

국외 출장 결과보고서

결	담당자	팀장	실장	사업단장
	7월 14일	7월 14일	7월 14일	7월 14일
재	김원흥	배수야	이은희	박훈

1. 출장개요

출장목적	25th symposium on BLT 참여 및 발표		
출장일정	2025. 6. 16~2025. 6. 22 (5박 7일)		
성명		소속	직급(직위)
김원흥		역학물리팀	선임급연구원
방문기관 (또는 회의장소)	이탈리아 토리노 Centro Cengressi Lingotto		
출발지	인천	도착지	이탈리아 토리노

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

- o 2025년 6월 17일~20일에 이탈리아의 토리노에서 열리는 25th Conference on Boundary Layers and Turbulence에 참석하여 경계층 내 기상 현상에 관한 최신 연구 동향을 파악하고, 사업단의 경계층 물리과정의 연구개발 및 개선 성과를 발표하고자 함. 또한 관련 분야 전문가들과 교류를 통해 최신 기술과 사업단의 연구에 대한 의견을 통하여 개발 연구에 활용하고자 함

나. 주요 업무 수행 사항

- o parameterization of boundary layers in weather an climate models 1 session
 - 레이더를 이용하여 경계층 물리과정의 예측성을 검증하여 각각의 물리과정의 특성을 소개
 - 산악파, 역류, hydraulic jump등과 밀접한 연관이 있는 sundowner를 소개하고 이로 인해 발생하는 해안 지역의 하강기류 메커니즘을 설명함
 - 고해상도 수치모델을 활용하여 난류 소멸률을 기반으로 예측하는 난류 예측을 제시하였으며, 특히 난류 운동 에너지를 기반으로 경계층 물리과정의 예측성 저하를 지적함
- o urban boundary layers (including results from UIFL campaigns) 1 session
 - 중립 안정도 대기에서 tracer 확산 실험을 통해 도시 환경에서의 오염물질 확산을 분석하였고, ERF 모델의 실시간 예측 가능성을 진단함

- 도시 열섬 효과는 도시의 열속과 대기 경계층 높이의 연관성을 보였으며, 수치모델에서의 모수화 식을 제시함
 - 프랑스 모델 AROME은 안개 예측성 향상을 위해 모델의 첫층의 고도를 낮추었지만, 도시지역 건물 효과의 부제로 모델의 성능저하가 나타나 도시지역 건물을 고려한 초기 지형자료를 생성하여 문제를 해결함
- o parameterization of boundary layers in weather and climate models 2 session (김원홍 연구원 발표)
- 허리케인 예측을 위해 경계층 물리과정은 에크만 균형을 직접적으로 계산하지 않아 한계가 있음을 보였으며, FAV 방법을 도입하여 에크만 균형을 직접적으로 계산하여 이상실험에서의 허리케인 예측성 향상을 보임
 - 대류 경계층 환경에서의 아격자 난류와 격자 난류의 비율을 에너지 분석을 통해 모델의 수평 격자에 따라 변화함을 보이고 이를 이용하여 격자 적응 방법을 제시함
 - 수치 예보 및 기후 모델의 경계층 난류 모수화의 불확실한 매개변수를 앙상블 기반 데이터 동화 기법을 통해 객관적으로 결정하였으며, 이상 실험에서의 예측성 개선을 보임
 - 김원홍 연구원은 경계층 물리과정과 대류 물리과정의 혼합층에서 비포화 공기에 대한 대류과정의 중첩 계산을 지적하였으며, 이에 따라 중위도 고위도 지역에서의 구름과 온도 변화를 설명함
- o convection and clouds in the boundary layer 1 session
- 고해상도 모델을 활용하여 구름 방울의 침강이 구름 꼭대기의 환기와 혼합층에서의 연직 확산 강도를 결정하여 층운형 구름 발달에 중요한 영향을 미친다는 것을 보임
 - 영국의 WesCon 관측 데이터를 활용하여 수평 대류가 낮은 풍속에서 경계층 고도를 증가시키며 경계층 고도의 역전 강도를 증가시킴을 보임
 - 레이더 관측자료를 활용해 구름과 동기화된 경계층과 구름과 구별된 경계층의 결정 알고리즘의 차이를 제안하고 이를 활용한 기후모델에서의 성능개선을 보임
 - DNS 모델을 활용하여 구름 방울의 침강과 복사 분석을 통해 층적운의 복사 영향의 불확실성을 감소시켜 기후 모델의 개선점을 제시함

3. 출장성과 • 시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과 • 시사점

- o Improvement in dry convection representation in NWP models: an overlap issue of boundary layer and convection scheme을 주제로 발표함

- 경계층 물리과정과 대류 물리과정의 건조 대류를 중첩 모수화함을 지적함
- 경계층 물리과정과 대류 물리과정의 entrainment 중첩 계산에 대한 분석 여부를 질문 받았으며, 이는 건조 대기에서의 entrainment와 구름 바닥에서의 entrainment의 차이에 대해 설명하고 실제 모델에서 계산되는 각각의 entrainment는 차이를 가지며 중첩되는 부분은 대류발생비율(~3%)을 기반으로 추론했을때 미미할 것으로 설명함

○ 경계층 물리과정의 에디확산-질량속 방법 적용에 대해 논의

- 경계층 물리과정의 에디확산-질량속 방법 적용은 운동량 연직 확산에도 큰 영향을 줄 수 있으므로 다양한 변수에 대한 검증이 필요하다는 의견 받음
- 경계층 물리과정의 에디확산-질량속 방법은 기존의 경계층 물리과정과는 다른 격자 적응 범위를 보이므로 비국지 난류에 대한 새로운 격자 적응이 필요하다는 의견 받음

○ 안정 경계층에서의 연직 확산 과소 모의 논의

- 대류과 해양에서의 해륙풍은 격자에서 직접 분해되어 모델이 나타내지만 섬과 같은 작은 규모의 해륙풍의 경우 모델에서 표현되지 않으며, 이를 위해 아격자 규모의 과정이 추가되면 섬 혹은 해안 지역에서의 안정경계층의 확산이 증가될 거라는 의견을 받음
- 극지방의 경계층 고도 결정에 대한 설명과 이에 대한 임계값의 변화가 과소 모의의 해결 방안 중 하나일 수 있다는 의견을 받음

나. 향후 업무 활용 계획

- 에디확산-질량속 방법의 적용에 있어 나타나는 모델 변화를 온도와 습도 검증을 기반으로 바람, 지위고도 등의 변수로 확장 검증하며 문제점을 파악하고 최적화 할 예정임
- 에디확산-질량속 방법의 격자 적응 필요성을 판단하고 선행 연구들에서의 방법과 연구 성향을 분석하여 추후 격자 적응에 대한 연구에 기초를 마련할 예정