

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2021.29.4.105>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

국내 항공안전 빅데이터 플랫폼 운영관리체계 수립 중점 - FAA ASIAs를 중심으로 -

김준환*, 임재진*, 박유림*, 이장룡**

Requirements for Operation Procedure and Plan for the Korean Aviation Safety Big-Data Platform based on the Case of FAA ASIAs

Jun Hwan Kim*, Jae Jin Lim*, Yu Rim Park*, Jang Ryong Lee**

ABSTRACT

The importance of a systematic approach to collect, process, analyze, and share safety data in aviation safety management is continuously increasing. Accordingly, the domestic aviation industry has been making efforts to build a Big-data platform that can utilize multi-field safety data generated and managed by various stakeholders and to develop safety management technology based on them. Big data platforms not only must meet appropriate technical requirements, but also need to establish a management system for effective operation. The purpose of this study is to suggest the requirements of the aviation safety big data platform operation procedure and plan by reviewing the advanced overseas cases (FAA ASIAs). This study can provide overall framework and managerial direction for the operation of the aviation safety big data platform.

Key Words : Aviation Safety(항공안전), Big-Data Platform(빅데이터 플랫폼), Operation Procedure and Plan(운영절차 및 계획), Case Study(사례 연구), Aviation Safety Information Analysis and Sharing(항공안전정보 분석 및 공유)

1. 서 론

현대 항공 분야에서의 안전 관리는 시스템 전반에서 생성되는 안전데이터를 통합적으로 수집, 처리, 분석하는 기술을 활용한 객관적이고 과학적인 의사결정과 안전 성과 달성을 추구하고 있다(ICA0, 2018; Lališ et

al., 2018; Singh and Kaushik, 2015; Walker, 2017). 항공산업은 다양한 유형의 이해관계자로 구성된 종합 시스템이며 특정 이해관계자의 안전 성과가 다른 이해관계자의 안전 관리 방식에 의하여 큰 영향을 받을 수 있다는 점에서, 안전데이터를 통합적으로 활용하는 것은 중요한 의미를 갖는다(Dou, 2020; Lališ et al., 2018). 각각의 이해관계자가 관리하는 안전데이터를 통합적으로 조직하여 구성된 빅데이터는 기존 데이터 활용 방식으로부터 도출하기 어려운 새로운 통찰을 제공하여 항공 분야의 위험 예측 및 경감 능력을 크게 향상시킬 수 있다(Barak and Dahooei, 2018; Das and Dey, 2016; Dou, 2020; Ni et al., 2019). ICAO

Received: 17. Nov. 2021, Revised: 15. Dec. 2021,
Accepted: 21. Dec. 2021

* 항공안전기술원 연구원

** 한국항공대학교 항공운항학과 교수

연락처 E-mail : jrherky@kau.ac.kr

연락처 주소 : 경기도 고양시 덕양구 항공대학로 76

(2020)는 안전데이터 및 정보를 수집하고 분석하여 식별된 주요 경향을 관련 이해관계자에게 전파할 수 있는 기술적 역량 개발 필요성을 강조하였고, 이는 효과적인 위험경감(risk mitigation) 전략을 수립하기 위해 필수 활동임을 역설하였으며, 항공규제당국, 공항, 항공사 등 이해관계자 간 안전 관련 데이터, 경험, 정보 및 지식 등을 적극적으로 공유할 것을 권고하고 있다. 이에 따라, 다수의 항공 선진국들은 다양한 분야의 항공안전데이터를 통합적으로 수집하여 빅데이터를 생성하고, 이를 분석 및 관리하기 위한 플랫폼 구축에 적극적으로 자원을 투자하고 있으며(김준환 외, 2020), 대표적 플랫폼 구축 사례로는 미국의 Aviation Safety Information Analysis and Sharing(ASIAS)와 유럽의 Data4Safety(D4S)가 있다. 특히, 미국의 경우 항공안전데이터 통합·분석 등 빅데이터를 활용한 공식화된 시스템 체계 구현을 통해 안전 증진을 도모하고 있으며, 이를 위한 운영적·기술적 인프라 구축에 심혈을 기울이고 있다(FAA, 2021).

국내 항공산업 또한 다양한 이해관계자가 생성하는 안전데이터를 통합적으로 수집·처리·분석·저장하여 보다 나은 항공안전 관리를 실현하기 위해 2020년 4월부터 빅데이터 기반 항공안전관리기술 개발 및 플랫폼 구축을 주제로 하는 국토교통기술개발사업이 진행되고 있다(국토교통과학기술진흥원, 2020). 이 중 빅데이터 플랫폼은 항공안전데이터를 통합적으로 수집 및 관리하고 데이터의 공유와 분석 서비스를 가능하게 하는 핵심 기술로써, 안전데이터에 대한 접근성을 높이고 분석결과와 원활한 공유·활용을 위해 필수적으로 마련되어야 하는 관리수단이다(Dong et al., 2015). 본 연구 개발사업의 주요 목표 중 하나는 향후 구축될 항공안전 빅데이터 플랫폼의 효과적 운영을 위한 운영관리체계를 구축하는 것이다. 운영관리체계의 구성은 플랫폼 기능, 업무 프로세스 및 활용기술 정의, 조직 및 인력 구성, 법제화 요건 마련 등 다양한 준비를 필요로 한다. 하지만, 현재 국내 항공 분야의 경우 빅데이터를 활용하기 위한 기반 체계가 미흡하기 때문에 선진화된 해외 사례를 벤치마킹하여 국내 적용이 필요한 주요 요건을 식별하고 이를 반영한 운영관리체계 프레임워크(framework) 설계가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 세계 최초로 연구개발이 완료되어 실제 운영단계에 접어든 미국 Federal Aviation Administration(FAA)의 ASIAS 사례 분석(case study)과 국내 빅데이터 관련 매뉴얼 및 가이드라인 검토를 통해 한국형 항공안전 빅데이터 플랫폼 운영관리체계 수립 중점을 제안하고자 한다.

II. 본 론

연구는 국내·외 빅데이터 플랫폼 운영현황을 살펴보고, 미국 ASIAS의 운영관리체계를 벤치마킹할 수 있는 U.S. DOT Office of Inspector General 발간 보고서와 ASIAS Procedures and Operation Plan을 분석 후, 관련 법령 및 문헌 비교를 통해 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼 운영관리체계에 적용이 필요한 중점을 도출하는 순으로 수행되었다.

2.1 국내 빅데이터 플랫폼 운영 현황

세계적으로 빅데이터의 효과적 활용이 국가 경쟁력 증진에 직접적인 영향을 미친다는 인식이 확산됨에 따라, 여러 국가들이 빅데이터를 체계적이고 효과적으로 활용하기 위한 정책 및 기술들을 지속적으로 개발하고 있다(Constantiou and Kallinikos, 2015; Jin et al., 2015). 이 중 빅데이터 플랫폼은 데이터의 원활한 흐름을 촉진하고 누구나 쉽게 데이터에 접근할 수 있도록 지원하는 핵심 기술로 평가받고 있다(Zhou et al., 2015). 빅데이터 플랫폼은 서로 다른 이해관계를 가진 공급자와 수요자가 그들이 얻고자 하는 가치를 위해 데이터를 교환·활용·공유·분석할 수 있도록 구축된 생태계이다(노규성, 2014).

우리나라 또한 빅데이터 플랫폼을 미래 성장동력으로 선정하였고(Kim and Kim, 2020) 범정부 차원 및 개별 산업 분야에서의 플랫폼을 구축하기 위해 민·관 협동전략을 추진하고 있다(국회입법조사처, 2020). 과학적이고 신속한 정책 결정을 지원하기 위해, 국가 차원의 데이터를 활용하여 과학적이고 신속한 정책 결정을 지원할 수 있는 범정부 데이터 통합 관리 플랫폼인 해안시스템 운영을 시작하였다.

해안시스템은 국가 차원에서 수집되는 다양한 공공 및 민간 데이터를 융합, 분석, 활용하기 위한 통합 플랫폼이다(데이터활용공동기반시스템 운영지침, 2016). 기존에는 전문인력의 부재, 분석과제 발굴의 미비, 분석 수요 파악의 어려움 등으로 실질적인 빅데이터의 활용 및 분석이 어려웠지만, 해안시스템을 통해 여러 지자체와 중앙부처는 민원, 복지, 재난안전 등 다양한 행정분야에 대한 빅데이터 분석과제를 해안시스템에 의뢰하고 해당 결과를 정책활동에 반영할 수 있게 되었다(행정안전부, 2018). 해안시스템의 운영체제는 Fig. 1과 같다.



Fig. 1. Operation process of Hye-An system

범정부 차원의 플랫폼 운영 이외에도 개별 산업 분야별 빅데이터 플랫폼 구축 운영 노력 또한 지속적으로 이루어지고 있다. 과학기술정보통신부(이하, 과기부)는 2019년 금융, 환경, 문화, 교통, 헬스케어, 유통 및 소비, 통신, 중소기업, 지역경제 산립 등의 10개 분야에 빅데이터 플랫폼을 구축하였고(국회입법조사처, 2020), 2020년 농식품, 디지털산업혁신, 라이프로그, 스마트치안, 해양수산의 6개 산업분야로 범위를 확장하였다(과학기술정보통신부, 2021).

과기부 전략에 따른 빅데이터 플랫폼 운영방식은 민간기업 및 공공기관이 빅데이터 플랫폼과 운영센터에 대한 사업을 기획·운영하고 정부가 운영비를 지원하는 민·관 협력 방식이다(Fig. 2).

위에서 살펴본 범정부 플랫폼(혜안시스템)과 과기부



Fig. 2. Big-data platform development process of the Ministry of Science and ICT(MSIT)

빅데이터 플랫폼의 운영 근거, 목적, 대상, 제공방식을 비교하면 Table 1과 같다.

이러한 국내 빅데이터 플랫폼 구축 사업에 발맞추어 국내 항공산업분야 또한 산발적으로 분포된 데이터를 통합적으로 수집, 관리, 분석하여 보다 발전된 안전 관리를 수행하기 위한 노력을 기울이고 있다(국토교통과학기술진흥원, 2020). 다만, 항공산업 분야에서 생성되는 안전데이터의 상당 부분은 대민 공개가 어려운 고유 특성이 존재하므로 국내 빅데이터 플랫폼의 운영 방법과 근거를 일부 반영하면서도 항공산업 특성을 고려한 고유 플랫폼 구축으로의 구축이 요구된다.

2.2 해외 항공안전 빅데이터 플랫폼 (FAA ASIAs) 운영현황 분석

FAA의 ASIAs(Aviation Safety Information Analysis and Sharing)는 미국 항공산업 전반의 다양한 안전데이터와 정보를 수집하여 새로운 안전 문제를 식별하고, 사고로 이어지기 이전에 위험을 감지하여 위험 완화 전략을 구현하는 것을 목표로 구축된 항공안전 빅데이터 플랫폼이다(U.S. Department of Transportation, 2021).

ASIAs는 총 41개의 사업용항공(commercial aviation) 사업자와 125개의 일반항공(general aviation) 사업자, 2개의 정비사업자 등이 참여하여 보안 및 공개 자료를 포함한 104종의 데이터를 수집·분석하는 세계

Table 1. Comparison of the Hye-An system and big-data platform of MSIT

구분	혜안 시스템	과기부 빅데이터 플랫폼
운영 근거	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 기반 행정 활성화에 관한 법률 데이터 활용 공통기반 시스템 운영지침 	<ul style="list-style-type: none"> 국가지식정보 연계 및 활용 촉진에 관한 법률 지능정보화 기본법 공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률
목적	<ul style="list-style-type: none"> 중앙부처·지자체 데이터 기반의 과학적 행정 실현 	<ul style="list-style-type: none"> 산업 전반에 필요한 데이터의 축적·활용·유통·거래 기반 마련을 위한 빅데이터 센터 구축 지원
대상	<ul style="list-style-type: none"> (공급자) 공공, 민간기업 (수요자) 부처·지자체 공무원 	<ul style="list-style-type: none"> (공급자) 플랫폼 참여기업 및 센터 (수요자) 제한 없음
제공 방식	<ul style="list-style-type: none"> 센터 내에 수집된 데이터를 처리·분석하고 시각화 도구를 활용하여 결과물 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 활용 가치가 높은 데이터를 식별 및 평가하고 웹 포털을 통해 유통

최초의 항공 분야 빅데이터 플랫폼이며, 현재 연구가 진행 중인 유럽 European Union Aviation Safety Agency(EASA)의 Data4Safety(D4S) 또한 ASIAS를 벤치마킹하여 개발되고 있다(EASA, 2017).

2.2.1 데이터 수집 및 보호

ASIAS의 데이터 수집은 이해관계자의 자발적 데이터 제공을 원칙으로 하고 있다. 데이터에 대한 제공자의 소유권 및 재산권은 철저하게 보장되며, 제공자들은 언제든지 프로그램 참여를 보류 또는 중단하거나, 데이터의 파기 및 보유기간 등에 대한 권리를 주장할 수 있다(ASIAS, 2019).

데이터 제공을 장려하고 원활한 데이터 수집을 가능하게 하는 ASIAS의 또 하나 원칙은 비차별주의이다. ASIAS에 수집되는 데이터 및 분석결과는 개인이나 사업자를 차별하기 위한 목적으로 사용되지 않으며, 데이터 사용 목적을 항공안전 증진으로 철저하게 제한하고 있다. 따라서 ASIAS에 제공된 모든 안전데이터는 유형, 형태, 출처 등에 상관없이 모두 동일한 보호조치가 이루어지고 제공된 데이터의 가치를 보장함으로써 이해관계자의 정보 제공을 장려하게 된다(14 CFR Part 193, 2001).

현재 ASIAS에 수집되고 있는 데이터의 예시는 Table 2와 같으며, 이는 다양한 이해관계자와의 협력적 관계 구축이 선행되어야 함을 보여준다. 특히, FOQA와 ASAP 데이터는 운송사업자로부터 수집되는 데이터로써 실제 비행상황에 대한 통찰과 잠재적 안전위험 및 사고 전조 징후에 대한 중요 정보를 전달하는 핵심 데이터이다(U.S. Department of Transportation, 2021). FAA는 이러한 데이터를 활용하여 승무원 훈련 프로그램 강화, 운항절차 개선, 항공기 정비, 항공교통 관제 절차 조정 등의 안전증진 활동을 수행하고 있다(U.S. Department of Transportation, 2021).

데이터 제공자는 불가피한 경우를 제외하고 종류에 무관하게 개인 및 사업자 식별 정보를 제거한 후 데이터를 제공하며(U.S. Department of Transportation, 2021), ASIAS는 추가적인 보호조치를 위해 데이터 접수 단계에서 자동화된 비식별 처리를 다시 한번 적용한다(ASIAS, 2019). 특히 항공운송사업자가 제공하는 정보에 대해서는 각 운항사에 관련자만이 식별할 수 있는 고유 코드를 부여하여 결과를 생성 및 해석하고(ASIAS, 2019), 비행정보에 대해서는 직·간접적으로 개인이나 사업자를 식별할 수 있는 정보 및 민감정보

Table 2. Example of collected data in ASIAS

Type	Source	Channel	Format
FOQA	Airlines	Flight Data Vendor or Cloud	Digital flight data
ASAP	Airlines	Cloud	Pilot text narrative
ATSAP	Air traffic	FAA	Controller text narrative
Mandatory occurrence report	Air traffic	FAA	Controller text narrative
Digital flight data	Aircraft operator	Flight data vendor or cloud	Flight data monitoring
Air traffic control	Air traffic	FAA	Controller/pilot communication
Surveillance	Air traffic	FAA	Digital flight data
Weather	National oceanic atmospheric administration	FAA	Meteorological aerodrome reports
National flight data center	Air traffic	FAA	National airspace aeronautical information

출처: FAA Has Made Progress in Implementing ASIAS, but Work Remains To Better Predict, Prioritize, and Communicate Safety Risks(U.S. DOT, 2021).

에 대해 비식별화 조치를 수행한다. 예를 들어, ASAP 데이터가 특정 비행정보와 함께 ASIAS에 전송되는 경우, ASIAS는 데이터를 저장하기 이전에 Flight number, tail number, day of month 등에 대해 데이터 수령 후 24시간 이내에 암호화 및 파기 처리를 수행한다(ASIAS, 2019).

이러한 자발적 참여 원칙과 철저한 비식별화에 기반한 데이터 수집은 데이터 이용자와 제공자 간 신뢰관계를 구축할 수 있게 한다. 항공안전 빅데이터 플랫폼의 성공적인 구축 및 운영을 위해서는 다양한 이해관계자로부터의 많은 데이터 수집이 핵심 요인이므로, 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼 운영관리체계 또한 이해관계자의 신뢰를 얻을 수 있도록 데이터와 데이터 제공자에 대한 보호 방안을 모색해야 한다.

2.2.2 데이터 처리, 분석 및 활용

ASIAS에 수집된 원천데이터는 분석에 활용되기 이전에 제3기관인 MITRE Corporation에 의해 비식별화 등 용도에 맞는 적절한 처리가 이루어진다(U.S. Department of Transportation, 2021). 이에 대한 구체적인 방식과 절차 등은 공개되어 있지 않지만, FAA가 선정한 향후 ASIAS 개선 과제 중 다양한 원천 데이터를 효과적으로 활용하기 위한 통합 및 표준화, 데이터 품질관리를 위한 자동화된 루틴(routine), 데이터 정제를 통한 가용성 증진 등 데이터 처리에 관한 사항이 주를 이루고 있는 만큼(U.S. Department of Transportation, 2021), 데이터 처리의 중요성이 높을 것으로 판단된다. 따라서, 향후 구축되는 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼 또한 데이터의 통합, 정제, 비식별화 등 데이터 처리를 위한 방법과 절차가 마련되어야 할 것으로 판단된다.

항공안전과 관련된 데이터 분석방법에 관하여 ICAO (2020)는 기술적 분석(descriptive analysis), 추론적 분석(inferential analysis), 예측적 분석(predictive analysis) 그리고 이 세 가지 분석방법의 일부 또는 모두를 조합한 통합적 분석(combined analysis)이 있다고 하였다. 기술적 분석은 데이터를 의미 있고 유용한 방식으로 서술하고 요약함으로써 사례연구, 조치과제 명확화 등에 활용되고, 추론적 분석은 데이터의 표본이 대표하는 모집단의 특성 파악에 유용하며, 예측적 분석은 과거 및 현재 데이터 정보에 기초하여 떠오르는 위험을 식별하거나 서로 다른 리스크에 대한 시나리오 모델링을 가능하게 한다.

이러한 ICAO의 기준에 따라 현재 ASIAS에서 수행되는 데이터 분석 업무는 Table 3과 같이 새로운 안전 이슈의 식별, 기식별된 안전이슈에 대한 위험도 평가 및 모니터링, 안전지표의 개발, 전조 징후(precursor)의 도출 등에 활용된다(U.S. Department of Transportation, 2021). 아울러, 고정된 분석업무 이외에도 이해관계자 또는 Civil Aviation Safety Team(CAST) 등이 요청하는 정보와 분석결과를 제공하기도 한다(ASIAS, 2019).

이해관계자로부터 수집된 원천데이터는 어떠한 경우에도 사전에 협의된 사용자 이외의 대상에 공개되어서는 안되므로, 플랫폼에서 수행되는 분석업무를 위한 데이터 또는 정보에 대한 접근은 향후 설명되는 운영위원회의 철저한 통제하에 이루어져야 한다. 운영위원회는 분석에 사용될 데이터 소스를 결정하고, 사전에 승

Table 3. Example of ASIAS analysis

구분	내용
Summary information request	ASIAS 프로그램 외부에서 요청되는 데이터, 분석결과, 또는 정보에 대한 요약정보 제공을 위한 분석업무
Quick look study	ASIAS 프로그램 내에서 인식된 안전문제 초기 조사 및 진단
Medium fidelity study	Quick Look Study를 통해 도출된 분석결과에 대한 후속 연구
CAST and GA metrics analysis	안전 개선 효과의 모니터링 및 평가
Working group analysis	특정 정보 요청에 따라 보고서, 지표 등을 생산하기 위한 분석
Vulnerability discovery	이전에 알려지지 않은 안전문제 또는 사고 전조징후의 식별 및 평가
Directed study	ASIAS의 주요 안전문제에 대한 심층분석
Known-risk monitoring	식별된 안전 위험을 모니터링 하기 위한 지속적인 분석 업무
Safety enhancement assessment	식별된 안전 위험을 모니터링하고 완화하기 위한 지표 개발 및 분석
Benchmark	국가 차원에서 적용 가능한 산업안전지표 개발

출처: FAA Has Made Progress in Implementing ASIAS, but Work Remains To Better Predict, Prioritize, and Communicate Safety Risks(U.S. DOT, 2021).

인을 득한 자 이외의 개인, 기관, 조직 등은 절대로 ASIAS 데이터에 접근할 수 없다. 또한, 분석을 통해 도출된 다양한 결과는 반드시 항공안전 증진의 목적으로만 활용되어야 함을 원칙으로 하고 있다(ASIAS, 2019). 해당 내용은 국내 항공안전법에서도 명시하고 있는 사항이므로, 플랫폼 운영자는 이를 반드시 준수할 필요성이 있으며, 내부 운영방침에도 해당 내용을 반영할 필요가 있다.

2.2.3 분석결과 공유 및 공개

ASIAS의 원천 데이터(raw data)는 어떠한 상황에서도 공유하는 것이 금지되어 있고, 분석결과와 공유 또한 운영위원회의 관리·감독 하에 이루어진다(ASIAS, 2019). 대표적인 공유 방식은 AISAS 포털, 브리핑, 보고서 등을 활용하며, 적극적인 정기/부정기 간행물 배

포도 병행하고 있다. 다만, 일반적으로 49 United States Code(U.S.C) 44735 및 40123에 따라 대민 공개가 가능한 정보는 일부 내용으로 엄격히 제한된다(United States Code, 2010; 2015).

대표적인 정보공개 방식으로는 정보 공유 포럼인 FAA Infoshare와 이해관계자에게 산업 전반에 대한 자체적인 비교를 가능하게 하는 Benchmark가 있다. FAA Infoshare는 ASIAS 분석을 통해 도출된 주요 이슈와 향후 전략을 다루는 정보공유 포럼으로 반기별 개최되며 초대받은 인원만 참여가 가능한 비공개 방식으로 이루어진다(Skybrary, 2021). 한편, Benchmark는 안전 관리 시스템(safety management system, SMS) 운영과 사고 예방 활동의 일환으로 안전운영 평가를 지원하기 위해 제공되는 대표적 분석결과 공유수단이며, 이해관계자들은 이를 활용하여 안전문제에 관한 추세를 파악하고 산업 전반에 대한 자체 평가를 수행할 수 있다(ASIAS, 2019).

2.2.4 운영위원회

ASIAS의 전반적인 운영은 ASIAS 운영위원회인 ASIAS Executive Board(AEB)의 의사결정을 통해 이루어진다. AEB는 ASIAS 프로그램 전반을 운영하고 관리·감독하는 위원회로써, 수행하는 주요 기능은 Table 4와 같다(ASIAS, 2019).

운영위원회는 정부 및 이해관계자들로 구성되고 FAA 대표자 1명과 산업 대표자 1명이 수행하는 공동의장(Co-chairs) 체계를 가진다(ASIAS, 2019). 이해관계

Table 4. Role of the AEB

구분	세부 내용
의사결정	프로그램의 효과적인 운영을 위한 전략을 수립하고 해당 정책의 이행여부 감독
	프로그램의 정책과 운영절차를 검토하고 환경변화를 반영한 개선 수행
관리·감독	자원의 분배와 활동 우선순위 결정
	ASIAS 데이터에 관계된 제반 사항에 대한 관리·감독 및 권고사항 제시
정보 공유·활용	적절한 데이터 보호 조치 이행 여부 관리·감독
	ASIAS 참여자와의 의사소통
	시스템 안전 위험 및 완화 효과 측정/모니터링

출처: ASIAS Procedures and Operations Plan.

자들은 운영위원회를 통해 ASIAS 운영 전반에 참여할 수 있기 때문에 프로그램의 투명성을 확보할 수 있고, 이해관계자들의 참여를 장려하며, 데이터 제공에 관한 신뢰 관계를 구축할 수 있다.

2.3 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼 운영관리체계 수립 중점

FAA의 ASIAS 운영 현황 분석을 통해 식별한 데이터의 수집 및 비식별화, 데이터 처리·저장·관리, 데이터 분석, 분석결과와 공유·활용, 운영위원회 구성 등의 중점 요소들은 Fig. 3과 같이 국내 항공안전 빅데이터

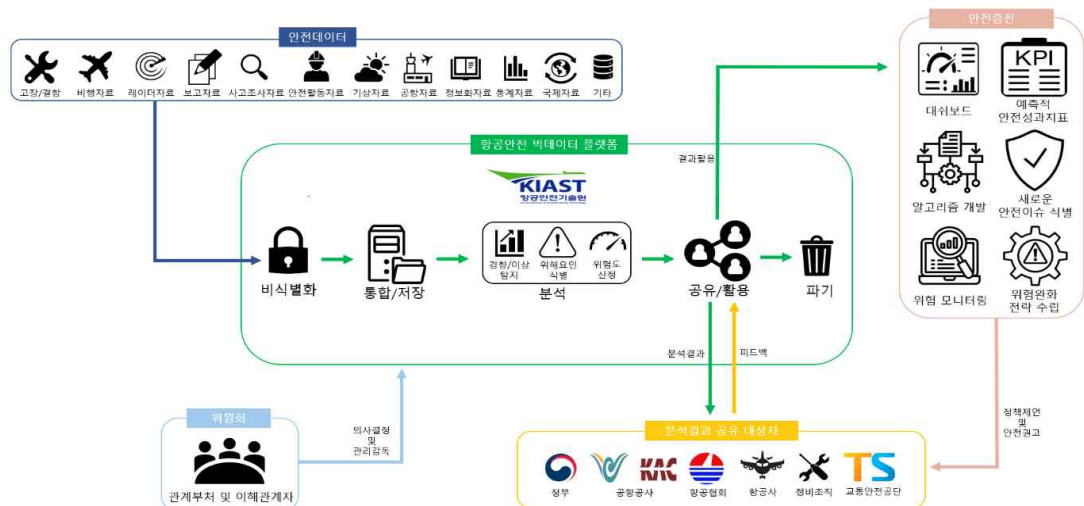


Fig. 3. Flow chart of Korean aviation safety big-data platform

플랫폼 운영관리체계(안) 수립 시 반영되어야 할 것으로 판단된다. 현재 단계에서 플랫폼 운영 전반에 관한 모든 사항을 결정하는 것은 불가능하므로, 본 연구는 위에서 언급한 플랫폼 운영 5단계에 관한 중점을 도출하고자 한다.

2.3.1 데이터 수집 및 비식별화

데이터 수집은 항공안전 빅데이터 플랫폼 구축 및 운영을 위해 가장 중요한 단계로써 많은 노력과 자원이 투자되어야 하며, 수집을 위한 정책적 기반이 우선적으로 마련되어야 한다. 수집대상이 되는 안전데이터는 현행 항공안전법이 명시하는 안전데이터 12종으로 Table 5와 같이 정의되며(국토교통부, 2020), 각 안전데이터를 수집하기 위해서는 데이터 보유자와 업무제

휴 협약(Memorandum of Understanding, MOU)과 비밀유지 협약(Non-disclosure Agreement, NDA)을 체결하고 데이터 제공 범위를 논의할 필요가 있다. 이때 법·제도 강제성에 의한 데이터 수집이 아닌 자발적 참여 문화에 기반한 데이터 수집을 위한 방안을 모색할 필요성이 있다. 이와 관련하여 ASIAs의 경우, 이해관계자와의 파트너십 관계 구축에 기반하여 데이터를 수집하고 있으며, 자발적 데이터 제공에 의한 데이터 수집을 가장 중요한 운영원칙으로 설정하고 있다(ASIAs, 2019). 국내 항공산업 또한 협력적 데이터 생태계를 구축하고 민관 상호이익적 관계를 유지하기 위해서는 다양한 이해관계자들의 참여를 장려하는 문화 증진 정책이 마련되어야 한다.

데이터 수집 대상을 선정한 이후에는 데이터의 범위 및 보유기관에 따른 수집방식을 결정하여야 한다. 수집하고자 하는 데이터가 내부 데이터인 경우 내부 시스템 간 데이터 연계 가능성을 파악하여야 하며, 외부 데이터인 경우 데이터의 개방 여부, 시스템 연계 주기 및 절차, 수집 주기, 관련 기술 등을 파악하여 적절한 수집 체계를 구축하여야 한다(한국지능정보사회진흥원, 2014). 또한, 개인정보 보호법, 항공안전법, 공공데이터법, 정보공개법 등 관계 법률에 따른 개인정보 및 민감정보의 포함 여부를 확인하고, 해당 데이터가 존재할 경우 노출을 방지하기 위해 비식별화 조치가 수행되어야 한다. ASIAs의 경우 데이터 수집 단계에서 자동화된 프로세스를 통해 비식별화 처리하거나 데이터 제공자로부터 비식별화 처리가 종료된 데이터를 수집하고 있다(ASIAs, 2019).

이에 따라, 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼은 개인과 데이터 제공자를 보호하기 위한 비식별화 처리 프로세스를 갖추어야 하고, 구체적으로는 크게 데이터 제공자로부터 비식별화 처리된 데이터를 수집하는 방식, 데이터 활용 기관이 수집된 데이터를 자체적으로 비식별화 처리하는 방식, 제3의 전문기관을 통해 데이터를 비식별화 처리하고 해당 데이터를 수집하는 방식을 고려해 볼 수 있다. 다만, 현행 항공안전법상 비식별화 처리의 필요성과 비식별화 처리가 요구되는 데이터의 범위가 정의되어 있지 않기 때문에, 이에 대한 법적 기반 마련이 우선되어야 한다. 또한, 데이터 분석을 위해 개인정보 및 민감정보가 요구되는 경우에는 결과 활용 및 공유 단계에서도 비식별화 처리를 수행하는 방안이 고려되어야 한다.

Table 5. Type and definition of aviation safety data

정보 유형	정의
고장/결함	항공기 등에 발생한 고장, 결함 또는 기능 장애에 관한 보고
의무보고	항공기사고, 준사고 및 의무보고 대상 항공안전장애에 대한 보고자료
사고조사	항공기사고, 준사고 및 의무보고 대상 항공안전장애에 대한 사고조사위원회의 조사 결과
안전활동	항공안전 활동 과정에서 수집된 자료 및 결과보고
항공통계	항공사업자(항공협회, 공항공사 등)의 업무 수행 중 수집한 정보 및 통계자료
공항안전	공항운영자가 항공안전 관리를 위해 수집 및 관리하는 자료
해외자료	항공안전을 위해 국제기구 또는 외국 정부 등이 우리나라와 공유한 자료
항공사업법	각종 항공사업을 위해 구축된 시스템에서 수집 및 관리되는 정보
기상	기상업무에 관한 정보의 관리 및 공동활용에 따른 기상정보
레이더	항공운송사업자의 항공안전 관리시스템을 통해 수집된 레이더자료 및 분석결과
비행자료	항공운송사업자의 항공안전 관리시스템을 통해 수집된 비행자료 및 분석결과
기타	11개 정보유형 이외에 국토교통부령으로 정하는 자료

출처: 항공안전법 제2조 10의 4.

2.3.2 데이터 처리 · 저장 · 관리

수집된 안전데이터는 목적에 맞는 활용을 위해 적절한 처리가 이루어져야 한다. 한국지능정보사회진흥원이 발간한 빅데이터 매뉴얼은 데이터 처리 방식을 여과, 변환, 정제, 분류, 축소로 구분하고 있으며(한국지능정보사회진흥원, 2014), 이를 항공안전데이터에 적용한다면 Table 6과 같다.

처리가 완료된 데이터는 데이터 종류 및 규모별 적절한 저장매체를 활용하여 저장하여야 하고, 수집단계에서 필터링 되지 않은 비공개 정보가 있는지를 점검하여야 한다. 또한, 저장환경의 여유 공간, 확장 필요성 등을 지속적으로 모니터링하고 주기적으로 점검하여야 한다(한국지능정보사회진흥원, 2014).

저장된 항공안전데이터의 노출 및 오용을 방지하기 위해서는 우선적으로 강력한 법/제도적 보호 장치 및 보안 기술이 마련되어야 한다. 데이터 노출에 대한 우려는 산업 분야를 불문하고 이해관계자의 참여 의도를 저해하는 이슈(Lai and Shi, 2015; Lai, 2016; Stewart and Segars, 2002)이며, 미국 ASIAS와 유럽 D4S 모두 철저한 법적, 기술적 방안에 기초한 데이터 보호를 통해 이해관계자의 우려를 감소시키고 있다. Table 7은 미국 FAA 및 유럽 EASA가 수집되는 항공안전데이터의 보호를 위해 마련한 법적 조항과 해당 내용에 관한 국내 법령 현황을 조사한 결과이다.

Table 6. Example of aviation safety data processing

구분	내용
여과	수집, 저장된 항공안전데이터를 검토하여 오류, 누락, 결손, 중복성 등이 있는 데이터를 식별
변환	수집된 데이터 유형 등을 분석 목적에 맞는 형태로 변환(교신데이터의 텍스트 데이터로의 변환 등)
정제	결측치 보완, 이상치 식별 및 제거, 데이터 불일치성 교정
분류 및 통합	수집된 안전데이터를 시간, 공간(국가, 지역, 공항 등), 사건(유형 및 등급), 대상(서비스제공자별), 항공기(기종 및 기번), 분야 등 요건에 따라 분류하고 유사 데이터 및 연계가 요구되는 데이터 통합
축소	실제 데이터 분석에 불필요한 데이터를 식별하고 제거

출처: 빅데이터 활용 단계별 업무절차 및 기술 활용 매뉴얼 (한국지능정보사회진흥원, 2014).

Table 7. Laws and regulations related to data protection

구분	내용
미국	보고서, 데이터 및 기타 정보가 FAA에 자발적으로 제출되고 타 법률 조항에 따라 제출될 필요가 없는 경우 FAA는 해당 정보를 대중에 공개해서는 안 됨
	타 법률의 조항에도 불구하고, FAA 및 FAA로부터 정보를 받는 기관은 자발적으로 제공된 안전 또는 보안관련 정보를 공개해서는 안됨
	자발적으로 제공된 안전데이터에 대한 동일한 보호 조치 수행
	안전보고 프로그램을 통해 수집된 데이터는 기밀성의 보장을 원칙으로 함
유럽	위원회(European Commission), EASA, 국가 관할 당국 등 데이터 제공자로부터 데이터를 제공받는 자는 정보의 기밀성을 보장하기 위해 연합 및 국가 법에 따라 필요한 조치를 취해야 함
	회원국 및 EASA는 기밀정보 및 민감정보를 보호하기 위한 자체적인 보안규정을 채택하여야 함
국내	항공안전 의무보고 및 자율보고를 통하여 접수한 내용은 제3자에게 제공하거나 일반에게 공개할 수 없음
	통합항공안전데이터수집분석시스템의 운영을 위탁받은 전문기관은 수집·저장·분석된 항공안전데이터 등을 항공안전 유지 및 증진의 목적으로만 활용하여야 함 (고의 중과실 제외)

국내·외 항공안전데이터 보호 관련 법령 및 규정을 비교한 결과, 보호 대상이 되는 데이터 범위에 큰 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 현행 국내 항공 관련 법은 의무보고 및 자율보고 데이터만을 보호 대상으로 하고 데이터 사용 목적 및 공개 범위를 제한하고 있지만, 미국과 유럽의 경우 이해관계자로부터 제공받은 모든 안전데이터에 대해 종류나 유형 등에 상관없이 동일한 보호조치 필요성을 규정하고 있다. 이러한 보호조치는 제공되는 데이터의 가치를 보장하고 보고자에 대한 불이익을 차단함으로써 이해관계자의 데이터 제공을 장려하고 신뢰관계를 구축할 수 있게 한다. 향후 우리나라에 구축되는 항공안전 빅데이터 플랫폼의 데이터 수집 범위는 앞서 언급한 것처럼 항공안전법이 정의하는 12종의 안전데이터를 모두 포함하는 것을 목표로 하고 있기 때문에, 수집되는 안전데이터 전반을 보호하기 위한 법령 또는 규정 마련이 반드시 필요하다고 판단된다.

법적 보호장치 마련과 함께 실제 물리적·기술적으로 데이터를 보호하기 위한 보안장치들도 준비되어야 한다. 한국지능정보사회진흥원(2020)이 발간한 빅데이터 활용 매뉴얼에 따른 데이터 보안 기술은 크게 Table 8

Table 8. Example of data securing method

구분	내용
사용자 인증	사전에 정해진 바에 따라, 데이터나 데이터 관리 시스템이 접근하는 사람의 접근 자격을 확인하는 것
접근제어	특정 주체가 데이터에 접근하고자 할 때 해당 객체의 권한을 확인하고 통제하는 것
암호화	평문을 해독 불가능한 형태로 변형하거나 암호문을 해독 가능한 형태로 변형하기 위한 원리, 수단, 기술
비식별화	수집된 데이터에 포함된 개인정보의 일부 또는 전부가 특정 개인을 식별하기 어렵도록 하는 일련의 조치

출처: 빅데이터 활용 단계별 업무절차 및 기술 활용 매뉴얼 (한국지능정보화진흥원, 2014).

과 같이 사용자 인증, 접근제어, 암호화 기술 등으로 구분된다.

2.3.3 데이터 분석

수집된 데이터는 항공안전을 증진하기 위한 목적으로 활용되어야 한다. 현재 국내의 경우 주요 데이터 분석이 의무보고 및 자율보고 데이터와 사고/준사고 조사결과 데이터를 활용한 분석으로 제한적이지만, 향후 수집되는 안전데이터의 다양성 및 규모를 고려할 때 복합적인 빅데이터 처리 기법을 적용한 새로운 분석 및 연구 방식 선정이 필요하다. 이를 위해 데이터 분석 업무를 수행하는 자는 위해요인 식별, 위험도 분석 등에 필요한 요구 데이터, 방법론, 필요 인력 등이 포함된 분석계획을 수립하고 이행하여야 한다. 특히, 고정적으로 수행하는 분석업무의 경우 분석계획을 지침화하여 관리하고 변화 발생 시 신속하게 갱신될 수 있게 하여야 한다. Table 9는 항적 데이터 중 ADS-B(Automatic

Table 9. Example of data analysis plan

구분	세부 내용
분석목표	항적 데이터 기반 공중충돌 위험도 도출
활용 데이터	항적 데이터(ADS-B), 기상 데이터
분석 방법론	DWC 모델 기반 잠재적 공중충돌 위험도 분석
요구인력	데이터 분석가(DWC 모델 사용자), 관계 전문가
결과활용	공중충돌방지장치(TCAS) 위험경보 기준치 재설정

Dependent Surveillance-Broadcast) 데이터를 활용한 공중충돌 위험도 분석계획의 예시를 보여주고 있다.

2.3.4 분석결과 공유 · 활용

항공안전 빅데이터 플랫폼의 운영은 국토교통부 산하 공공기관이 위탁받아 수행될 것으로 예상된다. 일반적으로 공공기관은 공공데이터 제공 및 이용 활성화에 관한 법률(이하, 공공데이터법)과 공공기관의 정보공개에 관한 법률(이하, 정보공개법)의 적용을 받아 국민의 알 권리 보장을 위해 Open API(application programming interface) 등의 방식을 통해 분석결과를 대중에게 공개하게 된다(행정안전부, 2020; 2021). 하지만 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼의 경우 수집되는 안전데이터의 대부분이 민간기업(운송사업자, 정비업자, 교육훈련기관 등)으로부터 제공되며, 해당 데이터 자체가 많은 민감정보를 포함하고 있기 때문에 일반적인 공개방식을 활용한 공유는 불가능하다. 이와 관련하여 항공안전법 제61조의2 제3항은 자체적인 대민 또는 데이터 제공자와의 분석결과 공유방법 및 절차를 마련하여야 함을 규정하고 있다. 다만, 현재 단계에서 대민 공개 또는 공유 가능한 데이터 범위를 특정하기 어려우므로, 본 연구는 이해관계자를 대상으로 한 분석결과 공유 대상, 범위, 요구 기술 등을 정의하고자 한다.

데이터 공유 대상은 우선적으로 국토교통부 관계부처와 데이터를 제공하는 이해관계자이다. 항공안전 빅데이터 플랫폼을 통해 수집되는 데이터와 분석결과는 국가 항공안전 프로그램(state safety program)을 지원하기 위한 목적으로 활용되어야 하므로, 국가 차원의 안전 관리에 요구되는 정보를 전달하기 위해 관계부처와의 분석결과 공유가 필수적이다. 관계부처 이외의 공유 대상 이해관계자는 데이터 제공자이며 공항공사, 항공운송사업자, 항공정비사업자, 교통안전공단 등이 포함된다. 또한, 상황에 따라 데이터를 제공하는 교육훈련기관, 소형항공운송사업자 등도 공유 대상자에 포함될 수 있다. 공유 방식은 웹 포털, 발행물(보고서 및 브리프) 발간 등의 방식을 활용할 수 있을 것이다. 다만, 공유방식과 무관하게 공유되는 분석결과는 공유 시점에서 사업자 또는 보고자 등의 개인을 식별할 수 없도록 비식별화 처리가 이루어졌는지를 반드시 재확인하여야 하며, 비식별화 처리에도 불구하고 데이터 주체를 식별할 수 있는지를 점검해야 한다. 예를 들어, 특정 공항에 단일 항공사가 취항하는 경우, 데이터 주체인 항공사를 비식별화하더라도 취항 공항을 통해 주체의

식별이 가능하다. 이러한 경우에 대해 ASIAs는 해당 공항을 의사코드(pseudo-code)를 활용하여 비식별화 처리하고 있다(ASIAs, 2019). 특히, 국내 항공운송시장의 경우 2개 대형 항공사만이 존재하기 때문에 이러한 이슈를 심도 있게 고려하여 데이터 주체를 비식별화하도록 하는 방안을 마련해야 한다.

항공안전 빅데이터 플랫폼을 통해 도출된 데이터 분석결과는 전체 항공산업의 안전증진을 위해서만 활용되어야 한다. 항공안전데이터 분석결과를 활용한 대표적인 안전증진 활동으로 미국 CAST(Commercial Aviation Safety Team)의 경우, 2020년 4월 기준 ASIAs 데이터 및 분석결과에 기반하여 22개의 안전이슈(safety issue)를 채택하고 이에 대한 경감전략을 권고하였다(U.S. Department of Transportation, 2021). 이를 벤치마킹하여 수집된 안전데이터 및 이에 대한 분석결과를 통해 국내 항공산업에 적용할 수 있을 것으로 기대되는 안전증진 활동은 크게 Table 10과 같은 4개 활동으로 구분될 수 있을 것이다.

2.3.5 운영위원회

국내 항공안전 빅데이터 플랫폼의 운영 투명성을 보장하고 이해관계자의 참여를 장려하기 위해서는 ASIAs의 사례와 같이 정부 및 이해관계자 대표들로 구성된 운영위원회 설치에 필요하다. 데이터 제공자는 운영위원회 참여를 통해 플랫폼 관련 의사결정에 관여함으로써 제공한 데이터가 어떻게 활용되고 있으며, 효과적인 보호조치가 이루어지고 있는지 등을 직접 관리·감독할 수 있다. 운영위원회 구성원은 참여하는 데이터 제공자에 따라 달라질 수 있으므로 현재 단계에서는 구성 및 좌석 등을 확정하기에는 어려움이 있지만, 항공안전 빅

데이터 플랫폼의 효과적인 구축 및 운영을 위해 요구되는 대표적 분야별 참여 이해관계자로는 공항(인천국제공항공사, 한국공항공사), 정부 및 정부기관(국토교통부, 항공안전기술원, 항공·철도사고조사위원회, 교통안전공단), 항공운송사업자, 정비사업자, 교육훈련기관 등을 꼽을 수 있을 것이다.

III. 결 론

3.1 연구요약 및 논의

기존 항공산업은 여러 분야로부터 안전데이터를 확보하고 분석·활용할 수 있는 체계가 부재하였기 때문에 안전 관련 이슈에 관한 데이터 기반 의사결정의 어려움을 겪었다(Li and Li, 2017). 이를 극복하기 위해 미국, 유럽 등 항공선진국은 항공안전 빅데이터 플랫폼을 구축하여 이를 극복하고자 노력하고 있으며, 특히 미국의 경우 이미 플랫폼 구현을 완료하고 운영단계에 접어들고 있다. 이러한 측면에서 국내 항공산업 또한 항공안전 빅데이터 플랫폼 구축을 통해 해당 문제를 해결하고 보다 발전된 안전 관리를 위해 노력할 필요성이 있다. 효과적인 플랫폼 운영을 위해서는 기술적 요건이 충족되어야 할 뿐만 아니라, 전반적인 운영을 위한 체계와 지침, 조직 구성, 법적 근거, 활용기술 등이 반드시 동반 구축되어야 한다. 이에 따라 본 연구는 향후 구축될 국내 항공 안전 빅데이터 플랫폼의 업무 단계별 활용기술, 법적 요구사항, 운영위원회의 구성 등 전반적인 운영관리체계 수립 기반을 마련하기 위해 수행되었다.

국내·외 빅데이터 플랫폼 운영현황과 이를 뒷받침하는 법적 근거를 조사하였고, 특히 미국 FAA의 ASIAs를 벤치마킹하여 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼을 운영하기 위한 관리체계 수립 시 고려해야 할 중점으로 데이터의 수집 및 비식별화, 데이터 처리·저장·관리, 데이터 분석, 분석결과의 공유·활용, 운영위원회 구성 등을 제안하였다. 구체적으로 데이터 수집의 경우 이해관계자와의 신뢰관계에 기반한 자발적 참여 문화 조성 및 비식별화가 핵심 중점으로 식별되었으며, 데이터 처리 및 관리에서는 데이터 보호를 위한 법적 기반 수립과 기술적·물리적 보안장치의 마련이 필요함이 도출되었다. 또한, 분석결과의 효과적인 공유·활용을 위해서는 공개 범위와 방식을 결정하고, 그 목적을 항공안전 증진 및 유지로 제한할 필요성이 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구가 가지는 한계는 다음과 같다고 판단한다.

Table 10. Example of safety enhancement activities

구분	세부 내용
대쉬보드(dashboard) 제공	항공사, 공항, 사건 유형별 등의 분석결과를 한눈에 모니터링할 수 있도록 표현하여 의사결정을 지원
예측적 안전 성과지표 개발	예측적 안전지표의 개발을 통한 사고 예방 활동 지원
알고리즘 개발	새롭게 도출된 인사이트(insight)를 반영하여 고도화된 알고리즘 개발
새로운 안전이슈 식별	기존에 식별되지 않았던 새로운 안전이슈의 식별 및 관리

첫째, 본 연구에서 제시한 항공안전 빅데이터 운영관리 체계 수립 중점은 국내·외 선행 운영사례 분석에 기반하여 필수적으로 고려하거나 반영해야 할 주요 요건을 식별하고 이를 중심으로 진행되었기 때문에, 실제 우리나라에서 항공안전 빅데이터 운영관리체계를 시행하게 될 때 발생할 수 있는 국내 항공산업계 이해관계자들의 잠재적 관심사항을 수렴하지 못했다는 한계를 가지고 있다.

둘째, 아직까지 국내에서 항공안전 빅데이터 운영관리 체계에 적용할 구체적 데이터 처리 장비 및 기술, 관리 조직, 인력 Pool 등이 확정되지 않았기 때문에, 본 연구는 이러한 요소들이 구체적으로 결정되었을 때 항공안전 빅데이터 운영관리 체계에 미칠 영향을 검토하지 못하였다.

따라서, 향후 추가 연구를 통해 이러한 분야에 대한 심층 검토가 이루어진다면 효과적인 국내 항공안전 빅데이터 플랫폼 운영관리 체계 수립 및 운영에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 국토교통부 항공선진화사업의 일환으로 국토교통과학기술진흥연구원(“빅데이터 기반 항공안전 관리 기술개발 및 플랫폼 구축”, 과제번호: 20BDAS-B158275-01) 사업을 통해 수행되었습니다.

References

1. ICAO Doc 9859, “1. Safety Management Manual”, 4th edit, 2017.
2. Lališ, A., Socha, V., Křemen, P., Vittek, P., Socha, L., and Kraus, J., “Generating synthetic aviation safety data to resample or establish new datasets”, *Safety Science*, 106, 2018, pp.154-161.
3. Singh, A., and Kaushik, A., “Knowledge based retrieval scheme from big data for aviation industry”, 2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks, Jabalpur, India, 2015, pp.918-923.
4. Walker, G., “Redefining the incidents to learn from: Safety science insights acquired on the journey from black boxes to flight data monitoring”, *Safety Science*, 99, 2017, pp.14-22.
5. Dou, X., “Big data and smart aviation information management system”, *Cogent Business & Management*, 7(1), 2020, 1766736.
6. Barak, S., and Dahooei, J. H., “A novel hybrid fuzzy DEA-Fuzzy MADM method for airlines safety evaluation”, *Journal of Air Transport Management*, 73, 2018, pp.134-149.
7. Das, K. P., and Dey, A. K., “Quantifying the risk of extreme aviation accidents”, *Physical A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 463, 2016, pp.345-355.
8. Ni, X., Wang, H., Che, C., Hong, J., and Sun, Z., “Civil aviation safety evaluation based on deep belief network and principal component analysis”, *Safety Science*, 112, 2019, pp.90-95.
9. ICAO, Doc 10004, “Global Aviation Safety Plan 2020-2022”, 2020.
10. Kim, J. H., Lim, J. J., and Lee, J. R., “A study on the analysis of aviation safety data structure and standard classification”, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 28(4), 2020, pp.89-101.
11. FAA, FY 2021 AVS Business Plan.
12. Dong, X., Li, R., He, H., Zhou, W., Xue, Z., and Wu, H., “Secure sensitive data sharing on a big data platform”, *Tsinghua Science and Technology*, 20(1), 2015, pp.72-80.
13. Constantiou, I. D., and Kallinikos, J., “New games, new rules: Big data and the changing context of strategy”, *Journal of Information Technology*, 30(1), 2015, pp.44-57.
14. Jin, X., Wah, B. W., Cheng, X., and Wang, Y., “Significance and challenges of big data research”, *Big Data Research*, 2(2), 2015, pp.59-64.
15. Zhou, H., Lou, J.-G., Zhang, H., Lin, H., Lin, H., and Qin, T., “An empirical study on quality issues of production big data platform”, 2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering, Florence(Italy), 2, 2015, pp.17-26.

16. Kim, J. A., and Kim, J. K., "Airport congestion analysis with big data analysis", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 28(2), 2020, pp.36-46.
17. No, K. S., "What is the Platform", *Communication Books*, Seoul, 2014.
18. Jeong, J., H., "Status of operation and improvement plan of big data platform", *National Assembly Research Service*, 2020, Online Published, pp.1-78.
19. National Information Resources Service, <https://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000065290>
20. Ministry of the Interior and Safety, https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_00000000008&nttId=62348
21. Ministry of Science and ICT, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179943&searchOpt=ALL&searchTxt=>
22. Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, <http://www.gwnu.ac.kr/bbs/iacg/25654/96535/artclView.do>
23. U.S. Department of Transportation, "FAA Has Made Progress in Implementing ASIAS, but Work Remains To Better Predict, Prioritize, and Communicate Safety Risks", 2021, pp.1-36.
24. ASIAS, "Procedures and Operations Plan for Commercial Aviation V.11".
25. 14 CFR Part 193 - Protection of voluntarily submitted information, <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-K/part-193>
26. 49 U.S.C 40123 - Protection of voluntarily submitted information, <https://www.govinfo.gov/app/details/USCODE-2009-title49/USCODE-2009-title49-subtitleVII-partA-subpart-i-chap401-sec40123>
27. 49 U.S.C. 44735 - Limitation on disclosure of safety information, <https://www.govinfo.gov/app/details/USCODE-2014-title49/USCODE-2014-title49-subtitleVII-partA-subpart-iii-chap447-sec44735>
28. Skybrary, "Aviation safety information analysis and sharing", [https://skybrary.aero/index.php/Aviation_Safety_Information_Analysis_and_Sharing_\(ASIAS\)](https://skybrary.aero/index.php/Aviation_Safety_Information_Analysis_and_Sharing_(ASIAS))
29. Korea Ministry of Government Legislation, <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%ED%95%AD%EA%B3%B5%EC%95%88%EC%A0%84%EB%B2%95>
30. National Information Society Agency, "Business Procedures and Technology Utilization Manuals for Each Stage of Big Data Utilization", 2014.
31. Lai, I. K. W., and Shi, G., "The impact of privacy concerns on the intention for continued use of an integrated mobile instant messaging and social network platform", *International Journal of Mobile Communications*, 13(6), 2015, pp.641-669.
32. Lai, O. C., "Design and security impact on consumers' intention to use single platform E-payment", *Interdisciplinary Information Sciences*, 22(1), 2016, pp.111-122.
33. Stewart, K. A., and Segars, A. H., "An empirical examination of the concern for information privacy instrument", *Information Systems Research*, 13(1), 2002, pp.36-49.
34. Ministry of the Interior and Safety, <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B3%B5%EA%B3%B5%EB%8D%B0%EC%9D%B4%ED%84%B0%EC%9D%98%EC%A0%9C%EA%B3%B5%EB%B0%8F%EC%9D%B4%EC%9A%A9%ED%99%9C%EC%84%B1%ED%99%94%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0>
35. Ministry of the Interior and Safety, <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A0%95%EB%B3%B4%EA%B3%B5%EA%B0%9C%EB%B2%95>
36. Li, B., Ming, X. Li, G., "Big data analytics platform for flight safety monitoring", In *2017 IEEE 2nd International Conference on Big Data Analysis (ICBDA)*, Beijing, China, 2017, pp.350-353.