

간행물 발간등록번호

11-1360000-001779-01



ISBN 979-11-6988-058-9(93450)

탄소중립 정책지원을 위한 기후·기후변화 업무 발전방안 연구

2022.09



탄소중립 정책지원을 위한 기후·기후변화 업무 발전방안 연구

2022. 09. 26

연구기관 : (주)미래비전그룹



제 출 문

본 보고서를 “탄소중립 정책지원을 위한 기후·기후변화 업무
발전방안 연구” 최종보고서로 제출합니다.

- 주관연구기관명 : (주) 미래비전그룹
- 연 구 기 간 : 2022.03.02.~2022.09.27
- 주관연구책임자 : 정정수 이사
- 참 여 연 구 원
 - 미래비전그룹 주진오 대표이사
 - 미래비전그룹 유승훈 책임
 - 미래비전그룹 박경선 선임
 - 미래비전그룹 손재원 선임
 - 미래비전그룹 허설매 선임

2022년 9 월 26 일

기상청장 귀중

목차

요약문

제 1장 연구개요

제1절 연구 배경 및 목적	3
1. 연구 추진 배경 및 필요성	3
2. 연구 목적 및 내용	8
제2절 연구 추진방법	10
1. 연구 추진방법	10
2. 연구 추진경과	12

제 2장 그간의 성과

제1절 제3차 기후업무발전계획 점검	15
1. 제3차 기후업무발전 기본계획 대표성과	15
2. 중점전략 및 과제별 추진계획	19
3. 과제 진단	30

제 3장 기후 및 기후변화 외부 환경 분석

제1절 기후·기후변화 관련 메가트렌드	35
1. 사회적 측면	35
2. 기술적 측면	37
3. 경제적 측면	43
4. 환경적 측면	47
5. 정치적 측면	53

제2절 국외 정책동향	57
1. 세계기상기구(World Meteorological Organization; WMO)	57
2. 미국	62
3. 캐나다	87
4. 유럽	92
5. 영국	95
6. 독일	104
7. 일본	107
8. 중국	115
제3절 국내 정책동향	121
1. 상위정책	121
2. 탄소중립 관련 법제도 및 정책	126
3. 기후 관련 법제도 및 정책	129
제4절 타부처 동향 분석	140
1. 환경부	140
2. 해양수산부	152
3. 농림축산식품부	161
4. 과기정통부	166
제5절 이슈 및 시사점	172

제 4장 기후 및 기후변화 업무 분석

제1절 기상청 중장기 발전계획	181
제2절 기후·기후변화 조직 및 업무현황	186
1. 기후업무 조직 현황	186
제3절 기후 및 기후변화 업무 요구사항	193

1. 인터뷰 개요	193
2. 인터뷰 결과	194
제4절 이슈 및 시사점	207
제5절 기후 및 기후변화 업무 개선방안(신규, 강화)	209

제5장 제4차 기후업무발전계획 기본 설계

제1절 중점 추진방향 도출	215
1. 기후업무 방향성	215
2. SWOT 분석을 통한 전략방향 설정	218
제2절 비전체계도	221
1. 비전체계도 도출 프로세스	221
2. 비전체계도	223
제3절 전략별 세부 추진계획(안)	224

제6장 기대효과 및 제언

제1절 기대효과	227
제2절 정책제언	229
1. 기후변화 감시·예측을 통한 탄소중립 시책 기여 방안	229
2. 탄소중립 시책 기여를 위한 신규업무 추진 소요인원	234
3. 지방정부 역할 지원을 위한 지방(지)청 역할 및 업무 강화	238
참고문헌	243

표목차

<표1-1> 최근10년간('11~'20) 원인별 피해액 4

<표1-2> 본 연구 추진 경과 12

<표2-1> 핵심기후변수 제공 계획 16

<표2-2> 제3차 기후업무발전계획 [1-1]과제 2020~2022년 추진계획 19

<표2-3> 제3차 기후업무발전계획 [1-2]과제 2020~2022년 추진계획 20

<표2-4> 제3차 기후업무발전계획 [2-1]과제 2020~2022년 추진계획 21

<표2-5> 제3차 기후업무발전계획 [2-2]과제 2020~2022년 추진계획 22

<표2-6> 제3차 기후업무발전계획 [2-3]과제 2020~2022년 추진계획 22

<표2-7> 제3차 기후업무발전계획 [3-1]과제 2020~2022년 추진계획 23

<표2-8> 제3차 기후업무발전계획 [3-2]과제 2020~2022년 추진계획 24

<표2-9> 제3차 기후업무발전계획 [3-3]과제 2020~2022년 추진계획 26

<표2-10> 제3차 기후업무발전계획 [4-1]과제 2020~2022년 추진계획 26

<표2-11> 제3차 기후업무발전계획 [4-2]과제 2020~2022년 추진계획 27

<표2-12> 제3차 기후업무발전계획 [4-3]과제 2020~2022년 추진계획 28

<표2-13> 제3차 기후업무발전계획 과제별 중요도 30

<표3-1> 사회 시스템 차원의 수요 감소 노력 35

<표3-2> 기후변화에 따른 도시지역의 위험성 36

<표3-3> 세계 주요 국가별 화석연료 CO₂ 배출 지표 38

<표3-4> 주요국 재생에너지 전환 정책 및 제도 39

<표3-5> 그린 ICT 정책 개요 41

<표3-6> ICT 기술의 그린화 적용 분야 예시 41

<표3-7> 주요국 그린 ICT 정책 현황 41

<표3-8> 탄소 가격제 5가지 유형 43

<표3-9> 탄소세 도입 시, 2030년까지 국가별 추가감축 가능 예상(%) 45

<표3-10> 해외 기후변화 주요 피해 사례 49

<표3-11> 자연재해에 따른 피해액 50

<표3-12> 가뭄의 정의 53

<표3-13> 미국 디커플링·리쇼어링 정책 개요 및 영향	55
<표3-14> COP26 미중 공동선언 주요 내용	56
<표3-15> WMO 미래 기상·기후 예보 백서	60
<표3-16> 미국의 기후변화정책 방향 및 목표 변화	62
<표3-17> NOAA 기후대비국가 준비 프레임워크	66
<표3-18> NOAA Strategic Plan 2022~2026 전략목표	67
<표3-19> 미국 기상청 2019~2022 전략계획	70
<표3-20> 「미국 국립기상청 2019~2022 전략계획」 목표 및 주요 과제	71
<표3-21> NWS-AFSO 부서별 업무	73
<표3-22> NCEP 전략적 실행계획(2022~2027) 주요 내용	75
<표3-23> NCEP 센터별 주요 역할 및 업무	77
<표3-24> NWS산하 기후예측센터(CPC) 주요업무	78
<표3-25> 미국NWS 해상예보구역	81
<표3-26> 미국의 수문기상 및 홍수예보 과정	82
<표3-27> 미국 해양대기연구소 비전 및 미션	83
<표3-28> 미국 OAR-CPO 주요 역할 및 업무	85
<표3-29> 미국 CPO 전략계획 2015~2019	86
<표3-30> CS2050에서 제시하고 있는 5가지 요구사항	88
<표3-31> 유럽 신기후변화적응전략	92
<표3-32> 유럽 ECMWF 주요 업무	93
<표3-33> 차세대 ECMWF 전략의 목표 및 주요 내용	94
<표3-34> 영국 해들리센터 주요업무	97
<표3-35> 영국 UKMO 3대 전략과 9대 과제	98
<표3-36> 영국 해들리센터 프로그램	101
<표3-37> CS-NOW 주제별 프로그램	102
<표3-38> 독일 기상청의 전략목표 및 과제	105
<표3-39> 일본 기상청 비전 및 미션	110
<표3-40> 일본 기상청 전략목표, 세부과제	110
<표3-41> 일본 기상청 대기해양부 부서별 주요 역할 및 업무	113
<표3-42> 중국 기후변화적응전략 2035중 기후변화 감시 조기경보 및 리스트관리 관련 과제	115
<표3-43> 중국 NCC 부서별 역할 및 업무	118
<표3-44> 중국 기상발전 14.5계획	119
<표3-45> 윤석열정부 110대 국정과제	121
<표3-46> 윤석열정부 국정목표4	122

<표3-47> 탄소중립기본법 체계	126
<표3-48> 「기후기술촉진법」 주요 내용	130
<표3-49> 기후변화대응 전담기관 신규지정 결과	130
<표3-50> 제4차 지속가능발전 기본계획 목표13 정책과제	134
<표3-51> 제3차 녹색성장 기본계획 비전체계도	135
<표3-52> 제3차 녹색성장 기본계획 중점과제⑩	136
<표3-53> 제2차 기후변화대응 기본계획 비전체계	137
<표3-54> 제3차 기후변화적응대책 중 기상청 과제	139
<표3-55> 환경부의 사회·경제구조의 탄소중립 전환 추진	141
<표3-56> 환경부의 환경분야 선도적 탄소감축 흡수 추진	142
<표3-57> 환경부 부문별 예산	143
<표3-58> 기후대응기금 중 환경부 소관 사업 편성 결과	144
<표3-59> 환경부 탄소중립 이행계획 정책방향 ①	145
<표3-60> 환경부 탄소중립 이행계획 정책방향 ②	146
<표3-61> 환경부 탄소중립 이행계획 정책방향 ③	147
<표3-62> 환경부 탄소중립 이행계획중 제도적 기반 강화	147
<표3-63> 환경부 수자원위성 사업 목표	148
<표3-64> 국가기후위기적응센터 주요 업무	150
<표3-65> 국가기후위기적응센터 주요 사업(적응 주류화)	151
<표3-66> 국가기후위기적응센터 주요 사업(과학적 근거 마련)	151
<표3-67> 해수부 기후변화 관련 추진사업	153
<표3-68> 해수부 기후기금사업	153
<표3-69> 해양수산 분야 2050 탄소중립 로드맵 추진전략 및 과제	154
<표3-70> 제4차 기후변화대응 해양수산부문 종합대책	155
<표3-71> 제4차 기후변화대응 해양수산부문 종합대책상 주요 예측·관측 정책 · 156	
<표3-72> 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 중 기후업무 관련 계획	157
<표3-73> 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 전략별 주요 성과(기후업무 관련) · 158	
<표3-74> 2022년 이후 해양수산과학기술 육성 시행계획 중 기후변화 관련 과제 계획 159	
<표3-75> 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획 중 '11 농업분야 기후변화 대응 주요 내용 161	
<표3-76> 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획 예산(안)	163
<표3-77> 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획 중 '기후변화 대응 농업생산 핵심전략기술 164	
<표3-78> 농식품 기후변화대응센터 조직별 주요 기능	165
<표3-79> 한국에너지기술연구원 기후변화대응기술정책지원센터	166
<표3-80> 녹색기술센터 기후기술협력정책지원센터	167

<표3-81> 기후미래포럼 분과별 주요 추진 내용	168
<표3-82> 기후미래포럼 '22년 의제안	168
<표3-83> 탄소중립기술혁신 5대 추진 전략별 주요 내용	169
<표3-84> 탄소중립 10대 핵심기술 개발 전략 요약	171
<표4-1> 제3차 기상업무발전기본계획 추진전략별 과제내역	182
<표4-2> 기상청 연구개발 중장기 로드맵 분야별 전략과제 및 전략과제별 총괄목표 ·	184
<표4-3> 국가태풍센터 주요 업무 내용	191
<표4-4> 태풍 관련 기술 및 담당 부서	192
<표4-5> 인터뷰 주요 질의 내용	193
<표4-6> 기후정책 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안	197
<표4-7> 기후예측 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안	198
<표4-8> 기후변화감시 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안	199
<표4-9> 기후변화감시 분야 타 부처와의 협력 애로사항	199
<표4-10> 해양기상 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안	200
<표4-11> 수문기상 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안	200
<표4-12> 2023년 이후 추진이 필요한 기후 업무 및 추진 목표	201
<표4-13> 제4차 기후업무발전기본계획 신규 과제 제안	203
<표4-14> 부서별 탄소중립 관련 추진 고려 업무	204
<표4-15> 제4차 기후업무발전기본계획 관련 부서별 기타 고려사항	205
<표4-16> 기후업무 분야별 이슈	208
<표5-1> 기회/위기/강점/약점 종합	214
<표5-2> 상위계획 비전/목표/전략 방향성 키워드	217
<표5-3> 비전체계도	219
<표6-1> 기후변화영향평가 방법 등에 관한 규정 제정(안) 주요 내용	228
<표6-2> 탄소중립 시책 기여를 위한 신규업무	232
<표6-3> 탄소중립 시책 기여를 위한 신규업무 추진 소요인원(안)	233
<표6-4> [참고] 국가기후위기적응센터 주요 업무별 배치 인력수	233
<표6-5> [참고] 한국기후변화연구원 주요 업무별 배치 인력수	233
<표6-6> 기후변화영향평가 방법 등에 관한 규정 제정(안) 주요 내용	236

그림목차

[그림1-1] 전 세계 재해 발생건수 및 피해액	3
[그림1-2] 1900년 대비 지구 평균 기온 변화(좌) 및 해수면 변화(우)	5
[그림1-3] 연구목표 및 주요내용	8
[그림1-4] 연구 추진 프로세스	10
[그림1-5] 추진체계	11
[그림3-1] 2016년 전 세계 인위적인 온실가스 배출 중 분야별 배출 비중	37
[그림3-2] 세계 에너지 부문별 CO2 배출변화 추이(1990~2019년)	38
[그림3-3] 탄소세를 운용하는 국가 현황	44
[그림3-4] 국가별 탄소가격 현황	44
[그림3-5] 연도별 탄소 가격제 시행 현황	45
[그림3-6] 전지구 평균 지표온도 및 해수면 상승 높이 변화	47
[그림3-7] 1956~1976년 평균 대비 2011~2021년 10년 사이 평균 지상 기온 차이	47
[그림3-8] 평균 지구 온도 변화(1850~2020년)	48
[그림3-9] 연도별 자연재해 발생빈도	50
[그림3-10] 평균 강수량 변화(1986~2005년 대비 2081~2100년 강수량)	51
[그림3-11] NOAA 조직도	65
[그림3-12] NWS 조직도	73
[그림3-13] NOWData	79
[그림3-14] 미국 해양대기연구소(OAR) 조직도	84
[그림3-15] 일본 기상청(JMA) 조직도	112
[그림3-16] 중국 기상청(CMA) 조직도	116
[그림3-17] 2050 탄소중립 추진전략 및 미래상	127
[그림3-18] 제4차 지속가능발전 기본계획(2021~2040) 비전체계	133
[그림3-19] 제3차 기후변화 적응 대책 비전체계도	138
[그림3-20] 환경부 2022년 업무계획	140
[그림3-21] 환경부 2021년 탄소중립 이행 계획	145
[그림3-22] 환경부 수자원위성 사업 비전 및 추진전략	149
[그림3-23] 해수부 2022년 업무계획	152

[그림3-24] 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획 중 '1.1 농업분야 기후변화 대응 로드맵	162
[그림3-25] 농식품 기후변화대응센터 본부 조직도(안)	165
[그림3-26] 탄소중립 10대 핵심기술 도출 방향	171
[그림3-27] 국내 법제도 및 정책을 통한 방향성 도출	176
[그림4-1] 제3차 기상업무발전 기본계획 추진전략	181
[그림4-2] 기상청 R&D 중장기 로드맵('18-'27년)	183
[그림4-3] 기상청 내 기후업무 관련 조직	186
[그림5-1] 기후업무 밸류체인별 기상청 역할	212
[그림5-2] 기후업무 방향성 도출 다이어그램	213
[그림5-3] SWOT Matrix에 따른 전략	215
[그림5-4] SWOT분석을 통한 전략방향 설정	216
[그림6-1] 지자체 탄소중립 관련 계획수립 주요 내용	227
[그림6-2] 분청 및 지방청의 기후변화영향평가 지원 방안	229
[그림6-3] 지자체 탄소중립 관련 계획수립 주요 내용	235
[그림6-4] 지방기상청 역할 및 업무강화 방안	238

요 약 문

1. 연구 개요

□ 배경 및 필요성

- **(기후변화 감시·예측 중요성 증가)** 전 세계적으로 기후변화로 인한 자연 재해의 증가로 기후변화 감시·예측의 중요성이 증대
 - 지구 온난화로 인해 해수면이 상승하고, 환경 생태계가 급격하게 변화하는 등 기후변화로 인해 인류 생존이 위협받고 있음
 - 이상기후 발생빈도가 증가하여, 이로 인한 사회·경제적 피해가 급증
- **(의사결정지원 요구 증가)** 기후변화에 대응하기 위해 탄소중립을 비롯한 다양한 정책의 수립이 요구되고 있으며, 이에 대한 과학적 근거 마련을 위한 기후변화 업무가 급격히 증가
 - 신재생에너지를 비롯한 전략적 대응 과정에서의 효율성 증대를 위한 과학적 데이터에 대한 수요 증가
 - 급격한 환경 변화에 대한 사전적 대응을 위해 정책적 대비과정에서의 지원 요구가 확대
- **(기후업무계획의 체계적 수립 필요)** 국내 기후업무를 담당하는 기상청의 새로운 기후업무계획이 필요한 시점으로, 1~3차 계획에서의 연속성을 확보하고 동향분석에 따른 새로운 방향성을 반영하여 수립할 필요
 - 다양한 부처에서의 기후 관련 기획에 대한 주도적 역할을 부여하여 국가적 투자의 중복성을 피하고 효율화할 필요
 - 대내외 환경변화에 능동적으로 대응하고, 성공적인 탄소중립 실현을 지원하기 위해 사회에서 요구하는 신규 기후업무 과제 발굴과 중장기 로드맵 수립 필요

II. 외부 환경

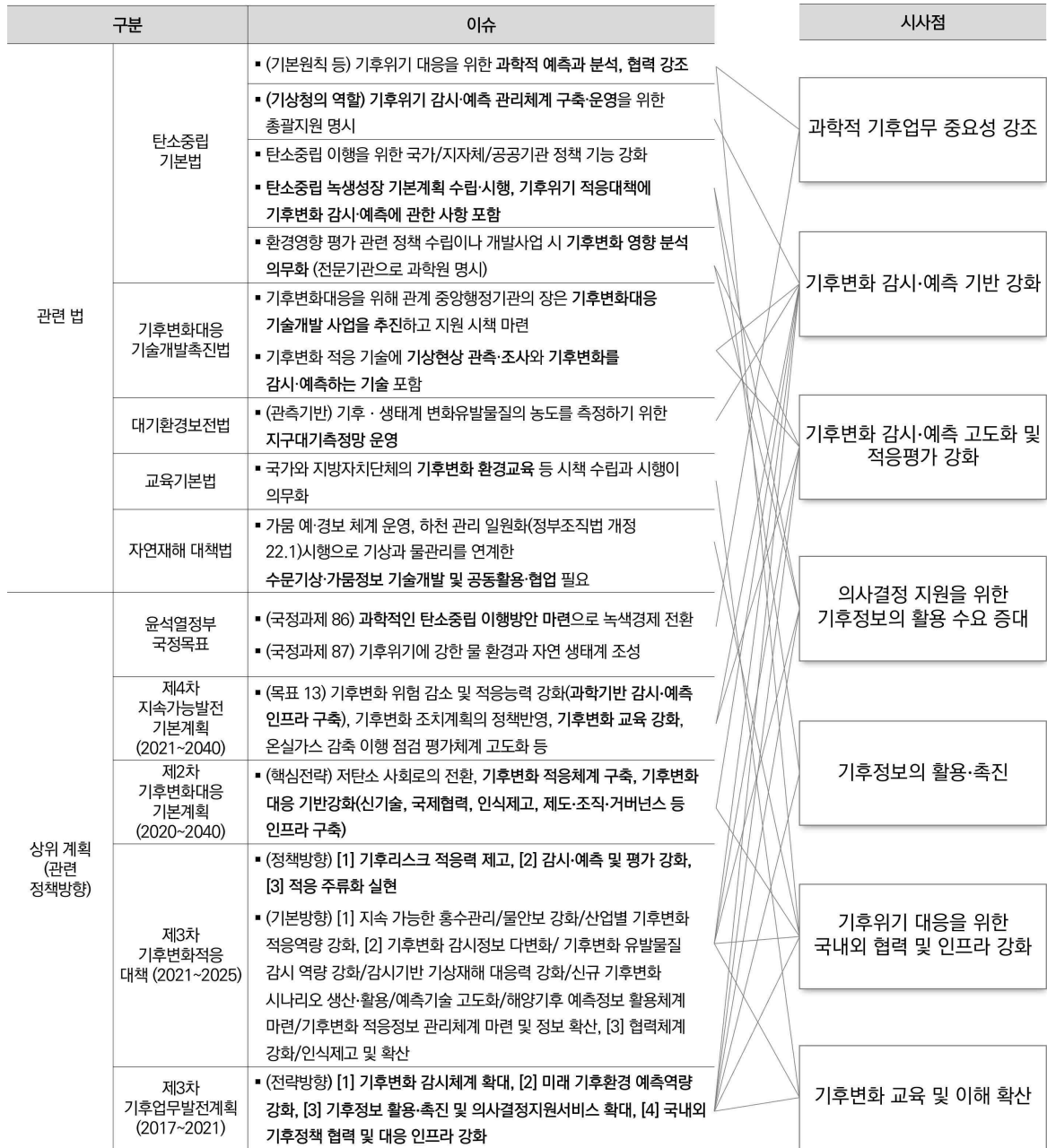
□ 국외 정책 동향

- **(탄소중립에 기여하는 기후서비스)** 2050 탄소중립이 새로운 국제사회질서로 확립되며 중요성 부각됨에 따라, 탄소중립 실현에 기여하기 위한 기후서비스 제공이 강조됨
 - 미국의 그린정책, 독일의 기후보호계획2050, 영국의 Net Zero전략 등 해외 국가의 탄소중립을 위한 다양한 정책 제시
 - (WMO) 저탄소 및 기후탄력경제 구축을 위해 국가 차원의 기후서비스 제공을 강조하고 있고, 전 지구 온실가스 감시체계 추진 중
 - (영국 해들리센터) 탄소중립 사회에 도달하기 위한 과학적 증거를 제공할 것이라는 목표 수립
- **(과학 기반 의사결정서비스)** 기후변화에 대한 대응 문제는 국가적 차원에서 중요한 정책적 과제로 부각되고 있으며, 과학적 기반의 기후서비스 제공 및 정책 수립을 강조
 - (WMO) 전지구기후서비스체제(GFCS) 기반의 기후서비스 이행을 강조하고, GFCS는 과학에 기반한 기후정보를 개발하여 기후변화 적응을 관리하는 것을 비전으로 함
 - (IPCC) IPCC 보고서 새로운 국제협상 기준 및 과학적 근거를 반영한 기후변화 정책의 필요성 대두
 - (EU신기후변화적응정책) 최신 과학에 결부한 의사결정이 필요하다고 명시
 - (EU 유럽중기예보센터) 안전하고 번영하는 사회를 위해 최첨단 과학 서비스 제공을 비전으로 함
- **(기후변화 대응 역량 강화)** 주요국에서 기후변화대응의 중요성이 강조되면서, 역량 강화를 위한 투자를 확대 중
 - (미국) 정권 교체 이후 기후변화 대응을 우선과제로 설정하고 대규모 인프라 투자 계획을 발표

- (미국 NOAA) 2021년 NOAA의 기후연구(62.6%), 기상위성(34.0%), 대양·해안 및 5대호 연구(28.1%) 등 기후변화 관측 및 모니터링 분야에 대한 예산 대폭 증액
- (미국 NOAA) 신뢰할만한 기후서비스 제공을 위해 관측 인프라부터, 데이터 및 정보 관리→연구개발→모델링 & 예측→서비스 제공 및 의사 결정 지원 까지 전 단계의 가치사슬을 위해 투자
- (국제협력) 기후변화 대응에 대한 국제경쟁력이 요구되면서, 기후변화의 국제협력 업무가 중요해짐
 - 영국 해들리센터는 글로벌 주도권 확보 노력하고자 전세계 연구원들과 협력하여 기후변화과학에 대한 연구 수행
 - 일본의 도쿄기후센터, 중국의 국가기후센터 등 기후변화 대응에 대한 국제적 영향력 확보를 위해 아시아 주도권 확보 선행

□ 국내 법제도 및 상위계획

- 과학적인 탄소중립 이행 강조되면서 관련된 정책적 기반 마련 필요
 - 탄소중립기본법 시행에 따라 사회 전반에서 기후변화 영향 및 취약성 평가에 필요한 과학적 정보 제공 수요 증대
 - (국정과제 86) 과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환
 - (재정운용계획) 탄소중립을 위해 과학기반의 기후변화 감시예측 R&D 투자 강화
- 의사결정 지원을 위한 기상청의 역할 강조
 - (탄소중립기본법) 기후변화영향평가, 기후위기 감시예측, 국가 기후위기 적응 대책 관련 등 의사결정지원업무 강화 명시
- 관계부처 합동으로 기후변화대응 기반 강화를 수립하고 관련 과제를 적극 추진 중으로 기후·기후변화 감시예측 기반 강화에 관련 부처의 참여가 독려되는 효과 기대



〈국내 법제도 및 정책을 통한 방향성 도출〉

□ 타 부처 동향

- 탄소중립 정책 지원을 위한 기후변화 역량 강화사업 적극 추진
 - (환경부) 그린뉴딜, 2050 탄소중립 시나리오, 2030 NDC 상향 등 탄소중립 전환을 반영한 정책 방향 설정 등
 - (해수부) 해양수산 분야 2050 탄소중립 로드맵을 수립하고, 해양 기후변화 현황과 장기전망 파악 및 한반도 해역에 특화된 기후대책 마련을 위한 통합 관측·분석 추진
- 타 부처에 기상청의 수행업무와 관련된 내용이 다수 존재하여 부처별 역할이 중복됨에 따라 역할 정립 및 상호보완 필요
 - (환경부) 기후적응 영향평가 분야의 싱크탱크 역할을 하고, 지상 온실가스 측정과 위성을 활용한 입체관측을 수행하는 국가기후위기적응센터 운영
 - (해수부) 이상기후 현상 및 해상재해에 대한 최적의 예측 모델링 개발, 기후 변화에 따른 해양환경 영향예측 기술 확보 및 모니터링 체계 구축
 - (농식품부) 기후변화대응센터를 조성하여 기후 의존성이 높은 농업 분야의 체계적인 기후정보 활용을 위한 노력 경주 중
- 인공위성, 빅데이터 등 신기술의 적극 활용을 통해 더욱 고도화된 과학적 정보 생산 필요
 - (해수부) 다중위성 빅데이터 융복합 및 AI 기술 등을 활용한 지능형 해양관측 및 예측 체계 강화
 - (환경부) 홍수·가뭄 등 수재해에 대응하고 위성을 이용한 과학적 방식으로 수자원을 관리하기 위해 수자원위성 개발 및 운영계획을 수립
 - (농식품부) 농업 R&D 어젠다 중 ‘핵심 전략 융복합 현안 및 미래 신산업기술 개발’의 일환으로 농업 분야 기후변화 대응 제시

III. 내부 환경

□ 기상청 정책

- 국내 기후과학분야 주도 및 기후정책 수립의 중추적 역할 수행 중
 - 기후 분야 관련 기술개발 계획 수립, 1~3차 기후업무발전 기본계획 수립 등 기후업무를 체계적으로 수행하기 위해 노력
- 기후위기 대응을 위한 기후변화 감시예측 등 업무 총괄·지원 역할 확대

□ 조직역량 측면

- 기후과학국에서 수행하고 있는 기후·기후변화업무는 기후/기후변화감시/해양기상/수문기상 분야별 관측부터 정보유통·활용에 이르기까지 광범위한 범위를 수행
- 지속적·장기적 관점에서의 전문역량 확보 필요
- 기후변화 대응을 위한 조직·인력 확충 필요
 - 탄소중립기본법에 대응하는 신규업무 및 자자체 등 다양한 수요에 대응하는 기후업무 개발 필요

□ 기후서비스 측면

- 기후업무 핵심기관으로서의 이니셔티브 확보 필요
 - 부처별로 산재된 기후정보의 통합 운영 관리
- 기후예측, 해양기후정보, 기후변화과학, 물관리 등 서비스의 수요는 증가하고 있어 현재는 활용이 저조하여 사용자 이해 제고 및 제공 콘텐츠의 다양화로 활용 제고 필요
- 시나리오 및 기후전망정보 활용 수요 증가에 비해 자료 제공 및 분석을 위한 사용자 서비스 체계 미흡

□ 기후 업무 측면

- IPCC 보고서 참여 등 국제 기후변화 대응 글로벌 리더십 확보
- 기후변화 대응 관련 의사결정지원 업무 실행이 필요한 시점
- 해양, 수문기상 분야 업무의 역할 확대 필요

	감시·예측/ 기술개발	서비스	정책/법/조직
기후정책	-	○ 지자체 수요 대응 미흡	○ 탄중법에 따른 정책 지원 기능 강화 ○ IPCC 참여도 저조 ○ 탄중법 시행에 따라 예산·조직 기반 강화
기후예측	○ 기후예측모델 이해도 부족	○ 이상기후 적극 대응 방안 ○ 장기전망정보 이해도 부족 ○ 확률정보의 어려움으로 활용성과 부족 ○ 수요자별 맞춤형 서비스 필요	○ 장기에보 생산에 효율적인 조직 강화 ○ 장기에보관 육성
기후변화 감시	○ 국민체감도 높은 기후변화 영향정보 발굴	○ 정책지원을 위한 기후변화감시 분석정보 제공 미흡 ○ 기후변화 종합감시정보 발굴 ○ 시나리오 산출정보 이해도 제고	○ 기후변화과학 교육을 위한 조직 필요 ○ 기후변화감시 법적 근거 마련 ○ 관련부처 (환경, 산림, 농업 등) 제도기반의 협력 추진 필요
해양기상	○ 상세 해양기후변화 시나리오 기술개발 ○ AR6기반 해양 기후변화 정보 생산기술 개발 ○ 해양분야 맞춤형 영향정보 생산	○ 해양기상서비스 콘텐츠 부족	○ 해수부와의 역할 정립 및 업무 협업 필요
수문기상	-	○ 활용이 용이한 수문기상 정보 고도화 ○ 가뭄콘텐츠 다양화	○ 법적 근거 미흡하여 기상법 개정을 통한 업무 법제화 필요

〈기후업무 분야별 이슈〉

IV. 기본 설계

□ 미래 지향점

- **(지속가능발전)** 기후변화 조치와 지속가능발전목표(SDGs)와 본질적으로 연결되어 있으며, 더 넓은 사회·경제적 맥락에서 두 의제를 모두 발전시켜 기후변화 과학 및 지식의 주류화를 촉진시켜야 함

* SDG12 : ① 모든 국가에서 기후 관련 위험 및 자연재해에 대한 탄력성과 적응 능력을 강화, ② 기후변화 조치를 국가 정책, 전략 및 계획에 통합, ③ 기후변화 완화, 적응, 영향 감소 및 조기 경보에 대한 교육, 인식 제고 및 인적·제도적 역량을 향상시키는 것

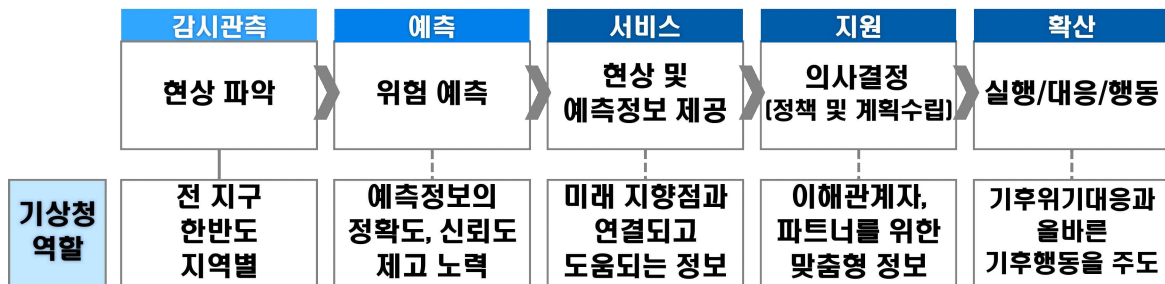
- **(탄소중립)** 온실가스 배출 감소 목표 달성을 위해 탈탄소화 경로 이해, 배출원 기여도 등 기후변화 과학 및 지식활동은 탄소중립 사회로의 길을 안내하는데 필수적인 과학적 근거 제공 필요
- **(국민과 사회안전)** 기후변화가 국민의 건강과 위험, 건설, 교통 및 도시 계획 등 다른 부문에서의 회복력을 최대화하고 행동 변화에 힘을 실어주는 노력 필요

□ 밸류체인별 기상청의 역할

- **(현상 및 원인 파악)** 기후변화의 원인 및 현상 파악을 위한 전 지구, 한반도, 지역별 감시·관측 정보의 수집 및 모니터링, 이를 위한 인프라 구축 및 기술개발
- **(위험 예측)** 기후변화 요소 감시 기술개발, 시나리오 생산기술개발, 다양한 기후모델 검증 등 기후변화로부터 재해 예방 및 사회안전을 지키기 위한 예측 정보의 정확도 및 신뢰도를 제고하기 위한 지속적 노력
- **(현상 및 예측정보 제공)** 전 세계 기상관측 및 기상청이 보유한 기후예측 모델 자료뿐 아니라 수집·저장된 데이터의 공동활용을 위한 표준화 등 공동활용 시스템 구축·운영 및 사용자 활용 지원

- **(의사결정 지원)** 탄소중립 녹색성장 기본계획, 기후위기 적응대책 수립, 기후영향평가 등 다양한 이해관계자(국가, 지자체, 공공기관, 민간기업 등)가 필요로 하는 분야별, 지역별 기후변화 원인, 진단, 평가를 통한 탄소중립 이행을 위한 정책 지원
- **(기후위기 대응 및 행동 주도)** 기후변화 과학은 광범위한 국제적 노력에 동참하고, 글로벌 리더십 확보를 통해 주도적인 역할과 일반 국민의 올바른 기후행동을 이끌어 갈 수 있는 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산을 위한 노력이 요구됨

기후변화, 기후위기...



〈기후업무 밸류체인별 기상청 역할〉

□ 외부 협력 요인

- **(파트너십)** 기후변화과학은 전통적으로 자연과학에서 사회·경제·행동과학의 역할이 강조되고 있으며, 지식의 생산자, 보유자, 사용자 간 커뮤니케이션으로 지식을 통합(synthesis)하고 동원(mobilization)시키는 것이 더욱 중요해 짐. 기상청은 민간을 포함한 다양한 외부 이해관계자의 요구와 인식, 해결책 사이의 간극을 이어주고 이끌어주는 역할이 반드시 수반되어야 함

※ 민간기업, 시민사회 등 비학술적 파트너와의 참여를 수반하는 공동개발적 연구접근 방식으로 전환

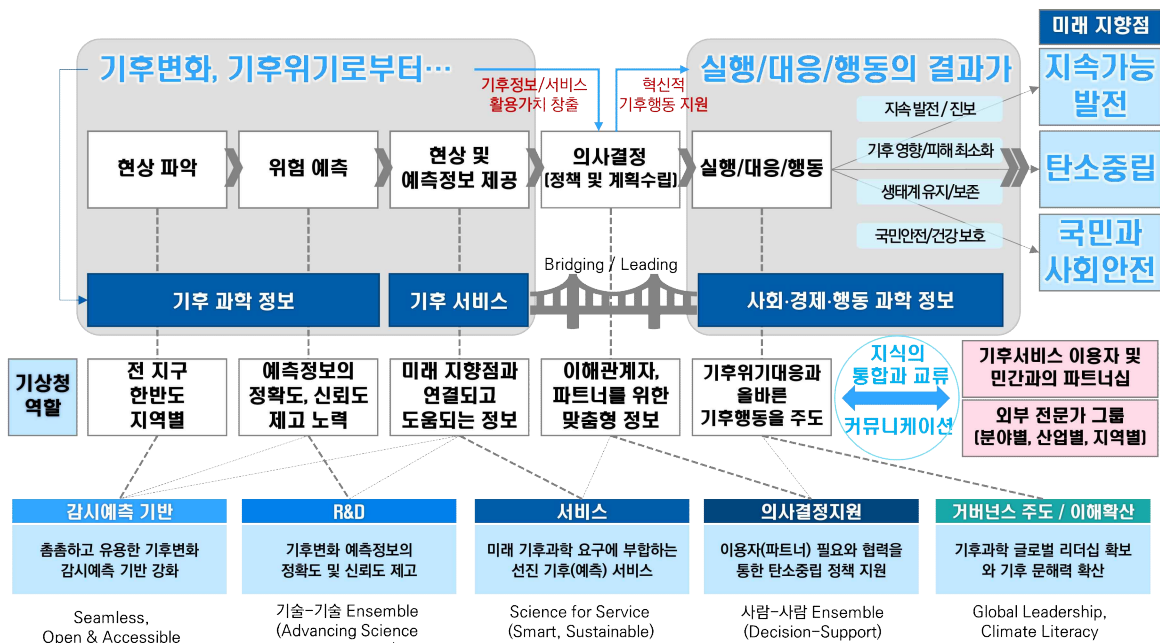
- **(외부 전문가 그룹)** 기후변화의 영향과 행동은 동일한 방식으로 경험되지 않으며, 사회·경제적 이익을 극대화(피해를 최소화)시키는 방향으로 농업, 산업, 에너지, 교통, 해양수산 등 다양한 분야의 영향평가를 위한 외부

전문가 그룹의 참여가 필수적임

- ※ 자연재해, 극한 기후현상의 빈도와 강도의 변화가 기반시설의 탄력성과 신뢰성(증가된 부하, 재료의 노화 가속, 에너지 수요 증가 등)에 미치는 영향, 성별, 연령별, 지역별 동인과 기후변화 영향 및 취약성 및 적응 능력의 경험을 형성하는 연구가 필요

□ 방향성 도출 다이어그램

- (방향성1) 기후 정보 및 서비스는 기후변화 및 기후위기로부터 올바른 계획의 수립/실행, 기후위기 대응, 기후행동을 유도
- (방향성2) 기후위기 대응 및 기후행동의 결과는 지속가능발전, 탄소중립, 사회안전을 지향



〈기후업무 방향성 도출 다이어그램〉

□ SWOT 분석을 통한 전략방향 설정

- 대내외 환경분석, 사례조사 및 인터뷰를 통해 기후업무 발전방안 방향성 도출을 위한 기회/위기/강점/약점 이슈를 종합해보면 다음과 같음

〈기회/위기/강점/약점 종합〉

구분	이슈 및 시사점	비고	
메가트렌드	사회	○ 온실가스 배출량 등 정확하고 투명한 정보 공개 요구 증가	위협
		○ 도시문제 해결을 위한 기상정보생산, 분석, 활용 수요 증가	기회
		○ 지역 장기전망 시나리오와 같은 분석 수요 확대	기회
	기술	○ 신재생에너지 생산 효율 제고를 위해 기상·기후의 정확한 예측·분석 요구	위협
		○ 빅데이터화, AI 기술 융복합을 통한 새로운 분석툴 활용 가능	기회
	경제	○ 저탄소 경제로의 전환 가속화에 따라 기후영향평가 등 관련 컨설팅 수요 확대 예상	기회
		○ 기후금융의 수익성 확대로 민간에서 기후 감시예측정보에 대한 수요 확대 예상	기회
환경	○ 이상기후 현상 증가로 정확한 기후정보 분석 어려움 증가	위협	
정치	○ 물분쟁 증가로 수문기상 예측에 대한 중요도 증가	위협	
외부 환경	국외 정책	○ 기후위기로 인한 탄소중립에 대한 국제사회의 실현 노력	위협
		○ 과학적 기반의 기후서비스 제공 및 정책 수립을 강조	위협
		○ 관측 인프라, 데이터 및 정보관리, 연구개발, 모델링&예측, 서비스 제공 및 의사결정 지원 전 단계의 가치사슬에 투자 확대	위협
		○ 기후변화대응에 대한 국제경쟁력이 요구되면서, 대외 협력 업무가 중요해짐	위협
	국내 법 및 정책	○ 현 정부도 과학적인 탄소중립 이행을 강조하면서 의사결정 지원의 과학적 근거 요구	기회
		○ 탄소중립기본법 시행에 따른 기상청의 의사결정 지원 역할 강조	기회
	타부처	○ 탄소중립 지원을 위한 기후변화 역량 강화 사업 적극 추진	위협
○ 부처별로 기상청 업무와 일부 중복됨에 따라 부처별 역할 정립 및 상호 보완 요구		위협	
○ 인공위성, 빅데이터 등 신기술의 적극 활용을 통해 더욱 고도화된 과학적 정보 생산		위협	
내부 환경	정책	○ 기후위기 대응을 위한 기후변화 감시예측 등 업무 총괄 지원 역할 확대	강점
		○ 국내 기후과학분야 주도 및 기후정책 수립의 중추적 역할	강점
	조직	○ 국내 유일 기후업무 담당 조직으로서의 상징성	강점
		○ 기후정보 수집·생산에 위한 감시예측 인프라 확보 및 역량 보유	강점
		○ 장기예보관 육성 등 지속적 장기적 관점에서의 전문역량 확보 필요	약점
		○ (탄소중립) 기후변화 대응을 위한 조직·인력 확충 필요	약점
	기후 서비스	○ 부처별로 산재된 기후정보의 통합 운영 관리 필요	약점
		○ 사용자 이해 제고를 위한 다양한 콘텐츠 부족	약점
	기후 업무	○ IPCC 보고서 참여 등 국제 기후변화 대응 글로벌 리더십 확보 필요	강점
○ 기후업무 핵심기관으로서의 이니셔티브 확보 필요		약점	

□ SWOT 분석

	Strength(강점)	Weakness(약점)
Internal(주파)	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기 대응을 위한 기후변화 감시예측 등 업무 총괄·지원 역할 확대 기후정보 수집·생산을 위한 감시예측 인프라 확보 및 역량 보유 국내 기후과학분야 주도 및 기후정책 수립의 중추적 역할 국내 유일 기후업무 담당 조직으로서의 상징성 IPCC 보고서 참여 등 국제 기후변화 대응 글로벌 리더십 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 대응을 위한 조직·인력 확충 필요 장기예보관 육성 등 지속적 장기적 관점에서의 전문역량 확보 필요 부처별로 산재된 기후정보의 통합 운영 관리 필요 기후업무 전문기관으로서의 이니셔티브 확보 필요 사용자 이해 제고를 위한 지원 도구 및 콘텐츠 부족 지역별, 분야별 기후변화 관련 예상되는 신규 수요 증가에 대비할 필요
External(외파)	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 도시문제 해결을 위한 기후정보 생산, 분석, 활용 수요 증가 지역 장기 전망 시나리오와 같은 분석 정보의 수요 확대 빅데이터화, 시기술 융복합을 통한 새로운 분석틀 활용 가능 저탄소경제로의 전환 가속화에 따라 기후 영향평가 등 관련 컨설팅 수요 확대 예상 기후금융의 수익성 확대로 민간에서 기후 감시예측정보에 대한 수요 확대 예상 현 정부는 과학적인 탄소중립 이행을 강조 하면서 의사결정 지원의 과학적 근거 요구 탄소중립기본법 시행에 따른 기상청의 의사결정 지원 역할 강조 	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기로 인한 탄소중립에 대한 국제사회의 실현 노력 해외 주요국의 과학적 기반의 기후서비스 제공 및 정책 수립 및 역량 강화를 위해 투자 확대 기후변화 및 기후위기 대응을 위한 국제경쟁력 요구 증가에 따른 대외 협력 업무가 중요해짐 정확하고 투명한 정보 공개 요구 이상기후 현상 증가로 정확한 기후정보 분석 어려움 증가 물분쟁 증가로 수문기상 예측에 대한 중요도 증가 부처별 탄소중립 지원을 위한 기후변화 역량 강화 사업 적극 추진 부처별 역할 정립 및 상호 보완 요구 부처별 신기술 적극 활용을 통해 더욱 고도화된 과학적 정보 생산 중
	Opportunity(기회)	Threat(위협)

SWOT 분석에 따른 전략			
SO	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 감시망 확대 및 안정적 운영 및 자료 활용 확대 기후변화 감시·예측·분석기술 고도화 기후업무 전문성을 바탕으로 한 의사결정 지원서비스 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기 감시·예측업무총괄 운영 조직·인력 보강 다양한 수요에 대응할 수 있는 R&D 추진 및 파트너십 강화 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산 업무 강화 	WO
ST	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기 대응을 위한 거버넌스 주도 기후변화 감시예측 데이터 수집 및 공동 활용을 위한 통합플랫폼 구축 및 운영 이상기후 대응을 위한 맞춤형 장기전망 서비스 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 기후과학 글로벌 리더십 확보 및 국내외 유관기관 협력 확대 및 강화 지속적·장기적 기후업무 역량 구축 및 전문성 강화 기후위기 대응을 위한 법제도 기반 구축 	WT

〈SWOT Matrix에 따른 전략〉

□ SWOT 분석을 통한 전략 방향 설정

○ (방향1) 촘촘하고 유용한 감시예측 기반 강화

- 국가 기후위기 감시예측업무 총괄지원 기능 강화, 관측망 최적화, 데이터 활용 기반 강화(공동활용시스템 구축), 품질보증체계 등 과학적 기후 정보의 생산-공유-활용을 위한 기반 강화

○ (방향2) 기후 안전사회를 위한 기후 정보의 정확도 및 신뢰도 제고

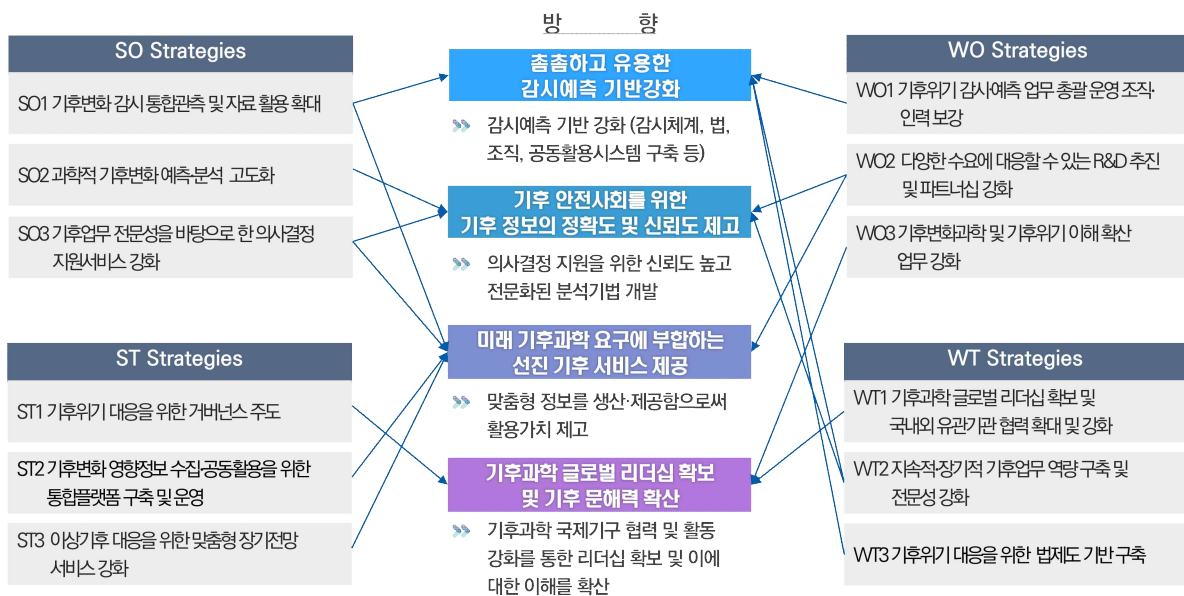
- 기후변화 현상 및 원인 파악과 장기예보 등 신뢰도 향상을 위한 기후예측 시스템 개선, 기후변화 시나리오 활용 기술 개발, 차세대 기후예측모델 개발 등 선진 기후서비스 제공을 위한 감시예측 기술 고도화

○ (방향3) 미래 기후과학 요구에 부합하는 선진 기후 서비스 제공

- 기후변화 시나리오 및 영향 정보 제공, 해양·수문·가뭄·에너지 등 분야별 기상·기후 정보 서비스 확대, 탄소중립 이행을 위한 정책지원 서비스, 사용자 및 민간과의 파트너십 강화

○ (방향4) 기후과학 글로벌 리더십 확보 및 기후 문해력 확산

- IPCC, UNFCCC 등 기후변화 국제기구 협력 및 국내 환류 강화 등 국제협력 활성화, 기후변화 관련 국내외 기술협력 허브 역할 강화, 기후위기 대응 전문 인력 양성, 대국민 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산



(SWOT 분석을 통한 전략방향 설정)

□ 비전체계도

비 전

기후위기로부터 안전사회를 선도하는 선진 기후 서비스

기본목표

미래 다양한 수요에 대응하는 과학적 기후정보의 활용가치 창출

4대 중점 추진 전략	
① 촘촘하고 유용한 기후변화 감시예측 기반 강화	1-① 국가 기후위기 감시예측업무 총괄지원 기능 강화 1-② 촘촘한 기후변화 감시관측 인프라 강화 1-③ 기후변화 감시예측 데이터 활용기반 강화 1-④ 기후 과학정보 품질보증체계 마련
② 기후 안전사회를 위한 기후 정보의 정확도 및 신뢰도 제고	2-① 기후변화 원인 파악을 위한 감시기술 고도화 2-② 선진 기후서비스를 위한 예측기술 고도화 2-③ 기후예측 및 기후변화 활용정보 생산기술 개발 2-④ 차세대 기후예측모델 개발
③ 미래 기후과학 요구에 부합하는 선진 기후 서비스 제공	3-① 기후변화 시나리오 및 영향정보 서비스 3-② 분야별 선진 기후 서비스(해양, 수문, 가뭄, 에너지) 3-③ 탄소중립 이행을 위한 정책지원 서비스 3-④ 사용자 및 민간과의 파트너십 강화
④ 기후과학 글로벌 리더십 확보 및 기후 문해력 확산	4-① 기후과학 국제협력 활성화 4-② 기후변화 관련 국내외 기술협력 허브 역할 강화 4-③ 선진 기후 서비스 전문역량 강화 4-④ 대국민 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산

V. 기대효과 및 제언

□ 기대효과

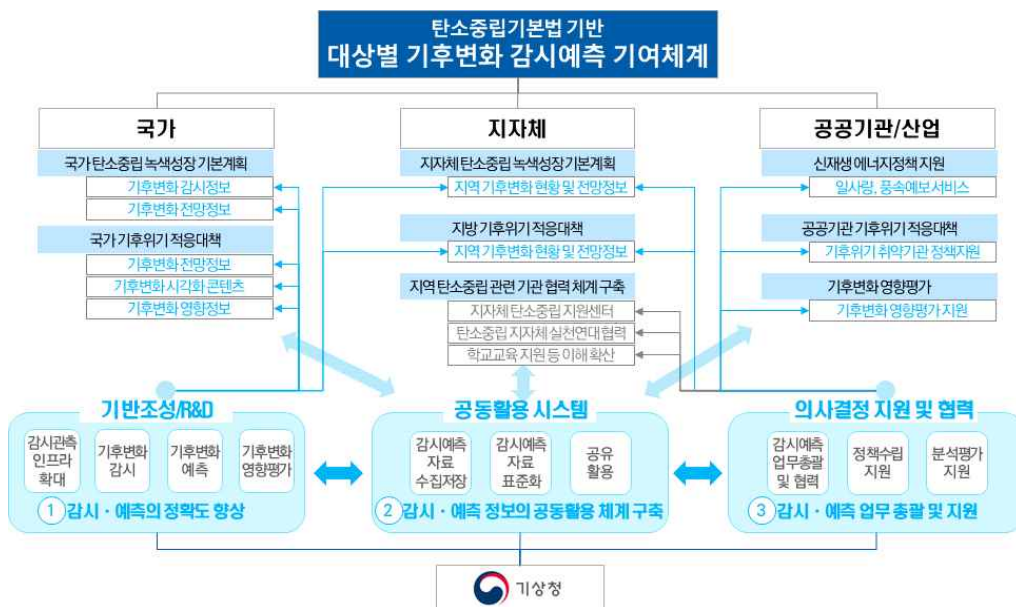
- 국가적 기후위기 감시 및 예측을 주도하는 조직 효율화 및 인프라 핵심 기반 강화함으로써 탄소중립 달성 지원
 - 기후위기 감시·예측 총괄 조직 설립 및 업무를 체계적으로 수행함으로써 기후위기 감시·예측 총괄·지원 전문기관으로서의 위상 제고
 - 기상청이 기후위기 감시·예측 분야의 컨트롤타워로서 범부처 기후위기 감시 예측의 시너지 극대화
 - 촘촘한 기후변화 감시체계 구축 및 국가 차원의 과학적 기후위기 기반 조성을 통한 의사결정 지원
- 기후위기 대응 및 사회·경제적 피해 최소화를 위한 연구개발 역량 강화
 - 기후위기·탄소중립 대응을 위한 기후변화 현황 및 미래전망 정보 수요 대응 및 기후변화 정책수립을 위한 과학적 근거 제공
 - 다양한 기후변화 과학정보 제공 확대를 통한 기후변화 영향·취약성 평가 등 미래수요 충족
 - 차세대 기후예측시스템 개발을 통해 이상기후 대응능력 향상을 통한 재해 예방 기여
 - 기후변화 원인물질 발생원 추적을 통한 탄소 감축 기회 발견 및 탄소중립 실현 가능성 증대
- 신뢰도 높은 기후서비스 제공을 통해 국가 정책 수립을 위한 과학적 근거를 제공하고, 기후위기 대응역량 제고로 이상기후에 의한 재난 방지, 국민 편익 증진 및 사회·경제적 피해 최소화
 - 장기전망 기반의 의사결정으로 탄소중립 실현 등 기후위기 대응 실효성 강화
 - 해양기후, 수문기상 등 분야별 과학적 기후정보 생산을 통한 기후재해 예방 기여
- 국가 차원의 기후변화 대응 및 탄소중립 목표 달성에 기여

- IPCC AR7 적극대응을 통해 기후분야 국제사회 선도하고, 과학적 예측을 통한 기후위기 및 온실가스 감축 정책의 의사결정 지원
- 수요자별 맞춤형 전략 운영으로 기후위기 인식 확산 기반 마련을 통해 시민인식 제고 등 기후 문해력 확산
- 기후변화과학 국민 참여프로그램 활성화로 탄소중립 정책 지원

□ 정책 제언

○ 기후변화 감시·예측을 통한 탄소중립 시책 기여 방안

- (필요성) 국내 탄소중립기본법 시행에 따른 국가 및 지자체 탄소중립과 관련된 특수시책을 지속적으로 발굴하고 지원함으로써 기상청의 선도적 역할 수행 필요
- (감시·예측의 정확도 향상) 기후변화 감시·예측을 위한 인프라 구축 및 기술 개발을 통한 정확도 향상
- (감시·예측정보의 공동활용체계 구축) 부처별 기후·기후변화 감시·예측 정보의 민·관·학 공동활용체계 구축을 통한 활용 능력 제고
- (감시·예측 업무의 총괄 및 지원) 기후변화 관련 법령 제·개정 추진, 공동활용 체계 구축, 부처간 협력을 통한 업무 총괄 및 지원



〈탄소중립기본법 기반 대상별 기후변화 감시예측 기여체계〉

○ 지방정부 역할 지원을 위한 지방(지)청 역할 및 업무 강화

- (탄소중립 녹색성장 기본계획 수립) 광역 및 기초자치단체는 국가 기본계획 수립 후 6개월 내 지역적 특성을 고려하여 10년을 계획기간으로 하는 탄소중립 녹색성장 기본계획을 다음 내용을 포함하여 5년마다 수립·시행하여야 함
- (지방 기후변화적응대책 수립) 광역 및 기초자치단체는 기후위기적응대책과 지역적 특성 등을 고려하여 다음 내용을 포함하여 5년마다 지방기후위기적응대책을 수립·시행해야 함

지자체 탄소중립 녹색성장 기본계획		지방 기후변화 적응대책										
<ul style="list-style-type: none"> » 계획기간 10년, 5년 주기 » (시도) 국가기본계획 수립 후 6개월 이내 » (시군구) 시도계획 수립 후 6개월 이내 » 기본계획 수립 후 1개월 이내 환경부에 보고 		<ul style="list-style-type: none"> » 수립시점으로부터 계획기간 5년 » 해당 지자체 관할 행정구역을 기준 » 국가 기후변화 적응대책에서 제시하고 있는 각 부문을 기준으로 각 지자체 특성 반영 조정 										
주요 내용	기후변화현황분석 및 전망	주요 내용	계획의 개요									
	온실가스 배출·흡수 현황 및 영향		이전 계획의 성과 및 개선점									
	지난 기후변화대응 정책 평가		기후변화현황 및 전망									
	부문별 연도별 감축목표 및 대책		지역 리스크(영향평가/취약성평가)									
	자원조달 방안 및 사회·경제적 비용 분석		세부 이행계획 및 예산									
*지자체 탄소중립 기본계획 가이드라인 마련 중(환경부)		<table border="1"> <tr> <th>부문</th> <td>물관리</td> <td>생태계</td> <td>국토/연안</td> <td>농수산</td> <td>건강</td> <td>산업/에너지</td> <td>기후감시/예측평가</td> <td>적응/주유화</td> </tr> </table>		부문	물관리	생태계	국토/연안	농수산	건강	산업/에너지	기후감시/예측평가	적응/주유화
부문	물관리	생태계	국토/연안	농수산	건강	산업/에너지	기후감시/예측평가	적응/주유화				

〈지자체 탄소중립 관련 계획수립 주요 내용〉

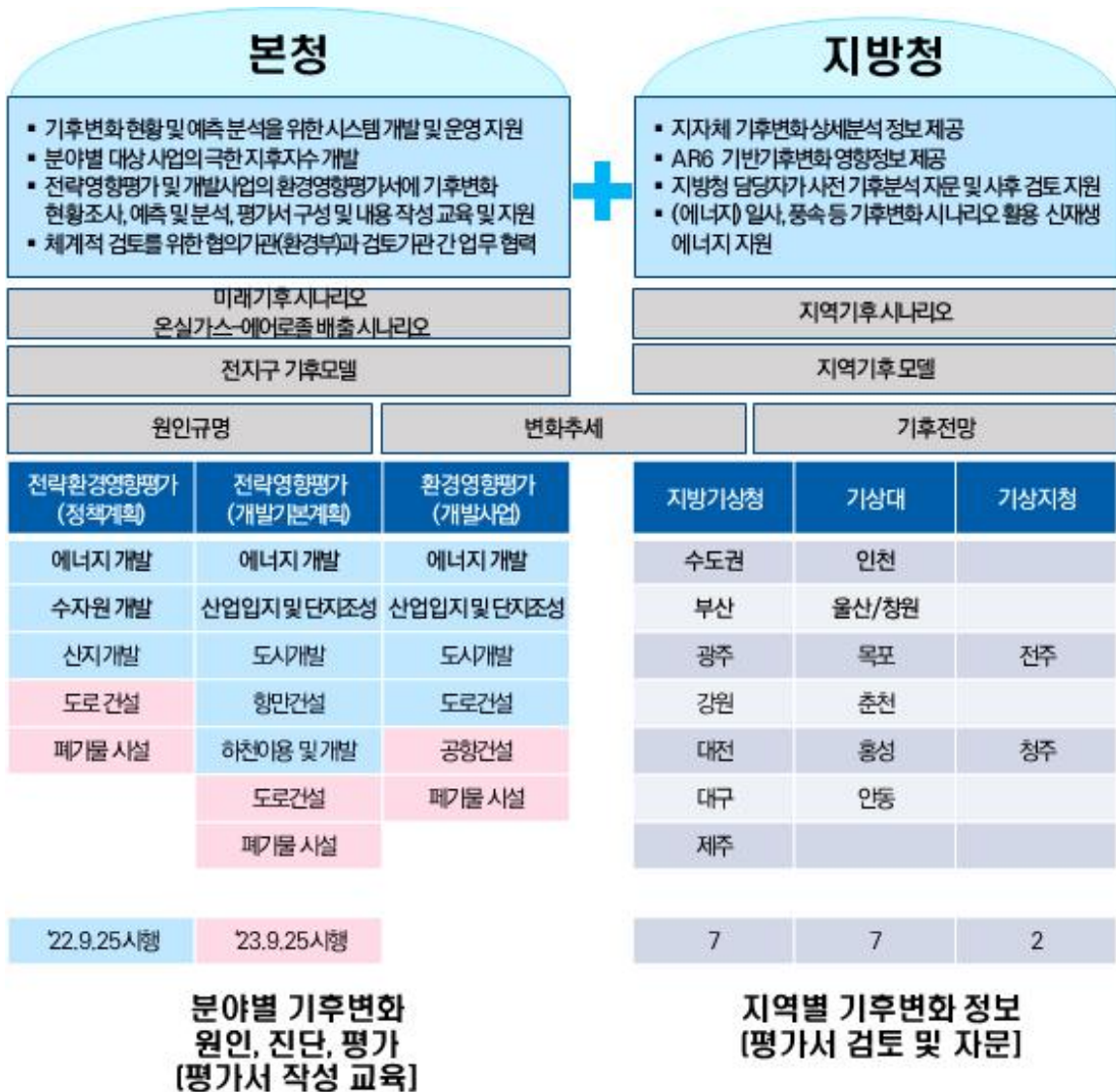
- (업무강화 방안) 지방(지)청은 지자체 정책수립 및 지원, 자료 이해 및 활용 자문, 지역 특성을 반영한 신규 업무과제 발굴, 학교 교육 및 이해확산에 대한 역할 강화 필요



〈지방기상청 역할 및 업무강화 방안〉

○ 기후변화영향평가 제도의 시행에 따른 분청 및 지방청의 역할

- (분청) 기후변화 현황 및 예측 분석을 위한 시스템 개발 및 운영 지원, 분야별 대상 사업의 극한 기후지수 개발, 전략영향평가 및 개발사업의 환경영향평가서에 기후변화 기후변화 현황조사, 예측 및 분석, 평가서 구성 및 내용 작성 교육 및 지원
- (지방청) 지자체 기후변화 상세분석 정보 제공(지역 기후정보업무 지도), 지방청 담당자가 사전 기후분석 자문 및 사후 검토 지원, 일사, 풍속 등 기후변화 시나리오 활용 신재생에너지 지원



(분청 및 지방청의 기후변화영향평가 지원 방안)

제1장

연구개요

1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 추진 방법



제1장 연구개요

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 추진 배경 및 필요성

□ (기후변화 감시·예측 중요성 증가) 전 세계적으로 기후변화로 인한 자연재해가 빈번하게 발생함에 따라 기후변화 감시·예측에 대한 중요성 증대

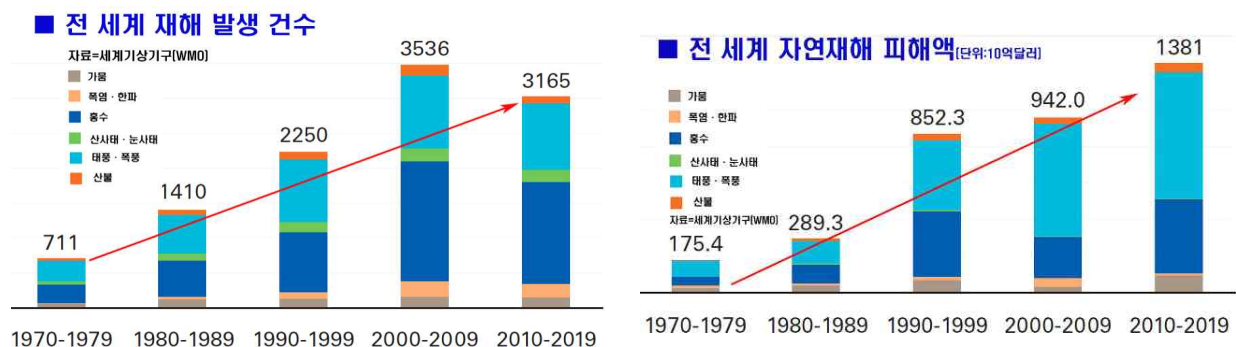
○ 지구온난화로 인해 해수면이 상승하고, 동식물 생태계가 변화하는 등 기후변화가 인류에 있어 생존의 문제로 직결

- IPCC¹⁾에 따르면, 2040년까지 지구 표면 평균 기온이 산업화 이전보다 1.5℃ 상승할 것으로 전망하였으며, 21세기 말까지 해수면이 1995~2014년에 비해 최고 0.55m 높아지고, 가장 많이 배출하면 최고 1.01m까지 상승할 것으로 전망

○ 전 세계적으로 기후변화 가속화 및 이상기후 발생 빈도 증가에 따라, 이에 따른 사회·경제적 피해 급증

- 기후변화로 지난 50년 동안 전 세계 재해 발생 수는 5배 증가하였고, 50년 동안 경제적 피해는 모두 3.6조달러(4천조원)로 집계

※ 1970년~2019년까지 전 세계에서 발생한 자연재해는 1만1,072건으로 이 가운데 1970년대에는 711건이 발생한 데 비해 2000~2009년에는 3,536건으로 5배로 급증



출처 : 세계기상기구(WMO) 재난역학연구센터(CRED) 재난통계자료(EM-DAT)

[그림1-1] 전 세계 재해 발생건수 및 피해액

1) IPCC 제6차 평가보고서 ('21.8월)

- (장마·홍수) '20년 동아시아 지역 장마 중 기록적 폭우로 발생한 대규모 홍수로 이재민(중국 7,000만 명)과 경제적 손실(중국 추산 37조 원) 발생
- (폭염·산불) 유럽·동아시아 지역의 기록적 폭염 발생('17년 여름 스페인·포르투갈 최고기온 40℃ 기록) 및 건조화에 따른 '19년 호주, 아마존 대규모 산불 발생
 - ※ 우리나라 면적 크기의 숲을 태운 초대형 산불로, 도시의 이상고온(시드니 48.9℃ 기록), 생태계 서식지 파괴, 연무 등의 국경을 뛰어넘는 복합재난 상황 발생
- (한파·폭설) '18년 미국·캐나다에서 100년 만의 최강 한파와 폭설 발생

□ (의사결정지원 요구 증가) 국내에도 최근에 이상기후 현상이 빈번하게 발생하고 있어, 다양한 주체들의 의사결정과정에서 정확한 기후정보를 요구하는 등 체계적으로 대비할 정책적 지원이 필요

- 국내의 최근 10년 동안 ('11~'20) 재해 피해비용 4.4조원이며 피해복구비용은 11조원 이상 지출
 - 특히 2020년에는 기상관측 이래 최장기간 장마로 호우 피해가 전체의 83% 차지²⁾

<표1-1> 최근10년간('11~'20) 원인별 피해액

(단위 : 백만원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계	평균
태풍	218,314	1,003,715	1,690	5,291	13,404	214,965		64,200	212,778	222,541	1,956,899	217,433
호우	527,611	38,431	158,129	142,211	1,213	35,887	101,592	53,800	1,651	1,095,172	2,155,696	215,570
대설	47,976	20,352	11,342	32,421	13,021	18,689	83	14,032	671		158,587	17,621
강풍		26,712	932	95	3,891				7	7	31,644	4,521
풍랑·강풍	299		44		333	8,302	605	2,823	474	319	13,200	1,650
태풍·호우								6,416			6,416	6,416
낙뢰									26		26	4
한파										145	145	145
지진						11,020	85,022				96,042	16,007
폭염								7	618		626	313
											미산정	

출처 : 각연도 재해연보

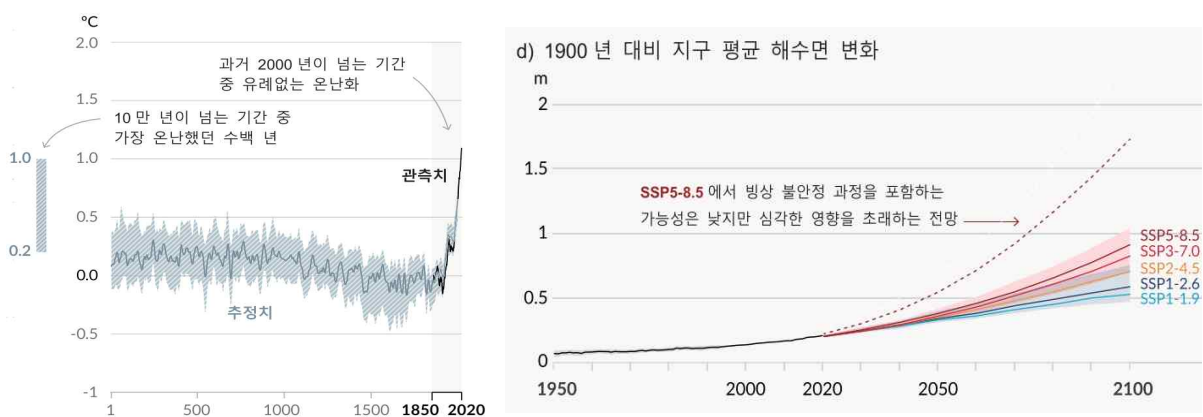
- 최근 기후 시스템 전역에서 나타난 변화의 규모와 다양한 양상은 지난 몇 세기 혹은 몇 천 년 동안에도 전례없는 수준임
- 특히 '22년 8월, 전국 각 곳에 폭우가 내림에 따라 각 지역에서도 기후변화 정보에 대한 수요가 늘어나고 의사결정의 중요한 요인으로 작용됨

2) 2020년 재해연보

- 기후예측에 따른 의사결정 범위는 재난 대응과 에너지, 물, 식량 등의 국가 자원에 대한 계획뿐만 아니라, 사회 기반시설 및 국내외 안보와 직결된 사회-경제적 정책 결정을 하는데 매우 중요하면서도 시급한 예측 범위에 해당함
 - 인도네시아, 싱가포르, 네덜란드 등 대표적인 저지대 국가의 경우, 기후정보에 기반한 정책에 따라 국토를 간척하거나 수도를 이전하는 등 대비 중

□ (탄소중립 실현 강조) 전세계적으로 기후위기 대응을 위한 2050 탄소중립이 새로운 국제사회질서로 확립

- 국제사회는 기후위기에 대응하기 위해 파리협정('16.11월 공식 발효)에서 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승을 2°C 보다 낮은 수준으로 유지 및 1.5°C 이하로 제한하기 위해 2050년까지 전 지구적으로 '탄소중립'을 달성할 것을 제시
 - IPCC는 '18년 10월, 「지구온난화 1.5°C 특별보고서」를 승인하고 파리협정 채택 시 합의된 1.5°C 목표의 과학적 근거를 마련
 - 2100년까지 지구 평균온도 상승폭을 1.5°C 이내로 제한하기 위해서는 전지구적으로 2030년까지 이산화탄소 배출량을 2010년 대비 최소 45% 이상 감축하여야 하고, 2050년경에는 탄소중립(Net zero)을 달성하여야 한다는 경로를 제시



출처 : IPCC 제6차 보고서

[그림1-2] 1900년 대비 지구 평균 기온 변화(좌) 및 해수면 변화(우)

- 세계 주요국은 탄소중립 선언 및 정책·제도적 노력 가속화
 - 스웨덴(2017), 영국, 프랑스, 덴마크, 뉴질랜드(2019), 헝가리(2020) 등 6개국이 '탄소중립'을 이미 법제화
 - (미국) 바이든 대통령 당선인 주요 대선공약으로 2050 탄소중립 발표
 - (EU) UN 그린딜('19.12)을 통해 2050 기후중립 목표 발표
 - (중국) UN 총회 시('20.9) 2060년 이전까지 탄소중립 달성 선언
 - (일본) 스가 총리 의회 연설('20.10)에서 2050 탄소중립 목표 선언
- 우리나라 정부는 탄소중립을 위한 국제적 노력에 발맞추고, 탄소중립기본법 제정 및 탄소중립 추진전략 제시 등 탄소중립 대응을 위한 기반 마련
 - '2050 탄소중립 선언('20.12)하고 이를 법제화한 '기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법'을 제정('21.9).
 - '탄소중립기본법' 제정을 통해 온실가스를 다량 배출하는 개발사업에 대해 사전에 기후 영향 분석 및 대책을 마련하도록 하여 기후변화 대응력 및 적응력을 향상시키고 탄소중립을 내재화
 - 「탄소중립기본법」의 제정은 기후위기의 심각성을 인식하고 국제사회의 노력에 적극 동참하기 위하여 2050년까지 탄소중립을 달성하겠다는 의지 표현
 - '제22차 비상경제 중앙대책본부회의'를 통해 '2050 탄소중립 추진전략'을 발표했고, 15일 국무회의에서 국제사회가 요구하는 '2050 장기저탄소발전전략(LEDs)'과 '2030 국가온실가스감축목표(NDC)' 확정
- (체계적 기후업무계획 수립 필요) 국내외 환경분석 및 기후업무 수행조직의 현황 분석 결과를 바탕으로 기후업무 체계적 이행을 위한 4차 기후업무 발전계획 수립 필요
 - 기상청은 그동안 1~3차 기후업무발전기본계획에 따라 기후 위험 및 미래 수요 대응을 위한 업무를 추진하였고, 2021년에 종료됨에 따라 기후업무 체계적 이행을 위한 4차 기후업무발전계획 수립 필요
 - 3차 계획은 '17년을 기점으로 수립되었으며, 탄소추적시스템을 통한 국가별

- 탄소 배출·흡수량 산출과 같은 탄소중립 관련 이슈를 반영하여 '20년 1차례 수정·반영
- 범정부 협업 등을 통한 기후변화 대응 국가정책 및 의사결정 지원 확대 추진을 위한 기후정보 기반의 의사결정 서비스 확대
 - 환경부-국방부와 '돌발집중홍수 예측', 행정안전부-한국도로공사 등 7개 기관이 협력하여 '도로살얼음 예측' 능력 제고 등 국민의 안전과 생활에 큰 영향을 줄 수 있는 대표적 분야로부터 외부 협력을 진행해왔으며, 외부 협력의 중요성은 계속 증가
 - 환경부의 유역별 홍수통제소 등 수문 관련 기관과의 협력을 통해 기상재난에 대한 공동 대응이 가능하며, 여름철 홍수 예방 등에 활용중인 기상청의 자동기상관측장비, 종관기상관측장비 자료의 활용률 제고에도 도움
 - 해양분야의 경우, 해양수산부의 해양예측시스템, 이안류 감시시스템, 해무 예측시스템, 해양예보방송, 해양예보지수, 해황예보도 기술 및 서비스들은 기상청과의 유기적 협력을 통해 부처 간의 중복투자를 막고, 더 나은 서비스를 개발하는 데 도움
 - 대내외 환경변화에 능동적으로 대응하고, 성공적인 탄소중립 실현을 지원하기 위해 사회에서 요구하는 신규 기후업무 과제 발굴과 중장기 로드맵 수립 필요
 - '22년 3월 시행 예정인 탄소중립기본법 상, 기상청의 주도적 역할을 요하는 신규 업무가 적시되어 있으며, 이에 대응하기 위한 업무 검토 및 반영 필요
 - '17년부터 시작된 3차 기후업무발전 기본계획에 반영되기 어려웠던, 국가 탄소중립 분야의 정책 결정에 기여하기 위한 기상청의 선도적 역할(탄소중립 사회로의 전환에 필요한 업무) 정립 필요
 - 수요자의 요구에 대응하기 위해 기후업무에 대한 객관적이고, 심층적인 현황분석과 이해관계자에 대한 분석 등을 통한 수요자 중심의 중장기 정책을 수립하여 단기적인 변화뿐만이 아닌, 큰 그림을 통한 미래 로드맵을 작성해 다가올 미래에 대비할 필요가 있음

2. 연구 목적 및 내용

□ 연구 목적 및 기간

- (목적) 본 연구는 제4차 기후업무발전 기본계획 수립을 위한 사전 기초연구로 기상청의 대내외 환경변화와 해외 선진 주요국의 동향 분석 등을 종합하여 기본 방향성을 도출
- (기간) '22.3~'22.9
- (연구내용) 정책환경 조사·분석을 바탕으로, 기후업무 중기 로드맵 수립방안 연구



[그림1-3] 연구목표 및 주요내용

□ 연구내용

- (환경분석) 기후 및 기후변화 업무³⁾에 관한 국내외 환경분석
 - 주요 국가의 기후위기에 대한 법, 제도 및 정책의 변화 조사 분석
 - 국내 유관기관의 기후위기 및 기후변화 관련 탄소중립 대응방안, 기후 및 기후변화 관련업무 조사분석
- (업무분석) 기후 및 기후변화 업무의 현황 및 문제점 분석

3) 업무 범위 기후 및 기후변화 감시·예측(해양 및 수문 분야 포함)

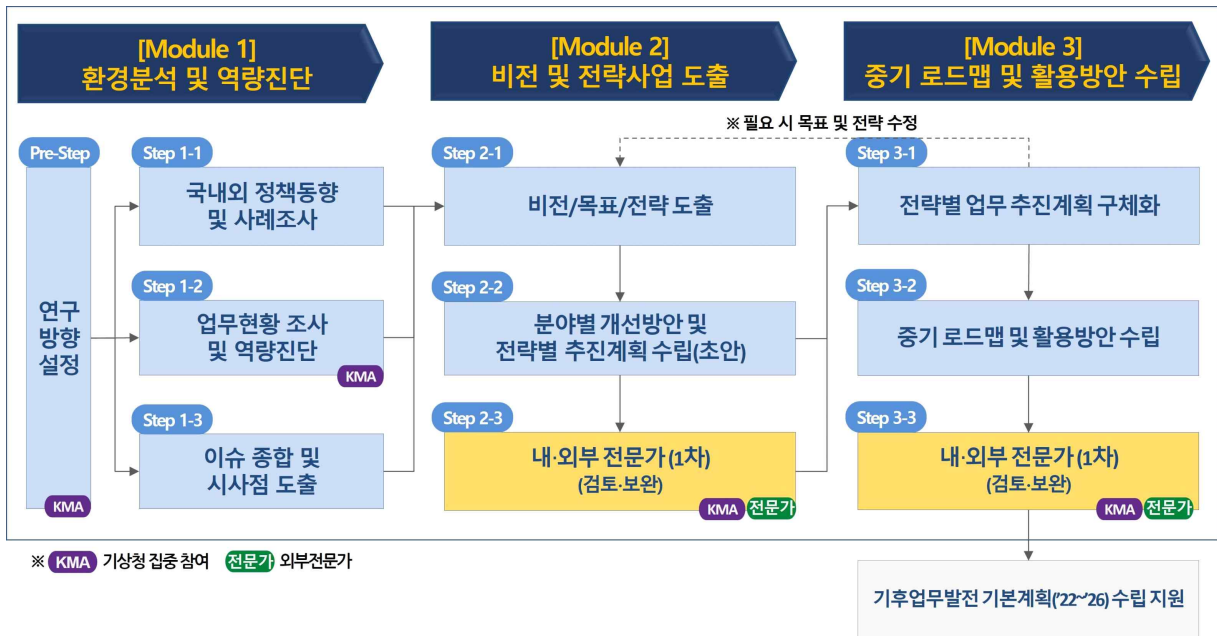
- 감시, 예측, 서비스, 연구 등 분야별 업무 분석
- 내외부 환경변화 및 내부 역량 진단을 통한 문제 진단
- 분야별 개선 방향과 신규업무 발굴
- (방안제시) 기후 및 기후변화 업무 개선방안 제시
 - 기후변화감시망 및 기후관측망 운영과 감시정보 서비스
 - 기후·기후변화 예측정보 생산 및 서비스
 - 탄소중립 인식 확산을 위한 기후·기후변화 과학 이해확산(교육 등)
 - 기후 및 기후변화 분야 국제 협력 등
- (상세방안) 기후 및 기후변화 업무 발전 중기 로드맵 및 활용방안 도출
 - 기후·기후변화 업무 중기 발전방안 제시
 - 기후변화 감시·예측을 통한 탄소중립 시책 기여 방안
 - 기후위기 대응기금 등 예산, 직무분석을 통한 소요인원 등 자료 제시
 - 탄소중립 대응 관련, 강화된 지방정부 역할 지원을 위한 지방(지)청 역할 및 업무 강화 방안

제2절 연구 추진방법

1. 연구 추진방법

□ 연구 추진 프레임워크

○ 총 3개 모듈 10개 스텝으로 추진 프로세스를 구성



[그림1-4] 연구추진 프로세스

○ [Module 1] 환경분석 및 역량진단

- (Pre-Step) 기상청 실무진과의 회의(인터뷰)를 통해 본 연구의 주안점을 확인하고 상호협조 및 필요사항을 논의
- (Step 1-1) 정책환경을 중심으로 주요국의 기후변화에 대한 법, 제도 및 정책의 변화 조사와 국내 유관기관의 기후위기 및 기후변화 관련 탄소중립 대응 및 기후변화 관련 업무 조사
- (Step 1-2) 기후·기후변화 업무 수행 관련 부서 사전조사 및 인터뷰를 통한 업무현황 및 성과를 확인하고 탄소중립 정책지원을 위한 신규업무를 발굴하고, 기능분석/조직구조 분석/인력·예산 등 자원 및 역량진단
- (Step 1-3) Step 1-1, 1-2 조사를 통해 중기 업무발전 비전/전략방향 설정을 위한 이슈 및 시사점 도출

○ [Module 2] 비전 및 전략 사업 도출

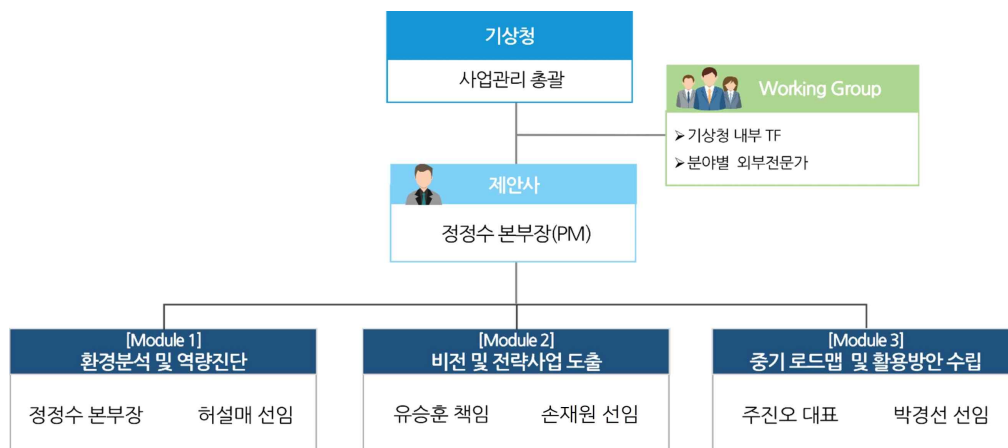
- (Step 2-1) [Module1]의 결과를 종합하여 기후업무발전의 방향성 및 비전체계도(안) 도출
- (Step 2-2) 분야별 개선방안 및 전략과 연계한 중기 업무추진계획(안)을 제안사가 초안 작성 후 내부 TF에서 검토
- (Step 2-3) 비전체계도(안) 및 중기 업무추진계획(안)에 대해 내·외부 전문가 의견 수렴을 통한 검토 및 보완

○ [Module 3] 중기 로드맵 및 활용방안 수립

- (Step 3-1) 전략별 업무추진계획(안)을 바탕으로 해당부서에서 관련 내용 초안 작성 후 사업(업무)명, 배경 및 필요성, 목표, 사업내용(5개년), 추진일정 및 예산, 기대효과 항목별 내용 구체화
- (Step 3-2) 중기 로드맵('22~'26)을 수립하고 소요인력, 예산 등 세부 업무추진을 위한 발전방안 및 활용방안 제시
- (Step 3-3) 완성된 전체 업무개요서와 중기로드맵 및 활성화 방안 등 내·외부 전문가 의견 수렴을 통해 최종보고 전 단계의 산출물 검토 및 보완

□ 연구 추진체계

- 연구기관은 기상청과 유기적으로 협력하고, 모듈 및 스텝별로 경험과 전문성을 보유한 연구인력을 투입하여 체계적으로 연구 수행



[그림1-5] 추진체계

2. 연구 추진경과

<표1-2> 본 연구 추진 경과

3월	<ul style="list-style-type: none"> ○ 용역계약 (3.2) 및 착수보고 (3.14) ○ 주요국 기후 관련 조직, 법, 제도 및 정책변화 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 미국, EU, 영국, 일본, 중국 등
4월	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요국 기후변화 대응 정책 조사 ○ 기상청 문헌분석을 통한 기후 업무 분야별 이슈 도출 ○ 1차 실무회의 (4.19) <ul style="list-style-type: none"> - 과제 수행 관련 요청사항 청취 및 주요 보고 일정 협의
5월	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새 정부 및 타 부처 정책 동향 조사 ○ 분야별 전문가 의견수렴 (기상청, 국립기상과학원 등)
6월	<ul style="list-style-type: none"> ○ 의견수렴 결과 정리 및 시사점 도출 ○ 비전 및 목표체계(안) 초안 도출 ○ 제2차 실무협의 (6.9)
7월	<ul style="list-style-type: none"> ○ 용역 중간보고 (7.4) ○ 주요국 기후 관련 법, 제도 및 정책변화 추가 조사 ○ 중간보고 의견에 따라 두 차례 방향 설정 및 과제 선정 보완 ○ 추진과제 우선순위 평가
8월	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전문가 의견수렴 ○ 과제별 추진 계획서 작성
9월	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종보고 (9.15) ○ 전문가 의견수렴 ○ 최종보고서 제출 (9.26)

제2장

그간의 성과

1. 제3차 기후업무발전계획 점검



제2장 그간의 성과

제1절 제3차 기후업무발전계획 점검

1. 제3차 기후업무발전 기본계획 대표성과

가. 중점 전략별 추진성과

제3차 기후업무발전 기본계획 성과 분석 개요

■ 분석 방법

- (2017~2019년도 성과) 제3차 기후업무발전기본계획 수정계획(2020.2 발표)에서 제시한 2019년도까지의 중점 전략별 대표 성과를 바탕으로 분석

연번	구분	중점전략
1	기반 강화	기후변화 감시 체계 확대
2	핵심 기술	미래 기후환경 예측 역량 강화
3	정책 결정	기후정보 서비스 확대
4	공조 확대	국내외 기후정책 협력 및 대응 인프라 강화

- (2020~2021년도 성과) 2021년·2022년도 기후과학국 주요업무 추진계획에서 제시한 전년도 주요 업무 추진 성과를 바탕으로 분석
 - 기후과학국 주요업무 추진계획의 경우, 부서 소관 업무 단위로 추진 성과가 제시되어 있어 상위 기본계획의 전략별로 내용을 재구성

□ (기반 강화) 기후위기 대응 정책 지원을 위한 기후변화 과학정보 확산 및 기후변화 감시 체계 확대

- 관측 중심의 지구대기 감시 체제에서 종합기후변화 감시 체제로의 전환
 - 전지구 및 한반도의 기후변화 원인물질에 대한 원인과 결과 및 영향 등에 대한 기후변화감시 종합 분석보고서(국·영문) 발간('18~'19년)
- 고품질 기후 및 기후변화 감시자료 생산을 위한 자료 제공 주기 단축 및 기후변화감시정보 제공 범위 확대
 - 기후변화감시자료의 활용성 증대를 위한 제공 주기 단축(연 1회→2회, '21년)
 - '21년까지 선진국(미국, 39개) 대비 90% 수준(35개)을 목표로 국가 기후변화 대응을 위한 핵심 기후변수 제공 범위를 확대

※ 핵심기후변수(누적) : 8종('17년) → 15종('18년) → 22종('19년) → 35종 목표('21년)

<표2-1> 핵심기후변수 제공 계획

제공 목표(연도)	핵심기후변수
15종 (~'18)	(대기) 이산화탄소, 메탄, 성층권오존, 에어로졸, 기온, 강수, 자외선, 지표복사수지, 아산화질소, 염화불화탄소류, 육불화황, 풍향·풍속 (해양) 해빙, 해수면높이, 해수면온도
총 22종 ('18년 대비 7종 추가) (~'19)	(대기) 이산화탄소, 메탄, 성층권오존, 에어로졸, 기온, 강수, 자외선, 지표복사수지, 아산화질소, 염화불화탄소류, 육불화황, 풍향·풍속 (해양) 해빙, 해수면높이, 해수면온도
총 35종 (~'21년 대비 20종 추가) (~'21)	(육상) 알베도, 토양수분, 토양탄소, 광합성유효복사흡수율, 강유출량, 지하수, 식물성장계절 (해양) 해수면(염분, 해양산성도, 플랑크톤, 해류), 수면밀(염분, 수온)

※ 출처 : 제3차 기후업무발전기본계획 수정계획, 2020.2, 기상청

○ 위성 기반 기후감시자료 기후분야 활용 강화

- 위성 기반 토양수분, 증발산량 관측정보를 활용한 수문기상 감시('19년)
- 북극해빙 감시·분석 정보 제공 및 분석보고서 발간(연 2회)

□ (핵심기술) 미래 기후환경 예측 역량 강화

○ 장기예보 역량 강화 및 기후예측 기술 개발

- 장기예보 기술 축적 및 객관화를 위한 사후분석 강화('21년)
- 기후과학국 및 국립기상과학원 간 협업을 통해 기후예측시스템 고도화 및 현업시스템 구축(Glosea5 → Glosea6, '21년)
- 장기전망 생산·제공 업무의 일원화 및 운영 효율화를 위한 기후 분석·예측 통합자료 처리 모듈 개발('21년)

※ 기후감시전망시스템 + 확률장기예보 가이드스 시스템 통합

○ 신기술 기반의 해양기상기후 패러다임 전환

- 파랑 장기예측정보 및 부이 지점별 수온 장기예측 정보 제공('21년)

○ IPCC 제6차 평가보고서를 위한 지구시스템모델 체계 구축·운영(K-ACE)

- 국제표준형식 변환·검증 후처리 과정 구축('17년)
- 전지구 시나리오 생산 → CMIP6 제공('19년)

○ 풍력·태양광 기상자원 분석·예측정보의 규모 상세화 기술 개선(~'20년)

- 신재생에너지 기상자원 전망 정보 제공으로 기후변화 대응사업 육성 지원
- CO₂ 농도에 따른 꽃가루 알레르기 위험도 증가 분석('18년)

□ (정책결정) 기후정보 서비스 확대

- 탄소 중립 대응 정책 근거자료 제공 및 민관 협업과 대상별 차별화를 통한 대국민 기후위기 인식 확산(~'21년)
- 가뭄 조기 대응 강화를 위한 기상가뭄 예보 서비스 시행('18년)
 - 일반국민 대상 기상가뭄예보 법적 근거(기상법 개정) 마련('17년)
 - 기상가뭄 예·경보를 기존 3단계에서 4단계로 상세화(관심 단계 추가), 기상가뭄 2개월 전망 추가(1/3개월 전망 → 1/2/3개월 전망, '19년)
- 관계기관에 필요한 맞춤형 장기예보 서비스로 이상기후 대응
 - (산업통상자원부) 여름 에너지 수급 관련 정보 제공('17년~)
 - (환경부) 미세먼지 저감 대책 마련 관련 정보 제공('19년~)
 - (행안부 등) 겨울철 기후전망 추가 발표(8월/연 1회 → 8, 10월(연 2회)로 방재 대책 지원 강화('19년~)
- 국가 기후변화 정책 수립을 위한 기후변화 시나리오 생산의 단계적 확대 및 부문별 이상기후 영향 예측 정보 제공
 - 新기후변화 시나리오 제공 : 전지구('19년) → 동아시아('20년) → 남한('21년)
 - 기후변화 적응대책의 실효성 강화를 위한 6개 부문별 영향 분석정보 제공('21년)
 - ※ 기후변화에 따른 강한 태풍 증가(기상), 사과·포도 재배 적지 급감(농업), 매개체 감염병 증가(보건) 등

□ (공조확대) 기후변화와 관련한 국내 대응 주도 및 국제 협력 지원

- 홍수·가뭄 대응을 위한 물관리 정보 확대 및 부처 간 협업 강화('21년)
- 기후업무 로드맵('19~'28), 기후 R&D 중장기계획, 신규 R&D 확보 등('19)
 - 기후응용 R&D 신규 예산 확보(24.8억), 기후업무 추진방안 마련('19.6)

- 범부처 제3차 녹색성장 추진계획('19~'23년), 제2차 기후변화대응기본계획('20~'40년), 기후변화 과학적 근거 제공('19)
- 국민 참여 방식 기후서비스포럼 운영으로 기후·기후변화 소통 주제 발굴 및 사회공론화 추진('19)
 - 신규 기후서비스 발굴(12건), 정책 발굴 및 제안(4건), 사회공론화 주제 발굴(12건)
 - 기후변화에 의한 국민 영향 국회포럼 개최(계절길이 변화 영향 등, '19.11)
- 「지구온난화 1.5℃」 특별보고서가 채택된 제48차 IPCC 총회 개최로 기후변화 협상에서 우리나라 역할 강화('18년)
- IPCC AR6 WG1 보고서 승인을 위한 전문가 검토, 관계부처와의 정보 공유를 통한 국내 활동 주도 및 핵심정보 대국민 확산('21년)
 - 「탄소중립기본법」 제정 이유 및 탄소중립 시나리오(안) 등에 보고서의 핵심 내용 반영

2. 중점전략 및 과제별 추진계획

□ (기반 강화) 기후변화 감시 체계 확대

- [1-1] 전 지구 기후감시 체계 구축
 - 기후변화 원인·결과·영향에 대한 종합 감시체제로 전환
 - 기후변화 원인·결과·영향 규명과 정량화
 - 기후변화 원인물질 감시기술 고도화

<표2-2> 제3차 기후업무발전계획 [1-1]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인·결과·영향에 대한 종합 감시체제로 전환 <ul style="list-style-type: none"> - 2020년도 종합 기후변화감시정보 서비스 세부시행계획 수립 - 서비스 정책 자문 및 아이디어 발굴을 위한 자문단 회의 개최 - WMO GAW 과학자문그룹 국내위원 회의 개최 - 기후변화감시 정보 확산을 위한 간행물 발간 - 주요 종합감시정보 DB와 온라인 서비스 체계 설계 - '20년도 종합 기후변화감시정보 (7종) 정식 서비스 및 '17~'19년도 서비스 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인·결과·영향에 대한 종합 감시체제로 전환 <ul style="list-style-type: none"> - 2021년도 종합 기후변화감시정보 서비스 세부시행계획 수립 - 기후변화감시정보 활용 경진대회 및 우수사례 웹 제공 - 기후변화감시 정보 확산을 위한 간행물 발간 - 기후변화감시 자료의 활용성 증대를 위한 준 실시간 제공 추진 - '21년도 종합 기후변화감시정보 6종 추가 제공 및 서비스 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 종합 감시체계 및 서비스 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 2022년도 종합 기후변화감시 정보 서비스 세부시행계획 수립 - 기후변화감시 정보 확산을 위한 2021년 지구대기감시보고서 발간 - 기후변화감시 자료의 실시간 제공 확대 - 총자외선지수 산출을 위한 자외선 관측자료 실시간 수집체계 개선
<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인·결과·영향 규명과 영향 정량화 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 원인·결과·영향 요소의 분석 및 상관관계 연구 - 과학적 온실가스 배출량 정보 지원을 위한 관측 기반 통합 모델링 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인·결과·영향 규명과 영향 정량화 <ul style="list-style-type: none"> - 과학적 온실가스 배출 원인 분석을 위한 통합 전지구 온실가스 정보시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인·결과·영향 규명과 영향 정량화 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 원인·결과·영향 요소의 분석 및 상관관계 연구 - 과학적 온실가스 배출 원인 분석을 위한 통합 전지구 온실가스 정보시스템 구축
<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인물질 감시기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 체계적 기후변화감시를 위한 품질관리기술 안정화 및 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인물질 감시기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 체계적 기후변화감시를 위한 품질관리기술 안정화 및 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인물질 감시 및 활용기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 에어로졸 원격관측(라이다, 운고계) 자료 활용기술 개발

<표2-2> 제3차 기후업무발전계획 [1-1]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
활용연구 강화	활용연구 강화	- 체계적 기후변화감시를 위한 품질관리기술 안정화 및 활용연구 강화
<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 입체관측·감시 및 분석 - 한반도 기후변화 입체 감시망 구축 - 온실가스 입체감시, 검증 및 분석연구 	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 입체관측·감시 및 분석 - 3차원 온실가스 입체감시 및 분석기술 고도화 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 입체관측·감시 및 분석 - 3차원 온실가스 입체감시 및 분석기술 고도화 연구
국립기상과학원 (기후연구과, 환경기상연구과) 협력	기후변화감시과, 국립기상과학원(미래기반연구부) 협력	기후변화감시과, 국립기상과학원(미래기반연구부) 협력

○ [1-2] 위성기반 기후변화 감시 및 활용기술 개발

- 기후분야에서 활용할 수 있는 고품질 위성자료 산출 체계 구축
- 위성자료의 기후 활용을 위한 품질개선 및 서비스 확대

<표2-3> 제3차 기후업무발전계획 [1-2]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> 위성기반 기상기후 감시능력 강화 - 천리안위성 1호 핵심기후변수 생산을 위한 재처리 로드맵 수립(5월) 및 재처리 - WGClimat e 핵심기후변수 인벤토리 추가(INS, OLR, SST) 등재 - 한반도 전역의 가뭄·폭염 감시 강화를 위해 천리안위성 2A호를 이용한 증발산량 산출기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 위성기반 기상기후 감시능력 강화 - 천리안위성 핵심기후변수 재생산 및 국제기구(WGClimate) 인벤토리 갱신 - 기계학습을 이용한 천리안위성 2A호 기반 토양수분 산출기술 개발 - 천리안위성 1·2A호를 연계한 지면알베도 산출기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 위성기반 기상기후 감시능력 강화 - 천리안위성 1호, 2A호 연계 핵심기후변수 생산 및 국제핵심기후변수 저장소(WGClimate Inventory) 추가 등재 - 한반도 기후변화감시를 위한 일사량 기후자원지도 작성
<ul style="list-style-type: none"> 위성기반 기후감시자료의 기후분야 활용 역량 강화 - 위성 수문기상요소와 가뭄지수 간 상관성 분석을 통해 한반도 가뭄 상황 분석 가이드스 제공 - 한반도 장기예보 지원을 위한 위성기반 적설해빙 감시기술 개발 - 위성기반 북극해빙면적 실황 및 전망을 포함한 북극해빙분석보고서 발간 및 북극해빙감시시스템 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 위성기반 기후감시자료의 기후분야 활용 역량 강화 - 위성기반 토양수분 관측자료의 품질 감시 및 제공 서비스 체계 계획 수립 - 기후변화 감시 능력 강화를 위한 위성기반 빙권감시체계 시험운영 및 현업화 - 장기간 한반도 토양수분 변화 경향 파악을 위한 천리안위성 1·2A호 토양수분 산출물 기반 편차장 산출 	<ul style="list-style-type: none"> 위성기반 기후감시자료의 기후분야 활용 역량 강화 - 위성기반 가뭄감시시스템 수문기상요소 실시간 생산체계 구축 - 급성가뭄 감시지원을 위한 수문기상요소 콘텐츠 추가 등재 - 위성기반 빙권감시시스템의 사용자 의사결정 지원을 위한 맞춤형 콘텐츠 발굴 및 사용자 의견수렴

□ (핵심기술) 미래 기후환경 예측 역량 강화

○ [2-1] 지구시스템모델 및 기후변화 시나리오 개발

- IPCC, AR6 대비 지구시스템모델 운영체계 구축 및 개선
- 전 지구 및 동아시아 기후변화 시나리오 생산

<표2-4> 제3차 기후업무발전계획 [2-1]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> • 신규 온실가스 경로를 이용한 동아시아 기후변화 시나리오 산출 - IPCC 신규 온실가스 경로 기반 동아시아 고해상도(25km) 시나리오 생산(12월) - 신규 시나리오 활용, 「한반도 기후변화 전망보고서」 발간 	<ul style="list-style-type: none"> • 신규 기후변화 시나리오 기반의 동아시아 지역기후변화 시나리오 확대 생산 - 고해상도(25km) 동아시아 지역기후변화 시나리오 (SSP2-4.5, SSP3-7.0) 산출 - 한반도 기후변화전망 보고서 개정판 발간 	<ul style="list-style-type: none"> • SSP 기반 상세 시나리오 분석 및 기후변화 과학정보 산출 강화 - SSP 4종 및 분석변수 확대에 따른 남한상세(1km) 기후변화전망 보고서 개정판 발간
<ul style="list-style-type: none"> • 국가 정책지원 및 사회 이슈 대응을 위한 신규 기후변화 정보 생산 - 신규 시나리오 기반의 온실가스 및 에어로졸 배출량 변화에 따른 동아시아 대기순환의 미래 변화 정보 개발 - 新기후체제 대응을 위한 온실가스 감축 시, 미래기후의 변화경향(기후비가역성) 분석 정보 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 정보 확대 산출과 극한기후의 미래전망 분석 - 지구온난화 제한목표(1.5/2.0도)에 따른 극한기온 분석 - 인위적/자연적 강제력에 의한 동아시아 기후변화 평가와 원인별 영향 탐지 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소중립 대응 기후실험체계기반 구축과 온실가스 감축경로에 따른 기후분석 수행 - 국제표준 기후실험(CDRMIP) 기반의 다양한 온실가스 농도 감축 실험 수행과 전지구 및 동아시아 기후 비가역성 진단 - 온실가스 배출량 입력자료 적용을 위한 지구시스템모델 구동체계 개선
기후연구과	미래기반연구부	기후변화예측연구팀

○ [2-2] 기상자원 분석 및 예측기술 고도화

- 과학적 신재생에너지 기상자원 분석·예측 정보 산출 및 활용을 통한 신재생 에너지 정책 지원 및 사업 육성
- 신기후체제 및 기후변화 적응을 통해 “2030 탄소제로섬 제주”를 기후변화대응 성공모델로 실현

<표2-5> 제3차 기후업무발전계획 [2-2]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> 기상자원 관측 및 분석정보 산출기술 개발 - 풍력·태양광 기상자원 관측사이트 운영(제주봉개, 제주행원) - 고해상도(100m) 풍력·태양광 기상자원지도 확대생산 및 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 기상자원 관측 및 분석정보 산출기술 개발 - 고해상도 규모상세화 수치자료 산출체계(KMAPP)기반 최신 기상자원지도 생산 	<ul style="list-style-type: none"> 기상자원 관측 및 분석정보 산출기술 개발 - 위성자료 등 관측자료 활용한 고해상도 기후자원지도 고도화 기술 개발 및 기후자원지도 업데이트 추진
<ul style="list-style-type: none"> 기상자원 예측정보 산출기술 개발 및 개선 - 풍력·태양광 기상자원 분석·예측 정보의 규모상세화 기술 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 기상자원 예측정보 산출기술 개발 및 개선 - 풍력·태양광 기상자원 분석·예측 정보의 규모상세화 기술 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 기후자원 전망정보 산출기술 개발 및 개선 - 신규 기후변화 시나리오(AR6 SSP) 활용한 미래 기후자원 전망 정보 산출 기반 기술 개발
응용기상연구과	미래기반연구부	미래기반연구부

○ [2-3] 생명기상 기후영향평가 모델 개발

- 꽃가루 알레르기 건강예측 및 평가기술 개발
- 생명기후분석 시스템을 이용한 폭염의 건강영향 평가기술 개발

<표2-6> 제3차 기후업무발전계획 [2-3]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> 꽃가루 알레르기 건강영향 연구 - 전국 알레르기 유발 꽃가루 관측망 운영 - 알레르기 유발 꽃가루 준 실시간 실측(관측)정보 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 꽃가루 알레르기 건강영향 연구 - 전국 알레르기 유발 꽃가루 관측망 운영 - 알레르기 유발 꽃가루 준 실시간 실측(관측)정보 제공 - 꽃가루 자동관측 원천기술 조사 및 자동관측기 시범 도입 	<ul style="list-style-type: none"> 꽃가루 알레르기 건강영향 연구 - 전국 알레르기 유발 꽃가루 관측망 운영 - 알레르기 유발 꽃가루 준 실시간 실측(관측)정보 제공 - 장기 관측자료를 이용한 봄철 꽃가루 전망 기술 개발 - 꽃가루 자동관측기 시범 도입·운영 및 관측자료의 품질 분석
<ul style="list-style-type: none"> 폭염·한파 건강영향분석 연구 - 더위체감지수(WBGT) 알고리즘을 이용한 폭염특보 개선 지원 - 보건영향 모델 개발을 통한 한파-건강영향예보 기준온도 설정 	<ul style="list-style-type: none"> 폭염·한파 건강영향분석 연구 - 영향예보 평가를 위한 정확도 검증방법론 개발 및 적용 - 한국인 인지온도 기반 체감 폭염 영향예보 개선안 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 폭염·한파의 건강영향분석 연구 - 체감온도 기반 폭염특보 개선을 위한 지면온도 활용성 등 분석 - 인체기후실 실험을 통한 한국인의 체감 한파 보건영향 분석
응용기상연구과	재해기상연구부	재해기상연구부

□ (정책결정) 기후정보 활용·촉진 및 의사결정 지원서비스 확대

○ [3-1] 시나리오 기반 기후변화 대응 의사결정 지원 강화

- IPCC AR6 기반 기후변화 적응대책 수립 지원을 위한 상세 기후전망 정보 생산
- 지역별 기후변화 적응대책 수립 지원 및 기후정보 활용 확산

<표2-7> 제3차 기후업무발전계획 [3-1]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> • IPCC AR6 기반 한반도 상세 기후전망 정보 생산 - SSP 시나리오 기반, 지역기후모델 자료를 이용한 고해상도 전망자료 산출 	<ul style="list-style-type: none"> • IPCC AR6 기반 남한상세 기후전망 정보 제공 - 새로운 국제표준 SSP 시나리오 기반의 지역기후모델 자료를 이용한 남한상세(1km 해상도) 미래 전망정보 대국민 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • IPCC AR6 기반 행정구역별 미래 전망정보 생산·제공 - 남한상세 시나리오(2종: SSP1-2.6, 5-8.5) 기반 2001~2100년 행정구역별 전망정보 산출 및 웹 서비스 - 「행정구역별 기후변화 전망분석서」 제작 및 발간 - 남한상세(1km 해상도) 중간경로 시나리오(SSP2-4.5, 3-7.0) 및 새로운 고해상도 산출변수 (상대습도, 풍속, 일사량) 제공
<ul style="list-style-type: none"> • 지역별 기후변화 적응대책 수립 지원 및 기후정보 활용 확산 - 기후변화 관련 정책 지원을 위한 시나리오 생산 및 활용기반 강화 - 국가 기후변화 표준 시나리오 인증제도 운영 - 지자체 기후변화 적응대책 지원을 위한 기후변화과학 역량강화교육 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 지역별 기후변화 적응대책 수립 지원 및 기후정보 활용 확산 - 기후변화 상세 분석정보 생산 및 활용 콘텐츠 제작으로 분야별, 지자체별 기후변화 대응대책 수립 기반 마련 - 기후변화 과학정보 활용확산 및 부문별 정책 입안자와의 소통 강화 - 국가 기후변화 표준 시나리오 인증제도 운영 	
		<ul style="list-style-type: none"> • 탄소중립을 위한 정책활용 콘텐츠 개발 및 서비스 개선 - 사용자 편의성·접근성을 고려한 기후정보포털 메뉴 재구성, UI 개선, 시각화 기획 및 구현 - 생활체감도 높은 부문별 기후변화 영향정보 개발 및 제공 - 기후변화 과학정보 활용확산 및 부문별 관계부처 소통 강화 - 국가 기후변화 표준 시나리오 인증제도 운영

<표2-7> 제3차 기후업무발전계획 [3-1]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
기후변화감시과	기후변화감시과	기후변화감시과

○ [3-2] 이상기후 대응 장기예보 품질 향상

- 선진 계절예측시스템 구축·개선을 통한 장기예보 정확도 향상
- 장기예보 생산·제공 체계 개선 등을 통한 장기예보 역량 강화 및 수요자 친화형 장기예보 서비스 확대를 통한 활용도 증진

<표2-8> 제3차 기후업무발전계획 [3-2]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> • 선진 계절예측시스템 개선 및 검증 - 장기예보 생산 지원을 위한 기후예측시스템 예측성능 개선 - 태풍 3개월전망 기술 개선 - 역학기반의 황사계절예측시스템 운영 및 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진 계절예측시스템 개선 및 검증 - 기후예측 정보 품질 향상을 위한 기후예측모델 최신 버전 도입 - 태풍 3개월전망 기술 개선 - 기후예측시스템(GloSea6) 기반의 황사 계절예측 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진 계절예측시스템 개선 및 검증 - GloSea6 현업운영 및 앙상블 확대 생산을 통한 기후예측 정확도 개선 - 폭염 등 장기예보 대응을 위한 기후예측시스템 초기 정확도 확보 기술개발 - 남해 저염분수 대응 기후예측시스템(GloSea6) 하천 유출 위치 개선 현업화 - 한반도상세 및 연안 예측성 확보를 위한 기후예측시스템 고해상도 앙상블 생산 체계 구축 - 태풍 3개월전망 생산 및 검증 - 기후예측시스템 기반의 동아시아 에어로졸 예측향상 연구
<ul style="list-style-type: none"> • 전지구 해양순환 예측시스템 개발 - 해양초기장 개선을 위한 차기버전 전지구 해양자료동화시스템 도입 	<ul style="list-style-type: none"> • 전지구 해양순환 예측시스템 개발 - 해양초기장 개선을 위한 신규버전 전지구 해양자료동화시스템 도입 	
<ul style="list-style-type: none"> • 장기예보 생산·서비스 체계 역량 강화 - 장기예보 신뢰도 향상을 위한 역량 강화 - 기후예측정보 활용도 제고를 위한 수요자 중심 	<ul style="list-style-type: none"> • 장기예보 생산·서비스 체계 역량 강화 - 장기예보 정확도 향상을 위한 예보 역량 강화 - 기후예측정보 활용도 제고를 위한 수요자 중심 	<ul style="list-style-type: none"> • 장기예보 생산·서비스 체계 역량 강화 - 장기예보 신뢰도 향상을 위한 예보역량 강화 - 기후예측정보 활용도 제고를 위한 수요자 중심

<표2-8> 제3차 기후업무발전계획 [3-2]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
서비스 강화	서비스 강화 - 기후예측기술 선도를 위한 WMO 장기예보 선도센터 개선·운영	서비스 강화 - 기후예측기술 선도를 위한 WMO 장기예보 선도센터 개선·운영
<ul style="list-style-type: none"> • 수요자 친화형 장기예보 서비스 확대 - 이상기후 지역 상세전망 정보 제공 등을 위한 분석·예측기술 개발 - 이상기후 정보의 콘텐츠 발굴 및 서비스 개선을 통한 활용 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 수요자 친화형 장기예보 서비스 확대 - 이상기후전망 전망기간 확대를 위한 분석·예측기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 수요자 친화형 장기예보 서비스 확대 - 최고·최저기온 및 이상기후전망 연계 기술 개발 - 장기예보 활용 우수사례 발굴을 통한 에너지분야(전력거래소) 대상 활용지원 및 소통 강화
	<ul style="list-style-type: none"> • 국가적 기후 R&D 역량 결집을 위한 기술개발 협업 체계 구축 - 연구성과의 신속한 현업화를 위한 관·학·연·산 협력체계 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 국가적 기후 R&D 역량 결집을 위한 기술개발 협업 체계 구축 - 저해상도 표준 모델 및 자료 배포 플랫폼 개발, 공동개발 현업화 서버 운영
수문기상팀, 국가태풍센터, 국립기상과학원(지구시스템연구과, 환경기상연구과) 협력	기후변화감시과, 국가태풍센터, 국립기상과학원(현업운영개발부) 협력	기후변화감시과, 국가태풍센터, 국립기상과학원(현업운영개발부) 협력

○ [3-3] 수문기상기후예측 정보 생산 및 지원 서비스

- 수문기상 재해(홍수·가뭄 등) 대응 역량 지원 강화를 위한 수문기상·기후 정보서비스 확대 제공
- 수문기상·기후 업무 기반 및 지원체계 강화를 통해 국내 물관리 및 방재분야에서의 기상청 역할 제고

<표2-9> 제3차 기후업무발전계획 [3-3]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상 재해 대응 수문기상·기후 정보서비스 확대 - 수문기상 재해 대응을 위한 서비스 개선 - 통합물관리 활용 증진을 위한 수문기상정보 생산 체계 개선 - 기상가뭄 예측기술 향상 및 서비스 기반 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상 재해 대응 수문기상·기후 정보서비스 확대 - 수문기상 재해 대응을 위한 실효적 정보 생산·제공 - 수문기상정보의 이해 확산과 활용 증진 추진 - 기상가뭄 전망정보의 생산체계 개선 - 국민이 공감할 수 있는 기상가뭄정보 서비스 체계 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상 재해 대응 수문기상·기후 정보서비스 확대 - 수문기상·가뭄업무 효율성 증진을 위한 생산 체계 효율화 - 물관리 의사결정 지원을 위한 수문기상·가뭄정보 확대
<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상·기후 업무 기반 마련 및 지원체계 강화 - 수문기상정보를 활용하는 수요기관 중심의 서비스 강화 - 가뭄 관계부처·기관과의 소통 정례화 및 협업 체계 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상·기후 업무 기반 마련 및 지원체계 강화 - 실효적 소통으로 기상-홍수예보의 유기적 연계 강화 - 범국가적 가뭄 대응을 위한 협업 체계 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 수문기상·기후 업무 기반 마련 및 지원체계 강화 - 홍수·가뭄 대응 지원을 위한 협업기관 확대와 협의체 운영 - 청내 수문기상 교류강화를 통한 협업 행정 활성화
수문기상팀	수문기상팀	수문기상팀

□ (공조확대) 국내외 기후정책 협력 및 대응 인프라 강화

○ [4-1] 기후변화 대응 협업 확대 및 인프라 강화

- 기후정보 지원 확대를 위한 기후업무 신규 발굴과 조직 역량 강화
- 기후분야 연구개발 역량 강화를 통한 선진국 수준의 기술경쟁력 확보

<표2-10> 제3차 기후업무발전계획 [4-1]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> • 기후정보 지원 확대를 위한 업무 발굴과 조직 역량 강화 - 분야별 전문가 그룹, 관계부처 소통을 통한 신규기후업무 발굴 - 기후 관측 및 예측 정보 생산·환류 체계 마련 - 국민 중심, 현안 대응 체제로의 전환을 위한 기후과학국 기능 개편 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후정보 지원 확대를 위한 기후업무 발굴 및 조직 역량 강화 - 기후변화와 그에 따른 사회적 영향 공론화를 통해 기후위기 인식 내재화 - 기후관측의 확장파 예측정보의 평가·환류를 통해 업무 역량 강화 - 신규 및 역점 업무 추진 근거 마련을 위해 제도화 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후정보 지원 확대를 위한 기후업무 발굴 및 조직 역량 강화 - 기후변화 이슈에 대한 사회적 영향 공론화를 통해 기후위기 인식 내재화 및 정책지원 강화 - 신규 및 역점 업무 추진 근거 마련을 위해 제도화 추진 - 관계부처 협업을 통한 기후정보 지원 확대

<표2-10> 제3차 기후업무발전계획 [4-1]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
및 조기 안정화 - 관계부처 협업 확대를 통한 기후정보 지원 확대	- 관계부처 협업을 통한 기후정보 지원 확대	
<ul style="list-style-type: none"> 기후분야 연구개발 역량 강화를 통한 선진국 수준의 기술경쟁력 확보 기후예측 기술 향상을 위한 물리적 기반 확장 기후분야 R&D 업무의 효율적 성과관리를 통해 중복성 사전 예방 및 기후업무 핵심 기반 강화 APCC 국내외 기후이슈 및 현안에 대응하는 연구개발 및 지원강화 	<ul style="list-style-type: none"> 기후분야 연구개발 역량 강화를 통한 기술경쟁력 확보 기후예측 기술 향상을 위한 연구 및 물리적 기반 확대 기후분야 R&D 업무 운영 체계화 및 기획·조정 등 운영 성과관리 APCC 기후예측 실무 지원을 위한 기술 및 업무 체계 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 기후분야 연구개발 역량 강화를 통한 기술경쟁력 확보 기후분야 R&D 업무 운영 체계화 및 기획·조정 등 운영 성과관리 (APCC) 국가 기후예측 실무 기술 개발 및 기여 확대
국립기상과학원(미래전략연구팀) 협력	기후변화감시과, 국립기상과학원(연구기획재정과) 협력	기후변화감시과, 국립기상과학원(연구기획재정과) 협력

○ [4-2] 기후분야 국제협력 활성화 및 역할 확대

- 기후협상을 비롯한 전 지구적 기후변화 대응노력에서의 대한민국 입지 강화를 위한 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC), 전지구기후서비스체제(GFCS), 유엔기후변화협약(UNFCCC) 등 국제기구(활동)와의 적극 협력
- APCC 기후예측정보 개선을 통한 아시아·태평양지역 국가 기후 리더십 강화

<표2-11> 제3차 기후업무발전계획 [4-2]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> 과학 기반의 기후변화 대응 논의 및 국제기구와의 협력 강화 기상청 중심의 범부처 IPCC 대응 강화 기후변화 국제협상 주도적 참여 및 기후서비스 취약국 지원 강화 	<ul style="list-style-type: none"> IPCC 주관부처 역할 및 국제기구 활동 참여 강화 우리나라의 IPCC 대응참여 강화를 위한 국내 협업 및 연계 기후변화 국제사회에서 우리나라의 중추적인 역할 수행 	<ul style="list-style-type: none"> IPCC 주관부처 역할 및 국제기구 활동 참여 강화 우리나라의 IPCC 대응참여 강화를 위한 국내 협업 및 연계 기후변화 국제사회에서 우리나라의 중추적인 역할 수행
<ul style="list-style-type: none"> 아태지역 국제협력 확대를 통한 기후리더십 강화 다중모델 기반 기후예측 기술개발 및 기후정보서비스 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 아태지역 국제협력 확대를 통한 기후리더십 강화 다중모델 기반 기후예측 기술 개발 및 기후정보서비스 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 아태지역 국제협력 확대를 통한 기후리더십 강화 아태지역 대상 기후예측서비스 경쟁력 강화를 위한 콘텐츠/시스템 개선

<표2-11> 제3차 기후업무발전계획 [4-2]과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> - 플랫폼 기반 기후서비스를 통한 아태지역 부가가치 창출 • 기후변화감시 기술의 국제협력 증진 - 육불화황 세계표준센터 운영 체계 확립 및 기술 보급 확대 - 국제 네트워크 강화 및 실질적 국제협력 증대 - 북한지역 기후변화 감시·예측 정보 생산 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후예측 선진기술 도입 및 교류 확대를 위한 국제협력 추진 • 기후변화감시 기술의 국제협력 증진 - 기후변화감시 기술 향상을 위한 국제협력 - 북한지역 기후 특성 감시·예측 정보 생산 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후예측 선진기술 도입 및 교류 확대를 위한 국제협력 추진 • 기후변화감시 기술의 국제협력 증진 - 기후변화감시 기술 향상을 위한 국제협력 - 북한지역 기후 특성 감시·예측 정보 생산
기후예측과, 기후변화 감시과, 국립기상 과학원(미래전략연구팀) 협력	기후예측과, 국립기상과학원(연구기획재정과, 미래기반연구부) 협력	기후예측과, 국립기상과학원(연구기획재정과, 미래기반연구부) 협력

○ [4-3] 기후분야 역량 강화 및 기후변화 이해 확산

- 대내외 기후분야 전문가를 육성하고 지역별, 대상별 기후변화 과학정보의 이해확산을 강화하여 기후변화 대응 문화 조성

<표2-12> 제3차 기후업무발전계획 [4-3] 과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
		<ul style="list-style-type: none"> • 학교 탄소중립 실현을 위한 기후 변화과학 전문가 육성 및 저변확대 - 청내외 강사육성을 통한 학교 기후과학교육 강의 지원 확대 운영 - 기상·기후 지식 보급 및 확산을 위한 대상 맞춤형 교육 프로그램 찾아가는 날씨체험캠프 운영
		<ul style="list-style-type: none"> • 학교 탄소중립 실현을 위한 기후변화과학 교육 지원 강화 - 기후변화 학교 교육지원을 위한 교재 및 프로그램 개발 추진 - 탄소중립학교 교육 지원을 콘텐츠 기획 및 제작

<표2-12> 제3차 기후업무발전계획 [4-3] 과제 2020~2022년 추진계획

2020년	2021년	2022년
<ul style="list-style-type: none"> • 대상별 맞춤형 기후변화 과학 정보 이해확산 프로그램 강화 - 기후변화 유관기관과 협업을 통한 기후변화과학 캠페인 확대 - 대상별 기후변화과학 표준교재 제작 - 찾아가는 날씨 체험캠프 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 대상별 맞춤형 기후변화 과학정보 이해확산 프로그램 강화 - 기후변화과학 캠페인 정착을 위한 이해확산 추진체계 강화 	
<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 인식 확산 및 정보 활용 확대를 위한 홍보 강화 - 기후변화를 쉽게 체감할 수 있는 분야별 영향에 관한 영상 제작 - 전 청 차원의 기후변화과학 공동 프로그램 기획·추진 - 어려운 기후변화과학을 쉽게 이해할 수 있는 온라인 콘텐츠 제작 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 인식확산 및 정보활용 확대를 위한 홍보 강화 - 유관기관 협업을 통한 기후변화과학 카드뉴스 시리즈 제작·배포 - 기후변화 과학정보 대중화를 위한 Q&A 콘텐츠 제작 - 코로나와 같은 사회환경 변화에 따른 비대면 기후변화과학 교육·홍보 콘텐츠 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화과학 콘텐츠 접근성 개선 및 정보활용 확대를 위한 홍보 강화 - 기후변화 과학정보 접근성 향상을 위한 웹페이지 개선 - 기후변화 과학정보의 홍보 확산을 위한 온라인 소통매체 강화
<ul style="list-style-type: none"> • 기후·기후변화 분야 전문가 육성 - 기후변화과학 강사육성과정 개설·운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후·기후변화 분야 전문가 육성 - 기후변화과학 강사육성과정 운영체계 개선 및 확대 운영 - 기후변화과학 교육을 강화한 찾아가는 날씨 체험캠프 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화과학 캠페인 활성화 및 기후 콘텐츠 제작·확산 강화 - 탄소중립·기후위기 인식 향상을 위한 국민참여프로그램 강화 운영 - 대국민 이해도 향상을 위한 기후변화과학 시각 콘텐츠 제작
기상기후인재개발원(인재개발과) 협력	기상기후인재개발원(인재개발과) 협력	기상기후인재개발원(인재개발과) 협력

3. 과제 진단

- 제3차 기후업무발전계획의 과제의 중요도를 해당 부서에 조사하였고, 차기 발전계획으로서의 포함 여부를 진단함

<표2-13> 제3차 기후업무발전계획 과제별 중요도

과제	중요도	진단
1-1 전 지구 기후감시 체계 구축		
기후변화 원인·결과·영향에 대한 종합 감시체제로 전환	4.75	●
기후변화 원인·결과·영향 규명과 정량화	4.50	◎
기후변화 원인물질 감시기술 고도화	4.13	◎
온실가스 입체관측·감시 및 분석	4.75	●
1-2 위성 기반 기후변화 감시 및 활용 기술 개발		
위성기반 기상·기후 감시능력 강화	5.00	●
위성기반 기후감시자료의 기후분야 활용 역량 강화	5.00	●
2-1 지구시스템모델 및 기후변화 시나리오 개발		
IPCC AR6 대응 지구시스템모델 운영체계 구축 및 개선	4.00	◎
전지구 및 동아시아 기후변화 시나리오 생산	4.14	◎
2-2 기상자원 분석 및 예측기술 고도화		
기상자원 관측 및 분석정보 산출기술 개발 및 개선	4.00	◎
기상자원 예측정보 산출기술 개발 및 개선	4.00	◎
기상자원 전망정보 산출기술 개발 및 개선	4.00	◎
2-3 생명기상 기후영향평가 모델 개발		
꽃가루 알레르기 건강영향 평가 및 전망	3.00	○
건물·식생을 고려한 폭염·한파 건강영향 분석	3.00	○
3-1 시나리오 기반 기후변화 대응 의사결정 지원 강화		
IPCC AR6 기반 한반도 상세 기후전망 정보 생산	4.67	●
지역별 기후변화 적응대책 수립 지원 및 기후정보 활용 확산	4.67	●
3-2 이상기후 대응 장기예보 품질 향상		
선진 계절예측시스템 개선 및 검증	4.50	◎
전지구 해양순환 예측시스템 개발	4.00	◎
장기예보 생산·서비스 체계 역량 강화	4.50	◎
3-3 수문기상기후예측정보생산 및 지원 서비스		

<표2-13> 제3차 기후업무발전계획 과제별 중요도

과제	중요도	진단
수문기상 재해 대응 수문 기상·기후 정보서비스 확대	4.17	◎
수문기상·기후 업무 기반 마련 및 지원체계 강화	4.50	◎
4-1 기후변화 대응 협업 확대 및 인프라 강화		
기후정보 지원 확대를 위한 기후업무 신규 발굴과 조직 역량 강화	5.00	●
기후분야 연구개발 역량 강화를 통한 선진국 수준의 기술경쟁력 확보	4.33	◎
4-2 기후분야 국제협력 활성화 및 역할 확대		
IPCC 주관부처 역할 확대 및 국제기구 활동 강화	4.57	●
아태지역 국제협력 확대를 통한 국가 기후 리더십 강화	4.00	◎
기후변화감시 기술의 국제협력 증진	4.25	◎
4-3 기후분야 역량 강화 및 기후변화 이해 확산		
대상별맞춤형 기후변화과학정보 이해확산 프로그램 강화	4.14	◎
기후변화 인식 확산 및 정보 활용 확대를 위한 홍보 강화	4.00	◎
기후·기후변화 분야 전문가 육성	4.00	◎

출처 : 제3차 기후업무발전계획 해당부서 인터뷰 결과

- [2-3] 생명기상 기후영향평가 모델 개발 과제를 제외한 대부분의 과제의 중요도가 높은 것으로 나타나 4차 발전계획에 3차 계획의 기초를 유지할 필요
- 또한, 3차 계획에는 해양기상과 관련된 과제가 도출되지 않아 4차에 반영이 필요하다는 지적

제3장

기후 및 기후변화 외부 환경 분석

1. 기후·기후변화 관련 메가트렌드
2. 국외 정책동향
3. 국내 정책 동향
4. 타부처 동향 분석
5. 이슈 및 시사점



제3장 기후 및 기후변화 외부 환경 분석

제1절 기후·기후변화 관련 메가트렌드

1. 사회적 측면

가. 사회 시스템 차원의 탄소 절감 노력 확대

- 사회 제도적 변화를 통해 '사회 시스템 자체'가 수요를 줄여나가는 방식으로 작동하도록 전환함으로써 2050년까지 탄소배출의 40~70% 감축 가능
 - 수요 측면의 감축에 대해서는 많은 전환 경로 및 시나리오에서 간과되어 왔지만, 많은 지역에서 COVID-19로 인한 봉쇄로 '대규모로 단기간에 행동 변화가 가능하다'는 것을 확인
 - 6차 IPCC 보고서는 2050년까지 수요 측면 전략이 기준 시나리오와 비교하여 '전 세계 온실가스 배출량을 40~70% 줄일 수 있다'고 결론

<표3-1> 사회 시스템 차원의 수요 감소 노력

구분	상세 내용
수요를 줄이는 사회문화적 요소	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원격근무의 시행, 원격회의 확대 ○ 걷기 등 스스로 움직여야하는 이동수단의 확대 ○ 오래 사용할 수 있는 제품의 생산 ○ 지속 가능한 소비로의 전환 ○ 에너지 소비 절감
기반시설의 변화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공공교통, 대중교통 활용 ○ 도시계획을 조밀하게 설계 ○ 공유교통 확대 ○ 저탄소 제품 활용 ○ 재활용 및 재사용 네트워크 구축 ○ 녹지 조성
기술의 변화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전기차 등 내연기관 축소 ○ 에너지 효율성을 높인 저탄소 재료 확대 ○ 분산형 에너지 도입

* 출처 : 제6차 IPCC 보고서

나. 기후변화에 따른 도시의 지속 가능성 고민

- IPCC는 6차 평가보고서(AR6)를 통해 2023년 ‘전지구적 이행점검(Global Stocktake)’의 과학적 근거를 제공하려는 노력을 함께하고 있으며 재해 저감, 지속가능발전 도시 등 주요한 국제 아젠다에 대한 연계를 고려
 - 전세계 국내총생산(GDP)의 약 60%를 기여하는 도시들은 동시에 전지구 탄소 배출의 약 70%, 에너지의 60~80%를 소모
 - 도시는 인구의 집중으로 인한 빈부격차 심화, 주거 불안정, 대기오염 심화 및 보건 악영향 등 많은 문제를 안고 있고, 도시의 취약한 인프라는 기후변화로 인한 자연재해에 많은 영향을 받게 됨
 - 이미 선진국을 중심으로 기후변화와 도시에 관한 관심이 확대되고 있고, ‘도시-기후변화’에 대한 과학 연구의 내용을 검토함과 동시에 과학-정책-시행 연계 정보의 체계화를 통한 도시기후행동의 확대촉진 등 많은 논의를 수행
 - 특히 도시는 도시화 자체에 의한 열섬효과(Heat island effect)로 비도시 대비 온난화 속도가 빠른 편

<표3-2> 기후변화에 따른 도시지역의 위험성

구분	상세 내용
보건분야	○ 어린이·노인·환자·빈곤층의 취약성 심화, 질병 및 사망률의 증가, 호흡기 및 온열 질환 악화
급수분야	○ 빗물 유출, 해수면 상승, 지표수와 지하수의 변화, 제한된 수자원에 대한 수요 및 경쟁 증가
교통분야	○ 수송 방해로 인한 경제 전반의 영향
에너지분야	○ 저소득 국가의 인프라 구축, 에너지 소비 증가, 화석연료 의존성 및 배출 증가
연안분야	○ 폭풍해일 및 침식, 해수 침입, 해수면 상승 위험 심화, 해양생태계 변화, 급수·건축·주거·운송 리스크 증가
생태분야	○ 생물 다양성 감소, 도시(핫스팟) 종 등의 취약성 증가

* 출처 : 녹색기술센터(2020), 2030 기후변화대응 분야 글로벌 메가트렌드

- 도시-기후의 세밀한 정보 생산을 위해 선진국을 중심으로 도시 규모의 기후변화 시나리오 산출에 관한 관심이 급증하는 추세

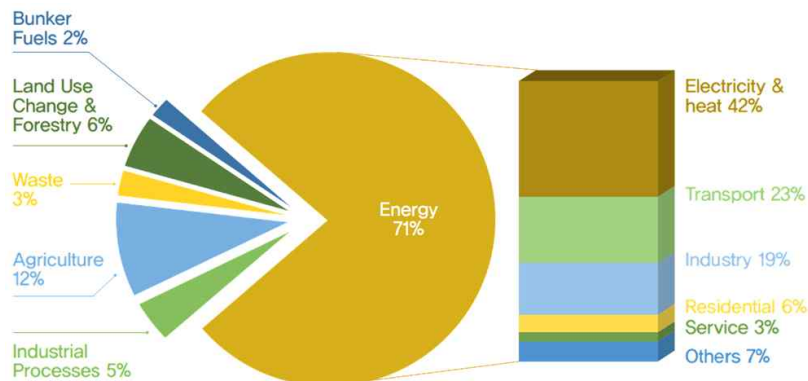
다. 녹색 소비·시민참여 기반 사회 운동 증가

- '지속 가능한 소비' 개념이 나타나면서 환경오염에 대한 소비자의 역할을 중요시하여 환경과 소비 관계에 대한 관심 증대
 - 2015년 파리 협정(The Paris Agreement) 등을 거치면서 인류는 이제 대량 생산을 멈추고 지속 가능한 발전 체제를 구축해야 환경을 보전 가능
 - 친환경 소비는 구매-사용-처분의 전 과정을 통하여 친환경적인 소비 행동을 하도록 하는 개념이며 더 나아가 친환경 사회로 나아가기 위한 사회운동
 - 다양한 국가에서 에너지 효율 등급 프로그램을 포함하여 다양한 정책을 추진하여 녹색 생활과 실천에 대한 노력

2. 기술적 측면

가. 재생에너지로의 전환

- 파리협정 이후 세계 각국은 1.5°C 목표 달성 및 2050년 탄소중립을 위해서는 에너지부문 온실가스 감축 및 이를 위한 에너지전환이 필수적임을 인식
 - IPCC 1.5°C 특별 보고서에 따르면, 2050년 탄소중립 목표는 전체 전력 생산 중 저배출에너지원인 재생에너지원이 2050년 70~85%를 차지할 때 실현이 가능
 - '15년 전체 온실가스 배출량의 3/4이 에너지부문 이산화탄소 배출량에서 기인하며, 1990년 대비 비중도 4%p 증가



* 출처 : WWF Korea(2020), 글로벌 기후위기 대응: 재생에너지 확대를 중심으로

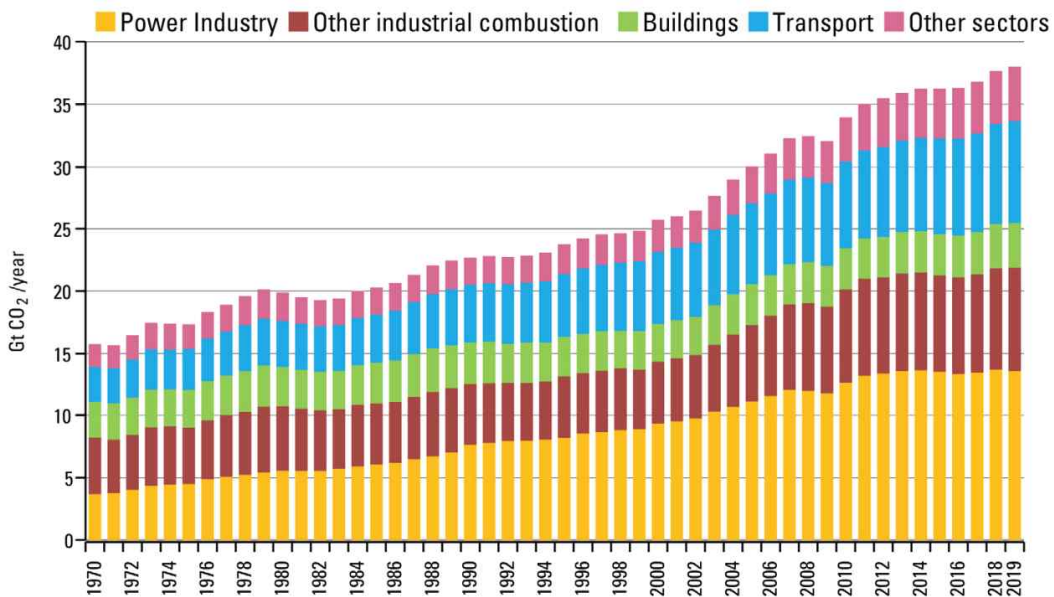
[그림3-1] 2016년 전 세계 인위적인 온실가스 배출 중 분야별 배출 비중

- '18년 기준 전력·열생산 부문 온실가스 배출량은 총 배출량의 40.7%로 가장 높은 비중을 차지했으며, 발전원 가운데 비중이 40%를 차지하는 석탄은 온실가스 배출 비중도 27.9%로 가장 높게 나타남
- 전 세계적으로 화석에너지 이용(에너지 부문)에서 발생하는 CO₂ 배출이 2020년까지도 지속적으로 증가하고 있어, 재생에너지로의 전환을 통한 이산화탄소 배출 감소 시급

<표3-3> 세계 주요 국가별 화석연료 CO₂ 배출 지표

국가	CO ₂ 배출량(백만톤)				2019 기준 비율(%)	1인당 CO ₂ (톤)
	1990	2000	2010	2019		
총계	22,683	25,700	33,971	38,017	100	-
중국	2,405	3,682	9,161	11,535	30.34	8.12
미국	5,065	5,917	5,568	5,107	13.43	15.52
EU·영국	4,409	4,121	3,921	3,304	8.69	-
인도	600	994	1,761	2,597	6.83	1.90
러시아	2,394	1,675	1,732	1,792	4.71	12.45
한국	271	484	598	652	1.71	12.70
기타	7,539	8,827	11,230	13,030	34.29	-

* 출처 : European Commission(2020), Fossil CO₂ Emissions of All World Countries 2020 Report



주) 에너지(화석연료) 부문의 이산화탄소 배출량에는 화석연료 소비, 석유·가스 생산과정에서의 소비(연소, 소각처리(flaring)), 산업공정(시멘트, 철강 및 화학제품, 요소(urea) 분야)의 배출량 포함

* 출처 : European Commission(2020), Fossil CO₂ Emissions of All World Countries 2020 Report

[그림3-2] 세계 에너지 부문별 CO₂ 배출변화 추이(1990~2019년)

- 세계 주요국은 재생에너지로의 전환을 위해 국가 차원의 목표를 수립하고, 실질적 이행을 위한 투자 확대와 필요한 제도적 장치 마련 중

<표3-4> 주요국 재생에너지 전환 정책 및 제도

국가	세부 내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바이든 새 정부는 2050년 탄소중립 및 2035년 발전부문 탄소중립 실현을 공약하고, 이행을 위한 핵심 에너지정책으로 청정에너지 보급·확대 제시 - 2035년 100% 청정에너지 전환을 목표로, 향후 5년간 태양광 패널 5억 개와 풍력 발전용 터빈 6만 개를 신규 설치하겠다는 공약 발표 - 미국 경제의 청정에너지 성장체제 전환을 위해 신재생에너지 보급·확대에 향후 4년간 2조 달러를 투입할 계획이며, 특히 '신재생에너지 및 온실가스 감축 기술 R&D'에 향후 10년간 4천억 달러 투입 예정
독일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재생에너지를 적극 도입하고 있으며, '00년에 제정한 재생에너지법의 효과로 재생 에너지 비중이 1990년 3.6%에서 '15년 약 30%까지 증가 - 노후석탄발전소 폐쇄, 전기자동차 보급확대 등 재생에너지 관련 정책을 지속적으로 추진 중
영국	<ul style="list-style-type: none"> ○ '08년 세계 최초로 기후변화법을 제정하여 1990년 대비 2050년까지 온실가스를 80% 감축한다는 장기 감축목표를 법제화하고, 탄소예산 도입과 청정에너지 기술 투자 등을 강화 - 기후변화법을 추진하기 위해 계획 및 에너지법('08)을 마련하였으며, '11년 최저 탄소가격제(CPF) 도입을 위해 금융법 제정 - 기후변화위원회의 권고에 따라 EU 회원국 수준의 2030년 온실가스 감축 목표치 보다 높은 목표 선언
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> ○ '15년 녹색성장을 위한 에너지전환법(La transition énergétique pour la croissance verte) 제정 - 에너지전환을 위한 재생에너지의 신속한 도입을 위해 소송기간 제한, 책임자 명확화 등 행정절차 및 규정 간소화 추진
일본	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1990년부터 지구온난화 관련 정책을 발표하고 있으며, '11년 후쿠시마 원전사고로 화력발전비율이 높아져 재생에너지 분야의 기술혁신을 강조 - COP21 이후 잠재적으로 온실가스 감축 잠재량이 큰 혁신기술을 선정하고 장기적 연구개발을 위해 에너지·환경 이노베이션 전략(NESTI 2050) 구축 - 재생에너지의 안정적인 전력 공급과 사업자의 사업기회 확대 등을 목적으로 '16년 전력소매시장 전면 자유화와 같은 시장개방 정책 수행
중국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재생에너지 개발 이용의 촉진 및 에너지 구조의 개선을 위해 '06년 재생가능에너지법을 제정하는 등 기후변화 대응 및 대기질 개선을 위한 재생에너지 도입에 투자 확대 - 중앙정부의 적극적인 정책 및 개선활동을 통해 중국은 세계에서 가장 큰 재생 에너지 시장이 되었으며, 자국시장을 바탕으로 재생에너지 관련 기업은 빠른 속도로 경쟁력 확보

* 출처 : WWF Korea(2020), 글로벌 기후위기 대응: 재생에너지 확대를 중심으로

나. ICT기술을 활용한 기후 대응 중요성 확대

□ 기후위기 대응 및 탄소중립 실현을 위한 수단으로 ICT 혁신 촉진과 활용 중요성 부각

○ 이산화탄소 및 온실가스 배출에 따른 기후변화 위기가 심각해지고 있어, 국제사회에서는 세계 각국의 공동 대응을 위한 협정과 이니셔티브가 확산

- '16년 4월부터 효력이 발생한 파리협정에 따라 전 세계 각국은 '30년까지 자국이 제시한 온실가스 감축 목표 달성을 추진

- UN이 '16~'30년을 이행 기간으로 설정한 지속가능발전목표(SDGs)에서는 지구 환경문제 중 기후변화, 에너지, 환경오염, 물, 생물 다양성 등의 분야에서 세부 목표를 해결하는 것을 국제사회의 주요 목표로 제시

○ ICT 기술은 온실가스 감축 및 지속가능한 발전을 가속하기 위한 혁신수단인 동시에 ICT 기술 자체의 에너지 효율성 제고가 필요한 중요한 과제로 부각

- EU 27개국 전체 전력 소비량 중 데이터센터 및 통신 네트워크의 비중은 매년 증가하고 있어, 관련 분야를 중심으로 ICT 장비·시스템·서비스의 에너지 소비와 탄소배출과 관련된 정책수단 마련 필요성 제기

※ '11~'20년 기간 동안 전체 전력 소비 중 ICT 관련 전력 소비는 7.7%에서 8.1%로 증가했으며, 이 중 데이터센터와 통신 네트워크는 각각 35%, 150% 늘어난 것으로 추산

- GeSI*에 따르면, ICT는 에너지 활용과 저장을 지능화함으로써 '30년까지 전 세계 온실가스 배출량의 20% 정도를 감소시키는 데 기여할 것으로 기대

* Global e-Sustainability Initiative(글로벌 e-지속가능성 이니셔티브)는 저탄소 경제와 ICT 관련 위기 관리에 대응하기 위한 산업계 혁신 추진 비영리기구

※ (건물) ICT 활용 스마트 공조시스템(HVAC)과 스마트 조명을 활용할 경우 24~32%의 비용 절감 효과 발생

※ (전력망) 지능형 전력망 기술을 적용할 경우 국내 총 에너지 절감량은 '25년경 10% 이상으로 예상

○ ICT 활용을 통한 그린화(Green by ICT)와 ICT 자체의 녹색화(Green of ICT)를 포괄하는 '그린 ICT' 중요성 확대

<표3-5> 그린 ICT 정책 개요

구분	상세 내용
ICT 활용	○ ICT 융합으로 에너지·자원의 효율적 이용을 극대화하여 지속가능한 친환경 사회 구현을 가속화하고 탄소배출량 절감 등 저탄소 산업생태계 구축
ICT 자체	○ ICT 제품·서비스 라이프 사이클 전반에 대한 친환경 솔루션 구축과 함께 ICT의 환경 효과 측정을 위한 계량적 지표 개발·응용 추진

* 출처 : IITP(2020), 주요국의 그린 ICT 정책

- ICT를 활용해 건물의 에너지 소비량을 직접 모니터링·관리함으로써 EU 내 건물에서 사용되는 에너지 소비를 최대 17%까지 절감 가능
- AI·빅데이터, 5G를 포함한 유무선 네트워크, IoT·센서, 로봇·드론 등 ICT 기술 고도화를 통해 그린 ICT의 활용 범위와 효과 확대

<표3-6> ICT 기술의 그린화 적용 분야 예시

ICT 기술	그린화 적용분야
5G	○ 디지털 트윈, 디지털 모빌리티, 실시간 에너지 관련 데이터 전송 등
AI·빅데이터 분석	○ 데이터센터 자동화 및 효율화, 전력거래 플랫폼, 발전소 연료효율 분석 및 향상, 재생에너지 출력 예측 등
IoT·스마트센서	○ 친환경 스마트빌딩, 에너지 인프라 통합, 스마트 하천 관리 시스템 등
로봇·드론	○ 오염물·독가스 배출 감지, 디지털 트윈 등

* 출처 : IITP(2020), 주요국의 그린 ICT 정책

- 세계 주요국은 최근 국가 단위에서의 그린 뉴딜을 발표하고 있으며, ICT를 그린 정책 실행을 위한 주요 레버리지 요소로 활용

<표3-7> 주요국 그린 ICT 정책 현황

국가	그린 ICT 전략 특징	정책/전략	프로그램	유형
한국	○ 탄소중립을 향한 경제·사회 패러다임 전환 차원에서 Data·Network·AI 혁신과의 연계성 확보	한국판 뉴딜	○ 그린 스마트 스쿨 ○ 디지털 트윈 ○ 사회간접자본 디지털화 ○ 스마트 그린 산업단지	ICT 활용
미국	○ 에너지부가 주축이 되어 AI·IoT 기반 에너지 R&D 활동 지속	그린뉴딜 청정 에너지 혁명	○ 발전 효율화 인공지능 IoT 기반 에너지 인프라 통합 ○ AI 기반 데이터센터	ICT 활용
EU	○ ICT 환경 효과 측정을 위한 표준 개발 노력과 스마트시티·교통 중심 ICT R&D 투자 부각	유럽 그린딜	○ ICT4Water Cluster ○ ICTFootprint.eu	ICT 활용 ICT 자체
일본	○ 경제산업성 주도로 전력 분야 ICT 활용 활발 ○ 최근 범부처로 신기술 기반 에너지 전환 관심 확산	혁신적 환경 이노베이션 전략	○ 신기술 활용 분산형 에너지 시스템 구축 ○ AI 기반 재생에너지 출력 예측	ICT 활용

* 출처 : IITP(2020), 주요국의 그린 ICT 정책

다. 소형모듈원전(SMR) 도입 논의 증가

- 기후에 따라 공급량이 달라지는 재생에너지와 달리 24시간 안정적으로 전력을 공급할 수 있다는 이유로, 소형모듈원전 도입 요구 증가
 - 화석연료 에너지를 대체하기 위해 신·재생에너지의 보급 확대만으로는 현재 에너지 수요를 충족시킬 수 없는 현실 반영
 - 대형 원전 대비 높은 안전성, 낮은 초기 투자비, 짧은 건설 기간 등의 장점을 가지고 있으며, 발전 과정에서 온실가스 배출량이 '0'이며, 이를 통해 수소 생산도 가능
 - 소형모듈원자로(SMR)는 1,000~1,600MW 수준의 전력을 생산하는 일반적인 원전보다 훨씬 작은 용량인 300MW 이하 발전을 위해 설계된 원전으로, 이렇게 표준화된 개별 설비의 규모는 작지만, 일반적으로 하나의 부지에 여러 개의 원자로가 설치되도록 계획
- 다만, 여전히 소형모듈원전이 완전한 탄소중립의 해결방안이 아니라는 점, 폐연료 처리에 대한 비용이나 방법에 대한 논의가 부족
 - 폐연료 처리에 소요되는 비용이나 시간을 고려할 시, 전력생산 비용이 낮다고 판단하기 어려움
 - 또한, 원전 개발 시, 증기발생기와 관련하여, 원자로 용기 내에 설치된 증기발생기는 안정성 및 경제성 문제를 일으킬 소지
 - 300MW 원자로 한 기가 90% 설비이용률로 가동된다고 가정한다면 매일 1억 6,000만~3억 9,000만 갤런의 물이 필요하여, 물 부족도 심각한 문제가 될 것으로 예상

3. 경제적 측면

가. 저탄소경제로의 전환 가속화

- 항공, 해운, 건설, 농업분야에 이르기까지 전 산업에 탈탄소화는 가속될 전망이며, 국가적 차원에서 산업 혁신에 대한 정책적 의사결정 지원이 매우 필요한 상황
 - 코로나 상황 속에서도 유럽의 전기차 판매는 급속한 성장을 보였고,美德슬라 돌풍과 배터리 업계의 성장 예측이 전 산업분야로 확산될 것
 - 탄소중립·저탄소경제로의 전환을 실현할 제도적 기반과 수단으로 ‘탄소 가격제*’ 대두
 - 탄소 가격제는 시장참여자들이 비용으로 인식함으로써 경쟁시장에서 누릴 것으로 기대되는 비용 최소화의 효율성을 탄소배출에서도 유도하는 정책으로, 시장 실패와 기후위기에 대처하는 가장 효과적인 정책
- * 탄소 가격제는 탄소세(Carbon Taxes), 배출권 거래제(ETS), 탄소크레딧, 내부 탄소 가격제(Internal Carbon Pricing) 등의 제도를 통해 기업과 개인이 탄소 배출을 감소하도록 유도하는 제도

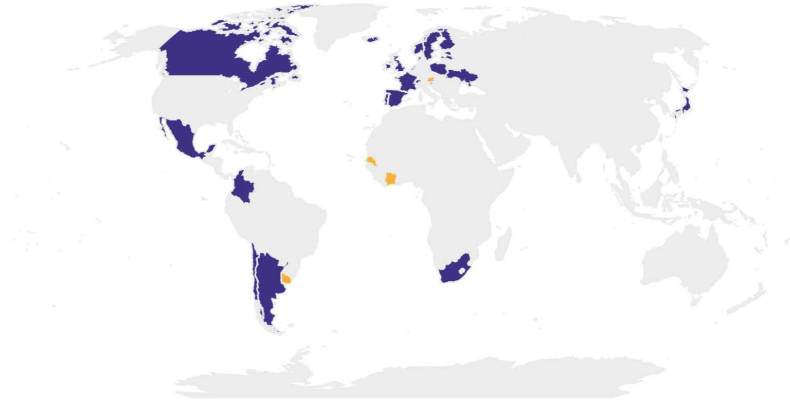
<표3-8> 탄소 가격제 5가지 유형

구분	상세 내용
탄소세(Carbon Tax)	○ 온실가스 배출에 대한 직접적인 가격 부과를 통해 청정에너지 사용 전환 인센티브 부여(가격 고정, 감축량 불확실성 존재)
배출권거래제(ETS)	○ 특정부문의 총 감축목표를 설정하고 규제대상이 되는 기업이 시장에서 거래를 통해 달성(감축량 고정, 가격 불확실성 존재)
탄소크레딧(Crediting)	○ 프로젝트 결과물로 발생한 배출량 감축 분을 제3자 검증을 거쳐 크레딧으로 인정받아 배출권이 필요한 기업에 판매
RBCF(Results-Based Climate Finance)	○ 사전에 설정된 감축목표를 달성(제3자 검증 필요)할 경우 자금 지원을 받는 구조로 RBCF를 통해 민간부문 탄소시장 활성화
내부 탄소가격제 (Internal carbon pricing)	○ 정부나 기업 등이 탄소사용에 자체 내부가격을 설정 및 반영하여 저탄소 기술에 투자를 촉진하고 미래의 기후 정책과 규제를 대비

* 출처 : KDB산업은행 미래전략연구소(2020), 탄소가격제 현황 및 최근 동향

- 탄소 가격제의 5가지 유형 중 ETS와 탄소세가 가장 일반적이나, 최근 민간 기업 중심으로 탄소크레딧(Crediting) 방식이 주목

- '21년 4월 기준, 국가단위로 탄소에 대하여 명시적으로 과세하는 탄소세를 운용하는 국가는 총 27개국으로, 유럽 19개국, 중남미 4개국, 아시아 2개국, 아프리카 1개국, 북미 1개국으로 구성

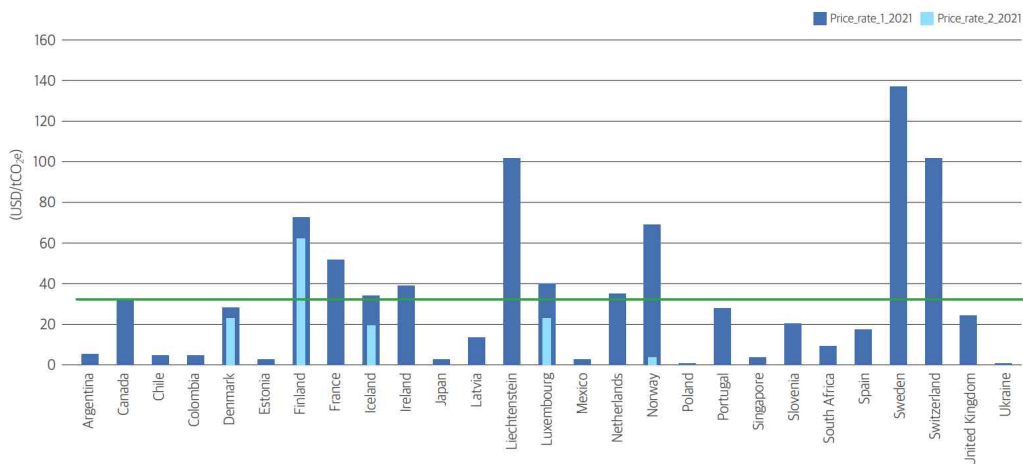


주) 남색은 국가단위의 탄소 가격제를 운용하고 있는 국가들, 노란색은 현재 탄소 가격제 도입을 고려하고 있는 국가

* 출처 : 에너지경제연구원(2021), 해외의 탄소세 운용 동향 및 탄소가격에서의 시사점

[그림3-3] 탄소세를 운용하는 국가 현황

- 27개국 전체 평균세율은 32.8USD/tCO₂e 수준으로, IMF에서 제안한 이산화탄소 톤당 75달러에 만족하는 국가는 스웨덴과 스위스, 리히텐슈타인 등 3개국에 불과
- ※ 유럽 선진국들의 경우 100USD/tCO₂e 내외의 높은 세율로 부과하고 있으나, 동유럽 국가들이나 비(非)유럽 국가들의 경우 대부분 이산화탄소 톤당 10달러에 미치지 못하는 수준으로, 국가별 세율 수준의 격차가 크게 나타남



주) 초록색 수평선은 27개국의 평균세율을 의미. Price_rate_1_2021은 2021년도의 기본 탄소 세율, Price_rate_2_2021은 2021년도의 기본 세율 이외의 세율을 각각 의미

* 출처 : 에너지경제연구원(2021), 해외의 탄소세 운용 동향 및 탄소가격에서의 시사점

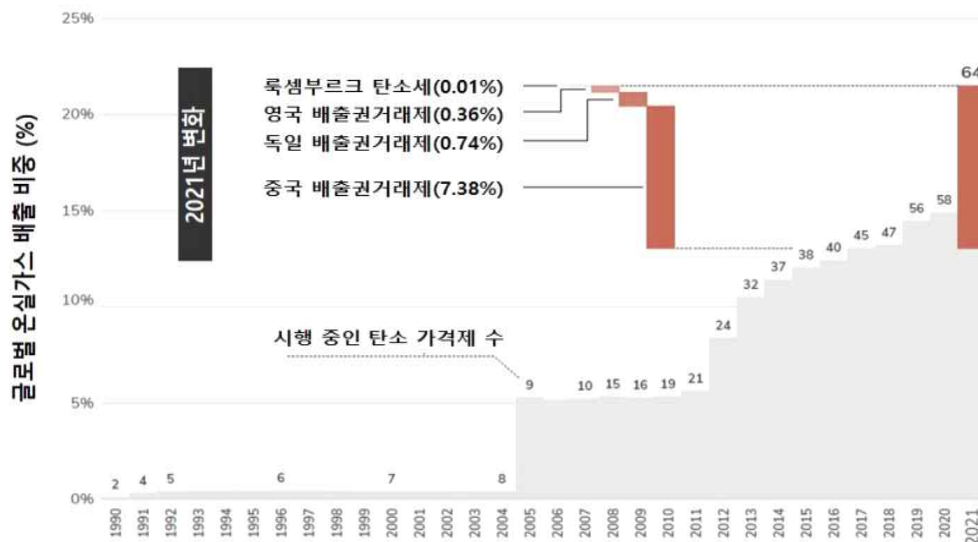
[그림3-4] 국가별 탄소가격 현황

<표3-9> 탄소세 도입 시, 2030년까지 국가별 추가감축 가능 예상(%)

국가	탄소세 25\$/t 부과 시 감축(%)	탄소세 50\$/t 부과 시 감축(%)	탄소세 75\$/t 부과 시 감축(%)	파리기후협약 목표치
호주	17	25	30	39
한국	14	22	27	37
캐나다	11	18	23	34
브라질	8	14	18	34
멕시코	9	15	20	33
사우디아라비아	5	9	12	28
프랑스	8	12	15	27
일본	11	18	23	23
아르헨티나	11	18	23	23
터키	14	22	28	21
인도네시아	13	20	25	21
이탈리아	8	13	17	20
미국	14	22	28	15
남아프리카공화국	25	37	44	11
독일	12	18	23	9
중국	25	37	44	9
영국	9	14	18	8

* 출처 : IBK경제연구소(2020), 탄소중립 실현을 위한 탄소세

- '21년 기준, 총 64개의 탄소 가격제('20년 58개)가 시행 중이며, 중국과 EU, 영국 등에서 탄소세와 배출권거래제가 새롭게 실시
- 이는 글로벌 온실가스 배출량의 21.7%에 해당하는 것으로, '19년도 15.1%에 비해 크게 증가한 수치



* 출처 : 과학기술&ICT 정책·기술 동향(2021), 국제기구, 글로벌 탄소 가격제 현황 및 트렌드

[그림3-5] 연도별 탄소 가격제 시행 현황

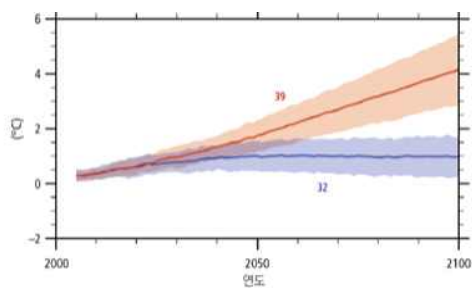
나. 기후 금융의 수익성 확대

- 지속가능 금융이 단순히 친환경적인 요소뿐만 아니라 투자자들과 이해관계자들에게 수익성 측면에서도 매력적으로 제시
 - 재생가능 에너지 관련 산업은 시장 평균보다도 더 많은 수익 창출 중
 - 코로나 회복을 위한 자금으로도 그린본드 발행은 늘어나고 있으며 투자자들에게는 확실한 수익을 제공하고 저탄소 경제로 전환을 위한 기업들에게 자금공급 수단으로 더욱 각광받을 것
- 다만, 기후 금융의 80% 이상은 국가 내에서 투자되고 있지만, 선진국과 개발도상국간의 기후금융 격차 역시 상당히 나타나고 있는 만큼, 개발도상국에 대한 투자와 금융지원은 더욱 확대될 필요
- 세계적인 에너지 시장의 전개 과정을 살펴보면, 에너지 프로슈머는 기술적 지원을 통해 도매시장 참여를 넘어 직접 또는 중개거래 사업자를 통한 소매시장 참여로 점차 확산 중이나, 산업과 시장의 변화가 선행되었기 때문에 가능
 - 이러한 추세는 가상발전소(Virtual Power Plant; VPP) 및 블록체인(Block-Chain) 기술 등의 발전으로 뒷받침되는 중
 - 우리나라의 경우에는 에너지 산업에서 도매전력시장의 경직성, 소매전력시장의 독점, 열 및 가스 시장의 폐쇄적 구조 등으로 인하여 그 변화 속도가 제한
 - 기술이 발달하여 에너지 거래 플랫폼이 완성되더라도 산업 및 시장의 변화가 따라오지 않으면 반쪽짜리 전환이 될 수밖에 없다는 것을 의미

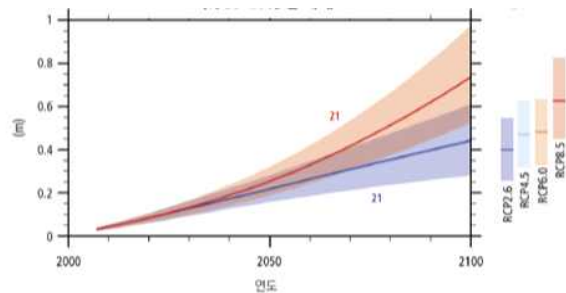
4. 환경적 측면

가. 지구온난화에 따른 이상기후 현상 증가

- 인위적인 온실가스 배출에 기인한 전 지구 평균기온 지속 상승
 - 지구 연평균 기온은 산업화 이전보다 0.85℃ 상승(12년 기준)했으며, 지구 평균 해수면은 연간 약 1.7mm씩 지속 상승하여 약 19cm 상승(10년 기준)



[전지구 평균 지표온도 변화
(1986~2005년 대비)]

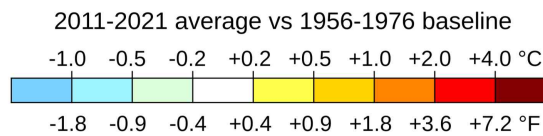
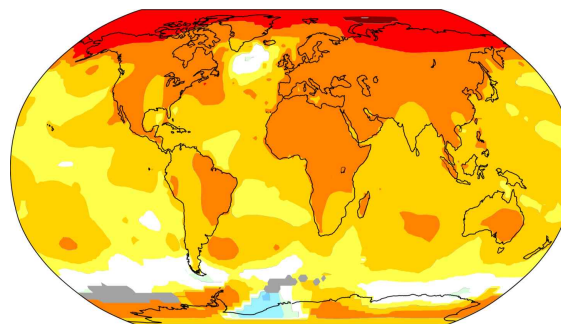


[전지구 평균 해수면 상승 높이 변화
(1986~2005년 대비)]

* 출처 : 기상청(2015), 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 제5차 평가 종합보고서

[그림3-6] 전지구 평균 지표온도 및 해수면 상승 높이 변화

- 지상 기온은 10년마다 평균 0.2 °C 상승하고 있으며, 2020년 기준 산업화 이전보다 1.2 °C 더 상승한 상태로, 북반구의 경우 타 지역보다 훨씬 심각한 상황

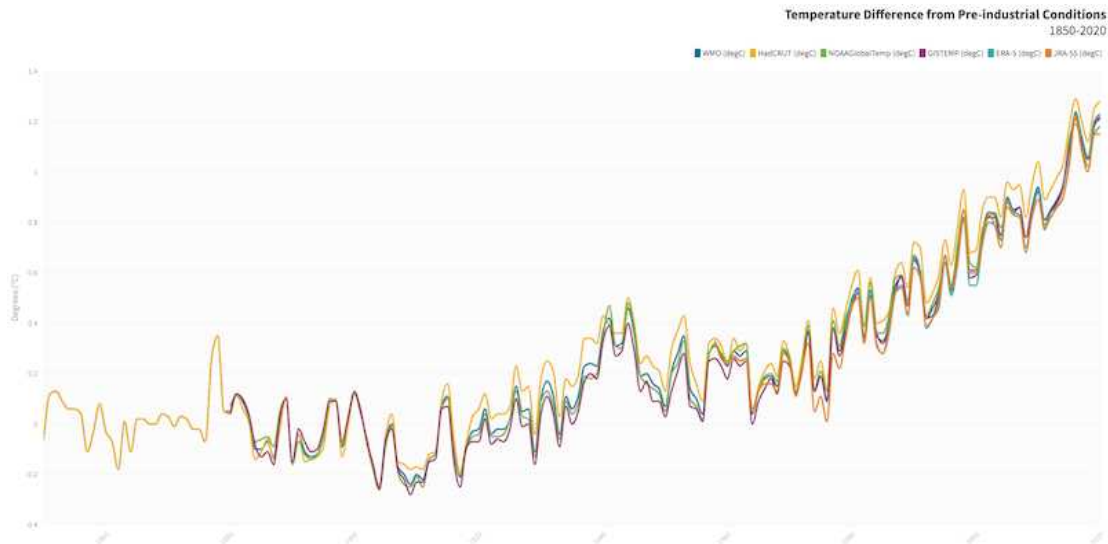


* 출처 : WMO

[그림3-7] 1956~1976년 평균 대비 2011~2021년 10년 사이 평균 지상 기온 차이

- 현재 추세로 온실가스가 배출(RCP8.5 시나리오)되는 경우 금세기 말(2100년)에 1986~2005년 대비 기온은 3.7℃, 해수면은 63cm 상승 예측

- '19년의 경우, 전 지구 연평균기온은 본격적인 산업화 시점 이전인 1850~1900년에 비해 약 1.1℃ 높아 관측기록 사상 2번째 높은 순위 기록
- 전 지구 평균기온이 높았던 순위는 지난 20년에 집중, 특히 지난 5년 동안 1~5위 기록



* 출처 : WMO

[그림3-8] 평균 지구 온도 변화(1850~2020년)

- 기후변화로 인해, 전 세계 극심한 이상기후 현상 발생 빈도 증가
 - (장마·홍수) '20년 동아시아 지역 장마 중 기록적 폭우로 발생한 대규모 홍수로 이재민(중국 7,000만 명)과 경제적 손실(중국 추산 37조 원) 발생
 - (폭염·산불) 유럽·동아시아 지역의 기록적 폭염 발생('17년 여름 스페인·포르투갈 최고기온 40℃ 기록) 및 건조화에 따른 '19년 호주, 아마존 대규모 산불 발생
 - 우리나라 면적 크기의 숲을 태운 초대형 산불로, 도시의 이상고온(시드니 48.9℃ 기록), 생태계 서식지 파괴, 연무 등의 국경을 뛰어넘는 복합재난 상황 발생
 - (한파·폭설) '18년 미국·캐나다에서 100년 만의 최강 한파와 폭설 발생

<표3-10> 해외 기후변화 주요 피해 사례

사례	상세 내용	
중국 메뚜기떼 출몰 ('20.8)	<ul style="list-style-type: none"> 중국 윈난성에서 수십 년 만에 최악의 메뚜기 떼 습격으로 옥수수, 대나무 등 농작물 피해 발생 '14년 라오스에서 발생한 메뚜기 떼가 해마다 증가하여 국경을 넘어 '20년 8월 중국 윈난성에서만 106km² 면적에서 메뚜기 떼 피해가 보고 	
중국 홍수 ('20.7)	<ul style="list-style-type: none"> '20.7월, 중국 전역에 쏟아진 폭우로 7,000천만 여명의 이재민, 약 37조 원의 경제적 손실 발생 '98년 이후 가장 심각한 홍수로서 최근 5년 평균 대비 피해인원은 19%, 피해액은 27% 증가 폭우로 인해 중국 최대 수력발전 댐인 장강 댐 유입 유량이 '20년 8월, 7만5천m³로 최고 기록 	
호주 산불 ('19.9~'20.2)	<ul style="list-style-type: none"> '19.9월부터 호주 동남부 일대에서 산불이 발생, 17만km² 이상의 산림 파괴 코알라(IUCN 멸종위기 종) 약 8,000마리가 죽은 것으로 추정 1965년 이후 최소 강수량, 최악의 장기 가뭄, 고온 건조한 날씨에 강한 바람까지 겹쳐 발생한 것으로 추정 	
북미 한파 ('14, '18)	<ul style="list-style-type: none"> '14.1월, 뉴욕이 영하 15.5도까지 떨어져 1896년 이후 가장 낮은 온도를 기록, 미네소타주는 영하 37도까지 떨어져 북미 지역에서 21명 사망, 약 5조 원 이상의 경제적 손실 발생 '18.1월, 미국 뉴햄프셔주 마운트워싱턴 기온이 영하 38도, 체감기온 영하 69.4도까지 떨어지고, 캐나다 퀘벡주 기온이 영하 50도까지 떨어지는 한파 발생 	

* 출처 : 관계부처 합동(2020), 제3차 국가 기후변화 적응대책

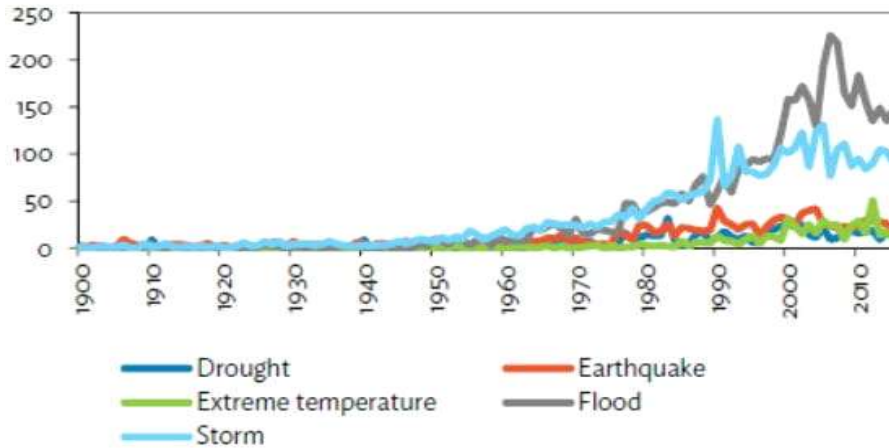
□ 이상 기후현상 발생으로 인해 전 세계적 경제적 피해가 지속적으로 발생

○ 자연재해로 인한 전 지구적 경제적 손실은 연간 약 140억~1,400억 달러 ('85년~'17년)이며, '17년 역대 최대 규모 피해(1,440억 달러) 발생

- 1900년대 이후 2015년까지 자연재해로 인한 피해규모는 폭풍이 1조 430억 달러로 가장 많고 지진이 7,710억 달러, 홍수가 6,960억 달러로 3대 재난의 피해규모가 3조 달러에 육박하는 것으로 집계

※ 이외에 극한기온으로 인한 피해액이 600억 달러, 산불이 580억 달러, 산사태가 90억 달러, 가뭄이 1억 달러에 달하는 것으로 나타남

- 지난 20년 동안 미국의 경제 손실(945억 달러)이 가장 컸으며, 중국은 492억 달러로 2위
- 기상이변은 직접적 인명·시설 피해 이외에 유관산업에 연쇄적으로 부정적 영향을 미쳐, 전 세계 GDP 50%가 기후변화로부터 영향을 받음



* 출처 : 관계부처 합동(2018), 2017년 이상기후 보고서

[그림3-9] 연도별 자연재해 발생빈도

<표3-11> 자연재해에 따른 피해액

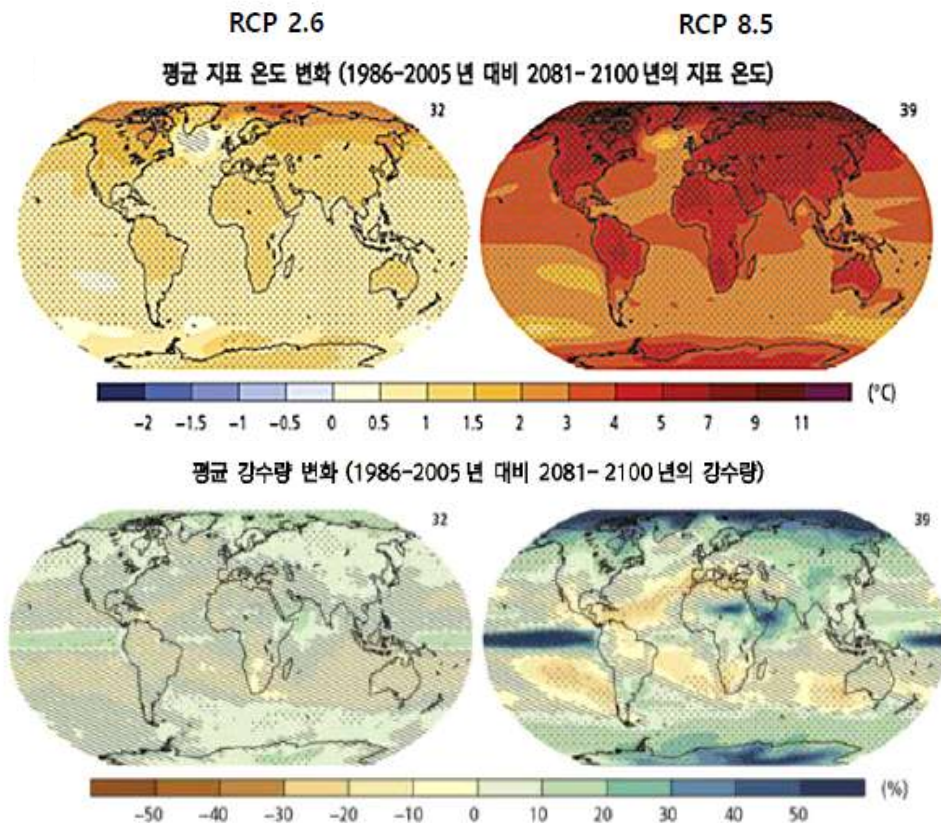
자연재해 유형	총 피해액(억 달러)
폭풍(Storm)	10,430
지진(Earthquake)	7,710
홍수(Flood)	6,960
극한 기온(Extreme Temperature)	600
산불(Wildfire)	580
산사태(Landslide)	90
가뭄(Drought)	1

* 출처 : 관계부처 합동(2020), 제3차 국가 기후변화 적응대책

□ 지구 평균기온은 21세기 전반에 걸쳐 계속 상승할 것으로 전망

- (기온) 21세기 후반(2081~2100년), 전 지구 평균기온은 +0.3~4.8℃ 상승할 것으로 예측
- RCP2.6 +0.3~1.7℃ / RCP4.5 +1.1~2.6℃ / RCP6.0 +1.4~3.1℃ / RCP8.5 +2.6~4.8℃ 상승 전망

- (해수면) 21세기 후반 평균 해수면 상승은 0.26~0.82m 상승할 것으로 전망
 - RCP2.6 +0.26~0.55m / RCP4.5 +0.32~0.63m / RCP6.0 +0.33~0.63m / RCP8.5 +0.45~0.82m 상승 전망
- (강수량) 강수량 변화는 일정하지 않고, 고위도·적도부근 강수량은 증가, 중위도·아열대 건조지역의 강수량은 감소 전망(RCP8.5 시나리오)



* 출처 : IPCC 5차 보고서

[그림3-10] 평균 강수량 변화(1986~2005년 대비 2081~2100년 강수량)

나. 기후변화에 따른 생태계 변화 우려

- 기후변화의 영향은 생물종에게 직간접적으로 영향을 주게 될 것이며 이와 관련한 생물종간 네트워크에 변화를 주게 될 것
 - 이른 봄철의 기온 상승으로 식물은 개엽 시기와 개화 시기가 앞당겨지게 되며 이에 따른 식물을 이용하는 애벌레, 수분매개 곤충들에게 영향
 - 적정한 시기에 수분매개 동물들과의 상호관계를 성립하지 못한 다양한 식물들은 결실율이 저하되는 등 국내 작물 지도에도 큰 변화를 가져올 전망
- 또한, 기후변화는 생물 개체에의 영향뿐만 아니라 생태계 구조에도 영향
 - 온난화 현상으로 인한 기온 상승과 대기 중 이산화탄소 농도 증가는 토양 중 미생물 활동에 영향
 - 고도에 따른 산림생태계의 수직적 분포변화 양상 또한 영향을 받게 되는데 산악지형이 많은 우리나라의 경우 더욱 변화가 급격하게 나타날 수 있음
 - 기후변화는 생태계 순환 체계와 유지성에 영향을 미치고, 생태계의 구성 요소를 변화시키며 궁극적으로는 생물 다양성이 내포하고 있는 다양하고 종합적인 순환 구조에 변화를 가져오게 될 것
 - 신종 코로나 바이러스 등 최근 발생하는 감염 중 60%는 동물 기원으로, 산림 생물종으로부터 나타나는 서식지 손실, 악화, 분단 현상 등 산림생물 다양성의 취약성과 위협도를 낮출 수 있는 실질적인 대응방안 마련이 매우 시급
- 세계 각국이 합의한 지속 가능한 개발목표(SDGs)의 달성과도 연결되어 궁극적으로는 생물 다양성을 회복시켜 지구 온난화를 줄일 수 있도록 새로운 경제 구조와 라이프 스타일의 전환을 요구하는 '그린 리커버리'로의 연계까지 강조 될 전망
 - 지구 위기를 극복하기 위한 '자연과 인간을 위한 새로운 정책'이 요구

5. 정치적 측면

가. 물 부족으로 인한 물 분쟁 증가

- 인구 증가, 수자원 관리 부실, 기후변화로 인한 폭서와 가뭄, 전쟁으로 인한 수원이나 급수 시설의 파괴, 그리고 정부의 부정부패와 무능 등으로 물 공급이 줄어 물 분쟁 증가
 - '21년 1월 미국의 비영리 싱크탱크인 개발·환경·안보를 위한 태평양연구소 보고서에 따르면, 최근 10년 사이 세계에서 발생한 물 분쟁은 최소 466건으로, 10년 전의 220건보다 2배 이상 증가
- 물 분쟁을 방지하기 위해서는 기존의 다목적댐 건설, 대규모 하천정비사업 등 수자원 '공급' 위주의 물관리 정책에서, 제한된 수자원을 효율적으로 사용하기 위한 '수요' 중심으로 물관리 정책을 전환하는 것이 중요
 - 기후변화 적응을 위한 도시 내 녹색공원 및 빗물 정원(rain garden)을 조성하거나 지하수 함양 등 지표면 투수층 확대를 통한 '물 순환 건전화' 정책을 적극적으로 수립·추진
 - 물 부족 해소를 위한 댐 건설로 하류의 물 부족이나, 수자원 손실, 토양의 염분화 등 2차 손실에 대한 고민 필요

<표3-12> 가뭄의 정의

구분	상세 내용
기상	○ 강수량 및 증발량을 고려하여 수자원의 계절 평균치 미달로 피해 발생
수문	○ 저수지, 하천, 지하수의 물 부족으로 피해 발생
농업	○ 작물의 성장에 필수적인 요소인 토양수분 부족으로 피해 발생
사회경제	○ 공업, 농업, 생활용수 등 물 공급 부족으로 피해 발생

* 출처 : 수문기상가뭄정보시스템

나. 기후외교 중요성 증대

- 2015 파리기후 협약의 실질적 이행을 위한 국제적 협력과 투자 그리고 각국경제와 산업에 끼칠 영향 등을 고려한 외교활동이 강화될 것으로 전망
 - 유럽연합이 글로벌 스탠다드를 만들고 이를 주도하려 하고 중국도 2060년 탄소 중립을 선언하며 제조업 기반의 경제에서 지식 성장 산업성장도 급속하게 달성하려는 움직임이 강화될 것으로 예상
- 특히, 미·중 간 경쟁은 초반 무역전쟁에서 기술패권 전쟁으로 빠르게 전환
 - 중국 정부는 강대국으로 성장하기 위해 기술개발이 핵심이라는 것을 직시하고, 산업 및 과학기술 정책을 추진함에 따라 미·중 간 핵심 기술 경쟁이 심화
 - 2000년대 이후 중국은 경제의 급성장과 중국제조 2025, 일대일로 등 미국을 위협하는 글로벌 강국으로 성장하려는 정책 추진
 - 미국의 중국에 대한 규제는 반도체, 5G 네트워크 장비, 원자력, 슈퍼컴퓨터, AI 및 감시카메라 장비, 사이버보안, 로봇 등 광범위한 영역에서 이루어지고 있음
 - 미국은 중국과의 기술패권 경쟁을 넘어서 Global Supply Chain의 탈중국화(디커플링)라는 큰 틀 안에서 중국에 대한 공격을 확대해 갈 것으로 전망
 - ※ 미국은 2018년 중국으로부터 미국의 공급사슬을 보호하는 동시에 통신 분야와 AI 등을 중심으로 글로벌 supply Chain에서 미국의 리더십 강화를 핵심으로 하는 Supply Chain 안전법 제정
 - ※ 정보통신 분야의 기술과 서비스에서 미국의 공급사슬 안전을 위한 행정명령을 별도로 제정
 - ※ National Strategy to Secure 5G를 제정하여 '뜻을 같이하는 국가'와의 협력을 통해 하드웨어, 소프트웨어, 서비스 등 5G 통신 인프라 분야의 안전하고 신뢰할 수 있는 글로벌한 발전을 주도해 갈 것이라고 밝힘
 - ※ 미국 통신 서비스 분야의 외국 참여자에 대한 평가를 위해 연방통신위원회(FCC) 산하에 통신평가위원회(Telecommunications Assessment Committee)를 설치하는 행정명령을 발표

- '19년 2월 인공지능(AI) 분야에서 미국의 리더십을 강화하기 위한 Initiative 발표

※ 이에 근거하여 National Institute of Standards and Technology(NIST)는 AI 관련 기술표준 개발을 시작하였으며, AI 분야의 글로벌 협력을 유도하기 위해 OECD와 공동으로 OECD AI 원칙 도출

<표3-13> 미국 디커플링·리쇼어링 정책 개요 및 영향

구분	주요 내용
무역전쟁	<ul style="list-style-type: none"> ○ (개요) '18년 트럼프 정부는 불공정 무역 관행에 대한 통상법 301조를 활용해 중국 수입 품목에 대한 관세 부과를 단행하였고 중국 역시 보복관세로 맞대응 <ul style="list-style-type: none"> - 이후 몇 차례의 관세 인상을 거쳐 1단계 무역합의('20.1)에 서명하며 미국의 평균 대중 관세율 19.3%, 중국의 평균 대미 관세율 20.9%로 조정 ○ (영향) ①(미국) 기업 이윤 감소, 근로자 임금 및 일자리 축소, 제품 가격 인상 등 관세를 통한 무역전쟁이 미국 경제를 훼손시킨 것으로 평가, ②(중국) 대미 무역흑자는 감소했으나 전체 무역흑자는 사상 최고치('20년 5,350억 달러) 기록
기술전쟁	<ul style="list-style-type: none"> ○ (개요) 관세를 활용한 미-중 무역전쟁이 기술전쟁으로 신속하게 확대되며 5G 장비 시장을 선도하고 있는 중국 화웨이의 정보 수집 및 미국의 핵심기술 리더십 상실 우려 대두 <ul style="list-style-type: none"> - 미국 정부는 ①자국 및 동맹국에 중국 화웨이와 중흥통신(ZTE)의 제품 불매 촉구 ②외국인 투자심의위원회(CFIUS) 강화를 통한 중국의 대미 기업 투자 조사 엄격화 및 비공식 정보 접근 차단 ③중국 군사보안 기업에 대한 기술 수출 통제 등을 시행 ○ (영향) ①미-중 기술전쟁은 미국을 비롯한 영국, 호주, 인도 등 각국의 대중 거래 기업의 어려움 유발 ②기술전쟁으로 인한 기술(표준) 분리로 미국 기업의 비용 증대, 매출 손실, 경쟁력 약화 초래 ③중국이 첨단기술 자체개발력을 높이고 제3국 기업이 미국의 첨단기술 제품 구입 비중을 낮출 가능성 부상 <ul style="list-style-type: none"> - 기술적 디커플링은 미국 대 중국 생태계로의 기술·제조 활동 양분화를 촉진
리쇼어링	<ul style="list-style-type: none"> ○ (개요) 디커플링 정책은 주로 첨단기술과 필수 제약·의료품을 대상으로 하며, 미국 혹은 우방국으로 관련 생산 시설을 이전함으로써 중국에 대한 의존도를 낮추고 국가 안보 위험을 최소화하는 것이 목적 <ul style="list-style-type: none"> - 이와 관련해 트럼프 행정부는 자국 기업의 중국 비즈니스 이익에 대한 세금 인상, 생산시설 회귀 시 세제 혜택 제공 및 규제 완화 등의 조치를 제안 ○ (영향) 미국의 리쇼어링 지수가 '18년 13.1%에서 '19년 12.1%로 감소 <ul style="list-style-type: none"> - 국제 기업 다수가 생산시설의 탈중국화를 진행하였으나 이는 대중국 투자 기업의 공급망다변화 추세(China Plus One)가 반영된 것이며, 리쇼어링 분야 생산활동의 로봇 대체 경향으로 일자리 창출 효과가 제한적일 것으로 예측

* 출처 : 과학기술&ICT 정책·기술 동향(2021), 미국의 대중 기술패권경쟁 정책·입법동향과 시사점

□ 새 정부 출범 후, 바이든 행정부는 중국을 견제하기 위해 핵심 10개 기술 분야에 5년간(22~26년) 1,500억 달러 투자, 국립과학재단(NSF) 전략성 강화 등 연구개발 혁신의 방향을 설정한 「혁신 및 경쟁법」 제정

- 미·중 과학기술 경쟁에서 우위 유지를 위해 핵심기술 분야 R&D 투자로 미국의 과학기술 리더십 구축 및 유지, 지역경제개발, 제조 및 공급망 강화 목표
 - (10대 핵심기술 분야) ⑤자연재해 예방 대응, ⑨첨단 에너지(배터리, 첨단 원자력 기술 등) 등
 - 첨단기술 분야에서의 미·중경쟁 심화 및 중국의 대외 영향력 확산을 저지할 필요성이 강하게 대두되면서 미·중패권 경쟁에서 중국을 견제하고 주도권을 잡기 위한 전략적 대응 마련 요구
 - 중국을 미국의 경제, 외교, 안보에 도전을 가하는 경쟁자로 규정하고 이에 대응하기 위해 동맹과의 역할 강조
- 다만, 적어도 기후변화대응에 있어서는 양국이 협력관계를 유지할 것이라는 기대도 존재

<표3-14> COP26 미중 공동선언 주요 내용

구분	주요 내용
계획된 협력	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2020년대 온실가스 배출 감축을 위한 법적 제도 및 환경기준 수립 ○ 청정에너지 전환을 통한 사회적 혜택 최대화 ○ 탄소중립 및 소비자 섹터 전기화 촉진을 위한 정책 수립 ○ 녹색설계, 자원순환 등 순환경제 촉진을 위한 정책 수립 ○ 탄소포집 등의 기술 도입 촉진을 위한 정책 수립
메탄배출 감축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 메탄 배출 감축을 위한 양국 간 협력 강화 ○ 메탄 관리 정책 및 사업에 대한 정보 공유 ○ 메탄 배출 감축 및 솔루션에 대한 공동 연구 촉진
탄소배출 감축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저비용 재생에너지 지원을 위한 양국 간 정책 협력 ○ 분산형 전원 정책을 통한 태양광, 에너지저장장치 등의 청정전력 솔루션 촉진 ○ 전자폐기물 감축을 위한 에너지 효율성 정책 수립 ○ 미국: 2035년까지 전력분야 탄소중립 달성 ○ 중국: 제15차 5개년 계획('25~'30)기간동안 석탄 소비 단계적 폐지
자금지원 약속 이행	<ul style="list-style-type: none"> ○ '25년까지 양국이 매년 1000억달러 투자하여 개발도상국의 기후변화대응 지원
공동 실무 그룹	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양측은 2020년대 기후변화대응 촉진 실무그룹 설립해 주기적으로 다자협력 및 기후변화대응 방안에 대해 논의

제2절 국외 정책동향

1. 세계기상기구(World Meteorological Organization; WMO)

가. WMO Strategic Plan 2020-2023

- 세계기상기구(WMO)는 모든 구성체의 의견을 반영하여, WMO의 활동방향과 우선과제를 정의하여 WMO Strategic Plan 2020-2023 발표('19)
 - WMO는 기상 및 기후 분야의 관련 인프라를 유지하고, 과학기술을 통해 지속가능한 개발 및 재해 경감을 목표로 운영됨
 - WMO에서는 기상, 수문 및 기후서비스에 대한 수요 증가를 예상하고 WMO에 대한 포괄적인 비전을 수용하고자 계획을 마련
 - 2030년까지 모든국가 특히 취약국가들이 극단적인 날씨, 기후, 물 및 기타 환경의 사회 경제적 결과에 더 탄력적으로 대처하는 세상을 위해 육해공에서 가능한 최고의 서비스를 통해 지속가능한 발전을 뒷받침
 - (우선순위) 전 세계적으로 변화하는 날씨, 기후 및 물 패턴의 결과로 사회가 직면한 현재 및 미래의 문제를 해결하기 위해 3가지 우선순위를 설정
 - ① 극한의 수문기상으로 인한 대비를 강화
 - ② 기후 위험에 대한 적응 능력 또는 탄력성을 구축·향상하고, 기후-스마트 결정 지원
 - ③ 날씨, 기후, 수문 및 관련 환경 서비스의 사회 경제적 가치를 향상
 - 장기 목표 및 전략적 목표
 - (1. 사회적 요구에 부응) 신뢰하고, 접근 가능하고 사용자 지향적이며 목적에 적합한 정보 및 서비스 제공
 - (2. 지구시스템 관측 및 예측 강화) 미래를 위한 기술 기반 강화
 - (3. 표적 연구) 과학분야의 리더십을 활용하여 향상된 서비스를 위한 지구 시스템에 대한 이해 향상
 - (4. 날씨, 기후, 수문 및 관련 환경 서비스에 대한 역량 격차 해소) 정부, 경제

- 분야 및 시민이 필요로 하는 필수 정보와 서비스를 보장하기 위해 개발도상국의 서비스 제공 능력을 향상
- (5. WMO 구조의 전략적 재편성 : 효과적인 정책을 위한 프로그램과 의사결정 및 구현)
- 계획에서는 에너지, 물, 건강 및 식량 생산을 지원하는 경제 부문을 위한 세계, 지역 및 국가 차원의 기후 서비스 제공은 저탄소 및 기후 탄력 경제를 구축하는 데 필수적일 것이라는 것을 강조
- 목표 1.2에서는 정책 및 의사결정을 지원하는 기후정보 및 서비스 제공 확대를 명시
 - WMO의 전지구서비스체제(GFCS)는 기후서비스를 위한 전반적인 가치사슬 활용을 안내·지원하기 위한 플랫폼을 제공하며, 손해 완화에 이바지할 것
 - * Global Framework for Climate Services, GFCS
 - (2020~2023 초점) 모든 구성원이 과거, 현재 및 미래 기후에 대한 정보의 처리, 교환 및 개선을 통해 이용 가능한 최고의 글로벌 및 지역 기후 정보 제품과 방법론에 접근하고 가치를 더할 수 있는 기후서비스 정보시스템을 발전
- WMO는 2009년 이후 전지구기후서비스체제 (GFCS)를 통해 기후정보 및 서비스의 효율적인 제공을 위해 노력
- GFCS는 기후에 민감한 분야에서의 의사결정 지원을 위해 필요한 과학적 기반의 기후정보 및 서비스의 개발 및 적용을 이끌기 위해 추진
 - (비전) 과학에 기반한 기후정보와 예측을 개발, 통합함으로써 기후 변동과 기후변화 적응의 위험을 더 잘 관리
 - (목적) ① 기후정보의 공급 개선을 통해 기후 - 관련 위험에 대한 사회의 취약성 저감, ②기후정보의 공급 개선을 통해 주요 국제 개발 목표달성 지원, ③의사결정에 기후정보 사용 주류화, ④기후서비스의 공급자와 사용자 간 상호연계 강화, ⑤기존 기후서비스 인프라 활용 최대화
 - 관측/모니터링 (Observations and Monitoring), 연구/모형/예측 (Research, Modeling and Prediction), 기후서비스정보시스템 (Climate Services

Information System), 및 사용자인터페이스 플랫폼 (User Interface Platform)과 이들 4개 요소에 포괄적으로 적용될 수 있는 역량개발 (Capacity Development)을 포함하여 5개 주요 요소로 구성

- WMO는 온실가스 감축 및 탄소중립에서 기상분야의 역할을 강화하기 위해 온실가스 감시업무의 전환을 추진 중
 - 지난 50년간 수치예보의 성과를 벤치마킹하여, 좀 더 국제적으로 협력적이고, 타 분야와 통합적이고, 준실시간의 현업화된 서비스 체계로 전환
 - 국가 간 감시자료 교환을 기존의 GTS망과 같이 실시간으로 수집하고, IG3IS에 활용할 수 있는 체계로 개선
 - ※ 2006년 IPCC 인벤토리 가이드라인의 2019 개정판에서 역모델링(IG3IS)방법을 인벤토리의 품질보증, 품질검사, 검증(Quality Assurance, Quality Control and verification)으로 새롭게 추가
 - ※ 영국, 호주, 뉴질랜드, 스위스가 이미 NIR에 포함하고 있으며, 미국도 포함을 공식 선언
 - 온실가스의 발생/흡수원과 관련된 해양, 지면, 생태 분야 기관과의 통합적인 접근을 추진
 - 다양한 관측(in-situ, 위성, FTS, low cost sensor)과 모델링 자료의 자료동화 및 모델링을 통한 준실시간 온실기체 모니터링 및 서비스 체계 구축
 - ※ 이를 위해 가칭 Greenhouse Gas Watch 프로그램을 구축하고 향후 World Weather Watch 수준으로 강화해갈 예정임
 - WMO 지구대기감시프로그램은 기후변화 원인물질의 입체 감시(위성, 지상, 항공, 선박 등)에 강조

나. WMO 오픈 컨설팅 플랫폼 백서 (21)

- WMO는 미래 기상·기후 예보 백서⁴⁾에서, 인프라, 수치예측모델에 관한 과학기술, 운영예측, 기상기후 서비스를 통한 가치 획득 4가지 측면에서 향후 도전해야 할 과제를 제시함

4) WMO(2021), WMO Open Consultative Platform White Paper #1Future of weather and climate forecasting

- (인프라 측면) 감시소 및 위성기반 감시체계 뿐만 아니라 다양한 각도에서의 데이터 수집을 강조하고, 민간 참여를 통한 인프라 발전을 강조

<표3-15> WMO 미래 기상·기후 예보 백서

(측면1) 예측을 위한 인프라	
관측 인프라	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측 데이터 부족 및 데이터 품질 문제 해결 ○ 높은 시간 주파수 및 높은 공간 분해능으로 지구 표면 모니터링 ○ 위성 프로그램의 진화 ○ 개인/지역에서 보유하고 있는 다양한 비관측용 시스템의 데이터 액세스 및 활용도 중요한 과제 ○ 비일반적 관측치의 가용성 증가에 따라 기존 접근방식을 강화하고, 기존 관측 데이터 격차를 축소할 수 있는 새로운 기회가 제공될 것 ○ 전통지식과 시민 과학에 기반한 정보를 통한 향상된 예측과 통찰력을 위한 잠재적인 출처로 활용될 필요 ○ 최종 사용자에게 유익한 결과 제공을 위해 지방 및 도시수준에서 사회 경제적, 생물물리학적 및 기타 데이터와 상호 운용 가능해야 함
고성능 컴퓨팅 생태계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미래 예측 시스템도 호스팅 가능한 HPC 인프라 제공 ○ 프로세서 메모리, 병렬화 및 벡터화 등 다양한 코드 적응 계산법 강화 ○ 코드의 재설계를 통해 아키텍처 고도화 ○ 클라우드 기반 데이터 아카이브 및 지원 인프라 제공
공공-민간 참여를 통한 인프라 발전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상기후 예측에 적용가능한 관측 및 모니터링의 혁신적인 기술 솔루션에 대한 민간부문의 참여 ○ 혁신적인 원격 관측 플랫폼 (자율드론, 클라우드소싱 관측, 3차원에서 대기 매개변수를 조사·측정할 수 있는 새로운 시스템) ○ HPC 에코시스템 확장 : 수치 시뮬레이션 소프트웨어 ○ 클라우드 기반 아카이빙 및 컴퓨팅을 위한 민간 기업 참여

- (과학기술) 수치예보모델 개발에 있어 사용자와 개발자의 공동 설계를 강조

(측면2) 수치 예측 발전을 위한 과학과 기술	
수치적 지구 시스템의 진화 및 기후 대 기후 예측	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사용자와 애플리케이션 개발자간의 공동설계 ○ (R&D) 대기-해양 모델의 결합시스템에 대한 양상불-변이 동화 계획의 설계 ○ QPF5)기법으로 모델에서 물리적-동적 프로세스의 정확한 표현에 대한 문제 해결
고해상도 글로벌 양상불	세부내용 생략
모델의 품질과 다양성	
인공지능 및 기계학습을 통한 혁신	
민관협력을 통한 활용	

5) QPF : Quantitative precipitation forecast 정량적 강수 예보

- (운영예측 측면) 클라우드 컴퓨팅으로의 전환을 플랫폼을 활용하여 빅데이터 분석 및 스토리지 인프라 제공

(측면3) 운영예측 : 글로벌에서 지역, 도시 예측에 이르기까지

컴퓨팅 문제와 및 클라우드 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 엑사스케일 컴퓨팅 시스템 도입 ○ 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 활용하여 빅데이터 분석 및 스토리지 인프라 제공
검증 및 품질 보증	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내부적으로 강력한 검증체제 적용 ○ 내부 검증체제 외에도 최종사용자 작업의 관점에서 제품 품질에 대한 객관적인 평가를 제공하기 위해 독립적인 제3의 평가자 사용 ○ 공급자 및 사용자간 파트너십 형성을 통해 제품 공동설계 ○ 비즈니스 프로세스 통합 및 영향 기반 예측 및 경고의 진화로 인해 날씨 매개변수 평가를 넘어 영향 예측의 성공을 측정하는 검증 방법론 개발
사후처리 시스템의 자동화 및 예보관의 역할 진화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 예보관이 수행하는 많은 작업이 자동화된 프로세스로 대체되고, 예보관은 관련 영향을 설명하고 사용자의 의사결정을 지원할 수 있는 기후정보의 전달자 및 해석자로 역할이 진화 ○ 고객의 요구와 이해 수준에 맞춰 날씨에 대한 인과 관계를 설명하는 능력이 교육 및 훈련 커리큘럼의 적절한 변화를 통해 차세대 예측가를 육성
공공-민간 참여를 통한 활용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수치분석 및 예측의 사용자 중심 후처리 개발에 민간 부문 참여

- (서비스 측면) 기후서비스의 가치 창출을 위해 단순 서비스 제공에서 사용자 관점에서의 정보 제공 및 의사결정 지원을 적극적으로 확대해야 할 것을 강조

(측면4) 기상 및 기후 서비스를 통한 가치 획득

사용자 관점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예측이 특정 운영상황이나 의사결정과정에서 어떻게 수행되는지 사용자 지향 정보를 제공하는 것이 필수 ○ 또한 사용자는 예측정보의 유용성을 향상시키는데 필요한 정보를 제공할 수 있으므로 사용자 커뮤니티가 매우 중요
의사결정지원에 대한 예측	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 기후예측모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사용자 평가를 기반한 기후예측모델 신뢰도 제고 - 산업별 특성을 반영한 영향정보 제공을 위한 예측정보 보정
영향을 많이 받는 날씨와 기후의 가교	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전례 없는 특이한 기상·기후 현상을 기록하여 통계를 통해 확률론적 분석이 가능
미래의 운영 기상학자 / 예측자를 위한 교육 및 훈련	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학계, 공공 및 민간 부문의 긴밀한 참여

2 미국

가. 기후변화 적응 정책

□ 그린 정책

- 바이든 대통령은 미국의 기존 기후변화·에너지정책에서 탈피하는 한편, 탄소중립(Net-Zero)으로 대표되는 청정에너지 체제로의 전환을 공약

<표3-16> 미국의 기후변화정책 방향 및 목표 변화

	트럼프 행정부	바이든 정부
정책방향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 파리협정체제에서 탈피·독자노선 도모 ⇒ 미국이 독자적으로 기후변화 활동을 추진하며, 국제 기후변화 대응체제를 개편 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 파리협정 재가입(취임 즉시) ○ 국제무대 복귀 및 국제기구 활동 복원 ○ 국제 온실가스 감축 활동 주도 <ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 감축 합의·공개·이행 체제 확립을 위해 적극적인 활동 도모 - 對중국 기후변화 대응을 위한 양자협정 별도 추진
정책목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스 배출규제 철폐 ○ 화석에너지 개발·이용 확대를 통한 경제 성장 및 고용 창출 ○ 환경규제 완화 <ul style="list-style-type: none"> - 석유·가스 상류부문의 메탄 배출 기준 (Emission Standards) 완화 - 연비기준(Fuel Economy Standards) 완화 ○ 청정에너지 보급·확대: 시장 기능에 의존 ○ 청정에너지 관련 세제 혜택 <ul style="list-style-type: none"> - (ITC: Investment Tax Credit, - PTC: Production Tax Credit)을 예정대로 일몰 진행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화대응 및 청정에너지 체제로 전환 ○ (추진체계 개편): 연방정부가 온실가스 감축 주도 ○ (연방규제 제도정비): 온실가스 배출규제 강화 <ul style="list-style-type: none"> - CAFE Standards 개정: 기업의 평균 자동차 연비기준 강화 - 청정 수자원법(Clean Water Act) 및 청정 대기법 (Clean Air Act) 강화 - Federal Land Lease Rules 강화 ○ (온실가스 감축 목표의 법제화): 제도적 안정성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 2050년: 청정경제 실현 및 탄소중립 - 2035년: 발전부문의 탄소중립 설정

출처 : 에너지현안브리프(2021.3), 미국 바이든 행정부 출범:기후변화·에너지정책 변화 영향과 우리나라 대응

- 바이든 대통령 당선 이후 파리기후협정에 재가입하여 '50년까지 100% 청정에너지 경제 및 탄소 순 배출량 0(Net-Zero) 목표를 수립
 - '30년까지 온실가스 배출을 65% 줄이기 위해 연방 정부 건물을 그린 전기를 사용하고 '35년까지 자동차와 트럭 등 수송기기를 전기 자동차로 전면 교체 예정
 - '25년까지 청정인프라 에너지 구축에 2조 달러, '35년까지 그린뉴딜 분야에

연방예산 1.7조 달러를 투자할 계획

○ 바이든 정부는 '기후변화 대응'을 우선 과제로 설정하고, 2조 3,000억 달러 규모의 인프라 계획을 발표

- (청정 에너지 R&D) 화석연료 보조금 철폐, 화석연료 관련 공유지 임대 불허, 향후 4년간 청정에너지 연구개발에 3,000억달러 지원하며 전담기관인 ARPA-C(Advanced Research Project Agency focused on Climate)를 출범시켜 8개 분야에 대한 집중 연구 실시

- (배터리) 기존 리튬이온 대비 1/10 비용의 그리드 규모 배터리 저장 기술
- (첨단 원자로) 기존 대비 1/2 비용의 안전하고 효율적인 소형 모듈형 원자로 기술
- (냉장·냉동·냉방) 지구온난화를 유발하지 않는 냉매를 사용하는 냉장·냉동·냉방 기술
- (건물) 소재·가전·시스템관리 혁신을 통한 건물의 제로넷 에너지 달성 기술
- (수소) 경제성 있는 재생에너지 기반 그린수소 관련 기술
- (건축소재) 건축자재(철·시멘트·화학 등)의 탈탄소화 생산 기술
- (식품·농업) 식품·농업분야의 탈탄소화 기술
- (탄소포집) 이산화탄소의 포획과 지층 영구격리 관련 기술

- (친환경 교통 정책) 자동차 탄소배출 규제 강화, 친환경 자동차 판매 촉진, 친환경 승용차·픽업트럭 생산 확대, 충전소 등 관련 인프라 확충하며 탄소배출 규제 강화의 경우 캘리포니아주 자동차 탄소배출 규제를 전국으로 확대할 계획
- (친환경 자동차 판매) 공공기관 차량 약 300만대를 친환경 자동차로 교체, 전기차 구매 장려를 위해 세금 공제 등의 인센티브 제공하며 이산화탄소의 포획과 지층 영구격리 관련 기술 인프라 확충 예정
- (탄소국경조정세) 행정부에 탄소 국경세가 초래할 여파와 금액 부과 방식 등을 검토할 것을 지시하는 등 탄소 국경세 도입을 적극 검토 중

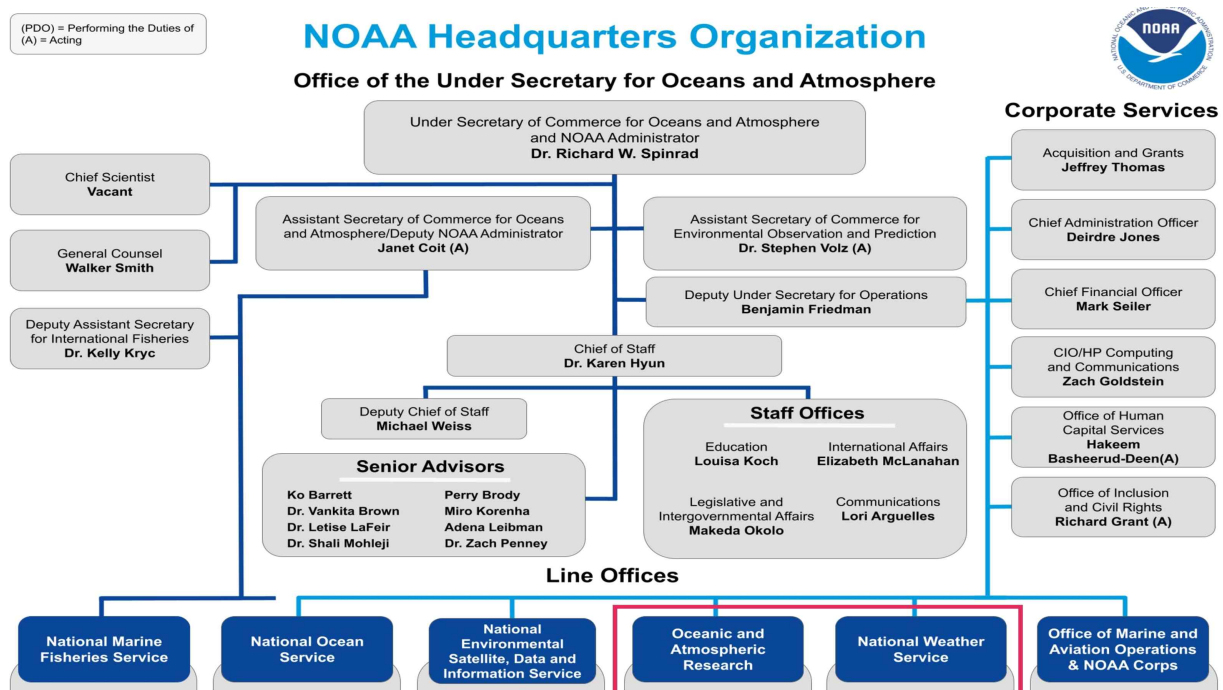
○ 2050 탄소중립을 위한 연방정부 리더십, 혁신, 지방정부 리더십, 사회전체 행동의 4개 전략적 기본 축을 수립

- (연방정부 리더십) 리더십은 2030년까지 온실가스 배출을 2005년 대비 50~52%에 매우 중요하며, 동시에 2050 Net-Zero 배출을 달성할 수 있도록 청정기술 보급 지원 투자, 인센티브, 미국의 휴유지와 경작지를 강화·지원하는 정책, 시장 변혁 촉진 파트너십, 기후 리스크 공개 강화 등 금융 시장 기후 통합 확대 등이 포함됨

- (혁신) 경쟁력 있는 기술을 가능한 빠르게 보급함에 있어서, 연방정부의 정책은 규모의 경제와 학습효과를 통해 비용 저감에 기여함
 - (지방정부 리더십) 미국 연방정부 체계의 기반은 중앙정부가 지역 내에서 선출된 정부와 권력을 공유하는 데 있으며, 정책 당국자는 경제활동, 에너지, 수송, 토지 이용 등에 관여하므로 지방 정부의 정책이 연방 정부의 정책을 보완하는 구조를 형성
 - (사회전체 행동) 2050 Net-Zero 배출 달성을 위한 장기 변화를 위해서는 혁신, 창의성, 다양성 등 미국이 가진 모든 장점을 활용해야 하며 다수의 비정부기구가 미국 경제 전체의 전환을 지지하고 있음
- 바이든 행정부는 첫 예산안을 통해 기존 기후변화 대응 R&D 예산을 대폭 증액하고 ARPA-C 및 청정에너지실증국 등 전담조직 신설 (‘21)
- (NOAA) 기후연구, 대양·해안 및 5대호 연구, 기상 및 대기화학적 연구, 고성능 컴퓨팅 이니셔티브, 기상 위성 등 5개의 주요 프로그램 운영
 - 이 중 기후연구(62.6%), 기상위성(34.0%), 대양·해안 및 5대호 연구(28.1%) 등 기후변화 관측 및 모니터링 분야에 대한 예산 증액 폭이 높은 편
 - (ARPA-C) 기후변화 적응, 복원력 증진, 2050 에너지부문 Net-Zero 달성에 필요한 기후 관련 혁신을 지원하는 조직
 - * ARPA-C : Advanced Research Projects Agency-Climate; 기후첨단연구프로젝트사무국
 - 기후변화 및 혁신에 대한 전부처적 접근의 핵심적인 시행자로서의 역할 수행
 - (추진체계) 운영조직은 에너지부 내 설치되나, 예산 등에 대해서는 유관 부처와 협력하는 형태로 추진
- (지원분야) 기후 완화 및 적응 하는 기술을 5가지 기술을 포괄
- ※ ① 획기적으로 향상된 온실가스 관측, 기후분석 및 이상기후 예측을 위한 기후 감지 및 모니터링 기술
 - ※ ② 탄소중립/탄소흡수 농업 생산 및 일반 토지/담수/해양 활용(알베도 공학 (Albedo Engineering), 다양한 탄소처리 기술 포함)
 - ※ ③ 토양원(Land Source)으로부터의 온실가스 배출 방지
 - ※ ④ 탄소 중립적 폐기물 및 리사이클링
 - ※ ⑤ 기후 관련 재해로부터 보호할 수 있는 복원력 있는 인프라 등

나. 미국 해양대기청 (NOAA)

- NOAA는 미국 상무부(U.S. Department of Commerce) 산하의 해양 및 대기상태의 조사, 정보제공 및 연구개발을 담당하는 중앙행정관청
 - (조직) 사무 조직(Staff Office), 기업서비스(Corporate Service), 계선 조직(Line Offices) 등 3개 분류로 조직을 구성함
 - (계선조직) 국가환경위성데이터정보서비스(NESDIS), 국가수산서비스(NMFS), 국가해양서비스(NOS), 국가기상청(NWS), 해양항공운영부(OMAO), 해양대기연구소(OAR) 등
 - 기후·기후변화 관련 조직으로는 미국 기상청(NWS), 해양대기연구소(OAR)가 존재함



[그림3-11] NOAA 조직도

□ NOAA Strategic Plan 2022~2026

- NOAA는 기후대비국가 건설을 위해 NOAA FY 2022~2026 Strategic Plan을 발표

- **(미션)** 기후, 날씨, 해양 및 해안의 변화를 이해·예측하고 의사결정자에게 실행 가능한 환경정보를 제공하기 위해 “과학, 서비스, 지킴”을 미션으로 설정
 - (Science) 기후, 날씨, 해양 및 해안의 변화를 예측하려는 연구를 수행하고 있으며, 과학적 우수성을 지속적으로 강화하고 정책결정이 신뢰할 수 있는 과학을 기반으로 하도록 보장
 - (Service) 국가를 비롯하여 지역사회, 기업 등에서 NOAA의 연구 데이터를 사용할 수 있는 정보시스템 기반을 제공
 - (Stewardship) 사람과 환경을 보호하기 위해, 땅, 물, 등 천연자원을 보호하는 것으로 환경적인 책임을 희생하지 않고 경제 발전을 촉진할 책임
- **(프레임워크)** 계획에서는 기후대비국가 구축을 위한 핵심 프레임워크를 5가지로 제시
 - 신뢰할 수 있는 기후 및 날씨 데이터 및 서비스를 위해 관측 인프라 부터, 데이터 및 정보 관리→연구개발→모델링 & 예측→서비스 제공 및 의사 결정 지원까지 전 단계의 가치사슬을 위해 투자할 것이라고 명시

<표3-17> NOAA 기후대비국가 준비 프레임워크

↑	1. 서비스 제공 및 의사 결정 지원	○ 포괄적인 서비스 제공 및 의사결정 지원 도구는 기후 및 기상 위험에 가장 취약한 기업, 연방 파트너 및 사회의 요구를 충족하기 위해 기후 준비 국가를 구축하는 데 필요
	2. 모델링 & 예측	○ 최첨단 모델링, 예측 및 투영 기능을 갖춘 NOAA는 고성능 컴퓨팅과 인공지능의 사용을 활용
	3. 연구개발	○ 6,000명의 NOAA 과학자와 엔지니어는 절박한 기후 및 기상 문제를 해결하기 위해 최첨단 응용 연구와 응용 프로그램을 개발
	4. 데이터 및 정보 관리	○ NOAA의 세계적 수준의 데이터 및 정보 관리는 클라우드 인프라를 활용하고 보다 사용자 친화적이고 권위 있는 데이터 세트를 저장하고 대중에게 제공하기 위해 노력
	5. 관측 인프라	○ 해저에서 궤도에 이르기까지 NOAA의 강력한 차세대 관측 인프라와 데이터 보급은 24시간 365일 데이터를 관찰하고 수집

출처 : NOAA(2022), Strategic plan 2022~2026

- **(전략목표)** 기후대비국가 건설, 공정한 미션 수행, 정보 기반 블루 경제 성장 가속화 등 3가지 목표를 설정
 - (기후대비국가 건설) 개선된 기후 정보, 일기예보 및 향상된 기반 시설을 통해

NOAA 미래 기후변화에 탄력있고 준비된 기후대비국가 건설

- (공정한 미션 수행) 모든 지역사회를 준비시키기 위해 서비스, 교육 및 훈련 제공을 통해 미국의 소외되고 취약한 인구의 요구에 충족할 것
 - (정보 기반 블루경제) 해양 및 연안 환경에 대한 이해를 활용하여 지속가능한 해양산업의 성장을 가속화하며 연안 및 해양 솔루션을 위한 데이터, 정보 및 서비스 제공
- 3가지 전략목표 중 기후업무와 관련된 전략은 1. 기후대비국가 건설이며 세부내용은 다음과 같음
- 전반적으로 기후서비스의 제공능력 향상을 위해 사용자의 참여가 중요하다고 강조

<표3-18> NOAA Strategic Plan 2022~2026 전략목표

전략목표1. 기후대비국가 건설	
전략목표 1.1 파트너에 대한 서비스 제공 향상	
1.1.1. 파트너와의 지속적인 참여개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역사회 및 기업의 요구를 충족시키기 위해 신규 파트너와 작업 확장 ○ 지역 기후평가를 활용하고, 자연, 물리적, 사회적 시스템 전반에 걸친 연구를 통합하고 기후 탄력성 솔루션을 평가함으로써 보다 맞춤형인 사용자 친화적인 기후 도구 만들 것 ○ NOAA는 파트너와 협력하여 새로운 의사 결정 지원 도구를 개발하고 가능한 경우 기존 네트워크와 도구를 활용하여 여러 플랫폼에서 작동하는 액세스 가능한 솔루션을 만들 것 ○ 서비스, 교육, 참여 및 준비에 대한 커뮤니티 기반 접근 방식을 구현
1.1.2. NOAA 전체에 기후 고려사항 포함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 영향을 설명하기 위해 자체 프로그램과 기능을 조정 <ul style="list-style-type: none"> - 해양자원 조사평가와 해양조건변화가 해당 자원, 어업 및 어업공동체에 미치는 영향을 모델링하고 예측하는 것이 포함 ○ 국가의 해양 및 연안 자원의 관리를 위한 적응 전략을 개발 및 구현하고, 자체시설 및 인프라의 기후 관련 취약성을 평가하고 해결할 것
1.1.3. 과학 기반 의사 결정 지원 도구 제공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학계, 국제, 미국정부, 상업, 비영리 단체와 협력하게 전세계적으로 수신하는 데이터를 지구 관측시스템에 걸쳐 시기적절하고 실행가능하며 신뢰할 수 있는 환경 정보로 변환 ○ NOAA는 이러한 계약을 통해 차세대 과학기반 제품과 서비스를 개발할 수 있도록 지원 ○ NOAA는 보다 정확하고 신뢰할 수 있는 제품 및 애플리케이션을 지원하고 최신 데이터 과학을 활용하여 크고 복잡한 데이터 수집에서 접근 가능하고 유용한 정보를 추출할 수 있도록 최첨단 알고리즘을 개발, 지원 또는 채택

전략목표 1.2 환경예측 개선	
1.2.1. 날씨, 물, 기후 예측 및 예측 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역사회와 기업을 위한 일기예보 및 기후예측 개선 - 가뭄, 대기 오염, 극심한 더위와 추위, 화재 날씨, 홍수, 토네이도, 겨울 폭풍, 해양 열파 및 해양 열대 및 온대 저기압과 관련된 확장 가능하고 맞춤형 정보 포함
1.2.2. 연간 통합 수용량(water capability)에 대한 하위계절 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인명과 재산을 보호하고, 홍수 위험 관리를 알리고, 안전한 식수의 공급을 가능하게 하고, 저수지 운영 및 수자원 관리를 알리는 정책, 계획 및 의사 결정을 알리기 위해 물 가용성 예측을 향상 - 비계절에서 계절적 및 더 긴 시간 규모의 수문 과정 모델링, 관측의 동화, 수문 예측을 위한 개선된 대기 강제력 및 수문 예측을 향상시키기 위한 기계학습의 조합을 통해 수행 ○ NOAA의 일일 예보와 계절 예보를 연결하여 보다 원활한 기상기후 예측 시스템과 여러 산업 부문과 대중에게 도움이 되는 보다 통합된 서비스를 제공
1.2.3. 연안통합수역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 허리케인에서 해수면 상승으로 인한 만조 범람의 빈도 증가에 이르기까지 다양한 현상으로 인한 위험한 해안 침수에 대한 더 나은 예측이 필요 ○ 개선된 예측 능력은 고도의 수문학적 모델을 해안 및 오대호 순환 모델에 결합하여 육지 고도의 관찰 및 예측된 변화를 고려하는 프레임워크에 구축함으로써 달성
1.2.4. 완화 및 적응 전략을 위한 모니터링 및 모델링 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ NOAA는 개선된 온실가스 및 기후 시스템 모니터링 및 모델링을 통해 기후 완화 선택 사항을 알려줌 - 재생에너지, 해안 및 해양 탄소 제거 및 일사량 관리를 포함한 현재 및 제안된 완화 조치와 기후 개입 옵션의 기후, 대기 및 해양 영향을 평가하기 위해 관측 및 모델링 기능을 강화
1.2.5. 기후와 해양의 통합 모델링 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ NOAA는 기후 및 해양 모델링 시스템을 통합하여 해양 조건의 예측 및 예측을 개선하여 살아있는 해양 자원 및 기타 해양 사용에 관한 결정을 알릴 것
1.2.6. NOAA 신뢰자원의 생태예측 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 연안, 해양 및 오대호 자원의 인간사용을 관리하는 책임이 있는 사람들을 지원하기 위해 생태학적 예측 능력 향상
전략목표 1.3 통합되고 획기적인 기후 연구	
1.3.1. 성숙한 세계 수준의 차세대 지구 시스템 모델	<ul style="list-style-type: none"> ○ 날씨, 물 및 기후 위험을 안정적으로 추정하는 차세대 지구 관측 시스템을 개발 - 해양, 대기, 조수, 얼음 및 육지에 대한 관찰을 개선, 표준화, 강화 및 증가함으로써 새로운 프로세스 이해가 포함
1.3.2. 사회과학 연구 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ NOAA는 복잡한 기후 및 극단적 기상 사건이 지역사회 회복력에 미치는 영향과 취약성에 대한 데이터를 수집, 저장 및 통합하기 위해 사회과학 데이터 용량을 확장할 것 ○ 기업 인적 자원과 전사적 데이터 인프라에 대한 투자를 통해 NOAA는 공공 위험과 복원력을 부문과 지역사회에 걸쳐 추적하고 예측하는 능력을 확장
1.3.3. 최첨단 통합 연구를 통한 운영	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실행 가능한 학제 간 지구 시스템 연구는 물리적 위험을 사회적, 행동적, 경제적 취약성과 통합하여 날씨, 물 및 기후 위험을 신뢰성 있게 추정하는 도구와 자원을 효과적으로 개발하고 전달하기 위해 개선될 것

전략목표 1.4 권위있는 데이터 및 정보 관리 강화	
1.4.1. 데이터 관리 능력 향상	<ul style="list-style-type: none"> NOAA는 NOAA 데이터 수집 노력이 장기 스튜어드십 계획을 통합하고 리소스를 확보함으로써 모든 데이터와 중요 정보 제품 및 파생 데이터 세트가 액세스, 통합, 검색, 추적 및 재사용될 수 있도록 보장하는 포괄적인 보관 및 스튜어드십 프로세스를 구현
1.4.2. 플랫폼에 구애받지 않는 데이터 및 정보 최적화	<ul style="list-style-type: none"> 관측자료의 지속적인 가치를 활용하여 기후 변동성과 변화를 이해하는 데 필요한 수명, 일관성 및 연속성을 갖춘 강력하고 지속 가능하며 과학적으로 건전한 분석과 AI 대비 기후 기록을 만들 것 데이터 세트에 과거, 현재, 미래 정보를 통합하는 접근 방식을 추구할 것
1.4.3. 엔터프라이즈급 데이터 관리 향상	<ul style="list-style-type: none"> 데이터베이스는 효율적인 클라우드 기반 엔터프라이즈 솔루션을 활용하여 이 정보의 가용성을 극대화하고 고객 요구 사항과 피드백은 통합 엔터프라이즈 도구를 통해 관리
전략목표 1.5 포괄적인 관찰 및 모니터링 시스템 향상	
1.5.1. 지역/현장 분산 관측치 개선	<ul style="list-style-type: none"> NOAA는 기존 기후, 해양 및 대기 현장 관측 플랫폼의 공간적 및 시간적 규모를 유지, 강화 및 확장하는 동시에 사용자 요구를 충족하기 위해 관측의 실시간 수집 및 정보 보급을 극대화할 기회를 모색할 것 NOAA는 네트워크를 확장하고 NOAA 선박, 비행기, 정지 및 진행 중인 관측 플랫폼, 원격 무인 작업을 포함하여 육지, 해상 및 항공 자산이 있는 데이터가 부족한 지역에서 관측을 수집하는 프로그램 간 사이트 수를 늘릴 것
1.5.2. 공간 기반 관찰 혁신	<ul style="list-style-type: none"> NOAA는 정지궤도 및 전지구 궤도, 우주 기상 관측 및 공통 지상 서비스에서 광범위한 기후, 날씨 및 환경 관측을 제공하는 동시에 하이브리드, 세분화된 아키텍처를 구축하기 위한 혁신적인 방법으로 산업계와 협력할 것
1.5.3. 상업적 파트너십 및 신기술 확대	<ul style="list-style-type: none"> NOAA는 기존 파트너십을 강화하는 동시에 새로운 상업적 파트너십, 혁신적인 소형 모듈형 위성 기술 및 현장 관측 플랫폼을 활용하여 지구와 우주에 대한 중요한 관측을 제공 하는 환경 자산의 운영 및 조달을 최적화
1.5.4. 공통 소스 데이터 통합 및 공통 지상 서비스 개선	<ul style="list-style-type: none"> NOAA는 업데이트된 소프트웨어를 실행하고 적용 가능한 데이터 소스에서 제품 및 서비스를 생성하기 위해 현재 하드웨어 및 소프트웨어 기능을 클라우드 지원 프레임워크로 전환함으로써 데이터 분석 및 배포에 대한 공통 아키텍처 및 전체 기관 접근 방식을 향상

다. 미국 기상청 (NWS : National Weather Service)

(1) NWS Strategic Plan (2019~2022)

- (개요) NWS는 미국 해양대기청(NOAA)의 산하 기관 중 하나로 기후, 기상, 해양의 지구환경 변화를 이해 및 예측하고 대중과 정보를 공유함으로써 해양자원을 보호하고 관리하는 기관
 - (인력) 2019년 기준 총 4,386명이 근무 중이며, 예보 지원 사무소(Analyze, Forecast, Support Office)에서는 총 인원의 약 64.8%인 2,843명이 근무 중
- NWS는 기상·수문·기후변화에 따른 영향 경감, 최첨단 과학기술 적용을 통한 최고 수준의 관측 및 예·경보 제공, 인력 및 파트너십에 대한 투자강화를 목표로 하는 4년간의 중장기 계획을 수립('19년)
 - (비전) 날씨 대비 국가: 사회는 날씨, 물, 기후에 의존하는 사건들에 대비하고 대응
 - (미션) “생명권 재산권 보호, 국가경제 강화를 위한 기상, 수문, 기후에 대한 데이터, 예측 및 경보 정보를 제공”

<표3-19> 미국 기상청 2019~2022 전략계획

비전	날씨 대비 국가: 사회는 날씨, 물, 기후에 의존하는 사건들에 대비하고 대응	
미션	생명권 재산권 보호, 국가경제 강화를 위한 기상, 수문, 기후에 대한 데이터, 예측 및 경보 정보를 제공	
주요 목표	(목표 1) 사람들의 정보 수신, 이해, 행동 방식을 변화시켜 기상, 수문, 기후 관련 사건의 영향 감소	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현업 및 영향 기반 의사결정지원서비스(Operations and Impact-Based Decision Support Service, IDSS) ○ 정보 품질 개선을 통한 의사 결정 개선 ○ 일관되고 시의적절한 정보 전달
	(목표 2) 최첨단 과학기술과 공학 기술을 활용하여 최상의 관측, 예측 및 경보 제공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예측 모델 고도화 ○ 통합 관측 ○ 시스템, 기술 및 도구 ○ 관리연구와 연구관리
	(목표 3) 인력, 파트너십, 조직성과에 투자함으로써 변화에 효과적으로 대응할수 있는 조직으로 성장	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미래 인력 ○ 조직 정비 ○ 민간 기업 파트너십 ○ 사업 운영

출처 : 미국 기상청 홈페이지, 'Strategic Plan 2019~2022'

<표3-20> 「미국 국립기상청 2019~2022 전략계획」 목표 및 주요 과제

연번	목표	세부 목표	주요 과제		
1	사람들의 정보 수신, 이해, 행동 방식을 변화시켜 기상, 수문, 기후 관련 사건의 영향 감소	혁신적인 영향 기반 의사결정 지원 서비스(IDSS) 강화	1-1	극한기상, 수문 및 기후현상에 대한 예-경보를 공공 안전, 비상관리, 수자원 관리, 국가 및 경제 보안 기관의 의사결정과 연결하여 효과적인 대비 및 대응을 보장	
			1-2	영향예보에 대한 전문가의 해석을 적재적소에 제공	
			1-3	민간의 수요에 대한 이해 증진 및 극한기상에 대한 대중의 대응력 제고를 위해 타겟팅된 교육 및 지원 제공	
			1-4	민간의 역량을 활용하는 협력적 접근을 통해 기상·기후 영향을 최소화하고 공공 안전 및 경제 탄력성을 최대화	
		보다 나은 의사결정을 위한 양질의 정보 제공	1-5	예-경보의 이해 및 활용도 개선과 친화적인 정보 제공을 위해 사회과학, 행동과학 및 경제학 통합	
			1-6	예-경보의 신뢰성, 특이성, 잠재적 영향 정도에 대한 정량화 개선	
			1-7	1) 극한기상에 대한 예측 범위를 최대 2일 전→ 3일 전으로 확대 2) 10일 예보의 정확도를 현재 7일 예보 수준까지 제고 3) 기상 정보와 계절 내(sub-seasonal) 시간 규모 모델의 연동을 통해 최대 3~4주의 이음새 없는 기온 정보 및 예보 제공	
				1-8	1) 전국적으로 모든 시간 규모에 대한 '거리 규모(street-level)'의 수자원 정보 제공 2) 대기 및 수문학적 불확실성을 정량화하여 월-분 단위의 하천예보 제공 3) 국립 해양청과의 협력을 통해 육상과 해양 모델을 연동하여 해안지역의 총 수량에 대한 예보 개선 4) 여타 지리 정보와 연계된 홍수 침수 예보 제공
					1-9
			시의적절하고 일관된 메시지	1-10	정확하며 실행 가능한 메시지로 전국 규모부터 지역 규모까지 일관된 예보 제공
1-11	모든 NWS 현업 사무소에 공통 운영체계를 적용하여 신속하고 이음새 없는 대면/비대면 의사결정 지원				
1-12	연속적으로 업데이트되며 상호운용 가능한 DB 구축을 통해 더욱 시의적절한 예보 정보 제공				
1-13	민간의 역량을 활용하여 NWS 예-경보의 이용 범위를 확대하고 개개인에 맞춤형 의사결정 개선				
2	최첨단 과학기술과 공학 기술을 활용하여 최상의 관찰, 예측 및 경보	모델 개선	2-1	민간 파트너와의 협업을 통해 세계 최고 수준의 커뮤니티·통합모델 기반 전지구 수치예보 시스템 구축	
			2-2	NWS 예보 운영의 시작점인 앙상블 모델링을 이용해 모든 NWS 서비스 영역의 확실성 정량화 및 일관성 촉진	

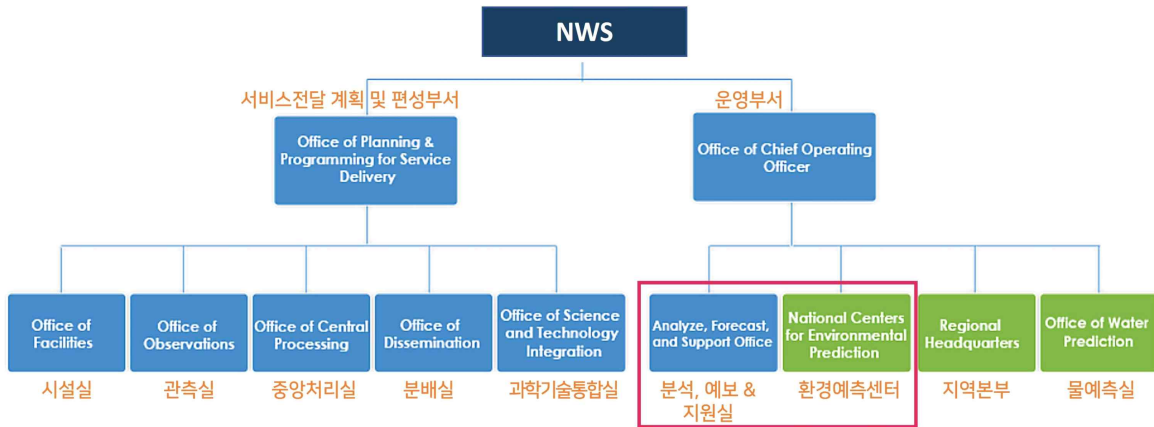
연번	목표	세부 목표	주요 과제	
	제공	관측 통합	2-3	차세대 고성능 컴퓨팅 적용으로 극한기상 및 고영향 기상현상에 대한 예보 개선
			2-4	레이더, 위성 시스템 등 기초 관측 자산의 연속성 있는 운영과 함께 신흥 기술의 적용으로 비용 절감 및 관측 정보 품질 개선
			2-5	민간의 광범위한 관측 역량을 활용함으로써 대기·지표면·해양, 빙권에 대한 가능한 최고 수준의 분석 수행 및 상황 인지, 자료동화 품질의 향상으로 점차 증가하는 사용자의 요구를 충족
		시스템, 기술 및 도구	2-6	시·공간에 구매 받지 않는 IDSS(영향 예보 기반 의사결정 지원 서비스) 제공을 위한 시스템·기술·도구 현대화
			2-7	예측 분석 결과와 인지 컴퓨팅, 인공지능 등의 기술을 통합하여 기상 정보-영향 정보 간 결합을 자동화하고 예보 생산을 효율화
			2-8	분석 및 시각화, 기술 협력, 사회과학 개선을 위한 민간 전문가 활용
			2-9	GIS(지리 정보 시스템)를 포함한 기상·수문·기후 자료 및 정보의 민간 접근성, 신뢰성 및 상호운용성 개선
		R2O / O2R	2-10	해양대기연구사무소(OAR), 미국 기상 연구 커뮤니티 및 기타 민간 파트너와의 협력을 통해 최신 과학 기술의 현업 적용을 촉진
			2-11	시제품화(prototyping) 및 혁신 과학기술의 현업 적용 절차를 간소화 하여 고도화하는 예보관의 업무를 지원하고, R2O/O2R의 효율성을 개선
		3	인력, 파트너십, 조직성과에 투자함으로써 변화에 효과적으로 대응할수 있는 조직으로 성장	미래 인력 자원 기관 전략과 조직체제의 일치 사업 운영

※ 출처: National Weather Service(2019), 2019-2022 STRATEGIC PLAN,

- 계획에서는 의사결정지원서비스(IDSS)에 대해 다음과 같은 변화를 언급
 - 표준 서비스 수준 정립을 통해 IDSS, 각 주와 현에 예보와 조기경보 정보를 제공
 - 파트너 및 구축된 인력과의 협업을 개선하고 파트너의 영향 및 의사 결정 지점을 카탈로그화하는 새로운 IDSS 도구를 개발
 - 전문 센터와 파트너 및 지역에 대한 현지 지식을 결합한 보다 협업적이고 민첩하며 상호 연결된 운영 모델로 전환
 - 제품, 서비스 및 커뮤니케이션을 단순화하여 파트너와 대중이 이를 더 잘 이해하고 적용할 수 있도록 지원

(2) 기후·기후변화 관련 조직

- NWS 산하에 크게 ‘서비스 전달계획 및 편성부서’ 및 ‘운영부서’가 존재하고, 서비스 전달계획 및 편성부서 내에 5개 부서가 소속되어 있고, 운영부서 내에 4개 부서가 소속됨



[그림3-12] NWS 조직도

- (서비스전달계획 및 편성부서) 시설실, 관측실, 중앙처리실, 분배실, 과학기술통합실
- (운영부서) 분석,예보&지원실, 환경예측센터, 지역본부, 수문예측실
- 기후·기후변화 관련 업무를 수행 중인 조직은 운영부서 내의 ‘분석, 예보 & 지원부서(AFSO)’와 ‘환경예측센터(NCEP)’, ‘수문예측실(OWP)’가 존재함

□ 분석, 예보 & 지원 부서 (AFSO)

- NWS 산하의 최대 규모의 조직이며, 모든 예보(허리케인, 호우, 한파 등 분야별)에 대해 각각의 정보를 재가공하여 국가차원/지역별 IDSS⁶⁾ 지원 및 사회과학과 융합

<표3-21> NWS-AFSO 부서별 업무

부서		주요 역할 및 업무
분석 및 임무지원 사업소 (Analysis)	분석 및 실시간예측 부서 (Analysis and Nowcast Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예보관이 환경 데이터를 동화, 분석 및 활용하여 예측 및 경고서비스를 개선하는데 도움이 되는 새로운 도구와 혁신을 확인 및 검증 - 단기 일기예보 개선을 위한 방법론이나 기술 모색

6) IDSS: Impact-based Decision Support Services

<표3-21> NWS-AFSO 부서별 업무

부서		주요 역할 및 업무
and Mission Support Division)	의사결정지원통합 부서 (Decision Support Integration Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 IDSS7) 정책 및 관련 지침의 개발 및 유지, WRN8) 로드맵 및 구현 계획, 영향 카탈로그와 같은 WRN 이니셔티브에 대한 감독, 필요한 IDSS 교육 정의 및 개발되었는지 확인하기 위한 OCLO와의 조정 등이 포함
	디지털 및 그래픽 정보 지원 부서 (Digital and Graphical Information Support Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ NWS 웹에 대한 서비스 기반 요구사항에 대한 국가 감독을 제공하고 제품 및 정보 보급정책을 감독하며 국가 서비스 변경 프로세스의 프로그램 실행을 제공
예측서비스 사업소 (Forecast Services Division)	악천후, 방재, 공공, 겨울철 기상 서비스 부서 (Severe, Fire, Public, and Winter Weather Services Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가에 예보, 경고, 기상 지원 대응 서비스를 지원 <ul style="list-style-type: none"> - (악천후) WFO가 발령한 대류 경고 제품 (뇌우/토네이도 경고)와 NCEP의 폭풍예측센터(SPC)가 발행하는 국가 대류전망, 시계 및 기타 정보 제품 감독도 포함 - (방재) WFO에서 발행한 일상적인 화재 기상 예보 및 적기 경고, 요청 시 WFO에서 연방 및 주 및 지역 토지 관리 파트너에게 발행된 현물 예보, 현장 기상 기상학 서비스 제공 - (공공 및 겨울철 기상) 일기예보(최대7일) 발행, WFO에 의해 발행되는 주의보, WFO 구역, 주, 실시간(Nowcast), 레크리에이션 기상 예보 제품(내륙 호수와 수로 포함)
	기후서비스 부서 (Climate Services Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ NWS 기후 프로그램과 기후 예측 운영 계획, 정책 및 절차를 감독하고, 기후예측서비스 제공을 위한 전반적인 관리
	항공 및 우주기상서비스 부서 (Aviation and Space Weather Services Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항공 및 우주 기상 서비스 프로그램을 총괄하며, 터미널, 항로 및 해양 공역 시스템에서 국내 및 국제 항공 커뮤니티에 제공되는 제품과 서비스를 포함
	수자원 서비스 부서 (Water Resources Services Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가에 수문 서비스를 위한 전반적인 관리를 제공하는 NWS 수문 경고 및 예보 프로그램을 감독 <ul style="list-style-type: none"> - 운영 방침과 절차를 수립하고 새로운 과학기술과 새로운 제품 및 서비스의 설계, 검증 및 구현을 조정 - 서비스 요구를 식별하고 검증하고 수문학적 관찰, 예측 및 경고 애플리케이션에 대한 운영 요구사항을 설정하는 역할을 담당
해양, 열대, 쓰나미 서비스 부서 (Marine, Tropical, and Tsunami Services Branch)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 기상 서비스, NWS 열대 기상 프로그램 및 쓰나미 프로그램을 감독하는 국가 프로그램을 위한 프로그램 리더 <ul style="list-style-type: none"> - 해양 기상 프로그램을 통해, WFO, 해양예측센터, 국립 허리케인센터는 해양 예보, 경고, 주의보를 우리나라 연안 해역에, 해상 및 공해상에 대한 해상 예보, 오대호의 근해와 외해 지역에 대한 해상 예보를 발령 	

□ 환경예측센터(NCEP : National Centers for Environmental Prediction)

- NWS 내에서 기상 관련 예측과 모델링 업무를 주로 담당하고 있는 기관으로 일반적인 날씨와 기후뿐만 아니라 해양기상, 항공기상, 우주기상 등 다양한 분야의 기상업무를 수행
- (미션) 인간생명 보호와 경제 번영을 위해 미국을 포함한 전 세계에 필수적인 기상, 물, 기후 제품 및 서비스 제공
- (주요업무) 태양 모니터링, 예측 및 경보, 기후 예측 및 엘니뇨·라니냐 예측, 7일 간의 날씨 예보 및 허리케인, 위험기상, 눈보라, 산불 발생 등 예보, 항공기상 예보 및 경보, 연근해 및 외해기상 예보 및 경보
- (계획) 극한 기후 및 기후현상이 사람, 경제 및 국가 안보에 미치는 영향이 계속 증가함에 따라 NCEP는 2027년까지 영향 기반 의사결정 지원 서비스(IDSS)를 강화하고 통합예측시스템(UFS)을 고도화하기 위한 전략적 실행계획⁹⁾ 수립
 - 인력과 문화, 조직 운영, 과학기술, 글로벌 파트너십을 동 계획의 핵심 영역으로 설정하고, 영역별로 청의 비전 달성을 위한 방향과 성과목표 제시

<표3-22> NCEP 전략적 실행계획(2022~2027) 주요 내용

핵심 영역	방향	성과목표
인력과 문화 (People & Culture)	1. 연결 및 신뢰 구축	1.1 조직의 건강 및 문화 개선
		1.2 다양하고 포용적인 업무 환경 보장
		1.3 직원의 참여 증대
	2. 인재 확보 및 유지	2.1 역량 기반의 객관적인 채용 관행 강화
		2.2 STEM 커뮤니티 내 봉사 기회 확대
		2.3 유연한 근무 방식 지원
		2.4 적시에 직원의 성과를 인정하는 문화 조성
		2.5 성과관리 프로세스 개선
	3. 유연한 인력 개발	3.1 다음 세대를 준비하기 위한 보다 효과적인 리더 육성
		3.2 전문성 개발 및 기술 교육 확대

7) IDSS : Impact-based Decision Support Services

8) WRB : Weather Ready Nation

9) NCEP, Strategic Implementation Plan 2022-2027

<표3-22> NCEP 전략적 실행계획(2022~2027) 주요 내용

핵심 영역	방향	성과목표	
조직 운영 (Operations)	4. 운영을 위한 NCEP의 협업 능력 제고	4.1 NOAA, NWS 사무소와의 협력적 운영 강화	
		4.2 주요 이해관계자 및 파트너와의 협업 증대	
	5. NCEP 운영 최적화	5.1 NCEP의 역할 및 책임에 대한 평가 강화	
		5.2 고영향 기상현상에 대한 선제적 예측	
		5.3 NCEP의 예측 커뮤니케이션 개선	
	6. NCEP가 생산한 데이터 및 예·경보에 대한 접근성 향상	6.1 제품 및 서비스 최적화	
		6.2 취약한 지역사회에 대한 커뮤니케이션 및 지원 개선	
	7. 영향 기반 의사결정 지원 서비스(IDSS) 품질 제고 및 교육/봉사 강화	7.1 기초데이터 제공 개선	
		7.2 데이터(의미에 대한) 해석 서비스 제공	
		7.3 교육 및 아웃리치 확대	
		7.4 정량적 IDSS 제공 선도	
	과학기술 (Science & Technology)	8. NCEP의 예측 및 서비스를 뒷받침하는 과학적 지식 강화	8.1 중요 분야에서 NCEP 현업 모델의 예측 기술 고도화
			8.2 예측 결과의 후처리 기술 개발 및 고도화
8.3 관측자료 활용을 우선적으로 고려 및 확대			
8.4 R2O2R을 촉진하기 위한 테스트베드 활용			
8.5 NCEP 이해관계자와의 소통 지속 및 확대			
9. 환경예측 업무와 관련하여 증가하는 기술적 요구에 대한 우선순위 설정		9.1 개발 및 현업 처리 능력 향상	
		9.2 IT 역량의 유연성 및 복원력 강화	
		9.3 NCEP 제품 및 서비스의 보급 개선	
		9.4 점차 발전하는 사용자 요구에 부응하기 위한 웹 서비스 현대화	
글로벌 파트너십 (Global Partnerships)	10. 환경예측 서비스를 위한 글로벌 IDSS 파트너십 확대	10.1 미국의 국익 지원을 위한 글로벌 참여 확대	
		10.2 국제 파트너십을 강화하여 글로벌 기상, 수문 및 기후 서비스 개선	
	11. 최상의 예·경보를 제공하기 위한 글로벌 과학기술 협력 강화	11.1 현업 예측 개선을 위한 글로벌 협업 강화	
		11.2 글로벌 과학 이니셔티브에 대한 NCEP 참여 확대	

※ 출처: National Centers for Environmental Prediction(2022), 2022-2027 STRATEGIC IMPLEMENTATION PLAN

- (조직) NCEP 중앙운영센터, 환경모델링센터(EMC), 기상예측센터(WPC), 해양예측센터(OPC), 기후예측센터(CPC), 항공기상센터(AWC), 스톰예측센터(SPC), 국가허리케인센터(NHC), 우주기상예측센터(SWPC)로 구성

<표3-23> NCEP 센터별 주요 역할 및 업무

구분	주요 역할 및 업무
중앙운영센터	<ul style="list-style-type: none"> 기후, 날씨, 해양, 우주 및 환경 위험 제품을 생성하는 NWS 운영 모델 제품군을 실행하고, 개선사항 관리 NCO는 NCEP 센터, 파트너 및 고객을 포함하여 NWS와 주고받는 데이터 및 제품의 흐름을 관리
환경모델링센터 (EMC)	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 동화 및 모델링에 대한 광범위한 연구 프로그램을 통해 NCEP(National Center for Environmental Prediction)의 수치 기상, 해양 및 기후 예측을 개선
기상예측센터 (WPC)	<ul style="list-style-type: none"> 10일 이내 예보 준비기간 중에, 고급 수치기상예측모델을 해석하는 업무
해양예측센터 (OPC)	<ul style="list-style-type: none"> 대서양 및 태평양 분지에 대한 전지구적 규모의 대기 및 대기-해양 경계면 분석 및 예측을 포함한 해양 제품을 발행 또한 미국 동부 및 서부 해안에 인접한 연안 지역에 대한 지역 규모의 고해상도 대기 분석 및 예측을 생성 또한 이러한 활동을 지원하는 응용 프로그램을 개발하고 해양, 날씨 및 해양 상태 관찰의 실시간 품질 관리를 수행하는 책임
기후예측센터 (CPC)	<ul style="list-style-type: none"> 기후 변동성의 운영 예측, 전지구적 기후시스템의 모니터링, 현재의 기후 이상과 추세를 예측하기 위한 데이터베이스 개발, 기후시스템의 기원과 연결성에 대한 분석과 평가로 구성된 기후 서비스를 제공 CPC 서비스 및 개발 활동은 기술적으로 가능한 미래까지 확장되는 일주일에서 여러 계절까지의 시간 척도를 포함하며, 성층권까지 확장되는 육상, 해양, 대기의 영역을 포함
항공기상센터 (AWC)	<ul style="list-style-type: none"> 대서양과 태평양의 48개 주와 넓은 지역에 걸쳐 항공 경고, 주의보, 예보를 위한 단일 소스를 제공
폭풍예측센터 (SPC)	<ul style="list-style-type: none"> 미국 전역에 걸쳐 심한 뇌우와 토네이도에 대한 시기적절하고 정확한 예보와 주의보를 제공
국가허리케인센터 (NHC)	<ul style="list-style-type: none"> 세계기상기구(WMO)의 후원으로 대서양, 카리브해, 멕시코만, 동북태평양 지역에 열대성 저기압에 관한 예보 및 안내 제품을 제공
우주기상예측센터 (SWPC)	<ul style="list-style-type: none"> 지구의 우주 환경을 지속적으로 모니터링하고 예측하며, 정확하고 신뢰할 수 있으며 유용한 태양계 정보를 제공하며, 서비스를 개선하기 위한 프로그램을 주도

○ NCEP 산하 기후예측센터(CPC)

- (비전) 기후 변화와 그 영향에 대비하고 대응하는 정보에 입각한 사회
- (미션) 기후 위험과 기후 회복 사회에 대한 효과적인 관리를 촉진함으로써 몇 주에서 몇 년 사이의 시간 척도에 대한 기후 변화를 예측하고 설명하는 실시간 제품과 정보를 제공

- (주요업무) 주간에서 연간에 이르는 기간의 기후 예측, 모니터링, 평가 업무 제공

<표3-24> NWS산하 기후예측센터(CPC) 주요업무

<p>기후예측 (Climate Prediction)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6~10일간 & 8~14일간 강수량 & 기온 전망 ○ 3~14일 기상 위험예측(미국, 전세계 열대 지역)
<p>2주 예보에 집중(계절별, 연간별)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 월별 & 계절별 강수량 & 기온 전망 ○ 가뭄 전망, 허리케인 전망(대서양과 동태평양) ○ 월간 ENSO(El Nino-Southern Oscillation) 예측
<p>기후 모니터링 (Climate Monitoring)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 변동의 주요 유형들(ENSO, MJO, NAO, PNA, AO 등) ○ 대기 순환(대류권과 성층권) ○ 폭풍 진로 추적
<p>다양한 기후 인자에 대한 일별, 월별 시계열 데이터 수집 및 대기와 해양에 대한 자료 취합</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 몬순 데이터 ○ 해양 상태(전세계와 연안) ○ 강수량과 지상 온도(전세계와 미국) ○ 가뭄(미국, 북미)
<p>기후 평가 (Climate Assessment)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 진단 게시판(web) ○ ENSO 진단 논고(PDF, WORD) ○ 주간 ENSO/MJO/Monsoon/Ocean(ppt, PDF, web) ○ 계절별 기후 요약(web)
<p>현재 날씨, 기후 정보, 예측 자료의 종합 결과물 제공</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특별 기후 예측(악 기상 사건들, web) ○ 연간 기후 평가(multi-agency) ○ (기상) 위험예측(hazards Assessments)(미국, 아프리카, 전세계 열대 지역)

- 기후 서비스는 국내 및 해외의 정부, 공공 및 민간 산업의 사용자에게 제공되며, 사회적 및 경제적 측면의 응용 분야로서 기후 관련 자연 재해의 완화와 농업, 에너지, 교통, 수자원 및 건강 분야 등이 포함

(3) NWS 기후서비스

□ 지역 기후 데이터 서비스

- NWS 기상 예보 사무소(WFO)는 지표 및 상층 대기 관측 시스템을 유지하고, 공동 관측 프로그램(COOP) 네트워크를 관리하며, 예비 일일 기후 데이터를 대중에게 제공
- 관측 네트워크를 통해 수집된 모든 데이터는 NCEI로 전송되며, NCEI에서 품질 관리, 보관 및 최종 인증 가능한 데이터로 다양한 형식으로 사용자에게 배포
- (정보) 일별 및 월별 기후 요약 및 극단적 보고서를 포함한 정보는 모든 지역 사무소의 기후 웹 사이트에서 확인
- 지역 사무소의 기후웹사이트를 통해 액세스할 수 있는 NOWData 프로그램을 통해 개별 관측소에서 가장 인기 있는 다양한 기후 데이터 제품을 사용 가능

참고. NOWData

- NOAA의 온라인 기상 데이터(NOWData)는 NOAA 지역 기후 센터 응용 기후 정보 시스템(ACIS)을 사용하여 기본 기후 통계를 대중에게 제공하는 데이터 쿼리 시스템
- NOWData를 통해 미국, 알래스카, 하와이, 푸에르토리코, 버진 아일랜드 및 괌 전역의 3,800개 이상의 지표 관측소에 대한 예비 기반의 기후 통계를 사용
- 현재 및 이전 연도의 온도, 강수량, 강설량, 난방/냉방/성장도 일에 대한 일별 및 월별 데이터를 사용

NOWData - NOAA Online Weather Data

1. Location » [View map](#)

2. Product » Daily data for a month

3. Options » Date: 2022-04

4. View » [Go](#)

Product Description:

DAILY DATA FOR A MONTH - daily maximum, minimum and average temperature (degrees F), average temperature departure from normal (degrees F), heating and cooling degree days (base 65), precipitation, snowfall and snow depth (inches) for all days of the selected month. Basic monthly summary statistics are also provided.

Powered by **ACIS**
NOAA Regional Climate Centers

The Applied Climate Information System (ACIS) is a joint project of the Regional Climate Centers, the National Centers for Environmental Information (NCEI) and the National Weather Service. Official data and data for additional locations are available from the Regional Climate Centers and NCEI.

[그림3-13] NOWData

□ 기후 모니터링

- 기후예측센터(CPC)는 계절에서 연간까지의 시간 척도에 따라 기후 변동에 대한 광범위한 실시간 모니터링을 수행
- 기후 현상과 날씨 사건과의 연관성을 감시, 평가, 예측하기 위한 조정된 프로그램
- CPC는 기후 모델, 데이터 동화 시스템, 기후 모니터링 및 예측 제품의 개발을 위해 EMC, OAR Climate Program Office 및 기타 NOAA 자금 지원 파트너와 긴밀하게 상호 작용

□ 기후 전망

- 기후예측센터(CPC)는 NWS 국가 기후 전망의 주요 공급자로, NWS는 6-10일 전망에서 3개월 전망에 이르는 국가 및 지역 기후 전망 제품을 제공
- 계절별 기온 전망은 지역 관측소 수준으로 하향 조정되며, NWS CPC와 WFO의 공동 노력을 통해 각 지역 사무소의 기후 웹 페이지에서 사용 가능
 - (6~10일 전망) 온도, 강수량, (8~14일 전망) 온도, 강수량, (3~4주차전망) 온도, 강수량, (1개월 전망) 온도, 강수량, (3개월 전망) 온도, 강수량, (가뭄 전망) 월별 전망, 계절별 전망, (위험 전망) 8~14일 전망, 온도, 강수량, 눈, 바람, 돌발가뭄, (전지구적 열대 위험 전망) 1주 / 2주

□ 사용자 요구사항 및 고객 만족도

- NWS 현장 사무소는 의사 결정을 위해 이러한 장기적인 정보를 필요로 하는 고객에게 기후 관련 의사결정지원서비스를 제공
- NWS 기후 제품 및 서비스의 관련성을 보장하기 위해, 기후서비스지사(CSB)는 NWS 기후 고객과 고객의 요구를 식별하기 위해 설계된 활동을 지원
- NWS 기후 사용자 요구사항 및 만족도를 식별하기 위해 연간 기후 예측 응용과학 워크숍(CPASW), 정기적인 만족도 조사를 시행
 - (워크숍) 기후 애플리케이션 연구자, 기후 제품 생산자 및 사용자를 포함한

광범위한 기후 전문가들이 모여 사회 의사 결정에서 기후 예측의 사용과 관련된 연구 및 애플리케이션의 개발을 공유

- (고객 만족도 조사) NWS는 고객 만족도를 파악하고 만족도를 조직 성과 측정과 연관시키기 위해 정기적으로 설문조사를 실시

□ 해양기상서비스

- 미국 NWS는 외해, 근해 및 연안 등 해상예보구역에 대하여 날씨, 풍향, 풍속, 파고, 시정 정보를 제공하고 있으며, 해상 예·특보 발표와 더불어 다양한 해양기상 예측정보를 생산하여 제공 중

<표3-25> 미국NWS 해상예보구역

구분	지역구분	담당기관
외해 예보구역	○ 태평양과 대서양을 8개 구역(West Atlantic, Tropical Atlantic, East Pacific, NE Pacific, N. Mid-Pacific, Mexico Highseas, S. Mid-Pacific, Peru Highseas)으로 구분	OPC(Ocean Prediction Center), NHC(National Hurricane Center), WFOs(Weather Forecast Offices)
근해 예보구역	○ 9개 구역(New England, Mid-Atlantic, Tropical Atlantic, Gulf, Caribbean, Alaska, Washington-Oregon, California, Hawaii)로 구분 ○ 각 구역은 연안으로부터 약 100해리, 250해리 떨어진 2개의 구역으로 구분	OPC(Ocean Prediction Center), NHC(National Hurricane Center), WFOs(Weather Forecast Offices)
연안 예보구역	○ 미국 연안을 7개 구역(East, South, Gulf, West, Alaska, Pacifics., Puerto Rico & Virgin Is.)으로 구분 ○ 각 권역은 약 6개의 세부구역(구역당 해안선 길이는 약 200~300 km)을 포함 ○ 각 세부구역의 경계는 연안에서 약 20해리, 60해리 떨어진 두 개의 구역으로 구분	47개의 각 WFO

- 해상예측정보는 예·특보의 기본 정보인 바람(풍향, 풍속), 파랑(파고, 파주기, 파향), 폭풍해일, 시정뿐만 아니라 수온, 염분, 해류, 이안류, 해빙에 대한 예측 자료를 제공
- 예측자료는 자료의 종류에 따라 1일 1회 ~ 4회 제공되며, 3일 ~ 16일 예측 기간동안 1시간 ~ 3시간 간격으로 그래픽 형식으로 제공되고 있으며 예보자료로도 활용
- 국가해양서비스는 기존의 항만 및 기존의 항만 및 인접지역에서 안전한 선박 운항을 위해 주요 항로 상의 해양기상정보를 실시간으로 제공하는

PORTS (Physical Oceanographic Real- Time System) 서비스를 운영

- 서비스 대상지역은 주로 항만과 항만 인접 만 또는 주요 강 지역이 해당되며, 미국 전역을 대상으로 정보를 제공
- 제공되는 주요 항목들은 관측지점 정보, 조류와 해수면 정보, 대기(바람, 기온, 기압 등) 정보, 해양관측 정보(수온)와 미국 연안의 실시간 관측정보와 예측정보 등
- 또한, 미국 연안의 실시간 관측정보와 예측정보 등을 한 곳에서 제공하는 GIS 기반 웹사이트인 nowCOAST를 개발하여 운영 중

□ 수문기상서비스

- 온라인 기반 시스템인 응용수문예보서비스(AHPS: Advanced Hydrologic Prediction Service)로, 하천의 범람(홍수), 도시의 돌발홍수, 가뭄 지속시간 등 수문기상정보의 전반을 관리·예측·예보함
- 하천의 예측 정보를 수자원관리자, 공무원, 시민들에게 홍수와 가뭄의 피해를 줄이고 대처할 수 있는 자료를 제공
 - 현재 미국 전국단위로 시행(2,500지역)하고 있으며, 홍수를 완전히 막고 재산 피해를 막을 방법은 없지만, 더 나은 예측을 위하여 재해를 줄이는 것을 목표로 함

<표3-26> 미국의 수문기상 및 홍수예보 과정

구분	지역구분
자료수집	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 수문 자료(대기온도, 눈, 수량, 강수, 하천수위, 저수지 자료 등)의 수집과 분석, 예측 ○ 지질조사국(USGS: US Geological Survey), 육군 공병대(USACE: United States Army Corps of Engineers), 개척국(Bureau of Reclamation), 테네시청(Tennessee Valley Authority), 5대호 환경연구소 (GLERL: Great Lakes Environmental Research Laboratory) 등 협력기관의 자료수집망을 이용
모델링	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하천예측시스템(NWSRFS: National Water Service River Forecast System)으로 유역의 수리·수문모형 제공
관측/경보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가하천에서 댐 붕괴와 그로 인한 영향 등 재난 대비 예측
배포	<ul style="list-style-type: none"> ○ 첨단수문예측서비스(AHPS: Advanced Hydrologic Prediction Service) 웹사이트를 통해 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수나 가뭄의 발생 가능성, 하천 수위와 유량, 홍수로 침수될 주요 인프라 표시

다. 미국 해양대기연구소 (OAR : Oceanic and Atmospheric Research)

(1) OAR Strategic Plan 2020-2026

□ (개요) 미국 해양대기연구소(OAR)는 미국 해양대기청(NOAA)의 산하 기관 중 하나로, 해양 부문 서비스와 기상 부문 서비스를 총괄하는 중앙 연구소이며 외부의 여러 연구소와 협력하여 연구를 수행

○ 2017년 9월, 해양대기연구소가 향후 20년간 직면할 기회와 도전 요소를 분석하고, 최종 식별한 6가지 요소를 기반으로 기관의 전략적 방향 및 목표 설정

* 자연환경에 대한 사회적 인식 변화, 다양한 기술 간 융합적 접근, 투자 주도 주체의 변화 (미국 정부→산업계, 외국 정부), 사회적 수요의 결정력 증가, 기술 발전에 따른 환경과학 커뮤니티의 진입 장벽 완화, STEM 역량에 대한 인력 간 경쟁 확대

<표3-27> 미국 해양대기연구소 비전 및 미션

비전	NOAA의 미래 제공 과학, 서비스 및 관리라는 NOAA 사명에 전념하는 세계적인 과학을 수행하고 전달	
미션	연구, 개발, 전환	
	1. 지구시스템을 이해·예측을 위한 연구 수행	2. 과학, 서비스 및 관리 기능을 개선하기 위한 기술을 개발하고, 사회에 유용하도록 전환
전략 목표	해양환경탐험	해양, 해안 지역 및 오대호에 대한 지식을 늘려 자원 관리와 대중의 인식을 지원
	해양과 대기의 변화 감지	지구 시스템을 이해하고 대중에게 알리기 위해 관측 기록을 제작, 분석, 해석
	예측 개선	예측 및 예측의 정확성, 정확성 및 효율성을 향상하여 생명과 재산을 절약하고 활기찬 경제를 지원
	혁신적인 과학 기술 추진	환경과학커뮤니티를 선도할 연구를 육성하고 전달
		1.1 심해 경계 지도 제작 및 특성화 1.2 기후변화가 해양생태계, 해안 지역사회 및 전세계 해양 시스템에 미치는 영향 탐구 1.3 해양, 해안, 오대호의 가치 전달 2.1 관측시스템 관리를 및 최적화 2.2 관측 요구사항과의 격차를 해결하기 위해 변동성과 변화원인을 이해 2.3 지구시스템데이터의 사용능력 향상 3.1 학제간 지구시스템 모델 개발 3.2 기상, 물, 기후, 해양 및 생태계를 예측하는 툴 및 프로세스 설계 3.3 사용자의 현재와 미래 수요를 충족하기 위한 과학적 전환 4.1 혁신 및 적응력 문화 강화 4.2 고위험 고수익 과학에 투자 4.3 임무를 수행할 수 있는 차세대 과학 기술 제공 가속화

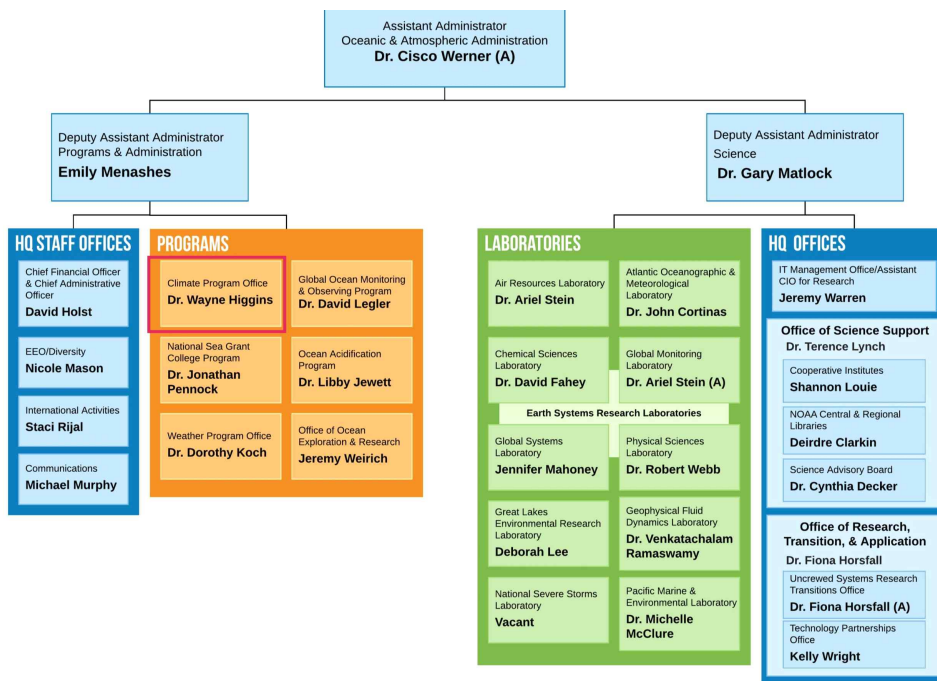
출처 : OAR strategic plan 2020-2026

□ 주요 업무

- 자연 프로세스(물리, 지구화학, 생태계) 이해를 위한 실험 수행
- 기상, 대기질, 기후, 태양, 해양, 비상관리, 해안 평가 및 예측에 사용할 예측모델 개발
- 예측모델 지원 및 자연다양성 입증을 위한 데이터를 제공하기 위해 새로운 관측기술 개발 및 효율적 활용
- 기상서비스 개선을 위한 새로운 분석 및 예보 툴 개발
- 유관기관 및 학계와 정보공유를 위한 새로운 정보기술 사용
- 공공 교육 향상 및 행정의 기반자료로서 과학적 평가 및 정보 준비

□ 조직도

- OAR는 크게 프로그램 관리 파트와 과학기술 파트로 구성되어 있고, 기후·기후변화와 관련된 부서는 프로그램 관리 파트에 기후프로그램사무소 (Climate Program Office)가 있음



[그림3-14] 미국 해양대기연구소(OAR) 조직도

(2) OAR 산하 기후프로그램사무소(CPO : Climate Program Office)

- 기후프로그램사무소(CPO)는 연구, 파트너십, 현장 대기 및 해양 관측 장치의 글로벌 네트워크를 통해 지구 기후 변동성 및 변화에 대한 대비 및 위험 관리를 촉진
 - CPO는 시간 및 지리적 범위의 범위에 대한 기후 예측을 제공, CPO 작업의 대부분은 기후변화를 모델링하고 위험 대응책을 공식화
 - (조직) CPO의 연구부서에는 지구 시스템 과학 및 모델링 부서(ESSM), 기후 및 사회적 상호 작용 부서(CSI), 커뮤니케이션, 교육 및 참여부서(CEE)가 포함

<표3-28> 미국 OAR-CPO 주요 역할 및 업무

구분	주요 역할 및 업무						
지구 시스템 과학 및 모델링 부서 (Earth System Science and Modeling)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지구 시스템에 대한 이해를 증진시키기 위한 연구 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 지구시스템모델, 기후변화를 통해 기후, 기상, 해양, 해안의 변화를 이해하고 예측 - 해양 및 해안 감시를 통해 해안자원과 해양생태계 관리 보존을 지원 ○ 주요 프로그램 :기후 변동성 및 예측 가능성(CVP), 모델링, 분석, 예측 및 예측(MAPP), 대기 화학, 탄소 주기 및 기후(AC4), 기후 관측 및 모니터링(COM), 지구 방사선 예산(ERB) 						
기후 및 사회적 상호 작용 부서 (Climate and Societal Interactions)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후지식과 정보를 활용하여 미국 및 해외의 다양한 사회경제적 지역과 부문의 복원력과 준비능력을 제고시키는 것 <ul style="list-style-type: none"> - 미국 글로벌 변화 연구프로그램, 국가 기후 평가, 대통령의 기후행동계획 및 탄력성에 초점을 맞춘 수많은 다른 기관 간 과학적 노력에 기여 - 국가통합가뭄정보시스템(NIDS)의 가뭄 대처 이니셔티브를 위한 연구 개발 활동을 지원하는 데 중추적인 역할 <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">주요프로그램</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;">Regional Integrated Sciences and Assessments (RISA)</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 각지의 지역 연구진이 혁신적이고 학제적인, 이해관계자가 구동하는 지역과 관련된 연구를 수행하도록 지원하며 자원 관리 기획 공공 정책에 대한 정보를 제공 </td> </tr> <tr> <td>The Adaptation Sciences (AdSci) Program</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ○ 다중시공간에서 적응하기 위한 핵심요소 및 조건에 대한 이해를 제고 (예 : 사회경제요소, 적응행위, 위험인식, 공공의식 및 교육 등) ○ 과학정보의 사용을 촉진하기 위한 주요영역을 이해하고, 사회·경제적 목표에 대한 준비작업 및 계획적 적응을 위한 최적의 지원을 제공 </td> </tr> </tbody> </table>	주요프로그램		Regional Integrated Sciences and Assessments (RISA)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 각지의 지역 연구진이 혁신적이고 학제적인, 이해관계자가 구동하는 지역과 관련된 연구를 수행하도록 지원하며 자원 관리 기획 공공 정책에 대한 정보를 제공 	The Adaptation Sciences (AdSci) Program	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중시공간에서 적응하기 위한 핵심요소 및 조건에 대한 이해를 제고 (예 : 사회경제요소, 적응행위, 위험인식, 공공의식 및 교육 등) ○ 과학정보의 사용을 촉진하기 위한 주요영역을 이해하고, 사회·경제적 목표에 대한 준비작업 및 계획적 적응을 위한 최적의 지원을 제공
주요프로그램							
Regional Integrated Sciences and Assessments (RISA)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 각지의 지역 연구진이 혁신적이고 학제적인, 이해관계자가 구동하는 지역과 관련된 연구를 수행하도록 지원하며 자원 관리 기획 공공 정책에 대한 정보를 제공 						
The Adaptation Sciences (AdSci) Program	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중시공간에서 적응하기 위한 핵심요소 및 조건에 대한 이해를 제고 (예 : 사회경제요소, 적응행위, 위험인식, 공공의식 및 교육 등) ○ 과학정보의 사용을 촉진하기 위한 주요영역을 이해하고, 사회·경제적 목표에 대한 준비작업 및 계획적 적응을 위한 최적의 지원을 제공 						
커뮤니케이션 교육 및 참여 (Communication, Education, and Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 커뮤니케이션, 교육 및 참여를 전담 						

□ CPO 전략계획 2015~2019

- 모든 경제부분에서 요구하는 안정적이고 신뢰할 수 있으며 투명하고 시기 적절한 기후 정보 수요를 충족시키고 지속 가능한 사회를 위해 과학적 이해, 모니터링, 모델링, 예측 및 효과적인 의사결정에 대한 영향을 포함하는 통합적 기후 연구 수행
- (비전) 기후변화로 인한 영향에도 불구하고 번창하는 사람, 기업 및 환경
- (미션) 효과적인 결정을 위해 기후와 그 영향에 대한 과학적 이해 모니터링 및 예측을 발전시키는 것
- 전략적 목표 중 특히 과학적 통합기후연구분야에 기후예측에 대한 연구 내용이 포함됨
 - 지구시스템 과학을 수행하여 지구시스템을 구성하는 요소 및 대기 조성과 온실가스에 대한 이해 증진, 그리고 진보된 고해상도 지구시스템모델 개발 및 검증
 - 전지구 및 지역 규모로 진보된 S2S에서 십년주기 시간규모 예측 및 전망

<표3-29> 미국 CPO 전략계획 2015~2019

전략목표	세부내용
파트너십	○ 상호 강점과 이익을 기반으로 하는 파트너십을 촉진하고, CPO 업무의 가치와 영향을 개선
통합기후연구	○ 기후와 기후의 영향에 대한 과학적 이해, 모니터링, 모델링 및 예측을 발전시켜 효과적인 의사결정을 위해 완전히 통합된 연구 프로그램을 달성
사람과 문화	○ 변화하는 요구와 조건에 대처할 준비가 된 고도로 숙련되고 유능한 인력을 유지할 수 있도록 사람들과 조직에서의 역할을 강화
비즈니스 프로세스	○ CPO의 인프라, 관리 관행 및 비즈니스 프로세스를 조정하여 고성능과 대응력을 갖춘 프로그램, 제품 및 서비스를 유지

3. 캐나다

가. 기후과학 2050 (CS2050)

- 캐나다 환경기후변화부(ECCC)는 기후변화과학과 지식 요구의 폭을 잘 이해하고 기후행동을 알리기 위해 필요한 협력 및 학제간 노력을 안내하기 위해 기후과학 2050 종합계획을 수립
 - 기후변화 과학은 전통적으로 자연과학에 중점을 두었지만 CS2050은 사회 및 행동 과학의 역할 강화 강조
 - 기후변화 문제가 시급하다는 것은 의사결정 조치를 취하기 전에 모든 과학이 반영될 때까지 기다리거나 기다릴 수 없음을 의미
 - 기후 행동(Climate action)은 연구 활동과 병행하여 기존 지식을 활용하고 새로운 통찰력이 제공되도록 통합되어야 함
 - 지식 생산자, 보유자, 사용자 간의 대화를 포함하여 지식 통합(synthesis)과 동원(mobilization)이 CS2050의 핵심 요소
 - **(목표)** 기후변화 과학 및 지식 생산자, 보유자 및 자금 제공자의 전체 범위에 걸쳐 계획, 투자 및 실현을 위한 정보를 제공하는 것
- 기후변화와 과학 및 지식발전을 지원하기 위한 3가지 핵심 역량
 - **(모니터링 감시 노력)** 지상, 위성 등을 통해 수행되는 모니터링 및 감시 노력은 상황 인식 제공, 변화 평가, 조치 정보 제공 및 진행 상황 측정에 핵심적인 역할이 됨
 - 확장된 네트워크, 혁신적인 접근 방식, 표준화된 프로토콜, 통합 데이터셋
 - **(기후변화 데이터와 지식의 규모 및 다양성)** 데이터 관리, 추출, 조작, 시각화, 표준화 및 상호 운용성을 위한 도구를 포함하여 디지털 인프라의 발전 필요
 - 데이터 스토리지 및 관리, 고성능컴퓨팅, 데이터 통합, 조작 및 시각화 등을 위한 도구 등

- (기후 변화 과학의 개방 및 접근성을 위한 투자) 기후 변화 과학이 개방되고 접근 가능하도록 보장하면 투명성이 향상되고 투자가 극대화 되어 발전이 가속화

※ 탄력적이고 탄소중립 사회로의 길을 안내하는데 필수적인 기후변화 과학, 지식활동 및 자금조달에 대한 신중한 결정을 내릴 수 있도록 지원

□ 과학 및 지식에 대한 5가지 요구사항

- CS2050에서는 과학 및 지식의 요구사항을 ① 건강하고 회복력 있는 국민, 지역사회, 건설 환경, ② 탄소중립 사회, ③ 회복력 있는 육상 및 수생 생태계, ④ 지속 가능한 천연 자원, ⑤ 지구 시스템 기후 과학 등 5개 측면으로 제시

<표3-30> CS2050에서 제시하고 있는 5가지 요구사항

<p>① 건강하고 회복력 있는 국민, 지역사회, 건설 환경</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취약성, 회복력 및 권한 부여에 대한 미묘한 이해를 개발하고 이러한 요소가 지역 및 그룹에 따라 어떻게 다른지 파악하면 건강과 회복력을 구축하기 위한 노력이 효과적일 수 있음 ○ 국민의 건강과 웰빙을 보호 및 개선, 기후 관련 건강 위험에 대한 더 나은 이해, 교통, 도시 계획 등 다른 부문에서의 행동과의 교차점, 회복력을 최대 화하고 행동 변화에 힘을 실어 주는 노력 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자연 기반 시설, 커뮤니티 디자인, 탄력적인 기반 시설의 가치와 공동 이익, 필수 기반 시설시스템(예: 에너지, 물, 교통)에 대한 연구와 거버넌스, 무역, 글로벌 이주 패턴, 개발 및 국제 지원에 대한 기후 영향을 이해할 필요
<p>② 탄소중립 사회</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 파리 협정에 따른 2030년 온실가스 배출 감소 목표를 달성 또는 초과달성 하고 2050년까지 순 배출량 제로를 달성하기 위해 탈탄소화의 사회적 및 행동적 측면에 대한 더 깊은 이해 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 탈탄소화 경로를 이해하기 위한 연구, 에너지 탈탄소화, 기초 탄소 순환 과학에서 사회 경제적 이익 극대화 및 사례 개발을 목표로 연구
<p>③ 회복력 있는 육상 및 수생 생태계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태계가 건강하고 회복력 있게 유지되려면 건강한 생태계, 민감성, 탄력성 및 종과 생태계 적응 능력을 뒷받침하는 과정에 대한 기후 변화의 영향에 대한 기본 이해를 개선하기 위한 연구 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 생태계에 미치는 잠재적인 부정적 영향, 사회·경제적, 문화적 가치 평가 및 절충에 대한 연구와 같은 자연 기반 솔루션을 식별하고 배포하는 것과 관련된 지식 격차를 해결하기 위한 작업이 필요

<p>④ 지속 가능한 천연 자원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업, 임업, 어업, 물 관리 및 에너지 부문의 산업과 연결된 전통적인 생활 방식이 기후 변화에 직면하여 탄력 있고 생산적으로 유지되도록 돕기 위해 기후 변화가 제기하는 위험에 대한 이해 필요 (극한 상황, 물 가용성, 해충, 질병 등) - 천연 자원 기반 커뮤니티가 정당한 전환을 모색함으로써 공동 이익을 극대화 하는 기후 지능적이고 지속 가능성을 알리기 위한 연구 - 탄소 격리, 건강, 에너지 및 식량 안보를 동시에 향상시켜 공동의 이익을 극대화
<p>⑤ 지구 시스템 기후 과학</p> <p>※ ①②③④는 지구 시스템 기후 과학의 발전으로 가능</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미래 변화의 규모, 시기 및 영향과 극단적인 기후, 홍수, 가뭄 및 산불 예측과 관련된 불확실성을 줄이기 위한 연구를 통해 영구 동토층, 빙하, 얼음 및 담수에 대한 기후변화의 영향을 더 잘 이해 - 보다 상세하고 맞춤형 기반 정보를 제공하는 것이 핵심 - 단기 기후 요인, 기후공학 등 완화 노력의 효과를 평가하기 위한 연구도 필요

<참고>CS2030 주요 내용

- 국제 기후변화 과학에 대한 캐나다 정부의 참여와 리더십
 - 캐나다 정부의 기후 변화 과학은 광범위한 국제적 노력에 포함되어 있고 다양한 분야에 기여하고 있음
 - IPCC 보고서와 북극이사회(Arctic Council)와 같은 기타 국제 종합 보고서, 다국적 세계 기후 연구 프로그램과 WMO의 기후 프로그램의 일환으로 수행된 기후모델링 및 데이터 분석 연구
 - 캐나다 네트워크에서 수집되고 선별된 관측 자료는 국제데이터베이스에 제공
 - * 캐나다는 유엔 지속가능개발목표, 센다이 재난위험저감기본계획, 유엔환경경제계정시스템을 지원하기 위해 지구관측(EO)정보를 수집하고 개방형 EO 데이터를 제공하는 권한을 가진 국제지구관측그룹(GEO) 네트워크의 회원국
- 기후변화와 지속 가능한 개발목표(SDGs) 간의 시너지 효과
 - 기후변화 연구 우선 순위와 지속 가능한 개발목표(SDGs) 사이에는 강력한일치가 있으며, 기후변화 연구를 지속 가능한 개발의 더 넓은 사회 경제적 맥락에 두는 것은 두 의제를 모두 발전시키고 기후변화 과학 및 지식의 주류화를 촉진하는데 도움
 - 기후 행동이 빈곤층과 가장 취약한 인구에 미치는 영향에 대한 인식이 부족, 모든 사람에 대한 영향을 고려하고 형평성, 공정성 및 정당한 원칙을 준수
 - * 모든 국가에서 기후 관련 위험 및 자연재해에 대한 탄력성과 적응 능력을 강화하고
 - * 기후변화 조치를 국가 정책, 전략 및 계획에 통합하며
 - * 기후변화 완화, 적응, 영향 감소 및 조기 경보에 대한 교육, 인식 제고 및 인적·제도적 역량을 향상시키는 것

□ 기후변화 과학 및 지식의 통합 및 동원 (계획 및 의사결정의 핵심활동)

- 개별 연구의 결과를 통합 및 맥락화(지식 통합)하고 연구 결과를 실무자를 위한 유용한 지식으로 변환(지식 동원)은 기후변화 과학 및 지식을 계획 및 의사 결정에 주류화하는 핵심 활동
 - 지식 생산자와 사용자 간의 커뮤니케이션을 통해 연구를 사용자 요구에 맞게 유지하고 그 유용성과 관련성을 극대화
 - 국가 차원의 보고서 외에도 다양한 대상 사용자의 특정 우선순위 요구 사항에 맞는 지식을 종합하여 생성
 - 정부 부처, 민간 부문, 원주민 그룹 및 학계 네트워크는 감시, 관찰 및 모니터링 프로그램, 모델 구현, 학제 간 분석 및 위험 평가의 접근성과 활용을 증가시킴
- 기존 기후 서비스를 확장하거나 기후 지향 데이터 포털을 지리적, 생태학적, 건강 및 사회경제적 데이터 센터와 통합하면 추가 지식과 통찰력이 생성되며, 지역 및 지역 데이터 및 시나리오의 한계와 관련된 기후 문해력 노력과 지속적인 커뮤니케이션 중요

□ 과학과 지식의 니즈

참여적 연구접근 방식으로의 전환	<ul style="list-style-type: none"> ○ 추출적 연구접근 방식에서 벗어나 공동개발적 연구접근 방식으로 전환하기 위해서는 시민사회와 원주민 커뮤니티 참여자 등 비학술적 파트너와의 깊은 참여를 수반하는 참여적 연구과정을 개발하는 것이 중요 <ul style="list-style-type: none"> - 예를 들어, 실험실, 파일럿 연구, 신흥 기술 시연 프로젝트, 현장 관찰, 실무자, 원주민 및 커뮤니티 파트너와의 지식 공동 생산은 변혁적 기후 행동을 지원하는 강력한 연구 접근법이 될 수 있음
취약성과 탄력성에 대한 장소기반의 교차 이해 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 변화의 영향과 행동은 동일한 방식으로 경험하지 않으며 이미 소외되고 경제적으로 취약한 사람들이 종종 불균형적으로 영향을 받음. 많은 경우 건강 결정 요인의 질 및 기타 사회적 특성은 기후 변화에 대한 취약성을 유발하고 개인 및 지역 사회의 적응 능력에 영향을 미침 <ul style="list-style-type: none"> - 예를 들어 성별, 인종, 연령, 언어, 소득, 교육, 지역 등의 동인과 기후 변화 영향 및 취약성 및 적응 능력의 경험을 형성하는 연구가 필요
건강한 국민 및 회복력 있는 의료시스템 지원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화는 국민의 신체적, 정신적 건강과 웰빙에 직간접적인 심각한 위험을 초래, 특히 기상 이변, 자연 재해, 기후에 따른 전염병, 정신 건강에 대한 영향과 같은 국민의 건강에 대한 기후 관련 위험을 더 잘 이해하기 위한 연구 필요 ○ 기후 관련 건강 위험은 인구(원주민, 노인, 어린이, 사회경제적 약자, 만성 질환 및 이동 장애가 있는 사람, 여성, 이민자)와 지역 사회(도시, 농촌, 원주민, 해안 등)에 차별적인 영향 및 취약성과 건강에 미치는 영향을 이해하기 위한 연구 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 예를 들어 기후 변화가 대기 질(실외 대기 오염, 산불 연기, 공기 알레르기 유발 물질 및 실내 공기 질 포함)에 미치는 영향에 대한 통합된 이해를 지원하기 위한 연구

<p>기후 회복력이 있는 커뮤니티 및 인프라 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기반 시설(도시, 건물, 교통, 에너지 등)은 기후 영향으로 인해 가장 위험한 분야 중 하나이며, 이러한 영향은 생태계, 건강 및 웰빙, 문화 자원 및 경제에 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 기후 변화에 적응하기 위해서는 전체 설계에서 개별 인프라 자산에 이르는 커뮤니티가 계획되고 구축되는 장소와 방법에 상당한 변화가 필요 - 취약성과 온실가스 배출을 줄일 수 있는 잠재력이 가장 큰 부문 - 자연재해, 극한 기후 현상의 빈도와 강도의 변화가 기반시설의 탄력성과 신뢰성(증가된 부하, 재료의 노화 가속, 에너지 수요 증가 등), 그리고 현재와 미래에 미치는 기후 영향을 정량화하는 것이 중요
<p>사회 및 행동 변화 가속화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진화하는 기후 정책에 대한 국민의 인식과 장기간에 걸친 행동 변화에 대한 태도를 이해하면 기후 과학과 일치하고 사회적으로 엄격한 수준을 높이는 정책 설계 형성에 도움 ○ 공동의 이익을 최대화 하면서 기후 회복력으로 이어지는 행동을 더 잘 이해하기 위해서는 개인의 행동 변화에 초점을 맞춘 접근 방식을 넘어 사회 전반의 지속 가능성을 체계적으로 정상화하기 위한 통찰력 필요 - 환경의 지속 가능성과 기후 행동을 강화하기 위한 교육을 구성하고, 환경 교육 및 사회 학습 과정에 대한 사회 연구
<p>탈탄소화 경로 확인</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2050년 Net-Zero에 도달하는 과정에서 탈탄소화 노력을 추구함에 따라 탈탄소화 과정, 사용할 수 있는 다양한 수단 및 잠재적 장벽을 이해하기 위해서는 상당한 양의 연구가 필요 ○ 탈탄소화 경로 연구 및 분석은 관련된 기술적, 사회적, 건강, 정치적, 경제적 관점에 대한 이해를 향상시키는 것을 목표로 해야 함 ○ 통합평가모델(IAM)은 다양한 사회, 경제 및 미래 기후 맥락에 걸쳐 지식의 통합을 제공하고 기후 맥락에서 IAM은 사회 및 경제적 동인을 지구시스템 기후 모델과 학제간 연결을 전제로 분석 및 모델링 역량을 키우는 것이 전제 조건

4. 유럽

가. 기후변화 적응 정책

□ EU 신기후변화 적응 정책(21.2)

- EU는 기후변화 영향에 완전하게 적응한 기후회복사회를 만들고자, 유럽 그린딜의 한 축으로 신기후변화적응전략(the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change)을 발표(21.2)
- (배경) 온실가스 배출로 인해 필연적으로 발생하는 기후변화의 사회/경제/환경적 영향에 잘 대비할 수 있는 경로를 제시하기 위해 기후변화 적응전략을 마련함
- EU가 2013년 수립했던 기후변화적응전략을 토대로, EU의 적응 노력의 중점을 적응 문제에 대한 이해로부터 적응 문제의 해결책 개발 및 이행으로 발전시킴
- 신기후변화적응전략에서는 더욱 똑똑하고, 체계적인 방법으로 기후변화에 적응해야 한다고 하면서 5가지 주제 및 세부내용을 제시

<표3-31> 유럽 신기후변화적응전략

주제	주요 세부내용
스마트한 적응 : 지식의 개선 및 불확실성 관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적응관련 최첨단 지식의 추구 ○ 양질의 기후 리스크 및 손실 데이터 확보 ○ 유럽 기후 적응 플랫폼(Climate-ADAPT) 확대
체계적 적응 : 모든 차원/부문의 정책 개발 지원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적응 전략 및 계획의 개선 ○ 지역과 개인의 공정한 기후회복력 달성 ○ 재정 프레임워크에의 기후회복력 통합 ○ 자연계 기반 적응 해법 모색
빠른 적응 : 적응 가속화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신속하고 실행가능한 적응 해법 개발 ○ 기후 리스크 저감 ○ 기후 손실보전 격차 저감 ○ 지속가능한 담수 확보 노력
국제 기후회복력 지원 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 파트너국의 NDC 및 국가적응계획 수립 지원 강화
기후회복력을 위한 재정 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 파트너국의 기후 적응 재원 확보를 위한 기후금융 확대 등 지원 강화
글로벌 참여 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ EU의 적응계획 제출 및 정치적 참여 확대

출처 : European Commission

- (적응관련 최첨단 지식의 추구) 기후 불확실성 상태에서 의사결정을 위해서는 최신과학에 결부시켜야 한다고 강조하고, 의사결정을 뒷받침하기 위해 최신 디지털 기술과 기후서비스 사용을 촉진을 해야 된다고 명시
- ※ 원격 감지, 스마트 기상관측소, 인공지능 및 고성능 컴퓨팅 등
- ※ 디지털 트윈과 같은 기술은 현재와 미래의 기후영향을 지구 및 지역 규모로 이해 하는데 도움이 됨

나. 유럽중기예보센터 (ECMWF)

- 유럽의 기상 자원을 모아 정확한 기후 데이터와 중기예보를 생성하기 위해 1975년에 설립된 34개국에서 지원하는 독립적인 정부 간 기구
- ECMWF는 연구 기관이며, 연중 무휴 운영 서비스로, 회원국 및 협력국과 더 넓은 지역 사회를 위해 글로벌 수치 기상 예측 및 기타 데이터를 생성하여 배포하고 있으며, 생성된 데이터는 회원국이 자국의 국가 기상 서비스에 활용 될 수 있도록 모두 제공
- 전 세계 기업 및 기타 상업 고객이 구입할 수 있는 예측 데이터 카탈로그를 제공

<표3-32> 유럽 ECMWF 주요 업무

업무	주요 내용
글로벌 예측	○ 가능한 시나리오의 범위와 발생 가능성을 설명하는 운영 앙상블 기반 분석 및 예측을 생성하고, 중간 범위에서 월별 및 계절별, 최대 1년까지의 기간 동안의 예측 정보를 제공
수치예보 과학	○ 최대 1년 전의 예측과 관련된 세계 기상 예측의 모든 측면에 대한 연구를 수행
환경 서비스	○ 통합 예측 시스템을 통해 순수한 날씨가 아닌 자연 환경의 다른 측면을 분석하고, 예측할 수 있는 기회를 제공
기상학 제공	○ 회원국 및 협력국의 자원을 활용하여, 세계 최고의 일기 예보, 전문 소프트웨어 및 세계 최대의 기상 데이터 아카이브를 생성하여 커뮤니티에 서비스를 제공
슈퍼컴퓨팅	○ 고성능 컴퓨팅 시설을 통해 사용자에게 최첨단 고성능 컴퓨팅(HPC)기술을 제공

출처 : ECMWF 홈페이지

□ ECMWF STRATEGY 2021 - 2030

- (개요) 국민의 생명과 재산 보호를 위한 회원국의 책임 있는 의사결정 지원을 위해 현재보다 높은 해상도의 앙상블 예측과 더욱 긴 시간적 범위의 기상·기후 예측을 골자로 하는 2021년부터 2030년까지의 10개년 전략 수립
- (비전) 안전하고 번영하는 사회를 위해 유럽 기상 인프라 회원들과 긴밀히 협력하여 최첨단 과학 및 세계 최고의 기상 예측 및 지구 시스템 및 모니터링을 제공
- (미션) 지구 시스템의 전지구적 중거리 수치 기상 예측 및 모니터링을 회원국에 전달
- (목표 및 전략) 과학기술, 영향 기반, 조직 및 인력을 차세대 ECMWF 전략의 핵심 축으로 설정하고 각각의 축마다 2030년까지 달성하고자 하는 목표 및 이를 위한 전략적 활동 제시

<표3-33> 차세대 ECMWF 전략의 목표 및 주요 내용

핵심 축	목표	주요 내용
과학기술	글로벌 선진 수준의 기상 및 지구시스템 과학	수문, 에너지 및 탄소 순환에 대한 일관되고 정확한 모델링을 통해 현재 및 미래 관측 정보의 활용을 극대화 하는 이음새 없는 전지구 앙상블 시스템 구현
	수치기상예측을 위한 최첨단 기술 및 컴퓨터 과학 적용	실제 지구 환경의 디지털 트윈 구축을 위해 고성능 컴퓨팅, 빅데이터 및 AI 방법론 활용
영향기반	목적에 최적화된 고품질 서비스	영향력이 큰 극한 기상현상에 대한 수주 (weeks) 단위의 예측과 사용자 요구에 대응한 환경 모니터링을 위해 과거, 현재 및 미래에 대한 상세한 지구시스템 시뮬레이션 제공
	기상기후 서비스에 대한 효율적이고 용이한 접근	효율적인 생산 프로세스, 기술 혁신 및 데이터 정책을 바탕으로 신뢰할 수 있고 탄력적이며 풍부한 기상기후 데이터와 서비스를 제공함으로써 사회경제적 이익 극대화
조직 및 인력	효율적인 조직	가장 혁신적이고 효율적이며 환경친화적인 조직 관행 조성을 위해 미래지향적 사고와 동기 부여
	직원에 대한 집중	ECMWF의 임무 수행을 위해 필요한 자격을 갖춘 인재를 확보하고, 직원의 역량 개발을 위해 가능성 있고 협력적이며 포용적인 업무 환경 구현

출처 : ECMWF Strategy 2021~2030 : The Strength of a Common Goal

5. 영국

가. 영국의 Net-Zero 전략

- '21년 10월 영국은 Net-Zero 전략 보고서를 발표하여 2050 탄소중립 달성을 위한 추가 정책 및 투자와 관련된 방향을 제시하였으며 10대 중점 분야에 대한 집중 지원을 실시
 - ① 해상 풍력 고도화, ② 저탄소 수소개발, ③ 원자력 연구개발, ④ 무탄소 이동수단 가속화, ⑤ 대중교통 친환경화, ⑥ 항공 및 선박 저탄소화, ⑦ 건물 에너지효율 향상, ⑧ CCUS 투자, ⑨ 자연보호, ⑩ 혁신기술 투자 및 보급 확산과 연구개발 투자
 - **(추진전략)** 발전, 연료공급·수소, 산업, 열·건물, 수송, 천연자원·폐기물·불소가스, 온실가스 흡수(removal) 등 총 7개 부문으로 구성
 - (발전) 원전과 해상풍력을 주요 수단으로 2035년까지 발전부문을 완전히 탈탄소화 하는 것을 주요 목표로 제시하였으며 원전은 차세대 원자로 개발 지원, 풍력은 해상풍력 발전용량 확대, 에너지 저장장치 등 유연성 전원 확대 방안을 포함
 - (연료공급·수소) 2030년까지 수소 생산설비 5GW 확보 및 석유·가스부문 온실가스 배출을 절반으로 감축하는 목표를 제시하였으며 산업 탈탄소화·수소지원 계획을 통해 수전해설비 구축 지원 등이 포함
 - (산업) 2030년까지 4개의 CCUS 클러스터 조성을 통한 연간 20~30Mt CO₂ 규모의 탄소 포집 (산업부문 6MtCO₂) 목표를 설정했으며, 이를 위해 3억 1,500만 파운드 규모의 산업에너지전환 기금(Industrial Energy Transformation Fund, IETF)을 활용 예고
 - (열·건물) 2035년까지 신규 가정용 가스보일러 판매 금지, 2026년까지 수소마을 시범 운영 등 저탄소 난방 활성화를 위해 주택 탈탄소화 계획과 난방 설비교체 보조금을 지원
 - (수송) 도로수송 탈탄소화, 국제수송부문의 탈탄소화 추진방안을 구체화하여 2030년을 신규 휘발유·경유차 판매 금지년도로 설정하고, 2035년까지 무배출차량 판매 의무화, 무배출차량 보조금 및 전기차 인프라 확충 지원과 대중교통

- 부문은 2050년까지 무배출버스 4천 대 확대, 2040년까지 경유 기관차 운행 금지, 2050년까지 철도수송부문 탄소중립 실현 목표를 설정
- (천연자원·폐기물·불소가스) 2021년 말까지 신규 조림면적을 연간 3만ha로 확대하는 목표를 수립 하고, 천연자원, 폐기물, 불소가스 관련 R&D에 7,500만 파운드 투자 계획 수립
 - (온실가스 흡수(removal)) 2030년까지 연간 최소 5MtCO₂의 온실가스 흡수를 목표로, 이를 위한 혁신 기술 개발에 1억 파운드를 투자

나. 영국 기상청 (Met Office : Meteorological Office)

□ 영국의 기상청은 1854년에 설립된 기업·에너지·산업전략부(BEIS) 소속기관으로 중요한 기상서비스와 세계 최고의 기후 과학을 제공하여 안전과 번영을 위한 더 나은 결정을 내릴 수 있도록 지원

□ 주요업무

- 운영 예측, 데이터, 연구 및 컨설팅 서비스를 통해, 생명, 인프라 및 자연 환경을 보호하고, 날씨 및 기후 위험을 관리하여 산업 기회를 모색하는 데 도움이 되는 정보를 제공
- 공공 기상서비스 뿐만 아니라 관계 기관과 긴밀한 협력을 통해 전 세계의 과학과 연구에 기여
- 영국의 기후를 모니터링하고, 모델링하는 일을 담당하고 있으며, 날씨 및 기후 기록을 수집하고, 영국의 기후가 미래에 어떻게 진화할지 평가하여, 기후 관련 위험을 관리하기 위한 다양한 조언을 제공
- 변화하는 기후의 문제를 해결하기 위해 과학계와 협력하여 국제기구 및 조약에 과학적 정보 및 증거를 제공

□ 영국 해들리센터

- 해들리센터(Met Office Hadley Centre)는 영국기상청이 1990년 설립한 기후 과학 및 서비스 센터

- 138개국 1,700개 이상의 기관에서 온 국제 연구원들과 협력하여 기후변화 과학에 대한 지침을 제공하는 세계 최고의 연구를 수행하고 있으며, 기후 과학 분야의 글로벌리더로 부상
- (설립배경) 기후변화 모니터링, 기후변화 원인 파악, 기후 위험 관리를 위한 효과적인 접근방식을 찾기 위해 최종 사용자와 함께 서비스를 개발하기 위한
- (비전) '기상 및 기후 과학, 서비스 분야의 글로벌 리더로 도약'

<표3-34> 영국 해들리센터 주요임무

1	기후에 대한 전 세계 및 국가 변화 모니터링
2	기후 시스템 내의 물리적, 화학적 및 생물학적 프로세스 이해
3	이러한 프로세스를 나타내는 최첨단 컴퓨터 모델 개발
4	최근 기후변화와 기상 이변의 원인 파악
5	모델을 사용하여 지구 기후와 지역 기후 간의 차이와 이전 및 향후 수세기 동안 볼 수 있는 변화를 시뮬레이션
6	영국 기후 과학 기반에 도움이 되는 과학적으로 우수한 기후 연구 수행
7	정책과 관련된 과학적 증거와 조언을 제공하여 영국정부의 요구에 부응

□ 해들리센터 기후과학로드맵 2020~2030 ('20)

- 변화하는 세계에서 해들리센터가 기후 과학의 글로벌 리더로 인정받겠다는 포부와 함께 변화하는 미래를 준비하기 위한 향후 10년 동안의 기후 과학의 우선순위를 명시
 - 전 세계 및 영국 기후의 정량화, 설명, 예보 및 예측이 핵심이며, 이를 통해 위험 조기 경고 또는 적응 및 완화 의사결정을 지원할 것이라고 제시
- 또한, 2050년 탄소중립에 도달하고자 하는 영국정부의 목표를 뒷받침하는데 필요한 과학적 증거를 제공할 것이라고 발표
- 고객의 요구와 주요 과학 질문을 모두 충족시켜 우리의 강점을 살리면서 파트너십을 강화하는 다른 분야에서는 축소할 수 있는 방법에 초점
 - 이를 위해서는 기후 과학에 대한 요구의 변화, 과학기술의 the next big things에 대한 인식, 핵심 과학과 해결책 사이의 간극(과학 커뮤니케이션 포함)의 가교에 대한 신중한 고려가 필요

- 로드맵에서는 연구&혁신 부분에 대한 3대 전략(과학적 서비스, 선도적 연구, 국가역량)과 9대 과제를 제시
 - (전략 1) 과학적 서비스(Science to Services): 위험 관련 결정을 위한 과학적 지식, 인력, 협력관계, 기반의 개발 및 활용
 - (전략 2) 선도적 연구(Pioneering Research): 기상 및 기후 분야 최첨단 지식의 확장
 - (전략 3) 국가 역량(National Capability): 기상 및 기후 학계를 위한 선도 연구자, 협력관계, 기반의 유지 및 개선

<표3-35> 영국 UKMO 3대 전략과 9대 과제

주요전략	세부내용	2030까지의 목표
(전략 1) 과학적 서비스	의사결정 지원서비스의 확장 및 개선 : 재해의 영향에 대한 이해 향상과 영향기반 서비스 개발을 위한 위기 기반(risk-based) 의사 결정을 돕는 서비스의 확장 및 개발을 추진	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전문가 및 엔지니어와 협력을 통해 이해관계자의 위험 기반 의사결정을 위한 서비스 확장 및 개선 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 모델링 및 관측 시스템의 지속적인 개선을 통해 대기 확산 이벤트 및 우주 기상 이벤트에 대한 비상 대응 시스템 통합 - 도시(urban), 해양(marine) 및 건강(health)과 같은 분야에서 기후 위험 관련 예측 인자 및 예측서비스의 개발 - 재해 정보의 의사 결정 서비스를 통한 외부 이해 관계자에게의 제공. 의사 결정 서비스는 기상 및 기후 시간 규모 모두 담당하며 외부 전문 조직과 협력하여 제공 - 산업, 정부 및 학계 등 외부 협력 조직의 커뮤니티 구축을 통해 의사 결정에 도움이 되는 재해 대응 기술의 습득 - 최고의 앙상블, 후처리 및 데이터 과학 기술을 사용하여 다양한 재해에 대한 새로운 위험 기반 예측 서비스의 개발
	생산성 기반 연구 : 기상 및 기후 연구들의 개발을 통해 예측시스템의 예측 시간규모 개선을 추진	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 및 기후 연구들의 개발을 통해 예측시스템의 시간 및 거리규모 개선을 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 예측시스템의 해상도, 앙상블 개수, 복잡성 간의 최적 균형을 찾는 방법론의 개발 - 국가/지역규모의 실시간예보 역량 개발 - 2일 이상의 영향 예측이 가능한 결합모델, 앙상블 기반, 수 km 규모의 지역 환경예측 역량 개발 - 안개, 강수, 지면온도/바람 등의 예측 및 표출과 개선된 후처리 및 검증 기술을 위한 기상/기후연구와 이를 통해 km 규모의 수치예보로의 단계적 진화 - 7일까지의 기상 예측이 가능한 접합모델, 앙상블 기반, 5km 규모의 지구환경 예측시스템의 구축 - 지역적 규모의 기후 모델 정보에 대한 신뢰도 향상 - 미래 기후 평가에 적합한 기후모델의 설계

<표3-35> 영국 UKMO 3대 전략과 9대 과제

주요전략	세부내용	2030까지의 목표
		<ul style="list-style-type: none"> - 모델과 관측자료를 완전히 활용할 수 있는 새로운 데이터 플랫폼과 시각화 시스템을 포함하는 기술 및 과학인프라 구축 - 수치예보, 계절 예측 및 기후서비스 연구의 현업 적용 과정의 성숙 - 인지 과학을 이용 운영 예측의 의사결정을 개선 추진 - 핵심 관찰 네트워크로부터 최대이익을 추출, 고품질 데이터를 활용하여 시공간적 정보 제공
	<p>데이터 생산, 정제 및 제공 : 자료 생산 및 활용을 위한 프레임워크 및 방법 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 슈퍼컴퓨팅 필요기술 및 과학 구축, 예측 및 관찰 정보 상품의 가치 증대를 위한 프레임워크 설계 운영 - 세계 최고의 연구 및 운영에 필요한 슈퍼컴퓨터, 데이터 아카이브 및 분석 플랫폼 구축 - 모든 고객 및 이해당사자를 위해 새로운 후처리 프레임워크와 과학연구 플랫폼을 구축 - 증가하는 데이터 볼륨을 위해 관리, 처리 및 가용성에 필요한 기술 역량(데이터 플랫폼 및 시각화 시스템 포함) 개발 - 기존 인프라 이니셔티브를 과학적, 기상학적, 프로그래밍적으로 일치하도록 개선
(전략 2) 선도적 연구	<p>고성능 예측 시스템 : 재해와 극한 현상의 예측의 향상을 위한 차세대 초고해상도(very high resolution) 전구 및 지역 환경 예측 시스템 개발 연구 수행</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재해와 극한 현상의 예측의 향상을 위한 차세대 초고해상도(very high resolution) 전 지구 및 지역 환경예측시스템 개발 연구 - 프로세스 간 상호작용으로 시뮬레이션 품질을 개선 (글로벌 및 지역 시뮬레이션의 단계적 변화 추진) - 글로벌 모델 ; 수평 그리드 길이가 5km 미만, 그에 상응하는 미세한 수직 해상도로 결합된 글로벌 기후 모델링 기능을 개발(예: 해양 모델과 결합된 지구 대류 방출 대기 모델) - 지역모델 ; 수평 그리드 길이가 100m 미만이고 그에 상응하는 미세한 수직분해기능으로 조합된 지역 모델링 기능을 개발 - 3차원 레이더 자료의 활용을 포함하는 기존 관측망의 활용과 고해상도 모델 초기화, 검증과정의 개발을 위한 대기, 지면, 해양 과정의 관측 역량 개발 - 소규모 프로세스 및 비선형 스케일 상호작용을 통해 하천 유역이나 도시 척도에서의 영향 표현 및 시뮬레이션 품질을 개선
	<p>양상불 생산 및 활용 : 다양한 시간규모의 예측을 위한 양상불 기반 시스템의 개발과 활용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양상불 기반 새로운 시스템 정보의 사용방안 선도 연구 - 실시간에서 기후변화 예측까지의 시간 범위에서 확률과 영향에 기초하여 운영예측을 변환하고 예측 불확실성과 관련 위험을 전달하는 접근방식을 개발 - 다양한 시간적, 공간적 규모에 걸쳐 영국과 전 세계 지역에 대한 예측 가능성의 한계를 추정하고, 이러한 한계에 접근하는 기술을 가진 양상불 예측 시스템을 개발 - 양상불 예측의 오류 원인과 시간 및 현상에 따른 차이를 극복할 수 있는 차세대 모델 개발 추진 - 양상불 데이터 동화를 통해 시간 계산 관측치의 불확실성을 명시할 수 있도록 추진

<표3-35> 영국 UKMO 3대 전략과 9대 과제

주요전략	세부내용	2030까지의 목표
		<ul style="list-style-type: none"> - 앙상블 정보의 새롭고 혁신적인 사용을 조사(날씨와 기후의 변동성, 다른 시나리오 경로 개발, 보정된 확률론적 예측 제공 등) - 위험도 평가, 의사결정 및 영향 연구를 포함, 서비스 응용 프로그램에 대해 시간에 걸쳐 신뢰할 수 있는 불확실성 정보를 제공하는 앙상블 시스템을 사용
	<p>환경 예측능력 확장 : 기상, 기후, 재해 예측을 위한 대기질, 물순환, 탄소 및 질소 순환을 포함하는 환경 예측 역량 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상, 기후, 재해 예측 서비스와 지구 기후변화 완화 (대기질, 물순환, 탄소 등)를 위한 환경 예측 역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 탄소, 대기질 및 물 관련 글로벌 시스템 피드 모델 개발 - 수문, 해양, 대기질, 생물 지질화학을 포함하는 예측 시스템을 이용한 지역환경 예측 역량의 개선 - 모델 과정 및 성능평가, 결합, 데이터 동화 등을 활용한 관측과 모델의 결합 역량의 강화 - 세계적 수준의 모델링 시스템의 활용을 통한 지구시스템 과정의 이해
<p>(전략 3) 국가 역량</p>	<p>원활한(seamless) 환경 예측 : 단일모델을 이용한 과거, 현재, 미래 기상 및 기후 시간규모의 이음새없는 환경 예측 역량의 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예측 활용 모델의 단일화(MetUM)를 통해 세계 최고의 원활한(seamless) 환경 예측능력 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 대기, 해양, 육상 및 극저층 구성 요소 모델에 기초하여 개선된 글로벌 및 지역앙상블 예측 시스템을 개발(고해상도 및 생산 및 활용을 위한 선구적 연구 구축) - 환경 복잡성 탐지 테마를 바탕으로 복잡한 프로세스를 매끄러운 예측 시스템에 통합하는 추적 가능한 접근법을 개발 - 기존 관측과 새로운 관측을 활용하는 새로운 관측 모니터링 및 앙상블 기반의 데이터 동화 기법의 개발 - 다양한 시공간 척도에 걸쳐 모델 기술과 예측가능성을 지속적으로 평가 - 완벽한 환경 예측 기능을 사용하여 글로벌 및 영국의 관측 데이터 세트와 모델 및 앙상블 데이터셋의 혁신적인 사용
	<p>차세대 모델링 시스템 : 기상 및 기후 연구 및 현업예측시스템의 혁신을 통한 차세대 슈퍼컴퓨터 활용 준비</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 및 기후 연구 및 현업예측시스템의 혁신을 통한 차세대 슈퍼컴퓨터 활용 가용성 증대 <ul style="list-style-type: none"> - 차세대 슈퍼컴퓨터를 위해 고안된 기상 및 기후연구와 예측 시스템 구축 - 관측에서 시뮬레이션에 이르는 모델 개발을 위해 다양한 개념을 활용 - 사용하기 쉽고, 휴대 가능하며, 파트너와 이해관계자가 쉽게 접근할 수 있도록 새롭게 설계된 모델 및 시스템 구축 - 차세대 모델링 시스템의 선두에 있는 Met Office와 협력하는 새로운 선구적 협력과 강화된 파트너십의 네트워크 구축을 통해 영국 전역의 컴퓨터 과학자와 소프트웨어 엔지니어의 실행 커뮤니티를 육성
	<p>데이터 시뮬레이션 : 인공지능, 기계학습, 고급 자료동화 등 데이터 과학 방법의</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최첨단의 인공지능, 머신러닝, 첨단 데이터 활용, 데이터 과학의 진화된 활용 기법 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 새로운 데이터 과학 기법 활용을 위해 교육, 장비 및 전문가

<표3-35> 영국 UKMO 3대 전략과 9대 과제

주요전략	세부내용	2030까지의 목표
	활용	<p>활용 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> - Met Office 과학 영역에 걸쳐 다양한 타당성 프로젝트를 실행하고 자원 공급 및 역량 개발을 위한 핵심 영역 발굴 - 모든 Met Office 연구 및 혁신 활동 전반에 걸쳐 적절한 수준의 머신러닝 및 데이터 과학을 구현

출처 : Met Office Hadley Centre, "Climate Science Roadmap 2020-2030"

□ 영국 해들리센터 프로그램

- 기상청 해들리센터 기후 프로그램(MOHCCP), 서비스 파트너십을 위한 기상 및 기후과학(WCSP), 전략적 우선순위 기금(SPF) 등 기후과학 인프라 개발과 지역사회의 기후 회복력 강화를 위한 다양한 프로젝트 추진

<표3-36> 영국 해들리센터 프로그램

프로그램명	주요내용
<p>영국 기상청 해들리센터 기후 프로그램 (Met Office Hadley Centre Climate Programme, MOHCCP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영국의 기업·에너지·산업전략 부서(BEIS)와 환경, 식품 및 농촌업무 부서(Defra)의 자금을 지원받아 운영 중인 기후 연구 프로그램으로서, 영국 기후과학에 도움이 되고, 핵심 영국 기후과학 인프라 개발을 위해 지원 - 정책과 관련된 시기적절한 과학적 증거 및 조언을 통해, 영국정부를 지원하는 한편, IPCC보고서와 같이 국제기후 과학 이니셔티브에 기여 - 이전 프로그램을 통해 ①극심한 기상 현상의 원인규명을 위한 새로운 기술, ②HadGEM3, 새로운 물리적 기후 모델, ③UKESM1, 새로운 지구시스템 모델을 개발 - 고성능 컴퓨팅을 활용하여, 기후로 인한 위험 및 영향에 중점을 두고 지구 및 지역 기후 변화를 예측하고, 지구 온난화에 따른 이점과 위험에 대한 과학적인 조언을 제공하는 한편, 정부에 신속한 조언을 제공하기 위한 예측 및 모니터링 시스템을 개발
<p>서비스 파트너십을 위한 기상 및 기후 과학 프로그램 (Weather and Climate Science for Service Partnership, WCSP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영국 정부의 뉴턴 기금을 지원받고 있으며, 영국의 과학 전문 지식을 활용하여 날씨와 기후 변동에 취약한 지역 사회의 탄력성 강화 측면에서 전 세계적으로 파트너십을 개발하는 프로젝트로 구성 - 브라질, 중국, 인도, 남아프리카 및 동남아시아의 파트너들과 함께 글로벌 기후 관련 과제에 초점을 맞춘 프로젝트를 추진 중 - 세계 최고 수준의 기상 및 기후 과학을 통해 UN의 지속가능한 개발목표(SDG)을 지원하고, 전 세계의 파트너십을 통해 국제 기상 역량을 강화하여, 기후위기에 대한 회복력과 대응력을 강화
<p>영국 기후 회복력 프로그램, 청정</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전략적 우선 기금(Strategic Priorities Fund, SPF)을 지원받아 영국연구혁신청(UK Research and Innovation, UKRI)과 협력하여 운영

<표3-36> 영국 해들리센터 프로그램

프로그램명	주요내용
공기 : 분석 및 솔루션 프로그램, ExCALIBUR 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> - (영국 기후 회복력 프로그램) 기후 변화가 마을, 도시, 시골 등 지역에 미치는 영향을 파악 - (청정 공기: 분석 및 솔루션 프로그램) 공기 질이 건강에 미치는 영향을 규명 - (ExCALIBUR 프로그램) 엔지니어링 및 물리 과학 연구위원회(EPSRC)와 관련 기관들과의 협력을 통해, 고성능 시뮬레이션 과학 분야 영국의 연구 및 개발을 유지하면서, 미래 슈퍼컴퓨터를 활용하기 위한 우선순위가 높은 시뮬레이션 코드와 알고리즘을 재설계

출처 : 영국 기상청

다. Climate services for a Net Zero resilient world (CS-NOW)

- 영국은 최신 과학적 지식을 사용하여 영국 기후 정책에 정보를 제공하고 글로벌 탈탄소화 목표를 달성하는 데 도움이 되는 'CS-NOW'라는 '500만 파운드에 달하는 연구 프로그램을 추진('21)
- 기후 영향, 탈탄소화, 기후 행동에 대한 과학적 이해를 높이고 영국의 기후 데이터에 대한 접근성을 개선하는 것을 목표로, 영국 및 국제사회의 증거 기반 기후 정책에 기여하고 영국 내 기반 시설, 주택 및 지역사회의 기후 탄력성을 강화하는 프로그램으로 총 연구기간은 2021~2025년(5개년)

<표3-37> CS-NOW 주제별 프로그램

주제	프로그램
국제 보고서에 대한 기후 과학 지원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC) 제6차 평가 보고서(AR6), AR7 및 유엔 환경 프로그램(UNEP) 배출 격차 보고서와 같은 국제 보고서의 평가, 검토 및 범위를 지원
탈탄소화와 글로벌 야망	<ul style="list-style-type: none"> ○ IPCC 보고서에서 다루지 않은 주요 지식 격차뿐만 아니라 정의된 연구 주제에 대한 최첨단 분석을 제공 - 오버슈트 경로, 해양 배출 감소 경로 및 국제 및 국내 탈탄소 정책 및 프로세스에 도움이 되는 완화 조치와 대기 간의 상호 작용의 결과가 포함
다양한 공간 및 시간적 규모에서 기후 영향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영국과 국제 적응 정책 및 계획을 알리기 위해 자연 및 인간 시스템이 직면한 기후 위험을 분석 ○ 다양한 지리적 규모(지구, 지역 및 국가), 시간 척도(근, 중기 및 장기) 및 온난화 수준에서 잠재적 기후 영향에 대한 기존 및 새로운 증거를 검토하여 지구 온난화를 1.5°C로 제한하는 것으로부터 영국에 회피된 기후 영향에 대한 평가를 제공

<표3-37> CS-NOW 주제별 프로그램

주제	프로그램
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 더 높은 수준의 온난화와 비교한 1.5°C. 또한 물질약적 에너지 기반구조, 에너지 네트워크 및 주택 등 영국 기반시설이 직면한 기후 위험에 대한 공간적으로 세분화된 추정치를 제공
기후 행동의 공동 이익	<ul style="list-style-type: none"> ○ 글로벌 및 지역 규모에서 보건 및 경제에 대한 완화 공동 편익에 대한 신뢰할 수 있는 평가와 영국 기후 완화와 영국 기후 적응 옵션 간의 상호 연결, 공동 편익 및 절충안 제공 ○ 또한 기후 변화 적응과 회복력의 중요한 중요성뿐만 아니라 영국과 국제적으로 Net Zero 사례에 대한 이해를 증진
지식 종합 및 번역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 과학 지형의 일관된 모니터링 및 상세한 분석과 참조에 의해 뒷받침되는 당직 서면 브리핑, 과학 참여 이벤트 및 기타 커뮤니케이션의 제공 ○ 물의 흐름에 미치는 기후 영향과 에너지 인프라 및 산업 부문에 대한 연쇄 영향을 해석하고 조사하기 위한 혁신적인 데이터 시각화 도구 ○ 사용자가 지역 적응 및 탈탄소 계획에 정보를 제공하기 위해 데이터를 시각화, 해석 및 적용할 수 있도록 하는 영국 지방 당국 및 지역 기업 파트너십을 위한 공간적으로 세분화된 도구로서, 사용자가 예측의 불확실성을 이해하고 기후 위험의 핫스팟을 식별할 수 있도록 지원

출처 : <https://www.gov.uk/>

6. 독일

가. 기후변화 대응 정책

□ 기후보호계획 2050

- '16년 기후보호계획 2050을 발표하여 파리협정에서 요구된 기후보호 장기 전략을 수립하여 UN에 최초로 제출한 독일은 55% 감축 목표를 달성하기 위한 기후보호프로그램 2030을 수립('19)
- '20년 6월 탈탄소 전략의 핵심으로 수소(그린 수소) 생산을 지원하는 국가 수소 전략을 수립하고, 철강산업 탄소중립 전환, 산업경쟁력 강화를 골자로 하는 철강행동기본계획 등 부문별 세부정책을 추진함
- '21년 1월부터 탄소세를 시행하였으며 같은 해 5월 탄소중립 달성시기를 2050년에서 5년 앞당기고 감축 목표를 2040년까지 88%로 상향하는 연방 기후보호법개정안을 제안함
- 탄소배출 감축 목표 달성을 위한 기후보호 프로그램 2030의 주요 내용
 - (재생에너지) 2030년까지 소비 전력 중 재생에너지 비중을 65%로 확대하기 위해 해상풍력 발전 확대, 지방정부의 풍력발전기 운용 참여 유도, 열병합 에너지시스템 확대, 에너지 전환 관련 신기술 개발, 시험을 위한 연구소 설치 지원 등 추진
 - (건물 에너지 효율화) 건물 에너지효율 제고 및 재생에너지 사용 확대를 위해 중앙난방시스템 교체, 창문 신규 설치, 단열 지붕 및 외벽 설치 등에 대한 세금 공제 지원, 석유난방을 친환경 난방시스템으로 교체 시 비용의 40%까지 보조
 - (친환경 자동차) 전기차 및 충전소 보급 활성화를 위해 2030년까지 7백만~1천만대의 전기 자동차와 1백만 개 전기차 충전소 보급을 목표로 보조금을 지원하고 있으며, 기존 자동차들은 탄소배출 감축의무를 부과하고 탄소배출량에 따라 차량세를 부과하도록 관련 법안을 개정
 - (탄소세) EU 배출권거래제에 포함되지 않는 난방과 운송 부문에서 배출되는 탄소에 가격을 매기고 있으며 배출권 톤당 가격은 단계적으로 증가

나. 독일 기상청

- 독일 기상청(Deutscher Wetterdienst, DWD)은 독일 연방 교통 및 디지털 인프라 부처 소속의 기상기후 관측 및 모니터링을 담당하는 정부기관
 - (조직) 인력 및 비즈니스 관리(PB), 기술 인프라 및 관제(TI), 연구 및 개발(FE), 기상예보 서비스, 기후 및 환경(KU)의 5개 비즈니스 영역 부서로 구성
 - (기관 업무) 고품질·고신뢰의 기상 및 기후서비스 제공기관, 기후 영향을 분석·예측·설명하는 기상 전문기관, 수요자의 의사결정을 지원하는 컨설턴트, 그리고 기상 부문 국제협력 기관으로서 청의 역할을 미션과 비전을 통해 제시
- 전략목표 및 과제
 - 독일 기상청의 미션과 비전을 구현하기 위한 총 9개의 전략목표를 제시하고 있으며, 특히 청의 국제적·선도적·미래지향적 역할을 전략목표에서 강조
 - 전략목표 달성을 위한 과제의 경우 기술 개발, 정확성 및 국제협력을 강조했으며, 기후 업무와 관련한 과제로는 “독일 기후변화 적응 전략에 핵심적인 기여”와 “글로벌 통합 온실가스 모니터링 시스템 구현” 등 제시

<표3-38> 독일 기상청의 전략목표 및 과제

전략목표	전략목적	전략과제
미래지향적인 데이터 수집	관측시스템의 미래	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대기의 3차원 구조에 대해 더욱 정확한 이미지를 생성하는 새로운 지상 기반 원격 감시 시스템 ○ 브레멘, 라이프치히, 뉘른베르크 및 라인강 상류 계곡의 도시 지역을 위한 기상레이더관측소 4개소 추가 설치
	국제통합탄소시스템(ICOS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통합 글로벌 온실가스 모니터링 시스템(ITMS)과 같이 다양한 소스의 데이터 세트를 단일 데이터로 통합하는 시스템 구현
	데이터 관리 및 품질 보증	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외부 파트너와의 협력을 통한 자문 서비스의 개선 ○ 차량 센서와 같은 기술을 사용하여 시민으로부터 데이터를 클라우드소싱
	기후와 건강	<ul style="list-style-type: none"> ○ 여름 폭염과 같이 건강에 영향을 줄 수 있는 기후현상을 추정하기 위한 도시 기후관측소 설치 ○ 꽃가루 예측 서비스 등 생활건강 관련 신규 기상서비스 구현

<표3-38> 독일 기상청의 전략목표 및 과제

전략목표	전략목적	전략과제
유럽의 초단기 및 단기 예측을 위한 선도적 센터	수치예보모델 개선	<ul style="list-style-type: none"> 기상예측 시스템(48hr)을 구성하는 다양한 요소의 실제 상태와 모델의 최초 예측 간 격차 최소화 SINFONY Project를 통한 수치모델 및 실시간 통보 통합 시스템 개발
기후 및 환경 서비스의 추가 개발	기후서비스를 위한 글로벌 프레임워크	<ul style="list-style-type: none"> 독일의 기후변화 적응 전략에 핵심적 기여
	지방, 지구 및 지역 당국에 과학적 기반의 신뢰도 높은 조언 지속 제공	<ul style="list-style-type: none"> 독일 기후서비스(DKD) 파트너 네트워크에서 국가적 자문 제공 및 독일 연방 기후대피포털(KliVo-Portal)에 기후 및 환경 서비스 제공
"유럽 플레이어"로서의 항공기상 서비스	공항 운영관리 개선	<ul style="list-style-type: none"> 공항 운영에 영향을 미칠 수 있는 기상데이터 종합 제공
	조화로운 항공기상 서비스 제공을 위해 유럽 내 타 기상 서비스와 협력	<ul style="list-style-type: none"> SES 체계 내에서 국제적 약속과 ICAO의 보호 하에 글로벌 항공 교통시스템 혁신을 위한 협력 조치 실행
원활한 예측: 모든 시간적 규모에 대한 예상 및 예측	실제 기상관측과 예측 간 격차 제거	<ul style="list-style-type: none"> SINFONY, ICON 시스템과 같은 여러 가지 기상모델 및 유럽중기예보센터(ECMWF)의 생산물 구현
	지상, 해양 및 동토 간 긴밀한 상호작용의 이해	<ul style="list-style-type: none"> 과거 날씨에 대해 완전한 3차원 이미지를 계산할 수 있는 수치예보모델 사용 IT 인프라에 대한 상당 규모의 투자
디지털 데이터 정책	생명과 재산 보호를 위한 서비스 제공	<ul style="list-style-type: none"> KliVo Portal을 통해 일반 대중에게 정보 제공
	유럽 및 국제 표준을 준수하는 글로벌 데이터 교환 지원	<ul style="list-style-type: none"> 고객의 요구사항에 최적화된 정보 제공을 위해 새로운 데이터 처리기술 적용 및 유럽·글로벌 파트너와 협력 증진
	민첩한 디지털 관리	<ul style="list-style-type: none"> 기상서비스의 신속한 변화를 위한 디지털 관리 시스템의 지원을 통해 더욱 모바일화되고 개별적인 의사결정 지원
기상 인프라 및 서비스 국제화	세계기상센터(WMC) 중 하나로서 WIS 개발에 기여	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 파트너와의 국제협력 네트워크 확대
과학계와의 긴밀한 연계	대규모 국내 및 국제협력 프로그램에 지속 참여	<ul style="list-style-type: none"> 지속적인 통합 및 기상연구계획의 지속 개발
미래지향적 기업 문화	매력적인 고용주로 남기	<ul style="list-style-type: none"> 타인을 존중하는 문화 열린 커뮤니케이션 지속적인 교육 참여

※ 출처 : 독일 기상청 홈페이지

7. 일본

가. 기후변화 적응 정책

□ 기후변동적응법

- 일본은 '기후변동적응법'이라는 별도의 법률을 제정하는 등 기후변화 적응을 선제적으로 추진함
- '기후변동적응법'은 기후변화 적응 정보의 제공, 계획 수립, 주체별 역할 등을 명시함으로써 일본의 기후변화 적응 정책의 근간 역할

□ 녹색성장전략 ('20.5)

- '20년 12월 경제산업성은 '2050년 탄소중립 실현을 위한 녹색성장전략'을 수립하여 '경제와 환경의 선순환'을 도모하기 위한 세계개혁, 규격·표준화 등 정책을 제시함
- 2050년 탄소중립 실현을 위해서는 전력부문에서의 탈탄소화 및 산업·수송·가정부문에서의 전력화 추진, ESS 도입 확대·비용 절감 등이 필요하고 전력수요는 현재 수준의 30~50% 증가할 것으로 추산
- 해상풍력, 수소, 원자력, 반도체·IT 등 성장이 기대되는 14개 산업을 선정하고 분야별 목표를 제시함
- (해상풍력) 2030년까지 10GW, 2040년까지 30~45GW 도입할 목표를 제시하였으며 해상풍력 도입 환경 정비 가속화, 초기단계부터 정부 및 지자체가 참여한 해상풍력 프로젝트를 개시하여 계획적인 계통 및 항만 등 인프라 정비 실시 예정
- (암모니아연료) 2030년까지 석탄화력에 20% 혼합연소 실증실험을 실시하고 NO_x 제어 설비와 함께 실용화 추진, 암모니아의 연소·관리 관련 국제표준화를 주도하여 동남아시아 지역을 중심으로 한 수출 지원. 2030년까지 공급가격을 약 10엔/N·m³ 수준으로 낮추고, 2050년까지 혼합연소비율 확대 및 100% 암모니아 연소 기술 개발을 추진하고 1억 톤 규모의 공급망 구축 예정
- (수소) 일본 내 공급량을 2030년에 최대 300만 톤, 2050년에 2,000만 톤으로

- 확대하여 2030년까지 수소공급비용을 30엔/N·m³, 2050년에 수소발전비용을 20엔 /N·m³ 이하로 절감
- (원자력) 국내 원전 재가동 추진, 해외에서 추진 중인 SMR(Small modular reactor) 등 차세대 원자로 개발에 일본 기업의 참여 지원, 고온공학실험연구로를 활용한 실증실험 실시, 국제 핵융합 사업의 지속적인 참여 계획
 - (전기차·ESS) 2030년 중반까지 승용차 신차를 100% 전기차로 전환하고 지자체 전기차 구매 추진, 충전 인프라 확충, 전기차 관련 기술·공급망·가치사슬 강화. 2030년까지 리튬이온전지 가격을 1만엔/kWh 이하, 태양광시스템 가격 7만엔 /kWh 이하(공사비 포함)로 낮추고 축전 성능을 향상하여 실용화 도모 예정
 - (반도체·IT) 디지털 전환 가속화에 따라 AI·빅데이터 이용 증가로 데이터센터 시장이 확대될 것으로 전망. 이에 청정 전력을 이용하는 데이터센터 설립 지원, 차세대 IT 인프라 실용화를 위한 연구개발 및 표준화 지원 예정
 - (선박) 2050년까지 선박 연료를 무탄소 대체연료(수소·암모니아 등)로 전환하고, LNG 연료 선박의 고효율화 도모. 고효율·저배출 선박 관련 국제 기준 마련을 주도를 통한 일본·조선·해운업의 국제경쟁력 강화 및 해상 수송 탄소중립 실현
 - (물적·인적유통 및 토목 인프라) 교통망·거점·수송의 효율화·저탄소화 추진을 위해 탄소중립형 항만 구축, 스마트 교통 도입, 자전거 도입 촉진, 녹색 물류 추진 등 실시 예정
 - (식료·농림수산) 2050년까지 농림수산업의 화석연료 CO₂ 배출량 제로화)를 위해 미생물 활동을 제어할 통한 농축산업 GHG 배출량 감축 기술개발, 플라스틱 대체 신소재 개발. blue carbon(해양생태계의 탄소 저장) 탄소흡수량의 인벤토리 등록을 목표로 하고, 해조류 서식지 및 간석지를 대상으로 탄소상쇄제도 (carbon offset) 마련 검토.
 - (항공기) 2030년까지 항공기 관련 제품의 전력화 기술 확립, 2050년까지 소형기 (20인 이하) 100% 전력화를 추진 목표로, 2030년까지 수소저장탱크·연소기 등 기술 개발 추진 및 2035년 이후 수소항공기 본격 투입
 - (탄소재활용) CO₂를 흡수하여 제조한 콘크리트는 기존 콘크리트에 비해 고가이며 용도가 한정적이므로 2030년까지 수요를 확대하여 가격 수준절감 및 2050년에 건축용도로도 사용 가능하도록 용도 확대
 - (주택·건축물 및 차세대 태양광) 건축 자재·설비의 에너지효율 기준 강화 및

- 성능평가제도·표시제도 확립, 차세대 태양전지 페로브스카이트(perovskite) 등 기술을 활용하여 새로운 형태의 제로에너지빌딩 제시
- (자원순환) 폐기물발전·열이용, 바이오매스 이용은 상용 단계이므로 관련 기술의 고도화 및 저비용화 지원
 - (일상생활) 분산형 소규모 에너지자원을 활용한 가상발전소(VPP) 시스템 확립 및 시장 형성, 2050년까지 블록체인을 활용한 전력거래 시장을 창설하여 '탈탄소 프로슈머(재생에너지 전원으로 발전한 에너지량이 소비량보다 많은 가정)로의 전환을 촉구

나. 일본 기상청 (JMA)

- 일본 기상청(JMA: Japan Meteorology Agency)은 일본의 기상관측 및 예·경보를 담당하는 국토교통성 소관의 행정기관
 - 국토교통성 설립법 및 기상 서비스 법에 따라 '자연 재해 예방 및 완화', "교통안전", "산업의 발전과 번영", "공익 증진"의 목표 하에 서비스
 - (주요업무) 지구 환경을 모니터링하며, 대기, 해양 및 지구와 관련된 자연 현상을 예측하고, 관련 분야의 연구 및 기술 개발을 수행하는 데 주력, 일본의 국제적 의무를 충족하고, 국가 기상 및 수문 서비스 및 다양한 관련 국제기관과의 파트너십을 촉진하기 위해 기상 및 지진학에 관한 국제 협력 활동에 참여
 - 태풍, 폭우, 지진 등 다양한 자연 재해에 취약하기 때문에 자연 재해의 예방과 완화에 중점
 - 기상업무를 통한 재해예방, 교통안전, 산업발전과 같은 공공복지, 기상업무 국제협력을 통한 최신 연구개발 및 국민에게 신뢰받고 널리 사용되는 기상 정보를 미션과 비전으로 수립

<표3-39> 일본 기상청 비전 및 미션

미션	기상업무의 건강한 발전을 도모함으로써 재해예방, 교통안전의 확보, 산업의 발전 등 공공복지의 증진에 기여하는 동시에 기상업무에 관한 국제협력 실시
비전	안전하고 강인하고 활력있는 사회를 위해 국민과 함께 발전하는 기상업무
	- 일본 산학관 및 국제기관과의 제휴를 통한 최신 과학기술을 도입해 관측 및 예보기술 추진 - 사회의 필수적인 범국민 소프트 인프라로서 기상 정보 및 기상 데이터의 활용 촉진

출처 : 일본 기상청 홈페이지

- 전략목표 중 기후·기후변화와 관련되는 전략과제는 지구 온난화 대책에 이바지하는 정보데이터의 정확한 제공이 수립되어 있음
- 세부과제로는 지구환경감시에 이바지하는 해양환경정보의 충실화 및 개선, 지역 내 기후변화 적응에 따른 기후변화 정보활용 촉진 등 과제가 포함됨

<표3-40> 일본 기상청 전략목표, 세부과제

목표	전략과제	세부과제
1. 방재기상정보의 정확한 제공 및 지역의 기상방재의 공헌	태풍 및 호우 등에 관한 방재에 이바지 하는 정보의 정확한 제공	○ 태풍 예보의 정확도
		○ 호우 경보를 위한 강우량 예측 정확도
		○ 폭설에 관한 정보의 개선
	지진 및 화산에 관한 방재에 이바지하는 정보의 정확한 제공	○ 긴급 지진 속보의 신속화
		○ 긴 주기의 지진동에 대한 정보를 활용하기 위한 정보 보급 및 개발 활동의 추진
		○ 지진활동 및 지각변동 해석기법의 고도화에 따른 '남해 트로프 지진 관련 정보'의 충실화
기상 방재 관계자와 하나된 지역의 기상재해 방지 대책의 추진	○ 시, 청, 촌의 방재기상정보 등에 대한 이해촉진 및 피난권고 등의 발령 판단시 방재기상정보의 적절한 이용 및 활용 촉진	
	○ 주민의 방재기상정보 등에 대한 이해 촉진	

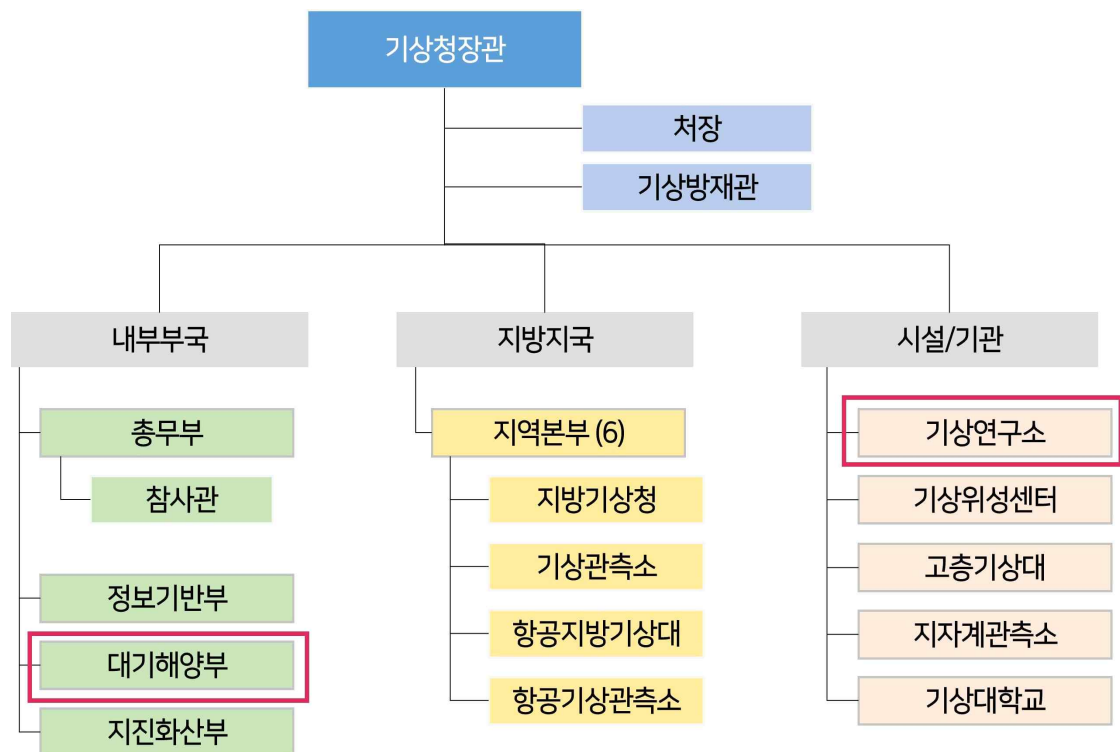
<p>2. 사회경제 활동에 이바지하는 기상정보 및 데이터의 정확한 제공 및 산업 생산성 향상에 대한 기여</p>	<p>항공기 및 선박 등의 교통 안전에 이바지하는 정보의 정확한 제공</p>	<ul style="list-style-type: none"> 소형항공기를 위한 항공기상정보(하층 악천후 예상도) 확충 및 개선 해상교통안전 등에 이바지하는 정보의 충실화
	<p>지구 온난화 대책에 이바지하는 정보 데이터의 정확한 제공</p>	<ul style="list-style-type: none"> 지구환경감시에 이바지하는 해양환경정보의 충실화 및 개선 지역 내 기후변화 적응에 따른 기후변화 정보 활용 촉진
	<p>생활과 사회경제활동에 이바지하는 정보 데이터의 정확한 제공</p>	<ul style="list-style-type: none"> 일기예보의 정확도 (일간/주간 강수확률, 최저/최고온도) 생활 및 사회경제 활동 전반에 이바지하는 기상정보의 충실화
	<p>산업의 생산성 향상을 위한 기상 데이터 활용의 촉진</p>	<ul style="list-style-type: none"> 산업계의 기상정보, 데이터 활용 확대를 위한 대처 추진
<p>3. 기상업무에 관한 기술의 연구개발 등의 추진</p>	<p>기상업무에 활용하는 첨단 연구개발의 추진</p>	<ul style="list-style-type: none"> 선상강수대 등 집중호우의 예측 정밀도 향상을 목표로 한 관측 및 데이터 동화기술의 개발·개량에 관한 연구개발 추진
		<ul style="list-style-type: none"> 적응책 책정을 지원하는 높은 정확도의 지역기후 예측정보를 창출하기 위한 지역기후 예측결과의 불확실성 저감에 관한 연구개발 추진
		<ul style="list-style-type: none"> 거대 지진 및 해일의 현상 파악 및 예측방법에 관한 연구개발 추진
<p>4. 기상업무에 관한 국제협력 추진</p>	<p>기상업무에 관한 국제협력 추진</p>	<ul style="list-style-type: none"> 전 지구 대기를 대상으로 한 수치예보모델의 정밀도 이중 편파 기상 레이더 데이터의 해석을 강우량에 활용
		<ul style="list-style-type: none"> 정지기상위성 '히마와리' 기동관측기능 활용 등을 통한 양국간 협력 추진 온실가스에 관한 국제적인 대응을 위한 정보 제공 확충

출처 : 일본 기상청 홈페이지

□ 조직도

- 일본 기상청은 행정 전반 및 서비스 전반을 담당하는 내부부국, 관측 전반을 담당하는 지방지부국, 교육 및 연구개발의 전반을 담당하는 시설/기관으로 구성

- 내부부국은 총무부, 정보기반부, 대기해양부, 지진화산부, 등 4개의 운영조직으로 구성
- 지역지부국은 삿포로, 센다이, 도쿄, 오사카, 후쿠오카, 오키나와 등 6개 지역 본부는 50개의 지방기상청과 2개의 기상관측소를 관할하고 있으며, 항공기상서비스 지원을 위해 5개의 항공지방기상대 및 3개의 항공기상관측소가 설립 운영 중
- 시설/기관으로는 연구, 조사, 교육 훈련과 같은 전문서비스를 지원하기 위한 보조 시설로 기상연구소, 기상위성센터, 고층기상대, 지자계 관측소, 기상대학교가 운영



[그림3-15] 일본 기상청(JMA) 조직도

- 기후·기후업무를 담당하는 부처는 내부부국과 기상연구소내에 속해있으며, 내부부국 대기해양부의 기상위험대책과, 기후정보과, 환경·해양기상과에서 담당하고 있고 기상연구소내에는 기후·환경연구부가 담당

<표3-41> 일본 기상청 대기해양부 부서별 주요 역할 및 업무

구분		주요 역할 및 업무
기후 정보과	기후 정보과	<ul style="list-style-type: none"> 기후 예보에 관한 일(정보 기반부의 소장에 속하는 것을 제외). 전호에 내거는 사무에 관하여 필요한 지상(지진 및 화산 현상을 제외 및 수상(쓰나미를 제외)의 예보에 관한 일. 기후에 관한 정보의 수집 및 발표에 관한 일
	이상기상 정보센터	<ul style="list-style-type: none"> 이상 기상에 관한 정보의 수집 및 발표에 관한 사무
	기후정보 조정관	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화에 관한 정보의 수집 및 발표에 관한 기획 및 입안 및 관계행정기관 그 밖의 관계자와의 연락조정에 관한 사무
환경·해양 기상과	환경·해양 기상과	<ul style="list-style-type: none"> 대기의 오염과 관련된 기상, 해면 수온 및 해류 및 해빙 상황의 예보에 관한 일(정보 기반부 및 기후 정보과의 소장에 속하는 것을 제외) 해상기상, 해수상, 대기 중의 오존의 분포 및 온실가스의 농도 기타 지구의 전체 또는 그 광범위한 부분에 영향을 미치는 기상(이하 「지구적 규모의 기상」이라 한다.) 및 남극지역에서의 기상 및 이들과 관련된 복사에 관한 관측 및 그 성과의 수집 및 발표에 관한 일. 해상기상, 해수상 및 지구적 기상에 관한 정보의 수집 및 발표에 관한 일 해수상 및 지구적 규모의 기상 및 이와 관련된 복사에 관한 기상측기 기타 측기에 관한 일(업무과의 소장에 속하는 것을 제외)
	해양기상 정보실	<ul style="list-style-type: none"> 해면 수온 및 해류 및 해빙의 상황의 예보에 관한 일(정보 기반부 및 기후 정보과의 소장에 속하는 것을 제외). 해상 기상 및 해수상에 관한 정보(장기적인 해양 오염에 관한 것을 제외 한다)의 수집 및 발표에 관한 일.
	지구대기 감시조정관	<ul style="list-style-type: none"> 지구적 규모의 기상 및 이와 관련된 복사에 관한 지구적 규모로 실시하는 조직적 관측 및 그 성과의 해석에 관한 기술의 개발 및 개량에 관한 사무

출처 : 일본 기상청 홈페이지

- 기상연구소는 기상, 육상, 수문 현상 예측과 관련 기술개발을 지원하기 위한 연구를 수행하고 그중 기후·환경연구부는 기후 및 지구규모의 기상에 대한 실천적 연구를 담당

□ 도쿄기후센터 (Tokyo Climate Center)

- **(설립배경)** TCC는 2002년 아시아-태평양 지역의 기후서비스 제공을 위해 설립되었으며, 2009년 7월 1일 WMO II 지역에서의 지역기후센터 (Regional Climate Center)로 지정
- **(주요업무)** 세계 기후, 기후 시스템 모니터링, 엘니뇨 모니터링, 수치예보 모델 예측, 지구온난화, 일본 기후, 교육 훈련 등의 업무를 수행
- **(미션)** 기후관련 재난을 완화하고, 아시아-태평양 지역의 국가 기상 및 수문 관련 기관(National Meteorological and Hydrological Service, 이하 “NMHS”)에 기후정보서비스를 제공하는 것
 - TCC 홈페이지를 통해 NMHS를 대상으로 아시아-태평양 지역의 역량 배양을 지원하는 등 아래와 같은 다양한 데이터를 제공
 - 전 지구 기후 및 극한 현상에 대한 모니터링 결과
 - 눈 덮임(snow coverage)을 포함한 지구기후시스템에 대한 모니터링 결과
 - 열대 태평양에서의 엘니뇨현상 등 해양 모니터링 결과
 - 수치예보모델에 의해 산출된 정보로서, 특히 앙상블 평균 통계 및 확률 정보
 - 기후변화에 따른 정부 간 패널(IPCC) 시나리오 이후의 지구온난화 예측
 - 일본의 월간 및 계절 전망
- **(주요서비스)** 기후변화 모니터링 및 예측 정보를 포함한 기후 데이터/정보 뿐만 아니라 역량 개발 프로그램을 제공하여 지역 내 국립 기상 및 수문 서비스(NMHS)의 기후 서비스를 지원
 - TCC는 1개월 예측을 위해 대기-해양결합 글로벌 순환 모델(CGCM)을 활용하고 3개월 예측을 위해 글로벌 순환 모델(AGCM)의 앙상블 예측시스템을 운영
 - 10일 간의 평균 해수면 기압, 10일 간 850hPa의 평균 기온, 10일 간 500hPa의 평균 지위 고도(Mean 500hPa GeoPotential Height), 10일 간의 평균 장파 복사 등을 제공
 - 일본은 엘니뇨 감시구역(열대 태평양 Nino3 지역: 5°S~5°N, 150°W~90°W)에서 5개월 이동 평균한 해수면온도의 편차가 0.5℃ 이상 (-0.5℃ 이하) 나타나는 달이 5개월 이상 지속될 때 그 첫 달을 엘니뇨(라니냐) 발달의 시작으로 분석

8. 중국

가. 국가기후변화적응정책 2035 ('22.5)

- 2035년까지 기후변화 적응이 '적극적 적응, 예방 중심, 과학적 적응, 자연적응, 체계적 적응, 요점 강조, 조정적 적응, 공동 거버넌스'의 기본 원칙을 가지는 정책
 - 2035년까지 기후변화 모니터링 및 조기경보 능력이 같은 기간에 국제 선진 수준에 도달하고 기후 위험 관리 및 예방 시스템이 기본적으로 성숙하고 주요 및 주요 기후 관련 재해에 적응할 것이라고 발표
 - 2013년에 발표한 '국가기후변화적응전략'에 비해 기후변화 감시 조기경보와 리스크 관리를 더욱 강조
 - 기후변화 관측네트워크의 보완, 기후변화 감시 예측 조기경보 강화, 기후변화 영향과 위험평가 강화, 종합방재감재 강화 등의 과제를 제시

<표3-42> 중국 기후변화적응전략 2035중 기후변화 감시 조기경보 및 리스크관리 관련 과제

과제	세부내용
기후변화 관측네트워크의 보완	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대기권관측네트워크 보완 ○ 다권층 상호작용 관측네트워크 구축
기후변화 감시 예측 조기경보 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 시스템의 감시 분석 능력 제고 ○ 정확한 예보 예측 수준 제고 ○ 극한 기후 사건의 경보 강화
기후변화 영향과 위험평가 강화,	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가 기술 수준과 기초 능력을 향상 ○ 민감한 분야와 중점 지역 기후 변화 강화영향 및 위험 평가
종합방재감재 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재해리스트 관리 이념을 강화 ○ 중대한 위험 예방 강화 ○ 자연재해 종합치료 강화 ○ 응급처치 역량 강화

출처 : 중국생태환경부(2022), 국가기후변화적응정책 2035

나. 중국 기상국 (CMA)

- 중국기상국은 중국 국무원 산하의 기상행정관리와 과학연구를 담당하는 기관

- (소속기관) 9개의 내부조직 및 11개 소속기관으로 구성되어 있고, 기후·기후변화와 관련된 조직은 내부기관의 과학기술기후변화부 및 소속기관 중 하나인 국가기후센터가 존재함

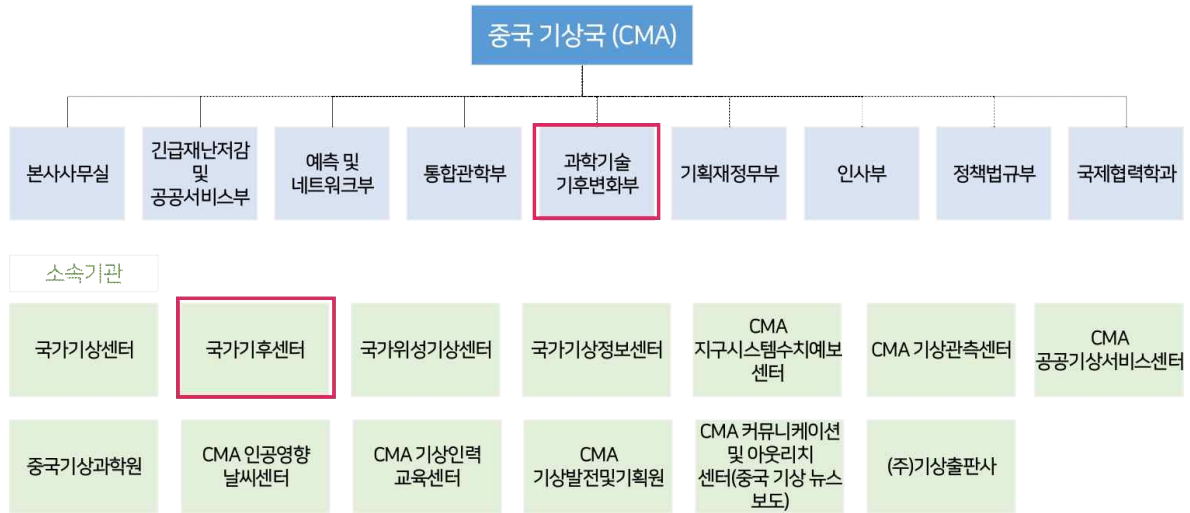


그림3-16] 중국 기상국(CMA) 조직도

- 과학기술기후변화부는 내부조직으로 기상과학기술 및 기후변화와 관련된 정책적인 업무, 관리 역할을 수행하는 총괄 조직
 - (주요업무) 기상과학기술발전계획 수립, 기상부문의 과학기술체제개혁, 중대한 과학기술성과의 보급과 응용 지도, 기상과학기술 연구개발과 기술합작 및 기술 보급을 조율, 기후변화과학과 관련된 업무 수립, 기상과학지식 홍보 및 보급 담당, 중국기상과학원의 관리 담당

□ 중국 국가기후센터 (NCC:National Climate Center)

- 국가기후센터는 1995년 1월 10일 북경에서 창립되었으며 중국기상청 소속으로 독립한 사국급 법인사업단위로 주로 국가급 기후와 기후변화업무시스템을 건설하는 임무를 담당
- 2003년에 세계기상기구 아시아권역기후센터로 승인되었고, WMO 동아시아몬순 활동센터(EAMAC, 2006년부터), WMO 장기 예보를 위한 글로벌 생산 센터(GPC, 2006년부터) 및 아시아의 기상 이변 모니터링 센터(CEEMA, 2010년부터)의 기능을 통합

○ 주요업무

- (서비스) 월, 계절, 연도 및 장기 시간 척도의 기후와 기후변화 분석, 진단 예측, 기후영향평가와 응용서비스, 기후자료 분석평가와 응용 업무, 전세계 기후변화와 영향평가를 총괄
 - (기후예측모델) 월·계절·연간 기후동력모델 업무예측시스템을 구축·운영하여 기후업무에 모델예측해석 응용제품을 제공하고, 기후동력모델을 개발·개선하여 다층적으로 결합된 기후시스템모델과 다중모델 집합예측시스템을 구축하여 모델예측능력을 향상
 - (서비스 고도화) 기후모니터링, 응용 및 서비스사업을 강화하고 기후관련 계절풍, 적설, 해온모니터링, 가뭄 등 재해모니터링 조기경보, 생태계 및 환경모니터링 예측, 도시기후모니터링 분석평가, 기후자원개발 이용 및 보호사업을 전개
 - (연구) 기후시스템의 각 대기권층 간의 상호작용 연구를 진행하며, 기후시스템모델을 개발하고 기후환경업무 서비스영역을 확장하며, 의사결정기상서비스 제품을 제공
 - (정책지원) 기후변화와 그 영향평가 및 대책에 관한 연구를 수행하고, 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)와 유엔기후변화협약(UNFCCC) 등의 이행 활동에 참여할 수 있도록 과학기술을 지원
 - (데이터) 기후·환경 및 그 관련 자료의 분석사업, 기후·기후변화 업무에 기반·공기·천기 관측자료의 응용연구 강화, 기후자료의 균일성 검증, 자료 삼입, 서열 정정, 기후자료의 품질평가 등의 업무를 수행
 - (역할) 세계기상기구(WMO)인 아시아지역기후센터(RCC)의 조기 도약을 목표로 하고 있으며, 중국기상청 기후연구개발실험실 기능을 맡아 국가 차원의 중점 개발실험실로 발전하기 위해 노력
 - (협력) 전국의 단기 기후·기후변화 업무 기술지도, 공공서비스, 기후연구 등의 임무와 관련 업무의 고도화·확대·신기술 개발·보급 등의 업무를 담당
- NCC산하에는 기후서비스실(CSD), 기후예측실(CPD), 기후재해관리실(MDRMD), 기후변화실(CCD), 기후모델실(CMD), 기후연구실험실(LCS), 생태기후평가실(ECAD), 운영체제개발 및 유지관리실(OSDMD) 등

<표3-43> 중국 NCC 부서별 역할 및 업무

부서	주요 역할 및 업무
기후서비스실 (CSD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 기본 요소, 핵심 프로세스 및 극한기후의 모니터링 및 평가 ○ 기후 모니터링 및 평가 정보 업데이트 ○ 기후 모니터링 및 서비스 지표 개발 및 기후 모니터링 및 서비스 평가를 위한 기술, 방법론 및 도구 ○ 관련 전문 표준 및 기술 사양을 기반으로 구축 ○ 국무원 및 그 부서 내 의사 결정에 중요한 통합 기후 및 기후변화 분석 보고서 작성 ○ 대중을 위한 기후서비스 제품의 작성, 출시 및 관리 ○ 중국 기후 서비스 시스템에 대한 기술 지원 제공 ○ 지역 및 도 기상부서에 서비스 지도 제품 및 기술 지원 제공 ○ 기후 교육, 훈련 및 아웃리치 활동 조정
기후예측실(CPD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 지구 시스템의 관측 데이터 분석 및 적용 ○ 이상기후에 대한 동태 진단 ○ 확장된 범위에서 연간 간 범위까지 다양한 시간 척도의 기후 예측 ○ 기후 현상, 전형적인 기후 사건 및 재해에 부문별 기후 영향의 예측 ○ 기후 진단, 단기 기후 예측 및 평가와 관련된 표준 및 기술 사양 개발 ○ 지역 및 지방 기상 부서를 위한 참조 제품 및 기술 지원 ○ WMO 동아시아 몬순 활동 센터(EAMAC)와 WMO 글로벌 생산 센터(GPC)의 장기 예측
기후재해관리실 (MDRMD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 재해 위험 모니터링, (사전) 평가, 구역 설정 및 분야별, 산업별 및 프로젝트별 영향 평가를 포함
기후변화실(CCD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주로 기후변화의 감지 및 귀속, 미래 기후변화 예측, 기후변화 역량 평가, 기후변화 대응을 위한 정책 수립 지원, 기후변화 관련 중국 청서편찬, 기후녹서편찬 등과 관련된 과학적 연구와 운영 서비스에 중사
기후모델실(CMD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대기, 해양, 육지, 얼음 및 생태계와의 상호 작용을 포함한 기후 시스템의 모든 측면을 이해하고 예측하기 위해 지구 시스템 모델을 개발하고 사용하는 데 초점
기후연구실험실 (LCS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1995년 설립된 실험실로, 최고 과학자들을 모아 과학기술 혁신을 수행하고, 연구 성과를 운영에 빠르게 적용하며, 우수한 젊은 연구자를 양성하고 보급하는 중요한 기지로 발전 ○ 혁신·발전·번영·목표와 「포용·유동·협력」원칙에 따라 기후시스템 연구에 있어서 중요한 돌파구를 마련하고, 세계 기후연구계획에 광범위하게 참여하여 국가사회경제발전, 기상서비스 현대화에 중요한 공헌
생태기후평가실 (ECAD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국기상국 생태원격탐지 프로그램의 통상적인 운영 ○ 생태 및 위성 원격탐지 제품 개발과 활용 ○ 생태환경 모니터링, 평가, 예측 및 예측 ○ 중국의 생태 기후 탐재 능력과 생태계 서비스를 평가 ○ 기후변화와 극단적인 사건이 생태계에 미치는 영향을 평가 ○ 생태 및 원격탐지 기술개발 ○ 생태 및 원격탐사 중점 공사 ○ 의사결정자와 사회 각계에 생태 및 원격탐지 서비스 제공 ○ 성급 사업체의 기술 지원과 운영 지도
운영체제개발 및 유지관리실 (OSDMD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후운영 자원역량 향상 및 과학연구서비스 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 국가기후운영시스템의 개발, 유지관리, 기후데이터연구 및 기후서비스, NCC 정보 및 네트워크 보안

□ 중국 기상발전 14.5 계획 ('21)

○ 중국은 기상발전 14.5계획 발표('21)하고, 2025년까지 핵심기술의 자율적 제어를 실현하고 기상현대화 건설을 목표로 한다고 발표

- 기상 관측 예보·경보 능력의 지속적인 강화를 발전목표 중 하나로 수립

※ 기후 시스템을 위한 전시간 전역 전요소 기상 모니터링 능력이 향상되고, 다척도 기후일체화 수치예보 모델 프레임워크가 수립되었으며, 지능형 디지털 기상예보 업무가 더욱 완벽하며, 고품질의 기후시스템 다중수치데이터는 세계 최고 수준

<표3-44> 중국 기상발전 14.5계획

추진전략 전략	추진과제	세부내용
혁신 주도 발전, 기상 과학 기술 자립 자강 가속화	핵심기술연구의 구성 및 추진	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 기상 및 기후 메커니즘에 대한 연구를 강화 ○ 차세대 수치예보모델 연구개발 ○ 제2대 재분석시스템 연구개발 ○ 기상관측장비기술 연구개발 추진 ○ 기상위성 응용연구 강화 ○ 신 정보기술 응용연구 강화 (클라우드, AI) ○ 기상서비스 수치화·지능화 추진
	국가기상과학기술 혁신체계 보완	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과학기술 혁신플랫폼 건설 ○ 기상과학기술혁신의 체계와 메커니즘을 개선
	고급 기상인재 풀 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고급 경영인력 구축 강화 ○ 인재 개발을 위한 환경 최적화
육해공 일체화 추진, 정밀기상 관측 발전	종합 입체 관측소망 최적화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 관측망 최적화 및 업그레이드 ○ 기후 및 기후변화 관측망 개선 ○ 전문 기상 관측소망 발전 농업기상, 낙뢰, 청정에너지, 교통, 우주 등) ○ 풍운기상위성 및 원격감지 응용시스템 개선
	첨단 관측 기술 장비 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측 장비의 반복적인 갱신 추진 ○ 기상계측 및 보장 능력 강화
	집약적 효율적 관측업무	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측업무 분업화 ○ 관측업무 프로세스 최적화 ○ 글로벌 모니터링 업무 확대
디지털 지능화 추진, 정확한 기상예보 발전	수준 높은 수치예보를 발전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전 세계 수치 기상 예보의 개발 ○ 개선된 지역 수치 기상 예보 ○ 단기 기후 예측 모델 개발
	스마트 디지털 예보업무 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대기 실태 업무를 강화 ○ 빈틈없는 예보 업무를 발전 ○ 기후 예측업무를 강화 ○ 전 세계 예보의 새로운 돌파구를 실현
	예보업무 스마트 시너지 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 예보업무능력 향상 ○ 집약적이고 효율적인 업무 프로세스 수립 ○ 업무 전 프로세스 점검 평가 강화
이익을 추구하고	기상방재능력의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상재난감시 및 조기경보 강화

<p>피해를 최소화하는 정밀 기상 서비스 발전</p>	<p>향상</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상재해경보정보 공개 강화 ○ 기상재해 리스크 예방 강화 ○ 기상 방재 및 감소 메커니즘 개선
	<p>기후변화에 대한 대응력 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후 변화 작업의 레이아웃 최적화 ○ 기후변화 과학 연구 및 영향 평가 강화 ○ 기후 자원의 개발, 활용 및 보호 강화 ○ 글로벌 기후 거버넌스에 적극 참여
	<p>기상서비스 발전 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농촌 활성화 전략에 기여 ○ 교통 강국 건설에 기여 ○ 해양 강국 건설에 기여 ○ 국가 에너지 안보에 기여 ○ 서비스 금융 보험 ○ 주요 프로젝트 및 주요 이벤트 제공
	<p>국민을 위한 기상서비스 심화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 공공 서비스의 평등화 추진 ○ 도시기상서비스 개발 ○ 건강한 중국 행동 돕기 ○ 관광 기상 서비스 개발 ○ 전 국민의 기상과학 소양 향상
	<p>생태문명 건설을 위한 기상서비스 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태계 보호 강화 및 기상 보장 복원 ○ 푸른 하늘 방어에 맞서 싸우는 심층 서비스 ○ 과학적으로 인공 기상 수정 수행
<p>데이터 잠재력 활성화, 기상정보화 추진</p>	<p>기상 빅데이터 활용도 향상</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상빅데이터 수집 강화 ○ 다중 범주 기상데이터 구축 ○ 기상데이터의 표준화 및 질서있는 관리
	<p>디지털 기상 인프라 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고성능 컴퓨팅 자원 공급 확대 ○ "클라우드+" 인프라 역량 강화 ○ 전반적인 예방통제 정보보안 체계 개선
	<p>차세대 정보기술 융합 응용 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상산업의 디지털 전환 및 업그레이드 촉진 ○ 차세대 정보 기술 적용 가속화 (5G, IoT 등)
<p>전면적으로 기상개혁을 심화시켜 기상 거버넌스 효율성 향상</p>	<p>중점분야 개혁 심화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 업무 기술 체제 개혁 심화 ○ 기상 서비스 체제 개혁 심화 ○ 관리 체제 개혁 심화
	<p>기상법치강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 입법 및 법 집행 활동 촉진 ○ 기상표준화 구축 강화
	<p>산업경영과 사회경영 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상-산업간 공동발전 촉진 ○ 기상사회 관리기능 강화 ○ 신 시대 기상문화 건설 강화
	<p>기상사업의협력발전</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상 기반을 다지기 위한 기초 작업 ○ 지역기상 공동발전 심화 ○ 지역별 주요 전략 보장
<p>보장조치</p>	<p>조직리더 강화</p>	<p>- 세부내용 생략</p>
	<p>다양한 투자 메커니즘 개선</p>	
	<p>개방 협력 강화</p>	
	<p>감독검사 강화</p>	

제3절 국내 정책동향

1. 상위정책

가. 새 정부 국정과제(“22.5)

- 윤석열 정부는 미래 핵심산업의 융합성장을 촉진하기 위하여 6대 국정목표, 110대 국정과제를 제시¹⁰⁾

<표3-45> 윤석열정부 110대 국정과제

국정비전	
다시 도약하는 대한민국, 함께 잘 사는 국민의 나라	
국정운영원칙 : 국익, 실용, 공정, 상식	
국정목표 1	상식이 회복된 반듯한 나라 ① 상식과 공정의 원칙을 바로 세우겠습니다. ② 국민의 눈높이에서 부동산 정책을 바로잡겠습니다. ③ 소통하는 대통령, 일 잘하는 정부가 되겠습니다.
국정목표 2	민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제 ④ 경제체질을 선진화하여 혁신성장의 디딤돌을 놓겠습니다. ⑤ 핵심전략산업 육성으로 경제 재도약을 견인하겠습니다. ⑥ 중소·벤처기업이 경제의 중심에 서는 나라를 만들겠습니다. ⑦ 디지털 전환기의 혁신금융시스템을 마련하겠습니다. ⑧ 하늘·땅·바다를 잇는 성장인프라를 구축하겠습니다.
국정목표 3	따뜻한 동행 모두가 행복한 나라 ⑨ 필요한 국민께 더 두텁게 지원하겠습니다. ⑩ 노동의 가치가 존중받는 사회를 만들겠습니다. ⑪ 문화공영으로 행복한 국민, 품격있는 대한민국을 만들겠습니다. ⑫ 국민의 안전과 건강, 최우선으로 챙기겠습니다. ⑬ 살고 싶은 농산어촌을 만들겠습니다.
국정목표 4	자율과 창의로 만드는 담대한 미래 ⑭ 과학기술이 선도하는 도약의 발판을 놓겠습니다. ⑮ 창의적 교육으로 미래 인재를 키워내겠습니다. ⑯ 탄소중립 실현으로 지속가능한 미래를 만들겠습니다. ⑰ 청년의 꿈을 응원하는 희망의 다리를 놓겠습니다.
국정목표 5	자유, 평화, 번영에 기여하는 글로벌 중추국가 ⑱ 남북관계를 정상화하고, 평화의 한반도를 만들겠습니다. ⑲ 자유민주주의 가치를 지키고, 지구촌 번영에 기여하겠습니다. ⑳ 과학기술 강군을 육성하고, 영웅을 영원히 기억하겠습니다.
국정목표 6	대한민국 어디서나 살기 좋은 지방시대

출처 : 윤석열정부 110대 국정과제 (제20대 대통령직인수위원회, 22.5)

10) 윤석열정부 110대 국정과제(제20대 대통령직인수위원회, 22.5)

- (본 연구와의 관련성) 기후위기 대응을 위한 과제로는 [국정과제86] 과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환, [국정과제 87] 기후위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성 등이 있음

<표3-46> 윤석열정부 국정목표4

국민께 드리는 약속	14. 과학기술이 선도하는 도약의 발판을 놓겠습니다.	15. 창의적 교육으로 미래 인재를 키워내겠습니다.	16. 탄소중립 실현으로 지속가능한 미래를 만들겠습니다.	17. 청년의 꿈을 응원하는 희망의 다리를 놓겠습니다.
국정과제 (19개)	74. 국가혁신을 위한 과학기술 시스템 재설계 75. 초격차 전략기술 육성으로 과학기술 G5도약 76. 자율과 창의중심의 기초연구 지원 및 인재양성 77. 민·관협력을 통한 디지털 경제 패권국가 실현 78. 세계 최고의 네트워크 구축 및 디지털혁신 가속화 79. 우주강국 도약 및 대한민국 우주시대 개막 80. 지방 과학기술주권 확보로 지역 주도 혁신성장 실현	81. 00만 디지털인재 양성 82. 모두를 인재로 양성하는 학습혁명 83. 더 큰 대학 자율로 역동적 혁신 허브 구축 84. 국가교육책임제 강화로 교육격차 해소 85. 이제는 지방대학 시대	86. 과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환 87. 기후위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성 88. 미세먼지 걱정 없는 푸른 하늘 89. 재활용을 통한 순환경제 완성	90. 청년에게 주거·일자리아교육 등 맞춤형 지원 91. 청년에게 공정한 도약의 기회 보장 92. 청년에게 참여의 장을 대폭 확대

출처 : 윤석열정부 110대 국정과제 (제20대 대통령직인수위원회, 22.5)

- [국정과제86] 과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환
 - (과제목표) 글로벌 탈탄소 전환에 대응하기 위한 적극적인 탄소중립 정책 추진, 녹색산업·기술을 기반으로 녹색투자와 소비를 촉진하는 경제 생태계 조성
 - (탄소중립 이행방안 조정) 2030 국가 온실가스감축목표(NDC)는 준수하되,

- 부문별로 현실적 감축수단을 마련하여 법정 국가계획에 반영(~'23.3월)
- ※ 기후변화영향평가 시행('22.9월), 온실가스감축인지 예산제 적용('23 예산)
 - (탄소무역장벽 대응) 배출권거래제 유상할당 확대안을 검토하고, 늘어난 수입은 기업의 감축활동을 지원하는 선순환체계 구축
 - (지역·국민 탄소중립 실천) 지자체 탄소중립지원센터 설립·운영을 확대(~'27년, 100개소 이상)하고, 지역별 대표모델로 탄소중립 그린도시 확산
 - ※ 탄소중립 실천포인트 등 인센티브 강화로 범국민 생활실천 확대('22년~)
 - (녹색분류체계 보완) EU 사례를 참고하여 녹색분류체계에 원전을 포함하고, '23년부터 본격 현장 적용하여 녹색 투자분야 자금 유치·지원
 - (녹색산업·기술육성) '22년부터 중소·중견기업 대상 ESG 종합 컨설팅, '26년까지 환경표지 대상품목 확대 및 인증기준 강화(환경성 상위 30%)
 - ※ 녹색융합클러스터 조성 등으로 기후테크, 환경 IoT, 바이오가스 등 5대 녹색 신산업 집중 육성
- [국정과제 87] 기후위기에 강한 물 환경과 자연 생태계 조성
- (과제목표) 모두에게 안전하고 스마트한 새로운 물 서비스 제공, 자연 생태계의 지속가능성 제고를 통해 기후재해로부터 안전한 환경 조성
 - (안전한 스마트 물 관리) 홍수·가뭄 등 재해로부터 안전하고 깨끗한 물 관리
 - ※ 인공지능(AI) 홍수 예보('25년), 댐·하천 디지털트윈 구현('26년) 등 스마트기술 기반의 물 재해 예보·대응체계 구현
 - ※ 국가·지방하천 예방투자 확대로 재해에 대한 국가 책임 이행 강화
 - (물 서비스 품질 제고) 물 서비스 고품질화 및 지역 간 격차 해소
 - ※ 지역 맞춤형 수도사업자 통합('23년~), 낙동강 취수원다변화 추진 ('22년~) 등으로 지역 간 먹는 물 서비스 균등화
 - ※ 치수·생태·문화·관광이 어우러진 명품하천 조성('22년~), 물 자원을 활용한 재생 에너지 생산 확대로 새로운 부가가치 창출
 - (환경시설 현대화) 노후화된 물 관리시설(상·하수도, 다목적댐) 정비 및 현대화로 국민안전과 경제 활성화 동시 달성
 - (생물다양성 보전) 생태공간 확충, 야생생물 관리 강화로 지속가능한 생태계 조성

나. 재정 운용계획

(1) '21년~'25년 국가재정운용계획('21)

□ (재정혁신 추진방향) 기후위기에 적극 대응하고 탄소중립 사회로의 전환을 뒷받침하기 위해 기후대응기금 및 온실가스인지 예산제도를 신설

- (기후대응기금) 교통세 수입 중 일부, 배출권 유상할당수입 등을 중심으로 기금재원을 마련하고, 신규 수입원 확보도 중장기 검토

※ ①온실가스 감축지원, ②신유망 저탄소 산업생태계 조성, ③공정한 전환 지원, ④제도·기반조성 등 4대 분야에 중점 지원

- (온실가스감축인지* 예산제도) 재정사업이 온실가스 감축에 미치는 효과 분석 및 그 결과를 예산편성·운용에 반영

* 온실가스감축인지 예산제도 도입을 위한 국가재정법 개정('21.6월 공포)

○ (본 연구와의 관련성①) 기후대응기금 및 온실가스감축인지 예산제도의 내실있는 운영 등을 통해 「2050 탄소중립」 원활한 이행 뒷받침

- 탄소중립 경제를 선도하는 녹색산업 집중육성, 탄소중립 신기술·신산업 창출 및 기업의 녹색활동 촉진을 위한 녹색 정책금융 강화

- 과감한 공공부문 탄소중립 실천으로 민간부문 확산 견인하고, 지역주도의 탄소중립 실현이 가능하도록 체계적 지원 강화

○ (본 연구와의 관련성②) 기후위기 시대 홍수 폭염 대응 등 기후변화 관리 강화

- 기후위기에 따라 증가하는 홍수량을 반영한 댐·하천 관리운영체계 개선, 홍수 취약지구 정비, 홍수예보 고도화 등 추진

- 취약지역·취약계층 중심 맞춤형 기후변화 적응대책 추진 및 기후변화에 따른 생태계 위해 관리 강화

(2) 정부연구개발투자 방향 및 기준

- 2022년 정부연구개발투자 방향 및 기준에서는 위기대응을 위한 과학기술 역량을 강화하고, 경제 '회복', 선도국가 '도약' 및 '포용' 혁신을 위한 연구개발(R&D) 투자를 '지속·강화'
 - 2050 탄소중립사회 전환가속화를 위해 기후환경 적응 분야에서는 기후변화에 대한 과학 기반의 감시·예측을 개선하고, 국민의 기후변화 적응성 강화
 - 기후변화 모델링·예측 및 지구시스템 변화에 대한 과학적 기반 마련
 - 상하수도 및 도시 수자원 관리 등 국민생활 밀접 분야 기술 혁신
 - '환경·기상' 기술 분야에서는 예보정확도 향상 및 신속한 정보 제공, 빅데이터 기반 기상·기후정보 활용 확산 등 국민 안전 보장을 위한 기상서비스 최적화하는 맞춤형 기상서비스를 추진
 - 이상기후에 대한 예보 및 기후변화 예측·대응 기술 개발 등 대국민 안전확보를 위한 국민생활 밀착형 R&D의 전략적 투자
 - ※ (관측·예보 정확도 향상) 국민만족도 제고를 위해 기상요소·관측 분야별 효과성 및 관측-예보기술의 성과 연계성 등을 고려한 안정적 지원
 - ※ (기후변화 대응) 온실가스 감축량 산정·이행점검·영향평가 체계 고도화 등 기반연구에 안정적 지원
- 2023년 정부연구개발투자 방향 및 기준에서는 기술혁신과 혁신생태계 조성을 통한 2050탄소중립 실현을 지원하기 위해 기후적응성 강화를 위한 기반을 강화하고자 함
 - 기후변화 모형화·예측 기술개발과 인력양성, 국제협력 등 탄소중립 플랫폼 확충을 지원

2. 탄소중립 관련 법제도 및 정책

□ 탄소중립기본법 ('22)

- (개요) '탄소중립·녹색성장기본법'은 2050 탄소중립이라는 국가목표 달성을 위한 법정 절차와 정책수단을 담은 법률로서 '21.9월 제정·공포되었으며, '22.3월 시행령 제정 등 법체계가 완비
- 법 시행으로 우리나라는 2050 탄소중립 비전을 법제화한 14번째 국가가 되며, 중간목표인 2030년 온실가스 감축목표(NDC)를 40%로 대폭 상향하여 진정성 있는 정책추진 의지를 법제화

<표3-47> 탄소중립기본법 체계

총괄	(비전) 2050 탄소중립 + 환경·경제 조화			
	(전략·목표) 국가전략 + 중장기 온실가스 감축목표			
	(이행체계) 탄소중립 녹색성장 기본계획			
분야별 시책	온실가스 감축	기후위기 적응	정의로운 전환	녹색성장
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화영향평가 ○ 온실가스감축인지예산 ○ 배출권·목표관리 ○ 탄소중립 도시 ○ 지역 에너지 전환 ○ 녹색건축·교통 ○ 흡수원·CCUS ○ 국제 감축사업 ○ 종합정보관리 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감시·예측 ○ 기후위기 적응대책 (국가, 지방 공공기관) ○ 지역 기후위기대응 ○ 물 관리 ○ 녹색국토 ○ 농림수산 전환 ○ 적응센터 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사회안전망 ○ 특별지구 ○ 사업전환 ○ 자산손실 최소화 ○ 국민참여 ○ 협동조합 활성화 ○ 지원센터 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색경제 ○ 녹색산업 ○ 녹색경영 ○ 녹색기술 ○ 조세제도 ○ 녹색금융 ○ 정보통신 ○ 순환경제
기반	탄소중립·녹색성장 이행확산 (지자체, 생산·소비, 녹색생활, 탄소중립 지원센터 등)			
	기후대응 기금			

출처 : 탄소중립기본법

- 탄소중립기본법에는 기상청의 기후위기의 감시·예측 업무의 총괄·지원 역할을 명시
 - 기후위기에 대한 과학적 기반의 예측 등 대응을 기본원칙으로 하며 '기후변화 현황 및 전망'이 '국가 탄소중립녹색성장기본계획'에 포함

□ 2050 탄소중립 추진전략 ('20.12.)

- (개요) 탄소중립 시대에 대응하기 위해 정부는 관계부처 합동으로 2050 탄소중립 전략을 통해 장기 저탄소 발전전략(LEDs)의 비전 수립과 탄소중립의 기본 방향을 발표함
 - 새로운 경제·사회 발전전략 수립을 통한 능동적 대응을 강조한 비전을 수립하고, 이를 달성하기 위한 3대 정책방향 및 10대 과제를 제시함

「2050 탄소중립」추진전략				「2050 탄소중립」의 미래상				
글로벌 동향	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 탄소중립 글로벌 新패러다임으로 대두 • 글로벌 탄소중립지향 → 「新경제질서 형성」 「新시장 창출」 			구분	As-Is	To-Be		
	탄소중립 지향의 새로운 글로벌 경제질서가 형성되는 대전환시대 ⇒ 어렵지만 가야할 길: 전향적 사고 + 능동적 혁신 필요			부문별 (에너지)	화석연료 기반 에너지 생산 • 석탄+LNG 발전 약66% (19)	신재생에너지 기반 에너지 생산 • 신재생E+CCUS 기술 등 활용		
추진체계			부문별 (산업)	탄소 집약적 산업구조 • 탄소 다배출 업종(% 19) : (韓)8.4, (EU)5.0, (美)3.7	新유망산업 확산+저탄소 산업구조 전환 • 2차 전지, 바이오 등 저탄소 新산업 부상			
비전			기업활동 (자금조달)	ESG 강화 추세 • 고탄소 국내 기업 글로벌 금융 조달 제약 ↑	ESG 기준 충족 • 글로벌 자금 조달 기회 확대			
3대 정책방향			국민생활 (주거)	화석E 기반 주거비용 부담 ↑ • 화석연료 기반의 에너지 사용으로 높은 주거비용(전기, 난방 등) 지불	친환경 E 기반 비용부담 ↓ • 태양광 등 친환경 E 기반 에너지 사용으로 비용부담 완화 + 프로슈머(Prosumer) 전환			
10대 과제			기대효과	① 탄소중립 사회 실현	② 산업경쟁력 강화를 통한 경제성장	③ 국민 삶의 질 제고		
① 에너지 전환 가속화 ② 고탄소 산업구조 혁신 ③ 미래모빌리티로 전환 ④ 도시·국토 저탄소화			① 新유망 산업 육성 ② 혁신 생태계 저변 구축 ③ 순환경제 활성화			① 취약 산업계층 보호 ② 지역중심의 탄소중립 실현 ③ 탄소중립 사회에 대한 국민인식 제고		

출처 : 2050 탄소중립 추진전략 자체 요약, 2022

〔그림3-17〕 2050 탄소중립 추진전략 및 미래상

○ [정책방향1.] 경제구조 저탄소화

- (에너지 전환 가속화) 에너지 주공급원을 화석연료에서 신·재생 에너지로 적극 전환. 송배전망 확충, 지역생산·지역소비의 분산형 에너지시스템 확산
- (고탄소 산업구조 혁신) 철강, 석유화학 등 탄소 다배출 업종 기술개발 지원, 고탄소 중소기업 대상 맞춤형 공정개선 지원 등

- (미래모빌리티로 전환) 친환경차 가격·충전·수요 혁신을 통해 수소·전기차 생산, 보급 확대, 전국 2천만 세대 전기차 충전기 보급, 도시·거점별 수소 충전소 구축
- (도시·국토 저탄소화) 신규 건축물 제로에너지 건축 의무화, 국토 계획 수립 시 생태자원 활용한 탄소흡수기능 강화

○ [정책방향2.] 신유망 저탄소산업 생태계 조성

- (신유망 산업 육성) 차세대전지 관련 핵심기술 확보, 그린수소 적극 활성화하여 2050년 수소에너지 전체의 80% 이상을 그린수소로 전환, 이산화탄소포집(CCUS)기술 등 혁신기술 개발
- (혁신 생태계 저변 구축) 친환경·저탄소·에너지산업 분야 유망기술 보유기업 발굴·지원, 그린 예비유니콘으로 적극 육성, 탄소중립 규제자유특구 확대
- (순환경제 활성화) 지속가능한 생산·소비 체계 구축, 산업별 재생 자원 이용 목표율 강화, 친환경 제품 정보제공 확대

○ [정책방향3.] 탄소중립 사회로의 공정전환

- (취약 산업·계층 보호) 내연기관차 완성차 및 부품업체 등 축소산업에 대한 R&D, M&A 등을 통해 대체·유망분야로 사업전환 적극 지원, 맞춤형 재취업 지원
- (지역중심의 탄소중립 실현) 지역 중심 탄소중립 실행 지원, 지역별 맞춤형 전략 이행을 위한 제도적 기반 정비-탄소중립 사회에 대한 국민인식 제고

○ [기반] 탄소중립 제도적 기반 강화

- (재정) '기후대응기금(가칭)' 신규조성, 세제·부담금·배출권거래제 등 탄소가격 체계 재구축, 탄소인지예산제도 도입 검토
- (녹색금융) 정책금융기관의 녹색분야 자금지원 비중 확대, 저탄소 산업구조로의 전환을 위한 기업지원, 기업의 환경관련 공시의무 단계적 확대 등 금융시장 인프라 정비
- (R&D) CCUS, 태양전지 등 탄소중립을 위한 핵심기술 개발 집중 지원

3. 기후 관련 법제도 및 정책

□ 기후변화대응 기술개발 촉진법

- **(개요)** 대한민국 2050 탄소중립 실현을 위해 기후변화 대응을 위한 혁신 기술 개발의 중요성이 확대되고 있으며, 효율적인 기후기술 개발의 지원을 위한 법률적 근거 마련의 필요성 증대
 - 파리협정 이행 및 탈탄소사회 전환을 위해서는 기후기술 개발이 필수적으로 동반되어야 하며, 탄소중립 실현 및 기후위기 대응을 위해서는 기술혁신의 중요성이 더욱 부각
 - 「기후기술촉진법」은 우리나라의 2050 탄소중립 목표 실현을 위해 기후변화 대응 기술 개발의 추진 근거를 담은 법으로서 '21년 4월 제정 및 '21년 10월 시행
- **(추진 배경)** 온실가스 감축과 기후변화 적응에 관한 기술의 연구 기반을 체계적으로 육성·발전시키고, 국제사회와의 협력을 증진하기 위해 제정
 - 정부가 기후변화 대응 기술 개발 사업을 추진할 수 있는 근거의 명확화
 - 기술개발에 따른 성과가 제품·서비스로 출시될 수 있도록 상용화 지원
 - 기술의 해외 이전, 국가 간 공동 연구, 국제기구와의 협력체계 구축 등 기후변화 대응 기술개발 국제협력 강화
 - 기술 개발 뿐만 아니라 정책·경제·협력 분야를 아우르는 융합형 인재 양성
- **(주요 내용)** 기존 저탄소녹색성장기본법* 및 과학기술기본법**을 기반으로 한 기후변화 대응 기술개발 추진의 한계를 극복하고, 기후변화대응 기술개발의 안정적 추진 및 인력 양성, 전담기관 지정·운영 등을 위한 법적 근거 마련

* 기후변화대응기본계획

** 과학기술기본계획

<표3-48> 「기후기술촉진법」 주요 내용

구분	해당 조항
정책수립	○ 범부처 기후변화대응 기술개발 기본계획 수립(제5조)
R&D 지원	○ 기술개발 사업의 추진(제8조) ○ 시범사업(제10조) ○ 상용화 지원(제11조)
국제협력	○ 기후기술센터네트워크(CTCN) 등 국제협력을 통해 기후기술의 해외 확산(제12조)
인재양성	○ 기후변화대응 융합 인력 양성(제14조)

- 기후변화대응 관련 정책을 효율적으로 지원하기 위해 기술정책 지원 전담기관과 국제협력 및 인력양성 정책지원 전담기관 지정

※ 기술정책 지원 전담기관으로 한국에너지기술연구원(기후변화대응기술정책지원센터)을, 국제협력 및 인력양성 정책지원 전담기관으로 녹색기술센터(기후기술협력정책지원센터) 지정('22년 1월)

<표3-49> 기후변화대응 전담기관 신규지정 결과

구분	지정 기관	기능 및 역할
기술정책 지원	한국에너지기술연구원 (기후변화대응기술정책지원센터)	○ 기후변화 대응을 위한 국내외 기술 개발 및 관련 산업의 동향 조사 등 ○ 기후변화 대응 기술개발의 추진 시책 수립 및 기술지도 작성 업무 지원 ○ 기후변화 대응 기술개발 시범사업의 지원 ○ 기후변화 대응 기술개발 성과의 상용화 지원 ○ 그 밖에 기후변화 대응 정책의 수립 및 집행의 지원
국제협력 및 인력양성	녹색기술센터 (기후기술협력정책지원센터)	○ 기후기술 국제협력 및 인력양성 관련 정책·전략 수립 및 홍보 ○ 기술메커니즘 내 국제협상 의제 발굴 및 대응 지원 ○ 기후기술 국제협력 지원 및 관련 사업 기획·관리 지원 ○ 그 밖에 국제협력 및 인재양성 정책의 수립 및 집행의 지원

- (제8조 기술개발사업 추진) ① 과학기술정보통신부장관, 관계 중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장은 기본계획 및 시행계획에 따라 맡은 분야에 대한 기후변화대응 기술개발사업을 추진하고 이를 지원하기 위한 시책을 마련해야 함
- (시행규칙 제3조) 기후변화 적응 기술에서 기후변화의 원인과 현상을 관측·조사하여 기후변화를 감시하고 예측하는 기술을 포함함

「기후변화대응 기술개발 촉진법 시행규칙」 중 기후변화 적응 기술

1. 기후변화의 원인과 현상을 관측·조사하여 기후변화를 감시하고 예측하는 기술
2. 다음 각 목에 해당하는 사항을 조사·분석·진단하는 기술
 - 가. 기후변화가 국민건강이나 산업, 생활환경 등 사회·경제·환경에 미치는 긍정적·부정적 영향
 - 나. 기후변화에 대한 취약성과 그에 따른 위험성
3. 기후변화로 인한 피해를 줄이거나 사전에 예방하여 기후변화 적응 역량을 높이고 기후변화로 인한 피해로부터 회복할 수 있는 기후탄력성을 강화하는 기술
4. 기후변화 적응 관련 정책이나 기술의 진척 및 효과를 분석·평가하는 기술
5. 그 밖에 과학기술정보통신부장관이 기후변화 적응과 관련된다고 인정하는 기술

□ 대기환경보전법

- (개요) 대기환경을 적정하게 보전하여 국민이 건강한 생활을 할 수 있도록 하고자 제정한 법률
- (목적) 대기오염으로 인한 국민 건강 및 환경상의 위해를 예방하고, 대기환경을 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 함

「대기환경보전법」 중 기후업무 관련 주요 조항

- 제3조(상시 측정 등)
- 제3조의2(환경위성 관측망의 구축·운영 등)
- 제4조(측정망설치계획의 결정 등)
- 제7조(대기오염물질에 대한 심사·평가)
- 제7조의2(대기오염도 예측·발표)
- 제7조의3(국가 대기질통합관리센터의 지정·위임 등)
- 제8조(대기오염에 대한 경보)
- 제11조(대기환경개선 종합계획의 수립 등)
- 제13조(장거리이동대기오염물질피해방지 종합대책의 수립 등)
- 제15조(장거리이동대기오염물질피해 방지 등을 위한 국제협력)

- 시행규칙 제11조에 따르면, 기후·생태계 변화유발물질의 농도를 측정하기 위한 지구대기측정망을 대기오염측정망의 일종으로 명시

□ 교육기본법

- (개요) '97년 제정된 교육 및 교육제도에 관한 기본적 사항을 정한 법률
- (목적) 교육에 관한 국민의 권리·의무와 국가 및 지방자치단체의 책임을 정하고 교육제도와 그 운영에 관한 기본적 사항을 규정함

「교육기본법」 중 기후업무 관련 주요 조항

- 제22조(과학·기술교육) 국가와 지방자치단체는 과학·기술교육을 진흥하기 위하여 필요한 시책을 수립·실시하여야 한다
- 제22조의2(기후변화환경교육) 국가와 지방자치단체는 모든 국민이 기후변화에 대응하기 위하여 생태전환교육을 받을 수 있도록 필요한 시책을 수립·실시하여야 한다

□ 자연재해대책법

- (개요) 태풍, 홍수 등 자연재해로 인한 재난으로부터 국토와 국민 및 주요 시설을 보호하기 위하여 자연재해의 예방과 복구 및 그 밖의 대책에 관한 사항을 규정한 법률

「자연재해대책법」 중 기후업무 관련 주요 조항

- 제4조(재해영향평가등의 협의)
- 제9조(재해 원인 조사·분석 등)
- 제15조의3(풍수해생활권 종합정비계획 수립 등)
- 제16조(자연재해저감 종합계획의 수립)
- 제16조의2(자연재해저감 시행계획의 수립 등)
- 제16조의4(지역별 방재성능목표 설정·운용)
- 제16조의5(방재시설에 대한 방재성능 평가 등)
- 제16조의6(방재기준 가이드라인의 설정 및 활용)
- 제18조(지구단위 홍수방어기준의 설정 및 활용)
- 제20조(내풍설계기준의 설정)
- 제21조(각종 재해지도의 제작·활용)
- 제21조의2(재해 상황의 기록 및 보존 등)
- 제25조의2(해일 피해 경감을 위한 조사·연구)
- 제25조의4(해일피해경감계획의 수립·추진 등)
- 제29조(가뭄 방재를 위한 조사·연구)
- 제29조의2(가뭄 방재를 위한 예보 및 경보)
- 제33조의3(폭염피해 예방을 위한 조사·연구)
- 제33조의5(한파피해 예방을 위한 조사·연구)
- 제34조(재해정보체계의 구축)
- 제58조(방재기술의 연구·개발 및 방재산업의 육성)
- 제58조의2(방재기술 진흥계획의 수립)
- 제58조의3(방재기술 개발사업 추진)
- 제62조(국제공동연구의 촉진)

□ 제4차 지속가능발전 기본계획 (2021~2040) ('21)

- (개요) 제4차 지속가능발전 기본계획(2016~2020)은 「저탄소녹색성장기본법」 제50조에 근거하여 수립한 계획으로, 지속가능발전 관련 국제적 합의를 이행하고 국가의 지속가능발전을 촉진하기 위한 법정계획
- (비전) 포용과 혁신을 통한 지속가능 국가실현이라는 비전하에 4대 전략, 17개 목표로 구성

비전	포용과 혁신을 통한 지속가능 국가 실현			
전략	사람 사람이 사람답게 살 수 있는 포용사회	번영 혁신적 성장을 통한 국민의 삶의 질 향상	환경 미래 세대가 함께 누리는 깨끗한 환경	평화·협력 지구촌 평화와 협력 강화
K-SDGs 17개 목표	[목표1] 빈곤층 감소와 사회안전망 강화 [목표2] 식량안보 및 지속 가능한 농업 강화 [목표3] 건강하고 행복한 삶 보장 [목표4] 모두를 위한 양질의 교육 [목표5] 성평등 보장 [목표11] 지속가능한 도시와 주거지	[목표8] 좋은 일자리 확대와 경제성장 [목표9] 산업의 성장과 혁신 활성화 및 사회 기반시설 구축 [목표10] 모든 종류의 불평등 해소 [목표12] 지속가능한 생산과 소비	[목표6] 건강하고 안전한 물관리 [목표7] 에너지의 친환경적 생산과 소비 [목표13] 기후변화와 대응 [목표14] 해양생태계 보전 [목표15] 육상생태계 보전	[목표16] 평화·정의·포용 [목표17] 지구촌 협력 강화

〔그림3-18〕 제4차 지속가능발전 기본계획(2021~2040) 비전체계

- (본 연구와의 관련성) [목표 13.] 기후변화와 대응의 추진과제로 기후변화 정책 통합 모니터링, 기후변화 중장기 영향 평가 능력 강화, 기후변화 교육

강화 등을 추진

<표3-50> 제4차 지속가능발전 기본계획 목표13 정책과제

목표13 기후변화와 대응		
추진전략	추진과제	정책과제
기후변화 위험 감소 및 적응능력 강화를 위한 회복탄력성 및 적응능력 내재화	기후재난 대응 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 위험 평가 관리를 위한 통합정보체계 구축 통합적인 기상재해 서비스 제공
	기후재난 대비 제도 정비	<ul style="list-style-type: none"> 방재 성능 향상을 위한 사회기반 시설의 성능 기준 강화
	기후변화 중장기 영향 평가 능력 강화	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 관측, 감시, 예측 역량 강화 / 영향 모니터링 확대 <ul style="list-style-type: none"> 한반도 기후변화 감시정보 다원화 및 예측모델 개발 장기 기후전망 예측에 따른 폭염·한파 지도 구축
	부문별 기후변화 적응 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> 6대 부문 기후리스크(84개)에 대응하는 사회 쏠부문의 적응력 강화 기후 불확실성 증가에 대응하기 위한 과학기반의 감시·예측 인프라 구축 모든 적응 이행주체의 적응역량 강화로 적응 주류화 실현
기후변화 적응 사업 단위별 관리	<ul style="list-style-type: none"> 지역주도의 기후 취약 계층 (영유아, 노인, 저소득층) 지원 사업 확대 	
저탄소 안전사회를 위한 기후변화 조치계획의 정책 반영	기후변화 정책 통합 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화대응 관련 규정 통합 정비 <ul style="list-style-type: none"> 기후변화 법제 정비: 「(가칭)기후변화대응법」제정 추진 검토 기후변화 대응기금 설치·운영 부문별 온실가스 감축 잠재력과 성과에 대한 통합 관리 탄소중립 사회로 나아가기 위한 전략과 이행기반 마련
	기후변화 적응 정책 이행 지원 확대	<ul style="list-style-type: none"> 지자체/공공기관 등 세부시행계획 이행 모니터링 민간부문 기후변화 적응계획 수립 지원
기후변화 교육 강화를 통한 인식 제고 및 저탄소 사회로의 전환 촉진	기후변화 정책 형성 단계부터 시민 참여 지원	<ul style="list-style-type: none"> 적응 대책 이행 모니터링 파트너십 운영 국민참여 운동 확산
	기후변화 교육 프로그램 도입을 위한 정책수단 마련	<ul style="list-style-type: none"> 미래세대 기후변화 교육 강화를 위한 교과과정 연계 지원 생애전주기 교육 프로그램 운영
절대량 기준 감축 목표 달성을 통한 국가 온실가스 배출량 감축	온실가스 감축 이행 점검 평가 체계 고도화	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축 실적 분석 평가 심화 제2차 기후변화 대응 기본 계획 이행 사항의 주기적인 모니터링

□ 제3차 녹색성장 기본계획 ('19.5)

- (개요) 정부는 '저탄소 녹색성장 기본법' 제9조에 따라 국가의 저탄소 녹색 성장을 위한 정책목표·추진전략·중점추진과제 등을 포함하는 '녹색성장 국가 전략'을 5년마다 수립·시행
- '제3차 녹색성장 기본계획'은 경제·환경의 조화와 함께 녹색성장의 포용성을 강화하고, 제도적 기반을 바탕으로 구체적 실천계획과 추진과제를 포함
 - '포용적 녹색국가 구현'이라는 비전 아래 3대 추진전략, 5대 정책방향 및 20개 중점과제를 추진

<표3-51> 제3차 녹색성장 기본계획 비전체계도

비전	포용적 녹색국가 구현	
3대 추진전략	5대 정책방향	20개 중점과제
책임있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환	1. 온실가스 감축 의무 실효적 이행	① 온실가스 감축 평가·검증 강화 ② 배출권 거래제 정착 ③ 탄소 흡수원 및 국외 감축 활용 ④ 2050 저탄소 발전전략 수립
	2. 깨끗하고 안전한 구조혁신 및 성과 도출	⑤ 혁신적인 에너지 수요 관리 ⑥ 재생에너지 중심의 에너지 시스템 구축 ⑦ 에너지 분권·자립 거버넌스 구축 ⑧ 정의로운 에너지 전환 추진
혁신적인 녹색기술·산업 육성과 공정한 녹색경제	3. 녹색경제 구조혁신 및 성과 도출	⑨ 녹색산업 시장 활성화 ⑩ 전주기적 녹색 R&D 투자 확대 ⑪ 녹색금융 인프라 구축 ⑫ 녹색 인재 육성 및 일자리 창출
함께하는 녹색사회 구현과 글로벌 녹색협력 강화	4. 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현	⑬ 녹색국토 실현 ⑭ 녹색교통체계 확충 ⑮ 녹색생활 환경 강화 ⑯ 기후변화 적응 역량 제고
	5. 국내외 녹색협력 활성화	⑰ 신기후체제 글로벌 협력 확대 ⑱ 동북아·남북 간 녹색협력 강화 ⑲ 그린 ODA 협력 강화 ⑳ 녹색성장 이행점검 및 중앙·지방간 협력 강화

- **(본 연구와의 관련성)** 기후적응을 위해 [중점과제16] 기후변화 적응 역량 제고에서, 기후변화 영향취약성 평가 플랫폼 개발, 기후변화감시정보 체계 확대 등 명시

<표3-52> 제3차 녹색성장 기본계획 중점과제⑩

4-4. 기후변화 적응역량 제고

4-4-1. 기후 적응력 및 국토 안정성 강화

<p>① 기상재해·기후변화 관측 및 위험진단</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과학적 모델링을 활용한 부문별·지역별(시군구별) 기후변화 영향·취약성 평가 플랫폼* 개발* 및 활용 ○ 기후변화 과학적 근거 제공*을 위한 전지구 및 한반도 대상 종합 기후변화감시정보 체계 확대 ○ 적응 부문별 기후변화 영향 감시·예측 및 취약성 평가 추진
<p>② 기후변화 취약지역 대응 및 관리 능력 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 이슈를 고려한 맞춤형 범부처 연계 기후변화대응 계획 수립 ○ 부문별 기후변화 위험요소 관리 및 대응 계획 마련

□ 제2차 기후변화대응 기본계획 (2020~2040)

- **(개요)** 기후변화 정책의 목표를 제시하는 기후변화 대응의 최상위 계획으로서 '저탄소녹색성장 기본법' 제40조에 따라 20년을 계획 기간으로 5년마다 수립·시행해야 하며, 현재 제2차 기후변화대응 기본계획까지 수립
- **(목적)** 기후변화 정책의 철학과 비전을 제시하며, 온실가스 감축 의무 이행과 지구 온난화 적응을 위한 정책 방향 설정 및 에너지 등 유관계획과 정합성을 확보하는 것을 목적
 - 기후변화대응 기본계획은 기후변화 부문에서 녹색성장 국가전략을 실현하기 위한 이행계획이자 유관계획 및 하위계획의 작성 방향을 제시하는 역할을 하며, 장기 수립 주기(5년)의 한계, 여건 변화에 따른 능동적 대처 등을 위해 기본원칙을 유지하는 범위에서 하부계획의 자율성을 최대한 보장
- **(본 연구와의 관련성)** 핵심전략으로 저탄소사회로의 전환, 기후변화대응 기반 강화를 수립하고 관련 추진과제를 명시

<표3-53> 제2차 기후변화대응 기본계획 비전체계

비전	지속가능한 저탄소 녹색사회 구현						
목표	<table border="1"> <tr> <td>온실가스 배출</td> <td>709.1백만톤('17) → 536백만톤('30)</td> </tr> <tr> <td>적응력 제고</td> <td>기후변화 적응 주류화로 2°C 온도상승에 대비</td> </tr> <tr> <td>기반조성</td> <td>파리협정 이행을 위한 전부문 역량 강화</td> </tr> </table>	온실가스 배출	709.1백만톤('17) → 536백만톤('30)	적응력 제고	기후변화 적응 주류화로 2°C 온도상승에 대비	기반조성	파리협정 이행을 위한 전부문 역량 강화
온실가스 배출	709.1백만톤('17) → 536백만톤('30)						
적응력 제고	기후변화 적응 주류화로 2°C 온도상승에 대비						
기반조성	파리협정 이행을 위한 전부문 역량 강화						
핵심전략	중점 추진과제						
[1] 저탄소 사회로의 전환	<ol style="list-style-type: none"> ① 국가온실가스 감축목표 달성을 위한 8대 부문 대책 추진 ② 국가목표에 상응한 배출허용총량 할당 및 기업 책임 강화 ③ 신속하고 투명한 범부처 이행점검·평가 체계 구축 						
[2] 기후변화 적응체계 구축	<ol style="list-style-type: none"> ① 5대 부문(국토·물·생태계·농수산·건강) 기후변화 적응력 제고 ② 기후변화 감시·예측 고도화 및 적응평가 강화 ③ 모든 부문·주체의 기후변화 적응 주류화 실현 						
[3] 기후변화대응 기반 강화	<ol style="list-style-type: none"> ① 기후변화대응 新기술·新시장 육성으로 미래시장 창출 ② 국력에 맞는 신 기후체제 국제 협상 대응 및 국제협력 강화 ③ 전 국민의 기후변화 인식 제고 및 저탄소 생활문화 확산 ④ 제도·조직·거버넌스 등 기후변화대응 인프라 구축 						

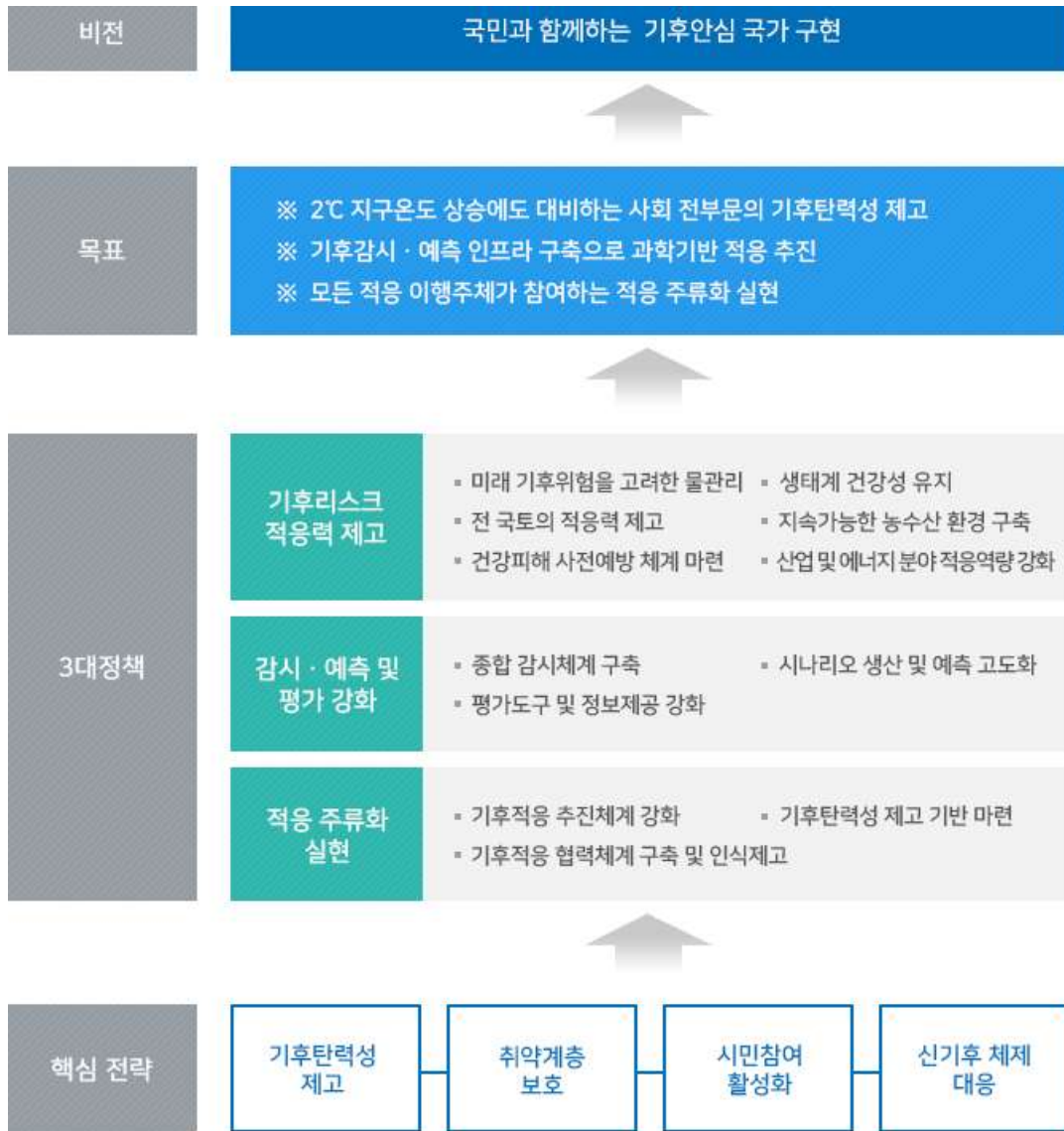
출처 : 제2차 기후변화대응 기본계획

- (기후변화 감시·예측 고도화 및 적응평가 강화) 기후변화 조기대응과 불확실성 최소화를 위한 과학정보 확대, 과학정보 기반의 취약성 및 기후변화 영향 정량 평가 강화, 수요자 중심 정보 플랫폼 구축을 통한 과학 정보 활용도 제고 등은 기후·기후변화 업무와 관련성이 높음

□ 제3차 기후변화적응대책 (2021~2025) ('20.12)

- (개요) '기후변화 적응대책'은 기후변화의 악영향으로부터 국민의 생명·재산을 보호하고, 안전한 한반도를 만들기 위하여 마련한 위기관리대책으로, 기후변화 영향을 고려한 5년 단위 연동계획
 - 「국가 기후변화 적응대책」은 '10년 제1차 계획이 수립되었으며, 기후변화로 인한 영향을 최소화하고 국민의 안전과 재산을 보호하기 위해 '저탄소 녹색성장 기본법' 제48조 제4항 및 동법 시행령 제38조에 따라 5년마다 수립·시행해야 함
- 제3차 국가기후변화 적응대책을 구체적으로 이행하기 위한 추진과제는

3개 정책부문인 '기후리스크 적응력제고', '감시·예측 및 평가 강화', '적응 주류화 실현'등으로 구분하여 제시



8대 국민체감형 과제(홍수, 가뭄, 생물대발생, 산림재해, 식량안보, 감염병·질환, 취약계층, 거버넌스)별도 평가 추진

[그림3-19] 제3차 기후변화 적응 대책 비전체계도

- (본 연구와의 관련성) 기후감시·예측 인프라 구축으로 과학기반 적응 추진을 목표로 하고, 다수의 기후·기후변화 관련 과제 추진을 명시함
- (적응대책 속 기상청 역할) 국내 기후 현황 제공과 미래 전망 자료 등 기후 변화에 관한 과학적 정보 산출, 제6차 IPCC 평가보고서에 기반을 둔 기후변화 시나리오와 기후변화 감시 체계 구축 관련

<표3-54> 제3차 기후변화적응대책 중 기상청 과제

정책방향	구분	기본방향	추진과제
1. 기후리스크 적응력 제고	[1] 미래 기후 위험을 고려한 물관리	[1-1] 기후변화에 대비한 지속 가능한 홍수 관리	[1-1-1] 홍수대응력 제고를 위한 조기경보체계 구축
		[1-2] 가뭄 대응력 제고 및 수자원 다변화로 물안보 강화	[1-2-1] 가뭄 대응 능력 제고
	[6] 산업 및 에너지 분야 적응역량 강화	[6-1] 산업별 기후변화 적응 역량 강화	[6-1-2] 산업별 기상·기후 정보 이용 활성화
2. 감시·예측 및 평가 강화	[7] 종합 감시체계 구축	[7-1] 기후변화 감시정보 다원화	[7-1-1] 기후변화 관련 감시정보 생산 확대
			[7-1-2] 해양·극지 감시정보 생산
		[7-2] 기후변화 유발물질 감시 역량 강화	[7-2-1] 온실가스 및 단기 체류 기후변화 유발 물질 감시 역량 강화
			[7-2-2] 온실가스 감시정보의 활용체계 개선
		[7-3] 감시기반 기상재해 대응력 강화	[7-3-1] 안전한 해상활동 위한 감시정보 제공
			[7-3-2] 복합재난 대비 고해상도 감시 역량 강화
	[8] 시나리오 생산 및 예측 고도화	[8-1] 신규 기후변화 시나리오 생산 및 활용	[8-1-1] 남한상세 기후변화 시나리오 생산
			[8-1-2] 미래 기후변화 분석 및 불확도 산정
		[8-2] 기후변화 예측기술 고도화	[8-2-1] 지구시스템모델 기술 역량 강화
	[8-2-2] 초고해상도(1km 이하) 예측 기반 구축		
	[8-3] 해양 기후 예측정보 활용체계 마련	[8-3-1] 예측 기반 해양 기후 서비스 제공	
		[9] 평가도구 및 정보 제공 강화	[9-3] 기후변화 적응정보 관리체계 마련 및 정보 확산
[9-3-2] 기후변화 적응 정보 제공 강화			
3. 적응 주류화 실현	[12] 기후적응 협력체계 구축 및 인식 제고	[12-2] 기후변화 적응 국내외 협력체계 강화	[12-2-1] 기후변화 적응 국내 협력체계 구축
			[12-3-1] 기후변화 적응 교육 강화 및 전문 인력 양성
		[12-3-3] 기후위기 대응 인식 제고 및 실천 캠페인	

제4절 타부처 동향 분석

1. 환경부

가. 부처 업무계획

- (개요) 환경부는 그린뉴딜, 2050 탄소중립 시나리오, 2030 NDC 상향 등 탄소중립 전환을 반영한 방향 설정
 - 2022년 업무계획 3대 핵심과제 중 하나인 ‘탄소중립 본격이행’은 사회 전부문에 걸친 탄소중립 확산과 선도적인 탄소감축·흡수를 통해 탄소중립 정상 궤도에 진입하는 것을 목표로 함



출처 : 환경부(2022), 2022년 주요업무 추진계획

[그림3-20] 환경부 2022년 업무계획

- [세부과제 ①] 사회·경제 구조의 탄소중립 전환

<표3-55> 환경부의 사회·경제구조의 탄소중립 전환 추진
세부과제1. 사회·경제구조의 탄소중립 전환

산업·금융·도시의 녹색혁신	산업	(녹색전환) 탄소중립설비 지원 및 스마트 생태공장 지원, 중소·중견기업 대상 종합건설팅 진행 (녹색생태계) 대·중소기업 상생프로그램 운영, 배출권거래제 감축실적 기준 확대 등 저탄소 산업생태계 구축 지원 (녹색기업) 자원화, 기후건설팅 등 기후테크 기업에 대한 전용용자 및 창업·사용화 지원
	금융	(분류체계) 녹색채권 외부검토 비용 지원, 녹색투자 정착 지원 (환경성평가) 환경정보 공개 대상 확대, 금융공시와 환경공개 간 연계성 제고, 공신력 있는 환경성평가 기준 확립
	도시·건물	(탄소중립 그린도시) 도시의 탄소배출 진단을 토대로 지역특성에 맞는 감축전략을 종합한 신 모델 발굴·조성 (탄소중립 건물) 공공부문 탄소중립 6개 선도모델 대상으로 전환사업, 환경부 소속기관 대상 건물일체형 태양광 시범설치
가정과 지역이 앞장서는 탄소중립	범국민	(인센티브) 탄소중립실천포인트제를 신설하는 한편, 국민제안 및 우수 아이템 포상 등 생활실천 인센티브 강화 (홍보) 사례, 지원제도 안내 책자·보급, 풀뿌리 조직과 협업한 홍보·캠페인 전개 (교육) '생애주기별 탄소중립 생활실천' 교육 지원체계 마련, 기본계획 수립, 국가 교육과정에 탄소중립 내용 반영
	지역	(지자체) 17개 시·도별 탄소중립 지원센터 지정·운영, 지자체 탄소중립계획 수립 지원(90개소) 및 건설팅 실시 (이행기반) 지역 온실가스 통계산정 지원 및 탄소중립 정책·정보지원 통합플랫폼 구축
탄소중립을 뒷받침하는 순환경제 구현	폐기물 감량	(생산·유통) 농산물·택배물 대상으로 과대포장 기준 마련, 폐기물 다량배출사업장(3,300개)에 대한 감량지표 신설 (소·비) 편의점·마트 내 비닐봉투, 식품접객업장(카페 등) 내 종이컵 사용금지, 1회용컵 회수 촉진을 위한 컵보증금 시행
	재활용 확대	(물질재활용) 투명페트병의 고품질 재활용(식품용기)을 확대하고 플라스틱(PET) 제조사에 재생원료 사용목표('30년까지 30%) 부여 (화학재활용) 폐자원 연·원료화 공공열분해시설 설치(4개소), 열분해유를 석유화학기업이 원료로 사용가능토록 재활용 유형 신설 (열 회수) 물질·화학재활용이 어려운 경우 고품연료(SRF)로 활용하고, 소각시설의 열 회수를 의무화
탄소중립 이행제도 안착	로드맵	2050 탄소중립, 2030 NDC 달성을 위한 구체적 경로 설정
	재정·정책	(예산·기금) 국가재정이 온실가스 감축에 기여하는 방향으로 편성·집행되도록 하는 '온실가스감축인지 예산제' 시행 (계획·사업) 주요 계획, 개발사업에 대해 기후영향(완화, 적응)을 사전에 평가하는 '기후변화영향평가제도' 시행

- [세부과제 ②] 환경분야 선도적 탄소감축·흡수

<표3-56> 환경부의 환경분야 선도적 탄소감축 흡수 추진

환경분야 선도적 탄소감축·흡수		
잠재·기피자원의 에너지화	물 에너지	(수열) 강원도 수열에너지 융복합 클러스터 조성, 대형 건축물을 대상으로 보급 시범사업 추진
		(수상태양광) 지역주민과 이익을 공유하는 합천댐 우수모델 확산, 안전성을 담보하면서 주민이 환영하는 재생에너지 생산
	유기성 자원	(통합바이오가스화) 가축분뇨, 음폐수 등 통합처리시설 설치, 유기성폐자원법 제정을 통한 공공·민간 부문별 바이오가스 생산 의무화
		(기반 확충) 기존 축분처리시설에 바이오가스 공정 추가(5개소), 동·식물성 잔재폐기물(짚 등) 통합자원화 실증연구
메탄 감축 및 탄소흡수 확대	메탄 감축	(음식물) 무선인식 배출시스템 확대, 식품 소비기한 표시제 시행 (식약처 협조) 등 감량 유도, 퇴비화 금지에 대비한 에너지화 확대
		(매립지) 가스포집설비 운영 및 비위생 매립지 정비(3개소)
	탄소 흡수	산림·습지 등 흡수원 관리에 필요한 토지이용변화지도 작성, 흡수 증진을 위한 보호지역 내 훼손지 복원
무공해차 50만대 시대 개막	차량	(공급·수요 확대) 보급목표 상향 및 보급 기여금 세부방안 마련, 공공부문 신규차량 의무구매, 민간 K-EV100 확대로 보급 확장
		(재정지원) 고성능, 대중형 모델이 확산되도록 보조금 상한액을 조정하고, 제작사의 차량가격 인하를 유도하기 위한 인센티브 도입
		(상용차) 국민생활 속 밀접한 승합·화물·이륜·통학차 보급 집중지원, 신규차종 수요발굴 및 실증사업 (수소트럭 6대 이상) 추진
	충전	(전기충전기) 빅데이터 활용을 통해 주요 교통거점·생활권 우선 구축, 지역별 특화구역 지정 등으로 핵심수요지 중심 확대
		(수소충전소) 전략적 배치계획 2021~2025 연계, 선제적 행정지원 등을 통해 전국적으로 균형있게 충전편의 대폭 개선
		(신기술 적용) 전기화물차 무선충전기술 실증사업, 전기이륜차 배터리교환형 충전소 구축(150개소)으로 신개념 충전환경 조성
내연차 프리존	시범사업 수요조사, 무공해차 운행여건 조성을 위한 지원방안 등 마련	

□ (예산 및 기금) 2022년 환경부 예산은 전년도 대비 6,723억원 증액된 10조 8,389억원임

- 환경부는 선도형 경제로의 대전환을 위한 2050 탄소중립 이행기반 마련과 그린뉴딜 추진, 홍수 등 재해로부터 국민의 생명과 안전을 보장하고 삶의 질을 높이기 위한 생활환경 개선에 초점을 두고 편성

<표3-57> 환경부 부문별 예산

구 분	2021년 예산	2022년 정부안 (A)	국회증액 (B)	국회감액 (C)	2022년 국회확정 (A+B-C)	비중
합계	111,715	117,900	1,679	△1,049	118,530	100.0
< 예산 >	101,666	107,767	1,671	△1,049	108,389	91.4
■ 물 환 경	34,366	32,776	1,327	△458	33,645	28.4
■ 수 자 원	7,789	8,799	106	-	8,905	7.5
■ 기후대기.환경안전	33,895	42,738	30	△472	42,296	35.7
○ 대기환경	29,227	39,111	-	△472	38,639	32.6
○ 기후변화	1,238	276	-	-	276	0.2
○ 환경보건	3,430	3,350	30	-	3,380	2.9
■ 자원순환.환경경제	11,913	10,535	115	△118	10,532	8.9
○ 자원순환	2,939	2,929	109	-	3,038	2.6
○ 환경경제	8,974	7,606	6	△118	7,494	6.3
■ 자 연 환 경	8,317	8,244	92	-	8,336	7.0
■ 환 경 일 반	4,783	4,675	1	△1	4,675	3.9
■ 물류등기타	603	-	-	-	-	-
< 수계기금 >	9,823	9,896	8	-	9,904	8.4
< 석면기금 >	226	237	-	-	237	0.2

출처 : 환경부, 2022년 예산 및 기금운용계획

- (기후대응기금) 환경부 기후대응기금사업은 31개로, 총 6,415억 원 규모이며, 그중 온실가스 감축지원 3,070억 원, 저탄소산업 생태계 조성 2,055억 원, 공정한 전환 507억 원, 탄소중립 기반구축 783억 원

<표3-58> 기후대응기금 중 환경부 소관 사업 편성 결과

(단위 : 백만원)

구분	'21년	'22년안 (A)	국회 증액 (B)	국회 감액 (C)	'22년 국회확정 (A+B-C)
총계	330,890	697,181	10,993	△66,713	641,461
■ 온실가스 감축	126,833	305,568	1,354	-	306,922
* ○ 산업분야 저탄소화	82,232	183,650	-	-	183,650
- 공공열분해시설 설치	-	1,000	-	-	1,000
- 온실가스관리 인프라구축	51,932	122,050	-	-	122,050
- 스마트 생태공장 구축	30,300	60,600	-	-	60,600
* ○ 도시·국토 저탄소화	16,055	61,260	-	-	61,260
- 공공 환경시설 탄소중립 지원	16,055	61,260	-	-	61,260
* ○ 탄소흡수원 조성	28,546	60,658	1,354	-	62,012
- 생태계기후대응 통합관리 체계구축	-	200	-	-	200
- 도시생태축 복원 사업	-	28,390	354	-	28,744
- 국립공원 탄소흡수원 구축	-	3,500	-	-	3,500
- 습지보전관리	28,546	28,568	1,000	-	29,568
■ 저탄소 생태계 조성	128,910	267,037	500	△62,020	205,517
* ○ 유망기업 인력 육성	65,870	82,387	-	△700	81,687
- 중소환경기업 사업화 지원	26,250	37,500	-	-	37,500
- 녹색융합 기술인재 양성	39,620	44,887	-	△700	44,187
* ○ 녹색금융	60,000	144,250	-	△60,000	84,250
- 미래환경산업 투자펀드	30,000	30,000	-	△10,000	20,000
- 녹색정책 금융활성화 사업	-	14,250	-	-	14,250
- 친환경설비투자	30,000	100,000	-	△50,000	50,000
* ○ 순환경제	3,040	40,400	500	△1,320	39,580
- 자원순환 클러스터 조성	3,040	36,000	500	-	36,500
- 재생에너지 그린수소 전환	-	4,400	-	△1,320	3,080
■ 공정한 전환	30,244	44,443	9,139	△2,880	50,702
* ○ 지역 공정 전환	19,147	34,511	3,075	△2,880	34,706
- 기후변화적응 및 국민실천	19,147	29,711	3,075	-	32,786
- 탄소중립 그린도시	-	4,800	-	△2,880	1,920
* ○ 적응 및 인식제고	11,097	9,932	6,064	-	15,996
- 환경교육강화	-	900	-	-	900
- 친환경소비생활 및 저탄소생산기반 구축	11,097	9,032	6,064	-	15,096
■ 탄소중립 기반구축	44,903	80,133	-	△1,813	78,320
* ○ 기술개발	34,973	61,139	-	-	61,139
- 유망 녹색사업 기술혁신 개발(RD) 등 1개 사업	34,973	61,139	-	-	61,139
* ○ 제도운영	9,930	18,994	-	△1,813	17,181
- 친환경경제사회기반구축	9,930	18,994	-	△1,813	17,181

나. 환경부 탄소중립 이행계획 (‘21)

□ 환경부는 보다 명확한 탄소중립 방향성 제시를 위해 ‘탄소중립 이행 계획(‘21.3)을 발표하여 탄소중립 이행계획을 수립 및 기반을 구축함



[그림3-21] 환경부 2021년 탄소중립 이행 계획

- [정책방향 ①] 환경분야 탄소감축·흡수

<표3-59> 환경부 탄소중립 이행계획 정책방향 ①

정책방향1. 경제구조의 저탄소화	
에너지 전환	주민 참여형 수상태양광 개발 확대
	친환경 수열에너지 활성화
	환경영향평가 제도개선을 통한 해상풍력 활성화
	환경기초시설 신재생에너지(수소연료 포함) 생산·보급 기지화
	환경자원 활용 재생에너지 보급·확대 로드맵 수립

<표3-59> 환경부 탄소중립 이행계획 정책방향 ①

탈탄소 산업구조	배출권거래제 대상기업 탄소감축 지원 사업 확대
	배출권거래제 탄소배출량 측정·관리체계 지원
	중소규모 배출원 목표관리제 강화
	통합허가제도 활용한 저탄소 전환 촉진
	불소계 온실가스 관리강화
	배출권거래제 기술혁신·이행 로드맵 수립
미래 모빌리티	무공해차 보급 : '21년 무공해차 30만(누적) 시대 달성
	편리한 충전인프라 구축
	온실가스 기준 강화 등 내연기관차 감축 추진
탄소중립 도시·건물	탄소중립 선도모델 구축 및 사업추진
	공공기관(공공건물 등)에 선제적으로 탄소중립 실현
흡수원 관리	보호지역 탄소흡수원 확대
	도심·수변 등의 탄소흡수원 확대
	자연·생태기반 온실가스 감축·적응전략 마련」 마련
폐기물제로 순환경제	폐기물 발생(생산·소비) 감축
	재활용을 극대화하는 생산 구조, 순환 체계 확립
	발생지 책임 및 직매립 금지 원칙 확립
	「순환경제 혁신 로드맵」 수립('21.下)
농축산·식품 부문 관리	저탄소 농업 기반 구축
	가축분뇨 활용 친환경 에너지 생산 확대
	음식물 쓰레기 감량

- [정책방향 ②] 저탄소 산업·기술 생태계 조성

<표3-60> 환경부 탄소중립 이행계획 정책방향 ②

신유망 저탄소 산업·기술 생태계 조성	
신유망 산업 육성	탄소중립 경제를 선도하는 녹색산업 집중 육성
	기업의 탄소중립 전환
혁신생태계 저변 및 녹색금융 확산	녹색분야 인재양성 확대
	녹색융합클러스터로 지역 성장거점 확보
	친환경 경제활동·기업이 투자도 잘 받도록 녹색금융 제도 확립
	녹색산업 유망분야 육성 방안 마련
녹색기술 혁신	(기술개발) 실효성 높은 탄소중립 R&D에 신속하게 투자 확대
	(사업화) 기술개발된 제품·설비의 사업화 지원
	「녹색 유망기술 상용화 로드맵」 수립

- [정책방향 ③] 기후위기 적응 및 공정 전환

※ 특히 기후위기 적응 부문의 과학적 감시 및 예측기반 마련, 기후변화 시나리오 제안, 홍수 등 재해에 대한 선제적 대응체계 구축 등은 기상산업과 연계되어 추진 가능

<표3-61> 환경부 탄소중립 이행계획 정책방향 ③

기후위기 적응 및 공정 전환	
기후위기 적응	과학적 감시·예측 기반마련 및 기후변화 시나리오 제안
	홍수·가뭄 등에 대한 선제적 대응체계 구축
	생태계 기반 기후변화 적응
	국민편익 고려한 국가 적응대책 실질적 이행체계 정립
	기후위기 적응의 주류화
취약산업·계층 보호	기후변화 영향·취약성 평가 강화
	취약 지역·계층의 기후탄력성 제고 지원
지역공동체 중심 기후탄력성 강화	지역사회 탄소중립 이행 및 지원 방안 마련
	지자체의 기후적응 시스템 구축 지원

- [정책방향 ④] 탄소중립을 추진을 위한 제도적인 기반 마련

<표3-62> 환경부 탄소중립 이행계획중 제도적 기반 강화

제도적 기반 강화	
2050 탄소중립 시나리오 마련 및 NDC 상향	2050 탄소중립 시나리오 및 감축경로 마련
	감축 시나리오를 바탕으로 탄소중립 국가전략 수립(관계부처 협업)
	이번 정부 임기 내 2030 감축목표(NDC) 상향 추진
	감축 경로 이행평가 및 이행점검체계 개선
기후변화영향평가 도입 및 기후 대응기금 조성 추진	국가 정책 전반에 대한 기후변화영향평가 기반 구축
	기후대응기금 조성 추진(기재부 주관, 환경부 협업)
탄소중립을 위한 인식 제고·교육 강화	탄소중립 인식제고 및 기후행동 참여 확대
	탄소중립 사회에 대한 국민인식 제고 전략 마련
	탄소중립 등 학교 환경교육 강화
	사회 구성원의 환경참여도를 높이는 대상별 맞춤형 교육
	탄소중립 학교 환경교육 지원방안 마련
탄소중립 글로벌 리더십 제고	P4G의 성공적 개최로 글로벌 탄소중립 리더십 제고
	그린뉴딜·탄소중립 글로벌 네트워크 확대·강화
	그린 ODA 확대를 통한 포용적 탄소중립 연대 선도
	탄소 국경세 대응 기반 마련

다. 수자원위성 개발 및 운영 기본계획 ('21)

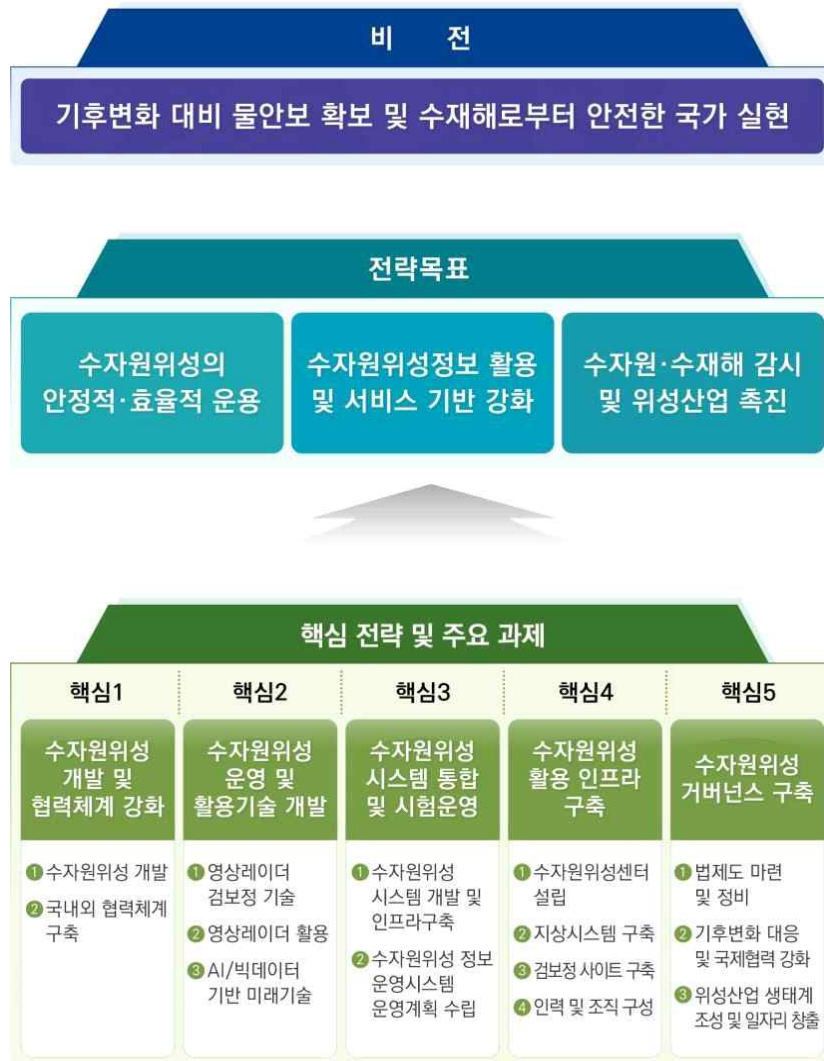
- (개요) 홍수와 가뭄 등 수재해에 대응하고 위성을 이용한 과학적인 방식으로 수자원을 관리하기 위해 「수자원위성 개발 및 운영계획(2021~2028년)」을 수립
 - 동 계획은 기후변화에 대비한 물 안보 확보, 그리고 수재해로부터 안전한 국가 실현에 초점을 두고 수자원위성의 개발 및 운영·활용 방향을 제시
 - 기후변화 대응 및 과학적인 물 관리 정책 지원을 위해 지천부터 하구까지 수재해 공간관측과 악천후에도 안정적인 재난 통신체계 구축
 - 돌발적으로 발생하는 수재해에 효과적인 대응을 위해 위성을 이용한 첨단 수재해 감시체계 구축
- (목표) 기후변화 등 가중되는 물관리 부담 여건 하에서 선제적이고 연속적인 광역 단위 수자원·수재해 감시체계 구축

<표3-63> 환경부 수자원위성 사업 목표

구분	주요 내용
기술적 목표	○ 광역 단위 선제적 수재해 모니터링, 분석, 평가 및 예측기술 확보
	○ 수자원/수재해 모니터링 전용 중형급 위성탑재체 기술
	○ 365일 무중단 수문데이터 수집 및 영상감시 국가재난위성통신망 구축
사회경제적 목표	○ 홍수·가뭄, 환경·생태 등 물 관련 재해 피해 규모 경감을 통한 국가 물안보 확보
	○ 물 분야 첨단기술 글로벌 리딩 및 경쟁력 확보

- (전략체계) ① 수자원위성의 안정적·효율적 운용, ② 수자원위성 정보 활용 및 서비스 기반 강화, ③ 수자원·수재해 감시 및 위성 산업 촉진이라는 3대 전략 목표와 5대 핵심전략, 14개 세부 추진계획으로 구성
 - (핵심전략 1) 수자원위성 개발 및 협력체계 강화
 - 과기부 등 관계부처와의 협력을 통한 위성개발의 성공적 완성, 수자원위성의 임무 특성을 고려하여 국내외 위성 전문기관 간 기술교류로 상호협력체계 구축
 - (핵심전략 2) 수자원위성 운영 및 활용기술 개발
 - 수자원위성 운영을 위한 지상시스템 구축 및 위성정보 검·보정 등 기초기술 확보, 기후변화에 대비한 수재해 분야 활용을 위해 분석기술 개발

- **(핵심전략 3) 수자원위성 시스템 통합 및 시험운영**
 - 안정적인 수자원위성 운영을 위한 최적화된 시스템, 기반시설 구축 및 시험운영으로 체계적인 운영·관리 기술력 확보
- **(핵심전략 4) 수자원위성 활용 기반시설 구축**
 - 2025년(영상위성) 및 2027년(통신위성) 위성 발사에 맞춰 위성정보를 지상에서 수신하고 관리 및 활용하기 위한 적절한 시스템 구축과 인력 확보
- **(핵심전략 5) 수자원위성 관련 법·제도 개정 및 국제 협력체계 강화, 위성산업 생태계 조성 등 협치(거버넌스) 구축**



[그림3-22] 환경부 수자원위성 사업 비전 및 추진전략

라. 국가기후위기적응센터

- (개요) 2008년 13개 부처가 공동 발표한 「국가기후변화 적응 종합계획」에 따라 2009년 7월, 환경부 지정으로 기후변화 적응 역량 강화 및 적응 프로그램의 효율적 실현을 위한 국가기후위기적응센터(구 국가기후변화적응센터) 설립
 - ※ 제1기(2010~2012년), 제2기(2013~2015년), 제3기(2016~2018년), 제4기(2019~2021년) 까지 운영되어 왔으며, 제5기(2022~2024년)부터는 「탄소중립기본법」 제 46조에 따라 '국가기후위기적응센터로' 명칭 변경
- (기능) 국가 유일의 기후 적응정책 전문 연구기관으로서 국립환경과학원과 한국환경연구원이 보유한 전문 인력 및 첨단 기반시설을 활용하여 기후변화 관측, 분석, 대응방안 연구 및 정책을 지원
 - 제5기 국가기후위기적응센터를 국립과학원(과학적 기반 구축), 한국환경연구원(적응 정책 수립, 이행 지원 및 국내외 협력·홍보) 2개 기관에 복수로 지정 및 운영 중
- (비전 및 목표) 글로벌 기후안전사회 실현을 비전으로 중앙정부 및 지자체, 공공기관, 민간기업, 기후변화 취약계층과 협력 개발도상국의 기후변화 적응을 위한 지식 창출 및 정책 지원 허브로서 기능

<표3-64> 국가기후위기적응센터 주요 업무

중앙정부	지자체	개도국
국가 단위 기후변화 위험관리 기반 마련	지자체 기후변화 적응 선도사업화 및 실효성 강화 지원	해외진출 유망산업 발굴 및 해외협력 프로그램 마련
공공기관	민간기업	기후변화 취약계층
공공기관 적응 보고제 운영 및 이행점검 체계 마련	산업계 적응 대책 수립·이행 지원 및 컨설팅 지원	기후변화 취약계층 지원 프로그램 운영 및 관리

- (주요 사업) 2022년 3월 「탄소중립기본법」 시행에 따라 국가기후위기적응센터에서는 우리나라의 기후변화 적응 주류화를 도모하고 효과적인 적응 대책 시행을 위한 기반사업들을 추진 중
- (적응정책 개발 및 이행 지원) 국가·지자체·공공기관·민간기업 단위별로 기후변화로 인한 위험 및 취약성에 적응하기 위한 정책 개발 및 이행 지원

- (적응 주류화) 모든 기후변화 적응 주체의 참여와 사회 전 부문의 기후 탄력성 제고를 위한 사업 추진

<표3-65> 국가기후위기적응센터 주요 사업(적응 주류화)

구분	주요 내용	
국가협력	기후위기 적응 국제 협력	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국제사회의 최신 기후변화 적응 동향을 파악 ○ 국제사회(국제기구, 국제네트워크/회의, 선진국을 포함한 다른 국가)와 다양한 유형의 협력을 추진 ○ 국제 교육 등을 통해 우리나라의 선진 적응정책 및 도구를 개도국에 전수
적응정보 확산 및 인식 제고	기후위기 적응 홍보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후위기 적응 관련 콘텐츠 발굴 및 대국민 대상 홍보(페이스북, 네이버 블로그, 메일링 서비스 등)
	기후위기 적응 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 초등학생과 중고등학생을 대상으로 기후위기 적응 교육자료(온·오프라인) 개발, 제작 및 배포 ○ 일반 국민과 전문가를 대상으로 기후위기 적응정책, 취약성 평가, 국제 통합에 대한 온라인 교육 수행
해외 적응사업 발굴 및 역량 강화	산업별 적응 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화의 손실과 피해를 저감하고, 단기 및 장기적으로 기후변화로 인한 피해를 관리 및 회복할 수 있도록 국내외 적응사업 발굴 및 역량 강화 추진
국내 네트워크	기후위기 적응 국내 협력	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적응정책의 원활한 수립과 이행을 위해 국내 이해관계자(공무원, 전문가, 학자, 시민 등)와의 네트워크 구축
취약계층 지원사업	민감계층 지원사업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 취약부문 계층의 우선관리 및 적응 편익 분배 형평성 제고를 위해 효율성, 효과성, 시급성, 탄력성 등을 통합적으로 고려한 적응 대책 수립 및 이행

※ 출처 : 국가기후위기적응센터 공식 사이트(최종 검색일: 2022.8.12.)

- (과학적 근거 마련) 지자체, 공공기관, 민간기관·기업 등 사용자별 수요에 맞춤형 기후변화 영향 및 취약성 평가 지원도구 개발 및 제공

<표3-66> 국가기후위기적응센터 주요 사업(과학적 근거 마련)

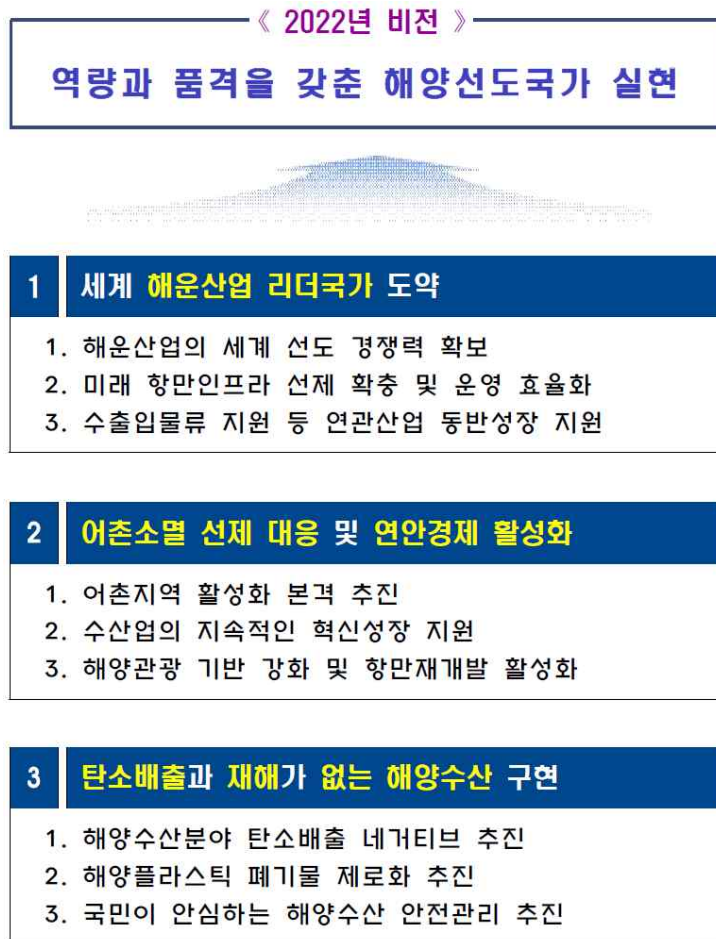
구분	주요 내용
웹 기반 기후변화 취약성 평가 지원도구 개발(VESTAP)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상향식 평가기법으로서 다양한 사용자(지자체, 공공기관, 민간기관)가 각자의 수요에 맞게 기후변화 취약성 평가를 직접 수행하고 과학적 근거를 기반으로 적응 계획을 수립할 수 있도록 지원
민간기업 기후변화 리스크 평가 지원도구 개발(CRAS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 민간기업이 기후변화로 인해 초래될 수 있는 피해를 추정하고 기업의 기후위기 적응계획을 자발적으로 수립하여 경영계획과 전략에 반영할 수 있도록 분석 도구 제공
한국형 기후변화 영향 및 취약성 통합평가 모형(MOTIVE)	<ul style="list-style-type: none"> ○ '과학적 적응 관리 기술'에 활용 가능하도록 기후변화로 인한 미래의 기후변화 영향과 취약성, 리스크를 정량화하여 신뢰할 수 있는 과학적 정보로 제공 - 건강, 물, 농업, 산림, 생태, 해양, 수산 부문을 중심으로 ①부문 내/간 모형, ②머신러닝 기반 통합평가 플랫폼, ③한국형 기후변화 리스크 평가 모형, ④통합환경공간계획 모형으로 구성

※ 출처 : 국가기후위기적응센터 공식 사이트(최종 검색일: 2022.8.12.)

2. 해양수산부

가. 부처 업무계획

- 해수부는 2022년 업무계획에서 '탄소배출과 재해가 없는 해양 수산 구현' 등 탄소중립 전환을 반영한 목표 설정



출처 : 해양수산부(2021), 2022년 주요업무 추진계획

[그림3-23] 해수부 2022년 업무계획

- (본 연구와의 관련성) [추진과제 3-1] 해양수산분야 탄소배출 네거티브 추진에서 해양수산 탄소중립 추진기반을 강화하고자 전지구 해양, 한반도 해역의 기후변화를 관측하고 예측모델·시나리오를 마련하여 탄소중립 기후변화 대응에 활용

※ 해양기후변화 통합관측 장기전망 기반구축('22~'26), 대양관측망 확대('22~'26) 등

- (예산) 기후변화와 관련된 사업은 ‘국가해양관측망 구축 및 운영’, ‘해양 기후변화 진단 및 장기전망 연구’ 등이 있음

<표3-67> 해수부 기후변화 관련 추진사업

(단위 : 백만원)

사업명	사업목적	예산
(33) 국가해양관측망 구축 및 운영	○ 국가해양관측망 증설, 국가해양관측망 관리운영, 해양위성운영 및 활용기반 구축, 해양예보 인프라 구축, 기후변화적응 해양기반 구축, 고도화 해양정보 활용 시스템 개발연구	36,949
(75) 해양 기후변화 진단 및 장기전망 연구 (R&D)	○ (해양기후변화 통합관측·장기전망 기반 구축) 해양수산분야 2050 탄소중립 목표달성 및 이행점검 지원을 위해 과학적인 해양 기후변화 통합관측 장기전망 정보 생산 제공 ○ (월파 정량 관측 기술 개발) 월파 피해에 취약 연안 지역에 대해 효율적인 월파 관측을 위해 간접관측과 현장관측 방식을 결합한 새로운 방식의 실시간 월파 관측 기술 개발	2,429

출처 : 해수부, 2022년 예산 및 기금운용계획 사업설명서

- (기후기금사업) 기존 해양수산부 소관 사업 4개 및 신규 사업 2개 등 총 6개 사업, 321억원 규모를 기후대응기금 사업으로 편성
- 블루카본 기반 기후변화 적응형 해안조성 기술개발(R&D, 58억원), 선박 온실가스 감축지원(26억원) 등 2개 사업을 신규사업으로 반영

<표3-68> 해수부 기후기금사업

(단위 : 백만원)

사업명	'21년 예산액	'22년 편성액
소계	16,855	32,134
해양해운목표관리제 이행	440	440
선박 온실가스 감축 지원	-	2,565
친환경선박 혼합연료 기술개발 및 실증 (R&D)	7,250	9,110
블루카본 기반 기후변화 적응형 해안조성 기술개발 (R&D)	-	5,800
대규모 CCS 통합실증기반 구축 (R&D)	3,120	4,060
에너지 절감형 친환경어선 개발연구 (R&D)	6,045	10,159

출처 : 해수부, 2022년 예산 및 기금운용계획

나. 해양수산 분야 2050 탄소중립 로드맵 ('21.12)

- 해양수산부는 2050 온실가스 배출목표를 탄소중립에서 더 나아가 -324만톤으로 설정하고, 이를 위한 정책방향, 수단 등 세부적인 계획을 수립함

○ (비전) 2050 해양수산 탄소 네거티브

<표3-69> 해양수산 기후변화 대응 R&D 강화 로드맵 추진전략 및 과제

추진전략	기후변화 진단·예측	국민 체감도 높은 정보 생산·제공 ① 동·서·남해안 기후변화지도 작성 ② 체감도 높은 해양수산 기후변화지수 개발 ③ 생업과 밀접한 수산자원 변동정보 제공
		질 좋은 기후변화 예측 서비스 제공 ① 우리부-기상청 간 정례적 협력채널 구축 ② 高품질 관측정보 생산 ③ 기상재해 예측서비스 실시 및 예보력 향상
	탄소 저감·저장	탄소저감 ① 해양 그린수소 생산으로 탄소중립사회 진입 촉진 ② 無 탄소 선박체계 기반 조성 ③ 재생에너지·재활용 기술로 양식산업 低탄소화
		탄소저장 ④ 新 온실가스 감축원(블루카본) 발굴 및 이니셔티브 주도 ⑤ 범부처 기반의 CCUS 사업으로 조기 상용화 추진
	기후변화 적응·리스크 예방	① 「숨쉬는 해안뉴딜」 추진 및 탄소중립 대표사업화 ② 해양수산 기후변화 K-방어시스템 구축
	대응 역량 제고 및 기반 구축	① 해양수산 분야 기후변화 전담기관 설립 ② 해양수산 기후변화 데이터 생태계 조성 ③ 과학기술 기반의 기후변화 대응 소프트파워 확보

○ [1-1-1] 동·서·남해안 기후변화지도 작성

- (1단계 : 핵심지표 선정) 기후변화 지표 중 ① 기후변화 진단·예측에 필수적이고, ② 관측 중이거나 조기 생산 가능한 핵심지표 선정('21~)
- (2단계 : 관측지표 확대) 우선순위가 높은 순서대로 기후변화 관측 지표 확대 및 동·서·남해안에 대한 기후변화 진단 실시('22~)
- (3단계 : 기후변화지도 작성) 지표에 대한 정밀 관측·진단 결과를 바탕으로 한반도 기후변화지도 작성 및 대국민 서비스 제공('22~)

○ [1-1-3] 체감도 높은 해양수산 기후변화지수 개발

- (지수 개발) 국민들이 기후변화의 현수준·속도 등을 쉽게 인지할 수 있도록 해양수산 기후변화 체감지수 개발('21~)
- (국제지수 관리) 기후변화성과지수(CCPI), 해양건강성지수(OHI) 등 대표지수 관리를 강화해 순위 상승 및 국제 위상을 제고

다. 제4차 기후변화대응 해양수산 부문 종합대책 (‘22)

- 해양수산부는 ‘제1차 기후변화대응 해양수산 부문 종합대책(2001)’을 출발점으로 하여 ‘제4차 기후변화대응 해양수산 부문 종합대책(2022) 등을 수립하여 추진
 - 제4차 계획은 작년 12월 수립된 ‘해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵’의 5개년 ‘계획기간을 넘어 2030년까지의 구체적 이행방안과 목표를 제시
 - ‘해양수산 탄소중립 대전환과 기후위기 대비태세 완비’라는 비전하에 ① 2030년 해양수산분야 온실가스 배출량 70% 저감(‘18년 대비) ② 연안·해양 기후재해로 인한 인명·재산 손실 최소화 ③ 해양 기후위기 대응 정책의 국민 체감도 제고를 정책목표 수립
- 3차 계획에 비해 강도·빈도가 동시에 증가하는 이상기후 기후위기 심각성에 대한 경각성이 높아진 점, 국제사회의 탄소중립 논의가 빠르게 진전되는 점을 고려하여 새로운 과제를 발굴하여 계획에 반영

<표3-70> 제4차 기후변화대응 해양수산부문 종합대책

비전	해양수산 탄소중립 대전환과 기후위기 대비태세 완비	
목표	[탄소 중립] 2030년 해양수산분야 온실가스 배출량 70% 저감(‘18년 대비) [적응·예방] 연안·해양 기후재해로 인한 재산·인명 손실 최소화 [이행·점검] 해양 기후위기 대응 정책의 국민 체감도 제고	
추진전략	온실가스 배출 저감	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Port to Port 탄소중립 해운물류망 도입 ▪ 수산업 가치사슬의 단계별 저탄소 모델 제시 ▪ 온실가스 저감 관점의 해양폐기물 전주기 관리
	온실가스 흡수 및 전환	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 블루카본 확충·관리분야 국제사회 선도 ▪ 해양에너지 및 CCS의 상용화 추진 ▪ 해양수산업 인프라 기반 신재생에너지·수소경제 확산
	기후위기 선제적 대응	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연안 기후재해의 선제적 예방체계 완비 ▪ 수산업의 기후위기 대응체계 공고화 ▪ 해양생태계 기후변화 영향 정밀 분석·대응 ▪ 해운·항만 기후위기 대응력 강화
	기후위기대응 이행력 확보	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 데이터 기반의 해양 기후변화 관측·예측 ▪ 해양수산 온실가스 감축 실적 확보·관리 강화 ▪ 기후위기대응 협력적 거버넌스 구축

- 제4차 종합대책에서는 '기후위기 선제적 대응' '기후위기대응 이행력 확보'를 추진전략으로 설정
 - (추진전략3. 기후위기 선제적 대응) 기후변화로 강화되는 연안 재해와 해양환경 변화에 따른 수산업계 위험성을 저감 내용을 포함
 - (추진전략4. 기후위기대응 이행력 확보) 해양 기후변화 관측·예측 역량 강화를 위해 관측체계를 개선하고 연구개발을 확대하며, 국내외 협력적 거버넌스를 강화
- (본 연구와의 관련성) 2026년까지 중장기 해양 기후변화 시나리오를 생산할 것을 명시

<표3-71> 제4차 기후변화대응 해양수산부문 종합대책상 주요 예측·관측 정책

추진전략	추진과제	세부추진 내용
기후위기 선제적 대응	해양생태계 기후변화 영향 정밀 분석·대응	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 기후변화 영향에 따른 한반도 해양생태계 영향 분석 및 예측체계를 마련하고, 생물다양성 감소, 유해·교란종 발현 등 잠재적 위험요인 관리
기후위기대응 이행력 확대	데이터 기반의 해양 기후변화 관측·예측	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해수면·해수온 상승, 해양산성화 등 주요 해양기후변화 현상의 연근해 관측을 강화하고, 스마트기술 등을 활용하여 고도화 추진 ○ 한반도 연근해 해양기후변화 예측력 강화를 위해 해양 기후 예측 모델을 구축하여 기후변화 시나리오를 생산하고, 극지·대양 요인의 관측·연구 강화
	기후위기대응 협력적 거버넌스 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연안 지역사회의 탄소중립 전환 수용성을 제고하고, 지자체와의 공동대응을 위해 협업체계 구축 및 국가 주도의 관측·예측 데이터 공유 ○ 해양학과 연계한 해양수산분야 기후변화 인재 양성, 해양 환경 관련 기업 사회공헌 활동(CSR) 모델 개발·추진 등 산학연관 연계 강화 ○ 해양 관련 국제기구·회의체에서 해양 기후변화 의제 주도 및 기후변화대응 ODA, 국제감측사업 발굴 등을 위한 양자협력 전략적 확대

라. 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 ('18)

- (개요) 「제4차 과학기술기본계획」과 연계하여 해양수산 분야 과학기술 육성 정책의 비전 및 목표를 제시하고 이에 따른 전략과제를 포함한 기본계획 수립
- (본 연구와의 관련성) '2 사회문제 해결을 위한 해양수산과학기술 기반 확보' 전략의 일환으로 이상기후 현상에 대비한 해양 예·경보 서비스 고도화, 기후변화 대응을 위한 국제 기술 협력 강화, 제시
 - 이상기후 현상 및 해상재해에 대한 최적의 예측 모델링 개발, 기후변화에 따른 해양환경 영향예측 기술 확보 및 모니터링 체계 구축, 한반도 이상기상 현상에 영향을 미치는 극지 과학조사 및 국제 공동연구 강화 추진

<표3-72> 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 중 기후업무 관련 계획

과제	세부과제	주요 추진 내용
2-1. 국민생활 문제 해결을 위한 해양수산과학기술 혁신	○ 해양 빅데이터를 활용한 해양 예·경보 시스템 정확도 제고	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빅데이터 및 초고성능 컴퓨팅 기반의 고도화된 해양 예측 서비스를 제공하고, 이상기후 현상에 대한 국가 대응력 강화 - (데이터 통합관리) 대양-극지-연근해를 포괄하는 무인관측망을 구축하고, 해양 관측 데이터 통합을 위한 빅데이터 플랫폼 마련 - (해양예보 고도화) 초고성능 컴퓨팅 도입으로 해양재해 예측의 정확도 및 적시성을 제고하고, 태풍 경로·적조·조난자 수색 등 각종 현안별 최적 예측 모델링 개발
2-2. 국제 사회에 기여하는 해양수산과학기술 육성	○ 기후변화 대응 및 해양생태계 보호	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스 저감, 기후변화 관측, 서식지 복원 관련 기술 개발을 통해 기후변화 대응 및 생태계 보호 역량 강화 - (온실가스 저감) 탄소배출권 확보를 위해 블루카본의 평가·관리체계를 구축하고 국제흡수원 인증 추진 - (기후변화 및 영향예측) 기후변화에 따른 해양환경 및 생태계 변화 조사·평가를 위한 관련 기술 확보 및 모니터링 체계 구축 - (생태계 보호) 해양생태계 교란 유해생물 확산 제어기술, 바다사막화 방지기술 등 개발 확대
	○ 해양수산과학기술의 국제협력 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 관련 어젠다.이슈에 대한 국가 차원의 대응을 위한 국제협력 연구 프로그램 확대 - (국제 협력연구) 국제 협력 연구활동 및 국제 공동연구사업 지원 강화

<표3-72> 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 중 기후업무 관련 계획

과제	세부과제	주요 추진 내용
		<ul style="list-style-type: none"> - (협력거점 확대) 주요국과의 상시적 교류 위한 협력센터 확대 및 해양자원 탐사, 해외과학조사 등 협력 연구 지원 - (기술원조 사업 확대) 저개발국가의 에너지 부족 및 해수면 상승 등의 문제 해결을 위한 기술원조 사업 확대 및 전문성 강화
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 남·북극 연구 진흥 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 극지 과학조사 및 국제 공동연구 강화 - (남극연구) 남극 해양환경 관측 및 빙상변화 연구 등 국제연구 프로젝트 적극 참여 - (북극연구) 한반도 이상기상 현상에 영향을 미치는 북극권 환경 변화 연구 확대 * 한반도를 포함한 중위도지역의 기상기후 및 재해성 기상현상 연구(기상청 협업)

※ 출처 : 해수부(2018.6) 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2018-2022)

- 기상청 기후 업무와 연관성이 높은 4개 세부과제에 대해 지능형 해양관측 및 예측체계 강화, 국가 간 공동연구 지속 추진, 국제 수준의 과학적 근거 규명 등의 성과 확보

<표3-73> 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 전략별 주요 성과(기후업무 관련)

과제	세부과제	주요 성과
2-1. 국민체감형 사회문제 해결 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 영토 확보 및 예·경보 시스템 정확도 제고 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중위성 빅데이터 융복합을 통한 해양 현안 대응 실용화 기술 개발 ○ 국가 해양력 강화를 위한 동해 첨단 해양과학기지 기본 설계 및 지능형 해양관측체계 구축 기술 개발
2-2. 글로벌 해양수산 이슈 협력 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 대응 및 해양생태계 보호 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한반도 고수온 현상(8~9월) 규명 및 예측 능력 향상을 위한 아북극-서태평양 실시간 무인관측 시스템 운영과 해양-대기 관측조사 수행 ○ 이상수온 대응 모니터링 및 예측 체계 강화 - 실시간 수온 관측소 확대 및 이상수온 정밀 예측 시스템 개발
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양수산과학기술의 국제협력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ UN 해양과학 10개년 계획의 주도적 실행을 위한 Decade Alliance 가입과 IOC 전지구 연구 프로그램 참여 ○ 해양수산과학기술 국가 간 협력센터(중국, 페루, 인니) 기반 공동연구 지속 추진 - (한-중) 해양환경모니터링, 해양공간계획 등

<표3-74> 2022년 이후 해양수산과학기술 육성 시행계획 중 기후변화 관련 과제 계획
(단위: 백만원)

과제	'20년까지	'21년	'22년	'23년 이후
76. 극지 및 대양과학연구	118,524	18,623	10,714	9,360
양극해 활용연구	59,163	2,031	-	-
남극 장보고기지 활용 기반기술	32,783	6,200	4,212	-
대양 활용연구	25,216	9,862	5,962	9,360
기획평가관리비*	1,357	530	X	
77. 극지 해양환경 및 해저조사 연구	-	6,700	8,604	30,456
북극해 해양 및 해저환경 탐사	-	6,442	6,204	22,956
남극해 해양보호 연구	-	-	2,400	7,500
기획평가관리비*	-	258	X	
78. 차세대 쇄빙연구선 건조(신규)	-	-	3,350	274,050
차세대 쇄빙연구선 건조사업	-	-	3,350	274,050
79. 북서태평양 온난화 및 태풍 발생 연구	-	-	2,644	22,356
북서태평양 온난화 및 태풍 발생 연구	-	-	2,644	22,356
80. 인도양 한-미 공동 관측 및 연구(신규)	-	-	2,885	11,515
인도양 한-미 공동 관측 및 연구	-	-	2,885	11,515
81. 기후변화에 따른 해양생태계 반응변화 연구(신규)	-	-	2,625	30,625
한반도 주변해 해양 기후변화와 생지화학과정 변화 진단·예측 연구	-	-	750	8,750
한반도 주변해 해양 기후변화로 인한 해양생태계 영향예측 연구	-	-	600	7,000
기후변화 시나리오에 따른 지표종 생리생태 반응·개체군 변동 연구	-	-	525	6,125
해양 기후변화에 대한 동해 심해생태계 반응 연구	-	-	750	8,750
82. 해양 기후변화 진단 및 장기전망 연구(신규)	-	-	2,429	34,880
해양 기후변화 통합관측·장기전망 기반 구축	-	-	1,560	13,126
한반도 주변해역 해양 기후변화 현황도 발간 기반 연구	-	-	-	11,448
월파 정량 관측기술 개발	-	-	869	10,306

* 기획평가관리비는 2022년 예산부터 '해양수산과학기술원 기획평가관리' 세부사업으로 통합

※ 출처 : 해양수산부, 2022년 해양수산과학기술 육성 시행계획, 2021.12

3. 농림축산식품부

가. 정책계획

□ 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획(2018~2027년)

- (개요) 4차 산업혁명 대응, 시장 개방 확대, 기후변화 심화, 고령화, 농식품 안전 등 최근 국내·외 농업 환경 변화를 반영하여 농업·농촌의 지속 발전 및 미래 성장을 견인할 연구개발 계획 마련
 - 2018년부터 향후 10년간 우리나라 농업과학기술의 비전, 목표, 중점추진전략 등 농산업의 지속 성장을 실현하기 위한 연구개발 중장기 전략 수립
 - 기후변화·농생명공학 기반기술 R&D 투자 등 제6차 개발계획(2013~2022년)의 성과는 계승하되, 농업을 둘러싼 대내외 여건 변화를 재인식하여 기반 기술 개발의 심화와 연구 성과의 현장·실용성 증대 추구
- (본 연구와의 관련성) 농업R&D 어젠다 중 ‘핵심 전략 융복합 현안 및 미래 신산업 기술 개발’의 일환으로 농업 분야 기후변화 대응을 제시
 - 총 계획기간 중 중기(2018~2022년, 5년)적으로 960억원, 장기(2023~2027년, 5년)적으로 1,347억원을 농업 분야 기후변화 대응을 위한 기술 개발에 투자

<표3-75> 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획 중 ‘1.1 농업분야 기후변화 대응’ 주요 내용

전략목표	기후변화 대응 농업 생산성 향상 및 저탄소 농업 실현	
연구목표	농업의 안정적 생산기반 확보 및 온실가스 의무 감축량 목표 달성	
중점 추진과제	핵심 추진 내용	
1.1.1 농업 부문 생산성 변동 예측 및 평가기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 시나리오에 따른 농업 생산변동 및 취약성 평가 ○ 기후변화에 따른 농업 환경 및 작물·가축 생산성 영향 평가 ○ 농업생태계 생물 다양성 변동 예측·평가 ○ 식량안보 대응 농업 생산 통합모델 구축 	
1.1.2. 기후적응형 농축산 재배·사양기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후적응형 작물 적응성 평가 ○ 기후적응형 작부체계 및 재배기술 개발 ○ 열대/아열대 작물 적응 및 이용기술 개발 ○ 기후변화 적응 가축 사양기술 개발 	
1.1.3 이상기상 피해방지 강화기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이상기상에 따른 병해충 발생예측 및 확산방지 기술 개발 ○ 기상재해 대응 내재해 농업시설 개발 	

전략목표	기후변화 대응 농업 생산성 향상 및 저탄소 농업 실현
연구목표	농업의 안정적 생산기반 확보 및 온실가스 의무 감축량 목표 달성
중점 추진과제	핵심 추진 내용
1.1.4. 온실가스 배출량 산정 및 탄소배출 저감기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 대응 농업 환경정보 융합서비스 기반 구축 ○ 농축산 분야 국가 고유 온실가스 배출계수 개발 ○ 신기후체계 대응 농·축산 분야 온실가스 감축 및 관리기술 개발 ○ 신재생에너지의 농업적 생산 활용 및 에너지 효율화 기술 개발

※ 출처 : 농촌진흥청, 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획, 2018



※ 출처 : 농촌진흥청, 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획, 2018

[그림3-24] 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획 중 '1.1 농업분야 기후변화 대응' 로드맵

□ 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020~2024년)

- (개요) 「제2차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2015~2019년)」이 종료됨에 따라 향후 5년간 우리나라 농림식품 R&D 방향을 제시하는 차기 계획 수립
 - 2018년부터 향후 10년간 우리나라 농업과학기술의 비전, 목표, 중점추진전략 등 농산업의 지속 성장을 실현하기 위한 연구개발 중장기 전략 수립
 - 4차 산업혁명 시대 ICT, BT 기술의 발전 및 농가 인구 감소, 기후변화 가속화, 농산업 글로벌 밸류체인이 균열 우려 등 사회 환경 변화에 빠르게 대응하는 농식품 R&D 전략 마련
 - (본 연구와의 관련성) 기후변화·재난·질병에 대응하는 안정적인 농업 생산을 농림식품 R&D의 5대 중점연구 분야 중 하나로 선정
 - 생산현황 모니터링을 위한 농업용 인공위성* 개발, 기후변화가 농업환경(식량 생산, 물, 에너지 등)에 미치는 영향을 복합 분석하는 모델 개발 추진
- ※ 3일 주기 한반도 전 지역 촬영이 가능한 농림위성 개발(2023년 발사)
- 2024년 투자 목표 기준 전체 농림식품 R&D 예산의 9.9%(1,267억 원)를 기후 변화·재난·질병 대응을 위한 농업 생산기술 개발에 투자할 계획

<표3-76> 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획 예산(안)

(단위 : %, 억원)

5대 중점연구분야	2019년 투자		연평균 성장률	2024년 투자 목표	
	비중	액수		비중	예상액
1. ICT 융복합 스마트농업	8.2	815	18.8%	15.1	1,929
2. 농생명 바이오산업	112.4	1,234	10.4%	15.8	2,027
3. 수요와 트렌드에 맞는 고품질 농식품	16.1	1,601	9.6%	19.8	2,533
4. 기후변화·재난·질병대응 농업 생산	9.4	934	6.3%	9.9	1,267
5. 농업인·농촌주민·국민 삶의 질	5.8	578	6.5%	6.2	793
합 계	52.0	5,163	-	66.8	8,549
전체 투자액(농림식품 R&D)	100	9,930	5.2%		12,794

※ 출처 : 농림부, 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020~2024)

<표3-77> 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획 중 '기후변화 대응 농업생산' 핵심전략기술

5대 중점	12대 핵심전략기술	중점 연구개발 분야	
4. 기후변화, 재난, 질병에 대응하는 안정적 농업생산	⑨ 기후변화/재난/동식물 질병 대응 농업생산 시스템 구축	기후변화/재난	○ (예측 1) 농림 기상·기후 예측자료 생산 기술 및 맞춤형 서비스 체계 구축
			○ (예측 2) 농림업 부문 기후변화 영향 평가 및 예측 기술
			○ 선제적 재난·재해 위험관리 기술 개발 및 체계 구축(농림 부문 위험관리 기술·모형·정책 개발)
			○ 참여 기반 농림업 생산·관리 기술 개발
			○ 기후변화 적응을 위한 생태계 서비스 및 융복합 활용, 기후변화 완화 기술
		동식물 질병	○ 차세대 기술 기반 동식물 질병 병원체 유전자 분석 및 진단
			○ 바이오 기술을 접목한 차세대 동물용 의약품 개발
			○ 스마트 기술 기반 실시간 질병 감시 시스템 구축 연구
			○ 식물질병 관련 병원체 분포 조사 및 외래유입 병원체 관리대책 수립
			○ 병원체 무병 재사용 식물체 개발 및 생산

※ 출처 : 농림부, 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020-2024)

나. 농식품 기후변화대응센터

□ (개요) 기후 의존성이 높은 농업 분야의 체계적인 기후변화 대응을 위한 컨트롤타워로서 농식품 기후변화대응센터 조성

○ 농식품 기후변화 대응센터 본부와 지역센터(9개소)를 구축하되, 본부 조직은 신설하고 지역센터는 각 도의 농업기술원을 활용

- 2025년까지 총 4,079억 원이 투입되는 국책기관으로 본부는 전라남도 해남군 삼산면 일원에 설립될 예정

※ (조성면적) 대지 30,000㎡, 건축 3,641㎡, 연면적 14,700㎡(지하1, 지상4층)

※ (사업기간) 건축 2022~2025년(4년, 추정) / 운영 2025년~계속

: (2022년) 토지매입 → (2023년) 기본·실시설계 → (2024~2025년) 토목·건축공사 → (2025년) 완공 및 업무 추진

○ 본부 조직은 정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라부 등으로 구성되며, 지역센터는 각 도 농업기술원을 활용하여 지역 특성을 반영한 기후변화 대응 연구 및 기술보급 추진

- (정책지원부) 농업 부문 기후변화 대응 컨트롤타워로서 기술수요 발굴, 개발된 기술의 정책화 방안, 정책 이행평가 등의 의사결정 지원

- (기후데이터부) 기후 관련 데이터플랫폼으로서 데이터 생성·활용, 연구정보 제공, 농업 신기술 적용, 신산업 발굴 등 수행
- (첨단인프라부) 기후변화에 대응하여 농업 연구자들에게 미래 기후변화 시나리오 재현 등 체험·실습형 연구환경 제공

<표3-78> 농식품 기후변화대응센터 조직별 주요 기능

구분	기능	주요 업무
본부	정책지원부	농업 부문 기후변화 대응 컨트롤타워
	기후데이터부	기후 관련 데이터 플랫폼
	첨단인프라부	기후변화 관련 농업 부문 연구 인프라 및 기반 제공
	홍보관	기후변화 영향에 대한 대국민 홍보

※ 출처 : 농림축산식품부, 농식품 기후변화대응센터 설립 추진계획, 2021.8



※ 출처 : 농림축산식품부, 농식품 기후변화대응센터 설립 추진계획, 2021.8

[그림3-25] 농식품 기후변화대응센터 본부 조직도(안)

4. 과학기술정보통신부

가. 기후변화대응 전담기관 지정 (‘22.1)

- 「기후변화대응 기술개발 촉진법」 제 15조에 따라 기후 위기에 대응하기 위한 기술 개발과 국제협력을 보다 전문적이고 효율적으로 지원하도록 전담 기관 지정
 - 「기후변화대응 기술정책 지원센터」에 한국에너지기술연구원, 「기후기술 협력정책 지원센터」에 녹색기술센터를 각각 지정
 - 기후변화대응 기술정책 지원센터
 - 2050 탄소중립 및 기후변화대응 관련 국가 과학기술정책* 수립 전반을 지원하며, 국내외 기술·산업 동향 정보 분석, 현장수요 기반 시범·신규 사업 기획, 성과 상용화를 위한 수요기업 중심의 협력 네트워크 구축·운영 등의 연구개발 전주기 관련 업무를 지원
- * 기후변화대응 기술개발 기본계획 및 연도별 시행계획, 기후변화대응 기술지도 등

<표3-79> 한국에너지기술연구원 기후변화대응기술정책지원센터

항목	내용
센터 목표	○ 국가 기후변화대응 기술정책 싱크탱크로서 기후변화대응 과학기술정책 수립 지원을 통해 기후변화대응 역량 극대화에 기여
주요 역할	○ 급속한 환경변화에 대응, 전문지식을 바탕으로 '대내외 환경 분석 및 기획'부터 '기술정책 수립', '성과 확산'에 이르는 R&D 전주기 지원
주요업무	○ 기후변화대응 분야 시책수립 및 기술지도 작성 ○ 기후변화대응 사업 기획 지원 및 정보 조사·분석 ○ 성과 상용화 지원

- 기후기술 협력정책 지원센터
 - 기후변화대응 기술의 국제협력을 촉진하기 위한 정책* 수립 전반을 지원하며, 국내 기후기술의 해외진출을 위한 UNFCCC 산하 기후기술센터네트워크

(CTCN)와의 협력사업 운영 및 기획, 국제협상 시 정부협상대표단에 기술의제 분석·자문 등 지속가능한 기후기술 국제협력 생태계 조성을 위한 업무 전담

* 기후기술협력 사업 발굴 및 국제협상 전략 수립, 관련분야 인재양성 방안 수립 등

<표3-80> 녹색기술센터 기후기술협력정책지원센터

항목	내용
센터 목표	○ 기후기술 국제협력 및 인재양성을 선도하는 국가정책 싱크탱크로 2050 탄소중립 및 국가 온실가스 감축목표 달성에 기여
주요역할	○ 기후변화대응 기술개발·이전 중심의 국제협력 및 국가 기후기술 인재양성 정책 수립 및 이행 지원
주요업무	○ 기후변화대응 국제협력 정책·전략 ○ 기후변화대응 국제협상 ○ 기후변화대응 국제협력사업

나. 기후미래포럼 ('22.8)

- (개요) 기존의 기술공급자적 시각에서 벗어나 수요자의 관점에서 기후기술의 현장 활용 확산을 촉진하기 위해 국내 산·학·연·관 전문가가 참여하는 기후미래포럼 설립
 - 그동안 과기정통부가 추진한 기후기술 관련 정책은 현장 활용도가 부족하다는 지적을 받아왔으며, 기후변화에 적극적으로 대응하기 위해 접근 방법의 변화 또한 요구되어 왔음
- (구성 및 기능) 총괄위원회를 비롯하여 기술 분과, 경제/산업 분과, 법/제도 분과, 국제협력 분과 등으로 구성
 - 준비위원회 기준 45명 내외의 다양한 산·학·연·관 전문가들이 참여하여 분과별 정책과제를 선정하고 해당 과제를 중심으로 목표 지향적으로 운영될 계획
 - 기후데이터 활용의 고도화, 기후기술 스타트업 발굴 및 육성, 국제기구와의 협력을 통한 자원 연계 및 국내 기후기술의 해외진출 지원을 주요 의제로 제1차 기후기술촉진기본계획에 반영할 신규 정책과제 도출 예정

<표3-81> 기후미래포럼 분과별 주요 추진 내용

분과	주요 내용
기술	○ 국내 기후위기 대응 전략을 수립하기 위해 인공지능과 빅데이터를 기반으로 '대한민국 미래 기후 모델링'이라는 혁신적 기후기술 연구개발 설계를 목표로 설정
경제/산업	○ 혁신주체이자 기술과 경제·산업 간 연결고리의 핵심인 '기후 스타트업' 이 부재한 점을 고려하여 스타트업의 탄생·성장·확산 전 주기를 지원하는 방향을 모색하고 「기후기술 스타트업 육성방안」을 마련
국제협력	○ 우리나라 기술의 해외 진출과 동시에 국제무대에서 선진국의 국격에 맞는 기후기술 협력의 선도자로 기능할 수 있는 방안 구체화

다. 제1차 기후기술촉진기본계획 (예정)

- 국가 및 지자체 단위의 기후변화대응 기술개발을 촉진하기 위한 기후변화 대응 기술개발 기본계획을 매 5년마다 수립하고, 매년 시행계획을 수립·시행함으로써 기후변화 대응 기술 개발의 체계적인 육성·발전 추진
 - 「기후변화대응 기술개발 촉진법」 제5조(정책수립)에 의거하여 현재 수립 중이며 올해('22년) 12월 발표할 계획
 - '22년 12월 제1회 기후미래포럼에서 구체화한 정책 의제를 동 기본계획에 포함하여 차년도('23년) 정책계획에 반영 예정

<표3-82> 기후미래포럼 '22년 의제안

구분	의제(안)
기술	○ 기후데이터 활용 고도화
경제/산업	○ 기후기술 스타트업 발굴 및 육성
법/제도	○ 기술과 탄소시장/배출권 연계
국제협력	○ UN 기후기술협력네트워크(CTCN) 한국사무소 개소 계기 자원 연계 및 국내기술 해외 진출 성과 확보

라. 탄소중립 기술혁신 추진전략 ('21)

- (개요) 도전적 과제인 '2050 탄소중립' 실현을 위해 기술혁신이 무엇보다 시급하다는 판단에 따라, 기재부·과기정통부·산업부 등 관계부처의 역량을 모아

2050 탄소중립을 견인할 기술혁신 사항에 대한 구체적인 추진 방안 제시

- 탄소중립 10대 핵심기술에 대한 2050년까지의 목표 및 확보 전략을 골자로 하며 '21년 3월 과기부가 주재하는 제16회 과학기술관계장관회의에서 확정
- 각 부처에서 추천한 산·학·연 전문가 88인이 동 전략 수립 과정에 참여하여 10대 핵심기술 개발에 대한 현장의 수요를 최대한 반영

※ 총괄위원회 21인(분과장 10인 포함), 10대 분과위원 61인, 총괄실무 6인 등

□ 비전 및 추진 전략

- (비전) 기술혁신으로 2050 대한민국 탄소중립을 견인
- (추진 전략) 범부처 협업을 통한 10대 핵심기술 개발, 기술 개발 결과가 실질적인 탄소 감축 성과로 이어질 수 있도록 상용화를 촉진하는 혁신 생태계 조성 등 전주기 지원을 강화하는 5대 전략 추진
 - 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발
 - 범부처 R&D 사업 기획·추진 생태계 조성
 - 신산업 창출 집중 지원
 - 민간 주도의 저탄소 전환
 - 지속 가능한 연구 기반 조성

<표3-83> 탄소중립기술혁신 5대 추진 전략별 주요 내용

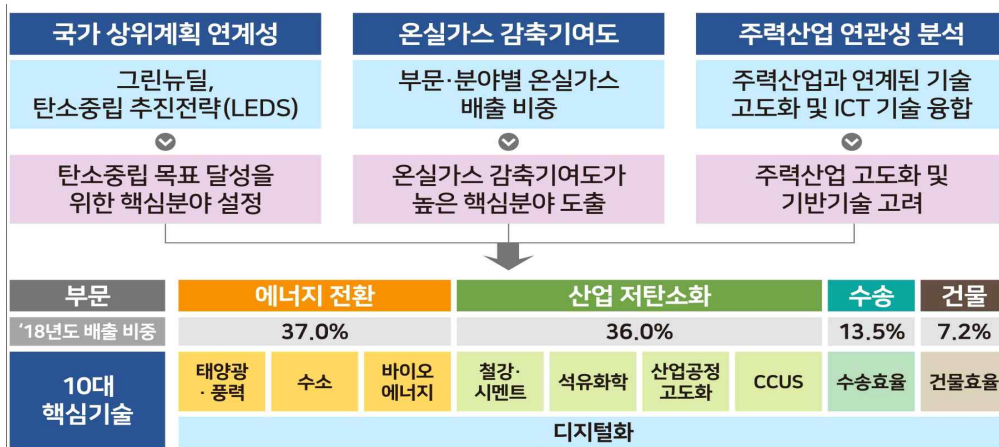
추진 전략		주요 내용
핵심 기술 개발	탄소중립 기술혁신 10대 기술의 전략적 확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장기저탄소발전전략(LEDs)을 기반으로 산업 현장의 시급한 수요를 반영한 10대 핵심기술과 확보 전략 도출 ○ 핵심기술별 현황과 이슈를 분석하고, 2050년까지의 도전적인 세부기술 목표와 달성 전략 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 앞으로 추진될 탄소중립 관련 연구개발의 청사진으로 활용할 계획 ○ 기술개발 전략과 함께 정책 및 제도적인 지원 방안도 함께 도출하여 상용화 가능성 제고에 초점
	범부처 탄소중립 기술혁신 R&D 사업의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장특화형 저탄소화 R&D, 중장기 기초·원천 R&D의 2-Track으로 범부처가 협력하여 "순주기 함께 달리기"

<표3-83> 탄소중립기술혁신 5대 추진 전략별 주요 내용

추진 전략		주요 내용
	적기 기획·착수	R&D를 추진 - 현장특화형 저탄소화 R&D는 산업 부문별 고탄소 공정·제품을 신속히 대체하는 것을 목표로 각 부처에서 소관 산업·부문별로 신규 R&D사업을 기획·착수 - 중장기 기초·원천 R&D는 파급 효과가 큰 도전적 원천기술을 지속 개발하여 전(全)부문에 제공하는 것을 목표로 추진 ○ ICT 기술을 각 부문에 접목, 단위기술별 지능형 관리시스템을 개발하고 에너지 소비가 큰 산업 부문의 에너지 효율을 제고할 계획
혁신 생태계 조성	탄소중립 기술이 신산업 창출로 이어지는 집중지원 체계 마련	○ 신기술의 상용화 촉진을 위해 규제특구와 R&D특구를 통해 규제샌드박스를 확대하고 관련 실증·사업화 지원을 강화 ○ 탄소중립 기업의 전주기 성장을 체계적으로 지원 - 탄소중립 분야 창업기업에 대한 지원 → 공공수요 구매와의 연계 → 녹색금융 지원 확대
	민간이 주체가 되는 저탄소화 기술혁신 촉진	○ 저탄소기술 기업이 초기시장에 성공적으로 안착할 수 있도록 상용화 촉진 인센티브 로드맵 마련 ○ 탄소중립 R&D에 대한 세액공제, 기업 매칭투자 및 기술료 부담 완화 등 민간 투자 촉진 방안 마련
	기술혁신이 지속되는 연구역량·기반 강화	○ 산업현장이 요구하는 탄소중립 분야 전문인력·글로벌 수준의 고급연구인력 양성 강화 ○ 탄소중립에 대한 대국민 이해도 제고 - 과학관을 통한 교육·전시 확대 - 4월 과학의달에 탄탄대로 캠페인 추진 ○ 기후변화대응기술개발촉진법 제정 및 기후대응기금 신설

□ 탄소중립 10대 핵심기술

- 장기저탄소발전전략(LEDs)을 기반으로 국가 상위계획과의 연계성, 온실가스 감축 기여도, 주력산업과의 연관성을 바탕으로 탄소중립에 핵심적 기여가 가능한 10대 핵심기술 도출 및 해당 기술의 전략적 개발 추진



<표3-84> 탄소중립 10대 핵심기술 개발 전략 요약

핵심기술	개발 전략	개발 목표
태양광 초고효율화/ 풍력 대형화	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 중국 저가화 공세 대응 → 초고효율화 및 응용처 확대 (풍력) 기술경쟁력 저조 극복 → 육해상 대형풍력 국산화 	<ul style="list-style-type: none"> 효율 27% → ('30) 35% 용량 5.5MW → ('30) 15MW
수소 전주기 기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립 핵심수단 → 단가 저감, 안정적 공급 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 충전단가 7천원 → ('30) 4천원/kg
바이오에너지 선도기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> 보급·활용 저조 극복 → 다양한 연료기술 경제성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 화석연료 대비 가격 150% → ('30) 100%
철강시멘트 산업 저탄소 전환	<ul style="list-style-type: none"> 탄소배출 비중 高 → (단기) 저탄소 연료·원료 대체 기술 및 (장기) 수소환원 제철 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> (철강) 수소 0% → ('40) 100% 사용 (시멘트) 연료 24% → ('40) 65% 대체
저탄소 차세대 석유화학 구현	<ul style="list-style-type: none"> 공정 효율향상은 한계 → 저탄소 원료, 공정 전개화 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 제품 대비 가격 150% → ('40) 100%
산업공정 효율 극대화	<ul style="list-style-type: none"> 高GWP 공정가스 사용 → 배출제어 고도화, 대체가스 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 저감효율 80% → ('40) 95%
무탄소 차세대 수송 기술	<ul style="list-style-type: none"> 성능 경쟁 심화 대응 → 고성능 전원 및 고속 충전 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 주행거리 406 → ('45) 975km
탄소중립 건물 기반 기술	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 건물 의무화 → 단위설비, 운영 최적화 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ('30) 효율 30% 향상기술 확보
디지털화 기반 효율 최적화	<ul style="list-style-type: none"> 전력 소비 증가 → ICT 고효율화, 차세대 전력망 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ('30) 데이터센터 전력 20% 절감
CCUS 상용화 기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> 경제성·상용화 불확실성 → 혁신소재·대형화 개발 및 실증 	<ul style="list-style-type: none"> ('30) 포집 가격경쟁력 30\$/톤

출처 : (보도자료) 「탄소중립 기술혁신 추진전략 수립」, 과학기술정보통신부, 2021.3.31

[그림3-26] 탄소중립 10대 핵심기술 도출 방향

제5절 이슈 및 시사점

□ 메가트렌드 측면

- 트렌드 분석결과를 토대로 기후·기후변화 감시예측과 관련해 영향을 미칠 것으로 예상되는 환경변화와 이슈를 도출함
- **(수요 증가)** 기후변화 가속화 및 이상기후, 자연재해 증가 등에 따른 기후변화 모니터링·예측 필요성 및 기후변화가 국민건강 및 일상에 미치는 영향력이 확대됨에 따른 기후 감시예측에 대한 수요 증가 전망이 예상됨
- **(성능고도화)** 인공지능, 빅데이터 등 관련 기술의 발전으로 기후 예측기술 개발 가속화 및 성능이 고도화될 것으로 예상됨
- **(정확도 및 공개요구 수준 증가)** 기후·기후변화 감시·예측의 정확도 및 선행예보 등 정보 요구수준이 높아지며 관련 정보가 빠르게 생산·가공·유통되기 위한 정부의 역할이 중요해질 것임

STEEP	트렌드	기후·기후변화 감시예측에 미치는 영향
S (사회)	사회 시스템 차원의 탄소저감 노력 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사회 시스템 차원의 탄소절감 노력 확대로 온실가스 배출량 등 정확하고 투명한 정보 공개가 요구 ○ 개별적 탄소저감 목표 수립 및 달성을 위한 일반용 관측 정보 수요 증가
	기후변화에 따른 도시의 지속 가능성 고민	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트시티 내 다양한 도시문제 해결을 위한 기상정보 생산, 분석, 활용 수요 증가 ○ 지역 장기 전망 시나리오와 같은 분석 수요 확대
T (기술)	재생에너지로의 전환	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 탄소기반 에너지에 비해 연료 효율이 낮은 신재생에너지 생산 효율 제고를 위해 기상·기후의 정확한 예측·분석 요구
	전산업의 ICT기술과의 융복합 가속화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 기상 관측·수집 정보의 빅데이터화, AI기술 융복합을 통한 새로운 분석 활용 가능
E (경제)	저탄소경제로의 전환 가속화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신규 사업 수립 등에 기후영향평가 등 관련 컨설팅 수요 확대 예상
	기후 금융의 수익성 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 민간 차원에서의 그린 에너지 등 다수의 신규사업 등이 증가할 것으로 예상되고, 기후 감시예측 정보에 대한 수요 확대 예상

STEEP	트렌드	기후·기후변화 감시예측에 미치는 영향
E (환경)	지구온난화에 따른 이상기후 현상 증가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이상기후 등 기후변화 심화에 따라 기후정보 분석 어려움 증가 ○ 한반도 폭염 및 가뭄, 집중호우 등 이상 위험기상 증가에 따른 기후적 변화감시 역량 필요
	기후변화에 따른 생태계 변화 우려	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업 생산량, 작물 지도 변화 등 환경과 높은 연관성을 가진 산업에의 정확한 예측 정보 제공 필요성 증가
P (정치)	물 부족으로 인한 물 분쟁 증가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물분쟁 증가에 따라 수문기상 예측에 대한 중요도가 증가
	기후외교 중요성 증대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정확도 높은 실시간, 단기, 중장기 기상정보의 수집·활용이 국가적 핵심 역량으로 인식 ○ 기술패권 전쟁이 확산됨에 따라 기후·기후변화 감시예측 기술의 내재화

□ 국외 정책 동향

- **(탄소중립에 기여하는 기후서비스)** 2050 탄소중립이 새로운 국제 사회질서로 확립되며 중요성이 부각됨에 따라, 탄소중립 실현에 기여하기 위한 기후 서비스 제공이 강조됨
 - 미국의 그린정책, 독일의 기후보호계획2050, 영국의 Net Zero전략 등 해외 국가의 탄소중립을 위한 다양한 정책 제시
 - (WMO) 저탄소 및 기후탄력경제 구축을 위해 국가차원의 기후서비스 제공 강조 하고 있고, 전지구 온실가스 감시체계 추진 중
 - (영국 해들리센터) 탄소중립 사회에 도달하기 위한 과학적 증거를 제공할 것이라는 목표 수립
 - (캐나다 CS2050) 파리 협정에 따른 2030년 온실가스 배출 감소 목표를 달성 또는 초과달성하고 2050년까지 순배출량 제로를 달성하기 위해 탈탄소화의 사회적 및 행동적 측면에 대한 더 깊은 이해 필요하다고 강조
- **(기후변화 대응 역량 강화)** 주요국에서 기후변화대응의 중요성이 강조되면서, 역량 강화를 위한 투자를 확대 중
 - (미국) 정권 교체 이후 기후변화 대응을 우선과제로 설정하고 대규모 인프라 투자 계획을 발표
 - (미국 NOAA) 2021년 NOAA의 기후연구(62.6%), 기상위성(34.0%), 대양·해안 및 5대호 연구(28.1%) 등 기후변화 관측 및 모니터링 분야에 대한 예산 대폭 증액

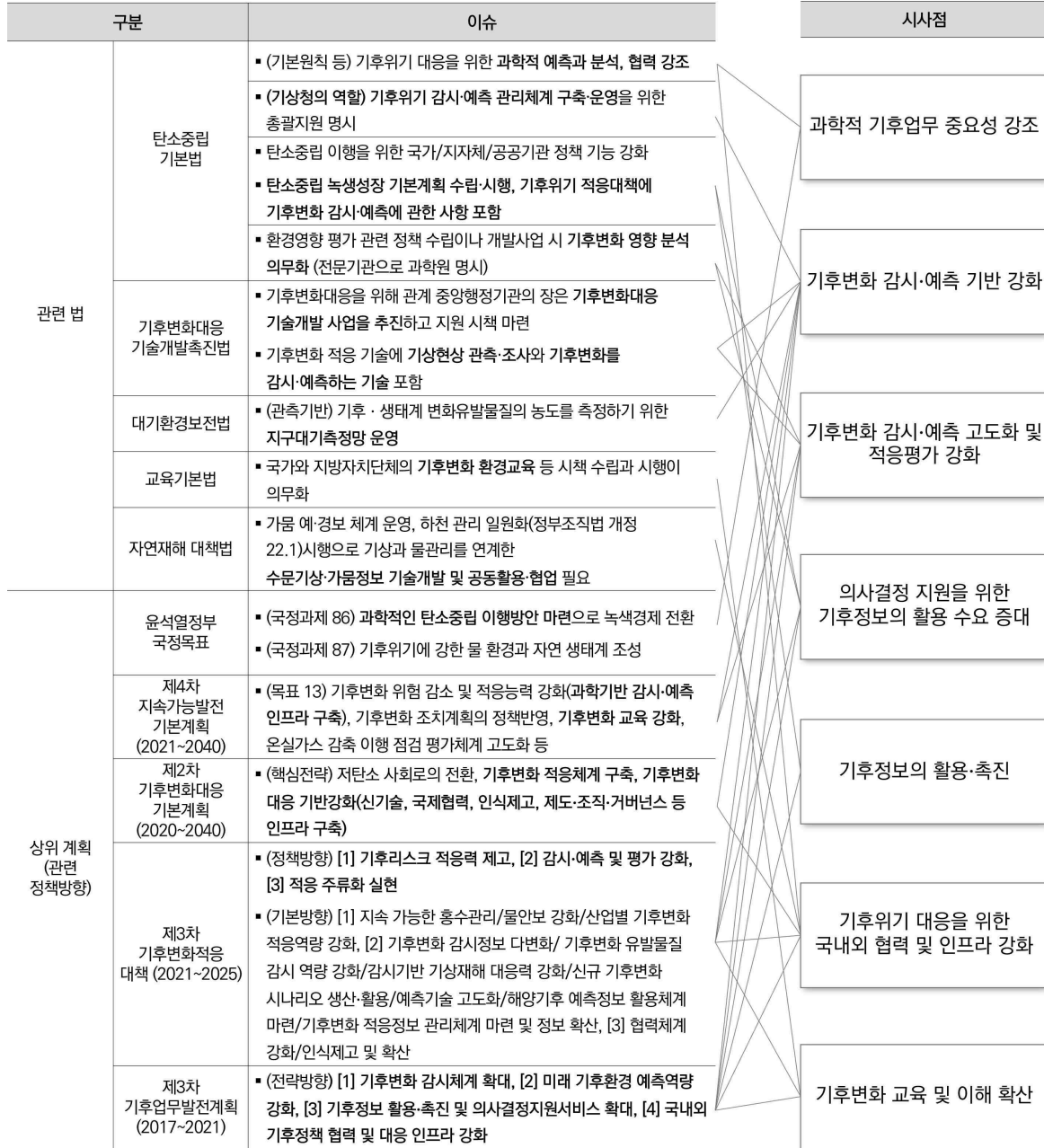
- (미국 NOAA) 신뢰할만한 기후서비스 제공을 위해 관측 인프라부터, 데이터 및 정보 관리→연구개발→모델링 & 예측→서비스 제공 및 의사 결정 지원 까지 전 단계의 가치사슬을 위해 투자
- **(촘촘한 감시·관측 기반 구축)** WMO를 비롯한 주요국에서는 전통적인 관측 인프라뿐만 아니라 데이터 활용기반, 비관측용 시스템, 시민 과학 기반의 정보 수집 등 다양한 감시 기반 확충을 명시함
- **(민간의 참여 및 파트너십)** 인프라 구축부터 기후예측모델 개발, 예측결과의 검증 및 품질 보증, 의사결정 지원 서비스 제공까지 기후서비스 밸류체인의 전 분야에서 민간의 참여 및 파트너십을 강조함
 - (NOAA) 기후대비국가 건설을 위해 파트너와의 지속적인 참여 개선
- **(기후변화 예측의 정확도 개선)** 정확도 개선을 위한 선진연구 (시스템 개발 등)을 지속적으로 수행하며, 예측 정보에 대한 검증과정이 필수적이라고 강조
 - (영국 해들리센터) 생산성 기반 연구를 강조하면서 예측시스템의 시간 및 공간 규모 개선을 명시하고, 재해와 극한 현상의 예측력 향상을 위한 글로벌모델과 지역모델 개발을 세부 목표로 수립함
 - (WMO) 검증 및 품질 보증을 위해 내부 검증체제 적용 및 외부 평가자 활용
- **(데이터 기반 구축 및 활용 제고)** 클라우드 기반 플랫폼으로의 전환을 예고 하며, 플랫폼에 구애받지 않는 데이터 생산 및 최적화
- **(신기술 적극 도입 및 적절한 대응)** 기후변화 예측부터 서비스까지 최첨단 기술인 인공지능, 머신러닝 기술의 도입이 확대됨에 따른 업무 대응 필요
 - (영국 해들리센터) 첨단 데이터 활용, 데이터 과학의 진화된 활용 기법 마련
 - (NWS) AI 기술 도입으로 예보관의 업무가 자동화됨에 따라 예보관의 역할 의 기존 업무에서 의사결정지원을 위한 업무로의 전환 필요
- **(과학 기반 의사결정서비스)** 기후변화에 대한 대응 문제는 국가적 차원에서 중요한 정책적 과제로 부각되고 있으며, 과학적 기반의 기후서비스 제공 및 정책 수립을 강조

- (WMO) 전지구기후서비스체제(GFCS) 기반의 기후서비스 이행을 강조하고, GFCS는 과학에 기반한 기후정보를 개발하여 기후변화 적응을 관리하는 것을 비전으로 함
- (IPCC) IPCC 보고서 새로운 국제협상 기준 및 과학적 근거를 반영한 기후변화 정책의 필요성 대두
- (캐나다 CS2050) 기후변화 과학을 전통적인 자연과학에서 사회 및 행동과학으로의 역할 강화를 강조
- (EU신기후변화적응정책) 최신 과학에 결부한 의사결정이 필요하다고 명시
- (EU 유럽중기예보센터) 안전하고 번영하는 사회를 위해 최첨단 과학 서비스 제공을 비전으로 함
- (국제협력) 기후변화 대응에 대한 국제경쟁력이 요구되면서, 기후변화의 국제협력 업무가 중요해짐
 - 영국 해들리센터는 글로벌 주도권 확보 노력하고자 전세계 연구원들과 협력하여 기후변화과학에 대한 연구 수행
 - 일본의 도쿄기후센터, 중국의 국가기후센터 등 기후변화 대응에 대한 국제적 영향력 확보를 위해 아시아 주도권 확보 선행

□ 국내 법제도 및 상위계획

- 과학적인 탄소중립 이행 강조되면서 관련된 정책적 기반 마련 필요
 - 탄소중립기본법 시행에 따라 사회 전반에서 기후변화 영향 및 취약성 평가에 필요한 과학적 정보 제공 수요 증대
 - (국정과제 86) 과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환
 - (재정운용계획) 탄소중립을 위해 과학기반의 기후변화 감시예측 R&D 투자 강화
- 의사결정 지원을 위한 기상청의 역할 강조
 - (탄소중립기본법) 기후변화영향평가, 기후위기 감시예측, 국가 기후위기 적응 대책 관련 등 의사결정지원업무 강화 명시
- 관계부처 합동으로 기후변화대응 기반 강화를 수립하고 관련 과제를 적극

추진 중으로 기후·기후변화 감시예측 기반 강화에 여러 부처의 참여가 독려되는 효과 기대



[그림3-27] 국내 법제도 및 정책을 통한 방향성 도출

□ 타 부처 동향

- 탄소중립 지원을 위한 기후변화 역량 강화사업 적극 추진
 - (환경부) 그린뉴딜, 2050 탄소중립 시나리오, 2030 NDC 상향 등 탄소중립 전환을 반영한 정책 방향 설정 등
 - (해수부) 해양수산 분야 2050 탄소중립 로드맵을 수립하고, 해양 기후변화 현황과 장기전망 파악 및 한반도 해역에 특화된 기후대책 마련을 위한 통합 관측·분석 추진
- 타 부처에 기상청의 수행업무와 관련된 내용이 다수 존재하여 부처별 역할이 중복됨에 따라 역할 정립 및 상호보완 필요
 - (환경부) 기후적응 영향평가 분야의 싱크탱크 역할을 하고, 지상 온실가스 측정과 위성을 활용한 입체관측을 수행하는 국가기후위기적응센터 운영
 - (해수부) 이상기후 현상 및 해상재해에 대한 최적의 예측 모델링 개발, 기후변화에 따른 해양환경 영향예측 기술 확보 및 모니터링 체계 구축
 - (농식품부) 기후변화대응센터를 조성하여 기후 의존성이 높은 농업 분야의 체계적인 기후정보 활용을 위한 노력 경주 중
- 인공위성, 빅데이터 등 신기술의 적극 활용을 통해 더욱 고도화된 과학적 정보 생산 필요
 - (해수부) 다중위성 빅데이터 융복합 및 AI 기술 등을 활용한 지능형 해양관측 및 예측 체계 강화
 - (환경부) 홍수·가뭄 등 수재해에 대응하고 위성을 이용한 과학적 방식으로 수자원을 관리하기 위해 수자원위성 개발 및 운영계획을 수립
 - (농식품부) 농업 R&D 아젠다중 '핵심 전략 융복합 현안 및 미래 신산업기술 개발'의 일환으로 농업 분야 기후변화 대응 제시

제4장

기후 및 기후변화 업무 분석

1. 기상청 중장기 발전계획
2. 기후·기후변화 조직 및 업무현황
3. 기후·기후변화 업무 요구사항
4. 이슈 및 시사점



제4장 기후 및 기후변화 업무 분석

제1절 기상청 중장기 발전계획

- 제3차 기상업무발전 기본계획 수정계획('17~'21) ('16)
- (개요) 기상청은 국가차원의 기후변화 대응역량 강화 및 인프라 개선의 필요성, 다양한 기상서비스 수요 증가 등에 대응하고자 「제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21년)」을 수립하였으며, 5개 추진전략과 10개 중점과제 추진
 - (비전) 신뢰받는 정보제공으로 국민이 만족하는 기상서비스 실현
 - (기본 방향) ① 예보 정확도 향상 및 신속한 정보 제공, ② 기상기후정보 활용 확산 및 가치 창출, ③ 선진 기상기술 및 우수 전문인력 확보를 핵심 목표로 설정하고 해당 목표를 달성하기 위한 5대 전략과 10개 추진과제를 제시

[전략1]	기상예보 기술과 관측 인프라 고도화 1-1. 예보기술력 향상 및 예보시스템 개선 1-2. 핵심 기상관측망 구축 및 기상장비 관리 강화
[전략2]	국민 안전 중심의 맞춤형 서비스 확대 2-1. 지진·지진해일·화산 감시 및 대응 강화 2-2. 의사결정 지원 공공기상서비스 확대
[전략3]	기상기후정보의 가치 제고 및 신성장 동력화 3-1. 기상기후자료 활용 증진 및 융합서비스 확산 3-2. 민간 기상서비스 활성화를 통한 기상산업 육성
[전략4]	기후변화 대응 국내외 역할 강화 4-1. 기후변화 대응 정책 지원 및 협력 확대 4-2. 선진 장기예보 서비스 체계 구축
[전략5]	미래를 준비하는 기상업무 성장기반 조성 5-1. 신기술 및 융합 R&D를 통한 기상업무 선진화 5-2. 기상인력 전문성 및 국제협력 네트워크 강화

[그림4-1] 제3차 기상업무발전 기본계획 추진전략

- **(본 연구와의 관련성)** 기후정보 가치 제고를 위해 [중점과제 3-1] 기상기후자료 활용 증진 및 융합서비스 확산을 추진하고, 기후변화 대응에서의 역할 강화를 위해 [중점과제 4-1] 기후변화 대응 정책 지원 및 협력 확대, [중점과제 4-2] 선진 장기예보 서비스 체계 구축을 명시

<표4-1> 제3차 기상업무발전기본계획 추진전략별 과제내역

추진전략	중점과제	세부과제
[전략3] 기상기후정보의 가치 제고 및 신성장 동력화	[3-1] 기상기후자료 활용 증진 및 융합서비스 확산	<ul style="list-style-type: none"> · 품질검사 기준 상세화 및 품질진단.환류 체계 구축 · 차세대 국가기후자료시스템 구축 · 기상자료개방포털 기능 개선 및 통계 콘텐츠 발굴 · 기상자료의 공공데이터포털 오픈 API 서비스 확대 · 빅데이터 기반 기상기후융합서비스 개발 및 이양
	[3-2] 민간 기상서비스 활성화를 통한 기상산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> · 날씨경영 정보시스템 구축 · 미래유망 융합 新기상서비스 기술개발 사업 추진 · 정책자금 신설 및 경영개선 솔루션 지원 · 기상기술 민간이전 온라인 창구 운영 · 기상산업 해외시장 진출 지원
[전략4] 기후변화 대응 국내외 역할 강화	[4-1] 기후변화 대응 정책 지원 및 협력 확대	<ul style="list-style-type: none"> · 기후변화 원인물질 정보 제공 및 기후영향 정량화 추진 · 기후변화 종합감시정보 서비스 체계 구축 · 새로운 국제표준을 따르는 기후변화 시나리오 산출 · 적응대책 수립 지원을 위한 기후변화 전망자료 제공 · 기후변화 대국민 이해확산 참여 프로그램 운영
	[4-2] 선진 장기예보 서비스 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> · 장기예보관 의사결정 지원시스템 구축·운영 · 이상기후 감시·예측정보 서비스 시행 및 분야 확대 · 분야별 수요자 친화형 장기예보 전달체계 구축

* 출처 : 기상청(2016), 제3차 기상업무발전 기본계획

□ 기상업무 연구개발 중장기 발전계획('18~'27년) ('16)

- **(개요)** 기상청은 효율적인 R&D 추진 및 이슈대응형 기상R&D 추진으로 국민안전 확보 및 국가경제성장 지원을 위해 2016년 5개 분야 34개 전략과제로 구성된 「기상 R&D 중장기 로드맵('18-'27년)」 수립
- **(비전)** 이슈 대응형 기상 R&D 추진으로 국민안전 확보 및 국가경제성장 지원
- **(기본 방향)** ① 신속·정확한 관측예보 지원, ② 장기 기후예측 및 기후변화 대응역량 강화, ③ 지진·화산 위기 대응 체계 구축을 위한 핵심기술 확보,

④ 미래사회 및 산업수요 대비 융합기상 R&D 추진을 중점 방향으로 제시

- 관측·예보·기후·지진·융합기상의 5대 분야에서 34개의 전략과제 및 149개의 핵심기술 도출

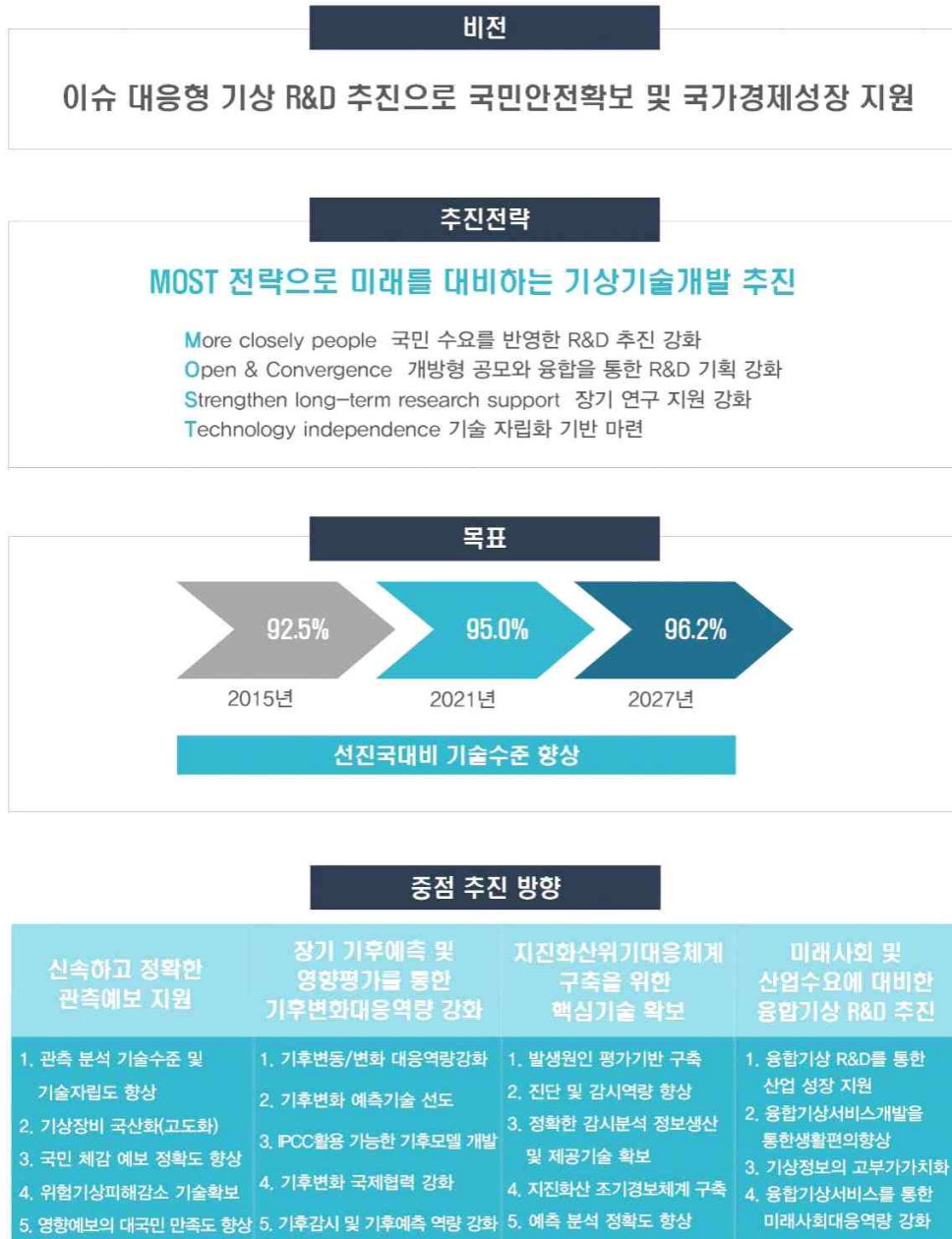


그림4-2) 기상청 R&D 중장기 로드맵('18-'27년)

- 선진국 수준의 기후예측 역량 확보 및 미래 대응 준비를 위한 전략과제를 제시

○ (전략과제) 관측·예보, 기후, 지진, 융합기상 분야에서 향후 10년간 추진이 필요한 34개의 전략과제 도출

<표4-2> 기상청 연구개발 중장기 로드맵 분야별 전략과제 및 전략과제별 총괄목표

분야	전략과제명
관측	1. 차세대 관측기술 개발 2. 정지 및 저궤도 기상위성 핵심 기술 개발 및 산업화 기반 강화 3. 위성기반 전지구 관측자료 통합 활용 기술 고도화 4. 기상 레이더 분석·활용 및 운영기술 개발 5. IT 융합기술을 적용한 기상관측 핵심기술 개발
예보	6. 차세대 수치예보 모델 개발 및 현업화기술 개발 7. 첨단 자료동화 기반기술 개발 및 고도화 8. 고성능 슈퍼컴퓨팅 운영환경 구축 및 현업 수치예보 성능 고도화 9. 실황예보 및 초단기 예측기술 개발 10. 국민이 체감할 수 있는 단·중기 예보 향상기술 개발 11. 태풍감시, 분석, 예측 기술고도화와 영향평가기술 개발 12. 환경기상(황사, 안개, 연무) 감시, 분석, 조기경보 시스템 구축 13. 극한기상/기후 예측과 영향 평가 기술 개발
기후	14. 계절내 규모 예측 연구 15. 급격한 기후변화 및 비선형성 연구 16. 기후변화 예측기술 고도화를 위한 지구 시스템모델 프레임 워크 구축 17. 근미래 기후예측 연구 18. 지역기후 상세화 기법 고도화 19. 기후변동성 및 기후예측 기반기술 개발 20. 기후변화 원인물질 관측·분석 기술 고도화 및 통합 활용 체계 구축 21. 기후변화 원인물질 모델링 기술 고도화 및 기후영향 산정 22. 기후 시스템 변화 감시 및 분석 23. 기후변화 위험관리 및 적응 지원기술
지진	24. 지진·지진 해일·화산 관측분석 기술 개발 25. 미래형 지진 조기경보 기술 개발 26. 지진발생 환경 해석 기술 개발 27. 지구물리 DB구축 및 모델링 기술 고도화
융합기상	28. 자연재해 대응 기상 서비스 29. 생산성 증대 기상 서비스 30. 생활편의 향상 기상 서비스 31. IoT기반 기상서비스 32. 차세대 기상기후 통합 분석기술 33. 기상 콘텐츠 제공 기술 34. 기상정보 생태계 구축 및 발전

* 출처 : 기상청(2016), 기상청 연구개발(R&D) 중장기(2018~2027) 발전계획 연구

□ 제1~3차 기후업무발전계획

- (개요) 기후업무 발전 종합계획은 범지구적 기후변화 대응과 국민 행복에 기여하는 기후서비스 확대를 위해 기후업무의 발전 목표와 정책 방향을 설정하고, 이를 달성하기 위한 전략적 과제를 제시하기 위해 수립
 - 2010년부터 5년 단위로 2020년 2월 기준으로 제1차(2010-2014), 제2차(2015-2019), 제3차(2017-2021) 종합계획까지 수립
 - 기본계획은 기후변화 대응에 있어 국가적 차원에서의 정책을 지원하고, 기상자원 활용 극대화에 필요한 기후정보 생산·제공 및 기반 구축을 위한 기술적·제도적 문제점을 보장하는 내용을 포함함

구분	제1차 기후업무발전계획 ('10.6)	제2차 기후업무발전계획 ('15.1)	제3차 기후업무발전 수정계획 ('20.2)
비전	범지구적 기후변화대응 노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소사회 구현	국민행복에 기여하는 기후서비스	국민행복에 기여하는 기후서비스
기본 목표	기후변화의 과학적 대응 역량 제고 및 신성장 동력 개발 지원	기후정보 기반의 의사결정 지원 서비스 확대 및 창조경제 기여	기후정보 기반의 의사결정 지원 서비스 확대 및 신기후체제 대응
중점 전략	1. 한반도 기후변화 감시 역량 강화 2. 기후변화 예측 능력 강화 및 선진기술 확보 3. 녹색성장 기반 구축을 위한 신성장 동력 개발 지원 강화 4. 기후변화과학 분야의 국가 대응 인프라 강화 5. 기후변화과학 분야 대국민 홍보 서비스 강화	1. (기반강화) 기후변화 관측감시 체계 확대 2. (핵심기술) 기후예측 연구개발 역량 강화 3 (정책결정) 기후정보 활용·촉진 및 의사결정 지원서비스 확대 4. (공조확대) 국내외 기후정책 협력 및 대응 인프라 강화	1. (기반강화) 기후변화 관측·감시 체계 확대 2. (핵심기술) 기후예측 연구개발 역량 강화 3 (정책결정) 기후정보 활용·촉진 및 의사결정 지원서비스 확대 4. (공조확대) 국내외 기후정책 협력 및 대응 인프라 강화
특징	- 5대 전략 18개 세부과제 - 기후변화감시발전계획, 기후에 관한 영향조사 기본계획을 통합('12.1)	- 4대 전략 12개 세부과제 - 제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21)과 기간 동일화를 위해 재수립 추진	- 4대 전략 11개 세부과제 - 제3차 기후업무발전 기본계획의 환경 변화를 반영한 수정계획 필요

- 제1차 계획은 기후정보 생산기반 구축 중심으로, 제2차 계획부터는 고품질 정보 생산과 기후정보 기반의 의사결정지원 서비스 확대를 강화하기 위한 전략 제시

제2절 기후·기후변화 조직 및 업무현황

1. 기후업무 조직 현황

- 제3차 기후업무발전 기본계획('17~'21) 수정계획 관련 부서로는 기후과학국, 국립기상과학원 (기후연구과, 지구시스템연구과, 환경기상연구과, 응용기상연구과, 미래전략연구팀), 국가태풍센터, 위성분석과, 인재개발원 등이 있음



[그림4-3] 기상청 내 기후업무 관련 조직

가. 기후과학국

□ 조직 구성

- 기후과학국은 기후정책과, 기후예측과, 해상기상과, 기후변과감시과, 수문기상팀의 총 5개 부서로 구성

□ 부서별 소관 업무

- (기후정책과) 기후위기 대응을 위한 기후변화 감시 및 예측 정책 총괄, 기후변화 관련 국제협력 및 범정부 대책 기구와의 협업 진행

기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙

- 기후예측, 이상기후, 기후변화 감시 등 기본정책 및 기본계획 수립·종합·조정
- 기후변화에 대응하는 국가정책 수립을 위한 지원에 관한 사항
- 기후·기후변화(감시·분석·예측 등) 분야 연구개발사업에 관한 대내외 기관과의 협의·조정
- 기후 관련 회의체 운영에 관한 사항
- 기후변화감시 분야의 국내외 협력에 관한 사항
- 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change)에 관한 사항
- 장기에보평가에 관한 사항
- 지구관측그룹(GEO : Group on Earth Observations)에 관한 사항 (단, 전지구관측시스템 제외)
- 세계기상기구의 지구대기 감시 국제프로그램에 관한 기본계획의 수립
- 유엔기후변화협약(UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change)에 관한 사항
- 전지구기후서비스체제(GFCS : Global Framework for Climate Services) 구축에 관한 사항
- 세계기상기구 육불화합(SF6) 세계표준센터의 업무에 관한 사항

- (기후예측과) 11일 이후의 장기전망(1개월 전망, 3개월 전망, 기후전망) 생산을 담당

기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙

- 기후예측과 이상기후 전망에 관한 주요업무계획의 수립
 - 이상기후 예측정보의 생산
 - 이상기후 정보 시스템 구축 및 운영
 - 이상기후 관련 기술개발·개선·보급
- 기후예측 정보의 생산·관리·통보 및 검증
- 기후예측 기술개발 및 개선
- 기후예측시스템의 운영 및 관리
- 세계기상기구 전지구 장기에측자료 생산센터 운영
 - 세계기상기구 장기에보 다중모델양상블 선도센터 운영
 - 기후예측관련 국내외 기술교류 및 국제협력

- **(해양기상과)** 전지구 해양기후 감시체계의 구축 및 운영, 기후변화의 해양기상 영향에 관한 조사 및 분석, 해양 기상 감시 및 예측 정보 제공 등

기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙

- 해양기상에 관한 정책수립 및 기술지도·개발
- 해양기상에 관한 조사 및 분석
- 국내외 해양기상정보의 수집·분석 및 서비스에 관한 사항
- 남극과 북극의 해양기상업무에 관한 사항
- 국내의 기상실황 및 예보의 무선통신에 관한 사항
- 기상통신소 운영에 관한 사항
- 전지구 해양기후 감시체계의 구축 및 운영
- 해양기상정보 이용 활성화에 관한 사항
- 해양 위험기상현상에 관한 사항
- 해양기상서비스 관련 시스템의 구축·개선 및 운영
- 해양기상업무 관련 국내외 협력

- **(기후변화감시과)** 시나리오 기반 기후변화 대응 의사결정 지원을 위한 기후 분석·전망 정보 생산 및 활용 확산, 기후분석 관련 국내외 기술교류 및 협력 진행 등

기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙

- 기후분석에 관한 주요업무계획의 수립
- 기후변화 표준 시나리오 작성 및 기후변화 영향에 관한 주요업무계획의 수립
- 기후·이상기후의 조사·분석
- 기후분석시스템의 운영 및 관리
- 엘니뇨 및 라니냐 현상 등 기후분석 기술개발 및 개선
- 기후분석 관련 국내외 기술교류 및 국제협력
- 기후변화 표준 시나리오 작성 및 기후변화 영향 관련 국내외 기술교류 및 국제협력
- 기후변화 과학정보, 지식 등의 이해 확산
- 기후·기후변화 정보의 제공 및 홍보
- 기후변화 과학 분야의 종합대책 수립
- 기후변화 시나리오에 관한 정책 개발 및 조정
- 국가 기후변화 표준 시나리오 관리·개선 및 인증
- 기후변화 추세 분석 및 미래 전망 발표와 관련 기술의 개발
- 기후변화 시나리오 기반 응용정보 및 상세분석정보의 생산
- 기후변화에 따른 영향 조사·평가를 위한 자료의 생산 및 지원
- 지역기후변화 이해확산 및 기본계획의 수립
- 기후변화가 지구환경 및 기상환경에 미치는 영향 조사
- 북한지역 기후특성 분석 및 자료 생산

- **(수문기상팀)** 수문기상과 가뭄재해에 대응하여 예측·분석 수행 및 대내외 유관기관과의 협력 진행

기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙

- 수문기상 및 가뭄에 관한 정책의 수립 및 시행
- 수문기상 및 가뭄 감시·예측·분석
- 수문기상 및 가뭄 관련 기술의 개발·검증 및 보급
- 수문기상 및 가뭄 대응 시스템 운영
- 수문기상 및 가뭄 관련 국내외 협력
- 수문기상 및 가뭄에 관한 인공강우 기본정책 수립
- 수문기상, 가뭄 관련 인공강우 실험 지원에 관한 사항
- 인공강우에 관한 자문단 운영 등 대내 협력
- 인공강우 관련 유관기관 협업 등 대외 협력

나. 기상청 내 관계부서

□ 국립기상과학원

- (조직구성) 국립기상과학원은 주요 기상 분야별 연구부서 6곳과 연구 기획, 지원 부서로 구성되어 있으며 기후·기후업무 관련 연구개발은 기후연구부와 기후변화예측연구팀에서 담당

국립기상과학원 기본운영규정(22.5.1 시행)

- 기상예보에 관한 연구
- 재해·위험기상의 집중관측 및 집중관측 결과의 활용에 관한 연구
- 기상관측에 관한 연구
- 기후예측 및 장기에보에 관한 연구
- 기후변동 및 기후변화에 관한 연구
- 환경기상·대기복사 및 대기화학에 관한 연구
- 세계기상기구가 정하는 바에 따른 기후변화 관측·분석 및 연구
- 황사·연무에 관한 연구(황사 위해성 및 피해 방지 관련 연구는 제외한다)
- 기상항공기·기상관측선의 운영 및 그 활용에 관한 연구
- 표준기상관측소 및 기후변화감시소의 운영, 관리 및 그 활용에 관한 연구
- 기상에 관한 응용 연구
- 구름물리·기상조절 및 산업·생활기상에 관한 연구
- 수문기상 및 가뭄에 관한 연구
- 인공지능 기반 기상예보에 관한 연구 및 개발
- (재)APEC기후센터(APCC: APEC Climate Center)의 운영과 연구개발사업에 관한 지도·감독
- 기상·기후에 관한 기술·정책 연구
- 그 밖에 과학원의 목표달성을 위하여 필요한 사항

- (기후연구부) 지구대기감시에 관한 연구 업무를 담당하며 기후변화감시, 환경기상 연구, 지구대기 등의 관측 분석 및 연구 수행

- 기후예측시스템 등의 기후모델 개발, 현업 기후예측시스템의 운영 및 관리와 기후예측자료의 생산·지원·관리 수행
- APEC 기후센터 기관 운영 감독, 세계기상기구 육불화황 세계표준센터 운영을 통해 국내외 기상기술 교류 증진에 기여

기후연구부 주요 업무

- 기후예측 및 장기예보에 관한 연구
- 기후예측자료의 생산·지원 및 관리
- 기후예측모델 및 현업 기후예측시스템의 개발·개선·운영·검증 및 평가
- 기후변화감시에 필요한 대기조성물질(에어로졸 포함)의 변화에 관한 관측·분석 및 연구
- 환경기상·대기복사 및 대기화학에 관한 연구
- 세계기상기구가 정하는 바에 따른 지구대기의 관측·분석
- 기후변화감시소(기본·위탁관측소)의 운영·관리
- 기후변화감시 관측장비의 수급계획 수립
- 세계기상기구 육불화황 세계표준센터 운영
- 기후변화감시 자료의 관리 및 결과 발표와 국내외 기술교류
- 극지기상에 관한 연구
- 아시아·태평양경제협력체(APEC) 기후센터(APCC) 운영 및 연구개발 사업 지도·감독
- 기후연구부에 속하는 국가연구개발사업의 추진 전략 수립

- (기후변화예측연구팀) 기후변화 정책 지원을 위한 국가 기후변화 시나리오 산출 및 기후변화에 관한 연구, 탄소중립 사회 실현을 위한 기후변화예측 모델 및 분석기술 개발을 수행

기후변화예측연구팀 주요 업무

- 기후변동 및 기후변화에 관한 연구
- 고기후(古氣候)에 관한 연구
- 탄소순환에 관한 연구
- 기후변화 예측모델의 개발 및 기후변화 시나리오에 관한 연구
- 기후변화 영향평가 및 적응에 관한 연구
- 기후변화 원인 및 메커니즘에 관한 연구
- 동아시아 지역상세기후자료뱅크 운영
- 탄소중립 대응 기후변화 예측에 관한 연구

예보국 국가태풍센터

- 국가태풍센터는 기상청 예보국 소속 태풍 전담부서로 태풍 관련 예보 현업 및 연구 추진 중

기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙

- 태풍예측 관련 기본계획의 수립·종합 및 조정
- 태풍의 발생, 추적, 감시, 분석, 정보생산 및 특보 지원
- 태풍의 진로 및 강도 예보에 대한 지침의 개발
- 태풍에 대한 재해대책기관의 방재 대응 업무 지원
- 태풍의 발생·발달 및 소멸과정에 관한 연구
- 태풍에 관한 모델의 개발 및 개선
- 태풍 관련 국내외 유관기관과의 협력

- 센터 내부 조직은 태풍 예보·기획팀과 태풍 연구·국제협력팀으로 구성되어 있으며, 센터장 포함 40인 근무 중

<표4-3> 국가태풍센터 주요 업무 내용

업무구분	업무 상세 내용	인원
업무 총괄	○ 국가태풍센터 업무 총괄	1
기획·운영	○ 태풍센터 예산, 기획, 국회 대응 ○ 문서접수 및 배부, 구매 등 행정 업무 지원 ○ 기록물 관리 및 전산 업무 등	9
태풍 분석·예보 업무에 관한 사항	○ 태풍업무 기본계획의 수립·종합·조정 ○ 태풍 감시·분석 및 정보 생산 ○ 태풍예보 및 분석시스템의 개선 및 관리 ○ 태풍의 사례 분석 및 관련 보고서 작성 ○ 열대저압부 감시·분석 및 정보 생산	13
태풍 관련 기술 개발에 관한 사항	○ 태풍 예보에 관한 객관적인 가이드스 개발 ○ 태풍의 발생 감시 및 탐지 기술 개발 ○ 태풍의 진로 및 강도 예측 기술 개발 ○ 태풍관련 기술개발에 관한 국내·외 협력 업무	
태풍 연구에 관한 사항	○ 태풍연구 기본계획의 수립·종합·조정 ○ 태풍 분석에 관한 연구 ○ 태풍 단·장기 예측에 관한 연구 ○ 태풍의 관측 및 활용에 관한 연구 ○ 태풍과 주변 환경(해양, 대기, 육지 등)과의 상호작용 연구 ○ 태풍에 관한 모델의 개발 및 개선 ○ 태풍관련 재해에 관한 연구 ○ 태풍관련 국제공동연구	9
보안 및 시설관리에 관한 사항	○ 센터 내 보안에 관한 사항 ○ 당직 및 청사의 방화 관리 ○ 청사 및 각종 시설물의 유지·관리	8

※ 출처 : 기상청 홈페이지 https://www.kma.go.kr/aboutkma/organization/depart_123.jsp(2021.3.28 검색)

- 기후변화를 고려한 태풍 장기예측 연구의 경우 국립기상과학원과 협업하여 추진

<표4-4> 태풍 관련 기술 및 담당 부서

기술 구분	세부 기술	담당 부서
태풍 감시·분석기술	태풍 발생 가능성 분석	국가태풍센터
	위성자료를 활용한 태풍 모니터링, 태풍 중심위치 및 강도 분석	국가기상위성센터
	위험기상 관측망 구축	기상레이더센터
태풍 단기예측	예보자료 생산 및 제공	국가태풍센터, 수치모델링센터 등
태풍 장기예측	태풍 장기예측모델 개발 및 운영 등	국가태풍센터, 국립기상과학원 등

※ 출처 : 「태풍업무 중장기 발전방안(2017~2021)」, 기상청, 2016.5

□ 국가기상위성센터 위성분석과

- 국가기상위성센터 위성분석과는 기상위성자료의 생산, 분석 및 활용에 관한 기술 개발과 예보 지원을 담당하는 부서로 '22년 현재 20명 근무 중
- 기후 관련 업무로는 위성영상 기반 장기간의 해수면온도 및 구름자료를 활용한 기후변화 감시·분석, 기후변화의 영향에 따른 태풍 장기예보 가이드스 개발을 위한 위성 융합·활용 산출물 제공 등이 있음

기상청과 그 소속기관 직제 시행규칙

- 기상위성 분석자료 생산 및 관리에 관한 사항
- 기상위성자료 분석 및 예보지원에 관한 사항
- 기상위성자료 분석기술 연구 및 개발
- 기상위성자료 활용에 관한 사항
- 기상위성 관측자료 활용기술 지도 및 보급에 관한 사항

제3절 기후 및 기후변화 업무 요구사항

1. 인터뷰 개요

□ 조사 목적 및 방법

- (목적) 기상청 내 기후·기후변화 업무 부서 담당자를 대상으로 인터뷰를 진행하여 기존 업무 현황 및 애로사항을 파악하고, 향후 개선이 필요한 이슈 및 신규 과제 도출을 위한 사전 의견 수렴
- (대상) 기상청 내 기후 및 기후변화 업무 부서 담당자 총 24인
 - 기후과학국(15), 기상서비스진흥국(1), 국립기상과학원(6), 국가기상위성센터(2) 등 기상청 산하 4개 부서의 담당자 24인 중 22인 회신
- (기간) 2022.5.6.~ 2022.5.13.(1주)
- (방법) 제3차 기후업무기본발전계획 및 세부과제별 시행계획, 그 외 기후업무 관련 유관 계획을 참고하여 작성한 질의서를 바탕으로 서면 의견조사 진행

□ 조사 내용

- 제3차 기후업무발전기본계획 중 대표 성과와 미흡점 및 개선 방안, 2023년 이후 차기 기본계획 하에 추진이 필요한 업무 및 목표에 대한 의견 수렴

<표4-5> 인터뷰 주요 질의 내용

주요 내용	
1. 부서별 업무 파악	
	1. 업무 중요도
	2. 제3차 기후업무발전기본계획 중 대표성과
	3. 미흡한 점 및 개선방안
	4. 환경변화 및 주요 이슈
	5. 향후 추진이 필요한 업무 및 목표
2. 탄소중립 관련	
	1. 기존 업무와 탄소중립과의 연관성

<표4-5> 인터뷰 주요 질의 내용

주요 내용	
	2. 탄소중립기본법 시행에 따른 신규 업무 추진 필요성
3. 제4차 기후업무발전기본계획 관련 과제	
	1. 최근 수립한 업무 계획 내용 반영 여부 및 추가 업무에 대한 의견
4. 기타 고려사항	

□ 조사 결과 정리

- 서면 회신 결과를 최근 기후업무 관련 환경 변화 및 주요 이슈, 기후·기후 업무 관련 현업상의 문제점 및 개선 방안, 제4차 기후업무발전기본계획 신규 과제 제안, 기타 부서별 고려사항의 총 4개 항목으로 재구성
- 각 항목별 답변은 기후정책, 기후예측, 기후변화 감시, 해양기상, 수문기상의 총 5개 부문으로 구분하여 정리

2. 인터뷰 결과

가. 최근 기후업무 관련 환경 변화 및 주요 이슈

□ 기후정책

- (기후변화 감시 정책) 지구대기감시 관측 제도화(품질관리 규정 등)
- (국제협력) 새로운 평가주기의 IPCC 보고서 발간 등 신규 국제협상 기준 및 과학적 근거 등을 반영한 기후변화 정책의 필요성 대두
 - 글래스고 기후합의('21.11)에서 파리협정 세부 이행규칙 마련
 - 유엔기후변화협약 등 국제 기후협상의 주요 근거자료로 활용되는 IPCC 보고서 승인(제1실무그룹: '21.8, 제2실무그룹: '22.2, 제3실무그룹: '22.4) 및 실무그룹별 보고서를 총망라한 종합보고서 승인 예정('22.9)
- (기상·기후데이터) 기후변화가 가속화되면서 이전보다 다양한 분야의 기상·기후데이터에 대한 수요 증가

□ 기후변화감시

- (기후변화 시나리오 연구) IPCC 6차 평가보고서 발간 지원을 위한 기후변화 시나리오 생산 및 국제자료센터 제출
- (기후변화 영향평가) 파리협약 신기후체제 도입에 따른 온난화 억제 목표 설정 및 추가 온난화에 따른 영향 연구 확대
 - 탄소중립기본법 제정 및 시행에 따라 사회 전반에서 기후변화 영향 및 취약성 평가에 필요한 과학적 정보 제공 수요 증대
- (기후변화예측 모델) 온실가스, 미세먼지 등 강제력 반응, 계통오차, 변동성 이해를 위한 국제표준실험 수행
- (기후변화 감시) 최근 빈번히 발생하는 폭염, 호우 등이 언론에서 언급되는 역대급 기후 이슈
- (지구대기감시) 세계기상기구에서 전지구 온실가스 감시 체계 추진 중
 - WMO는 온실가스 감축 및 탄소중립에서 기상분야의 역할을 강화하기 위해 지난 50년간 수치예보의 성과를 벤치마킹하여 이와 유사한 방향으로, 기존의 온실가스 감시업무를 좀 더 국제적으로 협력적이고, 타 분야와 좀 더 통합적이고, 준실시간의 현업화된 서비스 체계로의 전환을 추진 중임
 - 국가 간 감시자료 교환을 기존의 GTS 망과 같이 실시간 수집하고, IG3IS에 활용할 수 있는 체계로 개선
 - ※ 2006 IPCC 인벤토리 가이드라인의 2019 개정판에서 역모델링 (IG3IS) 방법을 인벤토리의 품질보증, 품질검사, 검증(Quality Assurance, Quality Control, and Verification)으로 새롭게 추가하였고, 영국, 호주, 뉴질랜드, 스위스가 이미 NIR에 포함하고 있으며, 미국도 포함을 공식 선언
 - 온실가스의 발생/흡수원과 관련된 해양, 지면, 생태 분야 기관과의 통합적인 접근
 - 다양한 관측(in-situ, 위성, FTS, low cost sensor)과 모델링 자료의 자료동화 및 모델링을 통한 준실시간 온실기체 모니터링 및 서비스 체계 구축
 - ※ 이를 위해 가칭 Greenhouse Gas Watch 프로그램을 구축하고 향후 World Weather Watch 수준으로 강화해갈 예정임

- WMO 지구대기감시프로그램은 기후변화 원인물질의 입체 감시(위성, 지상, 항공, 선박 등) 강조
- 환경부 온실가스 관측망 확대 계획
- **(기후변화 적응대책)** 탄소중립기본법과 같은 법 시행령에서 규정하고 있는 국가, 지자체, 공공기관, 민간사업체의 ‘국가 탄소중립 및 녹색성장 기본계획’, ‘기후위기 적응대책’ 수립에 대한 의무
- 특히 민간사업체뿐만 아니라 국가 등에서도 대규모 사업을 추진할 경우 사전 영향평가를 해야하는 의무규정이 있고, 기후영향평가 등이 적합하게 이루어졌는지에 대한 검토 등의 업무가 중요해짐
- **(기후변화교육)** 탄소중립기본법과 교육기본법에서는 기후변화환경교육에 대한 각부처의 대국민, 학교 교육에 대한 교육과 홍보를 필수 의무사항으로 규정하고 있어, 이에 대응, 체계적인 수행을 위한 조직과 인력 등 필요

□ 해양기상

- **(해양기후)** 최근 가속화하고 있는 기후변화에 대응하기 위해 범부처 차원(해수부, 기상청)의 노력이 필요
- **(해양기상)** 해양수산부의 업무 영역 확대에 따른 기상청과 해수부 간 업무 중복 및 부처 간 경쟁 증가 문제 발생
- 다만, 해양기상정보의 경우 단독 정보로서의 가치보다는 융합정보 생산을 위한 기초자료로 활용가치가 커 부처 간 협업이 중요

□ 수문기상

- **(수문기상)** ‘20년 홍수에 따른 기상과 물 관리 간 협업 중요성 부각
- **(가뭄)** 기상가뭄 예·경보의 법제화(자연재해대책법)
- **(물관리)** 물관리기본법 제정 및 국가물관리기본계획 수립

나. 기후·기후변화 업무 관련 문제점 및 개선방안

□ 기후정책

- (정책 기반 강화) 효과도 높은 기후변화 감시 정책의 수립을 위해 기후변화의 원인, 현상 및 영향에 대한 종합 감시·분석 정보 제공 고도화, 기후변화 영향평가 등 주요 업무기능을 위한 예산·인력 등 기반 확충
- (IPCC 보고서 후속 조치) 제6차 IPCC 보고서의 내용에 대한 대중의 관심 및 이해도 제고를 위해 지속적이고 체계적인 대국민 홍보 실시, 제7차 IPCC 보고서 집필에 국내 전문가 참여 확대를 위한 제반 활동 강화 등 제기

<표4-6> 기후정책 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안

분류	문제점	개선방안
기후변화감시 관측 정책 지원 미흡	기후변화감시를 위한 관측은 연구에 집중되어 있고, 정책을 지원하는 원인 및 영향 등 분석정보 제공은 미흡	기후변화 감시관측 및 정보 서비스 확대, 기후변화 원인, 현상 및 영향과 연계되고, 정책에 활용되는 기후변화 종합감시정보 발굴
기후변화 감시·예측 기반 미흡	기후변화 감시·예측에 대한 예산·조직 등 기반 미흡	기후대응기금 확보 기후변화 영향평가 관련 인원 확대 탄소중립, 기후위기 관련 역할 확대
IPCC 보고서 홍보, 승인 후속 조치 미흡	우리나라는 IPCC 보고서 승인 과정에 적극적으로 참여하고 있고, 보고서의 중요도 역시 높으나, 보고서에 대한 관심은 단기적이고, 이해도 제고·의의 확산을 위한 후속조치 역시 부족한 실정	보고서 승인 이후에도, 지속적·체계적인 홍보를 통해 IPCC 보고서에 대한 관심도 제고 및 이해도 제고(ex. 국제 기후협상과정에서 IPCC 보고서의 활용도 홍보, 국가 기후변화 적응 대책 수립과정에서 IPCC 보고서의 활용도 홍보, 이해하기 쉬운 해설서 제작 등)
IPCC 보고서에 대한 우리나라의 참여 확대 필요	IPCC 제6차 평가주기 종료, 7차 평가주기 도래에 따른 우리나라의 참여 확대 필요(보고서 집필진 수 확대 등)	보다 체계적인 전문가 풀 관리 필요 (집필진 추천을 위한 지속적인 전문가 풀 확대, 보고서 내 우리나라 연구결과 활용 및 의견 반영을 위한 국내 논문 정리 등)

□ 기후예측

- (기후예측·분석정보의 생산관리) 기후예측·분석시스템과 이상기후시스템 간 통합 및 국가기후데이터센터 내 신규 인프라로 데이터 이관 추진, 기후예측(전망) 정보의 정확도 및 활용성 제고
- (기후예측 역량 강화를 위한 조직 기능 개선) 부서 내 R&D 조직 구축을 통한 장기에보 생산체계(분석·예측·예보) 고도화, 전지구적 이상기후 현상 및 대외 환경변화에 능동적으로 대응하기 위한 O2R2O 강화 등 제기

<표4-7> 기후예측 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안

분류	문제점	개선방안
기후예측-분석 통합시스템 통합(2차)이관	이상기후시스템과의 중복자료 보관 및 유사 서비스가 존재하고, 전산자원의 노후화로 데이터관리가 불안정	국가기후데이터센터 신규인프라(기상청 클라우드)를 활용하여 이상기후시스템과의 통합 및 이관 추진
활용성 강화	3개월 전망(기온, 강수), 최고, 최저기온 전망, 이상기후전망간의 차별성 및 기후예측(전망)정보간의 차별성 인식	인식 및 이해도 증진을 위한 홍보 강화, 융합하여 시너지를 높일 수 있는 활용방법 제시
정확도 향상	기후예측모델 변경 (GloSea5->GloSea6)으로 인한 모델의 통계적 특성 등에 대한 이해 부족	지속적인 연구, 분석을 통한 기후예측모델 이해 강화
장기전망의 활용성 강화	단·중기에보와 장기전망 확률정보의 차이점(정확도, 예보요소 등)에 대한 이해도 부족과 확률정보의 어려움으로 활용 성과가 미흡	사용자별 장기전망의 제공 콘텐츠 개발 (기후예측의 불확실성과 확률에 대한 이해도가 상대적으로 높은 유관기관과 일반국민 대상의 제공정보를 구별하여 제공 필요)
장기에보 생산체계 강화 필요	-기후분석, 예보생산, 통보, 지원시스템 개발 및 개선에 대한 인력 부족(한 부서에서 업무 수행)	분석, 예보생산, 시스템 개발, 예측기술 개발, 모델개발 등에 대한 전문조직이 필요
기관별 협력	R&D 관리 기능의 과학원 이관 및 과제 담당관의 기관 제한(과학원)으로 담당해야 되는 과제가 특정 담당관에게만 할당되어 과제내용의 검토 및 내실화에 한계	이전과 같이 과제 수요 부서의 사무관(연구관)이 과제를 담당하고 내용을 관리하는 것이 바람직함
	대외적 환경변화에 적극적으로 대응하기 어려운 상황 발생	기후협력회의 등과 같은 정책(O2R) 및 기술(R2O) 소통의 강화가 필요

<표4-7> 기후예측 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안

분류	문제점	개선방안
이상기후 대응	2020년 북미 폭염, 2022년 인도 폭염 등과 전세계적인 이상기후 발생에 대한 적극적인 대응 노력이 부족	기후응용 R&D 참여 대학, 특이기상연구센터, APCC 등과 상시 협력체계 구축으로 전지구적 기상기후이슈에 적극적 대응하는 방안

□ 기후변화감시

- 기후변화 시나리오에 대한 대국민 교육 및 홍보 콘텐츠 개발, 기후변화 영향 정보의 공동 수집·활용을 위한 통합 플랫폼 구축, 기후업무의 중요도 증가에 따른 충분한 인력 및 조직 확보 노력 등 제기

<표4-8> 기후변화감시 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안

분류	문제점	개선방안
교육/홍보 부족	신기후체제에 따른 새로운 시나리오 산출 정보를 일반인이 쉽게 이해하고 공감할 수 있도록 제작된 콘텐츠 부족	정책지원 및 대국민 이해확산을 위한 교육 및 홍보 콘텐츠 개발 필요
부문별 정보 산재	기후변화 시나리오에 기반한 영향 연구가 부처별로 수행되고 있으나, 부문별로 산재되어 있어 정보의 활용성이 낮음	기후변화 영향정보를 수집 공동활용을 위한 통합 정보 플랫폼 구축 및 운영이 필요
조직/인력	기후업무의 중요도가 날로 증대되어가고 있어 예산은 일부 증대되고 있으나, 이를 제대로 수행하기 위한 조직 및 인력 확보는 충분히 이뤄지고 있지 않음	충분한 인력 및 조직 확보 노력 필요

<표4-9> 기후변화감시 분야 타 부처와의 협력 애로사항

분류	애로사항
자원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 슈퍼컴퓨터 전산 자원 사용 문제 ○ 대용량 기후자료 저장을 위한 스토리지 도입 및 자료화 방안 문제
역할	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부서별 역할 정립 - 감시업무가 감시과에서 정책과에 이관되면서, 본부의 기술적 대응 약화 ○ 환경부, 기상청이 기후변화 원인물질 감시 관련 사업 수행하여 중복성 제기 가능
협력체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 관련 자료의 국가 서비스 확대를 위해서는 관련 부처(환경, 산림, 농업, 산업 등)와의 제도기반의 협력 추진 및 거버넌스 구축 필요

□ 해양기상

- 해양기후 적응정책 수립에 표준화된 과학적 근거를 적용하기 위한 해양 기후 변화 시나리오 생산 기술 개발 및 표준 인증 추진, 해양 분야 피해 경감을 위한 맞춤형 기후 영향정보 생산 및 활용 등 제기

<표4-10> 해양기상 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안

분류	문제점	개선방안
해양기후변화 전망자료 부재	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양기후 영향·취약성 판단, 적응정책 수립에 표준화된 과학적 근거를 적용하여야 하나 표준 인증된 상세 해양기후변화 시나리오 부재 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상세 해양기후변화 시나리오 기술개발·생산 및 표준인증 추진 ○ AR6 시나리오를 활용한 해양기후 변화 정보 생산기술 개발('21~'23) <ul style="list-style-type: none"> - 해양순환(8km), 해양기상(8km, 1km) SSP 2종(1-2.5, 4-8.5) 시나리오 생산 - 산출요소: (해양순환) 수온, 염분, 해류 (해양기상) 파고, 해상풍, 폭풍해일
분야별 해양기후변화 영향 정보 부족	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양기후변화가 가속화되고 있으며 이에 따른 영향이 사회 전반적으로 나타나는 가운데 이를 분석할 수 있는 정보가 부족한 실정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양분야 피해 경감을 위한 맞춤형 영향정보 생산 및 활용

□ 수문기상

- 기상가뭄 콘텐츠의 다양화, 기상법 개정을 통한 수문기상 관련 업무의 법적 근거 강화, 수문기상시스템과 가뭄전망시스템의 통합·일원화 추진 등 제기

<표4-11> 수문기상 분야 업무 관련 문제점 및 개선방안

분류	문제점	개선방안
기상가뭄 콘텐츠 다양화	강수량 기반의 표준강수지수를 활용한 기상가뭄 콘텐츠 제공으로 정보 활용에 한계	기온, 중발산, 토양수분을 활용한 가뭄 콘텐츠 생산 및 제공
수문기상의 법제화	기상학적 가뭄의 예보는 법제화 되었으나 수문기상의 정의 및 수문기상 정보 제공 등은 법적 근거 미흡	기상법 개정을 통한 수문기상 관련 업무 법제화 필요
수문기상 시스템	수문기상시스템과 가뭄전망 시스템의 이원화로 콘텐츠 개선 및 유지관리에 어려움 발생	수문기상시스템과 가뭄전망 시스템을 통합 추진

다. 제4차 기후업무발전기본계획 수립 관련 의견

□ 2023년 이후 추진이 필요한 기후 업무 및 추진 목표

- 정책, 기후 감시·분석 및 예측 기술 개발, 정보 생산 및 제공 서비스, 관계 법령 및 조직으로 2023년 이후 부서별 추진이 필요한 기후 업무 및 목표를 재구성

<표4-12> 2023년 이후 추진이 필요한 기후 업무 및 추진 목표

구분	정책	감시분석/기술개발	서비스	법령·조직
기후 정책	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후위기 감시 및 예측 업무 총괄, 지원 기능 발굴 - (총괄) 과학적 기후위기관리 지원 기능 발굴 - (지원) 기상청 본청 및 지방청의 역할 강화 ○ 제7차 IPCC 평가주기를 대비하여 전문가 풀을 보다 효과적으로 관리 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 공급자 중심의 일률적 자료 제공이 아닌 사회 영역별 수요자 요건에 맞추어 해상도 변화, 개별 자료 간 병합, 대용량 데이터 경량화 등 맞춤형 데이터 셋을 구성하여 제공하는 서비스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 감시예측 법률안 제정 (법제처 사전 검토 완료)
기후 예측		<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상청의 예측 공백(1년~수년)을 메우기 위한 가까운 미래 기후예측에 대한 추가적인 연구 및 기술 개발 ○ 고품질 위성 핵심기후변수 생산을 위해 인공지능 기법 적용 및 재처리/재생산 기술 개발 ○ 관련 시스템의 기상데이터 허브 이관을 통해 시스템 안정 및 확장성 도모 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유관기관과의 상호 피드백을 통해 분야와 수요자 맞춤형으로 이상기후 전망을 상세화하여 제공 ○ 가까운 미래 기후예측 정보의 활용 기술 개발 ○ 물, 식량, 에너지 안보 및 생태계 보호 등 주요 정책의 의사결정을 위한 핵심 정보 제공 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이상기후 대응 및 기후서비스 강화를 위한 전담 기후센터조직 (기후감시·예측센터) 신설 ○ 장기에보 분석, 생산 등에 대한 효율적이고 체계적인 조직 강화 - 체계적인 청 내 인력 Pool 관리 및 장기적이고 지속적인 관점의 기후예측 전문 인력 양성
기후 변화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스 감축 정책 지원을 위한 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저비용 고정밀 온실가스 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탄소 배출 감축 경로 시나리오에 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교육기본법에서 언급하고 있는

<표4-12> 2023년 이후 추진이 필요한 기후 업무 및 추진 목표

구분	정책	감시분석/기술개발	서비스	법령·조직
감시	온실가스 관측자료 품질 관리 정책 주도	<ul style="list-style-type: none"> 관측장비 개발 및 상세 관측망 구축 ○ 국민적 관심이 높은 지역에 대한 실시간 온실가스 감시 체계 구축 ○ 탄소중립 이행 점검을 위해 기후변화 원인 물질에 대한 입체감시 강화 ○ 기상모델을 활용한 기후변화 원인물질 연구 확대 ○ 준수시간 감시 자료 모니터링 서비스 추진 <ul style="list-style-type: none"> - IG³IS를 통해 관측자료 및 모델링 자료를 동화하여 격자화된 농도 정보 생산 - 준수시간 운영을 위한 자료표출 및 입수체계 구축 - 관측공백 분석 및 지속적인 관측 자료 확보 추진 	<ul style="list-style-type: none"> 따른 기후정보 서비스 ○ 기후변화에 대한 대국민 인식 변환 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화환경교육 의무 수행을 위한 기반 마련 - 대국민 교육 및 홍보 - 탄소중립 학교 실현을 지원하는 학교교육 교재 개발, 교육, 홍보
해양 기상	○ 해양 실수요자와 국회 등은 안전한 해상활동 중심의 해양기상 업무 확대 요구	○ 해양기상 관측 요소 확대 및 모델 고도화를 통한 예측 정확도 향상	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양선박의 안전 운항 지원을 위한 다양한 해양기상 서비스 활용도 강화 ○ 항만, 항로, 수색, 오염 등 해양기상 특화 서비스 확대 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관계부처 공동으로 법령과 조직 구성을 통해 해양기후 분야 탄소중립 실현 노력 ○ 기후탄력사회에 대비한 해양기후 변화 선제적 대응 역량 강화 추진
수문 기상			○ 물관리 및 홍수 대응을 위해서 관계기관에 활용이 용이한	

<표4-12> 2023년 이후 추진이 필요한 기후 업무 및 추진 목표

구분	정책	감시분석/기술개발	서비스	법령·조직
			수문기상 정보 고도화 ○ 국민들이 일상 생활에서 체감할 수 있는 기상 가뭄정보 생산	

□ 차기 기본계획 신규 과제 제안

- (기후예측) 이상기후 대응 및 기후서비스 강화를 위한 전담 기구(기후 감시·예측 센터) 신설, 장기예측 공백 해소 위한 가까운 미래의 기후예측 기술 개발, 수요자 친화형 장기예보 역량 강화, 아태지역 및 선진 기상조직과의 협력 강화 등
- (기후변화감시) AR6 시나리오 기반 기후변화과학정보 생산 및 AR7 기후변화시나리오 생산을 위한 지구시스템모델 구축·개선·검증, 기상과학원과의 협업을 통한 기후변화 영향 및 취약성 진단, 평가기술 개발 등
 - 그 외 기상기후인재개발원과의 협업을 통해 대국민 및 학생 대상 기후변화 과학 교육 및 홍보 콘텐츠 개발 추진
- (해양기상) 차기 기본계획에 '해양기후변화 영향정보 생산 및 활용 확대'와 관련한 과제 반영 필요

<표4-13> 제4차 기후업무발전기본계획 신규 과제 제안

구분	신규 과제
기후 정책	-
기후 예측	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후감시·예측센터 신설 및 운영 ○ 수요자 친화형 장기예보 서비스 확대 ○ 장기예보 생산·서비스 체계 역량 강화 ○ 아태지역 국제협력 확대를 통한 기후리더십 강화 ○ 가까운 미래 기후예측 기술 개발 ○ 한영 공동 계절예측시스템 구축 및 운영 관련 영국기상청과 MOU 체결 갱신(22.6, 향후 10년) * 양상블 확대, 고해상도 대기-해양모델 운영, 지면 초기화 등
기후	<ul style="list-style-type: none"> ○ AR6 시나리오 기반의 기후변화과학정보 생산

<표4-13> 제4차 기후업무발전기본계획 신규 과제 제안

구분	신규 과제
변화 감시	<ul style="list-style-type: none"> ○ AR7 기후변화시나리오 생산을 위한 지구시스템모델 구축, 개선, 실험, 설계 ○ 기후영향평가 기술 개발(국립기상과학원 기후변화예측연구팀) <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 영향평가 모델 기술 개발 - 기후변화 영향 진단기술 개발 - 기후변화 취약성 평가기술 개발 ○ 대국민 및 학생 대상 '기후변화과학' 교육, 홍보, 콘텐츠 개발 업무(기상기후인재개발원)
해양 기상	<ul style="list-style-type: none"> ○ '해양기후변화 영향정보 생산 및 활용 확대' 관련 내용 차기 기본계획에 반영 필요 - 육상에서 제공 중인 영향정보와 병행하여 해양기후업무 확대를 위해 필요
수문 기상	-

□ 부서별 탄소중립 관련 추진 고려 업무

- 정책 지원 및 국제협력 기후 감시·분석 및 예측 기술 개발, 정보 생산 및 제공 서비스로 부서별 추진을 고려 중인 탄소중립 관련 업무를 재구성

<표4-14> 부서별 탄소중립 관련 추진 고려 업무

구분	정책 지원 및 국제협력	감시 분석	기술 개발	서비스 (정보 생산/제공)
기후 정책	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정책 발굴 후 확산하는 기능 강화 ○ 기후변화 영향평가 제도화(환경부에서 규정, 고시)에서 기상청 자료 활용 및 역할 강화 협력 요청 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스 관측에 필요한 정책 주도 <ul style="list-style-type: none"> - 환경부(국내 관측), 기상청 (한반도 대기 중 농도) 등 부처별로 역할 구분하여 협력 ○ 온실가스 포집·저장 체계 구축 필요 ○ 위성 기반 복사모델 등을 활용한 기상청의 독창적 기후변화 감시 강화 ○ 기후변화 원인, 결과, 영향에 대한 분석정보 지속 발굴 * 국립기상과학원 기후연구부와 연계 추진 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 탄소중립, 기후위기 정책 수요에 필요한 정보 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 탄소중립 기본계획 수립 근거자료 제공 - 기후대응기금 확보 - 기후변화 영향 평가 관련 인원 확대 - 탄소중립, 기후위기 관련 기능 확대 ○ 국내 탄소중립 정책의 근간이 되는 IPCC 보고서 승인 과정에서 국가 참여 강화를 위한 업무 수행 - IPCC 보고서의 의의 확산,

<표4-14> 부서별 탄소중립 관련 추진 고려 업무

구분	정책 지원 및 국제협력	감시 분석	기술 개발	서비스 (정보 생산/제공)
		<ul style="list-style-type: none"> 초분광탐측기 탑재 후속위성 개발 추진 		<ul style="list-style-type: none"> 보고서와 국내 기후변화 정책 연계를 위해 관계 전문가와의 협업을 통한 포럼 운영 중
기후 예측		<ul style="list-style-type: none"> 기후예측모델 및 관측자료 특성분석 강화 국내외 전문가 회의 등을 통한 전문역량 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 최고최저기온 및 이상기후 전망 연계 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료를 이용한 온실가스 산출 및 모니터링시스템 개발
기후 변화 감시			<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축경로 적용을 위한 기후변화예측모델 실험체계 구축 기후변화 영향 및 취약성 평가에 필요한 진단 기술 개발 및 탄소중립 과학연구 수행 개별 온실가스 감시자료의 종합적 활용이 가능한 온실가스 수집 및 활용 플랫폼 개발중 	<ul style="list-style-type: none"> 상세 격자 온실가스 감시자료 생산 및 국가 인벤토리 신뢰도 개선 지원 탄소중립 이행 점검을 위한 WMO GAW 온실가스 통합정보시스템 프로젝트 수행 탄소중립 중점학교 지원을 위한 기후변화 과학교육 콘텐츠 개발 및 지원 업무

□ 차기 기본계획 수립 시 부서별 기타 고려사항

- IPCC 보고서에 기반한 연구과제 발굴, 기후 및 탄소중립 관련 정책 이행에 따른 전지구 및 지역 영향에 대한 정량화된 평가기술 확보, 타 부처 및 유관기관과 기상청이 협업할 수 있는 기후업무에 대한 조사 진행 등 제언

<표4-15> 제4차 기후업무발전기본계획 관련 부서별 기타 고려사항

부서	고려사항
기후정책과	<ul style="list-style-type: none"> 기본계획 수립에 있어, IPCC 보고서를 기반으로 한 연구 과제나 내용들이 많이 포함

<표4-15> 제4차 기후업무발전기본계획 관련 부서별 기타 고려사항

부서	고려사항
국립기상과학원 기후변화예측연구팀	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스 배출과 감축에 따른 전지구 및 지역 영향에 대한 정량적 평가 기술 확보 필요 ○ 기후변화예측모델 진단 및 불확실성 평가 기술 확보 필요 ○ 국가 정책 지원을 위한 보다 상세화된 지역 기후변화 전망 정보 산출기술 확보 필요 ○ 기후변화 영향평가와 관련된 진단 기술 및 부문별 영향 산출 기술 확보 필요 ○ 탄소중립과 기후변화에 대한 대국민 이해 확산을 위한 교육 및 홍보 콘텐츠 확대 필요
기후변화감시과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외부적으로 기후변화에 따른 과거 경향 및 미래 기후변화 시나리오 정보를 타기관에서 활용하고 있는 현황과 결과물에 대한 검토하여, 타기관에서 기상청에 요구되는 사항에 대한 개선방안을 제시하여 향후 방향 설정에 활용 검토
기후예측과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장기예보관 인력풀 조성 및 장기예보 이해도 향상과 활용 증대 방안 필요
해양기상과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해수부의 해양 기후 및 탄소중립 관련 계획 이에 따른 예산 반영 사항을 정리하여 사업보고서에 담을 필요
국립기상과학원 기후연구부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 전세계적 이상기후가 빈발하고 있음. 이상기후 발생 원인 및 전망에 대해 기상청 차원(학계 포함)에서 포럼 등을 통해서 자체 분석자료를 대국민 설명 및 정책 홍보 강화가 필요함
국가기후데이터센터	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외부에서 기상청에게 기후업무와 관련하여 추진했으면 하는 방향이 무엇인지 조사된다면 업무에 도움이 될 것 ○ 특히 국가기후데이터센터의 경우 다양한 분야와 다양한 수요자의 요구를 반영하기 때문에 전체를 포괄하는 측면으로 데이터 서비스 방향을 잡게 되는데, 기후측면에서 필요한 데이터의 종류나 방식 등을 알게된다면 관련 수요를 고려한 서비스를 개발할 수 있을 것으로 예상

제4절 이슈 및 시사점

□ 기상청 정책

- 국내 기후과학분야 주도 및 기후정책 수립의 증추적 역할 수행 중
 - 기후 분야 관련 기술개발 계획 수립, 1~3차 기후업무발전 기본계획 수립 등 기후업무를 체계적으로 수행하기 위해 노력
- 기후위기 대응을 위한 기후변화 감시예측 등 업무 총괄 지원 역할 확대

□ 조직역량 측면

- 기후과학국에서 수행하고 있는 기후·기후변화업무는 기후/기후변화감시/해양기상/수문기상 분야별 관측부터 정보유통·활용에 이르기까지 광범위한 범위를 수행
- 지속적·장기적 관점에서의 전문역량 확보 필요
- 기후변화 대응을 위한 조직·인력 확충 필요
 - 탄소중립기본법에 대응하는 신규업무 및 자자체 등 다양한 수요에 대응하는 기후업무 개발 필요

□ 기후서비스 측면

- 기후업무 핵심기관으로서의 이니셔티브 확보 필요
 - 부처별로 산재된 기후정보의 통합 운영 관리
- 기후예측, 해양기후정보, 기후변화과학, 물관리 등 서비스의 수요는 증가하고 있어 현재는 활용이 저조하여, 사용자 이해 제고 및 다양한 제공 콘텐츠로 정보의 활용을 제고할 필요
- 시나리오 및 기후전망정보 활용 수요 증가에 비해 자료 제공 및 분석을 위한 사용자 서비스 체계 미흡

□ 기후 업무 측면

- IPCC 보고서 참여 등 국제 기후변화 대응 글로벌 리더십 확보
- 기후변화 대응 관련 의사결정지원 업무 실행이 필요한 시점
- 해양, 수문기상 분야 업무의 역할 확대 필요

<표4-16> 기후업무 분야별 이슈

	감시·예측/ 기술개발	서비스	정책/법/조직
기후정책	-	○ 지자체 수요 대응 미흡	○ 탄중법에 따른 정책 지원 기능 강화 ○ IPCC 참여도 저조 ○ 탄중법 시행에 따라 예산·조직 기반 강화
기후예측	○ 기후예측모델 이해도 부족	○ 이상기후 적극 대응 방안 ○ 장기전망정보 이해도 부족 ○ 확률정보의 어려움으로 활용성과 부족 ○ 수요자별 맞춤형 서비스 필요	○ 장기예보 생산에 효율적인 조직 강화 ○ 장기예보관 육성
기후변화 감시	○ 국민체감도 높은 기후변화 영향정보 발굴	○ 정책지원을 위한 기후변화감시 분석정보 제공 미흡 ○ 기후변화 종합감시정보 발굴 ○ 사·근로 산출정보 이해도 제고	○ 기후변화과학 교육을 위한 조직 필요 ○ 기후변화감시 법적 근거 마련 ○ 관련부처 (환경, 산림, 농업 등) 제도기반의 협력 추진 필요
해양기상	○ 상세 해양기후변화 시나리오 기술개발 ○ AR6기반 해양 기후변화 정보 생산기술 개발 ○ 해양분야 맞춤형 영향정보 생산	○ 해양기상서비스 콘텐츠 부족	○ 해수부와의 역할 정립 및 업무 협업 필요
수문기상	-	○ 활용이 용이한 수문기상 정보 고도화 ○ 가뭄콘텐츠 다양화	○ 법적 근거 미흡하여 기상법 개정을 통한 업무 법제화 필요

제5절 기후 및 기후변화 업무 개선방안(신규, 강화)

- (감시분야) 기후 및 기후변화 감시망, 관측자료의 관리 및 감시정보 서비스를 위하여 관측방법을 다양화하고 관측망을 확대하며 무엇보다도 정책을 지원할 수 있도록 연구를 확대할 필요가 있음.
- 온실가스 감시업무를 좀 더 국제적으로 협력적이고, 타 분야와 좀 더 통합적이고, 준실시간의 현업화된 서비스 체계로의 전환
- 탄소중립 이행 점검을 위해 기후변화 원인 물질에 대한 입체감시 강화
- 한반도의 실질적인 배경대기 농도 등의 감시를 위하여 내륙감시소를 추가하는 방안을 기존 관측시설 등을 활용하여 효율적으로 확대 추진
- 기후감시망 WMO 지점 등록 확대하여 안정적 관측소 운영을 위한 법령 제정 추진
- 온실가스 등 원인물질의 공기포집 저장체계 구축 추진
- 저비용 고정밀 온실가스 관측장비 개발 및 상세 관측망 구축
- 국민적 관심이 높은 지역에 대한 실시간 온실가스 감시 체계 구축
- 기상모델을 활용한 기후변화 원인물질 연구 확대
- 준실시간 감시 자료 모니터링 서비스 추진
 - IG3IS를 통해 관측자료 및 모델링 자료를 동화하여 격자화된 농도 정보 생산
 - 준실시간 운영을 위한 자료표출 및 입수체계 구축
 - 관측공백 분석 및 지속적인 관측 자료 확보 추진
- 감시소의 지상관측과 위성 원격 관측을 비교 검증하는 기술개발 필요
 - 초분광탐측기 탑재 후속위성 개발 추진
- 고품질 위성 핵심기후변수 생산을 위해 인공지능 기법 적용 및 재처리/재생산 기술 개발
- 육불화황 세계표준센터 운영으로 인증받은 수준높은 품질관리 기술을 국내 관측망이 확대될 경우 적용할 수 있도록 제도화 추진

- 울릉도 등 감시소를 세계기상기구에 등록하여 고품질의 자료를 홍보하고 국제사회가 공동활용할 수 있도록 추진 필요

○ (예측분야) 기후·기후변화 예측정보 생산 및 서비스

- 기상청의 예측 공백(1년~수년)을 메우기 위한 가까운 미래 기후예측에 대한 추가적인 연구 및 기술 개발, 예측정보의 활용기술 개발
- 유관기관과의 상호 피드백을 통해 분야와 수요자 맞춤형으로 이상기후 전망을 상세화하여 제공
- 가까운 미래 기후예측 정보의 활용 기술 개발
- 물, 식량, 에너지 안보 및 생태계 보호 등 주요 정책의 의사결정을 위한 핵심 정보 제공
- 전력수급을 시작으로 타 분야의 수요 친화적인 장기예보 서비스 확대 추진
- 아태지역의 국제협력 확대를 통한 기후리더십 강화
- 국가 차원의 전문성을 갖춘 기후예측센터 신설 추진
- 온실가스 배출과 감축에 따른 전지구 및 지역 영향에 대한 정량적 평가 기술 개발 추진
- 기후변화예측모델 진단 및 불확실성 평가 기술 개발 추진
- 국가 정책 지원을 위한 보다 상세화된 지역 기후변화 전망 정보 산출 기술개발 추진
- 기후변화 영향평가 검토기관의 역할 수행을 위해 관련된 진단 기술 및 부문별 영향 산출 기술 개발 추진
- 온실가스 감축경로 적용을 위한 기후변화예측모델 실험체계 구축
- 기후변화 영향 및 취약성 평가에 필요한 진단 기술 개발 및 탄소중립 과학연구
- 인증받은 국가 기후변화 표준 시나리오를 공동활용하여 불확실성을 줄이는 기술개발과 앙상블하여 공식 대표 시나리오 산출

- (이해확산) 탄소중립 인식 확산을 위한 기후·기후변화 과학 이해확산
 - 기후변화과학 전문 강사를 운영과 학교교육을 지원할 수 있는 법제도 마련
 - 학교교육에 필요한 교재 개발 및 교구재 개발
 - IT를 활용한 생활친화적 이해확산 콘텐츠 개발
 - 교사용 교육지침서 개발, 인증교과서, 창의적 체험학습 프로그램 개발, 다양한 기후변화 실험키트 등 개발하여 학교교육 지원
 - 고교학점제 운영에 대비한 고교 전문과정 운영 방안 검토
 - 기후변화 과학과 생태전환 교육을 연계한 다양한 프로그램 개발
- (국제협력) 기후 및 기후변화 분야 국제협력 등
 - IPCC AR7 보고서의 국내 저자 참여 확대를 위한 젊은 과학자 발굴·지원
 - IPCC에 대한 우리나라의 참여 주도를 위한 주관부처 역할 강화 및 관계 부처·기관 간 협력체계 운영
 - 총회 참가(연 2~3회), 보고서 검토 등 IPCC 평가주기 시기별 현안 대응
 - IPCC 보고서 등 최신 국제 기후변화과학 정보와 국내 기후정책 간 연계 강화를 위한 전문가 포럼 운영
 - 유엔기후변화협약(UNFCCC) 정부대표단 활동 강화
 - 당사국총회(COP) 및 과학기술자문부속기구(SBSTA¹¹) 참여·역할 확대
 - 新기후체제 이행 및 전 지구적 이행점검(Global Stocktake) 지원
 - 전지구 기후서비스 역량개발 지원, 기후서비스위원회 대응 등 WMO와 협업·대응 강화
 - 장기예보선도센터 및 육불화황 세계자료센터 등 WMO 지정 센터 운영 강화

11) SBSTA: Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, 당사국 총회와 보조기관에 협약과 관련된 과학기술문제에 관한 정보와 자문 제공

제5장

제4차 기후업무발전계획 기본 설계

1. 중점 추진방향 도출
2. 비전체계도
3. 중점 전략별 추진 계획



제5장 제4차 기후업무발전계획 기본 설계

제1절 중점 추진방향 도출

1. 기후업무 방향성

□ 미래 지향점

- (지속가능발전) 기후변화 조치와 지속가능발전목표(SDGs)와 본질적으로 연결되어 있으며, 더 넓은 사회·경제적 맥락에서 두 의제를 모두 발전시켜 기후변화 과학 및 지식의 주류화를 촉진시켜야 함

* SDG12 : ①모든 국가에서 기후 관련 위험 및 자연재해에 대한 탄력성과 적응 능력을 강화, ②기후변화 조치를 국가 정책, 전략 및 계획에 통합, ③기후변화 완화, 적응, 영향 감소 및 조기 경보에 대한 교육, 인식 제고 및 인적·제도적 역량을 향상시키는 것

- (탄소중립) 온실가스 배출 감소 목표 달성을 위해 탈탄소화 경로 이해, 배출원 기여도 등 기후변화 과학 및 지식활동은 탄소중립 사회로의 길을 안내하는데 필수적인 과학적 근거 제공 필요

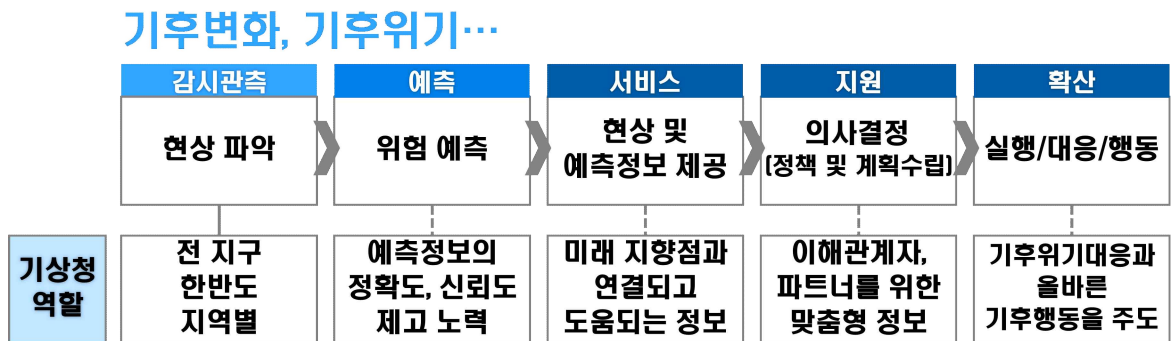
- (국민과 사회안전) 기후변화가 국민의 건강과 위험, 건설, 교통 및 도시 계획 등 다른 부문에서의 회복력을 최대화하고 행동 변화에 힘을 실어주는 노력 필요

□ 밸류체인별 기상청의 역할

- (현상 및 원인 파악) 기후변화의 원인 및 현상 파악을 위한 전 지구, 한반도, 지역별 감시·관측 정보의 수집 및 모니터링, 이를 위한 인프라 구축 및 기술개발

- (위험 예측) 기후변화 요소 감시 기술개발, 시나리오 생산기술개발, 다양한 기후모델 검증 등 기후변화로부터 재해 예방 및 사회안전을 지키기 위한 예측정보의 정확도 및 신뢰도를 제고하기 위한 지속적 노력

- **(현상 및 예측정보 제공)** 전 세계 기상관측 및 기상청이 보유한 기후예측 모델 자료 뿐 아니라 수집·저장된 데이터의 공동활용을 위한 표준화 등 공동활용 시스템 구축·운영 및 사용자 활용 지원
- **(의사결정 지원)** 탄소중립 녹색성장 기본계획, 기후위기 적응대책 수립, 기후영향평가 등 다양한 이해관계자(국가, 지자체, 공공기관, 민간기업 등)가 필요로 하는 분야별, 지역별 기후변화 원인, 진단, 평가를 통한 탄소중립 이행을 위한 정책 지원
- **(기후위기 대응 및 행동 주도)** 기후변화 과학은 광범위한 국제적 노력에 동참하고, 글로벌 리더십 확보를 통해 주도적인 역할과 일반국민의 올바른 기후행동을 이끌어 갈 수 있는 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산을 위한 노력이 요구됨



[그림5-1] 기후업무 밸류체인별 기상청 역할

□ 외부 협력 요인

- **(파트너십)** 기후변화과학은 전통적으로 자연과학에서 사회·경제·행동과학의 역할이 강조되고 있으며, 지식의 생산자, 보유자, 사용자간 커뮤니케이션으로 지식을 통합(synthesis)하고 동원(mobilization)시키는 것이 더욱 중요해 짐. 기상청은 민간을 포함한 다양한 외부 이해관계자의 요구와 인식, 해결책 사이의 간극을 이어주고 이끌어주는 역할이 반드시 수반되어야 함

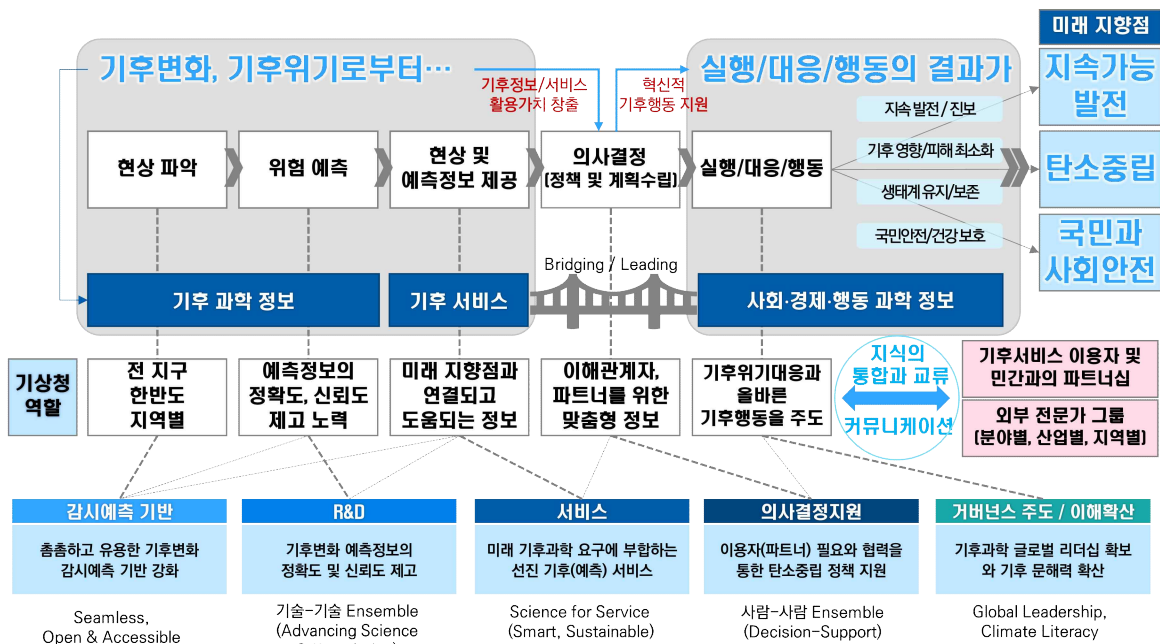
※ 민간기업, 시민사회 등 비학술적 파트너와의 참여를 수반하는 공동개발적 연구접근 방식으로 전환

- (외부 전문가 그룹) 기후변화의 영향과 행동은 동일한 방식으로 경험되지 않으며, 사회·경제적 이익을 극대화(피해를 최소화)시키는 방향으로 농업, 산업, 에너지, 교통, 해양수산 등 다양한 분야의 영향평가를 위한 외부 전문가 그룹의 참여가 필수적임

※ 자연재해, 극한 기후현상의 빈도와 강도의 변화가 기반시설의 탄력성과 신뢰성(증가된 부하, 재료의 노화 가속, 에너지 수요 증가 등)에 미치는 영향, 성별, 연령별, 지역별 등인과 기후변화 영향 및 취약성 및 적응 능력의 경험을 형성하는 연구가 필요

□ 방향성 도출 다이어그램

- (방향성1) 기후 정보 및 서비스는 기후변화 및 기후위기로 부터 올바른 계획의 수립/실행, 기후위기 대응, 기후행동을 유도
- (방향성2) 기후위기 대응 및 기후행동의 결과는 지속가능발전, 탄소중립, 사회안전을 지향



[그림5-2] 기후업무 방향성 도출 다이어그램

2. SWOT 분석을 통한 전략방향 설정

□ SWOT 요인 도출

- 대내외 환경분석, 사례조사 및 인터뷰를 통해 기후업무 발전방안 방향성 도출을 위한 기회/위기/강점/약점 이슈를 종합해보면 다음과 같음

<표5-1> 기회/위기/강점/약점 종합

구분	이슈 및 시사점	비고	
메가트렌드	사회	○ 온실가스 배출량 등 정확하고 투명한 정보 공개 요구 증가	위협
		○ 도시문제 해결을 위한 기상정보생산, 분석, 활용 수요 증가	기회
		○ 지역 장기전망 시나리오와 같은 분석 수요 확대	기회
	기술	○ 신재생에너지 생산 효율 제고를 위해 기상·기후의 정확한 예측·분석 요구	위협
		○ 빅데이터화, AI 기술 융복합을 통한 새로운 분석툴 활용 가능	기회
	경제	○ 저탄소경제로의 전환 가속화에 따라 기후영향평가 등 관련 컨설팅 수요 확대 예상	기회
		○ 기후금융의 수익성 확대로 민간에서 기후 감시예측정보에 대한 수요 확대 예상	기회
환경	○ 이상기후 현상 증가로 정확한 기후정보 분석 어려움 증가	위협	
정치	○ 물분쟁 증가로 수문기상 예측에 대한 중요도 증가	위협	
외부 환경	국외 정책	○ 기후위기로 인한 탄소중립에 대한 국제사회의 실현 노력	위협
		○ 과학적 기반의 기후서비스 제공 및 정책 수립을 강조	위협
		○ 관측 인프라, 데이터 및 정보관리, 연구개발, 모델링&예측, 서비스 제공 및 의사결정 지원 전 단계의 가치사슬에 투자 확대	위협
		○ 기후변화대응에 대한 국제경쟁력이 요구되면서, 대외 협력 업무가 중요해짐	위협
	국내 법 및 정책	○ 현 정부도 과학적인 탄소중립 이행을 강조하면서 의사결정 지원의 과학적 근거 요구	기회
		○ 탄소중립기본법 시행에 따른 기상청의 의사결정 지원 역할 강조	기회
	타부처	○ 탄소중립 지원을 위한 기후변화 역량 강화 사업 적극 추진	위협
		○ 부처별로 기상청 업무와 일부 중복됨에 따라 부처별 역할 정립 및 상호 보완 요구	위협
		○ 인공위성, 빅데이터 등 신기술의 적극 활용을 통해 더욱 고도화된 과학적 정보 생산	위협
내부 환경	정책	○ 기후위기 대응을 위한 기후변화 감시예측 등 업무 총괄 지원 역할 확대	강점
		○ 국내 기후과학분야 주도 및 기후정책 수립의 중추적 역할	강점
	조직	○ 국내 유일 기후업무 담당 조직으로서의 상징성	강점
		○ 기후정보 수집·생산을 위한 감시예측 인프라 확보 및 역량 보유	강점
		○ 장기예보관 육성 등 지속적 장기적 관점에서의 전문역량 확보 필요	약점
		○ (탄소중립) 기후변화 대응을 위한 조직·인력 확충 필요	약점
	기후 서비스	○ 부처별로 산재된 기후정보의 통합 운영 관리 필요	약점
		○ 사용자 이해 제고를 위한 다양한 콘텐츠 부족	약점
	기후 업무	○ IPCC 보고서 참여 등 국제 기후변화 대응 글로벌 리더십 확보 필요	강점
		○ 기후업무 핵심기관으로서의 이니셔티브 확보 필요	약점

□ SWOT 분석

	Strength(강점)	Weakness(약점)
Internal(주파)	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기 대응을 위한 기후변화 감시예측 등 업무 총괄·지원 역할 확대 기후정보 수집·생산을 위한 감시예측 인프라 확보 및 역량 보유 국내 기후과학분야 주도 및 기후정책 수립의 중추적 역할 국내 유일 기후업무 담당 조직으로서의 상징성 IPCC 보고서 참여 등 국제 기후변화 대응 글로벌 리더십 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 대응을 위한 조직·인력 확충 필요 장기예보관 육성 등 지속적 장기적 관점에서의 전문역량 확보 필요 부처별로 산재된 기후정보의 통합 운영 관리 필요 기후업무 전문기관으로서의 이니셔티브 확보 필요 사용자 이해 제고를 위한 지원 도구 및 콘텐츠 부족 지역별, 분야별 기후변화 관련 예상되는 신규 수요 증가에 대비할 필요
External(외파)	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 도시문제 해결을 위한 기후정보 생산, 분석, 활용 수요 증가 지역 장기 전망 시나리오와 같은 분석 정보의 수요 확대 빅데이터화, 시기술 융복합을 통한 새로운 분석틀 활용 가능 저탄소경제로의 전환 가속화에 따라 기후 영향평가 등 관련 컨설팅 수요 확대 예상 기후금융의 수익성 확대에 따라 민간에서 기후 감시예측정보에 대한 수요 확대 예상 현 정부는 과학적인 탄소중립 이행을 강조 하면서 의사결정 지원의 과학적 근거 요구 탄소중립기본법 시행에 따른 기상청의 의사결정 지원 역할 강조 	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기로 인한 탄소중립에 대한 국제사회의 실현 노력 해외 주요국의 과학적 기반의 기후서비스 제공 및 정책 수립 및 역량 강화를 위해 투자 확대 기후변화 및 기후위기 대응을 위한 국제경쟁력 요구 증가에 따른 대외 협력 업무가 중요해짐 정확하고 투명한 정보 공개 요구 이상기후 현상 증가로 정확한 기후정보 분석 어려움 증가 물분쟁 증가로 수문기상 예측에 대한 중요도 증가 부처별 탄소중립 지원을 위한 기후변화 역량 강화 사업 적극 추진 부처별 역할 정립 및 상호 보완 요구 부처별 신기술 적극 활용을 통해 더욱 고도화된 과학적 정보 생산 중
	Opportunity(기회)	Threat(위협)

SWOT 분석에 따른 전략			
SO	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 감시망 확대 및 안정적 운영 및 자료 활용 확대 기후변화 감시·예측·분석기술 고도화 기후업무 전문성을 바탕으로 한 의사결정 지원서비스 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기 감시·예측업무총괄 운영 조직·인력 보강 다양한 수요에 대응할 수 있는 R&D 추진 및 파트너십 강화 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산 업무 강화 	WO
ST	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기 대응을 위한 거버넌스 주도 기후변화 감시예측 데이터 수집 및 공동 활용을 위한 통합플랫폼 구축 및 운영 이상기후 대응을 위한 맞춤형 장기전망 서비스 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 기후과학 글로벌 리더십 확보 및 국내외 유관기관 협력 확대 및 강화 지속적·장기적 기후업무 역량 구축 및 전문성 강화 기후위기 대응을 위한 법제도 기반 구축 	WT

[그림5-3] SWOT Matrix에 따른 전략

□ SWOT 분석을 통한 전략 방향 설정

○ (방향1) 촘촘하고 유용한 감시예측 기반 강화

- 국가 기후위기 감시예측업무 총괄지원 기능 강화, 관측망 최적화, 데이터 활용 기반 강화(공동활용시스템 구축), 품질보증체계 등 과학적 기후 정보의 생산·공유·활용을 위한 기반 강화

○ (방향2) 기후 안전사회를 위한 기후 정보의 정확도 및 신뢰도 제고

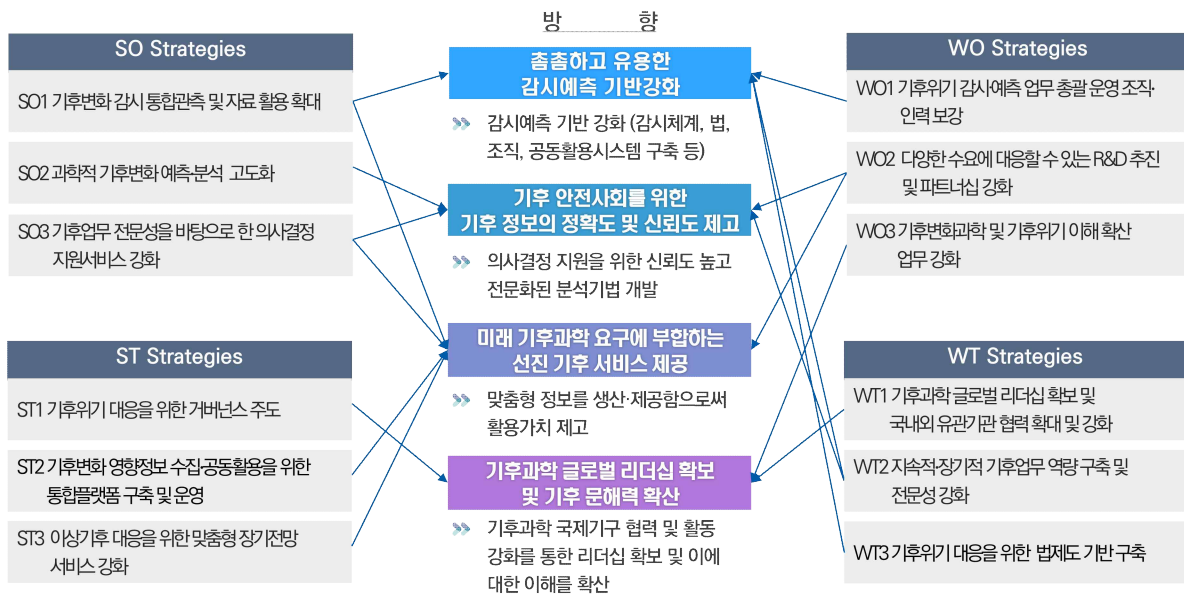
- 기후변화 현상 및 원인 파악과 장기예보 등 신뢰도 향상을 위한 기후예측 시스템 개선, 기후변화 시나리오 활용 기술 개발, 차세대 기후예측모델 개발 등 선진 기후서비스 제공을 위한 감시예측 기술 고도화

○ (방향3) 미래 기후과학 요구에 부합하는 선진 기후 서비스 제공

- 기후변화 시나리오 및 영향 정보 제공, 해양·수문·가뭄·에너지 등 분야별 기상·기후 정보 서비스 확대, 탄소중립 이행을 위한 정책지원 서비스, 사용자 및 민간과의 파트너십 강화

○ (방향4) 기후과학 글로벌 리더십 확보 및 기후 문해력 확산

- IPCC, UNFCCC 등 기후변화 국제기구 협력 및 국내 환류 강화 등 국제협력 활성화, 기후변화 관련 국내외 기술협력 허브 역할 강화, 기후위기 대응 전문인력 양성, 대국민 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산



[그림5-4] SWOT분석을 통한 전략방향 설정

제2절 비전체계도

1. 비전체계도 도출 프로세스

□ 비전체계도 도출 프로세스

- 기후업무 발전방안의 정책적 부합성을 제고하기 위한 상위계획의 비전 및 목표 키워드를 다음과 같이 참고하여 비전체계도를 도출

<표5-2> 상위계획 비전/목표/전략 방향성 키워드

구분		내용
윤석열 정부 110대 국정과제	비전	다시 도약하는 대한민국, 함께 잘 사는 국민의 나라
	운영원칙	국익, 실용, 공정, 상식
탄소중립기본법	비전	2050 탄소중립, + 환경 경제 조화
	목표	국가전략 + 중장기 온실가스 감축
제4차 지속가능발전기본계획	비전	포용과 혁신을 통한 지속가능 국가 실현
	목표13	기후변화 위험 감소 및 적응능력 강화를 위한 회복탄력성 및 적응능력 내재화
제2차 기후변화 대응 기본계획	비전	지속가능한 저탄소 녹색사회 구현
제3차 녹색성장 기본계획	추진전략3	혁신적인 녹색기술·산업 육성과 공정한 녹색경제
제3차 기후변화적응대책	비전	국민과 함께하는 기후안심국가 구현
	목표	지구온도 상승에도 대비하는 사회 전부문의 기후탄력성 제고 기후감시·예측 인프라 구축으로 과학기반적응 추진
기상업무 연구개발 중장기발전계획	비전	이슈 대응형 기상 R&D 추진으로 국민안전 확보 및 국가경제성장 지원
제3차 기상업무 발전 기본계획	비전	신뢰받는 정보제공으로 국민이 만족하는 기상서비스 실현
	전략	기상기후정보의 가치 제고 및 신성장 동력화 기후변화 대응 국내외 역할 강화
제3차 기후업무 발전 기본계획	비전	국민행복에 기여하는 기후서비스
	목표	기후정보 기반의 의사결정 지원 서비스 확대 및 신기후체제 대응
WMO	비전	과학에 기반한 기후정보의 예측을 개발, 통합함으로써 기후변동과 기후변화 적응의 위험을 더 잘 관리
미국 NWS 전략계획	비전	날씨 대비 국가: 사회는 날씨, 물, 기후에 의존하는 사건들에 대비하고 대응
	미션	생명과 재산권 보호, 국가경제 강화를 위한 기상, 수문, 기후에 대한 데이터, 예측 및 경보 정보를 제공
	목표2	최첨단 과학기술과 공학 기술을 활용하여 최상의 관찰, 예측 및 경보 제공

미국 OAR 전략계획	비전	과학, 서비스 및 관리라는 NOAA 사명에 전념하는 세계적인 과학 을 수행하고 전달
유럽중기예보센터 (ECMWF)	비전	유럽 기상 인프라 회원들과 긴밀히 협력하여 최첨단 과학 및 세계 최고의 기상 예측 및 지구 시스템 및 모니터링을 제공
	목표	글로벌 선진 수준의 기상 및 지구시스템 과학 수치기상예측을 위한 최첨단 기술 및 컴퓨터 과학 적용 기상기후 서비스에 대한 효율적이고 용이한 접근
캐나다 환경기후변화부(ECCC) CS2050	방향성	자연과학에서 사회 및 행동과학의 역할 강조
	목표	기후변화 과학 및 지식 생산자, 보유자, 사용자 등 모든 이해관계자의 계획과 투자, 실현을 위한 정보를 제공하는 것
영국 해들리센터	비전	'기상 및 기후 과학, 서비스 분야의 글로벌 리더 로 도약'
	목표	과학기반서비스 , 선도적 연구, 국가 역량
일본 기상청 (JMA)	비전	안전 하고 강인하고 활력있는 사회를 위해 국민과 함께 발전하는 기상업무
	목표2	사회경제 활동에 이바지 하는 기상정보 및 데이터의 적확한 제공 및 산업 생산성 향상에 대한 기여

1. 비전 키워드	2. 목표키워드
실용, 공정, 탄소중립, 혁신, 지속가능, 저탄소, 기후안심, 이슈 대응, 안전, 신뢰, 정보, 국민과 함께, 국민행복, 과학, 대비, 보호, 포용, 위험 관리	위험 감소, 적응능력 강화, 산업 생산성, 기후탄력성, 과학, 과학기반 적용, 모든 이해관계자, 가치 제고, 정보 기반의 의사결정

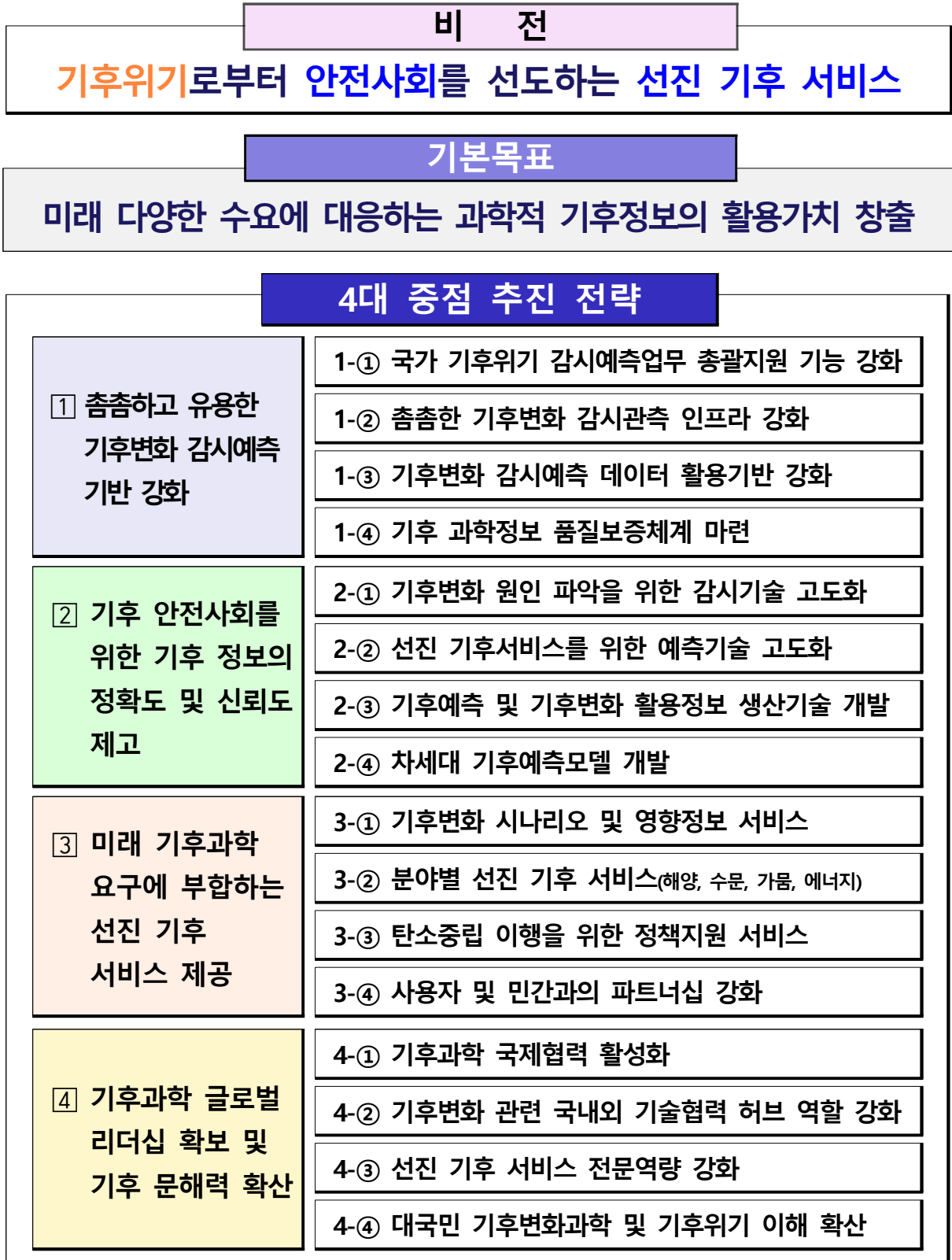
+

3. 미래지향점
지속가능발전, 탄소중립, 국민과 사회안전 기후변화, 기후위기, 선도, 글로벌 리더십, 기후문해력 촘촘한, 개방, 접근성, 조화, 미래 요구, 파트너 요구, 협력, 이해확산

키워드를 고려한 비전(안)	
1안	기후위기 대응을 위한 과학적 기후 서비스
2안	국익과 국민 행복에 기여하는 기후 서비스
최종안	기후위기로부터 안전사회를 선도하는 선진 기후 서비스

2. 비전체계도

<표5-3> 비전체계도



제3절 전략별 세부 추진계획(안)

① 촘촘하고 유용한 기후변화 감시예측 기반 강화	② 기후 안전사회를 위한 기후 정보의 정확도 및 신뢰도 제고	③ 미래 기후과학 요구에 부합하는 선진 기후 서비스	④ 기후과학 글로벌 리더십 확보 및 기후 문해력 확산
1-1. 국가 기후위기 감시예측 업무 총괄지원기능 강화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 총괄지원 업무기능 확대 ○ 법/제도 및 조직기반 조성 ○ 심의기능 강화 ○ 국가기후위기감시예측센터 설립 	2-1. 기후변화 현상 및 원인 파악을 위한 감시기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 원인물질 입체감시위성 기반 사공간변동성 감시기술 개발 ○ 기후변화 영향분석을 위한 배출원 기여도 산출 	3-1. 기후변화 시나리오 및 영향정보 서비스 <ul style="list-style-type: none"> ○ 기후위기 예측 영향정보 개발 및 제공 ○ 기후변화 분석기술 및 기후변화 상황지도 서비스 ○ 이상기후 영향예보 서비스 개발 지원 ○ 시나리오 서비스 제도 추가 	4-1. 기후과학 국제협력 활성화 (기존 4-1과제 + APCC) <ul style="list-style-type: none"> ○ IPCC, UNFCCC 등 기후 분야 국제기구 협력 및 국내 환류 강화 ○ WMO, WCRP, GFCS 등 국제 활동 참여 ○ 국제공동연구, 국제기금사업, 국제기구와의 파트너십 강화 등 ○ 아태지역 기후예측 서비스 경쟁력 강화
1-2. 촘촘한 기후변화 감시관측 인프라 강화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 감시소 안정적 운영 및 최적화 ○ 감시영역 확대 등 감시 관측망 최적화 ○ 위성기반 감시요소 생산 및 수집체계 구축 	2-2. 선진 기후서비스를 위한 기후변화 예측기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 의사결정 지원을 위한 장기 예보 서비스 확대 ○ 신뢰도 향상을 위한 기후예측 시스템 개선 ○ 이상기후 속성 분석 및 표준화 	3-2. 분야별 선진 기후서비스 <ul style="list-style-type: none"> ○ 해양기후변화 시나리오 생체화 기술 ○ 해양기후변화 영향정보 분석 및 생산 ○ 수문기상정보 서비스 확대 ○ 가뭄의 전주기 통합관리 및 콘텐츠 제공 ○ 에너지 분야 기상기후 자원 기술개발(신재생에너지 지원 상세 기상자원지도) 	4-2. 기후변화 관련 국내외 기술협력 허브 역할 강화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 협력 네트워크 구축 ○ 부문별 예측정보 재가공 등 기술지원 ○ 수요자 그룹 구성 ○ 선진 기후융합기술 국내 도입 ○ 물관리 협업체계 강화 ○ 해양기후변화 서비스 및 협력 체계 강화
1-3. 기후변화 감시예측 데이터 활용기반 강화 (통합관리 체계-디지털 데이터 개방) <ul style="list-style-type: none"> ○ 공동활용시스템 구축 ○ 데이터 통합 및 표준화 ○ (NOA) 민간비관측용 시스템 연계 ○ (WMO/NWS) 기후과학과 사회경제과학 등 타 분야 연계 활용 기반 강화 ○ 온라인 기후정보 실효성 강화 	2-3. 기후예측 및 기후변화 활용정보 생산기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 시나리오 활용 기술개발 ○ 데이터 기반 기후예측모델 최적 활용 기술개발 ○ 전지구 기후재난 경보체계 기술개발 ○ 산기술 기반 기후예측 기술 선진화 	3-3. 탄소중립 정책지원 특화 서비스 <ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화영향평가 진단틀 구축 및 기술보급 ○ 지역 기후변화 정보 다원화 및 상세화(지역융합 특화서비스) ○ 지자체 정책지원 및 기후변화 영향평가 제도 운영지원 ○ 시나리오 자료 이해 및 활용 지원(가이드북, 교육 지원) 	4-3. 선진 기후 서비스 역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 장기예보관 육성 ○ AI기술을 활용한 예보관 지원 솔루션 ○ 기후위기 대응 전문인력 양성 (장기교육)(탄소중립 정책지원)
1-4. 기후 과학정보 품질보증체계 마련 <ul style="list-style-type: none"> ○ 내부적으로 강력한 검증 체계 적용 ○ 평가 전문가 집단 또는 평가 전문 기업을 활용한 품질 보증 ○ 예측 정확도 측정을 위한 검증 방법론 개발 ○ 예측역량향상을 위한 연구자 지원체계 구축 	2-4. 차세대 기후예측모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 기후예측모델 개발 상세기획 연구 ○ 사용자와의 공동 설계 및 평가에 기반한 신뢰도 제고 ○ 산업별 특성을 반영한 영향정보 제공을 위한 예측정보 보정 	3-4. 사용자 및 민간과의 파트너십 강화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 사용자 및 파트너(국가, 지자체, 민간기업)의 의사결정 지원 및 협업 강화 (지방정부와 유관기관 정책 지원 및 협업 강화) ○ (사회과학, 경제학 등) 민간 전문가 집단을 활용한 IDSS 제공 개선 ○ 영향정보 연구생태계 활성화 	4-4. 대국민 기후변화과학 및 기후위기 이해 확산 <ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화과학 이해확산 콘텐츠 역량 강화 (기후과학교육 콘텐츠 개발 및 인력양성) ○ 일반국민과 비전문가 대상 다각적 콘텐츠 제공 ○ 기후변화과학 수요자 특성별 맞춤형 전략 강화 ○ 지역 이해확산 프로그램 특화 (학교교육 지도사 및 교육사 자격과정)

제6장

기대효과 및 제언

1. 기대효과
2. 정책제언



제6장 기대효과 및 제언

제1절 기대효과

- 국가적 기후위기 감시 및 예측을 주도하는 조직 효율화 및 인프라 핵심 기반 강화함으로써 탄소중립 달성 지원
 - 기후위기 감시 및 예측 총괄 조직 설립 및 업무를 체계적으로 수행함으로써 기후위기 감시·예측 총괄기관으로서의 위상 향상
 - 기상청이 기후위기 감시·예측 분야의 컨트롤타워로써 범부처 기후위기 감시·예측의 시너지 극대화
 - 공백없는 기후변화 감시체계 구축을 통한 국가 차원의 과학적 기후위기 기반 조성을 통한 의사결정 지원
- 기후위기 대응 및 사회·경제적 피해 최소화를 위한 연구개발 역량 강화
 - 기후위기·탄소중립 대응을 위한 기후변화 현황 및 미래전망 정보 수요 대응 및 기후변화 정책수립을 위한 과학적 근거 제공
 - 다양한 기후변화 과학정보 제공 확대를 통한 기후변화 영향·취약성 평가 등 미래수요 충족
 - 차세대 기후예측시스템 개발을 통해 이상기후 대응능력 향상을 통한 재해 예방 기여
 - 기후변화 원인물질 발생원 추적을 통한 탄소 감축 기회 발견 및 탄소중립 실현 가능성 증대
- 신뢰도 높은 기후서비스 제공을 통해 국가 정책 수립을 위한 과학적 근거 제공하고, 기후위기 대응역량 제고로 이상기후에 의한 재난 방지, 국민 편익 증진 및 사회·경제적 피해 최소화

- 장기전망 기반의 의사결정으로 탄소중립 실현 등 기후위기 대응 실효성 강화
 - 해양기후, 수문기상 등 분야별 과학적 기후정보 생산을 통한 기후재해 예방 기여
 - 수요자 맞춤형 영향정보 제공을 통한 해양기후변화 대응력 제고
 - 수문기상 및 가뭄감시·예측정보 확대·개선 등을 통해 수재해 대응 물관리 기관의 의사결정 지원 및 재해 예방 대책 수립에 기여
 - 기상-물관리 기관과의 공동 대응 체계 지속·강화를 통해 안정적 물관리 및 수재해(홍수·가뭄)로부터 국민 안전 실현
 - 고품질의 다양한 기후위기 정보 서비스를 통한 국가·지자체·공공기관 기후위기 적응대책 수립 및 민간의 기후변화영향평가에 실질적으로 활용
- 국가 차원의 기후변화 대응 및 탄소중립 목표 달성에 기여
- IPCC AR7 적극대응을 통해 기후분야 국제사회 선도하고, 과학적 예측을 통한 기후위기 및 온실가스 감축 정책의 의사결정 지원
 - 수요자별 맞춤 전략 운영으로 기후위기 인식 확산 기반 마련을 통해 시민인식 제고 등 기후리더십 발휘
 - 기후변화과학 국민 참여프로그램 활성화로 이해 확산

제2절 정책제언

1. 기후변화 감시·예측을 통한 탄소중립 시책 기여 방안

□ 필요성

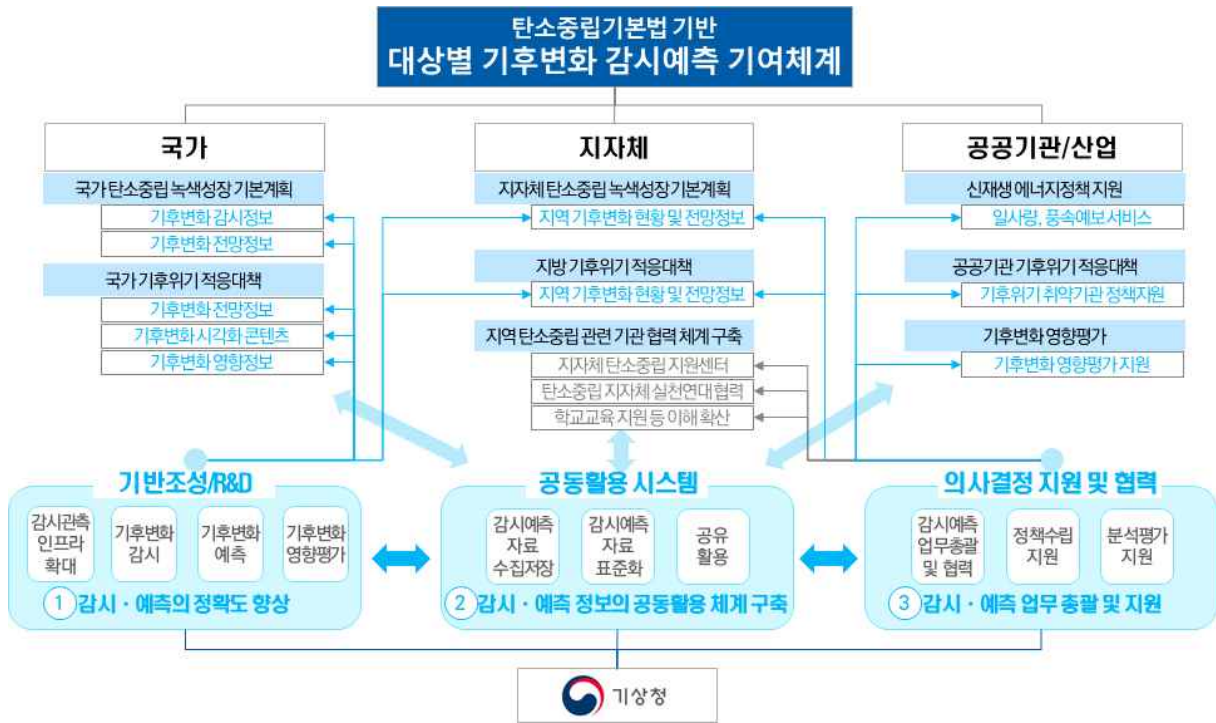
- 탄소중립 이행은 피할 수 없는 흐름으로 전 세계적으로 기후변화 대응 및 탄소중립의 중요성이 높아지고 있는 가운데 국내 탄소중립기본법 시행에 따른 국가 및 지자체 탄소중립과 관련된 특수시책을 지속적으로 발굴하고 지원함으로써 기상청의 선도적 역할 수행 필요

□ 추진근거

- 「탄소중립기본법」에는 기상청의 기후위기의 감시·예측 업무의 총괄·지원 역할 명시
 - 기후위기에 대한 과학적 기반의 예측 등 대응을 기본원칙으로 하며 ‘기후변화 현황 및 전망’이 「국가 탄소중립녹색성장 기본계획」에 포함
 - 기상청의 기후위기의 감시와 미래 예측에 대한 정확도를 향상시키는 기상정보관리체계를 구축·운영 및 기후위기의 감시·예측 업무의 총괄·지원 역할이 명시됨
 - 대기중의 온실가스 농도 변화에 대한 상시 측정 및 조사, 기상현상에 대한 관측·예측·제공·활용 능력 제고
 - ※ 법 37조(기후위기의 감시·예측 등) 및 시행령 제40조 “기상청이 법 제37조제1항에 따른 기상정보관리체계를 구축·운영하고, 기후위기 감시 및 예측 위한 업무를 총괄·지원 (3.25. 제정)”
- 기후위기 감시 및 예측정보는 부처별 정책의 대규모 개발사업이 기후변화로 부터 받는 영향과 기후변화에 미치는 영향의 평가제도 운영을 위한 평가방법 고시 및 매뉴얼 마련(환경부) 지원 중
 - ※ 탄소중립기본법 제23조 및 시행령 제15조에 국립기상과학원이 기후변화 영향 평가 검토기관으로 지정

□ 기후변화 감시·예측 기여 방안

- (감시·예측의 정확도 향상) 기후변화 감시·예측을 위한 인프라 구축 및 기술개발을 통한 정확도 향상
 - (감시·예측 인프라 확대) 지상, 위성, 항공, 드론, 선박 등 입체기후감시 체계 구축, 기후변화 감시영역 확대 등 감시 관측망 최적화, 차세대 기후예측시스템 개발 등을 통한 과학적 감시·예측 정보의 정확도 향상
 - (기후변화 감시 및 예측 기술개발) 기후변화 원인물질 입체감시 자료 확대, 위성기반 기후변화 요소 감시 기술개발, AR7 대비 시나리오 생산기술개발, 기후변화영향평가 진단툴 구축 및 다양한 지역기후모델 검증 등을 통한 국가 및 지자체 의사결정에 필요한 감시·예측 정보 생산 및 서비스 제공
- (감시·예측정보의 공동활용 체계 구축) 부처별 기후·기후변화 감시·예측 정보의 민·관·학 공동활용 체계 구축을 통한 활용 능력 제고
 - (수집·저장) 전세계 기상관측 및 기후자료와 기상청이 보유한 기후예측모델 자료 뿐 아니라 부처별 기후변화 관측·분석 자료를 수집·저장
 - (표준화) 수집·분석된 관측자료 및 공동활용을 위한 자료 표준화(검보정 절차 객관화, 데이터 공개 형식 일원화), 기후변화 예측자료의 공동활용을 위한 표준화(한반도 최적 격자자료 제공)
 - (공동활용 시스템 구축·운영) 감시예측 데이터 표준화 위원회 구성·운영하고 전문가/비전문가(정책결정자, 일반국민 등) 구분하여 데이터/정보를 조회할 수 있도록 공동활용 시스템 구축·운영
- (감시·예측정보 업무의 총괄 및 지원) 기후변화 관련 법령 제·개정 추진, 공동활용체계 구축, 부처간 협력을 통한 업무 총괄 및 지원
 - (기후위기 감시·예측 업무 총괄 및 협력) 국가기후위기 감시·예측센터 설립 추진을 통해 전담조직 및 제도기반을 마련, 공동활용 시스템 정비 및 관계부처 기후변화 감시·예측 협의체 운영
 - (국가/지자체/공공기관 탄소중립 정책 지원) 국가 및 지자체 탄소중립 녹색성장 기본계획 수립 지원, 지자체 및 공공기관 기후위기 적응대책 수립 지원
 - (기후영향평가 분석평가 지원) 수집된 자료를 활용하여 전문가단 구성 및 운영을 통해 분야별(농업, 산업/에너지, 국토/교통, 해양수산, 방재, 건강, 산림, 환경) 원인, 진단, 평가 등 기후변화 보고서 집필, 기후변화 예측자료 상세화를 위한 표준화 방안 마련



[그림6-1] 지자체 탄소중립 관련 계획수립 주요 내용

□ 기후변화영향평가 제도의 시행에 따른 본청 및 지방청의 역할

- 국가 주요 계획·사업에 탄소중립을 내재화하기 위해 기후변화에 미치는 영향이나 기후변화로 인해 받는 영향을 분석·평가하는 ‘기후변화영향평가’ 제도 시행
 - 기존 전략·환경영향평가 대상 중, 온실가스를 다량 배출하거나 기후위기에 취약한 10개 분야의 계획·사업이 대상

제23조(기후변화영향평가) ① 관계 행정기관의 장 또는 「환경영향평가법」에 따른 환경영향평가 대상 사업의 사업계획을 수립하거나 시행하는 사업자는 같은 법 제9조·제22조에 따른 전략환경영향평가 또는 환경영향평가의 대상이 되는 계획 및 개발사업 중 온실가스를 다량으로 배출하는 사업 등 대통령령으로 정하는 계획 및 개발사업에 대하여는 **전략환경영향평가 또는 환경영향평가를 실시할 때, 소관 정책 또는 개발사업이 기후변화에 미치는 영향이나 기후변화로 인하여 받게 되는 영향에 대한 분석·평가(이하 “기후변화영향평가”라 한다)를 포함하여 실시하여야 한다.**

<표6-1> 기후변화영향평가 방법 등에 관한 규정 제정(안) 주요 내용

주요 내용	세부 사항
환경영향평가와의 관계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화영향평가는 환경영향평가에 포함하여 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 환경영향평가 절차 진행 시 기후변화영향평가도 병합하여 진행 ※ 환경영향평가서 제출, 협의 요청 시 기후변화영향평가서도 함께 제출 및 협의. 단, 기후변화영향평가서는 환경영향평가서와 별책으로 제출
평가방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가대상지역의 결정, 기후변화 현황조사, 기후변화영향 예측·분석
온실가스 감축목표 설정 및 적응방안 수립	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가비전, 국가전략, 중장기 국가 감축목표 등을 고려하여 온실가스 감축목표 설정 ○ 예측 및 분석 결과, 평가, 감축목표 등을 토대로 구체적 온실가스 감축 및 적응방안 수립
평가서 작성 방법	<p>[전략환경영향평가 시 기후변화영향평가의 경우]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 평가준비서에 기후변화영향평가 실시 근거, 기후변화·탄소중립 관련 계획 및 정책, 평가항목의 항목별 평가범위 방법·설정관련 내용 포함 ○ 평가서에 기후변화영향평가 실시 근거, 온실가스 감축 및 기후위기 적응을 고려한 계획의 적정성 관련 내용 포함
	<p>[환경영향평가 시 기후변화영향평가의 경우]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 평가준비서에 기후변화영향평가 실시 근거, 기후변화·탄소중립 관련 계획 및 정책, 평가항목의 항목별 평가범위 방법·설정관련 내용 포함 ○ 평가서에 기후변화영향평가 실시 근거, 온실가스 감축 및 기후위기 적응 및 사후환경영향조사계획관련 내용 포함
평가절차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가준비서 작성→평가서 초안 제출→의견수렴→평가서 제출 및 협의
평가항목	<p>[전략환경영향평가 시 기후변화영향평가의 경우]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (온실가스 감축) 온실가스 감축 관련 정책과의 정합성, 감축 전략의 적정성 ○ (기후위기 적응) 기후위기 적응 관련 정책과의 정합성, 적응 전략의 적정성
	<p>[환경영향평가 시 기후변화영향평가의 경우]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (온실가스 감축) 온실가스 배출원 및 흡수원, 배출량 산정방안, 감축목표 및 감축방안 ○ (기후위기 적응) 기후변화 현황·전망, 기후변화 영향 분석방안, 기후위기 취약성·위험성분석 및 적응방안

출처 : 환경부, 기후변화영향평가 방법 등에 관한 규정 제정(안) 행정예고('22.7.26)

- (본청) 분야별 기후변화 원인, 진단, 평가와 평가서 작성 교육
 - 기후변화 현황 및 예측 분석을 위한 시스템 개발 및 운영 지원
 - 분야별 대상 사업의 극한 지후지수 개발
 - 전략영향평가 및 개발사업의 환경영향평가서에 기후변화 기후변화 현황조사, 예측 및 분석, 평가서 구성 및 내용 작성 교육 및 지원
 - 체계적 검토를 위한 협의기관(환경부)과 검토기관 간 업무 협력

- (지방청) 지역별 기후변화 정보 제공 및 평가서 검토 및 자문
 - 지자체 기후변화 상세분석 정보 제공(지역 기후정보업무 지도)
 - AR6 기반기후변화 영향정보 제공
 - 지방청 담당자가 사전 기후분석 자문 및 사후 검토 지원
 - (에너지) 일사, 풍속 등 기후변화 시나리오 활용 신재생에너지 지원

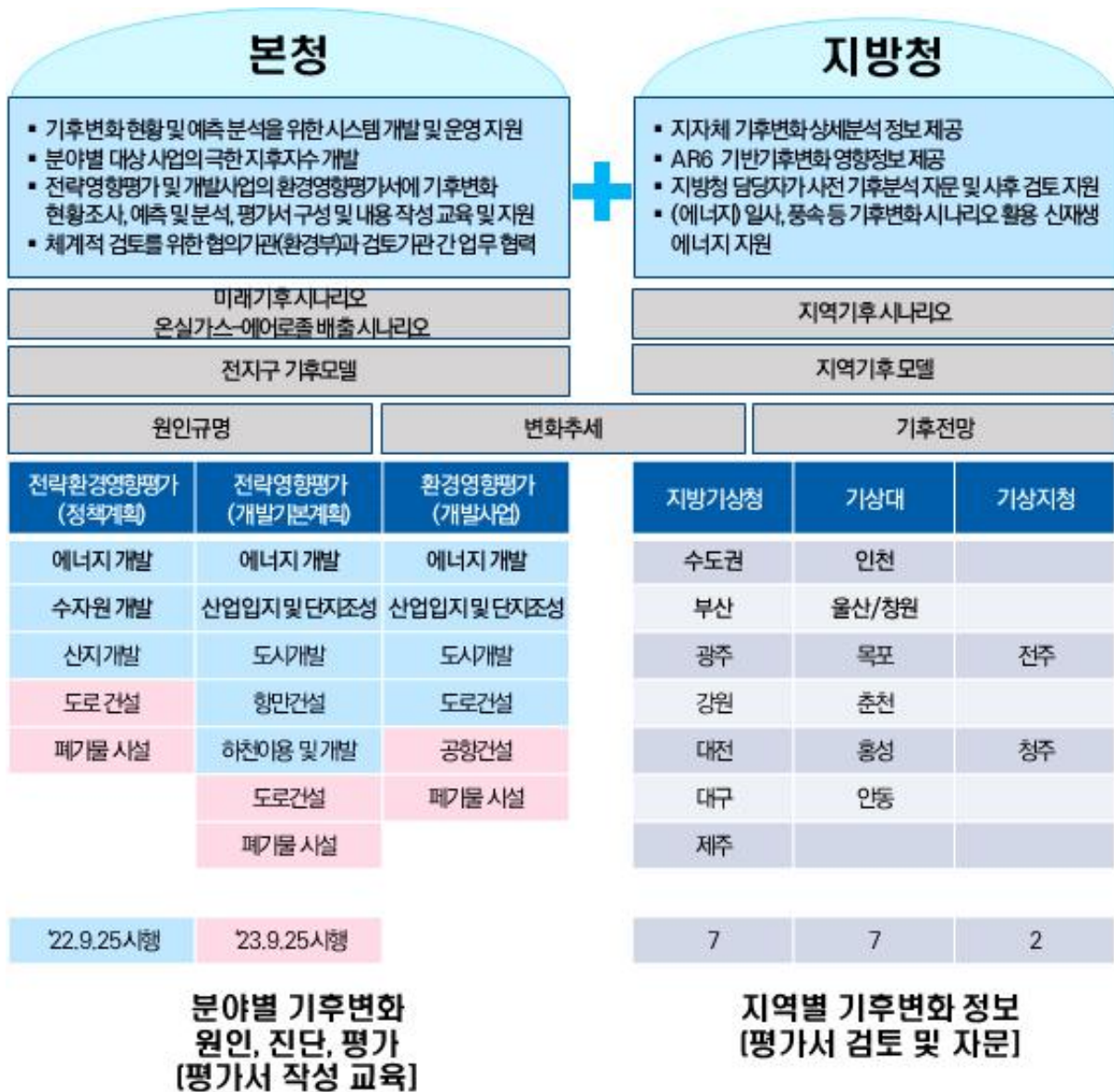


그림6-2 본청 및 지방청의 기후변화영향평가 지원 방안

2. 탄소중립 시책 기여를 위한 신규업무 추진 소요인원

□ 필요성

- 해외 주요국들은 적극적인 기후위기 대응을 위해 다양한 기후변화 감시자료를 수집하고 근미래 기후변화 예측자료를 제공하여 과학적 위기관리를 지원 중
- 탄소중립 관련 정치·사회·경제 환경과 법제도가 변화하고 있으나, 운영 인력이 부족하고 정책지원을 위한 정보를 생산-분석-공동 활용할 수 있는 시스템 기반 미약
- 국가, 지자체 및 공공기관의 탄소중립·녹색성장 기본계획, 기후변화 적응대책이 기후변화에 대한 과학적 예측과 분석에 기반하고, 기후위기에 대한 영향을 포괄적으로 고려될 수 있도록 기후변화 현황 및 전망 자료 체계적 지원 필요
- 특히, 정부부처, 지자체 및 공공기관의 탄소중립을 지원하기 위한 기후위기 감시·예측에 대한 총괄 지원 및 영향평가 검토지원 인력 부재로 탄소중립 기본법에서 명시하고 있는 기상청의 역할을 중심으로 신규업무 추진을 위한 인력 충원이 요구됨

□ 탄소중립 시책 기여 신규업무

- (기후위기 감시·예측업무 총괄·지원) 「탄소중립기본법」 제37조에 명시된 기후위기를 감시, 예측, 제공 및 활용에 대한 관리체계의 구축·운영 이행을 위한 총괄·지원 인력 필요
- 기후위기의 심각한 영향 예방 등을 위한 관련 법령이 제정되어, 기상청은 날씨 외에, 물, 식량 부족, 해양산성화, 해수면 상승, 생태계 붕괴 등에 대한 기후위기 업무의 총괄 및 지원 역할 신규 명시

제37조(기후위기의 감시·예측 등) ① 정부는 대통령령으로 정하는 바에 따라 대기 중의 온실가스 농도 변화를 상시 측정·조사하고 기상현상에 대한 관측·예측·제공·활용 능력을 높이며 기후위기에 대한 감시·예측의 정확도를 향상시키는 기상정보관리체계를 구축·운영하여야 한다.

제40조(기후위기의 감시·예측 등) ① 환경부장관 및 기상청장은 법 제37조제1항에 따라 대기 중의 온실가스 농도 변화를 상시 측정·조사하여 해당 정보를 환경부와 기상청의 인터넷 홈페이지에 각각 공개해야 한다.

② 기상청장은 법 제37조제1항에 따른 기상정보관리체계를 구축·운영하고, 기후위기 감시 및 예측에 관한 업무를 총괄·지원한다.

- (국가/지자체 기본계획 수립 지원) 감시·예측 신규 과제 발굴 등 국가 및 지자체 기후위기 및 탄소중립 기본계획 등에 제공할 수 있는 기후변화 현황 및 전망 정보 제공 및 정책지원을 위한 인력 필요
 - 국가(정부부처 각 분야), 지자체(각 행정구역), 공공기관(농업, 방재, 에너지 등)의 탄소중립 계획 수립에 필요한 기후변화 현황 및 전망 등 과학적 근거 자료 지원
 - 국가 및 지자체 기본계획 수립 시 활용되는 이상기후전망 및 최고·최저기온 장기전망 생산·제공 업무 세분화 및 효율화를 통해 이상기후의 사회경제적 피해경감을 위한 정책 의사결정 지원 인력 보강 필요
 - 기후변화 기후변화과학 이해확산을 위한 교육프로그램 등 유관기관 협력 체계 구축

제10조(국가 탄소중립 녹색성장 기본계획의 수립·시행) ① 정부는 제3조의 기본원칙에 따라 국가비전 및 중장기감축목표등의 달성을 위하여 20년을 계획기간으로 하는 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 “국가기본계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

제11조(시·도 계획의 수립 등) ① 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사 및 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 국가기본계획과 관할 구역의 지역적 특성 등을 고려하여 10년을 계획기간으로 하는 시·도 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 “시·도계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

- (기후변화영향평가 지원) 법 제23조에는 대규모 개발사업이 기후변화 영향 평가를 실시하도록 의무화되어, 주관부처(환경부)와 협력하며 규정 및 지침 등 제도 마련 중이며, 기후변화 현황 및 전망 분야 운영 인력 필요

법 제23조(기후변화영향평가) ① 관계 행정기관의 장 또는 「환경영향평가법」에 따른 환경영향평가 대상 사업의 사업계획을 수립하거나 시행하는 사업자는 같은 법 제9조·제22조에 따른 전략환경영향평가 또는 환경영향평가의 대상이 되는 계획 및 개발사업 중 온실가스를 다량으로 배출하는 사업 등 대통령령으로 정하는 계획 및 개발사업에 대하여는 전략환경영향평가 또는 환경영향평가를 실시할 때, 소관 정책 또는 개발사업이 기후변화에 미치는 영향이나 기후변화로 인하여 받게 되는 영향에 대한 분석·평가(이하 “기후변화영향평가”라 한다)를 포함하여 실시하여야 한다.

시행령 제15조(기후변화영향평가) ⑤ 환경부장관은 법 제23조제3항에 따라 기후변화영향평가 결과를 검토할 때 필요한 경우 다음 각 호의 기관이나 관련 전문가의 의견을 들을 수 있다.

7. 「책임운영기관의 설치·운영에 관한 법률」에 따라 설치된 국립기상과학원

<표6-2> 탄소중립 시책 기여를 위한 신규업무

구분		신규 업무
기후위기 감시·예측업무 총괄·지원	정보 수집·저장	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유관기관 자료 수집 표준화 ○ 자료 수집 저장 제공 등 공동활용 시스템 구축 관리 ○ 기후변화 예측자료 표준 상세화 협의
	분석·평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전문가 자문단구성 운영 실무 ○ 분야별 원인, 진단, 평가 등 기후변화 보고서 집필
	정보 제공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가, 지자체 및 공공기관의 정책 수립 자료 제공 (기후변화 현황 및 전망 정보) ○ 관계부처 합동 국가 기후변화 감시예측 보고서 발간 총괄 ○ 자료 공동활용 시스템 개발·운영 관리
	협력	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제도 마련 및 협의체 운영 총괄 -법령안 제정 및 부처/지자체와 협력 소통
국가/지자체 기본계획 수립 지원	정책 지원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 및 시도/시군구 지자체 탄소중립 기본계획 수립 지원 ○ 국가/지자체/공공기관 기후위기 정책 수립 지원
	정보 제공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가, 지자체 및 공공기관의 정책 수립 자료 제공 (기후변화 현황 및 전망 정보)
기후변화영향평가 지원	정보생산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가대상(9개 분야*)의 극한기후지수 개발 *에너지, 산업입지 및 단지조성, 도시개발, 항만건설, 하천이용 및 개발, 도로건설, 폐기물 시설, 수자원 개발, 산지 개발 ○ 9개 분야 웹 콘텐츠 개발
	교육 및 지원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 영향평가 검토 제도 지원 (평가방법 및 검토 지원) ○ 기후변화 현황 및 전망 자료 활용 교육(지방청 자문 지원)

□ 탄소중립 시책 기여 신규업무 추진 소요인원

- 도출된 신규업무를 추진하고 있는 유사기관 인력을 참고하여 '23년에는 9명, '24~25년 12명, '26~27년 14명의 인력 필요 예상

<표6-3> 탄소중립 시책 기여를 위한 신규업무 추진 소요인원(안)

구분		'23	'24	'25	'26	'27
① 기후위기 감시·예측업무 총괄·지원	정보 수집·저장	2명 (시스템 1 표준화 1)	2명	2명	2명	2명
	분석·평가	2명 (분석평가 1, 보고서발간 및 협력 1)	2명	2명	3명 (분석평가 2, 보고서발간 및 협력 1)	3명
	정보 제공					
② 국가/지자체 기본계획 수립 지원	정책 지원	2명 (국가1, 지자체/공공1)	3명 (국가1, 지자체1, 공공/산업1)	3명	3명	3명
	정보 제공	-	-	-	-	-
③ 기후변화영향평가 지원	정보생산	2명 (분야별정보1, 콘텐츠개발1)	3명 (분야별정보1, 콘텐츠개발2)	3명	4명 (분야별정보2, 콘텐츠개발2)	4명
	교육 및 지원	1명 (교육/자문1)	2명 (교육1, 자문1)	2명	2명	2명
계		9명	12명	12명	14명	14명

*()는 신규업무 및 추가 소요인원 표기

- ※ (유사기관 사례) 국가기후위기적응센터의 경우 국가, 지자체, 공공기관, 기업으로 구분 지원인력 배치(약 9명), 한국기후변화연구원(강원 지역계획 수립 및 대응 지원) 내 탄소중립 및 기후변화 대응업무, 교육 등 관련 인력 배치(약 11명)

<표6-4> [참고] 국가기후위기적응센터 주요 업무별 배치 인력수

전체	국가기후위기 적응대책 지원	지자체 적응대책 지원	공공기관 적응대책 지원	기업 적응 지원	교육/홍보	R&D 등 기타
30명	1명(정)	1명(정)	1명(정)	0.5명(정)	1명	21명
	1명(부)	1명(부)	1명(부)	0.5명(부)	1명	
관련업무	2명	2명	2명	1명	2명	21명

*인력 현황에 대한 공개된 자료가 없어 홈페이지 조직도상 업무별 인력수 추정

<표6-5> [참고] 한국기후변화연구원 주요 업무별 배치 인력수

전체	원장 사무처	탄소배출권 센터	기후정책 연구실	에너지환경 연구실	에너지 사업단	저탄소전략 사업팀
34명	9	7	5	8	3	2
관련업무	-	기후변화 정책개발 기후변화 대응 탄소중립 대응	적응대책수립 기본계획수립	온실가스/탄소중립 정책수립지원(2) 교육/홍보(2)	에너지정책 신재생에너지	(R&D)
	-	3명	3명	4명	1명	

*현원 기준('21.1.1 현재), 여러 업무 겸임으로 조직도상 업무별 인력수 추정

3. 지방정부 역할 지원을 위한 지방(지)청 역할 및 업무 강화

□ 지방정부의 주요 역할

- (탄소중립 녹색성장 기본계획 수립) 광역 및 기초자치단체는 국가 기본계획 수립 후 6개월 내 지역적 특성을 고려하여 10년을 계획기간으로 하는 탄소중립 녹색성장 기본계획을 다음 내용을 포함하여 5년마다 수립·시행하여야 함

제11조(시·도 계획의 수립 등) ① 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사 및 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 국가기본계획과 관할 구역의 지역적 특성 등을 고려하여 10년을 계획기간으로 하는 시·도 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 “시·도계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

제12조(시·군·구 계획의 수립 등) ① 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 국가기본계획, 시·도계획과 관할 구역의 지역적 특성 등을 고려하여 10년을 계획기간으로 하는 시·군·구 탄소중립 녹색성장 기본계획(이하 “시·군·구계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

- 기후변화 현황 분석 및 전망
- 온실가스 배출흡수 현황 및 영향
- 지난 기후변화 대응 정책 평가
- 부문별·연도별 감축목표 및 대책
- 재원조달 방안 및 사회·경제적 비용 분석

- (지방 기후변화적응대책 수립) 광역 및 기초자치단체는 기후위기적응대책과 지역적 특성 등을 고려하여 다음 내용을 포함하여 5년마다 지방기후위기적응대책을 수립·시행해야 함

제40조(지방 기후위기 적응대책의 수립·시행) ① 시·도지사, 시장·군수·구청장은 기후위기적응대책과 지역적 특성 등을 고려하여 관할 구역의 기후위기 적응에 관한 대책(이하 “지방기후위기적응대책”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

- 이전 계획의 성과 및 개선점

- 기후변화 현황 및 전망
- 지역 리스크(기후영향평가, 취약성 평가)
- 세부 이행계획 및 예산

지자체 탄소중립 녹색성장기본계획		지방기후변화적응대책									
<ul style="list-style-type: none"> » 계획기간 10년, 5년 주기 » (시도) 국가기본계획 수립 후 6개월 이내 » (시군구) 시도계획 수립 후 6개월 이내 » 기본계획 수립 후 1개월 이내 환경부에 보고 		<ul style="list-style-type: none"> » 수립시점으로부터 계획기간 5년 » 해당 지자체 관할 행정구역을 기준 » 국가 기후변화 적응대책에서 제시하고 있는 각부문을 기준으로 각 지자체 특성 반영 조정 									
주요 내용	기후변화현황분석및 전망	주요 내용	계획의 개요								
	온실가스배출·흡수 현황 및 영향		이전 계획의 성과 및 개선점								
	지난 기후변화대응정책평가		기후변화현황 및 전망								
	부문별연도별 감축목표 및 대책		지역 리스크(영향평가/취약성평가)								
	재원조달방안및 사회·경제적 비용 분석		세부 이행계획및 예산								
*지자체 탄소중립 기본계획 가이드라인 마련 중(환경부)		<table border="1"> <tr> <td>부문</td> <td>물관리</td> <td>생태계</td> <td>국토/연안</td> <td>농수산</td> <td>건강</td> <td>산업 에너지</td> <td>기후강시 예측평가</td> <td>적응 주류화</td> </tr> </table>	부문	물관리	생태계	국토/연안	농수산	건강	산업 에너지	기후강시 예측평가	적응 주류화
부문	물관리	생태계	국토/연안	농수산	건강	산업 에너지	기후강시 예측평가	적응 주류화			

[그림6-3] 지자체 탄소중립 관련 계획수립 주요 내용

- (탄소중립 지원센터 설치·운영) 법 제28조제1항에 따라 지자체장은 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 지원하기 위하여 탄소중립 지원센터를 설립 또는 지정하여 운영할 수 있으며, 탄소중립 지원센터의 주요 역할은 다음과 같음

제68조(탄소중립 지원센터의 설립) ① 지방자치단체의 장은 지역의 탄소중립·녹색성장에 관한 계획의 수립·시행과 에너지 전환 촉진 등을 통해 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 지원하기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 지역에 탄소중립 지원센터를 설립 또는 지정하여 운영할 수 있다.

- 시·도 계획 또는 시·군·구 계획의 수립·시행 지원
- 지방 기후위기적응대책의 수립·시행 지원
- 지방자치단체별 에너지 전환 촉진 및 전환 모델의 개발·확산
- 그 밖에 해당 지역의 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 위하여 필요한 사항으로서 대통령령으로 정하는 업무
- 지역사회 탄소중립 참여와 인식제고 방안 발굴 및 시행 지원

- 외국의 지방자치단체와의 탄소중립사업 협력
- 지역 탄소중립 관련 조사·연구 등
- 수송, 건물, 폐기물, 농축수산 등 분야별 탄소중립 구축 모델 개발 확산
- 탄소중립 실천연대의 기후위기 대응활동 지원과 지방자치단체 간의 상호협력 증진 활동 지원
- 지역의 탄소중립 정책 추진역량 강화사업 지원지역의 온실가스 통계 산정, 분석을 위한 관련 정보 및 통계의 작성 지원

□ 지방기상청 역할 및 업무강화 방안

- (주요 기능) 지방(지)청의 주요 기능은 다음과 같으며, 탄소중립기본법 시행에 따른 지방(지)청은 지자체 정책수립 및 지원, 자료 이해 및 활용 자문, 지역 특성을 반영한 신규 업무과제 발굴, 학교 교육 및 이해확산에 대한 역할 강화 필요

<표6-6> 기후변화영향평가 방법 등에 관한 규정 제정(안) 주요 내용

부 서 별	주 요 기 능
지방기상청	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관할지역 예·특보의 생산·통보와 방재기상업무 ○ 관할지역 기상관측 및 기상감시와 기후정보업무 지도 ○ 기상관측 장비와 지방종합기상정보망의 운영·관리 ○ 기후정보 생산·보급 및 기상지식의 보급
기상지청	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관할지역 예·특보 생산·통보와 방재기상업무 ○ 관할지역 기후자료 작성 및 지역기후 서비스 ○ 관할지역 기상관측 및 관측표준화 ○ 기후정보 생산·보급 및 기상지식의 보급
기상대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상관측 및 방재기상업무 지원

- (정책수립 및 지원) 지역의 탄소중립 기본계획, 기후변화적응대책 수립 시

반드시 포함되어야 내용과 기후영향평가 제도 시행에 따른 정책수립 및 의사결정 지원을 위한 정보 제공 필요

- 지역별 기후변화 현황 및 전망정보 제공(지역별 기상자원지도 제공, 지역 기후예측모델을 통한 시나리오 제공 등)

- 기후영향평가 평가서 검토 및 자문

- (시나리오 자료 이해 및 활용) 기후변화 현황 및 전망 정보의 제공뿐만 아니라 지자체 정책입안자들이 제공된 정보를 이해하고 활용할 수 있도록 시나리오 활용 자문 및 가이드북 제공

- (권역별/지역별 특성을 반영한 신규 업무과제 발굴) 수도권-수송분야, 부산-수산분야, 지역 재생에너지 생산량 증대 및 활용성 향상 등 지역 특성을 반영한 신규 업무 과제 발굴 및 지역 유관기관과 지속 협력

- ※ 예시) 지역 대설 예측기술개발을 위한 공동연구(대전지방기상청)

- (학교 교육 및 기후행동 실천 확산) 탄소중립 실천 및 기후위기 대응의 중요성을 널리 알리고 학교 교육을 통한 기후변화에 대한 시민의 이해와 관심 제고 확대

- 기후변화 관련 공모전, 전시회 개최 등을 통한 이해 확산

- 기관 간 협력을 통해 환경·기후변화 교육의 공동 발전을 도모

- 기후변화 교육 발전을 위한 인적·물적 인프라 공동 활용과 체험 프로그램 공동개발·활용

- 지역 환경문제에 대한 자문 및 환경·기후변화 교육 활성화 추진

- ※ 예시) 참여형 기후변화 공동캠페인 「우리동네 열지도 그리기」 행사를 통해 학생·가족·단체 등이 직접 거주지 주변의 기온 관측으로 도시지역 열섬현상을 이해하고, 지구 평균기온이 2.0°C이상 상승하지 않도록 생활 속의 실천을 병행하는 기후변화과학 교육프로그램 (수도권기상청)



[그림6-4] 지방기상청 역할 및 업무강화 방안

[참고] She Space 프로그램 사례

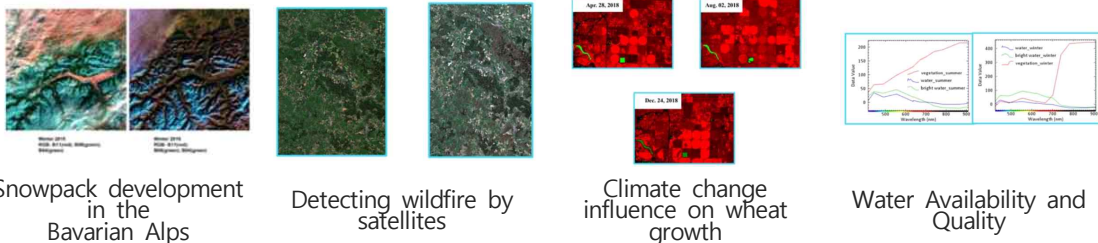
□ She Space 프로그램 개요

- 유엔 지속가능한발전목표(SDGs) 중 목표4(교육의 질 향상), 목표5(성평등), **목표13(기후행동)**, 목표17(이행을 위한 협력)에 근거한 교육프로그램
 - ※ 2018년 이스라엘 벤구리온대학에서 처음으로 시작되었으며, 2019년 브라질, 미국, 독일이 참여하게 되면서 SHE-SPACE International로 확대
- 2019년 4개국(이스라엘, 독일, 미국, 브라질) 33명의 학생이 참가하여 Venus Satellite(이스라엘), Sentinel-2(독일), LandSat-8(미국) 등 각 국가에서 발사한 위성을 활용하여 기후변화 등 지역의 환경문제와 관련된 연구 프로젝트를 수행
 - ※ '22년 현재 한국, 스페인, 토고 참여(KARI 아카데미 우주분야 여성인력 저변확대 사업 추진)

□ She Space 프로그램 내용

- 위성영상을 활용해 해당 지역의 적설량 변화 및 예측, 산불 원인 분석, 밀 생장에 미치는 기후변화 영향 등의 연구수행 과정에서 학생들은 지역의 일기 예보, 태풍, 산불 등 자연재해 측정과 원인을 파악하고 기후 및 환경문제를 해결할 수 있는 아이디어 제시

<학생들의 프로젝트 연구결과>



*자료 : She Space International(EPIF)

참 고 문 헌

□ 문헌자료

- 과학기술&ICT 정책.기술 동향(2021), 국제기구, 글로벌 탄소 가격제 현황 및 트렌드
- 과학기술&ICT 정책.기술 동향(2021), 미국의 대중 기술패권경쟁 정책·입법동향과 시사점
- 과학기술정보통신부 (2021.3), 탄소중립 기술혁신 추진전략 수립
- 관계부처 합동(2022), 2050 탄소중립 추진전략
- 관계부처 합동(2020), 제3차 국가 기후변화 적응대책
- 관계부처 합동(2018), 2017년 이상기후 보고서
- 관계부처 합동(2020), 제3차 국가 기후변화 적응대책
- 기상청(2015), 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 제5차 평가 종합보고서
- 기상청(2016), 제3차 기상업무발전 기본계획
- 기상청(2016), 기상청 연구개발(R&D) 중장기(2018~2027) 발전계획 연구
- 기상청(2021), 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 제6차 평가 종합보고서
- 기상과학국, 2023년 정기직제 요구서
- 녹색기술센터(2020), 2030 기후변화대응 분야 글로벌 메가트렌드
- 농촌진흥청, 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획, 2018
- 농림부, 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020-2024)
- 농림부(2021.8) 농식품 기후변화대응센터 설립 추진계획
- 에너지경제연구원(2021), 해외의 탄소세 운용 동향 및 탄소가격에서의 시사점
- 에너지현안브리프(2021.3), 미국 바이든 행정부 출범:기후변화·에너지정책 변화 영향과 우리나라 대응
- 중국생태환경부(2022), 国家适应气候变化战略2035 국가기후변화적응정책 2035
- 제20대 대통령직인수위원회(2022.5), 윤석열정부 110대 국정과제
- 환경부(2022), 2022년 주요업무 추진계획
- 환경부, 2022년 예산 및 기금운용계획
- 환경부(2019), 제2차 기후변화대응 기본계획
- 해양수산부(2021), 2022년 주요업무 추진계획
- 해수부, 2022년 예산 및 기금운용계획 사업설명서

- 해수부(2018.6), 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2018-2022)
- 해수부(2021.12), 2022년 해양수산과학기술 육성 시행계획
- 행안부, 연도별 재해연보
- European Commission(2020), Fossil CO2 Emissions of All World Countries 2020 Report
- ECWMF Strategy 2021~2030 : The Strength of a Common Goal
- IBK경제연구소(2020), 탄소중립 실현을 위한 탄소세
- IITP(2020), 주요국의 그린 ICT 정책
- JMA(2018), JMA's NWP Strategic Plan Toward 2030
- KDB산업은행 미래전략연구소(2020), 탄소가격제 현황 및 최근 동향
- Met Office Hadley Centre, "Climate Science Roadmap 2020-2030
- NCEP(2022), 2022-2027 STRATEGIC IMPLEMENTATION PLAN
- NOAA(2022), Strategic plan 2022~2026
- NOAA CPO, Strategic plan 2015-2019
- NWS(2019), 2019-2022 STRATEGIC PLAN STATUS UPDATE
- NWS(2020), Regional and Local Climate Services Delivery OPERATIONS DOCUMENT
- OAR strategic plan 2020-2026
- WRI CHINA(2020), ACCELERATING THE NET-ZERO TRANSITION: STRATEGIC ACTION FOR CHINA'S 14TH FIVE-YEAR PLAN
- WMO 재난역학연구센터(CRED) 재난통계자료(EM-DAT)
- WWF Korea(2020), 글로벌 기후위기 대응: 재생에너지 확대를 중심으로

□ 홈페이지

- 미국 NOAA <https://www.noaa.gov/>
- 미국 NWS <https://www.weather.gov/>
- 영국 기상청 <https://www.metoffice.gov.uk/>
- 중국 기상청 <https://www.ncc-cma.net/Website/index.php?NewsID=11025>
- 일본 기상청 <https://www.data.jma.go.jp/multi/index.html?lang=jp>
- 국가기후위기적응센터 공식 사이트

