항공안전기술개발사업

항공 온실가스 보고 포털 개발 요구도 조사 및 분석 결과 보고서

성과물 (A-1-①)

2015. 8. 21

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국교통연구원
위탁연구기관 / 솔루티스

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

항공안전기술개발사업

항공 온실가스 보고 포털 개발 요구도 조사 및 분석 결과 보고서

성과물 (A-1-①)

2015. 5. 30

주관연구기관 / 한국교통연구원
위탁연구기관 / 솔루티스

국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport

KAIA
국토교통과학기술진흥원
Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 "항공온실가스 산정 및 예측 시스템 개발 연구" 과제의 항공 온실가스 보고 포털 성과 보고서로 제출합니다.

2015 . 5 . 30

공동연구기관명 : 한국교통연구원
공동연구책임자 : 박 진 서
연구원 : 김 제 철
" : 심 가 람
" : 이 준 규
" : 한 익 현

위탁연구기관명 : 솔루티스
위탁연구책임자 : 강 지 훈
연구원 : 지 은 실
" : 노 기 헌 외 18명

목 차

I. 서 론 / 1

1) 연구의 배경 및 목표 / 1

2) 연구의 방법 및 전략 / 2

3) 국내외 항공 온실가스 관련 시스템 연구 동향 / 4

4) 항공 온실가스 관련 정책 동향 / 7

II. 항공 온실가스 보고 포털 시스템 아키텍처 기획(안) / 13

1) 항공 온실가스 보고 포털 시스템 정의 / 13

2) 논리적 아키텍처 기획 / 16

3) 시스템 운영 환경 기획 / 25

III. 연구결과의 활용방안 및 기대효과 / 28

1) 연구의 활용방안 / 28

2) 연구의 기대효과 / 30

참고문헌 / 31

표 목 차

〈표 1〉 항공 온실가스 보고 포털 시스템 개발 로드맵 ····· 4
〈표 2〉 ICAO 합의 12개 기본 원칙 ····· 9
〈표 3〉 에너지 온실가스 목표관리제 ····· 10
〈표 4〉 자발적 감축 협약 ····· 11
〈표 5〉 제1차 국가이행계획 ····· 12
〈표 6〉 항공온실가스보고 포털 모듈 구분 ····· 14
〈표 7〉 시스템 구성 ····· 16
〈표 8〉 항공통계 모듈 데이터 수집·저장 계획 ····· 18
〈표 9〉 정책지원 모듈 데이터 수집·저장 계획 ····· 20
〈표 10〉 항공 온실가스 지원 모듈 데이터 수집·저장 계획 ····· 21
〈표 11〉 기준정보 모듈 데이터 수집·저장 계획 ····· 23

그 림 목 차

〈그림 1〉 항공온실가스 보고 포털 개발 목적 ····· 2
〈그림 2〉 시스템 개발 방법론 ····· 3
〈그림 3〉 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 구성 ····· 14
〈그림 4〉 데이터 수집 및 연계 ····· 27

1. 서 론

1) 연구의 배경 및 목표

❑ 연구의 배경

○ 항공사 및 국가 항공부문 온실가스 규제 및 협약 등이 증가되고 있으며, 이에 따른 온실가스 관리의 범위가 확대되고 있음.

○ 또한 항공부문의 온실가스 감축을 촉진하기 위하여 ICAO는 회원국들에게 매 3년마다 항공부문 온실가스 감축을 위한 국가이행계획을 제출할 것을 요구하고 있음.

○ 우리나라는 이행계획에서 항공부문의 온실가스 배출실적 전망과 주요 감축정책 및 그 예상효과를 수록함고 이를 토대로 ICAO가 전 세계의 국제항공부문 온실가스 배출량 전망 및 감축수준을 집계할 수 있도록 하고 있음.

○ 그러나 2012년 이행계획에서 여러 합리적인 가정과 활용 가능한 제한적인 데이터의 논리적 연산 및 과거 추세를 감안하여 이를 추정하였으나 신뢰성이 높은 예측치 라고 하기는 어려운 상태임.

○ 특히, 저비용 항공사의 경우 필요한 데이터의 확보 등 여러 가지 여건이 부족한 상태로 온실가스 배출정보 및 현황 파악이 어려움.

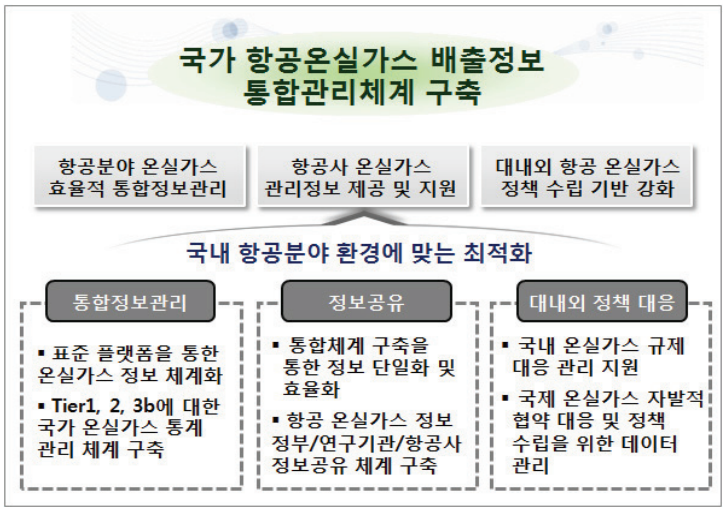
○ 따라서 항공 온실가스 배출정보 통합 관리 시스템 구축을 통하여 항공 분야 국가 온실가스 감축 및 최근 강화되고 있는 해외 항공 온실가스 협약 및 정책 등에 적극적인 대응이 될 수 있는 기반 구축이 필요함.

❑ 항공 온실가스 보고 포털 연구 개발 목표

○ 본 「항공 온실가스 보고 포털」모듈 개발의 연구과제는 국가 항공온실가스 배출정보 통합관리체계 구축을 위해 다음과 같은 사항을 목적으로 개발을 추진함.

- 표준 플랫폼을 통한 온실가스 정보 체계화와 Tier1, Tier2, Tier3b 대한 국가 온실가스 통계 관리체계 구축을 통한 통합정보 관리
- 통합 체계 구축을 통한 정보 단일화 및 효율화

- 항공 온실가스 정보의 정부, 연구기관, 항공사 간 정보공유 체계 구축
- 국내 온실가스 규제 대응 관리 지원
- 국제온실가스 자발적 협약 대응 및 정책 수립을 위한 데이터 관리 등 대내외 항공 온실가스 정책 수립의 기반 강화



〈그림 1〉 항공온실가스 보고 포털 개발 목적

2) 연구의 방법 및 전략

❑ 항공 온실가스 보고 포털 시스템 아키텍처 기획(안) 연구 수행 방법론

○ 시스템 아키텍처 기획(안) 제시
- 브레인스토밍을 통한 항공 온실가스 보고 포털 시스템 아키텍처 기획(안) 수립
- 사용자 요구도 조사를 기반으로 Web/PC 기반 시스템 옵션 제시

○ 본 시스템 개발에 적용하고자 하는 개발 방법론은 Agile 방법론으로 이는 반복적이고 점진적인 개발 진행을 통해 개발자와 개발팀이 협업을 최적화하여 SW의 품질을 확보할 수 있는 현장 중심의 방법론임. 이를 통해 개발과정에서의 시스템 변경사항을 유연하고 기민하게 대응할 수 있음

〈그림 2〉 시스템 개발 방법론

❑ 항공 온실가스 보고 포털 시스템 아키텍처 기획(안) 연구 수행 전략

○ 웹 기반 시스템 아키텍처 기획

- 항공 온실가스 기초 데이터 목록에 근거한 인벤토리 수집·저장 계획 수립

○ 본 시스템 개발을 위해 사전 시스템 요구사항을 정리하면 다음과 같으며, 본 요구사항을 시스템 개발에 반영하여 개발에 착수함

- 항공 온실가스 관련 업무(배출권거래제, 목표관리제 등) 보고서 제공
- 항공 온실가스 산정 관련 그래프 제시
- 시스템 간 데이터 호환 가능
- 온실가스 보고포털에 대해 항공 온실가스 관련 업무(배출권거래제, 목표관리제 등) 포함
- 온실가스 보고포털의 사용자 입력 및 편의기능의 제공
- 온실가스 보고포털의 네트워크 기반 정보보호
- 온실가스 산정 시 기준값 입력 및 표준 데이터 이용 가능

❑ 항공 온실가스 보고 포털 시스템 아키텍처 기획(안) 연구 추진 방향

○ 국내외 산재된 항공 온실가스 관련 데이터들을 전문 연구진이 수집·분석·가공하여 분석정보를 정부, 항공업계, 학계 등에 제공

- 국내외 항공 환경변화에 대응하기 위해 항공 온실가스 관련 데이터 축적 및 활

용 기반 구축

- 주요 타깃 사용자에 대한 정확한 설정 및 맞춤형 정보제공을 위한 쌍방향 소통 채널 확보, 시스템 실용성 제고를 위한 서비스 향상에 중점

❑ 항공 온실가스 보고 포털 시스템 개발 로드맵 제시

○ 항공 온실가스 보고 포털 시스템 개발을 위해 준비단계, 시스템 구축 1·2·3단계 등 4개 단계 로드맵 제시

〈표 1〉 항공 온실가스 보고 포털 시스템 개발 로드맵

구분	계획	이행방안
준비 단계	준비 단계	- 기 구축 시스템간의 연계 방안 - 주 사용자의 니즈분석을 통한 쌍방향 채널 확보 - 기반시스템 구축단계를 위한 구체적 아키텍처 기획
시스템 구축 1단계	시스템 구축 단계	- 시스템 구축 - 각 세부 모듈과 연계
시스템 구축 2단계	운영 기능 확대 단계	- 검증을 통한 시스템 기능 수정 및 확대
시스템 구축 3단계	운영 고도화 단계	- 시스템 구축 후 새로운 정책 기능, 데이터 등 추가 작업 및 년차 고도화 작업 시행

3) 국내외 항공 온실가스 관련 시스템 연구 동향

❑ 국내외 항공 온실가스 모델 관련 사례조사 및 문헌 고찰[1)]

○ 국외 항공 온실가스 관련 모델 현황 조사 - Centre for Aviation Transport and the Environment[2)]에서 개발·운영되고 있는 항공 환경 모델[3)]

- CATE는 지속가능한 항공 개발 및 항공 운송 시스템의 환경적 연구를 진행하기 위해 설립됨
  - Global Climate Change group, Local Air Quality group, Noise and

1) 한국교통연구원, 요구도 조사 및 분석 보고서, 2015
2) www.cate.mmu.ac.uk
3) CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

Community Impacts group 등 3개 그룹으로 연구를 진행 중에 있으며, 약 30명 정도의 연구원이 상주

• UK 정부 및 European Commission, 미국 FAA, 그 외 공항, 항공사, 항공기 제조사 및 각 항공부문의 연구자들과 긴밀하게 협력 및 지원 연구 진행

- (주요 업무) UK 정부의 정책 지원, 국제회의의 advisor 지원, ICAO CAEP 지원(데이터 관련 연구) 등의 업무를 진행 중

• Global Climate change group은 주로 항공기에서 방출되는 비행운의 범위 및 영향, 글로벌 항공 온실가스 배출량 산정 및 시나리오 제시 등 기후변화 관련 모델 적용 연구를 진행하고 있으며, 영국정부 및 항공 관련 국제기구(ICAO CAEP)를 지원

- 시사점

• AEDT와 비교하면 base DB 사이즈가 작으며, 산정 시간이 매우 짧음.

• 목적별 소규모 사이즈의 모델과 연계하여 활용하고 있음

• 산정방식은 base inventory에 항공기 fleet 변경, 수요 증가, 항공 운영적 개선 등의 변수 적용을 통해 미래 시나리오 도출 가능

• 이미 항공 온실가스 인벤토리를 구축하고 있으며, 현재는 다양한 시나리오 적용 연구가 진행 중임

• 정부 및 국제기구 환경 정책 지원 모델로서 공개하고 있지 않으나 본 과제 모델 개발 후 비교 검증 연구 진행 가능

• 이러한 다양한 미래 시나리오 도출을 통한 ICAO CAEP 지원 활동을 하고 있음

• 온실가스 뿐만 아니라 기후변화 영향 추정을 위해 위에서 제시한 다양한 모델을 활용하고 있음

○ 국외 항공 온실가스 관련 모델 현황 조사 - EUROCONTROL에서 개발·운영되고 있는 항공 환경 모델[4)]

- (목표) 체약국의 안전하고, 효율적이며, 환경친화적인 유럽 지역 내 항공 운항 지원

• 2015년 4월 3일 현재 40개국이 체약국으로 등록(2015.06 41개국 예정)

- (주요업무) ① European Commission 및 EASA(European Aviation Safety Agency) 기술적 지원 및 성과 검토, ② FAB(Functional Airspace Block)운영을

4) EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

위한 네트워크 관리 및 협력, 노선 요금 책정, ③ SJU(SESAR Joint Undertaking)을 통한 유럽의 ATM 관련 장기적 R&D 연구 진행

- 시사점
  - AEDT와 같이 AEM을 개선하여 소음 및 대기질 영향도 측정이 가능하나, 그와 비교하여 짧은 산정시간이 걸림
  - 현재의 항공기 운항에 관한 연료 소모 및 온실가스 배출량 산정이 가능하며, 미래 예측은 불가능(Forecasting 팀이 별도로 운영되고 있음)
  - 2005년부터 2012년까지의 항공 온실가스 인벤토리를 구축(1년 단위)하고 있으며, 매년 산정방법 개선을 통한 인벤토리 개선 연구를 진행하고 있음
  - 소규모 온실가스 배출량 산정 모델 개발 후 소음 및 대기질 영향 평가 관련 모델을 개발하고 있음
  - 정부 및 국제기구 환경 정책 지원 모델로서 공개하고 있지 않으나 본 과제 모델 개발 후 비교 검증 연구 진행 가능

○ 국외 항공 온실가스 관련 모델 현황 비교

- 유럽 CATE의 FAST: 주로 GDP 변수에 따른 Simple scenario approach 가능 항공 온실가스 산정 모델
- 유럽 EUROCONTROL의 AEM: 현 항공기 기종(BADA, Base of Aircraft data)에 따른 온실가스 배출량 산정 가능 모델
- 미국 FAA의 AEDT/APMT-E: 대용량의 input data를 통한 detailed approach 가능 항공 온실가스 산정모델
- 유럽 NLR의 AERO-MS: 항공 온실가스 산정, 미래예측, 시나리오, 정책적 감축 수단 분석, 대기질 분석 가능 모델

○ 국내 항공 온실가스 관련 시스템 현황 조사

- 통합항공안전정보시스템(National Aviation Resource Management Information, NARMI): 운항·관제·기술·자격관리·공항·항행시설 등 항공안전에 관련된 18개 시스템 내 항공 온실가스 관리 모듈이 있으며, 온실가스 배출량 데이터 분류는 항공사별, 기종별, 연도별로 구분하여 총배출량, 연료소비량, 수송실적을 구현하고 있음
- 교통부문 온실가스 통합관리시스템(Korea Transport Emission Management System, KOTEMS): 국가 차원의 교통부문(도로·철도·항공·해

운) 온실가스 인벤토리 관리, 교통부문 온실가스 배출 주체별 감축목표의 수립 및 검증, 교통정책 및 교통사업의 온실가스 배출 평가 등을 운영하고 있음

- 항공기 비행절차 및 공역 효율성 평가 툴 개발 연구: 항공기 비행절차 및 공 역 설계 프로그램에서 모듈로 설계된 '항공기 비행절차 및 공역 효율성 평가 툴 개발 연구'는 프로그램 내에서 비행절차가 설계된 후 항공기를 시뮬레이션하여 연료 소모량의 정도를 분석할 수 있는 프로그램

○ 시사점

- 국제 항공 온실가스에 대한 관심이 높아지면서, ICAO는 제37차 총회에서 항공 온실가스 감축 목표 및 이행방안 마련 등을 결의함
- 매년 연료효율 개선 2% 목표, 2013년까지 글로벌 온실가스 규제방안 마련 및 국가별 온실가스 감축 국가이행계획(State's Action Plans)[5] 제출 등 요구
- 국외 항공 온실가스 관련 모델은 주로 각 국가의 정부 및 국제기구(ICAO CAEP)를 지원하기 위해 개발되어 운영 중에 있음
- 항공기 연료 소모량 및 항공 온실가스 배출량 산정뿐만 아니라, 미래 예측 시나리오 분석, 항공기 소음 예측, 공항 주변 대기질 관리 등의 모델 역시 개발·운영 중에 있음
- 현재 유럽에서는 약 10년 정도의 항공 온실가스 인벤토리를 기 구축하고 있으며, 이를 기반으로 다양한 온실가스 감축 시나리오 분석 연구를 진행하고 있음
- 국내 항공 온실가스 관련 시스템은 교통부문 전반의 온실가스 배출현황을 파악하는 통계 정보 관리 시스템으로서, 항공부문에 특화된 산정방법론 적용에 따른 온실가스 관리 및 저감 수단에 따른 감축량 산정 등에 대해서는 관리하고 있지 않음

4) 항공 온실가스 관련 정책 동향

❑ 국외 항공 온실가스 관련 정책 동향

○ ICAO 환경목표 (2004)[6]

- 항공기 소음 피해지역 확산방지 및 감소

5) 2012년 6월 1차 온실가스 감축 이행계획을 제출하였으며, 2015년 6월 2차 온실가스 감축 이행계획을 제출 예정
6) http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx

- 지역적 대기질에 대한 항공기 배출 제한 또는 저감
- 지후변화 지구온난화가스 항공기 배출 제한 및 감축

○ 국제항공분야 온실가스 대응방안을 마련을 위해 항공환경보호위원회(CAEP[7])와 국제항공기후그룹(GIACC[8])을 구성하여 연구 완료

○ 2010년 항공국장 기후그룹회의[9]를 통해 연구 성과를 토대로 쟁점사안을 담은 결의(안)을 마련, 제37차 ICAO총회('10,10)의결
- 체약국들은 연 평균 배출 증가율('05- '20)은 4.73%이며, 전 세계 중기감축목표로 '20년까지 연 2% 연료효율을 개선하기로 합의

○ 제38차 ICAO총회에서는 국제 시장기반조치(Market Based Measures) 시행에 동의하였으며, 이는 모니터링(Monitering), 보고(reporting), 배출량 검증(verifications of emission) 등 포함

○ 국가이행계획(States Action Plan)
- 제38차 총회에서 국가별 목표설정 및 실천계획을 수립하여 매 3년 마다 ICAO로 제출하도록 의무화
- ICAO 시장기반체제(MBMs, Market Based Measures)[10]의 기본 내용
  • 국가별·지역별 자체 이행 기준 및 실천방안을 수립하여 시행하고 있으며, ICAO는 환경징수금(Environmental Levies)[11], 배출권 거래제도(Emission Trading System)[12], 자발적 협약(Voluntary Measures)[13]을 시장기반체제로 분류하여 시행할 것을 권고

---

7) Committee in Aviation Environmental Protection : 기술적 대응방안 연구
8) Group on International Aviation and Climate Change : 정책적 대응방안 협의(15개국)
9) GIACC 참여국(15개국)에 우리나라, 스페인, 싱가포르, UAE 참여, 19개국 구성
10) Resolution 38-19: Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to environmental protection-Climate Change
11) 환경징수금은 국가 또는 지방자치단체가 환경보전 목적을 달성하기 위해 직접적으로 발생된 환경오염 피해를 근거로 환경오염행위나 오염발생 재화 및 용역에 부과하는 금액임
12) 배출권 거래제도는 지구온난화가스의 총 배출량을 설정한 뒤 배출허용량을 각국 혹은 산업별·기업별로 할당하여, 그 허용량을 '배출권(emission right)'이라는 무형의 상품으로 간주하고, 각국 혹은 산업·기업에게 시장원리에 따라 직접 혹은 거래소를 통해 거래를 허용하는 제도임
13) 자발적 협약은 산업에 의해 일방적이거나 산업과 정부 간 자율적인 협약에 의한 지구온난화가스 감축방안임

〈표 2〉 ICAO 합의 12개 기본 원칙[14)]

① 지속적인 성장지원, ② 타 분야와의 형평성 유지 ③ 비용효과적인 감축, ④ 투명성 보장 ⑤ 도전적인 목표를 위한 시장기반체제 마련, ⑥ 중복금지 ⑦ 시장왜곡방지 및 비차별적 원칙 적용 ⑧ 탄소 누수 방지, ⑨ 개방 탄소시장의 접근 ⑩ 전 세계 양자 간 합의에 의한 이행 ⑪ 수익금은 항공부문 감축 및 적응 등에 사용 ⑫ 공통의 그러나 차별화된 책임과 수용력, 그리고 비차별·평등·공정한 기회 원칙

❑ 국내 항공 온실가스 관련 정책 동향[15)]

○ 저탄소 녹색성장 기본법에 의거한 녹색성장 5개년 계획 수립·시행

- 우리나라는 온실가스 비의무감축국임에도 불구하고 '20년까지 온실가스 감축을 국가 중기 목표를 설정하였으며, 이는 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)가 개발도상국에 권고한 감축범위인 15~30% 감축의 최고 수준으로 국내적으로 녹색성장 정책을 강력하게 추진하고, 범지구적인 기후변화 대응노력에 적극적으로 동참하고자 하는 의지 표명

○ 우리나라는 교통부문 온실가스 감축 계획을 수립하여 온실가스 감축 목표를 설정하고, 세부적인 온실가스 감축 방안 마련

- (지속가능발전기본계획) 감축목표 달성을 위해 2011년부터 시행해온 '에너지 온실가스 목표관리제'를 한 단계 발전시켜, 2015년부터는 국내항공을 포함한 주요 산업분야에서 '배출권 거래제도'를 시행할 예정이며, 2010년부터는 정부와 항공사간에 '자발적 감축협약'이 시행 중
- (지속가능국가교통물류발전계획) 2020년 국가 전체의 온실가스를 BAU 대비 30% 감축할 예정이며, 특히 교통부문은 부문별 감축목표 중 가장 높은 34.3%를 감축할 예정

○ 항공부문 저탄소 녹색성장 추진을 위한 제1차 항공정책기본계획('10-'14) 수립

- 항공분야 저탄소 녹색성장 중장기 계획 수립

14) 국토교통부, 항공부문 온실가스 자발적 감출협약 협의회 회의자료, 2010. 7
15) 국토교통부, 기후변화 대응 항공 온실가스 감축 기술 개발 기획, 2013

- 항공부문 온실가스 배출량 관리시스템 구축
- 항공부문 온실가스 자발적 배출량 감축협약 추진
- 국내적으로도 온실가스 감축 노력을 위해 항공사의 자발적 협약, 온실가스·에너지 목표관리제, EU-ETS 등이 시행
- 한국공항공사, 인천국제공항공사 배출량 관리: 공항시설의 온실가스 배출은 건물부문으로 포함되어 감축목표 설정 및 관리

○ 에너지 온실가스 목표관리제

- 온실가스 · 에너지 목표관리제는 온실가스 배출량 또는 에너지사용량에 대한 목표를 설정하고 온실가스 목표의 효율적 달성을 위하여 관리업체와 배출량 목표를 설정하여 실적에 대한 MRV(산정 · 보고 · 검증)을 통해 인센티브와 페널티(개선 명령 및 과태료)를 부과하는 정부협약(Negotiated Agreements)

〈표 3〉 에너지 온실가스 목표관리제

구분	내용
감축 대상	국내 항공운송 온실가스 배출량
근거 법령	녹색성장기본법 제42조 및 동법 시행령 제26조/ 온실가스·에너지 목표관리운영 등에 관한 지침
대상 항공사 및 범위	- 2011년까지 대한항공, 아시아나 항공[16] - 2012년부터 진에어, 에어부산, 제주항공, 이스타 항공 - 2015년부터 진에어, 티웨이항공 - 2015년부터 배출권거래제 시행: 대한항공, 아시아나, 에어부산, 제주항공, 이스타항공
감축·보고대상 온실가스	CO_2, CH_4, N_2O
감축목표 설정	- 총량방식 - 우리나라 온실가스 감축목표('20 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축), 국가 감축목표를 고려한 부분별 목표 설정
감축 적용 기준	항공사 총 배출량에 따라 차등적용[17]
감축목표 달성 혜택	목표에 초과 달성 시 인센티브 적용(향후 배출권거래제가 시행되면 조기 감축실적 인정 등), 목표에 미달한 경우 과태료 부과

출처 : 온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침

16) 2010년 9월 온실가스 배출량 125 kton 이상, 에너지 소비량 500TJ 이상인 사업체
17) * 메탄, 아산화질소 배출량을 지구 온난화지수를 적용하여 이산화탄소 등가배출량으로 환산
* 사업장 CO_2eq 총 배출량의 5%로 설정. 단, 총 배출량이 50만 CO_2eq이상인 사업장에는 2% 설정

○ 자발적 감축협약

- 국토교통부와 항공운송사업자간의 자발적 협약 (VA, Voluntary Agreements)을 체결 및 검증평가기관의 이행실적 검증을 통해 항공온실가스 저감활동을 자발적으로 촉진하기 위한 제도

〈표 4〉 자발적 감축 협약

구분	내용
감축 대상	- 국제 항공운송 온실가스 배출량
근거 법령	- 저탄소녹색성장기본법 제53조 및 같은 법 시행령 제41조 - 항공부문 온실가스 저감활동 촉진을 위한 자발적 협약 운영에 관한 지침('11. 2)
대상 항공사 및 범위	- 1차 협약(2010. 8. 1 - 2011. 7.31): 대한항공, 아시아나 항공, 제주항공 - 2차 협약(2012. 1. 1 - 2012.12.31)[18]: 기본 3사 외 진에어, 에어부산, 이스타 에어 - 3차 협약(2013. 1. 1 - 2013.12.31)기본 3사 외 진에어, 에어부산, 이스타 에어, 티웨이항공 - 4차 협약(2014. 1. 1 - 2014. 12. 31)기본 3사 외 진에어, 에어부산, 이스타 에어, 티웨이항공 - 5차 협약(2015. 1. 1 - 2016. 12. 31)기본 3사 외 진에어, 에어부산, 이스타 에어, 티웨이항공
감축·보고대상 온실가스	- CO_2
감축목표 설정	- 연료효율 향상 - ICAO(연료효율 연 2% 향상), IATA(연료효율 연 1.5% 향상), 자발적감축협약(연료효율 연 X% 향상) - 1차 협약: 대한항공(2.5%), 아시아나항공(2.5%), 제주항공(4%) - 실적: 대한항공(3.09%), 아시아나항공(5.76%), 제주항공(7.6%) - 2차 협약: 대한항공(2%), 아시아나항공(2%), 제주항공(3%), 진에어(3%), 에어부산(3%), 이스타 에어(3%) - 3차 협약: 대한항공(2%), 아시아나항공(2%), 제주항공(3%), 진에어(3%), 에어부산(3%), 이스타 에어(3%), 티웨이항공(3%) - 4차 협약: 대한항공(2%), 아시아나항공(2%), 제주항공(3%), 진에어(3%), 에어부산(3%), 이스타 에어(3%), 티웨이항공(3%) - 5차 협약[19]: 대한항공(2%), 아시아나항공(2%), 제주항공(3%), 진에어(3%), 에어부산(3%), 이스타 에어(3%), 티웨이항공(3%)
감축 적용 기준	- 항공사 총 배출량에 따라 차등적용 (총 배출량 50만 톤을 기준으로 이하인 사업체는 5%, 이상인 사업체는 2% 적용)[20]
감축목표 달성 혜택	인센티브 제공[21]

출처 : 국토교통부, 항공온실가스 감축을 위한 자발적협약 이행매뉴얼, 2012
국토교통부, 온실가스 감축 "7개 국적항공사 모두 참여", 보도자료(2014.09.24)

○ 국가이행계획(State's Action Plan)

- ICAO 37차 총회 결의안에 따라 우리나라 State Action Plan을 2012년 6월 제출했으며, 2015년 6월 제출 예정
- 항공신재생에너지 도입, 신형항공기 도입, 항공교통관리 및 인프라 개선(성능기반항행(PBN)도입, 단축항로 이용, 수직분리간격(RVSM) 축소 등), 항공기의 효율적인 운영 등

〈표 5〉 제1차 국가이행계획

구분	세부내용
배출전망	- 추가적인 감축노력이 없는 경우를 가정하여 과거 추세에 따른 미래의 배출량으로 항공산업의 성장에 따라 지속적 증가 예상
감축목표	- 2020년까지 연평균 약 1.3% 연료효율을 개선하여 배출전망치(BAU) 대비 2020년 기준 258만 톤(12.36%), 2050년 기준 1,052만 톤(30.1%) 감축
감축수단	- 국토부(성능기반항행(PBN)도입 등), 공항공사(지상전원공급장치(GPU) 설치) 및 항공사(항공기 교체, 엔진세척, 무게경량화 등) 소관 10개 수단으로 2020년까지 연평균 48만 톤의 연료 절감, 152만 톤의 온실가스 절감 • 친환경 항공기 도입 • 엔진세척 • 단일엔진 활주 • 항공사 비용지수(CI, Cost Index) 개선 • 공회전 역추진 • 법정 보정연료 개선 • 경량 단위적재용기(ULD, Ultra Light Device) 사용 • 단축 항로 확대 • 항공기 보조동력장치(APU, Auxiliary Power Unit) 사용 억제 • 성능기반항행(PBN, Performance Based Navigation) 도입

출처 : 국토교통부, 항공부문 온실가스 감축 국가이행계획 수립 연구, 2012

18) 티웨이 항공은 2010년 9월에 취항한 관계로 2012년 이후 협약 체결 예정
19) 5차 협약부터 2년 단위로 설정하며, 국제선 부문만 감축 협약 체결
20) 감축목표 산정을 위한 과거 배출량 기준('07-'09)을 정부·교통안전공단·항공사 합동회의에서 결정
21) 연료효율 최우수 및 최대 연료효율 개선 협약기업에게 국토교통부 장관 표창 인센티브 제공. 또한 2014년 3월 1일부터 자발적 감축협약 이행결과를 국제항공운수권 배분의 평가 배점에 적용하고, 그 이전까지는 모든 항공사에 기본점수 4.0점 부여

2. 항공 온실가스 보고 포털 시스템 아키텍처 기획(안)

1) 항공 온실가스 보고 포털 시스템 정의

❑ 시스템 요구사항

○ 항공 온실가스 보고 포털의 주요 개발 범위[22)]

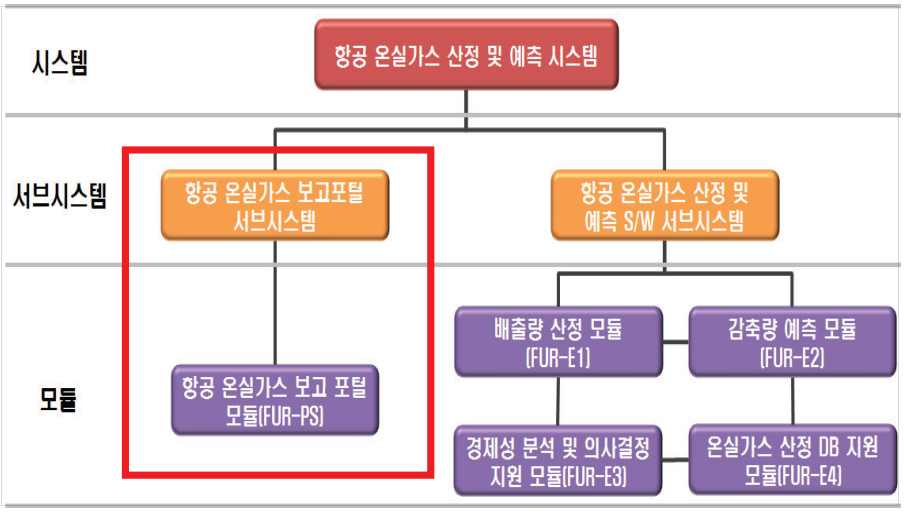
- 항공부문 국가 온실가스 정보 관리 표준 데이터 체계 수립 및 시스템 개발
- Tier 3b 온실가스 배출량의 신뢰성 강화를 위한 항공부문 Tier 1, Tier 2 온실가스 정보 관리 체계 구축
- 항공 온실가스 정보의 정부, 연구기관, 항공사 고유 및 효율적 업무지원을 위한 통합 온실가스 정보관리 체계 구축
- 항공분야 국내/외 정책 대응 사항 관련 정보의 표준 데이터베이스화 관리
- 자발적협약, 국제 배출권거래제 등 국내/외 온실가스 규제 대응 관리를 위한 항공사 인벤토리 관리 기능 개발

❑ 시스템 기능 구조 기획

○ '항공 온실가스 보고 포털 서브시스템'은 국가 항공 온실가스에 대한 배출정보 표준 데이터 플랫폼으로서 국내항공사의 국내·외 온실가스 규제 대응을 할 수 있는 통합 관리가 가능한 모듈이 서브시스템으로 구현

○ 항공 온실가스 보고 포털은 각종 항공 온실가스 규제 및 정보를 관리하는 웹기반의 '항공통계, 정책대응, 기준정보, 레포팅 모듈과 항공사별 배출량 산정 및 보고를 지원하는 '항공사용 인벤토리 프로그램 모듈'의 서브 모듈로 구성[23)]

22) 항공 온실가스 요구도 조사 및 분석 결과
23) 항공 온실가스 요구도 조사 및 분석 결과



출처 : 한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, p.3.

〈그림 3〉 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 구성

〈표 6〉 항공온실가스보고 포털 모듈 구분

모듈		업무	업무범위	비고
항공온실가스 보고	항공 통계/정책대응/기준정보/레보팅 모듈	S/W 개발	- 각종 항공 온실가스 규제 및 정보를 관리하는 웹 기반 포털 모듈로 항공통계, 정책 대응, 기준정보 및 레포팅 등에 대한 통합관리 시스템 개발	
	항공사 인벤토리 모듈		- 항공사별 배출량 산정 및 보고 지원을 위한 온실가스 기초데이터 검색/추출/관리기술 개발	

○ 항공통계/정책대응/기준정보/레포팅 모듈

- 국가인벤토리보고서(NIR)에 활용될 수 있는 항공유 및 국제벙커링 소비량을 연 단위로 관리하며 이를 통해 Tier 1 배출량 산정
- 각종 항공통계 데이터와 연계를 통한 맞춤형 정보 제공

○ 항공사 인벤토리 관리 프로그램

- 항공사 온실가스 관리체계 구축을 지원하고, 항공자발적협약 및 국내/국제 배출권거래제와 관련된 효율적 대응 업무 수행 지원
- 에너지 DB 구축을 통해 배출권 할당에서 인증 및 제출까지의 배출권거래제 요구 지침을 만족하고, 에너지 관리 및 온실가스 배출량 산정, 감축사업 등 관련 업무관리 지원
- 다국어 지원 및 모든 목록/기능에 엑셀 다운로드 기능 개발

○ 시스템 개발을 위해 기능 정의, 기능확정, 개발, 테스트의 과정을 수행함

- 세부 시스템에 대한 기능 및 모듈설계가 완료된 후, 기능 정의가 선행되고 개발팀의 검토 및 보완 작성 후 협의하여 확정함
  - 기능 정의에는 시스템 기능 정의, 기능 간의 데이터 및 사용자 작업 연계 흐름 설계를 진행하고 각 기능별 상세설계를 수행하는 화면설계 및 데이터 분류체계 정의를 통한 화면 컨텐츠 정의, 프로세스 및 계산식 정의가 포함됨
- 기능별 요구사항과 데이터 정의에 기반하여 화면에 표출되어야 하는 구체적 기능을 설계하고, 주요 기능을 중심으로 화면의 구성설계를 진행하고 시스템의 모습을 예측할 수 있는 프로토타입 개발 및 확정 후 실제 개발을 진행함
  - 프로토타입의 화면을 바탕으로 DB 설계
  - 실제 화면과 DB 프로시저 개발 수행
- 세부 시스템의 개발에 따라 단위 테스트 및 통합 테스트를 통해 시스템의 오류 및 수정사항을 확인하고 이를 보완함

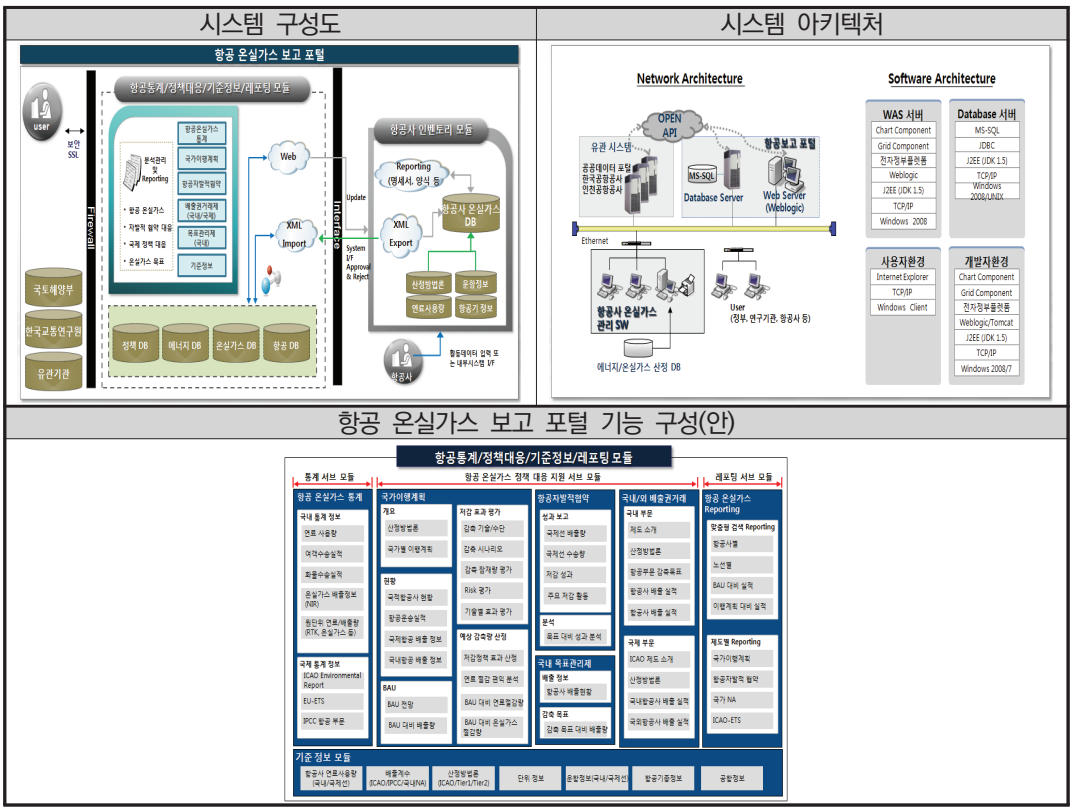
❑ 시스템 구성도

○ 시스템 구축 환경은 개발될 시스템과 관련된 DB 시스템을 포함하고 있으며, 시스템 구성도는 다음과 같음

○ 전자정부 플랫폼을 반영, 공공데이터 포털의 유기적 연계 및 표준 온실가스 산정 방법론을 적용하여 각종 항공 온실가스 규제 및 정보관리가 용이한 최신의 아키텍처로 구성

○ 항공온실가스 보고 포털은 국내/외 관련 규제 정보 및 산정 방법론에 대한 활동자료(연료 소비량, 운항정보 등)을 통해 배출량, 감축 목표 등에 대해 통합 관리될 수 있도록 구현함

〈표 7〉 시스템 구성



2) 논리적 아키텍처 기획

○ 기초 데이터 목록에 근거한 항공 온실가스 보고 포털 시스템 모듈 설계[24)]

- 항공통계모듈: 국내/외 항공수송실적, 공항별·항공사별·국가별 항공 통계, 온실가스 배출량 통계
- 정책지원모듈: 항공유 사용량(국적항공사의 국내선/국제선), 에너지 사용량(시설 에너지 사용량), 수송량(국내선/국제선, 여객/화물), NA 정보(배출권 할당량, 국가 NA 온실가스 배출량), 국제배출권 거래제 정보
- 기본정보: 배출계수, 항공정보(공항, 항공기, 표준무게, 대권 거리 등), 에너지(단위환산계수, 국가발열량계수, 연료정보, 항공유비중관리 등)

24) 항공 온실가스 요구도 조사 및 분석 결과

❑ 데이터 수집·저장 계획 – 데이터 현황 분석

○ 항공통계모듈

- 대상 데이터 확정 : 국적 항공사의 국내/국제노선에 대한 항공 수송 실적, 국적 항공사의 항공유 소비 실적 데이터
- 데이터 수집 가능성 : 정부 및 연구계에서 생성되어 활용되고 있는 공공데이터로서 수집 가능
  - 각 정부 부처 간의 협조 및 연구계의 협조 필요, 따라서 관련 전문가 T/F 구성을 통해 데이터 협조 체계 구축
- 사전 테스트 데이터 수집
  - (테스트 데이터 수집 시기) 2015-2016
  - (테스트 데이터 점검 사항) 네트워크 트래픽 문제, 데이터 누락 여부, 정확성(원본 데이터와 샘플데이터 비교), 보안성(개인정보 포함 여부) 등
  - 테스트 수행 결과에 따라 필요시 수집방법 보완 또는 변경
- 데이터 수집 방법 : Crawling, FTP, Open API, 실시간 Streaming, Log Aggregator, RDB Aggregator 등 주요 기능에 따른 수집 기술 활용
- 데이터 수집 시기 : 년 단위 데이터 수집 시행
- 데이터 처리
  - (데이터 필터링) 사전 테스트를 통한 오류 발견, 보정, 삭제 및 중복성 검사 등 필터링 과정을 거쳐 최적화 필터링 기준 설정
  - (데이터 변환) 다양한 형식으로 수집 된 데이터를 분석에 용이하도록 일관성 있는 형식으로 변환
  - (데이터 통합) 출처가 다른 상호 연관성이 있는 데이터들을 하나로 결합하는 기술로 다음 사항들을 고려

    가. 데이터 통합 시 동일한 데이터가 입력 될 수 있으므로 연관관계 분석 등을 통해 중복 데이터를 검출 할 것

    나. 데이터 통합 전·후 수치·통계 등 데이터 값들이 일치 할 수 있도록 검증

    다. 통합 대상 entity가 통합 이후에 동일한지 여부를 확인하기 위한 동일성 검사 수행

    라. 표현 단위(파운드와 kg, inch와 cm, 시간 등) 등 서로 다른 방식에 대해 표현을 일치할 수 있도록 변환

• (데이터 연계) NARMI(통합안전시스템) 및 KOTEMS(교통부문 온실가스 관리시스템) 내 항공 온실가스 관련 Tier 1, 2 급 통계 데이터의 연계 체계 구축

- 보안 : 수집 시 개인정보를 미포함하고 있음. 시스템 자체 보안 체계 구축(사용자 인증, 개인 정보 암호화 등)

• (접근통제, 차단, 인증, 암호화 등) '개인정보 암호화 조치 안내서 1.0(행정안전부, 2012) 등 참조

• (개인정보 처리) 개인정보보호법, 안행부 '공공정보 개방·공유에 따른 개인 정보 보호 지침'(2013.09) 등 참조

• (예시) 개인정보보호법 및 공공정보 개방 공유에 따른 개인정보보호 지침 등을 활용하여 데이터 유형별로 비식별화가 필요한 키워드 생성 / 개인정보 비식별화 적용 시 식별 및 비식별화 처리가 용이하도록 Keyword 단위의 데이터로 분할 적용

- 정확성: 국내/외 항공수송실적, 인천공항 항공사별·공항별·국가별 통계, 한국공항 수송실적, 항공유 소비량, 국제벙커링, 항공사 온실가스 배출량 데이터 포함

〈표 8〉 항공통계 모듈 데이터 수집·저장 계획

구분	데이터명	관리 기관	입력방식	비고
국내항공 통계	국내/외 항공수송실적 통계	국토교통부	Open-API	
	인천공항 항공사별 통계	인천국제공항공사	Open-API	
	인천공항 공항별 통계	인천국제공항공사	Open-API	
	인천공항 국가별 통계	인천국제공항공사	Open-API	
	한국공항 수송실적 통계	한국공항공사	Open-API	
	항공유소비량(연간)	에너지경제연구원	시스템입력	석유류 수급통계
	국제벙커링(연간)	에너지경제연구원	시스템입력	석유류 수급통계
	항공사 온실가스 배출량(연간)	온실가스종합정보센터	시스템입력	

○ 정책지원모듈

- 대상 데이터 확정 : 국적 항공사의 연료 사용량, 에너지 사용량, 수송실적, 온실가스 배출권 할당량 데이터

- 데이터 수집 가능성 : 국적항공사에서 보유하고 있는 사적 데이터로서 데이터 협조 체계 구축

• 항공사와의 데이터 협조 체계 구축 필요: 자발적협약, 배출권 거래제, G-MBMs 등을 지원하기 위해서는 항공사 데이터가 필수적
• 정부 데이터인 NARMI(통합안전관리시스템)내 항공온실가스 데이터(목표관리제, 자발적협약, 항공 온실가스 통계) 이관 필요

- 사전 테스트 데이터 수집
• (테스트 데이터 수집 시기) 2015-2016
• (테스트 데이터 점검 사항) 네트워크 트래픽 문제, 데이터 누락 여부, 정확성(원본 데이터와 샘플데이터 비교), 보안성(개인정보 포함 여부) 등
• 테스트 수행 결과에 따라 필요시 수집방법 보완 또는 변경
- 데이터 수집 방법 : Crawling, FTP, Open API, 실시간 Streaming, Log Aggregator, RDB Aggregator 등 주요 기능에 따른 수집 기술 활용
- 데이터 수집 시기 : 년 단위 데이터 수집 시행
- 데이터 처리
• (데이터 필터링) 사전 테스트를 통한 오류 발견, 보정, 삭제 및 중복성 검사 등 필터링 과정을 거쳐 최적화 필터링 기준 설정
• (데이터 변환) 다양한 형식으로 수집 된 데이터를 분석에 용이하도록 일관성 있는 형식으로 변환
• (데이터 통합) 출처가 다른 상호 연관성이 있는 데이터들을 하나로 결합하는 기술로 다음 사항들을 고려

가. 데이터 통합 시 동일한 데이터가 입력 될 수 있으므로 연관관계 분석 등을 통해 중복 데이터를 검출 할 것

나. 데이터 통합 전·후 수치·통계 등 데이터 값들이 일치 할 수 있도록 검증

다. 통합 대상 entity가 통합 이후에 동일한지 여부를 확인하기 위한 동일성 검사 수행

라. 표현 단위(파운드와 kg, inch와 cm, 시간 등) 등 서로 다른 방식에 대해 표현을 일치할 수 있도록 변환

• (데이터 연계) NARMI(통합안전시스템) 및 KOTEMS(교통부문 온실가스 관리시스템) 내 항공 온실가스 관련 Tier 1, 2 급 통계 데이터의 연계 체계 구축

향후 Global Market Based Measures 시작 시 ICAO 데이터 연계 필요

- 보안 : 수집 시 개인정보를 미포함하고 있음. 시스템 자체 보안 체계 구축(사용

자 인증, 개인 정보 암호화 등)

- (접근통제, 차단, 인증, 암호화 등) '개인정보 암호화 조치 안내서 1.0(행정안전부, 2012) 등 참조
- (개인정보 처리) 개인정보보호법, 안행부 '공공정보 개방·공유에 따른 개인 정보 보호 지침'(2013.09) 등 참조
- (예시) 개인정보보호법 및 공공정보 개방 공유에 따른 개인정보보호 지침 등을 활용하여 데이터 유형별로 비식별화가 필요한 키워드 생성 / 개인정보 비식별화 적용 시 식별 및 비식별화 처리가 용이하도록 Keyword 단위의 데이터로 분할 적용

- 정확성: 국적항공사의 항공유 사용량, 항공사 시설 에너지 및 공항 시설 에너지 사용량, 국내/국제선 여객 수송실적, NA 정보 데이터 포함

〈표 9〉 정책지원 모듈 데이터 수집·저장 계획

구분	데이터명	관리 기관	입력방식	비고
항공유 사용량	국적항공사 국내선 연료사용량	국적항공사	시스템입력	
	국적항공사 국제선 연료사용량	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
에너지 사용량	국적항공사 시설 에너지 사용량	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
	공항 에너지 사용량	인천국제공항공사/ 한국공항공사	시스템입력	
수송량	국내선 여객수송실적	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
	국제선 여객수송실적	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
	국내선 화물수송실적	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
	국제선 화물수송실적	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
NA정보	배출권 할당량	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
	국가 NA 온실가스 배출량	국적항공사	시스템입력	항공지원모듈 연계
국제 배출권거래	국가 배출권 할당량	-	시스템입력	향후 ICAO 연계
	국적항공사별 배출권 할당량	-	시스템입력	향후 ICAO 연계

○ 항공 온실가스 지원 모듈

- 항공통계모듈, 정책지원모듈, 기준정보모듈과 연계하여 데이터 필터링/변환/정제/표출

〈표 10〉 항공 온실가스 지원 모듈 데이터 수집·저장 계획

구분	데이터명	연계 시스템 정의	입력방식	비고
항공유 사용량	국내선 연료사용량		시스템입력	
	국제선 연료사용량		시스템입력	
	노선별 연료사용량		시스템입력	
에너지 사용량	고정연소 에너지 사용량		시스템입력	
	이동연소 에너지 사용량(항공기 제외)		시스템입력	
	탈루배출		시스템입력	
	간접배출(전기/열) 에너지 사용량		시스템입력	
수송량	국내선 수송실적(여객/화물)		시스템입력	
	국제선 수송실적(여객/화물)		시스템입력	
	노선별 수송실적(여객/화물)		시스템입력	
배출계수	LTO 배출계수(항공기종별)		시스템입력	기준정보 모듈 연계
	IPCC 2006 배출계수		시스템입력	기준정보 모듈 연계
	ICAO 배출계수		시스템입력	기준정보 모듈 연계
항공정보	노선정보		시스템입력	기준정보 모듈 연계
	공항정보		시스템입력	기준정보 모듈 연계
	항공기종정보		시스템입력	기준정보 모듈 연계
	운항거리		시스템입력	기준정보 모듈 연계
국가NA	국가 NA 배출권 할당량		시스템입력	
	국가 NA 목표관리제 감축목표		시스템입력	
	이행계획 관리		시스템입력	
국제 배출권거래	ICAO 국제 배출권 할당량		시스템입력	
	이행계획 관리		시스템입력	

○ 기준정보모듈

- 대상 데이터 확정 : 항공 온실가스 배출계수, 항공 관련 기초 정보, 에너지 관련 기초 정보 데이터
- 데이터 수집 가능성 : 정부 및 연구계에서 생성되어 활용되고 있는 공공데이터로서 수집 가능
  - 오픈된 공공데이터로서 활용이 가능하며, IPCC 데이터 수집 활용 체계 구축
- 사전 테스트 데이터 수집
  - (테스트 데이터 수집 시기) 2015-2016
  - (테스트 데이터 점검 사항) 네트워크 트래픽 문제, 데이터 누락 여부, 정확성(원본 데이터와 샘플데이터 비교), 보안성(개인정보 포함 여부) 등
  - 테스트 수행 결과에 따라 필요시 수집방법 보완 또는 변경
- 데이터 수집 방법 : Crawling, FTP, Open API, 실시간 Streaming, Log Aggregator, RDB Aggregator 등 주요 기능에 따른 수집 기술 활용
- 데이터 수집 시기 : 년 단위 데이터 수집 시행
- 데이터 처리
  - (데이터 필터링) 사전 테스트를 통한 오류 발견, 보정, 삭제 및 중복성 검사 등 필터링 과정을 거쳐 최적화 필터링 기준 설정
  - (데이터 변환) 다양한 형식으로 수집 된 데이터를 분석에 용이하도록 일관성 있는 형식으로 변환
  - (데이터 통합) 출처가 다른 상호 연관성이 있는 데이터들을 하나로 결합하는 기술로 다음 사항들을 고려

    가. 데이터 통합 시 동일한 데이터가 입력 될 수 있으므로 연관관계 분석 등을 통해 중복 데이터를 검출 할 것

    나. 데이터 통합 전·후 수치·통계 등 데이터 값들이 일치 할 수 있도록 검증

    다. 통합 대상 entity가 통합 이후에 동일한지 여부를 확인하기 위한 동일성 검사 수행

    라. 표현 단위(파운드와 kg, inch와 cm, 시간 등) 등 서로 다른 방식에 대해 표현을 일치할 수 있도록 변환
  - (데이터 연계) NARMI(통합안전시스템) 및 KOTEMS(교통부문 온실가스 관리시스템) 내 항공 온실가스 관련 Tier 1, 2 급 통계 데이터의 연계 체계 구축

- 보안 : 수집 시 개인정보를 미포함하고 있음. 시스템 자체 보안 체계 구축(사용자 인증, 개인 정보 암호화 등)
  - (접근통제, 차단, 인증, 암호화 등) '개인정보 암호화 조치 안내서 1.0(행정안전부, 2012) 등 참조
  - (개인정보 처리) 개인정보보호법, 안행부 '공공정보 개방·공유에 따른 개인 정보 보호 지침'(2013.09) 등 참조
  - (예시) 개인정보보호법 및 공공정보 개방 공유에 따른 개인정보보호 지침 등을 활용하여 데이터 유형별로 비식별화가 필요한 키워드 생성 / 개인정보 비식별화 적용 시 식별 및 비식별화 처리가 용이하도록 Keyword 단위의 데이터로 분할 적용
- 정확성: 항공 온실가스 배출계수, 항공정보, 에너지 정보 데이터 포함

〈표 11〉 기준정보 모듈 데이터 수집·저장 계획

구분	데이터명	관리 기관	입력방식	비고
배출계수	LTO 배출계수(항공기종별)	IPCC 2006	시스템입력	기준정보
	IPCC 2006 배출계수	IPCC 2006	시스템입력	기준정보
	ICAO 배출계수	ICAO GHG Guideline	시스템입력	기준정보
항공정보	공항정보	인천국제공항공사/ 한국공항공사	Open-API	기준정보
	항공기종정보	항공정보포털	시스템입력	기준정보
	표준 무게 정보	항공통계 매뉴얼	시스템입력	기준정보
	대권거리	항공통계 노선별 대권거리 표준 지침	시스템입력	기준정보
에너지정보	단위환산계수	에너지관리공단	시스템입력	기준정보
	국가발열량 계수	에너지관리공단	시스템입력	기준정보
	연료정보	에너지관리공단	시스템입력	기준정보

❑ 데이터 수집·저장 계획 – 데이터 적용[25)]

○ 데이터 추출(Extracting)

- 자료 추출: 이행 데이터 매핑 결과에 의거하여 기존 버전의 시스템에서 신 시스템으로 이행될 내용을 Flat File 형태로 추출
- 무결성 검증 : 기존 자료 체크리스트에 해당하는 내용을 검증하여 오류 자료를 자동적으로 정정하거나 에러

리스트를 산출

- 이행 평가기준 산출: 데이터 이행의 성공 여부를 판단할 수 있는 주요 항목에 대한 추출 결과를 산출하며, 주로 전체 건수, 특정 항목의 합산 결과 등을 자료 추출과정에서 산출하여 최종 자료 전환 결과와 비교

○ 데이터 전환(Mapping)

- 기본테이블 전환 : 데이터 이행 우선 순위에 의거하여 전체 데이터베이스 중 기본 테이블을 1차적으로 전환함
- 계단형(Cascade) 전환 : 기본 테이블을 참조하여 2차적인 테이블을 전환하며 기존 시스템의 관계형 데이터베이스에는 존재하지 않았던 외래키 등의 자료를 생성함.
- 이행 평가기준 산출 : 추출 과정과 동일한 기준으로 최종적인 데이터 이행 평가 기준을 산출하여 데이터 이행의 성공 여부를 평가

○ 보정(Coordination)

- 데이터 이행 결과 발생된 에러가 추출 단계부터 재작업이 불가능할 경우 에러의 심각도에 따라 시스템 내부적으로 제한적인 자료 보정 수행

○ 기존 자료 정비

- 정비 대상 자료 파악 : 기존 자료 중에서 프로그램 자체적으로 조치할 수 없는 정비 대상 자료를 파악함.
- 기존 자료 정비 : 정비 대상 자료의 리스트를 산출하여 담당자별로 통보하고 온라인 또는 배치 작업으로 기존 자료를 정비함.
- 정비 결과 점검 : 자료 정비의 결과를 자료 전환 시스템의 테스트 과정에서 검증하여 미비 사항을 보완

25) Oracle data migration(http://www.goodus.com/knowledge_pds/12%ED%9A%8C%20Data%20Migration.pdf)

3) 시스템 운영 환경 기획

○ 시스템 운영 목적

- 국가 항공 온실가스 배출정보 통합관리체계 구축을 위해 다음과 같은 목적으로 개발 추진
  - 표준 플랫폼을 통한 온실가스 정보 체계화와 Tier1, Tier2, Tier3b 대한 국가 온실가스 통계 관리체계 구축을 통한 통합정보 관리
  - 통합 체계 구축을 통한 정보 단일화 및 효율화
  - 항공 온실가스 정보의 정부, 연구기관, 항공사 간 정보공유 체계 구축
  - 국내 온실가스 규제 대응 관리 지원
  - 국제온실가스 자발적 협약 대응 및 정책 수립을 위한 데이터 관리 등 대내외 항공 온실가스 정책 수립의 기반 강화

○ R&D 기간 운영 목적 및 목표

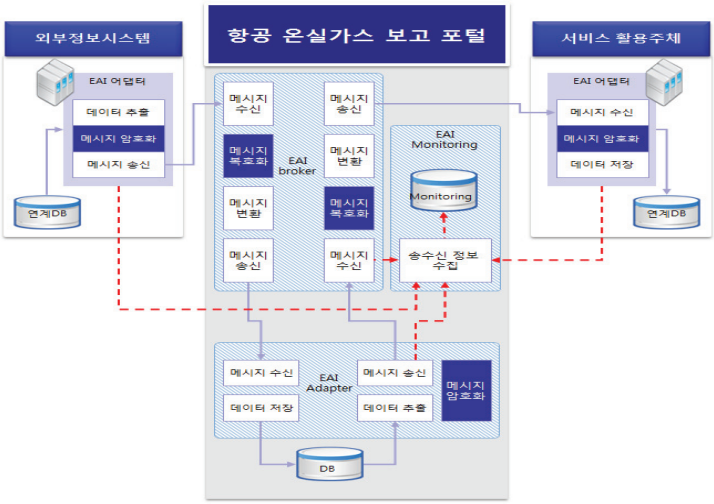
- R&D 연구 기간 동안, 점증적 완성되는 개별 시스템은 최종적으로 운영 시스템에 적재되어, 지속가능교통물류발전법 시행령 및 녹색성장 기본법에 의거한, 국가 항공부문의 온실가스 정책 지원 업무를 수행할 수 있는 업무 시스템 및 DB로서 목적별 보고 및 자료 추출을 지원 등 항공부문의 온실가스 저감 활동을 지원하여야 함
- 또한 실 행정업무를 수행하기 위한 업무 프로세스를 담당하며, 정책 및 규제에 따른 각종 보고 및 검증, 계획 수립 등 실질적 공공사업의 성격으로 운영되어야 함

○ 시스템 운영정책

- 시스템의 운영소는 R&D 기간 이후 별도로 지정되는 운영주체 및 방안에 따라 다르게 결정될 수 있음
- 시스템은 최소사양 운영됨을 전제로 하여 운영 시스템 사양 및 규모 산정을 수행함
- 공통자원을 최대한 활용하며, 기존의 운영 플랫폼 자원과 최대한 호환성을 유지하도록 함
- 기타 보안 및 백업·복구, 시스템 이중화 등 서비스 연속성에 관련된 정책은 국가교통DB센터의 현황에 준하도록 함

○ 시스템 연계 환경

- 시스템 내 데이터가 시스템 간 연계에 따른 입수, 가공 및 업로드에 의해 생성되기도 하지만 외부 항공 온실가스 관련 시스템인 NARMI, KOTEMS 등과 항공정보 등의 시스템 연계에 따른 입수, 가공 및 업로드에 의해 생성될 것으로 예상됨
- 향후 시스템의 점증적 진화에 따라 데이터의 상세화, 수집주기의 단축 등의 요인으로 데이터 용량의 증가 및 시스템 간 연계가 소요될 것으로 예상되나, 구체적인 시스템 간 연계의 대상 시스템 및 정보 특정에 어려움이 있음
- 따라서 시스템 연계의 특징은 향후 확정될 연계 시스템의 수와는 관계없이 불특정적인 성격을 가지고 있으며, 불특정의 외부 네트워크 자원과 정보를 손쉽게 교환하기 위하여 아래의 연계 특징의 필요성이 예상됨
  - 네트워크 연결은 통상적인 TCP/IP 통신환경을 기준으로 함
  - 통합관리시스템이 서버인 통신구조, 즉, 통합관리시스템을 기준으로 인바운드 통신을 사용함으로서, 불특정 외부 네트워크에서 라우팅 및 방화벽 확인과 개통에 소요되는 절차를 단순화함
  - 구현이 간단하고 잘 알려진 통신 방법을 채택함
  - 네트워크 구간 암호화는 SSL (Secured Socket Layer) 방식 등 잘 알려진 방식을 사용하며, 하이재킹 등에 의한 침해 가능성을 최소화하는 수준에서 적용하되, 통신 주체의 검증 등 인증(Authentication)과 허가(Authorization), 식별(Identification)에 소요되는 암호화 및 복호화는 통상 네트워크 상위레벨, 즉 OSI Layer 4 이상의 프로토콜에 적용함
- WEB용 데이터 관리 및 서식 표준화
  - 각종 코드, 유사 EDI 문서 통합, 서식 표준화 및 그래픽 유저 인터페이스(GUI)의 효율적인 활용을 통한 프로그램 개발로 사용자 편리성 향상
- 네트워크간 연계
  - 연계한 데이터를 항공정보포털, NARMI, KOTEMS 등 타 정보시스템에 EAI 통해 제공하여 활용
- 외부기관과의 Web Service를 통한 정보 공유 및 연계
  - 국내외 항공 전문기관, 해외 정부기관, 해외 공항당국 등 국제기구의 항공 환경 분야 주요 이수 및 데이터 공유/연계



〈그림 4〉 데이터 수집 및 연계

○ 시스템 사용자 및 운영조직

- 시스템 운영 조직은 통합관리시스템의 인프라를 안정적으로 운영·관제하며, 데이터베이스를 유지관리하고, 유관된 정보의 연구와 정책 및 기술의 변화에 따라 시스템 내의 응용 구현물과 데이터베이스 구조를 갱신하는 것을 주요한 업무로 하며, 데이터의 수집 및 외부 제공에 있어서 기술적 가이드 및 시험을 수행하는 역할을 포함함

• 전문사용자 : 정부, 정부 지원 기관 및 항공사는 온실가스 감축 관련 정책 업무 수립 및 이행을 위한 분석 등을 위해 본 시스템 사용

• 운용자 : 상용화 기관, 유지보수 기관 및 시스템 운용 기관은 본 시스템의 판매 및 시스템 구동을 위한 장비 및 S/W 유지보수 담당

• 일반 사용자 : 대학, 지자체, 관련 민간단체 및 공항공사 등 기관별 목적달성을 위해 본 시스템 사용

○ 시스템 사용자 및 운영자 특성

- 정부기관

• 온실가스 감축 목표 설정 및 항공사의 감축 목표 달성 관리 및 평가

• 항공 온실가스 감축 이행실적 관리

• BAU 산정 및 항공부문 국가 중장기 배출량 예측 등 항공 온실가스 감축 국가이행계획(State's Action Plan) 수립 및 효율적 운용을 위한 정책 수립

• 국내/외 항공부문 배출권거래제 대응 현황 및 분석을 통해 시장기반체제 (Market Based Measures) 추진에 있어 국제 항공부문 온실가스 모니터링, 배출량 검증 지원 및 탄소상쇄, 배출권 거래제도 도입・시행・지원

- 정부 지원 기관

• 온실가스 자발적 감축협약 및 국내/외 배출권거래 및 목표관리제 관리 툴로 사용

• 국내/외 항공 온실가스 통계 및 각종 항공통계와 연계한 원단위 관리 데이터 제공 및 온실가스 감축량 예측 분석 도구로 활용

• 온실가스 감축 이행계획서 평가・참여 항공사가 제출한 이행계획상의 온실가스 배출량, 연료 절감 계획 등 적절성 평가를 통한 검증 활동 수행

- 항공사

• 온실가스 자발적 감축협약 및 국내/외 배출권거래제 및 목표관리제들에서 할당받은 목표 대비 배출현황 및 감축 분석을 통한 목표 달성을 위한 감축계획 수립

• 온실가스 자발적 감축협약 및 국내/외 배출권거래제 및 목표관리제 보고 툴로 사용

- 일반사용자(공항, 운영조업사/소형 항공기 운영 등)

• 공항별 국내 배출권 및 목표관리제 대응

• 온실가스 산정 관리 지원

3. 연구결과의 활용방안 및 기대효과

1) 연구의 활용방안

○ 항공 온실가스 통계

- Tier 3B급 항공부문 온실가스 배출량 추정
- (구분) 연도별, 항공기 기종별, 국내·국제 비행, 항공용 바이오연료 적용, 다양한 감축 수단별 추정
- 온실가스 배출량 및 저감잠재량 장래 예측
- 항공기 연료 소비량 및 예상 연료 감축량 추정
- 항공부문 온실가스 감축 목표 설정 및 감축계획 수립

- 통계자료의 품질 / 검증

○ 온실가스 목표관리제

- 저탄소 녹색성장 기본법에 근거
- 산업의 온실가스 감축목표 설정 및 목표관리 추진
  - (정부) 온실가스 감축 목표 설정 및 항공사의 감축 목표 달성 관리·평가
  - (항공사) 온실가스 감축 목표 달성을 위한 감축 계획 수립 및 시행

○ 항공부문 온실가스 자발적 감축 협약

- 국토교통부 자발적 협약 운영에 관한 지침 근거
- 정부(국토교통부)와 항공운송사업자 간의 협약을 체결하고, 검증평가기관의 이행실적 검증을 통해 항공 온실가스 저감 활동을 자발적으로 촉진
  - (정부) 온실가스 감축 목표 설정 및 온실가스 감축 이행실적 관리
  - (항공사) 온실가스 감축 이행계획서 수립 및 시행
  - (교통안전공단) 온실가스 감축 이행계획서 평가 - 참여 항공사가 제출한 이행계획 상의 온실가스 배출량, 연료 절감 계획 등 적절성 평가를 통한 검증 활동 수행

○ 국가이행계획(State's Action Plan)

- 국제항공의 온실가스 감축을 위한 국가이행계획을 ICAO에 제출
- 우리나라에 적합한 온실가스 감축 계획 수립 및 시행, 검증
  - (정부) 온실가스 감축 계획 수립 및 효율적 운영을 위한 정책 수립
  - (항공사) 항공기교체, 효율적인 운영 등
  - (공항) 항공교통관리 및 인프라 개선

○ 시장기반조치(Market Based Measures) 추진 정책

- ICAO 제38차 총회에서 국제 시장기반조치 시행에 동의하였으며, 이는 모니터링(Monitering), 보고(reporting), 배출량 검증(verification of emission) 등이 포함
  - (정부) 국제 항공부문 온실가스 모니터링, 배출량 검증, 탄소상쇄, 배출권 거래제도 지원
  - (항공사) 국제 배출권 거래 규제에 대한 효율적 대응 업무 지원

2) 연구의 기대효과

○ 국가 항공온실가스 배출정보의 통합 관리체계 구축

- 국토교통부에서 시행하는 항공부문 온실가스 통계 조사(연 1회 시행) 및 항공부문 국가 이행계획(매 3년마다 1회 시행)과 환경부의 배출권거래제 및 목표관리제, 항공사 자발적 협약의 대응이 가능함

○ 정확한 배출정보 산정에 따라 사용자의 각종 정책 수립, 집행, 효과분석 등의 근거자료로 활용이 가능해짐

- 항공온실가스 배출량 예측의 근거자료로 정부 관리주체인 국토교통부 담당자들이 성과지표와 목표를 설정하여 계획을 수립하는데 활용할 수 있음
- 배출시설 관리 및 감축목표, 이행계획 관리와 배출량 산정 및 분석을 통해 목표관리제 및 배출권 거래제 등의 온실가스 규제 대응을 위한 근거자료로 활용 가능함

참고문헌

〈국내 문헌〉

○ 국토교통부, 온실가스 감축 “7개 국적항공사 모두 참여”, 보도자료(2014.09.24)

○ 국토교통부, 기후변화 대응 항공 온실가스 감축 기술 개발 기획, 2013

○ 국토교통부, 항공온실가스 감축을 위한 자발적협약 이행매뉴얼, 2012

○ 국토교통부, 항공부문 온실가스 감축 국가이행계획 수립 연구, 2012

○ 국토교통부, 항공부문 온실가스 자발적 감출협약 협의회 회의자료, 2010. 7

○ 온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침

〈국외문헌〉

○ CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

○ EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

〈웹페이지〉

○ http://www.icao.int/

○ www.eurocontrol.int

○ www.cate.mmu.ac.uk

항공안전기술개발사업

항공 온실가스 보고 포털 개발 시스템 아키텍처 기획(안) 보고서

성과물 (A-1-②)

2015.8.21

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국교통연구원
위탁연구기관 / 솔루티스

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

항공안전기술개발사업

항공 온실가스 보고 포털 개발 시스템 아키텍처 기획(안) 보고서

성과물 (A-1-②)

2015. 5. 30

주관연구기관 / 한국교통연구원
위탁연구기관 / 솔루티스

국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport

KAIA
국토교통과학기술진흥원
Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 "항공온실가스 산정 및 예측 시스템 개발 연구" 과제의 항공 온실가스 보고 포털 성과 보고서로 제출합니다.

2015 . 5 . 30

공동연구기관명 : 한국교통연구원
공동연구책임자 : 박 진 서
연구원 : 김 제 철
" : 심 가 람
" : 이 준 규
" : 한 익 현

위탁연구기관명 : 솔루티스
위탁연구책임자 : 강 지 훈
연구원 : 지 은 실
" : 노 기 헌 외 18명

목 차

I. 서 론 / 1

1) 연구의 배경 및 목표 / 1

2) 연구의 방법 및 전략 / 2

II. 항공 온실가스 기초데이터 요구도 조사 / 3

1) 항공 온실가스 사용자 요구도 조사 절차 / 3

2) 관련 문서 수집 / 5

3) Interview, Questionnaire, Workshop 등을 통한 사용자 요구사항 수집·조사 / 21

III. 항공 온실가스 기초데이터 요구도 분석 / 25

1) 사용자 요구사항 분석 및 도출 / 25

2) 요구사항 상세내역 작성 / 34

3) 요구사항 검증 / 48

4) 요구사항 유지보수 및 관리 / 49

IV. 결 론 / 49

참고문헌 / 51

〈부록 1〉 사용자 요구사항 면담 자료 / 52

〈부록 2〉 사용자 요구사항 회의록 / 55

〈부록 3〉 서면 요구사항 의견서 / 60

〈부록 4〉 국외출장보고서 / 70

표 목 차

〈표 1〉 요구사항 분석·적용 절차 ····· 4
〈표 2〉 사용자 요구사항 수집 기법 ····· 5
〈표 3〉 FAST 모델 ····· 7
〈표 4〉 LinClim 분석 결과 ····· 11
〈표 5〉 CATE가 활용 중인 항공 환경 모델 ····· 12
〈표 6〉 EUROCONTROL 체약국 현황 ····· 12
〈표 7〉 EUROCONTROL 주요업무 ····· 13
〈표 8〉 AEM 분석 결과 ····· 14
〈표 9〉 WISDOM 산정과정 및 분석결과 ····· 15
〈표 10〉 ALAQS 산정과정 및 분석결과 ····· 15
〈표 11〉 IMPACT 분석결과 ····· 17
〈표 12〉 국외 항공 온실가스 관련 모델 현황 비교 분석 ····· 20
〈표 13〉 국내 항공 온실가스 인벤토리 시스템 비교 ····· 21
〈표 14〉 사용자 면담 진행 절차 ····· 22
〈표 15〉 사용자 요구사항 면담 자료 ····· 22
〈표 16〉 요구사항의 종류 ····· 27
〈표 17〉 사용자 요구도 조사에 따른 요구사항 명세 ····· 29
〈표 18〉 요구사항 목록 ····· 32
〈표 19〉 요구사항 목록 구체화 ····· 33
〈표 20〉 항공사 온실가스 관리 범위 ····· 43
〈표 21〉 항공부문 온실가스 배출량 산정 방법론-IPCC ····· 44
〈표 22〉 항공부문 온실가스 배출량 산정 방법론-ICAO ····· 44
〈표 23〉 항공 온실가스 보고 포털 테스트 계획 ····· 48
〈표 24〉 항공 온실가스 보고 포털 요구사항 검증 ····· 48

그 림 목 차

〈그림 1〉 항공온실가스 보고 포털 개발 목적 ····· 2
〈그림 2〉 CTE 모델 분석 결과 ····· 8
〈그림 3〉 COMA 모델 분석 결과 ····· 9
〈그림 4〉 E-S code 모델 분석 결과 ····· 9
〈그림 5〉 PEAT 도구의 구성도 ····· 18
〈그림 6〉 AEDT 개발 흐름 ····· 20
〈그림 7〉 요구사항 분석 프로세스 ····· 26
〈그림 8〉 국가 항공부문 온실가스 규제 및 협약 관리범위 ····· 43

1. 서 론

1) 연구의 배경 및 목표

❑ 연구의 배경

○ 항공운송교통량 급증에 따른 국제적 항공기 온실가스에 대한 관심 증대
- 세계 항공 산업이 전체 온실가스 배출량의 2%를 차지하고 있어 항공부문 온실가스 배출량을 최소화할 필요성 대두
- 항공부문의 온실가스 감축을 촉진하기 위하여 ICAO는 회원국들에게 매 3년마다 항공부문 온실가스 감축을 위한 국가이행계획 제출 요구

○ ICAO 제38차 총회에서 국제 시장기반조치(MBMs, Market Based Measures)시행에 동의
- ICAO의 시장기반조치(MBMs) 추진, State Action Plan 수립요구, EU-ETS의 적용 등의 국제 기후변화 정책수단을 지원 필요

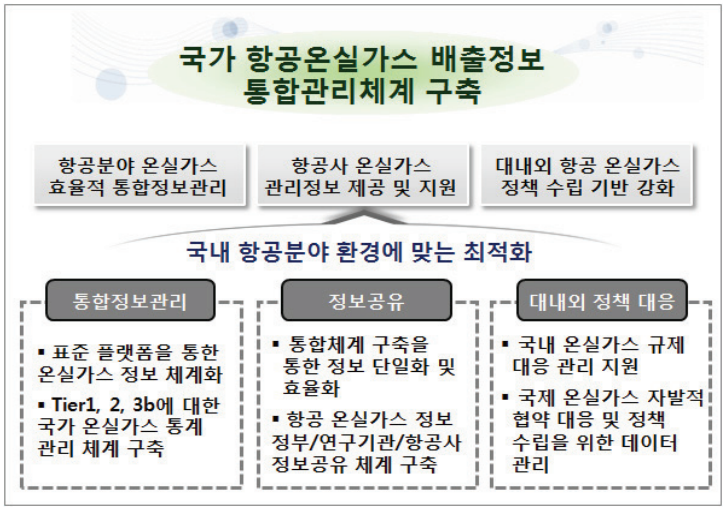
○ 우리나라 항공부문에서는 목표관리제(2011) 및 자발적 협약(2010)을 통한 온실가스 감축 정책 시행 중
- 국적 항공사는 국내 온실가스 감축 정책 뿐만 아니라 국제 온실가스 감축 정책에도 대비하기 위해 다양한 감축 노력을 진행 중

○ 이에 따라 우리나라는 국제적인 온실가스 감축 규제 정책을 지원하고, 대응하기 위해 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 개발 필요

❑ 항공 온실가스 보고 포털 연구 개발 목표

○ 본 「항공 온실가스 보고 포털」모듈 개발의 연구과제는 국가 항공온실가스 배출정보 통합관리체계 구축을 위해 다음과 같은 사항을 목적으로 개발을 추진함.
- 표준 플랫폼을 통한 온실가스 정보 체계화와 Tier1, Tier2, Tier3b 대한 국가 온실가스 통계 관리체계 구축을 통한 통합정보 관리
- 통합 체계 구축을 통한 정보 단일화 및 효율화
- 항공 온실가스 정보의 정부, 연구기관, 항공사 간 정보공유 체계 구축

- 국내 온실가스 규제 대응 관리 지원
- 국제온실가스 자발적 협약 대응 및 정책 수립을 위한 데이터 관리 등 대내외 항공 온실가스 정책 수립의 기반 강화



〈그림 1〉 항공온실가스 보고 포털 개발 목적

2) 연구의 방법 및 전략

❑ 항공 온실가스 기초데이터 요구도 조사 및 분석 연구 수행 방법론

○ 항공 온실가스 기초데이터 요구도 조사 및 분석 시행
- 국내외 항공 환경 모델 선행연구 검토를 위해 문헌조사 및 국제세미나 등 실시
- 사용자(항공사, 정부 등)면담, 관련 기관 방문, 설문조사, 자문회의 등 다양한 형태의 요구도 수집 및 조사 실시
- 면담, 설문조사, 국내외 전문가 의견 등을 기반으로 정보요구도 우선순위 분석 실시

❑ 항공 온실가스 기초데이터 요구도 조사 및 분석 연구 수행 전략

○ 항공 온실가스 기초데이터 요구도 조사
- 항공 온실가스 인벤토리 국내외 사례조사·문헌고찰
- 기존 온실가스 관련 유사 시스템 산출물 검토를 통한 연계성 및 차별성 도출

- 사용자 면담, 설문조사, 워크숍 등 다양한 형태의 자료로부터 본 과제 시스템 및 사용자 요구도 수집·조사

○ 항공 온실가스 기초데이터 요구도 분석
- 수집된 정보요구사항을 정리하고, 다양한 기법을 통한 정보요구 우선순위 분석
- 확정된 정보요구사항의 개별 사항에 대하여 세밀하게 분석하여 향후 시스템에 정확하게 반영될 수 있도록 상세화 분석
- 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 통합 플랫폼 구축 시 고려사항 및 연계 사항 등 분석
- 사용자 요구도 분석 및 검증을 통한 항공 온실가스 기초 데이터 목록 구축

2. 항공 온실가스 기초데이터 요구도 조사

1) 항공 온실가스 사용자 요구도 조사 절차

❑ 사용자 요구도 조사·분석·적용 절차

○ 단계별로 사용자 요구도 조사·분석·적용 절차 시행
- (1 단계)항공사, 정부, 연구계 등 항공 온실가스 관련 이해관계자들의 요구사항 조사 및 수집 시행
- (2 단계) 구성요소별 요구사항 분석 및 도출
- (3 단계) 항공 온실가스 시스템 관련 요구사항 상세내역 작성 및 검토 시행

〈표 1〉 요구사항 분석·적용 절차

분류기준	세부 내용	요구사항 적용 프로세스
1. 이해관계자 요구사항 수집	- 항공사, 정부, 연구계 등 관련 업체 항공 온실가스 관련 요구사항 조사 및 수집 시행	
2. 요구사항 분석 및 도출	- 시스템 요구사항	
	- 기능 요구사항	
	- 성능 요구사항	
	- 인터페이스 요구사항	
	- 데이터 요구사항	
	- 테스트 요구사항	
	- 보안 요구사항	
	- 품질 요구사항	
	- 제약사항	
	- 프로젝트 관리 요구사항	
	- 프로젝트 지원 요구사항	
3. 요구사항 상세내역 작성 및 검토	- 항공 온실가스 시스템 관련 요구사항 상세내역 작성 및 검토 시행	

출처: 지식경제부, 소프트웨어사업 요구사항 분석·적용 가이드, 2012
PTC, 요구사항 파악 및 관리 최적화, 토픽시트: 요구사항 파악 및 관리, 2009

○ 사용자 요구도 조사·분석·적용 절차 1단계인 이해관계자 요구사항 수집 절차 시행

〈표 2〉 사용자 요구사항 수집 기법

요구사항 수집 기법	상세내역	단계
관련 문서 수집	- 구현 시스템의 대상과 범위를 명확하게 정의하기 위한 기초 자료 확보 - 현행 시스템의 프로세스 구조 - 현행 시스템의 데이터 분석, 업무, 결과물 활용 등 분석	요구사항 수집 및 추출
Interview	- 상위 요구사항 도출 - 사용자 필요 파악 - 사용자 문제를 효과적으로 이해 - 의사결정자들의 프로젝트에 대한 관심과 신임 고조	
Questionnaire	- 시스템에 대한 전체 의사가 필요한 경우 - 현 시스템의 문제 파악	
Role Playing	- 사용자의 문제를 효과적으로 이해	
Workshop	- 요구사항 추출을 촉진시켜 요구사항 범위 확정 - 단기간에 집중적으로 요구사항 추출 및 피드백 확정 가능	
Brainstorming	- 짧은 시간 내 많은 양의 아이디어 획득	

출처 : DBGuide.net(http://www.dbguide.net/), 김완이, UML 이해와 실제, 요구 모델링, 2010

○ 본 과제에서는 관련 문서 수집, 현행 시스템 관련 문서 수집, Interview, Questionnaire, Workshop 등의 요구사항 수집 기법을 활용함

2) 관련 문서 수집

○ 국내외 항공 온실가스 항공 환경 모델 관련 기술개발 현황 조사 실시

❑ 국내외 항공 환경 모델 관련 기술개발 현황

가. 국외 항공 환경 모델 관련 기술개발 현황

① Centre for Aviation Transport and the Environment[1)]에서 개발·운영되고 있는

1) www.cate.mmu.ac.uk

항공 환경 모델

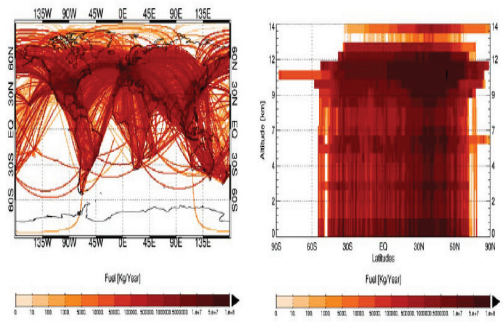
○ CATE는 지속가능한 항공 개발 및 항공 운송 시스템의 환경적 연구를 진행하기 위해 설립됨
- Global Climate Change group, Local Air Quality group, Noise and Community Impacts group 등 3개 그룹으로 연구를 진행 중에 있으며, 약 30명 정도의 연구원이 상주
- UK 정부 및 European Commission, 미국 FAA, 그 외 공항, 항공사, 항공기 제조사 및 각 항공부문의 연구자들과 긴밀하게 협력 및 지원 연구 진행

○ (주요 업무) UK 정부의 정책 지원, 국제회의의 advisor 지원, ICAO CAEP 지원(데이터 관련 연구) 등의 업무를 진행 중
- Global Climate change group은 주로 항공기에서 방출되는 비행운의 범위 및 영향, 글로벌 항공 온실가스 배출량 산정 및 시나리오 제시 등 기후변화 관련 모델 적용 연구를 진행하고 있으며, 영국정부 및 항공 관련 국제기구(ICAO CAEP)를 지원

○ FAST(Future Aviation Scenario Software Tool)
- Prof.David Lee가 주도하는 Global Climate change group에서 개발하여 연구 진행 중
- 1999년 기후변화의 영향 분석을 위해 FAST 모델 개발
- 현재 FAST 모델을 통해 시나리오 적용을 위한 ICAO CAEP 데이터 관련 연구 진행
- (input 데이터) Aircraft movements, PINO fuel usage for different aircraft types, mission distances and cruise altitude 등
- (output 데이터) CO_2, Fuel NO_x, CO, Particles, Soot and Distance Flown
- (시스템 구성) Microsoft Acess DB, Visual C+을 통한 시스템 구현
- AEDT 모델은 서버에서 운영되며, 복잡한 산정 모듈을 가지고 있으나, FAST 모델은 간단한 산정 모듈을 통해 산정시간이 AEDT와 비교하여 매우 짧음

〈표 3〉 FAST 모델

FAST(2006) 산정 결과	FAST/ AEDT/ AEM 산정 결과 비교

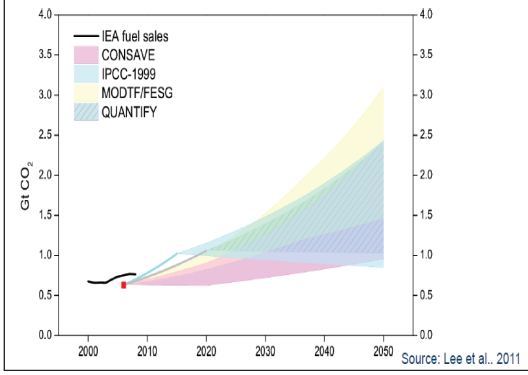


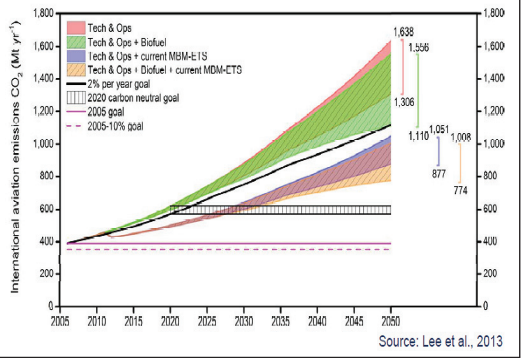
Current emission models and results (2006 estimates):

Inventory	Fuel (Tg)	CO_2 (Tg)	NO_x (Tg NO_2)	Distance (billion km)
FAST	178.3	562.2	2.33	38.9
AEDT/SAGE	187.0 (+4.9)	589.6 (+4.9)	2.72 (+16.7)	38.9
AEM	189.8 (+6.4)	598.4 (+6.4)	2.79 (+19.7)	
Aero2K	170.0 (-4.7)	536.0 (-4.7)		

* Number in brackets denote % difference compared to FAST
[Source: CAEP/MDG working group]

FAST future scenarios	FAST future scenarios(감축수단 사용)



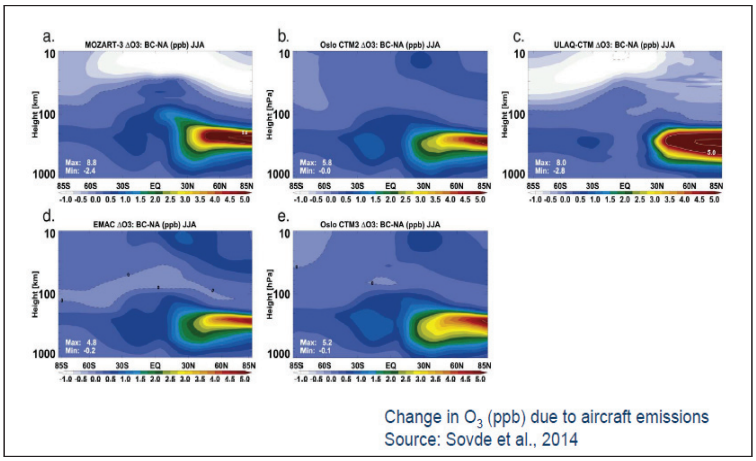


출처: CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

- FAST 모델의 결과물을 통해 소규모의 다양한 모델 사용 가능
  AEDT 같은 대규모의 시스템을 구축한 것이 아닌 소규모의 모델을 개발하여 분석 목적에 따른 모델을 사용하며, 각 모델간의 결과물 적용이 용이

○ CTM(Chemical Transport Models) MOZART(Model for Ozone and Related chemical Tracers)

- (목적) 3D 글로벌 화학 확산 모델로서 대기 조성의 화학 및 운송 과정을 시뮬레이션 할 수 있음. 비행 시 가장 높은 고도에서 발생하는 화학 성분 추적이 가능함
- (input 데이터) Standard meteorological fields, anthropogenic emissions, aviation and shipping emissions
- (output 데이터) Extensive chemical scheme: CO, NO_x, OH, CH_4, NMHCs 등



출처: CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

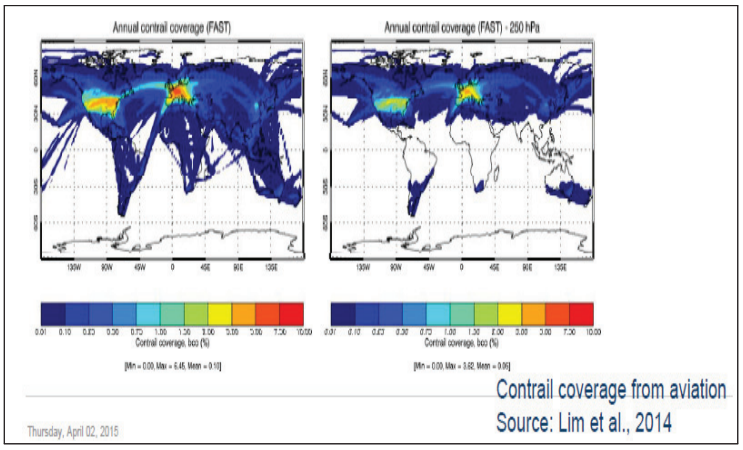
〈그림 2〉 CTE 모델 분석 결과

○ CTM(Chemical Transport Models) TROPOS

- (목적) 계산 효율적인 2D 글로벌 화학 확산 모델로서 빠른 시간 내 대기 조성 추정치를 제공할 수 있음. NOx와 관련된 항공 영향 조사에 유용함
- (input 데이터) Standard meteorological fields, anthropogenic and aviation emissions
- (output 데이터) Extensive chemical scheme: CO, NOx, OH, CH_4, NMHCs 등

○ Contrail Coverage model COMA(Offline Contrail Modelling and Analysis tool)

- (목적) 항공기 운항(movement)에 따른 비행운의 범위 계산
- (input 데이터) ECMWF/NCEP met. data, aircraft movements, propulsion efficiency, satellite observations of contrail coverage
- (output 데이터) Natural cirrus clouds, potential contrail coverage and contrail coverage

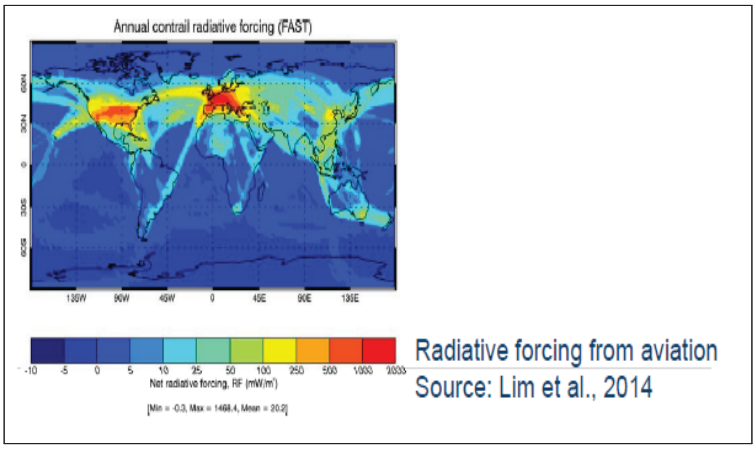


출처: CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

〈그림 3〉 COMA 모델 분석 결과

○ RTM(Radioactive Transfer Model) E-S Code(Edward-Slingo radiative transfer model)

- (목적) UK 기상청에서 복사 열 전달 코드 구현을 위한 모델로서 기상청의 기후 모델과 권운에 대한 E-S 모델의 구현 및 테스트
- (input 데이터) Atmospheric composition, land cover, cloud fields, albedo, meteorology
- (output 데이터) Radiative transfer over ''columns'' of the atmosphere



출처: CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

〈그림 4〉 E-S code 모델 분석 결과

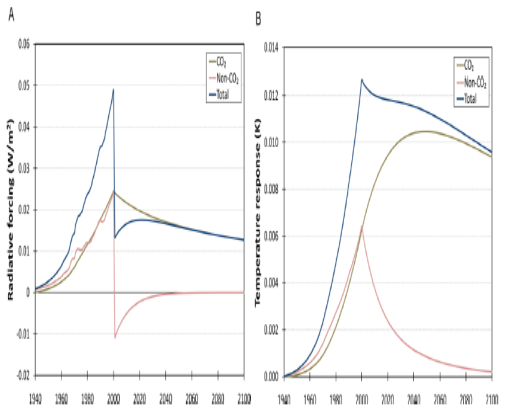
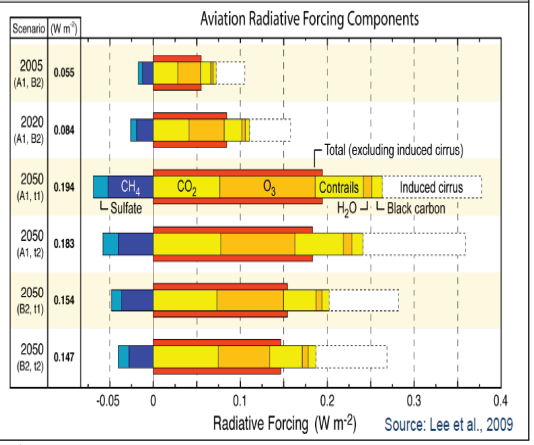
○ SCM(Simple Climate model) MAGICC(Model for the Assessment of Greenhouse-gas induced Climate Change)

- (목적) 시간에 따른 영향도 평가를 위한 단순 기후 모델로서 총 인위적 발생 원인을 위한 기후 통계 체계로서 사용 가능
- (input 데이터) Emissions scenarios
- (output 데이터) Calculates time-dependent concentrations, radiative forcing, temperature response and sea-level rise from different perturbations

○ SCM(Simple Climate model) LinClim(Linear Climate response model)

- (목적) 시간에 따른 영향도 평가를 위한 단순 기후 모델로서 총 인위적 발생 원인을 위한 기후 통계 체계로서 사용 가능. 항공 및 해운부문에 대한 지표책정과 GTP 등의 기후 통계의 불확실성을 조사함.
  특정 시나리오에 따른 세계적 복사 강제력과 온도 대응 측면에서 가장 최저의 환경적 손해 결과를 가져올 수 있는 기술 개발 기준을 제시 할 수 있음
- (input 데이터) Aircraft fuel, shipping emissions, emission indices, reference radiative forcing from GCM, tuning parameters from GCM
- (output 데이터) Calculates time-dependent radiative forcing and temperature response from different perturbations (CO_2, O_3/CH_4 (from NOx), sulphate, black carbon and contrails)

〈표 4〉 LinClim 분석 결과

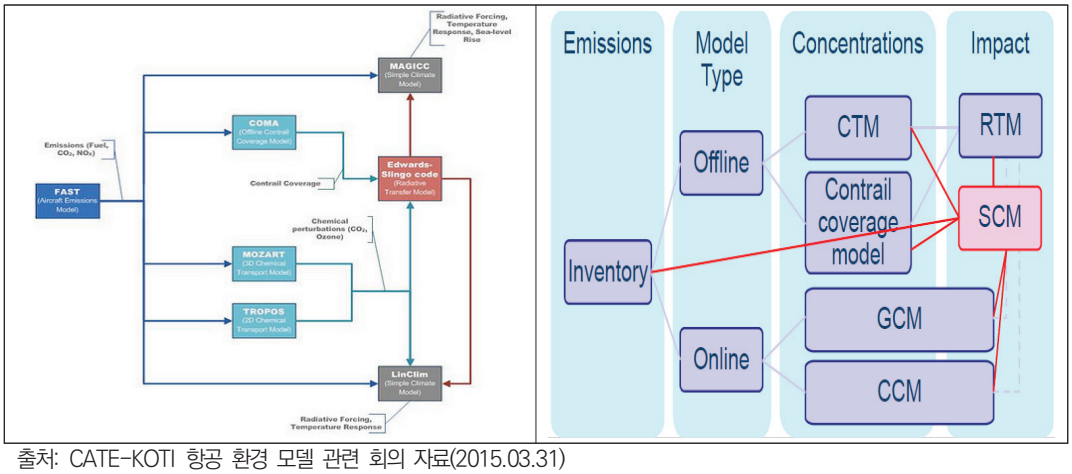
short/long-term responses RF & temperature (emission cessation)	future radiative forcing
	

출처: CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

○ 시사점

- AEDT와 비교하면 base DB 사이즈가 작으며, 산정 시간이 매우 짧음
- 목적별 소규모 사이즈의 모델과 연계하여 활용하고 있음
- 산정방식은 base inventory에 항공기 fleet 변경, 수요 증가, 항공 운영적 개선 등의 변수 적용을 통해 미래 시나리오 도출 가능
- 이미 항공 온실가스 인벤토리를 구축하고 있으며, 현재는 다양한 시나리오 적용 연구가 진행 중임
- 정부 및 국제기구 환경 정책 지원 모델로서 공개하고 있지 않으나 본 과제 모델 개발 후 비교 검증 연구 진행 가능
- 이러한 다양한 미래 시나리오 도출을 통한 ICAO CAEP 지원 활동을 하고 있음
- 온실가스 뿐만 아니라 기후변화 영향 추정을 위해 위에서 제시한 다양한 모델을 활용하고 있음

〈표 5〉 CATE가 활용 중인 항공 환경 모델

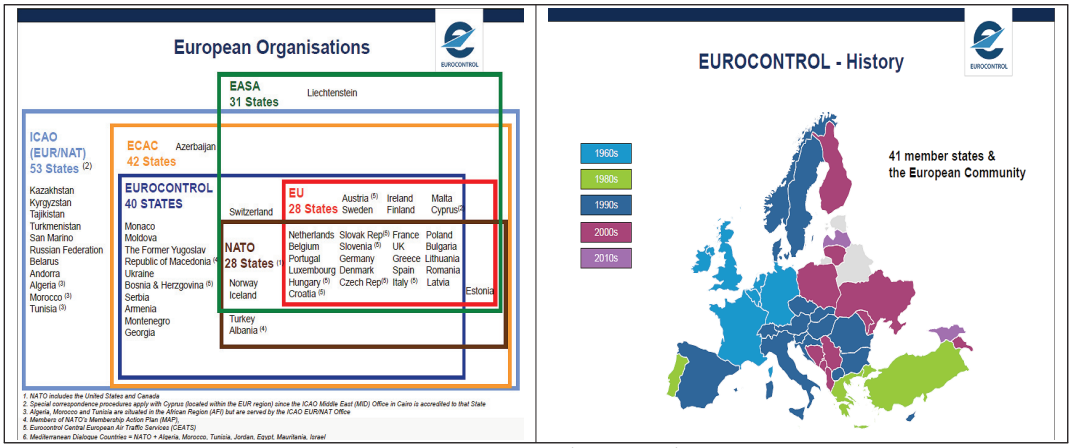


출처: CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

② EUROCONTROL에서 개발·운영되고 있는 항공 환경 모델

○ (목표) 체약국의 안전하고, 효율적이며, 환경친화적인 유럽 지역 내 항공 운항 지원
2015년 4월 3일 현재 40개국이 체약국으로 등록(2015.06 41개국 예정)

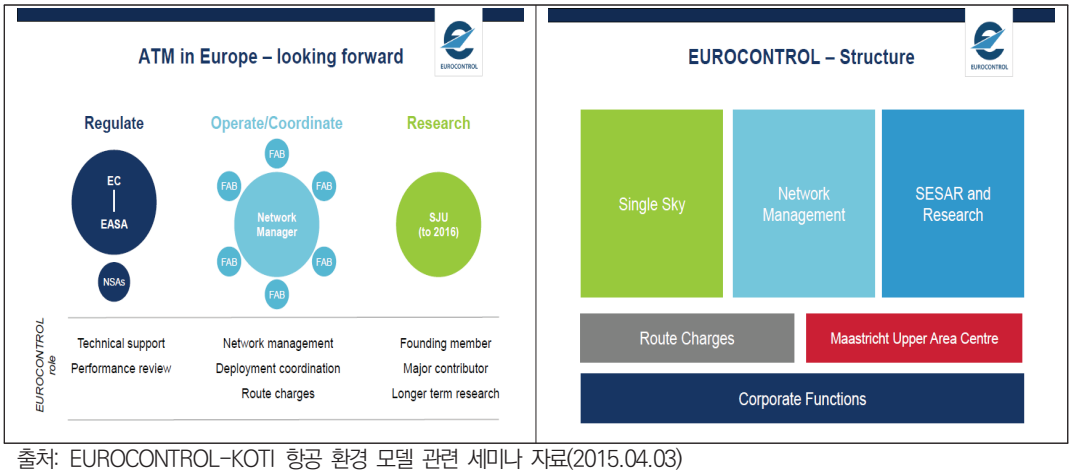
〈표 6〉 EUROCONTROL 체약국 현황



출처: EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

○ (주요업무) ① European Commission 및 EASA(European Aviation Safety Agency) 기술적 지원 및 성과 검토, ② FAB(Functional Airspace Block)운영을 위한 네트워크 관리 및 협력, 노선 요금 책정, ③ SJU(SESAR Joint Undertaking)을 통한 유럽의 ATM 관련 장기적 R&D 연구 진행

〈표 7〉 EUROCONTROL 주요업무



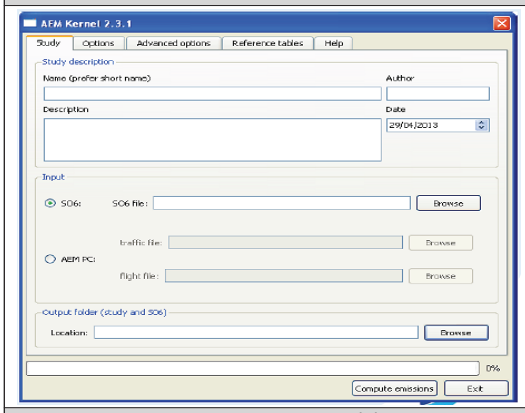
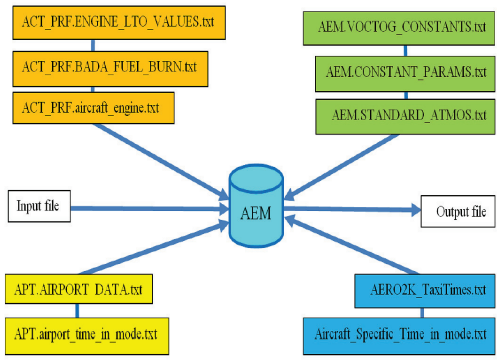
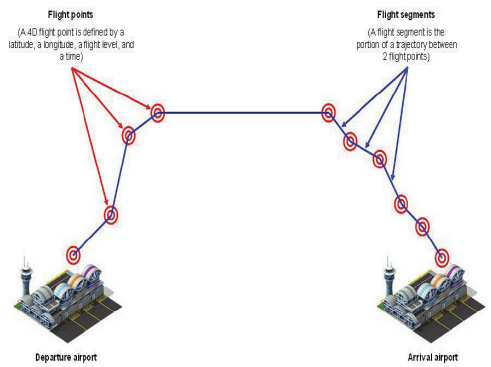
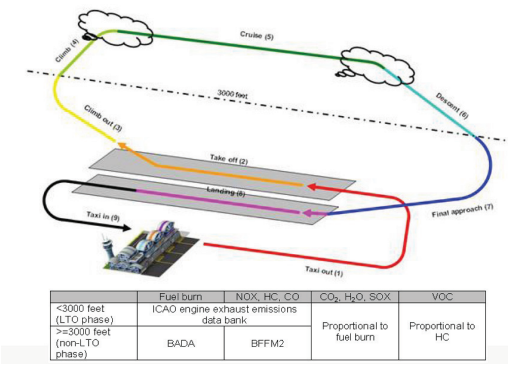
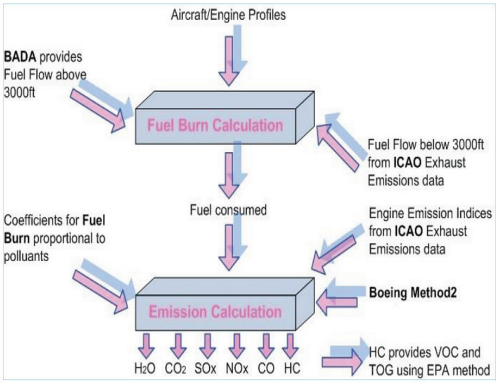
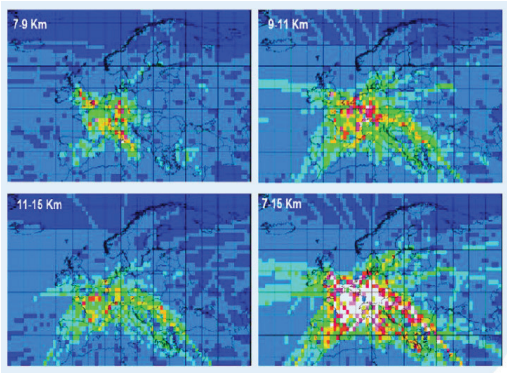
출처: EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

○ AEM(Advanced Emission Model)[2)]

- 모델 개발 기간은 약 1년 6개월, European Commission에서 예산 지원
- EUROCONTROL에서 개발한 모델로서 항공기의 연료소모량과 CO_2, H_2O, SO_x, NO_x, HC, CO, 벤젠, VOC, TOG 등의 배출량 산정
- 입력 자료는 항공기, 엔진, 연료연소비율, 배출율 자료 외에 콜 사인, 출발시간, 출발·도착공항, 기종 등을 포함한 전반적인 비행 및 일정자료, 비행고도, 대지속도, 상승/하강비율 등 비행자료임
- 연료소비량은 3,000 피트 이하에서는 ICAO의 엔진모드별 이착륙 시 연료소비량 자료(ICAO Engine Exhaust Emission Data Bank)의 자료를 사용하며, 3,000 피트 이상에 대해서는 BADA의 자료를 사용함
- CO_2와 H_2O, SO_x 배출량은 연료연소량으로부터 산정하고, VOC와 TOG (Total Organic Gases)는 EPA의 방법론에 의해 산정된 HC 배출량 자료를 사용하여 산정하며, NO_x, HC, CO 배출량은 3,000 피트 이하에 대해서는 ICAO의 Engine Exhaust Emission Data Bank, 3,000피트 이상에 대해서는 ICAO 자료 및 보잉사의 Boeing Method 2 배출계수를 사용함
- ICAO의 인증을 받은 모델로서 ICAO CAEP 및 EUROPEAN Commission의 환경 정책 지원 역할 수행
- 2005년부터 1년씩 온실가스 인벤토리 구축 및 보유
- AEM 모델 개발 시 ALAQS와 STAPES 모델이 같이 개발됨

2) www.eurocontrol.int/services/advanced-emission-model-aem

〈표 8〉 AEM 분석 결과

AEM-Kernel	AEM input data
	
AEM 모델의 산정 (1)	AEM 모델의 산정 (2)
	
AEM 모델의 산정 (3)	AEM 산정 결과(grid별 결과 시각화)
	

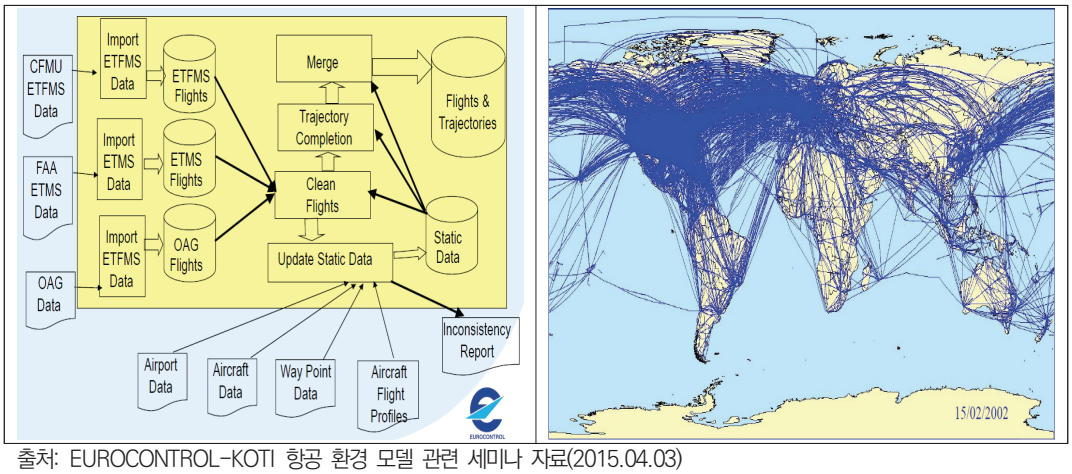
출처: EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

○ WISDOM(World Interconnected Sources Database of Operational Movements)
- 전 세계의 항공기 운항 움직임(movements) 및 궤적(Trajectories)에 대한 데이터를 구축

6개의 선택된 대표적 주(2월, 4월, 6월 9월, 10월 12월)의 궤적

- 한 해의 항공기 운항 움직임 포함
- AEM과 연계되어 있어 연료 소모 및 온실가스 배출량을 산정하며, ICAO CAEP의 환경 평가에 사용됨

〈표 9〉 WISDOM 산정과정 및 분석결과

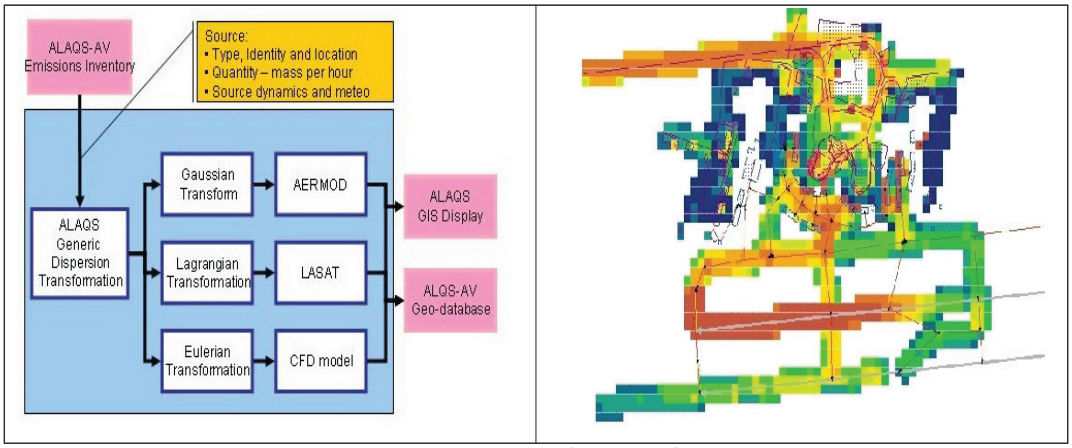


출처: EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

○ ALAQS(Airport Local Air Quality Studies)[3)]

- European 환경 정책과 ICAO CAEP를 지원하기 위해 개발 된 모델로서 공항의 대기질과 관련된 테스트베드 모델임

〈표 10〉 ALAQS 산정과정 및 분석결과



출처: EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

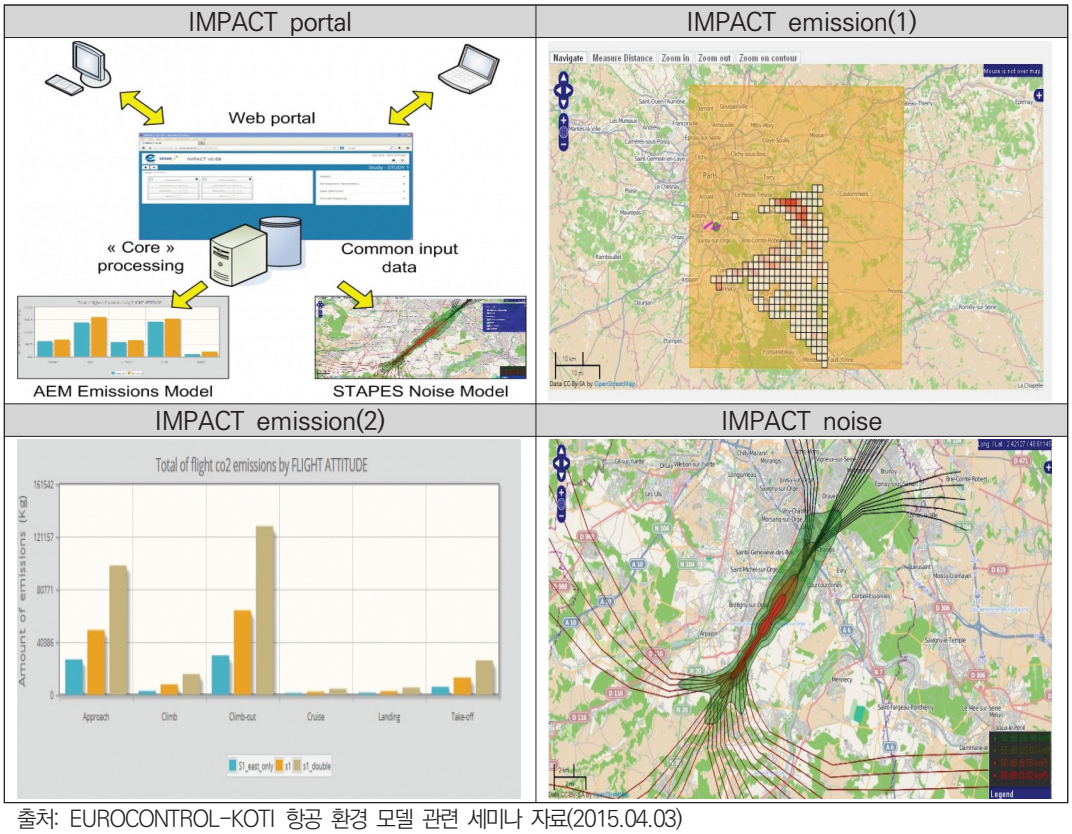
3) www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/SEE_alaqs.html

○ STAPES(the System for AirPort noise Exposure Studies)[4]
- 유럽의 환경 정책 및 ICAO CAEP를 지원하기 위해 개발된 모델로서 다양한 공항 소음 모델임

○ IMPACT(Impact assessments for noise, gas and particle emissions and local air quality) 모델[5][6]
- 모델 개발 기간은 약 3년, European Commission에서 예산 지원(현재 개발 진행 중)
- IMPACT 모델의 주요 목적은 SESAR project 지원
- IMPACT의 배출량 평가는 AEM 모델링 기반
- 온실가스 영향 평가는 연료소모량 및 항공기 운항 궤적에 따른 온실가스 배출량, 산정(확산 모형은 미 포함), 소음 측정
- IMPACT는 사용자가 구획별로 지정하여 시나리오별, 항공기 기종별, 고도별 등 다양한 비교 분석을 통한 결과 도출 가능
- 현재 기존 프로그램 기반이던 IMPACT를 웹기반으로 개발 진행 중(2016년 개발 완료 예정)
- My-SQL Database와 JAVA 프로그래밍 사용

4) http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/proj_STAPES.html
5) www.eurocontrol.int/services/impact
6) 웹기반으로 개발 중인 IMPACT ermtoolset.eurocontrol.int/login

〈표 11〉 IMPACT 분석결과



출처: EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

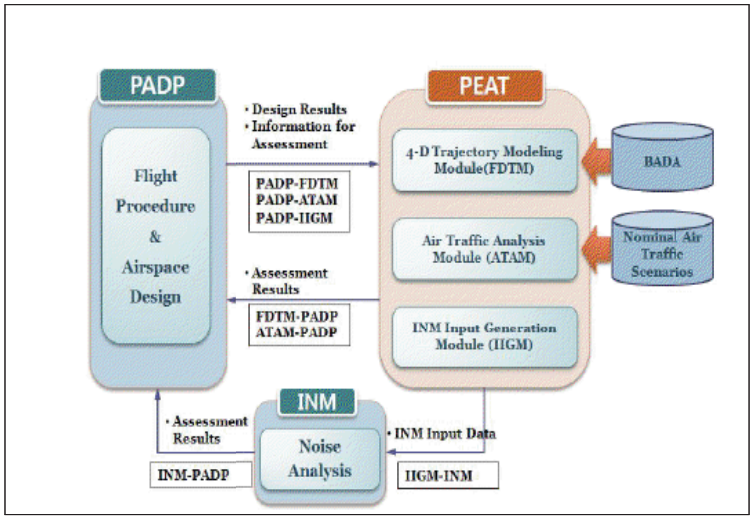
○ Forecasting 팀이 별도로 운영되어 AEM, IMPACT 모델을 통한 산정 결과를 통해 별도의 예측 연구 진행

○ 시사점

- AEDT와 같이 AEM을 개선하여 소음 및 대기질 영향도 측정이 가능하나, 그와 비교하여 짧은 산정시간이 걸림
- 현재의 항공기 운항에 관한 연료 소모 및 온실가스 배출량 산정이 가능하며, 미래 예측은 불가능(Forecasting 팀이 별도로 운영되고 있음)
- 2005년부터 2012년까지의 항공 온실가스 인벤토리를 구축(1년 단위)하고 있으며, 매년 산정방법 개선을 통한 인벤토리 개선 연구를 진행하고 있음
- 소규모 온실가스 배출량 산정 모델 개발 후 소음 및 대기질 영향 평가 관련 모델을 개발하고 있음
- 정부 및 국제기구 환경 정책 지원 모델로서 공개하고 있지 않으나 본 과제 모델 개발 후 비교 검증 연구 진행 가능

나. 국내 항공 환경 모델 관련 기술개발 현황

○ 항공기 비행절차 및 공역 효율성 평가 툴 개발 연구
- 항공기 비행절차 및 공역설계 프로그램에서 모듈로 설계된 '항공기 비행절차 및 공역 효율성 평가 툴 개발 연구'는 프로그램내에서 비행절차가 설계된 후 항공기를 시뮬레이션하여 연료 소모량의 정도를 분석할 수 있는 프로그램임
- 이 프로그램의 연료 소모량은 BADA, INM 등의 데이터베이스를 사용하므로 추후 개발되는 프로그램과 분석하는 기초적인 데이터베이스는 동일하게 적용이 됨
- 다만, Engine Data, Boring method 2 등의 추가적인 데이터를 사용하여 실질적인 연료 소모량을 분석하는 방법을 채택하였으며, 구체적인 연료 소모데이터량 및 온실가스 배출량을 측정하기 위하여 비행 단계별로 구분하였음
- 따라서 연료의 소모량을 분석하여 온실가스 데이터 측정을 하는 방법은 유사하지만, 구체적인 사용 연료 산정 방법 및 프로그램의 목적성이 다르므로 본 기술개발 과제와의 중복성은 없음



〈그림 5〉 PEAT 도구의 구성도

○ 교통부문 온실가스 관리시스템(KOTEMS)[7]에서는 인벤토리를 통해 교통부문 배출 현황을 파악하여 통계 정보 관리 시스템으로서 항공부문에 특화된 산정방법론 적용에 따른 배출량 관리가 이루어지지 않고 있으며, 특히, 도로 부분의 경우 Tier 3

7) 국토교통부, 교통부문 온실가스 관리시스템(KOTEMS), 2012

기반의 온실가스 배출량 및 감축량 산정도 가능하여 지자체 및 정부기관의 정책 결정 및 의사결정시 판단 기준을 제공하나, 항공부분 온실가스 배출량 산정 시 Tier2의 방법을 사용하여, Tier1, 또는 Tier 3b의 산정방법론으로 온실가스 통계 관리 체계 구축이 되어있지 않음

○ 또한 교통부문 온실가스 관리시스템(KOTMES)은 전 분야(도로, 철도, 항공, 해운 등)를 망라하여 시스템이 구축되어 항공부문의 온실가스 산정 및 예측효과를 미시적으로 접근하는데 한계가 있음

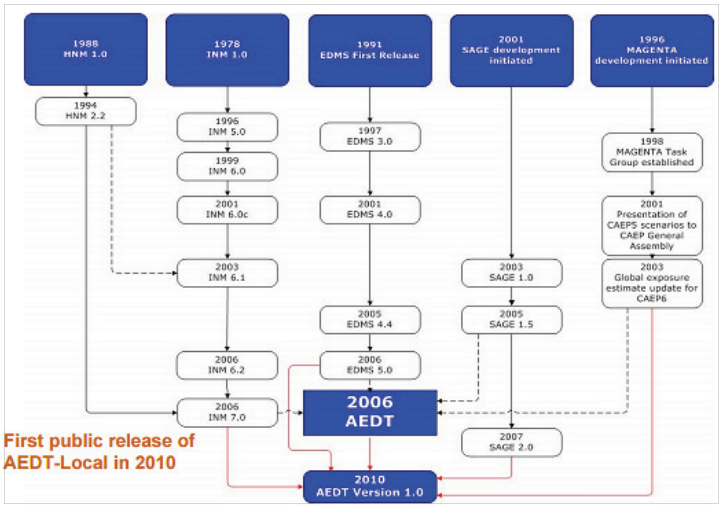
○ 통합안전정보시스템(National Aviation Resource Management Information, NARMI)는 항공 안전 정보 인벤토리 수집 목적의 시스템이나 항공 온실가스 배출량 인벤토리 기능이 일부 존재함

○ 따라서 실질적으로 온실가스 배출 현황을 통해 미래 온실가스 배출량을 예측이 필요하며, 항공사 및 국가 항공부문 온실가스 규제 및 협약 등이 증가되고 있어 이에 따른 온실가스 관리 범위의 확대가 요구됨

다. 분석 결과

○ 국외의 경우 항공기 연료 소모량 및 항공 온실가스 배출량 산정뿐만 아니라, 미래 예측 시나리오 분석, 항공기 소음 예측, 공항 주변 대기질 관리 등의 모델 역시 개발·운영 중에 있음

- 미국의 경우 70-80년대부터 소음 예측 모델, 항공기 연료소모량 산정 모델의 개발이 지속적으로 이루워져 왔으며, 2006년 통합 항공환경관리 모델인 AEDT(Aviation Environmental Design Tool) 개발이 이루어짐



출처 : Gregg Fleming, AEDT Overview, TRB AEDT/APMT Workshop, 2006

〈그림 6〉 AEDT 개발 흐름

- 유럽의 경우 약 10년 정도의 항공 온실가스 인벤토리를 기 구축하고 있으며, 이를 기반으로 다양한 온실가스 감축 시나리오 분석 연구를 진행하고 있음

〈표 12〉 국외 항공 온실가스 관련 모델 현황 비교 분석

구분		주요 기능
CATE	FAST 모델	- 주로 GDP 변수에 따른 Simple scenario approach 가능 항공 온실가스 산정 모델
EUROCONTROL	AEM 모델	- 현 항공기 기종(BADA, Base of Aircraft data)에 따른 온실가스 배출량 산정 가능 모델
NLR	AERO-MS	- 대용량의 input data를 통한 detailed approach 가능 항공 온실가스 산정모델
FAA	AEDT/ APMT-E	- 항공 온실가스 산정, 미래예측, 시나리오, 정책적 감축 수단 분석, 대기질 분석 가능 모델

○ 국내의 경우 NARMI나 KOTEMS와 같은 항공온실가스 인벤토리 시스템이 존재하고 있으나, 시스템이 산재하여 있고, 산정방법 및 데이터의 기준도 다양함

- NARMI는 통합안전관리 시스템으로서 2009년 당시 항공 온실가스 관리 시스템이 존재하지 않아 이 시스템에서 관리해 왔음. 국내부분은 목표관리제 관리, 국제부분은 자발적협약을 관리해 오고 있으며, Tier 1, 2 급 통계를 보유하고 있음
- KOTEMS는 교통 부문별 배출정보 업데이트 및 도로 부문 중심의 고도화를 진

행 중에 있으며, 국가 통계(직전 3년)에 의한 온실가스 배출량 산정을 하여 최신 정보의 획득 어려움이 있음

- 항공사별 배출량 관리가 되지 않으며, 이에 대한 산정 방법론도 상이함(국내/Tier2, 국제/Tier1)
- NARMI 및 KOTEMS의 항공 온실가스 통계 DATA는 향후 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 내 항공보고포털로 DATA 이관하여 통합 관리 필요
- Tier 3는 별개의 배출계수는 없으며, 항공사의 활동도 자료 입수를 기반으로 모델링 개발을 통한 Tier 3급 산정 필요

〈표 13〉 국내 항공 온실가스 인벤토리 시스템 비교

구분	NARMI (통합안전관리시스템)		KOTEMS (교통부문온실가스관리시스템)	
	국내통계	국제통계	국내통계	국제통계
Tier 1	○	○	○	×
Tier 2	○	×	○	×
Tier 3	×	×	×	×

3) Interview, Questionnaire, Workshop 등을 통한 사용자 요구사항 수집·조사

❑ 요구사항 Interview, Questionnaire, Workshop 등을 통한 사용자 요구도 조사 시행[8)]

○ 사용자 면담(Interview) 진행

- (면담 진행 절차) 계획 및 준비→면담 수행→면담 결과 분석→분석 결과 피드백

8) 부록 1, 2 참조

〈표 14〉 사용자 면담 진행 절차

면담진행절차		세부 내용	면담 진행
계획 및 준비	면담 주제 선정	- 면담의 취지 목적, 수행방법, 시간 등 - 프로젝트의 개요(목표, 범위, 기간, 조직) - 현재 사용하는 시스템에 관한 의견 - 프로젝트에 관한 요구사항	- 프로젝트의 개요, 요구사항 질의를 포함한 면담 자료 준비
	면담 대상자 선정	- 조직 구성도, 프로젝트의 범위 등을 검토하여 전문 분야 와 책임 분야에 따라 선정	- 국적항공사의 항공 온실가스 담당자 및 국토교통부 항공기술과 항공 온실가스 담당자 등을 대상으로 선정
면담 주제 토의		- 프로젝트의 개요 및 면담의 주제 소개 - 각 면담 대상자와 주제 관련 토의 진행	- 사용자 요구사항 회의 진행
면담 결과 분석		- 면담 결과에 대한 주요이슈 정리 - 현행 시스템의 문제점, 시스템 요구사항 등 분야별 분석	- 분석 결과 도출
분석 결과 피드백		- 면담자에게 면담 결과 분석 내용에 대한 확인 및 수정 - 추가적 서면 검토 진행	- 분석내용 확인 및 추가적 서면 검토 진행

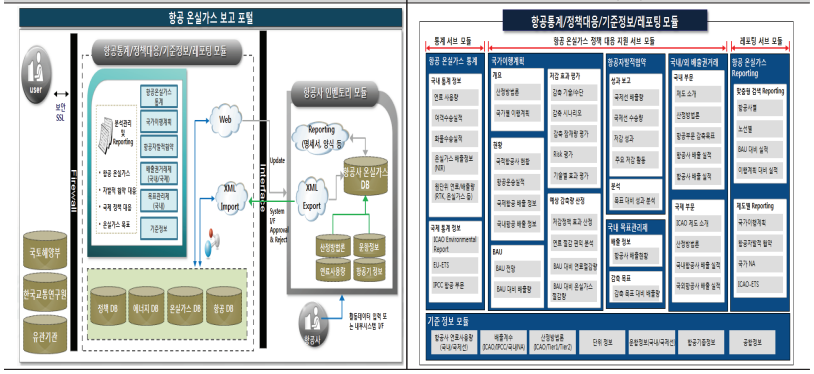
출처 : DBGuide.net(http://www.dbguide.net/)

○ 프로젝트의 개요, 요구사항 질의를 포함한 면담 자료 준비[9)]

〈표 15〉 사용자 요구사항 면담 자료

구분	세부 내용
프로젝트 개요	○ (목표) 고정밀 (Tier 3b급) 온실가스 산정 및 예측 시스템의 개발 및 보급 - 고정밀 온실가스 배출량 산정 및 예측을 통한 신뢰성 있는 국가이행계획 수립 - 온실가스 감축주체(정부, 항공사 등)들의 자발적 참여를 통한 감축효과 극대화 - 탄소배출권거래제 등 국제항공정책에 능동적 대처 - Short version 저개발국 보급을 통한 국제항공정책 영향력 강화 ○ (범위) 항공 온실가스 데이터 플랫폼 개발, 항공 온실가스 배출량 산정 프로그램 개발, 항공 온실가스 감축량 예측 프로그램 개발 등 3개의 세부과제 진행 - 항공 온실가스 보고 포털 개발: 온실가스 관련 데이터 및 항공 온실가스 업무 지원 시스템 구축 - 항공 온실가스 배출량 산정 프로그램 개발: 운항환경, 항공기 성능, 기상, 출·도착 공항의 영향에 따른 온실가스 배출량 산정 모델 구축

9) 부록 1 참조

구분	세부 내용
	- 항공 온실가스 감축량 예측 프로그램 개발: 감축수단별 경제성 분석 및 의사결정 지원 모듈 개발을 통한 정확한 예측 프로그램 구축 **항공 온실가스 산정 및 예측 시스템** 시스템 구성 / 주요기능 ○ (항공 온실가스 보고 포털) 항공통계/정책대응/기준정보/레포팅 모듈 및 항공사 온실가스 인벤토리 프로그램 개발 **항공 온실가스 보고 포털** 시스템 구성도 / 항공 온실가스 보고 포털 기능 구성(안) 
질의내용	1. 항공 온실가스 관리 현황 - 온실가스 관리 범위(항공기, 건물, 지상조업 등), 방식, 운영체계 등 - 관련 데이터 현황(대상, 범위, 형식, 기간, 관리·운영 현황 등) - 관련 데이터 공개 가능성 및 범위 (관련 부서, 담당자 등) - 온실가스 산정 현황(Tier 1/2급, 산정 방법 등) ▸현재 Tier 1급으로 산정하는데 Tier 2 급에서 LTO 단계와 순항단계로 구분하여 항공사 자체적으로 산정이 가능한지 ▸산정 시 애로사항 ▸운항관리사가 계획한 소모연료량과 실제 연료소모량이 왜 차이가 발생하는지

구분	세부 내용
	2. 항공 온실가스 관련 업무 현황 - 관련 부서 업무 현황 - 온실가스 관련 업무 프로세스(매뉴얼과 같은 문서 여부) - 목표관리제, 자발적 감축협약, 국가이행계획 등 대응 현황 - 그 외 온실가스 관련 국내외 정책 대응 현황 및 문제점 3. 항공 온실가스 관리 시스템 - 항공 온실가스 관련 DB 및 항공사 지원 온실가스 관리 시스템 구축 시 세부 요구사항 ▸항공온실가스 산정 및 예측 시스템을 구축할 때 항공사 입장에서 활용할 수 있는 기능들 - 항공 온실가스 관리 시 이슈사항 및 요구사항

○ 면담 대상자 선정

- 국토교통부 항공기술과, 교통안전공단, 대한항공, 아시아나항공, 진에어, 제주항공, 이스타항공, 티웨이항공 등 국적항공사의 항공 온실가스 담당자 및 국토교통부 항공기술과 항공 온실가스 담당자를 대상으로 면담자 선정

○ Interview, Questionnaire, Workshop 등을 통한 사용자 요구도 수집 및 조사 시행

○ 2015년 1월 15일 사용자 요구사항 회의 및 서면 검토 진행

- 국토교통부 항공기술과, 교통안전공단, 대한항공, 아시아나항공, 이스타항공, 진에어, 티웨이항공, 제주항공

○ 2015년 1월 21일 사용자 요구사항 회의 진행

- 제주항공, 티웨이항공

○ 2015년 1월 22일 연구진 워크숍 진행(사용자 요구사항 의견 수렴)

- 국토교통부 항공기술과

○ 2015년 1월 30일 사용자 요구사항 회의 진행

- 아시아나항공

○ 2015년 2월 3일 사용자 요구사항 회의 진행

- 대한항공, 진에어

○ 2015년 3월 23일-27일 사용자 요구사항 서면 검토 진행

- 티웨이항공, 진에어, 이스타항공

○ 2015년 4월 13일-15일 NLR 국제세미나 진행(사용자 요구사항 의견 수렴)
- 국토교통부 항공기술과

3. 항공 온실가스 기초데이터 요구도 분석

1) 사용자 요구사항 분석 및 도출

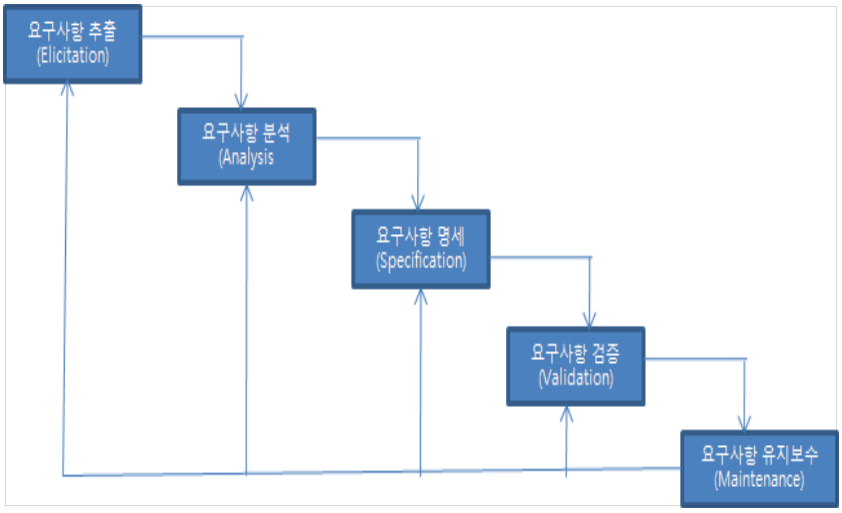
❑ 사용자 요구도 조사 결과

○ 사용자 면담, 설문조사, 워크숍 등 다양한 형태의 자료로부터 본 과제 시스템 및 사용자 요구도 수집·조사 분석 결과
- 정부, 국내 항공사 등을 대상으로 사용자 면담 및 설문조사 실시
- 정부의 요구도: 국내 정책 수립 및 관리, 국외 정책 대응 활용
- 항공사의 요구도: 자발적 협약, 목표관리제, 배출권 거래제 등 국내외 정책 대응 및 항공 온실가스 관련 업무 대응

❑ 사용자 요구도 분석 및 도출

○ 사용자 요구도 분석·적용 절차 2단계인 요구사항 분석 및 도출 절차 시행

○ 요구사항 분석 프로세스



출처 : 김완이, UML 이해와 실제, 요구 모델링, 2010

〈그림 7〉 요구사항 분석 프로세스

○ 요구사항 추출

- 시스템 개발에 관련된 이해당사자들 사이 의견을 교환함으로서 실제로 개발하고자 하는 시스템 대한 요구들을 찾아내는 과정
- 사용자가 원하는 바가 무엇인지 조사하여, 조직 및 응용분야에 대한 분석과 개발될 시스템의 활용 방안 등에 대한 내용 포함
- 다양한 기법을 활용하여 사용자의 요구사항을 효과적으로 추출

○ 요구사항 우선순위 설정

- 분석 수행 시 중요한 요구사항에 집중할 수 있도록 요구사항의 우선순위 설정
- 요구사항 우선순위 설정은 요구사항의 중요성을 결정하는 프로세스로서, 요구사항의 중요성은 요구사항 별 상대적인 가치, 위험요소, 구현 난이도 또는 기타 기준을 반영하여 결정

○ 요구사항 우선순위 부여 기준

- 시스템 적용 가치 및 구현 비용, 시간
- 구현 기술의 용이성
- 업무적/기술적 제약사항

- 구현 난이도
- 수행 성공 가능성
- 규정 및 정책적 승인
- 이해관계자의 동의
- 시스템 목적의 부합성

〈표 16〉 요구사항의 종류

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td>기능적 요구사항</td><td>- 시스템이 사용자를 위해 해줬으면 하는 일들에 대한 요구사항
- 시스템에서 구현하여야 하는 수행기능(Functionality)
- 시스템이 무엇을 제공해야 하는지를 기술하며, 유스케이스 도출을 위한 기본자료가 됨
- UI, 외부 인터페이스 요구사항 포함
- 유스케이스 모델로 기술</td></tr>
<tr><td>비기능적 요구사항</td><td>- 시스템이 만족시켜야 하는 제약조건
(시스템의 운용 환경, 성능, 보안 등)
- 시스템의 기술적 요소와 품질 속성을 정의하기 위한 기본 자료
- 비기능적 요구사항

<table><tr><th>구분</th><th>내용</th></tr><tr><td>사용성(Usability)</td><td>인적요소, 도움말, 문서</td></tr><tr><td>신뢰성(Reliability)</td><td>고장율, 회복성, 예측가능성</td></tr><tr><td>성능(Performance)</td><td>응답속도, 처리량, 정확도</td></tr><tr><td>유지보수성(Supportability)</td><td>적응성(변경성), 유지보수성</td></tr><tr><td>디자인 제약사항</td><td>자원, 툴, 인터페이스, 법률 등</td></tr></table></td></tr>
</table>

출처 : Nexcore 요구공항 기법 및 적용 가이드
(http://nexcore.skcc.com/alm/alcinous/manual/index.jsp?topic=/nexcore.tool.rm.help/manual/guide/deductionguide/analasysmethod/analasysmethod.html)

○ 요구사항 분석
- 사용자 요구사항을 알아내고 다양한 제약사항을 정리하는 공정으로 어떤 시스템을 만들 것인가를 분석하는 단계
- 반복, 점진적으로 수행하는 객체지향 중심 분석방법(Object-Oriented Analysis)와 자료와 프로세스 관계를 중심으로 분석하는 방법(Function-Oriented Analysis) 존재

- 항공 온실가스 보고 포털 사용자 요구사항 분석은 자료와 프로세스 관계를 중심으로 분석하는 방법(Function-Oriented Analysis) 중심으로 시행

〈표 17〉 사용자 요구도 조사에 따른 요구사항 명세

요구사항 명	세부요구사항 ID	요구사항 설명	기능분류	관련 부서	관련 서브시스템	추가 관련 기능	업무 대응 가능 기관
공통	UR-01-001	검증 Report가 출력 되어야 한다.	기능	미분류	산정		항공사 및 정부
	UR-01-002	감축기술에 대한 표준화된 산정기준이 제시되어야 한다.	기능	미분류	감축기술		항공사 및 정부
	UR-01-003	감축수단별 저감효과에 대한 데이터 검증 및 이에 대한 결과서가 제공되어야 한다.	기능	미분류	산정	의사결정	항공사 및 정부
	UR-01-004	범위 지정에 따른 Reporting이 이루어져야 한다. (날짜, 항로 구간, 고도 등등)	기능	미분류	전체		항공사 및 정부
	UR-01-005	그래프의 종류는 막대, 원형, 선형, 누적그래프 등 여러 그래프로 표시되어야 한다.	기능	미분류	전체		미분류
	UR-01-006	두개 이상의 감축수단 적용 결과 값은 한 그래프에 중복되어 표시될 수 있어야 하며, 이는 사용자가 보기에 이해하기 쉬워야 한다.	기능	미분류	전체	의사결정	미분류
	UR-01-007	한 그래프에 두개이상의 감축수단 결과값이 표시되었을 시, 이를 동시에 적용 하였을때의 결과값도 독립적으로 표시되어야 한다.	기능	미분류	전체	의사결정	미분류
	UR-01-008	그래프가 한 화면에 두개 이상 표시되어야 한다.	기능	미분류	전체		미분류
	UR-01-009	그래프의 X축,Y축은 사용자가 지정하여 표시되어야 한다.	기능	미분류	전체		미분류
	UR-01-010	결과보고서에 표시되는 감축량의 단위는 "kg, %, tons, second, min, hour, kg/hr, t/hr, kg/yr, $, 원화" 등으로 표시되어야 한다.	기능	미분류	전체		미분류
	UR-01-011	감축수단별 저감효과에 대한 데이터 검증 및 이에 대한 결과서가 제공되어야 한다.	기능	미분류	의사결정	감축기술	미분류

	UR-01-012	결과보고서는 사용자가 선택한 감축수단에 대해 개별적으로 제공되어야 한다.	기능	미분류	미분류		미분류
	UR-01-013	항공사의 감축결과보고서 양식이 제공되어 보고 시 간단명료하게 입력이 가능하도록 하여야 한다.	기능	미분류	보고포털	의사결정	미분류
	UR-01-014	결과보고서에 표시되는 감축수단 적용 결과 나열방식은 가장 큰 값부터 또는 가장 작은 값부터로 선택할 수 있어야 한다.	기능	미분류	감축량 예측	의사결정	미분류
	UR-01-015	결과보고서에 사용자가 그래프를 선택 할 수 있어야 한다.	기능	미분류	전체		미분류
	UR-01-016	결과보고서는 다양한 형식(PDF, DOC, TXT,HWP 등)으로 저장이 되어야 한다.	기능	미분류	전체		미분류
	UR-01-017	항공사결과보고서는 "항공기 운항수(연간/월간) 감축수단(적용/미적용, 감축량(t), 감축률(%) 비용($/원화)" 가 포함되어야 한다.	기능	미분류	전체		미분류
온실가스 보고포털	UR-02-001	회사별 내부 시스템과 데이터 호환이 가능하여야 한다.	비기능	미분류	보고포털	산정	미분류
	UR-02-002	온실가스 목표관리제 업무를 포함하여야 한다.	기능	미분류	보고포털	의사결정	항공사 및 정부
	UR-02-003	항공 온실가스 자발적 감축협약 업무를 포함하여야 한다.	기능	미분류	보고포털	의사결정	항공사 및 정부
	UR-02-004	항공 온실가스 자발적 감축협약 업무 검증 및 평가가 가능해야 한다.	기능	미분류	보고포털	의사결정	항공사 및 정부
	UR-02-005	배출권거래제 할당업체(항공부문) 배출량 적절성 평가가 이루어져야 한다.	기능	미분류	보고포털	의사결정	항공사 및 정부
	UR-02-006	온실가스 보고서가 편리하게 UPLOADING이 가능 할 수있도록 해야 한다.	기능	미분류	보고포털	의사결정	항공사 및 정부
	UR-02-007	국문/영문 지원이 가능 해야한다.	기능	미분류	보고포털	산정, 의사결정	정부

	UR-02-008	UI가 간단명료하게 표시되어야 한다.	비기능	미분류	보고포털	산정, 의사결정	항공사 및 정부
	UR-02-009	항공사별 온실가스 감축 활동을 통한 연료소비량 감축실적을 사용자가 입력 또는 up-load할 수 있어야 한다.	기능	미분류	보고포털		항공사 및 정부
	UR-02-010	항공사의 연료 외에 에너지까지 관리 할 수 있어야 할 것이다.	기능	미분류	보고포털		항공사 및 정부
	UR-02-011	네트워크 기반인 경우 VPN 등 시스템 정보가 보호되어야 한다.	비기능	미분류	보고포털		항공사 및 정부
	UR-02-012	네트워크 기반인 경우 항공사에서 입력한 정보의 암호화가 이루어져야 한다.	비기능	미분류	보고포털		항공사 및 정부
	UR-02-013	항공사에서 제공하는 DATA는 타 기관은 볼 수 없으며, 정부는 이 DATA를 감시목적으로 사용해서는 안된다.	비기능	미분류	보고포털		미분류

〈표 18〉 요구사항 목록

분류기준	세부 내용
시스템 요구사항 (SYR, System Requirement)	- 목표시스템의 구성을 위해 필요한 HW, SW, NW 등 장비 내역 및 필수 요구사항(기능요건), 구성요건에 대해 기술함
기능 요구사항 (FUR, Function Requirement)	- 목표시스템이 반드시 수행하여야 하거나 목표시스템을 이용하여 사용자가 반드시 수행할 수 있어야하는 기능(동작)에 대하여 기술함 - 단, 개별 기능요구사항은 전체시스템의 계층적 구조분석을 통해 단위 업무별 기능구조를 도출한 후, 이에 대한 세부기능별 상세 요구사항을 작성하는 것을 원칙으로 하며, 기능 수행을 위한 데이터 요구사항과 연계를 고려하여 기술함
성능 요구사항 (PER, Performance Requirement)	- 목표 시스템의 처리속도 및 시간, 처리량, 동적・정적용량, 가용성 등 성능에 대한 요구사항을 기술함
보안 요구사항 (SER, Security Requirement)	- 정보 자산의 기밀성과 무결성을 확보하기 위해 목표 시스템의 데이터 및 기능, 운영 접근을 통제하기 위한 요구사항을 기술함
품질 요구사항 (QUR, Quality Requirement)	- 목표 과제의 원활한 수행 및 운영을 위해 관리가 필요한 품질 항목, 품질 평가 대상 및 목표에 대한 요구사항을 기술함 - 신뢰성, 사용성, 유지관리성, 이식성, 보안성으로 구분하여 기술함
인터페이스 요구사항 (Interface Requirement)	- 목표시스템과 외부를 연결하는 시스템 인터페이스와 사용자 인터페이스에 대한 요구사항을 기술한 것으로 타 소프트웨어, 하드웨어 및 통신 인터페이스, 타 시스템들과의 정보교환에 이용되는 프로토콜과의 연계도 포함하여 기술함 - 단, 인터페이스 요구사항의 경우 사용자 편의성, 사용자 경험 등의 사용자 중심의 요구사항을 기술함
데이터 요구사항 (DAR, Data Requirement)	- 목표 시스템의 서비스에 필요한 초기자료 구축 및 데이터 변환을 위한 대상, 방법, 보안이 필요한 데이터 등 데이터를 구축하기 위해 필요한 요구사항을 기술함
프로젝트 관리 요구사항 (PMR, Project Management Requirement)	- 과제의 원활한 수행을 위한 관리 방법 및 추진 단계별 수행방안에 대한 요구사항을 기술함
제약사항 (COR, Constraints)	- 목표시스템 설계, 구축, 운영과 관련하여 사전에 파악된 기술·표준·업무·법제도 등 제약조건 등을 파악하여 기술함
프로젝트 지원 요구사항 (PSR, Project Support Requirement)	- 과제의 원활한 수행을 위해 필요한 지원 사항 및 방안에 대한 요구사항을 기술함 - 시스템/서비스 안정화 및 운영, 교육훈련 및 기술지원, 하자보수 또는 유지관리 요구사항 등을 기술함
테스트 요구사항 (TER, Test Requirement)	- 도입되는 장비의 성능 테스트(BMT) 또는 구축된 시스템이 목표 대비 제대로 운영되는가를 테스트하고, 점검하기 위한 테스트 요구사항을 기술함

출처: 지식경제부, 소프트웨어사업 요구사항 분석·적용 가이드, 2012
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015

○ 사용자 요구도 조사에 따른 요구사항 명세를 기반으로 요구사항 목록을 구체화하여 요구사항 분석 상세화 시행

〈표 19〉 요구사항 목록 구체화

구분	번호	요구사항 명	
시스템 요구사항	SYS-001	클라이언트 개발 장비구성	
	SYS-002	클라이언트 프로그램 S/W 환경	
	SYS-003	S/W 개발 요구사항	
기능 요구사항	FUR-CM-001	항공온실가스 산정 및 예측 시스템 공통	보고서
	FUR-CM-002		그래프
	FUR-CM-003		GIS 맵 기능
	FUR-PS-001	항공온실가스 보고포털	데이터 호환
	FUR-PS-002		보고포털 업무
	FUR-PS-003		사용자 기능
	FUR-PS-004		네트워크 정보보호
	FUR-PS-005		항공부문 통계관리
	FUR-PS-006		배출량 산정 관리
성능 요구사항	PER-001	느린 작업에 대한 진행 표시	
	PER-002	Windows 플랫폼 지원	
	PER-003	SQL 튜닝	
	PER-004	질의응답 시간	
	PER-005	웹페이지 디스플레이 시간	
	PER-006	데이터 형식 오류 시간	
	PER-007	메모리(디스크) 자원 효율성	
	PER-008	CPU 효율성	
보안 요구사항	SER-001	데이터 암복호화	
	SER-002	보안 취약성 점검 및 조치	
	SER-003	시스템 권한관리	
	SER-004	응용 및 DB보안	
	SER-005	항공보고포털 응용시스템 보안 요건	
품질 요구사항	QUR-001	기능 구현 정확성	
	QUR-002	사용성	
	QUR-003	구분성	
	QUR-004	설치 및 제거 용이성	
	QUR-005	정보 제공	
인터페이스 요구사항	SIR-001	사용자 인터페이스	
	SIR-002	외부 시스템 연계 인터페이스	
데이터 요구사항	DAR-001	데이터 표준화	
	DAR-002	데이터 구축	
	DAR-003	관련 데이터	

프로젝트 관리 요구사항	PMR-001	일정관리
	PMR-002	산출물 관리
	PMR-003	프로젝트 참여인력 관리
	PMR-004	매뉴얼
제약 사항	COR-001	개발 제약 사항
	COR-002	형상관리
	COR-003	개발언어
	COR-004	DBMS
	COR-005	저작권 준수
	COR-006	전자정부 표준프레임워크 준수
프로젝트 지원 요구사항	PSR-001	과제 수행 일반
	PSR-002	교육지원
	PSR-003	기타 프로젝트 지원 요구사항
테스트 요구사항	TER-001	테스트

출처 : 한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.5-6.

2) 요구사항 상세내역 작성

○ 요구사항 도출을 위해 시스템 구성, 기능, 성능, 인터페이스, 데이터, 테스트, 보안, 품질, 제약사항, 프로젝트 관리, 프로젝트 지원 요구사항 등 11개 요구사항 분류기준 항목 각각에 대해서 상세하게 정의

❑ 시스템 요구사항[10)]

○ 클라이언트 개발 장비구성

- 항공 온실가스 보고 포털 시스템 개발을 위한 장비 준비
- 구성장비의 기능 및 용도 명확히 제시
- 개발에 필요한 S/W 제품의 세부 구성 요소별 기능 및 구성내역 제시
- 효율성 및 안전성을 겸비한 클라이언트 장비 구성
- 과제 수행의 원활함을 위한 대상 장비 변경 가능 및 사유 제시

○ 클라이언트 프로그램 S/W 환경

10) 시스템 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.7-8.

- Window 7 이상의 운영체제 구축
- 데이터베이스 처리를 위한 DBMS 설치

❑ 기능 요구사항[11)]

○ 항공 온실가스 데이터 관련 서비스 제공
- 목표관리제 보고 관련 서비스 제공
- 항공부문 국가이행계획 관련 데이터 서비스 제공
- 항공부문 온실가스 인벤토리 데이터 서비스 제공
- 항공사 자발적 협약 보고 관련 서비스 제공
- 국내외 배출권 거래제 관련 데이터 서비스 제공
- 시장기반체제 관련 데이터 서비스 제공

○ 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 보고서 제공
- 범위 지정(날짜, 배출량, 국내외 노선 구간, 항공사별 등에 따른 범위 지정에 따른 Reporting)
- 단위 표시("kg, %, tons, second, min, hour, kg/hr, t/hr, kg/yr, $, 원화" 등에 따른 범위 지정에 따른 Reporting)
- 항공사 보고 양식 및 다양한 형식의 보고서 제공
- 결과 값 나열, 그래프 표출 형식 제공

○ 다양한 시각화형식 제공
- 다양한 종류의 그래프 및 다수의 그래프 표출 제공
- 사용가 이해하기 쉬운 표출형식 제공

○ GIS 맵 기능
- GIS 맵상에 항공기 항적 데이터 및 온실가스 산정 데이터 표시

○ 항공 온실가스 보고 포털 기능 요구사항 분석
- 회사별 내부 시스템과 데이터 호환 가능성
  • 각 내부 시스템과 보고포털 시스템에서 사용하는 데이터가 호환가능하게 보고포털 시스템 데이터 설계

11) 기능 요구사항은 항공 온실가스 보고 포털 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨 한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.8-13.

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		FUR-PS-001
요구사항 명칭		항공온실가스 보고포털
요구 사항 상세 설명	정의	보고포털 데이터 호환
산출물 정보		
관련 요구사항		
출처		'15.01.15 사용자 요구사항 회의, '15.02.03 사용자 요구사항 회의

- 온실가스 목표관리제 업무 포함
  - 국적항공사 온실가스 할당 배출권 및 감축 목표 정보를 관리하고 항공사별 연도별 배출 실적 등록 및 관리
- 항공온실가스 자발적 감축협약 업무 포함
  - 국토교통부에서 시행하는 국제선의 온실가스 감축을 위한 항공 자발적 협약제도 운영 전반을 지원하는 기능 구현과 함께 보고 및 산정을 통한 성과 분석 기능 개발
- 항공온실가스 자발적 감축협약 업무 검증 및 평가 실시
  - 항공 자발적 협약에 따른 목표 대비 감축 성과 등에 대한 분석기능 및 국내/외 항공기술/정책 감축사례 관리
- 배출권거래제 할당업체(항공부문) 배출량 적절성 평가 시행
  - ICAO 또는 EU-ETS(Europe Emission Trading System)에서 시행 예정인 국제 항공부문 배출권 거래제도 대응을 위한 기능 구현
  - 기별 배출권 인증량 및 항공사 배출권 거래 정보를 관리하고 국내/국제 배출권에 대한 통합 정보관리 및 Risk 평가 기능 구현
- 항공사의 연료 외에 에너지까지 관리
  - 에너지 데이터베이스 구축을 통해 배출권 할당에서 인증 및 제출까지의 배출권 거래제 요구 지침을 만족하고, 에너지 관리 및 온실가스 배출량 산정, 감축 사업 등 관련 업무관리 기능 구현

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		FUR-PS-002
요구사항 명칭		항공온실가스 보고포털
요구 사항 상세 설명	정의	항공온실가스 보고포털 업무 제공
산출물 정보		
관련 요구사항		
출처		'15.01.15 사용자 요구사항 회의, '15.02.03 사용자 요구사항 회의

- 국문/영문 언어 지원
  - 보고포털 화면은 국문/영문 두 가지 버전 제공
- UI가 간단명료하게 표시
  - 웹기반 UI로 구성되어 사용자가 이해하기 쉽고 간단명료해야 함
- 사용자 입력 또는 업로드 가능
  - 항공사별 온실가스 감축 활동을 통한 연료소비량 감축실적을 사용자 입력 또는 업로드 가능
- 온실가스 보고서 업로드의 편리성
  - 보고서 업로드 시 파일을 선택하여 편리하게 업로드할 수 있어야 함
  - 업로드된 자료에 대해 수정이 가능해야 함
- 보고포털에서 사용하는 데이터는 타 기관에 제공하지 않음
  - 항공사에서 제공하는 DATA는 타 기관은 볼 수 없으며, 정부는 이 DATA를 감시목적으로 사용해서는 안 됨

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		FUR-PS-003
요구사항 명칭		항공온실가스 보고포털
요구 사항 상세 설명	정의	사용자 기능 제공
산출물 정보		
관련 요구사항		
출처		'15.01.15 사용자 요구사항 회의, '15.02.03 사용자 요구사항 회의, '15.03.23 사용자 요구사항 서면 검토

- 보고포털 네트워크에서 정보 보호

• 네트워크 기반인 경우 VPN(Virtual Private Network)으로 시스템 정보가 보호되어야 함

- 보고포털 네트워크 정보 암호화

• 네트워크 기반인 경우 항공사에서 입력한 정보 보호를 위해 암호화가 이루어져야 함

요구사항 분류		기능 요구사항
요구사항 고유번호		FUR-PS-004
요구사항 명칭		항공온실가스 보고포털
요구 사항 상세 설명	정의	네트워크 정보보호
산출물 정보		
관련 요구사항		
출처		'15.01.15 사용자 요구사항 회의, '15.02.03 사용자 요구사항 회의

❑ 성능 요구사항[12)]

○ 작업 진행 표시

- 검색 기능에 대한 응답 처리시 까지 진행 상황을 프로그래스바를 이용하여 표출

○ Window 플랫폼 지원

- Window 7 이상 버전에서 제약없이 구동

○ SQL 튜닝

- 신규 또는 수정 SQL에 대한 비정상적 성능에 대한 튜닝 시행 및 내역 반영

○ 질의 응답 시간

- 모든 질의에 대한 평균 응답시간은 사용자가 요청한 시간으로부터 3초 이내 진행, 단 빅데이터 분석 및 검색의 경우 예외

○ 웹페이지 디스플레이

- 웹페이지는 사용자가 요청한 시간으로부터 3초 이내 디스플레이 진행, 단 한개

12) 성능 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.28-31.

이상의 큰 이미지(50KB 이상)와 동영상을 가지고 있는 페이지 또는 시스템을 사용하는 사용자 숫자가 동시사용자 용량의 90%를 초과하는 경우에는 예외

○ 데이터 형식 오류 시간

- 사용자가 입력한 데이터 형식의 모든 오류는 사용자가 시스템에 그 정보를 입력한 지 3초 이하에 적당한 오류 메시지 제시

○ 메모리(디스크) 지원 효율성

- 메모리(디스크) 평균 사용률은 서비스 가용시간 동안에 75% 유지

○ CPU 효율성

- 서비스 가용 시간 동안의 사용률과 최대 부하 아래에서의 사용률을 측정함 CPU 평균 사용률은 90% 유지

❑ 보안 요구사항[13)]

○ 데이터 암/복호화

- 항공사 제공 데이터 서버 연동 시 데이터 암/복호화 및 계정 할당 데이터 전송

○ 보안 취약성 점검 및 조치

- 보안이 필요한 페이지(관리자모드, 로그인, 개인정보변경 등)는 세션을 유지하도록 하고, 외부에서 직접접근을 제한하는 등의 보안대책을 적용
- 웹서버 개발 보안 전자정부 가이드라인을 준수하여 주요 보안 취약점 (접근통제 취약점, 부적절한 파라미터사용, XSS, 버퍼오버플로우, SQL Injection, 업로드·다운로드 취약점 등)을 고려하여 보안대책을 수립
- 시스템을 운영하기 전에 보안 도구를 이용하여 서버 설정정보 및 저장 자료 절취, 위·변조 가능성 등 보안 취약점을 점검 및 조치

○ 시스템 권한 관리

- 사용자 분류를 통한 등급 및 역할 분류, 그리고 그에 따른 권한을 설정

○ 응용 및 DB 보안

13) 보안 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.31-33.

- 시스템 운영자만 직접적 DB 접근 허용
- 사용자 인증정보, 카드번호, 아이디, 패스워드 등은 소스 코드에 직접 하드코딩 금지
- 이용자ID, 이용시간, 조회내용, 사용현황 등의 조회 이력을 관리

○ 항공보고포털 응용시스템 보안 요건
- 사용자의 입력값이 SQL Injection을 발생하지 않도록 함
- SQL 서버의 에러 메시지를 외부에 제공하지 않도록 함
- Statement 객체 사용을 자제하고 Prepared Statement 객체 사용을 하도록 함
- 파일 업로드 시 파일 확장자에 대한 적합성 여부를 검증하여 악성 백도어(웹쉘) 파일을 업로드하고 서버 상에서 저장된 경로를 찾아 백도어 파일을 실행할 수 없도록 함
- 에러 발생 시 디렉토리 및 각종 라이브러리에 대한 정보가 노출되지 않도록 함
- 소프트웨어를 개발 또는 변경하는 경우 변경된 소프트웨어 보안약점이 없도록 하여야 하며, '소프트웨어 개발 보안가이드'를 준수하여야 함

❑ 품질 요구사항[14)]

○ 기능 구현 정확성
- 사용자 요구사항에 대한 기능 제공 여부는 각 기능 요구사항의 검증(테스트) 활동을 통해 예상된 결과가 정상적으로 도출되었을 경우 요구사항을 제공한 것으로 평가
- 기능 구현 정확성은 사용자가 직접 테스트 수행 기간에 테스트를 수행 평가하며, 과제수행기관은 사용자 테스트를 지원

○ 사용성
- 사용자 매뉴얼(도움말) 제공
- 사용자 친화적 운영(이해하기 쉬운 논리적인 시각화 배치, 에러 메시지 제공 등)

14) 품질 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.34-35.

○ 구분성

- Full, Short 버전을 통한 사용자 구분 및 기능 제어를 통한 사용자 접근 제어

○ 설치 및 제거 용이성

- 사용자 매뉴얼 또는 관리자 매뉴얼에 어플리케이션 설치 및 제거 정보 제공
- 제공 정보에 따른 실제 설치 및 제거 시행의 용이성

○ 정보 제공

- 정보 제공을 위한 메시지 창 기능 수행
- 프로그램의 버전 정보 표시
- 프로그램의 콘텐츠의 모양이나 배치를 논리적으로 이해하기 쉽게 구성

❑ 인터페이스 요구사항[15)]

○ 사용자 인터페이스

- 온실가스 산정 및 예측 시스템의 모든 기능은 클라이언트 프로그램을 통하여 작동
- 사용자 편의성과 접근성을 고려한 인터페이스 기능 구축

○ 외부 시스템 연계 인터페이스

- NARMI, KOTEMS 등 외부 연계 상세시스템 구성도 제시
- 인터페이스 연동 시 각 기관에 운영 중인 타 시스템 환경에 영향을 미치지 않아야 함
- 제약사항 명시 및 구체적 대안 제시

○ 내부 시스템 연계 인터페이스

- 항공 온실가스 산정 및 예측 세부 모듈과 연계 구성 방안 제시

15) 인터페이스 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, p.36.

❑ 데이터 요구사항[16)]

○ 데이터 표준화

- 시스템별로 산재해 있는 데이터 정보 요소에 대한 명칭, 정의, 형식, 규칙에 대한 원칙을 수렴해 표준데이터를 산정

○ 사용자 요구도 분석을 통한 항공 온실가스 기초 데이터 목록 구축

- 항공통계모듈: 국내/외 항공수송실적, 공항별·항공사별·국가별 항공 통계, 온실가스 배출량 통계
- 정책지원모듈: 항공유 사용량(국적항공사의 국내선/국제선), 에너지 사용량(시설 에너지 사용량), 수송량(국내선/국제선, 여객/화물), NA 정보(배출권 할당량, 국가 NA 온실가스 배출량), 국제배출권 거래제 정보
- 기본정보: 배출계수, 항공정보(공항, 항공기, 표준무게, 대권 거리 등), 에너지(단위환산계수, 국가발열량계수, 연료정보, 항공유비중관리 등)

○ 관련 데이터

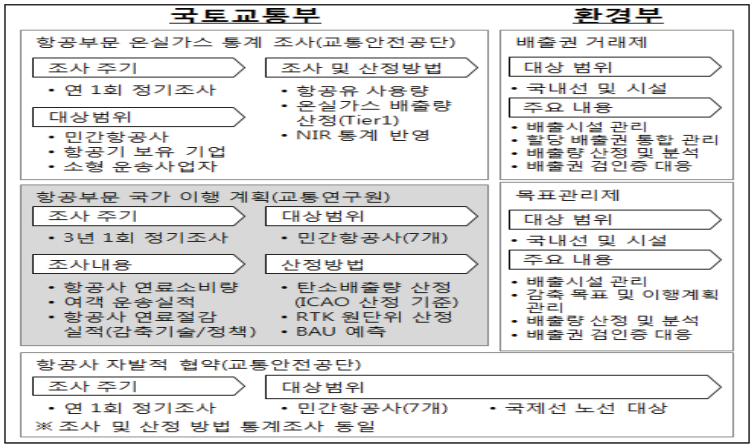
- 항공사 및 국가 항공부문 온실가스 규제 및 협약 등이 증가되고 있으며 이에 따른 온실가스 관리의 범위 역시 확대되고 있음
- 현재 항공사 온실가스 관리 범위를 관리규제에 따라 항공사별 Tier 적용 수준으로 구분하면 다음과 같음
  - 대한항공과 아시아나, 제주항공은 국내선 및 시설에 대해 온실가스 배출권거래제에 참여기업에 해당되어 Tier 1과 Tier 2 수준으로 배출량을 관리함
  - 진에어, 에어부산, 이스타 및 티웨이는 국내선 및 시설에 대해 에너지/온실가스 목표관리제 해당 업체이며 대부분 Tier 1 수준으로 배출량을 관리함
  - 국내 온실가스 제도는 매년 3월 명세서 검증 및 제출이 필요하며, 매년 12월에는 이행계획서를 제출해야함
  - EU-ETS는 대한항공과 아시아나 항공에서 대응하였으나, 현재 본 제도가 진행되지 않고 있어 보류 중에 있음

16) 데이터 요구사항은 항공 온실가스 보고 포털 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨

〈표 20〉 항공사 온실가스 관리 범위

항공사	Tier 수준	국내 온실가스 제도	항공 자발적 협약
대한항공	Tier 1& Tier 2	온실가스 배출권거래제 (국내선 및 시설)	국제선 노선에 대한 연료효율(RTK) 및 감축활동
아시아나			
제주항공			
진에어	Tier 1	에너지/온실가스 목표관리제 (국내선 및 시설)	
에어부산	Tier 1		
이스타	Tier 1		
티웨이	Tier 1		

- 또한 국가 항공부문 온실가스 규제 및 협약에 따른 데이터 관리 범위 및 현황을 보면 국토교통부와 환경부가 담당하여 진행하고 있으며 이에 따라 제도별로 각 기관에서 조사를 진행하고 있음. 조사주기 및 조사내용 및 산정방법은 다음과 같음



〈그림 8〉 국가 항공부문 온실가스 규제 및 협약 관리범위

- 항공부문의 배출량 산정 방법은 IPCC와 ICAO에서 제시한 방법을 사용하고 있으며 각각의 배출량 산정방법론은 다음과 같음

〈표 21〉 항공부문 온실가스 배출량 산정 방법론-IPCC

구분	세부내용
Tier 1	국내 운항 온실가스 배출량 = 국내 운항 LTO 배출량(LTO당 배출계수 × 국내운항 LTO 횟수) + 국내 운항 Cruise 배출량(배출계수 × 국내운항 Cruise 연료 사용량)
Tier 2	국내운항 온실가스 배출량 = 국내운항 LTO 배출량(∑[항공기종별 LTO 당 배출계수 × 항공기종별 국내운항 LTO 횟수]) + 국내운항 Cruise 배출량(배출계수 × 국내운항 Cruise 연료 사용량)

〈표 22〉 항공부문 온실가스 배출량 산정 방법론-ICAO

구분	year	Total RTKs	Inter-national RTKs	Total fuel(ℓ) Bio fuel(0%)	Inter-national fuel(ℓ) Bio fuel(0%)	Total CO2 emissions (kg)	Inter-national CO2 emissions (kg)
데이터 출처	-	한국항공진흥협회, 항공통계		우리나라 국적항공사 실제 연료 사용량		-	
산정 방식	-	-		-		국적사 연료사용량 × 3.157kg/	

○ 요구도 분석을 통한 시스템 기능 모듈 설계

- 항공 온실가스 통계(인벤토리) 구축
- 국가이행계획: 항공 온실가스 배출량 산정, 온실가스 규제 방안 마련 및 저감수단 수립 등 지원
- 항공 자발적 협약: 각 항공사의 온실가스 배출량 산정, 저감수단별 저감량 예측, 관련 보고서 제출 등 지원
- 국내외 배출권 거래제: 온실가스 배출량 산정, 저감수단별 저감량 예측, 추가 배출권 산정 등 지원
- 목표관리제: 각 항공사의 온실가스 배출량 산정, 저감수단별 저감량 예측, 관련 보고서 제출 등 지원

❑ 프로젝트 관리 요구사항[17)]

○ 일정관리

- 총 과제기간 : 2014.10.31 ~ 2018.04.30
- 1차년도 과제기간 : 2014.10.31 ~ 2015.05.30

○ 산출물 관리

- 참여(공동, 위탁)연구기관은 연구개발과제 추진과정에서 생산되는 제반 작업 단위별 산출물에 대하여 산출물의 관리 방안 제시

○ 프로젝트 참여 인력 관리

- 본 과제의 참여연구기관의 연구책임자는 반드시 해당기관의 소속으로써 고급기술자 이상의 직원으로 기관별 과제를 총괄할 수 있는 전문 인력이어야 함

○ 매뉴얼

- 사용자 매뉴얼 : 항공 온실가스 보고 포털의 세부 기능 사용 방법 및 SW 설치/제거 방법 등 제시
- 운영자 매뉴얼 : 항공 온실가스 보고 포털의 실행 방법, 시스템 및 S/W 구성 항목 설정 방법, 프로그램 목록 설명, 제공 기능 및 타 시스템 연계 방법, 로그 확인 및 분석 방법 등 제시

❑ 제약사항[18)]

○ 개발 제약사항

- 국방 CBD 방법론의 절차와 과정(개발 표준, 기술표준 문서화)에 따라 개발되어야 함
- 타 시스템과의 연계 방안 및 항공사 데이터 입수 등에 제약 사항 발생 시 대안 제시

---

17) 프로젝트관리 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.39-41.

18) 제약사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, pp.41-43.

○ 형상관리

- 버전관리 기능이 제공되는 소스 관리 툴 사용
- 소스 저장소로의 접근이 최적화 되어 있는 툴 사용
- 클라이언트/서버 통신규약이 버전간 차이를 양방향으로 보낼 수 있는 툴 사용

○ 개발언어

- 항공 온실가스 보고 포털에 적합한 프로그램 언어 제시

○ DBMS

- DBMS는 상세설계 전 모듈별 개발 특성 및 데이터를 고려하여 확정

○ 저작권 준수

- 시스템을 구축함에 있어 도입되는 장비, 적용 기술 및 UI/UX에 사용되는 모든 콘텐츠에 대하여 저작권을 침해하지 않아야 함

○ 전자정부 표준프레임워크 준수

- 정부에서 추진하는 전자정부 표준프레임워크(2.5버전 이상)를 적용하여야 함
- 구현하려는 기능을 전자정부 공통컴포넌트의 기능과 비교하여 적용을 적극 검토해야 함
- 사업 완료 시에 적용된 공통컴포넌트에 대한 내역을 제출해야 함
- 전자정부 표준프레임워크를 기반으로 실행환경의 MVC아키텍처를 준수하여 설계 및 개발
- 전자정부 표준 프레임워크 및 공통 컴포넌트 적용이 불가능할 경우 타당한 사유를 제시하여 신규 개발 하여야 함

❑ 프로젝트 지원 요구사항[19)]

○ 교육 지원

- 사용자 교육, 운영자 교육 지원 및 피드백 관리

19) 프로젝트 지원 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, p.44.

❑ 테스트 요구사항[20)]

○ 테스트

- 요구사항별 테스트 케이스 작성
- 개발 업무 단위별 단위 테스트 실시
- 개발 업무 그룹 간 연계 통합 테스트 실시

○ 항공 온실가스 보고 포털 테스트 계획

- 본 과업에서 수행되는 단위/통합/인수 시험으로 구분
- 단위/통합/인수 시험은 기본적으로 운영 시스템과 동일한 환경의 시험 시스템에서 실시하는 것을 원칙
- 단위 시험
  - 하나의 소프트웨어 모듈이 정상적으로 그 기능을 수행하는지의 여부를 확인하는 최소단위 수준의 시험
  - 단위 시험은 시스템의 입력 데이터의 정상적인 DB Insert 및 항공 온실가스 레포팅 기능의 Data 정확도 점검에 중점
- 통합 시험
  - 단위 기능간의 데이터 및 업무기능의 인터페이스가 정상적으로 그 기능을 수행하는지 여부를 확인하는 통합관점의 시험
  - 통합 시험은 기준정보의 각종 계수와 입력된 데이터를 기반으로 산정 된 온실가스 배출량의 확인 및 외부 시스템과의 I/F의 안정성 및 정확성 시험에 중점
- 인수 시험
  - 시스템 개발 요청기관의 소프트웨어 인수를 위해 요구사항에 대한 부합여부 및 운영서버 환경에서의 정상 작동에 중점을 두고 수행하는 시험
  - 한국교통연구원의 인수 절차에 따라 인수시험을 시행

20) 테스트 요구사항은 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 공통적으로 적용되는 내용으로 연구진 회의 및 요구사항 수집·조사 활동으로 도출됨
한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015, p.46.

〈표 23〉 항공 온실가스 보고 포털 테스트 계획

구분	실행 방안	주요 절차
환경 구축 및 점검	• 전환 테스트 환경구축 및 점검 • 데이터 정비 Status 점검	• 데이터 전환관련 교육 • 시나리오 검증 및 체크리스트 작성
테스트 실시	• 시나리오에 의한 테스트 실시(검증 항목별 결과 기록)	• 테스트 및 디버깅 • 비상 복구 시험
평가 및 조치	• 검증항목별 결과취합 • 해결방안 및 개선사항 도출	• 각 항목별 평가 및 개선안 반영
응용 시스템 시험	• 프로그램 기반 데이터 검증 • 단위 시험 완료 후 시스템 시험	• 응용 시스템에 대한 실효성 검증

3) 요구사항 검증

○ 사용자들의 요구사항에 맞게 정확하고, 완벽하게 그리고 추적 가능하도록 명세화 하였는지 점검하는 단계

- 요구명세서가 내부적으로 일관성을 유지하고 있는지, 그리고 품질기준에 적합한지 확인하기 위해 이해관계자는 상세 내역에 요구사항이 누락 없이 반영되었는지, 구체적이고 상세한 수준으로 기술되어 있는지 검토
- 외부적으로 사용자나 고객이 명세서를 검증하는 것으로 검증의 어려움이 예상될 경우 요구사항을 미리 확인하기 위해 프로토타입 기법 사용

○ 항공 온실가스 보고 포털 검증을 시행하여 〈표 24〉와 같은 의견이 수렴되었으며, 요구사항 및 아키텍처 기획에 이를 반영함

〈표 24〉 항공 온실가스 보고 포털 요구사항 검증

항공 온실가스 보고 포털 시스템 요구사항 검증
1. 데이터베이스 구축 및 아키텍쳐 설계 구체적 논의 필요 이키텍쳐 설계는 구체적이고 명확하게 작성되어야 하며, 확보 가능한 DB와 미확보 될 경우 대체방안까지 고려 필요 2. 포털 운영기관 선정 논의 운영 기관의 검토는 2차년도에 선정할 예정이며, 현재 국토부와 협의 중 3. 개발 방법론 통일 필요 V 방법론과 애자일 방법론이 혼용되어 사용되어있으며, 개발방법론은 주관기관과 개발방법이 동일해야함

항공 온실가스 보고 포털 시스템 요구사항 검증
4. 포털에서 가져야할 요건 및 결과물의 검증여부 접근성, 보안성 등에 대해 구체적인 방안이 필요하며, 이에 대한 검증 여부도 구체적으로 정리되어야 함 5. 포털DB와 시스템 개발 범위 및 연계방향 산정 및 예측 시스템을 개발하는 기관에서 연동기능을 개발해야하며, 포털 구축에서는 위의 내용은 고려하지 않음

4) 요구사항 유지보수 및 관리

○ 요구사항 유지보수

- 새로운 요구사항 출현과 변경이 발생함에 따라 이를 체계적으로 관리하기 위해 요구사항 변화관리, 요구사항 간 추적성 관리, 관련 양식의 표준화 준수 등을 관리

○ 요구사항 관리 방안

- 시스템 요구사항을 시스템 개발 생명주기 전 과정에 걸쳐 관리하여 사용자가 원하는 품질의 시스템을 정해진 기한 내에 인도하기 위해 요구사항 관리 시행
- 요구사항 명세화를 통해 추적성 보장

4. 결 론

○ 항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 및 항공 온실가스 보고 포털에 대한 사용자 요구도 조사 및 분석을 통해 시스템 정의, 개발 범위, 논리적 아키텍처 기획 등의 기초자료 제공

○ 시스템의 정의

- 항공분야 온실가스 감축량 최대화에 기여하고 국내외 배출규제에 효과적으로 대응할 수 있는 항공온실가스 산정 및 감축량 예측프로그램 개발
- 항공통계/정책대응/기준정보/레포팅 모듈 및 항공사 온실가스 인벤토리 프로그램 개발
- 요구사항 분석을 통해 기획된 시스템 구조 및 기능에 대해 화면 기초 설계를 수행하고, 시스템 기반 구축

○ 시스템 개발 범위

- 항공부문 국가 온실가스 정보 관리 표준 데이터 체계 수립 및 시스템 개발
- Tier 3b 온실가스 배출량의 신뢰성 강화를 위한 항공부문 Tier 1, Tier 2 온실가스 정보 관리 체계 구축
- 항공 온실가스 정보의 정부, 연구기관, 항공사 고유 및 효율적 업무지원을 위한 통합 온실가스 정보관리 체계 구축
- 항공분야 국내/외 정책 대응 사항 관련 정보의 표준 데이터베이스화 관리
- 자발적협약, 국제 배출권거래제 등 국내/외 온실가스 규제 대응 관리를 위한 항공사 인벤토리 관리 기능 개발

○ 시스템 기능 구조

- 항공 온실가스 보고 포털은 각종 항공 온실가스 규제 및 정보를 관리하는 웹기반의 '항공통계, 정책대응, 기준정보, 레포팅 모듈과 항공사별 배출량 산정 및 보고를 지원하는 '항공사용 인벤토리 프로그램 모듈'의 서브 모듈로 구성

○ 시스템 기능 구조 및 논리적 아키텍처 기획

- 항공통계모듈: 국내/외 항공수송실적, 공항별·항공사별·국가별 항공 통계, 온실가스 배출량 통계
- 정책지원모듈: 항공유 사용량(국적항공사의 국내선/국제선), 에너지 사용량(시설 에너지 사용량), 수송량(국내선/국제선, 여객/화물), NA 정보(배출권 할당량, 국가 NA 온실가스 배출량), 국제배출권 거래제 정보
- 기본정보: 배출계수, 항공정보(공항, 항공기, 표준무게, 대권 거리 등), 에너지(단위환산계수, 국가발열량계수, 연료정보, 항공유비중관리 등)

참고문헌

〈국내문헌〉

○ 국토교통부, 교통부문 온실가스 관리시스템(KOTEMS), 2012

○ 김완이, UML 이해와 실제, 요구 모델링, 2010

○ 은연주, 전대근, 오은미, 비행절차 및 공역 효율성 평가 툴 개발 연구, 2012

○ 지식경제부, 소프트웨어사업 요구사항 분석·적용 가이드, 2012

○ PTC, 요구사항 파악 및 관리 최적화, 토픽시트: 요구사항 파악 및 관리, 2009

○ 한국교통연구원, 시스템요구사항명세서, 2015

〈국외문헌〉

○ CATE-KOTI 항공 환경 모델 관련 회의 자료(2015.03.31)

○ EUROCONTROL-KOTI 항공 환경 모델 관련 세미나 자료(2015.04.03)

○ Gregg Fleming, AEDT Overview, TRB AEDT/APMT Workshop, 2006

〈웹사이트〉

○ www.eurocontrol.int

○ www.cate.mmu.ac.uk

○ ermtoolset.eurocontrol.int/login

○ Nexcore 요구공항 기법 및 적용 가이드(http://nexcore.skcc.com)

○ DBGuide.net(http://www.dbguide.net/)

❑ 〈부록 1〉 사용자 요구사항 면담 자료

항공사 온실가스 관리 현장 조사 체크리스트

<table>
<tr><th>No.</th><th colspan="2">Checklist</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">관리범위설정</td><td>조사항목</td><td>① 항공기 관리범위 설정 수준
- 전체 항공기 현황 조사

② 항공사 시설 관리범위 설정 수준
- 터미널, 사무실 등 현황조사</td></tr>
<tr><td>조사결과</td><td>① 운송수단 관리범위 설정 수준
<table>
<tr><th colspan="2">(기종명)</th><th colspan="2">(기종명)</th><th colspan="2">(기종명)</th><th colspan="2">(기종명)</th><th colspan="2">(기종명)</th><th colspan="2">전체</th></tr>
<tr><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td></tr>
<tr><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td><td>대</td></tr>
<tr><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td></tr>
</table>
② 시설 관리범위 설정 수준
<table>
<tr><th colspan="2">터미널</th><th colspan="2">사무실</th><th colspan="2">기타1</th><th colspan="2">기타2</th><th colspan="2">기타3</th><th colspan="2">전체</th></tr>
<tr><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td><td>전체</td><td>관리대상</td></tr>
<tr><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td><td>소</td></tr>
<tr><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td><td colspan="2">%</td></tr>
</table>
- 조사 결과</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">관리범위별에너지산정</td><td>조사항목</td><td>① 항공기 온실가스 배출량 산정
- 항공기 온실가스 산정방법 조사
* 연료사용량, LTO 등
- 운항거리 및 수송량 산정
- 산정결과 관리 및 활용 등

② 시설 온실가스 배출량 산정
- 터미널, 사무실 등 산정방법 조사
- 산정결과 관리 및 활용 등</td></tr>
<tr><td>조사결과</td><td>① 항공기 온실가스 배출량 산정
- 관리범위
* 에너지 관리방법 및 관리대수(연료사용량, LTO, 기타)
* 수송량 관리방법 및 관리대수(여객수송량, 중량, 기타)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>에너지
(50% 이상)
관리</th><th>에너지
(100%) 관리</th><th>에너지(100%) 및
수송량(50% 미만)
관리</th><th>에너지(100%) 및
수송량(50% 이상)
관리</th><th>에너지(100%) 및
수송량(100%) 관리</th></tr>
<tr><td>범위</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>방법</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

- 분석방법
<table>
<tr><th colspan="3">자료 취합 과정</th><th colspan="2">자료 분석 과정</th><th colspan="2">피드백 과정</th></tr>
<tr><th>게시판
/이메일</th><th>기타
관련시스템</th><th>에너지관리
시스템</th><th>수작업
(엑셀 등)</th><th>자동
(시스템)</th><th>유</th><th>무</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

- 항공기 온실가스 배출량(2014년 기준)

- 조사 결과

② 시설 온실가스 배출량 산정
- 관리범위
<table>
<tr><th>구분</th><th>에너지(50% 미만)
관리</th><th>에너지(50% 이상)
관리</th><th>에너지(100%) 관리</th></tr>
<tr><td>범위</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>방법</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

- 분석방법
<table>
<tr><th colspan="3">자료 취합 과정</th><th colspan="2">자료 분석 과정</th><th colspan="2">피드백 과정</th></tr>
<tr><th>게시판
/이메일</th><th>기타
관련시스템</th><th>에너지관리
시스템</th><th>수작업
(엑셀 등)</th><th>자동
(시스템)</th><th>유</th><th>무</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

- 시설 온실가스 배출량(2014년 기준)

- 조사 결과
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">사
업
계
획
작
성</td><td>조사
항목</td><td>① 온실가스 관련 조직 및 인력 구성
- 이해관계자간 소통 및 협력 정도

② 온실가스/에너지 감축 계획 수립 및 이행실적
- 온실가스/에너지 감축 사업 내용 및 규모
- 계획 대비 추진 내용 등</td></tr>
<tr><td>조사
결과</td><td>① 온실가스 관련 조직 및 인력 구성</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th colspan="3">조직 현황</th><th colspan="3">담당 업무 비율</th></tr>
<tr><td>정규</td><td>TFT</td><td>미구축</td><td>100%</td><td>50% 이상</td><td>50% 미만</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
- 조사 결과

② 사업계획 수립 및 이행실적
<table>
<tr><td colspan="2">구분</td><td>항공기 부문</td><td>시설 부문</td><td>기 타</td></tr>
<tr><td rowspan="2">14년 사업</td><td>사업 내용</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>이행 실적</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
- 조사 결과
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">목표달성률</td><td>조사 항목</td><td>① '14년 효율화 목표설정 여부

② '14년 효율화 목표 달성률</td></tr>
<tr><td>조사 결과</td><td>
① '14년 효율화 목표설정 여부
<table>
<tr><td colspan="5">정량 목표 제시</td><td>정성 목표 제시</td></tr>
<tr><td>총량 및 RTKs 원단위</td><td>총량 및 기타 원단위</td><td>RTKs 원단위</td><td>기타 원단위</td><td>총 량</td><td>기 타</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
- 조사결과

② '14년 효율화 목표 달성률
<table>
<tr><td>구분</td><td>91~100% 달성</td><td>81~90% 달성</td><td>71~80% 달성</td><td>61~70% 달성</td><td>60% 이하 달성</td></tr>
<tr><td>이동연소</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>고정연소</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
- 조사결과
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">기타</td><td>조사 항목</td><td>① 업체 특이사항/요구사항</td></tr>
<tr><td>조사 결과</td><td>- 업체 특이사항

- 기업 요구사항</td></tr>
</table>

❑ 〈부록 2〉 사용자 요구사항 회의록

<table>
<tr><td>과제명</td><td colspan="4">항공 온실가스 산정 및 예측시스템 개발</td></tr>
<tr><td>회의명</td><td colspan="4">항공 온실가스 산정 및 예측시스템 개발 자문회의</td></tr>
<tr><td>개최일시 · 장소</td><td>일시</td><td>2015년 1월 15일(목)</td><td>장소</td><td>서울지방철도특별사법경찰대 소회의실(100호)</td></tr>
<tr><td>회의내용</td><td colspan="4">1. 자문의견

□ 프로그램 개발의 full/short 버전의 차이가 정부와 항공사의 사용관점의 차이인가
→ full/short 버전은 DB를 사용하여 정밀한 분석을 실시하는 관점에서 차이이므로, 실제 정부와 항공사는 모두 full 버전을 사용하여 분석이 가능함

□ 항공사 데이터를 연구지원에 사용하는 정도가 어느정도 인가?
→ 항공사에서 사용하는 데이터는 연료 소모량, 항공기 중량, 항공기 엔진 정보, 실시간 항공기 위치정보 등이며, 이 것은 실시간으로 전달 받는 사항이 아닌 월단위로 지원 받을 예정임
※ 추가적으로 대한항공에서 Tier 3b 급의 항공온실가스 산정시스템 개발을 구상하였으나, IPCC 또는 UN 국제회의에서 온실가스 산정방법이 Tier 1/2 급으로 사용하고 있으므로 개발을 포기하였음 (IPCC Tier 2등급/UN Tier 1등급 사용)

□ 외부 input data가 방대한데 이를 구현할 수있는 db구축이 가능한지?
→ 다루는 데이터가 방대하고 복잡할수록 검증의 문제가 생김. 따라서 정확한 통계산정에 필요한 데이터, 저감기술에 필요한 데이터가 무엇진지 판단하고, 필요한 값만 집어넣어 복잡한 구동력이 없도록 해야 정확한 데이터 값을 획득할 수 있음.

□ 국외프로그램 시연 필요함 (국토부 지시사항)
→ 개발프로그램의 대상 및 목표를 구체화시키기 위하여 벤치마킹하는 해외 프로그램의 시연회가 필요함

□ 국외프로그램과 차별성
→ 국외 프로그램과 차별화되어진 결과 값 제공 또는 국내환경에 최적화된 결과 값이 도출되는 등 국외 프로그램과 차별성을 갖추어 정부, 항공사가 적극적으로 사용할 수있도록 해야함 (ex. 사용자 편리성이 강조된 UI 구성 및 빠른 결과 값 도출 등)
※ 초기단계에는 벤치마킹하는 해외 프로그램을 의존하여 프로그램 개발하며, 중장기단계에서 항공사 데이터에서 수집한 데이터와 비교하여 발생되는 차이 값을 좁혀가는 것이 바람직함

□ 항공사별 사용하는 비행계획 시스템과 실 소모되는 연료사용량의 오차 값이 매번 발생되며, 오차 값에 대한 이유를 찾는 작업이 필요함
→ 항공사에서 사용하는 비행계획 시스템은 제작사 항공기 성능데이터(AFM)를 기준으로 시스템이 개발되었으나, 실 소모되는 연료사용량과 오차가 발생되어 왜 발생되는지에 대한 이유를 프로그램 개발팀과 협의하여 적절한 이유가 도출되었으면 함</td></tr>
</table>

	□ Tier 3b급 개발이 적절한지 여부도 판단해야할 필요성이 있음 → 국제회의에서 사용되는 온실가스 산정 등급은 Tier 1/2 급이며, 이 등급으로 산정할 경우 검증 및 통계적으로 사용이 가능하지만, Tier 3b 급의 경우 모든 항공기를 대상으로 분석을 실시하는 것을 원칙으로 분석이 되어야 함. 따라서 Tier 3b급의 결과값을 토대로 통계적인 결과 값으로 도출한다면 Tier 1/2급의 분석보다 오히려 신뢰성이 없어질 수 있음 ※ 추가적으로 본 시스템의 목적이 정부 보고의 모니터링인지 통계의 모니터링인지 검증을 목적으로한 모니터링인지 확실하지 않음으로 목적의 구체성을 확보할 필요가 있음 □ 국내 항공사 참여방안 → 현재 개발되고 있는 SMS 시스템 구축의 경우 제주항공과 협력하여 개발하고 있으며, 협력 개발 이점으로 추후 프로그램 판매 시 제주항공은 무상으로 제공한다는 조건이 있음 (타항공사의 경우 무조건 구매를 해야함) → 이를 토대로 국내항공사의 무료 배포 및 기타 혜택을 제공하여 국내 항공사를 개발단계에서 참여하는 방법이 필요함 → 또한 항공사와 함께 연계하여, 항공사를 테스트베드로 구축하고 같이 참여한 항공사에게 benefit을 주는 방안 논의 필요 → 다만, 협력하는 항공사의 자료는 「NDA -Non Disclose Agreement」 방식을 적용하여 협력 항공사에게 불이익이 되지 않도록 사전조치가 필요함 2. 종합의견 → 항공 온실가스 예측 및 산정시스템에 대한 실수요자 정확히 파악할 필요성 → 항공 온실가스 예측 및 산정시스템 분명한 목적 제시 → 초기 항공사에게 필요정보가 무엇이고, 정보제공 동의 협약서 등 체결하는 방안(비밀보장제, 보안유지 등)

구 분	내용	
회의일시	2015년 1월 21일(수) 12:00~17:00	
회의장소	제주항공 회의실	
참 석 자	연 구 진	제주항공 김남준 대리, 티웨이항공 박남준 팀장, 강혜영 대리, 본원 박진서 부연구위원, 심가람 연구원
회의내용	○ 제주항공 온실가스 관리 현황 - 항공 온실가스 관리 범위: 항공기 연료 및 온실가스 관리, 건물 및 지상조업은 관리하지 않음 · 건물의 경우 공항공사 건물로 공사에서 관리 - 제주항공 온실가스 관리 부서: 운항통제실 김남준 대리 1인 체제(온실가스 관리 및 연료절감 업무 외 영업스케줄(노선, SLOT 등 관리), 시스템 관리 등 - 국내 대응 정책: 자발적 협약, 목표관리제(배출권 거래제) · 2014.03 4년치 온실가스 배출량 검증을 통해 배출권 거래제 기업 선정 · 2015. '14년 온실가스 배출량 검증 예정 - 현재 온실가스 산정 현황: Tier 1/2급(Tier 2급 산정은 2015.01.19부터) · B737-800 17대 보유, LTO 계산 시 IPCCC 800 계산 단위 일괄 입력 - 2014.02 ERP 시스템 open(온실가스 관리 시스템 포함) · ERP 시스템 및 엑셀 데이터 혼합 사용 · (산정) ramp fuel-remaining fuel → (2% 오차) ramp fuel + 급유량(실제 연료 구매량)-remaining fuel → 오차 발생 이유 예측 ① Flight log의 단위 kg(100단위)/연료구매량 밀도(1단위) ② 비행이후 도착에서 급유사이에 사용된 연료량(APU 사용 등) → 매편당 급유량을 정비사가 직접 수작업 입력함(오차 %를 통한 검증 추가) ○ 티웨이항공 온실가스 관리 현황 - 항공 온실가스 관리 범위: 항공기 연료 및 온실가스 관리, 건물 온실가스 관리, 지상조업은 관리하지 않음 · 건물(에너지)은 월 or 년 단위 관리 예정 - 티웨이항공 온실가스 관리 부서: TFT 운영(월 1회 회의) · 연료 절감 실적 및 온실가스 관리 - 국내 대응 정책: 자발적 협약, 목표관리제 · 2015. 2월 중 4년치 온실가스 배출량 검증 예정 - 현재 온실가스 산정 현황: Tier 1급(엑셀로 관리) · 수기 flight log를 월단위로 엑셀 수작업 입력 · 2010. 교통안전공단에서 Tier 2급 산정 프로그램 사용했으나, 현재 사용하지 않음 · 운항관리시스템의 연료구매실적을 통한 오차 확인(3% 이내) · (산정) ramp fuel-remaining fuel (10단위) · 자발적 협약 이행매뉴얼 내 감축수단별 산정 방식 + α(구식 수작업) - AKAS 없어 수기 log 작성 중	
대응방안(계획)	〈항공사 의견 수렴〉 - 개별적 범위를 지정하여 reporting 할 수 있는 기능 중요함 - 온실가스 통계량 오차 상존 - Flight Operation for Fuel saving 수단별 저감량 분석 산정의 정확도 결여 - 온실가스 감축 이행 추진협의체 구성 필요 - 온실가스 배출량 사용실적 항공부분 검증기관 필요(환경부 인가의 문제 상존) - 배출권 거래제도 대응기구 설립 필요(국내외 환경정책 대응 등) - 배출량 상쇄 프로그램 구축 필요	

구 분	내용	
회의일시	2015년 01월 30일(금) 10:30~12:00	
회의장소	아시아나항공 회의실	
참 석 자	연 구 진	아시아나항공 서창현 차장, 김주희 대리, 이재문 대리, 솔루티스 강지훈 대리, 본원 박진서 부연구위원
회의내용	○ 아시아나항공 온실가스 관리 현황 - 항공 온실가스 관리 범위: 항공기 연료 및 온실가스 관리, 건물 및 지상조업 관리 · 건물의 경우 공항공사 건물로 공사에서 관리 - 아시아나항공 온실가스 관리부서 : 경영지원팀 - 국내 대응 정책 : 자발적 협약, 배출권 거래제 · 2009년 이후 온실가스/에너지 목표관리제 관리업체 · 금년부터 배출권거래제 업체로 변경 지정되어 진행 - 현재 온실가스 산정 현황: Tier 1/2급 - 관리시스템 : AGIS(아시아나 온실가스 정보 시스템) 를 통해 관리 · 여객 수송실적(EU, ICAO 기준), 화물 수송실적, 연료 사용량 등을 관리 · 연료사용량 관리 : 급유 영수증(잔량 연료량은 ACARS를 통해 전송) → ACARS 데이터 전송 오류가 많음. 오류 시에는 Log 값을 오프라인으로 찾아서 보정 · APLIS, AAFS, AMPIRE, AABIS, CSP 등 내부 시스템과 데이터 연계	
대응방안(계획)	〈항공사 의견 수렴〉 - 국적항공사 데이터와 국가 통계DB 오차 발생(운항횟수, 실적 등) → 항공사 배출권 거래 대응을 위해 표준DB 개발이 필요 - 항공사 의견이 반영된 온실가스 예측배출량 산정을 위한 표준화된 기준 및 방법론 설정이 필요 → 항공사 공통 적용 가능할 수 있는 일관성 및 표준성 있는 기준 설정이 필요	

구 분	내용	
회의일시	2015년 02월 03일(화) 13:30~16:30	
회의장소	대한항공 회의실	
참 석 자	연 구 진	대한항공 배정환 차장, 유안식 차장, 진에어 김재하 대리, KCT 이상정 수석, 카이스트 김요한 연구원, 본원 심가람 연구원, 황유철 연구원
회의내용	○ 대한항공 온실가스 관리 현황 - 항공 온실가스 관리 범위: 항공기 연료 및 온실가스 관리, 건물 및 지상조업 관리 - 대한항공 온실가스 관리부서 : 환경팀, 운영기획팀 등 다양한 부서가 종합적으로 대응 - 국내 대응 정책 : EU-ETS(현재 진행하지 않고 있음), 자발적 협약, (목표관리제)배출권 거래제 · 2009년 이후 온실가스/에너지 목표관리제 관리업체 · 금년(2015)부터 배출권거래제 업체로 변경 지정되어 진행 - 현재 온실가스 산정 현황: Tier 1/2급 - 관리시스템 : ETS-OMS(2009년 시행-2010목표/자발적 대응 Target)를 통해 관리(ACARS 등 사내 시스템과 데이터 연동) · 여객 수송실적(EU, ICAO 기준), 화물 수송실적, 연료 사용량 등을 관리 · 연료사용량 관리 : 급유 영수증(잔량 연료량은 ACARS를 통해 전송)-KASS의 시스템과 연동 → ACARS 데이터 전송 오류가 많음. 오류 시에는 Log 값을 오프라인으로 찾아서 보정 · Tank remain fuelA + uplift - Tank remain B ○ 진에어 온실가스 관리 현황 - 항공 온실가스 관리 범위: 항공기 연료 및 온실가스 관리, 건물 - 진에어 온실가스 관리부서 : 운항팀, 정비팀 등 - 국내 대응 정책 : 자발적 협약, 목표관리제 · 2015년 4년치 배출 현황 자료 제출 예정 - 현재 온실가스 산정 현황: Tier 1급 · ramp out(출발전 급유량-KASS) - 연료잔류량 · ACARS 데이터, 연료 소비량 데이터, 운송 실적 데이터(ERP 시스템) 등을 받아 엑셀 작업(월별 단위)	
대응방안(계획)	〈항공사 의견 수렴〉 - 네트워크 연동 시스템의 경우(소프트웨어 or 웹기반이든) 데이터 보안의 문제 - 각 항공사의 데이터 관리 수준의 평준화 반대 - 시스템 사용시 사용자 편의 및 효율성 확보 필요 - 감축 수단별 표준화된 신뢰성 있는 산정 방법 제시 필요 · 예: 항로 재설계의 경우 감축량 산정→신뢰성 확보의 문제	

❑ 〈부록 3〉 서면 요구사항 의견서

온실가스 관련 업무 수행에 있어 이슈사항 또는 문제점
- 항공사의 다양한 감축활동을 통한 연료소비량(배출량) 감축실적을 정확히 계산하고 평가하는 프로그램(툴) 부재
온실가스 관련 업무 수행 현황
- 국가 항공온실가스 배출량 조사 및 통계관리 - 항공사 연료소비량 및 수송실적 조사, 통계관리(ICAO 제출) - 온실가스 목표관리제 대행업무(명세서 및 이행실적 평가 등) - 항공온실가스 자발적감축협약 검증평가업무 - 배출권거래제 할당업체(항공부문) 배출량 적절성 평가 - 항공온실가스 감축관련 조사연구 - 항공환경세미나 개최 등
세부 요구사항 (온실가스 관련 업무 수행에 있어 개발 시스템 반영 요청사항)
- 항공사 감축실적에 대한 평가 툴 개발 요청 · 감축수단별 감축량을 계산하는 프로그램 개발을 통해 항공사가 제시하는 감축량의 적절성 평가에 활용
개선방안 (상기 이슈사항 또는 문제점 해결을 위한 시스템 보완 기능)
- 저감효과 분석시스템 개발 시, 감축기술에 대한 표준화된 산정기준을 개발하고 감축수단별 저감효과에 대한 데이터 검증 필요(실비행 데이터와의 비교가 필수적이나, 중간단계로 시뮬레이터를 활용한 검증도 가능)
추가 질문 사항
▷ 온실가스 관리 시스템 보유 여부 없음. ▷ 온실가스 관리 담당 부서 존재 여부 - 담당 업무 범위 파트단위로 2명이 온실가스 관리업무 수행 - 정부로부터의 지원 여부(지원을 받는다면 어떠한 지원을 받고 있는지) 없음 ▷ 온실가스 관리 시스템 운영 현황 없음.
2015년 1월 15일 소속 :교통안전공단 성명 : 김용석 (서명)

온실가스 관련 업무 수행에 있어 이슈사항 또는 문제점
- 온실가스 산정등급에서의 문제가 아닌 연료사용량 산정에 있어서의 어려움이 존재(급유량 오입력, 비중값 미입력 등) -〉 Tier 2에서의 문제 - 연료절감량 산정 시 관리를 하고 안하고 했을 때 시점에서의 상대적 수치만 가능함. 운항 시 여러 절감기술이 행해지고 여러 외부조건이 작용하기 때문에 절대적 수치를 산정하기 어려움
온실가스 관련 업무 수행 현황
세부 요구사항 (온실가스 관련 업무 수행에 있어 개발 시스템 반영 요청사항)
- 사용자의 편의성 고려(단순, 명확하게) - 검증받기 수월하도록 -〉 Tier 3은 너무 복잡하여 검증받기 어려움 - Tier 3까지 가야 할 필요성이 안 느껴짐 - 항공사 data 공개의 가부를 먼저 따져봐야 함 - 최종목적이 최적연료 항로를 항공사에 제공하는 것이 목적이라면 항공사 입장에서는 찬성함. 그러나 최종목적이 국가 이행계획 수립 시 각 수단 별 연료절감량 계산이 목적이라면 그게 가능할지 의문임 • 운항에서는 여러 절감활동이 행해지고 풍속, 기상 등 여러 영향이 미치는데 각 수단별 연료절감량을 산출하는 것이 가능할 것인지 의문
개선방안 (상기 이슈사항 또는 문제점 해결을 위한 시스템 보완 기능)
- 사용자가 사용하기 편하도록 심플하게, 검증받기 수월하도록
추가 질문 사항
▷ 온실가스 관리 시스템 보유 여부 보유 ▷ 온실가스 관리 담당 부서 존재 여부 - 담당 업무 범위 온실가스 시스템 통해 연료사용량 및 온실가스 배출량 집계 - 정부로부터의 지원 여부(지원을 받는다면 어떠한 지원을 받고 있는지) 없음 ▷ 온실가스 관리 시스템 운영 현황 - 내부 시스템과의 연동 또는 독립 시스템여부 내부 시스템 inter-face - 시스템 운영 시작 연도 2011년 - 시스템 운영 및 관리 주체는 누구인지(내부 부서 또는 외부 업체) 내부부서 - 온실가스 관리의 범위, 방식 및 운영체계 등의 시스템 관련 현황 내부 온실가스 정보시스템 이용(항공기) 각 지점에서 에너지 사용량 받음(건물, 지상교통)
2015년 1월 15일 소속 :아시아나항공 성명 : 김주희 (서명)

온실가스 관련 업무 수행에 있어 이슈사항 또는 문제점
- 실 연료량 파악 • 구매량과 사용량의 오차가 있습니다. 이유는 비행 종료 후 정비목적, 자연발화 등의 오차량으로 인해 최소화 하기위해 노력중입니다. - remain fuel 감소 추진
온실가스 관련 업무 수행 현황
- APMS 산출 - 연료절감 방안 및 데이터 산출(온실가스)
세부 요구사항 (온실가스 관련 업무 수행에 있어 개발 시스템 반영 요청사항)
의견없음
개선방안 (상기 이슈사항 또는 문제점 해결을 위한 시스템 보완 기능)
- Flight plan과 연동되어 계획대비 얼마만큼 사용되었는지 한눈에 통계치를 확인 할 수있는 자료 (엔진 성능분석 및 사유를 인지하여 온실가스 절감방안 모색) - 지상에서 소모되는 연료(정비)체크
추가 질문 사항
▷ 온실가스 관리 시스템 보유 여부 연료관리시스템을 통한 온실가스 산출 ▷ 온실가스 관리 담당 부서 존재 여부 - 담당 업무 범위 온실가스 자발적 감축 TFT 팀원 - 정부로부터의 지원 여부(지원을 받는다면 어떠한 지원을 받고 있는지) 없음 ▷ 온실가스 관리 시스템 운영 현황 - 내부 시스템과의 연동 또는 독립 시스템여부 독립되어있음 - 시스템 운영 시작 연도 2011년 - 시스템 운영 및 관리 주체는 누구인지(내부 부서 또는 외부 업체) 내부부서 - 온실가스 관리의 범위, 방식 및 운영체계 등의 시스템 관련 현황
2015년 1월 15일 소속 :이스타항공 성명 : 이재훈 (서명)

온실가스 관련 업무 수행에 있어 이슈사항 또는 문제점
미작성
온실가스 관련 업무 수행 현황
미작성
세부 요구사항 (온실가스 관련 업무 수행에 있어 개발 시스템 반영 요청사항)
미작성
개선방안 (상기 이슈사항 또는 문제점 해결을 위한 시스템 보완 기능)
미작성
추가 질문 사항
▷ 온실가스 관리 시스템 보유 여부 독립관리 시스템은 미보유 해당 수치산정을 위한 자료(연료소비량, 수송실적, 운항실적 등)는 시스템화 하여 DB관리하고 있음 ▷ 온실가스 관리 담당 부서 존재 여부 - 담당 업무 범위 현재 관리전담조직은 미구축 관련 부서 담당자와의 유기적 연결을 통항 업무처리가 진행중임 - 정부로부터의 지원 여부(지원을 받는다면 어떠한 지원을 받고 있는지) 통합 온실가스 관리시스템 개발 지원 ▷ 온실가스 관리 시스템 운영 현황 - 내부 시스템과의 연동 또는 독립 시스템여부 독립 관리시스템은 미보유 관련 자료는 개별적으로 내부시스템 관리를 통해 축적하고 있음 - 시스템 운영 시작 연도 독립시스템 미운영 - 시스템 운영 및 관리 주체는 누구인지(내부 부서 또는 외부 업체) 관련 자료에 대한 개별 관리주체 부서가 있음 - 온실가스 관리의 범위, 방식 및 운영체계 등의 시스템 관련 현황 온실가스 관리를 위한 필요자료(연료소비량, 수송실적, 운항실적 등)에 대한 DB추출 후 해당 데이터를 이용하여 결과 값 산출
2015년 1월 15일 소속 :진에어 성명 : 김재하 (서명)

온실가스 관련 업무 수행에 있어 이슈사항 또는 문제점
- 2014SIS도 목표관리지정업체로 지정되어 4개년 자료를 모으고 있습니다. 그런데 연료데이터 수집에서 총 연료구매량 대비 실제 사용량 자료를 보면 3% 정도의 오차가 생기게 됩니다. 이 원을 찾기에 어려움이 있으며 다양한 요인들이 발생되기 때문에 정확한 소모연료(단계별)산출이 어렵습니다. - 지상에서 출발/도착까지 소모연료 • 온실가스 배출량 산정에 어려움이 있음
온실가스 관련 업무 수행 현황
- 운항승무원이 기록하는 로그지를 바탕으로 비행시간, 연료 등의 자료를 얻고 있습니다. - 온실가스 감축을 위한 TFT를 구성하여 월 1회 외의를 통해 결과발표를 하고 감축방안을 모색, 토론하고 있습니다. - 감축량활동 모니터를 위해 운항승무원, 객실승무원으로부터 Report를 받아 통계를 내고 있음 - 타사에서 운용하고 있는 ACAS 항공기 장착 • 운용 예정임
세부 요구사항 (온실가스 관련 업무 수행에 있어 개발 시스템 반영 요청사항)
- 비행단계별 소모연료량 • 온실가스 배출량 산정 툴 - 시스템의 부록으로 항공사 연료 외에 에너지까지 관리 할 수 있는 툴 - APU 사용 등 밖으로 드러나지 않는 요소들을 반영하여 산정 시 선택할 수 있는 툴(숨어있는 소모연료 보정을 위함) - 국내 배출량과 국제배출량(기준)을 비교할 수 있는 툴(월/연도별) -〉 국내외 동향을 볼 수 있도록
개선방안 (상기 이슈사항 또는 문제점 해결을 위한 시스템 보완 기능)
추가 질문 사항
▷ 온실가스 관리 시스템 보유 여부 없음 ▷ 온실가스 관리 담당 부서 존재 여부 - 담당 업무 범위 운항기술팀에서 온실가스 감축 및 자발적 감축협약을 담당하고 있음 - 정부로부터의 지원 여부(지원을 받는다면 어떠한 지원을 받고 있는지) ▷ 온실가스 관리 시스템 운영 현황 - 내부 시스템과의 연동 또는 독립 시스템여부 온실가스 관리시스템은 없으며. 항공운항자료는 회사 내부시스템으로 관리되며 이 자료를 뽑아 엑셀로 CO_2 배출량을 계산하고 있음 - 시스템 운영 시작 연도 - 시스템 운영 및 관리 주체는 누구인지(내부 부서 또는 외부 업체) - 온실가스 관리의 범위, 방식 및 운영체계 등의 시스템 관련 현황
2015년 1월 15일 소속 :티웨이항공 성명 : 강혜영 (서명)

온실가스 관련 업무 수행에 있어 이슈사항 또는 문제점
- 티웨이항공은 2012년 국토교통부와 자발적적 감축 협약을 체결 이후 연료효율을 개선하기 위한 항공연료 감축 업무에 집중하여 왔으며 - 2014년 온실가스 및 에너지 목표관리 업체로 선정되어, 온실가스 및 에너지 사용량 명세서를 작성중임 - 온실가스 배출량 측정(산출)을 위한 관리시스템이 없어서 운항실적을 관리하는 운항관리시스템에서 연료사용량 및 수송실적에 대한 Raw Data를 exsel 형태로 받아 관리함으로써 실제 구매량과의 약간의(2-3%) 오차가 있는 data로 통계량을 산출하고 있으므로 - 정확한 배출량 산정 및 감축업무 수행에 따른 감축량 선정을 위한 인벤토리 시스템 구축이 가장 큰 현안임
온실가스 관련 업무 수행 현황
- 2012년 ~ : 온실가스 자발적 감축 협약 체결 및 이행 - 연료효율은 2011년 55.45% / 2012년 47.18% / 2013년 43.70%로 개선되었으며 - 2015-2016년 연료효율 3% 개선을 위해 항공연료 431ton 감축하기 위한 이행계획서 제출 - 국내선 연료는 목표관리업체 할당 및 이행계획 의건 감축업무 추진예정이며 - 국제선 연료는 온실가스 자발적 감축 협약 체결 이행계획에 의거 업무 추진예정임
세부 요구사항 (온실가스 관련 업무 수행에 있어 개발 시스템 반영 요청사항)
- 항공연료 실제 구매량과 운항관리시스템에 의한 연료사용 실적 사이에 오차가 있으므로, APU 사용량을 포함한 연료사용량을 측정할 수 있는 기능 - 온실가스 저감기술 수행에 따른 실제 감축효과를 산축할수있는 기능 - B737 기종의 노선 운항 표준 연료 산출 등
개선방안 (상기 이슈사항 또는 문제점 해결을 위한 시스템 보완 기능)
- 항공기 On ground operation 시 연료사용량(APU포함) 산정 툴 - 항로 별 CDA(Continue Descent Approach) 이행, Reverse Idle Thrust 사용, 저항력 Flap사용에 따른 감축효과 산출 기능 - 운항연료 실제 사용량 자동산출 기능 등
추가 질문 사항
▷ 온실가스 관리 시스템 보유 여부 시스템 없음 ▷ 온실가스 관리 담당 부서 존재 여부 - 담당 업무 범위 온실가스 관리 주관부서는 운항기술팀이며, 온실가스 관리 및 감축업무 추진효율성 증대를 위해 전담반(TFT)운영중임 - 정부로부터의 지원 여부(지원을 받는다면 어떠한 지원을 받고 있는지) 현재 국토교통부 및 교통안전공단으로부터 업무관련 실무자 교육 등의 지원을 받음 ▷ 온실가스 관리 시스템 운영 현황 - 내부 시스템과의 연동 또는 독립 시스템여부 온실가스 관리만을 위한 전담시스템은 없으며, 항공연료의 사용량 측정을 위한 운항관리시스템에서 엑셀데이터를 지원받고 있음 - 시스템 운영 시작 연도 - 시스템 운영 및 관리 주체는 누구인지(내부 부서 또는 외부 업체) - 온실가스 관리의 범위, 방식 및 운영체계 등의 시스템 관련 현황
2015년 1월 15일 소속 :티웨이항공 성명 : 박남준 (서명)

항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 사용자 요구사항 검토 의견서

요구사항 ID	FUR-0001	세부내용	항공온실가스 산정 및 예측 상용 툴 보고서
검토의견 *2) 범위 지정에 따른 Reporting 이 이루어져야 한다 (날짜,항로,구간,고도 등등)* →항공온실가스 산정 및 예측에서 항공기 운항중량과 Speed 는 매우 중요한 변수가 됨을 고려하여 범위 지정에 포함하면 더욱 Data 의 정확성이 제고 될것으로 사려됩니다.			
요구사항 ID	FUR-0002	세부내용	표준화 된 산정기준 제시
검토의견 1) 감축기술에 대한 표준화 된 산정기준이 제시되어야 한다. → 산정기준 선정에 있어서 항공기 제작사 Manual or Document 을 우선적으로 적용 요.(감축기술을 실행하는 운항승무원에게 가장 설득력있는 기준을 제시 할 필요가 있으며), 2) 감축수단별 저감효과에 대한 데이터 검증 및 이에 대한 결과서가 제공되어야 한다. → Data 검증에 가능하면 항공기 FOQA Data 와 호환한다면 신뢰성 배가 될 것으로 사려됩니다..			
요구사항 ID	*FUR-0009*	세부내용	*온실가스의 다양한 산정 업무를 제공*
검토의견 *3) 연료사용량과 알고리즘 산 값간 오차가 최소화 되어야 한다.(정비, 자연발화 등에 대한 고려 필요).* *→ 정비, 발화 이외에 항공기 고유의 성능특성 (APMS: Aircraft Performance Monitoring Sys) 을 고려 함이 요구됩니다.* *13) Flight Plan 과 연동되어 계획대비 연료사용량이 한눈에 총계치를 확인 할 수 있는 자료를 제공하여야 한다.* *→ 계획 대비 연료량 산정 시 실제 항공기 중량, 속도, Wind, Temp 등을 오려한 비교값 선정 요. (실제 운항Data 는 Computer based Flight Plan 과 오차가 상존함을 고려 할 필요가 있습니다).*			
요구사항 ID	FUR 0012	세부내용	감축수단 별 미래 온실가스 선정이 가능
검토의견 *5) 국내 및 해외 여러 노선에 대한 감축량 예측이 되어야 한다.* *→ 항공기 운항 수요가 급증하는 노선 (제주,방콕 등) 에 대한 감축량 예측산정이 노선의 Traffic Condition 고려 요.* *제주, 방콕 노선은 운항수요가 급증하여 Traffic Condition 이 열악해지는 추세 임 (Optimun Altitude 배정 불가, 예기치 않은 Holding 등) 이러한 미래 Traffic Condition 을 고려할 필요성이 있습니다.*			
요구사항 ID		세부내용	
검토의견			
요구사항 ID		세부내용	
검토의견			
요구사항 ID		세부내용	
검토의견			
요구사항 ID		세부내용	

2015년 3 월 25 일

자문위원 소속 : 티웨이항공 성명 : 박남준 박남준(서명)

- 1 -

항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 사용자 요구사항 검토 의견서

요구사항 ID	FUR-0005	세부내용	5) 항공사의 연료 외에 에너지까지 관리 할 수 있어야 할 것이다.
1. 목표관리제 및 배출권 거래제에서 적용되고 있는 항공기를 포함하여 다른 배출 시설에 대한 배출량도 연동되어 관리될 경우 효율적이라고 생각됨			
요구사항 ID	FUR-0009	세부내용	6) 온실가스 산정 시 국내 및 국제선을 구분하여 산정이 가능하여야 한다.
1. 국내선 및 국제선 구분하여 RTK에 따른 연료 효율 내역도 산출 필요 (자발적 감축 협약 관련) 2. RTK 산정 시 대권거리 및 수송실적 정보가 반영되어야 함 - 대권거리의 경우에는 국토교통부에서 통합 일원화하고 있는 수치로 DB 구축 필요 3. 과거 실적 데이터 분석을 통해 다양한 각도에서 통계 분석 될 수 있도록 적용 필요 - 과거 3개년의 평균 배출량, 배출량 변화 추이 - 기종 별, 기번 별 연료 사용량 및 배출량 추이 - 노선 별 최적 연료 사용량 대비 실제 사용량의 편차 및 발생 이유 등			
요구사항 ID	FUR-0013	세부내용	1) 감축활동 모니터링을 위한 통계 Report가 제공되어야 한다.
1. 월별 or 분기별 등 주기적으로 실제 연료 소비량 및 온실가스 배출량이 모니터링 되어 목표 치 대비 운영하면서 의사결정이 가능하도록 데이터 분석 알고리즘 구축			
요구사항 ID	FUR-0001	세부내용	1) 검증 Report가 출력 되어야 한다.
1. report 형식은 연료사용량, 온실가스 배출량, 감축 수단 별 저감량 등 다양한 각도로 접근 필요 2. 또한 자발적 감축협약에서 사용하고 있는 보고서 형식도 적용 가능하면 효율적이라고 생각됨			
요구사항 ID	DAR-003	세부내용	2) 항공 온실가스 산정 및 예측 상용툴 핵심 컴포넌트 개발을 위한 필요 자료
1. 공항데이터 정보 사용 시 경도, 위도 자료의 정확성 확보 요망(해당 공항의 AIP 자료 정보 사용)			
요구사항 ID	FUR-0015	세부내용	9) 온실가스 감축수단 산정기준이 명확하여야 한다.
1. 감축수단 별 산정기준 적용 시 형평성의 입장에서 각 해당 항공사에 동일 기준이 적용될 수 있도록 관리 필요 - 항공기 기종 별 제작사에서 발행된 매뉴얼에서 제시하는 기술적인 내용 적용 등			
요구사항 ID	FUR-0001	세부내용	1) 결과보고서에 표시되는 감축량의 단위는 "kg, %, tons, second, min, hour, kg/hr, t/hr, kg/yr, $, 원화" 등으로 표시되어야 한다.
1. 단위 환산 시 국제 표준 근거에 따른 환산이 될 수 있도록 반영 (목표관리제 관련 수치 반영 시 검증 대상) ex) lbs -> kg 단위 환산 시 SI(국제단위계) 기준 적용하여 산출(한국 표준 과학원) : 1kg = 2.2046 lbs			
요구사항 ID	FUR-0001	세부내용	8) 결과보고서는 다양한 형식(PDF, DOC, TXT, HWP 등)으로 저장이 되어야 한다.
1. 입력 및 분석 된 결과보고서 및 관련 데이터에 대한 저장 및 추출 시 자료의 성격에 따라 Excel 파일 형식으로도 가능하도록 고려			
요구사항 ID	DAR-003	세부내용	3) 항공기 이동 데이터베이스에 필요한 정보 - Taxi Time
1. 해당 공항의 항공기 운항 시 실제 Taxi Time 관련 정확한 정보 DATA 습득을 통해, Taxi Fuel 탑재량 절감 방안 연계 도모 필요			
기타의견			
1. 국토교통부에서 신설 항로 구축 (RNAV 관련 등) 에 대한 항로 거리 단축에 따른 해당 항공사 연료 저감량이 자동 산출 될 수 있는 DB 구축			

2015년 3 월 27 일

자문위원 소속 : ㈜ 진 에 어 성명 : 김 재 하 (서명)

- 1 -

항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 사용자 요구사항 검토 의견서

요구사항 ID	*FUR-0005*	세부내용	5) 항공사의 연료 외에 에너지까지 관리 할 수 있어야 할 것이다.
검토의견 : 경제운항에 연료, 에너지 외에 항공사의 운항목표 중의 하나인 즉, 연료, 에너지 절감이 아닌 Tankering, Reduced thrust takeoff 등 또한 관리			
요구사항 ID	FUR-0006	세부내용	5) 항공사에서 제공하는 DATA는 타 기관은 볼 수 없으며, 정부는 이 DATA를 감시목적으로 사용해서는 안 된다.
검토의견 : 감시목적 뿐만 아니라 상벌 목적으로 사용할 수 없다는 내용 추가. 경쟁적으로 실시할 경우 안전운항에 저해 요소로 작용할 수 있음			
요구사항 ID	FUR-0009	세부내용	4) APU, Taxi 등 항공기의 지상에서 소모되는 연료에 대한 산정이 이루어져야 한다.
검토의견 : 정비행위를 위해 사용하는 연료는 물론 지상에서 소모되는 연료에 포함되지만, 사례로 명확하게 정비행위 또한 표시할 필요가 있음.			

2015년 월 일

자문위원 소속 : 이스타항공 성명 : 김재수 (서명)

항공 온실가스 산정 및 예측 시스템 사용자 요구사항 검토 의견서

요구사항 ID	SYS-001	세부내용	1) 항공 온실가스 산정 및 예측 상용툴을 개발하기 위한 장비를 준비함
-컴퓨터 요구사항이 기존 오피스업무에 사용하는 pc에 대해 지나치게 높은 사항을 요구한다. 대부분 오피스에서 적용하는 pc의 경우 기본적인 문서작업에 필요한 사항으로 설정되어있는 것에 반에, 업무관련 담당자 pc 전체를 바꿔야 할 만큼 지나치게 고사양이라고 판단됩니다.			
요구사항 ID	SYS-002	세부내용	운영체제는 Windows 7 으로 구동되어야 한다.
-Window 7 외에 다른 운영체제에서도 구동이 가능한지 검토 부탁드립니다.			
요구사항 ID	FUR-0002	세부내용	1) 감축기술에 대한 표준화된 산정기준이 제시되어야 한다. 2) 감축수단별 저감효과에 대한 데이터 검증 및 이에 대한 결과서가 제공되어야 한다.
-모든 항공사들의 감축기술 및 저감효과 산정기준의 표준화 필요(기종별 분류)			
요구사항 ID	FUR-0006	세부내용	3) 항공사별 온실가스 감축 활동을 통한 연료소비량 감축실적을 사용자가 입력 또는 up-load할 수 있어야 한다. 4) 온실가스 보고서가 편리하게 UPLOADING이 가능 할 수 있도록 해야 한다.
-up-loading 한 자료를 특별한 제약없이 수정이 가능한 기능 추가			
요구사항 ID	FUR-0009	세부내용	4) APU, Taxi 등 항공기의 지상에서 소모되는 연료에 대한 산정이이루어져야 한다. 13) Flight plan과 연동되어 계획대비 연료 사용량이 한눈에 통계치를 확인 할 수 있는 자료를 제공하여야 한다.
-일부 LCC 는 회사 여건상 지상에서 APU 및 Taxi 연료 산정에 있어 관련 통계 시스템이 구축되어 있지 않기 때문에 실제 사용량 산출에 어려움. 시스템이 구축될때까지 대체 산정방안에 대한 기준 제시 필요 *-매편 Flight Plan을 해당 시스템에 어떻게 연동을 시킬 것 인지에 대한 구체적인 방법 제시 요구*			

2015년 월 일

자문위원 소속 : 이스타항공 성명 : 김지광 (서명)

- 1 -

❑ 〈부록 4〉 국외출장보고서

1. 출장개요

❑ 목적

○ 본 원에서 수행 중인 “항공 온실가스 산정 및 예측시스템 개발(1차년도)”의 주요과업인 온실가스 산정과 온실가스 감축수단별 감축량 예측 프로그램 개발 및 정부 정책 수립을 위한 항공온실가스 산정 및 예측 프로그램 기능 분석을 위해, 유럽의 항공 환경 모듈 조사 및 분석과 유럽의 전반적인 항공 온실가스 정책 시나리오 등 자료 수집, 그리고 항공 환경 관련 세미나 발표를 위함

- 국제 항공 환경 모듈(FAST[21], AERO2K[22], AEM[23] 등) 방법론 및 관련 자료 수집, 자문
- 항공 환경 관련 정책 지원(EU-ETS, SAP 등) 현황 조사
- 항공 환경 시스템 개발 및 운영 시 정부와의 관계 조사
- 항공 환경 관련 세미나 발표

❑ 일시 : 2015. 03. 30(월) - 04. 04(토), 4박 6일

❑ 장소 : 영국(맨체스터), 프랑스(파리)

- 방문 기관 1. Manchester Metropolitan University, Center for Air Transport and the Environment(영국, 맨체스터)
- 방문 기관 2. OECD(프랑스, 파리)
- 방문 기관 3. EUROCONTROL(프랑스, Brétigny-sur-Orge)

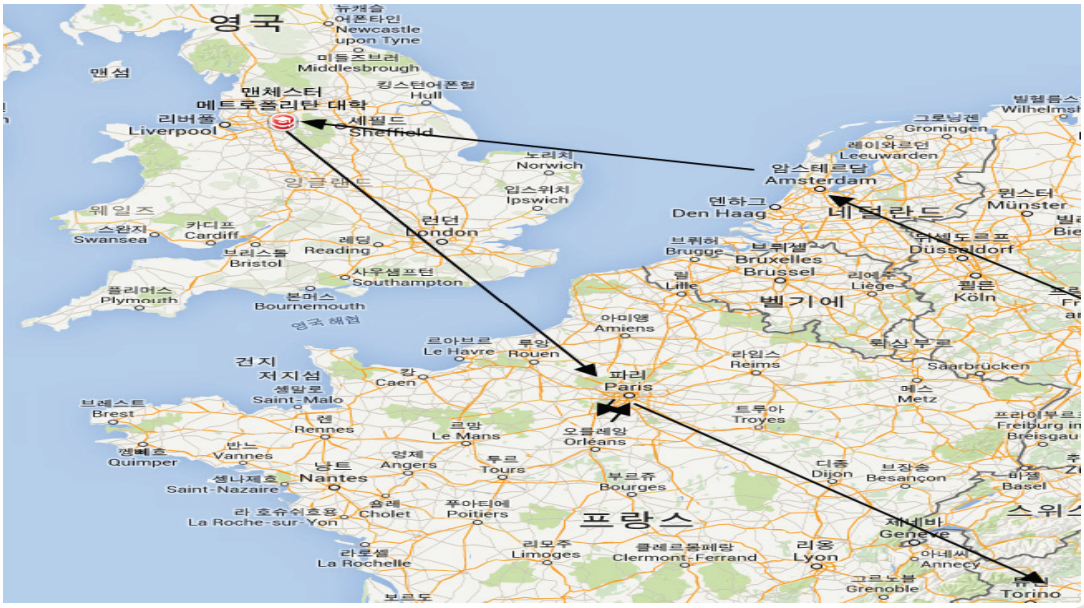
❑ 출장자 : 항공교통본부 박진서 부연구위원, 심가람 연구원

21) Future Aviation Scenario Tool: 항공기의 연료 사용량 특성
22) 항공기의 연료소비량과 단일 비행 절차별 온실가스 배출량 산정
23) Advanced Emission Model: 항공기의 연료소모량과 항공 온실가스 배출량 산정

2. 세부 출장 일정 및 내용

❑ 세부일정

일자	일정	비고
03.30(월)17:00- 03.31(화)08:20	- 세종시→인천공항(ICN) - 인천공항(ICN)→네덜란드(암스테르담)→영국(멘체스터) · 이동 1일 소요	KL 856/ KL1073
03.31(화) 13:00-18:00	- Manchester 공항→Manchester Metropolitan University · 전문가 면담을 통한 FAST 및 AERO2K 모델 관련 현황 파악	
	· 1일 숙박	
04.01(수) 14:30-16:55	- 영국(맨체스터)→프랑스(파리) · 이동 및 1일 숙박	AF 5029
04.02(목) 13:00-18:00	- OECD · 전문가 면담을 통한 항공 온실가스 모델 및 항공 온실가스 정책 관련 현황 파악	
	· 1일 숙박	
04.03(금) 8:00-16:00	- 프랑스(파리)→프랑스(Brétigny-sur-Orge)→EUROCONTROL · 항공 환경 관련 세미나 발표	
04.03(금) 16:00-	- 프랑스(Brétigny-sur-Orge)→프랑스(파리) · 1일 숙박	
04.04(토)21:00- 04.05(일)17:00	- 프랑스(파리)→인천공항(ICN) - 인천공항(ICN)→세종시	AF 5092



❑ 주요 출장 내용

1) Manchester Metropolitan University, Center for Air Transport and the Environment(영국, 맨체스터)

- 일시, 장소 : 2015년 3월 31일, Manchester Metropolitan University CATE 회의실
- 참석 : Dr. Ling Lim, Dr. Ruben R. D. Leon, 솔루티스 강지훈 이사, 본원 박진서 부연구위원, 심가람 연구원
- 주제 : 유럽의 항공 환경 모델 (FAST 등) 개발 및 정책 활용 현황
- 주요내용 : 연구원 소개, 한국의 항공 환경 모델 개발 연구 소개, 유럽의 항공 환경 모델(FAST) 관련 발표 및 토론

2) OECD(프랑스, 파리)

- 일시, 장소 : 2015년 4월 2일, OECD research center 회의실
- 참석 : Mr. Phillip, 솔루티스 강지훈 이사, 본원 김연명 선임 연구위원, 박진서 부연구위원, 심가람 연구원
- 주제 : OECD의 항공 수요 예측 모델 개발 및 활용 현황
- 주요내용 : 연구원 소개, 한국의 항공 환경 모델 개발 연구 소개, 유럽의 항공 수요 예측 모델 개발과 환경과의 연계성 토론

3) EUROCONTROL Experimental Centre(프랑스, Brétigny-sur-Orge)-세미나

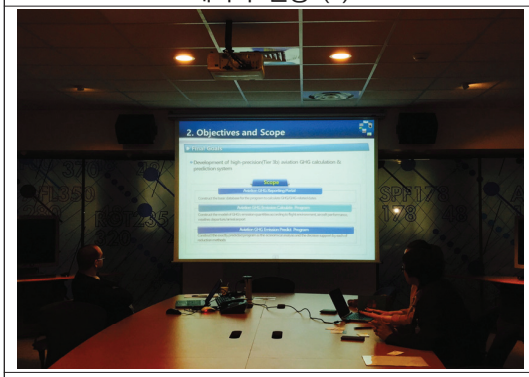
- 일시, 장소 : 2015년 4월 3일, EUROCONTROL Experimental Centre 회의실
- 참석 : Mr. Andrew Watt, Mr. Robin Deransy, 솔루티스 강지훈 이사, 본원 박진서 부연구위원, 심가람 연구원
- 주제 : 유럽의 항공 환경 모델 (AEM, IMPACT 등) 개발 및 정책 활용 현황
- 주요내용 : 연구원 소개, 한국의 항공 환경 모델 개발 연구 발표, 유럽의 항공 환경 모델(FAST) 관련 발표 및 토론, EUROCONTROL 견학

· EUROCONTROL Experimental Centre는 레이더 관제 시뮬레이터, 타워 관제 시뮬레이터, 비행 시뮬레이터(Flight Training Device)를 보유하고 있음

· EUROCONTROL은 SESAR Project의 일환으로 유럽 내 ATM 연구를 시행하고 있으며, 센터에서 보유하고 있는 시뮬레이터를 통해 테스트 및 연습 등을 지원하고 있음

· (레이더 관제 시뮬레이터실) EUROCONTROL의 체약국이 보유하고 있는 40여 개 이상의 레이더 관제 시뮬레이션 시스템을 보유하고 있으며, SESAR Project로 유럽 내 공역, 노선 등이 변경되는 경우 다수의 체약국 관제사들이 함께 레이더 관제 시뮬레이션 테스트 및 연습이 가능함

· 레이더 관제, 타워 관제, 비행 시뮬레이션은 연계하여 운영이 가능함

세미나 전경 (1)	세미나 전경 (2)
	
관제 시뮬레이션 센터(1)	관제 시뮬레이션 센터(2)
타워 관제 시뮬레이션 센터(1)	타워 관제 시뮬레이션 센터(2)
비행 시뮬레이션 센터	세미나 참석자