

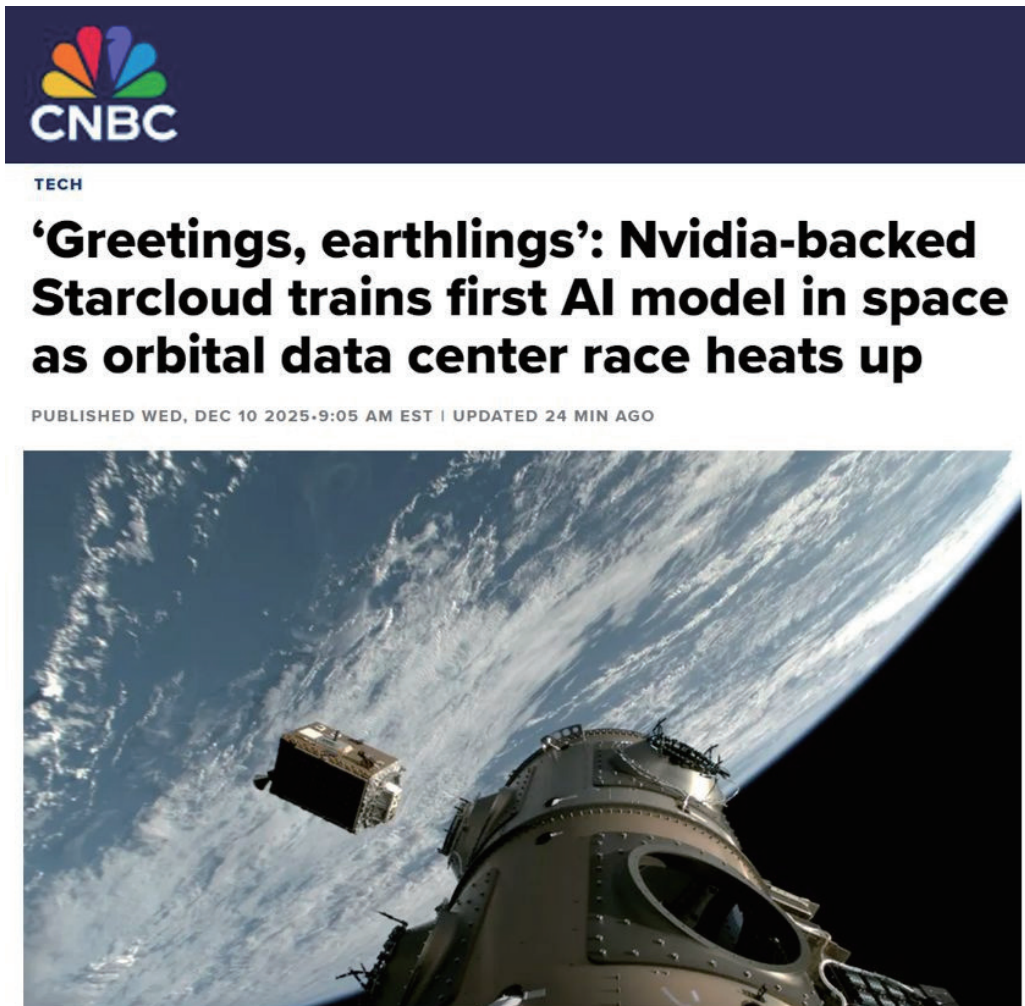
## 지구로는 부족하다: 우주로 향하는 AI 데이터 센터

### 우주에 뜬 데이터센터

2025년 12월 10일, 인류 최초의 '우주 데이터센터'가 시험 가동에 성공했다. 지구 상공 325km의 저궤도를 도는 위성 데이터센터에서 AI 모델이 학습을 완료하고, 지구에서 보낸 질문에 응답을 보내온 것이다. 이 위성 데이터센터는 미국 스타트업 스타클라우드(Starcloud)가 지난 11월에 쏘아 올린 것으로 크기는 60kg 냉장고 수준으로 소형이지만, 엔비디아(NVIDIA)의 H100 GPU가 탑재되어 있어 기존 우주 기반 컴퓨팅 시설보다 약 100배 이상의 강력한 성능을 가지고 있다. 스타클라우드의 CEO인 필립 존스턴(Philip Johnston)은 "지구상의 데이터센터에서 할 수 있는 모든 것을 앞으로는 우주에서도 할 수 있을 것으로 기대한다"(Anything you can do in a terrestrial data center, I'm expecting to be able to be done in space)고 밝혔다.

이 성과는 단순한 첨단기술 시연 성공으로만 볼 수 없다. 최근 AI 데이터센터 수요가 폭증하는 가운데 이를 수용할 수 있는 지구 인프라의 기술적, 환경적, 사회적 한계가 드러나면서 미국의 주요 빅테크 기업들이 우주 공간을 데이터센터의 새로운 미래 터전으로 주목하기 시작했음을 보여주는 상징적인 사건이다.

안녕, 지구인들!



출처: CNBC('25.12)

### 지구 인프라의 한계와 사회적 반발

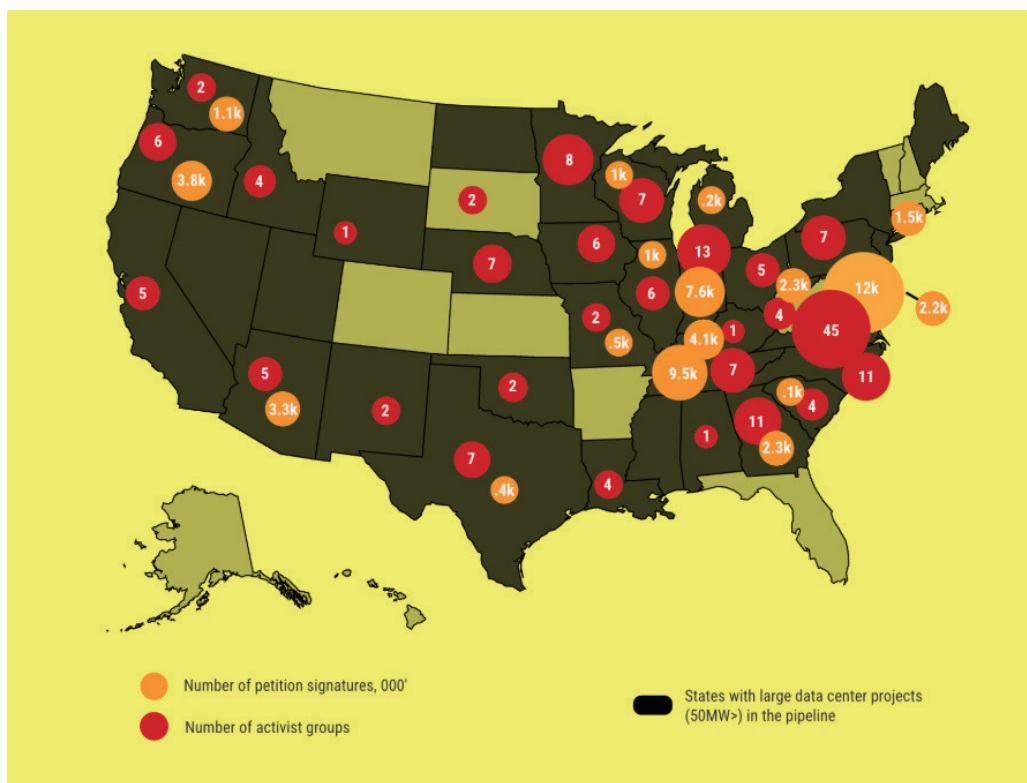
지구상에서 AI 데이터센터 확장의 첫 번째 병목은 단연 전력이다. GPT-4 훈련에 소요되는 총 전력량은 약 5만~6만MWh로 추정되며, 이는 약 2만 가구가 1년 동안 사용하는 전력량과 맞먹는다. 문제는 차세대 AI 모델 훈련에는 이보다 몇 배의 전력량이 필요하다는 사실이다. 전 세계 AI 모델 학습을 위한 컴퓨팅 수요는 3~4개월마다 2배씩 증가하고 있는 실정이다. 이에 따라 미국만 놓고 보더라도 2030년 AI 데이터센터가 소비하는 전력량이 미국 전체 전력 소비량의 약 10%를 넘어설 것이라는 전망도 나오고 있다. 이는 대형 원전 60기가 추가로 가동되어야 충당할 수 있는 양이다. 약간의 과장을 보태면, ChatGPT 돌리느라 한겨울에 난방을 틀지 못해 추위에 몸을 벌벌 떠는 상황이 발생할 수도 있다.

전력을 생산하는 발전소만 문제인 것은 아니다. 생산된 전력을 전달하는 전력망도 지지부진하긴 마찬가지다. 급증하는 수요처(데이터센터)와 공급처(발전소)를 연결하는 신규 전력망을 구축하는데 최대 5년에서 7년이 걸린다. 여기에 더해 부하 변동성이 극심한 AI 데이터센터의 운영 특성이 기존 전력망의 안정성을 저해하고 심지어 블랙아웃 리스크까지 초래하는 사례도 나타나고 있다(참고: Global Brief 21호, '전력망 흔드는 AI 데이터센터: 변동성 리스크 대응 방안은?').

환경 부담도 심각하다. 데이터센터는 서버 냉각을 위해 막대한 양의 물을 소비한다. 중형 데이터센터 한 곳이 연간 1억 갤런의 물을 사용하며, 대형 시설의 경우 하루에만 500만 갤런의 물을 소비한다. 이는 약 2만 가구가 하루 동안 쓸 수 있는 양이다. 앞선 데 덮친 격으로 지난 3년 간 미국의 신규 데이터센터 160곳은 물 부족 지역에 건설되었다. 이에 따라 현재 미국에서는 약 24개 주에서 142개에 달하는 시민단체가 조직되어 데이터센터 개발에 반대하는 움직임이 들불처럼 퍼지고 있으며, 2025년 2분기에만 약 1,000억 달러 규모의 개발 프로젝트가 지연되거나 중단된 것으로 파악된다. 수자원 고갈 우려, 전기요금 인상, 24시간 대형 시설 운영에 따른 소음 및 조명 공해가 주요 반대 이유다. 이러한 사회적 반발로 부지 확보가 어려워지고, 허가 과정은 길어지며, 주민 소송은 늘어났다.

전력 병목, 환경 부담, 사회적 반발이라는 삼중고 속에서 지구에서는 더 이상 해답이 없다는 판단이 들자 빅테크 기업들이 눈을 돌린 곳이 바로 우주다.

미국 데이터센터 반대 운동 현황('25년 2분기 기준)



출처: Data Center Watch('25.12)

### 우주 데이터센터의 장점과 한계

우주 데이터센터의 가장 큰 장점은 무엇보다 태양광을 통해 저렴하고 지속적인 전력 공급이 가능하다는 점이다. 지구상에서의 태양광 발전은 여러 제약이 따르기 마련이다. 우선 밤에는 발전이 불가능하고, 흐린 날씨에는 효율이 급격히 떨어진다. 게다가 생산된 전력을 데이터센터로 전달하려면 별도의 전력망 인프라가 반드시 필요하다. 반면 우주에는 밤이 없다. 정확히 말하면, 데이터센터를 탑재한 위성이 적절한 궤도(여명-황혼 태양동기궤도\*)를 선택한다면 거의 24시간 내내 태양광으로 안정적인 전력을 생산할 수 있다. 대기의 간섭도 없기 때문에 우주 태양광 패널의 효율은 지상 대비 약 40% 이상 높으며, 일부 궤도에서는 지상 설치 패널 대비 최대 10배의 전력을 얻을 수 있다는 분석도 있다. 게다가 전력망에 대한 걱정 자체도 사라진다. 태양광 발전 시스템과 데이터센터가 일체형으로 통합된 위성이 자체적으로 전력을 생산하고 소비하기 때문에, 모든 과정이 훨씬 더 효율적으로 이뤄질 수 있다.

\*여명-황혼 태양동기궤도(Dawn-Dusk Sun-Synchronous Orbit): 태양광 위성의 궤도면이 항상 일정한 각도로 형성되는 궤도로, 위성의 태양전지판이 지구에 가려지지 않고 항상 태양을 바라볼 수 있는 특징을 가짐

냉각도 우주공간이 가지는 큰 장점이다. 앞서 말했듯, 지구상의 데이터센터는 서버가 발생시키는 열을 식히기 위해 엄청난 양의 물과 에너지를 소비한다. 하지만 우주에서는 상황이 완전히 다르다. 우주는 진공 상태이고 온도가 영하 270도에 가까운 극저온 환경이다. 이 차가운 우주 공간 자체가 거대한 냉각 장치 역할을 하는 것이다. 대신 진공 상태에서는 공기가 없기 때문에 적외선 복사(radiation) 냉각 방식을 쓴다. 서버에서 발생한 열은 거대한 방열판을 통해 우주라는 무한한 공간으로 퍼져서 사라진다.

무한한 확장성은 말할 필요도 없다. 지구 궤도를 도는 위성의 숫자가 점차 많아지면서 우주 쓰레기 재난을 염려하는 '케슬러 신드롬'(Kessler syndrome)이 제기된 지 오래지만, 우주라는 공간은 여전히 광활하다. 부지확보, 건축허가, 환경평가, 주민동의, 전력, 수자원 등 '지구적' 제약요인은 존재하지 않는다. 아직은 불비지 않는 우주 공간에서 데이터센터는 이론적으로 얼마든지 확장이 가능하다. 아마존의 제프 베조스도 "하나뿐인 지구를 위해 공장과 데이터센터는 우주로 옮겨야 할지도 모른다"(Earth has no plan B. Future heavy industry and data centers may need to move into space)고 제안한다.

물론 우주 데이터센터 운영의 현실화를 위해서는 아직 상당한 과제들을 극복해야 한다. 그 중에서도 가장 큰 걸림돌은 위성 발사 비용이다. 아무리 우주에서의 에너지 비용이 저렴하다 하더라도 초기 발사 비용이 천문학적으로 높다면 전체적인 경제성이 떨어질 수밖에 없다. 현재 저궤도(지구 표면에서 약 300~600km 높이)에 물건을 쏘아 올리는 비용은 1kg당 약 2,000 달러 수준이며, 이를 기준으로 100톤 규모의 데이터센터 모듈을 발사하려면 대략 2억 달러가 소요된다. 다행히 이 비용은 빠른 속도로 하락하고 있다. 최근 스페이스X의 재사용 로켓 기술 발전 덕분에 발사 비용이 크게 줄어들고 있고, 차세대 로켓인 스타십(Starship)이 본격 상용화되면 1kg 당 10~20 달러까지 낮아질 수 있다는 전망이 나오고 있다. 구글 연구팀은 2030년대 중반경 로켓 발사 비용이 1kg당 200 달러 이하로 떨어지면 우주 데이터센터가 지상 데이터센터와 비용 면에서 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 분석하고 있다.

이 밖에 우주 방사선 문제도 중요한 해결 과제다. 지구 대기권 밖에서는 태양과 우주로부터 날아오는 고에너지 입자가 반도체에 지속적으로 충돌해 메모리 오류를 일으키거나 회로를 영구적으로 손상시킬 수 있어, 주기적인 수리와 보수가 필수적이다. 방사선 내성 반도체를 활용하면 이를 견딜 수 있지만, 아직 일반 상용 반도체에 비해 성능이 낮고 가격이 높다는 단점이 있다.

통신 지연(latency) 문제도 고려해야 한다. 지구 저궤도라 하더라도 지상 광케이블 대비 데이터 왕복 지연 시간이 발생한다. 따라서 우주 데이터센터는 밀리초 단위 응답이 필요한 실시간 서비스보다는 거대 AI 모델 학습에 우선 활용될 가능성이 높다. 향후 레이저 기반 우주 통신 기술이 발전하면 이러한 제약도 점차 완화될 것으로 기대된다.

지구 VS 우주 데이터센터 비교

구분	지구 데이터센터	우주 데이터센터
전력공급	전력망 연결 필요(대기 5~7년)	24시간 태양광 자체 발전
전력비용	1 kWh 당 0.1 달러	1 kWh 당 0.01 달러 이하(전망)
냉각방식	물(연간 수 억 갤런), 에어컨	우주 적외선 복사(물 필요없음)
환경영향	탄소배출, 물 소비, 소음, 열섬	무탄소, 수자원 소비 없음
부지확보	토지구입, 허가 주민동의 필요	제약없음
초기투자	1 MW 당 10~15백만 달러	1 MW 당 50~100백만 달러(현재)
주요단점	전력 병목, 주민 반대, 행정 규제	발사비용, 방사선, 통신 지연

출처: AI News Hub('25.12) 등 내용 종합정리

### 주요 기업·국가 동향과 향후 전망

우주 데이터센터 프로젝트는 주로 미국 빅테크 기업과 중국이 치열하게 경쟁하면서 기술 개발과 투자를 주도하는 가운데 유럽과 일본 등이 그 뒤를 따라가는 모양새다.

가장 눈에 띄는 기업은 단연 스페이스X다. 스페이스X의 일론 머스크는 2025년 11월 미국-사우디 투자 포럼에 연사로 나와 “향후 5년 내 태양광과 복사 냉각을 이용한 우주 AI 데이터센터가 실현될 것”(Space AI data centers may be realized within five years, using solar energy and radiative cooling)이라고 전망했다. 스페이스X는 이미 7,000개 이상의 저궤도 인터넷 위성인 스타링크를 운용하고 있으며(참고: Global Brief 15호, ‘머스크의 우주 인터넷 서비스 스타링크의 지정학’), 스타십 로켓의 완전 재사용이 실현되면 발사 비용도 획기적으로 낮아질 수 있다. 또한 머스크는 자체 AI 기업(xAI)도 보유하고 있어 발사체와 AI의 수직통합 비즈니스 모델이 가능하다는 점에 강력한 경쟁우위를 갖는다.

아마존도 우주 데이터센터의 또 다른 열렬한 지지자다. 아마존의 제프 베조스도 최근 언론과의 인터뷰에서 “향후 10~20년 내 GW급 데이터센터가 우주에 건설될 것”(Gigawatt-scale data centers will be built in space within the next 10 to 20 years)이라고 밝혔다. 특히, 베조스는 AWS(Amazon Web Services)라는 세계 최대의 데이터센터 인프라와 함께 블루오리진(Blue Origin)이라는 발사체 기업도 보유하고 있어 스페이스X와 함께 우주 데이터센터의 미래 강자로 여겨진다. 구글도 2025년 11월 프로젝트 섀캐처(Project Suncatcher) 계획을 발표했다. 구글은 위성 전문기업인 플래닛 랩스(Planet Labs)와 협력해 2027년 시험 위성 2대를 발사할 예정이다. 구글의 접근은 대형 단일 시설을 쏘아 올리는 대신 다수의 소형 위성(81개)을 반경 1km 내에 군집 배치하는 방식을 선택했다. 이 위성들은 서로 레이저로 통신하며 마치 하나의 거대한 데이터센터처럼 작동하도록 설계된다.

중국은 미국보다 한발 앞서 2025년 5월 ‘삼체(三體)군집컴퓨팅’(Three-Body Computing Constellation)이라는 대규모 프로젝트를 위한 12개의 시험 위성을 발사했다. 이 프로젝트의 목적은 구글의 접근방식과 유사한데, 2035년까지 소형 위성 2,800개를 우주에 띄워 거대한 분산 슈퍼컴퓨팅 시스템을 만드는 것이다. 각각의 위성은 서로 레이저 통신으로 연결되며, 군집의 총 연산 능력은 무려 초당 1경(京) 회에 달할 것으로 예상된다.

유럽과 일본은 뒤처진 상황이다. EU는 ASCEND(Advanced Space Cloud for European Net Zero Emission and Data Sovereignty, 유럽 탄소중립과 데이터 주권을 위한 첨단 우주 클라우드)라는 프로젝트를 통해 2030년대 우주 데이터센터 배치를 목표로 노력하고 있지만 진척 상황이나 투자 규모 측면에서 미국이나 중국에 비교가 되지 않는다. 일본은 최대 통신기업인 NTT가 주도해 스페이스컴퍼스(Space Compass) 프로젝트를 추진 중인데, 지구관측, 기후연구, 군사작전 등의 용도로 우주 데이터센터를 배치하겠다는 계획이다.

주요 기업·국가 우주 데이터센터 프로젝트 동향

국가	기업/프로젝트명	주요내용 및 특징	목표시점
미국	스타클라우드	· NVIDIA H100 GPU 탑재 시험 운영 · '25년 12월, 최초 우주 AI 컴퓨팅 성공	'27년
미국	스페이스X	· 스타십 재사용 로켓(스타링크 운용) · xAI 보유 → 발사체 + AI 통합	5년 내
미국	아마존	· AWS + 블루오리진 보유 → 데이터센터 인프라 + 발사체 통합	10~20년내
미국	구글/선캐처	· 플래닛 랩스 협력 · 81개 위성 군집, 레이저 통신	'27년 시험
중국	삼체군집컴퓨팅	· '25년 5월, 12개 시험 위성 발사 · 2,800개 소형 군집, 초당 연산 1경 회	'35년
유럽	ASCEND	· 탄소중립 및 데이터 주권 강화 목표	'30년대
일본	스페이스컴퍼스	· 통신기업 NTT 주도 · 지구관측, 기후연구, 군사작전 용도	'30년대

전문가들은 향후 우주 데이터센터의 발전이 2030년대 초반 실증단계를 거쳐, 2030년대 중반 이후 본격 상용화를 통한 확산 단계, 그리고 2040년대 이후 우주 데이터센터가 지상의 대형 데이터센터와 비용경쟁이 가능한 성숙단계로 나아가갈 것으로 전망하고 있다. 이에 따라 시장규모는 2025년 현재 약 5억 달러에서 2030년 150~200억 달러, 2035년 이후 750억 달러 이상으로 폭발적으로 성장할 것으로 예측된다.

#### 우주로 확장된 AI 인프라 경쟁이 주는 시사점

2030년 이후 본격화될 우주 데이터센터 시대를 두고 경쟁하는 주요 빅테크 기업들의 사례는 AI 경쟁이 이제 단순히 알고리즘과 데이터를 넘어 인프라 경쟁으로 확장되고 있음을 보여준다. 아무리 뛰어난 AI 모델을 개발해도 이를 학습시킬 컴퓨팅 인프라를 적기에 충분히 확보하지 못하면 경쟁력을 유지하기 어렵다. 일론 머스크가 스페이스X와 xAI를, 제프 베조스가 블루오리진과 AWS를 함께 보유한 것은 '발사체 역량'과 'AI 역량'의 결합이 전략적으로 중요해지고 있음을 시사한다. 우주 데이터센터 시대에는 저비용 발사 능력이 AI 인프라 경쟁력의 핵심 변수가 되며, 미래에는 '발사체 주권'이 곧 'AI 주권'으로 해석될 가능성도 크다.

다만 우주 데이터센터의 본격 상용화는 2030년대 중반 이후의 일이다. 그 전까지 AI 인프라 수요의 상당부분은 어쩔 수 없이 당장 지구상에서 충당해야 한다. 미국 사례에서 보듯 데이터센터를 둘러싼 지역사회와의 갈등은 갈수록 심화되고 있다. 한국도 AI 인프라 확충 과정에서 전력, 수자원, 입지를 둘러싼 갈등이 불거질 수 있다. 지자체, 주민, 기업이 참여하는 협의체를 조기에 구성해 갈등을 선제적으로 관리하는 일이 중요하다.

그럼에도 장기적 준비는 필수적이다. GPS, 위성통신, 지구관측 위성처럼 한때 '불가능'으로 보였던 영역이 어느 순간 일상이 되는 것이 우주 기술의 역사였다. AI 산업과 우주 산업이 하나로 맞물리는 시대가 다가오고 있다. 한국도 누리호로 확보한 발사체 기술과 반도체 분야의 강점을 바탕으로 관련 동향을 면밀히 모니터링하고 기회를 모색해야 한다. 특히 우주 방사선을 견디는 고신뢰성 반도체(Rad-Hard Chip) 개발은 새로운 사업 기회가 될 수 있다. AI 시대와 함께 도래할 뉴스페이스 시대에 뒤처지지 않도록 종합적 산업전략 수립이 필요한 시점이다. **FKI**