[별지 1호] <개정 2019.10.16.>

결재			
협조			

국외출장 계획서

구 분	내 역					
출장자 (Travelers)	소속 (Dep.)	기후사업본부 기후변화분석과	성명 (Name)	이현주	직급 (Position)	연구원
출장지 (Destination)	국가 (Country)	네덜란드		도시 (City)	위트레흐트	
사업명 (Project)	GCF 기금 프로젝트 「 태평양 5개 도서국가의 회복력 향상을 위한 기후정보 지식서비스 강화」					
출장기간 (Period)	2026. 9. 5. ~ 2026. 9. 12.					
출장목적 (Purpose of Travel)	- APEC기후센터는 GCF(녹색기후기금) 수탁과제인 “태평양 5개 도서국가의 회복력 향상을 위한 기후정보 지식서비스 강화” 과제를 2021년부터 수행하고 있음 - 태평양도서국의 기후예측 정보 및 지식 서비스를 강화하기 위해 개발된 ‘PICASO’의 주요기능과 활용 사례를 국제 학술대회(EMS(European Meteorological Society) Annual Meeting*)에서 소개하고자 함 - 특히, 기후정보를 활용한 각 분야별 PICASO의 영향기반 정보서비스(산불, 가뭄, 수자원 등) 강화 전략 및 태평양 도서국의 기후변화 대응 지원 사례를 공유하고자 함 - 또한, 기후 서비스 및 정보 시스템분야의 최신 연구 동향 파악 및 관련 전문가들과의 교류하고자 함 *EMS Annual Meeting은 유럽 기상학회의 연례 학술대회로 유럽 전역의 기상학자, 기후 과학자, 관련 분야 전문가들이 모이는 핵심적인 국제 학술 행사로 매년 시의성 높은 핵심 주제를 선정하여 최신 연구 성과를 공유하고 협력 방안을 논의하고 있음					
기대효과 (Expectation Effect)	- **(국제적 인지도 제고)** PICASO툴의 우수성과 활용성을 국제 학술대회에서 홍보하여 PICASO시스템의 국제적 인지도 및 신뢰도 향상에 기여 - **(서비스 고도화)** 학회발표를 대한 피드백 수렴을 통해 PICASO 시스템의 개선점을 도출하고, 향후 서비스 고도화 방안에 반영 - **(협력기반 마련)** 관련분야 해외 전문가 및 유관 기관과의 네트워킹을 통해 향후 국제 공동 연구 및 기술 교류의 기반 마련					

<table>
<tr><td rowspan="4">출장일정
(Schedule)</td><td>일자
(Date)</td><td>방문일정(Schedule of Visit)
(방문지역, 기관 및 담당자 등)</td><td>내 용(Activity)</td><td>비 고
(Note)</td></tr>
<tr><td>9/5</td><td>부산-위트레흐트</td><td>이동</td><td></td></tr>
<tr><td>9/6~11</td><td>위트레흐트</td><td>EMS(European Meteorological Society) Annual Meeting 참석 및 발표</td><td></td></tr>
<tr><td>11-12</td><td>위트레흐트-부산</td><td>이동</td><td></td></tr>
<tr><td>특이사항
(More Information)</td><td colspan="4">- 출장비 및 등록비는 GCF-UNEP사업 예산내에서 집행할 예정
- 붙임1. 2026년_국외출장 초록_GCF-UNEP_이현주</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="3">출장경비
예산
(Travel Expense)</td><td>출장자</td><td>항공료</td><td>일비</td><td>식비</td><td>숙박비</td><td>기타</td><td>합계</td></tr>
<tr><td>이현주</td><td>3,500,000</td><td>353,640</td><td>695,490</td><td>1,412,890</td><td>50,000</td><td>6,012,020</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="4">국외출장
실적</td><td rowspan="2">출장자</td><td colspan="3">금년도 국외출장 수행실적</td><td colspan="3">최근 2년간 국외출장 실적</td></tr>
<tr><td>학회, 세미나</td><td>그 외</td><td>소계</td><td>학회, 세미나</td><td>그 외</td><td>소계</td></tr>
<tr><td>이현주</td><td>-건</td><td>-건</td><td>-건</td><td>-건</td><td>3건</td><td>3건</td></tr>
<tr><td></td><td>건</td><td>건</td><td>건</td><td>건</td><td>건</td><td>건</td></tr>
</table>

□ 이현주

▶ 2024년 국외출장

- 2024.4.27.~5.3. SASCOF-28 참석 및 WMO 장기예보 선도센터 계절 전망 발표(인도, 푸네)
- 2024.8.4.~8.11. 기후정보 및 영향 기반 예보 강화(Enhance climate information and impact-based forecsting) 수행(니우에, 알로피)
- 2024.10.11.~10.20. 태평양 5개 도서국 기후정보 지식서비스 강화사업 추진을 위한 제3차 지역교육워크숍 개최 및 운영(통가, 누쿠알로파)

※ 출장기간 등 세부적인 출장 일정은 변동 가능

※ 학회, 세미나 등 참석을 위한 국외출장은 개별적으로 심의신청서를 작성,
업무협의 등을 위한 국외출장은 대표 1인이 심의신청서를 작성

문서번호 기후변화분석과-515(2026.06.16)

TRAVEL APPROVAL FORM
출장신청서

결재	연구원	과장	본부장	원장직무대행
	06/16 이현주	06/16 전종안	06/16 김형진	06/16 김형진
협조	행정원			
	06/16 강보라			

Name & Position of Traveler(s)	기후변화분석과 이현주 연구원
Department	Research ☑ External ☐ Management ☐
Destination	네덜란드, 위트레흐트
Purpose of Travel	EMS 2026 Aunnal Meeting 참석 및 발표
Budget Request	Yes ◉ No ○
More Information (Expenses paid for by Organizer, Registration fee, etc.)	1. 출장 일정 2026.9.5(토)~9.13(일) <총 8박 9일> - 출장 심의 결과 [붙임 1] 참조 - 출장일정 변경에 따라 국외출장 변경 사유서 [붙임 2] 참조 2. 교통 - 항공여정표 [붙임 3] 참조 - 암스테르담(스키폴 공항) <-> 위트레흐트(학회장) 왕복 시외교통비 요청 3. 숙박 - 실비 지급 요청 ※ 단, 출장지(나 등급) 가용숙소의 숙박비가 실비 상한액($137)을 초과하여, 실비1.5배($205.5) 지급 요청 [붙임 4] 참조 4. 학회 일정 - 이현주(포스터): Enhancing Climate Resilience in Pacific Island Countries: Integrating Impact-Based Forecasting into the PICASO [붙임 5] 참조 ※ GCF-UNEP 사업에서 출장경비 부담 ※ 공무 항공마일리지 활용하여 좌석 승급 예정
Use Conference Expenses	Yes ○ No ◉
Submission of Travel Report	Yes ◉ No ○

Itinerary

Date	Date	City/Country	Activity

From	To		
9/5	9/5	부산/대한민국 출발 → 위트레흐트/네덜란드 도착	출국
9/6	9/11	네덜란드/위트레흐트 학회장소: Jaarbeurs conference centre	학회(관심 주제의 세션별) 참석 및 주요 연구 결과 발표
9/12	9/13	위트레흐트/네덜란드 출발 → 부산/대한민국 도착	입국

**** Note***

1. If it is to conferences, workshops or meetings, attach the agenda, invitation letter or proving document.
2. After completion of the business trip, the traveler should submit the travel report form within a week.

국외출장 변경 사유서

사업명	GCF 기금 프로젝트 「태평양 5개 도서국가의 회복력 향상을 위한 기후정보 지식서비스 강화」	
변경내용	변경 전	출장기간 : 2026. 9. 5. ~ 2026. 9. 12.
	변경 후	출장기간 : 2026. 9. 5. ~ 2026. 9. 13.
변경사유	본 출장의 주요 공식 세션 및 일정이 늦은 시간에 종료됨에 따라 당일 내에 출국을 위한 타 도시로의 이동이 물리적으로 제한됨. 개최지(우트레흐트)에서 출국 공항이 위치한 도시까지의 이동시간, 항공기 탑승시간, 현지 교통 상황 등을 종합하여 국외출장 일정을 변경하고자 함. 출장의 목적과 업무 내용은 변화 없음.	

2026년 6월 16일

출장자 : 이현주 (인)

심의위원회 위원장 : 김형진 (인)

문서번호 기후변화분석과-843(2026.10.12)

결재	연구원	과장	본부장	원장
	10/08 이현주	10/08 전종안	10/08 김형진	10/12 하경자
협조				

TRAVEL REPORT FORM
출장보고서

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
기후변화분석과	연구원(연구원)	이현주	

2. Travel Period 출장기간

- 2026년 9월 5일(토)~9월 13일(일), 8박 9일

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

- 행사명: EMS 2026 Annual Meeting
- 출장지: 네덜란드 위트레흐트

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

- 유럽기상학회의 연례회의 참석 및 최신 연구 동향 파악
- UNEP-ClSPac5 연구성과 발표

※ 상세 내용은 **첨부파일(붙임1,2) 참조**

2. Relevance to APEC Climate Center's Activities 결론 및 소감

- 유럽기상청 및 국제기구의 최신 동향은 기온·강수 등의 단일 기후변수 제공을 넘어 수요처의 실제 행동 기준과 직결되는 산출물을 제공하는 방향으로 전환되고 있음을 확인함. APCC의 계절 기후예측 역시 수자원·농업 등 다양한 실무자가 활용할 수 있는 구체적인 영향 지표 중심으로 고도화가 필요할 것으로 보임.
- 수백만 사용자를 보유한 Windy 플랫폼이 연구자와 기상청의 산출물을 외부 플러그인과 API로 개방해 대중적 파급력을 높이는 생태계를 구축하기 위해 노력하고 있음. 연구 성과의 확산 및 실수요 연계를 위해 Windy와 같은 플랫폼과의 협업을 적극 모색할 수 있을 것임.
- 또한 연구자뿐만 아니라 현업 예보자, 플랫폼 개발자, 서비스 기획자가 함께 참여하여 기후 서비스 기술을 벤치마킹할 수 있도록 국제 학술대회 참석 인원 확대가 필요할 것으로 보임.

3. Suggestions and Remarks 건의사항

III. References (Presented and Collected Materials) 주요 수집자료

(with attachment of any information or report in case of attendance of conferences, workshops and meetings) 학술대회, 워크숍, 회의 등 참석 시 관련 정보 및 문서 첨부

EMS2026
국외 출장보고서

【 2026. 10. 8.(목) / 기후변화분석과 이현주】

□ 출장 개요

○ 기　간 : 2026. 9. 5.(토) ~ 2026. 9. 13(일) <8박 9일>
○ 장　소 : 네덜란드 위트레흐트
○ 출장자 : 기후변화분석과 연구원 이현주

□ 행사 개요

○ 행사명 : EMS 2026 Annual Meeting
○ 주　제 : Delta Climate in Europe: weather, water, and warnings
(유럽의 델타 기후: 날씨, 수자원, 경보)
○ 유럽기상학회의 연례회의인 EMS2026의 발표세션은 기상, 기후, 수문학 및 사회적 활용을 아우르는 4가지 주요 세션으로 구성됨.

* 주요 세션

1) Understanding Weather & Climate Processes(UC)
2) Operational Systems and Application(OSA)
3) Engagement with Society(ES)
4) Plenary and Special Events(PSE)

□ 연구 성과 발표

○ **(P90) Enhancing Climate Resilience in Pacific Island Countries: Integrating Impact-Based Forecasting into the PICASO**

1) 주요 내용 (붙임2 참조)

- APEC기후센터(APCC)의 다중모델 앙상블(MME) 예측 자료와 현지 관측소 기반 통계적 다운스케일링을 결합한 하이브리드 계절 기후 예측 체계인 PICASO 소개

- 쿡 제도(하천 유량), 니우에(KBDI 기반 산불 위험), 팔라우(댐 저수지 수위), 마셜 제도(국가 기준 가뭄 위험), 투발루(4단계 가뭄 경보 확률) 등 각국의 취약 분야에 특화된 부문별 재해 위험 정보를 제공하는 영향 기반 예측 소개

2) 논의 내용

- 태평양 도서국의 기상청 인력 및 정책 입안자들은 데이터 분석 역량이 제한적인 경우가 많음. 복잡한 확률 막대그래프나 세부 수치 표출 외에도, 현지 지자체 수준에서 즉각 활용할 수 있도록 "주의 단계 시 취해야 할 3대 행동 매뉴얼"이 팝업이나 요약 보고서 형태로 직관적으로 연동되는 인터페이스 단순화가 필요함.
- 포스터 발표(예, P89)에서 강수량 자체보다 '소방·응급구조 출동 건수'를 직접 예측했듯이, PICASO 역시 하천 유량(쿡 제도)이나 저수지 수위(팔라우) 예측에서 한 걸음 더 나아가, '식수 공급 제한 일수', '농작물 수확량 감소율', '감염병(뎅기열 등) 발생 위험 건수'와 같은 최종 영향 지표를 직접 산출·제시하는 방향으로 고도화 가능함을 제안함.

□ 주요 발표 내용

○ (EMS2026-205) Summer warming in the Northern Hemisphere midlatitudes amplified by tropical-extratropical interactions

- 기후변화로 북반구 전역에서 여름철 극한 폭염의 빈도와 강도가 증가하고 있음에 따라, 국지적 폭염뿐만 아니라 중위도 전 지구적 패턴을 진단하기 위해, 북위 30°~60° 위도대의 일평균/최고기온의 90퍼센타일을 기준으로 하는 'Hot Day Index'를 정의하고 전통적 폭염 일수와 비교 분석함.
- 라니냐 시기에는 대류권 상층의 고기압 순환 강화 및 하강기류 영향 등으로 중위도 동서 평균 일기온이 엘니뇨 시기보다 더 높아져 폭염 발생에 취약해 지는 것으로 나타남.
- 열대 해수면 온도(SST) 및 대류 변화가 중위도 순환에 영향을 미치는 경로를 3가지 주요 모드(지구온난화 추세, 10년 주기 변동

성, ENSO 연계 동서대칭 모드)로 나눌 수 있음.

- CESM2 50개 앙상블 모의를 통해 내부 변동성(Internal Variability)에 따른 동서 평균 고온 패턴을 분리해 낸 결과, 관측에서 나타난 파동형 패턴 및 대기 순환 특성이 모델에서도 일관되게 재현됨을 확인함.

☞ **활용방안 및 시사점**

- 일반적으로 엘니뇨 발생해에는 전지구 기온이 높게 나타나나, 동북아시아 지역은 라니냐 발생 시 여름철 극단적 폭염 빈도가 증가하는 경향을 보임에 따라 여름철 3개월 기후전망 시, 열대 SST 현황 및 예측과 함께 라니냐로 인해 유도되는 북반구 중위도 동서 평균 순환장 및 이상 고기압 위치 등을 예측 인자로 활용할 수 있을 것으로 보임.
- CESM2 대규모 앙상블 실험 결과처럼, 동일한 온실가스 강제력 하에서도 내부 변동성에 따라 중위도 파동 및 폭염 발생 양상이 크게 달라짐. 현업 다중모델 앙상블 계절예측 시, 관측된 열대-중위도 위상을 잘 모의하는 특정 앙상블 멤버 또는 모델에 대해 분석 할 수 있음.

○ **(EMS2026-834) Windy cannot Replace Meteorological Services-But It Can Help Explain Why They Matter**

- Windy는 전 세계 수백만 명의 일일 사용자를 보유하고 있으며, 광고 수익 모델을 전면 배제하여 사용자 경험을 극대화하고 있으며, 산불 위험(Fire Danger), 허리케인 추적(Hurricane Tracker) 등 공공 안전 관련 핵심 기능은 영구 무료로 서비스함. 특히 극한 기상 현상(태풍, 대형 산불 등) 발생 시 플랫폼 트래픽이 평소 대비 300~500% 급증하여 대중 방재 정보 전달의 핵심 창구 역할을 수행하고 있다고 함.
- 10개 이상의 전 지구 수치예보 모델(ECMWF, GFS 등), 100개 이상의 기상 레이더, 1만 개 이상의 지상 관측소, 7만 개 이상의 웹

캠, 위성 데이터 및 개인 관측망(PWS)을 단일 인터페이스에 통합하는 등 다중 기상 데이터를 통합·가공하고 있음.

- 외부 연구진이나 개발자가 독자 개발한 기상 분석 도구, 알고리즘, 모델 산출물을 Windy 맵 위에 직접 연동·표출할 수 있는 플러그인 생태계를 개방하고 있으며, 최근 스위스 기상 전문 기업 meteoblue를 인수 합병하여 대용량 머신러닝/기상 API를 학술 연구 목적으로 활용 가능하도록 연계하고 있음.

☞ **활용방안 및 시사점**

- APCC 다중 모델 앙상블 예측 또는 DCPP자료를 활용한 가뭄, 폭염 등의 장기 전망 산출물의 일반 사용자나 정책 결정자의 활용성 증대를 위해 Windy의 '외부 플러그인' 인터페이스를 활용할 수 있을 것으로 보임.
- Windy의 시각화 엔진을 테스트베드로 활용하여, 신규 개발된 기후 위험 예측 결과를 신속히 웹 기반 프로토타입으로 시연하고 사용자 피드백을 수렴하는 방안으로 활용가능함.
- 단순 기상 요소(기온 및 강수)만 제공하는 것을 넘어, 산불 위험도 맵(CzechGlobe 협력 사례)처럼 기후예측자료, 지표면 조건, 취약성 레이어를 결합한 재해 위험도를 보여주는 플랫폼 설계 방식을 장기 계절예측 서비스에 벤치마킹할 수 있을 것임.

○ **(EMS2026-591) Northern Hemisphere warming hotspots linked to intensified tripole wind anomaly patterns**

- 동유럽, 중앙아시아, 동시베리아, 북미 서부 등에서 급격한 온난화와 함께 고기압 편차 증가가 관측되고 있으나, 기존 기후 모델들이 이러한 지역적 온난화 핫스팟의 대기 순환 변화와 기온 상승을 과소평가하거나 제대로 재현하지 못하는 원인에 대한 이해가 부족함.
- ERA5 재분석 자료 및 20개 CMIP6 기후 모델 모의 자료를 이용하여 dynamical Adjustment Framework를 이용하여 complex Network Analysis를 수행함.

* dynamical Adjustment Framework: 릿지 회귀(Ridge Regression)와 유선 함수(Stream Function)를 프록시로 적용하여, 전체 온난화 경향에서 '대기 순환에 의해 유도된 기온 성분'과 '열역학적(지구온난화 등) 성분'을 정량적으로 분리하는 방법
* complex Network Analysis: 300 hPa 동서 바람(Zonal Wind) 편차와 폭염 발생 간의 동시성(Co-occurrence)을 공간 격자 네트워크로 분석

- 동유럽 등 주요 유라시아 핫스팟에서 Circulation-induced Warming의 기여도는 약 0.3°C/decade으로 전체 관측 온난화의 약 50%를 설명하며, 북미 서부의 경우 최대 85%까지 설명함.
- 핫스팟 지역 폭염은 상층 제트기류의 변화와 연계된 남-북-남 방향의 '편서풍-편동풍-편서풍' 3중 바람 편차 패턴과 밀접하게 연관된 것으로 나타남.
- CMIP6 다중모델 평균은 유라시아 핫스팟의 전체 온난화 크기는 관측과 유사하게 모의하나, Circulation-induced Warming를 크게 과소모의 하였으며, 열역학적 온난화는 과대모의함.

☞ **활용방안 및 시사점**

- 유라시아 대륙과 동북아시아 여름철 폭염 발생 확률을 예측할 때, 이중 제트(Double Jet)의 지속성과 제트 영역의 풍속 경도를 Predictor로 활용할 수 있을 것으로 보임.
- 유라시아 대륙에서는 기후 모델이 대기 순환의 온난화 유도 강도를 일관되게 과소평가하므로, 단순한 통계적 분위사상(Quantile Mapping) 방식의 편차 보정 대신 대규모 순환장(Wind/Stream function)의 강도 보정이 선행되는 다변량 복합 보정 기법 적용 가능성도 있음.

○ **(EMS2026-35) Worst-Case European Heat Storylines generated using Ensemble Boosting**

- 모의결과, 유럽에서 관측 역사상 가장 극심했던 2003년 폭염 기록을 강도와 특히 지속 기간 면에서 크게 능가하는 폭염이 현재 기후 조건에서도 물리적으로 발생 가능함.

* Ensemble-boosting: 전 지구 기후 모델 시뮬레이션에서 폭염발생 10~30일 전 시점으로 돌아가 미세한 대기 섭동을 준 수천 개의 앙상블 궤적(Trajectories)을 재실

행하는 방법으로 발생가능한 Tail 부분의 최악의 시나리오를 효과적으로 샘플링할 수 있음.

- 폭염 발생지 뿐만 아니라 Upstream 지역(동유럽/러시아 방면)의 극심한 토양 건조화가 선행되어 고온 건조한 공기 이류를 강화함.
- 유럽 인근 해역의 강한 해양 온난화와 북대서양 아극지의 한랭 블롭(Cold blob)이 뚜렷한 수온 격차를 형성하여 폭염을 유발하는 고기압성 블로킹 순환을 강화함.
- 최악의 폭염은 단독으로 오지 않고, 직전에 선행된 1차 극한 폭염이 발생한 직후 연달아 발생하는 '연속적(Successive) 폭염'의 형태를 집중적으로 보임.

☞ **활용방안 및 시사점**

- 유라시아 대륙과 동북아시아 여름철 폭염 발생 확률을 예측할 때, 이중 제트(Double Jet)의 지속성과 제트 영역의 풍속 경도를 Predictor로 활용할 수 있을 것으로 보임.

○ **(EMS2026-142) Compound Dry-Hot Conditions in South and Southeast Asia Modulated by the Arctic Stratospheric Polar Vortex**

- 인구 밀도가 높고 농업 비중이 큰 남아시아 및 동남아시아는 3~5월 몬순 직전 건조기에 복합 고온·건조 현상에 매우 취약함에 따라 극 성층권 극소용돌이 강도(ASPV), 표준화 기온 지수(STI), 표준화 강수 지수(SPI), 그리고 두 지수를 결합한 표준화 건조·고온 지수(SDHI)를 정의하여 분석함.
- 3월 북극 성층권 극소용돌이(ASPV)가 약화될 때, 남아시아 북동부 및 인도차이나 북서부 지역에서 복합 고온·건조 현상이 심화되는 뚜렷한 음(-)의 상관관계가 관측됨.
- 관측 및 WACCM6 민감도 수치 실험을 통해 극지방 성층권 상태가 저위도 복합 극한을 유도하는 물리적 메커니즘을 확인함.
- Downward Coupling, 중위도 제트 및 고기압성 순환 유도 등의 성층권-대류권 결합 및 지표-대기 피드백 메커니즘을 확인함.

- 또한 열대 해수면 온도와의 상대적 기여도 차이를 분석 결과, 직전 겨울 열대 SST(ENSO 등)는 저위도 남부 해안 및 인도차이나 남부의 기온·강수 변동에 지배적 역할을 하는 반면, 남아시아 및 동남아시아 북부 내륙 지역에서는 열대 SST보다 3월 ASPV의 영향력이 더 우세하게 작용하여 지역별 지배적 예측 인자가 상이함을 밝힘.

☞ **활용방안 및 시사점**
- 한반도를 포함한 동북 아시아 지역에 대해서도 현업 S2S/DCPP 기후 예측 모델이 성층권 극소용돌이의 약화 및 파동 전파, 그리고 이로 인한 중위도 제트 축 변화를 대류권까지 물리적으로 일관되게 모의하는지 진단할 수 있을 것으로 보임.

○ **(EMS2026-328) Evaluating Northern Hemisphere Atmospheric Blocking in post-CMIP6 Earth System Models**
- ERA5 재분석 자료 및 OptimESM 프로젝트의 최신 CMIP6 기반 지구시스템모델을 이용하여 500 hPa 지오포텐셜 고도의 자오면 경도(Meridional Gradient) 역전 및 공간적 임계 조건(북위 30°~75°N, 최소 5일 이상 지속)을 적용한 1차원/2차원 블로킹 지수 활용한 블로킹 평가 및 미래 전망 분석을 수행함.
- 겨울철은 고위도(유럽, 스칸디나비아, 그린란드, 북태평양)에서 높은 빈도를 보이며, 여름철은 아열대 제트 주변 및 상대적으로 낮은 위도대에서 최대 빈도가 나타남. 겨울철 블로킹은 통상 5~12일, 여름철은 15일 이상 장기 지속되는 사례가 확인됨. 겨울철 서유럽 및 북미 동부는 블로킹 지속 기간이 증가(10년당 약 1일 증가)하는 반면, 스칸디나비아는 감소하는 공간적 대조를 보임. 여름철에는 그린란드, 아열대대 및 동아시아 지역에서 블로킹 지속 기간의 증가 경향(10년당 최대 2일 증가)이 뚜렷하게 나타남.
- 겨울철 유럽 및 그린란드 블로킹, 여름철 중앙 대서양 블로킹 빈도를 모델이 과소평가하나, 겨울철 중앙 대서양, 여름철 지중해/

남유럽 부근의 블로킹은 과대평가하는 계통적 오차를 보임.

- 과거 기간 대비 온난화 안정화 상태에서 유럽 블로킹 빈도는 지속적으로 감소하며, 4°C 온난화 시 2°C 대비 블로킹 발생 빈도가 더욱 뚜렷하게 감소함.

☞ **활용방안 및 시사점**

- 관측 분석에서 여름철 아열대 및 동아시아 블로킹의 지속 기간이 10년당 최대 2일 수준으로 증가하는 추세가 확인됨에 따라, 블로킹의 지속기간은 폭염·가뭄의 강도를 결정짓는 핵심 예측 지표로 활용될 수 있을 것으로 보임.

○ **(P89) Is Our Weather Information Decision-Ready? Insights from Exploratory Demonstrations with Authorities and First Responders in Switzerland**

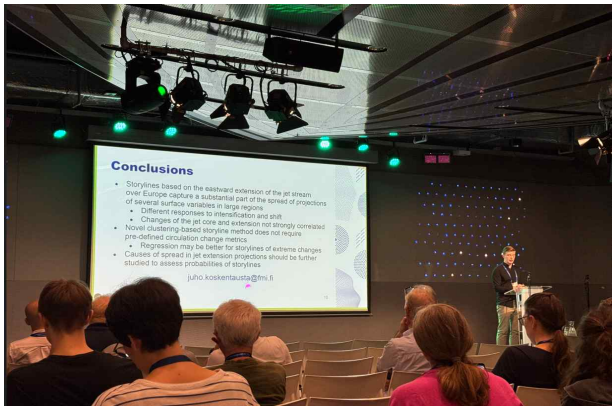
- 기존 기상 정보는 단순 기상 현상 전달에 머물러 있어 현업 당국과 응급 대응자가 즉각 조치를 취할 수 있는 '실행 가능한(Actionable)' 수준에 도달하지 못하는 한계를 지님.
- 이해관계자가 참여한 3가지 활용 사례(맞춤형 기상정보, 돌발 홍수 위험, 긴급 전화 예측)를 제시함.
- 기상·기후 정보 제공자와 사용자 간의 상호 이해와 용어 일치에는 지속적인 대화와 시간이 필요하며, Decision readiness는 기상·기후 정보 속성이 아니라 '데이터, 사용자, 정보가 사용되는 맥락(Context)'의 결합에 의해 결정됨.

☞ **활용방안 및 시사점**

- 복잡한 대용량 계절 앙상블 시스템을 완성한 후 사용자에게 건네주는 방식은 현장 적응 실패로 이어지기 쉬움. PICASO 응용정보와 같이 초기 단계부터 실제 화면 인터페이스 목업(Mock-up)을 만들어 도서국이나 현업 실무자에게 지속적으로 시연하고 피드백을 반영하는 '점진적 시연-개선 프로세스'를 적용해야 계절예측 정보의 실질적 활용률을 극대화할 수 있음.





□ 결론 및 소감

○ 유럽기상청 및 국제기구의 최신 동향은 기온·강수 등의 단일 기후변수 제공을 넘어 수요처의 실제 행동 기준과 직결되는 산출물을 제공하는 방향으로 전환되고 있음을 확인함. APCC의 계절 기후예측 역시 수자원·농업 등 다양한 실무자가 활용할 수 있는 구체적인 영향 지표 중심으로 고도화가 필요할 것으로 보임.

○ 수백만 사용자를 보유한 Windy 플랫폼이 연구자와 기상청의 산출물을 외부 플러그인과 API로 개방해 대중적 파급력을 높이는 생태계를 구축하기 위해 노력하고 있음. 연구 성과의 확산 및 실수요 연계를 위해 Windy와 같은 플랫폼과의 협업을 적극 모색할 수 있을 것임.

○ 또한 연구자뿐만 아니라 현업 예보자, 플랫폼 개발자, 서비스 기획자가 함께 참여하여 기후 서비스 기술을 벤치마킹할 수 있도록 국제 학술대회 참석 인원 확대가 필요할 것으로 보임.

Enhancing Climate Resilience in Pacific Island Countries: Integrating Impact-Based Forecasting into the PICASO

Hyun-Ju Lee, Jinho Yoo, Daeun Jeong, , Jeongmin Han
APEC Climate Center

Web site
http://www.apcc21.org
http://clikp.sprep.org

E-mail
asteria1104@apcc21.org

1. Introduction & Motivation

- **High Vulnerability of PICs**
  - Pacific Island Countries face exceptional vulnerability to severe climate variability and extremes across critical socio-economic sectors
- **The Need for Bridging the Gap**
  - Standard climate outlooks provide general forecasts, but national decision-makers urgently require actionable, sector-specific guidance
- **Research Objective**
  - Introduce the hybrid technical framework of PICASO and showcase newly integrated Impact-Based Forecasting (IBF)
- **History of PICASO under the ROK-PI CLiPS Project**
  - Phase 1: The PICASO system was inaugurated in 2017 during the first phase of the ROK-PI CLiPS project. Its primary mission was to provide customized seasonal rainfall forecasts for Pacific Island NMSs by leveraging state-of-the-art MME data from various climate models provided by APCC.
  - Phase 2: As the system evolved through ROK-PI CLiPS Phase 2, a new feature called CoCO was developed, which combines various forecast information, such as SCOPIC, APCC MME, ACCESS-S model of BoM.
- **Roadmap of PICASO under UNEP CIS-Pac5 Project**

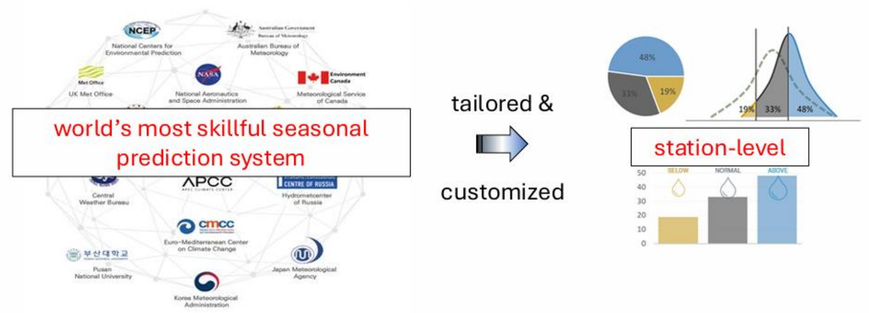
Project Overview
- Duration: 2021.9-2027.9
- Budget: Total $50 million (APCC portion: $1.64 million, 3.3%)
- Target Countries: Cook Islands, Niue, Palau, Marshall Islands, and Tuvalu
- Objective: To strengthen national climate services through four key pillars
  ① Institutional frameworks;
  ② Observation and prediction systems;
  ③ Communication and dissemination;
  ④ Enhanced coordination

APCC's role – PICASO Upgrade
- Expanding PICASO's variables from purely seasonal rainfall to include monthly-scale rainfall and temperature forecasts
- Supporting decision-making by linking climate data to sector-specific outcomes

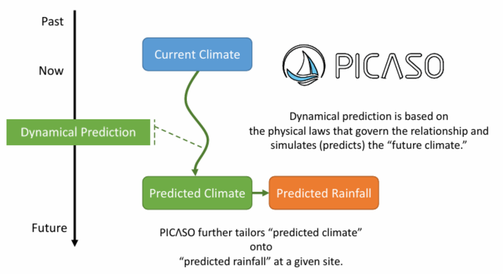
Deliverables
- PICASO v2.5 equipped with seasonal/monthly rainfall/temperature forecast and impact-based forecast function

2. The PICASO system

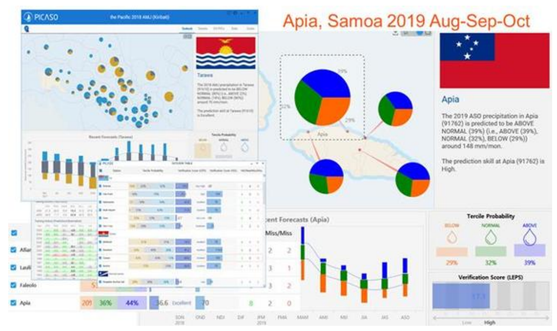
- **What is PICASO?**
  - Pacific Island Countries Advanced Seasonal Outlook
- **Hybrid downscaled seasonal prediction system**
  - Dynamical: Multi-Model Ensemble (APCC-MME) seasonal prediction system
  - Statistical: empirically tailored by experts and customized to station



- **PICASO Strategy**



- **PICASO Main Page**



14 Countries 53 Stations

- **PICASO Functions**

Outlook
Climate at a glance
- Tercile/Recent Forecasts
- Verification Scores
- Natural Language Outlook

Details
For exports
- Interactive Probability Scale
- Historical Forecast/Observation
- Training/Validation Scores

CO-PICs
Large-scale view
- ENSO/SST Outlook
- Temperature/Precipitation
- Validation and Verification

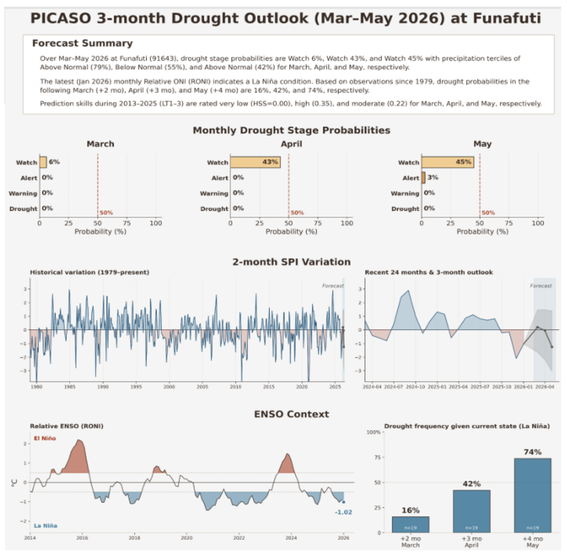
Data
Manage your data
- Interactive Data Management
- Verification Scores
- Custom Dataset Extraction

Guide
Look beyond
- Detailed Application Guide
- Climate Summary & Resources

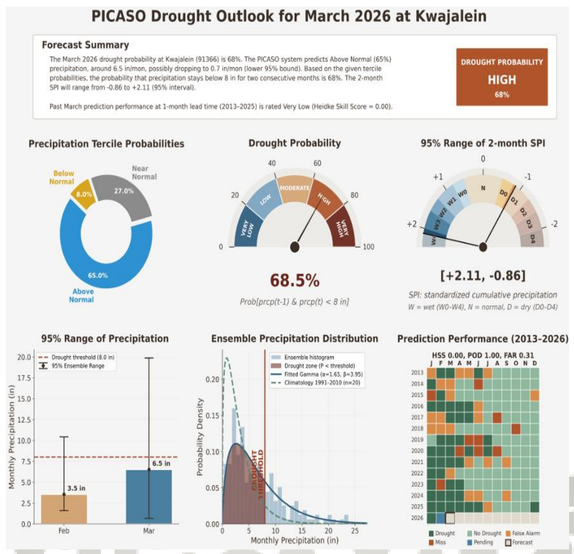
Settings
Optimize the system
- Themes and Visual Styles
- Export as PDF/PNG Options

3. Impact-Based Forecasting information in PICASO

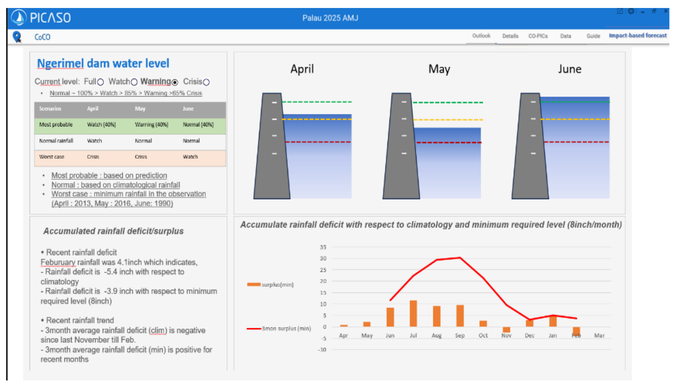
- **Cook Islands**
  - Providing monthly streamflow variability and distribution forecasts for the Avana Valley catchment to safeguard local freshwater management.
- **Niue**
  - Forecasting high-resolution (0.1°) monthly wildfire occurrence forecasts via an XGBoost model integrated into a localized 4-level national alert scale.
- **Palau**
  - Projecting seasonal water levels for the Ngerimel Dam alongside 12-month accumulated rainfall deficits to prevent severe flash-drought crises in Koror.
- **Marshall Islands**
  - Applying the National Drought threshold (two consecutive months below 8 inches) to display monthly drought risk for direct use in national warning procedures.
- **Tuvalu**
  - Displaying stage-specific probabilities across the four levels of Drought Management (Watch, Alert, Warning, Drought) as horizontal bars to identify the most likely alert stage.



▲ Prototype interface for the drought forecasting service, Marshall Islands



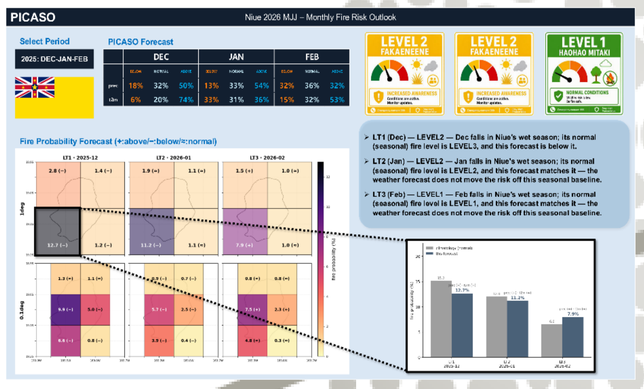
▲ Prototype interface for the drought forecasting service, Marshall Islands



▲ Prototype interface for the Ngerimel Reservoir water-level forecasting service, Palau



▲ Prototype interface for the Avana Valley streamflow forecasting service, Cook Islands



◀ Prototype interface for the wildfire-risk forecasting service, Niue

EMS 2026 Annual Meeting | Session : Weather and climate risks and associated impacts to society (P90)
6-11 September 2026 | Utrecht & Online