

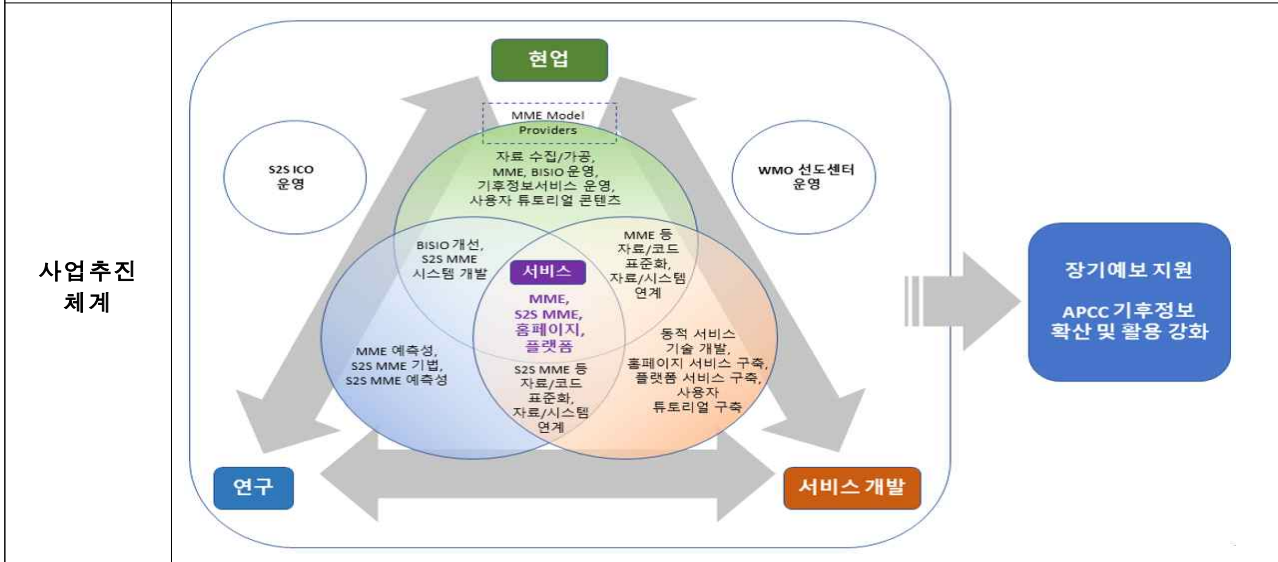
APCC 사업실명제 사업내역서

(담당자 : 예측운영과, 강종욱 / 051-745-3932, jjomhe@apcc21.org)

사업실명제 등록번호	2023-1	사업명	I. APCC 기후정보 활용성 강화를 위한 고해상도 MME 계절내-계절예측 시스템 기반구축 및 웹 콘텐츠 다양화
사업배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ APCC는 효율적 현업운영을 위해 3차년도(2018~2020)에 걸쳐 설립 초기에 개발된 자동예측 시스템(AFS) 개선이 이루어졌으며, 2019년 새로운 서버 도입 및 개선된 AFS의 운영으로 현업 효율성이 증가 되고(운영시간 49% 감축) 이로써 예측정보 제공시기를 앞당길 수 있었음(25일->20일). 그리고 2021년에는 고해상도 MME¹⁾ 계절예측시스템을 구축하고 2022년부터 현업화를 추진하여 MME 예측정보의 활용성 및 경쟁력 강화에 노력하고 있음. ○ APCC는 2011년부터 MME 전문 기술력을 바탕으로 기상청과 함께 WMO 장기예보 선도센터를 운영하여 WMO 회원국의 요구에 부합하는 고품질 기후예측 서비스를 제공하고 있음. 또한 기후예측 분야 국제 협력에서 국제적 위상 확보와 협업체계 구축을 위해 WMO S2S(Subseasonal-to-Seasonal prediction) 국제조정사무소(ICO, International Coordination Office)를 운영함과 동시에 IPCC, 지역기후포럼 등의 국제회의에 참석하여 기후분야 전문가 그룹과 지속적으로 소통하고 있음. ○ 세계유수 현업기관과의 차별성/경쟁력 확보 및 APCC 기후예측정보의 활용성 제고를 위해 고해상도 MME 계절예측 정보제공 및 기후정보 콘텐츠 고도화와 함께 계절내-계절예측(S2S)으로의 예측시간 규모 확장과 이에 따른 서비스 시스템 구축이 필요함. ○ 2차년도('23)에는 고해상도 MME 계절내예측시스템 개발을 위한 운영 기반체계를 구축하여 계절내예측 분야의 역량을 강화하고, 동적 기후정보 웹 콘텐츠 구현을 통해 선진 기후정보 시스템 구축 및 활용 확산을 도모함. 		
사업기간	○ 2023. 1. 1. ~ 2023. 12. 31.		
사업목표	○ 1차년도('22)	고해상도 MME 계절예측시스템 생산체계 구축 및 신규 웹 콘텐츠 구성 계획 수립	
	○ 2차년도('23)	고해상도 MME 계절내예측시스템 운영 기반체계 구축 및 신규 홈페이지 기후정보서비스 이관	
	○ 3차년도('24)	고해상도 MME 계절내-계절예측시스템 기반기술 확보 및 신규 웹 콘텐츠 다양화	
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ MME 계절예측시스템 운영 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 저해상도/고해상도 MME 계절예측시스템 운영 · 매월 3/6개월 예측정보 제공, 현안 대응, 신규/개선 모델 참여에 따른 시스템 개선, 참여기관 및 사용자 피드백 · 고해상도 관측자료 전처리시스템 및 고해상도 기후예측 검증시스템 구축 - 기후감시시스템 운영(주평균/월평균/계절평균 기후감시 정보 제공(매주/매월), 가뭄지수(SPI) 및 기후관련 지수 정보 제공(매월)) - 동아시아 지역 확률계절예측시스템 운영(매월 3/6개월 동아시아 지역 확률계절예측정보 제공, 현안 대응 등) - 기후전망 개선(가독성/가시성을 높일 수 있는 지역별 예측 서술 방식으로 전환 및 디자인 변경, 홈페이지 내 기후전망 문서 아카이브 구축) ○ BS/ISO²⁾ 계절내예측시스템 운영 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - BSISO 계절내예측정보 제공(매일, 5~10월) 및 현안 대응 - 신규/개선 모델 참여에 따른 시스템 개선, 참여기관 및 사용자 피드백 등 ○ APCC 자체예측모델(SCoPS³⁾) 운영 및 예측정보 제공 <ul style="list-style-type: none"> - SCoPS 계절예측정보 제공(매월, 3/6개월) 및 현안 대응 - 기상청 슈퍼컴 5호기를 활용한 SCoPS 계절예측 운영체계 구축 ○ 산불예측시스템 운영 및 지역확장 <ul style="list-style-type: none"> - 산불예측시스템 운영 및 예측정보 제공(인도네시아: 매월, 4월~7월, 말레이시아: 매월, 10월~1월) - 지역확장 서비스를 위한 홈페이지 개편 - 입력자료 개선(Climatology 변경을 위한 입력자료 조사 수집 및 전처리 / Climatology 비교 검증을 통한 입력자료 선정 / 입력자료 수집 시스템 구축 및 자동화) 		

사업실명제 등록번호	2023-1	사업명	I. APCC 기후정보 활용성 강화를 위한 고해상도 MME 계절내-계절예측 시스템 기반구축 및 웹 콘텐츠 다양화
------------	--------	-----	--

- 신규 홈페이지 구축을 위한 기후정보 웹 콘텐츠 구현
 - 신규 홈페이지용 동적 기후정보 웹 콘텐츠 디지털 자료(csv 자료 생산 등) 생산 시스템 구축
 - 신규 홈페이지용 정적/동적 기후정보 웹 콘텐츠 생산 및 적용 테스트(기후감시, 3/6개월 MME 예측정보, 3개월 rolling MME 예측정보(예, JFM, FMA, MAM) 등)
- MME 계절예측 특성 고려한 기온 계절예측 보정 및 현업활용 기반 마련
 - MME 기온의 계절예측 경향과 실제 기후변화 고려한 기온 예측 보정 방법 개발
 - 현업에 활용할 수 있는 기반 마련(매월 생산하는 계절예측 현업에 적절한 정보 제공할 수 있는 자동화 프로그램 개발)
 - MME 기온 예측 보정 방법 보고서 작성
- 고해상도 MME 계절내예측시스템 개발을 위한 기반체계 구축
 - 제5차 모델제공기관회의(MPM) 개최 및 협력체계 구축
 - MME 계절내예측 운영 기반체계 구축(개별모델 daily 자료처리 기술분석 및 전처리 등 운영 기반체계 구축 / 국내외(WMO, 유관기관 등) 계절내예측 방법론 및 기술 조사)
 - SCoPS 계절내예측자료 생산을 위한 기반체계 마련(타기관 S2S 모델 구동 방안 조사, 생산 주기, 기간, 양상불 수 등 전처리 체계 구축)
- 기후분야 국제협력 및 정책지원
 - WMO 장기예보 선도센터 운영 실무 및 개선 지원
 - WMO S2S 국제조정사무소(ICO, International Coordination Office) 운영
 - IPCC 등 기후분야 국제회의의 참석 및 정부대표단 활동



사업추진 계획	상세 연구추진 계획				
	1/4	2/4	3/4	4/4	
A. MME 계절예측시스템 운영 및 개선					
매월 3/6개월 예측정보 제공, 현안 대응 등					
고해상도 관측 및 검증시스템 구축					
기후감시시스템 운영					
동아시아 지역 확률계절예측시스템 운영					
기후전망 개선					
B. BSISO 계절내예측시스템 운영 및 개선					
BSISO 계절내예측정보 제공(매일, 5-10월) 및 현안 대응					
C. APCC 자체예측모델(SCoPS) 운영 및 예측정보 제공					
SCoPS 계절예측정보 제공 (매월, 3/6개월) 및 현안 대응					
기상청 슈퍼컴 5호기를 활용한 SCoPS Hindcast 생산 및 평가					
D. 산불예측시스템 운영 및 입력자료 개선					
산불예측시스템 운영 및 예측정보 제공(매월, 4~7월, 10~12월)					
산불예측시스템 확장을 위한 홈페이지 개발					
Climatology 입력자료 수집 시스템 구축 및 자동화					

사업실명제 등록번호	2023-1	사업명	I. APCC 기후정보 활용성 강화를 위한 고해상도 MME 계절내-계절예측 시스템 기반구축 및 웹 콘텐츠 다양화																																																																																								
			<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">상세 연구추진 계획</th> <th style="text-align: center;">1/4</th> <th style="text-align: center;">2/4</th> <th style="text-align: center;">3/4</th> <th style="text-align: center;">4/4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">E. 신규 홈페이지 구축을 위한 기후정보 웹 콘텐츠 구현</td> </tr> <tr> <td>동적 기후정보 웹 콘텐츠 디지털 자료 생산 시스템 구축</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>정적/동적 기후정보 웹 콘텐츠 생산 및 적용 테스트</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">F. MME 기온의 계절예측 보정</td> </tr> <tr> <td>기온 보정 방법 구현 및 예측력 실험</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>기온 보정 결과 비교 및 선정</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>매월 계절예측 기온 보정 자동생산 프로그램 개발</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>매월 계절예측 기온의 보정 결과 비교</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">G. 고해상도 MME 계절내예측시스템 개발을 위한 운영 기반체계 구축</td> </tr> <tr> <td>제5차 모델제공기관회의(MPM) 개최</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>개별모델 daily 자료처리 기술분석 및 운영 기반체계 구축</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>SCoPS 계절내예측자료 생산을 위한 기반체계 마련</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">H. 기후분야 국제협력 및 정책지원</td> </tr> <tr> <td>WMO 장기예보 선도센터 운영 실무 및 개선 지원</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>WMO S2S ICO 운영</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>IPCC 등 국제회의 참석, 정부대표단 활동</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>				상세 연구추진 계획	1/4	2/4	3/4	4/4	E. 신규 홈페이지 구축을 위한 기후정보 웹 콘텐츠 구현					동적 기후정보 웹 콘텐츠 디지털 자료 생산 시스템 구축					정적/동적 기후정보 웹 콘텐츠 생산 및 적용 테스트					F. MME 기온의 계절예측 보정					기온 보정 방법 구현 및 예측력 실험					기온 보정 결과 비교 및 선정					매월 계절예측 기온 보정 자동생산 프로그램 개발					매월 계절예측 기온의 보정 결과 비교					G. 고해상도 MME 계절내예측시스템 개발을 위한 운영 기반체계 구축					제5차 모델제공기관회의(MPM) 개최					개별모델 daily 자료처리 기술분석 및 운영 기반체계 구축					SCoPS 계절내예측자료 생산을 위한 기반체계 마련					H. 기후분야 국제협력 및 정책지원					WMO 장기예보 선도센터 운영 실무 및 개선 지원					WMO S2S ICO 운영					IPCC 등 국제회의 참석, 정부대표단 활동				
상세 연구추진 계획	1/4	2/4	3/4	4/4																																																																																							
E. 신규 홈페이지 구축을 위한 기후정보 웹 콘텐츠 구현																																																																																											
동적 기후정보 웹 콘텐츠 디지털 자료 생산 시스템 구축																																																																																											
정적/동적 기후정보 웹 콘텐츠 생산 및 적용 테스트																																																																																											
F. MME 기온의 계절예측 보정																																																																																											
기온 보정 방법 구현 및 예측력 실험																																																																																											
기온 보정 결과 비교 및 선정																																																																																											
매월 계절예측 기온 보정 자동생산 프로그램 개발																																																																																											
매월 계절예측 기온의 보정 결과 비교																																																																																											
G. 고해상도 MME 계절내예측시스템 개발을 위한 운영 기반체계 구축																																																																																											
제5차 모델제공기관회의(MPM) 개최																																																																																											
개별모델 daily 자료처리 기술분석 및 운영 기반체계 구축																																																																																											
SCoPS 계절내예측자료 생산을 위한 기반체계 마련																																																																																											
H. 기후분야 국제협력 및 정책지원																																																																																											
WMO 장기예보 선도센터 운영 실무 및 개선 지원																																																																																											
WMO S2S ICO 운영																																																																																											
IPCC 등 국제회의 참석, 정부대표단 활동																																																																																											
사업성과, 활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예상성과 <ul style="list-style-type: none"> - MME 기후예측정보 및 기후전망 제공 · MME 기후예측정보: 저해상도/고해상도 MME 계절예측, 동아시아 지역 확률계절예측, BSISO 예측, 산불예측, 기후감시/검증 등 - 고해상도 관측자료 전처리 및 MME 검증 시스템 - 계절내예측 수집자료(또는 가용자료) 기반 전처리 체계 및 기술분석 결과 보고서 - 신규 홈페이지의 동적/정적 웹 콘텐츠 제공 - 현업 운영 매뉴얼, APCC Annual Report 등 - MME 계절예측에서 온난화 보정된 기온 예측 자료 ○ 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> - 현업운영 시스템화를 통한 안정적인고 효율적인 기후정보 제공 - MME 계절 예측성 향상을 통한 기상청 장기 예보 지원 강화 - 고해상도 MME 예측정보 제공을 위한 참여모델 확대 및 모델정보 개선 독려 - MME 기온 계절예측 보정 결과의 기상청 계절예측 또는 동아시아 지역 예보에 활용 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - MME 계절내-계절(S2S) 예측정보 제공을 통한 기상청 장기에보 지원 강화 및 MME 경쟁력 확보 - 동적 기후정보서비스를 통한 사용자 편의성, 활용성 등 지원 강화 - WMO 장기예보선도센터 계절예측 MME 활용성 증대 및 국내외 네트워크 강화 																																																																																										
사업수행자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선임연구원 : 송봉근(PI), 김유진, 김형진, 민영미 ○ 연구원 : 이현주, 임아영, 임창묵, 정다은, 정임국, 최재원 																																																																																										
2022년 추진실적	<ul style="list-style-type: none"> ○ MME 계절예측시스템 운영 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 저해상도(2.5도) MME 계절예측시스템 운영 · 저해상도(2.5도) MME 예측정보 생산 및 조기 제공(20일→15일) - 기후감시시스템 운영 · 주평균/월평균/계절평균 기후감시 정보 제공(매주/매월) 및 가뭄지수(SPI) 제공(매월) - 신규 홈페이지 구축을 위한 기후정보 웹 콘텐츠 구성 계획 수립 ○ 개별예측모델 및 MME 온도의 계절예측 경향 및 특성분석 <ul style="list-style-type: none"> - MME 개별예측모델 온도의 계절예측 경향 분석 · 개별예측모델 온도 계절예측 경향 분석 · 개별예측모델 경향 분석을 활용한 보정 제안 및 개별예측모델 분석 보고서 작성 - MME 온도 계절예측의 경향 및 특성분석 · MME hindcast(과거예측)/forecast(실시간예측) 기간 예측 경향 분석 · MME와 개별예측모델의 계절예측 경향 및 특성 비교, MME 분석 보고서 작성(12월) ○ BSISO 계절내예측시스템 운영 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - BSISO 계절내예측시스템 운영 																																																																																										

사업실명제 등록번호	2023-1	사업명	I. APCC 기후정보 활용성 강화를 위한 고해상도 MME 계절내-계절예측 시스템 기반구축 및 웹 콘텐츠 다양화
<ul style="list-style-type: none"> · BSISO 계절내예측정보 제공(매일, 5~10월) 및 신규/개선 모델 참여에 따른 시스템 개선 - BSISO 계절내예측시스템 개선 및 통합 구동시스템(감시-예측-검증-영향장) 구축, 매뉴얼 작성(11월) ○ APCC 자체예측모델(SCoPS) 운영 및 예측정보 제공 <ul style="list-style-type: none"> - SCoPS 계절예측정보 제공(매월, 3/6개월) - 기상청 슈퍼컴 5호기를 활용한 SCoPS 운영체계 구축 및 환경 변경에 따른 SCoPS 안정성 평가 ○ 고해상도(1도) MME 계절예측시스템 현업화 <ul style="list-style-type: none"> - 고해상도 MME 계절예측시스템(전처리/예측) 구축 및 현업 운영 · 고해상도 예측정보 홈페이지 게시 및 MME 계절예측시스템 운영매뉴얼 작성(9월) ○ 동아시아 지역 확률계절예측시스템 현업화(6월) 및 확률계절예측정보 생산(매월, 6월~) ○ 산불예측시스템 운영 및 지역확장 <ul style="list-style-type: none"> - 산불예측시스템 운영 및 예측정보 제공(매월, 4~7월) - 산불예측 대상지역(말레이시아) 확장을 통한 시스템 개선 ○ 기후분야 국제협력 및 정책지원 <ul style="list-style-type: none"> - WMO 장기예보 선도센터 계절/계절내 예측자료 생산 및 제공 - WMO 장기예보 선도센터(wmolc.org) 및 GPC 서울 홈페이지 운영 - GFCS 발간 지원(매월) 및 WMO 지역기후포럼 맞춤형 기후예측자료 제공 - WMO S2S 국제조정사무소(ICO, International Coordination Office) 운영 - IPCC 등 기후분야 국제회의 참석 및 정부대표단 활동 			

1) MME (Multi-Model Ensemble, 다중모델앙상블) : APEC기후센터는 전 세계 11개국 15개의 우수한 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측모델의 예측정보를 다중모델앙상블(MME) 기법을 활용하여 신뢰성 있는 장기기후(계절) 예측 정보를 아시아-태평양 지역에 제공하고 있음. 다중모델 앙상블(MME) 기법은 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측 모델의 예측정보를 통합하여 오차를 제거함으로써 기후예측의 정확도를 높이는 기법임.

2) BSISO (Boreal Summer Intraseasonal Oscillation, 여름철 계절내진동) : 15일에서 60일의 주기로 인도양에서 발생하여 점진적으로 동진함과 동시에 다양한 구조를 갖고 북진하여 아시아지역의 여름 몬순 시작과 대기순환, 날씨에 영향을 주는 대류현상.

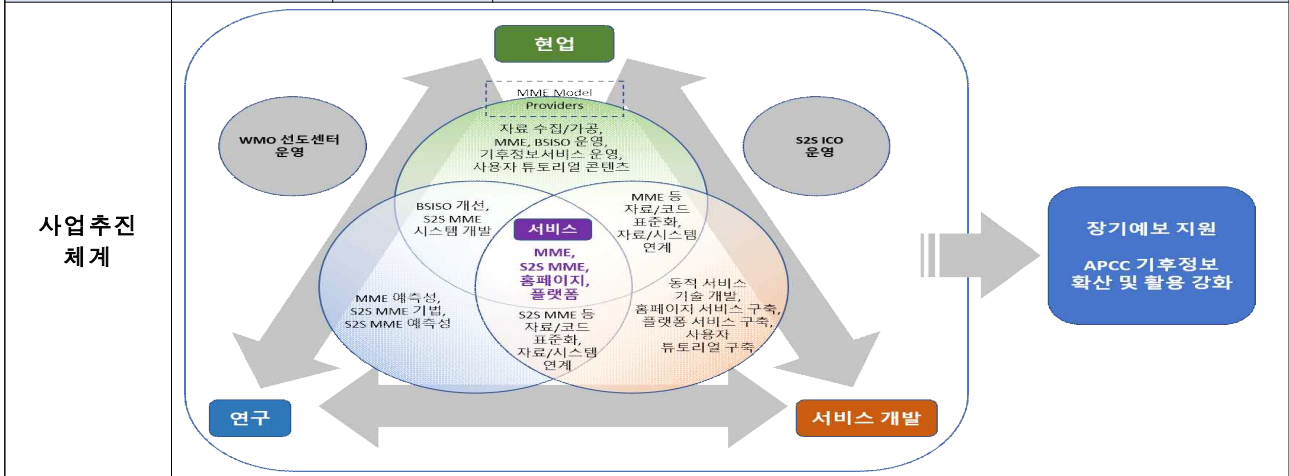
3) SCoPS (Seamless Coupled Prediction System) : APCC에서 자체 운영 중인 전구 계절예측모델.

APCC 사업실명제 사업내역서

(담당자 : 예측운영과, 강종욱 / 051-745-3932, jjomhe@apcc21.org)

사업실명제 등록번호	2023-2	사업명	II. APCC 동적 기후정보서비스 시스템 구축
사업배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ APCC는 세계 유수 현업기관 및 연구기관의 다양한 전지구모델을 활용한 기후예측시스템을 구축하여 매일 홈페이지와 기후서비스 플랫폼을 통해 기후감시 정보와 계절예측 및 검증정보를 제공하고 있음. ○ 또한, APCC는 아태지역의 기후정보 활용 강화를 위해 서비스 중인 다양한 기후정보서비스들을 단계적으로 플랫폼으로 통합하고 해당 플랫폼 서비스를 확대/시행 중에 있음. 2019년에는 기존의 기후자료제공서비스(ADSS)를 대체할 데이터 중심의 서비스 플랫폼을 개발하였고 2020년에는 온라인 기후정보응용도구(CLIK)의 사용자 맞춤형 계절예측, 검증정보생산 서비스 및 기후자료 처리서비스를 포함한 기후자료 제공서비스 플랫폼을 구축하였음. 2021년에는 CLIK의 상세화 기법을 추가적으로 플랫폼화하고 마스킹 정보를 활용한 지역 자료 추출 등 실제 APCC에서 제공되는 대부분의 기후정보서비스의 통합을 추진하였음. ○ 그러나 새로운 기후정보의 증가와 사용자 중심의 서비스 요구에 따라 해당 서비스들의 편의성과 활용성 확대를 위한 동적 기후정보서비스의 기반기술 확보와 함께 각 서비스에 대한 교육(예, 튜토리얼 서비스) 지원의 필요성이 대두됨. 동적 기후정보서비스는 온라인 웹 상에서 사용자가 선별적으로 정보를 선택 및 표출할 수 있고 종합적인 정보를 획득할 수 있는 장점이 있음. 그리고, 동적 기후정보서비스 기반 기술 및 매쉬업 기술을 통해 현재 사용자층과 함께 기후관련 지식이 별로 없는 일반인을 대상으로 이해하기 쉬운 내용만을 담은 사용자 맞춤형 기후예측 정보제공 전환이 하나의 서비스를 통해 제공하도록 구축 가능함. ○ 2차년도('23)에는 APCC 기후정보서비스 사용자 지원 확대 및 해당 성과의 활용도를 높이기 위해 기후서비스 플랫폼 Open API 및 온라인 튜토리얼 서비스를 강화하고 플랫폼 동적 표출 기술을 적용한 APCC 기후예측 정보제공 홈페이지를 구축하고자 함. 		
사업기간	○ 2023. 1. 1. ~ 2023. 12. 31.		
사업목표	○ 1차년도('22)	[서비스 운영] 운영 계획을 기반으로 한 APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 및 개선 [사용자 지원] 사용자 인증 편의 확대 및 온라인 튜토리얼 서비스 구축을 통한 APCC 기후정보서비스 사용자 지원 강화 [동적 기후정보서비스 구축] 동적 기후정보서비스 시스템 기반 기술 확보 및 설계	
	○ 2차년도('23)	[서비스 운영] 운영 계획을 기반으로 한 APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 [사용자 지원] 기후서비스 플랫폼 기반 Open API 및 온라인 튜토리얼 서비스 강화를 통한 APCC 기후정보서비스 사용자 지원 확대 [동적 기후정보서비스 구축] 동적 표출 기술을 적용한 감시/예측/검증 정보 제공 홈페이지 구축, 홈페이지/ 기후서비스 플랫폼 통합 기반 마련, 동적 표출 기술을 이용한 사용자 맞춤형 기후예측정보 시범 제공	
	○ 3차년도('24)	[서비스 운영] 운영 계획을 기반으로 한 APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 [사용자 지원] 기후서비스 플랫폼 기반 Open API 패키지 구축을 통한 APCC 기후정보 서비스 사용자 지원 다변화 [동적 기후정보서비스 구축] 동적 기술 기반의 원스톱 기후정보서비스 구축 및 기관 홈페이지와 통합, 동적 표출 기술을 이용한 사용자 맞춤형 기후예측정보 정식 서비스	
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ APCC 기후정보서비스 운영 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 기후정보서비스의 안정적 운영 - 기후서비스 플랫폼을 통한 재분석자료 제공 서비스 확대 - 기후서비스 플랫폼 기반 Open API 강화 - 기후정보서비스 튜토리얼 서비스 강화 ○ 동적 기후정보서비스 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 동적 표출 기술을 적용한 감시/예측/검증 정보 제공 홈페이지 구축 - 기후서비스 플랫폼 동적 매쉬업* 서비스 원형 구축 및 홈페이지/기후서비스 플랫폼 통합 기반 마련 - 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 서비스 개발 및 시범 서비스 		

사업실명제 등록번호	2023-2	사업명	II. APCC 동적 기후정보서비스 시스템 구축
------------	--------	-----	----------------------------



사업추진 계획	상세 연구추진 계획				
	1/4	2/4	3/4	4/4	
A. APCC 기후정보서비스 운영 및 개선					
APCC 기후정보서비스 (홈페이지, 기후서비스 플랫폼 등)의 안정적 운영					
보안취약점 개선 및 모니터링					
기후서비스 플랫폼을 통한 재분석자료 제공 확대					
기후서비스 플랫폼 기반 Open API 강화					
기후정보서비스 튜토리얼 서비스 강화					
B. 동적 기후정보서비스 시스템 구축					
동적 표출 기술을 적용한 홈페이지 구축					
기후서비스 플랫폼 동적 매쉬업 서비스 구축					
홈페이지/기후서비스 플랫폼 통합 원형 개발					
사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 서비스 개발					
사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 시범 서비스					

사업성과, 활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예상성과 <ul style="list-style-type: none"> - 플랫폼 기반 동적 기후정보서비스 ('23) - APCC 기관 홈페이지내 기후정보 동적 표출 서비스 ('23) ○ 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> - APCC 기후정보서비스 운영계획 마련 및 월간 정기 운영보고를 통한 안정적이고 체계적 운영 - APCC 통합인증서비스 재구축을 통한 사용자 편의성 향상으로 기후정보 접근경로 개선 - 온라인 사용자 튜토리얼 서비스를 구축하여 APCC 기후정보서비스 홍보 및 사용자 역량강화 - 동적 기후정보서비스 구축을 통해 사용자의 기후정보 활용성 강화 - APCC 기관 홈페이지와 동적 기후정보서비스의 통합을 통해 일관된 기후정보 전달채널 확보 - Open API 패키지 및 매쉬업 서비스를 통한 기후정보 활용방안 다변화 및 사용자 참여 기후정보 창출 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 고객지원(Help Desk) 전문화, 기후정보 접근경로 다변화, 사용자 역량강화 및 일관된 기후정보 전달채널 확보를 통해 기후정보서비스 접근 편의성, 정보제공 강화 - 기후예측/검증자료의 생산/가공/제공 기후서비스 플랫폼을 통한 국내 민간/공공기관 및 아태지역 지원 - APCC 기후예측워크숍 및 회의/학회 참여를 통한 기술 확산 및 활용성 강화, 국내외 APCC
-------------------	--

사업실명제 등록번호	2023-2	사업명	II. APCC 동적 기후정보서비스 시스템 구축
	위상 제고 - 플랫폼 기술을 통한 APCC 기후정보서비스 운영 안정성, 확장성, 예산 절감 기대 - 매쉬업 서비스 구축 및 기관 홈페이지와 기후정보서비스 통합으로 사용자 참여 기후정보 창출을 포함한 APCC 기후예측정보 활용성 강화		
사업수행자	○ 선임연구원 : 이현록(PI) ○ 연구원 : 김상철, 신지현, 정주형, 최재원		
2022년 추진실적	○ 기후정보서비스의 안정적 운영 및 개선 - APCC 기후정보서비스의 안정적 운영·관리 · 기후정보서비스 운영계획에 따른 정기 점검(매월), 기후정보서비스 보안취약점 개선 및 기후정보서비스 모니터링 시스템 운영 - 기후서비스 플랫폼을 통한 ERA5 재분석자료 신규 제공(6월~) - 사용자 지원서비스(Help Desk) 체계 강화 - 사용자 인증 편의 확대를 위한 통합인증 개선 구축 · 위탁연구 추진(소프트웨어 용역사업) - 기후서비스 통합플랫폼 온라인 사용자 튜토리얼 서비스 구축 및 시행(12월) ○ 동적 기후정보서비스 기반 설계 - 동적 기후정보서비스 기반 기술 활용을 위한 플랫폼 원형 구축 · 신규 홈페이지 구축을 위한 기술 요구사항 및 계획 수립		

APCC 사업실명제 사업내역서

(담당자 : 예측운영과, 강종욱 / 051-745-3932, jjomhe@apcc21.org)

사업실명제 등록번호	2023-3	사업명	III. 장기에보 개선을 위한 예측정보 통합 방안 개발
사업배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 APCC-기상청의 협력체계를 바탕으로 하되, 장기에보에 있어 APCC만의 역할 영역을 더욱 확대할 필요가 있으며, 이를 위해서는 현업 장기에보 실무 예측기술을 개선하고, 기 개발된 기술 또는 개선된 기후정보(예측성이 좋은 정보)를 선별, 가공하여 객관화된 예측정보를 생산할 수 있는 기반을 마련하고자 함. ○ 이는 장기에보 현업기관(기상청)과 장기에보 기술 등의 연구개발을 하는 여타 R&D 과제들과는 차별화되는 것으로써, 지속적인 국내 장기에보 생산 및 실무 예측기술 개선 및 활용을 통해 국내 장기에보를 개선하는데 기여하고자 함. ○ APCC <i>MME</i>¹⁾와 기상청 현업모델의 성능은 <i>ECMWF</i>²⁾ 모델에 버금가는 좋은 성능을 보이고 있지만, 우리나라를 포함한 중위도 지역의 기후에 대한 정확한 장기에보는 여전히 어려우며 특히 여름철 강수의 예측성은 현저히 낮게 나타나고 있다. 특히, 계절내 예측(3주~6주) 기술개발을 통해 예측사각지대를 해소할 수 있는 기술개발/개선과 함께, 우리나라 장기전망의 체계 자체에 대한 고민도 필요함. ○ 2차년도('23)에는 국내(기상청) 장기에보 향상을 위해 장기에보 가이던스 감시인자에 대한 우선순위를 선정하고, 감시인자에 대한 모델의 재현 가능성 분석을 통해 장기에보에 활용가능한 객관화된 예측정보 생산 기반을 마련하고자 함. 		
사업기간	○ 2023. 1. 1. ~ 2023. 12. 31.		
사업목표	○ 1차년도('22)	장기에보 예측성 향상을 위한 기술개선	
	○ 2차년도('23)	장기에보를 위한 예측정보 최적 활용기법 개발	
	○ 3차년도('24)	장기에보 실무 활용을 위한 정보 통합 절차(recipe) 마련	
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장기에보를 위한 감시인자 정보 개선 및 통합 <ul style="list-style-type: none"> - 개선된 장기에보 가이던스(장기에보가이던스Ⅳ) 감시인자의 군집화 - 모델 활용성(변수, 기간 등) 및 예측성등을 고려하여 군집화된 감시인자에 대한 우선순위 선정 - 선별된 감시인자에 대한 MME 및 개별참여모델의 재현 특성 및 우리나라 기온/강수 변동성 분석 - 선별된 감시인자를 기반으로 한 장기에보 모델 예측 결과 보정 가능성 분석 및 3개월 예보 활용성 검토 ○ 장기에보 실무협력 <ul style="list-style-type: none"> - 신기술을 적용한 우리나라 1개월 기온 전망 생산 및 개선(시범운영) - 1/3개월 전망 자료 생산(AI, MME 및 ECMWF 기반) - 기상청 장기에보 현업 예보토의에 자료 제공 및 참여 - 예보관의 수요를 반영한 장기에보 콘텐츠 개발 - 유관기관의 수요를 반영한 장기에보 생산 체계 개선 - 통계모델을 활용한 3개월 전망 자료 생산(매월, 수자원 공사) 		
사업추진 체계			

사업실명제 등록번호	2023-3	사업명	III. 장기에보 개선을 위한 예측정보 통합 방안 개발																				
사업추진 계획	상세 연구추진 계획											1/4	2/4	3/4	4/4								
	A. 장기에보 실무협력																						
	1개월 전망을 위한 APCC 1개월 예측시스템 운영 및 예측정보 생산 수요 및 환경변화, 기술개발 등에 따른 1개월 전망 콘텐츠 및 생산체계 개선																						
	3개월 전망을 위한 APCC 3개월 예측결과 발표/토의																						
	B. 예측정보 개선/통합																						
	장기에보 가이드스 감시인자 군집화																						
	군집화 된 감시인자 중 우선순위 선정																						
	선별된 감시인자에 대한 MME 참여 모델의 재현 가능성 분석																						
	선별된 감시인자 정보기반 모델 예측 결과 보정																						
	신기술을 적용한 우리나라 1개월 기온 전망 생산 및 개선																						
사업성과, 활용방안 및 기대효과	○ 예상성과																						
	- 장기에보 실무협력																						
	· 지속적인 현업 장기에보 생산업무 관련 실무 지원																						
	· 수요 및 환경변화, 기술개발 등에 따른 1개월 전망 콘텐츠 및 생산체계 개선																						
	- 예측정보 개선/통합																						
	· 가이드스 감시인자 우선순위 정보																						
	· MME 참여모델의 감시인자 재현가능성 정보																						
	· 신기술을 적용한 1개월 전망자료 제공																						
	○ 활용방안																						
	- 장기에보 실무협력																						
· 기상청 장기전망 개선에 기여																							
· 현업 장기에보 생산 과정에 객관적인 판단 근거 자료로 활용																							
· 장기에보 현업운영 역할 확대																							
- 예측정보 개선/통합																							
· 장기에보관 의사결정을 위한 예측정보의 통합																							
· 1개월 예보 콘텐츠 확대																							
○ 기대효과																							
- 기술 및 경험의 축적을 통한 기술확보																							
- 개발된 기술의 내부 또는 외부에서의 실무 활용 사례 창출																							
- 국내 장기에보를 위한 예측정보 통합 및 최적화																							
사업수행자	○ 선임연구원 : 김옥연(PI), 임슬희																						
	○ 연구원 : 김가은, 윤순조, 정유림																						
2022년 추진실적	○ 장기에보 기술개발: 장기에보에 활용하기 위한 대표 기후인자 선정 및 특성 분석																						
	- 우리나라 주변 주요 기후변동성에 대한 모델 예측성 분석 및 국내 장기에보에 적합한 모델 예측정보 선별 방안 제시																						
	· APCC MME 참여모델의 해양(ENSO ³) 및 극 해빙 intraseasonal 변동성 및 예보 활용방안 제시																						
	· APCC MME 참여모델의 우리나라 주변 기압계 intraseasonal 변동성 및 예보 활용방안 제시																						
	○ 장기에보 콘텐츠 및 기술개선: 기존 장기에보 콘텐츠의 활용성 강화																						
	- BSISO/MJO 예측정보 중 우리나라 장기에보에 활용 가능한 정보 선별 및 분석																						
	- 신기술을 적용한 우리나라 기온 1개월 전망 개선 및 준현업화(수요반영)																						
	· CNN(Convolution Neural Networks) 기반의 U-Net architecture를 활용한 1개월 기온 예측 모델 개발																						
	· 1개월(+3~4주) 기온 확률 예측을 위한 현업운영 시스템 구축																						
	○ 국내 장기에보 실무기여																						
- APCC 1개월 예측시스템 운영																							
· 계절내 예측/관측자료 수집 및 맞춤형 정보 생산																							
- APCC 1개월 전망 최종 예측 생산 및 기상청 예보토의 발표(매주)																							
- 예보관의 수요 및 환경변화에 따른 1/3개월 전망 콘텐츠 및 생산 체계 개선																							
- APCC 3개월 예측결과 발표(매월)																							

사업실명제 등록번호	2023-3	사업명	III. 장기예보 개선을 위한 예측정보 통합 방안 개발
	<ul style="list-style-type: none"> - 통계적 규모 축소를 적용한 우리나라 3개월 전망자료 생산 및 한국수자원공사 제공(매월) ○ APEC 기후심포지엄 개최 <ul style="list-style-type: none"> - 기간/장소 : '22.9.15.~9.16. / 온라인 및 오프라인(태국현지) - 주제 : 기후변화 적응의 인공지능 기술적용을 통한 APEC 회복력 강화 		

1) **MME (Multi-Model Ensemble, 다중모델앙상블)** : APEC기후센터는 전 세계 11개국 15개의 우수한 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측모델의 예측정보를 다중모델앙상블(MME) 기법을 활용하여 신뢰성 있는 장기기후(계절) 예측정보를 아시아·태평양 지역에 제공하고 있음. 다중모델 앙상블(MME) 기법은 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측모델의 예측정보를 통합하여 오차를 제거함으로써 기후예측의 정확도를 높이는 기법임.

2) **ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts)** : 유럽중기예보센터

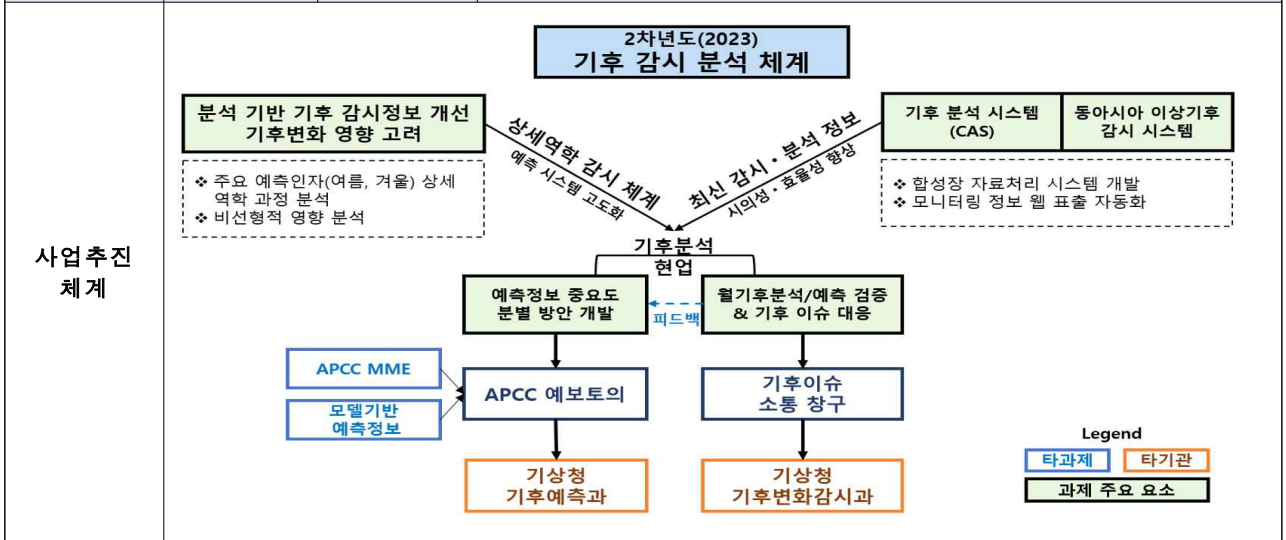
3) **ENSO(El Nino-Southern Oscillation, 엘니뇨남방진동)** : 남방진동은 인도네시아를 중심으로 하는 지역과 남동태평양간의 대규모 지상기압의 시소현상으로 한쪽지역의 기압이 높으면 또 한쪽 기압의 낮은 관계, 동쪽의 기압이 낮으면 엘니뇨 현상이 생겨 엘니뇨와 남방진동을 합하여 ENSO라고 함.

APCC 사업실명제 사업내역서

(담당자 : 예준영과, 강종욱 / 051-745-3932, jjomhe@apcc21.org)

사업실명제 등록번호	2023-4	사업명	IV. 이상기후 대응을 위한 기후 감시분석 정보 개선 및 통합 시스템 구축
사업배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ APCC에서는 지구 온난화 및 기후 변화의 영향으로 최근 빈번히 발생하고 있는 전세계 및 한반도 폭염, 한파, 가뭄, 집중호우 등 다양한 이상기후 관련 기후 이슈 발생시 동아시아 이상기후 감시 시스템과 사용자 친화적 인터페이스를 기반으로 한 기후 분석 시스템을 활용하여 그 원인을 신속히 분석하고 관련 정보를 유관 기관에 제공함으로써 이상기후 대응 능력을 향상시킴. ○ 2차년도('23)에는 주요 예측인자의 단순 선형 상관관계에 기반한 예측을 지양하고, 최신 연구 결과를 적용함과 동시에 예측인자가 한반도 기후에 영향을 미치는 세부적 역학과정을 활용하여 객관적이며 스토리가 있는 예측 방안 개발의 기반을 마련하고자 함. ○ 한편 현업 예측 업무 지원 시 관측기반 예측인자 정보 가운데 정보의 중요도를 선별하고 예보를 객관화(다양한 예측 정보를 통합하고 최적화)하는 프로세스의 중요성이 대두되고 있음. 다양한 방안중에서도 그동안 축적된 지식과 경험을 바탕으로 예측인자의 역학과정이 재현되고 있는지를 진단하여 인자의 중요도를 판별하는 작업은 예측정보의 최적 통합을 가능하게 하여 예보 객관화를 가능하게 함. 1차년도에는 전문가 회의를 통한 정성적인 통합을 시도한 반면 2차년도에는 역학과정에 기반한 중요도 분별 기준 마련 등을 통해 객관적인 통합의 기반을 구축하고자 함 ○ 또한 동아시아 이상기후 감시 시스템 및 기후 분석 시스템의 콘텐츠를 확대하고 고도화하는 한편 안정적 운영을 도모하고자 함. 예를 들어, 수동으로 이루어졌던 예보토의 모니터링 프로세스를 자동화하여 매월 감시 업무에 할애되었던 자원을 절약하는 한편 분석 업무의 효율성을 높이기 위해 기후 분석 시스템에서 관심 인자 관련 합성장 서비스를 다양화하고 고도화 하고자 함. 		
사업기간	○ 2023. 1. 1. ~ 2023. 12. 31.		
사업목표	○ 1차년도('22)	최근 중요도를 고려한 기후 예측 정보 개선 및 예측 정보 최적 활용 기반 마련	
	○ 2차년도('23)	장기예보를 위한 다양한 감시/분석 정보 최적 활용기법 개발	
	○ 3차년도('24)	이상기후 대응을 위한 감시/분석 정보 최적 활용기법 고도화	
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분석 기반 기후 감시 정보 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 예측인자(여름철, 겨울철) 관련 인자 독립적 세부 역학과정을 활용한 예측방안 마련 <ul style="list-style-type: none"> · 예측인자가 한반도 기온/강수에 미치는 순차적 중요 역학과정 분석 · 예측인자와 한반도 기후와의 관계에서 인자간 유사성 및 비선형성(강도별, 위상별)을 고려하여 한반도 기후 관련성 분석 - 사회이슈를 반영한 국민체감형 이상기후 분석 및 전망 정보 생산 <ul style="list-style-type: none"> · 신규후변화시나리오 기반 이상기후 특성 및 영향 분석 ○ 기후 감시 및 분석 정보 통합을 위한 평가체계 구축 및 서비스 활용성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 감시/분석 정보 최적 활용을 위한 예측인자 중요도 평가체계 마련 · 예측인자간의 상호 연관성을 고려한 한반도 기후 영향 중요도 진단 방안 마련 · 다양한 예측인자의 세부 역학과정 검증을 통한 예측인자 선별 체계화(순서도 등) - 최신 감시/분석 정보 기반 통합 전망정보 생산(예보토의에 활용) - 분석 기반 예측 결과 사후 분석 및 분석서 작성 - 월 기후 특성 분석(매월) - 이상기후 원인 분석을 통한 기후 이슈 대응(수시) ○ 사용자 편의성 향상을 위한 기후 감시 및 분석 통합 시스템 운영 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 월기후분석 및 이상기후 이슈 분석을 위한 관심 인자 추출 및 관련 합성장(강도별, 위상별, 다인자 복합 등) 제공 서비스 개발 - 관측기반 예보토의 모니터링 자동화를 위한 웹 표출 자동화 서비스 개발 - 기후 감시분석 서비스용 관측자료 및 기타 자료 수집/관리 프로그램 개발 - 기후감시분석 시스템 및 동아시아 이상기후 모니터링 시스템 개선 및 운영 		

사업실명제 등록번호	2023-4	사업명	IV. 이상기후 대응을 위한 기후 감시분석 정보 개선 및 통합 시스템 구축
------------	--------	-----	---



사업추진 계획	상세 연구추진 계획				
	1/4	2/4	3/4	4/4	
A. 분석 기반 기후 감시 정보 개선					
여름철 주요 예측인자 상세 역학과정 분석 및 비선형적 영향 분석					
겨울철 주요 예측인자 상세 역학과정 분석 및 비선형적 영향 분석					
B. 기후 감시 및 분석 정보 통합을 위한 평가체계 구축 및 서비스 활용성 제고					
다양한 감시/분석 정보 최적 활용을 위한 예측인자 중요도 평가체계 마련					
최신 감시/분석 정보 기반 통합 전망정보 생산					
월 기후분석 및 예측 결과 사후 분석					
이상기후 원인 분석을 통한 기후 이슈 대응					
C. 사용자 편의성 향상을 위한 기후 감시 및 분석 통합 시스템 운영 및 개선					
월 기후분석 및 이상기후 이슈 분석을 위한 관심 인자 추출 및 관련 합성장 제공 서비스 개발					
예보토의를 위한 모니터링 정보 웹 표출 자동화					
기후 감시분석 서비스 구축에 필요한 관측자료 수집/관리 프로그램 개발					
기후 감시분석 시스템 및 동아시아 이상기후 모니터링 시스템 운영					

- 사업성과, 활용방안 및 기대효과**
- **예상성과**
 - **분석 기반 기후 감시 정보 개선**
 - 주요 예측인자의 역학과정과 비선형성을 고려한 장기예보 활용 보고서
 - **감시 및 분석 정보 최적 활용을 위한 평가체계 구축 및 서비스 활용성 제고**
 - 기후 예측인자 중요도 평가를 위한 예측인자 상세 역학과정 체계도
 - 장기예보를 위한 관측기반 감시/분석 통합 정보
 - 예측결과 사후 분석을 포함한 월 기후분석서
 - 이상기후 대응을 위한 기후 이슈 분석서
 - **기후 감시 및 분석 통합 시스템 운영 및 개선**
 - 인자 추출 및 관련 합성장 생성 서비스
 - 자동화된 예보토의 모니터링 웹 표출
 - 개선된 기후 감시분석 시스템 및 동아시아 이상기후 모니터링 시스템
 - **활용방안**
 - 비선형을 고려한 주요 예측인자의 역학과정 분석 결과를 예보토의에 활용
 - 예측인자 중요도 평가체계 마련을 통해 객관적인 장기예보 생산에 기여
 - 기후 모니터링의 자동화를 통하여 장기예보 생산 효율성 증대
 - 월 기후분석 자료 및 시의성 있는 기후 이슈 분석 결과를 언론 대응 자료로 활용
 - 기후 감시 분석 통합 시스템 구축을 통한 효율적 기후 분석 및 기후 이슈 대응 기여

사업실명제 등록번호	2023-4	사업명	IV. 이상기후 대응을 위한 기후 감시분석 정보 개선 및 통합 시스템 구축
			<ul style="list-style-type: none"> - 동아시아 이상기후 모니터링 시스템 개선 결과를 수시 이상기후 및 기후이슈 탐지에 활용 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 우리나라 기후 감시 및 분석 분야를 선도할 수 있는 기반 마련 - APCC의 국내 기후예측 및 기후 분석 분야 전문 인력 양성 및 역량 강화 - APCC의 국내 기후예측 및 분석 업무 지원 기능 강화 - APCC 기후 감시 분석 체계 구축을 통한 업무 효율성 향상 - 국내 기후 이슈 및 현안에 적극적 대응을 통한 기관 홍보
사업수행자			<ul style="list-style-type: none"> ○ 선임연구원 : 명복순(PI), 김선태, 한정민, 김선용 ○ 연구원 : 이은정
2022년 추진실적			<ul style="list-style-type: none"> ○ 분석 기반 기후 감시 정보 개선: 최근 중요도를 반영한 주요 변동성 영향 분석 및 예측 활용 방안 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 북대서양 해양-대기 변동성과 관련된 우리나라 봄철 기후 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> · 북대서양 진동(NAO)와 우리나라 봄철 기온의 비선형적 관련성 및 관련 역학 분석 - 남아시아 기압 변동성과 관련된 우리나라 기후 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> · 남아시아 기압계(SAH)의 경년 변동과 우리나라 기후와의 관계 분석 · 우리나라 기후 관련 남아시아 기압 변동성을 유발하는 다양한 기후인자 분석 ○ 사회이슈 대응을 위한 기후변화 정보 산출: 신규 기후변화 과학정보 산출 및 정책기여 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화에 따른 우리나라 홍수위험도 및 강수관련 대기패턴 변화 분석 - 기후변화에 따른 태풍(발생위치, 강도, 및 대기조건) 영향 분석 ○ 감시 및 분석 정보 통합을 위한 평가체계 구축 및 서비스 활용성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 최신 감시/분석 정보 정성적 통합 및 검증 - 월기후 특성 분석 및 기후 이슈 원인 분석서 작성 - 이상기후 원인 분석을 통한 기후 이슈 대응(소통 TF, 매주) ○ 사용자 편의성 향상을 위한 기후 감시 및 분석 통합 시스템(CAS) 운영 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> - CAS 안정화 및 서비스(기후변수, 해빙정보) 확대 제공 - 동아시아 이상기후 모니터링 시스템 운영(매월) 및 개선

APCC 사업실명제 사업내역서

(담당자 : 예측운영과, 강종욱 / 051-745-3932, jjomhe@apcc21.org)

사업실명제 등록번호	2023-5	사업명	V. 객관적 기후예측에 적합한 인공지능활용 기반기술 개발
사업배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 딥러닝¹⁾을 포함한 인공지능²⁾(Artificial Intelligence; AI) 기술의 빠른 성장, 고성능 연산(High Performance Computing; HPC) 자원의 발전과 다양한 분야에 대한 성공적인 적용을 바탕으로 기상 및 기후 예측을 위한 AI 활용이 확대되고 있음. ○ 기상 및 기후 예측의 다양한 적용 범위 및 시간 스케일에 대해 AI 기술이 적용되고 있음: 특히 중단기 예측을 위해 수치기상예측(Numerical Weather Prediction; NWP) 모델의 후처리를 포함한 여러 구성요소를 딥러닝으로 치환 또는 강화하거나 NWP의 전체 과정을 딥러닝으로 대체할 수 있는지 시험하는 연구 등이 활발히 수행되고 있으며, 계절내 및 계절 예측의 경우에도 MJO나 티 Nino 등 기후지수를 예측하는 연구 등이 수행되고 있음. ○ 계절내 또는 계절 스케일의 기후 예측을 위한 자료의 특성을 파악하고, 훈련 자료 확장 및 입출력 시스템 개발, 다양한 전처리기법 적용을 통한 딥러닝 모델 아키텍처³⁾ 최적화, 준지도학습⁴⁾을 통한 모델 성능 개선 등을 통해 앞서 언급한 여러 어려움을 극복하여 객관적 기후예측에 적합한 인공지능활용 기반기술을 개발할 필요가 있음. ○ 2차년도('23)에는 1차년도('22)에 개발한 기준 인공지능모델의 민감도를 분석하고 준지도학습 기법과 설명가능한 인공지능 기술을 적용하여 모델 내부 구조 및 매개변수 분석 등에 활용함으로써 인공지능모델의 성능을 개선하고자 함. 		
사업기간	○ 2023. 1. 1. ~ 2023. 12. 31.		
사업목표	○ 1차년도('22)	기후예측에 적합한 인공지능활용 기반기술 적용을 위한 자료확장 및 환경구축	
	○ 2차년도('23)	기후예측에 적합한 인공지능모델의 민감도 분석 및 개선	
	○ 3차년도('24)	기후예측에 적합한 인공지능모델 최적화 및 적용성 평가	
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구축 자료 민감도 분석 및 아키텍처 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 자료 확장에 따른 모델 성능의 민감도 분석 <ul style="list-style-type: none"> · 자동화된 딥러닝 모델 자료 입출력 시스템을 이용, 확장된 자료의 다양한 입력변수 선택방법에 따른 민감도 분석 - 훈련기법, 초매개변수 조정 및 불확실성 분석을 통한 아키텍처 개선 <ul style="list-style-type: none"> · 기준 신경망모델을 기반으로 다양한 모델 구조 및 초매개변수 조정을 통한 민감도 분석 및 불확실성 분석을 통해 목표 변수별 계절내 예측 모델 개선 ○ 준지도학습 기법 적용 및 모델의 민감도 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 기준 인공지능모델(이미지기반모델)에 다양한 준지도학습 적용 테스트 <ul style="list-style-type: none"> · 자기 학습 방법론 기반 준지도학습 적용 · Consistency 정규화 방법론 기반 준지도학습 적용 · 하이브리드 방법론 기반 준지도학습 적용 - 준지도학습 적용에 따른 기후예측 민감도 분석 <ul style="list-style-type: none"> · 준지도학습 기법 적용에 따른 기준 인공지능모델의 우리나라 기후 계절 예측 민감도 분석 ○ 설명가능한 인공지능 결과에 기반한 모델 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 모델 내부 구조 및 매개변수 분석 - 설명가능 인공지능(XAI⁵⁾) 결과 비교를 통한 모델 개선 		
사업추진 체계			

사업실명제 등록번호	2023-5	사업명	V. 객관적 기후예측에 적합한 인공지능활용 기반기술 개발				
사업추진 계획	상세 연구추진 계획			1/4	2/4	3/4	4/4
	A. 구축 자료 민감도 분석 및 아키텍처 개선						
	아키텍처 및 모델 성능 민감도 분석 - 모델 및 초매개변수 분석 및 평가, 선정						
	자료 확장에 따른 모델 성능의 민감도 분석						
	B. 준지도학습 기법 적용 및 모델의 민감도 분석						
	다양한 준지도학습 적용 테스트						
	모델의 민감도 분석 및 개선						
	C. 설명 가능한 인공지능 결과에 기반한 모델 개선						
모델 내부 구조 및 매개 변수 분석							
사업성과, 활용방안 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예상성과 <ul style="list-style-type: none"> - 자료 확장에 따른 계절내 예측성능 민감도 분석 결과 - 계절내 기후예측 후처리 딥러닝 모델 아키텍처 및 민감도 분석 결과 - 준지도학습 기법 적용한 우리나라 장기 기후예측 모델 및 준지도학습 적용에 따른 모델 성능 분석 결과 - 설명가능 인공지능(XAI) 평가 결과 ○ 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 인공지능모델을 활용하여 기후예측 성능 개선 - 정확도 높은 기후예측 정보로 우리나라/동아시아 장기에보 개선에 기여 - 다양한 활용(농업, 수자원 분야 등)을 위한 기초자료로 제공 가능 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외적으로 기후예측 분야 미래 기술 보유 기관으로서 APCC의 입지 강화 - 차단계 사업을 통한 APCC 인공지능기반 기후정보 제공의 기반 마련 						
사업수행자	○ 선임연구원 : 이성규(PI), 정유란, 박경원, 이윤영, 김미애						
2022년 추진실적	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제한된 기후자료 확장을 위한 환경구축 <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 훈련 자료 확장 및 자료 입출력 시스템 개발 - 다양한 훈련 자료 전처리 기법 테스트 ○ 준지도학습 적용을 위한 환경구축 <ul style="list-style-type: none"> - 그래프, 이미지기반 기준 인공지능모델 구현 - 기준 인공지능모델의 지도/준지도학습 성능 평가 ○ 설명가능인공지능(XAI) 기술적용을 위한 환경구축 <ul style="list-style-type: none"> - 설명가능인공지능 분석 환경구축 ○ 2022년 제3차 APCC 기후예측워크숍 개최 <ul style="list-style-type: none"> - 기간/방법 : 2022.6.30.~7.1. / 부산, 벡스코 - 주제 : 기후예측 기술의 실용화(R2O) 체계 개발 및 수요맞춤 발전 방향 - 실용화 체계 개발에 대한 방안 공유 및 사례 소개, 연구자(R&D)-이행자(Testbed)-사용자(Operation) 간 합의형 실용화 체계의 발전 방향 논의 및 도출 						

1) **딥러닝** : 자료로부터 표현을 학습하는 기계학습의 한 분야로 연속된 층에서 점진적으로 의미 있는 표현을 배우는 데 강점이 있음

2) **인공지능** : 인간의 지능이 필요한 일들을 컴퓨터나 컴퓨터에 의해 제어되는 로봇이 수행하는 능력

3) **아키텍처** : 신경망 모델의 구조

4) **준지도학습** : 정답이 있거나 없는 자료를 포함한 다양한 훈련 자료를 활용하여 모델의 안정성과 성능을 개선시키는 기계학습의 한 방법

5) **설명가능 인공지능(XAI)** : 설명가능 인공지능 모델의 판단에 대한 이유를 사람이 이해할 수 있는 방식으로 제시하는 방법

APCC 사업실명제 사업내역서

(담당자 : 예측운영과, 강종욱 / 051-745-3932, jjomhe@apcc21.org)

사업실명제 등록번호	2023-6	사업명	VI. 국가 기후예측모델 개선 테스트 베드 구축 및 활용 기술개발
사업배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학계 및 산업계에서 개발한 우수한 연구성과가 실질적으로 국가 기후예측모델에 적용(현업화) 되어 계절내~계절 예측성 향상에 기여하기 위해서는 모델 개발 과정들이 유기적으로 결합될 필요가 있음. 또한 개발된 기술들을 통합적으로 진단·평가하는 표준화된 평가 체계가 필요하며 통합 평가프레임을 개발/제공함으로써 모델 테스트 및 평가 활동을 지원하여야 함. ○ 공동 연구개발 체제하에서 효율적인 R2O(Research to Operation) 및 O2R(Operation to Research) 전환은 모델개발체계의 원활한 진행을 위한 핵심요소라 할 수 있음. 국내 모델링 인프라가 부족한 상황에서 최적 공동 개발체계에 맞는 테스트베드의 구축이 절실하며, APCC가 개발주체(학계 및 산업계)와 운영주체(국립기상 과학원)를 유기적으로 연결하는 역할을 수행하고자 함. ○ 기후예측모델은 대기, 지면, 해양, 해빙의 성분 모델이 결합하여 이루어지며, 그 중 지면 모델은 지면과 대기 사이에서 발생하는 에너지와 물의 교환 과정을 재현함으로써 물·에너지 수지를 조절하여 지역 및 전지구 규모의 기후모델 예측에 상당한 영향을 주는 것으로 알려져 있음. 또한, 지하수는 수문순환에 매우 중요한 성분으로 지면모형에 지하수 성분을 추가하면 지면 수문성분의 분할을 개선하는 효과가 있다고 알려져 있으며, 하천 유출 과정은 대기-해양 상호작용 과정을 통해 전지구 순환장 재현성 예측에 영향을 줌. ○ 2차년도('23)에는 1차년도('22)에 개발된 현업화 테스트베드 체계에 따라 공동개발 성과 기반 테스트베드 역할을 수행하고 개발된 표준 성능평가프레임과 더불어 기후모델의 진단평가 프레임워크를 개발하고자 하며, 진단한 국가 기후예측모델(GloSea6)의 지면과정 특성에 따라 지면모델을 개선하고자 함. 		
사업기간	○ 2023. 1. 1. ~ 2023. 12. 31.		
사업목표	○ 1차년도('22)	기후예측모델의 표준 진단·평가 체계 기반 구축 및 지면모델 개선 방향 도출	
	○ 2차년도('23)	[진단평가 체계 정립] 국가 기후예측모델 공동개발 성과 테스트베드 구축 [지면모델 개선 기술] 모듈 접합 및 적용을 통한 지면과정의 개선	
	○ 3차년도('24)	[진단평가 체계 정립] 국가 기후예측모델 공동개발 테스트베드 적용 및 개선 [지면모델 개선 기술] 개선된 지면 및 하천 유출 모델의 현업화 적절성 평가	
사업내용	<p>A. [진단평가 체계 정립] 국가 기후예측모델 공동개발 성과 테스트베드 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 공동개발 성과 현업화 테스트베드 역할 수행 <ul style="list-style-type: none"> - R&D 성과 기반 개선 사항이 적용된 민감도 실험 <ul style="list-style-type: none"> · 모델의 기후 모의성능을 평가할 수 있는 과거예측(hindcast) 실험 → 해빙물리과정 내 매개변수 적용 민감도 실험 수행 · 모델 예측 능력을 평가할 수 있는 실시간예측(forecast) 실험 → 약결합초기화 개발 기술 적용 민감도 실험 수행 - 계절 및 계절내 규모에서의 예측기술 표준 성능/검증 평가 <ul style="list-style-type: none"> · 통계적 분석을 통한 동아시아 지역의 모델 예측 스킬 평가 · 계절 및 계절내 예측성 검증을 위한 주요 역학 프로세스 진단 평가 · 민감도 실험 목적별 대기 순환의 변화 분석 - 과학적 성과와 기술적 효능 진단을 통한 현업적용성 평가 <ul style="list-style-type: none"> · 해빙물리과정 최적화의 효과 및 현업안정성 평가 · 약결합초기화 기술의 현업 적용성 평가 ○ 국가 기후예측모델 표준 성능·진단 평가체계 정립 <ul style="list-style-type: none"> - 프로세스 기반의 기후 변동성 진단 평가 프레임 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 주요 기후 예측인자 선정 및 표준 진단 평가 요소 구성 → 세가지 평가 요소로 구분하여 평가 매트릭스 구성 · ENSO¹⁾ 진단 평가 매트릭스 설계 및 개별 모듈 개발 · MJO 진단 평가 매트릭스 설계 및 개별 모듈 개발 · 아시아 몬순 진단 평가 매트릭스 설계 및 개별 모듈 개발 - 현업화 의사결정을 위한 후보군 선정 근거 기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> · 표준 성능·진단 평가 스코어카드 개발 → 각 평가항목의 예측성능 정량화 방법 고안. 객관화된 		

사업실명제 등록번호	2023-6	사업명	VI. 국가 기후예측모델 개선 테스트 베드 구축 및 활용 기술개발			
	스코어카드로 표출 · 전문가 및 실무자 의견 수렴을 통한 스코어카드 개선 → 스코어 카드의 가독성 및 실용성 고도화 - 표준 성능 분석 및 평가를 위한 통합 평가·표출시스템 개발 · 표준 성능평가 및 표출 모듈, 스코어카드의 표준 라이브러리화 및 통합 관리 → 표준 프로그램 언어(파이썬)로 규격화 및 확장성을 고려한 시스템 설계 · 평가이행부터 평가결과/스코어카드 표출까지 원터치 자동화시스템 개발					
	B. [지면모델 개선 기술] 모듈 접합 및 적용을 통한 지면과정의 개선 ○ Stand-alone 환경에서 지면 모듈(JULES) 개선 환경구축 - 지면모형에 지하수 알고리즘 개선 환경구축 · 주요 LSM 지하수 알고리즘 비교 및 알고리즘 선정 · Rose/Cylc 환경 JULES 수문성분 입·출력 분석 ○ 국가 기후예측모델 내 고해상도 하천 유출 모델의 접합 - 고해상도 하천 유출 모형(TRIP)의 접합 모듈 개발 · 고해상도 하천 유출 모형의 입출력 자료 수집 및 접합 모듈 설계 · 국가 기후예측모델(GloSea6) 내 고해상도 하천 유출 모형(TRIP)의 접합 · 개선된 국가 기후예측모델(GloSea6)의 시험 구동					
사업추진 체계						
사업추진 계획	상세 연구추진 계획		1/4	2/4	3/4	4/4
	A. 국가 기후예측모델 공동개발 성과 테스트베드 구축					
	해빙물리과정 및 초기장 개선 사항이 적용된 민감도 실험					
	계절/계절내 규모에서의 개선 효과 분석을 통한 과학적 성과 평가					
	기술적 효능 진단을 통한 현업적용성 평가					
	프로세스 기반의 기후 변동성 진단평가 프레임 개발					
	표준 성능·진단 평가 스코어카드 개발 및 개선					
	표준 성능 분석 및 평가를 위한 통합 평가·표출시스템 개발					
	B. 모듈 접합 및 적용을 통한 지면과정의 개선					
	JULES 지면모형 지하수 알고리즘 개선 환경구축					
국가 기후예측모델 내 고해상도 하천 유출 모델의 접합						
사업성과, 활용방안 및 기대효과	○ 예상성과 - 약결합초기화 현업적용성 평가 기술노트 - 해빙물리과정 최적화 평가 기술노트 - 기후예측모델 표준 진단 평가프레임 및 개별 모듈 ○ 활용방안					

사업실명제 등록번호	2023-6	사업명	VI. 국가 기후예측모델 개선 테스트 베드 구축 및 활용 기술개발
			<ul style="list-style-type: none"> - 공동개발 성과 현업적용성 평가를 통해 연구개발허브의 Test-bed 역할로서의 APCC 순기능 부각 - 국가 기후예측모델 업그레이드를 위한 의사결정과정에서의 근거 자료로서 표준성능검증 결과 활용 - 지면 과정 개선을 통한 국가 기후예측모델 개선 방향 제안 - 차세대 기후예측모델 개발 전략 수립에 활용 <p>○ 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 성과 진단평가 시스템의 개발로 국가 기후예측모델 공동개발 R2O transition 가속화 - 성과 진단평가 공동활용 시스템을 통한 국가 기후예측모델 공동개발 R2O 및 O2R 역동성 강화 - KMA 전주기후예측시스템 개선 및 차세대 시스템 도입 기반 마련에 기여 - 국립기상과학원과의 협력 관계 공고화를 통한 시너지 효과
사업수행자			<ul style="list-style-type: none"> ○ 선임연구원 : 신선희(PI), 김해정, 전종안, 함수련, 양유빈 ○ 연구원 : 김가영, 이강진
2022년 추진실적			<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후예측모델 개선 성과 진단·평가 기반 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - R2O(Research to Operation) 기반 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> · K-R2O 프로세스 컨텐츠 발굴 및 구조화 · 공동연구개발 성과 현업화 단계별 이행 범위 도출 및 기후예측모델 공동개발 체계 개선을 위한 의견 수렴 · 구조적, 환경적 측면에서의 K-R2O 개선 방안 제안 · K-R2O 프로세스 개선 가이드스 마련 - 기후예측모델 규준/민감도 실험 평가 체계 정립 <ul style="list-style-type: none"> · 기후예측모델의 표준 성능/진단 평가 프레임 구조화 · 기후예측모델의 성능평가 프레임 개발: 단정예보/확률예보/양상불 평가 프레임 개발 · 기후예측모델의 ENSO 진단 평가 프레임 개발 - 기후예측모델 개선 테스트베드 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> · 해빙 물리 파라미터에 대한 기상청 국가 기후예측모델(GloSea6) 현업 민감도 실험 · 기존 실험 대비 민감도 실험의 예측력 분석 ○ 지면 과정 특성 진단 및 개선 방향 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 지면 모듈들의 에너지 및 물수지 비교 평가를 통한 지면 모듈(JULES)의 개선 방향 도출 - 하천 유출 모듈(TRIP)의 특성 진단 및 개선방안 도출

1) ENSO (El Nino-Southern Oscillation, 엘니뇨남방진동) : 남방진동은 인도네시아를 중심으로 하는 지역과 남동 태평양간의 대규모 지상기압의 시소현상으로 한쪽지역의 기압이 높으면 또 한쪽 기압의 낮은 관계, 동쪽의 기압이 낮으면 엘니뇨 현상이 생겨 엘니뇨와 남방진동을 합하여 ENSO라고 함.