Applying Visual Separation Principle to UAV Flocking”, AIRBUS,
- [35] “Managing UAS Noise Footprint”, AIRBUS,
- [36] “Open Risk Framework 1.0”, AIRBUS,
- [37] “Preflight Deconfliction”, AIRBUS,
- [38] “Pioneering The Urban Air Taxi Revolution”, Volocopter,
- [39] “Powered for Take Off: Preparing for High-Powered Charging”, Black & Veatch, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [40] “The Electric VTOL Revolution”, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [41] “VTOL Infrastructure: The Current State”, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [42] “Local Policy Considerations for Urban Air Mobility”, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [43] “EVTOL Certification and Operation”, Swanson Aviation Consultancy Ltd, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [43] “Vertiport Building Code”, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [44] “Vertiport Performance: Geo-Coding the Future of Urban Air Mobility”, NEXA Capital Company, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [45] “Powering UAM: Preparing the Grid”, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [46] “Uber Elevate: Perspective on Infrastructure”, Uber Elevate, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [47] “Operations Safety: Automating Hazard Detection, Assessment and Mitigation”, NASA, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [48] “Weather Challenges for Urban Air Mobility”, Booz Allen, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.

- [49] “EPIC Overview”, Electric Propulsion & Innovation Committee, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [50] “How Does The Transition to a More Autonomous Mobile Future Affect Aviation Safety?”, NASA, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [51] “UAM Grand Challenge Virtual Meeting”, NASA, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [52] “Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM): UTM Lessons Learned”, NASA, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [53] “Research Topics on UAM Airspace Management and Integration: ATM-X”, NASA, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [54] “Solving Key eVTOL / UAM Challenges Through ASTM Standards”, ASTM, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [55] “UAM Community Noise”, Uber, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [56] “eVTOL Passenger Experience”, Crown Consulting, INC., 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [57] “eVTOL for Public Services: Opportunities & Challenges”, VFS, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [58] “Defining and Understanding Risk-Based Frameworks: International System Safety Society& MIL-STD-882E”, Washington DC Chapter, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [59] “Current Rotorcraft Incident Data and Trends”, VFS, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [60] “Impact of Adverse Weather on eVTOL / UAM Operations”, VFS, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [61] “Urban Air Mobility (UAM): eVTOL Emergency Systems Certification Credit”, Uber Elevate, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [62] “eVTOL Safety, Criticality, and Complexity”, Uber, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [63] “Aircraft Safety and Criticality”, Uber, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [64] “Cyber Security: Understanding Air Vehicle Design Risks”, Aerospace Industries Association, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.
- [65] “Future and Recent Standards for Electric Aircraft”, SAE International, 2019 VFS eVTOL Defining Challenges Workshop, Washington DC, Sep. 2019.

6장. 부록

1. 기획위원회 참여 전문가 명단

가. 관계부처/전문기관 및 총괄기획위원회

구분	기관명	직위	이름	비고
관계부처	국토교통부	과장	나진항	위원장
		사무관	서정석	주관담당
	과학기술정보통신부	사무관	이경훈	
	산업통상자원부	사무관	임성균	
기획연구 (관리그룹)	국토교통과학기술진흥원	수석연구원	김민기	총괄담당
		PD	최미진	
	한국연구재단	단장	강경인	
		부연구위원	조성호	
	전략컨설팅집현(주)	대표	양현모	공동연구
		팀장	오병철	
총괄위원회	한국항공우주연구원	책임	정기훈	
		단장	강왕구	
		실장	홍단비	
	항공안전기술원	센터장	전승목	

나. 분과위원회

구분	기관명	직위	이름	전문분야	비고
시장	교통연	수석	김명현	공항수요예측	분과장
	교통연	전문연구원	박성용	대중교통체계	간사
	현대차	책임	윤정태	기체개발	
	한화시스템	팀장	전정규	UAM 팀	
	SKT	팀장	민복기	통신	
	서울연구원	부연구위원	홍상연	도시계획	
기체/부품	서울대	교수	이관중	동체	분과장
	항우연	선임	김민우	기체/부품	간사
	항우연	책임	박일경	항공구조	
	생산기술연구원	센터장	손 용	기체 경량화를 위한 3D프린팅 제조기술	
	KIAST	선임	박윤진	항공기(비행성능) 인증	
	현대차	책임	황경정	항공기 인증/시험평가	
	한화시스템	부장	염철중	시험평가	

구분	기관명	직위	이름	전문분야	비고
	대한항공	팀장	박종성	시험평가, 감항인증	
	두산DMI	부장	김지영	수소연료전지, 동력에너지 계통	
	자동차연구원	본부장	노기한	전기동력 시스템 및 제어 구동모터, 인버터, 배터리, 수소연료 전지	
	ETRI	책임	김희욱	항공전자/제어	
	성균관대	교수	정상용	항공전자/제어	
항행/ 교통관리	KIAST	선임	김송주		분과장
	항우연	책임	오경륜	CNSi	간사
	한국공항공사	과장	유금식	공역설계 및 CNSi	
	항우연	선임	은연주	PSU	
	한화시스템	팀장	길현주	CNSi	
	항공대	교수	김상현	운항규칙 및 절차	
	한서대	교수	김도현	공역, 항공교통, 공항시설	
	건국대	선임	이영재	성능기반 항로설정	
	인천국제공항공사	과장	신중훈	항공설계	
	ETRI	단장	안재영	CNSi	
	항우연	책임	배중원	항법/교통관리	
인프라	인천국제공항공사	팀장	서양환	UAM TF	공동 분과장
	한국공항공사	부장	정민철	한국공항공사 UAM TF	공동 분과장
	항우연	책임	전용민	항공기 동력장치	간사
	KIAST	팀장	김요식	보안검색인증	
	현대차	책임	이병용	기체 정보, 통신	
	한화시스템	차장	박정환	공항/버티포트 ICT	
	건기연	수석	장진환	버티포트 설계	
	인천국제공항공사	팀장	이영중	항공보안검색	
	한국공항공사	차장	윤기동	보안검색	
	한국토지주택공사	차장	김영인	버티포트구축방 안 및 지역	
한서대	교수	소대섭	항공보안, 보안검색, 대테러		
서비스	항우연	책임	이장호	항공기/무인기 운용	간사
	현대차	책임	신상윤	MRO	
	한화시스템	부장	김성욱	Security 등	
	SKT	부장	이석건	상용 통신(LTE, 5G)	
	LX	대리	고광훈	공간정보	
	TS	차장	김진욱	자격제도	

구분	기관명	직위	이름	전문분야	비고
	KAIST	교수	이상봉	기상	
	에어로케이항공(RF)	팀장	윤선범	운항기술, 정비, MRO	
	KIAST	팀장	한정호	정비(MRO), 인프라(시설/장비) 분야	
핵심기술	인하대	교수	최기영	무인기 체계/제어/시뮬레이션	분과장
	항우연	팀장	황인성	구조	간사
	항우연	책임	정용운	동력원	
	항우연	선임	위성용	소음	
	ETRI	실장	박경환	장애물 탐지 및 회피를 위한 레이더-레이더스택 System on Chip	
	ETRI	실장	차지훈	자율비행	
	현대차	책임	김호준	자율비행	
	대한항공 항공기술연구원	부장	김홍대	항공기계전자	
	세종대학교	교수	박병운	항공전자(항법)	
	KIAST	센터장	김장환	무인기 체계/제어	

주 의

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