

TRAVEL REPORT FORM

출장보고서

결 재	연구원	팀장	부서장	원장직무 대행
	11/02 정다은	11/02 민영미	11/02 유진호	11/02 유진호
협 조				

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
기후사업본부 기후예측팀	연구원	정다은	
기후사업본부 기후예측팀	연구원	임아영	

2. Travel Period 출장기간

- 출장기간 : 2018년 10월 22일-28일
- 학회기간 : 2018년 10월 23일-25일 (3일)

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

- 학회명 : NOAA's 43rd Climate Diagnostics & Prediction Workshop
(학회 홈페이지) <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/outreach/CDPW/index.php>
- 장소 : UC Santa Barbara, Santa Barbara, CA, USA

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

1) 개요

- 본 워크숍은 이름 그대로 기후 예측 및 진단 관련 연구를 광범위하게 다루는 워크숍으로서 NCEP(National Center for Environmental Prediction)의 CPC(Climate Prediction Center)가 주최·주관·후원하는 연례 워크숍임
- 총 다섯 개의 세션으로 구성되어 있었음 (세션별 발표 자료는 홈페이지에 업로드될 예정)
 - Improved understanding of the coupled atmosphere-ocean climate system through dynamical and statistical models and methods, forecaster practices and protocols, reanalysis data and model improvement, and scientific concepts
 - Prospects for improved understanding, prediction, and simulation of intra-seasonal, seasonal, and inter-annual climate variability, including the extratropical annular modes,

stratosphere/troposphere coupling, tropical-extratropical interactions, land-surface forcing, atmospheric river events and drought/precipitation events etc

- Climate variability and prediction in relation to the hydrologic cycle and in particular Western water resources
- Observation, prediction and attribution of recent high impact weather and climate events, and implications for extreme precipitation and temperatures, heat/cold waves, droughts and wildfires
- Improving climate information delivery for impact-based decision support services through the application of new technologies, including GIS, statistical tools, and software development practices

2) 주요 내용

- APEC 기후센터 출장자 포스터 발표 ([붙임1], [붙임2], [붙임3])
- 타 현업·연구 기관들의 연구 성과 파악 ([붙임3])

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

- 다양한 현업 및 연구 기관이 참석하였고 그들의 연구 성과 및 동향을 파악할 수 있었음
- 특히 미국의 CPC, 대만의 CWB(Central Weather Bureau) 등 타 현업 기관들의 활발한 연구 및 참여가 돋보였으며 개별 모델들의 개선 및 NMME의 예측 성능 향상 등을 위한 다양한 연구들이 진행되고 있음을 확인할 수 있었음
- 현재의 모델 예측 수준은 대부분 열대 지역의 예측 성능에 국한되어 나타나고 있으며, 현재의 열대 지역 예측 수준으로는 중위도-고위도를 커버할 수 없음을 제시하며 앞으로는 이를 초월해서 전구 예측력을 높이기 위한 많은 연구와 실험들이 진행되고 있음을 확인할 수 있었음
- 모델의 S2S 규모의 연구 결과 발표가 많았고, 미국 각 유관기관들이 함께 2017년 부터 SubX라는 S2S 연구, 운영 및 응용을 위한 통합 자료 시스템 개발 프로젝트를 진행하고 있었음. 센터 내 S2S 관련 연구자들이 이러한 자료를 참고해보면 도움이 될 것이라고 생각됨 (<http://cola.gmu.edu/kpegon/subx>)
- 특히 이 워크숍은 기후 모델 개발자 및 모델 예측에 특화된 전문가가 대부분 참석했기 때문에 그동안 모델을 다루면서 궁금했던 점을 어느 정도 해소하고 현재 세계적인 모델의 수준 및 관련 연구 동향 파악에 매우 유익한 시간이었음
- APCC 또한 자체 모델을 보유하고 있을 뿐만 아니라 다중모델앙상블 예측의 선두에 있는 만큼 기후 예측 관련 연구자들이 본 워크숍에 참여하고 결과를 공유함으로써 차후 연구 방향을 모색하는 데에 도움이 될 수 있길 희망함

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

NOAA's 43rd Climate Diagnostics and Prediction Workshop

Santa Barbara, California

Oct 23-25, 2018

NOAA's 43rd Climate Diagnostics and Prediction Workshop will be held in Santa Barbara, California on 23-25 October 2018. The workshop will be hosted by the Earth Research Institute and Department of Geography at the University of California Santa Barbara and is co-sponsored by the Climate Prediction Center (CPC) of the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the Climate Services Branch (CSB) of the National Weather Service (NWS).

The workshop will focus on five major themes, with an emphasis on climate prediction, monitoring, attribution, diagnostics, and service delivery related to:

- Improved understanding of the coupled atmosphere-ocean climate system through dynamical and statistical models and methods, forecaster practices and protocols, reanalysis data and model improvement, and scientific concepts.
- Prospects for improved understanding, prediction, and simulation of intra-seasonal, seasonal, and inter-annual climate variability, including the extratropical annular modes, stratosphere/troposphere coupling, tropical-extratropical interactions, land-surface forcing, atmospheric river events and drought/precipitation events etc.
- Climate variability and prediction in relation to the hydrologic cycle and in particular Western water resources.
- Observation, prediction and attribution of recent high impact weather and climate events, and implications for extreme precipitation and temperatures, heat/cold waves, droughts and wildfires.
- Improving climate information delivery for impact-based decision support services through the application of new technologies, including GIS, statistical tools, and software development practices.

The workshop will feature daytime oral presentations, invited speakers, and discussions with a poster session event on one evening. Discounted student registration and some travel support for students will be available.

To submit an abstract, please go to the abstract submission panel and select a session to fill an abstract form. If you have any difficulties, please send the required information on the web form as an attachment via email to Yun.Fan or Muthuvel.Chelliah. The abstract deadline is August 10, 2018.

Sponsors

Climate Prediction Center

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>

UC SANTA BARBARA

<https://www.ucsb.edu/>



<https://www.eri.ucsb.edu/>

Important Dates

Wind
PC 열람

Registration

Early Bird Registration Deadline: xxx, 2018

Late Registration Deadline: xxx, 2018

Abstract Deadlines

Abstract Submission: August 10, 2018

Acceptance Notification: xxx, 2018

Responses of global atmospheric circulation to climate indices based on APCC hindcast data

AUTHORS: Daeun Jeong and Yun-Young Lee, APEC Climate Center

BACKGROUND

- **From 17 centers in 11 countries**, the Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) Climate Center (APCC) collects global climate prediction data every month and issues monthly-rolling Multi-Model Ensemble (MME) predictions for the upcoming six-month seasons, which are disseminated through the website¹.
- **In cooperation with KMA** (Korea Meteorological Administration), the APCC also produces climate predictions of temperature and precipitation over South Korea every month.
- **The climate indices** e.g. Niño3.4 from reanalysis data have been taken into account for the predictions of the temperature and precipitation over South Korea even though the MME prediction data is also essential.
- **The responses** of atmospheric circulation to the climate indices and correlation between temperature and precipitation over South Korea and the indices are studied by using both reanalysis and hindcast data, which are finally provided as a guidance so that the APCC forecasters can produce more reliable predictions.

DATA & METHOD

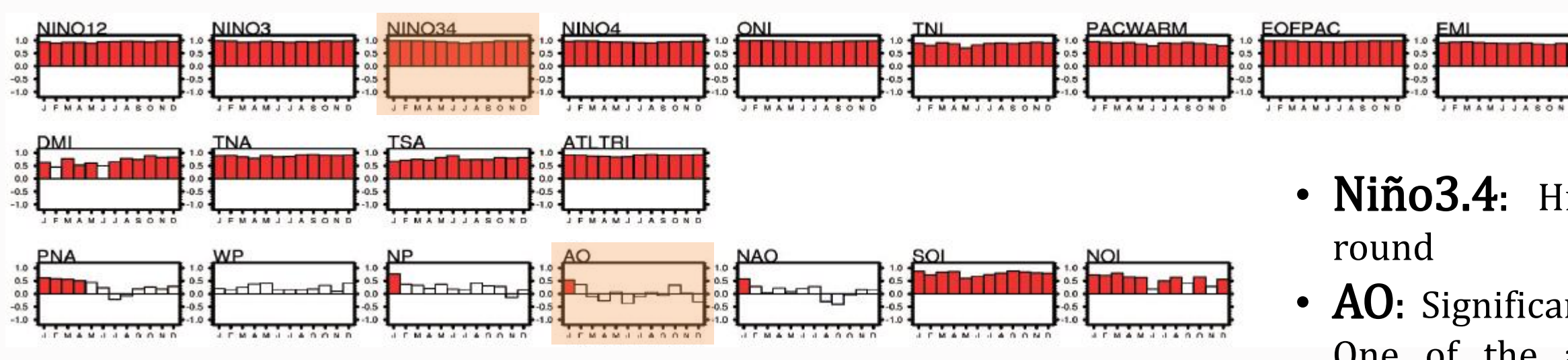
Data	Description		Variables
Automated Synoptic Observing System (ASOS) ²	61 stations over South Korea		• Mean temperature • Precipitation
CAMS OPI ³			• Precipitation
MME hindcast data of APCC	Simple Composite Method (SCM)		
Hindcast data of individual models	JMA	NASA	• Geopotential height at 500 hPa
	APCC	NCEP	• Sea level pressure
	CMCC	PNU	• Temperature at 2m
	CWB	POAMA	• Wind at 850 /200 hPa
	MSC		
NCEP-DOE Reanalysis 2 ⁴			

The common period of the above data is 1983-2005.

- **Criteria for selecting climate indices are as below:**
 1. Be predicted by APCC;
 2. Have high correlations with observed indices; and
 3. Have high correlations with temperature and rainfall over South Korea
- **How to display regressed patterns**
 1. MME: shadings of regression coefficients
 2. Individual models: dots of standard deviations less than average ones of regression coefficients of individual models

RESULT & CONCLUSION

The Niño3.4 and AO out of 20 indices are selected based on the correlations.

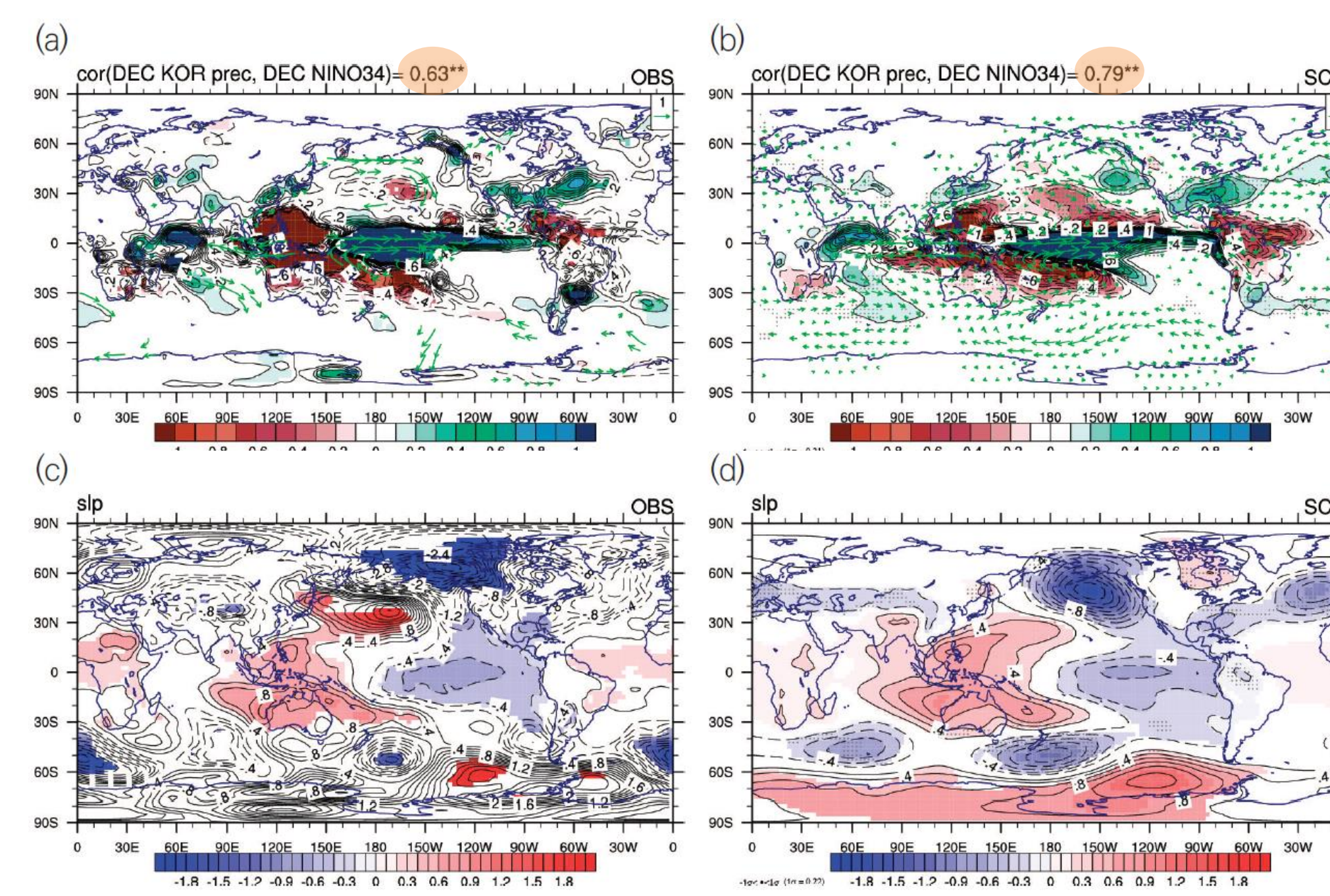


Temporal correlations between observed and predicted indices

*Red bars denote correlations which are significant at 95% level.

- **Niño3.4:** High prediction skill all year round
- **AO:** Significant prediction skill for January. One of the atmosphere indices which is taken into account for the prediction of winter temperature over South Korea

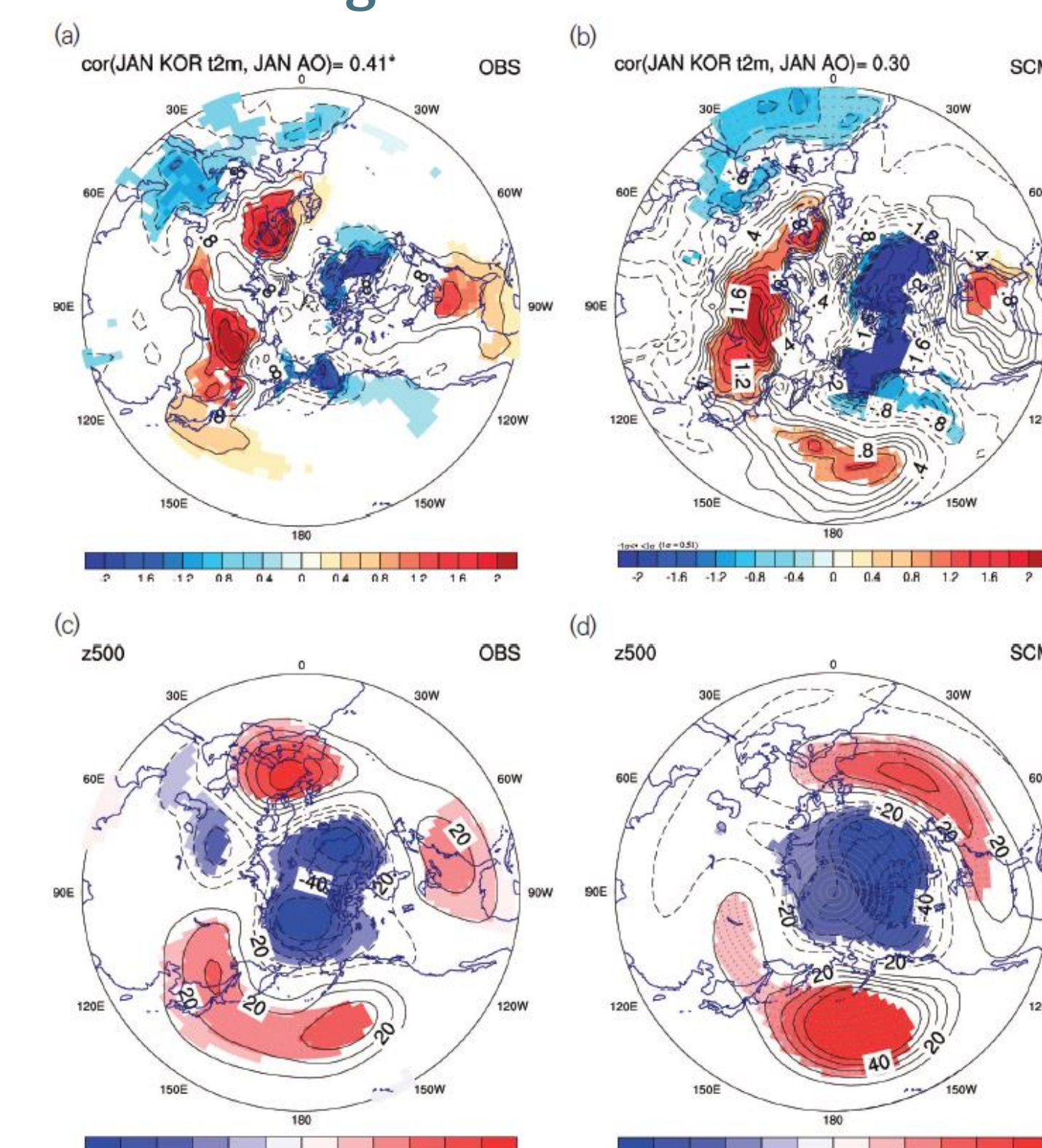
Not only the observed Niño3.4 but also the predicted one should be considered for the prediction of precipitation over South Korea for December.



Regressed precipitation (top) and sea level pressure (bottom) anomalies from reanalysis (left) and SCM hindcast (right) data

- **The high correlation coefficients** between rainfall over South Korea and Niño3.4: 0.63 in OBS and 0.79 in SCM
- **The wet condition and the southwesterly** over South Korea simulated by SCM
- **The consistent responses** of MME participating models on Niño3.4
- **The anticyclonic circulation** over the western Pacific and the cyclonic one over the eastern Pacific predicted by SCM

On the other hand, the correlation between temperature of South Korea and the AO for January from SCM is not significant. The regressed patterns are similar to those from OBS though.



- **No significant correlation** between the temperature over South Korea and AO from SCM for January
- **Positive correlation** like the case from OBS though
- The positive temperature anomalies over Northeast Asia, Siberia, and eastern USA and negative ones over Canada, Middle East, and North Africa from SCM, which are similar to the ones from OBS
- The positive anomalies over South Korea in OBS, which do not cover it in SCM though

- The AO-related pattern of geopotential height at 500 hPa-negative anomalies over the Arctic and positive ones over the northern North Pacific and Atlantic-predicted by SCM
- **The consistency** among the responses of the individual models

Regressed temperature at 2m (top) and geopotential height at 500 hPa (bottom) anomalies from reanalysis (left) and SCM hindcast (right) data

- **The predictability for the indices and related atmospheric circulation patterns with the real-time forecast data of APCC will be further studied.**

REFERENCES

1. www.apcc21.org
2. data.kma.go.kr
3. Janowiak, J. E., and P. Xie, 1999: CAMS_OPI: a global satellite-rain gauge merged product for real-time precipitation monitoring applications. J. Climate, 12, 3335-3342.
4. Kanamitsu, M., W. Ebisuzaki, J. Woollen, S.K. Yang, J. Hnilo, M. Fiorino, and G. Potter, 2002: NCEP-DOE Amip-2 reanalysis (r-2). Bull. Am. Meteorol. Soc., 83 (11), 1631-1643.



Seamless Coupled Prediction System (SCoPS): Assessment of the APCC In-House Model Real-Time Seasonal Forecast

A-Young Lim (limay@apcc21.org), Young-Mi Min, and Suryun Ham
APEC Climate Center, Korea

Introduction

- Asia-Pacific economic cooperation Climate Center (APCC) has made great efforts to develop and improve a seasonal forecast model to provide more reliable forecast information for the Asia-Pacific regions. Recently, as a result of the efforts, the APCC has launched a new dynamical seasonal forecast system, Seamless Coupled Prediction System (SCoPS).
- The newly developed SCoPS model is state-of-the-art global prediction system based on the fully-coupled atmosphere, land, ocean, and sea-ice model has been operationally implemented and participated in the APCC Multi Model Ensemble (MME) prediction since November 2017.
- This study focused on the skill assessment of SCoPS seasonal forecasts for SST, temperature, precipitation, and circulation fields on a monthly basis compared to that of Community Climate System Model version 3 (CCSM3) which is previous version of APCC in-house model in past years. Relative performances of SCoPS and participating models in the APCC MME prediction (e.g., NCEP, POAMA, MSC) are also discussed.

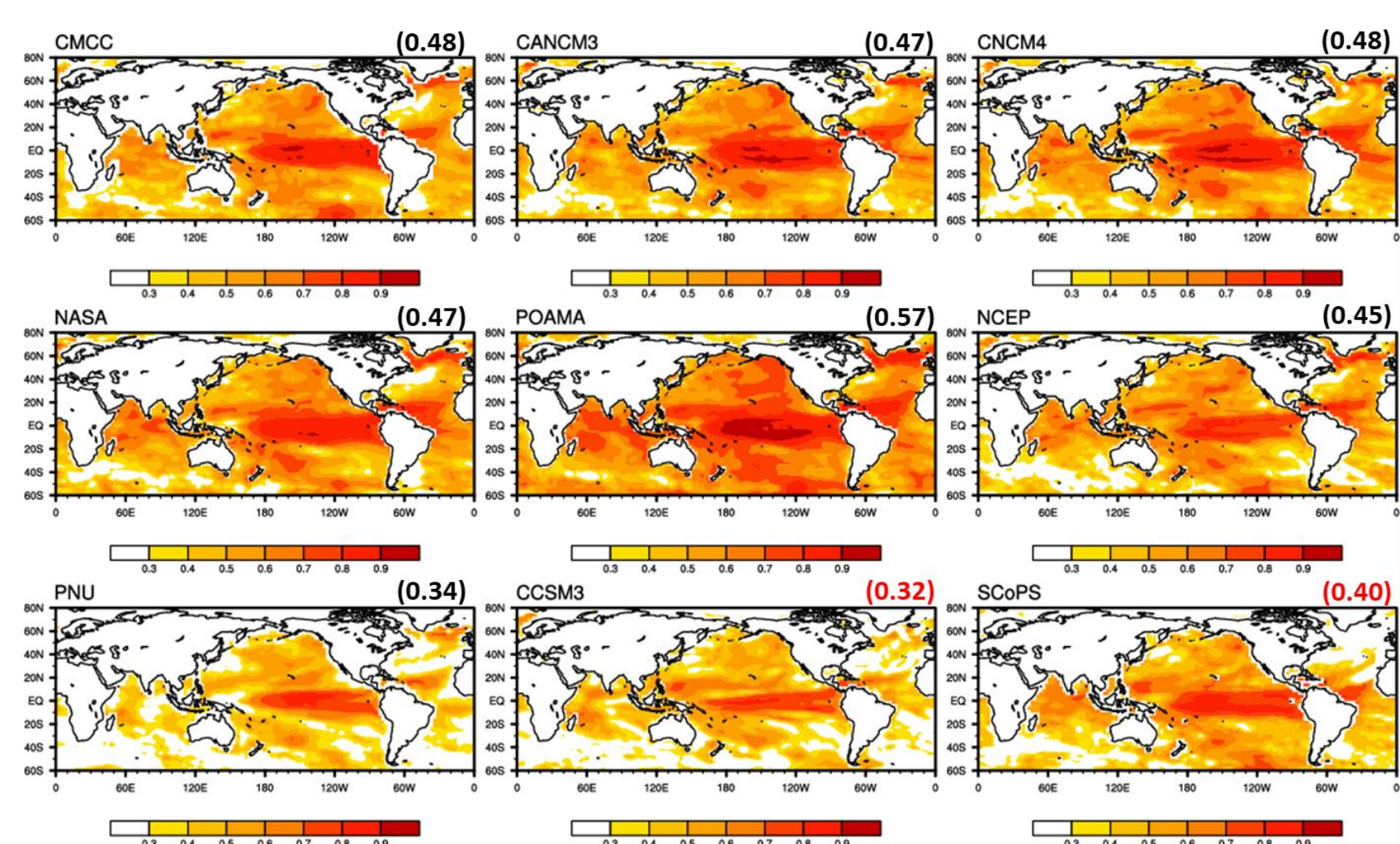
APCC In-house Model

Model description

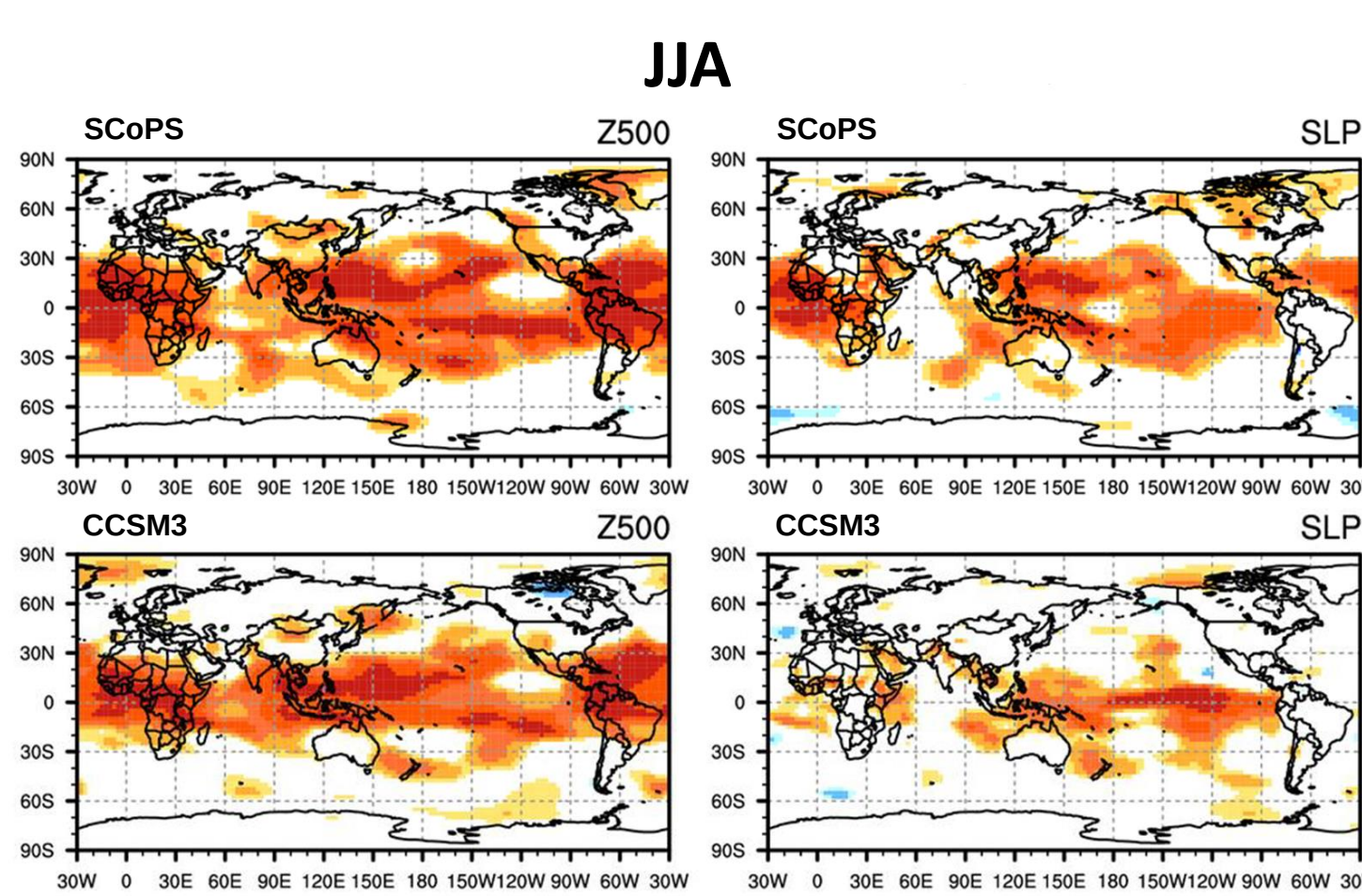
		SCoPS	CCSM3
Model Description	Atmos.	ECHAM v5.3	CAM3
	Ocean	POP v2.0.1	POP v1.4.3
	Sea ice	CICE v4.1	CSIM4
Resolution	Atmos.	T159 (31 levels)	T85 (26 levels)
	Ocean	1° X 0.5° (40 levels)	
Initial condition	Atmos.	3D nudging from CFSR	-
	Ocean	3D nudging from CFSR SST EAKF using MBT, PFL, OSD, CTD, DRB, MRB, XBT, and ARGO	3D nudging from GODAS
Hindcast period		1982 ~ 2013 (32 years)	
Forecast period		2014 ~ so far	2014 ~ 2017
Ensemble configuration		Time lagged with perturbation on Gaussian noise	Time lagged
Ensemble members		10	

Retrospective Forecasts Skill

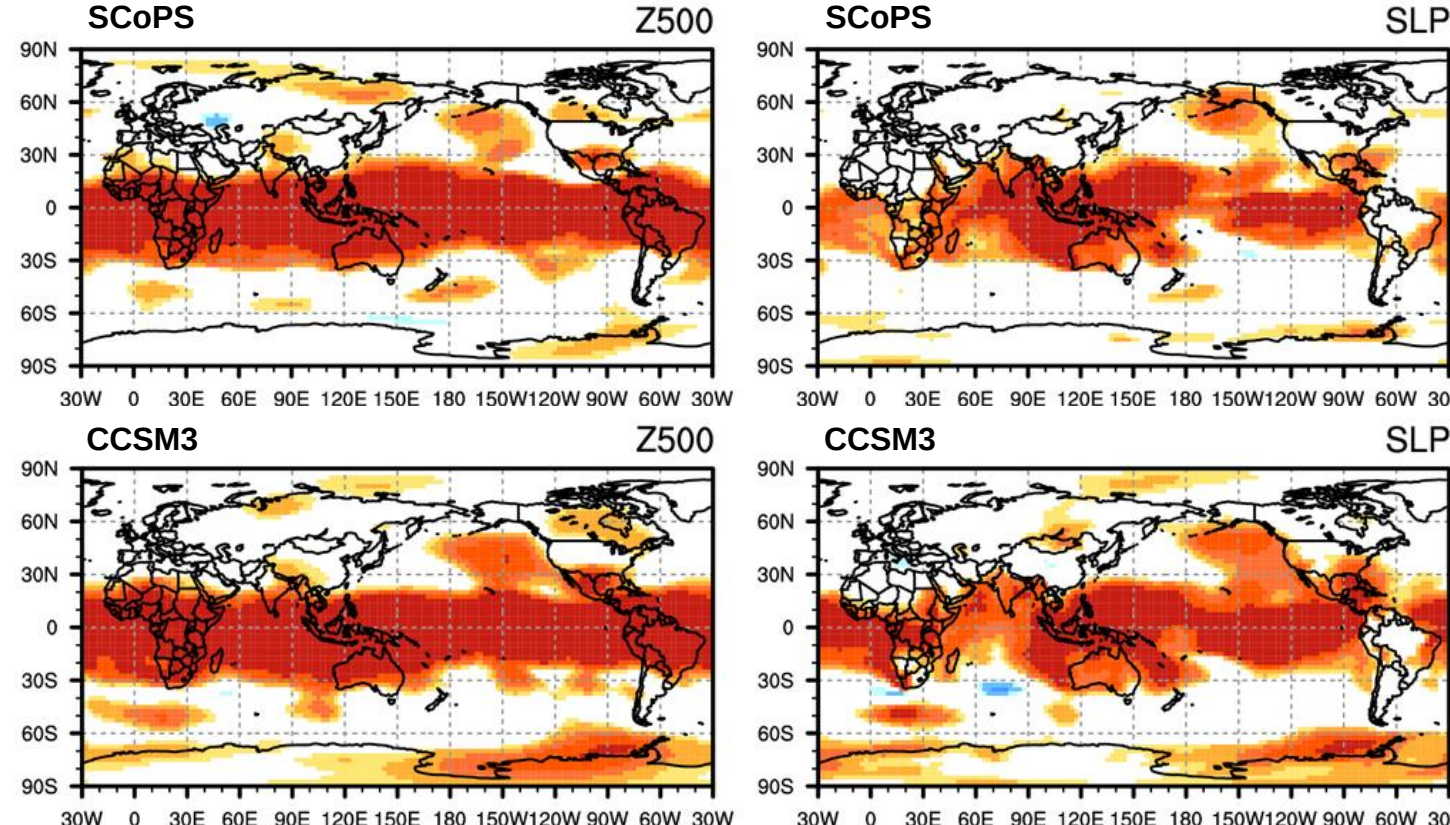
SST TCC (All seasons, MME members)



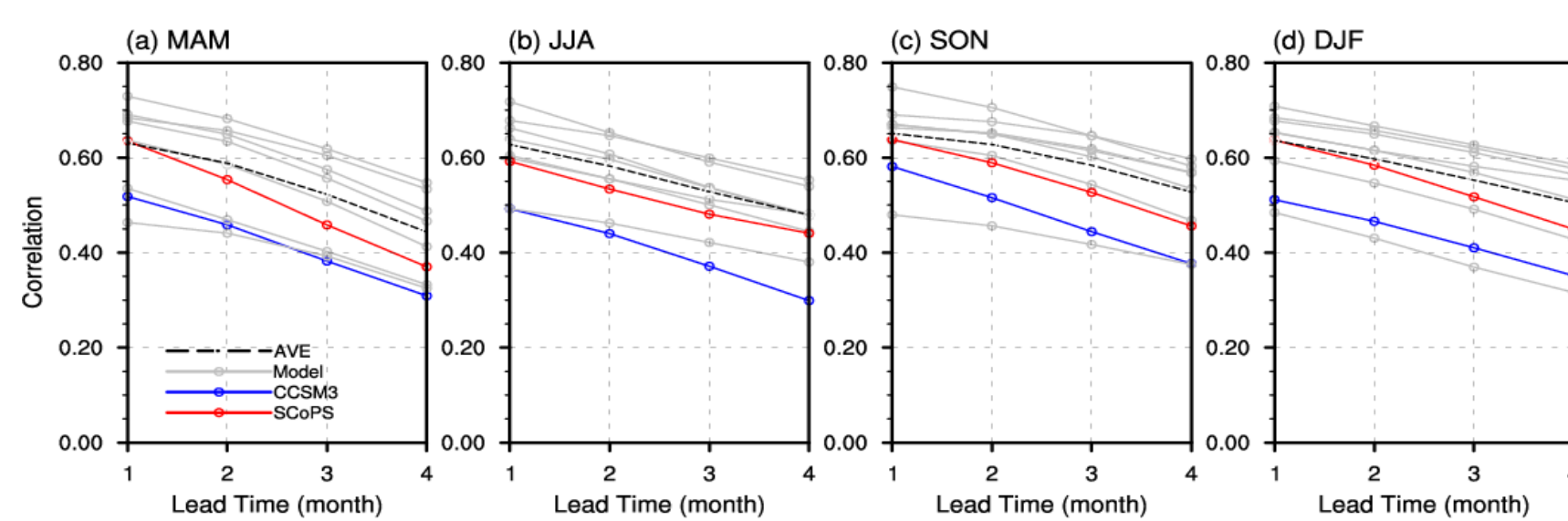
Z500 and SLP TCC



DJF

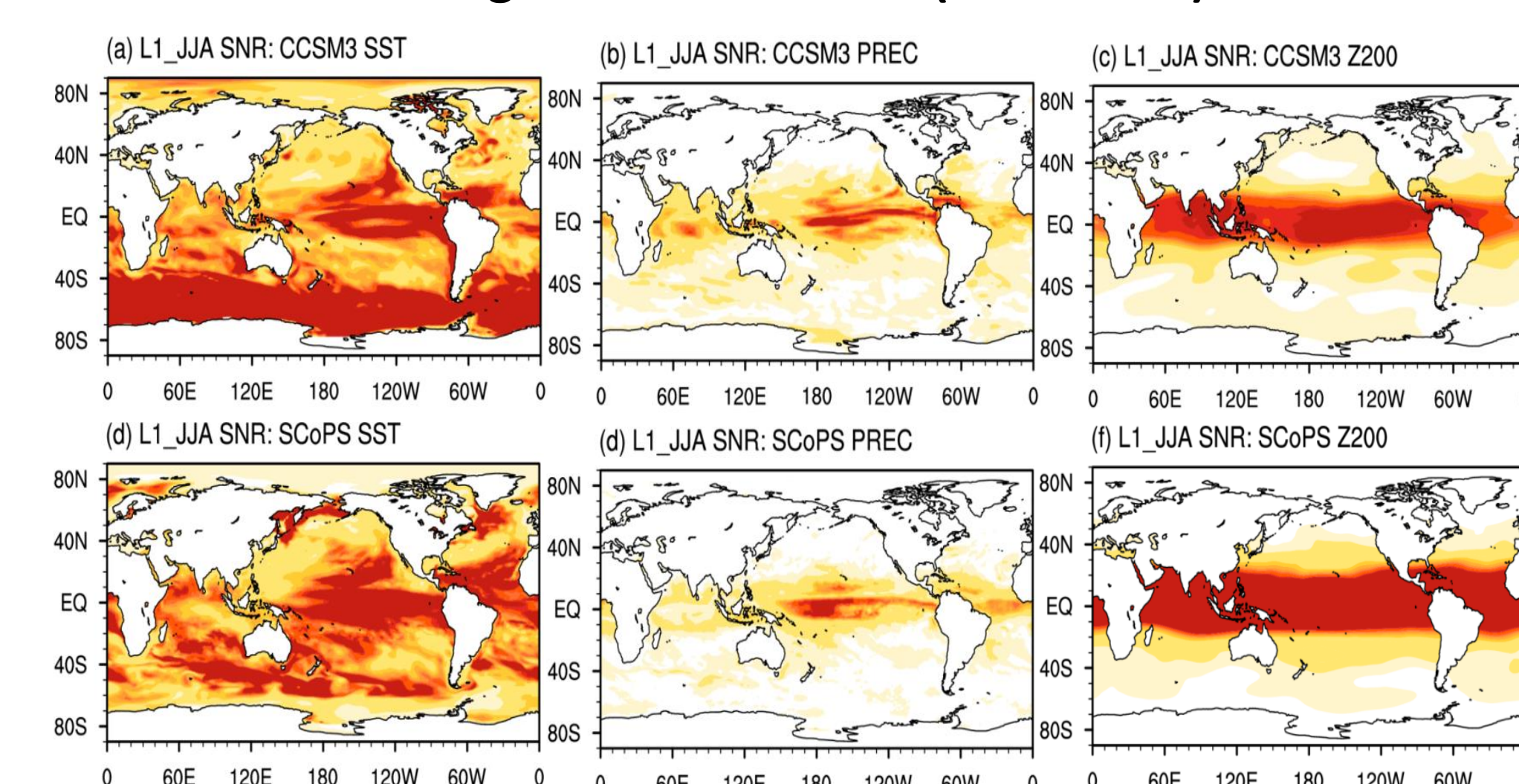


SST Skill: Averaged TCC over Tropical



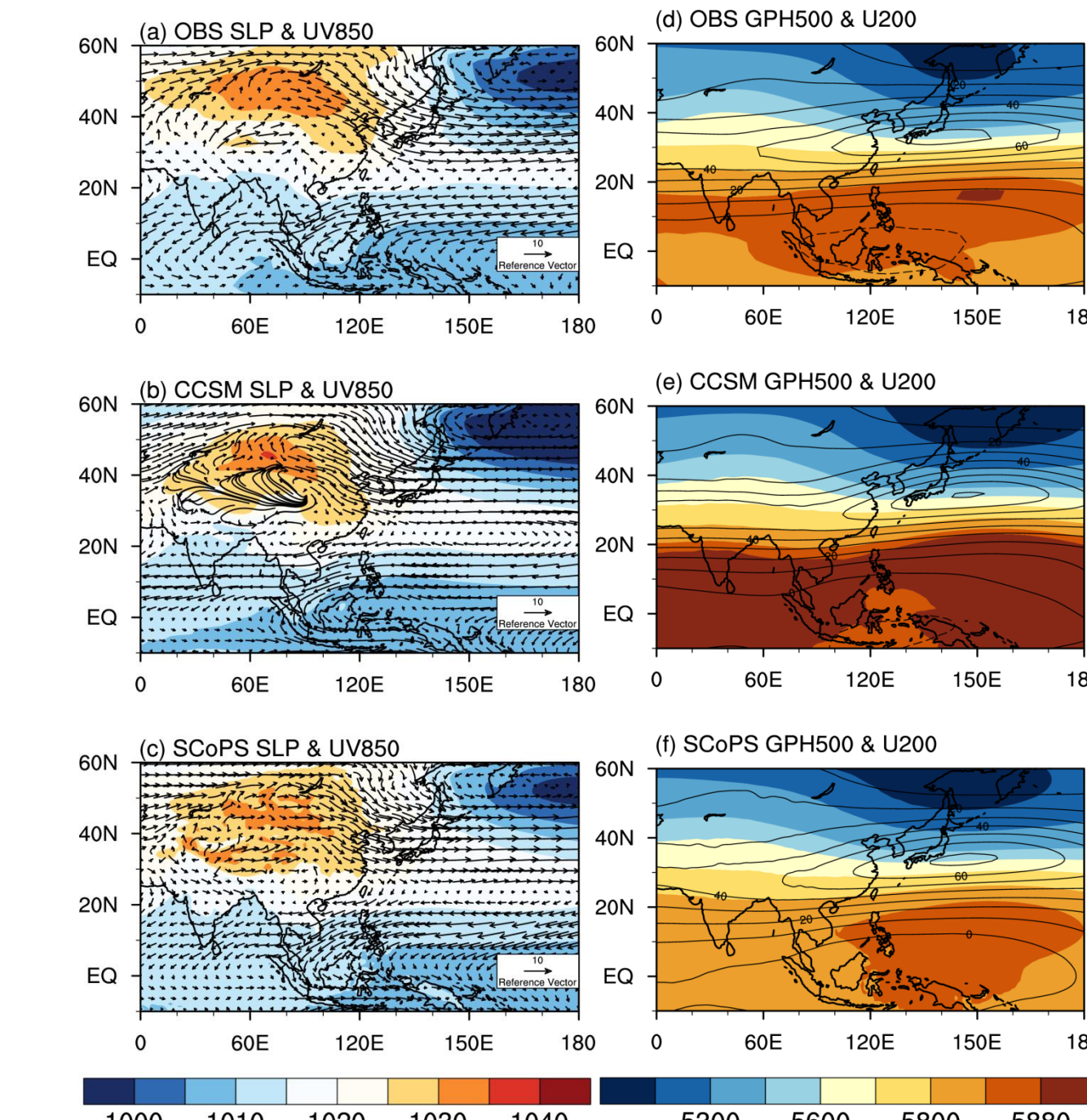
- Generally, the SST has its greatest prediction skill in the tropics, especially in the ENSO region and decreases to the forecast lead time.
- TCC for SCoPS is quite higher than that of CCSM3 with increasing lead time.

Signal-to-Noise ratio (1982-2010)



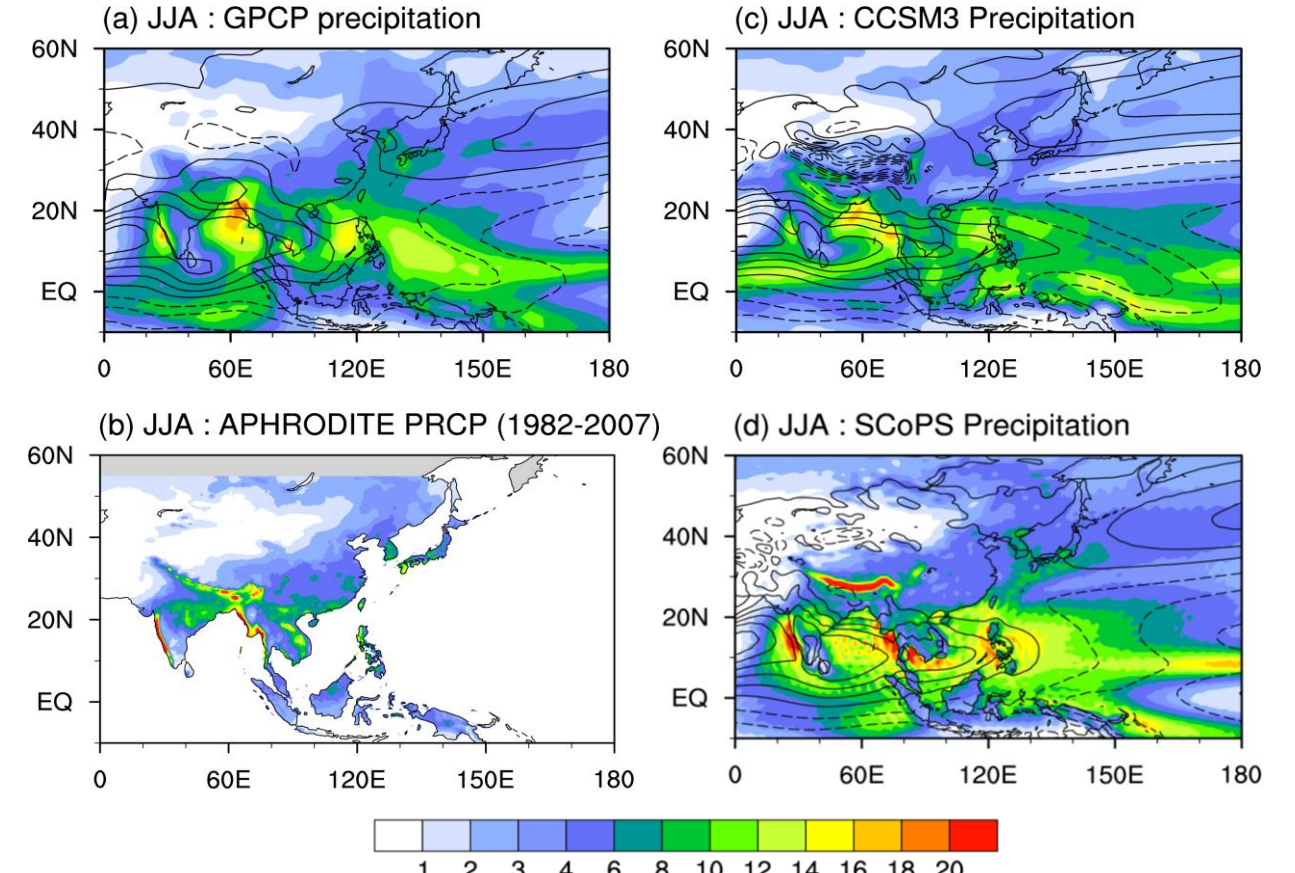
- Signal indicates standard deviations of the ensemble mean, and 'noise' indicates standard deviations of ensemble members about ensemble mean
- SN ratio = Signal/Noise; Larger SN ratio indicates higher predictability
- SCoPS show higher SN ratio in broader region than CCSM3 for SST and 200hPa geopotential height

Climatological mean field : Circulation, DJF



- CCSM3 and SCoPS hindcasts well represent the EAWM pattern. However, CCSM3 overestimates the Siberian High and Aleutian low, cyclonic circulation in the trough, and jet stream. SCoPS shows the maximum jet stream in the upper troposphere and the trough in the mid-troposphere are better captured.

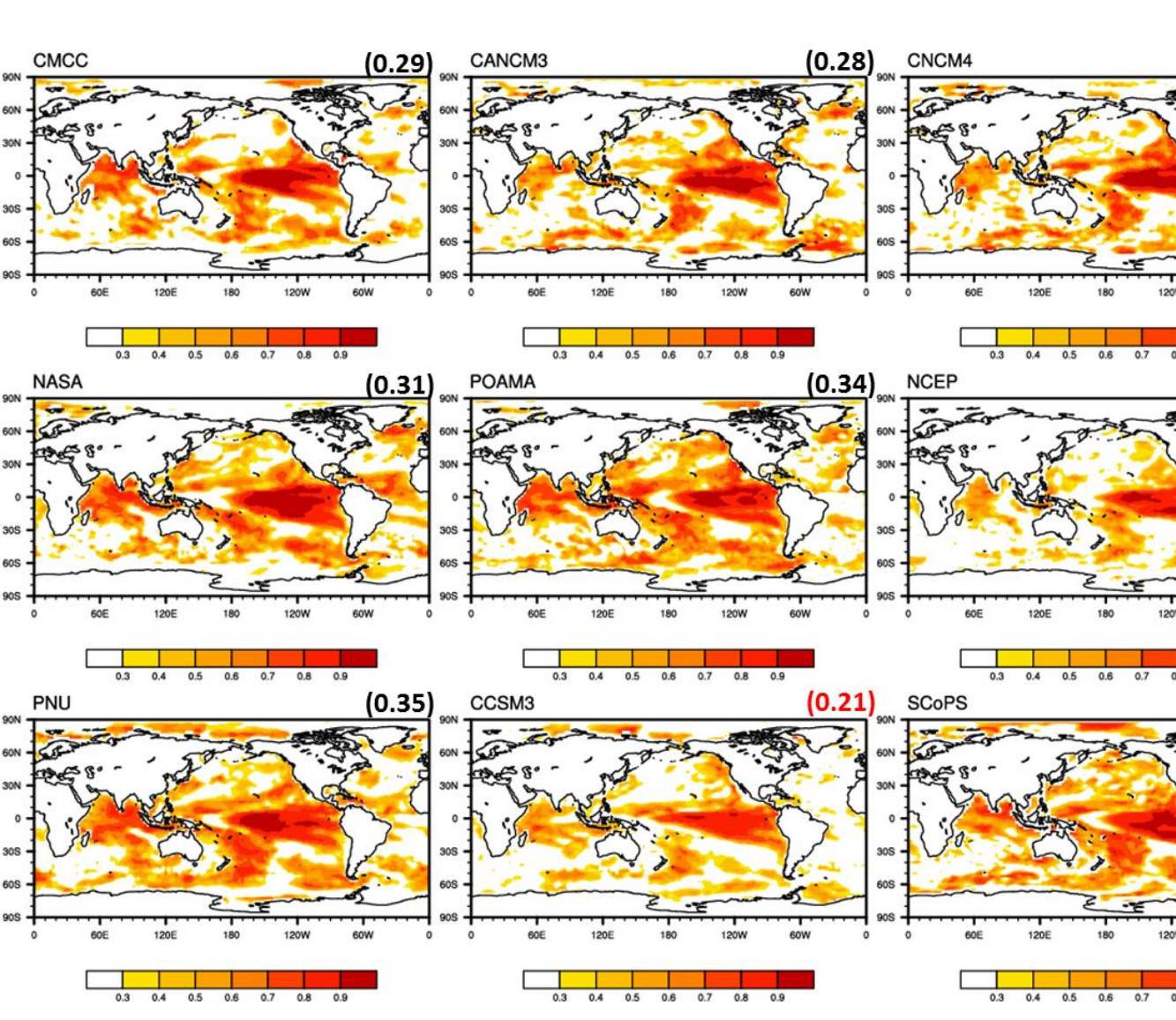
Climatological mean field : Prcp., JJA



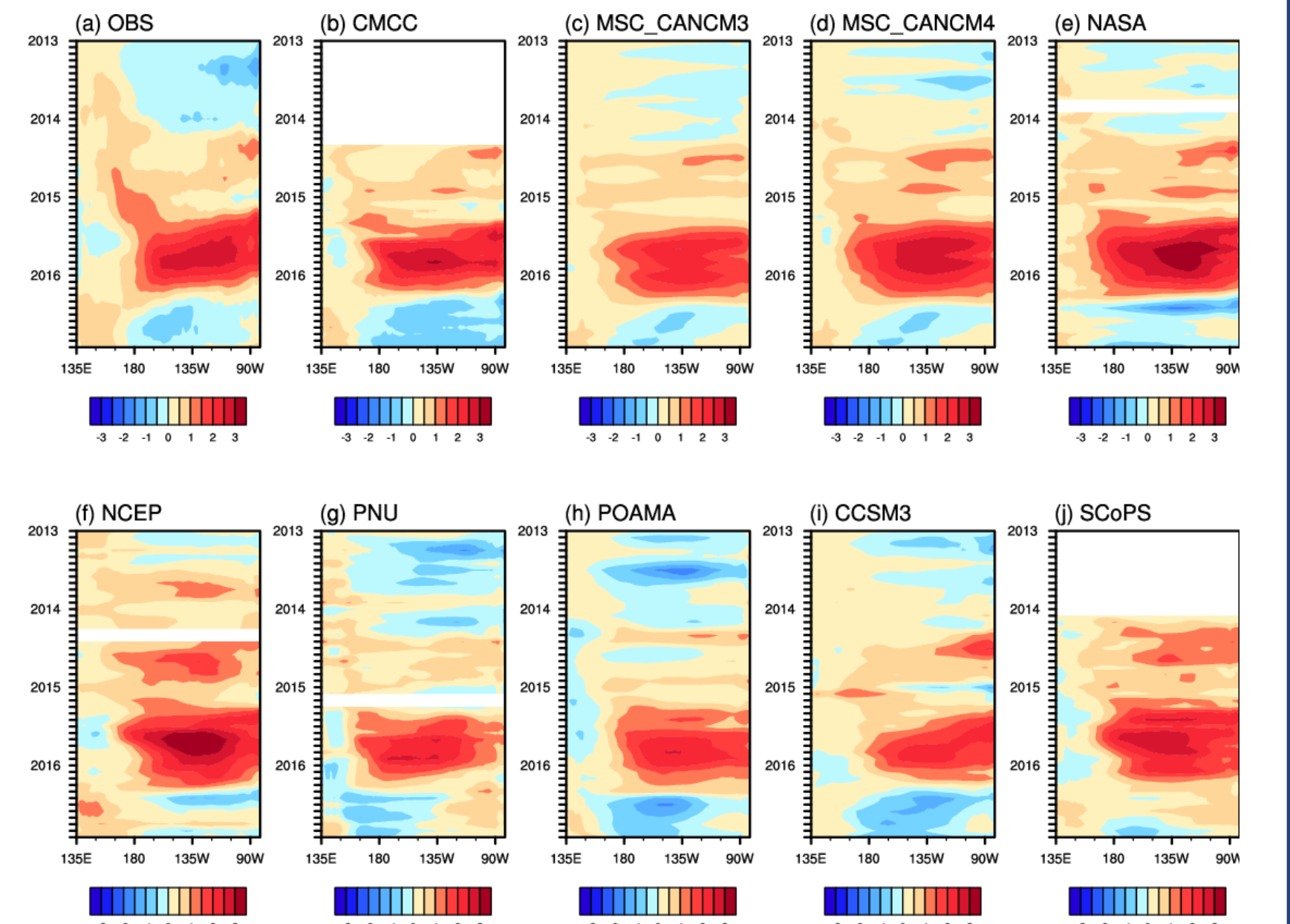
Strong bands of precipitation indicated over the western areas of India, Indochina, and the Philippines in the observed pattern are very well represented in the SCoPS

Real-time Forecast Skill

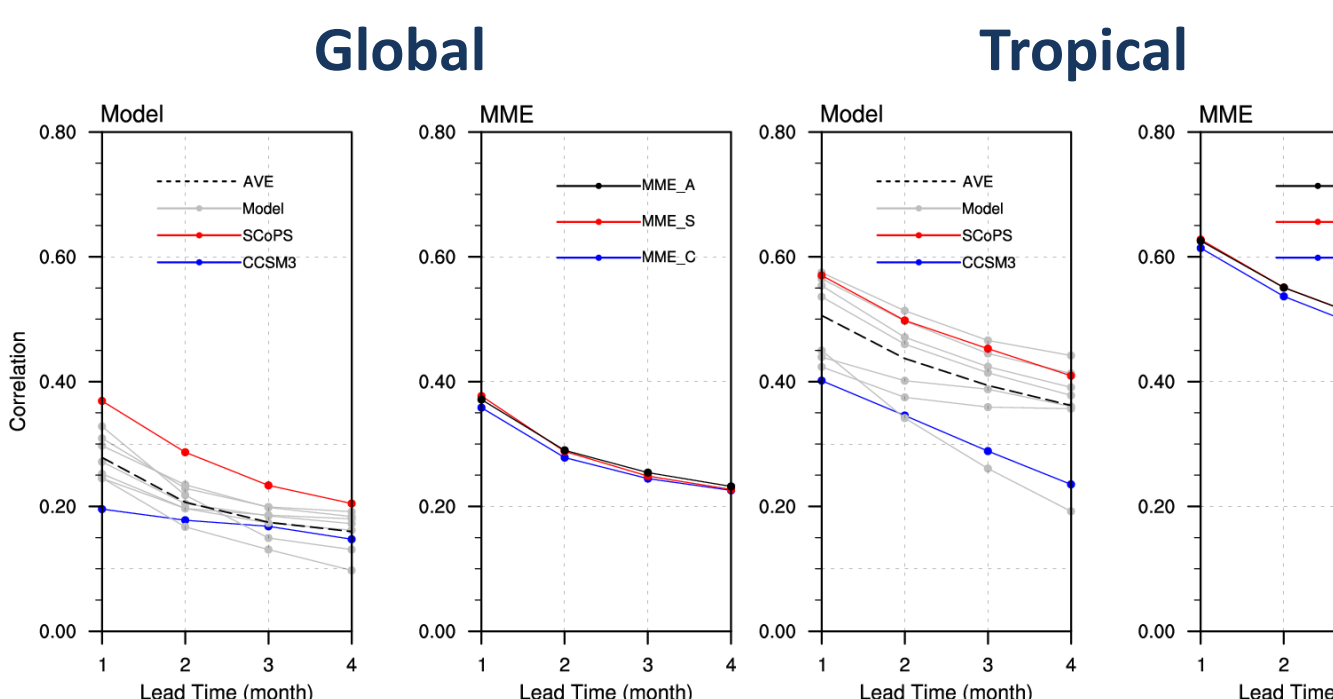
TCC (2014FMA-2016DJF, L1)



Seasonal Evolution of Equatorial Pacific SST

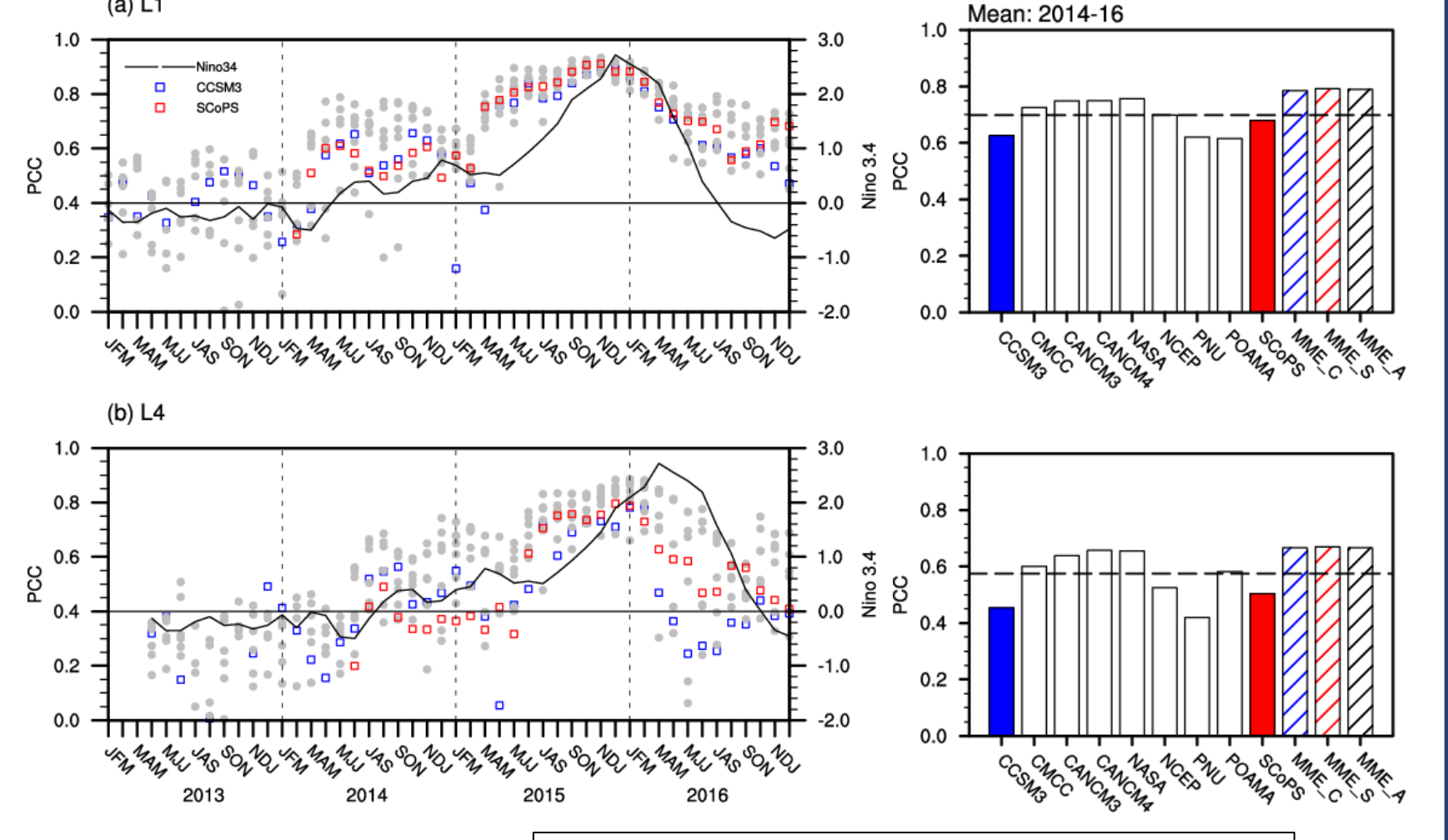


SST Skill: Averaged TCC over GL and TR

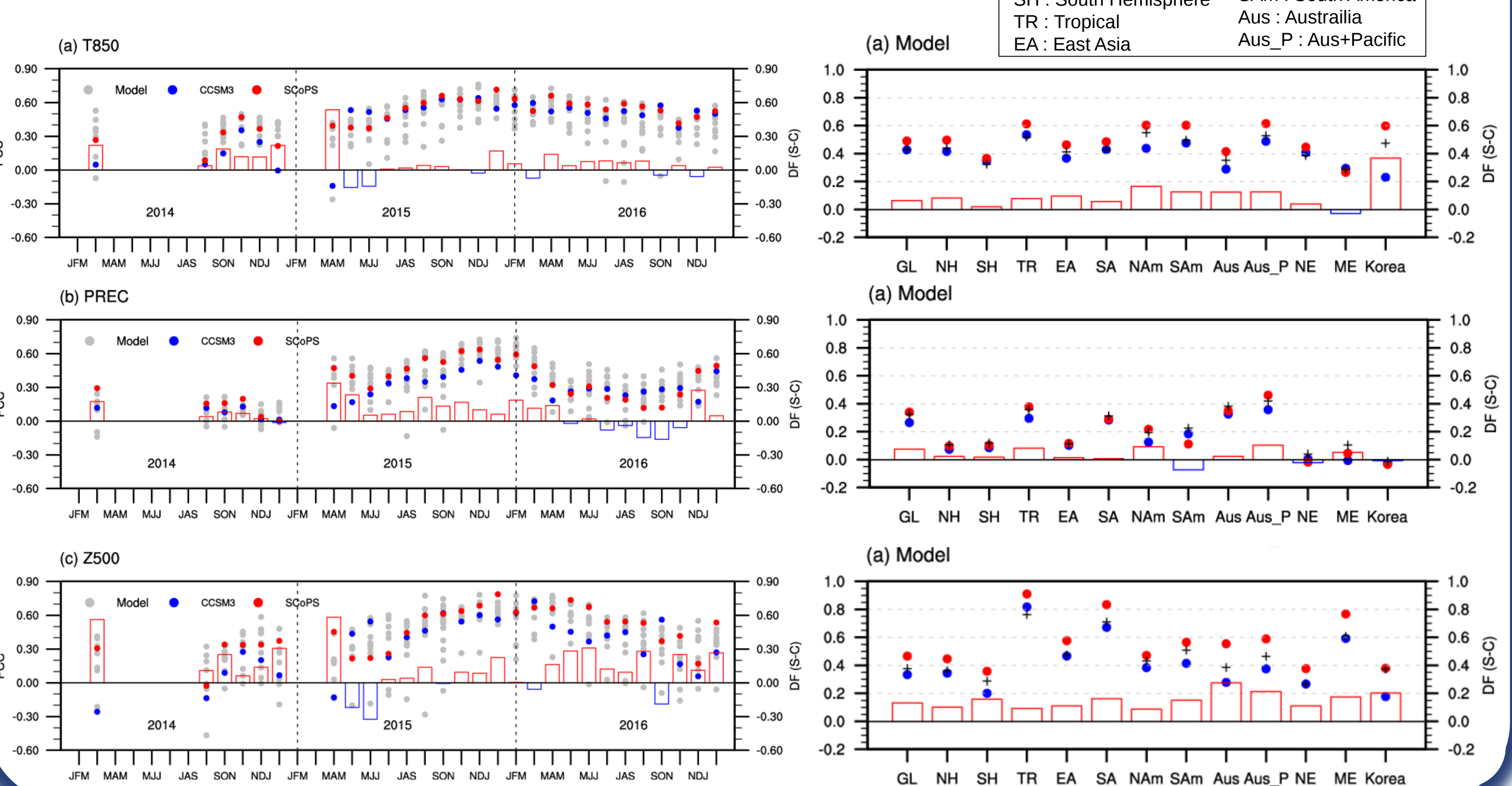


- Tropical SST predictions from SCoPS and NECP have relatively warm biases during 2014. It seems that the cause is NCEP CFS2 SST data is used to initialize ocean fields of SCoPS

Tropical SST (20°N-20°S) Skill : PCC



Averaged PCC for variables and region



Summary & Conclusion

- SCoPS consistently better performance than CCSM3 in anomaly pattern correlation and temporal correlation skills for the spatial distribution of SST and Nino 3.4 index predictions.
- Similar results can also be found in temperature and precipitation that the real-time forecast skill of SCoPS generally outperforms that of CCSM3 for the whole period in both global and regional scales. Further, SCoPS is more skillful than CCSM3 in predicting the seasonal climate variability, including the ENSO, East Asian summer and winter monsoon.

2) 주요 내용

● APEC 기후센터 출장자 포스터 발표

이름	발표 제목 및 내용
정다운	• 제목: Responses global atmospheric circulation in climate indices based on APCC hindcast data • 내용: 매월 APCC 내부에서 실시하는 한반도 기후 전망 시에 고려하는 기후 지수에 대한 대기순환장의 반응을 관측 자료뿐만 아니라 APCC MME 및 개별 모형 hindcast 자료를 사용하여 분석함. 기후 지수의 예측성 및 기후 지수에 대한 대기순환장 반응을 통한 한반도 기온 및 강수의 예측성과 그 한계를 제시함으로써 현업을 위한 가이드선의 실마리를 제공하고자 함.
임아영	• 제목: Seamless coupled Prediction System(SCoPS): Assessment of the APCC in-house model real-time seasonal forecast • 내용: APCC in-house 모형인 SCoPS 모형을 소개하기 위해, 기존 모형(CCSM3)에 비해 주로 개선된 부분과 모형 고유의 대기 및 해양 초기화 과정에 대해 설명함. 또한 Hindcast 및 Forecast 성능 분석을 위해 CCSM3 뿐만 아니라 MME 참여 모형 7개와 비교하여 통계 분석을 실시함. 그 결과 열대 태평양 SST 예측 성능이 MME 각 개별모형과 견주어도 비슷하거나 그보다 높은 성능을 나타냄을 제시함. 또한, 2014년 이후 SCoPS에서 나타나는 엘니뇨 과대모의 경향이 NCEP 모형에서도 나타나는 것을 확인하였고 이와 관련하여 국외 관련기관 전문가와 논의함.

● 타 현업·연구 기관들의 연구 성과 파악

순번	발표 제목 및 내용
1	• 제목: Recent Progress on Improving S2S prediction and monitoring at CPC and S2S prediction challenges for the community • 내용 - CPC는 현재 S2S 예측성 향상 및 모니터링 서비스에 많은 노력을 기울이고 있음 - 개선 사항 1) 해양모형을 MOM3 모형(수평해상도 1°)에서 MOM6 모형(수평해상도 0.25°)로 업그레이드 2) 초기장 자료동화 기법을 3DVAR에서 LETKF-3DVAR 하이브리드 기법으로 변경 3) 재분석자료를 R1에서 고해상도의 CRe(Conventional Observation Reanalysis)로 교체 4) CMORPH(CPC MORPHing technique)에 레이더 도입 5) NMME에 연구 모형을 도입함으로써 예측 스킴(RPSS) 향상 - 한계점 및 가능성 1) 적도 중앙 및 동태평양을 벗어난 곳의 해수면온도 및 강수 편차 예측 성능이 낮음 2) 미국 지역을 예로, S2S 시간규모에서 미서부의 상층 순환의 예측 성능이 낮은 원인에 대해 분석할 필요가 있음을 제안함 3) MJO 예측에 있어서 stochastic 물리 모수화를 적용했을 때 예측 성능 향상이 매우 두드러지게 나타남을 제시함
2	• 제목: Hybrid Dynamic-Statistical Approach to Link Predictive Understanding to Improve Seasonal Prediction of Rainfall Anomalies at the Regional Scale • 내용 - CFSv2 모형을 사용하여 봄·여름 가뭄 지속성(봄에 가물면 여름에도 가물 현상) 및 여름철 강수 예측력 향상 가능성을 분석 - CFSv2 모형은 봄철 대평원(US Great Plains)의 500hPa 지위고도가 매우 약하고 급속히 쇠약해지는 것으로 모의하는데(모형의 drought memory 문제) 이를 고려한 역학-통계 하이브리드 예측 시스템을 개발하여 대평원 및 캘리포니아/네바다 지역의 강수 예측성 향상을 확인함
3	• 제목: False Alarms in CFSv2 ENSO Predictions • 내용 - CFSv2 모형의 엘니뇨 예측 실패(false alarms) 사례 분석 - CFSv2가 서풍을 강하게 모의하는 특징이 있고, 이로 인한 wind stress와 해수면온도의 양의 피드백에 의해 열대 태평양 해수면온도의 양의 편차가 더 강하게 모의됨 (예: 2017년 7월) - cumulus convection 모수화 실험(SAS, RAS, SAS2)을 수행함으로써 정확한 ENSO 예측을 위한 방안을 제시
4	• 제목: ENSO Variability Since 1980 Reconsidered - 현재 NOAA는 ICOADS 자료를 사용하여 MEI(Multivariate ENSO Index)를 관측하고 있는데 본 연구는 재분석 자료(ERA-interim) 및 모형 자료(GFSv2)를 사용하여 개발한 새로운 MEI를 제시함 - 엘니뇨 및 라니냐의 예측성을 Nino3.4 지수뿐만 아니라 MEI를 통해 살펴볼 수 있었음

5	• 제목: Untangling Seasonal Predictions over California during 2015/16 El Nino and the Parable of Blind Men and an Elephant: What next? - 2015/16 엘니뇨 시기에 겨울철 미국 서부 연안의 강수 예측 실패 사례를 예시로 계절 예측을 방해하는 요소 등을 개괄함 - 예측 실패에는 다양한 원인(해빙 감소, 대기 내부 변동성, 엘니뇨 flavor, NMME의 해수면 온도 예측 오류, 캘리포니아 대륙의 건조 등)이 있으며, 이렇게 강한 엘니뇨 조건에서도 계절 예측이 실패할 수 있음을 시사함
6	• 제목: Diagnosing sources of operational forecast model errors in Tropical-extratropical interactions - 아열대 예측 성능의 원천을 NCEP 및 ECMWF 모형 실험을 통해 분석함 - 모형 초기장 실험을 통해 북반구 500hPa 지위고도 및 상층 바람장 예측이 열대 강수 예측 성능에 의존함을 확인 - 이 결과를 기반으로 열대 지방 예측의 에러를 감소시켜 북태평양, 북대서양, 북미 지역의 중장기 예측 성능을 향상시킬 수 있음을 제시함
7	• 제목: The Subseasonal Experiment (SubX) - SubX는 S2S 연구·운영·응용을 위해 설치된 예측자료 데이터베이스로서 누구나 사용가능함 - 다양한 모형 실험을 통해 계절내 규모에서 특정 지역 및 계절에 대한 모형 바이어스 및 성능, 예측성의 원인 등을 평가하는 체계임 - 3-4주 예측에 유용한 가이드언스를 제공하는 것으로 목표로 함 - http://cola.gmu.edu/kpegon/subx
8	• 제목: Recent Developments and Ongoing Challenges in Operational Seasonal Prediction at CPC - 현재 CPC는 역학적-경험적 예측을 융합한 가이드언스를 생산하고 있음에도 예측의 어려움이 존재하며 CPC의 기온 계절 예측 성능은 주로 관측에서 나타나는 장기간의 온난화 경향에 의해 결정되므로 장기 변동(decadal)에서 나타나는 온난화를 구별하는 것이 기후 예측에 있어서 중요함을 언급함 - 기온의 장기간 경향성 및 ENSO에 의존하는 예측을 넘어서는 것으로 목표로 함 - 방대한 기후 예측 자료들의 어떻게 적절하게 사용할 것인지 등에 대한 고찰이 필요함
9	• 제목: Prospects for Year 2 Climate Forecasts with Useful Skill - 현재의 대기 상태를 모형에서 구현하는 것의 어려움을 언급(모형 드리프트, initial shock 등) - 초기화 및 기준 실험의 방법에 따른 예측 성능 결과를 제시함
10	• 제목: Climate Variability, Climate Change, and the Risk of Extreme 'Megadrought' - Megadrought의 원인으로 대기 내부 변동성, 대기-해양-지면 결합 과정 등을 언급함 - Megadrought의 지속성과 ENSO 사이의 원격 상관을 통해 미국 남서부, 호주, 아시아의 Megadrought의 시종 시점 예측의 가능성을 시사함
11	• 제목: CWB CFS 1Tier Hindcast Analysis and Forecast Verification (포스터) - 대기 모형 CWB GFS와 해양 모형 GFDL MOM3이 접합된 모형으로서 2017년부터 현업 운영되고 있음 - hindcast와 real-time forecast 자료를 사용하여 ENSO와 몬순 등의 예측성 보여주었으며 향후 모형의 해상도를 높이고 예측 범위를 계절내로 확장할 계획을 제시함