

## 초고성능 컴퓨팅 산업



데이터분석본부 R&D투자전략연구센터 투자분석팀 책임연구원 **김근환** Tel: 02-3299-6072 e-mail: khkim75@kisti.re.kr

### KEY FINDING

1. 초고성능 컴퓨팅은 국가 경쟁력에 큰 영향을 미치는 중요한 인프라로 인식되면서 주요 선진국은 정부 주도로 경쟁력 제고를 위한 역량을 집중하고 있어 기술 개발과 시장 확대가 지속될 것으로 예상되는 분야이다.
2. 초고성능 컴퓨팅의 세계 시장 규모는 2021년 348.3억 달러 규모에서 연평균 6.3 % 성장해 2027년 503.9억 달러가 될 것으로 예상되고 있으며, 세계 시장의 3.5 %수준인 우리나라는 2027년 17.6억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 추정된다.
3. 초고성능 컴퓨팅 산업은 미국 기업을 중심으로 세계 시장을 주도하고 있으며, 정부 주도의 기술력 확보를 추진한 중국과 일본은 자국 시장을 기반으로 지역 경쟁력을 강화하고 있다.
4. 세계 경쟁 기업에 비해 기술적으로 상당히 뒤떨어지는 국내 시장은 환경이 열악하면서 글로벌 수준의 기술 경쟁력을 보유한 전문 기업이 부재한 상황이다. 최근 정부 주도의 초고성능 컴퓨팅 전략으로 민간 중심의 독자 기술력 확보와 시장 확대를 추진하고 있는 가운데 관련 기업이 선제적인 혁신 생태계를 구축하고 시장을 확대하는 전략이 추진될 필요성이 높은 상황이다.

### 1) 시장의 개요

초고성능 컴퓨팅은 일반 컴퓨터보다 매우 빠른 속도로 대용량 연산을 수행하는 컴퓨터 시스템과 이를 활용하기 위한 응용 기술을 말한다. 최근 산업용 사물 인터넷(IoT), 인공지능(AI), 전자 설계 자동화(Electronic Design Automation, EDA)와 같은 분야의 투자가 증대되고 있는 분야이다.

특히 주요 선진국에서는 대용량 데이터 분석 기반 R&D를 통해 기

존에 불가능했던 첨단 연구 등을 수행하면서 혁신적인 연구 성과를 창출하거나, 시뮬레이션 기반 설계, 최적화 및 가상 테스트로 제조 생산성을 향상시키는 등 국가 경쟁력을 좌우하는 혁신 플랫폼으로서 중요성이 높아지고 있다. 따라서 정부 주도로 신규 인프라의 구축에 대한 대규모 투자와 자원 운용 효율성의 제고를 위한 공동 활용의 노력을 추진하고 있다.

그러나 국내의 경우 전문 기업의 부재, 기술 및 인력의 부족 등 기업 역량이 모자라 시장 규모가 작으며, 자원 도입 및 유지보수 분야

에서 수입 의존도가 매우 높다. 이에 정부는 초고속 컴퓨팅 분야의 독자적 기술력을 확보하고 산업 생태계를 구축하기 위한 투자와 지원을 추진하고 있다. 정부 차원에서 글로벌 시장을 목표로 핵심 원천 기술 역량의 확보, 부품 국산화의 지원, 국가 전략 분야 신서비스의 창출, 연구개발 서비스업의 육성 등 민간 중심 R&D 사업의 지원 및 공공 혁신 조달 등 다양한 방식으로 초기 시장 창출에 집중하고 있다.

초고성능 컴퓨팅 시장은 솔루션과 서비스의 시장으로 대별된다. Hewlett Packard Enterprise (HPE), Dell, Lenovo, Inspur, IBM, Fujitsu와 같은 주요 기업이 전체 핵심 솔루션과 서비스 시장의 50 % 이상을 제공하고 있으며, 지역별 공급자가 지역 수요에 맞는 솔루션과 서비스를 제공하고 있는 매우 경쟁적인 시장 구조를 나타내고 있다.

표 1 초고성능 컴퓨팅 시장 개요

구분	시장 세분화
구성 요소	<ul style="list-style-type: none"><li>• 솔루션 : 서버, 저장 장치, 네트워크 장비, 소프트웨어</li><li>• 서비스 : 컨설팅, 통합, 관리</li></ul>
응용 분야	<ul style="list-style-type: none"><li>• 정부 및 국방</li><li>• 금융(은행, 보험 등)</li><li>• 교육 및 연구</li><li>• 제조업</li><li>• 의료 및 보건</li><li>• 에너지</li><li>• 지구과학</li><li>• 기타(유통, 교통, 여행 등)</li></ul>

출처 : Market&Market, High-Performance Computing(HPC) Market-Global Forecast to 2025, 2020

## 2) 초고성능 컴퓨팅에 대한 정책 및 규제 현황

초고성능 컴퓨팅의 경쟁력을 국가 미래 경쟁력의 핵심 요소로 인식하고 미국, 유럽, 일본, 중국 등을 중심으로 정부 주도로 정책 역량을 집중하고 있고, 신규 엑사<sup>1)</sup> 스케일(Exascale) 시스템 인프라의 구축에 대규모 투자를 진행하고 있으며, 자원 운용의 효율성을 제고하기 위한 공동 활용에 대한 체계를 강화하고 있다.

미국은 2023년까지 엑사 시스템 3기 개발 등을 목표로 IBM, 크레이/휴렛팩커드, 엔비디아(NVIDIA) 등 민간 중심의 강력한 산업 생태계를 바탕으로 산업화 전주기에 걸쳐 글로벌 시장을 주도하면서 세계 최고의 기술 및 산업 패권을 강화하기 위한 노력을 하고 있다. 일본은 자국의 초고성능 컴퓨팅 기업인 NEC와 후지츠를 지원하는 정책으로 국산화를 추진하였고, 2020년에는 세계 최고의 슈퍼컴퓨터 후가쿠(Fugaku)(1조5천억 원)를 개발하였다. 유럽연합은 2010년 중반부터 기술 독립을 주창하며 2023년까지 80억 유로를 투자해 자체적으로 엑사 시스템 개발을 목표로 하고 있으며, 열악한 산업 기반을 고려해 벤처 회사를 설립해 공동 R&D를 수행하는 전략을 수립

하였다. 중국은 2002년 11월 딥컴프(DeepComp) 1800으로 43위를 차지한 후 지속적으로 투자해 자체 CPU를 개발하였다. 2010년 텐허 1A(Tianhe-1A)가 세계 1위를 차지하였고, 후속 모델인 텐허 3(Tianhe-3)은 세계 최고의 엑사급 슈퍼컴퓨팅 성능을 확보한 것으로 전해지고 있다. 2021년에 미국은 국가 보안을 목적으로 슈퍼 컴퓨터 관련 중국 기업들에 대해 제재를 발동하고 있다. 이와 같이 세계 주요 국가들은 초고성능 컴퓨팅 개발로 국가 안보 및 과학, 의료, 산업, 금융 분야에 활용해 신산업을 창출하고 혁신 경쟁력을 강화하고 있다.

국내의 경우, 2021년5월 관계 부처 합동으로 2030년까지 세계 5위급 수준 초고성능 컴퓨터의 구축과 운영을 목표로 「국가 초고성능 컴퓨팅 혁신 전략」을 발표하였다. 초고성능 컴퓨팅 하드웨어 기술, 운영 체제, 병렬 프로그래밍 환경, 수치/과학 응용 라이브러리 등 24개 전략 분야에서 선도 국가의 80 % 수준의 기술력을 확보하고, 생명·보건, 자율 주행, 우주 등 전략 분야에서 새로운 서비스 모델 10개를 창출할 계획이다. 또한 관련 목표를 달성하기 위해 민간 중심의 R&D 협력 생태계를 구축해 체계적인 투자와 기술을 지원하고, 기업의 사업화 및 초기 시장 수요를 창출해 지속가능한 성장의 기반 구축을 추진 과제로 선정하였다.

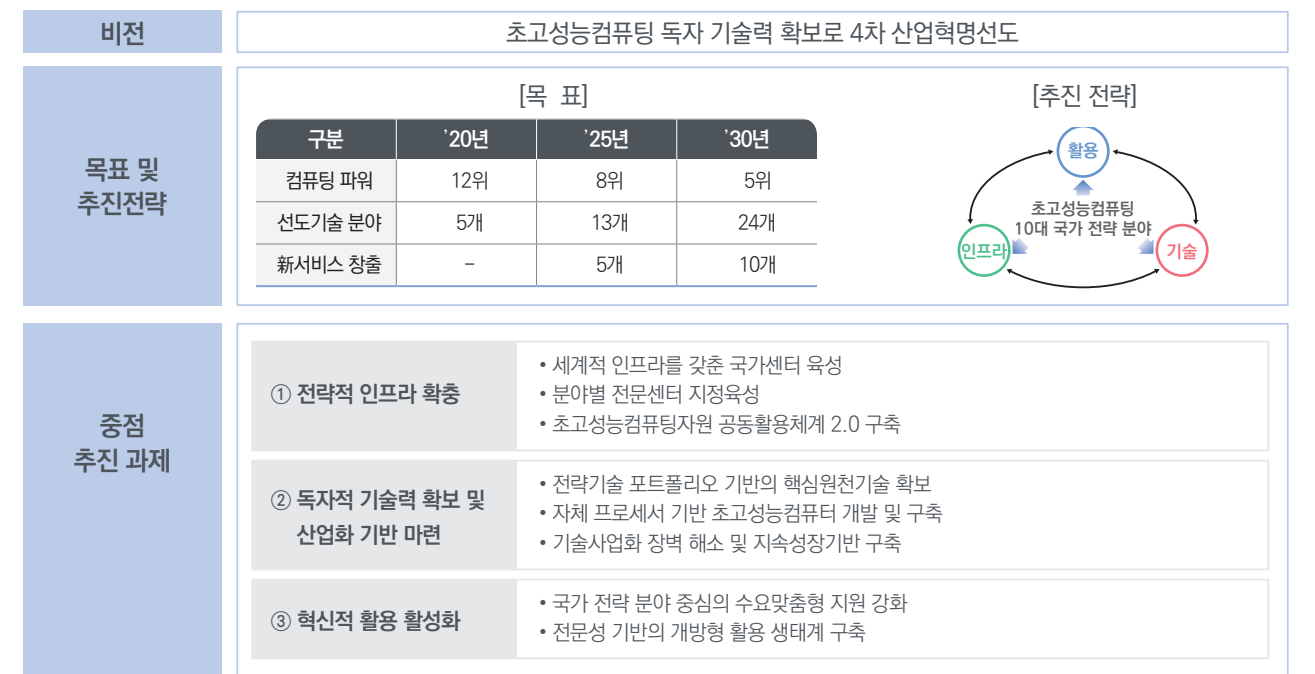
1) 엑사(Exa) : 10의 18승을 기본으로 하는 수의 단위로, 기호는 E 또는 e이다.

표 2 초고성능 컴퓨팅 기반 연구개발의 대표 사례

국가	프로젝트	참여기관	연 평균예산
미국	DoE SciDAC	60개 기관 참여(4개 연구분야)	469억 원(2001~2017)
유럽	HORIZON 2020 CoE	122개 기관 참여(9개 연구분야)	293억 원(2015~2018)
일본	K-Computer SPIRE	11개 기관 참여(9개 연구분야)	240억 원(2011~2015)

출처 : 관계 부처 합동, 2021.5.28. 4차 산업혁명 퀀텀 점프를 위한 국가 초고성능 컴퓨팅 혁신 전략

그림 1 4차 산업혁명 퀀텀 점프를 위한 국가 초고성능 컴퓨팅 혁신 전략 개요



출처 : 관계 부처 합동, 2021.5.28. 4차 산업혁명 퀀텀 점프를 위한 국가 초고성능 컴퓨팅 혁신 전략

표 3 초고성능 컴퓨팅 기술의 분류 체계 및 전략 기술 포트폴리오

중요도: 높음(★전략기술), 보통(●), 낮음(△)

대분류	중분류	소분류	국내 기술수준	중요도 (전략기술)	전략기술 포트폴리오			
					①	②	③	④
초고성능 컴퓨팅 하드웨어 기술	고성능/이종 프로세서	CPU	65.6	★				
		가속기	66.8	★				
	초고속 인터커넥트	프로세서 인터커넥트	70.0	★				
		시스템 인터커넥트	70.8	★				
		네트워크 토폴로지	74.4	★				

기술분류체계			국내 기술수준	중요도 (전략기술)	전략기술 포트폴리오			
대분류	중분류	소분류			①	②	③	④
초고성능 컴퓨팅 하드웨어 기술	고집적/ 고효율 시스템 설계	고집적 패키징 기술	80.0	★				
		전원부 공급/전력 제어기술	76.0	★				
		메인보드 설계 및 제작기술	78.7	★				
		고효율 노드/시스템 냉각기술	78.6	★				
	메모리/ 스토리지	연산형 메모리	95.6	★				
		고대역폭 메모리	100.0	★				
		고성능 저장매체	100.0	★				
		메모리형 스토리지	95.7	★				
초고성능 컴퓨팅 시스템 SW 및 운영환경	운영체계	초대규모 프로세스/쓰레드 관리	73.3	△				
		가상화 및 자원 슬라이싱	72.9	△				
		경량커널	69.6	△				
		계층형 하이브리드 메모리 관리	74.1	★				
	병렬 I/O 및 데이터 처리	병렬파일시스템	71.2	★				
		병렬 I/O라이브러리	64.3	★				
		데이터 압축 및 전송	72.9	●				
	병렬 프로그래밍 환경	초고병렬 프로그래밍 모델	66.1	★				
		분산 프로그래밍 모델	65.7	★				
		컴파일러/디버거	70.6	●				
	작업 및 자원관리	자원 오케스트레이션	67.1	★				
		작업 스케줄러	68.5	★				
	운영관리	프로비저닝	78.5	●				
		패키지 설정 및 관리자동화	78.3	●				
		결합 및 오류복구	77.6	●				
		시스템 모니터링	79.1	●				
		시스템/네트워크 보안	79.1	△				
	HPC 사용자환경	사용자 인터페이스	72.5	△				
		개발도구(IDE)	67.8	△				
		성능측정도구	63.6	●				
		가시화 도구	61.8	●				
초고성능 컴퓨팅 응용 SW 기술	응용 라이브러리 및 프레임 워크	수치라이브러리	41.1	★				
		과학응용라이브러리	39.0	★				
		AI 프레임워크	54.6	★				
		HPDA 프레임워크	50.9	★				
	응용 프로그램	인공지능처리 (AI)	61.6	★				
		고성능데이터분석 (HPDA)	51.8	★				
		거대과학 계산	50.0	★				
		공학 시뮬레이션	55.9	★				
3개 대분야	12개 소분야	42개 기술	24개 전략기술					

출처 : 관계 부처 합동, 2021.5.28. 4차 산업혁명 쿼텀 점프를 위한 국가 초고성능 컴퓨팅 혁신 전략

### 3) 시장 동향

#### | 시장 규모 및 전망

초고성능 컴퓨팅 시장은 크게 서버, 저장 장치, 네트워킹 장비, 소프트웨어로 구성된 솔루션 시장과 컨설팅, 통합, 관리로 구성된 서비스 시장으로 대별된다. 초고성능 컴퓨팅 세계 시장 규모는 2021년 기준 약 348.3억 달러를 형성하고 있으며, 솔루션 시장과 서비스 시장의 비중은 각각 85 %와 15 %로 나타났다. 2020년부터 시작된 COVID-19 전염병 사태와 2022년에 시작된 우크라이나와 러시아의 전쟁으로 세계 경제는 성장 둔화와 인플레이션 상승에 직면하면서 초고성능 컴퓨팅 시장도 2022~23년까지 낮은 성장률을 보이다가 2024년부터 6~7 % 수준으로 성장할 것으로 예상된다.

빅데이터를 기반으로 유용한 정보를 확보하기 위해 초고성능 컴퓨터에 대한 수요가 증가하고 있으며, 또한 COVID-19 백신 개발 및 차세대 시퀀싱(Next Generation Sequencing, NGS) 기술을 활용하는 유전학 연구 영역의 수요도 시장 성장을 견인하고 있다. 비록 사이버 보안 문제와 시스템 가격이 비싸다는 시장 저해 요인도 존재하지만, 고효율 하이브리드 솔루션에 대한 수요의 증대와 엑사

스케일 컴퓨팅 시장의 창출, 비즈니스를 활성화시키는 데이터 센터에 대한 투자로 향후에도 성장이 지속될 것으로 예상된다.

초고성능 컴퓨팅 시장은 2022년 370.4억 달러에서 연간 6.3 % 성장해 2027년 503.9억 달러에 달할 전망이다. 금융, 보건, 생명 과학, 제조업 등에서 발생하는 데이터의 증가로 고속 컴퓨팅 솔루션에 대한 수요가 증대하면서 시장이 지속적으로 성장할 것으로 예상된다. 솔루션의 시장은 향후 5년간 연평균성장률이 6.1 %를 기록하며, 426.3억 달러 규모에 이를 것으로 전망되고 있다. 한편 초고성능 컴퓨팅 시스템의 운영 및 관리 등에 대한 복잡성이 높아지면서 고객 맞춤형 서비스에 대한 수요가 더욱 증대하면서 2027년까지 연평균 7.8 % 성장해 77.6억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망하고 있다.

지역적으로 시장 규모를 살펴보면, 북미, 유럽, 아시아태평양의 순서로 미국, 중국, 독일이 시장을 주도하고 있다. 아시아태평양 지역에서 우리나라는 기초 연구에서 소재, 물질, 약물 효과 등 다양한 첨단 산업 분야로 활용 범위가 확대되면서 초고성능 컴퓨팅 솔루션 및 서비스에 대한 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상되고 있다. 우리나라는 세계 초고성능 컴퓨팅 시장의 약 3.5 % 정도를 차지해 2027년에는 17.6억 달러의 시장을 형성할 것으로 전망되고 있다.

표 4 초고성능 컴퓨팅의 시장 규모 및 전망 (단위: 억 달러)

유형		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	CAGR%( 2022~2027)
세계시장	솔루션	299.3	317.0	335.8	355.8	376.9	400.9	426.3	6.1
	서비스	49.0	53.4	58.1	63.2	68.6	73.0	77.6	7.8
계		348.3	370.4	393.9	419.0	445.6	473.9	503.9	6.3
국내 시장		12.2	13.0	13.8	14.7	15.6	16.6	17.6	6.3

출처 : Market&Market, High-Performance Computing(HPC) Market-Global Forecast to 2025, 2020.12; Market&Market, High-Performance Computing(HPC) Market-Global Forecast to 2025, 2022.4; Verified Market Research, High-Performance Computing(HPC) Market Size And Forecast, 2023~2030, 2022.9를 참고해 KISTI 재작성

#### | 경쟁 현황

세계 초고성능 컴퓨팅 시장은 미국의 5대 기업인 HPE, 델, 인텔, IBM, AMD가 50 % 이상을 차지하고 있다. 지역적 차별화를 통해 제품 개발과 시장을 점유하는 기업으로서 중국의 레노보(Lenovo), 프랑스의 아토스(Atos), 일본의 후지초가 있으며, 최근 미국의 엔비디아는 테슬라(Tesla)의 오토파일럿 및 자율 주행 기능을 위한 GPU 기반 슈퍼컴퓨터를 제공하면서 동시에 의료, 교통 분야 등으로 사업 영역을 확대해 시장 영향력을 급격하게 높여가고 있다.

시장 선두 기업은 시장 경쟁력을 유지하거나 확대하기 위해 지속적으로 신제품을 시장에 출시하고 있으며, 인수 합병 또는 파트너쉽으로 제품의 포트폴리오를 확장하고 있다. HPE는 지난 2019년 슈퍼컴퓨터 분야 리더인 크레이를 인수하면서 해당 분야의 주도권을 강화하고자 하였으며, 2021년에는 데이터 관리 및 스토리지 보호 전문업체 젤토(Zerto)를 인수하면서 클라우드 비즈니스 영역의 경쟁력을 강화하는 전략을 추진하였다. 한편 초고성능 컴퓨팅 관련 클라우드 컴퓨팅 분야에서는 아마존(Amazon)의 AWS(Amazon Web Service)와 마이크로소프트(Microsoft)의 아주르(Azure)가

세계 시장을 주도하고 있다. 인스퍼(Inspur)는 지속적인 국가 투자와 내수 시장을 바탕으로 중국 1위(세계 3위) 서버 공급업체의 위치를 차지하면서 세계적인 시장 경쟁력을 확보해 가고 있는 상황이다. 프랑스의 닛소(Dassult Systems)는 생명 과학, 항공, 건축, 엔지니어링, 유통 등의 분야에서 활용할 수 있는 3D 제품 디자인, 시뮬레이션, 건축 등의 소프트웨어(예, 솔리드웍스(Solidworks), 아바쿠스(Abaqus) 등)를 제공하는 전문화된 기업이다.

국내에서 유니와이드테크놀로지, 케이티엔에프(KTNF), 쓰리에스코어(3Score), 모아시스, 코코링크, 명인이노, 테라텍, 샌디아, 테라텍, HPC Korea 등 있다. 국내 기업과 대학교, 연구 기관의 수요에 맞는 하드웨어의 개발, 관련 소프트웨어의 개발, 그리고 컨설팅 및 교육 서비스 등으로 사업을 영위하고 있다. 그러나 전문 인력의 부족 및 주요 고객인 연구 기관의 투자 감소 등으로 국내 초고성능 컴퓨팅 산업은 열악한 상황에 직면하고 있다.

## 4) 애널리스트 인사이트

초고성능 컴퓨팅 산업은 사물 인터넷, 인공 지능, 빅데이터, 디지털 트윈, 3D 프린팅, 클라우드 컴퓨팅, 기계 학습, 사이버 보안 등과 같은 신기술의 등장으로 금융, 생명, 교육, 정부, 제조업 등의 다양한 분야에서 수요가 급증하고 있는 영역이다. 따라서 국가 경쟁력을 좌우하는 중요 기술로서 관련 기술의 파급력이 매우 높지만, 관련 투자가 부족해 기술 역량을 확보하지 못하고, 이로 인한 시장이 제대로 형성되지 못하면서 전문 인력과 전문 기업이 부재한 상황이다.

과거 중국과 일본 정부는 초고성능 컴퓨팅 분야에서 세계적인 기술력을 확보하기 위해 장기적인 투자를 수행하였고, 독자 기술을 확보하기 위해 자체 기술로 개발한 제품으로 초고성능 컴퓨팅의 제품을 개발해 해당 분야에서 레퍼런스를 확보하는 전략을 추진하였다.

그림 2 고성능 컴퓨팅 시장의 사업 기회 분석



주요 선진국에 비해 매우 열악한 우리나라 정부도 「국가 초고성능 컴퓨팅 혁신 전략」에서 제시된 핵심 전략 기술 영역에서 이와 같은 전략을 적용해 지속적으로 추진한다면, 민간 중심으로 시장을 확대할 수 있을 것이다.

따라서 앞서 살펴본 기술 및 시장 특성을 고려해 신규로 시장에 진출하려는 기업의 사업화 전략은 다음과 같다.

- ① 전략 기술 민간 협력 체계 확보 : 정부는 초고성능 컴퓨팅 관련 하드웨어, 소프트웨어, 응용기술 분야별 24 개 전략 기술을 확보하기 위해 산업계 중심의 R&D 협력 생태계 구축을 요청하고 있으므로 관련 민간 기업은 전략 기술에 대한 민간 협력 체계를 선제적으로 구축할 필요가 있다.

- ② 10대 전략 분야별 전문화 전략 수립 : 정부는 초고성능 컴퓨팅 활용의 파급 효과가 큰 10대 전략 분야를 선정하였다. 민간 기업은 관련 분야에 전문화할 수 있도록 대학교와 연구 기관과 협력 체계를 구축해 연구개발을 지속적으로 추진하고 기술적 우위를 확보하면, 투자를 유치해 자금력을 확보한 후 관련 분야의 세계 시장에 참여하는 성장 전략의 수립이 요구된다.

- ③ 정부 과제 등의 적극적인 활용 : 국내 기업간 협력 체계를 강화해 기업의 공동 기술 개발 과제와 조달 수요 관련 의견을 지속적으로 정부에 전달하고, 또한 전문 인력 육성을 위한 공동 프로젝트 수행할 수 있는 연계 프로그램의 개발이 필요하다.

# ASTI MARKET INSIGHT



**본원** (우)34141 대전광역시 유성구 대학로 245 한국과학기술정보연구원  
T. 042) 869-1004, 1237 F. 042) 869-1091

**분원** (우)02456 서울특별시 동대문구 회기로 66 한국과학기술정보연구원  
T. 02)3299-6114 F. 02)3299-6244

비매품/무료

