

특집 1 [슈퍼컴퓨팅의 산업체 응용 동향과 사례]

초고성능컴퓨팅 산업체 지원 정책 및 사업 동향

[글] 김재성^{1*}, 서동우², 김은진³
¹*한국과학기술정보연구원 기상설계분석실
 jaesungkim@kisti.re.kr
²한국과학기술정보연구원 기상설계분석실
 seodongwoo@kisti.re.kr
³한국과학기술정보연구원 미래전략실
 kimej@kisti.re.kr

1. 서론

제조업은 꾸준한 성장을 통해 국가 경제성장을 이끈 핵심 원동력이자 버팀목으로서의 역할을 수행해왔다. 우리나라 제조업 비중은 GDP의 약 30%로 세계 2위 수준, 제조경쟁력지수는 세계 5위 수준으로 아시아는 물론 전세계적으로도 여전히 제조 강국으로서의 위상을 확보하고 있다. 이러한 글로벌 위상과 국가적 역할에도 불구하고 최근 다양한 경제지표에서 제조업의 위기신호들이 포착되고 있다. 2000년대에 진입하면서 국내 제조업 성장률과 고용 증가율, 부가가치율이 큰 규모로 감소하고 있으며 제조업의 경쟁기반 또한 약화되는 추세에 있다. LG경제연구원에 따르면 한국 제조업의 연평균 성장률은 1970년대 16.2%에서 2000년대 6.4%로 하락하였으며 제조업의 고용증가율은 1970년대 3.6%에서 2000년대 -0.6%까지 하락한 것으로 분석된다.

표 1. 제조강국의 제조혁신전략과 HPC의 활용

(미국) 첨단제조전략계획	(일본) 산업재흥계획	(독일) Industry 4.0
디지털 제조 등 첨단제조기술 개발, 인력양성, 산학연 파트너십 구축	에너지기술, 설계생산 혁신기술 등 10대 전략 기술 개발	ICT기반 사이버물리시스템(CPS) 개발을 통한 스마트공장 구현
제조혁신 네트워크(NNMI)와 혁신기관(IMI) 구축을 통한 중소기업의 HPC 활용 적극 촉진 (국가경쟁력위원회 핵심 과제)	지리적공간적 제약을 극복하는 차세대 제조기술 개발 (K-Computer <세계4위>의 산업적 활용 확대: 5% → 8%)	실제 제조활동을 가상 제조활동으로 복제하여 검증관리활용하는 HPC 기반 사이버솔루션이 핵심요소

한편 독일, 미국, 일본과 같은 전통적인 글로벌 제조강국들은 자국의 제조경쟁력의 지속적 우위 유지와 당면 위기 극복을 위하여 국가차원의 제조업 혁신 계획을 수립하여 국가적 최우선 전략으로 추진 중에 있다. 이들 제조강국들의 제조업 혁신 계획에서 공통적으로 찾아볼 수 있는 점은 첨단 ICT 기술과 제조업의 융합을 통해 자국의 제조 경쟁력 강화와 경제 활성화를 목표로 하고 있다는 점이다.

미국은 첨단제조분야에서의 리더십 확보를 위하여 ‘국가 첨단제조 전략계획(2012년~)’을 수립하고 3D 프린팅, 복합소재와 같은 첨단 제조기술 분야에 총 29억 달러(2014년)를 투자하고 있다. 독일은 ‘High-tech Strategy 2020’ 추진의 일환으로 ICT 기반 제조업 혁신을 위한 ‘Industry 4.0’ 프로젝트(2012년~)를 추진 중에 있으며, 2015년까지 3년간 총 5억 유로의 예산을 투자 할 계획이다.

우리와 가까운 일본과 중국 역시 자국의 제조 경쟁력 강화를 위한 국가적 정책과 사업을 강력히 추진 중에 있다.

일본은 제조업 부흥을 목적으로 ‘일본산업 재흥계획’을 수립하고 제조기술 선진화를 위한 설비투자과 첨단 제조기술 개발을 위하여 2012년 이후 3년간 70조엔의 막대한 예산을 투자 하고있다. 중국은 제12차 과학기술발전 5개년 계획의 일환으로 생산장비 고도화 및 정보통신 진흥을 위한 세부 계획을 수립하고 3D 프린팅, 사물인터넷(IoT), 제조 빅데이터 연구를 위한 전문센터 설립 등을 위해 1억 달러의 예산을 투입할 계획이다.

이들 제조강국들의 제조혁신 정책에서 주목해야 할 점은 슈퍼컴퓨터와 같은 초고성능컴퓨팅(HPC: High Performance Computing) 인프라의 국가 산업 전반의 활용을 제조혁신의 핵심 요소로 간주하고 있다는 것이다. 따라서 본고에서는 선진 제조강국들의 제조혁신 계획에서의 초고성능컴퓨터의 활용과 관련한 기관 및 사업의 추진 동향에 대해 살펴보고자 한다.

2. 미국

2.1 NNMI / IMI

미국의 제조업은 GDP의 12.2%를 차지하며 미국의 경제성장을 견인해 왔으나 우리나라와 마찬가지로 성장성 저하와 제조업 공동화(hollowing-out)로 인한 고용감소의 문제에 직면하면서 제조업 위기에 대한 국가적 인식이 확산되었다. 미국 제조경쟁력 저하의 여러 원인들 중 대학, 정부연구기관 등의 공공 연구개발 결과가 산업에서의 최종제품으로 연계되지 못하여 궁극적으로 산업 경쟁력 확보의 기회를 상실하게 되는 문제(Missed Opportunities)가 공통적으로 제기되었다.

오바마 행정부는 미국 제조업의 경쟁력 회복과 리더십 확보를 위한 핵심 사업으로 국가차원의 대규모 공공-민간 협력파트너십을 기반으로 국가적 제조혁신인프라 및 생태계를 구축하여 공공영역과 산업영역의 간극(Missing Middle)을 줄임으로써 새로운 제품, 새로운 시장, 새로운 일자리 창출을 도모하고자 국가 제조혁신네트워크(NNMI: National Network of Manufacturing Innovation)의 구축을 추진 중에 있다. 이와 더불어 국가제조혁신네트워크의 구현의 핵심 주체로 15개 제조혁신기관(IMI: Institute for Manufacturing Innovation)을 설립하여 대학과 정부 연구기관과 같은 공공연구기관들의 산업적 문제해결과 기업지원 활동의 강화를 추진하고 있다. 제조혁신기관은 각 분야별 전문화된 공공-민간 협력 파트너십 구축 및 분야별 첨단기술 개발과 중소기업지원, 기술의 상용화 등을 중점 추진하며 해당 분야 제조혁신을 위한 국가적 허브(hub)로서의 역할을 수행할 계획이다.

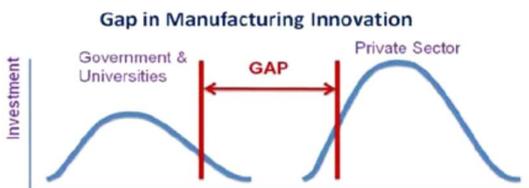


그림 1. Missing Middle

국가제조혁신네트워크 실행의 가능성 검증을 위한 파일럿 기관으로 설립된 NAMII(National Additive Manufacturing Innovation Institute, 2012.8)를 시작으로 DMDI(Digital Manufacturing and Design Innovation, 2014.2), IACMI(Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation, 2015.1)에 이르기까지 현재까지 총 6개의 제조혁신기관을 설립하여 운영 중에 있다.

2.2 DMDI / NDEMC

디지털 설계 및 제조혁신기관(DMDI)은 설계 및 생산기술 분야의 제조혁신기관으로 제품개발단계에서 필요로 하는 첨단 설계와 제조기술을 연구 개발하여 미국 내 제조 기업에 보급, 활용을 촉진함으로써 제조업의 글로벌 경쟁력을 확보하기 위하여 설립된 기관이다. DMDI는 시카고에 위치하는 UILAB의 주관 하에 41개 기업, 23개 대학, 9개 비영리기관의 대규모 협력체제를 바탕으로 하고 있다. 미국 연방정부가 7,000만 달러를 투자하였으며 GE 등 컨소시엄 참여기업이 2억 5,000만 달러를 투자하여 총 3억 2,000만 달러의 운영 재원을 확보하고 있다.

점차 복잡화/개인화되고 있는 제조환경에 유연하게 대응하기 위한 미래공장(Factory-of-the-future) 구축을 목표로 첨단 정보기술과 도구, 표준화, 센서 및 제어기술 등에 대한 연구개발을 추진하고 있다. 특히 국가슈퍼컴퓨팅센터(NCSA, National Center for Supercomputing Application)를 중심으로 초고성능컴퓨팅 기반의 모델링 & 시뮬레이션 기술 및 관련 소프트웨어의 개발과 보급을 통해 중소기업의 제품개



그림 2. DMDI의 주요 연구분야와 내용

특집 1 [슈퍼컴퓨팅의 산업체 응용 동향과 사례]

발 시간과 비용의 획기적 절감의 지원을 중점 추진할 계획이다.

DMDI는 미국 국가경쟁력위원회(CoC, Council on Competitiveness)가 주관하여 2011년 설립한 NDEMC(National Digital Engineering and Manufacturing Consortium)의 기능을 승계하여 설립된 기관이라 할 수 있다. NDEMC는 공공-민간협력체제(PPP: Public-Private Partnership)를 기반으로 중소기업을 중심으로하는 미국 제조업 공급체인 전반에 모델링과 시뮬레이션, 초고성능컴퓨팅, 디지털 제조기술의 활용을 촉진하기 위하여 설립되어 운영되었다. NDEMC는 국가경쟁력위원회가 운영을 주관하고 2개 슈퍼컴퓨팅센터(NCSA, OSC: Ohio Supercomputing Center)와 1개 대학(피듀대학), GE 및 록히드 마틴(Lockheed Martin) 등 4개의 글로벌 기업들로 구성되는 컨소시엄을 바탕으로 운영되었다.

2.3 NCSA

국가슈퍼컴퓨팅센터(NCSA)는 1986년 NSF의 미국 슈퍼컴퓨팅센터 프로그램에 의해 설립된 5개 슈퍼컴퓨팅센터 중 하나로 일리노이 주립대(University of Illinois at Urbana-Champaign) 산하 기관으로 운영되고 있다. NCSA는 세계최초 페타플롭스(Petaflops)급 슈퍼컴퓨터인 Blue Water를 구축(2007년)하여 운영한 바가 있으며 사비어인프라스트럭처 기반의 첨단 연구환경을 구축하여 서비스하는 XSEDE(Extream Science and Engineering Discovery Environment) 프로젝트의 주관기관으로서 미국을 대표하는 슈퍼컴퓨팅센터라고 할 수 있다.

NCSA는 1986년부터 현재까지 중소기업 등 산업체 지원을 위한 전담 프로그램(PSP: Private Sector Program)을 운영 중에 있다. PSP에서는 산업체를 대상으로 하는 응용연구에서부터 HPC 기반 설계 및 제조 기술의 기업 활용을 촉진하기 위한 컨설팅에 이르기까지 다양한 활동을 추진하고 있다. 본 프로그램에서는 특정 제품 개발을 직접적이고 단기적으로 지원하기 보다는 장기적 관점에서 기업의 제품 개발 프로세스를 HPC의 활용을 바탕으로 하는 디지털 방식으로 전환하는데 초점을 맞추고 있다. 또한

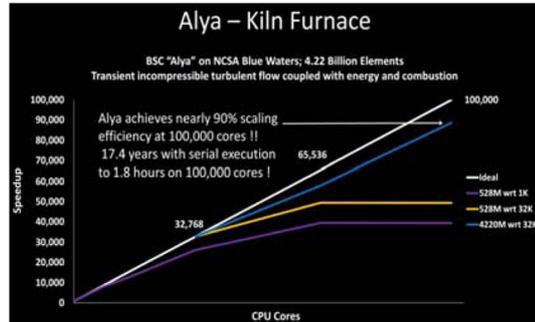


그림 3. CFD SW(Alya) 병렬성능 벤치마킹 지원 사례

Ford, Boeing 등 포춘 50대 기업의 33%(포춘 100대 기업의 60%)와 협력관계를 구축하여 이들 기업들의 공급체인을 형성하는 중소기업들을 대상으로 슈퍼컴퓨팅 전용자원 제공(iForge, 2.7TFlops), 컴퓨팅SW의 병렬성능 벤치마킹 및 모델링 & 시뮬레이션 기술 지원 등을 수행하고 있다.

2. 유럽

2.1 PRACE / SHAPE Program

유럽연합은 각 국에 산재되어 있는 HPC 자원을 통합하고, 범 유럽의 HPC 생태계를 구축 할 목적으로 25개 국가가 참여하는 비영리단체, PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe)를 설립하였다. PRACE는 세계최고 수준의 HPC 통합 활용환경을 바탕으로 새로운 과학적 발견이나 혁신적 공학기술의 개발을 위한 HPC 서비스를 지원하고 있다. 범유럽 HPC 시스템 및 서비스는 성격에 따라 3단계로 구분되며 그 중 최상위 레벨인 Tier-0단계는 Petaflops, Exaflops급의 초고성능컴퓨팅 자원과 서비스를 제공하고 있다.

표 2. 범유럽 HPC 시스템 구성

단계	주체	센터 범위	시스템 수	성능
Tier-0	PRACE	유럽 센터	소	고성능
Tier-1	DEISSA/PRACE	국가 센터	↑	↑
Tier-2	표준	대학/지역 센터	다	일반성능

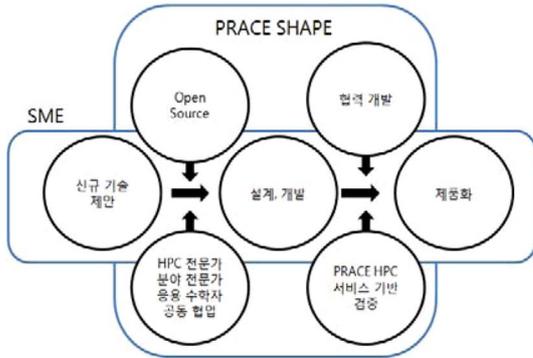


그림 4. SHAPE의 중소기업 지원 프로세스

표 3. SHAPE 서비스 주요 내용

서비스 항목	내용
일반 서비스	중소기업 대상의 교육, 세미나, 워크숍, 네트워킹 서비스를 통해 HPC 관련 전문지식 제공
초기 코칭	프로젝트 가치 정의, 단계별 평가 중소기업 상황에 맞게 프로그램 조정
1:1 코칭	HPC를 활용한 프로젝트 진행시 해당 중소기업에 맞춤형 컨설팅 제공
Proof-of-Concept	중소기업이 요구하는(필요로 하는) PRACE 자원을 이용하여 솔루션 개발 및 기술검증
비즈니스 프로젝트 제안	솔루션 검증 완료 후 비즈니스 수행을 위해 필요한 요구사항 제안

PRACE는 유럽 내 중소기업의 HPC 활용을 촉진하고 기업환경에 적합한 HPC 서비스를 위한 SHAPE (SME HPC Access Program in Europe) 프로그램을 운영하고 있다. SHAPE에서는 중소기업이 해결하고자 하는 문제에 최적화된 HPC 자원 및 분야별 전문가네트워크에 기반한 컨설팅 지원과 함께 HPC 활용을 위한 교육과 기술검증 등을 포함하는 포괄적 서비스를 제공하고 있다.

2.2 FORTISSIMO / CloudSME

FORTISSIMO(Factories of the Future Resources, Technology, Infrastructure and Service for Simulation and Modeling)는 클라우드 HPC 기반의 모델링 및 시뮬레이션 서비스를 통해 유럽 내 중소

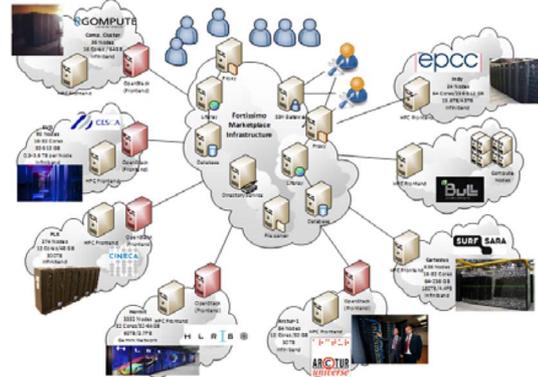


그림 4. Fortissimo 클라우드서비스 체계

기업의 HPC 활용을 촉진하고 글로벌 경쟁력 향상을 지원하기 위한 유럽 연합 프로젝트(EU 7th FP, 2013.7~)이다. FORTISSIMO는 영국 에딘버러 슈퍼컴퓨팅센터(EPCC: Supercomputing Centre at The University of Edinburgh) 주도로 14개국, 5개 슈퍼컴퓨팅센터, 40개 기업과 기관이 참여하고 있다.

FORTISSIMO에서는 중소기업이 쉽게 접근할 수 있도록 'One-Stop-Pay-per-Use-Shop' 방식의 클라우드 서비스를 통해 하드웨어, 소프트웨어, 전문지식 등의 자원을 종합적으로 서비스하고 있다. 1년에 2회에 걸친 공모를 통해 기술지원 대상 기업을 선정(20기업, 2014기준)하고 있으며 지원 분야를 자동차, 우주항공 외에도 신 재생 에너지, 환경, 석유 및 가스 등의 새로운 비즈니스 분야로 지속 확대하고 있다.

CloudSME (Cloud based Simulation platform for Manufacturing and Engineering)는 I4MS(ICT Innovation for Manufacturing SMEs) 프로젝트의 일부로 중소기업에서 활용되는 시뮬레이션 솔루션 및 하드웨어 비용의 문제를 해결하기 위한 목적으로 추진되고 있다. CloudSME 는 4개 대학, 11개 기업의 협력체제를 바탕으로 하고 있으며 EU가 16만 유로를 투자하여 총 21만 달러의 운영재원을 확보하고 있다. CloudSME 는 소규모 또는 대규모 시뮬레이션을 위하여 클라우드 기반의 SaaS(Software-as-a-Service), PaaS (Platform-as-a-Service) 서비스를 제공하고 있으며 이를 통해 중소기업에서 소프트웨어

라이선스 비용 및 하드웨어 구축/유지보수 비용 등의 문제 없이 시뮬레이션의 활용이 가능하도록 지원하고 있다.

3. 일본

3.1 HPCI

일본 문부과학성은 세계4위(2014.11 기준) 초고성능컴퓨터인 K-Computer의 중점 활용을 위한 국가 5대 전략프로그램 중 하나로 차세대 제조분야를 선정하고 이의 중점추진을 위한 프로젝트와 전문기관을 설립하여 운영 중에 있다.

또한 5대 국가전략 프로그램 수행을 위한 기반 인프라 구축을 위하여 K-Computer를 중심으로 동경대학, 쓰쿠바대학 등 9개 대학의 초고성능컴퓨팅 자원을 연계하는 25Petaflops 규모의 범국가차원의 슈퍼컴퓨터 공동활용체제(HPCI, High Performance Computing Infrastructure)를 구축하여 운영 중에 있다.

3.2 CISS / FOCUS

일본은 차세대 제조프로그램의 수행을 위하여 K-Computer 등 초소성능컴퓨터를 활용하는 시뮬레이션 기술을 연구개발하기 위한 CISS(Center for Research on Innovation Simulation)와 K-Computer의 산업적 활용의 촉진을 지원하기 위한 계산과학진흥재단(FOCUS, Foundation for Computational Science)을 설립하여 운영 중에 있다.

CISS는 동경대학교 산하기관으로 교토대학 등 관련 연구기관과 협력하여 산업적 실용성이 높은 독자적 시뮬레이션 소프트웨어의 개발을 추진 중에 있다. 3개 분야 / 7개 주제에 대한 연구를 진행 중에 있으며 대규모 조립체에 대한 구조/유체 해석 솔버 개발, 복합재료 강도 신뢰성 평가 해석 기술 개발, 다중물리 해석 기술 개발과 같은 대규모 계산을 필요로 하는 시뮬레이션 기술 개발이 주를 이루고 있다.

FOCUS는 K-Computer의 산업적 활용을 촉진하기 위해 설립된 전문기관으로서 중소기업의 K-Computer 활용 지원 및 K-Computer를 활용하여 수행된 첨단



그림 5. K(京)-Computer

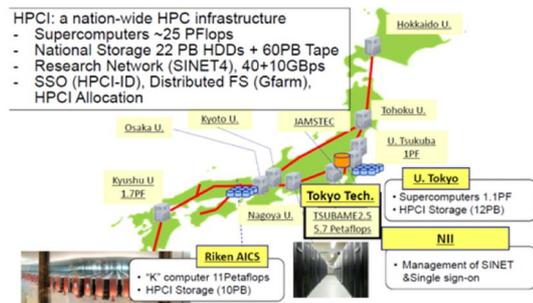


그림 6. 일본 초고성능컴퓨터 공동활용체제

연구결과들을 산업계에 보급하는 거점기관으로서의 역할을 수행하고 있다.

FOCUS는 HPC활용에 대한 기업의 요구를 파악하여 관련 대학, 연구기관, 벤더 등과 협력하여 문제를 해결하는 컨설팅 서비스와 함께 간사이지역의 대학과 연계하여 시뮬레이션 소프트웨어를 전문적으로 활용할 수 있는 인력양성을 병행하여 추진 중에 있다. 또한 시뮬레이션 소프트웨어의 병렬성능 검증 등 국산 HPC 소프트웨어 개발을 지원하기 위한 인큐베이터로서의 역할을 수행하고 있다.

4. 결론 및 제언

본고에서는 미국, 유럽, 일본과 같은 선진 제조강국들의 초고성능컴퓨터의 산업적 활용과 관련한 대표적인 기관과 사업의 추진 동향에 대해 살펴보았다.

언급한 바와 같이 선진 제조강국들은 초고성능컴퓨터의 산업적 활용을 자국의 제조혁신을 위한 필수적 요소로 간주하고 관련 정책과 사업을 강력히 추진 중에 있다. 우리나라도 중소 제조기업은 물론 국가 산업 전반에 초고성능컴퓨터의 활용을 확대하기 위한 국가적 제조혁신계획의 수립과 추진이 시급하다.

참고문헌

1. Deloitte(2013), “Global Manufacturing Competitiveness Index”, Deloitte.
2. LG Business Insight(2012), “성장과 고용창출의 동력, 제조업의 재조명”, LG 경제연구원
3. 이장균(2014), “제조업을 업그레이드하자”, 통권 558호, 현대경제연구원.
4. 김명일, 김은진, 김재성(2014), “슈퍼컴퓨팅 기반의 제조업 혁신 방안: 미국 NCSA 사례 분석 중심”, 정보인프라정책연구, Vol.1(3), pp.3~pp.21.
5. 김은진, 이식, 박형욱(2013), “EU의 중소기업 육성을 위한 HPC 통합생태계와 지원 프로그램 분석”, KISTEP Issue Paper 2013-16.
6. Mike Molnar(2014), “NNMI Overview”, Advanced Manufacturing Partnership 2.0 Regional Meeting, PPT.
7. Advanced Manufacturing National Program Office(2013), “National Network for Manufacturing Innovation: A Preliminary Design”, AMNPO.
8. Martine(2014), “Fortissimo”, 5th International Supercomputing Workshop, Tokyo, Japan.
9. Gatherine Riviere(2014), “Partnership for Advanced Computing in Europe”, 5th International Supercomputing Workshop, Tokyo, Japan.
10. Satoshi ITOH(2014), “RIKEN, AICS and K-Computer”, 5th International Supercomputing Workshop, Tokyo, Japan.
11. National Center for Supercomputing Applications, <http://www.ncsa.illinois.edu/>
12. Advanced Computing Portal, <http://manufacturing.gov/>
13. The fortissimo project, <http://www.fortissimo-project.eu/>
14. Digital Manufacturing and Design Innovation Institute, <http://dmdii.uilab.org/>
15. Partnership for Advanced Computing in Europe, <http://www.prace-ri.eu/>
16. CloudSME, <http://cloudsme.eu/>