우주·방위산업

Sector Issue Brief 2025.12. 19

SpaceX가 불러올 패러다임의 변화, 우주 데이터센터의 실현 가능성

Check Point

- 기술적, 현실적으로 단기에 어려움
- 스타링크 위성이 불러올 패러다임의 변화
- 단기 국방용 위성, 발사체 수요가 더 클 것,

| Analyst **최정환** CFA | jhchoi@ls-sec.co.kr

기술적, 현실적으로 단기에 대규모 우주 데이터센터 구축은 어려움

우주 데이터센터가 경제적이라는 논리는 지상 데이터센터를 운영하기 위한 전력비용 때문. kWh 63원 가정, 40MW급 데이터센터를 연간 운영하기 위해서는 GPU 전력비용으로만 연간 약 220억원이 발생, 10년이면 2,200억원(기타 필요 전력 제외). 현재 팰콘 헤비의 경우 페이로드 22t, 공식적인 발사 비용은 6,900만달러, 원화로 약 960억원(3,130$/kg)이며 스타십의 목표는 페이로드 100t, 발사 비용 1,000만달러, 원화로 약 140억원(100$/kg)

때문에 스타십이 실제로 목표했던 발사비용을 구현하고 10년 이상 우주 데이터센터를 유지한다고 가정 했을 시 대략적인 우주 데이터센터 구축비용은 지상 데이터센터 전력비용보다 낮아질 수 있음. 다만 스타클라우드에서 발간한 White Paper 내 경제성 분석에는 운영에 필요한 더 많은 변수들이 고려돼야 한다고 판단, 현 시점 기술적으로 우주 내 연산 환경을 소규모로 구현할 수는 있으나 지상 데이터센터 규모를 우주에서 구현하기 위해서는 더 많은 시행착오, 기술혁신이 필요

스타링크 위성이 불러올 통신 인프라에서의 패러다임 변화

스타링크는 단순 통신 서비스 사업에서 그치질 않을 것이라 전망. 스타링크 위성은 SpaceX가 구상하고 있는 우주사업의 첫걸음이며 우주에 철도망을 구축하는 것과 동일. 스타링크 위성은 우주 인프라를 선점하는 효과가 있으며 타 기업이 향후 우주 영역 내 사업을 구상할 시 어떤 형태로든 SpaceX가 수혜를 받을 수 밖에 없는 구조

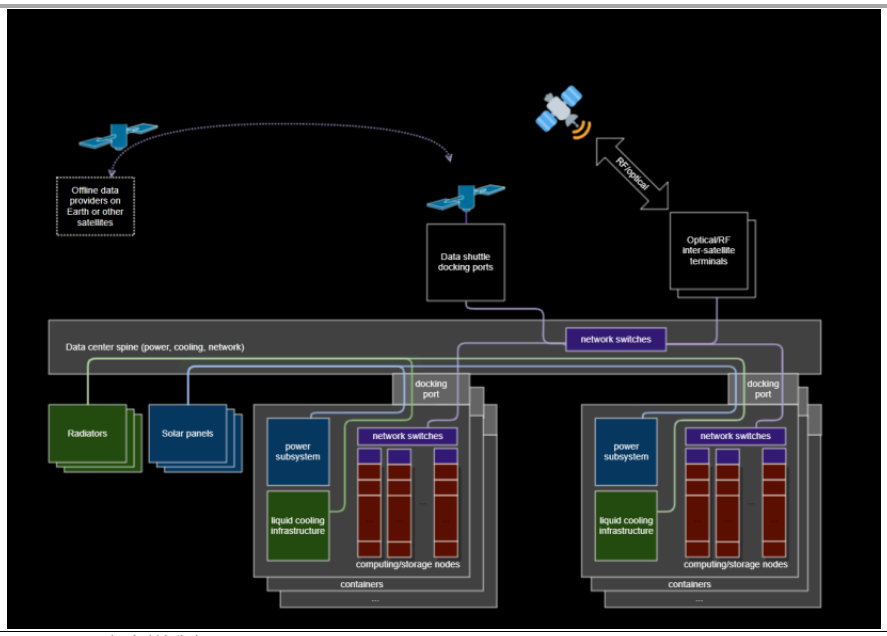
단기적으로는 국방용 위성, 발사체 수요가 더 클 것

앞으로 개화할 우주산업에서 SpaceX는 분명 시장을 과점하게 될 것임. 다만 非 SpaceX라고 부를 수 있는 틈새 시장에서 아직 우주 관련 기업들이 기회를 찾을 수 있다고 판단. SpaceX의 사업 본체가 단순 위성통신 서비스가 아닌, 앞으로 완성될 우주 인프라라는 점을 고려했을 때 독자적인 우주 인프라 구축을 원하는 국가 또는 기업의 수요는 향후 지속될 것이라 판단. 때문에 국내 우주산업 투자 시 **1) 직접적으로 위성, 발사체, 지상체를 재화나 서비스로 판매하거나 2) Space X 공급망 내 속해 있거나 3) 우주산업을 통해 간접적으로 성장할 수 있는 기업이 투자 대상이 될 수 있음.** 독자적인 우주 인프라 구축에는 방위산업이 대표적, 국방용으로는 관측위성, 통신위성 모두 수요가 증가할 것이라 전망. 관측 위성의 경우 극초음속미사일 등 위협으로부터 실시간 감시, 데이터 수집을 위한 수요가, 통신위성의 경우 ISL에 기반한 통신 중추망 구축 그리고 전장환경 실시간 학습 및 추론을 위한 수요가 증가할 것

미국에서는 이미 합동전영역지휘통제(JADC2) 구현을 위해 우주영역을 작전 범위 내 포함시켰으며 Palantir 및 스타링크는 미국 육해공군, 국가정찰국, 우주군으로부터 관련 수주를 받은 바 있음. 미래 전장에서는 유무인복합체계 운용 및 AI 지휘통제모델을 활용하는 사례가 증가할 것이며 이를 위해서는 수 많은 저궤도 위성이 필수적. 실시간으로 변화하는 전장 환경에 대한 데이터 수집, 연산을 저궤도 위성이 수행할 것이라 전망

우주 데이터센터: 발사 비용 감소에 따른 우주 개발 방정식의 전환

그림1 Starcloud 가 구상한 우주 데이터센터 아키텍쳐



자료: Starcloud, LS증권 리서치센터

표1 Starcloud 우주 데이터센터 운영 비용 산정 내역

Cost Item	Terrestrial	Space
Energy(10 years)	$140m @ $0.04 per kWh	$2m cost of solar array
Launch	None	$5m(single launch)
Cooling	$7m @ 5% of overall power usage	More efficient
Water usage	1.7m tons @ 0.5LkWh[10]	Not required
Enclousre	Approximately equivalent cost	
Backup power supply	$20m(commerical equipment pricing)	Not required
All other Data center hardware	Approximately equivalent cost	
Radiation shielding	Not Required	$1.2m
Cost Balance	$167m	$8.2m

자료: Starcloud, LS증권 리서치센터

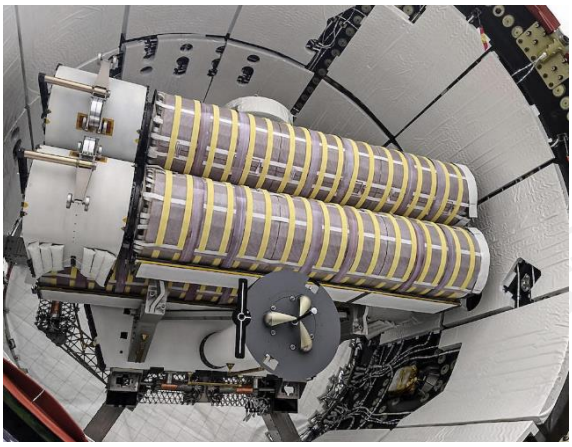
기존 우주개발에서는 발사 비용의 문제로 태양광 패널, 방열판 등 자재를 선택할 때 기준은 가격이 아닌 얼마나 오래 쓸 수 있는지 였음. 하지만 만약 발사 비용이 무시해도 될 만큼 낮아지게 된다면, 자재들에 대한 선택의 기준이 사용기간이 아닌 가격으로 변하기 때문에 우주산업에서 패러다임 변화가 발생

스타클라우드에서 제시한 계산식은 소모성으로 지출되는 태양광 패널, 방열판, 이를 교체하기 위해 추가적으로 필요한 발사 비용, 방사선에 의한 GPU 오류 가능성이 고려되지 않은 수치, 실제 정확한 운영 비용 산정을 위해서는 실증이 필요하다고 판단

1. 태양광 패널, 냉각 구조: 소모성으로 활용할 수 있는 저렴한 소재 활용

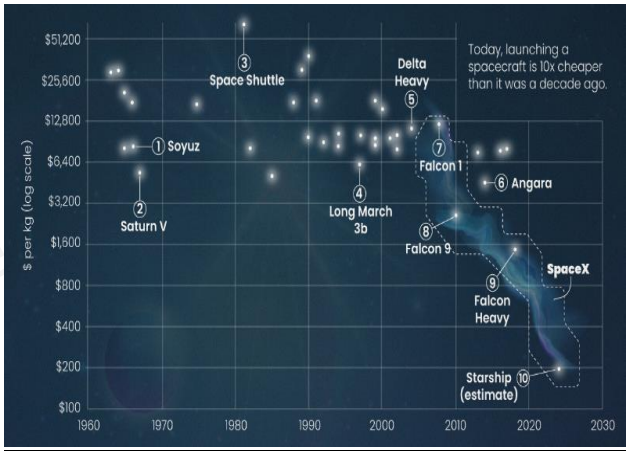
발사체 비용(핵심): 스타십 목표 페이로드는 100t, 발사 비용은 공식적으로 문서화 되지는 않았으나 최종 목표는 1,000만달러(약 140억원, 100$/kg)로 알려져 있음. 팰콘 헤비 기준으로는(3,130$/kg) 1/10 이상 감소한 수치

그림2 **롤러블 태양광 패널(iROSA) 모습**



자료: SpaceX, LS증권 리서치센터

그림3 **발사체 발사 비용 추이 및 전망**



자료: Visual Capitalist, LS증권 리서치센터

크기: 현재 ISS(국제우주정거장) 총 발전용량은 약 250kW, 태양광 패널 총 면적 3,380m², 방열판 총 면적 1,560m². 40MW급 데이터센터 운영 시 태양광 패널(실리콘) 총 면적 163,280 m²(축구장 22개)[1], 방열판 총 면적 35,300m²(축구장 5개)[2] 필요. 실리콘 보다 발전 효율이 좋은 소재를 저렴하게 양산할 수 있다면 태양광 패널은 면적 축소 가능(면적은 효율에 반비례)

무게: NVDIA GB200 NVL72 기준 300개 랙 사용 시 랙 무게만 450t, 태양광 패널 및 방열판 무게를 3kg/m² 로 가정하면 태양광 패널 약 490t, 방열판 106t이 산출되며 GPU랙, 태양광 패널, 방열판만을 합치면 1,045t 도출(데이터센터 모듈 자체 무게 제외, 방사선 차폐막, 태양광 패널 및 방열판 신규 소재개발, 기타 장비로 증감 가능). 100t당 140억원 가정 시 발사에 총 1,400억원 필요(지상 데이터센터 10년 운영 시 전력비용 2,200억원)

형태: 태양광 패널의 경우 부피를 줄이면서도 저렴하게 생산할 수 있는 롤러블 태양전지 패널, 롤러블 방열판이 필요할 것으로 예상. 롤러블 형태가 필요한 이유는 스타십 페이로드가 100t으로 증가한다고 해도 탑재 가능한 부피 한계가 있기 때문. 롤러블 태양광 패널의 경우 ISS에 Redwire가 개발한 iROSA가 21년부터 총 면적 880m² 규모로 실제 적용된 바 있음

1 태양상수: 1,361W/ m², 태양전지효율 20%, 손실율 15% 가정
2 슈테판-볼츠만 법칙, 방사율 및 방열판 효율 0.9 적용, 방열판 전체 면적 온도는 60 도로 유지된다고 가정

태양광 패널 소재: 현존하는 위성 그리고 ISS(국제우주정거장)는 대부분 다층 화합물 반도체를 쌓아 태양광 패널을 구성하지만 경제적 이유로 지상에서 활용하는 실리콘계 태양광 패널이 사용될 것이라고 전망. 스타십 발사 비용이 실제 1,000만달러까지 내려갈 시 태양광 패널을 주기적으로 교체하는 것이 더 경제적

냉각: 우주는 열을 전달할 수 있는 매개체가 없어 방열판을 통한 냉각이 필요. 모든 물체는 특정 전자기파 형태로 에너지를 발산하고 있는데 우리 몸 또한 적외선 형태로 에너지를 방출하고 있으며 열화상 카메라가 이 전자기파를 포착하는 장치. 온도가 올라가면 가시광선으로 에너지가 방출되는데, ISS 방열판이 빛나고 있는 이유도 여기에 있음

위에서 언급한 바 와 같이 발사체 탑재 가능한 부피의 한계로 롤러블 형태의 초박막 방열판이 필요하며 냉매를 원활하게 방열판 끝까지 이동시킬 수 있는 구조도 개발이 필요. 결론적으로, 지상 데이터센터 냉각방식이랑 다른 점은 열을 가시광선 형태로 방출함으로써 냉매 냉각 시 별도 전력이 필요하지 않다는 점임

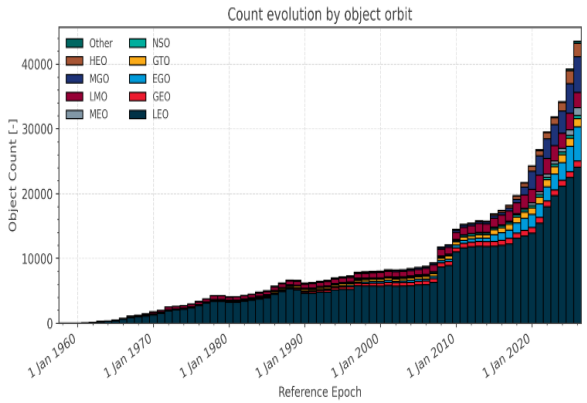
LS증권 리서치센터

2. 발사 및 조립 비용: 소모성 재료 활용에 따라 예상보다 더 클 수 있다

대규모 우주 데이터센터의 핵심은 '소모성'이며 최초 데이터센터 구조물을 올렸다고 해서 끝나는 것이 아닌 태양광 패널, 방열판 등을 주기적으로 교체해야 하기 때문에 발사 비용은 추정치보다 클 수 있음. 저궤도에 위치해 거대한 태양광 패널 및 방열판은 우주파편에 지속 노출 될 수 밖에 없는 환경

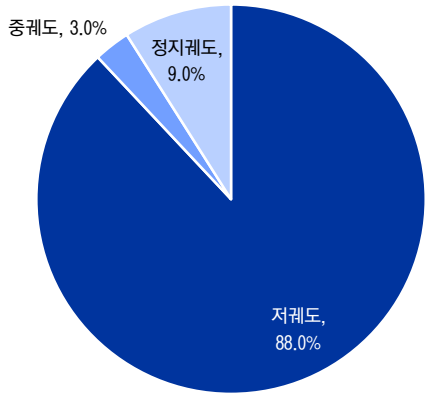
조립도 문제인데, 21년 ISS에 롤러블 태양광 패널(iROSA)을 추가 설치 할 당시 우주 비행사가 직접 ISS본체와 패널을 전기커넥터로 연결함. 소모성으로 계속해서 패널이나 방열판을 교체하기 위해서는 우주 공간 내 정교한 작업을 수행할 수 있는 로봇이 필수적

그림4 궤도별 우주 잔해 수 추이



자료: Space Debris, LS증권 리서치센터

그림5 지구 궤도 별 위성 분포 비중



자료: LS증권 리서치센터

3. 궤도적 특성: 추가돼야 할 변수

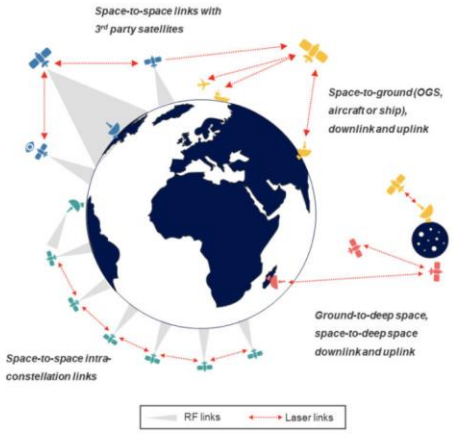
저궤도: 정지궤도에 우주 데이터센터를 배치하게 되면 방사선에 의한 오류(비트플립)가 극심해지는데, 이를 방지하기 위해 납으로 구성된 차폐막을 활용할 시 경제성 확보가 불가능해짐. 때문에 밴 앨런대 밑 저궤도에 배치할 수 밖에 없는데, 저궤도에 배치하게 되면 거대한 구조물 특성 상 소형 위성에 비해 더 큰 대기저항을 받게 되며 이에 따라 지속적으로 고도가 낮아지는 현상 발생. 때문에 고도를 유지하기 위한 추진체가 필요

스타링크 위성이 불러올 통신 인프라에서의 패러다임 변화

스타링크는 단순 통신 서비스 사업에서 그치질 않을 것이라 전망. 스타링크 위성은 Space X가 구상하고 있는 우주사업의 첫걸음이며 우주에 철도망을 구축하는 것과 동일. 스타링크 위성은 우주 인프라를 선점하는 효과가 있으며 타 기업이 향후 우주 영역 내 사업을 구상할 시 어떤 형태로든 SpaceX가 수혜를 받을 수 밖에 없는 구조

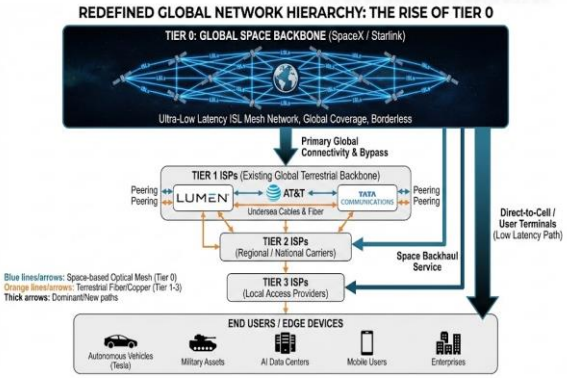
전통적 통신사 관점에서 보면 현재 ISP(통신사)는 총 3계층으로 나눠지며 1계층은 AT&T, Verizon 2계층은 SKT, LGU+, KT 등 지역 사업자로 구분됨. 현재 통신망은 해저 케이블이 중추망을 구성하고 있으나 스타링크는 ISL(위성간레이저통신)에 기반해 우주로 중추망을 옮겨 기간통신사업의 판도를 뒤집음. 각 국가 통신 주파수의 경우 정부가 권리를 가지고 있어 독립적으로 기간통신사업 영위는 불가능해 현지 통신사와 파트너십을 통해 글로벌 서비스를 제공 중

그림6 ISL(위성간레이저통신) 구조



자료: APSCC, LS증권 리서치센터

그림7 스타링크가 불러올 통신계층의 변화



자료: LS증권 리서치센터

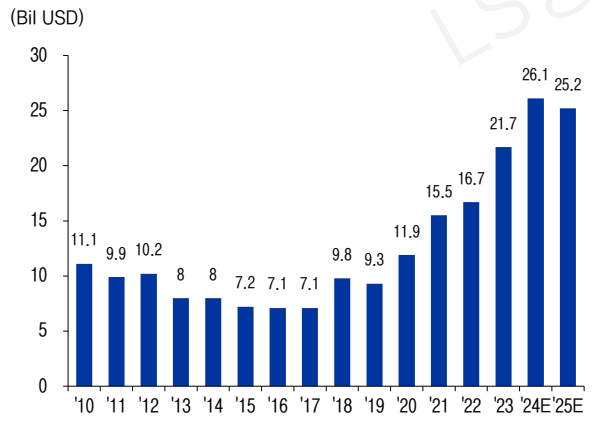
스타링크 V1.5 위성부터는 ISL(위성간레이저통신) 기능이 탑재돼 있으며 7,000대 이상이 저궤도에서 이미 중추망 역할을 수행 중. Space X 입장에서 최근 이슈화된 우주 데이터센터는 기간통신사업자 관점에서 보면 CP사가 제공하는 콘텐츠가 증가한 것과 동일한 효과, 즉 B2B 관점에서 잠재적 매출처가 증가 할 수 있다는 의미. 아직까지는 스타링크 위성 인프라를 통해 B2C 매출이 주로 발생하고 있으나 향후 우주 관련 사업이 본격적으로 개화할 시 B2B 매출 또한 증가할 수 있는 구조

단기적으로는 국방용 위성, 발사체 수요가 더 클 것

앞으로 개화할 우주산업에서 SpaceX는 분명 시장을 과점하게 될 것임. 다만 非 Space X라고 부를 수 있는 틈새 시장에서 아직 우주 관련 기업들이 기회를 찾을 수 있다고 판단. SpaceX의 사업 본체가 단순 위성통신 서비스가 아닌, 앞으로 완성될 우주 인프라라는 점을 고려했을 때 독자적인 우주 인프라 구축을 원하는 국가 또는 기업의 수요는 향후 지속될 것이라 판단

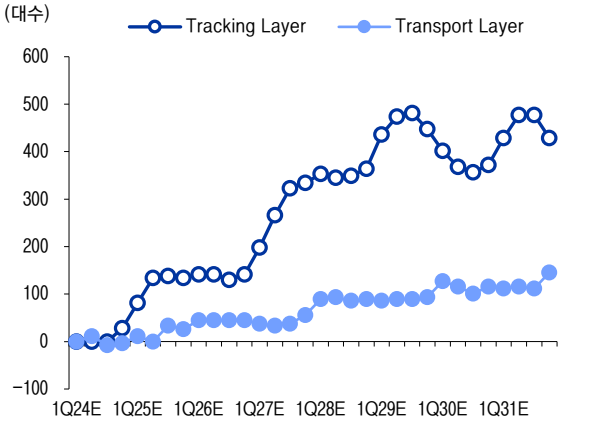
때문에 국내 우주산업 투자 시 1) **직접적으로 위성, 발사체, 지상체를 재화나 서비스로 판매하거나 2) Space X 공급망 내 속해 있거나 3) 우주산업을 통해 간접적으로 성장할 수 있는 기업**이 투자 대상이 될 수 있음

그림8 **미국 국방부 우주 예산 추이**



자료: Department of Defense, LS증권 리서치센터

그림9 **미국 PWSA 레이어별 위성 대수 추이**



자료: Space Development Agency, LS증권 리서치센터

독자적인 우주 인프라 구축에는 방위산업이 대표적, 국방용으로는 관측위성, 통신위성 모두 수요가 증가할 것이라 전망. 관측 위성의 경우 극초음속미사일 등 위협으로부터 실시간 감시, 데이터 수집을 위한 수요가, 통신위성의 경우 ISL에 기반한 통신 중추망 그리고 전장환경 실시간 학습 및 추론을 위한 수요가 증가할 것

미국에서는 이미 합동전영역지휘통제(JADC2) 구현을 위해 우주영역을 작전 범위 내 포함시켰으며 Palantir 및 스타링크는 미국 육해공군, 국가정찰국, 우주군으로부터 관련 수주를 받은 바 있음. 미래 전장에서는 유무인복합체계 운용 및 AI 지휘통제모델을 활용하는 사례가 증가할 것이며 이를 위해서는 수 많은 저궤도 위성이 필수적. 실시간으로 변화하는 전장 환경에 대한 데이터 수집, 연산을 저궤도 위성이 수행할 것이라 전망

현재 국내 방위산업체들은 지상방산에 기반해 견고한 실적을 시현하고 있으며 앞으로 개화할 항공우주 산업에서 간접적인 수혜를 누릴 수 있게 될 것. 위성의 방산물자로서 전략적 가치가 증가하게 된다면 지상방산+항공우주 패키지 공급 역량 가치 또한 함께 높아지게 될 것이라 전망

LS증권 리서치센터

ompliance Notice

본 자료에 기재된 내용들은 작성자 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 작성되었음을 확인합니다(작성자: 최정환).

본 자료는 고객의 증권투자를 돕기 위한 정보제공을 목적으로 제작되었습니다. 본 자료에 수록된 내용은 당사 리서치본부가 신뢰할 만한 자료 및 정보를 바탕으로 작성한 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 참고자료로만 활용하시기 바라며 유가증권 투자 시 투자자 자신의 판단과 책임하에 최종결정을 하시기 바랍니다.
따라서 본 자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.

본 자료는 당사의 저작물로서 모든 저작권은 당사에게 있으며 어떠한 경우에도 당사의 동의 없이 복제, 배포, 전송, 변형될 수 없습니다.

_ 동 자료는 제공시점 현재 기관투자가 또는 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.

_ 동 자료의 추천종목은 전일 기준 현재당사에서 1% 이상 보유하고 있지 않습니다..

_ 동 자료의 추천종목은 전일 기준 현재 당사의 조사분석 담당자 및 그 배우자 등 관련자가 보유하고 있지 않습니다.

_ 동 자료의 추천종목에 해당하는 회사는 당사와 계열회사 관계에 있지 않습니다.

투자등급 및 적용 기준

구분	투자등급 guide line (투자기간 6~12 개월)	투자등급	적용기준 (향후 12 개월)	투자의견 비율	비고
Sector (업종)	시가총액 대비 업종 비중 기준 투자등급 3 단계	Overweight (비중확대) Neutral (중립) Underweight (비중축소)			
Company (기업)	절대수익률 기준 투자등급 3 단계	Buy (매수) Hold (보유) Sell (매도)	+15% 이상 기대 -15% ~ +15% 기대 -15% 이하 기대	89.4 % 10.6 %	2018 년 10 월 25 일부터 당사 투자등급 적용기준이 기존 ±15%로 변경
		합계		100.0%	투자의견 비율은 2024. 10. 1 ~ 2025. 9. 30 당사 리서치센터의 의견공표 종목들의 맨마지막 공표의견을 기준으로 한 투자등급별 비중임 (최근 1 년간 누적 기준. 분기별 갱신)