

TRAVEL REPORT FORM

출장보고서

결 재	선임연구원	과장	본부장	원장직무대행
	08/12	08/12	08/12	08/12
협 조	정유란	이진영	김형진	김형진

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
예측기술개발과	선임연구원(선임연구원)	정유란	
예측운영과	연구원(연구원)	정유립	

2. Travel Period 출장기간

○ 2025. 7.27.(일) ~ 8.2.(토), 6박 7일

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

- 행사명: AOGS 2025 22nd Annual Meeting
- 장소: 싱가포르, 마리나베이 샌드 싱가포르, 샌드 엑스포 & 컨벤션 센터

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

일자	장소	주요내용
7. 27.(일)	이동	출국(부산->인천->싱가포르)
7. 28.(월) ~ 8. 1.(금)	싱가포르, 마리나베이 샌드 엑스포 & 컨벤션 센터	학회 발표 및 학회 참석 - 7월31일(목) 포스터 발표 - 8월1일(금) 구두 발표
8. 2.(토)	이동	귀국(싱가포르->인천->부산)

※ AOGS Session Layout

Lectures	Kamide Lectures, Distinguished Lectures, Axford Lectures, Medal Lectures, Special Lectures
Scientific Program	Atmospheric Science (AS), Hydrological Science (HS), Interdisciplinary Geoscience (IG), Planetary Science (PS), Others (Ocean Science (OS), Solid Earth (SE), Solar & Terrestrial (ST) sciences, Biogeoscience (BG), Special Session (SS))

○ [APCC 구두 및 포스터 발표]

- 예측기술개발과 1인 구두 발표 및 예측운영과 1인 포스터 발표

(1) Neural network ensembles enhancing Sub-Seasonal to Seasonal maximum temperature predictions (where can we use maximum temps if deep learning makes them more predictable?) (정유란, Aug 01, 구두 발표)

▶ (요약) 신경망과 딥러닝 기반의 다양한 기본 모델(CNN, CNN-LSTM, U-Net 등)을 활용해 일 최고기온(TMAX) 예측 정확도를 높이기 위해 앙상블 기법(투표, 배깅, 부스팅, 스택킹)을 적용. 결과적으로 모든 앙상블 기법에서 ACC가 일관되게 향상됨. ECMWF-S2S 예측에서는 배깅이, KMA-S2S 예측에서는 스택킹과 부스팅이 모든 리드타임에서 꾸준한 개선을 보임(그림 1)

▶ (질문) ① 훈련 및 예측 자료의 일별 입력 및 평가했는가에 대한 질문 및 과거재현기간 이외 Forecast 비교실험 유무 질문이 있었음(그림 2) ② 최고기온 외 다변수 훈련에 대한 질문이 있었음(그림 3)

(2) Influence of the boreal summer intraseasonal oscillation on temperature and precipitation in South Korea (정유림, July 31, 포스터 발표)

▶ (요약) 여름철 우리나라 기온 및 강수의 계절내 변동에 영향을 미치는 주요 BSISO 위상 및 관련 대기순환 패턴을 제시함. 특히, BSISO 단일 모드보다 결합 모드에서 고온/저온 및 다우/소우 경향이 유의미하게 나타나고 발생 확률이 높아짐을 설명함. 실제 우리나라 여름철 건조 사례를 분석하여 BSISO 영향과 BSISO 예측 지수 활용 가능성을 제시함(그림 4)

▶ (질문) (고온 및 저온을 유발하는 BSISO 위상의 역학적 과정과 사용된 대기 변수에 대한 질문이 있었음(그림 5). BSISO 예측 지수를 활용한 건조 사례 분석 결과를 설명하며 현재 APCC 홈페이지에서 제공 중인 BSISO 감시 및 예측 지수를 홍보함(그림 6)

1) Lectures

○ HS Kamide Lecture [HS 초청강연, 7월29일]: Dr. Xiaogang HE, National University of Singapore

- Catalogue, Connection, and Complementarity: Are Droughts and Floods Two Sides of the Same Coin?

- (가뭄->홍수: 동전의 양면) 가뭄과 홍수라는 수문학적 극한 현상 두 가지를 '동전의 양면'처럼 연결된 현상으로 보고, 이를 통합적으로 이해하고 관리하는 방법에 대한 연구 발표임. 3C → Catalog: 전 지구적, 장기간의 일관된 가뭄·홍수 데이터베이스 구축하고, Connection: 가뭄과 홍수가 시간과 공간에서 어떻게 상호 연결되고 전환되는지 분석함. Complementarity: 홍수를 지하수로 저장해 가뭄 해소에 활용하는 등 재난을 자원으로 전환하는 접근을 제안한 연구임 (그림 7). 홍수는 23억 명 이상에 영향을 끼치고 있음. 특히, 개발도상국이 큰 피해를 입고 있음. 또한, 전 세계의 가뭄 회복 확률을 평가하였는데, 일부 지역에서 회복이 어려워지고 있음. 가뭄이 끝난 직후 극단적 강우가 발생하는 현상('Rampancy')도 식별됨. 동시 다발적인 극한 현상이 전 세계 넓은 지역에 걸쳐 확대되고 있음. 연구는 홍수 시 발생하는 물을 지하수로 저장해 가뭄 시에 활용하는 'Flood Managed Recharge' 전략 소개하고, 캘리포니아 사례를 중심으로 기후 변화가 지하수 재충전에 미치는 영향과 농경지 재설계 사례 설명함. 머신러닝 및 그래프 신경망 등 첨단 모델을 활용해 침투 과정 시뮬레이션 및 최적화를 진행해서 기상 예측 개선과 연계해 저장과 방출 관리를

효율화하는 관리 시스템을 개발했음. (질문) 가뭄은 토양 습도 기준, 홍수는 강수량 기준으로 평가하는 점에 대해 자연 변동성과 시공간 모델링을 어떻게 반영했는지에 관한 질문이 나왔는데, 답변은 시간 초과로 별도로 하겠다해서 아쉬웠음

2) Scientific Programs

○ SS01 특별세션 (7월31일)

[AI in Weather and Climate Prediction: Progress, Challenges, and Outlooks]:

- Advancing Global Weather Prediction: an AI-driven Data Assimilation Framework and the Fuxi Weather System (Wei HAN, China Meteorological Administration)
- **(불확실성 고려 및 정보 활용 개선 기반의 AI 기후 예측 모델):** 일반적으로 머신러닝에서는 수준 차이의 불확실성을 고려하지 않지만, 본 연구에서는 각 변수의 불확실성을 세심하게 고려함. 이는 전통적인 데이터 기반(data-driven) 해법의 장점을 활용하여 머신러닝을 향상시킬 수 있다는 의미임. 유럽에서는 매일 7억 개의 관측 데이터를 받지만, 이 중 5%만 실제로 사용되고 있어 정보 손실이 큼. 나머지 정보는 채널 상관관계나 구름 등 다양한 이유로 사용되지 못하고 있는 실정임. 본 연구에서 개발한 AI 모델은 기존 방식보다 약 20배 빠르며, 예측 정확도는 99%임. 데이터의 물리적 패턴을 잘 학습하며 극한 기후에도 적용 가능한 강력한 AI 기후 예측 모델을 구현함
- Data-driven Global Atmosphere-ocean-land Coupled Model (함유근 교수, 서울대학교, Yoo-Geun HAM, Seoul National University)
- **(Data-driven Global Atmosphere-ocean-land Coupled Model):** AI 기반 모델들이 큰 성과를 내고 있으며, 앞으로 시간 척도를 넘어 더 장기 예측으로 확장될 것임(그림 8). 해양 모델이 포함된 시스템 모델로 확장되며, 최근 테스트 결과는 우수함. 대기 기반 모델이 많은 반면, 육지 모델은 상대적으로 적은 노력이 기울여졌음. 예를 들면, 태양 복사 방향성 모델에서는 육지 모델이 생성한 토양 수분을 입력하여 사용함. 자기회귀((auto-regressive) 모델을 사용해 하루 이하의 시간 범위(6시간)를 반복 예측했지만, 이는 대기-육지, 대기-해양 결합 학습에는 한계가 있음. 그래서 모델이 이런 상호작용을 학습할 수 있도록 프레임워크를 만들어야 함. 여러 시간 범위에서 손실 함수를 학습함으로써 극한 사례 예측 능력도 향상됨. 대기와 토양 수분 간의 상호작용은 실제 관측과 매우 유사하게 시뮬레이션이 되었음. 대기 모델만 사용했을 때보다, 육지 변수를 포함한 모델이 더 현실적이며 열파 지수 등에서도 높은 정확도를 보였음. 해양 모델에서도 모든 해양 및 대기 변수를 입력으로 하여, 다음 날짜의 해양 변수를 예측한데, PX 기반으로 모든 흐름을 하나의 컨볼루션으로 표현할 수 있게 되었음. 단, 현재 이 시스템은 계절 규모에서만 제대로 작동하며, 향후 시계열적 확장을 고려한 다중 스케일 학습 및 예측 성능 개선이 필요함
- Interpreting Climate Signals with a Self-Evolving Artificial Intelligence Framework (Fenghua LING, Shanghai AI Lab)
- **(EarthLink: 상하이 AI 랩)** AI 기반 지식 통합 플랫폼 EarthLink 개발 내용으로, 논문도 있음. 사용자가 다양한 언어로 질문하거나 문서를 업로드하면, AI가 분석하여 답변을 제공함. 오프라인/온라인 라이브러리, 논문, 실험 데이터를 기반으로 종합 응답을 생성하는데, 예를 들면, “아프리카의 미래 기온” 질문 시, 다양한 데이터로 미래 예측 리포트를 생성하는 것임. 인간-에이전트 상호작용을 통해 시스템이 지속적으로 학습하고 개선됨. 결론적으로, EarthLink는 전문가와 연구자의 문제

해결을 지원하는 AI 기반 도우미 플랫폼임(그림 9).

○ AS78 (7월28일)

[Ensemble Modeling and Prediction of High-impact, Multi-scale Weather to Decadal Events]:

- (Seasonal Prediction of North Atlantic Sea Surface Temperature Anomalies Using the LSTM Machine Learning Method): 기존 북미다중모델앙상블(NMME) 기반의 계절 예측은 지역과 계절에 따라 성능에 한계가 있음. 이를 개선하기 위해 LSTM(Long Short-Term Memory) 기반 기계학습 모델을 활용한 계절 예측을 시도함. 그 결과, 북미 해수면 온도 편차 계절 예측 성능이 향상되고 특히 ENSO와 같은 비선형 영향을 효과적으로 재현한다고 언급함. 향후 다른 해역으로 확장하거나, 추가적인 변수(예: 해저 열용량 등)를 포함한 다변량 LSTM 구조로 발전시킬 수 있는 연구 방향을 제시함(그림 10)

○ AS46 (7월28일)

[MJO: Toward Better Understanding and Prediction of Its Evolution, Characteristics, Mechanism, and Impacts]:

- (Alternative interpretation of MJO teleconnection via Dynamical Mode Decomposition): MJO 원격상관을 전통적인 로스비 파동 전파 중심 해석이 아닌 동역학적 관점에서 재해석한 연구. DMD 기법은 EOF 유사 분석 기반으로 공간 패턴을 추출하고 시간적으로 Fourier 변환을 통한 주파수 정보를 분리하여 시공간적으로 일관된 모드를 식별함. DMD 모드 중 일부는 주요 기후 변동성 모드와 유사한 공간 패턴을 가짐. DMD 모드의 고유 주파수가 MJO 강제력의 주파수와 유사하면 해당 모드가 강하게 유도되며, MJO 전파 속도가 느릴수록(빠를수록) 저주파(고주파) DMD 모드에 강하게 투영됨. MJO의 전파 속도를 알면 어떤 기후 변동 모드가 유도될 가능성이 큰지 사전에 예측할 수 있어, 이를 통해 MJO 원격상관 해석과 예측에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 제안됨(그림 11)
- (MJO Diversity in CMIP6 models): CMIP6 기후 모델에서 MJO 다양성과 전파 특성을 평가한 연구임. MJO 전파 속도, 구조, 지속 시간 등 다양한 특성을 분류하여 모델 간 차이를 분석함. 그 결과, CMIP6 모델들은 MJO 전파 특성(standing, jumping, slow, fast)을 다양하게 재현하였으며 모델의 평균 상태와 해양-대기 상호작용 정확성에 따라 차이가 남. 특히, 열대 대서양과 인도양의 해양 상태, 대기 안정도, 열대 지역 구름 및 강수 패턴이 MJO 전파 특성에 중요한 영향을 미침. MJO 다양성은 기후 모델의 MJO 재현 성능을 평가하는 데 유용한 기준이 됨(그림 12)

○ AS26 (7월29일)

[Extreme Events: Observations and Modeling]:

- (최대가능강수량(PMP) 산정의 한계와 모델 기반 접근법): PMP(Probable Maximum Precipitation)는 원래 핵심 인프라(원자력 발전소, 댐 등) 설계에 활용하는 기준값이나 지금까지의 산정법은 과거 통계나 경험적 수분 극대화에 의존하여 과학적 근거가 약하고, 기후변화 반영이 전혀 되지 않음. 최근에는 통계적 기법 대신 수치 기상모델을 활용, 실제 대기물리를 반영한 모델 기반 산정으로 전환되는 추세임. 모델 기반 산정으로 특정 유역, 현재 및 미래(2050, 2090) 시나리오 별 최악의 강수 시나리오 예측이 가능함. 실제 사례(일본 메소스케일 폭우 등)에서 2만mm가 넘는

PMP가 도출되기도 했는데, 이는 댐 등 인프라 설계 기준을 넘어서는 수준임. 그러나 한두 개 극한 사례에 국한돼 있어, 다양한 지역/유형별로 추가 검증 연구가 필요함

- **(인더스/히말라야 유역 극한기후):** 월별·계절별 데이터 분석 결과, 특히 2~3월(적설기)에 기온이 더욱 빠르게 오르고, 고도가 높을수록(2500m 이상) 기온 상승이 컸음. 평균기온 상승은 겨울과 3000m 이상 고도에서 두드러졌으며, 일부 연도에서 극심한 변동성도 관찰됨. 강수량 등에서는 전체적으로 뚜렷한 변화 추세가 없었으나, 겨울철 증발산 상승 등 고도 의존적 변화가 뚜렷함. 또한, 여름 몬순기의 IPC 제트의 변화가 지역 생태·수문환경에 중대한 영향을 미치므로, 예측불확실성 저감 및 추가 자원관리가 필수임을 강조함

○ AS70 (7월29일)

[Connections Between Polar-tropical, Arctic-midlatitude, and Tropical-extratropical Regions]:

- **(Motivating mechanisms of the South Asian Jet Wave Train by disturbances over the North Atlantic in winter):** 북대서양 disturbance와 겨울철 South Asian Jet Wave Train(SAJW) 생성과의 연관성을 Potential Vorticity Gradient(PVG)와 에너지 집중 효과를 중심으로 규명함. 북유럽 지역에서 강수에 의한 잠열 수송이 활발해지면서 양의 PV 편차가 발생함. 이는 지중해-남유럽 지역에서 PVG를 증가시켜 에너지가 해당 지역으로 집중되고 로스비파가 증폭되면 SAJW가 형성되어 아시아 아열대 지역(특히 히말라야 주변 및 인도 북부 등)에서 기온 및 강수 변화를 일으킴(그림 13)
- **(Asymmetries between phases of Atlantic Multidecadal Variability in the CMIP6 models):** AMV는 대서양 해수면 온도의 수십 년 규모 변동 현상으로 기후 시스템에 중요한 영향을 미침. 대부분 CMIP6 모델에서 AMV 양의 위상은 음의 위상과 달리 변동 강도가 더 크고 해양-대기 피드백이 더욱 강하게 나타나는 경향이 뚜렷함. 열대 대서양에서 해양-대기(Wind-SST) 국지적 상호작용 상호작용이 AMV 비대칭성을 결정짓는 주요 요인임. 열대 대서양 thermocline의 민감도가 높으면 바람 변동에 따른 SST 변화가 커지며 이로 인해 양의 AMV 위상이 강화됨. 따라서, AMV 관련 장기 예측 정확도 향상을 위해 해양-대기 피드백 메커니즘 이해가 필수적임(그림 14)

○ AS36 (7월29일)

[Weather and Climate Studies with High Resolution Earth System Models and High Performance Computing]:

- **(The Global Earth System simulated at 1 km: the large-scale of small-scales):** Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M), German Climate Computing Centre (DKRZ), ETH Zurich, CSCS, NVIDIA가 참여한 프로젝트는 1 km 해상도의 대기-해양-육지-빙권을 포함한 지구 시스템 모델링을 통해 기후 예측의 새로운 패러다임을 제시하고자 함. 이는 MPI-M의 ICON 모델을 기반으로 하며 ETH Zurich와 CSCS의 지원을 받아 개발되었고, DKRZ의 Levante 슈퍼컴퓨터를 활용하여 NVIDIA GPU를 통해 모델의 효율성과 성능을 극대화하였음. 1 km 해상도 지구 시스템 모델로 미세 규모 과정이 탄소 순환에 미치는 영향을 직접 시뮬레이션 하였으며 앞으로 에어로졸과 오존 상호작용까지 포함한 완전한 계절 주기 시뮬레이션을 수행할 예정임. 모델 출력 자료 구조를 새롭게 개선해 분석을 쉽고 재미있게 만들었으며 이 자료는 지구 시스템 AI 모델 학습에도 활용될 계획임(그림 15)
- **(Earth's future climate and its cloud-feedback simulated at Km-scale resolution):** 고해상

도 전지구 기후 모델링을 통해 온실가스 증가에 따른 미래 기후 변화 모의 결과를 보여줌. 9 km 대기 해상도와 4~25 km 해양 해상도 기반 전지구 시스템 모델(OpenIFS-FESOM2, AWI-CM3)로부터 SSP5-8.5 시나리오에 따른 21세기 말까지 미래 기후 변화 결과임. 9 km 고해상도 모델로 열대 저기압, MJO, ENSO 등 주요 기후 변동성과 극한 현상을 정밀하게 재현함. 21세기 말 지구 온난화, 극지 증폭, 강수 증가 등 주요 기후 변화 현상 고해상도로 재현함. 경계조건 문제 없이 전지구 차원에서 폭풍 해상도 모의가 가능해짐으로써 지역 모델 다운스케일링 한계를 극복할 수 있음을 강조함. 또한 지구 온난화에 대한 지역별 기후 반응을 정규화한 자료가 제공되어 다양한 온실가스 시나리오에 대응 가능하다고 제안함(그림 16)

○ OS09 (7월29일)

[Oceanic Big Data and Artificial Intelligence (ai) Oceanography]:

- (특정 시간대 집중 강수 혹은 홍수 발생 탐지): 대기 내 수증기 이동과 관련된 다양한 알고리즘 연구에 대해 설명함. 통합 수분 전송(integrated water vapor transfer)을 중심으로 바람의 방향(기증자와 수령인 역할)을 분석함. 탐지 및 식별 기준은 주로 'Lingo'라는 기준을 사용함. 다양한 네트워크 유형(방향성, 비방향성, 공간적, 시간적 네트워크)을 적용했는데, 각 격자(grid)를 노드로 보고 연결이 있는 곳은 링크로 정의함. 네트워크의 군집화, 최단 경로 등 여러 측정 방법을 사용함. 또한, IVD(integrated vapor transport)를 세 가지 기준으로 분류하여, 임계값 이상이면 해당 이벤트 존재(1), 아니면 부재(0)로 분류함. 강수 패턴의 변화를 관찰하면서 특정 시간대에 집중 강수 혹은 홍수가 발생할 수 있음을 확인함. 특히 해안 지역 같은 곳에서 위험이 매우 높을 수 있음.

○ IG01 (7월30일)

[Machine Learning and Data-driven Methods in Earth and Environmental Sciences]:

- (AI 기반 기후 모델링을 위한 새로운 접근-에뮬레이터 개발): 알렌 연구소의 Ai2팀 발표임. 기존의 물리 기반 기후 모델의 한계를 극복하고, AI 기반 모델로 기후와 날씨의 통계적 특성을 빠르고 정확하게 시뮬레이션할 수 있는 특히 미래 기후 예측과 지구 시스템 요소들과의 결합을 위한 새로운 에뮬레이터를 개발함. 해양, 복사, 구름 효과까지 통합하여 현실적인 기후 반응 모사가 가능한데도 매우 빠른 연산 속도를 가짐. 예를 들면, 하루에 1600년치 시뮬레이션이 가능함. 계절주기, ENSO (엘니뇨), 수문 순환, 해수면 온도 등을 잘 재현하였고, CO₂ 농도 증가 시의 기온 상승 패턴도 기존 모델보다 잘 재현했음. 슬랩 해양(slab ocean)과 결합하여 SST에 대한 기후 반응 테스트도 잘 했음. 다음으로 동적 해양 모델과의 결합을 진행 중임. 결론적으로 AI 기반 기후 모델은 미래 기후 예측 및 다중 시나리오 분석을 위한 강력하고 효율적인 도구가 될 것이며, 기존 모델보다 훨씬 빠르고 확장성 있는 구조로, 향후 다양한 기후 연구에 적용이 가능할 것임. 자세한 속도에 대한 질문이 있었는데, 하루에 1600년치 분량의 1도 해상도로 시뮬레이션할 수 있을 정도로 빠르다고 답변함

○ AS30 (7월30일)

[Extreme Heat: Past, Present, and Future]:

- (해양대륙(동남아) 지역의 습한 폭염의 특성 및 메커니즘): 최근 중위도와 고위도 폭염에 초점이 맞춰지지만, 해양 대륙(동남아)의 습한 폭염 연구는 부족하다고 언급함. 해양 대륙의 폭염 대부분은 건조가 아니라 습한 폭염 형태로, 고온과 높은 습도가 주요 원인임을 강조함. 이 지역에서 3~5월(환절기)에 폭염이 가장 많이 발생하며, 두 번째는 12~2월(남반구 여름)임을 지적. 폭염 정의는 일

평균 기온과 고습도(95백분위 초과)의 조합이 3일 이상 지속될 때 폭염으로 간주함. 기온 상승과 함께 토지 증발 등으로 인한 대기 습도 증가가 폭염 심화를 촉진함. 특정 기간 필리핀해의 고기압 강화, 대기 하강, 서풍 및 건조 역류 등이 폭염 메커니즘을 분석함. 엘니뇨·라니냐 등 대규모 기후 요인이 지역 내 습한 폭염 발생과 강도에 큰 영향을 미치는 것으로 분석됨. Kelvin 파(대류 파동) 등 열대 대기파가 폭염의 시작·지속·종료와 밀접한 관련이 있다고 설명함. AMS(활발한 몬순 상태)가 있으면 폭염 확률이 2~8배 증가, Kelvin파 등 일변동 대기파도 2~3배 증가시킴. 결론적으로, 해양대륙의 습한 폭염은 대기 습도, 지역 기상, 대규모 기상 변동의 영향을 크게 받음.

- **(대륙성 폭염의 예측 가능성과 냉방 수요 전망):** 최근 폭염이 증가하며 전력 수급, 냉방 수요 예측이 중요한 이슈가 되었음을 언급. 연구에서는 5개 주요 기상·해양 재분석 및 초기화된 대규모 앙상블 시뮬레이션을 활용함. 폭염은 건조(습도 33% 이하), 습윤(66% 이상) 등 다양한 지표로 분류하고 지역별·계절별 예측력을 분석함. "Cooling Degree Days(냉방도일)" 등 냉방 수요 예측 지표를 활용해 폭염-에너지 수요 연계 분석함. 초기화된 시뮬레이션이 전반적 폭염과 그로 인한 냉방 수요의 장기 추세와 변동성을 잘 재현함을 확인. 대체로 건조 폭염이 습한 폭염보다 예측력이 높으며, 2000년대 이후 여러 지역에서 건조 폭염 증가 및 냉방 수요 급증이 관찰됨(특히 남아시아, 중국, 북아프리카, 미국 남서부). 습한 폭염은 불규칙적이며 예측이 어려운데, 이는 대기 습도 특성의 모델링 한계와 관련이 있음. 전력망 관리 실무에서는 실제 냉방기(에어컨) 보급률, 인구 구조 등 실질 데이터와 결합하면 예측 신뢰도와 활용도가 커질 것임. 결론적으로, 건조 폭염 및 이에 따른 냉방 수요는 멀티-이어(수년) 예측이 가능하며, 향후 예측 모델은 내부 변동성보다 외적(인위적, 기후변화) 강제력이 더 큰 역할을 하게 될 것임.

○ AS58 (8월1일)

[Application of Artificial Intelligence to Weather and Climate Prediction]:

- 기후 시스템 분석에 네트워크(연결망) 방법이 필수적으로 쓰이고 있으며, 다양한 변수와 지역의 상호작용을 정량적으로 분석할 수 있음. 그래서 여러 지역 기후 지수(변수) 간의 연결(네트워크)을 도입하고, 이러한 네트워크가 실제 물리적 기상 현상과 연관되어 있음을 설명함
- 최신 AI 및 고해상도 수치모델에도 한계가 많으므로 예측 결과 해석에 주의가 필요함. 각종 물리적 지표, 네트워크 구조 분석을 통한 새로운 기후 이해와 모델링 방법이 제시되어야 함을 강조함

○ [Poster Sessions]

- (Impact of the thermal contrast between the Arabian Sea and the Iranian Plateau on the interannual variability of the East Asian summer monsoon): 아라비아해 고온-이란 고원 저온의 열적 dipole 패턴이 형성될 때 중위도 로스비파 전파를 유도하여 동아시아 대기 순환 패턴을 변화시킴. 그 결과 장강 중하류~일본 부근 강수 증가, 북중국 및 중국 남부 연안 강수 감소가 나타남. 이 메커니즘은 LBM과 WRF 모델 실험에서 일부 재현됨(그림 17)
- (Impact of La Nina on the following summer East Asian precipitation through intermediate SST anomalies): 겨울철 라니냐가 다음 여름 동아시아 강수에 미치는 영향을 분석함. 열대 동중국 태평양 해수면 온도가 평년보다 낮고 열대에서 북태평양까지 "Z자형" 저온 편차가 발생하여 봄에서 초여름까지 이어짐. 여름철에 서태평양 저기압성 순환 편차 그 북쪽 동북아시아에 고기압성 순환 편차가 발생하여 북중국 및 한반도 일부에 강수 감소 유도함(그림 18)

3) Exhibition (그림 19)

- (한국-한국수자원학회 부스) 한국수자원학회 저널 홍보 및 투고 관련한 내용 관람
- (한국-공항+해양+물리학 부스) 방문했을 때 오징어게임 등 많은 사람들이 게임하러 방문했다고 하고, 이상목 교수님이 AOGS 학회장 선거에 출마하셨으니 투표 참여 독려. 그래서 투표함 (그러나 선거 결과는 선출되지 않음)

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

○ [Lectures]

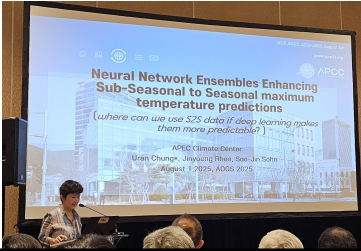
- (가뭄-홍수의 동기화) 가뭄과 홍수가 세계 곳곳에서 동시다발적으로 발생하고 이 두 극한사상이 서로 동기화되어 있다는 가설에서 예측-관리 시스템 개발에 최근 기술, 인공지능 기술을 결합하여 관리 시스템을 개발한 연구 내용으로 우리나라도 시급히 연구하고 개발하여 최근 강원도의 가뭄과 동시에 서쪽 전라도의 국지 및 게릴라성 극한 호우 재해 극복에 활용해야 하지 않을까 하는 생각이 들었음

○ [Scientific Program]

- (극한기후-AI 융합) 코로나-엔데믹 직후에 참석한 2023년 AOGS 보다 세션 내용들이 풍성하고 수준이 높아졌다는 생각이 들었음. 대부분의 주제가 기후변화 및 극한기상/기후와 AI 기술 적용 대다수였음. 또한, 2023년에는 아시아권들의 발표자들이 많았던 반면, 2025년에는 아시아권이 아닌 (예, 시애틀 및 미국 캘리포니아) 지역 등의 발표자들도 많았는데 대부분 AI 연구 발표자였음
- (기후 변동성 연구) 아시아 지역에 영향을 미치는 다양한 대기-해양 기후 변동 모드에 대한 연구가 활발히 논의됨. 특히, 중국을 중심으로 한 연구가 많았음. 또한, MJO 주제로 한 별도 세션이 마련될 만큼 MJO에 대한 관심과 연구가 지속되고 있으며 계절내 변동 뿐만 아니라 수십년 변동까지 다양한 시간 규모에 대한 이해가 확장되고 있음을 느꼈음. 특히, 해양과 대기 간의 상호작용이 기후 변동성을 이해하고 예측하는 데 매우 중요한 역할을 한다는 점이 강조되었음
- (기후 모델링 및 예측 기술의 발전) 전지구 고해상도 모델링 연구는 지역별 상세 예측과 이상기후 예측에 있어 큰 잠재력을 보여주었고 앞으로 기후 변화 대응 및 정책 수립에 기여할 것으로 기대됨. 또한, 인공지능 및 머신러닝 기법이 단기 예보부터 장기 예측까지 폭넓게 적용되고 있어 그 활용 가능성이 매우 고무적임. 이와 더불어, NVIDIA가 고해상도 지구 기후 모델링과 인공지능 기술을 활용하여 기후 예측 분야에 크게 기여하고 있다는 사실에 깊은 인상을 받았음

○ 주요 활동사진

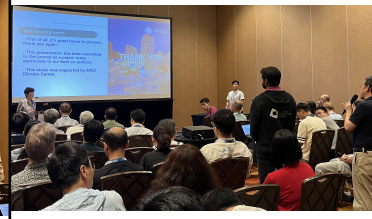
AS58-정유란(그림 1)



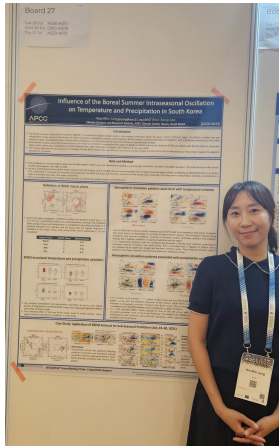
AS58-정유란(그림 2)



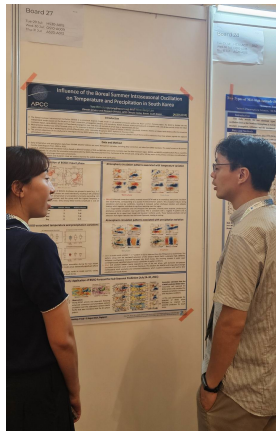
AS58-정유란(그림 3)



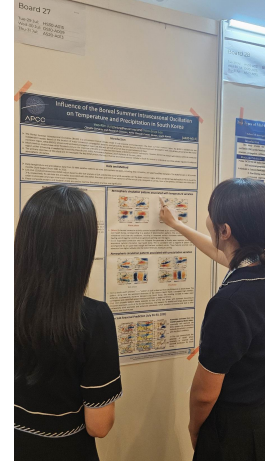
AS20-정유림(그림 4)



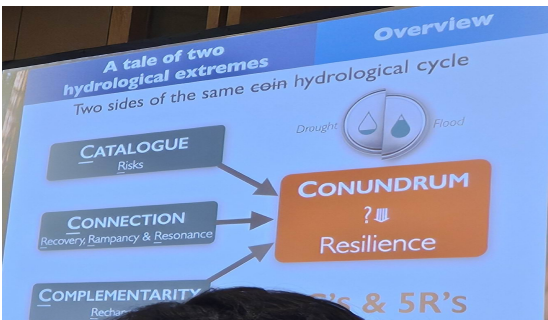
AS20-정유림 (그림 5)



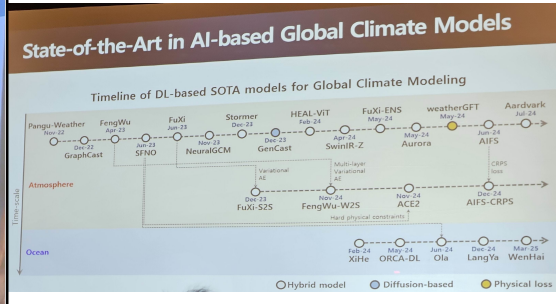
AS20-정유림 (그림 6)



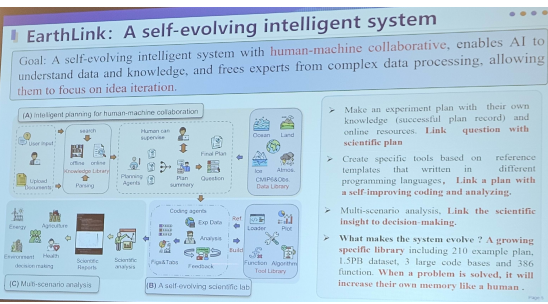
HS Kamide Lecture(그림 7)



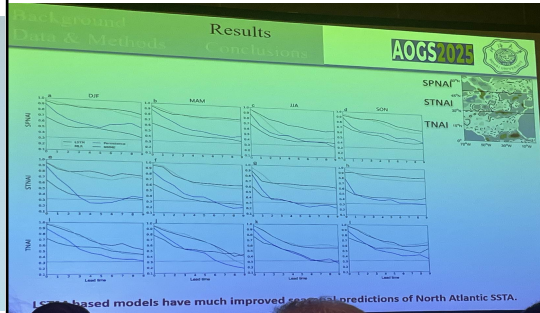
SS01(그림 8)



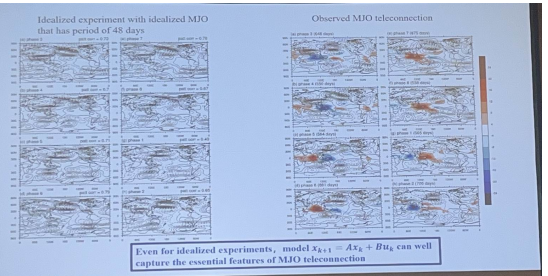
SS01(그림 9)



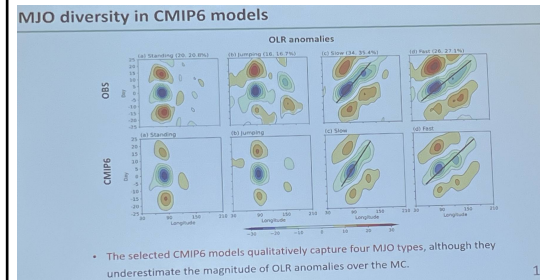
AS78(그림 10)

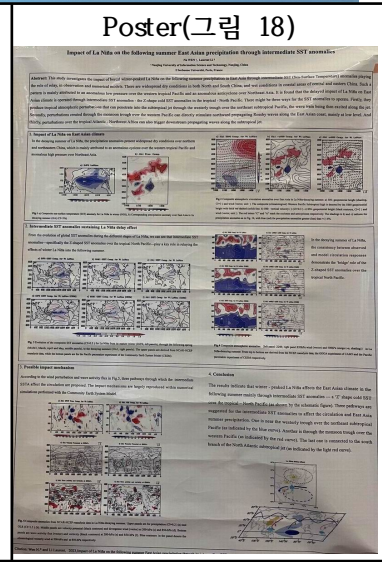
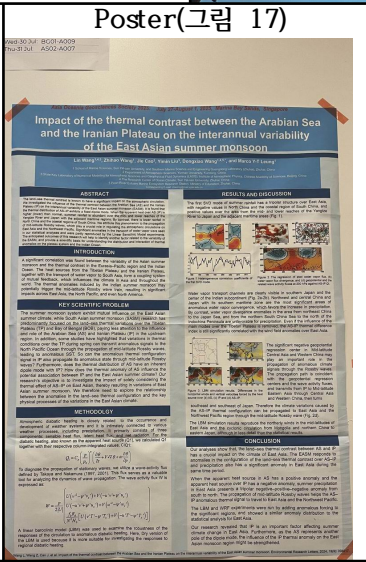
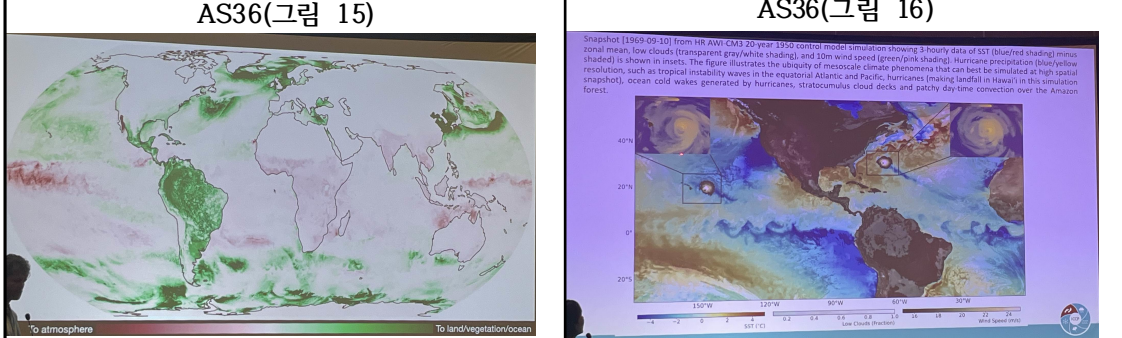
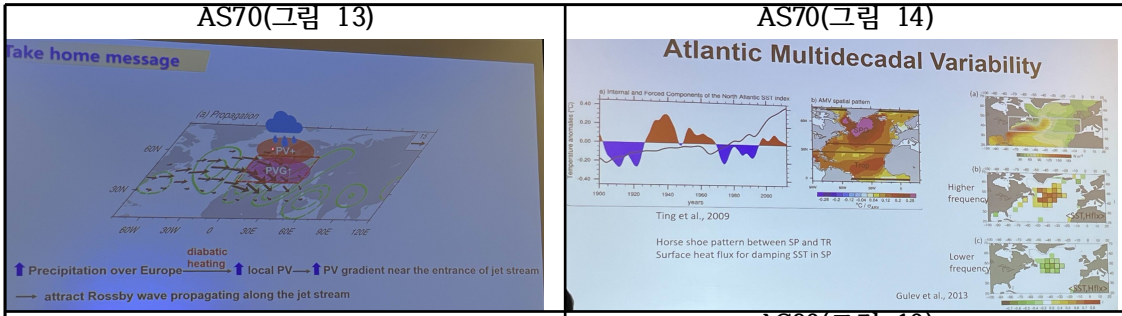


AS46(그림 11)



AS46(그림 12)





전시장 모습-그림 19



3. Suggestions and Remarks 건의사항

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