

국외 출장 결과보고서

결	담당자	팀장	실장	감사실장
	8월 11일	8월 14일	8월 14일	8월 14일
재	김혜실	강전호	권인혁	이진수

1. 출장개요

출장목적	2023 CFMIP-GASS Meeting 참석 및 발표		
출장일정	2023. 7. 8.~2023. 7. 15. (6박 8일)		
성명		소속	직급(직위)
김혜실		자료전처리팀	선임급연구원
방문기관 (또는 회의장소)	프랑스 파리 소르본 대학		
출발지	인천	도착지	파리

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

- 2023년 7월 9일~13일 5일간 프랑스 소르본 대학교에서 개최되는 국제 심포지엄 CFMIP (Cloud Feedback Model Intercomparison Project) - GASS (Global Atmospheric System Studies) Meeting 참석
 - 세계기상기구(WMO) 산하 세계 기후 연구 프로그램(World Climate Research Programme, WCRP)에서 개최하는 국제 심포지엄임
 - 전 세계 전문가들이 모여 다양한 구름 물리 과정, 대류, 순환 및 기후민감도와 관련된 최신 연구 성과를 공유하고 기후 모델의 개선 방안 및 새로운 기술 개발을 논의하기 위하여 개최됨
 - 사업단의 연구성과 홍보 및 글로벌 연구 네트워크 확대를 통해 복사, 구름 물리 및 대기/해양 순환 과정과 관련한 연구 정보를 수집하여 향후 사업단의 수치예보 모델 고도화, 중장기 예측성 향상 및 검증 방안 개발 등에 활용할 예정임

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
- 학술 발표 개요
 - 매년 열리는 CFMIP 미팅에는 모델에서 구현하는 구름 물리과정을 연구하는 세계적인 석학들이

꾸준히 참석하여 연구 결과들을 발표함.

- 대부분 기후변화 연구를 중심으로 이루어졌으나 NWP 연구에서도 참고할만한 연구들이 있었음
- 대기역학 및 기후 변화에 따른 구름의 변화 등을 새롭게 공부하는 자리였고, 모델에서 모의한 구름자료 평가시 참고할 만한 신규 위성에 대한 정보, 활용 연구 등이 유익하였음

○ 구름 피드백과 기후 민감도 연구

- 지역적으로 변하는 해수면 온도 패턴과 그에 따른 기상학적 섭동이 어떻게 구름에 영향을 미치는가를 논하는, “pattern effect”가 기후 민감도의 주요 이슈였음.
- 연구 초기에는 지구의 평균적인 표면 온도의 증가에 관심을 가졌다면 최근에서는 각각의 물리 요소들의 지역적인 변화에 의한 피드백 효과를 진단하는 연구들이 많아짐

○ 모델에서 구현한 구름 평가 연구

- 모델 구름을 평가하기 위해 위성관측을 통한 구름 특성 분석, 관측과 모델 구름의 특성 비교와 같은 연구가 있었음: (1) 대기 역학적 변화(Hadley-Walker circulation)가 적도 지역의 대류운 발달 및 복사 효과에 어떤 변화를 가져오는지 위성 관측을 통해 분석함. (2) 구름 역학과 미세 물리과정을 이해하기 위해 대규모 에디 모의(large-eddy simulations) 모델링은 널리 알려져 있음. 최근에는 시간에 따른 대기질의 변화를 반영하는 라그랑지안 프레임을 사용하고, 케이스 별 앙상블 확장을 통해 보다 현실적인 구름-에어로졸 상호작용을 이해하고자 하는 연구가 진행됨. 위성 커뮤니티에서도 LES를 사용하여 산출 알고리즘을 개발하고 있음. 향후 모델과 위성의 산출물 활용을 위해 두 커뮤니티의 협력이 필요함 (3)기후 모델 뿐 아니라 수치예보모델에서도 위성관측과 비교하여 구름 구조와 특성, 그에 따른 복사효과의 차이를 지역별, 해상도 차이별로 자세히 연구할 필요가 제시됨

○ 새로운 위성, EarthCARE

- 최근 정교화된 기후 모델은 구름과 에어로졸, 강수와 복사의 위성관측을 필요로 함. 이러한 필요를 위해 유럽이 개발한 EarthCARE 위성은 2024년 봄에 발사될 예정임. EarthCARE는 총 4개의 instrument - 구름의 수직 구조와 강수를 파악할 수 있는 radar와 Lidar, 에어로졸, 운량의 수평적 분포 등을 관측할 imager, 복사량관측이 가능한 radiometer - 로 이루어짐. 이와 비슷한 형태로 개발되었던 미국의 A-Train(2006년-2013년)과 EarthCARE 관측의 차이를 통해 현재의 기후온난화의 반응으로 구름의 특성 변화를 분석할 수 있을 것이라 기대함.
- EarthCARE 위성의 선행연구를 위해 Radar simulator가 개발됨. 이 simulator는 대기의 수직적

움직임, 대류 질량속(convective mass flux), 빗방울의 침강속도 등에 따라 달라지는 radar를 계산함. 이 simulator를 활용하여 각 기후모델의 역학 기법, 강수 스킴, 구름 모수화 기법에 따른 대기 상태의 차이를 공부할 수 있음.

o 발표 및 피드백

- 포스터 발표: Comparison of upper tropospheric humidity in KIM with satellite-based multiple water vapor radiances from GK2A
- 현재 KIM 모델의 대기 수증기량을 우리나라 정지궤도 위성인 GK2A와 비교함. GK2A는 대기의 중상층(300-550 hPa) 수증기량을 3개의 수증기흡수 채널을 통해 관측함.
- GK2A 3개의 수증기채널 관측과 KIM 모델의 비교를 위해 KIM의 모델 변수를 관측 물리량을 변화시킴. 이 때 RTTOV 13.0을 사용함.
- 전반적으로 KIM 모델이 GK2A관측 영역인 동아시아에서 관측 대비 습한 대기를 모의하고 있음을 발견함. 특히 습한 편차는 적도지역에 집중되어 있음.
- 피드백: 모델과 관측 비교를 위한 simulator인 RTTOV에 대해 관심을 보인 분들이 있었음. 모델 커뮤니티가 때문에 위성 커뮤니티에서는 활발하게 사용하고 있는 simulator를 새롭게 접하신 분들이 있었음. 우리나라의 NWP 모델을 소개하는 기회가 되었음. 모델과 관측에서 보인 습한 편차의 원인은 대기 역학적으로 다양한 이유(바람, 대류 강도, 구름 모수화 기법, 강수 기법 등)으로 복잡하며, 영향을 미치는 변수들도 서로 상호작용하기 때문에, 하나만의 원인을 찾거나 직접적인 요소를 찾는 것이 어려울 것이라는 코멘트가 있었음.

3. 출장성과 · 시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과 · 시사점

o 기후 모델의 이해

- 평소에 접하기 어려운 기후 모델의 다양한 연구를 들을 수 있는 기회였음. 특히 관측과 모델의 비교, 구름에 대한 이해와 적용 등은 기후 모델에만 국한된 적용점이 아니기 때문에 수치예보 모델 진단 및 개발에 대한 또 다른 시야를 갖게 된 기회가 됨.

o 모델의 좋은 reference가 될 최신 위성 정보

- 미국에서 수행한 A-Train project가 끝난 후, 구름과 복사에 대한 정교한 관측이 어려워짐. 후속으로 유럽에서 개발한 EarthCare에 대한 전반적 정보와 활용 연구 정보를 얻을 수 있는 기회였음

o 모델 성능 진단에 대한 새로운 기법 공부

- 본 학회 참석을 준비하며, 현재 수행하고 있는 KPOP의 출력물인 'O-B'을 통해 모델 성능을

진단할 수 있는 기법을 연구하게 됨. 향후 위성관측자료 전처리 시스템을 활용하여 모델의 습도 및 온도의 성능을 비교/분석할 수 있을 것이라 여겨짐.

나. 향후 업무 활용 계획

○ 김혜실

- 모델과 관측의 구름 비교 및 분석 기법 등을 참고하여 위성자료 전처리 과정의 구름 탐지 기법 개선안 마련
- 각국 기후 전문가와 의견 교류를 통해 현재 사업단 모델의 적외 수증기량 채널의 O-B 분포에 대한 기후적인 이해를 높이고 자료전처리 및 자료동화 연구에 활용