

TRAVEL REPORT FORM

출장보고서

결재	선임연구원	팀장	부서장	원장
	12/18	12/18	12/19	12/20
	이윤영	문자연	유진호	권원태
협조				

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
예측기술팀	선임	이윤영	

2. Travel Period 출장기간

: 12월 10일(월) - 12월 15일(토)

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

: 2018 AGU Fall Meeting & 2018 KASA Night (재미대기과학자의밤), 워싱턴 DC, 미국

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

가. 개요

- America Geophysical Union (미국지질학회)는 기후과학 뿐만 아니라 다양한 지구과학분야의 과학자들이 모이는 세계 최대의 규모의 학회로서, 113개 국가에서 24,000명이 넘는 참가자가 참석하였음. 100주년을 맞아 워싱턴 DC에서 개최된 올해 행사는, 윤리, 다양성, 그리고 합류를 키워드로 하며 과학의 사회적 영향에 대하여 다양한 차원에서 집중 조명하는 것에 초점을 둠.
- 올해로 2회째를 맞는 “The KASA Night”는 곳곳에 흩어져 있는 재미대기과학자들이 모여 친목을 도모하는 행사로서, 센터를 포함한 국내 유관 기관들이 각자의 연구방향과 업무내용을 소개하는 자리를 마련함.

나. 주요 업무 수행 사항

- APEC 기후센터 출장자 발표 (The KASA Night)
 - 발표 일자: 12/12 (수)
 - 발표 제목: “Introduction to the APEC Climate Center”

[첨부파일2] 참조

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

- The KASA Night에서 센터 소개를 함으로써 재미대기과학자들과의 네트워크를 쌓을 수 있었고, 향후 의미 있는 방향으로 대외 협력을 기대함.
- 센터 발표에서 계절내 MME 예측 기술 개발과 관련 복잡한 교차검증 (cross-validation) 수행을 어떻게 계획하고 있는지에 대한 질문이 있었으나, 정확한 의미를 캐치하지 못했음. 또한, 계절내 현업 운영을 한다면, S2S 2주 엠바고를 어떻게 처리할 것이냐는 질문에 S2S 프로젝트 모형들을 사용하지 않고, 현재 APCC 계절 예보 자료를 주고 있는 기관 위주로 현업 계절내 예보 그룹/프로젝트를 새롭게 만들 계획이라고 대답함. 개별 기관의 업무 스케줄을 다양화 할 수 없으니, 결국은 같은 자료를 수신하게 될 것이라는 개별적인 코멘트도 있었음.
- 중국 PM2.5 자료가 비공개인 것은 자료에 대한 소유권 문제뿐만 아니라 주변국과의 환경/정치/경제 이슈 등이 결부되어 있음. 개별 국가가 자료를 오픈하지 않을 때 문제 해결은 한계에 부딪히고 과학적 진보는 그만큼 늦어질 수밖에 없기에, 공공재로서 자료가 갖는 가치는 매우 큼. 개별 연구자나 관련 학계의 노력에 관계없이 정치적 상황에 의해 좌지우지 되는 현실이 안타까움.
- 센터에서 수행한 “계절내 MME 과제”의 구조 및 내용이 미국내 계절내 MME 연구 흐름과 다르지 않음을 확인할 수 있어서 만족스러웠음. 특히, 현업 스케줄상 시작 시점이 같은 3개의 모형을 이용한 것을 한계로 생각했으나, 다른 연구자들 역시 같은 조건에서 연구를 수행하고 있음을 알 수 있었음. 하지만 양상불 개수가 제한된 것과 극도로 좋은 ECMWF 모형을 멤버로 포함하여 MME 적용한 것은 여전히 한계로 보이며, 따라서 NMME/SubX에서 제시하는 결과와 일관되지 않을 수 있음. Calibration 과정 추가와 예측 스코어에 가중치를 둔 MME를 테스트 하는 것을 고려해 봐야할 것으로 보이며, 추가적으로 기후변동성분에 기댄 통계적 후처리에 대해서도 가능성을 열어 두어야 할 것으로 보임.
- SubX 자료를 이용한 극한 기후 사상 예측 연구가 활발히 진행되고 있으며, MME 적용이 성능 증가에 기여하는 것이 뚜렷함. 센터 내 극한 사상 예측 연구에서도 calibration의 과정이 필수적이라고 생각됨.

3. Suggestions and Remarks 건의사항

-도서구입 요청

Title : Extreme Events: Observations, Modeling, and Economics

Editors: Mario Chavez, Michael Ghil, and Jaime Urrutia-Fucugauchi

Paperback ISBN: 978-1-119-15701-4

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

I. Travel Overview 출장개요

1.Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position직위(직급)	Name성명	Note 비고
기후사업본부 예측기술팀	선임연구원	이윤영	

2.Travel Period 출장기간

- 출장기간 : 2018년12월10일-15일
- 행사 1 : 2018년12월10일-14일 (5일간)
- 행사 2 : 2018 12월 12일 (1일)

3.Occasion and destination 행사 및 출장지

- 행사 1 : AGU Fall Meeting 2018 (학회)
(학회홈페이지) <https://www.fallmeeting.agu.org>
장 소 : Walter E. convention center, Washington, D.C., USA
- 행사 2 : 2018 “The KASA Night” (재미대기과학자의 밤)
장 소 : The Kimpton Donovan Hotel, Washington, D.C., USA

II. Major Activities 주요업무수행내용

1.Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

가. 개요



- America Geophysical Union (미국지질학회)는 기후과학 뿐만 아니라 다양한 지구과학분야의 과학자들이 모이는 세계 최대의 규모의 학회로서, 113개 국가에서 24,000명이 넘는 참가자가 참석하였음. 100주년을 맞아 워싱턴 DC에서 개최된 올해 행사는, 윤리, 다양성, 그리고 합류를 키워드로 하며 과학의 사회적 영향에 대하여 다양한 차원에서 집중 조명하는 것에 초점을 둠.

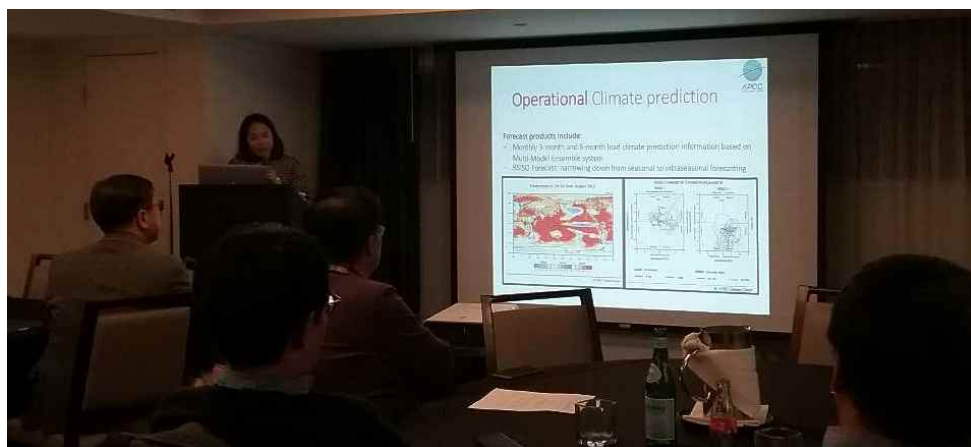


- 올해로 2회째를 맞는 “The KASA Night”는 곳곳에 흩어져 있는 재미대기과학자들이 모여 친목을 도모하는 행사로서, 센터를 포함한 국내 유관 기관들이 각자의 연구방향과 업무내용을 소개하는 자리를 마련함.

나. 주요 업무 수행 사항

○ APEC 기후센터 출장자 발표 (The KASA Night)

- 발표 일자: 12/12 (수)
- 발표 제목: “Introduction to the APEC Climate Center”



○ AGU 학회 참관 소감 및 관련 연구 파악

- Patterns of Large-scale Meteorological Control of Wintertime PM2.5 over China (by Wang et al.):

최근 국내에서 큰 이슈인 미세먼지와 관련된 연구라 흥미로웠음. 또한, 센터 내에서 미세먼지와 관련된 대기 패턴에 대한 기타연구가 이루어졌기에 관심 있게 지켜봄.

중국 300개 이상의 PM2.5 관측 자료와 순환장 재분석자료를 공분산 분석하여 2개의 주요 PM2.5 공간 패턴과 상응하는 대기 중층 순환 흐름장을 제시하였음. 첫 번째 모드는 PM2.5 농도가 전 중국에서 높아지는 패턴으로, 관련된 순환장은 겨울철 시베리아 고기압과 알류시안 저기압의 강도가 약해지는 형태이고, 이때, 수평/연직으로의 확산흐름이 약해져 중국내 PM2.5 농도가 최악으로 악화됨. 두 번째 모드는 남북방향의 쌍극자 형태의 PM2.5 패턴으로 이때 알류시안 저기압의 흐름이 과도하게 약해지고 중국 북부의 수평/연직 확산이 이루어지지 않아 이 지역의 농도가 높아지게 됨. 현실적인 emission을 처방한 GEOS-CHEM 모형 실험 결과도 관측과 유사한 PM2.5 농도 패턴과 순환장 흐름을 나타냄.

첫 번째 모드에서 순환장 흐름은 겨울철 한반도 주변 북서풍 흐름이 약해지는 패턴과 일치하며, 최근 한반도 미세먼지 농도가 악화되는 (에어커튼 효과 감소) 경우에 해당함. 이로부터, 미세먼지 농도에 미치는 겨울철 순환흐름은 중국과 한국에서 일관된 것으로 판단됨.

첫 번째 모드의 1996-2010의 경향은 중국에서 통계적으로 유의하게 감소함. 이로부터 한반도 PM2.5 농도 역시 감소했다고 추측할 수 있고 이는 국내 연구 결과와도 일관됨. 최근 3년 사이에 국내에서 심각해진 미세먼지 농도 악화는 이러한 장기 경향성과는 분리해서 생각해야 하며, 관련 역학적 원인 분석이 요구됨.

이 연구는 중국내 300개 지점 이상의 PM2.5 농도 관측자료 4년치를 이용해서 분석한 것으로, 안타깝게도 외부에 오픈되지 않아 자료의 확보가 어려움. 향후 중국 자료가 오픈된다면 한국자료와 교차 분석을 통해 의미 있는 연구를 수행할 수 있을 것으로 기대됨.

- A new paradigm for tropical-extratropical interaction (by Peter Webster):

전지구 에너지 균형을 유지하기 위한, 다르게 말하면 적도와 극 사이의 에너지 불균형을 해소하기 위한 대표적인 현상은 헤들리셀과 그리고 중위도 스톱트랙임. 에너지 전달 이외에도 많은 기후현상은 열대-아열대 간의 밀접한 상호작용을 통해 이루어지는데, 발표자에 따르면 이러한 열대-아열대의 상호작용에 있어서 중요한 역학은 지역적 발산 흐름과 로스비파임.

중위도 제트 스트림 지역에서 강한 남북방향 Potential Vorticity (PV) 기울기가 나타나면 westerlies duct를 따라서 eastern North Pacific 지역에 Rossby wave breaking이 발생하고 이 때 서쪽으로 그리고 적도쪽으로의 PV 흐름이 아시아 몬순지역 (특히 인도남부) 강수 변동성을 가져오게 됨. 관측 증거에서도 이러한 PV 흐름이 나타남. 하지만 반대로 지역 헤들리 순환, 몬순 히팅과 관련된 강한 발산 흐름이 있는 곳에서는 극쪽으로의 PV advection이 발생하게 되고, 이렇게 적도와 극으로 향하는 PV flux는 서로 균형을 이룸.

- Evaluating the Potential for Forecasts of Opportunity and of Extremes on Subseasonal Timescales using SubX by Dan Collins:

median forecast 카테고리 예측에서도 극한 사상에 대한 3-4주 예측 성능은 매우 낮은 것이 알려져 있는데, 이 연구는 극한 사상에 대한 의미 있는 정보를 SubX가 제공할 수는 없을가???에 대한 질문에 대한 답을 주고자 함. 수요일에 시작하는 3개 모형 (CFSv2, FIM, GEFS, 총 19 앙상블 멤버)을 이용하여 분석을 수행함. ACC skill 분석에 따르면 기본적으로 calibration 없이도, 예상하듯 개별모형에 비해 MME 예측성이 높음. 그렇다면 Calibration 한 결과는 어떨까? 신뢰도 곡선 분석에서 Calibration 된 MME의 신뢰도가 어느 개별모형, original MME보다 높고, 15% BN extremes 경우에는 그 효과가 확실하여 매우 높은 신뢰곡선을 보여줌. Heidke Skill Score 으로 살펴본 예측성에서도 extreme BN/AN에서 calibration에 의한 예측성능 증가가 뚜렷함. Forecast of Opportunity 관점에서 살펴보면, 극한사상이 확률값 수치가 높은 경우의 예측성이 확률값이 낮은 경우에 비해 예측성이 높고, 이는 예측 전에 예측 성능을 미리 가능할 수 있게 함.

- Harnessing forecast skill from SubX and the MJO for sub-seasonal prediction of North American climate by Sarah Strazzo:

이 연구는 SubX 예측성과 신뢰성을 최적화하는 후처리는 뭔가?에 대한 답을 주기 위한 것임. 우선, Bayesian Joint Probability (BJP) Model (Markov chain Monte Carlo resampling) 적용한 calibration 결과 BSS 가 0보다 커지는 효과가 나타남. 그리고 CFSv2,

FIM, GEFS 세 모형(총 1000개 앙상블 멤버)을 이용하여, equal-weighted와 Continuous Ranked Probability Score-weighted (CRPS) MME를 Hindcast data에 적용한 결과를 비교하면 CRPS MME의 결과가 신뢰도도 높고 BSS 성능도 매우 높음. 하지만 reforecast 평가에 나타난 CRPS MME의 성능 증가는 real-time forecast에서는 뚜렷하지 않고, 이는 real-time forecast 자료 기간이 짧기 때문으로 예상함. MME에 더해 다른 후처리 효과를 확인하기 위해 Hybrid and statistical 방법을 적용해 본 결과, ENSO나 MJO 정보를 통계적으로 이용한 예측이 calibration된 예측보다 낮아, 이러한 방법이 특별히 스킬 증가에 기여하지 않는 것으로 확인됨.

- **Subseasonal prediction of heat events across the US: status at the CPC, skill, limitations, future steps by Evan Oswald:**

CPC에서 극한 열사상을 예상하는 아웃룩을 만들기 위해 다양한 외부 툴 (NWS heat Risk tool 등)과 내부 툴 SEHOS를 적용하고 있음. 현재는 ECMWF 모형 자료를 사용하고 있고, 향후 통계적으로 유사성 예보 (analog forecast)나 SubX 모델 추가 등을 염두하고 있음.

- **Merging of extended- and seasonal-range forecasts to improve subseasonal to seasonal hydrological forecasts by Francesca Di Giuseppe:**

ECMWF 현업 모형은 예측 시간 규모에 따라 크게 매 주 2회 46일까지 예측하는 앙상블 예측 시스템 (ENS)과 매달 6개월까지 예측하는 계절 예측 시스템(SYS4)이 있음. 이 두 모형을 적절히 연결한 결과, 순수한 계절 예측에 비해 hydrology 측면에서 예측 스킬이 증가했는데, 이는 좀 더 나은 hydrological 초기조건을 처방했기 때문임.

- **Exhibition by Google:**

기계학습(머신러닝), 딥러닝으로 불리는 인공지능 기술에 대한 전반과 구글이 적용한 사례들에 대해 전시회 청중을 대상으로 소개하는 시간이 있었음. 근래 급속히 발전한 인공지능 기술에 대한 뜨거운 관심을 확인할 수 있었음.



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

- 〕 The KASA Night에서 센터 소개를 함으로써 재미대기과학자들과의 네트워크를 쌓을 수 있었고, 향후 의미 있는 방향으로 대외 협력을 기대함.
- 〕 센터 발표에서 계절내 MME 예측 기술 개발과 관련 복잡한 교차검증 (cross-validation) 수행을 어떻게 계획하고 있는지에 대한 질문이 있었으나, 정확한 의미를 캐치하지 못했음. 또한, 계절내 현업 운영을 한다면, S2S 2주 엠바고를 어떻게 처리할 것이냐는 질문에 S2S 프로젝트 모형들을 사용하지 않고, 현재 APCC 계절 예보 자료를 주고 있는 기관 위주로 현업 계절내 예보 그룹/프로젝트를 새롭게 만들 계획이라고 대답함. 개별 기관의 업무 스케줄을 다양화 할 수 없으니, 결국은 같은 자료를 수신하게 될 것이라는 개별적인 코멘트도 있었음.
- 〕 중국 PM2.5 자료가 비공개인 것은 자료에 대한 소유권 문제뿐만 아니라 주변국과의 환경/정치/경제 이슈 등이 결부되어 있음. 개별 국가가 자료를 오픈하지 않을 때 문제 해결은 한계에 부딪히고 과학적 진보는 그만큼 늦어질 수밖에 없기에, 공공재로서 자료가 갖는 가치는 매우 큼. 개별 연구자나 관련 학계의 노력에 관계없이 정치적 상황에 의해 좌지우지 되는 현실이 안타까움.
- 〕 센터에서 수행한 “계절내 MME 과제”의 구조 및 내용이 미국내 계절내 MME 연구 흐름과 다르지 않음을 확인할 수 있어서 만족스러웠음. 특히, 현업 스케줄상 시작 시점이 같은 3개의 모형을 이용한 것을 한계로 생각했으나, 다른 연구자들 역시 같은 조건에서 연구를 수행하고 있음을 알 수 있었음. 하지만 앙상블 개수가 제한된 것과 극도로 좋은 ECMWF 모형을 멤버로 포함하여 MME 적용한 것은 여전히 한계로 보이며, 따라서 NMME/SubX에서 제시하는 결과와 일관되지 않을 수 있음. Calibration 과정 추가와 예측 스코어에 가중치를 둔 MME를 테스트 하는 것을 고려해 봐야할 것으로 보이며, 추가적으로 기후변동성분에 기댄 통계적 후처리에 대해서도 가능성을 열어 두어야 할 것으로 보임.
- 〕 SubX 자료를 이용한 극한 기후 사상 예측 연구가 활발히 진행되고 있으며, MME 적용이 성능 증가에 기여하는 것이 뚜렷함. 센터 내 극한 사상 예측 연구에서도 calibration의 과정이 필수적이라고 생각됨.

3. Suggestions and Remarks 건의사항

- 〕 도서구입 요청

Title : Extreme Events: Observations, Modeling, and Economics

Editors: Mario Chavez, Michael Ghil, and Jaime Urrutia-Fucugauchi

Paperback ISBN: 978-1-119-15701-4

The Korean Atmospheric Scientists in America (KASA) Night

Dec 12, 2018 | Washington DC, USA

Introduction to APEC Climate Center

Yun-Young Lee



Background

- Established in **2005** at the **APEC Senior Officials Meeting**
- Located in **Busan, Korea**
- **74** scientists and support staff
- Areas of expertise:



Climate Prediction



Climate Application



Capacity Building



Mission

2005/SOM/003rev1

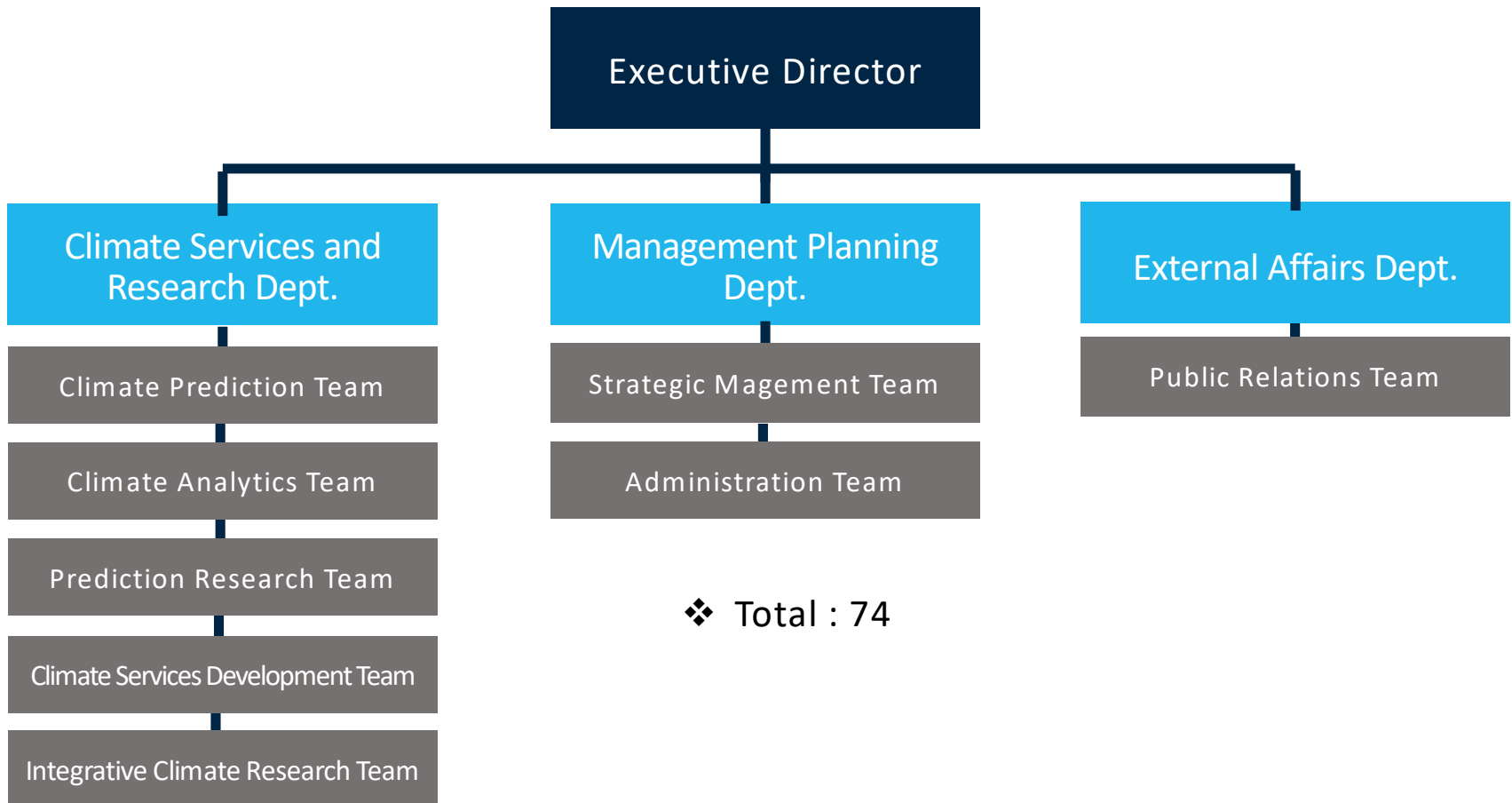
The mission of APCC is to enhance the **socio-economic well-being** of member economies by utilizing **up to date scientific knowledge** and applying **innovative climate prediction techniques**

Functions

2005/SOM/003rev1

- **Developing a value-added reliable real-time climate prediction system**, through a state-of-the-art multi-model climate prediction system utilizing model predictions from member economies
- **Acting as a center for climate data** and related information with open access to member economies
- **Helping build the capacity of member economies** in producing and using reliable climate prediction information

Structure changed



Operational Climate prediction

APCC's climate prediction system based on a **Multi-Model Ensemble (MME)** technique collects seasonal forecast data from 17 institutes in 9 APEC economies and the UK

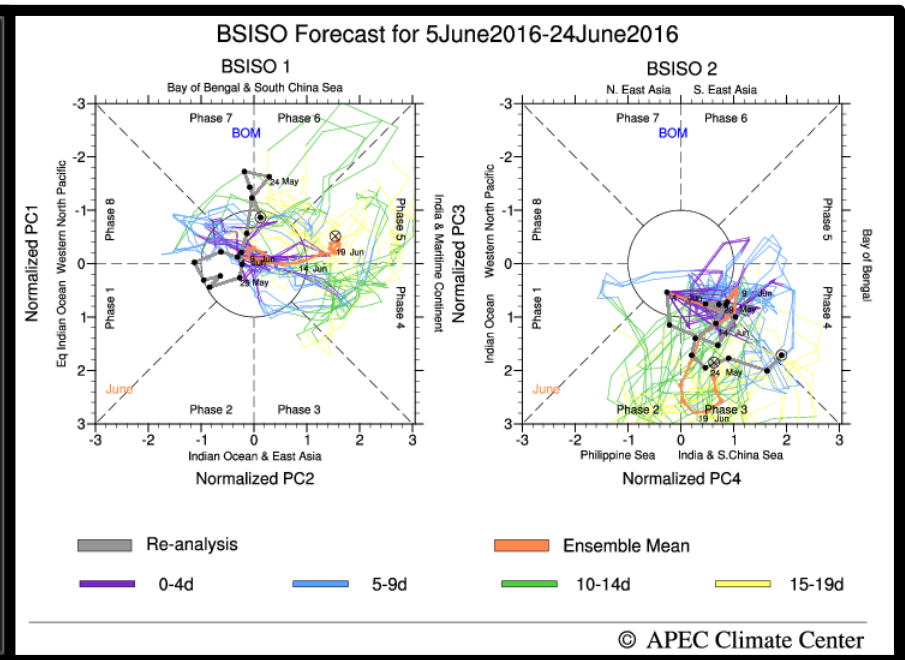
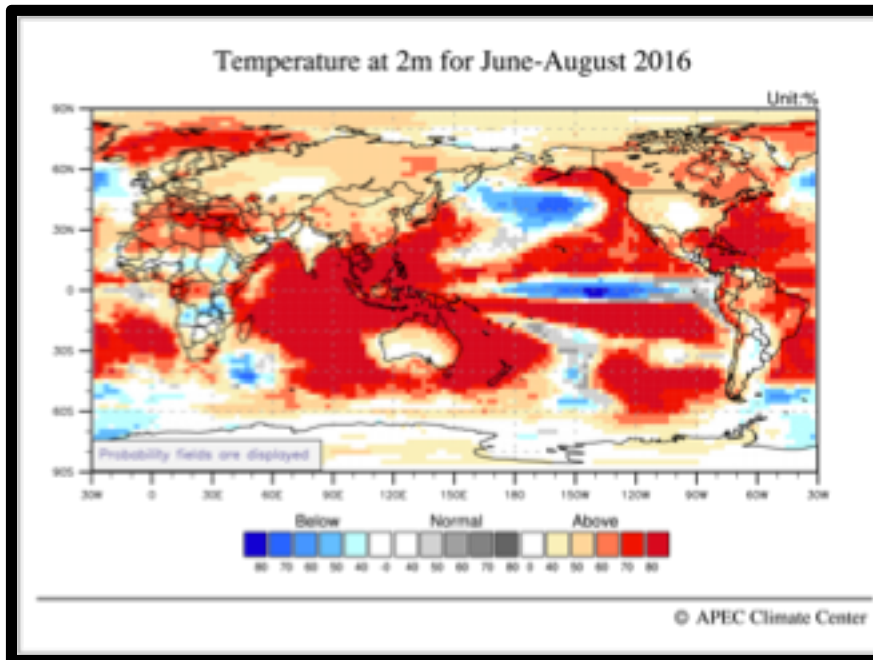
- Continuous **verification** of climate prediction against actual observed data **to enhance reliability** of APCC MME climate services



Operational Climate prediction

Forecast products include:

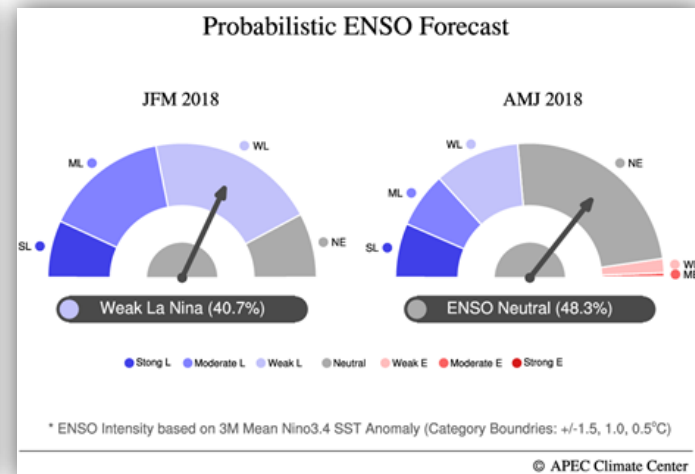
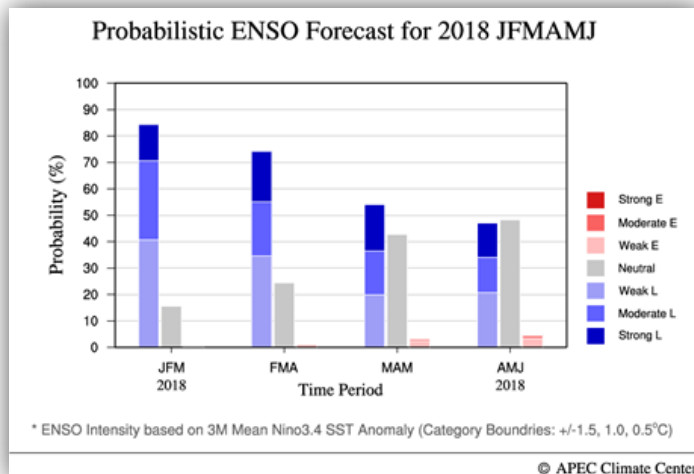
- Monthly 3-month and 6-month lead climate prediction information based on Multi-Model Ensemble system
- BSISO Forecast: narrowing down from seasonal to intraseasonal forecasting



Climate prediction

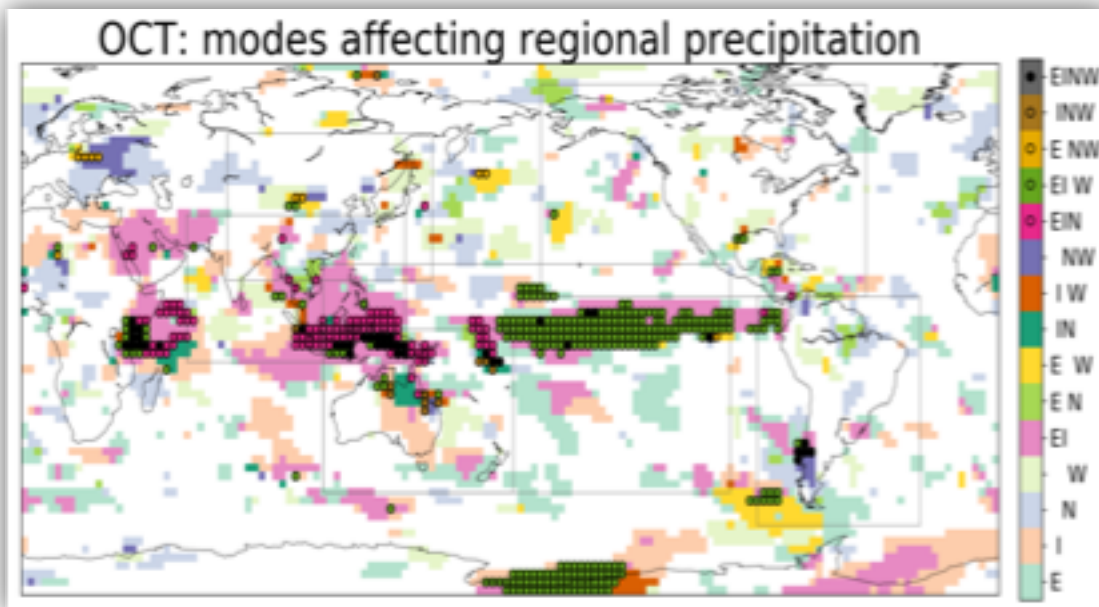
- **Modernization of operational MME system**
 - More flexible, Fast process
 - More products (ENSO strength, Drought forecast)
- **Developing Forecast guidelines**
 - Analysis of Model biases and major climate modes

Detailed prediction on ENSO category and strength

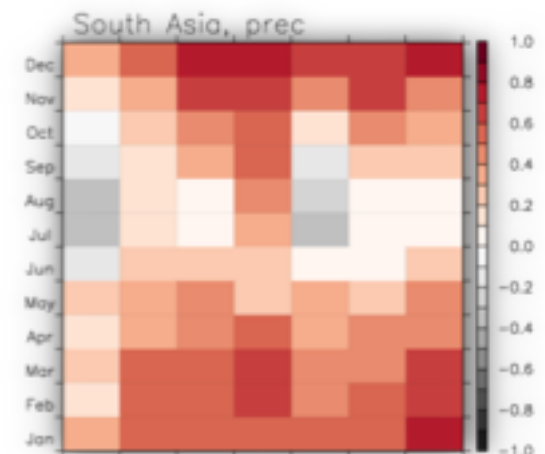


Climate prediction

- **Modernization of operational MME system**
 - More flexible, Fast process
 - More products (ENSO strength, Drought forecast)
- **Developing Forecast guidelines**
 - Analysis of model biases and major climate modes

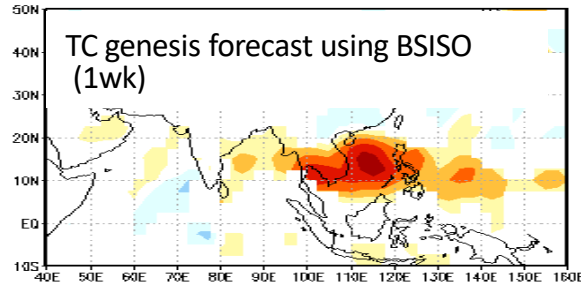


Spatial reproducibility of ENSO response

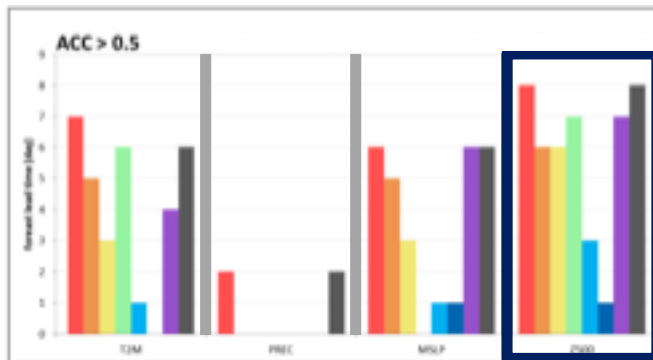


Climate prediction

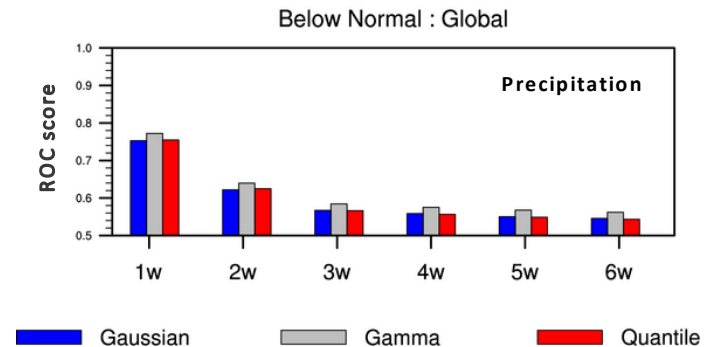
- Subseasonal forecast
 - Operational BSISO monitoring and forecast (with 5 models)
 - Extreme events (rain, temp), Monsoon onset, TC genesis



- S2S (**WMO LC_LRFMME** <- S2S database)
 - Analysis of model outputs to find optimal way of MME

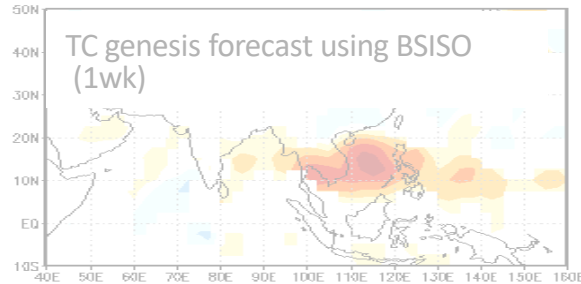


(20°N~50°N, 100°E~160°E)



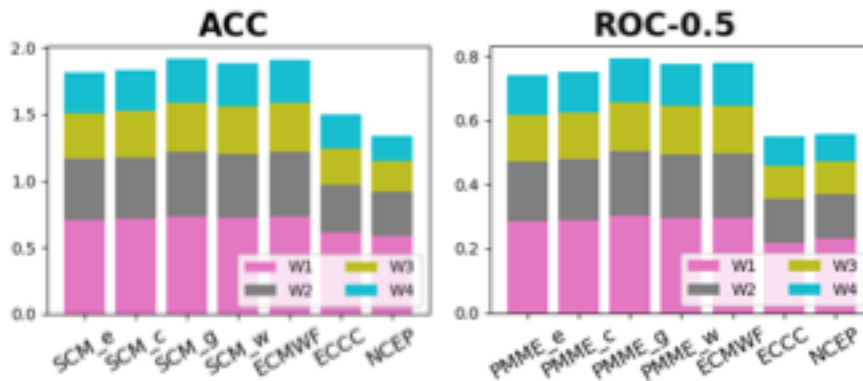
Climate prediction

- Subseasonal forecast
 - Operational BSISO monitoring and forecast (with 5 models)
 - Extreme events (rain, temp), Monsoon onset, TC genesis

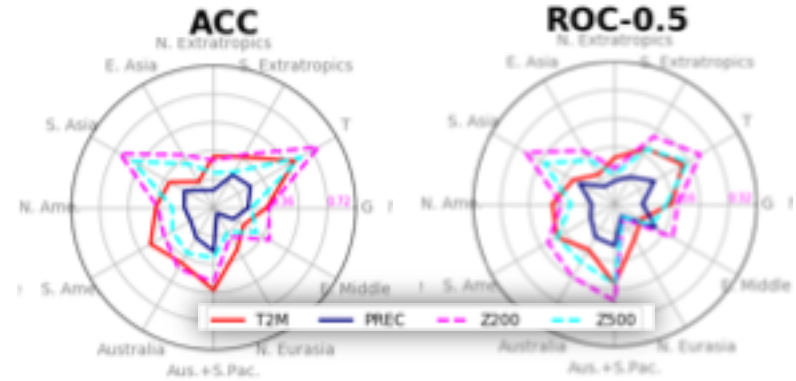


- **APCC in-house** subseasonal prediction initiative
 - Optimal way of MME $\leftarrow$ dependent on regions, variables, lead weeks

T2M



W3



Operational MME Forecast Skill

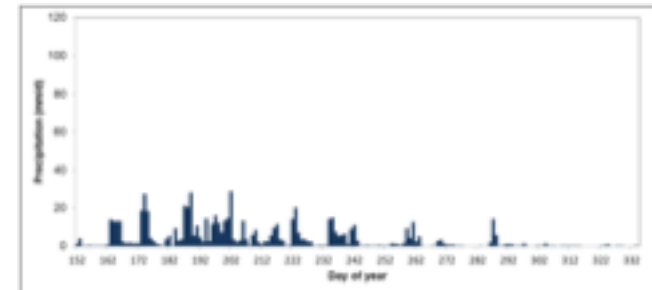
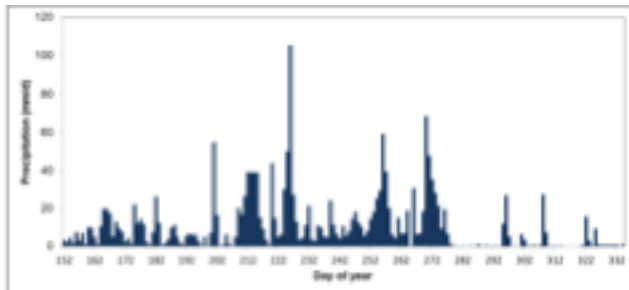
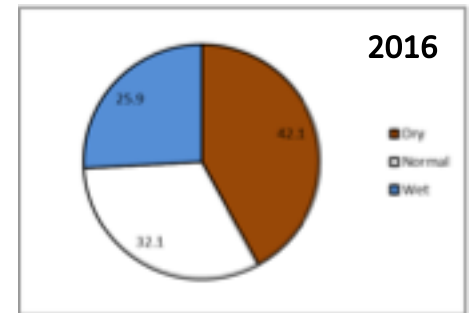
3month mean (2015-17)

ROC score, global average

ROC score		APCC	WMO LC	ECMWF	NCEP	UKMO	JMA
Temp.	BN	0.713	0.656	0.668	0.622	0.659	0.687
	NN	0.596	0.565	0.558	0.544	0.563	0.578
	AN	0.696	0.657	0.664	0.619	0.669	0.684
Prec.	BN	0.606	0.547	0.545	0.547	0.536	0.544
	NN	0.525	0.509	0.515	0.506	0.506	0.509
	AA	0.607	0.560	0.556	0.554	0.552	0.546

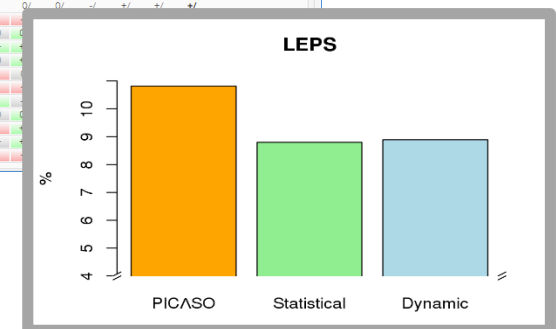
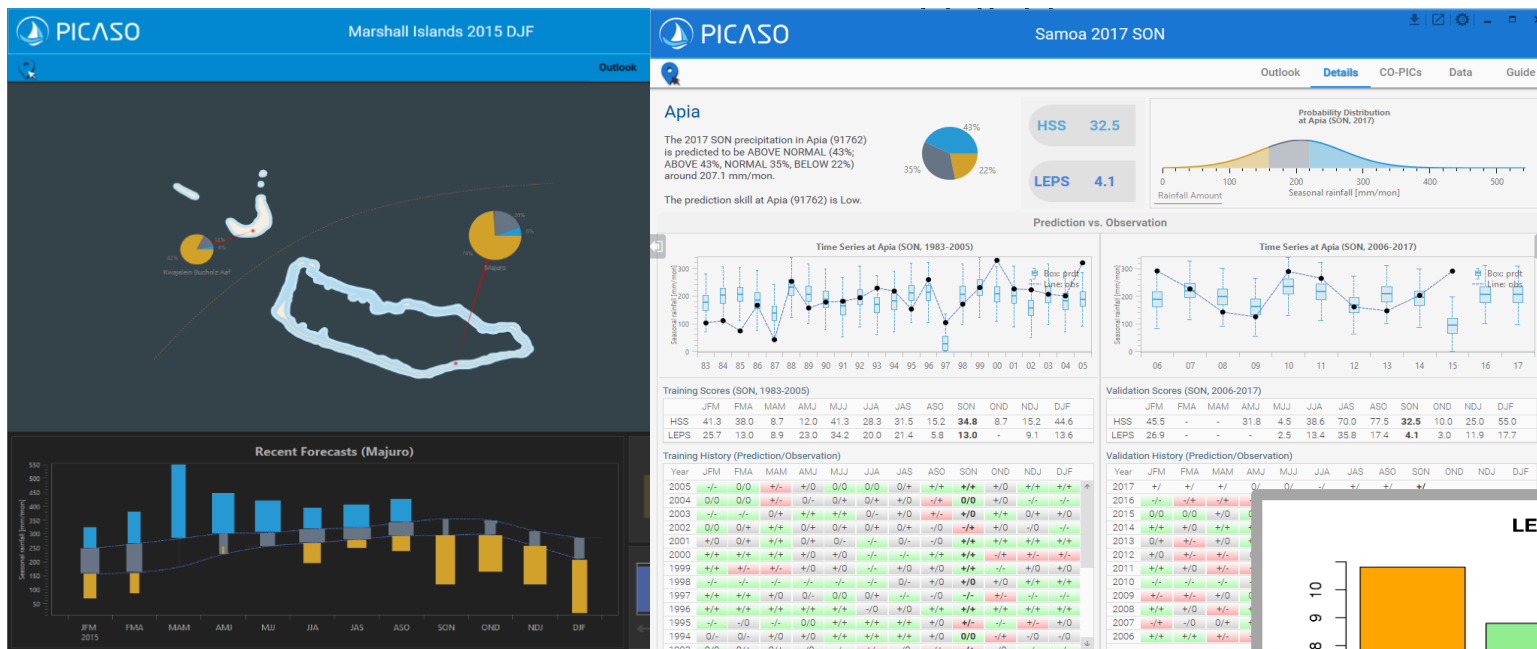
Tailoring

- **Calibration (better quality)**
 - Combining “knowledge” on
 - Model performances (and biases)
 - Climate variability affecting region of interest
 - Retract forecast information from MME outputs
- **Spatio-temporal downscaling (better usability)**
 - Month to Daily : weather generator



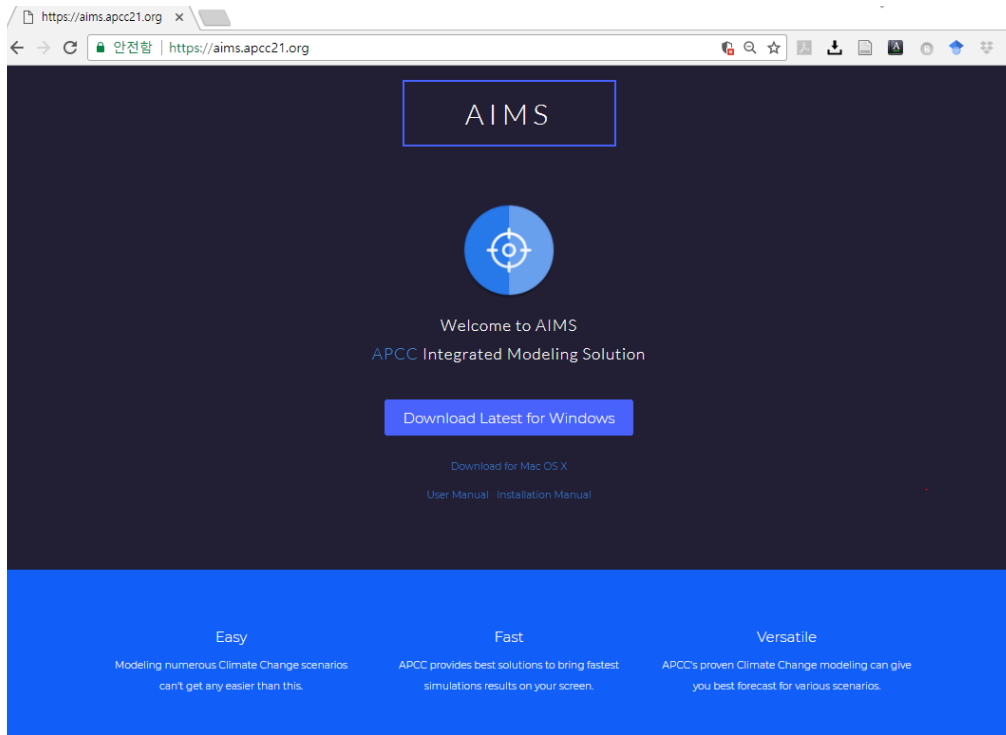
PICASO (Pacific Island Countries Advanced Seasonal Outlook)

- Pointwise calibration tool of MME forecast (3month rainfall) for Pacific islands
 - Specified version of **CLIK** + detailed user interface
 - Note : regional characteristics (Strong ENSO dependence and predictability)



Information Services

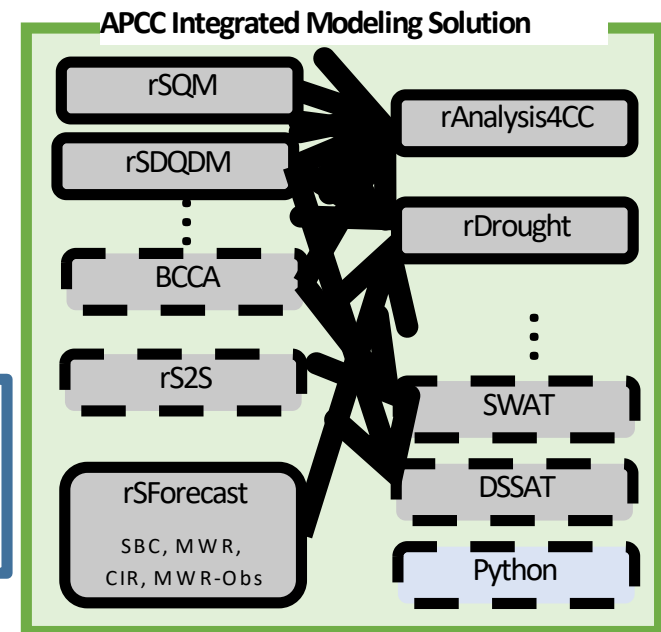
APCC Integrated Modeling Solution (AIMS: aims.apcc21.org)



User interface PLATFORM for
climate downscaling and
application modeling

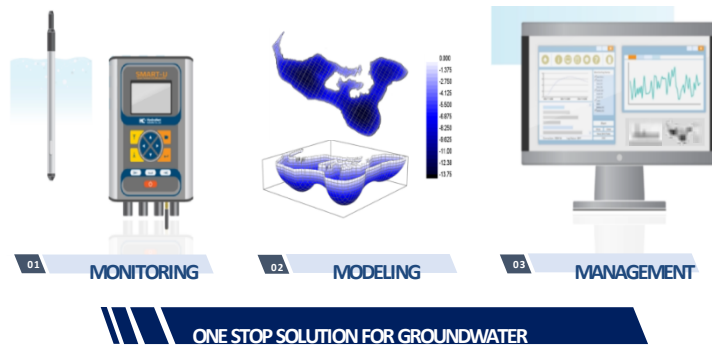
(Climate Change Scenario &
Seasonal forecast)

- Other services such as CLIK, ADSS are also improving.
- CORDEX-ESGF node is expected to be working at the end of this year.



Application (Risk management using climate information)

- Ground water management (islands country)



- Occurrence of Marine species



- Rice management (Rain fed)

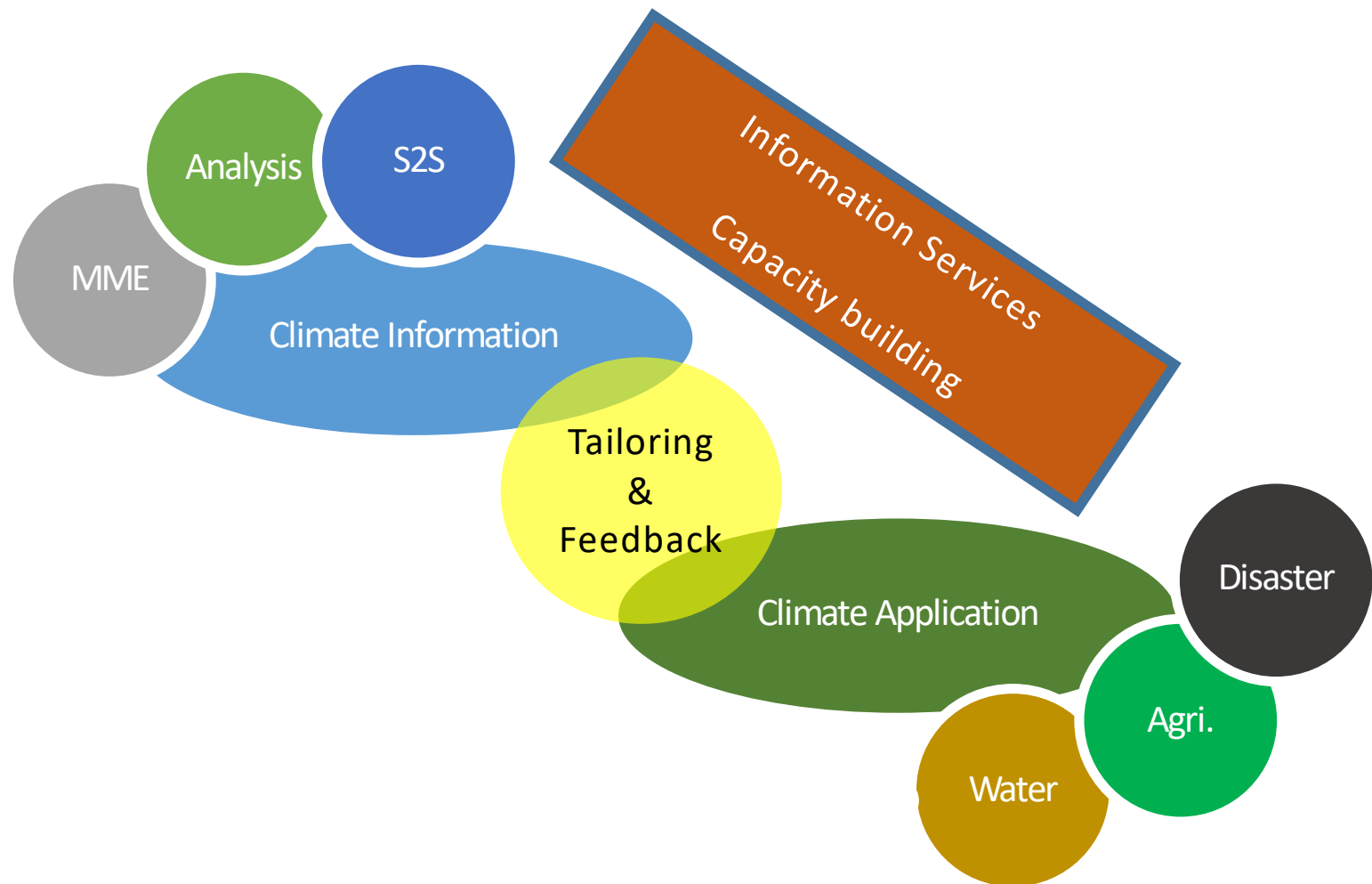


Capacity building and Outreach

- CB activities (2018)
 - 8 visitors (YSSP),
 - 2 in-house trainings (S2S, Downscaling)
 - 1 in-country trainings on CLIK (Vietnam)



APCC Activities (used to be)



APCC Activities

