

국외 출장 결과보고서

결	담당자	팀장	실장	사업단장
	9월 5일	9월 6일	9월 6일	9월 7일
재	김혜림	강전호	권인혁	이우진

1. 출장개요

출장목적	AOGS 2023 20 th Annual Meeting 참석 및 발표		
출장일정	2023. 7. 29.~2023. 8. 5. (7박 8일)		
성명	소속	직급(직위)	
권인혁	자료동화실	책임급연구원(실장)	
강전호	자료전처리팀	책임급연구원(팀장)	
한현준	자료전처리팀	선임급연구원	
김혜림	결과진단팀	선임급연구원	
방문기관 (또는 회의장소)	SUNTEC Singapore		
출발지	인천	도착지	싱가포르

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

- 2023년 7월 30일~8월 4일 싱가포르에서 개최되는 AOGS(Asia Oceania Geoscience Society) 2023 20th Annual Meeting은 대기과학을 포함한 지구과학 전반에 대한 주제로 열리는 학회이며, 대기과학 분야 (AS session)에는 기후변화, 전구 대기 모델링을 비롯하여 종관 규모 대기 현상 및 관측에 따른 분석, 위험 기상 현상 분석 및 모의, 태풍, 극한 기상, 아시아 몬순, 에어로졸, 대기 중·상층 현상 등에 관한 세션으로 구성되어 있고, 여러 기상 기관에서 참석한 전문가들과 최신 기술 논의와 연구 교류를 진행할 예정이다. 사업단의 최신 연구 개발 결과들을 발표하고, 관련 전문가들과의 논의를 통해 다양한 정보를 수집하고 향후 사업단 모델의 개발 및 개선에 활용하고자 한다.

나. 주요 업무 수행 사항

- ※ 학술회의에서의 연구개발성과 발표 내용, 최신 연구개발 기술동향 습득 내용, 외부 전문가와의 토의 내용 등 기술, 기관 방문 시 회의내용에 대한 기술
- 권인혁
 - 사업단에서 개발 중인 자료동화 체계에 대한 소개와 고해상도 모델에 적합한 구름 수상량 자료

동화 개발 계획을 발표하였다. KIAPS와 사업단에서 개발 중인 자료동화에 대해 많은 관심을 받았으며, 초분광 위성 복사량 자료동화 계획에 대해 토의하였다. 해외 전문가들의 자료동화에 대한 발표를 통해 최신 자료동화 개발 동향을 파악하였다. 학회 참석 외에도 싱가포르 기상청 CCRS를 방문하여 그 곳 과학자들과 자료동화 및 수치모델 개발에 대한 소통을 하였다. 사업단의 자료동화에 대해 발표를 하였고, 자료동화에 대해 많은 질의와 토의를 진행하였다. 싱가포르 기상청은 영국 기상청 UM 모델과 파트너십에 있으며 지역 모델을 개발하고 수행하며 초단기 예측 성능 향상을 위해 노력하고 있다. 지역모델의 초기장과 경계장을 ECMWF으로부터 받음. 머신러닝을 통한 초단기 예측 성능 향상을 위한 노력도 지속하고 있음.

○ 강전호

- 학회 둘째날(8월 1일) 첫 번째 세션(AS06)인 Assimilation of Space-and Ground-based Water Vapor Observations for Weather Forecasting and GNSS Application 세션에서 KIM 자료동화 체계에서 GNSS-RO 관측의 품질검사 개선을 위한 습도정보 활용 연구(A Study on Humidity Information Application to Enhance the GNSS-RO QC in the KIM DA system) 주제로 발표하였으며, Ground-based GNSS ZTD가 가지고 있는 지면 근처에서의 편차 문제가 알려져 있는데, 본 연구에서 습도정보 활용을 위해 활용한 관측연산자에서 관련 이슈는 없는지 등 관련분야 전문가들의 질문과 조언을 들을 수 있었다. GNSS를 활용한 다양한 연구를 접할 수 있었고, 특히 본 연구의 목적인 대류권 하층에서의 GNSS-RO 관측자료 활용성 증대 연구에 큰 관심을 가지고 있는 대만국립중앙대학교의 Shu-Chih Yang 교수로부터 몇 가지 질문과 함께 GNSS와 관련하여 연구 교류를 지속할 것을 요청받았다.

○ 한현준

- 학회 중 8월 1일(화)에 ‘Development of Global Observing System Simulation Experiment (OSSE) system using Korea Integrated Model (KIM) : Description and preliminary result’ 라는 제목으로 사업단에서 개발한 OSSE 시스템과 그 초기 결과에 대해 발표. OSSE의 각 구성 요소에 대한 내용 및 개발된 사항에 대해 소개. OSSE 시스템과 직접적으로 연관 있는 연구를 찾을 수 없었으나, GNSS 관측 자료 활용 세션에서 Ground-based GNSS와 관련된 최신 연구 동향 파악 및 지식 습득

○ 김혜림

- AOGS 2023 20th annual meeting에 참석하여 8월 1일(화요일)에 ‘Diagnosis of Data Assimilation Effect on East Asian Forecast of the Global NWP Model through OSSE’라는 제목의 포스터 발표로 한국 기상청 현업에서 사용하는 KIM과 KIM의 자료동화 시스템을 소개하였다. 또한 ERA5 재분석자료로부터 생산한 준데 형식의 전지구 가상 관측자료로 OSSE 실험을

수행하여 KIM 예측장의 동아시아 오차가 개선되는지에 대하여 발표를 수행함. 또한 자료동화 세션에서 최신의 연구 동향을 파악함

다. 기타

※ 본인의 담당업무 이외 사업단 홍보 및 대외 소통을 위한 노력, 사업단 채용을 위한 인재 발굴에 관한 사항 등이 있을 경우에 한하여 작성

○ 강전호

- 대만국립중앙대학교의 Shu-Chih Yang 교수님으로부터 이번 AOGS에서 발표한 습도 정보를 이용한 GNSS-RO관측의 품질검사 연구와 관련하여 10월에 대만에서 개최하는 TASTI2023 (TAIWAN International Assembly of Space Science, Technology, and Industry)에서 Joint Conference로 진행되는 ICGPSRO (International Conference on GPS Radio Occultation)에 참석해 줄 것을 정식 초청장과 함께 요청받았으며, GNSS의 자료동화 활용과 관련하여 지속적인 교류와 연구협력을 제안 받았다.

Dr. Jeon-Ho Kang
tiger02@gmail.com
Korea Institute of Atmospheric Prediction Systems, Korea, South

Dear Dr. Kang,

On behalf of the Taiwan Space Agency (TASA), it is my great honor to invite you to be a distinguished speaker at the Taiwan International Assembly of Space Science, Technology, and Industry (TASTI) 2023. The event is scheduled to take place from October 30th to November 3rd in Nangang Exhibition Center, Hall 2 Taipei, Taiwan. <https://tasti2023.com/>

TASTI 2023 is a highly esteemed gathering organized by the Taiwan Space Agency (TASA) that aims to bring together experts from various fields in the space industry. As a unique hub for expertise exchange, TASTI 2023 offers a platform for academia, governments, and industries to collaborate and share insights.

Your profound knowledge and insights in this field make you an ideal candidate to address the esteemed audience at TASTI 2023. Your presence and contribution would undoubtedly elevate the event and further enrich the discussions.

We kindly request you confirm your acceptance of this speaking engagement by August. Should you have any questions or specific requests, please do not hesitate to contact tasti2023info@tasa.org.tw or +88635784208*7622.

We eagerly await your positive response and hope to have the pleasure of welcoming you as a distinguished guest at TASTI 2023.

Sincerely,



Director General
Taiwan Space Agency



3. 출장성과 · 시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과 · 시사점

○ 권인혁

- 사업단에서 개발 중인 자료동화에 대한 각국 전문가들의 피드백을 받았으며 자료동화 개발 계획에 참조할 예정이다. 선진 기관 자료동화 개발 담당자와 자료동화 관련 학계 연구자들과 토의를 통해 사업단 자료동화 개선에 필요한 지식을 습득하였다. 싱가포르 기상청의 자료동화 전문가는 하이브리드 3DEnVar의 앙상블 alpha 제어변수의 개선 사항에 대해 발표하였다. 사업단을 포함한 대부분의 하이브리드 EnVar에서의 alpha 제어변수는 변수에 관계없이 하나의 alpha 필드를 가지는데, 발표자는 변수별로 다르게 alpha 제어변수를 할당하고 그 사이의 상관관계도 부여한 실험을 하였고 그 결과를 발표하였다. 계산 정확도가 상승하였으나 저하되는 지역도 발생하였다. 증가하는 계산 시간을 고려하면 아직 현업 가능한 기술은 아닌 듯 하나 사업단에서도 향후 추가 4DEnVar 개선을 위해 연구해볼 만한 연구 주제이므로 관심을 가지고 분석해 볼 예정이다. 싱가포르 기상청과 정보 교류를 통해 초단기 예측 성능 향상을 위해 중점적으로 개발해야하는 자료동화 요소들을 파악하였으며, 앞으로의 고해상도 대류규모 자료동화 개발 방향에 참고할 예정이다.

○ 강전호

- GPSRO 외에도 다양한 관측과 자료동화 방법을 각 기관의 모델 환경에서 적용함으로써 대류권 하층 또는 행성대기경계층(PBL)의 모의성능 향상을 위한 다양한 연구노력과 결과들을 접하였다. 대류규모 WRF-LETKF에 지상기반 GNSS 연직총지연량(ZTD) 및 지상종관 관측을 동화한 실험을 통해 대만 유역 오후 뇌운에 의한 초단기 폭우에 대한 예측성능이 향상됨을 확인하였는데, ZTD관측이 하층의 습도를 변화시킴으로써 습도 플렉스의 강화로 인해 강력한 연직 대류를 유발한 결과 이 지역에서 단시간 내에 강한 강수의 예측이 가능하게 됨을 확인하였다. 윈드프로파일러, 드론 및 에어로존데(Aerosond) 관측 등 PBL에서의 고해상도 연직 관측이 WRF-LETKF 자료동화에 미치는 영향을 분석한 연구에서는 가변 로컬라이제이션(variable localization)과 적응형 관측오차 가변 증폭(AOEI, adaptive observation error variance inflation) 기법을 적용을 통해 PBL의 역학구조가 개선되며, 가변 오차공분산 로컬라이제이션(variable error covariance localization)이 바람 자료동화의 효과를 유지하며 열역학적 구조에서의 부정적 효과를 방지하는데 핵심적인 역할을 함을 확인하였다. 한편, 머신러닝을 이용하는 연구의 범위가 다양해졌음을 확인할 수 있었는데, 패시브 위성의 시공간 및 분광 정보를 Random Forest에 적용, 2차원 시간 및 분광정보를 LSTM에 적용, 그리고 4차원 정보를 Conus-LSTM에 각각 적용하여 구름과 에어로솔을 탐지하는 연구 발표를 통해 다양한 머신러닝 기법의 활용과 입력자료의 중요성을 다시 확인할 수 있었다. 그밖에도 다양한 분야에서 다양한 머신러닝 방법들을 적용하는 연구들을 접할 수 있었고, 사업단에서 진행하고 있는 머신러닝 기반의 관측자료 품질검사 기술개발 및 관측영향 평가도구(FSOI) 개발에 참고가 될 수 있는 정보들을 습득하는 기회가 되었다.

○ 한현준

- 가장 먼저 CCRS를 방문하여 싱가포르 기후 연구소의 현황 및 최신 연구 동향 뿐만 아니라 전문가들과 직접적으로 교류할 수 있었던 매우 좋은 기회가 되었다. 학회중에는 대기 분야의 여러 세션에 참석하여 최신 연구 동향을 파악할 수 있었다. 태풍의 예보와 관련된 세션에서는 위성 관측을 자료동화하면 태풍의 예보 효과가 좋아졌다는 연구, Machine Learning model을 사용하여 태풍의 강도 예측 성능을 높이고자 하는 연구가 있었다. 기상 예보와 GNSS 활용을 위한 GNSS 관측 동화 세션에서는 폭풍우 예측에 있어서 Ground-based GNSS의 ZTD 관측을 수평적으로 촘촘한 간격으로 동화하여 강수 및 폭풍우의 연직 구조 묘사에 성능 향상을 시킨 연구가 있었다. 뿐만 아니라 Ground-based GNSS ZTD 관측을 통해 위성 관측(MODIS)의 보정에 사용하기도 하여 Ground-based GNSS 관측이 꽤 유용하게 쓰이고 있음을 알 수 있었다. 마지막으로 자료동화 관련 세션에서 발표된 연구들은 주로 앙상블 모델과 관련된 연구들이 많았다. 이러한 연구들을 통해 수치 예보에 대한 앙상블 모델의 중요성을 확인할 수 있었다.

○ 김혜림

- 자료동화 시스템 및 다양한 기후 현상에 관한 최신의 연구 동향을 파악하고, 다양한 현상들에 대한 메커니즘을 접할 수 있는 학회였다. 많은 연구자의 자료동화 연구 결과에 대한 발표들이 있었으며, 특히 대류 현상의 모의 개선을 위해서 수장 변수의 자료동화의 중요성을 알 수 있었다. 또한 토양수분 자료동화를 통해 동아시아 지역의 토양수분과 지표 온도뿐만 아니라 대기 온도장 및 바람장의 재현능력이 개선됨을 확인하였고, 대기 현상 연구 분야에서는 QBO (Quasi-Biennial Oscillation)와 주변 대기환경과의 관계 및 미래 기후에서의 QBO 변화에 관한 연구가 많이 이루어지고 있었다. 이러한 발표를 통하여 KIM이 이러한 현상들을 어떻게 모의하는지 확인할 필요성 및 중요성을 확인할 수 있었다.

나. 향후 업무 활용 계획

○ 강전호

- 배경장의 수증기 정보를 활용한 GNSS-RO 관측의 품질검사에 관한 연구 결과를 발표함으로써 새로운 시각에서의 접근이라는 점에서 흥미가 있다는 반응과 함께, 습도정보기반 관측연산자로 활용한 연직습윤지연량(ZWD)을 활용함에 있어서 지상기반 GNSS 자료가 가지고 있는 지면 근처에서의 편차에 관한 고려가 필요하지 않은지 또는 배경장의 습도를 직접 활용하는 것이 아니라 관측연산자를 통한 ZWD의 산출 및 산출된 ZWD를 다시 이용한 GNSS-RO 굽힘각(BA) 산출 과정에서 각각의 연산자들이 갖는 오차와 불확실성 등에 관한 고려와 대응 방안에 관한 고민이 필요해 보인다는 조언을 들을 수 있었다. 이를 바탕으로 향후 본 연구를 보다 정교하게 개선함은

물론, 제시된 의견들에 관한 대응 방안 또는 관련 증거들을 실험을 통해 보완할 예정이다. 한편, 학회에서 접한 새로운 다양한 관측자료에 대해 알아보고, 수집 및 활용 방안을 고민해보고자 한다. 다양한 머신러닝 기법과 그 기법들을 활용하는 방법 및 입력자료의 처리에 관한 정보들을 살펴보고 사업단에서 진행하고 있는 머신러닝 기반 품질검사 및 관측자료 영향평가 도구 개발에 반영하고자 한다.

○ 한현준

- 이번 학회에 참석하여 보고 들게된 다양한 연구들의 연구 방법에 대해 간접적으로 그 방법을 습득할 수 있었고, 이를 향후 연구에 적용해 볼 수 있겠다. 특히 신규 관측 자료의 동화나 관측 보정들이 예보 성능 향상과 관련이 있음을 확인하고 이를 사업단의 관측 자료 전처리에 충분히 적용해 보도록 힘쓸 것이다. 또 Ground-based GNSS 관측 자료가 수증기 관련 예보에 있어서 중요한 역할을 하고 있음을 알았고, 이를 충분히 동화 시키는 방법에 대해 논의 하고 습득했으므로 이 방법을 향후 사업단 KPOP의 Ground-based GNSS 전처리에 적용해보거나, 기상청에 그 내용을 전달할 수 있을 것으로 기대된다.

○ 김혜림

- 자료동화 시스템 개발 및 다양한 대기 현상 연구 현황에 대한 구두와 포스터 발표를 통하여 다른 연구자들이 수행하고 있는 양상들을 포함한 다양한 자료동화 연구에 대해 알 수 있었다. 또한 이를 통해 자료동화 기법에 대해 자세히 알 수 있었으며, 자료동화에 사용되는 관측종 및 변수가 자료동화 결과에 미치는 영향을 확인할 수 있었다. 이러한 발표 결과가 KIM 자료동화 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 또한 수상 변수를 포함하는 관측자료를 자료동화에 적용하면 태풍, 강수와 같은 대류현상의 재현성능이 개선되는 것을 확인하였다. 따라서, OSSE 실험을 통해 관측자료가 KIM이 가지고 있는 계통적 오차뿐만 아니라 강수, 태풍과 같은 대류현상에 미치는 영향을 파악하여 가상관측자료가 KIM의 오차 개선에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.