

Overview of APCC Operational Multi-Model Ensemble Seasonal Prediction

양유빈 (ybyhang@apcc21.org)

예측운영과
APEC 기후센터

Contents

1 기후예측개요 (Introduction to climate prediction)

- 용어의 정의
- 계절예측

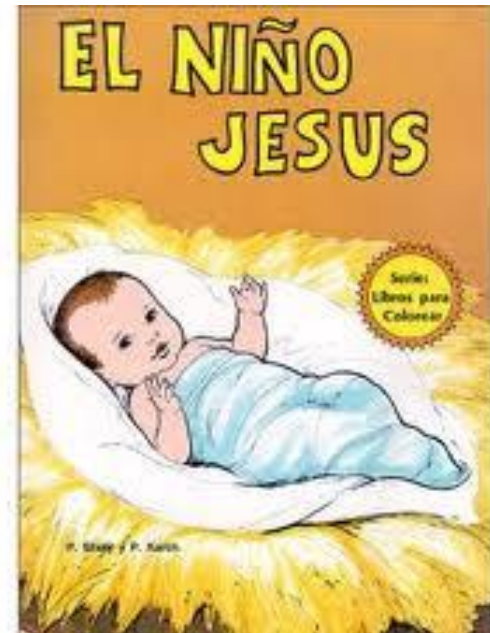
2 APCC 계절예측 (APCC seasonal forecast)

- APCC 계절예측 개요
- APCC MME 기법
- APCC가 제공하는 계절예측 정보

3 APCC 계절예측의 현주소 [Current status of APCC seasonal forecast]

- APCC MME 예측력
- APCC 및 타 기관 MME 예측력 비교
- APCC 계절예측 발전을 위한 노력

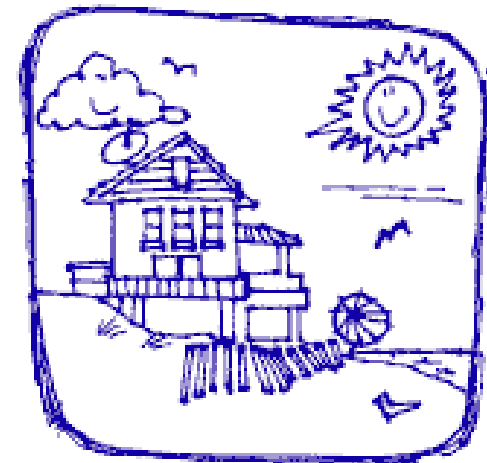
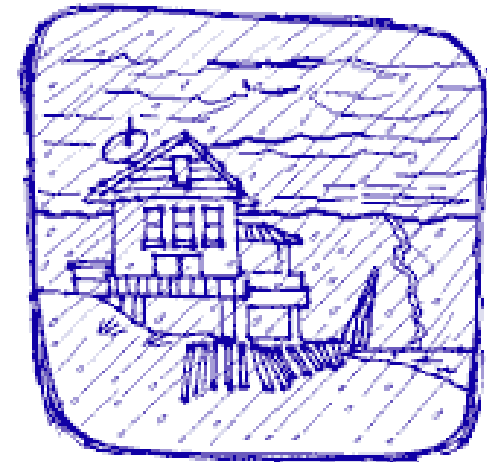
Introduction to climate prediction



날씨와 기후

• 날씨 (Weather)

- 어떤 지역에서 정해진 시간에 나타나는 기상현상
 - 오늘, 내일 혹은 향후 며칠 동안 대기의 상태가 어떻게 변할 것인가
 - 고기압, 저기압처럼 기압의 형태, 움직임에 따라 변함
 - 대기 중에서 일어나는 각종 물리 현상으로 비, 구름, 눈 등과 같은 현상
- 오늘 날씨는 어때?



The weather can change very quickly from rain to sunshine.

날씨와 기후

• 기후 (Climate)

- 날씨를 포함하는 개념
- 그 지역에 오랫동안 나타나는 **날씨를 평균적으로 나타낸 것.**
- 세계기상기후(WMO) 기준: 30년간의 기상을 평균한 것
- 태양활동의 변화, 화산폭발, 바닷물 온도 같은 자연환경의 변화에 서서히 변함



Climate can change too, but in the past it has taken a very long time to do so.



Hindcast와 Forecast

- **Hindcast**

- 과거 기후를 재현하여 모델을 테스트 하는 것
- 관측값의 동화(assimilation)없이 모델 적분을 수행하여 과거 기후 예측

- **Forecast**

- 미래에 대한 예측
- 관측값을 동화(assimilation)하여 모델 적분 수행



계절 예측

- 넓은 지역에 걸친 각종 기상 요소의 수개월 간의 대규모 기상 패턴을 예보
- 평균 기후로부터 얼마나 벗어나는가를 예측.
즉, 기후값(climatology or hindcast)에 대한 anomaly(이상값)로 표현
- 1, 2, 7 개월 전에 정확한 일일 예보를 제공하는 것은 과학적으로 불가능. 대신, 계절 예보는 대규모 기상 패턴에 대한 지침을 제공하고 특정 위치 또는 지역에서 한 달 동안 정상 이상 또는 정상 이하 온도 또는 강수량이 나타날 가능성이 더 높은지 여부를 정보로 제공



계절 예측의 발달

2000's

- 컴퓨터와 과학의 발달로 인해 하나의 예보가 아닌 여러 개의 예측 결과를 가져다 주는 앙상블 기술(ensemble approach) 개발
- 현재 ensemble 기술은 기상 및 기후를 예측하는 대부분의 현업 센터에서 사용
- 현재는 여러 개의 모델의 ensemble을 이용하는 multi-model ensemble (MME) 기법이 개발/적용



앙상블 기법

- 왜 앙상블 예보가 필요한가?

“Single forecasts”



VS

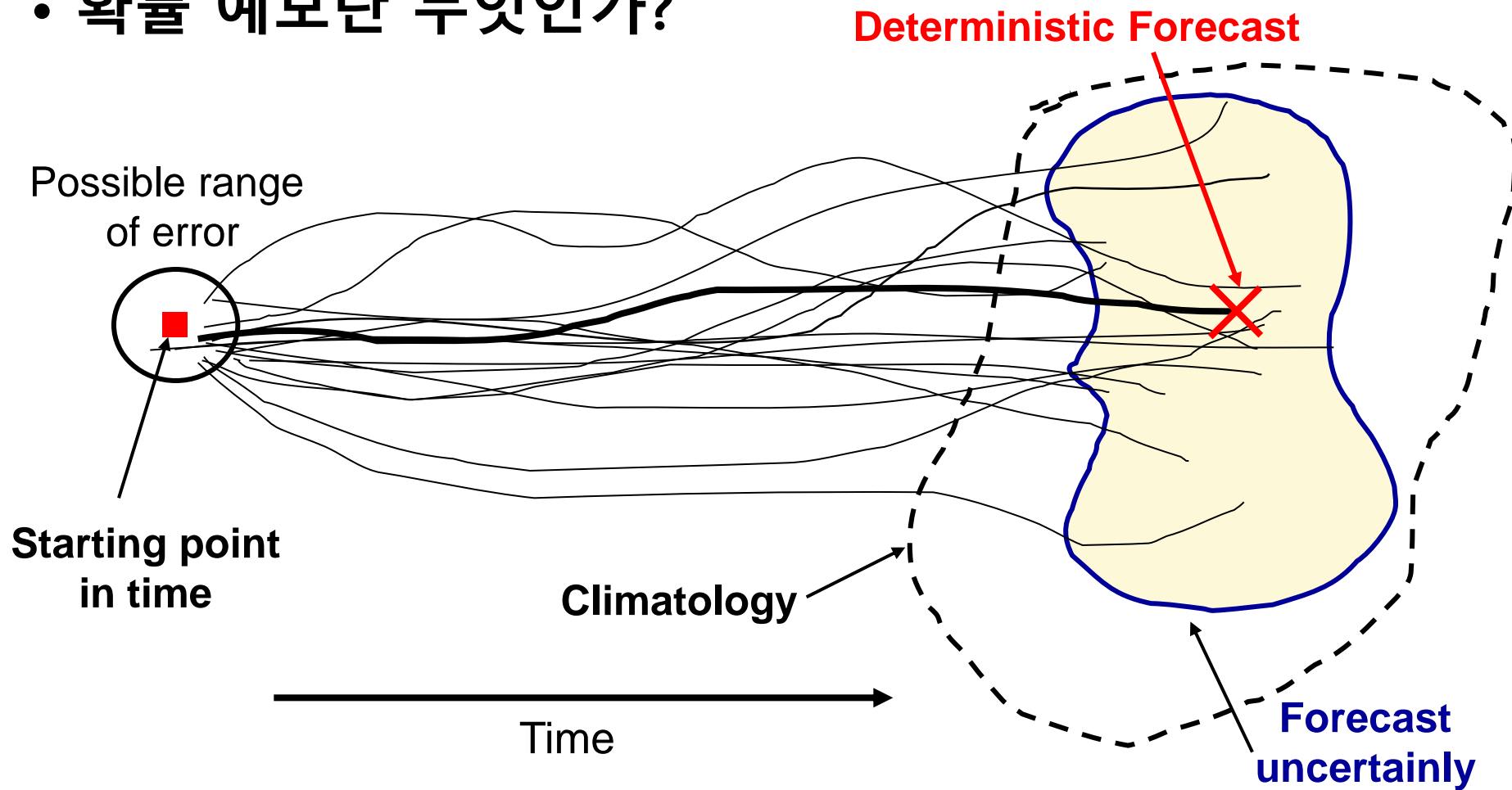
“Ensemble forecasts (Deterministic)”



정확도 100%의 모델은 존재하지 않으며, 지구 시스템은 무궁무진한 불확실성이 존재하기 때문에 하나의 예측결과 보다는 여러 개의 예측 결과를 평균한 값이 신뢰성이 더 높다.

확률 예보

- 확률 예보란 무엇인가?





확률 예측

• 왜 확률 예보가 필요한가?

- 확률 예측은 “point forecast”가 아니라 어떤 기후 변수가 **특정 구간에서 발생할 수 있는 가능성에 대한 추정치**를 제공한다.
- 어떤 현상이 발생할 확률의 예측은 불확실성을 가진 단일 결정론적 예측보다 최종 사용자에게 더 큰 경제적 가치를 가져올 수 있다.
- 확률을 사용하여 불확실성을 정량으로 제시하여 발생 가능한 여러 상황에 대한 기대값을 산출할 수 있다는 점에서 사용자들의 의사 결정에 도움을 줄 수 있다.

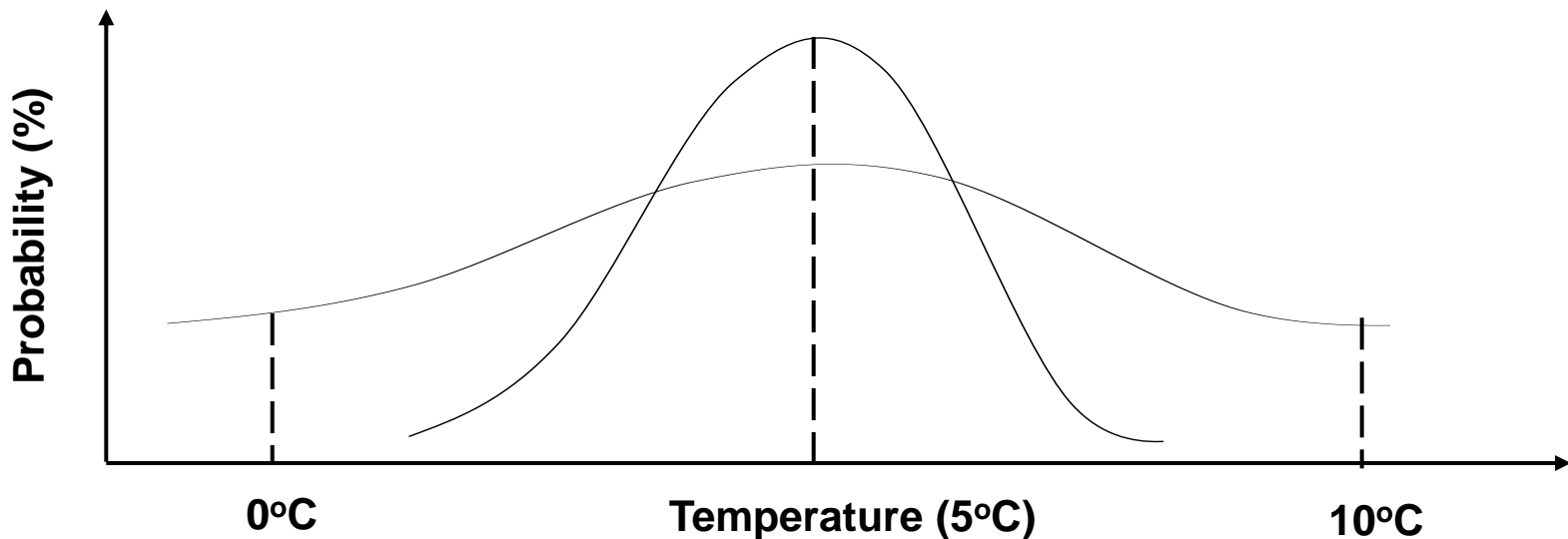
결정론적 vs. 확률론적 예측

“Deterministic Forecast”

앙상블 멤버들이 예측한 평균값
제공

“Probabilistic Forecast”

앙상블 멤버들의 예측값을
고려하여 0~1 사이의 확률로
예측 결과 제공

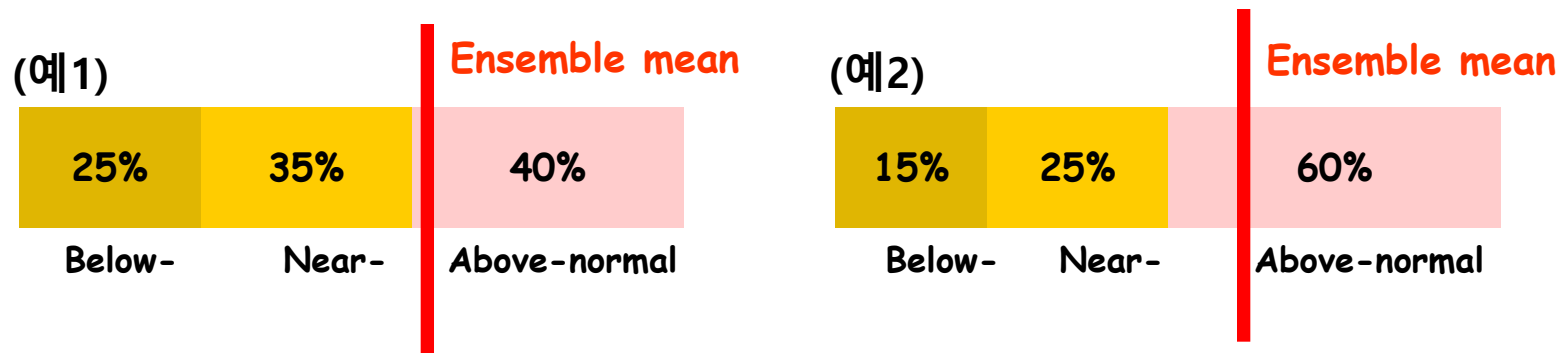


→ Both PDFs would produce the same deterministic forecast

결정론적 vs. 확률론적 예측

• How are the two forecasts related?

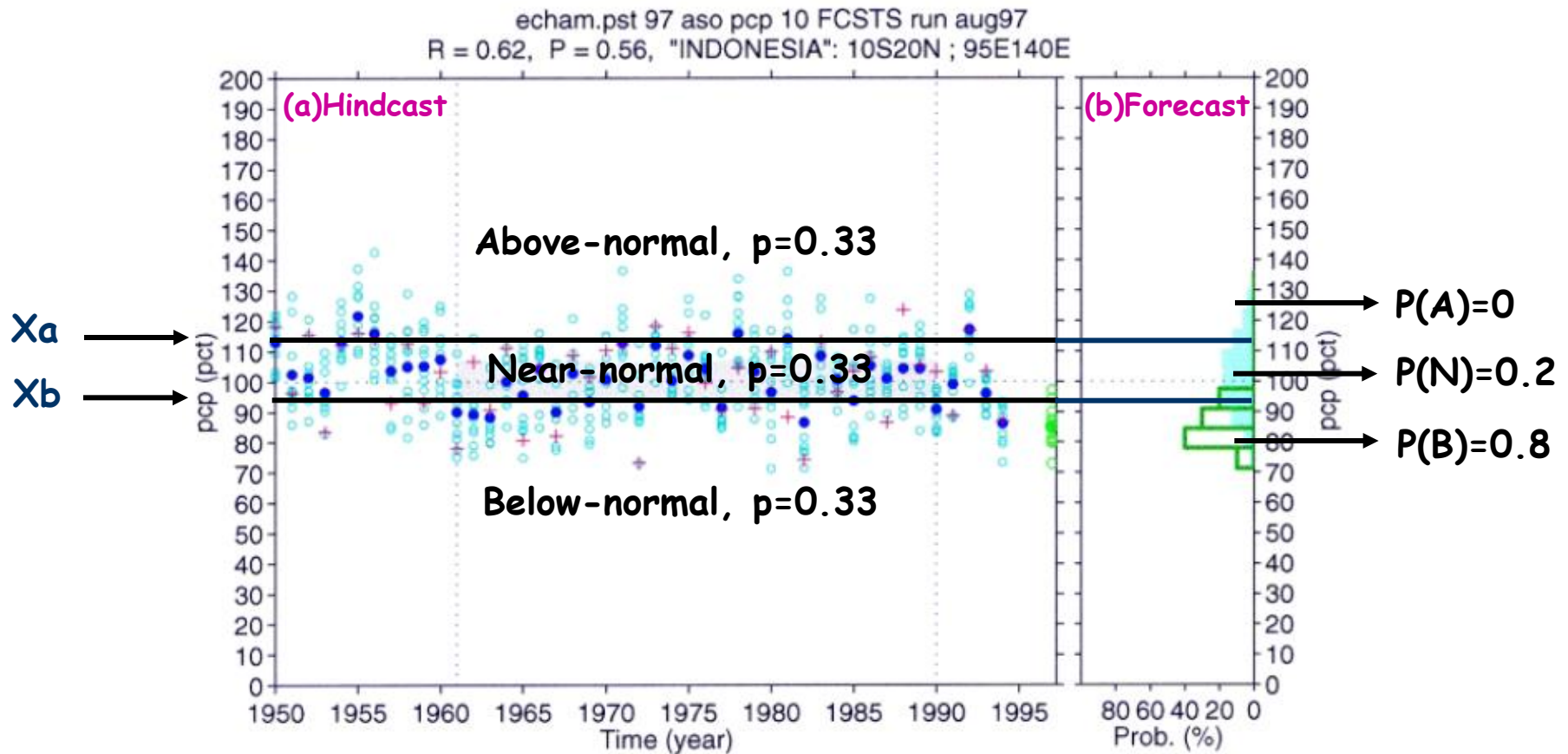
- 결정론적 예측에서 **above-normal conditions**을 예보했을 때:



→ (예1)은 (예2)보다 확률적으로 발생 가능성이 낮다(less clear).

→ 확률론적 예측(Probabilistic forecasts)은 **예측의 지표(indication)**을 표시함으로써 결정론적 예측에 중요한 정보를 추가할 수 있다.

범주형(Categorical) 확률 예측



X_a : borderline between above and middle tercile, X_b : borderline between below and middle tercile

APCC Seasonal Forecast

✓ <http://www.apcc21.org>

■ 기후예측정보 및 서비스



동아시아 계절예측



전지구 계절예측



계절내 진동예측



기후현황



데이터서비스



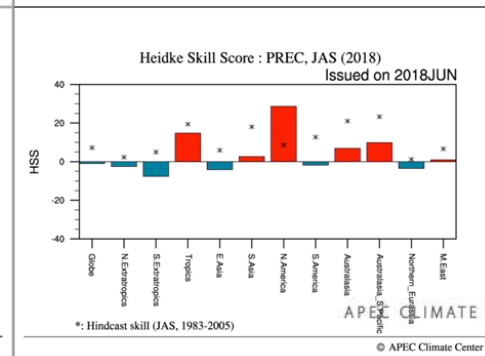
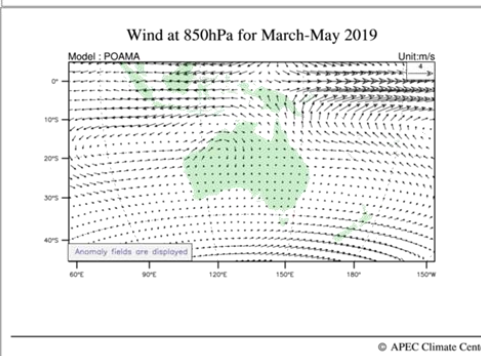
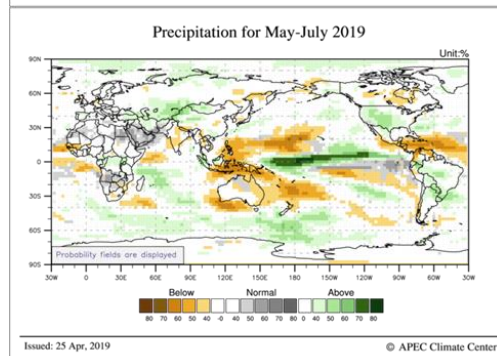
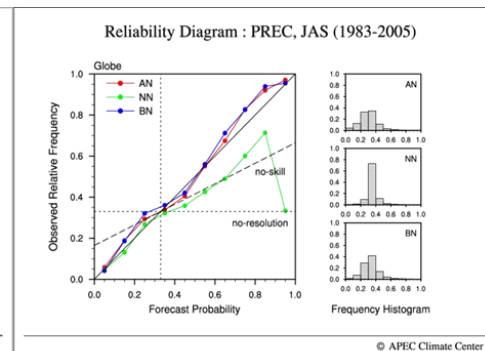
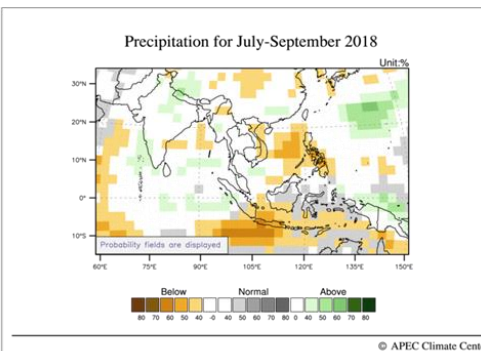
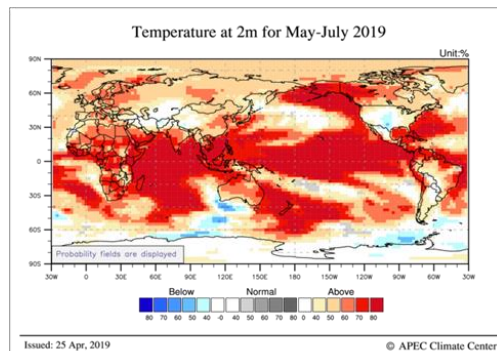
기후정보서비스 도구

Climate Information

Information Service System

APCC 계절예측

- APEC 기후센터(APCC)의 설립 고유 업무 수행을 위해 세계 유수현업기관 및 연구기관과의 협력을 통해 **다중모델앙상블(MME, Multi-Model Ensemble) 예측시스템**을 구축, 우리나라를 포함한 APEC 회원국 기상청 및 유관기관 대상으로 매월 20일경 기후감시 및 향후 6개월에 대한 예측정보를 제공



*: Hindcast skill (JAS, 1983-2005)

APCC MME 계절 예측

APCC

- APCC는 10개국 14개 기관으로부터 예측정보를 제공받아 전 세계적으로 가장 다양한 예측정보를 수집·가공하여 계절 예측 정보를 제공

(2020. 10 현재)

Multi-institutional Cooperation



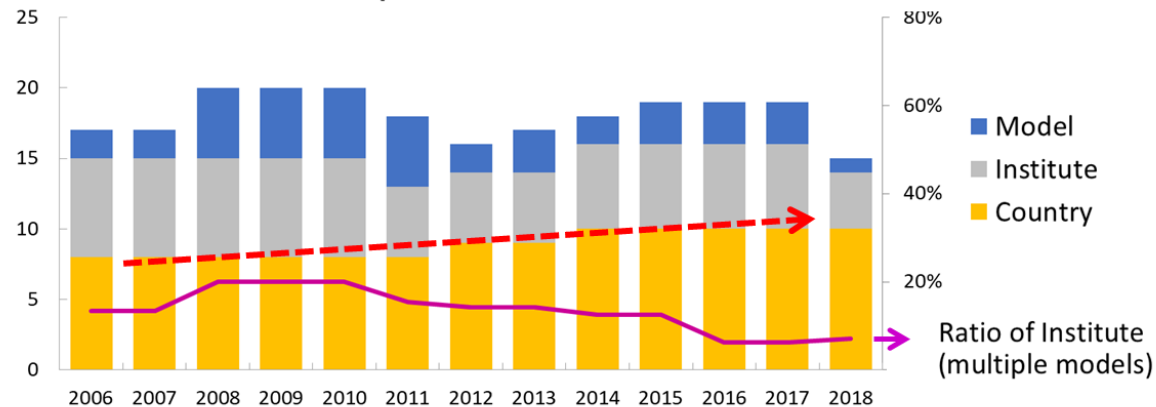
Economy	Organization/Institute
Australia	Bureau of Meteorology (BoM)
Canada	Meteorological Service of Canada (MSC)
China	Beijing Climate Center (BCC)
Chinese Taipei	Central Weather Bureau of Chinese Taipei (CWB)
Italy	Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CMCC)
Japan	Japan Meteorological Agency (JMA)
Korea	Korea Meteorological Administration (KMA) Pusan National University (PNU) APEC Climate Center (APCC)
Russia	Hydrometeorological Centre of Russia (HMC) Main Geophysical Observatory of Russia (MGO)
UK	Met Office
USA	National Aeronautics and Space Administration (NASA) National Center for Environmental Prediction (NCEP)

Recent Improvements

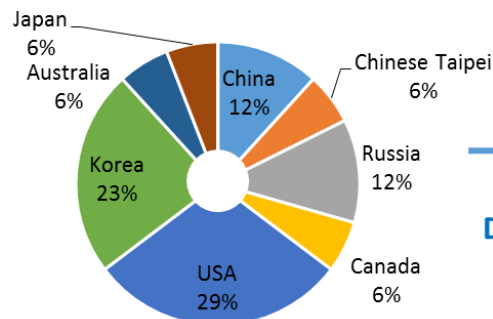
• 참여 모델의 다양화

- APEC 회원국 → 유럽 모델로 확대 (CMCC, UKMO)

Multi-Institutional Cooperation in the APCC MME Prediction

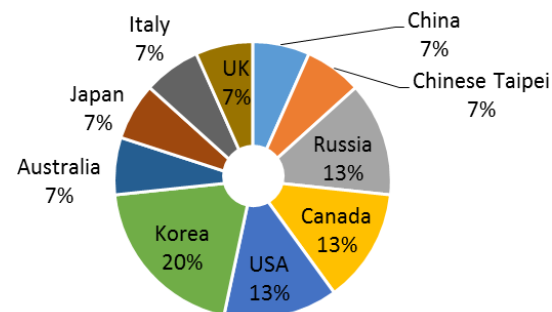


Contributing Countries in 2006



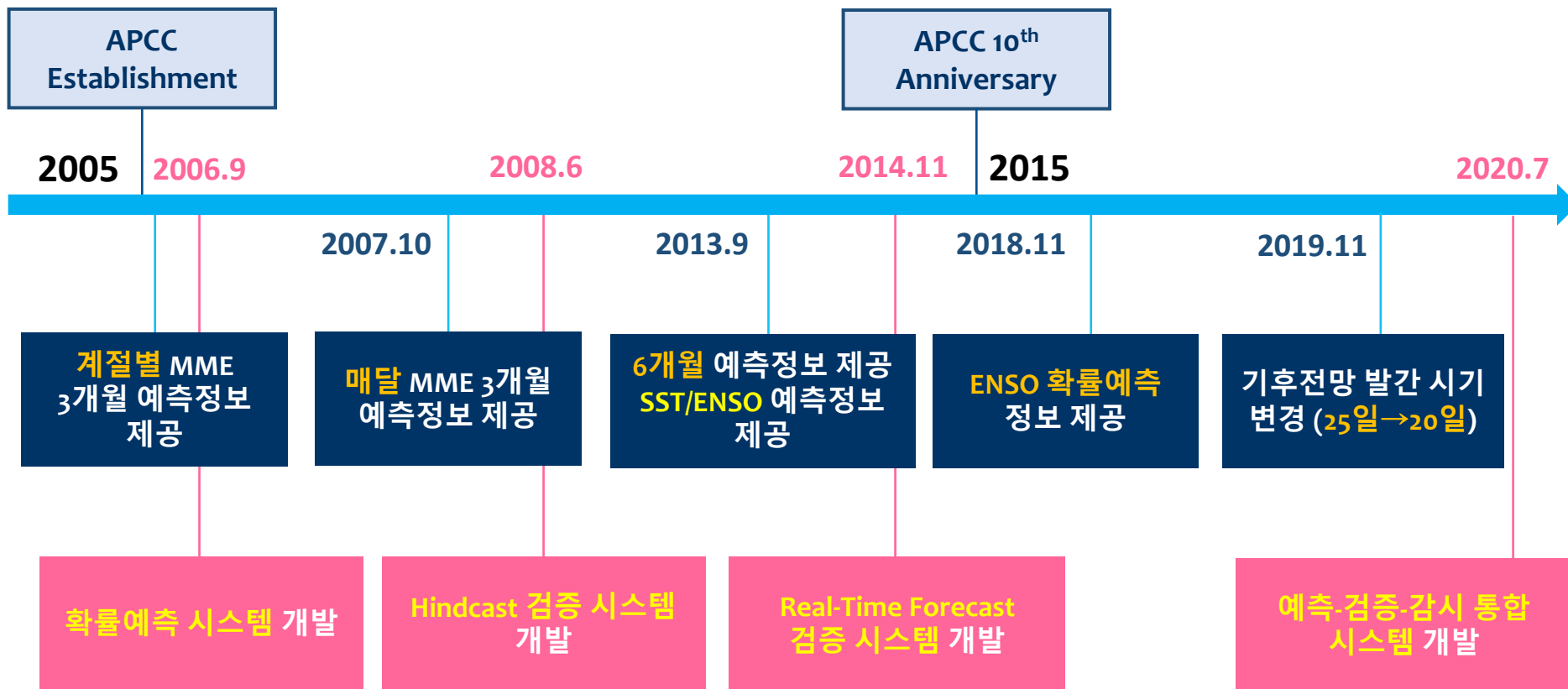
More
Diversified

Contributing Countries in 2018





APCC 계절 예측의 역사

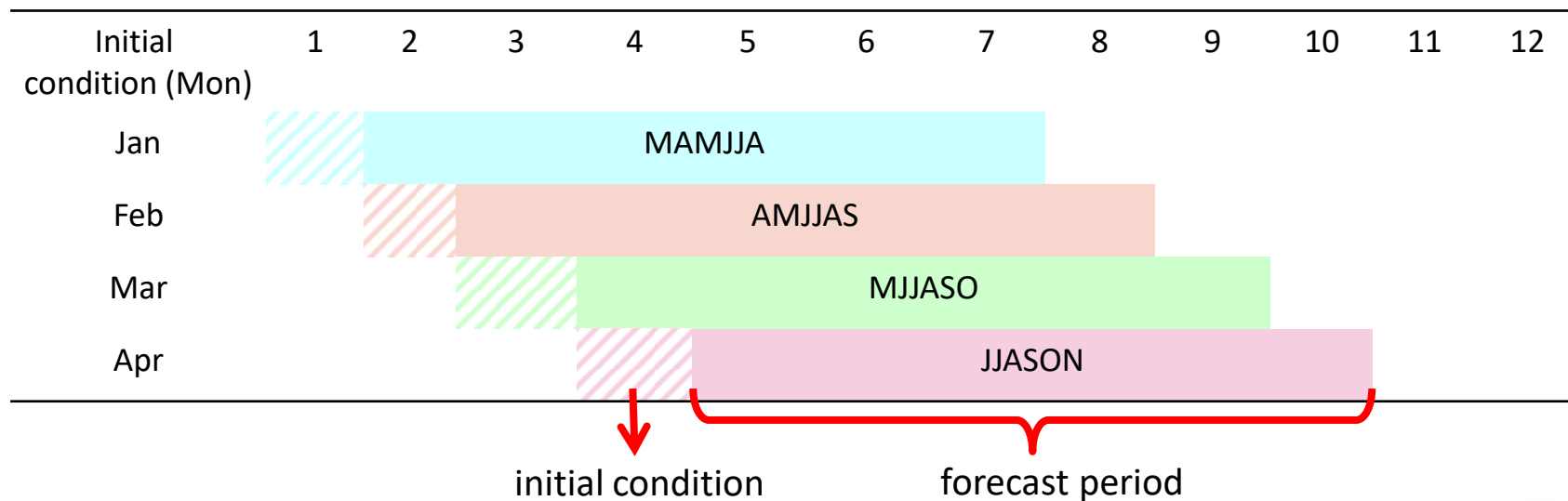




APCC 계절 예측 정보

APCC

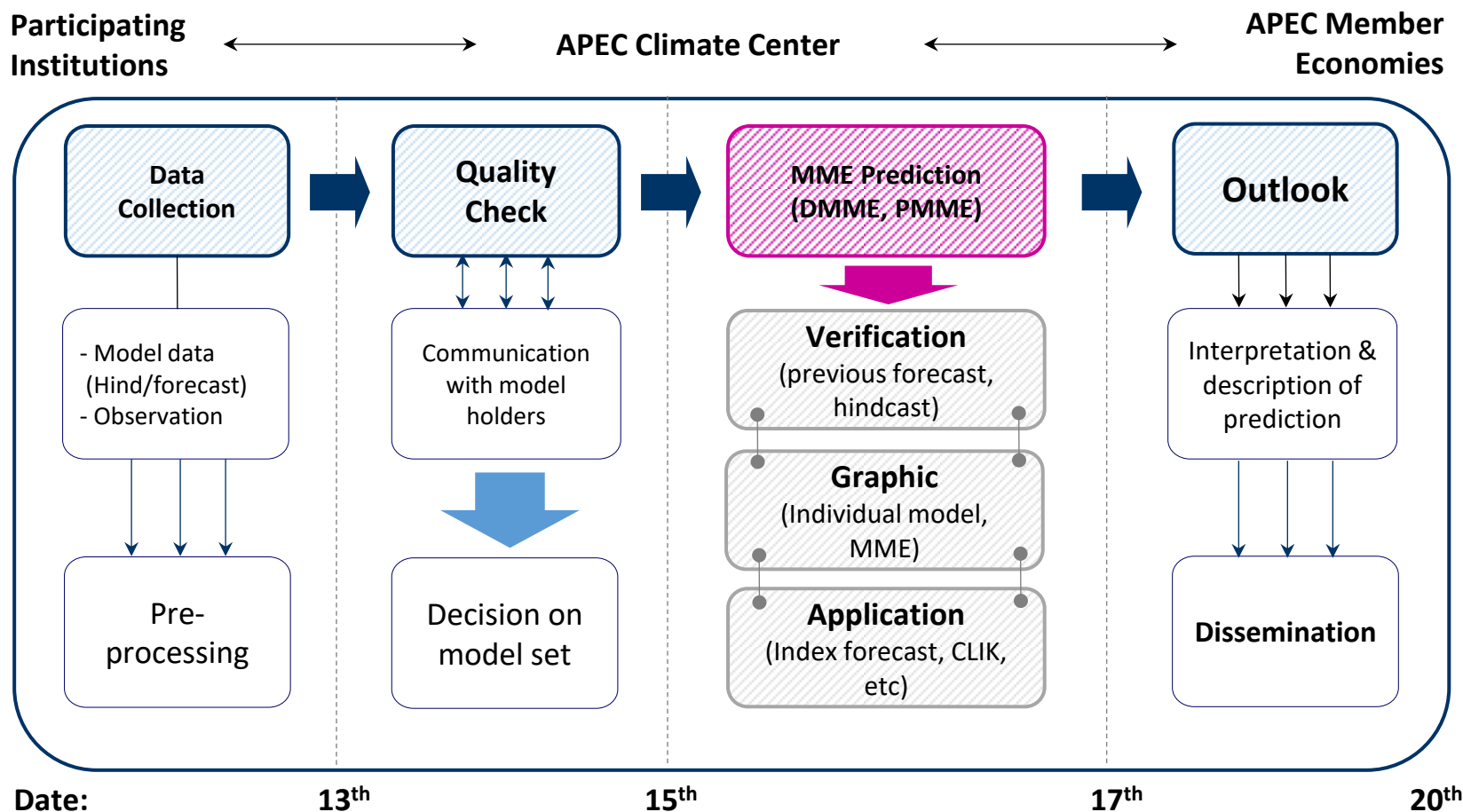
- 예측정보 제공 기간: 향후 6개월 (1-month lead)
- 예측정보 제공 시점: 매월 20일
- 제공 변수: 강수, 2m 기온, 850hPa 기온, 500hPa 지위고도, 해수면 온도, 850hPa 바람, 해면기압



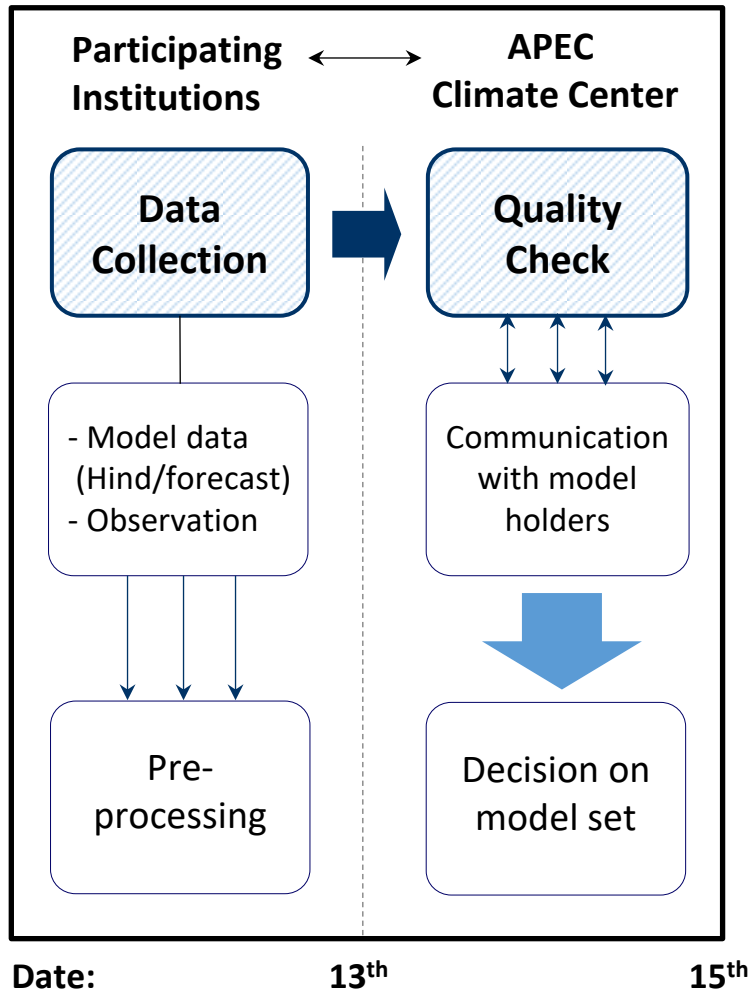


현업 일정

APCC



현업 단계: (1) 데이터 요청 및 수집



- 일정: 매달 1일 ~ 15일
- 데이터 요청:
 - (1) Hindcast and forecast data
 - Period: 1991~present (more than 6 months)
 - SMIP-2/HFP or CMIP-type experiments in hindcast
 - (2) Data Provision/Submission
 - Type: monthly mean data for individual ensemble members
 - Format: 2.5°x2.5° or higher degree over global domain
 - Grid or NetCDF formats are encouraged.
 - (3) Variables
 - At least 11 variables are strongly recommended.
(T2m, SST, Prec, SLP, T850, Z200, Z500, u/v850, u/v200)

APCC MME 참여모델

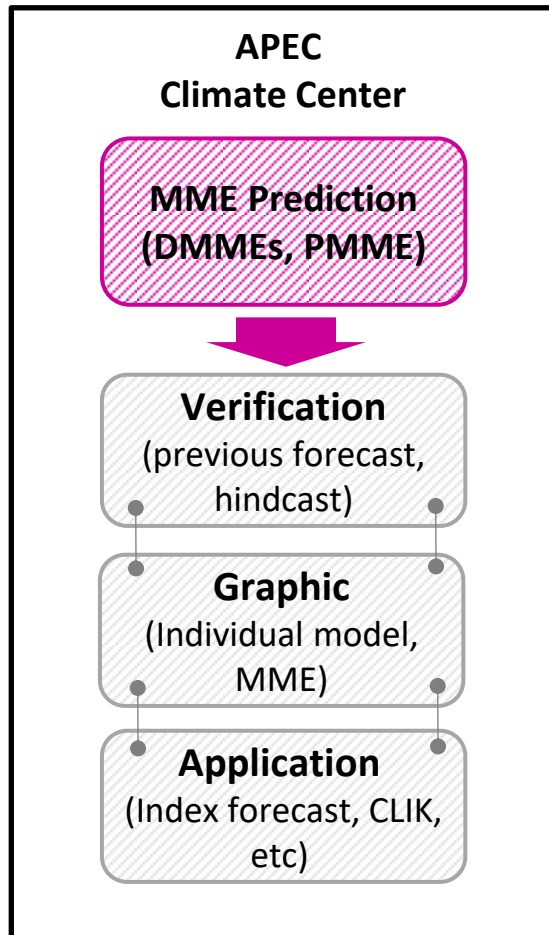


#	Institute	Model Name	SST Specification (H/F)	Ens. (H/F)	Forecast Period	Hindcast Period	Resolution
1	APCC	SCoPS	Predicted/Predicted	10/10	6-month	1982-2013	T159, L31
2	CMCC	CMCC-SPSv3	Predicted/Predicted	20/20	11-month	1991-2016	1°x1°, 46L
3	CWB	GFST119	Predicted/Predicted	30/30	3-month	1982-2017	T119, L40
4	JMA	JMA/MRI-CPS2	Predicted/Predicted	10/51	3(6)-month	1979-2014	T159, L60
5	MSC	CanSIPSv2	Predicted/Predicted	20/20	11-month	1981-2010	T63, L35
6	NASA	GMAO	Predicted/Predicted	10/11	8-month	1982-2016	288x181, L72
7	NCEP	CFSv2	Predicted/Predicted	20/20	6(9)-month	1982-2010	T126, L64
8	PNU	PNU CGCM v2.0	Predicted/Predicted	35/35	6-month	1980-2018	T42, L18
9	BOM	ACCESS-S1	Predicted/Predicted	11/11	6-month	1990-2012	N216(~60km), L85
10	UKMO	GLOSEA5	Predicted/Predicted	12/42	5-month	1993-2016	1.875x1.25, L85
11	BCC	BCCv2	Predicted/Predicted	24/24	6-month	1991-2015	T106, L26
12	KMA	GLOSEA5	Predicted/Predicted	12/42	6-month	1991-2010	0.83°x0.56°, 85L
13	HMC	HMC	Persistent/Persistent	10/20	4-month	1985-2010	1.125x1.40625, L28
14	MGO	MGOAM2	Observed/Persistent	6/10	3-month	1979-2004	T42, L14

APCC MME Hindcast: 1991~2010 resolution: 2.5°x2.5°

* Grey: participating models in MME; yellow: not available for their Hindcast period or experiment type

현업 단계: (2) MME 생산



- 일정: 매달 15일 ~ 17일
- **Deterministic forecast (DMME)**
 - [SCM: Simple Composite Method](#)
- **Probabilistic forecast (PMME)**
 - [Tercile-based categorical probabilities](#)
- **Verification:** WMO Standard Verification System for Long-Range Forecast (SVS-LRF)에서 권고하는 skill score 사용
- 예측운영과 예보토의, APCC 예보토의 → 기상청 예보의 보조자료로 활용
- Application: CLIK, ADSS, ACDS

APCC MME 기법: 결정론적 예측



- **SCM** (Simple Composite Method)

- 모든 개별모델에 동일한 가중치를 둔 단순 평균 기법
- 개별모델의 아노말리(anomaly)는 해당 모델의 과거기후예측(hindcast) 자료로부터 계산

$$P = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M F_i$$

M: number of forecast models

F_i : forecast of i^{th} model

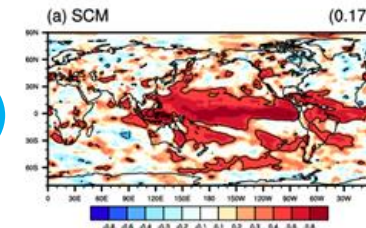
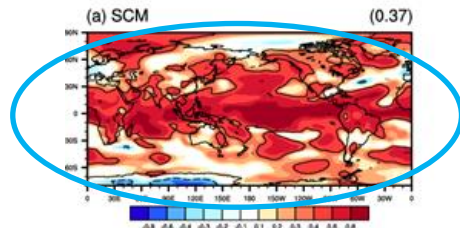
예측력 비교: 결정론적 기법들 (Hindcast)

Temporal Correlation

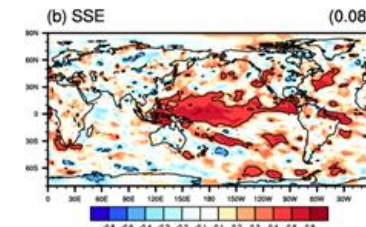
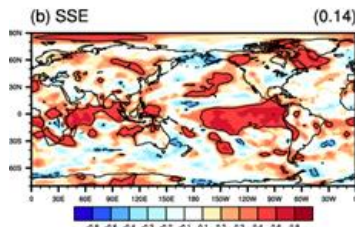
Temperature

Precipitation

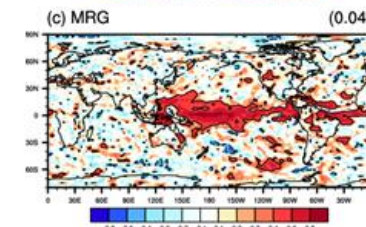
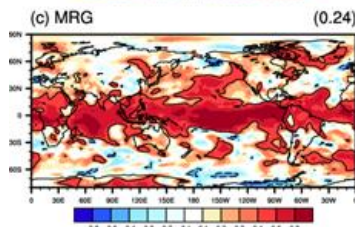
SCM



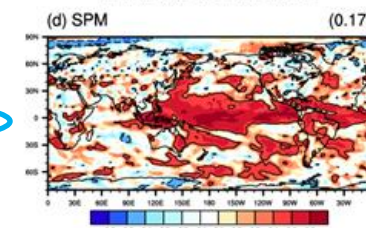
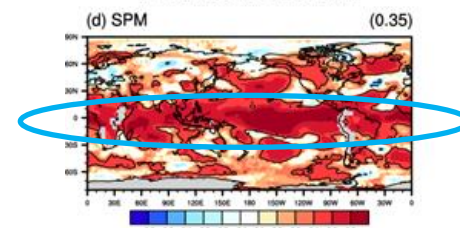
MRG



SSE



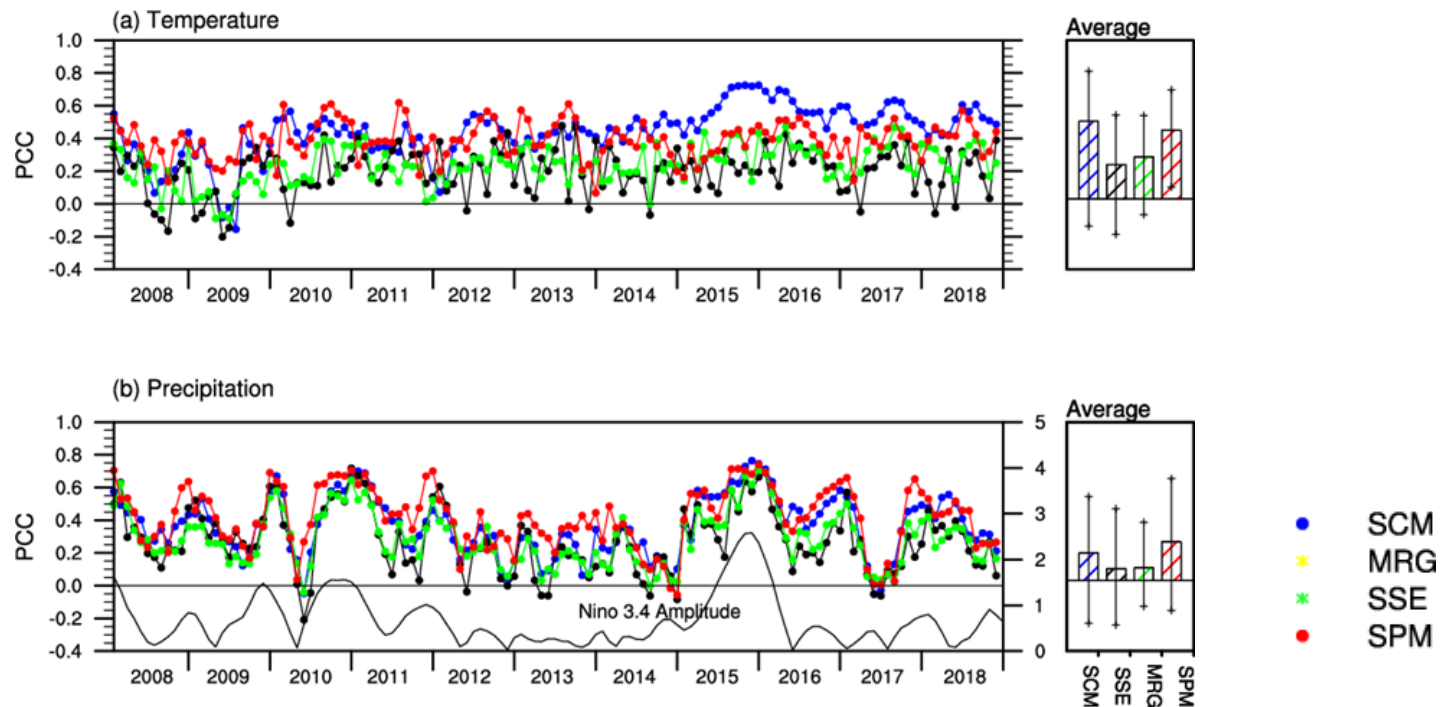
SPM



- ✓ 기온 및 강수의 예측력은 4계절에 모두에서 SCM과 SPM이 MRG, SSE보다 높았다.
- ✓ SCM과 SPM은 전반적으로 유사한 예측력을 보이며, 특히 기온(강수)에서는 SCM(SPM)이 다소 높게 나타나는 경향을 보였다.
- ✓ SCM의 예측력 향상은 대부분 육지(유라시아, 호주, 북미 대륙)에서 나타나는 반면, SPM 예측력 향상은 대부분 해양(특히, 북극 및 남반구 해양)에서 나타났다.

예측력 비교: 결정론적 기법들 (Forecast)

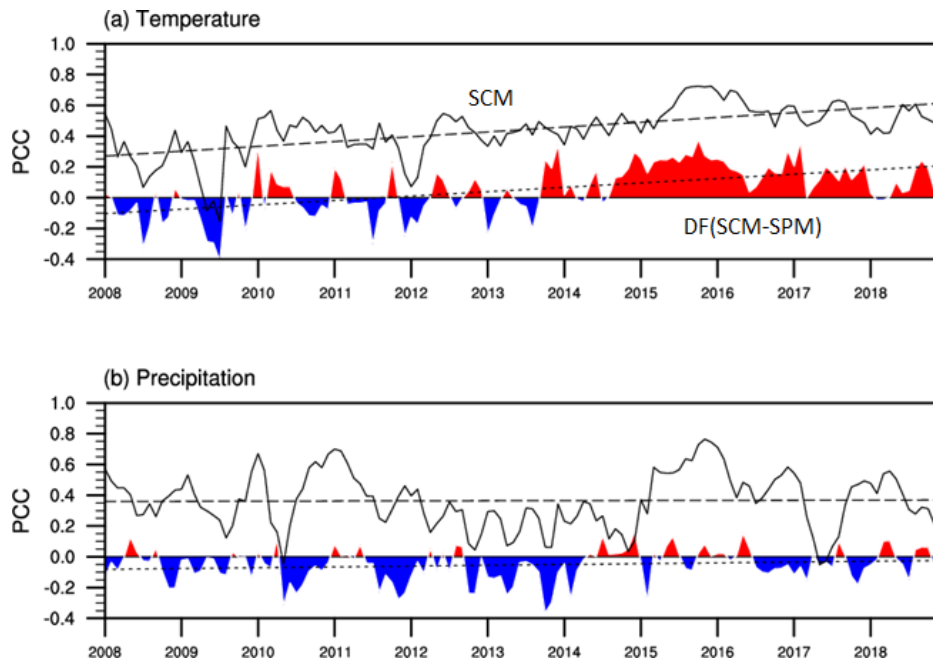
Anomaly Pattern Correlation



최근으로 갈수록 SPM에 비해 SCM의 예측력 향상이 증가하는 추세를 보였다.
이는 과거재현기간을 training period로 활용하여 개별모델의 bias를 통계적으로 보정을 하는 SPM의 경우 최근(즉, hindcast 기간 이후)에 나타나는 기후변동성 등이 반영되지 않아 최근으로 갈수록 실제 예측정보에 대한 신뢰도가 점차 하락하는 것으로 추정

기법별 예측력 비교: 결과

Anomaly Pattern Correlation of SCM and difference (SCM-SPM)



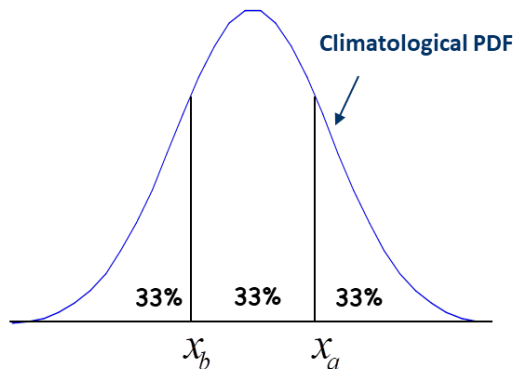
현업적 효율성 및 예측력의 상대적 비교평가를 종합적으로 분석한 결과, **현업적인 측면**에서 매월 MRG, SSE, SPM 예측정보 생산은 효율성이 떨어지는 것으로 판단되어, **APCC 공식예보로 SCM 기법**을 현업으로 생산하여 효율적으로 계절예측 시스템을 운영

APCC MME 기법: 확률론적 예측

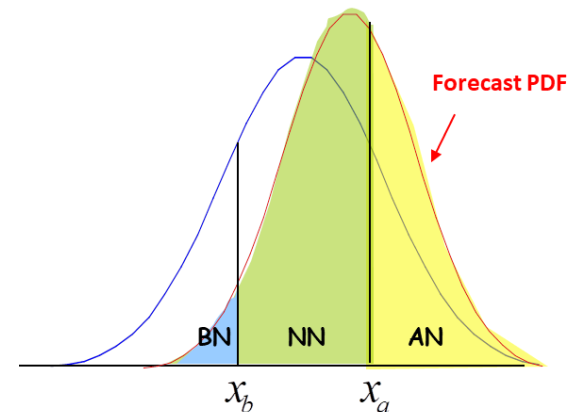
- **Probabilistic MME Method (PMME): 3분위 범주형 확률 예측**

- 각 모델에 대한 parametric Gaussian fitting method을 기반으로 추정
- 각 모델이 가지고 있는 앙상블 수의 제곱근과 비례하는 가중치 부여 (Min et al. 2009)

[Step 1] 개별모델의 확률 추정



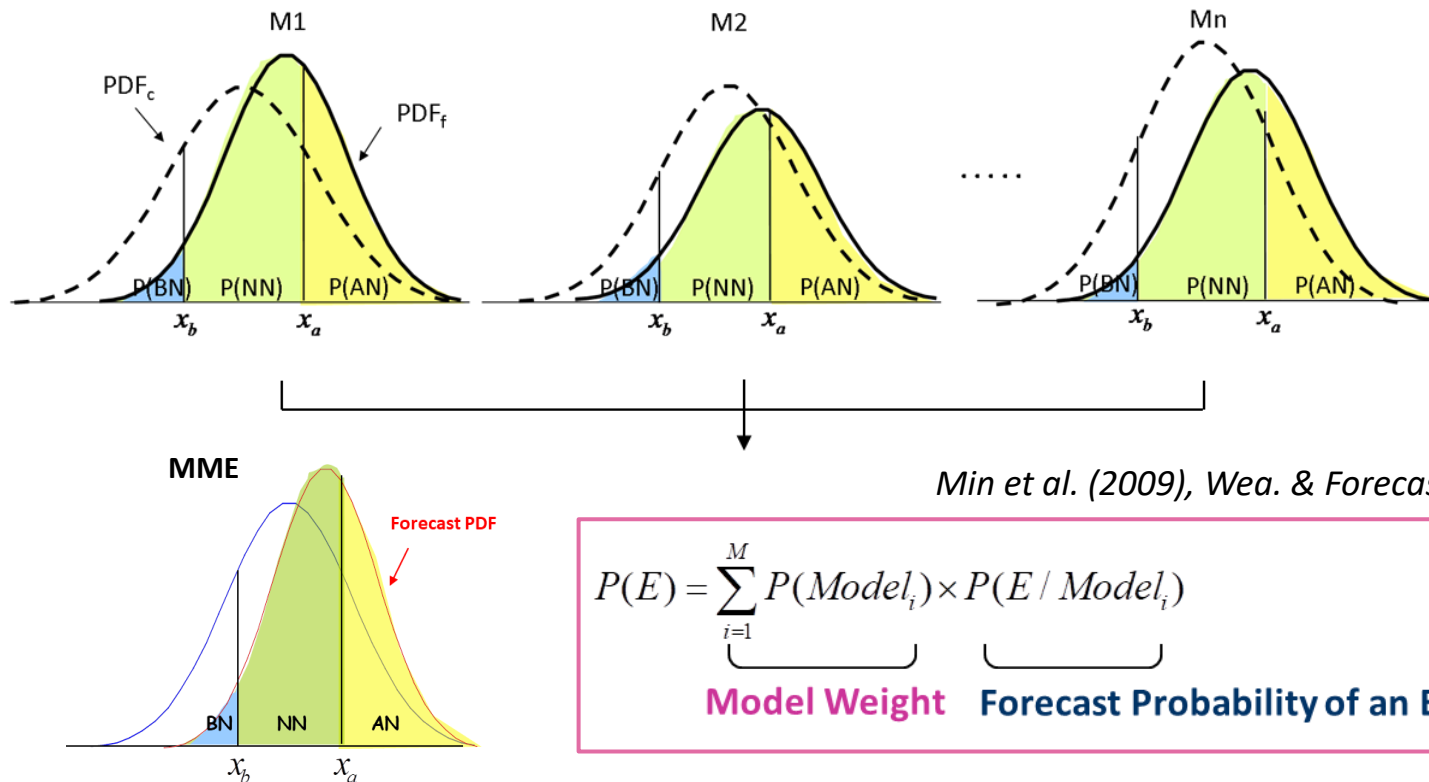
- **For the middle/upper tercile boundary:**
: mean plus 0.43 times the standard deviation
- **For the lower/middle tercile boundary:**
: mean minus 0.43 times the standard deviation



- **AN** : probability of above-normal
- **NN** : probability of near-normal
- **BN** : probability of below-normal

APCC MME 기법: 확률론적 예측

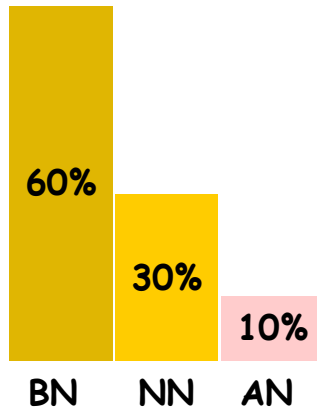
[Step 2] 개별모델들의 결과 조합 (multi-model combination)



- The APCC operational PMME prediction system has also been implemented at **WMO Lead Center**, as a basic operational prediction tool.

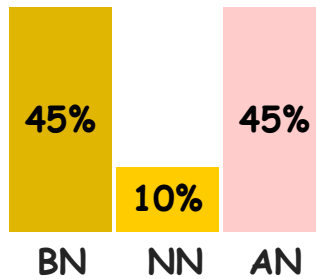
확률론적 예측의 mapping

(EX1)



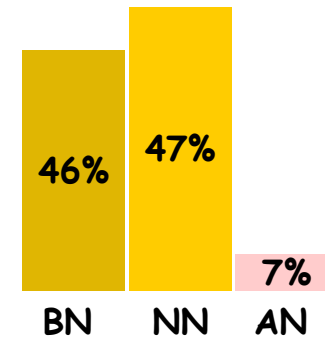
“ Below Normal “

(EX2)



“ ??? “

(EX3)



“ Near Normal ??? “

“ Chi-square Test ”

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2 / E_i$$

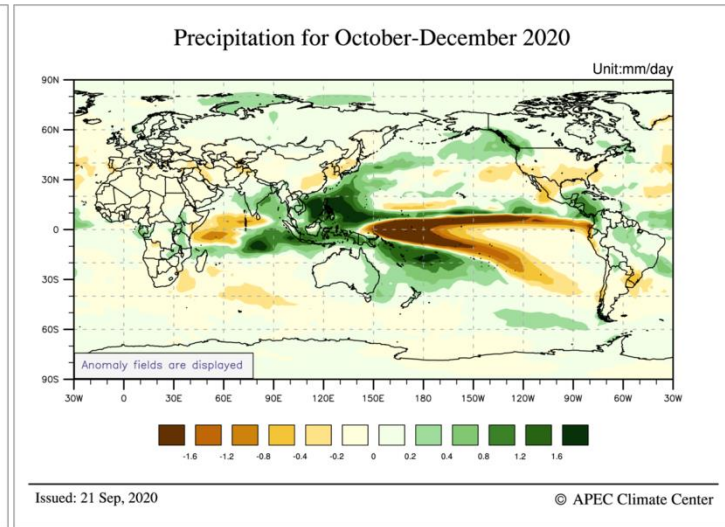
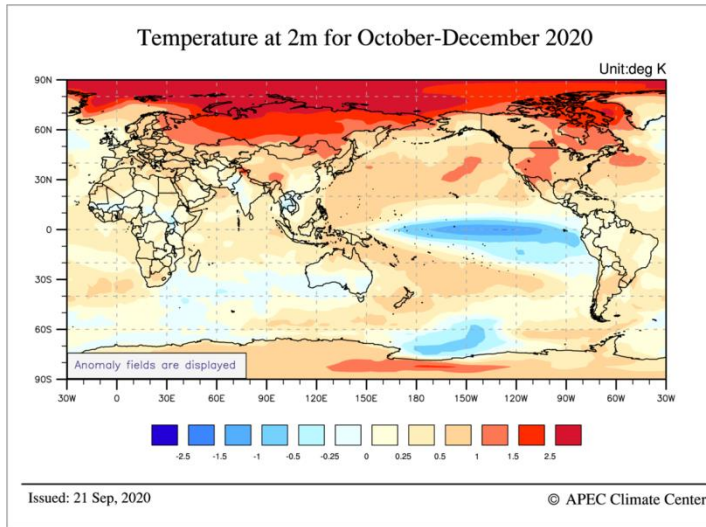
k : number of categories
O : observed frequencies in forecast
E : expected frequencies

If differences are not significant at 5% sig. level.

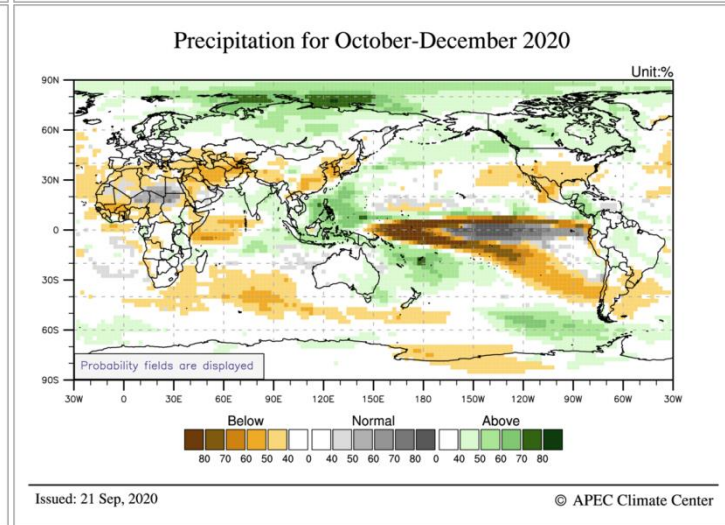
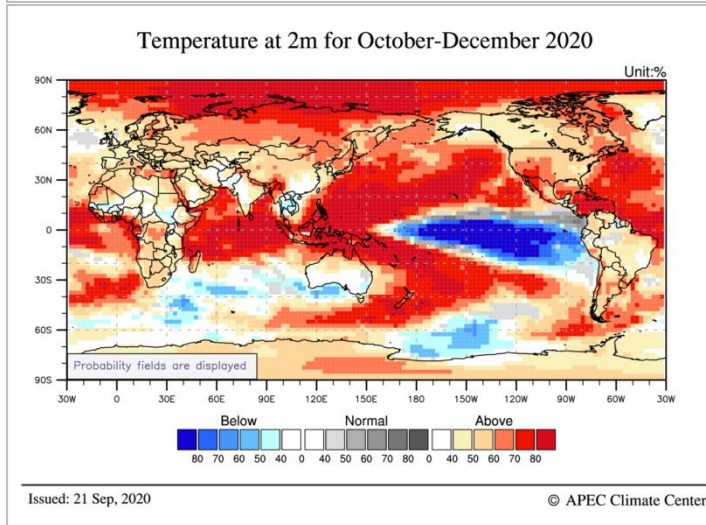
→ **UNCERTAINTY!!!!**

APCC Official MME Products: 2020OND

DMME

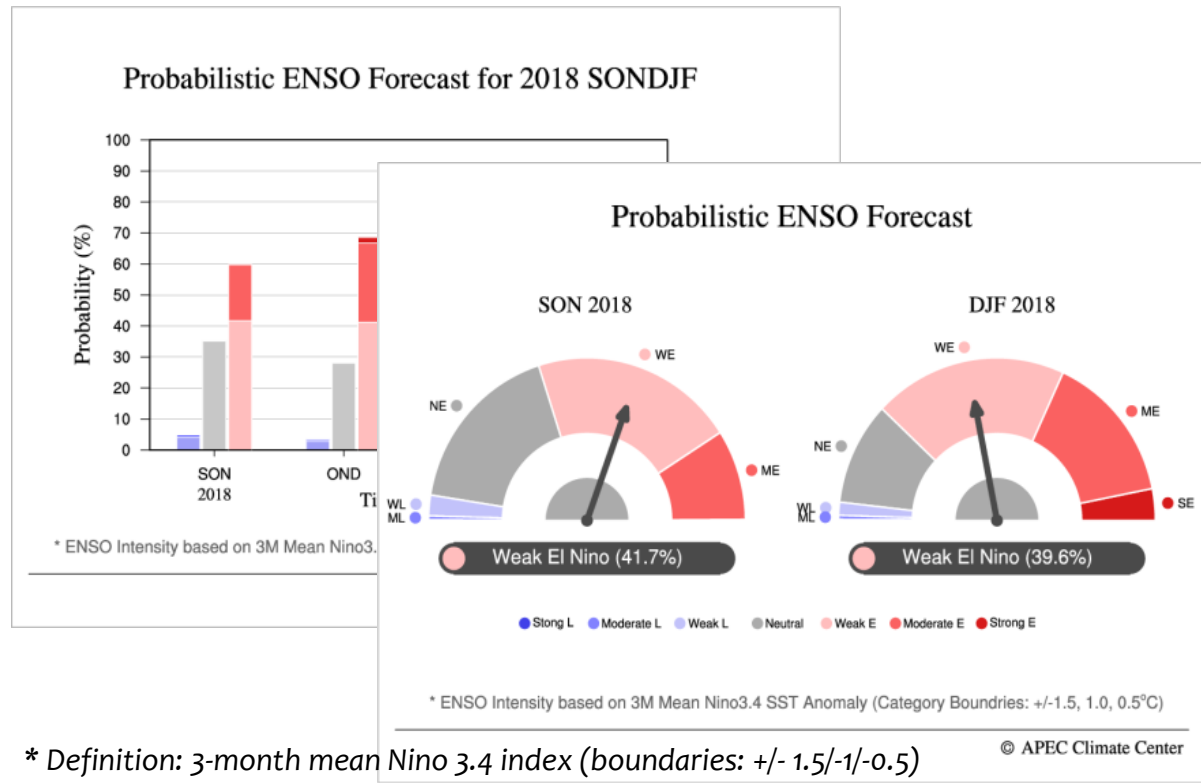
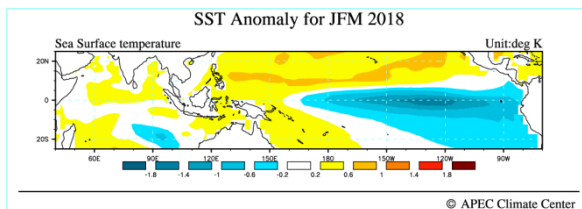
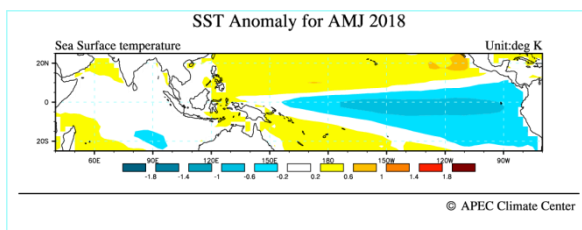
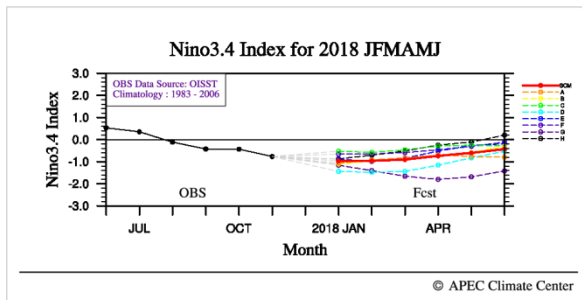


PMME



APCC ENSO 예측

- 결정론적/확률론적 MME 기법 적용한 예측정보 생산
- **ENSO 타입과 강도에 대한 확률예측 정보 제공**
- 7개의 범주형 예측정보: Strong/moderate/weak El Nino or La Nina, and ENSO-Neutral



* Definition: 3-month mean Nino 3.4 index (boundaries: +/- 1.5/-1/-0.5)

검증 정보

- WMO SVS-LRF의 권고를 기반으로 검증 지표와 검증 지역 선정
- 예측 스킬 측정에 사용되는 지표(metrics):
결정론적(ACC, MSSS, GSS),
확률론적(ROC, HSS, RPSS, BSS, RD)

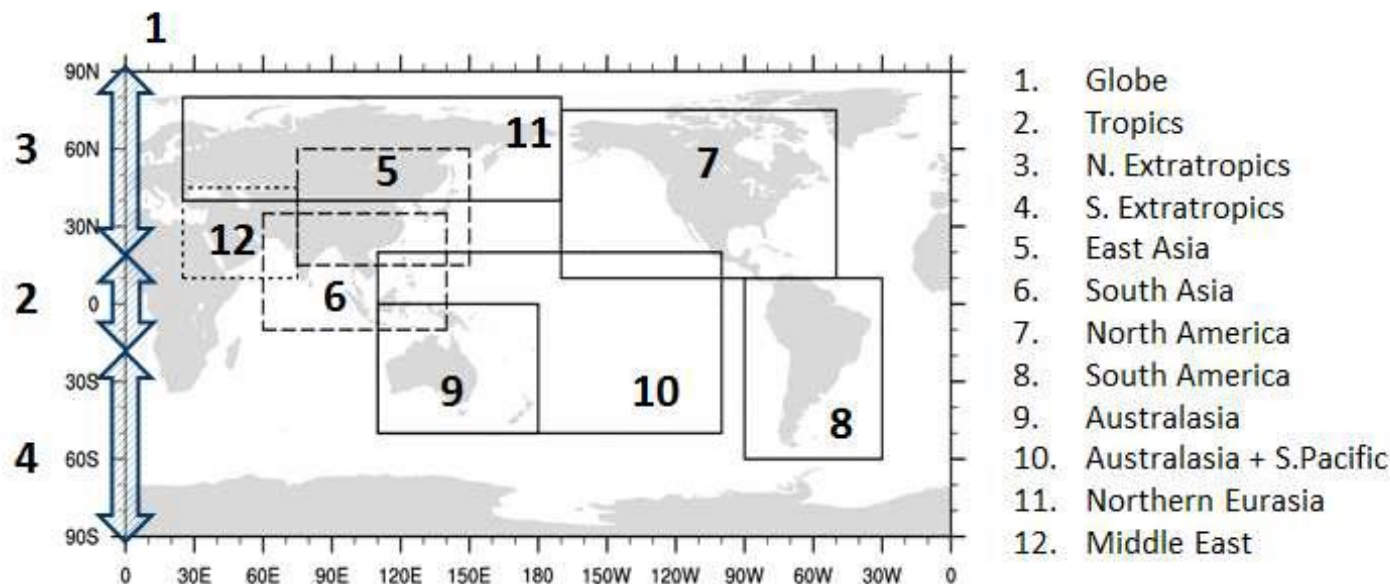
Parameters	Region	Deterministic forecast	Probabilistic forecast
<i>Diagrams and scores to be produced for regions</i>			
Basic variable (T850, T2m, PREC, Z500, SST)	GL, TR, NE, SE	MSSS	ROC curve
		ACC	ROC score
		RMSE	Reliability diagram
	EA, SA, NAm, SAm, AUS, AUS+SP, NEu, ME	ACC RMSE	HSS RPSS BSS
Nino Index	Nino1+2/3/3.4/4	TCC	N/A
ENSO-Modoki index	EMI	TCC	N/A
IOD index	IOD	TCC	N/A
<i>Grid-point data for mapping</i>			
Basic variable	Grid-point verification on a 2.5° x 2.5° grid	MSSS	ROC score
		Difference map	HSS
		Ensemble spread map	RPSS
			BSS

- ✓ **Lead time:**
 - Monthly mean
 - Seasonal mean
- ✓ **Variable:**
 - Basic variables
 - SST indices
- ✓ **Observation**
 - NCEP II Reanalysis
 - CAMS-OPI
 - NOAA OISST

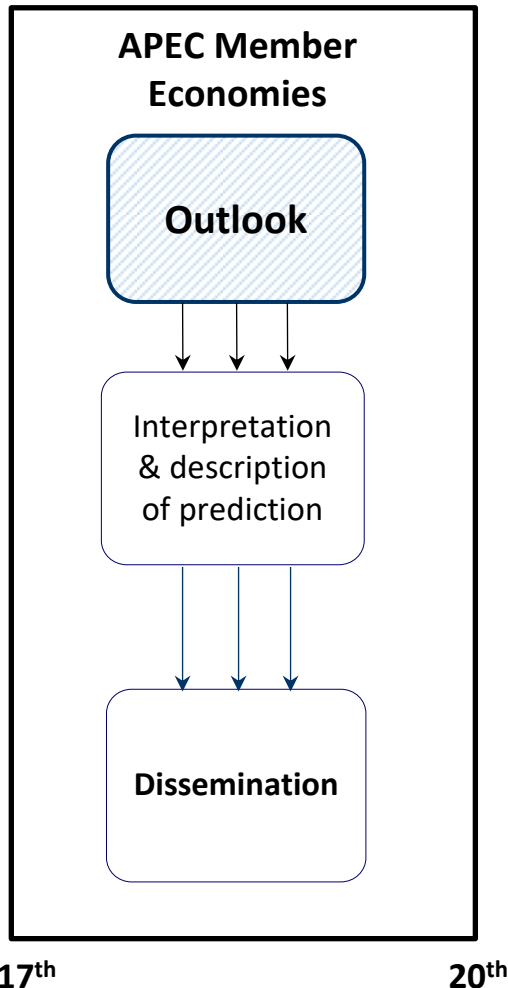


검증 정보

- WMO SVS-LRF와 CORDEX의 권고에 따라 검증 지역 선정
- Large-scale statistics: Globe, Tropics, N. Extratropics, S. Extratropics
- Sub-region statistics: E. Asia, S. Asia, N. America, S. America, Australasia, Australia + S. Pacific, Northern Eurasia, Middle East.



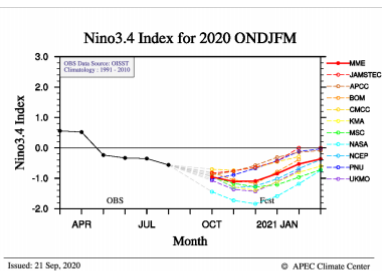
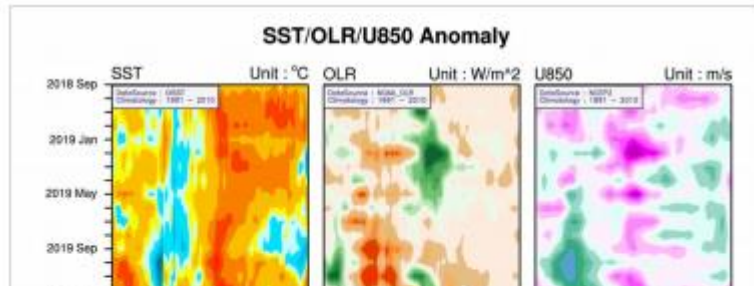
현업 단계: (3) 기후 전망 배포



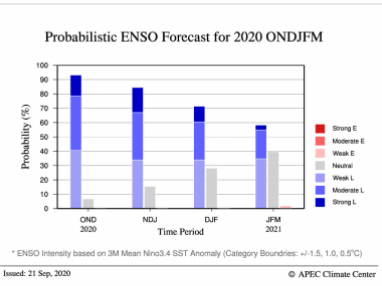
- 일정: 매달 17일~20일
- **기후 전망 배포**
 - 전구 및 태평양 도서국에 대한 예측의 해석과 설명
 - 구독자에게 매달 20일 이메일로 발송
- **APCC 홈페이지(<http://www.apcc21.org>)에 매달 20일 3/6개월 전구 MME 예측 정보 게시.**
- 기후 현황과 과거기후재현 자료/실시간 예측에 대한 검증 정보 제공

APCC 기후전망: 전구

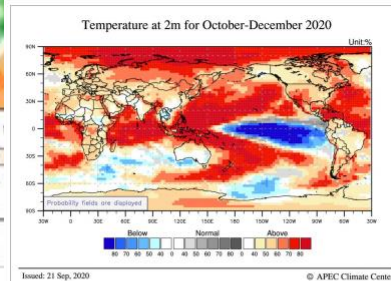
APCC



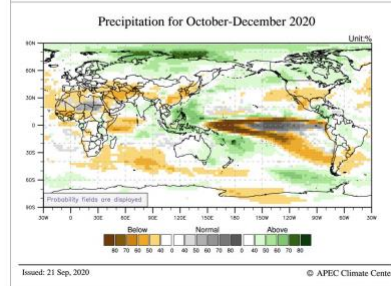
Issued: 21 Sep, 2020 © APEC Climate Center



* ENSO Intensity based on 3M Mean Niño3.4 SST Anomaly (Category Boundaries: +1.5, 1.0, 0.5°C)
Issued: 21 Sep, 2020 © APEC Climate Center



Issued: 21 Sep, 2020 © APEC Climate Center



Issued: 21 Sep, 2020 © APEC Climate Center

✓ 기후현황 설명 및 전지구/지역예측 해석



APEC Climate Center
12 Centum 7-ro, Haeundae-gu, Busan
48058, Republic of Korea
Tel: +82 51 745 3900
Fax: +82 51 745 3949
Website: www.apcc21.org

APCC Monthly Climate Outlook for Pacific Islands for October 2020 – March 2021

(Issued: Sep 21, 2020)

- During August 2020, negative sea surface temperature anomalies were observed over the central and eastern equatorial Pacific.
- The latest APCC ENSO outlook suggests a 93% probability of La Niña with weak intensity during October – December 2020 and a 58% probability for the same conditions during January – March 2021.
- Strongly enhanced probability for above normal temperatures is predicted for Micronesia (excluding equatorial region) for October 2020 – March 2021.
- Strongly enhanced probability for below normal precipitation is expected for equatorial Micronesia for October – December 2020, and enhanced probability for below normal precipitation is expected for the same region for January – March 2021. Enhanced probability for above normal precipitation is predicted for Melanesia and western Micronesia for the whole forecast period.

Discussion of Climate Forecast

SST and ENSO Outlook:

The prevailing ENSO phase is expected to be negative. Negative SST anomalies along the equatorial Pacific are predicted during October 2020 – March 2021. Along with these spatial distributions, all of ten dynamical coupled models predict negative Niño3.4 index for the whole forecast period. As a result, a Niño3.4 index from Multi-model ensemble is expected to be around -1°C and gradually increase to -0.4°C . In summary, based on the running 3-month mean Niño3.4 index, the APCC ENSO outlook suggests La Niña conditions (~93% probability) with weak intensity for October to December 2020 and the probability for the conditions is likely to decrease to 58% for January to March 2021 [Figs. 1 and 2].

Temperature and Precipitation Outlook:

1. Forecast for October – December 2020

Strongly enhanced probability for above normal temperatures is predicted for the whole region of Pacific Islands (excluding equatorial Micronesia and Polynesia). Strongly enhanced probability for below normal temperatures is expected for equatorial Micronesia and Polynesia. Enhanced probability for above normal precipitation is predicted for Melanesia and western Micronesia. Strongly enhanced probability for below normal precipitation is expected for equatorial Micronesia and off-equatorial

APCC 기후전망: 태평양 도서국



APEC Climate Center
12 Centum 7-ro, Haeundae-gu, Busan
48058, Republic of Korea
Tel: +82 51 745 3900
Fax: +82 51 745 3949
Website: www.apcc21.org

APCC Monthly Climate Outlook for Pacific Islands for October 2020 – March 2021

(Issued: Sep 21, 2020)

- During August 2020, negative sea surface temperature anomalies were observed over the central and eastern equatorial Pacific.
- The latest APCC ENSO outlook suggests a 93% probability of La Niña with weak intensity during October – December 2020 and a 58% probability for the same conditions during January – March 2021.
- Strongly enhanced probability for above normal temperatures is predicted for Micronesia (excluding equatorial region) for October 2020 – March 2021.
- Strongly enhanced probability for below normal precipitation is expected for equatorial Micronesia for October – December 2020, and enhanced probability for below normal precipitation is expected for the same region for January – March 2021. Enhanced probability for above normal precipitation is predicted for Melanesia and western Micronesia for the whole forecast period.

Discussion of Climate Forecast

SST and ENSO Outlook:

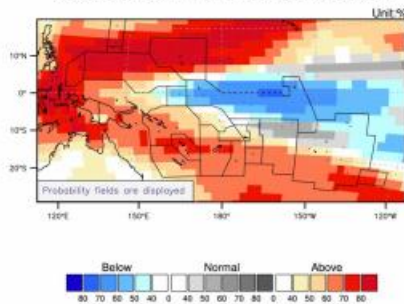
The prevailing ENSO phase is expected to be negative. Negative SST anomalies along the equatorial Pacific are predicted during October 2020 – March 2021. Along with these spatial distributions, all of ten dynamical coupled models predict negative Niño3.4 index for the whole forecast period. As a result, a Niño3.4 index from Multi-model ensemble is expected to be around -1°C and gradually increase to -0.4°C . In summary, based on the running 3-month mean Niño3.4 index, the APCC ENSO outlook suggests La Niña conditions (~93% probability) with weak intensity for October to December 2020 and the probability for the conditions is likely to decrease to 58% for January to March 2021 [Figs. 1 and 2].

Temperature and Precipitation Outlook:

1. Forecast for October – December 2020

Strongly enhanced probability for above normal temperatures is predicted for the whole region of Pacific Islands (excluding equatorial Micronesia and Polynesia). Strongly enhanced probability for below normal temperatures is expected for equatorial Micronesia and Polynesia. Enhanced probability for above normal precipitation is predicted for Melanesia and western Micronesia. Strongly enhanced probability for below normal precipitation is expected for equatorial Micronesia and off-equatorial

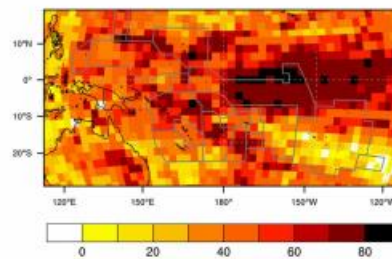
Temperature at 2m for January-March 2021



Issued: 21 Sep, 2020

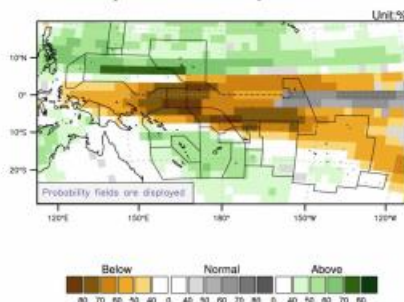
© APEC Clim

Heidke Skill Score : T2M, OND (1991-2010)



© APEC Climate Center

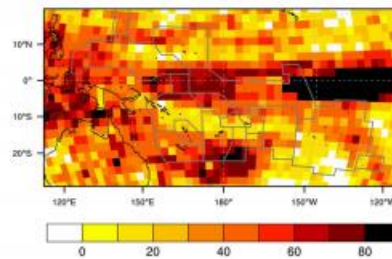
Precipitation for January-March 2021



Issued: 21 Sep, 2020

© APEC Clim

Heidke Skill Score : PREC, OND (1991-2010)



© APEC Climate Center

✓ 지역 맞춤형 정보(해수면 온도, ENSO)
및 지역 검증 정보 제공

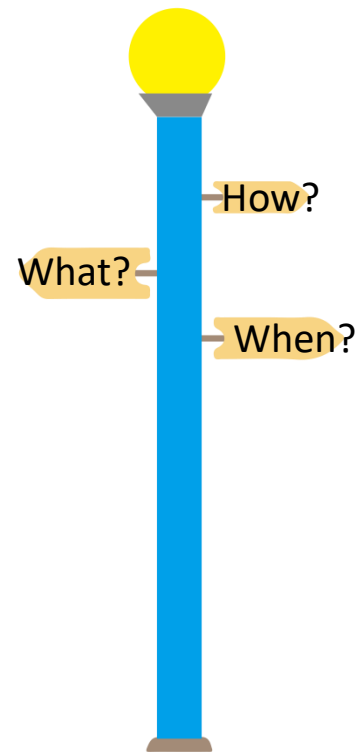
APCC 기후전망: ENSO

기상청 기후정보포털 (<http://www.climate.go.kr>)

The screenshot displays the KMA Climate Information Portal. The left sidebar contains navigation links for climate policy, analysis, outlook, and scenarios. The main content area is titled '엘니뇨 · 라니냐 전망' (ENSO Outlook). It includes a header with the KMA logo and a navigation path. Below the header, there is a section for '엘니뇨 · 라니냐 전망' with a sub-header '기후예측정보 > 엘니뇨 · 라니냐 전망'. The main content area features a map of the North Pacific showing SST anomalies for JJA 2019 and SON 2019. The JJA 2019 map shows a strong positive anomaly (yellow/orange) in the central North Pacific, indicating a strong El Niño. The SON 2019 map shows a weaker positive anomaly. Below the maps, there is a section for 'Nino3.4 지수 시계열' (Nino3.4 Index Time Series) showing a line graph of the Nino3.4 index from 2019 to 2020. The graph shows a sharp increase in the index starting in 2019, reaching a peak in 2020, and then a slight decline. The text on the page states that the 2019 JJA and SON outlooks were released on June 21, 2019, at 11:00 AM. It also mentions that the 2019 JJA outlook was based on the 2019 JJA outlook, and the 2019 SON outlook was based on the 2019 JJA outlook. The page includes a 'PDF 다운로드' (Download PDF) button and a '발표시각' (Release Time) of 2019.05.23(목).

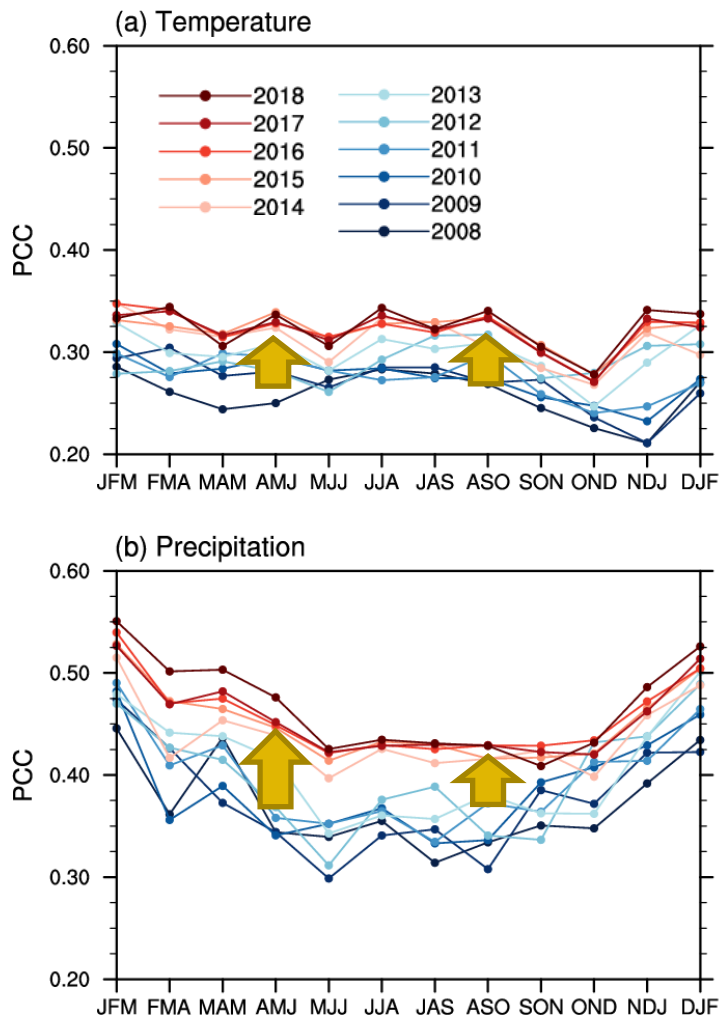
- 기상청 기후정보포털에 APCC ENSO 예측정보 제공
 - 2019JJASON 예측 시점부터 제공
 - 기상청의 SST 현황 정보와 APCC의 예측 정보를 함께 제공
 - 사용자에게 보다 다양한 정보 제공 가능

Current status of APCC MME

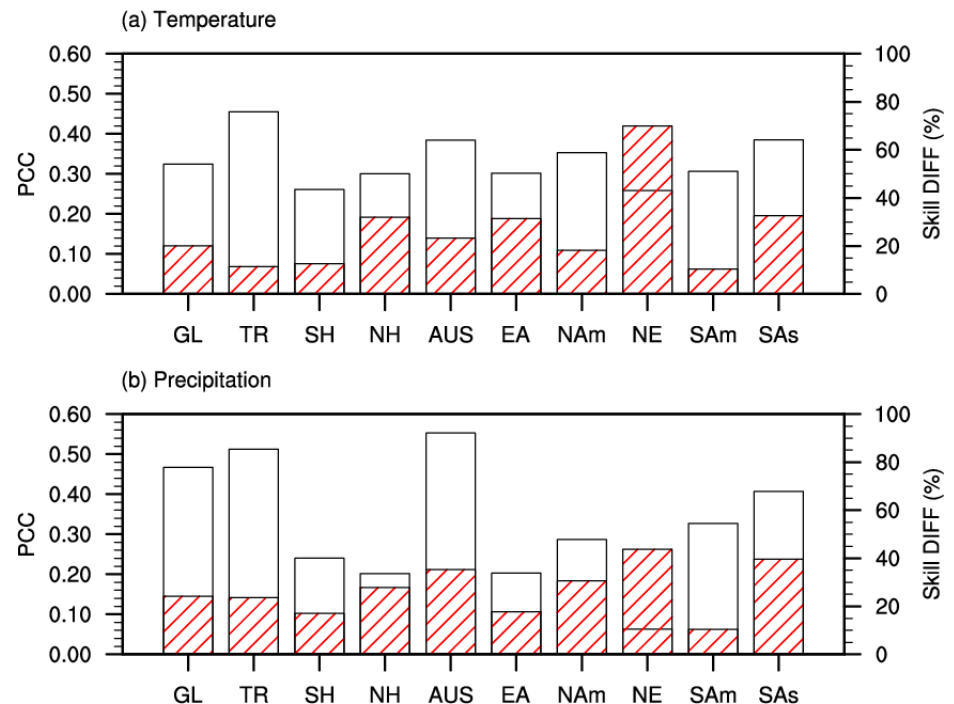


APCC MME 예측력 (hindcast)

Hindcast 예측력

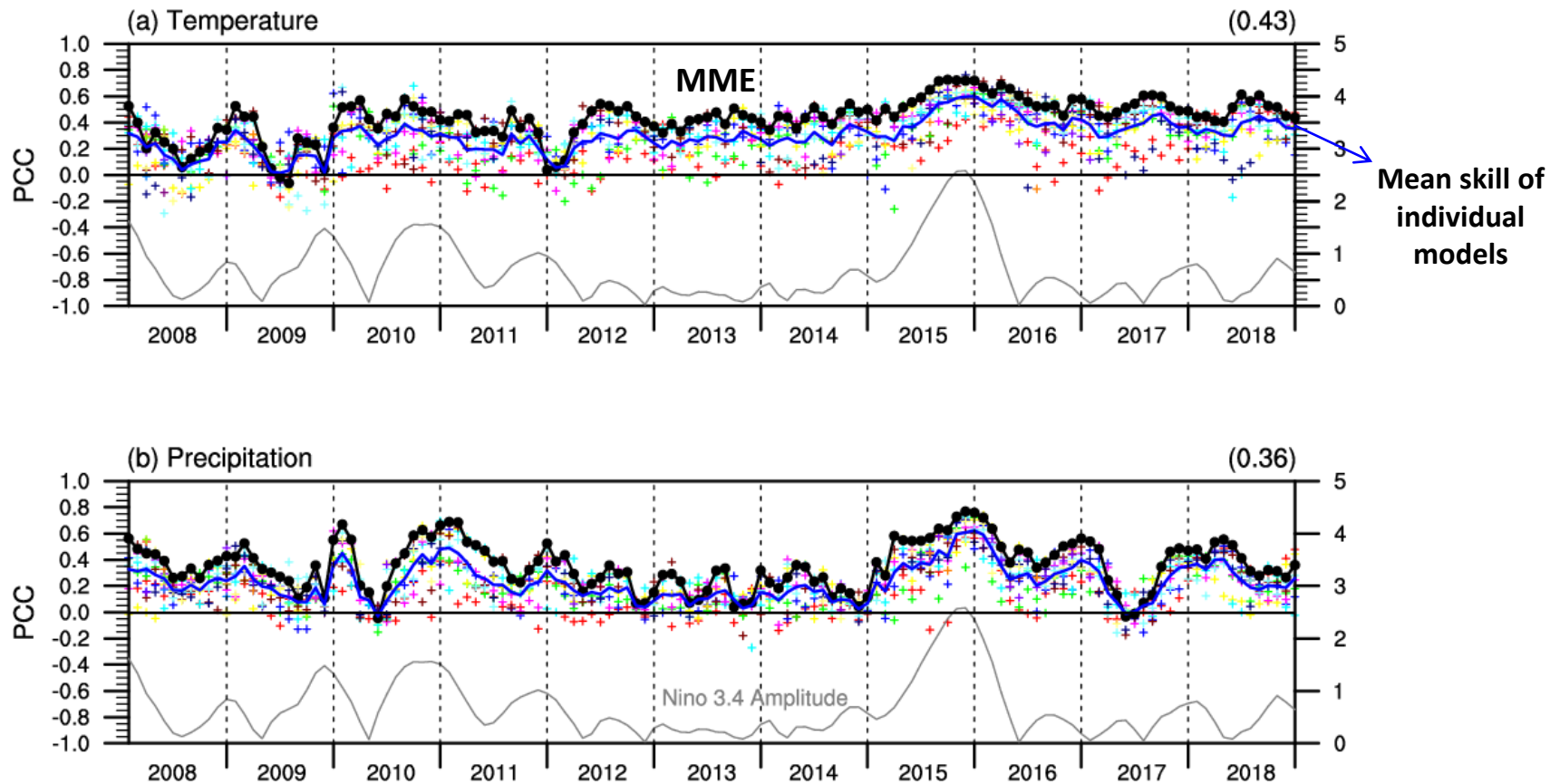


최근 3년과 과거 3년의 Hindcast 예측력 비교



- Early 3YR: Mean hindcast skill in 2008-10
- Recent 3YR: Mean hindcast skill in 2016-18

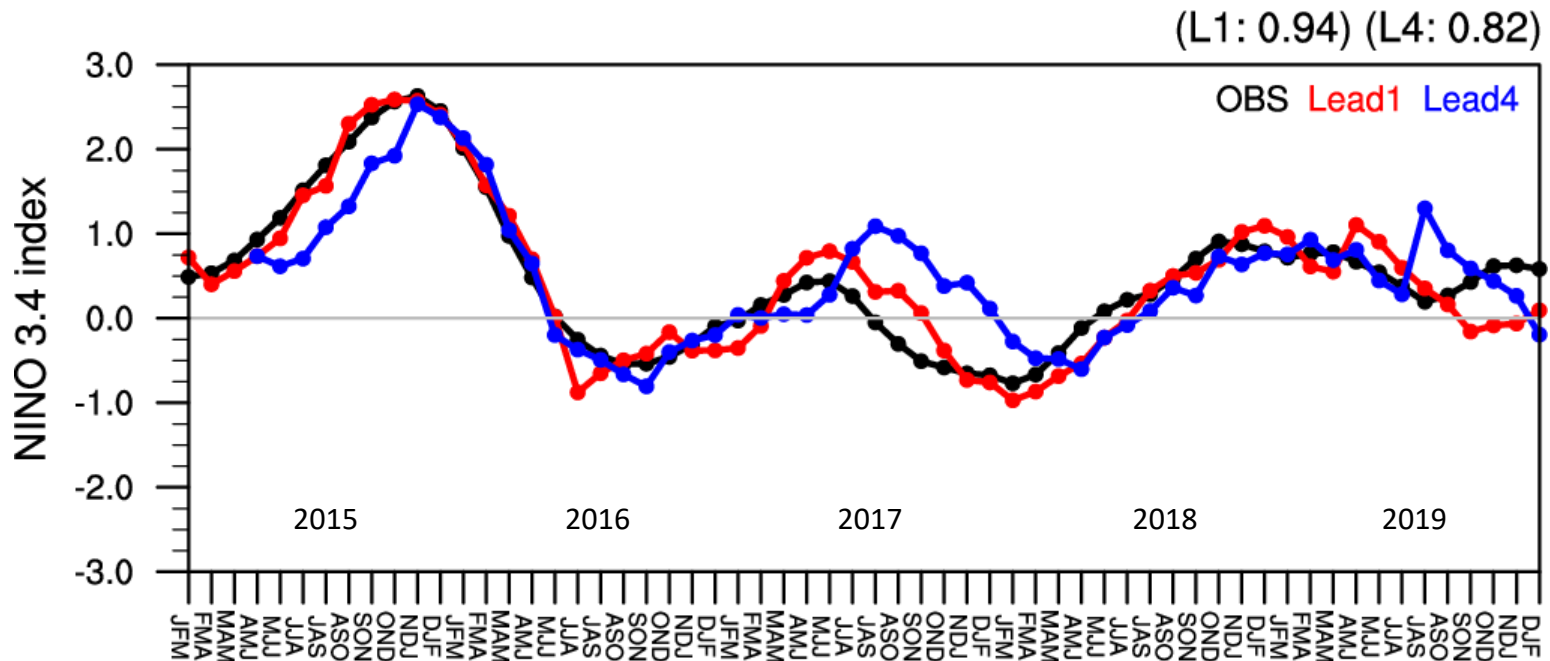
APCC MME 예측력 (forecast)



APCC MME 예측력 (ENSO)

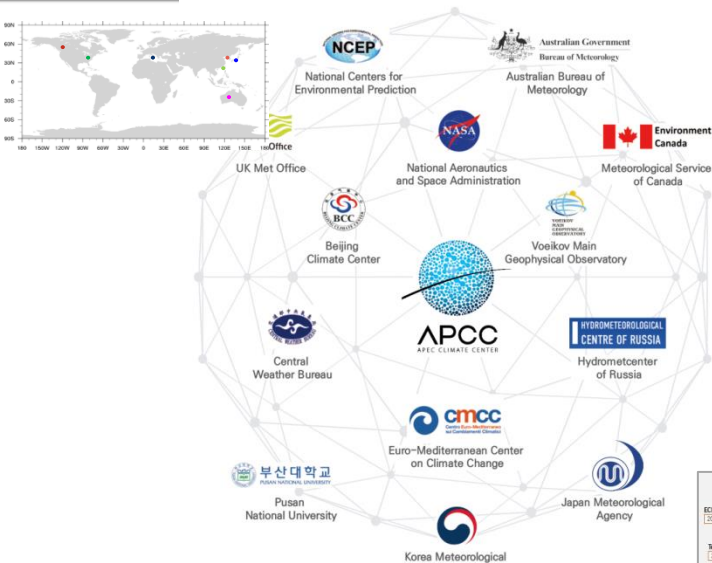
APCC

Time-Series of Seasonal Mean Nino 3.4 Index

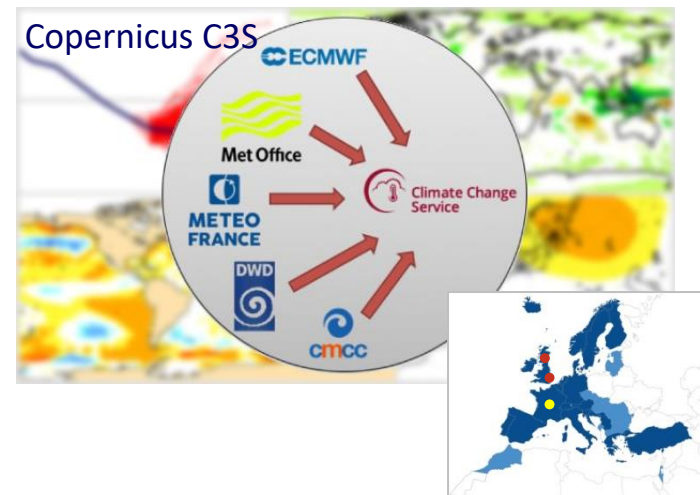
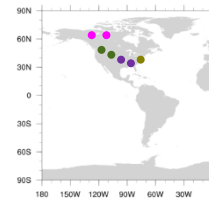


MME 예측정보를 제공하는 기관들

APCC



 **WMO Lead Centre for Long-Range Forecast Multi-Model Ensemble**



다양한 기관에서 MME를 활용한 계절예측정보 제공, 참여모델들이 점차 중복되고 있는 시점.
다른 기관과의 차별성 및 우위확보를 위한 노력이 필요함.

→ **MME 예측정보의 객관적 분석을 통한 예측력 제고 기반 마련**



기관별 MME 자료의 특징

		APCC	WMO	NMME	C3S
발행시기/예측 기간		20 th / 6-month	20 th / 6-month	9 th / 6-month	13 th / 6-month
Hindcast 기간		1991-2010	1993-2009	1982-2010	1993.02-2016
참여모델		14개 모델	12개 모델	5개 모델	5개 모델
해상도		2.5x2.5	2.5x2.5	1x1	1x1
검증 시스템	Matrix (DMM E)	ACC, RMSE, MSSS, Gerrity Skill Score	ACC, RMSE, MSSS, Gerrity Skill Score	ACC	계획중
	변수	T2M, P, SST T850, Z500	T2M, P, SST T850, Z500, SLP	T2M, P * North America, Sep 2011~	
	검증 데이터	NCEP-R2 CAMS-OPI OISST	ERA-interim/NCEP-R1 GPCP/CAMS-OPI OISST	GHCN-CAMS CPC-CAMP-URD OISST	

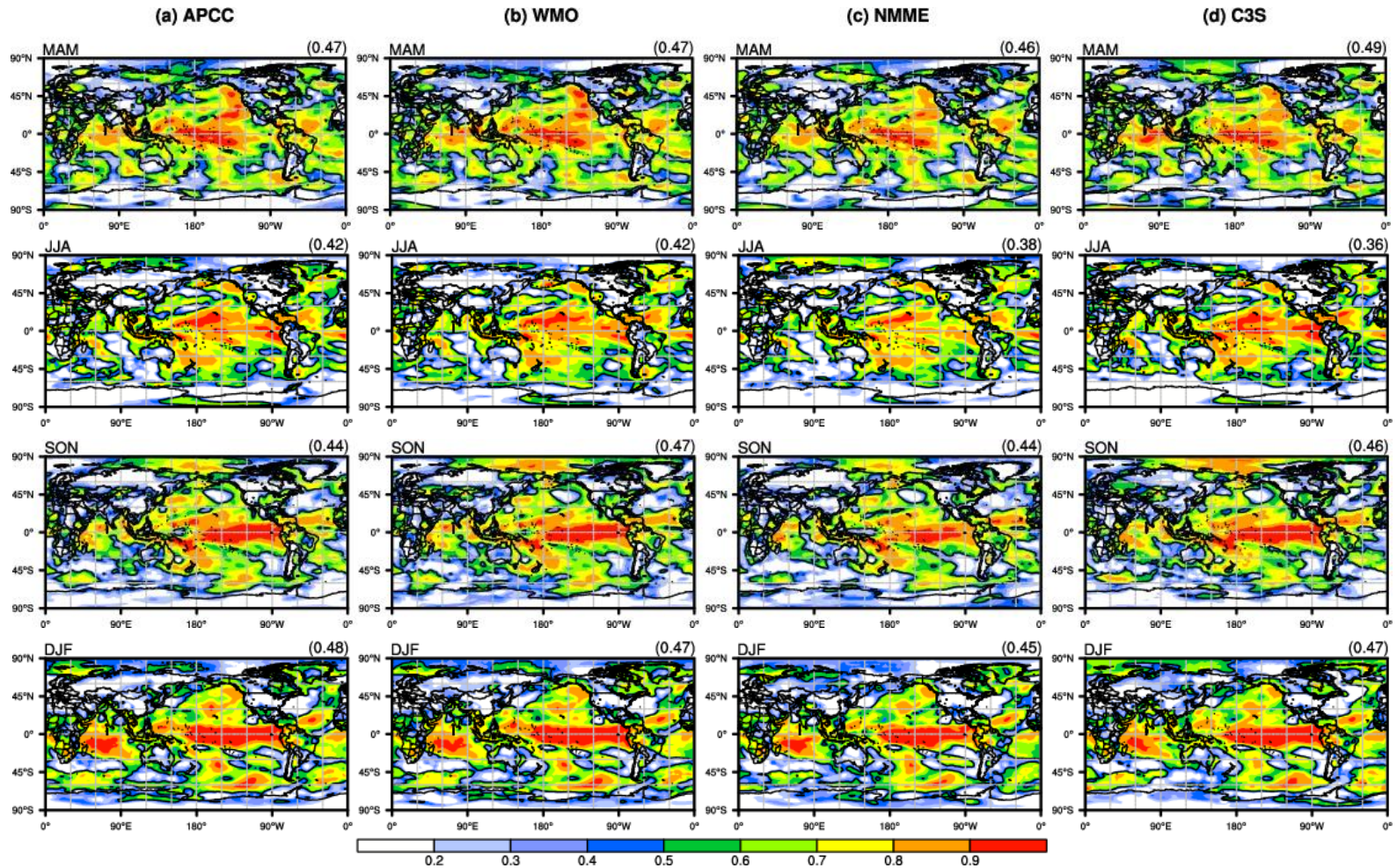


APCC 및 타 기관 MME 비교에 사용된 데이터

		APCC	WMO	NMME	C3S
Hindcast 기간		1993-2009 (17년)			
참여모델		13(11)개 모델	12(10)개 모델	5(4)개 모델	5개 모델
		BCC_CSM BOM_POAMA CMCC_CM2 (HMC_GCM) JMA_JRA55 KMA_GLOSEA5 MSC_CANCM NCEP_CFSv2 UKMO_GLOSEA5 NASA_GEOS5	BCC_CSM BOM_POAMA (HMC_GCM) JMA_JRA55 KMA_GLOSEA5 MSC_CANCM NCEP_CFSv2 UKMO_GLOSEA5 DWD_GCFS2 ECMWF_SEA55 (CPTEC_GCM) SAWS_EPS	 MSC_CANCM NCEP_CFSv2 (NASA_GEOS5) GFDL_FLORB NCAR_CCSM4	CMCC_CM3 UKMO_GLOSEA5 DWD_GCFS2 ECMWF_SEA55 MF_SYS6
해상도		2.5x2.5			
검증	변수 관측자료	T2M, PREC, SST NCEP-R2, CAMS-OPI, OISST			

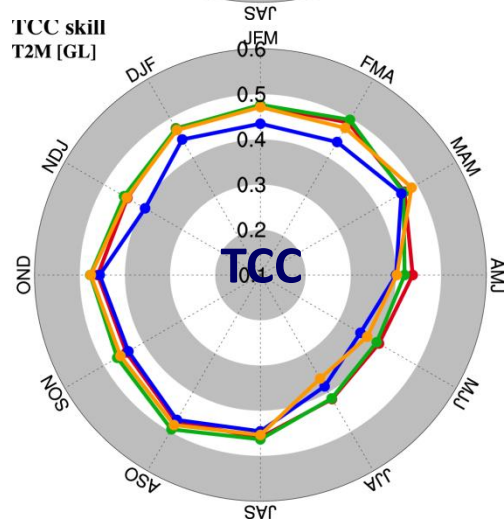
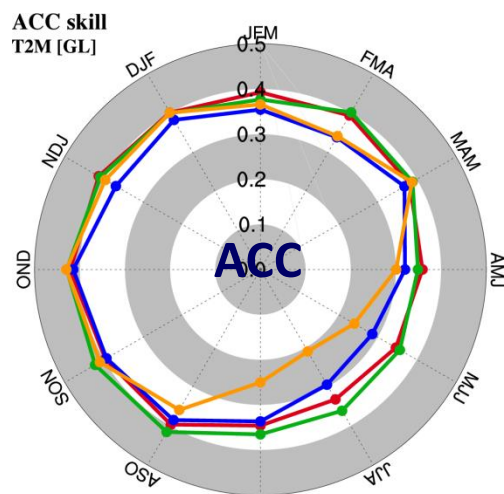
APCC 및 타 기관 MME 예측력 비교 (TCC,기온)

APCC



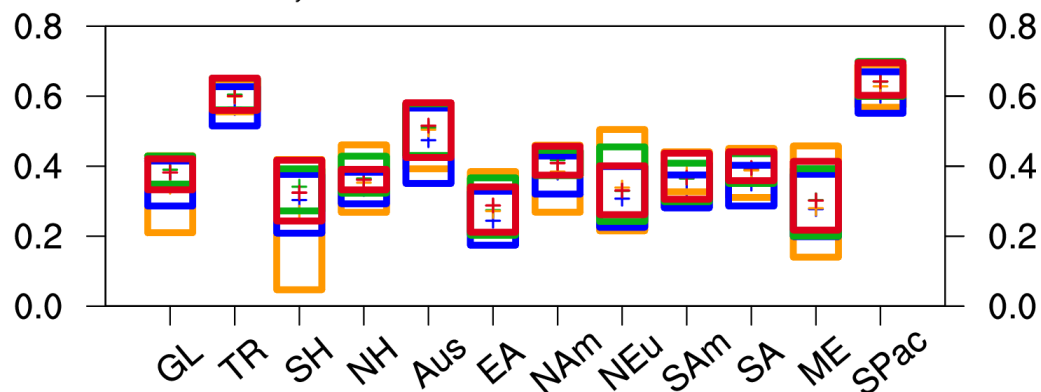
APCC 및 타 기관 MME 예측력 비교 (기온, 전구)

APCC

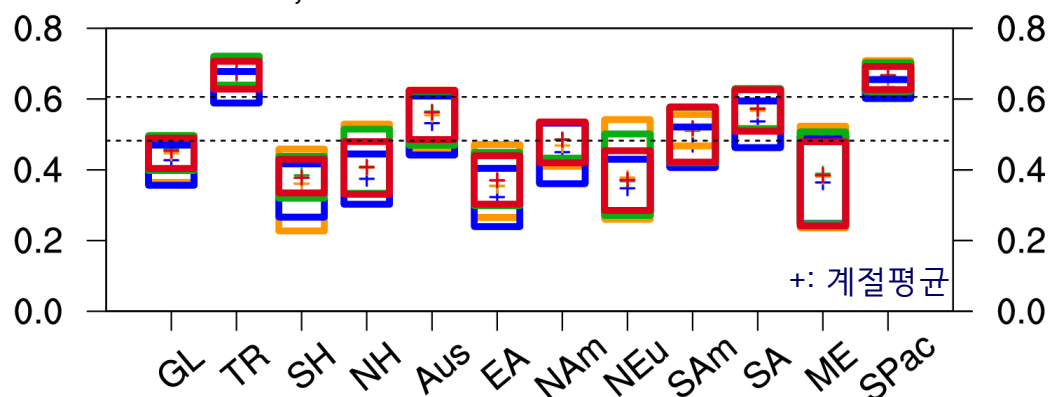


- APCC
- WMO
- NMME
- C3S

ACC skill, T2M

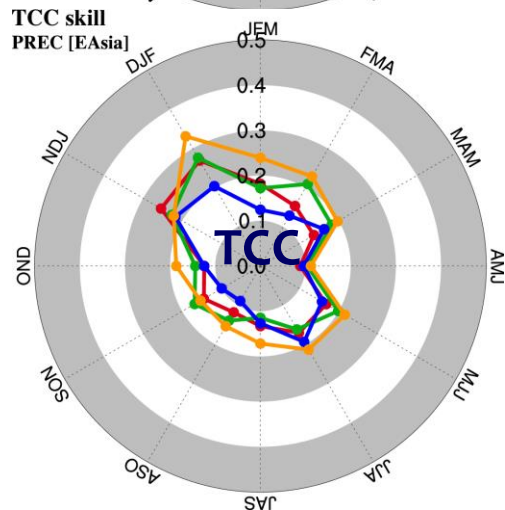
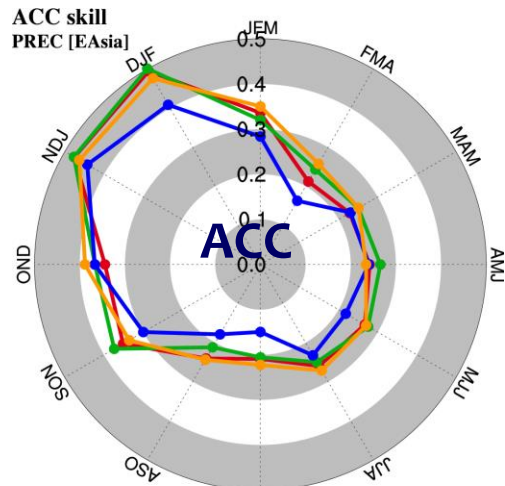


TCC skill, T2M

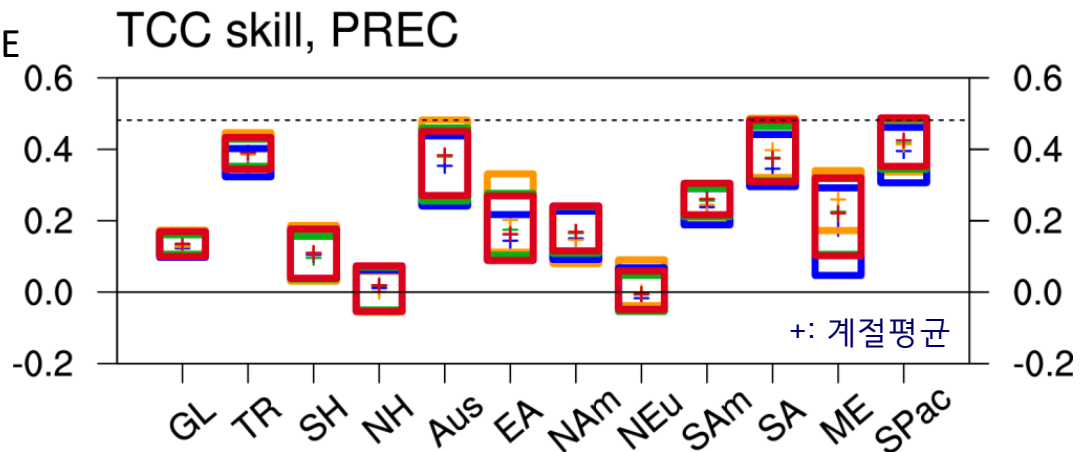
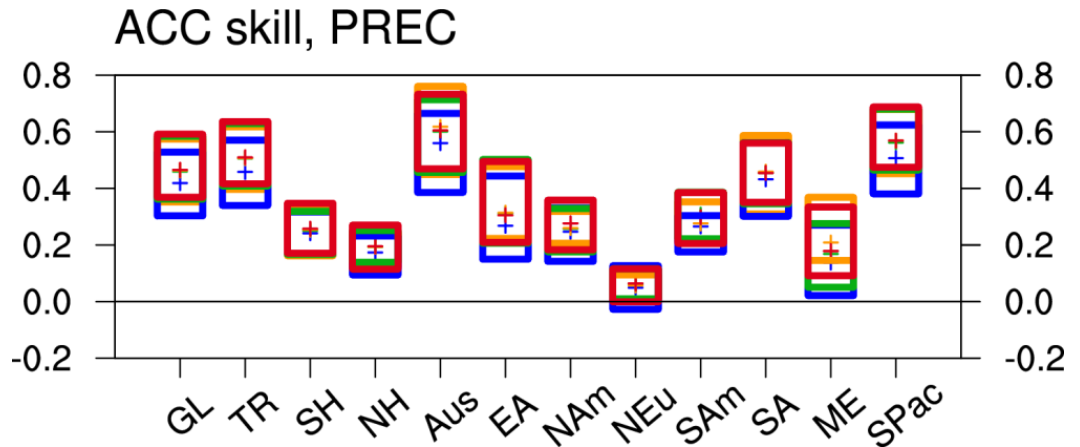


APCC 및 타 기관 MME 예측력 비교 (강수, 동아시아)

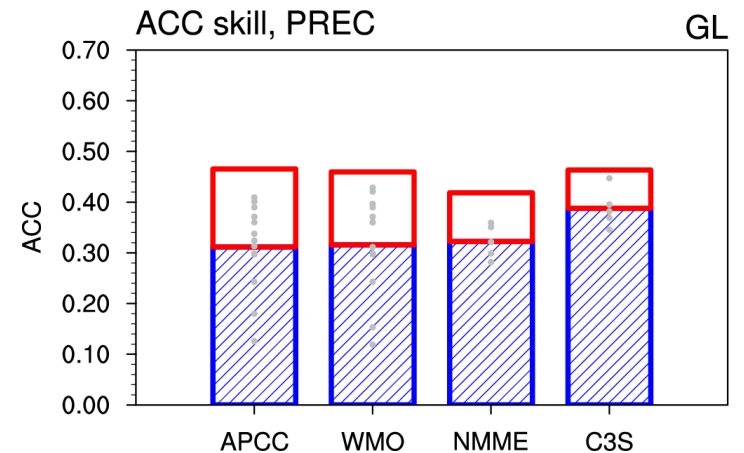
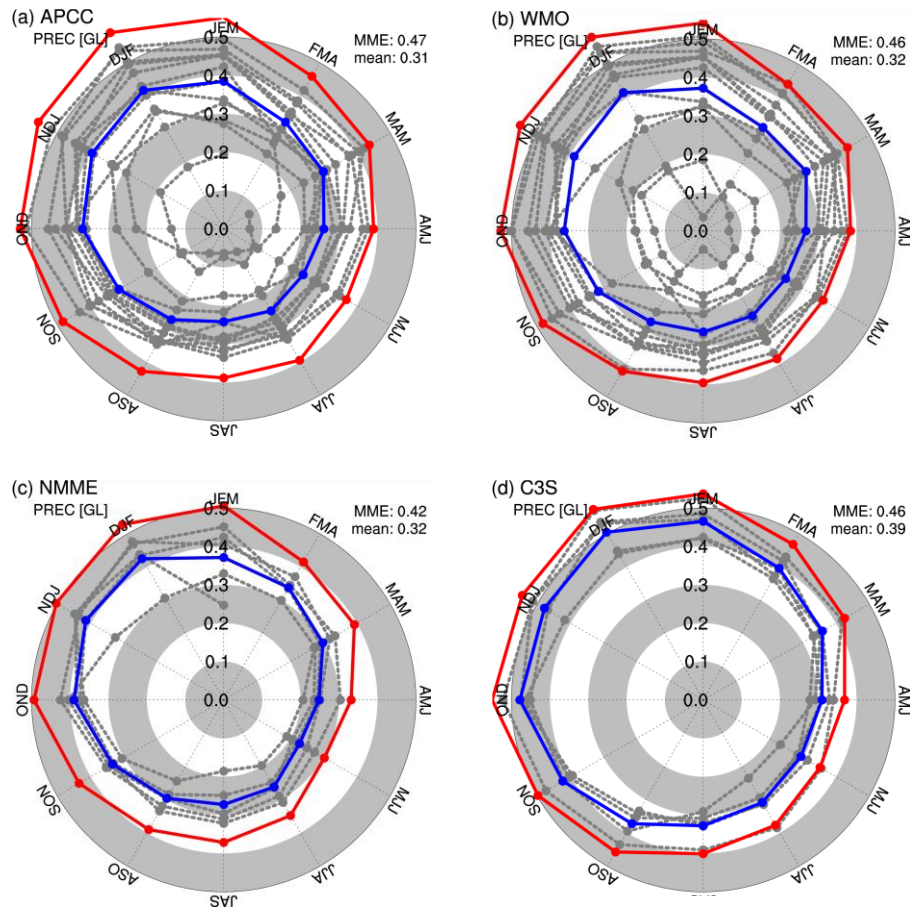
APCC



- APCC
- WMO
- NMME
- C3S



MME 효율성 비교



— MME — Mean of individual models
..... Individual model

MME predictability:

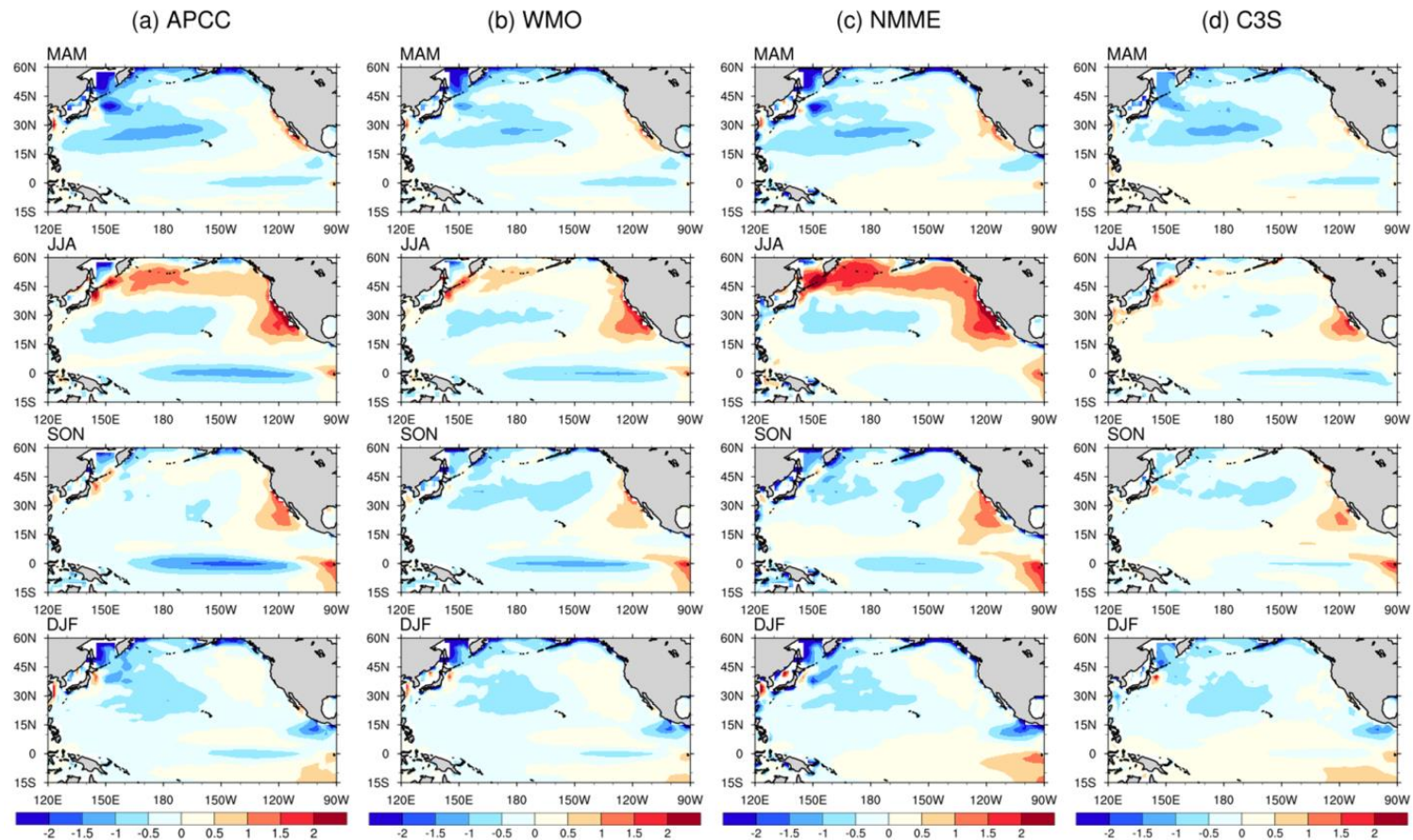
$$R_{MM} = \frac{\langle R \rangle}{\sqrt{V(\langle y \rangle)}} = \frac{\langle R \rangle}{\sqrt{\langle r \rangle}}$$

Average skill of all models

Inter-dependency among models

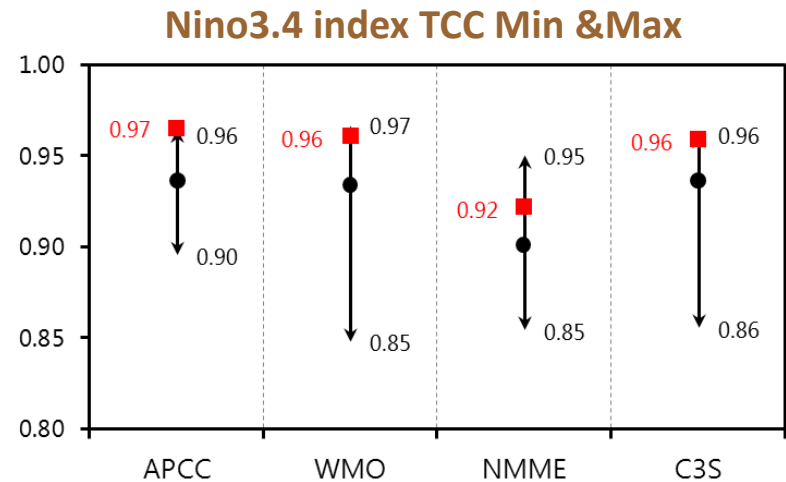
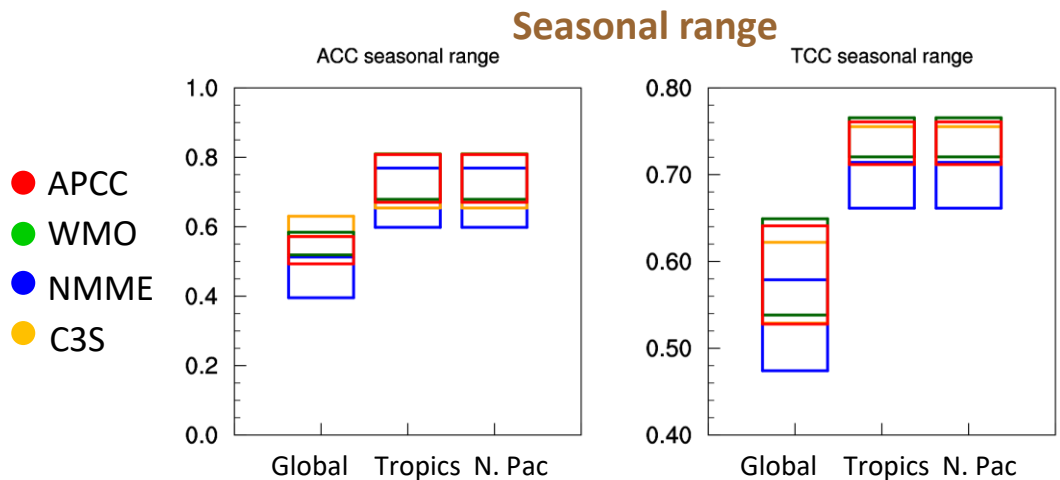
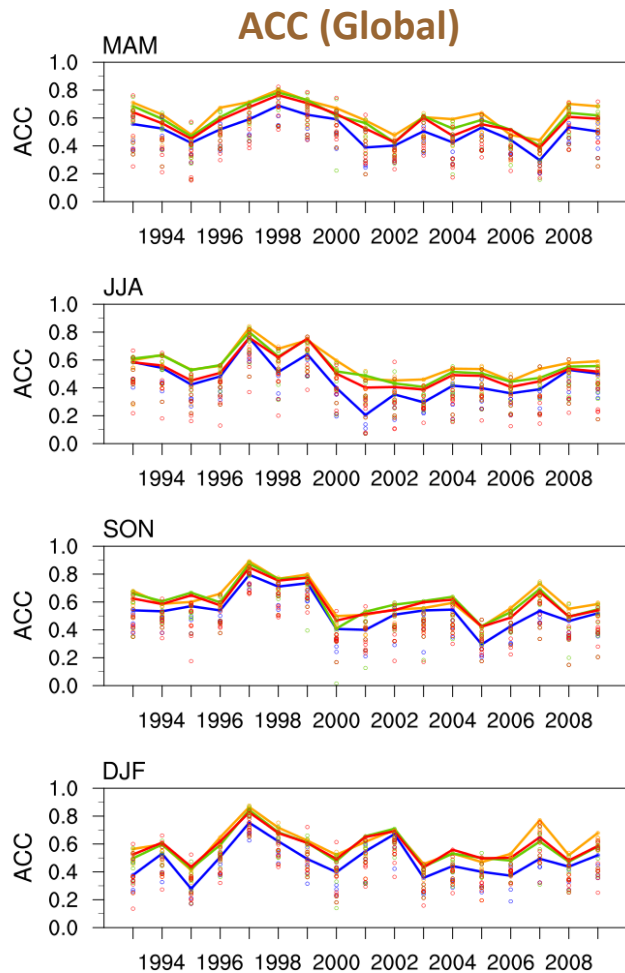
APCC 및 타 기관 MME 예측력 비교 (SST, 북태평양)

APCC



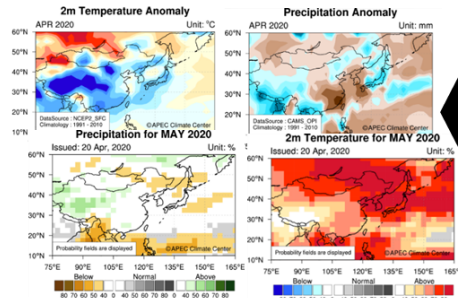
APCC 및 타 기관 MME 예측력 비교 (SST)

APCC

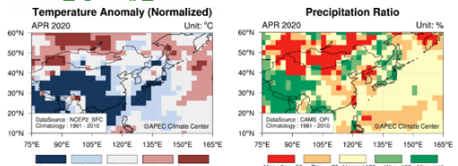


- 국내 이용자 확대를 위한 다양한 지역 정보 제공
- 동아시아 기후 전망 배포 (2020. 11월 예정)

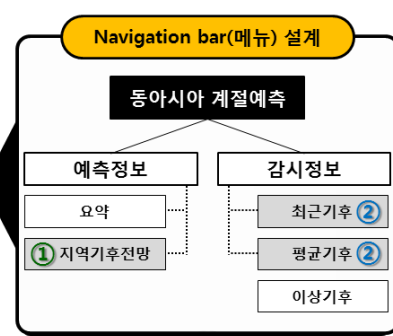
- 현재 제공되는 기후감시/예측정보 그래픽 개선



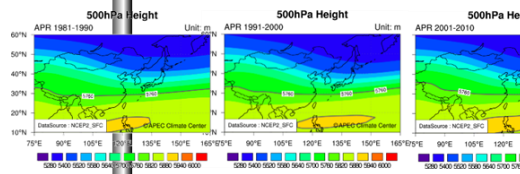
- 표출정보 개선



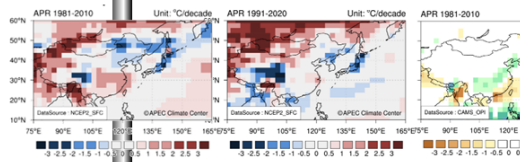
	What do the maps show?	How are the values calculated?
Mean	이 지점은 1991년에서 2010년 사이의 연평균 계절풍 강수량을 나타내며, 수문계에서 평균 강수량의 10% 이상으로 강수량이 증가하는 것을 나타내며, 강수량의 증가율이 10% 이상인 지역과 강수량이 10% 이상 감소한 지역을 지점의 수문계로 보여 지는 것으로 나타내며	연평균 강수량의 연평균 증가율로 계산하며, 수문계에서 평균 강수량의 10% 이상으로 강수량이 증가하는 것을 나타내며, 강수량의 증가율이 10% 이상인 지역과 강수량이 10% 이상 감소한 지역을 지점의 수문계로 보여 지는 것으로 나타내며
Normalized	아노말리는 지점간(1991-2010)의 기간강수량의 편차와 강수량의 평균의 편차를 고려한 것으로, 강수량의 편차가 10% 이상인 지역과 강수량이 10% 이상 감소한 지역을 지점의 수문계로 보여 지는 것으로 나타내며	강수량의 편차를 128.04 mm 이다. 강수량이 128.04 mm 이상과 128.04 mm 이하인 지역을 나타내며, 강수량의 편차가 10% 이상인 지역과 강수량이 10% 이상 감소한 지역을 지점의 수문계로 보여 지는 것으로 나타내며



- Mean/Decadal/Multi-decadal 정보 제공



- Trend 정보 추가



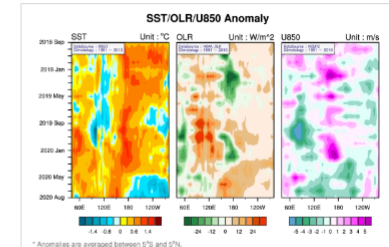
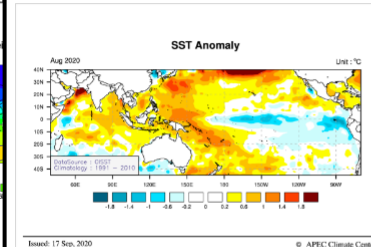
- 동아시아 지역기후
- 동아시아 지역 평균

	Moni (mon)
	Recent conditions
SST	SST anomaly
Temp.	Temp. anomaly Mean Temp. Temp. anomaly (Normalized)
Prec.	Prec. Anomaly Total Prec. Prec. Ratio
Geopotential height	Mean Z500 Z500 Anomaly Z500 Anomaly (Normalized)
Wind	

2020년 10월 - 2021년 3월 기후 전망

2020년 9월 21일(월) 발표

- 2020년 8월 동안 적도 중앙 및 동태평양에 평년보다 낮은 해수면온도가 나타났음.
- APCC ENSO 전망에 따르면 2020년10월에서 12월까지 약 93%의 확률로 라니냐가 나타나고 그 강도는 약할 것으로 예상됨. 2021년 1월에서 3월까지 그 확률은 58%로 감소할 것으로 예상됨.
- 2020년10월에서 12월까지의 예측 기간 동안 북극 동부 지역, 열대 북태평양 서부 지역(적도 지역 제외), 북대서양 북서부 지역의 기온은 평년보다 높을 확률이 매우 클 것으로 전망됨.
- 같은 기간 동안 필리핀해 부근의 강수는 평년보다 많을 것으로 예상되는 반면, 열대 태평양 서부 지역, 미국 남부, 멕시코의 강수는 평년보다 적을 것으로 예상됨.



2020년 8월 평균 해수면온도 평년대비 편차(왼쪽) 및 2018 년 9월-2020년 8월 해수면온도, 상향강파 복사, 850hPa 바람 평년대비 편차의 시간-경도 단면도(오른쪽)(평년: 1991-2010)

지속적인 노력 (2)

• 모델 제공기관과의 협력

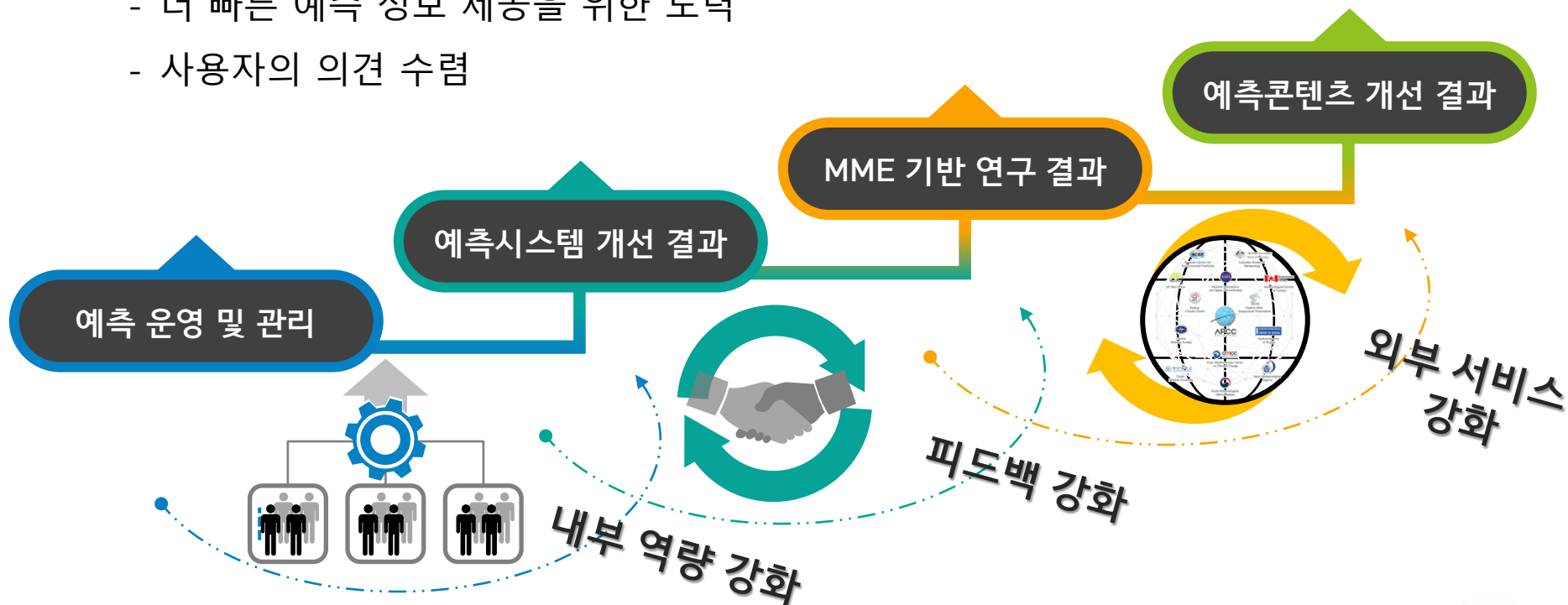
- Model Provider Meeting (격년 개최) / Annual Report 발송(매년) 등을 통한 네트워크 관리
- 예측 모델/기술 보유 기관 참여 독려
- 개선/변경되는 모델 예측 자료 수집 및 확대



지속적인 노력 (3)

• 기술 개발 및 현업 경쟁력 제고

- 예측력 향상을 위한 지역 특화 MME 기술 개발
- 고해상도 계절 예측 정보 제공을 위한 노력
- 더 빠른 예측 정보 제공을 위한 노력
- 사용자의 의견 수렴





THANK YOU

(<http://www.apcc21.org>)