

TRAVEL REPORT FORM

출장보고서

결 재	선임연구원	과장	본부장	원장
	08/11	08/21	08/21	08/21
협 조	정유란	손수진	이진영	신도식
	선임연구원	선임연구원	과장	
	08/21	08/21	08/21	
	전종안	유진호	김형진	

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
기후사업본부	본부장	이진영	아태사업으로 정산
예측기술과	선임연구원	정유란	
	선임연구원	박경원	GCF-SPREP 정산
예측운영과	연구원	정임국	

2. Travel Period 출장기간

○ 2023. 7. 30.(일) ~ 8. 5.(토), 6박 7일

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

- 행사명: AOGS 2023 20th Annual Meeting
- 장소: 싱가포르, Suntec Convention Center

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

일자	장소	주요내용
7. 30.(일)	이동	출국(부산->인천->싱가포르)
7. 31.(월) ~ 8. 4.(금)	싱가포르, Suntec Convention Center	학회 발표 및 학회 참석
8. 5.(토)	이동	귀국(싱가포르->인천->부산)

※ AOGS Session Layout (굵음: 참석 세션)

Lectures	Key Distinguished Lectures, Axford Lectures, Medal Lectures,
Scientific Program	Atmospheric Science (AS), Hydrological Science (HS), Interdisciplinary Geoscience (IG), Planetary Science (PS), Post Session Others (Ocean Science (OS), Solid Earth (SE), Solar & Terrestrial (ST) sciences, Biogeoscience (BG), Special Session (SS))
Exhibition	한국기상학회, JpGU, AGU, EGU, Taiwan 전시 부스 등 방문

1) Lectures

○ AS Distinguished Lectures [AS 초청강연]

- **(대기 모델의 매개변수화-기계학습)** 대부분의 전지구 대기 모델에서 대기 중의 구름과 대류 과정은 간단한 개념에 기반한 매개변수화(parameterization)로 표현되는데, 이러한 매개변수화는 구조적인 문제로 인해 원하는 성능을 발휘하지 못한다. 그래서 매개변수화 개선하기 위해 고해상도 시뮬레이션과 기계학습 접근법으로 이것을 해결하고자 하는 연구임. 기계학습 기반으로 작은 영역에 대해 다양한 시뮬레이션들은 구조적 결함을 발견하고 전지구적으로 통합하는데 활용할 수 있음. 이 접근법은 모델 물리학의 새로운 접근법이 될 수 있을 것임
- **(먼지-산불-생물지구화학적 영향)** 육지-대기 피드백에서 먼지와 산불 과정의 역할에 대한 최근 연구를 소개함. 주요 내용은 (1) 먼지와 산불이 육지와 대기 변화에 대해 어떻게 변화하는지, (2) 먼지와 산불 변화가 지역 및 세계 기후에 어떤 영향을 미치는지, (3) 지구 환경 변화에 따라 먼지와 산불에서 어떤 변화를 기대할 수 있는지에 대해 언급했음. 먼지와 산불이 육지-대기 피드백 루프에서 핵심적인 과정을 대표하는데, 먼지와 산불 (이벤트) 발생과 강도는 대기 조건(예, 바람, 습도, 대기 안정성 등)과 육지 표면 상태(예, 토지 이용/토지 덮개, 식생, 토양, 지형 등)에 영향을 받을 뿐만 아니라 먼지와 산불은 지구와 대기의 수분, 에너지 등에 이상을 가해 육지-대기 피드백을 유발하기도 한다고 함. 또한 먼지와 산불 에어로졸의 장거리 이동은 에어로졸의 복사 및 생물지구화학적 영향을 통해 대규모 피드백을 유발할 수 있음. 따라서 기후 및 환경 변화는 먼지, 산불, 육지 생태계 및 대기 간의 피드백으로 더욱 복잡해질 것임

○ HS Distinguished Lectures [HS 초청강연]

- **(댐, 저수지, 확률최대강수 및 확률최대홍수에 대한 지구온난화의 영향)** 지구온난화/강수 강도 증가로 인한 확률최대강수와 확률최대홍수의 변화를 살펴봄. 강연자의 저널 게재 논문 (Sharma et al., "If Precipitation Extremes Are Increasing, Why Aren't Floods?")을 중심으로 강연하였으며 온도 상승에 따라 극한 강우는 존재하였으나 홍수의 경우 그 강도에 따라 다른 양상을 보이는 점을 분석함: rare 수준의 홍수(90~99.9 percentile)는 감소하였으나 더욱 극한의 홍수(> 99.9 percentile)의 경우는 감소함. 확률최대강수와 확률최대홍수는 가능한 상한을 나타내므로 미래 댐 건설 등을 계획할 때 기후변화 시나리오를 사용할 때 SSP-8.5 시나리오를 사용할 필요가 있음

○ Axford Lectures [Axford 초청강연]

- **(자전축-공전궤도-계절)** 기후 계절성은 두 가지 요인에 의해 결정되는데, 지구의 회전축 기울기(기울기 효과)와 지구가 태양 주위를 도는 궤도로 인한 지구와 태양 사이의 거리 변화(거리 효과)임. 예전 지구과학 시간으로 타임머신 속에 있는 기분이었음. 거리 효과는 종종 무시되는데, 최근 연구에 따르면 Pacific Cold Tongue는 지역 기후에 영향을 미칠 수 있음. 거리 효과와 관련된 대규모 순환 현상으로 인해 Pacific Cold Tongue의 연간 사이클이 기울기 효과와는 다른 특징을 가지게 된다고 함. 따라서 거리 효과를 독립적인 연간 사이클로 간주해야 하며, 기울기와 거리 효과를 따로 고려해야 한다고 강조함
- **(생물지리학-"20°C 효과")** 생물지리학과 종 다양성을 제한하는 환경 변화에 대한 이해는 해양 생물 다양성의 범위를 이해하는 데에 매우 중요함. 지구상에서 약 2/3 정도 종이 발견된 가운데 대표 해양 생물종으로 연구. 연안 해역이 심해보다 종의 특성과 다양성이 훨씬 더 큰데,

latitudinal gradient (위도 차이) 분석을 통해 온도가 세계적으로 해양 생물 다양성의 주요 원인임을 보여줌. 기후변화로 인해 종들이 적도에서 멀어지면서 latitudinal gradient 때문에 북극 일부 지역에서 어류 종 다양성이 두 배로 증가하고 있음. 생물 활성에 관한 연구는 모든 생물군에 걸쳐 최적 온도가 20°C임을 보여주며, 이는 해양 생태계 수준에서도 "20°C 효과"로 나타난다고 함

○ Medal Lectures [수상자 초청강연]

- (해수면 상승-해양 열팽창-빙하) Sea-level 상승은 21세기 및 미래에도 더 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨. Sea-level 상승 속도의 가속화에 대해 명확하게 확인되었음에도 불구하고, 불확실성은 여전히 존재함. 과거에는 Sea-level 변화의 원인에 대해 알려진 것이 많지 않아서 연안의 조류 계측기에 의해 측정된 상승을 정확하게 설명할 수 없었지만, 최근 기술 및 개선된 해양 현지 관측과 위성 관측, "Solid Earth"에 대한 이해, 기후 시스템에 대한 이해와 개선된 모델링이 Sea-level 변화의 원인을 해결하는 데 도움이 되었음. 최근 연구들은 관측과 모델 추정치의 합계로 인한 위성 시대, 지난 반세기 및 1900년 이후의 Sea-level 변화의 증가가 관찰된 Sea-level 상승을 충분히 설명하고 있는데 이 중 주요 원인은 최근 몇십 년 동안의 해양 열팽창과 빙하임

2) Scientific Programs

○ [AS: Atmospheric Science]

- (집중강수예측-RN3D) 집중 강수량 Now casting을 위한 Real-time system을 Neural Network을 RN3D로 구성하여 설계한 결과를 소개하였음. LSTM 기법을 3차원으로 설계하여 4개의 Encoding Layer를 통과하여 Decoding은 3D 형상으로 나오는 이미지를 다시 CNN을 통해 Post-Decoding을 실시하여 1.8km 해상도의 결과를 추출하는 결과물을 소개하였음
- (일본-집중호우) 여름 일본의 Heavy Rainfall을 주제로 일본에 매년 내리는 집중호우의 경향과 예측 필요성에 대해 설명하며 Coupled Model에 대한 설명 및 결과를 보여주었음. 여기서 제안한 Coupled Model은 Atmospheric feedback과 SST feedback을 결합한 모형으로 heavy rainfall을 예측하는데 우수한 성능을 보여주었음. 일본의 경우 일본 주변의 대기 및 해양의 결합 형태를 잘 유추하는 것이 중요함을 강조하였으며, 특히 여름시즌의 북서부 태평양의 경우 Atmospheric feedback이 SST feedback보다 더 많은 영향을 받는다는 것을 설명하였음
- (실시간강수예측) Maritime Continent 지역의 Noewcasting (0~6hrs)을 위한 기법을 STPES10 (Probabilistic)과 비교하여 L-K Algorithm(Deterministic)과 비교 분석한 결과를 소개하였음. 항상 우수한 결과를 보여주는 알고리즘이 고정적이지 않고, 해상도와 Lead-hour에 따라서 성능이 차이를 보여준다는 것을 보여주었음
- (한국-집중호우) 기상청에서 여름의 집중호우 구름을 GK-2A(Geostationary Korea Multi Purpose Satellite -2A) 이미지를 활용하여 추정하는 방법 및 결과에 대한 발표가 있었음. 60가지의 case를 활용하여 한반도 지역에 적합한 Heavy Rain의 기준을 결정하였고 이에 대한 설명(기상청의 Heavy Rain Watch는 3시간 60mm이상, 12시간 110mm 이상이며, Heavy Rain Warning은 3시간 90mm 이상, 12시간 180mm 이상, 12가지 Check list)
- (태평양도서-Marine Heatwave) 또 다른 GCF-SPREP 사업인 Fishing 파트로 바누아투 지

역의 Marine Heatwave (MHW)를 dOISST를 활용하여 관측 및 예측한 결과를 발표하였음. 바누아투의 MHW로 인해 물고기가 대량 폐사하는 일이 2019년에 있음을 소개하고, 이를 SST와 Climatology를 활용한 MHW기준을 보여주었음. 예측은 BoM의 ACCESS-S2 모델을 활용하여 적용한 사례를 보여주었음

- **(호주-가뭄조기경보시스템)** 호주 가뭄의 조기경보를 위한 확률 계절예측 자료의 활용사례를 소개하며, Precipitation, Soil moisture, Actual ET의 percentile을 활용하여 EOF를 통한 주성분을 추출하여 적용한 기법을 소개하였음. 추출된 성분의 자료를 확률 계절 예측 자료와 결합하여 매우 상세히 분할되어 있는 가뭄지수 기준을 통해 5가지 (non-drought, watch, ecovery possible watch, alert, critical)로 예측하는 결과를 보여주었음. (이러한 정보를 우리나라의 이상기후를 예측하는 자료로 활용하기에도 매우 적절할 것으로 보여짐)
- **(대만-극한강우증가)** 대만의 Early Summer Rainy Season인 6월의 Heavy Rain의 Marine Boundary layer jet (MBLJ) 패턴을 찾는 연구 결과를 발표하였음. 대만도 강우량이 상당히 많이 늘어나고 있어, 이를 분석하기 위한 기반 연구를 한 것으로 파악되며, 이를 1km 해상도로 결과를 도출하였음
- **(미래기후-산불)** CMIP6를 활용하여 Wild fire가 기후변화의 큰 추세인 지구온난화에 어떠한 영향을 받는지를 Canadian Forest Fire Weather Index(FWI)와 Mcarthur Forecast Fire Danger Index (FFID)를 SSP126과 SSP585에 적용하여 비교한 결과를 제시하였음. 공통 입력변수로, 기온과 강수, 상대습도와, 풍속이 있는데, 지구온난화에 많은 영향을 받는 것을 알 수 있었음
- **(바람장예측-딥러닝)** Atmospheric Motion Vector (AMV)의 추정을 위해 HIMAWARI와 FY-4A geostationary 위성 이미지를 활용하여 Conv-LSTM을 적용한 결과를 보여주었음. 5-fold cross validation을 통해 연구의 검증을 진행한 결과를 보여주었는데, 딥러닝의 알고리즘으로도 AMV의 바람장을 충분히 잘 예측하는 것을 보여주었음
- **(인도 몬순-지연 및 연장)** 최근 해수면 온도(SST) 상승 및 기후변화가 인도 여름 몬순 (Indian summer monsoon, ISM)에 영향을 끼침. 그래서 최근 40년 동안 남인도와 북서인도 지역의 ISM 추세 분석 결과, 두 지역 모두 초기(early) 시작 시점은 조금 앞당겨지는 경향을 보이지만 통계적으로 유의미하지는 않았음. 그러나 북서인도와 남인도의 장마전선 후퇴가 (Monsoon withdraw) 각각 6일/10년 및 3.25일/10년 동안 통계적으로 유의미하게 지연되었고, 북서인도와 남인도 지역의 몬순 기간은 각각 약 7.8일/10년 및 3.5일/10년 동안 연장되었음. AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation)가 특히 1998년 이후 최근 몇십 년 동안 음의 상태에서 양의 상태로 변화했으며 남인도의 장마 후퇴의 지연은 주로 AMO 상태 변화와 인도양의 변화와 관련이 있다고 함
- **(지구관측위성 현황)** NASA는 지속적으로 지구관측위성을 발사하고 계획 중에 있으며, 최근 세계 최초로 저수위 관측하는 위성 SWOT을 성공적으로 발사하여 Land에서 저수량을 지속적으로 관측하여 이상기후에 대한 물수지 변화를 모니터링 하고 있음. 더불어 PACE(Plankton, Aerosol, Cloud, Ocean Ecosystem)을 제작하고 있으며, 이번 AOGS에서 특별 workshop을 개최하였음. 이 위성은 대기와 해양의 CO2 상호관계를 이해하는데 도움을 줄 것으로 판단됨. NOAA는 현재 발사되어 있는 NOAA 위성 시리즈를 계속적으로 업데이트 할 예정이며, 정지궤도 위성 GOES 시리즈는 차세대 정지궤도 위성(GeoXO:Geostationary Extended Observations)으로 업데이트를 추진하고 있음. NOAA GeoXO위성은 2030대에 운영할 계획으로 있음. GeoXO위성은 기상예보, 해양/대기 관측에 대한 향상된 관측 자료를 제

공하게 될 것이며, 수치예보, 단기예보와 화산, 산불, 가뭄, 홍수에 대해서 의사결정자들에게 보다 나은 기초자료를 제공할 것으로 보임. 탑재될 GXI(GeoXO Imager)센서는 GOES-R ABI(Advanced Baseline Imager)센서 보다 더 많은 두 개의 새로운 채널이 추가될 것이며, 보다 나은 공간해상도를 제공하게 됨. 0.91 μ m(근적외)와 5.15 μ m(적외) 센서가 추가되어 water vapor 대한 관측능력을 높여 줄것으로 판단되고, 특히 장기간의 기후모니터링(climate data record)에 중추적인 역할을 할 것으로 기대됨. Sounder는 GXS(GeoXO Sounder)가 탑재되는데 GXS는 실시간으로 연직 대기 습도, 바람, 온도에 대한 정보를 제공하게 될 것이며, 현재 GOES의 18개 채널에서 1,550개의 Hyperspectralr 센서가 탑재되어 훨씬 정확도 높은 연직 프로파일 정보를 얻을 수 있게 됨. GeoXO위성에 탑재되는 또 다른 센서는 ACX(Atmospheric Composition Instrument)가 있으며, ACX는 hyperspectral spectrometer 센서로UV에서 visible까지 관측이 가능하며 Air Quality 모니터링과 예측이 가능하게 해줄 것으로 기대됨. 더불어 Air Quality 관측요소로는 O3, PM, NO2, CH2O, C2H2O2, SO2등이 관측가능하게 될 것임. 해양조사원에서 관측하고 있는 정지궤도 해양 위성의 센서가 GeoXO에도 탑재되는데 Ocean Color Instrument(OCX)이다. OCX는 공간해상도 약 400미터 고해상도 센서가 탑재되어 해양 생물, 화학, 생태계에 중요한 정보를 계속적으로 알려주게 될 것이며, NOAA JPSS와 NASA PACE위성 센서보다 높은 채널을 가지기 때문에 보다 나은 정보 제공이 가능함. 그리고 NOAA'S JPSS을 대신하게 될 프로그램은 NOAA'S Near Earth Orbit Network(NEON)이며, 극궤도 위성으로 QuickSounder와 Microwave Sounder를 탑재하고 현재보다 나은 정보를 제공하기 위해 기획되고 있음. NOAA는 기획연구로 대기 바람장(3D)센서와 지구관측자료를 활용한 디지털트윈기술, 그리고 마이크로웨이브 hyperspectral 센서 연구에 다른 우수한 기관과 협의하고 있음. 일본은 ALOS-3,4을 발사하여 land 지구관측을 계속 이어가고 있으며, GOSAT(global observing satellite for greenhouse gases and water cycle) 시리즈를 통하여 CO2을 중점적으로 관측하고, 이 시리즈(GOSAT-2)의 새로운 위성 GOSAT-GW위성을 올해 발사하여 운영하려고 하고 있음. 중국은 최근 엄청난 양의 기상위성을 발사하고 있으며, 또한 기획하고 있음. 이번 AOGS에서는 최근 중국 기상위성을 이용한 다양한 연구가 발표되었음. 정지궤도 FengYun 시리즈는 FY-2가 A-H까지 발사되었고, FY-4시리즈는 A-B가 발사된 상황임. 극궤도 위성은 FY-1 A-D, FY-3 A-G까지 많은 양의 위성을 우주로 보냈고, 또한 다양한 위성을 기획하고 있음. 한국은 김준B 교수님이 세계최초 정지궤도 환경위성 GEMS에 대한 간략한 운영 현황에 대해서 설명하였고, 차기 GEMS2의 기획연구에 대해서 설명함. 현재보다 많은 채널 수와 더 좋아진 공간 해상도를 갖추게 될것으로 설명함

○ [HS: Hydrological Science]

- (토양수분예측) NASA에서 제공하는 Soil Moisture Active Passive (SMAP) 자료의 현재 상황과 앞으로의 방향에 대해서 SMAP 개발팀에서 발표하였음. 앞으로의 SMAP은 SMAP-NISAR Active Passive algorithm의 적용으로 산림지역의 토양수분의 정확도를 올리는데 목표를 하고 있음을 알려주었으며, 이외에도 SMAP의 토양수분의 산출을 위한 다양한 알고리즘 및 수식을 소개하였음
- (상세화 기법) 위성 관측 자료의 masking을 고해상도로 해결하기 위해 derive fine-resolution water surface extension 기법을 소개함. 5 단계의 과정을 통해 Water grid cell을 고해상도로 추정하는 기법을 만들었는데, gap-filling이 매우 우수하며,

downscaling까지 가능하여 다용도의 활용이 가능할 기법으로 보임

- **(중국-이상 강수 빈도-딥러닝)** 1961년부터 2018년까지 중국에서 대규모 이상 강수 (anomalous precipitation) 빈도가 증가했음. 대규모 이상 강수 이벤트 식별을 위해 딥러닝 인코딩 기법 적용 분석한 결과, WNPSH의 서쪽 이동과 함께 안티사이클론 시스템이 인도양과 남중국해에서 따뜻하고 습한 공기를 북서쪽 경계에서 발생한 이례적인 사이클론 때문에 차가운 공기와 수렴되면서 해당 지역에서 대규모 이상 강수가 발생한 것으로 보임. 또한, 서풍제트(EAJ)의 북쪽 및 남쪽 이동도 각각 중국 북부와 남부에서 이상 강수 이벤트의 발생을 촉진한 것으로 나타났음. 또한, SSP585 시나리오에서 이상 강수 이벤트의 빈도가 2~4배 증가할 것으로 예상됨
- **(홍수예측-양상블기계학습)** 이 연구는 강수 시스템 관리 중 홍수 침수 모델링 개발에 관한 것인데, 역시 기계학습 기법(ML)과 원격탐지 기술을 적용한 사례였음. 연구 지역은 호주의 Macintyre 강 유역으로, 1988년부터 2020년까지의 Landsat 기반 영상과 인근 게이지로부터 얻은 일일 동시 및 지연 유량 데이터, 최근 홍수 침수 예측에 사용함. 사용한 기법이 다양했는데, 로지스틱 회귀, 서포트 벡터 머신, 랜덤 포레스트 (RF), 다층 퍼셉트론 (MLP), 합성곱 신경망 (CNN) 등 다양한 ML 기법을 사용하여 홍수 침수 예측 모델링 개발함. RF가 침수 지역과 미침수 지역 예측에 있어 90% 정확도로 다른 모델보다 우수한 결과를 보여주었음
- **(강수예측-양상블기계학습)** 이 발표는 경북대학교에서 개발 중인 양상블 기계학습 기반의 실시간 병합 강수 예측 개발에 관한 것임. 이 연구에서도 위성 강수(SPPs) 자료 활용함. GSMaP-NRT, IMERG-Early, PERSIANN-CCS의 세 가지 NRT SPPs와 480개 게이지 관측소에서 기온, 습도 및 강수 자료를 활용하고, 가장 보편적으로 80%는 학습에, 20%는 검증을 위해 무작위로 분할(즉, 랜덤 스플릿)하여 활용. 양상블 기계학습이 NRT SPPs보다 정확도가 높았고 공간적으로 안정된 결과를 보였음. 단기 강수 예측(1, 3, 6시간)에서는 양상블 모델이 강수 패턴을 잘 재현하여 안정적 예측 성능을 보였음. 그러나 역시 리드 타임 증가함에 따라 예측 성능은 감소하였는데, 이 발표 후 다음 연구에서는 관측 및 생산된 입력 데이터의 실시간 업데이트를 통해 해결할 수 있을 것이라고 했음

○ [PS: Planetary Science]

- **(실시간강수예측-위성자료-딥러닝)** 위성 자료의 딥러닝을 활용한 태풍 및 강수의 Nowcasting (0~6hours)을 시범적으로 연구한 결과가 매우 흥미로운 주제였음. 모델을 통해 생산한 결과를 보정해 주기 위해서 Quantile Mapping을 활용하여 후처리를 해주는 방법 또한 매우 흥미로웠음

○ [IG: Interdisciplinary Geoscience]

- **(해안재난회복력-디지털트윈)** 매우 흥미로운 세션이었음. "Coastal Digital Twin (CDT)"라는 개념에 대해 논의. CDT는 연안 환경에 대한 물리적 객체들을 디지털 복제본, 즉 사이버 공간에 저장. CDT는 연안 및 해양 현상을 모사하고 이해하기 위해 활용되며, 현실적 물리 세계에서는 시간과 비용 제약으로 인해 어려웠던 최적의 솔루션을 탐색하고 연구하는데 도움을 줄 수 있음. CDT의 핵심 구성 요소는 감지와 모니터링 데이터의 통합, 데이터 해석, 그리고 추론으로 실시간 피드백과 솔루션에 대한 지식과 통찰력을 제공할 수 있음
- **(해안 침식-디지털트윈)** 모래 해변의 침식은 바다의 파동과 압력 및 인간의 개입 등으로 인해 지형이 변하기 때문에 실시간 정확한 연안선 모니터링은 연안 관리에 중요함을 언급함. SAR

(Satellite Synthetic Aperture Radar)는 모래 해변 지형 변화 등의 감시를 위한 유용한 도구로, 구름 덮인 상태와 극한 폭풍에도 관측이 가능한데, SAR 이미지를 이용한 디지털트윈 구현 통해 거의 실시간 연안선 위치를 시각화하고 연안 변화를 예측하는 데 도움을 줄 수 있게 된다고 함

- **(태풍경보-디지털트윈)** 재난 대응 분석을 위한 디지털트윈 제시. 연구 대상 지역인 일본 미야기현 마루모리 타운은 2019년 태풍 하기비스 (Typhoon Hagibis)로 인해 많은 산사태와 홍수가 발생해서 큰 피해를 입었는데, 실제 지형 자료와 그 태풍 발생시 기록된 실제 강수량 자료 (폭우)로부터 산사태와 홍수에 대해 가상 수치 시뮬레이션한 후 실제 기록된 자료와 비교했을 때 높은 정확도를 보였음. 또한, 산사태와 홍수로 인한 임시(가상) 위험 변화를 고려한 대피 과정을 가상으로 재현한 후 기록된 실제 재해 자료와 검증했음. 비상 대피 발령 시점과 같은 다양한 조건을 디지털트윈에서 재현함. 이러한 시나리오들의 결과로부터 폭우 재해에 대한 효과적인 대응 전략을 파악하는데 기여할 수 있다고 발표함
- **(Moderator Wrap up)** 디지털트윈의 중요성은 정책 문제로 시작했지만 아직 개념이 모호함. 디지털트윈의 일반적인 개념은 가상과 실제 공간이 상호 연결된 시스템을 의미함. 이 세션에서 실시간 모델링부터 기후 문제까지 다양한 시간대에서 해안의 문제, 침식, 폭우 대피 등에 대한 문제에 대해 디지털트윈의 도입과 발전을 검토했음
- **(연안침식예측-딥러닝)** 강의 모래는 광물이 풍부해서 다양한 산업에서 널리 사용되지만, 메콩델타에서의 과도한 채굴로 염분 증가 및 붕괴와 같은 환경 문제가 발생하고 있음. 비용이 많이 드는 현장 조사 없이도 모래 채굴 예산을 추정할 수 있는 딥러닝 기반의 새로운 프레임워크를 개발했다는 내용임
- **(수질분석-딥러닝)** 중국 심천만(Shenzhen Bay)에서 Sentinel-2 위성 영상을 사용하여 해안 수질 파라미터(water quality parameters, WQP)를 정확하게 추정하기 위한 앙상블 기반 ML 모델 개발했음. 개발된 ML based 모델은 클로로필 A(chlorophyll-a, Chla)에 대해 1.7%, 탁도(dissolved oxygen, DO)에 대해 1.5%, 추정은 0.02%의 오차로 만족스러운 성능을 보였음. 공간적 패턴은 심천만의 수질 악화가 주로 하구로부터의 육상 오염 물질의 영향을 받음을 보여주었고, 상관 분석 결과, 기온(Temp)과 평균 기압(average air pressure, AAP)이 Chla와 가장 밀접한 관계를 보였으며, 탁도(DO)는 Temp, AWS(average wind speed), AAP에 민감하지 않았음. 전반적으로, 앙상블 ML 모델은 해안 수질에서 Chla, 탁도 및 DO의 장기간 추정에 정확하고 실용적인 방법으로 물 자원 관리 의사 결정자들에게 이로움을 줄 것이라고 발표함
- **(지진예측-딥러닝)** 2023년 2월 6일 터키 지진을 예로, 이와 관련해서 실시간으로 지진 규모와 위치를 판별하는 “지진 초기 경보(EEW) 시스템”은 전 세계 여러 지역에서 빠르고 효율적인 “후지진 대응(post-seismic response)”을 위해 운영되고 있다고 함. 기존의 EEW 시스템은 주로 지진의 파형(waveform)에 의존하며 단일 지점을 간소화한 지진 형태를 다룸. 그러나 지진계(센서)는 큰 지진이 일어나는 동안 clip 되고 강한 모션 센서가 drift 될 수 있다고 함. 특히 대륙의 큰 지진은 수백 킬로미터의 파열과 여러 가지 잡음들이 포함된 국소적인 강한 진동을 초래할 수 있다고 함. 그래서 이 연구는 지진의 변위 파형(displacement waveforms)을 직접 측정하는 글로벌 내비게이션 위성 시스템(HR-GNSS)을 기반으로 대륙의 큰 지진을 빠르게 예측할 수 있는 다중 분기 신경망 프레임워크를 개발하였다고 함. 이 프레임워크는 2021년 Mw 7.4 지진의 사례 연구를 통해 증명되었고 실용화할 수 있다고 함

○ [Poster Sessions]

- (GPCP ver 3.2) The Global Precipitation Climatology Projcet(GPCP) 새로운 3.2 product을 발표함. Monthly 자료는 공간해상도는 2.5도에서 0.5도로 고해상도자료로 향상됨. 정지궤도 위성자료는 이전에는 40°N-S에서 58°N-S으로 확장하여 알고리즘에 적용되었으며, PMW(GPROF)와 IR(PERSIANN-CDR)의 최근 업그레이드 된 알고리즘이 적용되었음. Daily 자료는 Multi-satellite retrievals for GPM(IMERG)자료가 포함되었고, TOVS, AIRS-IR daily의 알고리즘이 적용되었으며, 더불어 GPCP 3.2의 Montly 자료가 이용되어 업데이트 되었음. 이전 버전에 비해서 4-5%정도의 정확도 향상이 있음. GPCP을 이용하고자 하는 연구자는 이전 버전보다 정확도가 향상된 ver3.2을 이용하는 것이 좋을 것으로 판단됨
- (침수 이미지 판독) 짧은 기간내의 집중호우로 인하여 갑자기 발생하는 침수를 동네마다 설치되어 있는 CCTV를 이용하여 물을 detection하고 알려주는 알고리즘을 개발함. 방법은 DeepLab v3+을 기법을 차용 의미적 분할(semantic segmentation)을 이용하여 차, 인간, 사물과 침수되는 물을 분류하고 탐지함. 이러한 기법은 향후 기후 분야 예측인자를 탐지하고 이를 예측 정확도 향상에 이용할 수 있는 기법에 대해서 고민할 필요성이 있음

○ [APCC 구두 및 포스터 발표]

- 기후예측사업 본부 1인, 예측운영과 1인, 예측기술과 2인 포스터 및 구두 발표
 - ① Objective climate predictions of summer temperatures in South Korea based on CNN and GNN (이진영, Aug 01)
 - ② Development of Long-term Climate Products using Remote Sensing Data (박경원, Aug 01)
 - ③ Comparison and Application of Gap-filling Algorithm for Extreme Climate Analysis of Vanuatu Observation Data (정임국, Aug 01)
 - ④ Post-correcting of Multi-Model Ensemble Sub-Seasonal Forecast of precipitation based on deep learning (정유란, Aug 04)
 - 극한 기상(강우) 및 전지구(동아시아 이외 도메인 확장) 적용과 강수 발생 분류 기준을 0.1mm/day 이외 다양한 범위(e.g., heavy rain ranges)에서 적용/비교 등에 대해 논의
 - 기후모델 원시 예측성의 높고 낮음에 따른 딥러닝 훈련 효과 차이에 대한 명확한 정의/규명 필요함에 대해서도 논의

3) Exhibition

- (한국-기상학회) 부스 방문. 대기 및 APJAS에 많은 논문 투고 검토/독려 등 논의
- (기타-지구과학회) 일본 지구과학(GeoScience Union, JpGU) 부스 방문. 연 참가자가 7천여 명이 넘는다는 것과 JpGU 학회지 Impact score가 생각했던 것보다 높아 놀랐음. JpGU 세션 프로포절 제출/심사 관련 등 논의. 그 외 EGU, AGU 부스 등을 방문함

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

○ [Lectures]

- 광범위한 지식을 가진 전문가 초청강연을 통해 기초에서부터 응용 및 현재 최첨단 수준까지

의 다양한 연구 과정과 결과를 접할 수 있어서 유익하였음. 기후-초청강연에서 전지구 대기 모델의 매개변수모수화를 개선하고자 제시된 고해상도 시뮬레이션과 인공지능 연구 내용과 지속적으로 발생하는 먼지-산불 에어로졸이 생지구화학적으로 대규모 순환을 더욱 복잡하게 할 것이라는 연구 내용을 접할 수 있었으며, Axford 및 수장자-초청강연을 통해서는 모든 해양 생물군이 증가하고 활성화되는 "20°C 효과"에 대한 연구, 해수면 상승 원인 연구 및 지구 회전축 기울기 및 지구와 태양과의 거리로부터 기후 계절성 이해에 대한 강연으로 기초이지만 전문적인 의미 있고 중요한 연구를 접할 수 있었음

○ [Scientific Program]

- (기후-이상기후) 최근 우리나라에서 많은 관심을 가지고 설명하고 있는 이상기후와 관련된 문제는 비단 한국의 문제만은 아니라는 것을 많은 발표를 통해 알 수 있었음. 대만의 경우 과거에 비해 무강우 일수는 증가함과 동시에 폭우도 함께 증가하고 있음을 여러 발표가 있었으며, 장마전선이 걸치기 시작하는 남중국 및 일본의 경우에도 극심한 폭우와 관련된 발표를 많이 진행하였음
- (수문-예측시스템) 특히 집중호우의 극한과 가뭄에 대한 다양한 형태를 볼 수 있었으며 이를 미리 대응하기 위한 예측 시스템을 구축하기 위한 기반 연구들이 다양하게 진행되고 있다는 것을 알 수 있었음
- (다학제-디지털트윈) 해안 침식 및 재난 회복력 대응을 위해 디지털트윈을 적용한다는 개념이 너무 신선했으며 시간 스케일이 짧은 디지털트윈뿐만 아니라 기후 문제를 다룰 수 있는 시간대까지 디지털트윈 도입 및 적용을 고려한다는 것이 매우 흥미로웠음. 그래서 기후, 수문-기상, 해양, 생물리화학, 지진 예측까지 다양한 학계 및 기법 적용(인공지능 대체)의 경계가 없어지는 것 같았음
- (도전-다학제/인공지능) 이상기후를 해석하고 예측하기 위한 대기과 수자원, 그리고 인공지능의 다양한 방법의 결합과 설계 및 해석의 영역에서는 매우 Challenging한 분야인데, 아직은 선구적인 연구를 이끌고 있는 대표 센터 또는 학교는 설명되지 못하고 있는 것으로 보여짐
- (스티어링-리더그룹) 이 부재한 만큼 향후 이상기후와 관련된 다양한 연구를 APCC가 중심이 되어 진행될 수 있도록 선구적인 연구 및 계획이 필요할 것으로 판단됨

3. Suggestions and Remarks 건의사항

○ [Panel, Workshop, Scientific Sessions]

- (건의 사항) 일부 Workshops(NASA's PACE Mission Workshop & Worldwide AERONET Measurements Workshop) 등은 선등록이(예, SGD \$10) 필요했음. 따라서, 국제 학회 등록할 때 선등록이 필요한 스페셜 세션 및 워크숍 추가 참석 가능성을 고려한 품의서 작성이 필요함

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

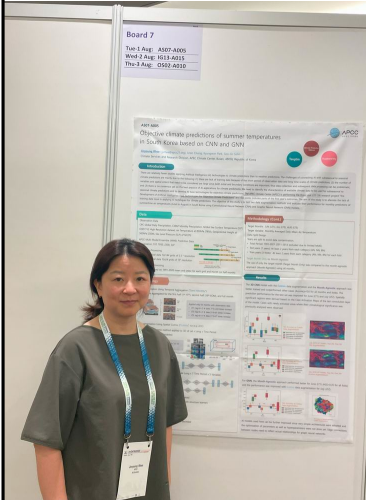
AOGS 2023 foto-time



Axford Lecture



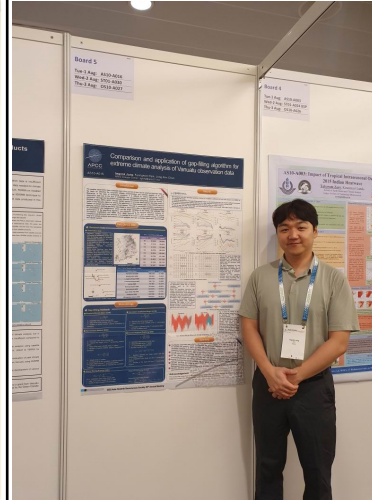
포스터-이진영 본부장



포스터-박경원 선임연구원



포스터-정임국 연구원



구두-정유란 선임연구원



Engagement Hub: Meeting with Young-Scientist

