

# 저궤도 5G-NTN 서비스 동향

## LEO 5G-NTN Service Trends

김병운 (B.W. Kim, bukim@etri.re.kr)

산업분석연구실 책임연구원

최가은 (G.E. Choi, choi\_ge@etri.re.kr)

산업분석연구실 UST학생연구원

### ABSTRACT

Recently, there have been the World Economic Forum's space economy guidelines, the International Telecommunication Union's regulations for each satellite orbit, the development of chips using satellite communication by global manufacturers and service providers, and the registration of key telecommunication businesses. Accordingly, trends in low-orbit 5G satellite communication services in Korea were investigated and analyzed, and the current situation in Korea was diagnosed. Korea's satellite communications accounts for 0.31% of all satellites when analyzed centering on countries with 20 or more satellites. Korea's communication satellite holdings are insufficient compared to 187 times that of the United States, 45 times that of Russia, and 18 times that of China. There is no link technology between 5G and LEO, and the cost of launch vehicles is high. In addition, it is judged that the ecosystem of equipment companies in the low-orbit 5G-NTN business model is insufficient.

**KEYWORDS** 5G, LEO, NTN, satellite industry, space economy

## 1. 서론

본 연구는 2023년 개정된 국가중점과학기술 차세대 통신의 중분류 중에서 5G·6G 위성통신, 그리고 과학기술표준분류의 위성통신 네트워크 및 무선·이동통신 소분류에 대한 서비스 동향을 분석한다. 세계경제포럼(WEF)은 2022년 우주경제를 의제화하고, 우주경제(Space Economy)는 우리의 삶과 일하는 방식을 변화시키고, 사회·환경·경제 문제를 해

결할 것으로 전망하였다. 이의 근거는 저궤도 우주통신(「전파법」 제8조, 전파진흥 기본계획 제3항 제6호)의 대량 발사 비용이 킬로그램(kg)당 95% 이상 감소에 기인한다. 비용 절감 요인은 컴퓨터 지원 설계, 3D 프린팅 및 기타 혁신으로 제조 과정의 간소화로 보고 있다. 더불어 미래는 4차 산업혁명 핵심기술인 인공지능, 자율로봇 공학 등에 대한 연구개발(R&D) 노력으로 비용 절감이 더 확대될 것으로 본다[1]. 국

\* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2023.J.380511>

\* 본 논문은 ETRI 기본사업인 “국가지능화 기술정책 및 표준화 연구(23ZR1400)”를 통해 작성된 결과물입니다.



제통신연합(ITU)은 2023년 1월, 우주경제의 세부 구성 요인인 우주통신에 대한 지구궤도(km)별 위성을 규제하였다[2]. 미국의 대통령 직속 과학기술 자문기구(OSTP) 산하의 국가과학기술위원회(NSTC)는 2023년 3월, 저궤도 위성통신 과학·기술 실무그룹(STIWG)에서 마련된 저궤도 우주통신(LEO)의 개발·사용에서 미국의 지배력을 유지하도록 하는 ‘국가 LEO R&D 전략(National Low Earth Orbit Research and Development Strategy)’을 발표하였다. NSTC는 과학기술 정책, 전략 및 R&D가 대통령의 정책 목표와 일치하도록 조정하여 우주경제의 지속 가능한 생태계를 조성한다[3]. 같은 해 동월, 민간 부분의 글로벌 칩 제조사인 삼성전자는 국제이동통신 표준화 협력기구(3GPP) Release-17 표준 기반의 5G 위성통신을 이용하여 문자/사진/영상 등 대용량 데이터의 양방향 송·수신이 가능한 스마트폰 칩을 개발하였다. 같은 해 5월, 위성통신 서비스 사업자인 SpaceX는 한국에서 LEO 기반의 초고속인터넷 서비스 제공을 위하여 기간통신사업자(「전기통신사업법」 제6조, 기간통신사업의 등록)로 등록이 완료되었고, LEO 위성통신망을 이용한 기간통신역무 제공을 위하여 국경 간 공급 승인과 전파 인증 문제가 남아 있다.

본고는 WEF/ITU/NSTC의 정책과 사업자 전략과 연계하여 우주통신 분류체계를 마련하고, 이 기반 산업 전망과 5G 위성통신 표준화·주파수 현황을 검토한다. 또한 저궤도 5G 위성통신 동향을 서비스, 요금, 칩/장비 및 법적 측면에서 분석하고 시사점을 제시한다.

## II. 5G 위성통신 서비스 개요

### 1. 우주경제 분류체계

우주경제는 위성산업과 비위성산업으로 나뉜다. 위성산업협회(SIA)의 보고서에 따르면 우주산업은

표 1 우주경제 분류체계

분류체계		서비스 및 장비		
우주경제	위성산업	위성	서비스	TV/라디오
				지구관측
			통신	㉔ 초고속 ㉕ 이동 ㉖ UAM/자율주행차/드론/로봇 센싱
		지상장비	방송	TV안테나
				통신
			위성제조	상업용 통신, R&D 등
위성발사	미국(36%), 기타(64%)			
비위성산업		정부우주예산/상업우주여행		

출처 Reproduced from [4].

표 1과 같이 위성통신, 위성제조, 위성발사 부분으로 구성된다. 비위성산업은 정부의 우주예산, 상업용 인간의 우주여행을 포함한다[4]. 위성통신은 우주경제 분야 위성산업에 해당한다. 위성통신은 지구궤도(km) 및 중량(kg) 기준으로 크게 나뉜다. 지구궤도 기준은 국제통신연합(ITU)이 2023년 1월, 우주통신의 궤도별 특성을 반영하여 지구 표면을 기준으로 저궤도(LEO) 200~2,000km, 중궤도(MEO) 8,000~20,000km, 정지궤도(GEO) 35,786km로 규제를 개시하였다. 이는 우주통신 서비스가 전파 간섭없이 운영되는 것을 보장하기 위해서다[2]. 중량 기준은 LEO는 150kg 이하, MEO는 700kg 이하, GEO는 3,500kg 이상이다. 위성통신은 서비스 및 지상 장비로 분류되며, 우주통신의 초고속인터넷/이동통신/IoT 서비스를 이용자단말(UE: User Equipment)에 제공하기 위해서는 단말기/칩, 기지국(gNB), 게이트웨이(GW)의 장비 등이 필요하다.

## 2. 우주경제 산업전망

2020년 7월, Morgan Stanley는 우주경제를 TV, 라디오, 초고속인터넷, 유선위성서비스, 모바일이동서비스, 지구관측서비스, 지상장비(위성항법 등), 위성제조, 위성발사, 비위성산업(정부우주예산, 상업용 우주여행), 부수적 효과(UAM, 자율주행차, 드론, 로봇 등)의 11개로 분류하였다[5]. 2023년 현재, 4,266억 달러에서 2040년에 1조 달러 이상이 될 것으로 전망한 바 있다.

이러한 우주경제 분류체계를 표 1과 같이 세분하여 추계하면 표 2와 같다. 특히, 표 2에서 위성통신 시장규모는 계속 성장하여 2040년에는 우주경제 중에서 그 비중이 절반 이상(51.3%)으로 확대될 것으로 예측되었다. 그림 1의 LEO, UAM/자율주행차/드론/로봇 등에 대한 원격검침 등 위성통신 기술의 급속한 발전과 비용 절감으로 향후 수년 내에

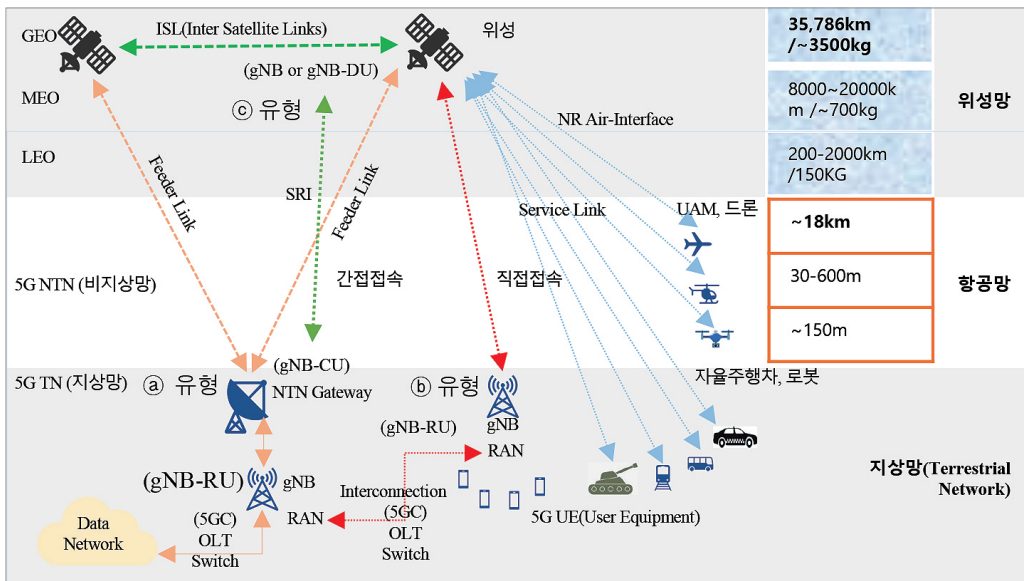
표 2 우주경제 산업전망

(단위: \$B)

구분	2023년 (비중)	2040년 (비중)
TV/라디오	101.1 (23.7%)	127.3 (12.1%)
위성통신	49.8 (11.7%)	540.5 (51.3%)
지상장비	152.6 (35.8%)	196.1 (18.7%)
지구관측	3.9 (0.9%)	25.3 (2.4%)
위성제작/발사	33.6 (7.9%)	36.0 (3.4%)
기타	85.3 (20.0%)	127.6 (12.1%)
합계	426.6 (100%)	1,052.8 (100%)

출처 Reproduced from [4,5].

본격적으로 시장이 개화될 전망이다. 이와 같은 우주경제 확대는 Open-RAN의 gNB-CU/gNB-DU/



출처 Reproduced from [2,7-9].

그림 1 5G 위성통신 접속망 구성도

gNR-RU 지상장비 및 mmWave 주파수에 대한 수요 확대, 3GPP Release-18 이후 표준화에 영향을 미치게 될 것이다.

### 3. 5G 위성통신 접속체계

3GPP(2022), ITU(2023), SIA(2022), WEF(2022), 그리고 표 1의 분류체계에 근거하여 5G 위성통신 서비스 네트워크는 그림 1과 같이 표현할 수 있다. 그림 1의 위성통신 서비스 사업자는 위성의 우주국(GEO/MEO/LEO)과 지상국 NTN 안테나(NTN G/W, gNB)의 Feeder Link(FL) 및 Service Link(SL)를 통해 5G-NTN의 다양한 단말에 음성/문자/영상, 인터넷, 사물인터넷(IoT) 서비스를 제공할 수 있다. WEF(2022)는 국가 차원 연구개발(R&D) 투자 확대로 4차 산업혁명 기술이 진보 시, 자율주행차(Autonomous Vehicle), 드론(Drone), 로봇(Robot)에 대한 SL은 5G-NTN G/W, gNB 경유 없이 직접 연동되어 위성통신 활성화가 확대될 것으로 전망한다.

그림 1의 gNB는 미국 백악관의 2021년 이후 O-RAN(Open-RAN) 정책으로 gNB-CU(Central Unit), gNB-DU(Distributed Unit)의 에지클라우드(Edge Cloud), gNB-RU(Radio Unit)로 세분된다[6]. 그림 1에서 SL의 SRI(Satellite Radio Interface) 연동 가정 시, 이는 5G-NTN 접속의 Regenerative Payload 서비스 유형이다. 5G O-RAN은 LTE BBU(Base Band Unit)의 폐쇄와 차별되게 개방으로 인한 장비시장의 경쟁이 더 확대되는 상황이다. 5G 장비를 이용하여 우주통신사업자들은 NTN Payload, NTN-G/W, gNB-DU의 접속망 구성으로 다양한 사업이 가능하다[7]. 표 3에서 첫째는 LEO Transparent Payload 시, 사업자는 ㉠ 유형으로 gNB와 EU 간 접속에 NTN G/W는 gNB로 FL로 가능하거나, SL로 gNB에 직접 연결할 수 있다. 여기서 NR(New Radio) 무선 프로토

표 3 5G-NTN 접속체계 유형

Payload (그림 1)		접속체계		FL	SL
Transparent	㉠	위성망	NTN G/W	NR	NR
		5G망	gNB		
Regenerative	㉡	위성망	gNB	NR	SRI
		5G망	5GC		
	㉢	위성망	gNB-DU	NR	SRI
		5G망	gNB-CU		

출처 Reproduced from [2,7-9].

콜을 실행하는 FL과 SL 간 차이점은 gNB 안테나의 연계 유무이다. 둘째는 gNB-DU가 Payload 되어 지상의 5GC와 연계되는 ㉡ 유형이다. 위성에 gNB 기능을 구현할 수 있는 적절한 On-Board 처리 역량이 필요하다. 셋째는 LEO에 gNB-DU Payload 시, 지상 gNB-CU와 연계하는 ㉢ 유형이다. 현재, O-RAN 장비시장에 두드러진 기업은 일본의 Rakuten MVNO(Mobile Virtual Network Operator)이다. 이 기업은 2020년 6월, MVNO 사업자로서 차세대 혁신을 리드하고 있다. Rakuten사는 일본 4위의 이통사로 다른 이동통신망사업자와 다르게 네트워크 구축에 S/W 비중을 높여 O-RAN을 최초로 상용화하고, 2021년에 독일 1&1 이통사에 O-RAN 핵심기술인 자사의 5G 가상화 네트워크(VRAN) 통신기술을 2조 원대 공급하고, 싱가포르, 호주 기업에 솔루션을 지원한 바 있다.

### 4. 저궤도 5G-NTN 표준화 현황

2022년 6월, 3GPP Release-17 표준에서는 위성을 Relay Point로 사용하고 스마트폰 및 지상파 5G G/W와 통신한 후, 기지국과 통신하기 위한 상세 사양

을 제시하였다[7,8]. 이 표준은 5G 특화망/V2X 기능 강화, 5G-IoT 기기 지원, 5G-NTN 서비스 기술을 포함하고 있다. 5G 특화망의 자율주행(Autonomous Driving), 헬스케어 지원 기능이 강화되었다. 5G NR(New Radio) 기반 IoT 기술 표준화로 산업용 센서나 카메라 등 다양한 도메인에 대한 지원 기능이 추가되었다. 5G NR은 52.6~71GHz 대역까지 mmWave 대역이 확장되었다. 3GPP는 Release-18에 따라 2023년 12월까지 5G-Advanced 표준화를 완료할 계획이다. 주 내용은 기존 다중안테나/NTN 진화 기술과 더불어 인공지능/기계학습(AI/ML) 적용, NR Duplex 송·수신 등 신규 혁신기술 표준화를 포함한다. 5G-NTN은 2025년까지 R18/R19에서 성능의 고도화가 이루어질 것이며 6G-NTN 표준화도 마련될 계획이다.

## 5. 저궤도 5G-NTN 주파수 현황

위성통신사업자들은 L, C, Ku, Ka, V Band로 구분하고 L-band 10~50MHz, C-band 500MHz, Ku-band 250MHz~2GHz, Ka-band 150M~1.5GHz 대역폭을 이용하여 서비스를 제공하고 있다[8]. 저궤도 5G-NTN 사업자들은 3GPP Release-17 표준화로 용량 성능을 개선하기 위해 밀리미터파(mmWave)로 이동 추세이다. 1세대 대역에서 높은 처리량의 대역(MHz → GHz)으로 이동 현상이다. mmWave는 초고속, 고용량 장점으로 낮은 커버리지로 기지국을 더 많이 설치해야 하는 단점이 있으나 장점이 보완할 수 있다. 최근 SpaceX, OneWeb은 다운로드 12GHz, 업로드 14GHz 주파수를 할당받았다.

Amazon은 다운로드 10GHz, 업로드 29GHz의 주파수를 할당받았다. 사업자들은 6G-NTN을 위한 3GPP R18/R19 표준화 로드맵 기반의 칩 개발 및 3D/인공지능/자율로봇 공학 발달 시, 그림 1의

UAM, 자율주행차, 로봇 체계에 mmWave를 이용한 SL 유효시장 확대를 기대한다. 이 경우 옥내작업, 문화공연, 교통물류, 도심, 산업용 사물인터넷(Industrial IoT) 등이 mmWave의 유효시장이 될 것으로 전망된다. 이 세부시장은 사업 효율성의 증가로 인한 gNB 기지국 구축 비용이 초고속/고용량의 효율화로 커버될 가능성이 있다. 위성통신사업자는 위성통신망을 이용하는 것과 달리 5G 통신망을 이용한 전기통신사업을 위해서는 기간통신사업자로 등록하고 정부로부터 신규 주파수할당 또는 기존의 이동망 사업자로부터 주파수를 도매로 제공받아 서비스를 제공할 수 있다. 단기적으로는 MVNO 사업자로 시장에 진입이 예상된다.

## III. 저궤도 5G-NTN 서비스 동향

### 1. 저궤도 위성통신 서비스

2023년 5월, SpaceX, Iridium, OneWeb의 LEO 사업자들은 2019년부터 지구궤도 550~1,325km에서 음성, 메시지, 위성인터넷, 위성초고속인터넷 서비스를 제공하고 있다. 위성통신사업자들은 표 4에서 보는 바와 같이 LEO 위성을 직접 발사하고 주파수를 할당받아 다양한 주파수로 음성, 문자, 인터넷, 초고속인터넷 서비스를 하고 있다. SpaceX는 FCC(Federal Communications Commission)로부터 2021년 4월 LEO 2,824개 배치 승인을 받고 2,362개 발사 계획을 가지고 있으며, 2023년 5월 현재 2,150개를 발사하여 초고속인터넷(Starlink) 서비스를 글로벌 이용자들을 대상으로 제공하고 있다. SpaceX는 Starlink 안테나, Wi-Fi 라우터, 전원공급 장치로 수신할 수 있는 양방향 위성기반 인터넷 서비스를 제공한다. 2023년 5월 현재, 우리나라는 커버리지에 포함되지 않고 있으나, 일본은 고용량 서비스를 제공하고 있다. 상품별 서비스 상세 사양은 표 5와 같

표 4 LEO 사업자 서비스 종류(2023년 5월)

기업	LEO	고도	주파수할당	서비스
SpaceX	2,150/2,362	550km	12/14GHz	표 1-㉔ 위성초고속인터넷(500Mbps)
Iridium	66/77	780km	1.6GHz(TDD)	표 1-㉔ 음성/문자
OneWeb	428/650	600km	12/14GHz	표 1-㉔ IoT(UAN/자율주행차/드론/로봇) 표 1-㉔ 위성인터넷(195Mbps)
Amazon	0/3,200	1,200km	10/29GHz	준비 중

출처 Reproduced from [4,9].

표 5 Starlink 상품별 서비스 플랜(2023년 5월)

서비스		내용	비고
인 터 넷	Satellite	LEO	2,150
	Band	Ku-Band	12~14GHz
	Speed	500Mbps	1Gbps
	Service	1TB/M	-
	Plan	\$500/M	166.3
	Gateway	VSAT	-
음 성	5G-NTN	Mobile Voice	Dec. 2023
	Payload	Transparent	5gNB(NTN)
	Carrier	Common	May 2023(S. Korea)

출처 Reproduced from [10].

다. Iridium 위성통신사업자는 66개의 LEO 위성을 발사하고 780km 지구궤도에서 글로벌 음성/문자 메시지 서비스를 제공한다. 영국의 OneWeb사는 428개의 저궤도 위성을 발사하고 2023년 말에 위성 인터넷 서비스를 제공하고 있다. LEO 428개를 배치하여 표 1의 원격검침 IoT 서비스를 제공하고 있다[9].

## 2. 저궤도 위성통신 서비스 요금

SpaceX Starlink 서비스는 GEO, LEO를 이용할 수 있으며, 표 6과 같이 월 무제한 데이터를 사용하게 하며, 20~250Mbps 다운로드에 대하여 월 110~135 달러, 표 4의 LEO 위성초고속인터넷은 500 Mbps에

표 6 Starlink 위성인터넷 요금 플랜(2023년 5월)

서비스	다운로드속도 (Mbps)	월정액(\$)
모빌리티	220	250~5,000
해양		
사업용	220	250~1,500
로밍	5~50	150~200
주거용	500	500
	25~220	90~120

출처 Reproduced from [10].

표 7 Iridium 음성통화 요금(2023년 5월)

요금(\$)	사용량/월 (음성, 문자)	계약 (최소)	Phones & Devices
65/월	10분	없음	위성통신 전용 단말기
95/월	125분	6개월	
125/월	300분	6개월	

출처 Reproduced from [12].

대하여 월 500달러를 과금한다.

이 요금제는 계약기간, 취소 수수료가 없으며 주거용, 사업용, 로밍, 모빌리티, 해양 등을 대상으로 위성통신 초고속인터넷 서비스를 제공하고 있다. 이동통신 음성 서비스는 2023년 말에 서비스를 제공할 계획이다. Iridium은 전용 단말기로 음성, 문자메시지 각각의 동일 요금 서비스를 제공하는 것이 특징이다. 표 7과 같이 계약기간이 6개월로 있는 통화요금 상품도 있고, 계약기간이 없는 선불요금 서비스도 있다. 서비스 요금제는 각각의 음성,

문자에 대하여 분당 요금제를 적용하고 있다. 영국 OneWeb은 위성통신 기반 IoT 서비스가 중심이다. 타 사업자와 같이 요금제가 없다[11,12].

### 3. Starlink 가입자 장비

Starlink 가입자 장비(Kit)에는 인터넷 연결에 필요한 WiFi 라우터, 전원공급 장치, 케이블/베이스가 포함된다. 2023년 5월, Starlink는 \$4,300만(한화 559억 원) 비용 소요, 수백만 대의 가입자 장비 제조를 위한 Starlink Dish 공장을 Texas에 완공하였다.

### 4. 5G-NTN 서비스 기기/칩 개발

표 3은 LEO 위성통신망 기반의 위성인터넷 서비스이다. 2022년 6월 이후, 글로벌 제조사들은 3GPP Release-17 기반의 스마트폰 칩을 표 9와 같이 기술 개발과 그 검증 결과를 발표하고 있다. 같은 해 9월, 퀄컴의 스냅드래곤 새틀라이트 표준기술, 삼성의

도플러 천이 보상 표준기술이 있으며, 특히 삼성의 칩은 문자메시지, 사진, 영상 등 대용량 데이터의 양방향 송수신 검증이 완료된 상황으로 발표되었다. 이 기술은 타 기업 대비 대용량, 양방향 수신이 차이가 있는 것으로 발표되고 있다[13-16].

### 5. 통신서비스 기간통신사업 등록

최근 SpaceX의 Star link의 기간통신사업자 등록 완료로 표 4, 표 5의 LEO 서비스, 표 6, 표 7의 요금체계, 표 8의 장비, 그리고 표 9의 칩 기술이 진화하여 표 1의 지상장비에 탑재될 때 그림 1의 저궤도 5G-NTN 위성통신 서비스가 제공될 수 있을 것으로 보인다.

현행 우리의 「전기통신사업법」상으로 저궤도 5G-NTN 서비스 제공사업자는 「전기통신사업법」 제6조(기간통신사업의 등록 등)에 근거하여 기간통신사업자로 등록하고 기간통신역무와 부가통신역무를 제공한다. SpaceX는 한국에서 위성통신 서비스를 현재의 자사 LEO 네트워크와 연동하고 그림 1의 gNB 기간통신사업자 설비와 연계하여 서비스

표 8 Starlink 가입자 장비 사양(2023년 5월)

장비	표준사양	
Dish	Antenna	Electronic Phased Array
	Environmental Rating	IP54
	Snow Melt Capability	Up to 40mm/hour(1.5in/hour)
	Average Power Usage	50~75W
WiFi Router	Wi-Fi Technology	IEEE 802.11a/b/g/n/ac standards
	Chipset	Wi-Fi 5
	Radio	Dual Band - 3 x 3 MIMO
	Mesh	12 Starlink Mesh nodes
	Ethernet Adapter	-

출처 Reproduced from [10].

표 9 AP 장비 기업 스마트폰 칩 기술(2023년 5월)

3GPP R17 표준		표 1-㉔ 기기/칩	
제조기업	기술 수준		
애플	긴급 SOS 단방향 서비스 개발 상황('22.9)	iPhone 14	기기
퀄컴	단방향 통신만 가능한 비표준 기술개발('22.9)	Snapdragon X75	칩
미디어텍	SOS messaging 검증 완료('22.8)	MT6825	칩
삼성전자	영상 등 대용량 데이터의 양방향 송수신 가능 검증 완료('23.3)	Exynos Modem 5300	칩
		표 3 - Payload @, ㉔	

출처 Reproduced from [13-16].

를 제공할 수 있다. 이 경우 설비일부보유 기간통신사업자로서 「전기통신사업법」의 위성망-통신망 연동에 대한 대가는 제38조(전기통신서비스의 도매제공) 제4항 수익배분, 소매가 할인, 대역폭 대가 방식이거나 제39조(상호접속) 제2항에 접속료 등에 접근이 가능하다. SpaceX는 LEO를 다수 가지고 있는 사업자로서 자사의 위성망을 이용하여 국내의 이동통신망사업자의 망을 이용하여 이동통신 서비스를 제공할 때는 Rakuten사 MVNO와 같은 기간통신사업자이다. LEO를 보유하지 않은 국내의 5G 통신사는 5G-LEO 위성통신 서비스를 제공하기 위해 공익 측면의 산간/도서벽지, 그리고 산업용 IoT 강화를 목적으로 제공할 수 있다. 자율주행차, 스마트 제조 사업자들은 기기 체계의 수출 경쟁력 제고 측면에서 접근할 것으로 보인다.

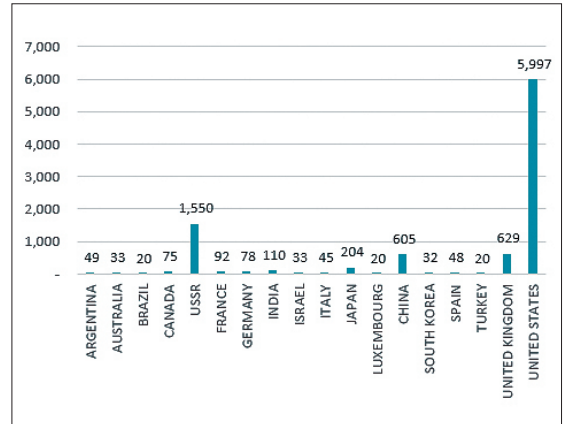
## IV. 우리의 현황진단

### 1. 낮은 위성통신 기술 경쟁력

표 1의 위성 발사/제조 관련 전 세계 국가별·조직별 전체 위성 수는 10,468개이며[17], 이 중에서 20개 이상을 국가별 자료를 정리하면 그림 2와 같다. 미국이 5,997개로 전체 57.29%로 절반 이상을 보유하고 있으며, 러시아는 1,550개로 14.81%, 중국은 605개로 5.78%를 보유하고 있다. 한국은 32개로 0.31%의 미미하게 보유한 상황이다. 미국 대비 187.41배, 러시아 대비 45.44배, 중국 대비 18.91배로 낮은 위성통신 위성 개수로 기술력이 낮음을 보인다. 더욱이 우리의 LEO 발사 기술 역량은 표 3의 글로벌 LEO 기업과 비교하면 너무 미흡한 상황이다.

### 2. 5G-NTN 기간통신망 높은 의존도

국내 이동통신사들은 그림 1의 지상망, 스마트폰



출처 Reproduced from [17].

그림 2 세계 위성의 수(20개 이상, 2023년 5월)

중심의 국제로밍 서비스를 중심으로 서비스를 제공하였다. 글로벌 융합 서비스 경쟁력 향상을 위해 LEO 위성통신은 주파수와 더불어 필수 네트워크이다. 현재와 같은 여건이 지속될 때는 미래 LEO 네트워크 및 제조사들의 국제 위성통신망에 대한 의존성은 더욱 높아지게 될 것이다. SpaceX는 2023년 말에 L5G 기반에서 초고속인터넷, 이동전화 전화의 글로벌 서비스를 준비하고 있다.

국내 업체들은 통신업체/위성통신 업체, LEO에 발사/구축/운영에 대하여 기술도 미흡하다. 국제기업에 의한 국내 위성통신 시장 잠식을 방지하고 기간통신망의 해외 의존을 탈피하기 위해 국내 기술 및 경쟁력 확보가 시급하다. 더욱이 L5G 서비스는 자동차 등 제조기업들의 국제시장 경쟁력에 막대한 영향을 줄 것이다. 그림 1에서 gNB-DU가 LEO에 탑재되고 자율주행차, 로봇, UAM, 드론에 이더넷(Ethernet) 네트워크와 서비스 링크가 이루어질 경우가 가능하다. 이 경우 국내에서 클라우드 기반 실시간 서비스를 하지 못하면, 위성통신망을 활용하여 국제 경쟁업체와 경쟁력에서 뒤처지게 되는 상황이 발생하게 된다.



### 3. O-RAN 위성통신 Link 기술 부재

O-RAN에 따라 그림 1의 5G gNB-DU를 LEO에 탑재할 수 있다. 위성 간 SRI(Satellite Radio Interfaces), 위성-지상 간 ISL(Inter Satellite Links) 통신이 이루어질 것이다. 특히 후자는 LEO-GEO 간, LEO-LEO 간 연계된다. 이러한 위성망 간의 연계, gNB-DU와 gBN-RU 연동, 그리고 UAM/자율 차와 서비스 링크에 대한 연동 기술이 중요하며, 표 1의 ㉔, ㉕ 관련 연구도 필요하다. 국내 업체들은 표 10과 같이 지구 관측용 전자광학 탑재체 Payload로, 현재 장비개발 상황은 이에 대한 상황이 고려되지 않은 것 같다. 지구 관측용 전자광학 Payload 상황, 음성 서비스를 제공하지 않은 OneWeb사와 협업, 정지궤도(GEO) 등은 글로벌 L5G 서비스 동향과 상당한 차이를 보인다. 그림 1 gNB의 O-RAN 대응 연구개발이 민간 영역에서는 거의 없는 상황이다. 일본의 Rakuten은 네트워크 구축에 S/W 비중을 높여 O-RAN을 최초로 상용화하고 수출까지 하였다. 이는 위성통신으로

확대될 것이다.

### 4. 위성통신 발사/제조 고비용 구조

표 1의 분류체계의 위성 발제/제조 관련 글로벌 LEO 업체들의 저궤도 궤도의 대량 발사 비용은 대폭 감소추세이다. 엔지니어들은 지속 가능성을 촉진하면서 낮은 비용의 발사체 재사용 가능한 구성 요소를 개발했다. SpaceX는 발사 빈도가 증가함에 따라 비용 감소는 더 가속화 추세이다. 이 현상은 표 2의 추정 결과와도 같다. R&D 투자 확대 시, 비용은 더욱 줄일 수 있다. Relativity Space는 3D 프린팅, AI 자율로봇 공학을 사용하여 완전히 재사용 가능한 저비용 로켓을 구축할 계획이다. 2024년 플로리다 케이프 커내버럴에서 예정되어 있다. 우리는 위성 제조/발사가 초기 단계로 고비용/저효율 구조로, 비용 절감 및 재활용을 위한 4차 산업혁명 핵심 기술에 대한 R&D 확대가 요구된다.

표 10 국내 저궤도 NTN 장비 기업

기업	R&D 및 장비 서비스			통신	협력	표 1-㉔ 비교	
세트렉 아이	R&D	Payload (탑재체)		지구관측용 전자광학 탑재체 공급 (고도 550~600km 기준)	LEO	-	Payload
		지상 장비	민간				MCS(Mission Control System): 위성제어(「전파법」 제42조, 우주국의 개설조건), 임무계획, 데이터 관리 등
인텔리안 테크	R&D	AESA(Active Electronically Steerable Array) 안테나 핵심기술 설계/개발			LEO	원웹(OneWeb)	VSAT안테나
AP위성	R&D	5G NR Rel-15 TDD 지원(567(DL)/530Mbps(UL))			LEO	과학기술정보통신부 R&D('21~'23.12)	단말용 모뎀
		5G NTN Rel-17 FDD 지원 (283(DL)/192,530Mbps(UL))					
		6G 이동통신 및 위성통신 지원					
	핵심기술 Rel-18/Rel-19 반영(최초 3GPP Rel-20 이상), 1Gbps(DL)				과학기술정보통신부 R&D('21~'25.12)	단말용 모뎀	
	서비스	음성 없음, 데이터(2.4/4.8/9.6Kbps), SMS, 위치추위, 다자간통화/호전환/호대기/음성메일			GEO	UAE Thuraya	기간통신사업자 (2009. 2.)

## V. 결론 및 시사점

우주경제 산업규모, 3GPP Release-17 로드맵, LEO 우주통신 정부 정책/전략, 스마트폰 칩 기업의 기술검증, 이상의 관련 위성인터넷 서비스 사업자들의 기간통신사업자 등록신청 등 시장이 급변하고 있다. 이러한 측면에서 우주경제 및 위성통신 체계를 분류하고, 그 기반의 LEO 5G-NTN 위성통신 개념을 정립한 후, Payload 접속유형을 제시하였다. 또한 우주통신 서비스, 그 요금체계, 사업자별 칩/장비 개발을 검토한 후 우리의 현황을 진단하였다. 2023년 5월 현재, 위성통신사업자들은 5G 통신서비스를 제공하고 있지 않다. 그러나 LEO 5G-NTN 서비스는 조만간 이루어지고 글로벌 경쟁체제가 형성될 것으로 보인다. 이러한 시장환경에 선제적으로 대응하는 것이 필요하다. 우리는 5G 통신기술과 연계하여 우주통신 서비스를 제공할 수 있는 기술력이 낮고, 세계 시장 진출 측면에서 외국의 LEO 우주통신을 임대하여 서비스를 의존해야 하는 상황에 직면하게 될 것으로 보인다. 또한, 5G-NTN 비즈니스 모델을 반영한 장비 기업들의 선도적인 개발 생태계 조성이 미흡한 것으로 판단된다.

### 용어해설

**5G-NTN** 우주통신사업자가 5G 이동통신망의 gNB, gNG-CU에 접속하여 이용자나 단말에 이동통신 서비스를 제공하는 것  
**LEO Satellite** 저궤도 위성은 지구궤도 기준 200~2,000km(지구 표면) 상공에 위치하며, 무게 150kg 이하인 것을 의미함  
**Open-RAN** 이동통신단말에서 네트워크 코어망까지 통신장비를 특정 기업에 종속되지 않은 개방된 무선 접속망

### 약어 정리

CU	Central Unit
DU	Distributed Unit
GEO	Geostationary Earth

ITU	International Telecommunications Union
LEO	Low Earth Orbit
MEO	Medium Earth Orbit
NSTC	National Science and Technology Council
NTN	Non-Terrestrial Network
ORAN	Open Ration Access Network
OSTP	Office of Science and Technology Policy
RU	Radio Unit
STIWG	Science and Technology Interagency Working Group
TPU	Tensor Processing Unit
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WEF	World Economy Forum

### 참고문헌

- [1] WEF, Here's how the space economy will change the way we live and work, 2022. 12.
- [2] ITU, WRS-22: Regulation of satellites in Earth's orbit, News, 2023. 1.
- [3] National Science and Technology Council, National Low Earth Orbit Research and Development Strategy, 2023. 3.
- [4] SIA, 2021 Global Satellite Industry Revenues, 2022.
- [5] Morgan Stanley, Space: Investing in the Final Frontier, 2020. 7. 24.
- [6] OUSD, B5G Network Customization for DoD, 2022.
- [7] M. Li et al., "A 5G NTN-RAN implementation architecture with security," in Proc. CISCE 2022, (Shenzhen, China), May 2022, pp. 43-44.
- [8] GSMA, High Altitude Platform Systems Towers in the Skies, June 2021.
- [9] X. Lin et al., "On the path to 6G: Embracing the next wave of low earth orbit satellite access," IEEE Commun Mag., vol. 59, no. 12, 2021.
- [10] Starlink, Order Starlink, 2023. 8.
- [11] Satellite Internet, Find the best deals on satellite internet providers, 2023. 5.
- [12] Roadpost, Iridium Satellite Phone Monthly Plans and Airtime, 2023. 5.
- [13] Apple Use Emergency SOS via satellite on your iPhone 14, 2023. 3.

- [14] Qualcomm, Snapdragon X75 5G Modem-RF System, 2023. 2.
- [15] MediaTek, Rohde & Schwarz verifies MediaTek's satellite(NTN) chip based on 3GPP R17 standard, 2023. 3.
- [16] Samsung Newsroom, Samsung Electronics Introduces Standardized 5G NTN Modem Technology To Power Smartphone-Satellite Communication, 2023. 2.
- [17] N2YO, Satellites by Countries and Organizations, 2023. 5.