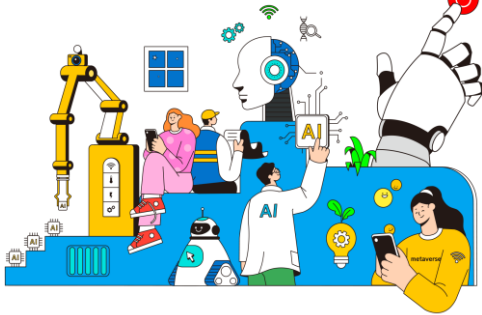


癸卯年
에
주목해야
할
테크놀로지

2023



2023 계묘년(癸卯年)에



Keyword 01

06

대규모언어모델(LLM)

2023 년은 대규모언어모델의
르네상스, 이탈리아는 GPT-4

Keyword 02

11

PIM(Processing In Memory)

CPU 가 메모리를 품은 것처럼
메모리도 CPU 를 품는다.

Keyword 03

16

가상 인간

불쾌한 골짜기를 넘어

Keyword 04

19

햅틱 & 모션 캡처

메타버스와 로봇으로 기술
적용 확대 기대

Keyword 05

23

NFT in Consumer World

유통 & 소비재 산업의 비즈니스
사이클에서 NFT 의 역할과 활용

Keyword 06

28

사이버 안보(Cyber Security)

지정학적 위협을 먹고 사는
New Defensive

Keyword 07

32

인간 안보(Human Security)

인간안보를 위한 기술 혁신

Keyword 08

37

CRISPR Gene Editing

유전자 편집 기술이 이용한 첫 번째
치료제 'exa-cell' FDA 승인 기대

주목해야 할 테크놀로지



Keyword 09

46

SDV(Software Defined Vehicle)
달리는 스마트폰의 시대

Keyword 10

49

소형 발사체
부족한 로켓 서비스 공급, 소형
발사체가 떠오른다

Keyword 11

52

부유식 해상풍력
글로벌 해상풍력 시장 확대의
핵심으로 부상

Keyword 12

55

수전해 설비
수소시대 개화의 첨병

Keyword 13

57

나트륨 이온 배터리
CATL, 2023 년 하반기 나트륨
이온 배터리 상업화 발표

Keyword 14

67

Battery Recycle
전기차 배터리, 재활용 시대
도래

Keyword 15

71

수소환원제철
멀지만 가까워져야 할 미래

Summary

2023 계묘년(癸卯年)에 주목해야 할 테크놀로지

Keyword 01

대규모언어모델(LLM)

2023 년 GPT-4 출시 등 AI 에 시장의 관심 및 투자가 확대 될 것으로 전망한다. 그 중 기술 특성 상 빅테크의 대규모 언어모델(LLM)이 주목받을 것으로 예상된다.

Keyword 02

PIM(Processing In Memory)

CPU 에 데이터를 제공만 하는 단순한 메모리가 아니라, 지능을 품은 메모리 기술. 폰 노이만 구조의 한계를 돌파하기 위한 메모리 업체들의 승부수가 될 전망이다.

Keyword 03

가상 인간

향후 미디어 산업에서 주목할 만한 테마는 가상 인간. 기술 발전에 따라 상용화 시기 빨라지고 있고, 서브 컬처부터 주류 문화까지 폭넓게 활용되며 시장 확대 및 수익화가 기대된다.

Keyword 04

햅틱 & 모션캡처

메타버스 관련 시장 확대 및 차세대 로봇 기술인 원격 조종 로봇 구현에 필요한 햅틱 및 모션캡처 디바이스에 대한 관심이 높아질 것이다.

Keyword 05

NFT in Consumer World

NFT 는 유통, 소비재에 빠르게 침투 중이다. 아직은 고객 유치 용도이나, 브랜드 로열티 제고 및 판매 전후 관리에 효과적이다. 메타버스에서는 연결 수단이 될 것이다.

Keyword 06

사이버 안보(Cyber Security)

갈수록 늘어나는 사이버범죄와 지정학적 긴장으로 사이버 보안의 중요도가 높아질 것으로 예상된다. 사이버 보안 관련 투자가 연 10% 이상 늘어날 전망이다.

Keyword 07

인간 안보(Human Security)

UN 이 최초로 제시한 용어로 위협과 질병 및 범죄로부터 보호되어야 할 대상을 인간으로 설정하고 인류를 둘러싼 주요 이슈를 모두 포괄하는 광의의 개념이다.

Keyword 08

CRISPR Gene Editing

2023 년 CRISPR/Cas9 기전에 기반한 유전자 가위 기술이 적용된 첫 번째 치료제가 드디어 FDA 승인을 받을 전망. 바이오텍 유망 기술로 유전자 편집 기술이 재부각 될 것이다.

Keyword 09

SDV(Software Defined Vehicle)

차량의 달리는 스마트폰 시대가 오고 있다. Firmware OTA로 소프트웨어를 업그레이드 함으로써 새로운 기능을 추가하고 성능을 개선하는 기능이 차량에 탑재된다.

Keyword 10

소형 발사체

가파르게 성장하는 글로벌 우주산업에서 폭발적으로 증가하는 위성 발사 수요에도 불구하고 제한적인 발사 서비스 공급. 소형 발사체가 대안으로 떠오르고 있다.

Keyword 11

부유식 해상풍력

부유식해상풍력은 연근해의 고정식해상풍력보다 멀고 수심이 깊은 곳에 풍력발전기 설치가 가능하다. 하부구조물인 부유체에 대한 기술개발이 본격화 되고 있다.

Keyword 12

수전해 설비

2023 년은 EU 와 미국 등 주요국들이 수소 생산에 대한 보조금 지급을 시작하는 해이다. 수소를 생산하는 수전해 설비의 설치가 급증할 것으로 예상된다.

Keyword 13

나트륨 이온 배터리

2023 년 하반기 CATL 나트륨 이온 배터리 출시 예정 주행거리 500km, 급속충전 15분, 가격은 60%에 불과 전기차 배터리 시장의 게임체인저가 될 전망이다.

Keyword 14

Battery Recycle

전기차 배터리는 판매 후 5~10 년이 지나면 폐배터리로 전환된다. 2025 년 본격적인 폐배터리 급증을 앞두고, 2023 년, 폐배터리 재활용 전문업체 및 관련 기업이 주목된다.

Keyword 15

수소환원제철

수소환원제철은 대규모 철강사들에게 도래한 과제. 가장 빨리, 저렴하게 탄소중립 강철을 생산하는 기업에게 유리한 국면이 펼쳐질 것이다. 수소 밸류체인을 보자!



대규모언어모델(LLM)

2023 년은 대규모언어모델의 르네상스, 이탈리아는 GPT-4

2023 년에는 어느때보다 AI 에 대한 기대감이 클 것으로 예상되는데 그 중 대규모언어모델(LLM) 기술이 비약적으로 발전할 것으로 예상된다. 작년 말 오픈 AI 사가 발표한 ChatGPT 는 출시 5 일만에 100 만 명이 넘는 유저를 모았다. 100 만 유저를 모으기까지 GPT-3 가 24 개월, 페이스북은 10 개월, 인스타그램이 2.5 개월이 걸렸던 점을 고려하면 폭발적인 반응이다. ChatGPT 는 한계점들은 있지만 초보/주니어 개발자보다 나은 코딩 실력, 시/에세이와 같은 글쓰기 능력으로 AI 의 새로운 막을 열고 있다. 검색 시장에서의 구글의 지배력을 약화시킬 수 있는 존재로 부각되기까지 했다. 올해 상반기에는 많은 사람들이 게임 체인저가 될 것이라고 예상하는 GPT-4 가 출시될 예정이다. 연이어 빅테크들은 대규모 언어모델 개발 계획 및 투자를 발표하고 있다. 이에 따라 LLM 을 적극적으로 개발하고 있는 빅테크들과 관련 기술을 보유한 업체에 주목할 필요가 있다.

인류의 역사를 보면, 혁신과 경제 성장을 만든 것은 모두 '기술'이었다. 많은 사람들이 이야기 하는 것처럼 Chat-GPT 가 당장 검색 시장을 대체하는 것은 어려울 것이다. 그러나 중요한 사실은 검색엔진의 변화 가능성을 보여줬다는 점이다. 최근 API 나 오픈 소스를 통해 AI 모델을 쉽게 사용할 수 있게 되면서 AI 개발 트렌드가 대형언어모델(LLM) 방식으로 바뀌었다. 이는 검색엔진의 변화를 가속화하는 요인이다. 올해 예정대로 GPT-4 가 출시되면 텍스트를 넘어 영상, 이미지 등 멀티모달을 이용하는 검색 형식이 하나의 트렌드로 자리잡을 수 있을 것이다.

결과적으로 기존의 검색엔진을 대체하기엔 부족하다고 지적되는 Chat-GPT 의 정확성과 응답 시간, 그리고 비용 관련한 문제를 보완하는 기술 혹은 이를 해결하는 기업들이 나타날 수 있을 것이다. 정보의 정확성과 훈련 및 운영하는 데 드는 비용 문제는 장기적으로 보면 크립토가 대안이 될 수 있다. 예를 들어, 검색 결과에 대한 신뢰 문제는 정보에 대해 가중치를 두고 이에 대한 보상을 코인을 통해 구현하는 것이다. 정보를 제공한 사람과 정보에 대한 공유나 좋아요를 누른 유저 모두 코인을 통해 가중치를 표시할 수 있다면 현재 검색엔진의 한계인 신뢰 문제를 어느정도 해결할 수 있기 때문이다. 플랫폼을 넘나들 수 있는 블록체인의 특성 때문에 가능하다. 검색엔진을 통해 나오는 다양한 플랫폼 내의 정보들을 코인을 통해 가중치를 부여한다면 유저의 프라이버시를 유지하면서도 참여를 극대화할 수 있는 방향이 될 것이다.

물론, 보다 가까운 검색엔진의 미래는 기존의 검색엔진에 챗봇 형식의 검색엔진을 추가한 '하이브리드' 형태의 변화 가능성이 높을 것으로 예상된다. 분명한 것은 ChatGPT 와 다음 버전인 GPT-4 모두 인터넷의 핵심 기능인 '검색'에 엄청난 변화를 가져올 것이라는 점이다. 이전보다 빠른 검색과 유용한 정보를 식별할 수 있는 새로운 형태의 검색엔진이 나타날 것으로 기대한다. 검색엔진 시장의 빅스트 구글 또한 구글이 될지, 다른 빅테크 기업 아니면 아예 새로운 형태로 재편될지 고민해볼 필요가 있다.

도표 1. 플랫폼/AI 별 가입자 100 만명 도달에 걸린 시간 (ChatGPT, 5 일)

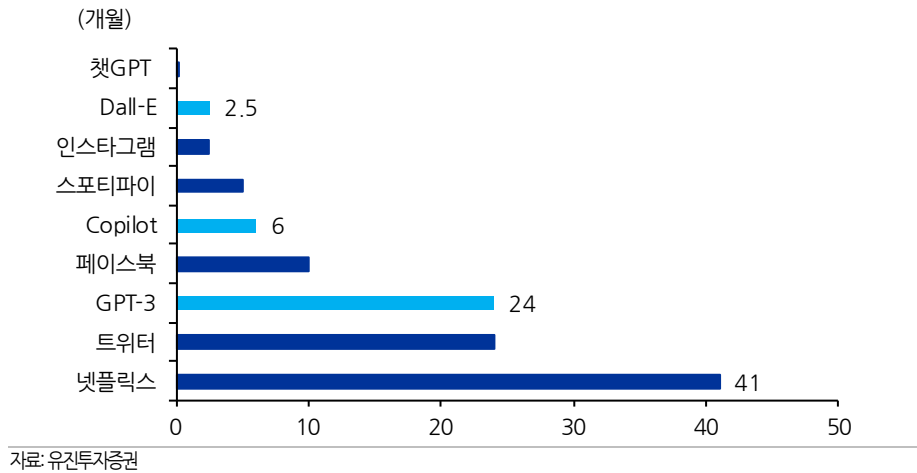


도표 2. 초거대 AI 현황

기업명	모형	파라미터수	공개연도
답마인드	Gopher	2,800 억개	21.12
구글	PaLM	5,400 억개	22.04
	스위트트랜스포머	1 조 6,000 억개	20.02
오픈 AI	GPT-3	1,750 억개	20.06
	Chat GPT	1,750 억개	22.11
	DALL-E	120 억개	21.01
마이크로소프트-엔비디아	MT-NLG	5,300 억개	21.10
메타	OPT-175B	1,750 억개	22.05

중국

화웨이	PanGu-Alpha	2,070 억개	21.05
베이징 AI 연구원	Wudao 2.0	1 조 7,500 억개	21.05
칭화대학	GLM-130B	1,300 억개	22.08

국내

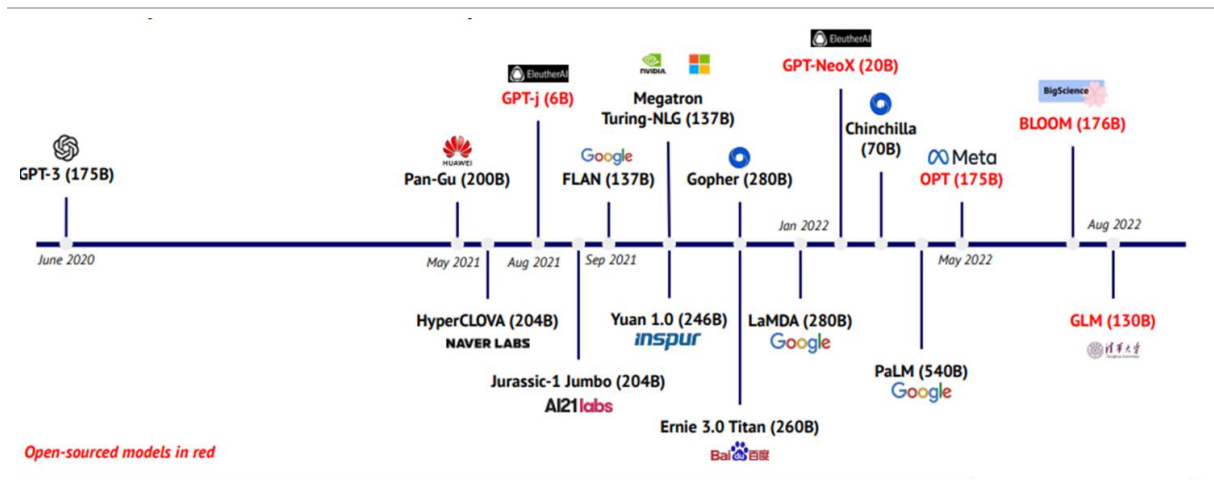
LG	엑사원	3,000 억개	21.12
네이버	하이퍼클로바	2,040 억개	21.05
카카오브레인	KoGPT	300 억개	21.11
	칼로	33 억개	22.12
KT	민음	-	개발 중

자료: 각 사, 유진투자증권

대규모언어모델 (LLM)

대규모언어모델(Large Language Model)은 지난 몇 년 간 AI 분야에서 가장 큰 발전과 대중성을 보인 분야로 기계가 인간의 언어를 이해하고 구사할 수 있도록 하는 기술이다. 딥러닝의 여러 혁신이 GPT-3와 ChatGPT와 같은 강력한 언어 모델을 탄생시킨 것이다. 대규모언어모델(LLM)의 크기는 최근 매년 10 배씩 증가해왔고 이에 따라 기능 또한 빠르게 늘어나고 있다. 자동번역 챗봇, 음성 비서 등이 대표적인 대규모 언어모델에 기반한 AI 서비스다.

도표 3. ChatGPT 이전의 초거대 AI



자료: State of AI, 유진투자증권

GPT 시리즈, GPT-4 출시 임박?

대규모언어모델(LLM)의 대표적인 예가 GPT 모델이다. GPT는 'Generative Pre-trained Transformer'의 약자로 직역하면 생성적 사전학습 트랜스포머다. *트랜스포머 구조 중 언어를 생성해내는 언어 모델의 주기능에 집중해 인코더는 무시하고 디코더만을 활용하여 언어를 생성해내는 모델이다. (*트랜스포머는 17년 구글이 발표한 언어모델) 어떤 텍스트가 주어졌을 때 다음 텍스트를 예측하며 글을 만드는 기술로 네이버나 구글의 연관검색어가 대표적인 GPT 기술이다.

도표 4. GPT 시리즈 비교

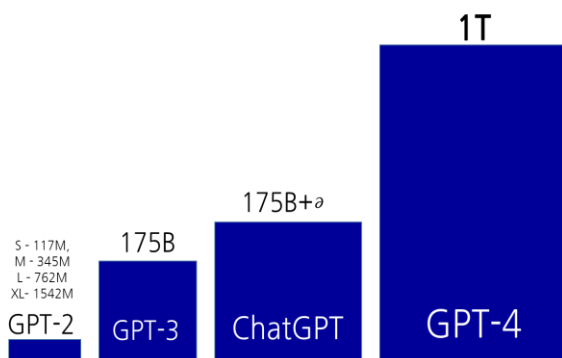
	GPT-1	GPT-2	GPT-3	GPT-3.5 (InstructGPT)	GPT-4
출시일	2018년 6월	2019년 2월	2020년 6월	2022년 1월	2023년 상반기 예정
인코더 수	12개	12,24개(S/M) 36,48개(L/XL)	96개	-	-
파라미터 수	1억 1,700만개	15억개	1,750억개	1,750억개	100조개(예정)
학습 데이터	7,000개 미발간 책	웹 텍스트 40GB	3,000억토큰	-	-

자료: 유진투자증권

GPT 시리즈는 'Open AI'의 언어모델이다. 2020 년 3 세대 모델인 'GPT-3'를 공개한 이후 2022 년 초 3.5 세대 모델인 InstructGPT 와 InstructGPT 의 미세 조정된 대화형 모델인 'ChatGPT'를 공개했다. GPT-3 와의 가장 큰 차이는 모델에게 직접적으로 지시할 수 있다는 점이다. GPT-3 가 예시를 통해 간접적으로 모델에게 지시한 것이라면, InstructGPT 에서는 보다 직접적인 것을 쓸 수 있는 것이다. 예를 들면 '~와 관련된 코드를 짜줘'와 같이 직접적으로 명령할 수 있는 것이다.

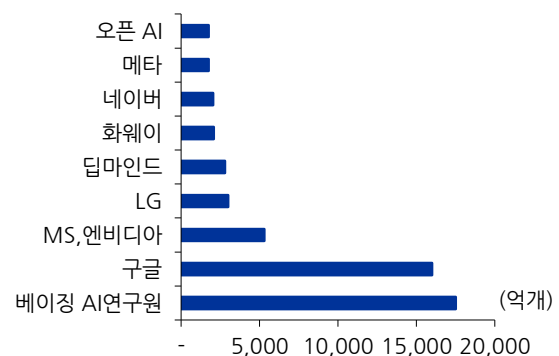
2023 년 상반기 내 출시될 것으로 알려진 GPT-4 는 그 이전의 모델을 뛰어넘는 상당한 파급력을 가져올 것으로 기대한다. 아직까지 공개된 정보가 적어 선불리 판단할 수는 없지만 GPT-4 가 튜링 테스트를 통과했다는 이야기까지 있기 때문이다. 튜링 테스트는 컴퓨터가 얼마나 자연스럽게 인간과 소통할 수 있는지를 알아보는 테스트다. 아직까지 공식적으로 튜링 테스트를 통과한 AI 모델이 없어 실제 튜링 테스트를 통과했다면 AI 업계뿐 아니라 산업계 전반에 기술적 테러로 여겨질 만큼의 영향을 줄 수 있을 것으로 보인다. 또한, GPT-4 가 100 조개의 파라미터를 보유한 멀티모달 형태일 것으로 추측하는데 이는 읽고 쓸 줄 아는 능력에 이미지와 영상이 동시에 인식이 가능한 모델인 것이다. 우리는 글 사진 영상 코딩 등 어떤 정보를 주더라도 이를 인식하고 글 사진 영상 프로그램 코드 등으로 자동으로 만들어낼 수 있는 모델의 등장을 기대할 수 있다. 파라미터는 인간의 시냅스와 유사한 AI 의 뇌 기능인데, 시냅스는 인간의 뇌에서 정보를 학습하고 기억하는 역할을 담당하는 시냅스와 유사한 AI 의 뇌기능이다. 파라미터의 규모가 커질수록 AI 는 대용량의 데이터를 학습해 인간에 가까운, 혹은 뛰어넘는 능력 발휘가 가능해진다. 즉, 파라미터가 많으면 많을수록 단순한 번역부터 프로그램 코딩까지 GPT 확장성은 그만큼 커진다고 이해하면 된다.

도표 5. GPT 시리즈별 파라미터 차이



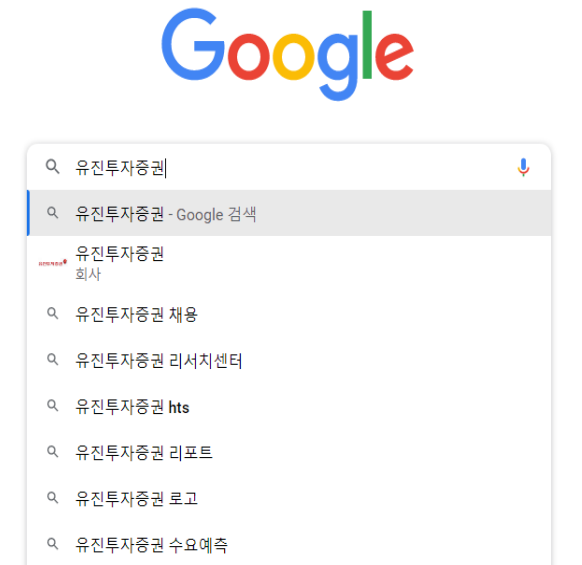
자료: OpenAI, 유진투자증권

도표 6. 주요 초거대 AI 파라미터 비교



자료: OpenAI, 유진투자증권

도표 7. GPT 기술이 사용된 '구글의 연관검색어'



자료: 연합뉴스포맷, 유진투자증권

도표 8. 코딩이 가능한 ChatGPT



자료: 연합뉴스포맷, 유진투자증권

도표 9. 오픈AI CEO, 튜링테스트 관련 포스트 게재



자료: Twitter, 유진투자증권

도표 10. ChatGPT가 만든 영화



자료: google, 유진투자증권

도표 11. GPT-3는 예시 없는 지시 불가능

Write a short story about the moon and the stars: Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars? Does the moon like the stars?

자료: littlefoxdairy.tistory.com, 유진투자증권

도표 12. ChatGPT는 예시 없는 지시 가능

Write a short story about the moon and the stars:

Once upon a time, the moon and the stars lived together in the sky. They were the best of friends, and they loved spending their time together. The moon would light up the sky at night, and the stars would twinkle and shine. They were always happy and they never fought.

But one day, the moon and the stars began to grow apart. The moon started to feel left out and the stars began to ignore her. The moon didn't understand what was happening, and she felt very lonely.

자료: littlefoxdairy.tistory.com, 유진투자증권

PIM(Processing In Memory)

CPU 가 메모리를 품은 것처럼 메모리도 CPU 를 품는다.

지긋지긋한 메모리 저평가를 해소할 수 있는 실마리가 될 수 있을지도...

팬데믹이 불러온 버블과 그 이후 남겨진 과잉 캐파 및 재고 부담으로 글로벌 반도체 산업은 다운턴에 직면해 있다. 특히, 메타버스, 디지털 트윈의 핵심 인프라로 기대를 모았던 메모리는 DRAM 과 NAND 모두 지난해 사상 처음으로 비트 수요 성장률이 마이너스를 기록하면서 애널리스트들을 충격에 빠뜨렸다.

메모리 수요가 마이너스가 나올지도 모른다는 우려는 결국 시스템 반도체나 파운드리에 비해 메모리 반도체 주식을 훨씬 더 찬밥 신세로 전락시켜 놓았다. 팬데믹 이전인 2019 년 말과 비교해 2022 년 말 기준 주요 반도체 업체들의 주가는 평균 40~50% 가량 상승했다. 하지만, 유독 메모리 반도체 4 社(삼성전자, SK 하이닉스, 마이크론, WDC)는 오히려 주가가 하락해 있는 것이 우리가 마주하고 있는 안타까운 현실이다.

현대 컴퓨터의 구조는 '폰 노이만 아키텍처'를 기반으로 한다. 폰 노이만 아키텍처는 CPU 와 메모리를 분리해 서리얼 버스로 연결하는 방식으로 구조를 단순화할 수 있었다. 하지만 데이터의 순차적 이동에 따라 데이터 양이 증가하게 되면 필연적으로 병목을 피할 수 없게 된다. 이를 조금이라도 완화하기 위해 메모리의 계층구조가 도입되었다. 즉, CPU 와 메인 메모리 사이에 레지스터 메모리와 캐시 메모리를 두어 데이터 액세스에 따른 지연을 조금이나마 완화하는 방식이다.

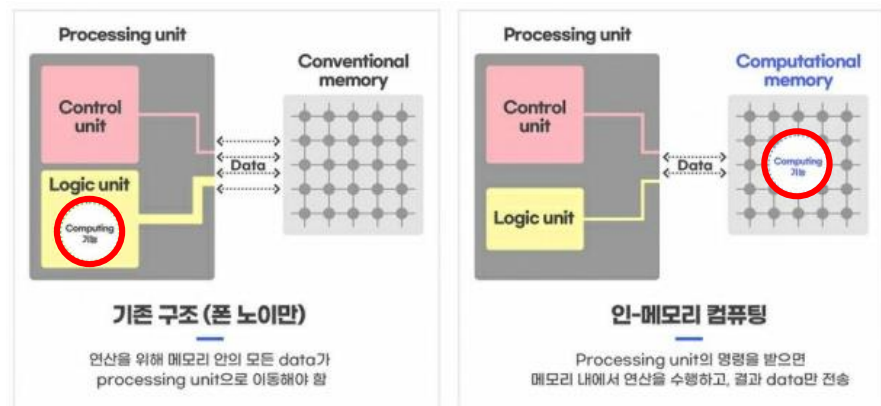
하지만 AI 가 일상화가 되면서, 레지스터나 캐시로는 감당하기 어려운 정도로 지연에 따른 부작용이 커지고 있다. 이를 해결하기 위한 솔루션으로 부상하고 있는 것이 바로 PIM(Processing In Memory)인 것이다. 이는 기존 CPU 안에 고속 메모리를 탑재한 것과는 달리 메모리에 일부 프로세싱 기능을 탑재하는 역발상에서 출발한다. 이렇게 되면 메인 메모리에서 모든 데이터를 CPU 로 보내지 않고, 가비지(garbage) 데이터나 중복 데이터를 걸러 보낼 수 있게 되어 병목에 따른 지연을 드라마틱하게 개선해 컴퓨터의 성능을 대폭 향상시킬 수 있게 되는 것이다.

특히, PIM 의 로직 기능이 점점 파워풀해지게 되면, CPU 에 집중되어있던 컴퓨팅 하계모니도 일정 부분 메모리로 넘어오게 될 것으로 기대할 수 있다. 애플이 주도하는 반도체 설계에서 메모리가 더 이상 찬밥이 되지 않기 위해서는 메모리 자체에 기능을 탑재하는 시도는 더 이상 선택일 수 없는 것이다. 그리고 이렇게 되어야만 지긋지긋하게 국내 반도체 투자자들을 괴롭혔던 메모리에 대한 저평가가 어느 정도 해소될 수 있게 될 것이다. 그런 의미에서 2023 년 주목해야 할 반도체 테크놀로지로 PIM 을 선정한다.

효율성을 위해 재구성된 반도체의 구조

AI 가 데이터를 처리할 때 필요한 컴퓨팅 시스템은 수많은 반도체의 집합체라고 할 수 있다. 크게 AI 가속기와 CPU 등 시스템 반도체와 DRAM 과 HBM 등 메모리 반도체가 있고 AI 가속기는 다시 GPU 또는 다른 AI 특화 반도체로 나뉜다. 인간의 두뇌처럼 AI 컴퓨터는 프로세서와 메모리를 동시에 필요로 한다. 이에 엔비디아와 같은 AI 가속기 기업들은 시스템 반도체 옆에 메모리를 연결하는 방식으로 데이터를 옮기도록 설계하는데, 이러한 구조는 지연(latency)을 심화시켜 AI 의 훈련 효과를 떨어뜨리는 원인이 된다. 이 같은 지연을 해결하기 위해 메모리 안에 연산 유닛을 통합해서 데이터 저장과 연산 처리를 동시에 수행하는 것이 PIM 구조이다. 메모리 내부의 각 बैं크에 AI 엔진을 장착하고 데이터의 병렬 처리를 극대화하는 것이 목표인 구조라고 할 수 있다.

도표 13. 폰 노이만 구조와 PIM 구조



자료: 삼성반도체이야기, 유진투자증권

PIM 구조에 대한 연구는 최근 시작된 것은 아니고, 이미 컴퓨팅 학계에서 1970년대부터 제안되었다. 기존 폰 노이만 아키텍처에서 CPU와 메모리의 성능 차이에서 비롯된 병목 현상은 이미 예견되었다. 메모리의 속도 증가와 CPU/GPU의 병렬 연결의 방법으로 어떻게든 여기까지 왔지만, 초거대 AI(Hyperscale AI)가 대두되면서 과거의 방법만으로는 데이터 이동 속도와 전력 소모를 감당할 수 없게 되었다. 초거대 AI 구축을 위해서는 슈퍼컴퓨터를 통해 '파라미터'라는 AI 성능을 높여야 한다. 인간의 두뇌에서 학습과 연산 등의 기능을 담당하는 '시냅스'와 비슷한 역할을 하는 파라미터가 많을수록 AI 성능이 높아지기 때문이다. 몇 년까지만 해도 빅테크 기업들이 보유한 AI들의 파라미터 수를 보면 수억 개~수십억 개 수준이었다. 인간이 지닌 시냅스의 수가 100조 개임을 감안하면, 기업들은 여전히 더 많은 파라미터에 대한 갈증이 있을 것이다. 최근 전세계 기업들의 초거대 AI 연구현황은 다음과 같다.

도표 14. 주요 기업별 초거대 AI 연구현황

기업	AI 명	파라미터 수(개)	특징
OpenAI	GPT-4 (예정)	100 조	올 해 초 출시 예정, 멀티모달(텍스트 외 데이터 형식 인식 가능)
베이징 인공지능 아카데미	우다오 2.0	1 조 7,500 억	텍스트와 이미지에서 학습하고 모두 포함하는 작업 처리 가능
Google	스위치 트랜스포머(데모)	1 조 6,000 억	인간 뇌의 1/100 규모
Microsoft & Nvidia	메가트론-튜링 NLG	5,300 억	Nvidia의 GPU와 결합된 MS의 애저(Azure)의 인프라(비상업용)
LG	엑사원(Exaone)	3,000 억	국내 최대 파라미터 규모, 멀티 모달리티 능력 보유
Google DeepMind	고퍼(Gopher)	2,800 억	강화학습과 실시간 온라인 검색(구글) 두 가지 기술 활용
네이버	하이퍼클로바	2,040 억	세계 최대 한국어 중심의 AI 모델
OpenAI	GPT-3	1,750 억	사용자 요구에 따라 창작 가능(에세이, 노래, 시, 머신러닝 모델)
SKT	GLM	1,500 억	GPT-3 한국어 모델, 국립국어원과 협력
카카오브레인	민달리(minDALL-E)	300 억	GPT-3 한국어 모델, 오픈소스로 제공돼 외부 개발자 활용 가능

자료: 각 사, 유진투자증권

AI 기업들이 새로운 모델 개발에 힘을 쏟고 있는 한편, 반도체 기업들도 고성능 AI 반도체 기술 연구를 진행하고 있다. 국내 기업 가운데 삼성전자는 기존 HBM(High Bandwidth Memory)에 PIM을 결합한 HBM-PIM을 2021년 2월 세계 최초로 개발했다. HBM은 대용량과 저전압, 고대역폭의 성능으로 고성능 컴퓨팅(HPC)에 특화된 칩이다. DRAM 칩을 여러 층 쌓고 TSV(Through Silicon Via)를 통해 이들을 연결해주는 구조이다. HBM 구조 자체도 차선이 늘어난 고속도로처럼 CPU와 메모리 간 채널을 넓혀 대역폭을 늘리는 이점이 있다. 하지만 여기에 HBM-PIM을 탑재할 경우 기존의 HBM2 Aquabolt를 이용한 시스템에 비해 약 2배 이상의 성능을 누릴 수 있고, 70% 이상의 에너지 소모를 줄일 수 있다.

SK하이닉스는 1년 후인 2022년 2월 PIM 구조를 처음으로 적용한 GDDR6-AiM(Accelerator in Memory)을 공개했다. 일반 DRAM 대신 해당 제품을 CPU 또는 GPU와 탑재하면 특정 연산의 속도가 최대 16배까지 빨라진다. 또한 GDDR6의 기존 동작 전압인 1.35V보다 낮은 1.25V에서 작동되어 에너지 소모는 80% 가량 줄일 수 있다.

도표 15. 삼성전자의 HBM-PIM



자료: 삼성전자, 유진투자증권

도표 16. SK하이닉스의 GDDR6-AiM



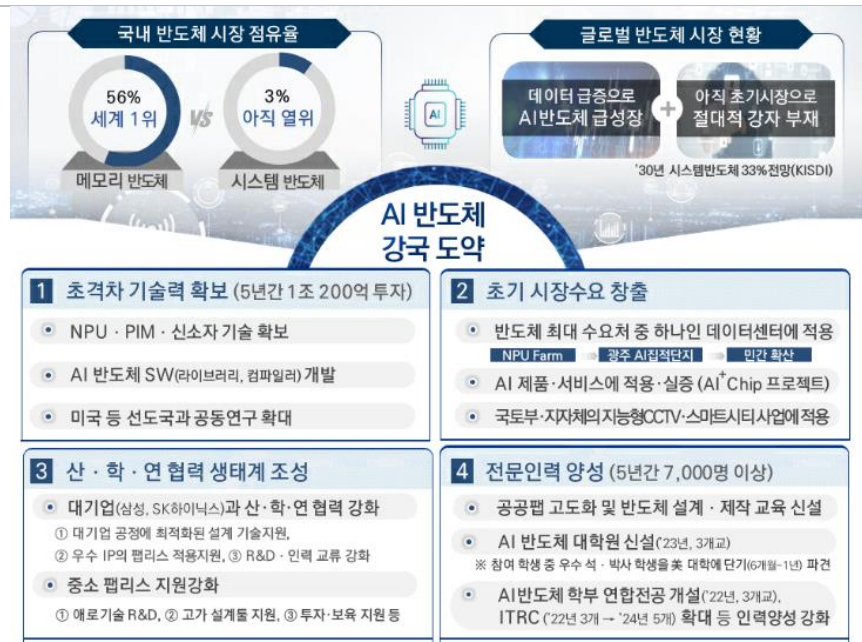
자료: SK하이닉스, 유진투자증권

도표 17. AI 반도체 개발 로드맵



자료: SK하이닉스, 유진투자증권

도표 18. AI 반도체 산업 성장 지원대책



자료: 과학기술정보통신부, 유진투자증권

글로벌 강자에 도전하는 한국 정부의 AI 반도체 산업 지원

우리나라 정부는 지난해 6월부터 AI 반도체 산업 확장을 준비하고 있었다. 제 1차 AI 반도체 최고 위 전략대화에서 'AI 반도체 산업 성장 지원대책' 발표를 통해 향후 5년간 1조 200억원을 투입, 전문인력을 7,000명 이상 양성하기로 했다. 최근 5년 간 국가 R&D 사업 가운데 1조원 규모를 넘는 유일한 사업이다. AI 반도체 시장에 전세계적인 지배적 강자가 아직 부재함에 따라 국가 규모의 지원이 이루어진다면 글로벌 주도권 경쟁에서 우위를 가져갈 수 있다는 판단이다.

삼성전자(005930)

현재주가(원) (2023.1.17)	61,000	- IT 수요 침체가 올해도 이어지고, 반도체 재고 조정 이슈도 계속될 것으로 보여 어려운 상반기를 보낼 전망이다. 하지만, 차세대 R&D 투자에 집중했던 만큼 업황 회복 시 치고 나갈 여력은 충분한 것으로 판단. - 메모리의 절대지존이며, 파운드리에서도 TSMC 의 유일한 대항마라는 점에서 PIM 반도체를 발판으로 재도약의 기회를 잡을 것으로 기대.
시가총액 (십억원)	409,497	
2022년 대비 주가수익률(%)	10.3	

SK 하이닉스(000660)

현재주가(원) (2023.1.17)	86,000	- PIM 기술을 적용한 GDDR6-AiM 과 현존하는 최고성능 DRAM 인 HBM3 를 통해 기업 및 서버용 메모리 반도체 시장에서 우위를 가져갈 수 있음. - SK 그룹 AI 반도체 계열사인 '사피온'과 협력하여 GDDR6-AiM 을 활용한 메모리 솔루션 생태계 구축 예정.
시가총액 (십억원)	62,608	
2022년 대비 주가수익률(%)	14.7	

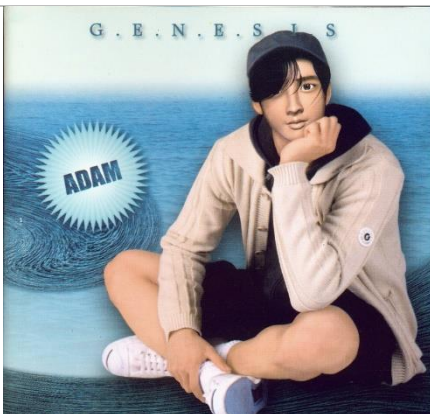
가상 인간

불쾌한 골짜기를 넘어

2023 년 새해가 밝았다. 체감하길 주변에서 가장 관심이 많은 주제는 아무래도 만 나이 도입인 것 같다. 이제야 내 나이대로 사는구나, 2년이나 어려지네! 하며 좋아하는 반응이 대부분인데 로지는 관심이 없다. 작년도 올해도 그리고 내년도 영원히 22살인 가상 인간이기 때문이다.

불과 1, 2 년 전만해도 가상 인간이라고 하면 어딘지 모르게 불쾌하고 부자연스러운 모습에 거부감이 많이 들었는데 최근 등장하는 가상 인간은 사람이라고 착각할 정도로 자연스럽게 정교해지고 있다. 아담과 로지만 보더라도 가상 인간을 만들어내는 컴퓨터 그래픽 기술이 눈에 띄게 발전했음을 느낄 수 있다. 아담은 3D 컴퓨터 그래픽을 구성하는 폴리곤(Polygon)으로 만들어져 비현실적인 외모를 가지고 있었고 무엇보다 얼굴을 감춘 실존 가수가 따로 존재해 이질감이 많이 들었다. 당연히 개발비용도 많이 들어 상용화되기가 쉽지 않았는데, 그 사이에 기술이 많이 발전해 수많은 장비를 부착한 모델의 움직임 정보를 토대로 가상 인간을 만들어내는 모션 캡처 기술이 생겨났고, 지금은 여기서 더 나아가 신체 기관과 근육의 세밀한 움직임을 파악하고 예측하면서 더 자연스럽게 정교한 움직임을 만들어내는 단계까지 왔다.

도표 19. 국내 최초의 가상 인간 아담



자료: 언론종합, 유진투자증권

도표 20. 국내에서 가장 영향력 있는 가상 인간 로지



자료: 언론종합, 유진투자증권

가상 인간은 크게 두 가지의 형태로 구분할 수 있는데, 머리부터 발끝까지 모두 새롭게 만들어내는 3차원 기술 기반의 가상 인간과 원래 존재한 형체에 인공지능(AI) 기술을 더해 눈, 코, 입만 바꾸는 2D 딥페이크 기술 기반의 가상 인간으로 나눌 수 있다. 3D 기반의 가상 인간은 무에서 유를 창조하는 과정으로 가장 섬세하고 정교한 작업이 가능하기 때문에 현실감이 뛰어나지만 완성도를 높이기 위해서는 엄청난 비용과 시간이 필요하다. 최소 1년 이상의 시간이 소요되며 비용은 최소 5억원에서 최대 9억원까지 발생하는 것으로 파악된다. 대표적인 3D 기반의 가상 인간으로는 우리에게도 익숙한 로지, 한유아 등이 있으며 실제 사람인 듯한 자연스러움과 정교함을 바탕으로 주로 광고모델, 인플루언서로 많이 활동하고 있다. 그에 비해 2D 기반의 딥페이크 기술로 만들어진 가상 인간은 빠르면 하루 안에도 만들어질 수 있으며 제작비용은 약 1천만원 내외로 상대적으로 비용 부담이 덜하다. 대표적인 2D 기반 가상 인간으로는 딥러닝 기업인 펄스나인이 제작한 가상 아이돌 이터니티가 있다. 이터니티는 지난 20년간 K-POP 아티스트의 스타일을 자체 분석해 4가지 스타일로 분류한 후 팬들이 가장 많이 선택한 이미지 11명이 데뷔조로 꾸려지며 기획된 걸그룹이다. 얼굴만 딥러닝 기술로 구현되었기 때문에 실시간 대화나 영상촬영, 온라인 팬미팅을 진행할 때에는 이터니티 멤버의 얼굴(아바타)을 펄스나인이 계약한 익명의 가수나 배우, 댄서에게 합성하는 방식으로 이루어진다. 아무래도 데뷔 초반에는 표정이나 각도에 따라 얼굴이 부자연스러워 거부감이 들었었는데 최근에는 생방송에 진출할 정도로 딥페이크 합성 기술이 실시간으로 적용되며 생동감을 불어넣고 있다. 장기적으로는 얼굴 뿐 아니라 배경이나 몸, 패션, 헤어스타일까지 전부 실시간 딥러닝 기술로 구현될 수 있을 것으로 보인다.

블룸버그에 따르면 가상 인간 시장규모는 2020년 2.4조원에서 2025년 14조원으로 실제 사람 인플루언서 시장 규모를 추월할 것으로 전망하고 있다. 개발사는 막대한 초기비용을 감내한다면 손익분기점을 넘어서는 순간 이익이 발생하는 구조이며, 기업들은 모델의 사생활 이슈로부터 자유롭고 CG로 모든 장면을 연출할 수 있어 시간상의 제약도 없으며 아프거나 나이가 들지 않아 생산성이 무한대에 가까운 가상 인간을 거절할 이유가 많지 않다. 다양한 영역에서 가상 인간이 본격적으로 상용화됨에 따라 시장은 더 커지고 다양해질 것으로 예상된다.

다만 기술이 하루가 다르게 빠르게 변화하면서 그 안의 불쾌한 골짜기 현상을 고려하지 않을 수 없다. 무조건적인 변화가 옳다는 것은 아니지만, 시대의 흐름이 어떻게 변하고 있고 가상 인간이 새로운 가치를 창출하며 인간과 함께할 수 있는 균형 잡힌 발전이 이루어진다면 산업 전반에 새로운 변화의 바람이 불어올 것으로 기대한다.

도표 21. 펄스나인의 이터니티 제작 과정



자료: 펄스나인, 유진투자증권

도표 22. 생방송에도 진출한 이터니티의 제인



자료: 언론종합, 유진투자증권

하이브(352820)

현재주가(원) (2023.1.17)	177,000	■ 가상 인간, 딥러닝 기술, AI 오디오 기술개발 기업들에 적극적으로 투자를 하며 다양한 방면으로 시장에 진출할 준비를 하고 있음
시가총액 (십억원)	7,319	■ 두나무와 레벨스라는 JV 를 설립해 아티스트 IP 를 활용한 NFT 사업을 진행하고 있음
2021 년 대비 주가수익률(%)	2.0	■ 소속 아티스트의 IP 를 활용한 간접매출 증가 기대

에스엠(041510)

현재주가(원) (2023.1.17)	73,400	■ 메타버스 콘텐츠 전문 자회사인 '스튜디오 광야' 설립을 통해 VFX 기술 을 바탕으로 가상현실 제작 및 가상인간 개발 등 다양한 사업을 진행하고 있음. 관련 시장에 가장 적극적으로 대응하고 있는 엔터사 중 하나로 최근 '스튜디오 A'라는 JV 를 설립해 몰입형 VR 콘서트 제작을 준비하며 다양한 메타버스향 콘텐츠를 계획하고 있음
시가총액 (십억원)	1,747	
2021 년 대비 주가수익률(%)	-4.3	

자이언트스텝(289220)

현재주가(원) (2023.1.17)	19,950	■ 한유아에 이어 네이버와 공동 개발한 이술 등 다양한 가상 인간 IP 를 보유하고 있으며, 리얼타임 콘텐츠, 확장현실(XR) 라이브 등의 솔루션을 통해 제작기간과 비용을 단축하며 사업을 빠르게 확장하고 있음
시가총액 (십억원)	441	■ 가상 인간 시장 개화에 따라 향후 수익화 될 가상 인간 IP 다수 보유
2021 년 대비 주가수익률(%)	14.3	

햅틱 & 모션 캡처

메타버스와 로봇으로 기술 적용 확대 기대

인간의 오감(시각, 청각, 후각, 미각, 촉각) 중 촉각을 인공적으로 구현하여 전달하는 기술인 햅틱(Haptic) 기술과 인간의 움직임을 디지털화하여 기록하는 기술인 모션캡처(Motion Capture) 기술에 다시 한 번 주목할 시기가 왔다. 인류의 메타버스로의 활동 영역 확대와 차세대 로봇 기술인 원격 조종 로봇 발전에 필요한 햅틱 기술과 모션 캡처 기술에 대한 관심이 더욱 커질 것으로 기대된다.

(1) 햅틱 기술: 촉각으로 느끼는 세상

VR 과 AR 기기의 성능 향상으로 가상공간에서의 시각과 청각 능력을 갖추게 되었지만, 더 높은 몰입감(Immersion)과 사실적인 임장감(Presence)을 위해서는 햅틱 기술을 통한 '촉각'의 구현이 반드시 필요하다. 인간이 지각하고 있는 정보 중 시각과 청각이 차지하는 비중은 각각 83%와 11%인 반면 촉각은 1.5%로 그 비중은 낮지만, 인간이 어떠한 물건을 실제로 만지지 않고서는 실재(實在)한다는 감각을 느끼지 못하는 것처럼 촉각은 임장감을 높이기 위해 필수적인 감각이다. 그리고 시각과 청각이 수동적인 감각인데 반해, 촉각은 능동적인 감각으로 인간이 의도한 어떠한 행위를 대상에게 가할 수 있는 유일한 감각인 점에 주목해야 한다. 햅틱 기술로 느낄 수 있는 감각은 크게 피부 감각(Touch)과 운동 감각(Kinesthesia)로 나뉘며, 역감 재현(Force Feedback)으로 진동 촉감 재현(Vibrotactile Feedback)으로 물리적인 힘에 더해 질감과 진동, 압력, 온도 등의 촉감을 구현할 수 있다.

햅틱 기술은 대표적으로는 2015 년 공개된 애플의 아이폰 6s 의 3D 터치에 적용되면서 주목받았고, 과거 4DX 영화관의 좌석에 적용되기도 했다. 앞으로는 햅틱 수트와 햅틱 글러브 등으로의 활용 확대가 기대되며, 이는 곧 메타버스에서의 사용자 경험을 더욱 풍부하게 만들어 줄 것이다. 또 최근에는 원격에서 수집한 감각을 재현하는 텔레 햅틱(Tele-Haptic)과 시각과 촉각을 결합한 비주얼 햅틱(Visual Haptic) 기술도 나오고 있는데, 완전 지능형 로봇으로 가는 중간 단계에 해당하는 원격 조종 로봇의 더욱 정교하고 유연한 조작에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

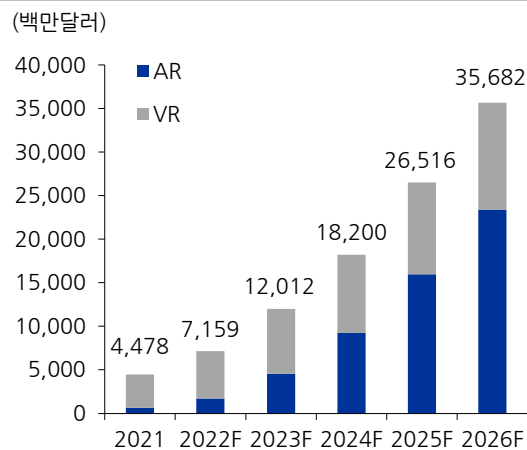
도표 23. 주요 XR 기기 출시 정보

모델명	PICO Neo 3 Pro	PICO 4	Meta Quest Pro	Apple Reality Pro	Meta Quest 3	PSVR 2
디자인						
출시년도	2021	2022	2022	2023 상반기 예정	2023 하반기 예정	2023 상반기 예정
디스플레이 유형	LCD	LCD	LCD	OLEDoS	OLEDoS	OLEDoS
해상도 (추정 PPI)	3664x1920 773PPI	4320x2160 1,200PPI	1800x1920 (pereye)1,059PPI	약 3,000PPI 추정	2064x2208 (pereye) 추정	2000x2040 (pereye) 249PPI
주사율	72~90Hz	90Hz	90Hz	120Hz 추정	120Hz 추정	90~120 Hz

자료: 각사, 유진투자증권

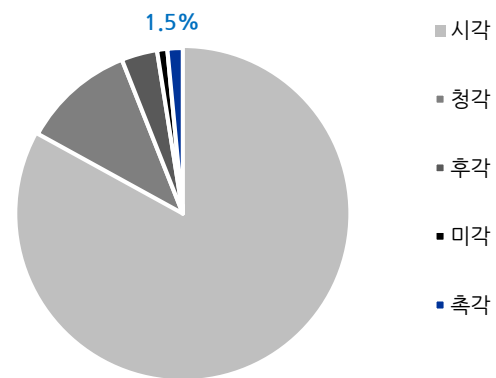
참조: PPI는 해상도를 기준으로 추산한 수치

도표 24. XR 시장 규모



자료: IDC, 유진투자증권

도표 25. 오감별 인지정보 차지 비중



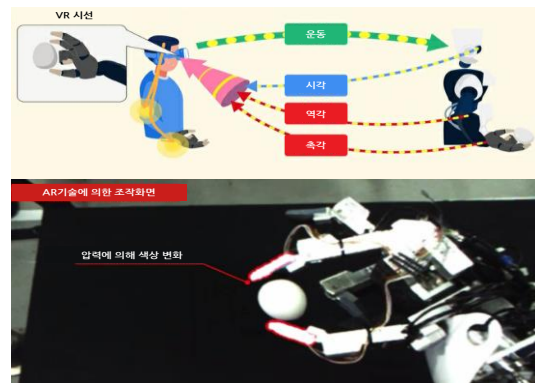
자료: Murata, 유진투자증권

도표 26. OWO 사의 햅틱 조끼



자료: CES2023, 유진투자증권

도표 27. 텔레 햅틱+비주얼 햅틱



자료: Mitsubishi Electric, 유진투자증권

(2) 모션 캡처 기술: 아바타와 로봇에 사람의 행동과 의식을 심다

모션 캡처 기술은 광학식(카메라, 마커), 센서식(자이로센서, 관성센서), 기계식(포텐셜미터, 엔코더) 등의 방식으로 인간의 행동을 디지털화하여 기록하는 기술이다. 이미 영화 CG 제작 등에서 널리 활용되고 있는 기술이지만, 앞으로는 가상 공간에서의 아바타 생성과 로봇의 원격 조종 등 그 활용 범이 더욱 다채로워지며, 모션 캡처 디바이스에 대한 수요가 확대될 것으로 기대된다.

지금까지의 메타버스는 1인칭의 시점과 1차원~3차원 중심의 세상이었다면, 진정한 메타버스 세상의 도래를 위해서는 사용자가 아바타의 형태로 직접 가상 공간에 존재할 필요가 있다. 이번 CES 2023 에서 일본의 소니와 파나소닉이 퍼스널 모션 캡처 디바이스를 선보였는데, 특히 소니가 공개한 Mocopi 는 6 개의 소형 센서를 팔과 다리 등에 부착하면 3D 로 풀 트래킹이 가능한 시스템을 49,500 엔(약 50만원)에 선보여 개인 유저들도 손쉽게 모션 캡처를 통한 아바타 생성이 가능해졌다.

햅틱 기술과 마찬가지로 로봇과도 연계가 가능하다. 사람의 움직임을 역기구학적(Inverse Kinematics) 알고리즘을 통해 로봇의 움직임으로 변환할 수 있기 때문이다. 이를 바탕으로 로봇 교시(Teaching)에 활용하거나, 5G 통신을 통한 원격 조종 로봇 제어도 가능하다. 아직 로봇 기술이 인공지능 등 완전 무인 로봇으로 나아가기에 기술적인 한계가 존재하는 가운데, 사람의 감각과 지능, 판단력을 더해 다양한 로봇 작업이 가능하게 할 수 있고, 모션 캡처를 통해 취득한 데이터를 로봇의 기계 학습에 활용함으로써 로봇 지능을 더욱 고도화할 수 있다는 이점이 있다.

도표 28. 영화에 활용되는 모션 캡처 기술



자료: 언론보도, 유진투자증권

도표 29. 모션 캡처 기술 기반 로봇 핸드



자료: CES2023, 유진투자증권

도표 30. Sony의 모션 캡처 디바이스 Mocopi



자료: Sony, 유진투자증권

도표 31. Mocopi 사용 이미지



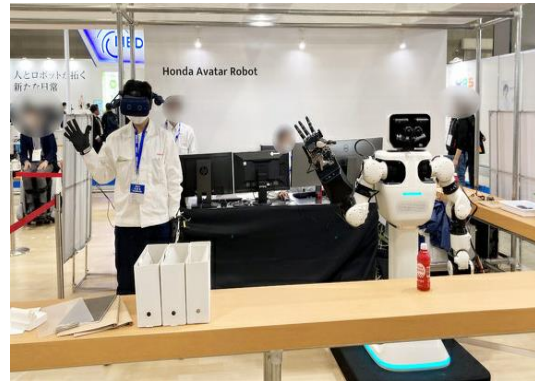
자료: Sony, 유진투자증권

도표 32. 모션 캡처를 통한 로봇 제어



자료: Peritec, 유진투자증권

도표 33. 모션 캡처를 통한 원격 로봇 조작



자료: 언론보도, 유진투자증권

도표 34. 햅틱 기술과 모션 캡처 기술을 조합한 원격 조종 로봇 핸드



자료: Shadow Robot, 유진투자증권

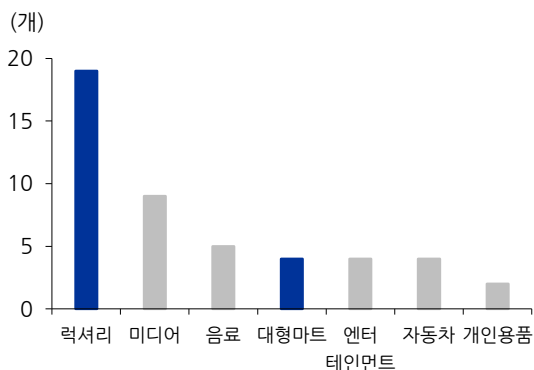
NFT in Consumer World

유통 & 소비재 산업의 비즈니스 사이클에서 NFT의 역할과 활용

NFT는 유통, 럭셔리, 소비재 산업에 빠른 속도로 침투하고 있다. 크립토 시장의 부침과는 관계없이 NFT와 실생활이 맞닿는 영역들이 확대된다. NFT는 우리에게 새롭게 느껴지는 개념은 아니다. NFT(Non-Fungible Token)이란 대체 불가능한 토큰의 약자이다. 블록체인 기술을 이용하여 디지털 자산의 소유를 증명할 수 있다. 신세계, 롯데, 현대, 이마트 같은 국내 대형 유통 기업들은 이미 NFT를 활용한 공격적인 마케팅을 시작했다. 패션/럭셔리 브랜드는 DTC 전략의 일환 또는 오프라인을 넘어서는 영역까지 손을 뻗어가는 중이다. 각 유통/브랜드 기업의 NFT는 온라인은 물론 오프라인 채널에서도 브랜드 경험을 제공하고 있다. 아직까지는 실물과 연계된 서비스에 국한되어 있지만, 향후에는 메타버스/온라인에서만 존재하는 서비스/상품 구축하려는 방향성을 가져가고 있다.

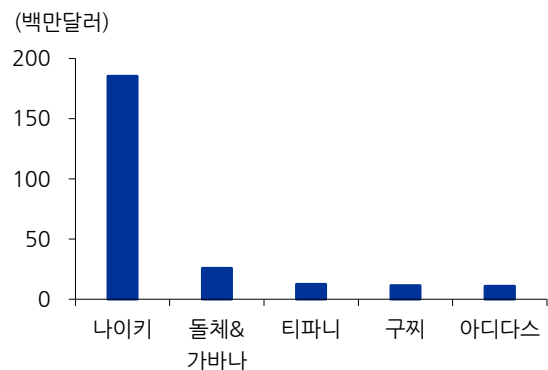
유통, 럭셔리, 소비재 산업이 NFT를 활용하는 이유는 신규 고객 유치 및 기존 고객 로열티 강화이다. 유통, 소비재 기업의 전통적인 비즈니스 사이클은 1) 고객 유치, 2) 판매, 3) 고객 락업이다. 초기에는 NFT라는 새로운 매개체를 통한 생소한 경험 제공으로부터 모객, 판매가 일어난다. 궁극적으로는 차별화된 익스클루시브 혜택 및 커뮤니티 조성을 통해 브랜드 로열티 제고까지 연결되는 선순환 구조를 기대한다. 판매 전에는 진가품 보증서의 역할을 대체할 것이고, 판매 후에는 리세일 트래킹이나 AS 보증서로서 활용 가능하다. 멀거나 가까운 미래에는 SNS를 활용하는 정도 혹은 그 이상으로 메타버스에 접속하게 될 것이다. 특히 유통, 소비재에서는 시장이 확장된다는 측면에서 환영하고 있다. 2023 CES의 주요 키워드는 메타버스였다. 미래에는 디지털 공간으로서의 역할을 수행할 것이라는 예측이다. 금번 CES에서는 소비자와의 연결이 트렌드로 자리잡았다. NFT는 기본적으로는 메타버스에서의 집객, 결제, 커뮤니티, 인증 수단으로 활용될 것이다.

도표 35. 산업별 NFT 발행 개수



자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 36. NFT 매출액 Top 5



자료: 언론 자료, 유진투자증권

비즈니스 사이클 별로 활용하고 있거나 활용 가능 사례 분석.
고객 유치→브랜드 로열티→판매 전후 관리→메타버스

1) 고객 유치: 마케팅/프로모션을 위해 NFT 홀더에게 멤버십/기프트/바우처 제공.

1-1) 멤버십/기프트/바우처: NFT 를 구입하면 멤버십 권한 부여 및 기프트/바우처 증정.

신세계, 롯데, 현대를 비롯한 많은 대형 유통사의 NFT 를 구입하면 멤버십 권한을 부여해준다. NFT 등급에 따라 허용되는 권한이 다르다. 신세계, 롯데, 현대, 이마트 모두 자사 캐릭터를 이용한 NFT 를 발행했다. 신세계의 '푸빌라'를 활용한 NFT 는 약 1 만개가 판매되었다. '푸빌라 NFT'는 6 개의 등급으로 나뉘어져 있고 백화점에서 이용 가능한 혜택을 제공한다. 등급 구조는 6 개로 나뉜다. 롯데홈쇼핑의 '벨리곰 NFT'는 판매 당일 OpenSea 플랫폼 거래 상위에서 랭킹되었다. '벨리곰 NFT' 역시 6 개 등급으로 구성된다. 롯데홈쇼핑을 포함한 롯데 계열사(호텔, 영화관)를 아우르는 서비스를 제공한다. 현대는 'H.NFT'라는 전자지갑을 이용하는 고객에 '현대 NFT'를 지급했다. 4 개의 종류가 존재하고, 희소성에 따라 백화점 포인트를 수취할 수 있다. 이마트는 팝업스토어에서 QR 코드 스캔을 하면 Klip(디지털 가상 지갑)에 '행성 NFT'를 제공해준다. '행성 NFT' 보유자에게는 '원동이 NFT'를 증정한다. 원동이는 코스튬 형태로 총 10 종이 존재하며, 각 코스튬마다 혜택이 다르다. 예를 들어 커피 원동이는 아메리카노 무료 제공, 밥 원동이는 삼각김밥, 도시락 할인 쿠폰을 제공하는 식이다.

도표 37. 신세계 푸빌라 NFT



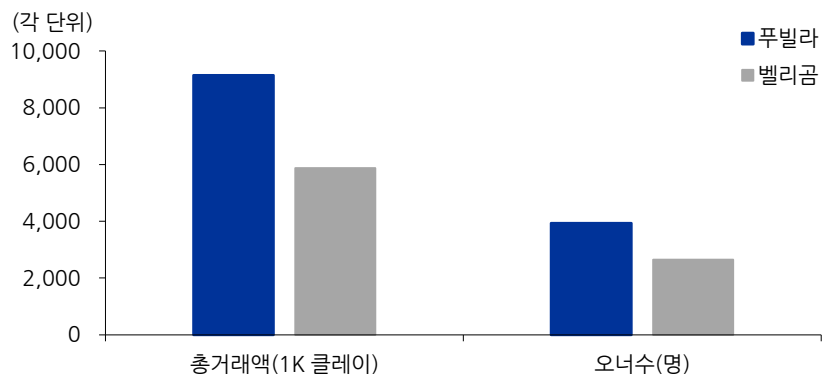
자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 38. 롯데 벨리곰 NFT



자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 39. 푸빌라, 벨리곰 총거래액, 오피스 현황



자료: OpenSea, 유진투자증권
주: 2023.1 기준

2) 브랜드 로열티: 기존 고객을 충성고객으로 만들기 위한 차별화된 서비스.

2-1) 고객(신분) 인증: 단순한 고객 확인에서 공간, 커뮤니티, 구매 허용까지 관할.

NFT는 고객 인증의 역할을 한다. 기본적으로는 오프라인 매장, 팝업스토어, VIP 라운지, 커뮤니티에 대한 입장권 개념이다. 공간의 출입을 허락하는 역할에서 벗어나, 점차 보유자만 참석할 수 있는 파티, 전시, 구매 공간으로 연계될 것이다. NFT가 오프라인과 연결되는 가장 쉬운 방법이므로 유통, 럭셔리, 소비재 브랜드 기업들의 진출 가능성이 높다고 판단한다.

NFT 보유자만 입장 가능한 '플레이퍼시클럽'(소셜 다이닝 클럽)이 2023년 상반기 뉴욕에 오픈 예정이다. 약 1500개의 NFT 발행하며 1500만 달러의 수익을 기록했다. 아디다스는 BAYC(Bored Ape Yacht Club)와 협업하여 프로젝트 NFT '메타버스 속으로(Into the Metaverse)'를 출시했다. NFT 구매 시, 아디다스의 개방형 메타버스 공간 내 가상 토지와 커뮤니티 활동 권리를 부여한다.

2-2) 익스클루시브(Exclusive): NFT 보유자(충성 고객)에 브랜드와 연계된 경험 제공

아디다스나 나이키는 자사 NFT 홀더(보유자)들에게 한정판 혹은 신제품을 선구매할 수 있게 해준다. 자연스럽게 브랜드 로열티가 높은 고객들이 모이는 작용을 한다. 스타벅스는 작년 12월 멤버십 서비스 '오디세이' 체험판을 미국에서 출시했다. '오디세이' 앱 내부에서 커피와 스타벅스 관련 미니 게임, 퀴즈에 참여하면 '여정 스탬프'라는 NFT 리워드를 받는다. 희귀한 스탬프(NFT)를 많이 모은 소비자에게는 바리스타 특강이나 커피 농장 여행 같은 상품을 제공한다. 기존 스타벅스 앱에서 별을 모으는 것과 유사하나, 동일한 가치를 가진 별과 달리 여정 스탬프(NFT)는 각각 지닌 가치가 다르다. 로열티가 높은 고객들이 양질의 리워드를 받을 수 있게 된다. 앱과 연결된 신용카드로도 거래가 가능하기 때문에 접근성도 높혔다.

3) 판매 전후 관리: 판매 전 진가품 보증서의 역할 대체, 판매 후 리세일 트래킹, AS 보증서로서 활용 가능.

3-1) 명품의 보증서 & 리세일 트래킹: 생산부터 구매 후까지 전과정에 대한 추적.

코로나 기간 양적 완화에 힘입어 명품 매출이 급성장하며 가품 시장 역시 활발해졌다. 브랜드 자체에서도 진가품을 육안으로 확인하기 어려운 상황이다. NFT는 각 토큰의 고유한 식별값이 블록체인 상 저장되므로 소유권, 저작권 복제가 불가능하다. 그렇기 때문에 명품 산업에서 활발히 사용 중인 기술이 될 수밖에 없다. 신세계의 이커머스 계열사 SSG닷컴은 'SSG 개런티'로 품질을 보증해 준다. SSG닷컴에서 명품 브랜드 공식 스토어나 자사가 검증한 셀러 제품 구매 시 디지털 보증서가 휴대폰으로 전송된다. 보증서에는 제품 시리얼 번호, 상품 정보, 구매 이력, 보증 기간이 포함된다. LVMH 그룹, 까르띠에, 프라다는 자체 구축한 블록체인 플랫폼 '아우라'를 통해 제품의 원산지나 제품 제조 과정, 구매 장소 등에 대한 정보를 확인할 수 있다. 생산부터 구매 후까지 전 과정에 대한 트래킹이 가능해진다.

4) 메타버스: 현실과는 동떨어져 보이지만 결국 유통, 소비재가 진출해야 할 시장.

멀거나 가까운 미래에는 SNS 를 활용하는 정도 혹은 그 이상으로 메타버스에 접속하게 될 것이다. 특히 유통, 소비재에서는 시장이 확장된다는 측면에서 환영하고 있다. 2023 CES 의 주요 키워드는 메타버스인데 소비자와의 연결이 화두였다. NFT 는 기본적으로는 메타버스에서의 집객, 결제, 커뮤니티, 인증 수단으로 작용할 것이다. 앞으로는 미래 디지털 공간으로서의 역할을 수행할 것이라는 예측도 나온다. 롯데면세점은 금번 CES 에서 '버추얼 롯데면세점 타워'라는 가상 면세점을 소개했다. MCM, 아크메드라비, 메이크업포에버, 록시땅 등의 브랜드가 입점했다. VR 공간에서 브랜드별 상품 공간 제공 및 고객 아바타에 상품 시착 서비스까지 테스트했다. 추후 주문에서 결제까지 기능을 넓힐 예정이다. 연내 버추얼 롯데면세점 타워 10 개층을 만들어 메타버스 플랫폼을 런칭하는 것이 목표이다. 2030년 메타버스 패션의 시장 규모는 77.9조원에 달할 것으로 예상된다. 패션은 디자인, 피팅, 아바타, AR, VR 등 메타버스와 연계 가능한 요소가 다수 존재한다. 나이키는 'RTFKT'라는 버추얼 패션 스타트업을 인수해 버추얼 패션 시장에 뛰어 들었다. 첫번째 버추얼 스니커즈에 이어 AR 후디까지 출시했다. 후디는 첫 스니커즈 구매자 혹은 커뮤니티 소속자에게 선판매했다. 국내에서는 F&F 가 메타패션 브랜드 '수프라'를 런칭했다. BAYC 와 콜라보한 NFT 는 완판을 기록할 정도였다. 메타버스 내 판매되는 의상을 실물로까지 연계하려는 목표를 가지고 있다.

도표 40. 특정 NFT 홀더만 입장 가능한 '플라이피시클럽'



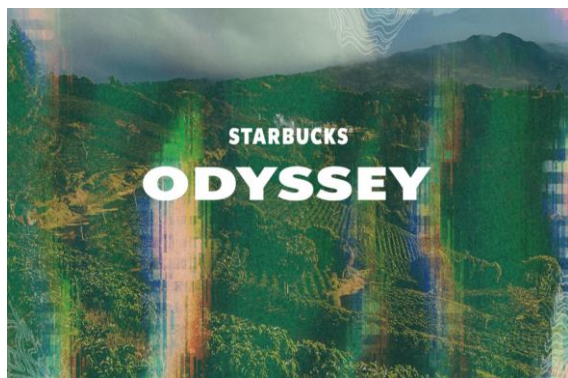
자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 41. 아디다스 X BAYC 의 '인디고 허츠'



자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 42. 스타벅스 NFT 멤버십 '오디세이'



자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 43. LVMH, 까르띠에, 프라다의 '아우라 블록체인'



자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 44. 롯데그룹의 '버추얼 롯데면세점 타워'



자료: 언론 자료, 유진투자증권

도표 45. 나이키 X RTFKT(아티팩트) 신발, 후드



자료: 언론 자료, 유진투자증권

신세계(004170)

현재주가(원) (2023.1.17)	236,500
시가총액 (십억원)	2,328
2021 년 대비 주가수익률(%)	7.5

- 백화점 사업부는 명품, 패션 제품 가격 상승이 객수 하락을 방어하면서 선방할 것을 예상. 고소득자 매출은 경기 민감도 가장 낮다고 판단.
- 면세점 사업부는 중국 리오프닝과 함께 탑라인 성장세 속도. 영업이익의 개선은 고마진 중소형 타이공, 개별 관광객의 증가가 선행되어야 함.

현대백화점(069960)

현재주가(원) (2023.1.17)	63,100
시가총액 (십억원)	1,476
2021 년 대비 주가수익률(%)	6.9

- 백화점 사업부는 경기 민감 덜한 명품 비중 높아가는 중. 22년부터 명품 브랜드 영입, 매장 확대 노력 지속.
- 인적 분할 결정 이후, 시장 수급 및 실적 영향 판단 가능. 높은 배당 성향 유지할 가능성 높은 점은 긍정적.

롯데쇼핑(023530)

현재주가(원) (2023.1.17)	99,200
시가총액 (십억원)	2,806
2021 년 대비 주가수익률(%)	9.0

- 8 개의 점포 리뉴얼을 통한 백화점 사업부 턴어라운드 기대. 입지 자체의 매력도는 매우 높은 편.
- 슈퍼, 전자제품 할인점의 구조조정은 지속되며 영업손실 폭 줄여주게 되는 모습 예상.

F&F(383220)

현재주가(원) (2023.1.17)	131,000
시가총액 (십억원)	5,018
2021 년 대비 주가수익률(%)	-9.3

- 중국 리오프닝에 따른 재고 소진 및 매출 신장 기대. 도매 구조로 판매량이 높으면 영업이익 레버리지 나는 구조.
- M&A 및 지분 인수 건에 대한 구체적 계획 올해 발표 기대되며 추가 트리거로 작용할 가능성 높음.
- 엔터 사업은 글로벌 오디션 프로그램 방식으로 확정되며 시장 우려 일부 해소.

사이버 안보(Cyber Security)

지정학적 위협을 먹고 사는 New Defensive

Tech 시대가 지나갔다는 우려들이 많다. 그러나 새로운 성장과 기술개발은 이어질 것이다. 코로나19를 기점으로 Tech 적용이 다른 산업들로도 확산되고 있을 뿐이다. 향후 주목해야 할 기술로는 친환경과 관련된 청정 기술(Clean Tech)과 건강(헬스케어), 생산성 향상(computing)에 이어, 사이버 보안 기술(Cyber Security)도 주목할 필요가 있다.

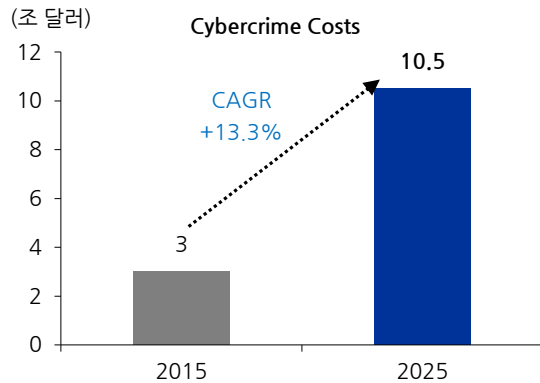
사이버 안보(Cyber Security)에 대한 중요도는 두 가지 측면에서 강화될 것으로 예상된다.

첫 번째는 온라인/디지털 영역이 늘어나면서 관련 범죄와 사고가 늘어나고 있다. 코로나19를 기점으로 많은 삶의 영역에 디지털/온라인이 접목되기 시작했다. 관련 범죄와 관련 비용도 증가하고 있다. CYBERSECURITY VENTURES에 따르면 2015년 3조 달러였던 사이버범죄 비용 규모는 2025년 10.5조 달러로 늘어날 것으로 전망된다. 이는 연율 기준으로 연 13%를 상회하는 속도다. 사이버 범죄는 해킹 등에 의한 기업들의 직접적인 손실뿐만 아니라 생산성 하락, 고객들의 신뢰 훼손 등으로 이어진다.

사이버 범죄 및 사고를 막기 위해 2017~2021년까지 지난 5년간 누적으로 1조 달러 이상이 사이버 보안을 위한 제품과 서비스에 투자되었다. 지난 5년간 연간 12~15% 이상 늘어난 것이다. 코로나19 이후 온라인이 생활 구석구석 침투해있는 점을 감안하면 향후에도 이러한 사이버 범죄와 사고를 막기 위한 투자는 이어질 수밖에 없다. 실제로 Accentures의 Cyberscrime Study에 따르면 이러한 사이버상의 범죄/사기의 대상은 43% 이상이 중소기업이었다. 이 가운데 14%만 대비된 것으로 알려져 있다. 경기 둔화와 여러 위협에도 사이버 안보/보안을 위한 투자의 대상과 범위는 더 늘어날 가능성이 높다.

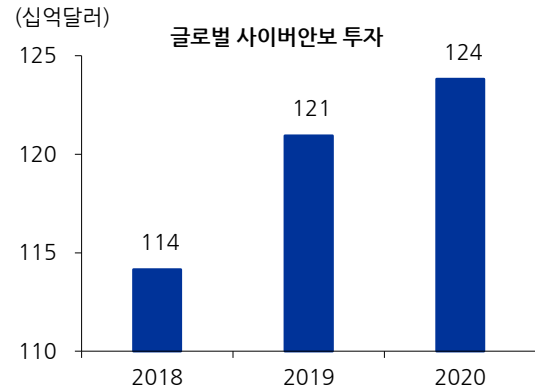
사이버 안보 기술은 다양하다. 흔하게는 네트워크 안보가 필요하다. 방화벽(Firewall)이나, 네트워크 침입 인식 및 방어 시스템이 필요하다. 개별 전자기기에 대한 바이러스 방지 프로그램도 중요하다. 해킹으로부터 앱(Application)과 소프트웨어를 방어하는 기술과 데이터 안보(Data Security)도 필요하다. 이러한 사이버 안보는 주로 Tech 소프트웨어 업체들의 업무에 해당한다.

도표 46. 사이버 범죄 비용은 향후 연 13% 증가 전망



자료: Cybersecurity Ventures

도표 47. 꾸준히 늘어나는 사이버 보안 투자 규모



자료: EMBROKER

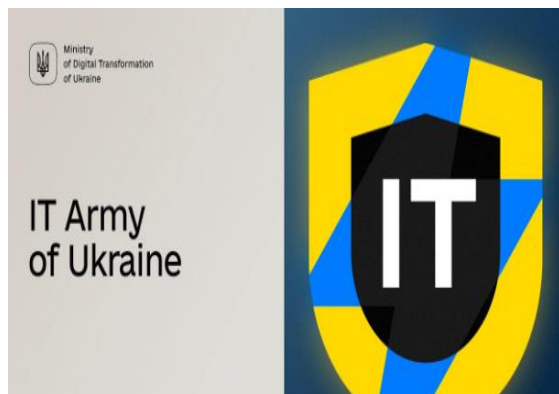
도표 48. 사이버 안보 관련 지출 증가

Global spending on cybersecurity products and services is predicted to exceed **\$1 trillion cumulatively** over the five-year period from 2017 to 2021. This is a 12-15% year-over-year cybersecurity market growth through 2021.



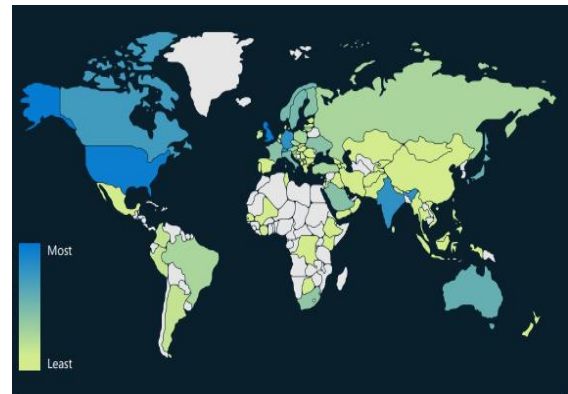
자료: EMBROKER

도표 49. 우크라이나 IT 부대



자료: Ministry of Digital Transformation of Ukraine

도표 50. 사이버 범죄 목표가 되는 미국/영국



자료: Microsoft Digital Defense Report 2022

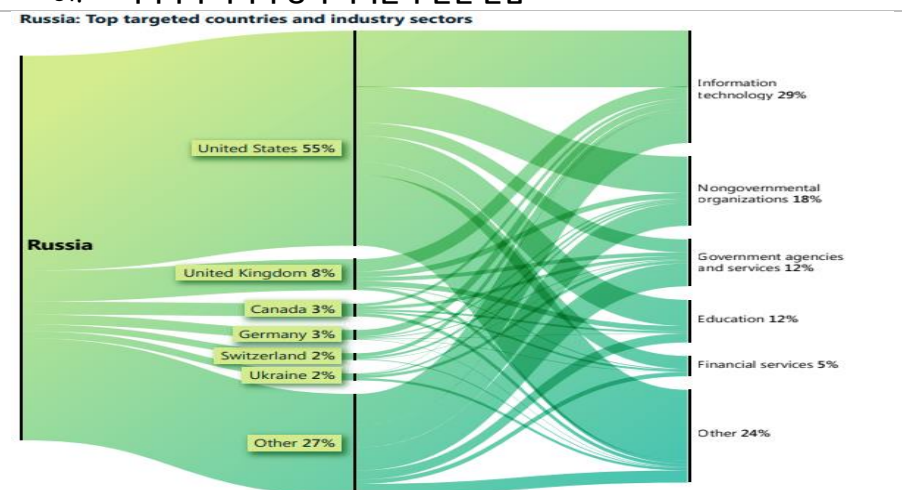
러/우 전쟁 등 지정학적 긴장으로 더 치열해진 사이버 위협

두 번째는 사이버 안보가 중요해진 이유는 러/우 전쟁 이후 지정학적인 긴장이 높아지며 국가 단위의 사이버 공격 가능성이 높아졌기 때문이다.

예컨대 러/우 전쟁 이후 우크라이나에서는 2022년 2월 IT 군대가 자발적 참여로 조직되기도 했다. 사이버 상에서 러시아로부터 우크라이나의 정보를 지키기 위한 것이다. 국가 안보의 영역이 전통 방위산업에서 사이버 보안으로 확대되었다.

국가간 사이버 공격 양상은 러/우 전쟁 이전부터 시작되었다. 미/중 갈등이 대표적이다. 실제로 Microsoft 사가 발간한 Digital Defense Report 2022 에 따르면 지역적인 측면에서 가장 사이버 공격의 목표가 많이 되는 지역은 미국과 영국이다. 러시아의 사이버 공격의 55% 정도는 미국이다. 그 다음 영국(8%), 캐나다(3%), 독일(3%) 순이다. 중국의 사이버 공격의 54%도 미국 대상이다. 그 다음은 영국(7%), 캐나다(5%), 대만(5%), 이탈리아(3%) 순이다.

도표 51. 러시아의 사이버 공격 국가들과 관련 산업



자료: Microsoft Digital Defense Report 2022

도표 52. 중국의 사이버 공격 국가들과 관련 산업



자료: Microsoft Digital Defense Report 2022

2022 년의 Tech 주 악몽 이후 새로운 길을 걸어갈 듯

Cyber Security 분야는 매우 다양하다. 이에 따라 기준에 따라 언급할 수 있는 특정 대표 기업들이 매우 많다. 대표적으로는 Symantec, McAfee, Trend Micro 등이 있다. 흔히 대표 Tech 기업으로 알려져 있는 Cisco Systems, Microsoft, IBM 등도 포함된다. 그외에는 Palo Alto Networks, CrowdStrike, Splunk, Fortinet 등 최근 클라우드 관련 신생(?) 업체들도 있다.

미국 주식시장에는 이들 업체들을 묶어 놓은 Prime Cyber Security ETF(HACK, 2014 년 30 억 달러 자산)와 Global X 에서 만든 Cybersecurity ETF(BUG, 10 억 달러) 등 ETF 도 있다.

이들 Cyber Security 기업들은 소프트웨어 또는 네트워크 기업들이다. 2020~2021 년 코로나 19 이후 발생한 과도한 기대와 주가 상승 탓에 이들 업체들 역시 고전을 면치 못했다. 그러나 Cyber 보안 산업은 Tech 산업 내에서도 지정학적 위험과 더 광범위한 분야에서 적용될 소지가 높다. 새로운 성장 잠재력이 충분하다고 판단된다.

도표 53. 사이버 보안 관련 ETF 주가 추이

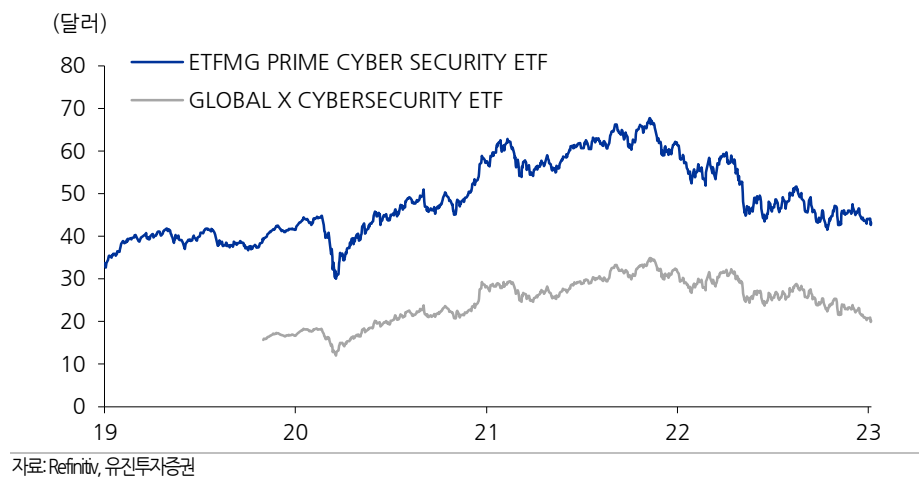


도표 54. 대표 사이버 보안 관련 기업 주가

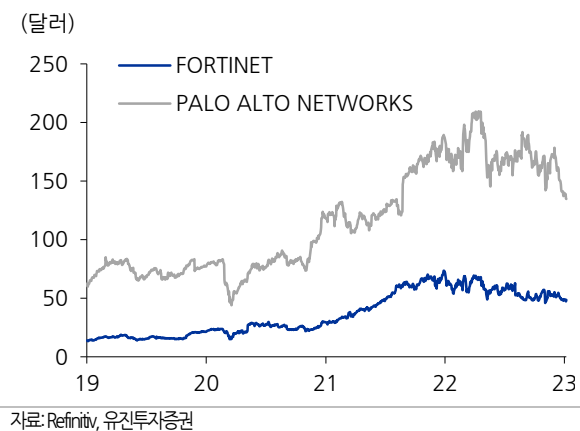
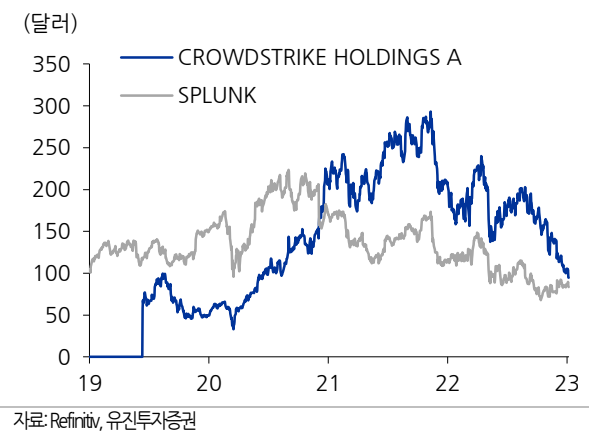


도표 55. 대표 사이버 보안 관련 기업 주가



인간 안보(Human Security)

인간 안보(Human Security), CES 2023의 핵심 키워드

2020년 팬데믹 이후 글로벌 경제는 탈세계화로 인한 공급망 교란, 러-우 전쟁 등의 영향으로 자국 우선주의가 강화되는 등 지정학적 위험이 크게 증가했다. 이러한 환경 하에서 개최된 2023년 CES에서는 인간 안보(Human Security)가 핵심 키워드로 자리매김 중이다.

인간 안보는 1994년 UN에서 최초로 내세웠으며 “정치, 경제, 문화 등 다양한 분야에서 발행하는 위협과 질병 및 범죄로부터 보호되어야 할 대상을 인간으로 설정”한 것이다. 2023년 인간 안보는 세계가 직면한 식량 안보, 의료 환경, 환경 보호, 전쟁 위험 등 인류를 둘러싼 주요 이슈들을 포괄하는 광의의 개념으로 확장되었다.

CES 2023에서는 인간 안보라는 주제로 식량 안보, 의료 접근성 개선, 경제 안보, 환경 보호, 개인의 안전, 공동체 보안, 정치적 자유 등의 세부 주제를 설정해 미래의 기술 혁신이 인간 안보에 어떻게 도움을 줄 수 있는지에 대안과 해결책을 제안하는 자리이다.

CES 2023에서는 기술 혁신의 궁극적인 목적은 “인간 안보”를 강조함에 따라 글로벌 기업들은 개인/공동체의 안전, 경제 안보, 의료 접근성 등의 당면한 문제들을 해결하기 위한 신기술 개발 뿐만 아니라 이러한 기술을 지원하기 위한 정책적인 협력이 더욱 활성화될 것으로 전망된다. 또한 인류 보호를 목적으로 설계된 제품들은 우리 일상생활에서 높은 빈도로 활용될 수 있으며, 노동 업무시 착용하는 파워 슈트와 스마트 워치는 안보 뿐만 아니라 편의와 효율성을 함께 누릴 수 있으며, 결과적으로 사건과 사고를 감소시킴에 따라 ESG 투자의 S(사회) 측면에서 기업 평가에 개선을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

디지털 가속화로 인한 빅데이터의 사용량 급증과 그에 따른 정보 보안의 중요성이 전 산업에 걸쳐 강조되는 만큼 확실한 보안을 보장하는 기술에 대한 수요 역시 지속적으로 증가할 것으로 판단된다.

도표 56. 인간안보(Human Security)의 7 가지 영역



자료: UN, 유진투자증권

도표 57. CES 2023의 메인 테마



자료: CES, 유진투자증권

도표 58. 인간 안보의 목적과 원인

구분	목적	원인
경제적 안보	개인의 기본적인 소득보전	지속적 빈곤, 실업, 신용 및 기타 경제적 기회에 대한 접근성 부족
식량 안보	모든 사람이 언제나 기본적인 식량을 물리적, 경제적 확보할 수 있어야 함	기아, 기근, 식량 가격 급등
보건 안보	질병이나 건강하지 못한 생활에 대해 최소한의 보호를 보장하는 것을 목적으로 함	전염병, 영양실조, 열악한 위생, 기본적인 의료 서비스의 접근성 부족
환경 안보	자연 환경의 파괴나 고갈로부터 인간을 보호하는 것을 목적으로 함	환경파괴, 자원고갈, 자연재해
개인 안보	물리적 폭력에서 보호하는 데 목적	모든 형태의 물리적 폭력, 인신매매, 아동 노동
공동체 안보	물리적 폭력에서 보호하는 데 목적	인종 간, 종교 및 기타 정체성 기반의 범죄, 테러 등
정치적 안보	사회에 속한 인간의 기본적 인권 존중	정치적 탄압, 인권 침해, 법치와 정의의 부재

자료: UN, 유진투자증권

도표 59. CES 2023 혁신상 수상 제품(인간안보 부문)

기업	제품	내용
ACWA 로보틱스	수중 로봇 Clean Water Pathfinder	수도관 통로를 따라 이동하여 수도관 상태 및 수질의 데이터를 확보하는 로봇
MBRAN FILTRA	친환경 워터필터 First green biomass low carbon solvent PnP water filter	친환경 바이오매스 저탄소 용매 필터, 탄소 배출을 50~70% 이상 줄이며, 깨끗한 식수에 대한 접근성을 높임
NORAS Performance	원격조종 구명 튜브 USAFE	리모콘을 이용해 원격 조종이 가능한 구명 튜브. 물에 빠진 사람에 신속하게 도달해 안전한 곳으로 대피시킴
Safee	호신용 폰케이스 Safee Case	개인 안전에 도움을 주는 스마트폰의 케이스 3회 연속 버튼을 누르면 130db 알람이 활성화, 휴대전화 카메라와 마이크를 통한 녹화가 실행, 비상연락망과 경찰에 경고 알람 메시지 전송
Safeware	추락사 대비 웨어러블 에어백 Smart Wearable Airbag for Professionals C3	높은 곳에서 작업하는 사람을 보호하기 위해 설계된 웨어러블 에어백 추락사고 발생시 0.2초 이내에 작동해 충격을 흡수, 신체부위를 보호함. 스마트폰 어플리케이션과 연결되어 비상연락망으로 통화가 발신됨
Uvera	음식물 쓰레기 저장장치 Aurora	자외선(UV)를 활용한 음식물 쓰레기 저장 장치 산소가 없는 진공 밀폐 용기로 내부에서 자외선으로 소독하여 식재료의 유통기한을 연장해줌
Xander Kardian	수감자 자살 방지 레이더 Health Monitoring-Correctional(XK-HMC)	레이더를 활용하여 수감자의 바이탈 신호를 지속적으로 모니터링하는 장치로 카메라나 웨어러블 장비 없이 교도소 내 자살 및 사고를 방지함

자료: CES, CTA, 유진투자증권

도표 60. Safeware의 에어백



자료: CTA, 유진투자증권

도표 61. Uvera의 Aurora



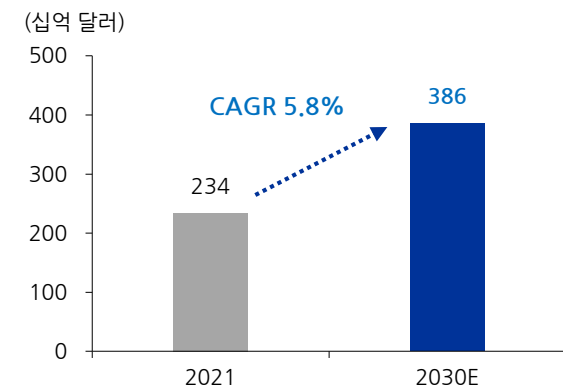
자료: CTA, 유진투자증권

Food Tech 의 성장성

인간 안보 영역에는 식량 안보도 포함되어 있어 푸드테크(Food Tech) 기술과도 상관성이 높다. Growth Markets report 에서는 푸드테크 시장 규모가 2021 년 2,336 억 달러에서 2030 년 약 3,857 억 달러 규모로 연평균 5.8% 성장할 것으로 전망하고 있다. 따라서 푸드테크와 관련된 대체식품, 푸드테크 로봇, 온라인 주문 및 배달 서비스, 개인 식단 등의 주요 기술 및 서비스에 대한 지속적인 관심과 투자가 이어질 것으로 전망된다.

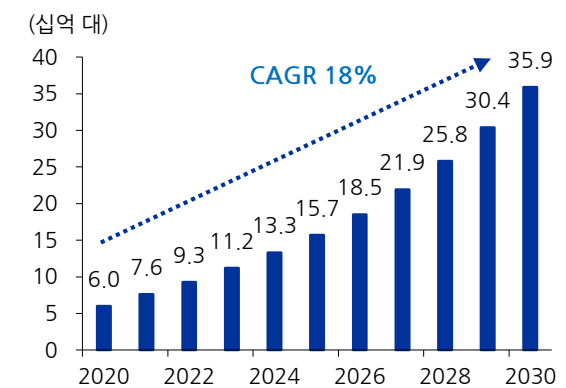
특히 푸드테크 로봇 산업의 경우 단기적으로 팬데믹과 인플레이션, 원자재 가격 상승 및 인건비 상승에 대응하기 위한 현실적인 방안으로, 장기적으로 인구 고령화 및 인구 구조의 변화, 3D 업종 회피 현상을 해결하기 위한 해결책으로 국가별 기술 고도화 및 관련 투자가 빠르게 추진될 것으로 판단된다.

도표 62. 글로벌 Food Tech 시장 규모 전망



자료: GMR, 유진투자증권

도표 63. 글로벌 Food Tech 로봇 시장 규모 전망



자료: Statista, 유진투자증권

CRISPR Gene Editing

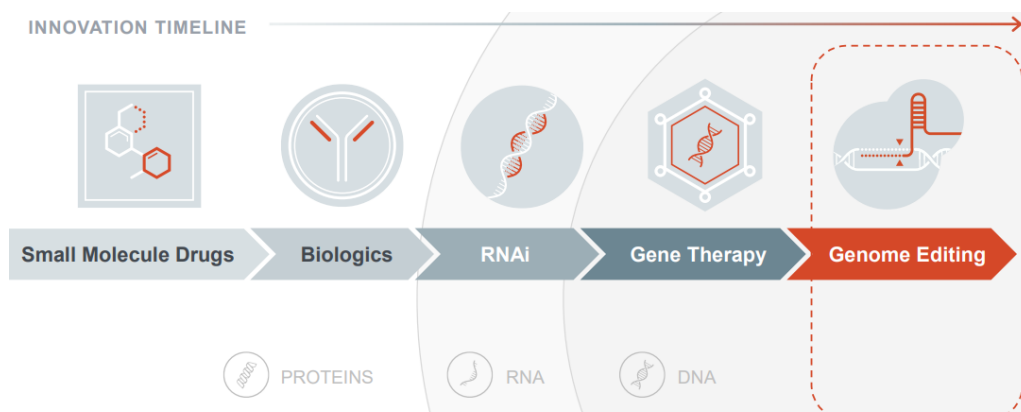
유전자 편집 기술이 이용한 첫번째 치료제 'exa-cell' FDA 승인 기대

2022년까지 7개의 유전자 치료제가 FDA 승인을 받았지만, 유전자 편집 기술을 적용한 치료제는 아직 FDA 승인을 통해 안전성과 유효성이 검증되지 않았다. 2020년 3세대 유전자 편집 기술로 CRISPR/Cas9을 개발한 과학자들에게 노벨 화학상이 수여되면서 전 세계적인 이목을 끌었으나 현실가능성에 의문이었던 유전자 편집 기술을 적용한 치료제가 2023년 FDA 승인을 앞두고 있다.

유전학의 진보를 바탕으로 의학에 융합시킨 유전체 의학(Genomic Medicine)은 치료제 개발에 혁명을 가져다줄 것이다. 실제로 현재 세대는 유전자 치료(Gene Therapy), 나아가 유전자 편집(Gene Editing)을 통한 질병 치료가 가능한 '변곡점(Infection point)'에 위치하고 있다. 특히 '유전자 편집 기술'은 DNA 수준에서 비정상적인 유전자를 수정하고, 제거하고, 대체한다는 측면에서 정상적인 유전자를 삽입하여 변형된 유전자를 제거 효과를 나타내는 '유전자 치료제'와는 차별화된다. 유전자 편집 기술은 유전자 치료제보다 진보하여 확장성이 무한한 기술이다. 유전자 편집과 관련된 시장은 2028년까지 185억 달러의 시장을 형성할 것으로 전망되고 있다.

FDA 승인을 받아 첫번째 유전자 편집 기술일 적용된 치료제로 출시될 신약 후보물질은 크리스퍼 테라퓨틱스(CRISPR Therapeutics)의 Exa-cell(CTX001)이다. Exa-cell은 유전자 가위인 CRISPR/Cas 9 기술이 적용된 치료제로 겸상 적혈구 빈혈증 치료제로 개발되었다. 2022년 12월 ASH(미국 혈액학회)에서 유효성 있는 임상 3상 중간 결과를 발표하면서 신약 승인 신청을 위해 FDA에 검토를 신청하였다. FDA는 동 치료제의 검토를 위해 전담 팀을 구성할 정도로 빠르게 진행되고 있는 것으로 파악된다. 크리스퍼 테라퓨틱스는 1분기 중으로 FDA 승인 신청을 할 예정이다.

도표 64. Genomic Medicine(유전체 의학)의 발전



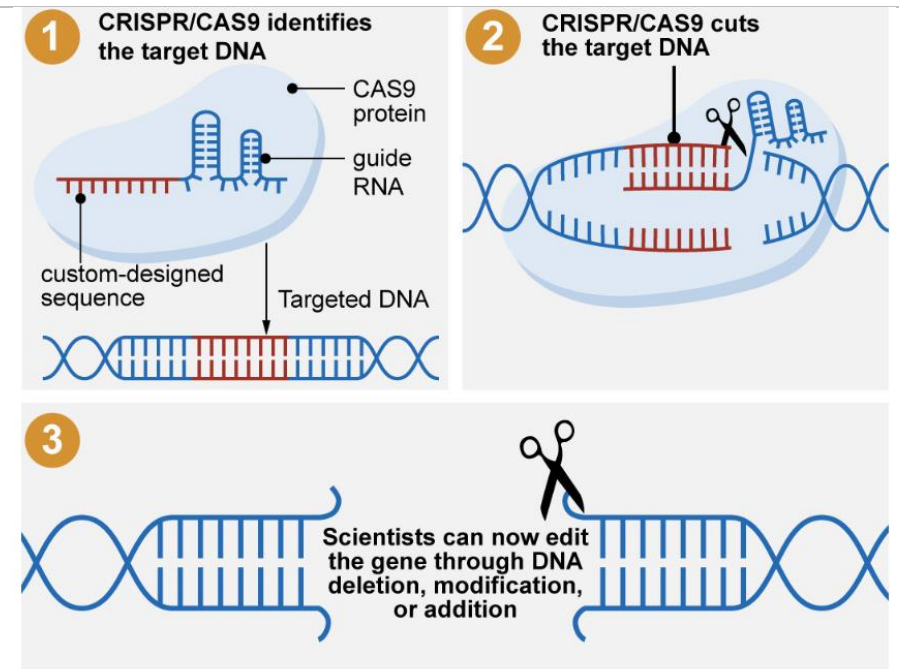
자료: Intelia, 유진투자증권

유전자 편집 기술의 발전

유전자 편집 기술은 ZFNs(Zinc Finger nucleases)를 이용하는 1 세대, TALE(Transcription activator-like effector)를 이용한 2 세대를 거쳐 현재는 3 세대 기술인 CRISPR/Cas 9 (Clusterd regularly interspaced short palindromic repeats)을 이용하고 있다. 그리고 3 세대 기술의 한계점을 보완한 4 세대 기술인 Prime Editing 기술이 2019 년 개발되었다. 각 기술들의 차이점은 아래 '도표 66'와 같다.

유전자 편집 기술의 원천특허인 CRISPR/Cas9 (원리: 도표 65)의 진핵세포 적용에 대한 저촉 심사가 진행 중인 가운데 전달이 용이한 초소형 가위개발, 전달체 연구 등을 통해 기술 개발이 이루어지고 있다.

도표 65. CRISPR/Cas 9 을 이용한 유전자 편집 원리



자료: Science, 유진투자증권

도표 66. 유전자 편집 기술 현황

	1 세대 ZFN	2 세대 TALEN	3 세대 CRISPR	CRISPR 이후
DNA 인지 및 결합 도메인	Zinc Finger 단백질	TALE 단백질	가이드 RNA	- CRISPR의 off-target effect를 제거하기 위해 정확성, 사용 편의성, 생체 전달 안전성을 높인 NEXT CRISPR 연구/개발 중 - 진화한 ZFN, TALEN - DSB(double strands break 이중가닥 파손)이 없는 CRISPR - Cpf1-sticky end digestion - Base editing - Prime editing - Cascade(다중 DNA 표적 복합체)/Cas3 - Cas 12(Cas12a, Cas 12b, Cas12f1) 초소형 가위 - Cas13: RNA 표적 - mini-Cas-9 등
DNA 절단 도메인	FokI	FokI	Cas9	
DNA 인지 범위	18~36bp (3bp/zinc finger 모듈)	30~40bp (1bp/TALE 모듈)	22bp (DNA-RAN base pair)	
인지 서열의 조건	G 염기를 포함하는 5'-GNNGNNGNN-3' 형태의 서열	5'-T 염기로 시작하여 A-3' 염기로 끝나는 서열	인지서열 바로 뒤에 5'-NCC-3' (PAM) 염기서열이 요구됨	
장점	- 표적 서열에 맞춰 블록식으로 제작 가능 - 단백질 크기(1kb)가 작음	- 높은 특이성 1bp 단위로 정교한 인식 - 인지서열 선정이 비교적 자유로움	- 인지 서열의 선정이 유연하고 용이함 - 한 번에 여러 유전자를 표적 가능함 - 대량생산 가능	
한계점	- 낮은 특이성 - 표적 서열 선정 한계 - 단백질 설계 및 제조 복잡 - 고비용	- 메틸화 C에는 적용 불가 - 단백질 설계 및 제조 복잡 - 고비용 - 단백질 크기가 커서 세포 내 전달이 어려움	- 경우에 따라 off-target effect 발생확률이 높음 - 단백질 크기(3kb)가 커서 세포 내 전달이 어려움	

자료: 유전자 가위기술 연구개발 동향 보고서(2017), BEAM Therapeutics, Nature, 유진투자증권

유전자 편집 기술 개발 기업

글로벌 바이오제약 기업 중 유전자 편집 기술을 통해 치료제를 개발하고 있는 회사는 CRISPR Therapeutics, Intellia Therapeutics, Editas Medicine, BEAM Therapeutics 가 대표적이며, 국내에는 원천기술을 확보하고 있는 톨젠이 있다. 기업별로 중복되는 치료영역의 파이프라인도 있고 차별화된 파이프라인을 보유하고 있다. 시가총액 기준 기업가치는 임상 파이프라인 진행이 가장 빠른 CRISPR Therapeutics 가 39억 달러로 가장 크다. CRISPR 와 Intellia 는 CVC 그룹으로부터 원천기술을 확보한 기업들이며, Editas 와 BEAM 은 브로드 그룹으로부터 원천기술을 확보하였다.

Intellia(NASDAQ: NTLA)는 2014 년 노벨 화학상 수상자인 제니퍼 도우나(2020 년 노벨화학상 공동수상자)가 공동 설립한 회사이다. 2022 년말 시가총액 기준 억달러를 형성하고 있다. 2022 파트너사인 리제네론(Regeneron Pharmaceuticals, NASDAQ:REGN)은 CRISPR/Cas9 유전자 편집 기술을 이용해 인간대상으로 In vivo 로 임상이 시작되었다. 그리고 ATTR amyloidosis 에 대한 NTLA-2001 임상 초기 결과에서 긍정적 결과를 확인하였고, 향후 알츠하이머, 파킨슨, 헌팅턴 질환과 같이 단백질의 misfolding disorder 에 응용할 수 있다고 자신했다. 2022 년에 NTLA-2002(Hereditary Angioedema)를 임상 1/2 상 결과에서 유효성 데이터를 보도하였다. 이를 포함하여 총 4 개의 파이프라인이 있으며, in vivo, ex vivo 모두 접근하고 있다.

CRISPR Therapeutics(NASDAQ) 는 2013 년 엠마뉴엘 사펜티어(2020 년 노벨화학상 공동수상자)가 공동창업한 스위스 기업으로 2016 년 나스닥에 상장하였다. 가장 앞선 파이프라인인 엑사 셀 (Exa-cell)로 2023 년 1 분기 말 신약 승인 신청 예정이다. 엑사 셀은 혈액질환인 겸상적혈구 빈혈(SCD, sickle cell disease)과 베타지중해성 빈혈(TDT, transfusion-dependent beta thalassemia) 치료를 목적으로 개발되었으며 버텍스 파마슈티컬스에게 2021 년 90억 달러로 기술 이전하여 공동 개발 중이다.

Editas(NASDAQ: EDIT)는 2013 년 브로드 그룹의 평장과 CVC 그룹의 제니퍼 다우나가 공동 창업하였으나 특허 분쟁이 발생하면서 제니퍼 다우나는 사퇴하였다. 2016 년 나스닥 상장하였다. 유전자 가위 역할을 하는 CRISPR nuclease 로 Cas9 과 Cas12a /Cpf1 보유하면서 유사 기업들과 차별화되고 있다. AsCas12a 는 특이성 및 on-target 효과가 높고 guide RNA 크기가 50%나 작다는 것에서 기존 기술과 차별화된다. 2017년 Allegan 과 파트너십을 맺고 안과질환 치료제 (EDIT-101) 를 개발 중이었으나 Allegan 은 Abbvie 에 인수되면서 2020 년 파트너십이 종결되었고, 현재 임상 1 상 이후 중단한 상태이다. 리드 프로그램인 EDIT-301(ex-vivo)은 AsCas12a 를 적용하여 겸상 적혈구성 빈혈 및 베타 지중해성 빈혈 치료제 개발 중으로 2021 년 1 월 임상 1 상에서 안전성 확보하였다. CRISPR Therapeutics 의 exa-cell 은 Cas9 을 이용하고 있다는 점에서 적응증은 같으나 차별화된 기전이다. In-vivo 치료제 파이프라인이 취약함에 따라 in vivo 연구를 더욱 강화할 계획이다.

Beam Therapeutics(NASDAQ:BEAM)은 2017 년 데이비드 리우와 펑 장이 공동창업한 회사이다. 2022 년 하반기 BEAM 101 은 겸상적혈구 빈혈 치료제 후보물질인 임상 1/2 상을 진행 결과로 FDA 승인을 준비 중이며, 2022년 8월 급성 림프구성 백혈병과 림프종 치료를 목적으로 개발 중인 BEAM201 은 임상 진입에 실패하면서 추가 논의 중이다. Ex-vivo 뿐 아니라 in-vivo 로 간질환을 타겟한 치료제를 실험 중이며 2022 년 9 월 만성 HBV 치료에 전임상 단계에서 효과를 확인하였다. Beam Therapeutics 가 보유한 Base Editing(염기 편집) 기술은 CRISPR/Cas 시스템에 핵산 탈아미노효소(Nucleobase deaminase)를 결합한 것으로 DNA 의 이중가닥절단(DSBs, dsDNA breaks)이 없이도 원하는 서열의 유전자 편집이 가능하다는 점에서 이전보다 높은 효율성과 특이성을 보인다. 동 기술이 적용된 BEAM-101 이 임상 1/2 상 진행 중이다.

도표 67. 유전자 편집 기술 개발 기업

지역	기업 개요	시가총액 (2023.1.13 기준) 실적 (2021 년 기준)	파이프라인 개요
CRISPR Therapeutics (NASDAQ: CRSP)	■ 엠마뉴엘 사펜티어가 2013 년 창업 ■ CVC 로부터 특허권 받음 ■ 2021 년 버텍스 파마슈티컬가 exa-cel 에 \$9bn 를 투자하여 공동 개발 중 ■ Vertex(2015), ViaCyte(2018), Bayer(2019), Nkarta(2021)과 협업 중	■ 시가총액 \$ 3.91bn ■ 매출액 \$914.9mn ■ 영업이익 \$373.5mn ■ R&D 비용 \$438.6mn ■ Cash: \$923mn ■ 직원 수 473 명 ■ 2021 년 수익 대부분은 Vertex 기술이전으로 인한 Upfront	■ ex-vivo, in-vivo 에 걸쳐 4개의 프랜차이즈 보유(이상혈색소증, 면역항암제, 퇴행성 질환 등)하여 희귀질환 및 만성 질환(당뇨병, 이상지질혈증 등) 치료제 개발 중 ■ 리드 프로그램인 Exa-cel 은 2023 년 유전자 편집 기술이 적용된 첫 치료제로 상업화 준비 중, 임상 3 상 중 ■ in vivo 로 동종 CAR-T 개념 입증. In-vivo 에 필요한 LNP, AAV 적용 기술 모두 보유하여 간에 전달 ■ plug-and-play LNP/mRNA 플랫폼 기술 보유 ■ AAV-free, HDR-independent 플랫폼인 CRISPRX 개발 중 ■ 자체 생산시설 보유
Intellia Therapeutics (NASDAQ: NTLA)	■ 2014 년 노바티스/아틀란타 벤처가 설립 ■ 2016 년 나스닥 상장 ■ CVC 로부터 특허를 받은 Caribou Bioscience 로부터 특허권 받음 ■ 리제네론(TAA, 혈우병, 2016), 노바티스(겸상 적혈구 빈혈, 림포마)와 협업 중	■ 시가총액 \$3.13 bn ■ 매출액 \$33.0mn ■ 영업손실 \$267.8mn ■ R&D 비용 \$229mn ■ Cash \$123.4mn ■ 직원 수 485 명	■ 2 개는 임상 1 상 진행 중, 5 개는 임상 1 상 진입을 준비 중 ■ ex vivo 프로그램으로 겸상적혈구치료제, 동종 CAR-T 치료제로 CD30+림포마, 동종 TCR-T cell 치료제로 급성 골수성 백혈병(AML) 및 고형암 치료제로 개발 ■ in vivo 프로그램으로 TAA, 유전 혈관부종 파이프라인 임상진입, 그 외 간질환 파이프라인은 임상 진입
Editas Medicine (NASDAQ: EDIT)	■ 2013 년 브로드 그룹의 평장이 창업 ■ 2016 년 나스닥 상장 ■ Juno Therapeutics 와 협업 중 Juno 는 Celgene 에 인수된 후, Celgene 은 BMS 에 인수됨 ■ 2017 년 Allegan 과 파트너십을 맺고 안과질환 치료제 개발, Allegan 은 Abbvie 에 인수되면서 2020 년 파트너십 종결, 현재 임상 1 상 이후 중단 상태	■ 시가총액 \$ 0.579bn ■ 매출액 \$25.5mn ■ 영업손실 \$218.7mn ■ R&D 비용 \$142.5mn ■ Cash \$203.5mn ■ 직원 수 264 명	■ 유전자 가위 역할을 하는 CRISPR nuclease 로 Cas9 과 Cas12a 보유 ■ EDIT-101 임상 1 상 이후 중단 상태 ■ EDIT-301 AsCas12a 를 적용하여 겸상 적혈구성 빈혈 및 베타 지중해성 빈혈 치료제 개발 중, 2021 년 1 월 임상 1 상에서 안전성 확보, CRISPR Therapeutics 의 exa-cel 은 Cas9 을 이용하여 차별화된 기전 ■ 2019 년 자체 생산 시설 보유
BEAM Therapeutics (NASDAQ: BEAM)	■ 2017 년 브로드 그룹의 평 장/데이비드 리우 교수가 설립 ■ 2020 년 나스닥 상장 ■ 브로드 그룹으로부터 특허권 받음 ■ Apellis 와 \$75mn upfront 계약 체결 (2017.06) ■ 화이자 와 \$300mn upfront+\$1bn 마일스톤 계약 체결하여 협업 중(2022.01) ■ Verve, prime medicine, ORBITAL 과 공동 연구 및 협업 중	■ 시가총액 \$ 3.05bn ■ 매출액 \$51.8mn ■ 영업손실 \$392.5mn ■ R&D 비용 \$387.1mn ■ Cash \$559.9mn ■ 직원 수 341 명	■ CRISPR/Cas9 의 off-target 리스크를 감소시킨 Base Editing 보유 ■ ex vivo HSC 프로그램으로 3 개(겸상적혈구 빈혈, 베타 지중해성 빈혈 치료제), T cell 치료제로 급성림프구성 백혈병 및 급성 골수성 백혈병 치료제 개발 중, BEAM-101 임상 1/2 상 진행 중 ■ in vivo 프로그램으로 LNP 를 이용한 3 개의 4 개의 주요 프로그램, AAV 를 이용한 안구질환 치료제 개발 중 ■ 자체 생산 시설 보유, 2023 년 가동 예정 ■ 전달 기술로 LNP 벡터, 바이러스 벡터, mRAM, 동종 및 자가 세포 치료제 기술 보유 ■ Nuclease editing, RNA editing, Prime editing 기술 보유
툴젠 (199800.KQ)	■ 1999 년 설립 ■ 제넥스 최대주주. 지분 14.24% 보유 ■ 2014 년 코넥스, 2021 년 코스닥 이전상장 ■ Thermo Fisher, Monsanto 등에 기술 이전	■ 시가총액 4,289 억원 ■ 매출액 16 억원 ■ 영업손실 207 억원 ■ R&D 비용 54 억원 ■ Cash 126.4 억원 ■ 직원 수 약 80 명	■ 유전자 편집 치료제, 종자사업, 동물 사업을 영위 ■ in vivo 프로그램으로 TGT-001(사르코 마리 투스병), TG-wAMD(습성 황반변성), TG-LBP(B 형 혈우병), ex-vivo 프로그램으로 CAR-T 치료제(Styx-T platform) 보유함. 아직 임상 진입한 파이프라인 없음 ■ 종자사업으로 대두 종자 개발, 기능성 감자 종자 개발 중

자료: 각 사 자료, Fierce Biotech, Nature, Science,, 유진투자증권

CRISPR/Cas9 치료제: 희귀질환에서 면역항암제, 대사성질환 치료제로 영역 확장 중

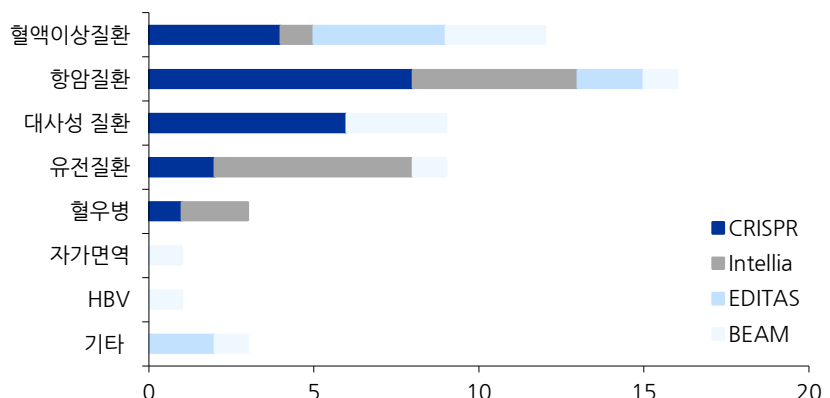
치료제로 연구개발 하고 있는 기업은 CRISPR Therapeutics/Vertex, Sangamo, Intellia Therapeutics, Verve Therapeutics, Editas Medicine 이 선두를 달리고 있다. 이 중 CRISPR Therapeutics 와 Vertex 가 공동 개발하고 있는 exa-cell(CLX001)은 겸상 적혈구성 빈혈 및 베타 지중해성 빈혈 치료제로 임상 3 상이 진행되고 있으며, 2023 년 1 분기에 FDA 승인을 신청할 예정이다. 2022 년 ASH 혈액 학회에서 유효한 임상 결과를 발표하였는데 투여한 환자 명 중 %인 명이 수혈없이 3 년을 지속하였다. 2023 년 FDA 승인을 받는다면 유전자 편집 기술을 이용한 첫번째 치료제의 상업화 시기가 열린다는데 큰 의미가 있다.

도표 68 에서 알 수 있듯이 겸상 적혈구성 빈혈 및 베타 지중해성 빈혈 치료제와 같은 혈액 이상 질환 치료제들의 파이프라인이 높으며 그 중 Exa-cell(CTX001)이 가장 앞서 있다. 그 외에 TTA(Transthyretin Amyloidosis), 혈우병 등의 치료제들의 임상이 확장되고 있으며 동종 CAR-T, CAR-NK 로서 면역항암제로 개발되는 비중이 점점 높아지고 있다는 점에 주목해야 한다. 특히 고 형암에서 기존 자가 CAR-T 치료제들이 유효성을 보이지 못했던데 비해 유전자 편집 기술이 이용 된 세포 치료제들이 유효성을 보이고 있다는 점은 고무적이다. 또한 당뇨병, 이상지질혈증, HBV 등 대사성 또는 만성질환으로 적응증이 확장되고 있다.

치료제 개발을 하고 있는 대표 기업들을 비교해보면 임상에 진입한 파이프라인은 크리스퍼 테라퓨틱 스가 6 개, 에디타스 2 개, 빔 테라퓨틱스 1 개, 인텔리아 3 개로 크리스퍼 테라퓨틱스가 가장 많은 임상 파이프라인을 보유하고 있다. 국내 대표 기업인 톨젠은 아직 임상에 진입한 파이프라인이 없다.

In vivo Therapy 는 표적 유전자를 수정하는 유전병 치료제 개발로, Ex vivo Therapy 는 면역 항암제 나 자가면역 질환 치료제로 개발 중에 있다 특히 Ex-vivo Therapy 는 면역항암제 개발을 위해 동 종 CAR-T 치료제, 동종 TCT-T cell 치료제 등에 적용되고 있다.

도표 68. Genomic Medicine 의 발전



자료: Editas, CRISPR Therapeutics, Intellia, Editas, BEAM Therapeutics, Evaluate Pharma, Fierce Pharma, 유진투자증권

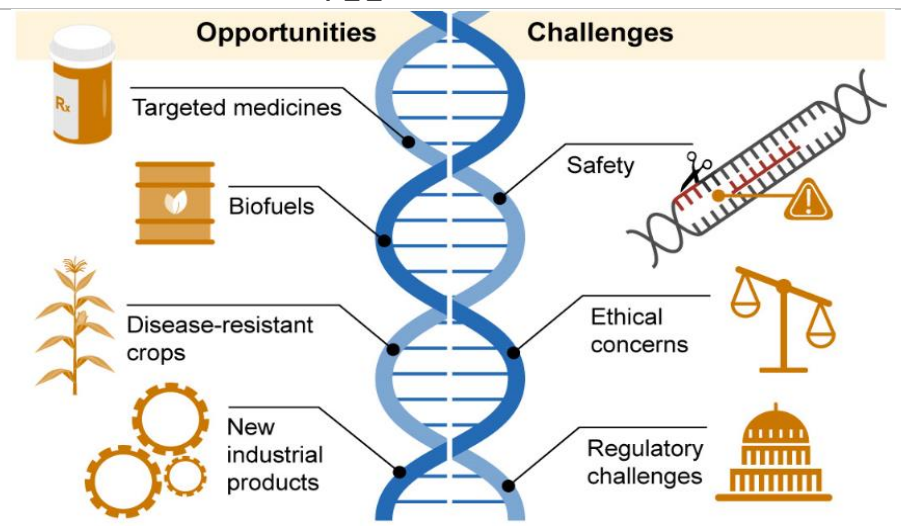
CRISPR/Cas9 적용 분야

유전자 편집 기술의 적용은 치료제 뿐 아니라 농업, 축산업의 산업적, 영양학적 가치를 증대시키기 위해 적극 활용되고 있다. 특히 미국에서는 외부 DNA 를 혼입한 경우에만 GMO 규제 대상이므로 유전자 편집 기술로 기존의 유전자를 제거, 수정 또는 활성화한 할 경우는 상업화가 가능하다는 것이다. 미국은 "Am I regulated?(USDA Secure Rule)" 제도를 통해 유전자 가위 기술 등의 신육종 기술로 개발된 작물에 대해 GMO 여부를 확인할 수 있는 절차를 마련하였으며, GMO 에 해당되지 않는다고 승인된 작물에 대해서는 별도의 규제 없이 일반 작물과 동일하게 시장에 출시할 수 있도록 하였다. 이에 따라 글로벌 기업들의 유전자 편집 원천 기술을 보유한 회사들과 제휴하여 새로운 종자 개발을 시도하고 있다.

천적 및 질병 저항성이 높고 기능과 안전성이 개선된 농작물의 예로 곰팡이 질병에 걸리지 않는 밀, 바나나, 콩 개발과 독성물질을 제거한 감자 등의 개발하고 있다. 축산업의 경우 바이러스 저항성이 높거나 지방층은 적고 살코기 양은 증가한 돼지 종자 개발 등이 가능하다.

실제로 국내 기업인 톨젠은 치료제 개발보다 고부가가치 유전자교정 종자 개발에 더 앞선 성과를 보이고 있다. 고함량 올레익산 콩 및 갈변 억제 감자는 현재 Phase III 단계로 글로벌 기업들에게 기술 이전을 준비하고 있다.

도표 69. Genomic Medicine 의 발전



자료: 업계 자료, 유전투자증권

유전자 편집 기술 특허 분쟁과 한계 극복을 위해 지속되는 기술 발전

유전자 가위기술 관련 특허는 유전자 가위기술의 구성 요소인 활성화 기술(activity), 전달체(vector), 전달방법(delivery), 용도(application) 등으로 세분화할 수 있다. 현재 진행되고 있는 CRISPR/Cas9 특허권 분쟁은 미국의 개정 전 특허법 (pre-AIA)에 따른 선발명주의 하에서 운영된 제도인 저촉심사(interference)에 근거하여 선발명자로서의 지위를 특허심판원이 판단하는 절차에 의해 CVC, 브로드, 국내 기업인 툴젠/시그마간의 인간과 농작물 등을 포함한 진핵 세포에 CRISPR/Cas9 을 이용하여 유전자 편집 기술을 적용하는 것에 대해 선발명자를 결정하는 것이다.

특허권을 확보함에 따라 기술이 적용된 치료제를 포함한 제품 등의 매출액에 5~10%에 가까운 특허료 수익이 기대되고 있어 동 특허 소송의 결과가 각 관련 연구소를 포함한 기업 등에 미치는 영향은 크다. 동 기술이 적용될 범위는 무한하기 때문이다. 그러나 특허분쟁은 장기화되고 있고, 그 동안 CRISPR-Cas9 를 대체할 만한, 더 작고 세포 투입이 쉬운 대체 효소들이 개발되고 있고, CRISPR 연관된 새로운 효소로 더욱 특이적 편집이 가능한 base editing, 그 한계를 극복할 prime editing 기술 개발, 전달체 기술들의 진보 등 유전자 편집 관련 기술들의 발전이 가속화되고 있다는 점에서 원천기술의 가치에 매달리기보다는 혁신적인 연구에 대한 투자를 지속해야 하는 것이 중요할 것이다.

CRISPR 단점을 보완한 Base Editing(염기 교정)은 50%에 가까운 유전질환이 단순히 하나의 염기 쌍이 변한 점 돌연변이(point mutation)이라는 점에 착안하였다. CRISPR 의 염기 서열 인식 시스템은 유지하여 인식 정확도는 유지하되, cas 2 개의 nuclease를 단일 염기 변환 단백질로 대체하여 직접 하나의 염기만을 교체하여 표적 유전자 손상 없이, 유전자 편집 과정에서의 오류를 줄인 업그레이드된 유전자 편집 기술이다. BEAM Therapeutics 는 이를 이용한 치료제 개발을 진행하고 있다. 2019 년 4 세대 유전자 편집 기술인 Pime Editing 이 개발되었는데 유전자 가위로 Cas9 효소와 역전사 효소를 이용하고 prgRNA 라는 새로운 가이드 RNA 를 결합하여 DNA 이중가닥이 아닌 단일가닥만 잘라 유전자 편집이 이루어진다. Prime Medicine에서 동 기술을 이용한 치료제 개발을 진행하고 있다.

CRISPR/Cas 관련 치료제 개발이 어려운 것은 효율적으로 인체 내에 전달하기 어렵기 때문이다. 따라서 인체 내 전달을 보다 쉽게 할 유전자 편집 초소형 가위로 cjCas9, gfCas12a, CRISPR-Cas12f, Cas13 또는 Cas14 와 같이 등이 개발되고 있다. 또한 AAV 와 LNP 를 통한 전달 기술이 개발 중인데, 특히 LNP 기술은 코로나 팬데믹 이후 급격하게 발달하고 있어 전달과 관련된 한계도 점차 극복 가능할 것으로 보인다. CRISPR Therapeutics 는 AAV-free 를 통한 전달 기술을 연구개발 중에 있다.

유전자 편집 치료제 개발에 있어 국내 기업들은 뒤쳐져 있는 상황이다. 현재 CRISPR/Cas9 에 대한 원천특허를 보유하고 있는 국내 기업 툴젠은 CVC 및 브로드 그룹과 특허소송을 진행 중이다. 툴젠은 유전자 편집 기술로 치료제 개발, 종자 산업, 유전자교정 가축 사업 등에 진출하고 있으나 상업적 가치가 높은 치료제 분야에서는 아직 임상 진입 과제가 없어 CRISPR Therapeutics, Intellia Therapeutics, Editas Medicine 에 뒤쳐져 있는 상황이다. 2023 년 소송 결과 가시화 및 리드 프로그램의 글로벌 임상 1 상 진입을 목표로 하고 있어 추이를 주목해야 할 것이다.

SDV(Software Defined Vehicle)

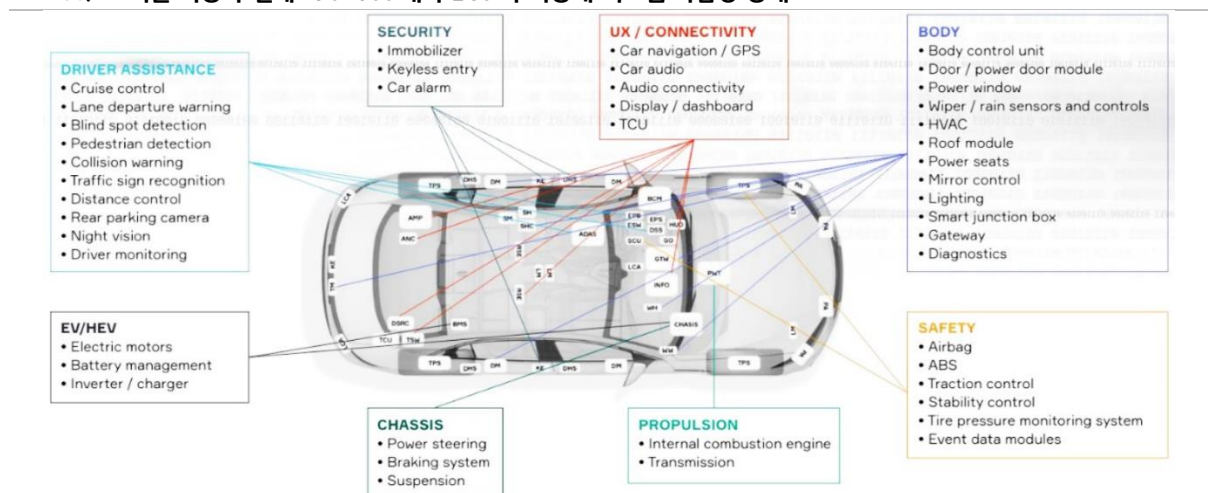
달리는 스마트폰의 시대

SDV(Software Defined Vehicle)는 소프트웨어가 설계의 중심이 되는 자동차로서 무선 소프트웨어 업데이트(OTA:Over the Air)를 통해 차량에 새로운 안전/자율주행 기능을 추가하거나 주행 성능을 업그레이드하고 인포테인먼트에 새로운 콘텐츠를 추가하는 등 스마트폰과 같이 다양한 기능을 수행할 수 있는 차량을 의미한다.

기존 하드웨어 기반 자동차(HDV)는 새로운 안전/편의 사양이 추가될 때 마다 하드웨어와 ECU(Electronic Control Unit)를 추가하는 방식으로 설계가 됐다. 하지만, 자동차의 전장화(electrification)와 ADAS(Advanced Driver Assistnce System) 기능의 강화로 카메라, 레이더, 라이다 등 각종 센서의 수가 폭발적으로 증가했고 부분자율주행의 기능 보안을 위해 끊임없는 업데이트가 필요해짐에 따라 기존 하드웨어 기반 자동차 설계로는 변화의 속도를 따라갈 수 없게 됐다.

한편, 전기차에 대한 소비자의 눈높이도 높아졌다. 전기차 시장을 선도하고 있는 테슬라의 소프트웨어 기반 차량은 OTA 를 통해 차량에 신기능을 추가하고 부분자율주행기술을 업데이트할 뿐 아니라 각종 엔터테인먼트 콘텐츠를 다운 받을 수 있어 전기차의 표준을 크게 끌어올렸다. 테슬라와 경쟁하는 다른 자동차 메이커들도 혁신적인 이미지를 차량에 이식하기 위해 차량용 소프트웨어 개발에 박차를 가하고 있다.

도표 70. 기존 자동차 설계 : 70~100 개의 ECU 가 사용돼 시스템 복잡성 증대



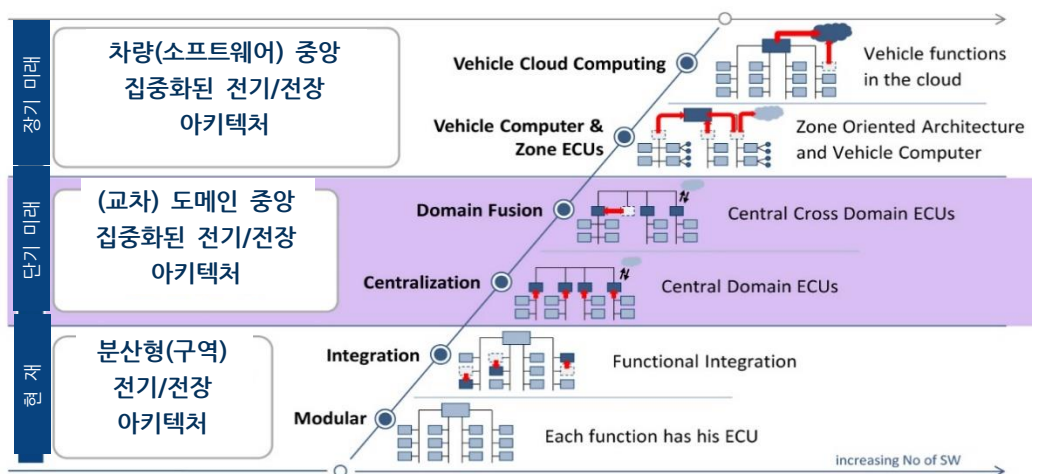
자료: Aptiv, 유진투자증권

SDV 도입은 자동차의 제조 프로세스를 근본적으로 변화 시킨다. 가장 큰 변화는 하드웨어와 소프트웨어의 영역 분리다. 현재 자동차 산업의 공급망은 가장 기초적인 부품을 생산하는 2, 3 차 벤더와 이 기초 부품들을 모듈 단위로 조립하고 구동 소프트웨어를 입혀 완성차에 공급하는 1 차 벤더, 공급받은 모듈을 조립하고 도장, 의장 등 마무리 작업을 거쳐 최종적으로 차량을 생산하는 완성차로 구성된다. 현재의 소프트웨어 개발 과정은 각각의 1차 벤더에 분산되어 있기 때문에 몇 가지 문제점이 존재한다.

첫 번째는 지속적인 소프트웨어 개발 및 업그레이드가 어렵다. 통상적으로 자동차는 한번 생산이 되기 시작하면 연식 변경이나 페이스리프트, 모델 체인지 등 1년에 한번 정도 있는 특정 시점을 제외하면 소프트웨어를 거의 바꾸지 않는다. OTA를 통한 끊임없는 업데이트와는 거리가 먼 개발 관행이다. 대부분의 1차 벤더가 완성차와 밀접한 관계를 유지하고는 있으나 OTA에 대응할 수 있는 역량이나 자원이 부족한 업체가 상당수이고 자동차 메이커가 원하는 발빠른 혁신 속도가 나오기도 쉽지 않다.

두 번째는 고성능 연산 처리 장치의 사용으로 중앙집중형 컴퓨팅이 가능해 졌다. 엔비디아, 퀄컴 등 반도체 업체는 자율주행용 고성능 프로세서를 완성차 업체에 공급한다. 자율주행은 조향, 가속, 브레이크, 차체 제어 등 핵심 기능과 연계되기 때문에 각 기능은 하나의 시스템으로 통합될 필요가 있다. 각각의 소프트웨어를 개별 부품사가 개발하고 그 위에 통합모듈을 얹는 것이 현재의 개발 방식이지만 앞으로는 고성능 프로세서를 이용해 처음부터 자유도 높은 소프트웨어를 개발하는 방향으로 기술은 진화할 것이다.

도표 71. 분산형 구조에서 도메인(Domain), 소프트웨어 중심의 설계로 변화



자료: Bosch, 유진투자증권

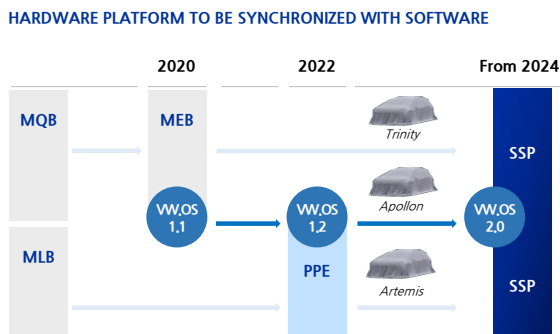
차량용 소프트웨어 산업의 탄생

지금까지 차량용 소프트웨어는 독립적인 산업이 아니라 최상위 하드웨어 제조사의 사업부 정도로 존재해 왔다. 하지만, SDV의 도입으로 인한 하드웨어와 소프트웨어의 분리로 차량용 소프트웨어는 독립적인 비즈니스 영역으로 확대될 것으로 보인다. 먼저, 가장 중요한 플레이어는 엔비디아, 퀄컴, 모빌아이 등 반도체 공급 업체다. 현재 모빌리티 솔루션을 공급하는 부품사나 완성차 중에서 차량용 반도체를 내재화 한 플레이어는 매우 드물다. 대부분의 경우, 엔비디아/퀄컴/모빌아이와 같은 반도체 업체와 기술 협력을 하고 있다. 고성능 프로세서는 차량용 소프트웨어의 개발 방향과 연산 능력의 한계, 전력 소모량 등 중요한 설계 변수들과 연계되기 때문에 반도체 공급사의 산업 내 비중이 확대될 전망이다.

다음으로 완성차와 밀접하게 연계되어 있는 차량용 소프트웨어 전문 업체가 생겨나고 있다. 최근 별도의 회사로 분리된 폭스바겐의 카리아드(CARIAD), 현대차 그룹의 소프트웨어 전문 자회사 현대오트모에버 등이 그 예다. 카리아드는 폭스바겐 그룹 산하의 소프트웨어 개발 조직이었지만 독립성을 높이기 위해 2020년 분사해 독립했다. 카리아드는 2025년까지 폭스바겐 그룹 산하의 모든 차량에 적용 가능한 단일 소프트웨어 플랫폼을 개발할 계획이다. 2023년 출시할 소프트웨어 플랫폼 E3는 아우디, 포르쉐 등 고급 브랜드의 차량에 OTA, 통합 인포테인먼트 시스템 등을 공급할 계획이다.

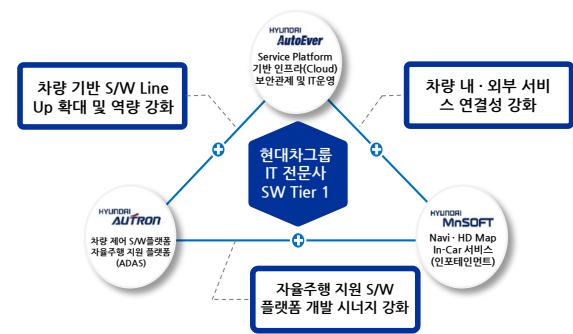
현대오트모에버는 과거 시스템 통합(SI: System Integration)과 IT 아웃소싱을 주로 담당하였으나 2021년 현대오트론(차량 제어기, 반도체 개발), 현대엠엔소프트(인포테인먼트, 내비게이션)를 흡수 합병함에 따라 Vehicle IT, 디지털 트랜스포메이션 서비스로 사업 분야를 개편한 바 있다. 현대차 그룹의 통합 IT 전문사로 거듭남에 따라 차량 내부와 외부로 아우르는 차량용 소프트웨어 개발과 인프라를 지원하게 될 전망으로 장기 성장 전망 밝을 것으로 기대된다.

도표 72. 카리아드: 자체 OS 도입 및 소프트웨어 내재화



자료: Carriad, 유진투자증권

도표 73. 현대오트모에버 : 국내 유일 SW 전문 Tier 1



자료: 현대오트모에버, 유진투자증권

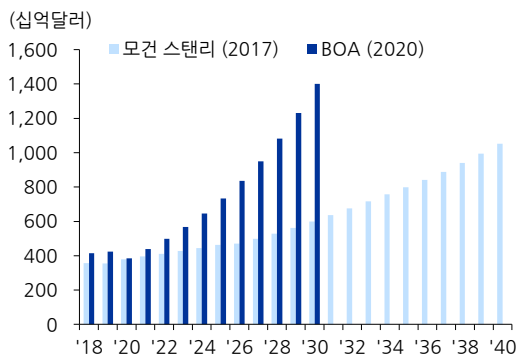
소형 발사체

부족한 로켓 서비스 공급, 소형 발사체가 떠오른다

전세계적으로 우주산업의 성장이 가속화되고 있다. 2021 년 전세계 우주산업의 규모는 약 3,860 억달러 수준이다. 모건 스탠리는 2040 년 글로벌 우주산업 시장 규모를 약 1 조달러로 전망했고, BOA 는 시장 규모를 2045 년 2.7 조달러로 전망하는 등 전망치 상향 속도 또한 빨라지고 있다. 50 년 전 미국과 소련 중심의 우주탐사 경쟁은 냉전 시대에서 양국 간의 체제 우위를 선전하기 위한 목적이 주를 이루었고 국가가 산업 육성에 중추적인 역할을 했다면, 현시대의 우주산업은 민간 기업들을 중심으로 경제적 이익에 그 초점을 두고 있다. 사용된 발사체를 회수해 다시 사용하는 '재사용 로켓'의 등장으로 발사 비용이 크게 낮아지게 됐고 이로 인해 민간 기업들의 우주산업에 대한 진입장벽이 계속해서 낮아지고 있다. 미국의 민간 우주발사 기업 '스페이스 X'는 재사용 로켓 펄컨 9 으로 2022 년 한 해 동안 60 번의 발사를 성공시켰는데, 이는 2021 년 31 번의 발사 대비 두 배 가까이 증가한 수치다. 뿐만 아니라 60 번 발사 모두 재사용까지 성공했다.

발사 비용 감소로 인해 성장하는 우주산업 중에서도 특히 위성 시장의 성장이 가장 두드러진다. 2022 년 4 월 기준 지구 궤도를 공전하는 인공위성의 개수는 5,465 개로 이는 2016 년보다 약 3.7 배 더 많은 수치다. 이는 발사 비용의 감소 뿐만 아니라 위성 생산기술 발전에 따른 제조단가가 하락하면서 위성 발사 수요를 증가시켰고 향후에도 더욱 증가할 전망이다. 문제는 현재 전세계적으로 폭발적으로 증가하는 위성 발사 수요를 발사 서비스 공급이 따라가지 못하고 있다는 점이다. 실제로 현재 스페이스 X 등 주요 로켓 발사 서비스 기업들은 향후 2~3 년 발사 서비스 판매가 완료됐다. 이와 같이 발사 서비스 공급 부족과 기존 대형 로켓의 발사 서비스의 한계점들을 보완하기 위한 소형 발사체 기술이 새롭게 대두되고 있다.

도표 74. 글로벌 우주경제 전망



자료: Morgan Stanley Research, BOA, 유진투자증권

도표 75. 스페이스 X의 재사용 로켓 (착지 장면)



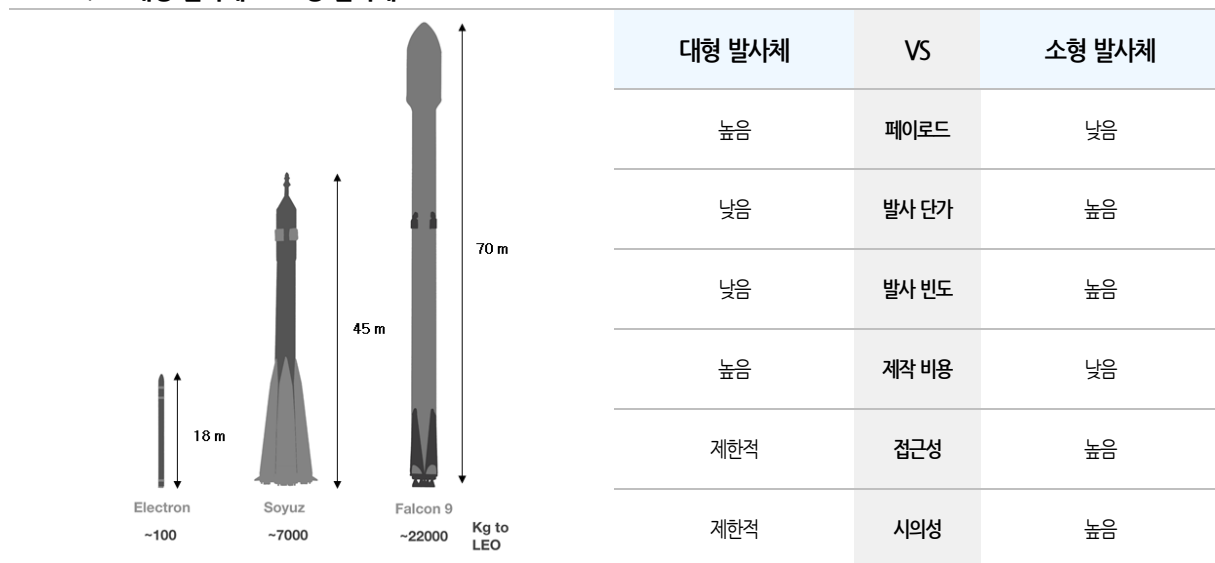
자료: SpaceX, 유진투자증권

대형 발사체 vs 소형 발사체

소형 발사체와 대형 발사체를 구분하는 기준은 페이로드(Payload)다. 발사체에서 페이로드란 로켓에 탑재되는 화물(Load)의 무게를 지칭한다. 더 높은 고도로 올라갈 수록 더 많은 연료를 필요로 하기 때문에 궤도에 따라 페이로드가 달라지긴 하지만 통상적으로 저궤도를 기준으로 하는데 소형 발사체는 저궤도 페이로드 약 2,000kg 이하 발사체를 지칭한다.

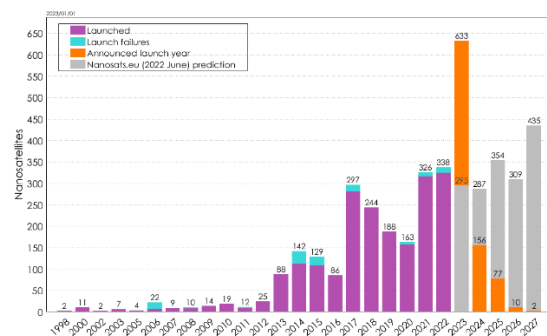
소형 발사체는 현재 대형 발사체의 많은 단점들을 보완해줄 수 있다. 첫째는 대형 로켓과 비교해 개발에 소요되는 시간 짧고 비용이 적기 때문에 부족한 발사 서비스 공급의 확대가 가능하다. 또한 발사되는 시점이나 발사 장소 선정에 있어서도 유동적이기 때문에 시의성이나 접근성도 뛰어나다. 두 번째는 다양한 궤도 수요를 충족시킬 수 있다. 대형 발사체는 한번 발사할 때 더 큰 페이로드가 운반 가능하지만 한정된 궤도에만 올릴 수 있어 각기 다른 궤도 수요를 한번에 충족시키기 어려운 반면, 소형 발사체는 적은 페이로드로 많이 발사가 가능하기 때문에 다양한 궤도 수요를 충족시킬 수 있다. 물론 대형 발사체는 여전히 발사 단가(kg 당 비용)가 소형 발사체 대비 낮다는 장점이 있는데, 이는 발사 고정비 감소 효과 뿐만 아니라 재사용 로켓 기술이 적용될 수 있다는 점 때문이다. 반대로 향후 소형 발사체에도 재사용 로켓 기술이 적용될 경우 마찬가지로 발사 단가가 크게 낮아지게 되고 발사체 시장의 성장성은 더욱 부각될 전망이다.

도표 76. 대형 발사체 vs 소형 발사체



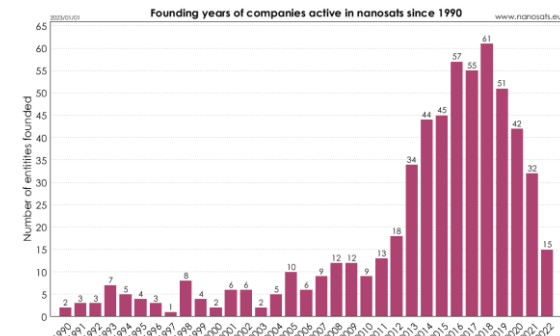
자료: medium, 유진투자증권

도표 77. 늘어나는 소형 위성 발사 서비스 수요



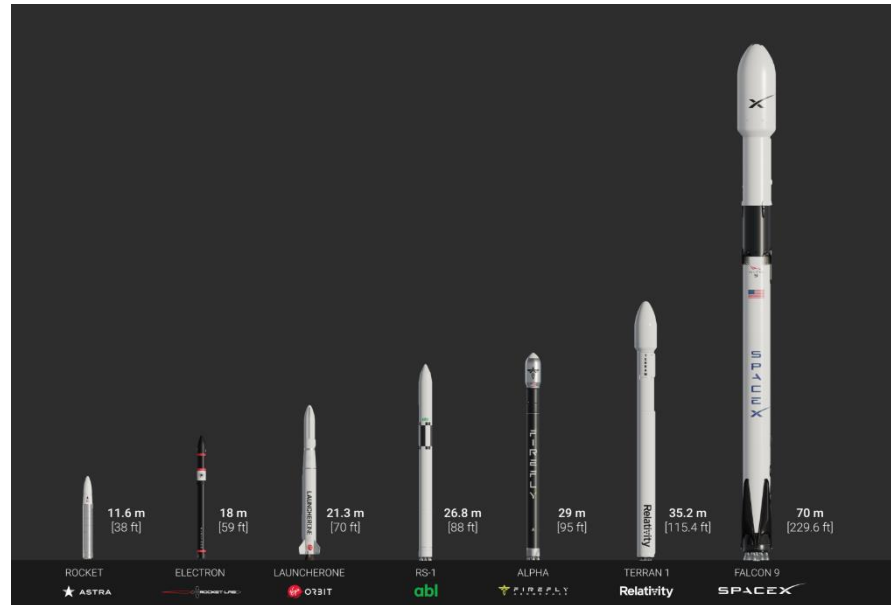
자료: Nanosats Database, 유진투자증권

도표 78. 소형 발사체 기업 수 추이



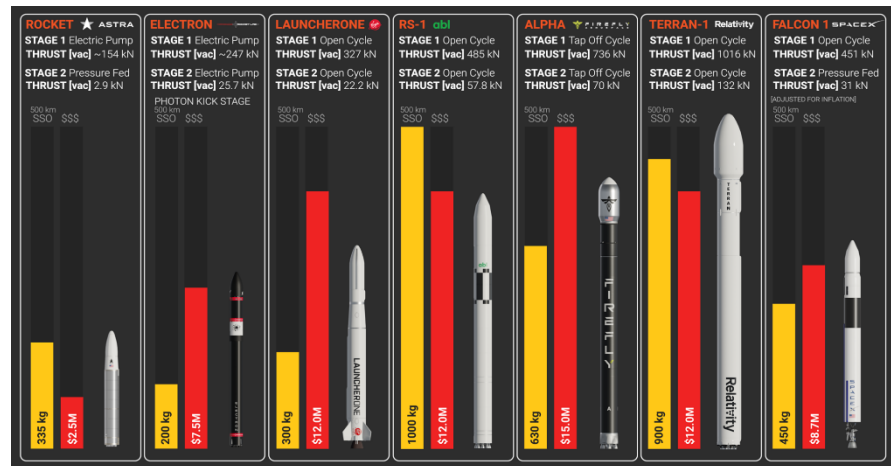
자료: Nanosats Database, 유진투자증권

도표 79. 대형 발사체(팰컨 9)와 소형 발사체 크기 비교



자료: 각 사, 유진투자증권

도표 80. 소형 발사체 페이로드 및 발사 비용 비교



자료: 각 사, 유진투자증권

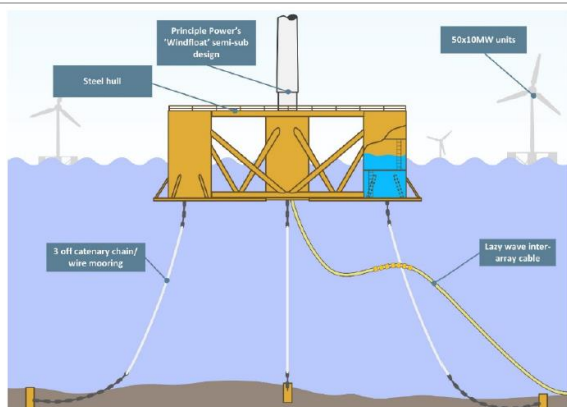
부유식 해상풍력

글로벌 해상풍력 시장 확대의 핵심으로 부상

글로벌 해상풍력 시장은 2022~2030 년 연평균 25.7% 급성장할 것으로 예상된다. 육상풍력을 포함한 전체 풍력시장은 9.6% 성장이 예상되는 것을 감안하면 해상풍력이 향후 풍력시장 성장의 견인차이다. 현재의 해상풍력은 수심이 50~60 미터 이하의 고정식이다. '자켓'이나 '모노파일' 같은 하부구조물을 해저에 고정시키고 그 위에 터빈을 올려서 완성한다. 해상풍력이 육상에 비해 투자비가 월등히 많이 드는 주요 원인이 하부구조물이다. 최근에 공급되는 고정식 하부구조물의 중량은 2 천톤을 상회할 정도이다.

중요한 것은 고정식 하부구조물은 수심의 깊이에 따른 한계가 있다는 것이다. 개발업체들은 바다의 수심이 50~60 미터를 상회하면 고정식 해상풍력 개발이 경제성이 없다고 판단하는 경향이 있다. 하부구조물의 높이와 중량이 너무 커져서 비용이 증가하고, 터빈을 지탱하는 기술적인 안정감도 현저히 낮아지기 때문이다. 따라서 고정식 해상풍력은 연근해 지역 중심이나, 북해와 같이 수심이 낮은 특수한 지형으로만 성장이 제한될 수 밖에 없다.

도표 81. 부유식해상풍력 하부구조물의 구성요소



자료: Carbon Trust, 유진투자증권

도표 82. 실제 설치된 부유식해상풍력 발전기



자료: Carbon Trust, 유진투자증권

고정식 해상풍력의 한계를 극복하기 위한 도전이 부유식 해상풍력이다. 부유식은 수심이 깊은 바다에 부유체와 합체된 터빈을 띄워서 발전을 하는 형태이다. 바닥에는 드리본 파일이나 석션 앵커 등을 설치한 뒤 강철 로프로 부유체에 연결 시킨다. 부유식 해상풍력은 해상에서 원유와 가스전을 개발한 경험이 많은 Equinor 와 같은 북유럽 업체들에 의해 가장 먼저 진행되고 있다. 파도와 기상 요건에 따라 부유체를 유지하고 조절해서 고정식 대비 동등이상의 이용률을 달성하면 부유식 해상풍력의 글로벌 상용화가 가능하다.

최근 글로벌 첫 부유식 프로젝트인 Equinor 의 Hywind 프로젝트의 평균 이용률이 52.6%로 발표되었다. 주변의 영국 해상풍력 단지보다 더 높은 수준의 이용률을 보였다. 현재 계획 중인 단지들의 부유체 개발 기술의 발전과 관련 터빈의 크기 증가 등에 따라 향후 부유식 해상풍력의 발전단가는 빠른 속도로 하락할 것으로 예상된다. 특히, 러시아발 우크라이나 전쟁 이후 재생에너지 확대가 절실해 지면서 수심이 깊어서 해상풍력을 도입하던 국가들과 지역에서 부유식 해상풍력을 신규로 도입하는 사례가 지속적으로 증가하고 있다. 포르투갈, 노르웨이, 핀란드 등 유럽은 물론이고 캘리포니아, 일본, 호주, 대만 등이 이에 해당한다. 대한민국은 상대적으로 부유식 해상풍력 도입을 일찍 시작했고, 계획대로 진행된다면 2025 년 이후부터 울산 프로젝트들의 건설이 시작될 수 있다. 주요국가들의 부유식 해상풍력 파이프라인은 최근까지 약 185GW 까지 급팽창한 것으로 파악된다.

도표 83. 글로벌 부유식 해상풍력 프로젝트 이용률 현황

	Latest rolling 12month capacity factor	Life capacity factor	Age(y)	Installed capacity (MWp)	Total elec. gen. (GWh)	Power per unit area spanned(W/m ²)
Aberdeen EOWDC	35.3%	37.4%	3.9	93	1,194	1.7
Barrow	30.8%	35.4%	15.7	90	4,378	3.2
Beatrice	32.1%	41.8%	3.0	588	6,438	1.9
Burbo Bank	26.2%	33.4%	14.6	90	3,859	3.0
Buurbo Bank2	36.9%	40.3%	5.2	2,254	4,628	2.6
Dudgeon	35.3%	47.5%	4.6	402	7,784	3.5
East Anglia ONE	43.4%	46.8%	1.8	714	5,392	2.1
Gallopier	45.8%	47.1%	4.1	353	6,039	1.5
Greater Gabbard	37.3%	40.6%	8.8	504	15,929	1.4
Gunfleet Sands	33.2%	36.8%	11.9	173	6,689	4.0
Gwynt-y-Mor	31.4%	34.3%	6.9	576	12,101	2.9
Hornsea One	46.6%	47.3%	2.4	1,218	12,128	0.5
Humber Gateway	41.7%	43.4%	7.0	219	5,830	3.5
Hywind Scotland	49.5%	52.6%	4.6	30	642	1.0
Lincs	41.3%	42.4%	8.7	270	8,749	2.8
London Array	38.3%	40.2%	9.1	630	20,444	2.1

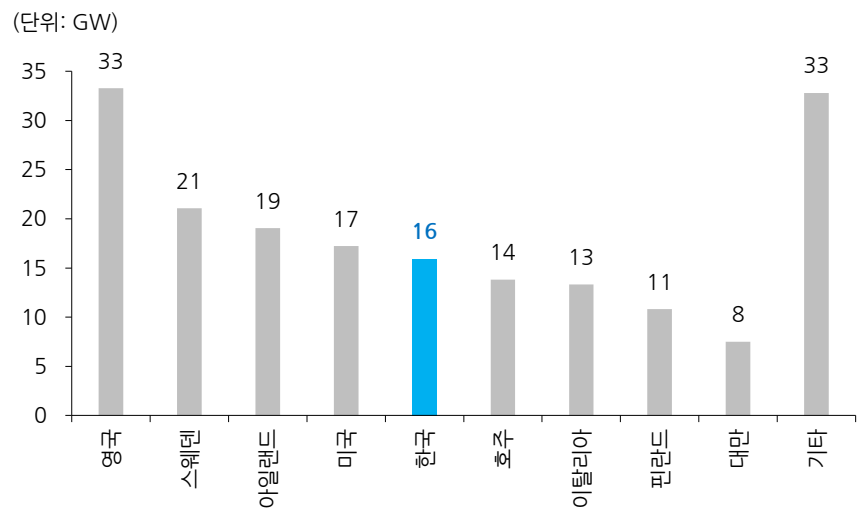
자료: EnergyNumbert.info, Ofgem, Elexon, 유진투자증권

도표 84. 국내 발전사업허가 취득한 부유식해상풍력 프로젝트 현황

지역	프로젝트명	설비용량(MW)	사업자
동남권	귀신고래 1 부유식해상풍력	504	GIG/토탈에너지스
	귀신고래 2 부유식해상풍력	504	GIG/토탈에너지스
	귀신고래 3 부유식해상풍력	504	GIG/토탈에너지스
	동해 1 부유식해상풍력	200	석유공사/에퀴노르/동서발전
	한국부유식해상풍력	870	케이엔에프원드
	반딧불부유식해상풍력	804	에퀴노르
	문무바람 1 부유식해상풍력	420	셀/코엔스핵시콘
	해울이 1 부유식해상풍력	520	CIP
	해울이 3 부유식해상풍력	518	CIP

자료: 전기위원회, 언론보도, 유진투자증권

도표 85. 국가별 부유식 해상풍력 파이프라인 현황(2022)



자료: RenewableUK, 유진투자증권

수전해 설비

수소시대 개화의 침범

2023 년은 수소시대의 원년이라고 할 수 있다. 수소시대가 열리기 위해서는 생산과 이를 이송할 인프라를 먼저 구축해야 하는데, 첫 단계인 생산에 대한 주요국가들의 보조금이 올 해부터 지급되기 때문이다. 미국은 IRA 에 수소생산에 대해 최대 3 달러/kg 의 생산 세액공제를 지급하고, EU 는 그린수소와 그레이수소 생산 단가의 차이를 보조한다. 이외 인도, 일본, 캐나다 등 많은 국가들에서 수소 생산을 활성화하는데 보조금을 배정할 계획이다.

현재까지 수소생산은 대부분 천연가스 개질 수소를 사용해왔다. 이러한 그레이 수소들의 제조단가는 낮지만, 탄소배출을 오히려 증가시키기 때문에 클린에너지원과는 거리가 멀다. 수소가 탄소중립에 기여하는 지속가능한 에너지원이 되기 위해서는 궁극적으로 풍력, 태양광으로 만든 전력으로 물을 분해해서 제조되어야한다. 수소를 제조하는 장치를 수전해 설비라고 하는데, 알칼라인, PEM, SOEC, AEM 타입이 있다.

도표 86. 수전해방식(알칼라인, PEM, SOE)별 장치 외형과 특징

구분	알칼라인(AEC)	PEM	SOEC
			
전해질	강알칼리	강산성	산화물
분리막	기체분리막	이온교환멤브레인	
전극	니켈합금(저가)	백금, 이리듐합금 등(고가)	니켈합금
작동온도	20~100℃	20~100℃	700~100℃(고온)
효율	~80%	~80%	~95%
가격	\$500~1,400/kW(저가)	\$1,100~1,800/kW(고가)	\$2,800~5,600/kW
내구성	10 년	5 년	실증단계
특징	기술안정성, 낮은 단가	빠른 운전반응으로 재생에너지활용에 적합	대용량 발전설비 이용한 생산에 적합

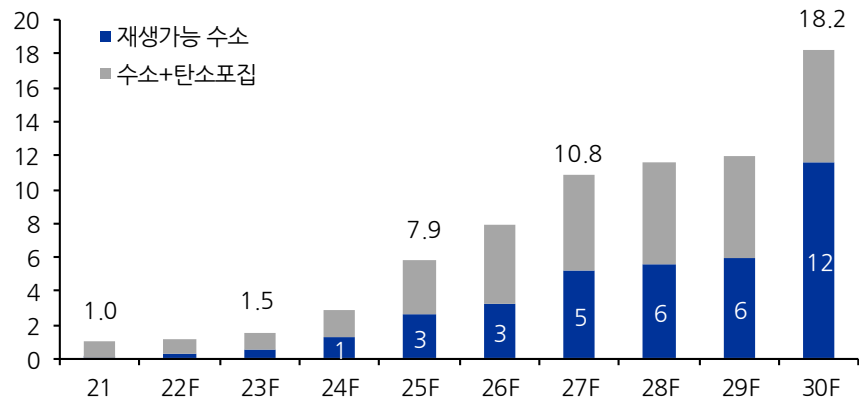
자료: 에너지경제연구원 보고서, 유진투자증권

알칼라인 방식은 가장 오래된 수전해 기술로 알칼리 수용액을 전해질로 사용한다. 수소와 산소를 분리하기 위한 별도의 분리막이 있다. 오랜 검증이 이루어진 방법이고, 규모의 경제가 확보되어서 제조단가가 가장 낮은 기술이다. 중국업체들이 시장을 장악하고 있다. PEM 방식은 전해질과 분리막으로 고분자 전해질막(PEM, Polymer Electrolyte Membrane)을 사용한다. 현재 수소차와 건물용 연료전지에 사용되는 PEM 수소연료전지의 기능을 리버스 엔지니어링한 기술이다. 운전 반응속도가 빨라서 불규칙한 전원인 풍력, 태양광을 이용한 수소 생산에 가장 적합한 기술로 평가 받는다. 유럽과 미국업체들이 시장을 장악하고 있으나, 아직 대량생산 체제가 갖추어지지 않아 제조단가가 알칼라인 방법 대비 높다. SOEC는 전해질과 분리막으로 산소이온 전도성을 갖는 산화물막을 이용하는 기술이다. 고온에서 작동하기 때문에 수명이 낮은 단점이 있는 반면 원전과 같은 대용량 발전 설비를 이용한 수소생산에 적합한 방식이다.

글로벌 수전해 설비의 신규 설치는 지난해부터 중국을 중심으로 급증하기 시작했다. 현재 약 2.6GW 의 누적 설치가 된 상태인데, 이 수치가 2030 년까지 약 200GW 이상이 될 것으로 업계에서는 보고 있다. 현재는 알칼라인 방식이 주도하고 있지만, 향후 풍력, 태양광과 연계된 PEM 수전해 설비의 도입이 급증할 것으로 판단된다. 국내는 일부 기업들이 기술개발을 진행 중이나 아직 해외 선발업체들 대비 경쟁력은 낮은 상태이다. 2024 년에 SK 그룹과 플러그 파워의 합작법인이 국내 수전해 설비 공장을 건설할 예정이다.

도표 87. 글로벌 수소 생산량 예상치

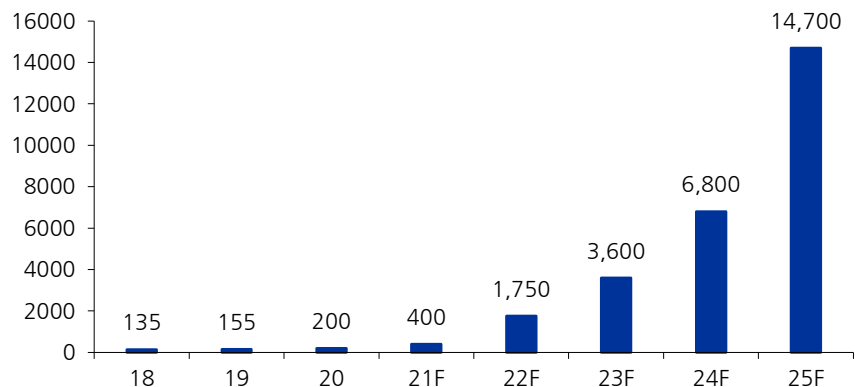
(Million tons of H2 per year)



자료: BNEF, 유진투자증권

도표 88. 수전해 설비 설치량 예상치

(MW)



자료: HJS, Bloomberg, 유진투자증권

나트륨 이온 배터리

CATL, 2023 년 하반기 나트륨 이온 배터리 상업화 발표

CATL 은 2023 년 하반기 나트륨 전지 양산을 발표했다. 나트륨은 채굴 및 정제가 쉽고 매장량이 많아 저렴하며, 안전성이 높고 충전도 빨리 되는 특성이 있는 광물로 배터리에 적용할 경우 장점으로 부각될 수 있다. 단점으로는 에너지 밀도가 낮고 무거워 전기차에 탑재하는 것이 불가능했다는 점 정도인데, CATL 이 제시한 특허를 보면 NCM 하이니켈 전지와 유사한 수준의 에너지 밀도를 달성한 것으로 파악된다.

나트륨 이온 배터리는 15 분 만에 SOC 80%까지 충전이 가능하며, 충방전 수명은 3,000 회 이상으로 리튬 배터리보다 우수하다. 비용도 77달러/kWh로 매우 저렴해 EV당 5,500달러를 절약할 수 있다. 현재 리튬 이온 전지 셀 가격이 132달러/kWh라는 점을 감안하면 반값에 불과한 것이다. CATL 은 규모의 경제가 발생하면 40 달러/kWh 까지 비용이 낮아질 것이라 발표했으며, 전기차당 9,200 달러의 비용 절감 효과가 기대된다. IRA 보조금(7,500 달러/대) 없이도 리튬 배터리 대체가 가능할 전망이다.

나트륨 전지용 양극재는 이론적으로 1,000 여개가 존재하며, 크게 3 가지로 분류 가능하다. 1) 전이금속산화물, 2) 프러시안 블루 및 3) 폴리음이온 화합물인데, 리튬과 동일한 전이금속산화물의 층상 구조가 우선적으로 적용될 전망이며, 장기적으로는 프러시안 블루 타입이 활용될 전망이다. 음극재는 1) 탄소계(소프트 카본/하드 카본), 2) 합금, 3) 유기 화합물로 구분 가능한데, 탄소계의 시장 점유율이 확대될 것이라 판단한다. 국내는 학계에서 관련 연구들이 이제 활성화되고 있는 단계로, 기업들의 시장 진입에는 시간이 걸릴 전망이다. K-배터리 업체들의 시장 점유율 하락, 밸류에이션 디스카운트 요인이 될 것이라 판단한다.

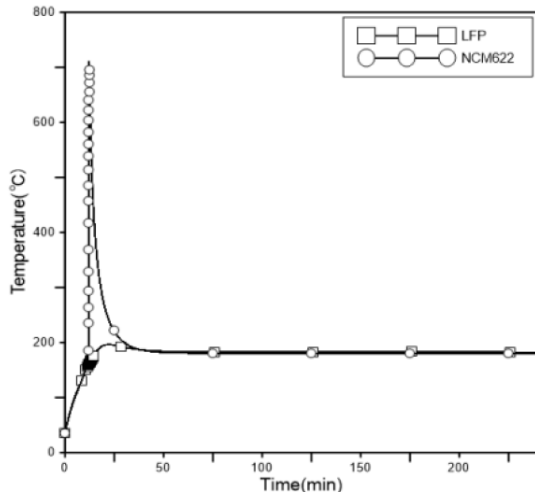
나트륨 배터리는 음극 집전체로 알루미늄박을 사용한다. 알루미늄박은 고전압에서 쉽게 산화되지 않는 특성이 있어 강점으로 부각될 전망이다. 전기차 1 대에 탑재되는 리튬 배터리 팩은 평균 500kg 이고, kWh 당 배터리 팩 무게는 4.6kg 인데, 이 중 알루미늄박과 동박 소요량은 0.5kg, 0.4kg 로 추정된다. 나트륨 전지에는 동박 0.4kg 대신 알루미늄박이 사용될 것으로 예상되므로 알루미늄박의 시장 규모는 2 배로 커질 것이라 기대할 수 있다.

최근까지 리튬이온 배터리가 시장을 이끌어왔지만 리튬은 기술적으로, 안정성으로도 완벽하지 않은 전지이다. 화재 위험이 있고 수명이 짧으며 열 발화, 광물 채굴로 인한 환경오염, 높은 제조 비용이 발생한다. 테슬라를 비롯한 많은 회사들이 이런 단점을 보완하는 리튬 이온 전지를 개발 중이다. 그러나 CATL의 나트륨 전지 출시가 임박하며 기대감이 부각되고 있다.

나트륨은 채굴 및 정제가 쉽고 매장량이 많아 훨씬 저렴하다. 또한 안전성이 높고 충전도 빨리 된다. 단점으로는 에너지 밀도가 낮고 무거워 전기차에 탑재하는 것이 불가능했다는 점 정도이다.

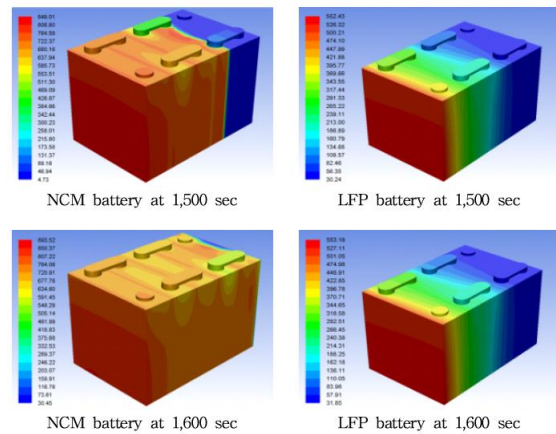
그러나 CATL은 나트륨 이온 배터리의 에너지 밀도 문제를 해결했다. 2021년 1세대 나트륨 이온 배터리 기술개발을 완료했으며 제시한 스펙은 놀랍다. 에너지 밀도는 160Wh/kg이며 CATL은 이를 200Wh/kg 까지 높일 수 있는 리튬+나트륨 반반 배터리 특허를 보유하고 있다. 즉, 약 220Wh/kg인 리튬 이온 배터리보다 약간 더 무거운 뿐 정상적으로 구동이 가능한 것이다.

도표 89. NCM 하이니켈의 열폭주 현상



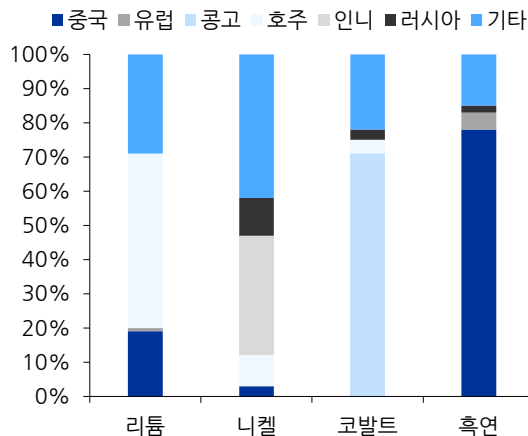
자료: 한국지열, 수열에너지학회 논문집, 유진투자증권

도표 90. NCM과 LFP의 열폭주 시뮬레이션



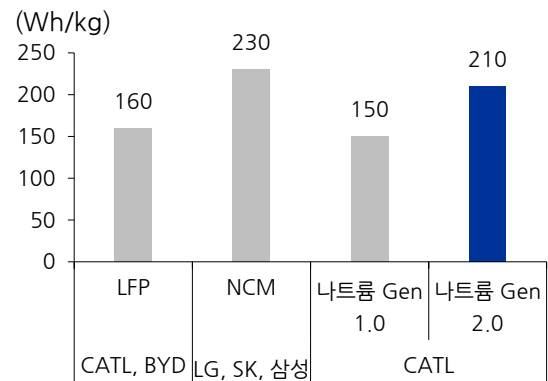
자료: 한국지열, 수열에너지학회 논문집, 유진투자증권

도표 91. 리튬은 소수 국가에 매장량 집중



자료: IEA, 유진투자증권

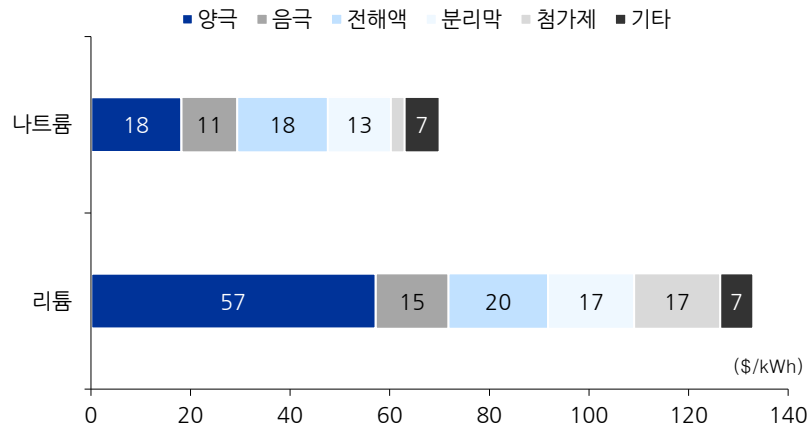
도표 92. NCM, LFP, 나트륨전지의 에너지 밀도 비교



자료: 유진투자증권 정리

나트륨 이온 배터리는 15 분 만에 SOC 80%까지 충전이 가능하다. 수명은 3,000 회 이상의 주기로 평가된다. 비용도 77 달러/kWh 로 매우 저렴해 EV 당 5,500 달러를 절약할 수 있다. 현재 리튬 이온 전지 셀 가격이 kWh 당 132 달러 라는 점을 감안하면 반값으로 평가 가능하다.

도표 93. 나트륨이온전지와 리튬이온전지의 생산원가 비교



자료: Zhongke Haina, 유진투자증권

CATL은 규모의 경제가 발생하면 kWh 당 40 달러까지 비용이 낮아질 것이라 발표했다. 이는 전기차당 9,200 달러의 비용 절감 효과를 가져오며 IRA 보조금(7,500 달러/대) 없이도 리튬 배터리 대체가 가능할 전망이다.

도표 94. IRA의 세부 내용

세액공제	비중	내용
최대 \$7,500/대	50%	- 배터리 광물: 미국 또는 미국과 FTA를 체결한 국가, 북미에서 재활용 '25년부터 우려외국집단에서 조달한 광물을 포함할 경우 보조금 배제 '24년 이전 40%, 매년 10%씩 상승, '26년 이후 80% 이상
	50%	- 부품(양극재, 음극재, 전해액 등) 북미 제조 비율 50% 이상 '24년부터 우려외국집단에서 조달한 부품을 포함할 경우 보조금 배제 '24년 이전 50%, '24~25년 60%, '28년 이후 100%
	전제 조건	- 전기차 제조 - 전기차 최종 생산이 북미 지역에서 이루어져야 함(법안 발효 이후 즉시 적용) - 보조금 대상 전기차 가격 상한 - 벤, SUV, 픽업트럭은 8만달러, 세단 등 기타 5.5만달러 이하 - 보조금 대상 구매자 소득 조건 - 부부합산 30만달러, 가장 22.5만달러, 개인소득 15만달러 이하
	기타	- 핵심 광물: 리튬, 니켈, 망간, 코발트, 알루미늄, 흑연 등 50종 광물 - 주요 부품: 양극재, 음극재, 음극박, 용매, 첨가제, 전해염, 배터리 셀/모듈

자료: IRA(2022), 유진투자증권

테슬라의 4680 중대형 원통형 전지와 비교를 해보면, 4680 은 에너지 밀도가 약 270Wh/kg 으로 더 높아 CATL 의 나트륨 배터리 팩보다 무게가 130kg 더 가볍다. 이 수치가 포르쉐 타이칸처럼 제로백이 중요한 고성능 차에 넣을 경우 상당한 무게 차이이지만 일상적인 차량은 상관이 없을 것이라 판단한다. 참고로 아우디 e-tron 은 무게가 2 톤으로 나트륨 전지를 채택해도 무게로 인한 성능 저하는 없다고 볼 수 있다.

테슬라의 4680 중대형 원통형 전지는 SOC 80% 기준 충전시간이 30 분 소요된다. 또한 1,500 회의 충방전 사이클을 갖는다. 현재 예상 비용은 91 달러/kWh 이다. 공정 개선을 통해 중장기 60 달러까지 가격이 떨어질 것으로 예상되나, 여전히 나트륨 배터리보다 비싼 것이 사실이다.

4680 은 실리콘 음극 및 건식 코팅과 같은 새로운 공정과 기술이 적용되어 수율 정상화에 어려움이 있을 것으로 예상된다. 반면, 나트륨 전지는 기존 장비를 활용할 수 있어 생산량 및 수율이 4680 을 추월할 가능성이 높고, 비용도 더 빠르게 떨어질 것이라 판단한다.

CATL은 2023년 하반기 나트륨 이온 배터리를 생산할 예정이며 상하이차, BYD 등 OEM과 탑재를 논의 중이다. 테슬라도 모델 2 목표가격 25,000 달러/대 달성을 위해 나트륨 배터리를 선택할 가능성이 있다. 이 경우, 국내 배터리 셀 업체에 큰 위협으로 작용할 전망이다.

도표 95. 테슬라의 4680 배터리



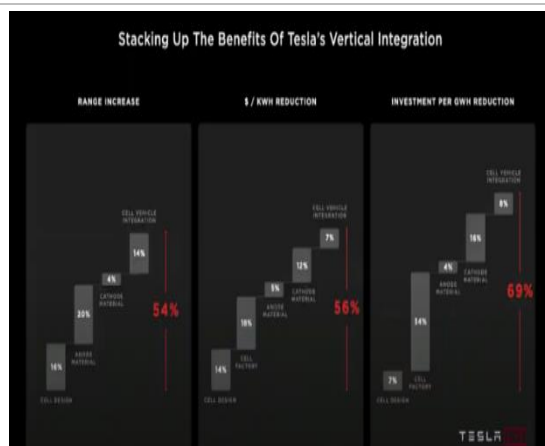
자료: 테슬라, 유진투자증권

도표 96. 나트륨, LFP 리튬 전지 성능 비교



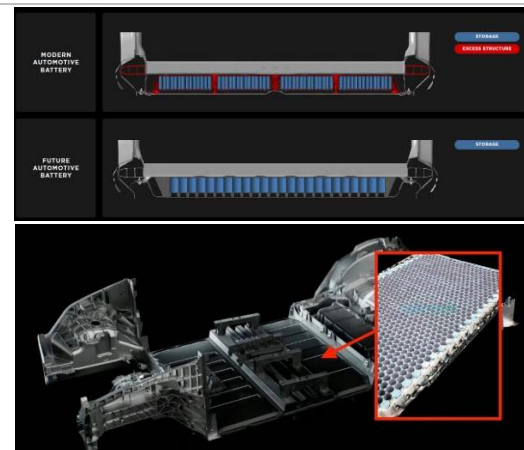
자료: CATL, 유진투자증권

도표 97. 테슬라의 중장기 전지 가격 로드맵



자료: 테슬라, 유진투자증권

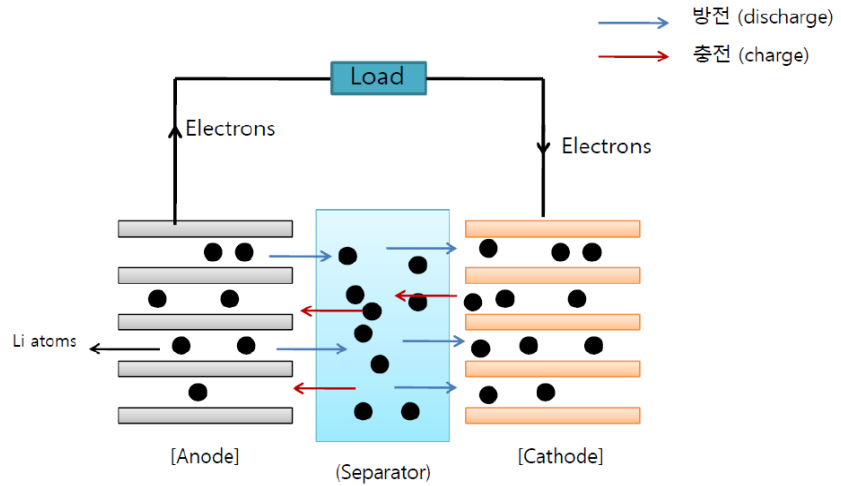
도표 98. 테슬라의 4680 은 셀보다 팩 구조의 혁신



자료: 테슬라, 유진투자증권

나트륨이온전지의 작동 원리는 리튬이온전지와 동일하며, 양극과 음극 사이에서 이온이 이동하는 스윙전지이다. 나트륨전지는 0볼트까지 방전이 가능하며, 리튬 전지의 고질적인 문제인 덴트라이트 현상도 적어 안정성도 뛰어난 것으로 보고되고 있다.

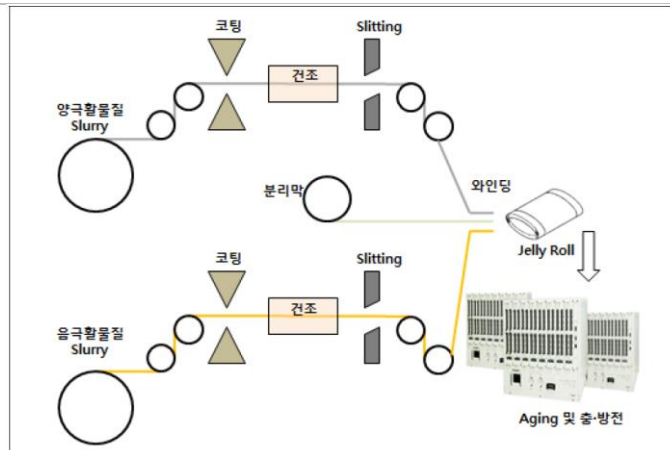
도표 99. 스윙전지의 작동 원리: 리튬, 나트륨, 칼륨 등 알칼리 금속 모두 적용 가능



자료: Autowein, 유진투자증권

나트륨이온전지의 생산공정은 리튬이온전지와 동일하며 주로 양극, 음극 슬러리 제조 및 도핑, 라미네이션, 활성화 단계로 이루어진다. 차이점으로는 알루미늄 호일을 음극 집전체로 사용하므로 양극, 음극에 동일한 알루미늄 탭을 적용해 극판 용접 및 관련 공정을 더욱 단순화할 수 있다는 것이다. 그러므로 기존 조립라인을 이용하여 나트륨 전지를 생산할 수 있다.

도표 100. 배터리 생산 공정: 양극, 음극 모두 알루미늄박을 사용하므로 극판 공정 단순화



자료: Chemlocus, 유진투자증권

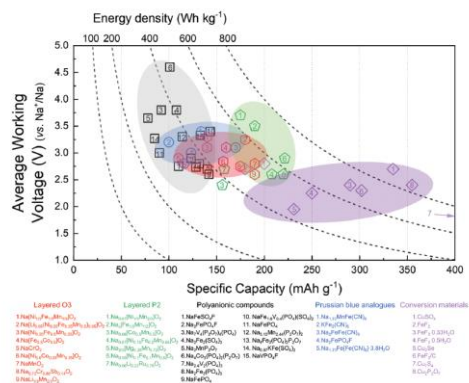
현재 나트륨 전지 양극재는 이론적으로 1,000 여개가 적용될 수 있으며, 크게 3 가지로 분류 가능하다. 1) 전이금속산화물, 2) 프러시안 블루 및 3) 폴리음이온 화합물이다.

1) 전이금속산화물: 층상 및 터널형 금속산화물로 나뉘며 적층형 양극 기본 재료로 이산화철나트륨 및 이산화망간나트륨이 사용된다. 중국 CATL, Zhongke Haina, Transart Technology 가 층상 산화물을 채택한다고 발표했으며, 가장 상업화에 임박했다.

2) 프러시안 블루: 이론적으로 성능이 가장 우수하다. 프러시안 블루는 구조가 안정하고 전구체 가격이 저렴하며 제도가 용이하다. 독특한 개방형 구조와 3 차원의 큰 기공 구조를 가지고 있어 나트륨 이온의 저장 및 이동이 편리하기 때문이다. 또한 합성이 쉬어 비용이 저렴하다. 단점으로는 공극 결합이 종종 발생해 충방전 중 재료의 붕괴가 발생하는 경우가 있어 주기에 영향을 미칠 수 있다. 중국 CATL, Xingkong Nadian, Midland New Materials, Rongbai Technology 가 기술 개발을 주도하고 있다.

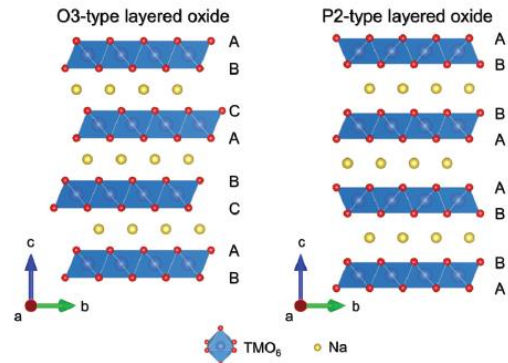
3) 폴리음이온계(Polyanionic type): 우수한 사이클 성능과 저비용, 저에너지 밀도 특성을 지닌다. 1 차원적인 이온 구조보다 이온 확산 능력이 우수한 3 차원 골격 구조를 가지며, 여러 개의 공유 결합으로 연결되어 있어 구조적, 열적 안정성이 좋고 전지 수명 및 안전에 장점이 있다. 단점으로는 고속 충방전 성능이 떨어진다. 중국 Penghui Energy 가 채택했다.

도표 101. 나트륨 전지용 양극재 에너지 밀도 비교



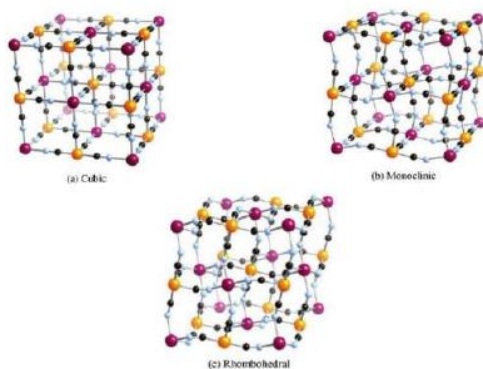
자료: CERAMIST, 유진투자증권

도표 102. 전이금속산화물 층상 구조



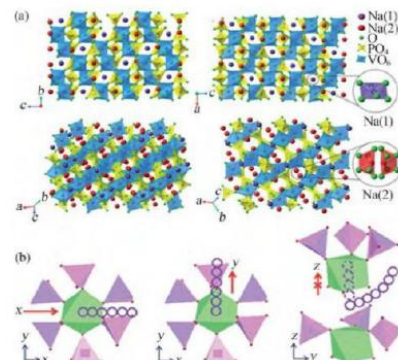
자료: CERAMIST, 유진투자증권

도표 103. 프러시안블루 구조



자료: Elsevier, 유진투자증권

도표 104. 폴리음이온계 구조



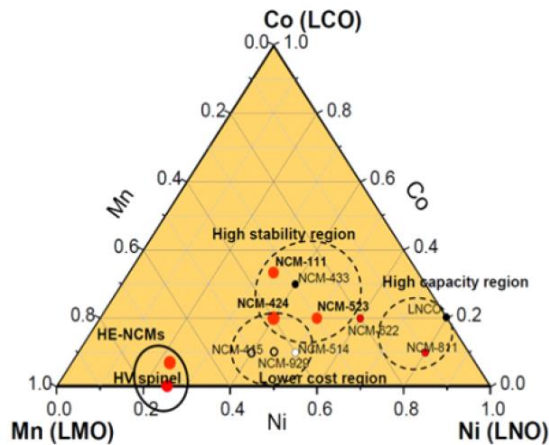
자료: Elsevier, 유진투자증권

도표 105. 양극재 밸류체인 현황

양극재																
기업명	Umicore	Sumi-tomo	Nichia	LG	Ronbay	L&F	ECOPRO	XTC	SDI	Zenhua	POSCO	B&M	Shanshan	Easpring	Cyclo	Dyna-nonic
국가																
CATL																
LGES																
Panasonic																
삼성SDI																
SK On																
BYD																
Others																

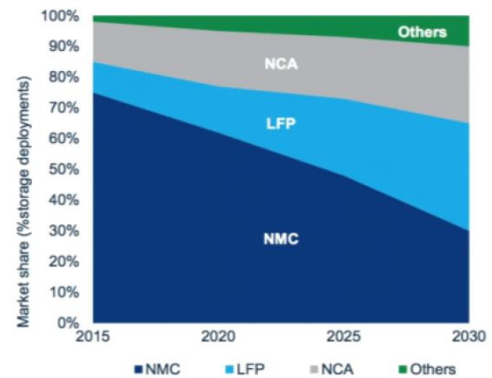
자료: 유진투자증권

도표 106. 리튬전지용 양극재는 NCM 9, 1/2, 1/2 가 이미 출시되어 있고, 더 이상의 기술진보가 없음



자료: 한국지열, 수열에너지학회 논문집, 유진투자증권

도표 107. 중국의 LFP 확대 중으로 나트륨전지가 출시되면 NCM의 시장 점유율은 빠르게 하락 전망



자료: Woodmackenzie, 유진투자증권

도표 108. 배터리 업체들의 양극재 로드맵: 하이니켈, 하이망간 등으로 확대되나, 기술개발 정체 중

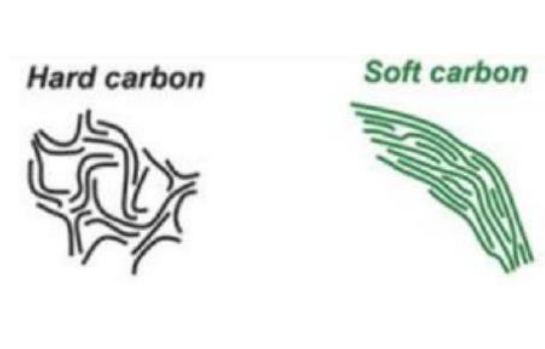
		NCM roadmap for battery maker							
국가	기업명	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Korean									
Po/Pr battery	삼성SDI	NMC 111/532				NMC+NCA blend		NMC+NCA	
	LG에너지솔루션	NMC 111/532				622		721	811
	SK On	NMC 111/532				622	811 blended		
China									
Po/Pr battery	CATL			111	532	622	811 blended		
	Wanxiang			111	532	622	811 blended		
	BYD				111	532	622	811 blended	
	Guoxuan high-tech				111	532	622	811 blended	
Cy battery	Farasis				111	532/622	811		
	Lishen		111	532	21700 Cy 622	811			
	BAK		111	532/622	811				
		LG에너지솔루션	Samsung SDI	SK On	CATL	Panasonic	BYD		
원재료 조달		내재화 계획	내재화 계획	외부조달	외부조달	외부조달	내재화 계획		
가격 경쟁력		上	中	上	上	上	上		
Pack Cost(\$/kWh)		~155	~180	~140	~140	~140	~155		
Cell 에너지밀도(Wh/kg)		200(NCM622)	190(NCM111+NCA)	210(NCM811)	175(NCM622)	250-300(NCA)	175(NCM532)		
고객사와의 관계		上	中	上	上	下(Tesla only)	외부고객 유지 중		
Next Gen LiB		실리콘 음극재, 전고체 LFP, 중대형 원통형	실리콘 음극재, 전고체	NMC 811, 실리콘 음극재, LFP, 각형	NMC 811, 실리콘 음극재, 전고체	NCA 체제 유지	NMC 811		

자료: 산업자료, 유진투자증권

나트륨(원자번호 11 번)의 원자 반경은 리튬(3 번)의 원자 반경보다 커서 음극재에서 효율적으로 전자 이동이 어렵기 때문에 적합한 재료 선정이 중요하다. 주로 음극재로 1) 탄소계(소프트 카본/하드 카본), 2) 합금, 3) 전이 금속 및 유기 화합물로 구분 가능하다. 그 중 합금은 용량은 크지만 사이클과 에너지 밀도 성능이 좋지 않고, 전이금속 산화물은 용량이 낮다. 탄소계는 가역 용량과 사이클 성능이 뛰어나 상용화에 가장 근접했다. 현재 탄소 음극은 주로 하드카본을 기반으로 하고 있으며 소프트 카본은 상대적으로 적게 적용되는 중이다. 전구체로는 하드카본 바이오매스 + 합성수지에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있으며 생산 공정에 대한 진입장벽도 상대적으로 높다. 또한 폴리염화비닐리덴, 목재, 셀룰로오스, 양모, 폐놀, 면화, 설탕, 에폭시와 같은 열경화성 전구체를 적용 가능하며, 열분해 과정에서 생산할 수 있다. 소프트 카본은 주로 폴리염화비닐, 폴리아닐린, 석유화학 원료, 석탄, 피치, 석유 코크스로 적용 가능하다.

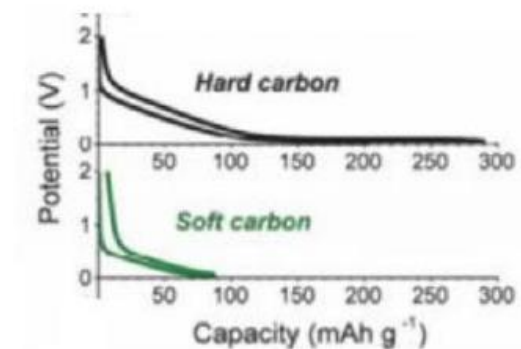
관련 기업으로는 중국의 리튬이온 전지용 음극재 기업들이 R&D 를 진행하고 있다. Shanshan, Beiterui, Xiangfenghua 가 모두 탄소 음극에 대한 특허와 기술 로드맵을 보유 중이다. 그 중 Shanshan 의 기술이 가장 뛰어나며 Posco chemical 은 아직 나트륨 전지용 음극재 기술 로드맵을 보유하지 않은 것으로 파악된다. 참고로 한국의 음극재 특허는 전체 음극재 특허의 6%에 불과할 정도로 기술적으로 열위이다.

도표 109. 하드카본과 소프트카본 구조



자료: CaiXupingetal., 유진투자증권

도표 110. 하드카본은 용량, 소프트카본은 전도성이 좋음



자료: CaiXupingetal., 유진투자증권

도표 111. 음극재 밸류체인 현황

음극재										
기업명	BTR	Hitachi	Zichen	Shanshan	Kaijin	POSCO	Mitsubishi	XFH	Shinzoom	Others
국가										
CATL										
LGES										
Panasonic										
삼성SDI										
SK On										
BYD										
Others										

자료: 유진투자증권

나트륨이온은 리튬이온과 화학적으로 유사한 특성을 일부 갖고 있기 때문에 전해액 용매도 리튬이온전지와 유사하게 액체가 사용된다. 수계 전해액은 저렴하고 친환경적이거나 높은 에너지 밀도와 출력에서 적용이 제한적이다.

용질은 무기 나트륨염과 유기 나트륨염으로 나뉜다. 무기 나트륨염으로는 육불화인산나트륨, 과인산나트륨이 있고, 유기 나트륨염으로는 플루오로술폰산나트륨, 플루오로술폰이미드나트륨 등이 있다. 특히, 육불화인산나트륨은 리튬이온전지 전해액에 널리 사용되는 육불화인산리튬의 합성 원리와 유사하므로 생산라인을 공유할 수 있을 것으로 보이며, 상용화 가능성이 높다고 판단한다. 물론 화학적 안정성과 열적 안정성이 좋지 않고 분해 잔유물이 축적되어 이온 전도도가 떨어지는 특성이 있으므로 FEC와 같은 첨가제를 넣어 성능을 향상시킬 것으로 보인다.

도표 112. 전해액 밸류체인 현황

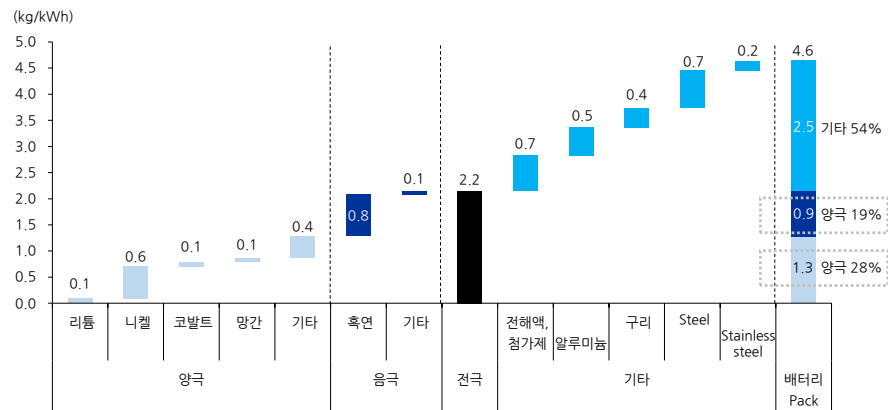
전해액										
기업명	GTHR	Capchem	Tinci	MCC	Kaixin	Cental-glass	BYD	Shanshan	Enchem	Ube
국가										
CATL										
LGES										
Panasonic										
삼성SDI										
SK On										
BYD										
Others										

자료: 유진투자증권

알루미늄박은 낮은 전위에서 리튬과 쉽게 합금되어 전지의 전체 성능에 영향을 미치기 때문에 리튬 전지의 음극에는 구리박만 사용할 수 있었다. 그러나 나트륨이온전지는 양극과 음극박으로 알루미늄을 사용하므로 강점으로 부각될 것이라 판단한다. 알루미늄박은 고전압에서 쉽게 산화되지 않는 특성도 있어 긍정적이다.

전기차 1 대에 탑재되는 배터리 팩은 평균 500kg 이다. kWh 당 배터리 팩은 4.6kg 이며, 이 중 알루미늄박과 동박은 0.5kg, 0.4kg 로 추정된다. 나트륨 전지에는 동박 0.4kg 대신 알루미늄박이 사용되므로 알루미늄박의 시장 규모는 2 배로 커질 수 있다.

도표 113. 배터리 팩 4.6kg/PACK 중 알루미늄박의 수요는 0.5kg 차지. 나트륨 전지는 1kg의 알루미늄박이 필요하며, 동박은 필요 없음



자료: 유진투자증권

Battery Recycle

전기차 배터리, 재활용 시대 도래

폐배터리 재활용 시장에 관심을 가져야 하는 이유는 다양하다. ① 글로벌 전기차 확산으로 글로벌 전기차 폐배터리 재활용 시장 규모도 2025년부터 연평균 33% 성장해 2040년 574억달러 수준을 기록할 전망이다, ② 배터리의 원재료인 리튬 가격이 2015년 초 대비 16 배 증가하였으며, 니켈, 코발트, 망간, 구리 등의 가격 변동폭이 크게 나타나고 있다. ③ 또한, 리튬, 코발트, 니켈 등의 매장량이 특정 국가 중심으로 집중되어 지역적 리스크에 노출되어 있으며, ④ 폐배터리의 주요 재료들이 자연에 노출될 경우 인간의 건강 및 환경에 유해하다는 점도 재활용/재사용 시장의 성장 요인이다. ⑤ 폐배터리를 재사용할 경우 신품 대비 30~50%의 가격 경쟁력을 가질 수 있으며, ⑥ 이에, 글로벌 주요 국가들이 폐배터리 재활용 정책을 추진하고 있다. 그 중 EU는 활용 비율 의무화 비율을 규정하고 있다. ⑦ 이러한 가운데, 국내외 많은 기업들이 2023년을 기점으로 재활용 공장을 본격 가동할 예정이다.

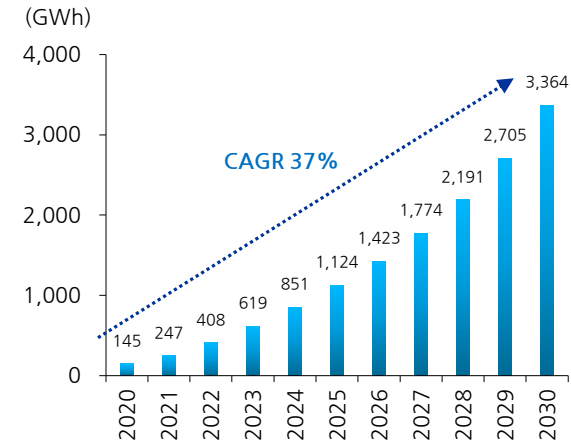
주요 국가들의 폐배터리 산업에 대한 관심이 확대되고 있는 가운데, EU는 폐배터리의 수거 비율을 높이고(현재 수거율 45%를 2025년 65%, 2030년 70%로 상향), 2030년부터 배터리 생산시 주재료의 일정부분에 재활용 원료를 의무적으로 사용(코발트 12%, 납 85%, 리튬 4%, 니켈 4%)하도록 추진하고 있다.

국내에는 자동차 제조업체인 현대기아차그룹의 ESS 사업을 필두로 폐배터리 재사용 시장에 본격적으로 진출하고 있다. 국내 배터리 제조업체 3사는 재사용 및 재활용 사업 진출을 활발히 하고 있으며, 가장 큰 목적은 배터리 원재료 확보로 보인다. 2022년, 성일하이텍, 새빛캠 등의 폐배터리 관련기업이 상장하면서 큰 관심을 받았고 주가 상승을 주도했다. 이 외에도 소재 업체 및 유사 기술을 보유한 다양한 기업의 폐배터리 사업이 활발하게 성장하고 있다.

폐배터리 관련 기업 중 관심 종목

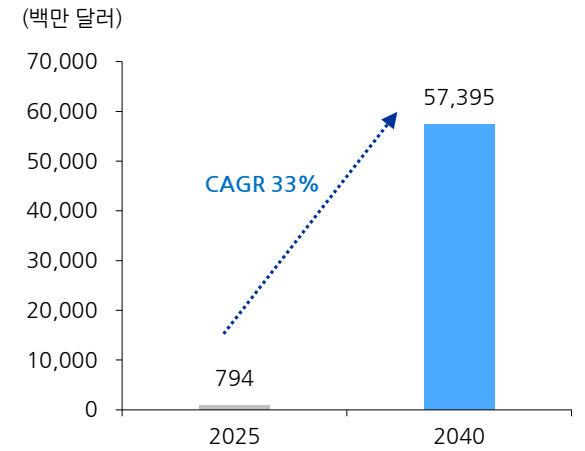
- ① 폐배터리 재사용 및 재활용 전문기업인 **성일하이텍, 새빛캠, 유일에너지테크**(재영텍 지분 보유)
- ② 폐배터리 재사용 및 재활용을 위한 장비 업체인 **하나기술**

도표 114. 글로벌 전기차 배터리 시장 규모 전망



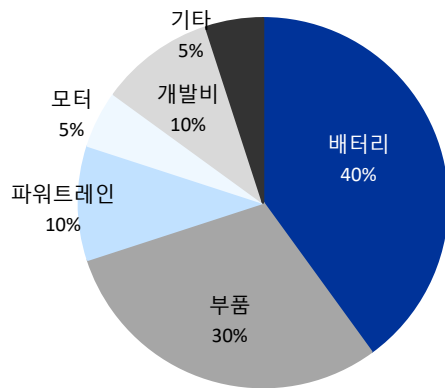
자료: SNE 리서치, 유진투자증권

도표 115. 글로벌 전기차 폐배터리 재활용 시장 규모 전망



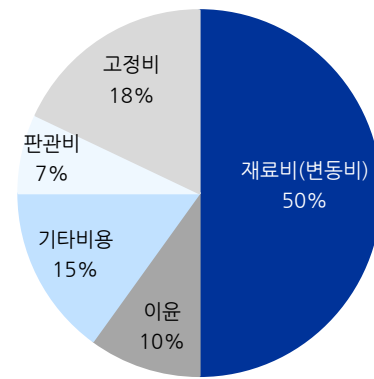
자료: SNE 리서치, 유진투자증권

도표 116. 전기차 내 배터리 비중 높은 수준



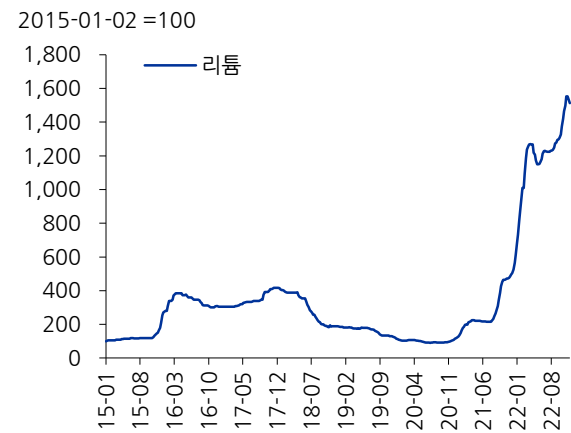
자료: 업계 자료, 유진투자증권

도표 117. 전기차 배터리 내 재료비 비중 높은 수준



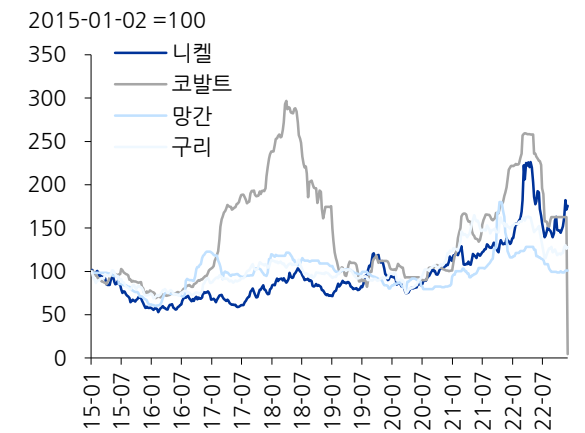
자료: 업계 자료, 유진투자증권

도표 118. 배터리 내 핵심원재료인 리튬가격 추이



자료: 한국광물자원, 유진투자증권

도표 119. 배터리 내 주요 원재료의 추이



자료: 한국광물자원, 유진투자증권

도표 120. Battery Recycle 산업 개념도



자료: 지앤이타임즈, 유진투자증권

도표 121. Battery Recycle Value Chain

	수거 및 검사	재제조	전처리	물질 회수
공정 순서	- 배터리 분리 및 방전 - 지정업체 검사 - 성능검사	- 재제조 - 재사용	- 배터리 방전 - 폐배터리 분해 - 폐배터리 파쇄 - 자력 선별	- 건식 공정 - 습식 공정 - 매립
산출물	- 폐배터리 - 팩 모듈 단위 재사용	- ESS 제조 - 배터리 원료 재활용	양극 활물질	- 니켈 - 망간 - 코발트 - 리튬
주요 해외 기업	- Umicore(벨기에) - Brunp(중국)	- Eaton Energy(영국) - ABB(스위스) - Vattenfall(스웨덴) - Bosch(독일)	- Umicore(벨기에) - Brunp(중국) - GEM(중국)	- Umicore(벨기에) - Brunp(중국) - GEM(중국)
국내 기업	- 인선모터스 - 한국전기재활용협회 - 하나기술(성능검사 장비) - 영일테크(성능평가, 비상장) - NPC (폐배터리팩)	- 피엠티로우(ESS사업, 비상장) - 파워로직스(ESS내 BMS) - 에너트마(ESS사업, 비상장) - 이지트론닉스(ESS내 제품) - 영화테크(ESS 재사용 기술)	- 성일하이텍 - 지엠텍(비상장) - 에코비트프리텍	- 성일하이텍 - 새빛켄 - 재영텍(유일에너지테크 지분) - 타운마이닝컴파니(비상장) - 포스코HY클린메탈(비상장) - 에코프로씨엔지(비상장) - 지엠텍(비상장) - 에너트마(비상장, GS건설) - IS동서 - SK에코플랜트 - 웰크론한텍(추출 장비)

자료: 유진투자증권

폐배터리 관련주

폐배터리 관련 기업 중 관심 종목

- ① 폐배터리 재사용 및 재활용 전문기업인 **성일하이텍**, **새빛캠**, **유일에너지테크**(재영텍 지분 보유)
- ② 폐배터리 재사용 및 재활용을 위한 장비 업체인 **하나기술**

성일하이텍(365340)

현재주가(원) (2023.1.17)	100,200	■ 국내 유일, 폐배터리 스크랩 수집 및 처리하는 리사이클링 전문업체. ■ 하이드로센터 3 공장 투자 확대로 실적의 큰 폭의 성장 전망.
시가총액 (십억원)	1,195	■ 기술 고도화 및 신사업 확대도 긍정적임
2021 년 대비 주가수익률(%)	-1.5	■ 목표 주가 162,000 원, 투자의견 BUY 유지

새빛캠(107600)

현재주가(원) (2023.1.17)	82,000	■ 폐수처리 약품 처리사업에서 폐배터리 리사이클링 사업까지 전방시장 확대
시가총액 (십억원)	398	■ 전구체복합액 리사이클 사업 기반으로 안정적인 성장 전망
2021 년 대비 주가수익률(%)	7.5	■ 신사업 추진 및 해외 진출로 중장기 성장 모멘텀 확보

유일에너지테크(340930)

현재주가(원) (2023.1.17)	16,200	■ 2 차전지 조립공정 중 노칭, 스테킹 장비 주력 생산업체로 파우치형 주 로 생산
시가총액 (십억원)	172	■ 전략적 투자를 통한 폐배터리 리사이클링 사업 진출
2021 년 대비 주가수익률(%)	0.3	■ 2 차전지 전방시장 투자 확대 수혜 ■ 수소연료전지 장비 개발 등 사업 다각화 추진

하나기술(299030)

현재주가(원) (2023.1.17)	56,800	■ 2 차전지 쏠타입, 쏠공정 턴키 공급 유일 기업
시가총액 (십억원)	425	■ 폐배터리 리사이클링 관련 장비 실적 성장 기대
2021 년 대비 주가수익률(%)	5.0	■ 2 차전지 전방시장 수주 확대 수혜 ■ 신사업 지속 추진으로 사업 다각화 지속

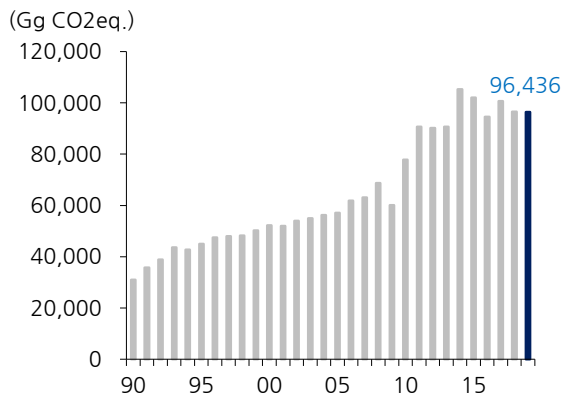
수소환원제철

멀지만 가까워져야 할 미래

산업화 이후 현재까지 배출된 이산화탄소는 지구 기후를 변화시키고 있다. 온실가스는 과거에는 없었던 재난을 만들어내고 생태계 변화를 초래시키고 있다. 온실가스가 불러일으킨 재난들은 국제 사회의 온실가스 감축 논의로 이어졌다. 2015 년 파리협정은 지구 평균 기온 상승을 산업화 이전 대비 1.5 도로 제한하는 노력을 규정했다. 그러나 산업화 이후 우리가 누리고 있는 모든 인프라들은 온실가스 배출을 동반해왔다.

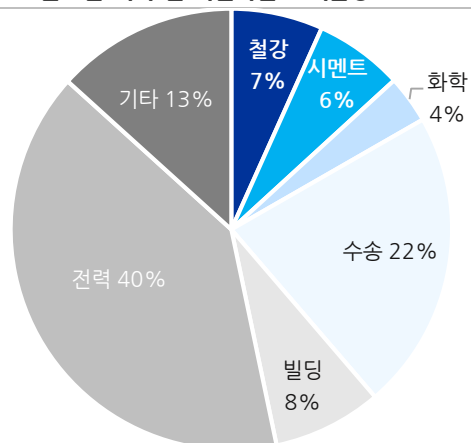
철강산업은 전세계적으로 단일 산업 중 이산화탄소 배출량(7%)이 가장 크다. 따라서 철강산업의 탈탄소화는 글로벌 탄소중립의 핵심 중 하나다. 철강 생산 방식은 매우 에너지 집약적이며 화학 반응의 성분으로 탄소를 이용하기 때문이다. 고로에서는 철의 원료로 철광석(Fe_2O_3)을 넣고, 석탄(3CO)을 철의 환원(산소를 떼내는 것)제이자 열원으로 사용하여 고온에서 쇳물(2Fe)을 뽑아낸다. 그러므로 석탄이 고로 생산방식의 핵심이다. 따라서 제철 공정의 탈탄소화는 석탄을 다른 성분으로 대체하는 것에서 시작한다.

도표 122. 국내 철강 온실가스 배출량



자료: 환경부, 유진투자증권

도표 123. 글로벌 섹터 별 이산화탄소 배출량



자료: IEA, 유진투자증권

수소환원제철은 기존 철강 생산 방식에서 이산화탄소 배출을 야기하는 석탄, 천연가스 등 탄소계 환원제 대신 수소를 사용하여 근본적으로 이산화탄소 배출량을 0으로 만드는 공정기술이다. 즉, 철광석에 포함된 산소를 수소로 환원시킨 뒤 만들어진 직접환원철을 전기로에서 용융시켜야 한다.

이론적으로 수소를 환원시키는 과정에서 이산화탄소가 아닌 물이 나오고, 철을 녹이는 과정에서 친환경적으로 생산한 전력을 사용하게 되면 강철을 생산하면서도 탄소를 배출하지 않을 수 있다. 수소환원 반응에 대한 연구들은 많다. 그러나 실질적으로 상업 생산이 되지 않고 있는 이유는 수소 인프라의 부족, 막대한 투자 및 수소 가격의 하향 안정화가 필요하기 때문이다.

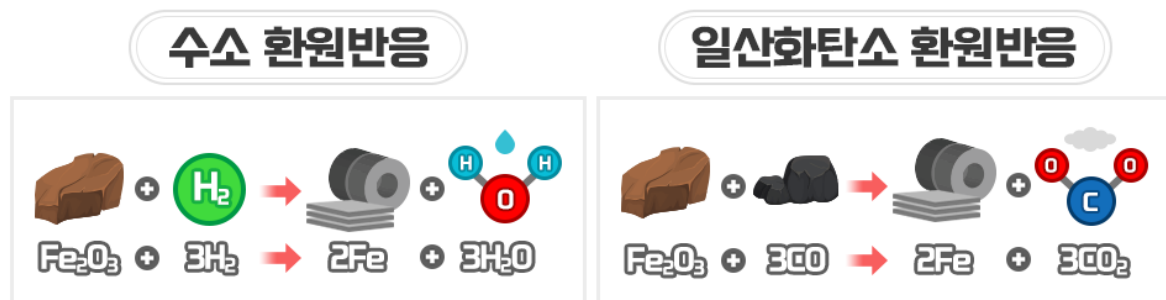
석탄은 발열 반응을 일으키나 수소는 흡열반응을 하기 때문에 열 보상이 필요한데 이 때 필요로 하는 전력의 규모가 커진다. 또한 기존 고로에서 생산하는 강철은 탄소가 함유되어 있으나 수소환원 반응으로 생산한 강철에는 탄소가 이론적으로 없기 때문에 탄소를 추가해야하는 공정이 추가적으로 필요하다. 이처럼 현재 있는 고로를 폐쇄하고 수소환원 설비를 짓는 것도 막대한 투자를 요구하기에 아직까지 상업 생산하고 있는 철강사가 없는 실정이다. 또한 현재 수소 가격이 석탄 대비 매우 높은 수준이라 상업 생산이 어렵다.

도표 124. 조강 생산 방식

제법	원료	조강 생산 방식
고로-전로 (BF-BOF)	철광석, 석탄	1) 철광석을 소결공정을 통해 덩어리로 만들고, 석탄을 구워 코크스로 만들 2) 고로에 철광석과 코크스를 투입하고 열풍을 주입해 쇳물 생산 3) 전로에 고로에서 만들어진 쇳물에 산소를 불어넣어 불순물 없애며 강(Steel)의 품질 조정
철스크랩-전기로 (Scrap-EAF)	고철 (철스크랩)	1) 고철(철스크랩)을 전기 아크(Arc)열로 녹여 쇳물 생산 2) 정련로에 쇳물을 넣어 불순물을 제거하거나 필요 성분을 주입하는 등 강의 품질 조정
직접환원철-전기로 (DRI-EAF)	직접환원철	* 직접환원철은 철광석을 천연가스 등 외부에너지를 이용해 철의 녹는 점 이하에서 고체 상태로 환원한 것 1) 직접환원철을 전기 아크열로 녹여 쇳물 생산 2) 정련로에 쇳물을 넣어 불순물을 제거하거나 필요 성분을 주입하는 등 강의 품질 조정
용융환원제철법 (Smelting Reduction)	철광석, 석탄	1) 철광석을 유동로에서 미리 환원시킴 2) 용융로에서 석탄을 투입하여 열을 발생시켜 쇳물을 생산

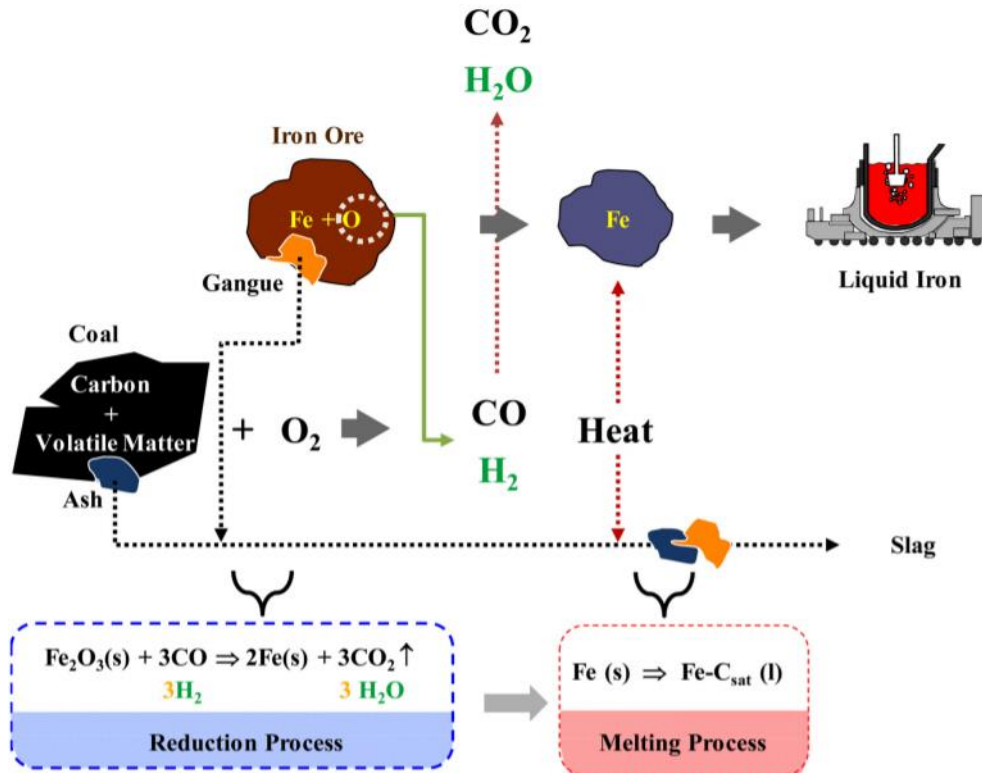
자료: 산업연구원(2022) "철강산업의 탄소중립추진 전략과 정책과제", IEA, 유진투자증권

도표 125. 수소환원제철과 일반 고로 환원 반응 차이



자료: POSCO, 유진투자증권

도표 126. 수소환원제철 공정 구조: DRI 제조 후 전기로로 용융과정 거쳐 강철 생산



자료: 이상호, 이운재 외(2021) "수소 기반 환원 제철 공정과 전환 기술", 대한금속재료학회지

앞서 살펴본 바와 같이 수소환원제철이 자리잡기 위해서는 수소와 그린 전력을 안정적으로 공급하는 인프라가 필요하다. 따라서 국가의 대규모 지원이 필요하다. EU/일본은 2000년대 초반부터 철강사들의 R&D를 지원했으며 데모플랜트 건설 및 시생산까지 이루어지고 있는 상황이다. 한국은 상대적으로 정부가 지원하는 수소환원제철 R&D 시작 시점(2017년)이 늦은 편이었다.

그럼에도 불구하고 한국 업체들은 직접 나서서 수소 밸류체인을 확보하고 있다. POSCO 홀딩스는 2020년부터 수소사업화 전략을 펴고 있다. 계열사인 포스코인터내셔널을 통해 직접 수소를 생산하고 포스코건설과 협업을 통해 수소를 운송, 저장하고자 하는 계획을 공개했다. 이처럼 포스코는 직접 수소 생산-운송/저장-활용 밸류체인 구축을 통해 수소환원제철을 달성하고자 한다.

POSCO 홀딩스가 수소 사업에 뛰어든 이유는 그룹의 핵심 사업인 철강 생산이 모두 고로 방식으로 이루어져 있기 때문이다. 한편, 글로벌 탄소 중립을 위해서는 전력 자체도 친환경적으로 생산해야 하기 때문에 앞으로 에너지로서의 수소 수요는 늘어날 것이다. POSCO 홀딩스는 이미 철강 제조 공정에서 발생하는 부생가스를 통해 연간 7 천톤의 수소를 생산하고 있다. 포스코인터내셔널에서는 이미 에너지 트레이딩과 개발 경험이 있고, 포스코에너지는 LNG 복합발전을 운전하고 있으며 LNG 터미널, 연료전지 등 사업을 영위하고 있다. 따라서 그룹사 전체적으로 수소 역량이 추가된다면 다른 업체들과는 다른 차원의 경쟁력을 확보할 수 있다.

도표 127. POSCO 홀딩스 국내 철강 탄소중립 투자 중: 2030년까지 2조원



자료: POSCO 홀딩스, 유진투자증권

도표 128. 2020년 12월 발표된 POSCO 홀딩스 수소 사업 계획

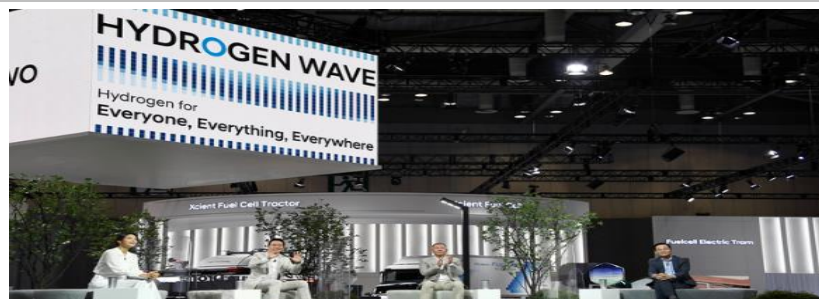
수소생산	단계적 생산확대를 통한 그린수소 200만톤 체제('40년)	
	부생수소	부생수소 7만톤 생산('25년)
	블루수소	해외 도입으로 블루수소 '30년까지 50만톤 확보
	그린수소	호주, 중동 등 그린수소 생산 사업 개발 통해 '40년까지 그린수소
수소판매	초기 수요기반 및 대규모 안정적 수요 창출	
	수소환원제철	석탄 대신 수소 사용, CO ₂ Free 철강생산
	수소발전	30년 이후 상용화, 상용화 이전에는 가스터빈에 수소혼소
	수소모빌리티	부생수소 활용 충전소 운영
그룹사 진출	그룹사 수소사업역량 통한 시너지	
	인터내셔널	해외 블루/그린수소 프로젝트 개발 및 수소 트레이딩
	에너지	수소 인수터미널 구축 및 수소 터빈 발전 전환
	건설	국내 수소도시 및 EPC 사업 참여
	RIST	암모니아 수소추출 설비, 암모니아 및 수소 연소기술 등 기술 개발 및 확보

자료: POSCO 홀딩스, 유진투자증권

현대제철도 마찬가지로 그룹사의 수소 전략에 맞추어 탈탄소화를 계획하고 있다. 핵심 계열사인 현대차그룹은 2021 년 Hydrogen Wave 를 발표하며 2040 년까지 수소 에너지 기반의 산업, 사회 전환을 목표로했다. 이를 달성하기 위해 상용차에 수소연료전지를 적용하며, 자동차 이외의 모빌리티, 에너지 솔루션 등을 사업 포트폴리오에 추가한다는 내용이다.

현대제철은 현재 제철소 내에서 부생가스로 3,500 톤 규모의 수소를 생산하고 있다. 또한 현대제철은 한국에너지기술연구원과 CCUS, 수소생산 및 에너지 효율 향상 기술 협력을 위한 MOU 를 체결하는 한편, 연료전지에 필요한 금속분리판을 생산하고 있다. 현대제철은 수소환원제철을 2050 년까지 달성하겠다고 발표한 상황이다. 그러나 투자 규모나 구체적인 수소 조달 방법 등은 아직까지 발표하지 않은 상황이며 올해 상반기 내에 수소환원제철 관련 세부 내용 발표가 기대되는 상황이다.

도표 129. 현대자동차그룹의 Hydrogen Wave 발표(2021.9)



자료: 현대자동차그룹, 유진투자증권

도표 130. 현대자동차그룹 계열사 수소 프로젝트 현황

협력처	프로젝트 내용
현대모비스	세계 최대 규모 수소전기차 핵심부품 생산단지를 구축, 수소연료전지 모듈 생산(충주공장)
현대제철	부생가스를 활용한 수소 생산, 수소전기차용 금속분리판 공장 가동(당진제철소)
현대로템	수소리포머 공장 설립 및 생산(의왕연구소), 수소 충전설비 공급 사업 시작, 수소연료전지 철도차량 공동 개발
현대엔지니어링	폐플라스틱 자원화를 통한 수소 생산, 암모니아 활용 수소 생산, 이산화탄소 자원화
현대글로벌비스	수송용 부생수소 운송, 수소출하센터와 수소 충전소 확대, 액화수소 저장, 운송사업

자료: 현대자동차그룹, 유진투자증권

도표 131. 현대제철의 수소환원설비와 新전기로 구상



자료: 현대제철, 유진투자증권

누가 빨리, 저렴하게 생산할 수 있을까?

수소환원제철 기술로 상업생산 하는 것까지 아직은 시차가 존재한다. 글로벌 Top 10 기업들은 2030년까지 상업생산을 목표로 기술 개발 및 파일럿 스터디에 박차를 가하고 있다. 이제 수소환원제철은 시간의 문제다. 수요단에서는 이미 저탄소 철강재에 대한 수요가 높다.

기술의 선점도 중요하지만, 결국 수소환원제철이 상용화되었을 때 생산 비용이 낮은 업체들이 점유율 측면에서 유리한 국면을 맞이할 수 밖에 없다. 왜냐하면 현재 기준으로 수소환원제철 공정으로 철강을 생산하게 되면 현재 공정 대비 4 배 이상의 비용이 증가하기 때문이다. 앞으로는 글로벌 철강사들을 파악할 때 어느정도 수준의 수소환원제철에 대한 투자가 이뤄지고 있는지를 보조 지표 삼아 함께 살펴봐야 한다.

수소환원제철로 조강 1 톤 생산 시 수소가 72kg 가 필요하고, 기존 고로 공정으로 조강 1 톤 생산 시 석탄은 0.6 톤이 필요하다. 석탄을 톤당 200\$, 원달러 환율을 1,200 원으로 가정했을 때 기존 고로 공정은 철광석 제외 원재료 비용이 14.4 만원이 들게 된다. 그러나 수소는 2023년 1월 현재 kg당 9,000 원 수준이기 때문에 64.8 만원이 든다.

앞서 살핀 바와 같이 한국 철강사들은 계열사의 적극적인 수소 밸류체인 확보가 상대적인 강점이다. 현정부는 청정수소생태계 조성 방안을 구축하여 수소 업스트림에 대해 진입하기 시작했다. POSCO 홀딩스의 적극적인 수소 밸류체인 확보, 현대그룹의 적극적 수소 투자로 인한 현대제철의 수소환원제철 관련 구체적인 발표 등이 2023년에 기대된다.

POSCO 홀딩스(005490)

현재주가(원) (2023.1.17)	305,500	■ POSCO 홀딩스는 2020년 그룹사 수소 사업화를 발표했으며, 2022년 수소환원제철(HyREX) 데모플랜트 설계에 착수함
시가총액 (십억원)	25,836	■ 에너지 개발/트레이딩을 하는 인터내셔널, 발전소 및 플랜트를 운영하는 에너지 등 계열사 시너지 기대
2021년 대비 주가수익률(%)	10.5	■ 유럽의 샤프트 환원 방식보다 더욱 원가가 저렴할 수 있는 유동환원으로 설계 중

현대제철(004020)

현재주가(원) (2023.1.17)	34,750	■ 현대제철 또한 핵심 계열사인 현대자동차그룹의 2021년 Hydrogen Wave의 일환으로 수소 생산 및 활용 시너지가 기대됨
시가총액 (십억원)	4,637	■ 아직까지 구체적 투자 방안이나 방식을 공개하지 않았으나 올해 상반기 중 수소환원제철 관련 발표 모멘텀이 있는 상황
2021년 대비 주가수익률(%)	13.6	■ 오랜 전기로 조업 기반으로 고로사들 대비 용융 전기로 측면에서는 유리한 고지를 선점할 가능성도 존재

Compliance Notice

당사는 자료 작성일 기준으로 지난 3개월 간 해당종목에 대해서 유가증권 발행에 참여한 적이 없습니다

당사는 본 자료 발간일을 기준으로 해당종목의 주식을 1% 이상 보유하고 있지 않습니다

당사는 동 자료를 기관투자가 또는 제 3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다

조사분석담당자는 자료작성일 현재 동 종목과 관련하여 재산적 이해관계가 없습니다

동 자료에 게재된 내용들은 조사분석담당자 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 작성되었음을 확인합니다

동 자료는 당사의 제작물로서 모든 저작권은 당사에 있습니다

동 자료는 당사의 동의 없이 어떠한 경우에도 어떠한 형태로든 복제, 배포, 전송, 변형, 대여할 수 없습니다

동 자료에 수록된 내용은 당사 리서치센터가 신뢰할 만한 자료 및 정보로부터 얻어진 것이나, 당사는 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없습니다. 따라서 어떠한 경우에

동 자료는 고객의 주식투자의 결과에 대한 법적 책임소재에 대한 증빙자료로 사용될 수 없습니다

투자기간 및 투자등급/투자의견 비율

종목추천 및 업종추천 투자기간: 12개월 (추천기준일 종가대비 추천종목의 예상 목표수익률을 의미함)

당사 투자의견 비율(%)

· STRONG BUY(매수)	추천기준일 종가대비 +50%이상	0%
· BUY(매수)	추천기준일 종가대비 +15%이상 ~ +50%미만	94%
· HOLD(중립)	추천기준일 종가대비 -10%이상 ~ +15%미만	5%
· REDUCE(매도)	추천기준일 종가대비 -10%미만	1%

(2022.12.31 기준)