

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목분석보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

# 6G 통신

## 1Tbps 데이터 전송이 가능한 6G 통신

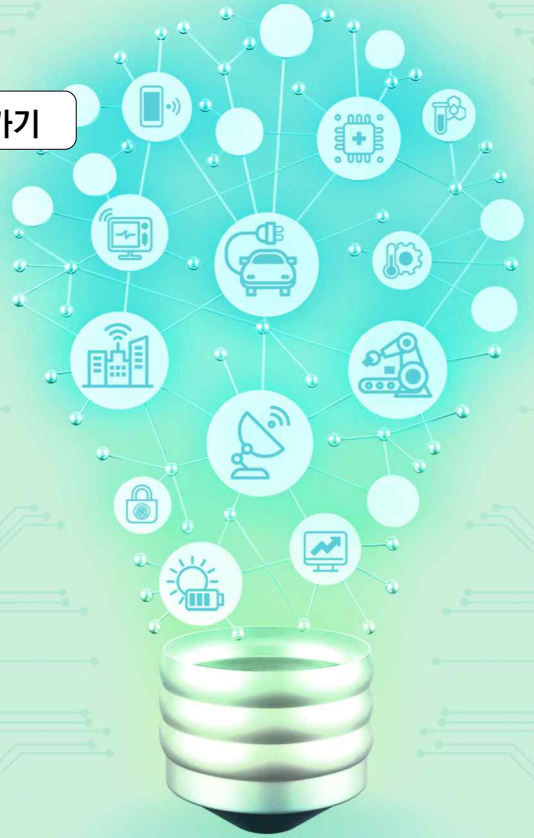
요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

NICE평가정보(주)

작성자

이정어 전문연구원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술 신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미 게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2124-6822)으로 연락주시기 바랍니다.

# 6G 통신

테라헤르츠 대역을 이용하여 1Tbps의 데이터 전송이 가능한 초성능, 초대역, 초공간, 초정밀, 초지능, 초현실의 통신 기술

| 테마명                 | 정보통신 | 분야명   | 차세대 무선통신미디어 | 산업분류 | F26013 |
|---------------------|------|---|-------------|------|--------|
| <b>【정책 및 투자 동향】</b> |      |   |             |      |        |
| 디지털 뉴딜              | 정책동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 과학기술정보통신부, 6G 연구개발 실행계획 수립(2021.6)</li> <li>○ 과학기술정보통신부, 6G 시대를 선도하기 위한 미래 이동통신 R&amp;D 추진전략안 수립(2020.8)</li> <li>○ 6G 기술개발 사업의 예비타당성 조사 통과(2020.4)</li> </ul> |             |      |        |
|                     | 투자동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ (정부) 과학기술정보통신부, 향후 5년간 6G 기술-표준 확보에 2,200억 원 투자 (2021.6)</li> <li>○ (기업) 삼성전자와 LG전자 모두 테라헤르츠 대역에서의 6G 통신시스템 시연에 성공.</li> </ul>                                 |             |      |        |

## ■ 미래 통신네트워크 산업의 주도권 선점 및 COVID-19를 계기로 급성장하는 비대면 시장의 대응을 위한 6G 통신 필요성 대두

정부는 2019년 세계최초 5G 상용화와 5G+전략 수립을 통해 향후 2026년 1,161조 원 규모의 연관 산업 진입 및 세계시장을 선점하고자 노력하고 있다. 미국과 중국 등은 적극적으로 5G 통신망을 구축하고 있으며, 6G 통신 시장의 선점을 위해 국가 차원에서 연구개발을 착수하였다. 미국은 2017년부터 6G 통신 분야 전문연구기관을 설립하고 3,000억 달러 규모를 투자하였고, 중국은 2019년에 과기부 주도의 6G 통신 분야 연구개발 전담기구를 출범하였으며, 유럽은 2018년 핀란드에서 6G 통신 개념을 제안하고 연구개발을 시작하였다. 한편, COVID-19에 의해 비대면 시장이 급성장하고 있으며, 온라인에서 회의 및 교육, 업무 등을 원활하게 수행할 수 있도록 고품질과 고신뢰 네트워크망이 필요하다. 정부는 2020년 5월 네트워크 고도화를 한국판 뉴딜의 핵심 과제 중 하나로 선정하고 6G 통신 기술을 적극적으로 개발하고 있다.

## ■ 지상 및 비지상 통신이 융합되어 초공간 서비스를 제공하는 6G 통신

위성통신은 지상과 위성의 네트워크 연결을 통해 지상 및 하늘, 바다 등 모든 공간에서 연결 가능한 3차원 통신 기술로서, 초공간 서비스를 제공하는 6G 통신의 핵심기술이다. 저궤도 위성(고도 300~1500km, 3GPP 기준)을 활용하여 섬·산간·사막 등 육상 음영지역 및 해상·항공기 등에 초고속·초저지연 통신서비스를 제공할 수 있다. 기술발전예 따른 통신장비의 소형화를 비롯하여 위성체 제작·발사 비용 감소 등 위성기술의 발전으로 인해서 위성통신 네트워크 기술 수준은 향상되고 있다. 6G 통신 시장의 선점을 위해 글로벌 민간기업의 위성통신 시장진입이 본격화되고 사업 모델도 다양화해지고 있다. 테슬라의 SpaceX를 통한 위성인터넷 서비스와 아마존의 인공위성 클라우드 서비스가 대표적인 예이다.

# I. 배경기술분석

## 4차 산업혁명 기술 대응을 위한 6G 통신 기술 필요성 증대

6G 통신은 테라헤르츠 대역을 사용하여 1Tbps의 데이터 전송 가능하며, 지상 및 비지상 통신의 융합으로 언제 어디서나 초고속 통신을 가능하게 하는 미래이동통신 기술이다.

### 1. 산업 생태계 분석(정의, 구조 및 특징)

#### ■ 이동통신의 개념과 정의

이동통신이란, 무선 기반의 초고속, 초연결, 초저지연 서비스 실현을 위해 필요한 단말기, 액세스 인프라 및 이를 구성하는 시스템 등을 포함한 제반 기술을 뜻한다. 핵심 요소기술은 무선전송 기술, 이동통신 시스템 기술, 이동통신 단말기 기술, 이동통신 서비스 기술 및 특수목적 이동통신 기술 등이 있다.

표 1. 이동통신의 핵심 요소 기술

| 구분        | 특징  |
|-----------|---|
| 무선전송      | 광대역 지원 및 초고속 대용량 콘텐츠 전송, 대규모 디바이스 접속 지원 기술, 초저지연 및 접속의 안정성을 지원하는 기술, 근거리 무선통신 기술 등을 포함                          |
| 이동통신 시스템  | 무선 네트워크 기지국 단에서 다양한 대역폭을 지원하는 RF통신용 및 안테나 부품, 변복조 기술, 프로토콜 기술, 운용보전/자동구성 등의 관리기술 및 광대역 백홀/프론트홀 등을 포함            |
| 이동통신 단말기  | 무선 네트워크의 단말기에서 다양한 대역폭을 지원하는 RF통신용 및 안테나 부품, 변복조 기술, 프로토콜 기술, 모뎀, 부품이 포함된 하드웨어 제작 기술 등을 포함                      |
| 이동통신 서비스  | 유·무선통신 응용 서비스와 타산업과 융합서비스를 지원하기 위한 서비스 및 플랫폼 기술, 시험·인증 기술, 분산된 개방형 아키텍처로 네트워크의 말단에서 데이터 처리 및 컴퓨팅을 수행하는 기술 등을 포함 |
| 특수목적 이동통신 | 공중이동체 간 통신, 제어망 구성을 위한 기술, 선박과의 정보전송을 위한 통신 기술, 군 통신 기술, 초고속 이동체 제어 기술, 재난 안전통신망을 위한 기술 등을 포함                   |

\*출처: IITP(정보통신기획평가원) ICT R&D 기술로드맵 2025(2021), NICE평가정보(주) 재구성

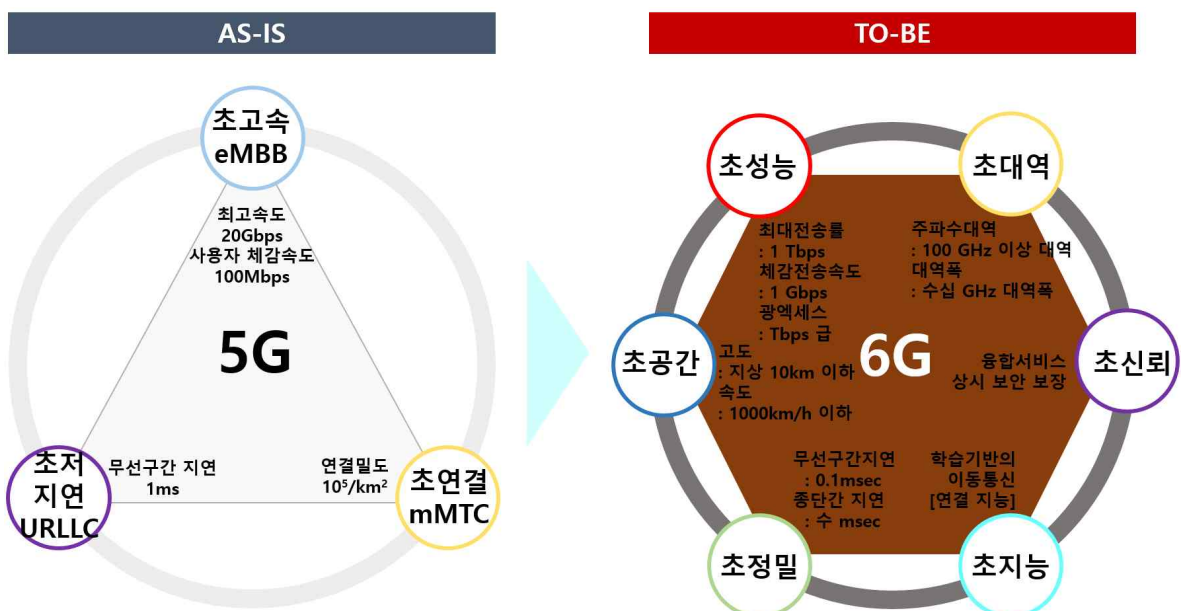
#### ■ 6G 통신 기술 개념과 특징

6G 통신 기술은 2030년을 전후하여 상용화될 것으로 예상되는 차세대 네트워크 통신으로서, 테라헤르츠 대역을 사용하여 1Tbps의 데이터 전송이 가능하고, 지상 및 위성통신의 결합으로 언제 어디서나 초고속 통신을 가능하게 하는 미래이동통신 기술이다. 과학기술정보통신부가 제시한 6G 핵심비전은 초성능, 초대역, 초공간, 초정밀, 초지능, 초현실이다. 이들 키워드로 대표되는 6G 통신 기술은 Gbps급의 실감 영상 서비스를 제공할 수 있고, 위성·공중·해상 통신 등이 융합되어 10cm 오차 위치 측위와 같은 초정밀, 기계와 기계 간의 초연결 서비스 등을 제공하는 등 새로운 통신 네트워크의 핵심 인프라가 될 것이다.

미래에는 3D 홀로그래픽을 활용한 끊기지 않는 가상현실 및 증강현실 서비스, 드론 또는 자동차의 자율주행 등이 6G 통신을 통해 원활하게 구현될 것으로 예상되고 있다. 또한, 인공지능 기술과 결합하여 한정된 무선통신 자원을 최대한으로 활용할 수 있는 무선통신 기술이 개발되고 있다. 중국 Huawei는 2040년대에 무선통신과 인공지능 기술의 융합으로 인하여, 현재 5G 통신으로 구현할 수 없는 제2의 지능형 네트워크가 도래할 것이며, 무선 채널의 내부 구조 설계 및 무선자원 관리 등 모든 영역에 걸쳐 있는 신호처리 문제가 인공지능으로 해결될 것으로 예상하였다.

세계적으로 통신 산업 분야를 선도하는 연구기관과 통신업체에서는 6G 통신이 갖춰야 할 성과와 이를 가능케 하는 요소기술을 종합적으로 정리한 6G 백서를 발표하고 있다. 2019년 9월과 2020년 7월에 핀란드 오울루 대학과 삼성전자가 각각 6G 백서를 발표하였고, 이에 따르면, 데이터 전송속도는 5G보다 50배 빠른 1Tbps 이상, 사용자 체감 데이터 속도는 10배 빠른 1Gbps 이상, 연결 밀도는 1km<sup>2</sup>당 1,000만 개로 5G 보다 10배 이상, 통신지연율은 0.1ms 이하 등으로 제시하였다. 현재 5G와 미래 6G의 성능 비교는 [그림 1]과 같으며, 삼성전자는 6G 백서를 통해 기기별로 전력 소모와 데이터 지연을 줄이는 인공지능 알고리즘 개발의 필요성을 강조했다.

[그림 1] 5G와 6G 성능 비교



\*출처: 과학기술정보통신부(6G 시대 선도위한 미래이동통신 R&D 전략안)(2021),NICE평가정보(주) 재구성

### ■ 세대별 이동통신 기술 발전

통신속도 및 품질, 안정성 등의 향상에 따라 이동통신 기술은 아날로그 통신인 1G부터 시작해서, 디지털 통신인 2G, 멀티미디어 통신인 3G, 고속 통신인 4G, 초고속 통신이 가능한 5G 등 계속해서 발전하고 있다. 5G 통신 기술까지의 각 세대별 특징은 [표 2]와 [그림 2]에 정리되어 있다.

표 2. 이동통신 세대별 특징

| 구분 | 특징  |
|----|---|
| 1G | 아날로그 통신 세대로서 단순 음성통화만 가능하고, 1975년에 미국 모토로라사에서 셀룰러 방식을 이용한 이동통신 기술개발이 첫 시작임. 통신채널 하나당 사용자도 한 명인 아날로그 통신 기술을 기반으로 해서 용량이 부족하고 활용도가 낮았음. 세계 각국에서 호환되지 않았으며, 지역별로 다른 이동통신 표준이 사용되었음. 예로, 미국에서는 AMPS(Advanced Mobile Phone System), 일부 유럽 국가들은 NMT(Nordisk MobilTelefoni)를 1G 이동통신 표준으로 채택되었음.   |
| 2G | 데이터 통신이 가능한 디지털 통신 세대임. 유럽의 GSM(Global System for Mobile Communication), 미국의 IS-95(Internal Standard 95), 일본의 PDC(Personal Digital Cellular)가 대표적인 2G 이동통신 표준들임. GSM이 많은 국가의 표준으로 채택되어 국제 로밍 서비스가 활성화되기 시작함. TDMA 등 디지털 무선전송 시스템이 개발되고, 곧이어 1996년에는 미국의 퀄컴과 한국의 전자통신연구소가 CDMA(Code Division Multiple Access)라는 개선된 기술을 공동 개발하면서 2G 시대가 활성화되었음. 이때부터 한 통신채널을 다수 사용자가 공유할 수 있었고, 1G 대비 10배 이상 많은 사용자를 지원하게 됨. 2G 시대에는 문자 메시지와 이메일 등의 데이터 전송이 가능해진 것이 큰 특징이지만 데이터 전송속도가 수십 kbps에 불과하였음.  |
| 3G | Apple의 아이폰 3G로 대표되는 멀티미디어 통신 세대임. 모바일 인터넷을 이용하면서 동영상 등 멀티미디어 서비스가 가능해졌고, GPS 서비스, 모바일 게임, 음악 스트리밍 서비스, SNS가 등장함. Apple에서는 처음으로 3G 인터넷 기술을 접목한 아이폰 3G를 출시하면서 스마트폰의 시대가 시작되었음. UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)와 CDMA2000이 대표적인 3G 표준임. 또한, 3.5세대로 일컬어지는 HSDPA(High-Speed Downlink Packet Access)와 HSUPA(High-Speed Uplink Packet Access)의 도입으로 데이터 전송속도를 하향링크(다운로드)에서 수십 Mbps, 상향링크(업로드)에서 수 Mbps를 지원할 수 있게 되었음.  |
| 4G | 고속 통신이 가능한 통신 세대임. LTE(Long Term Evolution)와 WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)의 무선표준이 있으며, LTE가 4G 시장을 주도함. 직교주파수분할다중접속(OFDMA) 기술과 다중안테나(MIMO)기술 등을 통해 하향링크 300Mbps와 상향링크 75Mbps의 데이터 전송속도를 제공함. Carrier Aggregation 등의 후속 기술로 전송속도를 더 증가시켰으며, LTE-Advanced(LTE-A), LTE-A Pro 등으로 발전함. 데이터 전송 속도가 크게 향상됨에 따라, 고사양의 모바일 어플리케이션들이 등장했으며, SNS가 활발하게 이용됨. 또한, 차량이나 공간을 공유하는 등 공유경제 서비스가 활성화되었고, 증강현실(AR) 게임, 인공지능(AI) 비서들의 응용기술 발전으로 파생됨.  |
| 5G | 초고속 이동통신(eMBB: enhanced Mobile BroadBand), 초저지연(URLLC: Ultra Reliable and Low Latency Communication), 대규모 사물인터넷(mMTC: massive Machine Type Communication) 등을 가능하게 하는 통신 세대임. 3GPP(3rd Generation Partnership Project)의 5G NR 무선표준이 있음. Sub-6GHz 대역과 24-43GHz의 밀리미터파 대역을 함께 사용하고, 맞춤형 네트워크를 제공하여 네트워크 슬라이싱(Slicing)을 지원함에 따라, 4G 대비 약 20배인 20Gbps의 데이터 전송속도를 지원할 수 있음.<br>2019년 4월에 5G 통신을 최초로 사용할 때는 sub-6GHz 대역이 이용되었고, 2020년부터는 28GHz 대역의 밀리미터파 대역이 함께 제공되고 있음. 전세계적으로 밀리미터파를 이용한 통신 방식을 안정적으로 지원하기 위해 지속적으로 연구개발하고 있음. 5G는 4차 산업혁명을 위한 스마트 공장, 자율주행 자동차, 스마트 시티, 원격 수술 등의 다양한 분야의 산업 및 서비스를 가능케 할 것으로 기대됨. 인공지능(AI)과 확장현실(XR) 등 기술과 결합한 사용자 경험이 제공될 것이며, COVID-19의 여파로 인하여 비대면 시장이 주목받는 현 상황에서 필요한 기술로 각광 받고 있음. |

\*출처: 대한전자공학회지(2020), NICE평가정보(주) 재구성

[그림 2] 이동통신 기술발전 전망도

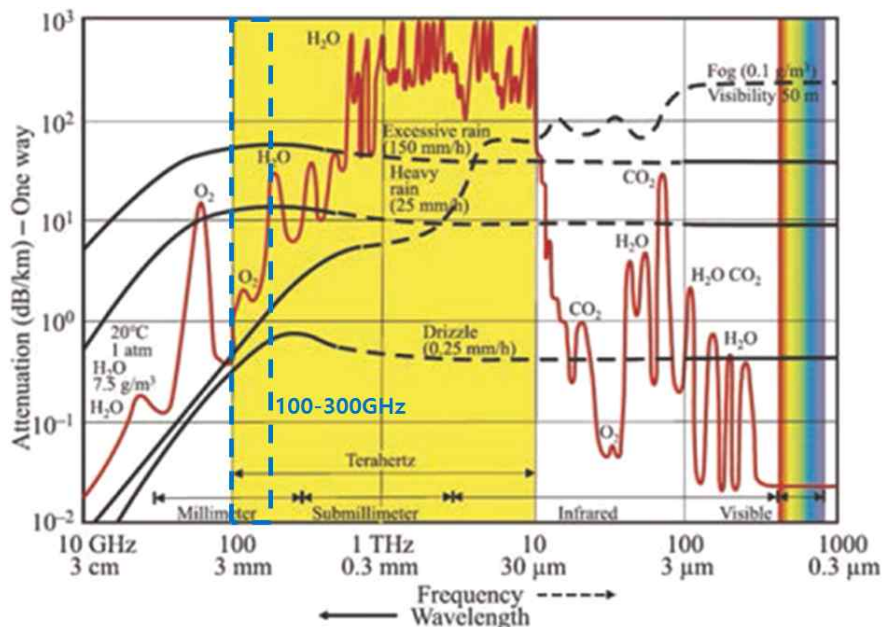


\*출처: IITP(정보통신기획평가원) ICT R&D 기술로드맵 2025(2021), NICE평가정보(주) 재구성

■ 테라헤르츠 주파수 대역을 활용한 6G 통신

6G 통신은 테라헤르츠 대역을 사용하는 것으로 제안되고 있으며, 미국 연방통신위원회(FCC)는 2019년 3월 차세대 무선통신 기술개발을 위하여 비면허대역으로 0.095-3THz 대역의 주파수를 개방하였다. 따라서, 3THz 미만의 주파수대역 중에서 공기 중 기체 분자에 의한 흡수 감쇄의 영향이 적은 100-300GHz 대역이 6G 통신 분야에서 주로 연구되고 있다.

[그림 3] 테라헤르츠 대역 주파수별 대기 감쇠도



\*출처: Opto-Electronics Review(Terahertz detector and focal plane arrays)(2020), NICE평가정보(주) 재구성

테라헤르츠 무선통신 관련 표준화는 WPAN(Wireless Personal Area Network)을 위한 표준인 IEEE 802.15에서 처음으로 논의되었고, 2008년에 IG(Interest Group)를 거쳐 TG(Task Group)가 만들어지면서 최초의 테라헤르츠 통신 표준인 IEEE 802.15.3d가 2017년에 완료되었다. IEEE 802.15.3d 표준은 252-321GHz 대역을 사용하며 최대 수백 Gbps급의 초고속 송수신 속도를 갖는 통신 지원이 목표이며, 경우에 따라 최대 100m까지 데이터 송수신거리를 지원한다. 현재 이동통신 표준은 민간 표준화 기구인 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 기술 규격을 개발하고 3GPP 회의에서 결정된 내용을 공인 표준화기구인 국제통신연합(ITU: International Telecommunication Union)이 채택하는 방식으로 진행된다.

## ■ 위성통신망

위성통신망은 지상과 위성의 네트워크 연결을 통해 지상, 하늘, 바다 등을 연결하는 3차원 통신으로 초공간 서비스를 제공하는 6G 통신의 핵심기술이다. 저궤도 인공위성(고도 300~1500km, 3GPP 기준)을 활용해서 섬·산간·사막 등 육상 음영지역을 비롯하여 해상·항공기 등에 초고속·초저지연 통신서비스를 제공 가능하다. 차세대 통신 시장 선점을 위한 글로벌 민간기업의 위성통신 시장진입이 본격화되고 사업 서비스 모델도 다양화되면서 글로벌 경쟁이 심화되고 있다. 테슬라의 SpaceX를 통한 위성인터넷 서비스와 아마존의 인공위성 클라우드 서비스가 대표적인 예이고, 미래 통신서비스의 시장 주도권 확보를 위한 기술패권경쟁이 격화될 전망이다. 다만, 국내 위성통신 산업은 세계 최고의 이동통신 경쟁력에도 불구하고 막대한 투자비용, 원천기술 부족, 산업기반 부족 등으로 시장진입에 한계를 보이고 있다.

[그림 4] 6G 위성통신망 구성도



\*출처:비상경제 중앙대책본부(초소형위성 및 6G 위성통신기술 개발방안)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

## ■ 통신-컴퓨팅 융합

3D 홀로그램, 증강현실 및 가상현실 등은 실시간 몰입형 사용자 경험을 보장하기 위해, 초고속 전송속도, 초저지연 등의 통신성능을 비롯하여 초고속 연산능력이 필요하다. 스마트폰을 비롯하여 AR 안경과 같이 모바일 단말기의 두께가 얇아지고 가벼워지는 경향을 고려하면 초고속 연산을 단말기에서만 수행하기는 어렵다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해, 네트워크 장비에 고성능의 컴퓨팅 장치를 설치하고, 단말기에서 수행해야 하는 데이터 처리 연산을 감소시켜 줄 수 있는 통신-컴퓨팅 융합 기술의 연구가 활발하게 진행되고 있다.

## ■ 6G 통신 기술개발 세계 동향

미국, 일본, 중국, 유럽 국가 등을 중심으로 차세대 이동통신 세계시장을 선점하기 위하여 국가 주도하에 6G 통신에 관련된 연구개발 투자가 적극적으로 진행되고 있다. 미국 및 중국 등 5G 통신 표준화 경험을 보유한 국가는 자국의 통신사업자 등을 통해 6G 표준화 기술 제안 및 연구에 착수하였다. 국가별 통신기술 표준을 선점하기 통한 기술특허 확보 경쟁이 가속화되고 있는 가운데 정부는 2020년에 미래이동통신 연구개발 추진 전략을 발표하였고, 본격적인 6G 연구개발을 시작하였다. 2021년에서 2026년까지 기간 동안 6G 통신 기술개발·국제표준·연구 및 산업기반조성에 2,000억 원 이상을 투자할 계획이며, 핵심 원천기술 확보를 위한 10대 과제에 집중하여 상용화 시점에서 6G 통신의 핵심 장비·부품 경쟁력을 가질 수 있도록 기틀을 마련하고 있다.

표 3. 6G 통신의 핵심분야 10대 과제

| 중점분야 | 전략과제            | 주요성과물                            |
|------|-----------------|----------------------------------|
| 초성능  | Tbps 무선통신       | Tbps급 무선통신 기술                    |
|      | Tbps 광통신        | Tbps급 광통신 기술                     |
| 초대역  | THz RF부품        | 고출력 전력증폭기, 저잡음 증폭기, Sub-THz 송수신기 |
|      | THz 주파수         | 대역별 전파모델                         |
| 초정밀  | 종단간 초정밀 네트워크    | 초저지연 고정밀 패킷 포워딩 H/W 모듈           |
| 초공간  | 공간 이동통신         | 3D 이동체 프로토콜 SW                   |
|      | 공간 위성통신         | 위성/지상 통합 액세스 및 탑재체 기술            |
| 초지능  | 지능형 무선 액세스      | 자동화 및 지능형 시스템                    |
|      | 지능형 네트워크        |                                  |
| 초신뢰  | 6G 품질 상시보장 보안기술 | 6G 품질을 보장하는 내재화된 보안기술            |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트(글로벌 차세대 네트워크(6G) 동향)(2021), NICE평가정보(주) 재구성



표 4. 글로벌 6G 통신 연구개발 동향

| 구분 | 주요 동향   |
|----|---|
| 미국 | <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 시장부터 중국과 경쟁 중이며, 6G 시장에서 주도권 확보를 위해 2017년부터 국방부 산하 연구기관인 방위고등연구계획국(DARPA)을 중심으로 글로벌 네트워크 선도 기업인 퀄컴 등과 함께 6G 연구개발을 추진 중임.</li> <li>2019년 4월에 대통령 연설에서 6G 인터넷 기술의 조기 실현에 대한 기대를 언급하며 반드시 6G 선도국이 되어야 한다고 강조</li> </ul>  |
| 중국 | <ul style="list-style-type: none"> <li>2018년부터 매년 5년 단위의 6G 연구개발을 MOST(과학기술부) 주도로 추진 중이며 2019년에는 공식 6G 전담기구를 출범함.</li> <li>6G 연구개발하여 새로운 네트워크 기술, 광·위성 통신 등과 관련된 4,600억 원 상당의 국책과제를 추진 중임.</li> <li>Huawei는 2018년부터 5G와 6G 연구를 병행해왔으며 2019년 8월에는 캐나다 오타와에 6G 연구조직을 설립함.</li> </ul>  |
| 일본 | <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 소극대응으로 인하여 경쟁에 뒤처진 사항 등을 인식하여, 6G 주도권 확보를 위해 2020년 민간연구회 발족을 시작으로 일본 통신사(Sony, NTT도코모) 등이 미국 Intel과 6G 기술개발 협력 강화를 추진 중임.</li> </ul>  |
| 유럽 | <ul style="list-style-type: none"> <li>2018년 이후 일부 네트워크 선진국(핀란드 등)을 중심으로 민간·학계 등이 함께 추진하는 6G 연구개발 사업을 추진 중임.</li> <li>핀란드 오울루 대학 주도로 2018년부터 6G 플래그십을 설립함. 오울루·알토대학, 핀란드 기술 연구센터, 기업체(Nokia, 인터디지털 등) 간 협업 체계를 구성하여 내재화된 보안기술 기반의 6G 연구개발에 착수(8년간 약 3,000억 달러 규모)함.</li> </ul>  |
| 한국 | <ul style="list-style-type: none"> <li>2020년 '6G 시대를 선도하기 위한 미래이동통신 R&amp;D 추진전략'을 발표하며 본격적인 6G 연구개발을 시작함.</li> <li>2020년 4월 핀란드 오울루 대학과 차세대 고신뢰·초저지연 통신 서비스 비전, 유즈 케이스 및 요구사항과 핵심 소요기술 연구를 위한 양국 간 공동 연구 착수</li> <li>2021년 이후 5년간 6G 기술개발·국제표준·연구 및 산업기반조성에 2,000억 원을 투자하여 6G 통신 세계 최초 상용화를 위해 추진 중임.</li> <li>6G 관련 국제표준화 착수 전부터 핵심 원천기술 확보를 위한 6대 분야 10대 과제에 집중 투자하여, 상용화 시점에서 6G 핵심 장비·부품 경쟁력 조기 강화 추진</li> </ul> |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트(글로벌 차세대 네트워크(6G) 동향)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

## 2. 주요 산업 이슈

### ■ 6G 통신 통한 융합서비스 신사업 창출

이동통신 기술은 사용자의 편의성, 산업 발전의 필수 요소로 국가 경쟁력에 상당한 영향을 미치고 있다. 5G 통신 이후 이동통신 기술은 전통적인 제조업 분야를 비롯하여 의료, 항공, IT 등 다방면 산업 분야에서 혁신적 융합서비스를 통해 신사업을 창출하고 있다. 4G 통신까지 스마트폰 서비스(B2C)에 치중되었으나, 5G 통신 이후에는 전산업 영역에 통신서비스가 안정적으로 적용되어 점차 고도화 될 것으로 예상된다.

이동통신 인프라와 서비스는 통신 세대가 발전함에 따라 초대역화, 초정밀화, 초지능화, 초공간화가 이루어지고 있다. 6G 통신 기술이 상용화될 경우 실시간 원격 수술, 자율주행 자동차 및 비행기, 모바일 홀로그램, 초실감 확장현실(XR:Extended Reality) 등이 실현될 수 있을 것으로 예상된다.

표 5. 6G 통신의 핵심 서비스

| 분야      | 예시   |
|---------|--|
| 초성능/초대역 | 완전 자율주행차, 비대면 사회기반 초현실 가상서비스(홀로그램회의·디지털 여가활동) 보편화                        |
| 초공간     | 항공기 내 고속인터넷, 공중·해상으로의 자율비행(플라잉카·드론) 서비스, 위성을 활용한 우주 비행체의 대기권 내 초광역 통신서비스 |
| 초정밀     | 지구 반대편에서의 초실감 원격진료·원격근로 등 가상과 현실이 실시간(real-time)으로 연결                    |
| 초지능     | 사업자의 개입을 최소화한 완전 자동연결 서비스를 제공  |
| 초신뢰     | 사이버위협 걱정 없는 안전한 6G 융합서비스   |

\*출처: 과학기술정보통신부(6G 시대 선도위한 미래이동통신 R&D 전략안)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

[그림 5] 6G 서비스



\*출처: IITP(정보통신기획평가원) ICT R&D 기술로드맵 2025(2021)

## II. 심층기술분석

### 6G 통신을 위한 테라헤르츠 대역의 RF부품 및 시스템 기술 고도화

6G 통신의 실현을 위해 테라헤르츠 대역을 지원하는 저잡음·고출력 소자, 안테나, 위상배열 어레이, 송수신기 칩 설계 기술 등이 연구 개발되고 있다.

#### 1. 핵심기술 및 개발동향

##### 가. 핵심 요소기술

##### ■ 테라헤르츠 대역의 무선통신 소자 기술

테라헤르츠 대역의 통신 신호 발생, 검출 및 처리 등을 할 수 있도록 지원하는 부품 개발은 광소자 기반연구와 반도체-전자소자 기반연구로 구분된다. 광소자 기반연구는 테라헤르츠보다 더 높은 주파수 대역에서 동작하는 기존 광소자에서 주파수를 낮추는 접근 방식을 사용하고, 반도체-전자소자 기반연구는 주파수를 높이는 접근 방식을 취한다. 광소자 기반연구는 고주파 대역의 출력 효율이 높은 UTC-PD(Uni-Traveling Carrier Photodiode)방식의 포토 믹서를 활용하여 개발하고 있다. 포토 믹서를 사용하는 광소자 기반 기술은 유선 광신호를 따로 전기 신호로 변환하는 과정이 필요 없어서, 신호 발생 지연이 적은 편이며, 상대적으로 주파수 가변 범위가 넓다. 하지만, 2D 집적배열이 불가능하여 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 안테나 기술을 적용하기 어려움에 따라, 반도체-전자소자 기반 기술이 주로 연구되고 있다.

반도체-전자소자 기반 테라헤르츠 송수신기(Transceiver)는 CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 및 MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit), RTD(Resonant Tunneling Diodes) 기반 송수신기 등으로 분류할 수 있다. 6G 통신을 위해서는 전송속도 외에도 모바일 단말 플랫폼과 소형셀 기지국에 적용될 수 있도록 소형화 및 저가화가 필요하다. 반도체-전자소자 기반의 송수신기 IC(Integrated Circuit)는 한 개의 칩에 모든 RF(Radio Frequency) 시스템을 집적할 수 있어 소형화와 저가화에 장점을 가진다. 또한 빔포밍(Beamforming)에 필요한 다수의 위상 변위기와 저잡음 증폭기를 단일 칩으로 집적하여 모듈 구성 시 패키지에 의한 손실과 비용을 줄일 수 있는 장점이 있다.

##### ■ 6G 통신을 위한 RF 기술 동향

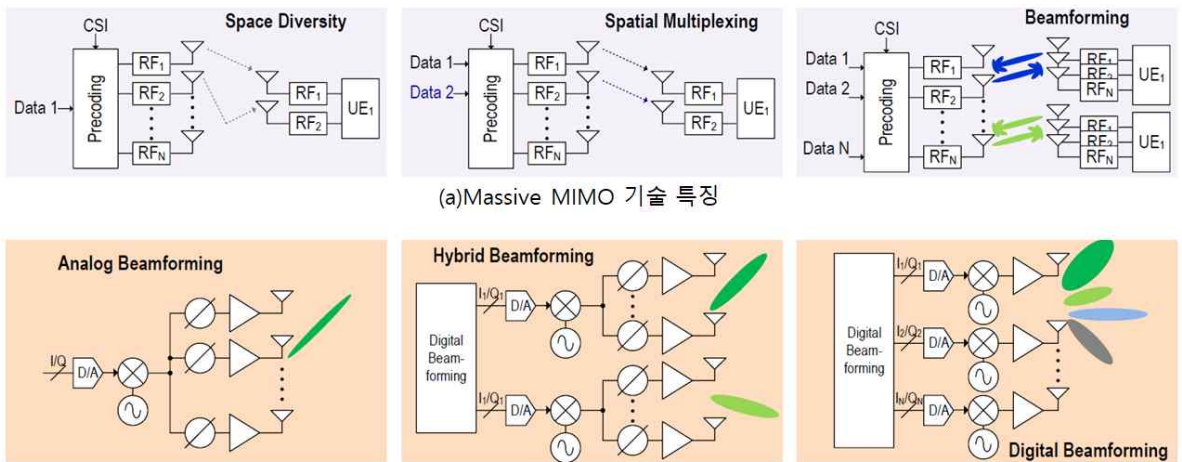
6G 통신은 5G 통신에 비해 10배 이상의 대역폭을 확보할 수 있는 100-300GHz의 주파수 대역에서 주로 검토되고 있다. 과거에는 테라헤르츠 대역 RFIC(Radio Frequency Integrated Circuit)를 CMOS 기반으로 구현하는 것이 불가능하다고 여겨졌으나, 반도체 제조 공정 기술발전으로 인하여 14nm 이하 미세공정의 파운더리 서비스가 제공되어 CMOS를 비롯해서, GaN, GaAs 기반으로 테라헤르츠 주파수 대역에서 안정적으로 동작하는 RFIC를 설계해서 제작할 수 있는 인프라 환경이 갖추어졌다.

<Massive MIMO와 빔포밍 기술>

Massive MIMO는 기지국과 단말기에서 수십 개 이상의 안테나를 사용하여, 데이터 전송량을 향상시키는 기술이다. 빔포밍 기술은 MIMO를 이용해 여러 방향으로 퍼지는 전파를 특정 방향으로 집중해서 전송하는 기술이다. 4G와 같이 넓은 범위로 퍼지는 전파 방사 패턴을 활용하면 셀 내 음영지역을 없애고 넓은 셀 커버리지를 얻을 수 있다. 이와 달리, 5G와 6G에서 사용하는 밀리미터파와 테라헤르츠 주파수는 높은 직진성을 가지고 있고, 무선통신 채널에서 데이터 전송 손실률이 높음에 따라, 넓은 범위로 전파를 방사하기 위해서는 매우 큰 송신 출력이 필요하다.

즉, 테라헤르츠 주파수 대역에서는 Massive MIMO를 사용한 빔포밍을 통해 전송에너지를 한 방향으로 집중하여 데이터 전송효율을 향상시키는 것이 필요하다. 빔포밍 방식은 아날로그 방식 및 디지털 방식, 아날로그 방식과 디지털 방식이 결합된 하이브리드 방식이 있다. 하드웨어 복잡도 및 전력 소모 등의 현실적인 문제를 고려하여 국내·외 업체 및 연구기관에서는 주로 아날로그 빔포밍 방식 또는 하이브리드 빔포밍 방식을 채용하고 있다.

[그림 6] massive MIMO와 빔포밍 기술



(a) Massive MIMO 기술 특징

(b) Beamforming 방식

\*출처: 대한전자공학회지(2020), NICE평가정보(주) 재구성

<RF Front-end 기술 동향>

무선주파수 특성상, 무선신호의 전송거리는 주파수가 높아질수록 짧아지고, 전송 손실률이 증가한다. 테라헤르츠 대역의 데이터 전송 감쇄율과 5GHz 대역폭을 고려하면, 150m 이상의 거리를 무선통신하기 위해서 기지국 또는 중계기의 Front-end는 EIRP(Effective Isotropically Radiated Power, 유효복사전력)를 대략 62dBm 이상 되도록 설계해야 한다. 따라서, 고효율 고출력 성능을 가지는 GaN 및 GaAs 같은 화합물 반도체가 Front-end의 부품으로 선호되고 있다. Front-end는 안테나를 통해 수신받은 신호 중 유용한 신호만 선별 증폭하여 신호처리하는 시스템에 전송하는 역할을 한다. 만약, 빔포밍에 사용되는 배열 안테나가 20개 이상으로 증가하면 안테나 1개당 3dBm의 평균 출력을 가지면 됨에 따라, 상대적으로 저렴하고 안정적인 실리콘 반도체로도 Front-end를 구현할 수 있다. 참고로, 테라헤르츠 대역에서 동작하는 Front-end의 성능은 [표 6]과 같이 요약할 수 있다.

표 6. 테라헤르츠 대역 Front-end 기술 특성

| 구분      | 소자                               | $f_T / f_{MAX}$<br>(동작주파수) | Front-end 특성    |                 |
|---------|----------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
|         |                                  |                            | 출력 전력           | 잡음지수            |
| 화합물 반도체 | InP HEMP/HBT                     | > 1.5THz ( $f_{MAX}$ )     | -2dBm @850 GHz  | 12.7dB @850 GHz |
|         | GaN HEMT                         | > 230GHz ( $f_{MAX}$ )     | -3dBm @100 GHz  | -               |
|         | GaAs SBD(Schottky Barrier Diode) | >3THz ( $f_T$ )            | -14dBm @2 THz   | 14dB @2 THz     |
| 실리콘     | SiGe HBT                         | > 700GHz ( $f_{MAX}$ )     | 9.6dBm @215 GHz | 11dB @245 GHz   |
|         | Si FET                           | > 450GHz ( $f_{MAX}$ )     | 4.6dBm @210 GHz | 9dB @200 GHz    |

\*출처: 대한전자공학회지(2020), NICE평가정보(주) 재구성

테라헤르츠 대역의 부품은 초기에 광소자 기반의 회로 개발이 주로 진행되었으나, 광소자 부품의 크기, 제작 비용 및 성능 안정화 면에서 모바일 단말기의 적용에 한계가 있음에 따라, 밀리미터파 대역에서 사용되는 RFIC 기술이 테라헤르츠 대역에서도 사용될 수 있도록 개발되고 있다. 20dBm 이상의 출력이 필요한 전력증폭기 경우 GaN 반도체가 주로 사용되고, 미국 Raytheon에서는 GaN 반도체를 사용하여 75-110GHz 대역의 30dBm 급 군수용 전력증폭기 칩을 개발하였다. 300GHz 이상의 주파수에서는 InP 반도체가 가장 높은 출력 성능을 보이고 있다.

#### <RF 송수신기 칩 기술 동향>

테라헤르츠 대역의 무선통신 신호에 대한 상향 및 하향 주파수 변환 믹서와 특정 동작 주파수를 생성하는 LO(Local Oscillator, 국부발진기), 특정 주파수 신호의 크기를 향상시키는 IF(Intermediate Frequency) 증폭기, 필요한 주파수 신호만 선별하여 통과시키는 필터 등으로 구성된 RF 송수신기 칩은 일본 동경공대학 및 히로시마대학, 독일 Wuppertal 대학, 미국 UC 버클리, KAIST 등과 같이 주로 연구기관 등을 중심으로 개발되고 있다.

일본의 히로시마대학에서는 300GHz 대역의 IEEE 802.15.3d 표준의 RF 송수신기 칩을 40nm CMOS 공정으로 개발하였고, 266GHz 대역에서 송신기 출력은 -1.6dBm, 수신기 잡음지수는 22.9 dB 정도 측정되었다. 동경공대학에서는 65nm CMOS 공정으로 RF 송수신기 칩을 제작하여 70-105GHz 대역에서 0.2m 이내 120Gbps의 전송속도로 무선통신 할 수 있었다.

독일 Wuppertal 대학의 RF 송수신기 칩은 225-255GHz 대역에서 15GHz의 채널 대역폭으로 1m의 통신 거리에서 65Gbps의 전송 성능을 보였다. 미국 UC 버클리에서는 260GHz 대역 송수신기 칩을 CMOS 65nm 공정으로 개발하였고, 쿼드타입 LO와 온-칩 안테나를 이용하여 칩의 크기를 소형화시키면서 성능을 향상시키는 연구를 하였다. 송신기는 5dBm의 EIRP 성능을 가지며, OOK(On-Off Keying) 변조방식으로 4cm 거리에서 10Gbps의 데이터 전송을 성공하였다.

표 7. 주요 연구기관의 테라헤르츠 대역 RF Transceiver IC

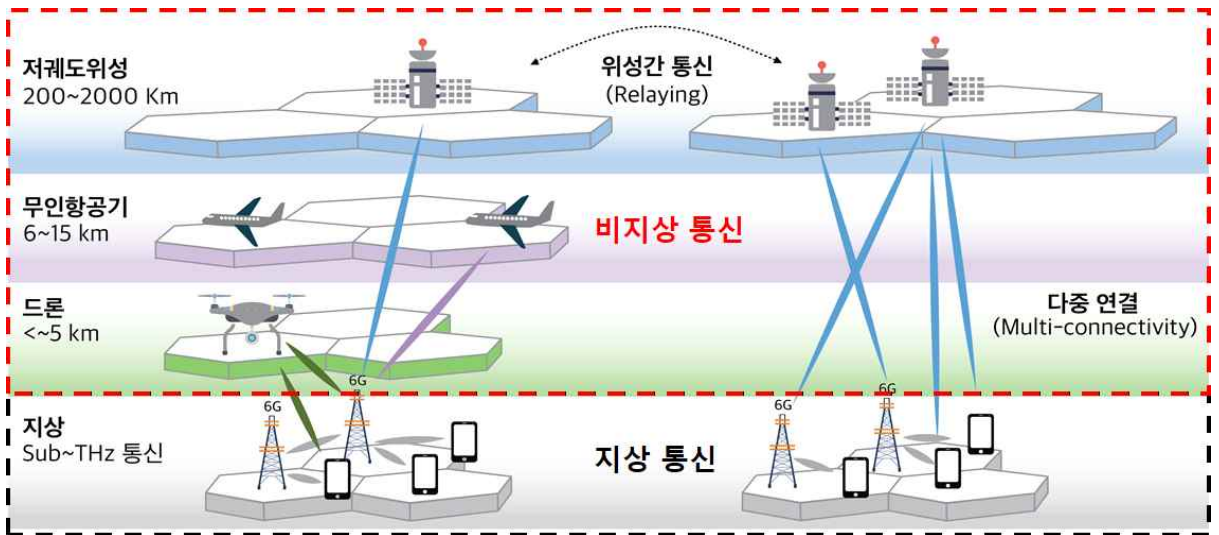
| 연구기관                         | 대표 회로도 | 칩 사진 |
|------------------------------|--------|------|
| <p>동경공대학<br/>(일본)</p>        |        |      |
| <p>히로시마 대학<br/>(일본)</p>      |        |      |
| <p>Wuppertal 대학<br/>(독일)</p> |        |      |
| <p>UC 버클리<br/>(미국)</p>       |        |      |

\*출처: 대한전자공학회지(2020), NICE평가정보(주) 재구성

■ 6G 초공간

차세대 6G 통신은 기존 지상 통신과 인공위성, 무인항공기 등 같은 공간이동체를 활용한 3차원 다층 셀 기반 비지상 통신이 융합되어 무선통신 서비스를 제공할 것으로 예상된다. 위성통신은 산악지역, 선박 및 항공기 등에 멀티미디어 서비스 등을 제공할 수 있는 광역 네트워크이며, 유럽에서는 5G 통신과 위성통신을 결합하기 위한 다양한 프로젝트들을 수행하고 있다. 6G 통신에서는 기존보다 위성망 활용 사례 및 운영시나리오가 더 발전할 것으로 기대된다.

[그림 7] 지상 통신과 비지상 통신이 결합된 6G 통신



\*출처: IITP(정보통신기획평가원) ICT R&D 기술로드맵 2025(2021), NICE평가정보(주) 재구성

위성의 종류는 정지궤도 위성(GEO: Geostationary Earth Orbit), 중궤도 위성(MEO: Medium Earth Orbit)과 저궤도 위성(LEO: Low Earth Orbit) 등이 있다. GEO, MEO, LEO의 고도는 각각 36,000km, 1,500-36,000km, 300-1,500km 이고, MEO와 LEO는 Non-GEO로 구분된다. LEO를 사용하는 위성 군집은 무게 500kg 이하의 소형 위성을 이용하는 망구조이며, GEO에 비해 고도가 낮아 지연시간이 짧고, 고속 광대역 서비스를 제공할 수 있다.

표 8. 궤도별 위성 특징

| 구분          | 저궤도(LEO)       | 중궤도(MEO)     | 정지궤도(GEO)              |
|-------------|----------------|--------------|------------------------|
| 위성고도 (km)   | 300-1,500      | 1,500-36,000 | 캐나다                    |
| 평균통신지연율(ms) | 최소 10          | 평균 100       | 240                    |
| 공전 주기(분)    | 88-127         | 127-1,440    | 1,440 (24시간)           |
| 대표사업자       | SpaceX, OneWeb | SES Networks | Inmarsat, SES Networks |
| 위성 무게 (kg)  | 150            | 700          | 3,500                  |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트(글로벌 차세대 네트워크(6G) 동향)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

LEO의 짧은 전송시간, MEO의 내비게이션 시스템, GEO의 광대역성 및 고성능 프로세싱 등을 결합한 차세대 위성군집에서는 데이터 전송 용량이 증가되어 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 3GPP에서는 NR 기반 비지상 네트워크(NTN: Non Terrestrial Network)의 표준화를 수행하고 있으며, [표 9]는 3GPP 기술 보고서에 기반한 위성참조 배치 시나리오이다.

표 9. 위성 참조 배치 시나리오

| 시나리오   |          | D1       | D2              | D3              | D4       |
|--------|----------|----------|-----------------|-----------------|----------|
| 위성 종류  |          | GEO      | GEO             | Non-GEO         | Non-GEO  |
| 고도     |          | 35,786km | 35,786km        | 600km 이하        | 600km 이하 |
| 반송파    | Downlink | 20GHz    | 2GHz            | 2GHz            | 20GHz    |
|        | Uplink   | 30GHz    | 2GHz            | 2GHz            | 20GHz    |
| 듀플렉싱   |          | FDD      | FDD             | FDD             | FDD      |
| 빔패턴    |          | 지구 고정빔   | 지구 고정빔          | 이동빔             | 지구 고정빔   |
| 최대 대역폭 |          | 800MHz   | 20MHz           | 20MHz           | 800MHz   |
| 터미널 종류 |          | VSAT     | 3GPP class 3 단말 | 3GPP class 3 단말 | VSAT     |

\*출처: 대한전자공학회지(2020), NICE평가정보(주) 재구성

## 나. 발전 방향 및 개발 트렌드

### ■ 테라헤르츠 무선통신 주요 기술 및 전망

테라헤르츠 대역 무선통신의 단점은 데이터 전송거리에 따른 높은 감쇠도이며, 통신 거리에 따른 감쇠도가 지수적으로 증가하는 경향이 있어 6G 통신은 다른 통신 세대 방식 대비 장거리 통신에 불리하다. 밀리미터파 대역과 유사하게 테라헤르츠 대역 무선통신 기술은 대부분 송수신기간의 신호 연결의 품질을 향상시키는 것이 가장 중요하며, 밀리미터파 통신의 주요 기술인 Massive MIMO를 업그레이드한 Ultra Massive-MIMO(UM-MIMO)기술이 제안되고 있다. UM-MIMO의 한 연구 결과에 따르면 1024 x 1024 UM-MIMO 시스템에서 20m 이상의 거리 구간을 1Tbps 전송속도로 데이터를 송수신하였으며, 배열 안테나를 활용한 빔포밍 기술도 활발하게 연구 중이다.

주파수 대역이 높아질수록 안테나 및 소자의 크기가 감소함에 따라 테라헤르츠 대역에서는 기존 통신 방식 대비 사용되는 부품의 크기가 훨씬 작아져서 같은 면적에 더 많은 숫자의 부품을 집적하여 설계할 수 있다. 메타 물질 및 그래핀 기반 플라즈몬 나노 안테나의 기술이 발전하면서, 반 파장 미만의 간격으로 안테나를 집적시켜 더욱 성능을 향상시키는 방안이 제안되었다. 밀리미터파 대역은 이미 5G 통신에 채택되어 일부 상용화가 진행된 대역으로 높은 수준의 운용 기술이 확보되어 있으며, 이러한 학계 중심의 연구 결과를 테라헤르츠 대역에 응용하면, 2030년 대까지 6G 통신 기술상용화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

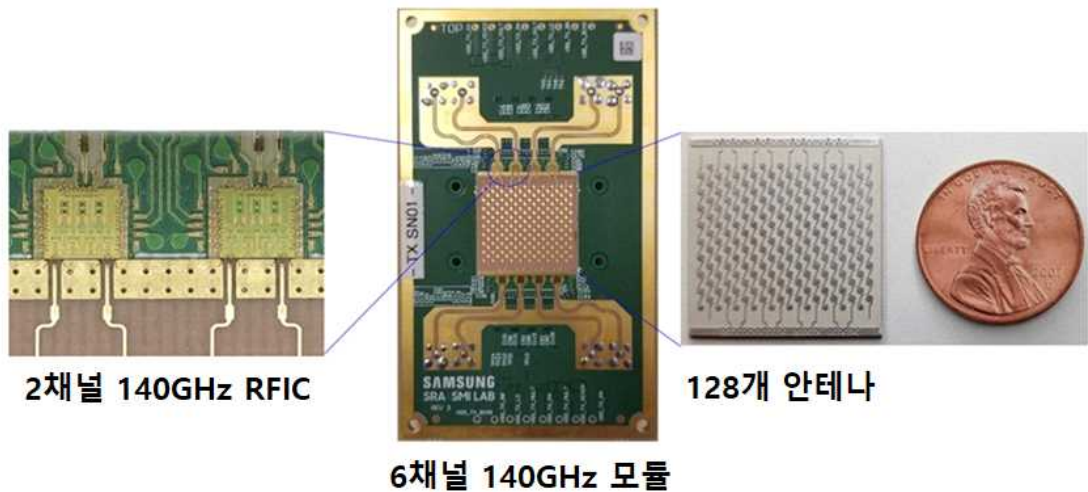
### ■ 삼성전자 - 테라헤르츠 대역 무선통신 시연 성공

최근 개최된 IEEE(국제전기전자공학회) 국제통신회의(ICC 2021) 테라헤르츠 통신 워크샵에서 삼성전자와 삼성리서치 아메리카, 미국 University of California, Santa Barbara(UCSB) 연구진이 공동으로 테라헤르츠 대역인 140GHz를 활용해 송신기와 수신기가 15m 떨어진 거리에서 6.2Gbps의 데이터 전송속도를 확보하는 결과를 얻었다고 발표하였다.



테라헤르츠 대역의 무선통신 시연을 위해서 CMOS 기반으로 제작된 RFIC, 128개 안테나가 다중배열된 위상배열 송수신기. 베이스밴드 모듈 등을 활용해서 테스트하였고, 실시간으로 무선통신할 수 있는 기술을 개발하였다. 테라헤르츠 대역의 무선통신 시연을 위해서 사용한 6채널 140GHz 모듈, 이를 구성하는 2채널 140GHz RFIC 및 128개 안테나는 [그림 8]과 같다.

[그림 8] 삼성전자의 테라헤르츠 대역 RFIC

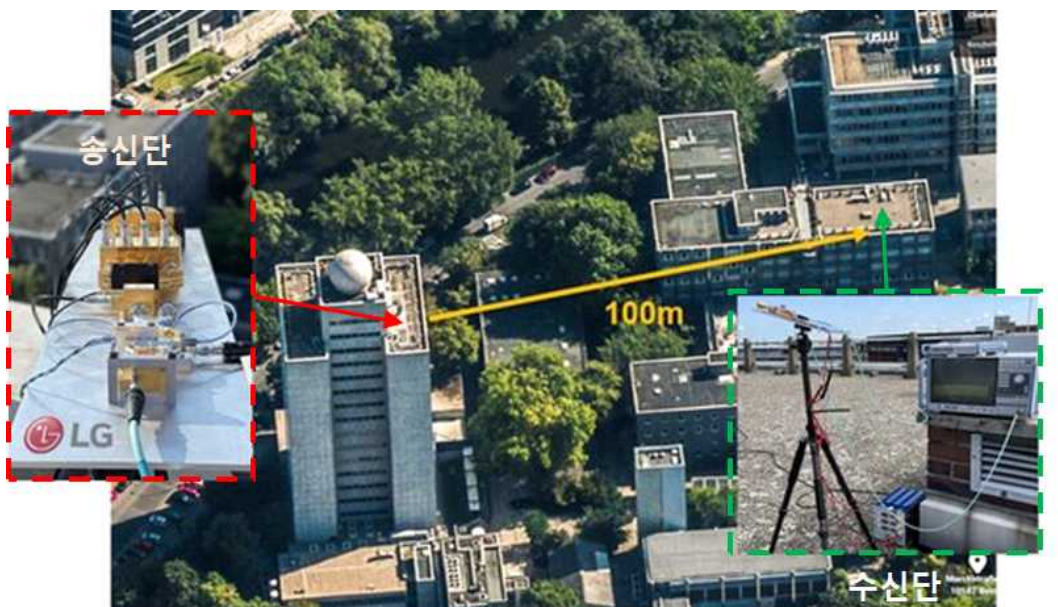


\*출처: <https://news.samsung.com>(2021), NICE평가정보(주) 재구성

■ LG전자 - 전력증폭기 통한 테라헤르츠 대역에서 100m 무선통신 송수신 성공

LG전자는 2019년 한국과학기술원(KAIST)과 협력해서, 'LG-KAIST 6G 연구센터'를 설립했다. 연구기관과 6G 통신 기술을 공동개발한 결과, 2021년에 8월에 테라헤르츠 대역에서 활용할 수 있는 광대역 빔포밍 기술을 개발하였다.

[그림 9] LG전자의 테라헤르츠 대역 무선통신 시연 현장



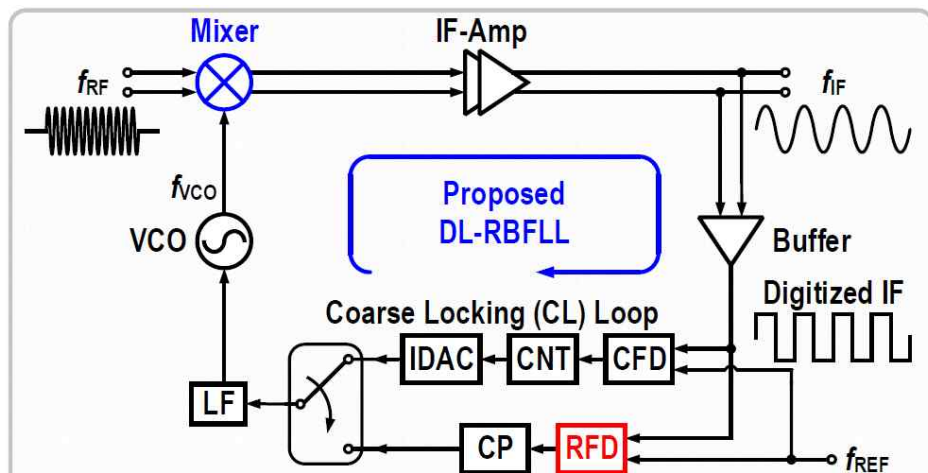
\*출처: 중앙일보(LG전자, 6G 시대 한 발 더 다가섰다)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

또한, 2021년 8월 LG전자는 독일 ‘프라운호퍼 하인리히-헤르츠 연구소’와 ‘프라운호퍼 응용고체 물리학 연구소’와 협업을 통해 155-175GHz의 대역에서 안정적으로 동작하는 전력증폭기를 개발하였다. 주파수를 테라헤르츠 대역까지 높이면 통신 신호의 도달 거리가 감소하고 전력 손실이 심해지는 현상을 고려해서 전력증폭기를 개발하였고, 테라헤르츠 대역에서 100m 거리의 무선통신 데이터를 송수신하는 데 성공하였다. LG전자는 이번 결과를 통해 향후 6G 통신 시장에서 선도할 수 있는 발판을 마련하였고, 향후 6G 통신 기술을 상용화하고자 대규모로 투자하고 있다.

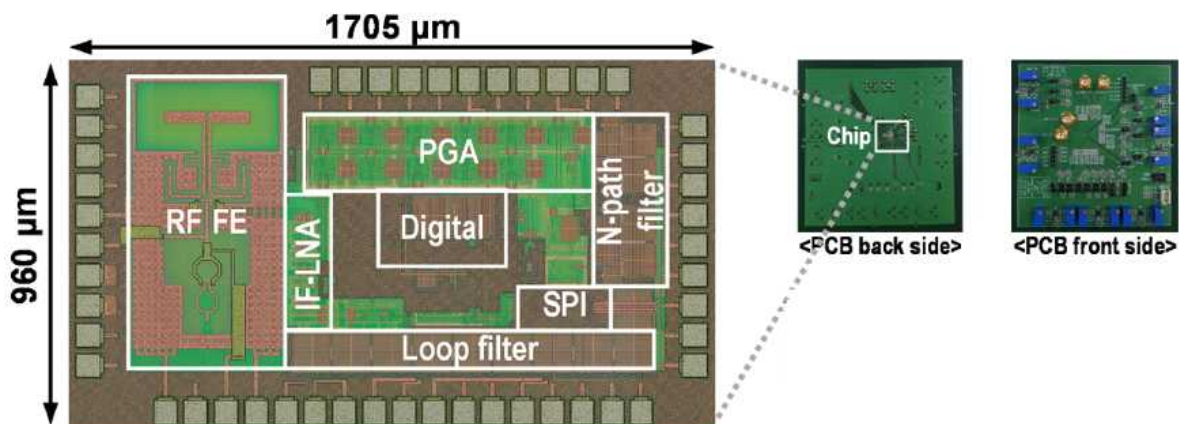
### ■ 한국과학기술원 - 490GHz 대역 CMOS 수신기 개발

한국과학기술원의 이상국 교수팀은 Dual-Locking FLL(Frequency Locked Loop) 회로구조를 기반으로 490GHz 대역에서 동작하는 CMOS 수신기를 2020년에 개최된 ISSCC 국제학회에서 발표하였다. 개발된 수신기는 32mW의 전력소모를 가지며, 1kHz의 Noise Bandwidth에서 -101.3dBm의 MDS(Minimum Detectable Signal) 성능을 확보하였다. 참고로, MDS는 수신기에서 수신 가능한 최소 입력전력 감도를 의미한다.

[그림 10] 한국과학기술원의 490GHz 대역 CMOS 수신기



(a) Frequency Locked Loop 구조



(b) 490GHz 대역 CMOS 수신기

\*출처: ISSCC(2020), NICE평가정보(주) 재구성

## Ⅲ. 산업동향분석

### 차세대 이동통신인 6G 통신 시장을 준비하기 위한 주요국가의 대응책 마련

미래 네트워크 세계시장의 주도권 선점과 COVID-19로 인하여 성장한 비대면 시장에 대응하기 위해 주요국가와 기업들은 6G 통신 기술을 상용화에 매진하고 있다.

#### 1. 산업동향 전망

##### 가. 산업트렌드 및 성장전망

#### ■ 미래 네트워크 및 비대면 시장의 원활한 대응을 위한 6G 통신의 필요성 부각

이동통신은 실생활에 밀접하며, 다양한 산업으로 파급효과 매우 큰 특징을 고려해서 선진국들은 차세대 통신 기술인 6G를 상용화시키기 위해 각고의 노력을 기울이고 있다. 미국은 2017년부터 6G 연구기관을 설립하고 3,000억 달러 규모로 연구를 시작하였고, 중국은 2019년에 과기부 주도의 6G 연구개발 전담기구를 출범하였으며, 유럽은 2018년 핀란드에서 6G 개념을 제안하고 연구개발을 시작하였다.

정부는 2019년 세계최초 5G 통신 상용화를 비롯해서, 5G+전략 수립을 통해 2026년에 1,161조 원 규모의 6G 통신 산업을 선점하고자 다양한 정책 지원을 펼치고 있다. COVID-19로 인하여 비대면 시장이 대폭 확장됨에 따라, 고품질 및 고신뢰성 네트워크 통신망의 필요성이 대두되고 있으며, 정부는 2020년 5월에 네트워크 고도화를 COVID-19 사태의 극복을 위한 한국판 뉴딜의 핵심 과제 중 하나로 선정하고 공격적인 연구개발 투자를 수행하고 있다.

#### ■ 6G 통신을 위한 지상 및 위성 통신 통합 본격화

기존 지상 통신망 중심의 5G 서비스에서 이동통신 기술의 한계를 극복하기 위한 지상 및 위성 통신 통합화를 주요기업 및 연구기관에서 본격화하고 있다. KTSat은 2019년 11월에 무궁화 위성 6호와 지상의 5G 통신망을 연결하여 데이터 신호를 송수신하는 ‘위성5G(5G-SAT)’ 테스트를 성공하였다. 3GPP는 5G 통신과 위성통신을 연계하는 5G 비지상 통신 기술 표준을 수립하고 있으며, 2021년 3월부터 ITU와 3GPP 중심으로 위성통신을 포함한 6G 통신의 개념 정립 등 표준화 논의가 시작되었다.

위성산업은 항공기·선박 관제서비스, 기상·관측 등 공공서비스, 방송 서비스가 시장을 주도하고 있으며, 대표적으로 미국 이리둠의 헬기 관제 서비스 및 무선 전화통신 서비스가 있다. 위성통신의 활용도가 증가하면서 기상, 탐사 등에서 인터넷, IoT 등 다양한 영역으로 확장되고 있으며, 민간기업 주도의 신규 사업 모델이 창출되고 있다. 초소형위성을 활용한 신시장으로 노르웨이 Kongsberg의 자율운항선박, 호주 Fleet의 자원탐사, 미국 Spire의 글로벌 선박위치 추적 및 항로 최적화 서비스 등이 있다. OECD는 향후 초소형 위성 중심으로 위성통신 및 빅데이터, 인공지능 기술이 접목된 새로운 비즈니스가 다수 출현할 것으로 전망하였다.

표 10. 저궤도 위성망 구축 대표기업

| 사업자                 | SpaceX        | Amazon       | OneWeb       | Telesat     |
|---------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| 국가                  | 미국            | 미국           | 영국           | 캐나다         |
| 프로젝트명               | Starlink      | Kuiper       | OneWeb       | Telesat LEO |
| 발사위성수 목표            | 12,000(2027년) | 3,236(2029년) | 2,000(2026년) | 117(2027년)  |
| 발사위성수 (2021. 4월 기준) | 1,379         | 0            | 176          | 0           |
| 서비스 시기              | 2020          | 2026         | 2022         | 2022        |
| 서비스 지역              | 미국, 캐나다 일부    | -            | 미국 일부        | 캐나다         |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트(글로벌 차세대 네트워크(6G) 동향)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

정지궤도 위성은 긴 수명을 기반으로 24시간 동안 안정적 통신망을 제공할 수 있고, 저궤도 위성은 저렴한 비용으로 군집 위성 기반 연결이 가능하여 초저지연 서비스 구현에 용이하다. 서로 다른 궤도를 결합한 위성 군집 시스템을 적용한다면 더욱 효율적인 통신이 가능하다. 향후 6G 통신 시대에는 정지궤도 위성의 광역성 및 저궤도 위성의 초저지연 특성 등을 활용하여 공중이동체, 선박, 산간·섬·해양 등 음영지역 없이 어디에서든 무선통신이 가능한 초공간 서비스를 제공할 것으로 예상된다.

## 나. 시장규모 및 현황

### ■ 세계 이동통신 시장 규모

세계 이동통신 서비스, 시스템, 단말 시장은 2018년 1조 4,225억 달러에서 연평균 2.3%의 성장률을 보이며 2025년 1조 6,675억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망된다. 국내시장은 2018년 41.6조 원에서 연평균 1.3%의 성장을 통해 2025년 45.4조 원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망된다. 국내시장의 이동통신 시스템은 연평균 5.9%로 이동통신 서비스 및 단말 대비 상대적으로 높은 성장이 기대된다.

표 11. 이동통신 분야 소분류별 시장 전망

(단위 : 세계시장은 백만 달러, 국내시장은 십억 원)

| 구분       | 2018 | 2019      | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | CAGR      |      |
|----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| 이동통신 서비스 | 세계   | 892,721   | 912,405   | 934,501   | 967,668   | 992,649   | 1,013,030 | 1,043,838 | 1,077,154 | 2.6% |
|          | 국내   | 24,592    | 25,524    | 25,880    | 26,024    | 25,977    | 25,858    | 26,444    | 27,125    | 1.4% |
| 이동통신 시스템 | 세계   | 37,534    | 35,682    | 35,615    | 36,119    | 37,970    | 39,749    | 40,789    | 41,358    | 1.4% |
|          | 국내   | 1,070     | 1,179     | 1,295     | 1,361     | 1,404     | 1,424     | 1,508     | 1,597     | 5.9% |
| 이동통신 단말  | 세계   | 492,277   | 464,907   | 485,944   | 523,165   | 529,809   | 532,881   | 533,489   | 549,037   | 1.6% |
|          | 국내   | 15,966    | 15,999    | 17,409    | 17,885    | 17,055    | 16,501    | 16,612    | 16,724    | 0.7% |
| 합계       | 세계   | 1,422,532 | 1,412,994 | 1,456,060 | 1,526,952 | 1,560,428 | 1,585,660 | 1,618,116 | 1,667,549 | 2.3% |
|          | 국내   | 41,628    | 42,702    | 44,584    | 45,270    | 44,436    | 43,783    | 44,564    | 45,446    | 1.3% |

\*출처: IITP(정보통신기획평가원) ICT R&D 기술로드맵 2025(2021), NICE평가정보(주) 재구성

세계 기지국 장비시장은 2018년 375억 달러에서 2025년 541억 달러 규모로 연평균 1.4% 성장하는 가운데, 2019년 출시된 5G 기지국 장비에 대한 투자 확대에 힘입어 2025년까지 76.4%의 높은 성장률을 기록할 전망이다. 2018년 약 47억 달러를 기록 중인 소형기지국 시장은 연평균 6.3% 성장하여, 2025년에는 약 73억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되고, 교환기는 2018년 약 45억 달러에서 연평균 3.5%의 성장을 통해 2025년 58억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망된다.

**표 12. 세계 이동통신 시스템 장비 유형별 시장 전망**

(단위 : 백만 달러)

| 구분        | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | CAGR   |         |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 대형<br>기지국 | 2G     | 1,503  | 691    | 401    | 281    | 222    | 199    | 76     | 46     | -39.10% |
|           | 3G     | 5,578  | 3,663  | 2,435  | 1,539  | 1,024  | 779    | 507    | 340    | -32.90% |
|           | 4G     | 20,454 | 19,232 | 18,142 | 16,221 | 14,020 | 11,397 | 9,179  | 8,032  | -12.50% |
|           | 5G     | 612    | 2,162  | 4,084  | 6,697  | 10,744 | 15,112 | 18,454 | 32,551 | 76.40%  |
|           | 소계     | 28,149 | 25,749 | 25,064 | 24,740 | 26,012 | 27,449 | 28,219 | 40,970 | 0.04%   |
| 소형기지국     | 4,786  | 5,333  | 5,796  | 6,404  | 6,774  | 6,905  | 6,911  | 7,348  | 6.30%  |         |
| 교환기       | 4,599  | 4,599  | 4,755  | 4,975  | 5,184  | 5,395  | 5,659  | 5,858  | 3.50%  |         |
| 합계        | 37,534 | 35,682 | 35,615 | 36,119 | 37,970 | 39,749 | 40,788 | 54,176 | 1.40%  |         |

\*출처: IITP(정보통신기획평가원) ICT R&D 기술로드맵 2025(2021), NICE평가정보(주) 재구성

세계 이동통신 단말 시장은 2019년 4,649억 달러에서 2025년 5,490억 달러 규모로 연평균 1.6% 성장할 것으로 전망된다. 이동통신 단말 시장 포화로 인해 전반적인 단말시장의 성장세는 피쳐폰을 중심으로 큰 하락세가 예상되며 스마트폰은 소폭 상승에 그칠 것으로 전망된다. 참고로, 6G 통신서비스는 2028년에서 2030년에 최초의 상용화를 할 것으로 예측되고 상용화 이전의 6G 인프라 및 테스트베드 시장은 2030년까지 48.3억 달러에 이를 전망이다. Research and Markets의 'Global 6G Market Report 2021' 에 의하면 세계 6G 시장은 2030년에 87.6억 달러에서 시작하여 5년 뒤인 2035년에는 1조 7730억 달러에 달할 것으로 전망된다.

**표 13. 이동통신 단말 시장 전망**

(단위 : 세계시장은 백만 달러, 국내시장은 십억 원)

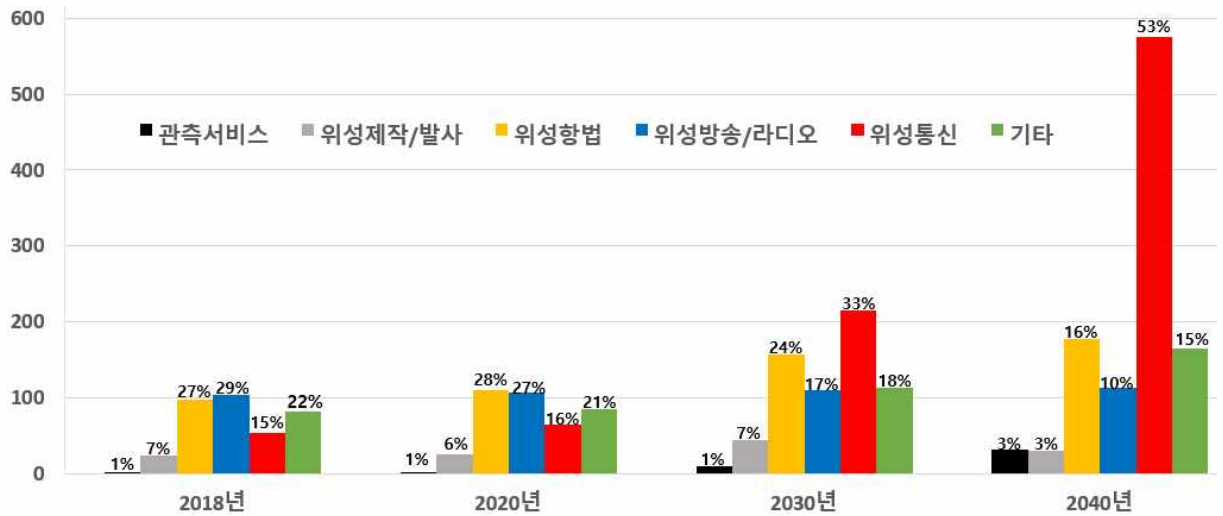
| 구분   | 2018 | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    | 2025    | CAGR    |         |
|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 피쳐폰  | 세계   | 89,641  | 7,036   | 5,800   | 4,870   | 4,083   | 3,606   | 3,266   | 2,801   | -15.30% |
|      | 국내   | 36      | 38      | 22      | 17      | 15      | 14      | 11      | 9       | -6.25%  |
| 스마트폰 | 세계   | 483,336 | 457,872 | 480,144 | 518,295 | 525,726 | 529,274 | 530,223 | 546,236 | 1.80%   |
|      | 국내   | 15,930  | 15,961  | 17,387  | 17,868  | 17,040  | 16,487  | 16,601  | 16,715  | -3.14%  |
| 합계   | 세계   | 492,277 | 464,907 | 485,944 | 523,165 | 529,809 | 532,881 | 533,489 | 549,037 | 1.60%   |
|      | 국내   | 15,966  | 15,999  | 17,409  | 17,885  | 17,055  | 16,501  | 16,612  | 16,724  | 0.70%   |

\*출처: IITP(정보통신기획평가원) ICT R&D 기술로드맵 2025(2021), NICE평가정보(주) 재구성

### ■ 위성산업과 위성 통신 시장

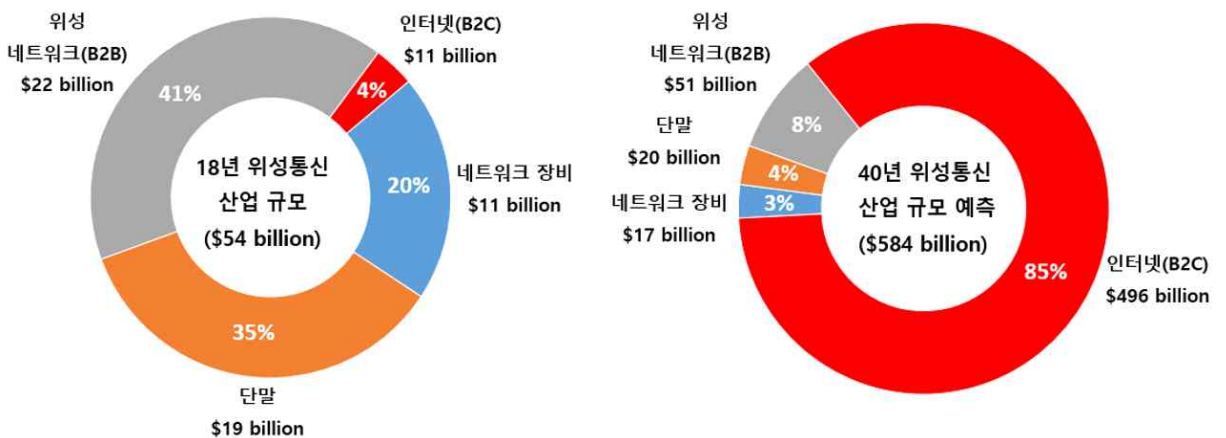
Morgan Stanley 자료에 의하면, 세계 위성산업 규모는 2018년 3,600억 달러에서 증가하여 2040년에 1.1조 달러로 대략 3배 이상 확대될 것으로 전망하고 있다. 위성통신 시장은 계속 성장하여 2040년에는 전체 위성산업 중에서 차지하는 비중이 53%로 확대될 것으로 예측하였다. 대용량 통신위성(High Throughput Satellite), 저궤도 위성통신 등 위성통신 기술의 급속한 발전으로 인하여 향후 수년 내에 본격적으로 위성통신 시장이 개화될 것으로 전망하고 있다. 위성통신 산업은 2018년에는 B2B의 위성네트워크가 가장 큰 비중을 차지하지만, 2040년에는 B2C의 인터넷 분야가 가장 큰 비중을 차지할 것으로 예상된다.

[그림 11] 세계 위성산업 규모 및 전망



\*출처: Morgan Stanley, Investment Implications of the Final Frontier(2020), NICE평가정보(주) 재구성

[그림 12] 세계 위성통신 산업 시장 전망



\*출처: Morgan Stanley, Investment Implications of the Final Frontier(2020), NICE평가정보(주) 재구성

## ■ 6G 통신의 국제 표준화 동향

이동통신 기술의 국제 표준은 수많은 통신업체와 연구기관이 참여하는 3GPP에서 기술 규격을 개발하고 3GPP 회의에서 결정된 내용을 공인 표준화기구인 ITU가 채택하는 방식으로 진행된다. 3GPP를 구성하는 단체 중 70% 이상이 Huawei, 에릭슨, Nokia, 퀄컴, Intel, 삼성전자, ZTE, LG전자, NTT 도코모 등 대기업으로 편중되어 있으며, 각 업체마다 보유하고 있는 기술을 표준화하기 위해 경쟁이 치열하다. 미국 및 중국 등 해외 선진국들은 4G와 5G 통신의 국제 표준화 경험을 기반으로 6G 통신 주요기술의 선점을 위해 전략적으로 대응하고 있다.

표 14. 주요국가의 국제표준화 동향

| 구분 | 특징   |
|----|--|
| 미국 | AT&T는 ITU 이동통신 분야 전문 연구반(ITU-R WP5D) 의장을 맡으며 이동통신 표준화를 이끌고 있음.             |
| 중국 | Huawei, ZTE를 중심으로 6G에 적극 대응 중이며, 6G 표준 사전 작업인 미래기술동향 보고서 개발을 ITU에 제안하였음.   |
| 일본 | 2021년 1월에 발족한 민관연구회를 통해 표준화 연구를 착수함.                                       |
| 유럽 | 핀란드 오울루 대학 주도하에 6G 연구개발 프로젝트의 주요 참여 기업인 Nokia가 3GPP/ITU를 통해 6G 표준화를 착수하였음. |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트(글로벌 차세대 네트워크(6G) 동향)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

## ■ 한국-주요국간 6G 협력 추진 현황

2019년 6월에 ETRI는 핀란드 오울루 대학과 6G 기술협력 및 공동연구를 위한 MOU를 체결하였다. 2021년 5월에 진행된 한미 정상회담에서는 양국 간 ‘차세대 네트워크 협력안’에 대해 논의하였으며, 이를 통해 35억 달러(한국 10억 달러, 미국 25억 달러) 규모의 공동 투자를 결의하였다. 미국, 유럽 등 주요국가와 공동연구 및 기술 제휴 추진을 통한 6G 통신표준, 시장 선점을 위해 차세대 네트워크 기술에 대한 전략적 방안을 마련하고 있다.

표 15. 한국과 미국간의 차세대 네트워크 협력 내용

| 구분          | 내용                                      |
|-------------|---|
| 6G 차세대 네트워크 | 안전한 네트워크 연구, 개발, 테스트, 설치 독려를 위한 양국 자본투자 |
| 오프랜         | 안전한 5G, 6G 네트워크의 중요성을 인식하고, 오프랜 지원      |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트(글로벌 차세대 네트워크(6G) 동향)(2021), NICE평가정보(주) 재구성

## IV. 주요기업분석

### 6G 통신 시장을 선도하기 위한 주요기업의 본격적인 연구 시작

세계 이동통신사, 휴대폰 제조사, 통신장비 제조사 등은 6G 통신 시장의 주도권을 선점하기 위해 연구개발 투자 및 통신 규격 표준화 작업에 본격적으로 착수하였다.

#### 1. 주요업체 동향

- 해외: Apple, Huawei, ZTE, Nokia, AT&T, T-Mobile, Verizon, Intel, Cisco 등
- 국내: SK텔레콤, KT, LGU+, 삼성전자, LG전자 등

이동통신 산업 분야의 주요 업체로는 해외에서 Apple, Huawei, ZTE, Nokia 등 통신기기 제조사를 비롯하여 AT&T, T-Mobile, Verizon 등 통신사 등이 있다. 국내에서는 SK텔레콤, KT, LGU+ 등 통신사를 비롯하여 삼성전자, LG전자 등 통신기기 제조사들이 대표적 기업이다.

표 16. 세계 주요업체 및 단체 동향

| 기업 및 단체명 |                 | 개발/사업화 현황   |
|----------|-----------------|---|
| 해외       | Next G Alliance | 미국통신산업협회(ATIS)는 6G 통신 시장의 주도권을 선점하기 위해 Next G Alliance를 출범함.<br>넥스트 G 연합 멤버: Apple, Verizon, AT&T, Bell, Ciena, Ericsson, Facebook, Interdigital, Microsoft, Nokia, Qualcomm, 삼성전자, LG전자, T-Mobile 등<br>Huawei 등 중국 기업의 참여는 금함. |
|          | Apple           | 6G 통신용 모뎀 연구 시작   |
|          | Huawei          | 2017년부터 6G 통신을 연구개발하고 있으며, 2030년에 상용화를 목표로 함.<br>중국 이동통신사 차이나모바일과 협력하여 6G 통신용 위성 2개를 개발 중   |
|          | ZTE             | 중국 이동통신사 차이나유니콤과 6G 통신의 기술개발 및 표준 제정 작업 등을 협력하기로 합의함.   |
| 국내       | SK텔레콤           | 2019년 6월에 Nokia, 에릭슨과 6G 통신 기술개발 업무협약을 체결하였고, 삼성전자와도 공동연구 추진을 위해 협약 맺음.   |
|          | KT              | 서울대 뉴미디어 통신 공동 연구소와 6G 통신 기술 개발을 위해 컨소시엄을 구성하여 연구 착수함.  |
|          | LGU+            | 일본 통신사업자 KDDI와 6G 통신 기술 공동 대응을 위한 업무협약 체결함.<br>차세대 암호기술 전문기업 크립토크에 투자하여 5G와 6G 통신망 보안을 강화하는 기술을 개발하고 있음.  |
|          | 삼성전자            | 2019년에 삼성리서치 산하에 차세대통신연구센터를 설립하고, 5G 통신의 기술경쟁력 강화와 6G 통신의 선행 기술 연구를 수행하고 있음.<br>2021년에 140GHz 대역을 이용하여 테라헤르츠 대역의 무선통신 시연을 성공함.  |
|          | LG전자            | LG-KAIST 6G 연구센터 설립함.<br>전력증폭기 개발 통해 테라헤르츠 대역에서 100m 거리의 데이터 송수신 성공함.   |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트 및 각사 홈페이지(2021), NICE평가정보(주) 재구성



## 2. 코스닥기업 현황

### ■ 6G 통신을 위한 지상 및 위성통신 관련 기업들

표 17. 주요 코스닥기업 동향

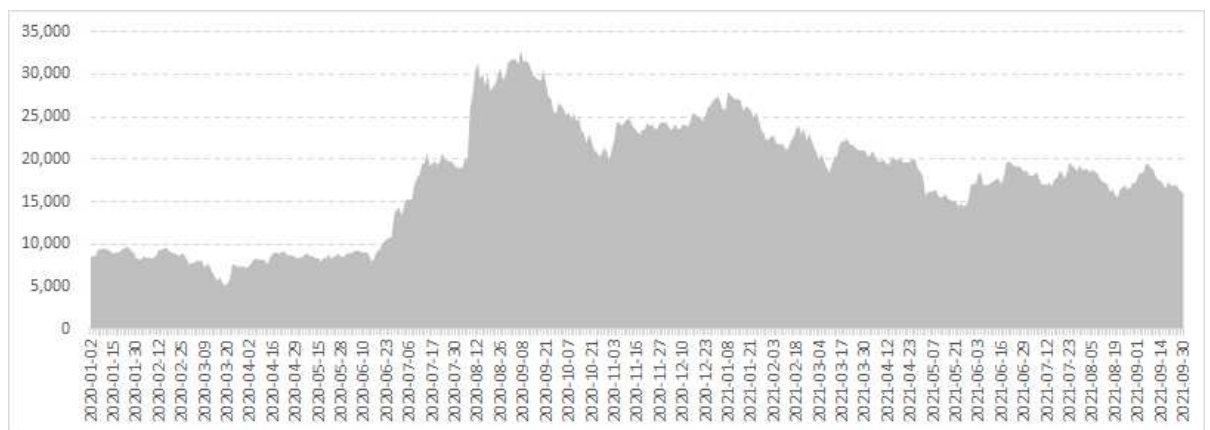
| 기업명   | 개발/사업화 현황  |
|-------|--|
| 에이스테크 | 모바일 네트워크 관련 장비사업으로, 기지국 안테나, 기지국용 RF장비, 모바일 디바이스용 안테나, RF 커넥터 등을 주요 제품으로 생산함.  |
| 썸리드   | 국내 이동통신 3사를 모두 고객으로 확보하고, 유무선통신의 액세스 및 코어 영역에 속하는 중계기와 유선전송장비 등을 생산하고 있음.      |
| AP위성  | 위성통신단말기를 생산하여 THURAYA에 공급해서 이동위성통신서비스를 제공 중이고, 위성통신단말기 세계시장에서 높은 점유율을 확보하고 있음. |

\*출처: 글로벌 ICT 이슈리포트 및 각사 홈페이지(2021), NICE평가정보(주) 재구성

#### [에이스테크]

에이스테크는 1980년에 설립되어 2006년에 코스닥 상장되었고, RF부품, Radio System, 기지국용안테나, 모바일안테나, 차량용안테나 등의 무선통신 사업을 영위하고 있다. 국내 기지국용안테나 시장의 선도 기업이며, 기지국 Radio Unit, 안테나, 필터 등을 일체형으로 구현한 Massive MIMO 기술을 2017년에 개발 완료하여 2019년 5G 통신 기지국용안테나를 상용화하였다. 국내시장을 비롯하여 인도 및 베트남, 북미시장에도 진출하여 고객 다변화를 통해 매출을 확대하고 있다.

[그림 13] 에이스테크 주가추이(2020년~2021년 9월) 및 주요 재무현황/분석



| (단위: %)  | 2018년 | 2019년 | 2020년  |
|----------|-------|-------|--------|
| 매출액증가율   | 7.3   | 0.3   | (44.3) |
| 매출액영업이익률 | 3.5   | 0.7   | (29.1) |
| 매출액순이익률  | 0.3   | (2.6) | (39.4) |
| 부채비율     | 433.9 | 326.8 | 393.7  |

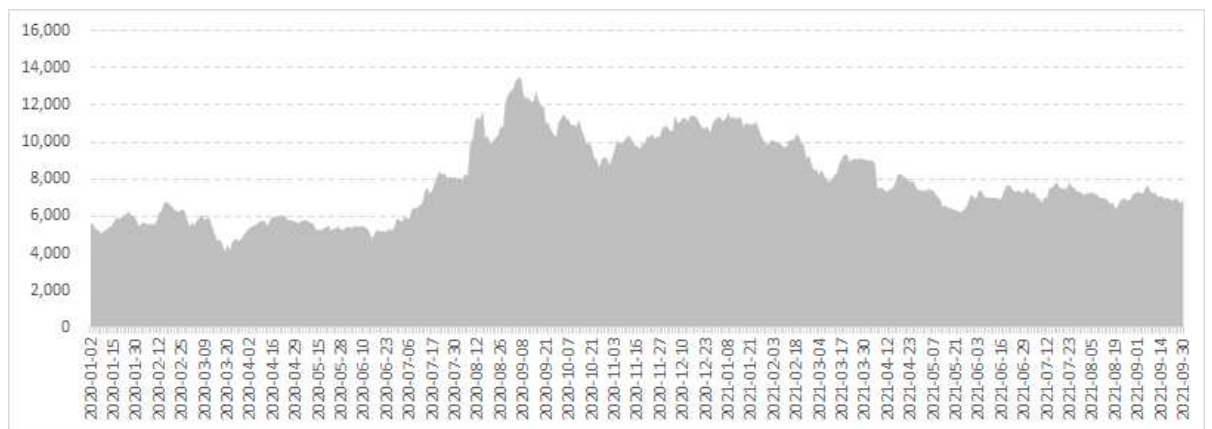
- 재무 분석
- RF부품 및 기지국안테나 등의 수요 증가하며 전년 동기대비 매출 규모 확대
  - 원가율 하락과 판관비 부담의 완화로 영업 손실 규모 전년 동기대비 축소

\*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성

[솔리드]

솔리드는 1998년에 설립된 업체로, 이동통신 및 유선통신 관련 네트워크 장비를 제작하고 있다. 이동통신망에서 사용되는 무선통신중계기를 국내 주요이동통신 3사인 SK텔레콤, KT, LGU+에 모두 납품하고 있으며, 해외 시장 진출에 노력한 결과 미국, 일본 유럽 등으로 사업 매출처를 확보하였다. PON(Passive Optical Network)기술을 적용한 5G-PON 및 5G-MUX 장비 개발을 완료하여 2019년부터 5G 통신장비를 납품하는 등 다양한 솔루션을 제공하고 있다.

[그림 14] 솔리드 주가추이(2020년~2021년 9월) 및 주요 재무현황/분석



| (단위: %)  | 2018년  | 2019년 | 2020년  |
|----------|--------|-------|--------|
| 매출액증가율   | (12.3) | 3.0   | (24.6) |
| 매출액영업이익률 | 0.5    | (1.5) | (9.8)  |
| 매출액순이익률  | 5.0    | 2.4   | (6.9)  |
| 부채비율     | 144.2  | 129.5 | 151.8  |

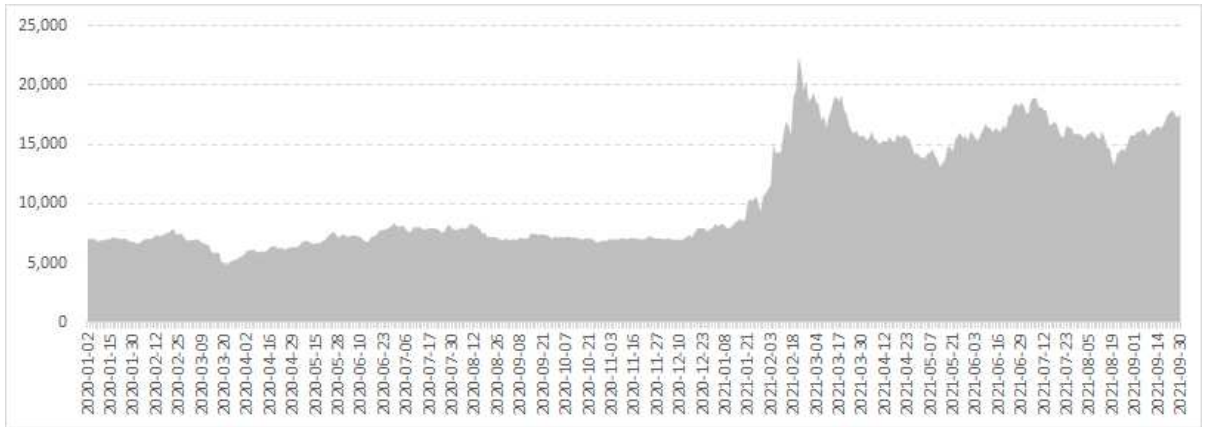
|          |   |
|----------|---|
| 재무<br>분석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 중속기업의 국방 부문 수주 호조로 전년 동기대비 매출 다소 증가</li> <li>• 원가율 상승에도 판관비 및 연구개발비 부담 완화로 영업손실 규모 전년 대비 축소</li> </ul> |
|----------|---|

\*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성

[AP위성]

AP위성은 2011년에 설립되어 2016년에 코스닥 상장되었고, 위성통신단말기를 제작하고 있다. 국가우주개발사업에 참여함에 따라 인공위성 본체 및 탑재체, 위성용 지상시험지원장비 등을 국산화하였고, 위성체에 부분품을 조립해서 시험하는 기술서비스도 제공하고 있다. 개발한 위성통신단말기를 두바이의 THURAYA Telecommunication Company에 판매하였고, 2대의 정지궤도위성을 이용하여 유럽, 아프리카, 호주, 아시아 등 여러 국가를 대상으로 이동위성통신서비스를 제공하고 있다.

[그림 15] AP위성 주가추이(2020년~2021년 9월) 및 주요 재무현황/분석 (개별 기준)



| (단위: %)  |   | 2018년 | 2019년 | 2020년 |
|----------|---|-------|-------|-------|
| 매출액증가율   |   | 42.6  | 6.6   | (0.6) |
| 매출액영업이익률 |   | 2.1   | 15.6  | 9.6   |
| 매출액순이익률  |   | (1.6) | 1.6   | (3.0) |
| 부채비율     |   | 22.3  | 24.8  | 41.1  |
| 재무<br>분석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>위성단말기 제품의 수출 위축으로 매출 규모는 전년 동기대비 축소</li> <li>외형 축소의 영향으로 원가 및 판매비 부담 가중되며 영업이익 전년 대비 적자전환</li> </ul> |       |       |       |

\*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성