



# 클라우드 플랫폼 기술을 이용한 APCC 기후서비스 개발

2021년 제2차 APCC 기후예측워크숍 (2021. 5. 10 ~ 11)

APEC 기후센터 예측운영과  
이현록, 김상철, 신지현, 정주형

11, May, 2021



# Contents

## 1 클라우드 플랫폼

- | 플랫폼 기술
- | 클라우드 플랫폼
- | 기상기후분야의 클라우드 플랫폼

## 2 APCC 기후서비스 플랫폼

- | APCC 기후정보서비스
- | APCC 기후서비스 플랫폼 구축

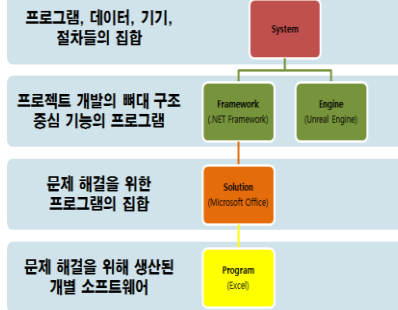
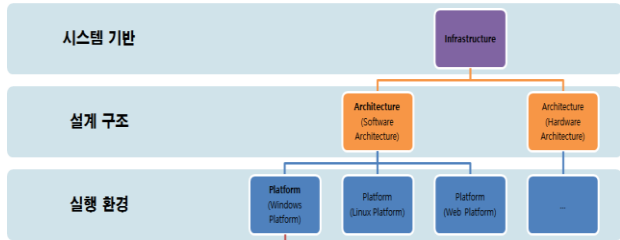
## 3 향후 계획 및 추진체계

- | APCC 기후서비스 플랫폼 구축 계획
- | 추진체계

플랫폼

플랫폼 정의

| 응용프로그램(Application) 혹은 서비스(Service)를 실행하는데 사용되는 하드웨어 및 소프트웨어 환경



기후서비스

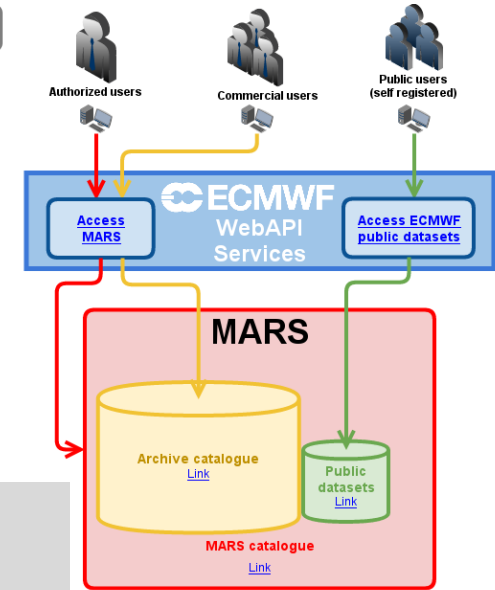
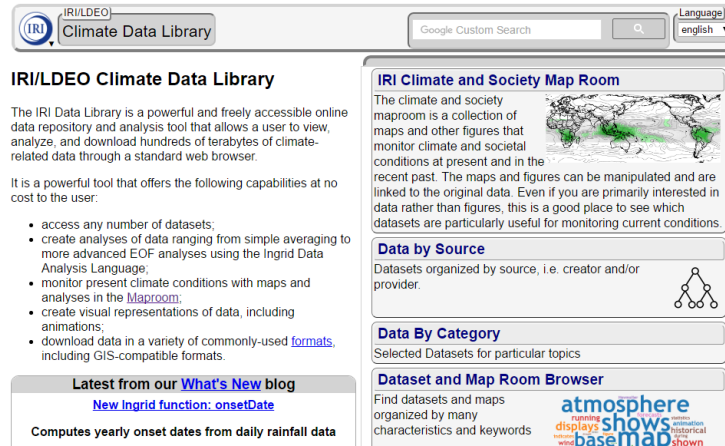
기후서비스 정의

| 개인 혹은 기관의 의사결정을 도와주기 위한 기후정보의 제공

기후서비스 플랫폼

기후서비스 플랫폼 정의

| 기후서비스(Climate Service)를 실행하는데 사용되는 하드웨어 및 소프트웨어 환경



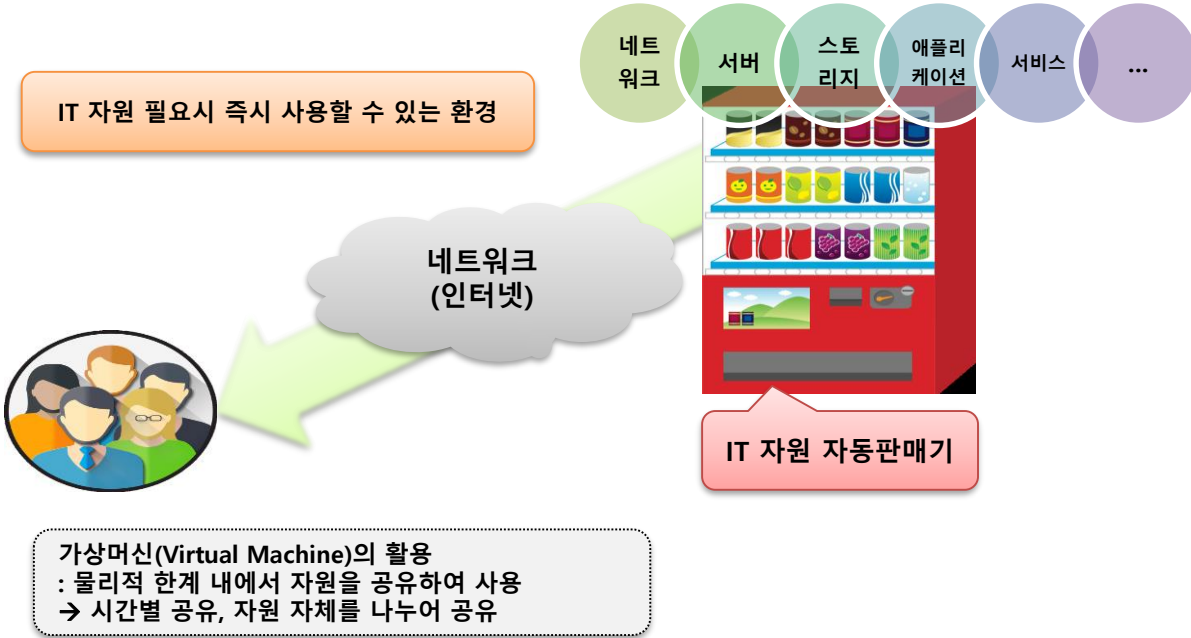
기후서비스 개발 과정부터 기능 재사용 고려 필요  
 라이브러리 및 모듈의 재사용 → 생태계 구축  
 서비스간의 mesh up을 위한 효과적이고 일관된 방법 필요  
 기후예측, 수자원, 농업, 보건  
 개발생산성 향상을 위한 정형화된 가이드라인 필요  
 집약 시스템(Monolithic system)의 한계 극복 필요

Climate services provide climate information in a way that assists decision making by individuals and organizations. Such services require appropriate engagement along with an effective access mechanism and must respond to user needs.

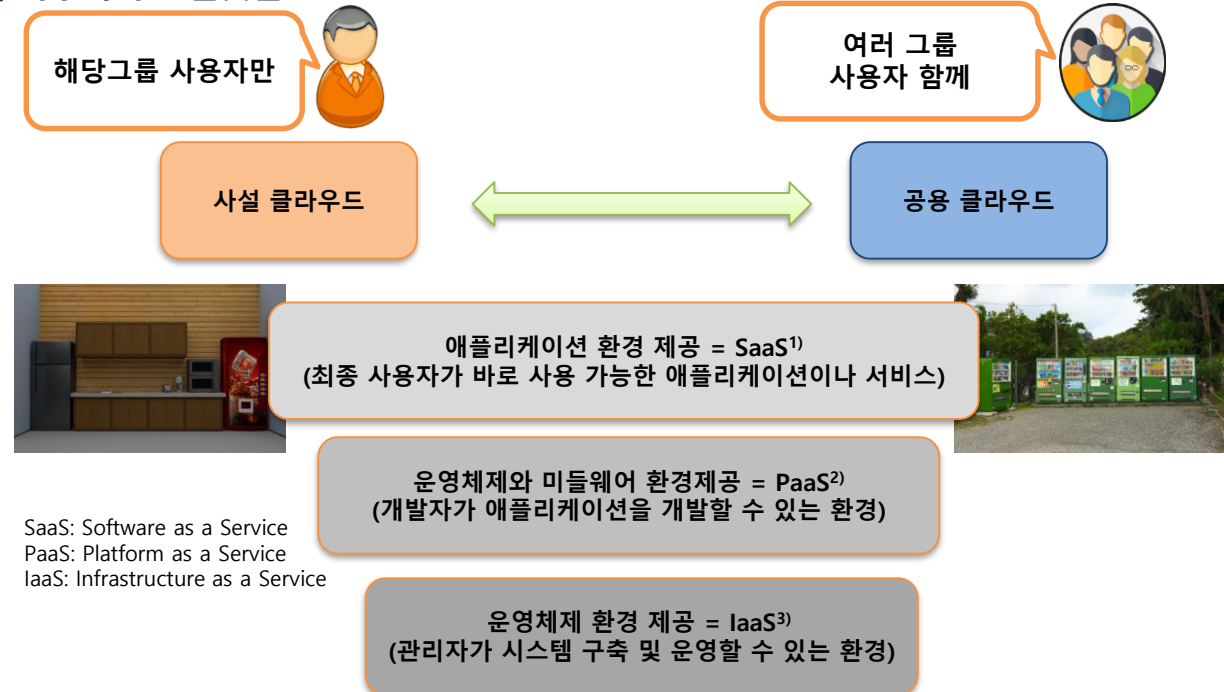
Such services involve high-quality data from national and international databases on temperature, rainfall, wind, soil moisture and ocean conditions, as well as maps, risk and vulnerability analyses, assessments, and long-term projections and scenarios. Depending on the user's needs, these data and information products may be combined with non-meteorological data, such as agricultural production, health trends, population distributions in high-risk areas, road and infrastructure maps for the delivery of goods, and other socio-economic variables.

[https://www.wmo.int/gfcs/what\\_are\\_climate\\_weather\\_services](https://www.wmo.int/gfcs/what_are_climate_weather_services)

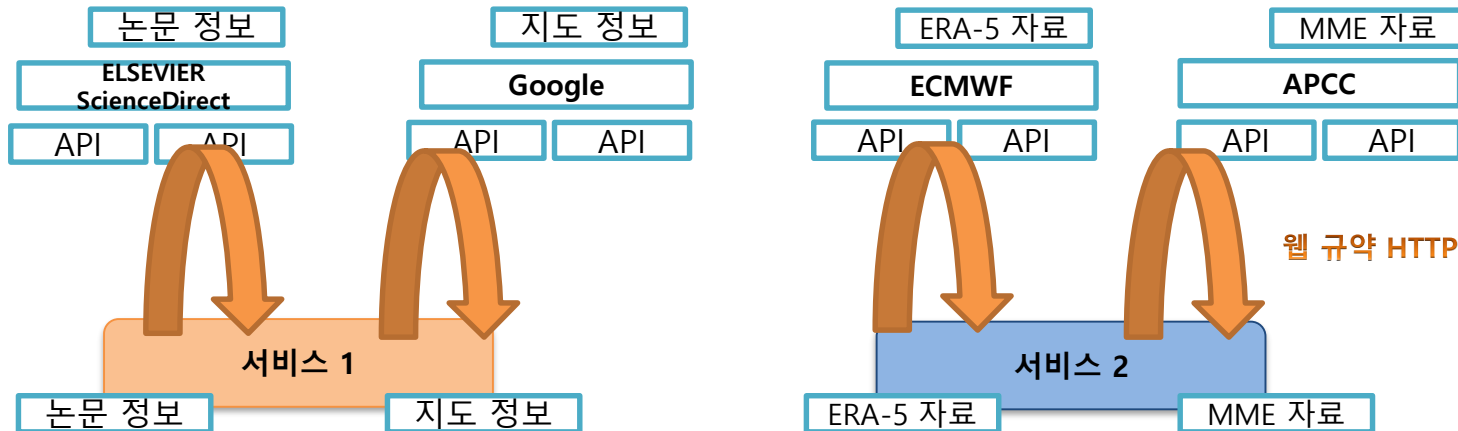
## | 클라우드 컴퓨팅



## | 기후서비스 플랫폼



## | API (Application Programming Interface, 응용 프로그래밍 인터페이스)



## Unified Model (UM) benchmark study

### 2,496 Cores Turnaround time

- On premise (Super Computer) : 49m10s
- AWS (Amazon Cloud) : 48m 30s

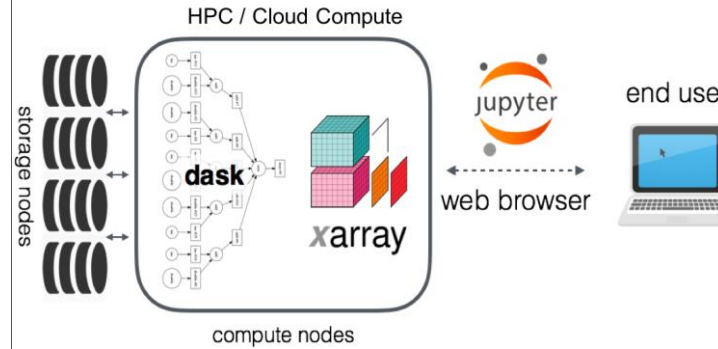
### 4,800 Cores Turnaround time

- On premise (Super Computer) : 29m 33s
- AWS (Amazon Cloud) : 31m 36s

### 6,720 Cores Turnaround time

- On premise (Super Computer) : not enough cores at the time
- AWS (Amazon Cloud) : 24m 25

## PANGEO Platform



@ <https://pangeo.io/architecture.html>

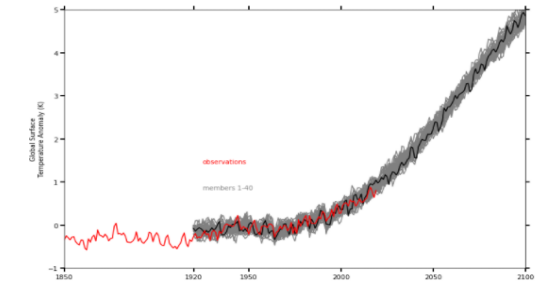
@ Reproducing Key Figures from Kay et.al (2015, BAMS vol. 96: issue 8, pp.1333-1349)

## Analyzing large climate model ensembles in the cloud



written by Joe Hamman, posted on behalf of the NCAR Science at Scale Team.

Science at Scale Team at the National Center for Atmospheric Research (AR) is excited to announce the release of the Community Earth System Model (CESM) Large Ensemble Numerical Simulation (LENS) dataset published in the Amazon Public Dataset Program ([link to dataset](#)). In this post, we give a brief overview of 1) the LENS dataset, 2) how you can access the data, and 3) a Binder-ready Jupyter Notebook that reproduces a key analyses of the LENS dataset — originally presented in the Kay et al. '015 paper.



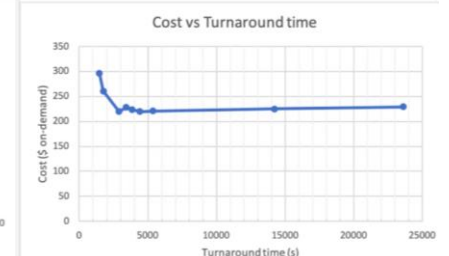
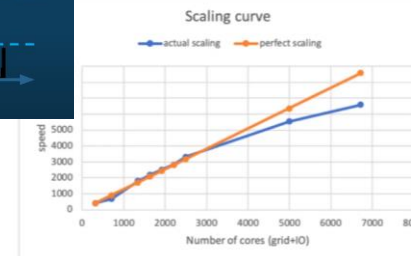
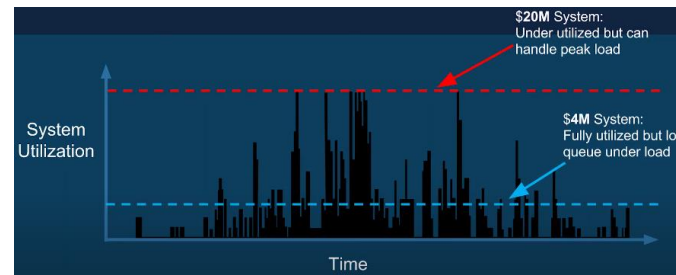
Reproduced figure 2 from Kay et al. 2015. Original Caption: "Global surface temperature anomaly (1961–90 base period) for the 1850 control, individual ensemble members, and observations (HadCRUT4; Morice et al. 2012)." The 1850 control run is not shown in the reproduction.

## Budget

인스턴스 이름	인스턴트 시간당 요금	vCPU	메모리	스토리지	대용량 저장
m4g.2xlarge	0.3328 USD	8	32 GiB	EBS 전용	최대 10TiB까지
t3.2xlarge	0.4116 USD	8	32 GiB	EBS 전용	최대 10TiB까지
t3a.2xlarge	0.3744 USD	8	32 GiB	EBS 전용	최대 10TiB까지
t2.2xlarge	0.4608 USD	8	32 GiB	EBS 전용	중간
m5g.2xlarge	0.376 USD	8	32 GiB	EBS 전용	최대 10TiB까지
m5.2xlarge	0.472 USD	8	32 GiB	EBS 전용	최대 10TiB까지
m5a.2xlarge	0.424 USD	8	32 GiB	EBS 전용	최대 10TiB까지
m5ad.2xlarge	0.508 USD	8	32 GiB	1 x 300 NVme SSD	최대 10TiB까지
m5d.2xlarge	0.556 USD	8	32 GiB	1 x 300 NVme SSD	최대 10TiB까지
m4.2xlarge	0.492 USD	8	32 GiB	EBS 전용	보통
c5e.2xlarge	0.308 USD	8	16 GiB	EBS 전용	최대 10TiB까지

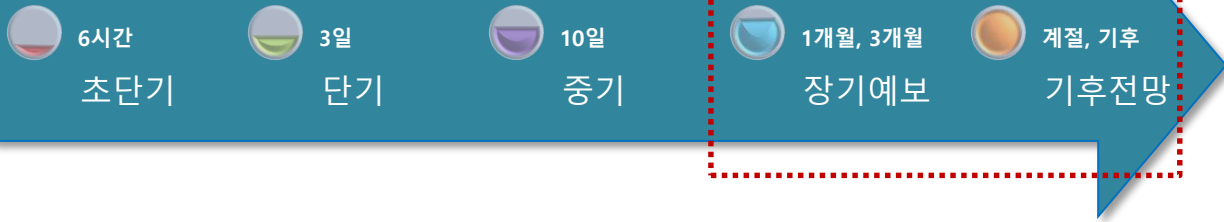
### 다양한 요금제 존재

- GLOSEA5 현업 Model 수행 24시간 연산 (2500 Core 기준) : 일 100만원~200만원 지출 / 1년 365일 3.6억 ~ 7.3억

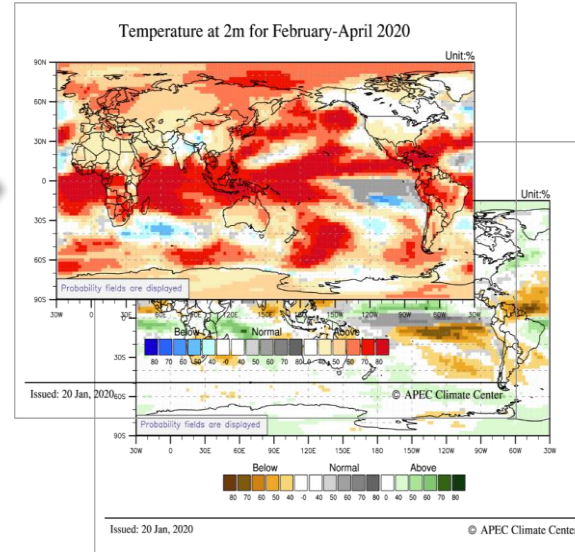
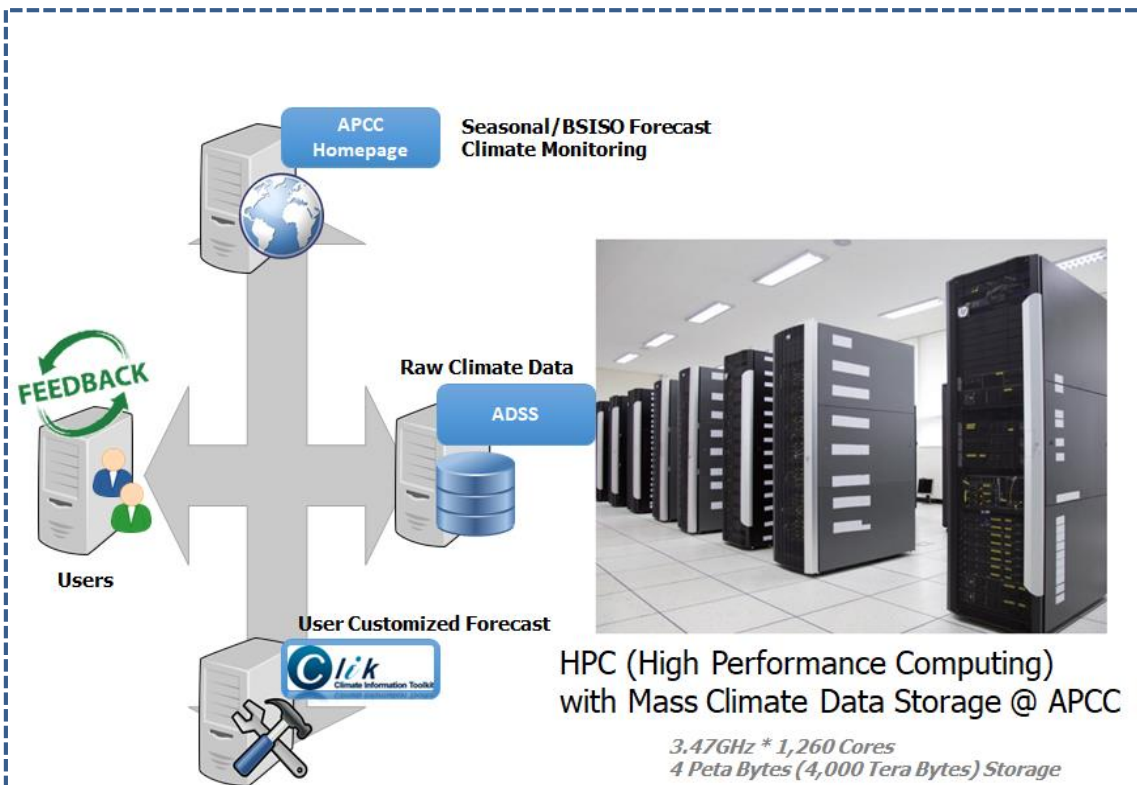


@ State-of-the-art for weather and climate applications in the AWS cloud, Dr. Kevin Jorissen, 2020 AWSWebinar

## | APCC 기후예측



## | APCC 기후정보 시스템 구조



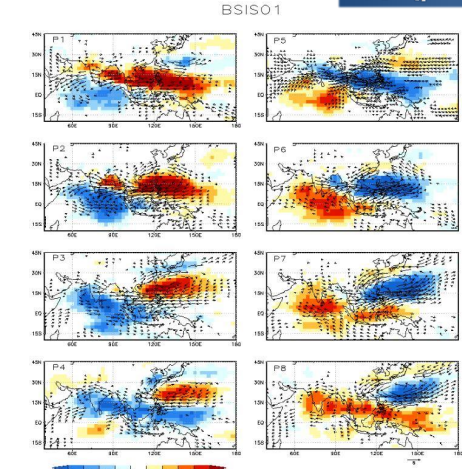
각 국의 고비용 기후예측정보들의 실시간 수집, 분석

다중모델앙상블 (Multi-Model Ensemble) 기법 활용하여 기후예측정보 생산

아태지역 이상기후 대응을 위한 기후예측정보 공유 및 생산 서비스

다양한 모델 결과의 통합, 재해석을 통한 예측성능 개선 및 불확실성 진단

예측정보 개선 및 활용성 강화를 위한 연구개발 및 온라인 서비스



## | APCC 기후정보서비스 (기후정보 제공)

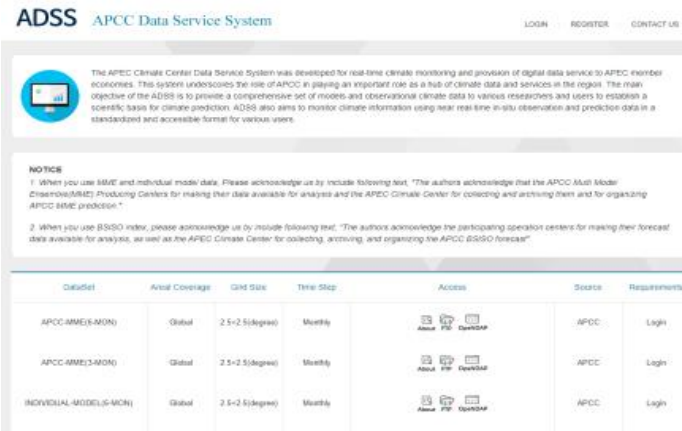


<http://www.apcc21.org>

### CLIMATE INFORMATION SERVICES

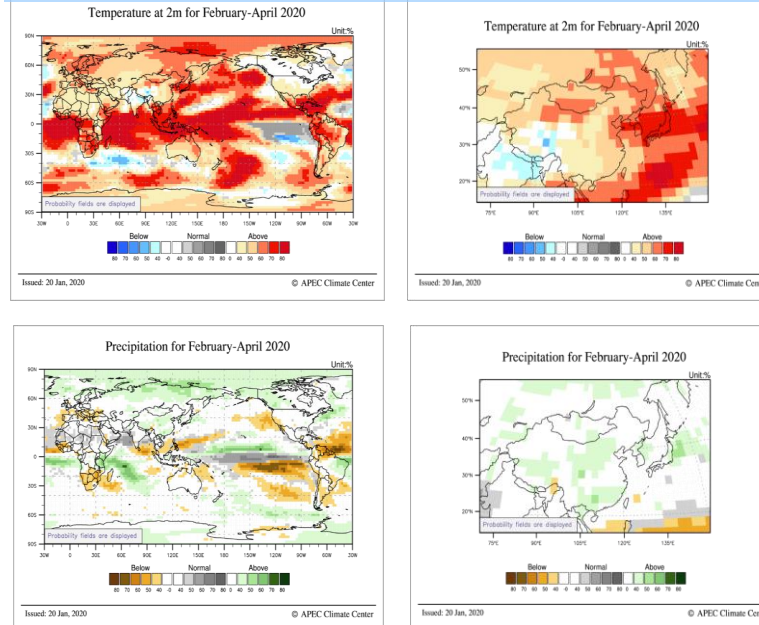


기후예측정보 제공: 홈페이지



기후예측자료 제공: ADSS

APCC에서 생산/수집/가공된 기후자료를 사용자가 보다 효과적으로 활용할 수 있도록 다양한 기후정보서비스를 운영 중



3개월, 6개월 기후예측

BSISO1

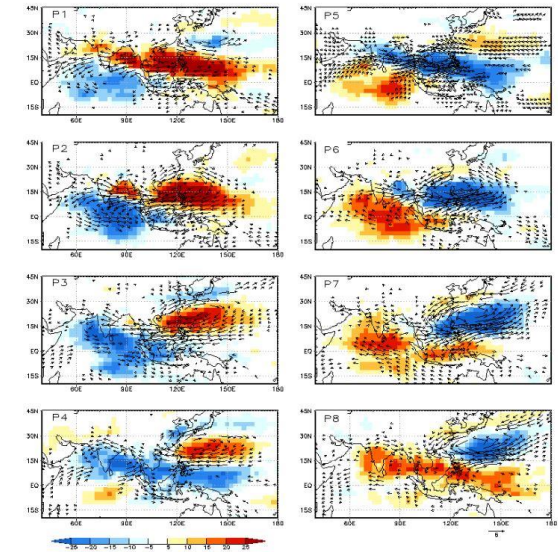


그림 1. BSISO1의 8가지 위상에 따른 상향강파복사와 850hPa 바람 편향의 재구성

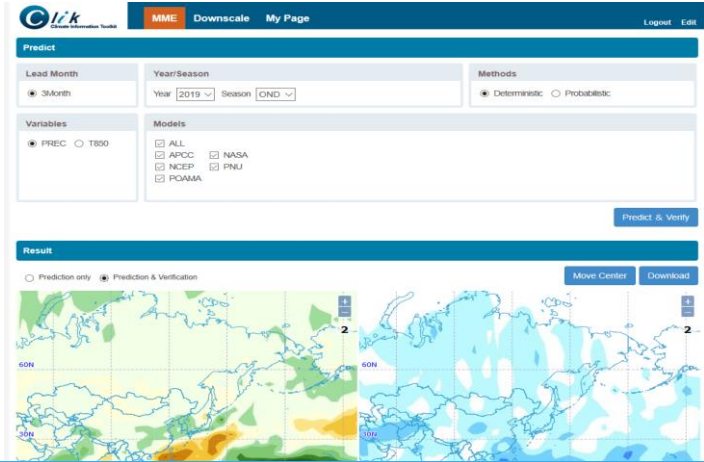
하계기간 내 아시아지역 기후변동 예측

### ADSS (APCC Data Service System)

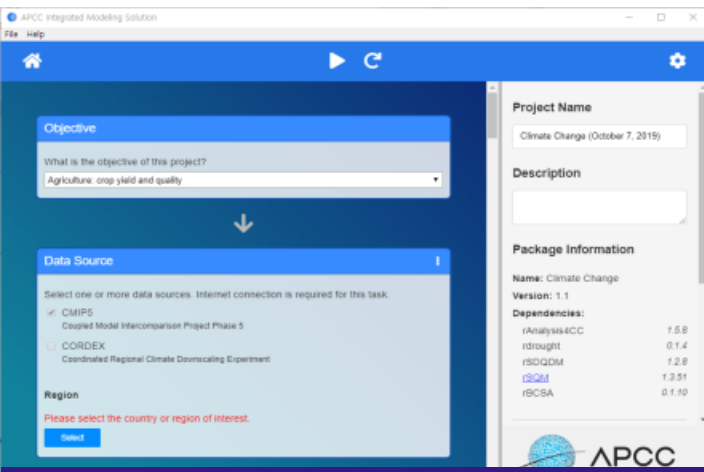
<http://adss.apcc21.org>

- | APCC에서 생산/수집/가공된 기후정보를 디지털 형식으로 다운로드 받을 수 있습니다.
- | Web FTP, OPeNDAP을 이용한 다운로드
- | 2020년 12월까지 운영 후 서비스 업데이트 종료 / 2021년 6월 Server Shutdown
- | 플랫폼 기반 기후자료서비스로 대체

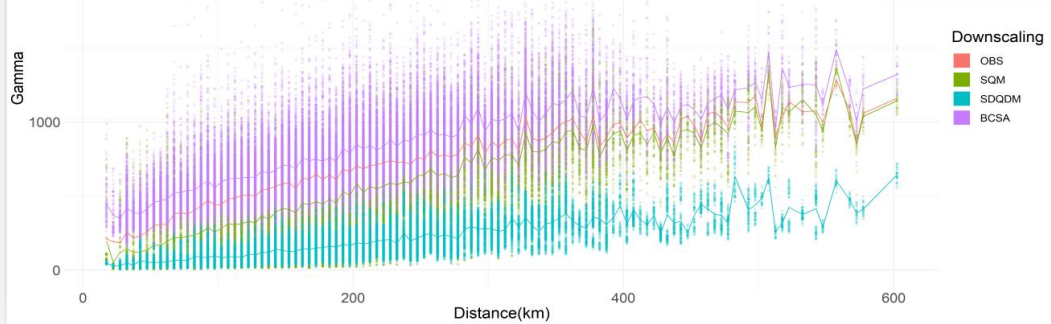
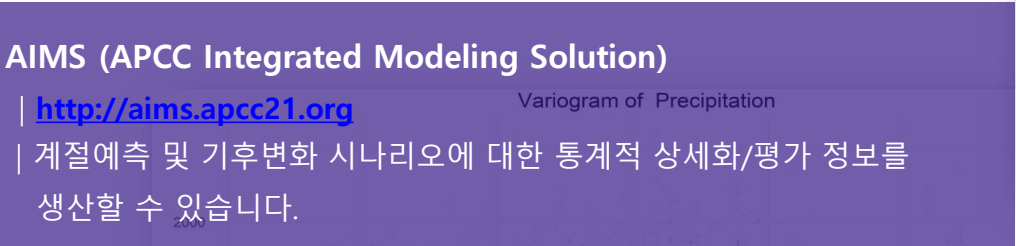
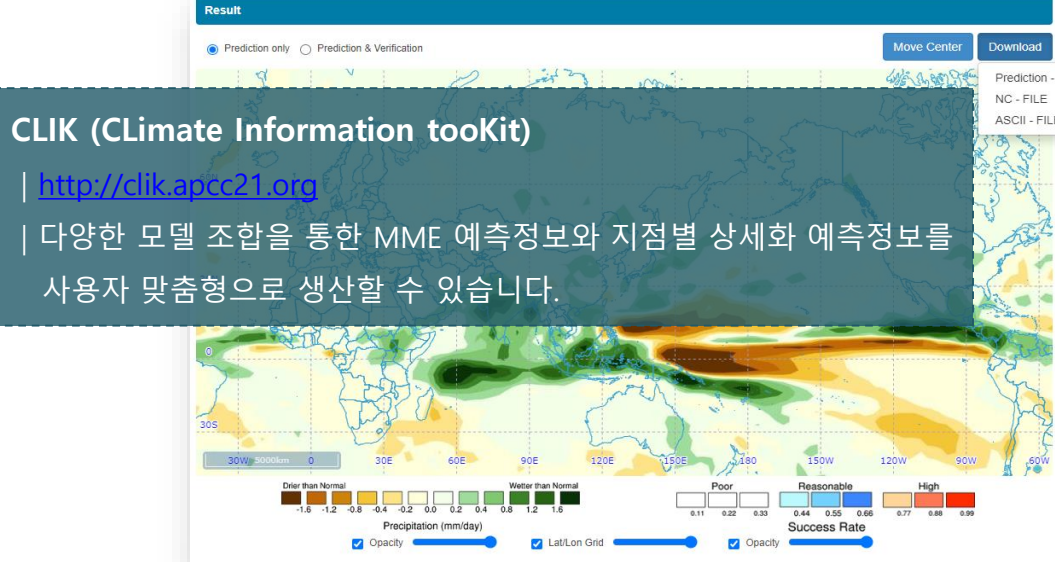
## | APCC 기후정보서비스 (기후정보 생산/제공)



기후예측정보 생산 제공: CLIK



통계적 상세화 정보 제공: AIMS



Name	Data period for PREC	Data period for TEMP	Correlation
Daegu	1973/1 - 2006/5	1973/1 - 2006/12	0.257563

Table of rcp45	Table of rcp85																																																												
<table border="1"> <tr><th>Model</th><th>Min</th><th>Max</th></tr> <tr><td>SQM S1</td><td>15.3</td><td>48.06</td></tr> <tr><td>SDQDM S1</td><td>-17.88</td><td>8.44</td></tr> <tr><td>BCSA S1</td><td>10.76</td><td>33.33</td></tr> <tr><td>SQM S2</td><td>10.76</td><td>30.2</td></tr> <tr><td>SDQDM S2</td><td>-47.96</td><td>-1.06</td></tr> <tr><td>BCSA S2</td><td>18.77</td><td>35.31</td></tr> <tr><td>SQM S3</td><td>40.12</td><td>8.24</td></tr> <tr><td>SDQDM S3</td><td>-6.94</td><td>43.76</td></tr> <tr><td>BCSA S3</td><td>7.76</td><td>30.2</td></tr> </table>	Model	Min	Max	SQM S1	15.3	48.06	SDQDM S1	-17.88	8.44	BCSA S1	10.76	33.33	SQM S2	10.76	30.2	SDQDM S2	-47.96	-1.06	BCSA S2	18.77	35.31	SQM S3	40.12	8.24	SDQDM S3	-6.94	43.76	BCSA S3	7.76	30.2	<table border="1"> <tr><th>Model</th><th>Min</th><th>Max</th></tr> <tr><td>SQM S1</td><td>25.65</td><td>97.45</td></tr> <tr><td>SDQDM S1</td><td>-14.88</td><td>34.22</td></tr> <tr><td>BCSA S1</td><td>0.42</td><td>65.54</td></tr> <tr><td>SQM S2</td><td>20.13</td><td>59.54</td></tr> <tr><td>SDQDM S2</td><td>-26.51</td><td>159.32</td></tr> <tr><td>BCSA S2</td><td>0.88</td><td>112.96</td></tr> <tr><td>SQM S3</td><td>197.89</td><td>247.57</td></tr> <tr><td>SDQDM S3</td><td>-19.17</td><td>73.26</td></tr> <tr><td>BCSA S3</td><td>13.9</td><td>145.93</td></tr> </table>	Model	Min	Max	SQM S1	25.65	97.45	SDQDM S1	-14.88	34.22	BCSA S1	0.42	65.54	SQM S2	20.13	59.54	SDQDM S2	-26.51	159.32	BCSA S2	0.88	112.96	SQM S3	197.89	247.57	SDQDM S3	-19.17	73.26	BCSA S3	13.9	145.93
Model	Min	Max																																																											
SQM S1	15.3	48.06																																																											
SDQDM S1	-17.88	8.44																																																											
BCSA S1	10.76	33.33																																																											
SQM S2	10.76	30.2																																																											
SDQDM S2	-47.96	-1.06																																																											
BCSA S2	18.77	35.31																																																											
SQM S3	40.12	8.24																																																											
SDQDM S3	-6.94	43.76																																																											
BCSA S3	7.76	30.2																																																											
Model	Min	Max																																																											
SQM S1	25.65	97.45																																																											
SDQDM S1	-14.88	34.22																																																											
BCSA S1	0.42	65.54																																																											
SQM S2	20.13	59.54																																																											
SDQDM S2	-26.51	159.32																																																											
BCSA S2	0.88	112.96																																																											
SQM S3	197.89	247.57																																																											
SDQDM S3	-19.17	73.26																																																											
BCSA S3	13.9	145.93																																																											

## | APCC 기후정보서비스 (기후정보 처리/제공)



### Objectives

Climate and climate application data not only have numerous file formats, but also require enormous time and resources to process. Researchers and policy makers need user-friendly file formats and data extraction services to conveniently utilize climate data. The average user tends to have difficulty dealing with climate data because a single climate data set includes time information, geographical information, and various factor values. Due to these various factors, expertise in data extraction is required. Therefore, the APCC Climate Center (APCC) Climate Information in Application Team has developed the Climate Information Processing System (CLIPs), which enables the average user to conveniently extract the specific data necessary for their research.

### Material

1.48 million climate change scenarios, climate forecast MVD data, climate change scenarios, NOAA station observation data and JAXA satellite data all from 1980 to 2025, are collected and available on CLIPs. The collected data were formatted with NetCDF, CSV, HDF, TXT, and various different formats relative to the characteristics of each dataset and institution.

To provide standardized data, all the data are reformatted with NetCDF (widely used in climate research) and the numerous attributes and units of the data have been converted into standardized units. Additionally, the team has built the database with the extracted temperature, precipitation, wind data and global climate factors.

In order to process large amounts of climate data, the system has two distinct functions, CLIST (Climate data Standardization Toolset) and CLIPs (Climate Information Processing system) that collect and standardize data, then makes the data available to users. CLIST transforms various file formats into standardized file formats while CLIPs enables users to search for specific locations or values with the installed application on their PCs. Then the combination of these two systems conveys the search results to the users. Finally, for those users residing in those place that lack high speed internet infrastructure, APCC has applied compression technology to CLIPs so that they can easily access this service.

### Results

APCC CLIPs provides functions that empower researchers that are unfamiliar with processing mass data, to effortlessly extract necessary data for specific regions including climate index and time-scale information. This service helps researchers reduce time spent on data processing and renders it unnecessary to budget for high-end hardware and software. This service is expected to be widely used in Korea as well as developing countries that lack appropriate IT infrastructures.



## 변수, 지역 추출 자료 제공: CLIPs



### What is OpenWPS ?

OpenWPS is a climate-data-specific service using OGC (Open geospatial consortium) WPS (web processing service) that is an international standard in spatial information field. Users can use OpenWPS using three operations that are GetCapabilities, DescribeProcess, and Execute on any environment (e.g. graphical user interface program, server system, web service, etc.) more easily and conveniently.

### WPS Services

You point your WPS client to <http://openwps.apcc21.org/ncp>

Source: [NetCDF211tool](#) Source: [NetCDF211tool](#)

OpenWPS:CV\_VisualizeNonSeries

returns map-based plot image based on the inputs Doc

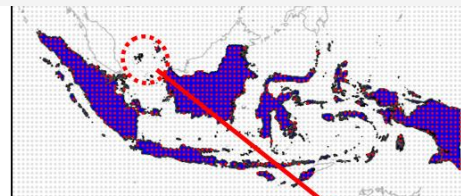
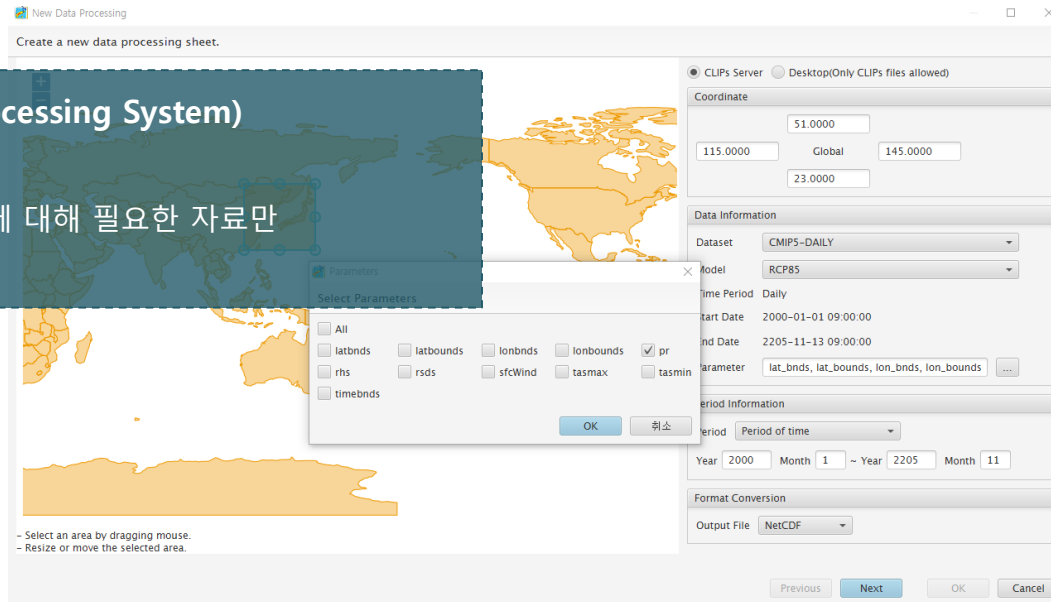
Input Parameter	Description	Data Type
inputData	climate data for visualization in geoscientific format	application/json
plotOptions	Plot options for visualization	application/json

## 지역 마스킹 정보 제공: OpenWPS

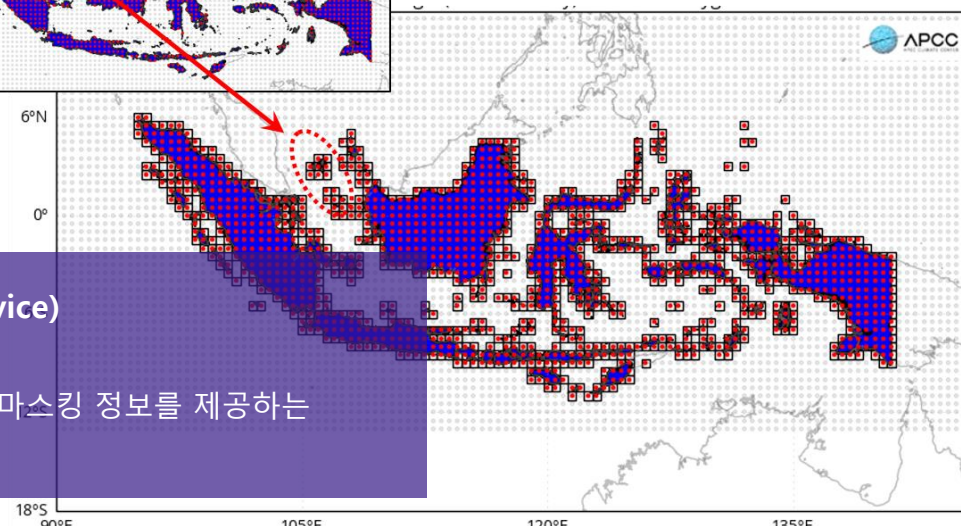
## CLIPs (Climate Information Processing System)

<http://clips.apcc21.org>

| 사용자가 설정한 지역, 변수, 기간에 대해 필요한 자료만 추출할 수 있습니다.



### OpenWPS Service



## OpenWPS (Open Web Processing Service)

<http://openwps.apcc21.org>

| 정밀한 자료추출을 위한 지리정보 기반의 마스킹 정보를 제공하는 서비스입니다.

## | APCC 기후정보서비스 현안과제



기후정보 서비스 안정적 운영 및 통합

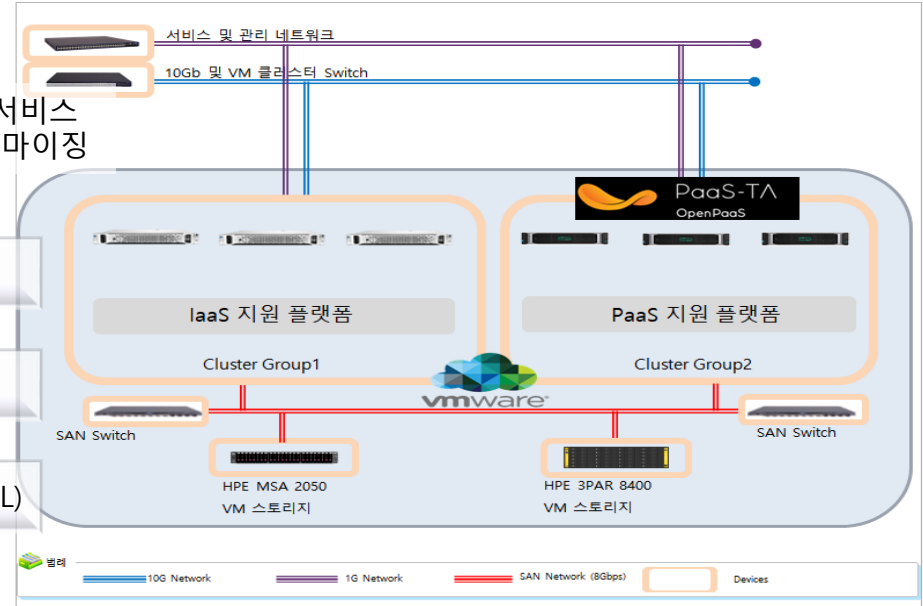
- [단계별 성과목표]**
- 기후정보통합서비스 체계 개선 → 활성화
  - 양 → 질

## | 클라우드 플랫폼 기술 기반 기후서비스 구축

APCC IaaS : VMware사의 vSphere를 이용한 인프라 서비스  
 APCC PaaS : NIA(한국정보화진흥원) PaaS-TA 커스터마이징

- 망분리 이슈
- 대용량 자료 공유 (NFS)
- Legacy 시스템 (Fortran, Script, NCL)

①: 홈페이지 [위]: 위탁운영



## 기존 서비스의 안정적 운영

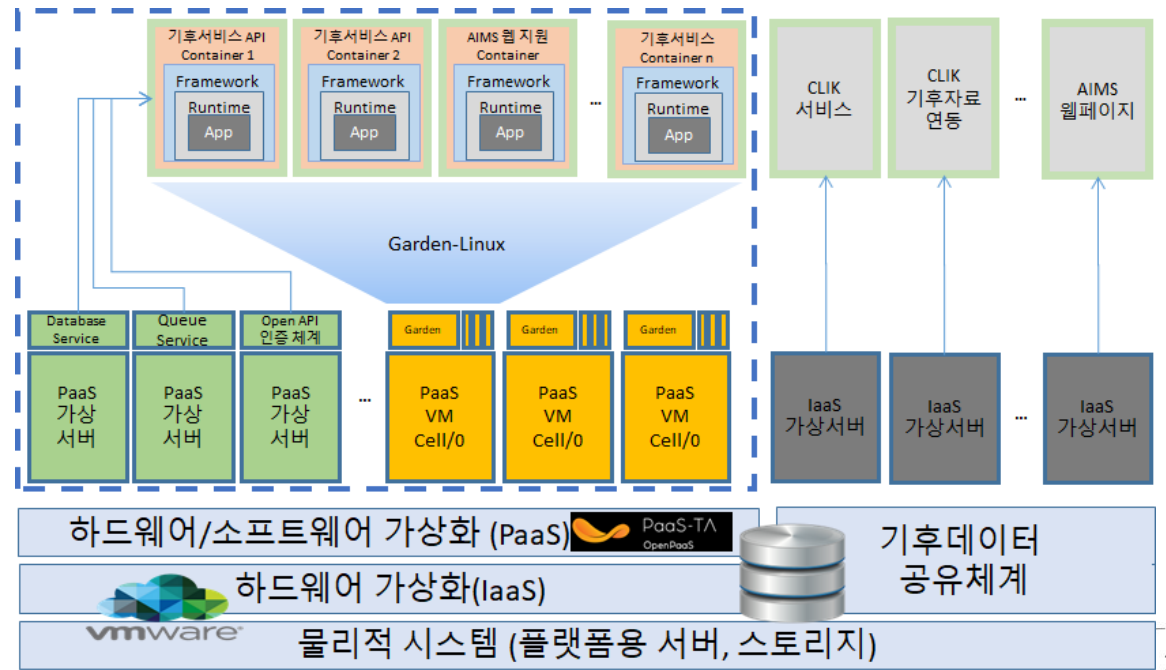
- 전통적인 서버환경
- 시스템 자원 배분 불균형, 시스템 노후화 대책 필요

## 일관된 기후서비스 체계 구축 필요

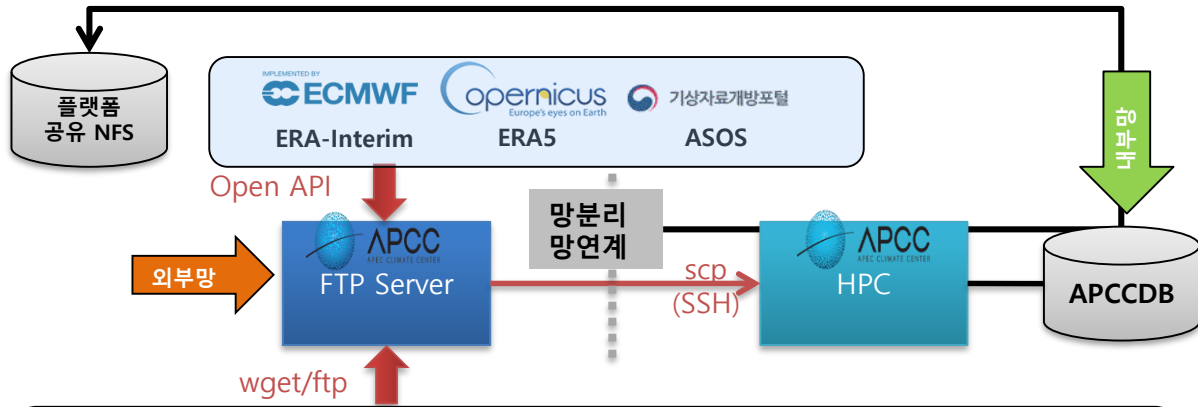
- 다양한 프레임워크, 프로그래밍 언어 사용
- 전주기에 걸친 효율적인 설계, 개발, 배포 필요

## 예산 절감 요구

- 각 서비스 수요에 적절히 대응할 수 있는 자원관리
- 개발서버, 운영서버 등 많은 수요대응



### I 인프라서비스(IaaS) 및 플랫폼서비스(PaaS) 기후자료 공유체계 구축



### II 기후자료서비스 플랫폼 구축

#### 1. 사용자 및 API 인증체계 구축

- APCC 통합인증(Single Sign On, SSO) 연동 인증체계 구축
- 공개 응용프로그래밍 인터페이스(Open API) 인증체계 구축

#### 2. 기후자료 서비스 지원을 위한 API 개발 및 포털 구축

- 기후자료 검색 및 다운로드 API 개발
- APCC 기후자료 서비스 포털 구축

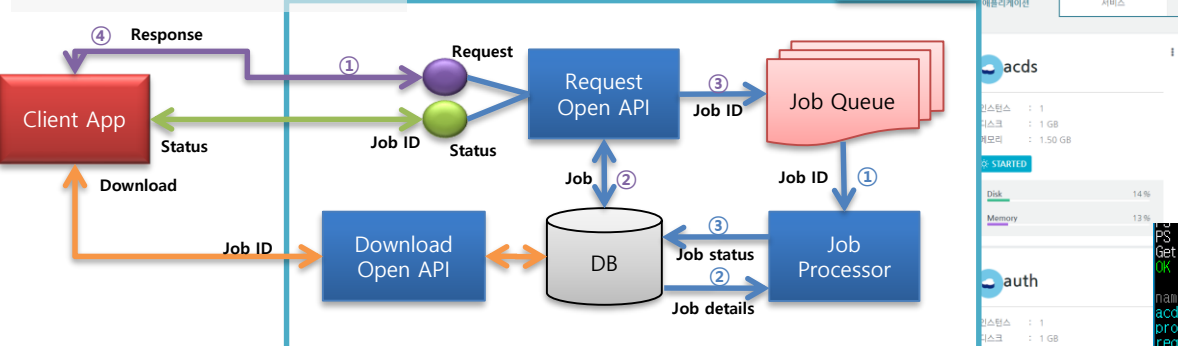
#### 3. 플랫폼서비스 맞춤 구성 및 최적화

- 플랫폼서비스(파스타)의 기후자료 서비스 지원을 위한 맞춤 기능 구축(Customizing)
- 인프라서비스(IaaS) 및 플랫폼 서비스(PaaS) 기후자료 공유체계 구축

#### 4. 기후자료 서비스 플랫폼과 AIMS 연동체계 구축

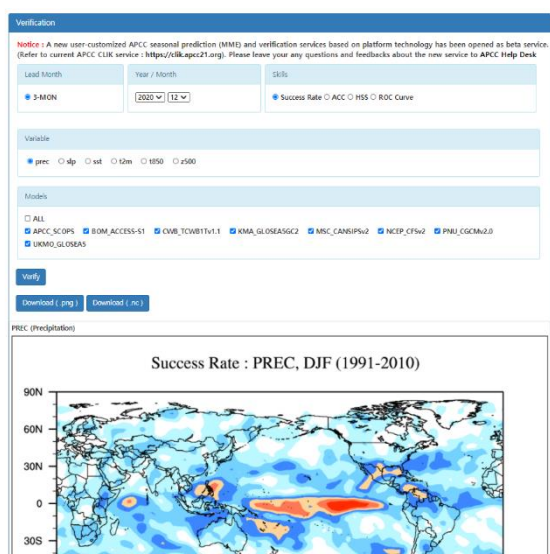
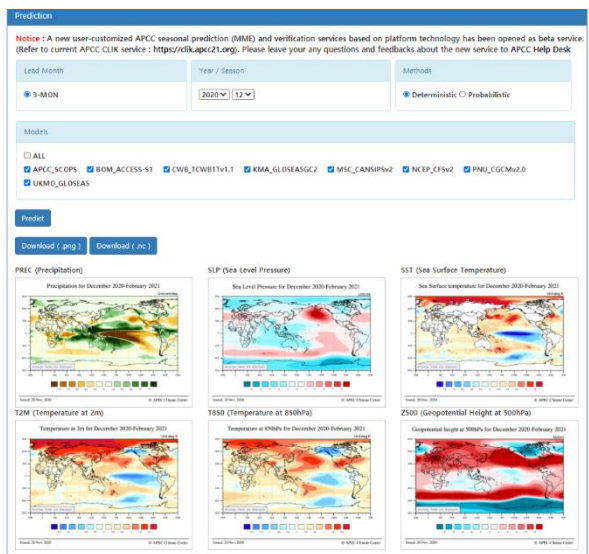
- AIMS 소프트웨어-기후자료 서비스 연동 기능 개발 및 연동 테스트

### 자료요청 및 다운로드 과정



### 기후자료서비스 API 플랫폼 배포

플랫폼 기반 사용자 참여형(개별모델 조합, 검증기법 선택 등) MME 예측 및 검증 정보 생산 시스템 구축: "CLIK 예측 및 검증 기능 통합"



플랫폼 기반 온라인 기후자료 추출 및 처리 시스템 구축: "CLIPs 기후자료 처리 기능 통합"

(자료 추출)

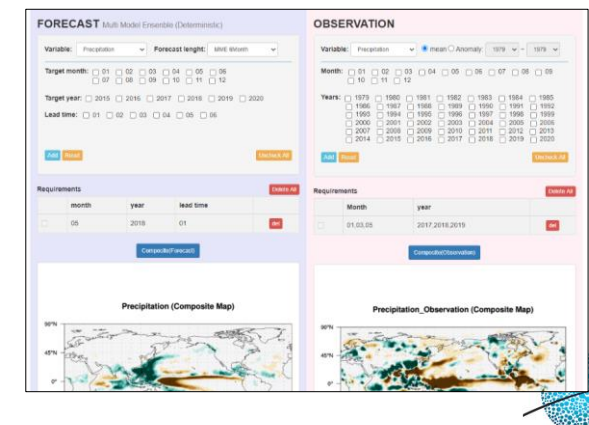
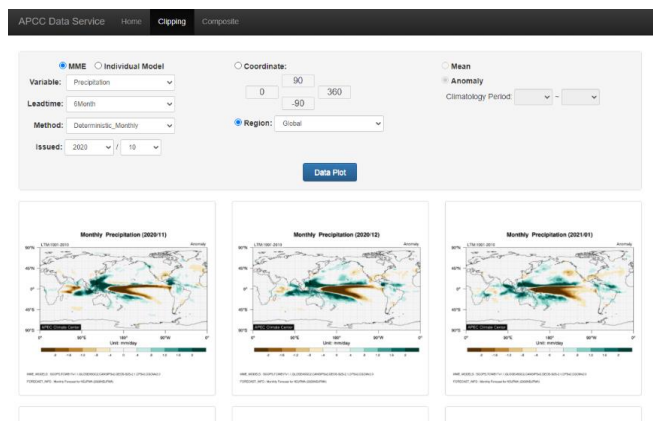
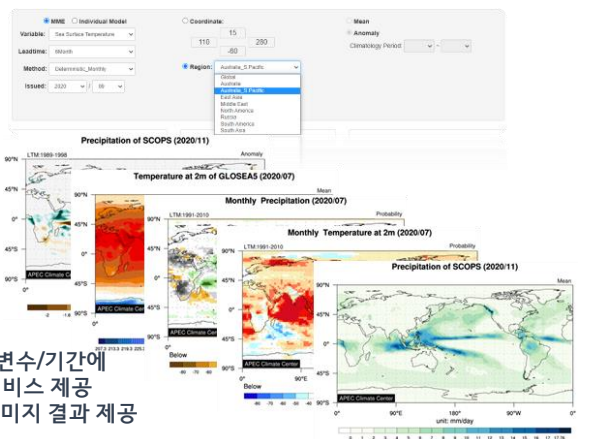
- 사용자가 선택한 변수, 지역 추출
- 추출값의 지도기반 시각화 제공 (예, 6월 동아시아 지역 강수)

(자료 처리)

- Manual 및 사용자가 설정한 기후 평년값에 대한 편차 계산 (예, SCoPS 20년 6월 예측 1982-2010 강수 평년기간 계산)

(자료 시각화)

- 계절예측 자료 및 관측자료에서 추출된 변수/기간에 대한 편차, 기후값을 지도기반 시각화 서비스 제공
- 사용자가 원하는 지역 및 변수자료를 이미지 결과 제공





#### | APCC 기후서비스 플랫폼 구축 추가 성과

##### 클라우드 플랫폼 기술을 활용한 APCC 기후정보서비스 운영 체계화

- 상시 운영 모니터링 (기후정보서비스 운영 모니터링 체계)
- 사용자 소통 강화 → 헬프데스크, 릴리즈 노트
- 대표 홈페이지 및 기반 정보서비스 단계별 플랫폼화 준비

##### 플랫폼 기반 APCC 기후정보서비스 개발 체계 구축

- 플랫폼 기반 서비스 개발/운영 체계 구축
- 플랫폼 기반 기후자료 관리 체계 구축
- 플랫폼 기반 서비스 개발 형상관리 체계 구축

#### | APCC 기후서비스 플랫폼 향후 계획

개별 기후정보서비스 점진적 통합 및 서비스화

기후정보서비스 기술 교류 및 확산 워크숍 강화

사용자 튜토리얼 체계 강화 및 온라인 고객지원서비스(헬프데스크) 강화

#### | 추진체계



플랫폼 메쉬업(Mashup) 기술 활용한 기후예측 원스톱 서비스 체계 구축



**감사합니다 !!**

