

국외 출장 결과보고서

결 재	담당자	실장	사업단장
	8월 26일 심태현	8월 26일 이은희	8월 26일 박훈

1. 출장개요

출장목적	AOGS 2025 22 th Annual Meeting 참석 및 발표		
출장일정	2025. 7. 26.~2025. 8. 2. (7박 8일)		
성명		소속	직급(직위)
심태현		양상블응용팀	선임급연구원
홍석민		양상블응용팀	원급연구원
방문기관 (또는 회의장소)	Sands Expo & Convention Centre, Marina Bay Sands Singapore		
출발지	서울(ICN)	도착지	싱가포르(SIN)

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

- o AOGS 2025 22nd Annual Meeting (이하 AOGS 2025)은 Asia Oceania Geosciences Society가 주관하는 연례 회의로 대기, 생물, 수문, 해양, 행성, 지구 과학 등 8개 지구과학 분야와 관련된 다양한 주제를 연구한 결과와 최신기술 발전을 공유하고, 전문가들 간의 아시아-태평양 네트워킹을 촉진할 수 있는 대규모 지구과학 학회이다. 이번 2025년 7월 27일에서 8월 1일까지 싱가포르에서 개최되며, 연장중기와 양상블 예측 관련 세션을 통해 수치모델실에서 참석하는 출장 인원은 양상블응용팀 2명이다. 이번 AOGS 2025 참석과 발표는 사업단의 양상블 예측의 연구 성과 및 비전을 각국의 현업 기관 및 학계와 공유함과 동시에, 각국에서 참석하는 전문가들과의 논의를 통해 기후 변화로 인한 수치모델링의 예측 가능성의 한계를 인지하고, 향후 사업단 중기-연장중기 양상블 예측시스템 개선에 적용할 수 있는 유용한 정보 및 의견을 수집하여 환류함으로써 차세대수치예보모델 연구 개발과 활용에 기여하고자 한다.

나. 주요 업무 수행 사항

- o 심태현: 사업단의 KIM의 양상블 예측 시스템 및 확률예측 시스템의 개발 현황을 소개하고, 이음새 없는 수치모델 예측기술 개발 측면에서 필수 요소인 우리 모델의 연장중기의 예측성능을 간략히 소개하였다. 또한 예측성 개선을 위한 연구 진행상황 대한 내용을 발표함으로써 KIM 양상블 모델의 중기-연장중기 예측에서의 가능성을 알리는 자리를 가졌다. 특히 세션의 주제인 S2S로의 예측 확장을 위해 결합모델

기반 KIM 앙상블의 성능을 MJO 예측결과 개선으로 제시함으로써, 지면 뿐만 아니라 연장중기 예측에서 해양(해빙)-대기 상호작용이 예측 성능 연장의 주요 해결방안임을 역설하였다. 또한 초기 앙상블 구성의 민감도와 예측성능 개선의 중요성에 대한 토의를 통해 앙상블 초기 불확실성을 잘 표현하는 것이 중기-연장중기 예측성 향상의 중요한 요소임을 확인하였다. 그리고, 소규모 앙상블에 대한 CRPS(연속 순위 확률 점수)의 한계를 인지하고 앙상블 예측의 성능 검증에 필요한 Skill score의 개선을 위해, 예측분포와 실제 관측 간의 불확실성을 측정하는 도구(Fixed-distance near neighbors logarithmic score)로 앙상블 모델의 예측 능력 향상을 정량화하고자 하는 시도도 매우 흥미로운 연구발표였으며, 앞으로 우리 사업단 앙상블 예측 검증에서 활용이 가능할 것으로 보인다. 이 외에도 앙상블 기반의 확률예측 결과의 후처리 과정에 대한 다양한 AI 기법을 적용한 연구결과가 제시되어, 극한기상 탐지 및 위험기상 예측성능 향상을 위한 AI 기술의 활용 가능성을 확인하고 전문가와의 발표 토의를 통한 정보 공유/습득의 기회가 되었다.

- 홍석민: 고해상도 KIM 앙상블(50멤버)중기 예측 성능 평가 및 SPP 적용 결과를 발표하였다. 포스터 발표를 통해 국내 독자 개발 모델인 KIM에 대한 해외 연구자들의 관심을 확인할 수 있었으며, 앙상블 초기장 생성 방법과 멤버 수에 따른 성능에 대한 질의응답이 이어져 KIM 앙상블에 대한 높은 관심을 확인하였다. 같은 세션의 중국 연구자들의 발표를 통해 중국의 앙상블 구성 방식과 연구 동향을 파악하였으며, 특히 머신러닝을 활용한 초기장 생성 및 태풍 경로 예측 연구가 활발히 진행되고 있음을 확인하였다. 머신러닝은 계산 효율성 측면에서 장점이 있으나, 블랙박스적 한계도 명확하게 나타났다. 또한 초기 자료로 ERA5뿐만 아니라 Pangu 자료도 활용되고 있었다.

3. 출장성과·시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과·시사점

- 심태현: 연장중기 및 S2S의 시간규모에서의 전지구 앙상블 예측에 대한 다양한 모델 예측성능 및 사례 분석 결과를 살펴봄으로써 타 기관과의 KIM의 연장중기 예측성능을 비교해 보는 좋은 기회가 되었다. 특히 초기 섭동의 중요성을 인지하고 앙상블 생성 방안에 대한 사업단의 고민이 타 연구 발표를 통해서 기후변화라는 예측 불가능한 변수 속에 성능 개선이라는 문제를 극복하기 위한 모든 기관의 노력이 일맥상통함을 확인할 수 있었다. 다만, 인공지능을 활용한 초기 섭동 생성 등의 기술개발은 많은 기관에서 이미 시도 중이며, 이러한 기술 격차를 줄이기 위해서라도 앞으로 사업단 개발 방향 수립에 인공지능 기술 활용을 적극 반영할 필요가 보인다. 그리고 사업단의 결합모델 기반 앙상블 예측성능 개선 내용과 SPP의 활용 기술은 많은 타 연구 기관의 이목을 끄는 앞선 기술로 보여지며, 따라서 아직 남아있는 문제들을 빠르게 해결하고 연구성과 달성에 집중해야할 사안으로 보인다.

- 홍석민: 이번 학회에서 고해상도 KIM 앙상블(50멤버)의 중기 예측 성능 평가와 SPP 적용 결과를 발표하여 국내 연구 성과를 공유하였다. 포스터 발표를 통해 국내 독자 개발 모델인 KIM을 활용한 앙상블 연구를 수행할 수 있는 연구 환경에 대해 긍정적인 반응을 얻어 개인적인 연구 사기 진작에도 기여하였다. 또한 우리 연구 성과의 국제적 인지도를 높일 수 있는 기회가 되었다. 국외 앙상블 관련 연구 내용으로 중국 연구원들이 발표한 앙상블 초기장 생성에 머신러닝을 활용하는 연구가 빠르게 확산되고 있으며, 이는 계산 효율성 측면에서 장점이 있으나 블랙박스적 한계도 분명히 존재함을 확인하였다. 또한 ERA5뿐 아니라 Pangu와 같은 새로운 자료 활용이 확대되고 있어, 향후 다양한 자료 기반의 앙상블 연구에 대비할 필요가 있다. 이러한 점은 향후 우리 연구에서도 머신러닝 기반 접근의 적용 가능성과 해석 한계를 동시에 고려해야 함을 확인하였다.

나. 향후 업무 활용 계획

- 심태현: 연장중기의 예측 영역은 예측성 향상을 위해 앙상블 멤버에 대한 민감도와 초기자료에 의한 민감도가 공존하는 구간으로 seamless forecast를 지향하는 최근 모델링 연구 동향의 핵심 영역으로, 앞으로 사업단에서도 지속적인 연구개발이 필요하다. 이번 학회 참석과 발표를 통해 사업단의 앙상블 예측시스템 및 앙상블 기반 확률예측시스템의 개발 전반을 소개하고 타 기관과의 예측 결과를 공유함으로써 토의를 통해 앙상블 예측 시스템 관련 전문가의 조언을 얻고자 한다. 또한 이음새 없는 수치모델 예측기술 개발 측면에서 필수 요소인 중기-연장중기, 그리고 계절내-계절규모(sub-seasonal to seasonal, S2S) 예측기술의 발전 동향과 특히 AI 기술을 활용한 앙상블 예측 성능 개선 방향 및 후처리 산출물 활용 정보를 습득/파악하고자 한다. 또한 앙상블의 불확실성의 정량화 및 개선 방안과 이를 검증하기 위한 방법론 등 앙상블 관련 최신 정보를 토대로, 사업단 KIM의 중기-연장중기 이음새 없는 예측성능을 유지하고 연장중기 이상의 예측에서 나타날 수 있는 문제점의 선대응 및 예측성능을 개선하기 위한 최신 AI 활용 기술과 향후 세부 기술개발의 근거로 활용할 계획이다.
- 홍석민: 이번 학회에서 확인된 머신러닝 기반 초기장 생성 기법과 다양한 자료 활용 사례는 향후 앙상블 예측 연구에 중요한 방향으로 참고할 수 있었다. 특히 태풍 등 기상 사례를 대상으로 관련 연구를 통해 국내 예보 정확도 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 ERA5뿐 아니라 Pangu 등 새로운 자료 활용의 필요성이 부각됨에 따라, 향후 연구 및 업무 수행 과정에서 머신러닝을 활용 시 자료 활용 범위를 확대하고 국제 연구 동향을 반영할 필요가 있다. 연장중기 이상의 예측에서 나타날 수 있는 문제점의 선대응 및 예측성능을 개선하기 위한 향후 세부 기술개발의 근거로 활용할 계획이다.