

APCC 동적 기후정보서비스 시스템 구축
Development of APCC Dynamic Climate
Information Services

이현록, 김상철, 신지현, 정주형
기후사업본부 예측운영과

2023.12.

APEC기후센터

Executive Summary

The APEC Climate Center develops various climate information services to enhance the value of climate information in the Asia-Pacific region. It operates these services online with a focus on stability, continuously improving and supporting projects to enhance the convenience and utilization of climate forecast data. To ensure the systematic and stable operation of APCC climate information services, the center is strengthening management through systematic procedures and regular service monitoring in accordance with the annual plan. It also aims to establish a stable operating foundation by modifying and improving services in response to rapidly changing information and communication technologies. Additionally, efforts are directed towards continuously strengthening service security to address various security vulnerabilities.

APCC climate information services, which provide, process, predict, and verify climate data, are being integrated and developed into platforms. This transition aims to provide users with a consistent service environment rather than individual climate information services. The center is also actively involved in the implementation and user support of domestic workshops to facilitate the exchange and dissemination of climate prediction technology through the platform, contributing to Korea.

This year's tasks revolved around two main goals: the stable operation and improvement of APCC climate information services and the establishment of dynamic climate information services. To achieve these goals, research and development work focused on the following details:

To attain the first main goal, timely security measures were implemented to address security weaknesses. This included the establishment of an operation plan, regular inspection of the APCC climate information service, and the improvement of operational functions. Emphasis was placed on system stability through constant monitoring via the monitoring system. The web access statistics system was transferred to the cloud to create a smoother maintenance system. A plan was devised to enhance climate information services, with efforts directed towards improving user satisfaction through systematic and gradual improvements. Examples of improvement in the current year include the expanded provision of re-analysis data through the climate information service platform and the reinforcement of online tutorial services. Publicity and education efforts were implemented through user workshops to promote the expanded use of the APCC climate information service.

For the second main goal of building a dynamic climate information system, a climate data processing module and web interface were developed and applied to the climate information service platform based on the dynamic climate information technology secured in 2022. A foundation system was established to build an institution's website using dynamic technology, integrating it with the platform. Finally, a prototype of the dynamic mesh-up service through the platform was successfully established for future use, and a service providing customized high-resolution MME seasonal prediction information was completed.

국문 요약

APEC 기후센터에서는 아시아태평양 지역에서 기후정보가 좀 더 가치 있게 사용될 수 있도록 다양한 기후정보서비스를 개발하여 온라인에서 안정적으로 운영하고 있으며, 기후예측자료의 사용 편의성과 활용성을 확대하기 위해 지속적인 개선 및 사용자 지원 사업을 진행하고 있다. APCC 기후정보서비스의 체계적이고 안정적인 운영을 위해서는 연간계획에 따른 운영 및 보고 전반에 걸친 체계적인 절차와 서비스 상시 모니터링을 통한 관리를 더욱 강화해 나가고 있다. 또한, 급변하는 정보통신기술에 대응한 서비스 수정과 개선을 통해 안정적 운영 기반을 마련해야 할 뿐만 아니라, 다양한 보안취약점에 대응하여 서비스 보안 강화 업무를 지속해서 수행해야 한다. 운영 업무를 바탕으로 기후자료 제공, 처리, 예측 및 검증정보를 제공하는 APCC 기후정보서비스들을 단계적으로 플랫폼으로 통합 개발하여 사용자에게 여러 기후정보서비스가 개별적으로 존재하는 서비스가 아닌 일관된 서비스 환경을 제공하는 플랫폼 서비스로의 확대해 나가고 있으며, 해당 플랫폼을 통한 기후예측 기술교류 및 확산과 국내 기여도를 높이기 위한 국내 사용자 워크숍의 실시 및 사용자 지원을 강화하고 있다.

올해 수행 과제는 크게 APCC 기후정보서비스 안정적 운영 및 개선, 동적 기후정보서비스 구축라는 두 가지 주요 목표를 가지고 수행하였다. 이 두 가지 주요 목표를 달성하기 위해 다음과 같은 상세 내용의 연구개발 업무를 수행하였다.

첫 번째 주요 목표를 달성하기 위해 APCC 기후정보서비스의 운영계획 수립 및 정기점검을 통한 안정적 운영, 일부 운영상의 기능 개선을 비롯하여 보안 강화를 위해 적시에 보안취약점에 대응하는 보안대책을 적용하였으며, 모니터링 시스템을 통한 상시 모니터링을 통해 시스템의 안정성 확보에 주력하였다. 추가적으로 웹 접속통계 시스템을 클라우드로 이관하여 좀 더 원활한 유지보수체계를 마련하였다. 기후정보서비스의 개선을 위한 계획을 수립하여 그에 따른 체계적이고 점진적인 개선을 통해 사용자 만족도 향상을 위해 노력하였다. 기후정보서비스 플랫폼을 통해 재분석자료 제공을 확대 및 온라인 튜토리얼 서비스의 강화는 당해연도의 대표적인 개선 사례이다. 또한 이렇게 개선된 시스템들을 활용하여 사용자 워크숍을 통해 홍보 및 교육을 시행하여 APCC 기후정보서비스 저변확대에 일조하였다.

두 번째 주요 목표인 동적 기후정보시스템 구축을 위해서 2022년도에 확보한 기후정보 동적표출 기술을 기반으로 기후자료처리 모듈 및 웹 인터페이스를 개발하여 기후정보서비스 플랫폼에 적용하였다. 또한 해당 동적기술을 적용한 기관 홈페이지 구축하고 플랫폼과 통합할 수 있는 기반 체계를 구축하였다. 마지막으로 플랫폼을 통한 동적 매쉬업 서비스의 원형을 성공적으로 구축하여 향후 활용할 수 있도록 하였으며, 고해상도 MME 계절예측정보의 생산을 사용자 맞춤형으로 제공하는 서비스까지 구축 완료하였다.

목차

Executive Summary	i
국문 요약	ii
목차	iv
표 차례	vi
그림 차례	vii
1. 서론	1
2. APCC 기후정보서비스 안정적 운영 및 개선	2
2.1. 기후정보서비스의 안정적 운영	2
2.1.1. 개요	2
2.1.2. 보안 취약점 점검 목록	2
2.1.3. APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 및 보안강화	4
2.1.4. 기후정보서비스 모니터링 시스템을 통한 상시 모니터링	24
2.1.5. 웹 접속통계 시스템 클라우드 이관	26
2.1.6. 기후정보서비스 플랫폼의 안정적 운영을 위한 시스템 운영 및 개선	27
2.2. 기후정보서비스 개선 계획 수립을 통한 체계적 서비스 개선	29
2.2.1. 추진개요	29
2.2.2. 주요내용	31
2.3. 기후정보서비스 플랫폼을 통한 재분석자료 제공 서비스	34
2.3.1. 개요	34
2.3.2. 자료 스토리지 및 관리 데이터베이스 구축	35
2.3.3. 데이터베이스 설계 및 구축	36
2.3.4. 자료 다운로드 서비스 개발	37
2.3.5. NCEP 재분석자료 소개 웹 페이지	39
2.4. 개별 기후정보서비스 종료 및 후속조치	41
2.4.1. 도메인 통합	41
2.4.2. OpenWPS	42
2.5. 기후정보서비스 플랫폼 기반 Open API 강화	44
2.5.1. 개요	44
2.5.2. Open API	44

2.5.3. 기후정보서비스플랫폼 기반 Open API	45
2.6. 기후정보서비스 튜토리얼 서비스 강화	50
2.6.1. 개요	50
2.6.2. 기후정보서비스 튜토리얼 강화	50
2.7. APCC 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍	55
2.7.1. 추진배경 및 목적	55
2.7.2. 개요	55
2.7.3. 주요내용	58
2.7.4. 강의 만족도 설문조사 및 사용자 환류	59
3. 동적 기후정보서비스 시스템 구축	67
3.1. 동적 표출 기술을 적용한 감시/예측/검증 정보 제공 홈페이지 구축	67
3.1.1. 개요	67
3.1.2. 홈페이지 위탁연구 추진	68
3.1.3. 기관 홈페이지 연동 기후자료처리 모듈 개발	94
3.2. 기후정보서비스 플랫폼 동적 매쉬업 서비스 원형 구축	114
3.2.1. 기후정보서비스 플랫폼 동적 매쉬업 서비스 설계	114
3.2.2. Open API 조합 실행 기술 및 매쉬업 서비스 원형 개발	116
3.3. 홈페이지/기후정보서비스 플랫폼 통합 기반 마련	143
3.3.1. 홈페이지/기후정보서비스 플랫폼 통합 체계 설계	143
3.3.2. 홈페이지/기후정보서비스 플랫폼 통합 원형 개발	144
3.4. 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 서비스 개발	150
3.4.1. 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 서비스 설계 및 체계 구축	150
3.4.2. 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 시범서비스 및 환류	162
4. 결론 및 향후 과제	165

표 차례

Table 2.1. Web vulnerability check lists	2
Table 2.2. Person in charge and task of climate information services	4
Table 2.3. Operation plan of 2023	5
Table 2.4. The list of homepage updated	8
Table 2.5. The list of CLIks updated	12
Table 2.6. The list of SSO updated	14
Table 2.7. The list of OpenWPS updated	17
Table 2.8. The list of Help Desk updated	18
Table 2.9. List of web analytics	27
Table 2.10. 2023 Plan for the Improvement of APCC Climate Information Service	30
Table 2.11. OpenWPS integration process	43
Table 2.12. The list of Climate Data Processing Open API Server	49
Table 2.13. 2023 APCC User workshop program	56
Table 2.14. Summary of survey result	60
Table 2.15. Survey result by item (1)	60
Table 2.16. Survey result by item (2)	61
Table 2.17. Survey result by item (3)	62
Table 2.18. Ease of downloading data	64
Table 2.19. Overall evaluation about Clipping/Composite/Masking service	65
Table 2.20. Overall evaluation about Prediction/Verification service	66
Table 2.21. Overall evaluation about Downscale service	66
Table 3.1. Summary of Requirements and Development results	68
Table 3.2. Requirements of dynamic climate information processing module	95
Table 3.3. Data requirements of dynamic climate information processing module	95
Table 3.5. Detail of improved dynamic service	110
Table 3.6. Components of dynamic mashup service	114
Table 3.7. The list of Climate Data Processing Open API Server	123
Table 3.8. download_apcc_ncep_data function description	129
Table 3.9. download_cds_gpcp_data function description	129
Table 3.10. download_apcc_mme_slp_data function description	130
Table 3.11. download_apcc_mme_prec_data function description	131
Table 3.12. select_ncep_monthly_data function description	131
Table 3.13. get_resolution_from_dims function description	132
Table 3.14. set_start_coordinates function description	133
Table 3.15. expand_coordinates function description	133
Table 3.16. round_coordinates function description	134
Table 3.17. draw_table_with_row_names function description	134
Table 3.18. gpcp_xarray_to_table_data function description	135
Table 3.19. mme_xarray_to_table_data function description	135
Table 3.20. rmse_to_table_data function description	136
Table 3.21. add_section_header function description	136

Table 3.22. add_section_content function description	136
Table 3.23. find_ncep_mean_data function description	137
Table 3.24. find_gcpc_mean_data function description	137
Table 3.25. clip_dataset function description	138
Table 3.26. regrid_dataset function description	138
Table 3.27. regrid_dataset_weighted_average function description	139
Table 3.28. plot_mme_prec function description	140
Table 3.29. plot_mme_slp function description	140
Table 3.30. plot_gpcp_prec function description	141
Table 3.31. plot_ncep_slp function description	142
Table 3.32. clik_provider table	153
Table 3.33. clik_model table	154
Table 3.34. clik_data_hres_mme table	154
Table 3.35. clik_data_hres_model table	154
Table 3.36. clik_data_lres_mme table	155
Table 3.37. clik_data_lres_model table	156
Table 3.38. clik_prediction_models table	156
Table 3.39. clik_mme_vars table	156

그림 차례

Figure 2.1. Monitoring result of homepage server	6
Figure 2.2. Backup system of climate information services	7
Figure 2.3. The backup of database on the Service storage	7
Figure 2.4. The backup of database on the local PC	7
Figure 2.5. Updated of Climate Service Toolkit page (English version)	8
Figure 2.6. Updated of Climate Service Toolkit page (Korean version)	9
Figure 2.7. Changed of provider institution name from PNU to PNU-RDA	9
Figure 2.8. Changed of provider institution name from CWB to CWA	10
Figure 2.9. APCC Fire and Haze EWS web page (Introduction & Indonesia contents)	11
Figure 2.10. Updated web page of APCC Fire and Haze EWS - Introduction & Methodology(left), Indonesia (middle), Malaysia (right)	11
Figure 2.11. Updated of popup interface	13
Figure 2.12. Checking states of CLIKS	13
Figure 2.13. The backup of database on the platform storage	14
Figure 2.14. Log-in and sign up page (general / OAuth2)	15
Figure 2.15. Improved for downloads for OAuth2 users	16
Figure 2.16. Procedure for handling long-term non-visitors	16
Figure 2.17. Web interface of handling long-term non-visitors	17
Figure 2.18. Release Note input screen (improvement)	19
Figure 2.19. Contents of the Release Note (CLIKS) delivered through API in JSON format	19
Figure 2.20. Release Notes DBMS Table	20
Figure 2.21. Updated SSL of homepage	20
Figure 2.22. Updated SSL of CLIKS	21
Figure 2.23. Updated SSL of SSO	22
Figure 2.24. SSL certificate of OpenWPS Homepage	22
Figure 2.25. SSL certificate of HelpDesk Homepage	23
Figure 2.26. SSL certificate of ReleaseNote Homepage	24
Figure 2.27. Web based monitoring system (Nagios)	25
Figure 2.28. APCC homepage server monitoring for one month	25
Figure 2.29. APCC homepage HTTP service monitoring for one month	26
Figure 2.30. APCC homepage Tomcat service monitoring for one month	26
Figure 2.31. Summary of Openstack system information	28
Figure 2.32. Climate Information Service platform structure	28
Figure 2.33. Structure of container platform	29
Figure 2.34. NCEP transmission system	35
Figure 2.35. Set up schedules for data transfer	36
Figure 2.36. Setup the schedule for data management	36
Figure 2.37. dataset_external collection of mongoDB	37
Figure 2.38. The design of dataset_external collection	37
Figure 2.39. The service architecture for NCEP	38
Figure 2.40. Download URL of NCEP	38

Figure 2.41. Download NCEP data using wget	38
Figure 2.42. Download code using CLIK API	39
Figure 2.43. Download NCEP using CLIK API	39
Figure 2.44. NCEP Reanalysis menu	40
Figure 2.45. Overview of NCEP Reanalysis	40
Figure 2.46. Wget download of NCEP Reanalysis	41
Figure 2.47. CLIK API download of NCEP Reanalysis	41
Figure 2.48. Step of domain integration	42
Figure 2.49. Major improvements to the local information extraction function (Masking)	45
Figure 2.50. Processing - Clipping Input Screen	46
Figure 2.51. Open API Call Code	47
Figure 2.52. The structure of the clippingapi call	48
Figure 2.53. Operation of PyWPS Server	48
Figure 2.54. Climate Data Processing Service API Server Flowchart	49
Figure 2.55. Existing Climate Information Service platform tutorial screenshot	51
Figure 2.56. New Climate Information Service Platform Tutorial Screenshot	52
Figure 2.57. Feature → Tutorial link button to go to Tutorial Menu	53
Figure 2.58. Tutorial Content → Link button to go to function	53
Figure 2.59. Current updated tutorials on climate information service platform functionality	54
Figure 2.60. Follow the Climate Information Service tutorial Insert video screen	55
Figure 2.61. Experience using climate data service (except APCC Data Service)	64
Figure 2.62. High-utilization climate data ranking	64
Figure 2.63. Application of climate data processing service results	65
Figure 3.1. The development process for establishing dynamic Climate Information Service	67
Figure 3.2. APCC homepage version control (1)	73
Figure 3.3. APCC homepage version control (2)	73
Figure 3.4. Cloud platform architecture for homepage development	74
Figure 3.5. Development server in Amazon cloud	74
Figure 3.6. Overall homepage design improvement	76
Figure 3.7. Homepage contents search	76
Figure 3.8. Displaying content representative	76
Figure 3.9. Responsive web UI	77
Figure 3.10. Security setting in CMS	77
Figure 3.11. Autorization function	78
Figure 3.12. Access Log	78
Figure 3.13. Page add function	79
Figure 3.14. Homepage contents registration and management	79
Figure 3.15. Web editor (CK-Editor5)	80
Figure 3.16. Support various type of bulletin board	80
Figure 3.17. 3-Depth Menu	81
Figure 3.18. Font Management	81
Figure 3.19. Side Menu for Dynamic Climate Information	82
Figure 3.20. Dynamic Climate Information Page	82
Figure 3.21. Dynamic Climate Outlook	83

Figure 3.22. Dynamic climate information (APCC MME Forecast-Precipitation)	84
Figure 3.23. Climate Monitoring – Current Climate	85
Figure 3.24. Climate Monitoring – Climate Indices	86
Figure 3.25. East Asia (Abnormal climate)	87
Figure 3.26. Contents migration (1)	88
Figure 3.27. Contents migration (2)	89
Figure 3.28. Homepage (English version)	90
Figure 3.29. Applied Forecast – APCC Fire and Haze EWS (English Version)	90
Figure 3.30. Administrator interface	91
Figure 3.31. Sitemap UI	92
Figure 3.32. Public Data Quality Management Tool: WDQ	93
Figure 3.33. ERD(Entity-Relation Diagram) for APCC Homepage	94
Figure 3.34. Data structure of DMME	97
Figure 3.35. The design of DMME CSV	97
Figure 3.36. Data structure of PMME	99
Figure 3.37. The design of PMME CSV	99
Figure 3.38. Data structure of HSS	100
Figure 3.39. Data structure of SR	101
Figure 3.40. Data structure of ACC	102
Figure 3.41. Data structure of ROC Curve	103
Figure 3.42. ACC and ROC Curve charts	104
Figure 3.43. The class diagram for Grid CSV Processor	105
Figure 3.44. The color table for grid map	106
Figure 3.45. Grid CSV	106
Figure 3.46. The json request to get CSV URL	107
Figure 3.47. The Open API to send CSV URL	107
Figure 3.48. The Open API to view or download CSV	108
Figure 3.49. The class diagram to extract and transfer chart data	108
Figure 3.50. The json request to get CSV URL	109
Figure 3.51. The result of ACC chart	109
Figure 3.52. The result of ROC Curve chart	109
Figure 3.53. Structure of verification dynamic service	111
Figure 3.54. Result of verification – ACC	112
Figure 3.55. Result of verification – ROC Curve	112
Figure 3.56. Result of verification – Success Rate	113
Figure 3.57. Result of verification – Hedike Skill Score	113
Figure 3.58. The system architecture for dynamic mashup service	114
Figure 3.59. Relationship of Backend module and Job processing	115
Figure 3.60. The detailed scenario of backend modules	116
Figure 3.61. The design of Job details	117
Figure 3.62. The design of Seasonal MME Job details	118
Figure 3.63. Various Job Details	118
Figure 3.64. The design Mashup Job	119
Figure 3.65. The source project of backend manager	120

Figure 3.66. The source project of backend processor	120
Figure 3.67. Data Flow – Mashup Prototype 1	124
Figure 3.68. Execution screenshot – Mashup Prototype	125
Figure 3.69. Execution result – Mashup Prototype 1	126
Figure 3.70. Data Flow – Mashup Prototype 2	127
Figure 3.71. Execution result – Mashup Prototype 2	128
Figure 3.72. Climate Information Service platform structure	143
Figure 3.73. A manifest file to deploy a war file	144
Figure 3.74. Deployment and URL routing method	144
Figure 3.75. Creation of container image using docker	145
Figure 3.76. A dockerfile to create container image	145
Figure 3.77. Build and push of a dockerfile	145
Figure 3.78. Creation of container image using jib	146
Figure 3.79. Jib plugin for maven	146
Figure 3.80. Profiles for maven	147
Figure 3.81. A yaml for deployment of a container image	148
Figure 3.82. Deployment of a container	148
Figure 3.83. A yaml to create service	149
Figure 3.84. Build and push of a dockerfile	149
Figure 3.85. Prototype of homepage and CLIK integration (Menu)	149
Figure 3.86. Prototype of homepage and CLIK integration (Download user interface)	150
Figure 3.87. Standard words for database	151
Figure 3.88. Standard terms for database	151
Figure 3.89. Standard domains for database	152
Figure 3.90. ER diagram	153
Figure 3.91. The design of the job detail for high-resolution MME	157
Figure 3.92. The system architecture for the high resolution seasonal prediction	158
Figure 3.93. Job processing for High-resolution MME	158
Figure 3.94. High-resolution model table (MariaDB)	159
Figure 3.95. A job example (MongoDB document)	159
Figure 3.96. Table of combination for seasonal prediction models (clik_prediction_models)	160
Figure 3.97. The prediction processor and yaml data	160
Figure 3.98. A yaml configuration sample for the predictor	161
Figure 3.99. A sample of running script for prediction	161
Figure 3.100. The running folder for prediction	162
Figure 3.101. Results of prediction	162
Figure 3.102. Download files for users	162
Figure 3.103. High resolution prediction new menu	163
Figure 3.104. Prediction service – low resolution 2.5X2.5 (left), high resolution 1.0X1.0 (right) 163	
Figure 3.105. Comparison of resolution results by variables (Precipitation, Sea Level Pressure, Sea Surface)	164
Figure 3.106. Comparison of resolution results by variables (Temperature at 850hPa, Geopotential height at 500hPa, Temperature at 2m)	164

1. 서론

APEC 기후센터에서는 아시아태평양 지역에서 기후정보의 활용성을 높일 수 있도록 다양한 기후정보서비스를 개발하여 온라인에서 안정적으로 운영하고 있으며, 기후예측자료의 사용 편의성과 활용성을 확대하기 위해 지속적인 개선을 진행하고 있다. 개별 기후정보서비스의 안정적인 운영 및 개선뿐만 아니라, APCC 기후정보서비스의 대내외 기술교류 및 확산을 위한 지속적인 사업을 진행하고 있다. 또한, APCC는 아태지역의 기후정보 활용 강화를 위해 서비스 중인 다양한 기후정보서비스들을 단계적으로 통합하여 서비스하고 있다. 2019년에는 기존의 기후자료제공서비스(ADSS)를 대체할 데이터 플랫폼을 개발하였고 2020년에는 온라인 기후정보이용도구(CLIK)의 사용자 맞춤형 계절예측, 검증정보생산 서비스 및 기후자료 처리서비스를 포함한 기후자료 제공서비스, 2021년에는 CLIK의 상세화 기법을 플랫폼화하고 2022년에는 마스크 정보를 활용한 자료 추출 등 실제 APCC에서 제공되는 대부분의 기후정보서비스의 통합을 추진을 완료하였다. 그러나 새로운 기후정보의 증가와 사용자 중심의 서비스 요구에 따라 해당 서비스들의 편의성과 활용성 확대를 위한 동적 기후정보서비스의 기반 기술 확보와 함께 각 서비스에 대한 교육(예, 온라인 튜토리얼 서비스) 지원의 필요성이 증가하였다. 동적 기후정보 서비스는 온라인 웹 상에서 사용자가 선별적으로 정보를 선택 및 표출할 수 있고 종합적인 정보를 획득할 수 있는 장점이 있다. 또한 튜토리얼 서비스 등의 사용자 수준을 고려한 사용자 교육 지원을 통해 APCC 기후정보 활용성을 지속적으로 강화하기 위하여 노력해왔다.

해당 과제의 목표는 APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 및 개선, 동적 기후정보서비스 구축 두 부분으로 나누어진다. 첫째 목표인 APCC 기후정보서비스의 운영계획 수립 및 정기점검을 통한 안정적 운영과 더불어, 보안강화를 위한 보안대책 적용, 상시모니터링, 웹 접속통계 시스템 클라우드 이관, 플랫폼 시스템 운영 개선, 기후정보서비스 통합플랫폼을 통한 NCEP1/2 재분석자료 제공 확대, 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 Open API 강화, 온라인 튜토리얼 서비스 강화, APCC 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍을 중심으로 연구개발을 수행하였다.

두 번째 목표인 동적 기후정보서비스 구축에서는 온라인 웹 상에서 사용자가 선별적으로 정보를 선택 및 표출 할 수 있고 종합적인 정보를 획득할 수 있는 동적 기후정보표출 기술을 활용하여 APCC 기후정보서비스 플랫폼과 기관 홈페이지 연동 기후자료처리 모듈을 개발하고 이를 이용한 계절예측 검증서비스를 구축하였다. 또한 동적 기후정보 포함한 신규 기관 홈페이지를 플랫폼에 구축하여 홈페이지와 기후정보서비스 플랫폼 통합 기반을 마련하였다. 아울러 사용자 맞춤형으로 고해상도 MME 예측정보 생산 서비스를 기후정보서비스 통합플랫폼인 CLIK에 구축 완료하였다.

본 보고서의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 및 개선 목표를 달성하기 위해서 수행한 연구개발 내용을 정리하고, 3장을 통해 신규 홈페이지 및 동적 기후정보서비스 구축 순으로 기술한다. 마지막 4장에서 결론 및 향후 과제에 대하여 논의한다.

2. APCC 기후정보서비스 안정적 운영 및 개선

2.1. 기후정보서비스의 안정적 운영

2.1.1. 개요

APEC기후센터는 세계 우수 현업기관 및 연구기관의 다양한 전지구모델을 활용한 기후예측시스템을 구축하여 매일 홈페이지와 기후정보서비스 통합플랫폼 CLIK(Climat Information toolKit)을 통해 계절예측 및 검증정보와 기후감시 정보를 제공하고 있다. 특히 APCC 기후정보서비스 통합을 위해 미래지향적 서비스 플랫폼 개발을 진행하여 단계적으로 기존 기후자료제공서비스(ADSS, APCC Data Service System), 온라인 기후정보응용도구(CLIK), 기후자료추출및합성서비스(CLIPS), APCC 통합모델링 솔루션(AIMS), 기후자료 마스킹 정보제공 서비스(OpenWPS)를 플랫폼으로 통합하였다.

당해연도 과제에서는 APCC 기후정보서비스의 운영계획 수립 및 정기점검을 통한 안정적 운영과 더불어, 통합 플랫폼의 안정화를 위한 인터페이스, 알고리즘에 대한 개선 및 NCEP 재분석 자료 제공 서비스, 개별 기후정보서비스들의 통합 후 종료에 따른 후속조치를 중심으로 연구개발을 수행하였다.

2.1.2. 보안 취약점 점검 목록

APCC에서 제공되고 있는 기후정보서비스는 온라인을 통해서 제공되고 있다. 이렇게 온라인을 통해 제공되고 있는 서비스들의 안정적 운영에 있어 필수불가결한 요소로써 해당 서비스들이 다양한 보안 공격이나 위협에 노출되어 있는 부분에 대한 점검이 필요하다. 노출되어 있는 보안 취약점이나 위협요소에 대처하기 위해서 두 가지 방법으로 보안 강화를 시행하고 있다. 첫 번째 각 소프트웨어에서 발표하고 있는 보안 취약점들에 대해서 APCC 기후정보서비스에서 사용하고 있는 소프트웨어의 경우 패치 및 버전 업그레이드를 통해서 취약점 개선을 하고 있다. 이 경우는 비정기적으로 발표되는 보안 업데이트를 참고해서 대응을 하고 있다. 나머지 방법은 매년 운영되고 있는 기후정보서비스를 대상으로 보안 취약점 점검을 시행하고 있다. 취약점 점검의 목적은 각 시스템이 가진 취약점을 분석, 평가하고 필요한 보호 대책 제시 및 적용을 통하여 정보보호의 수준을 높이기 위해서 실시하고 있다. 취약점 분석은 10가지의 진단항목과 각 항목의 세부 점검항목들을 대상으로 취약점 진단을 시행하고 있다. 다음 표에서 실제 점검을 하는 항목 내용과 해당 항목의 위험도에 대해서 나와 있다.

Table 2.1. Web vulnerability check lists

구분		점검항목	위험도
1. 인젝션	1.1	로그인 인증 우회	상
	1.2	SQL/XPath Injection	상
	1.3	운영체제 명령어 실행	상

	1.4	HTTP 응답분할	중
2. 로그인 인증 및 세션 관리	2.1	취약한 계정 및 암호	상
	2.2	취약한 패스워드 복구	상
	2.3	불일치를 통한 계정 정보 노출	하
	2.4	쿠키/세션 사용 및 변조	상
	2.5	쿠키/세션 예측	중
3. 크로스사이트 스크립팅	3.1	XSS/CSRF	중
4. 파라미터 변조	4.1	웹 파라미터 변조	중
	4.2	신뢰되지 않는 URL주소로 자동접속연결	상
	4.3	디렉터리 경로 조작	중
	4.4	파일 다운로드	상
5. 정보 노출	5.1	소스코드 주석문 등 구성정보 하드코딩	하
	5.2	사용자 중요정보 평문저장 및 전송	상
	5.3	검색엔진 정보 노출	중
	5.4	개인정보 노출	상
	5.5	파일 및 디렉터리 추측가능	하
	5.6	백업 및 예제 파일	하
	5.7	관리자 페이지 노출	상
6. 보안 설정	6.1	서버정보 노출	하
	6.2	적절치 못한 오류 및 예외 처리	하
	6.3	디렉터리 인덱싱	중
	6.4	제한되지 않은 파일 업로드	상
	6.5	불필요 메소드	하
	6.6	원격관리서비스 접근 가능	중
	6.7	자동화 공격	상
7. 인증 우회	7.1	보호메커니즘을 우회할 수 있는 입력값 변조	상
	7.2	적절한 인증 없는 중요기능 허용	상
	7.3	본인 확인 우회 가능	상
8. 이슈 취약점	8.1	Apache Struts2 취약점	상
	8.2	Apache Tomcat Ghostcat 취약점	상

2.1.3. APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 및 보안강화

2.1.3.1. 기후정보서비스 체계적 운영 및 관리 기반 마련

2.1.3.1.1. 운영기준 및 보고체계 수립

APCC에서는 아태지역의 기후정보 활용 강화를 위해 사용자의 요구를 바탕으로 다양한 기후정보서비스를 개발하여 서비스하고 있으며, 해당 서비스들의 안정적인 운영뿐만 아니라 편의성 및 활용성 확대를 위해 지속적인 개선을 진행하고 있다. 이에 각 기후정보서비스 담당자들은 자체적으로 운영 및 관리를 실시하고 보안 취약점에 대한 업데이트를 지속적으로 수행하고 있다. 이러한 업무를 보다 체계적이고 효율적으로 운영하기 위해 운영기준 및 보고체계를 수립 및 시행하였다. 아래 표에서는 기후정보서비스 담당자 및 업무를 설정하였다.

Table 2.2. Person in charge and task of climate information services

담당 부서	담당자	담당자
기후사업본부 예측운영과	이현록 선임연구원	기후정보서비스 운영 총괄
	김상철 연구원	홈페이지, 파스-타 플랫폼, 기후예측분야 연구개발 협업 클라우드 서버 (Glair) 운영
	신지현 연구원	기후정보서비스 플랫폼 (CLIKs 플랫폼)
	정주형 연구원	CLIPs, OpenWPS, AIMS, Help Desk, Release Note, 공용 SW활용시스템

기후정보서비스 운영 원칙은 첫 번째로 아태지역 기후 예측정보 활용성 강화를 위한 서비스를 제공하고, 두 번째로 APCC 기후정보서비스의 안정적 운영 및 개선이다. 이러한 운영 원칙을 설정하고 다음의 상세 운영 업무를 설정하였다.

2.1.3.1.1.1. 기후정보서비스 운영 계획 수립

매년 기후정보 서비스별 운영 담당자들은 운영 계획을 수립하고 보고해야 하는데, 이러한 운영 계획에는 기후정보서비스 기능 개선(당해년도 APCC 기후정보서비스 개선 및 신규 개발 계획 또는 별도의 기능 개선) 계획, 기후정보서비스용 기후자료 저장 및 관리, 서비스 백업에 관한 사항 등 운영에 필요한 사항이 포함되어야 한다.

다음의 표는 2023년도에 APCC 기후정보서비스의 안정적인 운영을 위해 수립한 운영 계획이다.

Table 2.3. Operation plan of 2023

운영 계획	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
월간 보고				★			★			★			분기별 보고 (분기 종료 차주)
보안취약점 개선 및 모니터링 (수시)													기상청 담당 부서 연 계 수시 대응
파스-타 플랫폼 운영방안 및 방향 설정		★					★						업그레이드 및 기술 지원 계획 논의 (~2 월) 방향설정 및 시행 (~7월)
개별 기후정보서비스 종료 및 후속조치		★											CLIK, CLIPs, OpenWPS, AIMS 도메 인 통합
기후정보서비스 통합플랫폼 기 반 NCEP 1/2 재분석자료 신규 제공						★							[신규] NCEP 재분석 자료 플랫폼 서비스
기후정보서비스 통합플랫폼 온 라인 튜토리얼 콘텐츠 강화												★	[개선] 온라인 튜토리 얼 서비스 콘텐츠 강 화
기후정보서비스 통합플랫폼 기 반 동적 기후정보서비스												★	[개선] 기후정보 동적 표출
동적 표출 기술을 적용한 기관 홈페이지 신규 구축												★	[신규] 시험운영 12 월~)

업무보고는 마일스톤(★)을 기준으로 각 담당자가 실시

2.1.3.1.1.2. 기후정보서비스 운영 및 정기적인 운영보고

기후정보서비스 운영 담당자들은 매월 기후정보서비스 운영에 관련된 사항을 정리하여 문서화하고 분기별로 기안을 통해 보고하고 특이사항 발생의 경우에는 적시에 보고를 한다. 그리고 운영보고서에 서비스 제공 및 장애 발생 현황, 개선개발 및 수정사항, 보안에 관련된 사항 및 향후 운영 계획이 기본적으로 포함되어야 한다.

2.1.3.1.1.3. 기후정보서비스 모니터링 및 장애 대응

기후정보서비스 운영 담당자들은 APCC 통합 모니터링을 통해 정상적인 서비스 운영이 이루어지는지 확인하고 장애 발생 시 신속하게 대응한다. 소프트웨어적인 장애는 운영 담당자가 파악하고 해당 부분에 대한 원인 및 결과를 월간보고서에 적시하여야 한다.

2.1.3.1.1.4. 기후정보서비스 개선개발

아태 연구개발 사업과 연계한 개선 개발 업무와 그 외 시급한 개선이 요구되거나 오류에 대한 개발 업무 내용이 포함되어야 한다.

2.1.3.1.15. 기후정보서비스 보안 취약점 대비 관련

기상청 사이버안전센터 등 상급 기관에서 공지한 보안 취약점 처리 업무와 정기 서버 인증서 교체 및 이와 유사한 보안 관련 업무를 수행하고 해당 결과가 운영보고서에 포함되어야 한다.

2.1.3.1.2. 정기 점검 및 백업

기후정보서비스 운영기준에 따라 매월 월간 정기 점검 보고서를 작성하고 있다. 서비스별 담당자들은 담당하고 있는 기후정보서비스를 월초에 점검하고 점검 보고서를 작성한다. 점검 보고서에는 기후정보서비스의 하드웨어 상태와 서비스 운영 상태를 확인하고 이에 대한 보고서를 작성한다. 아래 Figure는 APCC 통합 모니터링 시스템을 통해 홈페이지 서버를 한 달간 모니터링한 결과이다. 해당 담당자는 아래 Figure를 참고하여 월별 정기 점검을 수행한다.

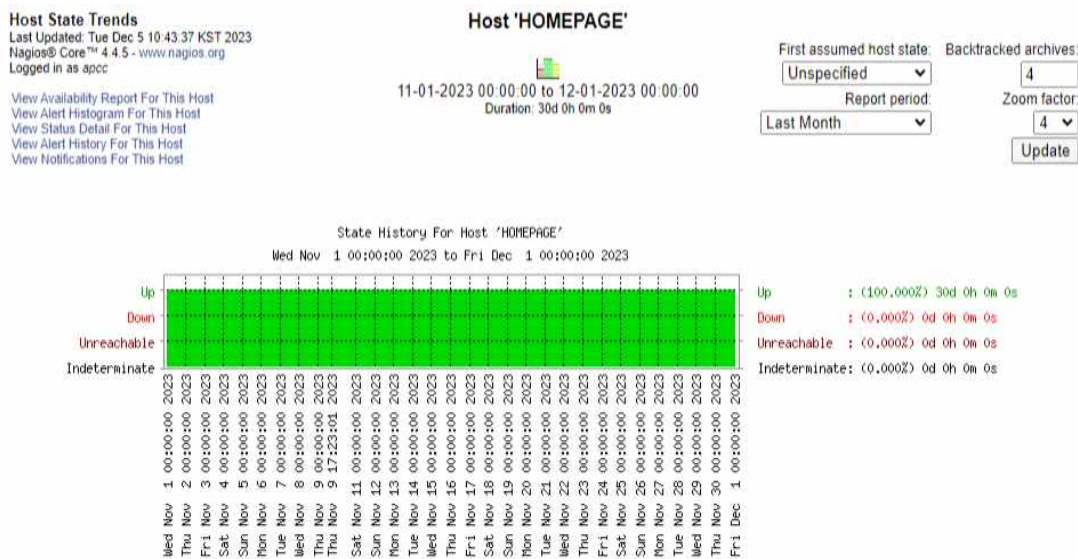


Figure 2.1. Monitoring result of homepage server

서비스의 백업은 DB 백업과 소스 백업을 시행하고 있다. DB 백업의 경우에는 매주 백업을 시행하고, 소스 코드의 경우에는 매월 한 달에 한 번 실시 한다. 그리고 백업은 총 3단계를 통해서 실시하고 있다. 첫 번째 단계는 서비스 자체 백업이다. 이 경우에는 Crontab과 Shell script를 통해서 자동으로 서버에서 백업이 이루어지는 과정이다. 두 번째 단계는 이렇게 자동으로 서버에 백업된 DB와 소스 백업 파일을 담당자 PC로 백업하는 과정이다. 외부망의 담당자 PC를 통해서 서버에서 백업 파일을 내려받아, 망 연계 시스템을 통해서 내부망의 담당자 PC로 백업을 하게 된다. 그리고 마지막으로 내부망의 담당자 PC에 백업된 데이터를 내부망에서 운영되고 있는 NAS에 3차로 백업을 하게 된다. 이렇게 되면 하나의 백업 파일을 서버, 담당자 내부망 PC, 내부망의 NAS 시스템 이렇게 3곳에서 중복으로 백업을 하고 있다. 아래 Figure는 기후정보서비스의 백업체계이다.

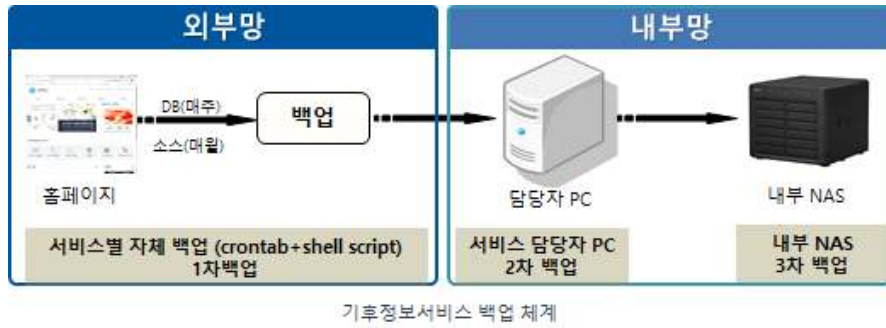


Figure 2.2. Backup system of climate information services

또한 사용하는 데이터베이스를 다음 Figure와 같이 해당 서버 스토리지, 로컬 컴퓨터로 백업한다.

```
[root@webhost01 backup_file]# ls -ld 2023*
20230101 20230120 20230208 20230227 20230318 20230406 20230425 20230514 20230602 20230621 20230710 20230729 20230817 20230905 20230924 20231013 20231101 20231120
20230102 20230121 20230209 20230228 20230319 20230407 20230426 20230515 20230603 20230622 20230711 20230730 20230818 20230906 20230925 20231014 20231102 20231121
20230103 20230122 20230210 20230301 20230320 20230408 20230427 20230516 20230604 20230623 20230712 20230731 20230819 20230907 20230926 20231015 20231103 20231122
20230104 20230123 20230211 20230302 20230321 20230409 20230428 20230517 20230605 20230624 20230713 20230801 20230820 20230908 20230927 20231016 20231104 20231123
20230105 20230124 20230212 20230303 20230322 20230410 20230429 20230518 20230606 20230625 20230714 20230802 20230821 20230909 20230928 20231017 20231105 20231124
20230106 20230125 20230213 20230304 20230323 20230411 20230430 20230519 20230607 20230626 20230715 20230803 20230822 20230910 20230929 20231018 20231106 20231125
20230107 20230126 20230214 20230305 20230324 20230412 20230501 20230520 20230608 20230627 20230716 20230804 20230823 20230911 20230930 20231019 20231107 20231126
20230108 20230127 20230215 20230306 20230325 20230413 20230502 20230521 20230609 20230628 20230717 20230805 20230824 20230912 20231001 20231020 20231108 20231127
20230109 20230128 20230216 20230307 20230326 20230414 20230503 20230522 20230610 20230629 20230718 20230806 20230825 20230913 20231002 20231021 20231109 20231128
20230110 20230129 20230217 20230308 20230327 20230415 20230504 20230523 20230611 20230630 20230719 20230807 20230826 20230914 20231003 20231022 20231110 20231129
20230111 20230130 20230218 20230309 20230328 20230416 20230505 20230524 20230612 20230701 20230720 20230808 20230827 20230915 20231004 20231023 20231111 20231130
20230112 20230131 20230219 20230310 20230329 20230417 20230506 20230525 20230613 20230702 20230721 20230809 20230828 20230916 20231005 20231024 20231112 20231201
20230113 20230201 20230220 20230311 20230330 20230418 20230507 20230526 20230614 20230703 20230722 20230810 20230829 20230917 20231006 20231025 20231113 20231202
20230114 20230202 20230221 20230312 20230331 20230419 20230508 20230527 20230615 20230704 20230723 20230811 20230830 20230918 20231007 20231026 20231114 20231203
20230115 20230203 20230222 20230313 20230401 20230420 20230509 20230528 20230616 20230705 20230724 20230812 20230831 20230919 20231008 20231027 20231115 20231204
20230116 20230204 20230223 20230314 20230402 20230421 20230510 20230529 20230617 20230706 20230725 20230813 20230901 20230920 20231009 20231028 20231116 20231205
20230117 20230205 20230224 20230315 20230403 20230422 20230511 20230530 20230618 20230707 20230726 20230814 20230902 20230921 20231010 20231029 20231117 20231206
20230118 20230206 20230225 20230316 20230404 20230423 20230512 20230531 20230619 20230708 20230727 20230815 20230903 20230922 20231011 20231030 20231118
20230119 20230207 20230226 20230317 20230405 20230424 20230513 20230601 20230620 20230709 20230728 20230816 20230904 20230923 20231012 20231031 20231119
[root@webhost01 backup_file]#
```

Figure 2.3. The backup of database on the Service storage

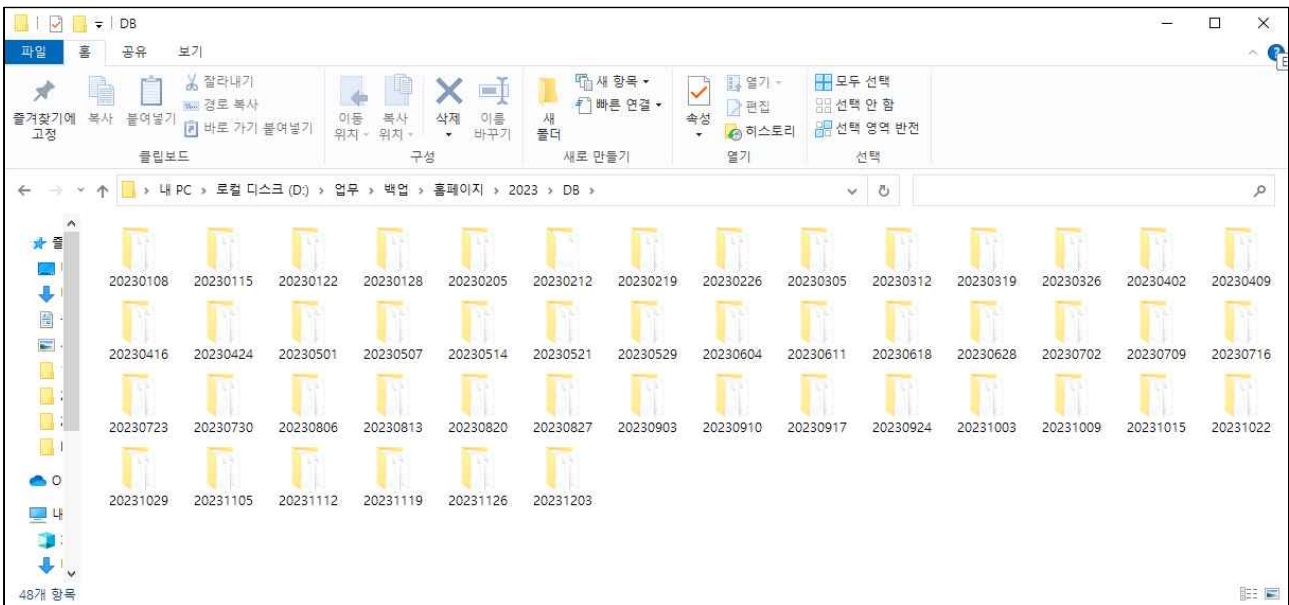


Figure 2.4. The backup of database on the local PC

2.1.3.2. 기후정보서비스 운영 및 기능 개선

2.1.3.2.1. 홈페이지

APCC 대표 홈페이지를 운영하면서 발생한 신규·수정·개선 등의 작업 내용이다.

Table 2.4. The list of homepage updated

월	개선사항	작업 구분	작업 내용
4월	기후정보서비스 소개 페이지 수정	수정	- OpenWPS 통합으로 인한 홈페이지 기후정보서비스 소개 페이지 수정
6월	PNU 기관명 변경	수정	- 모델 기관명 변경으로 인한 PNU명을 PNU-RDA로 변경
10월	산불예측 신규 콘텐츠 적용 지원	개선 신규	- 기존 한 개 페이지에서 2개 페이지로 분리 - 말레이시아 지역 신규 콘텐츠 추가 - 기존 한 개 페이지에서 소개와 인도네시아 지역 콘텐츠를 제공하였으나 이번 개선을 통해 소개 및 인도네시아 각각 페이지로 분리
10월	CWB 기관명, 모델명 변경	개선	- CWB의 기관명을 CWA로, 모델명을 TCWA1Tv1.1로 변경

APCC 홈페이지에서는 APCC에서 제공하고 있는 기후정보서비스에 대한 안내 페이지를 제공하고 있다. OpenWPS 통합 이후 정보를 업데이트하여 사용자들에게 제공하고 있다.

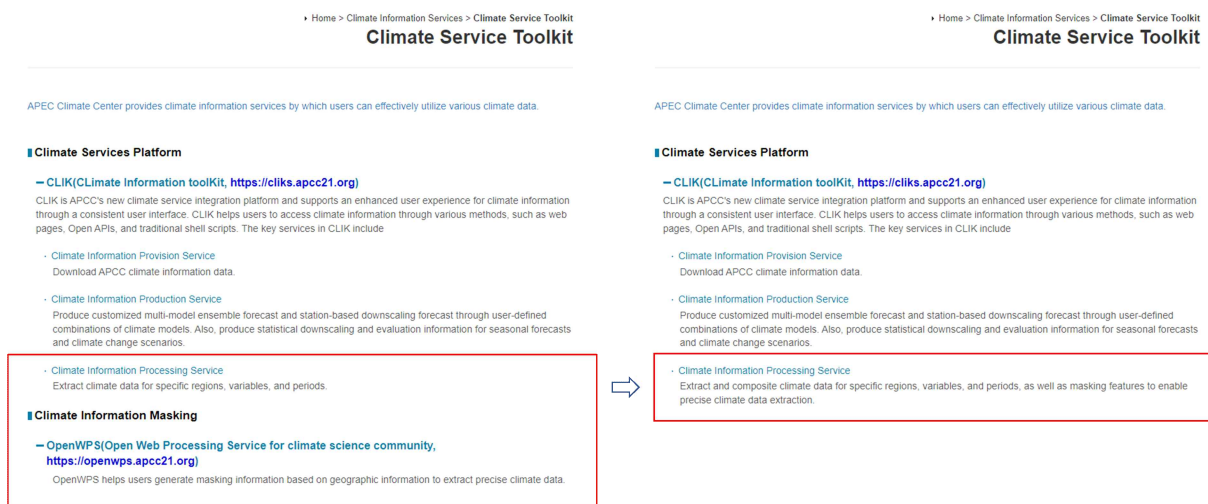


Figure 2.5. Updated of Climate Service Toolkit page (English version)

APEC기후센터는 사용자가 다양한 기후정보를 보다 효과적으로 활용할 수 있는 기후정보서비스를 운영하고 있습니다.

■ 기후정보서비스 통합 플랫폼

- CLIK(Climate Information toolKit, <https://cliks.apcc21.org>)

다양한 기후정보서비스들을 하나의 통합 플랫폼에서 제공합니다.

APEC 기후서비스 통합 플랫폼은 일관된 사용자 환경을 통해 기후정보에 대한 향상된 서비스 경험을 제공하며, 웹 페이지, Open API, 전통적인 스크립트 등 다양한 방법을 통해 기후정보를 받아들 수 있습니다. 플랫폼을 통해 제공하는 서비스는 다음과 같습니다.

- 기후정보 제공 서비스
APCC 기후정보를 다양한 방법으로 내려받을 수 있습니다.
- 기후정보 생산 서비스
다양한 모델 조합을 통해 MME 예측정보와 지검법 상세화 예측정보를 사용자 맞춤형으로 생산할 수 있습니다. 또한 계절예측 및 기후변화 시나리오에 대한 통계적 상세화 및 평가 정보를 생산할 수 있습니다.

- 기후정보 처리 서비스
지역, 변수, 기간 등을 임의로 설정하여 기후자료를 추출할 수 있습니다.

■ 기후정보 마스크

- OpenWPS(Open Web Processing Service for climate science community, <https://openwps.apcc21.org>)

정밀한 기후자료 추출을 위해 지리정보 기반의 마스크 정보를 제공합니다.

APEC기후센터는 사용자가 다양한 기후정보를 보다 효과적으로 활용할 수 있는 기후정보서비스를 운영하고 있습니다.

■ 기후정보서비스 통합 플랫폼

- CLIK(Climate Information toolKit, <https://cliks.apcc21.org>)

다양한 기후정보서비스들을 하나의 통합 플랫폼에서 제공합니다.

APEC 기후서비스 통합 플랫폼은 일관된 사용자 환경을 통해 기후정보에 대한 향상된 서비스 경험을 제공하며, 웹 페이지, Open API, 전통적인 스크립트 등 다양한 방법을 통해 기후정보를 받아들 수 있습니다. 플랫폼을 통해 제공하는 서비스는 다음과 같습니다.

- 기후정보 제공 서비스
APCC 기후정보를 다양한 방법으로 내려받을 수 있습니다.

- 기후정보 생산 서비스
다양한 모델 조합을 통해 MME 예측정보와 지검법 상세화 예측정보를 사용자 맞춤형으로 생산할 수 있습니다. 또한 계절예측 및 기후변화 시나리오에 대한 통계적 상세화 및 평가 정보를 생산할 수 있습니다.

- 기후정보 처리 서비스
특정 영역, 변수, 기간 등에 대한 기후 데이터 추출, 합성 및 마스크 기능을 사용할 수 있습니다.

Figure 2.6. Updated of Climate Service Toolkit page (Korean version)

개별모델 제공 관련 기관 변경 및 기관 명칭 변경으로 인한 관련 페이지를 수정하였다. 우선 모델 제공 기관 변경은 PNU(Pusan National University)에서 PNU-RDA(Pusan National University-Rural Development Administration)로 변경되었고, CWB(Central Weather Bureau)의 기관명이 CWA (Central Weather Administration)로 변경되었다. 이와 관련해서 관련 페이지의 기관명 변경 내역을 수정 적용 하였다.

기후예측 정보

- + 동아시아 계절예측
- 전지구 계절예측
 - 예측정보
 - 요약
 - 기후전망
 - 검증정보
 - 예측검증
 - 과거검증
 - 계절예측 방법론
 - ▶ 모델정보
- + 여름철 계절내진동 예측
- + 기후현황
- + 기후정보서비스

홈 > 기후예측 정보 > 전지구 계절예측 > 모델정보
모델정보

다중모델앙상블 예측 시스템 변경 및 개선 이력 정보 보기 숨기기

APEC MME 전지구 예측에 참여하는 11개국 15개 모델에 대한 정보이며, 기관명으로 분류하였습니다. 전체 다운로드 (PDF)

APCC	BCC	BOM	CMCC	CWB	ECCC	HMC
JMA	KMA	METFR	MGO	NASA	NCEP	PNU-RDA
UKMO						

• PNU-RDA 면위도

※ 해당 기관의 모델 변경 및 개선사항은 하단의 "모델 변경 이력"을 확인하십시오.
- 2015년부터 최근까지의 변경 이력을 제공합니다.

1. 참여기관 및 계절 예측시스템 정보:			
국가 및 기관명	한국, 국립농업과학원		
모델명	PNU-RDA CGCM v2.0 (Pusan National University-Rural Development Administration (National Institute of Agricultural Sciences) Coupled General Circulation Model version 2.0)		
예측자료 첫 제공 시기	2020년 3월		
2. 모델 상세 정보:			
대기모델 및 해상도 (최상층 고도)	CCM3	T42L18(2.917hPa)	Hurrel et al.(1998), Kiehl et al.(1996)
해양모델 및 해상도	MOM3	2.8125*(0.7, 1.4, 2.8), L40	Pacanowski and Griffies, 1998
지면모델 및 해상도	LSM	T42L6	Bonan 1998

Figure 2.7. Changed of provider institution name from PNU to PNU-RDA

- + 동아시아 계절예측
- 전지구 계절예측
 - ▶ 예측정보
 - 요약
 - 기후전망
 - ▶ 검증정보
 - 예측검증
 - 과거검증
 - ▶ 계절예측 방법론
 - ▶ 모델정보
- + 여름철 계절내진동 예측
- + 기후현황
- + 기후경보서비스
- + 기후정보 활용 현황

다중모델앙상블 예측 시스템 변경 및 개선 이력 정보 [보기](#) [숨기기](#)

APCC MME 전지구 예측에 참여하는 11개국 15개 모델에 대한 정보이며, 기관명으로 분류하였습니다. [전체 다운로드 \(PDF\)](#)

APCC	BCC	BOM	CMCC	CWA	ECCE	HMC
JMA	KMA	METFR	MGO	NASA	NCEP	PNU-RDA
UKMO						

• CWA [면위로](#)

※ 해당 기관의 모델 변경 및 개선사항은 하단의 "모델 변경 이력"을 확인해주시십시오.
- 2015년부터 최근까지의 변경 이력을 제공합니다.

1. 참여기관 및 계절 예측시스템 정보:			
국가 및 기관명	대한. CWA (Central Weather Administration)		
모델명	TCWA1TV1.1		
예측자료 첫 제공 시기	2020년 10월		
2. 모델 상세 정보:		참고문헌	
대기모델 및 해상도 (최상층 고도)	GF5	T119L40 (1mb)	Paek et al. 2015
행암모델 및 해상도	MOM3	1° x 1°	https://mdl-mom3.herokuapp.com/web/docs/project/MOM3_manual.pdf
지형모델 및 해상도	NOAH	T119	Ek et al. 1984
행암모델 및 해상도	-	-	-
3. 초기/경계 조건:		기후예측(Forecast)	과거기후재현(Hindcast)
대기 초기 조건	Interpolated from CDAS/NCEP		Interpolated from CDAS/NCEP
지면 초기 조건	Interpolated from CDAS/NCEP		Interpolated from CDAS/NCEP
포말수분 초기 조건	Interpolated from CDAS/NCEP		Interpolated from CDAS/NCEP
눈(snow) 초기 조건	Interpolated from CDAS/NCEP		Interpolated from CDAS/NCEP
행암 초기 조건	Interpolated from CDAS/NCEP		Interpolated from CDAS/NCEP
행암 초기 조건	-		-
해수면온도 경계 조건 (대기모델인 경우)	-		-

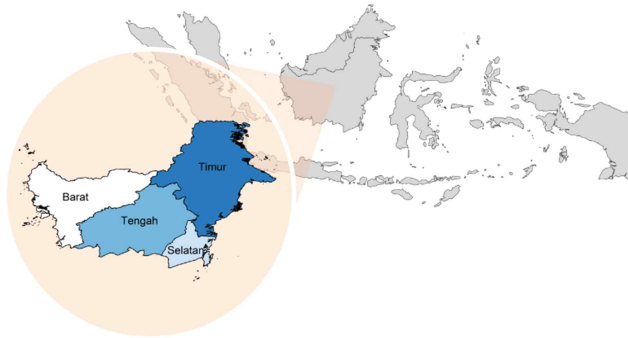
Figure 2.8. Changed of provider institution name from CWB to CWA

홈페이지에서는 동남아시아의 심각한 환경문제 중 하나인 산불 및 이로 인한 연무 피해를 완화하기 위한 목적으로 조기경보시스템에 대한 필요성이 지속적으로 제기되어, 아시아 최대 섬인 보르네오섬의 4개 지역 (Barat, Selatna, Tengah, Timur)에 대한 산불 및 연무 조기경보시스템 (FHEWS, Fire and Haze Early Warning System)을 구축하여 예측정보를 제공하고 있다. 2022년 말레이시아의 지역확장 요청에 따라 말레이시아 지역확장과 관련된 기초연구를 진행하였고, 2023년 최종 개발하여 말레이시아 지역에 서비스를 새롭게 제공하였다. 이번 개선과 관련하여 기존의 페이지도 각각의 목적에 맞게 재구성하였다. 기존 1개의 페이지에서 산불예측정보 소개와 인도네시아 콘텐츠를 제공하였는데 이를 2개의 페이지로 만들어 소개 페이지와 인도네시아 서비스 제공 페이지로 구성하였다. 올해 최종 개발 완료된 말레이시아 지역 서비스도 추가하여 1개의 페이지에서 3개의 페이지로 구성되었다.

- + Seasonal Forecast
- + BSISO Forecast
- + Applied Forecast
- + Climate Monitoring
- + Climate Service Toolkit
- + Climate Information Publications

Introduction

Haze from forest fires is among Southeast Asia's most serious environmental problems and there is a clear need for a Fire and Haze Early Warning System (FHEWS) to prevent these fires and mitigate their impacts in the region. APCC developed FHEWS for Borneo Island, the largest island in Asia located at the geographic center of Maritime Southeast Asia, through the Asia-Pacific Network for Global Change Research (APN) project (Yoo et al., 2016). This system shows how seasonal forecasts can be used to predict drought conditions triggering forest fires. It is our hope that the forest fire early warning information in Borneo Island's four provinces will be utilized to prevent dangerous forest fires and haze. *This APCC Fire and Haze Early Warning System is only available from April to July of each year.*



APCC Fire and Haze Early Warning System

Forecast

APCC FHEWS provides forecast information on both probability of forest fires and precipitation in Borneo Island's four provinces for the August to October (ASO) season, when the region has the highest risk for forest fires. This system utilizes the 3-6 month data from multiple dynamic models participating in APCC Multi-Model Ensemble (MME), and therefore is able to generate forecasts for the ASO season starting from April to July. The forecasted precipitation from the APCC MME is translated into four forest fire risk ratings based on the relationship between the precipitation amount and CO₂ emissions for each region.

Figure 2.9. APCC Fire and Haze EWS web page (Introduction & Indonesia contents)

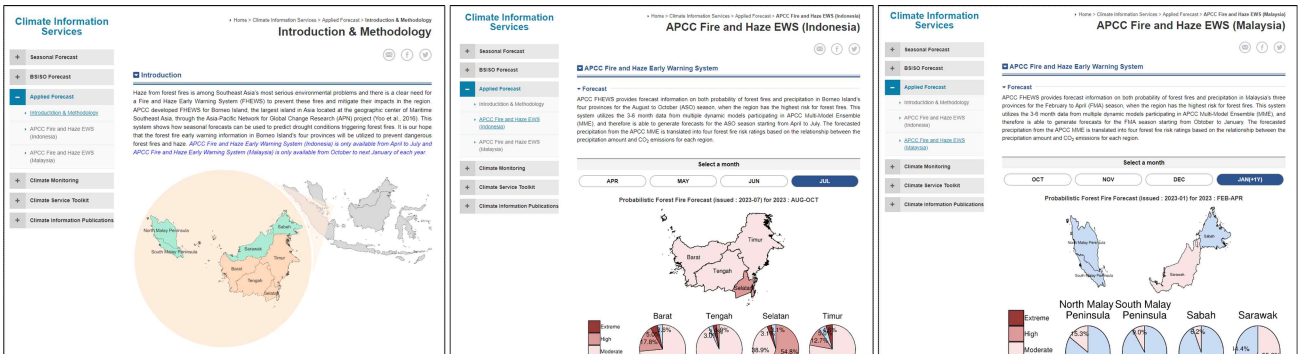


Figure 2.10. Updated web page of APCC Fire and Haze EWS - Introduction & Methodology(left), Indonesia (middle), Malaysia (right)

2.1.3.2.2. 기후정보서비스 통합플랫폼(CLIKs)

다음 Table은 기후정보서비스 통합플랫폼을 운영하면서 발생한 신규·수정·개선 등의 작업 내용이다.

Table 2.5. The list of CLIks updated

월	개선사항	작업 구분	작업 내용
2월	CMCC 모델명 변경	수정	- CMCC의 모델명을 SPS3.5로 변경
2월	신규 통합인증서비스 적용	개선	- 회원가입, 로그인, 사용자 정보 보기 등의 사용자 인증 관련 기능에 신규 통합인증 시스템 적용
2월	기후자료 처리서비스 웹 페이지 개선	개선 신규	- Clipping, Composite 웹 페이지의 웹 인터페이스를 타 페이지와 유사한 디자인으로 개선 - Masking 웹 인터페이스 추가
6월	NCEP 재분석자료 제공 서비스	신규	- NCEP 1/2 재분석자료 서비스 개시
6월	PNU 기관명 변경	수정	- PNU 기관명을 PNU-RDA로 변경
6월	Release note 페이지 개선	개선	- embedding 방식으로 출력하던 release note를 보안강화를 위하여 내부 Open API를 이용한 출력 방식으로 변경
6월	매뉴얼, 튜토리얼 현행화	개선	- 신규 및 개선 내용을 매뉴얼, 튜토리얼에 반영
10월	CWB 기관명, 모델명 변경	수정	- CWB의 기관명을 CWA로, 모델명을 TCWA1Tv1.1로 변경
10월	공지사항 하루동안 보지 않기 기능 추가	개선	- 초기 화면에 출력되는 공지사항에 하루동안 보지 않기 기능을 추가하여 하루동안 공지사항 팝업이 열리지 않도록 개선
12월	Verification 결과 동적 표출 서비스	개선	- Verification 실행 결과를 그래프, 지도에서도 확인할 수 있도록 개선
12월	온라인 튜토리얼 개선	개선	- 온라인 튜토리얼 콘텐츠를 개선하고 각 서비스 페이지와 튜토리얼 콘텐츠를 링크로 연결하도록 개선

기후정보서비스 플랫폼의 팝업창에 대한 개선을 하였다. 하루 동안 팝업창이 열리지 않도록 하는 기능을 추가하였다. 해당 기능을 추가하면서 추가로 닫기 기능 버튼('Close')도 추가하여 사용자의 기후정보서비스 플랫폼의 웹 인터페이스 편의성을 강화하였다.

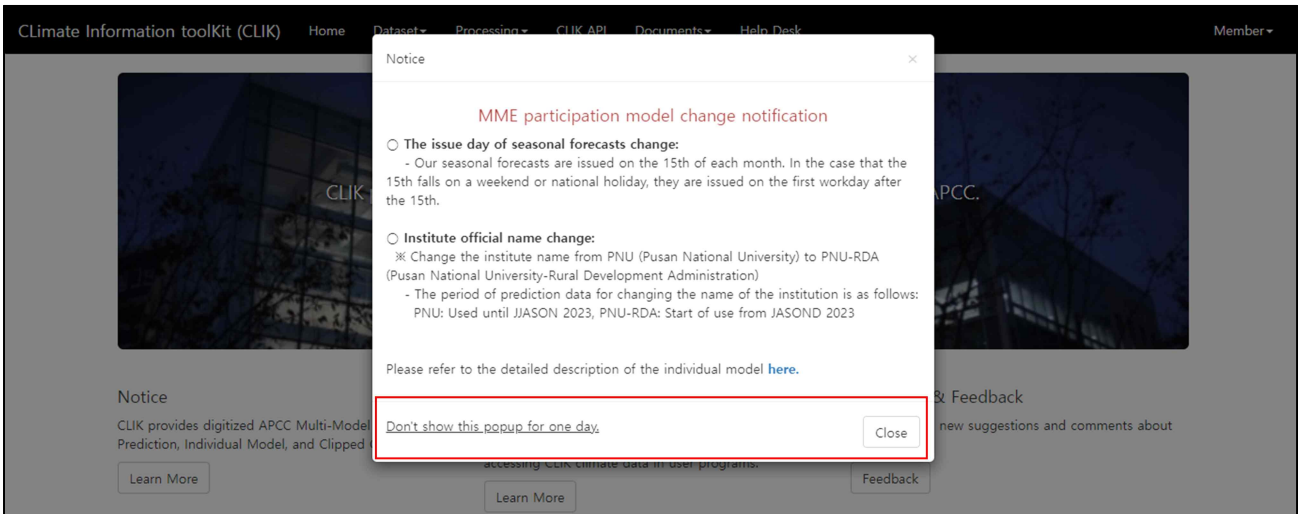


Figure 2.11. Updated of popup interface

기후정보서비스 플랫폼(CLIKs)의 관리자는 아래의 Figure와 같이 웹 서비스 상태를 점검한다.

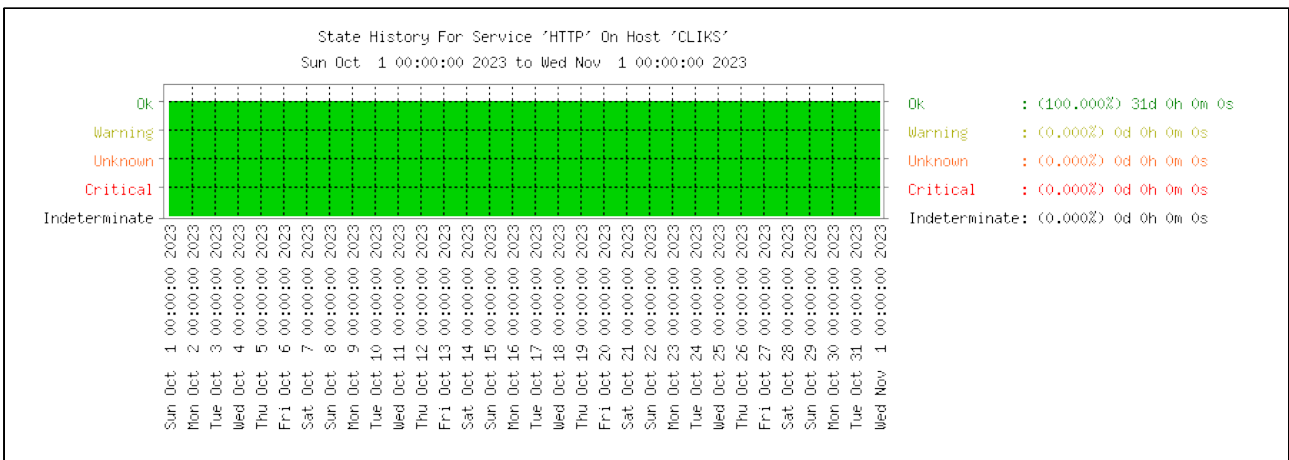


Figure 2.12. Checking states of CLIKS

또한 자료 저장을 위하여 사용하는 데이터베이스를 다음 Figure와 같이 플랫폼의 스토리지 및 로컬 컴퓨터로 백업한다.

```

jshsin@data: ~/dbbackup/mongodb
jshsin@data:~/dbbackup/mongodb$ ls -al *202310*
-rw-r--r-- 1 jshsin users 1879932 10:21 21 03:00 bsiso_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 147715 10:21 21 03:00 cmip5_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 27837328 10:21 21 03:00 external_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 4586245 10:21 21 03:00 job_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 57177581 10:21 21 03:00 mme_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 697690767 10:21 21 03:00 model_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 14464 10:21 21 03:00 summary_mme_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 964524 10:21 21 03:00 summary_model_20231021.json
-rw-r--r-- 1 jshsin users 5272781 10:21 21 03:00 summary_period_model_20231021.json
jshsin@data:~/dbbackup/mongodb$ █

```

Figure 2.13. The backup of database on the platform storage

2.1.3.2.3. 통합인증 시스템 (SSO)

아래 표의 개선 사항 및 작업 내용은 통합인증 시스템을 운영하면서 발생한 신규·수정·개선 등의 작업 내용이다.

Table 2.6. The list of SSO updated

월	개선 사항	작업 구분	작업 내용
2월	신규 서비스 베타 서비스 실시	개선	<ul style="list-style-type: none"> - 신규 통합인증 및 대량메일발송시스템의 베타 서비스 실시 - 기존에 각각 운영하던 SSO 시스템과 대량메일발송시스템이 신규 통합인증 시스템으로 통합
6월	장기 미접속자 처리 기능 적용	개선	<ul style="list-style-type: none"> - 기준일 기반으로 장기 미접속자를 분류하여 설정한 횟수만큼 메일 발송 및 회원 탈퇴 처리 기능 적용
9월	OAuth2 가입의 데이터 다운로드 방안 개선	개선	<ul style="list-style-type: none"> - OAuth2 가입자의 wget을 통한 개별모델 자료 다운로드시 사용자의 ID/Password 필요하나 OAuth2 가입자의 경우 ID/Password가 없어 Download key를 추가하여 문제 해결

사용자 인증 편의 확대를 위해 신규 구축한 통합인증시스템의 정식 서비스를 실시하였다. 해당 시스템은 크게 사용자 통합인증 시스템과 대용량 메일발송시스템의 기능을 포함하고 있다. 그래서 기존에는 각각 운영하던 서비스를 한 개의 시스템으로 통합하였다. 신규 통합인증 시스템은 기본적으로 회원가입 시스템을 포함하고 있고 기존과 다른점은 OAuth2를 통한 회원가입도 가능하도록 기능을 추가하였다. OAuth2는 현재 구글, 페이스북, 카카오, 네이버 4개의 서비스에 대해서 회원가입 기능을 제공하고 있다.

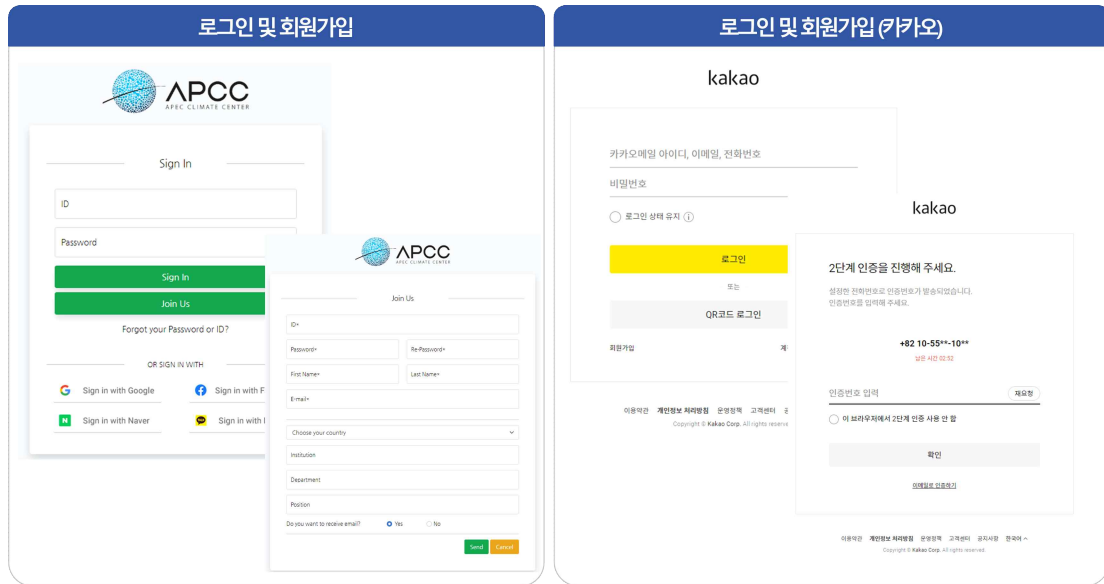


Figure 2.14. Log-in and sign up page (general / OAuth2)

2023년 2월부터는 신규 구축한 통합인증 시스템이 정식으로 서비스를 제공하고 있으며 기존 사용자도 OAuth2를 통해 신규 가입한 사용자도 원활하게 서비스를 이용하고 있다.

기후정보서비스 플랫폼에서는 wget을 이용하여 데이터를 제공하고 있습니다. APCC에서 생산하고 제공하고 있는 MME의 데이터는 아이디와 패스워드 없이 누구나 다운로드를 받을 수 있다. 그러나 개별 모델 기관이 제공하고 있는 개별모델 자료의 경우 모델자료 제공기관이 협약에 따라 회원가입을 한 사용자에게만 데이터 다운로드를 제공하고 있다. 이에 wget 스크립트 실행시 통합인증시스템에 로그인한 ID와 패스워드를 입력해서 실행을 하면 된다. 그런데 OAuth2의 가입자의 경우에는 ID와 패스워드 정보는 사용자가 가입시 이용한 서비스 (구글, 페이스북, 카카오, 네이버)에 존재하지 통합인증시스템에는 저장되지 않는다. 이에 이러한 OAuth2 가입자를 위해서 wget을 이용한 개별모델자료 다운로드 관련 사항을 개선을 하였다. 아래 Figure에서 보는 바와 같이 ‘Download password’ 라는 항목을 추가해서 wget 스크립트 ID/Password 입력 항목에 해당 ‘Download password’ 값을 추가하면 인증이 가능하게 된다. ‘Download password’ 값은 ‘Publication’ 버튼을 통해서 언제든지 새로 생성을 할 수 있고 이 값을 OAuth2를 통한 가입자만 표출이 되도록 되어 있다. 일반 사용자는 ID와 Password를 이용해서 인증을 할수 있으므로 ‘Download password’ 항목 자체가 필요없이 표출 자체를 하지 않고 OAuth2 가입자만 표출이 되어 활용하도록 되어 있다.

Figure 2.15. Improved for downloads for OAuth2 users

APCC에서는 제공되는 기후정보서비스중 로그인이 필요한 서비스를 위해 사용자의 개인정보를 보유하고 있다. 이러한 개인정보는 보유기간의 경과, 처리목적 달성 등 해당 개인정보가 불필요하게 되었을 때 바로 파기를 하여야 한다. 이에 통합인증시스템의 장기미접속자처리 기능을 통해 장기 미접속자처리를 실시하였다. 처리 절차는 아래의 Figure를 참조하면 된다.

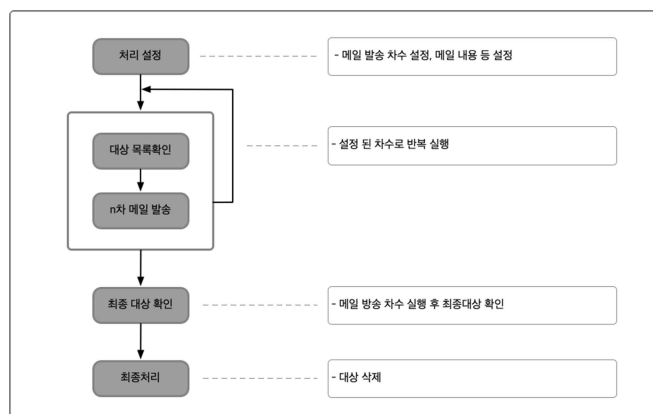


Figure 2.16. Procedure for handling long-term non-visitors

장기 미접속자는 2년이상 장기로 로그인을 하지 않은 사용자를 대상으로 선정하여 메일로 안내메일을 발송한다. 안내 메일은 총 2번 발송을 하면 한달 간격을 두고 발송을 한다. 안내 메일을 수신한 대상자가 로그인을 실시하게 되면 장기 미접속자 처리 대상자에서 제외된다. 즉 1차 안내메일을 받은 대상자가 통합인증시스템을 로그인을 하게 되면 2차 안내메일 대상자에서 빠지게 되고, 장기미접속자로 인한 계정 삭제도 하지 않게 된다. 2차 안내메일 발송 후 한달이 지난 시점에 최종 대상자를 선정하고 최종 삭제 안내 메일을 발송한 뒤에 대상자를 삭제 처리를 하게 된다. 이때 삭제 처리한 사용자 내역은 따로 내용을 보관하지 않고 바로 파기 및 삭제를 실시하게 된다. 이때 삭제된 사용자는 언제든지 통합인증 시스템을 통해서 가입을 할 수 있으며, 삭제 처리로 인한 불이익은 없다.

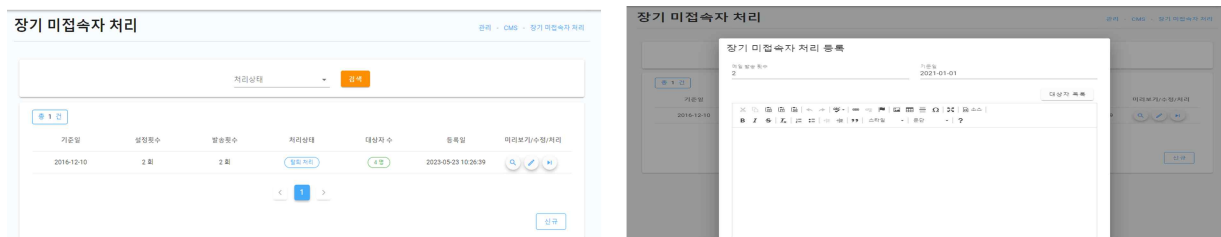


Figure 2.17. Web interface of handling long-term non-visitors

2.1.3.2.4. OpenWPS

아래 표는 2023년 OpenWPS를 운영하면서 발생한 정책 반영 및 개선 등의 작업 내용이다. OpenWPS는 2023년을 끝으로 기후정보서비스 플랫폼 내의 Processing - Masking 메뉴로 이전 통합이 완료되었다.

Table 2.7. The list of OpenWPS updated

월	개선사항	작업 구분	작업 내용
2월	OpenWPS 홈페이지 인증서 교체	개선	- OpenWPS 홈페이지 SSL 인증서 교체
2월	기능 이관	개선	- 기후정보서비스 플랫폼 기후자료 처리서비스 기능 이관 완료
3월	통폐합 계획 수립	정책	- OpenWPS 기후정보서비스 플랫폼 이관 계획 수립
3월	통폐합 심의위원회 개최	정책	- OpenWPS 이전통합 심의위원회 개최 및 결과보고
3월	서비스 종료에 따른 사용자 공지	정책	- 서비스 종료에 따른 사용자 이메일 공지
4월	서비스 이전 통합에 따른 폐기 절차 진행	정책	- OpenWPS 홈페이지 및 서비스 Shutdown

2.1.3.2.5. Help Desk

APCC에서는 기후정보서비스 사용자들의 다양한 질의 및 요구사항을 수용하기 위하여 2020년부터 온라인 고객지원 시스템을 도입하여 활용하고 있다. 시스템 특이사항 없이 2023년 내 총 9건의 티켓(고객 문의사항)을 발행·처리 하였으며, 무중단으로 운영하였다. 아래는 APCC Help Desk를 운영하면서 발생한 티켓 발행 현황이다.

Table 2.8. The list of Help Desk updated

월	티켓 발행사항	작업 내용
3월	Ticket 2건 발행	- 기후정보서비스 플랫폼(CLIK) 관련 Ticket 2건 발행 (3/9, 3/13)
4월	Ticket 2건 발행	- 기후정보서비스 플랫폼(CLIK) 관련 Ticket 2건 발행 (4/9, 4/25)
6월	Ticket 1건 발행	- 기후정보서비스 플랫폼(CLIK) 관련 Ticket 1건 발행 (6/30)
7월	Ticket 2건 발행	- 기후정보서비스 플랫폼(CLIK) 관련 Ticket 2건 발행 (7/16, 7/25)
10월	Ticket 1건 발행	- 기후정보서비스 플랫폼(CLIK) 관련 Ticket 1건 발행 (10/24)
11월	Ticket 1건 발행	- 기후정보서비스 플랫폼(CLIK) 관련 Ticket 1건 발행 (11/24)

2.1.3.2.6. Release Note

APCC에서는 기후정보서비스들의 통합, 자원 활용성 및 효율성 증대를 위해 기후정보서비스 플랫폼으로 점진적 통합을 추진하였고, 그 과정에서 각각의 기후정보서비스 플랫폼 기능을 현재 Open API¹⁾ 형태로 각 서비스들을 개선 중에 있다. 또한 2020년부터 기후정보서비스 개선정보 공유 체계를 구축하여 기후정보서비스 개선 사항을 사용자에게 제공하고 있으나, 서비스 보안강화의 필요성이 대두되었다.

따라서 2023년 APCC에서는 기후정보서비스 개선정보 공유 체계 API 기능을 구현하여, 다른 기후정보서비스에서 활용할 수 있는 구조로 변경하여 기능 활용성을 강화하였다. 또한, 개선정보 공유체계 웹 사이트를 분리하여 재개발하고, 관리자용과 출력용으로 이원화하여 보안을 강화하였다.

먼저, 관리자만이 접근 가능한 개선정보 공유체계 웹 페이지를 아래 그림과 같이 구축하였다. 기후정보서비스 플랫폼의 사용자 인터페이스에 맞춰 동일한 사용자 인터페이스를 적용하였다. 특별히 입력 필드에 “New,“ “Update,“ “Fix“ 입력 필드를 추가하였고, 이를 쉽게 추가·

1) 웹 기술을 기반으로 네트워크를 통해 다른 애플리케이션이 시스템의 기능과 데이터에 접근할 수 있는 형태로 구현된 시스템

삭제 할 수 있도록 필드 추가를 위한 UI 개선을 하였다.

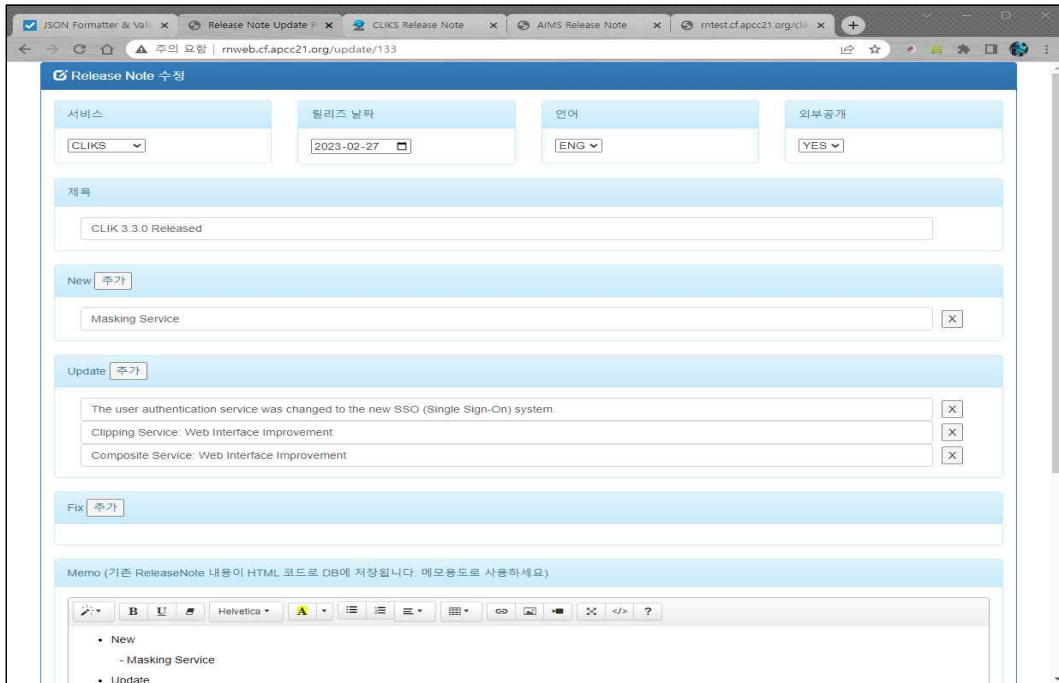


Figure 2.18. Release Note input screen (improvement)

또한 개선정보 공유체계 API를 별도로 개발하였다. 이는 데이터 관리 기능 없이 출력 기능만을 HTML Embed 페이지 및 API 호출 방식의 두가지 기능을 제공한다. 위 그림에서 입력된 개선정보 공유체계 내용을 API 형태로 아래 그림과 같이 JSON 형식으로 변환하여 전송하는 기능을 제공함으로 기후정보서비스 플랫폼의 MSA(Micro Service Architecture) 개발 방법에 따라 API를 통해 개선정보 공유체계를 사용하도록 변경하였다.

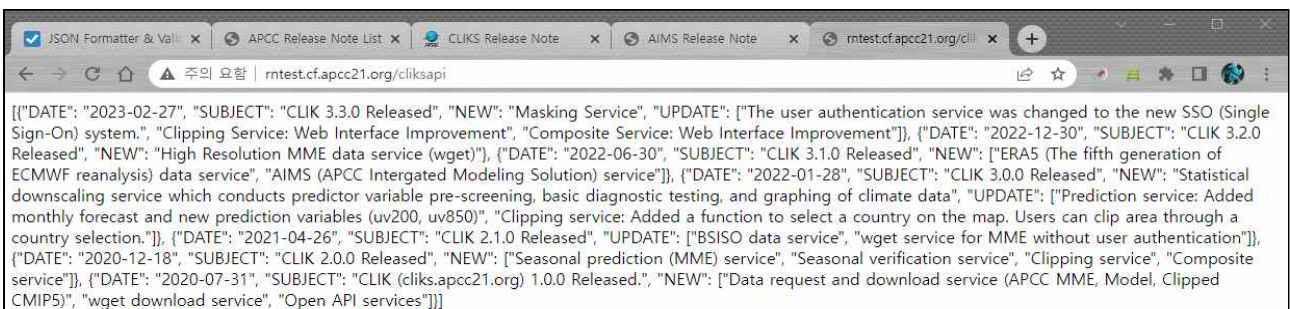


Figure 2.19. Contents of the Release Note (CLIKS) delivered through API in JSON format

이와 관련하여 개선정보 공유체계의 데이터베이스 테이블에 변화가 있었다. 데이터베이스에서 개선 사항의 세부사항을 각각 표기하기 위하여 아래 그림과 같이 New, Update, Fix 컬럼을 추가하였다.

2.1.3.3.2. 기후정보서비스 통합플랫폼(CLIKs)

기후정보서비스 플랫폼(CLIKs) 서비스도 홈페이지와 같이 보안 강화를 위해 보안인증서(SSL)를 갱신하였다. 홈페이지에 갱신한 동일한 보안인증서임으로 만료일은 2024년 3월 10일까지 동일하다.

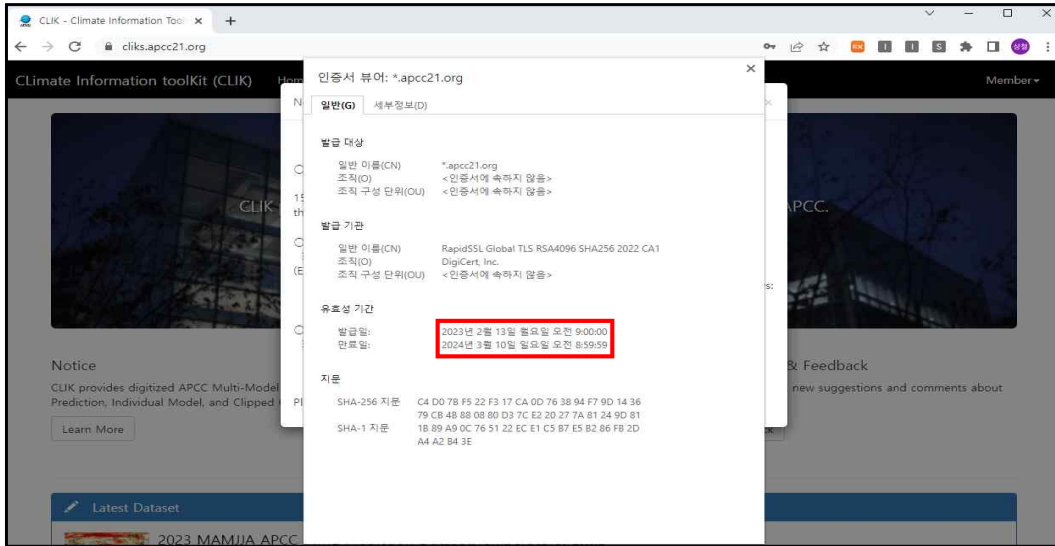


Figure 2.22. Updated SSL of CLIKs

2.1.3.3.3. 통합인증 시스템 (SSO)

통합인증 시스템도 홈페이지와 같이 보안 강화를 위해 보안인증서(SSL)를 갱신하였다. 홈페이지에 갱신한 동일한 보안인증서임으로 만료일은 2024년 3월 10일까지 동일하다.

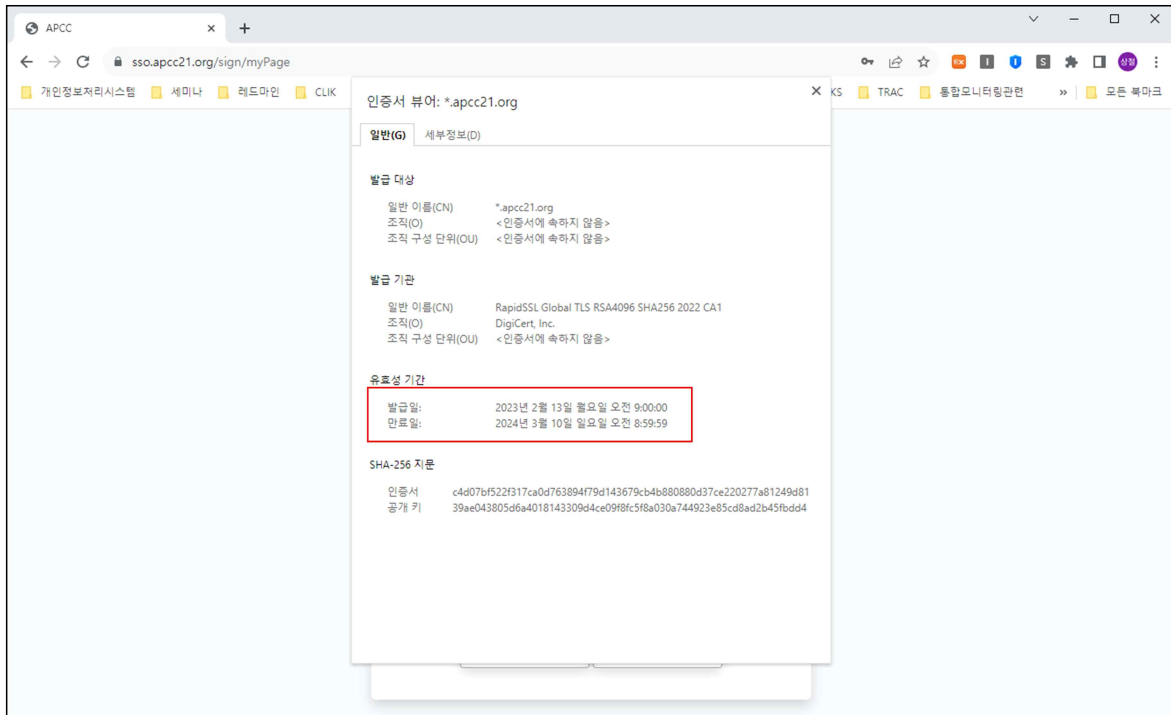


Figure 2.23. Updated SSL of SSO

2.1.3.3.4. OpenWPS

OpenWPS 시스템도 홈페이지나, CLIKS, SSO와 같이 2024년 2월에 보안인증서(SSL)를 갱신 하였다. 동일한 보안 인증서를 사용하고 있기에, 만료일은 2024년 3월 10일까지이다.

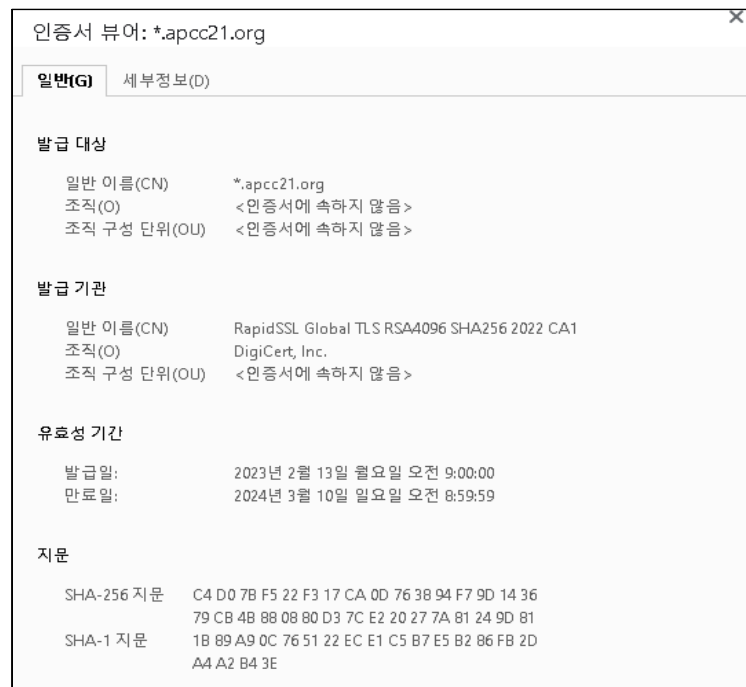


Figure 2.24. SSL certificate of OpenWPS Homepage

2.1.3.3.5. Help Desk

Help Desk 시스템도 위의 각각의 시스템들과 동일한 방식으로 2024년 2월에 보안인증서(SSL)를 갱신하였다. 동일한 보안 인증서를 사용하고 있기에, 만료일은 2024년 3월 10일까지이다.

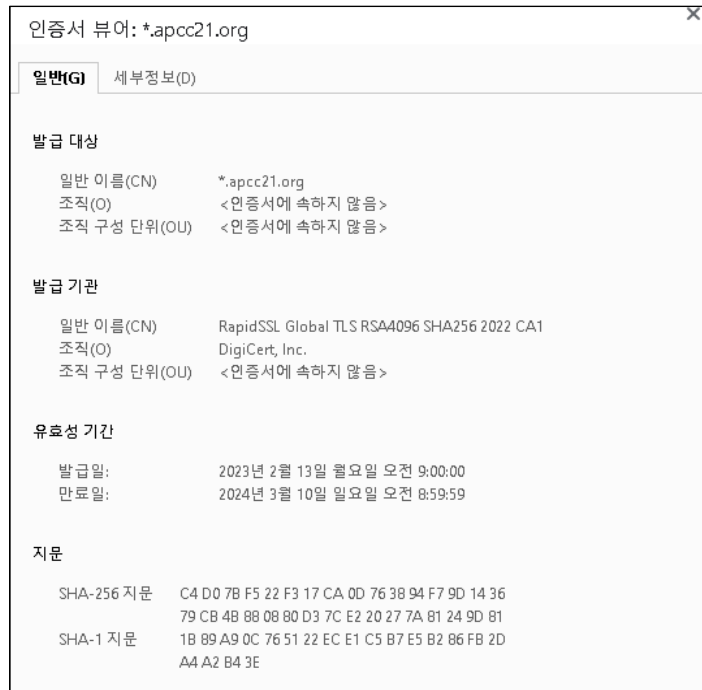


Figure 2.25. SSL certificate of HelpDesk Homepage

2.1.3.3.6. Release Note

개선정보 공유체계(Release Note) 시스템도 2024년 2월에 보안인증서(SSL)를 갱신하였다. 동일한 보안 인증서를 사용하고 있기에, 만료일은 2024년 3월 10일까지이다.

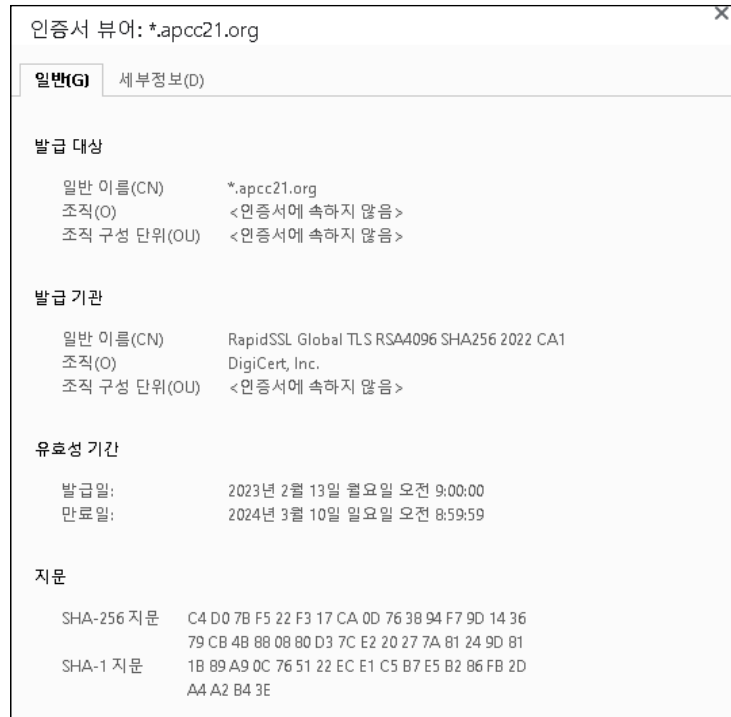


Figure 2.26. SSL certificate of ReleaseNote Homepage

2.1.4. 기후정보서비스 모니터링 시스템을 통한 상시 모니터링

APCC에서는 기후정보서비스의 안정적인 운영과 지속적인 서비스 제공을 위해 2020년도에 상시 모니터링 시스템 및 체계를 구축하고 운영을 하고 있다. 웹 기반 모니터링 시스템을 통해서 상시 모니터링을 실시하고 있고, 매일 각 시스템별로 서버 및 서비스별 모니터링 결과를 확인하고 있다. APCC 홈페이지의 경우에는 홈페이지 서버의 모니터링 결과, Tomcat과 HTTP의 웹 서비스 관련 모니터링을 실시 하고 있다. 매일 모니터링 결과는 기후정보서비스 월간 운영 보고서에 포함이 되고 있다.

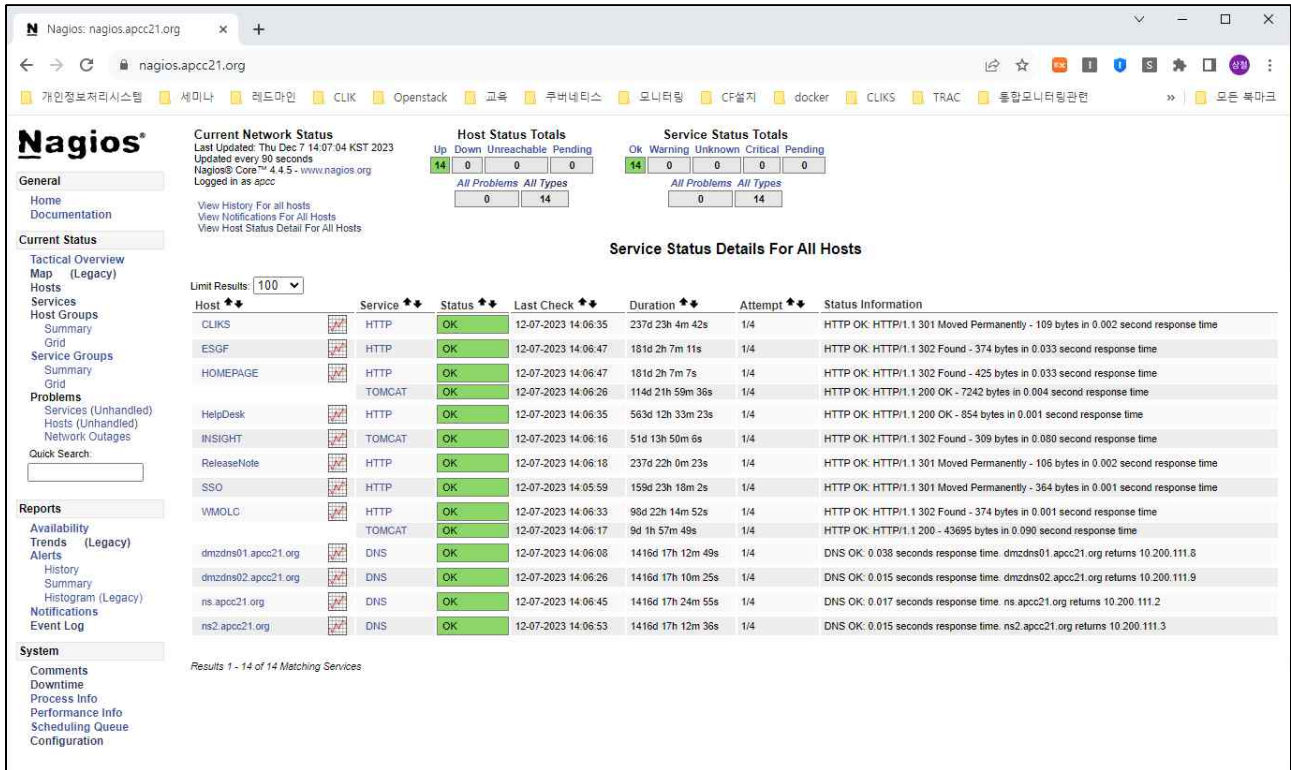


Figure 2.27. Web based monitoring system (Nagios)

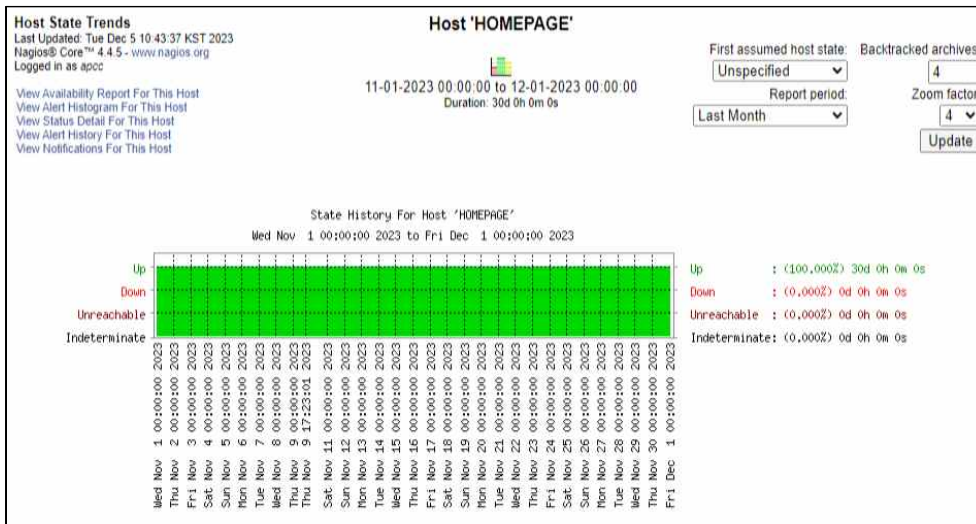


Figure 2.28. APCC homepage server monitoring for one month

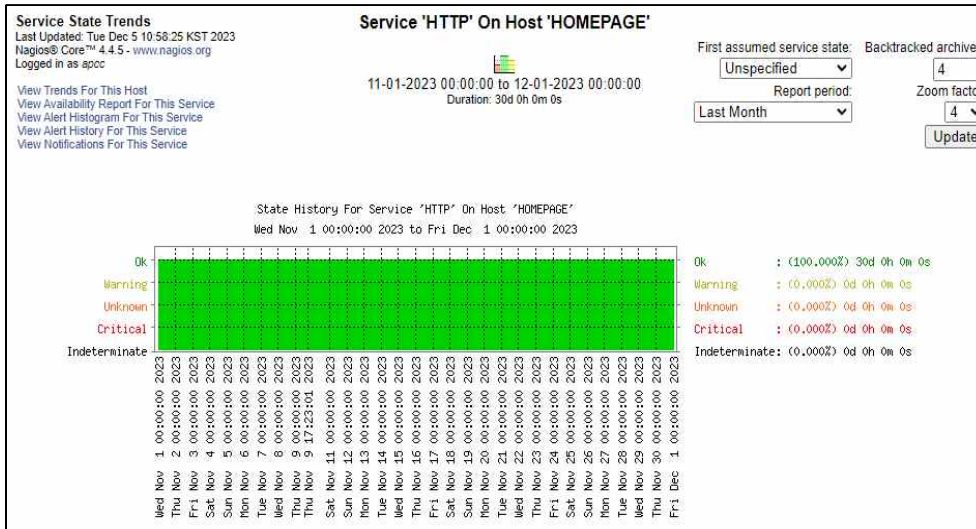


Figure 2.29. APCC homepage HTTP service monitoring for one month

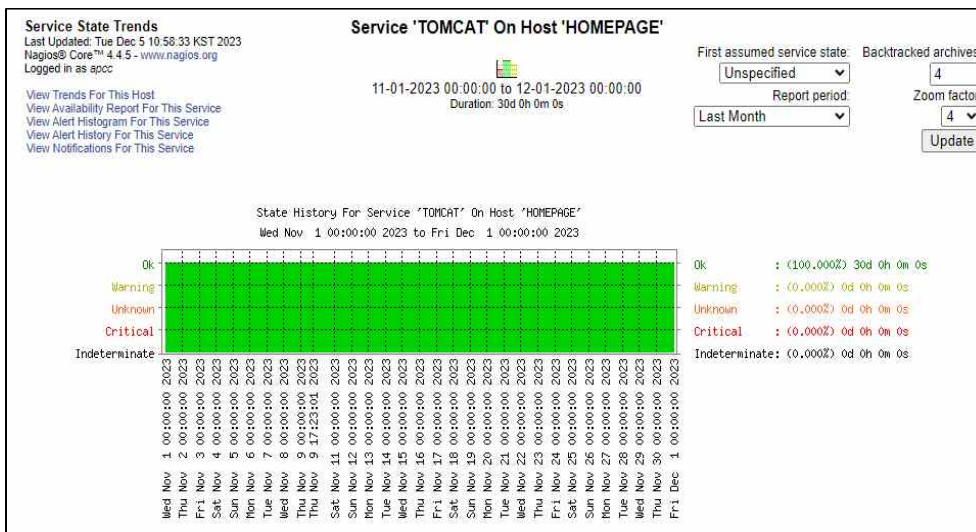


Figure 2.30. APCC homepage Tomcat service monitoring for one month

2.1.5. 웹 접속통계 시스템 클라우드 이관

APCC에서는 기후정보서비스의 접속 통계를 토대로 사용자의 패턴을 파악하여 사용자 맞춤형 정보 서비스를 제공하고자 2015년도에 웹 접속통계 솔루션을 도입하여 운영하고 있다. 2023년을 기준으로 3개의 사이트에 대해서 접속통계 자료를 집계하고 있다.

Table 2.9. List of web analytics

서비스	접속통계 (기본기능)	로그 집계 (개선 기능)		비고
		여부	내역	
홈페이지	O	X	도입당시 기본적인 맞춤설정을 통한 분석	
ESGF	O	O	로그파일 분석을 통한 로그 분석	
CLIKS	O	O	로그파일 분석을 통한 로그 분석	

APCC에서 운영중인 웹 접속통계 시스템은 2015년 도입 당시 솔루션 설치형태로 운영이 되었다. 그러나 운영 환경이 설치형태에서 클라우드 기반으로 전환이 되면서 APCC에서 운영중인 웹 접속통계 시스템도 클라우드 기반 운영 형태로 전환을 하였다. 클라우드 전환을 통해 웹 접속통계 시스템의 변경사항은 없고, 시스템의 운영 기반이 단독 시스템에서 클라우드 환경으로 변경이 되었다.

2.1.6. 기후정보서비스 플랫폼의 안정적 운영을 위한 시스템 운영 및 개선

APCC에서는 2020년에 한국지능정보사회진흥원(NIA)의 “개방형 PaaS 플랫폼 고도화 및 개발자 지원환경 개발” 과제로 개발된 파스-타를 기반으로 기후정보서비스 플랫폼을 구축 운영하고 있다. 해당 기후정보서비스 플랫폼은 하드웨어 가상화 영역을 담당하는 상용 소프트웨어인 VMware 위에 클라우드 파스-타 5.0 (라비올리)를 설치하여 운영 중에 있다. APCC에서는 유사 기후정보 서비스의 점진적 통합을 통해 자원 활용성 강화 및 운영 효율성 증대를 위해 목표로 하고 있으며 이를 위한 기반으로 기후정보서비스 플랫폼이 구축되었다. 이에 첫 번째 통합으로 기후정보서비스 플랫폼에 기후자료를 제공하고 있는 ADSS가 통합이 되었고, 이후 CLIK 서비스에서 제공중인 계절 예측 및 검증 서비스와 CLIPs에서 제공하고 자료 처리 서비스가 2020년도에 기후정보서비스 플랫폼으로 통합되었다. 그리고 2021년도에는 CLIK의 상세화 서비스가 기후정보서비스 플랫폼에 통합이 되었다. 2022년 운영중인 기후정보서비스 중에서 ADSS, AIMS, CLIK, CLIPs, OpenWPS의 서비스를 기후정보서비스 플랫폼으로 통합하였고, 2023년 현재 기후정보서비스 플랫폼으로 홈페이지를 제외한 모든 서비스를 통합하여 운영하고 있다.

2022년도에는 현재 운영중인 파스-타 5.0의 버전 업그레이드를 추진하였다. 추진을 위해 기존에 도입된 장비를 활용하여 파스-타 6.0을 설치하였으나, 설치를 진행한 장비의 하드웨어 자원 부족으로 인해 원활한 설치가 진행되지 못하였다. 아래의 Figure에서 보는 바와 같이 메모리의 경우 90%의 사용률을 보이고 있고, 운영을 한다고 하더라도 추가적인 서비스의 확장이 불가한 상태이다. 이에 실제적으로 Openstack 기반의 클러스터 (3대의 물리서버로 구성) 시스템에 파스-타 6.0 설치하는 가능하나, 실제 서비스 운영에는 한계가 있다는 결론을 내렸다.

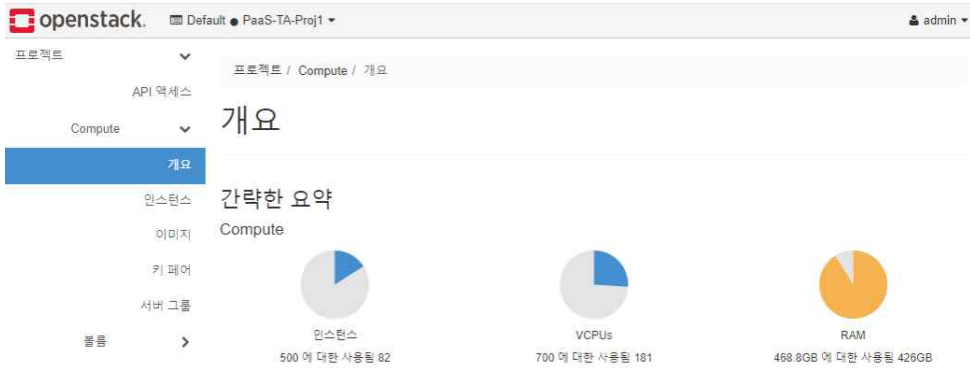


Figure 2.31. Summary of Openstack system information

이에 파스-타를 개발하고 기술지원을 담당하는 한국지능정보사회진흥원(NIA)와 논의를 하였고 추진 방안을 변경하였다. NIA에서도 기존의 파스-타 즉 CF (Cloud Foundry) 기반의 플랫폼을 대표로 운영하였으나, 전 세계적인 추세가 CF에서 Kubernetes로 넘어가면서 NIA도 개방형 클라우드 플랫폼의 기반을 CF에서 Kubernetes로 변경하려고 하고 있었다. 이름도 Kubernetes 기반을 Container Platform으로 CF 기반을 Application Platform으로 변경하였다. 그리고 2025년 이후로는 Application Platform(예전 파스-타)의 기술지원도 중단할 계획을 가지고 있었다. 이러한 변경에 따라 센터에서도 Openstack 기반의 클러스터에 구축할 플랫폼을 Application Platform이 아닌 Container Platform 기반으로 플랫폼을 구성하기로 하였다. 아래 Figure처럼 Container Platform을 구축해서 운영을 하고 차후에는 Application Platform에서 운영 중인 기후정보서비스 플랫폼을 Container Platform으로 통합 운영을 할 예정이다.

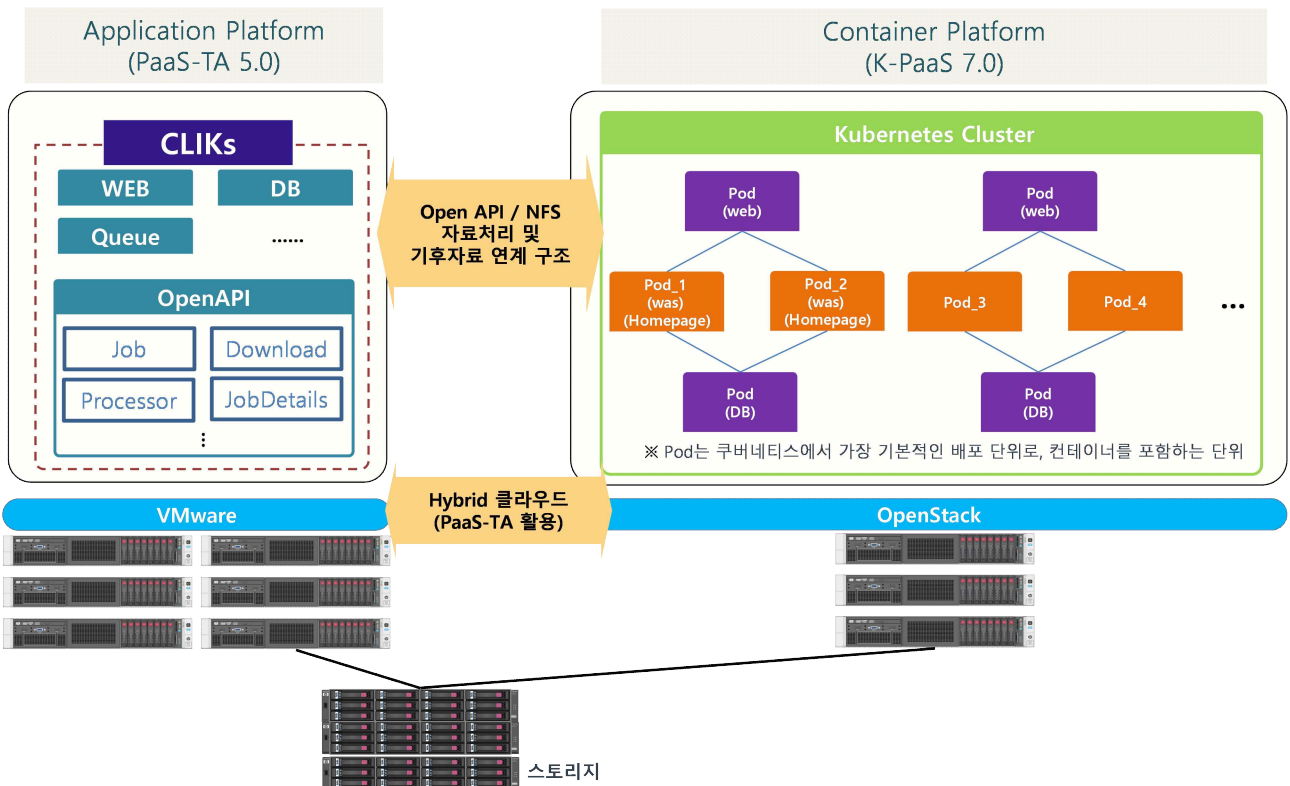


Figure 2.32. Climate Information Service platform structure

APCC에서 설치 및 구성한 Container Platform의 구성도는 아래 Figure와 같다. 3개의 Master Node와 2대의 로그밸런서, 3대의 Work Node, 1대의 NFS server이다. Master Node는 주로 홀수개로 구성을 하는데 중요도에 따라 3개로 구성을 하였다. 이러한 구성을 기반으로 하여 Container Platform을 구성하여 APCC의 웹 서비스를 제공할 예정이다. 그러나 앞으로 현재 운영중인 기후정보서비스 플랫폼과의 연동, 데이터 공유 및 클러스터 구성 확장등 아직 많은 고민과 해결해야할 것들이 남아 있다.

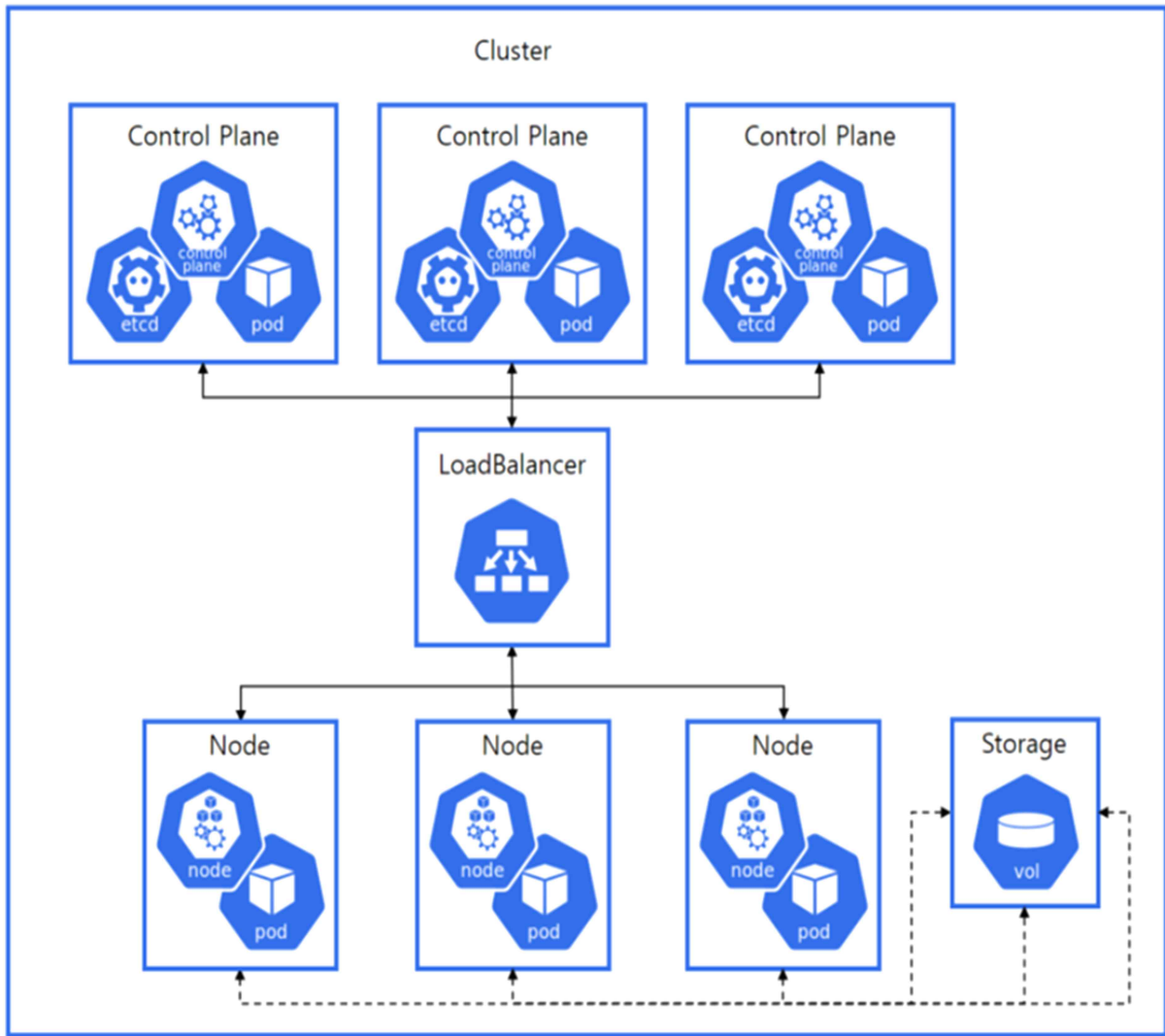


Figure 2.33. Structure of container platform

2.2. 기후정보서비스 개선 계획 수립을 통한 체계적 서비스 개선

2.2.1. 추진개요

2.2.1.1. 필요성

전 세계적으로 다양한 기관에서 다중모델앙상블 기후예측을 생산·활용하고 있으며(예, NMME, WMO, C3S 등), APCC 기후예측의 국제 경쟁력 및 활용 강화를 위한 차별화된 기후정

보서비스가 필요한 실정이다. 따라서 동적 기후정보 표출을 위한 기후예측정보 처리, 기후정보 다양화를 위한 기후정보서비스 개선 및 개발 추진을 통해 이를 달성하고자 한다.

또한, APCC 기후정보서비스 선도를 위해 기후자료 제공서비스, 온라인 기후정보 응용도구, 마스크 정보를 활용한 자료 추출 등의 기능을 통합하고 one-stop service를 제공하는 기후정보서비스 통합플랫폼 개발이 2022년도에 완료되었으며, 해당 기후정보서비스 통합플랫폼 활용 확산 및 사용자 편의 증진을 위한 기후정보서비스 개선 추진하고, 기관 홈페이지 연계 기반 마련을 위한 업무 추진이 필요하다.

2.2.1.2. 추진과제

추진 과제는 크게 두 부분으로 나뉜다. 첫째, 기후정보서비스 활용 경쟁력 강화를 위한 콘텐츠 개선 및 개발을 위해 사용자 편의성 및 정보 접근성 강화를 위한 APCC 홈페이지 구축 및 아태지역 지원 강화를 위한 산불예측정보 지역확장 서비스를 추진한다. 둘째, 기후정보서비스 통합플랫폼 활용 촉진을 위한 기술 개선 및 개발을 위해 기후정보서비스 통합플랫폼 온라인 튜토리얼 콘텐츠 강화, 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 NCEP1/2 재분석자료 신규 제공, 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 동적 기후정보 서비스 구축을 시행할 수 있도록 추진과제로 선정하였다. 본 세세부과제 연구보고서에서는 세세부과제 7의 산불예측정보 지역확장 서비스를 제외한 APCC 기후정보서비스 개선 계획 수립과 목표 달성에 관련하여 상술하도록 한다.

2.2.1.3. 추진일정

2023년 APCC 기후정보서비스 개선 계획 추진 일정은 아래의 Table과 같다.

Table 2.10. 2023 Plan for the Improvement of APCC Climate Information Service

구분	추진 과제	서비스 예정일
신규 (2건)	기후정보서비스 통합플랫폼 기반 NCEP1/2 재분석자료 신규 제공	2023년 6월
	사용자 편의성 및 정보 접근성 강화를 위한 APCC 홈페이지 구축	2023년 12월
개선 (3건)	아태지역 지원 강화를 위한 산불예측정보 지역확장	2023년 4월
	기후정보서비스 통합플랫폼 기반 온라인 튜토리얼 콘텐츠 강화	2023년 11월
	기후정보서비스 통합플랫폼 기반 동적 기후정보 서비스	2023년 11월

2.2.2. 주요내용

2.2.2.1. 기후정보서비스 활용 경쟁력 강화를 위한 기후정보 콘텐츠 개선 및 개발

2.2.2.1.1. 사용자 편의성 및 정보 접근성 강화를 위한 APCC 홈페이지 구축

2.2.2.1.1.1. 필요성

APCC에서는 기관 홈페이지를 2015년도에 구축하고, 2016년 2월 1일부터 정식서비스를 시행하여 현재까지 유지보수 위주로 운영 중에 있다. 현재 구축된 홈페이지의 노후화로 인해 기후예측정보의 효과적인 전달을 위한 최신 웹 기술 적용에 한계가 있으며, 사용 라이브러리 현행화가 불가능하여 신규 보안취약점에 대한 대응이 힘든 상황에 직면해 있다.

따라서, APCC 기후예측정보 활용 촉진을 위해 다양한 기후정보 콘텐츠와 동적 기후정보의 원활한 표출이 가능한 최신 웹 기술 및 보안기술을 적용하여 기관 홈페이지를 개편은 반드시 필요하다.

2.2.2.1.1.2. 주요내용

APEC기후센터 비전과 전문적인 정보를 제공하는 홈페이지를 위해 다음과 같은 사항을 고려하여 구축하도록 한다.

- 기존 홈페이지 분석을 통한 정보 접근성, 사용자 편의성 고려한 디자인 전면 개편과 최신 트렌드에 맞는 메뉴로 기획
- 기존 홈페이지 콘텐츠의 안정적 이관 및 재정비
- 모바일 기기 등 다양한 장치를 지원하는 확장가능한 사용자 친화적 반응형 웹 구축

신규 홈페이지의 안정적 운영 및 체계적 관리를 위한 지원 체계 구축을 위해 다음과 같은 사항을 고려하여 개발하도록 한다.

- 신규 홈페이지 내용을 효율적· 체계적으로 관리할 수 있는 웹 콘텐츠 관리시스템 구축
- 클라우드 플랫폼 기술을 활용하여 향후 센터의 기후정보서비스 도구들과 연동 및 웹사이트 총량제 정책에 대응할 수 있는 체계적인 홈페이지 구조 마련
- 형상관리 체계 구축 및 개발· 운영을 분리한 환경을 재구축하고 상세 운영 방안 제공

신규 홈페이지에서의 기후예측정보의 표출은 APCC 기후예측정보 활용성 증대를 위한 동적 기후정보 표출체계 구축하는 것을 포함하여 아래와 같은 주요내용을 포함하도록 한다.

- 전지구 계절예측(기후전망, 다중모델 예측, 다중모델 확률예측) 및 기후 현황(최근기후, 기후지수) 정보를 동적 지도, 그래프, 도표 등을 활용하여 표출할 수 있는 체계구축
- 향후 확장 및 운영에 적합한 최신의 SPA(Single Page Application) 웹 기술을 기본으로

활용하여 구축

- 관리자가 메뉴의 단계별 신규 페이지 혹은 게시판을 개설할 수 있는 확장성을 고려한 구조로 개발

2.2.2.1.1.3. 기대효과

APCC 홈페이지 신규 구축은 아래와 같은 기대효과를 가진다.

- 정보 접근성, 사용자 편의성을 고려한 디자인 전면 개편 및 메뉴 기획을 통해 APEC 기후센터의 비전과 전문적인 정보를 효과적으로 전달할 수 있는 국내외 채널 구축
- 사용자 요구에 대응하고 기후정보 활용성 및 편의성을 높일 수 있는 동적 기후정보 표출이 가능한 홈페이지 기반 마련
- APCC 기후정보서비스 도구들과 센터 홈페이지 연계 기반 마련을 통해 향후 웹사이트 총량제 정부 정책에 대응할 수 있으며, 웹 콘텐츠 관리시스템 구축을 통한 안정적인 운영 및 체계적인 관리 체계 마련
- 최신 웹 기술 및 보안기술의 현행화를 통한 개인정보보호, 보안취약점 대응 등 공공기관 관련 업무지원 강화

2.2.2.2. 기후정보서비스 통합플랫폼 활용 촉진을 위한 기술 개선 및 개발

2.2.2.2.1. 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 NCEP1/2 재분석 자료 신규 제공

2.2.2.2.1.1. 필요성

APCC 기후정보서비스 통합플랫폼²⁾을 통해 APCC 3개월/6개월 MME 계절예측자료, 개별 모델자료, 여름철 계절내진동 예측정보 등 APCC가 생산하는 자료를 중심으로 제공하고 있으며, AIMS³⁾ 서비스를 위한 Clipped CMIP5 기후변화시나리오 자료, ERA5 재분석 자료를 제공하고 있다.

NCEP/NCAR Reanalysis 1, NCEP-DOE Reanalysis 2는 ERA5와 더불어 기후 연구를 위하여 자주 사용되는 재분석자료로써, 사용자의 재분석자료 제공 요구에 대응하여 해당 자료를 기후정보서비스 플랫폼을 통한 제공이 필요한 실정이다.

2.2.2.2.1.2. 주요내용

NCEP 재분석자료 제공을 위한 서비스 개발을 위해 다음과 같은 내용으로 구축을 추진하도록 한다.

- NCEP 재분석자료 제공을 위한 관리데이터베이스 구축
- wget 및 Open API를 이용한 다운로드 기능 개발

2) <https://cliks.apcc21.org>

3) AIMS (APCC Integrated Modeling Solution), <https://aims.apcc21.org>

- NCEP 자료소개 및 자료 다운로드 방법 안내 등을 위한 웹페이지 및 인터페이스 추가

2.2.2.2.1.3. 기대효과

NCEP 재분석자료를 신규 제공을 통해 APCC 기후정보서비스 통합플랫폼을 통해 제공되는 기후자료의 질적·양적 증가 달성 이를 통해 APCC 생산 기후자료의 활용성을 강화하고 기후정보서비스 플랫폼 활성화 및 홍보

2.2.2.2.2. 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 온라인 튜토리얼 콘텐츠 강화

2.2.2.2.2.1. 필요성

APCC에서는 2019년부터 아태지역 기후정보 활용 강화를 위하여 기후자료 생산, 제공, 처리가 가능한 기후정보서비스 통합플랫폼을 개발, 운영 중에 있으며 해당 플랫폼의 활용도를 높이기 위하여 매년 사용자 워크숍을 개최하였다. 2020년에는 사용자가 쉽게 따라할 수 있는 사용자 친화적 튜토리얼 문서를 제작하여 배포하여 사용자 워크숍에서 활용하였으며, 2022년에는 문서 기반의 튜토리얼에서 언제 어디서든 쉽게 접근하여 필요한 내용을 확인할 수 있는 온라인 튜토리얼 서비스로의 전환을 위한 서비스를 구축하다. 당해연도에는 해당 온라인 튜토리얼의 콘텐츠 강화 및 다변화를 통해 사용자의 APCC 기후정보 활용성 및 만족도를 향상할 필요가 있다.

2.2.2.2.2.2. 주요내용

기후정보서비스 통합플랫폼 온라인 사용자 튜토리얼 웹 서비스 개선을 위해서는 아래와 같은 내용의 개선 개발이 포함된다.

- 목차 링크 메뉴 추가를 통한 사용자 친화적 페이지 개선
- 기후정보서비스 플랫폼 메뉴 내 튜토리얼 링크 및 툴팁 연동

튜토리얼 콘텐츠 강화를 위해서는 아래와 같이 콘텐츠에 대한 현행화와 강화를 포함된다.

- 기능 수정 및 개선 사항 적용을 통한 튜토리얼 콘텐츠 현행화
- 플랫폼 활용 안내 방안 다변화를 통한 콘텐츠 강화

2.2.2.2.2.3. 기대효과

첫째, 기후정보서비스 통합플랫폼의 활용성을 높이고, 서비스 사용자 역량 강화를 통해 APCC 기후정보서비스 홍보 및 사용자 만족도 제고를 달성하고자 한다. 둘째, 영상이 포함된 튜토리얼 콘텐츠 제공을 통하여 초기 사용자 진입장벽을 낮추고 신규 사용자 증가가 기대되며, 셋째, 온라인 기반의 튜토리얼 서비스를 통한 지속적 교육 콘텐츠 개발 및 제공을 통해 고객 만족도 향상을 더욱 높이고자 한다.

2.2.2.2.3. 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 동적 기후정보 서비스

2.2.2.2.3.1. 필요성

아태지역의 기후정보 활용 강화를 목표로 2019년 플랫폼 기반 기후자료서비스를 개발하였고, 2020년 사용자 맞춤형 계절예측·검증 및 기후자료처리서비스로 확대 대상을 확대 구축하였다. 기후변화 시나리오 및 계절예측 통계적 상세화 서비스, 기후자료 마스킹 정보를 통한 자료 추출 서비스에 대한 확장을 2021년에 달성하였으며, 2022년 기후정보서비스 통합 플랫폼 운영 및 시스템 안정화 추진 과제를 완료하였다. 2022년 확보한 동적 기후정보서비스 기반 기술과 동적 검증서비스 원형 구축 내용을 바탕으로 동적표출 검증서비스를 플랫폼 서비스에 적용하여 제공할 수 있도록 개선 개발하여 사용자가 온라인 웹을 통해 정보를 선택·표출 및 종합적 정보획득에 도움이 되는 서비스로 발전이 필요한 상황이다.

2.2.2.2.3.2. 주요내용

해당 개선을 위해서는 기후정보서비스 통합플랫폼 계절예측 검증서비스 개선을 위한 아래의 주요내용에 대한 개발이 우선적으로 진행되어야 한다.

- 검증 자료 생산 코드 분석 및 동적 표출 자료 생산 프로그램 개발, 동적 표출 자료 관리 방안 마련
- 검증 서비스 Open API 매시업 구조 검토 및 개선 개발

또한, 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 동적 검증서비스 개발 및 서비스를 위해서는 아래와 같은 인터페이스 및 표출 방안 개발이 추진되어야 한다.

- SPA(Single Page Application) 프레임워크와 기후정보서비스 통합플랫폼 Java Spring 프레임워크 연동 방안 설계 및 웹 인터페이스 개발
- 동적 검증서비스 원형을 바탕으로 CLIK 계절예측검증정보의 동적표출방안 적용 및 실험
- 기존 정적 검증 정보의 동적 표출 서비스로 전환 및 알파테스트

2.2.2.2.3.3. 기대효과

기후정보서비스 통합플랫폼의 검증 서비스에 동적 기술을 적용을 통해 APCC 기후정보의 동적 표출에 대한 사용자 요구를 수용할 수 있는 서비스 기반 마련하고, 동적인 기후정보를 제공을 통해 기후정보서비스 전반적인 활용성 및 편의성 증진 기대

2.3. 기후정보서비스 플랫폼을 통한 재분석자료 제공 서비스

2.3.1. 개요

APCC 기후정보서비스 통합플랫폼(CLIKs)을 통해 APCC 3개월/6개월 MME 계절예측 자료, 개별모델 자료, 여름철 계절내진동 예측정보 등 APCC가 생산하는 자료를 중심으로 제공하고 있다. 외부 자료로는 AIMS⁴⁾ 서비스를 위한 Clipped CMIP5 기후변화시나리오 자료, 재분석자료

4) AIMS (APCC Integrated Modeling Solution), <https://aims.apcc21.org>

인 ERA5 (ECMWF Copernicus Climate Data Store 제공)를 제공하고 있다.

기후 연구를 위하여 자주 사용되는 재분석자료인 NOAA NCEP/NCAR Reanalysis 1, NCEP-DOE Reanalysis 2는 자료량이 방대하여 연구에 적극적으로 활용하려고 하여도 연구자 개인이 수집 및 관리하기에 시간적 공간적 제약이 있다.

기후정보서비스 플랫폼은 사용자의 NCEP 재분석자료 제공 요구에 대응하여 자료 제공 서비스를 개발하였다. 또한 신규 자료 서비스 내용을 사용자 매뉴얼에 업데이트하였다.

2.3.2. 자료 스토리지 및 관리 데이터베이스 구축

NCEP 재분석자료 제공을 위하여 APCC가 내부적으로 수집하여 관리 중인 자료를 플랫폼의 스토리지로 전송하는 체계를 구축하였다.

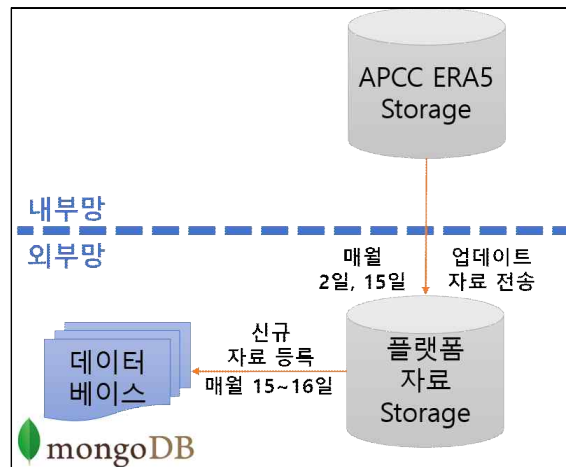


Figure 2.34. NCEP transmission system

자료 전송 모듈은 다음 Figure와 같이 내부망의 스토리지에서 외부망의 플랫폼 자료 스토리지로 매월 정기적으로 전송한다.

```

jshsin@dbcom:~
[jshsin@dbcom ~]$ crontab -l
# mme
0 20 10-31 * * * /home/jhshin/source/mme/rsync.sh >& /dev/null
0 21 10,12,14,15,16,18,20,22,24,26,28,30 * * * /home/jhshin/source/mme/rsync-hres.sh >& /dev/null

# bsiso
0 20 * 5-11 * /home/jhshin/source/bsiso/bsiso.sh >& /dev/null

# era5 daily
0 19 15 * * * /home/jhshin/source/era5/script/copy_daily_pl.sh >& /dev/null
0 7 15 * * * /home/jhshin/source/era5/script/copy_daily_sfc.sh >& /dev/null
# era5 hourly
0 14 2 * * * /home/jhshin/source/era5/script/copy_hourly_sfc.sh >& /dev/null
# era5 monthly
0 1 2 * * * /home/jhshin/source/era5/script/copy_monthly_pl.sh >& /dev/null
0 3 2 * * * /home/jhshin/source/era5/script/copy_monthly_sfc.sh >& /dev/null

# ncep1
30 16 * * * /home/jhshin/source/ncep1/script/copy_daily.sh >& /dev/null
0 18 5,10,15,20 * * * /home/jhshin/source/ncep1/script/copy_monthly.sh >& /dev/null

# ncep2
30 2 5,15,28 * * * /home/jhshin/source/ncep2/script/copy_daily.sh >& /dev/null
0 1 5,10,15,20 * * * /home/jhshin/source/ncep2/script/copy_monthly.sh >& /dev/null

```

Figure 2.35. Set up schedules for data transfer

기후정보서비스 플랫폼의 자료 등록 모듈은 매월 신규 자료를 자료 스토리지로 복사, 데이터베이스에 등록하여 관리한다.

```

root@data: ~
root@data:~# cat /etc/crontab
# /etc/crontab: system-wide crontab
# Unlike any other crontab you don't have to run the `crontab'
# command to install the new version when you edit this file
# and files in /etc/cron.d. These files also have username fields,
# that none of the other crontabs do.

SHELL=/bin/sh
PATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/sbin:/bin:/usr/sbin:/usr/bin

# m h dom mon dow user  command
17 * * * * root    cd / && run-parts --report /etc/cron.hourly
25 6 * * * root    test -x /usr/sbin/anacron || ( cd / && run-parts --report /etc/cron.daily )
47 6 * * 7 root    test -x /usr/sbin/anacron || ( cd / && run-parts --report /etc/cron.weekly )
52 6 1 * * root    test -x /usr/sbin/anacron || ( cd / && run-parts --report /etc/cron.monthly )

# for clik
0 23 10-31 * * jhshin /home/jhshin/run/mme.sh > /home/jhshin/run/mme.log
30 23 10-31 * * jhshin /home/jhshin/run/mme_zip_forecast.sh > /home/jhshin/run/mme_zip_forecast.log
#0 23 20-23 * * jhshin /home/jhshin/run/mme.sh > /home/jhshin/run/mme.log
#30 23 20-23 * * jhshin /home/jhshin/run/mme_zip_forecast.sh > /home/jhshin/run/mme_zip_forecast.log
0 23 20 12 * jhshin /home/jhshin/run/mme_zip_hindcast.sh > /home/jhshin/run/mme_zip_hindcast.log
0 21 * 5-11 * jhshin /home/jhshin/run/bsiso.sh > /home/jhshin/run/bsiso.log
0 18 15 * * * jhshin /home/jhshin/run/external.sh > /home/jhshin/run/external_1.log
0 23 16 * * * jhshin /home/jhshin/run/external.sh > /home/jhshin/run/external_2.log
0 19 * * * jhshin /home/jhshin/run/ncep.sh > /home/jhshin/run/ncep.log
0 3 21 * * * jhshin /home/jhshin/dbbackup/dbbackup.sh > /home/jhshin/dbbackup/dbbackup.log

#0 1
59 1 * * * root chmod 644 /apccdata/logs/correlation*
0 2 * * * jhshin /home/jhshin/bin/copylog.sh > /home/jhshin/bin/copylog.log
root@data:~#

```

Figure 2.36. Setup the schedule for data management

NCEP 재분석자료는 daily, monthly의 timestep 으로 나누어 제공하고, 자료의 level에 따라 pressure, surface, gaussian 등의 level로 분류된다.

2.3.3. 데이터베이스 설계 및 구축

기후정보서비스 플랫폼은 자료 목록을 관리하기 위하여 mongoDB를 사용한다. NCEP 재분

석자료는 APCC가 생산한 자료가 아닌 외부 자료이므로 다음 Figure와 같이 dataset_external collection으로 분리하여 관리한다.

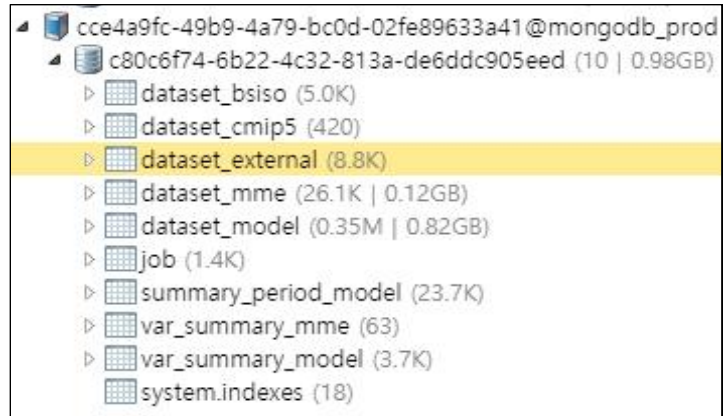


Figure 2.37. dataset_external collection of mongoDB

dataset_external collection의 NCEP 자료의 정보는 다음과 같이 구성하였다.

The screenshot shows a document in the dataset_external collection with the following fields:

Field Name	Value
_id	64806bbf30595c6b28848e6b
data_title	NCEP2
data_class	Reanalysis
timestep	MONTHLY
level	gaussian_grid
variables	[{ name : "gflux", units : "W/m^2", long_name : "Monthly Mean of Ground Heat Flux at Surface" }]
start_date	197901
end_date	202304
start_year	1979
start_month	1
start_day	-1
end_year	2023
end_month	4
end_day	-1
file_path	/data02/data/EXTERNAL/NCEP2/MONTHLY/gaussian_grid/gflux.sfc.mon.mean.nc
full_info	netcdf /data02/data/EXTERNAL/INPUT/NCEP2/MONTHLY/gaussian_grid/gflux.sfc.mon.mean.nc {#n din
_class	org.apcc.api.mongodbcs.DatasetExternal

Figure 2.38. The design of dataset_external collection

2.3.4. 자료 다운로드 서비스 개발

기후정보서비스 플랫폼은 현재 wget, Open API를 이용한 다운로드 서비스를 제공하고 있다.

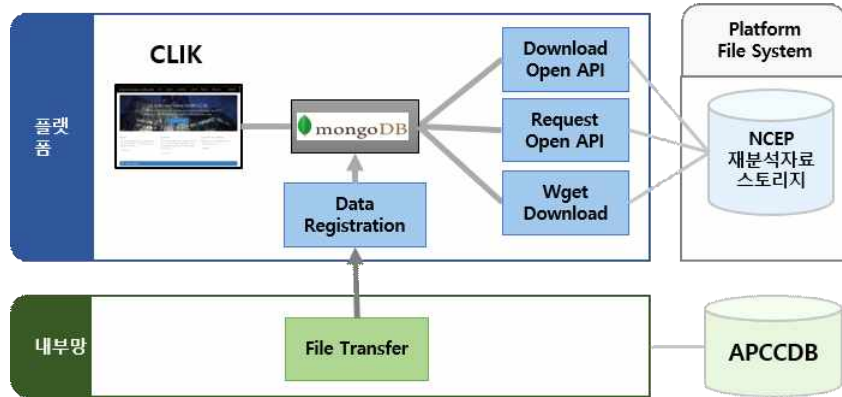


Figure 2.39. The service architecture for NCEP

NCEP 재분석자료를 제공하기 위하여 다운로드 서비스에 NCEP 자료를 추가하였다. 파일 단위 wget 다운로드 서비스는 다음과 같이 실행할 수 있다.

```

https://download.apcc21.org/NCEP1/ [timestep] / [level] / [variable name] / [file name]
- timestep: DAILY, MONTHLY
- level: pressure, single
- variable name: other_gauss -> dsrwf.ntat, ulwrf.ntat, uswrf.ntat
                  pressure   -> air, hgt, omega, rhum, shum, uwnd, vwnd
                  surface     -> pres.sfc, slp
                  surface_gauss -> air.2m, dlwrf.sfc, dsrwf.sfc, lhtfl.sfc, prate.sfc, shtfl.sfc,
                                shum.2m, tmax.2m, tmin.2m, ulwrf.sfc, uswrf.sfc, uwnd.10m, vwnd.10m
- file name: [variable name].gauss.YYYY.nc (other_gauss, surface_gauss),
             [variable name].YYYY.nc      (pressure, surface)

```

Figure 2.40. Download URL of NCEP

```

jshsin@data: ~/api_test
jshsin@data:~/api_test$ wget http://download-310.cf.apcc21.org/NCEP1/MONTHLY/surface/slp.mon.mean.nc
--2023-05-04 09:54:18-- http://download-310.cf.apcc21.org/NCEP1/MONTHLY/surface/slp.mon.mean.nc
Resolving download-310.cf.apcc21.org (download-310.cf.apcc21.org)... 10.200.111.213
##### download-310.cf.apcc21.org (download-310.cf.apcc21.org)110.200.111.213:80...#####
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 20645086 (20M) [application/x-netcdf]
Saving to: `slp.mon.mean.nc'

slp.mon.mean.nc  100%[=====] 19.69M 4.27MB/s  in 4.5s
2023-05-04 09:54:23 (4.38 MB/s) - `slp.mon.mean.nc' saved [20645086/20645086]

jshsin@data:~/api_test$

```

Figure 2.41. Download NCEP data using wget

Open API 서비스는 Python으로 개발되어 배포되는 CLIK API를 이용하여 다음과 같이 서

비스를 이용할 수 있다.

```
import apccapi
c = apccapi.Client()
c.retrieve(
    {
        'jobtype': 'NCEP1',
        'dataset': 'NCEP1',
        'timestep': '[timestep]',
        'level': '[level]',
        'variable': '[variable name]',
        'year': '[YYYY]',
    },
    '[file name to save]'
)
- timestep: DAILY, MONTHLY
- level: pother_gauss, pressure, surface, surface_gauss
- year: DAILY에 한함
```

Figure 2.42. Download code using CLIK API



Figure 2.43. Download NCEP using CLIK API

2.3.5. NCEP 재분석자료 소개 웹 페이지

사용자에게 자료를 소개하고 내려받는 방법을 안내하기 위하여 기후정보서비스 통합플랫폼

폼에 웹 페이지를 추가하였다. 다음은 Dataset 메뉴 하위에 추가된 NCEP 메뉴이다.



Figure 2.44. NCEP Reanalysis menu

자료를 소개하는 Overview 페이지에서는 자료의 timestep, 제공 level, 변수 및 자료 사용 조건 등에 대한 일반적인 내용을 설명한다.

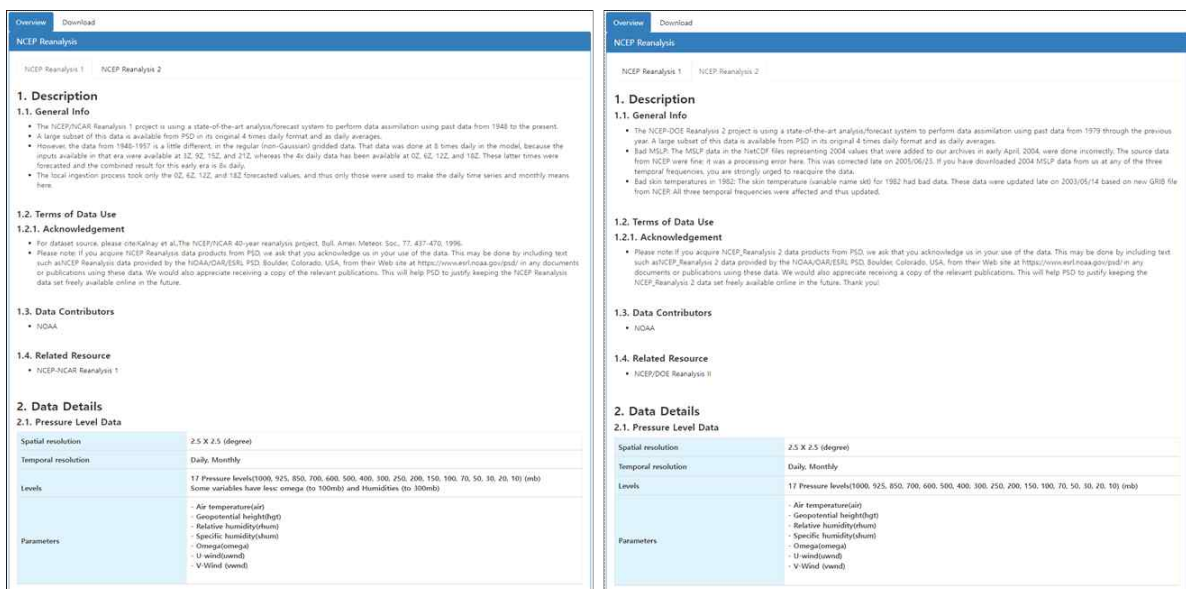


Figure 2.45. Overview of NCEP Reanalysis

자료 다운로드 페이지에서는 wget을 이용하여 자료를 내려받을 수 있는 URL을 안내하고 다운로드 예제를 소개하고 있다. 또한 CLIK API를 이용하여 자료를 내려받는 방법을 안내하고 자료의 timestep 별 다운로드 예제를 소개하였다.

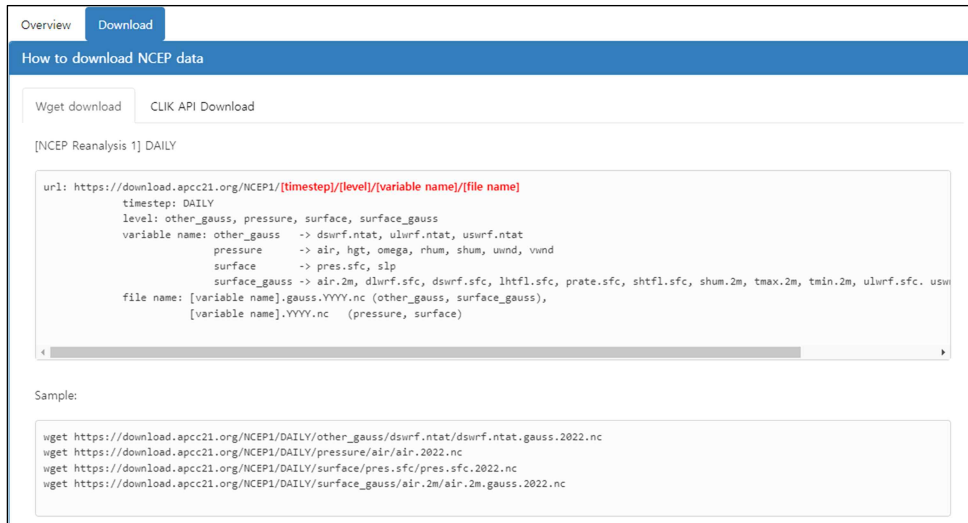


Figure 2.46. Wget download of NCEP Reanalysis

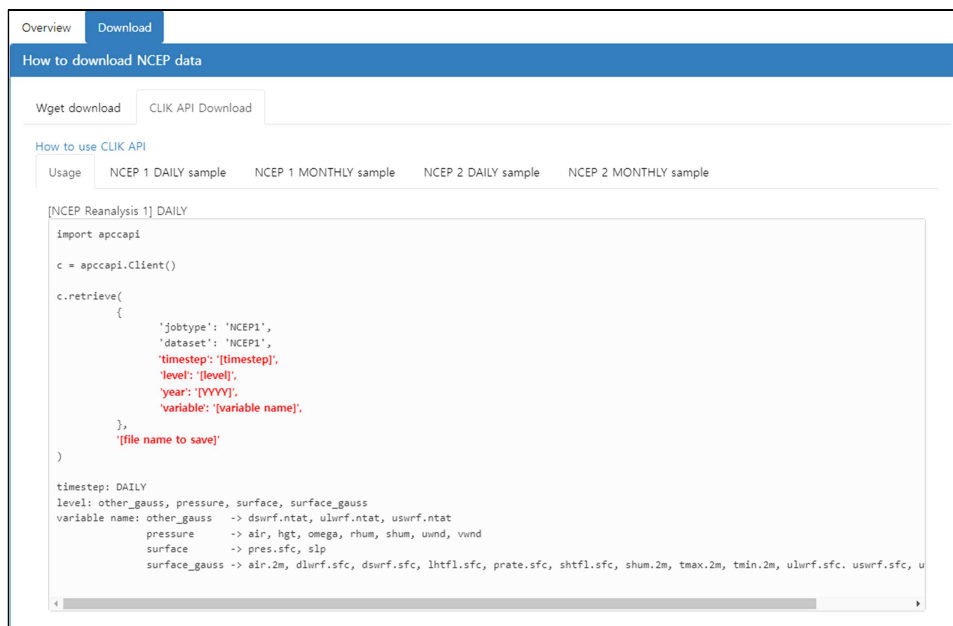


Figure 2.47. CLIK API download of NCEP Reanalysis

2.4. 개별 기후정보서비스 종료 및 후속조치

2.4.1. 도메인 통합

APCC에서 운영중인 기후정보서비스 중 기후정보서비스 플랫폼(CLIKS)과 OpenWPS를 제외한 나머지 서비스가 2021년과 2022년에 서비스 종료를 실시하였다. 종료된 서비스는 ADSS (<https://adss.apcc21.org>, 2021년 6월종료), AIMS(<https://aims.apcc21.org>, 2022년 6월종료), CLIK (<https://clik.apcc21.org>, 2022년 6월 종료), CLIPs(<https://clips.apcc21.org>, 2022년 6월 종료) 이다. 종료된 서비스의 도메인으로 접속할 경우 안내 페이지로 이동후 일정 시간 후 기후정보서비스 플랫폼 페이지로 접속이 되도록 설정을 하였다. 2023년에는 이러한 종료 서비스의 안내페이지

연결 기능을 삭제하고 종료 서비스 도메인으로 접속시 기후정보서비스 플랫폼으로 바로 접속이 되도록 수정을 하였다. 이는 사용자에게 충분한 시간 (서비스 종료 후 1년) 동안 서비스 종료에 대한 안내를 하였기에 불필요한 자원 및 접속 단계의 간소화를 위해 안내 페이지 연결 기능을 삭제하고 종료 도메인 접속시 모든 기능이 통합된 기후정보서비스 플랫폼으로 바로 접속이 되도록 설정하였다. 올해 4월에 종료된 OpenWPS의 경우에도 마찬가지로 접속시 바로 기후정보서비스 플랫폼으로 연결이 되도록 설정하였다. 이로써, APCC에서 운영중인 홈페이지를 제외한 기후정보서비스 중에서 기후정보서비스 플랫폼으로 제외한 나머지 모든 서비스들은 기후정보서비스 플랫폼으로 통폐합을 완료하고 서비스를 완전 종료하였고, 종료된 서비스의 도메인으로 접속시 기후정보서비스 플랫폼으로 접속하도록 설정이 완료되었다.



Figure 2.48. Step of domain integration

2.4.2. OpenWPS

APCC에서는 정보시스템의 운영 및 관리 효율성 향상과 예산 절감을 목표로 매년 정보시스템의 운영 성과를 측정하고 있다. 또한 유사 기후정보서비스를 점진적으로 통합하고, 자원 활용성을 높이며 운영 효율성을 증대시키기 위해 기후정보서비스 플랫폼을 구축하고 있다.

2020년에는 CLIK(CLIimate Information toolKit)의 주요 기능을, 2021년에는 CLIPs(CLIimate

Information Processing system)의 주요 기능을 기후정보서비스 플랫폼으로 이관하는 개발을 진행하였으며, 2023년에는 OpenWPS⁵⁾의 주요 기능 중 하나인 지리정보 기반 마스킹 정보 제공 기능을 기후정보서비스 플랫폼에서 제공하기 시작했다. 이러한 OpenWPS의 기능이 기후정보서비스 플랫폼(clicks.apcc21.org)으로 2023년 통합 완료되어 중복되는 기후정보서비스를 종료하였다.

기존 OpenWPS의 주요 기능은 아래와 같다.

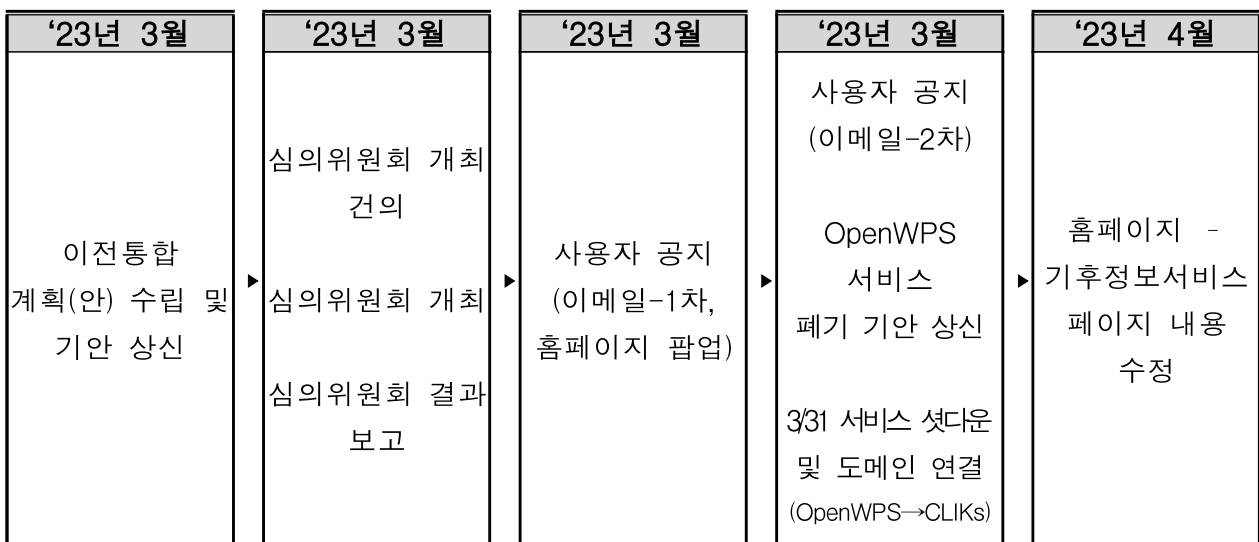
- WPS(Web Processing Server)를 이용한 Masking 정보 생산
- NetCDF 파일로부터 옵션에 따른 Masking 정보 생성
- NetCDF Data Viewer with OpenWPS, ClimateToolBox Client using OpenWPS Service
- PC 설치형 Stand-Alone 프로그램을 통한 Masking 정보 시각화

2023년 기존의 OpenWPS가 보유한 기능을 기후정보서비스 플랫폼 내 Processing - Masking 메뉴로 이관하였으며, 개선 이후 주요 내용은 아래와 같다.

- 기후정보서비스 플랫폼 내 Masking 기능 웹 페이지 신규 기능 추가
- 웹 페이지를 통한 모델 정보 및 Masking 옵션 선택 후 결과 Masking 정보 시각화
- Masking 결과는 XML 파일 형태로 사용자에게 제공

위와 같이 OpenWPS의 주요 기능인 Masking 및 Masking 정보 시각화 등이 기후정보서비스 통합플랫폼에서 구현 가능하게 되어, 중복되는 OpenWPS를 폐기하기로 결정하였다. OpenWPS 서비스 이전 및 폐기는 심의위원회를 구성하여 최종 결정하였으며, 기존의 OpenWPS 서비스는 기후정보서비스 플랫폼(clicks.apcc21.org)으로 대체하였다.

Table 2.11. OpenWPS integration process



5) OpenWPS는 정확한 기후 데이터 추출을 위해 지리정보 기반의 마스킹 정보를 제공하는 기후정보시스템

2.5. 기후정보서비스 플랫폼 기반 Open API 강화

2.5.1. 개요

기후정보서비스 플랫폼 (cliiks.apcc21.org)은 PaaS-TA 기반의 클라우드 플랫폼으로 구성되어 있으며, APCC는 지난 2020년부터 이러한 클라우드 기술을 활용하여 기존의 APCC 기후정보 서비스를 점진적으로 통합하고 있다.

APCC는 아태지역의 기후정보 활용을 강화하기 위해 2019년에 플랫폼 기반 기후자료서비스를 개발하였으며, 2020년에는 사용자 맞춤형 계절예측 및 검증 정보 생산 서비스 및 기후자료처리 서비스를 플랫폼으로 확대 구축하였다. 2021년에는 상세화 서비스, 2022년에는 AIMS에 이어 2023년에는 OpenWPS를 통합하여 APCC 기후정보서비스의 대부분을 통합하여 플랫폼화를 추진하였다.

2.5.2. Open API

Open API는 “Open Application Programming Interface“의 약자로, 다른 소프트웨어 애플리케이션에서 기능과 데이터에 접근할 수 있도록 표준화된 방식으로 제공되는 프로그래밍 인터페이스를 말한다. 이것은 다른 애플리케이션, 서비스 또는 시스템과 상호 작용하고 정보를 공유하는 방법을 제공하며, 주요 특징과 개념은 다음과 같다.

- 표준화된 인터페이스 : Open API는 일반적으로 REST (Representational State Transfer) 기반의 웹 서비스에서 사용된다. 이것은 HTTP를 사용하여 데이터를 전송하고, 일반적인 HTTP 요청 (GET, POST, PUT, DELETE 등)을 사용하여 서비스에 접근하는 방식을 채택한다. 이로써 표준화된 방법으로 서로 다른 시스템 간에 통신이 가능해진다.
- 상호 운용성 : Open API의 표준화된 형식을 사용하면 다른 개발자나 팀과의 협업이 쉬워진다. 서로 다른 플랫폼 및 언어를 사용하는 애플리케이션 간의 상호 운용성을 확보할 수 있다.
- 보안 : Open API는 API 엔드포인트에 대한 권한과 보안을 관리하는 데 도움이 된다. OAuth 또는 API 키와 같은 보안 메커니즘을 통해 인증 및 권한 부여를 수행할 수 있다.
- 개발 생산성 : Open API를 사용하면 개발자들이 새로운 애플리케이션을 빠르게 개발하고 기존 시스템과 통합하는 데 더 적은 시간을 투자할 수 있다. 외부 서비스나 데이터에 쉽게 접근할 수 있으므로 개발 생산성을 향상시킨다.
- 모니터링 및 분석 : Open API를 사용하면 API의 사용량 및 성능을 모니터링하고 분석할 수 있다. 이를 통해 서비스의 성능을 최적화하고 사용자 요구에 맞추는 데 도움이 된다.

종합적으로, OpenAPI는 다양한 애플리케이션 및 서비스 간에 데이터 및 기능을 공유하고 상호 작용하는 데 필수적인 도구로, 현대적인 소프트웨어 개발과 통합의 핵심 요소 중 하나이다.

2.5.3. 기후정보서비스플랫폼 기반 Open API

2.5.3.1. 기후정보서비스플랫폼 기반 Open API 개요

2020년도부터 시작된 각각의 기후정보시스템의 통합 과정에서 다수의 기능들을 Open API 로 재개발하여 기능의 재사용성을 증대시키고자 하였다.

특히, 현재 기후정보서비스 플랫폼의 Framework는 Spring Framework로 Java 언어로 표현 되어 있다. 주로 Python으로 이루어진 기후자료처리서비스의 기능을 이러한 Spring Framework 를 활용하여 웹에서 표현하기 위하여, Python은 주요 계산 및 표출에 사용되기 때문에 연동 과정에서 모든 Python 기능을 Open API 형태로 구축하였다.

Processing - Clipping, Composite, Masking 메뉴에서 사용되는 기능은 Java Spring Framework로 사용자 인터페이스가 구성되어 있지만, 사용자 인터페이스에서 선택한 값을 기반으로 실제 연산은 Python에서 수행된다. 이러한 Open API는 서로 다른 시스템이나 개발 언어 간에 데이터 및 기능을 공유하고 상호 작용하기 위한 표준화된 인터페이스를 제공한다.

예를 들어, Masking 기능의 동작 원리와 순서를 살펴 보자면, 아래와 같다. 아래 그림은 지역정보 추출기능(OpenWPS, Masking)의 Open API화 하는 과정의 주요 개선 흐름을 설명한다.

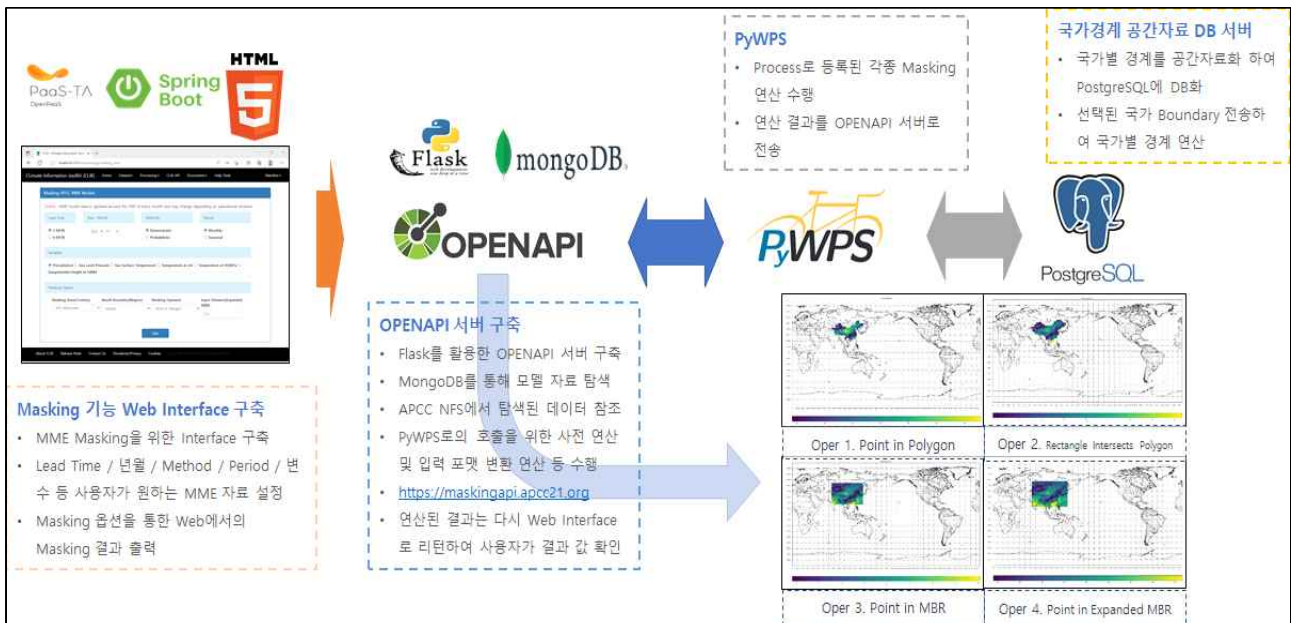


Figure 2.49. Major improvements to the local information extraction function (Masking)

- ① 사용자는 기후정보서비스 플랫폼 웹페이지(Java Spring Framework로 개발)에서 Python 으로 나온 연산 결과 값을 표출하기 위해서 Open API를 호출한다.
- ② Python Flask를 활용한 Open API 서버에서는 사용자가 웹 인터페이스에서 선택한 다양한 파라미터를 기반으로 기후정보서비스 클라우드 플랫폼 내의 MongoDB에서 해당 모델 자료를 탐색하고, APCC 내부에 있는 NFS(Network File System)에서 데이터를 참조한다.

- ③ 그리고 Python으로의 호출을 위한 사전 연산 및 입력 포맷 변환 등의 작업은 Masking API 서버에서 수행된다.
- ④ Masking API 서버에서는 연산을 위한 Process를 생성하고, PyWPS 서버에서 실제 연산을 수행한다.
- ⑤ PyWPS 서버는 PostgreSQL Database 서버에서 국가별 경계를 연산하여 결과 값을 생성하고 전달한다.
- ⑥ 이렇게 PyWPS 서버에서 수행된 연산 결과는 Masking API 서버로 다시 전송되며, 사용자가 원하는 데이터 포맷(PNG, XML)으로 Web Interface를 통해 사용자에게 제공된다.

이러한 연산 과정을 수행하기 위해 다음과 같은 단계별 작업을 진행하였다:

- 기후자료 처리서비스 개선에 따른 Open API 연계 개선 설계
- 기후자료 처리서비스 Open API 입·출력 구조 변경 개발
- Open API 활용을 위한 API 서버 개선 - 연산 작업 및 결과 전달 채널 분리

2.5.3.2. 기후자료 처리 API 연계 방안 설계 및 구축

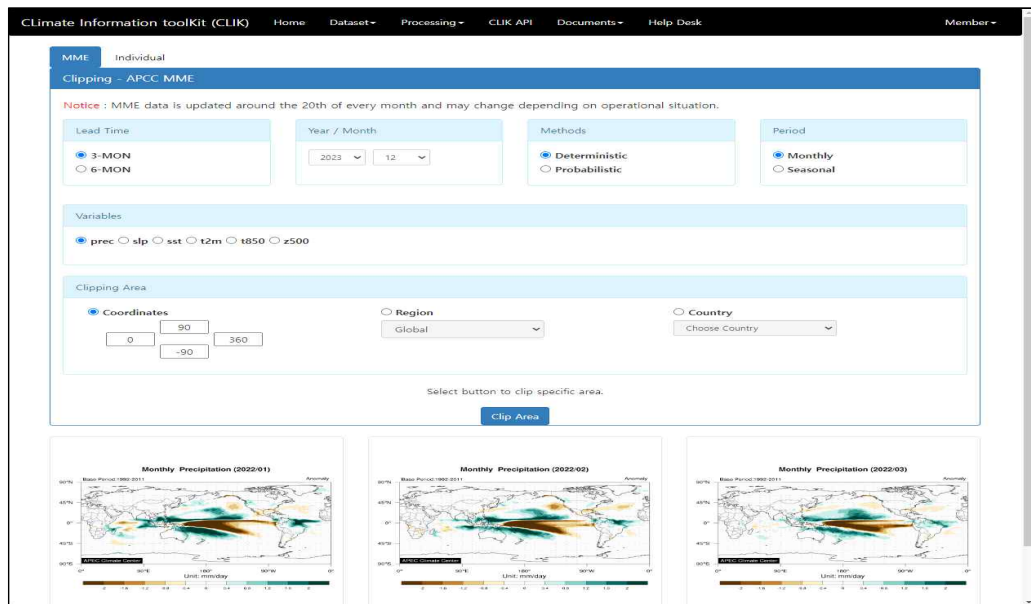


Figure 2.50. Processing - Clipping Input Screen

2023년 현재 기후정보서비스플랫폼에서 구현되어 있는 대부분의 기능은 Open API 형태로 구현되어 있으며, HTTP 프로토콜을 이용하여 API 서버와 통신하여 결과 값을 도출해낸다. 이에 대한 동작 원리와 순서를 살펴 보자면, 아래와 같다.

먼저, 위 그림과 같이 기후정보서비스 플랫폼 웹 페이지에서 사용자의 기능, 데이터 조건, 처리 방식 등을 웹 인터페이스를 통하여 기후자료 처리서비스의 동작을 위한 변수를 입력 받는다. 입력된 변수는 아래 그림과 같이 API 서버를 통하여 해당되는 기능으로 호출된다.

```
<script>
function plotMME() {
  const url = 'http://maskingapi.apcc21.org:8080/mask';

  var lead_month = $("input:radio[name=masking_leadtime]:checked").val();

  var iyear = $("select[name=masking_issued_year]").val();
  var imonth = $("select[name=masking_issued_month]").val();
  if (imonth[0] == '0') {
    imonth = imonth.substring(1);
  }

  var method = $("input:radio[name=masking_method]:checked").val();
  var period = $("input:radio[name=masking_period]:checked").val();
  if (period == 'Seasonal' || period == 'Monthly') {
    period = period + " mean";
  }

  var variable = $("input:radio[name=masking_variable]:checked").val();

  var operator = $("select[name=masking_option_operator]").val();
  var distance = document.getElementById("masking_option_distance").value;
  var country = $("select[name=masking_option_country]").val();

  input_data = {
    'lead_month': lead_month,
    'iyear': iyear,
    'imonth': imonth,
    'method': method,
    'period': period,
    'variable': variable,
    'operator': operator,
    'distance': distance,
    'country': country,
  };
};
```

Figure 2.51. Open API Call Code

사용자 인터페이스를 통하여 선택된 조건은 JSON 형식으로 각각의 API 서버를 호출한다. 여기에서 Processing - Clipping/Composite 기능은 Clipping API 서버를 호출하며, Processing - Masking 기능은 Masking API 서버를 호출한다.

```

1 import json
2 import requests
3 import logging
4 import os
5 import math
6
7 class Client(object):
8     logger = logging.getLogger('clippingsapi')
9     # for dev server (10.200.8.199)
10    #api_server_url = 'http://clipping-dev.apcc21.org:8080'
11    #api_server_url = 'http://clippingapi-dev.cf.apcc21.org'
12
13    # for prod server (10.200.8.199)
14    api_server_url = 'https://clippingsapi.apcc21.org'
15
16    def __init__(self, debug=False, retry_max=500, timeout=60):
17        self.retry_max = retry_max
18        self.timeout = timeout
19        self.last_status = None
20        self.target = None
21        if debug:
22            level = logging.DEBUG
23        else:
24            level = logging.INFO
25
26        logging.basicConfig(level=level, format='[%asctime] [%levelname] %(message)s')
27
28    def clip(self, detail):
29
30        headers = {'Content-Type': 'application/json; charset=utf-8'}
31        return_type = detail['return_type']
32        output_file_name = Client.generateFileName(self, detail)
33
34        if return_type == 'png':
35            api_url = Client.api_server_url + '/clippmeandplot'
36            output_file_name = output_file_name + '.png'
37        elif return_type == 'nc':
38            api_url = Client.api_server_url + '/cliptonc'
39            output_file_name = output_file_name + '.zip'
40        else:
41            print("Error : Invalid File Extension")
42            return False
43
44        json_data = json.dumps(detail)
45
46        Client.printClippingDetail(self, detail, output_file_name)
47
48        tries = 0
49
50        while tries < self.retry_max:
51            try:
52                response = requests.post(api_url, data=json_data, headers=headers)
53                if response.status_code == 200:
54                    json_result = json.loads(response.content)
55                    print(json_result)
56                else:
57                    print("Error: ", response.status_code)

```

Figure 2.52. The structure of the clippingapi call

JSON 형식의 파라미터로 입력을 받은 각각의 API 서버는 다시 한번 기후정보서비스 플랫폼 내의 DBMS에서 해당되는 모델의 경로를 출력값으로 받아온다. 그 다음 실제 APCC에서 운영하고 있는 NFS(Network File System)에서 해당되는 모델을 불러온다.

Clipping/Composite 기능의 경우에는 Clipping API를 통해서 해당 모델에 대한 연산을 바로 실행한다. Masking 기능의 경우에는 위 절에서 설명한 듯 PyWPS 서버를 호출하고 또 그 안에서 공간정보 추출을 위해 Masking DBMS 서버를 참조한다.

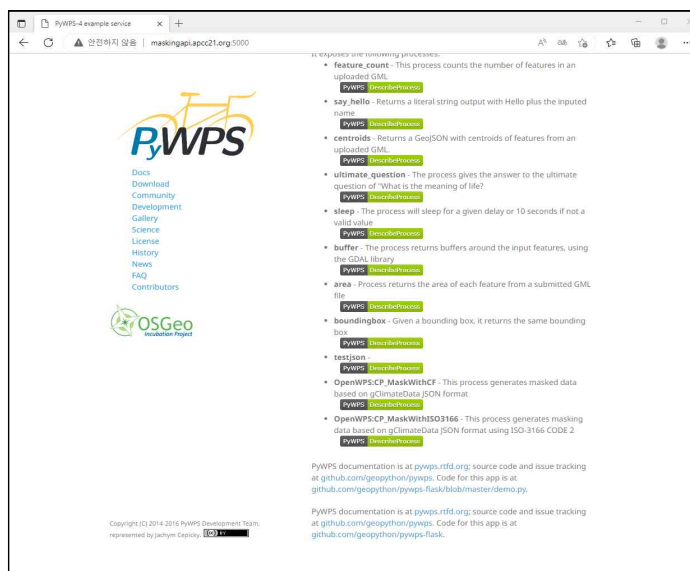


Figure 2.53. Operation of PyWPS Server

Masking API의 경우 공간정보를 획득한 PyWPS 서버는 Masking API에서 설정된 변수를 토대로 Masking 정보 추출 Process를 생성하고 진행한다. PyWPS 서버는 이를 토대로 추출된 Masking 정보를 Masking API 서버로 전송하게 된다. 이렇게 연산이 끝난 결과는 Processing Result API 서버를 통해 기후정보서비스 플랫폼 웹 페이지를 통하여 사용자에게 전달된다. 이를 확인함으로써 사용자는 자신이 원했던 기능 및 변수 설정에 관한 응답을 얻을 수 있다.

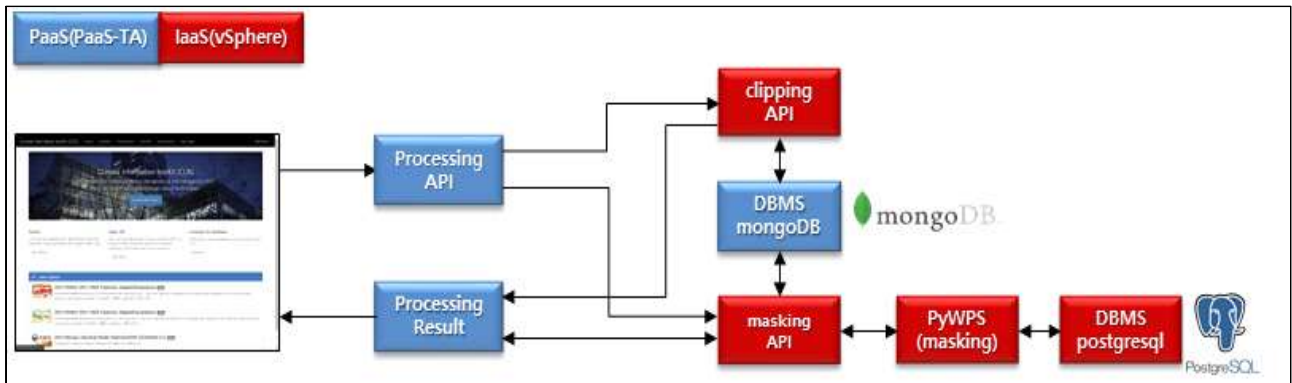


Figure 2.54. Climate Data Processing Service API Server Flowchart

이러한 과정을 요약하면 위 그림과 같다. 또한 이러한 기후처리 서비스 Open API 체계를 구축하기 위하여 실행하기 위하여 APCC에서 2023년동안 구축·운영중인 API 서버 목록은 아래와 같다.

Table 2.12. The list of Climate Data Processing Open API Server

기후자료 처리서비스 API 서버	기후자료 처리서비스 API 서버 수행 기능	비고
Masking DBMS Server	- PostgreSQL를 활용한 Masking 관련된 지형정보 참조	IaaS
Masking PyWPS Server	- Web Processing을 위한 PyWPS Processing 서버	IaaS
Clipping API Server	- 기후자료처리(Clipping/Composite) 연산을 위한 서버	IaaS
Masking API Server	- Masking 결과 후처리 및 결과 표출 연산을 위한 서버	IaaS
Processing API Server	- 기후자료처리 연산작업 호출을 위한 서버	PaaS
Processing Result Server	- 기후자료 처리서비스 결과 전달을 위한 서버	PaaS

위와 같은 작업을 통해 APCC는 기후자료 처리 서비스를 개선하고, Open API를 활용하여

데이터 연계를 향상시키고, API 서버를 개선함으로써 기후정보 제공 플랫폼을 지속적으로 발전시키고 있다.

2023년 기후정보서비스 플랫폼 내 다른 기능에서 기후자료 처리서비스의 기능을 재사용할 수 있도록 Open API 서버 구축 및 기능 구현하여, 현재 HTTP를 통하여 기후자료 처리서비스의 기능을 웹을 통하여 호출할 수 있는 구조가 완성되었다. 이를 통해 기후정보서비스 플랫폼 활용성 증대를 기대한다.

2.6. 기후정보서비스 튜토리얼 서비스 강화

2.6.1. 개요

APCC는 2019년부터 아시아 태평양 지역의 기후 정보 활용을 강화하기 위해 기후 자료의 생산·제공·처리가 가능한 기후 서비스 플랫폼(cliks.apcc21.org)을 개발하여 운영하고 있다. 이 플랫폼은 다양한 기후 데이터와 예측 모델을 제공하며, 사용자는 이를 통해 지역별 기후 변화 추세, 극단적 기상 현상의 예측 등의 기후 관련 정보를 얻을 수 있다.

APCC는 이러한 기후 서비스 플랫폼의 활용도를 높이기 위해 매년 사용자 워크숍을 개최해왔고, 이러한 워크숍에서는 기후 데이터의 활용 방법 등에 대한 교육을 매년 개최하여 기후 정보서비스 플랫폼 사용자들에게 이루어졌다.

또한 기후정보서비스 플랫폼에 대한 사용자의 이해도를 높이는 방안으로 2020년에는 사용자가 플랫폼의 다양한 기능을 쉽게 이해하고 활용할 수 있도록 기후정보서비스 튜토리얼 문서를 제작하여 배포하였다. 이 문서는 기후정보서비스 플랫폼으로의 접근 활용 방법 등 사용자가 편하게 따라할 수 있는 안내를 포함하고 있어 사용자의 기술 습득을 돕는다. 나아가 2022년에는 이러한 튜토리얼 문서를 바탕으로 사용자가 언제 어디서든 쉽게 접근하여 필요한 내용을 확인할 수 있는 온라인 튜토리얼 서비스를 구축하였다. 이 서비스는 특히 원격 지역의 사용자들에게 유용하다. APCC는 이를 통해 콘텐츠를 강화하고 다양화함으로써 사용자의 APCC 기후 정보 활용성과 만족도를 향상시키고자 하였다.

2.6.2. 기후정보서비스 튜토리얼 강화

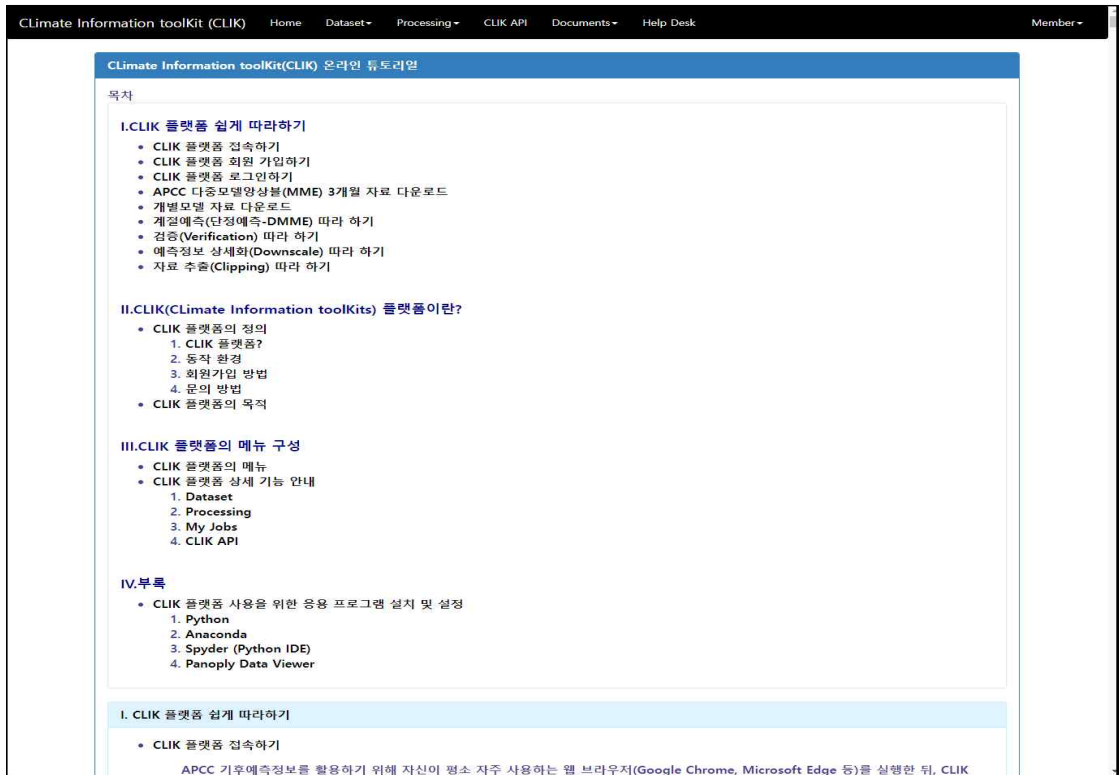


Figure 2.55. Existing Climate Information Service platform tutorial screenshot

2020년 기후정보서비스 플랫폼 원활한 사용을 위하여 시작된 기후정보서비스 플랫폼 튜토리얼은 2022년 위와 같은 구성과 함께 온라인 튜토리얼로 발전하였다. 그러나 기후정보서비스 플랫폼은 APCC 기후정보서비스와 지속적인 통합이 진행되었고, 그 구성하고 있는 내용과 범위와 확대되었다. 이에 보다 체계적이고 사용자가 편하게 접근할 수 있는 온라인 튜토리얼 개선의 필요성이 대두되었고, 2023년 튜토리얼 웹 서비스 개선, 튜토리얼 콘텐츠 강화를 위하여 다음과 같이 기후정보서비스 플랫폼 온라인 튜토리얼 강화를 진행하였다.

2.6.2.1. 기후정보서비스 튜토리얼 웹 서비스 개선

2023년 APCC는 기후정보서비스 튜토리얼 웹 서비스를 다음과 같이 개선하였다. 먼저, 기후정보서비스 온라인 사용자 튜토리얼 웹 페이지의 구조와 방식을 변경하였다.

기존의 세로 형식으로 구성되어 있던 기존의 온라인 튜토리얼의 레이아웃을 변경하여 아래 그림과 같이 고정된 좌측 네비게이션 바를 생성하였고, 우측에 해당 콘텐츠의 내용을 웹 페이지 내 스크롤 형태로 확인할 수 있도록 구성하였다.

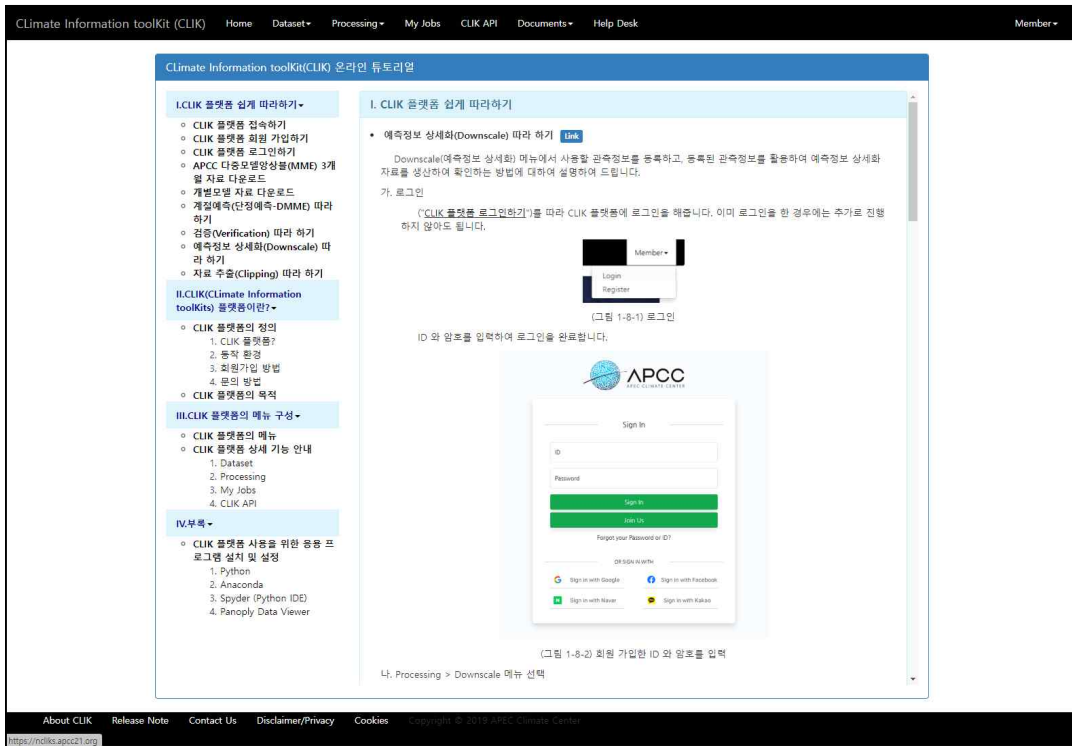


Figure 2.56. New Climate Information Service Platform Tutorial Screenshot

위와 같이 네비게이션 바의 추가를 통한 다중 레이어 구조로 좌측에는 고정된 형태의 목차를 확인할 수 있는 메뉴가 나타났고, 우측에는 튜토리얼 내용이 나타날 수 있도록 각각의 페이지를 생성하여 페이지 레이아웃을 개선하였다. 또한 좌측의 목차 메뉴에서는 사용자가 버튼을 선택하면 해당 내용으로 이동하여 시각적으로 곧바로 확인할 수 있도록 목차 메뉴를 구성하였다. 단일 페이지로 구성되어 있던 기존 온라인 튜토리얼의 내용을 각 목차별로 세분화하여 각각의 웹 페이지로 변경하였고, 사용자는 좌측의 목차 메뉴나 페이지 이동 버튼을 통해 튜토리얼의 내용을 탐색할 수 있게 되었다.

다음으로 기후정보서비스 플랫폼 메뉴 내에서 튜토리얼을 쉽게 찾을 수 있도록 튜토리얼 링크를 연동하였다. 아래 그림은 기후정보서비스 플랫폼의 Processing-Prediction 메뉴이다. 각각의 메뉴에서 사용자가 기능에 대한 안내를 보고 싶을 때 버튼을 눌러서 해당 튜토리얼을 확인할 수 있는 기능을 추가하여 사용자에게 튜토리얼에 대한 접근이 보다 용이하도록 설정하였다. 이러한 링크는 기후정보서비스 플랫폼의 Dataset, Processing 메뉴의 모든 기능에 삽입되었다.

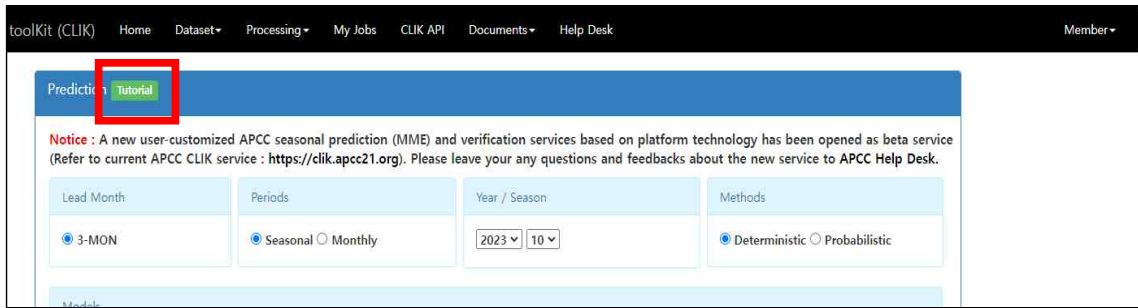


Figure 2.57. Feature → Tutorial link button to go to Tutorial Menu

또한 아래 그림과 같이 튜토리얼 페이지 내에서 해당 기능으로 바로 이동할 수 있는 튜토리얼 내 기능 링크 버튼을 추가하였다. 이로 인하여 사용자는 튜토리얼을 확인하는 과정에서 별도의 메뉴 변경 없이 쉽게 해당 기능으로 이동하여, 튜토리얼 확인과 동시에 기능 실행을 할 수 있다. 사용자는 아래 그림과 같이 튜토리얼 내의 버튼 선택을 통하여 해당 기능을 활용할 수 있다. 바로 가기 링크 버튼은 튜토리얼 기능 설명 전 메뉴에 삽입되었다.



Figure 2.58. Tutorial Content → Link button to go to function

2.6.2.2. 기후정보서비스 튜토리얼 콘텐츠 강화

2023년 기후정보서비스 플랫폼 내 메뉴에서 신규로 개발되거나 개선된 기능은 아래와 같다.

- Dataset - High Resolution MME, NCEP Reanalysis
- Processing - Downscale, Clipping, Composite, Masking

위 기능의 신규/개선 개발에 따라 변경된 콘텐츠에 대한 내용이 필요하여 기능 수정 및 개선 사항 적용을 통한 해당 튜토리얼 콘텐츠 현행화를 진행하였다.



Figure 2.59. Current updated tutorials on climate information service platform functionality

또한 동영상을 활용하여 사용자가 시각적으로 따라할 수 있는 내용을 제공하여 콘텐츠를 강화하고자 하였다. 이를 위하여 플랫폼 활용 안내 방안을 다양화하여 콘텐츠를 강화하는 노력 중 하나로, 튜토리얼을 문서 형태에서 동영상 서비스를 삽입하여, 사용자의 접근성 및 이해도를 향상 시키기 위한 노력을 기울였다.

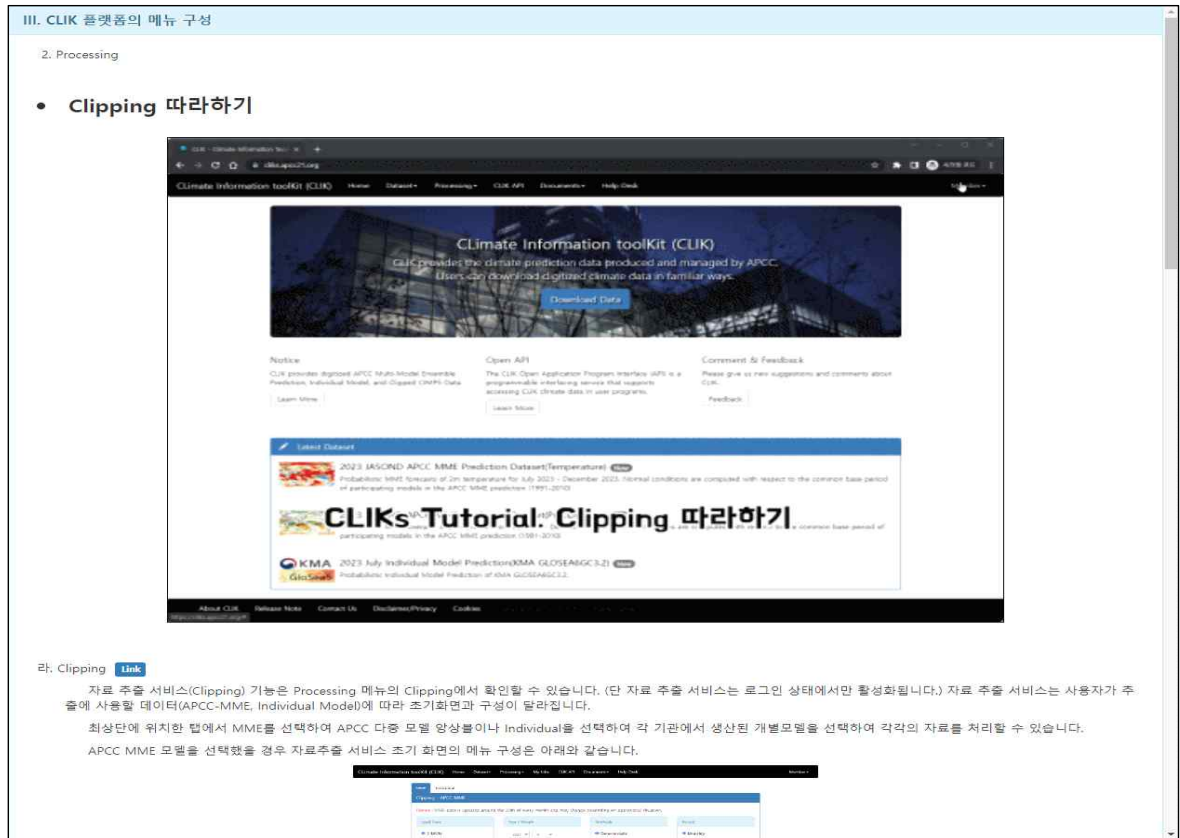


Figure 2.60. Follow the Climate Information Service tutorial Insert video screen

APCC는 기후정보서비스 플랫폼의 사용자 만족도를 제고하기 위한 다양한 노력을 기울여 왔다. 기후정보서비스 튜토리얼의 개발 및 현행화 이러한 노력 중 하나이다. 플랫폼의 기능과 인터페이스는 지속적으로 업데이트되고 개선되고 있다. 이에 따라, 튜토리얼 또한 현행화되어야 하기에, 향후에도 새로운 업데이트 내용을 반영하고 추가 콘텐츠를 개발하여 튜토리얼을 최신 상태로 유지하여, 사용자들이 항상 최신 정보에 접근할 수 있도록 하고자 한다.

2.7. APCC 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍

2.7.1. 추진배경 및 목적

APCC가 생산, 제공하는 다양한 기후정보와 서비스의 활용성 확대 및 국내 기여도 강화를 위해서 당해연도에도 APCC 기후정보서비스 사용자 워크숍을 실시하였으며, 사용자와의 직접적인 대면을 통해 기후예측 및 기후정보서비스 활용에 대한 방법을 홍보 및 설명하고 사용자의 만족도 제고를 위한 목적을 가지고 진행하였다.

2.7.2. 개요

○ 기 간 : 2023.7.12.(수)-14.(금) <3일간>

- 장 소 : APEC기후센터 2층 국제회의장
- 대 상 : 국내 기후관련학과 대학생 및 대학원생 15일
- 강 사 : 총 12 명
 - 예측운영과 선임연구원 김유진, 이현록, 연구원 이현주, 신지현, 김상철, 정주형, 정다운, 임아영, 정임국
 - 기후분석과 선임연구원 유진호, 임슬희, 김선태
- 강의 주요내용
 - (이론) 기후예측 자료의 이해
 - (이론) 기후예측의 생산 및 검증
 - (이론) 기후변화 영향평가
 - (이론) 기후감시와 분석
 - (실습) APCC 기후정보서비스 통합플랫폼 사용 실습 5회

해당 강의들에 대하여 다음 표와 같은 프로그램 일정으로 진행하였다.

Table 2.13. 2023 APCC User workshop program

시간	세션/강의	강사(보조강사)
1 일차		
10:00	개회	대의협력과 과장 문상원
10:00-10:10 ('10)	개회사	원장 신도식
10:10-10:30 ('20)	오리엔테이션 (APCC 소개 및 워크숍 관련 공지)	대의협력과 행정원 나옴
10:30-11:30 ('60)	[이론] 기후예측자료의 이해 (계절예측, S2S, 기후변화시나리오, 재분석, 원격상관 등)	국제협력사업 추진단장 유진호
11:30-13:00 ('90)	점심	
13:00-13:50 ('50)	[이론] APCC 기후예측시스템 소개 및 기후예측 방법, 예측성의 이해	예측운영과 선임연구원 김유진
13:50-14:00 ('10)	휴식 및 Q&A	
14:00-14:50 ('50)	[이론] 기후예측의 생산 및 검증	예측운영과 선임연구원 이현주
14:50-15:00	휴식 및 Q&A	

시간	세션/강의	강사(보조강사)
('10)		
15:00-15:50 ('50)	[이론] 미래 기후전망 자료 활용 기후 변화 영향 평가	기후분석과 선임연구원 김선태
15:50-16:00 ('10)	휴식 및 Q&A	
16:00-17:00 ('60)	[실습] APCC 기후정보서비스 시스템 소개 및 회원가입	예측운영과 선임연구원 이현록 (신지현, 정주형) *시스템 모니터링:김상철
2 일차		
09:00-09:50 ('50)	[이론] 여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용	예측운영과 연구원 임아영
09:50-10:00 ('10)	휴식 및 Q&A	
10:00-10:50 ('50)	[이론] 기후감시와 분석	기후분석과 선임연구원 임슬희
10:50-11:00 ('10)	휴식 및 Q&A	
11:00-11:50 ('50)	[이론] 동남아시아 산불예측정보 서비스 사례 소개	예측운영과 연구원 정입국
11:50-13:00 ('70)	점심	
13:00-14:10 ('70)	[실습] 기후자료서비스 실습	예측운영과 연구원 신지현 (이현록, 김상철, 정주형, 정다운)
14:10-14:30 ('20)	휴식 및 Q&A	
14:30-15:10 ('40)	[실습] 기후자료 처리서비스 실습	예측운영과 연구원 정주형 (이현록, 김상철, 신지현)
15:10-15:30 ('20)	휴식 및 Q&A	
15:30-16:40 ('70)	[실습] 사용자 맞춤형 계절예측 및 검증실습	예측운영과 연구원 김상철 (이현록, 정주형) *시스템 모니터링:신지현
3 일차		
09:00-10:30 ('90)	[실습] 상세화 예측 실습	예측운영과 연구원 정다운 (이현록, 신지현, 김상철, 정주형)
10:30-11:00 ('30)	공지사항 및 참가자 설문조사	

시간	세션/강의	강사(보조강사)
11:00-11:30 (*30)	수료식 및 폐회	

2.7.3. 주요내용

2.7.3.1. 이론 강의

2.7.3.1.1. 기후예측자료의 이해

기후 예측을 위한 기후의 개념, 결정요인, 기후변동, 기후변화 등에 대한 개괄적인 설명과 예시를 통해 워크숍 내 진행될 강의들에 대한 기초 이해를 도움을 주기위한 교육이다. 기후예측 성능을 좌우하는 초기조건, 경계조건, 예측방법을 소개하고, 역학적 예측 방법으로서의 기후예측 모델 개념에 대해 강의하였다.

2.7.3.1.2. APCC 기후예측시스템 소개 및 기후예측 방법, 예측성의 이해

기후예측의 역사와 예측모델, MME 장단점 및 계절예측의 과정 등 기후예측 방법에 대한 기본적인 개념을 소개하였다. 신뢰성과 예측력이 높은 MME 기반의 APCC 기후예측 시스템, 태평양 도서국 계절예측자료 후처리 시스템 PICASO, 계절 내 예측 BSISO를 소개하였다.

2.7.3.1.3. 기후예측의 생산 및 검증

단일 수치예보의 계통오차 감소를 위해 도입된 MME 기법 및 종류, APCC MME 운영일정 및 기후예측 자료가 생산되는 과정을 소개하였다. 사용자 환경에 적합한 예측 모델을 선정하기 위한 예측자료 검증의 개념과 다양한 검증 평가 지수(skill score)를 소개하였다.

2.7.3.1.4. 미래 기후 전망 자료 활용 기후 변화 영향 평가

기후변화의 다양한 정의 및 배경설명(GHG 농도, 전지구 평균기온 상승)과 기후변화 영향 평가/분석을 위한 기후변화 시나리오 및 산출방법을 소개하였다. 태풍, 활동지수, 극한강수, 태양광에너지 전망 분석 등 각각의 인자가 기후변화에 끼치는 영향을 평가할 수 있는 상세 시나리오를 설명하였다.

2.7.3.1.5. 여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용

APCC 주요업무인 계절내 예측 및 3~6개월 예측에 주요한 영향을 미치는 MJO의 개념과 MJO 지수인 RMM에 대한 개념을 설명하였다. RMM의 한계를 보완하고 극한기후현상을 예측에 매우 중요한 인자인 BSISO의 구조 및 각 특징과 BSISO 실시간 예측 기관은 APCC가 유일함을 소개하였다.

2.7.3.1.6. 기후감시와 분석

기후감시를 위해서는 전지구 규모의 다양한 기후자료 감시가 필요하며 여름철 ENSO, 겨울철 북극진동 등 대표적인 기후감시 요소를 설명하였다. 우리나라 및 동아시아 지역의 고기압

성 편차에 영향을 주는 대표적인 패턴을 소개하였다. (CGT 패턴, PJ 패턴 등)

2.7.3.1.7. 동남아시아 산불예측 서비스 사례 소개

산불 예측 시스템 운영 체계 및 일정, 기초 자료 및 4가지 기법, 관측자료(CHIRPS) 설명 및 지역자료 생산 방법 및 산불 위험등급 구간 정의 방법 등을 설명하였다. 비교자료(MOIS)를 추출하여 검증을 진행한 결과 2019~2021년도 APCC 산불예측 정보의 예측값이 실제 화재 결과의 거의 일치함을 소개하였다.

2.7.3.2. 실습

2.7.3.2.1. APCC 기후정보서비스 시스템 소개 및 회원가입

역사 속 기후정보를 살펴보고 플랫폼을 구성하는 하나의 기술로서의 클라우드 개념, 종류, API를 소개하였다. 기존 개별적으로 제공되던 서비스를 통합하기 위해 개발된 APCC 기후정보서비스 (이하 CLIK)의 메뉴를 소개하고, 추후 실습 활용을 위한 회원가입 진행하였다.

2.7.3.2.2. 기후자료서비스 실습

기후자료서비스 실습에 필요한 WGET 설치 및 사용법, MME 자료 및 개별 모델 자료 다운로드, 고해상도 MME 자료 및 개별 모델 자료 다운로드, BSISO 자료 다운로드, 기후변화시나리오(CMIP5) 자료 다운로드, ERA5 자료 다운로드, NCEP 자료다운로드 실습을 진행하였다.

2.7.3.2.3. 기후자료 처리서비스 실습

간편한 웹 기반 기후자료 처리서비스를 제공하는 추출(Clipping)과 합성(Composite), 지역정보추출(Masking) 소개 및 활용 방법을 설명하였다. Panoply Data Viewer 설치 및 메뉴별 실습 시나리오의 조건(변수, 모델, 기간 등)에 맞춰 실습을 진행하였다.

2.7.3.2.4. 사용자 맞춤형 계절예측 및 검증 실습

기후 예측 방법과 검증 기법 등 데이터 추출과 활용을 위한 인터페이스 설명, 자료 다운로드는 비동기 방식을 활용하여 편이한 이용이 가능함을 소개하였다. 실습 시나리오에 맞춰 예측결과 확인, 파일 다운로드, 기존 생성 결과 외 새로 생성되는 조합을 추출하는 실습을 진행하였다.

2.7.3.2.5. 상세화 예측 실습

상세화 예측의 필요성 및 상관관계와 인과관계의 개념을 ‘인과관계’를 설명할 수 있는 예측인자를 설정하여 강의하였다. 메타데이터를 CLIK에 업로드하고 서울지역 대상 상세화 예측 실습 (특정 기간, 모든 모델, 인과관계에 맞는 예측인자 설정 등)과 상세화 예측 결과 자료를 해석하였다.

2.7.4. 강의 만족도 설문조사 및 사용자 환류

2.7.4.1. 만족도 설문조사 주요내용

- 조사방법 : Google Survey 기능 활용하여 전반적인 워크숍 평가 및 이론강의와 실습 각 항목에 대한 만족도 조사
 - 객관식 답변 : 매우 아니다 1점 ~ 매우 그렇다 5점 점수 부여
 - 주관식 답변 : 의견서술 및 선호도 순으로 조건 나열
- 2참 여 자 : 워크숍 참가자 15인 전원
- 조사결과(요약)

Table 2.14. Summary of survey result

항목	전반적인 만족도	이론강의 만족도	실습 만족도	총점
평균점수	4.7 / 5.0	4.8 / 5.0	4.7 / 5.0	4.7 / 5.0

종합 평균점수 총점 4.7점으로 참가자 대부분 워크숍의 취지를 이해하고 높은 효용성을 확인한 것으로 판단된다.

2.7.4.2. 세부 조사결과

2.7.4.3. 전반적 만족도 조사

- 항목별 만족도

Table 2.15. Survey result by item (1)

전반적인 만족도	참가목적 부합성	역량강화 기여 여부	행정지원	프로그램 구성	수강환경
평균점수 4.7	4.7	4.7	4.8	4.7	4.7

- 응답자 전원 워크숍 프로그램이 참가목적과 기대에 부합하고 개인의 역량 강화에 도움이 되며, 행정지원 역시 충분했다고 평가하였다.
- 개선되어야 할 사항
 - (참가자 수준 고려) 사전 조사를 통해 참가자 수준을 파악 후 강의에 반영하면 좋겠다는 의견이 있었음
 - (시간안배) 점심시간, 휴식, 질의응답 등을 고려하여 프로그램 간 조금 더 여유로운 시간 안배 의견
 - (실습환경) 약 20% 응답자가 실습 시 서버 및 처리속도 개선을 요청
- 워크숍 활성화를 위해 추가요청 사항(강의 및 실습 측면)

- (심화실습) 프로그래밍 교육(파이썬, NCL)을 통한 Open API, 기후자료 시각화, 통계분석, wget 활용 정보추출 등 희망
- (수강자 참여 프로그램) 조별 실습, 실습결과 발표 등 희망
- (화학관점 강의) 다각적인 이해를 위해 기후변화에 영향을 끼치는 화학물질의 농도 및 상관관계 등의 강의 추가 의견

2.7.4.4. 이론강의 만족도

○ 항목별 만족도

Table 2.16. Survey result by item (2)

이론강의 만족도	강의내용 및 진행방식	강의 난이도 적정성	용어 및 개념설명 적정성
평균점수 4.8	4.7	4.7	4.8

- 응답자 전원 강의내용, 난이도, 용어 및 개념 설명이 적절하게 이뤄졌다고 응답함. 다만 강의 난이도에 대한 응답 중 33%는 ‘적절하다’, 67%는 ‘아주 적절하다’로 나뉜 것을 미루어볼 때, 학부생과 석박사 과정 학생 간 이해도의 차이로 추정됨

○ 가장 도움이 된 주제

- 응답자 중 87%가 BSISO의 개념과 활용을 다루었던 여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용이 가장 도움이 되었고, 뒤이어 기후예측 생산 및 검증은 다중모델앙상블에 관한 내용이 유익했다고 응답
- 복수선택이 가능한 문항으로 응답자 대부분 평균 5개의 과목을 선택함. 개인 연구에 실제 적용할 수 있는 내용이 많이 다뤄졌으며, 강사들의 자세한 설명 덕에 어렵지 않게 이해할 수 있었다는 응답이 주를 이룸. 이를 바탕으로 이론강의 대부분이 참가자들에게 유익했던 것으로 판단됨

○ 다소 어렵다고 느낀 주제

- 응답자 중 5명은 각각 여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용, 기후예측의 생산 및 검증, 기후변화 영향평가 순으로 이해가 다소 어려웠다고 응답함. 다만 이는 2)의 조사결과와 상반되는 결과로, 주제 자체는 흥미롭고 유익했으나 개념이 생소하고 관련 전공 지식이 비교적 부족하여 완벽하게 이해하기가 어려웠던 것으로 해석됨
- 그 외 나머지 응답자 10명은 어려운 주제가 없었으며 강사들이 최대한 이해하기 쉽게 설명했다고 응답함. 이를 바탕으로 본 워크숍의 이론 강의 난이도가 적정했음을 재차 확인함

2.7.4.5. 실습 만족도

○ 항목별 만족도

Table 2.17. Survey result by item (3)

실습 만족도	실습내용 및 진행방식	실습 난이도 적정성	이론과목 이해에 도움이 되었는지 여부
평균점수 4.7	4.7	4.7	4.7

- 응답자 전원 실습 난이도가 적정했고 이론과목 이해에 도움이 되었다고 응답함. 실습 내용 및 진행방식 항목의 경우, 실습 시 더딘 처리 속도를 경험한 1명만 ‘보통이다’로 응답함

○ 가장 도움이 된 주제

- 중복선택 가능한 문항으로, 데이터 업로드부터 다양한 모델과 예측인자를 고려하여 예측 결과를 볼 수 있다는 점에서 상세화 예측 실습의 만족도가 가장 높았음. 또한 해당 응답자 중 90%가 그 외 모든 실습 역시 도움이 되었다고 응답함
- 반면 상세화 예측 실습을 선택하지 않은 응답자 6인은 모두 APCC 기후정보서비스 소개 혹은 기후자료서비스 실습이 가장 도움이 되었다고 응답함. CLIK시스템에 대한 종합적인 설명과 더불어 자료별 다운로드 실습이 직관적인 이해에 도움이 된 것으로 보임

○ 다소 어렵다고 느낀 주제

- 2명의 응답자가 기후자료 처리서비스 실습 시 컴퓨터 관련지식 부족과 로그인 문제로 어려움을 느꼈다고 답변
- 나머지 응답자 13명 전원은 어려운 내용이 없었다고 응답하여 실습 난이도가 적정함을 확인할 수 있었고, 질문이 있거나 실습 중 문제 발생 시 강사들이 1:1로 대응해준 부분에 깊은 인상을 받았다는 것을 확인함

2.7.4.6. 기후정보서비스 플랫폼 개선을 위한 세부 만족도 조사

○ APCC 기후서비스 플랫폼(이하 CLIK) 종합

- CLIK 서비스에 대한 전반적인 만족도
 - 응답자 전원 만족한다고 응답(4.7점)
- APCC 기후서비스 활용 여부
 - 응답자 전원 향후 연구, 업무, 학습에 활용 예정으로 응답(4.7점)
- CLIK 제공 서비스 중 활용도 높을 것으로 예상되는 순위
 - ‘① 기후자료 다운로드 ② 기후 예측/검증 ③ 상세화 예측 ④ 기후자료 추출/합성/마

스킹' 순으로 조사됨

- 3순위의 경우 4가지 서비스 모두 비슷한 수치로 답변이 나와 제한된 실습 기간 중 기능별 특성과 차이점을 모두 파악하기에는 조금 어려웠던 것으로 사료됨
- 개방형 인증에 추가 도입되기를 원하는 사이트
 - Microsoft 추가 희망 1인 외 응답자 전원 현재 인증방식에 만족
 - (추가 기능제안) Github에서 pip⁶⁾ 기능 적용
- 동적 기술 적용 효용성
 - 응답자 중 87%가 동적기술 적용이 기후정보의 사용 편의성 및 활용성 향상에 도움이 될 것이라고 응답
- CLIK 신규사용자용 튜토리얼 온라인 서비스 개선을 위한 의견
 - (영상 튜토리얼) CLIK 사용방법, 코딩 및 자료 처리 과정, 해당 영상 youtube 게시로 사용자 편의성 확대
 - (그 외) 예측 관련한 R코드 공유, wget코드 기간이나 변수 설정 시 텍스트로 변환해주는 사용자 친화적 서비스 등 프로그래밍 관련 응답도 있었음. 이는 응답자가 실습 시 경험했던 '플랫폼 신규사용자' 라는 입장에 더 초점을 둔 응답이나, 향후 서비스 개선을 위해 참고해볼 수 있을 것으로 사료됨
- '추가로 제공되길 원하는 정보서비스 및 기후자료, 동적 표출 기술을 활용하기를 원하는 콘텐츠'
 - (다양한 기후인자 고려) 해빙, 황사, 미세먼지, CO2 농도 등
 - (지역정보) Leaflet⁷⁾ 또는 OpenStreetMap⁸⁾과 연동하여 국가별 상세지역에 대한 기후 정보 표출
- APCC 기후서비스 플랫폼의 전반적인 소감
 - (편리성) 사용자 친화적이며, 앞으로 다양한 방안으로의 활용이 기대됨, GIS 응용이 가능한 부분을 개선한다면 더욱 활용도가 높을 것이라는 의견도 있었음
 - (보완점) 오류 개선 필요(help desk, wget / 데이터 다운로드 시 계정입력 등)
 - 이 문항은 질문의 의도와 달리 과반수의 응답자가 '워크숍에 대한 소감' 을 기재하여 유의미한 응답을 많이 수집하지 못했음. '소감' 이라는 용어가 혼동을 줄 수 있으므로, 추후에는 '사용 경험' 과 같이 구체적인 단어로 질의하겠음

6) pip (Package Installer for Python) : 파이썬으로 특정기능 수행 위해 만든 모듈

7) Leaflet : 웹매핑 어플리케이션을 위해 사용되는 오픈소스 자바스크립트 라이브러리

8) OpenStreetMap : 누구나 참여할 수 있는 오픈소스 방식의 무료 지도 서비스

○ CLIK 활용: 기후자료서비스(Dataset 메뉴)

- APCC 기후자료 활용 경험

- 2명이 APCC 기후자료를 연구나 업무에 활용해본 적이 있다고 답했으며, 그 외는 모두 활용 경험 없음

- 국내외 타 기관 기후자료서비스 사용 경험

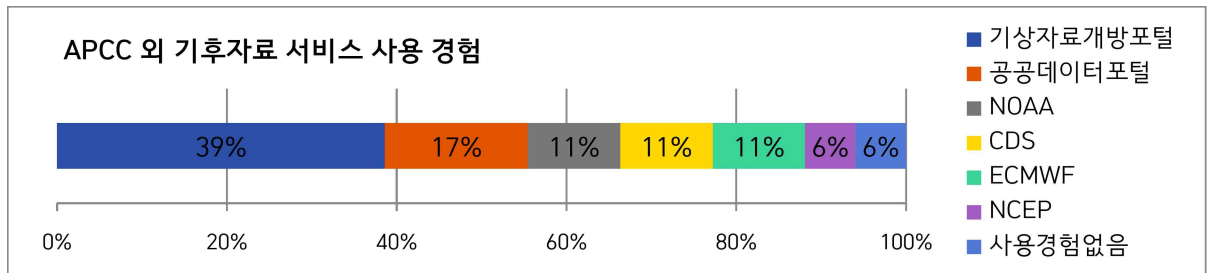


Figure 2.61. Experience using climate data service (except APCC Data Service)

- 1명 외 응답자 전원 모두 국내외 타 기관 기후자료 서비스를 사용해본 경험이 있으며, 국내 데이터를 우선하여 활용하는 경향을 보임(국내기관 56%, 해외기관 39%). 응답대상자는 소수이지만 실무자 및 석박사 과정 참가자 비율이 40%인 점을 미루어볼 때, CLIK 서비스를 적극적으로 홍보한다면 기후자료 서비스 제공처로서의 입지 확보의 가능성이 있다고 사료됨

- CLIK 자료 다운로드 방식 용이성 및 선호방식

Table 2.18. Ease of downloading data

선호방식	① 웹페이지	② 프로그래밍 (Open API)	③ 스크립트(wget)
다운로드 용이성	4.5	4.5	4.3

- 각 다운로드 방법 모두 쉽게 배워 사용할 수 있다는 응답이 주를 이루었으며, 선호방식은 ‘웹페이지 > 프로그래밍 > 스크립트 순’으로 다운로드 용이성 평가 점수와 비례 관계를 보임

- CLIK 제공자료의 활용성 조사



Figure 2.62. High-utilization climate data ranking

- ‘계절 내 예측자료(BSISO) > 계절예측자료(3개월 MME 자료) > 재분석자료(ERA5) > 계절예측자료(개별모델자료) > 계절예측자료(6개월 MME자료) > 가공된 기후변화시나리오 자료 (CMIP5) > 재분석자료 (NCEP 1/2)’ 순으로 연구 및 업무에 가장 도움이 될 것으로 조사됨
- 기후위기 심화로 계절 내 예측 및 3개월 예측 등 중장기 예측에 대한 수요가 반영된 것으로 보임
- 기후자료 서비스 제안사항
 - (추가 기후자료) CMIP6 자료, 해빙 및 일별 기상 데이터, 화학분야
 - (기능적 개선) 기후자료(NetCDF⁹⁾를 GeoTIFF¹⁰⁾로 변환하는 서비스 혹은 코드 제공
- CLIK 활용: 기후자료 처리 서비스(Processing>Clipping/Composite/Masking 메뉴)
 - 전반적인 평가

Table 2.19. Overall evaluation about Clipping/Composite/Masking service

항목	서비스 만족도	연구/업무 활용성	기능 및 인터페이스 사용 용이성
평균 점수	4.7	4.7	4.7

- 서비스별 활용성 평가
 - 합성, 추출, 마스킹 순으로 활용도가 높은 기능으로 조사됨
- 기후자료 처리 서비스 결과물 활용 용도 조사

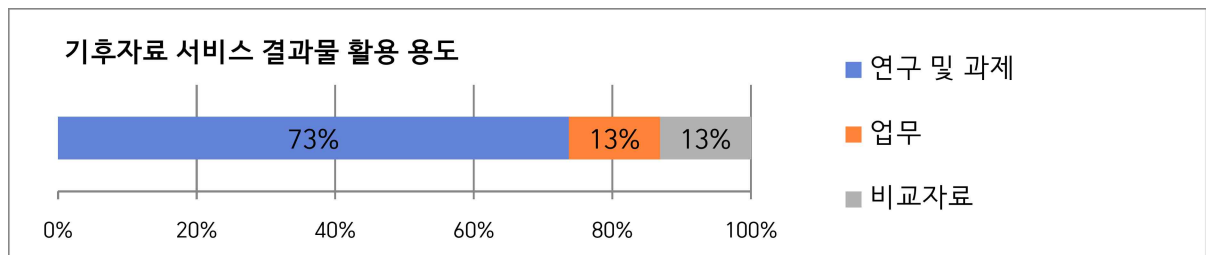


Figure 2.63. Application of climate data processing service results

- 연구(논문) 및 과제에 활용하겠다는 응답이 73%, 업무(정책개발 및 기획)와 비교자료로 활용 응답이 각각 13%의 비율로 뒤를 이었음
- 기능 및 성능개선을 위한 제안

9) NetCDF : Network Common Data Form 과학데이터 저장을 위한 데이터 포맷

10) GeoTIFF : TIFF(Tagged Image File Format)파일에 지리참조 정보를 포함한 공개 메타데이터 표준

- (부가 기능 추가) shapefile¹¹⁾ 동시 제공, 더 고해상도의 자료 클리핑
- (성능개선) 모델 구동 시 처리속도 개선
- 추가 기능/서비스 제안
 - 결과 페이지에 사진 혹은 한국어 설명, 코드 제공
 - Windy와 같이 가시화 접근성이 뛰어나고, 출처융합(위성 등)이 잘될 수 있는 서비스
- CLIK 활용: 기후 예측/검증 서비스(Processing> Prediction/ Verification 메뉴)
 - 전반적인 평가

Table 2.20. Overall evaluation about Prediction/Verification service

항목	서비스 만족도	연구/업무 활용성	기능 및 인터페이스 사용 용이성	결과 해석 용이성
평균 점수	4.7	4.8	4.7	4.8

- CLIK 외 기후 예측을 위한 tool 사용 경험
 - Windy를 사용해본 1명의 응답자 외, 14명 전원 기후예측 tool 사용 경험 전무
- 개선사항 제안
 - (부가 기능 추가) 가시화 융합 기능 적용
 - (분석 관련) 모델 원자료의 출처나 자료설명, 검증 코드 공유 등
- CLIK 활용: 상세화 예측 서비스(Processing> Downscale 메뉴)
 - 전반적인 평가

Table 2.21. Overall evaluation about Downscale service

항목	서비스 만족도	연구/업무 활용성	기능 및 인터페이스 사용 용이성	결과 해석 용이성
평균 점수	4.7	4.7	4.7	4.8

- 개선사항 제안
 - (부가기능 추가) 기압이나 해빙 등의 인자, DEM 자료 추가
 - (성능개선) 처리속도 개선

11) Shapefile : 지리정보시스템 소프트웨어를 위한 지리 공간 벡터 데이터 저장 형식

3. 동적 기후정보서비스 시스템 구축

3.1. 동적 표출 기술을 적용한 감시/예측/검증 정보 제공 홈페이지 구축

3.1.1. 개요

새로운 기후정보의 증가와 사용자 중심의 서비스 요구에 따라 각 서비스들의 편의성과 활용성 확대를 위한 동적 기후정보서비스의 필요성이 대두되었다. 동적 기후정보서비스는 온라인 웹상에서 사용자가 선별적으로 정보를 선택 및 표출할 수 있고 종합적인 정보를 획득할 수 있는 장점이 있다. 이를 위해 APCC에서는 동적 기후정보서비스를 구축하고자 한다.

동적 기후정보서비스는 현재 전 세계 기후 관련 전문기관에서 도입하여 서비스 중이거나 서비스를 준비 중이며, 해당 분야의 기술 수준 및 기술격차 추격을 위한 필수 과제라 할 수 있다. 또한 해당 방안은 SPA 기술 등 최신의 기술을 활용하여 중앙행정기관 및 공공기관 웹 서비스 정비 추진 정책인 ‘웹 사이트 총량제’를 달성하기 위한 준비 작업인 기후정보서비스와 기관 홈페이지 통합의 기반이 되는 기술이다. 이러한 동적 기후정보서비스를 구축하기 위해서는 아래 Figure와 같이 1) 동적 기후정보처리를 위한 기후자료 요구사항 수집, 2) 표출 관련 외부 라이브러리 조사, 3) APCC 표준 라이브러리 설계 및 개발에 이르는 다방면의 지식과 최신의 ICT 기술 활용이 필요하다.

2022년에는 동적 기후정보서비스를 구축하기 위한 기반 기술 확보 및 원형 설계를 진행하였다. 이 절에서는 2023년에 진행한 동적 기후정보서비스 구축에 관하여 기술한다.



Figure 3.1. The development process for establishing dynamic Climate Information Service

3.1.2. 홈페이지 위탁연구 추진

3.1.2.1. 개요

- 위탁연구(조달)건명: APCC 홈페이지 및 동적 기후정보서비스 구축
- 계약기간: 2023. 6. 15.~2023. 12. 26.
- 주요내용: 홈페이지 디자인 전면 개편, 동적 기후정보 표출이 가능한 홈페이지 구축, 전자정부 웹 표준 및 호환성 지침 준수, 반응형 웹 개발, 홈페이지 관리가 용이한 CMS(홈페이지통합관리시스템) 구축, 웹접근성·웹호환성 준수 구축.
- 추진현황: 착수보고회[완료], 중간보고회[완료], 최종보고회[완료], 검수 추진 예정

3.1.2.2. 요구사항 및 개발 내용 요약

아래 Table에서 용역사업 제안요청서의 요구사항을 간단히 요약하고 그에 대응하는 개발 내용을 요약 정리하였다.

Table 3.1. Summary of Requirements and Development results

구분	번호	요구사항 명칭	구현(개발)내용
장비구성 요구사항	ECR-01	시스템 구성요건 공통사항	1. H/W 및 상용S/W 납품 없음 2. 개발 S/W는 GitLAB을 통해 탑재 및 배포
	ECR-02	플랫폼 배포 및 공유를 위한 시스템 분석	1. 기존 시스템 장비와 호환되는 시스템 구축 2. 개발서버 구축(apcc.tolan.kr) 3. 형상관리 시스템 구축(GitLab → 개발서버 → APCC 서버)
	ECR-03	플랫폼 시스템 서비스 요구사항	1. Docker Image 생성 → Kubernetes의 Master Node에서 Docker image 다운 → 구동중인 Worker의 WAS Pod를 순차적으로 중지시키고 최신버전의 Docker Image로 무중단 배포 구현 2. 개발언어, 컴파일도구와 라이브러리 활용
	ECR-04	기 도입된 소프트웨어, 솔루션 업그레이드 및 이전	1. APCC 최종 승인 시 본 서버에 즉시 반영할 수 있는 구조로 개발됨 2. 상용S/W 납품 없음
기능 요구사항	SFR-01	공통사항	1. APCC의 비전과 전문적인 정보를 제공하는 홈페이지 구축 2. 디자인 전면 개편 3. 최신 웹 기술을 활용한 동적기후정보 제공 4. 홈페이지 내부 콘텐츠 검색 5. 콘텐츠 만족도 평가 6. 개발 및 운영서버 분리, 형상관리 시스템 도입 7. 영문 홈페이지 구축 8. 통합인증 서비스와 홈페이지 연동
	SFR-02	사용자 친화적 반응형 웹 (모바일 지원)	1. PC, 스마트폰, 태블릿PC 등 다양한 디바이스의 브라우저 지원을 위한 반응형 웹 기술 적용 2. OSMU(One Source Multi Use)의 개념에 따라

		하나의 소스로 다양한 사이즈의 화면에 최적화된 UI가 구성될 수 있도록 구현
SFR-03	기후정보서비스 통합플랫폼 연동 요구사항	<ol style="list-style-type: none"> 1. 기후정보서비스 통합플랫폼의 기능, 페이지 등을 연결할 수 있도록 메인 페이지에 배너 생성 2. 기후정보서비스 통합플랫폼 페이지 생성
SFR-04	웹콘텐츠관리시스템(CMS) 구축 요구사항	<ol style="list-style-type: none"> 1. 등록된 IP에서만 관리자 페이지 접속 제한 2. 관리자 계정 : 기후정보통합인증 시스템과 연동 3. 사용자 등급 기능 구현(관리자, 운영자, 이용자) 4. 관리자 페이지 접속 로그 생성 5. 콘텐츠 내용 관리(조회, 추가, 삭제, 편집), 웹 편집인 제공, 팝업 관리, 배너 관리, 비주얼 이미지 관리 기능 제공
SFR-05	홈페이지 통합디자인	<ol style="list-style-type: none"> 1. 국제적 인증기구로서의 정체성과 공공기관으로서의 업무를 명확히 전달할 수 있는 디자인 구현 2. 최신 트렌드를 반영한 화면 구성 3. 3-Depth의 메뉴로 설계 4. 킷 메뉴 및 바로가기 기능 구현 5. 홈페이지 전체 폰트 지정 6. 홈페이지에서 사용되는 단어는 단어가 잘리지 않도록 '자동내림' 기능으로 지정
SFR-06	동적 기후정보서비스 구축	<ol style="list-style-type: none"> 1. 동적 기후정보서비스 구현 - SPA(Single Page Application) 기술을 활용 2. 전지구 계절예측: 기후전망, 다중모델 예측, 다중모델 확률예측 3. 기후현황: 최근기후(사용자 선택형 기후감시정보) 4. 기후현황: 기후지수 5. 동아시아 계절예측: 이상기후
SFR-07	개발환경 재구축	<ol style="list-style-type: none"> 1. 홈페이지 개발환경은 Front-end, Back-end는 나누어 구축 2. Back-end 모듈은 Java Spring Boot Framework를 기본으로 하여 구축 3. Front-end는 확장가능하고 최신의 SPA 프레임워크를 기반 4. 형상관리시스템과 연동하여 개발 진행상황 공유 5. 개발과 운영의 배포 환경 분리
SFR-08	콘텐츠 이관 및 재정비	<ol style="list-style-type: none"> 1. 기존 사이트의 모든 데이터를 손상 없이 신규 사이트로 이관(썸네일 포함) 2. 이관 데이터에 대한 디자인 및 화면 구성 제시 3. 기후전망(Climate Outlook)의 경우 과거 자료까지 사용자에게 제공 4. 기존 홈페이지의 정적서비스에 해당하는 기후정보 이관
SFR-09	영문 홈페이지 개편	<ol style="list-style-type: none"> 1. 국문 홈페이지와 기본적인 구성은 동일하게 적용 2. 기후정보서비스 중 동남아시아 산불연무 예측 서비스 제공
SFR-10	단위 메뉴 및 페이지 추가 기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. 단위페이지 추가 : 콘텐츠 관리 웹편집기를 이용해 추가 가능 2. 관리자가 메뉴의 단계별로 신규 페이지 혹은 게시판(다양한 유형 : 자료실, FAQ, API 다운로드, 비공개형, 공지사항 등)을 개설할 수 있

			도록 확장성을 고려한 구조로 개발
	SFR-11	기타 내부시스템 연계	1. 로그인 서비스(SSO) 연동(SFR-12) 2. 접속통계 연동(CNR-01)
	SFR-12	통합 인증(로그인) 서비스 연동	1. APCC SSO(Single Sign On)를 연동하여 홈페이지에 로그인이 가능하도록 홈페이지를 구축 2. 사용자별 권한 관리 기능 3. 로그인하지 않은 사용자에 대하여 특정 메뉴는 비공개 4. 관리자만 CMS(Contents Management System)를 활용하여 홈페이지 콘텐츠 관리 5. 조직도 수정 및 관리
성능 요구사항	PER-01	성능 일반	1. 시스템의 성능을 고려한 개발 방안을 제시 2. 대상 시스템에 대하여 안정적 운영지원 및 사용자 지원 방안 제시 3. JMeter를 활용한 성능 테스트 진행
	PER-02	서비스 응답 시간	1. 실시간 처리가 가능하도록 사용자가 요청한 때로부터 3초 이내에 그 결과를 응답 2. 동적기후정보서비스의 경우 고용량 NC 파일의 처리로 인해 3초 이상인 경우도 있음- APCC와 협의함
	PER-03	오류 응답 시간	1. 사용자가 입력한 정보에서 발생할 수 있는 모든 오류에 대한 메시지를 정보 입력 후 3초 이내에 제시 2. 오류 메시지는 사용자가 인지하여 즉시 조치할 수 있도록 작성
	PER-04	동시 사용자 접속 및 이용보장	1. 시스템 연계 상황에서 동시 접속 사용자에게 대한 성능 보장 : 시스템 약 20개 연계, 동시 접속 세션 1,000개 기준
	PER-05	응용 프로그램 검증	개발에 적용한 기타 응용 프로그램 및 솔루션 없음
	PER-06	성능 지연에 대한 보완대책 및 기술지원	1. 성능 테스트 결과가 낮을 때 개선 대책을 수립 2. 무상하자보수 기간 내 발생할 수 있는 성능지연현상에 대한 대책을 하자보수 계획에 포함
인터페이스 요구사항	SIR-01	관리자 화면 인터페이스 제공	1. 자주 찾는 콘텐츠 순으로 찾기 쉬운 위치에 메뉴 배치 2. 초급자도 쉽게 운영할 수 있는 직관적인 인터페이스 제공 3. 오류 발생 시 오류 메시지 제공 4. 콘텐츠 변경 이력 제공
	SIR-02	사용자 인터페이스	1. 사용자가 어떤 페이지에 랜딩한 상태라도 홈페이지 전체 사이트 맵을 확인할 수 있도록 구성 2. 게시판 내에 링크, 파일 다운로드 등의 표출과 기능이 사용자가 바로 인지할 수 있도록 구현 3. 안정적이고 균형있는 레이아웃을 구현하여야 하며, 각 계층(Depth)별 페이지 레이아웃의 일관성을 유지 4. 오류, 접속시간 지연 등이 발생하였을 경우 해

			결방법, 진행상태 표시 등 안내 메시지 제공
	SIR-03	시스템 인터페이스	1. 시스템은 로그인 시 사용자를 확인하기 위하여 APCC SSO(Sigle Sign On)과 인터페이스 하여야 하며, 그 로그인된 권한에 따라 각 시스템들과 인터페이스 가능하도록 구성
데이터 요구사항	DAR-01	데이터 표준화 및 설계	1. 행안부에서 정의하는 표준지침에 따라 홈페이지에서 사용하는 도메인 및 표준용어를 정의하여 사용. 2. 행안부에서 권장하는 공통표준 단어 및 약어 등을 사용.
	DAR-02	데이터 품질 관리	1. 공공데이터 품질지원사업단에서 제공하는 WDQ를 주기적으로 사용하여 데이터 품질을 관리
	DAR-03	데이터 관리체계 수립	1. 데이터 구조의 변경이 있는 경우, 데이터 표준을 관리하는 파일에 이력을 기록. 2. 형상관리 프로그램을 통해 데이터 구조의 변경이 있을 경우 자동으로 이력을 남기고 관리할 수 있도록 설정
	DAR-04	데이터 개방 관리 체계	-
	DAR-05	데이터베이스 구축 및 운용	1. 데이터베이스 구축 2. 이관 데이터 정합성 검증
컨설팅 요구사항	CNR-01	로그 관리 및 접속통계 연계 방안	1. 효율적인 사용자 접속 로그 관리 - 접속통계 시스템 연계 2. 생성되는 로그의 주기, 보관기간, 관리방법의 방안 제시 3. 파스-타에서 생성되는 로그의 활용방안 및 관리방안 제시
	CNR-02	임시사용자 등록 및 관리 방안	1. 각종 행사 지원서 접수 등 신규 기능 개발 - 납품 후 행사 진행 때 지원 2. 설문조사 기능 제공
	CNR-03	공공기관 관련 지원업무 연계 방안	1. 향후 공공기관 업무 연계 시 지원 2. 향후 유지보수 업체가 별도로 선정될 시 업무 인수인계 및 협조
테스트 요구사항	TER-01	테스트 계획 수립	협의 후 향후 진행
	TER-02	단위 테스트	협의 후 향후 진행
	TER-03	통합 테스트	협의 후 향후 진행
	TER-04	성능 및 부하 테스트	PER-01-06 참조
	TER-05	시험운영	1. 개발 및 테스트 서버를 구축 2. 시험운영 - APCC에서 직접 시험 및 운영
	TER-06	장애복구 및 백업복구 테스트	1. 장애 발생시 3시간 이내 정상 상태로 복구 2. 장애 복구 시간 중에 장애상황을 공지 3. 신속한 장애 대응을 위하여 백업 환경을 구축
	TER-07	전환 및 안정화	1. 전환 및 안정화 계획을 작성하여 제출하고 APCC의 승인을 받아야 함

			<ol style="list-style-type: none"> 2. 전환과정 중 중대한 문제점이 발생시 원상복구 절차 등 방안 제시 3. 시스템 전환 시 현업 사용자의 업무중단 없이 시스템을 전환 4. 승인 검사 및 테스트 과정에서 발견된 하자 사항은 만족한 결과를 얻을 때까지 보완·테스트를 반복적으로 실시
품질 요구사항	QUR-01	기능 구현 정확성	<ol style="list-style-type: none"> 1. 기능 요구사항 검증 지원 2. 사용자 테스트 지원 3. 향후 APCC 평가
	QUR-02	장애대응을 위한 백업절차 마련	<ol style="list-style-type: none"> 1. 신속한 장애 대응을 위하여 백업절차를 마련 2. 테스트 기간 동안 발견된 결함 수와 결함의 지속 시간을 측정
계약사항	COR-01	업무지침 및 표준 준수	<ol style="list-style-type: none"> 1. 개인정보 보호법 준수 2. 기타 각종 지침 및 법률 준수
	COR-02	표준화 요건	1. 소프트웨어 개발보안(시큐어코딩)을 적용
	COR-03	표준 프레임워크 적용	※ APCC에서 사용하지 말 것을 권고하여 수용함
	COR-04	웹사이트 웹표준 및 웹접근성 준수	<ol style="list-style-type: none"> 1. 다양한 브라우저(IE, Edge, 크롬, 파이어폭스 등)에서 동등하게 서비스를 지원해야 함 2. 웹사이트에 비표준기술(ActiveX, 플래시, 실버라이트 등)이 포함되지 않도록 개발 3. 호환성 확보를 위한 대체수단의 경우 최신 웹표준 기술(HTML5)을 사용해야 함
	COR-05	SW사업정보 저장소 데이터 작성 및 제출	사업종료 후 제출
프로젝트 지원 요구사항	PSR-01	시스템 설치	- 업체 제안 내용으로 수행
	PSR-02	교육지원	
	PSR-03	기술이전	
	PSR-04	프로그램 학습성	
	PSR-05	하자보수	
	PSR-06	기타사항	
보안 요구사항	SER-1	용역사업 보안관리 일반	- 업체 제안 내용으로 수행
	SER-2	용역사업 보안특약	
	SER-3	사업 수행장소에 대한 보안관리	
	SER-4	문서 및 전산자료 보안관리	
	SER-5	저장 매체 반출·입 보안관리	
	SER-6	사업 참여인력 보안관리	
	SER-7	정보통신망 및 정보시스템 접근통제 보안관리	
	SER-8	소프트웨어 개발 보안	
	SER-9	소프트웨어 산출물 제공 보안관리	
	SER-10	정보시스템 및 정보통신시스템 보안취약점 점검 및 조치	
	SER-11	사업 착수 단계 보안관리	
	SER-12	사업 수행 단계 보안관리	
	SER-13	사업 완료 단계 보안관리	

3.1.2.3. 홈페이지 개발 상세 내용

3.1.2.3.1. 장비구성 요구사항

3.1.2.3.1.1. 시스템 구성요건 공통사항(ECR-01)

아래 Figure에서 나타난 것처럼 개발된 홈페이지는 형상관리 시스템인 GitLAB을 통해 탑

재 및 배포할 수 있도록 구성하였다.

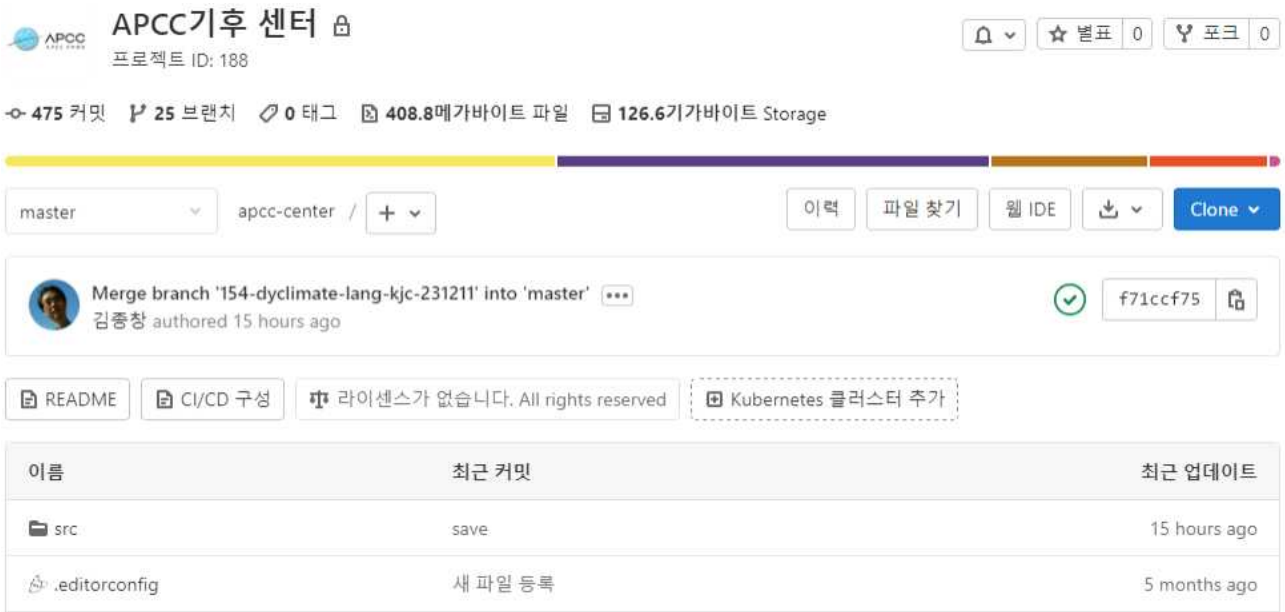


Figure 3.2. APCC homepage version control (1)

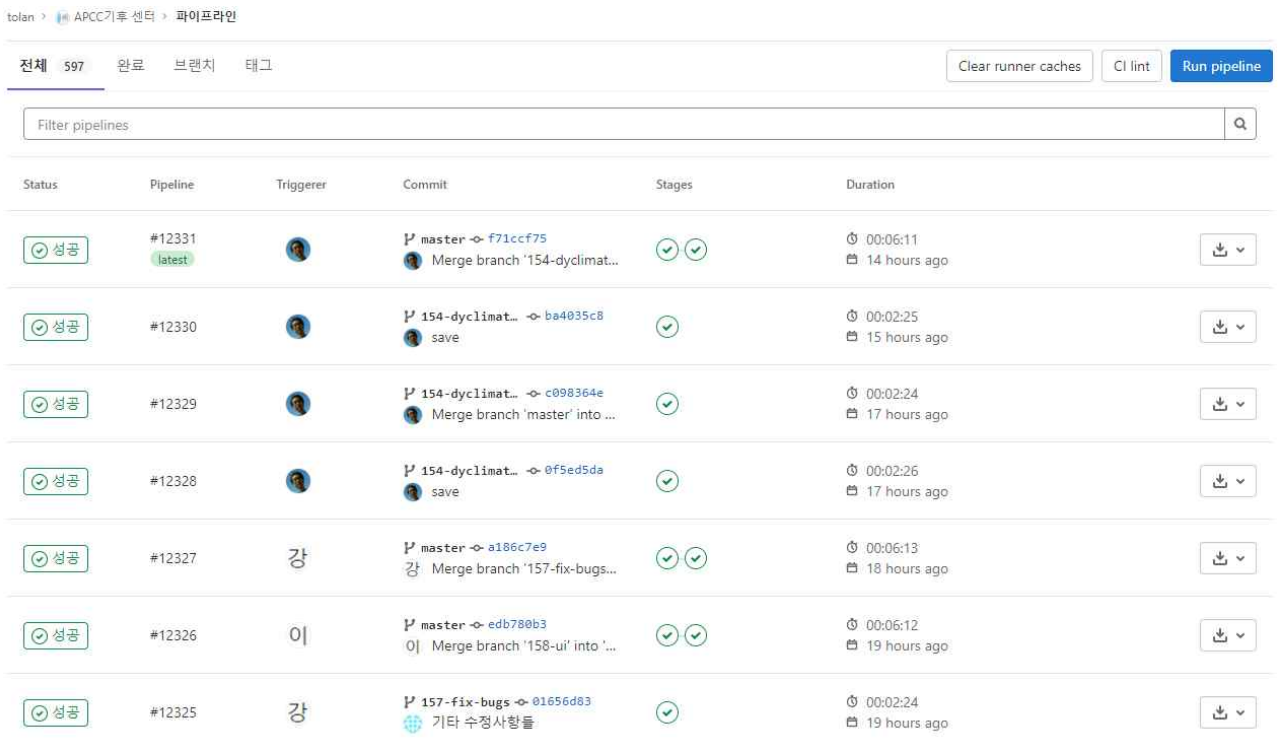


Figure 3.3. APCC homepage version control (2)

3.1.2.3.1.2. 플랫폼 배포 및 공유를 위한 시스템 분석(ECR-02)

아래 Figure에서 나타난 구조와 같이 APCC에서 보유한 기존 시스템 장비와 호환되는 시스템을 설계하고 아마존 클라우드를 통해 실제 구축하여 개발을 진행하였다. 해당 클라우드에

서 활용되는 Docker 방식은 APCC 파스-타 클라우드 CaaS 운용방식과 1:1로 대응될 수 있도록 설계단계부터 고려하였다.

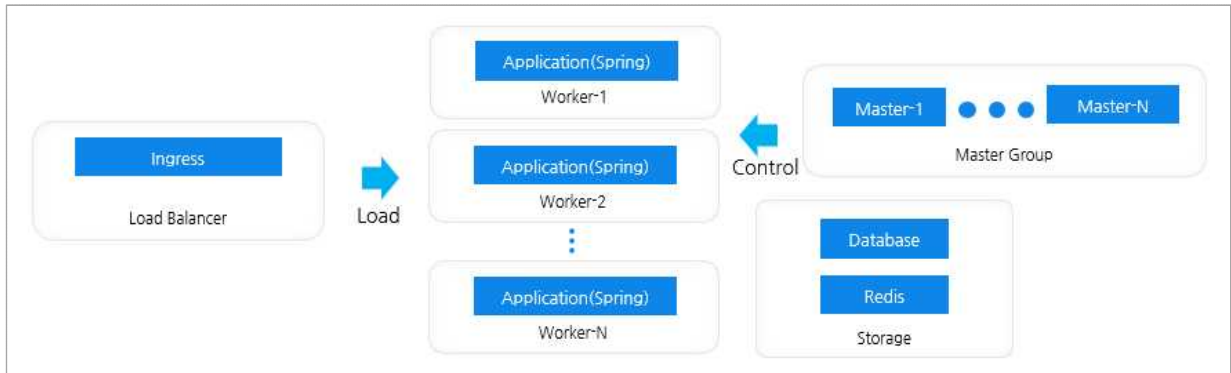


Figure 3.4. Cloud platform architecture for homepage development

- Master Group : N개의 마스터 노드(서버)로 구성되는 마스터 그룹. 쿠버네티스 클러스터 제어
- Worker : 실제로 사용할 애플리케이션이 운용되는 노드(서버). N개의 노드를 구성하여 장애 발생 시에도 정상 운용이 가능, 무중단 배포 가능
- Load Balancer : 외부 부하(HTTP 요청)를 Worker 노드에 균등하게 분산하기 위한 로드 밸런서 역할. 접근 규칙 제어(방화벽), 인증서 관리 등을 담당.
- Storage : Database를 사용하여 데이터를 저장하거나, Redis 등을 사용하여 각 Worker 노드의 세션 클러스터링을 적용하기 위해 운용.

○ 개발서버 구축 - 아마존 클라우드

- 4GBRAM 2vCPU 80GB SSD
- 고정 IP *.*.*.*



Figure 3.5. Development server in Amazon cloud

○ 형상관리 시스템 구축

- GitLab → 개발서버 배포 → 검증 → APCC 서버 배포

3.1.2.3.1.3. 플랫폼 시스템 서비스 요구사항(ECR-02)

○ 무중단 배포 구현

- ① Gitlab에 업로드된 프로젝트를 Build
- ② Build되어 나온 결과물을 프로젝트 루트 디렉토리에 있는 Dockerfile을 참조하여 Docker image로 Build
- ③ Build되어진 Docker Image를 Docker Hub Registry로 업로드
- ④ Kubernetes의 Master Node에서 Docker Hub Registry의 최신 이미지를 내려받기
- ⑤ 구동중인 Worker의 WAS Pod들을 순차적으로 중지시키고 최신버전의 Docker Image로 Rolling Update(무중단 배포)

○ 개발언어 및 컴파일도구

- Front end 언어는 SEO를 고려하여 SSR기반 Tymeleaf와 CSR기반 Vue.js를 같이 사용.
- Back end는 Java 기반으로 Spring boot framework를 사용.
- 형상 관리와 배포는 Gitlab을 통해서 관리 및 배포.
- 동적기후정보 서비스를 위해 지도 API인 OpenLayers 사용.
- 기후현황 차트 구현을 위해 Plotly 사용.

3.1.2.3.2. 기능 요구사항

3.1.2.3.2.1. 공통사항(SFR-02)

○ APCC의 비전과 전문적인 정보를 제공하는 홈페이지 구축

- 국제기구로서의 정체성과 공공기관으로서의 업무를 명확히 전달할 수 있는 디자인 구현
- 무엇보다 기후정보 콘텐츠를 제공하는 웹사이트임을 강조하여 디자인
- 모든 콘텐츠는 CMS와 연계되어 자동으로 갱신

○ 디자인 전면 개편



Figure 3.6. Overall homepage design improvement

○ 최신 웹 기술을 활용한 동적기후정보 제공

○ 홈페이지 내부 콘텐츠 검색

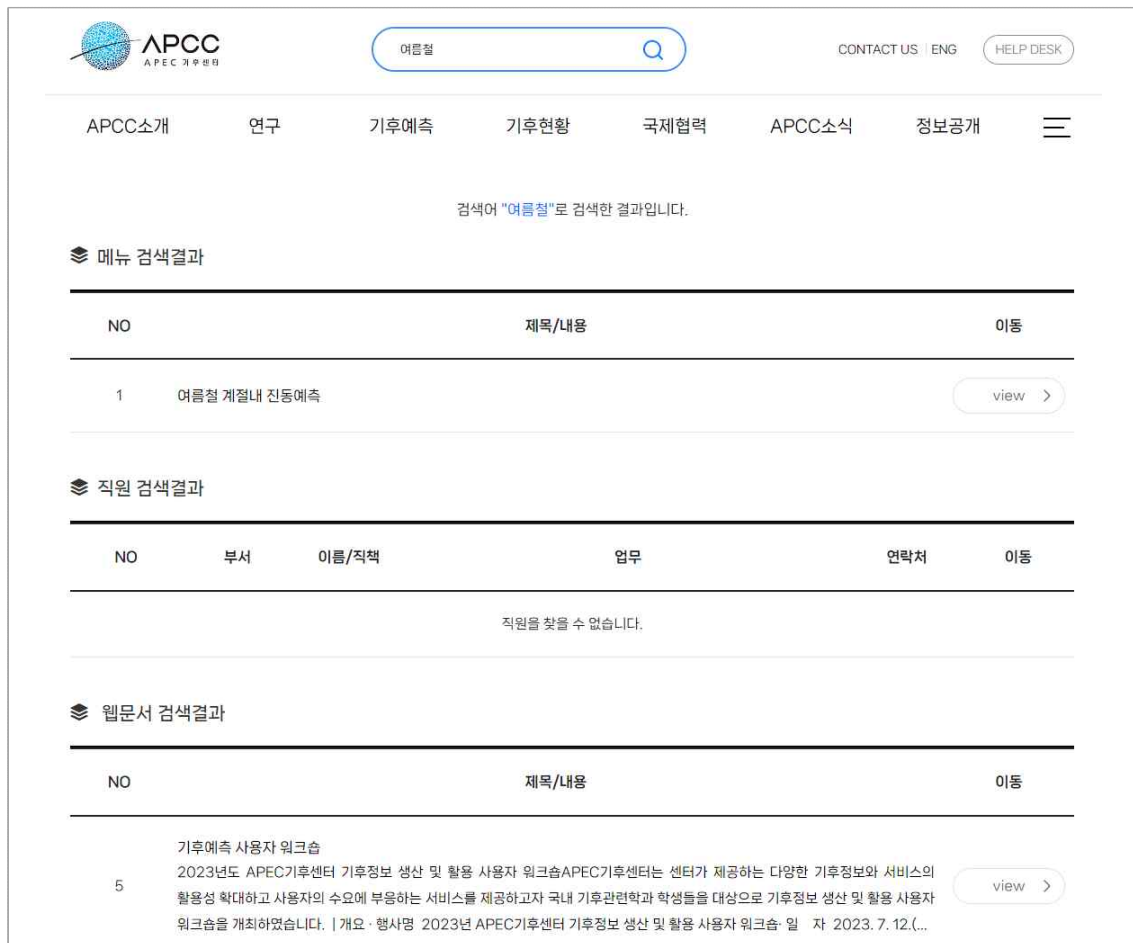


Figure 3.7. Homepage contents search

○ 콘텐츠 담당자 표시



Figure 3.8. Displaying content representative

3.1.2.3.2. 사용자 친화적 반응형 웹(SFR-02)

- PC, 스마트폰, 태블릿PC 등 다양한 디바이스의 브라우저 지원을 위한 반응형 웹 기술 적용
- OSMU(One Source Multi Use)의 개념에 따라 하나의 소스로 다양한 사이즈의 화면에 최적화된 UI가 구성될 수 있도록 구현
- 화면 최적화 시, 사용자 편의를 위한 페이지 이동 기능 구현
- 모든 원본 이미지를 관리자 편집 없이 PC 및 모바일 단말기에서 효과적으로 리사이징(resizing)구현

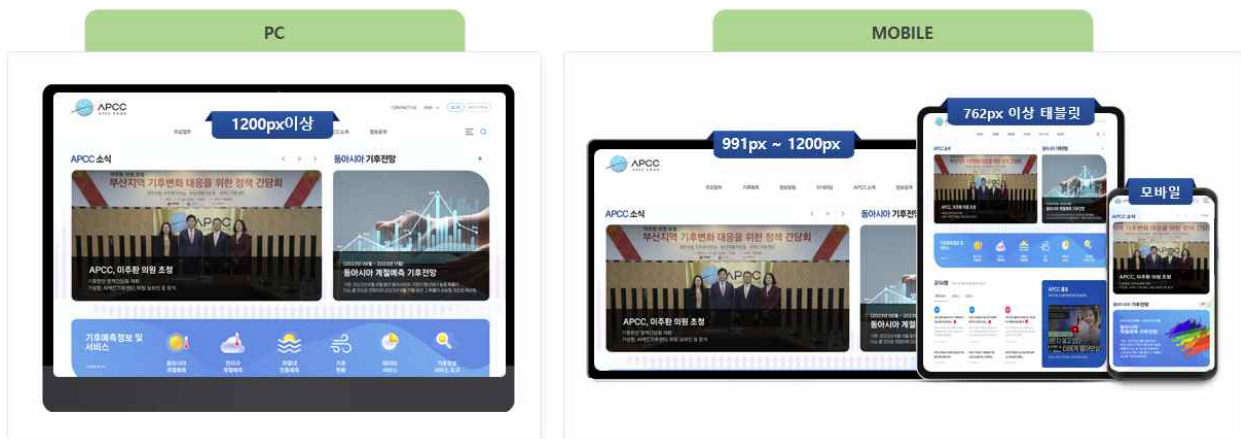


Figure 3.9. Responsive web UI

3.1.2.3.2.3. 웹콘텐츠관리시스템(CMS) 구축(SFR-04)

- 등록된 IP에서만 관리자 페이지 접속 제한
 - CMS → 정보관리 → 보안설정 : 허용할 IP 설정



Figure 3.10. Security setting in CMS

권한등급

권한관리 > 권한등급

* 등급 추가 후 바로 반영되지 않고, 프로그램 소스를 수정해야 합니다.

추가

NO	권한 코드	권한 설명	관리
3	Operator	운영자	상세 삭제
2	USER	일반 사용자	상세 삭제
3	ADMIN	관리자	상세 삭제

Figure 3.11. Authorization function

○ 관리자 페이지 접속 로그 생성

- CMS → 정보관리 → 접속로그
- 관리자별 로그인 시간, IP, 클라이언트 정보 등이 기록 됨

접속 로그

정보 관리 > 접속 로그

검색어를 입력하세요 검색

NO	타입	IP	계정	등록일	관리
1270	로그인 성공		lds10929	2023-12-12 02:58:34	내용 확인
1269	로그인 성공		tolan	2023-12-12 02:54:50	내용 확인
1268	로그인 성공		admin	2023-12-12 02:18:47	내용 확인
1267	로그인 성공		lds10929	2023-12-12 02:14:20	내용 확인
1266	로그인 성공		admin	2023-12-12 02:04:45	내용 확인
1265	로그인 성공		admin	2023-12-12 02:04:07	내용 확인
1264	로그인 성공		lds10929	2023-12-12 02:00:09	내용 확인
1263	로그인 성공		tolan	2023-12-12 01:58:22	내용 확인
1262	로그인 성공		admin	2023-12-12 01:57:07	내용 확인
1261	로그인 성공		admin	2023-12-12 01:43:24	내용 확인

이전 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 다음

Figure 3.12. Access Log

○ 콘텐츠 내용 관리(조회, 추가, 삭제, 편집), 웹에디터 제공, 팝업관리, 비주얼 이미지 관

리 기능 제공

- 메뉴관리 - 메뉴별 페이지 추가

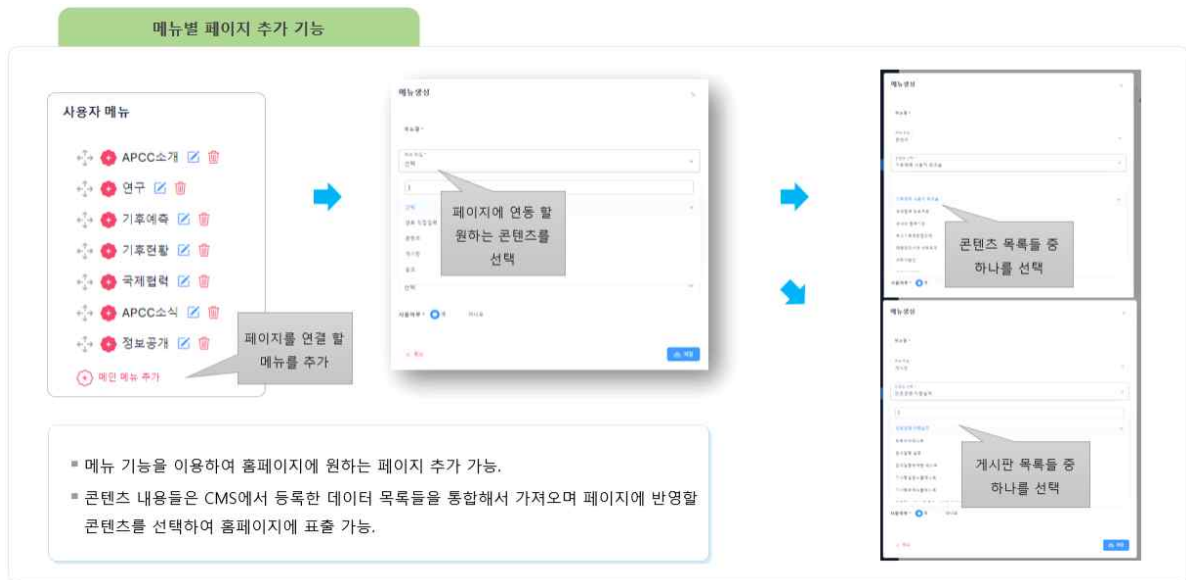


Figure 3.13. Page add function

- 다양한 콘텐츠 관리 기능

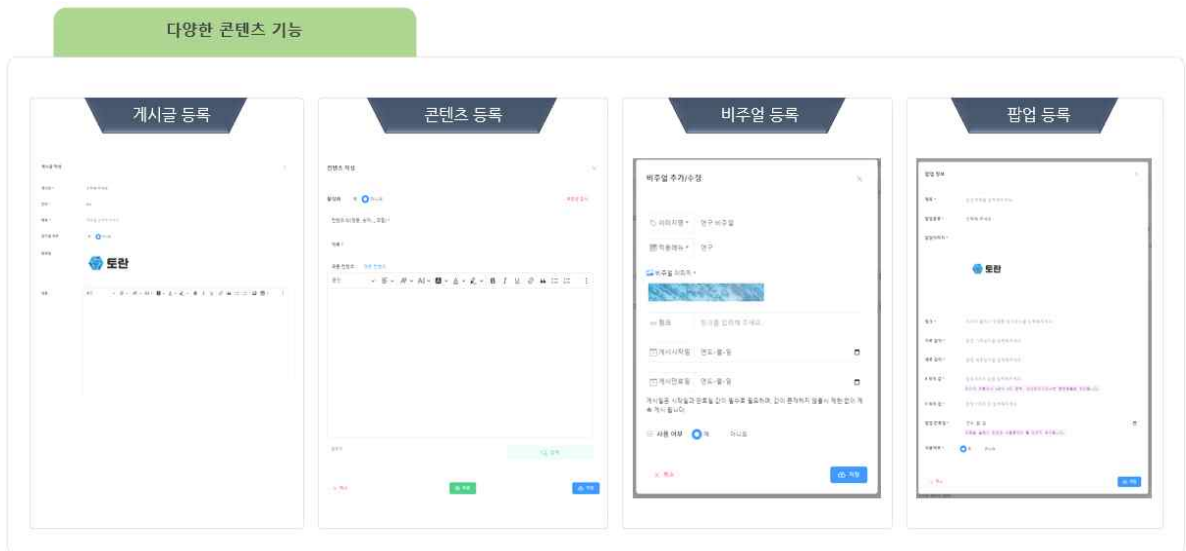


Figure 3.14. Homepage contents registration and management

- 웹에디터(CK-Editor5) - 글자모양, 글자크기 지정 가능

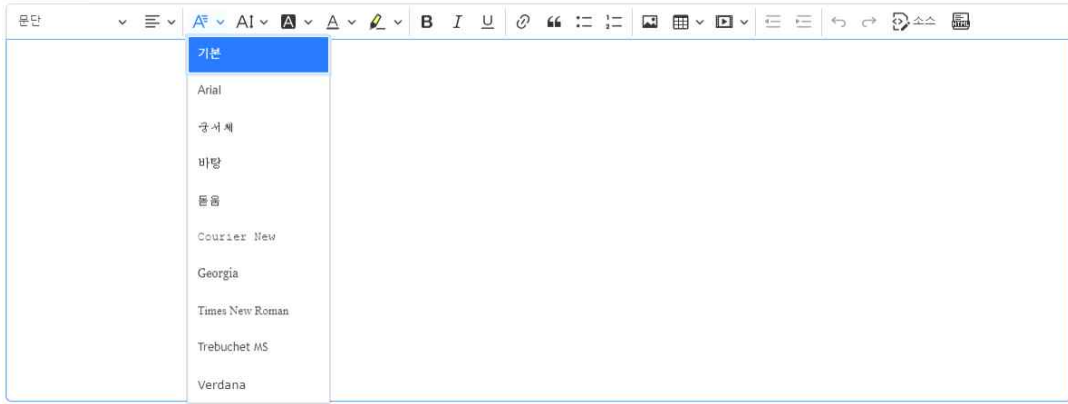


Figure 3.15. Web editor (CK-Editor5)

- 다양한 종류의 게시판 지원



Figure 3.16. Support various type of bulletin board

3.1.2.3.2.4. 홈페이지 통합디자인(SFR-05)

- 국제기구로서의 정체성과 공공기관의 업무를 명확히 전달할 수 있는 디자인 구현
- 최신 트렌드를 반영한 화면 구성
- 3-Depth의 메뉴로 설계



Figure 3.17. 3-Depth Menu

○ 홈페이지 전체 폰트 지정

- 웹페이지 폰트 변경 - CMS → 사이트 관리 → 폰트 관리



Figure 3.18. Font Management

- 외부 폰트(구글, 네이버 등) 내용을 CMS에 등록하여 폰트 변경 기능 제공
- 등록 폰트를 사이트 정보에 적용하여 홈페이지 전체 폰트를 굵기에 맞게 변경 가능

○ 홈페이지에서 사용되는 단어는 단어가 잘리지 않도록 ‘자동내림’ 기능으로 지정

3.1.2.3.2.5. 동적 기후정보서비스 구축(SFR-06)

○ 구현방법 개요

- 오픈소스 라이브러리 활용한 동적기후서비스 구현
 - 최신 vue.js 기술을 이용하여 사용자 친화적 화면 전환 기술 적용
 - 최신 OpenLayers Map서비스를 적용하여 비주얼 기후정보를 효과적으로 제공

- 각종 기후 차트정보는 최신의 범용 차트도구를 이용하여 구현
- 메뉴들은 새로고침없이 현 화면에서 동적으로 전환
 - 동적서비스 페이지 제공을 위해 별도의 메뉴 UI 적용 및 펼침/닫음 기능을 적용



Figure 3.19. Side Menu for Dynamic Climate Information

○ 동적기후서비스 관련 페이지



Figure 3.20. Dynamic Climate Information Page

○ 전지구 계절예측 - 지역별 요약

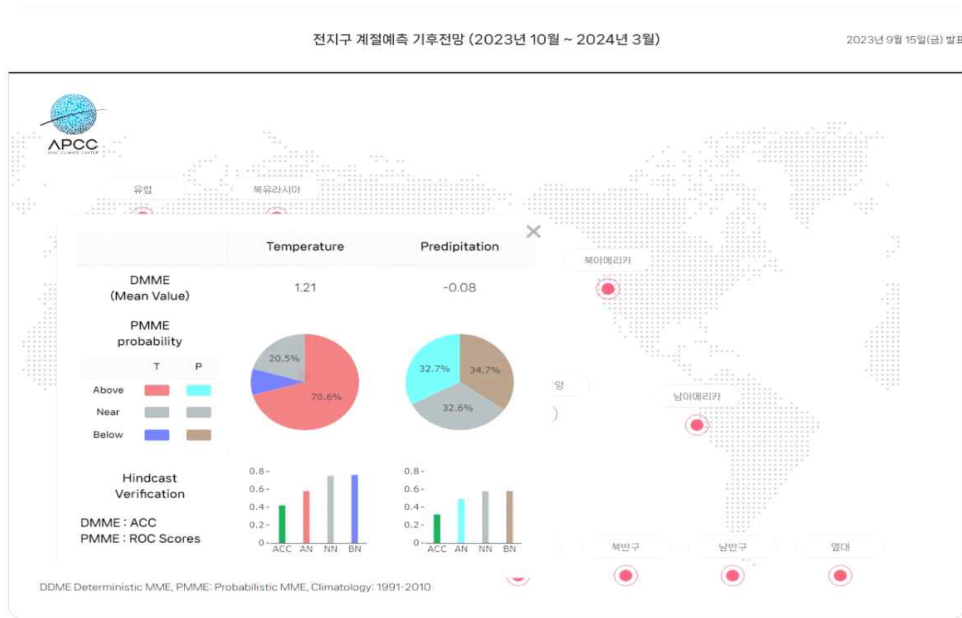


Figure 3.21. Dynamic Climate Outlook

- 기존 년/월 개별 이미지로 제공하던 요약정보를 동적 정보로 구현.
- 각 지역 마크 클릭 시 선택한 년/월 기간의 기후 요약정보를 별도 팝업으로 제공.
- 전지구 기후요약정보는 서버에 업로드된 NC 파일을 액세스하여 제공.
- 10개 지역(유럽, 아프리카, 중동, 북유라시아, 동아시아, 남아시아, 호주, 남태평양, 북아메리카, 남아메리카)의 기온, 강수에 대한 다중모델 확률예측 삼분위 결과(파이차트)와 Hindcast 검증결과(ROC) 표출.

○ 전지구 기후예측 - 지도서비스 공통

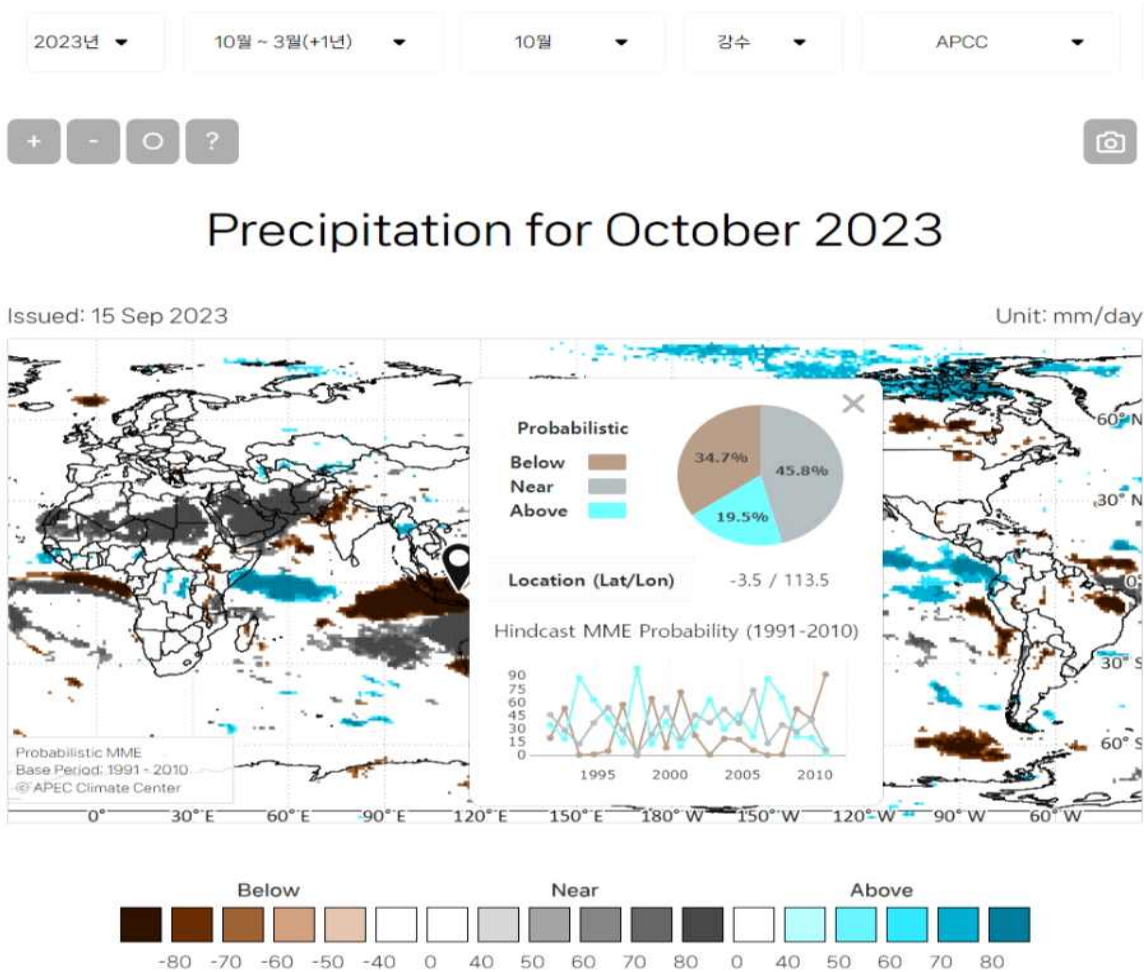


Figure 3.22. Dynamic climate information (APCC MME Forecast-Precipitation)

- OpenLayers를 이용하여 동적으로 구현.
- 관심변수들을 선택하면 서버에 저장된 해당 NC파일을 액세스하여 위경도 기후 데이터를 FontEnd로 전달하여 격자 그래프로 표현.
- 강수, 2m 기온, 850hPa 기온, 500hPa 지위고도, 해수면온도, 850hPa 바람, 200hPa 바람 등의 기후예측 정보 제공.
- 격자를 클릭하면 해당 위치 위경도의 Anomaly 값과 Hindcast Anomaly 그래프 표시.
- 다중모델 확률예측의 경우 삼분위 종합 및 삼분위 (above, near, below) 정보를 파이차트 형식으로 제공.
- 지도에 대한 드래그 및 줌 기능 제공.

○ 기후현황 - 최근기후

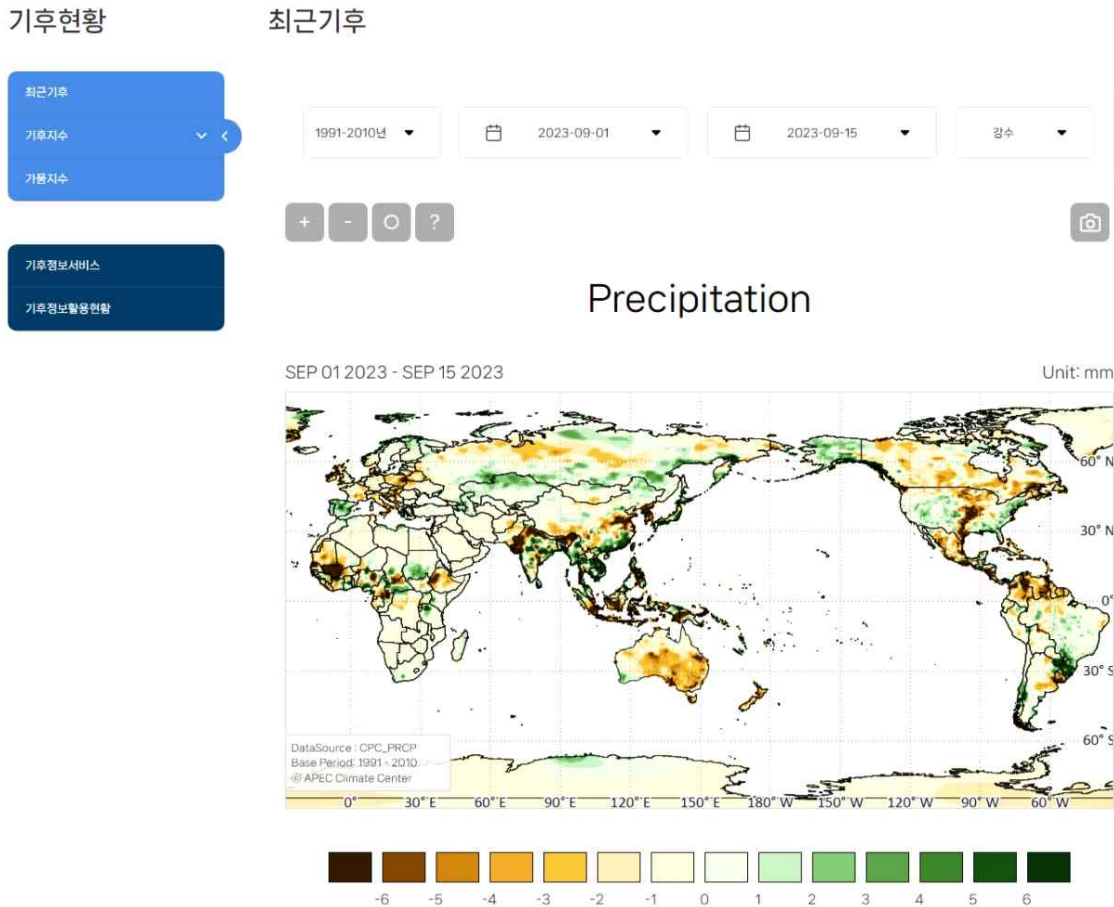


Figure 3.23. Climate Monitoring – Current Climate

- 최근 기후 개별 이미지를 OpenLayers를 이용하여 동적으로 구현.
- OpenLayers 공통기능 적용.
- 선택항목으로 기후평년기간(1981-2010년, 1991-2020년) 선택, 달력 인터페이스를 적용하여 시작일과 종료일 선택(기준 주, 월, 계절 등의 평균기간 선택방식에서 평균을 구할 시작일과 종료일 선택방식으로 변경)
- 관심 변수로 강수, 2m 기온, 상향장파복사, 해수면온도, 10m 바람, 500hPa, 해면기압 등 제공.
- 산출된 격자 그래픽의 격자를 클릭하면 해당 위/경도 및 값 표시.

○ 기후현황 - 최근지수

기후현황

기후지수 - 태평양 해수면온도 지수

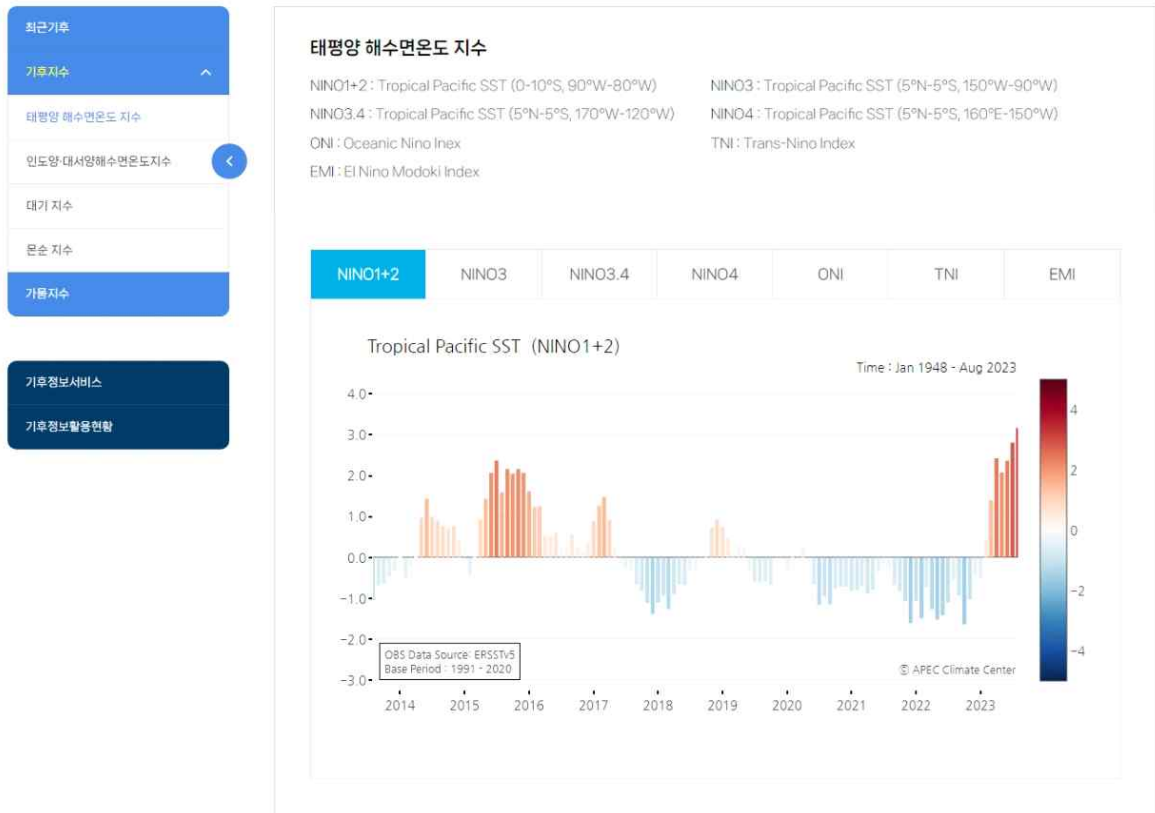


Figure 3.24. Climate Monitoring – Climate Indices

- Plotly.js 오픈소스를 이용하여 구현.
- 개별 기후지수 데이터를 지정된 위치에 업로드하면 스케줄러에 의해 적용.
- 제공할 지수 항목으로 태평양 해수면온도 지수, 인도양·대서양 해수면온도 지수, 대기 지수, 몬순지수 등 제공.
- 해당 전체 기간의 지수값에 대한 시계열 그래프 표출
- 시계열 그래프에 대한 롤오버 앤 드래그로 좌우 이동 및 줌 기능 구현

○ 동아시아 계절예측 - 이상기후

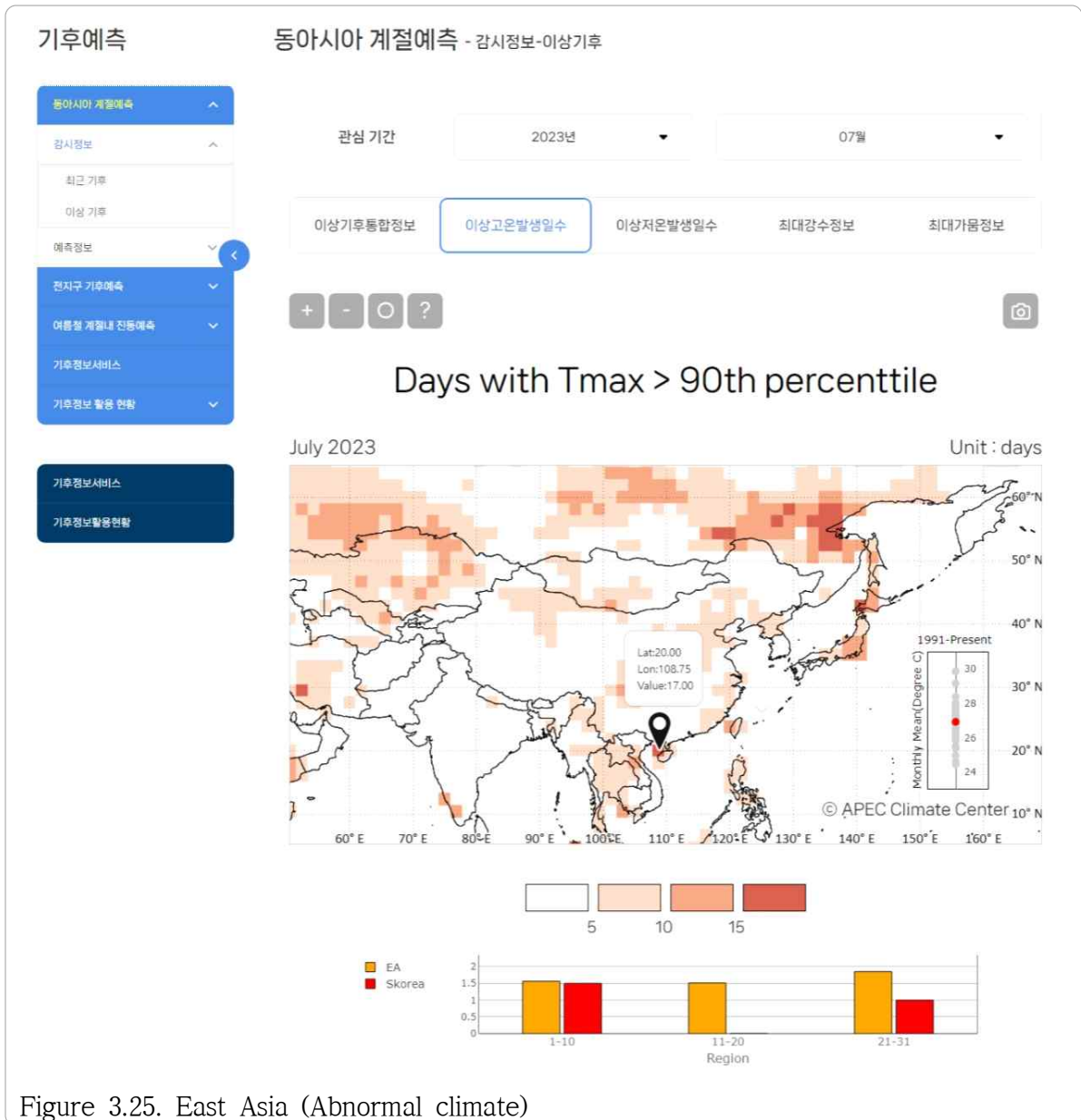


Figure 3.25. East Asia (Abnormal climate)

- 해당 지역만 확대하여 표현.
- 서버에 업로드된 NC파일을 액세스하여 위경도별 기후데이터 값을 FrontEnd 에 전달.
- 격자 그래프를 표출하며, 격자를 클릭하여 해당 위/경도와 데이터 값을 팝업 함.
- 격자 그래프 외 보조정보는 csv 파일형식으로 서버에 업로드하여 제공.

3.1.2.3.2.6. 개발환경 재구축(SFR-07)

- 홈페이지 개발환경은 Front-end, Back-end는 나누어 구축
- Back-end 모듈은 Java Spring Boot Framework를 기본으로 하여 구축
- Front-end는 확장가능하고 최신의 SPA 프레임워크를 기반
- 형상관리시스템과 연동하여 개발 진행상황 공유
- 개발과 운영의 배포 환경 분리




3.1.2.3.2.7. 콘텐츠 이관 및 재정비(SFR-08)

- 기존 사이트의 모든 데이터를 손상 없이 신규 사이트로 이관(썸네일 포함) - 별첨 이관 계획서 참조
- 이관 데이터에 대한 디자인 및 화면 구성 제시

☰ 139건

#	제목	작성자	파일	작성일
139	APCC기후센터 뉴스레터 2021, 7월호	anonymousUser		2021.07.06
138	APEC Climate Center (APCC) Newsletter Issue No.7 2021	anonymousUser		2021.07.06
137	APCC기후센터 뉴스레터 2021, 6월호	anonymousUser		2021.06.08
136	APEC Climate Center (APCC) Newsletter Issue No.6 2021	anonymousUser		2021.06.08

☰ 139건

#	제목	파일
139	2023년도 APCC 사업실명제 대상사업 선정 기준 및 현황	
139	2023년도 APCC 사업실명제 대상사업 선정 기준 및 현황	
139	2023년도 APCC 사업실명제 대상사업 선정 기준 및 현황	

☰ 139건









#	제목	URL	담당자	파일	작성일	공개시기	공개주기
139	복리후생 관련 8대 항목	link +	조영섭		2021.07.06	수시	영구
139	복리후생 관련 8대 항목	link +	조영섭		2021.07.06	수시	영구
139	복리후생 관련 8대 항목	link +	조영섭		2021.07.06	수시	영구
139	복리후생 관련 8대 항목	link +	조영섭		2021.07.06	수시	영구
139	복리후생 관련 8대 항목	link +	조영섭		2021.07.06	수시	영구

Figure 3.26. Contents migration (1)

- 

2018년도 APEC 기후심포지엄 (세션발표 영상)
Gaps and Opportunities in Climate Information Services
Date : 2019.02.12
- 

2018년도 APEC 기후심포지엄 (세션발표 영상)
Is It Time to Think about Climate Change as Weatheronomics?
Date : 2019.02.12
- 

2018년도 APEC 기후심포지엄 (세션발표 영상)
Climate Change: Connecting Knowledge and Action
Date : 2019.02.12



2023년도 APCC 국문 리플렛

PDF Download



APEC 기후센터 홍보동영상_영문(2015.12월)

APEC 기후센터 홍보동영상_국문(2015.12월)



Figure 3.27. Contents migration (2)

○ 기후전망(Climate Outlook)의 경우 과거 자료까지 사용자에게 제공

- 과거자료 NC 파일 업로드 시 자동으로 연계되어 동적기후정보에 표출됨

○ 기존 홈페이지의 정적서비스에 해당하는 기후정보 이관 완료

3.1.2.3.2.8. 영문홈페이지 개편(SFR-09)

○ 국문 홈페이지와 기본적인 구성은 동일하게 적용

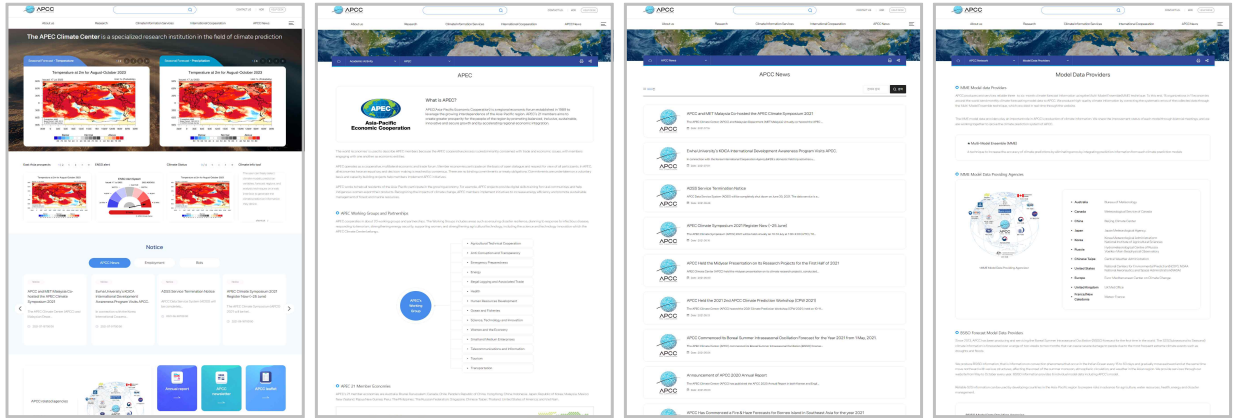


Figure 3.28. Homepage (English version)

○ 기후정보서비스 중 동남아시아 산불연무 예측 서비스 제공

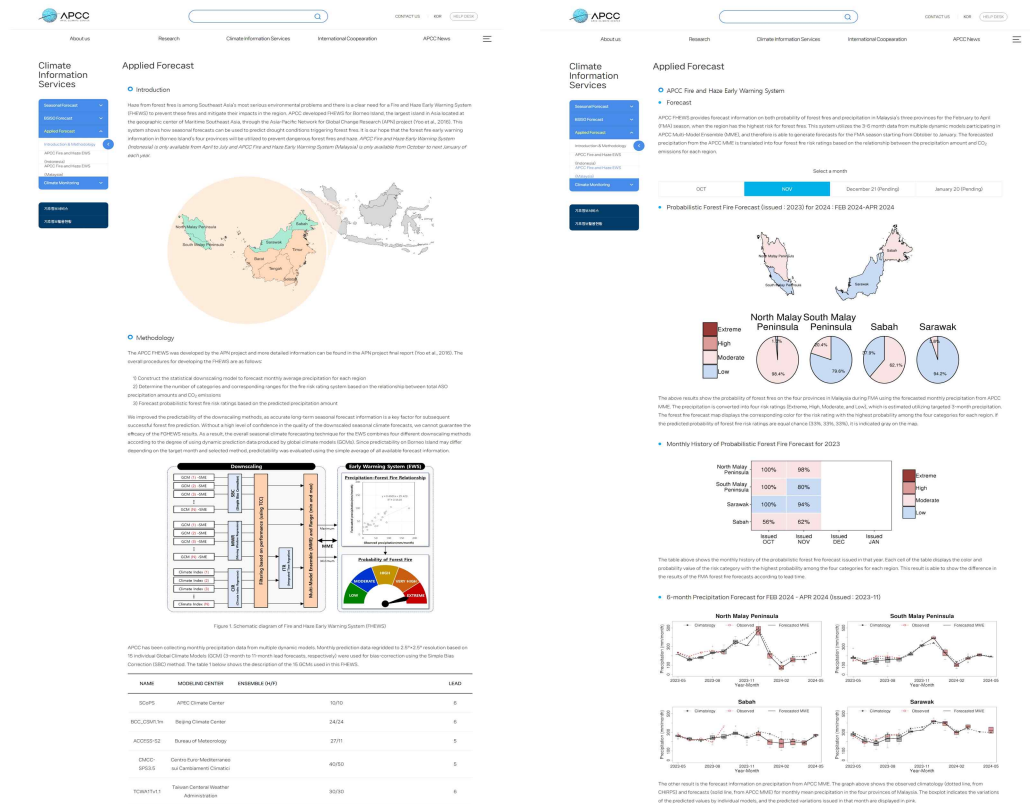


Figure 3.29. Applied Forecast - APCC Fire and Haze EWS (English Version)

3.1.2.3.3. 성능 요구사항

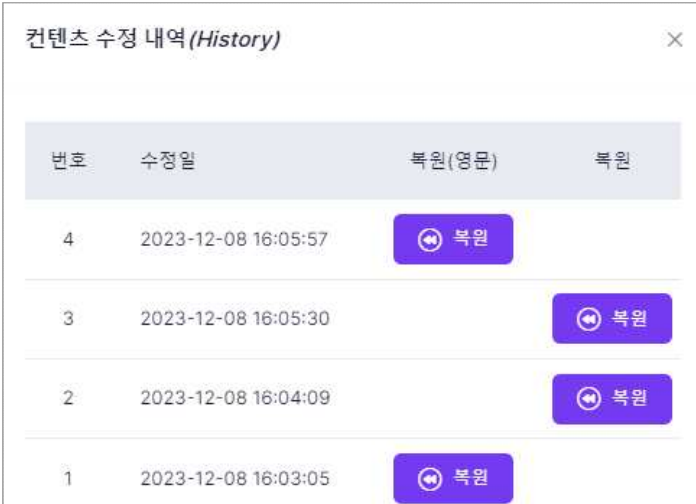
3.1.2.3.3.1. 성능일반(PER-01), 서비스 응답시간(PER-02), 동시 사용자 및 이용보장(PER-04)

- JMeter를 활용한 성능테스트 진행
 - 부하 테스트를 위한 툴은 Apache Jmeter를 사용.
 - 1,000명의 접속자의 세션을 기준으로 부하 테스트.
 - 부하 테스트는 5회 연속으로 진행하여 계속 부하를 주는 것으로 함.
 - 테스트는 DB 컨넥션이 많은 메인 페이지를 기준으로 실시함.
 - 동적기후정보서비스 페이지는 고용량의 NC파일을 로딩하기 때문에 해당 테스트에서 제외
- 성능 테스트 목표 및 결과
 - 목표: 3초이내 응답
 - 서비스의 평균 응답 속도는 0.526초, 최대 응답속도는 1.428초의 응답

3.1.2.3.4. 인터페이스 요구사항

3.1.2.3.4.1. 관리자 화면 인터페이스 제공(SIR-01)

- 자주 찾는 콘텐츠 순으로 찾기 쉬운 위치에 메뉴 배치
- 초급자도 쉽게 운영할 수 있는 직관적 인터페이스 제공
- 오류 발생 시 오류 메시지 제공
- 콘텐츠 변경 이력 제공 - 복원 버튼 클릭으로 해당 날짜로 복원 가능



번호	수정일	복원(영문)	복원
4	2023-12-08 16:05:57	복원	복원
3	2023-12-08 16:05:30	복원	복원
2	2023-12-08 16:04:09	복원	복원
1	2023-12-08 16:03:05	복원	복원

Figure 3.30. Administrator interface

3.1.2.3.4.2. 사용자 인터페이스 제공(SIR-02)

- 사용자가 어떤 페이지에 랜딩한 상태라도 홈페이지 전체 사이트 맵을 확인할 수 있도록 구성

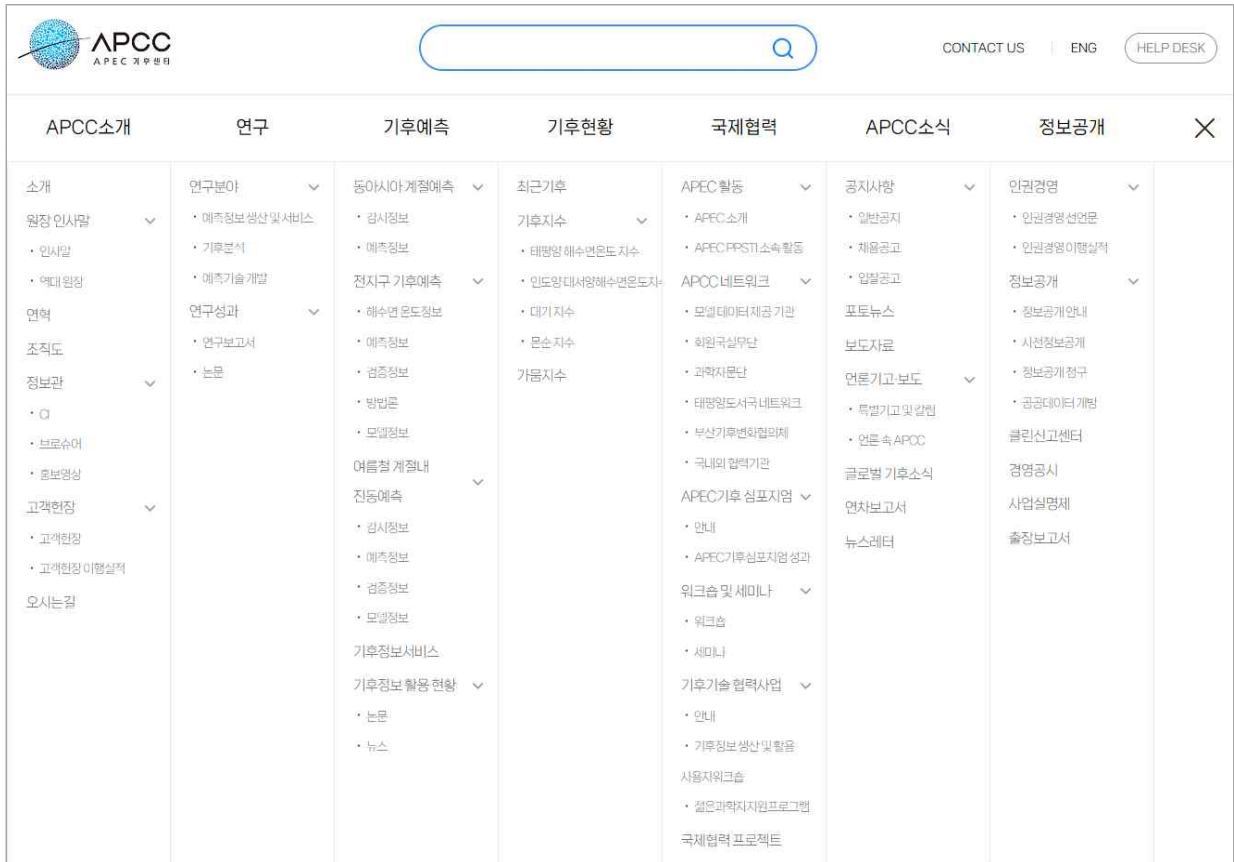


Figure 3.31. Sitemap UI

- 게시판 내에 링크, 파일 다운로드 등의 표출과 기능이 사용자가 바로 인지할 수 있도록 구현
- 안정적이고 균형있는 레이아웃을 구현하여야 하며, 각 계층(Depth)별 페이지 레이아웃의 일관성을 유지(#별첨 사용자 인터페이스 설계서 참조)
- 오류, 접속시간 지연 등이 발생하였을 경우 해결방법, 진행상태 표시 등 안내 메시지 제공

3.1.2.3.5. 데이터 요구사항

3.1.2.3.5.1. 데이터 표준화 및 설계(DAR-01)

- 행안부에서 정의하는 표준지침에 따라 홈페이지에서 사용하는 도메인 및 표준용어를 정의하여 사용.
- 행안부에서 권장하는 공통표준 단어 및 약어 등을 사용.

3.1.2.3.5.2. 데이터 품질관리(DAR-02)

- 공공데이터 품질지원사업단에서 제공하는 WDQ를 주기적으로 사용하여 데이터 품질을 관리

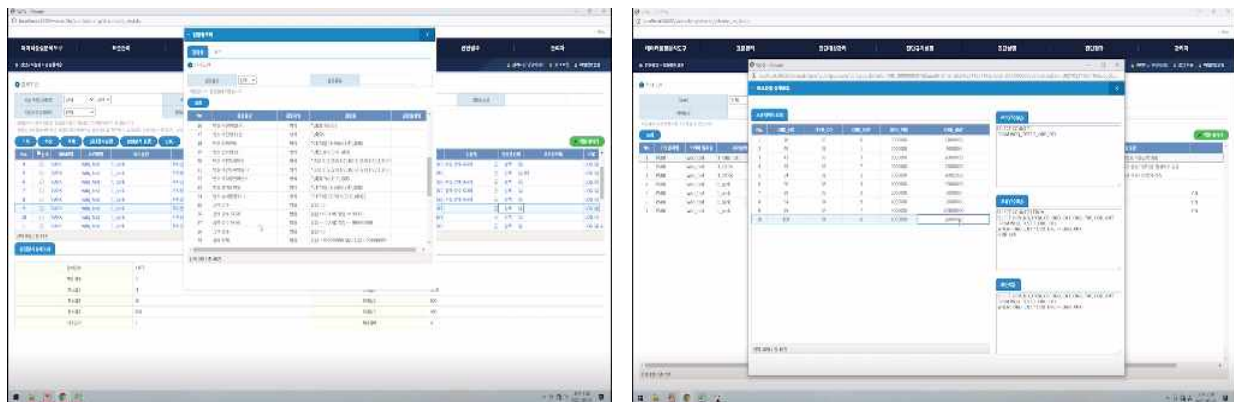
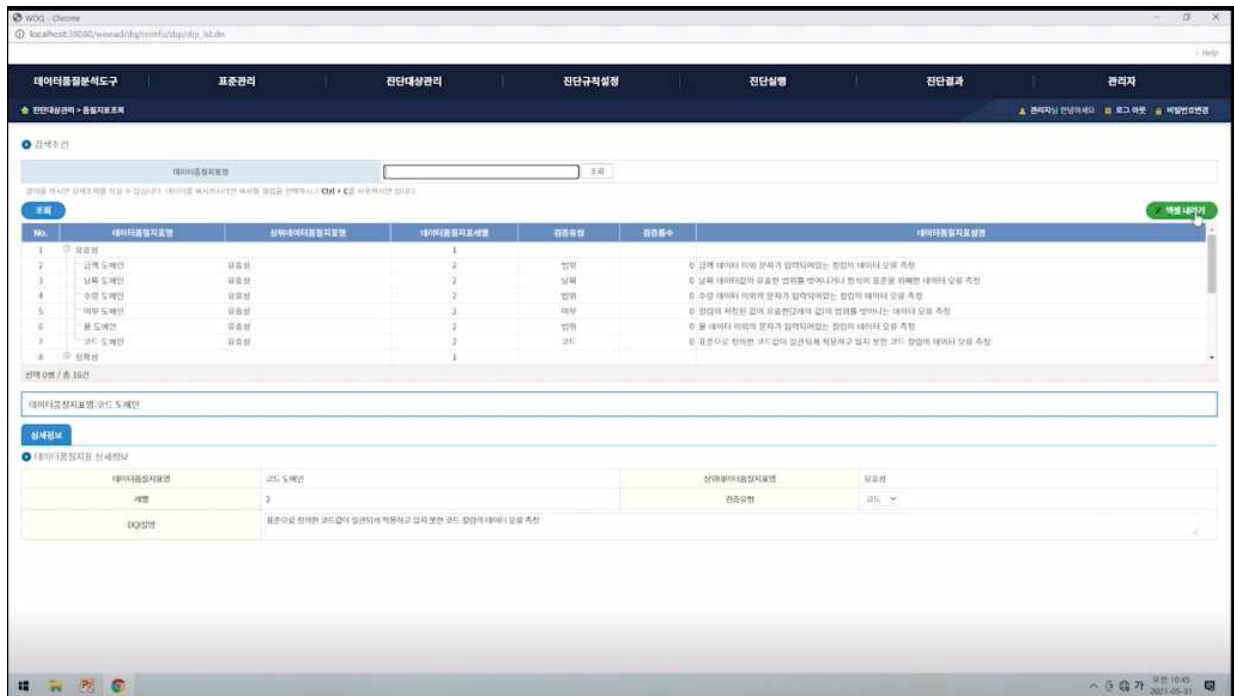


Figure 3.32. Public Data Quality Management Tool: WDQ

3.1.2.3.5.3. 데이터 관리체계 수립(DAR-05)

관계형 데이터베이스 구축 (아래 Figure에 나타난 ERD 참조)

Table 3.2. Requirements of dynamic climate information processing module

요구사항 ID	요구사항 정의
RQ_PF_DFT_001	동적 기후정보 backend 서비스(이하 backend 서비스)는 계절예측 MME 자료로부터 예측정보를 지도상에 표출할 수 있는 형태로 추출하는 기능을 제공한다.
RQ_PF_DFT_002	backend 서비스는 전구 MME 예측정보를 웹 프로토콜을 통하여 전송할 수 있는 기능을 제공한다.
RQ_PF_DFT_003	backend 서비스는 계절예측 검증(Verification) 자료로부터 검증 결과값을 추출하는 기능을 제공한다.
RQ_PF_DFT_004	backend 서비스는 계절예측 검증 결과가 GRID 형태일 때 결과값을 지도상에 표출할 수 있는 형태로 추출하는 기능을 제공한다.
RQ_PF_DFT_005	backend 서비스는 계절예측 검증 결과값을 웹 프로토콜을 통하여 전송할 수 있는 기능을 제공한다.

위의 요구사항을 분석한 결과 관련된 자료의 목록은 다음과 같다.

Table 3.3. Data requirements of dynamic climate information processing module

요구사항 ID	요구사항 정의
RQ_PF_DFT_001	입력: 계절예측 MME (netcdf) 출력: Grid 정보(경도, 위도, 예측값 집합) 파일(CSV)
RQ_PF_DFT_002	출력: Grid 정보 파일(CSV), URL
RQ_PF_DFT_003	입력: 계절예측 검증 (netcdf) 출력: 검증 결과값 및 동적 그래프 작성에 필요한 정보
RQ_PF_DFT_004	입력: 계절예측 검증 (netcdf) 출력: Grid 정보(경도, 위도, 검증 값 집합) 파일(CSV)
RQ_PF_DFT_005	출력: Grid 정보 저장 파일(CSV), URL, 동적 그래프 작성에 필요한 정보
RQ_PF_DFT_006	입력: 계절예측 모델, 관측자료(재분석 등), 사용자 입력 관측자료 출력: 상세화 결과값 및 동적 그래프 작성에 필요한 정보

3.1.3.1.2. 동적 기후자료처리 기능 설계

3.1.3.1.2.1. 자료 파일구조 설계

이 절에서는 기후자료처리 모듈에서 파일로 출력되는 자료의 자료구조에 관하여 기술한다.

① 계절예측 DMME

계절예측 DMME 자료의 입력 형식은 다음과 같다.

```
netcdf prec {
dimensions:
    time = UNLIMITED ; // (1 currently)
    lat = 73 ;
    lon = 144 ;
variables:
    double time(time) ;
        time:_FillValue = -9999. ;
        time:units = "days since 1900-01-01 00:00:00" ;
        time:calendar = "standard" ;
    float lat(lat) ;
        lat:nlat = 73 ;
        lat:long_name = "latitude" ;
        lat:units = "degrees_north" ;
    float lon(lon) ;
        lon:nlon = 144 ;
        lon:long_name = "longitude" ;
        lon:units = "degrees_east" ;
    float prec(time, lat, lon) ;
        prec:original_units = "mm/day" ;
        prec:original_long_name = "Precipitation" ;
        prec:_FillValue = 1.e+20f ;

// global attributes:
    :institute = "APEC Climate Center" ;
    :institute_id = "APCC" ;
    :Conventions = "CF-1.6" ;
    :creation_date = "2022-09-16T02:21:28Z" ;
    :source = "APCC Seasonal Forecast based on SCM method" ;
    :model = "SCM" ;
    :hindcast_start_year = 1993 ;
    :hindcast_end_year = 2010 ;
    :MME_Institutes = "APCC BOM CMCC CWB ECCC KMA METFR NASA
NCEP UKMO" ;
    :MME_Models = "SCOPS ACCESS-S2 SPS3.5 TCWB1Tv1.1 CANSIPsv2.1
```

```
GLOSEA6GC3.2 SYS8 GEOS-S2S-2.1 CFSv2 GLOSEA6" ;
:MME_Forecast_Info = "Seasonal Mean Forecast for OND issued on
2022OND" ;
:references = "- Min YM, Kryjov VN, Oh SM (2014) Assessment of APCC
multimodel ensemble prediction in seasonal climate forecasting: retrospective (1983-2003)
and real-time forecasts (2008-2013), J Geophys Res, 119:12,132-12,150\r\n\r\nMin YM, Kryjov
VN, Oh SM, HJ Lee (2017) Skill of real-time operational forecasts with the APCC
multi-model ensemble prediction system during the period 2008-2015, Clim Dyn,
49:4141-4156" ;
}
```

Figure 3.34. Data structure of DMME

위의 자료구조와 같이 DMME 자료는 시각과 각 경위도에 해당하는 예측값으로 구성되어 있다. 예측값에 따른 색상을 지도에 지정하기 위해 각 grid에 색상 값을 부여할 필요가 있다. 따라서 DMME Grid 값을 저장하기 위한 CVS 자료는 다음과 같은 형식으로 설계하였다.

```
grid_id, latitude, longitude, value, color
0, -90.0, 0.0, 0.0136867194, #ccfdff
1, -90.0, 2.5, 0.0138139762, #ccfdff
2, -90.0, 5.0, 0.0134782111, #ccfdff
3, -90.0, 7.5, 0.0132505242, #ccfdff
4, -90.0, 10.0, 0.0133400541, #ccfdff
5, -90.0, 12.5, 0.0135133117, #ccfdff
6, -90.0, 15.0, 0.0133975046, #ccfdff
...
```

Figure 3.35. The design of DMME CSV

② 계절예측 PMME

계절예측 PMME 자료의 입력 형식은 다음과 같다.

```
netcdf t2m {
dimensions:
    time = UNLIMITED ; // (1 currently)
    level = 4 ;
    lat = 73 ;
    lon = 144 ;
```

variables:

```
double time(time) ;
    time:_FillValue = -9999. ;
    time:units = "days since 1900-01-01 00:00:00" ;
    time:calendar = "standard" ;

int level(level) ;
    level:long_name = "Probabilistic Categories" ;
    level:categories = "above_normal near_normal below_normal combined" ;
    level:units = "Dimensionless" ;

float lat(lat) ;
    lat:nlat = 73 ;
    lat:long_name = "latitude" ;
    lat:units = "degrees_north" ;

float lon(lon) ;
    lon:nlon = 144 ;
    lon:long_name = "longitude" ;
    lon:units = "degrees_east" ;

float t2m(time, level, lat, lon) ;
    t2m:long_name = "Probability of Occurrence" ;
    t2m:units = "%" ;
    t2m:original_units = "deg K" ;
    t2m:original_long_name = "Temperature at 2m" ;
    t2m:_FillValue = 1.e+20f ;
```

// global attributes:

```
:institute = "APEC Climate Center" ;
:institute_id = "APCC" ;
:Conventions = "CF-1.6" ;
:creation_date = "2022-09-16T03:57:14Z" ;
:source = "APCC Seasonal Forecast based on GAUS method" ;
:model = "GAUS" ;
:hindcast_start_year = 1982 ;
:hindcast_end_year = 2013 ;
:MME_Institutes = "APCC" ;
:MME_Models = "SCOPS" ;
:ProbDistFunc = "Gaussian" ;
:MME_Forecast_Info = "Seasonal Mean Forecast for OND issued on
2022OND" ;
```

```

:references = "Min YM, Kryjov VN, CK Park (2009) A probabilistic
multimodel ensemble approach to seasonal prediction. Weather Forecast, 24:812-828" ;
}

```

Figure 3.36. Data structure of PMME

위와 같이 PMME 자료는 시각, 레벨(above normal, near normal, below normal, combined) 및 각 경위도에 해당하는 예측값으로 구성되어 있다. 예측값에 따른 색상을 지도에 지정하기 위해 각 grid에 색상 값을 부여할 필요가 있다. 따라서 PMME Grid 값을 저장하기 위한 CVS 자료는 다음과 같은 형식으로 설계하였다.

```

grid_id, latitude, longitude, AN, NN, BN, color
0, -90.0, 0.0, 43.6920661926, 31.8165245056, 24.4914016724, #fffb7
1, -90.0, 2.5, 43.7274169922, 31.7874317169, 24.4851455688, #fffb7
2, -90.0, 5.0, 43.7126693726, 31.7765617371, 24.5107593536, #fffb7
3, -90.0, 7.5, 43.6690216064, 31.7965602875, 24.5344085693, #fffb7
4, -90.0, 10.0, 43.7124710083, 31.7499389648, 24.5375862122, #fffb7
5, -90.0, 12.5, 43.7512512207, 31.7061939240, 24.5425491333, #fffb7
6, -90.0, 15.0, 43.6854858398, 31.7407779694, 24.5737323761, #fffb7
...

```

Figure 3.37. The design of PMME CSV

③ 계절예측 검증 HSS

계절예측 검증 방식 중 HSS 자료의 형식은 다음과 같다.

```

netcdf prec.HSS_grid_seasonal {
dimensions:
    month = 1 ;
    lat = 73 ;
    lon = 144 ;
variables:
    float month(month) ;
    float lat(lat) ;
        lat:units = "degrees_north" ;
        lat:actual_range = "90.f, -90.f" ;
        lat:long_name = "Latitude" ;

```

```

        lat:standard_name = "latitude" ;
        lat:axis = "Y" ;
float lon(lon) ;
        lon:units = "degrees_east" ;
        lon:actual_range = "0.f, 360.f" ;
        lon:long_name = "Longitude" ;
        lon:standard_name = "longitude" ;
        lon:axis = "X" ;
float prec(month, lat, lon) ;
        prec:_FillValue = 1.e+20f ;
        prec:long_name = "Heidke Skill Score: PREC" ;

// global attributes:
        :Conventions = "CF-1.0" ;
        :hindcast_start_year = 1993 ;
        :hindcast_end_year = 2010 ;
        :month = "SON" ;
        :title = "HSS Grid" ;
        :institute = "APEC Climate Center" ;
}

```

Figure 3.38. Data structure of HSS

위와 같이 HSS 자료는 시각과 각 경위도에 해당하는 예측값으로 구성되어 있다. 예측값에 따른 색상을 지도에 지정하기 위해 각 grid에 색상 값을 부여할 필요가 있다. Grid 값을 저장하기 위한 CVS 자료는 DMME와 동일한 형식으로 설계하였다.

④ 계절예측 검증 SR

계절예측 검증 방식 중 SR의 자료의 형식은 다음과 같다.

```

netcdf prec_SR_SON {
dimensions:
    time = UNLIMITED ; // (1 currently)
    lat = 73 ;
    lon = 144 ;
variables:
    double time(time) ;
        time:_FillValue = -9999. ;

```

```

time:units = "days since 1900-01-01 00:00:00" ;
time:calendar = "standard" ;
float lat(lat) ;
lat:nlat = 73 ;
lat:long_name = "latitude" ;
lat:units = "degrees_north" ;
float lon(lon) ;
lon:nlon = 144 ;
lon:long_name = "longitude" ;
lon:units = "degrees_east" ;
float scr(time, lat, lon) ;
scr:standard_name = "Success Rate" ;
scr:long_name = "Success Rate: Precipitation" ;
scr:MME_Hindcast_Info = "Seasonal Mean Hindcast for SON issued on
2010SON" ;
scr:MME_Models = "SCOPS CSM1.1M ACCESS-S2 SPS3.5 TCWB1Tv1.1
CANSIPSv2.1 GLOSEA6GC3.2 SYS8 GEOS-S2S-2.1 CFSv2 CGCMv2.0 GLOSEA6" ;
scr:MME_Institutes = "APCC BCC BOM CMCC CWB ECCC KMA METFR
NASA NCEP PNU UKMO" ;
scr:hindcast_end_year = 2010 ;
scr:hindcast_start_year = 1993 ;
scr:model = "SCM" ;
scr:source = "APCC Seasonal Hindcast based on SCM method" ;
scr:Conventions = "CF-1.6" ;
scr:institute_id = "APCC" ;
scr:institute = "APEC Climate Center" ;
scr:original_long_name = "Precipitation" ;
scr:original_units = "mm/day" ;
scr:_FillValue = 1.e+20f ;

// global attributes:
:institute = "APEC Climate Center" ;
:institute_id = "APCC" ;
:Conventions = "CF-1.6" ;
:creation_date = "2022-08-29T07:54:25Z" ;
}

```

Figure 3.39. Data structure of SR

SR 자료는 시각과 각 경위도에 해당하는 예측값으로 구성되어 있다. 예측값에 따른 색상

을 지도에 지정하기 위해 각 grid에 색상 값을 부여할 필요가 있다. Grid 값을 저장하기 위한 CVS 자료는 DMME와 동일한 형식으로 설계하였다.

3.1.3.1.2.2. 동적 기후자료의 자료구조 설계

이 절에서는 Open API 등의 자료처리 모듈이 파일에서 직접 정보를 추출하여 전송하기 위한 자료구조를 기술한다. 주로 전송된 정보를 바탕으로 동적 차트를 표출하는데 사용된다. 전송 대상 자료는 검증, 상세화 등의 결과 및 동적 그래프 작성에 필요한 정보이다. 다음 Figure는 검증 결과 파일의 형식이다.

```
netcdf prec.ACC_seasonal.landsea {
dimensions:
    model = 13 ;
    region = 12 ;
variables:
    float model(model) ;
    float region(region) ;
    float acc(model, region) ;
        acc:_FillValue = 1.e+20f ;
        acc:long_name = "Anomaly Correlation Coeff.: PREC" ;
        acc:standard_name = "Anomaly Correlation Coefficient" ;

// global attributes:
    :Conventions = "CF-1.0" ;
    string :model = "APCC_SCOPS", "BCC_CSM1.1M", "BOM_ACCESS-S2",
"CMCC_SPS3.5", "CWB_TCWB1Tv1.1", "ECCC_CANSIPsv2.1", "KMA_GLOSEA6GC3.2",
"METFR_SYS8", "NASA_GEOS-S2S-2.1", "NCEP_CFSv2", "PNU_CGCMv2.0",
"UKMO_GLOSEA6", "SCM" ;
    string :region = "Globe", "N.Extratropics", "S.Extratropics", "Tropics",
"E.Asia", "S.Asia", "N.America", "S.America", "Australasia", "Aus_S.Pacific", "N.Eurasia",
"M.East" ;
    :hindcast_start_year = 1993 ;
    :hindcast_end_year = 2010 ;
    :month = "SON" ;
    :title = "Seaonal Mean Anomaly Correlation Coefficients" ;
    :institute = "APEC Climate Center" ;
}
```

Figure 3.40. Data structure of ACC

```

netcdf prec.ROC_Curve_aggregated_seasonal {
dimensions:
    region = 1 ;
    level = 3 ;
    month = 1 ;
    type = 2 ;
    bins = 11 ;
variables:
    float region(region) ;
    float level(level) ;
        level:long_name = "Probabilistic Categories" ;
        level:categories = "above_normal near_normal below_normal" ;
    float month(month) ;
    float type(type) ;
        type:categories = "hit rate (HR) false alarm rate (FAR)" ;
    float bins(bins) ;
    float prec(region, level, month, type, bins) ;
        prec:_FillValue = 1.e+20f ;
        prec:long_name = "AROC Curve: PREC" ;

// global attributes:
    :Conventions = "CF-1.0" ;
    :region = "Globe" ;
    :hindcast_start_year = 1993 ;
    :hindcast_end_year = 2010 ;
    :month = "SON" ;
    :title = "ROC Curve" ;
    :institute = "APEC Climate Center" ;
}

```

Figure 3.41. Data structure of ROC Curve

위 자료를 이용하여 생성하려는 목표 차트는 다음과 같다.

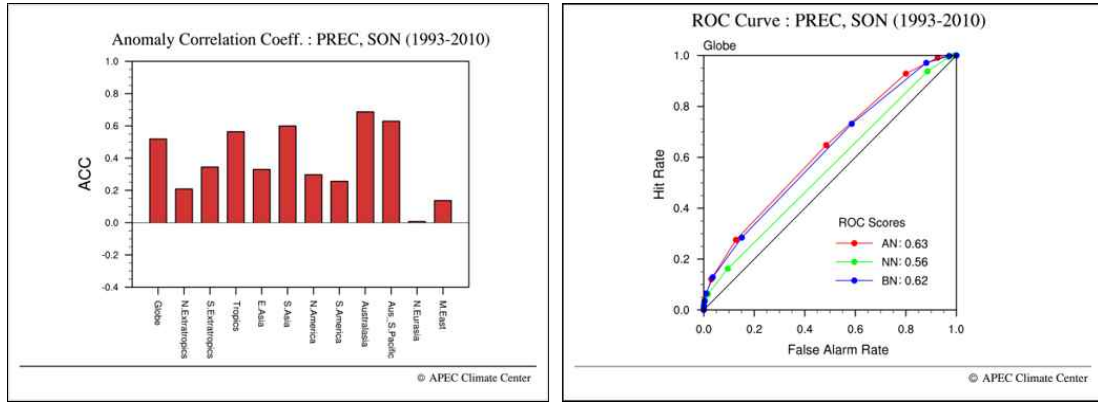


Figure 3.42. ACC and ROC Curve charts

지금까지 분석한 자료들은 2차원 그래프로 표현되어 있다. 입력자료와 목표 차트를 종합하여 동적 표출을 위하여 필요한 정보는 다음과 같이 일반화하여 요약할 수 있다.

Table 3.4. The contents of general charts

항목		설명		
Type		차트 종류(2D, Percentage 등)		
Title		차트 제목		
Sub title		차트 부제목		
vAxis title		세로축 제목		
hAxis title		가로축 제목		
Region		자료 지역명		
Institute		기관명		
Sub Chart list	1 st	Type	첫 번째 부속 차트 종류	
		Title	부속 차트 제목	
		Sub title	부속 차트 부제목	
		vAxis title	부속 차트 세로축 제목	
		hAxis title	부속 차트 가로축 제목	
		Region	부속 차트 자료 지역명	
		Institute	부속 차트 기관명	
	values	1 st	vValue	첫 번째 세로축 값
			hValue	첫 번째 가로축 값
			info	값에 대한 추가 정보
2 nd		vValue	두 번째 세로축 값	
		hValue	두 번째 가로축 값	
		info	값에 대한 추가 정보	

			...	
	2 nd	Type		두 번째 부속 차트
			...	
	
	N th		...	N 번째 부속 차트

3.1.3.2. 동적 기후자료처리 모듈 개발

3.1.3.2.1. 지도 표출을 위한 Grid CSV Processor 개발

이 절에서는 검증의 HSS, Success rate와 같이 지도 표출이 필요한 자료의 Grid CSV 파일을 생산하기 위한 프로세서를 개발한 내용에 대하여 기술한다. 개발한 CSV 생산 프로세서는 향후 기존 예측 및 검증 자료를 생성하기 위한 모듈에 추가될 필요가 있다. 다음 Figure는 프로세서 class를 정의하여 class diagram을 작성한 결과이다.

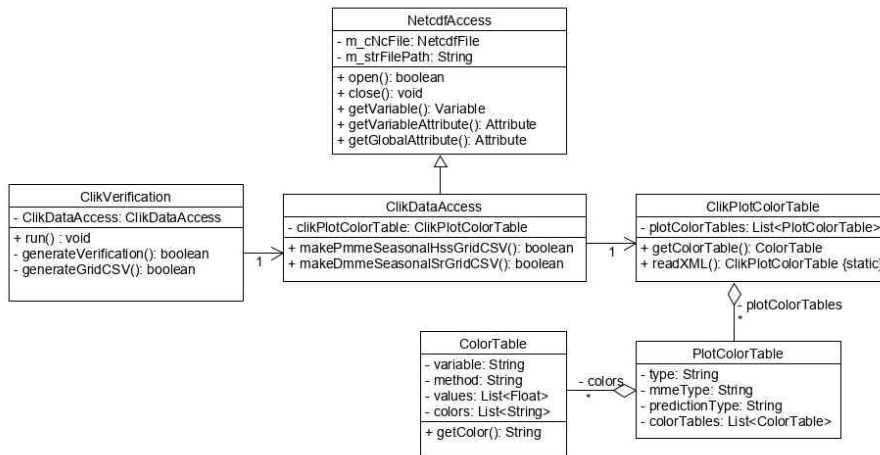


Figure 3.43. The class diagram for Grid CSV Processor

Grid CSV 파일을 생성할 때 grid의 값에 따른 색상 정의가 필요하다. 자료의 종류에 따라 색상 정의가 다양하여 설정 파일을 설계하고 설정 파일로부터 자료를 입력할 데이터 class 구조를 정의하였다. 다음 Figure는 색상을 정의하는 설정 파일이다.

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<CliKPlotColorTable>
  <PlotColorTable type="prediction" mmeType="DMME" predictionType="FORECAST">
    <ColorTable variable="prec">
      <value>-3.6</value>
    </ColorTable>
  </PlotColorTable>
</CliKPlotColorTable>
```

```

    <value>-2.4</value>
    ...
    <color>00a9cc</color>
    <color>007a99</color>
</ColorTable>
...
</PlotColorTable>
<PlotColorTable type="prediction" mmeType="PMME" predictionType="FORECAST">
...
</PlotColorTable>
<PlotColorTable type="verification" mmeType="DMME" predictionType="HINDCAST">
    <ColorTable method="SR">
    ...
    </ColorTable>
</PlotColorTable>
<PlotColorTable type="verification" mmeType="PMME" predictionType="HINDCAST">
    <ColorTable method="HSS">
    ...
    </ColorTable>
</PlotColorTable>
</ClikPlotColorTable>

```

Figure 3.44. The color table for grid map

위와 같은 설정 파일을 이용하여 입력자료의 값을 색상 문자열로 변환하여 CSV 파일에 기록하도록 개발하였다.

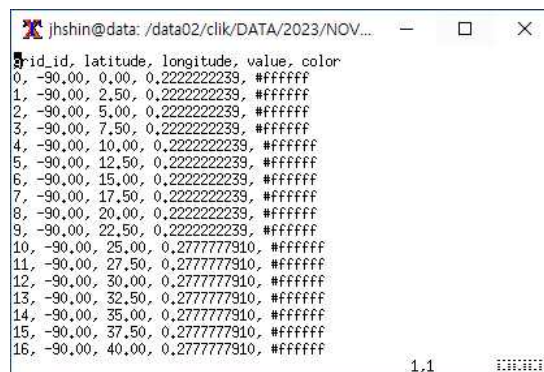


Figure 3.45. Grid CSV

3.1.3.2.2. Grid CSV 파일 URL 요청 Open API 개발

생성된 CSV 결과를 웹 인터페이스가 지도상에 표출하기 위해서는 CSV 파일의 위치 즉

URL이 필요하다. 웹 인터페이스는 CSV의 URL을 요청하기 위하여 Open API에 다음과 같은 조건을 json 형식으로 전송해야 한다.

```
{
  "id":-1,
  "data_id":-1,
  "lead_month":3,
  "cabinet":"Hindcast",
  "year":2023,
  "month":10,
  "model_list":"APCC_SCOPS, BOM_ACCESS-S2, CMCC_SPS3.5",
  "variable_list":"prec",
  "verification_list":"SR",
  "job_type":"Verification",
  "mme_class":"DMME",
  "period":"SEASONAL"
}
```

Figure 3.46. The json request to get CSV URL

CSV URL 제공 Open API는 위와 같은 요청을 받으면 조건에 맞는 자료를 찾아 URL을 반환하도록 개발되었다.



Figure 3.47. The Open API to send CSV URL

위의 Figure에서 반환된 CSV URL은 CSV 파일 다운로드를 요청하는 URL과 같다. 위의 URL을 웹 브라우저에 입력하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

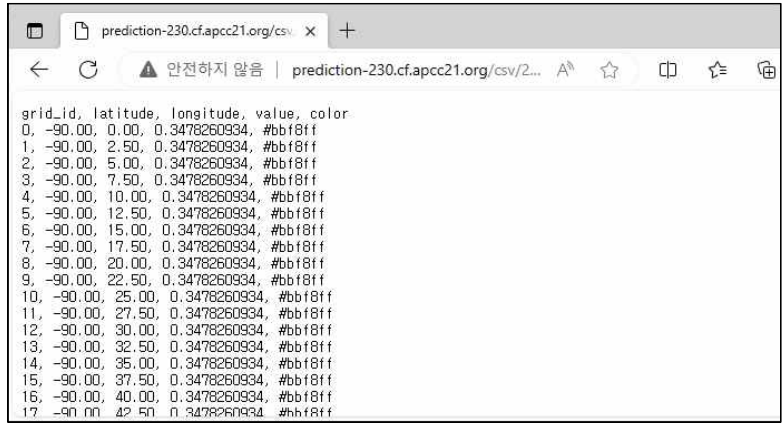


Figure 3.48. The Open API to view or download CSV

3.1.3.2.3. Chart 자료 추출 및 전송 Open API 개발

지도 표출이 아닌 동적 차트로 표출이 필요한 자료는(예: 검증 ACC, ROC Curve) Open API를 통하여 정보를 제공한다. 아래 Figure는 계절예측 검증자료의 동적 차트 표출 기능을 제공하는 Open API의 기능을 표현한 class diagram이다.

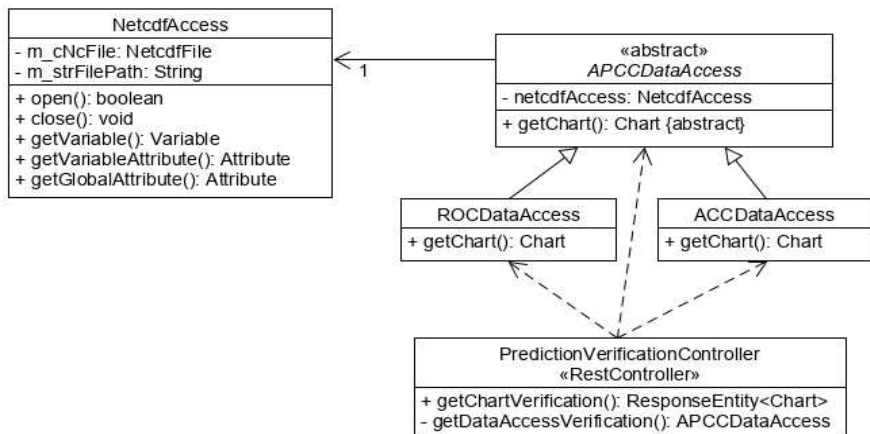


Figure 3.49. The class diagram to extract and transfer chart data

Chart 표출을 위한 자료를 요청하기 위해 다음과 같은 조건을 Open API로 전달해야 한다.

```

{
  "id":-1,
  "data_id":-1,
  "lead_month":3,
  "cabinet":"Hindcast",
  "year":2023,
}
  
```

```

"month":10,
"model_list":["APCC_SCOPS, BOM_ACCESS-S2, CMCC_SPS3.5",
"variable_list":"prec",
"verification_list":"ROC_Curve",
"job_type":"Verification",
"mme_class":"PMME",
"period":"SEASONAL"
}

```

Figure 3.50. The json request to get CSV URL

위와 같이 차트 자료를 요청하면 Open API는 다음과 같은 응답을 전송한다.

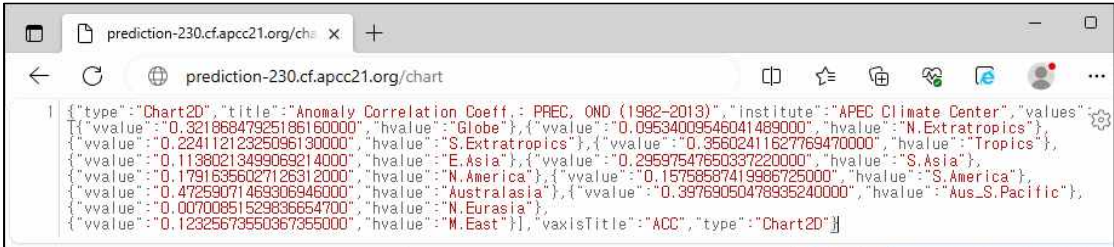


Figure 3.51. The result of ACC chart

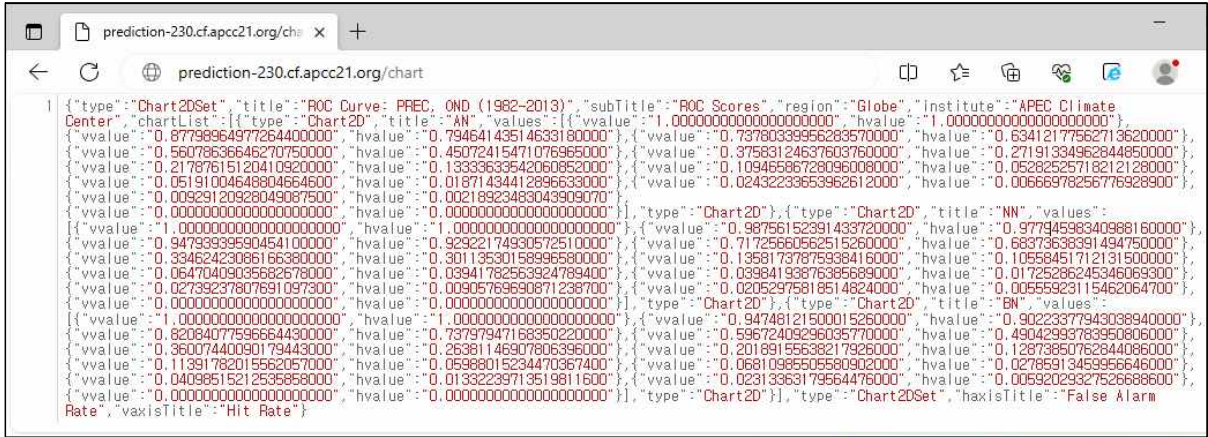


Figure 3.52. The result of ROC Curve chart

3.1.3.3. 동적 기후자료처리 웹 인터페이스 개발

기후정보서비스 플랫폼의 계절예측 검증 서비스를 대상으로 동적 표출을 위한 웹 인터페이스를 개발하였다. 계절예측의 검증서비스에서 제공하고 있는 4가지 변수에 따라 지도표출과 동적 차트로 표출을 하였다. 각각의 검증기법의 동적 표출 적용에 따른 개선된 서비스 내역은 아래의 표와 같다.

Table 3.5. Detail of improved dynamic service

검증 기법	기존 서비스	개선 서비스
ACC	<ul style="list-style-type: none"> - 결과 그래프 정적 이미지 제공 - 결과 그래프 디지털 자료 제공 (Net CDF) 	<ul style="list-style-type: none"> - 결과 동적 그래프 제공 - 마우스 선택 시 ACC 값 표출 - 결과 그래프 이미지 및 디지털 자료 제공
ROC Curve	<ul style="list-style-type: none"> - 결과 그래프 정적 이미지 제공 - 결과 그래프 디지털 자료 제공 (Net CDF) 	<ul style="list-style-type: none"> - 결과 동적 그래프 제공 - 마우스 선택 시 False Alarm Rate와 Hit Rate 값 표출 - 결과 그래프 이미지 및 디지털 자료 제공
Success Rate	<ul style="list-style-type: none"> - 결과 그래프 정적 이미지 제공 - 결과 그래프 디지털 자료 제공 (Net CDF) 	<ul style="list-style-type: none"> - 생성 결과 지도위에 표출 - 마우스 선택 시 위도/경도/SR 값 표출 - 결과 맵 이미지 디지털 자료 제공
Heidke Skill Score	<ul style="list-style-type: none"> - 결과 그래프 정적 이미지 제공 - 결과 그래프 디지털 자료 제공 (Net CDF) 	<ul style="list-style-type: none"> - 생성 결과 지도위에 표출 - 마우스 선택 시 위도/경도/HSS 값 표출 - 결과 맵 이미지 디지털 자료 제공

검증 서비스의 동적 표출은 사용자의 차트 또는 지도 표출 요청에 따라 각각의 정보제공 Open API를 이용해서 필요한 데이터를 수집하고 이러한 데이터를 이용하여 각각의 라이브러리를 통해 표출을 하게 된다. 아래 Figure는 계절예측 검증 동적 서비스 구조이다. 이러한 구조를 기반으로 해서 웹 인터페이스를 개발하였다.

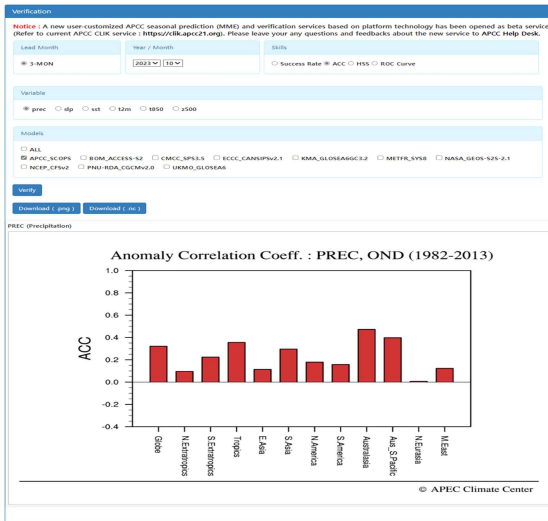


Figure 3.54. Result of verification - ACC

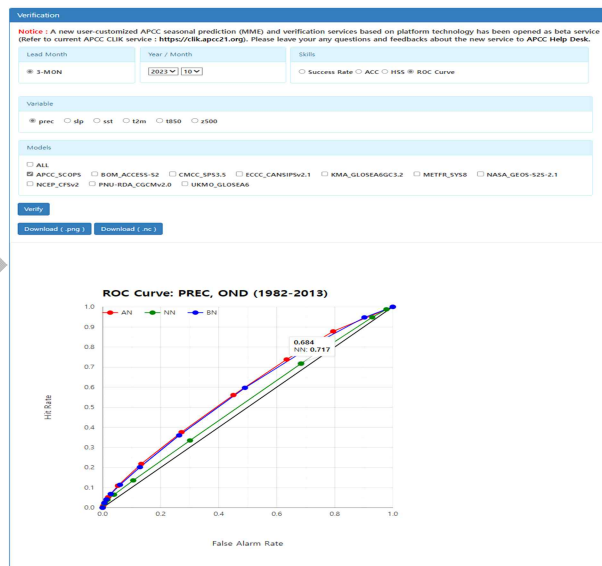
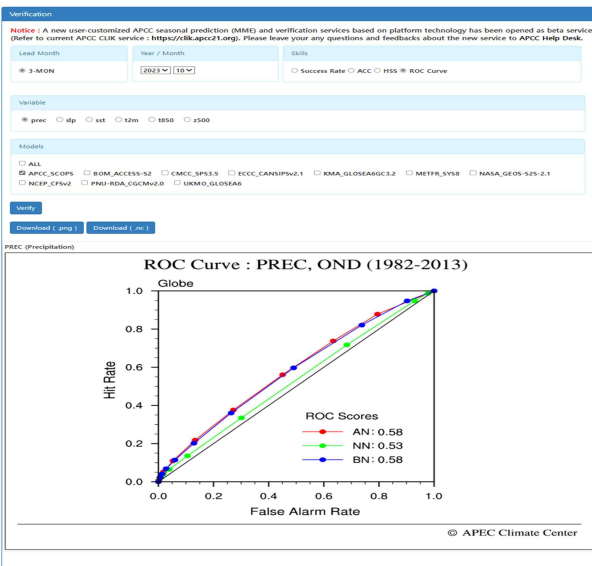


Figure 3.55. Result of verification - ROC Curve

지도 기반 검증 자료의 동적 표출 결과는 다음과 같다. 표출에 사용된 지도는 OpenStreetMap을 사용하였다. OpenStreetMap은 누구나 자유롭게 지도를 만들고, 제약 없이 자유롭게 지도를 이용하기 위한 목적으로 2004년에 시작된 국제 프로젝트이다. 오픈스트리트맵은 개방형 데이터이며, 오픈스트리트맵 재단에 의해 오픈 데이터 커먼즈 오픈 데이터베이스 라이선스가 부여되어 있다. 그래서 오픈스트리트맵과 기여진에 대해 밝히는 조건으로 데이터를 자유롭게 복사, 배포, 전송 및 바꿀수 있다. 그래서 동적 검증 결과를 지도에 표출하는데 해당 맵을 이용하여 표출을 하였다. 지도 표출에 필요한 자료는 CSV 생산 프로세서를 통해 생산 Grid CSV 파일을 자료를 이용해서 지도에 표출한다. 차트 표출과 마찬가지로 Open API를 이용해서 필요한 데이터를 json 형식으로 전송받아 이를 이용한다. 아래 Figure는 운영중인 기후정보서비스 플랫폼의 검증 서비스에 지도로 결과를 표출한 결과이다. 검증 서비스에서 제공하고 있는 검증 기법중 Success Rate와 Heidke Skill Score 검증 기법에 지도 기반 동적 표출 기능을 적용

하였다.

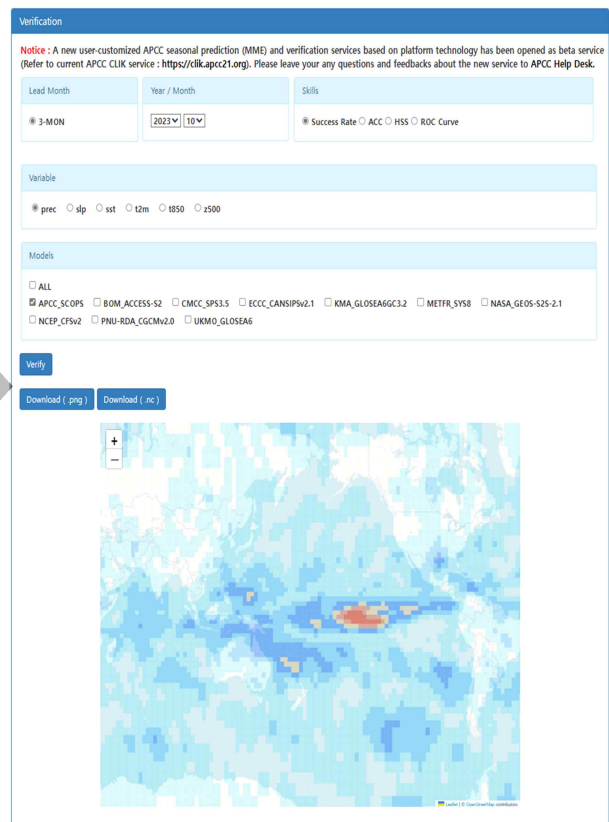
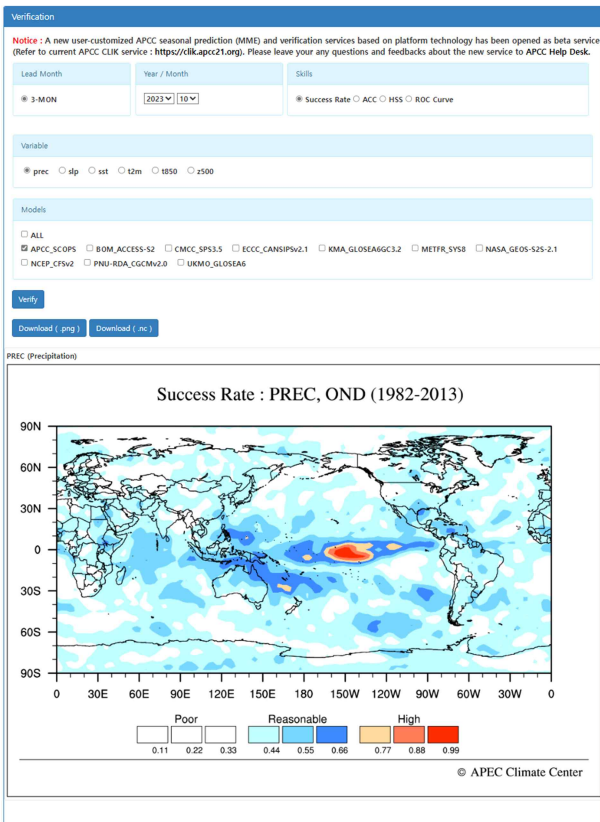


Figure 3.56. Result of verification – Success Rate

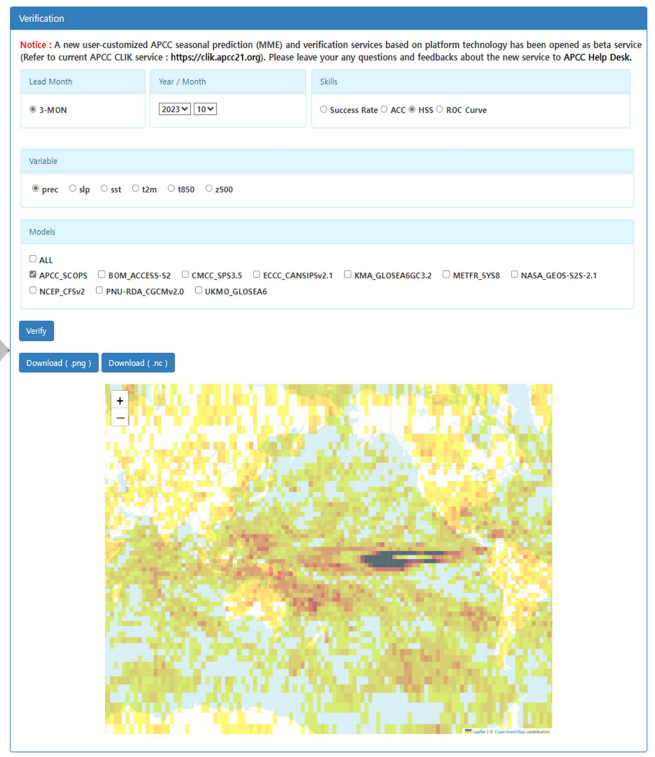
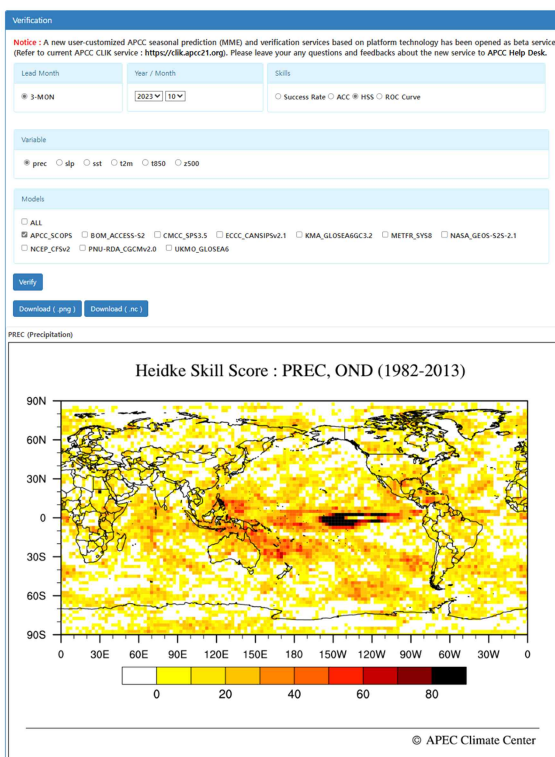


Figure 3.57. Result of verification – Hedike Skill Score

3.2. 기후정보서비스 플랫폼 동적 매쉬업 서비스 원형 구축

3.2.1. 기후정보서비스 플랫폼 동적 매쉬업 서비스 설계

현재 기후정보서비스 통합플랫폼(CLIKs)이 제공하고 있는 서비스를 매쉬업할 수 있는 대표적인 예시는 다음과 같다.

- 사용자가 선택한 계절예측 모델을 이용하여 MME 생산
- Clipping 혹은 Masking 기능을 이용하여 사용자가 원하는 지역 추출
- 동적 지도 표출을 위한 Grid CSV 자료 생산
- 계절예측 결과 동적 지도 표출
- 지도 표출 자료 이미지 다운로드

동적 매쉬업 서비스를 구축하기 위해 표준화된 Open API, 처리 절차를 통하여 계절예측자료 생산, 기후자료 융합, 지역추출, 자료다운로드 등의 구성을 사용자가 할 수 있도록 설계하였다. 동적 매쉬업 서비스를 위한 전체 시스템 구조는 다음과 같다.

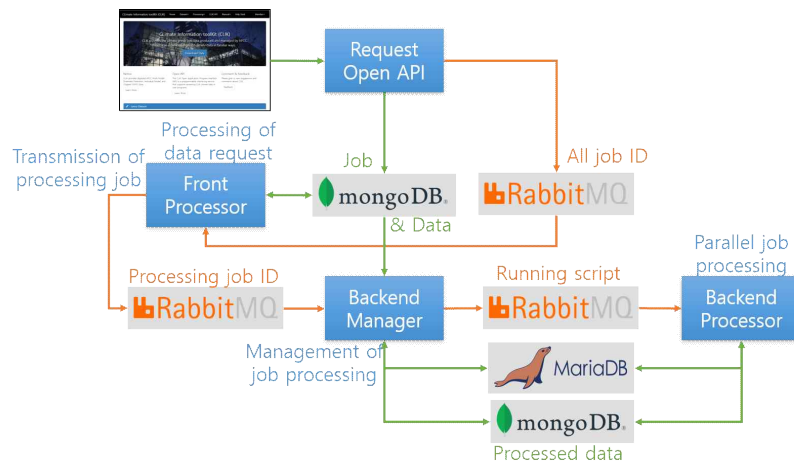


Figure 3.58. The system architecture for dynamic mashup service

위 Figure에서 각 Open API 및 backend module 등의 역할은 다음과 같다.

Table 3.6. Components of dynamic mashup service

구성요소	역할
홈페이지	사용자의 매쉬업 선택을 위한 웹 인터페이스 제공
Request Open API	사용자의 매쉬업 서비스 요청을 받아 작업을 데이터베이스에 저장하고 작업 Queue에 작업 아이디 등록
Front processor	단순한 자료 다운로드 작업의 경우 다운로드 자료를 준비하고, 자료처리가 필요한 작업의 경우 자료처리 작업 Queue에 작업 아이디

	등록
Backend manager	자료처리 작업 Queue에 등록된 작업을 로드하여 각 자료처리 종류에 따라 프로세서를 호출하여 처리함. 각 프로세서는 필요한 경우 처리 내용을 세분하여 실행 명령 및 스크립트 등을 생성하고 실행 경로를 Running script Queue에 등록하고 처리 결과를 모니터링하여 자료처리 과정 관리
Backend processor	Running script Queue에 등록된 실행 경로를 로드하여 명령 수행
RabbitMQ	Front Processor, Backend Manager, Backend processor를 위한 메시지 Queue
MongoDB, MariaDB	사용자 요청 작업 및 자료 목록 저장

매쉬업 자료처리 작업(Job)은 1개 이상의 상세 자료처리(Job Detail) 과정을 포함할 수 있다. 위 Table의 Backend manager는 개별 Job Detail의 내용에 따라 자료처리를 관리한다. Job Detail 또한 여러 실행 명령으로 나누어질 수 있다.

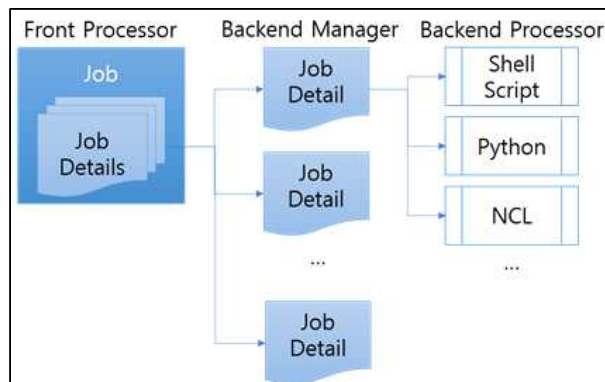


Figure 3.59. Relationship of Backend module and Job processing

Backend manager와 Backend processor는 여러 서버에 분산되어 동작할 수 있다. 또한 내부적으로 multi-threading 기법을 이용하여 1개 이상의 Job detail 혹은 명령을 병렬 처리할 수 있다. 기후정보서비스 통합플랫폼의 서비스 이용량에 따라 구동하는 서버의 개수 혹은 내부 thread 개수를 조절하여 서비스 부하를 조절할 수 있다.

다음 그림은 각 프로세서의 상세 처리 시나리오 설계 결과이다.

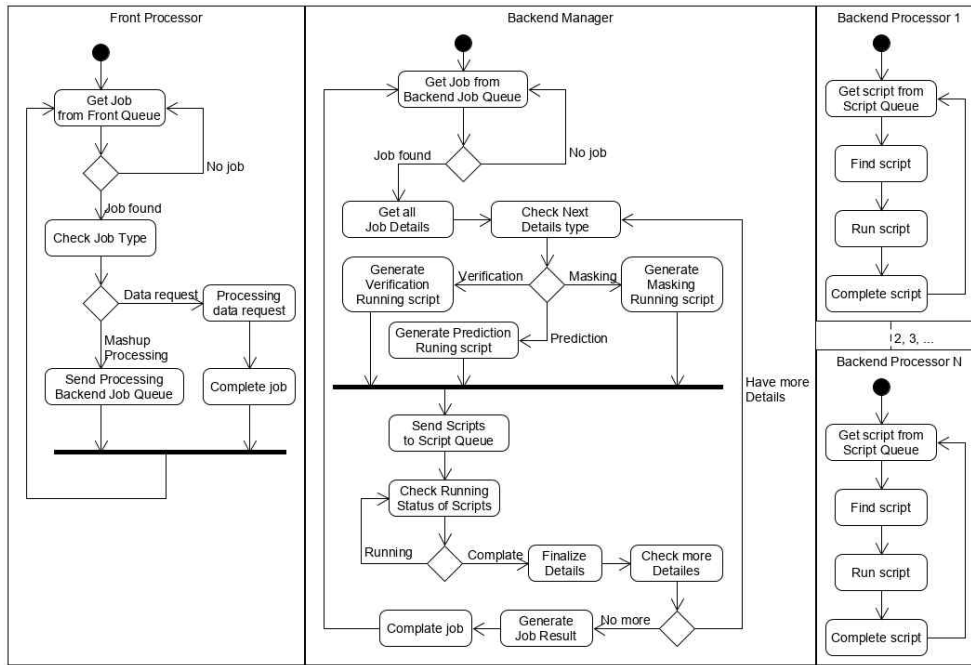


Figure 3.60. The detailed scenario of backend modules

3.2.2. Open API 조합 실행 기술 및 매쉬업 서비스 원형 개발

3.2.2.1. 개요

일반적인 매쉬업 서비스¹²⁾는 서로 다른 웹 서비스, API, 데이터 소스를 결합하여 새롭고 혁신적인 사용자 경험을 제공한다. 이러한 서비스는 데이터의 가치를 극대화하고, 사용자에게 향상된 정보 접근성을 제공하기 위해 다양한 출처의 정보를 조합한다. 예를 들어, 지도 서비스에 부동산 정보, 날씨 데이터, 교통 상황 등을 결합하여 한눈에 다양한 정보를 제공하는 것이다.

매쉬업 서비스의 주요 특징과 개념은 다음과 같다.

- 다양한 데이터와 기능 통합 : 매쉬업은 여러 다른 소스에서 데이터와 기능을 가져와 결합하는 것이다. 예를 들어, 지도 데이터, 소셜 미디어 피드, 실시간 날씨 정보 등을 하나의 애플리케이션에서 통합하여 제공할 수 있다.

- API 활용 : 대부분의 매쉬업 서비스는 다른 웹 서비스나 데이터 소스와 상호 작용하기 위해 API(Application Programming Interface)를 사용한다. 이러한 API를 통해 데이터를 가져오고 다른 서비스와 통신한다.

- 사용자 지향성 : 매쉬업은 사용자가 원하는 정보나 기능을 통합하여 제공하는 데 중점을 둔다. 사용자 요구에 따라 맞춤형 서비스를 제공할 수 있으므로 사용자 경험을 향상시킬 수 있다.

12) 매쉬업 서비스(Mashup Service)는 여러 다른 웹 애플리케이션, 데이터 소스 또는 API를 결합하여 새로운 애플리케이션 또는 서비스를 생성하는 개념이다. 이것은 웹 개발에서 사용되며, 다양한 데이터와 기능을 통합하여 사용자 경험을 향상시키고 유용한 정보나 서비스를 제공하는 데 도움을 준다.

· 창의성과 혁신 : 매쉬업은 창의성과 혁신을 장려한다. 다양한 데이터와 서비스를 조합하고 새로운 아이디어를 구현함으로써 새로운 애플리케이션을 만들 수 있다.

· 사업적 가치 : 매쉬업은 비즈니스 분야에서도 활용된다. 기업은 외부 데이터를 활용하여 제품이나 서비스를 개발하고 시장에 출시함으로써 사업적 가치를 창출할 수 있다.

· 오픈 소스 및 도구 : 다양한 오픈 소스 및 도구가 매쉬업 개발을 지원한다. 이를 통해 개발자들은 보다 쉽게 매쉬업 애플리케이션을 구축할 수 있다.

예를 들어, 지도 서비스에서 위치 정보를 가져와 소셜 미디어의 리뷰 데이터를 결합하여 특정 장소에 대한 평가 및 리뷰를 표시하는 지도 매쉬업 서비스를 생각할 수 있다. 이러한 방식으로 매쉬업은 다양한 분야에서 활용되며 혁신적인 웹 기반 서비스를 제공하는 데 사용된다.

3.2.2.2. 매쉬업 서비스를 위한 Backend module 원형 개발

자료처리 작업(Job)은 1개 이상의 상세 내용(Job detail)을 포함하고 있다. Job detail은 세부 작업의 종류에 따라 다양한 형태가 될 수 있다. 따라서 Job detail은 다음 Figure와 같이 abstract class를 정의한 후 각 자료처리 종류에 따라 세부 class를 정의할 수 있도록 하였다.

```
@Data
public abstract class JobDetails
{
    protected int id;
    14 usages
    protected String dataset;
    //protected String target_file;
    3 usages
    protected String status;
    protected Date started;
    protected Date modified;
    protected Date ended;
    10 usages
    protected String log;
    protected String inputDataPath;
    protected String outputPath;

    11 implementations
    abstract public String getJobType();
    11 implementations
    abstract public String getHTMLSummary();
    11 implementations
    abstract public JobClass getJobClass();

    public void updateStatus(JobStatus detailsStatus) { this.updateStatus(detailsStatus, detailsStatus.message); }
```

Figure 3.61. The design of Job details

계절예측 MME 생산을 위한 세부 작업 내용은 다음 Figure와 같이 JobDetails를 상속하여 다양하게 정의할 수 있다.

```

public class JobDetailsPrediction extends JobDetails {

    String resolution;
    1 usage
    String predictionType;
    1 usage
    String leadMonth = "3";
    String mmeMethod;
    1 usage
    String mmeType;
    1 usage
    String timestepType;
    1 usage
    String year;
    1 usage
    String month;
    6 usages
    List<String> models;
    6 usages
    List<String> variables;
}

```

Figure 3.62. The design of Seasonal MME Job details

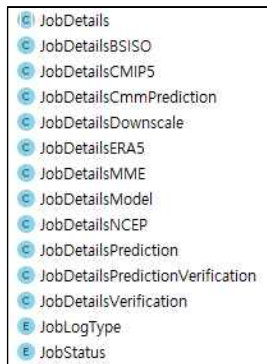


Figure 3.63. Various Job Details

매쉬업 작업은 위 Figure의 JobDetails를 이용하여 정의한다. Job detail의 형식은 사용자의 자료처리 조합에 따라 달라지므로 일반적인 Relational database(예: Oracle, Mysql, MariaDB)에 저장하기 어렵다. 따라서 NoSQL 계열의 MongoDB의 document 형태로 저장하였다. 매쉬업 작업의 구조는 다음 Figure와 같다.

```

@Document(collection="job")
@Data
public class Job
{
    @Id
    private String id;
    private String userid;
    5 usages
    private List<JobDetails> detailsList;
    1 usage
    private String status;
    private Date inputted;
    private Date modified;
    private Date ended;
    private String result_path;
    private String org_result_name;
    private String download_url;
    // recent log
    4 usages
    private String log;
    // total logs
    10 usages
    private String totalLog = "";

    public Job() {
        detailsList = new ArrayList<>();
    }

    public boolean updateJobStatus(JobStatus status) { return this.updateJobStatus(status, status.message); }

    1 usage
    public boolean updateJobStatus(JobStatus status, String newLog) {
        Calendar curCal = Calendar.getInstance();

```

Figure 3.64. The design Mashup Job

Backend manager는 JobDetails 별 자료처리를 관리한다. 주기적으로 작업 queue를 확인하여 작업 아이디를 가져온 후 MongoDB에서 Job 내용을 조회한다. JobDetails의 종류에 따라 순차적으로 각 processor를 호출하여 자료처리를 진행한다. 모든 JobDetails 처리가 끝나면 사용자에게 제공할 결과 파일을 생성하고 처리를 종료한다. 다음 Figure는 Backend manager 원형 개발 project의 모습이다.

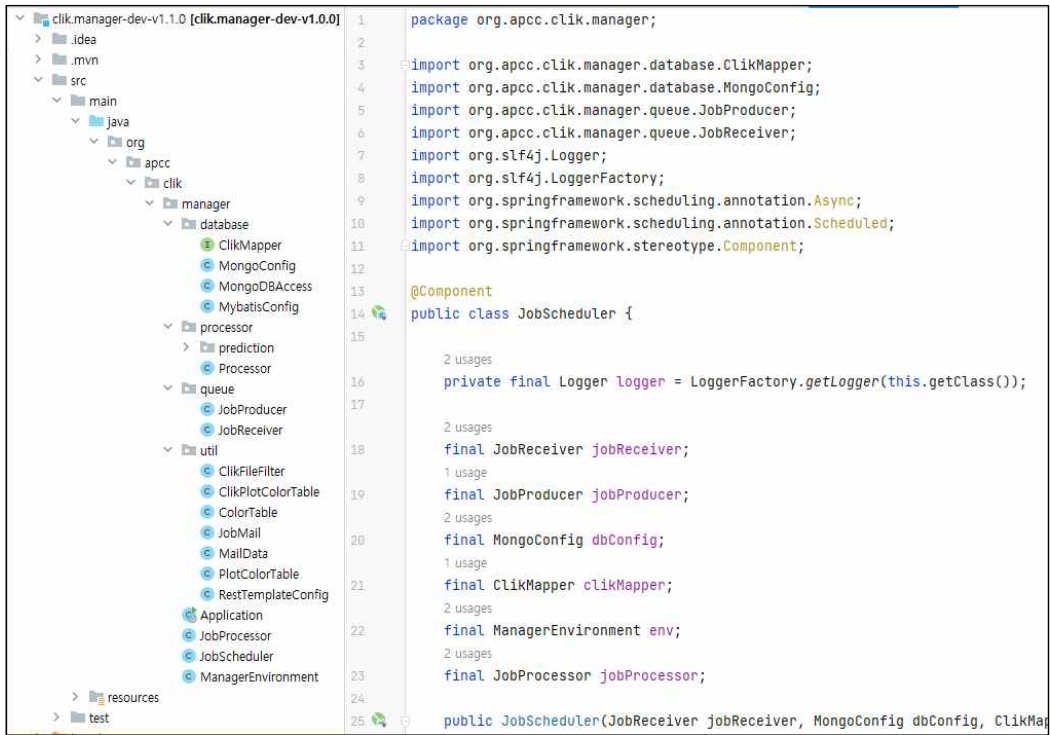


Figure 3.65. The source project of backend manager

Backend manager는 필요한 경우 실행 스크립트를 생성하고 backend processor가 실행해야 하는 실행 명령을 running script queue에 등록한다. 다음 Figure는 backend processor의 원형 개발 project의 모습이다.

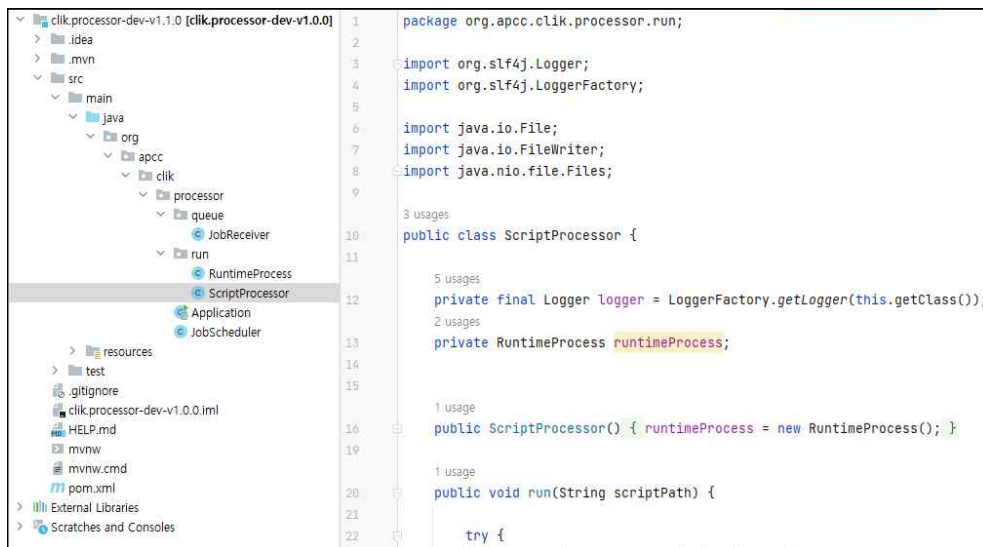


Figure 3.66. The source project of backend processor

이 절에서 기술한 것과 같이 사용자의 매쉬업 서비스 요청을 받아 매쉬업 작업을 저장하고, 자료처리, 결과 다운로드 파일 생성 등의 전체 동적 매쉬업 서비스의 backend 분야의 원형을 구축하였다.

3.2.2.3. APCC Mashup Service 원형

APCC는 2023년 다양한 기후 데이터 소스를 통합하여 데이터 과학자와 기후 연구자에게 유용한 도구를 제공하고자 이러한 Open API 조합 실행 기술 및 매쉬업 서비스의 원형으로 APCC Mashup Util이라는 Python 클래스를 구현하였다. 이는 기후 데이터의 다운로드, 처리, 시각화 및 PDF 보고서 생성을 위한 Python 스크립트로, 일반적인 Mashup 서비스의 개념을 기후 데이터 분석 분야에 적용한 사례다.

APCC Mashup Util은 일반적인 Mashup 서비스의 원칙을 따르면서, APCC, NCEP, GPCP, ERA5 등과 같은 다양한 기후 데이터 소스를 통합한다. 이를 통해 사용자는 여러 데이터 소스를 한 곳에서 접근하고 분석할 수 있으며, 다음과 같은 작업을 수행할 수 있다:

- 다양한 기후 데이터 소스 통합 : 여러 기후 데이터 소스에서 정보를 수집하고 통합하여 사용자에게 보다 포괄적인 기후 정보를 제공한다.
- 데이터 처리 및 분석 : 데이터를 처리하고 분석하여 사용자가 필요로 하는 형태로 변환한다. 특정 지역의 기후 변화 추세, 극단적 기상 현상의 예측 등 복잡한 분석을 수행한다.
- 데이터 시각화 : 기후 데이터를 시각화하여 사용자가 데이터를 더 쉽게 이해하고 해석할 수 있도록 한다. 강수량, 기온, 해수면 기압 등의 변화를 지도 위에 표시하여 시각적으로 표현한다.
- 보고서 생성 : 분석 결과를 PDF 형식의 보고서로 만들어 공유하거나 발표한다. 이 보고서는 학술 연구, 정책 결정 과정, 교육 자료 등 다양한 목적으로 활용될 수 있다.

APCC Mashup Util 클래스는 기후 데이터 분석 분야에서 일반적인 Mashup 서비스의 개념을 성공적으로 통합하여 새로운 가치를 창출한다. 이러한 통합적 접근 방식은 기후 변화 연구 및 정책 결정에 중요한 정보를 제공할 수 있으며, 기후 데이터의 가치를 최대한 활용하는 데 기여하고자 한다.

3.2.2.4. APCC Mashup Util Class

APCC Mashup Util Class는 이러한 APCC Mashup Service를 뒷받침하고자 2023년 APCC에서 개발하였다. 이 Class는 Python 언어로 구현되어 있으며, 기후 데이터 처리와 관련된 다양한 작업을 수행하는 역할을 한다. 필요한 모든 라이브러리가 설치되어야 한다. 필요한 라이브러리는 numpy, xarray, matplotlib, cartopy, xesmf, fpdf, shutil, zipfile, cdsapi, apccapi, requests 등이다. 다음은 이 Class가 수행하는 주요 역할에 대한 설명이다.

- 데이터 다운로드 : APCC Mashup Util Class는 NCEP, GPCP, APCC MME, ERA5 등 다양

한 기후 데이터 소스로부터 데이터를 다운로드하는 기능을 제공한다. 이를 통해 사용자는 필요한 데이터를 쉽게 가져올 수 있다.

- 데이터 선택 및 처리 : APCC Mashup Util Class는 다양한 데이터 처리 작업을 수행할 수 있다. 데이터셋을 특정 지역으로 자르거나, 두 데이터셋 간의 해상도를 일치시키는 등의 작업을 수행하여 데이터를 원하는 형식으로 가공한다.
- 데이터 시각화 : APCC Mashup Util Class는 다양한 데이터 시각화 기능을 제공한다. MME 강수량, 해수면 기압, 강수량 및 해수면 기압 데이터를 시각적으로 표현하고 사용자에게 제공한다.
- PDF 보고서 생성: APCC Mashup Util Class는 보고서 생성에 필요한 기능을 제공한다. 표 생성, 데이터를 테이블 형식으로 변환, 보고서의 섹션 제목 및 내용 추가 등의 작업을 수행하여 보고서를 생성하고 공유한다.
- 데이터 확장 및 좌표 관리: APCC Mashup Util Class는 데이터 확장 및 좌표 관리를 위한 기능을 제공한다. 시작 좌표 설정, 좌표 확장, 좌표 반올림 등의 작업을 수행하여 데이터 처리의 정확성과 효율성을 향상시킨다.

이러한 역할을 통해 APCC Mashup Util 클래스는 기후 데이터 처리 및 관련 작업을 더욱 효과적으로 수행하고, 사용자가 기후 정보를 보다 쉽게 활용할 수 있도록 지원한다. Class 내 주요 함수의 분류는 아래 표와 같다.

Table 3.7. The list of Climate Data Processing Open API Server

분류	함수명	설명
데이터 다운로드	download_apcc_ncep_data	APCC NCEP 데이터를 다운로드한다.
	download_cds_gpcp_data	GPCP 강수량 데이터를 다운로드한다.
	download_apcc_mme_slp_data	APCC MME 해수면 기압 데이터를 다운로드한다.
	download_apcc_mme_prec_data	APCC MME 강수량 데이터를 다운로드한다.
데이터 선택 및 처리	select_ncep_monthly_data	NCEP에서 특정 연월의 데이터를 선택한다.
	clip_dataset	주어진 좌표 범위로 데이터셋을 잘라낸다.
	regrid_dataset	두 데이터셋 간의 해상도를 맞추어 재배치한다.
	regrid_dataset_weighted_average	가중 평균을 이용하여 데이터셋을 재배치한다.
데이터 시각화	plot_mme_prec	MME 강수량 데이터를 시각화한다.
	plot_mme_slp	MME 해수면 기압 데이터를 시각화한다.
	plot_gpcp_prec	GPCP 강수량 데이터를 시각화한다.
	plot_ncep_slp	NCEP 해수면 기압 데이터를 시각화한다.
PDF 보고서 생성	draw_table_with_row_names	PDF에 표를 생성한다.
	gpcp_xarray_to_table_data	각 xarray 데이터를 테이블 데이터로 변환한다.
	mme_xarray_to_table_data	
	rmse_to_table_data	
	add_section_header	PDF 보고서에 섹션 제목을 추가한다.
	add_section_content	PDF 보고서에 섹션 내용을 추가한다.
데이터 확장 및 좌표 관리	set_start_coordinates	시작 좌표를 설정한다.
	expand_coordinates	지정된 좌표를 주어진 해상도에 맞게 확장한다.
	round_coordinates	주어진 좌표를 특정 간격에 맞게 반올림한다.

3.2.2.5. APCC Mashup Prototype 1 - Comparison between GPCP-MME Precipitation

APCC는 APCC Mashup Util Class를 활용하여 Mashup Service Prototype Code를 만들었다. 이 Prototype은 외부(Copernicus Data Store) API와 내부(APCC MME) API를 조합하여 Mashup 서비스를 구현하는 샘플 프로젝트이다. 이 프로젝트의 주요 내용은 다음과 같이 요약된다.

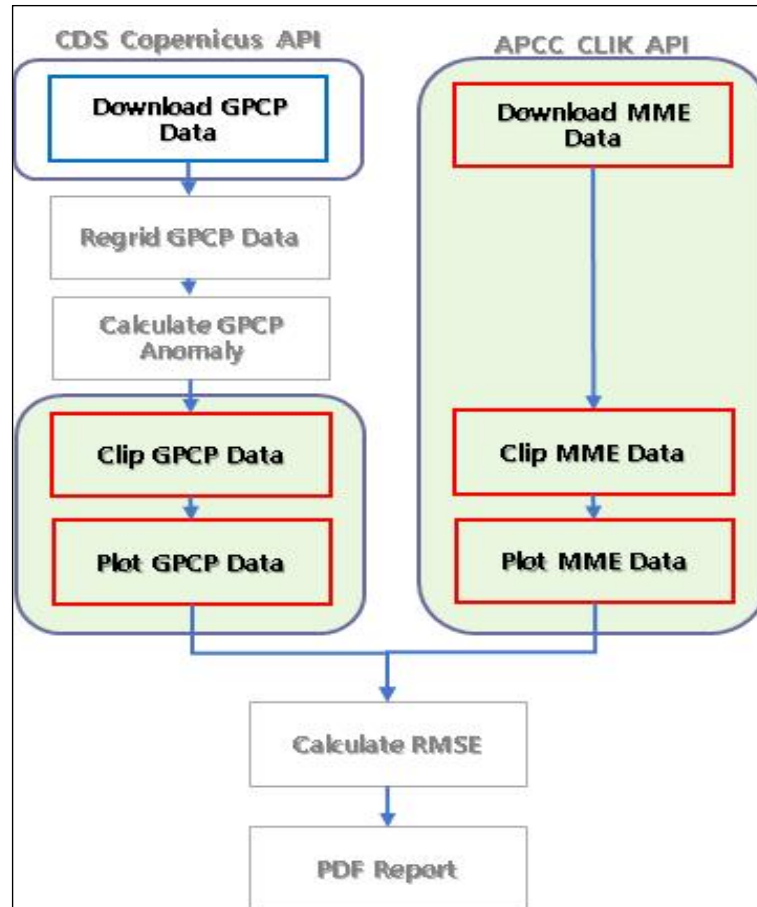


Figure 3.67. Data Flow - Mashup Prototype 1

- 외부 API - GPCP (Satellite Precipitation Data)¹³⁾
- 데이터 소스: GPCP는 위성 측정에 기반한 강수량 월별 및 일일 격자 데이터로, 1979년부터 현재까지의 데이터를 제공한다.
- 내부 API - APCC MME (Seasonal Deterministic Forecast)¹⁴⁾
- 데이터 소스: APCC MME는 SCM (Statistical Correction Model) 방법을 기반으로 한 계절 예측 데이터를 제공한다.

13) <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-precipitation?tab=overview>

14) <https://cliiks.apcc21.org/contents/openapi>

```

Anaconda Prompt
(mashup) D:\Python\clipping_mash_up>python test4.py
2023-10-23 17:07:25,954 INFO Welcome to the CDS
2023-10-23 17:07:25,954 INFO Sending request to https://cds.climate.copernicus.eu/api/v2/resources/satellite-precipitati
on
2023-10-23 17:07:26,385 INFO Request is completed
2023-10-23 17:07:26,385 INFO Downloading https://download-0808-clone.copernicus-climate.eu/cache-copute-8088/cache/data
7/dataset-satellite-precipitation-fir666d4-a957-4228-a68d-9f8c4fb66a12.zip to download.zip (79.8K)
2023-10-23 17:07:26,207 INFO Download rate 41.3K/s
[GPCP]NetCDF File: Temp/gpcp_precip_2022_01/gpcp_v02r03_monthly_d202201_c20220406.nc
*Response [202]>
[2023-10-23 17:07:29,006] [INFO] Hello joohyung.
[2023-10-23 17:07:29,006] [INFO] Your job id is 653629ce5b858c0807361827
[2023-10-23 17:07:29,006] [INFO] Request is Queued
[2023-10-23 17:07:32,312] [INFO] Request is Complete
[2023-10-23 17:07:32,312] [INFO] Start to save file - mme_prec_2022_01.nc
[2023-10-23 17:07:32,816] [INFO] Done
[MME]NetCDF File: Temp/mme_prec_2022_01/mme_prec_2022_01.nc
[Mean]NetCDF File: /Python/clipping_mash_up/gcpc_mean/gcpc_1991-2011_precip_mean_01.nc
=== [get_resolution_from_dims] ===
ValuesView(Frozen({'latitude': 104, 'time': 1, 'nv': 2}))
[expand_coordinates] 확장된 최소 위도: 33.75
[expand_coordinates] 확장된 최대 위도: 43.75
[expand_coordinates] 확장된 최소 경도: 123.75
[expand_coordinates] 확장된 최대 경도: 131.25
=== [get_resolution_from_dims] ===
ValuesView(Frozen({'time': 3, 'lat': 73, 'lon': 104}))
[expand_coordinates] 확장된 최소 위도: 32.5
[expand_coordinates] 확장된 최대 위도: 45.0
[expand_coordinates] 확장된 최소 경도: 122.5
[expand_coordinates] 확장된 최대 경도: 132.5
===lon===
[123.75 126.25 128.75 131.25]
===lat===
[33.75 36.25 38.75 41.25 43.75]
===prec===
[[[-0.25283123 -0.9072809 -0.85597 -0.8689304 ]
[-0.38918916 -0.9926962 -1.1823816 -1.0218631 ]
[-0.11180596 -0.3353533 -1.1751207 -0.24876855]
[-0.14692976 -0.1955862 -0.48261605 -0.64187937]
[-0.1266895 -0.1904981 -0.240543 -0.42978818]]
GPCP Plotting Result : clipped_gpcp.png
===lon===
[122.5 125. 127.5 130. 132.5]
===lat===
[32.5 35. 37.5 40. 42.5 45.]
===prec===
[[[-0.18481375 -0.2337721 -0.250994 -0.2123121 -0.20891257]
[-0.18479626 -0.18186822 -0.1321221 -0.0982858 -0.12886297]
[-0.05042655 -0.07283 -0.0353789 -0.16888674 -0.19425912]
[-0.02879949 -0.03776336 -0.02504183 -0.13683482 -0.17366888]
[ 0.01223729 -0.0196828 -0.03680115 -0.0322463 -0.0395867 ]
[ 0.03096593 -0.0339668 -0.05185007 -0.06142559 -0.09723456]]
MME Plotting Result : clipped_mme.png
GPCP Mean : -0.5361188395488957
MME Mean : 0.0028016092973282407
PDF Report has been created. File name: ./pdf_report.pdf
(mashup) D:\Python\clipping_mash_up>

```

Figure 3.68. Execution screenshot - Mashup Prototype

- 외부 API 활용 - GPCP 데이터 다운로드: 외부 API를 사용하여 GPCP 강수량 관측 데이터를 다운로드한다. 이 데이터는 위성 측정을 기반으로 하며 월별 및 일일 데이터를 제공한다.
- 내부 API 활용 - APCC MME 데이터 다운로드: 내부 API를 사용하여 APCC MME 데이터를 다운로드한다. 이 데이터는 SCM 방법을 기반으로 한 계절 예측 데이터를 포함한다.
- 내부 API 활용 - 두 자료의 Clipping: 내부 API를 활용하여 두 데이터 소스를 Clipping하여 원하는 지역 또는 범위로 데이터를 자른다.
- 내부 API 활용 - 두 자료의 비교 및 PDF 보고서 생성: 내부 API를 사용하여 두 데이터 소스를 비교하고, 이를 토대로 PDF 보고서를 생성한다. 이 보고서는 두 자료의 비교 결과와 분석 내용을 담고 있다.

이러한 프로토타입은 외부와 내부 데이터 소스를 효과적으로 조합하여 유용한 정보를 생성하고 보고서로 제공하는 Mashup 서비스를 구현하는 데 활용되는 기초자료라고 할 수 있다. 이와 관련된 구체적인 실행 과정은 아래와 같다.

- CDS 및 APCC 속성 파일 설정: CDS (Climate Data Store) 및 APCC (Asia-Pacific Climate Center)에 대한 속성 파일을 설정한다.
- 필요한 라이브러리 및 모듈 가져오기: 실행에 필요한 라이브러리 및 모듈을 가져온다. 이 코드에서는 NumPy, xarray, FPDF 및 mashup_util 모듈을 가져온다.

- API 호출 및 변수 설정: API 호출에 필요한 정보와 변수를 설정한다. 위도 및 경도 범위, 연도 및 월 등의 정보가 설정된다.
- 파일 및 데이터셋 설정: GPCP (Global Precipitation Climatology Project) 데이터와 APCC MME (Multi-Model Ensemble) 데이터에 대한 파일 경로를 설정한다. 또한 이러한 데이터셋을 열어 준비한다.
- 데이터셋 변수 이름 표준화: 데이터셋의 변수 이름을 표준화하기 위해 xarray를 사용하여 변수 이름을 변경한다.
- 강수량 이상치 연산: GPCP 데이터와 GPCP 평균 데이터 간의 강수량 이상치(Anomaly)를 계산한다.
- 데이터셋 재격자화: GPCP 데이터와 APCC MME 데이터를 재격자화하여 해상도를 일치시킨다.
- 데이터셋 자르기: 재격자화한 데이터셋을 위에서 설정한 위도와 경도 범위로 자른다.
- 그림 생성: GPCP 및 APCC MME 데이터에 대한 그림을 생성한다. 이 그림은 강수량 분석 결과를 시각화하였다.
- PDF 보고서 생성: FPDF 라이브러리를 사용하여 PDF 보고서를 생성한다. 이 보고서에는 GPCP 및 APCC MME 데이터 분석 결과, 각 섹션의 설명, 표, 이미지 등이 포함된다.
- PDF 파일 저장: 생성된 PDF 보고서를 지정된 파일 경로에 저장한다.

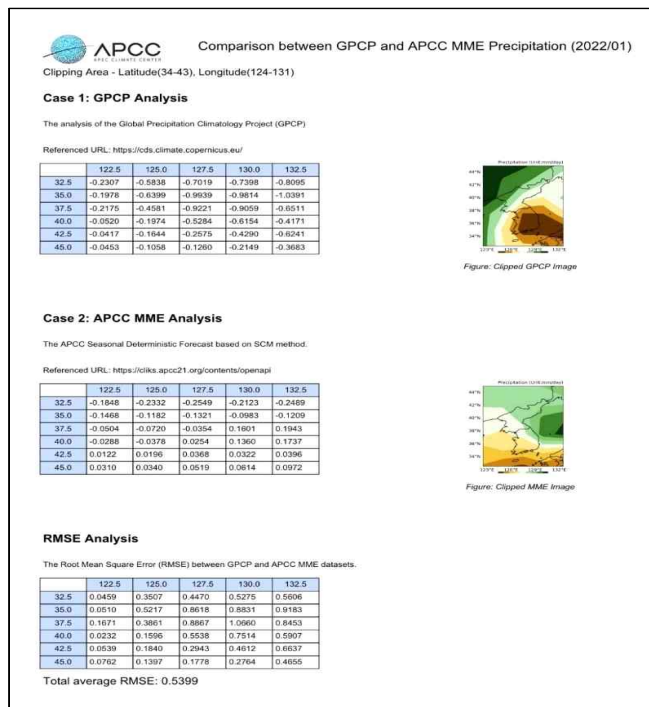


Figure 3.69. Execution result - Mashup Prototype 1

3.2.2.6. APCC Mashup Prototype 2 - Comparison between NCEP-MME Sea level pressure

다음은 APCC에서 제공하는 각각의 API를 활용한 Mashup Service Prototype Code이다. 이 Prototype은 APCC에서 API로 제공하고 있는 NCEP Reanalysis 1, APCC MME 데이터 다운로드·분석하고, 그 결과를 시각적으로 표현하여 PDF 보고서로 출력하는 과정을 자동화하는 샘플 프로젝트이다. 이 프로젝트는 아래와 같은 실행 과정을 가진다.

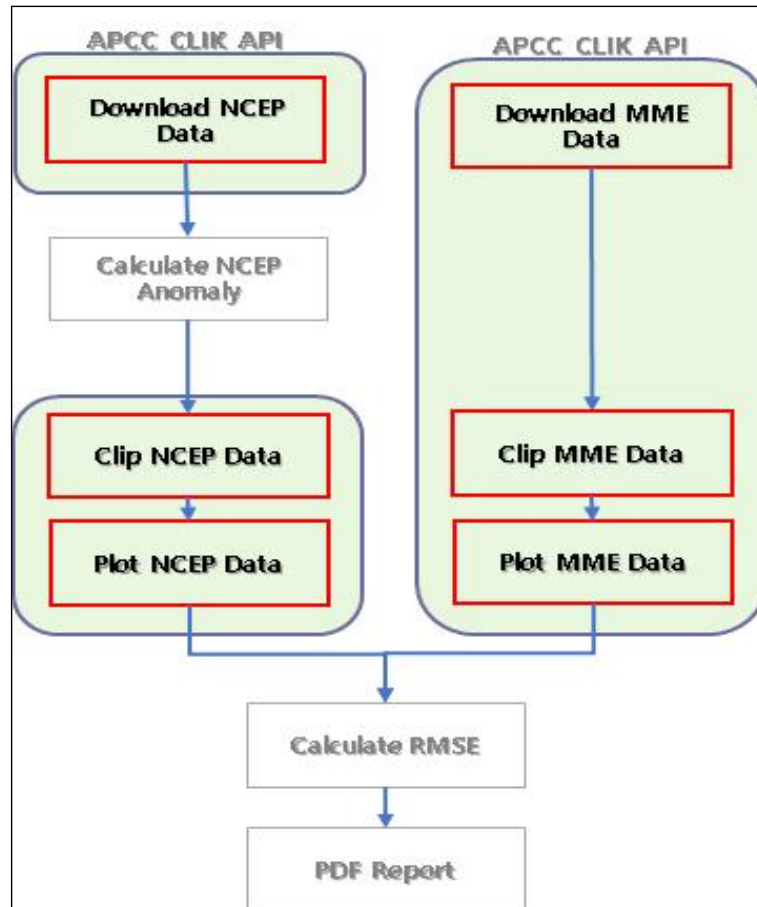


Figure 3.70. Data Flow - Mashup Prototype 2

- APCC 속성 파일 설정: APCC (Asia-Pacific Climate Center) API에 대한 속성 파일을 설정한다.
- 필요한 라이브러리 및 모듈 가져오기: NumPy, xarray, FPDF 및 mashup_util과 같은 라이브러리 및 모듈을 가져온다.
- API 호출 및 변수 설정: API 호출에 필요한 정보를 설정하고, 위도, 경도 범위, 연도 및 월 등의 변수를 설정한다.
- 파일 및 데이터셋 설정: NCEP SLP 데이터와 APCC MME 데이터 파일 경로를 설정하고 해당 데이터셋을 엽니다.
- 데이터셋 변수 이름 표준화: xarray를 사용하여 데이터셋의 변수 이름을 표준화한다.

- SLP 이상치 연산: SLP 데이터와 SLP 평균 데이터 간의 이상치를 계산한다.
- 데이터셋 재격자화: NCEP SLP 데이터와 APCC MME 데이터를 해상도를 일치시키기 위해 재격자화한다.
- 데이터셋 자르기: 재격자화한 데이터셋을 설정한 위도와 경도 범위로 자른다.
- 그림 생성: NCEP SLP 데이터와 APCC MME 데이터를 사용하여 해수면 기압 분석 결과를 시각화하는 그림을 생성한다.
- PDF 보고서 생성: FPDF 라이브러리를 사용하여 PDF 보고서를 생성한다. 이 보고서에는 NCEP SLP 및 APCC MME 데이터 분석 결과, 각 섹션의 설명, 표, 이미지 및 추가 텍스트가 포함된다.
- PDF 파일 저장: 생성된 PDF 보고서를 지정된 파일 경로에 저장한다.

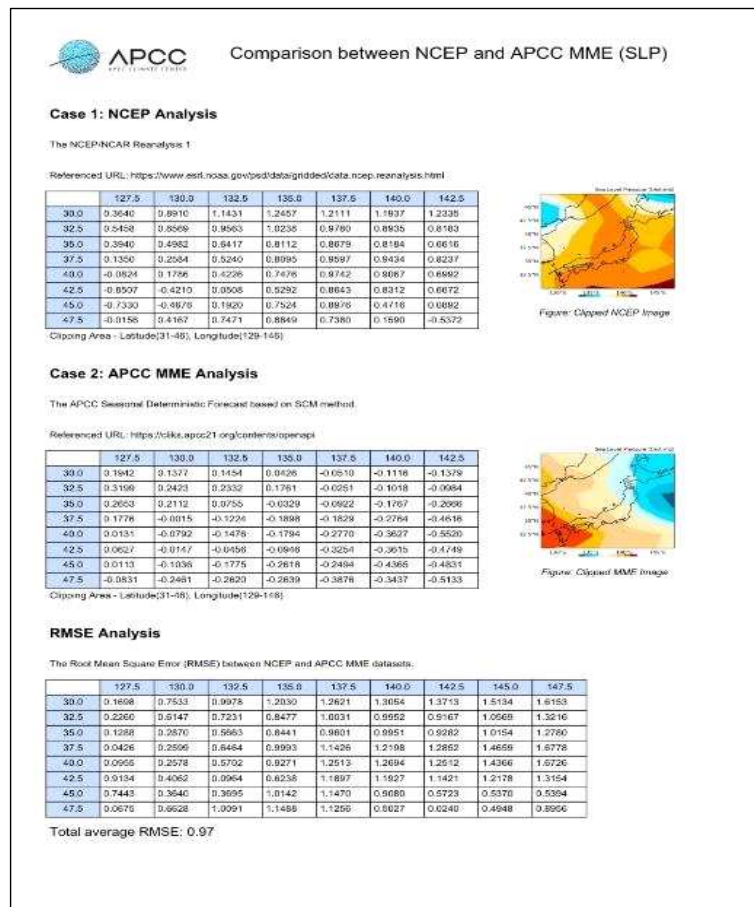


Figure 3.71. Execution result - Mashup Prototype 2

3.2.2.7. APCC Mashup Util 함수 설명

본 절에서는 APCC Mashup Util에 포함되어 있는 각각의 함수에 대한 설명(목적, 입력 매개변수, 반환 결과, 실행과정, 필요한 라이브러리 정보 등)을 하고자 한다.

- download_apcc_ncep_data (NCEP Data 다운로드)

Table 3.8. download_apcc_ncep_data function description

목적	- APCC에서 제공하는 NCEP1 월별 해수면 기압 데이터를 다운로드한다.
입력 매개변수	- self: 클래스 인스턴스의 자기 참조, 클래스의 다른 속성 및 메소드에 접근하는 데 사용된다.
반환 결과	- 성공 시: 다운로드한 파일의 경로를 문자열로 반환한다. - 실패 시: None을 반환한다.
실행 과정	- 데이터 다운로드 URL 지정: 미리 설정된 URL에서 월별 해수면 기압 데이터를 다운로드한다. - 임시 디렉토리 생성: Temp/ncep/ 경로에 디렉토리를 생성한다. 이 디렉토리는 다운로드한 파일을 저장하는 데 사용된다. - 웹 요청을 통한 데이터 다운로드: requests.get을 사용하여 URL로부터 데이터를 요청한다. 응답이 성공적이면 (상태 코드 200) 데이터를 받는다. - 파일 저장: 받은 데이터를 로컬 파일 시스템에 저장한다. 저장 경로는 Temp/ncep/에 해당 파일 이름으로 구성된다. - 결과 반환: 다운로드한 파일의 경로를 반환하거나 실패 시 None을 반환한다.
필요 라이브러리	- os: 파일 경로 생성 및 디렉토리 관리에 사용된다. - requests: HTTP 요청을 보내어 웹에서 데이터를 다운로드하는 데 사용된다.

- download_cds_gpcp_data (GPCP Data 다운로드)

Table 3.9. download_cds_gpcp_data function description

목적	- 지정된 연도와 월에 대한 GPCP(Global Precipitation Climatology Project) 위성 강수량 데이터를 다운로드한다.
입력 매개변수	- self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - year: 다운로드할 데이터의 연도. - month: 다운로드할 데이터의 월.
반환 결과	- 다운로드한 NetCDF 파일의 경로를 문자열로 반환한다.

실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - CDS API 클라이언트 초기화: cdsapi.Client()를 사용하여 CDS API 클라이언트를 초기화한다. - 데이터 요청 및 다운로드: c.retrieve 메소드를 사용하여 GPCP 위성 강수량 데이터를 요청하고 download.zip 파일로 다운로드한다. - 임시 디렉토리 생성: Temp/gpcp_precip_{year}_{month} 경로에 디렉토리를 생성한다. - 다운로드한 ZIP 파일 압축 해제: download.zip 파일의 압축을 해제하고, 해당 디렉토리에 저장한다. - 압축 해제된 파일 목록 가져오기: 압축 해제된 파일 중 .nc 확장자를 가진 파일을 찾아 해당 파일의 경로를 확인한다. - 결과 반환: 찾은 NetCDF 파일의 경로를 반환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - cdsapi: Copernicus Climate Data Store의 API에 접근하는 데 사용된다. - os: 파일 경로 생성 및 디렉토리 관리에 사용된다. - zipfile: ZIP 파일의 압축을 해제하는 데 사용된다.

· download_apcc_mme_slp_data (APCC MME 데이터 다운로드)

Table 3.10. download_apcc_mme_slp_data function description

목적	- 지정된 연도와 월에 대한 APCC의 다중 모델 앙상블(Multi-Model Ensemble, MME) 해수면 기압(SLP) 예측 데이터를 다운로드한다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - year: 데이터 다운로드에 사용되는 연도. - month: 데이터 다운로드에 사용되는 월.
반환 결과	- 다운로드한 NetCDF 파일의 경로를 문자열로 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 연도와 월 결합: 입력된 연도와 월을 결합하여 문자열 yearmonth를 생성한다. - APCC API 클라이언트 초기화: apccapi.Client()를 사용하여 APCC API 클라이언트를 초기화한다. - MME SLP 데이터 요청 및 다운로드: APCC API를 사용하여 특정 연도와 월에 대한 MME 해수면 기압 데이터를 요청하고, 결과를 NetCDF 파일로 다운로드한다. - 임시 디렉토리 생성: Temp/mme_slp_{year}_{month}/ 경로에 디렉토리를 생성한다. - 다운로드한 파일 복사: 다운로드한 NetCDF 파일을 위에서 생성한 임시 디렉토리로 복사한다. - 결과 반환: 복사된 NetCDF 파일의 경로를 반환한다.
필요 라이브러리	- apccapi: APCC(Asia-Pacific Climate Center) API에 접근하는 데 사용된

	<ul style="list-style-type: none"> 다. - os: 파일 경로 생성 및 디렉토리 관리에 사용된다. - shutil: 파일 복사에 사용된다.
--	---

· download_apcc_mme_prec_data (APCC MME 데이터 다운로드)

Table 3.11. download_apcc_mme_prec_data function description

목적	- APCC의 다중 모델 앙상블(Multi-Model Ensemble, MME)을 통한 지정된 연도와 월의 강수량 예측 데이터를 다운로드한다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - year: 데이터 다운로드에 사용되는 연도. - month: 데이터 다운로드에 사용되는 월.
반환 결과	- 다운로드한 NetCDF 파일의 경로를 문자열로 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 연도와 월 결합: 입력된 연도와 월을 결합하여 yearmonth 문자열을 생성한다. - APCC API 클라이언트 초기화: apccapi.Client()를 사용하여 APCC API 클라이언트를 초기화한다. - MME 강수량 데이터 요청 및 다운로드: APCC API를 사용하여 특정 연도와 월에 대한 MME 강수량 데이터를 요청하고, 결과를 NetCDF 파일로 다운로드한다. - 임시 디렉토리 생성: Temp/mme_prec_{year}_{month}/ 경로에 디렉토리를 생성한다. - 다운로드한 파일 복사: 다운로드한 NetCDF 파일을 위에서 생성한 임시 디렉토리로 복사한다. - 결과 반환: 복사된 NetCDF 파일의 경로를 반환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - apccapi: APCC(Asia-Pacific Climate Center) API에 접근하는 데 사용된다. - os: 파일 경로 생성 및 디렉토리 관리에 사용된다. - shutil: 파일 복사에 사용된다.

· select_ncep_monthly_data

Table 3.12. select_ncep_monthly_data function description

목적	- 주어진 NCEP 데이터셋 파일에서 특정 연도와 월에 해당하는 데이터를 선택한다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - ncep1_file_name: NCEP 데이터셋이 포함된 파일의 이름.

	<ul style="list-style-type: none"> - year: 선택할 데이터의 연도. - month: 선택할 데이터의 월.
반환 결과	<ul style="list-style-type: none"> - 선택된 데이터를 포함하는 xarray 데이터셋 객체를 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터셋 열기: xr.open_dataset을 사용하여 주어진 파일 이름의 NCEP 데이터셋을 열어 ncep_ds 객체를 생성한다. - 특정 시간 데이터 선택: ncep_ds.sel 메소드를 사용하여 'time' 좌표를 기준으로 특정 연도와 월에 해당하는 데이터를 선택한다. 여기서 month.zfill(2)는 월이 한 자리 숫자일 경우 두 자리로 만들어준다 (예: '3' -> '03'). - 데이터셋 닫기: 사용이 끝난 후 ncep_ds 객체를 닫는다. - 결과 반환: 선택된 데이터를 포함하는 xarray 데이터셋 객체를 반환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - xarray: 복잡한 다차원 데이터를 효과적으로 처리하고 분석하는 데 사용된다.

• get_resolution_from_dims

Table 3.13. get_resolution_from_dims function description

목적	<ul style="list-style-type: none"> - 주어진 차원(dims) 정보를 기반으로 위도와 경도의 해상도를 계산한다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - dims: 차원 정보를 담고 있는 객체. 위도와 경도 차원의 길이(데이터 포인트의 수)가 포함된다.
반환 결과	<ul style="list-style-type: none"> - 위도(lat_interval)와 경도(lon_interval)의 해상도를 튜플 형태로 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 차원 정보 출력: dims 객체에서 위도와 경도의 차원 정보를 추출하고 출력한다. - 위도 및 경도 차원 값 추출: dims 객체를 순회하면서 위도('lat') 및 경도('lon') 차원의 길이를 찾는다. - 해상도 계산: 위도와 경도의 전체 범위(각각 180° 와 360°)를 해당 차원의 길이로 나누어 해상도를 계산한다. 결과는 반올림하여 소수 첫째 자리까지 표시한다. - 결과 반환: 계산된 위도와 경도의 해상도를 반환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - 해당 함수는 특정 외부 라이브러리를 직접적으로 참조하지 않는다.

• set_start_coordinates

Table 3.14. set_start_coordinates function description

목적	- 위도와 경도 배열의 시작 지점 좌표를 설정한다.
입력 매개변수	- self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - lat_start_point: 위도 배열의 시작 지점. - lon_start_point: 경도 배열의 시작 지점.
반환 결과	- 설정된 위도(lat_start_point)와 경도(lon_start_point) 시작 지점 좌표를 튜플 형태로 반환한다.
실행 과정	- 위도 시작 지점 설정: 인스턴스 변수 self.lat_start_point에 입력된 위도 시작 지점(lat_start_point)을 할당한다. - 경도 시작 지점 설정: 인스턴스 변수 self.lon_start_point에 입력된 경도 시작 지점(lon_start_point)을 할당한다. - 좌표 반환: 설정된 위도와 경도의 시작 지점 좌표를 반환한다.
필요 라이브러리	- 이 함수는 특정 외부 라이브러리를 직접적으로 참조하지 않는다.

• expand_coordinates

Table 3.15. expand_coordinates function description

목적	- 주어진 위도와 경도의 범위를 주어진 간격에 맞게 확장하여 새로운 위도 및 경도 범위를 설정한다.
입력 매개변수	- self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - min_lat: 확장할 위도 범위의 최소값. - max_lat: 확장할 위도 범위의 최대값. - min_lon: 확장할 경도 범위의 최소값. - max_lon: 확장할 경도 범위의 최대값. - interval: 위도와 경도 간격.
반환 결과	- 확장된 위도 및 경도 범위 (최소 위도, 최대 위도, 최소 경도, 최대 경도)를 튜플 형태로 반환한다.
실행 과정	- 위도 및 경도 범위 확장: self.round_coordinates 메소드를 호출하여 입력된 위도와 경도 범위를 주어진 간격에 맞게 확장한다. 이때 최소값은 내림, 최대값은 올림하여 간격에 맞춘다. - 확장된 좌표 출력: 확장된 최소 및 최대 위도와 경도를 출력한다. - 결과 반환: 확장된 위도 및 경도 범위를 반환한다.
필요 라이브러리	- 이 함수는 특정 외부 라이브러리를 직접적으로 참조하지 않는다.

· round_coordinates

Table 3.16. round_coordinates function description

목적	- 주어진 최소값과 최대값을 지정된 간격 및 시작점을 고려하여 가장 가까운 간격으로 반올림한다.
입력 매개변수	- min_val: 반올림할 최소값. - max_val: 반올림할 최대값. - interval: 반올림할 간격. - start_point: 반올림의 기준이 되는 시작점.
반환 결과	- 반올림된 최소값(rounded_min)과 최대값(rounded_max)을 튜플 형태로 반환한다.
실행 과정	- 최소값 반올림: 주어진 최소값(min_val)을 시작점(start_point)과 간격(interval)을 고려하여 내림하여 반올림한다. - 최대값 반올림: 주어진 최대값(max_val)을 시작점과 간격을 고려하여 올림하여 반올림한다. - 결과 반환: 반올림된 최소값과 최대값을 반환한다.
필요 라이브러리	- numpy: 수학적 계산 및 배열 처리에 사용된다. 특히 np.floor과 np.ceil 함수를 사용하여 값들을 내림 및 올림한다.

· draw_table_with_row_names

Table 3.17. draw_table_with_row_names function description

목적	- PDF 문서에 열 헤더와 행 이름이 포함된 테이블을 그린다.
입력 매개변수	- self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - pdf: FPDF 객체, PDF 문서. - pos_x, pos_y: 테이블을 시작할 X, Y 좌표. - column_headers: 열 헤더로 사용될 문자열 리스트. - row_names: 각 행의 이름을 나타내는 문자열 리스트. - data: 테이블에 표시할 데이터, 2차원 리스트 형태.
반환 결과	- 반환 값 없음. 함수는 PDF 객체에 직접 그리기 작업을 수행한다.
실행 과정	- 테이블 위치 설정: set_xy 메소드를 사용하여 테이블을 그릴 위치를 설정한다. - 열 헤더 그리기: 열 헤더를 위한 셀들을 생성하고, 각 셀에 헤더 텍스트를 삽입한다. - 행 이름과 데이터 셀 그리기: 각 행에 대해 행 이름과 데이터 셀을 그린다. 데이터는 실수로 변환되거나 원래의 문자열 형태로 셀에 삽입된

	<p>다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 테이블의 각 행 그리기: 데이터의 각 행에 대해 반복하여, 행 이름과 해당 데이터를 테이블에 추가한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - fpdf: PDF 문서 생성 및 조작에 사용된다. 특히, FPDF 클래스는 PDF 문서에 텍스트, 셀, 이미지 등을 추가하는 데 사용된다.

· gpcp_xarray_to_table_data

Table 3.18. gpcp_xarray_to_table_data function description

목적	<ul style="list-style-type: none"> - GPCP 강수량 데이터가 담긴 xarray 데이터셋을 테이블 형식의 데이터로 변환한다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - xarray_data - GPCP 강수량 데이터가 담긴 xarray 데이터셋.
반환 결과	<ul style="list-style-type: none"> - 열 헤더(column_headers), 행 이름(row_names), 데이터(data)를 튜플 형태로 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - xarray 데이터셋의 경도와 위도 값을 추출하여 열 헤더와 행 이름을 생성한다. - 강수량 데이터를 리스트 형태로 변환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - xarray: 복잡한 다차원 데이터를 효과적으로 처리하고 분석하는 데 사용된다.

· mme_xarray_to_table_data

Table 3.19. mme_xarray_to_table_data function description

목적	<ul style="list-style-type: none"> - MME(Multi-Model Ensemble) 기후 모델 데이터가 담긴 xarray 데이터셋을 테이블 형식의 데이터로 변환한다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - xarray_data - MME 기후 모델 데이터가 담긴 xarray 데이터셋.
반환 결과	<ul style="list-style-type: none"> - 열 헤더(column_headers), 행 이름(row_names), 데이터(data)를 튜플 형태로 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - xarray 데이터셋의 경도와 위도 값을 추출하여 열 헤더와 행 이름을 생성한다. - 모델 데이터를 리스트 형태로 변환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - xarray: 복잡한 다차원 데이터를 효과적으로 처리하고 분석하는 데 사용된다.

· rmse_to_table_data

Table 3.20. rmse_to_table_data function description

목적	- 주어진 RMSE 데이터를 테이블 형식으로 변환한다.
입력 매개변수	- rmse_data: RMSE(평균 제공근 오차) 데이터가 담긴 배열 또는 데이터 셋. - lats, lons: 위도 및 경도 값.
반환 결과	- 열 헤더(column_headers), 행 이름(row_names), 데이터(table_data)를 튜플 형태로 반환한다.
실행 과정	- RMSE 데이터를 2차원 배열 형태로 변환한다. - 위도 및 경도를 기반으로 테이블의 헤더와 행 이름을 생성한다. - 각 셀에 들어갈 RMSE 값을 포매팅하여 테이블 데이터를 구성한다.
필요 라이브러리	- numpy: 수학적 계산 및 배열 처리에 사용된다.

· add_section_header

Table 3.21. add_section_header function description

목적	- PDF 문서에 섹션 제목, 설명, 그리고 선택적으로 URL을 추가한다.
입력 매개변수	- self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - pdf: FPDF 객체, PDF 문서. - title: 섹션의 제목. - description: 섹션의 설명 (선택적). - url: 섹션과 관련된 URL (선택적).
반환 결과	- 반환 값 없음. 함수는 PDF 객체에 직접 내용을 추가한다.
실행 과정	- 섹션의 제목을 굵은 글씨체로 추가한다. - 설명이 제공되면, 일반 글씨체로 설명을 추가한다. - URL이 제공되면, 이를 문서에 추가한다.
필요 라이브러리	- fpdf: PDF 문서 생성 및 조작에 사용된다. 특히, FPDF 클래스는 PDF 문서에 텍스트, 셀, 이미지 등을 추가하는 데 사용된다.

· add_section_content

Table 3.22. add_section_content function description

목적	- PDF 문서에 표, 이미지, 추가적인 텍스트 등의 섹션 별 내용을 추가한다.
-----------	--

입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - self: 클래스 인스턴스의 자기 참조. - pdf: FPDF 객체, PDF 문서. - gpcp: GPCP 데이터를 처리하는 객체. - table_data: 테이블로 표시할 데이터. - image_path: 추가할 이미지의 경로. - image_caption: 이미지 설명. - additional_texts: 추가할 텍스트 리스트.
반환 결과	<ul style="list-style-type: none"> - 반환 값 없음. 함수는 PDF 객체에 직접 내용을 추가한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 표 데이터를 기반으로 테이블을 그린다. - 지정된 경로의 이미지를 문서에 추가하고, 캡션을 설정한다. - 추가적인 텍스트를 문서에 추가한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - fpdf: PDF 문서 생성 및 조작에 사용된다. 특히, FPDF 클래스는 PDF 문서에 텍스트, 셀, 이미지 등을 추가하는 데 사용된다.

· find_ncep_mean_data

Table 3.23. find_ncep_mean_data function description

목적	<ul style="list-style-type: none"> - 특정 월에 대한 NCEP 평균 해수면 기압 데이터 파일의 경로를 찾는다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - month: 데이터를 찾을 월.
반환 결과	<ul style="list-style-type: none"> - NCEP 평균 데이터 파일의 경로를 문자열로 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - NCEP 평균 데이터가 저장된 디렉토리 경로를 정의한다. - 지정된 월에 해당하는 파일 이름을 생성한다. - 전체 파일 경로를 결합하여 반환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - 사용되지 않음.

· find_gpcp_mean_data

Table 3.24. find_gpcp_mean_data function description

목적	<ul style="list-style-type: none"> - 특정 월에 대한 GPCP 평균 강수량 데이터 파일의 경로를 찾는다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - month: 데이터를 찾을 월.

반환 결과	- GPCP 평균 데이터 파일의 경로를 문자열로 반환한다.
실행 과정	- GPCP 평균 데이터가 저장된 디렉토리 경로를 정의한다. - 지정된 월에 해당하는 파일 이름을 생성한다. - 전체 파일 경로를 결합하여 반환한다.
필요 라이브러리	- 사용되지 않음.

· clip_dataset

Table 3.25. clip_dataset function description

목적	- 주어진 데이터셋을 지정된 좌표 범위에 맞게 잘라내어 (clip) 새로운 데이터셋을 생성한다.
입력 매개변수	- dataset: 잘라내기를 수행할 데이터셋. xarray 데이터셋으로 가정된다.
반환 결과	- 잘라낸 데이터셋 (clipped_mme_ds)을 반환한다.
실행 과정	- 좌표값 설정: 데이터셋에서 위도와 경도의 시작 지점을 추출한다. - 시작 좌표 설정: set_start_coordinates 메소드를 사용하여 위도와 경도의 시작 지점을 설정한다. - 해상도 추출: get_resolution_from_dims 메소드를 사용하여 데이터셋의 위도 및 경도 차원에서 해상도를 추출한다. - 좌표 확장: expand_coordinates 메소드를 사용하여 지정된 최소 및 최대 위도와 경도 값을 확장한다. - 데이터셋 잘라내기: dataset.sel 메소드를 사용하여 확장된 위도 및 경도 범위에 해당하는 부분을 잘라낸다. - 잘라낸 데이터셋 반환: 확장된 범위로 잘라낸 새로운 데이터셋을 반환한다.
필요 라이브러리	- xarray: 다차원 배열과 데이터셋을 처리하는 데 사용된다.

· regrid_dataset

Table 3.26. regrid_dataset function description

목적	- 소스 데이터셋을 타겟 데이터셋의 해상도와 격자에 맞게 재배치한다.
입력 매개변수	- source: 재배치할 원본 데이터셋.

	- target: 타겟 데이터셋, 새로운 해상도 및 격자를 제공한다.
반환 결과	- 재배치된 데이터셋 (regrided_dataset)을 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 해상도 추출: 타겟 데이터셋의 해상도를 get_resolution_from_dims 메소드를 사용하여 추출한다. - 새로운 위도와 경도 배열 생성: 타겟 데이터셋의 위도 및 경도 범위를 기준으로 새로운 위도와 경도 배열을 생성한다. - 출력 데이터셋 생성: 새로운 위도와 경도 배열을 사용하여 출력 데이터셋(ds_out)을 생성한다. - 재배치 객체 생성: xesmf.Regridder를 사용하여 소스와 출력 데이터셋 간의 재배치 객체를 생성한다. - 데이터셋 재배치 수행: 재배치 객체를 사용하여 소스 데이터셋을 재배치한다. - 재배치된 데이터셋 반환: 재배치된 데이터셋을 반환한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - numpy: 새로운 위도와 경도 배열을 생성하는 데 사용된다. - xarray: 데이터셋의 처리 및 생성에 사용된다. - xesmf: 고급 재배치(regridding) 기능을 제공하는 라이브러리다.

· regrid_dataset_weighted_average

Table 3.27. regrid_dataset_weighted_average function description

목적	- 소스 데이터셋을 타겟 데이터셋의 해상도와 격자에 맞게 가중 평균 방법으로 재배치한다.
입력 매개변수	<ul style="list-style-type: none"> - source: 재배치할 원본 데이터셋. - target: 타겟 데이터셋, 새로운 해상도 및 격자를 제공한다.
반환 결과	- 재배치된 데이터셋 (regrided_dataset)을 반환한다.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 해상도 추출: 타겟 데이터셋의 해상도를 get_resolution_from_dims 메소드를 사용하여 추출한다. - 새로운 위도와 경도 배열 생성: 타겟 데이터셋의 위도 및 경도 범위를 기준으로 새로운 위도와 경도 배열을 생성한다. - 출력 데이터셋 생성: 새로운 위도와 경도 배열을 사용하여 출력 데이터셋(regrided_dataset)을 생성한다. - 가중치 설정 및 가중 평균 계산: 소스 데이터셋에서 't2m' 변수에 대한 가중치를 설정하고, 가중 평균을 계산한다. - 가중 평균된 데이터셋 업데이트: 계산된 가중 평균값을 새로운 데이터셋에 't2m' 변수로 추가한다.

	- 재배치된 데이터셋 반환: 가중 평균을 통해 재배치된 데이터셋을 반환한다.
필요 라이브러리	- numpy: 수학적 계산 및 배열 처리에 사용된다. - xarray: 데이터셋의 처리 및 생성에 사용된다.

· plot_mme_prec

Table 3.28. plot_mme_prec function description

목적	- 이 함수는 주어진 clipped_mme_ds 데이터셋에 대한 강수량 (Precipitation) 플롯을 생성하고 저장한다.
입력 매개변수	- clipped_mme_ds: 플롯할 강수량 데이터셋.
반환 결과	- 반환 값 없음.
실행 과정	- 강수량 데이터 추출: clipped_mme_ds.prec.values를 사용하여 강수량 데이터를 추출하고, 2차원 배열로 변환한다. - 위도와 경도 추출: clipped_mme_ds.lon.values 및 clipped_mme_ds.lat.values를 사용하여 위도와 경도 데이터를 추출한다. - 플롯 설정 및 데이터 플로팅: 주어진 데이터를 사용하여 지도 위에 강수량을 플로팅하고 그에 필요한 설정을 한다. 플롯은 지정된 범위 내에 위치하며 국가 경계 및 해안선을 추가한다. - 색상 및 레이블 설정: 강수량 값에 따라 색상을 지정하고, 컬러바와 레이블을 설정하여 강수량을 시각화한다. - 그리드 및 가로세로 선 추가: 지도에 그리드와 가로세로 선을 추가하여 레이아웃을 더 명확하게 만든다. - 플롯 저장: 생성된 플롯을 이미지 파일로 저장하고, 파일명을 출력한다.
필요 라이브러리	- numpy: 수학적 계산 및 배열 처리에 사용된다. - matplotlib (plt): 데이터 시각화 및 그래프 생성에 사용된다. - cartopy (ccrs): 지리 정보 시각화에 사용된다.

· plot_mme_slp

Table 3.29. plot_mme_slp function description

목적	- 이 함수는 지정된 clipped_mme_ds 데이터셋의 해면 기압(SLP: Sea Level Pressure) 값을 사용하여 지도 위에 해면 기압 플롯을 생성하고 저장한다.
입력 매개변수	- clipped_mme_ds: 플롯할 해면 기압 데이터셋.

반환 결과	- 반환 값 없음.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 해면 기압 데이터 추출: <code>clipped_mme_ds.slp.values</code>를 사용하여 해면 기압 데이터를 추출하고, 2차원 배열로 변환한다. - 위도와 경도 추출: <code>clipped_mme_ds.lon.values</code> 및 <code>clipped_mme_ds.lat.values</code>를 사용하여 위도와 경도 데이터를 추출한다. - 플롯 설정 및 데이터 플로팅: 주어진 데이터를 사용하여 지도 위에 해면 기압을 플로팅하고 그에 필요한 설정을 한다. 플롯은 지정된 범위 내에 위치하며 국가 경계 및 해안선을 추가한다. - 색상 및 레이블 설정: 해면 기압 값에 따라 색상을 지정하고, 컬러바와 레이블을 설정하여 해면 기압을 시각화한다. - 그리드 및 가로세로 선 추가: 지도에 그리드와 가로세로 선을 추가하여 레이아웃을 더 명확하게 만든다. - 플롯 저장: 생성된 해면 기압 플롯을 이미지 파일로 저장하고, 파일명을 출력한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - <code>numpy</code>: 수학적 계산 및 배열 처리에 사용된다. - <code>matplotlib (plt)</code>: 데이터 시각화 및 그래프 생성에 사용된다. - <code>cartopy (ccrs)</code>: 지리 정보 시각화에 사용된다.

• `plot_gpcp_prec`

Table 3.30. `plot_gpcp_prec` function description

목적	- 이 함수는 지정된 <code>clipped_gpcp_ds</code> 데이터셋의 강수량(Precipitation) 값을 사용하여 지도 위에 강수량 플롯을 생성하고 저장한다.
입력 매개변수	- <code>clipped_gpcp_ds</code> : 플로팅할 강수량 데이터셋.
반환 결과	- 반환 값 없음.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 강수량 데이터 추출: <code>clipped_gpcp_ds.prec.values</code>를 사용하여 강수량 데이터를 추출한다. - 위도와 경도 추출: <code>clipped_gpcp_ds.lon.values</code> 및 <code>clipped_gpcp_ds.lat.values</code>를 사용하여 위도와 경도 데이터를 추출한다. - 플롯 설정 및 데이터 플로팅: 주어진 데이터를 사용하여 지도 위에 강수량을 플로팅하고 그에 필요한 설정을 한다. 플롯은 지정된 범위 내에 위치하며 국가 경계 및 해안선을 추가한다. - 색상 및 레이블 설정: 강수량 값에 따라 색상을 지정하고, 컬러바와 레

	<ul style="list-style-type: none"> 이블을 설정하여 강수량을 시각화한다. - 그리드 및 가로세로 선 추가: 지도에 그리드와 가로세로 선을 추가하여 레이아웃을 더 명확하게 만든다. - 플롯 저장: 생성된 강수량 플롯을 이미지 파일로 저장하고, 파일명을 출력한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - numpy: 수학적 계산 및 배열 처리에 사용된다. - matplotlib (plt): 데이터 시각화 및 그래프 생성에 사용된다. - cartopy (ccrs): 지리 정보 시각화에 사용된다.

· plot_ncep_slp

Table 3.31. plot_ncep_slp function description

목적	- 이 함수는 지정된 clipped_ncep_ds 데이터셋의 해수면 기압(SLP, Sea Level Pressure) 값을 사용하여 지도 위에 해수면 기압 플롯을 생성하고 저장한다.
입력 매개변수	- clipped_ncep_ds: 플롯할 해수면 기압 데이터셋.
반환 결과	- 반환 값 없음.
실행 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 해수면 기압 데이터 추출: clipped_ncep_ds.slp.values를 사용하여 해수면 기압 데이터를 추출한다. - 위도와 경도 추출: clipped_ncep_ds.lon.values 및 clipped_ncep_ds.lat.values를 사용하여 위도와 경도 데이터를 추출한다. - 플롯 설정 및 데이터 플로팅: 주어진 데이터를 사용하여 지도 위에 해수면 기압을 플로팅하고 그에 필요한 설정을 한다. 플롯은 지정된 범위 내에 위치하며 국가 경계 및 해안선을 추가한다. - 색상 및 레이블 설정: 해수면 기압 값에 따라 색상을 지정하고, 컬러바와 레이블을 설정하여 해수면 기압을 시각화한다. - 그리드 및 가로세로 선 추가: 지도에 그리드와 가로세로 선을 추가하여 레이아웃을 더 명확하게 만든다. - 플롯 저장: 생성된 해수면 기압 플롯을 이미지 파일로 저장하고, 파일명을 출력한다.
필요 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - numpy: 수학적 계산 및 배열 처리에 사용된다. - matplotlib (plt): 데이터 시각화 및 그래프 생성에 사용된다. - cartopy (ccrs): 지리 정보 시각화에 사용된다.

3.3. 홈페이지/기후정보서비스 플랫폼 통합 기반 마련

3.3.1. 홈페이지/기후정보서비스 플랫폼 통합 체계 설계

APCC 홈페이지는 2015년 구축 하여 온프레미스 환경에서 운영을 하였다. 온프레미스 환경은 기관이 자체적으로 IT 인프라를 소유, 관리 및 운영하는 경우를 말하는데 실제로 단독 서버에 OS를 설치하고 홈페이지의 웹 서비스에 필요한 WEB 서버와 WAS 서버를 설치하고, 데이터베이스 서버를 설치 및 설정하여 홈페이지를 운영하였다. 즉 홈페이지 운영에 필요한 모든 작업을 센터에서 직접 수행하였다. 이러한 운영방식을 온프레미스 환경이라고 한다. 기후정보서비스 통합플랫폼은 한국지능정보사회진흥원(NIA)에서 개발한 파스-타를 기반으로 구축하여 서비스를 제공 중인 서비스이다. 홈페이지의 온프레미스 환경과는 달리 PaaS (Platform as a Service) 기반으로 구성되어 있다. 이러한 홈페이지와 기후정보서비스 플랫폼은 국가의 웹 사이트 정책중 하나인 웹사이트 총량제에 따라 1개의 사이트로 통합을 해야 한다. 해당 웹 사이트 통합은 2025년을 목표로 진행이 되고 있고, 이를 위해 기존의 기후정보서비스들을 모두 기후정보서비스 플랫폼으로 통합을 하였다. 이제 2025년도까지는 홈페이지와 기후정보서비스 플랫폼의 통합만이 남아 있는 상태이다. 해당 통합을 위해 올해 새롭게 구축한 신규 홈페이지의 기반을 기후정보서비스 플랫폼과의 효율적인 통합을 위해서 클라우드 플랫폼 기반으로 구축을 진행하였다. 기존의 온프레미스 환경이 아닌 클라우드 기반의 홈페이지를 구축하여 향후 통합을 위한 기반 생태계를 조성하는 것으로, 아래의 Figure는 현재 운영중인 기후정보서비스 플랫폼과 올해 구축될 홈페이지의 구성도이다. 해당 구성도는 홈페이지와 기후정보서비스 플랫폼의 통합이라는 설계사상에 기반하여 구성이 되었다. 상기 언급하였던 것과 같이 기후정보서비스 플랫폼의 기반이 되는 파스-타가 CF(Cloud Foundry)에서 Container Platform 기반으로 아키텍처의 변경이 점차적으로 일어나고 있으며, 추후 CF에 대한 지원이 종료될 예정임에 따라 이번 에 신규 구축하는 홈페이지는 쿠버네티스 기반의 Container Platform에 구축을 진행하였다.

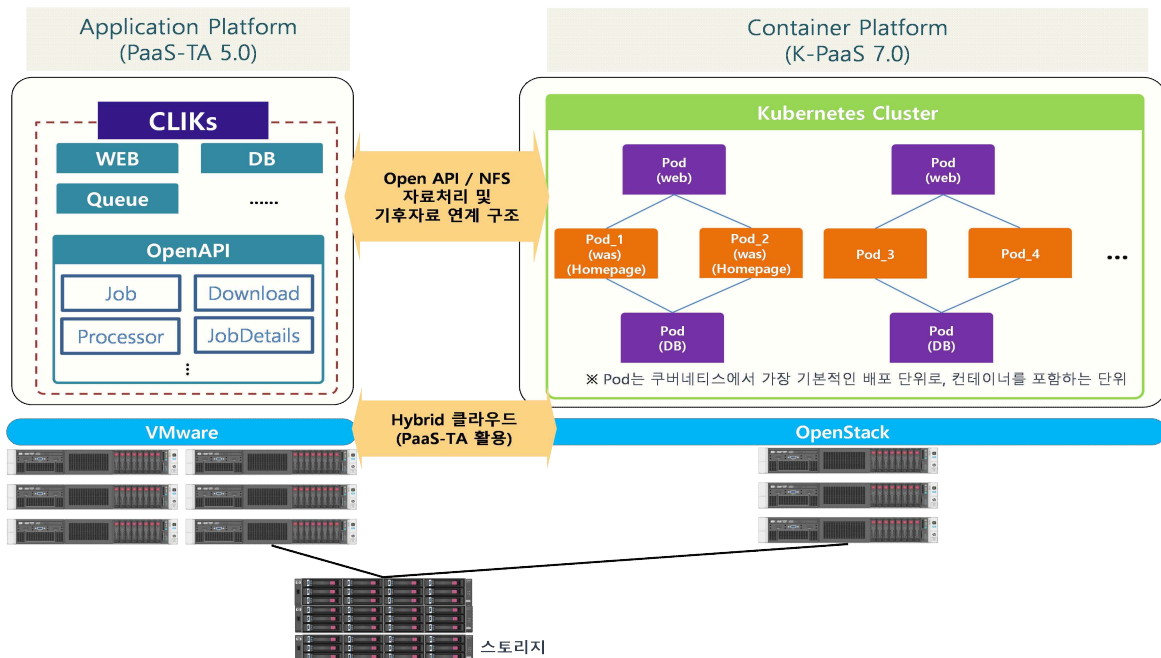


Figure 3.72. Climate Information Service platform structure

3.3.2. 홈페이지/기후정보서비스 플랫폼 통합 원형 개발

기후정보서비스 플랫폼은 현재 Spring Boot 프레임워크 기반으로 개발되어 PaaS (Platform as a Service)에 배포되어 운영 중이다. PaaS에 배포하기 위하여 웹 애플리케이션은 war 혹은 jar 등 java build 파일로 build 되어 관리하고 있다. 이 절에서는 기존의 기후정보서비스 플랫폼의 java build 파일을 이용하여 PaaS 및 CaaS (Containers as a Service) 환경에서 홈페이지와 통합하는 방안에 관하여 기술한다.

3.3.2.1. PaaS 환경에서의 통합

APCC는 PaaS 환경을 구축하기 위하여 CF(Cloud Foundry) 기반의 PaaS-TA 시스템을 이용하였다. CF 기반의 PaaS 환경에 기후정보서비스 플랫폼 build 파일을 배포하기 위해서 다음과 같은 manifest 파일을 이용한다.

```
---
applications:
- name: cliks
  memory: 1G
  instances: 2
  path: target/dataportal-3.4.0.war
  buildpack: java_buildpack
env:
  JAVA_OPTS: -Duser.timezone=Asia/Seoul
```

Figure 3.73. A manifest file to deploy a war file

위의 manifest 파일을 이용하여 배포하면 <http://cliks.cf.apcc21.org> 와 같은 기본 URL이 설정된다. cliks를 홈페이지의 한 부분으로 통합하기 위해서는 <https://www.apcc21.org/cliks>와 같은 URL로 라우팅해야 한다. 배포 및 라우팅 방법은 다음과 같다.

```
cf push
cf map-route cliks apcc21.org --path cliks
```

Figure 3.74. Deployment and URL routing method

3.3.2.2. CaaS 환경에서의 통합

CaaS (Containers as a Service)는 컨테이너 기반 가상화를 사용하여 애플리케이션을 관리하고 배포할 수 있는 클라우드 기반 서비스이다. CaaS 환경에 웹 애플리케이션을 배포하는 과정은 다음과 같다.

- 컨테이너 이미지 생성
- 컨테이너 레퍼지토리(Repository)로 이미지 업로드
- CaaS에 컨테이너 이미지 배포

Spring Boot 기반의 java build 파일을 CaaS에 배포하기 위하여 컨테이너 이미지를 생성하고 레퍼지토리에 업로드하는 방법은 dockerfile을 이용하는 방법, jib를 이용하는 방법의 두 가지로 나뉜다.

① Dockerfile을 이용한 컨테이너 이미지 생성

Dockerfile을 이용하여 컨테이너 이미지를 생성하는 순서는 다음과 같다.

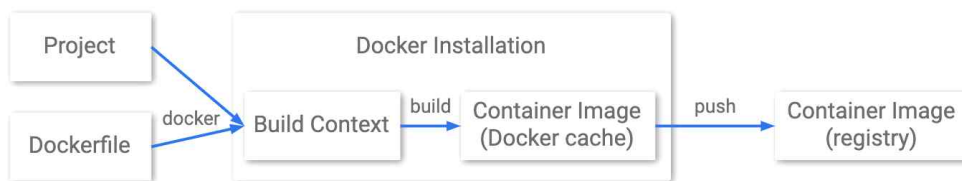


Figure 3.75. Creation of container image using docker

기후정보서비스 플랫폼의 war 파일로부터 컨테이너 이미지를 만들기 위해 다음과 같은 Dockerfile을 작성한다.

```
FROM tomcat
COPY cliks.war /usr/local/tomcat/webapps
```

Figure 3.76. A dockerfile to create container image

작성한 Dockerfile을 이용하여 컨테이너 이미지를 만들고 docker hub와 같은 레퍼지토리로 업로드하는 방법은 다음과 같다.

```
docker build -t {repository}/cliks:{tag} .
docker push {repository}/cliks:{tag}
```

Figure 3.77. Build and push of a dockerfile

② Jib를 이용한 컨테이너 이미지 생성

Docker에 의존하지 않고 gradle 혹은 maven에서 Jib 플러그인을 사용하여 컨테이너 이미지를 생성할 수 있다. Jib를 이용하면 전체 컨테이너 이미지의 크기를 작게 유지하면서 빌드

속도를 향상할 수 있다. 다음은 Jib를 이용한 컨테이너 이미지 생성 흐름이다.



Figure 3.78. Creation of container image using jib

Spring Boot 프레임워크를 사용하는 경우 jib 플러그인을 추가하면 컨테이너 생성 및 레퍼지토리 등록을 동시에 할 수 있다. 기후정보서비스 플랫폼은 maven을 이용하여 빌드하므로 pom.xml에 다음과 같이 플러그인을 추가할 수 있다.

```
<plugin>
  <groupId>com.google.cloud.tools</groupId>
  <artifactId>jib-maven-plugin</artifactId>
  <version>2.8.0</version>
  <configuration>
    <from>
      <image>{repository}/cliksimage-v1</image>
    </from>
    <to>
      <image>{repository}/cliksimage-v2</image>
    </to>
    <container>
      <ports>
        <port>9909</port>
      </ports>
    </container>
    <environment>
      <ENV_VAR>...</ENV_VAR>
    </environment>
  </configuration>
</plugin>
```

Figure 3.79. Jib plugin for maven

또한 배포 상황에 맞게 maven에 profile을 추가할 수 있다.

```

<project>
...
  <profiles>
    <profile>
      <id>local</id>
      <activation>
        <activeByDefault>>true</activeByDefault>
      </activation>
      <properties>
        <docker.repository>
          {repository}/${project.artifactId}:${deploy.tag.name}
        </docker.repository>
        <docker.allow.insecure>>true</docker.allow.insecure>
      </properties>
    </profile>
    <profile>
      <id>caas</id>
      <properties>
        <docker.repository>
          {repository}/${project.artifactId}:${deploy.tag.name}
        </docker.repository>
        <docker.allow.insecure>>false</docker.allow.insecure>
      </properties>
    </profile>
  </profiles>
</project>

```

Figure 3.80. Profiles for maven

위와 같이 maven 설정을 마친 후 프로젝트를 빌드하면 컨테이너 레퍼지토리에 이미지가 등록된다.

③ 컨테이너 이미지 배포

생성된 컨테이너 이미지를 CaaS에 배포하기 위하여 다음과 같은 설정 파일을 작성한다.

```

apiVersion: apps/v1
kind: Deployment

```

```
metadata:
  name: cliks-deploymenet
  labels:
    app: cliks
spec:
  replicas: 1
  selector:
    matchLabels:
      app: cliks
  template:
    metadata:
      labels:
        app: cliks
    spec:
      containership:
      - name: cliks
        image: {repository}/cliks:{tag}
        ports:
        - containerPort: 8080
```

Figure 3.81. A yaml for deployment of a container image

쿠버네티스와 같은 CaaS에 배포하고 결과를 확인하기 위해서는 다음과 같은 명령을 실행한다.

```
kubectl apply -f deployment.yaml
kubectl get deployment
kubectl get pod
```

Figure 3.82. Deployement of a container

Pod는 쿠버네티스 클러스터에서 실행되는 최소 단위로 독립적인 공간과 사용할 수 있는 IP를 지니고 있다. 웹 애플리케이션을 pod로 배포하면 IP가 랜덤하게 지정이 되고 새롭게 생길 때마다 변경되기 때문에 외부에서 접속하기 위해서는 고정된 IP를 지니고 여러 pod를 대상으로 로드밸런싱을 해주는 service가 필요하다. Service는 pod 집합에서 실행 중인 애플리케이션을 고정된 IP를 지니고 여러 pod를 연결해 주는 쿠버네티스 객체이다. Node port를 통하여 고정 port로 각 노드의 IP에 service를 노출할 수 있다.

```
apiVersion: v1
```

```

kind: Service
metadata:
  name: cliks-service
spec:
  type: NodePort
  ports:
    - port: 80
      protocol: TCP
      targetPort: 8080
  selector:
    app: cliks

```

Figure 3.83. A yaml to create service

Service를 생성하고 생성된 service를 조회하는 방법은 다음과 같다.

```

kubectll apply -f service.yaml
kubectll get service

```

Figure 3.84. Build and push of a dockerfile

3.3.2.3. 홈페이지/기후정보서비스 플랫폼 통합 원형

아래의 Figure과 같이 신규 구축 홈페이지를 APCC 클라우드 플랫폼 파스-타 개발서버에 배포하여 신규 메뉴인 MME Download를 생성하여 플랫폼 기반에서 통합한 원형을 시험하기 위해 기후정보서비스 플랫폼 CLIK의 데이터 다운로드 기능과 인터페이스를 연계할 시행하였다. 연계 과정에서 일부 홈페이지 디자인 구성요소인 CSS 스타일이 맞지 않는 부분이 있어 내년 과제에서 전체 통합을 추진시 향후 수정이 필요한 부분이지만, 연계 통합 시험은 완료하고 차년도 실제 홈페이지와 기후정보서비스 플랫폼에 대한 통합을 위한 기반을 마련하였다.

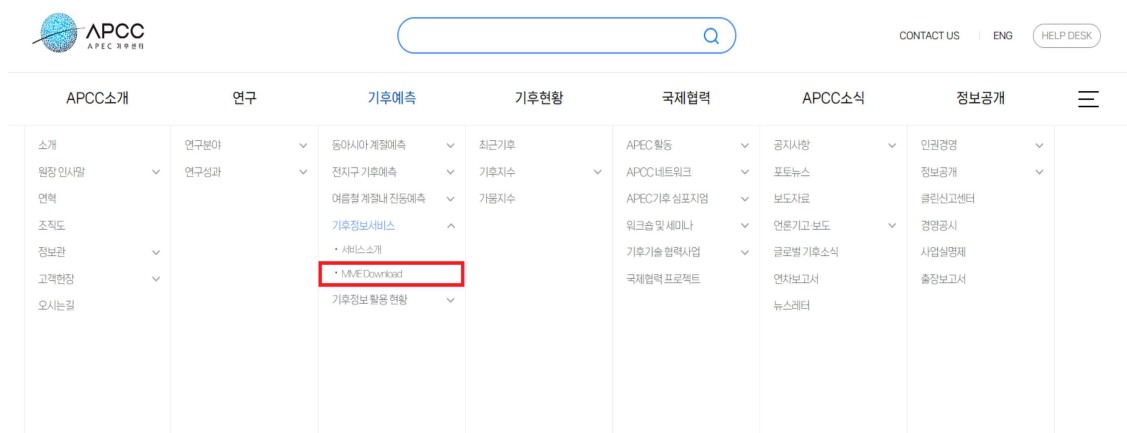


Figure 3.85. Prototype of homepage and CLIK integration (Menu)

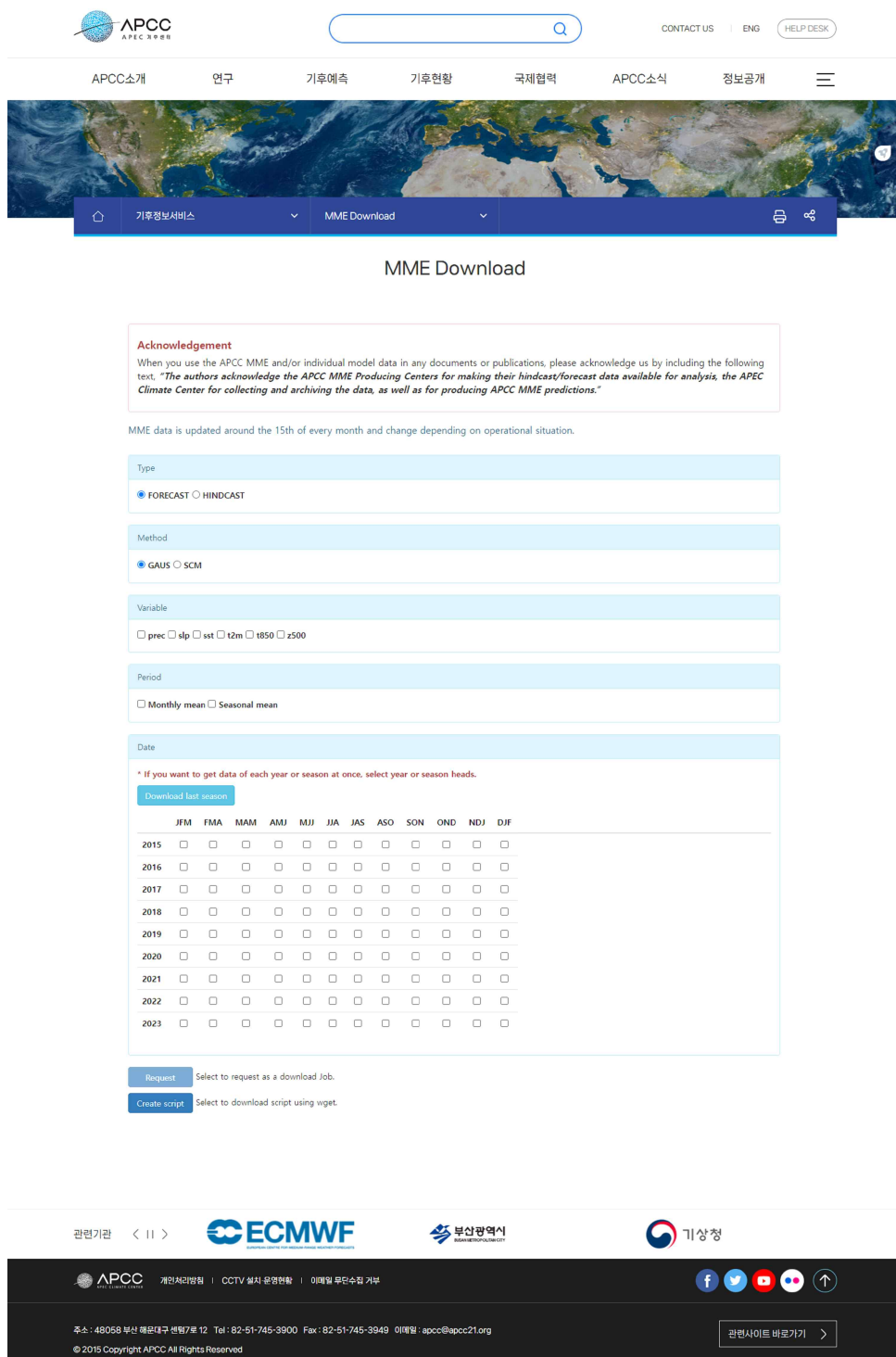


Figure 3.86. Prototype of homepage and CLIK integration (Download user interface)

3.4. 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 서비스 개발

3.4.1. 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 서비스 설계 및 체계 구축

APCC는 2022년부터 고해상도 계절예측 자료의 wget 서비스를 제공하고 있다. 2023년에는 사용자 맞춤형 예측정보를 제공하기 위하여 고해상도 계절예측 MME 생산 서비스를 구축하였다. 서비스의 활용도를 높이기 위하여 매쉬업 서비스 구조를 적용하여 구축하였고 향후 매쉬업 서비스에서 제공하는 조합에 활용될 수 있을 것이다.

3.4.1.1. 데이터베이스 구축

사용자가 웹 인터페이스에서 원하는 년도, 시즌 및 계절예측 모델 목록 등을 선택하여 예측정보를 생성하기 위해서는 APCC가 보유하고 있는 고해상도 계절예측 모델 자료 목록을 데이터베이스에 저장할 필요가 있다. 또한 사용자의 정보제공 요청 작업을 저장하기 위하여 MongoDB에 JobDetails의 형식으로 저장해야 한다.

3.4.1.1.1. 데이터베이스 표준 정의

APCC는 공공기관이므로 공공데이터의 품질을 관리하기 위하여 기관 표준 및 데이터베이스의 표준을 정의하여 관리해야 한다. 기관 표준을 활용하고 고해상도 예측정보를 생산하고 관리하는 데 필요한 용어를 추가하여 다음과 같이 데이터베이스 표준을 정의하였다.

A	B	C	D	E	F	G	H
NO	제정일자	공통표준단어명	공통표준단어 영문명	공통표준단어영문약어명	공통표준단어 설명	형식단어여부	공통표준도메인분류명
1	2023-07-01	값	Value	VAL	하나의 글자나 식이 취하는 수 또는 그런 수치	N	-
2	2023-07-01	강수량	Precipitation	PREC	일정기간 동안 일정한 곳에 대기로부터 지면에 내린 물로 된 물질이 해당 지역 표면에 균질하게 퍼졌을 때의 길이. 고체인 경우 이것을 녹인 물의 길이를 지칭	Y	수
3	2023-07-01	검증	Verification	VERFY	예측 기간에 대해 추정된 예측과 관측을 비교하여 예측의 정확도를 결정하는 절차	N	-
4	2023-07-01	경로	Path	PATH	經路. 지나는 길	N	-
5	2023-07-01	공개	Public	PUB	어떤 사실이나 사물, 내용 따위를 여러 사람에게 터놓음	N	-
6	2023-07-01	관측지점	Station	STN	기온, 강수, 바람 등의 기상변수를 측정하는 곳	N	-
7	2023-07-01	국가	Nation	NTN	國家. 일정한 영토와 거기에 사는 사람들로 구성되고, 주권(主權)에 의한 하나의 통치 조직을 가지고 있는 사회 집단	N	-
8	2023-07-01	기온	Temperature	TEMP	대기의 온도	Y	수
9	2023-07-01	다중모델앙상블	Multi-Model Ensemble	MME	다수의 전지구 예측 모델의 예측정보를 체계적으로 통합하여 기후예측의 정확도를 높이는 기법	N	-
10	2023-07-01	단위	Unit	UNIT	길이, 무게, 수효, 시간 따위의 수량을 수치로 나타낼 때 기초가 되는 일정한 기준	Y	명
11	2023-07-01	데이터집합	Dataset	DS	특정한 목적, 조건, 기준 등에 부합하는 데이터의 집합	N	-
12	2023-07-01	모델	Model	MDL	대기와 같은 역학 시스템의 물리적 반응을 모사하거나 예측하	N	-

Figure 3.87. Standard words for database

A	B	C	D	E	F	G
번호	제정일자	공통표준용어명	영문명	공통표준용어영문약어명	공통표준용어설명	공통표준도메인명
1	2023-07-01	MME기법	MME Method	MME_MTHD	MME 처리 기법	명V20
2	2023-07-01	MME유형	MME Type	MME_TYPE	MME의 유형	명V20
3	2023-07-01	MME참여모델명	MME Participant model	MME_PRTPTNT_MDL_NM	MME 참여 모델 명	명V1024
4	2023-07-01	WMO아이디	WMO ID	WMO_ID	WMO 지정 관측지점 식별 아이디	명V40
5	2023-07-01	강수량	Precipitation	PREC	일정기간 동안 일정한 곳에 대기로부터 지면에 내린 물로 된 물질이 해당 지역 표면에 균질하게 퍼졌을 때의 길이. 고체인 경우 이것을 녹인 물의 길이를 지칭	수F4
6	2023-07-01	검증방법	Verification method	VERFY_MTHD	검증 기법의 짧은 이름	명V40
7	2023-07-01	공개여부	Public yes or no	PUB_YN	모든 구성원이 사용할 수 있도록 공개하는지의 여부	여부C1
8	2023-07-01	관측지점명	Station name	STN_NM	기온, 강수, 바람 등의 기상변수를 측정하는 곳의 이름	명V100
9	2023-07-01	관측지점번호	Station number	STN_NO	기온, 강수, 바람 등의 기상변수를 측정하는 지점의 번호	명V30
10	2023-07-01	국가명	Nation name	NTN_NM	일정한 영토와 거기에 사는 사람들로 구성되고, 주권(主權)에 따른 하나의 통치 조직을 가지고 있는 사회 집단의 이름	명V100
11	2023-07-01	기온	Temperature	TEMP	대기의 온도	수F4
12	2023-07-01	단위	Unit	UNIT	길이, 무게, 수효, 시간 따위의 수량을 수치로 나타낼 때 기초가 되는 일정한 기준	명V40

Figure 3.88. Standard terms for database

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	NO	제정일자	공통표준도메인그룹명	공통표준도메인분류명	공통표준도메인명	공통표준도메인설명	데이터타입	데이터길이
2	1	2023-07-01	날짜/시간	연도	연도N4	특정한 연(年)을 정하여 표현한 것	NUMERIC	4
3	2	2023-07-01	날짜/시간	연월	연월C6	특정한 연(年), 월(01~12)을 정하여 표현한 것	CHAR	6
4	3	2023-07-01	날짜/시간	월	월N2	한 해의 특정한 월(01~12)을 정하여 표현한 것	NUMERIC	2
5	4	2023-07-01	내용	내용	내용V20	문자형 데이터를 정의한 것	VARCHAR	20
6	5	2023-07-01	내용	내용	내용V256	문자형 데이터를 정의한 것	VARCHAR	256
7	6	2023-07-01	명칭	명	명V20	다른 것과 구별하기 위하여 사물, 단체, 현상 따위에 붙여 서 부르는 말. '이름'의 뜻을 나타내는 말	VARCHAR	20
8	7	2023-07-01	명칭	명	명V40	다른 것과 구별하기 위하여 사물, 단체, 현상 따위에 붙여 서 부르는 말. '이름'의 뜻을 나타내는 말	VARCHAR	40
9	8	2023-07-01	명칭	명	명V1024	다른 것과 구별하기 위하여 사물, 단체, 현상 따위에 붙여 서 부르는 말. '이름'의 뜻을 나타내는 말	VARCHAR	1024
10	9	2023-07-01	명칭	명	명V200	다른 것과 구별하기 위하여 사물, 단체, 현상 따위에 붙여 서 부르는 말. '이름'의 뜻을 나타내는 말	VARCHAR	200
11	10	2023-07-01	번호	번호	번호N11	자료를 나타내거나 식별하기 위해 붙이는 숫자를 정의 한 것	NUMERIC	11
12	11	2023-07-01	번호	아이디	아이디V20	자료를 나타내거나 식별하기 위해 붙이는 숫자나 문자를 고정되지 않은 길이로 정의한 것	VARCHAR	20

Figure 3.89. Standard domains for database

3.4.1.1.2. 관계형 데이터베이스 설계

APCC는 수년간의 모델 자료 파일을 생산해 오고 있어서 자료 파일의 개수가 해마다 늘고 있으므로 향후 검색 속도의 저하를 막기 위하여 저해상도 계절예측 자료와 분리하여 저장하는 것이 좋을 것으로 판단하였다. 따라서 2023년에는 계절예측 자료 목록 저장을 위하여 관계형 데이터베이스 테이블을 설계하였다.

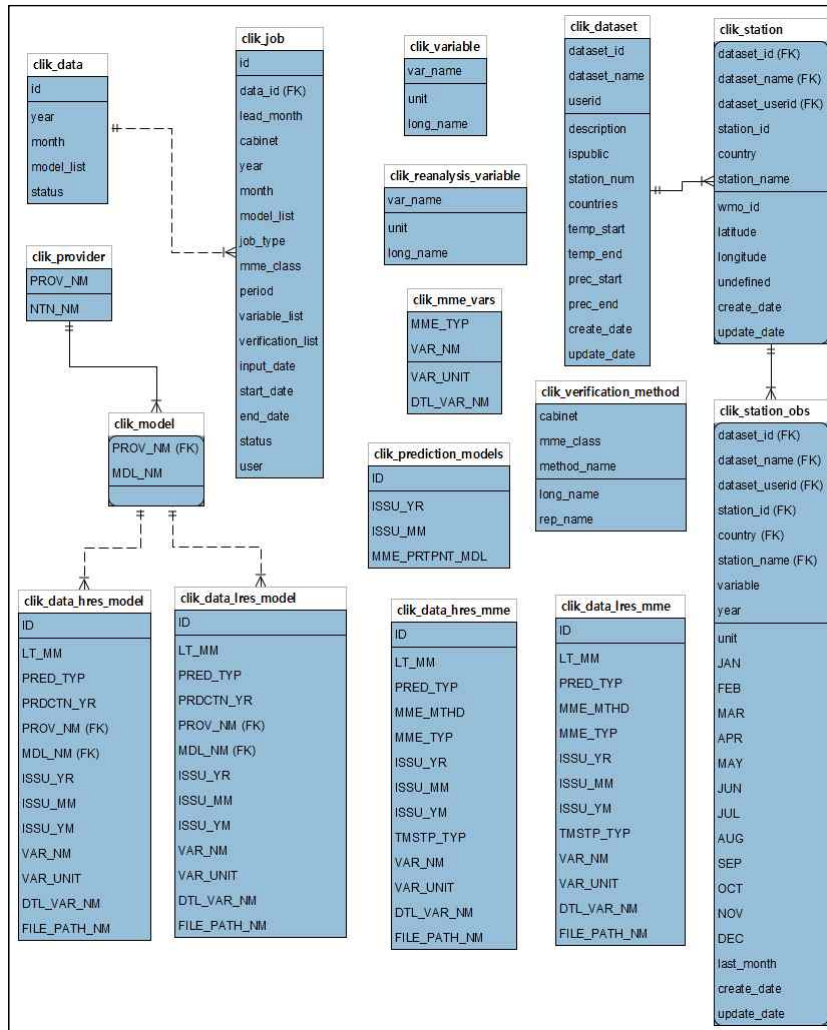


Figure 3.90. ER diagram

위의 Figure는 고해상도 계절예측 자료 저장 및 사용자의 선택사항 등을 저장하기 위한 테이블을 설계한 결과이다. 고해상도 자료뿐 아니라 향후 저해상도 계절예측 서비스와의 통합을 대비하여 저해상도 계절예측 자료 목록을 위한 테이블도 추가하였다. 다음 Table은 추가한 테이블의 상세 명세다.

Table 3.32. clik_provider table

Column name	Data type	Key	Nullable
PROV_NM	varchar(40)	PK ¹⁵⁾	N
NTN_NM	varchar(100)		Y
ETC (Constraint)			

15) PK (Primary Key): Database table에서 각 행의 정보를 식별할 수 있는 컬럼

16) FK (Foreign Key): 다른 table의 PK를 참조하는 컬럼이며, 다른 table과의 관계를 나타내기 위하여 사용함

Table 3.33. klik_model table

Column name	Data type	Key	Nullable
PROV_NM	varchar(40)	PK	N
MDL_NM	varchar(40)	PK, FK ¹⁶⁾	N
Index			
klik_model (PROV_NM)			
ETC (Constraint)			
foreign key (PROV_NM) references klik_provider (PROV_NM)			

Table 3.34. klik_data_hres_mme table

Column name	Data type	Key	Nullable
ID	int	PK	N
LT_MM	int		N
PRED_TYPE	varchar(20)		N
MME_MTHD	varchar(20)		N
MME_TYPE	varchar(20)		N
ISSU_YR	int		N
ISSU_MM	int		N
ISSU_YM	char(6)		N
TMSTP_TYPE	varchar(20)		N
VAR_NM	varchar(40)		N
VAR_UNIT	varchar(40)		Y
FILE_PATH_NM	varchar(200)		N
DTL_VAR_NM	varchar(100)		Y
Index			
klik_data_hres_mme (VAR_NM)			
ETC (Constraint)			
ID: auto increment			
FILE_PATH_NM_UNIQUE unique (FILE_PATH_NM)			

Table 3.35. klik_data_hres_model table

Column name	Data type	Key	Nullable
ID	int	PK	N
LT_MM	int		N
PRED_TYPE	varchar(20)		N
PRDCTN_YR	int		N

PROV_NM	varchar(40)	FK	N
MDL_NM	varchar(40)	FK	N
ISSU_YR	int		N
ISSU_MM	int		N
ISSU_YM	char(6)		N
VAR_NM	varchar(40)		N
VAR_UNIT	varchar(40)		Y
DTL_VAR_NM	varchar(100)		Y
FILE_PATH_NM	varchar(200)		N
Index			
klik_data_hres_model (PRED_TYPE, PRDCTN_YR, PROV_NM, MDL_NM, ISSU_YR, ISSU_MM)			
klik_data_hres_model (VAR_NM)			
klik_data_hres_model (PROV_NM, MDL_NM)			
ETC (Constraint)			
ID: auto increment			
unique (FILE_PATH_NM)			
foreign key (PROV_NM, MDL_NM) references klik_model (PROV_NM, MDL_NM)			

Table 3.36. klik_data_lres_mme table

Column name	Data type	Key	Nullable
ID	int	PK	N
LT_MM	int		N
PRED_TYPE	varchar(20)		N
MME_MTHD	varchar(20)		N
MME_TYPE	varchar(20)		N
ISSU_YR	int		N
ISSU_MM	int		N
ISSU_YM	char(6)		N
TMSTP_TYPE	varchar(20)		N
VAR_NM	varchar(40)		N
VAR_UNIT	varchar(40)		Y
FILE_PATH_NM	varchar(200)		N
DTL_VAR_NM	varchar(100)		Y
Index			
klik_data_lres_mme (VAR_NM)			
ETC (Constraint)			
ID: auto increment			
unique (FILE_PATH_NM)			

Table 3.37. klik_data_lres_model table

Column name	Data type	Key	Nullable
ID	int	PK	N
LT_MM	int		N
PRED_TYPE	varchar(20)		N
PRDCTN_YR	int		N
PROV_NM	varchar(40)	FK	N
MDL_NM	varchar(40)	FK	N
ISSU_YR	int		N
ISSU_MM	int		N
ISSU_YM	char(6)		N
VAR_NM	varchar(40)		N
VAR_UNIT	varchar(40)		Y
DTL_VAR_NM	varchar(100)		Y
FILE_PATH_NM	varchar(200)		N
Index			
klik_data_lres_model (PRED_TYPE, PRDCTN_YR, PROV_NM, MDL_NM, ISSU_YR, ISSU_MM)			
klik_data_lres_model (VAR_NM)			
klik_data_lres_model (PROV_NM, MDL_NM)			
ETC (Constraint)			
ID: auto increment			
unique (FILE_PATH_NM)			
foreign key (PROV_NM, MDL_NM) references klik_model (PROV_NM, MDL_NM)			

Table 3.38. klik_prediction_models table

Column name	Data type	Key	Nullable
ID	int	PK	N
ISSU_YR	int		N
ISSU_MM	int		N
MME_P RTPNT_MDL_NM	varchar(1024)		N
Index			
klik_prediction_models (ISSU_YR, ISSU_MM)			
ETC (Constraint)			
ID: auto increment			

Table 3.39. klik_mme_vars table

Column name	Data type	Key	Nullable
-------------	-----------	-----	----------

MME_TYPE	varchar(20)	PK	N
VAR_NM	varchar(40)	PK	N
VAR_UNIT	varchar(40)		Y
DTL_VAR_NM	varchar(100)		Y

3.4.1.1.3. 사용자 예측정보 요청 작업 설계

사용자의 상세 요청 사항은 Job details의 형태로 Job 내부에 포함된다. 사용자가 요청한 작업의 MongoDB에 저장할 Job details 형태는 다음 Figure와 같다.

```

@JsonRootName("details")
@JsonAutoDetect(fieldVisibility = JsonAutoDetect.Visibility.ANY)
@JsonInclude(JsonInclude.Include.NON_NULL)
@Getter
@Setter
public class JobDetailsCmmPrediction extends JobDetails {

    String resolution;
    1 usage
    String predictionType;
    1 usage
    String leadMonth = "3";
    String mmeMethod;
    1 usage
    String mmeType;
    1 usage
    String timestepType;
    1 usage
    String year;
    1 usage
    String month;
    6 usages
    List<String> models;
    6 usages
    List<String> variables;

    public JobDetailsCmmPrediction() {
        models = new ArrayList<>();
        variables = new ArrayList<>();
    }
}

```

Figure 3.91. The design of the job detail for high-resolution MME

3.4.1.2. 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 서비스 설계

전체적인 시스템 구조는 동적 매쉬업 서비스의 구조를 활용하기로 하였다. 그러나 고해상도 계절예측 자료의 MME를 생산하기 아래 Figure의 backend manager에 추가할 processor를 설계하고 개발할 필요가 있다.

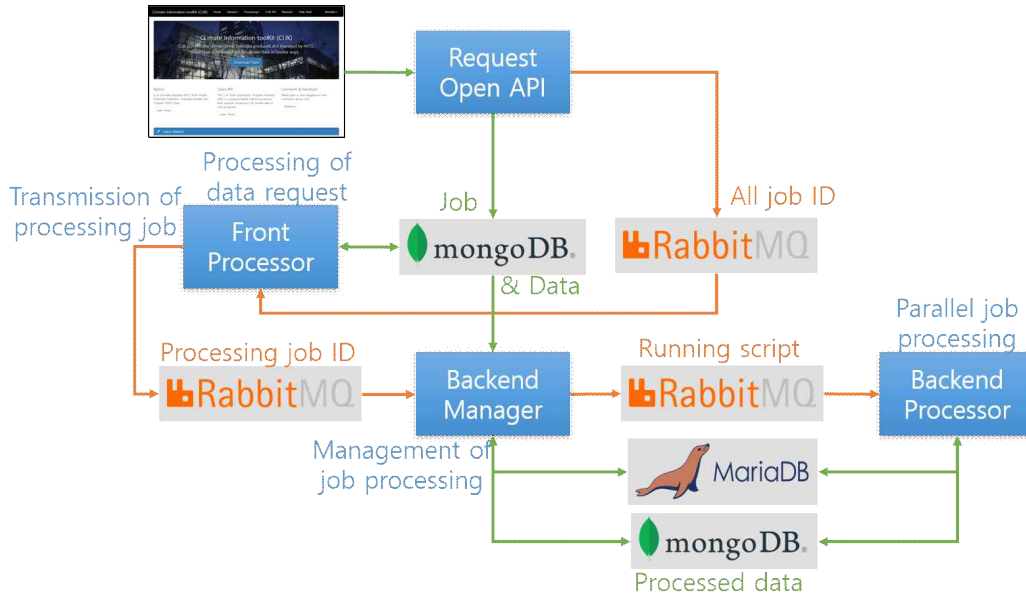


Figure 3.92. The system architecture for the high resolution seasonal prediction

위의 Figure에서 Front processor는 사용자가 요청한 job이 고해상도 계절예측 자료 생성을 위한 job일 경우 Backend manager를 위한 job queue에 작업 아이디를 등록한다.

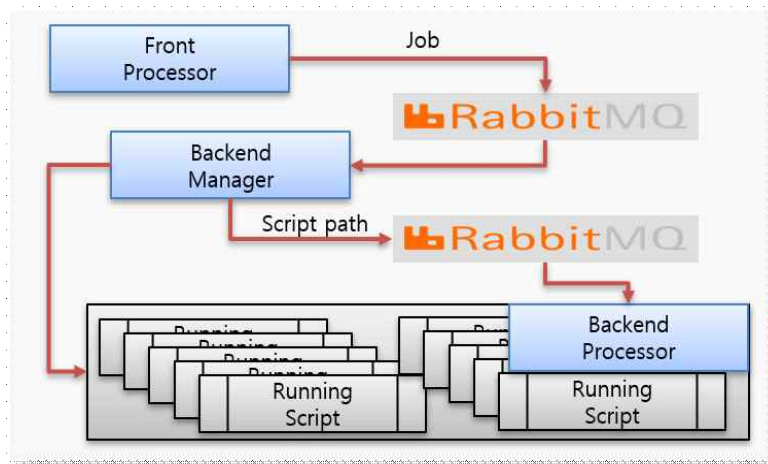


Figure 3.93. Job processing for High-resolution MME

Backend Manager는 고해상도 MME를 위한 processor를 호출하여 세부 실행 script를 생성하고 backend processor를 위한 running script queue에 등록한다. 생성한 모든 script의 실행이 끝나면 사용자를 위한 결과 파일을 생성하고 job의 처리 진행 상황을 업데이트하는 등의 관리를 수행한다.

3.4.1.3. 사용자 맞춤형 기후예측정보 생산 체계 구축

3.4.1.3.1. 계절예측 자료 데이터베이스 입력

사용자 맞춤형 예측정보 생산을 위하여 고해상도 계절예측 자료를 설계한 데이터베이스에

입력해야 한다. 향후 저해상도 계절예측 정보 생산 서비스와의 통합에 대비하여 저해상도 계절 예측 자료 또한 함께 입력하였다. 다음 Figure의 고해상도 계절예측 모델 자료의 입력 결과이다.

ID	LT_MM	PRED_TYPE	PRDCTN_YR	PROV_NM	MDL_NM	ISSU_YR	ISSU_MM	ISSU_YM	VAR_NM	VAR_UNIT	DTL_V
1		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	olr		
2		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	prec	mm/day	Precipi
3		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	slp	mb	Sea Lev
4		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	sst	deg K	Sea Sur
5		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	t2m	deg K	Tempera
6		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	t850	deg K	Air Tem
7		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	u200	m/s	Zonal W
8		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	u850	m/s	Zonal W
9		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	v200	m/s	Meridior
10		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	v850	m/s	Meridior
11		FORECAST	2023	APCC	SCOPS	2023	3	202303	z500	m	Geopote
12		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	prec	mm/day	Precipi
13		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	slp	mb	Sea Lev
14		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	sst	deg K	Sea Sur
15		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	t2m	deg K	Tempera
16		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	t850	deg K	Air Tem
17		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	u200	m/s	Zonal W
18		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	u850	m/s	Zonal W
19		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	v200	m/s	Meridior
20		FORECAST	2023	BCC	CSM1.1M	2023	3	202303	v850	m/s	Meridior

Figure 3.94. High-resolution model table (MariaDB)

사용자는 웹 인터페이스에서 원하는 시즌, 모델, MME 방식 등을 선택하여 예측정보 생산을 요청할 수 있다. 사용자가 요청한 내용은 Job detail Jason 형식으로 Request API로 전송되며, Request API는 다음 Figure와 같이 Job detail을 포함하여 Job document 형태로 MongoDB에 저장한다.

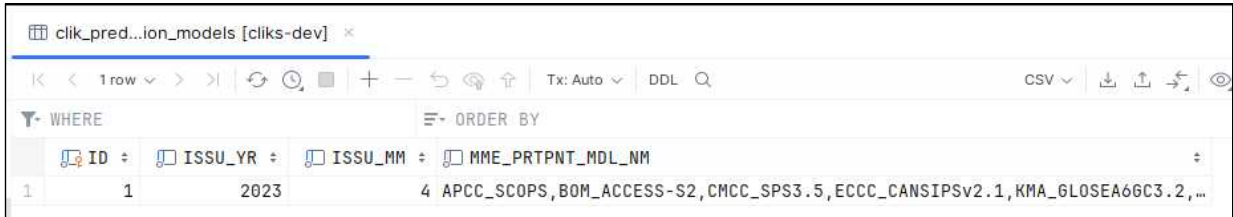
3.4.1.3.2. 고해상도 예측정보 생산 작업 저장

Key	Value	Type
(1) 64632e54b983283020d2468b	{ status : "Complete" } (13 fields)	Document
_id	64632e54b983283020d2468b	ObjectId
userid	jhshin77	String
details	{11 fields}	Object
resolution	1.0	String
predictionType	FORECAST	String
leadMonth	3	String
mmeMethod	SCM	String
mmeType	DMME	String
timestepType	SEASONAL	String
year	2023	String
month	4	String
models	Array[0]	Array
variables	["prec", "slp", "sst", "t2m", "t850", "u200", "u850", "v200", "v850", "z500"]	Array
_class	org.apcc.api.jobdetails.JobDetailsCmmPrediction	String
status	Complete	String
inputted	2023. 5. 16. 오후 4:18:44	Date
modified	2023. 8. 3. 오후 2:47:30	Date
ended	2023. 8. 3. 오후 2:47:30	Date
result_path	/apccdata/download/prediction_dev/64632e54b983283020d2468b.zip	String
org_result_name	64632e54b983283020d2468b.zip	String
download_url	http://download-320.cf.apcc21.org/64632e54b983283020d2468b	String
log	[2023-08-03 14:47:30.286] [INFO] Request is completed.	String
totalLog	[2023-05-16 16:19:14.430] [INFO] Request is running.\n[2023-05-18 10:55:55.667] [INFO] Request is r	String
_class	org.apcc.api.mongodocs.Job	String

Figure 3.95. A job example (MongoDB document)

3.4.1.3.3. 고해상도 예측정보 자료처리

사용자가 예측정보 생산 작업을 요청하면 Backend manager의 prediction processor는 job details를 로드하여 처리를 시작한다. 가장 먼저 모델 조합 테이블(clik_prediction_models)에서 사용자가 선택한 조합과 같은 것이 있는지 검색하고 발견하지 못하면 다음 Figure와 같이 테이블에 해당 조합을 입력한다.



ID	ISSU_YR	ISSU_MM	MME_PRTPNT_MDL_NM
1	2023	4	APCC_SCOPS, BOM_ACCESS-S2, CMCC_SPS3.5, ECC_CANSIPsv2.1, KMA_GLOSEA66C3.2, ...

Figure 3.96. Table of combination for seasonal prediction models (clik_prediction_models)

Prediction processor는 사용자가 요청한 시즌, 예측방식, 모델 조합의 아이디, 사용자 작업 아이디 등을 이용하여 자료 스토리지에 폴더를 생성하고 자료처리에 필요한 환경을 설정한다. 파이썬 언어로 개발된 최종 자료처리 모듈을 실행하기 위해서는 실행 조건을 yaml 형식의 파일로 기록해야 한다. 다음 Figure는 processor와 yaml configuration class의 모습이다.

```

public class PredictionProcessor extends Processor {
    private final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(this.getClass());

    private Job job = null;
    final private JobMail jobMail;
    private JobDetailsCmmPrediction details = null;
    private ClikPredictionModelsDTO predictionData;
    private int year;
    private int month;
    private int leadTime;
    private List<String> pngVarNames;
    private List<String> ncVarNames;
    private MMEResolution mmeResolution = MMEResolution.NONE;
    private MMEClass mmeClass = MMEClass.NONE;
    private Timestep timestep = Timestep.NONE;
    private MonthSeason monthSeason;
    private PredictionType predictionType;
    private String []hindcastPeriod;
    private PredictionDataAccess predictionDataAccess;

    String mmeInPath;
    String dataPath;
    String mmeOutPath;
    String mmeDataOutPath;
    String mmeDataFigPath;
    String figNCLPath;
    String runPath;

    public PredictionProcessor(ManagerEnvironment env, MongoDBAccess dbAcc
        super(env, dbAccess, clikMapper, jobProducer);
        jobMail = new JobMail(env);
        this.jobProducer = jobProducer;
    }
}

@JsonInclude(JsonInclude.Include.NON_NULL)
public class PredictionYamlData {
    @JsonProperty("Model_name")
    List<String> Model_name;
    @JsonProperty("Variable_name")
    List<String> Variable_name;
    @JsonProperty("Plot_name")
    List<String> Plot_name;
    @JsonProperty("Forecast_month")
    String Forecast_month;
    @JsonProperty("Forecast_year")
    String Forecast_year;
    @JsonProperty("Hindcast_syear")
    String Hindcast_syear;
    @JsonProperty("Hindcast_eyear")
    String Hindcast_eyear;
    @JsonProperty("Resolution")
    String Resolution;
    @JsonProperty("MME_out")
    String MME_out;
    @JsonProperty("FIG_out")
    String FIG_out;
    @JsonProperty("NCL_out")
    String NCL_out;
    @JsonProperty("Forecast_model")
    String Forecast_model;
    @JsonProperty("Hindcast_model")
    String Hindcast_model;
    @JsonProperty("Timestep")
    String Timestep;
    @JsonProperty("Issued_date")
    String Issued_date;
    @JsonProperty("Region_list")
    List<String> Region_list;
}

```

Figure 3.97. The prediction processor and yaml data

다음 Figure는 processor가 사용자가 요청한 기후 변수별로 생성한 yaml 파일의 모습이다.

```

jshin@data: /data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b$ cat SEASONAL_prec.yaml
DataList:
- Model_name:
  - APCC_SCOFS
  - BOML_ACCESS-S2
  - CMCC_SPS3_5
  - ECCO_CANISIPsv2.1
  - KMA_GLOSEA6GC3.2
  - METFR_SYS8
  - NASA_GEDS-S2S-2.1
  - NCEP_CFSv2
  - UKMO_GLOSEA6
Variable_name:
- prec
Plot_name:
- prec
Forecast_month: APR
Forecast_year: 2023
Hindcast_year: 1993
Hindcast_year: 2010
Resolution: 1,0
MME_out: /data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/MME_OUT/DATA/SEASONAL/
FIG_out: /data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/MME_OUT/FIG/SEASONAL/
NCL_out: /data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b/NCL/SEASONAL/
Forecast_model: /data02/data/Seasonal-HRES/MME_IN/FORECAST/
Hindcast_model: /data02/data/Seasonal-HRES/MME_IN/HINDCAST2023/
Timestep: SEASONAL
Issued_date: 15 Apr 2023
Region_list:
- global
jshin@data:/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b$ █

```

Figure 3.98. A yaml configuration sample for the predictor

Processor는 사용자가 요청한 기후 변수별로 실행 스크립트 파일(예: SEASONAL_prec.sh)을 생성한다. 실행 스크립트의 예는 다음 Figure와 같다.

```

jshin@data: /data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b$ cat SEASONAL_prec.sh
#!/bin/bash
module load python

# python mme running
python /data02/clik/MME/FCST_SCM_MME_3month.py /data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b/SEASONAL_prec.yaml < /dev/null

# python plot running
python /data02/clik/MME_Graphics/FCST_DMME_3month_seasonal.py /data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b/SEASONAL_prec.yaml < /dev/null

jshin@data:/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b$ █

```

Figure 3.99. A sample of running script for prediction

Prediction processor는 각 다음 Figure와 같이 변수별로 실행 스크립트와 yaml 파일을 생성한 후 backend processor를 위한 running script queue에 실행 스크립트의 경로를 등록한다. backend processor는 queue에 등록된 스크립트의 실행이 끝나면 다음 Figure와 같이 .done 파일을 생성한다.

```

jshshin@newAFS-dev:/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/...
[jshshin@newAFS-dev 64632e54b983283020d2468b]$ pwd
/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/RUN/64632e54b983283020d2468b
[jshshin@newAFS-dev 64632e54b983283020d2468b]$ ls
NCL                SEASONAL_sst.sh      SEASONAL_t850.sh     SEASONAL_uv850.yaml
SEASONAL_prec.sh   SEASONAL_sst.sh.done SEASONAL_t850.yaml   SEASONAL_z500.sh
SEASONAL_prec.sh.done SEASONAL_sst.yaml    SEASONAL_uv200.sh   SEASONAL_z500.sh.done
SEASONAL_prec.yaml SEASONAL_t2m.sh     SEASONAL_uv200.sh.done SEASONAL_z500.yaml
SEASONAL_slp.sh    SEASONAL_t2m.sh.done SEASONAL_uv200.yaml
SEASONAL_slp.sh.done SEASONAL_t2m.yaml   SEASONAL_uv850.sh
SEASONAL_slp.yaml  SEASONAL_t850.sh   SEASONAL_uv850.sh.done
[jshshin@newAFS-dev 64632e54b983283020d2468b]$

```

Figure 3.100. The running folder for prediction

Prediction processor는 backend processor로 전달한 모든 실행 스크립트의 실행이 끝나면 예측자료 생산 결과를 확인한다. 결과 원본 파일은 Netcdf(.nc) 파일이며 지도 표출을 위한 Grid CSV 파일과 plot 이미지(.png)파일 도 생성된 것을 확인한다.

```

jshshin@newAFS-dev:/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/...
[jshshin@newAFS-dev SEASONAL]$ pwd
/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/MME_OUT/DATA/SEASONAL
[jshshin@newAFS-dev SEASONAL]$ ls *
prec.csv  slp.csv  sst.csv  t2m.csv  t850.csv  u200.nc  v200.nc  z500.csv
prec.nc   slp.nc   sst.nc   t2m.nc   t850.nc   u850.nc  v850.nc  z500.nc
[jshshin@newAFS-dev SEASONAL]$

jshshin@newAFS-dev:/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/...
[jshshin@newAFS-dev SEASONAL]$ pwd
/data02/clik/CMM_DATA_dev/2023/APR/VER-1/1.0/3-MON/FORECAST/SCM/MME_OUT/FIG/SEASONAL
[jshshin@newAFS-dev SEASONAL]$ ls *
prec.png  slp.png  sst.png  t2m.png  t850.png  uv200.png  uv850.png  z500.png
[jshshin@newAFS-dev SEASONAL]$

```

Figure 3.101. Results of prediction

사용자가 요청한 변수의 계절예측 파일이 모두 생산된 것을 확인한 후 사용자를 위한 다음 Figure와 같은 다운로드 파일(zip)을 생성한다.

```

jshshin@data:/apccdata/download/prediction
jshshin@data:/apccdata/download/prediction$ ls
65486ec75b850c0007361029      6556f18520d750006fe9084      655ee4faf5f0ca0006006bf4      6564b81e20d750006fe90dc
65486ec75b850c0007361029.zip  6556f18520d750006fe9084.zip  655ee4faf5f0ca0006006bf4.zip  6564b81e20d750006fe90dc.zip
6549b0cf5f5f0ca0006006be4      655c24ee20d750006fe9085      6564a6eff5f0ca0006006c46      6564b826f5f0ca0006006c49
6549b0cf5f5f0ca0006006be4.zip  655c24ee20d750006fe9085.zip  6564a6eff5f0ca0006006c46.zip  6564b826f5f0ca0006006c49.zip
6549b0cf5b850c000736102a      655c24fd5f5f0ca0006006bf0    6564a6fc5b850c000736108d     6564b89420d750006fe90dd
6549b0cf5b850c000736102a.zip  655c24fd5f5f0ca0006006bf0.zip  6564a6fc5b850c000736108d.zip  6564b89420d750006fe90dd.zip
65545df920d750006fe907d       655c25295b850c0007361035     6564a83820d750006fe90da      65651481f5f0ca0006006c4a
65545df920d750006fe907d.zip   655c25295b850c0007361035.zip  6564a83820d750006fe90da.zip  65651481f5f0ca0006006c4a.zip
6555ab5f5b850c000736102f      655e4837f5f0ca0006006bf2     6564a855f5f0ca0006006c47     6567483c20d750006fe90de
6555ab5f5b850c000736102f.zip  655e4837f5f0ca0006006bf2.zip  6564a855f5f0ca0006006c47.zip  6567483c20d750006fe90de.zip
6555ab6c20d750006fe9080       655e483c5b850c0007361038     6564a8655b850c000736108e     656749375b850c0007361090
6555ab6c20d750006fe9080.zip   655e483c5b850c0007361038.zip  6564a8655b850c000736108e.zip  656749375b850c0007361090.zip
6555ac3bf5f0ca0006006bea      655e4839220d750006fe9088     6564b46a20d750006fe90db      65674a6e20d750006fe90df
6555ac3bf5f0ca0006006bea.zip  655e4839220d750006fe9088.zip  6564b46a20d750006fe90db.zip  65674a6e20d750006fe90df.zip
6555bf4af5f0ca0006006bec      655e4897f5f0ca0006006bf3     6564b47df5f0ca0006006c48     65674e3a5b850c0007361093
6555bf4af5f0ca0006006bec.zip  655e4897f5f0ca0006006bf3.zip  6564b47df5f0ca0006006c48.zip  65674e3a5b850c0007361093.zip
jshshin@data:/apccdata/download/prediction$

```

Figure 3.102. Download files for users

3.4.2. 사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 시범서비스 및 환류

사용자 맞춤형 기후예측정보 제공 시범서비스는 신규 메뉴를 생성하여 서비스를 할 예정이다. 기존의 기후예측정보의 예측과 검증 정보는 2.5X2.5 해상도의 정보를 제공하는데 이번에

새롭게 제공할 사용자 맞춤형 계절예측 제공 서비스는 1.0X1.0 해상도의 정보를 제공할 예정이다. 새롭게 제공될 메뉴는 아래 Figure와 같다.

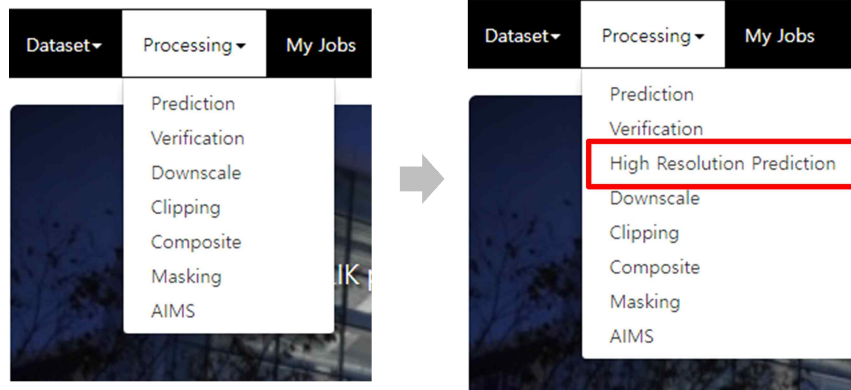


Figure 3.103. High resolution prediction new menu

사용자에게 과거에 제공하였던 2.5X2.5 해상도의 서비스도 그대로 제공하기 위해 신규 메뉴로 사용자 맞춤형 계절예측 서비스를 제공한다. 인터페이스 구성은 기존의 계절예측 페이지의 인터페이스와 같다. 단지 내부적으로 사용되는 Open API를 비롯한 많은 코드와 데이터가 다르고 외부에서 보이는 인터페이스는 기존과 같아 사용자가 이용하는 데는 아무런 문제가 없다. 아래의 Figure는 기존의 해상도 결과와 새롭게 제공되는 고해상도 결과 페이지 비교 화면이다.

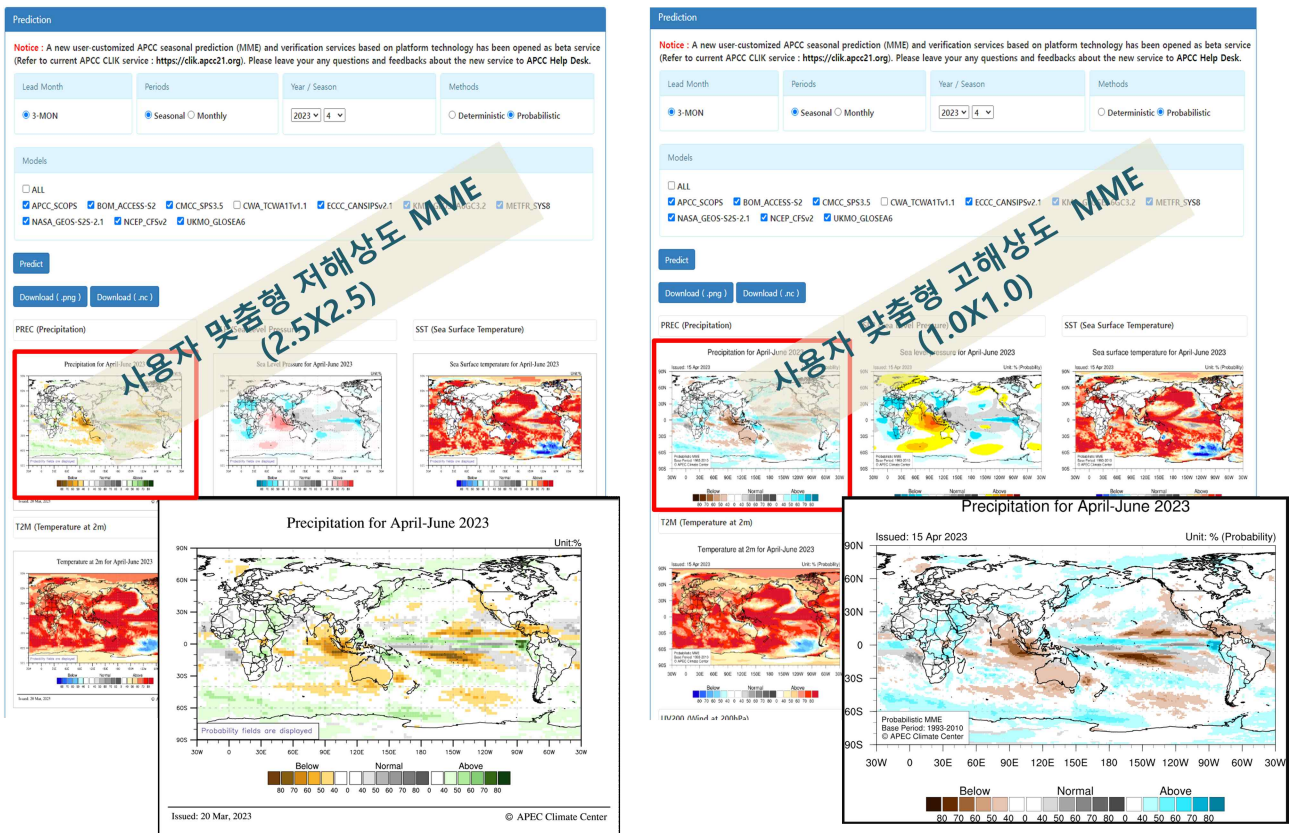
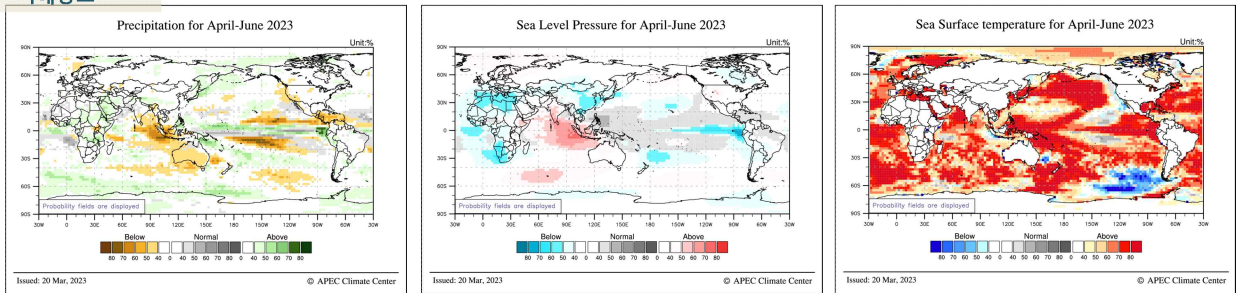


Figure 3.104. Prediction service - low resolution 2.5X2.5 (left), high resolution 1.0X1.0 (right)

Figure에서 보는 바와 같이 사용자 인터페이스는 동일한 것을 알 수 있다. 사용자가 원하는 조건을 입력하여 생성을 하게 되면 사용자의 실행한 페이지에 따라 저해상도 또는 고해상도 결과를 각각 확인 할 수 있다. 아래 Figure는 실제 저해상도와 고해상도의 결과를 변수별로 비교하면 그림이다. 비교 변수는 Precipitation, Sea Level Pressure, Sea Surface, Temperature at 850hPa, Geopotential height at 500hPa, Temperature at 2m 6개의 변수이다.

저해상도



고해상도

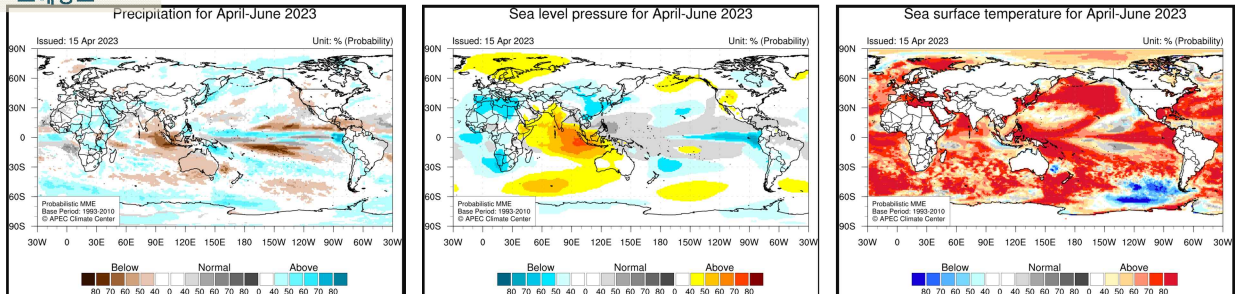
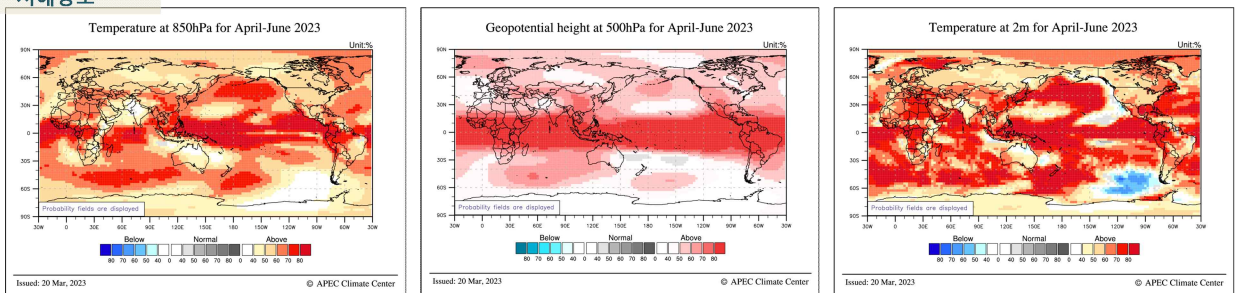


Figure 3.105. Comparison of resolution results by variables (Precipitation, Sea Level Pressure, Sea Surface)

저해상도



고해상도

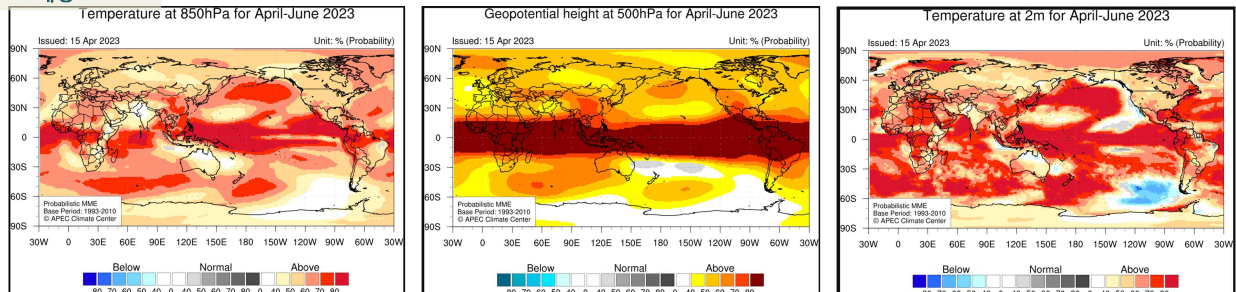


Figure 3.106. Comparison of resolution results by variables (Temperature at 850hPa, Geopotential height at 500hPa, Temperature at 2m)

4. 결론 및 향후 과제

APEC 기후센터에서는 아시아태평양 지역에서 기후정보가 좀 더 가치 있게 사용될 수 있도록 다양한 기후정보서비스를 개발하여 온라인에서 안정적으로 운영하고 있으며, 기후예측자료의 사용 편의성과 활용성을 확대하기 위해 지속적인 개선 및 사용자 지원 사업을 진행하고 있다. APCC 기후정보서비스를 운영하는 데 있어 연간계획에 따른 운영 및 보고 전반에 걸친 체계적인 절차와 서비스 상시 모니터링을 통한 관리를 더욱 강화해 나가고 있다. 또한, 급변하는 정보통신기술에 대응한 서비스 수정과 개선을 통해 안정적 운영 기반을 마련해야 할 뿐만 아니라, 다양한 보안취약점에 대응하여 서비스 보안 강화 업무를 지속해서 수행해야 한다. 운영 업무를 바탕으로 사용자에게 여러 기후정보서비스가 개별적으로 존재하는 서비스가 아닌 일관된 서비스 환경과 동적 기후정보를 제공하는 플랫폼 서비스의 활용성을 강화할 필요가 있으며, 또한 해당 플랫폼을 통한 기후예측 기술교류 및 확산과 국내 기여도를 높이기 위한 국내 사용자 워크숍의 실시 및 사용자 지원 방안 강화가 필요하다.

당해연도 과제를 통해 달성한 최종성과는 기후정보서비스 통합플랫폼기반 동적기후정보서비스 및 홈페이지 구축을 통해 APCC 기후정보의 활용확산을 달성한 것이다. 이에 대한 주요 연구개발 성과는 다음과 같다. “ 1) 기후정보서비스 통합플랫폼 운영, 2) 기후정보서비스 통합플랫폼 활용 확산을 위한 개선 개발 및 사용자 워크숍 추진, 3) 기후정보서비스 선도를 위한 동적 기후정보표출 홈페이지 구축, 4) 기후정보서비스 통합플랫폼 기반 동적 검증서비스 및 매시업 원형 구축, 5) 홈페이지/기후정보서비스 통합 플랫폼 원형 구축” 이라는 성과 목표를 달성하였다. 구체적으로 첫 번째 연구개발 성과는 기후정보서비스 운영 계획을 기반으로 월간 운영 보고를 실시하고, 홈페이지를 비롯한 다양한 서비스의 안정적인 운영 및 개선을 실시하였다. 두 번째 성과 달성을 위해서 플랫폼의 NCEP1/2 재분석 자료 제공 서비스 구축, 기후자료처리 사용자 인터페이스 및 Open API 강화를 위한 개발, 온라인 튜토리얼 서비스 강화 사업을 진행하였다. 세 번째 동적 기후정보표출 홈페이지 구축을 통해 기후정보에 대한 사용자 경험을 향상에 기여하였다. 네 번째 동적 기후정보 기술에 기반한 검증서비스 및 매시업 원형 구축을 통해 내년 과제를 위한 기반 기술확보를 달성하였으며, 마지막 성과인 홈페이지와 기후정보서비스 통합 플랫폼 원형 구축을 통해 단계 목표인 동적 기후정보서비스 구축 및 통합 완성에 필요한 모든 사전 준비작업을 완료하였다.

당해연도 과제의 성공적인 결과를 기반으로 하여 향후 차년도 연구에서는 서비스 운영 부문에서 운영계획 기반으로 APCC 기후정보서비스를 더욱 안정적 운영 및 개선할 수 있도록 하고, 매시업 서비스 구축, 홈페이지 및 기후정보서비스 통합 시스템 구축하고 서비스를 시행을 통해 APCC의 기후정보 활용 및 사용자에게 대한 지원이 더욱 강화될 것으로 기대한다.

사사

이 연구는 APCC의 지원을 통해 수행되었습니다.

References

APCC Homepage, <https://www.apcc21.org>, 2023.

APCC Climate Information Service Platform web site, <https://cliks.apcc21.org/>, 2023.

APCC Climate Monitoring system, <https://nagios.apcc21.org>, 2023.

APCC, SSO, <https://sso.apcc21.org>, 2023.

APCC, APCC 접속통계 시스템, <http://insight.apcc21.org:8080>, 2023.

Google Charts web site, <https://developers.google.com/chart>, 2023.

OpenStreetMap Homepage, <https://www.openstreetmap.org>, 2023.

K-PaaS Homepage, <https://www.k-paas.or.kr>, 2023.

Vue.js The Progressive JavaScript Framework, <https://vuejs.org>, 2023.

ECMWF CS3 Tutorial, <https://climate.copernicus.eu/tutorials-0>, 2023.

UNITRAR GFCS Online Tutorial,
unitar.org/online-tutorial-global-framework-climate-services, 2023.

Advancing Quality of Climate Services for European Water, AquaClew Tutorial,
aquaclew.en/user-guidance-and-feedback, 2023.

MEDSCOPE(Mediterranean services chain based on climate prediction) Youtube tutorial,
2023.

NOAA Interactive tool, <https://www.climate.gov/maps-data/tools-interactives>, 2023.

NOAA Climate Prediction Center (Outlook),
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/predictions/long_range/interactive/index.php, 2023.

NOAA global temperature and precipitation time series,
<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/timeseries/>, 2023.

NOAA Dynamic display for POE(Probe Of Exceed),
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/predictions/long_range/POECalc/index.php, 2023.

ECMWF forecasts, <https://www.ecmwf.int/en/forecasts>, 2023.

C3S CDS example, https://cds.climate.copernicus.eu/toolbox-editor/gallery/10_anomaly_plot,
2023.

ECMWF Open Chart, <https://apps.ecmwf.int/webapps/opencharts>, 2023.

BOM Outlook, <http://www.bom.gov.au/climate/outlooks/#/overview/summary>, 2023.

BOM MetEye, <http://www.bom.gov.au/australia/meteye/?ref=ftr>, 2023.

BOM various Image services, <http://www.bom.gov.au/climate/ahead/outlooks/climatology/>, 2023.

BOM climate change,

http://www.bom.gov.au/climate/change/?ref=ftr#tabs=Tracker&tracker=timeseries&tQ=graph%3Dtmean%26area%3Daus%26season%3D03%26ave_yr%3D4, 2023.

World Bank Climate Knowledge Portal (<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>), 2023.