

국외 출장 결과보고서

결	담당자	팀장	실장	사업단장
	6월 9일	6월 15일	6월 15일	6월 15일
재	장한별	Adam Clayton	권인혁	이우진

1. 출장개요

출장목적	EUMETSAT/ECMWF NWP-SAF satellite data assimilation 및 Data Assimilation Training Course 참석		
출장일정	2023. 5. 14. ~ 2023. 5. 28. (13박 15일)		
성명		소속	직급(직위)
김강한		동화기법팀	선임급연구원
장한별		동화기법팀	원급연구원
김은규		결과진단팀	원급연구원
방문기관 (또는 회의장소)	유럽중기예보센터 (ECMWF)		
출발지	대한민국 인천	도착지	영국 레딩

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

- ECMWF의 Training Course 중 하나인 Data Assimilation Course는 현재 수치예보모델 및 자료동화 개발에 있어서 세계 최선두를 달리고 있는 ECMWF에서 직접 전수하는 연수 과정으로, 자가 학습 및 연구만으로 습득할 수 있는 한정적인 자료동화 정보보다 더욱더 전문적이고 체계적인 정보를 Training course 아래에서 전문가의 교습을 통해 습득할 수 있는 매우 유용한 과정이다. 또한 EUMETSAT/ECMWF NWP-SAF satellite data assimilation Training Course는 현재 주류로 사용되고 있는 여러 위성자료들의 자료동화 전반의 기술을 배울 수 있는 과정이다. 이를 기반으로 현재 습득하고 있는 자료동화 관련 정보와 함께 현재 주류로 사용되고 있는 앙상블, 4DVar, 하이브리드 기법 등을 더욱 체계적으로 익혀 이후의 KVAR 개발 및 개선을 더 체계적으로 할 수 있게 준비하려 한다. 또한 다양한 위성 자료들을 정밀하게 사용할 수 있도록 범위를 확장하고 이러한 지식을 현 KVAR 시스템에 반영하고자 한다.

나. 주요 업무 수행 사항

- 김강한
 - 출장 기간 2주일 중 처음 1주일 동안은 EUMETSAT/ECMWF NWP-SAF satellite data

assimilation training course를 이수하였으며, 다음 1주일 동안은 ECMWF data assimilation training course를 이수하였다. Satellite data assimilation training course는 22차시, data assimilation course는 25차시로 총 47차시에 걸쳐 해당 발표 및 강의에 참석하였으며 이를 통해 처음 과정에서는 ECMWF와 EUMESAT에서 사용하는 다양한 위성관측자료의 특성과 사용 방식을, 두 번째 과정에서는 현존하는 자료동화 기법들의 기반지식과 그에 수반되는 자료 변환 기법 등을 중점적으로 학습하고 그에 따른 실습 또한 수행하였다.

○ 장한별

- 첫 번째 주의 위성자료동화 과정에서는 마이크로파와 적외선 등의 위성자료에 대한 종합적인 이해를 얻을 수 있었다. 특히, 위성자료 처리에 중추적인 역할을 하는 복사전달모델에 대한 지식을 습득하였다. 또한, 배경오차, 관측오차, 편향보정 등 위성 자료를 수치 모델에 통합시키는데 필요한 다양한 개념들을 학습하였다. 두 번째 주의 자료동화 과정에서는 자료동화기법에 대해 깊이 이해하고, 접선선형 모델과 수반모델에 대한 이해도를 넓혔다. 지면과 해양 결합자료동화를 포함하여, 자료동화진단 및 재분석의 의미 등, 자료동화 전반에 걸쳐 깊이 있는 지식을 습득하였다.

○ 김은규

- EUMESAT/ECMWF NWP-SAF 위성자료동화 과정 수료를 통해 위성에서 사용하는 가시, 적외, 마이크로파 등의 특성과 위성 관측 자료에 대한 기본적인 이해와 자료동화에 사용되는 위성 자료의 처리 과정과 bias correction 등을 이해하여 그 과정에 대한 지식을 습득하였다. 이어서 차 주의 교육 과정인 자료동화 과정에서는 자료동화의 기본적인 원리와 그 기법에 대하여 학습하고 자료동화 수행 시 발생하는 다양한 문제에 대한 예시 상황들을 직접 분석하여 그 이해도를 더욱 높였으며 각 관측 자료별 자료동화에 미치는 영향을 평가하는 OSEs(Observing System Experiments)와 FSOI(Forecast Sensitivity Observation Impact Measure) 시스템을 이해하고 성능을 진단하는 방법에 대하여 학습하고 업무에 적용하여 사업단 모델의 진단 수준을 높이고자 하였다.

3. 출장성과·시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과·시사점

○ 김강한

- 자료동화에 사용되는 여러 입력자료가 어떤 식으로 측정되고, 주로 어떤 분야에 이용되는지, 그리고 현존하는 자료동화 기법들의 분석값 도출 방식과 그에 대한 계산법, 그리고 자료동화에 필요한 요소들의 상세한 설명과 발표를 통해 자료동화 기법 및 입력 자료들에 대한 모호할 수

있는 지식을 더 확실히 알 수 있었다. 현재 KVAR에서도 여러 위성 자료를 사용하여 자료동화를 수행하고, 아직 개발 중인 여러 기법들이 있는 만큼 확실한 지식을 기반으로 시스템을 구축하는 것이 시스템의 오류를 줄이는 데 더 큰 도움이 될 것이다. 또한, 2023년 현재 세계를 선도하는 유럽중기예보센터의 자료동화 수행 방식 및 자료동화 기법들의 견해를 이해함으로써 향후 KVAR의 발전 방향 또한 구상해볼 수 있을 것이다.

○ 장한별

- 위성자료동화와 자료동화기법 등, 자료동화의 전반적인 지식을 확장함으로써, KVAR 시스템에 대한 이해도 또한 넓힐 수 있었다. 관측자료에 대한 이해와 자료동화기법의 수학적 지식이 향상되었으며, ECMWF에서 사용되는 최신 자료동화기법에 대해서도 배울 수 있었다. ECMWF의 각 분야별 전문가로 구성된 강사진의 지도 아래, 관련 내용을 깊게 학습할 수 있었으며, 복사 전달모델 실습과 자료동화 실습을 통해 이해도를 더욱 향상시킬 수 있었다. 또한, 여러 국가의 기상센터와 대학에서 참가한 교육참가자과의 교류를 통해, 다양한 연구 상황에 대해서 알아볼 수 있는 기회가 되었다.

○ 김은규

- 부족했던 자료동화의 기본적인 원리와 과정부터 자료동화의 기법과 이에 사용되는 위성자료의 활용성에 대한 지식을 쌓고, 자료동화 시스템의 이해력 향상을 통해 자료동화의 성능 검증과 진단이라는 업무에 맞추어 KIM 모델의 성능을 검증하고 진단할 수 있는 새로운 방법과 시스템 구축 대한 정보를 얻을 수 있었다.

나. 향후 업무 활용 계획

○ 김강한

- 이번 출장을 통하여 현재 사용되는 자료동화 기법들에 대한 기반지식을 온전히 알고 KIAPS에서 개발하는 자료동화 시스템에 적용하며 특히 배경오차 공분산 구성에 관련하여 강의한 내용을 활용할 수 있도록 현재 개발 중인 배경오차 공분산 샘플링 시스템 등에 적용해나갈 계획이다.

○ 장한별

- 이번 교육과정에서 배운 배경오차공분산 모델링에 대한 지식을 KVAR의 배경오차공분산 향상에 활용할 계획이다. 질의응답을 통해 추가적으로 얻은 지식과 참고자료는 이를 위한 중요한 도구가 될 것이다. 또한, ECMWF에서 사용되는 최신 자료동화기법에 대한 이해는 KVAR 시스템의 최적에도 기여할 것이며, 이 과정에서 얻은 수학적 지식을 활용하여 업무 효율성을 더욱 향상시킬 계획이다.

○ 김은규

- 자료동화에 대한 지식을 습득하여 업무 이해도 향상의 효과와 ECMWF의 자료동화 시스템 진단 방법의 이해와 분석을 통하여 KIM 모델의 자료동화 성능 검증을 위한 새로운 방법을 연구, 적용하고 결과를 분석하여 자료동화 시스템을 진단함으로써 모델의 성능을 향상시키기 위한 방향성을 모색하는데 도움을 줄 수 있는 검증·진단 시스템을 구축할 수 있을 것이다.