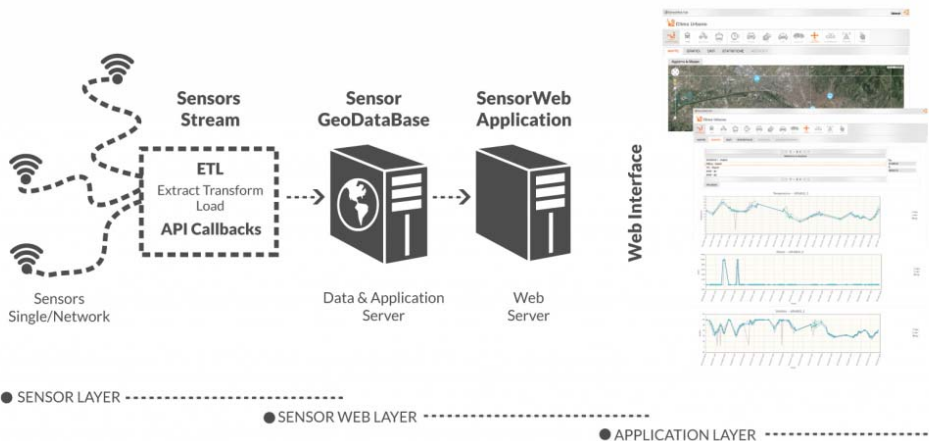


# 기후 서비스 개발을 지원하기 위한 상호 운용 가능한 연구 데이터 기반 인프라

# 기후 서비스 개발을 지원하기 위한 상호 운용 가능한 연구 데이터 기반 인프라

## 1. 개요

- 이탈리아 국립 연구위원회 (National Research Council)의 IBIMET-CNR 연구소 (Istituto di Biometeorologia - Sede di Firenze, Consiglio Nazionale delle Ricerche)는 국가 및 국제 연구 프로젝트에서 수행되고 있는 과학 활동을 지원하기 위한 연구 자료 인프라를 구축 중<sup>4)</sup>
  - 여기에는 오픈 소스 도구를 사용한 지형지물 및 데이터 분석 기능이 있는 웹 응용 프로그램의 지속적 개발 및 배포도 포함
  - 공간 데이터 인프라는 클라이언트 - 서버 아키텍처로 구성되며 데이터 다운로드 프로세스에서 결과를 최종 사용자에게 보여주기 위해 상호 작용함
  - 구조화된 원 데이터(Raw Data)를 이용할 수 있게 맞춤형 정보를 제공하는 기후 서비스인 ‘조달자 (purveyors)’를 구축하여 다양한 규모의 적응, 완화 및 위험 관리를 지원



자료: <https://climateservices.it/en/services-solutions/sensor-web-hub-eng/?portfolioCats=>

〈그림 4-1〉 Climateservice.it의 오픈데이터 액세스 체계

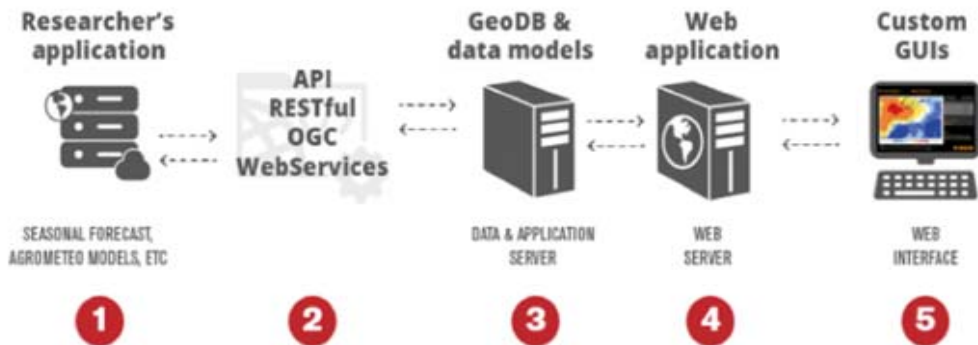
4) [http://www.fi.ibimet.cnr.it/?set\\_language=en](http://www.fi.ibimet.cnr.it/?set_language=en)

- 이 작업은 여타 IBIMET-CNR 연구와 함께 Bottom-up작업을 통해 이루어 짐
  - 기후 데이터 서비스를 지원하기 위해 연구자들 간의 공동 디자인, 공동 개발 및 공동 평가에 기반하고 있으며 연구 데이터 및 정보 과학 솔루션을 공유하기 위한 접근 방식을 채택
  - 지구 물리학(Geomatics), 정보통신기술(ICT), 농업 지속가능성(Agricultural sustainability), 저개발국과의 국제 협력 (international cooperation in least developed countries) 등 연구에 대한 공동 협력이 필요

## 2. 연구 데이터 기반 인프라의 주요 내용

- 기후서비스를 위한 유럽의 연구·혁신 로드맵 (European Research and Innovation Roadmap for Climate Services, European Commission, 2015)에서 위원회는 과학적으로 입증된 고품질의 데이터를 유럽 기후 서비스에 제공하기 위해 가공된 정보는 물론 원 데이터(Raw Data)를 제공할 것을 권고
  - 이에 대한 전제 조건은 ① 데이터 액세스, 관리 및 보존을 보장하는 인프라 개발, ② 개방형 데이터 정책의 틀에서 조화로운 데이터 관리를 위한 기술 지원, ③ 데이터 중심의 연구 접근 방법의 제공 등임
    - 따라서, 연구 데이터 인프라는 데이터 검색, 액세스 및 조작에 필요한 도구를 제공 할 뿐만 아니라 과학자들 간의 협력을 촉진하고 향상시키는 도구이어야 함
    - 학제간(Transdisciplinary) 연구의 접근은 기후 변화의 환경과 농업에 미치는 영향과 관련된 많은 문제를 해결하는 열쇠로 인식
  - 이를 위해 과학 공동체가 시의적절한 제품과 서비스를 공유할 수 있도록 개방형 데이터 기반 기후 서비스 포털을 개발 중
    - 이 이니셔티브는 연구원 개개인이 환경, 농업, 기상 관련 데이터를 보관하고 있다는 점에서 출발
    - 이들 데이터가 공유된다면 다른 연구 분야에도 활발히 응용될 수 있음
      - ※ 예: 메타 데이터가 있는 대기 변수 맵과 변수에서 파생된 지수는 작물 모니터링, 가뭄 추정 또는 수문학적 위해성 평가 모델의 입력 데이터로서 활용
    - 관심 지역의 원 데이터, 기후 생산물, 코드 및 사전 처리된 데이터를 사용함으로써 데이터 수집을 위한 추가적인 시간과 인력을 줄일 수 있는 장점이 발생
    - 이 인프라를 활용함으로써 데이터 공유를 촉진하고 장려할 수 있음

- 이에 따라 사용자 맞춤형 기후 정보를 공유 및 적용할 수 있도록 지리 정보 우수 사례 축적, 지식 공유, 역량 구축 등을 추진
- 지리 참조 정보(Geo-referenced Information)의 보급을 위해 OGC(Open Geospatial Consortium)의 규격 및 표준을 채택
- 유럽의 공간 정보 인프라 스트럭처(INSPIRE)에 대한 지침, 원칙 및 사양에 따라 구현된 서비스는 다음과 같음
  - 정보 모델 : 시스템 데이터 수집을 위한 데이터 모델 및 인코딩
  - 데이터 흐름 분석 및 통신 네트워크 설계
  - 데이터 흐름 관리를 위한 인터페이스 모델 및 웹 서비스
  - 연구 간의 참여 및 학제 간 접근의 사용
  - 사용자 웹 인터페이스 (프론트 엔드) 설계를 위한 사용자 상담 프로세스 채택



자료: Tiziana De Filippis, Leandro Rocchi, and Elena Rapisardi, 'An interoperable research data infrastructure to support climate service development,' Adv. Sci. Res., 14, 335-340, 2018

〈그림 4-2〉 기후 서비스 어플리케이션의 IBIMEYT-CNR 인프라 컴포넌트

#### ■ 데이터 분석 절차

- 선정된 제품 (계절 예측, 농업 기상 모델, 환경 모니터링 절차) 및 원 데이터는 RESTful 서블릿, API (액세스 프로그래밍 인터페이스) 또는 표준화 된 OGC 웹 서비스 연결을 통해 데이터 서버로 전송
- 모든 데이터는 각 특정 애플리케이션에 대해 구현된 데이터 모델에 따라 GeoDB의 웹 서비스를 통해 자동으로 저장
- GeoDB의 개념 설계는 entity-relation 모델을 기반으로 하며, 지형 데이터 기술을 위한 ISO/TC 211 문맥에서 채택된 공식 언어인 UML(Unified Modeling Language)이 사용

- 일반적인 인터넷 브라우저를 통해 수집된 모든 데이터를 테이블 또는 차트 형식으로 볼 수 있으며, 인터페이스 기능을 통해 데이터를 내보내고 메타 데이터를 시각화할 수 있음
  - 현재 고급 사용자용 데이터 분석 도구가 개발 중
- “climateservices.it” 포털 ([www.climateservices.it/](http://www.climateservices.it/))
- IBIMET-CNR에 의해 구현된 서비스 및 정보 과학 솔루션은 기후 제품 및 지리 정보 처리의 사용을 용이하게 함
    - 선정한 참고 문헌과 일반 사용자 커뮤니티의 기후 정보 및 고급 웹 서비스를 제공하여 전문가 및 실무자가 기후 제품 및 메타 데이터를 다운로드 할 수 있게 함



자료: Tiziana De Filippis, Leandro Rocchi, and Elena Rapisardi, 'An interoperable research data infrastructure to support climate service development,' Adv. Sci. Res., 14, 335-340, 2018

〈그림 4-3〉 climateservices.it 포털 홈페이지

- “climateservices.it” 포털에서의 제공 서비스
  - ① Med.SEASONAL FORECAST
    - 하절기 NCEP-NCAR 재분석 데이터를 기반으로 지중해 지역의 강수량 및 기온에 관한 월간 예측을 실시
    - 지중해 기후 전망 포럼(MedCOF), 북 아프리카 기후 전망 포럼(PRESANORD) 및 남동 유럽 기후 전망 포럼(SEECOF)에서 이 예측결과를 적극 활용 중<sup>5)</sup>
  - ② ECOVINO

5) <http://medcof.aemet.es/>

- 이탈리아의 주요 와인 생산지역의 작황 기간 중에 이용 가능하며, 이러한 정보 서비스는 성장기 동안 포도 나무 성장 (숙주) 및 곤충 발생 (기생충)의 진행을 수학적 모델을 통해 시뮬레이션 실시
  - 웹 애플리케이션은 화학물질의 사용을 피하고 생산 비용을 최적화하기 위한 날씨 정보를 농부들에게 제공
- 포도 및 포도주 생산에 적합한 도구를 농부/생산자 및 양조장에 제공

### ③ WAM FORECAST

- 서부 아프리카 몬순 (WAM)의 계절별 예보를 통해 사하라 이남 아프리카 지역의 국가 기상 서비스 (NMS)와 국가 조기경보 시스템 (EWS)을 지원
  - NMS: 농업 수력 기상 모니터링 담당
  - EWS: 식량안보 관련

### ④ TOSCANA SICCITA' (DROUGHT IN TUSCANY)

- 토스카나 지역의 강수량 지수(SPI-표준 강수 지수, EDI-효과적인 가뭄 지수), 인공위성 유도 지수(NDVI-정규 식생 지수, VHI-식물 건강 지수) 등을 통해 '가뭄 GIS' 온라인 월별 게시판에 전월의 가뭄 상황과 다음 달 전망을 게시

## ● 'climateservices.it' 포털 제공 솔루션 (solution)

### ① CRZMS (Crop Risk Zones Monitoring System)

- 작물의 성장기간 동안 가뭄으로 인한 영향을 평가하고 정보를 제공하는 것을 목표로 함
- 사헬(Sahel) 지역의 가뭄에 대한 회복력과 말리(Mali) 및 니제르(Niger) 지역의 회복을 위한 웹 애플리케이션으로 식품 안전의 위험 노출을 최소화 하고 적절한 대응 전략을 실행

### ② SensorWeb Hub

- 모바일, 고정 오픈 소스, 저비용 센서 플랫폼을 기존 모니터링 네트워크와 통합하는 웹 응용 프로그램
- 인프라는 현재 농업 - 기상, 기상, 도시 기후, 재생가능 에너지 및 실내 센서 데이터 카테고리 로 구성

## ■ 전체 인프라 프레임 워크 코드는 오픈 소스이며 소프트웨어 및 인터페이스 디자이너, 전문가, 실무자 및 연구원 간의 협력을 촉진하기 위해 공유 가능

- 이 이니셔티브를 통해 최종 사용자에게 맞춤형 도구, 제품 및 정보를 제공

- 기후변화 대응 관련 사용 가능한 서비스 및 솔루션으로 활용
- 최근 여러 종류의 기후 서비스가 전 세계적으로 개발 중
  - Climate Change Scenario Platforms (Federal Office of Meteorology and Climatology, Meteo Swiss, 2016.)
  - Climate Knowledge Hub (<http://www.climate-knowledge-hub.org>)
- 이 포털의 궁극적 목표는 기후 모니터링, 연구 및 모델링을 통해 도출된 정보를 GFCS (Global Framework for Climate Services)에 명시된 우선 순위에 맞춰 WMO (World Meteorological Organization)에서 권장하는 대로 운영 가능한 정보 및 서비스를 제공하는 것임
  - 이 이니셔티브는 IBIMET-CNR과 협력하고 최빈 개도국 (LDCs)의 기상 담당 부처에 대한 교육을 포함한 역량강화를 지원하는 것이 목표
  - 또한 연구원들이 학제 간 연구를 위해 데이터 및 품질 확인, 기후 생산물을 쉽게 공유하도록 유도 하는데 있음

### 3. 시사점

- 기후변화와 관련한 R&D 프로젝트에서 생산 및 보유한 데이터, 정보의 통합 관리 및 융복합화 필요
  - 2018년 과기부에서는 이를 위해 2018년도 기후변화대응기술 개발사업 예산으로 전년 대비 약 9.6% 증액된 86,583백만 원을 책정

※ 2018년도 기후변화대응기술 개발사업

- (정의)기후변화대응 탄소 자원화, 기후변화 적응분야에서 선도적 원천기술을 확보, 혁신 성장 동력 창출과 동시에 국민 삶의 질 향상을 지원하는 사업
- (온실가스저감) 태양전지, 연료전지, 바이오연료, 이차전지, CCS등
- (온실가스자원화) 배출된 온실가스를 연료·화학연료로 전환·재활용 하는 분야
- (기후변화 적응) 기후변화로 인한 국민생활 및 산업을 보호하는 분야

- 기후변화 대응 기술에 대한 종합 포털은 각 부처에서 이미 구축되었으나, 빅데이터, 센서로 부터의 실시간 데이터 저장, 기후변화 관련 전문자료 등 산재되거나 아직 구축하지 못한 영역에 대한 융합화

또는 연계 작업도 추진이 필요

- 과기부, 산자부, 환경부 등에서 기존에 구축한 기후변화 관련 포털간의 연계 방안 마련이 필요
  - 산자부와 환경부의 경우 2017년 온실가스 감축 등 기후변화 대응을 위한 노력과 국민 건강보호와 직결되는 미세먼지 문제 해결을 위해 양 부처간 정책수단을 연계해 ①공동대응 협력, ②제도이행 협력, ③혁신성장 협력 등 3대 협력분야 8개 협력과제를 추진하기로 함
  - 따라서, 기후기술과 관련한 기술내용, 전문가, 빅데이터, 국제협력 등을 종합한 연계 플랫폼을 과기부와 함께 논하여 정책을 마련하는 것이 필요

〈표 4-1〉 산업부-환경부 주요 협력과제

분야	주요 협력과제
공동대응 협력과제	- 미세먼지 관리 종합대책 이행 - 온실가스 감축 등 기후변화 대응 - 친환경 에너지 전환
제도이행 협력과제	- 산업계와 함께하는 화학물질 안전 관리 - 산업계 환경규제 이행 지원
혁신성장 협력과제	- 전기차 등 친환경차 보급 확산 - 4차 산업혁명형 청정기술 개발 및 환경 신산업 혁명 - 재제조산업 활성화

협력과제는 지속 발굴하여 추가 예정

자료: <https://blog.naver.com/cartvnews/221118850469>

- 기후변화 기술과 관련한 전문가 집단 또는 기업 등의 클러스터 맵과 개도국가의 전문가 클러스터, 국내 기업의 개도국 시장 진출 지원을 위한 개도국 기업 클러스터 등을 종합한 포털 구축이 필요
- 미국의 Cluster Mapping은 중요 참고 자료
  - Traded Cluster 51개, Local Cluster 16개에 대한 매핑 자료를 제공
  - 학생, 연구자, 정책입안자, 공공기관 실무책임자, 기업 담당자 등이 필요로 하는 각종 자료를 매핑하고 데이터를 제공
  - 개도국에 기후기술의 이전 확산 또는 제공 등을 성공적으로 수행하기 위해서는 국내의 전문가 집단과 관련 기업들의 클러스터 구성 현황 그리고 수혜국의 전문가, 기업 클러스터 등에 대한 정보가 제공되어야 함
  - 국가과학기술연구회의 융합연구클러스터는 물론 산자부, 환경부에서 과거에 기 구축했던 산업클러스터 등을 포함하여 ‘국가 기후기술 및 전문가 클러스터 매핑’ 플랫폼을 개발하고 구축하는 것이 요구됨
    - 현재 융합연구클러스터로 37개, 전문가 3,156명이 참여 중임





자료 : <https://www.clustermapping.us/cluster#clusters-list>

〈그림 4-4〉 51가지 Traded Cluster

## ■ 참고 문헌

1. Tiziana De Filippis, Leandro Rocchi, and Elena Rapisardi, 'An interoperable research data infrastructure to support climate service development,' *Adv. Sci. Res.*, 14, 335-340, 2018
2. Sigel, M., Fischer, A., Zubler, E., and Liniger, M.: Dissemination of climate change scenarios - a review of existing scenario platforms, Technical Report MeteoSwiss, 257, 88 pp., Federal Office of Meteorology and Climatology, Meteo Swiss, 2016.
3. Rocchi, L. and De Filippis, T.: n3tmaster/SensorWebHub: Sensor-Web Hub, <https://doi.org/10.5281/zenodo.1158617>, 2018.
4. <https://climateservices.it/en/services-solutions/sensor-web-hub-eng/?portfolioCats=>

5. <http://www.climate-knowledge-hub.org>
6. <http://medcof.aemet.es/>
7. 과학기술정보통신부, '기후변화 대응 기술개발 사업 2018 시행계획 수립' (2018.1)
8. 산자부 보도자료, '산업부-환경부, 지속가능한 미래를 위해 손 잡는다' (2017.10)
9. <https://www.clustermapping.us/cluster#clusters-list>

작성 : 김재연 (전 호서대 교수)

편집 : 김지환 (녹색기술센터 책임)