

# 슈퍼컴퓨터기반 Modeling & Simulation 4.0 사업의 경제적 파급효과에 대한 타당성 분석 연구

서동우\* · 김재성\*\* · 김호윤\*\*\* · 김은진\*\*\*\* · 박성욱\*\*\*\*\*

## I. 서론

제조업은 대한민국 성장의 한 축이자 보루다. 제조업이 대한민국을 주요 경제국가로 성장시키는데 큰 공헌을 했다는 데는 이견이 없다. 경제 성장을 이끌었을 뿐만 아니라 1997~1998년 IMF 경제 위기를 벗어나는데도 2007~2008년 글로벌 금융위기를 빠르게 벗어나는데도 큰 기여를 했다. 국부의 원천이자 고용의 용달샘인 것이다. 이런 제조업이 뿌리부터 흔들리고 있다. 주요 제조기업들은 영업이익 감소, 성장률 정체, 고용 감소라는 심각한 악순환에 빠져들고 있다. 단적인 예로 2011년부터 3년간 제조업 생산증가율은 2.2%로 2001~2010년의 3분의 1토막으로 내려앉았다. 제조업이 무너지면 대한민국 경제 근간이 흔들릴 수밖에 없다.

대한민국이 살길은 제조업 최강국인 미국이나 독일의 사례에서 돌파구를 찾아야 한다. 미국에서만 생산하는 신발 뉴발란스가 전 세계에서 히트하고 있으며 세계에서 가장 비싼 땅과 인건비가 있는 실리콘밸리에서 전기차를 생산하는 테슬라가 전 세계 제조업의 공식을 다시 쓰고 있는 것은 의미심장하다. 이러한 변화의 핵심은 제조활동을 지원하는 R&D·컨설팅, 시험·평가, 마케팅 등의 고부가가치 서비스를 제공하는 제조서비스업 육성에 있다. 통계적으로도 제조서비스업은 미국의 제조업 고용의 30%~55%를 차지하는 비해 우리나라는 20%수준에 그친다. 따라서 한국 제조업이 살 길은 제조업 구조를 미국이나 독일처럼 “슈퍼컴기반의 혁신 제조서비스업”으로 바꾸고 확대시켜야 한다고 본다. 슈퍼컴을 활용한 연구개발 혁신 중심의 제조서비스업을 키워야 한다. 이를 통해 고부가가치의 일자리를 창출하고 경제성장을 도모해야 한다.

이에 본 연구에서는 한국형 제조서비스업 육성 및 활성화를 위한 슈퍼컴기반 Modeling & Simulation 기술에 대한 필요성과 핵심 내용을 살펴본 다음, 슈퍼컴을 활용한 Modeling & Simulation 4.0 정책과제로부터 도출된 사업의 파급효과에 대한 타당성 여부를 분석하기 위한 정책·기술 경제적 타당성 분석 방법과 그 결과를 설명한다.

## II. 본문

### 1. 슈퍼컴퓨터기반 Modeling & Simulation 4.0 사업 소개

슈퍼컴퓨터기반 Modeling & Simulation 4.0은 (그림 1)과 같이 슈퍼컴퓨터 활용 모델링 & 시뮬레이션 생태계 조성 및 민간 비즈니스 역량 강화를 통한 제조서비스업을 육성·활성화하고 고효율/저비용 모델링 &

\* 서동우, 한국과학기술정보연구원, 042-869-1645, seodongwoo@kisti.re.kr

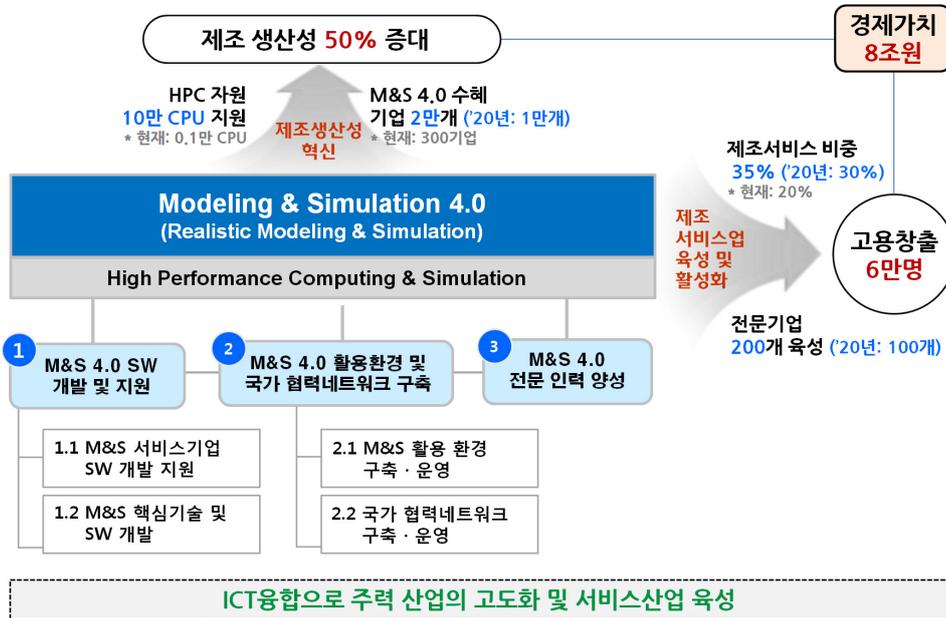
\*\* 김재성, 한국과학기술정보연구원, 042-869-0913, jaesungkim@kisti.re.kr

\*\*\* 김호윤, 한국과학기술정보연구원, 042-869-0559, hoyoonkim@kisti.re.kr

\*\*\*\* 김은진, 한국과학기술정보연구원, 042-869-0821, kimej@kisti.re.kr

\*\*\*\*\* 박성욱, 한국과학기술정보연구원, 042-869-0925, supark@kisti.re.kr

시뮬레이션 SW 개발·보급 및 국내 제조기업 활용 확산을 통해 국가 제조생산성을 증대시킴으로써 국가 제조 생산성과 양질의 청년 일자리를 획기적으로 증대시키는 것을 목표로 한다.



(그림. 1) 사업추진 개요

이를 위한 세부과제는 크게 1) M&S 4.0 SW 개발 및 지원, 2) M&S 4.0 활용환경 및 국가 협력네트워크 구축 및 운영, 3) M&S 4.0 전문 인력 양성으로 구성된다. 각 세부과제의 주요 내용과 소요예산(안)은 표와 같다.

<표 1> 세부과제 구성

구분	세부과제명	주요 내용
세부과제 1	M&S 4.0 SW 개발 및 지원	(M&S 서비스기업 SW 개발 지원) HPC 장비·기술·SW 등의 전면 개방과 연계·공동활용 및 SW 개발 지원을 통한 제조 서비스업의 비즈니스 역량 강화
		(M&S 핵심기술 및 SW 개발) 물리적 현상을 가상의 환경에서 현실에 가깝게 정밀 전산모사하기 위한 슈퍼컴퓨팅 기반 M&S 핵심 기술 및 SW 개발과 보급
세부과제 2	M&S 4.0 활용환경 및 국가 협력네트워크 구축·운영	(M&S 활용 환경 구축·운영) HPC·3D 프린터 등 첨단장비를 제조 및 M&S 서비스 기업이 쉽고 편리하게 활용할 수 있는 환경 구축
		(국가 협력 네트워크 구축·운영) M&S 4.0 산학연관 협력체제 구축 및 기업참여 촉진을 통한 국가적 활용 확산
세부과제 3	M&S 4.0 전문인력 양성	슈퍼컴퓨팅인프라 및 M&S 기술을 제조현장에서 능숙하게 활용 할 수 있는 전문 인력 양성

## 2. 경제적 타당성 분석

본 논문에서 경제적 타당성 분석은 표 2와 같이 관련 편익을 크게 제조서비스업 부문과 제조업 부문 그리고 기타 공통부문으로 구분하고 구체적이고 직접적인 편익산출이 가능한 (세부과제 1-1) M&S 서비스기업 SW 개발 지원, (세부과제 1-2) M&S 핵심기술 및 SW 개발, (세부과제 3-1) M&S 전문인력 양성 부문을 중심으로 편익을 산출하여 전체 투입 사업예산과 비교하여 경제적 타당성분석을 수행하였다.

경제적 타당성분석기간은 실제 진행되는 관련 사업별로 비용·편익 발생 시점이 상이하므로 다음과 같은 기준을 적용하여 다음과 같이 분석하였다. 또한 초고성능컴퓨터와 제조서비스업 및 R&D경제성 분석 관련 문헌 검토를 통해 본사업과 관련하여 계량화 가능한 비용 및 편익 요인을 표와 같이 도출하였다.

- (M&S 서비스기업 SW 개발 지원) : 기업 지원, 최적화/병렬화 지원, 소프트웨어 개발 지원, 상용화 지원 사업을 대상으로 하며, 비용이 투입되는 2015년부터 편익이 마지막으로 발생하는 2020년까지를 분석기간으로 설정
- (M&S 핵심기술 및 SW 개발) : 세부사업들의 비용이 투입되는 2015년부터 PRE/Post 부문의 편익이 마지막으로 발생하는 2020년까지를 분석기간으로 설정
- (M&S 전문인력 양성) : 교육 콘텐츠, 사이버교육 운영, 과목 개설, 맞춤형 교육사업을 대상으로 하며 비용이 투입되는 2015년부터 편익이 마지막으로 발생하는 2020년까지를 분석기간으로 설정

<표 2> 계량화 가능한 비용 및 편익의 구성요인

비용	편익
○ (세부과제 1-1): M&S 서비스기업 SW 개발 지원 - 기업 지원 - 최적화/병렬화 지원 등 5개 세세부과제	○ M&S 지원에 의한 제조기업의 개발비용 절감 (세부과제 1-1 관련) ○ M&S지원 제조서비스 기업 수익창출 (세부과제 1-1 관련)
○ (세부과제 1-2): M&S 핵심기술 및 SW 개발 - Pre/Post - 공정/부품설계 최적화 등 6개 세세부과제	○ M&S 지원에 의한 제조 서비스기업 개발비용 절감 (세부과제 1-1 관련)
○ (세부과제 2-1): M&S 활용 환경 구축·운영 - 인프라 실시간 연계/활용 - 미들웨어 등 6개 세세부과제	○ M&S지원제조업체의 SW활용에 의한 개발시간 단축 (세부과제 1-2 관련)
○ (세부과제 2-2): 국가 협력 네트워크 구축·운영 - 협의체 구축/운영 등 2개 세세부과제	○ 전문인력 양성 투자에 의한 ROI 증대 (세부과제 3-1 관련)
○ (세부과제 3-1): M&S 전문인력 양성 - 교육콘텐츠, 사이버교육 운영 등 4개 세세부과제	

본 사업의 비용 추정결과, 2015년부터 2020년까지 소요되는 총비용은 명목가치로 약 490억 원이 소요되며 <표 3>에서 보여주듯이 연차적으로 보면 2015년 40억 원, 2016년 121억 원, 2017년 123억 원, 2018년 92억 원, 2019년 68억 원, 2020년 46억 원이 소요되는 것으로 추정된다.

<표 3>본 사업의 총비용 추정 결과

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
A01	A011	5	40	45	19	13	4	126
	A012	13	23	27	24	13	0	100
B01	B011	5	24	14	16	7	7	73
	B012	8	10	11	13	13	13	68
C01	C011	9	24	26	20	22	22	123
합계		40	121	123	92	68	46	490

A011(세부과제 1-1) : 제조서비스업 육성, A012(세부과제 1-2): M&S 핵심기술 및 SW 개발  
 B011(세부과제 2-1): M&S 활용 환경 구축 B012(세부과제 2-2): 국가 협력네트워크 구축운영  
 C011(세부과제 3-1): M&S 전문인력 양성

비용편익 분석을 수행하기 위해서는 가능한 편익 중 계량화가 가능하며, 금전적 환산이 가능한 편익만을 포함시켰다. 세부적인 편익 항목의 산정식은 <표 4>와 같다. 이러한 산정식을 토대로 본 사업의 비용 및 편익을 기준으로 B/C 비율을 추정하였다. 분석 기준년도는 최초로 비용이 투입되는 2015년을 기준으로 하고 분석 기간은 2015년부터 2020년까지로 설정하고 비용투입에 대한 편익추정기간은 2015년부터 2020년까지로 설정하였다. 또한 사회적 할인율은 한국개발연구원(KDI) 지침(2008)과 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 지침(2011) 연구개발 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침연구(2011)에 따라 5.5% 적용을 적용하였다.

<표 4>편익 항목의 산정식

편익 항목	산정식
비용 절감	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (직접적 경제적 편익)</li> <li>- 지원업체수 × 김재성(2010)의 SW활용에 따른 지원업체 당 개발비용 절감액(세부과제 1-1 관련)</li> <li>- M/S 지원 제조기업 수 × 1개 제조서비스기업 당 기술지원 수행비용 : [(MS SW관련 기술지원 업체 수 × 지원업체당 최적화 병렬화기술지원비용)+(MS SW관련 기술지원 개수×MS SW당 지원 개발비용)+ (상용화지원건수× 상용화 지원단가)] (세부과제 1-1 관련)</li> <li>- M/S 지원 제조업체 수(1- 통계청(2013)의 조정율)×김재성(2010)의 SW활용에 따른 개발시간 단축효과 (세부과제 1-2관련) ※ M/S 지원업체 목표: 10,000개</li> </ul>
매출 및 수익 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (직접적 경제적 편익)</li> <li>- 지원 제조업체 당 제조서비스기업 사업수행비용 × M/S 지원 제조기업 수 (세부과제 1-1관련)</li> <li>○ (간접적 경제적 편익)</li> <li>- 국가 초고성능컴퓨팅 개발 활용 선도 인력양성 기획 연구(2014)의 전문인력 양성 투자비용 × 인력양성 투자 수익률(ROI) (세부과제 3-1)</li> </ul>

본 사업의 <표 5>와 같이 비용과 편익의 명목가치를 <표 6>과 같이 현재가치로 변환하여 정리하면 명목가치로 산출한 편익 합계는 3,180.7억 원이며, 이에 대응하는 비용 합계는 490억 원이다.

<표 5> 연도별 편익과 비용 산출 종합(명목가치)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
편익합계	106.4	600.5	687.0	601.2	594.8	590.8	3,180.7
A	-	61.3	61.3	-	-	-	122.5
B	-	12.5	12.5	-	-	-	25.0
C	6.8	16.4	17.4	17.4	7.0	3.0	68.0
D	81.5	462.1	543.6	543.6	543.6	543.6	2,718.0
E	18.1	48.2	52.3	40.2	44.2	44.2	247.2
비용	40.0	121.0	123.0	92.0	68.0	46.0	490.0
순편익	66.4	479.5	564.0	509.2	526.8	544.8	2,690.7

- A: M&S 지원에 의한 제조기업의 개발비용 절감 (세부과제 1-1 관련)에 의한 편익
- B: 제조업체를 지원하는 제조서비스기업의 수익창출(세부과제 1-1관련)에 의한 편익
- C: M&S를 지원하는 제조서비스기업의 기술개발 비용절감(세부과제 1-1관련)에 의한 편익
- D: M&S 지원제조업체의 SW활용에 의한 개발시간 단축 (세부과제 1-2 관련)에 의한 편익
- E: 전문인력 양성 투자에 의한 ROI 증대 (세부과제 3-1 관련)편익

<표 6> 연도별 편익과 비용 산출 종합(현재가치)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
편익합계	100.8	539.5	585.1	485.3	455.1	428.5	2,594.3
A	-	55.0	52.2	-	-	-	107.2
B	-	11.2	10.6	-	-	-	21.9
C	6.4	14.7	14.8	14.1	5.4	2.2	57.6
D	77.3	415.1	462.9	438.8	415.9	394.2	2,204.3
E	17.1	43.3	44.5	32.5	33.8	32.1	203.3
비용	37.9	108.7	104.7	74.3	52.0	33.4	411.0
순편익	62.9	430.8	480.3	411.0	403.1	395.1	2,183.3

- A: M&S 지원에 의한 제조기업의 개발비용 절감 (세부과제 1-1 관련)에 의한 편익
- B: 제조업체를 지원하는 제조서비스기업의 수익창출(세부과제 1-1관련)에 의한 편익
- C: M&S를 지원하는 제조서비스기업의 기술개발 비용절감(세부과제 1-1관련)에 의한 편익
- D: M&S 지원제조업체의 SW활용에 의한 개발시간 단축 (세부과제 1-2 관련)에 의한 편익
- E: 전문인력 양성 투자에 의한 ROI 증대 (세부과제 3-1 관련)편익

<표 7>과 같이 2015년부터 2020년까지 소용되는 총 비용은 현재가치로 약 411.0억 원으로 직접적인 경제적 편익인 초고성능컴퓨팅 인프라 구축 편익은 현재가치로 약 2,391.0억 원이고, 간접적인 경제적 편익인 초고성능컴퓨팅 기술개발 편익은 현재가치로 약 203.3억 원으로, 총 편익은 약 2,594.3억 원 결과를 보여주었다. 특히, 비용편익 분석 결과, B/C 비율은 6.31로 나와 사업의 수익성이 높은 것으로 나타났다.

<표 7> 경제성 분석 결과

(단위: 억 원)

구분	비용(현재가치)	편익(현재가치)	총편익(현재가치)	B/C비율
직접적인 경제적 편익	309.9	2,391.0	2,030.4	7.72
간접적인 경제적 편익	101.2	203.3	101.2	2.01
경제적 편익(총합)	411.0	2,594.3	2,113.2	6.31

- 1) 직접적 경제적 편익 : A, B, C, D
- 2) 간접적 경제적 편익 : E

또한 환경 변화에 따라 경제적 타당성 분석 결과가 어느 정도 변화하는지 판단하기 위해 <표 8>과 같이 민감도 분석을 수행하였다. 그 결과 할인율이 7.5%로 상승할 경우 B/C 비율은 기준인 6.31에서 6.25로 감소하는 반면, 할인율을 3.5%로 낮출 경우 B/C 비율은 6.38까지 증가하는 것으로 보였다.

<표 8> 민감도 분석(할인율 변화)

기준 B/C ( 5.5% )	할인율 변화			
	3.5	4.5	6.5	7.5
6.31	6.38	6.34	6.28	6.25

<표 9>와 같이 비용이 20% 증가할 경우, B/C 비율은 기준인 6.31에서 5.26으로 감소하는 반면, 비용이 20% 감소할 경우 B/C 비율은 7.89로 증가함을 보여주었다.

<표 9> 민감도 분석(비용 변화)

기준 B/C ( 5.5% )	비용 변화			
	20% 감소	10% 감소	10% 증가	20% 증가
6.31	7.89	7.01	5.74	5.26

<표 10>과 같이 편익이 20% 증가할 경우, B/C 비율은 기준인 6.31에서 9.29로 증가하는 반면, 편익이 20% 감소할 경우 B/C 비율은 6.19로 감소하는 것을 보여주었다.

<표 10> 민감도 분석(편익 변화)

기준 B/C ( 5.5% )	편익 변화			
	20% 감소	10% 감소	10% 증가	20% 증가
6.31	6.19	6.96	8.51	9.29

### III. 결론 및 논의

본 연구에서는 한국형 제조서비스업 육성 및 활성화를 위한 슈퍼컴기반 Modeling & Simulation 기술에 대한 필요성과 핵심 내용을 살펴본 다음, 슈퍼컴을 활용한 Modeling & Simulation 4.0 정책과제로부터 도출된 사업의 파급효과에 대한 타당성 여부를 분석하기 위한 정책 기술 경제적 타당성 분석 방법과 그 결과를 설

명하였다. B/C 분석을 통해 그 편익을 분석하고 환경 변화에 따라 경제적 타당성 분석 결과가 어느 정도 변화하는지 판단하기 위해 민감도 분석을 수행하였다. 그 결과 할인율이 7.5%로 상승할 경우 B/C 비율은 기준인 6.31에서 6.25로 감소하는 반면, 할인율을 3.5%로 낮출 경우 B/C 비율은 6.38까지 증가하는 것으로 사업을 진행하는데 있어 타당한 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학기술정보연구원의 국가 제조생산성 혁신을 위한 Manufacturing 4.0 기획 연구에 의해서 지원됨.

## 참고문헌

한국개발연구원(2008), 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구」.  
한국과학기술평가원(2011), 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사표준지침 연구」.  
김재성, 이상민, 김명일, 장진규 (2010), “중소기업슈퍼컴퓨팅서비스의 경제적 가치 분석”, 23(4): 319-326.  
통계청 전국사업체조사 평균 제조업 소공인사업체수 비중(2014),“<http://kosis.kr>”.  
연구한국연구재단(2014), 「국가 초고성능컴퓨팅 개발 활용 선도 인력양성 기획」.