

미국 사례분석을 통한 슈퍼컴퓨팅 활용 제조업 혁신 방안

김명일* · 김은진** · 김재성*** · 고명주****

I. 연구배경 및 동향

최근 미국, 독일 등을 비롯한 주요 선진국들은 첨단제조기술 개발, 슈퍼컴퓨팅 활용, 첨단 ICT 융합 등의 제조업 강화 정책과 공격적인 투자를 통해 제조업 혁신을 기반으로 하는 경제활성화를 모색하고 있다. 미국은 첨단 제조 분야에서의 리더십 확보를 위한 ‘국가 첨단제조방식 전략 계획’을 수립하고 첨단제조기술 분야에 총 29억 달러의 예산을 투입하였고(‘14년), EU는 제조업 혁신 및 경쟁력 향상을 위한 연구프로그램인 ‘Horizon 2020’를 통해 범 유럽의 슈퍼컴퓨팅 생태계를 구축하며, 특히 중소기업 지원을 위한 통합 인프라에 대한 마스터플랜을 수립하였다. 독일의 경우 ‘High-Tech Strategy 2020’ 추진의 일환으로 ICT 기반 제조업 혁신을 위한 ‘Industry 4.0’ 프로젝트를 2013년부터 3년간 총 5억 유로의 예산 투입하여 본격적으로 추진하고 있으며, 중국은 ‘과학기술발전 제12차 5개년 계획(2011~2015)’의 7대 전략사업 분야에서 생산장비 고도화 및 정보통신 진흥을 위한 계획을 수립해 강한 제조업으로의 도약을 추진하고 있다. 국내의 경우 향후 3년을 제조업 재도약의 골든타임으로 인식하고, 제조 혁신과 경제활성화를 위해 「제조업 혁신 3.0 전략」을 수립하고, 산업통상자원부, 기획재정부, 미래창조과학부 등 관계부처와 민간 전문가 합동의 제조혁신위원회를 발족하였다(‘14년 7월).

슈퍼컴퓨팅, 3D 프린팅, 가시화, 시뮬레이션 등 첨단기술을 활용해서 새로운 제품을 생산하는 제조업을 의미하는 첨단제조(advanced manufacturing)는 제품 개발시간과 비용을 획기적으로 절감할 수 있어 산업체 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 미국의 경우, 글로벌 금융위기(‘08년)와 GE, 월풀, 포드 등 글로벌 기업의 생산 공장 해외 이전으로 인해 산업 생산의 위기에 직면하게 되었으며, 이는 고용 악화와 경기침체로 이어지게 되었다. 오바마 대통령은 이러한 문제를 해결하기 위해 취임(‘09년)과 동시에 제조업의 부활이 미국의 글로벌 경쟁력을 유지하기 위한 핵심 요소임을 인식하고 첨단제조를 기반으로 하는 강력한 제조업 혁신 정책을 추진하였다. 이를 통해 미국의 Boeing社는 항공기 개발을 위해 제작하던 시험기(試驗機)의 대수를 90% 감축했으며, 개발시간은 83%를 단축했고, 미국의 Rocket Crafter社는 하이브리드 로켓엔진 제작에 첨단제조기술을 적용하여 개발시간은 60% 단축하고 비용은 50% 절감할 수 있었다. 결과적으로 미국은 첨단제조 육성 정책을 통해 국내총생산(GDP)에서의 제조업 비중이 '09년 12.4%에서 '12년 13.3%로 상승, '13년 6월 제조업 생산지수('09년 6월, 100 기준)는 금융 위기 이전(125)으로 근접했다(박기임 외, 2013). 또한, 미국의 첨단제조 육성 정책은 제품의 설계 및 생산 과정에서의 슈퍼컴퓨팅 활용을 선택이 아닌 필수요소로 강조하고 있는데, 이는 빠른 시간 내에 다양한 시뮬레이션을 수행함으로써 신제품의 시장 진입 시간(time to market)을 단축시킬 수 있기 때문이다(김재성 외, 2010). 본 연구에서는 미국의 제조업 혁신 정책추진 사례를 분석하여, 슈퍼컴퓨팅 기반의 국내 제조업 혁신을 위한 정책적 제언을 제시하고자 한다.

* 김명일, 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅본부 선임연구원, 010-3427-5844, mikim@kisti.re.kr

** 김은진, 한국과학기술정보연구원 미래전략실 선임연구원, 010-4532-7527, kimej@kisti.re.kr

*** 김재성, 한국과학기술정보연구원 가상설계분석실 실장, 010-8164-3416, jaesungkim@kisti.re.kr

**** 고명주, 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅본부 선임연구원, 010-3685-2058, myju@kisti.re.kr

II. 미국의 첨단제조 정책 및 추진체계

1. 제조업 혁신 정책

미국의 제조업 현황을 보면, 제조기업의 수는 약 300,000개, 이중 종업원의 수가 500명 이하인 중소기업의 비율은 95%, 중소기업이 제공하는 일자리의 비율은 대기업 대비 200%이다(Jon Riley, 2011). 또한 중소기업의 94%가 아직까지 고성능컴퓨터(HPC, High Performance Computer)를 활용한 첨단제조를 적용하지 않고 있으나, 향후 2020년까지 미국의 제조기업에 의해 생산되는 모든 제품의 98%가 디지털 방식에 의해 제조될 것으로 예상하고 있다. 이와 같이 독일, 일본 등에 비해 경쟁력이 약화된 미국은 제조업 위기를 극복하기 위해 오바마 정부의 강력한 정책적 드라이브를 기반으로 정부, 기업, 학계를 아우르는 제조업 혁신 활동이 활발하게 추진되고 있다. 대통령 과학기술자문위원회(PCAST, United States President's Council of Advisors on Science and Technology)는 제조업 혁신을 위한 범정부 NPO(National Program Office)의 설립을 오바마 대통령에게 제안하였다('11년 6월). 이후 AMNPO(Advanced Manufacturing National Program Office) 설치 및 DMDII(Digital Manufacturing and Design Innovation Institute) 설립('14년) 등 제조업 혁신을 위한 실질적 예산 투입과 전담 조직이 구성되었다.

미국의 경우, 정부기관 및 학계와 민간기업과의 기술 수준의 차이를 제조혁신의 격차로 인식하고, 이러한 격차를 해소하여 제조업 르네상스를 달성하기 위해 산·학·연·관 파트너십의 필요성이 대두되었다. 이를 뒷받침하기 위해, 포드, 인텔, P&G 등 12개의 기업 CEO와 UC 버클리, 카네기멜론 등 6개 대학의 총장을 임원진으로 하는 AMP(Advanced Manufacturing Partnership)가 설립되었다('11년 6월). 또한, 제조업 혁신과 신제품의 상업화 촉진을 위해 산업계, 학계, 정부의 각 파트너가 효과적인 자원 활용, 협력 체계 구축, 공동 투자 등의 전략을 최대한 활용하기 위한 국가 차원의 네트워크인 NNMI(National Network for Manufacturing Innovation)를 구축하였다(장영 외, 2013). 미국 오바마 정부의 제조업 혁신 정책 마일스톤은 <표 1>과 같다.

<표 1> 오바마 정부의 제조업 혁신 정책 마일스톤

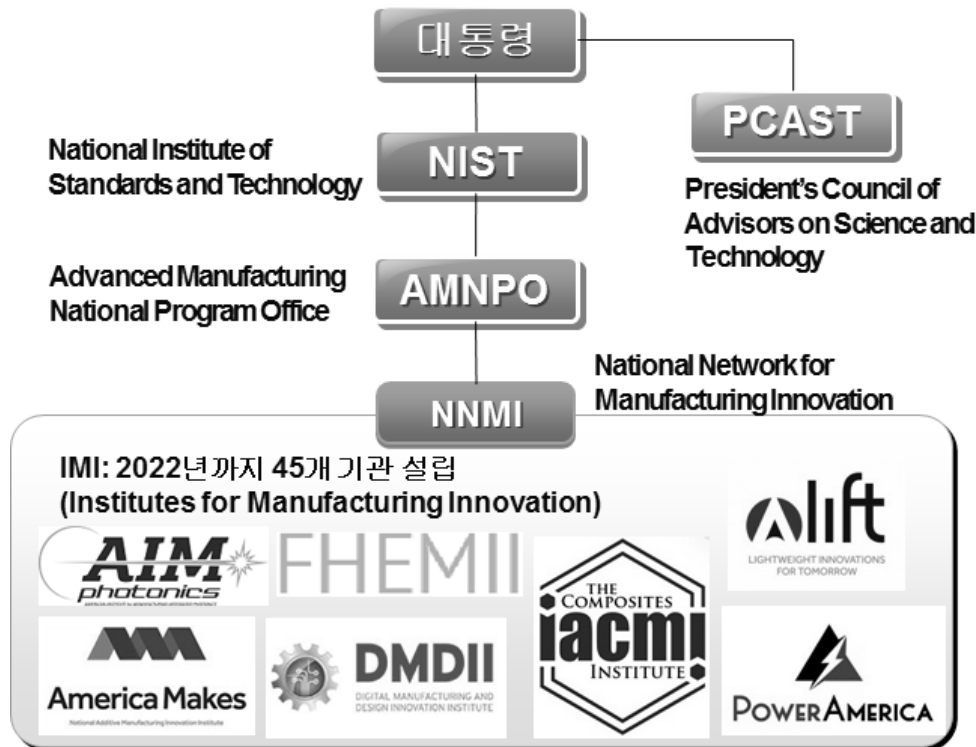
일시	주요 이벤트
2011년 6월	첨단 제조에서의 미국 리더십에 관한 보고서를 오바마 대통령에게 보고(Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing, PCAST)
2012년 1월	첨단 제조에서의 경쟁력, 중소기업의 성장을 주요 이슈로 대통령 연설(오바마 대통령 연두교서)
2012년 2월	첨단 제조를 위한 범 국가 정책 계획 발표(A National Strategic Plan to for Advanced Manufacturing, National Science and Technology Council)
2012년 3월	제조업 활성화를 통한 일자리 창출과 15개의 NNMI(National Network for Manufacturing Innovation) 설립을 통한 제조업 혁신에 대해 대통령 연설(롤스로이스 제트엔진 제조공장)
2017년 7월	첨단 제조에서의 미국 국내 경쟁력의 이점을 대통령에게 보고(Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing, PCAST)
2012년 8월	NNMI의 파일럿 허브(pilot hub)인 NAMII(National Additive Manufacturing Innovation Institute)를 오하이오 주의 Youngstown에 설립
2013년 1월	제조업 혁신을 위한 범 국가 네트워크-기본설계 발표(National Network for Manufacturing Innovation: A Preliminary Design, AMNPO)

2. 제조업 혁신 추진체계

미국은 R&D 투자 강화를 골자로 하는 「미국 경쟁력 강화 재승인법」¹⁾에 첨단제조 R&D에 대한 전략 수립을 규정하였으며, 미국의 대통령과학기술자문위원회(PCAST)는 「국가첨단제조전략계획」²⁾을 수립하고 다음과 같은 5대 추진목표를 제시하였다.

- 첨단제조 기술에 대한 투자 가속화
- 첨단제조에 필요한 인력양성 및 관련 교육 훈련 시스템 개발
- 공공-민간, 산-학-관 파트너십 구축 및 지원
- 정부 기관간의 합의를 통해 연방정부의 첨단 제조방식 투자를 최적화
- 첨단제조 R&D 공공 및 민간 투자를 확대

이러한 추진목표의 달성을 위해 오바마 대통령은 AMP의 조정위원회가 제안한 보고서³⁾를 기반으로 「미국 제조업 재생 계획」⁴⁾을 발표('12년 7월)하고, 제조혁신네트워크인 NNMI와 제조혁신기관인 IMI(Institutes for Manufacturing Innovation)와 같은 지원 인프라 구축을 천명하였다. 또한, '15년까지 범정부적으로 추진하는 R&D 과제에 제조업을 최우선 지원분야로 선정하고 예산을 우선 배정하는 방안도 제시되었다. 미국의 제조혁신을 위한 추진체계는 (그림 1)과 같으며, 각 기관의 역할은 다음과 같다.



(그림 1) 미국 제조업 혁신 추진체계

1) *America COMPETE Reauthorization*, 2010년 초 미 의회에서 채택

2) *A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing*, NSTC, Feb. 2012

3) *Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing*, July 2012

4) *Plan to Revitalize American Manufacturing*, July 2012

1) PCAST(대통령 과학기술자문회의)

현재의 PCAST는 1933년 루즈벨트 대통령의 과학자문위원회(Science Advisory Board)가 전신(前身)이며, 2001년 미국의 “대통령령(Executive Order) 13226”에 의해 설립되어 오바마 대통령에 의해 재구성되었다. PCAST는 국가 과학자와 엔지니어로 구성되어 있으며, 대통령과 대통령실에 미국의 경제를 강화할 수 있는 과학, 기술, 혁신 등과 관련된 정책적 제언을 직접 할 수 있다. 첨단제조와 관련하여 미국 제조업 현황과 향후 정책 방향 등을 포함한 “첨단제조 분야에서의 미국 리더십 확보 방안 보고서”를 오바마 대통령에게 보고하였으며, 이를 기반으로 AMP가 설립되어 첨단제조 경쟁우위 확보를 위한 16가지 권고사항들이 제시되었다.

2) AMNPO(첨단제조 국가 프로그램 사무국)

NIST(National Institute of Standards and Technology)에 의해 설치되었으며, 제조업과 관련된 미국 연방 기관의 대표 및 각종 위원회, 제조회사, 대학이 함께 참여하고 있다. 제조업 혁신 및 미국 대학의 참여에 초점을 맞춘 산업체 주도의 민간과 공공 파트너십의 조성 및 연방 기관간의 협업과 정보 공유가 가능한 통합 범정부 AMI(Advanced Manufacturing Initiative)의 설계 및 구현을 담당한다.

3) NNMI(제조 혁신 네트워크)

오바마 정부가 첨단제조 기술의 연구개발을 위해 미국 의회에 요청한 제조 혁신을 위한 국가 차원의 네트워크 프로그램으로, ‘13 회계연도 예산에 총 10년간 10억 달러를 요청했다. NNMI의 목표는 “훨씬 빠른 속도로 기술 혁신을 달성하며, 혁신 자원을 통합하며, 미국 제조업의 경쟁력을 높이고, 미국에 대한 투자를 장려”하는 것이다(안승구, 2013). 이를 위해 2020년까지 15개 지역에 연방기구 및 주와 지방 기구, 대학, 산업체가 협력하는 45개의 IMI 설립을 추진하고 있다.

4) IMI(제조 혁신 기관)

제조 활동에서의 기술적 혁신을 가속화시키기 위해서 기초연구와 제품개발 사이의 격차를 해소시키는 지역 허브 역할을 수행한다. 지역의 기업, 대학, 정부기관 및 이해관계자들이 연방정부와 공동 투자하고 산업-비산업, 동종-이종 분야간의 파트너십 강화를 목적으로 한다. 지역 협력을 통해 신기술 개발 및 상용화에 따르는 비용과 리스크를 감소시키고, 제조혁신과 제조업 규모 확대하며, 일종의 ‘가르치는 공장(teaching factory)’으로서 다양한 수준의 학생이나 산업체 종사자에 대한 교육 및 훈련을 제공한다. ‘12년 오하이오주 Youngstown에 설립된 America Makes를 시작으로 ‘14년 설립된 시카고의 DMDII(Digital Manufacturing and Design Innovation Institute)를 비롯하여 7개의 IMI가 설립되었다.

III. 슈퍼컴퓨팅 활용 제조업 혁신을 위한 정책적 제언

정책 및 사업 계획 수립, 사업준비, 사업수행, 사업결과 분석의 4단계에 대한 슈퍼컴퓨팅 활용 제조업 혁신을 위한 정책적 제언을 다음과 같이 제시한다.

5) *Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing*, Jun. 2011

1) 국가 차원의 체계적 추진 (정책 및 사업계획 수립 단계)

범부처가 참여하는 국가 차원의 혁신 정책 및 계획이 수립되어야 하며, 이를 위해 국가과학기술자문위원회, 범부처 TFT, 국가과학기술심의회 등이 중추적 역할을 수행해야 한다. 국가과학기술자문회의는 큰 틀에서의 정책 방향을 제시하고 관련 정책을 수립해야 한다. 국가과학기술자문회의는 대학, 연구소, 기업 등 과학 기술 현장의 요구와 정부 부처의 의견을 수렴하여, 창조경제 실현 및 국정과제의 성공적 수행을 위한 ‘슈퍼컴퓨터 활용 제조업 혁신’ 정책을 수립하고, 이에 대한 추진을 대통령에게 강력히 건의할 필요가 있다. 또한, 미래창조과학부, 산업통산자원부, 중소기업청 등 관련 정부부처 실무책임자가 참여하는 범부처 TF를 조직하여, 국가 차원에서 통합된 사업 계획 수립 및 명확하게 역할을 분담할 필요가 있다. 각 부처별 역할 분담(안)은 <표 2>와 같다. 국가과학기술심의회는 부처 공동 사업계획을 지원하고, 관련 예산이 적극적으로 투입될 수 있도록 심의·조정할 필요가 있다.

<표 2> 국가 차원의 슈퍼컴퓨팅 활용 제조업 혁신을 위한 부처별 역할 분담(안)

부처명	주요역할	참여기관
미래창조과학부	HPC를 활용한 시뮬레이션 지원 및 S/W 환경 구축	KISTI, ETRI, 생기연 등
산업통산자원부	스마트공장, 공급망 등 생산제조 관련 산업기반 구축	국가기술표준원 등
중소기업청	실질적 수혜자인 중소·중견 기업에 대한 시스템 설치 및 활용 지원	KISTI, 생기연 등
국방부, 안정행정부, 보건복지부, 환경부, 국토교통부 등	군수물자, 재난·재해 대응, 신약개발, 환경보호 등 관련 분야 활용 지원	ADD, 화학연, 건기연 등

2) 강력한 산학연관 파트너십 구축 (사업준비 단계)

산·학·연 사이에 존재하는 기술적 격차⁶⁾에 대해 정확히 인식하고, 정부 주도의 산·학·연을 포괄하는 범정부 협력위원회 설치를 통해 기술적 격차를 해소하기 위한 다양한 활동을 수행해야 한다. 산·학·연 간 협력의 장벽이 되는 법제도, 기술, 예산, 채널 등의 문제를 협력위원회를 통해 해결하고, 사업을 통해 생산되는 정보를 참여주체 사이에 안전하게 공유할 수 있는 제도적·기술적 장치도 마련되어야 한다. 또한, 사업을 통해 발생하는 성과(특허, 논문, 기술료 등)에 대한 공평한 배분 기준 수립도 병행되어야 한다.

3) 제조기업을 위한 차별화된 전략 실천 (사업수행 단계)

단기적 관점에서의 제품 컨설팅을 통해 제품 개발에 소요되는 시간과 비용을 단축하여 매출 증대로 이어지는 가시적인 성과를 창출하고, 이에 대한 홍보 강화를 통해 국내 기업의 적극적인 참여를 유도한다. 장기적 관점에서의 혁신 역량 강화를 위해 슈퍼컴퓨팅 활용을 강화하며, 단계별·수준별 교육 등을 통해 장기적으로 기업의 제품 생산프로세스를 디지털 방식의 제조로 전환한다. 고비용의 외산 시뮬레이션 소프트웨어를 최대한 배제하고 공개 소프트웨어 활용 확대, 국내 산업체에 특화된 응용소프트웨어 개발 및 환경 구축, 응용소프트웨어 공급·컨설팅 업체와의 전략적 제휴 등의 노력이 필요하다. 또한, 대규모의 도전적인 문제 해결을 위해

6) 산·학·연 기술성숙도(Technology Readiness Level, TRL)

- 학 계: 1~4 단계(기초연구 및 실험)
- 연구계: 1~4 단계(기초연구 및 실험) 및 5~6 단계(시작품 제작/평가)
- 산업계: 5~9 단계(시작품 제작/평가, 실용화, 사업화)

오픈소스 소프트웨어를 활용하는 경우에는 국가슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 활용을 적극 지원하고, 단기간에 신뢰성 높은 결과를 얻기 위해 상용 소프트웨어를 활용하는 경우에는 전용 계산 자원을 구성 및 활용할 수 있도록 지원해야 한다.

4) 장기적 관점에서의 성과 평가 (사업결과 분석 단계)

산·학·연·관의 역량이 결집된 ‘슈퍼컴퓨팅 활용 제조업 혁신’ 성공스토리 발굴을 통해 보다 많은 제조기업의 관심을 유도한다. 논문, 특허 등이 주요 성과로 산출되는 순수과학 연구와 달리, 제품 개발에 따른 기술료, 기업의 가치 증대 등 다양한 형태의 성과가 산출 가능하다. 따라서 슈퍼컴퓨팅 활용 혁신 제품 개발 및 생산에 따른 수익의 일부를 새로운 혁신 기업의 성장을 위한 시드머니로 활용하는 선순환적(善循環的) 성과 공유 체제를 구축한다. 이를 통해, 동종 제조 기업 간의 협력 네트워크가 구축되고, 성과 공유제를 통해 이익을 배분함으로써 동반 성장이 가능할 것으로 예상된다.

IV. 맺음말

세계 각국은 제조업의 부활과 성장이 국가의 발전과 직결됨을 인식하고, 첨단제조 분야에 경쟁적으로 대규모 예산과 자원을 투입하고 있다. 반면, 우리나라는 아직까지 스마트공장, 생산라인 등 제조 자체에 집중하고 있으며, 슈퍼컴퓨팅을 활용한 첨단제조 혁신 및 관련 기술의 개발 분야는 다소 소극적으로 추진하고 있다. 국가 간 치열한 생존경쟁에서 우위를 점하고 선진국으로 발돋움하기 위해서는 정부주도의 강력한 정책적 드라이브를 기반으로 하는 산·학·연·관 협력을 통해 국가 슈퍼컴퓨팅 자원을 활용한 제조혁신이 절실히 필요한 시점이다.

참고문헌

- 박기임, 김윤수 (2013), “미국 제조업 - 드디어 동면에서 깨어나는가?”, IIT Trade Focus, Vol.12, No.49.
- 김재성, 김명일, 이상민 (2010), “중소기업 슈퍼컴퓨팅 서비스의 경제적 가치 분석, IE Interface, Vol.23, No.4, pp.319-326.
- Jon Riley (2011), “U.S. Manufacturing is about to get a very big boost”, <http://www.ncms.org/wp-content/uploads/2011/05/DMSigAnnouncement.pdf> (2011).
- 장영, 이범진 (2013), “제조업 혁신 네트워크: NNMI”, 산업기술정책브리프 2013-31.
- 안승구 (2013), “주요국의 국가연구개발사업에 대한 사전평가제도 현황분석(2) - 미국, 캐나다의 사례를 중심으로”, KISTEP 연구보고 2013-046.