

위성통신 시장의 변화와 통신 표준

김병운 과학기술연합대학원대학교 교수, 한국전자통신연구원 책임연구원

1. 머리말

WEF(세계경제포럼, World Economic Forum)는 2022년 1월 우주경제를 의제화했다. WEF는 우주경제가 우리 삶과 일하는 방식을 변화시키는 한편, 사회·환경·경제 문제를 해결할 것으로 전망했다. 그 근거는 위성통신(우주통신, 「전파법」 제8조, 전파진흥기본계획 제3항 제6호)의 대량 발사 비용 감소, 컴퓨터 지원 설계, 3D 프린팅 및 기타 혁신으로 인한 제조 과정 간소화, AI, 자율로봇 공학에 대한 연구개발(R&D) 확대 등이다[1].

NSTC(미국 국가과학기술위원회, National Science and Technology Council)는 2023년 3월 국가 LEO(저궤도, Low Earth Orbit) R&D 전략을 발표했다. 목표는 LEO 우주통신 개발·사용 영역에서 미국의 지배력을 유지하는 것이다. 해당 전략의 주 내용은 과학기술 정책·전략 및 R&D를 미 대통령의 정책 목표와 일치하도록 조정해 지속가능한 우주경제 생태계를 구축하는 것이다[2].

ITU(국제전기통신연합, International Telecommunication Union)는 2023년 1월 우주통신 서비스가 전파간섭 없이 운영되는 것을 보장하기 위해, 지구 표면을 기준으로 각 궤도를 규정했다. 이에 따라 GEO(정지궤도, Geosynchronous Earth Orbit)는 35,786km, MEO(중궤도, Medium Earth Orbit)는 8,000~20,000km, LEO는 200~2,000km로 결정됐다[3]. 3GPP의 Release-18 표준(5G Advanced)은 2024년 3월 승인됐다. Release 18 표준엔 5G 통신과 NTN(비지상망, Non-Terrestrial Network)의 통합 및 접속, 사물인터넷(IoT), 기계형 통신, 네트워크 슬라이싱, 무인항공기 분야 개선, 에너지 효율, AI, 기계학습, 증강·확장현실(AR·XR), 물입통신 등이 추가됐다[4].

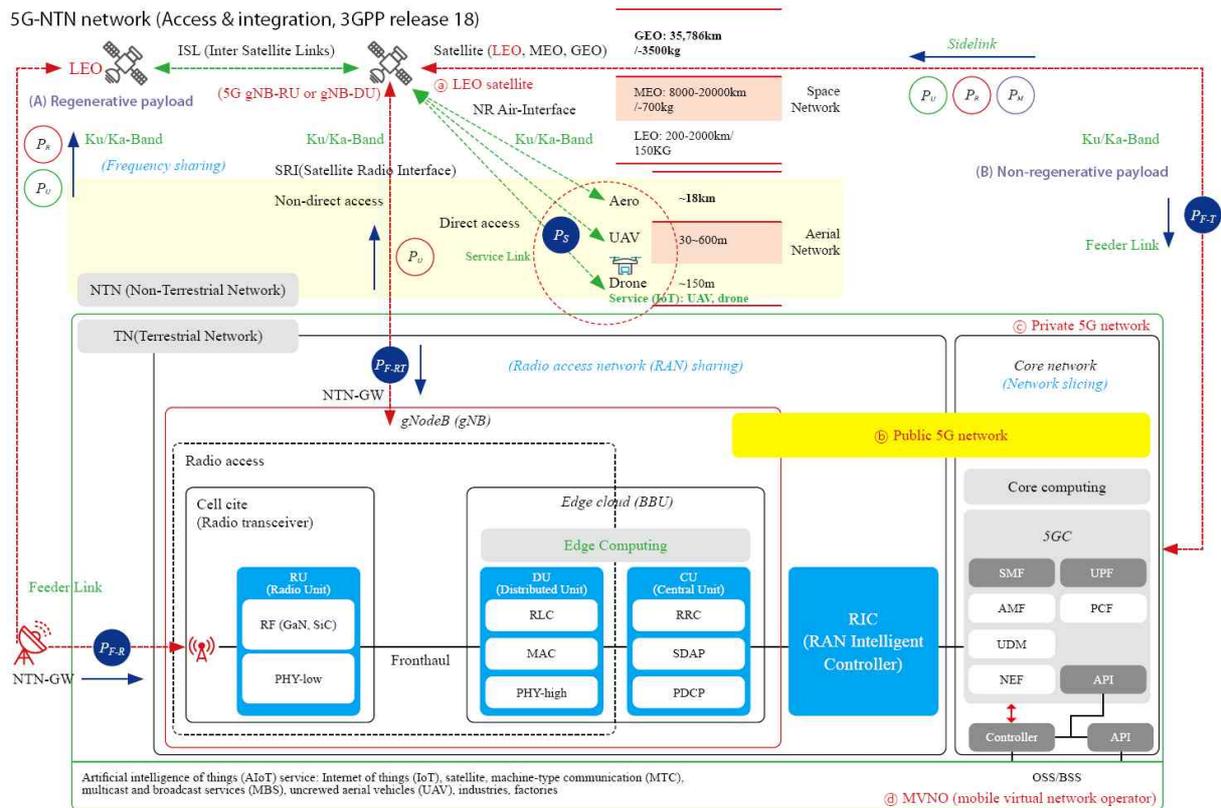
스페이스X(SpaceX)는 한국에서 LEO 위성통신 기반 초고속인터넷 서비스를 제공하기 위해, 2023년 5월 기간통신 사업자 등록을 완료했다(「전기통신사업법」 제6조, 기간통신사업의 등록). 이를 바탕으로 초고속인터넷, IoT, 무인항공기, 자율차와 같은 사업모델이 2025년부터 단계적으로 개시될 전망이다.

이번 원고에선 WEF 우주경제, 미국 LEO 우주통신 정책, ITU의 위성통신궤도 규제, 3GPP 5G-NTN 표준, 위성통신 서비스 사업자인 스페이스X 사업모델과 연계한 위성통신과 5G 접속, 그리고 관련 분류체계를 검토한다. 더불어, 위성통신 시장 변화, 주파수 현황, 표준화 동향도 제시한다.

2. 위성통신 시장의 변화와 통신 표준

2.1 위성통신과 5G 지상망 접속체계

3GPP Release-18의 5G-NTN 통합망은 [그림 1]과 같이 표현될 수 있다[3~9]. 위성통신 서비스 사업자는 위성 우주국과 지상국 게이트웨이(G/W) 안테나, 피더링크(feeder link) 및 서비스 링크(service link)를 통해 다양한 5G-NTN 단말에 음성·문자·영상, 인터넷, IoT, 자율차, 드론, 로봇, AR·XR, 몰입통신, 메타버스(Release-19) 서비스를 제공할 수 있다. 기지국(gNB, gNodeB)은 무선 단위(RU), 에지 클라우드(edge cloud)의 디지털 단위(DU)와 중심 단위(CU)로 세분할 수 있다[10].



[그림 1] 위성통신과 5G 지상망 접속체계[3~9]

[그림 1]에서 전기통신사업법 기간통신사업자 LEO 위성통신 사업자(④)는 위성 우주국과 지상국의 기지국설비(NTN-GW)를 보유하며, 5G 공중망(⑥)의 기지국(gNB) 통신설비 단말기기에 피더링크(PF-R)를 통해 접속한다. 5G 공중망 사업자는 기지국(gNB)의 RAN(무선 접속망, Radio Access Network), 5G 교환설비(5GC) 모두를 보유하며, Ka/Ku-band 위성 주파수를 할당받으면 위성에 무선 단위(RU), 디지털 단위(DU)의 하나 또는 두 개 설비를 탑재(payload)해 P_V 에 비투명·비재생(Non-Transparent or Non-Regenerative) 링크할 수 있다. 위성통신 사업자의 주파수 공유 시, 위성통신 사업자의 기지국(NTN-GW)에 접속해 $P_F - RT$ 에 투명·재생(Transparent or Regenerative)과 같이 링크한다. 5G 특화망 사업자(③)도 같다. 5G 가상망 사업자(⑤)는 완전 가상이동망 사업자(완전MVNO)인 경우에만 위성통신 사업자의 $P_F - T$ 에 접속제공 사업자가 될 수 있다. 완전 MVNO의 위성통신 기지국(NTN-GW) 설비 이용은 5G 공중망 사업자의 5G교환설비(5GC) 연동을

통해 가능하다.

2.2 우주경제와 위성통신 분류체계

모건스탠리(Morgan Stanley)는 지난 2020년 우주경제를 소비자 TV, 소비자 라디오, 소비자 인터넷, 고정위성 서비스, 모바일위성 서비스, 지구 관측, 지상 장비, 위성제조, 위성발사, 비위성 산업, SOI(기타, Second Order Impacts) 등 11개 항목으로 분류했다[11]. 여기서 기타(SOI)는 AI, IoT, 자율차, AR·XR 등을 포함한다. 이와 관련, 위성산업협회(Satellite Industry Association)는 2024년 우주경제를 위성산업과 비위성산업으로 구분했다[12]. 우주산업은 <표 1>과 같이 위성통신, 위성제조, 위성발사로 구성된다. 비위성산업은 정부의 우주예산, 상업용 우주여행을 포함한다. 위성통신은 우주경제 분야 위성 산업에 해당하며, 서비스 및 지상 장비로 분류된다. 위성통신의 초고속인터넷·이동통신·IoT 서비스를 이용자단말에 제공하기 위해선 단말기·칩, 기지국(gNB), 게이트웨이(GW)의 지상 장비 등이 필요하다.

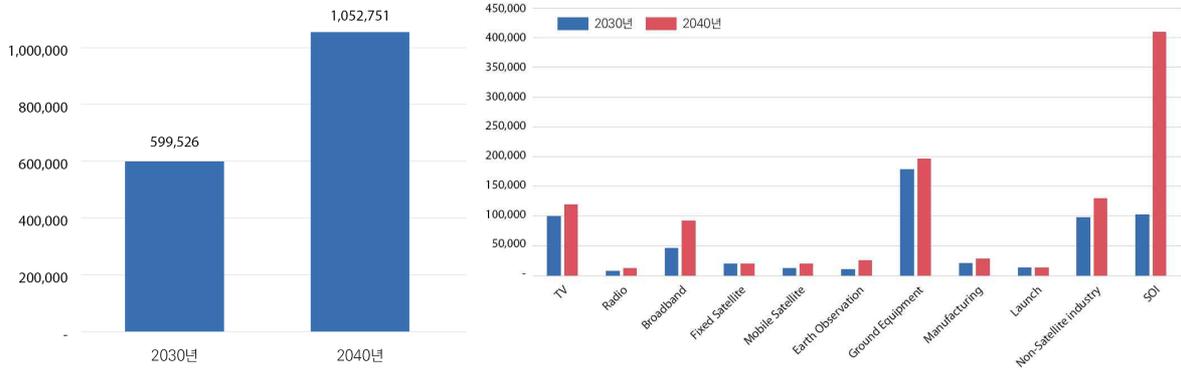
<표 1> 위성통신 분류체계[11, 12]

분류체계			분류체계 서비스 및 장비			
우주 경제	위성 산업	위성통신	서비스	TV/라디오		
				지구관측		
				위성통신	<ul style="list-style-type: none"> 초고속인터넷 이동통신 리모트 센싱[12] SOI(AI, IoT, 자율차, 무인항공기, AR, XR 등[11]) 	
			방송		<ul style="list-style-type: none"> TV 안테나 	
			지상장비	위성통신	GNSS	<ul style="list-style-type: none"> 기기/칩
		VSAT			<ul style="list-style-type: none"> 기지국/게이트웨이 	
		위성제조	상업용 통신, R&D 등			
위성발사	미국, 기타					
비위성산업		정부 우주예산/상업 우주여행				

2.3 우주경제와 위성통신 시장규모 추정

모건스탠리는 우주경제 규모를 2024년 4,448억 달러(한화 약 613.3조 원)에서 [그림 2]와 같이 2030년 5,995억 달러(한화 약 826.7조 원), 2040년 1조 527억 달러(한화 약 1,451.6조 원)로 전망했다. SOI 비중은 2024년 우주경제의 2.3%에서 2040년 39.1%으로 대폭 증가할 예정이다[11]. 모건스탠리는 2040년까지 특정기간 중분류·연도별 예측을 실시했는데, 이는 위성산업협회의 특정년도 추계치와 차별점을 가진다.

모건스탠리의 추정치를 <표 1> 분류체계[12]에 적용하면 <표 2>와 같이 표현할 수 있다. 위성통신 향후 서비스 규모는 2030년 757억 달러(한화 약 105.7조 원)로 2024년 대비 55.7% 증가할 전망이다. 2030년 위성통신 SOI는 994억 달러(한화 약 138.7조 원)로 2024년 대비 881%까지 대폭 증가할 것으로 분석된다. 2040년 우주경제 전체 1조 528억 달러(한화 약 1,469.7조 원) 중 위성통신 SOI는 4,115억 달러(한화 약 574.4조 원)로 39.1% 비중을 차지할 전망이다. 같은 기간 위성통신은 5,450억 달러(한화 약 760.8조 원)로 전체 우주경제의 51.4%를 차지할 것으로 추정된다.



[그림 2] 우주경제 시장규모(단위: \$백만 달러)[11]

<표 2> 우주경제와 위성통신 시장규모(단위: \$10억 달러)[11, 12]

우주경제		2024년		2030년			2040년			
		㉠	비중	㉡	비중	증감률 (㉡/㉠)	㉢	비중	증감률 (㉢/㉠)	
위성산업	TV/라디오	102.1	23.0%	110.8	18.5%	8.5%	127.3	12.1%	24.6%	
	위성통신	서비스	48.6	10.9%	75.7	12.6%	55.7%	129	12.3%	165.3%
		SOI	10.1	2.3%	99.4	16.6%	881.0%	411.5	39.1%	3962.6%
		소계	58.7	13.2%	175.1	29.2%	936.7%	540.5	51.4%	4127.9%
		지상 장비	157.1	35.3%	178.1	29.7%	13.3%	196.1	18.6%	24.8%
	지구관측	4.4	1.0%	8.2	1.4%	87.6%	25.3	2.4%	474.8%	
위성제조/발사	35.6	8.0%	29.9	5.0%	-15.9%	36	3.4%	1.2%		
비위성산업		86.7	19.5%	97.3	16.2%	12.2%	127.6	12.1%	47.1%	
합계		444.8	100%	599.5	100%	34.8%	1052.8	100%	136.7%	

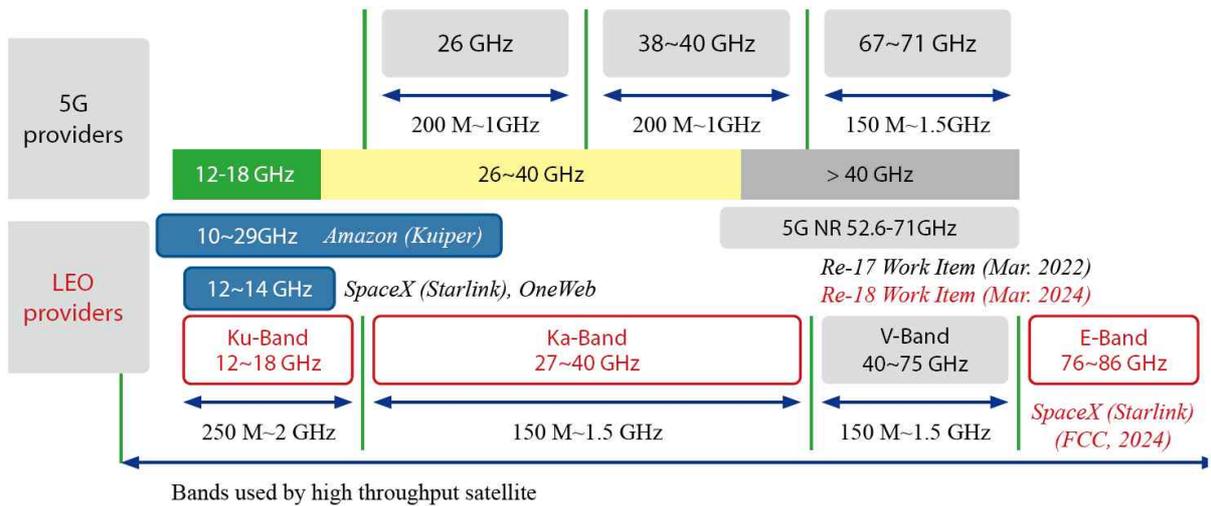
위성통신 지상 장비는 크게 전기통신설비(네트워크 장비)와 소비자 장비로 분류된다 [12]. 전자는 안테나, 게이트웨이, 운영센터 장비, 동력장치, 검증·모니터 장비로, 후자는 인터넷 장비, 접시 안테나, 모바일 위성 단말, 위성항법 장비, 위성 라디오로 소분류 할 수 있다. 2024년 위성통신 지상 장비 시장은 1,571억 달러(한화 약 219.3조 원)로 35.3% 비중이다.

최근 위성통신 기업들은 저궤도(LEO) 위성통신에 집중 투자하고 있다. 그 규모는 위성통신 투자 중 67% 수준으로 발표되고 있다[13, 14]. 2024년 9월, 스페이스X는 5,500기 스타링크 LEO 위성을 통해 인터넷 서비스를 제공하고 있다. 소비자(가입자) 장비는 접시 안테나와 와이파이 라우터 등이다. 안테나 장비의 표준 사양은 안테나(전자 위상 배열), 환경 등급(IP54), 스노우 멜트 능력(Snow melt capability, 최대 40mm/시간(1.5인치/시간)), 평균 전력 사용량(50~75W)이다. 와이파이 라우터의 표준 사양은 와이파이 기술(IEEE 802.11a/b/g/n/ac 표준), 칩셋(Wi-Fi 5), 라디오(듀얼 밴드-3x3 MIMO), 메시(12 Starlink Node), 이더넷 어댑터 등이다[15].

2.4 LEO 위성통신 주파수 현황

스페이스X는 2018년 3월 NGSO(비정지궤도, Non-Geostationary Orbit) 위성을 통한 위성 인터넷 서비스 제공을 FCC(미국 연방통신위원회, Federal Communications Commission)로부터 승인받았

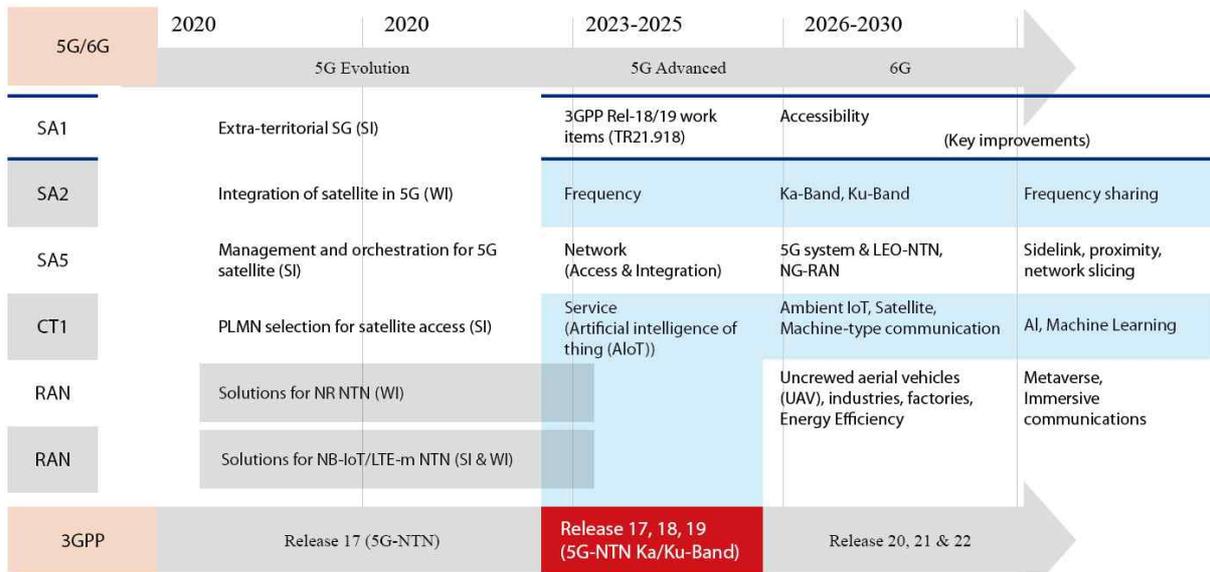
다[16]. 아마존(Amazon)은 2020년 7월 다운로드 10GHz, 업로드 29GHz Ka-band 주파수를 할당하고, 쿠퍼(Kuiper) 시스템이 고정위성과 이동위성 서비스를 제공하기 위한 NGSO위성 배치를 승인받았다[17]. 위성통신 사업자는 L-band 10~50MHz, C-band 500MHz, V-band 40~75GHz에서 150M~1.5GHz Ka-band를 이용한다. 위성통신 사업자들은 Ku-band를 지난 수십 년 동안 주파수를 활용해, 업링크(지구→우주) 12.75~13.25GHz와 13.75~14.5GHz, 다운링크(우주→지구) 10.7~12.75GHz 밴드로 위성방송과 고정위성서비스를 제공해 왔다. 스페이스X와 케플러(Kepler)는 2022년 7월 LEO 위성통신을 위한 Ku-band 면허를 승인받았다. 스페이스X는 2024년 3월 스타링크의 용량 개선을 위한 E-band 주파수 사용을 허가받았다. E-band는 71.0~76.0GHz(우주→지구)와 81.0~86.0GHz(지구→우주)다[18].



[그림 3] LEO 위성통신 주파수 현황[4,5,16~18]

2.5 5G-NTN 표준화 동향

3GPP Release-17에선 2022년 3월 5G 특화망 기능 활용이 향상되고, 위성통신으로 그 영역이 확장됐다. 이는 5G 위성통신(5G 아키텍처의 위성 구성요소), 동적 주파수 공유, NTN을 통한 새로운 무선(NR), 사이드링크 향상, NTN을 통한 IoT, 통합 액세스 및 백홀, RAN 슬라이싱, 무인항공 시스템(UAS) 등을 포함하고 있다. 5G 서비스 상용화, 융합서비스 생태계 조성이 중심 내용이다[5]. 3GPP Release-18은 2024년 3월 5G-NTN 통합, 사이드링크, 네트워크 슬라이싱, 그리고 통신서비스 측면에선 IoT(산업, 공장 등), 무인항공기(UAV), AI-기계학습, AR, XR, 가상현실(VR), 몰입형 통신 등을 개선해 초신뢰, 저지연에 대한 요구사항을 강화했다[4].



[그림 4] 3GPP 5G-NTN 로드맵[4, 5]

3. 맺음말

위성통신 시장은 AI, IoT, 자율차, AR·XR 등을 중심으로 대폭 확대될 것으로 보인다. 2024년 3월, 3GPP Release-18 표준으로 5G-위성통신 네트워크 통합과 접속 등이 승인돼 광대역 데이터 (Mbps) 속도 이동위성서비스(MMS) 제공 기반이 조성됐다.

위성통신과 5G 사업자들은 네트워크 통합과 접속을 통해 생태계를 확장할 수 있다. 최근 미국, 일본 LEO 위성통신 사업자들은 IoT, 자율차, 드론, 로봇과 같은 모빌리티, 에지컴퓨팅, 위성 기반 스마트폰, 5G특화망 등의 통신 서비스를 위해 5G 사업자와 파트너십을 확산하고 있다.

에스티스페이스(AST Space)는 2023년 4월, 5G 사업자인 에이티앤티(AT&T)의 LEO 위성 주파수 및 위성망 2개를 이용해 일본 라쿠텐 모바일(Rakuten Mobile) 스마트폰 이용자의 14Mbps 속도 다운로드에 성공했다. 여기엔 재생 페이로드(Regenerative Payload) 접근 피더링크가 활용됐다. 이어 에스티스페이스는 2024년 9월엔 FCC로부터 LEO 5대를 발사할 수 있는 면허를 부여받았다. 게이트웨이, 피더링크 및 원격측정, 추적 및 제어 작업을 할 수 있게 된 것이다. 일본 5G 사업자인 라쿠텐 모바일은 2026년 LEO 5G-NTN 위성통신 서비스를 제공할 계획이다[19].

우리 정부는 2024년 5월 LEO 위성통신의 산업경쟁력 확보를 위한 기술개발 사업을 결정했다. 같은해 6월 기준 국내 위성통신 가입자 수는 약 1만 명으로, 아직 시장이 형성돼 있지는 않다. 하지만, 3GPP 5G-NTN 표준화, 정부의 기술개발 결정, 스페이스X 사업 진출을 바탕으로, 우리나라 라서도 LEO 위성통신과 5G·6G 통신사업자 간 파트너십이 이뤄질 가능성이 높다. 우리나라 경제 안보를 확보하고 산업경쟁력을 강화하기 위해서라도, 지속가능한 우주경제 생태계 조성·강화 노력이 요구된다.

※ 본 연구는 ETRI 기술전략연구본부 기본사업인 '국가 지능화 기술정책 및 표준화 연구'를 통해 작성된 결과물입니다.

[참고문헌]

- [1] WEF (2022). Here's how the space economy will change the way we live and work.
- [2] NSTC (2023). National low earth orbit research and development strategy. <https://www.hitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/NATIONAL-LEO-RD-STRATEGY-033123.pdf>.
- [3] ITU (2023). WRS-22: Regulation of satellites in Earth's orbit, News.
- [4] 3GPP (2024). Release 18 description; Summary of rel-18 work items (TR21.918). <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-18>.
- [5] 3GPP (2024). Release 17 description; summary of rel-17 work items (TR21.917). <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-17>.
- [6] 3GPP (2024). Technologies: Non-terrestrial networks (NTN). <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>.
- [7] 과기정통부 (2021). 도매제공의무사업자의 도매제공의무서비스 대상과 도매제공의 조건·절차·방법 및 대가의 산정에 관한 기준.
- [8] 과기정통부 (2022). 전기통신설비의 상호접속기준.
- [9] 과기정통부 (2021). 정보통신공사업법 시행령 [별표 1] 공사의 종류 (제2조제2항 관련).
- [10] OUSD (2022). B5G Network Customization for DoD.
- [11] Morgan Stanley (2020). Space: Investing in the Final Frontier.
- [12] SIA (2024). 2022 Global Satellite Industry Revenues.
- [13] McKinsey & Company (2022). Space: Investment shifts from GEO to LEO and now beyond. <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/space-investment-shifts-from-geo-to-leo-and-nowbeyond>.
- [14] 시사위크 (2023). 정부, 전문가들과 저궤도 위성통신 활성화 논의. <https://www.sisaweek.com/news/articleView.html?idxno=210051>.
- [15] Starlink (2024). Order Starlink, 2024. 9. <https://www.starlink.com/residential>.
- [16] FCC (2018). FCC authorizes SpaceX to provide broadband satellite services. <https://www.fcc.gov/document/fccauthorizes-spacex-provide-broadband-satellite-services>.
- [17] FCC (2020). Application for Authority to Deploy and Operate a Ka-band Non-Geostationary Satellite Orbit System. <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-102A1.pdf>.
- [18] FCC (2024). Partial grant of SpaceX gen2 application to allow E-band operations. <https://www.fcc.gov/document/partial-grant-spacex-gen2-application-allow-e-band-operations>.
- [19] Broadband TV (2024). Rakuten and AST SpaceMobile plan satellite-to-smartphone service from 2026. <https://www.broadbandtvnews.com/2024/02/19/rakuten-and-ast-spacemobile-plan-satellite-to-smartphone-service/>.

[주요 용어 풀이]

- 5GC 5G Core

- CU Central Unit
- DU Distributed Unit
- GNSS Global Navigation Satellite Systems
- MMS Mobile Satellite Service
- MVNO Mobile Virtual Network Operator
- RU Radio Unit
- UAS Unmanned aerial system
- UAV Unmanned aerial Vehicle
- VSAT Very Small Aperture Terminal

※ 출처: TTA 저널 제216호