

국외 출장 결과보고서

결	담당자	팀장	실장	사업단장
	9월 22일	9월 26일	9월 26일	9월 26일
재	장혜영	Adam Clayton	권인혁	이우진

1. 출장개요

출장목적	EMS(European Meteorological Society) Annual Meeting 2023 참석 및 발표		
출장일정	2023. 9. 2.~2023. 9. 10. (7박 9일)		
성명		소속	직급(직위)
장혜영		동화기법팀	선임급연구원
김지연		동화기법팀	선임급연구원
최다영		동화기법팀	선임급연구원
방문기관 (또는 회의장소)	브라티슬라바, 경제대학교(University of Economics in Bratislava)		
출발지	인천	도착지	브라티슬라바

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

- EMS는 유럽을 대표하는 기상학회로 AISAM, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Royal Meteorological Society 등의 39개의 Member Society와 ECMWF, EUMETSAT, Meteo-France, MeteoSwiss 등의 29개의 Associate Member로 이루어진 비영리단체이다.

2023년 9월 3일부터 8일까지 6일간 브라티슬라바 경제대학교에서 개최되는 유럽 기상학회 연례 회의(EMS Annual Meeting 2023)는 전 세계, 특히 유럽 대기과학의 미래와 전략적 문제를 중점으로 두고 매년 한자리에 모여, 기상 및 기후 전문가들 그리고 관련 커뮤니티 간의 아이디어 공유 및 상호교류를 촉진하는 것을 목표로 한다.

EMS 연례대회 참석은 다양한 분야의 연구자들에게 사업단의 연구 개발 현황을 알리고, 관련 전문가들과의 교류를 통해 국제적인 네트워크를 형성하며, 사업단 연구원들이 개발 중인 연구 사항들에 대해 다양한 피드백을 받아 향후 연구에 반영하고자 한다.

나. 주요 업무 수행 사항

- 장혜영
 - 9월 4일 “Atmosphere-Ocean interactions: open-ocean and coastal processes” 구두 발표

세션에서 “Ocean DA experiments with 6-hour cycles, targeting a future weakly-coupled atmosphere-ocean DA system”의 주제에 대하여 포스터 스피치 발표를 하였으며, 대기-해양 결합모델 및 자료동화의 연구 동향을 파악하였다. 9월 5일 포스터 세션에서 다양한 연구자들에게 KIM을 활용한 해양자료동화 연구 결과를 소개하고, 대기-해양 결합모델 및 자료동화에 대한 정보 습득 및 토의하였다.

○ 김지연

- 9월 4일 (월)에 “Atmosphere-Ocean interactions: open-ocean and coastal processes” 구두 발표 세션에서 “Development of a weakly-coupled atmosphere-ocean data assimilation system for the KIM coupled model”이라는 제목으로 KIM 결합모델을 위한 대기-해양 약한 결합 자료동화 시스템의 개발 현황과 향후 계획에 대한 포스터를 간단히 소개하는 발표시간을 가졌고, 대기와 해양을 비롯한 다양한 지구 성분의 결합모델 및 상호작용에 관한 연구 동향을 파악하였다. 9월 5일 (화)에 포스터 세션에서 다양한 연구자들에게 KIM과 결합모델 및 결합 자료동화에 대한 연구를 소개하고 의견을 교환하는 시간을 가졌다.

○ 최다영

- Plans for the evaluation of the KIAPS LETKF-based radar reflectivity DA system 주제로 포스터를 발표하였다. 독일 기상청 Ulrich Blahak, Arne Spitzer 등과 교류하고 실험예보를 위한 앙상블 기반의 대류규모 수치모델, 자료동화 및 진단/평가 기법에 대한 연구 동향을 파악하였다.

3. 출장성과·시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과·시사점

○ 장혜영

- 유럽기상학회에서는 지역 규모의 해양 모델에 관한 연구가 많이 이루어지고 있었고, 현재 사업단에서 개발된 전지구 KIM 결합 모델과 자료동화 시스템, 그리고 이를 위한 전산 자원에 대하여 많은 연구자들이 관심을 나타내었다. 또한, 국내외 기관에서 대기-해양 결합모델을 연구하면서 대기 자료동화와 더불어 해양 자료 동화에 대한 중요성을 확인하고 이에 관한 연구를 진행 중인 것을 파악하였다. 그 외, 해양 자료 동화의 결과에 대하여 진단할 때 여러 실험 결과를 비교하는 방법에 대하여 토의하였으며, 해양 자료 동화에 사용하고 있는 표층 수온 자료에 대하여 의견을 나누었다. 향후 해양 지역 모델에서 지역별로 사용되는 현장 관측자료를 조사하여, 사업단 내의 해양자료동화 시스템내에 자료를 추가할 수 있을지 검토가 필요하다.

○ 김지연

- 현재 사업단에서 개발하고 있는 KIM 결합모델과 이를 위한 대기-해양 약한 결합 자료동화 시스템에

대한 국내외 전문가들에 대한 관심을 확인할 수 있었다. 여러 기관에서 대기와 해양 이외에도 해빙, 화학, 지면, 파랑 등 다양한 지구 시스템 성분들간의 결합 모델을 개발하고 있었고 이에 따라 자료동화에 대한 관심도 증가하고 있는 것으로 보였다. 우리 사업단에서 대기 외에 해양과 해빙에 대한 자료동화를 수행하고 이를 이용하여 약한 결합 자료동화를 개발하고 있는 연구에 대해 알리고, 사용하는 모델 및 자료동화기법, 해상도, 모델 영역, 약한 결합 자료동화의 개념 등에 대한 의견을 교환하였다.

- 프랑스 기상청에서는 “The AROBASE project” 연구를 통해 대기, 화학, 해양, 해빙, 생화학, 파랑, 지면, 호수 등 매우 다양한 성분간의 결합모델링 시스템을 개발하고 있으며 해양과 해빙 모델은 우리와 같은 NEMO와 SI3를 사용하는 것을 확인하였다.
- 스위스에서는 1km의 고해상도 대기 모델을 개발하고 기상 관측소, 레이더, 위성, 라디오존데 관측자료 외에 드론 관측을 이용한 1시간 주기의 자료동화를 수행하는 연구가 있었으며, 드론을 자료동화에 적용하여 예측한다는 점이 흥미로웠다.

○ 최다영

- 유럽기상학회에서는 실황 예보와 앙상블 기반의 대류규모 수치모델을 조합하여 실황예보의 예측 시간을 늘리기 위한 연구가 있었고 성능이 예측 1시간 이후부터 나타나 실현 가능성을 보여줬다. 이 연구에서는 실황 예보와 수치모델이 가지는 불확실성을 파악하기 위해 관측 공간에서의 모델 예측 결과를 이용하여 다양한 사례(강수 뿐만 아니라 돌풍, 우박 등)를 대상으로 대류 세포의 위치, 이동, 강도 등에 대해 진단/평가하였다. 사업단에서도 앙상블 기반의 대류 예측성 평가를 위해 한국형 대류현상을 진단/평가할 수 있는 기법의 개발이 필요하다. 진단/평가에 사용된 대류 세포의 위치, 움직임, 강도 등을 추적하고 탐지하는 알고리즘이 관측 연산자로 사용되어 대류 현상의 예측성을 높이는데 기여하였다. 이는 실제 대류현상의 특성을 잘 모의할 수는 관측 연산자 개발의 필요성을 시사하였다.

나. 향후 업무 활용 계획

○ 장혜영

- 지구 시스템 내의 다양한 상호작용을 고려한 결합모델링과 결합 자료 동화에 대해 많은 연구자가 관심을 나타내었으며, 해양 자료 동화에 관한 관심 또한 확인할 수 있었다. 지역 규모의 모델을 수행하는 연구자들을 통해 새로운 해양 관측자료에 대하여 알 수 있는 계기가 되었으며, 추후 해양 자료 동화에 추가할 수 있는 관측자료인지 검토하고자 한다. 또한, NEMO-SI3 결합 모델을 많은 연구자들이 사용하고 있음을 알 수 있었으며, 사업단에서도 NEMO4.0 기반의 NEMO-SI3 모델을 해양 자료동화에 적용하고자 한다.

○ 김지연

- 다양한 지구 시스템 성분간의 결합모델링이 세계적으로 관심 연구분야인 것을 확인하였고, 사업단에서 사용하는 해양 및 해빙모델인 NEMO와 SI3가 대중적으로 사용되고 있다는 점도 확인할 수 있었다. 현재 개발하고 있는 KIM 결합모델을 위한 대기-해양 약한 결합 자료동화 시스템에서도 향후 해빙모델인 SI3에 대한 자료동화를 추가할 계획이며, 약한 결합 자료동화 시스템 개발이 완료 되면 그 결과를 국내외 전문가들과 공유하여 발전 방향을 모색하고자 한다.

○ 최다영

- 실황예보에서는 대류현상의 예측성을 증대시키기 위해 앙상블 자료동화와 앙상블 예측모델을 이용하고자 하는 노력이 있었고 대류 예측성의 불확실성을 파악하기 위해 앙상블 기반 대류규모 수치모델에 대한 진단/평가 방식이 중요함을 확인할 수 있었다. 향후, 사업단에서는 LETKF 기반의 레이다 자료동화를 통한 앙상블 예측 결과를 진단/평가할 계획인데 선진 기관 및 학계 등의 현황과 경험을 바탕으로 향후 개발 계획 등에 반영될 것으로 기대된다.