국외 출장 결과보고서

결 재	담당자	팀장	실장	사업단장
	8월 5일	8월 6일	8월 6일	8월 6일
	이시혜	Adam Clayton	권인혁	권인혁

1. 출장개요

출장목적	2024 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 참석 및 발표		
출장일정	2024. 7. 7.~2024. 7. 14. (6박 8일)		
성명		**소속**	**직급(직위)**
이시혜		동화기법팀	책임급연구원
정한별		동화기법팀	선임급연구원
전상희		검증진단팀	선임급연구원
방문기관 (또는 회의장소)	그리스 아테네 컨퍼런스 센터(Megaron Athens International Conference Centre)		
출발지	인천	**도착지**	아테네

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

o 2024년 7월 7일부터 12일까지 그리스 아테네에서 개최된 2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)는 대기, 해양, 지면 등 지구과학 분야에서 다양한 위성자료의 활용 및 차세대 위성 개발에 관련된 전 세계 전문가들이 참석하는 학회이다. 본 학회에 참석하여 사업단에서 개발 중인 위성자료동화에 관한 연구성과를 공유하고, 해당 분야 전문가들과 토의 및 공동연구를 추진할 수 있는 기회를 얻고자 한다. 또한, 세계 위성 전문가들의 조언을 통해 사업단 지면 및 대기 자료동화 체계의 성능을 개선하고, 새롭게 연구되고 있는 최신 자료동화 기술과 위성자료에 대한 정보를 습득함으로써 사업단의 연구개발에 활용하고자 한다.

나. 주요 업무 수행 사항

o 이시혜

- 2024년 7월 16일(화요일)에 “All-sky microwave radiance assimilation in the KIM sorecast system” 제목으로 구두발표를 하였다. KIM에서 최근 개발한 마이크로파 위성의 전천복사 자료동화시스템 개발 과정 및 강수예측 사례 검증에 대한 내용을 소개하였으며, 전천복사자료동화에서 관측오차와 관련된 질문에서 구름양의 함수로 관측오차를 설정하는 방법에 대해 설명하였다.

발표 후 중국기상청 (CMA)에서 독자 개발 중인 마이크로파 위성에 대한 관측연산자 및 자료동화 시스템 검증 방법에 대해 토의하였으며, 기타 유수기관에서의 전천복사자료동화에 대한 연구동향 및 자료동화 가능한 최신 위성 정보를 습득하였다.

o 정한별

- 2024년 7월 16일(화요일)에 KIM의 마이크로파 이미저 관측의 전천복사자료동화 연구에 관하여 포스터 발표하였다. 청천복사자료동화와 전천복사자료동화 방법 사이의 차이점에 대해 소개한 뒤, 마이크로파 이미저 전천복사자료동화의 핵심요소의 대표관측생성과 관측오차산출에 관하여 설명하였다. 이 때 KIM의 격자체계인 육면체구 격자 GLL grid를 이용하여 적용된 대표관측생성 방안을 강조하고, 대표관측생성에서 나타난 구름지역의 공간변동성 정보를 이용하여 관측오차 팽창 연구를 계획하고 있음을 설명하였다. 해당 연구 방안은 KIM의 2022년 여름철 KIM 순환 실험을 통해 검증되었으며, 추후 위험기상에 대한 사례분석 연구 계획도 함께 밝혔다. 전천복사자료동화에서 중요한 요소인 구름양과 관측오차 할당에 대하여 토의하였으며, KIM 성능 최적화를 위하여 대표관측의 해상도에 따른 민감도 실험을 수행할 것을 제안받았다.

o 전상희

- 7월 9일 (화요일) “Development of soil moisture assimilation using KIM-LETKF system”이라는 제목으로 사업단 연구내용을 발표하였다. KIM 지면자료동화 체계의 현황과 개선 계획을 소개하고, KIM 기반 지면자료동화 구축과 관련된 초기결과를 공유하였다. KIM 결합지면모델의 오차 특성을 나타내기 위하여 토양수분 섭동을 추가하고, KIM localization ensemble transform Kalman filter (LETKF) 지면자료동화 체계를 구축하고 테스트하였다. KIM 앙상블에서 상태변수 섭동은 수평길이를 10 km, 표준편차는 0.01 m^3m^{-3}로 하여 지면모델의 토양수분 불확실성을 표현하였다. 건조지역에서는 의도하지 않은 습윤오차가 생성되므로 표준편차를 0.001 m^3m^{-3}로 하였다. KIM-LETKF cut-off value를 100 km로 설정한 결과, 관측과 배경장의 차이와 유사한 패턴이 동아시아 지역에 생성되었다. 이와 관련하여 Dr. Lewis Ollie (Exeter 대학)와 실시간 관측 사용에 대해 토의하였다. 토양수분 위성관측 기술과 연구에 대해 최신 동향을 파악하고 전문가들과 교류하였다.

3. 출장성과・시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과・시사점

o 이시혜

- KIM에 전천복사자료동화를 활발히 개발하고 있는 시점에서 전 세계 위성전문가들과 구름 관련 위성자료를 수치예보모델에서 다양하게 활용할 수 있는 방안에 관한 의견을 교환할 수 있는 기회를 가졌다. 현업시스템에서 NOAA-21 ATMS 센서의 활용 및 머신러닝을 이용한 강수자료 산출 등에 관한 발표는 사업단의 위성자료동화시스템 개발 및 강수검증시스템 구축에 활용할 수 있을 것이다. 레이더 자료를 활용해 슈퍼태풍의 시,공간에 따른 물리과정을 소개한 발표는 향후 위성 기상 분석 업무에 도움이 될 것으로 기대되며, precipitation and cloud 세션의 다양한 발표는 전천복사자료동화시스템 개발 방향을 결정하는데 큰 도움이 될 것이다.

o 정한별

- 최신 위성의 관측자료 품질분석 연구와 발사 예정인 위성 프로젝트의 현황을 파악함으로써 사업단에서 활용 중인 위성자료동화 연구의 현위치를 평가해 볼 수 있었다. 현재 연구 중인 고분해능의 관측자료를 위한 추가적인 전처리 과정에 대해 고찰하고, KIM 예측성능 개선을 위한 최적화 실험에 관한 아이디어를 얻을 수 있었다. 사업단에서도 최신 고해상도 위성관측자료를 자료동화에 활용한다면 KIM의 위험기상 예측성능 개선에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

o 전상희

- 각 현업기관과 연구기관에서 토양수분 위성관측 산출과 활용기법에 대한 기술과 최신 연구동향을 살필 수 있었다. NASA SMAP 위성에서 토양수분은 최신의 기법으로 산출 알고리즘을 개선하고 있으며, 해당 연구자와 토의를 통해 SMAP의 토양수분 불확실성 정보가 업데이트 되어 현업적으로 제공될 예정임을 확인하였다. 인도와 미국 우주항공청에서는 NISAR를 계획 중에 있으며 해당 자료는 육지의 습지를 관측하는 위성으로 SMAP의 공간해상도를 높이는데 활용될 예정이다. 다양한 위성에서 토양수분 알고리즘 개발에 대한 연구동향을 살필 수 있었으며, 앞으로 사업단에서도 토양수분 관측 위성을 확대할 필요성을 느꼈다. 또한, 각각 알고리즘에 사용되는 보조자료와 기법으로 인해 토양수분 산출물에는 많은 불확실성이 존재하므로 KIM에서도 관측오차 산정에 이를 고려해야 할 것이다. 토양수분 관측을 이용한 지면자료동화에서 관측의 편차보정에 대한 논의가 있었으며, KIM에서도 이들 자료 사용시 관측 편차를 주의해야 할 것이다.

나. 향후 업무 활용 계획

o 이시혜

- 세계적인 지구과학 관련 위성 학회인 IGARSS에서 다양한 주제의 구두 및 포스터 발표를 들으며 위성 관측자료에 대한 많은 지식을 습득할 수 있었다. 앙상블 관련 기법, 머신러닝을 활용한

위성자료 처리, 고해상도 모델을 위한 위성자료 활용, 자료동화를 위한 위성자료 전처리 및 강수 산출물을 이용한 태풍 검증 및 차세대 위성 개발 계획 등은 KIAPS 자료동화시스템 개발 업무에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

o 정한별

- 현재 개발된 KIM의 격자체계를 활용한 대표관측생성 방법의 최적화를 위하여 대표관측의 해상도에 따른 민감도 실험을 수행할 계획이다. 또한 구름양으로부터 계산된 관측오차를 대표관측의 공간변동성인 표준편차를 이용하여 팽창할 수 있도록 추가 분석을 수행할 계획이다.

o 전상희

- 해당 학회 참석을 통해 다양한 위성관측 (예, SMAP과 ASCAT 뿐만 아니라 NISAR, ALOS-2, Sentinel 1, GNSS-R 등)을 이용한 토양수분 산출물이 생산됨을 확인하였다. 2024년에 발사 예정되었던 NISAR는 생태계 변화 관측을 목적으로 육지의 습지면적을 관측하는데 활용될 예정이며, SMAP과 결합하여 사용될 것이다. 이와 같은 연구동향 조사는 토양수분 자료동화에 위성관측종 확대에 활용하고자 한다. 다양한 토양수분 산출 알고리즘 중 Maxwell 방정식 analytical 계산, RTM 이용, 경험적 모델, 시간변화 감지 모델 등과 관련한 연구들이 있었다. 알고리즘별로 다양한 가정과 보조자료들이 사용되는데 이에 따라 토양수분 산출물의 불확실성 정보, 즉, 관측오차가 달라진다. 따라서 추후 관측 전처리 알고리즘을 구축할 때 토양수분 산출물의 관측오차 사용에 주의할 필요가 있다. 최근 관측오차를 직접 산출하는 알고리즘이 개발되어 SMAP 위성 산출물과 함께 제공될 예정이므로 이에 대한 활용성을 검토할 수 있겠다. SMAP의 최신 필드 캠페인 SMAPVEX19-22에서는 위성, 항공, 타워 관측과 식생구조 관측, 지표관측이 포함되어 지면 자료동화 검증에 활용할 수 있을 것이다.