

미래 항공기상서비스 기술개발 전략과 NARAE-Weather 실현

The Development Strategy of the Future Aviation Weather Service Technologies and Realization of NARAE-Weather

박용문 (Y.M. Park, ympark@etri.re.kr)

강태근 (T.G. Kang, taeguni@etri.re.kr)

구본준 (B.J. Ku, bjkuo@etri.re.kr)

김상일 (S.I. Kim, sangill31@etri.re.kr)

김승철 (S.C. Kim, skimc@etri.re.kr)

안도섭 (D.S. Ahn, ahnds@etri.re.kr)

이점훈 (J.H. Lee, hoonlee@etri.re.kr)

정일구 (I.G. Jung, ilkoo@etri.re.kr)

유준규 (J.G. Ryu, jgryurt@etri.re.kr)

위성광역인프라연구실 책임연구원

위성광역인프라연구실 책임연구원

위성광역인프라연구실 책임연구원

위성광역인프라연구실 선임기술원

위성광역인프라연구실 책임연구원

위성광역인프라연구실 책임연구원

위성광역인프라연구실 책임연구원

위성탑재체연구실 책임연구원

위성광역인프라연구실 책임연구원/실장

ABSTRACT

Following the global air-traffic market growth outlook, urgency of technical development is needed in responding to changes in the international air-traffic management paradigm and to prepare technology securing and spreading strategies, which are consistent with systematic aviation weather service policies and evolution direction. Although air traffic has decreased significantly due to COVID-19, normalcy is expected from 2024, as announced by IATA. According to the future air transportation market outlook and development trends of related technologies, Korea has established and implementing the next-generation air transportation system construction plan(NARAE) to secure international competitiveness and leadership in the future. Therefore, this paper describes the technical, economic background and requirements of numerical model-based aviation weather R&D projects for successful implementation of domestic NARAE plans and providing aviation safety and air traffic service efficiency. Furthermore, we proposed numerical-model-based technology development content, strategies and detailed load-map.

KEYWORDS 항공기상, 기상학, 항공교통, 차세대 항공교통 시스템 구축 계획(NARAE)

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2021.J.360405>

* 이 논문은 2020년도 항공기상청에서 시행한 연구개발사업의 일환으로 수행되었음[11-1360496-000023-01, 수치모델 기반 이음새 없는 항공기상서비스 기술개발 기획연구].



본 저작물은 공공누리 제4유형

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

©2021 한국전자통신연구원

1. 서론

1. 배경 및 필요성

국제민간항공기구인 ICAO(International Civil Aviation Organization)는 공항 중심의 민간항공기 교통량이 2030년까지 3천만 대에서 6천만 대로 2배 가량 증가할 것으로 예측(Global Air Transport Outlook 2030)하였으며[1], 전 세계적으로 플라잉카, 개인항공기(PAV: Personal Air Vehicle)[2], 도심형 항공 모빌리티(UAM: Urban Air Mobility) 같은 소형 비행체 기반의 신산업 관련 항공교통시장의 폭발적 증가를 예상하였다.

ICAO는 국제항공교통관리(ATM: Air Traffic Management) 패러다임 변화를 주도하기 위하여 글로벌 항행계획(GANP: Global Air Navigation Plan)을 통해 미래 항공기상정보 서비스에 대한 새로운 비전을 제시(2018년)하고 국가별 이행을 요구하고 있다. 미국은 NextGen(Next Generation Air Transportation System), 유럽은 SESAR (Single European Sky ATM Research), 일본은 CARATS(Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic System) 프로젝트를 통해 ICAO의 항공교통관리 가이드라인을 주도하며, 미래 항공교통 시스템 환경 구축 기술을 선도하고 있다[1]. 이러한 변화의 흐름에 맞춰 우리나라도 차세대 항공교통시스템 구축계획인 NARAE 프로젝트를 수립하여 대응 중이다[3].

전 세계적으로 기상 원인으로 발생하는 자연·회항·사고 손실 비용을 최소화하기 위한 요구가 지속적으로 제기되고 있으며, 미래 항공기상 수요에 대응하는 신기술 기반 항공기상 기술개발과 순환생태계 기반 마련을 위한 항공기상서비스 기술 분야 기획 및 개발이 시급한 실정이다. 특히, 항공 안전과 효율성 증진을 위한 항공기상 및 항공교통 정보의 융합을 통해 핵심기술 확보 및 순환생태계를

구축할 수 있는 기술개발이 중요한 시점이다.

소방헬기, 닥터헬기와 같은 저고도 소형 비행체의 열악한 비행 조건에서의 안전운항 등, 현재의 저고도 비행체 운항 문제점을 해결할 수 있는 해결 기술과 미래의 저고도 비행체 기반 산업을 위한 기술 분야에 대해서도 국제적 주도권을 확보하고, 정확한 항공기상 정보 제공을 위해 특화된 핵심 기술 개발과의 연계 또한 중요한 과제이다.

미국은 NASA를 중심으로 소형 항공기를 위한 하늘 고속도로 추진계획인 소형 항공기 운송시스템(SATS) 방안을 수립하였으며, 유럽은 대중교통과 자가용으로 출발지 PPort까지 이동 후 PAV로 이륙하여 목적지 PPort에 착륙하는 개념의 미래 유럽 교통시스템을 2030년까지 정의하였다[2]. 우리나라는 국토교통부를 중심으로 ‘한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵’에서 UAM의 2025년 상용화를 목표로 ‘도심항공교통 민관협업체’(UAM 팀 코리아)를 발족하여 추진 중이다[4]. (국토교통부 보도자료, '20.06.24.)

2. 연구의 목적

본 연구는 국내외 항공기상 관련 현황조사 및 시사점 도출을 통해 수치모델 기반의 안전하고 효율적인 미래 항공기상서비스의 기술개발 방향 및 추진전략을 수립하고, 핵심 연구개발 내용을 구체화한 세부과제 기획 및 추진 로드맵을 마련함으로써 항공기상서비스 진화에 따른 글로벌 항공기상정보의 적시 제공과 NARAE-Weather 실현의 성공적 추진을 목적으로 하였다.

3. 연구의 내용 및 범위

항공기상 관측, 예보 및 서비스 등 분야별 수치

모델 기반의 국내외 항공기상서비스 기술개발 현황 및 주요 정책 동향과 항공산업의 수요 분석을 통해 시사점을 도출함으로써 항공기상서비스 기술개발의 목적, 추진 근거 및 방향을 정립하고, 신규사업을 추진하기 위한 객관적 타당성과 시급성, 정부 지원의 필요성, 기존 유사 사업과의 차별성과 연계성, 미추진 시 문제점을 II장에서 상세히 기술하였다.

III장에서는 미래 항공교통과 항공기상 분야의 세계적인 큰 흐름에서 국가 경쟁력 확보를 위한 전략과 사업 방향을 수립하였다. 이를 위해 수치모델 기반의 항공기상서비스 기술개발의 비전과 목표 설정 및 주요 시사점에 따른 추진전략을 마련하고, 기술개발 결과에 대한 기대효과와 활용방안을 제시하였다.

IV장에서는 기상청 현업 수치모델과 항공기상 관측, 예보 및 서비스 등 항공기상 분야를 고려하여 수립된 전략 및 사업 방향을 구체화하기 위한 총 9개의 세부 전략과제를 도출하고, 추진 로드맵을 제시하였다. 또한, 항공기상 기술개발을 위한 세부과제 요소기술 및 주요 액션 간의 연차별 연계 구조를 분석하였다.

II. 항공기상서비스 기술개발 현황

1. 주요 항공기상서비스 기술 현황

가. 공항/공역기상 관측기술

국내 공항기상 관측망을 개선하기 위해 장비 운영상태 및 자료처리 현황 관리에 필요한 항공기상관측장비(AMOS, LLWAS, TDWR 등)의 운영 강화 및 통합감시체계를 수립하고, 2020년부터 통합 모니터링 시스템의 구축을 추진 중이다[5,6]. 공항관측망 확충 부분은 레이저식 적설계와 무게식 강수량계를 2018년부터 도입하여 강수 감시망을 보

강하고 있으며, 2019년부터 공항 운영등급(CAT-II 이상)에 상응한 위험기상 탐지 능력을 강화하는 중이다. 항공 안전을 위한 공항의 입체적 기상관측 인프라는 공항 및 비행 접근 구역의 기상 상황에 대한 공간적 변동성 관측을 수행하는 지상 기반 수퍼사이트 및 인근 보조관측소를 인천공항에 구축할 예정이다.

시공간적인 고해상도의 공항 기상예보를 위해 관측 공백 최소화, 위험 기상관측 강화 등 공항 기상관측망 개선 및 확충이 시급히 요구되며, 이를 위해 다양한 공항 관측 센서 데이터의 표준화 및 품질관리, CCTV를 이용한 시정 관측 자동화 등의 관측 효율성 증대와 윈드시어 탐지 장비 추가 설치, ITWS(Integrated Terminal Weather System) 도입 등의 공항/공역 위험기상 탐지 능력 고도화가 필수적이다[7].

캐나다는 항공기상 현재 예보(Nowcasting) 및 NWP(NextGen Weather Processor) 모델 검증과 기상 관측장비의 성능 평가 등에 지속적으로 활용하기 위해 수퍼사이트를 구축하여 활용 중이며, 국내는 항공기상 관측 능력 향상, 관측장비 성능 평가, 초단기 항공기상 예보정확도 개선 등을 위해 수퍼사이트 구축이 필요하다.

항공기 기반 관측 및 활용기술 분야의 국내 기술 수준은 AMDAR(Aircraft Meteorological Data Relay) 활용 및 ADS-B 자료 수집 단계이기 때문에 ADS-C, MODE-S, MODE-S MRAR 등 다양한 방식의 항공기 기반 관측기술의 도입에 대한 검토와 수집된 ADS-B 데이터 활용방안에 관한 연구가 필요한 시점이다. 또한, 수치모델 입력 등 세계적으로 항공기 기반 관측자료의 활용이 증가하는 추세이나, 국내는 관련 연구개발이 미흡하여 AMDAR 자료만 수치모델 입력 데이터로 활용하고 있으며, ADS-B는 수집 및 검증 단계에 머물러 있다.

나. 공항/공역 기상예보 기술

미래 항공교통의 안전하고 효율적인 운항 관리 체계에서 공항지역 예·특보 서비스의 시공간적 해상도 및 정확도 향상은 필수적 요인이다. 이를 위해 공간해상도 < 0.5km, 시간해상도 < 5분 수준의 공항 특화 수치모델 고해상도화 개발과 공간해상도 600m(350km×350km), 200m(50km×50km) 정도의 공항 인근 영역별 단계적 공간 고해상도화가 필요하다[7].

확률론적 예측 및 성능향상 기술은 앙상블 기반 자료동화 및 수치모델 후처리 과정을 통해 항공기상 요소(난류, 저층 윈드시어, 고고도 착빙, 활주로 착빙, 운저고도, 안개 발생·소멸, 뇌우 발생 예측 등)에 대해 선진국을 중심으로 개발이 진행 중이며, 수요자 중심의 최신 항공기상정보 제공을 위해 인공지능을 적용한 예측 성능향상 기술이 Google, IBM 등 선진기관을 중심으로 개발 중이다. 우리나라도 항공기상 산업 생태계 조성 및 보호를 위해 시급한 기술개발이 필요한 실정이다. 최근 주요 항공 선진국들은 인공지능 주도권 확보를 위해 기상과 인공지능의 융합을 위한 국가 전략을 발표하고 원천기술 확보와 인력양성에 집중하고 있다.

다. 항공기상서비스 기술

항공교통량의 급격한 증가로 인해 유관기관, 항공사 및 저고도항공기 조종사 등의 항공기상서비스 사용량이 증가함에 따라 기상청은 이러한 수요에 대응하기 위한 항공기상서비스 추진을 계획하고 있다. 항공기상청은 2019년 전문가용 통합 홈페이지 정식 서비스와 항공기상청 홈페이지 및 모바일 서비스를 보강함으로써 수요자 중심의 정확하고 적시적인 항공기상서비스의 질적 향상을 추구하고 있다.

항공기상서비스 기술 분야는 국제민간항공기구(ICAO)의 미래 항공교통시스템 전환 프로그램 이행[1] 관련하여 국토교통부는 4D 궤적기반 운항체계 구축을 위해 비행경로 관리 등 궤적기반의 운항예측 알고리즘 개발을 추진 중이다[7].

미국의 NextGen, 유럽의 SESAR 등의 프로젝트에서 GANP 이행을 위한 4D WeatherCube 기술개발이 활발히 진행되고 있으며, 국가별 GANP 이행(국토부 NARAE 실현) 등 공공 목적으로 활용하기 위한 정확한 항공기상 정보를 적시에 제공하는 기술이 필요하고, 4D 항공기상 정보의 통합관리 및 미래 항공기상서비스를 위해 4D WeatherCube와 유사한 형태의 “한국형 4D 데이터베이스” 구축이 요구되고 있다. 일본은 CARATS 프로젝트를 통해 동남아 지역 항공교통 분야 주도권 확보를 위한 서비스 기술개발을 추진 중이다[1].

현시점에서 항공기상서비스 기술 분야는 비행전 단계 항행 안전과 효율성 증대를 위해 미래형 사용자 친화형 인터페이스 및 단말을 통한 4D 궤적기반 항공기상정보 제공 서비스 기술개발이 요구된다. 항공기상정보는 항공교통에 미치는 영향기반 서비스로 확대되고 이착륙/항로 의사결정을 지원하는 추세로 발전하고 있으므로 항공교통관리 기준에 맞는 항공기상정보 산출 및 제공 기술개발이 필요하며, 저고도 항공기 특화용 툴을 이용한 항공기상 요소별, 고도별(1,000ft 간격으로 5,000ft 까지) 정보 제공을 위해 저고도 항공기의 운항 고도를 고려한 보다 상세하고 정확한 저고도 특화용 항공기상정보 제공 기술이 필요하다. 현재는 항공교통 이용자를 위하여 국내 출·도착 정보에 따른 항공기상정보를 제공하고 있으나 해외여행자 확대 추세를 고려한 국내 및 국제 항공기상정보 제공 기술이 필요하다.

2. 항공기상서비스 주요 정책 현황

가. 주요 국제기구 정책

그림 1의 항공정책/기상정책 관계도에 표시한 바와 같이 국제민간항공기구(ICAO)는 전 세계적으로 상호운용 가능한 차세대 통합 항공교통 관리체계 구축계획(GANP) 및 세계항공안전계획(GASP)을 수립하여 미래 항공시스템 전환계획(ASBU)에 따라 국가별 이행을 촉구하였으며, 급증하는 미래 항공교통량 수용, 항공 안전 및 항공교통 서비스의 효율성을 증진하고, 글로벌 항행시스템의 목표(안전성, 효율성, 보안성, 경제발전, 환경보전)를 달성하기 위한 전략에 따라 항공교통관리와 항공기상정보의 국가별 활성화 및 이행계획에 대한 지침을 제시하였다[1].

세계항행계획(GANP)은 항공교통관리(ATM: Air Traffic Management) 패러다임 전환을 위해 전 세계

적인 항공교통 운영 수준을 상향 조정하고, 지역 및 국가에 적합한 세부 계획을 단계별로 수립하여 이행하도록 하였다[1].

세계항공안전계획(GASP)은 항공운항 안전성 증진을 위한 거시정책으로 매년 세계항공안전회의에서 의결되어 각국에 배포하고, 최근 ‘데이터 기반 의사결정’ 체계 도입을 세계 각국에 권고하였으며, 안전 위해요인을 사전에 발굴하여 조직·운영 관점에서의 안전관리를 추진하였다[8].

미래항공시스템전환계획(ASBU)은 항공교통관리를 위해 공항운영 개선, 시스템 및 데이터의 상호운용성 증대, 공역 수용량 및 비행유연성 증대, 효율적인 비행경로 운영 등 4개의 성능개선영역(PIA)을 설정하고 국가별 준비상태에 따라 추진단계 및 기술·절차를 관리하는 항공시스템 전환계획이다. 기상 분야는 ‘시스템과 데이터 상호운용성’ 영역에서 Block 0~3(연차별 기술 및 관련 법률)

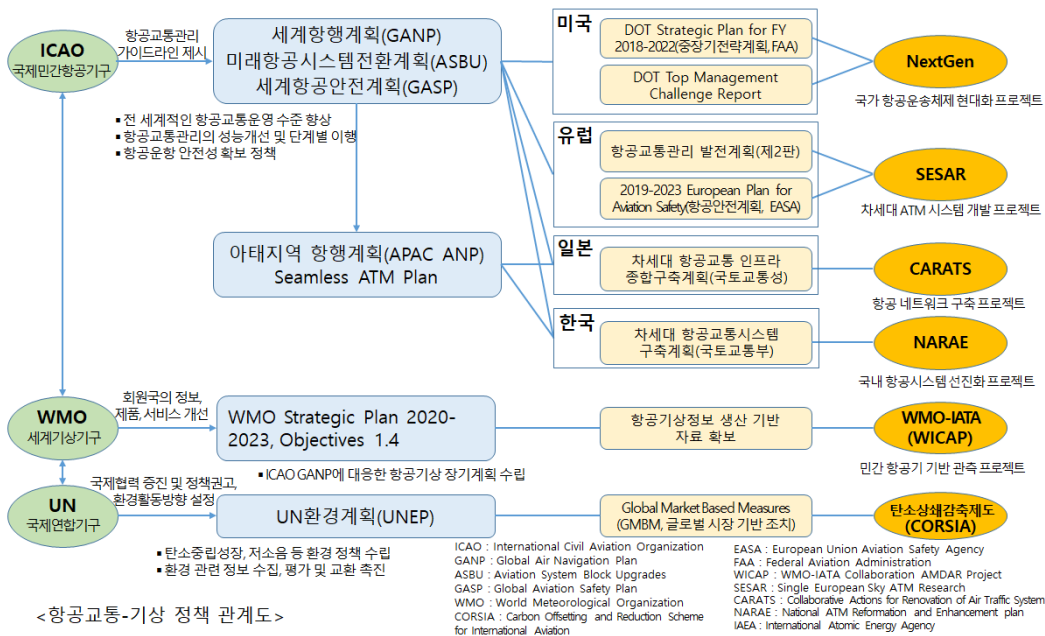


그림 1 항공교통/기상정책 관계도

에 걸쳐 기상정보 선진화(AMET) 이행을 요구하였다[6,9,10].

세계기상기구(WMO)는 ICAO GANP에 대응하는 ‘항공기상 장기계획’을 수립하고, ’20~’23년과 ’30년까지 WMO의 활동 방향과 우선순위를 설정해 모든 회원국이 정보, 제품 및 서비스를 개선하고 있다[9]. 미국, 유럽 등 선진국과 관련 기관, 단체에서는 WMO를 중심으로 국경 없는 서비스 제공을 위해 현상 기반 항공기상서비스를 개발하고 있다. WMO는 항공기상정보 생산 기반자료 확보를 위해 국제항공운송연합(IATA)과 함께 민간항공사의 항공기 기반 관측을 확대하기 위한 WI-CAP(WMO-IATA Collaboration AMDAR Project) 프로젝트를 추진 중이다[11].

아시아-태평양 지역 항공교통관리계획은 ASBU 추진과제와 지역 현안 등을 고려하여 항공기 감시 능력 향상, 공역 수용 능력 증대, 민·군 협력 등 45개 과제를 선정하여 추진 중이다[6].

유엔환경계획(UNEP)은 탄소중립성장 방안, 저소음 정책 등 환경 분야에서의 국제협력 증진 및 정책 권고, 활동의 방향 설정과 조정, 세계 환경 상태의 지속적 검토 및 평가, 환경 정보수집 및 교환 촉진 등의 기능을 수행하고 있다[12].

나. 주요 국가 정책

미국의 NextGen Weather는 기상이 항공에 미치는 영향을 감소시키기 위해 FAA, NOAA, NASA가 공동으로 수행하는 NextGen 프로젝트의 중요한 부분을 차지한다. 기상으로 인한 항공기 출발과 도착 지연감소, 운항 취소와 재급유 정지 횟수 감소, 비행 일정 등 관제사와 운영자가 신뢰할 수 있는 전반적인 의사결정 및 성능향상 효과를 기대할 수 있다. 또한 NextGen Weather는 방대한 컴퓨팅파워, 수치 기상 예측의 전례 없는 진보, 기상정보를 공

역 제약으로 변환, 현대화된 정보관리 서비스를 활용한다.

유럽은 단일 공역 실현을 위해 미국의 NextGen 계획과 유사한 첨단 시스템 개발 및 구축 프로젝트인 SESAR를 시행 중이다[6]. SESAR는 항공기상 분야에서 4D Cube 등 단일 유럽 스카이 ATM 연구(SESAR WP11.2) 프로그램의 일부로써, 국가 기상서비스 제공을 위해 기상관측 및 예측 시스템을 개발 중이다. 4DWxCube 및 MET-GATE 시스템을 통해 유럽 전역의 사용자들이 위치, 시간 및 사용자 애플리케이션에서 SWIM 규격에 따라 통합 데이터 등 기상정보에 접근할 수 있게 함으로써 ATM 예측성 향상 및 효율적 의사결정을 가능하게 한다.

일본의 CARATS는 국제 기준과 연계한 차세대 항공교통 시스템 구축 및 수용 능력 강화를 위한 혁신계획을 수립하여 ‘항공 네트워크 구축’의 한 분야로 추진 중이며, 위성 기반 첨단 항법 시스템을 적용한 4차원 궤적기반의 항공교통관리시스템 구축을 목표로 개발 중이다[6].

우리나라는 ICAO에서 2016년 개정된 GANP 및 ASBU에 부합하고, 국내 항공시스템 선진화에 적합한 차세대 항공교통 시스템 구축 기본계획(NARAE)을 통해 포괄적 발전 방향과 추진전략을 이행 중이며, 공항 운영개선, 시스템 및 데이터의 상호운용성 증대, 공역 수용량 및 비행 효율성 증대, 효율적 비행경로 구축 및 안전 확보 등 4대 전략을 제시하고 추진 중이다[3].

3. 항공산업 수요 분석

가. 항공산업 전망

ICAO는 항공 여객 수송량의 경우 2045년까지 연간 4.1% 성장하여 22조 RPK 이상에 달하고, 화

물은 같은 기간 동안 연간 3.6% 증가하여 5,730억 FTK로 늘어날 것으로 ICAO Aviation Benefits Report(2019)에서 세계 항공여객 수요를 전망하였다 [13]. 미래 항공 교통량 증가에 따라 항공산업은 공항/공역 용량(슬롯, 항로 등) 확대가 수반되어야 하며, 이를 위해 항공기상 정보의 중요성이 더욱 커질 것으로 예상된다.

나. 항공산업 주요 이슈

IATA Economics(2020)의 세계 항공여객 수요 전망 변화에 따르면 항공산업 시장은 현재 COVID-19로 침체 국면에 있으나, 양적·질적으로 지속 성장할 것으로 전망되며, 5년 후 COVID-19 이전 규모로 회복한 이후 급속한 성장세가 유지되고, 채산성이 악화된 항공산업 시장과 항공교통 인프라 신설 계획 등을 고려하면, 항공기상의 중요성이 더욱더 강조되는 추세이다

[10,14,15].

다. 항공분야 R&D 사업 현황

국내 항공 관련 부처(국토교통부)의 사업은 항공 안전 기술, 빅데이터 기반 항공안전관리 보안인증 기술, 무인비행체 안전지원 기술, 자율비행 개인 항공기 인증 및 운용기술 등 주로 항공교통 자체에 집중되어 있고, 항공기상 지원 관련 내용은 미미한 수준이다. NARAE 계획의 주관부처인 국토교통부와의 협력을 통해 ATM 항공기상 지원기술 및 기상청 주관의 항공기상서비스 기술에 대한 연구개발 확대가 필요한 시점이다.

III. 항공기상서비스 기술개발 전략 방향

1. 전략 방향

항공기상서비스 기술, 정책, 수요 분야의 주요



그림 2 사업추진 전략 방향 수립

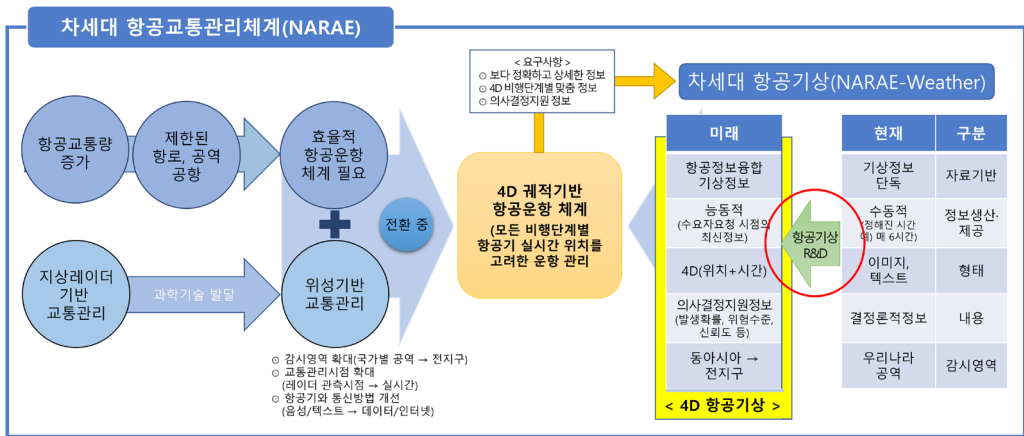


그림 3 NARAE-Weather 개념도

시사점 분석 결과와 기반체계, 예·특보 성능 및 서비스 트렌드 변화 관점 등 항공기상청의 전략 방향성에 관한 기준을 토대로, 기술분류 관점을 고려하여 향후 사업추진 전략 방향을 그림 2와 같이 도출하였다.

핵심 추진전략은 ‘글로벌 미래 항공교통체계 지원 항공기상 체계구축’, ‘시공간 상세정보 제공을 위한 신기술 기반 항공기상 특화모델 개발’, ‘수요자 중심 항공기상서비스 전환 기술개발’로 구체화하였다.

2. 비전 및 목표

국토교통부 NARAE 계획의 비전인 ‘안전하고 경제적인 미래 글로벌 항공교통체계 구축’[3]과 2020년 항공기상청의 R&D 비전인 ‘항공기상서비스의 경제적 가치 제고와 항공기 안전운항 기여’[16]를 고려하여 ‘항행 안전과 효율성 향상에 기여하는 혁신적 항공기상서비스 실현’을 사업추진의 비전으로 설정하였다. 구체적인 사업 목표는 4D 궤적기반 항공기상서비스 제공을 위한 차세대 항공기상서비스(NARAE-Weather) 기술개발을 목표로 하였다.

3. 사업개요 및 기대효과

차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발 사업은 주요 시사점 및 추진전략에 따라 3대 내역사업, 9대 세부기술 분야로 구성하였다.

- (내역사업 1) 항공·기상정보 통합 및 자동 감시·분석 기술개발
- (내역사업 2) 항공 위험기상 예측 및 검증 기술개발
- (내역사업 3) 항공운항 의사결정 지원 4D 항공기상서비스 기술개발

ICAO GANP와 WMO의 미래 항공교통관리 및 항공기상정보 제공 체계에 따라 우리나라 항공교통체계인 NARAE 계획의 성공적 이행을 위해 기상청 주도의 NARAE-Weather 실현 개념을 그림 3에 나타내었다.

국토교통부의 NARAE 계획은 GANP의 미래항공시스템전환계획(ASBU)에 따른 단계별 이행을 위해 Block 1(2019~2024) 단계는 항공기 운영계획부터 단기 서비스 단계까지 ATM 의사결정에 기상청의 영향을 최소화하는 기상정보 활용계획을 설정

하고 운영하는 것을 목표로 하였다[6,8].

NARAE-Weather 실현을 위한 사업 규모 및 소요 기술 범위, 항공기상정보 생산·제공 체계 및 생태계, 항공기상 관련 민간 산업체의 기술력 수준 및 재정 건전성, 국제적인 정책·시장·기술 흐름 등을 고려할 경우, 정부 주도의 기술개발 및 시장 활성화 정책추진이 절대적으로 필요하며, 미래 항공교통 및 관련 산업 분야의 주도권과 경쟁력을 확보하기 위해서는 정부의 지원이 절실하게 요구된다.

NARAE-Weather 실행 관련 차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발 사업은 수용량 측면에서 지상에서의 대기열 및 공중 지연 최소화를 통해 공항과 터미널 공역 수용량을 증대하는 효과가 있으며, 안전성·효율성 측면에서는 정시 출/도착 비율 및 공중대기의 감소로 인한 운항의 안전성 및 운영비용의 효율성 향상을 기대할 수 있다. 또한, 환경 측면에서 불필요한 연료 소모와 출발 대기열 및 지연 최소화를 통한 온실가스 감소 효과를 기대할 수 있다.

4. 활용방안

NARAE-Weather 사업추진에 포함된 기술적 해결과제는 미래 항공기상서비스 플랫폼 구축을 통한 4D 항공기상 관련 자료 수집과 통합관리, 고해상도/고신뢰도 항공기상 요소 산출 및 수요자 중심 4D 궤적기반 서비스 기술개발을 위한 입력 데이터 제공 등에 활용한다. 또한, 미래 항공기상 고해상도/고신뢰도 정보의 국지적이고 세분화된 예·경보 업무 활용은 항공운항 의사결정에 필요한 고해상도 항공기상 예측정보 제공 체계를 마련하는 기반이 된다. 항공 궤적을 고려한 항공기상 감시와 위험기상 자동분석을 통한 사전 탐지 및 신속한 대응체계는 항공 운항의 안전과 효율성 향상에 활용할 수 있다.

IV. 내역 사업별 추진과제

ETRI는 4D 궤적기반의 차세대 항공기상서비스 기술개발을 위해 (1) 항공·기상정보 통합 및 자동 감시·분석 기술, (2) 항공 위험기상 예측 및 검증 기술, (3) 항공운항 의사결정 지원 4D 항공기상서비스 기술 분야 개발 과제를 제안하였다.

1. 4D 항공기상 통합실황 감시·분석

가. 항공기상정보 데이터 통합 및 입체화 기술

항공·기상정보 데이터 통합 및 (4D)입체화 기술은 (1) 분산 이종 데이터 통합 수집/처리 기술개발, (2) 항공기상 4D 데이터 모델링 기술개발, (3) 4D 궤적기반 데이터 제공 인터페이스 기술개발을 목표로 한다. 수요자 중심의 MET-ATM 융합 서비스 제공 기반구축을 위한 통합 4D 궤적기반 항공기상 데이터 플랫폼 구축 기술은 공통접속 인터페이스 정의와 추후 확장성을 고려한 통합 수집/처리 엔진을 개발하고, 다양한 유형의 방대한 정보들의 안정적 효율적인 공유, 활용을 위한 항공기상에 특화된 4D 자료 구조 도출 및 관리/접근 체계를 마련한다.

나. 항적정보 실시간 처리 및 기상요소 산출 기술

공항 및 항공로 상의 관측범위 확대, 위험기상의 조기탐지 강화 및 공역기상 서비스 신뢰도 향상 기술개발은 (1) 항적자료(ADS-B) 기반 기상정보 산출 기술개발, (2) 항적자료 기반 산출 기상정보 품질관리 기술개발, (3) 항적자료 기반 기상정보 산출 및 품질관리 기술 시범운영을 목표로 하였다. 항공기 기반 관측자료 산출 및 품질관리 기술은 공항 공역 특화 관측기술의 검증과 활용을 통해 항공

기상 관측기술의 고도화와 관측 데이터 품질 개선 및 항공로/공역 상의 위험기상 조기 감지 기반구축을 가능하게 한다.

다. 항공 위험기상 자동 감시 및 분석 기술

항공운항정보와 항공운항에 직접적인 영향을 주는 항공기상정보가 개별 시스템을 통해 사용자에게 제공됨에 따라 항공 관계기관 간 정보공유 확대와 통합정보의 필요성이 증대되었다.

항공기상정보와 항공운항정보 융합을 통해 위험기상을 사전에 탐지하여 실시간으로 대응할 수 있게 하는 항공융합정보 통합 표출 및 위험기상 자동분석 기술은 (1) 공항 기상 및 항공교통 자료 통합실황 모니터링 및 융합분석 기술개발, (2) 공역 기상 및 항공교통 자료 통합실황 모니터링 및 융합분석 기술개발을 목표로 하였다.

2. 항공 위험기상 예측 및 검증

가. 시공간 상세 항공기상 예측 및 산출 기술

항공기 안전운항에 기여하고 위험기상에 선제적으로 대응하기 위한 항공기상 특화 수치모델을 개발하기 위한 시공간 상세 항공기상 예측기술은 (1) 감시영역별 항공기상 Nowcasting 수치예보모델 개발(역학/통계 모델), (2) 항공기상 특화 수치모델 시범운영을 목표로 하였다.

나. 공항·공역 위험기상 확률예측 기술개발

양상블 수치모델 기반의 공항·공역 위험기상 확률정보를 산출하는 항공기상 확률예측 기술개발은 기상청 현업 양상블 수치모델 기반 공항 및 공역 특화 항공기상요소 확률 예측기술개발을 목표로 하였다.

다. 항공기상 예측정보 검증 및 평가 기술

지속적인 고품질의 항공기상정보 제공을 위한 항공기상 예측정보 검증 및 보정기술개발은 (1) 공항별 초단기 예측모델과 통계 모델 검증 및 보정 기술개발, (2) 공항·공역 확률 예측 시스템의 검증 및 보정 기술개발을 포함한다.

3. 항공운항 의사결정지원 4D 항공기상서비스

가. 의사결정지원 항공기상정보 전환 기술

항공기상정보를 활용하여 항공운항 단계별로 수요자의 의사결정에 쉽게 활용할 수 있는 형태의 전환기술 및 산출기술을 개발하기 위한 의사결정 지원 항공기상정보 전환 기술개발은 (1) 공항 이착륙 의사결정 지원을 위한 항공기상정보 전환 기술개발, (2) 항로 최적 선택 의사결정 지원을 위한 항공기상정보 전환 기술개발을 통해 항공기상 영향정보를 활용한 신속 정확한 항공기 안전 운항을 위한 정보를 제공함으로써 위험기상 등을 회피하게 한다.

나. 4D 항공기상정보 제공 기술개발

고해상도 대용량의 항공기상정보를 항공운항 단계별로 적시에 수요자 특성에 적합하게 제공하기 위한 4D 항공기상정보 제공 기술개발은 (1) 비행 전 주기를 시공간적으로 연결하는 항공기상정보 서비스 기술개발, (2) 항공 위험 기상요소에 대한 향상된 4차원 항공궤적 기반 항공기상정보 제공 서비스 기술개발, (3) 수요자 맞춤형 GUI 기술개발을 목표로 하였다.

다. 항공기상서비스 검증 및 평가 기술개발

4D 항공기상서비스 검증 및 평가 기술개발은

(내역 사업 1) 4D 항공기상 통합실황 감시 분석기술 개발					
세부과제명	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년
통합 4D 데이터 플랫폼 구축	규격정의	설계	구현	구축	시연
항공운항정보 실시간 수집·처리 기술개발	요구사항정의	기술개발	시제품구현	시험운영	
항공운항정보 통합 표출 및 위험기상 자동 분석기술 개발		요구사항분석/정의	구현	구축	시험운영 및 시연

(내역 사업 2) 궤적기반 항공위험기상 예측 및 검증 기술개발					
세부과제명	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년
시공간 상세 항공기상 예측기술 개발	요구사항분석/정의	기술개발	구축	시험운영 및 개선	
항공기상 확률예측기술 개발	요구사항분석/정의	원형개발	기술개발	개선 및 구축	시험 및 시연
항공기상 예측정보 검증 및 보정 기술개발			설계	개발	시험운영

(내역 사업 3) 항공운항 의사결정 지원 항공기상서비스 기술개발					
세부과제명	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년
의사결정 지원 항공기상정보 전환기술 개발	분석/설계	개발(I)	개발(II)	구축	구축/시연
4D 항공기상서비스 제공 기술개발		분석/설계	개발	개발/구축	구축/시연
항공기상서비스 검증 및 평가 기술 개발			분석/설계	구현	구축 및 시험운영

그림 4 NARAE-Weather 사업추진 로드맵

(1) 4D 항공기상서비스 검증 및 평가 요구사항 및 기술개발 설계, (2) 4D 항공기상서비스 검증 및 평가, (3) 4D 항공기상서비스 검증 및 평가체계 구축을 통해 항공 관련 수요자 맞춤형 항공기상 정보 서비스의 정확도 및 편의성을 향상한다. 전체 사업 추진 로드맵은 그림 4에 나타내었다.

4. 요소기술 및 주요 액션 간 연계구조 분석

IV장에서 기술한 내역사업의 핵심 요소기술 및 주요 액션 간 연차별 연계구조를 분석하여 그림 5와 같이 도시하였다.

V. 결론

미래 항공교통시장 전망 및 관련 기술의 발전 동향에 따라 우리나라도 미래 항공교통 분야의 국제 경쟁력 및 주도권 확보를 위하여 차세대 항공교통 시스템 구축 계획(NARAE)을 수립하여 실증 중이다.

본고에서는 COVID-19 팬데믹(Pandemic) 이후의 세계적인 항공교통시장 성장 전망에 따라, 국제적인 항공교통관리 패러다임 변화에 대응하고 국내 NARAE 계획 추진의 성공에 부합하는 체계적인 항공기상서비스 진화를 위한 기술 확보 및 확산 전략 추진계획을 마련하였다.

이 계획에서 미래 항공운항 환경변화에 따른 수치모델 기반의 항공기상 신규 R&D 사업 추진전략과 사업 방향 구체화를 위한 전략과제를 도출하고 사업 이행계획을 제안하였다.

항공교통 관련 시장 및 산업 분야는 국가의 기간산업 성격의 중요한 비중을 차지하는 점을 고려하여 세계적인 변화의 흐름에 대응할 수 있도록 본고에서 제시한 기술 및 추진전략을 반영한

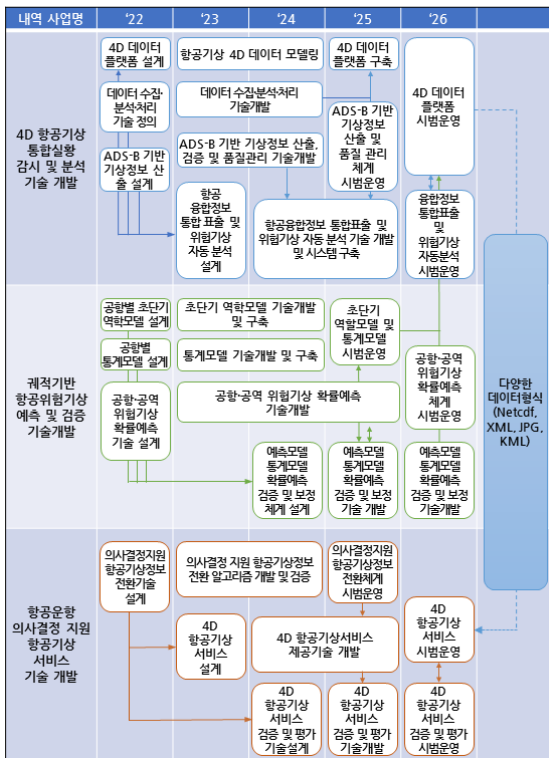


그림 5 세부과제 요소기술 및 주요 액션 간 연차별 연계 구조 분석도

‘NARAE-Weather’ 계획을 구체화하고, 반드시 집중, 추진해야 할 필요가 있다.

용어해설

NARAE ICAO의 국제 표준화 권고인 미래 항공시스템 전환계획에 따라 미래 항공여건 변화에 대응하고, 항공 운항의 안전성·효율성, 국제적 위상 등을 향상하기 위해 ‘통합적이고, 미래지향적인 항공시스템 전환계획’을 수립하여 추진하는 우리나라 차세대 항공교통시스템 구축계획

4DWeatherCube 3개의 공간차원과 1개의 시간 차원으로 구성된 항공기상 정보를 저장하기 위한 가상 저장소(virtual repository)

MET-GATE ATM 이해관계자들이 MET-ATM SWIM 서비스를 통해, 다양한 통합·변환된 기상정보를 사용할 수 있도록 하는 원스톱 슝 시스템

약어 정리

ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast
ADS-C	Automatic Dependent Surveillance-Contract
AMDAR	Aircraft Meteorological Data Relay
AMET	Advanced Meteorological Information
AMOS	Aerodrome Meteorological Observation System
ATM	Air Traffic Management
CARATS	Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic System
CAT-II	Category-II
FAA	Federal Aviation Administration
FTK	Freight Tonne Kilometers
GANP	Global Air Navigation Plan
ICAO	International Civil Aviation Organization
ITWS	Integrated Terminal Weather System
LLWAS	Low Level Wind Shear Alert System
MET-ATM	Meteorology/Air Traffic Management

MODE-S	Mode Selective
MRAR	Meteorological Routine Air Report
NARAE	National ATM Reformation and Enhancement
NextGen	Next Generation Air Transportation System
NWP	NextGen Weather Processor
PAV	Personal Air Vehicle
PIA	Performance Improvement Area
PPort	Personal Port
RPK	Revenue Passenger Kilometers
SATS	Small Aircraft Transportation System
SESAR	Single European Sky ATM Research
SWIM	System Wide Information Management
TDWR	Terminal Doppler Weather Radar
UAM	Urban Air Mobility
UNEP	UN Environment Programme
WICAP	WMO-IATA Collaboration AMDAR Project

참고문헌

- [1] 항공기상청, “항공기상서비스 발전계획(안)(2020~2024년),” 2020. 1.
- [2] 국토교통부, “PAV 등 미래 항공서비스의 운항 안전을 위한 기상정보 서비스 모델 연구 최종보고서,” 2019. 4. 4.
- [3] 국토교통부, “차세대 항공교통시스템 구축 계획(NARAE),” 2015. 12.
- [4] 국토교통부 보도자료, “도심항공교통 실현 위해 산·학·연·관 ‘원팀(OneTeam),” 2020. 6. 24.
- [5] 기상청, “제3차 기상업무발전 기본계획(2017~2021),” 2016. 12.
- [6] 국토교통부, “글로벌 항공교통체제 대응 핵심기술개발 사업 최종보고서,” 2019. 6.
- [7] 국토교통부, “제3차 항공정책 기본계획(2020~2024),” 2019. 12.
- [8] 국토교통과학기술진흥원, “2019 국토교통 R&D 동향조사-항공교통분야,” 2019. 12.
- [9] The Framework For Global Harmonization, “The aviation system block upgrades,” July 2016.
- [10] IATA, “Outlook for air transport and the airline industry,” 2020. 11. 24.

- [11] 항공기상청, “항공기상업무 중장기(2021~2025) 발전방안 연구 최종보고서,” 2020. 11. 6.
- [12] KIEP, “국제사회의 탄소중립 정책 방향과 시사점,” *오늘의 세계경제*, vol. 21, no. 1, 2021. 2. 4.
- [13] ICAO, “Aviation Benefits Report,” 2019.
- [14] World Meteorological Organization, “WMO strategic plan 2020-2023,” WMO-no. 1225, 2019.
- [15] Brian Pearce, IATA, “COVID-19 outlook for air transport and the airline industry,” 24th, Nov. 2020.
- [16] https://amo.kma.go.kr/new/html/intro/intro02_01.jsp