
기상 R&D 중장기 추진전략

(2018~2027)

2018. 1.



순서

I. 수립 개요	1
1. 추진배경 및 필요성	1
2. 수립 경과	1
II. 비전 및 목표	2
III. 분야별 추진전략	3
1. [관측] 신속하고 정확한 관측자료 확보	3
2. [예보] 예보정확도 향상을 위한 핵심기술개발	4
3. [기후] 장기 기후예측·영향평가기술개발	5
4. [지진] 지진·화산 위기대응체계 구축 핵심기술개발 ...	7
5. [융합] 미래수요대응을 위한 융합기상R&D 지원	8
IV. 이슈별 추진전략	9
1. 극한기상·기후현상의 이해와 대응 연구	9
2. 날씨와 기후예측 위한 수치모델링 연구	10
3. 기후변화전망정보 생산 및 대응지원 연구	11
4. 기상·기후응용정보 생산 및 활용증진 연구	12
5. 한반도 지진발생원분석 및 조기경보 고도화 연구 ...	13
V. 기대효과	14
VI. 파급효과	15
부록 1. 분야별 세부추진계획	
부록 2. 이슈별 세부추진계획	

I 수립개요

1. 추진배경 및 필요성

- 이상기후로 인한 재난재해 발생 증가, 기상 서비스의 활용 증가로 기상정보에 대한 중요성과 수요 증대
 - 정부는 국정과제로 맞춤형 스마트 기상정보 제공, 기후변화 적응 능력 제고, 지진으로부터 국민안전 확보 등을 강조하였으며, 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)에서도 재난과 안보에 강한 나라 실현, 기후변화 및 신기후체제에 대한 선제적 대응을 위한 R&D 지원을 기상청의 역할로 명시
 - 2011년 수립한 「기상 R&D 2020 중장기 기술개발 로드맵」은 수립 후 5년 이상 경과하여 최근 R&D 환경 변화에 대응한 기상연구개발 추진에 애로
- 기상 R&D에 대한 효율적인 성과관리 및 투자전략 수립을 지원하고 대내외 환경변화 및 기상분야 미래이슈를 반영한 기상청 연구개발 중장기 추진전략 마련 필요
 - 지진, 폭염, 가뭄 등 새롭게 부각되고 있는 기상청의 재난대응 영역을 포괄하고 기상서비스 고도화 등 국민 수요에 부응하기 위한 R&D 지원 필요
 - 향후 10년간 미래 기상이슈 해결을 위해 시급하게 개발해야 하는 기술에 대한 연구개발 상세추진전략 수립 필요
 - 기상청 소관의 5대 분야 34개 전략과제와 사회적 이슈 해결을 위한 5개 실천과제를 발굴하고, 이를 체계적으로 추진하기 위한 중장기 추진전략 수립 추진

2. 수립 경과

- 기상청 R&D 중점 추진방향 도출 및 수요조사(2016.6~9)
- R&D 중장기 추진전략 수립을 위한 기획위원회*(총괄, 분과) 운영(2016.9~11)
- 기상청 R&D 분야별 추진전략에 대한 기상분야 연구자 의견 수렴(기상학회,2016.11)
- 미래기상해결을 위한 전문가 수요조사 및 대국민 설문조사(2017.6~8)
- 이슈별 추진전략 수립을 위한 전문가위원회 운영(2017.9~11)
- 이슈 대응 5개 실천과제별 경제적 파급효과 분석(2017.11)
- 기상 R&D 중장기 분야별·이슈별 추진전략 최종 도출(2017.12)

II 비전 및 목표

□ 비전 및 목표

비전

이슈 대응형 기상 R&D 추진으로 국민안전확보 및 국가경제성장 지원

추진전략

MOST 전략으로 미래를 대비하는 기상기술개발 추진

- More closely people** 국민 수요를 반영한 R&D 추진 강화
- Open & Convergence** 개방형 공모와 융합을 통한 R&D 기획 강화
- Strengthen long-term research support** 장기 연구 지원 강화
- Technology independence** 기술 자립화 기반 마련

목표



중점 추진 방향

신속하고 정확한 관측예보 지원	장기 기후예측 및 영향평가를 통한 기후변화대응역량 강화	지진화산위기대응체계 구축을 위한 핵심기술 확보	미래사회 및 산업수요에 대비한 융합기상 R&D 추진
1. 관측 분석 기술수준 및 기술자립도 향상 2. 기상장비 국산화(고도화) 3. 국민 체감 예보 정확도 향상 4. 위험기상피해감소 기술확보 5. 영향예보의 대국민 만족도 향상	1. 기후변동/변화 대응역량강화 2. 기후변화 예측기술 선도 3. IPCC활용 가능한 기후모델 개발 4. 기후변화 국제협력 강화 5. 기후감시 및 기후예측 역량 강화	1. 발생원인 평가기반 구축 2. 진단 및 감시역량 향상 3. 정확한 감시분석 정보생산 및 제공기술 확보 4. 지진화산 조기경보체계 구축 5. 예측 분석 정확도 향상	1. 융합기상 R&D를 통한 산업 성장 지원 2. 융합기상서비스개발을 통한생활편의향상 3. 기상정보의 고부가가치화 4. 융합기상서비스를 통한 미래사회대응역량 강화

<기상청 R&D 중장기 로드맵 비전체계도>

Ⅲ 분야별 추진전략

1. [관측] 신속하고 정확한 관측자료 확보

추진 목표

- 기상 위성, 레이더 등 다양한 관측자료의 통합 활용 기술개발, 기상관측장비 핵심 기술개발을 통해 관측공백을 해소하고 신속·정확한 관측자료 확보

- 빈틈없고 신뢰도 높은 관측정보 확보를 위한 차세대 관측 및 통합 분석기술 개발
 - 관측공백해소를 위한 관측분야별(지상, 해양, 고층) 고품질·고밀도 관측자료 생산·분석 기술 고도화
 - 항공기, 라디오미터 등 다양한 관측장비를 활용한 관측자료 확보 및 활용기술 개발
 - 이중 관측자료 확보, 관측자료 민감도 평가 등 기상요소별/ 관측분야별 관측자료 통합 활용체계 마련
- 독자 기상위성 통합운영체계 구축을 위한 정지 및 저궤도 기상위성 핵심기술 개발
 - 고성능 마이크로파 탐측기 및 적외 기상 탑재체 국산화 기술 개발 등 정지 및 저궤도 기상위성 핵심기술개발
 - 대용량 자료 통신·영상 전처리기술, 통합제어 시스템 구축 등 차세대 다중 위성 운용 기반기술 개발
 - 다양한 분야의 의사결정지원을 위한 국내외 다중 기상위성 자료처리 알고리즘 개발 등 위성기반 전지구 관측자료 분석 및 통합 활용기술 개발
- 신뢰도 높은 위험기상 예측정보 제공을 위한 기상레이더 운영·분석·활용기술 개발
 - 범부처 이중편파레이더 관측 자료 최적 처리를 통한 강수시스템 분석 및 위험기상* 예보 지원 기술개발
 - * 호우, 강풍, 우박, 낙뢰 등 특보 대상 기상현상
 - 범부처 레이더자료 표준화를 통한 레이더자료의 수치모델 활용 및 수치모델 검증 기술개발
- 기상관측장비 국내 기술 확보 및 자동화를 위한 핵심기술 개발
 - S밴드 기상레이더 등 원격탐사장비 개발, 기상 센서의 소형화경량화, 해양관측센서 개발, 인공지능을 활용한 관측 자동화 등 국내 기상관측장비 핵심 기술 개발
 - 국산 장비에 대한 신뢰도 제고를 위한 기상관측장비 검정기술 및 검정장비 개발

2. [예보] 예보정확도 향상을 위한 핵심기술개발

추진 목표

- 고성능 슈퍼컴퓨팅 운영환경구축, 한국형수치예보모델 고도화, 극한기상에측 등을 통해 국민이 신뢰할 수 있는 초단기-단기-중기 예보 및 조기경보 정보 제공

□ 이음새없는 예보를 위한 한국형 수치예보 모델 고도화 및 현업화 기술개발

- 이음새없는 수치예보 시스템 구축을 위한 대기-해양-파랑 접합모델 개발, 한국형 물리과정 모수화 과정 개발, 규모별(지역~전지구) 초고해상도 한국형 수치예보모델 고도화 기술개발
- 첨단 자료동화 원천기술 확보 및 현업 적용을 위한 대기-해양-파랑 접합 및 앙상블 자료동화 시스템 구축, 재분석 자료 생산을 통한 검증 및 현업 성능 고도화

□ 현업수치예보 성능 고도화를 위한 고성능 컴퓨팅 운영 환경 구축

- 초고성능 슈퍼컴퓨팅 기반의 전산처리 및 소프트웨어 기술 확보를 통해 정교하고 고도화된 수치예보시스템 운영 체계 구축 및 고도화
- 실황 관측자료 동화, 초고해상도 대류규모 모델 결합 기술개발을 통한 이음새 없는 앙상블 예측시스템 구축 및 성능 고도화
- 연구개발 현업화를 위한 학-연-관 공동 테스트베드 구축과 사용자 수요 중심의 산출물 생산을 위한 진단·검증 및 후처리·표출 기술 개발

□ 국민이 체감할 수 있는 초단기·단·중기 예측 및 예보 향상 기술 개발

- 레이더 자료를 활용한 실황·초단기 예측 기술개발 및 앙상블 국지모델을 활용한 확률 기반 예측기술개발
- 해상 예·특보를 위한 예측 정보 생산, 영향예보를 위한 앙상블 확률 예측정보 생산, 재해영향예보모델*을 이용하여 정확도가 향상된 단·중기 예보자료 생산

* 재해유형별 영향예보 산출을 위한 재해영향모델(Hazard Impact Model, HIM)

□ 기상재해 저감을 위한 극한기상 예측·영향 평가 및 조기경보 기술개발

- 태풍피해 저감을 위한 태풍 발생 감시, 태풍의 진로 및 강도 예측 기술 고도화, 태풍으로 인한 영향평가 기술 개발
- 국민건강 보호 및 산업피해 경감을 위한 황사, 안개, 연무 등 환경기상 감시·예측 기술개발 및 조기경보 시스템 구축
- 지역별 극한기상* 예측시스템 구축 및 극한기상의 사회·경제적 영향평가기술개발

* 집중호우, 대설, 한파, 폭염, 열대야, 가뭄 등

3. [기후] 기후변화대응역량 강화 위한 장기 기후예측·영향평가 기술개발

추진 목표

- 계절내 규모 변동성 예측, 지구시스템 모델 개발, 기후변화 원인물질 모니터링 및 장기변동 특성 분석, 기후변화 적응지원기술개발 등을 통해 기후변화 대응역량 강화 지원

□ 계절내 규모 변동성 예측 연구를 통한 이상기상예측 시스템 구축

- 재해 현상 및 이상 기후에 대한 예측성 향상 및 정보 제공을 위한 동아시아 및 열대 기후계의 계절내(2주~2개월) 변동 역학 분석 및 모델 검증 기술개발
- 계절내 및 계절 규모에서 대기-해양-지면 상호작용을 반영하기 위한 접합 초기화 및 예측 기법 개발
- 계절내 및 계절 규모 예측을 위해 대기모델, 결합모델, 기후모델 등의 예측모델을 통합한 이음새 없는 통합예측체계 개발
- 계절내 이상기상(폭염, 한파, 가뭄) 진단기술 개발 및 기후정보 생산·활용 기법 개발

□ 기후변화 예측 향상을 위한 지구시스템모델 개발 및 근미래 예측 기술개발

- 고해상도 지구시스템모델개발 및 다양한 관측자료 DB구축을 통한 모델 진단·개선
- 지구시스템모델을 활용한 다양한 기후요소 및 극한기후 진단·평가·전망 기술 개발
- 지구시스템모델을 이용한 자연/인위 강제력의 수십년 예측성 영향 및 민감도 평가 기술개발
- 근미래(수년~20년 이내) 극한기후 리스크 확률예측을 위한 앙상블 기법 개발

□ 대기-지면-해양 상호작용과 지역적 특성을 반영한 지역기후 상세화기법 고도화

- 동아시아 및 한반도 지역의 대기-지면-해양의 상호작용을 고려할 수 있는 결합 지역기후모델 개발
- 가변 격자체계 기반의 초고해상도 국지 기후모델 개발 및 통계적 상세화 기술 개발
- 다중 GCM-RCM 매트릭스 기반의 앙상블 지역 기후변화 전망자료 산출 및 오차 보정기술개발

□ 기후예측 및 장기예보 운영을 위한 핵심 기반 기술 개발

- 지구시스템 상호작용을 고려한 고기후 재현 모델링 시스템 구축을 통한 급격한 기후변화 메커니즘 규명, 레짐 시프트 및 기후 티핑포인트 모델링 기술개발

- 한반도 기후 변동성 메카니즘 규명을 위한 열대 대기-해양, 여름-겨울 몬순, 빙권 및 성층권 장주기 변화 예측기술개발
 - 장기예보 및 위험기상 장기예측을 위해 전지구 기후예측모델 개발, 다중모델 앙상블 예측기법 개발 및 모델을 이용한 위험기상 장기예보 기술개발
- 기후변화 원인물질 관측·분석·모델링을 통한 기후변화 장기 변동 특성 분석 기술개발**
- 기후변화 원인물질(온실가스, 에어로졸) 지상-항공-위성 입체 관측·분석기술 고도화 및 자료 통합 활용 기술개발
 - 기후변화 유발효과 분석을 위한 대기복사모델 및 온실가스 관측자료 동화시스템 고도화, 대기화학수송-기후 융합모델 개발, 에어로졸 장거리 수송과정 및 발생원 추적 기술 개발
 - 기후시스템 권역별(육상, 해양, 빙권, 생태계 등) 감시자료 수집 및 장기경향 분석 기술개발 및 기후변화감시정보 활용 및 제공체계 구축
- 미래 기후변화 적응 역량 강화를 위한 기후변화 위험관리 및 적응 지원 기술 개발**
- 상세 기후변화 시나리오 제공 및 부문별 기후변화 영향 정도와 취약성 평가 지원 기술개발
 - 기후변화 적응 대책 의사결정 지원을 위한 기후변화 영향 예측 불확실성 추정 및 확률적 기후전망 기술, 의사결정 지원 도구 개발

4. [지진] 지진·화산 위기대응체계 구축을 위한 핵심기술 확보

추진 목표

- 지진발생환경해석, 지구물리 모델링 기술, 지진현상 관측·분석 기술개발을 통해 신속·정확한 지진조기경보 정보 제공

□ 지진 분석 정확도 향상을 위한 한반도 지진 발생환경 해석 기술개발

- 신속한 지진 발생 원인 규명을 위한 실시간 관측자료 추출 기술개발, 단층운동 특성 평가 기술개발
- 신속한 지진 피해예측을 위한 한반도 3차원 속도·감쇠모델 개발, 3차원 지진파 전파 모사 패키지 개발 및 DB 구축

□ 지구물리 DB구축 및 모델링 기술 고도화

- 부지특성 정량화를 위한 지진파 부지증폭 특성평가, 증폭함수 추정 및 검증 기술개발
- 추계학적 지진동 이론 모델, 경험론적 예측, 단층파열 모델링 기법, 역사지진 크기 추정 등을 활용한 지진동 예측 기술 개발
- 실시간 지진해일 모델링을 통한 지진발생 시 지진해일 발생-전파-내습 과정 예측 자동화 기술개발

□ 다중 복합 관측장비를 활용한 지진 현상(지진·지진해일·화산) 관측·분석 기술 개발

- 관측 자료의 신뢰성 확보 및 최적의 관측체계 구축을 위한 현상별 최적의 관측센서 및 관측망 구축, 장비 운영 기술 개발
- 관측요소별 분석기법 최적화 및 정확도 향상 기술개발, 연속성 확보를 위한 다중 분석 체계 및 통합 자료처리 기술개발

□ 신속·정확한 지진정보 제공 위한 미래형 지진 조기경보 기술 개발

- 지진조기경보 시간 단축을 위한 신속한 P파 식별 및 P파를 이용한 진원요소 결정, 보조 지진관측 기법 이용 기술 개발
- 정량적 지진동 예측을 위한 한반도 지진 진도 등급 설정, 지진동 주기에 따른 영향 평가 및 예상 진도 시나리오 개발
- 지진해일 발생 조기평가를 위한 지진파 위상 DB 검색 및 지진파 파형 역산에 기반한 단층면해 분석 기술개발
- 조기경보 효과 극대화를 위한 사용자 맞춤형 지진조기경보 정보 콘텐츠 개발 및 정보 전파 기술 개발

5. [융합기상] 미래 수요 대응을 위한 융합기상 R&D 지원

추진 목표

- 기상정보활용을 위한 정보공유 데이터 플랫폼 구축 및 자연재해 저감, 부문별 생산성 증대, 생활편의향상 등 수요자 맞춤형 스마트기상서비스 제공

□ 재해저감, 생산성 증대, 생활편의향상 등 수요자 맞춤형 기상서비스 지원 기술개발

- 자연재해피해 평가 및 예측기술, 대상(지역, 계층, 재해유형별)에 따른 자연재해 정보 제공 및 의사결정 지원 서비스 개발
- 기상에 민감한 산업분야* 생산성 증대를 위한 상세 모델 개발 및 맞춤형 기상정보 생성 기술개발

* 농림·수산·건설·레저·보험업 등

- 안정적인 공항운영 지원을 위한 공항 위험기상 예측시스템 개발 및 항공 기상 확률예측정보 산출 기술개발
- 생활편의향상을 위한 기상 민감 고위험군 환자 맞춤형 실시간 건강관리 서비스, 도시 및 도로 위험기상 재해예방 및 대응 통합 가이드 서비스, 기상상황에 따른 보육·교육기관 가상체험교육 서비스 개발

□ IoT 기반 기상정보 표준 플랫폼 구축 및 영향예보 서비스 기술 개발

- 기상서비스 품질 향상을 위한 IoT 기반 민간·공공이 보유한 기상·기후 데이터 수집·분석·예측·저장 기술개발 및 공유 플랫폼 구축
- 기상정보에 대한 수요자의 접근 편의성 및 활용성 향상을 위한 IoT와 다양한 디바이스, 웨어러블 등과의 융합서비스 개발

□ ICT 기술을 활용한 기상기후 빅데이터 통합분석·관리기술 개발

- GPU 기반의 대용량 데이터 분석 가속화 및 인공지능 기반의 인지적 기상·기후 데이터 분석·예측 기술개발
- 인공지능 기반 종합기상* 예측 자료를 활용한 보건, 농업, 수문 등 응용기상 모델 개발 및 응용정보 생성 기술 개발

* 레이더, 인공위성, 지상-해양관측자료 등

□ 기상분야 연구지원 및 기상정보 유통을 위한 콘텐츠 개발 및 생태계 구축

- 사용자 중심 기상서비스 개발을 위한 글로벌 기상정보 콘텐츠 개발 및 기상정보 개인화 서비스 인프라 구축

IV 이슈별 추진전략

1. 극한 기상·기후현상의 이해와 대응 연구

추진 목표

- 관측자료 분석에 기반한 극한기상현상의 초단기·단기·중기 예측, 극한기후 현상의 장기예측 및 사회·경제적 영향 예측을 통한 영향예보 서비스 기술 확보

□ 극한기상·기후 현상 통합 관측 기술개발

- 극한기상 통합관측을 통해 수집한 다양한 관측자료와 모델을 활용하여 과거 극한기상·기후* 원인진단, 변동성, 추세를 분석하고 전지구 및 지역규모의 극한기후 미래 변화 전망 및 메커니즘을 분석하여 불확실성을 평가하는 기술 개발

* 호우, 한파/대설, 폭염/열대야, 태풍, 가뭄 등 기상·기후 현상에 대한 통합 분석

□ 극한기상·기후현상의 원인규명 및 예측기술개발

- 레이더, 위성 자료에 대한 실시간 분석을 기반으로 극한기상 현상의 초단기~중기 예측 향상을 위한 분석 기법을 개발하고 기후예측모델을 활용하여 기후 현상에 대한 계절내 ~ 수십년 근미래에 대한 장기예측성을 향상 시킬 수 있는 예측·평가·활용기술 개발

□ 기상 자연재해 대응을 위한 영향예보 생산기술개발 및 고도화

- 초고해상도 위험기상* 발생확률 산출을 위한 앙상블 활용 기술과 기상영향 정보 수집·분석을 통해 자연재해 분야별 사회·경제적 영향을 평가하기 위한 기술 개발

< 핵심기술 목록 >

핵심기술	최종기술 연구단계	기술확보전략
극한기상 관측 기술	개발(TRL6)	국내자체개발
극한기상기후현상의 원인규명 및 추세분석 기술	개발(TRL7)	국내자체개발
극한기상현상의 초단기·단기·중기예측 기술	개발(TRL8)	국내자체개발
극한기후현상의 장기예측 기술	개발(TRL7)	국내자체개발
극한기상 현상의 사회경제적 영향평가 및 영향예보 기술	개발(TRL7)	국내자체개발

2. 날씨와 기후예측을 위한 수치모델링 연구

추진 목표

- 수치모델, 모델의 진단·검증·보정기술 개발 및 고도화를 통해 날씨와 지역/ 전지구 기후 예측에 활용 가능한 통합기상예측시스템 구축

□ 고해상도 전지구/ 지역 기상·기후 예측을 위한 이음새없는 수치모델기술개발

- 한국형 수치예보모델*을 기반으로 국지 규모부터 전지구 규모까지, 수 시간에서 수십 년까지 이음새 없는 예측을 위한 앙상블-결합 자료동화, 통합 물리모수화, 고성능 컴퓨팅을 활용한 수치예보시스템 운영체계 고도화 기술 개발

* 2019년 한국형 독자 모델 개발 완료 후 2020년부터 현업화 예정

□ 고품질의 기후전망자료 산출 위한 수치모델의 예측자료 진단·검증·보정기술 개발

- 기계학습 기반의 고해상도 앙상블 예측자료 오차보정 기술, 예측성능 진단도구 및 표준 검증 체계(Metrics) 개발, 커뮤니티 모델 개발 및 활용을 위한 현업화(R2O) 공동 테스트베드 구축을 통한 수치예보모델 예측 성능 검증체계 구축

□ 연안 재해예방을 위한 통합 해양기상 예측모델 및 정보생산시스템 개발

- 위험 해양기상 통합예측모델과 기상청, 유관기관 등이 수집한 다양한 해양관측자료를 활용하여 위험 해양기상현상을 예측하고 수요자 요구에 실시간으로 대응함으로써 연안재해 발생 저감에 기여할 수 있는 해양기상예측정보 생산·제공 시스템 구축

< 핵심기술 목록 >

핵심기술	최종기술 연구단계	기술확보전략
자료동화 고도화 기술	개발(TRL8)	국내자체개발 국제협력개발
초단기·단기·중기예보를 위한 수치모델 기술	현업화(TRL9)	국내자체개발
기후기후변화 전망을 위한 지구시스템모델 기술	개발(TRL7)	국내자체개발
규모상세화 모델 및 예측자료 보정기술	개발(TRL8)	국내자체개발
통합 해양기상 예측모델 및 정보생산시스템 개발	개발(TRL8)	국내자체개발 국제협력개발
예측 모델의 진단 및 검증 기술	개발(TRL8)	국내자체개발 국제협력개발

3. 기후변화 전망정보 생산 및 대응지원 연구

추진 목표

- 기후변화 원인물질 감시, 기후변화 전망 정보의 불확실성 평가를 통해 지역별 상세 기후변화 시나리오를 제공함으로써 부문별·지역별 기후변화 적응대책 수립 지원

□ 기후변화 원인물질 감시 및 장기 변동 특성 분석 기술개발

- 기후변화 원인물질(에어로졸, 온실가스)에 대한 상시 감시와 지상-항공-위성 관측 자료 통합 활용 체계 구축을 통해 기후변화 장기변동 원인과 특성 분석

□ 기후변화 미래전망 정보의 불확실성 및 신뢰도 평가 기술 개발

- 계절내~십년~백년 시간 규모별 기후예측 메커니즘 연구와 통계적 방법을 활용하여 미래 기후변화 예측의 불확실성 및 신뢰도를 평가하고 다양한 지역기후모델을 활용한 초고해상도 지역/국지 기후변화 상세전망자료 산출 기술 개발

□ 기후변화 대응전략 수립 지원을 위한 기후변화 영향정보 산출 기술 개발

- 기후변화 시나리오를 활용하여 부문별 기후변화 영향정도와 취약성을 평가하고, 기후변화의 불확실성을 고려한 수요자 중심의 부문별 기후변화 적응 의사결정 지원 기술 개발

< 핵심기술 목록 >

핵심기술	최종기술 연구단계	기술확보전략
기후변화 원인물질의 감시 및 장기변동 특성 분석 기술	개발(TRL6)	국내자체개발
기후변화 미래전망 정보생산 및 불확실성 평가 기술	개발(TRL7)	국내자체개발
기후변화 대응 전략 수립지원을 위한 정보 산출 기술	개발(TRL6)	국내자체개발

4. 기상·기후 응용정보 생산 및 활용증진 연구

추진 목표

- 기상·기후 응용 정보 산출 및 전달기술 개발, 인프라를 기반으로 한 정보 공유 플랫폼 구축을 통해 전주기적 수요자 맞춤형 기상서비스 체계 개발

□ 산업화, 도시화, 고령화, 사회에 대응하기 위한 응용기상 정보 산출 기술 개발

- 전주기적 기상자원 진단 및 예측을 통해 신재생에너지발전을 위한 기상정보 제공, 폭염·한파·질병 발생과 확산 대비를 위한 조기경보 및 기상조절 기술개발
- 안정적인 공항운영 지원을 위한 공항 위험기상 예측시스템 개발 및 항공 기상 확률예측정보 산출 기술개발

□ 인공지능 및 빅데이터 분석을 활용한 기상·기후 빅데이터 활용 증진 기술 개발

- 빅데이터 활용 편의성을 높이기 위한 분석 Tool 개발, 인공지능을 활용한 기상·기후 빅데이터 (대용량, 비정형)분석·처리기술 개발, 기상관련 사업의 needs 파악을 통해 맞춤형 기상응용 정보 생성 기술 개발

□ ICT 기반 민·관 정보공유 데이터 플랫폼 구축을 통한 미래형 기상정보 서비스 개발

- ICT 기반 차세대 기상·기후 데이터 서비스 플랫폼 구축 및 민·관이 보유한 기상 자료 및 비정형 기상기후 데이터 수집·관리·활용 기술 개발
- IoT, AI 등 첨단 기술을 활용한 기상정보 서비스 기술, 기상정보에 대한 수요자의 접근 편의성 및 활용성 향상을 위한 기상·기후정보 활용기술 개발 및 고도화

< 핵심기술 목록 >

핵심기술	최종기술 연구단계	기술확보전략
가치지향의 응용기상정보 산출 기술	개발(TRL6)	국내자체개발
기상기후 빅데이터 융합분석 및 활용증진 기술	개발(TRL6)	국내자체개발
미래형 기상서비스 제공 기술	개발(TRL7)	국내자체개발

5. 한반도 지진 발생원 분석 및 조기경보 고도화 연구

추진 목표

- 지진현상별 최적화된 관측체계 구축, 지진현상 분석을 위한 한반도 속도·구조 통합모델 개발을 통해 지점관측 기반의 차세대 지진조기경보 서비스 대응 체계 마련

- 지진 분석 정확도 향상을 위한 한반도 지진 발생환경 해석 및 원인규명 기술 개발
 - 지하의 단층구조 정보 확보를 통한 한반도 3차원 속도·구조 통합 모델 개발, 고해상도 3차원 지각구조 모델링 기법 및 지질-지구물리-지진 자료통합시스템 개발, 지진발생 메커니즘과 단층 구조의 역학적 연관성 등 지진 발생 원인규명을 위한 원천기술개발
- 다중센서를 활용한 지진 현상(지진·지진해일·화산) 복합 관측·분석·예측 기술 개발
 - 관측 자료의 신뢰성 확보 및 최적의 관측체계 구축을 위한 현상별 최적의 관측센서 및 관측망 구성, 장비 활용 기술 개발
 - 관측자료 분석기법 최적화 및 정확도 향상 기술개발, 분석의 연속성 확보를 위한 다중분석 체계 및 통합 자료처리 기술개발, 현상별 예측 기술개발
- 신속·정확한 지진정보 제공 위한 미래형 지진 조기경보 기술 개발
 - 신속한 P파 식별 및 P파를 이용한 진원요소 결정, 보조 지진관측 기법을 이용한 지진조기경보 시간단축 기술 개발
 - 한반도 지진 진도 등급 설정, 지진동 주기에 따른 영향 평가, 예상 진도 시나리오 개발 및 제공을 통한 정량적 지진동 예측기술개발

< 핵심기술 목록 >

핵심기술	최종기술 연구단계	기술확보전략
한반도 지진발생환경 해석 및 원인규명 기술	개발(TRL7)	국내자체개발 국외기술도입
지진현상(지진·지진해일·화산) 관측기술	개발(TRL8)	국내자체개발 국외기술도입
지진현상(지진·지진해일·화산) 분석 및 예측기술	개발(TRL8)	국내자체개발 국외기술도입
미래형 지진 조기경보 기술	개발(TRL8)	국제협력개발



기대효과

- 선진국 대비 기상기술수준 향상 : (2015년) 92.5% → (2027년) 96.2%
- 차세대 관측기술 및 장비 개발을 통한 위험기상 대응 및 예보체계 지원
 - 관측분야(지상, 해양, 고층)별 고품질, 고밀도 관측자료 확보, 다양한 관측자료 활용기법 개발을 통해 위험기상 감시능력 향상 및 예·특보 지원 강화
 - 정지 및 저궤도 기상위성 탑재체 및 기상관측장비 핵심기술 개발로 국가 경쟁력 강화 및 장비산업 기반 마련
 - * 원격 기상관측장비 자립화율 향상 : (2015년) 42.5% → (2027년) 93.1%
- 정확한 예측 기반의 이음새없는 기상 예보 서비스 제공으로 국민생활편의 향상
 - 한국형 수치예보모델 고도화 및 현업화를 통해 국민이 체감할 수 있는 정확하고 상세한 예측 정보 생산 가능
 - 안정적이고 정확도 높은 실황·초단기·단기·중기예보 제공으로 위험기상으로 인한 재해 피해 저감
 - * 초단기 및 단기 장마철 강수유무 정확도 향상 : (2015년) 92.2% → (2027년) 96.2%
- 신뢰성 있는 기후변화 예측 정보 생산 및 제공을 통해 기후변화대응역량 강화 지원
 - 기후변화의 사회·경제적 영향평가결과를 반영한 기후변화 대응 전략 수립 가능
 - 한반도 지역 특성을 반영한 더 신뢰도 높은 기후변화 시나리오 제공으로 기후변화 적응대책 수립 시 의사결정 지원
- 지진조기경보 시간 단축 및 정보전달 효율화로 국민들의 심리적 불안 해소
 - 지진 발생환경 해석 기술개발을 통해 신속하게 지진 발생원인을 규명하고 신속·정확한 지진정보 제공
 - * 평균 지진 통보시간 단축 : (2015년) 50초 이내 → (2027년) 25초 이내
- 기상·기후자료의 활용성 향상 및 수요자 맞춤형 스마트기상서비스 제공
 - 기존 기상 관측망의 사각지대 해소 및 다양한 기상정보 서비스 제공 가능
 - * 기상자료 개방포털 활용도 향상 : (2015년) 10만 건 → (2027년) 60만 건
 - 기상민간 산업군별 맞춤형 기상정보 생산 및 제공으로 생산성 증대 및 매출액 향상 기대

VI 경제적 파급효과

□ 강수유무 정확도 향상에 따라 자연재해 피해 저감

- 초단기, 단기 강수유무정확도 향상에 따라 집중호우와 같은 돌발기상에 대한 정확하고 신속한 예보가 가능해짐에 따라 집중호우로 인한 재해 피해 절감* 가능

* 강수유무 정확도가 5% 증가 시 1,276억원의 기상재해피해 절감

□ 기온 예측 정확도 향상에 따른 에너지 생산비용 절감

- 중장기 기온예측정확도 향상에 따라 보다 효율적으로 전력생산의 공급예비율을 관리함으로써 전력생산비 절감* 가능

* 예보정확도 향상으로 공급예비율이 0.5%p 감소할 경우 1,318억원의 전력생산비용 절감

□ 신뢰도 높은 기후변화시나리오 제공을 통한 기후변화 피해 저감

- 더 신뢰도 높은 기후변화 시나리오 제공으로 향후 우리나라가 부담해야하는 기후변화로 인한 자연재해피해 절감* 가능

* 기후변화전망자료를 생산하고 과학적인 위험관리를 통해 1,512억원의 기후변화 적응비용 절감

- 신뢰도 높은 상세기후변화 전망정보를 통해 현실적이고 효율적인 국가 기후변화 대응·적응정책 수립에 기여하고 동북아시아 기후변화전망결과를 국제 협상에 활용 가능

□ 기상 민감 산업군의 기상정보 활용을 통한 경제적 파급효과 발생

- 기상에 민감한 특정 산업군*에서 기상정보를 활용함으로써 6,737억원의 경제적 파급효과 발생

* 농업, 건설업, 레저산업, 운송업, 소매업, 식음료 및 일부 가전제품(냉난방기구)을 생산하는 제조업 분야, 보험업, 부동산 및 금융분야

- 기상 빅데이터 기반의 다각적 분석과 클라우드 플랫폼 구축을 통해 기상정보 서비스 산업 확장 및 국민생활 편의 향상에 기여

□ 지진조기경보 시간 단축을 통한 부수적 손실 절감

- 기상청 지진 현상 분석, 지진조기경보 정확도 개선 및 경보시간을 5초 단축할 경우 지진재해로 인한 부수적 손실*을 42.9% 절감 가능

* 인명피해에 대한 보험지급액을 기반으로 부수적인 경제적 손실 산정

참고 1 분야별 · 이슈별 추진전략 개요

□ 분야별 추진전략 개요

분야	전략과제
[관측] 신속하고 정확한 관측자료 확보	1. 차세대 관측기술 개발 2. 정지 및 저궤도 기상위성 핵심 기술 개발 3. 위성기반 전지구 관측자료 통합 활용기술 고도화 4. 기상레이더 운영·분석·활용기술 개발 5. 차세대 기상관측장비 핵심기술 개발
[예보] 예보정확도 향상을 위한 핵심기술개발	6. 차세대 수치예보 모델 개발 및 현업화 기술개발 7. 첨단 자료동화 기반기술 개발 및 고도화 8. 고성능 컴퓨팅 운영 환경 구축 및 현업수치예보 성능 고도화 9. 실황예보 및 초단기예측 기술 개발 10. 국민이 체감할 수 있는 단·중기예보 향상 기술 개발 11. 태풍 감시, 분석, 예측 기술 고도화와 영향평가 기술 개발 12. 환경기상 감시·분석·조기경보 시스템 구축 13. 극한기상 예측과 영향 평가 기술 개발
[기후] 기후변화대응 역량 강화를 위한 장기 기후예측·영향평가 기술개발	14. 계절내 규모 예측 연구 15. 급격한 기후변화 및 비선형성 연구 16. 지구시스템모델 프레임워크 구축 17. 근미래 기후예측 연구 18. 지역기후 상세화기법 고도화 19. 기후변동성 및 기후예측 기반 기술 개발 20. 기후변화 원인물질 관측·분석기술 고도화 및 통합 활용 체계 구축 21. 기후변화 원인물질 모델링 기술 고도화 및 기후영향 산정 22. 기후시스템 변화 감시 및 분석 23. 기후변화 위험관리 및 적응 지원 기술
[지진] 지진·화산 위기 대응체계 구축을 위한 핵심기술 확보	24. 지진·지진해일·화산 관측 분석 기술 개발 25. 미래형 지진조기경보 기술 개발 26. 지진발생환경 해석기술 개발 27. 지구물리 DB구축 및 모델링 기술 고도화
[융합기상] 미래 수요 대응을 위한 융합기상 R&D 지원	28. 자연재해대응 기상서비스 29. 생산성증대 기상서비스 30. 생활편의향상 기상서비스 31. IoT 기반 기상서비스 32. 기상기후 빅데이터 통합분석관리기술 개발 33. 기상분야 연구지원을 위한 기상컨텐츠 제공 기술 34. 기상정보 생태계 구축 및 적용

□ 이슈별 추진전략 개요

실천과제	핵심기술
1. 극한 기상·기후 현상의 이해와 대응 연구	1.1. 극한기상 관측 기술 1.2. 극한기상·기후현상의 원인규명 및 추세분석 기술 1.3. 극한기상현상의 초단기·단기·중기예측 기술 1.4. 극한기후현상의 장기예측 기술 1.5. 극한기상 현상의 사회·경제적 영향평가 및 영향예보 기술
2. 날씨와 기후 예측을 위한 수치모델링 연구	2.1. 자료동화 고도화 기술 2.2. 초단기·단기·중기예보를 위한 수치모델 기술 2.3. 기후·기후변화 전망을 위한 지구시스템모델 기술 2.4. 규모 상세화 모델 및 예측자료 보정 기술 2.5. 통합 해양기상 예측모델 및 정보생산시스템 개발 2.6. 예측 모델의 진단 및 검증 기술
3. 기후변화 전망 정보 생산 및 대응 지원 연구	3.1. 기후변화 원인물질의 감시 및 장기변동 특성 분석 기술 3.2. 기후변화 미래전망 정보 생산 및 불확실성 평가 기술 3.3. 기후변화 대응 전략 수립 지원을 위한 정보 산출기술
4. 기상·기후 응용정보 생산 및 활용 증진 연구	4.1. 가치 지향의 응용기상 정보 산출 기술 4.2. 기상기후 빅데이터 융합 분석 및 활용 증진 기술 4.3. 미래형 기상서비스 제공 기술
5. 한반도 지진 발생원 분석 및 조기경보 고도화 연구	5.1. 한반도 지진 발생환경 해석 및 원인규명 기술 5.2. 지진 현상(지진·지진해일·화산) 관측기술 5.3. 지진 현상(지진·지진해일·화산) 분석 및 예측기술 5.4. 미래형 지진 조기경보 기술

참고 2 기술성숙도(RTL) 단계 설명

□ 기술성숙도(TRL)*는 기본원리 이해부터 사업화(현업화)까지 총 9단계로 구분

* TRL : Technology Readiness Level

구분	단계	정의	세부설명
기초 (기초 연구 단계)	1	기본원리 이해	- 기초이론 정립, 기술개발의 가장 낮은 단계로 과학적 연구결과가 응용연구개발 단계로 전이되기 직전 단계
	2	기술개념 형성 및 적용분야 확립	- 실용목적, 아이디어, 특허 등 개념정립 - 아직은 이론수준으로서 추론을 뒷받침할 실험적 증명이나 상세 분석이 이루어지지 않은 상태
응용 (실험 단계)	3	분석과 실험을 통한 기술개념 검증	- 활발한 연구개발 시작, 기술을 적절한 대상에 응용하기 위한 분석적 연구 - 분석결과가 물리적으로 유효함을 입증하는 실험실 규모의 기본 성능 검증 및 연구 - 모델링 분석 및 설계기술 확보
	4	시스템 핵심요소 개발	- 실험실 규모의 소재, 부품, 시스템의 시작품 제작 및 성능평가(부품이 결합되어 구성품 또는 조립품 수준에서 불안정하지만 기본적인 성능을 보임) - 실용화를 위한 핵심요소 기술확보, 실험실규모 핵심성능평가 - 연구시제품(프로토타입) 구현
개발 (시작품 단계)	5	시스템 통합기술 개발	- 확정된 소재, 부품, 시스템의 시제품 제작 및 성능평가, 부품 제작기술 및 시스템 통합기술 확보(구성품 또는 조립품 성능 안정성이 상당히 향상됨) - 서브시스템 개발(분석, 설계, 구현, 시험, 유효성 확인)
	6	유사운영환경 프로토타입 개발	- TRL 5 수준 이상의 대표적인 모델 또는 시제품이 유사 운영환경에서 시험됨(프로토타입 모델, 완성품으로 현장 평가가 가능한 성능을 구현한 제품 등) - 시스템 통합 및 시험·검증
개발 (실용화 단계)	7	운영환경에서 실용기술 성능시연	- 사용자(운영)환경의 시제품 성능 시연(신뢰성평가, 시험 검증) - 기상청 현업화를 위한 현업적용 시험 검증
	8	실용기술 시범운영 및 신뢰성 검증	- 사용자(운영)환경에서의 Test 마지막 단계(시범운영) - 시제품 성능 평가 및 신뢰성 검증
사업화 (현업화)	9	현업 시스템 사업화	- 기상청 현업화, 민간 사업화 - R&D지원 종료 단계