

미래 기상업무변화 대응 인공지능기술 활용 전략기획

연구기관 (주)에스제이전략연구소



제 출 문

기상청장 귀하

본 보고서를 “미래 기상업무변화 대응 인공지능기술 활용 전략기획연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2017년 10월 30일

주관연구기관명 (주)에스제이전략연구소

주관연구책임자 김상준 대표이사

연 구 원 나혜인 책임연구원

정민의 선임연구원

김지훈 선임연구원

김지혜 선임연구원

반홍주 선임연구원

박예량 선임연구원

문경찬 선임연구원

김지지 전임연구원

요약문

요약문

1. 연구의 개요

□ 연구의 배경

- 4차 산업혁명 등장으로 인한 사회 전반의 변화와, 기상 기술의 혁신을 위한 대응전략 요구
- 국내·외적으로 제4차 산업혁명 대응을 위한 정책목표 달성을 위한 기상-4차 산업혁명 융합기술(이하 ‘미래기상융합기술’)의 개발이 요구

□ 연구의 필요성

- 기상예보와 관련한 사회이슈에 대해 적절한 기술적 대응을 위한 융합기술 연구개발의 지원 필요
- 해외에서의 활발한 미래기상융합기술 개발에 비해 미흡한 국내 기술수준의 향상 시급
- 미래기상융합기술의 新 시장개척 및 진출을 통한 국내·외 시장 확보 필요
- 무한한 가능성이 있는 4차 산업혁명 기술분야 및 기상기술을 통한 지속적 미래 먹거리 산업창출 가능성 대두

□ 연구의 목적 및 내용

- (목적) 기상-인공지능 융합기술을 통한 기상업무 혁신 필요성을 도출하고 융합기술개발을 위한 전략 및 세부계획 개발
- (내용) 기상-인공지능 융합기술 관련 국내·외 현황 및 개발 필요성 조사 및 기상-인공지능 융합기술 개발을 위한 기술개발 계획 수립을 통해 체계적인 활용방안 및 기대효과 도출

2. 국내·외 환경분석

가. 국내·외 정책동향

□ 기상분야

- 우리나라의 경우 「제3차 과학기술기본계획」 및 「제3차 기상업무발전 기본계획」 등 관련 상위계획을 통해 기상업무관련 정책이 시행 중임
- 미국, 일본, 중국은 국가별로 국민의 생활과 재산을 보호하고 국가경제 향상을 위해 다양한 기후변화 정책을 실시하고 있음

→ 기상업무 발전을 위한 정책을 통해 기상분야의 선진화를 위한 정부의 적극적 개발지원 필요

□ 4차 산업분야

- 우리나라의 경우 ‘지능정보사회 선도국가’로 도약하고자 「지능정보산업 발전전략」 및 「국가 전략 프로젝트」 등을 추진하고 있으며, 이를 통해 4차 산업의 성장 기반 조성 및 중장기적 정책 마련을 실시 중임
- 미국, 일본, 중국, 유럽의 경우 국가적 차원으로 4차 산업관련 기술개발 전략 계획 수립을 통한 장기적인 비전을 제시하고, 기업과의 활발한 매칭을 통한 빠른 성장세를 보이고 있음

→ 국내·외 4차 산업의 육성 및 글로벌 시장 선점을 위한 적극적인 투자와 다각적인 연구 수행 필요

⇒ 기상 분야에 4차 산업과 같은 신기술 활용을 위해 각 부처 간 능동적 대응 및 정책적 협력 강화가 필요한 실정임

나. 국내·외 기술동향

□ 기상 분야

- 국내 기상기술은 예보 정확도의 정체와 객관적 판단이 어려운 한계에 직면하여, 다양한 형태의 예보를 위한 날씨 영향분석 기술과 상세 기상관측망의 구축이 필요한 실정임
- 국외 기상기술은 글로벌 대기업과의 연계를 통한 기상산업의 발전을 도모하고 있으며, 기상관측 인공위성 및 기상 연구용 항공기 등 다양한 기상관측 장비를 보유하고 있음
 - 현 기상기술체계의 문제를 해결하고, 선도 기술력을 확보하여 미래 기술 시장에서 우위를 점할 수 있는 시스템의 개발과 지원이 필요함

□ 4차 산업분야

- 국내 4차 산업 기술개발 또한 대기업 중심으로 진행 되고 있으나, 시간이 지남에 따라 글로벌 기술과 격차가 예상되는 실정임
- 국외 인공지능 기술은 글로벌 IT대기업이 주도하고 있으며, 산업별 각 분야(농업, 물류 등)에 다양하게 적용하여 수요예측부터 기술제공까지 고부가가치의 기술력을 창출하고 있음
 - 4차 산업 기술 선진국으로 도약을 위한 다양한 기술개발 및 융합기술의 개발 진행이 필요한 실정임

⇒ 4차 산업혁명 시대에 따라 첨단 ICT 융·복합 기술 기반의 맞춤형 기상·기후 서비스 체계의 개발이 필요하며, 빅데이터, 인공지능 기술력 제고와 더불어 현업투입화에 집중할 필요가 있음

다. 국내·외 시장(산업)동향

□ 기상분야

- 국내 시장은 기상기기 판매 산업에 편중되어 다양한 영역에서의 기상산업 활동이 부족한 실정임
- 국외 시장의 경우 ‘기상정보 응용 R&D 제품 및 소프트웨어 개발’ 등 다양한 방면으로 기상산업에 대한 다양한 영역의 투자가 이루어지고 있음
 - 기상분야 또한 타 분야와의 융합이 활성화 되는 추세이므로, 기상 기술 지식 판매를 통한 글로벌 기상 시장 빠른 선점 방안을 모색해야함

□ 4차 산업분야

- 국내 4차 산업 산업은 아직 시장 형성 초기 단계이며, IT 관련 대기업 중심으로 인공지능 연구 활성화를 위해 노력하고 있음
- 국외 4차 산업 시장은 빠르게 성장하고 있으며 4차 산업에 대한 투자도 급증하고 있음
 - AR/VR 게임 및 인공지능과 로봇을 활용한 서비스 등 4차 산업은 다양한 산업에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨
 - 4차 산업 시장의 급격한 성장전망을 고려했을 때, 향후 글로벌 시장 선점을 위해 집중 투자가 필요함

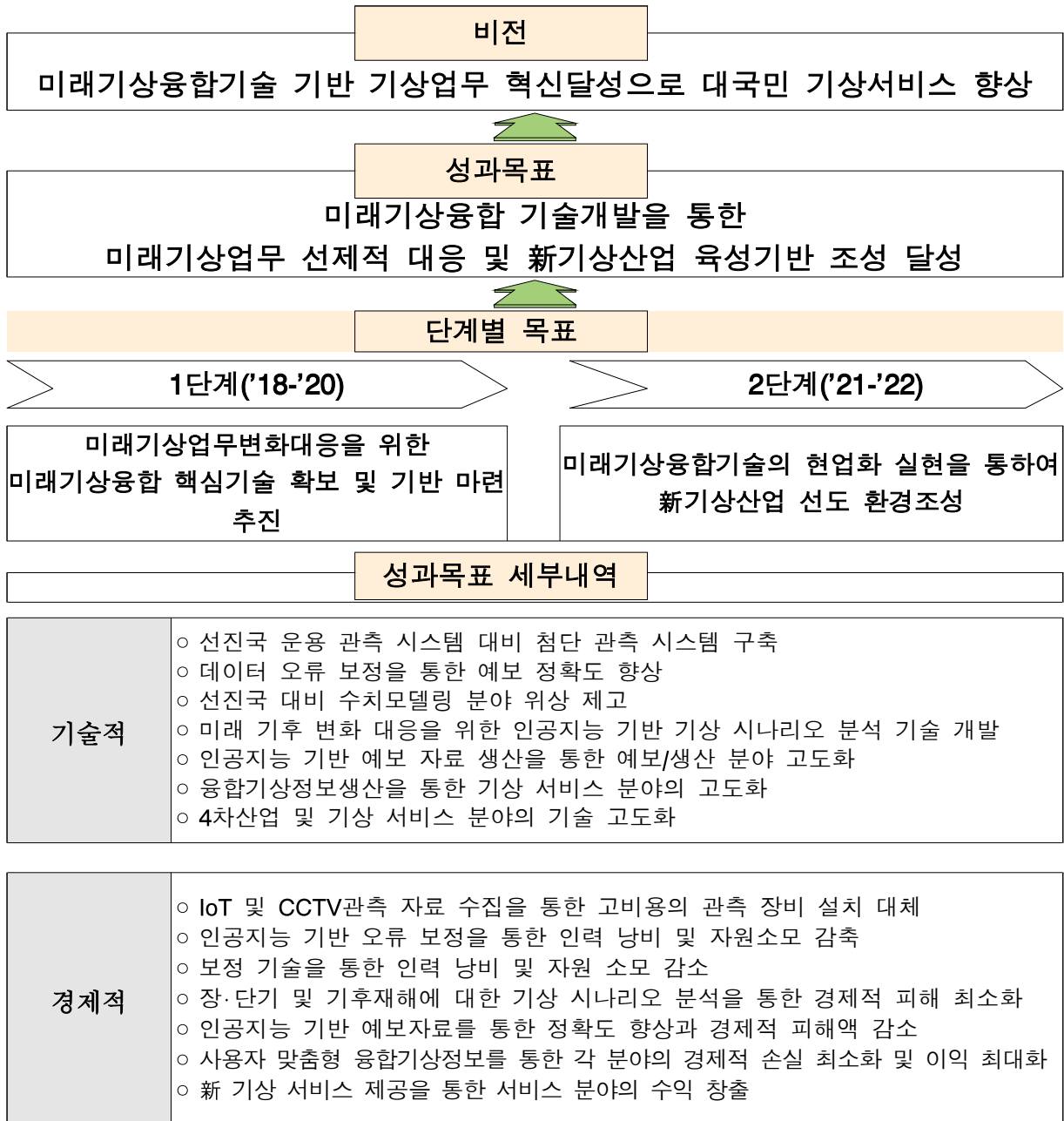
⇒ 기상분야 산업과 관련한 다양하고 개별화된 수요자의 요구를 충족시키기 위해, 기상과 4차 산업을 접목하여 현안 문제(이슈)의 신속 정확한 해결 및 新 시장 개척이 필요함

라. 미래기상융합기술 종합이슈 분석

- 기상이변에 의한 예보 정확도 하락
 - 이상기후에 따른 기상변수 증가와 한반도 아열대화에 따른 국지성 호우 증가
- 국내 기상장비 및 기상기술의 한계 직면
 - 국내 기상장비의 대부분이 의존하고 있고, 선진국 대비 기상기술이 미비함
- 전 세계적으로 기상기술과 4차 산업을 융·복합하여 연구개발 수행
 - 현재 선진국에서는 인공지능과 딥러닝 기술을 이용한 기상기술 및 서비스를 연구 중임
- 기상산업의 꾸준한 성장 및 아시아 시장규모의 급증
 - 세계 기상시장 규모는 꾸준히 증가하고 있고, 기후변화 피해에 따른 아시아 권역의 기상장비 수입이 증가함
- 국내 기상산업시장의 성장률은 점점 감소하는 상황
 - 최근 기상산업의 시장규모 성장률은 둔화되어 정체하고 있으며, 이는 기상장비의 대부분이 수입에 의존하고 있기 때문임
 - 공공데이터 개방정책 및 신규 기상서비스 개발 부진 등이 기상서비스업의 정체에 영향을 미침
- 새로운 융·복합 기상산업 등장
 - 현재 선진국에서는 기상과 4차 산업을 융·복합한 새로운 산업 및 서비스를 실시 중임

3. 사업의 비전·목표 및 추진개요

가. 비전 및 목표



나. 사업 비전 및 목표설정 근거

- (비전) 미래기상융합기술 기반 기상업무 혁신달성으로 대국민 기상서비스 향상
 - 국가 상위계획 및 관련 법령에 따라 현행 기상·기후 관련 정책을 확대 발전시켜 통합적으로 관리 할 수 있도록 비전을 설정함
- (총괄목표) 기상분야 인공지능 기술개발을 통한 국내 인공지능 기술산업 활성화 및 국제적 기상서비스 선도적 지위 달성
 - 3개의 중점분야 8개의 중과제를 통해 본 사업의 기반을 확보하고 관련 기술개발 사업을 통해 인공지능 기반 융합기술개발 실현
- (사업명) 인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업
 - 인공지능을 비롯한 4차산업혁명 기술과 기상기술의 융합을 통해 미래기상 업무에 능동적(선제적)으로 대응할 수 있는 혁신기술개발을 추진하는 사업
- (단계별 성과목표 설정근거) 단계별 설정 근거에 따라 성과목표 설정

< 단계별 성과목표 및 설정근거 >

구분	1단계 ('18~'20)	2단계 ('21~'22)
성과목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ (관측/감시) IoT기반의 관측자료 수집을 통한 기존 관측망 지원과 아격자 축소로 예보 정확도 향상 ○ (모델링/예보) 수치모델결과 보정기술을 통한 기상예보 정확도 향상 ○ (전달/활용) 사용자 맞춤형 융합기상정보 서비스 제공을 위한 인공지능 기반 기상업무 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (관측/감시) 대량의 관측 데이터를 빠르게 처리할 수 있는 인공지능 기반 관측자료 보정기술 개발 ○ (모델링/예보) 인공지능 기반 기상 시나리오 분석 모델 개발을 통한 미래 기후변화 대응 ○ (전달/활용) 新기상 서비스 개발에 따른 기상 서비스 고도화 및 선진화를 통해 국민의 삶 증진
설정근거	<ul style="list-style-type: none"> ○ 효율적인 미래기상업무변화대응 인공지능기술 개발을 위해 중점 분야들의 기술들을 융합하여 연계 및 활용을 통해 기술 고도화와 심화 개발이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술통합을 시작으로 실용화 및 현업화를 통해 상시활용, 실현할 수 있는 체계의 구축 필요 ○ 건강하고 안전한 기상환경 구현을 위해 개발된 기술의 적극적인 활용 필요

다. 추진방향

- 국내·외 환경(이슈)분석에 기반하여 해결해야할 핵심이슈를 기반으로 수요조사를 실시하고, 분야 전문가로 구성된 기획위원회를 통해 사업구조를 설계

분야	사업구조 설계(안)	사업기획 범위
관측/감시	<p>핵심 이슈</p> <ul style="list-style-type: none"> 관측장비의 낮은 이동성 및 제한된 관측장소 AWS 설치 장소 한정성으로 인한 정밀도 하락 사용자의 기상정보 제공 필요성 대두 관측 데이터 전달 클라우드의 높은 비용 소모 모든 지역에 대한 자동화된 정보 제공 필요 <p>해결 필요 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> 이동형 기상 관측기술 (드론, 차량 스마트존) 개발 네트워크를 통한 실시간 기상 데이터 제공 CCTV를 통한 자동화된 기상 데이터 제공 <p>1 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측 기술개발</p> <p>2 CCTV 영상분석 기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ (사업의 정의) IoT, CCTV 및 이동형 기상관측장비를 활용하여 아격자 축소 및 관측 기술 고도화 ○ (사업의 범위) 본 사업의 목적을 달성하기 위해 차량, 드론, 스마트 기기, CCTV, IoT 및 인공지능 등의 6개 분야에서 기술개발 진행
모델링/예보	<p>핵심 이슈</p> <ul style="list-style-type: none"> 모든 기상요소를 고려한 예측모델 구현 한계 고비용 자원대비 정확도 수준이 떨어짐 인공지능 기반 기상 시나리오 분석 필요 대두 예측 단위가 중단기로 구성 되어 단기 예측 미흡 예측 정확도를 위한 속도가 구체적인지 않음 <p>해결 필요 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> 인공지능 기반 날씨 예측 알고리즘 개발 인공지능 기반 고속처리 기술 개발 예측 정확도를 정량적으로 나타내는 기술 개발 장단기 미래 피해지역 예측 기술 개발 <p>1 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발</p> <p>2 인공지능기반 기상 시나리오 분석 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ (사업의 정의) 인공지능을 활용한 기상-빅데이터 분석 및 기상시나리오분석기술 개발 ○ (사업의 범위) <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능기반 기상빅데이터 분석기술 - 인공지능기반 기상 시나리오 분석기술 - 인공지능 장·단기 기상 예측 - 인공지능기반 고속 처리 기술 - 인공지능기반 기후재해 예측
	<p>핵심 이슈</p> <ul style="list-style-type: none"> 예보관의 애 생성된 예보 자료는 비 일관성 정확도 향상을 위한 예보기록 학습 기술 필요 최종 예보를 위한 예보관 지원 필요 대량의 수치모델결과와 처리 방안 필요 다양한 기상 변수에 따른 보정 기술 필요 기후에는 시공간에 따른 특정 기상 추를 한계 존재 <p>해결 필요 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> 인공지능 기반 예보관 보조 기술 개발 수치예보결과 및 예보관 기록 학습 인공지능 모델 개발 인공지능기반 품질관리 및 보정 기술 개발 <p>1 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발</p> <p>2 인공지능기반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발</p>	
전달/활용	<p>핵심 이슈</p> <ul style="list-style-type: none"> 분야간 서비스 융합을 통한 플랫폼 개발 필요 사용자 맞춤형 기상 정보 제공 필요 음성인식 기술 고도화 및 융합 서비스 개발 필요 新 서비스 창출을 통한 국민 만족도 향상 필요 <p>해결 필요 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> 사용자 맞춤형 융합기상서비스 플랫폼 개발 음성 및 감정 인식 기술 개발을 통한 기상 분야 활용 <p>1 인공지능기반 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발</p> <p>2 인공지능 음성인식 기반 新 기상 서비스 기술개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ (사업의 정의) 사용자 맞춤형 융합 기상정보 생산 및 新 기상 서비스 창출 ○ (사업의 범위) <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 활용 융합기상정보 생산 기술 - 음성인식, 인공지능 등을 활용한 新 기상 서비스

라. 세부추진계획

□ 사업체계도

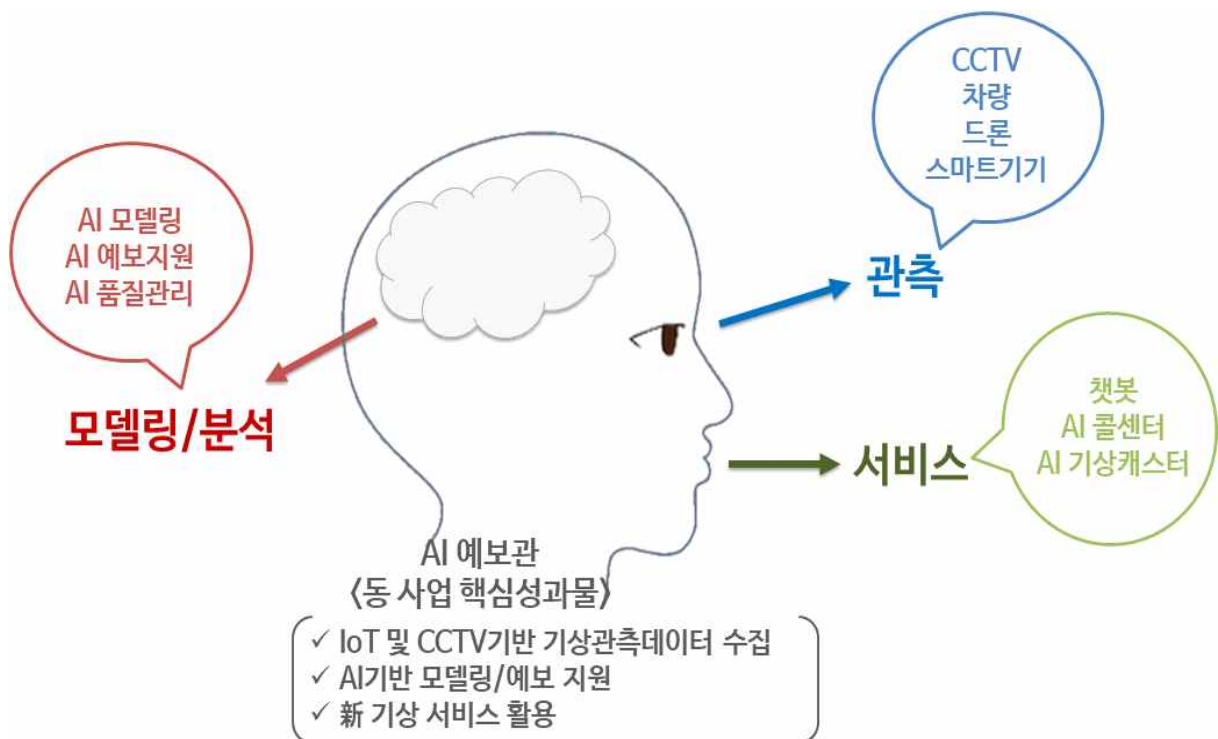
- 동 사업(“인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업”)은 [1] 유동적 기상 관측망 구성 기술, [2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술, [3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술로 구성됨

<인공지능기술활용전략사업의 구성>

대과제	중과제	소과제
[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술	[1-1] 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측 기술개발	[1-1-1] 정밀 기상 현상 관측 및 관측 공백지역 해소를 위한 AI 기반 자율비행 기상 관측기 개발 [1-1-2] 커넥티드 카 기반의 지능형 기상관측 시스템 개발 [1-1-3] 이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발
	[1-2] CCTV 영상분석 기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발	[1-2-1] CCTV 영상 빅 데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보 생산 시스템 개발 [1-2-2] IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발 및 서비스 제공
[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술	[2-1] 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발	[2-1-1] 실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발 [2-1-2] 실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측기법 및 확률예측모형 기반
	[2-2] 인공지능기반 기상 시나리오 분석 기술 개발	[2-2-1] 다중 관측 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 시스템 개발 [2-2-2] AI 기반 기상재해 시나리오 분석 및 즉시적 대응 기술개발 [2-2-3] LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발
	[2-3] 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발	[2-3-1] 인공지능 기반의 기상 예보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발 [2-3-2] 예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인공지능경망 설계 기술 개발
	[2-4] 인공지능기반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발	[2-4-1] 인공지능 기반 실시간 품질관리 시스템 개발 [2-4-2] 수치 예보 모델의 보정 결과 활용 인공지능 기반의 일기도 보정 기술 개발
[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술	[3-1] 인공지능기반 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발	[3-1-1] 지능정보사회 실현을 위한 가치창출형 융합기상정보서비스 통합플랫폼 개발 [3-1-2] SNS 플랫폼과 사용자 맞춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발
	[3-2] 인공지능 음성인식 기반 新 기상 서비스 기술개발	[3-2-1] 인공지능 기반 기상 콜센터 음성 및 감정인식 시스템 개발 [3-2-2] 실환경 사용이 가능한 인공지능 기반 기상 캐스터를 위한 음성대화시스템 기술개발

□ 중점분야별 주요내용 및 목표

- 유동적 기상 관측망 구성 기술
 - CCTV 및 이동형기상 장비를 통한 관측 자료 수집·보정 기술을 개발하여, 아격자 축소 및 기존 관측망 지원을 통한 대량의 정밀 관측자료 생산
- 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술
 - 인공지능기반 품질관리 및 보정 기술 개발과 기상 시나리오 분석 및 예보 자료 생산 기술을 통한 미래 기후변화에 대비
- 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술
 - 사용자 맞춤형 융합기상정보 및 新 기상 서비스를 통한 국민들의 만족도 향상



[핵심성과물 중심의 사업범위 개념도]

4. 사업의 소요예산 및 인력

□ 소요예산

- 총 소요예산
 - ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’ 총 소요예산 : 297.85 억원
- 대분류별 소요예산
 - [1] 유동적 기상 관측망 구성 기술 : 86.01 억원
 - [2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술 : 148.34 억원
 - [3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술 : 63.50 억원

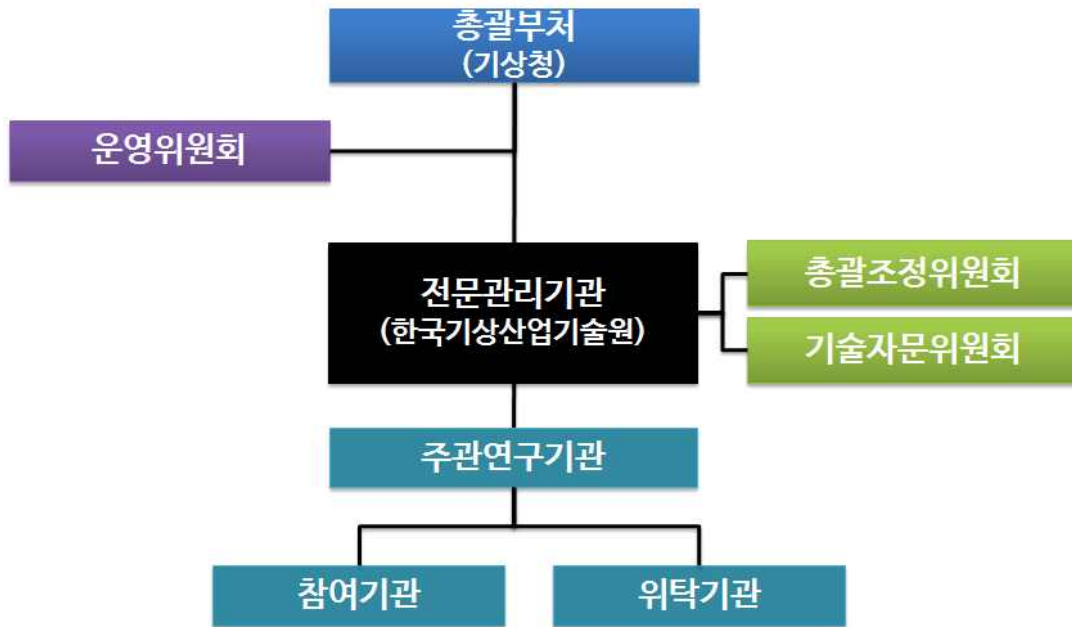
□ 소요인력

- 총 소요인력
 - ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’ 총 소요인력 : 596명
- 대분류별 소요인력
 - [1] 유동적 기상 관측망 구성 기술 : 172명
 - [2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술 : 298명
 - [3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술 : 126명

5. 사업의 운영·관리 방안

가. 사업추진체계

- 인공지능 기술활용 전략기획 추진체계



[사업 추진체계]

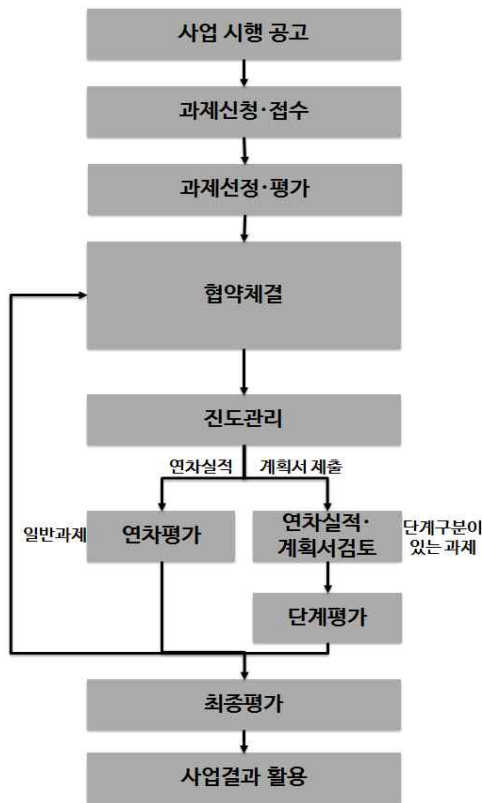
○ 주체별 역할

<부처별 역할>

부처	역할
총괄부처	기상관련 정책간의 연계를 고려한 정책적·재정적 지원 담당
운영위원회	사업운영 및 주요 의사결정 담당
전문관리기관 (한국기상산업진흥원)	기획·평가·관리·성과확산 및 활용 업무 담당
사업수행기관	연구개발과제 주관 수행기관으로 산·학·연 모두 가능
참여기업 및 위탁기업	과제별 특성에 따른 사업수행기관과 연구과제 수행

○ 사업추진전략

- 기상청: 사업안내서 및 사업제안요구서를 포함한 세부추진계획 확정 및 공고
- 한국기상산업기술원: 과제선정에 따른 진도관리, 연차평가, 단계평가 및 최종평가 등의 과제관리 시행



- 기상청 : 세부추진계획 확정, 공고
 - 사업안내서, 사업제안요구서(RFP)포함
- 연구기관 : 신규과제 연구개발계획서 작성 및 신청
- 한국기상산업기술원 : 접수
- 한국기상산업기술원
 - 사전검토→전문가평가→전문기관조정→총괄조정
- 기상청 : 연구개발과제 확정
- 협약 : 기상청↔한국기상산업기술원
 - 한국기상산업진흥원 ↔ 주관연구기관
 - 총괄주관기관 ↔ 세부주관기관
 - (세부)주관기관 ↔참여기업
 - 참여기업 ↔위탁기관
- 한국기상산업기술원 : 마일스톤 관리 또는 현장조사
- 한국기상산업기술원 : 연차실적, 계획서 제출
 - 일반과제 : 전문가평가→전문기관조정→총괄조정
 - 단계구분과제 : 연차실적·계획서 검토로 대체
- 한국기상산업기술원 : 단계보고서 및 다음단계 연구개발계획서 검토
 - 전문가평가→전문기관조정→총괄조정
- 한국기상산업기술원 : 최종 연구결과 평가
- 한국기상산업기술원/주관연구기관 : 기술실시계약(기술료 징수) 또는 활용계약 체결

[사업 추진 절차]

나. 사업 및 성과 관리방안

- (사업관리방안)
 - 단계평가, 중간평가, 최종평가 및 수시 검토를 통한 지속적 점검 실시
 - 과제 주요 마일스톤 별로 기존 평가위원을 활용한 종합 점검
 - 모니터링을 통한 과제 선정, 방향 설정 및 후속 조치 추진
 - 사업 종료 후엔 성과 관리 및 추적평가를 통한 점검 및 성과활용도 향상
- (과제관리방안)
 - 과제관리방안은 선정평가, 진도관리, 연차평가, 단계평가, 최종평가 및 추적 평가로 나뉨

- (선정평가) 연구내용 검토를 통한 지원자격 적정성 확인 및 선정
- (진도관리) 연구계획 milestone 점검을 통한 부실과제 선별 및 탈락과제 결정
- (연차평가) 1년 주기로 당해연도 결과 및 차년도 계획을 평가
- (단계평가 및 최종평가) 단계별 결과 및 계획과 최종 결과를 평가
- (추적평가) 성공적으로 종료된 과제에 대해 5년간 성과지표 추적 및 신규과제에 반영

6. 사업 타당성 분석

가. 정책적 타당성

- 정책적 타당성 분석을 위해 정책의 일관성 및 추진의지, 국고지원의 적합성, 사업추진 상의 위험요인에 대한 검토를 실시함

<정책적 타당성 분석 항목>

분석 주안점	분석분야	분석항목
정책의 일관성 및 추진체제	상위계획과의 부합성	상위계획별 부합성
	사업 추진체제 및 추진의지	사업 추진체제의 적절성
국고지원의 적합성	사업추진의 시급성	환경적 측면
		정책적 측면
		기술적 측면
	국고지원의 필요성	법적 추진 근거
		국정과제와의 연계성
	주요 상위계획 상의 추진 근거	

- (정책의 일관성 및 추진체제)
 - ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’은 제3차 과학기술기본계획, 제3차 기상업무발전 기본계획, 기상관측 발전 2020계획, 기상 R&D 5개년 기본계획, 기상산업 및 기상과학 육성2020 등 상위계획에 근거하여 기획됨
 - ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’은 각 분야별로 개발에 필요한 기상·기후 관련 기술을 전략적으로 발굴·지원하고 기술개발성과를 최대한

활용할 수 있도록 사업의 기획·평가·관리체계를 구축하여 운영할 예정임

○ (국고지원의 적합성)

- 사업추진의 시급성에서 정책적, 환경적, 기술적 측면에서의 적합성 도출
 - 안전하고 쾌적한 국민의 삶 보장을 위한 현행 정책 지원 필요
 - 해외에서 활발한 기상-인공지능 융합기술에 비해 미흡한 국내 기술수준의 향상 시급
 - 기상예보와 관련한 사회 이슈에 적절한 기술적 대응을 위한 융합기술 연구개발 지원 필요

나. 기술적 타당성

- 기술적 타당성 분석을 위해 기술개발 계획의 적절성, 기술개발 성공가능성, 기존사업과의 중복성에 대한 검토를 실시함

분석주안점	분석분야	분석항목
기술개발 계획의 적절성	사업 기획과정의 적절성	기획 참여 전문가 집단 구성의 적절성
	사업 목표의 적절성	문제/이슈의 적절성
		목표 설정의 적절성
		사업목표와 이슈/문제와의 연계성
사업 구성 및 내용의 적절성	수혜자 표적화의 적절성	
기존 사업과의 중복성	과제수준의 중복성 검토	세부활동의 적절성
		기존 과제와의 중복성 검토의 적절성
		기존 과제와의 중복성 검토 결과

○ (기술개발 계획의 적절성)

- 각 분야별 전문가로 구성된 기획위원회를 통해 기술체계도 작성, 기술 내용 조절
 - 기획위원회 총 10명, 사업의 비전·목표 등 각 분야별 사업도출 및 대/중/소 과제 기획 내용의 제시, 부합성 검토 등
- 각 분야별 기술개발동향, 인공지능-기상 융합연구 관련 자료를 바탕으로 사업의 핵심이슈와 대응 방안 도출 후 과제별로 이슈를 분화시켜 해결방안도출

○ (기존 사업과의 중복성)

- 각 분야별 인공지능기술 활용 분야 핵심이슈 도출 및 해결방안을 바탕으로 도출된 18개의 사업(과제)에 대한 중복성 검토 실시
 - 세부과제를 대상으로 중복성 검토를 실시한 결과 ‘유사 과제수 0건’으로 중복문제가 없음

다. 경제적 타당성

○ 비용편익비, 순현재가치 및 내부수익율을 통해서 분석

- (총비용) 동 사업비인 R&D비용으로 구성
- (총편익) 동 사업을 통해 예보정확도(관측분야, 모델링분야) 향상으로 인해 기상재해 피해절감액 및 기상서비스산업(국내시장) 추가증대된 매출액을 편익으로 산정

○ ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’의 타당성을 위한 경제성 분석결과
과 비용편익비, 순현재가치, 내부수익율 모두 경제성 조건을 충족함

- 비용편익비(BC ratio) : 1.091
- 순현재가치(NPV) : 22.87억원
- 내부수익율(IRR) : 6.08%

< 시나리오별 경제성 분석 결과 >

총비용 (억원)	총편익 (억원)	비용편익비 (B/C ratio)	순현재가치 (NPV)	내부수익율 (IRR)
252.57	275.44	1.091	22.87 억원	6.08%

주: 2017년 기준 현재가치

7. 기대효과

□ 과학기술적 파급효과

- 기상 분야에 첨단 기술 융합을 통한 예보 정확도 향상 및 기술 선진화
 - IoT 및 인공지능 등을 활용하여 기상예보의 정확도 향상
 - CCTV, 드론 및 차량용 기상관측장비를 통한 기상 관측 기술 선진화
- 4차 산업 분야의 기술 고도화 및 적용 분야 확대
 - 본 기술과제를 통한 원천기술 확보 및 융합기술분야 연구 가능

□ 산업경제적 파급효과

- 산업연관분석을 통해 산업경제적 파급효과를 분석함
 - 본 사업을 통한 국가 산업경제적 파급효과는 생산유발액 총 503.2억원이며, 부가가치유발액은 총 221.5억원, 취업유발 인원은 총 328명으로 나타남

□ 국가정책적 파급효과

- 新기상 서비스 및 사용자 맞춤형 서비스를 통해 국민들의 삶의 수준 향상
 - 융합기상정보 및 사용자맞춤형 기상 서비스를 통하여 국민들에게 편의제공
 - 기상 현상에 따른 경제적 파급효과 서비스를 통한 국민들 경제 피해 감소
- 기후변화 및 4차 산업과 관련된 정부 정책에 긍정적 효과 기대
 - 인공지능 기반 예보 정확도 향상을 통해 미래 기후변화 정책에 기여
 - 4차 산업과 관련된 정책인 ‘지능정보사회 중장기 종합대책’ 및 ‘국가 전략 프로젝트’등과 연계 가능

목 차

목 차

제 1 장 연구의 개요	3
1.1 연구의 배경 및 필요성	3
1.1.1 연구의 배경	3
1.1.2 연구의 필요성 및 시급성	8
1.2 연구의 목적 및 내용	14
1.2.1 연구 목적	14
1.2.2 연구의 주요내용	15
1.3 사업기획 추진 전략	17
1.3.1 사업기획 체계도	17
1.3.2 사업기획 추진전략	18
1.4 사업기획 추진 경위	21
1.4.1 사업 추진 근거	21
1.4.2 사업 추진 내역	22
제 2 장 국내·외 환경 분석	27
2.1 국내·외 정책동향	27
2.1.1 국내·외 기상분야	27
2.1.2 국내·외 4차 산업혁명 분야	44
2.1.3 정책동향의 시사점	65
2.2 기술동향	67
2.2.1 국내·외 기상분야	67
2.2.2 국내·외 4차산업혁명 분야	97
2.2.3 기술동향의 시사점	122

2.3 시장(산업)동향	124
2.3.1 국내·외 기상 시장(산업)동향	124
2.3.2 국내·외 4차산업혁명 시장(산업)동향	136
2.3.3 시장(산업)동향 시사점	146
2.4 미래기상융합분야 주요이슈 분석	148
제 3 장 사업의 비전·목표 및 추진계획	157
3.1 사업의 비전 및 목표	157
3.2 사업비전 및 목표 설정 근거	158
3.3 추진방향	164
3.3.1 사업 도출 프로세스	164
3.3.2 사업 기획 방향	173
3.4 사업체계도	182
3.4.1 총괄구성	182
3.4.2 중점분야별 주요내용	183
3.5 세부사업 추진내용	186
3.5.1 추진배경 및 사업구성	186
3.5.2 기술개발 내용	194
제 4 장 사업 소요예산 및 인력	264
4.1 소요예산	264
4.1.1 소요예산 총괄	264
4.1.2 과제별 소요예산	265
4.1.3 세부과제별 비중	266
4.2 소요인력	267
4.2.1 소요인력 총괄	267

4.2.2 세부과제별 소요인력	268
4.2.3 세부과제별 비중	269
제 5 장 사업의 운영·관리 방안	274
5.1 사업 추진체계	274
5.1.1 사업 추진 체계 총괄	274
5.1.2 주체별 역할 및 연계 방안	275
5.2 사업 추진전략	276
5.3 사업 관리방안	277
5.3.1 사업 관리 방안	277
5.3.2 과제 관리 방안	278
제 6 장 사업 타당성 분석	284
6.1 정책적 타당성	284
6.1.1 정책적 타당성 분석 개요	284
6.1.2 정책적 일관성 및 추진체제	285
6.1.3 국고지원의 적합성	288
6.2 기술적 타당성	292
6.2.1 기술적 타당성 분석 개요	292
6.2.2 기술개발 계획의 적절성	293
6.2.3 기존 사업 및 과제와의 중복성	302
6.3 경제적 타당성	305
제 7 장 사업의 기대효과	316
7.1 과학기술적 기대효과	316
7.2 산업경제적 기대효과	318

7.3 국가정책적 기대효과	322
참 고 문 헌	326
1. 문헌자료	326
2. 웹사이트	328

표 목 차

<표 4-1> 연도별 총 연구비	264
<표 4-2> 세부기술별 소요예산	265
<표 4-3> 연차별 소요인력	267
<표 4-4> 세부기술별소요예산	268
<표 5-1> 상시 모니터링 및 평가 항목	277
<표 5-2> 과제 관리 방안	278
<표 6-1> 정책적 타당성 분석 항목	284
<표 6-2> 주체별 역할 및 연계방안 주요내용	287
<표 6-3> 국가계획상 주요 정책수요	288
<표 6-4> 기술적 타당성 분석 항목	292
<표 6-5> 핵심이슈 및 사업 필요성 도출	294
<표 6-6> 사업 구성 및 내용의 적절성	300
<표 6-7> 후보 과제명 유사도 검색 결과	303
<표 6-8> 비용과 편익의 범위	307
<표 6-9> 총비용분석	308
<표 6-10> 사업비(비용) 내역	308
<표 6-11> 편익 산출을 위한 변	310
<표 6-12> 국제특허분류(IPC)분류별 기술수명기간	310
<표 6-13> 피해규모 감소율 산출 내역	311
<표 6-14> 기상재해피해액 절감효과	311
<표 6-15> 동 사업 대상시장 미래전망	312
<표 6-16> 편익 합계	313
<표 6-17> 시나리오별 경제성 분석 결과	313
<표 7-1> 산업연관분석 항목 및 정의	318
<표 7-2> 본 과제 대상산업 유발계수	319
<표 7-3> 국가 경제에 미치는 파급효과	320
<표 7-4> 산업분류별 생산유발효과	320
<표 7-5> 산업분류별 부가가치유발효과	321
<표 7-6> 산업분류별 취업유발효과	321
<표 1-1> 정보화와 지능화 비교	4
<표 1-2> 지능정보사회 중장기 정책방향	5
<표 1-3> 기상청 보유 역량	7

<표 1-4> 해외 기상-AI 융합사례	10
<표 1-5> 기획위원회 명단	23
<표 2-1> 제3차 과학기술기본계획의 기상·기후 추진과제	28
<표 2-2> 기상R&D 5개년 기본계획의 세부 추진계획	33
<표 2-3> 기상산업 및 기상과학 육성2020 비전 체계도	34
<표 2-4> Weather Forecasting Improvement Act of 2014의 주요내용	37
<표 2-5> NCAR Strategic Plan 6대 분야 전략	38
<표 2-6> 위성 관측 탐사 업무 수행 4대 분야 전략	39
<표 2-7> 유럽중기기상예보센터 중장기 전략	40
<표 2-8> Met Office Science Strategy 2016-2021의 주요내용	41
<표 2-9> 중국의 기상서비스 6대 현대화 전략	43
<표 2-10> 종합대책 추진을 위한 입법정책	45
<표 2-11> 인공지능 개발 전략계획의 7가지 전략	53
<표 2-12> 빅데이터 R&D 이니셔티브 추진내용	54
<표 2-13> Core Project(CP) 목표	59
<표 2-14> 2018년 인터넷 플러스 발전목표	63
<표 2-15> 인터넷 플러스 인공지능 분야 추진 내용	64
<표 2-16> 국내, 중국 황사관측장비(PM10) 설치현황	70
<표 2-17> 기상위성 운영 선진국 대비 운영임무 성공률 비교	72
<표 2-18> 장비별 국산화율, 기술수준, 기술격차 변화(2011년 → 2014년)	73
<표 2-19> 영향예보의 필요성	76
<표 2-20> GORES-R의 ABI와 현행 GOES시리즈의 GOES IMAGER 성능 비교	80
<표 2-21> HAZUS-MH DB의 자료 조사 항목	86
<표 2-22> NEW ICT와 인간의 역할 비교	98
<표 2-23> 국내 기업의 인공지능 기술 동향	98
<표 2-24> 국내 주요 통신기업 3사의 IoT 네트워크 제공 현황	104
<표 2-25> 국내 기상산업(시장) 총괄	125

<표 2-26> 기상산업 시장규모 현황	126
<표 2-27> 기상산업 수출·입 현황	127
<표 2-28> 대표 업종별 사업체 분류	127
<표 2-29> 대표 업종별 사업체 분류	128
<표 2-30> 기상관련 연구소 또는 연구개발 전담부서 보유 여부	128
<표 2-31> 대표 업종별 사업체 분류	129
<표 2-32> 매출액 및 기상산업 부문 매출액	130
<표 2-33> 기상산업 부문 수출입 현황 및 수출경로	130
<표 2-34> 미국 기상기후산업 시장현황 분류	131
<표 2-35> 기상기후산업 세부 분야별 종사자 현황 및 증감 예측	132
<표 2-36> 일본 기상·해일 상위 업체별 특징	133
<표 2-37> 기상청과 민간의 역할	134
<표 2-38> 세계 인공지능 관련 산업별 시장 매출액 전망	141
<표 3-1> 사업의 비전 및 도출근거	158
<표 3-2> 사업의 성과목표 및 비전과의 부합성	158
<표 3-3> 단계별 성과목표 및 설정근거	159
<표 3-4> 단계별 성과지표(관측/감시분야)	160
<표 3-5> 단계별 성과지표(모델링/분석 분야)	161
<표 3-6> 단계별 성과지표(서비스 분야)	163
<표 3-7 기존사업 분석 내용>	167
<표 3-8 각 국에서 추진 중인 기술개발 현황 및 계획>	168
<표 3-9 연구확장분야 도출 내용>	170
<표 3-10> 사업기획범위(안) 도출내용	173
<표 3-11> 1차 사업체계도	177
<표 3-12> 2차 사업체계도	179
<표 3-13> 인공지능기술 활용 전략사업의 구성	182
<표 3-14> 중과제 구성(1-1)	194

<표 3-15> [1-1-1] 최신 R&D 동향	196
<표 3-16> [1-1-1] 기존한계점 및 해결방안	197
<표 3-17> [1-1-1] 기술개발내용	197
<표 3-18> [1-1-1] 세부추진계획	198
<표 3-19> [1-1-2] 최신 R&D 동향	200
<표 3-20> [1-1-2] 기존한계점 및 해결방안	201
<표 3-21> [1-1-2] 기술개발내용	201
<표 3-22> [1-1-2] 세부추진계획	202
<표 3-23> [1-1-3] 최신 R&D 동향	203
<표 3-24> [1-1-3] 기존한계점 및 해결방안	204
<표 3-25> [1-1-3] 기술개발내용	204
<표 3-26> [1-1-3] 세부추진계획	205
<표 3-27> 중과제 구성(1-2)	205
<표 3-28> [1-2-1] 최신 R&D 동향	207
<표 3-29> [1-2-1] 기존한계점 및 해결방안	208
<표 3-30> [1-2-1] 기술개발내용	208
<표 3-31> [1-2-1] 세부추진계획	209
<표 3-32> [1-2-2] 최신 R&D 동향	210
<표 3-33> [1-2-2] 기존한계점 및 해결방안	211
<표 3-34> [1-2-2] 기술개발내용	211
<표 3-35> [1-2-2] 세부추진계획	212
<표 3-36> 중과제 구성(2-1)	213
<표 3-37> [2-1-1] 최신 R&D 동향	215
<표 3-38> [2-1-1] 기존한계점 및 해결방안	216
<표 3-39> [2-1-1] 기술개발내용	216
<표 3-40> [2-1-1] 세부추진계획	217
<표 3-41> [2-1-2] 최신 R&D 동향	219
<표 3-42> [2-1-2] 기존한계점 및 해결방안	220

<표 3-43> [2-1-2] 기술개발내용	220
<표 3-44> [2-1-2] 세부추진계획	221
<표 3-45> 중과제 구성(2-2)	222
<표 3-46> [2-2-1] 최신 R&D 동향	224
<표 3-47> [2-2-1] 기존한계점 및 해결방안	225
<표 3-48> [2-2-1] 기술개발내용	225
<표 3-49> [2-2-1] 세부추진계획	226
<표 3-50> [2-2-2] 최신 R&D 동향	227
<표 3-51> [2-2-2] 기존한계점 및 해결방안	228
<표 3-52> [2-2-2] 기술개발내용	228
<표 3-53> [2-2-2] 세부추진계획	229
<표 3-54> [2-2-3] 최신 R&D 동향	230
<표 3-55> [2-2-3] 기존한계점 및 해결방안	231
<표 3-56> [2-2-3] 기술개발내용	231
<표 3-57> [2-2-3] 세부추진계획	232
<표 3-58> 중과제 구성(2-3)	232
<표 3-59> [2-3-1] 최신 R&D 동향	234
<표 3-60> [2-3-1] 기존한계점 및 해결방안	235
<표 3-61> [2-3-1] 기술개발내용	235
<표 3-62> [2-3-1] 세부추진계획	236
<표 3-63> [2-3-2] 최신 R&D 동향	237
<표 3-64> [2-3-2] 기존한계점 및 해결방안	238
<표 3-65> [2-3-2] 기술개발내용	238
<표 3-66> [2-3-2] 세부추진계획	239
<표 3-67> 중과제 구성(2-4)	239
<표 3-68> [2-4-1] 최신 R&D 동향	241
<표 3-69> [2-4-1] 기존한계점 및 해결방안	242
<표 3-70> [2-4-1] 기술개발내용	242

<표 3-71> [2-4-1] 세부추진계획	242
<표 3-72> [2-4-2] 최신 R&D 동향	244
<표 3-73> [2-4-2] 기존한계점 및 해결방안	245
<표 3-74> [2-4-2] 기술개발내용	245
<표 3-75> [2-4-2] 세부추진계획	246
<표 3-76> 소과제 구성(3-1)	246
<표 3-77> [3-1-1] 최신 R&D 동향	248
<표 3-78> [3-1-1] 기존한계점 및 해결방안	249
<표 3-79> [3-1-1] 기술개발내용	249
<표 3-80> [3-1-1] 세부추진계획	250
<표 3-81> [3-1-2] 최신 R&D 동향	252
<표 3-82> [3-1-2] 기존한계점 및 해결방안	253
<표 3-83> [3-1-2] 기술개발내용	253
<표 3-84> [3-1-2] 세부추진계획	254
<표 3-85> 중과제 구성(3-2)	254
<표 3-86> [3-2-1] 최신 R&D 동향	256
<표 3-87> [3-2-1] 기존한계점 및 해결방안	257
<표 3-88> [3-2-1] 기술개발내용	257
<표 3-89> [3-2-1] 세부추진계획	258
<표 3-90> [3-2-2] 최신 R&D 동향	259
<표 3-91> [3-2-2] 기존한계점 및 해결방안	260
<표 3-92> [3-2-2] 기술개발내용	260
<표 3-93> [3-2-2] 세부추진계획	261
<표 4-1> 연도별 총 연구비	264
<표 4-2> 세부기술별 소요예산	265
<표 4-3> 연차별 소요인력	267
<표 4-4> 세부기술별소요예산	268

<표 5-1> 상시 모니터링 및 평가 항목	277
<표 5-2> 과제 관리 방안	278
<표 6-1> 정책적 타당성 분석 항목	284
<표 6-2> 주체별 역할 및 연계방안 주요내용	287
<표 6-3> 국가계획상 주요 정책수요	288
<표 6-4> 기술적 타당성 분석 항목	292
<표 6-5> 핵심이슈 및 사업 필요성 도출	294
<표 6-6> 사업 구성 및 내용의 적절성	300
<표 6-7> 후보 과제명 유사도 검색 결과	303
<표 6-8> 비용과 편익의 범위	307
<표 6-9> 총비용분석	308
<표 6-10> 사업비(비용) 내역	308
<표 6-11> 편익 산출을 위한 변	310
<표 6-12> 국제특허분류(IPC)분류별 기술수명기간	310
<표 6-13> 피해규모 감소율 산출 내역	311
<표 6-14> 기상재해피해액 절감효과	311
<표 6-15> 동 사업 대상시장 미래전망	312
<표 6-16> 편익 합계	313
<표 6-17> 시나리오별 경제성 분석 결과	313
<표 7-1> 산업연관분석 항목 및 정의	318
<표 7-2> 본 과제 대상산업 유발계수	319
<표 7-3> 국가 경제에 미치는 파급효과	320
<표 7-4> 산업분류별 생산유발효과	320
<표 7-5> 산업분류별 부가가치유발효과	321
<표 7-6> 산업분류별 취업유발효과	321

그림 목 차

[그림 1-1] 글로벌 인공지능 시장전망	12
[그림 1-2] 사업기획 체계도	17
[그림 1-3] 기획위원회 구성 및 추진계획(안)	18
[그림 1-4] 기획위원회 활용방안	19
[그림 1-5] 모듈형 연구 프로세스	20
[그림 2-1] 기상정책 추진체계	29
[그림 2-2] 기상업무발전 기본계획('17~'21)	30
[그림 2-3] 기상관측 발전 2020계획('12~'20)	31
[그림 2-4] 기상R&D 5개년 기본계획('13~'17)	32
[그림 2-5] NWS Strategic Plan 2011의 6개 목표 및 추진 방향성	35
[그림 2-6] Weather-Ready Nation 비전 달성을 위한 NWS Action Plan	36
[그림 2-7] 종합대책의 정책 방향 및 세부 과제	46
[그림 2-8] 9대 국가전략 프로젝트	47
[그림 2-9] 제2차 지능형 로봇 기본계획(안)의 목표 및 추진전략	49
[그림 2-10] '사물인터넷 기본계획('08)'의 비전 및 목표(상), 주요 추진과제(하)	50
[그림 2-11] '인터넷 신산업 육성 방안('13)'의 비전 및 목표	51
[그림 2-12] 인공지능 R&D 전략계획 구조	52
[그림 2-13] SyNAPSE 프로젝트 로드맵	55
[그림 2-14] UAV 합동운용개념도	56
[그림 2-15] 영국 데이터 전략위원회 조직 구성 체계	60
[그림 2-16] '2045 연구회' 주요 논의사항	61
[그림 2-17] 로봇 혁명의 배경과 구상	62
[그림 2-18] 차이나 브레인 프로젝트 목표 및 내용	64
[그림 2-19] 2016년 월별 예보 정확도 현황	67

[그림 2-20] 연도별 단기예보 정확도(강수유무)	68
[그림 2-21] 기상 관측장비	69
[그림 2-22] 고층기상관측망 구축	71
[그림 2-23] 선박해양부이	72
[그림 2-24] 드론을 활용한 기상관측	74
[그림 2-25] 자료동화의 개념	75
[그림 2-26] 기상청 홈페이지 연간 방문자수 통계(모바일 웹 포함)	78
[그림 2-27] 전주기적 국가기후자료 관리체계(기상연감)	79
[그림 2-28] NMQ 시스템의 흐름도	81
[그림 2-29] 빙정핵을 계산하는 항공기 탑재 대기관측 장비*	82
[그림 2-30] GSMaP 강수산출 사례	82
[그림 2-31] 3차원 해안 침수 범람 활용 사례	84
[그림 2-32] 영국의 통합수치모델(UM)	84
[그림 2-33] 재해 저감 계획과정과 HAZUS-MH의 활용	86
[그림 2-34] 미국 NWS의 영향예보 실시 현황	87
[그림 2-35] 미국 NOAA의 폭풍해일 예보 시스템	88
[그림 2-36] NSWWS의 총괄적인 영향예보 지원양식	89
[그림 2-37] Hazard Impact Model Algorithm	89
[그림 2-38] 버지니아 주 겨울 폭풍 영향예보 사례	90
[그림 2-39] 기상과 농업이 융·복합된 플랫폼	92
[그림 2-40] 작물에 대한 날씨 영향 판별	93
[그림 2-41] 기상 빅데이터 분석 플랫폼	94
[그림 2-42] CLIMATE-ADAPT 시스템(좌) 및 도구 활용(우) 화면	95
[그림 2-43] 신한카드의 빅데이터 분석 기반 고객 라이프 스타일 분류 ‘코드나인’ ..	101
[그림 2-44] 가상현실(VR)(좌) 및 증강현실(AR)(우)	102
[그림 2-45] 증강현실을 활용한 삼성전자의 ‘Gear VR2’	102
[그림 2-46] Azure Machine Learning의 프로세스	105
[그림 2-47] 미국 마이크로소프트의 Deep Hybrid Model 결과요약	106

[그림 2-48] 미국 곡물 수확량 예측 시스템 개발시스템	107
[그림 2-49] 사물인터넷 활용 농작물 및 기상측정	108
[그림 2-50] 사물인터넷을 통한 실시간 일기예보 서비스 제공	109
[그림 2-51] NOAA BDP의 데이터 연합 컨셉	109
[그림 2-52] Air Visual 미세먼지 상태 결과 및 AQI 기준	110
[그림 2-53] IBM의 왓슨 애널리틱스	111
[그림 2-54] mPing앱 화면 및 East Coast의 주요 겨울동안 보고서	112
[그림 2-55] 스마트 센서 네트워크 및 구축된 센서 현황	112
[그림 2-56] 웨더스테이션 측정 결과 및 제품 디자인	113
[그림 2-57] 아마존의 빅데이터 기반 ‘예측 배송’ 서비스	114
[그림 2-58] 러시아 얀덱스의 Meteum 서비스 개요	115
[그림 2-59] 독일 신재생에너지 그리드	117
[그림 2-60] 기상 정보활용 물류프로젝트(일본 기상협회)	118
[그림 2-61] 일본 스마트농업 시스템 구성도	118
[그림 2-62] 이화학연구소 BDA프로젝트 디자인 및 뇌운분포	119
[그림 2-63] 주하이 에어쇼에 전시된 중국 자체제작 드론 CH-5	121
[그림 2-64] 세계기상산업 시장규모 추이	124
[그림 2-65] 국내 인공지능 시장규모(왼쪽) 및 지능형 로봇(오른쪽) 시장 전망	136
[그림 2-66] 국내 빅데이터 시장 규모	138
[그림 2-67] 국내 지능형 로봇 시장현황	138
[그림 2-68] 국내 IoT(사물인터넷) 시장 전망	139
[그림 2-69] 세계 인공지능 시장 예측	140
[그림 2-70] 세계 인공지능시스템 시장 전망	141
[그림 2-71] 세계 빅데이터 시장 규모	143
[그림 2-72] 글로벌 VR 시장규모 전망(좌) 및 AR 시장규모 전망(우)	144
[그림 2-73] 글로벌 지능형 로봇 시장현황	144
[그림 2-74] 국내 IoT(사물인터넷) 시장 전망	145

[그림 3-1] 본 사업의 비전 및 목표	157
[그림 3-2] 초연결융합 네트워크 기반 관측 고도화 융합기술 분야 핵심이슈 및 해결방안	164
[그림 3-3] 인공지능 기반 기상-빅데이터 융합기술분야 핵심이슈 및 해결방안	165
[그림 3-4] 인공지능 플랫폼 기반 예보지원 융합기술분야 핵심이슈 및 해결방안	166
[그림 3-5] 4차 산업 기반 서비스융합기술분야 핵심이슈 및 해결방안	166
[그림 3-6] 사업기획 방향설정 프로세스	173
[그림 3-7] End-User의 요구를 반영한 사업체계도(안) 도출	174
[그림 3-8] 핵심성과물 중심의 사업범위 개념도	178
[그림 3-9] 유동적 기상관측망 구성기술 개념도	183
[그림 3-10] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리기술 개념도	184
[그림 3-11] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술 개념도	185
[그림 4-1] 연차별 소요예산	264
[그림 4-2] 세부기술별 예산 비중	266
[그림 4-3] 연차별 소요인력	267
[그림 4-4] 세부과제별 인력 비중	269
[그림 5-1] 인공지능 기술활용 전략기획 사업의 추진체계	274
[그림 5-2] 사업 추진 절차	276
[그림 6-1] 인공지능 기술활용 전략기획 사업의 추진체계	287
[그림 6-2] 자연 재해로 인한 피해와 예보서비스 한계 극복 필요성 모식도	289
[그림 6-3] 분야별 핵심이슈-해결방안-목표의 연계(1)	298
[그림 6-4] 분야별 핵심이슈-해결방안-목표의 연계(2)	299
[그림 6-5] 과제 중복성 검토 프로세스	302

제 1 장

연구의 개요

제 1 장

연구의 개요

1.1 연구의 배경 및 필요성

1.1.1 연구의 배경

- 4차 산업혁명 시대의 등장으로 사회전반이 급변하고 있으며, 미래기상 업무 혁신을 위한 대응책이 요구되고 있음
 - (기술 혁신) 4차 산업혁명을 주도할 기술 및 시장에 대한 선제적 대응체계 구축이 필요함
 - 미래 디지털 사회는 인터넷과 인공지능이 결합된 초연결지능(hyper connected intelligence)과 사이버와 현실의 융합인 CPS(Cyber Physical System) 시대 예상
 - 4차 산업 관련 주요기술은 모바일 인터넷, 클라우드 기술, 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 인공지능(A.I.) 등을 꼽음(『The Future of Jobs(WEF, 2016)』)
 - (사회·산업구조 변화) 산업/정보사회에서 지능사회로의 패러다임 전환
 - 지능사회는 이전의 산업/정보사회에서의 의사결정의 주체였던 인간의 영역을 기계가 대부분 수행 가능함
 - 단순한 계산능력, 효율성이 강조되고, 사이버공간으로 한정되었던 정보사회에서 생각하는 능력, 현실세계 전반에 영향을 미치는 지능사회로의 전환은 사회 전반적으로 엄청난 과급력을 미칠 것으로 판단됨

<표 1-1> 정보화와 지능화 비교

구분	정보화	지능화
핵심능력	계산능력	생각하는 능력
핵심가치	효율적 업무처리 (do things right)	효과적 문제해결 (do the right thing)
적용범위	컴퓨터(HW+SW)	모든 사물(HW+SW+지능)
	사이버공간 (아날로그/디지털 분리)	현실세계 전반 (아날로그의 디지털화)
핵심기술	ICT	ICT, 로봇, 알고리즘 등등

자료: 황종성(2016) “지능사회 패러다임 전망과 정책적 함의”

- (수요자 니즈 변화) 국민생활과 연계한 다양한 서비스에 대한 니즈가 확대되고, 과학기술과 사회과학의 접목을 통한 기상기술의 융·복합화가 가속됨
 - 일방적 전달체계의 기상서비스에서 양방향 데이터 기반의 과학적 의사결정 지원체계 구축이 시급
 - 기존 방식의 기상예보 생산기술은 과학적 극한에 근접하여, 예보정확도 추가향상을 위해서는 거대한 인적·물적자원 투입 필요
 - ※ 꾸준히 상승하던 예보정확도는 최근 5년간 단기예보 90~93%, 중기예보 80~85% 수준에서 등락을 거듭하며 정체 중

- 국내·외적으로 제4차 산업혁명에 대응하기 위한 정책들이 수립되고 있으며, 정책목표 달성을 위한 기술개발이 요구되고 있음
 - (국내 정책) 지능정보사회에 대응하기 위한 정책과 기상업무의 고도화를 위한 정책들이 수립되고 있으나 융합적 R&D는 부재한 상황임
 - (지능정보사회 중장기 종합대책) 대표적인 지능정보사회 대응을 위한 정책으로 '16년 12월 정보통신전략위원회가 심의·의결한 ‘지능정보사회 중장기 종합대책’이 있음
 - 글로벌 수준의 지능정보기술 기반 확보, 전 산업의 지능정보화 촉진 등의 정책방향을 통해 국내 전산업 대상으로 기술 및 인프라 확보를 강조하고 있음
 - 특히, 공공서비스 전반에 지능정보기술 도입을 조기 확산하여 생산성향

상 및 국가경쟁력 확보를 목표로 하고 있어 공공서비스인 기상서비스에 대한 지능화가 요구되고 있음

<표 1-2> 지능정보사회 중장기 정책방향

정책방향	정책목표
글로벌 수준의 지능정보기술 기반 확보	글로벌 경쟁에서 뒤처지지 않고 지능정보기술을 이끌어 나갈 수 있는 자체기술력 및 데이터·네트워크 인프라 확보
전 산업의 지능정보화 촉진	공공서비스 및 민간산업 전반에 지능정보기술 도입을 조기 확산하여 생산성향상 및 국가경쟁력 확보
사회정책 개선을 통한 선제적 대응	변화하는 사회상을 반영한 교육·고용·복지

자료 : 부처합동(2016.12), 지능정보사회 중장기 종합대책

- (제3차 과학기술기본계획(2013~2017)) 국가전략기술개발 분야 중 ‘ICT 융합 신산업 창출’, ‘깨끗하고 편리한 환경조성’, ‘걱정 없는 안전사회 구축’ 분야에서 인공지능기술과 기상산업의 융합을 독려하고 있음
 - ICT융합, 기후변화 대응, 자연재해 대응 등을 강조
- (제3차 기상업무발전 기본계획(2017~2021)) 예보정확도 향상 및 기상기후정보 활용 확산과 인공지능을 비롯한 첨단 기상기술 및 전문인력 확보 등 3대 발전목표를 수립
 - 기상예보 기술과 관측 인프라 고도화, 미래를 준비하는 기상업무 성장기반 조성을 중심으로 발전목표 및 전략을 수립
- (기상R&D 5개년 기본계획(2013~2017)) 국가R&D선진화 방안에 따라 기상R&D를 효과적으로 추진 관리하기 위한 운영제도 개선 전략을 수립함
 - 미래지향의 기상기술 선진화, 기상기술의 국가성장 동력화 등을 추진
- (해외 정책) 해외에서는 기상 및 AI관련 기술개발 및 기상서비스를 다양한 산업과 융·복합을 추진하고 활용범위를 넓히고 있음
 - 미국, 기상 및 AI관련하여 기초·원천 기술 중심 투자가 이루어지고 있음
 - 미 기상청(NWS)은 ‘Weather Forecasting Improvement Act of 2014’ 에 의거 기상 연구개발 성장 및 개선을 추진 중
 - 항공우주국, 해양대기청에서 발사 운영 해온 GOES 시리즈의 차세대 기

상관측위성인 GOES-R 발사 예정

- 일본, 기상기후 정보와 서비스 제공이 활발함
 - 기상 자료의 생성과 기상 산업의 지원을 위해 정부-민간 사이를 연결하는 기상업무 지원센터 구축('14년)
- 영국, 정부 및 기업의 각 목적에 부합하는 기상정보 제공
 - 'Met Office Corporate Plan(2014~2019)' 발표로 수요자들의 사업적 성과 확보에 도움
 - 기후변화 완화를 위한 정책적 지원 및 기상정보를 활용한 경제성장 지원을 위해 'Met Office Science Strategy 2016-2021' 발표

□ 글로벌 IT기업은 기상예보 및 서비스 분야에 인공지능 기술을 도입하고 있으며, 주목할 만한 성과를 달성함

- 인공지능기술 도입을 통해 해외의 기상기술능력이 기상청을 앞설 경우, 정부 기상서비스에 대한 신뢰도 하락 및 국내 기상산업 경쟁력 약화 우려
- 구글, 페이스북, 애플, IBM 등 해외에서는 인공지능 분야에 대한 투자 및 개발이 확대되고 있으나 국내는 인공지능 분야에 대한 투자 및 육성 미흡한 실정임
 - (Microsoft) AI도입으로 24시간 예보에서 미국 현재 모델보다 우수한 성능 나타내었음
 - (IBM) 인공지능 '왓슨'과 기상정보의 융합 통한 성과물을 다양한 산업에 활용 계획
- 인공지능 등 제4차 산업혁명 관련 최신기술 도입으로 기상업무(관측, 예보, 서비스 등)에 대한 혁신이 필요
- 인공지능기술은 크게 기계학습과 인지능력모사기술로 나눌 수 있으며, 두 분야 모두 기상분야에서의 다양한 적용 및 활용이 가능함
 - 기계학습 기술은 과거의 기상관측자료를 학습하여 내재된 규칙을 찾아내고, 이를 바탕으로 예보를 산출 또는 기존 방식으로 산출된 예보 보정 등에 활용 가능

- 인공지능모사 기술은 날씨를 느끼는 인간의 감각을 모사하여, 비정형 상세 기상관측과 기상정보의 전달 및 서비스 등에 활용 가능

□ 기상청은 인공지능기술 융합을 위한 인프라와 「인공지능 날씨예보 연구회」 운영 등 역량을 보유하고 있음

- 인공지능기술의 핵심 기반요소는 분석·학습할 거대자료(빅데이터)와 이를 처리할 대용량 계산자원(슈퍼컴퓨터)으로 구성됨
- 기상청은 핵심 기반요소를 모두 보유하고 있어, 인공지능기술 개발 여건이 성숙되어 있다고 판단됨

<표 1-3> 기상청 보유 역량

거대자료(빅데이터) 활용자원	대용량 계산자원(슈퍼컴퓨터)
	
<p>○ 빅데이터 활용 기술개발과 부처 협업, 지식 보급 확산 노력</p>	<p>○ '00년 슈퍼컴퓨터 1호기 도입을 시작으로 장기간 슈퍼컴퓨터 운용하며 노하우 축적</p>

- 기상-인공지능 융합기술 개발의 최대효용 달성을 위해, 각계 전문가로 구성된 「인공지능 날씨예보 연구회」 발족 및 운영('16.5.~)
- 기상청의 개발여건 및 기상기술 현황에 관한 상세 기술분석 수행
- 실험적 기술개발 및 적용을 통한 개발가능성, 효용성 및 효과성 검증

1.1.2 연구의 필요성 및 시급성

□ 기상예보와 관련한 사회이슈에 대한 적절한 기술적 대응을 위한 융합기술 연구개발 지원이 필요함

- 대기 자체의 불확실성, 수치예측의 한계 등으로 인한 예측 불확실성으로, 결론론적 예보는 근본적인 한계가 존재함
 - 단기예보 정확도(강수유무 기준)는 2008년 동네예보의 적용을 통해 한 단계 도약하였으나, 이후 현재까지 약 91.5% 수준에서 정체
 - 최근 기상재해 피해 증가로 일기예보, 장기예측, 영향분석 등이 중요한 요소로 대두되고 있어, 기상기후예측의 과학적 분석능력 제고를 위해 융합기술 연구개발 지원이 필요함
 - 세계 주요국 수준의 예보 정확도(단기 강수유무 예보 정확도 92.2%)에도 불구하고, 기상서비스에 대한 체감도는 미흡한 상황임
 - 기상서비스에 대한 국민만족도와 신뢰도는 실제 정확도에 비해 각각 77.5점, 75.1점에 불과(2014년)
 - 국내 지상기상 관측망 간격(AWS)은 약 13km로 산업체에서 요구하는 100m 이하의 미세기상정보 지원에는 턱없이 부족함
 - 날씨에 의한 사회·경제적 영향을 고려하지 않는 기존 현상 중심의 예보 서비스의 한계(의사결정 지원 불충분) 극복이 요구됨
 - 최근 미세먼지, 황사, 지진 등 기상재해가 중요한 기상이슈로 대두되면서 이에 대한 적절한 대응을 위한 효과적인 지원이 시급히 요구되고 있음
- ※ 2016년 1월 23일~25일 제주지역에 내린 눈과 추위로, 대규모 항공 결항이 발생하여 6만 여명이 고립되는 등 피해 발생

참고자료

제주도 32년만 폭설, 제주공항 마비-도로 전면통제



<기사 내용>

24일 새벽 제주지방 기상청에 따르면 한라산 윗세오름에는 119cm, 진달래밭에는 110cm 가량의 눈이 쌓이는 등 기록적인 폭설이 내렸다. 제주 도심에도 최고 26cm의 눈이 쌓였다 .

기상청은 "24일은 강한 바람과 함께 낮 최고기온이 영하권에 머무는 등 올 겨울 들어 가장 추운 날씨가 예상되고 25일까지 제주 전역에 많은 눈이 내리겠다"고 설명했다.

이에 앞서 23일에도 제주지방 기상청은 지난 2009년 3월 13일 이후 7년 만에 제주도에 한파주의보를 내렸다.

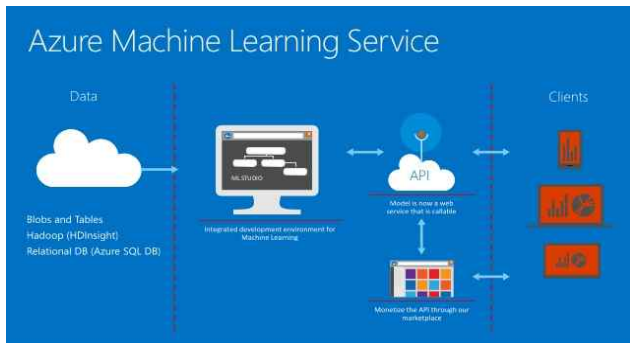
또한 폭설로 인해 제주도에서는 1100도로와 서성로, 제1산록도로 등에서 차량이 전면 통제되고 제주공항 운항이 전면 중단되는 등 폭설로 인한 피해가 속출하고 있다.

출처: SBS뉴스(<http://news.sbs.co.kr/>), 조선일보(www.yonhapnews.co.kr/)

□ 해외에서의 활발한 미래기상융합기술¹⁾ 개발에 비해 미흡한 국내 기술 수준의 향상이 시급함

- 세계적인 기업들에서 기상예측 및 서비스 분야에 대해 인공지능 기술의 도입을 시도하고 있으며, 주목할 만한 성과를 달성함
 - 이에 반해, 국내에서는 이렇다할 기상-인공지능 융합기술 개발 사업이 없어 기술격차 심화가 우려되는 상황임
 - 심화된 기술격차는 자연스레 시장잠식과 기술종속이 우려되어 국내 기상산업에 부정적인 영향을 미칠 것으로 판단됨
- ※ 마이크로소프트, IBM 등에서 기상서비스 개발 또는 시범서비스 중

<표 1-4> 해외 기상-AI 융합사례

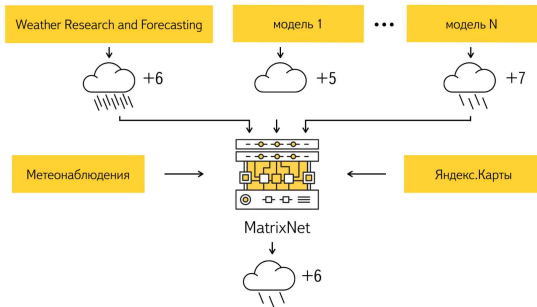
사례	서비스내용
 <p>자료 : Azure Machine Learning and Data Journeys(2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Microsoft, Azure Machine Learning - Microsoft에서 Azure Machine Learning을 이용하여 강수확률을 예측하는 일기 예보 모델을 개발함

1) 본 보고서에서는 기존의 기상기술과 4차 산업혁명 기술(빅데이터, 인공지능, 로봇, 사물인터넷, 증강현실 등)을 융합한 기술을 '미래기상융합기술'로 지칭함



자료 : IBM Watson Analytics Presentation(2015)

- IBM, Watson Analytics
 - 웨더컴퍼니를 인수한 IBM은 기상 예측용 플랫폼인 Watson Analytics를 통해 인공지능 기반 기상 서비스 제공



자료 : SavePearlHarbor홈페이지

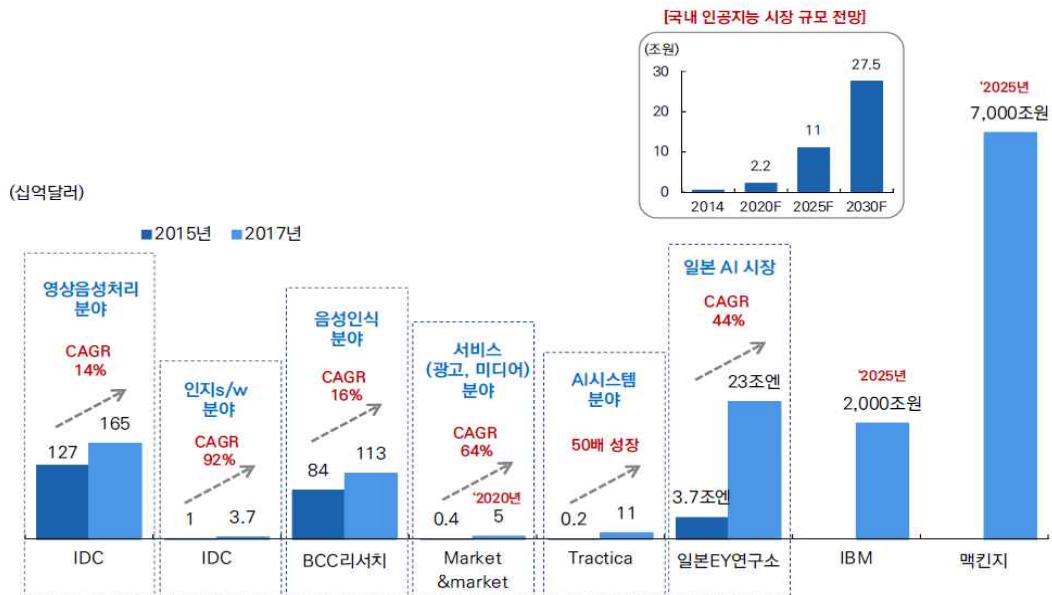
- 안텍스, 기계학습 일기예보모델
 - 러시아의 최대 IT 기업인 안텍스(Yandex)는 일기예보 기술에 기계학습기술을 활용한 기상예보 서비스 중

- 기상분야 인공지능기술에 대한 선제적 투자로 연구·개발을 위한 기반 구축 필요
 - 해외에서는 AI분야에 대한 투자 및 개발이 확대되고 있으나 국내는 투자 및 육성 미흡한 실정임
 - 기술격차를 최소화 하지 않게 되면 기술종속 및 시장잠식 등이 우려되고 있어 정부주도의 적극적인 기술개발 투자가 이루어져야 함

□ 미래기상융합기술의 新시장개척 및 선점을 통해 국내·외 시장 확보가 필요함

- 기상산업은 사물인터넷, 인공지능과의 융합을 통한 新산업·新시장 창출 등 4차 산업혁명의 주요 대상
 - IoT 기반 온도, 습도, 조도 등 물리적 센서 정보 수집이 가능함

- 날씨 콘텐츠 제작에 디지털 기술(CG 등)을 활용, 표현의 한계를 극복한 실감형 콘텐츠로 발전하여 새로운 고부가가치 창출
 - AI 딥러닝 방식을 적용한 기상예보활동은 예측 오차의 점진적 감소 및 효율성 향상 가능
- 급격한 성장세를 보이고 있는 인공지능 시장은 매우 유망한 시장이며, 사회적으로 주요이슈인 기상분야의 융합을 통한 시장개척 및 선점이 시급함
- AI, 영상처리와 영상인식 그리고 음성인식과 통번역 등의 3개 부문으로 구성된 국내 AI 산업은 '13년 3.6조 원에서 '17년 6.4조원까지 성장할 것으로 전망
 - 국내 AI산업은 아직 초기단계이므로 빠른 투자 및 연구·개발이 필요함
 - 해외 인공지능 시장은 '14년 63억 달러(7.5조 원)로 추산되었는데, '24년이면 412억 달러(49조 원)로 6.5배 이상 급성장할 것으로 예상
 - 세계 AI 시장은 글로벌 기업들의 적극적인 투자로 인해 빠르게 성장하고 있는 추세이며, 인공지능의 기술 개발과 더불어 융합 산업의 육성을 추진하고 있음



자료 : 미래에셋대우(2016), 인공지능(AI) 시장 전망

[그림 1-1] 글로벌 인공지능 시장전망

- 무한한 가능성이 있는 4차 산업혁명 기술 및 기상기술을 통해 지속적인 미래 먹거리산업 창출이 가능함
 - 과거부터 미래까지 발생하게 될 기상이슈들은 기상산업이 지속적으로 유망한 산업임을 나타내고 있으며, 이러한 이슈대응을 위한 연구·개발이 요구되고 있음
 - 삶의 질과 국민의 복지 측면에서도 기상이슈들은 적절한 대응을 통한 해결이 요구되는 분야임

1.2 연구의 목적 및 내용

1.2.1 연구 목적

□ 미래기상융합기술을 통한 기상업무 혁신 추진

- 인공지능 등 제4차 산업혁명 관련 최신기술 도입으로 기상업무(관측, 예보, 서비스 등)에 대한 혁신이 필요하고 이를 위한 대책이 시급함을 도출함
- 특히, 공공재에 속하는 기상서비스 및 기상기술에 대해 정부의 적극적인 투자가 필요함을 도출하기 위해 기상-인공지능 융합기술 개발의 필요성, 중요성, 시급성, 정부의 지원 근거 및 타당성 등을 제시함

□ 기상기술-4차 산업혁명 기술 융합방안을 마련하고, 기술개발에 대한 계획을 수립

- 제4차 산업혁명 및 기상-인공지능 융합 관련 해외 움직임에 대비하여 미래의 국가기상업무 환경 및 국내·외 기상산업 시장 변화 예측 및 분석 수행
- 기상분야에 미래기술 도입방안에 관한 제도적 대응방안 및 기상-인공지능 융합기술 개발에 관한 기술전략계획 마련

□ 기상기술-4차 산업혁명 기술 개발을 위한 추진전략, 세부추진계획 도출

- 융합기술개발과제를 발굴하고, 구체적인 전략과 계획을 수립함
 - 기상청 미래 활용기술 중심의 기술개발 과제를 도출하고, 사업기간, 성과측정방법, 추진전략, 관리체계, 예산 등 세부추진계획을 수립
- 연구개발 결과의 활용방안 및 기대(파급)효과를 도출하여 본 사업의 당위성을 나타내고, 융합기술 개발에 관한 종합적인 타당성을 분석함

1.2.2 연구의 주요내용

□ 미래기상융합기술 관련 국내·외 환경분석 수행

- 미래기상융합기술 관련 국내 정부기관 및 공공기관의 단기, 중·장기 정책 추진계획 및 국정과제와의 연계성 조사
- 국내·외 미래기상융합기술의 현황 및 향후 추진전략과 기상분야에서의 인공지능 기술개발 및 활용 가능성 조사
 - 국내·외 기상청, 민간에서의 인공지능기술 도입 현황과 단·중기 전략 분석
 - 미래기상융합기술 관련 선행 연구 내용 및 결과

□ 기상-인공지능 융합기술 개발을 위한 기술개발 계획 수립

- 기술개발과제 발굴 및 체계화
 - 기상청 미래 활용기술 위주로 기술개발 과제 도출 (10개 이상)
 - 기상 및 인공지능기술 분야별로 정리
- 연차별 상세 개발계획 제안
 - 사업기간 설정 및 설정 사유 제시
 - ※ 초기 5년은 연차별로 개발목표 및 내용을 상세히 적되, 5년 이후의 개발계획은 연구개발의 방향성 위주로 제시
- 연차별 사업 성과평가 기준 및 목표성과 제안
 - 상세 측정방법 및 목표치 설정근거 제시
- 융합기술 개발을 위한 사업 추진전략 및 관리체계 제시
- 융합기술 개발에 요구되는 연차별(5년) 사업내역 제시
 - 최소/최대 예산 산정 및 산출근거 구체적으로 제시

- 예산규모의 타당성 제시

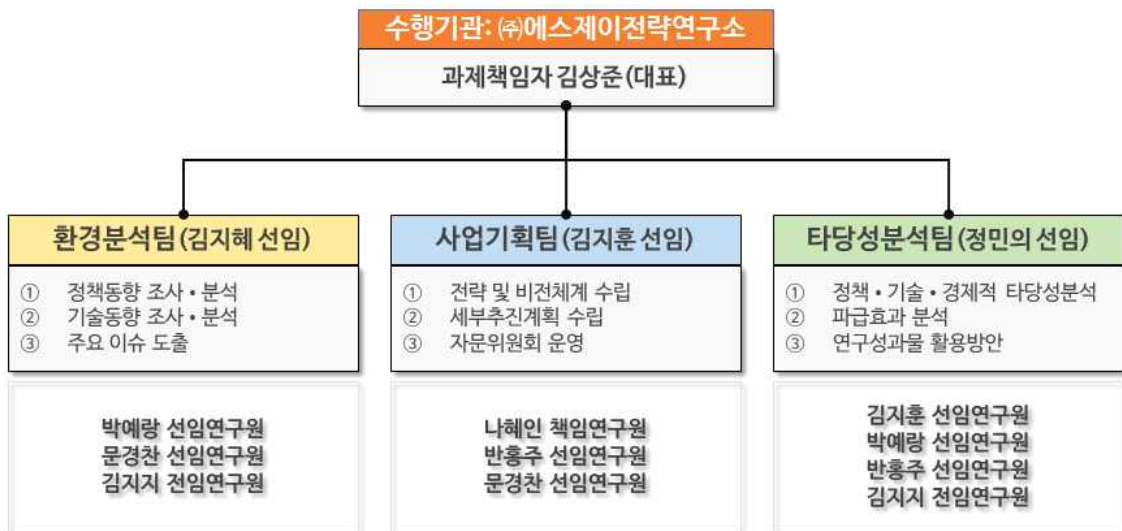
□ 미래기상융합기술 활용방안 및 기대효과

- 연구개발 결과의 활용방안 구체적 제시
 - 연구개발 관련 수요자별(기상청, 민간 등) 활용방안
- 연구개발 기대성과 및 파급효과
 - 국가정책적, 과학기술적, 산업경제적 파급효과를 분석하고, 특히, 산업경제적 파급효과에서는 생산증대, 부가가치증대, 고용창출 효과를 포함
- 국가 정책방향과의 연계성 및 타 부처 업무와의 충돌가능성 등을 분석하여, 융합기술 개발에 관한 종합적인 타당성 분석
 - 정책적, 기술적, 경제적 타당성 분석을 수행하여 동 사업의 추진근거를 제시함

1.3 사업기획 추진 전략

1.3.1 사업기획 체계도

- 연구의 효율적 추진을 위해 연구책임자의 총괄 주관 하에 3개의 팀으로 구성 및 운영
 - 환경분석팀, 사업기획팀, 타당성분석팀으로 구분하여 전담인력을 배치함으로써 연구진을 운영함
 - 각 연구원의 소속 연구팀은 주 업무분야를 의미하며, 실제로는 연구의 시작부터 종료까지 모든 연구 프로세스에 모든 연구진이 투입됨



[그림 1-2] 사업기획 체계도

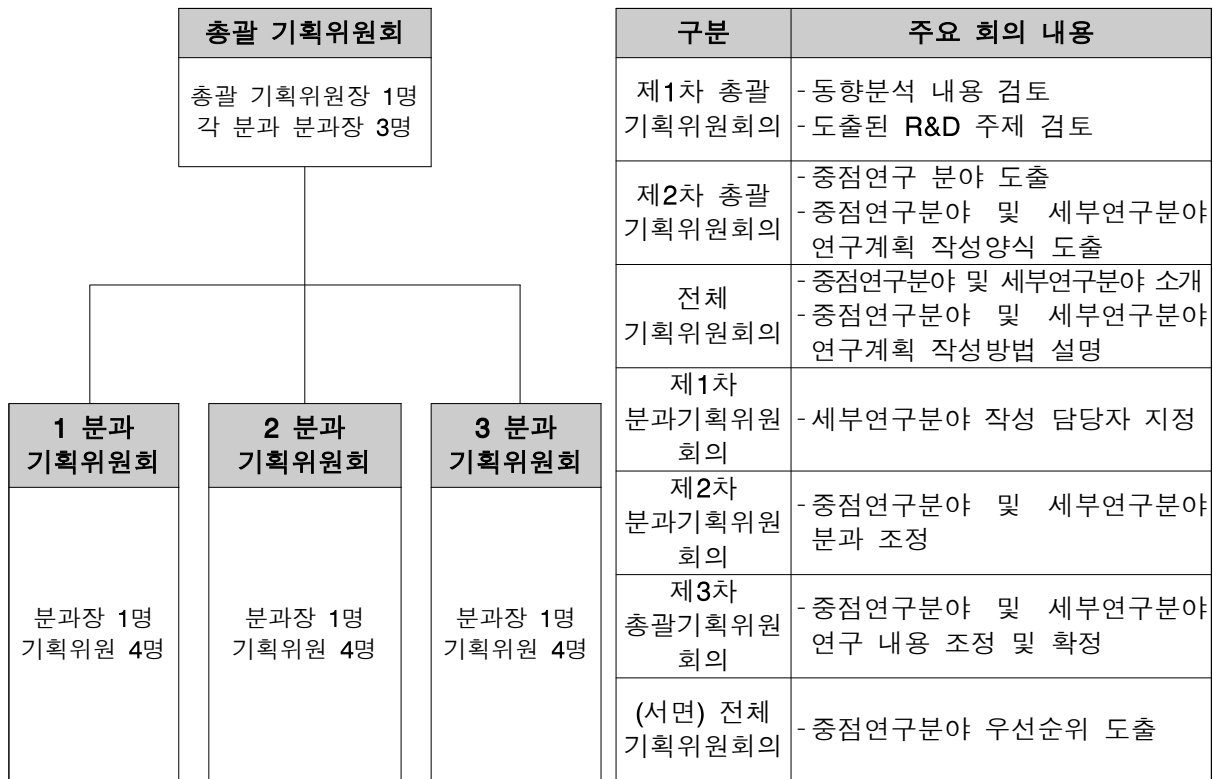
1.3.2 사업기획 추진전략

□ 본 기획연구는 미래기상융합기술 분야 전문가로 구성된 기획위원회를 구성하여 중점연구분야, 세부연구분야 등을 도출 시 활용

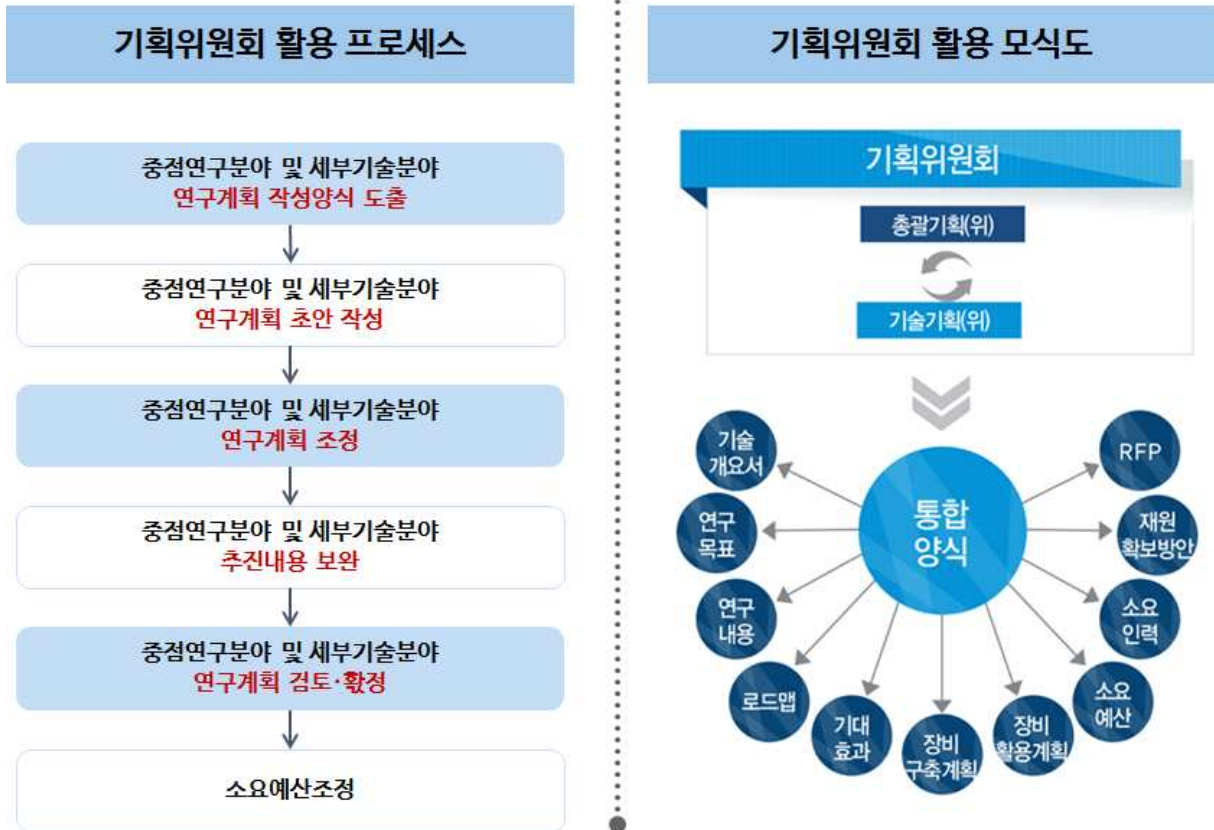
○ 사업 비전 및 사업 목표 , 중점연구분야, 세부연구분야 도출과 중점연구분야 간 우선순위 평가 등의 업무 수행

- 기획위원회는 총괄기획위원회와 3개 분과기획위원회로 구성
 - 총괄기획위원회는 분과장 3명, 총괄 기획위원장 1명으로 구성
 - 각 분과기획위원회는 분과장 1명을 포함한 5명으로 구성

※ 다만, 기획위원회 구성 전문가들은 주무부서 및 과제관리기관과 협의를 통하여 결정



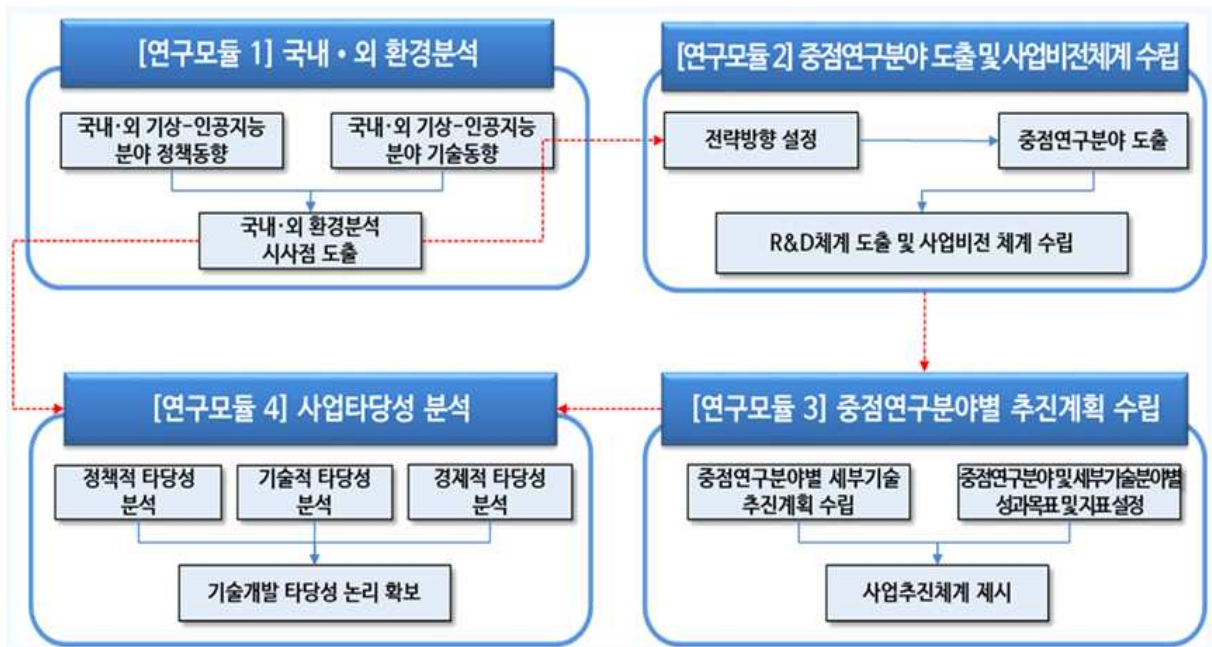
[그림 1-3] 기획위원회 구성 및 추진계획(안)



[그림 1-4] 기획위원회 활용방안

□ 체계적인 연구를 기획하고 효율적으로 연구를 수행하기 위하여 4개의 연구모듈을 구성하여 기획을 추진함

- [연구모듈 1]에서는 국내외 기상 및 인공지능(4차 산업혁명 기술) 분야의 환경분석을 수행하여 주요이슈와 연구의 방향성을 확보함
- [연구모듈 2]에서는 환경분석 결과를 토대로 전략방향을 설정하고, 기획위원회 운영을 통한 중점연구분야 도출 및 사업비전체계를 수립함
- [연구모듈 3]에서는 중점연구분야별 세부기술추진계획 및 성과목표 등을 설정하고, 사업의 추진체계를 제시함
- [연구모듈 4]에서는 본 사업의 타당성을 확보하기 위해 정책·기술·경제적 타당성분석을 수행하여, 타당성 논리를 확보함



[그림 1-5] 모듈형 연구 프로세스

1.4 사업기획 추진 경위

1.4.1 사업 추진 근거

- 기상청은 「기상법」 제5조에 따라 기상업무의 발전을 도모해야함
 - 「기상법 제5조 제1항」에 따르면 기상청장은 기상업무의 건전한 발전 등을 체계적·효율적으로 달성하기 위하여 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 5년마다 기상업무에 관한 기본계획을 수립·시행하여야 한다고 명시되어 있음
- 「제3차 기상업무발전 기본계획」을 통해 기상-인공지능 융합기술개발을 추진하고 있음
 - 「제3차 기상업무발전 기본계획」의 목표는 예보정확도 향상, 기상기후 활용 및 가치창출 그리고 첨단 기상기술의 확보이며, 기상-인공지능 융합 연구를 통하여 해당 목표들을 이룰 수 있음
- 기상청은 첨단기술 및 융합R&D를 통한 기상업무 선진화를 '17년 기상 목표 중 하나로 설정하고 다양한 계획을 추진하고 있음
 - 현재 기상청은 4차 산업과의 융합 연구를 통하여 기상업무 선진화를 도모하고 있으며, 특히, 인공지능을 기상 서비스에 활용하기 위한 방법을 개발 중임
 - 최적화 기법(유전 알고리즘 등)을 이용한 연무 발생 예측 모델 개선(2월) 및 모델 물리과정 개선(8월)
 - 기계학습 기법을 이용한 꽃가루 예측모델 현업운영(4월) 및 수치예보모델 단기예측 가이드스 개발(12월)

1.4.2 사업 추진 내역

□ 사업 추진 경과

구분	업무절차	주요수행내용
2017.05.29	○ 착수보고회 개최 - 기상청	- 제안내용에 따른 과제수행절차 및 착수내용 보고
2017.07.11	○ 기상청 내부관계자 협력회의(1차) - 기상청	- 본 기획연구 진행 보고 및 향후 추진방향 협의
2017.07.19	○ 기상청 내부관계자 협력회의(2차) - 기상청	- 본 기획연구 관련 부서 협력회의 - 관계자 사전협의
2017.8.01. ~ 2017.8.25	○ 기획위원회 후보자 대상 기상분야 전문가 인터뷰 진행 ○ 기획위원회 구성(총 11명)	- 각 기상 분야별 전문가 인터뷰 - 현재 진행 중인 연구 검토 - 본 기획과제의 추진방향 제언
2017.8.28	○ 기상청 내부관계자 협력회의(3차) - 기상청	- 본 기획연구 관련 부서 협력회의 - 관계자 사전협의
2017. 9. 1 ~ 2017. 9. 13	○ 사업체계도 수정보완	- 사업체계도 관련 수정 검토 인터뷰
2017.09.15	○ 총괄 기획위원회 개최 - 롯데시티호텔구로 회의실	- 사업체계도 수정·보완 진행 및 최종 사업체계도 도출
2017.09.18. ~ 2017.09.26	○ 기술수요조사 진행	- 추가 전문가 섭외 및 기술수요조사 진행
2017.09.27 ~ 2017.10.16	○ 연구개요서 취합 및 수정보완	- 기획위원회 기술수요조사 기반 연구 개요서 작성
2017.10.16. ~ 현재	○ 최종보고서 마무리 작업	- 본 기획연구 보고서 도출

□ 사업 기획위원회

- 기상과 4차 산업 분야의 전문가로 자문위원회를 구성하여, 향후 추진방향에 대한 전문성을 제고함
 - 자문위원회는 기상 분야별(관측/감시, 모델링/분석, 예보/생산, 전달/활용) 전문가와 4차 산업(드론, 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 영상인식 등) 관련 전문가로 구성함

<표 1-5> 기획위원회 명단

번호	성명	분야	소속	직책
1	고한석	인공지능, 신호처리	고려대	교수
2	한성원	인공지능, 정보융합	고려대	교수
3	이미혜	대기환경	고려대	교수
4	홍봉희	영상인식, 빅데이터	부산대	교수
5	송사광	빅데이터, 기상인공지능모델링	KISTI	실장
6	강지순	수치모델링 재난예측(정확도)	KISTI	박사
7	김병식	이상기후평가, 강우-유출모델링	강원대	교수
8	이명진	빅데이터, 기후재해모델링	한국환경정책·평가 연구원	연구원
9	명광민	사물인터넷, 환경센서	SK테크엑스	매니저
10	정승권	기상예보	국제도시물정보과학 연구원	연구위원
11	정지훈	지구환경	전남대	교수

제 2 장

국내·외 환경 분석

제 2 장

국내·외 환경 분석

2.1 국내·외 정책동향

2.1.1 국내·외 기상분야

가. 국내

□ 제3차 과학기술기본계획('13~'17)

- **(배경)** 「제3차 과학기술기본계획과학기술」은 국내 과학기술의 역할과 방향 정립을 위해 수립되었음
 - 연구개발투자확대, 국가전략기술개발, 중장기 창의역량강화, 신산업 창출지원, 과학기술 일자리 확대 5개 전략분야, 19개 분야 78개 과제 추진
- **(내용)** 기상·기후관련 중장기계획으로 5대 추진 전략 중 ‘(High2)국가전략기술 개발’의 ‘깨끗하고 편리한 환경 조성’, ‘걱정 없는 안전사회 구축’ 분야와 부합됨
 - 78개 추진과제 중 기상·기후 관련 과제로는 ‘기후변화 대응력 강화’, ‘선제적 자연재해 대응과 피해 최소화’가 있으며, 중점 국가전략기술에도 다수의 기상·기후 관련 기술들이 포함되어 있음

<표 2-1> 제3차 과학기술기본계획의 기상·기후 추진과제

5대 전략	19개 분야	78개 추진과제 중 기상·기후 관련 과제	30개 중점 국가전략기술 중 기상·기후 관련 기술	주관 부처
(High2) 국가 전략 기술 개발	4. 깨끗하고 편리한 환경 조성	① 기후변화 대응력 강화	- 차세대 에너지 저장장치 기술 - 바이오에너지 기술 - 기후변화 감시·예측·적용 기술	산업부, 미래부, 환경부, 기상청, 국토부, 안행부
	6. 걱정 없는 안전사회 구축	① 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화	- 자연재해 모니터링·예측·대응기술 - 사회적 복합 재난 저감 기술	

자료 : 국가과학기술심의회(2013), 제3차 과학기술기본계획(2013~2017)

□ 2017년 주요정책 추진계획

- (목표) 국내 기상기술 첨단화 및 기상 서비스 고도화를 통한 국민 생활 증진
 - (주요내용) 주요 추진전략은 7가지로 첨단과학기술과의 융합, 예보 시스템 개선, 지진·해일 대응 체계 강화, 전문역량 개발, 관측품질 개선, 민간 기상서비스 활성화 그리고 기후변화 대응 체계 확립이 있음
 - 특히, 첨단기술 융합 분야로 4차 산업혁명의 유망기술인 인공지능을 주목하고 있으며, 이를 통해 기상업무 선진화를 추진할 계획임
- ※ ('17) 계획수립→('18~'19) 연구개발→('20~)인공지능 예보생산체계 기반 구축

비전	신뢰받는 정보 제공으로 국민이 만족하는 기상서비스 실현
목표	전문역량과 미래과학기술의 접목을 통한 서비스 향상
추진전략	중점 추진과제
① 첨단과학기술과 접목한 미래형서비스 기반 조성	가. 첨단기술 및 융합R&D를 통한 기상업무 선진화 나. 빅데이터 융합서비스 확산 및 자료 개방 확대
② 예보체계 혁신과 영향예보 기반 강화	가. 예보시스템 개선 및 예보기술 고도화 나. 지역 맞춤형 영향예보 기반 구축
③ 지진·지진해일·화산 감시 및 대응 체계 강화	가. 신속 정보전달 체계 정비와 관측망 보강 나. 지진·지진해일·화산 대응 체계 강화
④ 전문역량 개발과 미래인재 양성	가. 선진 교육훈련 및 기상문화 확산 체계구축 나. 조직 구성원의 역량 및 전문성 강화
⑤ 관측품질과 기상기후정보 활용가치 제고	가. 관측자료 활용 및 관측망 운영체계 개선 나. 수요자 맞춤형 기상정보 제공 확대
⑥ 민간 기상서비스 활성화를 통한 기상산업 육성	가. 기상산업 발전 생태계 조성 나. 기상산업 전주기적 지원 체계 확립
⑦ 기후변화 대응 국내외 역할 강화	가. 기후변화 과학정보 제공 확대 나. 국제사회 기후변화 대응 협력과 지원 강화

[그림 2-1] 기상정책 추진체계

□ 제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21)

- **(목적)** 국가 기상업무의 건전한 발전을 도모함으로써 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공복리를 증진
- **(법적근거)** 「기상법」 제5조(기상업무에 관한 기본계획의 수립 등)
- **(주요내용)** 기상업무에 관한 정책의 기본방향, 기술연구 추진과 실용화 촉진, 국제협력 등에 관한 사항
 - ※ 예보, 관측, 기후·기후변화, 기상산업·서비스, 지진 등 기상업무 분야 및 정보망 구축, 연구개발, 교육훈련, 국제협력 등 지원에 관한 사항 포함
- **(계획간 연계)** 과학기술 분야 최상위 국가계획인 ‘제3차 과학기술 기본계획’ 및 기상청 소관 법정계획*과의 정합성·연계성 유지
 - * 기상청 소관 법정계획 : 「제2차 기상산업진흥기본계획」, 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획」과 유기적 연계

비전 신뢰받는 정보 제공으로 국민이 만족하는 기상서비스 실현

3대 목표

1. 예보정확도 향상 및 신속한 정보 제공
2. 기상기후정보 활용 확산 및 가치 창출
3. 첨단 기상기술 및 우수 전문 인력 확보

5대 추진전략

[전략 1] 기상예보 기술과 관측 인프라 고도화	[전략 2] 국민 안전 중심의 맞춤형 서비스 확대	[전략 3] 기상기후정보의 가치 제고 및 신 성장 동력화	[전략 4] 기후변화 대응 국내외 역할 강화	[전략 5] 미래를 준비하는 기상업무 성장기반 조성
① 예보기술력 향상 및 예보시스템 개선 ② 핵심 기상 관측망 구축 및 기상장비 관리 강화	① 지진·지진해일·화산 감시 및 대응 강화 ② 의사결정 지원 공공기상서비스 확대	① 기상기후자료 활용 증진 및 융합서비스 확산 ② 민간기상서비스 활성화를 통한 기상산업 육성	① 기후변화 대응 정책 지원 및 협력 확대 ② 선진 장기예보 서비스 체계 구축	① 신기술 및 융합 R&D를 통한 기상업무 선진화 ② 기상인력 전문성 및 국제협력 네트워크 강화

[그림 2-2] 기상업무발전 기본계획('17~'21)

□ 기상관측 발전 2020계획('12~'20)

- (목표) 관측자료 서비스 및 가치극대화 등 사회를 이롭게 하는 세계 최고 수준의 기상관측 구현
 - 세계최고 수준의 지상 관측망(5km 격자) 및 재해대응 체계 구축
 - 재해·도시·교통·산업·보건·우주 등 특수 목적별 기상관측 및 기상서비스 제공
 - 기상장비 산업의 국산화율 70% 달성 및 개도국 기상장비 시장 주도

비전	세계 최고 수준의 선진 기상관측 구축 국민 공감과 신뢰가 함께하는 기상관측의 가치창출
-----------	--

기상관측 발전목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 지능기반 융합·입체기상관측망 구축 ○ 지속가능한 품질관리체계 확립과 리스크관리 체계화 ○ 기상관측정보 활용범위의 확대 및 가치의 극대화
------------------	---

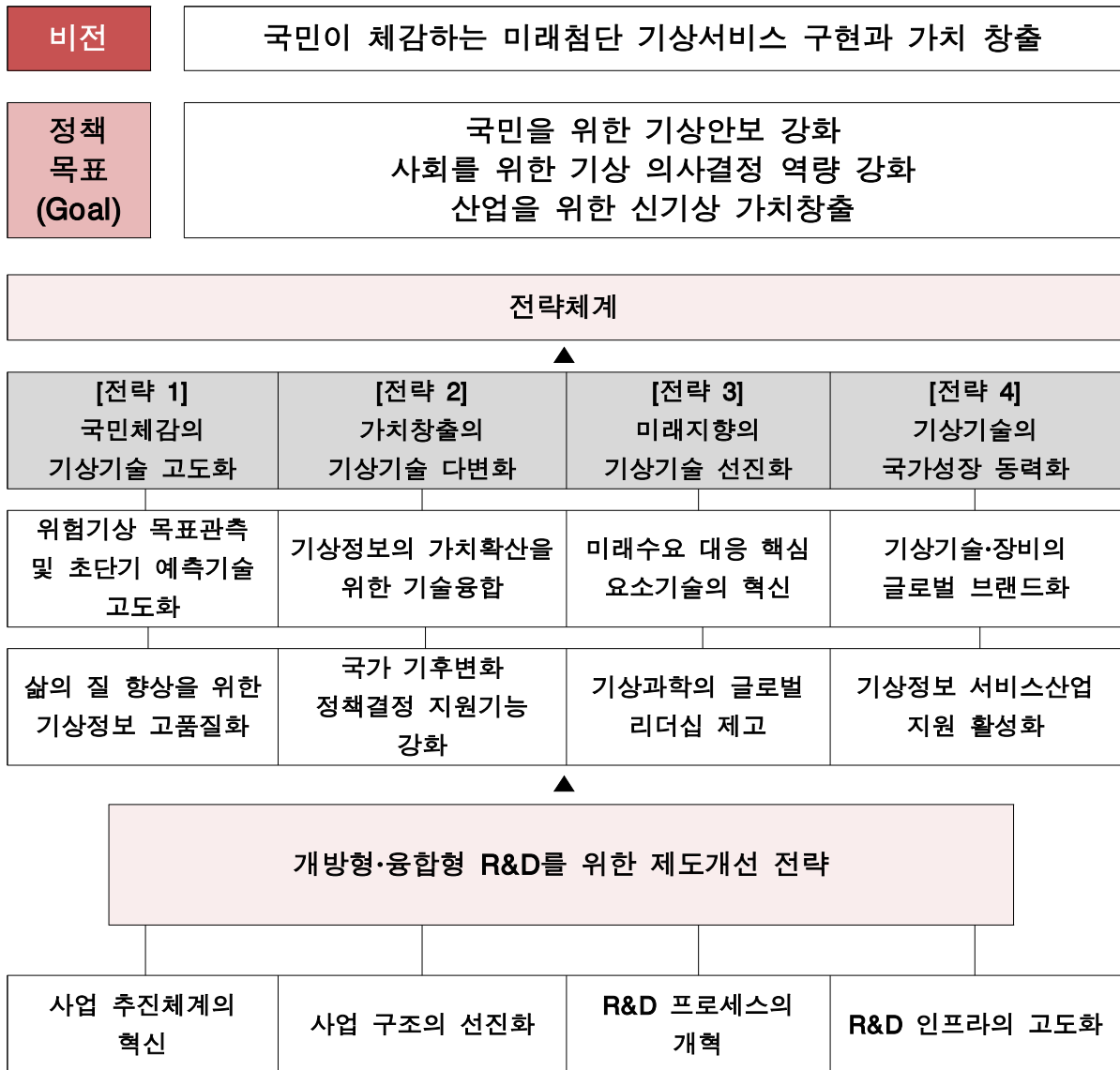
4대 추진전략

① 지능기반 3차원 통합 기상관측 인프라 구축	② 고품질 기상관측자료 생산을 통한 활용가치 극대화	③ 미래수요에 대응하는 기상 관측자료 활용기술 고도화	④ 기상관측 분야 국격제고 및 기상장비산업 육성
<ul style="list-style-type: none"> ○ 신속·정확한 위험기상 관측자료 생산기반 구축 ○ 해양 위험기상 감시 및 조기 대응능력 향상 ○ 기상위성관측의 고도화와 우주기상업무 기반 조성 ○ 레이더 관측기술 선진화와 운영의 효율성 제고 ○ 항공기상관측망 보강과 위험기상 탐지능력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상관측 표준화와 관측자료 공동활용 확대 ○ 기상관측자료 품질관리 시스템 강화 ○ 국가 기상관측망의 통합 관리 강화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지상기반 관측자료 활용 확대를 위한 기술력 제고 ○ 관측자료의 수치모델 활용 확대를 위한 연구개발지원 ○ 수요자 중심의 맞춤형 관측자료 제공 및 융합기술 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측기술의 리더십 확보를 위한 국제협력 강화 ○ [기상장비 국산화] 세계 시장 진출을 위한 첨단 기상장비 개발 ○ [기상장비 수출 산업화] 세계시장 진출을 위한 첨단 기상장비 개발

[그림 2-3] 기상관측 발전 2020계획('12~'20)

□ 기상 R&D 5개년 기본계획('13~'17)

- (배경) '국가R&D 선진화 방안'에 따라 기상 R&D를 효과적으로 추진 관리하기 위한 기상R&D 운영제도 개선 전략 수립
- '13~'17년(5년간) 기상분야 R&D 체계적인 추진을 위한 4대전략, 8대 중점추진분야에 대한 추진과제를 도출하고 각 과제별 세부기술개발 로드맵 제시



[그림 2-4] 기상R&D 5개년 기본계획('13~'17)

- (추진전략) 기상 R&D의 체계적 관리를 위한 4개 중점추진분야에 대한 제도 개선 전략방향 수립

<표 2-2> 기상R&D 5개년 기본계획의 세부 추진계획

추진전략	실천방향
국민체감의 기상기술 고도화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위험기상 목표관측 및 초단기 예측기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 자연재해를 유발하는 위험기상현상에 대한 감시·예측 기술 고도화로 기상 예보에 대한 국민 신뢰 증진 ○ 삶의 질 향상을 위한 기상정보 고품질화 <ul style="list-style-type: none"> - 고해상도 기상정보 활용기술 개발을 통해 생활 기상예보의 정확도 향상
가치창출의 기상기술 다변화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상정보의 가치 확산을 위한 기술융합 <ul style="list-style-type: none"> - 기상기술을 다양한 분야에 응용하여 기상정보를 자원화하고 가치를 확대 ○ 국가 기후변화 정책결정 지원기능 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 감시·예측과 기후변화가 사회 전반에 미치는 영향 평가를 통해 미래사회의 정책적 의사결정에 기여
미래지향의 기상기술 선진화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미래수요 대응 핵심 요소기술의 혁신 <ul style="list-style-type: none"> - 미래사회에 요구되는 핵심요소기술 개발로 기상업무를 선진화 ○ 기상과학의 글로벌 리더십 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 세계적으로 개발 초기단계에 있는 미래 유망기술을 선제적으로 개발·확보하여 기상과학의 국가적 위상 제고
기상기술의 국가성장 동력화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상기술·장비의 글로벌 브랜드화 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 기상장비 및 핵심기술 개발을 통해 우리기술에 대한 브랜드 가치를 확립 ○ 기상정보 서비스산업 지원 활성화 <ul style="list-style-type: none"> - 기상·기후 관측자료 및 예측정보 활용기술 개발을 통해 기상 서비스 산업을 활성화하고 영향력을 해외로 확대

자료 : 기상청(2012.09), 기상R&D 5개년 기본계획

□ 기상산업 및 기상과학 육성 2020('10~'20)

- (배경) ‘기상산업진흥기본계획('11~'15)’ 수립 이전, 첨단 기상장비 개발, 기상 서비스산업 선진화와 연구개발 기능 강화로 기상 산업 육성을 위한 선제적인 장기계획('10~'20) 수립
- (목적) 기상산업을 국가경제의 신성장 동력으로 육성하여 새로운 일자리를 창출하고 수출을 증대하여 국가경쟁력을 향상

<표 2-3> 기상산업 및 기상과학 육성2020 비전 체계도

비전	세계 3대 기상산업 수출 강국 도약
-----------	----------------------------

목표	<ol style="list-style-type: none"> 1. 차세대 초소형 나노센서 세계시장 점유율 : 0%('09) → 80%('20) 2. 기상장비 수출액(누적) : 38억원('09) → 7,648억원('20) 3. 기상기술·서비스 수출액(누적) : 0원('09) → 7,900억원('20) 4. 국립기상연구소 원천기술(특허 등) : 5건('09) → 12건('20)
-----------	---

전략체계

▲	
<p>[전략 1] 세계시장 진출을 위한 첨단 기상장비 개발</p>	<p>[전략 2] 글로벌 경쟁력을 갖는 기상서비스산업 선진화</p>
<p>[1-1] 기상장비 국산화</p>	<p>[2-1] 기상서비스 전략상품 발굴 및 개발</p>
<p>[1-2] 기상장비 수출 산업화</p>	<p>[2-2] 기상서비스산업 수출역량 강화</p>

▲

[전략 3] 기상산업 인프라 확대를 위한 연구개발 기능 강화

나. 국외

1) 미국

□ NOAA's NWS Strategic Plan 2011('11~'20)

NOAA's NATIONAL WEATHER SERVICE STRATEGIC PLAN: Building a Weather-Ready Nation
JUNE 2011

Mission: Provide weather, water and climate data, forecasts and warnings for the protection of life and property, and management of the national economy.


Vision: A Weather-Ready Nation, Society, a Planet that is Prepared for and Resilient to Weather-Related Events.

Goals:

- Improve weather decision services for events that threaten lives and livelihoods
- Deliver a broad suite of improved water forecasting services to support management of the nation's water supply
- Enhance climate services to help communities, businesses, and governments understand and adapt to climate-related risks
- Improve sector-relevant information in support of economic productivity
- Enable integrated environmental forecast services supporting healthy communities and ecosystems
- Sustain a highly skilled professional workforce equipped with the training, tools and infrastructure to meet our mission

www.weather.gov/com/stratplan

Goal 1	<ul style="list-style-type: none"> • 국민의 일상생활을 침해할 수 있는 잠재적 기상 위협에 대한 대비태세 향상 Improve weather decision services for events that threaten lives and livelihoods
Goal 2	<ul style="list-style-type: none"> • 향상된 수자원 예측 서비스 제공을 통한 효율적 국가 수자원 관리 Deliver a broad suite of improved water forecasting services to support management of the nation's water supply
Goal 3	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 관련 위협에 대한 효과적 대처를 위한 향상된 서비스 제공 Enhance climate services to help communities, businesses, and governments understand and adapt to climate-related risks
Goal 4	<ul style="list-style-type: none"> • 생산성 향상을 위한 산업분야별 기상정보 제공 Improve sector-relevant information in support of economic productivity
Goal 5	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 통합적 기상예측 서비스 제정으로 건강한 커뮤니티 조성 Enable integrated environmental forecast services supporting healthy communities and ecosystems
Goal 6	<ul style="list-style-type: none"> • 목표 달성을 위한 기상 전문 고급 인력 유지 및 확보 Sustain a highly-skilled, professional workforce equipped with the training, tools and infrastructure to meet our mission

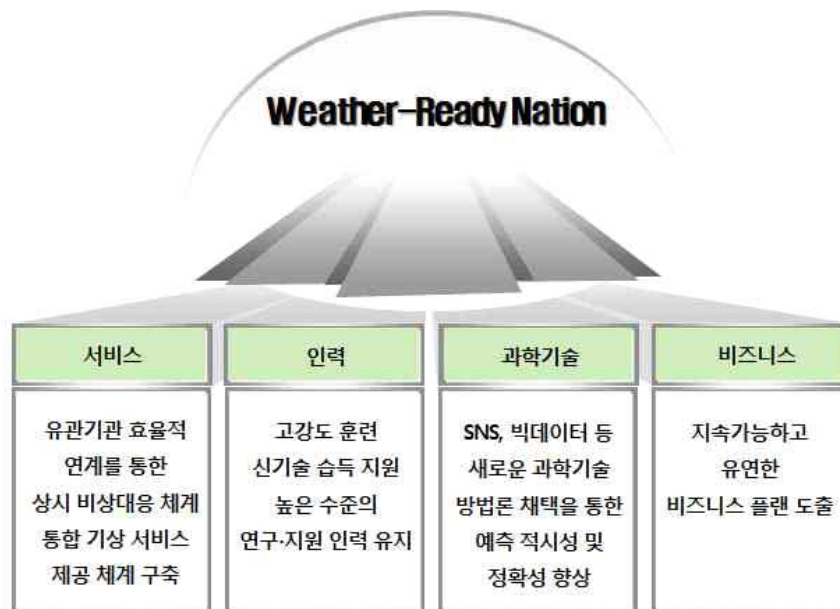
 협업체계 강화 (collaboration & partnership)	 수행역량 증대 (implementation)	 평가체계 개선 (performance evaluation)
--	---	---

자료 : 국립기상과학원(2015), 기상업무 발전을 위한 중장기 정책 개발 연구

[그림 2-5] NWS Strategic Plan 2011의 6개 목표 및 추진 방향성

- **(배경)** NWS는 ‘Weather-Ready Nation’ 비전 달성을 위한 조직의 운영 및 지원 방향을 담은 Strategic Plan 2011를 발표함
- **(목표)** 국민의 생활, 재산보호 및 국가 경제 향상을 위하여 날씨, 물 그리고 기후데이터 등의 기상 정보를 제공
 - 안전, 건강, 환경, 경제적 생산성 그리고 국토안보를 위협하는 사건에 대한 기상 서비스 개선과 정부, 기업 그리고 지역사회가 기후 관련 위험을 이해하고 적응 하도록 서비스 강화가 목표
- **(주요내용)** 기상업무 발전을 위한 6개의 목표를 설정하고, 각 목표별 추진전략 및 실행방안 제시
 - 비전 및 목표와 동시에 협업체계 강화(collaboration&partnership), 수행역량 증대(implementation), 평가체계 개선(performance evaluation) 등 향후 업무 방향성을 세 가지로 제시하여 기상업무 발전을 도모

□ Weather-Ready Nation Roadmap('13)



자료 : NWS(2013), Weather-Ready Nation Roadmap

[그림 2-6] Weather-Ready Nation 비전 달성을 위한 NWS Action Plan

- (배경) NWS가 추진하는 NWS Strategic Plan의 목표 달성을 위해 ‘Weater-Ready Nation Roadmap’을 수립함
- (주요내용) 서비스, 인력, 과학기술 그리고 비즈니스 등 네가지 분야의 세부 추진전략을 도출하였고, 구체적인 액션 플랜을 제시함
 - (서비스) 기상 유관기관의 효율적 연계를 통해 상시 비상대응 사이클을 갖추고 신속하고 통합적 기상 서비스 제공
 - (인력) 고강도 훈련 및 신기술 습득 지원을 통해 연구 및 지원인력 고급 수준 유지
 - (과학기술) 예측의 정확성 및 적시성을 향상시키기 위해 SNS, 빅데이터 등 수요자 기반의 과학기술 방법론 적극 활용
 - (비즈니스) 지속가능하고 유연한 비즈니스 플랜 도출을 통해 국가 가치 제고

□ NWS, ‘Weather Forecasting Improvement Act of 2014’

- 기상연구와 예보 혁신, 예보개선 프로그램, 기상R&D계획 등을 통해 기상청의 연구개발 수준 향상과 발전방향을 제시함

<표 2-4> Weather Forecasting Improvement Act of 2014의 주요내용

구분	관련내용
기상 연구와 예보 혁신	○ 기상요소에 대한 이해 개선, 대중의 위험 기상 경보·예보 수용에 대한 이해 개선, R&D·기술이전·적용 등
토네이도 예보 개선 프로그램	○ 정확, 효과적, 시기적절하게 토네이도 예보·경보를 하기 위한 프로그램 구성
허리케인 예보 개선 프로그램	○ 정확한 허리케인 예보·경보를 개발하고 확장하기 위한 프로그램 구성
기상R&D계획	○ R&D 연구활동의 우선순위 지정 등
관측시스템 계획	○ 예상 가능한 범위까지의 기상예보 정확도 제고를 위해 필요한 관측데이터 우선순위 지정, 운영 중인 시스템에 대한 평가, 현재와 미래 데이터 간의 차이 분석
관측시스템 시뮬레이션 실험	○ 관측역량 및 영향평가, 예보 리드타임과 정확성 중간 위도의 여러 지역 태풍 발생 예보 등

자료 : 한국기상산업진흥원(2016), 4차 산업혁명 대비 기상산업 신성장 동력 창출전략

□ NCAR 2014-2019 Strategic Plan('14~'19)

- **(목표)** 태양-지구-인간의 공동체 관계에 대한 연구 및 대기현상과 영향 연구를 통하여 새로운 변수를 발굴, 커뮤니티 모델에 반영함으로써 기후변화와 환경영향 알고리즘 강화
- **(주요내용)** 대기 연구 임무 수행을 위하여 총 6대 분야에 걸쳐 전략 수립

<표 2-5> NCAR Strategic Plan 6대 분야 전략

구분	주요내용
혁신연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태양-지구-인간의 근본적 메커니즘 연구·탐사와 기상, 기후, 공기 질, 우주 기상에 있어서의 불확실성에 대한 한계 규정 및 정량화 그리고 다분야 융합 학문 등 혁신 연구 수행
관측 서비스	<ul style="list-style-type: none"> ○ APAR(Airborne Phased Array Radar), COSMO(Coronal Solar Magnetic Observatory) 등 차세대 관측 장비 도입 ○ ACCORD(the Atmospheric Chemistry Center for Observational Research and Data) 등 대기화학 관측 협력 커뮤니티 구축, 관측 데이터셋의 개발 및 진단·평가 도구 개발
커뮤니티 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태양-지구 시스템 구성요소 간 상호관계 연구 결과를 반영하여 커뮤니티 모델 향상 ○ 분단위에서 수십년 단위의 기상기후 예측을 위한 커뮤니티 모델 개발, 커뮤니티 모델과 슈퍼컴퓨팅 간 결합 및 태양-지구 시스템 과학의 광범위한 문제에 적용
컴퓨팅 및 레이더 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대기, 지구과학 등 유관 과학에 적용 될 수 있는 트랜스페타스케일(trans-petascale) 데이터 시스템 구축 및 슈퍼 컴퓨팅 서비스, 데이터 서비스, 게이 트웨이, 포털, 데이터 분석, 시각화, 동기화 툴 등 사이버 인프라스트럭처 구축 및 운영, 빅데이터 기술 적용
사회적 수요에 부합하는 과학 발전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역적, 국가적, 국제적 수요에 부합하는 관측, 분석 및 예보 기술 개발
인력양성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포스트박사 프로그램의 강화 및 UCAR 멤버와의 협력을 통한 인력양성

자료 : NCAR(2014-2019), Strategic Plan

□ Center for Satellite Applications and Research Strategic Plan('13~'18)

- **(목표)** 위성데이터 활용, 기후변화에 따른 환경변화를 지속적으로 모니터링 하고, 오염지역 탐사 및 오염원 추적을 위한 역학조사를 실시하여, 고려해야 할 새로운 변수 발굴이 목표
- **(주요내용)** 위성 관측 및 탐사 업무 수행을 위하여 총 4대 분야 전략 수립을 통하여 임무 수행 중

<표 2-6> 위성 관측 탐사 업무 수행 4대 분야 전략

구분	주요내용
신규 탐사연구 추진	○ 멕시코만 기름 누출 사고의 환경영향 측정, 극해 항해안전 확보를 위한 빙하연구 등 추진
위성정보 품질 관리	○ 온실가스, 에어로졸 같은 입자 추적을 위한 위성 센서 민감도 및 해상도 강화를 통하여 고품질 위성 정보 확보
알고리즘 및 시뮬레이션	○ 위성데이터를 활용, 환경영향 측정을 통하여 사회·경제적, 생태적 환경영향을 측정하고 정보화하여 정부, 지자체, 기업 등에 제공함으로써 사회적 손실 최소화
파트너십	○ 타 국가 위성 관련 기관, 대학, 기업 등과의 협력을 통하여 자료동화 및 알고리즘 개발, 시뮬레이션 등의 협력 개발 활동 추진

자료 : Center for Satellite Applications and Research Strategic Plan

2) EU

□ European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) Plan('16~'25)

- 유럽중기기상예보센터는 '75년 유럽 국가별 기상 인프라 운영에 따른 R&D, 관측, 예보 등 기상업무의 효율화와 유럽지역에 대한 통합적 기상 서비스 제공을 위하여 설립한 기관임
 - 10년('16-'25년)의 기간을 대비하기 위하여 5대 분야 10대 전략을 수립함
 - 태풍, 유럽열파 등 중기 예측 실패를 계기로 지구 시스템 모델의 구축 중요성

을 인식하고 통합적 앙상블 시스템 구축 및 중기예보 정확도 개선을 추진함

<표 2-7> 유럽중기기상예보센터 중장기 전략

분야	전략	세부내용
기상과학발전	지구시스템 모델링	○ 검증하는 물리·화학적 과정의 복잡성 레벨과 지표면 간의 상호작용을 모델로 통합
	예보역량 향상	○ 초기상태에 대한 정확한 평가 및 관측 모델의 불확실성에 대한 일관된 고려로 예보 역량 향상
글로벌 예측 정보 공유	통합적 앙상블 시스템 구축	○ 고위험 기상 예측력 향상을 위하여 2주 단위 고해상도 앙상블 시스템 구축
	예보정확도 평가	○ 2주 단위 예보 실시하고 정확도 평가
HPC 역량 유지	컴퓨팅 확장성 강화	○ 관측 데이터의 거대화, 모델의 복잡화 등에 따라 기존 장비와의 호환 필요
	HPC 장비 개선	○ 컴퓨팅 효율성, 에너지 효율성 제고를 고려한 장비 구축
업무환경 개선	펀드 및 인력 증대	○ 업무의 성공적 수행을 위한 자금 유치 및 인력 확충
	적정 업무환경 제공	○ 인력 및 HPC 장비 등 적정 업무환경 제공
회원국 서비스 강화	협력 강화	○ 회원국들 수요에 부합하는 맞춤형 예보, 협력을 통한 DB구축
	신뢰도 높은 환경 정보 제공	○ 기상정보를 넘어 기상관련 환경정보 제공

자료 : 기상청(2016), 미래 기상업무에 대한 정책현장조사 및 개선방안 도출 연구

- 유럽집행위원회는 「2030 기후·에너지 목표 프레임워크」를 발표하며 안전한 저탄소 경제 실현을 추구
 - 「2030 프레임워크」는 회원국 간의 협력과 투자를 증진시켜 기후·에너지 관련 신기술 개발을 촉진함과 동시에 저탄소 경제의 실현과 EU 에너지 안보 확보, 일자리 창출 효과를 기대함
 - (온실가스 감축) 유럽 에너지·기후 정책의 핵심으로 2030년까지 온실가스 배출을 40%감축하여 1990년대 수준의 배출량 목표로 규제 강화
- ※ EU배출권거래제도(ETS)를 활용한 연간 배출량 감축은 2.2%로 증가, ETS외 배출은 2005년 수준 이하인 30%감축 필요

□ Big Data Climate Challenge('14)

- (배경) 2014년 기후 정상 회의를 앞두고 기후변화 대응 및 혁신을 촉진하기

위해 UN은 빅데이터 기후 챌린지(Big Data Climate Challenge)를 시작함

- (주요내용) 빅데이터를 활용한 기후변화에 대응하기 위한 프로젝트로 매년 기후 정상 회의에서 개최되고 있으며, 빅데이터, 기후 및 지속 가능한 개발 분야의 전문가들로 구성됨
 - 각국은 공공, 민간 파트너십을 형성하여 다양한 주제로 프로젝트*를 수행함
 - * 스마트시티, 데이터센터, 농업시스템, 기후·재정정책, 탄소배출권, EMS 등
 - 분석결과는 기후변화 대응방안 관련 정책결정자에게 인사이트를 제공함

3) 영국

□ Met Office, Met Office Science Strategy ('16~'21)

- 영국 기상청, 과학계획 수립을 통한 미래기상 기술개발의 핵심전략 제시
 - 세계 2위 수준의 기상예보서비스를 구축하고 있으며 예보값의 80%가 2도 범위 안으로 높은 정확도를 보임
 - 심층사례분석, 고객만족도조사, 원격위성/슈퍼컴퓨팅을 활용한 연구 및 분석을 통해 기상예보기술의 정확도 제고를 위한 노력 중

<표 2-8> Met Office Science Strategy 2016-2021의 주요내용

구분	관련내용
기상기후정보 활용 수요기반 경제성장 지원	○ 기상정보를 활용하여 수요자(공공·사업체·정부기관)의 위험 최소화 및 기회요인 극대화를 위한 전략 제시
다양한 시간범위의 신뢰성 있는 예보	○ 영국 국민 생명 보호 및 주요 인프라 보호, 기상기후 위험 예보를 통한 인근 국가 지원, 정부와 사업체의 미래 투자 전략 지원, 위험 기후변화 대응 완화정책 지원을 위한 핵심전략 제시
과학 인프라 유지	○ 모델개발, 관측, 자료동화, 앙상블 시스템, 예측 검증 및 후처리에 대한 핵심조치 제시
2021년 이후에 대한 대비	○ 도시 열섬 예보역량 강화, 컴퓨팅 및 모델링 역량강화 등에 대한 핵심조치 제시

자료 : 한국기상산업진흥원(2016), 4차 산업혁명 대비 기상산업 신성장 동력 창출전략

3) 일본

□ Japan Meteorological Business Support Center(JMBSC) 구축 및 운영

- 기상업무지원센터(JMBSC)를 구축하여 기상청 지정 업무를 통해 발생하는 수익으로 운영하고 있음
 - 기상관측 및 예보 데이터 제공
 - 예보사 시험 주관 및 관리
 - 기상관측장비 인증
 - ※ 기상업무지원센터(JMBSC) 구축을 통해 청-민간 사이를 연결하고, 실시간 및 과거자료를 제공함
- 기상서비스에 대한 기상청과 민간기상업자의 역할구분이 명확함
 - 국민의 일상생활, 건설, 방재, 환경, 에너지, 미디어 등 다양한 분야에서 민간 기상사업자의 서비스가 활발하게 이루어짐
 - 한국과는 달리 민간 기상산업은 서비스업 위주로 구성되어 있음
 - 기상청 보유 데이터를 적극적으로 공개하여 수요처의 요구에 맞게 기상정보의 제공이 가능함

4) 중국

□ China Meteorological Administration(CMA) 기상조절계획('14~'20)

- **(목표)** 2020년까지 좀 더 포괄적인 기상조절 업무시스템 구축, 6개 지역 개발 패턴 구성, 기초연구와 응용 기술의 주요 성과 달성, 지원역량과 보안통제수준 개선, 생태·사회적 개발을 위한 서비스 증가 등
 - '20년엔 인공강우가 600억m³/1년, 인공우박 예방구역이 5,400만km² 늘어날 것으로 전망
 - 북동부, 북서부, 북부, 중부, 남서부, 남동부의 6개 기상조절 지역 센터들은 식량 생산, 생태환경, 수자원, 농업, 저수지 집수, 발전분야 지원 예정

- **(내용)** 중국 기상청은 세계수준의 기상기술 및 서비스 역량을 갖추어 재난 및 환경오염에 대응하고자 노력함
 - 환경오염 극복 및 글로벌 기상 선진국 지위 확보를 위해 6개의 환경오염 대응 기상서비스 현대화 전략을 추진함
 - (오염대응) 기상정보와 환경정보 결합을 통한 사회적, 경제적 오염인자 정보제공 및 환경오염 대응체계 구축
 - (경제적 관심) 기후자원지도 제작, 농업기상 투자, 기상조절기술개발 등 기상 업무의 경제적인 관점을 강조하여 관심을 나타냄
 - (기상서비스 현대화 전략) 기상 서비스 역량 향상, 기상재난 대응 역량 강화, 기후변화 대응력 강화, 기상서비스 발전을 위한 협력, 개방과 혁신, 기후예측센터(CPC) 설립 및 기상문화 확산 등

<표 2-9> 중국의 기상서비스 6대 현대화 전략

전략	주요 내용
기상예보 및 기후예측 분야	예보 및 플랫폼, 수치모델 성능 향상, 재난 모니터링 및 조기경보, 초단기, 단기, 중기 기상예보 역량강화 등
통합관측 체계	기상레이더, 기상위성, 지표면관측, 농업기상관측 운영개발 등
기상 커뮤니케이션 및 정보 공유	GTS 시스템, HPC, 국가 기상데이터 추출시스템 구축 등
기상 재난 대응 역량강화	기상재난 예방 및 대응 위한 체계 구축 등
기후변화 대응력 강화	기후변화 대응 기상 서비스 강화 조직구조 개선 등
기상서비스 발전을 위한 협력	국제 기상기구 활동 확대 및 IPCC, GEO 등에 펀드 제공
개방과 혁신	극한 기상, 대기화학 등 12개 핵심 기상연구소와 39개 개방형 연구소 연계
CPC설립 및 기상문화 확산	자료집 학회 등을 통한 연구성과 공유 및 확산

자료 : 기상청(2016), 미래 기상업무에 대한 정책현장조사 및 개선방안 도출 연구

2.1.2 국내·외 4차 산업혁명 분야

가. 국내

□ 지능정보산업 발전전략('16.3, 미래창조과학부)

- **(배경)** 지능정보기술의 발전으로 생산성 향상, 전 산업에 걸친 자동화 확산 등 산업구조의 변화와 고용구조 및 일하는 방식의 근본적 변화가 예상되어 고용·교육·복지 정책의 장기적 대응 필요성 대두
- **(주요내용)** 미래창조과학부는 지능정보 플래그십 프로젝트, 전문인력의 확충, 데이터 인프라 구축, 산업 생태계 조성 등을 위하여 향후 5년간 1조원을 투자할 예정임
 - 지능정보기술 연구소: 민간연구소 설립, 공통 기술연구, 데이터 공유
 - 플래그십 프로젝트: 응용서비스 발굴을 위한 대규모 실증사업 추진
 - 기초연구 투자: 슈퍼컴·신경칩 등 HW, 뇌과학·산업수학 등 기초연구투자
 - 전문인력 양성: 데이터 전문가, SW 엔지니어 등 전문인력 선제적 양성 등
- 지능정보산업 발전전략을 통해 지능정보 선도국가로 발돋움하기 위한 정책적 방향 및 추진과제 발표
 - 민간과 정부의 협력을 통해 지능정보기술의 역량을 확충하고 전문인력을 양성하는 등의 산업경쟁력 강화 정책이 있음

□ 지능정보사회 중장기 종합대책('16.12, 미래창조과학부)

- **(배경)** 제4차 산업혁명은 기계의 지능화를 통해 생산성이 고도로 향상되어 산업구조의 근본을 변하게 할 가능성이 있는 지능정보기술임
 - 따라서 국가경쟁력 강화를 위해 세계 최고 수준의 ICT 인프라 확보 및 ICT 융합 산업의 육성이 대두됨

- (추진과제) 종합대책은 지능정보사회에 관한 전망과 중장기 정책방향에 기반하여 총 12가지의 세부적인 정책 추진과제를 제시하고 있으며, 정부의 입법정책 운영 방향도 이에 근함

<표 2-10> 종합대책 추진을 위한 입법정책

추진과제	입법정책적 과제
데이터자원의 가치창출	○ 클라우드 도입 활성화 ○ 개인정보 비식별화
지능정보기술 기반 확보	○ 국가 R&D 성과의 개방·공유 ○ 국가 R&D 수행기관 선정방식
초연결 네트워크 환경 구축	○ 신규 주파수 분배 및 확보 ○ 진입규제 완화 및 통신자원 확보
지능정보기술의 국가 근간 서비스 활용	○ 범죄정보 통합 분석 시스템 ○ 자율주행 안전·보험·리콜 기준
지능정보산업 생태계 조성 지원	○ 임시허가 제도 및 규제 샌드박스 ○ 공공혁신조달 구매제도 ○ 금융서비스 및 인증 규제 개선 ○ 플랫폼 중립성 ○ 위치정보 활용방식
지능형 의료서비스 기반 조성	○ 진료기록 열람·활용 ○ 「정밀의료 특별법」 제정
제조업의 디지털 혁신	○ 기업 인센티브 제공 ○ 리쇼어링(Re-shoring) 기업 지원
지능정보사회 미래교육 혁신	○ 교육과정 및 대학입학 전형 개선 ○ 지능정보영재 및 산·학·연 교육지원
고용형태 다변화 대응	○ 새로운 근로기준 법제 마련 검토 ○ 고용·산재보험 확대 방안
사회안전망 강화	○ 사회보장제도 확충 ○ 복지재정 건정성 유지
법제정비 및 윤리 정립	○ 「지능정보화 기본법」 마련 ○ AI 시스템 신뢰성 검증 제도 ○ 데이터의 제산적 가치 인정 ○ 「제조물 책임법」 개선
AI 오작동 등 역기능 대응	○ 사이버보안 빅데이터 센터 구축 ○ 분야별 지능정보 SW 안정성 심사

자료 : 국회입법조사처(2017), 이슈와 논점 - 「지능정보사회 중장기 종합대책」의 의미와 입법과제)

- 종합대책은 지능정보사회 도래 시 경제·사회적인 변화를 조망함
 - 기술→산업→사회로 연결되는 중장기 정책방향과 '30년까지의 추진과제를 담고 있음



자료 : 미래창조과학부(2016), 지능정보사회 도래에 대비한 중장기 국가전략 수립

[그림 2-7] 종합대책의 정책 방향 및 세부 과제

□ 9대 국가 전략 프로젝트('16, 관계부처)

- (목표) 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 전략적 인공지능 R&D로 국내 인공지능 기술·산업 성장을 위한 기반을 조성하고, 중장기적 글로벌 기술 우위 확보를 추진하고자 함
- 국내 AI 산업의 본격적 육성 및 글로벌 시장선점을 위해 ‘지능정보사회 선도 AI 프로젝트’ 추진



자료 : 미래창조과학부(2016), 보도자료 : 대한민국 미래 책임질 9대 국가전략 프로젝트 선정

[그림 2-8] 9대 국가전략 프로젝트

- **(주요내용)** 인공지능 국가전략 프로젝트는 2016년 8월 발표된 9대 국가전략 프로젝트 중 하나로 4차 산업혁명시대에 대비한 성장동력으로 인공지능 산업을 육성하는 계획임
 - (AI 공통플랫폼) 민간의 AI 제품·서비스 개발 지원 및 AI 요소기술(언어·시각인지, 학습, 추론기술 등)을 민관과 협력해 개발
 - 주 개발 과제는 ①언어지능 플랫폼, ②시각 지능 플랫폼, ③음성지능 플랫폼이며, 프로젝트 단계는 언어·영상 이해기술('19)→전문지식 기반 의사결정 지원('22)→복합지능('26)로 진행됨
 - (차세대 AI기술) 기초 단계의 국내 AI 기술력 강화 및 세계적 수준의 기술력 달성을 위한 장기 원천기술 연구
 - 차세대 학습·추론기술(현 기계학습의 한계 극복), 비디오 튜링테스트(사람처럼 영상·음성 이해)
 - (AI 선도서비스) 공공분야(국방, 치안, 노인복지) 우선 적용으로 민간 AI 수요 창출
 - ※ 2017년 초까지 예비타당성 검토를 거쳐 최종적으로 'AI 공통 플랫폼'과 '차세대 AI 원천기술' 전략과제에 향후 7년간(2017~2023년) 총 1,704.4억을 투자할 계획임

□ '기상센서 탑재형 드론개발 및 활용 공동연수' 개최

- **(배경)** 4차 산업혁명이 대두되면서 소형무인 항공기인 '드론'과 '기상'을 접목시킨 새로운 패러다임의 기상관측 연구 실시

- **(주요내용)** 기존의 기상관측 장비는 대부분 지상에 고정되어 기상현상 관측에 매우 제한적인 반면, 드론을 활용하면 대기하층, 안개, 해안, 산악 등 사각지역 관측에 이바지할 것으로 예상됨
 - '15년부터 기상청에서는 드론을 활용한 기초연구를 수행하고 있음
 - 드론을 활용한 연직 기온, 습도 등 기상관측 시험적 수행
 - 미래창조과학부와 협업으로 드론탑재전용 복합기상센서(기온, 습도, 기압, 풍향, 풍속)개발 추진

□ '2016 기상기후 빅데이터 포럼' 개최(기상청, 2016)

- **(배경)** 기상기후와 빅데이터를 융합한 기상정보 서비스 제공 및 기상정보 활용가치 확산을 통한 새로운 기상 융합 업무 발굴을 목표로 진행
 - 미래융합기술인 인공지능, 모사현실*을 활용한 기상 정책발전 논의
 - * **모사현실(Simulated Reality):** 빅데이터 기술과 모사기술을 연결하여 가상공간에서 자연세계와 경제·사회 시스템을 재현하고, 복잡성을 갖는 사회, 조직, 생명체 등에 대한 동적 분석 및 예측기술
 - 인공지능에 기반한 기상과 산업의 다양한 융합모델 필요성 제기
 - 사물인터넷, 인공지능과 같은 신기술을 활용한 '개인 맞춤형 기상콘텐츠와 더불어 비즈니스까지 연계되는 기상정보 생태계 조성 필요성 언급

□ '제2차 지능형 로봇 기본계획' 발표('14~'18)

- 로봇산업 생태계 조성을 통한 국내 로봇시장 확대 및 해외시장을 선점하고 로봇전문기업을 확대하고자 제2차 지능형 로봇 기본계획을 발표함
 - 1차 기본계획 추진 시 국내 시장 중심의 사업을 주로 수행하여 글로벌 경쟁력 확보 및 규모의 경제 실현 부족 등의 애로사항을 겪었으므로 이를 2차 기본계획에서 보완하고자 함
 - 2개의 추진전략과 4개의 추진과제, 12개의 세부과제를 추진하고 있음

목 표

- ❖ **개방형 로봇산업 생태계 조성으로 국내 로봇시장 확대**
* 국내 로봇 생산액(조원) : ('11) 2.15 → ('13) 2.22 → ('15) 4.22 → ('18) 7.0
- ❖ **글로벌 협업 및 수출 경쟁력 강화로 해외시장 선점**
* 로봇 수출액(조원) : ('11) 0.52 → ('13) 0.74 → ('15) 1.22 → ('18) 2.5
- ❖ **로봇전문기업 수 확대 및 규모화 [평균 로봇매출 2배 향상]**
* 로봇기업수(개) : ('11) 363 → ('13) 402 → ('15) 490 → ('18) 600

추진전략

- (집중)** 로봇 R&D 체질 개선으로 **글로벌 선도 역량 확보**
(확산) 로봇산업의 외연 확대로 국내외 **新수요·新시장 창출**

추진과제	세부과제
1. 선택과 집중을 통한 로봇R&D 종합역량 제고	① 글로벌 선도型 대형 R&D 과제 추진 ② 다양한 사회적 니즈 반영 ③ 부품(S/W)·서비스 분야 R&D 강화
2. 로봇수요의 초산업 확대	① 로봇기술의 他제조·서비스 분야 확산 ② 로봇보급사업의 전략적 활용 ③ 글로벌 협력 강화
3. 개방형 로봇산업 생태계 조성	① 수요기업· 他산업 주력기업 투자확대 유도 ② 인증·표준 국제화 ③ 중소기업 중심 로봇전문인력 양성
4. 명실상부한 범국가적 로봇융합 네트워크 구축	① 他산업·他분야와의 협업 확대 ② 로봇산업 협력체계 내실화 ③ 지역거점기관 역할 재정립

출처 : 관계부처 합동(2014), 제2차 지능형 로봇 기본계획(안)

[그림 2-9] 제2차 지능형 로봇 기본계획(안)의 목표 및 추진전략

□ ‘사물인터넷 기본계획’ 발표(’14)

- 정부는 국민, 기업, 정부가 세계에서 가장 활발하게 IoT 서비스를 개발·이용하여 초연결 디지털 혁명의 선도국가를 실현하고자 ‘사물인터넷 기본계획’을 발표함
- 국내 시장규모, 중소·중견 수출기업 수 및 고용인원 증가와 더불어 IoT 서비스 이용 기업의 생산성과 효율성을 향상시키기 위하여 4개의 추진전략과 3개의 추진과제를 수행하고 있음

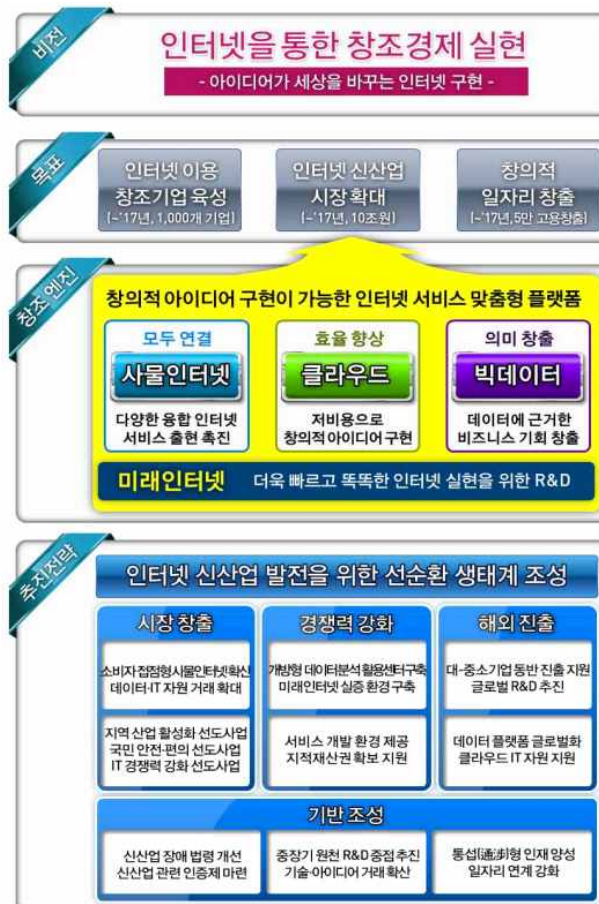


출처 : PAXNET(<http://cn.moneta.co.kr>)

[그림 2-10] ‘사물인터넷 기본계획(’08)’의 비전 및 목표(상), 주요 추진과제(하)

□ ‘인터넷 신산업 육성 방안’ 발표(’13)

- 미래창조과학부는 IoT(사물인터넷)을 ‘인터넷 신산업’으로 분류하고 2017년까지 집중 육성하기 위한 중장기 발전계획인 ‘인터넷 신산업 육성 방안’을 발표함
- IoT(사물인터넷), 클라우드, 빅데이터를 창조엔진으로 설정하고 이에 관련한 시장 창출을 위해 선도사업, 기업의 기술경쟁력 강화 및 해외진출 지원 등을 지원하고자함
- IoT(사물인터넷)과 관련된 법·제도를 개선하고 센서와 같은 IoT 관련 원천 기술개발, 인력양성, 소비자 접점형 사물인터넷 서비스 확산, 사물인터넷 서비스를 접목한 선도사업 추진 및 기업 지원 등을 추진하고자 함



출처 : 미래창조과학부(2013), 인터넷 신산업 육성 방안

[그림 2-11] ‘인터넷 신산업 육성 방안(’13)’의 비전 및 목표

나. 국외

1) 미국

□ 국가 인공지능 R&D 전략 계획(National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan, NSTC, '16.10)



자료 : 글로벌 과학기술정책정보 서비스(<http://www.now.go.kr/index.do>)

[그림 2-12] 인공지능 R&D 전략계획 구조

- **(배경)** 최근 인공지능기술은 통계·확률 기법의 도입, 대규모 데이터 활용, 컴퓨터 연산 능력 향상으로 빠르게 발전함
 - 미국 정부는 AI 분야에 체계적인 접근 및 장기적 비전 제시가 필요해짐
- **(추진전략)** 인공지능 개발 전략 계획은 경제적 번영, 삶의 질 개선, 국가 안보 강화 등의 국가적 목표 달성과 체계적 지원을 위해 7가지 전략으로 나뉨

<표 2-11> 인공지능 개발 전략계획의 7가지 전략

추진전략	내용
인공지능 R&D 장기 투자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 개발에는 많은 시간과 비용이 소모되며 불확실성이 높지만 전망과 혜택이 매우 광범위하여 정부의 종합적이고 장기적 투자가 필요함 * 월드와이드웹이나 딥러닝 기술도 '60년대부터 30년 이상 꾸준히 연구가 지속된 후에야 성과가 나타남
인간-인공지능 협업을 위한 효과적 방안 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 서로 다른 역량을 상호 보완하는 방식의 연구에 초점을 맞추어, 수중, 우주 탐사와 같은 영역은 완전 자율 AI 시스템으로, 반면 재난 복구, 의료 진단 등의 영역은 인간-AI간의 협업을 통해 연구 개발 수행
인공지능의 윤리적·법적·사회적 함의 이해 및 대응	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI의 윤리적·법적·사회적 의미를 이해하고 윤리적으로 수용 가능한 인공지능 기술을 개발할 수 있도록 투명성, 책임성 강조
인공지능 시스템의 안전 보안 확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 믿을 수 있고, 의존할 수 있으며, 신뢰할 수 있는 AI 시스템을 만들기 위한 연구가 필요
인공지능 훈련·시험용 공공데이터 공유 환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 AI 애플리케이션을 위한 고품질 데이터세트 및 환경을 개발하고, 인공지능 기술성과를 여러 가지 대안기술과 비교할 수 있도록 관련 공공 데이터를 공유할 수 있는 환경 조성
표준 및 벤치마킹을 통한 인공지능 기술 측정 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기능성이나 상호 운용성 측면에서 목표 달성 여부를 확인하기 위해 표준, 벤치마크, 테스트 베드 그리고 AI 커뮤니티에 의한 폭넓은 평가 기법 개발 연구 필요
국가적 인공지능 R&D 인력수요 파악	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 기술에 혁신을 가져올 수 있는 R&D 인력수요를 명확하게 파악하여 현재 및 미래에 인공지능 R&D 인력의 적절한 공급 마련

자료 : 글로벌 과학기술정책정보 서비스(<http://www.now.go.kr/index.do>)

□ **Big Data R&D Initiative('12.3)**

- **(목표)** 미국 정부가 당면한 과제의 해결방안을 위해 필요한 지식 및 통찰력을 얻고자 빅데이터분야의 활성화가 목표
- **(주요내용)** 총 2억 달러를 투자한 프로그램으로 빅데이터의 탐색, 분석, 재생산등을 위한 기술과 도구 개발을 추진할 계획임
 - 방대한 디지털 데이터의 수집과 조직화하여 접근하는데 필요한 툴(tool) 및 기술을 개선시키는 것이 주목표

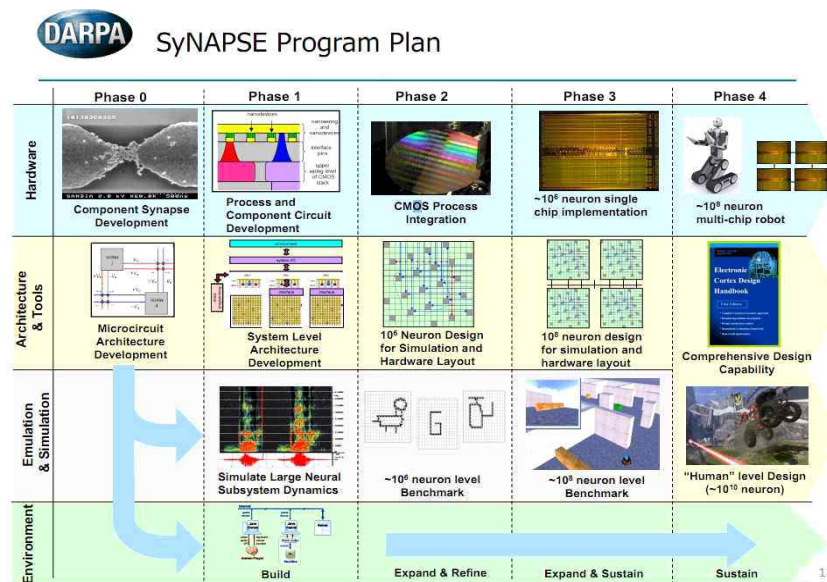
<표 2-12> 빅데이터 R&D 이니셔티브 추진내용

비전	빅데이터의 수집·저장·보관·관리·분석·공유를 위한 첨단 기술개발과 필요인력의 양성
주요 목적	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대용량 데이터의 수집·저장·가공·관리·분석·공유에 필요한 최첨단 핵심 기술 확보 ○ 첨단 기술을 활용한 과학기술 발전 가속, 국가 안보 강화, 교수학습 변화 도모 ○ 빅데이터 기술 개발과 활용을 위한 인력 양성 촉진

주요 추진 내용	부처/기관
<ul style="list-style-type: none"> ○ 빅데이터 핵심 기술 및 기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 수집, 관리, 분석, 시각화를 위한 핵심 기술 개발 	국립과학재단, 국립보건원
<ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 데이터 과학자 및 엔지니어 양성을 위한 학제간 대학원 프로그램 장려 ○ 복잡한 데이터에 대한 시각화 처리 기술 관련 학부 교육과정 개설 지원(2백만 달러) ○ 데이터를 정보로 전환하는 세 가지 접근법-기계학습, 클라우드 컴퓨팅, 클라우드 소싱-통합 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 버클리대학에 기반을 둔 컴퓨팅 원정대(Expeditions in Computing) 프로젝트 (천만 달러) 	국립과학재단
<ul style="list-style-type: none"> ○ 방위업무 관련 데이터 기반 의사결정 연구(2억 5천만 달러) <ul style="list-style-type: none"> - 빅데이터를 활용한 자율 의사결정시스템 및 상황인식 능력 개선 프로젝트 ○ 영상 데이터 처리기술, 데이터 암호 관련 프로그래밍 언어, 국가 안보 위협요소 감시 기술 개발 	국방부 국방연구원
<ul style="list-style-type: none"> ○ 1,000개의 게놈 프로젝트를 클라우드 서비스에 무료로 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 아마존 웹 서비스(클라우드)에서 무료로 국제 연구 자료를 활용할 수 있음 	국립보건원
<ul style="list-style-type: none"> ○ 확장 가능한 데이터 관리, 분석, 시각화(SDAV; Scalable Data Management, Analysis and Visualization) 기관 설립 	에너지부
<ul style="list-style-type: none"> ○ 지구 과학 분야에 대한 빅데이터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화, 지진 발생률, 차세대 생태계 지표 등에 대한 연구 	지질조사원

□ SyNAPSE(Systems of Neuro,morphic Adaptive Plastic Scalable Electronics, '08)

- (목표) 지능형 머신에 탑재하는 전자 뉴로모픽 기술을 개발하는 DARPA 프로젝트로서, '16년까지 고양이 수준 인공지능 칩 개발 목표
 - 신경세포가 시냅스를 통해 연결되는 인간 두뇌 구조를 반도체로 구현하여 근본적으로 다른 형태의 컴퓨터를 만들고자 하는 시도임
 - 이 프로젝트를 통해 개발된 칩으로 감각·인지, 상호작용 등의 인간 뇌와 같은 역할 기대
- (주요내용) DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)가 지원하며, 세계 최고의 4개 대학과 IBM이 진행 중임
 - '14년 IBM은 프로젝트의 지원으로 ‘트루노스(TrueNorth)’칩을 개발하였는데, 이는 기존의 칩보다 전력소모량이 훨씬 적고 뛰어난 성능을 가짐
 - '15년 8월 트루노스를 병렬로 연결해 4,800만 개의 신경세포를 가진 시스템을 공개하였으며, 이는 설치류에 해당하는 수준임



자료 : DARPA 홈페이지(http://www.theregister.co.uk/2014/08/07/ibm_synapse_chip/)

[그림 2-13] SyNAPSE 프로젝트 로드맵

□ CODE(Collaborative Operations in Denied Environment) 프로젝트

- **(배경)** 현재 미군의 무인항공기 시스템은 비행 조종사와 센서 운영사의 지속적인 조종이 필요한 상황임
 - 이는 무인항공시스템의 운영 확장성과 비용 효율성에 심각한 제약을 미침
- **(주요내용)** 무인기 각각의 기능별 자율운용 능력, 일인의 복수 UAV 통제 능력, 복수 무인기의 합동 자율운용 능력, 소프트웨어 개방형 구조 등에 기술 중점을 둔 연구개발 사업
 - 2018년까지 5,430만 달러를 투자하고 3단계로 구분하여 소프트웨어 개발을 진행할 것이며, 최종 단계에서 임무시범을 계획 중임
 - 현재 1대의 무인 항공기를 조종하는데 있어 30여 명의 인력이 투입되는 반면, CODE 프로그램에서는 한명의 감독과 통제 하에 여러 그룹들의 무인항공 시스템이 협업할 수 있는 역량을 향상시키기 위한 기술개발과 시현에 초점을 둠



자료 : 국방과학기술품질원(2015), 미국, 무인기 합동 운용을 위한 프로그램 연구개발 추진

[그림 2-14] UAV 합동운용개념도

□ 지능형 로봇에 대한 대처 방안 마련('16)

- 구글, 애플, 아마존 등 글로벌 IT 기업은 스스로 지능형 제품에 대한 대처 방안을 마련하여 지능형 로봇이 가져올 윤리적인 문제에 대응하고자 함
 - **(구글)** 2016년 6월, 구글의 자회사인 딥마인드가 수동으로 작동을 멈출 수 있는 'Big Red Button'을 인공지능에 적용하겠다고 발표함
 - 또한 인공지능 윤리위원회(AI Ethics Board)를 설립하여 인공지능의 위험, 법적 이슈 등을 연구함
 - **(애플)** 2016년 6월, 'WWDC 2016'에서 프라이버시를 침해하지 않고 이용자의 행동 패턴을 파악하는 '차등 사생활(Differential Privacy)' 기술을 'iOS 10' 업데이트 버전에 포함하겠다고 발표함
 - **(IT 기업 협력체)** 2016년 9월, 구글과 페이스북, 애플, 아마존, MS, IBM은 '인류와 사회 이익에 기여할 AI 파트너십'을 출범시켰음

□ 국가차원에서 지능형 로봇의 안전성 테스트, 사용 가이드라인 마련('14~)

- 미국과 EU, 일본은 지능형 로봇의 안전성을 테스트하고 로봇 규제와 관련한 가이드라인 등을 발표함
 - **(미국)** 2016년 10월, 백악관은 인공지능 제품 관련 위험요소 테스트의 필요성을 제시한 보고서인 '인공지능 미래에 대한 준비(Preparing for the Future of AI)'를 발표함
 - **(EU)** EU 의회는 로봇 규제 가이드라인('14)을 만들었으며, 로봇에게 전자인간(Electronic Persons)이란 자격 부여 및 로봇 고용주에게 로봇세 부과를 제안함('16)
 - **(일본)** 총무성은 2017년에 '인공지능에 대한 연구개발 지침'을 마련하고, 2018년 이후 법 개정작업을 거쳐 안전성과 보안 등을 평가하는 공적 인증 제도를 운용할 것이라고 발표함

□ 경제혁신을 위한 도구로 사물인터넷을 선정하여 기술로드맵 수립('08)

- 미국 국가정보위원회(NIC)는 2025년까지 국가경쟁력에 영향을 미칠 수 있는 '6대 혁신적인 파괴적 기술'에 사물인터넷을 선정하여 기술로드맵을 수립함
 - 경제혁신을 위한 2가지 도구로 사물인터넷과 신에너지를 설정하고 3D프린팅, 반도체, 센서 등을 중심으로 제조업 활성화를 추진하고자 함
 - 사물인터넷은 RFID(Radio Frequency Identification)와 더불어 센서를 활용하는 기술로 발전할 것이며, 사람과 사물 간의 정보가 네트워크에 연결되어 상호 간 모니터링 및 제어가 가능한 방향으로 발전할 것으로 예상함

2) 유럽

□ 휴먼 브레인 프로젝트('13)

- **(목표)** 미국의 브레인 이니셔티브와 유사한 두뇌 연구 프로젝트로서, 인간의 뇌를 슈퍼컴퓨터로 재현하여 시뮬레이션을 실행하는 것
 - 뇌과학, 의학, 미래 컴퓨팅 분야 향상 및 Data, Theory, ICT platform, Applications 부문에서의 목표 달성이 목적임
 - 유럽은 Human Brain Project(HBP)를 EU 6대 미래유망 기술 중 하나로 선정하여, 10억 유로를 투입해 10년간 추진(2013~2023)하고 있음
- **(주요내용)** 프로젝트는 핵심 프로젝트(Core Projects)와 파트너링 프로젝트(Partnering Projects), 그 외 프로젝트(Other Projects)로 구성
 - 핵심 프로젝트는 HBP 플랫폼을 개발 및 운영하기 위한 중요한 R&D 계획 수행이며, 파트너링 프로젝트는 새로운 아이디어 및 기술개발을 목적으로 하며 독립적인 연구 그룹들에 의해 제안될 수 있는 프로젝트임

<표 2-13> Core Project(CP) 목표

프로젝트	프로젝트 목표	
CP	CP01	뇌 시뮬레이션
	CP02	뉴로모픽 컴퓨팅과 로보틱스 개발
	CP03	상호작용하는 슈퍼컴퓨팅 개발
	CP04	뇌 질환 지도 작성
	CP05	쥐 뇌와 사람 뇌의 특정된 맵핑(Targeted Mapping)
	CP06	뇌의 멀티스케일 이론 개발
	CP07	6대 ICT 플랫폼 개발 및 운영, 과학계에서 사용가능한 HBP의 Tools, 방법론, 데이터 개발
	CP08	혁신적인 새로운 연구의 촉매 작용
	CP09	다른 연구 이니셔티브와의 협력 추진
	CP10	HBP 연구결과의 기술, 상품, 서비스로의 이전 추진
	CP11	교육과 지식 관리
	CP12	책임있는 연구 혁신 정책 추구

자료: Proposal Human Brain Project Framework Partnership Agreement, 2014.06.

⇒ 프로젝트를 통해 다양한 측면에서의 뇌 구조 및 기능 이해, 뇌 질환 관련 진단 및 치료 개선, ICT 기반 뇌 기술 발전에 큰 영향을 미칠 것으로 기대됨

□ AI4REASON(Artificial Intelligence for Large-Scale Computer-Assisted Reasoning) 프로젝트('15)

- **(목표)** 인공지능과 자동추론 부문에서 고난이도로 여겨지는 문제인 다수의 복잡한 이론들의 자동증명처리*(Automated Theorem Proving)에서의 획기적 진전

* 자동증명처리(Automated Theorem Proving): 어떤 정리가 참이라는 것을 컴퓨터가 동의하게 하는 과정을 의미하며, 통합회로 설계와 검증의 용도로 주로 사용

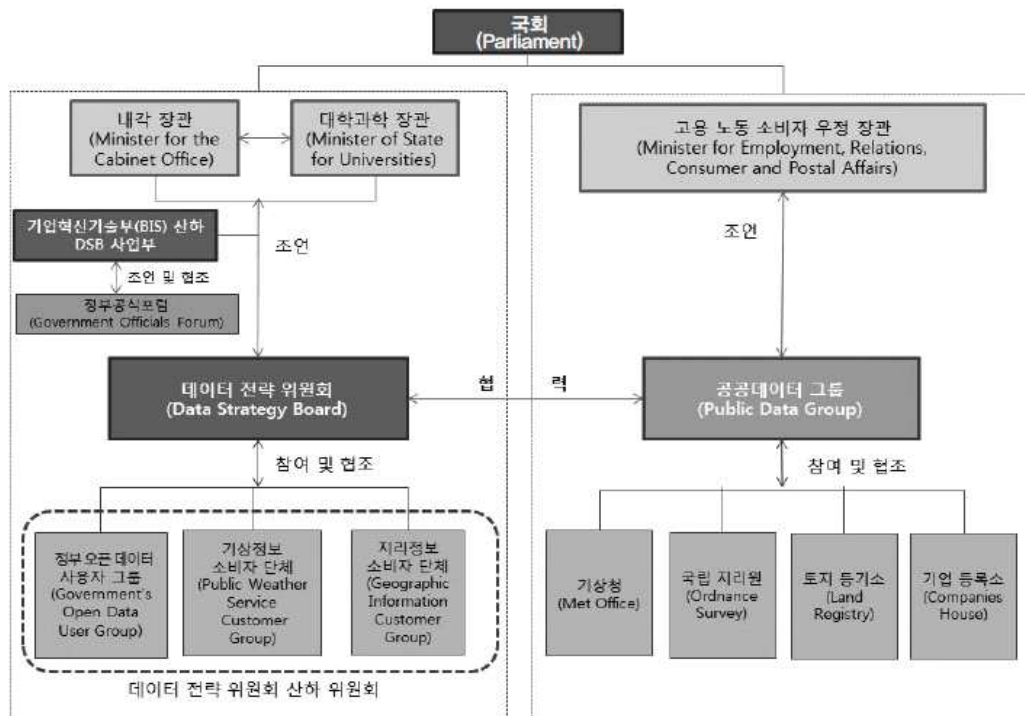
- **(주요내용)** EU HORIZON 2020의 일환으로 '15년부터 5년간 약 150만 유로가 투입되는 대용량 컴퓨터 보조 추론을 위한 인공지능 프로젝트임

- 정확한 솔루션을 만드는 것이 매우 복잡해 보이나, 최근 데이터 중심의 AI 방식으로 현재 접근 방식들의 성능을 증대시킬 수 있다는 것을 증명
- 연구자들은 자동추론과 머신러닝 알고리즘을 개발하고, 이를 자동화된 자가개선 인공지능 시스템과 통합함으로써 추론 지식을 종합하는 방식으로 연구 진행 중
 - 본 프로젝트를 통해 대용량의 시멘틱 인공지능을 가능하게 하는 특별한 방법을 제시할 것으로 기대

3) 영국

□ Open Data Strategy('12)

- **(목표)** 데이터 공유 플랫폼의 재정비를 통해 각 부처별 공공데이터의 효율적 활용을 추진
 - 부처별 의료, 교육, 세금, 고용, 기상 등의 데이터에 대해 2015년까지 개방을 확대 및 2013년부터 700만 파운드 지원
- **(주요내용)** 16개 부처에서 데이터 공유 플랫폼(data.gov.uk)의 재정비를 통한 데이터 접근성 강화 및 서비스 활성화, 검색기능 개선, 정보이용 방법의 단순화, GIS 데이터의 시각화, 데이터 품질과 재이용성 평가를 위한 기술개발 등 추진

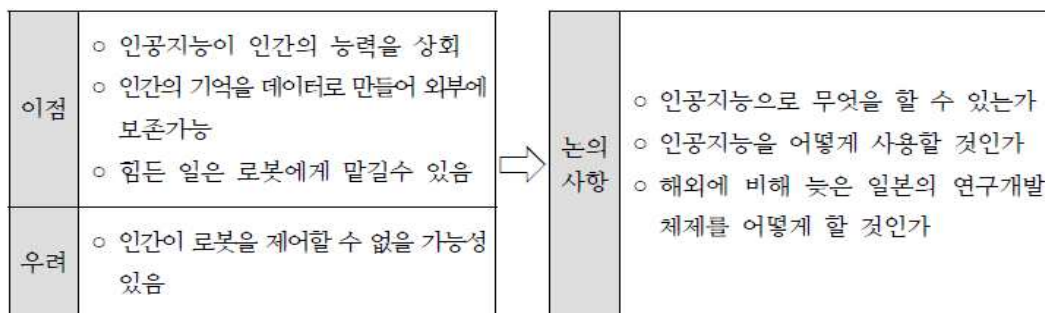


[그림 2-15] 영국 데이터 전략위원회 조직 구성 체계

4) 일본

□ ICT 미래상에 관한 연구회('15, 총무성)

- (배경) 향후 인공지능의 발전 가능성과 사회에 미치는 영향을 종합적으로 전망하고, 관련 분야에서의 일본 국제 경쟁력을 강화하기 위한 과제 정리 및 향후 대책 연구를 위해 ‘인공지능화가 가속화 되는 ICT 미래상에 관한 연구회’ 개최
- (주요내용) 2045년경엔 인공지능이 인간의 능력을 초월할 것으로 예측함
 - 인공지능 기술이 다양한 방면에서 활용될 뿐만 아니라 글로벌 기업 및 강대국에서는 중요 무기가 될 수 있다는 것에 주목함
 - ICT 미래상에 관한 연구회 모임에서의 중요 의제는 인공지능화가 가져올 구체적 분야의 변화, 사회에 미치는 영향, 인공지능 산업 전개 및 국제경쟁의 전망, 정책방안 등이 있음
 - 특히, 해외 국가나 기업의 인공지능 기술 및 우수 인력 독점을 고려하여 일본 인공지능의 경쟁력 확보를 우선시함
 - 미국 IBM과 구글 등이 인공지능 개발에 적극 투자하고 있다는 것에 주목

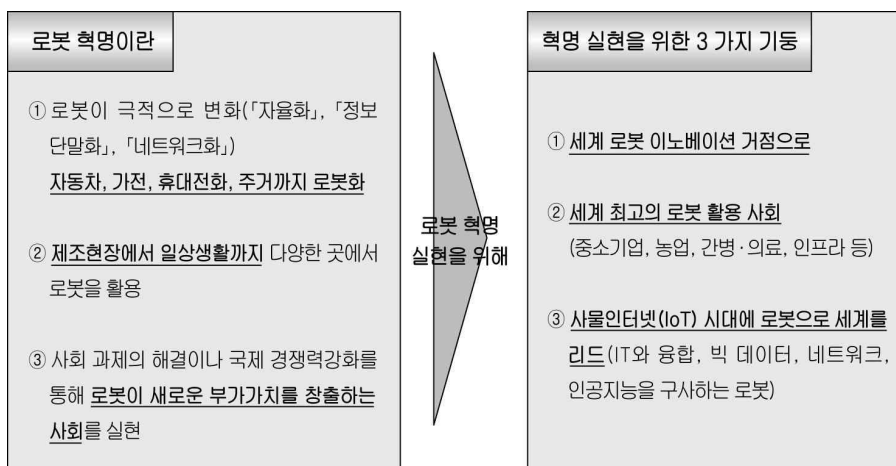


자료 : 홈페이지(<http://www.yomiuri.co.jp>)

[그림 2-16] '2045 연구회' 주요 논의사항

□ 로봇 신전략('15, 경제산업성)

- **(배경)** 저출산·고령화, 노동가능인구가 감소되는 상황에서 로봇 기술은 제조업, 생산업, 의료업 등 폭넓은 분야에서 인재 부족 문제 해소 및 생산성 향상 등 사회 과제를 해결할 것으로 기대
 - 경제산업성은 「일본재흥전략(성장전략)」을 개정, 로봇 기술을 활용하여 생산성 향상, 기업의 이익향상, 임금 상승 등의 목표 설정
 - 로봇 혁명의 실현을 위해 '14.9월 「로봇혁명실현회의」를 설치하고 기술개발, 규제 개혁, 표준화 등 구체적인 방안을 검토하여 그 결과를 「로봇 신전략」으로 발표
- **(주요내용)** 「로봇 신전략」은 로봇 혁명 실현을 위한 전략이며 3가지 핵심요소로 구성
 - 일본을 세계 로봇 이노베이션 거점으로 하는 「로봇창출력의 근본 강화」
 - 중소기업, 농업, 간병·의료, 인프라 등 세계 최고의 로봇 활용 사회를 구현하기 위한 일본 전역에 로봇 설치 및 일상적으로 활용하는 「로봇의 활용·보급」
 - IoT 시대에 빅데이터, IT와 융합, 네트워크, 인공지능을 구사하는 로봇으로 세계를 주도하는 「로봇혁명 전개·발전」



자료 : 한일산업·기술협력재단, 2015

[그림 2-17] 로봇 혁명의 배경과 구상

- 구체적인 로봇 혁명의 실현을 위해 ‘로봇 혁명 이니셔티브 협의회(Robot Revolution Initiative)’를 창설하여 니즈(needs)와 시즈(seeds)의 매칭, 모범사례 공유·보급, 국제협력 등을 추진하며, 외부기관과의 협력을 통해 인공지능(AI) 및 사물인터넷(IoT) 등에 관하여 논의
 - 2020년까지 5년간 제도 환경 정비, 다양한 정책적 지원을 통해 로봇개발에 민간투자를 확대하여 1,000억 엔 규모의 로봇 프로젝트를 추진 및 이를 통해 5년간 관련 시장 규모를 현재의 4배인 2조 4,000억 엔으로 확대를 목표로 함

※ 2020년 도쿄올림픽에 맞춰 로봇 올림픽 계획 중

5) 중국

□ 인터넷 플러스 계획('15, 중국 국무원)

- (목표) ‘제13차 5개년 계획’의 산업 정책 중 하나로 ‘국가 빅데이터 발전을 위한 행동계획’과 함께 인터넷 강국 실현이 목표
- 인터넷과의 융·결합으로 신산업 창출 가능성이 높은 11개 분야에 투자를 집중하겠다는 계획으로 인공지능 분야가 이에 포함
 - ※ 11대 투자 집중 분야: 창업, 제조, 농업, 에너지, 금융, 공공서비스, 전자상거래, 물류, 교통, 생태환경, 인공지능
 - 향후 3년 및 10년간의 인터넷 플러스 발전 목표를 제시함

<표 2-14> 2018년 인터넷 플러스 발전목표

영역	구체적목표
경제발전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인터넷을 통한 제조업, 농업, 에너지, 환경보호 산업분야의 업그레이드와 노동생산성 제고 ○ 전자상거래 및 인터넷 금융 육성
사회발전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 헬스의료, 교육, 교통 등 민생분야에서의 인터넷 응용 확대 ○ 공공서비스의 온/오프라인 통합 및 서비스 다각화
기초인프라	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광대역, 차세대 이동통신망 구축 ○ 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등 신형 인프라 시설 구축 ○ 인공지능기술의 산업화 촉진
환경조성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인터넷 융합 혁신에 대한 인식제고 ○ 관련 기준, 규범, 신용체계, 법률법규체계 완비

자료 : 산업정책해설, 2015년 7월호

- **(인공지능 관련 주요내용)** 인공지능에 관한 신속한 핵심 기술 개발, 인공지능 신산업 육성·발전, 지능형 제품의 이노베이션 추진, 단말기 지능화 수준 제고 등의 추진 등

<표 2-15> 인터넷 플러스 인공지능 분야 추진 내용

구분	내용
데이터 라이브러리	○ 음성, 영상, 지도 등 데이터 포함 대규모 훈련 자원 라이브러리 구축
인공지능 핵심기술	○ 스마트 음성처리, 바이오 인식, 자연어 해석, 신형 휴먼 컴퓨터 등 인공지능 핵심 기술 R&D 및 산업화 추진
스마트 서비스	○ 자동차, 보안기업 등과 IT기업 간 협력을 통해 각 산업제품의 스마트 서비스 기능 강화
스마트 단말기	○ 스마트 모바일 단말기의 핵심기술 R&D 및 산업화 촉진

자료 : 산업연구원, 2015

□ 차이나 브레인 프로젝트('16)

- **(목표)** 뇌구조의 이해를 바탕으로 뇌과학 기반 지능기술 개발과 뇌질환 극복
- **(주요내용)** 영장류의 메조스케일 뇌지도 작성, 대뇌 연구를 통한 인공지능 개발, 기초자원 및 공공 서비스 플랫폼 구상, 대뇌질환의 발병 메커니즘 규명
 - (영장류 뇌지도 작성) 메조스케일 뇌지도 작성을 통한 인지 기능 연구
 - (인공지능 기술 개발) Brain Inspired Intelligence 지능기술 연구개발
 - (뇌질환 극복) 생애주기별 뇌질환에 대한 기전, 조기진단, 조기조절 기술 연구



자료: 뇌과학 발전전략, 2016

[그림 2-18] 차이나 브레인 프로젝트 목표 및 내용

2.1.3 정책동향의 시사점

□ (기상분야) 국민안전, 기후변화대응, 정확도 향상, 융합R&D연구 분야의 정책이 다수이며, 선진국 대비 첨단 기술력 확보를 위한 구체적인 전략이 부재함

- 특히, 기상관련 과학 기술력 확보에 관한 구체적 정책이 마련되어 있지 않아 미래 세계적 기상기술력 확보에 차질이 우려됨
 - 미국은 ‘NCAR 2014-2019 Strategic Plan’을 통해 연구부터 관측, 모델개발 및 전문인력 양성까지 구체적인 계획을 가지고 있고, EU는 ‘기상관련 중장기 전략’을 통해 기상과학발전부터 앙상블 시스템 구축, 장비 개선 및 회원국들의 협력강화까지 미래 기상업무의 발전을 위한 구체적인 계획을 가지고 있음
- 따라서 관측, 모델링, 시스템개발 및 인력양성까지 구체적인 추진체계를 계획하여 기상분야의 선진화를 도모할 필요가 있음

⇒ 기상업무 발전을 위한 정책을 통해 기상분야의 선진화를 위한 정부의 적극적 개발지원 필요

□ (4차 산업분야) 정부는 관련 산업육성을 위해 다수의 계획을 추진하고 있으나, 해외 정책에 비해 구체적인 액션플랜(Action Plan)이 미흡함

- 국내 4차 산업혁명 관련정책은 플랫폼 구축, 인공지능 기술력확보, 융·복합 산업 육성 등의 정책 추진 계획을 가지고 있지만, 단계적 개발 계획이나 세부 추진 계획 등의 구체적 내용이 부족함
 - 반면, 미국은 장기적이며 종합적인 개발 계획을 추진 중이며, 미국 기업들의 활발한 지원을 통한 AI기술력의 빠른 선진화가 예상됨
 - 따라서 기업-정부 간의 협력을 통한 빠른 기술력 선점에 중점을 둔 정책 추진이 필요하며, 해외 우수 정책들을 바탕으로 세부적이며 체계적인 정책

계획이 요구됨

⇒ 국내·외 미래기상기술 산업육성 및 글로벌 경쟁력 제고를 위한 적극적인 투자와 다각적인 연구 수행 필요

□ (미래기상융합기술) 현재 기상기술융합 관련정책은 부재한 상황이며, 미래기상기술 고도화와 4차 산업 발전을 고려해볼 때 기상융합분야는 매우 주요한 이슈임

- 각 부처에서 추진하는 4차 산업혁명 기술 및 기상정보, 기상기술을 바탕으로 국내 기상기술융합 분야의 기술력 제고와 산업육성이 시급함
 - 기상분야의 선진화 및 기술력 확보를 위하여 각 분야 선진국들과의 국제적 협력이 필요함
 - 4차 산업의 중요도를 고려하여 융·복합 산업 육성 정책이 필요함

⇒ 국내·외 기상 기술과 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI)과 같은 신기술을 활용하여 각 부처 간 능동적인 대응과 함께 정책적인 협력 강화 필요

2.2 기술동향

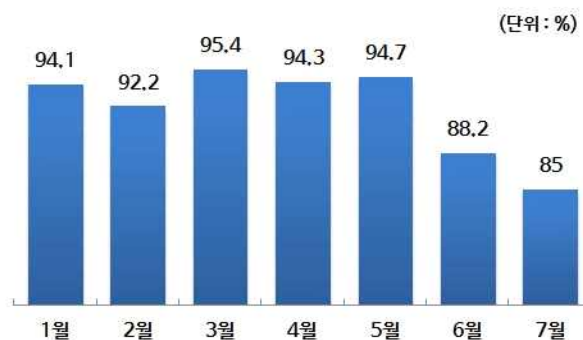
2.2.1 국내·외 기상분야

가. 국내

1) 국내 기상기술 현황

□ 국내 기상기술은 예보 정확도의 정체와 객관적 판단이 어려운 한계에 직면함

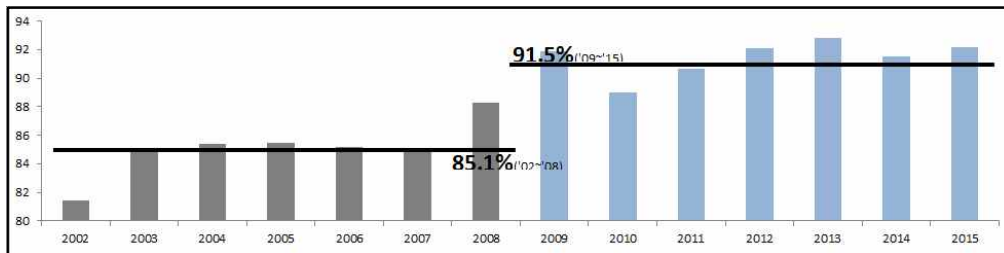
- 이상기후현상의 증가에 따른 기상 변수 증가와 기상상태가 불안정한 장마철에는 날씨 예측이 어려워짐
 - 기후변화, 대기 블로킹, 북극 해빙 등의 전지구적 요소들이 날씨 예측에 변수로 작용할 수 있으며, 아열대기후로 바뀌고 있는 한반도는 돌발적이고 국지적인 기상변화가 잦아짐
 - 2016년 월별 기상예보 정확도는 1~5월까지 90%이상을 유지하지만, 장마가 시작되는 6월부터는 80%까지 하락함



출처 : 이데일리(<http://www.edaily.co.kr/news>)

[그림 2-19] 2016년 월별 예보 정확도 현황

- 강수유무를 기준으로 한 단기예보 정확도는 '08년 동네예보 적용으로 한 단계 도약하였으나, 이후 현재까지 약 91.5% 수준에서 정체
- 대기의 비선형성으로 인해 근사적인 해를 구하는 것이 한계이며, 이는 정확도 향상에 근본적인 한계로 작용함



자료 : 기상청 내부자료

[그림 2-20] 연도별 단기예보 정확도(강수유무)

- 현재 기상예보는 수치모델을 통해 산출된 예측값에 예보관의 주관적인 판단에 의한 보정을 거쳐 생산함
 - 기상예보의 정확도에는 기상관측자료 32%, 슈퍼컴퓨터 및 수치예보 모델 40% , 예보관 판단이 28% 차지함
 - 수치모델만 이용하였을 때에 비해, 예보관의 보정을 거칠 경우 예보 정확도가 1.2%p 증가함(최근 5년 평균)
- 기존 수치예보모델의 격자점 보다 작은 규모의 예측이 어려워 세부지점 예보에 한계점이 존재함
 - 집중호우 등의 아격자규모* 위험기상은 기상재해를 일으킬 수 있으나 이를 예측하기 위한 격자간격 축소에는 많은 시간과 예산 필요
 - * 아격자규모(Sub-grid scale) : 모델에서 예측값을 계산하는 격자규모보다 더 작은 규모
 - 동네예보를 통해 5x5km 규모의 기상서비스가 제공되나 더 작은 규모의 기상서비스는 모델의 한계가 있어 불가함

□ 다양한 형태의 예보를 위한 날씨의 영향분석이 필요하며 상세 기상관측망의 구축이 어려움

- 날씨로 인한 사회경제적 분석이 필요하나 복잡한 단계를 거쳐서 발현되는 기상현상의 영향 특성으로 세밀한 연구가 필요함
- 예보역량 기여도를 기준으로 수치모델 다음으로 관측이 중요하나, 기상관측망의 가장 기본이 되는 자동기상관측장비(AWS)는 설치 및 운용비용이 크고, 부지 선정에 어려움이 있어 관측망 확장 측면에서 부담요인으로 작용

2) 관측(감시)기술

□ 지상기상관측장비로는 기상관서에서 운용하는 종관기상관측장비(ASOS)와 위험 기상 예측을 위해 방재기상관측장비(AWS)가 있음

- AWS는 기온, 풍향, 풍속, 강수량, 강수유무 등을 관측하며, ASOS는 AWS 관측요소외 일조, 일사, 초상온도, 지면온도, 지중온도 등의 관측을 추가함
- 현재, 기상청은 ‘기상관측 자동화 계획’에 따라 ASOS의 교체 작업을 진행 중임
 - ※ 기상관측은 온·습도, 바람, 기압, 구름양, 눈·비의 양 등 기상 예보의 기본적인 요소들을 수집하여, 정확한 계측 및 분석이 필요한 작업임



자료 : 기상청 (종관기상관측시스템 및 방재기상관측장비)

주 : 왼쪽 ASOS, 오른쪽 AWS

[그림 2-21] 기상 관측장비

□ 환경오염 주요이슈인 황사문제를 해결하기 위해 황사 관측망 구축을 위한 부유분진측정기(PM10)도입함

- 부유분진측정기(PM10)은 대기 중에 떠다니는 입자상의 물질을 포집하기 위하여 시간당 약 1,000L의 공기를 채취한 후, β-ray 감쇠 원리를 사용하여 필터에 쌓인 먼지 농도를 측정함
- 정부는, 황사로 인한 피해를 기상재해로 인식하여 '02년 4월 황사특보제를 신설하여 시행하고 있음

<표 2-16> 국내, 중국 황사관측장비(PM10) 설치현황

설치연도	관측장비	설치지점	비고
2005년	황사관측장비(PM10)	대관령, 울릉도 영덕, 구덕산	
		주리허, 유스, 통라오, 다렌, 후이민	
2006년	황사관측장비(PM10)	순천, 속초, 청원(황사위탁관측소)	
2007년	황사관측장비(PM10)	영월, 안동, 대구, 진주	
	시정계	얼렌하오터, 츠핑, 칭다오, 단둥, 스펡	
2008년	황사관측장비(PM10)	서울, 수원, 전주, 진도, 울산	
	황사입자계수기	서울, 백령도, 문산, 군산	
2009년	황사입자계수기	칠원, 흑산도	
2010년	황사입자계수기	대구	
2011년	황사입자계수기	광주	
2012년	다채널 황사연무입자 계수기	서울	
2013년	황사관측장비(PM10)	백령도, 관악산, 군산, 흑산도, 고산, 강화	
	다채널 황사연무입자계수기	국립기상연구소(서귀포)	
2014년	황사관측장비(PM10)	천안, 광덕산, 추풍령, 광주, 북경력비도, 연평도	

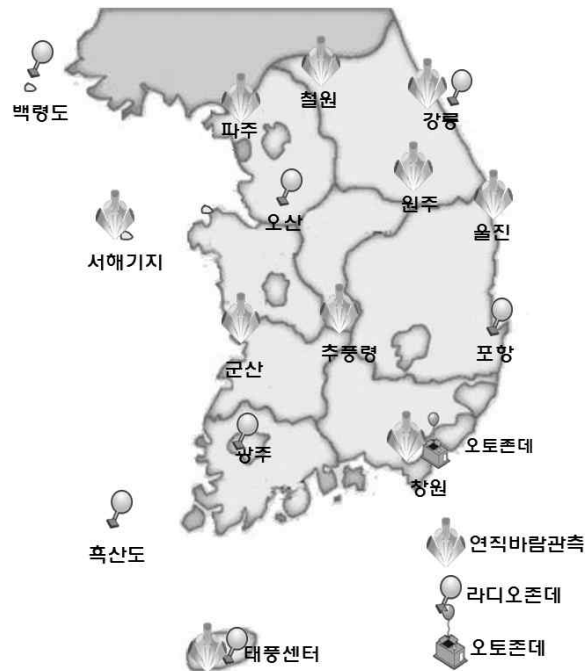
자료 : 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)

□ 국내에서는 다양한 고층기상관측장비를 운용 중에 있으며, 관측망은 레원존데관측망과 통합고층기상관측망이 있음

- 국내 고층기상관측장비로는 라디오존데, 레원존데, 연진바람관측장비, 라디오미터 등이 있음
- 레원존데관측망은 8개소(공군 2개소 포함)에서 운영 중이며, 통합고층기상관측망은 10개소(공군 1개소 포함)에서 운영 중임

- 레원존데관측장비는 지상에서 약35km, 연직바람관측장비는 지상에서 약 5km 그리고 라디오미터는 지상에서 약 10km를 관측하고, 이들을 이용해 고층대기의 풍향·풍속, 기온, 습도 등을 관측함

※ 레원존데 관측망은 레원존데관측장비로 구성되고, 통합고층기상관측망은 연직바람관측장비와 라디오미터로 구성됨



자료 : 기상청(2016), 2016 기상연감

[그림 2-22] 고층기상관측망 구축

□ 해양 위험기상을 조기에 감시하고자 해양기상관측망을 확대하고 해양기상관측장비의 안정적 운영을 위해 지속적으로 유지·관리 중임

- 기상청은 1996년부터 해양기상부이를 도입을 시작으로 2016년에는 해양기상관측망 6개소를 확충함
 - 해양기상부이(Ocean Data Buoy)는 먼 바다의 해수면에서 해양기상현상을 각종 기기로 추정하여 위성으로 전송하는 관측 장비임
 - 원반형과 선박형이 있으며, 관측요소는 풍향·풍속, 기압, 기온, 상대습도,

수온, 파고, 파주기, 파향 등이 있음



자료 : 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)

[그림 2-23] 선박해양부이

□ 국가기상위성센터는 2010년 6월 27일 천리안 1호(COMS, Communication Ocean and Meteorological Satellite)를 성공적으로 발사하여 6년째 안정적인 기상관측 임무를 수행하고 있음

- 2016년 천리안 기상위성의 운영임무 성공률은 99.7%로 매우 높은 달성률을 기록함
 - 천리안위성의 활용 용도로는 기상형상뿐만 아니라 해수면온도, 지표면온도 등 총 16종의 기상·환경 정보를 생산하여 제공함
 - 또한, 천리안위성을 이용하여 한반도 위험기상 감시기술 개발이 중요시 되고 있으며, 현재 기상실황 및 초단기 예측을 위한 천리안 위성 기상자료 이용 기술을 개발 중임

<표 2-17> 기상위성 운영 선진국 대비 운영임무 성공률 비교

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
한국	93.8	94.6	97.9	98.4	98.7	99.7
일본	100	100	100	100	100	-
유럽	99.0	98.8	99.5	99.6	84.3	-

자료 : 기상청(2016), 2016 기상연감

- 기상장비의 잦은 고장과 다양한 기상장비의 부족으로 데이터 확보에 어려움을 겪고 있으며, 국산화율 및 기술수준이 선진국에 비해 미비함
- 2011년부터 2014년까지 기상장비 오작동은 1512건에 달하며, 기상레이더 10대 중 3대(30%)가, 지진관측 장비 150대 중 35대(23%)가 내구연한을 초과함
 - 고층기상관측 장비의 경우 18대 중 4대, 항공기상관측장비는 16대 중 3대, 적설관측장비는 127대 중 3개, 해양기상관측 장비는 98대 중 2대가 내구연한이 지남
 - 또한, 국내 대부분의 기상관측장비는 지상관측장비이며, 선진국 대비 세부지역에 대한 기상관측장비가 미흡함
 - 산악기상관측망의 경우 현재 128개를 운영 중인데, 일본의 산악기상관측망(1000개)과 비교하면 격차가 큼
 - 관측장비는 현재 대부분 수입에 의존하고 있지만, 부가가치 창출, 자체적 기술 자립능력 및 기술 수준 보유를 위하여 기상장비의 국산화가 진행중임

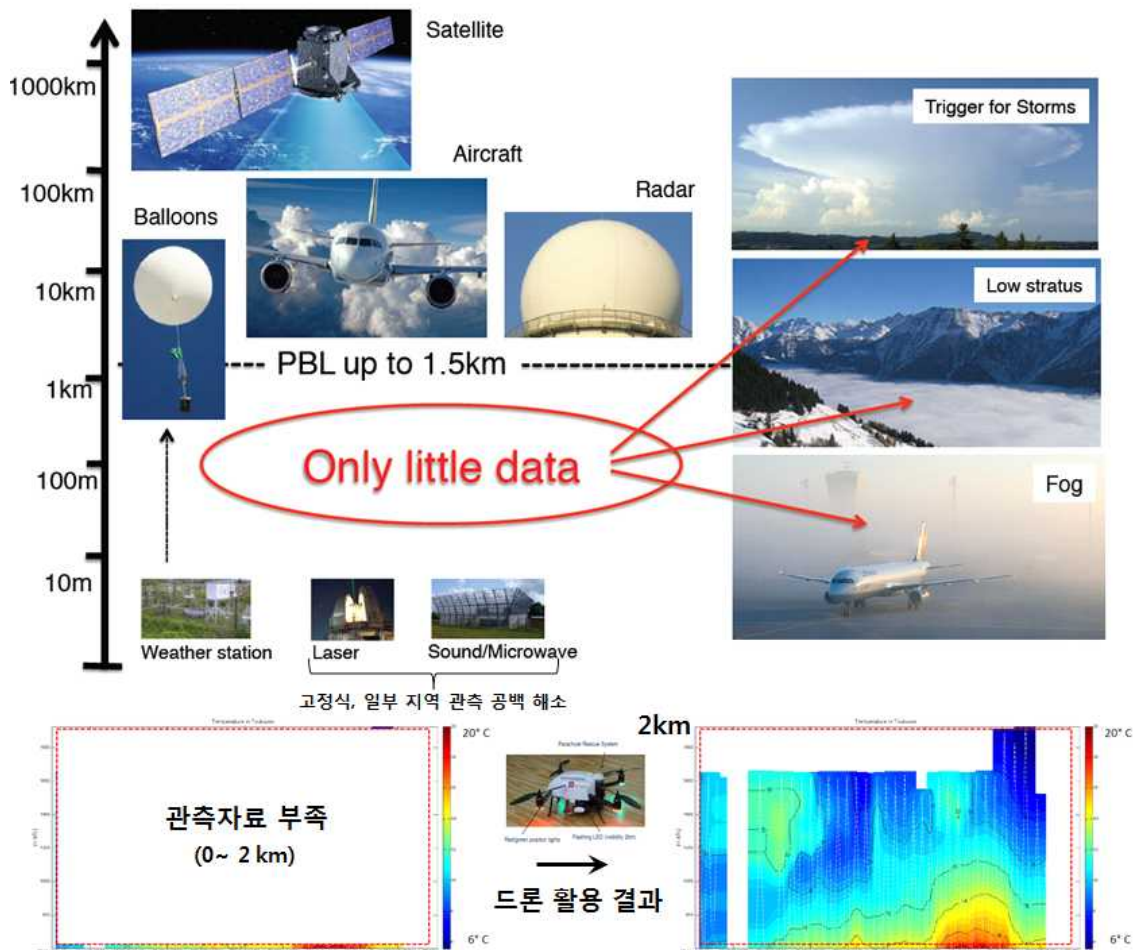
<표 2-18> 장비별 국산화율, 기술수준, 기술격차 변화(2011년 → 2014년)

분 야	국산화율(%)	기술 수준(%)	기술 격차(년)	선도기술 보유국
지상기상관측 (10종)	46.7 → 68.2	78.2 → 90.0	3.5 → 1.6	핀란드, 미국, 일본, 호주 등
고층기상관측 (4종)	22.2 → 26.7	62.3 → 80.0	4.6 → 3.9	핀란드, 독일
해양기상관측 (7종)	32.5 → 34.4	76.0 → 73.0	3.7 → 3.8	미국, 노르웨이
항공기상관측 (2종)	24.1 → 43.5	68.6 → 81.7	3.5 → 3.5	핀란드
지진관측(2종)	0.0 → 1.7	71.7 → 79.1	5.9 → 3.8	미국
원격탐사(3종)	23.3 → 34.2	67.5 → 80.2	5.0 → 3.5	미국, 핀란드
연구(3종)	0.0 → 0.0	63.0 → 73.7	5.6 → 5.6	미국, 독일
총 평 균	29.1 → 39.4	71.7 → 81.1	4.3 → 3.2	

출처: 기상청 2015, 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

□ 현재 기상장비의 첨단화를 위하여 기압, 온도, 습도, 풍향, 풍속 등을 나타내는 초경량 관측센서 장비를 탑재한 드론을 개발 중임

- 드론을 활용한 기상관측자료는 대기의 안정도, 하층제트, 대기오염물질, 해륙풍, 농작물 피해 등의 규명에 적극 활용할 예정임
 - 특히, 인간 활동에 영향을 미치는 대기경계층(0~2km)내의 기상현상 관측자료 부족을 해결할 수 있음

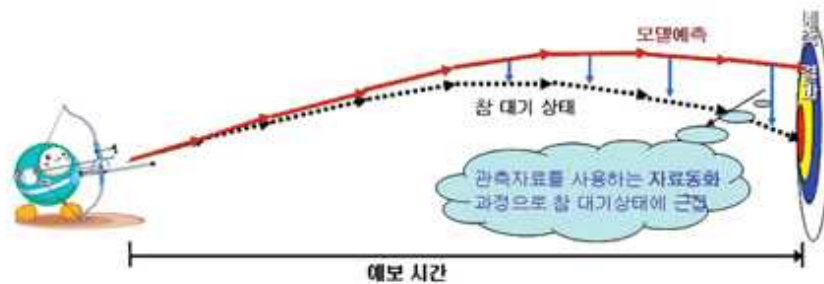


자료 : 기상청 보도자료(2016), 기상청, '기상관측용 드론' 개발한다

[그림 2-24] 드론을 활용한 기상관측

3) 모델링(분석)기술

- '10년 영국 기상청으로부터 통합모델 도입 이후 자료동화시스템의 지속적인 개선 수행 중



자료 : 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)

[그림 2-25] 자료동화의 개념

- 현재 세계적으로 가장 관심을 받고 있는 자료동화기술은 4차원 변분법(4DVAR)과 앙상블 자료동화를 융합한 자료동화기술임
 - 기상예보의 오차를 수정하기 위해선 자료동화(Data Assimilation)이라는 기술이 필요한데, 이는 이질적인 두 개의 자료(관측자료, 모델자료)를 섞는 고도의 수학 통계 기법임
- 위성자료 분석의 경우, 위성자료의 활용도가 증대됨에 따라 고품질, 고해상도의 위성자료들을 효과적으로 동화할 수 있는 위성자료 처리기술 및 동화기법이 개발되고 있음
 - 또한, 빅데이터의 활용에 관심이 높아지면서, 자료동화에 빅데이터를 활용하는 방식 개발 중
 - 자동차나 핸드폰에 관측 센서를 달아 사람들의 생활을 중심으로 막대한 양의 정보를 수집하여 자료동화에 활용하는 방식 등이 있음
 - 현재는 아이디어 단계이지만 향후 인공지능 기술 및 정보통신기술의 발달에 실용화 가능성이 예상됨

□ 수치예보모델을 효율적으로 운영 및 개발하기 위하여 다양한 기술개발이 이루어지고 있음

- 우리나라는 슈퍼컴퓨터 4호기 도입을 통하여 고해상도 수치예보모델을 운영 중이며, 하드웨어뿐만 아니라 소프트웨어 분야에서도 기술개발이 시도 중임
 - 한국형 수치예보모델 개발 사업단은 전국기상수치예보모델을 개발하여 12.5km 수평해상도, 연직 50층 (연직 최상위층 0.3hPa)으로 준 실시간 시험 운영

4) 예보(생산)기술

□ 기상청은 선진예보시스템을 구축하기 위하여 예보 업무의 전 과정을 선진화하는 사업을 지속적으로 추진 중

- 선진예보시스템 구축사업은 2010년 시범사업을 시작으로, 기술개발(2011), 현업화(2012), 고도화(2013), 응용확산(2014), 사회적 확산(2015)에 이어 효율화(2016) 단계로 영향예보의 기반 조성을 위하여 개발을 추진함
 - 또한, 기상청은 새로운 예보 패러다임인 영향예보(Impact Forecast)를 준비 중에 있는데, 이는 기존의 현상 중심 기상예보에 더하여 지역별 기상영향 정보까지 제공하는 체계임

<표 2-19> 영향예보의 필요성

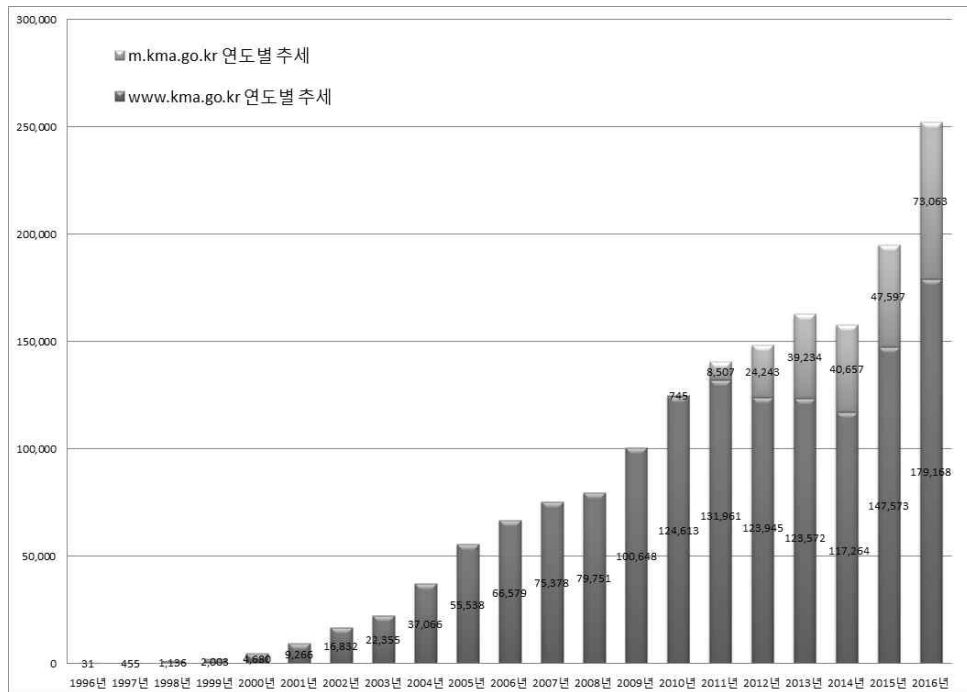
구분	지금까지(AS-IS)	앞으로(TO-BE)
특보	기상 임계값 기반 특보	영향 임계값 기반 특보
수치예측	결정론적 수치 예보	확률론적 수치예보
서비스	산출물 기반 서비스	의사결정 지원 서비스

자료 : 기상청(2016), 기상 기술 정책

- **기상예보의 고도화로 빅데이터, 기계학습 및 딥러닝을 적용하고 있으며, 예보생산시스템을 개선하여 스마트예보시스템을 구축함**
 - 인공지능을 활용한 ‘꽃가루 예측자료’를 생산하는 예보 시스템을 도입('17.04) 하여 현업 운영 중이고, 이를 시작으로 국가 기상서비스 전반에 인공지능을 활용할 계획임
 - 인공지능 기계학습의 심층신경망(DNN)* 기술을 기반으로 개발되었으며, 이 신경망에 강수량이나 기온 같은 기상 요소를 입력한 뒤 스스로 학습하는 딥러닝 기술을 이용하면 새로운 꽃가루 위험지수가 생산됨
 - * 심층신경망(DNN) : 인간의 뇌처럼 정보를 전달할 수 있게 만든 인공뉴런을 여러개 층으로 구성한 것
 - 빅데이터 및 기계학습은 앙상블 기반 강수 가이던스(강수유무, 강수확률)의 개발에 적용되었고, 딥러닝 기법을 적용하여 유사일기도 검색기능을 고도화함
 - 예보생산시스템은 예보편집 기능의 개선 및 해상 예·특보 생산시스템의 구축을 통한 특보체계도가 개선되었고, 초단기 국지기상감시를 통해 초단기 예측 및 관측 자료의 표출도 가능해졌음

5) 전달(활용)기술

- **기상청은 홈페이지를 통해 날씨와 기상예보 및 특보, 레이더·위성·일기도 자료, 기후자료 등 다량의 기상정보 서비스를 제공함**
 - 홈페이지를 개설한 1996년 이래로 해마다 방문자수가 급격히 증가하여 2009년부터는 연간 1억 명 이상의 방문자수를 기록하였고, 2016년까지 총 누적 14억 1천만 여명이 방문하였음



자료 : 기상청(2016), 2016 기상연감

[그림 2-26] 기상청 홈페이지 연간 방문자수 통계(모바일 웹 포함)

□ 기상청 모바일 웹 이용자의 폭발적인 증가 추세로 인한 모바일 방문자가 기상청 홈페이지 방문자의 29%를 차지하였음(2016년)

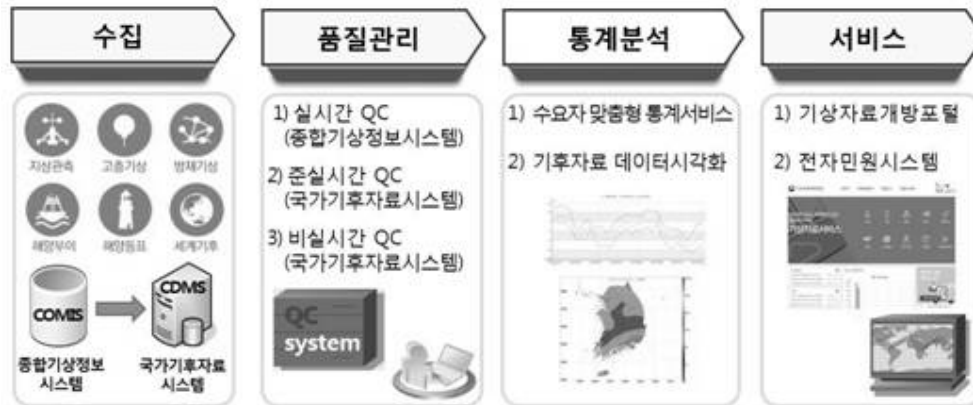
- 한편, 글로벌 다문화 및 외국인 관광객을 대상으로 다국어 기상정보 서비스를 제공함으로써, 외국인 대상 기상정보 서비스를 향상시키고 있음

6) 플랫폼(DB구축)기술

□ 대표적인 기상플랫폼으로 국가기후자료시스템이 있으며 자료 수집 및 통계처리 기능을 수행함

- 국가기후자료를 관리하는 플랫폼인 국가기후자료시스템은 최초 1999년에 만들어졌고, 2011년에 제 2차로 구축되어 기상기후자료를 통합관리 할 수 있는 체계를 갖추

- 국가기후자료시스템에는 기후자료를 수집하는 수집시스템, 품질을 관리하는 품질관리시스템, 통계자료를 생산하는 통계분석시스템 그리고 전자민원시스템 등이 있음



자료 : 기상청(2016), 2016 기상연감

[그림 2-27] 전주기적 국가기후자료 관리체계(기상연감)

- 이러한 시스템을 지원하기 위하여 서버 27대, NAS 스토리지와 SAN 스토리지를 각 3대, 1대, DB 백업장비 1대를 운영 중임
- 2015년부터 차세대 국가기후자료시스템을 구축하고자 Information Strategic Planning(ISP) 사업을 추진 중이며, 이를 통해 우리나라의 신동력 산업인 4차 산업과 연계하여 사용자의 요구에 맞는 서비스를 제공할 예정임

나. 국외

1) 관측(감시)기술

□ 미국

○ 차세대 기상탐재체 ABI

- 미 항공우주국(NASA)과 해양대기청(NOAA)는 2016년 11월 차세대 기상관측 위성인 GOES-R을 발사할 예정이며, GOES-R에는 새로운 기상관측 탑재체인 ABI가 탑재됨
 - ABI는 일기예보, 해양, 지표면, 기후관측에 사용될 예정이며, 기존 GOES 위성의 탑재체인 GOES Imager에 비해 3배 더 많은 분광 정보, 4배 더 세밀한 공간 해상도, 5배 빠른 관측 속도의 향상된 성능을 가짐
- GOES-R ABI와 GOES Imager의 성능을 비교해보면, ABI에 가시광과 적외선을 관측하는데 필요한 밴드가 더 많이 장착되어있고, 더 세밀한 관측 해상도 능력과 시간당 더 많은 횟수의 관측을 실시함

<표 2-20> GOES-R의 ABI와 현행 GOES시리즈의 GOES IMAGER 성능 비교

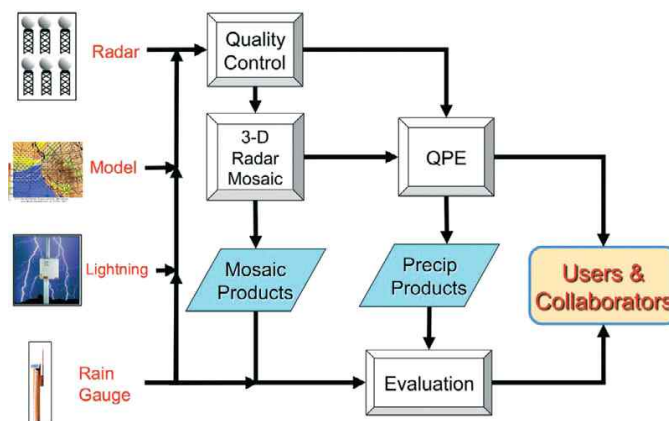
	ABI	GOES IMAGER
밴드 갯수	16	5
공간 해상도		
0.64um 가시광	0.5 km	~1 km
기타 과시광 / 근적외선	1.0 km	n/a
적외선	2 km	~4 km
관측영역 및 횟수(시간)		
Full Disk	시간당 4회	Scheduled (3시간 마다)
CONUS	시간당 12회	시간당 4회
Mesoscale	30~60 초	n/a
On-orbit Calibration 기능 (Visible bands)	가능	불가능

자료 : 한국항공우주연구원(2016), 미국의 차세대 기상탐재체 ABI

- ABI는 구름의 형성, 대기의 움직임, 대류, 토양 표면 온도, 해양, 수자원의 흐름, 산불, 연기, 화산재, 에어로졸과 공기질 및 식생에 대해 모니터링하고

추적하는데 사용될 것이며, 특히, 폭풍, 열대성 저기압, 전기 및 천연 가스 유통, 농업 관개, 항공기 난류 예측 등의 광범위한 분야에도 도움이 됨

- 다중센서기반 강수량 관측기술(NOAA의 National Mosaic & Multi-sensor QPE(NMQ))
 - 레이더를 중심으로 한 다중 센서 활용 강우추정 시스템으로 다중 레이더, 게이지 등 여러 센서를 복합 활용한 고해상도의 강수추정 시스템으로써 돌발홍수예측, 수자원 관리, 자료동화 및 수치예보에 활용됨



자료 : (Zhang et al., 2011) Application of Multi-channel 3D-cube Successive Convolution Network for Convective Storm Nowcasting

[그림 2-28] NMQ 시스템의 흐름도

- 미국 산림청 USFS(산악기상관측망)
 - 산림재해 예방을 목적으로 주요 산악 지역에 1,900개소의 산악기상관측망 구축하여 운영
 - 실시간 산악기상정보는 산불평가시스템을 통해 5단계 위험수준으로 전국에 산불위험정도를 예측하여 위험지역 경보발령 등 정책에 활용

□ 영국

- 최신식 연구용 항공기 및 캐딩턴의 지상관측장비 운용
 - 관측은 영국기상청의 모든 활동의 기본으로, 세계적 수준의 관측 연구 프로그램을 유지하기 위해 NERC와의 파트너십을 통하여 최신식 연구용 항공기

와 캐딩턴의 지상관측장비에 기반을 둠

- NERC와 함께 FAAM(Facility for Airborne Atmospheric Measurement)항공기에 대한 공동 소유 및 운영은 영국기상청에 적당한 비용으로 중요한 실험 장비를 제공하고, 훨씬 더 큰 규모의 국내외 현장 실험에 참여 가능하게 함



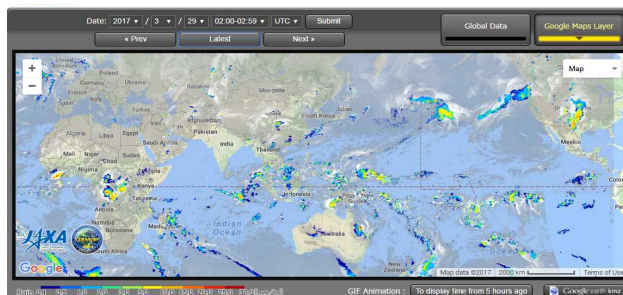
자료 : nims(2016), 영국기상청 과학 전략: 2016-2021

[그림 2-29] 빙정핵을 계산하는 항공기 탑재 대기관측 장비*

※ 빙정핵은 구름 형성과 구름의 결빙 여부를 결정짓는 데에 중요한 역할을 하고, 이는 구름의 방사성에 매우 중대한 영향을 미침

□ 일본

- JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)의 GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation)의 관측기술
 - 저궤도 위성 마이크로파 센서와 정지궤도 위성 적외센서를 활용하여 0.1°/1시간 시공간 해상도의 전구 강수량을 산출



자료 : GSMaP 홈페이지(<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>)

[그림 2-30] GSMaP 강수량 산출 사례

○ JMA의 기상·해일 예측 기술

- 자체개발한 전구예측시스템뿐만 아니라 태풍 예측을 위한 앙상블 예측 (5일)을 별도 수행하고 있음
 - 최근 들어 전구시스템에 다양한 위성관측 자료 (mirowave radiance data, ASCAT ocean vector wind data 등)가 동화되고 있으며, 지역모델은 일본의 차세대 지역모델인 ASUCA-based system으로 대체됨

2) 모델링(분석)기술

□ 미국

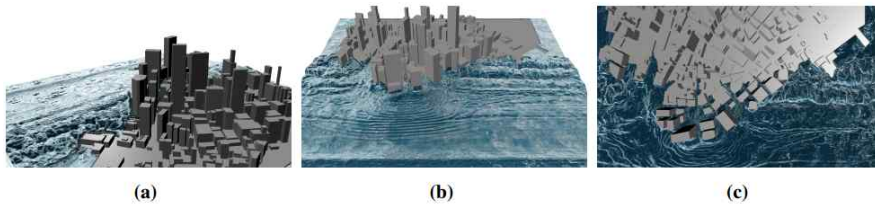
○ 글로벌예보시스템(Global Forecast System, GFS)

- 미국의 글로벌예보시스템(GFS)는 미 해양대기국 국립환경예보센터(NCEP)에서 생산하는 기후예측 모델로, 세계 전역의 기온과 바람, 강수량에서 습도, 오존농도에 이르는 각종 기상 자료들을 제공함
 - 수평해상도는 35km 이며, SAS(Simplified Arakawa-Schuber) 구름 모수화, 3차원 변분 GSI(Gridpoint Statistical Interpolation) 자료동화, 그리고 Vortex Relocation 방식 초기화 방법 등을 사용함
- 수확모델은 하루에 네 번 실행되고, 사전에 16일 동안의 예측을 생성하지만 10일 후에는 공간해상도가 감소함
 - 예측기술은 일반적으로 시간에 따라 감소하며 장기 예측의 경우 큰 비율만 중요한 정확도를 유지함

※ GFS 모델은 처음 10일 동안 13km, 240~384시간(16일)까지는 27km의 수평 해상도를 가진 스펙트럼 모델이고, 수직으로는 64개의 층으로 나누어짐

○ 침수해석모델

- CPU-GPU 컴퓨팅 자원의 활용으로 세계적으로 3차원 고해상도 해안 범람 침수 해석 개발을 진행 중에 있으며, 정밀 수심, 해안선 및 건물 정보를 통합하여 침수 해석을 수행하고 있음



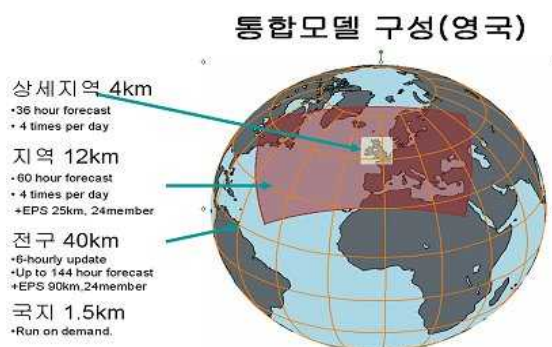
자료 : (Janßen et al., 2015)

[그림 2-31] 3차원 해안 침수 범람 활용 사례

□ 영국

○ 통합수치모델(Unified Model, UM)

- 영국 기상청의 통합수치모델인 UM 모델은 현업용 NWP, 계절예보 및 기후모델링 등과 같은 여러 모델들의 기능을 하나의 구조 안에서 조합하였고, 영국 기상청은 이런 다양한 응용기능을 갖는 공통 모델을 사용하는 유일한 센터임
- UM은 유연성 있게 설계되었는데, 모델들은 전 지구 혹은 제한된 지역에도 적용할 수 있으며 모든 수준의 해상도가 가능하고, 과학적 구성요소들의 다양한 조합 가능 및 장기간 혹은 단기간(NWP용)에 대해 운영 될 수 있음
 - 영국 기상청의 통합수치모델인 UM 모델은 전구모델과 지역모델로 구성되며, 4차원 변분법을 사용 및 25km의 공간해상도와 70개의 연직 층을 가지고 하루 4번 예측 정보를 생성함



자료 : 기상청 홈페이지 자료

[그림 2-32] 영국의 통합수치모델(UM)

□ 일본

- 일본 중규모 기상 현상 예측 모델(ASUCA)
 - 일본 자기기상연구소(Japan Meteorological Agency)는 ASUCA라고 하는 차세대 중규모 일기 예보 모델을 개발했는데, 이는 가속기로 GPU만 사용하는 다른 기상 모델과는 달리 거의 모든 ASUCA 코드를 CUDA 병렬 처리 아키텍처 기반의 GPU에 이식함
 - 풍속, 대기압, 습도 및 기타 GPU 메모리에 필요한 변수를 할당하고 통신 기술을 컴퓨팅과 통합하여 다중 GPU 시스템의 실행 성능을 강화하는 등 다양한 혁신 기술을 구축하여 전체 어플리케이션에 극적인 가속 성능을 구현
- JGSM(Japan Global Spectral Model) 및 TEPS(Typhoon Ensemble Prediction System)
 - JGSM(Japan Global Spectral Model)은 일본 기상청의 전 지구 예측모델로 하루 4번 예측 정보를 생산하며, 수평해상도는 18km, 4차원 변분 자료동화 방법을 사용함
 - TEPS(Typhoon Ensemble Prediction System)는 일본 기상청의 전 지구 앙상블 모델로 수평해상도는 56km이며, 11개의 앙상블 멤버로 구성되어 있음
 - 일본 현업 모델인 TEPS와 JGSM은 초기시간에 MAE가 각각 0.79, 0.80으로 거의 0에 가까운 MAE를 보이며 매우 좋았지만 예보시간이 길어질수록 오차가 선형적으로 증가함

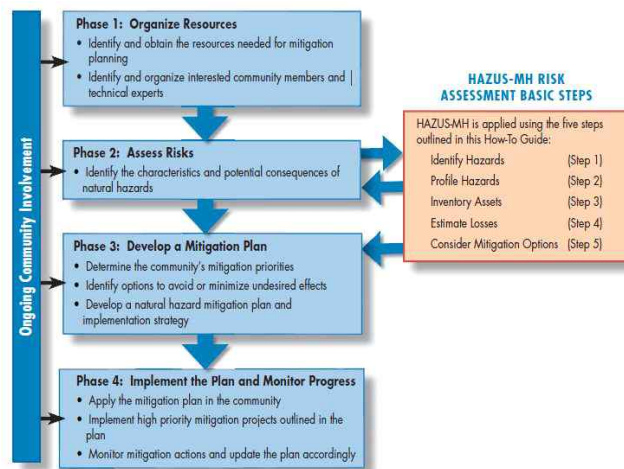
3) 예보(생산)기술

□ 미국

- HAZUS-MH
 - HAZUS-MH(HAZards US-Multi Hazard)는 미국 FEMA(The Federal Emergency Management Agency)이 National Institute of Building Science에 의뢰하여 개

발한 소프트웨어로, 재난에 의한 재산손실을 평가하고 인명 피해를 예측함

- 허리케인, 강풍, 홍수, 지진에 의한 가능 피해 규모를 산출하는 표준 방법으로 국가 전 지역에 적용 가능
- HAZUS-MH는 GIS 소프트웨어를 사용하여 구조물 손상의 추정과 건물 및 사회기반시설물의 경제적 손실 추정에 대한 데이터를 분석하고 이를 시각적으로 보여줌
- 또한, 재해위험 저감, 재난 대비 및 복구계획 분석, 재난관리 계획 과정에서 위험 평가를 실행할 수 있음



자료 : 기상청(2016), 기상재해 영향예보를 위한 통합적 자료 구축 방안에 관한 기획연구

[그림 2-33] 재해 저감 계획과정과 HAZUS-MH의 활용

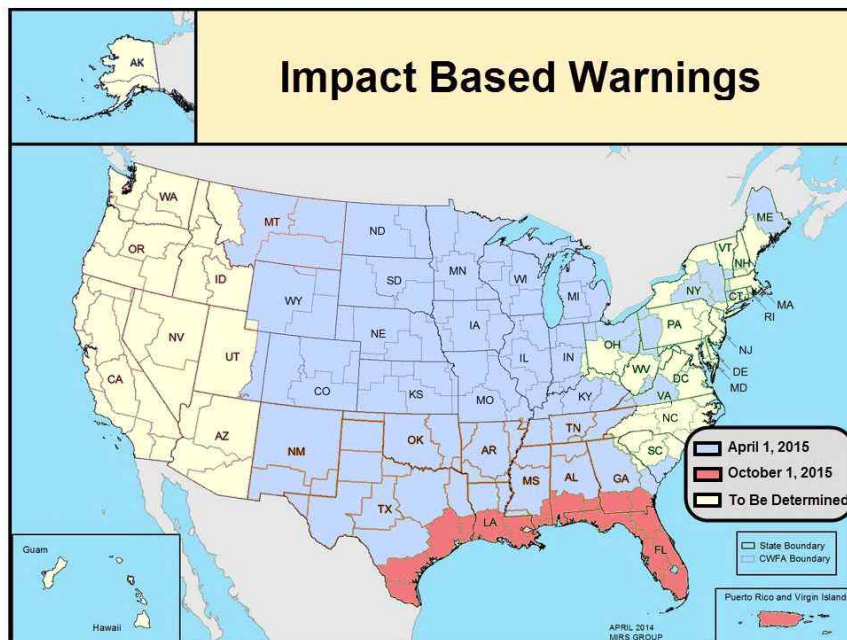
<표 2-21> HAZUS-MH DB의 자료 조사 항목

중분류	세분류
건물 및 시설(3)	일반건물(주거용도, 상업용도 등), 필수시설(의료시설 등),잠재적 고위험시설(댐, 군 시설 등)
교통시스템(6)	도로시스템, 철도시스템, 경전철시스템, 버스시스템, 항만/항구, 공항
라이프라인 시스템(6)	상수도, 하수도, 유류시설, 천연가스시설, 전력시설, 통신시설
농작물(40)	미국 내 재배량 상위 40가지 농작물
차량(1)	자동차
경제적 직접손실(6)	건물내장재, 재고, 고정/고정되지 않은 가계도구, 영업 손실, 교통두절

자료 : 기상청(2016), 기상재해 영향예보를 위한 통합적 자료 구축 방안에 관한 기획연구

○ 미국 NWS의 영향예보

- 미국의 국가기상기관인 NWS (National Weather Service)은 2012년부터 영향예보의 도입을 추진하였으나 아직은 그 성과가 미미함
- 미국 NWS의 영향예보는 기존의 예보지원 형식에 영향 TAG를 첨부하는 수준에서 이루어짐



자료 : 기상청(2016), 기상재해 영향예보를 위한 통합적 자료 구축 방안에 관한 기획연구

[그림 2-34] 미국 NWS의 영향예보 실시 현황

○ 미국 NOAA의 해일예보모델

- National Hurricane Center(NHC)와 Central Pacific Hurricane Center(CPHC)의 해일예보모델
 - NOAA NWS에서 자체 개발된 SLOSH 해일 예보 모델을 통해 미국 전 32여개의 연안에 대해 현업 예보하며, P-Surge 모델을 통해 확률론적 해일정보를 제공



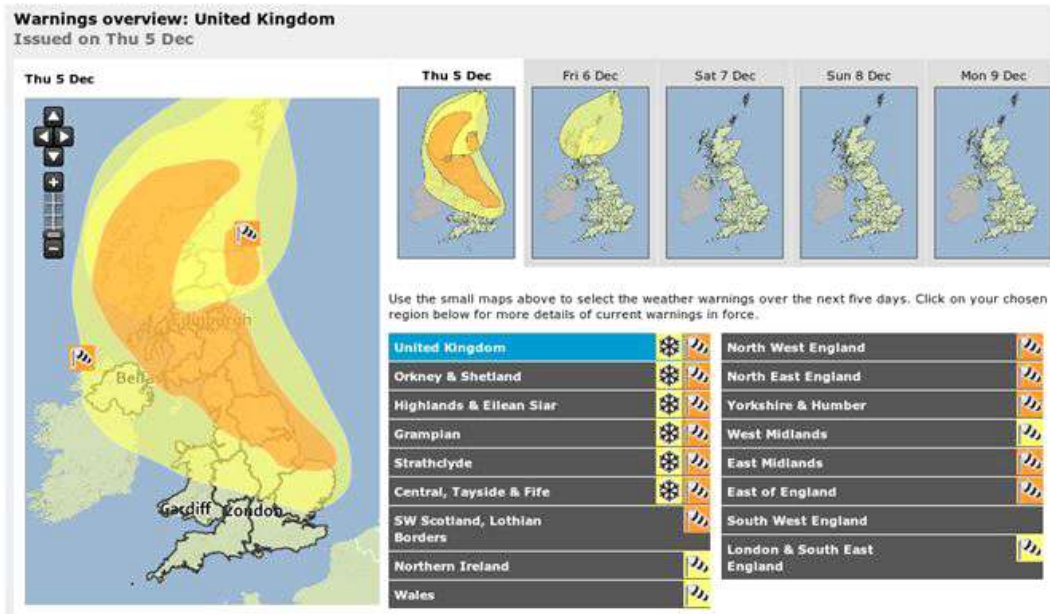
자료 : NOAA 홈페이지(<http://slosh.nws.noaa.gov/psurge2.0/>)

[그림 2-35] 미국 NOAA의 폭풍해일 예보 시스템

- 자체 개발된 SLOSH(Sea, Lake and Overland Surges from Hurricanes) 해일 예보 모델
 - 미국 전 32여개의 연안에 대해 현업 예보하며, P-Surge 모델을 통해 확률론적 해일정보를 제공하고 있지만, 파랑 작용을 고려하고 있지 않음

□ 영국

- Met Office의 영향예보
 - 영국은 국가위험기상경보서비스(NSWWS, National Severe Weather Warning Service)에서 영향예보업무를 담당함
 - 강수, 강풍, 눈, 결빙 그리고 안개 등 5개 요소에 대한 영향예보를 위험 매트릭스 형태로 서비스하며, 모든 악기상에 대한 총괄적인 영향예보를 포함함



[그림 2-36] NSWWS의 총괄적인 영향예보 지원양식

- 각각의 요소에 대한 그래픽 경보와 문숫자 세부 영향정보를 제공하며, 재해 영향모델(HIM, Hazard Impact Model)을 통해 영향정도가 평가되어, 위험, 취약성, 그리고 노출의 곱으로 작성됨



[그림 2-37] Hazard Impact Model Algorithm

□ 일본

○ 폭풍해일예보모델

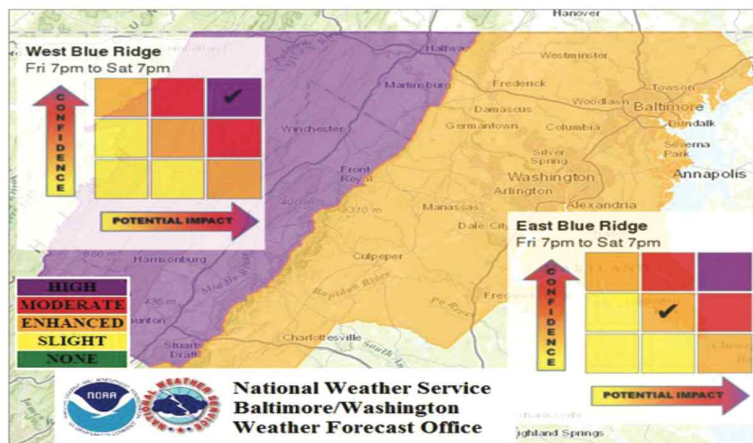
- 폭풍해일 예보를 위한 모델을 하루 8회 운용하여 일본 연안을 따라 290개 지점에 대해 33시간 예보 수행하며, 파라미터 모델과 JMA nonhy drostatic mesocale model 2가지 모델을 운용하여 예보

3) 전달(활용)기술

□ 미국

○ 위험기상정보 제공 서비스 기술

- (미국 기상청) 2013년 발표한 Weather Ready Nation 로드맵에서 영향기반 의사결정 지원 서비스(Impact-based Decision Support Service)로 패러다임 전환을 선언하고, 산출물 중심의 서비스에서 해석과 상담 서비스로 전환을 추진하고 있음
- (미국 버지니아 주 기상청) 위험기상정보를 미리 전달해주기 위해 4~7일 후의 겨울폭풍 영향예보를 작년 겨울(2016년 1~4월) 동안 시범적으로 운영



자료 : 미국 기상청 홈페이지

[그림 2-38] 버지니아 주 겨울 폭풍 영향예보 사례

□ 영국

- 공공기상서비스(Public Weather Service, PWS)
 - 영국의 공공기상서비스(PWS)는 국민들의 기본 요청사항인 기상정보와 기상 경보를 전달하며 또한, 대중, 기업, 응급 서비스 및 정부에 극심한 기상 조건에 대한 사전 경고를 제공함
 - PWS의 목표는 영국 대중이 일상적인 활동에 도움이 되는 일기 예보를 생성하는 것이며, 이는 날씨의 정도에 따라 생명, 재산 및 인프라 보호에도 기여를 함
 - PWS의 프로그램 : 영국 및 해외 영국 시민들을 위한 재해기상(high impact weather)예보, 영국 및 해외 영국 시민들을 위한 특정 장소(site-specific)기상예보, 전 세계 임의 장소로부터 오염 확산 예보, 영국과 전 세계에 대한 해양 파도 예보 등

□ 중국

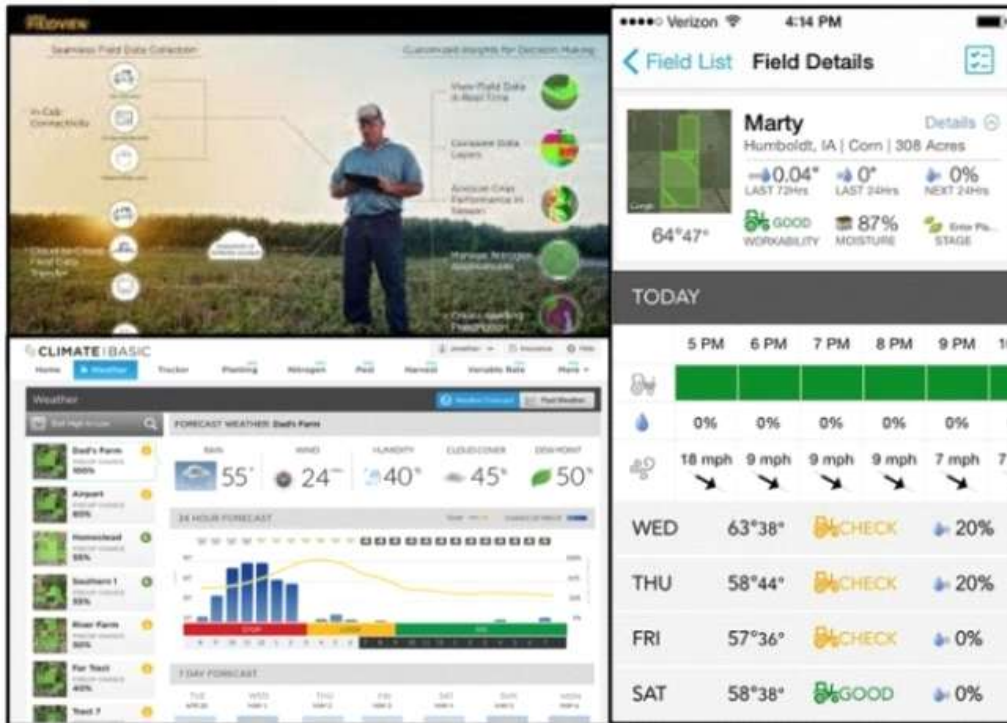
- 인공지능 기상캐스터 샤오빙
 - 중국에서는 마이크로소프트가 스마트 클라우드와 빅데이터를 사용하여 개발한 인공지능 ‘샤오빙’이 날씨예측과 기상캐스터 역할을 수행함
 - 샤오빙은 기상상황에 대한 예측, 빅데이터 분석 등의 스스로 학습 능력을 가지고 있고, 실시간으로 기상을 분석하여 자연스러운 코멘트도 가능함

5) 플랫폼(DB구축)기술

□ 미국

- 데이터 융·복합 플랫폼인 클라이미트코퍼레이션(The climate corporation)
 - 클라이미트코퍼레이션은 미국 국립기상서비스(NWS)의 실시간 지역별 기온, 습도, 강우량 등 기상 데이터와 농무부의 2평방마일 수확량 및 토양 데이터를 이용하여 빅 데이터 분석을 실시함

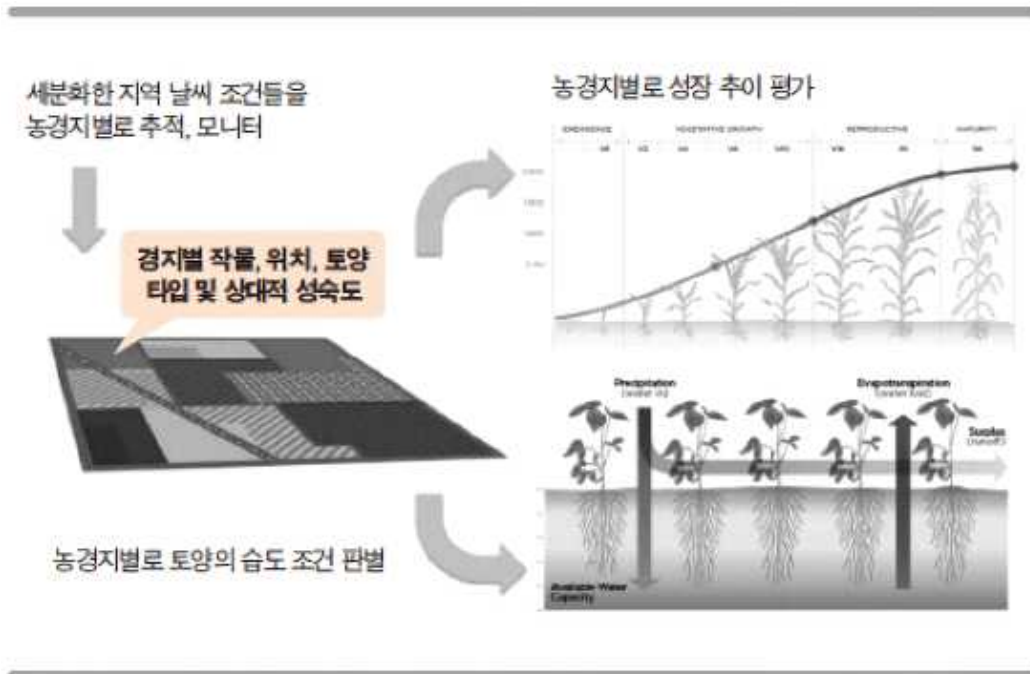
- 빅데이터 분석으로 세분화된 지역 날씨 조건에 따라 농경지별로 추적, 모니터링하여 성장 추이와 토양 습도 조건을 판별함



자료 : The Climate Corporation

[그림 2-39] 기상과 농업이 융·복합된 플랫폼

- 또한, 클라이미트코퍼레이션은 자체 개발한 글로벌 기후 시뮬레이션 모델링과 지역 날씨 모니터링 시스템을 이용해 고객별로 날씨 보험을 실시함
 - 클라이미트코퍼레이션은 자체 알고리즘을 이용하여 미국 전체 지역을 50만개의 세부 지역으로 나누고 각 지역에 대한 1만여 개의 일일 날씨 시나리오를 만들었는데, 이러한 정보는 옥수수, 콩, 보리농사 등의 가뭄, 혹서, 냉해 피해에 대하여 맞춤형 보험이 됨
 - 예를 들어, 데이터 분석을 통해 밭의 습도가 너무 높거나 한밤중 열기로 농작물 성장이 어려운 경우 농민들은 바로 보험금을 지급받음



자료 : The Climate Corporation(2014)

[그림 2-40] 작물에 대한 날씨 영향 판별

- IBM의 웨더컴퍼니 인수를 통한 IoT용 기상데이터 클라우드 플랫폼 강화 및 인공지능 비즈니스로 새로운 성장 동력을 창출
 - 웨더컴퍼니는 미국의 실질적 기상청 역할을 해오고 있으며 세계 최대 규모로 다양한 양질의 데이터를 보유한 기업임
 - 웨더컴퍼니의 빅데이터 플랫폼은 약 4천만대의 스마트폰, 기상관측소에 설치된 14.7만대 기기, 5만대의 항공기로부터 초당 4GB속도로 데이터 수집 가능
 - IoT 플랫폼으로 일평균 30억건 이상의 기상정보를 비롯한 각종 정보를 실시간 수집하고 클라우드에 저장된 데이터와 연결시키는 작업 수행
 - 센서 내장형 장치 등 각종 기기에서 대량의 IoT 데이터를 수집하는 웨더컴퍼니의 플랫폼이 IBM의 클라우드 인프라 소프트웨어에 통합될 것으로 예상됨
 - 인지 컴퓨팅(Cognitive Computing)시스템인 Watson을 활용해 고객에게 실시간으로 양질의 정보제공
 - 통계 비전문가라도 누구든지 데이터분석과 의미해석을 할 수 있는 서비스 제공

- Weather Company가 보유한 기상 빅데이터를 인지 컴퓨팅 Watson을 통하여 처리하여 기존에 감지할 수 없었던 패턴을 분석함
- 기상 빅데이터 분석 플랫폼 출시(AccuWeather / 2017)
 - 10년간의 기상데이터와 독점적인 알고리즘을 통해 1(영향없음)~10(매우심각)까지의 고객 영향지수 산출
 - 물류망 관리자의 안전하고 신속한 배송로 확보 가능(잠재적 위험기상 예측)



자료 : AccuWeather 홈페이지(<http://enterprisesolutions.accuweather.com>)

[그림 2-41] 기상 빅데이터 분석 플랫폼

□ 유럽

- CLIMATE-ADAPT
 - 2009년 기후변화 적응의 성공에 주요한 장애요인으로 지식정보의 부족임을 강조, 이에 EU 회원국, 지역, 지방정부의 기후변화 적응 수단·정책 개발 지원을 위하여 웹 기반 정보교환·공유를 목적으로 구축된 플랫폼



자료 : European Climate Adaction Platform 홈페이지(<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>)

[그림 2-42] CLIMATE-ADAPT 시스템(좌) 및 도구 활용(우) 화면

- 본 시스템의 궁극적인 목적은 EU, 회원국, 지역·지방정부 정책담당자들을 위한 기후변화 적응수단 및 정책 개발 지원
- 제공하는 정보는 크게 6가지로 9개 부문(농림, 생물다양성, 해안지역, 재해 감소, 재정·금융, 보건, 인프라, 해양·수산, 물 관리)의 기후변화 적응 관련 정보와 유럽지역에서 예상되는 기후변화, 지역, 부문별 현재/미래 기후변화 취약성 등이 포함
- EU는 본 시스템을 기후변화 적응 전략 수립에 활용 및 사용자간 정보 공유 가능
 - 시스템 관리자에게 아이디 생성을 요청하여 발급받으면 그 아이디로 적응정책에 관련된 정보공유 가능

□ 일본

- 고정도 글로벌 기상예측 플랫폼 ‘Panasonic Global 4D Weather’
 - Panasonic은 Panasonic Global 4D Weather라는 고급 글로벌 일기 예보 플랫폼을 운영하는데, 여기에는 경도, 위도, 고도 및 시간이라는 4차원의 상세한 데이터가 포함됨
 - 전 지구 기후 예측은 미국의 GFS(Global Forecast System)와 유럽의 ECMWF(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)에 의해 주

도되어왔는데, Panasonic의 미국법인인 Panasonic Weather Solutions(PWS)가 연구개발한 새로운 시스템은 기존 미국과 유럽의 시스템을 상회함

- Panasonic이 개발한 4D Weather는 독자적인 자료를 활용하여 보다 정확한 예측을 하는데, 항공기에 부착된 ‘TAMDAR센서’를 통해 기류나 기온, 습도, 기압 등을 측정하고 이 데이터를 실시간으로 전달함
 - 반면, GFS와 ECMWF는 각지의 기상대 및 라이오존데를 이용한 고층기상관측 등의 자료를 사용하여 4D Weather에 비해 정확도가 떨어짐
 - 이는 편차상관(anomaly correlation)의 수치를 비교해보면 알 수 있는데, PWS의 4D Weather가 0.9226인 반면, GFS는 0.908, ECMWF는 0.923으로 4D Weather가 기존 2개의 시스템보다 예측 정도가 높음

□ 중국

- 기상 조기경보(early warning) 공유 서비스 플랫폼
 - 지구 온난화가 가속화됨에 따른 기후환경 악화로 인한 자연재해 피해를 최소화하고자 중국 기상총국은 2009년 7월 베이징에서 자국 내 유명 매체와 함께 ‘기상 조기경보(early warning) 정보공유 서비스 플랫폼’을 공식 가동함
 - 중국기상총국은 플랫폼의 원활한 가동을 위해 10여 곳 네트워크 매체와 기상 조기경보 공유 서비스 협력에 관한 협의를 체결했으며, 기상 조기경보 연동 방송 메커니즘을 공동 구축함
 - 이에 따라 국민들은 제일 빠른 시간 내에 네트워크 매체를 통해 중국기상총국에서 제공하는 빠르고 정확하며 믿음직한 기상재해 조기경보 정보와 날씨 상황을 상세히 알 수 있음
 - ※ 플랫폼이 제공하는 재해 조기경보 정보에는 고온, 한파, 큰바람, 짙은 안개, 천둥과 번개, 폭우, 폭설 태풍 등이 포함되며, 이를 지역에 따라 분류하여 시간, 유형, 등급, 상황, 도표, 조기경보 내용 등을 표기함

2.2.2 국내·외 4차산업혁명 분야

가. 국내

1) 인공지능 분야

□ 정의

- 인공지능이 부가가치 창출의 새로운 원천으로 주목받으며 다양한 기관, 기업들의 집중적인 투자와 연구개발이 이루어짐
 - 인공지능 기술은 인간의 지각, 추론, 학습 능력 등을 컴퓨터 기술을 이용하여 구현함으로써 문제해결을 할 수 있는 기술임
 - 기관·연구자별로 AI에 대해 다양하게 정의하고 있으나 공통적으로 인간의 사고과정에서 필요한 능력을 모방한 기술로 정의할 수 있음
 - ※ AI란 용어는 1956년 영국 다트머스 회의 (Dartmouth Conference)에서 인지 과학자인 존 매커시(John McCarthy)에 의해 처음으로 개념이 정의됨
 - 인공지능의 3대 주요 기술은 학습, 추론, 인지이며 인터페이스의 지능화, 추론 방법의 지능화, 지식베이스의 지능화 등이 갖추어져야 인공지능시스템이 완성 됨
 - 절차적인 알고리즘이 존재하지 않고 휴리스틱한 방법 사용 영역, 소수 전문가만 활용하는 대중적이지 않은 영역, 주어진 데이터가 불확실성을 내포한 영역, 다양한 진단·추론·예측 시스템 영역 등에 필요함
- 인공지능 기술은 다양한 산업 내 기술과 융합하며 발전하고 있으며, 여러 차례 기술적 변화를 통해 지능의 실제적 구현을 목표로 함
 - 인공지능 기술은 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등의 기술과 융·복합을 통해 발전함
 - 정보의 수집·축적·분석을 위한 ICBM과 정보를 판단하는 AI가 결합하여 AI의 역할 수행 가능

<표 2-22> NEW ICT와 인간의 역할 비교

구분	내용	인간과의 비교
인공지능(A)	수집된 정보를 바탕으로 판단을 수행	두뇌(판단)
사물인터넷(I)	인터넷에 연결된 센서가 정보를 수집하고 동작 지시	감각, 신경, 팔, 다리
클라우드(C)	정보 처리를 위한 컴퓨팅 파워 제공	몸
빅데이터(B)	다양한 정보를 축적하고 분석	두뇌(경험)
모바일(M)	초기수준의 센싱(사진, 목소리, 동영상)정보 제공	-

자료 : 한국콘텐츠진흥원(2017), 지능형콘텐츠기술 발전전략 연구

□ 산업영역별 기술동향

- 인공지능 기술 수준은 글로벌 IT기업에 비해 낮은 상황이지만 대기업을 중심으로 인공지능 연구를 수행하고 있음
- 기관, 기업, 대학은 인공지능과 관련된 다양한 기술개발을 통해 다양한 분야와의 융합기술로의 개발을 진행하고 있음
 - AI 관련 별도 조직 및 연구팀을 두고 AI연구가 이루어지며 IT중소기업·스타트업 또한 AI 관련 연구 진행 중

<표 2-23> 국내 기업의 인공지능 기술 동향

수행주체	인공지능 기술개발 내용
미래창조과학부	○ 'SW컴퓨팅원천기술개발사업'을 통해 '머신러닝 SW SMILE'을 개발하여 일반 사용자도 쉽게 사용가능한 프로그램 개발 중
삼성전자	○ 자연어 처리기술의 특화를 통해 음성인식 기술 적용 어플리케이션 'S보이스' 출시 ○ 국가별 사투리, 축약어를 포함한 음성인식 성능 유지할 수 있는 기술 개발 중
네이버	○ N클라우드나 검색어 자동완성기능 등에 AI 기술 활용 - 기계학습 기술을 활용하여 자동적으로 동물, 음식, 텍스트 등을 구분하여 분류할 수 있는 기능 제공
현대자동차	○ 딥러닝 기반 기술 적용을 바탕으로 차선이탈 경보, 후측방 경보 등의 기능이 포함된 고속도로 주행 지원 시스템 개발
디오텍	○ 국내 딥러닝 관련 솔루션 기업으로 의료기기 전문업체에 인수되어 의료 분야 딥러닝 적용 제품 및 서비스 개발 예정

수행주체	인공지능 기술개발 내용
LG전자, SK텔레콤, KT	○ AI 기반 스마트 홈 제어 기술 개발 중
ETRI, 솔트룩스, KAIST, 포항공대	○ 언어를 통해 지식학습이 가능한 엑소브레인 SW개발 중
ETRI, GIST, 포항공대	○ 대규모 영상분석을 통해 영상의 의미를 이해하는 딥뷰W 개발 중
인텔리콘 메타 연구소	○ 법률 검색 서비스에 적용하기 위한 지능형 법률 정보 시스템(i-LIS) ¹⁾ 개발 중

1) i-LIS는 법류의 세계에 수학, 통계학, 컴퓨터 공학, 뇌과학, 인지과학, 감성공학 등을 융합한 지능형 법률 정보제공 서비스 기술임

자료 : 한국지식재산연구원(2017), 인공지능(AI) 기술 및 정책 동향

- 인공지능의 주요 기능을 통해 다양한 분야에서 활용 가능성을 보임
 - **(제조업 분야)** AI의 데이터 분석능력과 시각지능을 통한 공정효율화 및 휴머노이드형 노동 로봇을 활용하여 스마트 공장 가동 추세화
 - 실시간 생산 모니터링 및 이상상태 감시 최적 의사결정을 위한 스케줄링, 자원관리 등이 가능함
 - **(의료 및 바이오 기술분야)** 웨어러블 센서를 통해 다양한 건강정보 데이터, 이미지 인식기술 활용 데이터로 인간에게 최적화된 스마트 헬스 솔루션 제공 가능
 - 맞춤형 진단, 처방 및 치료, 헬스케어, 신약개발, 유전체/단백체 분석 등이 가능함
 - **(국방 기술 분야)** AI 결합 무인기 개발을 통해 조종사 육성비용 절감, 전투력 향상 등 각종 군수 장비들의 자동조작 가능
 - 안보 위해요인의 감시/검출, 조기 경보 및 위게임 시뮬레이션, 전투 로봇 등이 가능함
 - **(교육 서비스 분야)** 교육 데이터 분석으로 학습패턴, 교육방향성 판단으로 적절한 학습방법 제시
 - 개인 맞춤형 교육, 자연어 학습, 통번역 등의 서비스 분야에서 두각을 나타낼 예정
 - **(자동차 기술 분야)** 사물인식 성능으로 자율주행차의 주변인지 가능, 안전 경로 판단 역할 수행
 - **(광고마케팅, 금융, 법무, 회계 등 기술 분야)** 대량의 데이터 분석이 가능하

여 맞춤형 마케팅 실시, 비교적 정형화가 가능한 분야는 AI 기술로 대체

- (환경·생태계) 기후변화의 영향 예측·분석·예보를 위해 AI 기술을 결합한 해결책 마련이 촉구되고 있음
 - AI는 기후문제 해결 및 환경 생태계 보호 등 지구 보호를 위한 환경과학 분야에서 유용하게 활용이 가능함

2) 빅데이터 분야

□ 총괄

- 현재 국내 빅데이터 산업은 초기단계로 기업들이 자사가 보유한 데이터를 바탕으로 빅데이터 서비스 제공을 시작하고 있으며, 포털사, IT업체 및 카드사와 통신사 등이 빅데이터 기술개발을 주도적으로 추진하고 있음
- 빅데이터를 기반으로 내/외부 데이터의 융복합 분석을 수행하고 있으나 규모나 고도화 등 측면에서 해외 기업과 비교 시 미흡한 수준

□ 활용분야별 기술동향

- (삼성SDS) 제조, 물류 등 다양한 서비스에 활용될 수 있는 데이터 분석 솔루션 ‘브라이틱스(Brightics)’의 ‘실시간 생산시설분석’, ‘물류 리스크 모니터링’ 등을 통하여 고객사들의 생산성을 향상시킴
- 이 솔루션을 통하여 국내외 법인 간 물류 효율화에 적용해 생산성 증대에 활용하고 있으며, 다수의 기업들이 품질관리 등에 해당 솔루션을 활용하고 있음
- (SK텔레콤) 국내 최대 이동통신 사업자가 보유한 강점으로 유동 인구와 지리 정보, 소비 업종 및 상품 판매 현황을 종합적으로 분석하여 상권 분석 및 타겟 마케팅 지원 서비스가 가능한 ‘지오비전(Geovision)’을 개발하고 제공하고 있음
- (신한카드) 빅데이터 분석 기반 고객 라이프 스타일 분류
- 월 평균 승인 2억건과 2,200만명 고객의 빅데이터 분석을 바탕으로 소비패턴에 따라 남녀 각각 9개씩 18개의 생활방식을 도출해 새로운 상품체계인

‘코드나인’을 출시함



출처 : SK경영경제연구소, 빅데이터 분석의 국내외 활용 현황과 시사점

[그림 2-43] 신한카드의 빅데이터 분석 기반 고객 라이프 스타일 분류 ‘코드나인’

3) AR/VR 분야

□ 정의

- **(가상현실, VR)** 컴퓨터를 이용하여 특수한 환경, 상황을 만들어 그것을 사용하는 사람이 실제인 것처럼 느끼며, 상호작용할 수 있도록 만들어주는 인간과 컴퓨터 간의 인터페이스를 뜻함
 - 가상현실의 핵심적인 요소는 환경의 리얼리티를 의미하는 ‘몰입감(Immersion)’과 가상현실 체험자가 얼마나 가상현실 환경과 상호작용할 수 있는지를 의미하는 ‘현실감(Presence)’이 핵심 이슈임
- **(증강현실, AR)** 가상현실 기술 중 하나의 분야에서 파생된 기술로서 현실의 정보에 가상 정보를 합성하여 사물이나 영상정보를 증강시키는 기술임
 - 가상정보는 현실시야를 보조하는 수단으로 활용되며, 가상정보는 실제하는

이미지처럼 보이도록 하는 기술임



출처 : 한국산업기술평가관리원(2017), 산업융합을 통한 VR·AR 발전전략

[그림 2-44] 가상현실(VR)(좌) 및 증강현실(AR)(우)

□ 기술동향

- 삼성전자는 갤럭시 S8과 함께 신규 모바일 VR단말기인 ‘Gear VR2’를 출시함



출처 : K-BENCH(<http://www.kbench.com>)

[그림 2-45] 증강현실을 활용한 삼성전자의 ‘Gear VR2’

- ‘Gear VR2’는 독립적으로 작동하는 오쿨러스, HTC 바이브와 달리 갤럭시 스마트폰을 본체에 끼워 동영상 감상과 게임 등의 콘텐츠를 즐길 수 있음
- 3D Depth 센서를 내장해 내부 포지셔널 트래킹과 손동작 컨트롤 기능을 지원하고 아이트래킹을 통해 시선기반 기술이나 화면 해상도, 반응속도를 전반적으로 향상 시킬 것으로 예상함

- 향후 출시될 ‘Gear VR3’에서는 ‘혼합현실(가상현실과 증강현실을 겸용)’을 지원하여 모바일 단말에 3D Depth 센서를 내장해 내부 포지셔닝 트래킹을 지원하고 가상현실과 증강현실을 수시로 오갈 수 있는 기능을 제공할 예정임

4) 지능형 로봇 분야

- 우리나라의 지능형 로봇의 기술 수준은 미국, 일본, 유럽에 이어 세계 4위 수준으로 보고되고 있음
- 그 중 로봇지능 기술의 경쟁력이 가장 약한 것으로 나타났으며, 로봇지능 분야의 경쟁력 강화를 위해서 로봇지능 기술에 대한 지속적인 연구개발 투자가 절실히 필요함
- 선진국의 경우 국가 차원의 연구개발 투자를 통하여 로봇지능 기술의 우위 확보에 노력하고 있음
 - (미국) National Robotics Initiative(NRI) 프로그램을 통해 인간 협업(Co-Robot)의 관점에서 로봇지능 원천기술에 대한 개발 진행함
 - (EU) FP7-ICT의 Challenge-2 Programme, Horizon-2020의 ICT 및 FET(Future and Emerging Technologies) 분야를 통해 로봇지능 원천기술 개발 진행함
 - (일본) 로봇산업의 전략수립을 위한 ‘로봇혁명실현협회(’14)’의 ‘로봇신전략’에서 차세대 기술로서의 로봇지능을 핵심분야로 설정함

5) IoT(사물인터넷) 분야

- 국내 주요 통신기업 3사의 IoT 네트워크 시장을 선점하기 위한 노력을 기울이고 있음
- SK텔레콤의 경우 ‘하이브리드 전략’을 추진 중에 있으며, 이는 LTE-M과 LoRa 네트워크를 모두 제공함
- KT의 경우 LTE-M을 제공함과 동시에 LG U+와 공동으로 NB-IoT(Narrow Band IoT) 추진하여 투트랙 전략을 전개함

<표 2-24> 국내 주요 통신기업 3사의 IoT 네트워크 제공 현황

구분	KT	SKT	LG U+
IoT 네트워크 구축 현황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2016년 3월 LTE-M 전 국망 상용화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2016년 3월 LTE-M 전 국망 상용화 ○ 2016년 3월 LoRa 전 국망 구축완료 ○ LTE-M과 하이브리드형 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2016년 3월 LG이노텍과 LTE-M 통신 모듈 개발 발표
향후 계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소물인터넷 기반 ‘콜드체인’ 서비스 출시 ○ NB-IoT 생태계 구축에 1,500억원 투자 계획 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2016년 연말까지 실시간 주차공유 등 총 20개 신규 서비스 출시 ○ 2년간 1천억원 이상 직접 투자단행 예정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2017년 NB-IoT 전국망 설치 예정 ○ Huawei와 NB-IoT 오픈플랫폼 공개 예정
기타	<ul style="list-style-type: none"> ○ Telt/테크플렉스/AM텔레콤 등과 모듈 개발 ○ LTE-M 모듈 10만개 무상 배포 	<ul style="list-style-type: none"> ○ H/W 제조사, Service 개발사 등 150개 파트너사 확보 ○ LoRa 모듈 10만개 무상 배포 	-

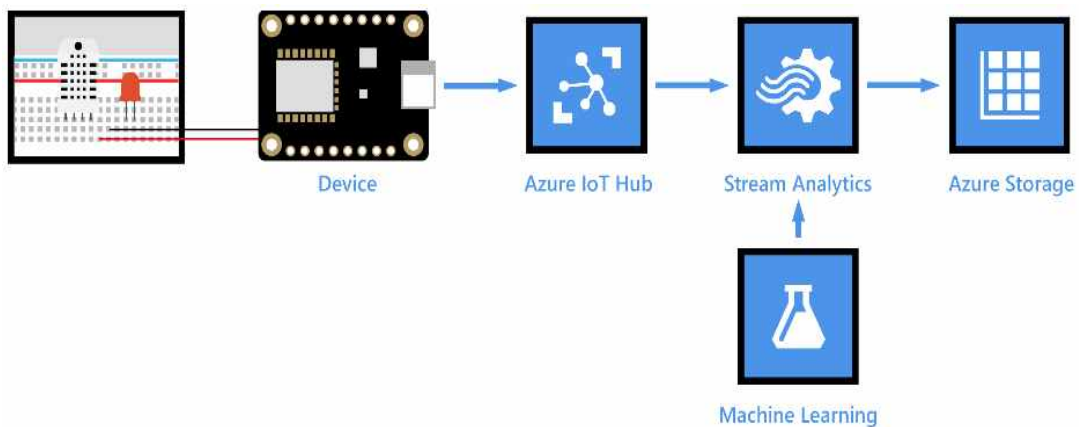
출처 : Hello T(<http://www.hellot.net>)

주 : ROA Consulting

나. 국외

□ 미국

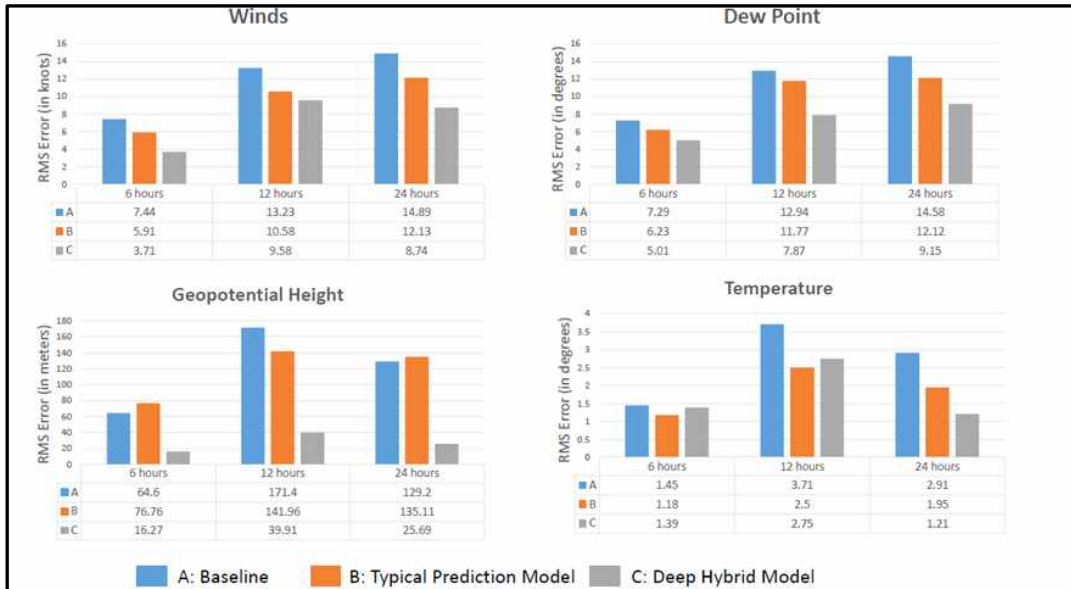
- 세계 인공지능 생태계는 스타트업과 글로벌 IT기업(IBM, Google 등)을 중심으로 빠르게 형성 중이며, 미국은 세계 인공지능 생태계 조성을 선도하고 있음
 - ※ 미국 내 400여 개의 AI 스타트업이 등장하였으며, 이는 전 세계 AI 스타트업 중 대략 50% 수준에 해당함
- (마이크로소프트) Azure IoT Hub에서 온도 및 습도 데이터를 받아 Azure Machine Learning을 이용하여 강우 확률을 예측하는 일기 예보 모델 개발
 - Machine Learning으로 신속하게 예측 모델을 만들고 분석 솔루션을 배포할 수 있는 클라우드 예측 분석 서비스



자료 : Microsoft Azure 홈페이지

[그림 2-46] Azure Machine Learning의 프로세스

- (마이크로소프트) ‘Deep Hybrid Model’은’15년 마이크로소프트에 의해 개발된 기상 예측 모델로 주요 기상 변수의 영향과 과거 데이터를 고려하여 미래의 기상 변화를 예측 하는 모델임



Time Step	Model	RMS Error (in knots)		
		X	Y	Overall
6 hours	Deep Hybrid Model	2.29	1.33	1.81
	Kapoor et al. 2014	3.94	2.16	3.05
	NOAA	3.18	3.44	3.31
12 hours	Deep Hybrid Model	4.44	2.59	3.56
	Kapoor et al. 2014	5.03	3.93	4.48
	NOAA	5.13	4.34	4.88
24 hours	Deep Hybrid Model	6.57	3.82	5.19
	Kapoor et al. 2014	8.93	5.24	7.08
	NOAA	8.79	6.37	7.58

자료 : A Deep Hybrid Model for Weather Forecasting, 2015

[그림 2-47] 미국 마이크로소프트의 Deep Hybrid Model 결과요약

- 미 대륙 60개 고층대기 관측소의 관측자료에 AI기술을 적용하여 24시간 예측모델을 개발
- 바람, 이슬점, 지위고도, 기온에 대한 24시간 이내 예보에 있어 미대기해양청(NOAA)의 현업모델보다 우수한 성능을 보임

- **(IBM)** AI를 학습시킬 자체 빅데이터 부족을 해결하고자 웨더컴퍼니* 인수 및 AI, 드론, 클라우드 플랫폼을 통한 기상정보 수집·예보 기반 구축
 - 인공지능 왓슨: 미세먼지 예측모델 결과를 바탕으로 AI의 과거 자료 학습을 통한 최적의 예측(안)제시→예보관이 검토 및 최종 판단하여 예보
 - 클라우드 플랫폼: SNS 소셜 미디어 채팅 내용을 실시간으로 분석하여 기상 정보와 결합, 고객사에게 분석된 내용 제공
 - 드론: 드론 운영사업자 및 조종자를 대상으로 비행 지역의 실시간 기상 정보(온도·기압·구름 등)를 드론 내비게이션 어플리케이션에 구현하여 드론의 안전 비행을 지원, 자율비행의 효과 제고

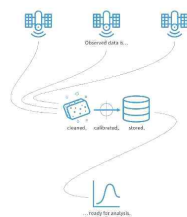
* 웨더컴퍼니: 전 세계 기상 데이터, 약 300여 명의 기상 전문가, 뛰어난 빅데이터 알고리즘 보유, 일 평균 스마트폰 약 4천만대, 항공기 5만대로부터 생성되는 30억 건의 데이터 분석 가능

○ 곡물 수확량 예측 시스템 개발(USDA, Descartes Lab('15))

- 기상위성 Landsar MODIS의 위성사진을 딥러닝으로 분석하여 농산물의 수확량을 정확하게 예측하는 시스템을 개발함
 - Descartes Labs는 신경망과 클라우드 컴퓨팅을 활용하여 주간 단위의 수확량을 예측함

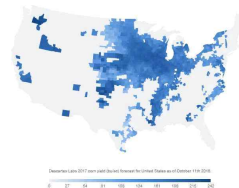
A platform for geospatial science

The Descartes Labs Platform is the missing link in making satellite imagery useful. We collect data daily from public and commercial imagery providers, clean it, calibrate it, and store it in an easy-to-access file system, ready for scientific analysis.



State and County Level Forecasts

Descartes Labs releases a weekly forecast for every corn and soy producing state and county in the United States. This visibility is unprecedented. USDA NASS provides monthly forecasts at the national level and for select states. With Descartes Labs, you can see your county's end of year yield months in advance of the final January production report.



자료 : 미국 descartes labs 홈페이지(<http://www.descarteslabx.com>)

[그림 2-48] 미국 곡물 수확량 예측 시스템 개발시스템

○ IoT를 활용한 농작물과 기상 측정(Arable / 2017)

- 농작물의 품질과 날씨를 예측할 수 있도록 돕는 펄스포드 개발을 통해 강수량, 수분 요구량, 미세 기후 등을 측정할 수 있는 태양광 센서 부착
 - 셀룰러, Wi-fi, 블루투스 등의 연결장치가 있어 클라우드로 실시간 전송 가능



자료 : 미국 Arable 홈페이지(<http://www.arable.com>)

[그림 2-49] 사물인터넷 활용 농작물 및 기상측정

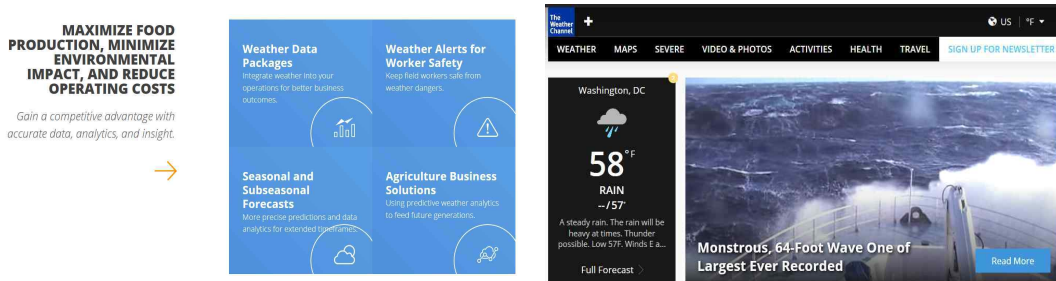
○ 빅데이터 분석회사 인수를 통해 농업의 디지털화(Monsanto)실시

- 전미 250만개소의 기상측정데이터, 1,500억개의 토양관측데이터, 종자·농약의 품종개선데이터 등을 기본으로 한 농가, 농장 경영자에게 제공
 - IoT화 된 트랙터는 영향예보 시스템화

※ ‘3시간 후 비가 내릴 가능성이 높으니 작업은 다음으로 합시다.’ 등의 코멘트 송신 가능

○ 실시간 일기예보 서비스 제공(IBM / 2017)

- IoT를 이용한 실시간 일기예보 서비스 제공(IBM&Weather company)
 - 소비자 및 기업에 정확한 맞춤형 날씨 데이터를 제공함(Wether API, Business Solution Division, The Weather Channel 등)으로써 의사결정에 도움이 되며, 날씨 및 도로 상태에 대한 주요정보를 포함하는 새로운 운영대시보드를 적용하여 운송경로나 작업장의 생산성 최적화에 도움

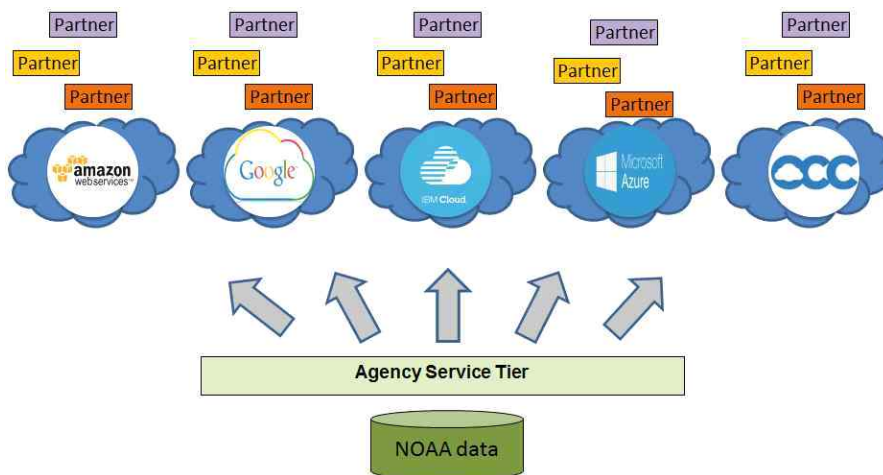


자료 : 미국 실시간 일기예보 서비스(<http://business.weather.com/>)

[그림 2-50] 사물인터넷을 통한 실시간 일기예보 서비스 제공

○ 국립해양대기처의 빅데이터 기반예측 시스템

- 매일 35억건의 측정 데이터를 지난 50년 동안 다뤄왔으며, 기상데이터 활용을 위한 기후데이터 계획('14)을 수립함
 - 기업의 의사결정 프로세스나 응용 소프트웨어, 제품, 서비스 고도화를 목적으로 대형 클라우드 기업*과 제휴하여 2015년 BDP(Big Data Partnership) 시작
- * 구글, 아마존웹서비스(AWS), IBM, 마이크로소프트, 오픈 클라우드 컨소시엄(Open Cloud Consortium, OCC)



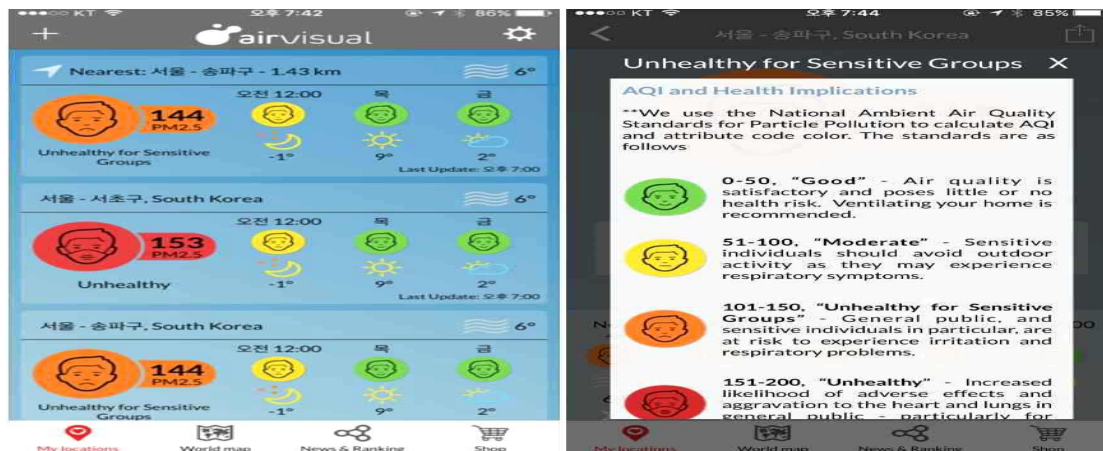
자료 : 2016 NOAA Chief scientist's Annual Report, <http://www.betanews.net/article/642099>

[그림 2-51] NOAA BDP의 데이터 연합 컨셉

○ 세계대기오염조사기관(Air Visual)

- ‘공기 질 측정값’에 대한 빅데이터를 활용하고자 각국의 환경, 컴퓨터 공학, 디자이너가 협업하여 설립함
 - 빅데이터 기반의 프로그램 개발을 통해 각국 대기오염 물질의 경로를 보여주는 3D지도 제작
 - 자사 앱을 활용한 공기질 측정값과 비교순위 등을 무료로 공개 중

※ 2016년부터는 개인 공기 질 측정기인 ‘노드(node)’를 판매하여 정보 수집 중 (이는 에어 비주얼 빅데이터 재료로 활용됨)



자료 : 한국기상산업진흥원(2017), 기상·기후 신기술동향(II)

[그림 2-52] Air Visual 미세먼지 상태 결과 및 AQI 기준

- (Track & Compare) 한 눈에 선호하는 실내 및 실외 지역의 모니터링 가능
- (Plan ahead) 72시간 동안의 날씨와 공기 오염에 대한 예측가능
- (Explore) 주변지역 및 전 세계의 공기 오염 발견
- 대기오염 측정자료 및 위성 영상, 미국의 기상자료 등의 빅데이터를 기초로 실시간 오염도 안내와 머신/딥 러닝 기술을 이용해 사흘 동안의 미세먼지 오염도 예측을 실시
 - 우리나라를 비롯한 중국, 일본, 미국 등의 8,000개 이상 측정소로부터 대기오염 빅데이터 측정 자료를 수집하여 예측 수행

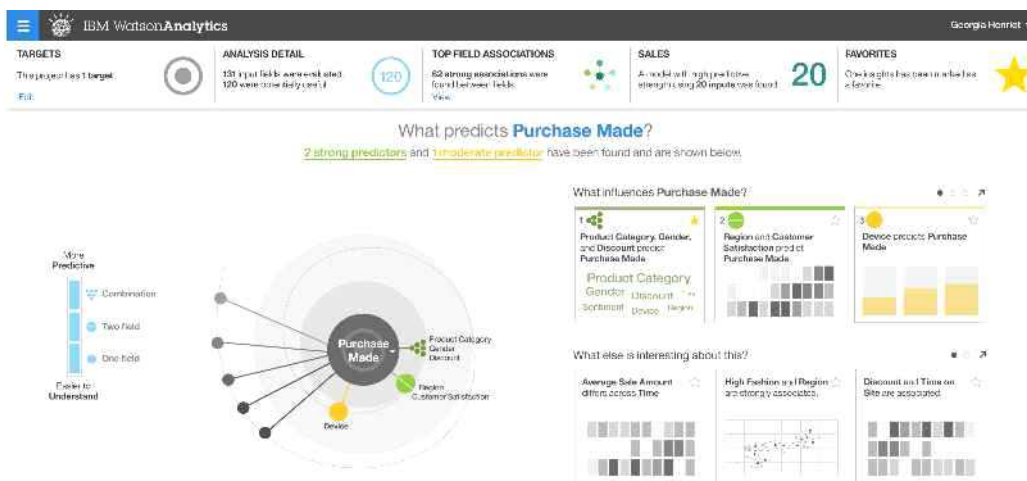
○ IBM의 웨더컴퍼니를 통한 기상정보 활용

- AI를 학습시킬 자체 빅데이터 부족을 해결하고자 웨더컴퍼니*를 인수, 기상 예측용 왓슨 애널리틱스** 플랫폼을 통해 기업 운영과 비즈니스 의사결정에 기상정보를 적용함

- 웨더 컴퍼니는 드론 내비게이션 스타트업인 에어맵과 협력하여 드론 조종자들에게 기상정보를 실시간 제공할 계획임

* (웨더컴퍼니) 전 세계 기상 데이터, 약 300여 명의 기상 전문가, 뛰어난 빅데이터 알고리즘 보유, 일 평균 스마트폰 약 4천만대, 항공기 5만대로부터 생성되는 30억 건의 데이터 분석 가능

** (왓슨 애널리틱스) 자연어 처리 기술을 기반으로 제공되는 인지 서비스로, 스마트 기기를 통해 즉각적으로 접근할 수 있도록 해주는 최첨단 예측 서비스



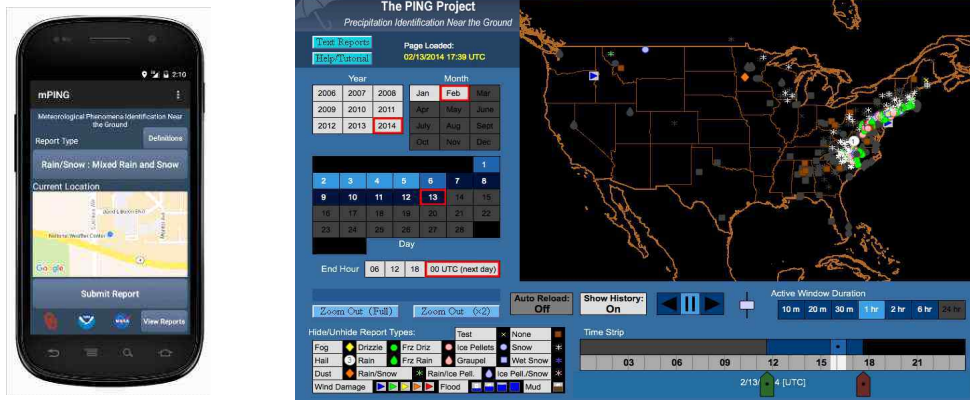
자료 : 한국기상산업진흥원(2017), 기상·기후 신기술동향(II)

[그림 2-53] IBM의 왓슨 애널리틱스

○ 국립재해기상연구소(NSSL)의 사물인터넷 활용 기상정보 서비스

- 토네이도, 집중호우를 비롯한 악기상에 대한 연구 및 예측모델을 개발하고 있음
 - 겨울철 비, 강수, 결빙 등을 앱으로 측정하여 레이더 탐지와 비교해 강수량 패턴을 결정하는 mPing* 프로젝트 진행 중

* mPing : Meteorological Phenomena Identification Near the Ground



자료 : 한국기상산업진흥원(2017), 기상·기후 신기술동향(II)

[그림 2-54] mPing앱 화면 및 East Coast의 주요 겨울동안 보고서

- 렌셀러 폴리테크닉 대학교는 조지 호수(Lake George)환경 모니터링을 위한 새로운 모델 개발 프로젝트 ‘Jefferson Project’ 수행 중
 - IBM Research, The Fund for Lake George와 협력하여 IoT 기술을 바탕으로 수중센서 네트워크로부터 데이터를 수집·분석하는 컴퓨팅 플랫폼을 구축함
 - 스마트 센서 플랫폼 구축으로 슈퍼컴퓨터 및 연구자들과의 연결 완료
 - 생태 환경에 대한 이해도 및 현안 파악에 활용하고 있음



자료 : 한국기상산업진흥원(2017), 기상·기후 신기술동향(II)

[그림 2-55] 스마트 센서 네트워크 및 구축된 센서 현황

- 세계 최대의 기상정보회사인 웨더뉴스는 자사의 클라우드 소싱 날씨정보 앱인 웨더뉴스 터치의 기능 향상을 위해 스마트폰 자체 센서인 웨더비콘(WxBecon)*을 개발하여 도입함
 - 미국 소셜 기상 회사 웨더몹의 애플리케이션 사업을 인수하여 SNS로 실시간 기상정보 제공
 - * 웨더비콘(WxBeacon): 기온, 기압, 습도 등의 변화를 감지하여 자동으로 웨더뉴스 클라우드에 업로드 시키는 기상 측정장치
- 네타트모(Netatmo)는 ‘웨더스테이션’이라는 가정용 내·외부 센서 디바이스 개발을 실시함
 - 해당 디바이스는 기온, CO₂ 오염도, 습도, 강수 등의 수집 정보를 모바일 어플 상에서 다양한 행동을 추천해주는 기능 제공
 - 사용자가 더 쾌적한 실내 환경을 조성하도록 하고 외부에 나갈 때 상황에 맞는 옷차림 등에 대한 대비가 가능함



자료 : 한국기상산업진흥원(2017), 기상·기후 신기술동향(II)

[그림 2-56] 웨더스테이션 측정 결과 및 제품 디자인

- 아마존은 빅데이터를 기반으로 ‘예측 배송’ 서비스를 실시할 계획
 - 빅데이터 분석을 이용한 고객 이해와 구매 추천과 더불어 ‘예측 배송’ 서비스를 출시하기 위해 2013년 12월 고객이 구매하기 전에 배송을 준비하는 ‘예측 배송’ 서비스에 대한 특허를 취득하였음
 - 이는 고객의 구매 여부가 불확실한 상황에서 고객 주소지 근처의 물류창고로 배송을 시작하는 것으로 경쟁 업체들과 비교하여 차별화된 서비스임

Ship Before They Buy



Amazon.com plans to ship you things before you even buy them. Using predictive analytics, the online retailer will guesstimate your next purchase.

출처 : SK경영경제연구소, 빅데이터 분석의 국내외 활용 현황과 시사점

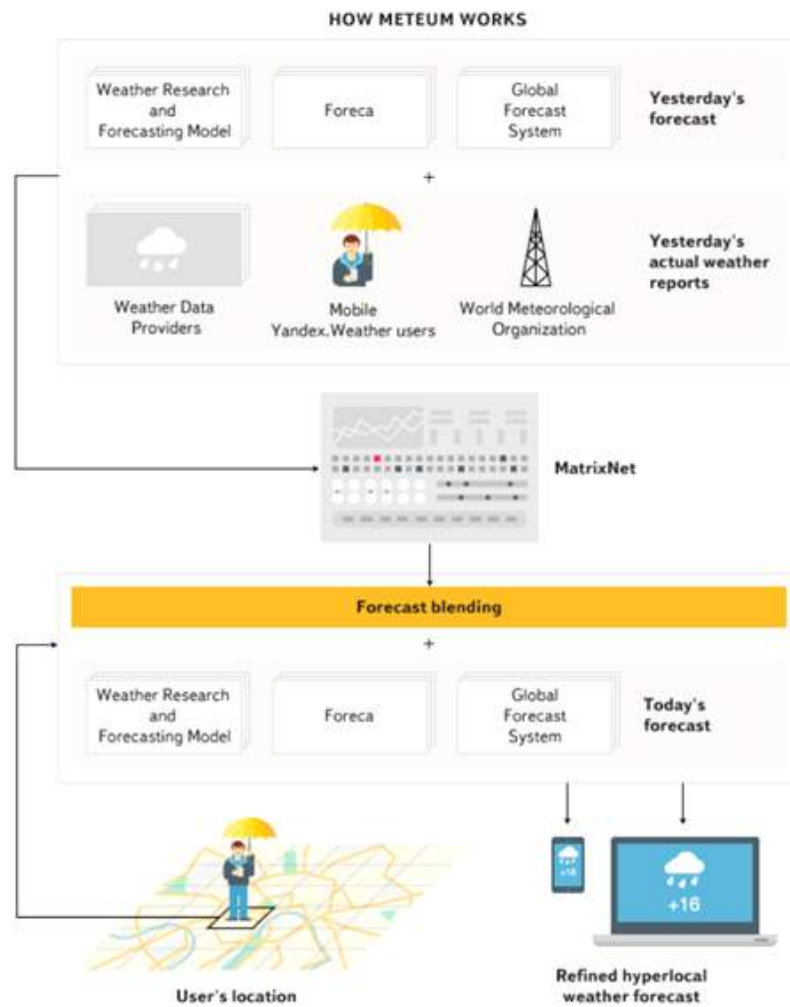
[그림 2-57] 아마존의 빅데이터 기반 '예측 배송' 서비스

□ 러시아

○ (얀덱스) Meteum

- 러시아 최대 IT기업인 얀덱스(Yandex)는 '15년 말부터 독점적인 일기 예보 기술과 기계학습기술을 활용한 초공간 기상예보(Hyperlocal weather forecast)의 시범서비스를 시행함
 - 일기 예보를 계산하기 위하여 방대한 양의 데이터를 수집한 후, 전통적인 기상 모델을 사용하여 초기 데이터를 처리 한 다음, Yandex의 기계 학습 기술인 Matrix Net을 사용하여 중간 결과를 처리함
 - 또한, Meteum은 사용자가 Yandex의 Weather 웹 및 모바일 서비스를 통해 문의하는 내용을 실시간으로 반영하여 새로운 예측을 계산함
 - 이러한 작업의 결과로 새로운 기후 예측에 대한 자연환경요소의 고려를 없애주며, 모델의 정확도를 높이는데 기계학습 기능을 집중시킴
- 현재 러시아의 도시 내 개별 빌딩에서의 날씨정보를 포함하여 36개 지역에서 시범 서비스 중이고, 다른 지역이나 국가로 확장할 예정임

- Yandex는 이 기술을 활용하여 'Yandex For The Media'라는 서비스를 실시중이며, 이는 ‘자동화 된 정보기관’으로 사용자에게 교통체증 및 날씨에 관한 정보를 실시간으로 제공함
- 기존의 날씨 및 도로 교통 서비스에 대한 콘텐츠를 추출한 다음 특수 알고리즘을 사용하여 올바른 형식의 콘텐츠를 제공함



자료 : 기상청(2016), 기상분야 인공지능기술 RnD 로드맵(안)

[그림 2-58] 러시아 안덱스의 Meteum 서비스 개요

□ 영국

- 재해매니저(Hazard Manager) 개발
 - 지역 재해 대응 부서에 기상 정보와 관련된 탄력적인 웹포털 서비스 제공을 통해 기상 이벤트 전후 정보에 입각한 의사 결정이 가능하도록 함
 - 다양한 기상관측 정보와 예측서비스를 제공하며 특히 날씨 이벤트를 지원하기 위한 맞춤형 콘텐츠 제공
- 날씨 시각화 시스템 제공
 - ‘Visual Cortex’를 통해 기상 캐스터화 대중의 일기예보 경험을 향상함
 - 컴퓨터 하드웨어의 새로운 기술과 시각효과를 결합하여 최고 품질의 시각화 제공
 - 소셜 미디어를 통해 기상요소, 인구 통계 등 다양한 자료를 추가한 사용자 제작 콘텐츠 생산 가능
- 꽃가루 예측 서비스 제공
 - 영국의 꽃가루 관측 모니터링을 실시하여 대기 생물학 연구센터, Pollen UK 기관들의 전문 지식을 결합하여 꽃가루 철 알레르기 및 환자들을 위한 정보 생산

□ 독일

- 인공지능을 활용한 신재생에너지 그리드 실현
 - 자연의 자원을 이용한 48시간 이후의 신재생에너지 산출량을 머신러닝 프로그램(EWeLINE)을 통해 실험
 - 풍력발전 터빈의 스피드와 태양광 패널 센서 등을 측정된 데이터 수집
 - 레이더, 위성, 지상 기상관측소에서 얻을 수 있는 대기 관측 자료를 이용하여 향후 이들의 에너지산출량 예측 가능

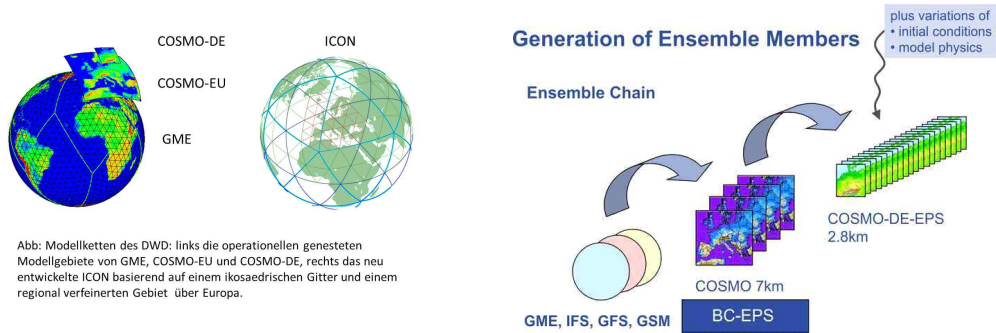
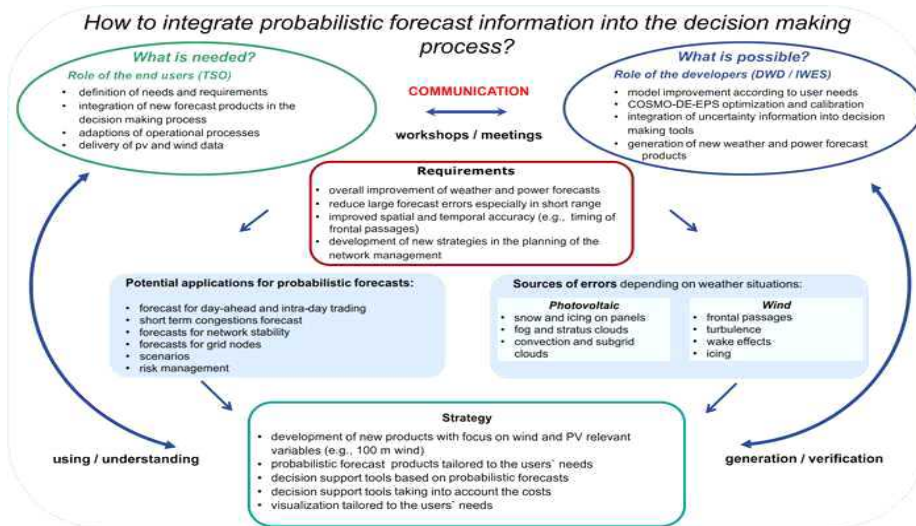


Abb: Modellketten des DWD: links die operationellen genesteten Modellgebiete von GME, COSMO-EU und COSMO-DE, rechts das neu entwickelte ICON basierend auf einem Ikosaedrischen Gitter und einem regional verfeinerten Gebiet über Europa.



Skizze der erforderlichen Kommunikationswege und Arbeitsabläufe zur Etablierung von Verfahren zur Nutzung von Ensemblevorhersage-Systemen (EPS). Quelle: DWD

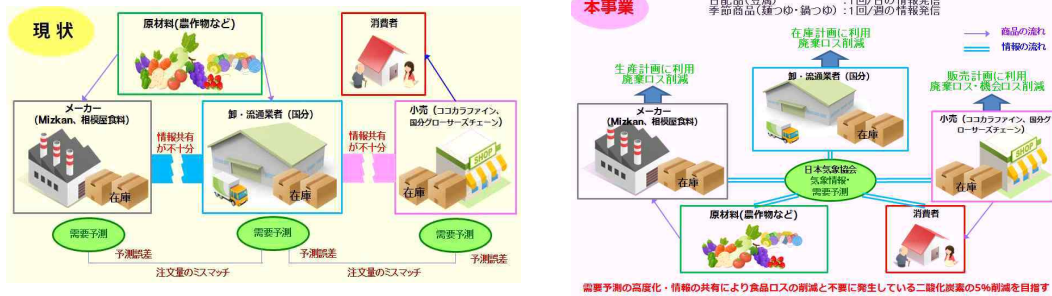
자료 : 독일 머신러닝 프로그램 홈페이지 (<http://projekt-eweline.de/en/project.html>)

[그림 2-59] 독일 신재생에너지 그리드

□ 일본

○ 기상정보를 활용한 물류 프로젝트 실시

- 제조·운송·판매 부분에서 POS데이터, 매장 등의 빅데이터와 고도화된 기상 정보를 이용한 수요예측 시스템 개발
 - 기상감응도가 높은 전 상품에 대해 전국적으로 확대하여 면적 수요예측을 통한 물류 최적화 기대
 - 쓰유(일본식 맛간장)는 기상 상황에 따른 상품 수요예측을 통해 식품 손실 40% 저감(2014년) 및 재고 약 20% 저감(2015년) 달성

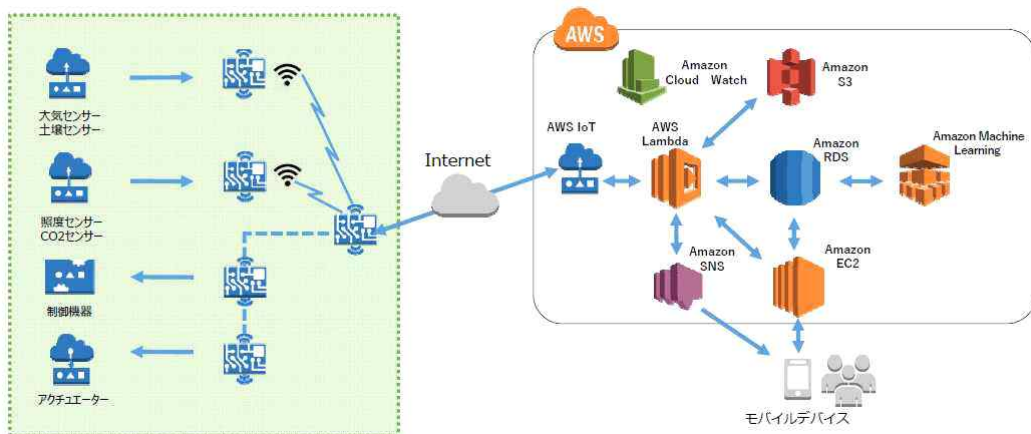


자료 : 일본 기상협회 홈페이지(<http://www.weekly-net.co.jp/logistics/post-13299.php>)

[그림 2-60] 기상 정보활용 물류프로젝트(일본 기상협회)

○ ICT를 이용한 스마트 농업(정보통신심의회)

- 농가의 경험을 데이터화하여 재현성을 높이고, 기상데이터를 시간·일 단위로 세분화하여 접목
 - 농지에 센서를 설치하여 기온, 일조량, 토양상태 등의 데이터를 수집·분석할 수 있는 환경을 정비함
 - 기상데이터 등의 관련 데이터를 외부에서 실시간으로 받아 전반적 분석을 통해 고부가가치제품 재현성이 높은 생산방법 확립

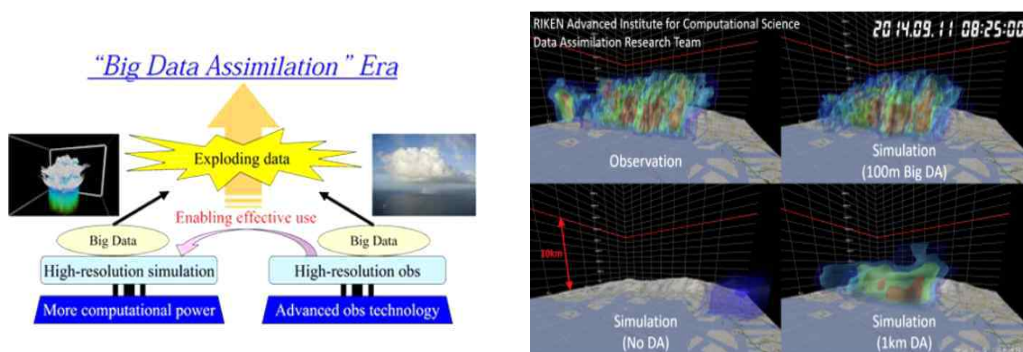


자료 : 일본 정보통신심의회(http://www.soumu.go.jp/main_content/000461289.pdf)

[그림 2-61] 일본 스마트농업 시스템 구성도

○ 이화학연구소의 빅데이터 기반의 예측 시스템

- 이화학연구소(RIKEN)은 일기예보 시뮬레이션 정밀도 향상을 목적으로 ‘슈퍼컴퓨터 K’*를 이용한 게릴라 호우 예측 방법 개발
 - 이 연구의 목표는 위상 배열 기상 레이더, 차세대 정지 궤도 기상 위성 및 세계 유수의 10-Peta-Flops K 컴퓨터 등의 일본 차세대 기술과 빅데이터를 최대한 활용하여 빅데이터 동화 기술의 혁신을 이루는 것임
 - 향후 실용화를 위한 데이터 전송과 계산 고속화 등을 극복하고 방법을 진화시켜 초고속 초정밀 일기예보를 가져올 것을 기대함
- * K컴퓨터(K computer, 京)는 10.51 페타플롭스의 속도이며 이는 1초에 1경회(1경은 1조의 1만배)의 연산을 할 수 있는 능력을 보유
 - BDA 프로젝트*를 통해 기상레이더, 차세대 정지 기상 위성, 슈퍼컴퓨터 K를 포함하는 차세대 기술로부터 빅데이터를 활용하는 ‘빅데이터 동화’의 혁신 추구
- * JST(일본 과학기술진흥지구)가 지원, 이화학연구소가 주축으로 5년간(2013~2018) 추진되는 프로젝트로 첨단레이더 관측 데이터를 이용하여 국부지역의 호우 발생을 주로 예측함
- 해당 기술을 통하여, 재해 예방 및 완화에 중요한 단거리 기상예측이 가능하며, 이전에는 파악하기 힘들었던 적운 구름에서의 공기흐름을 예측할 수 있음



자료 : 한국기상산업진흥원(2017), 기상·기후 신기술동향(II)

[그림 2-62] 이화학연구소 BDA프로젝트 디자인 및 뇌운분포

□ 중국

- 기상관련 질병지수 제공 예정(중국 기상국)
 - 지역 환경 및 기상 관련 빅데이터를 사용한 호흡기질환, 피부 알레르기와 같은 질환을 유발하는 기상현상의 발생 가능성 정보 제공
- 근우주(near-space) 태양전지 드론 테스트 예정(중국항공우주동력기술연구원)
 - 항공조기정보/경찰, 재해감시, 기상관측, 통신 분야에 활용 가능
 - 해당 드론은 20~30km 상공을 150~200km/h 속도로 비행하며, 위성보다 저렴하고 다양한 활용성, 유지가 쉬운 장점이 있음



China's self-made large drone CH-5 on the 11th China International Aviation & Aerospace Exhibition in Zhuhai, Guangdong Province on November 2, 2016. /CFP Photo

자료 : CGTN 홈페이지(https://news.cgtn.com/news/3d41544e31496a4d/share_p.html)

[그림 2-63] 주하이 에어쇼에 전시된 중국 자체제작 드론 CH-5

- 기상빅데이터 +ABC를 통한 새로운 기상비전 확장(중국기상국)
 - 중국기상네트워크와 바이두(Baidu) 간의 클라우드 전략 합의

※ +ABC는 Ai, Big data, Cloud Computing(바이두)의 결합을 의미

- 정유산업에서의 활용예로 지도와 물류라인을 결합하여 최적의 경로를 계획 및 사고를 회피함으로써 전송 효율을 향상시키기 위한 일기예보 가능

2.2.3 기술동향의 시사점

□ (기상) 국내 기상기술력은 선진국에 비해 다소 미흡하나, 영향예보 및 빅데이터 응용 등 융합기술 중심의 새로운 기상서비스를 추진하고 있음

○ 국내 관측장비의 대부분이 지상관측장비인 반면, 미국과 영국은 기상관측 인공위성과 기상 연구용 항공기 등 다양한 기상 관측 장비를 보유함

- 또한, 국내 모델링 기술은 영국의 통합모델링에 의존적으로, 아직까진 독립적인 모델링 기술력을 확보하지 못하였고, 기상 데이터와 다른 분야와의 융·복합 연구가 요구되고 있음

- 따라서 기상산업의 미래를 위해 다양한 관측 장비의 개발, 독립적 기상 모델링 구축 그리고 기상 융·복합 서비스의 연구가 요구되고, 새로운 기상 패러다임인 영향예보 및 기상 빅데이터를 연구·개발해야함

⇒ 현 기상기술체계의 문제를 해결하고, 선도 기술력을 확보하여 미래 기술 시장에서 우위를 점할 수 있는 연구지원과 기상업무의 혁신이 요구됨

□ (4차 산업분야) 국내 인공지능 기술개발은 대기업 중심으로 진행되고 있으며, 인공지능 산업분야는 티핑포인트(Tipping Point)에 있어 기술력 확보가 중요

○ 현재 세계 인공지능 및 빅데이터 등 첨단 ICT 시장은 미국이 선도하고 있으며, 시간이 지남에 따라 극심한 기술차이가 예상됨

- 미국에는 글로벌 IT 대기업들(IBM, Microsoft, Google 등)이 인공지능 및 빅데이터 산업을 주도하고 있기에, 우리나라가 인공지능 시장을 선점 하는데는 무리가 있음

- 따라서 기상기술과 첨단 ICT 융·복합 산업의 연구·개발을 통한 기술력 제고와 기상기술융합 기반의 신제품 및 서비스 개발을 도모해야함

· 해외 첨단 ICT 연구·개발 기업들과의 공동연구나 우수한 전문인력 유치 등을 통해 기술력을 보완할 수 있음

⇒ 기상융합분야 기술 선진국으로 도약하기 위한 다양한 기술개발 및 산업 생태계 조성을 위한 기반 마련이 필요함

□ (미래기상융합기술) 기술 선진국에서는 기상분야에 첨단 ICT융합기술을 적극적으로 융합하고 있으며, 국내에서도 미래기상융합기술 분야 연구가 시급함

- 미국, 러시아, 일본 등 기술 선진국을 중심으로 기상분야에 인공지능과 빅데이터 기술을 적극 활용하고 있고, 이에 따른 기술적·산업적 성과를 도출하고 있음
 - 국내에서도 인공지능과 연관된 빅데이터, 그리고 빅데이터를 생성해내는 사물인터넷(IoT) 디바이스(관측기기)의 초연결, 분석결과에 대해 시각적으로 구현하여 기상서비스를 제공할 수 있는 AR/VR 등 첨단 ICT기술과 기상 산업과의 융·복합 연구를 고려할 필요가 있음
 - 특히, 인공지능은 인간의 정보처리능력을 능가하므로, 기상예보를 위한 지원역할을 담당할 때에 국민의 삶 향상과 기상업무의 효율성 달성 등 막대한 파급력이 도출될 것으로 예상됨
 - IBM의 Watson 및 러시아의 Yandex와 같이 인공지능을 활용한 기상-빅데이터 분석 기술개발을 통한 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발이 필요함
 - 또한, 일본 이화학연구소를 벤치마킹하여 인공지능 및 슈퍼컴퓨터를 활용한 초고속 초정밀 일기예보 기술개발이 요구됨

⇒ 4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 첨단 ICT 융·복합 기술 기반의 맞춤형 기상 서비스 및 초고속 초정밀 기상예보 기술개발이 필요함

⇒ 단순히 해외의 기술수입에 의존하는 것이 아닌 국내 기술력 확보 및 공공 재로써의 실용화(협업화)에 집중할 필요가 있음

2.3 시장(산업)동향

2.3.1 국내·외 기상 시장(산업)동향

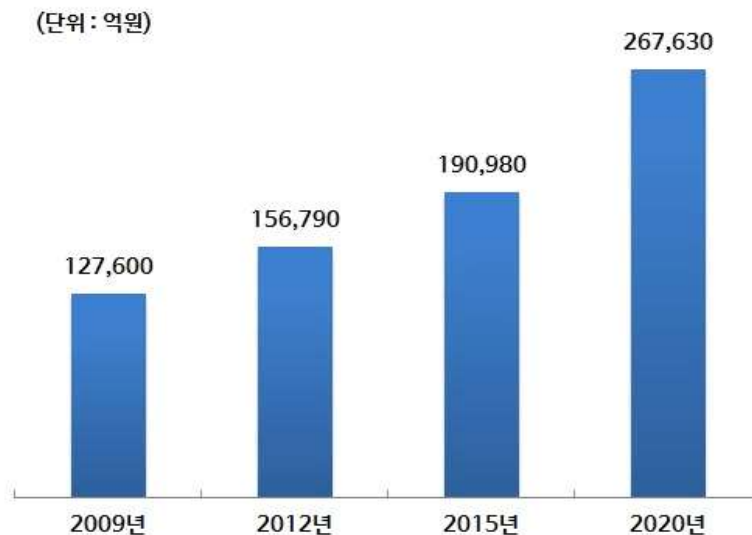
가. 총괄

□ 기후변화 피해에 따른 기상장비 수요증가 및 아시아 시장의 구매력 확대

- 세계 기상산업의 시장규모는 지속적인 성장추세에 있으며, 특히 아시아 권역의 기상장비 수입 증장율이 급증함

※ 세계 기상장비 시장은 150억불('09) → 233억불('20) 확대 예측 / BCC Research Report ('09)

※ 아시아권 수입증가율 연평균('01년 대비 '08년) 25~40%로 급격히 증가(인도 39.9%, 말레이시아 30.1%, 중국 25.4%)



출처 : 기상청(2015), 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

[그림 2-64] 세계기상산업 시장규모 추이

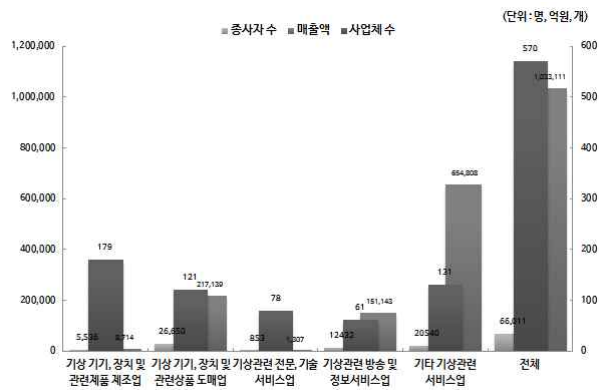
- 이는 기후변화 피해가 집중된 아시아 지역에 세계은행(WB), 아시아개발은행(ADB)의 공적개발원조(ODA) 자금 등이 공급되면서 기상감시시스템에 대한 구매력이 형성되었기 때문임
- 따라서 국내 기상산업의 주력 상품인 기상감시시스템을 중심으로 타겟국가에 대한 마케팅 전략 수립 및 수출지원 체계 고도화 필요
- ※ (WB) 베트남 자연재해관리 사업(1,676억 원, 2013), 네팔 기후회복 전략 프로그램(310억 원, 2013), (ADB) 캄보디아 수자원관리 사업(477.5억 원, 2013), 필리핀 녹색성장 프로젝트(1,712억 원, 2013) 지원

나. 국내

□ 총괄

- 국내 기상 관련 산업분류별 매출액은 3,719억 800만원이며, 사업체 및 종사자 수는 각각 570개와 6만 6,011명으로 나타남

<표 2-25> 국내 기상산업(시장) 총괄



(단위 : 개, 명, 억원)

구분	사업체 수	종사자 수	매출액
기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업	179	5,536	8,714
기상 기기, 장치 및 관련상품 도매업	121	26,650	217,139
기상관련 전문, 기술 서비스업	78	853	1,307
기상관련 방송 및 정보서비스업	61	12,432	151,143
기타 기상관련 서비스업	131	20,540	654,808
총 합계	570	66,011	1,033,111

자료 : 기상청/한국기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태 조사

- 국내 기상 관련 산업분류는 ① 기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업, ② 기상 기기, 장치 및 관련 상품 도매업, ③ 기상관련 전문, 기술 서비스업, ④ 기상관련 방송 및 정보서비스업, ⑤ 기타 기상관련 서비스업으로 분석됨
- 하지만 기상장비의 성장률은 점점 정체하는 경향을 보이며, '12~'14년간 기상 기업의 매출액은 연평균 약 6.7%로 감소하여 2014년 1,186억원으로 조사
 - 공공데이터 개방정책, 신규 기상서비스 개발 부진으로 인하여 기상 서비스업의 매출액은 연평균 약 19%의 큰 폭으로 감소
 - 기상장비업은 주 수요층이 공공분야(기상청, 지자체, 공공기관 등)로 향후 국내 시장 확대 가능성은 낮음
 - 반면, 비기상산업의 기상관련 사업이 연평균 20%의 증가세를 보여 기상정보 활용 및 사업 확장 가능성 확대

<표 2-26> 기상산업 시장규모 현황

(단위 : 억원)

구분		2012년	2013년	2014년	연평균증감율(%)
기상 기업	기상서비스	67.4	77.9	44.4	-18.8%
	기상장비	871.1	1,031.1	824.3	-2.7%
	기타기상	425.3	278.9	317.7	-13.6%
	소계	1,363.8	1,387.9	1,186.4	-6.7%
비 기상기업		299.4	204.0	432.0	20.1%
계		1,663.2	1,591.9	1,618.4	-1.4%

출처: 기상청 2015, 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

- 최근 5년간('10~'14년) 기상기업 수출 누적액은 약 330억 원으로 매년 증가 추세이며 주요 수출 품목은 자동기상관측장비(AWS), 레원존데, 부이 등이 있음
 - 수출 대상은 아시아 지역 및 개발도상국이며, 수출기업은 '10년 대비 '14년 2.4배, 수출액은 4.4배 성장함
 - 하지만, '10~14년 기상장비 수입 누적액은 약 975억 원으로 무역수지가 지속적으로 적자를 기록하는데, 이는 기상장비의 수입 의존도가 높기 때문임

<표 2-27> 기상산업 수출·입 현황

(단위 : 백만원)

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	계
수출액	1,891	2,500	14,536*	5,628	8,401	32,956
수출기업(개)	5	7	6	4	12	34
기업당 수출액	378	357	2,423	1,407	700	969
수입액	14,954	16,754	17,031	19,390	29,430	97,559
무역수지	-13,063	-14,254	-2,495	-13,762	-21,029	-64,603

출처: 기상청 2015, 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

□ 기상산업 사업체 수

- 전체 사업체 수 570개 중 대표업종*에 따라 분류 하였을 경우 ‘기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업’이 31.4%로 가장 높게 나타남
 - ‘기타 기상관련 서비스업’ 23.0%, ‘기상기기, 장치 및 관련 상품 도매업’ 21.2% 등의 순으로 나타남

* 대표업종 : 15개의 전체 세부업종을 5개의 대표업종으로 구분하였음

<표 2-28> 대표 업종별 사업체 분류

(단위 : 개, %/ 기준: 전체사업체)

업종	빈도	비중
전체	570	100.0
기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업	179	31.4
기상 기기, 장치 및 관련상품 도매업	121	21.2
기상관련 전문, 기술 서비스업	78	13.7
기상관련 방송 및 정보서비스업	61	10.7
기타 기상관련 서비스업	131	23.0

자료 : 기상청, 한국기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태조사

□ 기상산업 종사자 수 현황

- 사업체 전체 상시근로자 수는 총 6만 6,011명으로, ‘기상 기기, 장치 및 관련 상품 도매업’이 가장 많은 비중(40.4%)을 나타냄
 - ‘기타 기상관련 서비스업’ 2만 540명으로 전체의 31.1%, 기상관련 방송 및 정보서비스업은 1만 2,432명으로 전체의 18.8%를 차지함

<표 2-29> 대표 업종별 사업체 분류

(단위 : 명 / 기준, 전체사업체)

업종	종사자 수	비중
전체	66,011	100.0
기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업	5,536	8.4
기상 기기, 장치 및 관련상품 도매업	26,650	40.4
기상관련 전문, 기술 서비스업	853	1.3
기상관련 방송 및 정보서비스업	12,432	18.8
기타 기상관련 서비스업	20,540	31.1

자료 : 기상청/국가기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태조사

□ 기상산업 부문 연구소 또는 연구개발 전담부서 보유 여부

- 응답사업체의 18.2%는 기상산업 부문 연구소 또는 연구개발 전담부서를 보유하고 있음
 - ‘기상정보 포털 및 인터넷 서비스업’(50.0%), ‘기상경영 컨설팅업’(44.4%), ‘기상관련 소프트웨어 개발 및 공급업’(41.7%), ‘기상예보서비스업’(40.0%)으로 타 업종에 비해 연구소, 연구개발 전담부서를 많이 보유하고 있는 것으로 나타남

<표 2-30> 기상관련 연구소 또는 연구개발 전담부서 보유 여부

(단위 : 개,% / 기준 : 응답사업체)

업종	보유		미보유	
	빈도	비중	빈도	비중
전체	80	18.2	360	81.8
기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업	28	19.9	113	80.1
기상 기기, 장치 및 관련상품 도매업	4	3.9	98	96.1
기상관련 전문, 기술 서비스업	18	40.0	27	60.0
기상관련 방송 및 정보서비스업	21	42.9	28	57.1
기타 기상관련 서비스업	9	8.7	94	91.3

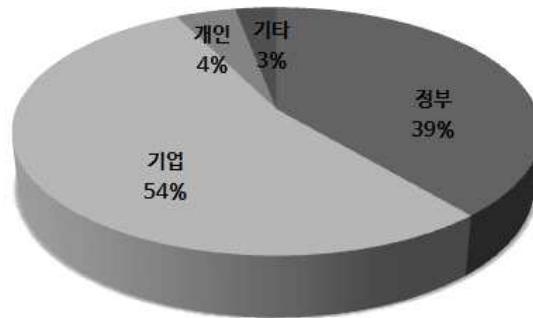
자료 : 기상청/국가기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태조사

□ 기상산업 주거래 대상

- 사업체의 주거래 대상은 기업이 53.2%로 가장 많이 나타났으며, 다음으로 정부(38.4%), 개인(4.3%), 기타(4.1%)순으로 나타남

- 대표 업종별로 살펴보면, ‘기상관련 방송 및 정보서비스업’은 정부의 비중이 55.1%, ‘기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업’은 기업의 비중이 61.0%로 타 업종에 비해 높게 나타남

<표 2-31> 대표 업종별 사업체 분류



(단위 : 개, %/ 기준: 전체사업체)

업종	정부		기업		개인		기타	
	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중
전체	169	38.4	234	53.2	19	4.3	18	4.1
기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업	50	35.5	86	61.0	4	2.8	1	0.7
기상 기기, 장치 및 관련상품 도매업	29	28.4	56	54.9	7	6.9	10	9.8
기상관련 전문, 기술 서비스업	17	37.8	26	57.8	0	0.0	2	4.4
기상관련 방송 및 정보서비스업	27	55.1	19	38.8	2	4.1	1	2.0
기타 기상관련 서비스업	46	44.7	47	45.6	6	5.8	4	3.9

자료 : 기상청, 국가기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태조사

□ 기상산업 매출액 현황

- 기상산업을 영위하는 사업체의 기상산업 부분 매출액은 3,719억 800만원으로 총 매출액의 0.36%에 해당됨
- 국내 기상 산업의 매출액(3,719억 800만원)은 사업체 총 매출액(103조 3,311억원) 대비 0.4%를 차지하는 것으로 나타남
 - 기타 기상관련 서비스업(1,539억 7,400만원)은 기상 산업 전체 매출액 대비 41.4%를 차지하여 가장 큰 비중을 차지함

<표 2-32> 매출액 및 기상산업 부문 매출액

(단위 : 개,%, 백만원)

업종	사업체수	총매출액	기상산업 부문 매출액	
			합계	비중
전체	570	103,311,141	371,908	100.0
기상 기기, 장치 및 관련제품 제조업	179	871,387	134,313	36.1
기상 기기, 장치 및 관련상품 도매업	121	21,713,948	48,895	13.1
기상관련 전문, 기술 서비스업	78	130,710	21,178	5.7
기상관련 방송 및 정보서비스업	61	15,114,260	38,676	10.4
기타 기상관련 서비스업	131	65,480,836	153,974	41.4

자료 : 기상청/국가기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태조사

□ 기상산업 부문 수출입 현황

- 기상산업 부문 수출입을 하는 사업체의 비중은 12.3%이며 수출입을 하지 않는 사업체는 87.7%로 나타남
 - ‘기타 기상 측정 기기 제조업’(23.6%), ‘기상 관련상품 도매업’(20.0%), ‘기상 경영 컨설팅업’(16.7%), ‘기상 관측용 기기 및 장치 도매업’(16.1%)이 타 업종에 비해 수출입을 많이 하는 것으로 조사됨
 - 기상산업 부문 수출액 합계는 117억 5,500만원이며, 수입액 합계는 392억 300만원으로 나타남
 - 기상산업 부문 수출경로는 ‘개별 네트워크 활용’(65.2%)로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 정부지원, 해외 전시회 참여가 각각 17.4%로 나타남

<표 2-33> 기상산업 부문 수출입 현황 및 수출경로



자료 : 기상청/국가기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태조사

다. 국외

- (Intro) 기상산업 분야의 거의 모든 기업이 개인 소유이기 때문에 수익의 원천이나 수익의 창출에 대해 추산하는 것은 어려우며, 시장규모에 대한 통계자료는 논문, 기상전문가 및 컨설팅기업 발표자료, 국내 연구보고서 등에 명시된 규모로 추산됨

□ 미국

- 미국 기상·기후산업의 시장규모는 총 9조 원(8,230 백만 불)으로 추정하고 있음
 - 민간부문 약 5조 6천억 원(5,100 백만 불), 공공부문 약 3조 1천억 원(2,830 백만 불), 학술 부문 약 3,300억원(300 백만 불) 등임(한국기상산업진흥원, 2014)
 - 2014년 5월 미국 기상청에 등록된 기상기업 수는 335개로 2012년 250개와 비교하면 2년 동안 약 34% 증가하였으며, 종사자 수도 11,000명으로 2012년 7,200명 대비 약 54% 증가함
 - 기상·기후산업 종사자는 크게 과학기술 전문 서비스, 정부기관, 교육기관, 방송, 기타 산업분야에 종사하고 있음
 - 민간 기상산업 분야인 과학기술 전문 서비스 분야가 가장 많이 종사하고 있으며, 특히, R&D 서비스 분야와 과학기술 전문 서비스 분야 비중이 상대적으로 높음
 - 미국 GDP의 약 30%가 날씨에 민감한 영향을 받는 것으로 추정되며, GDP의 약 3.4%가 기상에 직접적인 영향을 받는 것으로 추정하고 있음
 - 자연 재해를 제외한 평상시 기상 날씨의 경제적 비용은 4,850억 달러로 추정되며, 이는 날씨로 인한 타 산업에 대한 경제적 파급력을 감안한 수치임

<표 2-34> 미국 기상기후산업 시장현황 분류

미국 기상기후산업 시장현황 분류	
○ 기상측기/ 원격탐사	○ 특수회사(기상 조절, 번개 감지, 윈드 프로파일러, 생명기상 등)
○ 기상예보 서비스	○ 환경 컨설팅 및 엔지니어링(대기질 모니터링)
○ 기상자료/ 그래픽 제공자	○ 기상시스템 개발자, 공급자, 시스템 통합자
○ 기업에 직원으로 고용된 기상전문가	○ 미디어 기상학(지역 TV 기상전문가는 제외)
○ 기상 컨설팅 서비스, 기상과 기후조사/연구	○ 기상위험관리
○ 법 기상학	○ 기상교육

자료 : 한국기상산업진흥원(2014), 글로벌 기상기후산업 정책 및 시장동향 조사

- 기상기후산업 종사자('12년 기준)

- 종사자수 : 11,100명

※ 분야별 종사자 증감 예측 결과, 정부기관 종사자를 제외한 모든 분야 종사자가 증가할 것으로 예측

<표 2-35> 기상기후산업 세부 분야별 종사자 현황 및 증감 예측

(단위 : 천명)

	2012년	2022년(예측)	증감
합 계	11.1	12.2	1.1
○ 자영업자	0.2	0.2	0
○ 급여자	10.9	12.0	1.1
1. 운송 및 저장	0.1	0.1	0
- 항공 운송	0.1	0.1	0
2. 정보	0.9	0.9	0
- 방송(인터넷 제외)	0.9	0.9	0
3. 과학기술 전문 서비스	4.0	5.0	1
- 공학 서비스	0.2	0.2	0
- 컴퓨터 시스템 디자인 및 관련 서비스	0.1	0.1	0
- 과학기술 컨설팅 서비스	0.1	0.1	0
- R&D 서비스	2.0	2.3	0.3
- 기타 과학기술 전문 서비스	1.7	2.3	0.3
4. 기업경영	0.1	0.1	0
5. 교육기관	2.2	2.4	0.2
- 대학, 전문대학원(공립)	2.1	2.3	0.2
- 대학, 전문대학원(사립)	0.3	0.4	0.1
6. 정부기관	3.6	3.4	-0.2
- 연방정부기관	3.3	3.1	-0.2
- 주정부기관	0.3	0.3	0

자료 : 한국기상산업진흥원(2014), 글로벌 기상기후산업 정책 및 시장동향 조사

○ 기상기후산업의 시장 잠재력

- '03년 기준, 기상 산업이 미국 국내 총 제품 생산(GDP)의 25%에서 42%까지 영향을 끼칠 수 있는 것으로 평가됨²⁾
- 지구 온난화로 인하여 기상 변화가 급격하게 진행됨에 따라 미국 대중의 기상에 대한 관심도가 증가할 것으로 전망됨

2) Fair weather(2003) : 미국 국립과학원 서적

□ 일본

- 기상산업 및 업종
 - 일본은 예보업무허가제를 통해 민간 기상사업자의 활동을 보장하고 민간 기상사업자의 활동을 기상산업으로 정의함
- 일본의 기상산업 구조는 일본 기상청과 기상업무법에 따라 예보 허가를 받은 민간 기상사업자로 구성됨
 - 정부는 재난, R&D중심이며 대부분 민간 기상사업자 영역으로 민간 기상 허가를 취득한 기상관련 기업수가 꾸준히 증가하고 있음
 - (민간사업자 현황) 기상청에 등록된 예보 업무 허가 사업자 중 기상·해일 관련 사업자는 67개社(이런건 한자로), 지진관련 사업자는 50개社로 총 117개社('17년 3월 현재)
 - 기상 사업자들은 일본열도 전국으로 분포 형성되어 있음
 - (주)웨더뉴스, (재)일본기상협회가 기상산업계 대부분을 점유하며 세계적인 네트워크망을 중심으로 활동하고 있음

<표 2-36> 일본 기상·해일 상위 업체별 특징

순위	회사명	특징
1	(주)웨더뉴스	-도쿄증시 상장기업, 세계 40여 도시에 네트워크 구축 -일본 전국 및 전세계의 기상, 환경 데이터를 중심으로 정보 수집, 가공, 콘텐츠 제공 등의 종합 서비스 제공
2	(재)일본기상협회	-기상정보, 각종관측시스템 구축, 수요에 맞는 독자적 예보 제공 -보유 기상계보사 235명으로 일본에서 가장 많음
3	(주)하레크스	-다수의 기상예보사 자격 보유자를 가지고 있음 -기상, 해상 등 모든 서비스를 커버하는 드문 종합기상정보회사
4	(주)기상공학연구소	-과학으로서의 기상학과 관측, 데이터처리, 모델화 등 공학적 프로세스 융합 -기상공학 연구, 기술개발분야 개척, 기상정보 시스템 개발, 컨설팅 사업 전개
5	(주)서프리젠드	-서퍼를 노린 해일, 기상정보 서비스로써 해일정보, 기상정보 서비스 제공 -서퍼리포트를 최초로 개시한 업체이며, 전국의 서퍼숍과 연계

자료 : 한국기상산업진흥원(2014), 글로벌 기상기후산업 정책 및 시장동향 조사

○ 기상청과 민간의 역할

- 기상청의 역할은 방재 및 R&D중심이며, 대부분의 기상서비스는 예보 업무 허가를 받은 민간 기상사업자의 영역임
- 국민과 기업의 다양하고 개별화된 요구를 기상청에서 모두 수용하기 곤란 하여 민간사업자의 역할이 필요하게 됨

<표 2-37> 기상청과 민간의 역할

공공 서비스	상업적 서비스
기상청에서 생산한 기상정보를 기상고객에게 직접 제공	기상청에서 제공하는 관측자료를 바탕으로 기상기업이 가공하여 기상고객에게 제공
JMA→이용자	JMA→JMBSC→기상기업→이용자
방재관련 등 대규모의 기상서비스	특화정보 등 소규모의 기상서비스
소비자, 국민의 요구에 신중한 대응	소비자, 국민의 요구에 즉각적 대응
예보, 경보 등	생활지수, 레저정보 등

자료 : 한국기상산업진흥원(2016), 일본 기상산업 현황 및 민간산업 육성 정책조사

□ 영국

- 영국 기상청과 민간 사업자로 이루어져 있으며 완전 시장경쟁체제를 형성하고 있음
 - 기상청 부서에서도 민간 기업과 같은 형태의 운영되는 부서가 있으며, 유료 서비스를 판매함으로써 민간 기상 사업자와 경쟁 체제를 갖추고 있음
- 영국 기상청(Met Office)은 공공기관, 정부, 지방자치단체, 안보, 민간항공, 전력, 교통, 미디어 등을 포함하여 거의 모든 산업 주체에 기상·기후정보를 제공하고 있음
 - 산악정보, 보건기상, 해양기상, 항공기상 등 응용기상 서비스 확대에 대해 높은 관심을 가짐

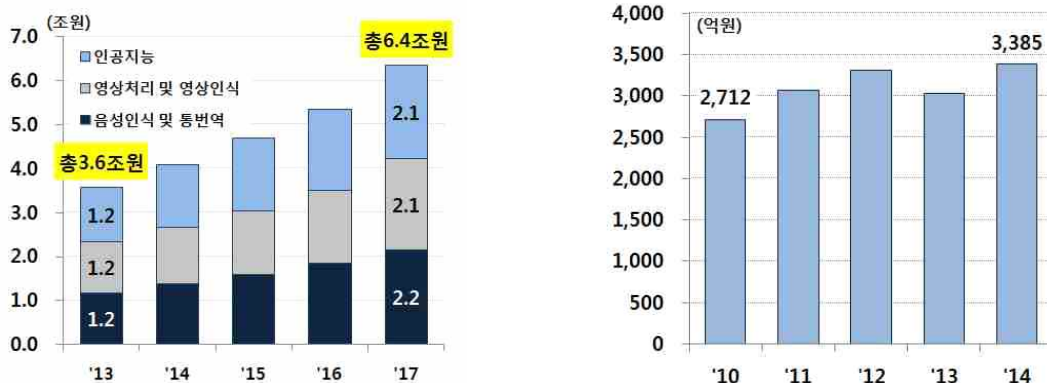
- 소셜미디어를 통해 일반인들이 기후변화, 기후, 날씨 등에 대한 정보를 쉽게 이용하도록 제공함
- 영국의 2010년 기상지진 분야 연구개발 예산은 7,580억 원 규모로 매년 꾸준히 증가하고 있음
- 영국의 날씨 보험제도는 강풍, 안개, 낮은 구름, 폭설 등으로 각종 옥외행사가 취소될 때 발생된 피해액에 해당하는 금액을 환불해주는 제도로 다른 나라에 비해 일찍 도입되었음

2.3.2 국내·외 4차산업혁명 시장(산업)동향

가. 국내

□ 인공지능 분야

- (시장규모) 국내 인공지능 산업은 인공지능, 영상처리 및 영상인식, 음성인식 및 통번역 등 3개 부분을 구성되며, '13년 3.6조 원에서 '17년 6.4조 원으로 성장할 것으로 전망
 - 산업통상자원부는 인공지능을 기반으로 하는 지능형 로봇의 시장규모가 2010년 2,712억 원에서 2014년 3,385억 원으로 연평균 5.7% 성장한 것으로 조사
 - 이는 한국 ICT산업이 세계 ICT산업 대비 비중 10.7%(2015년 기준), ICT 수출 시장점유율 6.7%(2013년 기준) 등에 비해 낮은 수준
- '15년 기준 한국의 인공지능 관련기업은 24~64개로, 세계 인공지능 관련 스타트업 산업체 수의 2.5~6.7% 수준
 - 현재 국내 인공지능 산업은 아직 시장 형성 초기 단계이며, IT관련 대기업 중심으로 인공지능 연구 활성화를 위해 노력 중임



자료 : 현대경제연구원(2016), 한반도 르네상스 구현을 위한 VIP 리포트

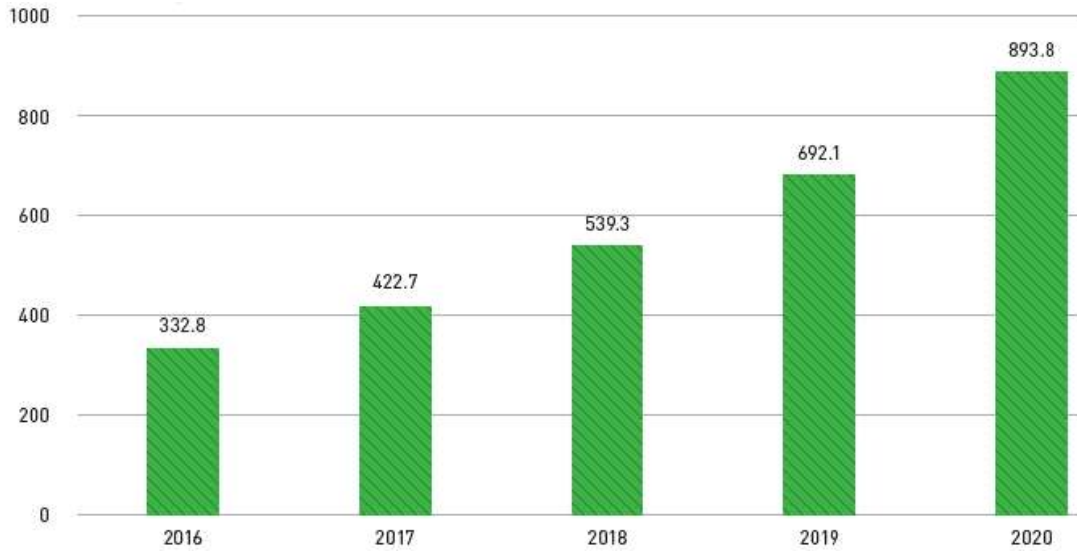
[그림 2-65] 국내 인공지능 시장규모(왼쪽) 및 지능형 로봇(오른쪽) 시장 전망

- **(전문인력)** 현재 국내 인공지능 응용산업 분야에서 연평균 20% 이상의 수요 증가가 예상되며, 인공지능 관련 SW융합인력 수요는 2013년 6.6만 명에서 2018년 12.5만 명으로 증가할 전망이다
 - 국내 인공지능 전문 인력은 선진국 대비 절대적으로 부족한 상황
 - 지능형 로봇분야의 경우 2015년 기준 인공지능 및 SW 인력이 391명 부족하여 부족률이 11.05%나 되었으며, 2019년에는 그 부족인원이 1,080명(부족률 12.88%)에 달할 정도로 인력 부족이 심화될 전망
- **(주요기업)** 국내 주요 IT기업인 네이버, 삼성전자 등 일부 대기업이 인공지능 산업 투자 및 연구를 추진하고 있으나 아직까지 인터넷 게임 등 특정 사업에 한정
 - 네이버와 NC소프트는 2010년 초반부터 인공지능 연구를 시작하여 인공지능 기반 서비스를 출시 중
 - 삼성그룹은 인공지능 스타트업 ‘바이케리어스(Vicarious)’의 인수 및 가정용 로봇 개발 스타트업 ‘지보(JIBO)’의 투자 참여(각 480억 원, 2,000만 달러) 등의 활동을 통해 인공지능 사업 기획을 모색함
 - 삼성전자, 네이버, LG등 국내 기업의 인공지능 도입 및 적용이 본격화되면서 '15년 인공지능 시장 규모는 1,209억 원에서 '22년에는 3,305억원 규모로 성장이 전망됨

□ 빅데이터 분야

- 한국과학기술정보연구원 발표에 따르면 2016년 3억 3,280만달러 규모를 기록하였으며, 2020년까지 8억 9,380만달러 규모까지 성장할 것으로 예측함
 - 국내 빅데이터 산업은 도입 초기 수준이나 기업 전반에서 인프라를 구현하려는 단계로 접어들고 있음
 - 빅데이터 관련 정부투자 또한 2013년 230억원에서 2015년 기준 698억원으로 3배 이상 증가할 것으로 예상함

(단위: 백만달러)



출처 : 소프트웨어정책연구소(<https://spri.kr>)

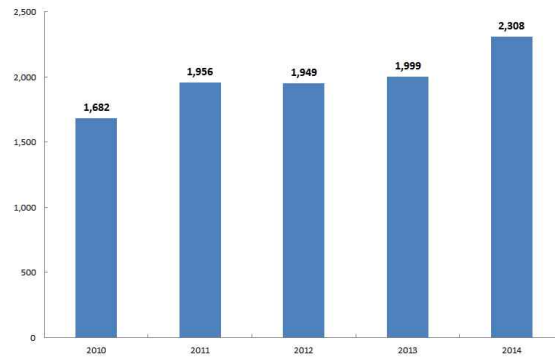
[그림 2-66] 국내 빅데이터 시장 규모

□ 지능형 로봇 분야

- 2014년 기준 2조 3,080억원 규모를 형성하였으며, 산업용 로봇 시장이 85%(1조 9,670억원), 서비스용 로봇 시장이 15%(3,410억원)로 나타남
- 산업용 로봇 시장이 85%의 큰 비중을 차지하고 있어 비교적 서비스용 로봇 시장은 미약한 편이며, 소셜 로봇 등장으로 인해 서비스용 로봇 시장에서 큰 성장률을 나타낼 것으로 예상됨
- 산업용 로봇과 서비스용 로봇 시장의 CAGR('14~'20)은 각각 8.7%, 5.9%를 기록한 것으로 나타남

(단위: 십억원)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	CAGR ('10~'14)
산업용	1,411	1,648	1,618	1,696	1,967	8.7%
서비스용	271	308	331	303	341	5.9%
합계	1,682	1,956	1,949	1,999	2,308	-



출처 : INSIGHTORS(<http://www.insightors.com>)

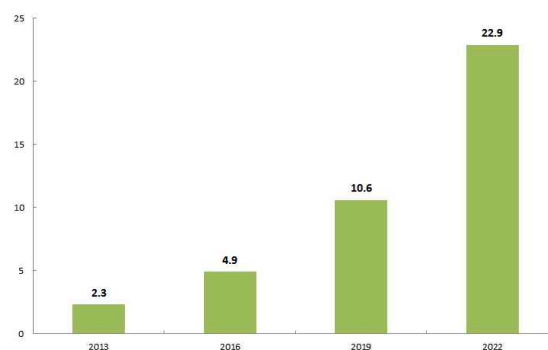
주 : 국제로봇연맹(IFR), 한국로봇산업협회(2015), World Robotics 2015

[그림 2-67] 국내 지능형 로봇 시장현황

□ IoT(사물인터넷) 분야

- 2016년 기준 국내 IoT(사물인터넷) 시장은 4조 9,000억원 규모에서 2022년 22조 9,000억원으로 성장할 것으로 예상됨
- 글로벌 시장 규모와 비교 시 작은 시장규모이나 CAGR('16~'22) 29.3%를 기록할 것으로 예상됨

구분	2013	2016	2019	2022	(단위: 조원) CAGR('16~'22)
IoT	2.3	4.9	10.6	22.9	29.3



출처 : Hello T(<http://www.hellot.net>)

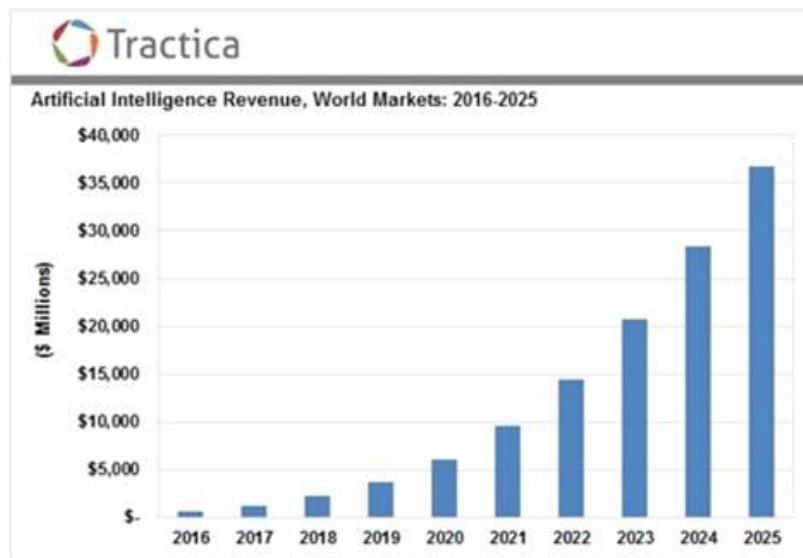
주 : Gartner, 산업연구원, 한국정보화진흥원

[그림 2-68] 국내 IoT(사물인터넷) 시장 전망

나. 국외

□ 인공지능 분야

- Tractica의 ‘글로벌 인공지능 시장 예측’ 보고서에 따르면 2016년 6만 4370달러에서 2025년 368억달러 규모로 확대될 것으로 전망함
- 이미지 인식, 알고리즘 금융 거래와 헬스케어 환자 데이터 관리 등 인공지능이 적용될 영역은 향후 10년간 모든 산업분야에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨



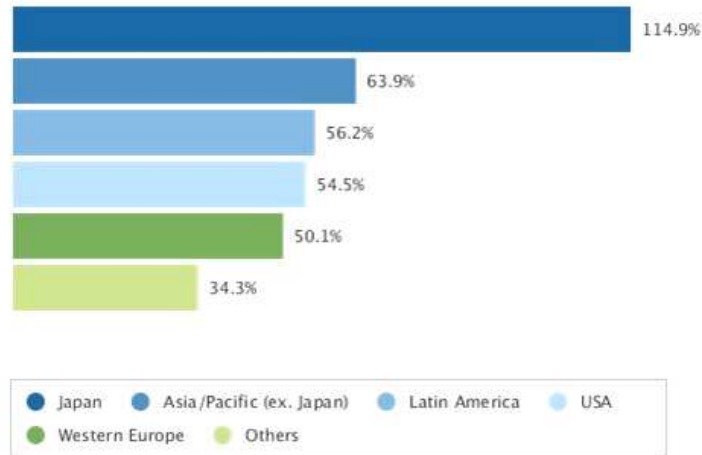
자료 : Tractica(2016), 인공지능 시장 예측 보고서

[그림 2-69] 세계 인공지능 시장 예측

- 세계 인공지능 시장은 빠르게 성장하고 있으며, 다양한 산업에 적용 중
- 세계 인공지능 시장은 빠르게 성장하며, 인공지능 산업에 대한 투자도 급증하고 있음
 - IDC는 2016년부터 2020년까지 5년간 연평균 55.1%의 성장세를 보이며 급성장할 것으로 전망함
 - 시장규모는 2016년 80억달러에서 2020년 470억달러에 이를것으로 예상함



Top Region Based on 5 Year CAGR (2015 - 2020)



자료 : IDC(2015), Worldwide Semiannual Cognitive Artificial Intelligence Systems Spending Guide

[그림 2-70] 세계 인공지능시스템 시장 전망

- 산업별 인공지능 관련 시장은 광고, 금융, 제조 등 영역에서 높은 성장률을 보일 것으로 예측됨
 - 광고 서비스, 투자 부문 등에서 인공지능 시장을 주도할 것으로 예측되며 그 외 제조, 자원관리, 미디어 분야도 선전할 것으로 보임
 - 인공지능 관련 일부 글로벌 ICT기업과 스타트업은 다양한 아이디어를 통한 수익모델 개발을 바탕으로 인공지능 시장 활성화에 기여

<표 2-38> 세계 인공지능 관련 산업별 시장 매출액 전망

(단위 : 백만달러)

산업	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	CAGR ('15~'20)
광고 서비스	38.7	71.3	137.8	273.4	549.8	1,109.4	95.6%
자동차	16.9	22.6	32.1	48.4	77.0	128.8	50.2%
농업	16.3	21.9	31.3	47.1	74.9	125.5	50.4%
소비자 금융	3.1	5.1	9.1	17.1	33.3	66.7	85.1%
데이터 스토리지	0.6	1.1	2.1	4.2	8.4	16.9	95.8%
교육	8.5	12.5	19.7	33.5	59.9	111.3	67.2%

(단위 : 백만달러)

산업	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	CAGR ('15~'20)
투자	32.2	59.4	115.1	228.9	461.1	931.4	96.0%
헬스케어	1.5	2.4	4.2	7.8	15.1	29.6	81.2%
법률	2.9	3.9	5.4	8.0	12.5	20.8	48.3%
제조	13.6	25.0	48.3	96.0	193.3	390.6	95.8%
미디어	22.5	35.2	60.4	110.8	211.8	414.7	79.1%
의료진단	7.3	11.2	18.8	33.5	62.6	120.3	75.1%
오일 및 가스	13.9	25.5	49.2	97.6	196.3	396.5	95.6%
유통	23.9	34.1	52.4	86.1	149.7	271.9	62.6%
합계	201.9	331.2	585.9	1,092.4	2,105.7	4,134.4	82.9%

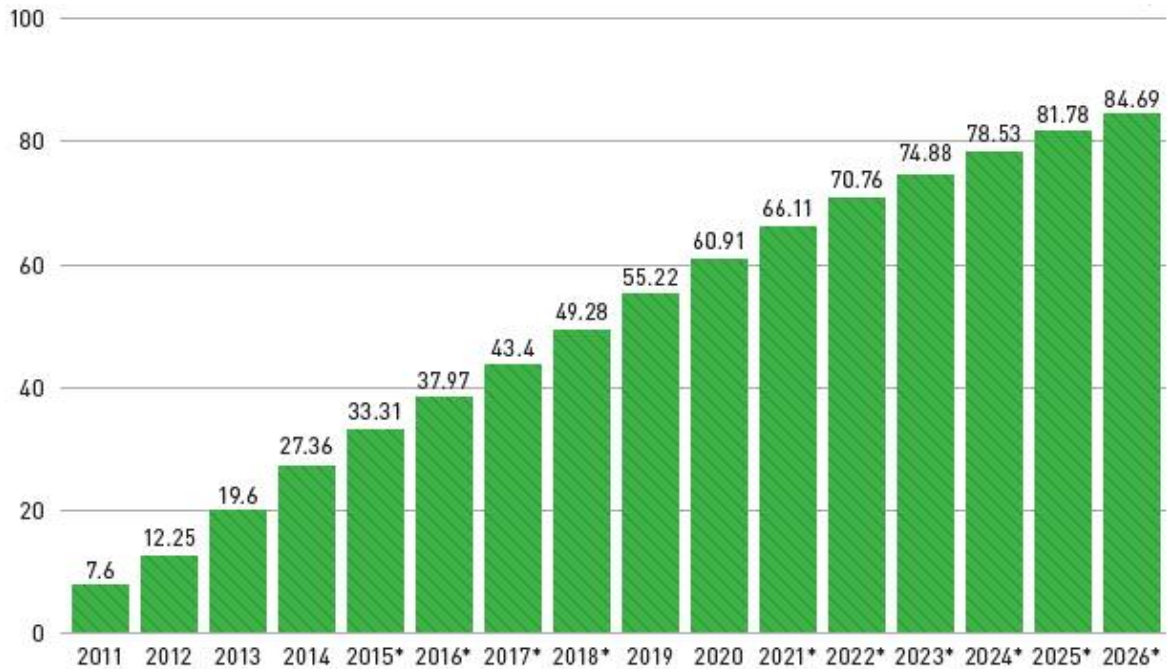
자료 : Tractica, 2015

- 인공지능 대·중소 및 스타트업 생태계 조성을 위해 IT기업을 중심으로 빠르게 형성되고 있음
 - 미국은 글로벌 IT기업(IBM, Google, MS 등)뿐만 아니라 정부(NIH, DARPA), 스타트업의 노력을 바탕으로 세계 인공지능 생태계 조성 선도
 - ※ 미국 내 400개의 인공지능 스타트업이 등장하였으며, 이는 전 세계 인공지능 스타트업 중 대략 50% 수준에 해당함

□ 빅데이터 분야

- IDC 발표에 따르면 2016년 기준 379억 7,000만달러로 전년대비 46억 6,000만 달러 상승한 것으로 나타났으며, 2026년 846억 9,000만달러를 기록할 것으로 예상함
 - 시장조사기관마다 규모의 차이는 있으나 공통적으로 높은 성장률을 예측하였으며, 세계 빅데이터 시장은 현재도 성장 중임
 - 미국 지디넷 발표에 따르면 2019년 1,879억달러 규모를 예측함

(단위: 십억달러)

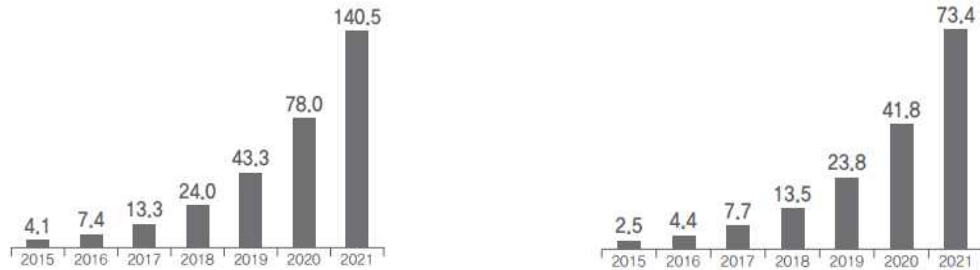
출처 : 소프트웨어정책연구소(<https://spri.kr>)

[그림 2-71] 세계 빅데이터 시장 규모

□ AR/VR 분야

- 2016년 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 활용하여 삼성전자의 기어VR, 페이스북의 오쿨러스리프트, 포켓몬 GO 등 다양한 기기, 모바일 앱으로 인하여 새로운 성장동력으로 떠오름
 - (가상현실, VR) 2021년 140조 5,000억원으로 2015년(4조 1,000억원) 대비 약 35배 가량 성장하고 CAGR('15~'21) 80.2%를 기록할 것으로 예상됨
 - (증강현실, AR) 2021년 73조 4,000억원으로 2015(2조 5,000억원) 대비 약 29배 가량 성장하고 CAGR('15~'21) 75.6%를 기록할 것으로 예상됨

(단위: 조원)



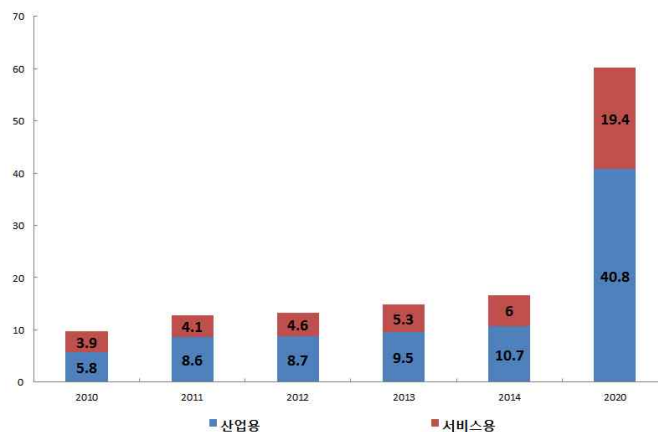
출처 : 한국인터넷진흥원, kt경제경영연구소(2017), 2017년 인터넷 10대 이슈 전망

[그림 2-72] 글로벌 VR 시장규모 전망(좌) 및 AR 시장규모 전망(우)

□ 지능형 로봇 분야

- 2014년 기준 167억달러 규모를 형성하였으며, 산업용 로봇 시장이 65%(107억 달러), 서비스용 로봇 시장이 35%(60억달러)로 나타남
- 2020년까지 산업용 로봇 시장은 400억 8,000만달러, 서비스용 로봇 시장은 194억 1,000만달러 규모로 크게 성장하여 각각 CAGR('14~'20) 25.0%, 21.6%를 기록할 것으로 예상됨

(단위: 십억달러)



출처 : INSIGHTORS(<http://www.insightors.com>)

주 : 국제로봇연맹(IFR), 한국로봇산업협회(2015), World Robotics 2015

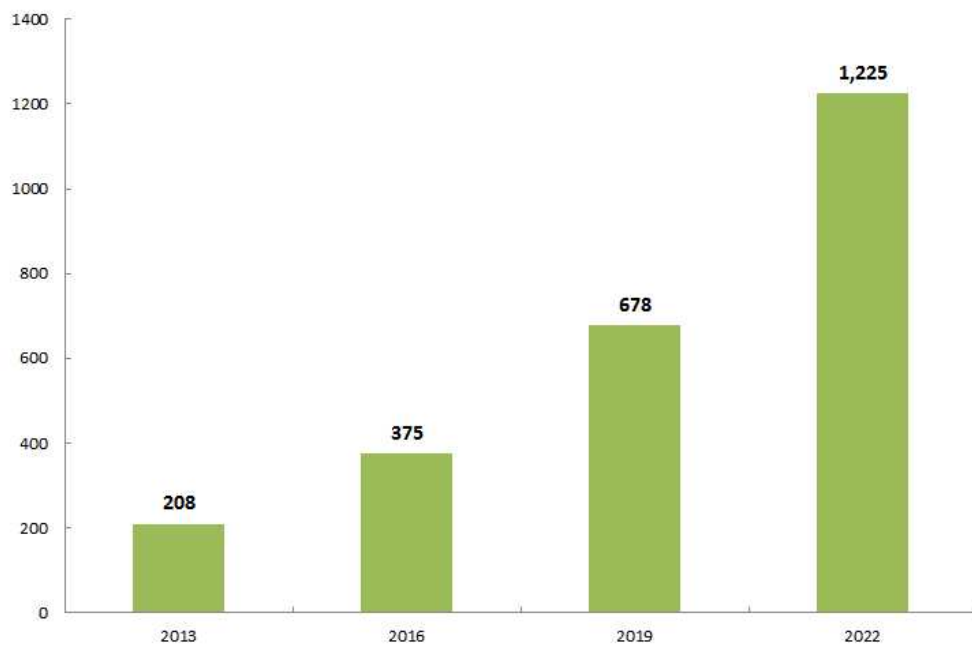
[그림 2-73] 글로벌 지능형 로봇 시장현황

□ IoT(사물인터넷) 분야

- 2016년 기준 국외 IoT(사물인터넷) 시장은 375조원 규모에서 2022년 1,225조원으로 성장할 것으로 예상됨
- 기업 고객의 생산성 및 효율성을 향상시키고 신규 부가가치를 창출할 수 있으므로 꾸준히 성장할 것으로 예상되며, CAGR('16~'22) 21.8%를 기록할 것으로 예상됨

(단위: 조원)

구분	2013	2016	2019	2022	CAGR('16~'22)
IoT	208	375	678	1,225	21.8



출처 : Hello T(<http://www.hellot.net>)

주 : Gartner, 산업연구원, 한국정보화진흥원

[그림 2-74] 국내 IoT(사물인터넷) 시장 전망

2.3.3 시장(산업)동향 시사점

- (기상) 해외 선진국은 과학기술 전문서비스에 집중하여 다양한 영역투자가 이루어지는 반면, 국내 시장은 기상 기기 판매 산업에 편중되어 다양한 영역에서의 기상산업 활동이 부족함
 - 국외 사례를 살펴보면, 기상정보 응용 R&D, 제품 및 소프트웨어 개발 등 다양한 방면으로 기상산업에 대한 다양한 영역의 투자가 이루어지고 있으나 국내에서는 기상 기기 판매에 편중되어 있음
 - 미래 기상산업의 고도화를 고려해봤을 때, 기상 기기 판매에 집중하기보다, 기상 과학기술을 선점하여 소프트웨어 분야 시장이 더욱 유망한 시장이라고 판단됨

- (4차 산업분야) 글로벌 첨단 ICT 시장은 급성장하고 있으나, 민간투자에 비해 정부의 공공재 성격의 기술개발 및 투자는 미흡함
 - 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 중심의 첨단 ICT 시장은 다양한 산업에 적용되고 기존의 제품과 서비스를 대체하면서 급격하게 시장이 확대되고 있음
 - 글로벌 IT기업 중심에서의 투자가 급증하고 있고, 정부의 측면(공공재)보다 민간영역에서의 기술개발이 주도적으로 이루어지고 있음
 - 첨단 ICT기술의 가치를 국민에 환원할 수 있는 분야(공공재)에서의 기술개발과 시장창출이 필요함

- (미래기상융합기술) 융합기술 분야의 역량 강화 및 기술력 확보를 기반으로 미성숙 단계인 기상-인공지능 시장을 선점해야함
 - 현재 기상-인공지능 융합분야는 연구·개발 단계이며 인공지능 시장의 급격한 성장전망을 고려했을 때, 빠르게 기상-인공지능 시장을 선점해야함
 - 또한 시장선점은 표준화나 추후 기술들의 기준이 될 수 있으므로 향후 시장을

주도할 가능성이 높음

⇒ 기상분야 산업과 관련한 다양하고 개별화된 수요자의 요구를 충족시키기 위해, 기상과 인공지능을 접목하여 재난 재해 대응과 같은 현안 문제의 신속 정확한 해결 및 해결방안이 필요함

2.4 미래기상융합분야 주요이슈 분석

<p>핵심이슈 ①</p>	<p>기상이변에 의한 예보 정확도 하락</p>																
<p>주요내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지구온난화가 가속화됨 따라 세계 각지의 이상기후 현상 증가이 증가하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 각지에서 홍수, 한파, 폭풍, 폭염 등의 이상기후 현상이 지속되고 있으며, 매년 335건의 기상재해 발생 및 2,005억 달러~3,000억 달러 사이의 경제손실이 발생함 - 한반도는 지구 평균보다 훨씬 빠른 속도로 기온이 상승하고 있으며, 2020년이면 남부지방이 아열대 기후로 바뀌어 동남아 열대성 스톨처럼 국지성 호우가 예상되고 장마보다 예측이 더 어려워 막대한 인명과 재산피해 우려 ○ 이상기후 지속에 따라 기상변수가 증가했고, 특히 대기가 불안정하며 기상상태가 변화무쌍한 장마철에는 날씨 예측에 어려움 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 기상청 월별 기상예보 정확도는 1~5월까지 90% 이상을 유지하지만, 장마가 시작되는 6월부터는 80%까지 하락 <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <caption>(단위: %)</caption> <thead> <tr> <th>월</th> <th>1월</th> <th>2월</th> <th>3월</th> <th>4월</th> <th>5월</th> <th>6월</th> <th>7월</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>정확도 (%)</td> <td>94.1</td> <td>92.2</td> <td>95.4</td> <td>94.3</td> <td>94.7</td> <td>88.2</td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>출처 : 이데일리(http://www.edaily.co.kr/news)</p> <p>[기상청 2016년 월별 예보 정확도 현황]</p>	월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	정확도 (%)	94.1	92.2	95.4	94.3	94.7	88.2	85
월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월										
정확도 (%)	94.1	92.2	95.4	94.3	94.7	88.2	85										

핵심이슈
②

국내 기상장비 및 기상기술의 한계 직면

주요내용

- 국내 기상장비는 수입에 의존하며 대부분이 지상관측용 기상장비에 국한된 반면, 미국 혹은 영국은 지상, 고층, 항공, 위성 등의 다양한 기상장비를 보유
 - 14년 기준 기상관측 장비의 국산화율은 39.4%로 선진국대비 기술수준이 미비하며, 국내 지상기상관측장비는 10종 가까이 있는 반면 항공기상관측장비는 2종 보유

<장비별 국산화율, 기술수준, 기술격차 변화(2011년 → 2014년)>

분 야	국산화율(%)	기술 수준(%)	기술 격차(년)	선도기술 보유국
지상기상관측 (10종)	46.7 → 68.2	78.2 → 90.0	3.5 → 1.6	핀란드, 미국, 일본, 호주 등
고층기상관측 (4종)	22.2 → 26.7	62.3 → 80.0	4.6 → 3.9	핀란드, 독일
해양기상관측 (7종)	32.5 → 34.4	76.0 → 73.0	3.7 → 3.8	미국, 노르웨이
항공기상관측 (2종)	24.1 → 43.5	68.6 → 81.7	3.5 → 3.5	핀란드
지진관측(2종)	0.0 → 1.7	71.7 → 79.1	5.9 → 3.8	미국
원격탐사(3종)	23.3 → 34.2	67.5 → 80.2	5.0 → 3.5	미국, 핀란드
연구(3종)	0.0 → 0.0	63.0 → 73.7	5.6 → 5.6	미국, 독일
총 평 균	29.1 → 39.4	71.7 → 81.1	4.3 → 3.2	

출처: 기상청 2015, 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

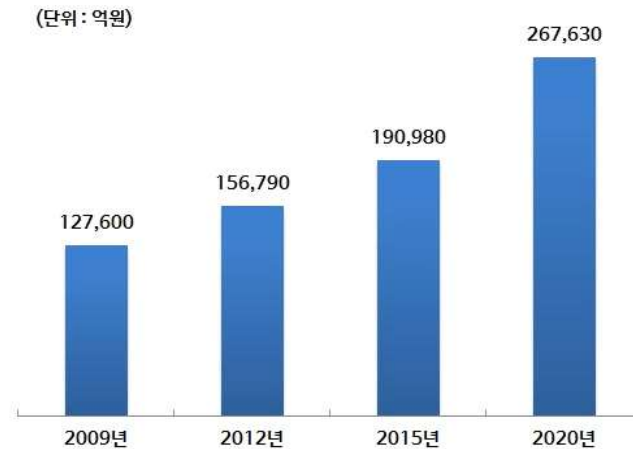
- 미국은 새로운 기상관측 탑재체 ABI가 탑재된 차세대 기상관측 위성 GOES-R을 발사할 예정이며, 영국은 빙정핵 계산 장비를 탑재한 최신식 연구용 항공기를 운용
- 기상관측자료의 분석엔 수작업이 포함되어 자의적 해석 발생
 - 기상예보의 정확도에는 기상관측자료 32%, 슈퍼컴퓨터 및 수치예보 모델 40% , 예보관 판단이 28% 차지하고, 예보관 능력에 따라 데이터와 소프트웨어의 무용지물화 가능
 - 또한, 예보관들의 잦은 인사이동은 전문성 강화에 영향을 미침
- 현재, 기상관측자료의 분석에 사용되는 수치예보모델은 독자적인 모델이 아니며 기후변화에 따른 일기예보의 정확도가 하락
 - 국내 수치예보모델은 영국에서 도입한 UM모델을 기반으로 하며, 연간 10만 파운드(약 1억 5,000만 원)의 사용료 지불
 - 한국형 수치예보모델은 현재 개발 중이며, 2020년 초부터 현업으로 운영될 예정

핵심이슈 ③	기상기술과 4차 산업을 융·복합 연구개발 수행
주요내용	<ul style="list-style-type: none">○ 세계 각국의 인공지능과 딥러닝 기술을 이용한 기상기술 및 서비스 연구<ul style="list-style-type: none">- 마이크로소프트, IBM, 구글 등 IT 대기업에서는 4차 산업과 기상을 융·복합하여 연구 중이며, 미국 국립기상서비스(NWS)에서는 빅데이터를 이용하여 기상과 농업을 연결- 중국에서는 마이크로소프트가 개발한 인공지능 로봇 ‘샤오빙’이 날씨예측과 기상캐스터 역할을 수행○ 국내에서도 4차 산업을 기상분야에 도입하기 시작<ul style="list-style-type: none">- 드론을 활용한 기상 관측 실험이나 인공지능을 도입한 꽃가루 예측 모델 실시

핵심이슈
4
기상산업의 꾸준한 성장 및 아시아 시장규모의 급증

주요내용

- 세계 기상시장 규모는 꾸준히 증가하고 있고, 특히 아시아 권역의 기상장비 수입증가율이 급증
 - 세계 기상시장은 2009년 127,600억 원에서 2015년 190,980억 원으로 꾸준히 성장하였으며, 2020년에는 267,630억 원까지 증가할 것으로 예상
 - 세계 기상장비 시장은 150억불('09)에서 233억불('20)로 확대가 예측되며, 아시아권 수입증가율은 연평균('01년도 대비 '08년도) 25~40%로 급격히 증가(인도 39.9%, 말레이시아 30.1%, 중국 25.4%)
 - 이는 기후변화에 대한 피해가 집중된 아시아 지역에서 기상감시 시스템에 대한 구매력이 증가하여 발생



출처 : 기상청(2015), 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

[세계기상산업 시장규모 추이]

핵심이슈
5

국내 기상산업시장의 성장률은 점점 감소하는 상황

주요내용

○ 최근 기상산업의 시장 규모는 성장이 둔화되어 정체 경향

- '12~'14년간 기상산업의 시장규모는 정체경향을 보이며, 기상기업 매출액은 연평균 약 6.7% 감소하여 2014년에는 1,186억 원으로 조사됨

<기상산업 시장규모 현황>

(단위 : 억원)

구분	2012년	2013년	2014년	연평균증감률(%)	
기상기업	기상서비스	67.4	77.9	44.4	-18.8%
	기상장비	871.1	1,031.1	824.3	-2.7%
	기타기상	425.3	278.9	317.7	-13.6%
	소계	1,363.8	1,387.9	1,186.4	-6.7%
비 기상기업	299.4	204.0	432.0	20.1%	
계	1,663.2	1,591.9	1,618.4	-1.4%	

출처: 기상청 2015, 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

- 공공데이터 개방정책, 신규 기상서비스 개발 부진으로 인하여 기상서비스업의 매출액은 연평균 약 19% 감소('12~'14)
- 기상장비업의 주 수요층은 공공분야로 향후 국내 시장 확대 가능성이 낮은 반면, 비기상기업의 기상관련 사업이 연평균 20%의 증가세를 보여 확장 가능성을 보이며 방송, 금융보험 등의 융합 가능성을 보임

○ 기상장비의 수출은 증가추세이지만, 수입이 더 큰 폭으로 증가하고 있어 기상장비 무역수지의 적자폭이 확대

- 국내 기상장비의 주 수출 대상국은 아시아지역 및 개발도상국으로 '10년 대비 '14년에 수출기업은 2.4배, 수출액이 4.4배 성장함
- 하지만, 국내 기상장비의 해외 의존적으로 인해 '10~'14년간 기상장비 수입 누적액은 975억 원으로 646억원의 무역수지 적자를 기록하고 있음

<기상장비 수출·입 현황>

(단위 : 백만원)

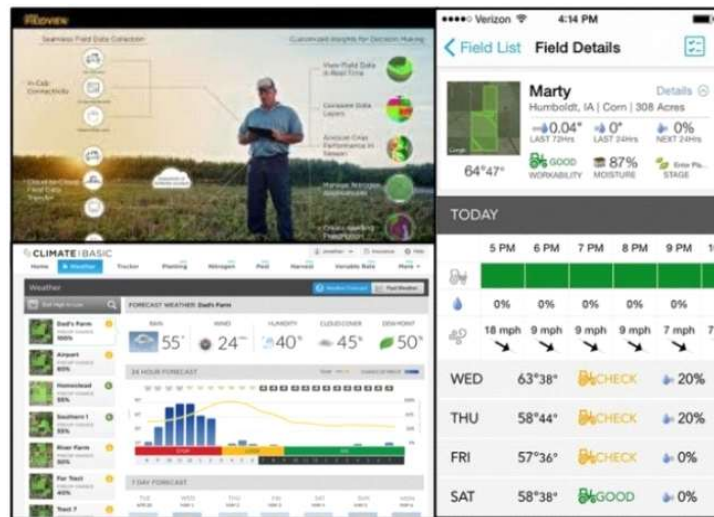
구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	계
수출액	1,891	2,500	14,536*	5,628	8,401	32,956
수출기업(개)	5	7	6	4	12	34
기업당 수출액	378	357	2,423	1,407	700	969
수입액	14,954	16,754	17,031	19,390	29,430	97,559
무역수지	-13,063	-14,254	-2,495	-13,762	-21,029	-64,603

출처: 기상청 2015, 제2차 기상산업진흥 기본계획('16~'20)

핵심이슈
⑥

새로운 융·복합 기상산업 등장

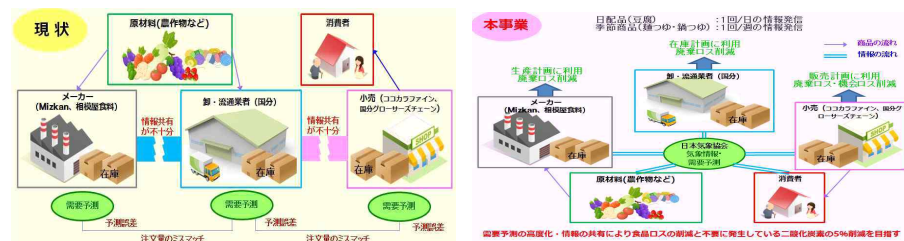
- 현재 선진국에서 기상과 4차 산업분야 기술의 융·복합 산업 등장
 - 미국에서 기상과 농업을 빅데이터로 연결한 새로운 플랫폼인 클라이미트코퍼레이션이 등장하였으며, 기후 시뮬레이션 모델링으로 지역 날씨별 농작물 성장 정보 제공 및 보험 서비스 실시
 - 예를 들어, 발의 습도가 너무 높거나 한밤중 열기로 농작물 성장이 어려운 경우 농민들은 바로 보험금을 지급받음



자료 : The Climate Corporation

[기상과 농업이 융·복합된 플랫폼]

- 일본은 기상정보를 활용한 물류 프로젝트를 실시하여, 제조·운송·판매 부분의 빅데이터와 고도화된 기상정보를 이용하여 수요예측 시스템 개발
- 쓰유(일본식 맛간장)는 기상 상황에 따른 상품 수요예측을 통해 식품 손실 40% 저감(2014년) 및 재고 약 20% 저감(2015년) 달성



자료 : 일본 기상협회 홈페이지(<http://www.weekly-net.co.jp/logistics/post-13299.php>)

[기상 정보활용 물류프로젝트(일본 기상협회)]

주요내용

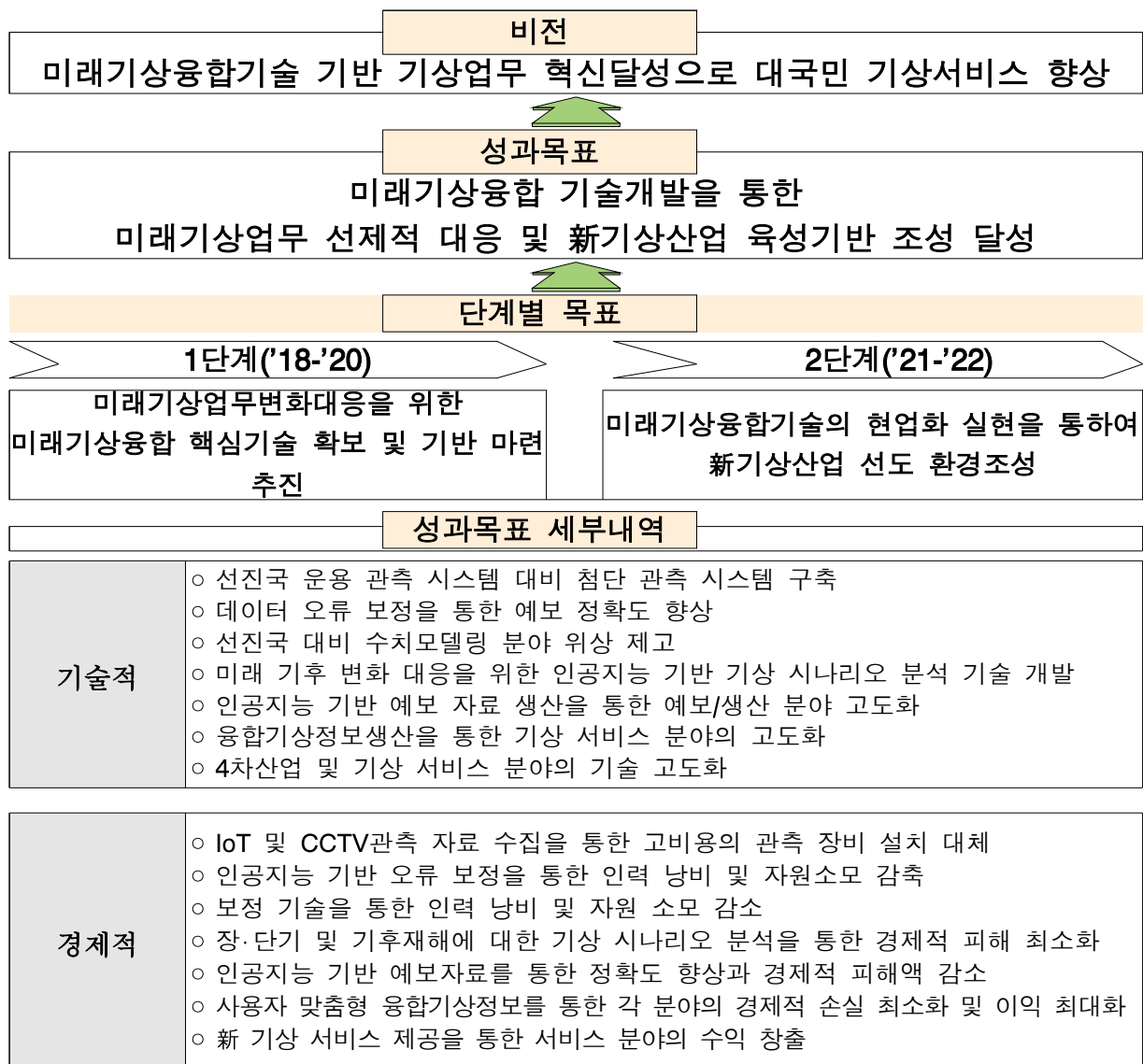
제 3 장

사업의 비전·목표 및 추진계획

제 3 장

사업의 비전·목표 및 추진계획

3.1 사업의 비전 및 목표



[그림 3-1] 본 사업의 비전 및 목표

3.2 사업비전 및 목표 설정 근거

□ 사업명 : ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’

- 동 사업은 인공지능을 비롯한 4차산업혁명 기술과 기상기술의 융합을 통해 미래기상업무에 능동적(선제적)으로 대응할 수 있는 혁신기술개발을 추진하는 사업으로 상기와 같이 사업명을 설정함

□ 비전 설정 근거

<표 3-1> 사업의 비전 및 도출근거

비전	미래기상융합기술 기반 기상업무 혁신달성으로 대국민 기상서비스 향상
도출 근거	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제3차 과학기술기본계획 : 기후변화 대응력 강화, 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화 ○ 제3차 기상업무발전 기본계획 : 예보기술력 향상 및 예보시스템 개선, 신기술 및 융합R&D를 통한 기상업무 선진화가 부합함 ○ 기상관측 발전 2020계획 : 고품질 기상관측자료 생산을 통한 활용가치 극대화, 미래수요 대응 기상 관측자료 활용기술 고도화가 부합함 ○ 기상 R&D 5개년 기본계획 : 국민체감 기상기술의 고도화, 기상기술의 다변화·선진화가 부합함 ○ 기상산업 및 기상과학육성2020 : 글로벌 경쟁력 육성 및 연구개발 기능강화 ○ 기상법 등 관련 법령에 따라 국가는 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호해야하며, 최적의 기상관측을 위한 국가기관 및 지방자치단체 등과의 협력 및 연구개발 사업을 추진해야할 책무가 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 이러한 책무에 따라 국가는 최근 4차산업혁명 시대로 접어들며 융합 기술의 필요성의 확대에 따른 국민의 건강이나 환경에 대한 위해를 평가·관리하여야 함 - 이러한 배경 하에 현행 기상·기후 관련 정책을 확대 발전시켜 통합적으로 관리할 수 있도록 비전을 설정함

□ 성과목표 설정 근거

<표 3-2> 사업의 성과목표 및 비전과의 부합성

성과목표	미래기상융합 기술개발을 통한 미래기상업무 선제적 대응 및 新기상산업 육성기반 조성 달성	목표기한 / 사업종료시점	2022년
설정 근거	○ 3개의 중점분야, 8개의 중과제를 통해 미래기상업무 대응 인공지능 기술활용 전략기획 사업의 기반을 확보하고 관련 기술개발 사업을 통해 인공지능 기반 융합기술개발과 신산업 실현 기반 마련		

	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">관측/감시</div> <div>⇨</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">초연결융합 네트워크 기반 관측 고도화 융합기술 개발</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">모델링/분석</div> <div>⇨</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">인공지능 기반 기상-빅데이터 융합기술 및 인공지능 플랫폼 기반 예보지원 융합기술</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">서비스 (전달 및 활용)</div> <div>⇨</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">4차 산업 기반 서비스융합기술</div> </div>
비전과의 부합성	<p>○ 8개의 중과제를 통한 단계별 성과목표를 통해 분야별 인공지능기술 활용 기반을 확보하고 하이-퀄리티 기상정보 예측, 예보 기술을 개발하여 국민이 안심하고 활용할 수 있는 미래기상업무변화 시스템 구축</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>미래기상융합기술 기반 기상업무 혁신달성으로 대국민 기상서비스 향상</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>↑</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">인공지능 기반 관측 자료 수집·보정 기술 개발</div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↑</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">인공지능 기반 분석 기술 개발로 미래 기후변화 대비 시나리오 분석기술 고도화</div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↑</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">인공지능을 통해 생산된 예보자료를 통해 예보관 지원 시스템 구축</div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↑</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">융합기상정보생 산을 통해 국민의 삶 증진 및 新 기상서비스 기술 개발</div> </div> </div>

□ 단계별 성과목표 설정근거

<표 3-3> 단계별 성과목표 및 설정근거

구분	1단계 ('18~'20)	2단계 ('21~'22)
성과목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ (관측/감시) IoT기반의 관측자료 수집을 통한 기존 관측망 지원과 아격자 축소로 예보 정확도 향상 ○ (모델링/예보) 수치모델결과 보정기술을 통한 기상예보 정확도 향상 ○ (전달/활용) 사용자 맞춤형 융합기상정보 서비스 제공을 위한 인공지능 기반 기상업무 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (관측/감시) 대량의 관측 데이터를 빠르게 처리할 수 있는 인공지능 기반 관측자료 보정기술 개발 ○ (모델링/예보) 인공지능 기반 기상 시나리오 분석 모델 개발을 통한 미래 기후변화 대응 ○ (전달/활용) 新기상 서비스 개발에 따른 기상 서비스 고도화 및 선진화를 통해 국민의 삶 증진
설정근거	<ul style="list-style-type: none"> ○ 효율적인 미래기상업무변화대응 인공지능기술 개발을 위해 중점 분야들의 기술들을 융합하여 연계 및 활용을 통해 기술 고도화와 심화 개발이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술통합을 시작으로 실용화 및 현업화를 통해 상시활용, 실현할 수 있는 체계의 구축 필요 ○ 건강하고 안전한 기상환경 구현을 위해 개발된 기술의 적극적인 활용 필요

□ 각 분야 단계별 성과지표

<표 3-4> 단계별 성과지표(관측/감시분야)

성과지표명(단위)	1단계			2단계		기타	
	목표치					성과 유형	지표 유형
	'18	'19	'20	'21	'22		
[1-1-1] 기상 드론 관측범위(km)	3	3.5	4	4.5	5	기술적 성과	결과(질)
[1-1-1] 전송 성공률(%)	70	80	85	90	95	기술적 성과	결과(질)
[1-1-1] 관측 기상 정보 종류(수)	4	5	6	7	8	기술적 성과	결과(질)
[1-1-1] PBL 영역 관측범위(%)	60	70	80	90	100	기술적 성과	결과(질)
[1-1-1] 관측 임무 연속 수행 시간(분)	20	30	40	50	60	기술적 성과	결과(질)
[1-1-1] 관측 목표 지역 전체 범위 대비 포함율(%)	60	65	70	75	80	기술적 성과	결과(질)
[1-1-1] 기상 데이터 가공 후 전송 효율 향상율(%)	60	65	70	75	80	기술적 성과	결과(질)
[1-1-1] False filtering 비율(%)	15	12.5	10	7.5	5	기술적 성과	결과(질)
[1-1-2] 기상 관측 커버리지(%)	80	-	90	-	100	기술적 성과	결과(질)
[1-1-2] 데이터 처리/전송 지연 시간 감소율(%)	-	20	-	25	30	기술적 성과	결과(질)
[1-1-3] 수집 데이터 정밀도(배)	3	5	7	9	10	기술적 성과	결과(질)
[1-1-3] 데이터 정확도 (%)	-	75	80	90	90	기술적 성과	결과(질)
[1-1-3] 데이터 요약율 (%)	-	-	25	50	50	기술적 성과	결과(질)
[1-2-1] 일조량 정확도(%)	70	75	80	85	90	기술적 성과	결과(질)
[1-2-1] 강우 정확도(%)	70	74	78	83	87	기술적 성과	결과(질)
[1-2-1] 시정거리 정확도(%)	70	75	80	85	90	기술적 성과	결과(질)
[1-2-1] 미세먼지 정확도(%)	50	55	60	65	70	기술적 성과	결과(질)
[1-2-1] 강설 정확도(%)	65	69	72	77	80	기술적 성과	결과(질)
[1-2-2] Precision	75	85	90	80	90	기술적 성과	결과(질)
[1-2-2] Recall	75	85	90	80	90	기술적 성과	결과(질)
[1-2-2] F-measure	70	80	90	80	90	기술적 성과	결과(질)

<표 3-5> 단계별 성과지표(모델링/분석 분야)

성과지표명(단위)	1단계		2단계			기타	
	목표치					성과 유형	지표 유형
	'18	'19	'20	'21	'22		
[2-1-1] 실시간 분산 처리(record/second/node)	-	-	700k	800k	900k 이상	기술적 성과	결과(질)
[2-1-1] 정적데이터 분산 처리 (Throughput (mb/s) Block Size=64MB)	-	-	70	80	100 이상	기술적 성과	결과(질)
[2-1-2] 기상 예측의 정확성 판단 측도 정확도(%)	60	65	70	75	80	기술적 성과	결과(질)
[2-1-2] 기상결정 변수들 간의 상관관계 정확도(%)	10	15	20	25	30	기술적 성과	결과(질)
[2-1-2] 앙상블 예측 모형 정확도(%)	30	35	40	45	50	과학적 성과	결과(질)
[2-1-2] 기후의 확률예측모형 이론화 향상율(%)	10	15	20	25	30	기술적 성과	결과(질)
[2-1-2] 특정 기상현상, 이상기후에 적합한 확률예측모형 개발률(%)	5	10	15	20	25	기술적 성과	결과(질)
[2-2-1] 기상 레이더 기반 기상시나리오 예측 정확도(%)	80	85	90	95	100	기술적 성과	결과(질)
[2-2-1] 위성 영상 기반 기상시나리오 예측 정확도(%)	80	85	90	95	100	기술적 성과	결과(질)
[2-2-1] 동시 학습 가능한 데이터 크기(TeraBytes)	30	50	100	200	300	기술적 성과	결과(질)
[2-2-1] 멀티모달 데이터 기반 통합 단기 기상 시나리오 예측 정확도(%)	50	60	70	80	100	기술적 성과	결과(질)
[2-2-1] 실시간 단기 기상 시나리오 예측 속도(sec)	20	15	10	7	3	기술적 성과	결과(질)
[2-2-2] 인공지능 기반 기상재해 시나리오 예측 정확도	70	80	90	95	100	기술적 성과	결과(질)
[2-2-2] 기상재해 관련 인벤토리 및 DB 구축	70	80	90	95	100	기술적 성과	결과(질)
[2-2-2] 분석 결과 검증 및 미래 예측 시스템 개발	-	-	-	80	100	기술적 성과	결과(질)
[2-2-2] 텍스트 및 데이터 마이닝 기술	70	80	90	95	100	기술적 성과	결과(질)

성과지표명(단위)	1단계		2단계			기타	
	목표치					성과 유형	지표 유형
	'18	'19	'20	'21	'22		
[2-2-3] 1시간 단위의 일사량 예측에 대한 절대평균백분율오차(%)	≤20	≤15	≤10	≤7	≤5	기술적 성과	결과(질)
[2-2-3] 1시간 단위의 일조량 예측에 대한 절대평균백분율오차(%)	≤20	≤15	≤10	≤7	≤5	기술적 성과	결과(질)
[2-2-3] 1시간 단위의 풍향 예측에 대한 절대평균백분율오차(%)	≤20	≤15	≤10	≤7	≤5	기술적 성과	결과(질)
[2-2-3] 1시간 단위의 풍속 예측에 대한 절대평균백분율오차(%)	≤20	≤15	≤10	≤7	≤5	기술적 성과	결과(질)
[2-3-1] 기존 예보관 대비 오보율 감소(%)			0	15	30	기술적 성과	결과(질)
[2-3-1] 예보 모델의 연산 및 출력 소요 시간(sec)	900	600	300	100	15	기술적 성과	결과(질)
[2-3-1] 표데이터 EDA 재분석을 통한 데이터 보정 및 전처리 진척율(%)	100%					기술적 성과	결과(질)
[2-3-1] 예보 모델이 다루는 예보 항목의 비율(%)					80	기술적 성과	결과(양)
[2-3-2] 데이터 가공의 성능 (%)	60	65	70	75	80	기술적 성과	결과(질)
[2-3-2] 1단계 인공지능경망의 정확도 (%)	40	45	50	-	-	기술적 성과	결과(질)
[2-3-2] 연관성 추출의 정확도 (%)	-	70	75	80	-	기술적 성과	결과(질)
[2-3-2] 2단계 인공지능경망의 정확도 (%)	-	-	50	55	60	기술적 성과	결과(질)
[2-4-1] 관측 데이터오류탐지율(%)	80	83	87	90	93	기술적 성과	결과(질)
[2-4-2] 취득 데이터 신뢰성 (정확도/정밀도(%))	80/80	-	-	-	-	기술적 성과	결과(질)
[2-4-2] 수치모델보정결과 정확도(%)	15	20	30	40	50	기술적 성과	결과(질)
[2-4-2] 동일 시간에 대한 분석장 및 예측장 사이의 오차	-	10	20	35	50	기술적 성과	결과(질)

<표 3-6> 단계별 성과지표(서비스 분야)

성과지표명(단위)	1단계		2단계			기타	
	목표치					성과 유형	지표 유형
	'18	'19	'20	'21	'22		
[3-1-1] 융합기상-빅데이터 수집 기술수준 향상(%)	81	83	85	87	90	기술적 성과	결과(양)
[3-1-1] 융합기상-빅데이터 분석 기술수준 향상(%)	85	87	90	93	95	기술적 성과	결과(양)
[3-1-1] 융합기상 지능정보 콘텐츠 및 서비스 기술 향상(%)	80	83	86	88	90	기술적 성과	결과(양)
[3-1-1] 융합기상 지능정보 서비스플랫폼 기술수준 향상(%)	82	84	86	88	90	기술적 성과	결과(양)
[3-1-2] 기상 챗봇 서비스 평균 응답 시간 (초)	5.0	4.0	3.0	2.0	2.0	기술적 성과	결과(질)
[3-1-2] 사용자 서비스 이용시점 예측 (%)	50	60	70	80	90	기술적 성과	결과(질)
[3-1-2] 문자열 내 키워드 추출 정확도 (%)	60	80	85	90	95	기술적 성과	결과(질)
[3-1-2] 자연어 처리 기술의 정확도 (%)	-	-	60	80	90	기술적 성과	결과(질)
[3-1-2] 기상 챗봇 서비스 제공 SNS 플랫폼 개수 (개)	1	2	2	3	3	기술적 성과	결과(양)
[3-1-2] 챗봇 서비스를 통한 기상 서비스 정확도 (%)	80	80	85	85	90	기술적 성과	결과(질)
[3-2-1] 방언, 잡음정도에 따른 음성인식 단어 오답율(%)	30	20	15	10	5	기술적 성과	결과(질)
[3-2-1] 대화 응답률(%)	60	70	80	85	90	기술적 성과	결과(질)
[3-2-1] 감정 분류 알고리즘을 통한 감정 인식률 (%)	50	60	70	80	85	기술적 성과	결과(질)
[3-2-2] Word Error Rate [%]	18	16	15	13	10	기술적 성과	결과(질)
[3-2-2] Signal to Noise Ratio [dB]	2	2.5	3	4	5	기술적 성과	결과(질)
[3-2-2] 전체 대화 turn 중 적절한 응답 비율 [%]	70	73	75	77	80	기술적 성과	결과(질)

3.3 추진방향

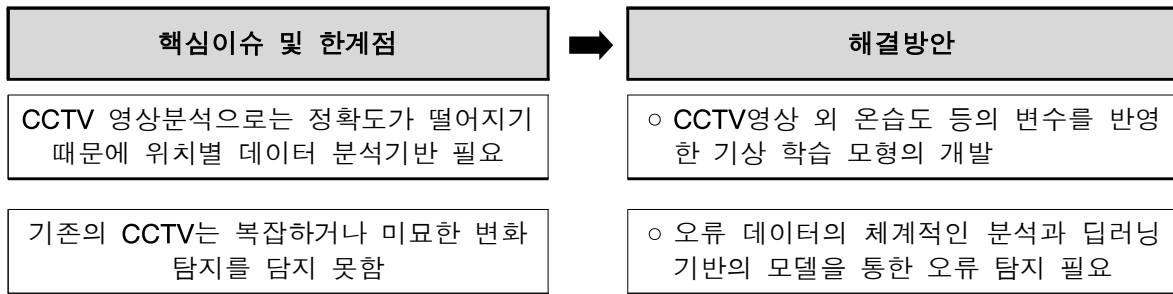
3.3.1 사업 도출 프로세스

가. 핵심 이슈 도출

□ 국내·외 기술개발동향 및 인공지능-기상 융합기술 관련 자료 등을 바탕으로 ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’에서 시급하게 해결해야 하는 주요 핵심이슈를 도출함

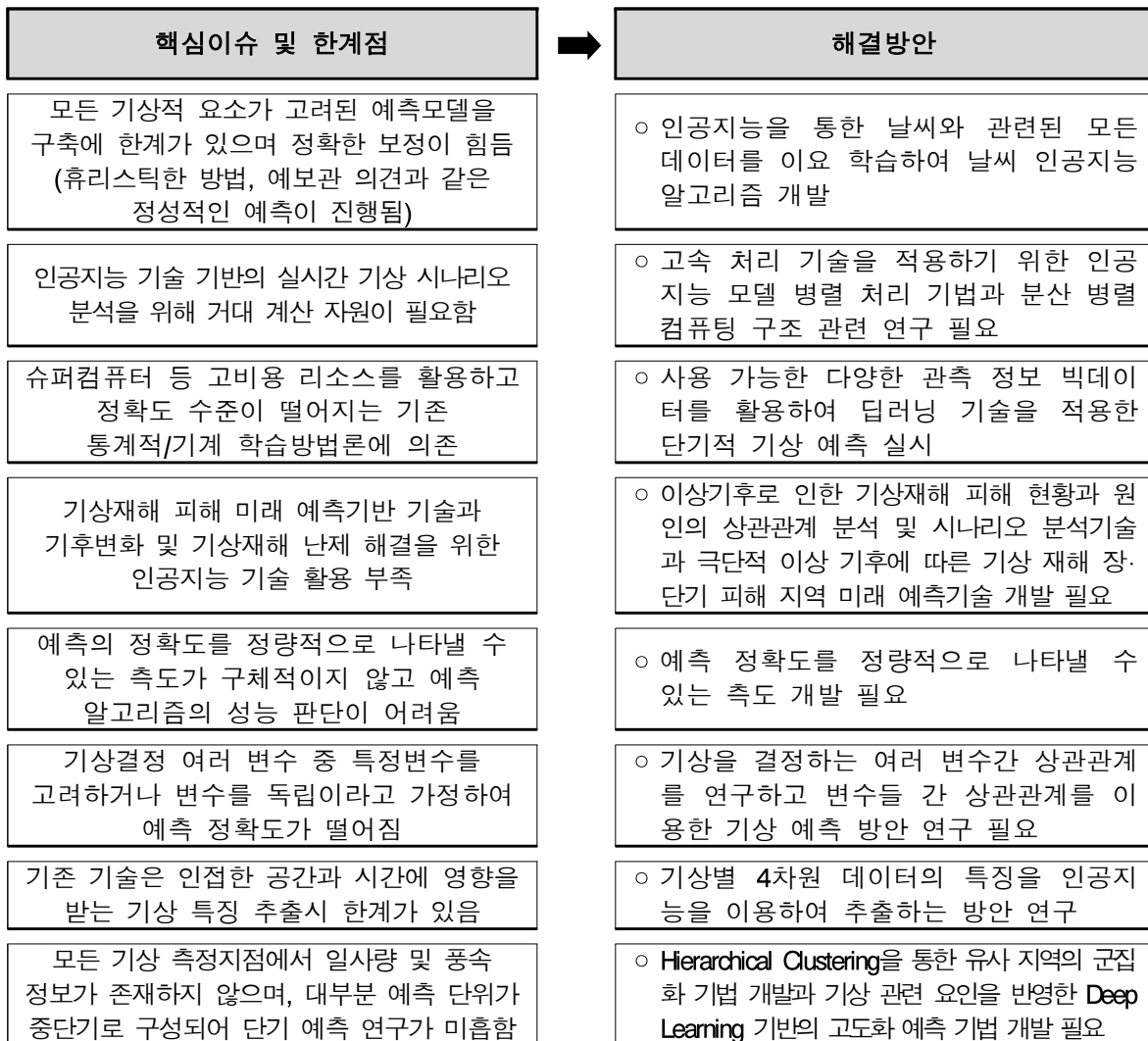
○ 관측/ 감시 분야

핵심이슈 및 한계점	해결방안
이동성이 낮은 수집 장치를 사용함으로써 관측하는 장소가 한정적이며, 데이터를 수집하는 정보량이 제한적	○ 이동 비행체, 차량(커넥티드카), 스마트폰과 같은 이동성을 지닌 기상 관측장비를 IoT기반으로 활용
이동형 기상관측장비를 활용함으로써 수집되는 막대한 양의 기상 데이터에 대한 효율적 가공 교환 기술 부재	○ 이동형 기상관측장비 간 기상 데이터 전송 프로토콜 및 기상정보 특화인공지능 기반 데이터 가공 기법으로 데이터 교환 실현
측정된 기상 관측 데이터의 전달 시 클라우드를 별도로 운영하여 높은 비용 소요	○ 소규모의 마이크로 데이터 센서를 기상 관측 장비에 가까운 곳에 설치하여 실시간성을 보장
AWS 설치 장소의 한정성으로 인한 기상데이터의 정밀도 향상이 어려움	○ 스마트 기기 및 차량의 센서 데이터 수집을 통한 기상정보의 데이터 정밀도 향상
사용자가 기상정보에 대한 데이터 직접 입력 필요성 대두	○ 기기에서 측정되는 센서 데이터를 자동으로 서버로 보내주는 방식을 통한 데이터 수집의 자동화 실시
기존의 분석 시스템은 아격자 모델로 인해 모든 지역에 세분화된 정보 제공이 힘들며 자동화가 되어있지 않음	○ CCTV를 포함하여 IoT기반 다양 관측센서들로부터 획득되는 빅데이터 분석으로 기상정보 자동 생성 기술 개발



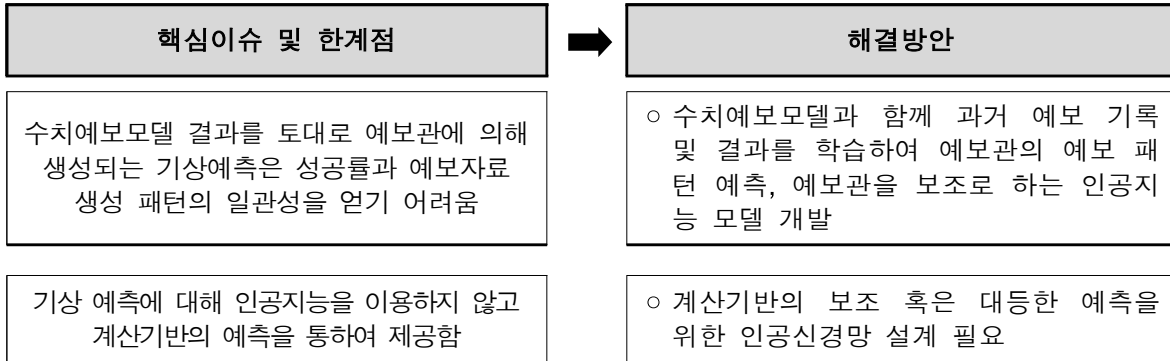
[그림 3-2] 초연결융합 네트워크 기반 관측 고도화 융합기술 분야 핵심이슈 및 해결방안

○ 모델링/ 분석 분야



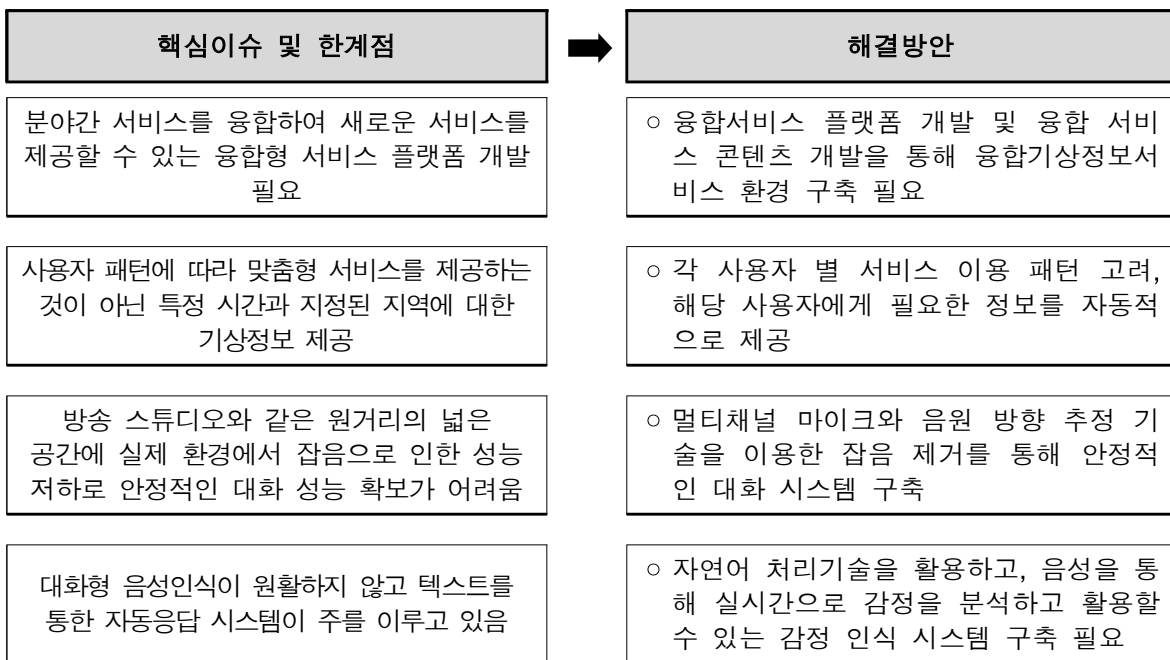
[그림 3-3] 인공지능 기반 기상-빅데이터 융합기술분야 핵심이슈 및 해결방안

○ 예보/ 생산 분야



[그림 3-4] 인공지능 플랫폼 기반 예보지원 융합기술분야 핵심이슈 및 해결방안

○ 전달/ 활용 분야



[그림 3-5] 4차 산업 기반 서비스융합기술분야 핵심이슈 및 해결방안

나. 기존사업 분석

□ NTIS 과제 검색, 전문가 인터뷰를 통한 기상업무(관측/감시, 모델링/분석, 예보/생산, 전달/활용) 분야별 기상-4차 산업 융합사업(연구) 동향 파악 및 성과분석을 실시함

- 관측/감시는 드론, CCTV, 차량용 기상센서를 통한 사업이 주로 연구 중이며, 모델링/분석 및 예보/생산은 인공지능과 타 분야와의 융합연구가 진행 중임
- 현재 전달/활용 분야에 대한 4차 산업관련 연구는 타 분야와의 융합연구를 제외하면 거의 진행 중이지 않지만, 관측/감시 및 모델링/분석과 예보/생산의 발달에 따른 연구 개발의 필요성이 강조될 수 있음

<표 3-7 기존사업 분석 내용>

분야	주요 기술	연구주제	연구내용
관측/감시	드론	드론을 활용한 기상데이터 수집	○ 드론을 통한 고고도 및 해양, 산악 등의 기상 데이터 수집
	CCTV	CCTV 영상인식기술을 통한 강우데이터 수집	○ 영상인식기술을 CCTV에 적용하여 떨어지는 빗방울을 인식하는 강우관측장비 개발
	차량용 센서	차량용 기상 관측 장비를 통한 기상데이터 수집	○ 차량에 부착된 레인센서, 온도 센서 등의 기상센서를 통한 기상데이터 수집
모델링/분석	빅데이터/인공지능	인공지능 기반 기상 모델 개발	○ 과거 자료의 빅데이터 및 딥러닝 적용을 통한 기상-인공지능 모델 개발과 기후재해(폭우, 폭설, 폭염 등)에 대한 시범 운영
		타 분야 융합 기상 분석 연구	○ 기상-도로, 기상-의료, 기상-농업 등의 융합 자료의 분석 기술 개발과 빅데이터 분석을 통한 인공지능 기반 기술 개발 토대 마련
예보/생산	빅데이터/인공지능	인공지능 기반 기상예보자료 생산	○ 인공지능 분석 모델을 통한 다양한 기상환경(침수, 폭우, 태풍 등) 예보 및 간단한 기후재해에 따른 경제적 피해량 예측 모델 개발
		타 분야 융합 예보 자료 생산	○ 빅데이터 기반 융합 자료의 분석을 통한 도로위험기상, 기상예보에 따른 합병증 관련 위험정보 및 날씨에 따른 식재료(농산물) 클레임 예측 모델 개발 등의 연구 수행
전달/활용	빅데이터	타 분야 융합 기상 서비스 제공	○ 도로위험기상정보 생산, 기상예보에 따른 합병증 관련 위험 알림 서비스 및 날씨에 따른 식재료(농산물) 클레임 예측 서비스 등

□ 기상청 내부 사업 분석을 통한 각 국별에서 현재 추진 중인 사업 내용 파악 및 동 사업과의 연계 가능성 확인

- 또한, 예보국, 관측기반국, 기상서비스진흥국 및 수치모델링센터에서는 현재 4차 산업과의 융합 및 자체 기술력 강화를 통한 기상 기술의 선진화를 추진 중임
 - 예보국 및 수치모델링센터에서는 모델링/분석과 예보/생산분야의 고도화 및 국산화를 추진 중이며, 관측기반국 및 기상서비스진흥국에서는 4차 산업과의 융합을 통한 新 기술 개발을 추진 중임
- ⇒ 각 국에서 현재 진행 중인 사업들은 동 사업에서 계획 중인 기상-4차 산업 융합 기술 개발과 유사하므로 연계 방안 마련이 가능함

<표 3-8 각 국에서 추진 중인 기술개발 현황 및 계획>

구분	'~16' (기존)	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
예보국		태풍현업시스템고도화('17)					
관측기반국		영상기반계절관측기술 개발('14~'17)					
			신기술 활용 고해상도 관측기반('18~) 빅데이터 활용 해상 CCTV 야간 물체 식별 기술 개발('18~) 인공지능기법 활용 기상현상 판별법 시험 적용 및 검증('18~) 인공지능을 이용한 관측분야 활용 생태계 조성('18~) 스마트폰 센서('18~), 차량용 강우센서 활용기술 개발(~'19)				
			이동통신사기상자료 수집 및 분석·활용기술 개발('17~) 드론을 이용한 계절관측 활용 기술 발굴('17~)				
기상서비스진흥국				드론 탑재 기상센서 개발 및 활용('19)			
	도로위험 기상정보 생산체계 구축('16)						
수치모델링센터		미래유망 민간기상 서비스 성장기술 개발('17~'22)					
		한국형수치예보모델개발('17~)					

다. 분야별 시사점 도출

① 현재 관측/감시의 주요 연구 분야는 드론, CCTV, 차량용 센서 등이며, 고해상도 및 광범위한 기상 데이터의 수집을 위해선 이들을 확장 및 융합하여 연구할 필요가 있음

- 드론을 통한 산악, 해안 등 접근이 용이하지 않은 지역의 기상데이터를 수집할 수 있고, 이를 통해 고고도 관측망을 구현할 수 있음
- CCTV 및 차량용 센서의 연구개발을 통해 도로 및 시내의 기상정보 정확도를 향상시킬 수 있고, 네트워크를 구성하여 아격자 크기를 축소하고 관측망을 확대할 수 있음

② 모델링/분석과 예보/생산의 경우, 인공지능을 활용하기 위한 모델링 연구와 타 분야(도로, 의료, 농업 등)와의 융합 연구가 주요 연구주제이지만, 아직 초기단계이므로 인공지능 기반 분석 기술로 연구 확장이 가능함

- 다양한 기후재해에 빠르고 쉽게 적용 가능한 인공지능 기반 모델링/분석 및 예보/생산 플랫폼을 개발하여, 향후 기상-인공지능 기술개발의 토대 마련
- 타 분야와 쉽게 융합 가능한 인공지능 기반 플랫폼을 개발하여, 분야별 빠른 맞춤형 자료 생산과 새로운 타 분야와의 융합을 쉽게 할 수 있음

③ 전달/활용과 4차 산업 융합 연구를 위해선 관측~예보 분야의 연구개발이 필요하므로, 다른 분야의 연구를 지원할 수 있는 서비스를 진행해야함

- 인공지능 기반 Web 서비스 플랫폼을 개발하여 타 분야와의 융합 서비스 제공과 다양한 기상데이터에 대한 인공지능 분석 서비스를 제공

라. 연구확장분야 도출

□ 시사점 도출을 토대로 기상업무(관측/감시, 모델링/분석, 예보/생산, 전달/활용) 분야별 연구필요 및 연구확장 분야를 도출

<표 3-9 연구확장분야 도출 내용>

연구확장분야			
분야	주요 기술	연구주제	연구내용
관측/감시	드론	기상관측 드론간 네트워크 구성	○ 드론간 네트워킹을 통한 기상 관측망의 유동적 변화 및 고고도 기상 자료 연계 수집을 통한 자료의 정확도 향상
		차량용 센서와 드론간의 연계 구성	○ 차량용 센서로는 도로위 기상 데이터를 수집하고, 드론은 도로부터 근거리 대기까지 기상 데이터를 수집하여 도로위 기상 정확도 향상을 추진 할 수 있음
	차량용 센서	네트워킹을 통한 관측망 확대	○ 차량간 혹은 차량과 CCTV 및 스마트폰 등과의 네트워크 구성을 통한 촘촘한 기상 관측망을 구현할 수 있음
		차량용 블랙박스 활용 기상 자료 수집	○ 영상인식 기술을 차량용 블랙박스에 활용하여 눈, 비 등의 기상데이터를 블랙박스로 수집하는 기술 개발 추진 가능
모델링/분석	인공지능	실시간 기상-인공지능 분석기술	○ 인공지능 모델의 개선을 통해 실시간으로 기상 변화를 감지 및 분석하여 강우, 강설, 폭염 등을 높은 정확도로 예측하는 인공지능기반 분석 기술로 확장할 수 있음
예보/생산	인공지능	인공지능 기반 예보 생산 플랫폼	○ 다양한 기후재해에 대하여 적용가능하며, 타 분야와 융합이 쉽고, 맞춤형 예보자료의 생산을 가능하게 하는 인공지능 기반 예보 생산 플랫폼을 개발하여 예보/생산의 선진화 가능
전달/활용	인공지능	인공지능 기반 서비스 플랫폼 개발	○ 다양한 타 분야 자료와 융합하여 서비스를 제공할 수 있는 기초 플랫폼 개발 및 간단한 기상데이터에 대한 인공지능 분석 서비스 제공

마. 기존사업(기상청 내부) 연계방안 도출

□ 예보국

- 현재 예보국에서는 태풍예보자료 고도화를 위한 태풍현업시스템 고도화가 추진 중이며, 동 사업의 인공지능기반 예보자료 생산을 통해 연계 가능
 - 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원을 통한 태풍 예보 정확도 향상 및 고도화 가능

□ 관측기반국

- 드론, 스마트폰, 차량, CCTV 및 인공지능을 활용한 관측 고도화 기술 개발을 추진 중이며, 동 사업의 관측/감시 분야에서 추진하는 내용과 유사하므로 연계가 가능함
 - **(드론)** 기존 사업은 드론을 활용한 기본적인 관측이었다면, 동 사업에서는 드론 편제를 통한 실시간 아격자 축소 및 유동적 관측망 구성이므로, 동 사업을 통해 기존 기술을 고도화할 수 있음
 - **(IoT)** 스마트폰 및 차량용 강우센서와 같은 이동형 관측 장비를 통한 기상 관측자료 수집연구가 진행 중이며, 동 사업에서 추진하는 IoT기반 관측자료 수집 기술과 연계하여 수집된 자료들의 통합 관리가 가능함
 - **(CCTV)** 동 사업의 CCTV 영상 패턴 분석 기술을 기존 사업의 CCTV 야간 물체 식별 기술에 응용하여 야간 영상 인식 고도화 가능
 - **(인공지능)** 동 사업의 각 관측 장비로부터 수집된 관측 자료를 기존 사업의 인공지능 활용 기상 현상 판별과 연계하여 기상 현상 판별 및 검증 고도화 추진

□ 기상서비스진흥국

- 현재 미래 민간 기상 서비스를 위한 기상-서비스 고도화 기술 개발이 추진 중이며, 동 사업의 사용자 맞춤형 융합기상 서비스 및 음성인식 新 기상 서비스와 연계 가능함

- 사용자 맞춤형 융합기상 서비스를 통해 민간 기상 서비스의 플랫폼 개발이 가능하며, 음성인식을 통한 新 기상 서비스를 활용하여 민간기상 서비스의 고도화가 가능함

□ 수치모델링센터

- 인공지능기반 기상-빅데이터 분석 기술 및 보정 기술을 통해 한국형수치예보 모델의 고도화가 가능함
- 국내 기상 현상에 적합한 한국형수치예보모델에 동 사업에서 추진하는 인공지능 활용 초고속 처리 기술 및 앙상블 예측 모형을 적용하면 모델링/분석분야의 기술 선진화가 가능함

3.3.2 사업 기획 방향

□ 기상 분야별 향후 추진 방향을 설정하기 위하여 현재 기술 수준에 End-User의 기술 요구 수준을 반영하여 기획범위 및 연구테마 설정

- 전문가 자문을 통한 요구 기술수준 파악 → 1차·2차 사업 기획범위 설정 및 사업체계도(안) 도출 → 기획위원회를 통한 사업체계도 확정과 세분야 도출 후 기술수요조사 및 기술제안서 진행

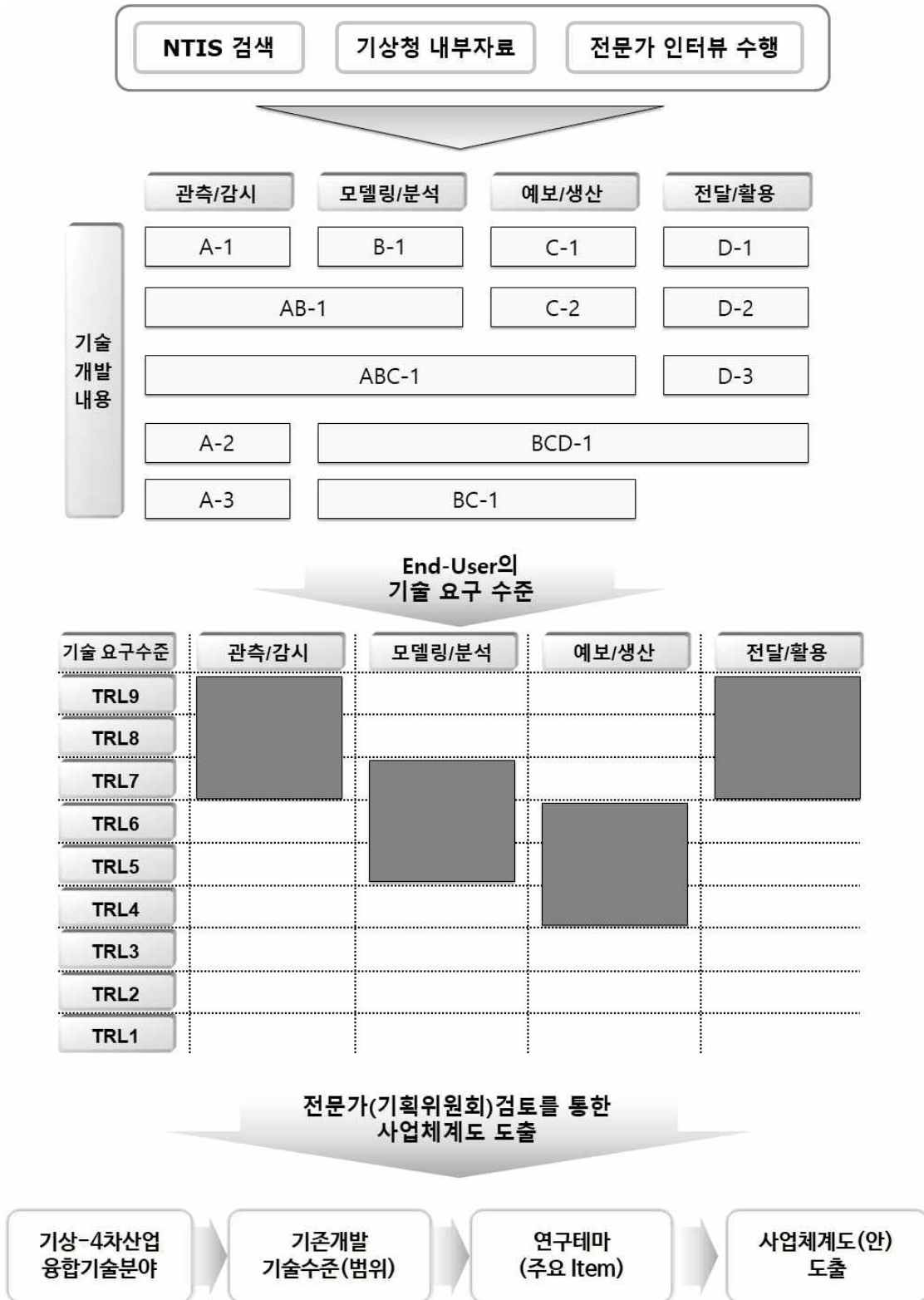


[그림 3-6] 사업기획 방향설정 프로세스

- ① 전문가 자문(인터뷰)진행을 통한 End-User의 요구수준을 반영한 사업기획 범위(안)도출(중복성 고려하지 않은 단계)

<표 3-10> 사업기획범위(안) 도출내용

분류	정의	연구테마 (Item)	세부전개방향
[1] 관측융합 기술	관측/감시(수집) 기술과 4차 산업기술의 융합분야	○ 드론	○ 고고도 관측데이터 신뢰도 향상
		○ CCTV	○ 도로기상/강물범람 관측기술
		○ 차량	○ 차량통합 네트워크 활용기술 ○ 무인(자동)관측기기 관련기술
[2] 예보/모델링 융합기술	모델링(분석)/예보(생산)기술과 4차 산업기술의 융합분야	○ 예보보정	○ 인공지능-실시간 자료 분석 및 모델링
		○ 융합플랫폼	○ 인공지능-실시간 예보보정
		○ 기후변화양상예측	○ 인공지능-초공간 내삽기술
		○ 위험기상	○ 인공지능-관측자료 품질관리
[3] 서비스융합 기술	전달/활용(서비스) 기술과 4차 산업기술의 융합분야	○ 관측자료품질관리	○ 모델링/예보 융합플랫폼
		○ 보험/의료	○ 각 산업별 요구기술에 대한 융합 서비스 개발
		○ 안전운항	○ 보험서비스
		○ 농업/어업	○ 합병증 예측대응 서비스
○ 로봇	○ 이동체(차량,선박 등) 안전운항 서비스 ○ 농작물/어업활동 지원서비스 ○ 로봇활용 캐스트		



[그림 3-7] End-User의 요구를 반영한 사업체계도(안) 도출

참고자료 전문가 인터뷰 주요내용3)**[1] 차량용 강우센서('17.08.01)**

- 기존 연구수행 주요내용
 - 차량용 강우센서의 개선을 통한 강우자료 생산기술 개발
 - 차량을 이용한 도로경로별 강우관측 자료 시범생산
 - 차량용 레인센서를 활용한 실시간 도로경로별 강우정보 생산
 - 텔레메틱스 기반 강우정보 수집·제공체계 구축
 - 도로 안전운전지원을 위한 실시간 강우정보 제공 플랫폼 운영
- 향후 연구추진 계획 구상
 - 차량 내 센서 및 정보들을 통합관리(생산, 전달 등)하여, 온도/습도/강우/미세먼지 등 다양한 기상업무에 대응할 수 있는 기술 및 시스템 구축 연구

[2] 도로기상 모니터링 및 알고리즘('17.08.02)

- 기존 연구수행 주요내용
 - 기상(눈, 비, 안개, 기온, 풍속 등), 교통(교통량, 속도 등), 도로기하구조(차로수, 회전방향 등)와 사고 Data(사망자, 중상자 등)간 관계식 정립
 - 관계식으로부터 강설, 강우 등의 발생 시 사고 가능성 및 심각도 분석

[3] CCTV 관측 및 영상분석('17.08.04수)

- 기존 연구수행 주요내용
 - CCTV 영상분석 기술을 통한 기상 정보 수집 기술 개발
 - 도로 위 날씨 판별 및 기술 정확도 검증 시스템 개발
 - 생산된 데이터를 알고리즘을 통해 분석 및 도로위기상정보 생산 수행
- 향후 연구추진 계획 구상
 - 기존 도로기상정보 생산기술의 고도화 추진
 - CCTV 영상분석을 기반으로 실시간 위험기상정보 생산
 - 특정 범위에서 확장시켜 전국단위 정보 제공 방안 제시
- 기타 의견
 - 지속가능하며 연계발전이 가능한 기술개발 필요
 - AWS의 정확도가 낮으며 관측 데이터 수집이 부족한 상황
 - 고속도로 및 시내 CCTV, 공공 및 민간 데이터의 통합 분석 제시
 - 민간 데이터의 경우 통신사 자체 측정 및 정보제공처 데이터 활용
 - 통합 플랫폼 기반의 폭염, 강우, 폭설, 집중호우 등 예보가능

[4] 기후재해 인공지능 분석('17.08.16)

- 기존 연구수행 주요내용
 - 기후재해(폭염, 폭설, 폭우 등)에 대하여 과거 데이터를 비정형 및 정형 데이터로 구분하여 분석 실시
 - 과거 기후재해 빅데이터 분석을 통한 패턴 도출과 이를 인공지능 학습에 활용하여 미래 기후재해 예측 기술 개발
- 향후 연구추진 계획 구상

- 현재 연구 중인 인공지능 기반 기후재해 분석의 고도화 및 정확도 향상
- 기타 의견
 - End User의 요구 수준을 반영하여 분야를 나누기 위해선 자문위원회 구성이 필요함
 - 인공지능을 활용한 기상기후 분석의 경우, 아직 초기단계이므로, 빠른 기술력확보를 위한 투자가 요구됨

[5] 기상환경인식 자율주행기술 개발('17.08.16)

- 기존 연구수행 주요내용
 - 비, 눈, 안개 상황 등 다양한 기상환경 조건에서 환경인식이 가능한 센서 시스템 및 Big Data 기반 환경인식 기술 개발
 - 다양한 기상환경 조건에서 이동체의 안전한 운영을 위한 전천후 실외 자율 주행 기술 개발
- 향후 연구추진 계획 구상
 - 초고해상도 일기도 생산을 위한 비, 눈, 안개 등 다양한 기상환경에서 운용가능한 다중 기상 센서 시스템 개발
 - 센서 시스템 운용을 위한 전천후 지상형, 공중형 이동 시스템 및 이를 다중으로 운용하기 위한 다중 객체 운용 기술 개발
 - 다중 객체의 통합 관제 및 다중 객체로부터 수집된 기상 BigData 관리를 위한 최적 DB시스템 구축

[6] 빅데이터 활용 도로위험기상 분석('17.08.17)

- 기존 연구수행 주요내용
 - 기상과 타분야 자료 활용 도로 구간별 안개 특성 및 위험도 분석
 - 빅데이터 분석을 활용한 기상청에서 개발된 '서울시와 남부해안권 호우피해위험 예측 모델' 고도화
 - 지역별 위험기상에 의한 피해 가능성 분석

[7] 드론을 활용한 기상관측('17.08.21)

- 기존 연구수행 주요내용
 - 드론을 활용한 하부경계층(PBL) 관측 및 기상 특성 분석
 - 드론을 활용한 기상관측 공백 해소 및 기상현상 이해 향상
 - 기상분야 드론 검증 기술 개발 및 드론 기반 대기하층 기상관측자료 확보로 위험기상에 대한 선제적 대응 연구

[8] 기후재해 인공지능 분석('17.08.25)

- 기존 연구수행 주요내용
 - 과거수위자료의 빅데이터 분석 및 딥러닝 적용을 통한 수위예측모델 개발
 - 대용량의 기상위성 데이터에 딥러닝을 적용하여 태풍의 눈 및 경로예측 모델 개발
 - 기상과 매출액 융합자료의 빅데이터분석과 딥러닝 적용을 통한 기상에 따른 매출액 모델 개발
 - 저해상도의 기상데이터를 고해상도로 전환하는 딥러닝 연구 수행
- 향후 연구추진 계획 구상
 - 기상관측자료로부터 빅데이터, 딥러닝 및 인공지능 분석 연구 수행 계획

② 위의 도출된 기획범위를 바탕으로 1차 기획위원회를 통해 사업체제도 초안(1차) 작성 후 기획위원회 검토 실시(중복성을 고려한 단계)

<표 3-11> 1차 사업체제도

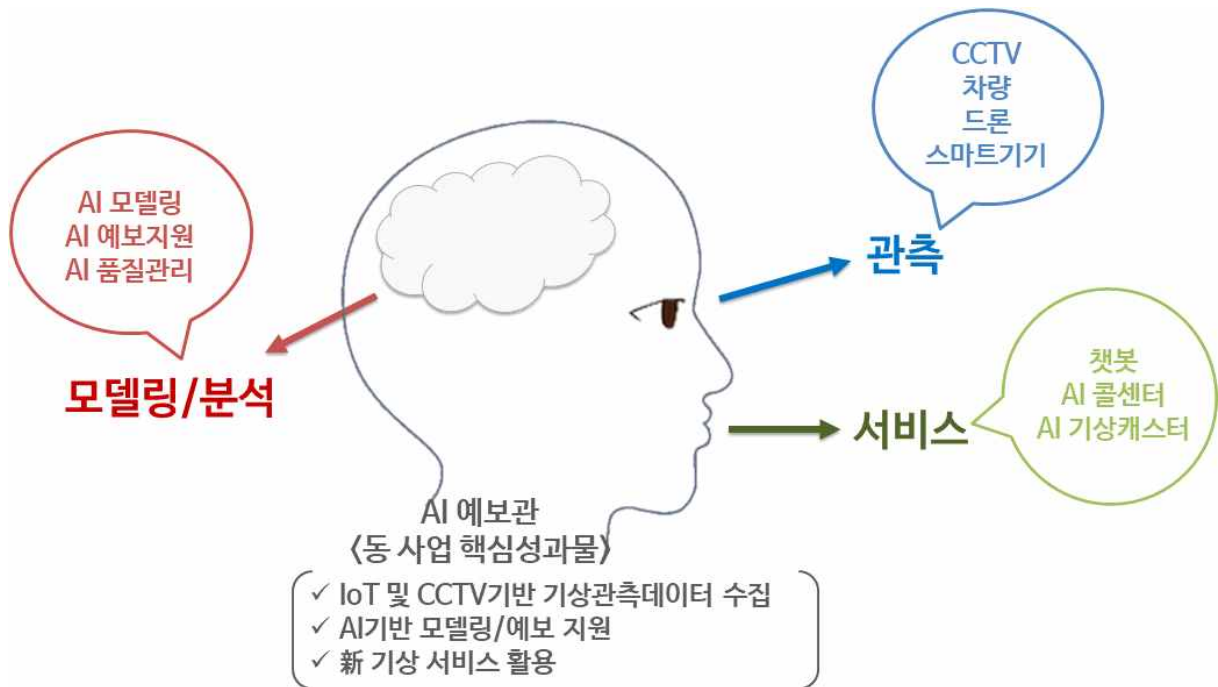
대분류	중분류	소분류
[1] 초연결융합 네트워크 기반 관측고도화 융합기술	[1-1] IoT 기술 기반의 관측 네트워크 고도화 기술 개발	○ [1-1-1] 이동형기상관측장비(차량, 스마트폰, 드론 등)간 실시간 초연결 네트워크 관측망 구축
		○ [1-1-2] IoT기반 지상관측장비 지원 시스템 개발
	[1-2] 인공지능 기반 관측 보정 기술 개발	○ [1-2-1] 인공지능 기반 필요자료 정밀 관측 시스템 개발
		○ [1-2-2] 개별 장비 간 인공지능 기반 관측 보정 시스템 개발
[2] 인공지능 기반 기상- 빅데이터 융합기술	[2-1] 인공지능 기반 자료동화 기술 개발	○ [2-1-1] 인공지능을 활용한 실시간 통합 관측 자료 보정 기술 개발
		○ [2-1-2] 인공지능을 활용한 실시간 관측자료 분석 기술 개발
	[2-2] 미래 기상 시나리오 모델 개발	○ [2-2-1] 인공지능 기반 미래 기상시나리오 분석 모델 개발
		○ [2-2-2] 인공지능 기반 기상시나리오 분석 모델 개발
[3] 인공지능 플랫폼 기반 예보 지원 융합기술	[3-1] 인공지능 기반 예보 지원 시스템 개발	○ [3-1-1] 인공지능을 활용한 실시간 예보자료 생산 기술 개발
		○ [3-1-2] 인공지능 기반 예보관 지원 시스템 개발
	[3-2] 인공지능 예보 융합 플랫폼 개발	○ [3-2-1] 인공지능을 활용한 타 분야 융합 예보 플랫폼 개발
		○ [3-2-2] 기후재해에 따른 타 분야 및 경제적 영향 예보 자료 생산 기술 개발
[4] 4차 산업 기반 서비스 융합기술	[4-1] 기상-인공지능 서비스 플랫폼 개발	○ [4-1-1] 실시간 기상-인공지능 서비스를 위한 플랫폼 개발
		○ [4-1-2] 빅데이터 및 인공지능 기반 자료철
	[4-2] 新 기상 서비스 개발	○ [4-2-1] VR/AR을 활용한 기상 서비스 개발
		○ [4-2-2] 로봇을 활용한 기상 캐스터 연구

3) 인터뷰 대상 전문가 실명은 익명으로 처리하였고, 향후 연구추진 계획이 자세하거나 비밀이 요구되는 경우는 비공개

□ 1차 사업체계도를 보완하기 위해 핵심성과물 중심으로 기상업무혁신을 달성할 수 있도록 3개 대과제로 개편하고, 명확한 목표가 연계된 사업체계도를 도출함

③ 사업체계도(1차)의 내용을 바탕으로 연구자 브레인스토밍, 기획위원 피드백을 통해 동 사업의 핵심성과물을 설정하고 이를 기반으로 사업체계도(2차)를 도출

- 동 사업의 핵심성과물을 기상예보관을 지원하기 위한 ‘인공지능 기상예보관’으로 설정하고, ‘인공지능 기상예보관’의 눈에 해당하는 관측/감시분야, ‘뇌’에 해당하는 모델링/예보분야, ‘입’에 해당하는 서비스/활용분야의 기술 개발 기획을 수행함



[그림 3-8] 핵심성과물 중심의 사업범위 개념도

- 대과제를 3가지 분야(관측/감시, 모델링/예보, 서비스/활용)로 확정하여, 1차 사업체계상의 중복성을 피하고, 우선순위로 수행하고자 하는 기술로 사업체계 수정
 - 관측/감시 → 유동적 기상관측망의 구성 기술 개발)
 - 모델링/예보 → 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술 개발)

· 서비스/활용 → 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술 개발)

<표 3-12> 2차 사업체계도

대과제	중과제	소과제
[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술	[1-1] 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측 기술개발	[1-1-1] 정밀 기상 현상 관측 및 관측 공백지역 해소를 위한 AI 기반 자율비행 기상 관측기 개발
		[1-1-2] 커넥티드 카 기반의 지능형 기상관측 시스템 개발
		[1-1-3] 이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발
	[1-2] CCTV 영상분석 기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발	[1-2-1] CCTV 영상 빅 데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보 생산 시스템 개발
		[1-2-2] IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발 및 서비스 제공
[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술	[2-1] 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발	[2-1-1] 실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발
		[2-1-2] 실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측기법 및 확률예측 모형 기반
	[2-2] 인공지능기반 기상 시나리오 분석 기술 개발	[2-2-1] 다중 관측 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 시스템 개발
		[2-2-2] AI 기반 기상재해 시나리오 분석 및 즉시적 대응 기술개발
		[2-2-3] LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발
	[2-3] 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발	[2-3-1] 인공지능 기반의 기상 예보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발
		[2-3-2] 예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인공지능기반 설계 기술 개발
	[2-4] 인공지능기반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발	[2-4-1] 인공지능 기반 실시간 품질관리 시스템 개발
[2-4-2] 수치 예보 모델의 보정 결과 활용 인공지능 기반의 일기도 보정 기술 개발		
[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술	[3-1] 인공지능기반 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발	[3-1-1] 지능정보사회 실현을 위한 가치창출형 융합기상정보서비스 통합플랫폼 개발
		[3-1-2] SNS 플랫폼과 사용자 맞춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발
	[3-2] 인공지능 음성인식 기반 新 기상 서비스 기술개발	[3-2-1] 인공지능 기반 기상 콜센터 음성 및 감정인식 시스템 개발
		[3-2-2] 실환경 사용이 가능한 인공지능 기반 기상 캐스터를 위한 음성대화시스템 기술개발

- ④ 기획위원회를 통한 사업체계도 확정 후 기술수요조사 및 기술개요서 진행
 - 기술개요서(양식)

기술명	[작성가이드라인] 제안하고자 하는 연구내용을 줄 이내로 기입																										
기술개발 최종목표	[작성가이드라인] 개발하는 목표를 기술적 측면에서 2줄로 이내 작성 ○ (정량적 목표) : 명확한 수치적 형태로 작성 요청 - - ○ (정성적 목표) - -																										
기술개발 대상	[작성가이드라인] 3~4줄로 이내로 작성(기술개발의 대상/범위 작성) ○ ○																										
최신 R&D 동향	해외	국내																									
	○	○																									
	[작성가이드라인] 기술개발 분야에 대한 국내외 주요 R&D 동향 2~3줄로 작성																										
기존기술 한계점 및 해결방안	기존 한계점	해결방안	개발전략																								
기술 개발내용	1단계	2단계																									
	[작성가이드라인] 각단계별 연구목표에 따라 세부계획을 개조식으로 간략히 3~4줄로 기술																										
기술개발 세부 추진계획	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">항목</th> <th colspan="5">단계별 성과목표</th> </tr> <tr> <th colspan="3">1단계</th> <th colspan="2">2단계</th> </tr> <tr> <th>'18</th> <th>'19</th> <th>'20</th> <th>'21</th> <th>'22</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>성과 목표</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					항목	단계별 성과목표					1단계			2단계		'18	'19	'20	'21	'22	성과 목표					
	항목	단계별 성과목표																									
1단계			2단계																								
'18		'19	'20	'21	'22																						
성과 목표																											
	[작성가이드라인] 단계별 기술개발 내용 및 기술개발의 성과에 대해 단계별 목																										

표 지표 작성								
연구기간 및 소요 예산								
연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계		
정부(백만원)								
민간(백만원)								
합계(백만원)								
투입 인력 계획								
연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계		
박사급(명)								
석사급(명)								
학사급(명)								
합계(명)								
연도별 성과지표 (논문, 특허 제외)	성과지표명(단위)	1단계			2단계		기타	
		목표치					성과 유형	지표 유형
	'18	'19	'20	'21	'22	기술적 성과		
	기상 드론 관측범위(km)	3	3.5	4	4.5		5	
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ (과학기술적) - ○ (경제산업적) - <p>[작성가이드라인] 제안한 기술의 기대효과를 3~4줄 이내로 작성</p>							
핵심성과물	<p>[작성가이드라인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 본 기술개발을 통해 도출되는 '핵심성과'(기술개발 결과)를 중심으로 수정·보완 부탁 드립니다. ※ 미래기상업무 분야(관측/감시, 모델링/분석, 예보/생산 및 전달/활용)의 변화될 모습이 구체적으로 드러나도록 작성해주시시오. ※ 핵심성과물과 관련해서는 아래의 기존 모식도, 문제해결 전략방향 및 기대효과를 참고하시길 바랍니다. 							

3.4 사업체계도

3.4.1 총괄구성

<표 3-13> 인공지능기술 활용 전략사업의 구성

대과제	중과제	소과제
[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술	[1-1] 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측 기술개발	[1-1-1] 정밀 기상 현상 관측 및 관측 공백지역 해소를 위한 AI 기반 자율비행 기상 관측기 개발
		[1-1-2] 커넥티드 카 기반의 지능형 기상관측 시스템 개발
		[1-1-3] 이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발
	[1-2] CCTV 영상분석 기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발	[1-2-1] CCTV 영상 빅 데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보 생산 시스템 개발
		[1-2-2] IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발 및 서비스 제공
[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술	[2-1] 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발	[2-1-1] 실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발
		[2-1-2] 실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측기법 및 확률예측 모형 기반
	[2-2] 인공지능기반 기상 시나리오 분석 기술 개발	[2-2-1] 다중 관측 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 시스템 개발
		[2-2-2] AI 기반 기상재해 시나리오 분석 및 즉시적 대응 기술개발
		[2-2-3] LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발
	[2-3] 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발	[2-3-1] 인공지능 기반의 기상 예보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발
		[2-3-2] 예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인공지능경망 설계 기술 개발
	[2-4] 인공지능기반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발	[2-4-1] 인공지능 기반 실시간 품질관리 시스템 개발
		[2-4-2] 수치 예보 모델의 보정 결과 활용 인공지능기반의 일기도 보정 기술 개발
	[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술	[3-1] 인공지능기반 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발
[3-1-2] SNS 플랫폼과 사용자 맞춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발		
[3-2] 인공지능 음성인식 기반 기상 서비스 기술개발		[3-2-1] 인공지능 기반 기상 콜센터 음성 및 감정인식 시스템 개발
		[3-2-2] 실환경 사용이 가능한 인공지능 기반 기상 캐스터를 위한 음성대화시스템 기술개발

3.4.2 중점분야별 주요내용

가. 유동적 기상 관측망 구성 기술

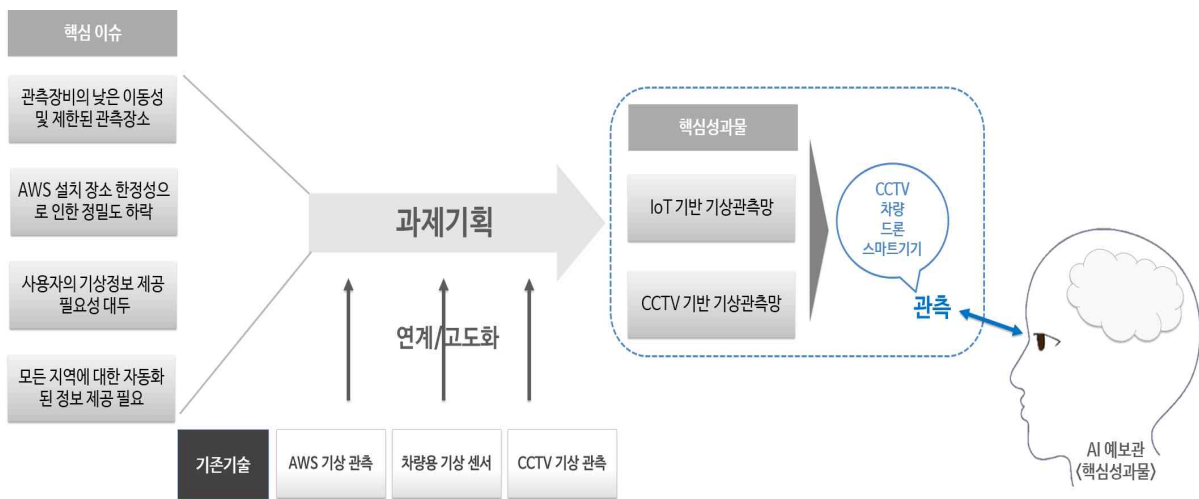
□ 연구개발목표

- IoT 및 인공지능 기반의 관측 자료 수집·보정 기술을 개발하여, 유동적 기상 관측망 구성 및 아격자 축소를 통한 기존 관측망 지원 및 세부 지역별 대량의 정확한 관측 자료 생산이 목표

□ 주요내용

- IoT 기반의 이동형 기상 관측 자료 수집 기술을 개발하여 기존 기상관측장비 (AWS 등)을 지원할 수 있는 시스템을 구축
- CCTV 기반 영상인식 기술을 고도화 하여 기상관측망 지원 시스템 구축

□ 대과제 범위 및 개념도



[그림 3-9] 유동적 기상관측망 구성기술 개념도

나. 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술

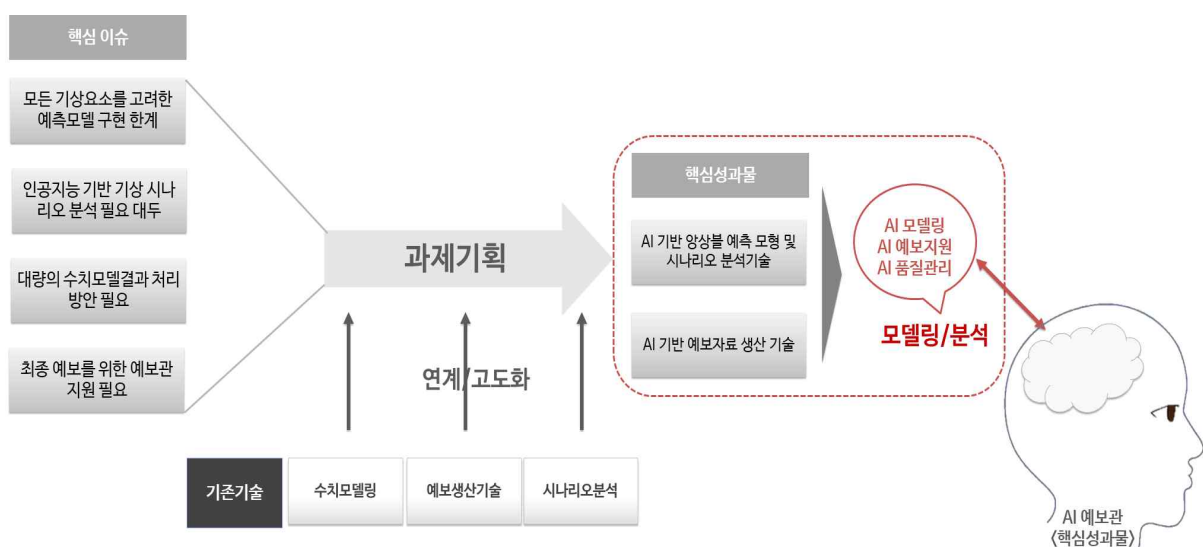
□ 연구개발목표

- 인공지능기반 기상-빅데이터 및 시나리오 분석기술을 통한 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술개발과 실시간 품질관리 및 보정기술 개발이 목표임

□ 주요내용

- 인공지능기반 실시간 기상-빅데이터 분석을 위한 초고속 처리 시스템 및 앙상블 예측 모형 개발
- 인공지능기반 시나리오 분석 기술을 통한 단기 시나리오 예측 시스템 및 기상재해 분석기술 개발
- 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 시스템 개발
- 인공지능 기반 실시간 품질관리 및 일기도 보정 기술 개발

□ 대과제 범위 및 개념도



[그림 3-10] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리기술 개념도

다. 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술

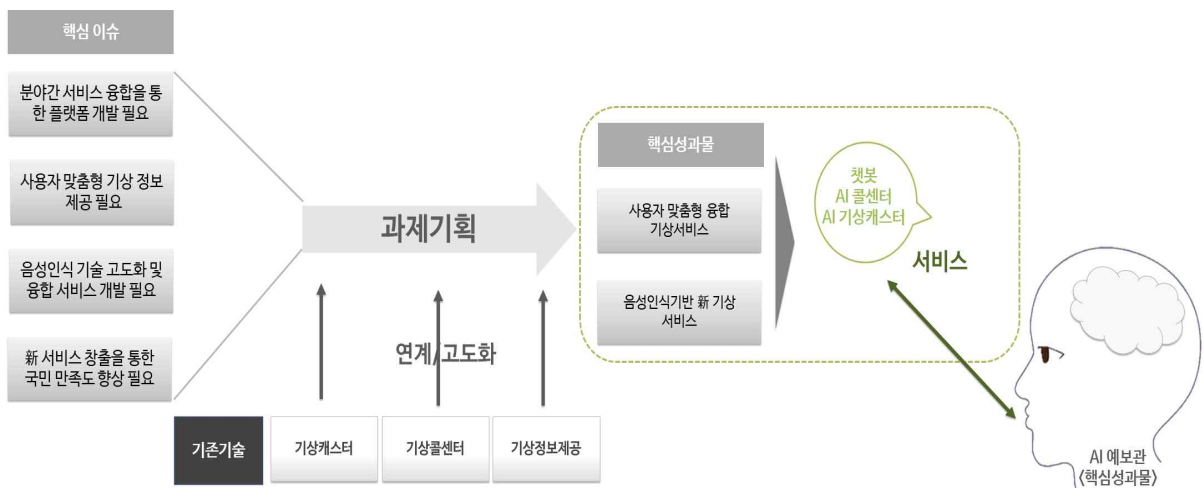
□ 연구개발목표

- 인공지능기반 사용자 맞춤형 융합기상정보 생산을 통한 국민들의 삶 증진과 음성인식기반 新 기상 서비스 기술 개발에 따른 서비스 분야 고도화

□ 주요내용

- 인공지능기반 산업별/지역별/수요자별 맞춤형 융합기상정보 서비스를 제공하여 국민들의 만족도 향상
- 음성인식기반 新 기상 서비스 개발을 통한 기존 기상 서비스분야의 문제 해결 및 新 기상 서비스 개발

□ 대과제 범위 및 개념도



[그림 3-11] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술 개념도

3.5 세부사업 추진내용

3.5.1 추진배경 및 사업구성

1) [1-1] 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측 기술개발

□ 추진배경

- 현재 국내에서는 이동형 기상관측장비를 통한 기상관측 자료 수집 연구가 진행 중임

□ 필요성

- 실시간 네트워킹을 통한 이동형 기상 관측망의 고도화 및 아격자 축소가 요구됨

□ 목표 및 성과활용

- 최종목표
 - IoT 기반의 관측 자료 수집을 통한 기존 관측망 지원 및 아격자 축소와 이에 따른 예보 정확도 향상
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) IoT 기반 관측 자료 수집을 통한 예보정확도 5% 이상 향상
 - (정성적 목표) 기존 AWS 지원을 통한 관측망의 아격자 축소 및 지역별 관측 데이터 세분화
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) 선진국에서 운용되는 관측 시스템과 견줄 수 있는 첨단 관측 시스템 구축 가능 및 이를 통한 기술력 제고

- (경제적) IoT 기반 관측 자료 수집을 통해 고비용의 관측 장비 설치를 대체할 수 있음

2) [1-2] CCTV 영상분석 기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발

□ 추진배경

- CCTV기반 고해상도 영상 인식 기술이 연구 중이며, 이를 빅데이터 및 인공지능 분야에 이용하기 위한 고도화가 추진 중임

□ 필요성

- CCTV기반 기상관측 고도화를 통한 기존 관측망 지원 및 고해상도 도로위 기상 관측 자료 수집이 요구됨

□ 목표 및 성과활용

- 최종목표
 - CCTV기반 고해상도 영상인식기술을 통하여 기존 관측망 지원 및 아격자 축소
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) CCTV기반 기상관측자료 수집을 통한 도로위 예보정확도 10%이상 향상
 - (정성적 목표) CCTV기반 기상 관측망을 통한 기존 AWS 지원 및 아격자 축소
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) CCTV기반 고해상도 기상 관측 기술을 통한 도로위 기상 관측 고도화
 - (경제적) 고해상도 영상인식 기술을 통한 고비용 관측 장비 설치 대체

3) [2-1] 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발

□ 추진배경

- 인공지능기반 기상-빅데이터 분석은 모델링/분석 분야의 고도화를 위해 기반이 되는 분야이므로, 전세계에서 연구 개발 중임

□ 필요성

- 인공지능기반 기상-빅데이터 분석의 고도화를 위한 고속처리 기술 및 앙상블 예측모형 기술 개발이 필요함

□ 목표 및 성과활용

- 최종목표
 - 인공지능 기반 기상-빅데이터 고속 처리 기술 및 앙상블 예측 모형 개발
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) 인공지능기반 900k 이상의 고속처리 기술 및 30%이상의 예측 정확도 개선
 - (정성적 목표) 기상 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 고속 분산 병렬 처리 기술 및 확률예측모형 개발
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) 모델링/분석 분야 고도화를 위한 고속처리 및 기상예측모형을 통한 기술 선진화 가능
 - (경제적) 실시간 기상예측 정확도 향상을 통한 경제적 피해 최소화 가능

4) [2-2] 인공지능기반 기상 시나리오 분석 기술 개발

□ 추진배경

- 기상 시나리오 분석은 미래 기후 변화의 분석에 필수적이므로, 국내외에서 관련 연구개발을 추진 중임

□ 필요성

- 기상 시나리오 분석의 고도화를 통한 미래 기후 변화에 대응책이 요구됨

□ 목표 및 성과활용

- 최종목표
 - 인공지능 기반 기상 시나리오 분석 모델 개발을 통한 미래 기후 변화 대응
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) 기상 시나리오 예측 정확도 100% 달성
 - (정성적 목표) 인공지능 기반의 기상 시나리오 분석 기술을 통해 실시간 기상 예측 시스템 개발
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) 미래 기후 변화 대응을 위한 인공지능 기반 기상 시나리오 분석 기술을 통해 기술 선진화 가능
 - (경제적) 장·단기 및 기후재해에 대한 기상 시나리오 분석을 통해 경제적 피해 최소화 가능

5) [2-3] 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발

추진배경

- 인공지능 기반 수치모델링 분석에 따른 대량의 앙상블 데이터가 생산되고 있음

필요성

- 인공지능을 통해 얻어낸 대량의 앙상블 수치모델 데이터를 가공하여 예보자료를 생산하기 위해선 인공지능 기반 예보자료 생산 기술이 필요함

목표 및 성과활용

- 최종목표
 - 인공지능 기반 예보자료 생산을 통해 예보 정확도 향상
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) 인공지능 기반 예보 자료 생산을 통해 기존 오보율의 최대 30% 감소
 - (정성적 목표) 관측 결과에 따른 예보관의 예보 패턴 파악 및 예보 자료를 생성하는 인공지능 개발
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) 인공지능 기반 예보 자료 생산을 통해 예보/생산 분야의 고도화를 이룰 수 있으며, 예보 정확도 향상이 가능함
 - (경제적) 인공지능 기반의 예보자료 생산을 통해 인건비를 감소시킬 수 있으며, 정확도 향상에 따른 경제적 피해액을 감소시킬 수 있음

6) [2-4] 인공지능기반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발

추진배경

- 대량의 기상관측 자료가 수집되고 있으며, 이에 따라 대량의 수치예보모델 결과가 발생하고 있음

필요성

- 인공지능 기반의 모델링/분석을 위해선 수집된 관측 자료의 보정, 품질관리 및 수치예보모델결과의 보정이 필요함

목표 및 성과활용

- 최종목표
 - 인공지능 기반 관측자료 보정 기술 및 수치모델결과 보정기술을 통한 기상 예보 정확도 향상
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) 관측자료 오류 탐지 정확도 90%이상 달성 및 수치모델결과 정확도 50%이상 향상
 - (정성적 목표) 실시간 오류 감지/보정/제거 기술 및 수치모델결과 보정을 통한 기상예보 정확도 향상
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) 데이터 오류 보정을 통한 기상 예보 정확도 향상 및 수치모델결과 보정 기술을 통한 모델링/분석 분야의 고도화 가능
 - (경제적) 인공지능기반 보정기술을 통한 인력 낭비 및 자원 소모 감소

7) [3-1] 인공지능기반 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발

추진배경

- 현재 기상 선진국에서는 기상 서비스의 고도화를 위한 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술 개발을 실시 중임

필요성

- 국민들의 삶의 질 향상을 위한 사용자 맞춤형 기상서비스 기술개발이 필요

목표 및 성과활용

- 최종목표
 - 사용자 맞춤형 융합기상정보 서비스 제공 및 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) 맞춤형 기상 정보를 통한 국민들의 만족도 20%이상 향상
 - (정성적 목표) 사용자 맞춤형 융합기상정보 및 SNS 기상 서비스 개발
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) 사용자 맞춤형 기상 서비스를 통한 전달/활용 분야 고도화
 - (경제적) 융합기상정보를 통한 농업/의료/교통 분야 이익 최대화 및 新 기상 서비스를 통한 서비스 분야 수익 창출

8) [3-2] 인공지능 음성인식 기반 新 기상 서비스 기술개발

□ 추진배경

- 인공지능 및 음성인식 기술은 4차 산업 대두에 따라 다양한 산업과 융·복합 연구 개발이 추진 중임

□ 필요성

- 음성인식 기술을 통한 현재 기상 서비스 문제 해결 및 新 기상 서비스 기술 개발이 필요함

□ 목표 및 성과활용

- 최종목표
 - 인공지능 및 음성인식 기반 기상 新기상 서비스 개발
- 단계별 목표
 - (정량적 목표) 新 기상 정보 개발을 통한 국민들의 만족도 30%이상 향상
 - (정성적 목표) 기존 서비스를 대체 및 지원 할 수 있는 新 기상 서비스 개발
- 활용방안 및 기대효과
 - (기술적) 4차 산업 및 기상 서비스 분야의 기술 고도화
 - (경제적) 新 기상 서비스 제공을 통한 서비스 분야의 수익 창출 가능

3.5.2 기술개발 내용

1) [1-1] 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측장비 데이터 가공 및 활용 플랫폼 개발

□ 중과제 구성

<표 3-14> 중과제 구성(1-1)

번호	소과제명	정의	주요내용
1-1-1	무인이동체를 통한 기상관측 데이터 수집 및 가공 시스템 기술개발	무인이동체를 이용한 기상 관측 데이터 수집 및 가공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무인이동체 배치 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 효율적 기상 정보 측정을 위한 무인 이동체 배치 기법 연구 ○ 이동형 기상관측 장비간 데이터 전송 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 전송 프로토콜 및 기상정보에 특화된 인공지능 기반 데이터가공 기법을 통해 효율적인 데이터 교환을 실현
1-1-2	커넥티드카 활용 기상관측 데이터 및 네트워크 연동 기술개발	커넥티드카를 활용한 기상 관측 데이터 수집을 위한 네트워킹 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 커넥티드 카를 통한 관측 네트워크 플랫폼 <ul style="list-style-type: none"> - 에지 컴퓨팅/포그 컴퓨팅을 통한 실시간 데이터 교환 ○ 포그 컴퓨팅을 이용한 기상데이터 처리 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 포그 컴퓨팅 기반 저지연 데이터 처리 플랫폼
1-1-3	이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발	스마트 기기 및 이동형 센서에서 수집된 기상자료 활용 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수집된 자료의 가공 및 클러스터링 알고리즘 <ul style="list-style-type: none"> - 수집된 데이터들의 데이터 특징 기반 클러스터링 알고리즘 개발

1-1-1

정밀 기상 현상 관측 및 관측 공백지역 해소를 위한 AI 기반 자율 비행 기상 관측기 개발

□ 최종목표

○ (정량적 목표)

- 8개 이상의 기상 정보 관측이 가능한 무인이동체 및 1시간 이상의 지속 관측 가능한 무인 이동체 편대 관리/제어 시스템 개발
- PUB/SUB에 기반한 전송 효율 80% 향상 및 전송 손실을 최대 5%를 보장하는 기상 데이터 교환 프로토콜 개발

○ (정성적 목표)

- 기상 관측용 무인 이동체 및 인공지능형 다수 무인 이동체 관리/제어 시스템 개발
- 기상 관측 이동체간 기상 데이터 교환 프로토콜 및 효율적 데이터 가공 기법 개발

□ 기술개발 대상

- 기상 정보 측정 및 수집을 위한 IoT 연동 무인 이동체 시스템 개발
- 효율적 기상 정보 측정을 위한 인공지능 기반 무인 이동체 배치 기법 및 관제 시스템
- 이동체간 기상 관측 데이터 교환 프로토콜 및 기상 데이터 가공 기법

□ 최신 R&D동향

<표 3-15> [1-1-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 Skywatch社에서 개발한 Windoo 3는 스마트폰에 장착하여 간단한 기상 정보(풍향, 습도 등) 측정 가능 ○ 미국 University of California San Diego에서 드론 편대를 활용한 대기관측 연구를 수행 ○ 핀란드 Aalto University에서 기상데이터 전송을 최적화하는 P2P대응 통신 프로토콜 연구 수행 ○ 뉴질랜드 기상청에서 IoT 환경에 기상 관측 기술을 접목시키는 연구를 진행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시민의 스마트폰 제보를 통한 기상 제보 수집, 차량을 활용한 강우량 측정 진행 ○ SK 텔레콤社は 기지국에 기상관측 센서를 장착하여, 국지적인 기상정보까지 파악가능하고, 이를 LTE망을 통해 즉시 스마트폰 앱으로 정보 제공 가능 ○ 3S 솔루션社は 미세먼지 관측 중심의 드론 제작 및 간단한 비행 시연
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[무인이동체 배치 및 이동체간 통신 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-16> [1-1-1] 기존한계점 및 해결방안

기존 한계점	해결방안
<ul style="list-style-type: none"> ○ 지상에 고정되어 있거나 이동성이 낮은 수집 장치를 사용하여 관측 장소가 한정되고 수집하는 정보량이 제한적 ○ 이동형 기상관측장비를 통해 수집되는 많은 양의 기상 데이터들에 대한 효율적 가공 및 교환 기술 부재 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이동 비행체, 차량, 스마트폰과 같은 이동성을 지닌 기상관측장비를 IoT 기반으로 활용함으로써 더욱 넓은 지역에 대한 고해상도 기상데이터 수집이 가능 ○ 이동형 기상관측장비 간 기상데이터 전송 프로토콜 및 기상정보에 특화된 인공지능 기반 데이터가공 기법을 통해 효율적인 데이터 교환을 실현
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> </div>	
개발전략	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상관측에 필요한 특성을 고려한 기상 정보 측정용 무인 이동체 개발 ○ 효율적 기상 정보 측정을 위한 인공지능형 무인 이동체 배치 기법 및 관제 시스템 개발 ○ PUB-SUB에 기반한 이동체간 기상 관측 데이터 교환 프로토콜 및 기상 데이터 가공 기법 개발 	

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-17> [1-1-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 무인 이동체 환경에서의 기상 정보 측정 시스템 연구 ○ 관측 정보 및 필요 시간에 따른 관측 목표 지역 파악 기법 연구 ○ 학습을 통한 관측용 무인 이동체 상태 모니터링/관제 기법 연구 ○ 기상데이터 패킷 및 활용 구조 설계 ○ 외부 기상관측 장비와 연동 기술 연구 ○ 기상관측장비 간 관측 위치 정보 공유 기술 연구 ○ 관측 데이터 중 주요 기상 정보 추출 기술 연구 ○ Outlier 기상 데이터 filtering 기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기체 및 측정 시스템의 통합 ○ 측정 필요 지역 및 무인 이동체의 위치에 따른 배치 알고리즘 개발 ○ 인공지능에 기반한 지상 관리국의 다중 무인 이동체 관리 시스템 개발 ○ 기상 데이터 교환 프로토콜 설계 ○ 관측용 이동체 기상 관측 위치 기반 전송 기술 연구 ○ IoT 기반한 외부 관측 장치와 연동 기술 개발 ○ 기상 데이터 aggregation을 통한 data condensing 기법 개발 ○ 인공지능 기반 기상 정보 우선순위 설정 및 기상 상황에 따른 가변 sampling rate 기법 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-18> [1-1-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
기상 정보 관측 및 수집을 위한 무인 이동체 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무인 이동체 환경에서의 기상 정보 측정 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기체 및 측정 시스템의 통합 	기상 드론 관측범위 / 관측 임무 연속 수행 시간
무인 이동체 배치 기법 및 관제 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측 정보 및 필요 시간에 따른 관측 목표 지역 파악 기법 개발 ○ 학습을 통한 관측용 무인 이동체 상태 모니터링/관제 기법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측정 필요 지역 및 무인 이동체의 위치에 따른 배치 알고리즘 개발 ○ 인공지능에 기반한 기상 관리국의 다중 무인 이동체 관리 시스템 개발 	관측 기상 정보 종류 / PBL 영역 관측범위 / 관측 목표 지역 전체 범위 대비 포함율
이동체간 기상 관측 데이터 교환 프로토콜	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상데이터 패킷 및 활용 구조 설계 ○ 기상관측장비 간 위치 정보 공유 기술 개발 ○ 외부 기상관측 장비와 연동 기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 데이터 교환 프로토콜 설계 ○ 관측용 이동체 기상 관측 위치 기반 전송 기술 개발 ○ IoT 기반한 외부 관측 장치와 연동 기술 개발 	전송 성공률 / 기상 데이터 가공 후 전송 효율 향상율
기상 데이터 가공 기법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측 데이터 중 주요 기상 정보 추출 기술 개발 ○ Outlier 기상 데이터 filtering 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 데이터 aggregation을 통한 data condensing 기법 개발 ○ 인공지능 기반 기상 정보 우선순위 설정 및 기상 상황에 따른 가변 sampling rate 기법 개발 	False filtering 비율

1-1-2 커넥티드 카 기반의 지능형 기상관측 시스템 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 커넥티드 카를 통한 도심 지역 100%, 비도심 지역 90% 이상의 기상 관측 커버리지 확보
 - 중앙 클라우드 기반 데이터 처리 플랫폼 대비 30% 이상의 지연시간/비용 감소
- (정성적 목표)
 - 커넥티드 카에 다양한 형태의 기상 관측 센서를 부착하여 공간적/시간적으로 다양하고 풍부한 기상 정보를 관측하고, 이를 이기종 무선 네트워크를 통해 데이터 처리 플랫폼으로 전달할 수 있는 기술 개발
 - 중앙 클라우드의 높은 투자/운영 비용과 고지연성 문제를 해결하기 위해 포그 컴퓨팅 (Fog Computing) 기술을 활용한 저비용/실시간 기상 정보 데이터 처리 플랫폼 개발

□ 기술개발 대상

- 커넥티드 카를 통한 기상 정보 관측 및 네트워크 연동 플랫폼
- 포그 컴퓨팅을 활용한 저비용/실시간 기상 정보 데이터 처리 플랫폼

□ 최신 R&D동향

<표 3-19> [1-1-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중앙 클라우드가 가지고 있는 높은 지연 시간 문제를 해결하기 위해 포그 컴퓨팅에 대한 기술 개발이 활발히 진행되고 있으며 Multi-Access Edge Computing (MEC)와 같은 기술 표준화 작업도 진행되고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학계 및 연구소에서 포그 컴퓨팅/에지 컴퓨팅에 대한 연구를 진행하고 있으며 통신 사업자들도 이를 네트워크에 적용하고자 하는 연구를 진행하고 있음 ○ 커넥티드 카를 활용하는 차량 클라우드 기술이 학계에서 논의되고 있음
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[커넥티드카를 활용한 차량 클라우드 기술 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-20> [1-1-2] 기존한계점 및 해결방안

기존 한계점	해결방안
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 고정식 기상 관측 장비의 경우 추가적인 증설을 위해 막대한 예산이 소요되며 설치 지역에 따라 측정 커버리지가 큰 편차를 가지게 됨 ○ 측정된 기상 관측 데이터가 중앙의 클라우드 센터까지 전달되어야 하는 경우 높은 지연 시간이 소모되며, 또한 중앙의 클라우드를 별도로 운영하는 경우 높은 비용이 소요될 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 기상 관측 센서 (기온, 습도 등)를 커넥티드 카에 설치하고 이를 중앙에서 실시간으로 제어하면 원하는 수준의 측정 커버리지를 보장할 수 있음 ○ 기상 관측 장비에 보다 가까운 네트워크 에지(Edge)를 설치하여 운영하는 에지 컴퓨팅/포그 컴퓨팅을 통해 실시간 데이터 교환 가능
<p>↓</p> <p>개발전략</p>	

- 커넥티드 카는 높은 이동성을 가지며 그 수도 아주 많으므로 소프트웨어 정의 네트워킹 (Software-Defined Networking) 기술을 이용하여 중앙 컨트롤러에서 일괄적으로 관리할 수 있는 기술을 개발함
- 중앙 클라우드 시스템과는 달리 포그 컴퓨팅/에지 컴퓨팅에서 데이터 처리가 분산적으로 처리되므로 이를 효과적으로 제어하고 관리할 수 있는 기술을 개발함

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-21> [1-1-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 관측 센서가 장착된 커넥티드 카와 이기종 무선 네트워크의 연동 기술 개발 ○ SDN 기반의 커넥티드 카 제어/운용 시스템 개발 ○ 포그 컴퓨팅 기반의 저비용/실시간 기상 정보 데이터 처리 플랫폼 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차량의 이동성, 지역별 분포도 등을 고려한 기상 관측 커버리지 확보 기술 개발 ○ 지역적으로 산재한 포그 컴퓨팅 노드의 연동 및 제어/관리 기술 개발 ○ 신규 서비스 창출을 위한 기상정보 데이터 처리 플랫폼 API 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-22> [1-1-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
커넥티드 카 기반의 기상 관측 플랫폼	○ 이기종 무선 네트워크 와 연동된 기상관측 플 랫폼 개발	○ 도심 100%, 비도심 90% 이상의 기상 관측 커버리지 확보	기상 관측 커버리지
포그 컴퓨팅 기반의 저지연 데이터 처리 플랫폼	○ 포그 컴퓨팅 기반 기상 정보 데이터 처리 플랫 폼 개발	○ 중앙 클라우드 대비 30% 이상의 지연 시간 감소	데이터 처리/전송 지연 시간 감소율

1-1-3 이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발

□ 최종목표

○ (정량적 목표)

- 기상 데이터 수집의 지역적 정밀도를 AWS(자동 기상 관측 장비)만 사용했
을 때 대비 10배 이상으로 향상시킴으로써 기존 AWS가 수집 못하는 지역
(산, 고속도로 등) coverage를 개선
- 정밀해진 데이터를 통한 기상 예보 정확도 (강수 유무 등) 5% 이상 향상

○ (정성적 목표)

- 기존 AWS 대비 더 넓은 지역을 세밀하게 데이터를 수집하며 지역적으로
세분화되고 향상된 정확도의 기상 정보 제공

□ 기술개발 대상

- 스마트폰, 스마트밴드 및 차량 등의 이동형 센서 및 수집 어플리케이션
- 엣지 디바이스용 데이터 가공 및 저장 처리 모듈, 빅 IoT 데이터 서버, 데이터 분석 및 비주얼라이제이션 클라우드 서버

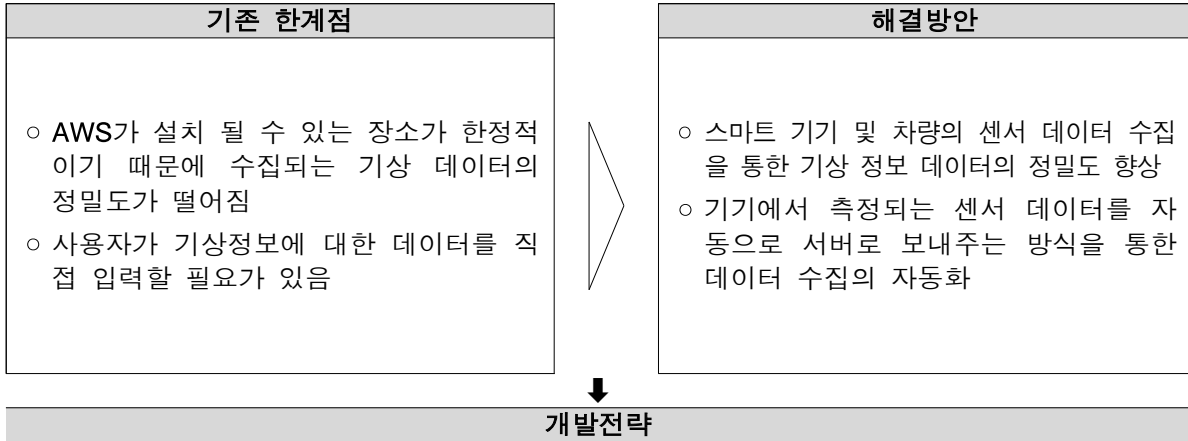
□ 최신 R&D동향

<표 3-23> [1-1-3] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본에서 개발한 Weathermob은 사용자가 스마트폰 어플리케이션을 통해 그 지역의 날씨를 직접 리포팅하는 방식으로, 현재 날씨 정보만 제공할 뿐만 아니라 Predictive Analytics를 통해 날씨 예보도 제공함 ○ 캐나다에서 개발한 PressureNet은 사용자가 구글맵을 통해 자신이 있는 곳의 기압을 알 수 있고, 미국 워싱턴대 연구진은 이 자료를 토대로 기후모델을 개발 중에 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서 운영되는 기상 관측 차량은 SUV 차체에 AWS를 얹은 형태이며 관측장비가 없는 도심지 고속도로 등에서 기상관측을 실시함
<p>기술관련 모식도</p>	<p>The diagram illustrates the data flow from mobile sensors to cloud servers. On the left, '이동형 센서' (Mobile Sensors) includes '기상 관측 차량' (Weather observation car) and '스마트 기기' (Smart device). These send data to a 'Base station' via 'Wi-Fi / LTE 통신'. The Base station processes data through modules: '데이터 수집 모듈' (Data collection), '데이터 가공 모듈' (Data processing), '데이터 지역별(동, 읍, 면) 클러스터링' (Data regional clustering), '데이터 유형별 분리' (Data type separation), '데이터 정제 모듈' (Data cleaning), and '데이터 특징 기반 클러스터링 알고리즘' (Data feature-based clustering algorithm). The processed data is then sent to '빅 IoT 데이터 서버' (Big IoT Data Server) via '데이터 format'. The server includes '데이터 수집 모듈' (Data collection), '데이터 저장 모듈' (Data storage), '지역별 기상 정보 DB' (Regional weather info DB), '기상 정보 통계 DB' (Weather info statistics DB), '데이터 가공 모듈' (Data processing), '데이터 지역별(동, 읍, 면) 클러스터링' (Data regional clustering), '데이터 유형별 분리' (Data type separation), '데이터 정제 모듈' (Data cleaning), '데이터 특징 기반 클러스터링 알고리즘' (Data feature-based clustering algorithm), '기상 정보 데이터 통계' (Weather info data statistics), and '데이터 제공 모듈' (Data provision). Finally, the data is processed by '데이터 분석 모듈' (Data analysis) and '서비스 제공 모듈' (Service provision) on the '클라우드 서버' (Cloud server) for 'Visualization / Monitoring'.</p>	
	<p>[이동형 센서를 통한 데이터 가공 및 활용 플랫폼 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-24> [1-1-3] 기존한계점 및 해결방안



- 기상정보 데이터의 정밀도 향상을 위해 많은 수의 스마트 기기와 차량들로부터 기상 정보 데이터를 수집할 수 있는 시스템을 구축
- 수집된 데이터에서 기상에 영향을 미치는 변수들을 추출하여 정밀도와 전송 속도를 향상시킬 데이터 가공 모델 개발

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-25> [1-1-3] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 이동형 센서(스마트 기기, 차량 등), 데이터 수집을 위한 네트워크 및 서버로 구성된 시스템을 구축 ○ 이동형 센서로부터 데이터를 수집하기 위한 어플리케이션을 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 같은 지역의 이동형 센서로부터 수집된 데이터를 가공하고 클러스터링 하는 알고리즘을 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-26> [1-1-3] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
데이터 수집 시스템 구축	○ 이동형 센서로부터 데이터를 수집하기 위한 어플리케이션	○ 이동형 센서로부터 데이터 전송을 위한 어플리케이션 개발	수집 데이터 정밀도
데이터 가공 모듈	○ 개발된 알고리즘 기반 데이터 가공(요약, 정제) 모듈 구현	○ 수집된 데이터들로부터 데이터 특징 기반 클러스터링 알고리즘 개발	데이터 요약율
데이터 정확도 비교	○ 스마트 기기나 차량들로부터 수집된 데이터의 정확도 측정	○ 데이터 가공 모듈을 통해 가공된 데이터의 정확도 측정	데이터 정확도

2) [1-2] CCTV 영상분석기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발

□ 중과제 구성

<표 3-27> 중과제 구성(1-2)

번호	소과제명	정의	주요내용
1-2-1	CCTV 영상 빅데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보 생산 시스템 개발	스마트 기기 및 이동형 센서에서 수집된 기상자료 활용 플랫폼	○ 수집된 자료의 가공 및 클러스터링 알고리즘 - 수집된 데이터들의 데이터 특징 기반 클러스터링 알고리즘 개발
1-2-2	IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발 및 서비스 제공	다중 센서 및 CCTV를 활용한 위험기상정보 생산	○ IoT기반 위험기상정보생산 기술 - 다중센서 및 CCTV에서 수집된 빅데이터 자료를 분석 및 활용하여 위험기상정보생산

1-2-1

CCTV 영상 빅 데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보
생산 시스템 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 일조량 판별 정확도 90%, 강우량 판별 정확도 87%, 강설량 판별 정확도 80%
 - 시정거리 판별 정확도 85%, 미세먼지 판별 정확도 70%
- (정성적 목표)
 - 고정형 관측기기(CCTV)의 관측자료 생성을 통해 기존 AWS를 활용한 관측망의 아격자 축소 및 고도화 지원 시스템 개발
 - 기상 관측 장비가 아닌 CCTV 영상 데이터의 기상 학습 모형을 개발하여 기존 AWS의 sparse 관측망 단점을 극복할 수 있는 모든 도로 기상 정보를 생산하는 기술 개발

□ 기술개발 대상

- 고속도로, 시가지도로, 국도 지방도의 CCTV 및 일조량, 강우량, 강설량, 미세먼지, 시정거리 등의 CCTV 영상 데이터 분석 기반의 기상 정보 판별 대상
- AWS, RWIS, 정부기관/공공기관에서 설치한 기상정보 수집 장비

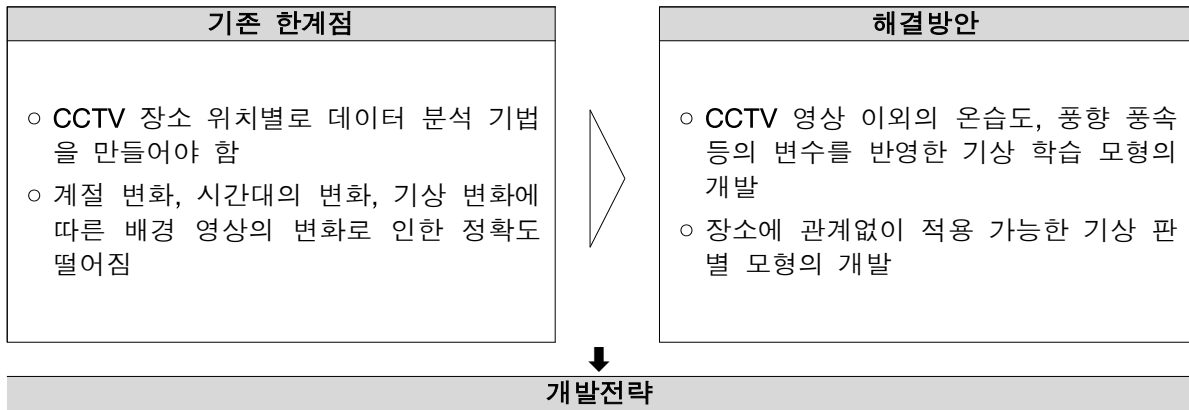
□ 최신 R&D동향

<표 3-28> [1-2-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ CCTV 영상 분석으로 기상 정보 추출과 관련한 연구는 아직 진행 중이지 않음 ○ 미국, 핀란드가 도로 기상 정보를 생산하기 위한 도로 기상 관측망을 구축 운영하고 있음 ○ CCTV 영상이 도로에 반사되는 빛을 감지하여 dry, wet, water-flim, snow-covered 구분하는 알고리즘을 개발한 사례가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도로 기상정보 제공 장치 및 방법 명칭의 특허가 출원되어 있음 ○ 영동고속도로에 설치된 CCTV 영상을 분석하여 강우량을 판별하기 위한 알고리즘 연구가 이루어졌으나 일조량, 시정거리, 강설양 판별 연구가 이루어지지 않음 ○ CCTV에서 추출한 시계열 이미지 데이터 패턴 분석에 의한 도로 기상 정보 생성 방법 특허가 출원되어 있음
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[CCTV 영상 데이터 분석 기반 기상 판별 모형]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-29> [1-2-1] 기존한계점 및 해결방안



- CCTV 영상으로부터 추출된 기상 패턴 그래프의 군집화 학습 모형으로 개발
- CCTV 영상 자체의 딥러닝 방법은 데이터 규모 & 학습 시간 소요로 실증 구현이 어려움

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-30> [1-2-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 고속도 국도 지방도 CCTV 대상 ○ 일조량, 강우량, 강설량 숫자로 계량화 생산 ○ 빅데이터 기반 기상 패턴 그래프 군집화 학습 모형 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시가지도로 CCTV 대상 ○ 시정거리, 미세먼지 계량화 데이터 생산 ○ 빅데이터 기반 및 딥러닝 기반 기상 판별 모형의 학습 개발

- (세부추진계획)

<표 3-31> [1-2-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
일조량 데이터 생산	정확도 80%	정확도 90%	일조량 정확도
강우/강설 데이터 생산	정확도 80%/75%	정확도 87%/80%	강우량/ 강설량 정확도
시정거리 데이터 생산		정확도 85%	시정거리 정확도
미세먼지 데이터 생산		정확도 70%	미세먼지 정확도

1-2-2**IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발
및 서비스 제공**

□ 최종목표


- (정량적 목표)
 - 단일 영역 융합정보 (다중 센서 + CCTV) 기반 기상정보 인식 정확도: Precision 90%, Recall 90%, F-measure 90%
- (정성적 목표)
 - 기술 이전 및 산업지원과 해당분야의 전문연구 인력 양성 및 연구 성과 홍보를 목표로 함

□ 기술개발 대상

- 다중 센서 (AWS, RWIS, 레이더) 및 CCTV 영상정보 융합을 통한 위험기상 정보 생산 기술 개발

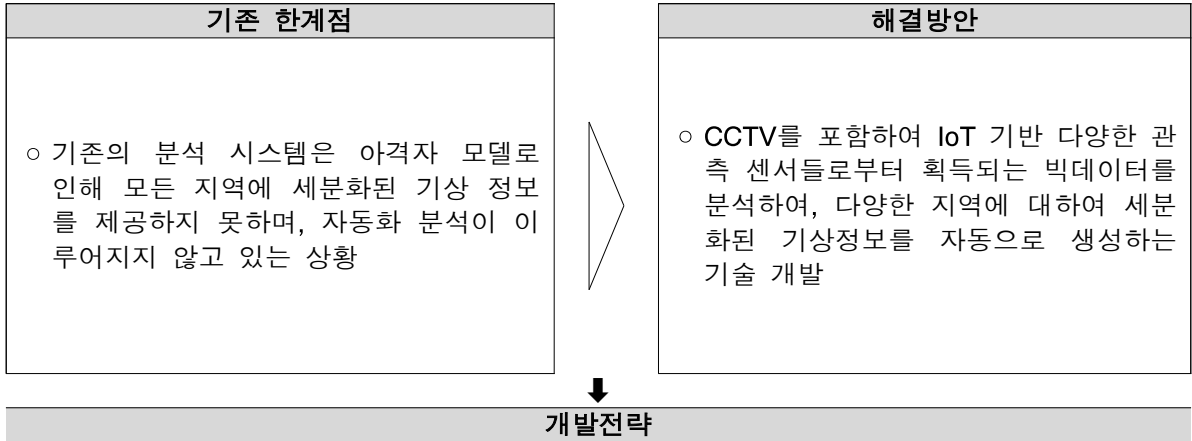
□ 최신 R&D동향

<표 3-32> [1-2-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<p>○ 미국은 도로기상 정보 제공 프로그램인 CLARUS 및 MDSS 운영 하고 있으며, 영국은 도로기상 관리시스템인 HAWIS를 운영함</p>	<p>○ 기상청은 도로변 및 도로 노면의 계측 장비를 이용하여 기상 정보를 산출하고 있으며, 순찰차 및 제설차량의 CCTV를 통해 기상정보 산출에 활용함</p>
<p>기술관련 모식도</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><CCTV 정보></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><외부 정보 소스></p>  <ul style="list-style-type: none"> - AWS (Automatic Weather System) 정보 - RWIS (Road Weather Information System) 정보 - Radar 정보 </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">[다중센서 및 CCTV를 활용한 융합 기상 정보 생산 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-33> [1-2-2] 기존한계점 및 해결방안



- CCTV 고해상도 영상 분석을 통한 기상정보 관측 및 기존 AWS 정보 활용을 통해 세분화된 영역의 관측기술 개발 및 모니터링 시스템 개발

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-34> [1-2-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ CCTV 영상 분석을 통한 위험기상정보 생산 및 수집, 처리 기술 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중 센서 (AWS, RWIS, 레이더) 및 CCTV 영상정보 융합을 통한 위험기상정보 생산 기술 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-35> [1-2-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
단일 영역 CCTV 영상 기반 기상정보 인식 정확도	Precision 85%, Recall 85%, F-measure 80%		Precision, Recall, F-measure
단일 영역 융합정보 (다중 센서 + CCTV) 기반 기상정보 인식 정확도	Precision 90%, Recall 90%, F-measure 90%		Precision, Recall, F-measure
다중 영역 기상정보 인식 정확도		Precision 90%, Recall 90%, F-measure 90%	Precision, Recall, F-measure

□ 소과제별 기술개발 추진계획

3) [2-1] 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발

□ 중과제 구성

<표 3-36> 중과제 구성(2-1)

번호	소과제명	정의	주요내용
2-1-1	실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발	인공지능기반 병렬처리를 통한 고속 처리 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 기반 기상 시나리오 분석을 위한 분산 병렬 컴퓨팅 기술 - 인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분산 병렬시스템 설계 - 최적 병렬처리 기법 및 모델 개발
2-1-2	실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측기법 및 확률예측모형 기반	인공지능 기반 기상 확률 예측 모형 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 기반 기상 확률예측모형 개발 - 인공지능 기반 4차원 데이터 분석을 통한 전처리 연구 및 이를 통한 확률예측모형 개발

2-1-1 실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 실시간 분산 병렬 처리 900k record/second/node 이상 달성
- (정성적 목표)
 - 인공지능 기반 실시간 기상시나리오 분석의 고속처리를 위한 융합형 분산

병렬시스템 기술 개발

□ 기술개발 대상

- 실시간 처리기술, 인공지능 기술, 고속 분산병렬 시나리오 분석기술이 융합된 시스템 기술
- 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반 실시간 고속 분산병렬처리 융합 기법 연구
- 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반 실시간 고속 분산병렬처리 융합 모델 연구
- 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반 실시간 고속 분산병렬처리 융합 시스템 연구

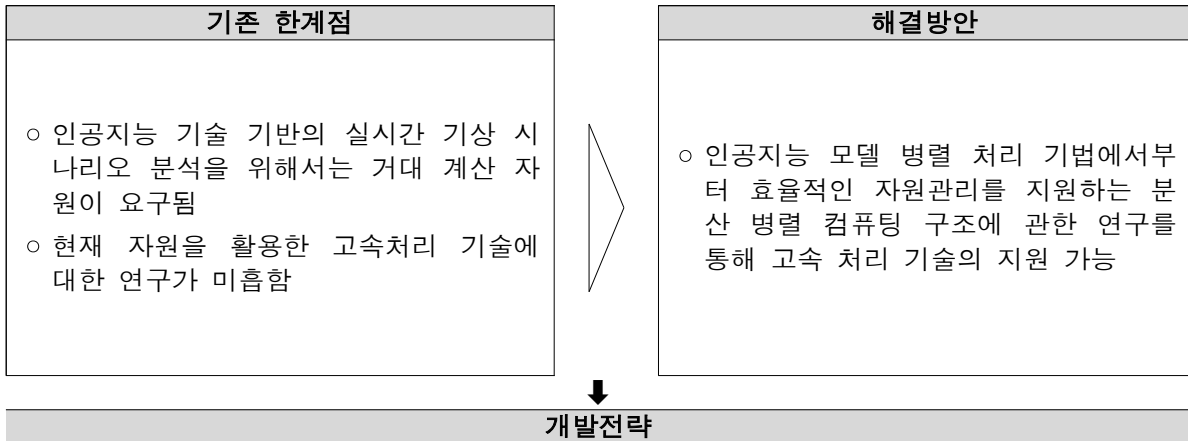
□ 최신 R&D동향

<표 3-37> [2-1-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외에서 연구 중인 SparkCL은 분산 처리 프레임워크인 Spark와 GPU 병렬 연산을 지원하는 Java 언어 기반의 실시간 프레임워크 ○ 미국 아파치 소프트웨어 재단(Apache Software Foundation)에서 개발한 Storm은 데이터를 입력받는 스파우트(Spout)와 데이터 처리 로직을 담당하는 볼트(bolt)로 이루어진 토폴로지 모델을 사용하며, 실시간 데이터 처리를 진행하는 프레임워크임 	<ul style="list-style-type: none"> ○ iFlow(Insight from Exploding Data Flow)는 국내 연구소에서 개발을 진행한 분산 스트림 처리 시스템으로, 태스크를 여러 스트림 채널을 통해 분산하여 노드에 배치하는 방식을 통해 실시간 처리를 지원함
<p>기술관련 모식도</p>	<p>- 215 -</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-38> [2-1-1] 기존한계점 및 해결방안



- 기존 인공지능 기반 실시간 처리 기술 기능 및 문제점 분석을 통하여 기술 최적화
- 해당 분야의 전문가 및 학계를 통하여 고속처리를 위한 모델 연구

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-39> [2-1-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 고속처리를 위한 병렬처리 기법 연구 ○ 병렬 부하 최소화 기법 분석 ○ 고속처리를 위한 병렬 처리 모델 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고속 처리를 위한 병렬처리 기법 적용 ○ 분산 병렬처리 테스트 베드 구축 ○ 분산 병렬 모델 시험 및 평가

○ (세부추진계획)

<표 3-40> [2-1-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석을 위한 분산 병렬 컴퓨팅 기술 조사 및 설계	○ 최신 실시간 인공지능 기술 조사 및 분석	○ 인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석의 고속 처리를 위한 분산 병렬시스템 설계	실시간 분산 처리 / 정적데이터 분산처리
인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석을 위한 분산 병렬 컴퓨팅 기술 개발	○ 인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석의 고속 처리를 위한 분산 병렬시스템 개발	○ 최적 병렬처리 기법 및 모델 개발	실시간 분산 처리 / 정적데이터 분산처리
인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석을 위한 분산 병렬 컴퓨팅 구축 및 시험 평가	○ 인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석의 고속 처리를 위한 분산 병렬시스템 구축	○ 인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석의 고속 처리를 위한 분산 병렬시스템 시험 및 평가	실시간 분산 처리 / 정적데이터 분산처리

2-1-2 실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측기법 및 확률예측모형 기반

최종목표

○ (정량적 목표)

- 80%이상의 정확도를 가지는 기상 예측 판단 측도 개발
- 예측 정확도 개선을 30% 이상의 확률 예측 모형 개발

○ (정성적 목표)

- 정확한 기상예측의 이론적 지표 제시를 위한 기상자료 및 인공지능을 활용한 확률예측모형 개발
- 과거의 기상관련 빅데이터에서 장기 및 단기 기상의 특성을 결정하는 데이터의 요소들을 파악하고 이에 기반을 둔 최적의 인공지능 기술 및 학습모형 개발

□ 기술개발 대상

- 기상예측의 정확도를 정량적으로 측정할 수 있는 측도 개발
- 기상관련 빅데이터에 기반하고 인공지능 기술을 활용하여 확률예측모형에 사용되는 모수들 결정 방안 연구
- 정확한 기상예측을 위한 앙상블 예측 기법 및 확률예측모형 개발

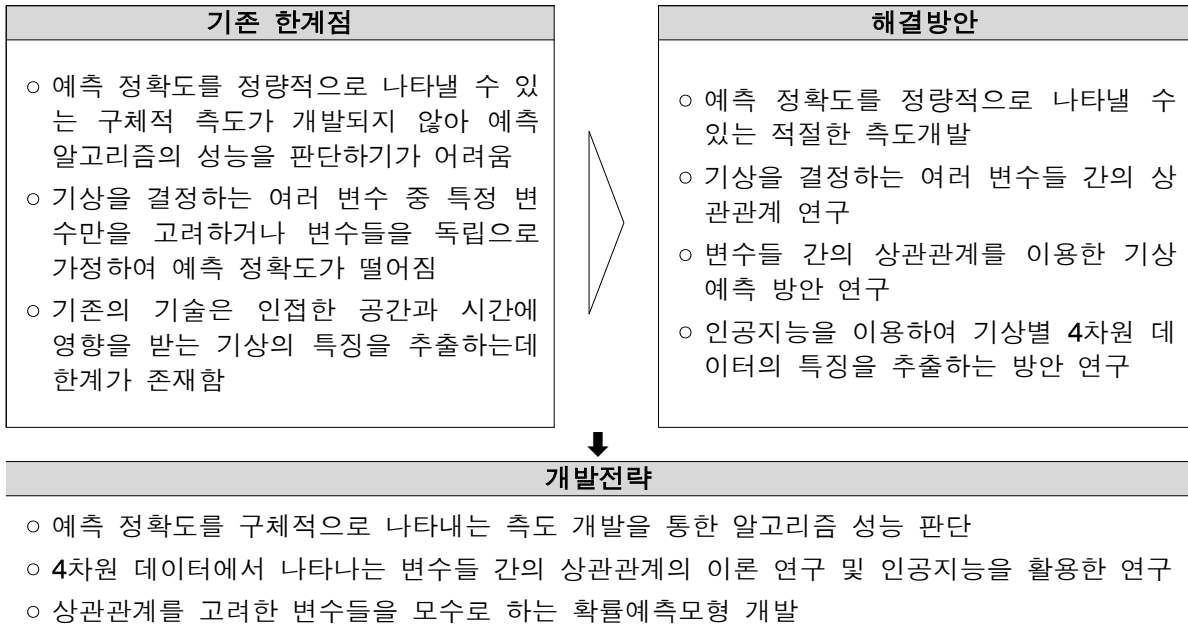
□ 최신 R&D동향

<표 3-41> [2-1-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외에서는 현재 기상현상 별 기상의 변화를 표현하는 확률미분방정식 개발을 연구 중임 ○ 또한, 앙상블 예측 모델, 이상기후의 확률모형 연구 및 인공지능을 활용한 기상예측 연구가 진행 중임 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ECMWF의 분석장과 예측장 정보 및 머신러닝을 이용한 유사일기도 추출 방안 연구가 진행 중임 ○ 인공지능을 활용한 예보관 판단 지원 시스템이 연구 중임
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[앙상블 모형 및 확률미분방정식 예측 시뮬레이션 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-42> [2-1-2] 기존한계점 및 해결방안



□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-43> [2-1-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 예측 정확도를 정량적으로 나타내는 측도 개발 ○ 4차원 데이터를 사용하여 기상을 결정하는 여러 변수들 간의 상관관계의 이론적 연구 및 인공지능을 활용한 연구 ○ 인공지능을 활용하여 기상에 큰 영향을 주는 변수들 결정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 확률예측모형에 사용될 모수들의 인공지능을 이용한 결정방안 연구 ○ 확률예측모형 개발 ○ 앙상블 예측 방안 연구

○ (세부추진계획)

<표 3-44> [2-1-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
예측 정확성 판단 속도 개발	목적에 맞는 속도 개발	속도의 적합성 검증	기상 예측의 정확성 판단 속도 정확도
4차원 데이터를 이용한 기상 결정 요인간의 상관관계	4차원 데이터의 분석을 위한 데이터 전처리 연구	4차원 데이터에서 나타나는 변수들의 상관관계 연구	기상결정 변수들 간의 상관관계 정확도
특정 기상현상, 이상 기후, 일반적 기후에 적합한 확률예측모형 개발	확률예측모형에서 사용될 모수 연구	확률예측모형 개발	특정 기상현상, 이상기후에 적합한 확률예측모형 개발률 / 앙상블 예측 모형 정확도
앙상블 예측 모델 연구	앙상블 예측에 사용되는 모수 연구	앙상블 예측 모델 개발	기후의 확률예측모형 이론화 향상을

4) [2-2] 인공지능기반 기상 시나리오 분석 기술 개발

 중과제 구성

<표 3-45> 중과제 구성(2-2)

번호	소과제명	정의	주요내용
2-2-1	다중 관측 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 시스템 개발	실시간 관측 빅데이터 기반 기상 시나리오 예측	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대용량 빅데이터 기반 기상 예측 기술 - 대용량 빅데이터 수집/저장 및 학습/추론을 통한 단기 기상 시나리오 예측 기술개발
2-2-2	AI 기반 기상재해 시나리오 분석 및 즉시적 대응 기술개발	기상재해 예측 시스템 개발 및 제공 서비스	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상재해 시나리오 분석 기술 - 기상재해 피해현황과 원인의 상관관계 분석 및 임계치 추출 기술 ○ 기상재해 대응 지원 시스템 - 미래 기상재해 피해 예측 및 분석 기술
2-2-3	LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발	딥러닝을 이용하여 기상 고도화를 위한 최적 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 딥러닝 기반 기상예측 알고리즘 개발 - 딥러닝의 Pre-Training과 Fine-Tuning을 통한 최적의 Parameter들로 구성된 예측 모델 구성

2-2-1 다중 관측 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 기술개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 기상 시나리오 예측 정확도 100% 달성
 - 500 TeraBytes 이상의 다양한 관측(레이더/위성 등) 빅데이터 학습이 가능한 인공지능 학습 플랫폼
 - 10초 이내의 예측 속도를 지닌 실시간 기상 시나리오 예측 시스템
- (정성적 목표)
 - 대용량 학습이 용이한 분산 인공지능 학습 플랫폼 및 서비스 시스템 구축/운영
 - 기상 레이더 영상, 위성 영상 등 복수의 관측 데이터 통합 기반 기상 예측

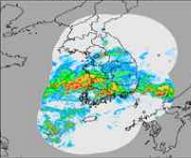
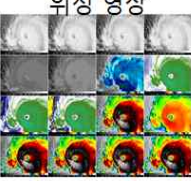
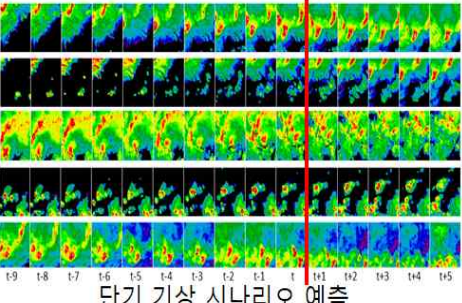
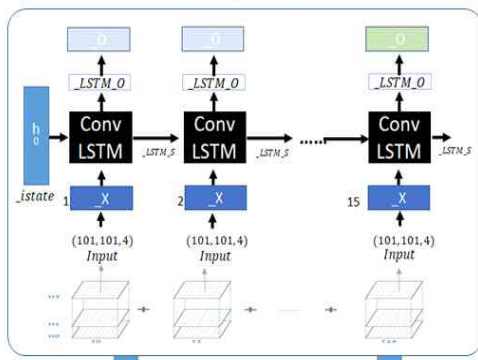
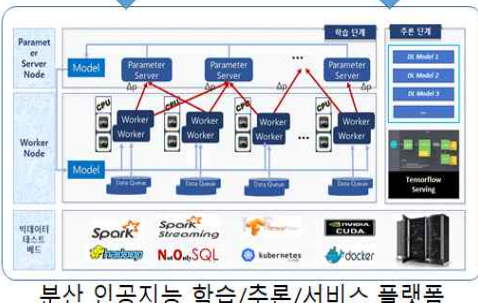
기술 개발

□ 기술개발 대상

- 기상레이더 영상 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 기술
- 위성영상 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 기술
- 위성영상/기상레이더영상/센서 등 복합 관측 데이터 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 기술

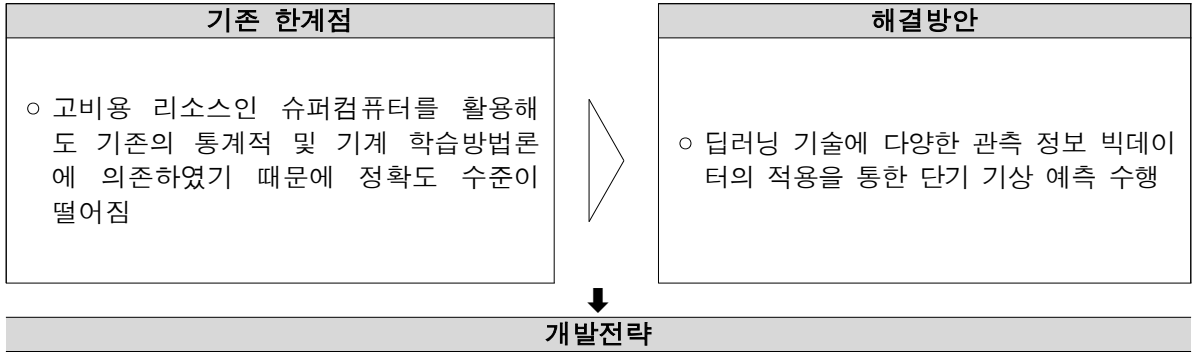
□ 최신 R&D동향

<표 3-46> [2-2-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 LLNL(Lawrence Livermore National Laboratory)에서 기상모델 빅데이터 기반 태풍 위치 감지 딥러닝 기술을 개발함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서는 기상레이더 기반 강우량 예측 딥러닝 기술 및 단기 기상영상 예측 딥러닝 기술을 개발함 ○ 또한, 위성영상 기반 채풍 트랙 딥러닝 기술과 단기 위성영상 예측 딥러닝 기술을 개발함
<p>기술관련 모식도</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>레이더 영상</p>  <p>다차원 영상</p> <p>Height 4 Height 3 Height 2 Height 1</p> <p>위성 영상</p>  <p>다차원 영상</p> <p>Height 4 Height 3 Height 2 Height 1</p> <p>단기 기상 시나리오 예측</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>인공지능 모델</p>  <p>분산 인공지능 학습/추론/서비스 플랫폼</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">[인공지능 기반 기상 시나리오 예측 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-47> [2-2-1] 기존한계점 및 해결방안



- 실시간 관측 빅데이터 관리 플랫폼을 기반으로 빅데이터의 학습 효율을 극대화하여, 실시간 예측을 가능하게 하는 데이터 기반 기상 시나리오 예측 기술 개발

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-48> [2-2-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 대용량 관측 빅데이터의 효율적인 수집/저장/관리 플랫폼 개발 ○ 대용량 관측 빅데이터의 효율적인 분산 학습 플랫폼 개발 ○ 개별 관측 데이터 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대용량 관측 빅데이터의 실시간 수집/저장/관리 플랫폼 개발 ○ 대용량 관측 빅데이터의 효율적인 학습/추론 및 서비스 시스템 개발 ○ 멀티모달 관측 데이터 기반 실시간 통합 단기 기상 시나리오 예측 기술 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-49> [2-2-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
기상 레이더 기반 기상 예측 기술	○ 세계 최고 대비 100%(1 차 년도 기준)	○ 세계 최고 성능(이전년 도 기준)	기상 레이더 영상 기반 기상 시나리오 예측 정확도
위성 영상 기반 기상 예측 기술	○ 세계 최고 대비 100%(1 차 년도 기준)	○ 세계 최고 성능(이전년 도 기준)	위성 영상 기반 기상 시나리오 예측 정확도
대용량 인공지능 분산 학습 기술	○ 10 TeraBytes 이상	○ 500 TeraBytes 이상	동시 학습 가능한 데이터 크기
통합 기상 예측 기술		○ 세계 최고 대비 100%(3 차 년도 기준)	멀티모달 데이터 기반 통합 단기 기상 시나리오 예측 정확도
실시간 기상 예측 기술	○ 1분 이내	○ 10초 이내	실시간 단기 기상 시나리오 예측 속도

2-2-2 AI 기반 기상재해 시나리오 분석 및 즉시적 대응 기술개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 장기적(5개년), 수요기관 및 대국민 기상재해 정보 검색(104억), 정보 분석
시간 절감(20억)
 - SCI 10편, 국내논문 20편, 특허출원/등록 2건 이상의 정략적 연구성과 도출
- (정성적 목표)
 - 인공지능 기반 기상재해 시나리오 분석과 피해 예측 및 피해최소화 방안
등을 지원하는 ‘기상재해 대응 지원 시스템’ 구축

□ 기술개발 대상

- 이상기후로 인한 기상재해 피해 현황과 원인의 상관관계 분석 기술 개발
- 인과관계를 바탕으로 기상재해 시나리오 분석(기상재해 발생의 시공간적 임계치 분석) 기술 개발
- 장단기 미래 기후변화 예측 자료를 이용하여, 특정지역에서 발생가능한 미래 시점 피해 분석기술 개발
- 기상재해에 의한 미래피해를 대국민·산업계·지자체에 제공하는 서비스 개발

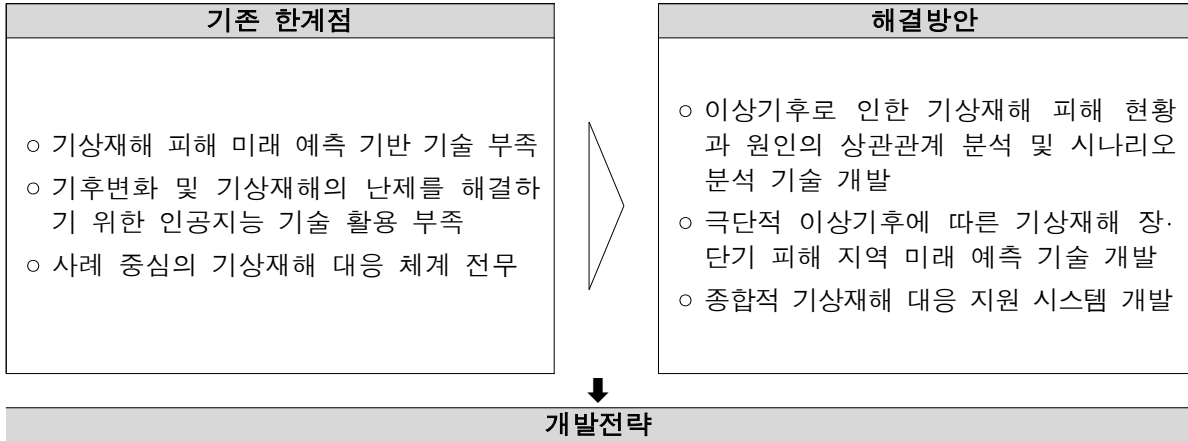
□ 최신 R&D동향

<표 3-50> [2-2-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
최신 R&D 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국, EU등의 선진국들은 현재 범정부 차원에서 인공지능 R&D정책에 수십억 달러의 규모에 해당하는 투자 지원을 하고 있음 ○ 인공지능 기술 중 딥러닝 부문인 트래이닝 알고리즘은 75.4억 달러에 달하는 등 시장규모가 크게 증가할 전망 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 인공지능 시장은 2013년 총 3.6조 원 규모에서 2017년 약 6.4조원 규모로 증가세를 보이나, R&D 투자규모는 선진국 대비 열악한 수준임 ○ 한국은 인공지능 SW 기술은 최고기술국(미국) 대비 75.0% 수준, 인공지능 응용 SW 기술은 74.0% 수준임
기술관련 모식도	<div style="text-align: center;"> <p>인공지능 기반 기상재해 시나리오 분석 및 대응 지원 시스템 개발</p> </div> <p>[인공지능 기반 기상재해 시나리오 분석 및 지원 시스템 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-51> [2-2-2] 기존한계점 및 해결방안



- 빅데이터, 텍스트마이닝 기법을 통한 기상재해 피해 현황과 원인의 상관관계 및 임계치 분석
- 인공지능(Data mining 중 ANN, DT 등) 기술 활용 미래 발생 기상재해 피해 예측
- 대국민 활용을 위한 GUI 기반 기상재해 대응 시스템 개발

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-52> [2-2-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 과거·현재의 언론 및 방송 내용에 관한 빅데이터를 분석하여 기상재해 피해 현황과 원인간의 상관관계 분석 체계를 구축 ○ 과거 패턴 분석 및 공간적 현황과 특징을 융합한 시공간적 피해발생 임계치 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 기반 미래 기후변화 시나리오 및 관련 장단기 예측 정보를 활용하여, 미래에 발생가능한 기후변화에 의한 기상재해 피해 지역 및 시기 등을 예측 ○ 발생가능한 산사태, 침수, 가뭄 등과 같은 재난 발생을 예측한 뒤, 대국민·산업계에 제공하는 서비스 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-53> [2-2-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
기상재해 시나리오 분석 기술 개발	기상재해 피해 현황과 원인의 상관관계 분석 기술 개발	상관관계 기반 기상재해 임계치 추출 기술 개발	인공지능 기반 기상재해 시나리오 예측 정확도 / 텍스트 및 데이터 마이닝 기술
기상재해 대응 지원 시스템 개발	기상재해 피해 분석기술 개발	미래시점 기상재해 피해 예측·분석기술 개발	기상재해 관련 인벤토리 및 DB 구축도 / 분석 결과 검증 및 미래 예측 시스템 개발

2-2-3 LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발

□ 최종목표

○ (정량적 목표)

- 1시간 단위 이하의 일사 및 일조량 예측 정확도 95% 이상
- 1시간 단위 이하의 풍향 및 풍속 예측 정확도 95% 이상

○ (정성적 목표)

- 기상청에서 기상 정보를 수집하는 지점들의 데이터를 기반으로 Recurrent Neural Network를 이용하여 1시간 단위 이하의 단기 일사량 및 풍속 예측 알고리즘 기술 개발
- 기상 데이터를 EDA(Exploratory Data Analysis, 탐색적 자료 분석)의 적용으

로 센서 이상 및 부재로 인한 결측치 보완 기법 개발

- 1-D Convolution Auto-Encoding 기반의 3시간 이상 단위의 데이터에서 선형 보간법 및 가중치 분할 등을 통한 1시간 단위 이하의 기상 정보 추정 기법 개발

□ 기술개발 대상

- 국내 기상 측정지점의 분, 일, 시간 등과 관련된 데이터 수집 범위 및 풍향(deg), 풍속(m/s), 일사(MJ/m²), 일조(Sec) 등의 기상 정보 대상

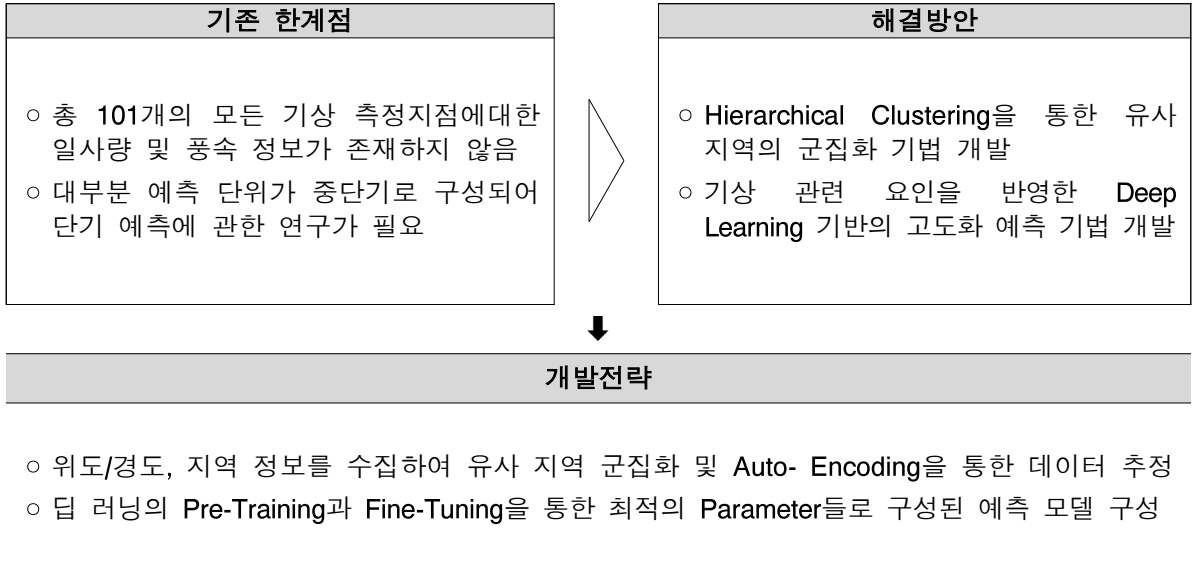
□ 최신 R&D동향

<표 3-54> [2-2-3] 최신 R&D 동향

	해외	국내
최신 R&D 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스페인, 독일 등 유럽에서는 신재생에너지와 관련하여 태양광 및 풍력 예측에 관한 연구가 활발히 진행되고 있음 ○ 미국 NASA와 NOAA는 허리케인 예측을 위해, 사전에 지역별 기상 빅 데이터를 이용하여 풍력, 풍속, 기온 등을 예측함 ○ 또한, 기상 정보에 따른 전력수요 예측 모델을 구성하였고, 이에 따른 전력수요와의 연관성을 파악함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 풍향 및 풍속 예측에 관한 연구가 있지만, 대부분 중기 예측 또는 시계열/통계 기법에 의존하고 있음 ○ 일사/일조에 관한 연구는 아직 연구가 부족하며, 특히, 다양한 경우에 따른 연구가 필요함 ○ 아직까진 딥러닝 적용에 관한 많은 연구가 이루어지지 않았음
기술관련 모식도	<p>[단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 모델링 구성도]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-55> [2-2-3] 기존한계점 및 해결방안



□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-56> [2-2-3] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ EDA를 이용한 기상 정보와 밀접한 관계를 갖는 변수들을 탐색 ○ 1-D Convolution Auto-Encoder를 통한 기상 패턴 분석 기법 개발 ○ Multiple-layer Perceptron 기반의 기상 정보 예측 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hybrid Adaptive Classifier, Recurrent Net 기반의 결측치 보완 및 추정 기법 개발 ○ Generative Adversarial Network, Recurrent Neural Network를 이용한 고도화된 기상 정보 예측 알고리즘 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-57> [2-2-3] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
1시간 단위의 일사량 예측 알고리즘	○ 예측 오차율 10%	○ 예측 오차율 5%	1시간 단위의 일사량 예측에 대한 절대평균백분율오차
1시간 단위의 일조량 예측 알고리즘	○ 예측 오차율 10%	○ 예측 오차율 5%	1시간 단위의 일조량 예측에 대한 절대평균백분율오차
1시간 단위의 풍향 예측 알고리즘	○ 예측 오차율 10%	○ 예측 오차율 5%	1시간 단위의 풍향 예측에 대한 절대평균백분율오차
1시간 단위의 풍속 예측 알고리즘	○ 예측 오차율 10%	○ 예측 오차율 5%	1시간 단위의 풍속 예측에 대한 절대평균백분율오차

5) [2-3] 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발

□ 중과제 구성

<표 3-58> 중과제 구성(2-3)

번호	소과제명	정의	주요내용
2-3-1	인공지능 기반의 기상 예보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발	수치모델 및 예보결과에 따른 인공지능 기반 예보자료 생산기술	○ 수치모델과 과거 예보기록에 따른 인공지능 기반 예보자료 생산 기술 - 기존 예보 기록의 일기도 자료 학습 및 예보 패턴 파악을 통한 예보 자료 생산
2-3-2	예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인공신경망 설계 기술 개발	예보관의 예보기록을 통한 인공신경망 구축 및 활용	○ 예보기록을 통한 인공신경망 설계 및 예보 지원 - 예보 자료의 가공을 통한 인공신경망 설계 - 인공신경망을 통한 계산 보조 및 예보관 예측 지원

2-3-1 인공지능 기반의 기상 예보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 인공지능 모델이 생성한 예보 자료를 통해 기존 예보 오보율의 최대 30% 감소
- (정성적 목표)
 - 관측 결과에 따른 예보관의 예보 패턴 파악 및 예보 자료를 생성하는 인공지능 개발
 - 예보관이 파악하기 어려운 기상패턴을 찾아내 기상 예측을 보조

□ 기술개발 대상

- 수치예보모델과 예보관의 예보 기록 및 결과를 학습하고 예보 자료를 생성하는 인공지능 모델 개발
- 예측 정확도와 처리속도를 높이기 위한 최적의 기계학습 기법 적용 및 융합 연구

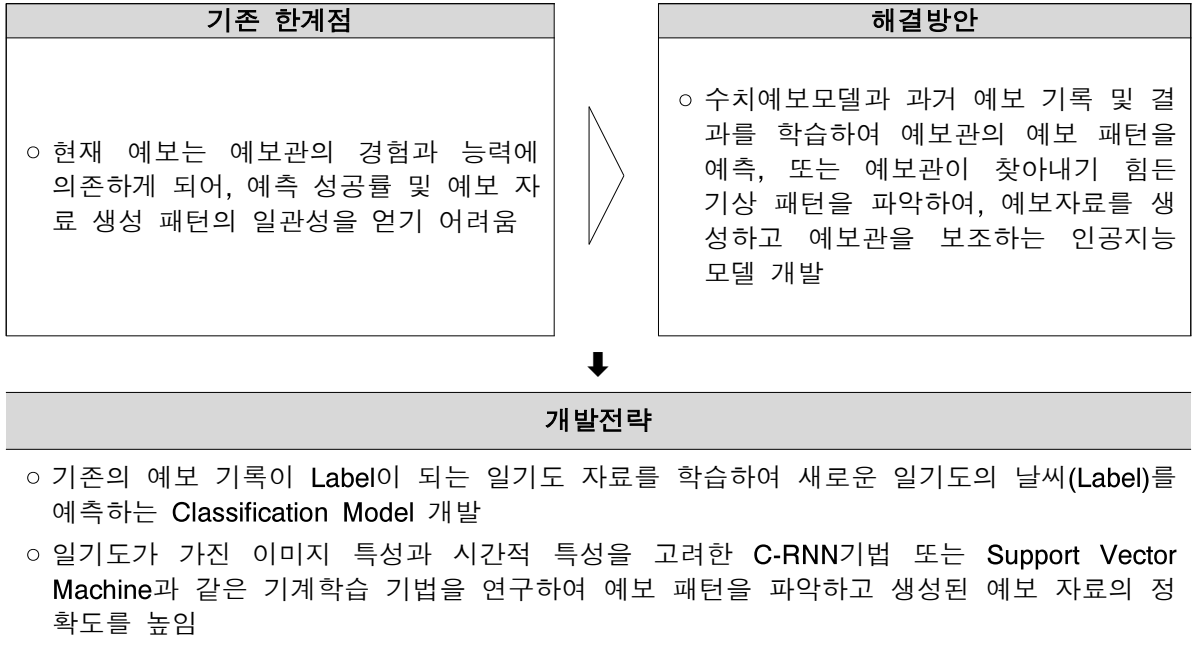
□ 최신 R&D동향

<표 3-59> [2-3-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내																																																																																												
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ IBM Watson은 기상 예측 분야에 지속적으로 연구하고 있으며, 특히 Power Generation, Energy, Customer demand과 같이 기상 예측 결과에 민감한 분야의 연구도 진행하고 있음 ○ IEEE Journal 및 학회에서도 날씨를 나타낼 수 있는 풍속, 강수량 등의 지표를 기계학습으로 예측하는 다양한 연구가 지속적으로 게재됨 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외와 마찬가지로 기상 예측 및 에너지 수요 예측과 같은 영향 예측 연구가 진행되고 있음 ○ 국립기상과학원에서는 2016년 12월 인공지능을 활용한 기상 예측에 대한 칼럼을 기상기술정책지에 게재하였으나 실질적 연구는 기상청 외에는 개인적 연구에 그치고 있음 																																																																																												
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[인공지능 기반 예보자료 생산 연구]</p> <table border="1" data-bbox="1109 1249 1369 1422"> <thead> <tr> <th>날짜</th> <th>시간</th> <th>날씨</th> <th>기온(최고)</th> <th>기온(최저)</th> <th>강수량</th> <th>습도(%)</th> <th>강우확률</th> <th>풍속(평균)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">19(수)</td> <td>15</td> <td>☀</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>4</td> <td>40</td> <td>20%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>☀</td> <td>17</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>40</td> <td>20%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>☀</td> <td>15</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>50</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>☀</td> <td>13</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>55</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">19(목)</td> <td>03</td> <td>☀</td> <td>11</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>60</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>06</td> <td>☀</td> <td>9</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>70</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>☀</td> <td>14</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>60</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>☀</td> <td>20</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>45</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">19(금)</td> <td>15</td> <td>☀</td> <td>22</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>35</td> <td>10%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>☀</td> <td>19</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>45</td> <td>20%</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		날짜	시간	날씨	기온(최고)	기온(최저)	강수량	습도(%)	강우확률	풍속(평균)	19(수)	15	☀	29	20	4	40	20%	-	18	☀	17	3	3	40	20%	-	21	☀	15	2	2	50	10%	-	24	☀	13	2	2	55	10%	-	19(목)	03	☀	11	2	2	60	10%	-	06	☀	9	2	2	70	10%	-	09	☀	14	2	2	60	10%	-	12	☀	20	2	2	45	10%	-	19(금)	15	☀	22	1	1	35	10%	-	18	☀	19	1	1	45	20%	-
날짜	시간	날씨	기온(최고)	기온(최저)	강수량	습도(%)	강우확률	풍속(평균)																																																																																						
19(수)	15	☀	29	20	4	40	20%	-																																																																																						
	18	☀	17	3	3	40	20%	-																																																																																						
	21	☀	15	2	2	50	10%	-																																																																																						
	24	☀	13	2	2	55	10%	-																																																																																						
19(목)	03	☀	11	2	2	60	10%	-																																																																																						
	06	☀	9	2	2	70	10%	-																																																																																						
	09	☀	14	2	2	60	10%	-																																																																																						
	12	☀	20	2	2	45	10%	-																																																																																						
19(금)	15	☀	22	1	1	35	10%	-																																																																																						
	18	☀	19	1	1	45	20%	-																																																																																						

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-60> [2-3-1] 기존한계점 및 해결방안



□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-61> [2-3-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 수치예보모델 및 예보관의 예보 기록을 학습하고 예보 자료를 생성하는 인공지능 모델 개발 ○ 인공지능 모델이 생성한 예보 자료의 예측 성공률이 기존 예보관의 예측 성공률에 도달하도록 함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 모델의 예측 성공률을 높이기 위해 여러 가지 기계학습 기법을 적용 또는 융합하고 Parameter Optimize를 진행하며 목표하는 최저 오보율 수치 달성 ○ 처리 속도가 수 초 내로 작동하도록 설계

○ (세부추진계획)

<표 3-62> [2-3-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
기온 예보 오보율 감소	10% 향상	30% 감소	기존 예보관 대비 오보율 감소 / 데이터 EDA 재분석을 통한 데이터 보정 및 전처리 진척율
호우/적설량 예보 오보율 감소	5% 감소	15% 감소	기존 예보관 대비 오보율 감소 / 데이터 EDA 재분석을 통한 데이터 보정 및 전처리 진척율
처리 속도	~10분	~15초	예보 모델의 연산 및 출력 소요 시간 / 예보 모델이 다루는 예보 항목의 비율

2-3-2 예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인공지능망 설계 기술 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 기존 기상청 강수 적중률 46%를 넘는 강수 적중률 60% 이상 달성
- (정성적 목표)
 - 강수뿐만 아니라 눈, 흐림, 풍속/풍향, 오존 등 다양한 기후예측을 위한 인공지능망 설계
 - 순간의 정보와 일기의 연속성을 동시에 이용하기 위해 RNN 및 CNN 사용

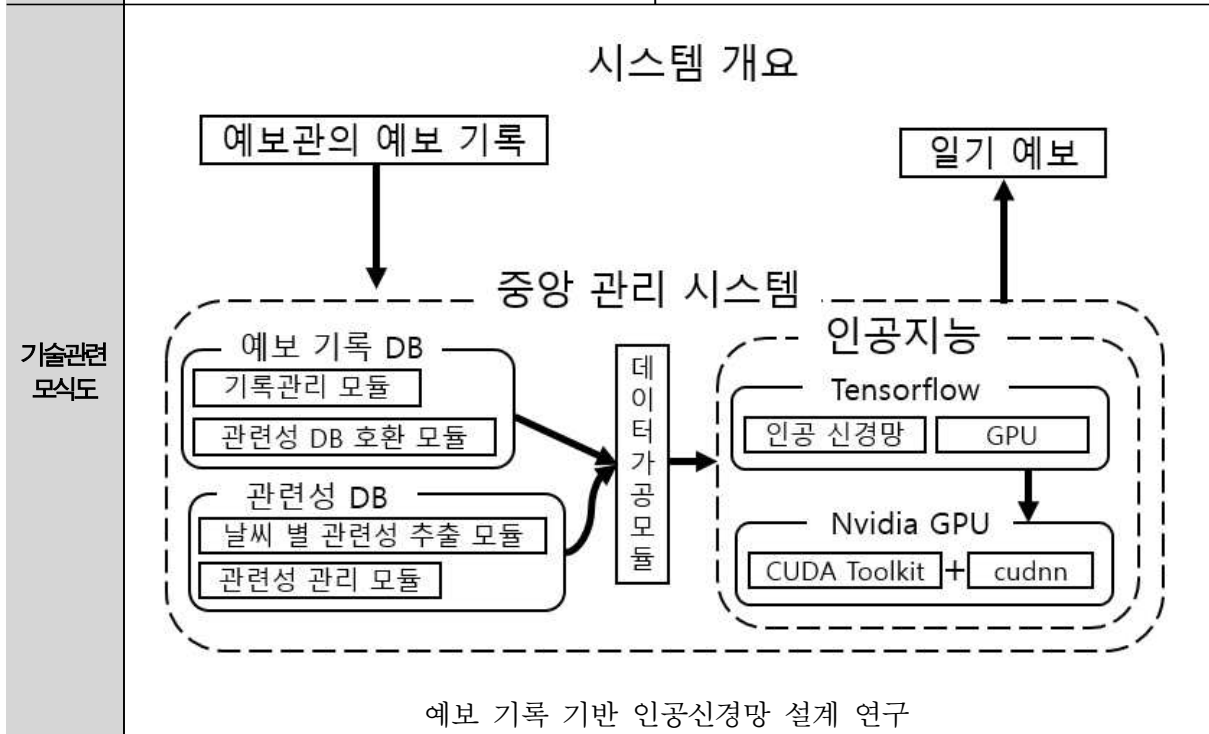
□ 기술개발 대상

- 예보관의 예보 기록을 인공신경망의 학습 및 예측 데이터로 이용하기 위한 형태로 가공
- 여러 예보 기록 종류(풍향, 습도 등)들과 예측하고자 하는 날씨와의 관련성 추출
- 예보 기록과 관련성을 토대로 인공신경망 학습을 진행하여 인공신경망 구축

□ 최신 R&D동향

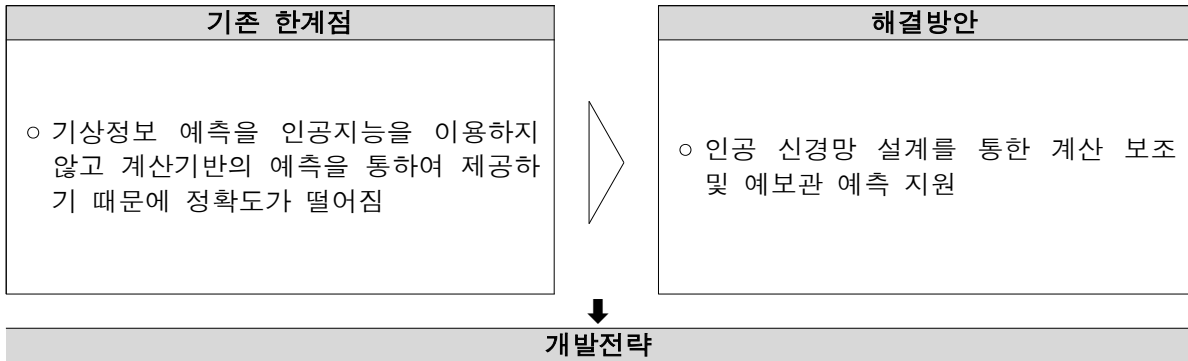
<표 3-63> [2-3-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
최신 R&D 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외의 경우, 인공신경망을 이용하여 기후를 예측하는 기술을 개발 중임 ○ 또한, 인공지능 스피커를 통한 날씨 정보 제공 서비스를 개발함 ex) Amazon echo, Google home 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능을 이용한 날씨 정보 제공 서비스를 개발함 ex) SKT NUGU, NAVER wave



□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-64> [2-3-2] 기존한계점 및 해결방안



- 연속적인 정보 인식에 능한 RNN, LSTM등의 순환신경망을 사용하여 기상상태를 나타내는 지도를 생성하고, CNN을 이용하여 날씨를 예측함

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-65> [2-3-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 예측하고자 하는 날씨정보 선별 및 원하는 정보에 맞는 결과 형태 선정 ○ 예보 및 실측 기록을 입력으로 하고 다양한 종류의 예보와 연관성을 출력으로 하여 인공 신경망 훈련 및 예측 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 날씨는 한 위치에서 연속적이지만 지역적으로도 연속적인 결과를 갖기에 지역 정보도 입력으로 받을 방법 추가 ○ 지역 정보 외에 기존 계산 기반 예측 정보, 모바일 (차량/스마트폰) 센서 등을 통해 수집된 정보 등 추가

○ (세부추진계획)

<표 3-66> [2-3-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
데이터 가공	○ 예보 및 실측 기록을 인공 신경망에 사용하기 위한 형태로 가공	○ 지역정보 사용을 위한 전처리 ○ 예보 및 실측 종류 간 연관성 분석·추출	데이터 가공의 성능 / 연관성 추출의 정확도
인공신경망 설계	○ 예보 및 실측 기록으로 현재 날씨를 예측하기 위한 인공신경망 설계	○ 지역정보를 추가로 사용하기 위한 인공 신경망 설계 및 연관성 분석에 인공신경학 학습 및 예측	1단계 인공신경망의 정확도 / 2단계 인공신경망의 정확도

6) [2-4] 인공지능기반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발

□ 중과제 구성

<표 3-67> 중과제 구성(2-4)

번호	소과제명	정의	주요내용
2-4-1	인공지능 기반 실시간 품질관리 시스템 개발	인공지능기반 관측 오류 감지 기술	○ 관측 오류 감지 모델 개발 - 최신 딥러닝 알고리즘 및 Spark 기반 데이터 처리 기술을 통해 실시간 이상감지 시스템 개발
2-4-2	수치 예보 모델의 보정 결과 활용 인공지능 기반의 일기도 보정 기술 개발	인공지능을 기반 수치모델 보정 및 최적 모델 구축	○ 데이터 전처리 및 데이터베이스 구축 - 수치모델보정 모델을 위한 데이터 특성 파악 및 데이터베이스 구축 ○ 수치모델 보정 기술 - 인공지능을 기반한 알고리즘을 토대로 수치모델 보정

2-4-1 인공지능 기반 실시간 품질관리 시스템 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 오류 탐지 정확도 93% 달성
- (정성적 목표)
 - 다수의 센서로 부터 수집된 기상관측 데이터로부터 오류 데이터를 실시간으로 자동감지/제거/보정하는 기술 개발

□ 기술개발 대상

- 다양한 패턴의 관측오류를 감지할 수 있는 이상감지 모델 개발
- 대량의 관측데이터를 빠르게 처리할 수 있는 실시간 이상감지시스템 개발

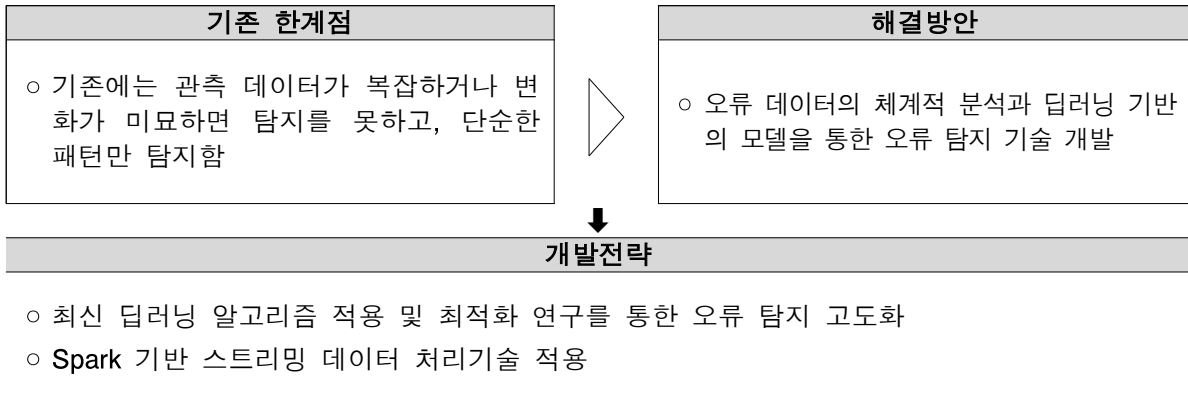
□ 최신 R&D동향

<표 3-68> [2-4-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 실시간 QC 기법 외에 다양한 통계기법 및 heuristic rule 기반 방법, 데이터 학습을 통한 기법 등의 시도가 이루어지고 있음 ○ 하지만, 분석에 사용된 오류 패턴이 여전히 단순한 패턴을 탐지하는 것에 머무르고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 실시간 QC 기법을 복합센서나 미세먼지 등에 적용하기 위한 기준값 설정 연구가 이루어짐 ○ 하지만, 기존 전문가가 분석하던 좀 더 복잡하고 미묘한 변화를 탐지하기 위한 연구는 아직 진행 중이지 않음
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[기상관측 데이터 오류 감지/제거/보정 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-69> [2-4-1] 기존한계점 및 해결방안



□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-70> [2-4-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측데이터 오류 패턴 분석 ○ 딥러닝 기반 이상감지 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 이상감지 시스템 개발 ○ 모니터링 및 관리자 기능 개발

- (세부추진계획)

<표 3-71> [2-4-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
오류 탐지율	87	93	관측 데이터오류탐지율

2-4-2

수치 예보 모델의 보정 결과 활용 인공지능 기반의 일기도 보정 기술 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 수치모델 결과 값과 실제 값의 차이를 보정을 통해 50%이상 감소
- (정성적 목표)
 - 수치모델 결과값과 실제 값의 차이를 최소화함으로써 예보의 효율성 확보
 - 보정된 결과를 통해 기상예보의 정확성을 향상시키고 이를 통해 국민의 신뢰성 증진 가능

□ 기술개발 대상

- ECMWF의 분석장과 예측장 정보를 활용하여 실제 일기도 정보와의 예측 결과 차이 학습 및 예보 결과를 보정하는 기술 개발

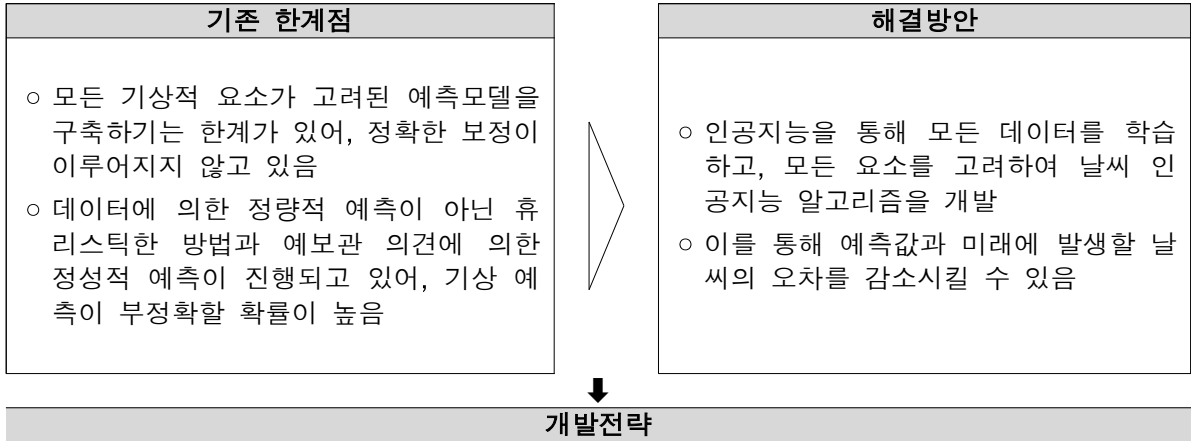
□ 최신 R&D동향

<표 3-72> [2-4-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외의 많은 나라들이 빅데이터와 인공지능 기법들을 접목해 과거로부터 모아온 거대한 양의 기상 데이터를 기반으로 기상예보 시스템을 개발 및 적용 중에 있음 ○ 호주에서는 오토인코더 등의 신 컴퓨팅 지능 기술과 방대한 양의 데이터를 통해 예보 정확도를 높이고 있음 ○ 러시아 인터넷 회사인 Yandex는 2015년 11월, 머신러닝 방법론을 통해 수많은 과거의 기상예보와 실제 날씨의 차이를 비교하여 예측 정확도를 높이는 Meteum이라는 프로그램을 발표함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학계 및 연구소에서 포그 컴퓨팅/에지 컴퓨팅에 대한 연구를 진행하고 있으며 통신 사업자들도 이를 네트워크에 적용하고자 하는 연구를 진행하고 있음 ○ 커넥티드 카를 활용하는 차량 클라우드 기술이 학계에서 논의되고 있음
<p>기술관련 모식도</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>분석/예측</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>실제 일기도</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">[예측값과 실제값의 차이를 통한 예측결과 보정 기술]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-73> [2-4-2] 기존한계점 및 해결방안



- 알고리즘에 알맞게 기상 데이터를 전처리하고, 과거의 방대한 양의 기상 데이터를 학습시켜 미래의 날씨를 예측할 수 있는 최적의 인공지능 알고리즘을 개발

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-74> [2-4-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 방대한 양의 기상청 데이터를 받아 데이터 전처리 작업을 진행한 뒤, 데이터 훈련 및 검증 데이터와 실험데이터로 분리함 ○ 또한, 분석장 데이터를 입력 데이터로, 예측장을 출력데이터로 놓기 위해 동일 일기도에 해당되는 데이터셋을 형성함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능기법의 여러 모델들을 구축한 뒤, 예보 결과 보정에 최적화된 모델을 찾기 위해 데이터를 이용해 모델들을 훈련시킨 뒤, 검증데이터로 최적의 성능을 보여주는 모델을 선택

○ (세부추진계획)

<표 3-75> [2-4-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
기반 구축을 위한 데이터 전처리 및 데이터 베이스 구축	○ 모델 수립에 필요한 예 측장 및 분석장 데이터 전처리	○ 예측장 및 분석장의 데 이터 특성 파악 및 데 이터 베이스 구축	취득 데이터 신뢰성
수치모델 보정을 위한 시험모델 구축	○ 수치모델 보정을 위한 여러 알고리즘 구축	○ 미리 구축한 데이터베 이스를 이용하여 각각 의 알고리즘을 학습	수치모델보정결과 정확도
수치모델 결과값 보정을 위한 최적 모델 구축	○ 시험모델의 검증, 개선 을 바탕으로 최적 모델 구축	○ 수치모델 보정 프로그 램의 효율적인 사용 및 응용프로그램 개발	동일 시간에 대한 분석장 및 예측장 사이의 오차

7) [3-1] 인공지능기반 사용자 맞춤형 기상 서비스 제공기술 개발

□ 소과제 구성

<표 3-76> 소과제 구성(3-1)

번호	소과제명	정의	주요내용
3-1-1	지능정보사회 실현을 위한 가치창출형 융합기상정보서비 스 통합플랫폼 개발	인공지능 기반 융합기상정보 제공 플랫폼 개발	○ 인공지능 기반 융합 기상정보서비스 체계 - 각 산업별 기상정보 활용성 분석 및 호용성 을 평가하여 융합기상정보 서비스 환경 구축
3-1-2	SNS 플랫폼과 사용자 맞춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발	SNS 플랫폼 기반 기상 챗봇 서비스	○ 인공지능 기반 챗봇 서비스 - 사용자별 서비스 이용 패턴을 분석하여 맞 춤형 기상 정보 제공

3-1-1 지능정보사회 실현을 위한 가치창출형 융합기상정보서비스 통합플랫폼 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 맞춤형 기상 정보를 통한 국민들의 만족도 20%이상 향상
- (정성적 목표)
 - 국민참여형 정보기술서비스 수준을 향상시키고, 산업별/지역별/수요자별 맞춤형 융합기상정보 서비스 제공
 - 데이터 취득, 분석을 통한 정보의 지식화(Knowledge) 및 행동결정지원 지식 정보기반 서비스 제공

□ 기술개발 대상

- 기상-빅데이터 수집,분석 체계 구축
- 이종 산업간 정보 융합 및 서비스 콘텐츠 개발
- 인공지능기반 융합기상정보서비스 플랫폼 개발
- 융합기상정보 제공시스템 개발

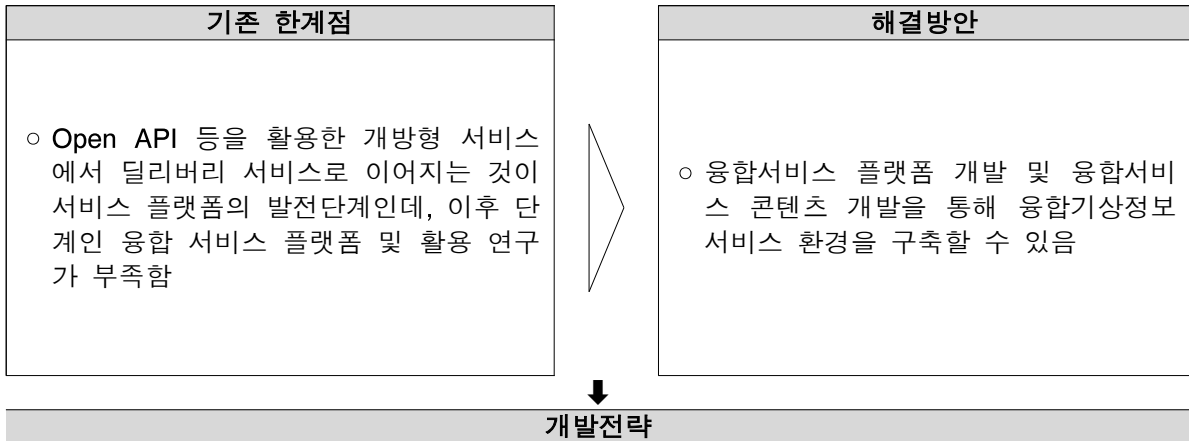
□ 최신 R&D동향

<표 3-77> [3-1-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 아마존웹서비스(AWS)에서는 AWS 플랫폼을 활용하여 NOAA(미국) 데이터를 비즈니스 파트너 및 데이터 소비자 들이 자유롭게 이용하도록 함 ○ IBM에서 기상예측용 Watson Analytics 플랫폼을 통해 기업의 운영과 비즈니스 의사결정에 기상정보를 제공하여 보험, 에너지, 소비, 물류 등을 위한 산업 솔루션 개발 ○ Weather News에서는 WeatherMod를 통해 휴대폰으로 전세계 날씨정보를 공유할 수 있는 소셜네트워크 기반 기상정보서비스 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상청에서는 기상정보 개방 플랫폼을 통해 자료명세 관리, 메타자료관리, 사용자 위한 응용프로그램인터페이스(API), 자료분석 기능 및 시각화 기능을 개발함 ○ WISE사업단에서는 국민들에게 유용한 정보서비스 제공을 위해 기상기후를 현실에 맞게 가공하는 WISE 플랫폼을 개발함 ○ 한국도로공사(RWIS)는 노면상태에 영향을 미치는 대기온도, 습도, 대기압, 풍향, 풍속, 강수량 등 기상정보를 기반으로 도로의 주요 지점예보를 제공하는 도로기상정보시스템 구축함
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[융합기상 정보 제공 시스템 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-78> [3-1-1] 기존한계점 및 해결방안



- 각 산업별 기상정보 활용성을 분석하고, 융합정보의 효용성을 평가하여 융합기상정보 서비스를 위한 빅데이터 수집, 분석기술을 개발함
- 융합기상정보서비스 플랫폼을 활용한 이종 산업 간의 융합기상정보 서비스 환경을 구축함

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-79> [3-1-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 기반 기상-빅데이터 수집, 분석 및 처리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기상-빅데이터 수집, 분석 체계 구축 - 이종 산업간 정보 융합기술 개발 - 융합서비스 콘텐츠 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 기반 융합기상정보서비스 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 융합정보서비스 플랫폼 개발 - 사용자 맞춤형 융합정보서비스 제공시스템 개발

○ (세부추진계획)

<표 3-80> [3-1-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
기상-빅데이터 수집,분석체계 구축	기상-빅데이터 수집,분석체계 구축	기상-빅데이터 데이터베이스 구축	융합기상-빅데이터 수집 기술수준 향상
이종 산업간 정보 융합 및 서비스 콘텐츠 개발	이종 산업간 정보 융합 및 서비스 콘텐츠 개발	융합기상정보시스템 연계	융합기상-빅데이터 분석 기술수준 향상
인공지능기반 융합기상정보 서비스 플랫폼 개발	인공지능기반 융합기상정보서비스 플랫폼 설계	인공지능기반 융합기상정보서비스 플랫폼 개발	융합기상 지능정보 콘텐츠 및 서비스 기술 향상
인공지능기반 융합기상정보 제공시스템 개발	인공지능기반 융합기상정보 제공시스템 설계	인공지능기반 융합기상정보 제공시스템 개발	융합기상 지능정보 서비스플랫폼 기술수준 향상

3-1-2 SNS 플랫폼과 사용자 맞춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상챗봇 서비스 개발

□ 최종목표

○ (정량적 목표)

- 동시 서비스 이용자 최대 10만 명에서 기상 챗봇 서비스 평균 응답 시간 2초 이내로 제공
- 정확도 90% 이상으로 사용자별 기상 서비스 이용시점을 예측하는 인공지능기반 학습 모델 개발

○ (정성적 목표)

- 추가적인 애플리케이션 설치 없이 기존에 사용하던 SNS를 통해 실시간으로 이용 가능한 사용자 맞춤형 기상 서비스 제공

- 사용자가 주로 서비스를 이용하는 시점을 분석하여 해당 시간에 맞춰 SNS 메시지를 통해 기상 알람 서비스 자동 제공

□ 기술개발 대상

- 사용자가 사용하는 SNS 플랫폼 기반 Third-party 솔루션 기상 챗봇 서비스 개발
- 클라우드 컴퓨팅 및 스토리지를 이용하여 사용자의 서비스 사용패턴에 대한 빅데이터 분석 및 인공지능 분석 서버 개발

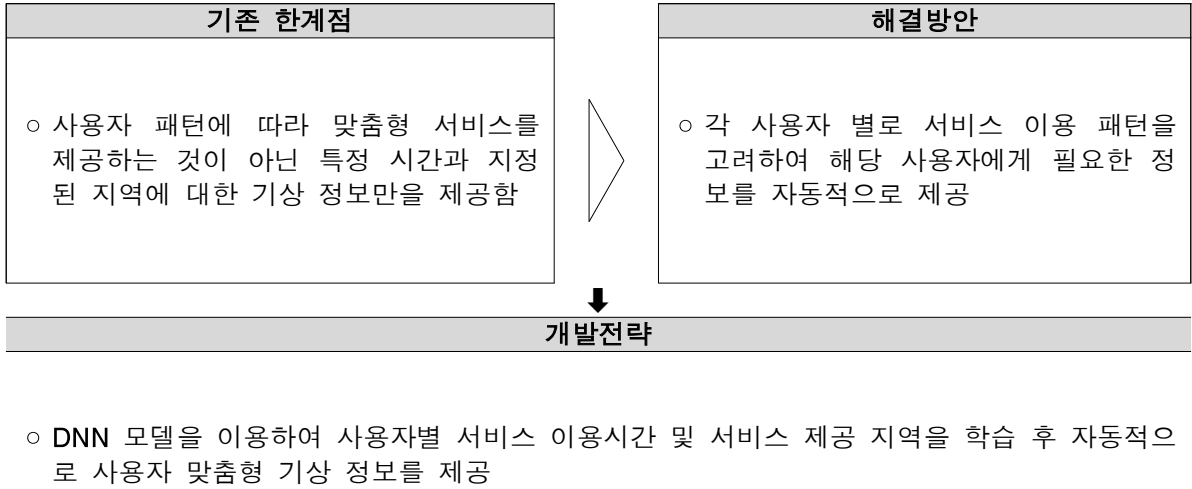
□ 최신 R&D동향

<표 3-81> [3-1-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<p>○ Telegram bot API를 통하여 도시와 국가의 이름에 따른 기상 정보 서비스를 제공하고 있으며, 사용자가 직접 기상 정보를 제공 받을 지역 리스트들을 설정하고 실시간 또는 알람 형식으로 서비스를 제공 받음</p>	<p>○ 카카오톡에서는 플러스 친구를 통하여 국민들에게 특정 시간에 맞추어 국내 날씨 정보를 제공해줌</p>
<p>기술관련 모식도</p>	<p>[인공지능 기반 챗봇 시스템 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-82> [3-1-2] 기존한계점 및 해결방안



□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-83> [3-1-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 각 SNS 플랫폼에 따른 Bot API 인터페이스 개발 ○ 개별 챗봇 서버에서 각 유저에 대한 데이터와 기상 데이터를 보관하고 있는 데이터베이스와 연동 ○ 연산을 처리할 서버와 챗봇 서버를 독립적으로 동작하도록 RestFul 구조 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 챗봇 서버에서 json 포맷으로 연산 서버로 데이터를 변환 ○ 연산 서버에서 사용자별 서비스 이용 패턴을 분석하기 위한 DNN 모델 개발 ○ 트래픽에 따라 서버의 수를 유연하게 변동할 수 있도록 연산 서버의 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 이용하여 설계

○ (세부추진계획)

<표 3-84> [3-1-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
인터페이스 구축	Bot API를 통하여 각 SNS에 따른 인터페이스 개발	각 데이터베이스 서버 설계 및 구축	자연어 처리 기술의 정확도 / 기상 챗봇 서비스 제공 SNS 플랫폼 개수
데이터 가공 모듈	각 챗봇 서버에서 기상 정보 데이터를 갖고 올 수 있도록 데이터베이스와 연동	챗봇 서버와 연산 서버 간 Rest API로 통신을 할 수 있도록 설계	문자열 내 키워드 추출 정확도 / 기상 챗봇 서비스 평균 응답 시간
서비스 이용 패턴 분석 모듈	사용자 이용 패턴에 따른 인공지능 학습 모델 알고리즘 개발	연산을 위해 클라우드 컴퓨팅 기반 분산시스템 구축	사용자 서비스 이용시점 예측 / 챗봇 서비스를 통한 기상 서비스 정확도

8) [3-2] 인공지능 음성인식 기반 新 기상 서비스 기술개발

□ 중과제 구성

<표 3-85> 중과제 구성(3-2)

번호	소과제명	정의	주요내용
3-2-1	인공지능 기반 기상 콜센터 음성 및 감정인식 시스템 개발	실시간 음성인식 기반 콜센터 지원 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 음성인식 기반 심리 및 감정 상태 파악 기술 상담자의 음성 및 발화 내용을 통해 감정 상태 확인 및 상담원 보호
3-2-2	실환경 사용이 가능한 인공지능 기반 기상 캐스터를 위한 음성대화시스템 기술개발	음성인식을 통한 기상 로봇 캐스터 지원	<ul style="list-style-type: none"> 주변환경에 영향받지 않는 음성인식 기술 멀티채널 마이크와 음원 방향 추적 기술을 이용한 잡음 제거 및 안정적 대화 시스템 구축

3-2-1 인공지능 기반 기상 콜센터 음성 및 감정인식 시스템 개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - 단어 오류율 5.5% 이하, 대화 응답률 (의미를 정확하게 파악하여 응답을 한 비율) 90% 이상
 - 6가지 정서 (행복, 놀람, 슬픔, 분노, 혐오, 두려움)에 대한 인식률 85% 이상
- (정성적 목표)
 - 음성인식을 통해 텍스트로 변환된 상담 내용을 토대로 실시간 분석 수행 및 답변을 생성
 - 상담자의 음성 및 발화 내용을 통해 감정 상태를 분석하고, 분노, 놀람 등의 감정에 대한 검출을 통해 상담원의 보호 및 서비스 질 향상에 활용

□ 기술개발 대상

- 실시간 음성인식 및 특정 단어 검출엔진 구축
- 자연어 처리 및 대화 생성 시스템 구축
- 적용 분야에 따라 구분된 언어 모델 구축
- 실시간 음성 기반 감정상태 인식 및 알람 시스템 구축

□ 최신 R&D동향

<표 3-86> [3-2-1] 최신 R&D 동향

	해외	국내
<p>최신 R&D 동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Apple의 Siri, Google의 Now, Microsoft의 cortana와 같은 일부 개인 비서 서비스에서 스마트폰 애플리케이션 혹은 윈도우 컴퓨터를 기반으로 음성처리 기술을 서비스함 ○ Google, Nauce 등에서는 기존의 다국어 기반 음성인식 서비스를 통해 축적된 대용량의 음성로그DB를 기반으로 관련 기술을 선점함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 음성 대화 시스템 연구는 음성 기반의 명령어 인식을 주로 수행하는 '음성 기반의 인터페이스' 개발이 주를 이루었으며, 대표적으로 SK텔레콤의 '누구(NUGU)' 및 KT의 '기가 지니(GiGA Genie)' 등이 있음 ○ SK(주) C&C가 IBM의 인공지능 플랫폼 왓슨(Watson)을 활용해 무인 콜센터를 대상으로 하는 인공지능 서비스 브랜드인 '에이브릴(Aibril)'을 연구 중임 ○ 금융권의 콜센터에서 음성 인식 기능 적용 사례가 존재하지만, 전화 내용의 기록 또는 단순한 음성의 높낮이 분석을 수행하는 수준에 머물고 있음
<p>기술관련 모식도</p>	<p>The diagram illustrates the workflow of a voice recognition-based call center system. It starts with a phone icon on the left and a customer service agent icon on the right. The process flow is as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> 음성 전처리 (Voice Pre-processing): Includes background noise removal, voice segment extraction, and automatic volume adjustment. 실시간 음성인식 (Real-time Voice Recognition): The core recognition stage. 감정 인식 (Emotion Recognition): Based on voice characteristics and conversation content. 자연어 처리 (Natural Language Processing): Processes the recognized text. 자동 응답 생성 및 실시간 모니터링 (Automatic Response Generation and Real-time Monitoring): Generates responses and monitors them in real-time. <p>Feedback loops are shown in red:</p> <ul style="list-style-type: none"> 실제 응답과 비교를 통한 모델 개선 (Model Improvement through Comparison with Actual Responses): A feedback loop from the monitoring stage back to the recognition stage. 자동 응답 정보 제공을 통한 편의 제공 (Convenience Provision through Automatic Response Information Provision): A feedback loop from the monitoring stage back to the agent. 지속적인 정보 수집 및 추가 모델 훈련을 통한 완전 자동 상담 시스템 구축 (Building a Fully Automatic Consultation System through Continuous Information Collection and Additional Model Training): A feedback loop from the monitoring stage back to the pre-processing stage. <p>A red warning icon at the bottom indicates 비정상 상황시 알람 생성 (Alarm Generation in Abnormal Situations).</p> <p>[음성인식기반 콜센터 시스템 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-87> [3-2-1] 기존한계점 및 해결방안

기존 한계점	해결방안
<ul style="list-style-type: none"> ○ 대화형 음성 인식이 원활하게 이뤄지지 않아, 텍스트를 통한 자동응답 시스템이 주를 이루고 있으며, 자동 생성된 답변은 단순 질의응답에 그치는 수준으로, 실제 상담을 수행하기 어려움 ○ 음성인식의 경우, 주로 통화 내용의 기록용으로 사용되고 있으며, 실시간으로 대답을 생성해 내거나, 상담원에게 도움을 주는 역할을 하지 못함 ○ 원활한 의사소통에 주요한 역할을 하는 감정 상태 파악에 대한 기술 적용이 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상담자의 주변 잡음 정도나 발화 속도, 억양 등에 상관없이 안정적인 성능을 낼 수 있도록 음성인식 성능 개선 ○ 자연어 처리기술을 활용하여 상담자의 의도를 파악하고 답변을 생성하는 과정을 실시간으로 수행하되, 실제 상담원이 응답하는 수준의 답변을 생성할 수 있는 자동 응답 시스템 개발 ○ 음성을 통해 실시간으로 감정을 분석하고 활용할 수 있는 감정 인식 시스템 구축

↓
개발전략

- 전화 통화 음질에 특화된 음향 모델 및 콜센터 상담 분야를 고려한 언어모델을 활용한 음성 인식 엔진 구축으로 성능 개선
- 실시간 답변 생성 결과를 상담원에게 제공하는 형태로 초기 시스템을 구축하여 시행하고, 이후 상담원의 실제 응답과 차이 분석을 통해 지속적인 모델 개선 수행
- 발화의 내용, 음성적 특징들을 복합적으로 사용하는 감정인식 모델 구축

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-88> [3-2-1] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 콜센터 상담 분야에 맞는 언어 모델 구축 및 지역별 억양 차이를 고려한 발음 사전 구축 ○ 실시간 인식 및 특정 단어 검출을 수행할 수 있는 음성 인식 엔진 구축 ○ 통화 품질 및 주변 환경의 잡음의 변화에 대응할 수 있는 음성 인식 엔진 구축 및 전처리 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간으로 전화음성의 심리 및 감정 상태를 인식하는 기술 개발 ○ 발화 내용을 기반으로 의도 파악 및 적절한 답변을 생성하는 자연어 처리 및 대화 생성 시스템 구축

○ (세부추진계획)

<표 3-89> [3-2-1] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
음성 인식 엔진	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전처리 기술 개발 ○ 음향 모델 구축 ○ 언어모델 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방언, 잡음 정도에 따른 성능 평가 및 개선 ○ 사용자 인터페이스 구축 	방언, 잡음정도에 따른 음성인식 단어 오답률
응답 생성 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발화된 구어체에 맞게 자연어 처리 엔진 구축 및 프로토타입 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실제 사용 환경에서 시험 및 상담원의 실제 응답 내용을 반영한 모델 개선 	대화 응답률
감정 인식 및 알람 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감정 분류 기준 및 알람 기준을 실제 발생 사례를 기반으로 선정하고 데이터수집 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감정 분류 알고리즘 구현 및 모델 훈련 	감정 분류 알고리즘을 통한 감정 인식을

3-2-2

실환경 사용이 가능한 인공지능 기반 기상 캐스터를 위한 음성 대화시스템 기술개발

□ 최종목표

- (정량적 목표)
 - Word Error Rate (WER), 전체 단어 중 오답률 10% 미만
 - 원거리 잡음 SNR 약 5 [dB] 환경에서 5 [dB] 이상의 SNR 향상
- (정성적 목표)
 - 실환경 소음 내에서 잡음에 강인한 음성인식 성능 확보
 - 기상 캐스터 업무 수행을 위한 음성 대화시스템의 안정적인 대화 임무 완수 능력 확보

□ 기술개발 대상

- 사용자의 음성질문을 텍스트로 변환하는 기술
- 음성인식에서 텍스트로 변환된 질문의 의도를 파악하고 이에 대한 답변을 도출하는 기술
- 대화처리에서 도출된 답변을 음성으로 출력하는 기술
- 주변환경의 소음을 제거하여 정확한 음성인식이 될 수 있도록 하는 기술

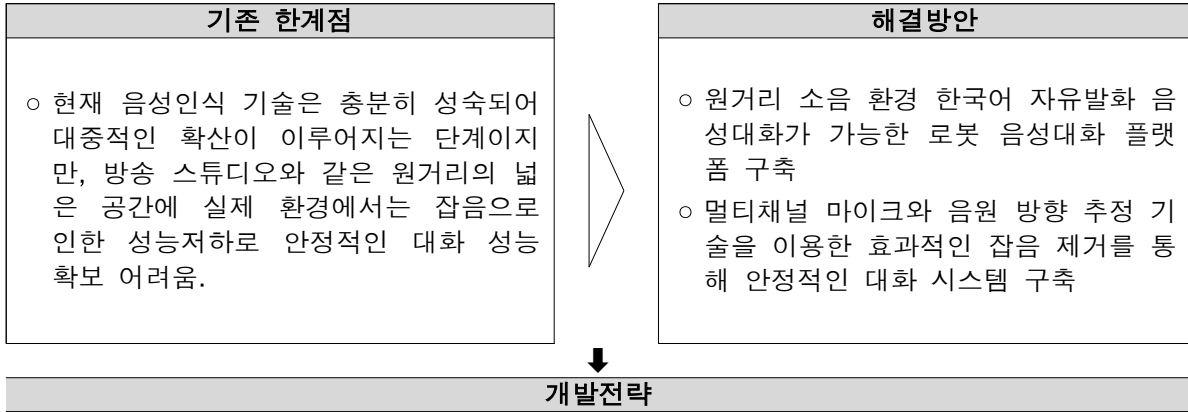
□ 최신 R&D동향

<표 3-90> [3-2-2] 최신 R&D 동향

	해외	국내
최신 R&D 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2015. 12. 중국 상하이의 동팡 위성방송 생방송 뉴스쇼에 크로스소프트(MS)가 개발한 인공지능 '샤오빙(小冰)' 출연 ○ 기상 데이터 분석을 통해 현재 기상 상황을 설명하고 방송 진행자와 간단한 대화도 진행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ GS홈쇼핑, 채팅으로 상담 주문 가능한 대화시스템 ○ 풀무원, 컴퓨터 상담원이 응대하는 고객센터 ○ 네이버, 네이버 입점 쇼핑몰에 '쇼핑봇' 제공 ○ 대신증권, 금융 서비스 관리 로봇 '벤자민'
기술관련 모식도	<p>시스템 통합</p> <pre> graph LR A[음성 호출/질문 입력] --> B[환경소음 제거] B --> C[음성구간 검출] C --> D[음향모델] D --> E[언어모델] E --> F[음성인식기 (호출/질문)] F --> G[음원방향 추정] G --> H[방향전환 모터구동] H --> I[언어이해] I --> J[대화관리] J --> K[언어생성] K --> L[음성응답 출력] L --> M[음성합성] M --> N[음성응답 출력] </pre> <p>[음성인식 기반 기상 캐스터 기술 연구]</p>	

□ 기존기술 한계점 및 해결방안

<표 3-91> [3-2-2] 기존한계점 및 해결방안



- 음성대화 로봇이 현장에서 효과적인 역할수행을 할 수 있기 위해서는 로봇이 배치되는 환경에 대한 사전 고려 필요
- 로봇이 유용하게 활용될만한 상황에 대한 수요조사 및 로봇 운용에 문제가 될만한 상황 점검(소음수준, 공간특성)

□ 기술개발내용 및 세부추진계획

- (기술개발내용)

<표 3-92> [3-2-2] 기술개발내용

1단계	2단계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 음성인식 <ul style="list-style-type: none"> - 음향모델링(음소 모델) - 기본 확보: ETRI 2002년(40시간), 2003년(80시간) 낭독체 음성데이터 - 언어모델링(문장 모델) ○ 주변 소음 제거 <ul style="list-style-type: none"> - 비정적 소음에서 빠른 추적기반의 신뢰적 소음추정 - 음성왜곡과 소음왜곡을 최소화하기 위한 음질개선 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 음성인식 <ul style="list-style-type: none"> - 음향모델링(음소 모델) - 실제 방송 환경에 적응하기 위한 현장 발화 음성 수집 - 언어모델링(문장 모델) ○ 음원방향 추정 및 잡음 제거 <ul style="list-style-type: none"> - 다중 마이크에 들어오는 음향입력의 시간차이(TDOA, time delay of arrival)를 계산하여 음원의 방향을 추정하여 빔포밍 잡음제거

○ (세부추진계획)

<표 3-93> [3-2-2] 세부추진계획

기술개발 성과	단계별 목표 및 지표		
	목표		지표
	1단계	2단계	
음성인식 정확도	15 이하	10 이하	Word Error Rate [%]
잡음제거 후 SNR 향상	3 이상	5 이상	Signal to Noise Ratio [%]
대화처리 정확도 / 응답률 (%)	80 / 75 이상	88 / 80 이상	전체 대화 turn 중 적절한 응답 비율 [%]

제 4 장

사업의 소요예산 및 인력

제 4 장

사업 소요예산 및 인력

4.1 소요예산

4.1.1 소요예산 총괄

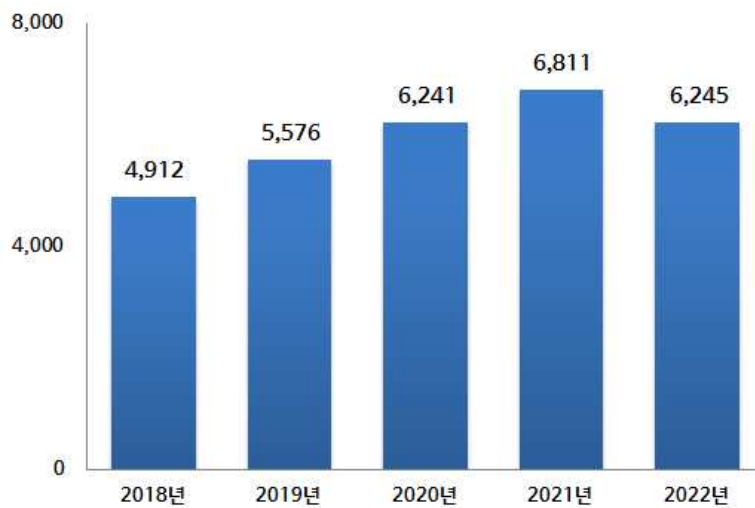
- ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’ 소요예산은 총 297억 8,500만원임

<표 4-1> 연도별 총 연구비

연도	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	합계
총연구비	4,912	5,576	6,241	6,811	6,245	29,785

(단위: 백만원)

(단위: 백만원)



[그림 4-1] 연차별 소요예산

4.1.2 과제별 소요예산

□ 본 사업의 대분류(3개), 중분류(8개) 및 소분류(18개)에 대한 연차별 소요예산은 다음과 같음

- ‘[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술’ : 총 86.01 억원
- ‘[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술’ : 총 148.34 억원
- ‘[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술’ : 총 63.50 억원

<표4-2> 세부기술별 소요예산

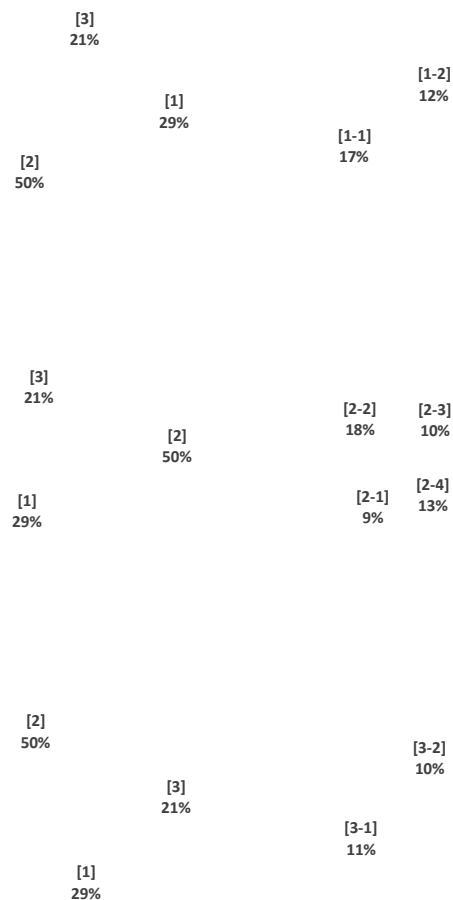
(단위:백만원)

분류		2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	합계
[1]	[1-1]	857	959	1027	1196	1042	5,081
	[1-2]	639	691	759	759	672	3,520
소계		1,496	1,650	1,786	1,955	1,714	8,601
[2]	[2-1]	457	457	577	610	490	2,592
	[2-2]	874	874	1147	1212	1144	5,251
	[2-3]	402	606	657	739	739	3,143
	[2-4]	691	726	811	845	776	3,849
소계		2,424	2,663	3,192	3,406	3,149	14,834
[3]	[3-1]	539	674	691	776	691	3,371
	[3-2]	453	589	572	674	691	2,979
소계		992	1,263	1,263	1,450	1,382	6,350
총합계		4,912	5,576	6,241	6,811	6,245	29,786

4.1.3 세부과제별 비중

□ ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’의 대분류(3개), 중분류(8개) 및 소분류(15개)에 대한 소요예산 비중은 다음과 같음

- ‘[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술’ : 29%
- ‘[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술’은: 50%
- ‘[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술’ : 21%



[그림 4-2] 세부기술별 예산 비중

4.2 소요인력

4.2.1 소요인력 총괄

□ 총괄

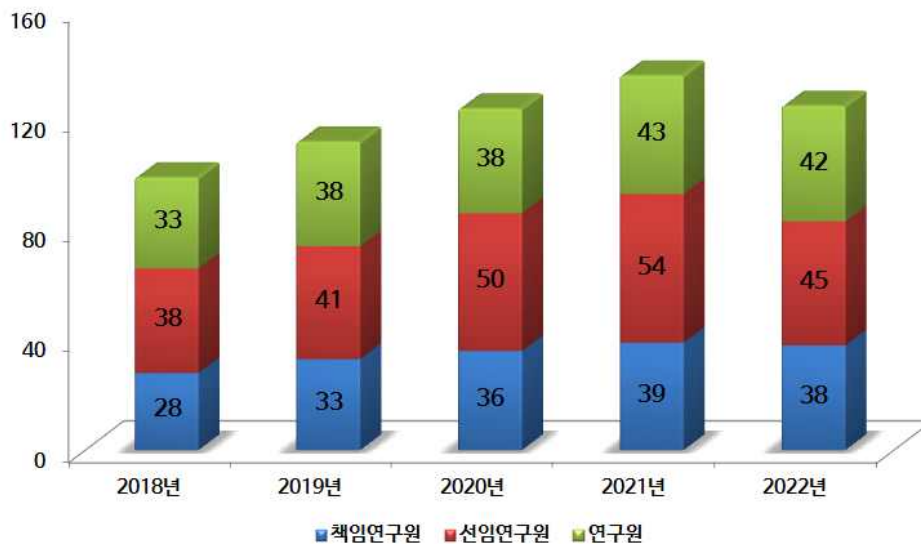
□ ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’의 소요인력은 총 596명임

<표 4-3> 연차별 소요인력

(단위: M/Y)

분류		2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	합계
인력 구성	책임연구원	28	33	36	39	38	174
	선임연구원	38	41	50	54	45	228
	연구원	33	38	38	43	42	194
	합계	99	112	124	136	125	596

(단위: M/Y)



[그림 4-3] 연차별 소요인력

4.2.2 세부과제별 소요인력

□ ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’의 대분류(3개), 중분류(8개) 및 소분류(15개)에 대한 연차별 소요인력은 다음과 같음

- ‘[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술’은 총 172 명 투입
- ‘[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술’은 총 298 명 투입
- ‘[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술’은 총 126 명 투입

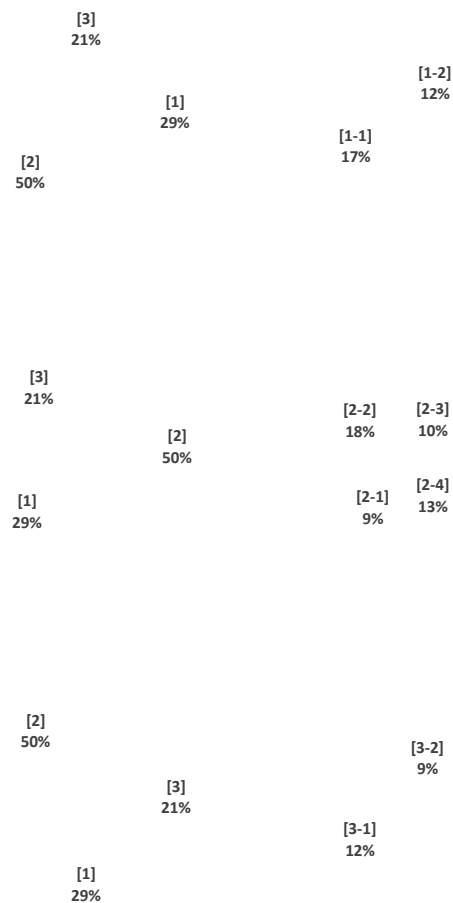
<표 4-4> 세부기술별소요예산

		(단위:백만원)							
분류	인력	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	합계		
[1]	[1-1]	책임연구원	5	5	6	7	7	30	
		선임연구원	7	9	9	11	8	44	
		연구원	5	5	5	5	5	25	
	[1-2]	책임연구원	4	4	4	4	4	20	
		선임연구원	4	5	5	5	4	23	
		연구원	5	5	7	7	6	30	
소계		30	33	36	39	34	172		
[2]	[2-1]	책임연구원	3	3	4	4	3	17	
		선임연구원	3	3	4	4	3	17	
		연구원	3	3	3	4	4	17	
	[2-2]	책임연구원	5	5	6	7	7	30	
		선임연구원	6	6	10	10	8	40	
		연구원	7	7	7	7	8	36	
	[2-3]	책임연구원	2	4	4	5	5	20	
		선임연구원	4	4	5	6	6	25	
		연구원	2	4	4	3	3	16	
	[2-4]	책임연구원	4	4	4	4	4	20	
		선임연구원	5	5	6	6	6	28	
		연구원	5	6	7	8	6	32	
	소계		49	54	64	68	63	298	
	[3]	[3-1]	책임연구원	3	4	4	4	4	19
			선임연구원	4	4	5	6	5	24
연구원			4	6	5	6	5	26	
[3-2]		책임연구원	2	4	4	4	4	18	
		선임연구원	5	5	6	6	5	27	
		연구원	2	2	-	3	5	12	
소계		20	25	24	29	28	126		
총합계		99	112	124	136	125	596		

4.2.3 세부과제별 비중

□ ‘인공지능융합 기상업무 혁신기술개발사업’의 대분류(3개), 중분류(8개) 및 소분류(15개)에 대한 소요인력 비중은 다음과 같음

- ‘[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술’ ; 29%
- ‘[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술’은: 50%
- ‘[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술’ : 21%



[그림 4-4] 세부과제별 인력 비중

사업 예산 총괄표

대과제	중과제	소과제	투입 재원	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	합계
[1] 유동적 기상 관측망 구성 기술	[1-1] 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측 기술개발	[1-1-1] 정밀 기상 현상 관측 및 관측 공백지역 해소를 위한 AI 기반 자율비행 기상 관측기 개발	인력	5	6	6	7	5	29
		[1-1-2] 커넥티드 카 기반의 지능형 기상관측 시스템 개발	예산	286	336	336	388	286	1,632
			인력	7	8	8	8	7	38
		[1-1-3] 이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발	예산	336	388	388	388	336	1,836
			인력	5	5	6	8	8	32
		[1-2] CCTV 영상분석 기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발	[1-2-1] CCTV 영상 빅 데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보 생산 시스템 개발	예산	235	235	303	420	420
	인력			6	6	8	8	7	35
	[1-2-2] IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발 및 서비스 제공	예산	303	303	371	371	336	1,684	
		인력	7	8	8	8	7	38	
	소계			예산	336	388	388	388	336
			인력	30	33	36	39	34	172
			예산	1,496	1,650	1,786	1,955	1,714	8,601
[2] 인공지능기반 기상-빅데이터 처리/관리 기술	[2-1] 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발	[2-1-1] 실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발	인력	3	3	5	5	3	19
			예산	154	154	274	274	154	1,011
		[2-1-2] 실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측기법 및 확률예측모형 기반	인력	6	6	6	7	7	32
			예산	303	303	303	336	336	1,581
	[2-2] 인공지능기반 기상 시나리오 분석 기술 개발	[2-2-1] 다중 관측 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 시스템 개발	인력	6	6	8	9	9	38
			예산	303	303	388	453	453	1,900
		[2-2-2] AI 기반 기상재해 시나리오 분석 및 즉시적 대응 기술개발	인력	7	7	10	10	6	40
			예산	336	336	473	473	303	1,921
		[2-2-3] LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발	인력	5	5	5	5	8	28
			예산	235	235	286	286	388	1,430
	[2-3] 인공지능기반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발	[2-3-1] 인공지능 기반의 기상 예보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발	인력	5	6	7	9	9	36
			예산	235	303	354	453	453	1,798
		[2-3-2] 예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인공지능망 설계 기술 개발	인력	3	6	6	5	5	25
			예산	167	303	303	286	286	1,345
	[2-4] 인공지능기반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발	[2-4-1] 인공지능 기반 실시간 품질관리 시스템 개발	인력	8	9	9	10	8	44
			예산	388	423	423	457	388	2,079
		[2-4-2] 수치예보모델의보정결과활용인공지능기반의일기도보정기술개발	인력	6	6	8	8	8	36
예산			303	303	388	388	388	1,770	
소계			인력	49	54	64	68	63	298
			예산	2,424	2,663	3,192	3,406	3,149	14,834

[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술	[3-1] 인공지능기반 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발	[3-1-1] 지능정보사회 실현을 위한 가치창출형 융합기상정보서비스 통합플랫폼 개발	인력	7	8	8	8	6	37	
			예산	304	371	388	388	303	1,754	
		[3-1-2] SNS 플랫폼과 사용자 맞춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발	인력	4	6	6	8	8	32	
			예산	235	303	303	388	388	1,617	
	[3-2] 인공지능 음성인식기반 신기상서비스 기술개발	[3-2-1] 인공지능 기반 기상 콜센터 음성 및 감정인식 시스템 개발	인력	4	5	5	8	8	30	
			예산	218	286	286	388	388	1,566	
		[3-2-2] 실환경 사용이 가능한 인공지능 기반 기상 캐스터를 위한 음성대화시스템 기술개발	인력	5	6	5	5	6	27	
			예산	235	303	286	286	303	1,413	
	소계			인력	20	25	24	29	28	126
				예산	992	1,263	1,263	1,450	1,382	6,350
총합계			인력	99	112	124	136	125	596	
			예산	4,912	5,576	6,241	6,811	6,245	29,785	

제 5 장

사업의 운영·관리 방안

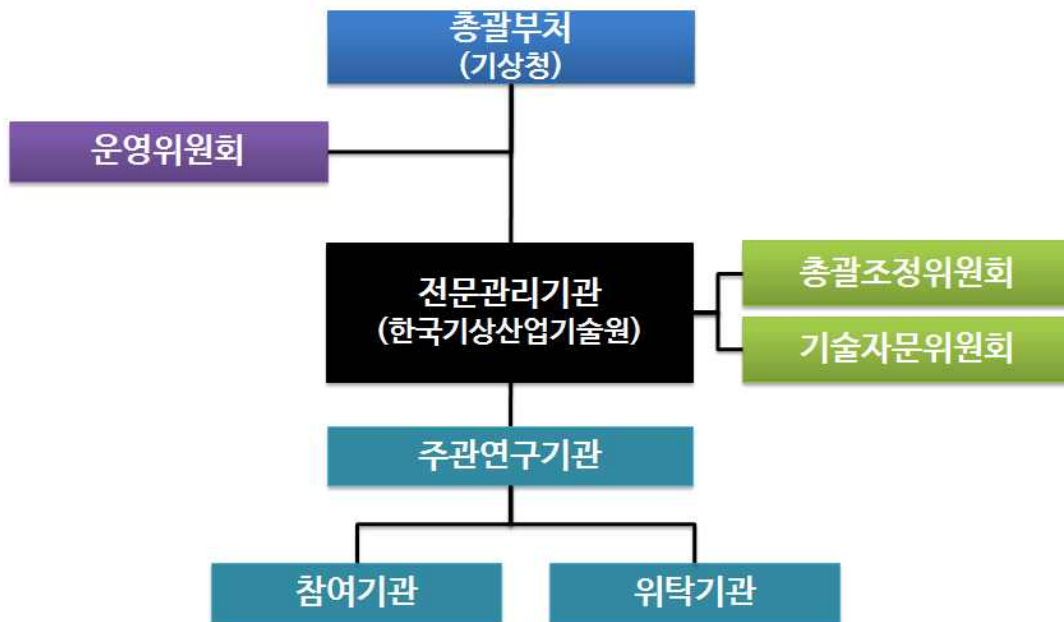
제 5 장

사업의 운영·관리 방안

5.1 사업 추진체계

5.1.1 사업 추진 체계 총괄

- 동 사업은 각 분야별로 개발에 필요한 기상·기후 관련 기술을 전략적으로 발굴·지원하고 기술개발성과를 최대한 활용할 수 있도록 사업의 기획·평가·관리체계를 구축하여 운영할 예정임
- 본 기획사업의 운영의 핵심기능인 심의·조정 기능을 원활히 수행할 수 있도록 운영위원회와 실무위원회 등으로 구성



[그림 5-1] 인공지능 기술활용 전략기획 사업의 추진체계

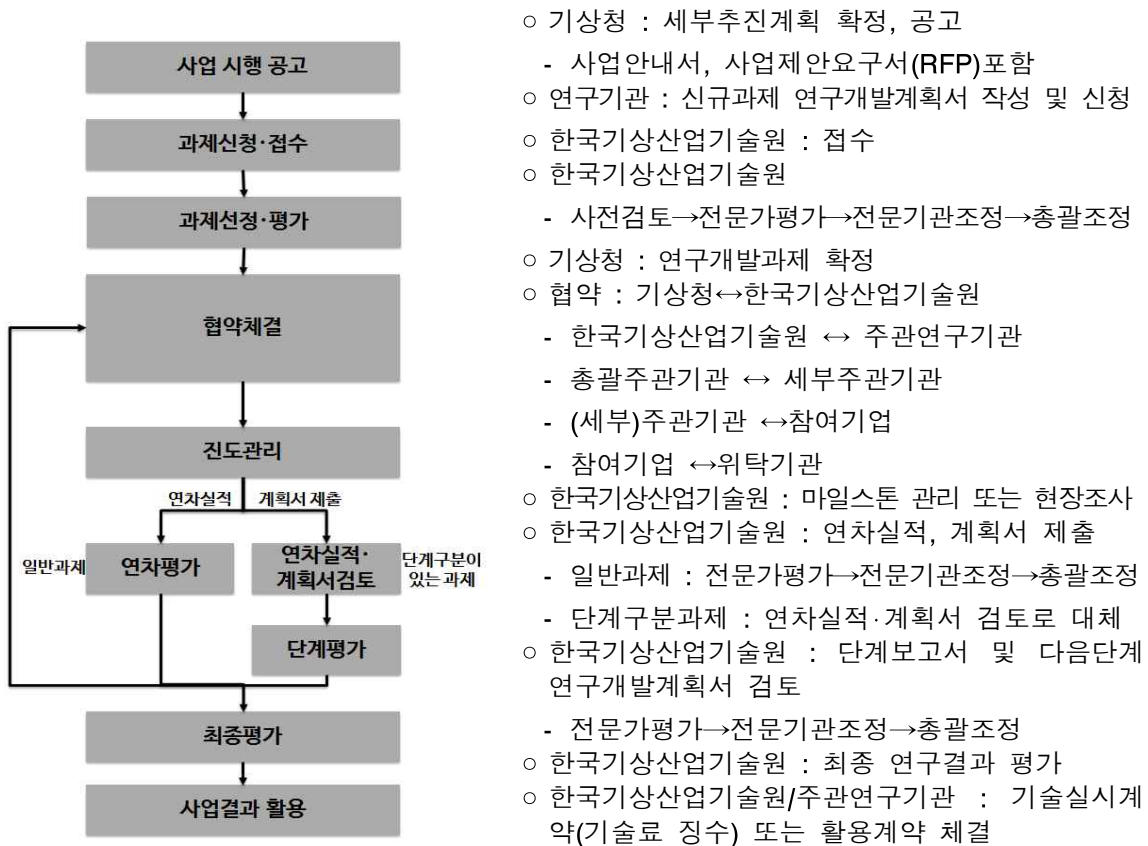
5.1.2 주체별 역할 및 연계 방안

- 총괄부처
 - 동 사업과 기상관련 정책간의 연계를 고려하여 정책적·재정적 지원을 담당
- 운영위원회
 - 사업운영 및 주요 의사결정에 대한 결정기구
 - 사업의 연도별·단계별 운영계획 심의·조정·의결
 - 사업계획 및 예산계획 등 실무차원에서의 협의 진행
- 전문관리기관(한국기상산업기술원)
 - 동 사업에 대한 기획·평가·관리·성과확산 및 활용 업무를 담당하며 평가위원회, 총괄조정위원회에서 사업의 공정성, 효율성, 효과성을 극대화 하기 위한 업무를 수행함
 - (총괄조정위원회) 개발사업의 기획 및 평가, 관리를 총괄 조정
 - (기술자문위원회) 개발사업 과제의 선정 및 평가와 관련하여 전문적인 기술심의 및 자문 실시
- 사업수행기관
 - 연구개발과제의 주관 수행기관으로 연구개발 수행의 책임을 지며 산·학·연 모두 가능함
 - 과제 진행에 있어서 주관 연구기관이 총괄적으로 연구개발 과제를 수행하며, 참여기관 및 기업은 동 과제에 참여하고 연구성과를 활용
- 참여기업 및 위탁기업
 - 과제별 특성에 따라 사업수행기관과 함께 연구과제를 수행

5.2 사업 추진전략

□ 사업시행 공고로부터 사업결과 활용까지 전반적인 추진절차는 크게 3단계로 추진

- (기상청) 연초 사업안내서와 함께 사업제안요구서를 포함하는 연도별 세부추진계획을 확정하여 공고를 하면 이에 따라 전문관리기관인 한국기상산업기술원이 연구기관으로부터 연구개발계획서를 접수
- (한국기상산업기술원) 과제선정을 통해 협약을 체결한 이후 연구기관이 과제를 수행하게 되며, 과제수행과정 동안의 진도관리, 연차평가, 단계평가, 최종평가 등 과제관리를 시행함
 - 과제 종료 이후 한국기상산업기술원은 참여기업 또는 성과 이전기업과 기술 실시계약이나 활용계약을 체결하여 사업결과를 활용하고 성과관리를 수행함



[그림 5-2] 사업 추진 절차

5.3 사업 관리방안

5.3.1 사업 관리 방안

□ 상시 모니터링 체제 구축을 통한 사업 성공률 향상 및 R&D 생산성 제고

- 전문기관인 한국기상산업기술원은 동사업의 추진과정에서 과제선정 이후 연차 또는 단계평가, 중간평가, 최종평가 및 필요 시 수시 검토를 통해 과제 초기와 비교하여 수요 변화와 과제 목표달성 정도를 지속적으로 점검
 - 과제의 주요 마일스톤 별로 기존 평가위원을 활용하여 수요 및 외부 연구개발 동향, 목표 달성 가능성 등을 종합 점검
- 점검을 통해 모니터링 결과를 과제 내에서 반영할 수 있는 경우 해당 과제를 추진하며 성공가능성이 높지 않은 경우 과제 추진방향 변경을 통한 추진 또는 과제 중단 등 후속 조치를 추진

<표 5-1> 상시 모니터링 및 평가 항목

구 분	항목
환경 및 수요	- 기상분야에서 대두되고 있는 새로운 이슈를 반영하고 있는가? - 사업에서 다루고 있는 주요 이슈 중에서 그 중요성이 현저히 떨어진 이슈는 없는가? - 사업에 영향을 미칠 수 있는 최근 정책 변화는 없는가? - 기상분야의 국내·외 수요 상황에 큰 변화는 없는가?
연구개발 동향	- 기상 분야에서 최근 발표된 중요한 연구개발 성과는 무엇인가? - 주요 선진국 연구기관에서의 최근 중요한 연구방향의 변화는 없는가?
사업 목표	- 당초 계획된 사업 목표가 어느 정도 달성되었는가? - 최근 환경변화 및 연구개발 동향 변화에 따라 사업 목표의 수정이 필요하지는 않은가?
사업 수행	- 당초 계획된 사업 진도가 차질 없이 진척되고 있는가? - 목표 달성을 위해 현재 수행되는 연구방법이 적절한가? - 사업 목표와 진도에 따라 연구자원이 적절하게 배분 혹은 집행되고 있는가?
사업 성과	- 당초 계획된 연구 성과가 창출되고 있는가? - 사업을 통해 창출된 성과 정보가 적절하게 관리되고 있는가?
추진 계획	- 향후 사업 추진일정이 적절하게 수립되어 있는가? - 추진일정의 조정이 가능한 프로그램이나 과제는 없는가? - 향후 추진 계획에서 환경변화를 적절히 반영하고 있는가?

- 사업 종료 이후로는 성과관리 및 추적평가를 통해 기술개발결과의 현장적용도를 지속적으로 점검하여 필요조치를 함으로써 성과활용도를 향상
 - 성과관리 및 추적평가를 통해 종료된 기술개발과제의 현장적용 여부 및 성과, 성과향상 위한 니즈를 파악
 - 현장적용이 미흡한 경우 필요한 기술개발니즈를 관련 과제의 기술개발에 반영하거나 또는 후속 과제 기획을 통해 현장적용도를 향상
 - 성과가 우수한 과제의 성공요인, 현장적용이 미흡한 과제의 성공도 향상요인 분석을 통해 연차별 사업기획에 반영

5.3.2 과제 관리 방안

- 과제 선정평가부터 종료평가까지 기술개발기간에 따라 필요한 경우 5단계에 걸친 체계화된 과제 관리·평가 수행하여 과제별 기술개발목표를 관리

<표 5-2> 과제 관리 방안

분류	검토내용	비고
선정 평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구개발계획서의 중복성, 지원자격 적정성 ○ 연구개발 종료 후 적용·활용 가능성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국기상산업기술원 사전검토 ○ 기술·정책 활용위원회 등의 의견 반영
진도관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경변화, 목표달성도, 향후 기술개발 계획의 적성성 점검 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구팀 자체점검 ○ 전문기관, 수요처 수시점검
연차평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구결과 및 환경변화 ○ 평가 결과에 따라 조기종료/중단 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가위원회와 수요처의 평가 결과를 한국기상산업기술원이 취합하여 종합평가
단계 및 최종 평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구결과 및 환경변화 검토 ○ 평가 결과에 따라 성공/실패를 판정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가위원회와 수요처의 평가 결과를 한국기상산업기술원이 취합하여 종합평가
추적 평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구 종료 후 실제 현장 활용도 ○ 논문, 특허 등 연구성과 창출 정도 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업 종료 후 5년간 실시

- 선정평가 단계에서는 연구계획서 내용 검토를 통해 사업목적에 부합되는 과제 선정
 - 전문기관은 평가위원회를 구성하여 연구기관이 신청한 연구개발계획서를

검토·조정하여 최종 지원대상 과제 선정

- 진도관리 단계에서는 부실과제 선별 및 탈락과제 결정을 위해 제출한 연구 계획 상 주요 milestone을 점검
 - 미리 설정된 milestone에 따라 연구팀이 자체 점검 후 진도보고 형태로 제출
 - 중요한 milestone의 경우 전문기관 및 수요처가 수시점검 가능
 - 전문기관은 경우에 따라 원활한 과제 진행을 위해 연구팀에 점검 결과를 피드백
- 연차평가 단계에서는 1년 주기로 당해연도 결과 및 차년도 계획을 평가
 - 주관연구기관은 당해연도 결과보고서와 차년도 계획서를 제출
 - 전문기관은 평가위원회를 구성하고, 평가위원회와 수요처의 평가결과를 취합하여 종합평가를 실시
 - 평가위원회와 수요처는 연구결과의 우수성을 평가하고, 차년도 계획의 적절성 및 환경변화를 검토
 - 전문기관은 종합평가 결과에 따라 과제를 계속 지원하거나 조기 종료 또는 중단 등의 조치를 실시
- 단계평가 단계에서는 단계별 결과 및 계획을 평가하며, 최종평가 단계에서는 과제의 최종 결과를 평가
 - 주관연구기관은 단계별 결과보고서 및 계획서 또는 최종보고서를 제출
 - 전문기관은 평가위원회를 구성하고, 평가위원회와 수요처의 평가결과를 취합하여 종합평가를 실시
 - 전문기관은 종합평가 결과에 따라 단계평가지 과제를 계속 지원하거나 조기 종료 또는 중단 등의 조치를 실시하고 종료평가지 성고/실패를 판정
- 추적평가는 성공적으로 종료된 과제에 대해 종료 후 5년간 실시하고 기술개발결과의 현장적용정도 및 성과 등을 파악
 - 최종평가에서 성공 판정을 받은 과제에 대해 과제 종료 후 5년간 성과지표 추적
 - 추적 평가 시 성과 정보 수집은 주관연구기관 및 주관연구책임자, 수요처를

- 대상으로 온라인으로 실시하고 필요 시 별도의 용역사업 등을 통해 추진
- 전문기관은 평가위원회를 구성하고, 평가위원회와 수요처의 평가결과를 취합하여 종합 평가를 실시
 - 추적평가를 위한 평가위원회는 연구 성과의 파급효과를 실제로 평가할 수 있는 산업계 인사 등 수요자를 중심으로 구성
 - 전문기관은 추적 평가 결과를 관리할 수 있는 DB를 운영하며, 추적 평가 결과를 각 기관 및 개인별로 관리
 - 추적 평가 결과가 우수한 기관 및 개인에 대해서는 환경부 타 사업 참여 시 가산점을 부여하는 등 인센티브 제공
 - 전문기관은 추적 평가 결과를 분석하여 신규 과제 및 사업 기획에 반영

제 6 장

사업 타당성 분석

제 6 장

사업 타당성 분석

6.1 정책적 타당성

6.1.1 정책적 타당성 분석 개요

- 정책적 타당성 분석을 위해 정책의 일관성 및 추진의지, 국고지원의 적합성, 사업추진 상의 위험요인에 대한 검토를 실시함

<표 6-1> 정책적 타당성 분석 항목

분석 주안점	분석분야	분석항목
정책의 일관성 및 추진체제	상위계획과의 부합성	상위계획별 부합성
	사업 추진체제 및 추진의지	사업 추진체제의 적절성
국고지원의 적합성	사업추진의 시급성	환경적 측면
		정책적 측면
		기술적 측면
	국고지원의 필요성	법적 추진 근거
		국정과제와의 연계성
		주요 상위계획 상의 추진 근거

6.1.2 정책적 일관성 및 추진체제

본 사업은 '제3차 과학기술기본계획', '제3차 기상업무발전 기본계획', '기상관측 발전 2020계획', '기상R&D5개년 기본계획', '기상산업 및 기상과학 육성 2020' 등 상위계획에 근거하여 기획됨

가. 상위계획과의 부합성

□ 제3차 과학기술기본계획

- 제3차 과학기술기본계획의 5대 추진 전략 중 '국가전략기술개발', 19개 분야 중 '깨끗하고 편리한 환경 조성', '걱정없는 안전사회 구축', 78개 추진과제 중 '기후변화 대응력 강화', '선제적 자연재해 대응과 피해 최소화'에 포함됨
 - 기후변화 감시·예측 적용 기술, '자연재해 모니터링 예측·대응기술', '사회적 복합 재난 저감 기술'은 국가전략 기술 중 기상·기후 관련 기술로 부합

□ 제3차 기상업무발전 기본계획

- 제3차 기상업무발전 기본계획의 5대 추진 전략 중 '기상예보 기술과 관측 인프라 고도화', '국민 안전 중심의 맞춤형 서비스 확대', '미래를 준비하는 기상업무 성장기반 조성' 이 본 사업과 관련됨
 - 예보기술력 향상 및 예보시스템 개선, 핵심 기상 관측망 구축 및 기상장비 관리 강화, 의사결정 지원 공공기상서비스 확대, 신기술 및 융합 R&D를 통한 기상업무 선진화가 부합함

□ 기상관측 발전 2020계획

- 기상관측 발전 2020계획의 4대 추진 전략 중 '고품질 기상관측자료 생산을 통한 활용가치 극대화', '미래수요에 대응하는 기상 관측자료 활용기술 고도화'가 본 사업과 관련됨

- 기상관측자료 품질관리 시스템 강화, 국가 기상관측망의 통합 관리 강화, 지상기반 관측자료 활용 확대를 위한 기술력 제고, 관측자료의 수치모델 활용 확대를 위한 연구개발 지원, 수요자 중심의 맞춤형 관측자료 제공 및 융·합기술 고도화가 부합함

□ 기상 R&D 5개년 기본계획

- 기상분야 R&D의 체계적인 추진을 위한 4대전략, 8대 중점추진분야 중 ‘국민 체감의 기상기술 고도화’, ‘가치창출의 기상기술 다변화’, ‘미래지향의 기상기술 선진화’가 본 사업과 관련됨
- 위험기상 목표·관측 및 초단기 예측기술 고도화, 기상정보의 가치확산을 위한 기술융합, 삶의 질 향상을 위한 기상 정보 고품질화, 미래 수요 대응 핵심 요소기술의 혁신이 부합함

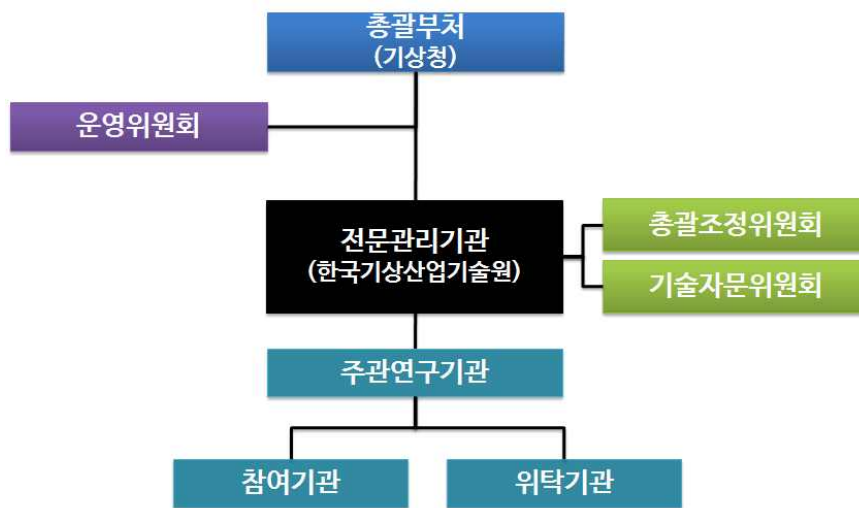
□ 기상산업 및 기상과학 육성2020

- 기상 산업 육성을 위한 선제적인 장기계획을 위한 3개의 전략체계 중 ‘글로벌 경쟁력을 갖는 기상서비스산업 선진화’, ‘기상산업 인프라 확대를 위한 연구개발 기능 강화’와 관련됨

나. 사업 추진체제 및 추진의지

□ 사업 추진체제의 적절성

- 미래기상업무변화대응 인공지능기술 활용 전략 기획 사업은 각 분야별로 개발에 필요한 기상·기후 관련 기술을 전략적으로 발굴·지원하고 기술개발성과를 최대한 활용할 수 있도록 사업의 기획·평가·관리체계를 구축하여 운영할 예정임



[그림 6-1] 인공지능 기술활용 전략기획 사업의 추진체제

□ 사업주체별 역할 및 연계방안

<표 6-2> 주체별 역할 및 연계방안 주요내용

사업추진주체	역할 및 연계방안
총괄부처	○ 동 사업과 기상관련 정책간의 연계를 고려하여 정책적·재정적 지원을 담당
운영위원회	○ 사업운영 및 주요 의사결정에 대한 최고결정기구
전문관리기관	○ 동 사업에 대한 기획·평가·관리·성과확산 및 활용 업무를 담당하며 평가위원회, 총괄조정위원회에서 사업의 공정성, 효율성, 효과성을 극대화 하기 위한 업무를 수행함
사업수행기관	○ 연구개발과제의 주관 수행기관으로 연구개발 수행의 책임을 지며 산·학·연 모두 가능함
참여기업 및 위탁기업	○ 과제별 특성에 따라 사업수행기관과 함께 연구과제를 수행

6.1.3 국고지원의 적합성

- (정책적) 안전하고 쾌적한 국민의 삶 보장을 위한 기상융합정책 수립·지원 필요
- (환경적) 국내 시장 또한 미래 기상 기술 지식판매를 통한 시장성 향상과, 기상-인공지능 융합기술 수준의 향상 시급
- (기술적) 기상예보와 관련한 사회 이슈에 적절한 기술적 대응을 위해 융합기술연구 개발지원이 필요한 실정

□ 사업추진의 시급성

○ 정책적 측면

- 안전하고 쾌적한 국민의 삶 보장을 위한 현행 정책 지원 필요
 - 국민안전 보장, 기후변화 감시·예측·적응 기술개발 등 현행 주요 국가 정책의 효율적 이행과 지원을 위한 기술개발 필요

<표 6-3> 국가계획상 주요 정책수요

상위 계획	주요 내용
국가중점과학기술 전략 로드맵 부합하는 계획수립	○ 기후변화 감시·예측·적응 기술, 자연재해 모니터링·예측·대응 기술, 사회적 복합 재난 저감 기술개발 계획 삼입(2014년 4월 '국가과학기술로드맵')
제3차 환경기술 및 환경산업 육성계획의 임무수행	○ 제2차 환경기술 및 환경산업 육성계획 내 환경 재난·재해 대응 기술, 기후변화 평가·적응 기술개발 등 관련 기상청 임무 수행
제3차 과학기술기본계획 따른 연구개발 투자확대	○ 국민안전을 보장하는 연구개발 지원 강화 및 삶의 질 향상을 위한 연구개발 투자확대 진행(2013년 7월 '제3차 과학기술기본계획')

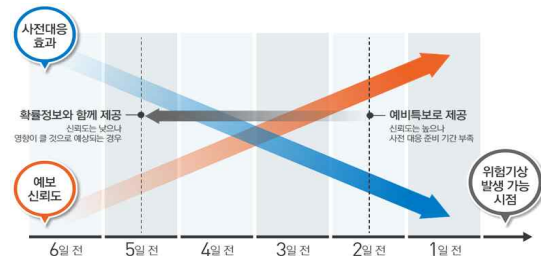
- 국내·외 기상기술과 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI)과 같은 신기술을 활용하여 능동적인 대응과 함께 정책적인 협력강화 필요
 - 4차 산업의 중요도를 고려하여 융·복합 산업 육성 정책의 마련과 핵심 기상기술의 정책적 지원체계 구축 필요
 - 각 부처에서 추진하는 인공지능, 기후 관련 정책 정보를 통해 기상정보, 기상기술을 바탕으로 자체적인 핵심 기상기술의 육성 필요

○ 환경적 측면

- 해외에서 활발한 기상-인공지능 융합기술에 비해 미흡한 국내 기술수준의 향상 시급
 - 세계적 기업들은 인공지능-기상을 융합한 기술 도입으로 주목할 만한 성과 달성
- ※ 마이크로소프트, IBM 등에서 기상서비스 개발 또는 시범서비스 중
- 국내 시장은 기상 기기 판매 산업에 편중되어 다양한 영역에서의 기상산업이 부족한 실정, 미래 기상 기술 지식을 판매하여 시장성 향상 필요
 - 기상분야 산업과 관련한 다양하고 개별화된 수요자의 요구 충족 실현시키고, 인공지능 시장의 급격한 성장전망을 고려한 시장 선점 필요
 - 기상-인공지능 접목 기술개발을 통해 재난재해 대응과 같은 국가적으로 시급한 현안 문제의 신속한 해결 및 해결방안 필요

○ 기술적 측면

- 기상예보와 관련한 사회 이슈에 적절한 기술적 대응을 위한 융합기술 연구 개발 지원 필요
 - 대기자체의 불확실성, 수치예측 한계로 인한 결정론적 예보의 근본적 한계 존재
 - 세계 주요국 수준의 예보 수준에도 불구하고 기상서비스의 체감 미흡과 적절한 대응책의 마련 시급
 - 날씨에 의한 사회적 영향을 고려하지 않는 기존 현상 중심 예보 서비스의 한계 극복 필요



자료 : 기상청 영향예보팀(2017), 영향예보 요약 보고서자료 중 발췌

[그림 6-2] 자연 재해로 인한 피해와 예보서비스 한계 극복 필요성 모식도

- 글로벌 선진국은 기상과 인공지능 융합기술을 적극 개발 중이며, 급변하는 환경 대응을 위한 국내 기상-인공지능 분야의 융합연구 시급한 실정
 - 4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 ICBM 융·복합 기술 기반의 맞춤형 기상·기후 서비스 체계의 개발 필요
 - 국외 인공지능 기술을 도입하여 빅데이터, 인공지능 기술 분야 활용 뿐만 아니라 향후 인공지능 기술 및 정보 통신기술의 발달과 실용화에 집중 필요

□ 국고지원의 필요성

본 사업은 「기상법 제5조」, 「기상법 제32조」에 부합하며, 현 정부의 5대 국정 목표인 「더불어 잘사는 경제」, 「내 삶을 책임지는 국가」와 연계성이 있으며 또한, 주요 상위 계획상 추진 근거로는 ‘제3차 과학기술기본계획’, ‘제3차 기상업무발전 기본계획’, ‘기상관측 발전 2020계획’, ‘기상R&D5개년 기본계획’, ‘기상산업 및 기상과학 육성 2020’ 과 관련하여 국고지원이 필요함

○ 법적추진근거

- 본 기획은 「기상법 제5조」, 「기상법 제32조」에 부합됨
 - 기상업무의 건전한 발전 및 체계적·효율적인 목표달성을 위한 기상업무에 관한 기본계획을 수립·시행하고 있음
 - 기상업무에 대한 연구개발사업을 추진하고 매년 연구개발과제를 선정하여 기관 또는 단체와 협약을 맺어 연구하게 할 수 있음

참고자료	기상법
	<p>제5조(기상업무에 관한 기본계획의 수립 등) ① 기상청장은 기상업무의 건전한 발전 등 이 법의 목적을 체계적·효율적으로 달성하기 위하여 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 5년마다 기상업무에 관한 기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)을 수립·시행하여야 한다.</p>
	<p>제32조(기상업무에 관한 연구개발사업의 추진) ① 기상청장은 기상업무에 관한 기술을 중점적으로 개발하기 위하여 기상업무에 관한 연구개발사업(이하 "연구개발사업"이라 한다)을 추진하고, 매년 연구개발과제를 선정하여 다음 각 호의 기관 또는 단체와 협약을 맺어 이를 연구하게 할 수 있다. 이 경우 제4호의 기관 중 대표권이 없는 기관에 대하여는 그 기관이 소속된 법인의 대표자와 협약을 맺을 수 있다.</p>

○ 국정과제와의 연계성

- 현 정부의 5대 국정 목표인 「더불어 잘사는 경제」, 「내 삶을 책임지는 국가」 국정전략 중 ‘과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명’, ‘국민안전과 생명을 지키는 안심사회’에 부합됨
 - 4차 산업혁명을 선도하기 위해 과학기술의 발전과 미래 성장산업을 적극적으로 지원하고자 함
 - 지진·화재 등 각종 재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화를 추진하고자 함

<국정과제와의 연계성>

② 더불어 잘사는 경제(국정과제 34. 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성)

③ 내 삶을 책임지는 국가(국정과제 55. 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축)

○ 주요 상위계획 상의 추진 근거

- 제3차 과학기술기본계획
 - 기후변화 대응력 강화, 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화, 사회적 재난 대응체계 확보 요구
- 제3차 기상업무발전 기본계획
 - 기상업무에 관한 정책 기본 방향과 기술연구 추진, 실용화 촉진 등에 관한 사항 강화 요구
- 기상관측 발전 2020계획
 - 기상 관측자료의 서비스 및 가치극대화 등 사회를 이롭게 하는 세계 최고 수준의 기상관측 구현 요구
- 기상R&D 5개년 기본계획
 - 국가R&D 선진화 방안에 맞추어 기상R&D의 효율적 추진과 관리를 위한 기상R&D 운영제도 개선 전략 수립 강화 요구
- 기상산업 및 기상과학 육성 2020
 - 기상산업을 국가 경제의 신성장 동력으로 육성하여 일자리 창출과 수출 증대를 통한 국가경쟁력 향상 요구

6.2 기술적 타당성

6.2.1 기술적 타당성 분석 개요

- 기술적 타당성 분석을 위해 기술개발 계획의 적절성, 기술개발 성공가능성, 기존사업과의 중복성에 대한 검토를 실시함

<표 6-4> 기술적 타당성 분석 항목

분석주안점	분석분야	분석항목
기술개발 계획의 적절성	사업 기획과정의 적절성	기획 참여 전문가 집단 구성의 적절성
	사업 목표의 적절성	문제/이슈의 적절성
		목표 설정의 적절성
		사업목표와 이슈/문제와의 연계성
		수혜자 표적화의 적절성
사업 구성 및 내용의 적절성	세부활동의 적절성	
기존 사업과의 중복성	과제수준의 중복성 검토	기존 과제와의 중복성 검토의 적절성
		기존 과제와의 중복성 검토 결과

6.2.2 기술개발 계획의 적절성

- 본 사업은 외부 기획전문기관에 의한 연구를 통해 기획되었으며, 각 분야 전문가로는 구성된 기획위원회를 대상으로 한 기술체계도 작성본을 기반으로 기획됨

가. 사업기획과정의 적절성

□ 기획 참여 전문가 구성의 적절성

- (기획연구 추진) 외부 전문기관에 기획연구 의뢰
 - 수행기관 : (주)에스제이전략연구소
 - 기획위원회의 구성 체계 및 역할
 - (구성) 기상 각 분야별 전문가 집단 총 10명으로 구성하여 기획의 전문성·객관성 제고
 - 인공지능, 신호처리, 정보융합, 대기환경, 영상인식·빅데이터, 기상인공지능 모델링, 수치모델링, 재난예측, 이상기후평가, 강우·유출 모델링, 사물인터넷, 환경센서, 기상예보 전문가 활용
 - (역할) 사업의 비전·목표 등 각 관련 분야별 사업 도출 및 중과제, 소과제 기획 내용의 제시, 부합성 검토 등
 - 동향분석 내용 검토 및 R&D주제 검토
 - 중점연구 분야 도출 및 세부연구분야 연구계획서 작성
 - 중점연구분야 및 세부연구분야 연구 내용 조정 및 확정
 - 중점연구분야 우선순위 도출 등
- ※ 기획위원회 구성 전문가들은 주무부서 및 과제관리기관과 협의를 통하여 결정함

나. 사업 목표의 적절성

- 각 분야별 국내·외 기술개발동향, 인공지능-기상 융합연구 개발 관련 자료등을 바탕으로 사업의 핵심이슈와 대응방안을 도출하였으며, 각 과제별로 이슈를 분화시켜 필요성을 검토하고, 이와 연계하여 대과제의 목표를 설정 함
- 사업의 비전은 상위계획 및 관련법 상의 책무로부터 설정하였으며, 성과목표는 비전과의 부합성을 고려하고 소과제의 성과물을 기반으로 설정함

□ 문제·이슈의 적절성

<표 6-5> 핵심이슈 및 사업 필요성 도출

분야	핵심이슈	필요성
관측/감시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이동성이 낮은 수집 장치를 사용함으로써 관측하는 장소가 한정적이며, 데이터를 수집하는 정보량이 제한적 ○ 이동형 기상관측장비를 활용함으로써 수집되는 막대한 양의 기상 데이터에 대한 효율적 가공 교환 기술 부재 ○ 측정된 기상 관측 데이터의 전달 시 클라우드를 별도로 운영하여 높은 비용 소요 ○ AWS 설치 장소의 한정성으로 인한 기상데이터의 정밀도 향상이 어려움 ○ 사용자가 기상정보에 대한 데이터 직접 입력 필요성 대두 ○ 기존의 분석 시스템은 아격자 모델로 인해 모든 지역에 세분화된 정보 제공이 힘들며 자동화가 되어있지 않음 ○ CCTV 영상분석으로는 정확도가 떨어지기 때문에 위치별 데이터 분석기반 필요 ○ 기존의 CCTV는 복잡하거나 미묘한 변화 탐지를 담지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 기 추진중인 이동형 및 CCTV 기상관측 분야의 공고화 필요, 기존 기상관측장비(AWS 등)의 지원을 통한 아격자 축소가 요구됨 ○ 인공지능 기반의 모델링/분석을 위해서는 수집된 관측 자료의 보정 및 품질관리 필요

분야	핵심이슈	필요성
<p>모델링/분석</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 모든 기상적 요소가 고려된 예측모델을 구축에 한계가 있으며 정확한 보정이 힘들 (휴리스틱한 방법, 예보관 의견과 같은 정성적인 예측이 진행됨) ○ 인공지능 기술 기반의 실시간 기상 시나리오 분석을 위해 거대 계산 자원이 필요함 ○ 슈퍼컴퓨터 등 고비용 리소스를 활용하고 정확도 수준이 떨어지는 기존 통계적/기계 학습방법론에 의존 ○ 기상재해 피해 미래 예측기반 기술과 기후변화 및 기상재해 난제 해결을 위한 인공지능 기술 활용 부족 ○ 예측의 정확도를 정량적으로 나타낼 수 있는 측도가 구체적이지 않고 예측 알고리즘의 성능 판단이 어려움 ○ 기상결정 여러 변수 중 특정변수를 고려하거나 변수를 독립이라고 가정하여 예측 정확도가 떨어짐 ○ 모든 기상 측정지점에서 일사량 및 풍속 정보가 존재하지 않으며, 대부분 예측 단위가 중단기로 구성되어 단기 예측 연구가 미흡함 ○ 수치예보모델 결과를 토대로 예보관에 의해 생성되는 기상예측은 성공률과 예보자료 생성 패턴의 일관성을 얻기 어려움 ○ 기상저오 예측에 대해 인공지능을 이용하지 않고 계산기반의 예측을 통하여 제공함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능을 통해 얻어낸 대량의 수치모델 결과를 보정할 기술 개발이 필요함 ○ 기상 시나리오 분석의 고도화를 통한 미래 기후 변화에 대응책이 요구됨 ○ 인공지능을 통해 얻어낸 대량의 앙상블 수치모델 데이터를 가공하여 예보자료를 생산하기 위해선 인공지능 기반 예보자료 생산 기술이 필요함 ○ 예보관의 경험 및 능력에 따라 예보 정확도가 감소할 수 있으므로, 이를 지원할 시스템이 필요함
<p>전달/활용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분야간 서비스를 융합하여 새로운 서비스를 제공할 수 있는 융합형 서비스 플랫폼 개발 필요 ○ 사용자 패턴에 따라 맞춤형 서비스를 제공하는 것이 아닌 특정 시간과 지정된 지역에 대한 기상정보 제공 ○ 방송 스튜디오와 같은 원거리의 넓은 공간에 실제 환경에서 잡음으로 인한 성능 저하로 안정적인 대화 성능 확보가 어려움 ○ 대화형 음성인식이 원활하지 않고 텍스트를 통한 자동응답 시스템이 주를 이루고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국민들의 삶의 질 향상을 위한 사용자 맞춤형 융합기상정보의 생산이 필요함 ○ 현재 기상청에서 제공 중인 서비스의 문제를 해결하기 위해선新气象 서비스의 개발이 필요함

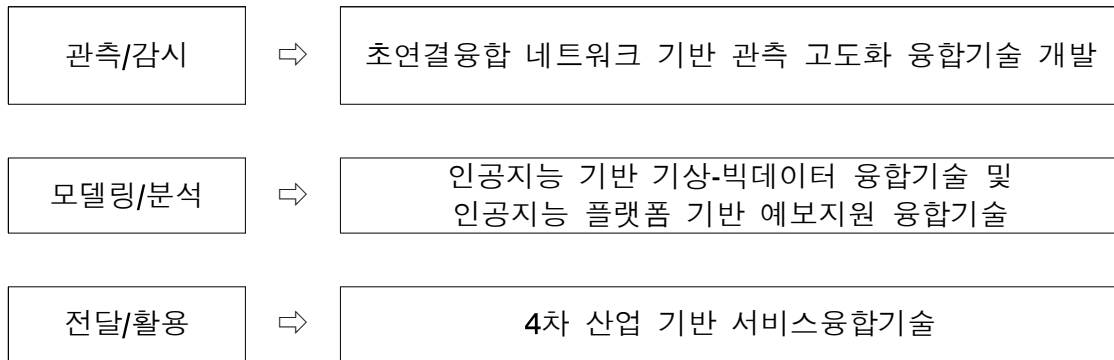
□ 목표 설정의 적절성

○ 비전 설정의 근거

- 비전 : 미래기상융합 기술력 확보를 통한 미래형 新기상산업 선도
- 설정근거
 - (제3차 과학기술기본계획) 기후변화 대응력 강화, 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화
 - (제3차 기상업무발전 기본계획) 예보기술력 향상 및 예보시스템 개선, 신기술 및 융합R&D를 통한 기상업무 선진화가 부합함
 - (기상관측 발전 2020계획) 고품질 기상관측자료 생산을 통한 활용가치 극대화, 미래수요 대응 기상 관측자료 활용기술 고도화가 부합함
 - (기상 R&D 5개년 기본계획) 국민체감 기상기술의 고도화, 기상기술의 다변화·선진화가 부합함
 - (기상산업 및 기상과학육성2020) 글로벌 경쟁력 육성 및 연구개발 기능강화
 - 기상법 등 관련 법령에 따라 국가는 기상재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호해야하며, 최적의 기상관측을 위한 국가기관 및 지방자치단체 등과의 협력 및 연구개발 사업을 추진해야할 책무가 있음
- ※ 이러한 책무에 따라 국가는 최근 4차산업혁명 시대로 접어들며 융합 기술의 필요성의 확대에 따른 국민의 건강이나 환경에 대한 위해를 평가·관리하여야 함
- ※ 이러한 배경 하에 현행 기상·기후 관련 정책을 확대 발전시켜 통합적으로 관리할 수 있도록 비전을 설정함

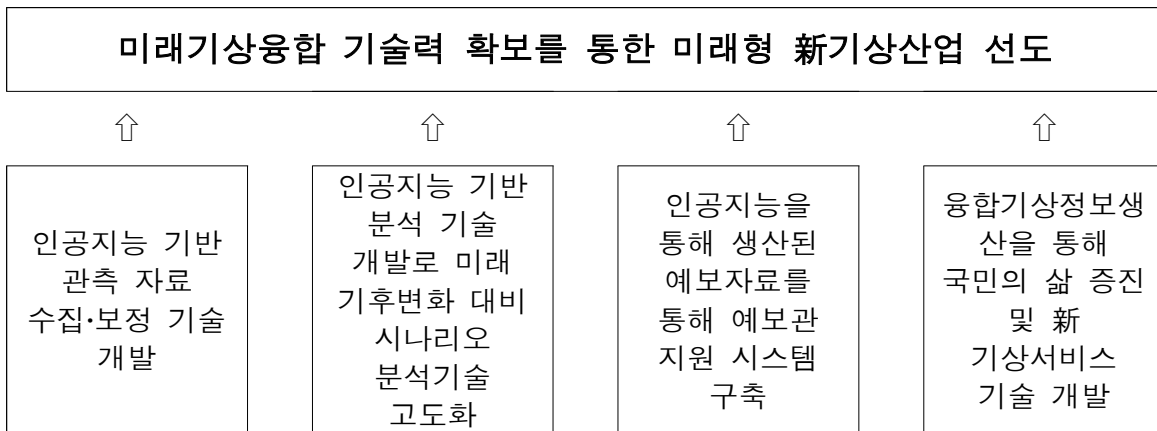
○ 목표설정 근거 및 비전과의 부합성

- 목표: 미래기상융합 기술개발을 통한 미래기상업무 선제적 대응 및 新기상산업 육성기반 조성 달성
- 설정근거
 - 3개의 중점분야, 8개의 중과제를 통해 본 사업의 기반을 확보하고 관련 기술개발 사업을 통해 자연재해 대응 개발 모델 구축 실현

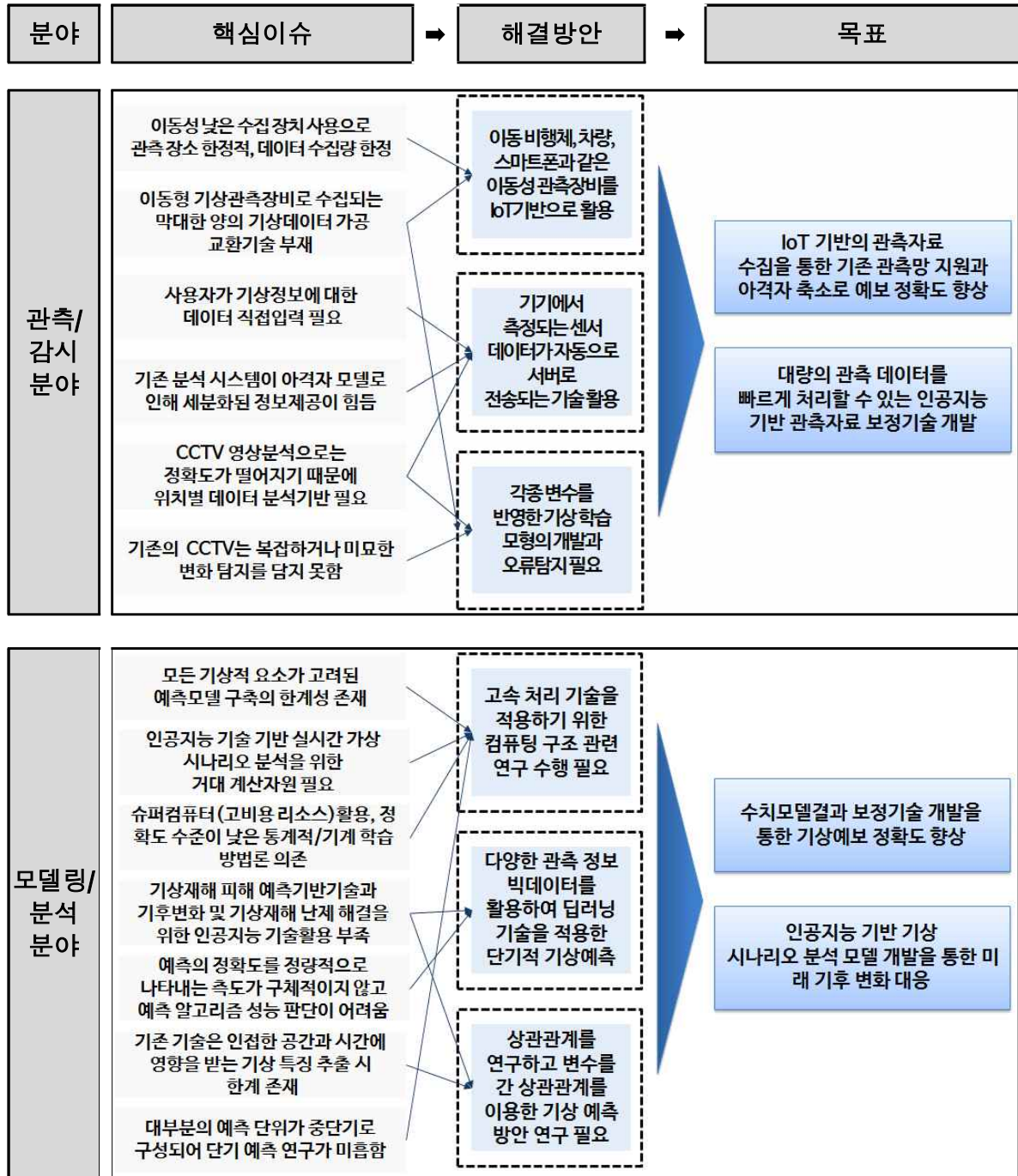


- 비전과의 부합성

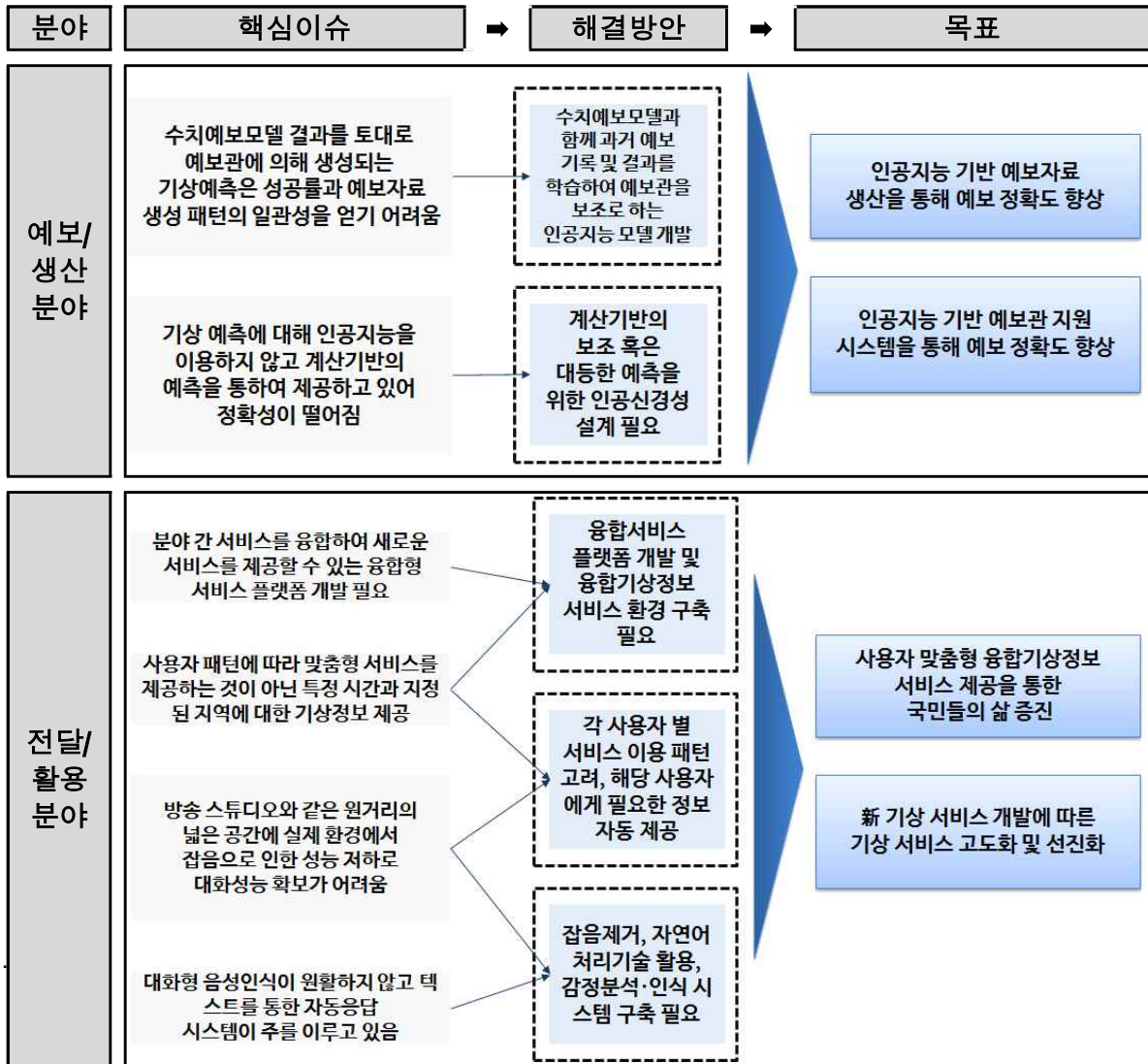
- 8개의 중과제를 통한 단계별 성과목표를 통해 분야별 인공지능기술 활용 기반을 확보하고 하이-퀄리티 기상정보 예측, 예보 기술을 개발하여 국민이 안심하고 활용할 수 있는 미래기상업무변화 시스템 구축



□ 사업목표와 이슈/문제와의 연계성



[그림 6-3] 분야별 핵심이슈-해결방안-목표의 연계(1)



[그림 6-4] 분야별 핵심이슈-해결방안-목표의 연계(2)

□ 수혜자 표적화의 적절성

- 사업의 최종목표와 대과제별 목표는 인공지능 기술을 기반으로한 기상 서비스의 구축, 2차는 대국민을 최종 수혜자로 상정하고 설정함
 - 최종목표 : 기상-인공지능 산업 기반구축을 통한 미래형 新산업 선도
 - 분야별 목표 : 기상분야 인공지능 기술개발을 통한 국내 인공지능 기술산업 활성화 및 국제적 기상서비스 선도적 지위 달성

다. 사업 구성 및 내용의 적절성

○ 세부 구성의 적절성

- 각 중과제별 추진배경과 필요성을 설정하고 소과제를 구성함으로써 세부구성의 적절성을 제고함

<표 6-6> 사업 구성 및 내용의 적절성

중과제명	추진배경	필요성	소과제 구성
[1-1] 실시간 네트워크 기반 이동형 기상관측 기술개발	○ 현재 국내에서는 이동형 기상관측장비를 통한 기상관측 자료 수집 연구가 진행 중임	○ 실시간 네트워킹을 통한 이동형 기상 관측망의 고도화 및 아격자 축소가 요구됨	○ 정밀 기상 현상 관측 및 관측 공백지역 해소를 위한 AI 기반 자율비행 기상 관측기 개발 ○ 커넥티드 카 기반의 지능형 기상관측 시스템 개발 ○ 이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발
[1-2] CCTV 영상분석 기반 고해상도 기상-빅데이터 생산 기술개발	○ CCTV기반 고해상도 영상 인식 기술이 연구 중이며, 이를 빅데이터 및 인공지능 분야에 이용하기 위한 고도화가 추진 중임	○ CCTV기반 기상관측 고도화를 통한 기존 관측망 지원 및 고해상도 도로위 기상 관측 자료 수집이 요구됨	○ CCTV 영상 빅 데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보 생산 시스템 개발 ○ IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발 및 서비스 제공
[2-1] 인공지능기반 기상 실시간 기상-빅데이터 분석 기술 개발	○ 인공지능기반 기상-빅데이터 분석은 모델링/분석 분야의 고도화를 위해 기반이 되는 분야이므로, 전세계에서 연구 개발 중임	○ 인공지능기반 기상-빅데이터 분석의 고도화를 위한 고속처리 기술 및 아랫-블 예측모형 기술 개발이 필요함	○ 실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발 ○ 실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측기법 및 확률예측모형 기반

중과제명	추진배경	필요성	소과제 구성
[2-2] 인공지능기 반 기상 시나리오 분석 기술 개발	○ 기상 시나리오 분석은 미 래 기후 변화의 분석에 필수적이므로, 국내외에 서 관련 연구개발을 추진 중임	○ 기상 시나리오 분석의 고 도화를 통한 미래 기후 변화에 대응책이 요구됨	○ 다중 관측 빅데이터를 활 용한 인공지능 기반 실시 간 단기 기상 시나리오 예측 시스템 개발 ○ AI 기반 기상재해 시나리 오 분석 및 즉시적 대응 기술개발 ○ LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발
[2-3] 인공지능기 반 예보자료 생산 및 예보관 지원 기술 개발	인공지능 기반 수치모델링 분석에 따른 대량의 앙상블 데이터가 생산되고 있음	인공지능을 통해 얻어낸 대 량의 앙상블 수치모델 데이 터를 가공하여 예보자료를 생산하기 위해선 인공지능 기반 예보자료 생산 기술이 필요함	○ 인공지능 기반의 기상 예 보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발 ○ 예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인 공신경망 설계 기술 개발
[2-4] 인공지능기 반 실시간 품질관리 및 보정 기술개발	○ 대량의 기상관측 자료가 수집되고 있으며, 이에 따라 대량의 수치예보모 델 결과가 발생하고 있음	○ 인공지능 기반의 모델링/ 분석을 위해선 수집된 관 측 자료의 보정, 품질관 리 및 수치예보모델결과 의 보정이 필요함	○ 인공지능 기반 실시간 품 질관리 시스템 개발 ○ 수치 예보 모델의 보정 결과 활용 인공지능 기반 의 일기도 보정 기술 개 발
[3-1] 인공지능기 반 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발	○ 현재 기상 선진국에서는 기상 서비스의 고도화를 위한 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술 개발을 실시 중임	○ 국민들의 삶의 질 향상을 위한 사용자 맞춤형 기상 서비스 기술개발이 필요	○ 지능정보사회 실현을 위 한 가치창출형 융합기상 정보서비스 통합플랫폼 개발 ○ SNS 플랫폼과 사용자 맞 춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발
[3-2] 인공지능 음성인식 기반 新 기상 서비스 기술개발	○ 인공지능 및 음성인식 기 술은 4차 산업 대두에 따 라 다양한 산업과 융·복 합연구 개발이 추진 중임	○ 음성인식 기술을 통한 현 재 기상 서비스 문제 해 결 및 新 기상 서비스 기 술개발이 필요함	○ 인공지능 기반 기상 콜센 터 음성 및 감정인식 시 스템 개발 ○ 실환경 사용이 가능한 인 공지능 기반 기상 캐스터 를 위한 음성대화시스템 기술개발

6.2.3 기존 사업 및 과제와의 중복성

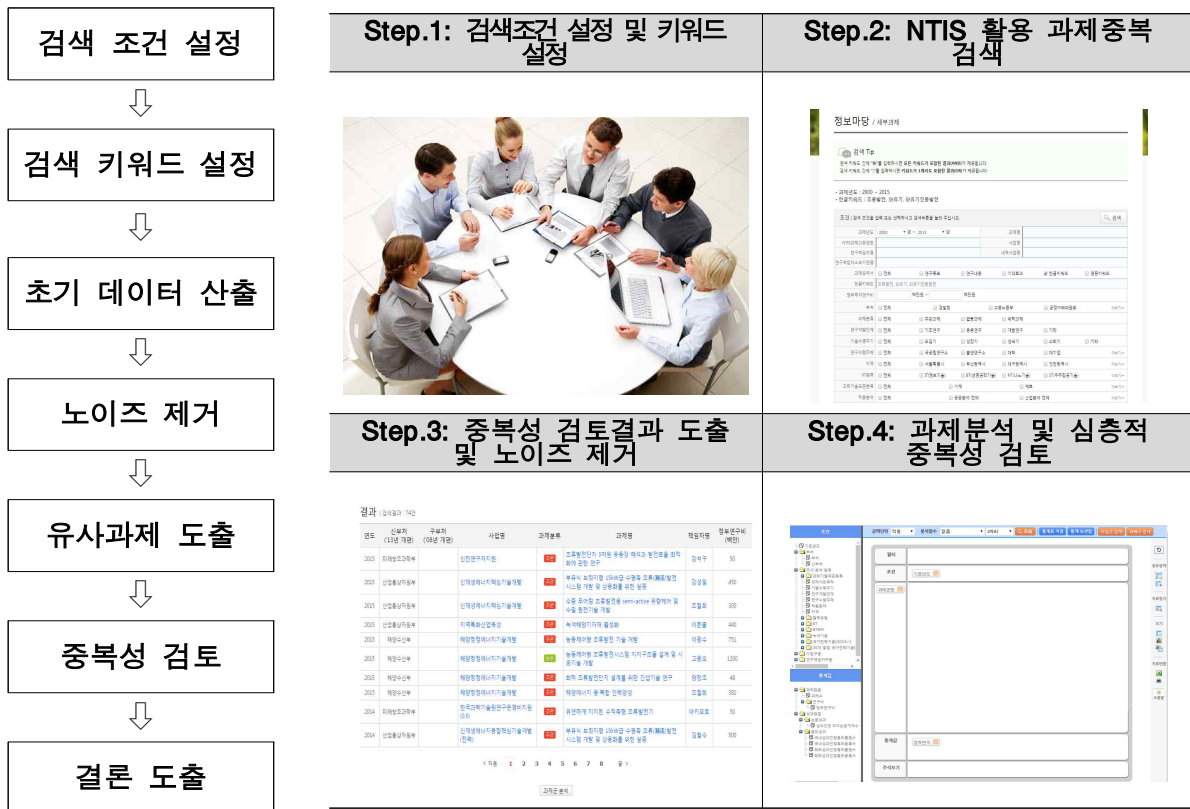
□ 기존 사업과의 중복성 검토

※ '미래기상업무변화 대응 인공지능기술 활용 전략'기획사업의 중복성 검토 조건

- (검색환경) NTIS 전주기사업 검색 정보 활용
- (검색년도) 2008년 ~ 2017년 (10년)
- (대상부처) 미래창조과학부, 보건복지부, 산업통상자원부, 농림축산식품부, 중소기업청 등 32개 부처·청
- (중복성 검토) 유사과제 목록의 과제명, 과제내용과 연구내용을 비교하여 검토
- (데이터 추출일자) 2017년 10월 20일

○ 기존과제와의 중복성 검토의 적절성

- NTIS 국가R&D사업관리서비스(<http://www.ntis.go.kr>)에 기존에 추진 중인 국가연구개발사업과 사업 수준에서 한글 키워드를 입력하여, 중복성 검토를 실시함



○ 기존 과제와의 중복성 검토 결과

- 본 과제의 기획위원회를 통해 본 사업의 인공지능기술 활용 분야 핵심이슈 도출 및 해결방안을 바탕으로 도출된 총 18개의 사업(과제)에 대한 중복성 검토를 실시함
- 세부과제를 대상으로 중복성 검토를 실시한 결과 ‘유사 과제수 0건’으로 중복문제가 없음

<표 6-7> 후보 과제명 유사도 검색 결과

번호	후보과제명	유사과제여부		
		기수행과제	타인 등록과제	공공 R&D과제
1	정밀 기상 현상 관측 및 관측 공백지역 해소를 위한 AI 기반 자율비행 기상 관측기 개발	X	X	X
2	커넥티드 카 기반의 지능형 기상관측 시스템 개발	X	X	X
3	이동형 기상센서를 통한 기상관측 데이터 가공 및 통합 플랫폼 기술개발	X	X	X
4	CCTV 영상 빅 데이터 지능 분석 알고리즘 기반의 기상 관측 보완 정보 생산 시스템 개발	X	X	X
5	IoT기반 고해상도 기상정보 생산을 위한 경로별 관측기술 개발 및 서비스 제공	X	X	X
6	실시간 기상시나리오 분석을 위한 인공지능 기반의 융합형 고속처리 시스템 기술개발	X	X	X
7	실시간 기상예보 시스템 구축을 위한 기술 개발: 인공지능을 활용한 앙상블 예측 기법 및 확률예측모형 기반	X	X	X
8	다중 관측 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 실시간 단기 기상 시나리오 예측 시스템 개발	X	X	X
9	AI 기반 기상재해 시나리오 분석 및 즉시적 대응 기술개발	X	X	X
10	LSTM-RNN 기반의 단기 일사량 및 풍속 예측 및 추정 알고리즘 개발	X	X	X

번호	후보과제명	유사과제여부		
		기수행과제	타인 등록과제	공공 R&D과제
11	인공지능 기반의 기상 예보자료 생성 및 예보관 결정 지원 시스템 개발	X	X	X
12	예보관 예보 기록 데이터 가공 및 이를 활용한 인공지능경망 설계 기술 개발	X	X	X
13	인공지능 기반 실시간 품질관리 시스템 개발	X	X	X
14	수치 예보 모델의 보정 결과 활용 인공지능 기반의 일기도 보정 기술 개발	X	X	X
15	지능정보사회 실현을 위한 가치창출형 융합기상정보서비스 통합플랫폼 개발	X	X	X
16	SNS 플랫폼과 사용자 맞춤형 서비스를 기반으로 한 인공지능 기상 챗봇 서비스 개발	X	X	X
17	인공지능 기반 기상 콜센터 음성 및 감정 인식 시스템 개발	X	X	X
18	실환경 사용이 가능한 인공지능 기반 기상 캐스터를 위한 음성대화시스템 기술개발	X	X	X

6.3 경제적 타당성

가. 분석 목적

- 경제적 타당성 분석은 본 사업의 비용과 편익을 추정하여 총비용보다 총편익이 더 크며, 현가화한 순편익이 0보다 크고, 내부수익률이 0보다 큼을 보임으로써 사업의 추진이 경제적 관점에서 타당성을 확보하고 있음을 증명하기 위함임
 - 비용-편익비율분석(Benefit-Cost Ratio Analysis)
 - 순현재가치분석(Net Present Value Analysis)
 - 내부수익률분석(Internal Rate of Return Analysis)

나. 분석 방법 및 내용

□ 비용-편익비율분석(BC Ratio)

- 해당 사업의 시행을 통해 발생할 수 있는 모든 비용과 편익을 추정하여 비용대비 편익의 비율을 계산
 - 총비용(C) = $\sum_{j=1}^m C_j$, C_j : 각 항목 당 발생하는 비용
 - 총편익(B) = $\sum_{j=1}^n B_j$, B_j : 각 항목 당 발생하는 편익
- 총편익을 총비용으로 나누어 비율을 구해서 비교

- 총편익비(BC Ratio) = $\frac{\sum_{j=1}^n B_j}{\sum_{j=1}^m C_j} \geq 1$

- 비율이 1을 넘으면 사업 시행이 경제적 의미를 지니고 있으며, 1을 넘지 못하면 경제적 의미가 없는 것으로 해석함

□ 순현재가치분석(Net Present Value Analysis)

- 해당 사업의 시행을 통해 발생할 수 있는 모든 비용과 편익을 구해서 현재 가치로 전환한 후 비용과 편익의 차이를 계산

$$\text{- 총 현재가치편익(NPB)} = \sum_{t=1}^k \frac{\sum_{i=1}^n B_{it}}{(1+r)^t},$$

※ 여기서, B_{it} 는 각 기간 당 항목에서 발생하는 편익

$$\text{- 총 현재가치비용(NPC)} = \sum_{t=1}^k \frac{\sum_{j=1}^q C_{jt}}{(1+r)^t},$$

※ 여기서, C_{jt} : 각 기간 당 항목에서 발생하는 비용

- 총현재가치편익에 총현재가치비용을 차감해서 그 값을 비교
 - 순편익(NB) = NPB - NPC \geq 0
 - 이 값이 0을 넘으면 사업의 시행이 경제적 의미를 지니는 것이고, 0을 넘지 못하면 경제적 의미가 없는 것으로 해석함

□ 내부수익률분석(Internal Rate of Return Analysis)

- 해당 사업의 시행을 통해 발생할 수 있는 모든 비용과 편익을 구해서 현재 가치로 전환한 후 편익과 비용을 같게 하는 수익률을 계산

$$\text{- } \sum_{t=1}^k \frac{\sum_{i=1}^n B_{it}}{(1+\lambda)^t} = \sum_{t=1}^k \frac{\sum_{j=1}^q C_{jt}}{(1+\lambda)^t}, \quad \lambda: \text{내부수익률}$$

- 총현재가치편익과 총현재가치비용을 같게 하는 수익률을 계산해서 사회적 할인율과의 차이를 계산
 - 내부수익률(IRR) = $\lambda - r \geq 0$
 - 이 값이 0을 넘으면 비용의 수익률이 할인율보다 높음으로 경제적 타당성이 있는 것으로 판단7.1 과학·기술적 기대효과

다. 비용-편익 분석

□ 경제성분석 방법

- 비용편익비, 순현재가치 및 내부수익율을 통해서 분석
 - (총비용) 동 사업비인 R&D비용으로 구성
 - (총편익) 동 사업을 통해 예보정확도(관측분야, 모델링분야) 향상으로 인해 기상재해 피해절감액 및 기상서비스산업(국내시장) 추가증대된 매출액을 편익으로 산정
 - ※ 기상재해 피해절감액 : 부정확한 기상예보(오보)율을 동 사업을 통해 향상시켰을 때(사업 성과목표치), 절감되는 기상재해피해액을 산정
 - ※ 매출액 : 동 사업의 성과로 확보된 기술을 통해 국내 기상서비스산업의 향후 증대된 매출액을 의미(시나리오 매년 5% 증대를 가정함)
 - ※ 국내산업 : 동 사업은 글로벌 시장진출이 목적이 아니며, 이미 기술격차가 나고 있는 기상기술융합분야의 기술력 제고가 목적이므로 사업의 결과물이 국내 시장에만 영향을 미친다고 범위를 설정함

<표 6-8> 비용과 편익의 범위

비용의 범위	편익의 범위
<ul style="list-style-type: none"> ○ 총비용 = R&D비용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 편익 = 편익항목 × 변수 <ul style="list-style-type: none"> - 기상재해피해절감액 = 호우, 태풍, 홍수, 강풍, 폭염으로 인해 발생하는 피해액 × 동 사업 기상예보 향상치(%) × 해당 기술분야가 기상예보정확도에 미치는 영향치(%) - 기상서비스산업 매출액 = 국내 기상서비스산업 규모 × 동 사업결과 증대되는 시장규모분(매년 5% 증대) - 변수 : R&D사업화 성공률, 동 사업의 사업 기여율, 최종매출에 대한R&D 기여율, 부가 가치율

- 비용편익비 산출은 일정 시점으로 현재가치화 하였으며 현재가치화의 기준년도는 경제적 타당성 분석을 수행하는 2017년으로 함

1) 비용분석

□ 경상가치 기준 총 비용은 297.9억원이며, 2017년 현재가치 기준으로 총 비용은 252.6억원임

- 동 사업의 대과제 “, “, “에 대한 연구비(직접비, 간접비)는 경상가치 기준으로는 297.9억원임

<표 6-9> 총비용분석

연도	(단위:억원)	
	경상가치	현재가치
2018년	49.1	46.6
2019년	55.8	50.1
2020년	62.4	53.1
2021년	68.1	55.0
2022년	62.5	47.8
합계	297.9	252.6

<표 6-10> 사업비(비용) 내역

구분	(단위:백만원)					
	[1] 유동적 기상 관측 망 구성 기술		[2] 인공지능기반 기상 빅데이터 처리/관리 기술		[3] 인공지능기반 기상 서비스 고도화 기술	
	경상 가치	현재 가치	경상 가치	현재 가치	경상 가치	현재 가치
2018년	1,496	1,418	2,424	2,298	992	940
2019년	1,650	1,482	2,663	2,393	1,263	1,135
2020년	1,786	1,521	3,192	2,718	1,263	1,076
2021년	1,955	1,578	3,406	2,749	1,450	1,170
2022년	1,714	1,311	3,149	2,409	1,382	1,057
합계	8,601	7,310	14,834	12,567	6,350	5,378

2) 편익분석

□ 편익의 범위

- 동 사업을 통해 관측/감시분야, 수치/모델링분야의 향상되는 기상예보정확도 (성과목표)를 기준으로 기상재해피해액 절감액과 기상서비스산업의 미래시장 성장규모에 추가증대분을 편익으로 산정함
 - (기상재해피해절감율) 동 사업으로 인해 호우, 태풍, 홍수, 강풍, 폭염분야의 피해액의 과거데이터를 기반으로 추세식 분석을 통해 미래 피해규모를 도출하고, 도출된 미래 피해규모의 절감율을 계상
 - (기상서비스산업 시장) 기상서비스산업 중 정부부문(48.3%)의 시장규모가 동 사업의 결과로 매년 5% 추가증대되는 생산액을 계상

□ 변수의 설정

- 불확실성 등을 반영하기 위하여 R&D사업화 성공률, 동 사업의 사업기여율, 최종매출에 대한 R&D기여율을 적용하였으며, 부가가치 산정을 위해 부가가치율을 적용

<표 6-11> 편의 산출을 위한 변

항목	활용 수치	근거
R&D 사업화 성공률	49.9%	지식경제기술혁신사업 성과활용현황조사 결과보고서에 제시(2013년)
사업기여율	22.5%	NTIS(2010~2016, 7개년) 유사사업 사업비 대비 등 사업 기여율(비중)
R&D기여율	28.1%	신태영('04)의 연구결과 적용
부가가치율	41%	한국은행 산업연관표(2013) 측정 및 분석기, 자동조정 및 제어기기, 정보서비스, 소프트웨어 개발 분야 부가가치율 평균값 활용
사회적 할인율	5.5%	'한국과학기술기획평가원(2011), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구'에서 제시한 할인율 적용
현재가치 환산 기준년도	2017년	본 경제성 분석 수행연도
편익발생기간	7년	기상학, IT기술 부문 등 평균값 6.5년을 활용
B/C분석 변수비율	1.5%	R&D 사업화성공률 × 사업기여율 × R&D기여율 × 부가가치율

<표 6-12> 국제특허분류(IPC)분류별 기술수명기간

섹션	의미	기술수명기간 (TCT)
G01W	기상학	7
G06T	이미지 데이터 처리 또는 발생 일반	6
H04J	다중통신	6
G06K	데이터의 인식;데이터의 표시;기록매체;기록매체의 취급	7

자료: 산업통상자원부, 기술가치평가 실무가이드(2014년)

□ 기상재해피해액 절감액 계상

- 동 사업의 성과목표로 관측/감시분야의 정확도 65% 향상, 수치/모델링 정확도 70% 향상을 기준으로 기상예보업무의 정확도에 미치는 영향을 대입하고, 영향예보 실현을 통한 피해액 절감효과(19.6%)를 계상함
- (관측/감시분야) 사업 성과목표치 정확도 향상 65%에 기상예보업무에서 관측/감시의 정확도가 미치는 영향 32%를 계상하여, 기상재해피해의 20.8% 절감을 도출⁴⁾

- (수치/모델링분야) 사업 성과목표치 정확도 향상 70%에 기상예보업무에서 수치/모델링의 정확도가 미치는 영향 68%(수치예보모델 정확도(40%), 예보관 역량(28%))를 계상하여, 기상재해피해의 47.6% 절감을 도출
- (영향예보절감효과) 영향예보 실현으로 인한 피해규모 감소율(태풍 및 호우, 강풍 및 풍랑)의 중립 평균값인 19.6%를 적용함
 - 기존의 영향예보 도입 관련 선행연구(2016)에서 제시한 이우성·류민우(2009)에서 태풍 및 호우, 대설, 강풍 및 풍랑 발생에 따른 인명피해, 건축 및 시설 피해, 농경지 농작물 피해, 선박피해 감소율 모수를 취득하여 중립평균으로 계산함

<표 6-13> 피해규모 감소율 산출 내역

피해규모 감소율 (%)	태풍 및 호우		강풍 및 풍랑	
	최대	최소	최대	최소
인명	40	5	30	3
건축 및 시설	30	5	40	2
농경지 및 농작물	30	5	40	0
선박	40	5	35	3
최대평균	최소평균		중립평균	
35.60%	3.50%		19.60%	

<표 6-14> 기상재해피해액 절감효과

(단위: 백만원)

구분	기상재해피해액 미래예측치	관측/감시 정확도향상효과	수치/모델링 정확도향상효과
편익측정 산식	기상재해피해액미래예측치 × 정확도향상율(관측/감시 20.8%, 수치/모델링 47.6%) × 피해규모절감율(19.6%)		
2023년	2,373,147	96,748	221,405
2024년	2,494,016	101,676	232,682
2025년	2,614,884	106,604	243,958
2026년	2,735,753	111,531	255,235
2027년	2,856,622	116,459	266,511
2028년	2,977,491	121,386	277,788
2029년	3,098,360	126,314	289,065
합계	19,150,273	780,718	1,786,644

4) 기상예보업무 영향비중(기상청), 관측 성능(32%), 수치예보모델 정확도(40%), 예보관 역량(28%)

□ 기상서비스산업 미래시장 추가증대분 계상

- 최근 5년간(2013~2017년) 시장데이터를 기준으로 추세식 분석을 통해 미래 기상서비스산업의 성장을 예측함
- 동 사업의 성과로 기상서비스의 고도화와 대국민 서비스향상 등으로 인한 추가시장증대분은 사업종료 후 매년 5% 증대한다고 가정하여 계상함

※ 2018~2022년(5년간)은 동 사업기간이며, 2023~2029년(7년간)이 편익의 범위임

<표 6-15> 동 사업 대상시장 미래전망

(단위: 백만원)

구분	기상서비스산업 (미래예측)	기상서비스산업 (추가증대포함)	추가증대 시장규모	비고 (증대예측)
2018년	329,600	-	-	
2019년	349,600	-	-	
2020년	369,600	-	-	
2021년	389,600	-	-	
2022년	409,600	-	-	
2023년	429,600	439,968	10,368	5%
2024년	449,600	471,301	21,701	10%
2025년	469,600	503,599	33,999	15%
2026년	489,600	536,863	47,263	20%
2027년	509,600	571,092	61,492	25%
2028년	529,600	606,286	76,686	30%
2029년	549,600	642,446	92,846	35%
합계	3,427,200	3,771,555	344,355	-

□ 편익 계산

- (편익항목.1) 기상재해피해액 절감액 × 변수
 - = 기상재해피해액미래예측치 × 정확도향상율(관측/감시 20.8%, 수치/모델링 47.6%) × 피해규모절감율(19.6%) × 변수비율(1.8%)
- (편익항목.2) 기상서비스산업 추가증대 생산액 × 변수
 - = 기상서비스산업미래예측치 × 추가증대분(사업종료 후 매년 5% 증가) × 변수비율(1.8%)

<표 6-16> 편익 합계

(단위: 억원)

구분	경상가치	현재가치
2023년	48.2	36.8
2024년	52.2	37.9
2025년	56.4	38.8
2026년	60.7	39.5
2027년	65.2	40.2
2028년	69.8	40.8
2029년	74.5	41.3
합계	426.9	275.4

라. 경제성 분석 결과

□ 경제성 분석 결과

- 동 사업의 타당성을 위한 경제성 분석결과 비용편익비, 순현재가치, 내부수익율 모두 경제성 조건을 충족함
 - 비용편익비(BC ratio) : 1.091
 - 순현재가치(NPV) : 22.87억원
 - 내부수익율(IRR) : 6.08%

<표 6-17> 시나리오별 경제성 분석 결과

총비용 (억원)	총편익 (억원)	비용편익비 (B/C ratio)	순현재가치 (NPV)	내부수익율 (IRR)
252.57	275.44	1.091	22.87 억원	6.08%

주: 2017년 기준 현재가치

제 7 장

사업의 기대효과

제 7 장

사업의 기대효과

7.1 과학기술적 기대효과

- 기상 분야에 첨단 기술을 융합하여 기상예보 정확도 향상 및 기술 선진화 가능
 - 관측/감시, 모델링/분석 및 예보/생산 분야에 IoT, 인공지능 및 드론 등을 활용하여 기상예보의 정확도 향상 가능
 - IoT 기반의 차량, 스마트폰 및 드론에서 수집된 기상자료를 통해 아격자 축소가 가능하며, 지상기상관측장비(AWS 등)을 지원할 수 있음
 - 인공지능기반의 분석·처리를 바탕으로 분석/모델링과 예보/생산 분야의 정확도를 높일 수 있으며, 인공지능 학습을 바탕으로 지속적인 발전이 가능함
 - 대량의 양상블 예보 자료 안에 답이 존재하며, 이는 인공지능의 생산 및 학습을 통하여 확보할 수 있음
 - 현재 4개의 기상분야의 국내 기술력 및 장비는 선진국에 비해 미흡하며, 이에 따른 해결책이 요구됨
 - CCTV, 드론 및 차량용 기상관측장비를 통하여, 장비의 대체 및 선진화가 가능하며, IoT를 접목시켜 고도화가 가능함
 - 또한, 인공지능을 통해 모델링/분석, 예보/생산 및 전달/활용(서비스) 분야의 선진화가 가능함
- 4차 산업 분야의 기술 고도화 및 적용 분야 확대 가능
 - IoT, 드론, 인공지능 및 음성인식 등의 기술개발을 통하여 4차 산업 분야의

선진 기술력 확보가 가능함

- 본 기술개발 과제는 4차 산업 분야의 원천기술을 강화시킬 수 있으며, 융합 연구를 통해 선진화가 가능함
 - 현재 인공지능 분야의 글로벌 선진국은 미국이며, 본 기술개발 과제를 통해 기술력 차이를 줄일 수 있음
- 국내외 4차 산업과 관련한 다양한 분야가 제시되고 있으며, 본 기술개발을 통해 다양한 산업에 적용 가능
- 한 분야의 이론 및 지식만으로 해결하기 어려운 문제를 수학, 통계학 및 인공지능 분야에 대한 연구를 통해 해결할 수 있음

7.2 산업경제적 기대효과

가. 산업연관분석 개요

- (분석항목) 산업연관분석을 통해 동 사업의 각 산업별 투입사업비와 동 산업별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 각각 곱하여 생산유발액, 부가가치유발액, 고용유발규모를 산출함
- 산업연관표는 한국은행에서 제공하는 ‘2014년 산업연관표(2016년 연장표)’를 사용하여, 산업경제적 파급효과를 분석함

<표 7-1> 산업연관분석 항목 및 정의

분석 항목	산출식	계수의 정의
생산유발액	$\sum_{i=1}^n (b_i \times p_i)$	i = 상품(소분류) b_i = 본 사업의 소분류 상품별 투입사업비 p_i = 소분류 상품별 생산유발계수 v_i = 소분류 상품별 부가가치유발계수 e_i = 소분류 상품별 고용유발계수
부가가치유발액	$\sum_{i=1}^n (b_i \times v_i)$	
고용유발규모	$\sum_{i=1}^n (b_i \times e_i)$	

※ 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수는 한국은행의 2014년 산업연관표로부터 도출

- (분석방법) 산업연관분석은 총 3단계의 분석절차를 통해 수행됨
 - (1단계) 대과제별 한국표준산업분류의 세세분류 산업과 매칭
 - (2단계) 한국표준산업분류의 세세분류 산업과 산업연관표의 소분류 상품과 매칭
 - (3단계) 대과제별 사업비에 산업연관표의 소분류별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 곱하여 경제적 파급효과를 산출

나. 대상산업 및 유발계수

□ 본 사업의 대상산업

- 미래기상업무 변화대응을 위한 4차 산업혁명 기술과 기상기술 및 업무와의 융합 R&D를 추진하는 동 사업은 7개 산업으로 298억원이 분배되어 투입됨
 - (086) 컴퓨터 및 주변기기, (087) 통신 및 방송장비, (088) 영상 및 음향기기, (128) 유·무선 통신서비스, (131) 정보서비스, (144) 연구개발, (148) 기타 과학기술서비스

□ 대상산업의 생산유발/부가가치유발/취업유발 계수

<표 7-2> 본 과제 대상산업 유발계수

대상산업	생산유발계수	부가가치유발계수	취업유발계수
(086) 컴퓨터 및 주변기기	1.810	0.569	4.922
(087) 통신 및 방송장비	1.848	0.480	4.974
(088) 영상 및 음향기기	2.083	0.460	5.085
(128) 유·무선 통신서비스	2.029	0.812	10.675
(131) 정보서비스	2.006	0.815	11.571
(144) 연구개발	1.658	0.803	13.019
(148) 기타 과학기술서비스	1.501	0.849	14.809

주: 표에서의 유발계수는 각 산업의 열합을 나타냄

다. 산업연관분석 결과

□ 총 파급효과

- 본 사업을 통한 국가 산업경제적 파급효과는 생산유발액 총 503.2억원이며, 부가가치유발액은 총 221.5억원, 취업유발 인원은 총 328명으로 나타남

<표 7-3> 국가 경제에 미치는 파급효과

(단위: 억원, 명)

산업분류별	생산유발효과	부가가치창출효과	취업유발효과*
(086) 컴퓨터 및 주변기기	60.8	19.1	16.5
(087) 통신 및 방송장비	56.7	14.7	15.2
(088) 영상 및 음향기기	18.7	4.1	4.5
(128) 유·무선 통신서비스	64.9	26.0	34.1
(131) 정보서비스	40.1	16.3	23.1
(144) 연구개발	194.3	94.1	152.5
(148) 기타 과학기술서비스	67.5	47.1	82.1
합계	503.2	221.5	328.0

주: 취업유발효과의 경우, 10억원 투입당 취업인원이 산출되므로 3,280명의 1/10이 된 328명이 취업유발 인원임

□ 분야별 파급효과

- 본 사업을 통해 발생하는 **생산유발액은 503억 2천만원**임
 - 생산유발효과 분석결과 ‘유·무선 통신서비스’ 산업의 유발계수가 2.029억원 (1억원 투입 시, 2.029억원 산출)로 가장 높은 효과를 발생시키고, 분석결과 생산유발액은 ‘연구개발’ 산업에서 194.3억원으로 가장 많이 산출됨

<표 7-4> 산업분류별 생산유발효과

대상산업	생산유발계수	생산유발액(억원)
(086) 컴퓨터 및 주변기기	1.810	60.8
(087) 통신 및 방송장비	1.848	56.7
(088) 영상 및 음향기기	2.083	18.7
(128) 유·무선 통신서비스	2.029	64.9
(131) 정보서비스	2.006	40.1
(144) 연구개발	1.658	194.3
(148) 기타 과학기술서비스	1.501	67.5

주: 표에서의 유발계수는 각 산업의 열합을 나타냄

- 본 사업을 통해 발생하는 **부가가치액은 221.5억원**임
 - 부가가치유발효과 분석결과 ‘기타 과학기술서비스’ 산업의 유발계수가 0.849(1억원 투입 시, 0.849억원 산출)로 가장 높은 효과를 발생시키고, 부가가치유발액은 ‘연구개발’ 산업에서 94.1억원으로 가장 많이 산출됨

<표 7-5> 산업분류별 부가가치유발효과

대상산업	부가가치유발계수	부가가치유발액(억원)
(086) 컴퓨터 및 주변기기	0.569	19.1
(087) 통신 및 방송장비	0.480	14.7
(088) 영상 및 음향기기	0.460	4.1
(128) 유·무선 통신서비스	0.812	26.0
(131) 정보서비스	0.815	16.3
(144) 연구개발	0.803	94.1
(148) 기타 과학기술서비스	0.849	47.1

주: 표에서의 유발계수는 각 산업의 열합을 나타냄

○ 본 사업을 통해 발생하는 취업유발인원은 328명임

- 취업유발효과 분석결과 ‘기타 과학기술서비스’ 산업의 취업유발계수가 14.809(10억원 투입 시, 취업인원 14명 산출)로 가장 높은 효과를 발생시키고, 취업유발인원은 ‘연구개발’ 산업에서 152명*이 산출됨

※ 취업유발인원은 반올림을 하는 것이 아니라 소수점 이하는 버림으로 계상함

<표 7-6> 산업분류별 취업유발효과

대상산업	취업유발계수	취업유발인원(명)
(086) 컴퓨터 및 주변기기	4.922	16.5
(087) 통신 및 방송장비	4.974	15.2
(088) 영상 및 음향기기	5.085	4.5
(128) 유·무선 통신서비스	10.675	34.1
(131) 정보서비스	11.571	23.1
(144) 연구개발	13.019	152.5
(148) 기타 과학기술서비스	14.809	82.1

주: 표에서의 유발계수는 각 산업의 열합을 나타냄

7.3 국가정책적 기대효과

- **新기상 서비스 및 사용자 맞춤형 서비스를 통해 국민들의 삶의 수준 향상 가능**
 - 인공지능 기반 융합기상정보 및 사용자 맞춤형 국민들의 만족도를 향상시킬 수 있음
 - 융합기상정보 및 사용자맞춤형 기상 서비스를 통하여 국민들에게 편의를 제공할 수 있음
 - 또한, 기상 현상에 따른 경제적 파급효과를 미리 알려주어 국민들의 금전적 피해를 최소화 시킬 수 있음

- **기후변화 및 4차 산업과 관련된 정부 정책에 긍정적 효과를 미칠 수 있음**
 - 현재 국가에서는 기후변화에 대응하기 위해 ‘제 3차 기상업무발전 기본계획’을 추진 중이며, 미래 기후변화에 대한 대응책이 요구됨
 - 본 과제의 인공지능 기반 예보 정확도 향상을 통해 미래 기후변화에 대응 가능하며, 정부 정책의 목표달성에 기여할 수 있음
 - 4차 산업과 관련된 정책으로는 ‘지능정보사회 중장기 종합대책’ 및 ‘국가 전략 프로젝트’ 등이 추진 중이며, 국내 4차 산업의 위상을 높이기 위한 전략이 요구됨
 - 본 연구 성과를 통해 4차 산업(드론, 인공지능, 음성인식 및 IoT)과 관련된 분야의 발전이 가능하며, 향후 4차 산업 강국으로 도약할 수 있는 토대를 마련할 수 있음

- **융합연구와 관련된 국민적 만족도 향상 및 정책 제고에 기여할 수 있음**
 - 4차 산업 시대는 융합연구가 기본이며, 이에 따라 국민들의 관심 및 기대를 만족시킬 필요가 있음

- 본 과제를 통하여 국민들의 삶의 질을 향상시킬 수 있으며, 이는 국민들의 관심 및 기대에 부응할 수 있음
- 또한, 본 과제의 성공에 따라 향후 융합연구와 관련된 정책 추진의 근간을 마련할 수 있음

참 고 문 헌

참 고 문 헌

1. 문헌자료

□ 국내자료

- nims(2016), 영국기상청 과학 전략: 2016-2021
- Tractica(2016), 인공지능 시장 예측 보고서
- 국가과학기술심의회(2013), 제3차 과학기술기본계획(2013~2017)
- 국립기상과학원(2015), 기상업무 발전을 위한 중장기 정책 개발 연구
- 국방과학기술품질원(2015), 미국, 무인기 합동 운용을 위한 프로그램 연구개발 추진
- 국회입법조사처(2017), 「지능정보사회 중장기 종합대책」의 의미와 입법과제
- 기상청 보도자료(2016), 기상청, ‘기상관측용 드론’ 개발한다
- 기상청(2009), 기상산업 및 기상과학 육성 2020(’10~’20)
- 기상청(2011), 기상관측 발전 2020계획(’12~’20)
- 기상청(2012), 기상R&D 5개년 기본계획
- 기상청(2015), 제2차 기상산업진흥 기본계획(’16~’20)
- 기상청(2016), 2016 기상연감
- 기상청(2016), 기상 기술 정책
- 기상청(2016), 기상분야 인공지능기술 RnD 로드맵(안)

- 기상청(2016), 기상재해 영향예보를 위한 통합적 자료 구축 방안에 관한 기획연구
- 기상청(2016), 미래 기상업무에 대한 정책현장조사 및 개선방안 도출 연구
- 기상청(2016), 제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21)
- 기상청/한국기상산업진흥원(2016), 2016기상산업 실태조사
- 미래에셋대우(2016), 인공지능(AI) 시장 전망
- 미래창조과학부 보도자료(2016), 대한민국 미래 책임질 9대 국가전략 프로젝트 선정
- 미래창조과학부(2016), 지능정보사회 도래에 대비한 중장기 국가전략 수립
- 부처합동(2016), 지능정보사회 중장기 종합대책
- 한국기상산업진흥원(2014), 글로벌 기상기후산업 정책 및 시장동향 조사
- 한국기상산업진흥원(2016), 4차 산업혁명 대비 기상산업 신성장 동력 창출전략
- 한국기상산업진흥원(2017), 기상·기후 신기술동향(II)
- 한국은행, 2016 산업연관표(2014년 연장표)
- 한국지식재산연구원(2017), 인공지능(AI) 기술 및 정책 동향
- 한국콘텐츠 진흥원(2017). 지능형콘텐츠기술 발전전략 연구
- 한국항공우주연구원(2016), 미국의 차세대 기상탐재체 ABI
- 현대경제연구원(2016), 한반도 르네상스 구현을 위한 VIP 리포트
- 황종성(2016), 지능사회 패러다임 전망과 정책적 함의

□ 국외자료

- Azure Machine Learning and Data Journeys(2016)
- Center for Satellite Applications and Research Strategic Plan
- IBM Watson Analytics Presentation(2015)
- IDC(2015), Worldwide Semiannual Cognitive Artificial Intelligence Systems Spending Guide
- MS(2015), A Deep Hybrid Model for Weather Forecasting
- NCAR(2014-2019), Strategic Plan
- NOAA(2016), 2016 NOAA Chief scientist's Annual Report
- NWS(2013), Weather-Ready Nation Roadmap
- Proposal Human Brain Project Framework Partnership Agreement, 2014.06.
- Zhang et al.(2011), Application of Multi-channel 3D-cube Successive Convolution Network for Convective Storm Nowcasting

2. 웹사이트

- AccuWeather(<http://enterprisesolutions.accuweather.com>)
- Arable 홈페이지(<http://www.arable.com>)
- CGTN(https://news.cgtn.com/news/3d41544e31496a4d/share_p.html)
- DARPA (http://www.theregister.co.uk/2014/08/07/ibm_synapse_chip/)

- Descartes labs 홈페이지(<http://www.desoarteslabx.com>)
- European Climate Adaption Platform(<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>)
- GSMAP(<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>)
- NOAA(<http://slosh.nws.noaa.gov/psurge2.0/>)
- SBS뉴스(<http://news.sbs.co.kr/>),
- 글로벌 과학기술정책정보 서비스(<http://www.now.go.kr/index.do>)
- 기상청(www.kma.go.kr)
- 독일 머신러닝 프로그램(<http://projekt-eweline.de/en/project.html>)
- 미국 실시간 일기예보 서비스(<http://business.weather.com/>)
- 이데일리(<http://www.edaily.co.kr/news>)
- 일본 기상협회(<http://www.weekly-net.co.jp/logistics/post-13299.php>)
- 일본 정보통신심의회(http://www.soumu.go.jp/main_content/000461289.pdf)
- 조선일보(www.yonhapnews.co.kr/)

부 록

부록 I

미래기상융합기술 관련 기존과제

NTIS 유사과제 검색결과 LIST

년도	과제명	책임자	연구비 (백만원)	연구 기간	주요내용	연구기관	부처
2016	4차 산업혁명 시대의 민중기상예보기법 연구	오재호	81.0	2016~2017	4차산업혁명의 영향에 따른 미래 기상산업 환경 분석 및 신산업발굴 제시	부경대학	기상청
2016	고혈압 환자의 응급 합병증 발병 위험 예측을 위한 기상예보 활용기술 개발	윤형진	140.0	2015~2017	합병증과 기상기후관측 데이터와의 빅데이터 분석을 통한 예측 모델링 개발	서울대학병원	기상청
2016	기상 관측예보 분야의 비정형데이터 분석 기술 개발	이영섭	200.0	2015~2018	다양한 빅데이터 분석방법을 적용하여 기상청 업무분석 및 효율화 모형 개발	동국대학	기상청
2016	기상에 따른 식재료(농산물) 클레임 예측 서비스 개발	소수환	143.0	2016~2016	날씨에 따른 클레임 예측 모델 개발 및 Hadoop Eco System 기반 빅데이터 플랫폼 구축	(주)나우드림	기상청
2016	도로위험기상정보 생산을 위한 IOT기반 관측 및 활용기술 개발	홍봉희	315.0	2015~2017	CCTV 장비로부터 수집된 영상을 통해 도로위험 기상 정보 생성 기술 개발	부산대학	기상청
2016	소상공인 지원을 위한 기상정보-지형정보 융합형 날씨경영서비스 기술 개발 : MachineLearning과 Visual Analytics를 활용하여	유재홍	36.5	2016~2016	과거의 기상자료와 신용카드 매출 기록의 시간적, 지역적 매출향목의 특성을 Machine Learning을 이용하여 분석 및 날씨-매출 모델 산출	에스이랩	기상청
2016	표준형 기상데이터로거 설계기술 개발	김동채	74.0	2014~2017	ICT 융합으로 데이터로거의 새로운 생태계 조성 및 IoT융합을 통한 타분야 융합가능성 제고	코리아디지털	기상청
2016	ICT 기반 병해충 및 기상 재해 방지를 위한 특용과수용 통합관리 플랫폼 및 실용화 모델 개발	김유빈	270.0	2015~2018	ICT기반 병해충 및 기상재해 방지를 위한 통합플랫폼 구축하여 지중/지상 환경정보와 미세기상 정보를 실시간으로 수집 적용	엘시스	농림축산 식품부
2016	소형무인기 탑재형 실시간 기상관측용 복합센서 및 영상시스템 개발	문희창	20.0	2016~2017	멀티코터형 소형무인기형태로 기압, 기온, 온도, 습도, 풍향, 풍속 등 기상요소 관측	언맨드솔루션	미래창조 과학부
2016	드론 탑재용 기상 센서 고도화 및 소형 모듈화 수취 예보 모델 적용 기술 개발	문근민	100.0	2016~2017	자율비행 기상관측 드론 플랫폼 구축 및 기상 관측용 모듈형 센서 및 기상 특화 드론 개발	더플래그	중소 기업청
2015	고고도 장기체공시험기 기상센서 탑재 및 활용기술 개발	하종철	1,608.0	2013~2017	무인비행체 탑재를 위한 마이크로파 관측센서 개발 및 성층권 기상 분석 체계 개발	국립기상과학원	기상청
2015	공공DB/기상DB 빅데이터 융합 및 mash-up 서비스 개발	최철호	310.0	2013~2016	기상-질병, 기상교통(대중교통) 빅데이터 플랫폼 구현	(주)나우드림	기상청
2015	기상과 타분야 자료를 융합한 위험기상에 따른 도로구간별, 지역별 피해 가능성 분석	유성현	120.0	2015~2016	기상과 비기상(지형 및 도로구조 등)의 빅데이터 분석을 통한 위험기상 패턴 도출 및 모델 개발	(주)미래기후	기상청
2015	기상기후정보를 활용한 건물에너지 효율화 및 미래형 건물에너지 관리 솔루션 개발	이효섭	112.0	2015~2018	전력 사용량 및 환경 센서에 대한 데이터 수집, 저장, 분석 클라우드 플랫폼 개발	(주)인코어드 테크놀로지스	기상청
2015	기상정보 및 산업분야 빅데이터 분석 플랫폼 구축을 통한 전략적 정보 생성	권세영	63.0	2013~2016	기상+의료, 기상+BIS 빅데이터 플랫폼 구현	케이티 하이텔(주)	기상청
2015	로봇-기상기술 융합 스마트 기상로봇기술 개발	최영호	225.0	2014~2016	기상정보와 기상업무 홍보, 기상정보 융합을 통한 스마트 콘텐츠 개발 및 로봇 탑재	한국로봇융합연 구원	기상청
2015	의료기상 인포그래픽스 시스템 개발	유명숙	45.0	2015~2017	의료기상정보의 빅데이터를 인포그래픽스 기법을 도입하여 쉽게 전달	(주)에코브레인	기상청
2015	통합모델(UM)자료의 기상 개도국 수출을 위한 3차원 가시화 소프트웨어 경량화, 현지화 패키지 개발	유성현	127.0	2015~2017	통합모델(UM)자료의 클라우드 서비스 시스템 구축 방안 수립	(주)미래기후	기상청
2015	기상정보 및 수위 관련 빅데이터를 활용한 농업용저수지 이상거동 정보 분석 기술개발	최진용	70.0	2014~2016	기상자료와 수위센서 자료를 통합하여 빅데이터 분석을 통한 저수지 이상거동 파악	서울대학	농림축산 식품부
2015	ICT 기반 기상재해 경보 및 환경정보 계측 시스템의 현장 실용화	송양익	30.0	2014~2016	ICT 기반 농가 맞춤형 사과 병해충 방제 정보제공 체계 구축	국립원예특작 과학원	농촌 진흥청
2015	ICT 기반 농업기상재해, 생육시기 및 해충예찰정보 제공 시스템 구축	한용규	100.0	2014~2016	농업기상재해경보, 생육시기예측 및 해충예찰 정보 제공 등 ICT 기반 시스템 구축	에피넷	농촌 진흥청
2014	기상과 타 분야 융합자료의 연계 분석 기술 및 시범 서비스 개발	유성현	105.0	2014~2015	기상과 타 분야 융합자료의 연계 분석 기술 개발 및 빅데이터 분석 기술 확보	(주)미래기후	기상청

부록 Ⅱ

전문가(기획위원) 인터뷰 회의록

인터뷰 강원대학교 김병식 교수(차량용 기상센서 분야)

1. 회의 목적 및 안건

- 본 과제에 대한 전반적인 추진상황 검토 및 기술도출에 대한 전문가 의견 수렴
- 도로위험기상 기 추진 R&D 및 향후 추진방향(계획)에 대한 논의

2. 주요 회의내용

□ 현재 연구추진사항에 대한 검토

- 본 기획은 ‘인공지능(AI)’ 기술을 포함한 4차 산업(빅데이터, 클라우드, 인공지능, 사물인터넷 등) 기술과 기상기술의 융합을 그 범위로 조정
- 내역사업 단위에서 인공지능과 기상기술을 접목하거나 혹은 도출된 기술 분야를 묶어서 신규사업으로 추진할지에 대한 고민 필요
- 4차 산업 주요키워드와 기상기술 키워드로 NTIS 검색 결과, 22건의 과제가 도출됨
 - 22건 중 16건이 기상청에서 추진하고 있는 과제들이며, 다음으로 농림축산식품부(2건), 농촌진흥청(2건), 미래창조과학부(1건), 중소기업청(1건)으로 나타남

□ 관련 부서 추진사업 및 과제에 대한 공유

- (관측기반국) CCTV 데이터 수집 및 분석을 통해 벚꽃개화 시기 예보 분야에서 R&D를 수행함
- (수치모델링센터) 현재 한국형수치예보모델개발사업단(KIAPS) 예비타당성 조사 기획연구 진행 중임

- (기상서비스진흥국) 도로기상 분야에 융합기술개발이 추진되고 있음
 - 자동차 강우센서 및 CCTV 영상분석 등을 통해 도로기상을 파악하여, 도로 기상 정보를 제공할 수 있는 R&D를 수행하고 있음

□ 전문가 기 추진 R&D 및 향후 추진방향(계획) 논의

- 차량용 강우센서를 이용한 도로기상정보 생산 기술 개발, '15~'16
 - 차량용 강우센서 개선
 - 강우센서로부터 강우자료 생산기술 개발
 - 차량을 이용한 도로경로별 강우관측 자료 시범생산
 - 정보활용을 위한 체계 구축
- 레인센서 빅데이터를 활용한 실시간 강우정보 생산 기술 개발, '17~'18
 - 차량용 레인센서 기반 강우정보 생산 기술 고도화
 - 차량용 레인센서를 활용한 실시간 도로경로별 강우정보 생산
 - 텔레메틱스 기반 강우정보 수집·제공체계 구축
 - 강우정보 생산 고도화
 - 도로 안전운전지원을 위한 실시간 강우정보 제공 플랫폼 운영

--> 신규 R&D를 추진한다면, 차량 내 센서 및 정보들을 통합관리(생산, 전달 등)하여, 온도/습도/강우/미세먼지 등 다양한 기상업무에 대응할 수 있는 기술과 시스템 구축에 관한 과제수행을 계획

--> 적극적인 인터뷰와 R&D 사업기획에 대한 다양한 의견을 제시하였고, 향후 본 과제 기획위원회에 포함한다면 큰 도움이 될 것으로 판단(빅데이터 포럼 방재분과 위원장 역임)되며, 기상 및 4차 산업혁명기술 융합분야 전문가를 추천해 주시겠다고 함

인터뷰 부산대학교 홍봉희 교수(CCTV 기상영상분석 분야)

1. 회의 목적 및 안건

- 본 과제에 대한 전반적인 추진상황 검토 및 기술도출에 대한 전문가 의견 수렴
- 도로기상관측 기 추진 R&D 및 향후 추진방향(계획)에 대한 논의

2. 주요 회의내용

□ 현재 연구추진사항에 대한 검토

- 본 기획은 ‘인공지능(AI)’ 기술을 포함한 4차 산업(빅데이터, 클라우드, 인공지능, 사물인터넷 등) 기술과 기상기술의 융합을 그 범위로 조정
- 내역사업 단위에서 인공지능과 기상기술을 접목하거나 혹은 도출된 기술 분야를 묶어서 신규사업으로 추진할지에 대한 고민 필요
- 4차 산업 주요키워드와 기상기술 키워드로 NTIS 검색 결과, 22건의 과제가 도출됨
 - 22건 중 16건이 기상청에서 추진하고 있는 과제들이며, 다음으로 농림축산식품부(2건), 농촌진흥청(2건), 미래창조과학부(1건), 중소기업청(1건)으로 나타남

□ 관련 부서 추진사업 및 과제에 대한 공유

- (관측기반국) CCTV 데이터 수집 및 분석을 통해 벚꽃개회 시기 예보 분야에 서 R&D를 수행함
- (수치모델링센터) 현재 한국형수치예보모델개발사업단(KIAPS) 예비타당성 조사 기획연구 진행 중임
- (기상서비스진흥국) 도로기상 분야에 융합기술개발이 추진되고 있음
 - 자동차 강우센서 및 CCTV 영상분석 등을 통해 도로기상을 파악하여, 도로

기상 정보를 제공할 수 있는 R&D를 수행하고 있음

□ 전문가 기 추진 R&D 및 향후 추진방향(계획) 논의

- 관측장비 및 CCTV를 활용한 도로기상정보 생산 수행
 - 날씨 판별 기술 정확도 검증
 - 자료 수집 및 처리기술개발
 - 도로기상정보 생산 및 활용방안
- 기존 도로기상정보 생산기술의 고도화 추진
 - CCTV 영상분석을 기반으로 위험기상정보를 실시간으로 생산
 - 생산된 데이터를 알고리즘을 통해 분석수행
 - 특정 범위에서 확장시켜 전국단위 정보 제공 방안 제시

□ 신규 R&D 추진관련 제언

- 지속가능한 연계발전이 가능한 기술개발이 필요
 - 예측정확도의 미흡한 수준, 관측 데이터 수집이 부족한 상황
 - AWS 정확도 자체가 미흡한 수준임(10-12km 격자)
 - 강우 및 시정거리(가시성) 측정가능 기술로 발전
- 기상장비 및 다양한 원천에서 관측 데이터 수집
 - 고속도로 및 시내 CCTV, 공공 및 민간 데이터 통합 분석
 - 민간 데이터의 경우 통신사 자체 측정, 정보제공처 데이터 활용
 - 통합플랫폼 기반의 폭염, 강우, 폭설, 집중호우 등 예보가능

□ 관련 전문가 추천

- KISTI 송사광 박사
 - 태풍경로예측 기술 등 빅데이터, 데이터마이닝 관련 전문가

인터뷰 | 교통연구원 한상진 소장(도로기상 분야)

1. 회의 목적 및 안건

- 본 과제에 대한 전반적인 추진상황 검토 및 기술도출에 대한 전문가 의견 수렴
- 도로기상 중심 기 추진 R&D 및 향후 추진방향(계획)에 대한 논의

2. 주요 회의내용

□ 과거 연구추진사항에 대한 검토

- 기 추진 과제인 도로위험기상 예측 R&D에 대한 전반적인 내용 분석
 - 기상(눈, 비, 안개, 기온, 풍속 등), 교통(교통량, 속도 등), 도로기하구조(차로수, 회전방향 등)와 사고 Data(사망자, 중상자 등)간 관계식 정립
 - 기상자료는 AWS 및 ASOS, 고속도로는 국가교통 DB, 도로기하구조 및 사고 Data는 도로공사의 자료를 이용함
 - 관계식으로부터 강설, 강우 등의 발생 시 사고 가능성 및 심각도 분석
 - 하지만, 실제로 사고에 영향을 미치는 요인으로는 차량의 결함이나 운전자의 상태(음주운전, 졸음운전 등)가 더 큰 비중을 차지함
 - ⇒ 정확도가 낮아 상용화에 어려움이 존재함

□ 향후 R&D 추진 방향에 대한 아이디어 논의⁵⁾

- Black Box 영상정보를 통한 도로 위 기상정보 분석 및 실시간 기상상태 모니터링 시스템 구축
 - 영상인식 및 분석기술을 이용하여 도로 위 기상정보를 실시간으로 제공

5) 전문가의 향후 R&D 추진 아이디어는 기상청 내부에서만 활용(대외비)

-
- 또한, ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)와 융합시켜, 첨단 자동차 시스템 구축
 - 향후 차량 간 통신시스템이 개발되면, 도로 위 기상정보를 실시간 공유 가능하고, AI 및 Deep Learning을 이용해 영상해석 기술을 높일 수 있음
 - 결과적으로, 도로 위 기상정보 분석 시스템의 탑재가 차량에 의무화 가능함
- 공항을 중심으로 기상상태별 통행시간 예측시스템을 구축
- 과거 강설량 자료(Big Data)를 AI에 학습시켜 이에 따른 영향예보 시스템을 구축함
 - AI를 이용해 강설량에 따른 예상출발시간 및 도착시간을 계산하여 최적의 교통서비스 제공
 - 기상상태에 따른 도로안내서비스 고도화가 가능해지며, 기상과 4차 산업과의 융합을 통해 미래 기상기술 발전에 도모할 수 있음

인터뷰 KISTI 송사광 박사(기상예측-AI 분야)

1. 회의 목적 및 안건

- 본 과제에 대한 전반적인 추진상황 검토 및 기술도출에 대한 전문가 의견 수렴
- 빅데이터 및 인공지능 기반 기상분석관련 전문가 의견 수렴 및 향후 관련 R&D 추진방향 논의

2. 주요 회의내용

□ 현재 추진 중인 R&D에 대한 내용 분석 및 검토

- 빅데이터, 딥러닝 및 인공지능을 활용한 기상 관측/분석 연구 수행
 - 과거 수위자료의 빅데이터분석 및 딥러닝 적용을 통한 침수수위예측모델 개발
 - 기상센서의 수위자료를 토대로 향후 수위 분석 및 예측
 - 또한, 수위예측을 토대로 간접적 경제적 피해 예측 모델 개발
 - 대용량의 기상위성 데이터에 딥러닝을 적용하여 태풍의 눈 및 경로예측 모델 개발
 - 전지구적 기상환경에 영향을 받는 태풍의 경로를 예측하기 위해선, 광범위한(전지구적) 데이터, 고해상도 및 대용량의 자료가 필요함
 - 이를 토대로 모델을 개발 및 학습을 통한 태풍경로예측 모델을 연구함
 - 기상과 매출액 융합자료의 빅데이터분과 딥러닝 분석을 통한 기상에 따른 매출액 모델 개발
 - 저해상도의 기상데이터를 고해상도로 전환하는 딥러닝 연구 수행

□ 향후 추진 R&D에 대한 의견 제시

- 고해상도 기상 자료를 토대로 기상 인공지능 분석 연구 수행 계획
 - 현재 기상-인공지능 시장을 주도하는 국가는 없기에, 빠른 기술 개발을 통한 시장 선점이 필요함
 - 또한, KISTI는 국내에서 기상-인공지능 연구를 선도하고 있으며, 해외 연구에도 뒤처지지 않기 위해 기술 선점에 유리함

□ 기타논의사항

- NTIS보다 기상학회, 논문, 아카이브를 통한 기상-4차 산업관련 자료 검색 추천

인터뷰 한국환경정책평가연구원 이명진 연구원(기상-빅데이터 분야)

1. 회의 목적 및 안건

- 본 과제에 대한 전반적인 추진상황 검토 및 기술도출에 대한 전문가 의견 수렴
- 빅데이터 및 인공지능 기반 기상분석관련 전문가 의견 수렴 및 향후 관련 R&D 추진방향 논의

2. 주요 회의내용

□ 현재 추진 중인 R&D에 대한 내용 분석 및 검토

- 기 추진 과제인 빅데이터 및 인공지능 기반 기상재해 분석에 대한 전반적인 내용 분석
 - 극단적 기후상향(폭염, 폭설, 폭우 등)에 대하여 과거 데이터를 비정형데이터와 정형데이터로 구분하여 분석을 실시함
 - 비정형데이터는 현황에 대한 분석으로 기사나 뉴스를 통한 피해 날짜 및 현황을 분석하는 것이고, 정형데이터는 원인 규명을 위한 정확한 데이터를 찾아 분석하는 것임
 - 정형데이터의 분석은 기상청에서 제공하는 강수, 폭설, 폭염 등과 관련한 수치 데이터를 분석하여 실시할 수 있음
- 과거 데이터의 분석을 통하여 패턴을 분석할 수 있고, 이를 통해 인공지능 학습이 가능해짐
 - 기상 데이터는 기본적으로 빅데이터이기에 인공지능을 활용하기에 적합하며, 과거 20년치의 데이터 분석을 통한 패턴을 확보할 수 있음
 - 유사패턴을 기후변화 시나리오 분석에 사용하여 미래 기상예측에 활용할 수 있음
 - 또한, 인공지능에 의한 예측이 정확도가 떨어져도 패턴 보정을 통하여 개선 및 발전이 가능함

□ 향후 추진 R&D에 대한 의견 제시

- 현재 4차 산업혁명에 따라 여러 분야에서 융·복합 연구를 진행 중인데, 기상과 관련된 연구는 미흡한 상태이며, 상용소프트웨어 중심으로 연구 중임
 - 기상과 4차 산업을 융합하여 일상 및 극단적 기후상황에 대한 정확도를 향상시킬 수 있으며, 응용기상 정보의 생성이 가능해짐
 - 하지만 국내의 경우, 기상과 4차 산업의 융합은 아직 초기 단계이며, 특히, 인공지능을 이용한 기상예측 연구는 거의 진행 중이지 않음
 - 반면, 미국의 IBM의 경우, 인공지능 왓슨을 통해서 기상기후 예측을 실시하고 있음
 - 과거데이터의 분석과 패턴 학습을 통한 인공지능 기술을 응용하기에 기상은 매우 적합하며, 빠른 연구를 통한 기술력 확보가 필요함

□ 기타논의사항

- 기상예보분야를 정확도별로 나누기 위해선 전문가 자문위원회를 구성하여 논의가 필요함
 - 관측 및 분석 데이터의 정확도는 농가, 산가, 도로 등에 대하여 필요가 다르며, 이에 따른 구분이 필요함
- 현재 연구 중인 분야는 국소적 면적이 아닌 거시적 기상재해에 대한 인공지능 적용이기에, 향후 R&D에도 이와 유사한 기술 개발로 참여 가능함

주 의

1. 이 보고서는 기상청에서 시행한 '미래기상업무변화대응 인공지능 활용전략' 연구용역의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 기상청에서 시행한 '미래 기상업무변화대응 인공지능활용전략'의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.