MIRAE ASSET 미래에셋증권

Market Insight
2025.12.16

박광남
kwangnam.park@miraeasset.com

스페이스 &

궤도 인프라의 부상, 우주 데이터센터(SBDC)

- 지상 전력·발열 한계로 고효율 태양광 및 심우주 냉각 활용한 SBDC 부상
- 발사 비용 파괴와 상용 칩 실증 등 빅테크 기술 선점으로 상용화 가속
- 미·중 패권 경쟁 속 궤도 엣지·제조 등 밸류체인 확장, 차세대 AI 인프라로 부상 전망

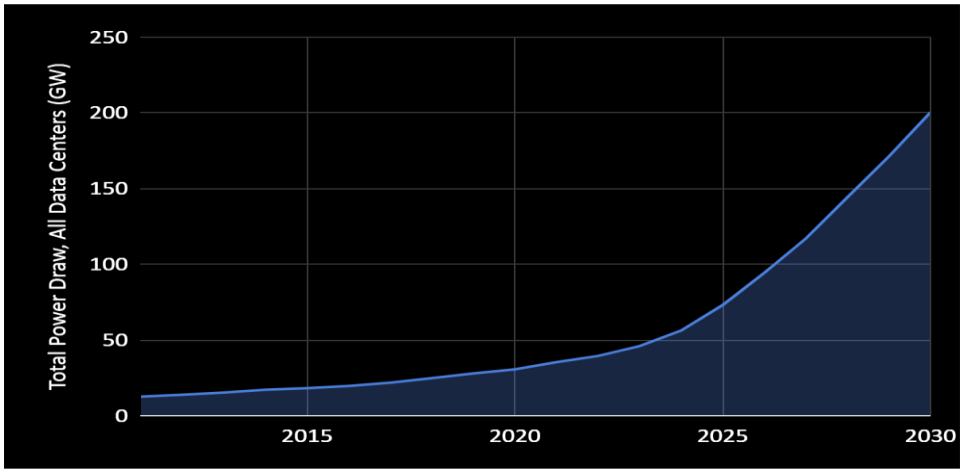
지상 컴퓨팅의 에너지 제약과 궤도 인프라의 부상

기술 산업은 Digital Transformation을 넘어 AI Transformation 국면으로 빠르게 확장되고 있다. 생성형 AI와 LLM의 규모가 커지면서 연산 수요는 빠르게 증가하고 있고, 이에 따라 지상 데이터센터(Terrestrial Data Center, TDC)의 전력·입지·냉각 제약이 동시에 부각되고 있다.

국제에너지기구(IEA)는 전 세계 데이터센터 전력 소비가 2026년경 1,000TWh를 상회할 것으로 전망한다. 이는 국가 단위의 전력 수요와 비교될 정도의 규모이며, 특히 고성능 AI 칩셋 확산은 발열·냉각수·탄소 배출·전력망 접속 같은 운영 변수들을 더 민감하게 만든다. 결과적으로 빅테크는 단순한 서버 증설이 아니라, 전력과 열(thermal) 관점에서의 구조적 최적화를 병행해야 하는 구간에 들어서고 있다.

이러한 상황 속에서 우주 데이터센터(Space-Based Data Center, SBDC)는 지상 인프라의 병목을 완화할 수 있는 잠재적 옵션으로 논의가 확대되고 있다. 우주 궤도는 지상대비 약 7배가량 높은 태양광 효율(약 1,360 W/m²)과 심우주의 낮은 온도 환경(열 방출 관점에서의 유리한 조건)을 제공할 수 있다. 다만 이러한 물리적 장점이 곧바로 상업성으로 이어지기보다는, 발사비·궤도 운용·열 설계·통신·신뢰성 등 여러 기술·경제 변수의 동시 충족이 필요하다는 점에서 아직은 검증이 진행 중인 영역에 가깝다. 그럼에도 발사체의 비용 구조가 개선되는 흐름과 AI 워크로드의 증가가 맞물리면서, 데이터센터의 공간적 확장이 중장기적으로 검토될 여지는 커지고 있다고 판단한다.

그림 1. 글로벌 데이터 센터 전력 수요 전망



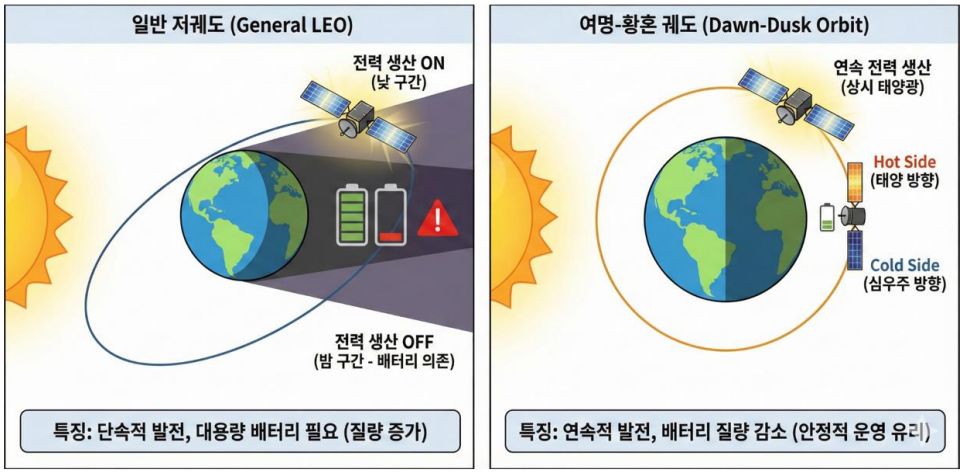
자료: Semianalysis, 미래에셋증권 리서치센터

SBDC 구축을 위한 기술적 과제

우주 데이터센터가 상업적 성공을 거두기 위해서는 진공, 미소중력, 고방사선이라는 환경적인 제약을 얼마나 비용 효율적으로 관리할 수 있는지에 달려있다. 핵심은 "우주에서 작동한다"를 넘어서 우주 환경에 맞춘 시스템 설계 전환이 가능한지다.

가장 먼저 고려되어야 할 것은 전략적 입지인 궤도의 선정이다. SBDC의 경제성은 전력 생산의 연속성과 직결된다. 일반적인 LEO 위성은 지구 그림자 구간에서 태양광 발전이 끊기기 때문에 배터리와 전력관리 시스템에 의존해야 한다. 이때 배터리 탑재량 증가는 곧 질량 증가로 이어지고, 질량은 발사 비용과 설계 복잡도를 동시에 키운다. 따라서 태양광 발전이 지속되는 궤도 조건은 SBDC 설계의 핵심 변수다.

그림 2. 일반 저궤도 vs 여명-황혼 궤도 비교



자료: Gemini(Nano Banana Pro), 미래에셋증권 리서치센터

이에 대한 해법으로 여명-황혼 궤도(Dawn-Dusk Orbit)가 유력한 후보로 거론된다. 위성이 지구의 낮/밤 경계면을 따라 비행함으로써 태양광 패널이 비교적 안정적으로 태양을 향하도록 구성할 수 있고, 배터리 탑재량을 줄일 여지가 있다. 또한 위성의 한쪽 면은 태양(Hot Side), 반대쪽 면은 심우주(Cold Side)를 향하는 형태로 열 제어 시스템을 설계할 수 있어, 열 방출을 구조적으로 유리한 방향으로 설계할 수 있다. 다만 궤도 선택은 임무 목적, 통신 가용성, 우주환경(방사선), 충돌 등 다양한 환경을 복합적으로 고려해야하기 때문에 시스템 트레이드오프 관점에서 최적점은 달라질 수있다.

열 관리는 SBDC에서 가장 기술 난이도가 높은 축에 속한다. 지상 데이터센터는 대류 냉각, 액침·수랭, 냉각탑 등 다양한 방법을 조합할 수 있지만, 우주에서는 대류가 사실상 불가능하고 복사(Radiation)가 핵심 열 방출 경로가 된다. 따라서 고전력 AI 칩셋이 내는 열을 어떻게 라디에이터로 전달하고, 라디에이터가 우주로 얼마나 효율적으로 방출하는가가 성패를 좌우한다.

이때 단순한 방열판을 넘어, 능동형 2상 유체 루프(Active Two-Phase Fluid Loop) 같은 열수송 기술이 필수 후보로 거론된다. 2상(액체↔기체) 전이 과정에서 잠열을 이용해 열을 효율적으로 옮길 수 있으며, 스케일업 구간에서의 열저항 문제를 완화할 수 있다. 여기에

더해 방사율을 높이기 위한 고방사율 코팅, 메타물질 라디에이터 등 신기술이 결합될 수 있고, 워크로드가 순간적으로 급증하는 상황을 완충하기 위한 상변화 물질(Phase Change Material) 버퍼도 설계 옵션으로 논의된다.

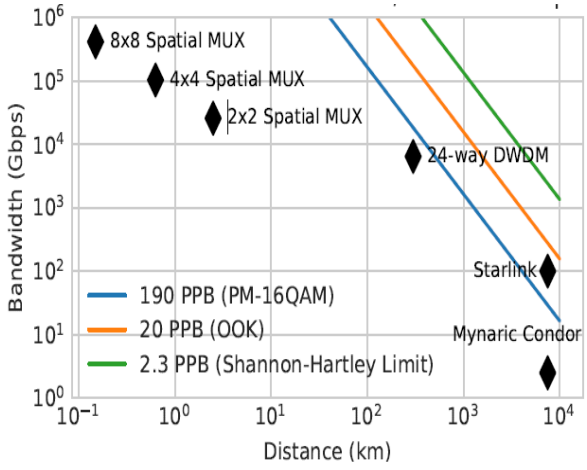
다만 열관리는 기술적으로 가능한 설계와 장기간 안정적으로 운영하는 시스템 사이의 간극이 큰 영역이라고 평가된다. 예를 들어 라디에이터 면적 확대는 발사 구조물의 크기, 조립 난이도, 미세운석·파편 리스크, 자세 제어 부담과 연결된다. 2상 루프는 작동 유체의 장기 안정성, 누설·오염, 펌프 신뢰성, 그리고 미소중력 환경에서의 유동 특성까지 검증이 필요하기 때문이다. 즉, 열관리 기술은 SBDC의 확장성을 결정하는 핵심 변수이지만, 상업성 논의는 결국 실증 데이터 축적 속도에 달려있다.

SBDC의 가장 큰 도전 과제 중 하나는 생산된 결과물(모델 파라미터, 추론 결과 등)을 전달해야 하는 데이터 전송 병목이다. 기존 RF는 대역폭 제약이 명확하여 장기적으로는 레이저를 활용한 자유 공간 광통신(FSO)이 필수적이다. 광통신은 위성 간 초고속 링크에 유리하지만, 정밀한 PAT(지향·포착·추적) 기술과 링크 가용성 확보가 어렵다는 단점이 있다.

이러한 상황을 대비해서 구글은 위성 간 거리를 극단적으로 좁히는 초근접 편대 비행 방식을 해결책으로 모색하고 있다. 기존 위성 통신이 수천 km 거리에서 수행되는 것과 달리, 구글은 위성들을 반경 1km 이내에 밀집시켜 신호 감쇠를 최소화한다. 이를 통해 고출력의 특수 레이저 장비 대신, 지상 데이터센터에서 이미 검증된 상용 DWDM(고밀도 파장 분할 다중화) 트랜시버를 그대로 우주에 적용하여 링크당 10 Tbps급의 압도적인 대역폭을 확보하는 전략을 취한다. 또한, 짧은 거리를 활용해 하나의 구경 내에서 여러 빔을 쏘는 공간 다중화 기술로 전송 용량을 획기적으로 늘린다.

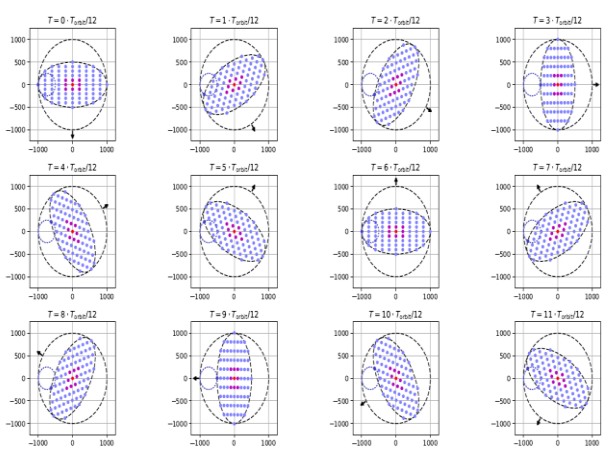
게다가 우주 환경에서는 링크 단절과 지연이 빈번하므로, 데이터를 저장했다가 연결 시 전송하는 DTN(Delay/Disruption Tolerant Networking) 같은 프로토콜이 필요하다. 일반적인 TCP/IP와 달리, DTN은 다음 목적지가 보이지 않으면 데이터를 버리지 않고 자체 메모리에 저장하며 연결을 기다린다. 이에 대해 구글은 불확실한 연결을 기다리는 DTN 방식에만 의존하기보다, 머신러닝 기반의 정밀 비행 제어 모델을 도입하여 네트워크 토폴로지 자체를 안정화하는 데 주력한다.

그림 3. 위성간 거리와 대역폭의 상관관계



자료: Google, 미래에셋증권 리서치센터

그림 4. 머신러닝을 활용한 위성의 군집 비행 매커니즘



자료: Google, 미래에셋증권 리서치센터

81개에 달하는 다수의 위성이 마치 하나의 거대한 칩처럼 유기적으로 움직이며 충돌을 회피하고 대형을 유지함으로써, 물리적인 링크 단절 상황을 원천적으로 차단하고 지상 슈퍼컴퓨터 내부와 유사한 수준의 초저지연 연결성을 상시 유지하는 구조를 제안했다.

하지만 여전히 지상과의 데이터 병목은 해결해야하는 중요한 과제로 궁극적으로 위성-지상간 광통신이 필수적이라고 평가된다. 이를 위해서는 대기 감쇄를 극복하고 정밀한 빔 추적 기술을 가진 고대역폭 지상국이 필요하다. Starcloud는 지상으로의 대용량 전송을 대비하여 영국의 광통신 기업인Archangel Lightworks와 전략적 제휴를 맺고 구체적인 인프라 구축에 나섰다. Archangel Lightworks가 개발한 소형 이동식 광 지상국인 TERRA-M을 활용하여 대기감쇄가 없는 지역을 통해서 대용량 데이터를 전송하겠다는 계획이다. 광통신 레이저는 비나 구름을 통과하지 못하기 때문에 소형 TERRA-M을 날씨의 상관관계가 적은 여러 지역에 분산 배치하고, 계절적으로 특정 지역에 장마나 몬순이 지속된다면 이동형 소형 기지국을 날씨가 좋은 다른 위도나 고산 지대 등으로 이동시켜 연결하는 방식이다.

마지막으로, 하드웨어의 신뢰성 확보는 비용 효율성과 직결된다. 고가의 방사선 경화(Rad-hard) 칩 대신 지상에서 검증된 상용(COTS) AI 칩셋(Nvidia H100 등)을 사용하되, 이를 소프트웨어적으로 보완하는 SDR(Software-Defined Reliability) 전략이 필수적이다. 이와 관련하여 구글은 자사의 상용 칩인 Trillium TPU를 대상으로 실제 양성자 빔 테스트를 수행하여 COTS 칩의 우주 적용 가능성을 실증했다. 테스트 결과, 연산 코어보다는 HBM이 방사선에 취약하여 수정 불가능한 오류가 발생했다. 구글은 이에 대한 대응책으로, 추론 작업 시 발생하는 희박한 오류는 수용하되, 학습 과정에서는 게임의 세이브 포인트처럼 학습 중간중간 상태를 저장하는 체크포인팅 기술과 더불어, 고장 난 위성을 대체할 수 있는 예비 위성을 위성군 내에 배치하는 시스템 레벨의 완화 전략을 계획하고 있다.

표 1. 우주용 프로세서 유형별 특성 비교

하드웨어 유형	대표 예시	장점	단점
Rad-Hard 프로세서	BAE Systems RAD750, Vorago	극도로 높은 신뢰성, Latch-up 면역	낮은 성능, 높은 비용, 구형 아키텍처
COTS 프로세서	NVIDIA H100, AMD Versal, ARM Cortex	압도적인 연산 성능, 최신 AI 스택 호환, 낮은 비용	방사선에 취약(SEU, SEL), 낮은 신뢰성
Rad-Tolerant FPGA	Xilinx RT Kintex UltraScale	성능과 신뢰성의 균형, 하드웨어 재구성 가능	COTS 대비 높은 비용, 개발 난이도 높음

자료: 미래에셋증권 리서치센터

모놀리식 vs 군집형 아키텍처

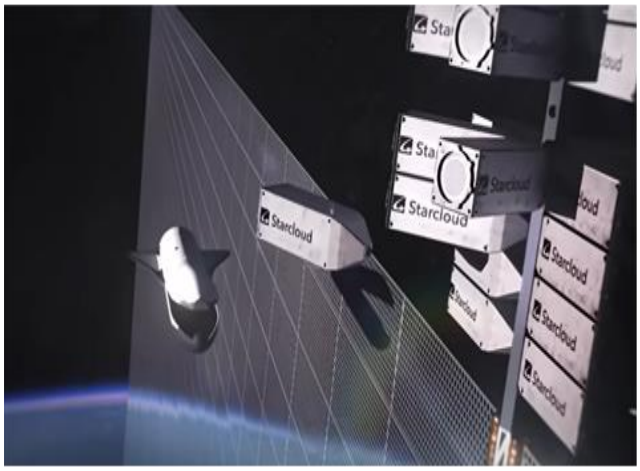
현재 SBDC 기술 개발은 구축 방식에 따라 크게 두 가지 진영으로 나뉘어 경쟁하고 있다. 둘다 장단점이 뚜렷하고 어느쪽이 정답이라기보다는 전력 규모, 유지 방식, 발사 비용, 부품 수명이 어떤 값으로 수렴하는냐에 따라 유리한 지점이 달라진다.

모놀리식(Monolithic) 아키텍처는 우주 공간에 대형 발전, 냉각, 통신, 컴퓨팅을 통합한 단일 거점을 구축하는 방식이다. 미국의 Starcloud와 중국의 베이징 우주 데이터센터(천광 프로젝트)가 대표적이다. 이 방식의 가장 큰 강점은 규모의 경제와 시스템 효율성이다. 전력·열·통신 모듈을 중앙 집중화함으로써 중복을 줄이고, 단일 플랫폼에서 운영 최적화를 달성할 가능성이 있다. 또한 데이터센터의 운영과 유지보수를 하나의 거점 중심으로 설계할 수 있어, 운용 관점에서의 단순화도 기대할 수 있다.

이미 Starcloud는 2025년 11월 Nvidia H100 GPU를 탑재한 실증 위성을 발사했으며, 향후 5GW 규모의 스테이션을 구축하여 우주를 거대한 서버실로 만들겠다는 계획을 추진 중이다. 다만 모놀리식은 초기 단계에서 넘어야할 난이도가 높다. 대형 구조물은 한 번의 발사로 구축할 수 없기에, 수십 차례의 발사와 궤도상 조립(In-orbit Assembly)이라는 고난도 기술이 선행되어야 하며, 조립 과정의 리스크와 일정 불확실성이 커질 수 있다. 또한 단일 거점에서 장애가 발생했을 경우 서비스 영향이 커질 수 있어 신뢰성 설계 등이 매우 중요하다. 결과적으로 모놀로식은 성공 시 높은 효율을 기대할 수 있지만 초기 투자비와 실행 리스크가 상대적으로 큰 구조다.

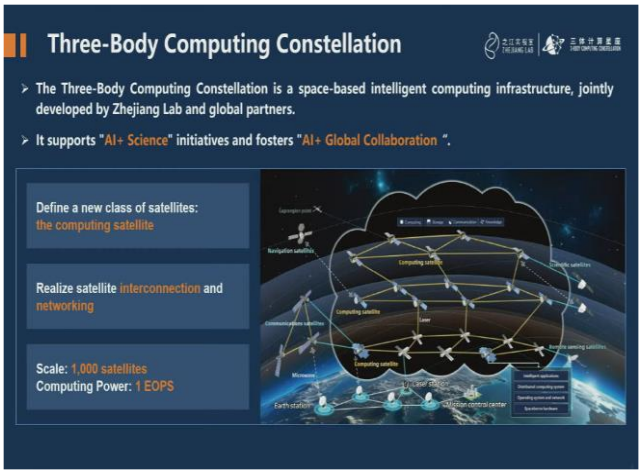
군집형(Constellation) 아키텍처는 수천 개의 소형 위성이 유기적으로 연결되어 하나의 가상 슈퍼컴퓨터처럼 작동하는 분산형 시스템이다. Google의 Project Suncatcher와 중국의 삼체(Three-Body) 컴퓨팅 별자리가 이 노선을 따르고 있다. 군집형의 장점은 단계적 확장이 가능하다는 점이다. 초기에는 소수의 위성으로 서비스를 시작하고 수요에 맞춰 점진적으로 확장할 수 있어 진입 장벽이 낮다. 또한, 일부 위성이 고장 나더라도 네트워크 전체의 기능은 유지되는 높은 회복탄력성을 자랑한다. 구글은 81개의 위성이 초밀집 편대 비행을 통해 초고속 통신을 구현하며, 중국의 삼체 프로젝트는 2025년 5월 이미 첫 배치를 궤도에 올려 실증 단계에 진입했다.

그림 5. Starcloud의 모놀리식 우주 데이터센터



자료: Starcloud, 미래에셋증권 리서치센터

그림 6. 중국의 군집형 우주 데이터센터(삼체 컴퓨팅 별자리)



자료: 저장연구소, 미래에셋증권 리서치센터

그러나 위성 간 네트워크 복잡성과 질량 오버헤드는 극복해야 할 과제이다. 위성 간 연결을 위한 오케스트레이션 소프트웨어의 기술적 장벽이 높을 뿐 아니라, 링크 불안정성은 서비스 품질의 불확실성을 가중시킨다. 특히 동일 성능 구현을 위해 투입되는 총 질량과 전력(SWaP, Size, Weight and Power)이 임계치를 넘을 경우, **비용 효율성이 급격히 악화**될 수 있다. 즉, 군집형 모델은 뛰어난 유연성과 회복력을 제공하지만, 대신, 네트워크와 운용 복잡성을 관리해야 하는 구조라고 정리할 수 있다.

그림 7. ESPI가 가정한 데이터센터 비용 방정식

Cost of the benchmark TBDC	$C_{TBDC} = 28.8 \cdot P + 09.0 \cdot P \cdot t$
Cost of the SSO monolithic SBDC	$C_{SBDC_{Monolithic}} = 30.6 \cdot P + 11.4 \cdot P \cdot t$
Cost of the SSO constellation SBDC	$C_{SBDC_{Constellation}} = 55.1 \cdot P + 28.3 \cdot P \cdot t$

자료: ESPI, 미래에셋증권 리서치센터
주:P는 MW 단위의 코어 IT 하드웨어 전력, t는 운영 기간(년)을 의미

그림 8. 지상 데이터 센터 VS 모놀리식 SBDC 비용 Break down

Cost Category	CapEx [$M/MW]		OpEx [$M/MW/y]	
	TBDC	SBDC	TBDC	SBDC
Infrastructure	10.55	9.28	5.22	3.16
IT Hardware	19.18	19.18	3.78	9.59
Maintenance		0.04	2.64	0.02
Electricity	0.04	0.25	1.00	0.03
Cooling	2.64	5.70		0.57
Software			0.72	0.72
UPS	1.90			
Transmission	1.19	0.30		
Land and Shell	1.85			
Building Fit-Out	2.64	0.02		
Staff			0.96	0.01
Insurance		2.84		1.02
Launch		2.96		0.80
Radiation		0.02		
Rest	0.31		-0.10	
Total	29.73	31.30	9.00	12.75
Launch Cost Breakdown				
Data Centre		1.04		
IT Hardware				0.62
Electricity		0.20		
Cooling		1.69		0.17
Maintenance		0.03		0.02

자료: ESPI, 미래에셋증권 리서치센터

그림 9. 지상 데이터 센터 VS 군집형 SBDC 비용 Break down

Cost Category	CapEx [$M/MW]		OpEx [$M/MW/y]	
	TBDC	SBDC	TBDC	SBDC
Infrastructure	10.55	31.53	5.22	18.99
IT Hardware	19.18	19.18	3.78	9.59
Maintenance			2.64	
Electricity	0.04	0.25	1.00	0.13
Cooling	2.64	5.70		2.85
Software			0.72	0.72
UPS	1.90			
Transmission	1.19	13.33		6.67
Land and Shell	1.85			
Building Fit-Out	2.64	0.04		
Staff			0.96	0.02
Insurance		5.07		2.53
Launch		12.16		6.08
Radiation		0.05		
Rest	0.31		-0.10	
Total	29.73	55.77	9.00	28.58
Launch Cost Breakdown				
Data Centre		10.27		5.13
IT Hardware				
Electricity		0.20		0.10
Cooling		1.69		0.85
Maintenance				

자료: ESPI, 미래에셋증권 리서치센터

ESPI(European Space Policy Insitute)에서 분석한 지상 데이터센터(TDC)와 우주 데이터센터(SBDC)의 비용 구조를 분석한 내용을 참고해보면 대략적인 비교가 가능하다. 일단 여기에는 다양하고 공격적인 가정(위성의 주요 부품 내용연수 2년, kg당 발사 비용 $114 등)이 포함되어 있다는 점을 감안할 필요가 있다.

비용 수식은 A·P + B·P·t의 형태로, A·P는 시간(t)과 무관하게 1MW를 구축할 때 초기에 한 번 지출되는 비용이므로 CapEx(자본적 지출)로 분류하고, B·P·t는 시간에 비례하여 매년 계속 나가는 비용이기 때문에 OpEx(운영 비용)로 분류할 수 있다.

여러 가정이 포함되어 있지만, 실질적으로 현재는 지상 기반 데이터센터의 비용이 가장 저렴하다. 그럼에도 불구하고 SBDC 모놀리식과 비교했을 때 비용 구조의 격차는 그리 크지 않다. 다만 기대와 다르게 전기료와 냉각 비용이 저렴한 모놀리식의 OpEx 비용 계수가 더 큰데, 이는 가정에 2년마다 위성에 사용되는 주요 부품의 교체 비용이 반영된 탓이다. 만약

위성의 주요 부품(COTS) 내용연수가 3년 이상으로 증가할 경우, 모놀리식은 지상망 대비 비용 경쟁력을 확보할 수 있는 수준으로 평가된다. 즉, 지상 데이터센터와 비교했을 때 장기적으로 SBDC가 충분한 비용 경쟁력을 갖출 수 있다는 뜻이다.

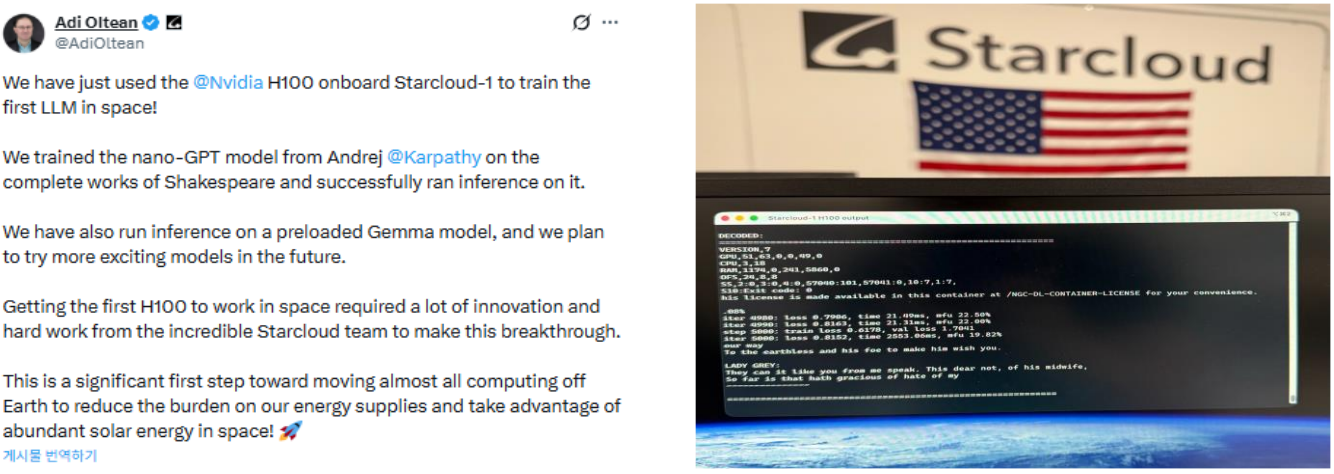
반면 군집형의 경우 모든 측면에서 비용 계수가 비싼 것으로 예측됐지만, 전술했듯이 어느 쪽이 정답이라기보다는 전력 규모, 유지 방식, 발사 비용, 부품 수명이 어떤 값으로 수렴하느냐에 따라 유리한 지점은 달라질 수 있다.

미국의 상업적 초격차 vs 중국의 안보적 독자 노선

아직까지 우주 데이터센터가 실질적인 비용 경쟁력을 갖추기 위해서는 상당한 과제가 남아 있다. 하지만 우주 데이터센터는 단순한 기술 경쟁을 넘어, 미·중 우주 패권 경쟁의 새로운 전선으로 확대되고 있다는 점에 주목할 필요가 있다.

미국은 민간 주도의 상업적 확장과 지속 가능성에 방점을 두고 있다. SpaceX라는 압도적인 플랫폼 기업이 발사 비용을 낮추고, 그 토대 위에서 Starcloud, Google 등의 테크 기업들이 다양한 비즈니스 모델을 실험하는 생태계가 형성되어 있다. 미국 기업들은 지상의 클라우드 인프라를 우주로 확장하여 탄소 중립을 달성하고, 데이터 처리 효율을 높이는 데 주력한다. SpaceX가 보유한 전 세계 우주 화물 수송량의 85%라는 독점적 점유율은 미국 기업들에게 타국이 넘볼 수 없는 압도적인 비용 우위와 인프라 접근성을 제공한다. 이는 곧 SBDC 시장의 표준을 미국이 주도하게 될 것임을 시사한다.

그림 10. Nano-GPT 모델을 우주공간에서 훈련시키고 Gemma모델로 추론 작업을 실행한 Starcloud



자료: Starcloud, X(@Adi Oltean), 미래에셋증권 리서치센터

표 2. 25년 5월 초기 구축을 완료한 중국의 삼체 컴퓨팅 별자리의 기술 사양 및 기능

항목	세부 내용
위성 수 (초기)	12개
AI 모델	각 위성당 80억 파라미터 AI 모델 탑재
컴퓨팅 파워	개별: 744 TOPS (테라 연산/초) 클러스터: 5 POPS (페타 연산/초) 전체 계획: 1,000 POPS (1경 연산/초, 지상 슈퍼컴퓨터 Frontier와 동등)
저장 용량	클러스터 총 30TB 온보드 스토리지
통신	위성 간 레이저 링크 (최대 100 Gbps, 지연 최소화)
전원·냉각	태양광 패널, 우주 진공 냉각 (지상 대비 1/10 에너지 소비)
기타 페이로드	원격 감지 센서 (GPS·기후·날씨 데이터), X-선 편광계 (감마선 폭발 탐지, 광시대학 개발)
운영 시스템	지상 보완: 소프트스톤·케푸 등 지상 클라우드의 AI 플랫폼 연동

자료: 미래에셋증권 리서치센터

반면, 중국은 우주 데이터센터를 국가 주도의 안보와 제재 우회 목적으로 개발하고 있다. 미국의 반도체 제재로 인해 지상에서 첨단 AI 칩 확보가 어려워진 중국에게, 우주 데이터센터는 제재의 영향권 밖에서 독자적인 AI 생태계를 구축할 수 있는 전략적 우회로로 활용되고 있다.

중국은 이미 화웨이의 Ascend AI 칩셋을 위성에 탑재하여 독자적인 우주 엣지 컴퓨팅을 구현하고 있으며, 삼체 별자리나 천광 프로젝트 모두 정부와 국영 연구소가 주도하여 상업적 이익보다는 데이터 주권 확보와 군사적 활용 가능성에 무게를 두고 있다. 특히 유사시 지상국을 거치지 않고 우주에서 수집된 정보를 즉시 처리하여 타격 수단에 전달하는 우주 기반 C4ISR 능력 확보가 중국이 SBDC에 막대한 자원을 쏟아붓는 핵심 동인이라고 추정된다.

결국 이러한 양국의 상이한 접근법은 향후 궤도 경제의 블록화를 초래할 가능성이 높다. 미국의 SBDC가 글로벌 시장을 겨냥한 개방형 클라우드 표준을 지향한다면, 중국의 SBDC는 배타적인 독자 네트워크로 진화하며 우주 공간에서의 스플린터넷(인터넷 분절화) 현상을 야기할 수 있다. 이는 장기적으로 우주 데이터 통신 규약과 보안 표준을 둘러싼 치열한 기술적·외교적 힘겨루기로 이어질 것이며, 따라서 시장 참여자들은 단순한 기술적 우위를 넘어 지정학적 리스크와 공급망 분리가 우주 산업에 미칠 파급력을 예의주시해야한다.

먼저 엣지부터 그 다음이 트레이닝

우주 데이터센터의 등장은 단순히 서버의 위치가 바뀌는 것을 넘어, 완전히 새로운 부가가치를 창출하는 궤도 경제의 서막을 알리게 될 것이다. SBDC의 비즈니스 모델은 기술 성숙도에 따라 단계적으로 진화할 것으로 전망된다.

단기에는 우주에서 모든 것을 학습시킨다는 개념보다는 우주에서 생성되는 데이터(EO, SAR 등)를 우주에서 먼저 걸러내는 엣지 컴퓨팅 시장이 열릴 것으로 전망된다. 실제로 ESPI에서도 EO 데이터가 늘어나고 있으며, 이에 따른 다운링크·처리·저장 니즈가 확대되고 있다고 언급했다. 이 단계에서는 SBDC가 초거대 데이터센터라기보다, 위성 자체의 온보드 분석과 연결되는 초기 군집형 SBDC 구조가 주축이 될 것이다.

지금보다 발사 비용이 극적으로 하락하는 시점부터는 현재 시장에서 언급되는 전력 절감이 화두가 되며, 지상 데이터센터 규모의 초거대 우주 데이터센터가 구축될 것으로 전망된다. 시간이 지날수록 지상은 전력망 증설·접속 지연·가격 변동성 때문에 OpEx 예측이 어려워질 수 있고, 이 변동성이 기업 경쟁력으로 직결될 수 있다.

구글 논문에 따르면 발사 비용이 kg당 $200 이하로 떨어지는 시점에 발사 비용을 지상의 전기요금으로 치환했을 때, 위성의 비용은 연간 약 $810/kW로 지상 데이터센터의 전력 비용($570 ~ $3,000/kW) 대비 경쟁력을 확보하게 된다. 즉, 발사비가 충분히 낮아진다는 가정하에, 전력 집약적인 워크로드의 일부를 우주로 옮겨갈 경제적 동인이 생길 수 있다는 뜻이다.

장기적으로는 SBDC가 대형화될수록 이를 유지·보수하기 위한 후방 산업의 성장이 예상된다. 이것이 바로 ISAM(In-Space Servicing, Assembly, and Manufacturing) 시장이다. 거대 모놀리식 데이터센터를 조립하기 위한 우주 건설 로봇, 수명이 다한 GPU 모듈을 교체하거나 냉각재를 보충하는 서비스업이 거대한 신규 시장(TAM)을 형성할 것이다. 더 나아가, ISAM 기술이 점차 고도화됨에 따라 미소중력 환경을 활용해 고순도 소재나 바이오 의약품 등을 우주에서 직접 생산하는 우주 제조(Space Manufacturing) 시장이 활성화되고, 궤도 경제가 새로운 차원으로 성장할 가능성도 열려 있다.

2026년으로 예상되는 SpaceX의 IPO와 Starship의 상용화는 우주 산업의 밸류체인이 단순 기술 실증 단계를 넘어 실질적인 규모의 경제 구간으로 진입하는 구조적 변곡점이 될 것으로 판단한다. 우주 데이터센터는 더 이상 이론적인 개념이 아니다. 구글의 방사선 내성 검증, 중국의 독자적 위성군 배치, 그리고 Starcloud의 궤도 내 H100 구동 성공은 기술적 실현 가능성이 확보되고 있음을 보여주는 유의미한 결과다.

지상 데이터센터의 전력 효율 한계와 열 관리 비용이 임계치에 다다른 현시점에서, 발사체 비용의 하향 안정화와 AI 연산 수요의 구조적 성장이 교차하는 지점은 우주 인프라의 상업적 타당성을 앞당기게 될 것이다. 물론 초기 인프라 구축 비용과 운용 신뢰성 확보라는 과제는 상존하나, 데이터 처리가 중력의 제약을 벗어나 궤도 경제로 확장되는 것은 거스를 수 없는 산업적 방향성이다. 따라서 향후 시장은 초기 기술 표준을 선점하는 주체가 차세대 AI 인프라의 주도권을 확보할 것으로 전망되며, 투자 관점에서는 막연한 기대보다는 구체적인 비용 효율성 개선 지표와 기술 마일스톤 달성 여부에 기반한 선별적 접근이 유효할 것이다.

Compliance Notice

- 당사는 본 자료를 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 본 자료는 외부의 부당한 압력이나 간섭없이 애널리스트의 의견이 정확하게 반영되었음을 확인합니다.

본 조사분석자료는 당사의 리서치센터가 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목 선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 조사분석자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다. 본 조사분석자료의 지적재산권은 당사에 있으므로 당사의 허락 없이 무단 복제 및 배포할 수 없습니다.