

# 국가 연구망 중장기 발전전략에 관한 연구\*

이 명 선\*, 조 부 승\*\*, 권 우 창\*\*\*

## 요 약

국가 연구망(National Research Network)은 각국의 첨단과학기술을 지원하기 위해 존재한다. 국가 연구망은 각 분야의 과학기술에 대한 요구사항을 충족하여야 하며, 지속적으로 변화하는 주변 환경에 대해서 끊임없이 발전해 나가야 한다. 최근 데이터 중심의 과학기술 연구형태에 따른 수요가 증가하고 있으며, 이러한 수요에 대응하기 위해 선진 국가 연구망들은 중장기적인 전략을 수립하고 있다. 본 논문에서는 선진 연구망에 대한 현황과 국가 연구망 동향 및 요구사항을 연구망환경의 변화, 과학/기술의 변화, 산업과 삶의 변화의 관점에서 분석하였다. 또한 분석한 요구사항에 대응하기 위해 미래형 네트워크 백본 구축, 사용자 중심의 협업 연구 환경 제공, 글로벌 협업 네트워크 서비스 제공, 첨단과학기술 연구데이터 정보 보호 서비스 제공 등에 관해 중장기 발전 방향 및 방안을 제시한다.

## A Study on Mid to Long-term Development Strategy of National Research Network

Myung Sun Lee\*, Bu seung Cho\*\*, Woo Chang Kwon\*\*\*

## ABSTRACT

The National research networks exist to support advanced science and technology in each country. The national research network must meet the requirements of science and technology in each field and continuously develop around the continuously changing environment. In recent years, demand for data - oriented science and technology research forms has been increasing. To cope with this demand, advanced national research networks are establishing mid - to long - term strategies. In this paper, the status of the advanced research network and trends and requirements of the national research network are analyzed from the viewpoint of the change of the research network environment, the change of science / technology, and the change of industry and life. In order to respond to the analyzed requirements, we propose mid - to long - term development directions and plans for establishing future network backbone, providing user - centered collaborative research environment, providing global collaborative network service, and providing high - tech science and technology research data information protection service.

**Key words :** 국가 연구망, National Research Network, 발전 전략, Development Strategy

접수일(2017년 12월 06일), 수정일(1차: 2017년 12월 26일),  
게재확정일(2017년 12월 29일)

★ 본 논문은 과학기술정보통신부 소프트웨어 기반의 첨단과학기술연구망 구축과 서비스 사업에 의하여 연구되었음.

\* 한국과학기술정보연구원 첨단연구망센터

\*\* 한국과학기술정보연구원 첨단연구망센터

\*\*\* 한국과학기술정보연구원 첨단연구망센터(교신저자)

## 1. 서론

국가 연구망(National Research Network)이란 각 나라의 첨단 과학기술을 지원하기 위해 존재한다. 국가 연구망의 발전 정도와 규모는 각국의 과학기술 경쟁력에 대한 척도로 볼 수 있다[1].

국가 연구망은 각 분야의 과학기술에 대한 다양한 요구사항을 수용하여야하며, 지속적으로 변화하는 과학기술 및 주변 환경에 대해서 끊임없이 발전해 나가야 한다.

이미 선진 국가 연구망을 구축하고 있는 국가들은 이용자 그룹의 다양한 요구사항을 충족할 수 있는 다양한 발전전략을 구축하여 국가 연구망이 나아갈 방향을 제시하고 있다[2][3].

본 논문에서는 국가 연구망의 수요 및 요구사항 분석을 통해 연구망 환경, 과학기술 패러다임 및 산업과 삶의 변화의 관점에서 현재의 국가 연구망이 처해진 환경에 대해서 다루고 국가 연구망의 중장기 발전전략에 대해서 제안한다.

## 2. 선진 연구망 현황 분석

최근에는 과학기술 분야의 빅데이터(PetaByte: 페타바이트급) 생성·분석·시물레이션을 위해서 전 세계 첨단자원과 고급인력의 연계·협력 필요성이 대두되어 고품질의 실시간 연결성을 보장하는 연구 네트워크에 대한 필요성이 증가하고 있다[4].

현재 선진연구망(Internet2/미국, SURFnet7/네덜란드, GEANT/캐나다 등)에서는 소프트웨어 융합 기반의 초고성능 네트워크 서비스를 지향하고 있으며, 데이터집약형 과학 등 첨단 응용지원을 위해 제한적으로 특성별 협업 플랫폼 서비스를 개발/보급하고 있다.

(그림 1)은 각국의 선진 연구망이 구축하고 있는 백본의 현황이다. 이미 여러 국가에서는 100G급 연구망의 구축을 마친 상태이며, 기존 선진 연구망으로 알려진 Internet2, ESnet, SINET, GEANT, AARNet, SURFnet에서는 100G\*N급 백본을 구축하고 있는걸 알 수 있다.

순번	국가	연구망	백본속도	비고
1	미국	Internet2	100Gbps * N	미국 연구 교육망
2	미국	ESnet	100Gbps * N	미국 에너지 연구망
3	일본	SINET	100Gbps * N	일본 연구 교육망
4	유럽	GEANT	100Gbps * N	유럽연구망 백본
5	오세아니아 네덜란드	AARNet SURFnet	100Gbps * N	호주 연구망 네덜란드 연구망
6	미국, 일본	SINET, Pacific Wave/TransPAC	100Gbps * 2	국제망
7	독일, 유럽	ESnet, NORDUnet, Internet2, SURFnet, GEANT	100Gbps * 3 이상	국제망

(그림 1) 해외 선진 연구망 현황

또한 GEANT[5]은 호라이즌 2020이라는 새로운 자금 지원 프로젝트를 통해 연구혁신(오픈 사이언스, 거대 및 응용연구 등)을 강화하기 위한 네트워킹 혁신 플랫폼 전략을 발표 하였으며, 미국의 ESnet과 SDSC를 중심으로 빅데이터 하이웨이 프로젝트인 Pacific Research Platform 프로젝트를 기반으로 ScienceDMZ 구축 기술, 100G급 전송 기술, 빅데이터 전용 전송 노드 구축 기술, Software Defined Network 기술, 네트워크 가상화 기술 등의 분야에 걸쳐 융합적인 형태로 발전하고 있다.

## 3. 국가 연구망 동향 및 요구사항 분석

### 3.1 연구망환경의 변화

연구망은 국가 사이버 인프라로써 첨단 과학기술에 대한 기여를 위해 변화하는 환경에서 발생하는 다양한 요구사항들을 대응할 필요가 있다.

경제/사회 분야의 큰 변화를 초래할 제4차 산업혁명의 토대가 될 수 있도록 단순한 고성능 전송이 아니라 초고성능컴퓨팅 환경에서, 컴퓨터-데이터를 융복합 가능하게 하는 융합 인프라로써의 연구망 기능이 요구되고 있다.

초고성능컴퓨팅을 뒷받침하는 첨단연구망은 한 국가의 과학기술 경쟁력과 직결되는 첨단과학기술 인프라로써 미래를 위한 혁신 및 공공인프라로써의 연구망 기능이 요구된다.

초고성능컴퓨팅을 통한 대용량 관측/실험데이터를 분석하고 공유할 수 있는 데이터중심과학을 실현하는 연구망의 기능이 요구된다.

세계 각국의 선진 연구망은 오픈사이언스를 지

원하기 위한 EOSC[6]같은 프로젝트를 추진하고 있는 상황이며, 이에 맞춰 오픈사이언스의 핵심 인프라로서의 연구망의 기능이 요구된다.

다양해지는 정보보안 요구사항 및 사이버 위협 상황에 대한 종합적/체계적인 보안관제/침해대응 서비스를 지원할 수 있는 과학기술분야 정보보호 인프라로서의 연구망 기능이 요구된다.

### 3.2 과학/기술의 변화

현대과학연구는 오랜 기간 풀리지 않은 과학적 난제를 거대과학실험데이터를 바탕으로 전 세계 수천 명의 과학자들이 협업하며 해결하고 있다[7]. 엑사(Exa)컴퓨팅을 지원하는 글로벌 협업 인프라로써 연구망은 더욱 고도화되어야 한다.

대표적인 미래기상변화, 핵물리학, 핵융합, 국방, 유전체 등의 데이터 중심의 과학연구는 엑사 컴퓨팅 및 엑사 데이터에 전송을 요구할 것이며, 동일한 난제에 대해서 1천명 이상의 과학자들이 함께 연구를 하는 초거대 협업의 형태로 변경되고 있다.

슈퍼컴퓨터(Supercomputer)와 과학 클라우드(Science Cloud)에서의 초고성능컴퓨팅자원과 데이터 등의 융합을 가능하게 하는 초고성능 연구망 자원의 확충을 통한 동적으로 자원 할당 및 관리가 가능한 유연한 연구망 서비스 체제 고도화가 요구되고 있다.

사용자의 요구사항에 맞춘 유연한 네트워크 구성, 국가/대륙 간 대용량의 데이터 전송을 위한 망 연계, 한정된 연구망 인프라의 효율적인 사용을 위한 가상화 기술을 수용하기 위한 연구망의 초고성능화 및 소프트웨어화가 요구된다.

높은 수준의 보안이 요구되는 국방/안보 및 바이오/유전체 등의 데이터를 분석하는 연구에 대해 초고성능 컴퓨팅을 통한 기밀데이터 분석이나 물리적인 도청을 원천봉쇄하는 양자암호통신 등의 사이버 보안기술이 요구된다.

단일 국가가 처리하기 힘든 엑사/제타(Zeta)급 과학데이터를 분석하는 국제 거대과학연구 지원은 초고성능컴퓨팅 자원의 효율을 극한으로 끌어올릴 것으로 예상되며, 이를 통해 획득한 기술과 실험

사례들은 시간을 두고 민간에 도입되어 응용될 것이다.

### 3.3 산업과 삶의 변화

4차 산업 혁명시대에 네트워크는 다양한 사물과 디바이스의 연결을 지탱하는 사이버물리시스템(CPS)의 핵심 인프라로써, 한정된 네트워크 자원으로 개개의 사물들을 효율적으로 연결하며, 이를 통해 폭발적으로 증가하는 데이터를 감당할 수 있는 초연결 네트워크의 구축이 필요하다.

최근 산업계에서는 개발과 상용화/운용의 경계를 허무는 데브옵스(DevOps)[8] 문화가 확산되고 있으며, 이러한 연구결과를 네트워크에 손쉽게 적용할 수 있는 기능이 요구된다.

데이터 분석도구의 보편화 및 오픈사이언스를 통한 과학 데이터의 개방, 온라인 공개강의의 확대 등의 주어진 환경으로부터 자료를 수집/분석/추상화하여 문제를 해결하는 수학적인 모델링 및 컴퓨터적 사고를 배양하는 교육의 강화 및 교육 목적의 첨단과학데이터의 활용에 대한 기능이 요구된다.

빅데이터 처리 및 딥러닝을 활용한 교통 혼잡 해소 등의 공공데이터 분석/활용을 통한 사회적 비용절감에 대한 기능이 요구된다.

## 4. 국가 연구망 발전방향

### 4.1 첨단연구지원을 위한 미래형 네트워크 백본 구축

다양한 분야에서 기가(Gbps)급의 연구 활용이 진행되고 있으며 향후 100Gbps급을 요구하는 첨단연구 사이트는 지속적으로 발생할 것이다. 이는 현재의 일반적인 전송기반 네트워크 즉, Best-effort 중심의 네트워크 구조로 연결이 불가능한 구조이며, 연구 커뮤니티별 그룹네트워킹(Group Networking)의 자원과 기술을 지원하는 논리그룹망(Logical Group Network) 구축 및 서비스분야는 기존의 연구망 인프라의 준비와 구성의 단계에서 차별화된 기술 제공과 서비스의 강화가 필요하다.

국가 연구망의 단기·중기·장기 수요조사를 통한

첨단연구망 이용자 수요예측 및 인프라 고도화 로드맵 수립해야 하며, 10대 첨단과학 분야(고에너지물리, 천문우주, 기상기후, 바이오유전체, 원격의료/연구, 건설/건축, 원격교육, 차세대네트워킹, 슈퍼컴퓨팅, 문화기술/차세대방송 등)에 대한 국가지원체제 확립을 통해 초고성능컴퓨팅 및 대용량 데이터센터에서 요구하는 사항들을 만족시켜야 할 것이다.

#### 4.2 사용자 중심의 협업 연구 환경 제공

과학기술 패러다임이 융복합, 협업 연구로 변경됨에 따라 협업 연구를 지원할 수 있는 연구 환경의 제공이 필수적이다. 이를 위해 통합협업플랫폼 서비스를 제공이 필요하다.

다양한 사용자그룹(네트워크 엔지니어, 첨단과학기술 연구자, 교수 및 학생, 보안 담당자 등)을 수용하고 커뮤니티 그룹간의 협력 및 협업할 수 있는 환경을 제공하여야 한다.

이는 연구거점이 밀집한 특화된 지역단위의 혁신적 네트워크 연구 플랫폼 구축하여 출연연이 집결된 대전연구단지, 지역별 거점이 되는 혁신도시 등을 연구 그룹으로 구성하고, 국가 단위의 대용량 데이터 전송이 가능한 혁신적 네트워크 연구 플랫폼 구축하는 것이다.

#### 4.3 글로벌 협업형 네트워크 기술 서비스 제공

세계를 선도하는 과학기술 지식과 원천기술 창출을 위해서는 우리주도의 과학기술 국제협력 사업 발굴, 추진 및 국제기구 및 공동연구사업 참여를 대폭 확대가 필수적이다. 이를 위해서는 인력과 자원이 상시적으로 글로벌 협업 커뮤니티에 연결되어 있는 글로벌 협업형 네트워크 환경 지원이 필요하다.

기존의 물리적인 연결 중심의 지원에서 연구자가 요구하는 통합전송환경 중심 지원으로의 서비스 체제 전환이 필요하며, 첨단연구망 고성능 인프라 및 전송시스템 통합 지원을 통한 첨단 이용자 환경 개선과 대용량데이터전송구조(Science DMZ) 적용, 액세스망 100기가 구축, 소프트웨어 정

의 네트워크(SDN) 적용을 통한 대용량데이터 전송이 가능한 소프트웨어 기반 100기가 전송환경 구현이 필요하다.

#### 4.4 첨단과학기술 연구데이터 정보보호 서비스 제공

고에너지물리, 천문우주, 기상기후 등 첨단 협업 연구 분야에서 보안성이 보장된 고속의 전송 환경을 요구하고 있다. 또한 늘어나는 글로벌 사이버 위협 및 변화에 대응 가능하도록 공격자 관점의 차세대 보안관제/침해대응 기술 개발이 필요하다.

24\*365 실시간 보안관제 및 침해예방체계 고도화를 통한 일원화된 사이버공격 대응 공조체계 구축 및 침해사고 공동대응체계를 구축하여야 하며, 폭발적으로 증가하는 사이버 위협정보에 대한 실시간 수집·분석을 위한 HPC 연구망 기반 고성능 보안관제 인프라 구축해야 한다.

또한 10G급 대규모 보안정보를 실시간으로 수집·분석하기 위한 차세대 보안관제 모델 설계 및 시스템 구축해야 하며, 향후에는 100G급 대규모 트래픽 실시간 수집·분석 및 악성코드 자동추출·분석 시스템 구축까지도 구축되어야 할 것이다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 국가 연구망의 변화하는 상황에서 발생하는 다양한 요구사항들에 대해 여러 방향으로 발전방향을 제시하였다. 국가 연구망이 지속적으로 발전하기 위해서는 중장기적으로 미래 수요 대응 첨단연구망 자원을 확보하기 위해 과학적 발견, 사회현안 문제해결 등을 해결 가능하게 하는 초고성능 국가 연구망 인프라 구축 및 운영체계를 구축하여야 하며 초고성능컴퓨팅, 대용량데이터센터, 대형 연구장비 등을 초고성능으로 연동하는 국가 사이버인프라스트럭처를 제공해야 한다.

또한, 국가 차원의 연구망 서비스 체계 구축 및 접근성을 제고하기 위해 국내 연구자가 세계적 수준의 연구 프로젝트에 선진 연구자와 함께 연구할 수 있도록 국가 연구망 기반 사이버협업환경을 제공하는 것은 물론, 물리적 연결 중심의 고성능 네

트위크 서비스를 포함하는 소프트웨어 기반의 네트워크 플랫폼 서비스를 통해 지능형 클라우드형 서비스 체계를 구축해야 한다.

마지막으로 예측(Predict)·예방(Prevent) 중심의 첨단연구망 정보보호체계 고도화가 필요하다. 국가적으로 중요도가 높은 연구데이터들을 보호하기 위해서는 신/변종 사이버위협 대응강화를 위한 대규모 보안정보 자동분석 기술 및 가시화 기술기반의 지능형 보안관제 체계를 구축해야 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 임휘빈, et al. "국가과학기술연구망 (KREONET)의 경제적 파급효과 분석." 한국 IT 서비스학회 학술대회 논문집 2009, pp. 103-108, 2009.
- [2] Rambhadjan, Marvin, and Arthur Schutijser. "SURFnet cloud computing solutions." Universiteit van Amsterdam, System and Network Engineering (2010).
- [3] Soldani, David, and Antonio Manzalini. "Horizon 2020 and beyond: on the 5G operating system for a true digital society." IEE E Vehicular Technology Magazine 10.1, p. 32-42, 2015.
- [5] GEANT, <http://www.geant.org/>
- [4] 배동민, 박현수, 오기환. "빅데이터 동향 및 정책 시사점." 정보통신방송정책연구원 방송통신정책, 통권 555, pp. 37-74, 2013.
- [6] EUROPA, <https://ec.europa.eu/>
- [7] Tansley, Stewart, and Kristin M. Tolle. The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery. Ed. Tony Hey. Vol. 1. Redmond, WA: Microsoft research, 2009.
- [8] Httermann Michael, 'DevOps for developers', Apress, 2012.
- [9] GLORIAD, <http://www.gloriad.org/>

### [ 저 자 소 개 ]



이 명 선 (Myung-sun Lee)  
1982년 2월 아주대학교 전자공학 학사  
1996년 8월 한남대학교 컴퓨터공학과 공학 석사  
2005년 2월 한남대학교 컴퓨터공학과 공학 박사  
1983.03~현재 한국과학기술정보연구원 첨단연구망센터 책임연구원  
email : mslee@kisti.re.kr



조 부 승 (Bu-seung Cho)  
2000년 2월 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학 학사  
2002년 8월 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학 공학석사  
2017년 2월 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학 공학박사  
2005.06~현재 한국과학기술정보연구원 첨단연구망센터 선임연구원  
email : bscho@kisti.re.kr



권 우 창 (Woo-chang Kwon)  
2009년 2월 안동대학교 정보통계학과 학사  
2011년 2월 안동대학교 컴퓨터공학과 공학 석사  
2015.09~현재 한국과학기술정보연구원 첨단연구망센터 선임연구원  
email : wckwon@kisti.re.kr