

TRAVEL REPORT FORM

출장보고서

결 재	선임연구원	과장	본부장	원장
	04/03	04/03	04/03	04/03
협 조	유진호	이우섭	이진영	신도식

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
기후분석과	선임연구원(선임연구원)	유진호	

2. Travel Period 출장기간

- 2023.3.26. - 3.31

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

- WCRP WGSIP 24차 회의(3/27-29), ECMWF, Reading, UK
- WCRP symposium on frontiers in subseasonal to decadal prediction (3/28), Reading, UK

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동



<WGSIP24 회의>

- WCRP(World Climate Research Program)의 core project중 하나인 ESMO(Earth System Modeling and Observation)의 기후예측분야 실무그룹 (WGSIP, Working Group on Subseasonal to Interdecadal Prediction)의 24차회의 및 WCRP 기후예측 심포지엄(WCRP hybrid symposium on Frontiers in Subseasonal to Decadal Prediction)에 초청받아, 기후서비스(심포지엄) 및 APCC 활동(WGSIP)에 관해 각각 발표함. 현재 전 세계적으로 진행중인 다양한 기후예측 관련 연구개발 현황을 파악할 수 있었음. 몇가지 주요 사항은 아래와 같음

(1) **towards higher resolution**

- km-scale modeling (현행 기후예측모델보다 10배 높은 해상도) : 특히 해양의 eddy resolving model(~10km)의 역할강조
 - 중위도에서 대규모 변동은 대기가 해양을, 중규모(1000km 이하) 변동은 해양이 대기를 drive하는데, eddy resolving 모델은 중규모 변동을 모의할 수 있음
- 단 필요한 계산 및 저장용량이 크게 확대되면서 현실적인 문제 해결을 위한 low precision computation 등의 computer science 관련 작업들이 함께 이루어지고 있음

(2) **large ensemble simulation**

- extreme event 예측성에 활용
- signal to noise paradox : 모델은 실제보다 잡재예측성을 낮게 모의하여, 앙상블 멤버의 확대가 중위도 예측성능 향상에 기여한다는 최근 연구들이 보고되고 있으며 그 결과를 바탕으로한 현업 시스템의 변화들이 나타남
- ECMWF는 현업 모델의 101개 앙상블 예측 추진 계획을 가지고 있음 (현재는 51개)

(3) **multi-year forecast (2년 예보)**

- 계절예측의 확장 또는 decadal 예측의 초기 2-3년을 활용. ENSO에 대해서는 예측성이 있는 것으로 확인되며 심지어 아시아 몬순도 가능성이 있는 것으로 보고됨. 1년내 혹은 1년 이상 예측시스템의 구분이 사라지는 추세임
- ECMWF는 2년 예측을 현업화 할 계획을 가지고 있음 (연 2회)

(4) **앙상블의 적극적인 활용**

- 장기예보 또는 decadal 예보에서 앙상블 멤버 들을 분류하고 sub sampling해서 앙상블을 재구성하거나 구분되는 시나리오 예측 생산을 시도

(5) **AI 기술의 적용 확대**

- 자료의 분석, 예측 보정 및 weather model emulator로서의 역할 확대가 빠르게 진행중임

(6) **multi model ensemble**

- C3S는 참여모델이 증가함에 따라 모델 combination에 대해 연구하기 시작했으며, 중국은 자국내 10개 모델을 이용한 CMMEv2를 추진하고 그 가운데 일부는 S2S MME로도 활용예정. C3S는 계절예측 issue date를 10일로 앞당겼으며 ECMWF는 매달 6일로 당김. Meteo France는 대기모델을 업그레이드 할 계획이며, 러시아의 HMC 모델은 대기-해양 결합 모델이 개발되어 검증단계에 있음

(7) **EU** : EU는 미국 등 타 국가, 지역에 비해 보다 다양한 연구가 조직적으로 진행되고 있으며 land surface의 역할 규명 및 초기화 등을 위한 연구 프로젝트가 확장되고 있음(COFESS, CERISE 등). Meteo France의 interactive vegetation을 포함한 예측은 LAI (Leaf Area Index)예측성능에는 도움이 되나 기온 및 강수에 대한 뚜렷한 영향은 밝혀지지 않음. Adaptation을 위한 seamless prediction (seasonal to inter-decadal) 시스템 구성을 위한 사용자 지향 연구 역시 함께 추진됨

(8) **화산 폭발**의 기후예측 영향을 살펴보기 시작하는 등, 대기-해양 외적인 요인에 대한 고려 시도. (피나투보 화산에 대한 재현실험 및 가상의 대규모 화산 폭발의 기후예측 영향 등)

2. Relevance to APEC Climate Center's Activities 결론 및 소감

- 기후예측 기술이 꾸준한 연구 및 국제적인 협업과 소통을 통해 발전하는 모습을 확인할 수 있었음
- 이러한 국제적인 과학활동에 참여하는 것은 센터의 국제적인 가시성 및 첨단 연구 경향을 반영한 센터의 연구 품질 향상에도 기여할 것으로 판단됨. 발간되지 않은 최신 연구 및 선도 연구 그룹의 생각과 동향은 이러한 자리에서 확인할 수 있음.
- 특히 대부분의 연구들이 기후모델을 바탕으로 이루어지므로, 적어도 APCC 연구를 위한 scops 또는 타 모델의 활용역량을 크게 확장할 필요가 있으며, APCC가 가진 강점인 MME 자료의 과학적 분석을 더욱

확대해 국제사회와 협업하는 것이 바람직함 (예: WCRP Temperature Trend project에서 기후예측에 미치는 trend의 영향을 20개의 모델을 바탕으로 분석하고 있으며 이는 센터에서도 이미 분석하고 있는 주제이므로 협업이 가능했음)

- CHFP Database (~6TB)의 hosting도 전세계 기후예측 자료 hub로서의 역할 강화라는 명분 및 다양한 모델자료 확보를 통한 연구활성화 등의 측면에서 도움이 될 것으로 보임. 특히 CHFP는 APCC MME가 확보하지 않은 다양한 변수들을 포함하고 있어 연구에 도움이 될 것이며, CHFP의 hosting을 명분으로 model provider에게 자료 update를 WCRP의 이름으로 요청할 수 있는 기회가 될 수 있음 : WCRP, WMO 및 현재 hosting 기관인 CIMA와 지속적으로 소통하기로 함

※ CHFP(Climat-system Historical Forecast Project) database

기후예측 연구를 위한 다중 모델 예측 자료를 공유하는 data archive로 최근까지도 해당 자료를 이용한 논문이 생산되고 있어 학계에는 계절예측을 대표하는 WCRP의 연구용 DB로 간주됨. 다만, 실시간 예측자료는 아니므로 자료가 점차 과거의 예측이 되는 한계가 있어, revival을 위해서는 최근 자료의 update가 필요함

- 일부 유용한 자료 분석 방안들이 소개되어 (causality analysis based on Information theory, ensemble sub-sampling, Rare event algorithm) 센터 연구에도 활용할 수 있을 것으로 보임
- 과학적 분석, 연구개발과 현업 및 서비스 지원이라는 두 가지 영역 가운데, 최근 수년간은 현업 및 서비스에 보다 비중을 크게 두고 센터사업이 추진되었으나 장기적인 경쟁력을 위해서는 결국 다각적이고 창의적인 연구들이 진행되어야 할 필요가 있으며 이를 보장하고 지원하기 위한 조직 운영 체계의 전환이 필요할 것으로 판단됨.
- WCRP/WGSIP에서는 2025년 후반 또는 2026년 전반에 기후예측에 관한 대규모 국제 워크숍 개최를 논의하기 시작함. 센터 설립 20주년인 2025년에 센터가 국제적인 이벤트 개최를 고려하거나 또는 APC의 주제를 보다 과학적인 내용을 고려한다면 협력이 가능할 것으로 판단됨. 또한, 아시아 지역 기후예측 분야 교육사업 발굴에도 WCRP와 협조하기로 함 (w/ Nico Caltabiano)

3. Suggestions and Remarks 건의사항

- CHFP DB hosting 가능여부에 대한 내부 논의 및 WCRP와의 소통 추진 필요

III. References (Presented and Collected Materials) 주요 수집자료

(with attachment of any information or report in case of attendance of conferences, workshops and meetings) 학술대회, 워크숍, 회의 등 참석 시 관련 정보 및 문서 첨부

- WGSIP 24 및 WCRP 심포지엄 참석자에게 공유된 발표 파일 42종