

방송통신정책연구 RS-2023-00303459

디지털 전환시대의 이동통신 망 고도화 촉진을 위한 이동통신 주파수 정책 방안 연구

A Study on Spectrum Policy for the Advancement of
Mobile Network in the Digital Age

2024. 3

연구기관 : 정보통신정책연구원



과학기술정보통신부



정보통신기획평가원

방송통신정책연구 RS-2023-00303459

디지털 전환시대의 이동통신 망 고도화 촉진을 위한 이동통신 주파수 정책 방안 연구

(A Study on Spectrum Policy for the Advancement
of Mobile Network in the Digital Age)

김지환/여재현/김상용/박지현/조수정

2024. 3

연구기관 : 정보통신정책연구원



과학기술정보통신부



정보통신기획평가원

이 보고서는 2023년도 과학기술정보통신부 방송통신발전기금 방송통신정책연구사업의 연구결과로서 보고서 내용은 연구자의 견해이며, 과학기술정보통신부의 공식입장과 다를 수 있습니다.

제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 『디지털 전환시대의 이동통신 망 고도화 촉진을 위한 이동통신 주파수 정책 방안 연구』의 연구결과보고서로 제출합니다.

2024년 3월

연구기관: 정보통신정책연구원

총괄책임자: 김지환 연구위원

참여연구원: 여재현 선임연구위원

김상용 연구위원

박지현 연구위원

조수정 연구위원

목 차

요약문	xi
제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경 및 필요성	1
제 2 절 주요 연구 내용	1
제 2 장 이동통신 네트워크 동향 및 정책 이슈	3
제 1 절 이동통신 네트워크 및 기술 발전 동향	3
제 2 절 국·내외 5G 네트워크 고도화 정책 동향	9
제 3 절 이동통신 네트워크 투자에 대한 우려	12
제 3 장 주요국 이동통신사업자 투자 수준 비교	15
제 1 절 배 경	15
제 2 절 데이터	16
제 3 절 국가별 주요 사업자의 투자 추이	17
1. 우리나라	17
2. 미국	20
3. 영국	24
4. 프랑스	28
5. 독일	32
6. 이탈리아	35
7. 호주	39
8. 일본	43
9. 중국	47
10. 국가간 비교	50

제 4 장 주파수할당을 통한 이동통신 네트워크 고도화 정책 사례	55
제 1 절 국내 주파수할당제도 및 사례	55
제 2 절 주파수할당의 투자 영향에 대한 연구 사례	57
제 3 절 해외 정책 사례	60
1. 영국: 2013년 800MHz 대역, 2018년 제안된 700MHz와 3.6GHz 대역 경매	1·6
2. 덴마크: 2016년 1.8GHz 대역, 2021년 3.5GHz 대역 경매	3·6
3. 노르웨이: 2013년 800MHz 대역, 2019년 700MHz 대역, 2021년 2.6GHz·3.5GHz 대역 경매	7
4. 독일: 2010년, 2015년 및 2021년의 망구축의무	17
5. 뉴질랜드: 2020년 3.5GHz 대역 주파수 직접할당	47
6. 프랑스: 2012년 800MHz 대역 경매, 2018년 주파수 심사할당, 2022년 3.5GHz 대역 경매	5
제 5 장 향후 주파수할당의 정책방향	81
제 6 장 정부정책반영현황	85
참고문헌	86

표 목 차

〈표 2-1〉 5G SA 사용 사례	5
〈표 2-2〉 유럽의 미래 통신 인프라 목표	11
〈표 3-1〉 우리나라의 이동통신 기술방식별 가입자 수	17
〈표 3-2〉 우리나라의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	17
〈표 3-3〉 우리나라 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	18
〈표 3-4〉 우리나라 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	20
〈표 3-5〉 우리나라 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	20
〈표 3-6〉 미국의 이동통신 기술방식별 가입자 수	20
〈표 3-7〉 미국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	21
〈표 3-8〉 미국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	22
〈표 3-9〉 미국 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	23
〈표 3-10〉 미국 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	23
〈표 3-11〉 영국의 이동통신 기술방식별 가입자 수	24
〈표 3-12〉 영국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	24
〈표 3-13〉 영국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	26
〈표 3-14〉 영국 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	27
〈표 3-15〉 영국 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	28
〈표 3-16〉 프랑스의 이동통신 기술방식별 가입자 수	28
〈표 3-17〉 프랑스의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	29
〈표 3-18〉 프랑스 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	30
〈표 3-19〉 프랑스 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	31
〈표 3-20〉 프랑스 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	32
〈표 3-21〉 독일의 이동통신 기술방식별 가입자 수	32
〈표 3-22〉 독일의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	33

〈표 3-23〉 독일의 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	34
〈표 3-24〉 독일 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	35
〈표 3-25〉 독일 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	35
〈표 3-26〉 이탈리아의 이동통신 기술방식별 가입자 수	36
〈표 3-27〉 이탈리아의 이동통신 총수익 및 Capex	36
〈표 3-28〉 이탈리아 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	37
〈표 3-29〉 이탈리아 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	39
〈표 3-30〉 이탈리아 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	39
〈표 3-31〉 호주의 이동통신 기술방식별 가입자 수	40
〈표 3-32〉 호주의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	40
〈표 3-33〉 호주 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	41
〈표 3-34〉 호주 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	43
〈표 3-35〉 호주 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	43
〈표 3-36〉 일본의 이동통신 기술방식별 가입자 수	43
〈표 3-37〉 일본의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	44
〈표 3-38〉 일본 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	45
〈표 3-39〉 일본 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	46
〈표 3-40〉 일본 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	47
〈표 3-41〉 중국의 이동통신 기술방식별 가입자 수	47
〈표 3-42〉 중국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	48
〈표 3-43〉 중국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	49
〈표 3-44〉 중국 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이	50
〈표 3-45〉 중국 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이	50
〈표 3-46〉 국가별 연간 Capital Intensity 비교	51
〈표 3-47〉 국가별 인구 1인당 Capex 비교	52
〈표 4-1〉 우리나라 이동통신용 주파수할당의 네트워크 구축 조건	56
〈표 4-2〉 영국 700MHz 및 3.6GHz 대역 경매의 커버리지 의무 (2018년 제안된 경매방안)	62

〈표 4-3〉 영국 700MHz 및 3.6GHz 대역 경매의 커버리지 의무 블록 유보가격 분석	63
〈표 4-4〉 덴마크 1.8GHz 대역 경매 결과	65
〈표 4-5〉 덴마크 2021년 경매의 주파수 대역 및 블록	66
〈표 4-6〉 노르웨이 700MHz 및 2.1GHz 대역 경매 블록별 커버리지 의무	68
〈표 4-7〉 노르웨이 2.6GHz 및 3.6GHz 대역 경매 블록당 할인 금액	69
〈표 4-8〉 노르웨이 2.6GHz 및 3.6GHz 대역 경매 결과	70
〈표 4-9〉 독일 2010년 2015년 2019년 경매의 망구축의무	74
〈표 4-10〉 프랑스 800MHz 대역 경매의 망구축의무	76
〈표 4-11〉 프랑스 900MHz, 1.8GHz, 2.1GHz 대역 경매의 커버리지 의무	78
〈표 4-12〉 프랑스 3.5GHz 대역 기본 망구축의무	79

그림 목 차

[그림 2-1] 국가별 5G 평균 다운로드 속도(Mbps)	4
[그림 2-2] 국가별 5G 가용성(%)	4
[그림 2-3] 5G mmWave 활용 유형	6
[그림 2-4] 5G 네트워크 기능 가용성과 기기 지원	7
[그림 2-5] 3GPP 5G 표준화 현황	8
[그림 2-6] 5G RedCap 활용 사례	9
[그림 3-1] 우리나라의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	18
[그림 3-2] 우리나라 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	19
[그림 3-3] 미국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	21
[그림 3-4] 미국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	22
[그림 3-5] 영국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	25
[그림 3-6] 영국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	26
[그림 3-7] 프랑스의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	29
[그림 3-8] 프랑스 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	30
[그림 3-9] 독일의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	33
[그림 3-10] 독일 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	34
[그림 3-11] 이탈리아의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	36
[그림 3-12] 이탈리아 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	38
[그림 3-13] 호주의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	40
[그림 3-14] 호주 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	42
[그림 3-15] 일본의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	44
[그림 3-16] 일본 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	45
[그림 3-17] 중국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex	48

[그림 3-18] 중국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex	49
[그림 3-19] 국가별 연도별 Capital Intensity 비교	51
[그림 3-20] 국가별 인구 1인당 Capex 비교	53
[그림 3-21] 이동통신 사업자별 2019~2023년 평균 가입자당 Capex	54
[그림 4-1] 덴마크 1.8GHz 대역 경매의 커버리지 지역그룹	64
[그림 4-2] 덴마크 2021년 경매의 커버리지 지역그룹	67
[그림 4-3] 독일 주파수할당과 네트워크 고도화 계획	72
[그림 4-4] 프랑스 2012년 800MHz 대역 경매의 우선 구축지역	77
[그림 4-5] 프랑스 3.5GHz 대역 경매 방식	80

요 약 문

1. 제 목

디지털 전환시대의 이동통신 망 고도화 촉진을 위한 이동통신 주파수 정책 방안 연구

2. 연구 목적 및 필요성

이동통신은 개인의 일상생활에 없어서는 안 될 서비스일 뿐만 아니라 첨단기술 혁신을 일으키고 미래 산업이 성장하는 데 기반이 되는 핵심적인 디지털 인프라로 자리매김하였다. 각국 정부는 5G 이동통신을 비롯한 첨단 네트워크를 국가의 미래 디지털 경쟁력 강화의 핵심 요소로 인식하며 이동통신 네트워크 고도화를 정책 우선순위에 놓고 있으나 통신사업자들의 투자 능력 또는 유인에 의문이 제기되고 있다. 주파수는 이동통신 서비스의 필수적인 요소로 주파수할당 시 부여하는 망구축의무는 통신네트워크를 확보하는 데 효과적으로 활용될 수 있다. 이에 본 연구는 네트워크 고도화를 촉진할 수 있는 주파수 정책 방향을 제시하고자 한다.

3. 연구의 구성 및 범위

본 연구의 2장에서는 이동통신 네트워크 현황을 분석한다. 전 세계적으로 5G 도입 현황, 5G 네트워크 품질, 5G SA 현황, mmWave 현황을 조사한다. 또한, 주요 국가에서 네트워크 고도화를 위한 정책 동향을 분석한다. 그리고 향후 통신 네트워크의 성능을 향상시키는 기술과 주요 이슈에 대해 살펴보고, 이동통신사업자의 네트워크 투자 부진 요인에 대해 조사한다. 3장에서는 국가별로 주요 통신사업자의 네트워크 투자 추이를 분석한다. 4장에서는 우리나라 주파수할당 제도와 할당을 통한 네트워크 고도화 사례를 설명하고, 기존

의 관련 연구 결과를 검토한다. 그리고 최근 해외에서 주파수할당을 통해 네트워크를 고도화하는 정책 사례를 조사하여 분석한다. 5장에서는 4장의 내용을 토대로 국내 주파수 정책에 대한 시사점을 도출한다.

4. 연구 내용 및 결과

전 세계적으로 5G를 비롯한 첨단 네트워크는 국가 미래 디지털 경쟁력을 강화하는 중요한 요소로 인식되고 있으며, 이에 따라 각 국가에서 네트워크 고도화를 위한 정책을 발표하고 있다. 미국의 FCC는 '5G FAST Plan'을 통해 고대역, 중대역, 저대역의 5G용 주파수를 확보하고, 스몰셀 규제를 개선하는 등 인프라 정책을 업데이트하여 5G 네트워크 투자를 촉진하고자 한다. 유럽의 EC는 '5G Action Plan'을 통해 5G 선구 대역(pioneer bands)을 식별하고 국가별 5G 구축 로드맵을 개발하여 유럽 전역에 5G 인프라를 구축하고 서비스를 제공하고자 한다. 또한, 'Gigabit Society'를 위해 모든 유럽 가정에 고속 네트워크를 제공하고자 한다. 중국은 '듀얼 기가비트 네트워크' 구축을 통해 네트워크 강국으로 성장하고자 하며, 5G 네트워크의 커버리지 확대와 6G 기술의 연구개발을 통해 디지털 경제 발전을 촉진하고자 한다. 한국은 'K-네트워크 2030 전략'을 통해 세계 최고의 6G 기술력을 확보하고 네트워크 공급망을 강화하여 디지털 경쟁력을 유지하고자 한다.

그러나 이동통신사업자의 네트워크 투자에 대한 우려가 존재한다. EC에 따르면 유럽의 통신사업자는 낮은 투자 수익률, 거시경제의 불확실성 등의 이유로 2030년까지 5G SA 등 차세대 기술 투자에 적극적이지 않다. 이동통신 업계에서는 전 세계적으로도 이동통신 분야의 수익성 악화와 비용 증가로 통신사업자의 투자 여력이 감소하고 있다고 주장하고 있다. 이에 유럽에서는 주파수할당과 네트워크 투자를 교환하는 할당정책의 변화를 촉구하는 목소리가 나타나고 있다.

5G 상용화 이후 주요국의 투자 수준을 비교한 결과, 5G 상용화가 시작된 2019년 우리나라의 총수익 대비 Capex 금액인 Capital intensity와 인구 1인당 Capex는 전년 대비 증가폭이 가장 컸다. 이후 우리나라는 Capital intensity 및 1인당 Capex 모두 2020년부터 2023년까지 매년 감소한 반면, 다른 8개 주요국은 2019년 이후 2021년 혹은 2022년까지 증가하다가 2023년에 감소한 것으로 나타났다.

우리나라의 2019년 Capital intensity는 16.7%로 중국 22.3%, 이탈리아 21.3% 다음으로 높고 독일(16.6%)과 비슷한 수준으로 주요 8개국 중 중간 정도의 투자 수준이었으나, 2023년에는 13.0%로 감소해 주요국 중 Capital intensity가 낮은 편에 속하였다. 이와 더불어, 2019년 우리나라의 인구 1인당 capex는 \$82.0으로 미국(\$98.6)보다는 낮으나 호주(\$84.4)와 일본(\$84.5)과 비슷한 수준이며, 2023년에는 \$59.2로 미국(\$115.0), 일본(\$85.1), 호주(\$81.1)보다 낮고 영국(\$63.1)과 비슷한 수준으로 나타났다. 주요국의 Capital intensity 비교에서는 우리나라가 낮은 위치에 있었으나 인구 1인당 Capex은 중간 정도의 위치임을 알 수 있었다.

해외의 할당정책을 폭넓게 살펴본 결과, 정책 스펙트럼은 다양한 것으로 파악되었다. 정부가 사업자에게 통신네트워크 구축 의무를 주는 해외 사례들은 구축 의무를 부여하는 방식, 구축 의무의 기준, 구축 의무의 연속성 측면에서 구분될 수 있다. 우선 구축 의무를 부여하는 방식에서는 가장 기본적이고 일반적인 유형으로 사업자에게 주파수를 할당하면서 정부가 사전에 설정한 네트워크 구축 의무를 일괄적으로 부여하거나 주파수경매의 입찰과정에서 주파수에 입찰하는 사업자들이 망구축의무를 선택하도록 경매를 설계하는 방식 또는 주파수할당과는 별개로 망구축 프로젝트가 추진하였다. 구축 의무의 기준 측면에서 서비스 개시 시기, 무선국 수, 커버리지 수준, 속도 기준, 특정 유형의 장소 구축 등 다양한 기준이 발견되고 전국적인 커버리지 확보에서 시작하여 음영 지역 해소로 연속적인 주파수할당에서 커버리지 확보 목표가 세밀해지는 사례도 발견된다. 구축 의무는 저대역은 커버리지 의무, 중대역은 전송속도 기준이 부과되는 사례가 존재한다. 구축 의무의 연속성 측면에서 전체 네트워크 향상을 중심으로 여러 차례 할당을 통하여 목표를 고도화하는 사례가 존재하며, 할당 대상 주파수뿐만 아니라 활용하기보다는 기존 이용 중인 주파수를 이용하여 고도화하는 것은 인정하는 사례도 다수 존재한다.

본 연구를 다음과 같은 정책방향을 제안한다. 첫째, 정부는 주파수할당과 연계된 네트워크 고도화 로드맵을 마련할 필요가 있다. 로드맵 마련 시 목표의 타당성, 기술·경제적 달성 가능성, 소요되는 비용 등을 고려하여 정부와 사업자간 협의와 공감대를 형성할 필요가 있다. 둘째, 주파수할당 시 할당 대상 주파수를 활용한 네트워크 구축뿐만 아니라 전체 네트워크 고도화 차원에서 접근할 필요가 있다. 할당대상 주파수를 활용하지 않고 기존 보유한 주파수라도 의무 이행을 허용하는 것, 새로운 주파수할당 시 필요하다면 과거 할당의 의무를 조정할 수 있는 제도적 근거 마련이 필요하다. 셋째, 주파수할당을 네트워크

고도화에 보다 효과적으로 활용할 필요가 있다. 특히, 네트워크 고도화에 대한 인센티브 측면의 접근이 필요하다. 필수적이고 기본적인 네트워크 구축이 이루어진 후 시장실패가 발생하는 영역 또는 구축이 상당히 지연될 것으로 예상되는 영역에 대한 인센티브로 할당대가 인하 등을 고려할 수 있다. 이 역시 전과법에 근거를 마련할 필요가 있다. 다섯째, 주파수할당의 망구축의무의 기준을 전송속도, 특정 위치 커버리지 등으로 다변화하고 할당 주파수의 특성과 네트워크에서 역할을 고려하여 적절한 기준을 검토하는 것이 필요하다. 현행 이행점검은 무선국 수에 맞춰져 있기 때문에 새로운 기준 도입을 위해서는 관련 제도의 변화도 요구된다.

5. 정책적 활용 내용

향후 주파수할당 법제도 개정, 2026년 이용기간이 만료되는 4G 주파수할당 정책, 향후 5G 주파수할당 정책 수립 등에 참고자료로 활용될 수 있다.

6. 기대효과

이동통신 네트워크는 국민의 일상생활에 필수적인 요소이자 우리나라 IT 제조 및 서비스 산업의 기본적인 인프라이다. 본 연구를 활용한 정책으로 이동통신 네트워크 고도화가 촉진된다면 이동통신 서비스 품질 향상에 따른 국민의 편익 제고, 고도화에 따른 투자 유발 효과로 관련 산업 활성화, 혁신적인 서비스 출시가 촉진될 것으로 기대된다.

SUMMARY

1. Title

A Study on Spectrum Policy for the Advancement of Mobile Network in the Digital Age

2. Objective and Importance of Research

Mobile communications is not only an indispensable service for individuals' daily lives, but also a critical digital infrastructure that enables cutting-edge technological innovation and is the foundation for future industrial growth. Governments recognize advanced networks, including 5G, as key to their countries' future digital competitiveness and have made upgrading mobile networks a policy priority. However, there are questions about the ability or incentive for operators to invest. Spectrum is an essential element of telecommunications services, and the network deployment obligations imposed by spectrum allocation can be effectively utilized to ensure the availability of telecommunications networks. It explores the technologies and key issues that will improve the performance of mobile networks in the future, and investigates the reasons for the slump in network investment by MNOs. Therefore, this study aims to provide a direction for spectrum policy that can promote network modernization.

3. Contents and Scope of the Research

Chapter 2 describes the current state of mobile networks. It examines 5G adoption globally, 5G network quality, 5G SA, and mmWave. It also analyzes policy trends for

network upgrade in major countries. It explores the technologies and key issues that will improve the performance of mobile networks in the future, and investigates the reasons for the slump in network investment by MNOs. Chapter 3 shows the network investment trends of MNOs by major countries. Chapter 4 describes the Korean spectrum allocation system and the case of network upgrading through spectrum allocation, and reviews the results of existing related studies. It then examines and analyzes recent policy cases of network upgrading through spectrum allocation in overseas countries. Chapter 5 draws implications for domestic spectrum policy based on the findings of Chapter 4.

4. Research Results

Around the world, advanced networks, including 5G, are recognized as an important factor in enhancing a country's future digital competitiveness, and accordingly, countries are announcing policies to upgrade their networks. However, mobile operators have been sluggish in investing in next-generation technologies such as 5G SA due to low returns on investment and macroeconomic uncertainty.

A comparison of investment levels in major countries after 5G commercialization shows that Korea's capital intensity (capex as a percentage of mobile total revenue) and capex per capita had the largest year-on-year increases in 2019, when 5G commercialization began. Since then, both capital intensity and capex per capita in Korea have decreased annually from 2020 to 2023, while the other eight major countries have increased from 2019 to 2021 or 2022 before decreasing in 2023. In terms of capital intensity, South Korea is on the lower position, but in the mid-position in terms of capex per capita.

Overseas cases of spectrum assignment policies are diverse. For obligation allocations, there are government imposed network deployment obligations, operators bidding on network deployment obligations, and network deployment projects that are conducted separately from spectrum allocations. In terms of obligation standards, various standards are found, such as the number of base stations, service coverage, transmission speed

standards, and specific locations/buildings, and there are also cases of gradual approaches from nationwide coverage to shaded areas. Additionally, there are cases where coverage obligations are imposed on low-bands and transmission speed standards are imposed on mid-band bands. In terms of continuous obligations, the network can be continuously upgraded through multiple allocations, and sometimes it is allowed to use existing frequencies in addition to the newly assigned frequencies.

5. Policy Suggestions for Practical Use

The government needs to prepare a mobile communication network roadmap closely associated with frequency assignments. Also, frequency assignments need to consider overall network upgrade. And an incentive-oriented approach to network advancement is needed. Lastly, it is necessary to diversify the standards for network construction obligations for frequency allocation into transmission speed, specific location coverage, etc. and review appropriate standards by considering the characteristics of the allocated frequencies and their role in the network.

6. Expectations

This study may be informative and contribute to future legislative changes, the renewal policy of 4G spectrum licenses expired in 2025, and future policies on frequency assignment.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Chapter 2. Mobile Network Trends and Policy Issues

Chapter 3. The Comparison of Investment of MNOs in Overseas
Countries

Chapter 4. Spectrum Policy Cases of Upgrading Mobile Network
Deployment through Frequency Allocation

Chapter 5. Future Policy Direction of Frequency Allocation

Chapter 6. Expectations

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 필요성

이동통신은 개인의 일상생활에 없어서는 안 될 서비스일 뿐만 아니라 첨단기술 혁신을 일으키고 미래 산업이 성장하는 데 기반이 되는 핵심적인 디지털 인프라로 자리매김하였다. 지난 코로나19 팬데믹의 극복 과정에서 큰 역할을 한 통신네트워크의 중요성을 각국 정부와 사회가 뼈저리게 재인식하는 계기가 되었다. 여러 정부는 5G 이동통신을 비롯한 첨단 네트워크를 국가의 미래 디지털 경쟁력 강화의 핵심 요소로 인식하며 이동통신 네트워크 고도화에 더욱 적극적으로 나서고 있다. 그러나 통신사업자들은 과거보다 성장이 저조한 통신사업보다는 플랫폼, 인공지능 등 높은 성장이 기대되는 신사업 육성에 더 적극적으로 나서고 있다. 한편에서는 새로운 수익원 발굴이 어려운 상황에서 비용은 증가하여 통신사업자의 투자 여력이 부족하다는 주장도 제기되고 있다.

주파수는 이동통신 서비스의 필수적인 요소로 이동통신 네트워크 구축에 큰 영향을 미치므로 네트워크 고도화에는 전파정책이 중요한 역할을 할 수 있다. 특히 주파수할당 시 부여하는 망구축 관련 의무가 잘 설계된다면, 사회와 경제가 필요로 하는 통신네트워크를 확보하는 데 효과적으로 활용할 수 있는 정책 수단이다. 따라서 현재 시점에 통신네트워크 고도화를 촉진하기 위한 전파정책 방향을 찾아보는 것이 시의적절하고 필요하다.

제2절 주요 연구 내용

본 연구에서는 다음과 같은 내용을 다룬다. 2장에서는 전 세계 5G 이동통신 네트워크 현황 및 기술 변화를 살펴본다. 전 세계 5G 도입, 국가 간 5G 통신 품질 비교, 5G SA 도입 현황, mmWave 주파수 공급 현황, 그리고 최근 이동통신 기술 표준의 주요 내용을 살펴본다. 이와 더불어 5G 이동통신을 비롯한 첨단 네트워크를 확보하기 위한 국가 간 경쟁이

진행되고 있어 주요 국가의 네트워크 고도화를 위한 정책 동향을 소개한다. 3장에서는 우리나라를 포함하여 해외 주요국의 이동통신사업자의 매출 및 투자 데이터를 활용하여 국가 간 그리고 이동통신사업자 간 투자 수준을 비교한다. 4장에서는 해외에서 주파수할당을 통해 네트워크 고도화를 추구했던 다양한 사례를 살펴본다. 5장에서는 주파수할당 정책을 통한 네트워크 고도화를 촉진하는 정책방향을 제시한다.

제 2 장 이동통신 네트워크 동향 및 정책 이슈

제 1 절 이동통신 네트워크 및 기술 발전 동향

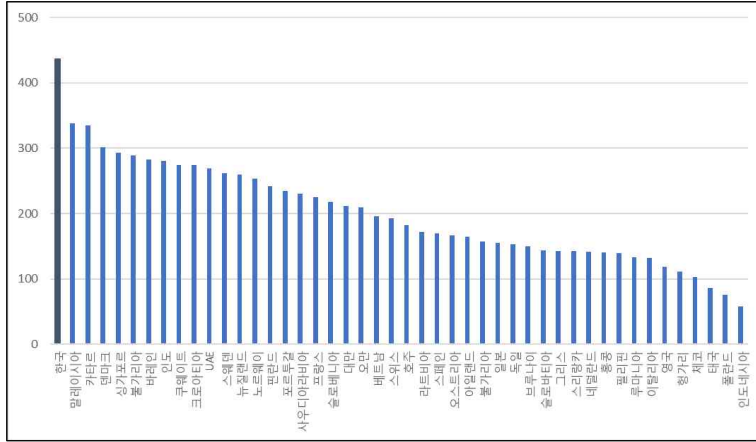
이동통신은 1970년대 말 처음 등장한 이래 약 10년 간격으로 더욱 발전된 기술의 네트워크를 상용화하면서 현재의 5세대(5G) 이동통신에 이르렀다. 1990년대 2세대(2G) 이동통신을 거치면서 사람 간의 음성통화가 대중화되었고 2000년대 3세대(3G) 이동통신을 통해 무선인터넷이 개화하였다. 2010년대 4세대(4G) 이동통신에서는 고속 무선인터넷을 통해 스마트폰에 기반한 모바일 혁명이 촉발되었다. 2019년 우리나라가 세계 최초로 상용화한 5G 이동통신은 사람 간의 음성통화 및 데이터 전송을 중심으로 발전해 온 그 간의 이동통신을 넘어서, 초고속·초저지연·초연결을 통해 사물 간 연결을 실현함으로써 산업과 사회의 디지털 혁신을 촉진하는 핵심 인프라로 인식되고 있다.

2023년 전 세계적으로 이동통신은 약 56억 명이 가입하여 회선 수는 약 86억 개, 셀룰러 IoT 회선은 약 35억 개였으며, 2030년에는 가입자 약 63억 명, 회선 약 98억 개, 그리고 셀룰러 IoT 회선이 약 58억 개에 달할 것으로 전망된다(GSMA, 2024c).

이동통신은 5G로 가입자 전환이 진행되고 있다. 2024년 1월 기준 전 세계 117개 국가에서 297개 이동통신사업자가 모바일 5G 서비스를 상용화하였고(GSA, 2024), 가입회선 수는 2023년 약 16억 개에 이르렀다(Ericsson, 2023).

5G 이동통신 네트워크의 성능은 다운로드 속도 기준으로 2023년 말 유럽, 중동 및 아시아 태평양 국가 중 우리나라가 436.7Mbps로 가장 빨랐고 말레이시아(337.7Mbps), 카타르(335.1Mbps), 덴마크(301.8Mbps)가 뒤를 이었다(Opensignal, 2024). 주요국을 살펴보면 인도 280.7Mbps, 프랑스 225.1Mbps, 호주 182.4Mbps 일본 154.7Mbps, 독일 152.6Mbps, 이탈리아 132.5Mbps, 영국 118.1Mbps를 기록하였다.

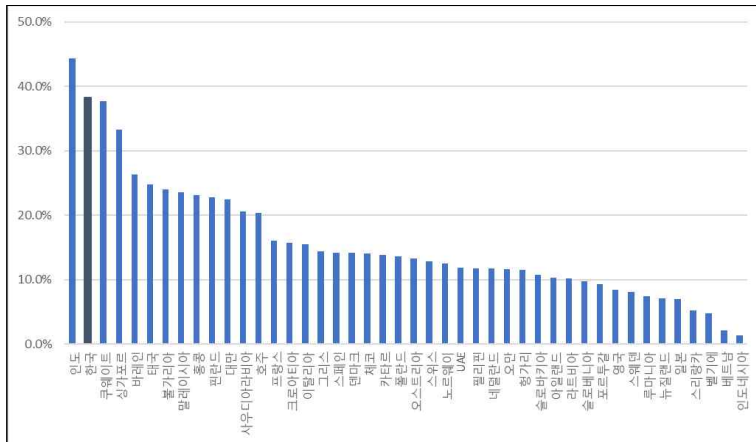
[그림 2-1] 국가별 5G 평균 다운로드 속도(Mbps)



자료: Opensignal(2024) 재구성

5G 네트워크 접속 시간의 비율인 5G 가용성 측면에서는 2023년 말 기준 인도가 44.3%로 가장 높았고 우리나라(38.3), 쿠웨이트(37.7), 싱가포르(33.3), 바레인(26.3), 태국(24.8), 불가리아(24.0)가 뒤를 이었다(Opensignal, 2024). 주요국을 살펴보면, 호주 20.4, 프랑스 16.0, 이탈리아 15.5, 독일 10.7, 영국 8.4, 일본 7.0을 기록하였다.

[그림 2-2] 국가별 5G 가용성(%)



자료: Opensignal(2024) 재구성

이와 같이 전 세계적으로 확산 중인 5G 이동통신에서 네트워크를 SA(Standalone) 방식으로 한층 더 고도화하려는 추세가 나타나고 있다. 2024년 초 기준 전 세계적으로 40여 개 사업자가 5G SA를 상용화하였다(GSA, 2024). 5G 상용화 초기에 NSA(Non-Standalone) 방식으로 5G를 상용화한 후 SA를 도입하거나 뒤늦게 5G를 상용화한 국가에서 처음부터 5G SA를 구축하기 때문이다. NSA보다 발전된 SA의 가장 큰 장점은 네트워크 슬라이싱을 지원한다는 점이다. 네트워크 슬라이싱이란 하나의 물리적 네트워크를 여러 개의 독립된 가상 네트워크로 구분하여 가상 네트워크별로 수요자에게 최적화된 서비스를 제공할 수 있다. 이를 통해 다양한 산업과 사회 분야에 맞춤형 서비스를 하나의 네트워크에서 대응할 수 있게 한다(여재현 외, 2023).

〈표 2-1〉 5G SA 사용 사례

통신사	SA 출시	5G SA 사용 사례
Vodafone(영국)	'23. 6월	•클라우드 게임을 위한 라이브 테스트 완료('23. 8월)
JIO(인도)	'23. 1월	•5G FWA 출시
Singtel(싱가포르)	'21. 5월	•그랑프리 싱가포르 2022에서 비디오 스트리밍 제공('22. 7월)
FarEasTone(대만)	'20. 7월	•스마트 순찰차 사용 사례 개발('23. 1월)

자료: Ericsson 홈페이지

한편, mmWave 주파수 대역을 활용한 5G의 경우, 주파수 공급이 지속되고 있으며 특화된 서비스 제공에 활용되는 것으로 파악된다. 2023년 6월 말 기준 산업용으로 공급한 경우를 제외하고 이탈리아, 미국, 일본, 호주, 인도 등 23개국이 mmWave 주파수를 할당한 것으로 파악되며 mmWave 주파수를 확보한 사업자 수는 79개 이상이다. mmWave 대역은 24GHz 이상의 주파수로 넓은 대역폭을 활용할 수 있어 광대역, 고속 및 저지연 서비스가 가능하고, 도시 등 밀집 지역에서 대용량 데이터를 처리하는 데 유리하다는 장점이 있다. 반면, 저·중대역에 비해 전파 도달 거리가 짧고 장애물 관통이 어려워 커버리지는 넓지 않다. KISDI(2023)에 따르면 해외에서 밀집 지역의 트래픽 수용, 경기장, 행사장 등에서 대용량, 저지연 특화 서비스, FWA 등에서 수요를 예상하고 있다. 미국 버라이즌은 mmWave 및 sub-6GHz 대역을 활용하여 '5G Ultra Wideband' 서비스를 제공 중이며, 92개 이상의 경

시장에서 mmWave 기지국을 구축하여 5G 응용서비스를 제공 중이다. 일본의 라쿠텐 모바일은 2019년 5G 주파수를 할당받아 2021년 3월부터 5G 서비스를 개시하였으며, mmWave 무선국은 2023년 2분기 기준 11,953국 구축한 것으로 알려졌다. 라쿠텐은 mmWave가 경기장에서 관중에게 새로운 관전 체험을 제공하는 서비스 등 밀집 지역에서 상용화 가능성이 높다고 평가하고 다양한 실증 프로젝트를 통해 서비스를 제공하는 것을 기획 중이라고 발표했다.

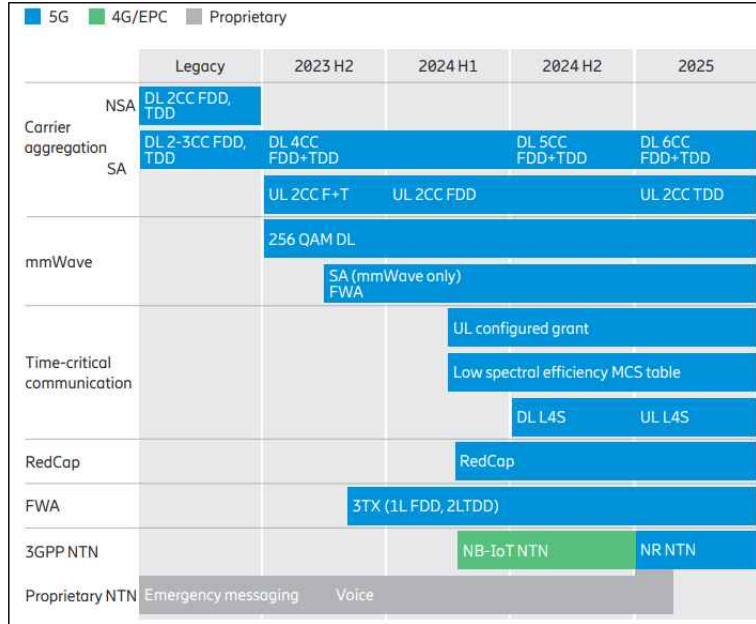
[그림 2-3] 5G mmWave 활용 유형



자료: Qualcomm(2020)

5G 네트워크의 성능을 더욱 향상시킬 수 있도록 장비 기술이 발전하고 있다. 장비제조 업체인 Ericsson은 2023년 말 자사가 파악한 시장 수요를 토대로 5G 기술의 시장 출시 로드맵을 제시하였다(Ericsson, 2023). 그 내용을 살펴보면, 여러 개의 주파수를 묶어 다운링크(DL) 성능을 향상시킬 수 있는 주파수집성기술(Carrier Aggregation, CA)이 FDD 및 TDD 주파수 조합에서 4개의 주파수를 활용할 수 있고, 2025년에는 6개까지로 증가할 계획이다. 이 기술을 활용하면 이동통신사업자들은 더 많은 주파수를 활용하여 5G 성능을 향상시킬 수 있다. 주목할 점은 이러한 향상이 NSA가 아닌 SA 네트워크에서 이루어지고 있다는 점이다. 업링크(UL) 성능도 FDD+FDD, TDD+TDD, FDD+TDD 조합으로 두 개의 주파수를 CA로 활용하도록 발전할 수 있다.

[그림 2-4] 5G 네트워크 기능 가용성과 기기 지원



자료: Ericsson(2023)

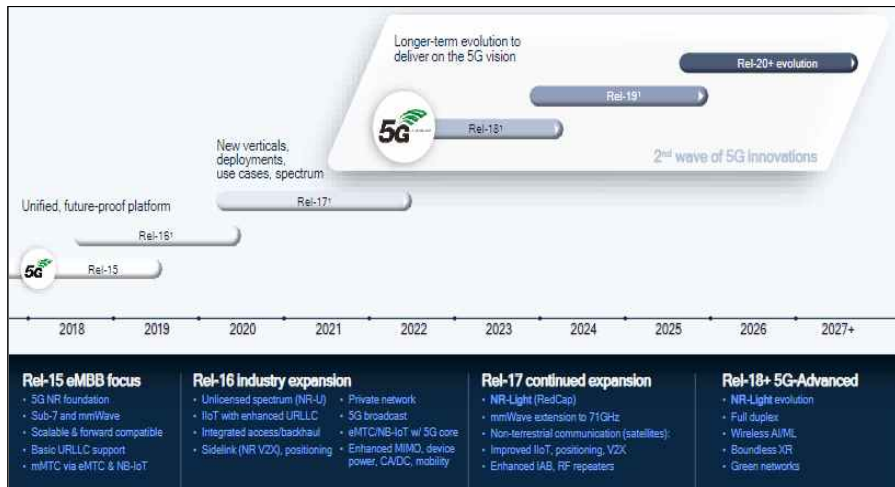
이동통신 기술은 3GPP¹⁾가 표준화를 주도하면서 계속 발전하고 있다.²⁾ 5G 이동통신은 3GPP Release 15에서 규격이 확정되었으며, 이후 Release 18에 이르기까지 기술 고도화가 지속되고 있다.³⁾ 3GPP는 Rel.15에서 이동통신사업자들의 조기 상용화 요구를 반영하여 Early Drop이란 이름으로 NSA 규격을 2017년 12월에 먼저 완성하였고 이후 2018년 6월에는 SA 규격을 완성하였다. Rel.15에서는 ITU의 IMT-2020의 요구사항을 만족하면서도 고속·대용량 데이터 전송을 위한 초광대역 통신의 향상에 초점을 두었다. Rel.16에서는 다양한 산업 분야의 서비스 지원을 고려하여 고신뢰·초저지연 통신 및 대량기기통신 관련 규격

- 1) 3GPP는 전 세계 이동통신 사업자, 장비 제조사, 단말 제조사, 칩 제조사 및 세계 각국의 표준화 단체와 연구기관 등 약 500여 개 업체가 참여하는 최대 국제 이동통신 표준화 단체
- 2) 국제전기통신연합(ITU)에서 비전 및 목표를 제시하고 3GPP와 같은 국제 표준화단체에서 기술 표준을 개발하여 ITU에 제출함
- 3) 한국정보통신기술협회(TTA) 홈페이지 참고 (<https://www.tta.or.kr>)

완성에 초점을 두었다. Rel.15 및 Rel.16이 5G 상용화 핵심 기술 및 다른 산업의 융합서비스 기반 마련에 중점을 두었다면, Rel.17은 융합서비스 기능 강화, RedCap이라 불리는 5G IoT, 5G 기반 위성통신 등 기술을 포함하였다.

가장 최근인 2024년 3월 3GPP 기술총회가 승인한 Rel.18은 5.5G로 일컬어지는 5G-Advanced의 첫 번째 규격이다. 이번 Rel.18를 계기로 Rel.15부터 Rel.17까지가 5G 규격이며, Rel.18부터는 5G-Advanced 규격으로 구분되었다. 5G-Advanced는 5G 시스템의 기반 성능과 기능을 개선하고 XR(혼합현실) 등과 같은 새로운 융합서비스를 지원하는 것을 목표로 한다. 5.5G는 기존 5G의 속도, 전송지연, 에너지 효율 등을 개선한 것으로, 중국 화웨이에는 5.5G는 5G에서 6G로 넘어가기 전 중간단계이며 이론상 다운로드 속도가 5G보다 10배 빠르고 1,000억 개의 기기 연결을 지원하며, 통합적 센싱과 통신, 레벨4 자율주행 네트워크 등을 내세웠다.

[그림 2-5] 3GPP 5G 표준화 현황



자료: Qualcomm(2022)

Rel.17 및 Rel.18의 또 다른 특징 중 하나는 5G IoT 기술인 RedCap이다. 흔히 IoT는 데이터 전송량이 적은 저속 통신으로 인식될 수 있는데, 고속으로 대량의 데이터를 전송하는 광대역 IoT의 시장이 존재한다. 광대역 IoT는 4G에서 LTE Cat1~Cat4 기술이 대응하는 것

으로 Rel.17과 Rel.18의 RedCap을 활용하여 5G SA에서 서비스가 제공될 수 있다(Ericsson, 2023). RedCap은 LTE Cat4 대비 대기시간이 향상되었고 네트워크 슬라이싱과 같은 5G 기능을 지원할 수 있으면서 기존 5G 기기 대비 가격이 낮고 크기가 작다. 산업용 센서, AR 안경, 웨어러블 기기, CCTV 등에서 활용될 수 있으며 저가형 5G SA 기기 출시를 촉진하여 5G 이동통신의 시장을 확대시킬 것으로 기대되고 있다.

[그림 2-6] 5G RedCap 활용 사례



자료: Qualcomm(2022)

제 2 절 국·내외 5G 네트워크 고도화 정책 동향

전 세계적으로 많은 국가들에서 5G 이동통신 네트워크 고도화를 위해 적극적으로 노력하고 있다. 많은 사례가 있으나, 미국, 유럽, 중국, 우리나라의 주요 정책을 간략히 소개하겠다.

미국 연방통신위원회인 FCC(Federal Communications Commission)는 2018년 9월 자국의 5G 이동통신에서 글로벌 리더십을 확보하기 위한 종합 전략인 '5G FAST Plan'을 발표하였다. 해당 전략은 크게 신속한 주파수 공급 확대, 인프라 정책 업데이트, 규제 현대화로 구성되어 있다. FCC는 5G 네트워크 구축을 위해 전례 없이 많은 주파수를 신속히 공급하는 계획을 마련하였다. 이를 통해 2018~2019년 동안 28GHz, 24GHz, 37GHz, 39GHz, 47GHz 대역,

2021~2022년 동안 3.7GHz, 3.4GHz, 2.5GHz 대역이 경매로 할당되었다. 이와 더불어 FCC는 5G 네트워크 투자를 촉진하기 위해 인프라 구축 규제를 대폭 완화하였다. 또한, 스몰셀의 구축 승인 소요기간을 신규 구축 시에는 150일에서 90일로, 기구축된 곳에 추가 구축 시에는 90일에서 60일로 단축하여 스몰셀이 조속히 구축될 수 있도록 하였다.

2023년 11월에는 백악관이 '국가 스펙트럼 전략(National Spectrum Strategy)'을 발표했다. 이 전략은 기술혁신 촉진과 전파자원 확보를 목표로 하고 있다. AI 및 ML과 같은 신기술 투자를 장려하여 주파수 공유 등 주파수의 효율성을 높이고자 한다. 또한, 증가하는 주파수 수요를 충족시키기 위해 3.1-3.45GHz, 5030-5091MHz, 7125-8400MHz, 18.1-18.6GHz, 37.0-37.6GHz 대역에서 2,700MHz폭 이상의 주파수에 관한 연구를 통해 용도변경을 고려한다고 발표했다.

유럽 집행위원회(European Commission, EC)는 2016년 9월 '5G Action Plan'을 발표했다. 동 계획은 유럽 전역에 5G 인프라 구축과 서비스 확산을 위한 것으로 700MHz, 3.4-3.8GHz, 28 GHz 대역 주파수를 5G 주파수 대역으로 식별하였다. 그리고 2017년 말까지 국가별 5G 구축 로드맵 개발, 2018년 말까지 5G 네트워크 상용화, 2020년 말까지 하나 이상의 주요 도시에서 5G 서비스 제공, 2020년 말까지 5G SA 서비스 출시, 2025년까지 모든 도시 지역과 주요 지상 교통 경로에 5G 커버리지를 확보하는 것을 목표로 하였다. 같은 시점에 발표된 'Gigabit Society' 역시 2025년까지 모든 유럽 가정에 100Mbps 속도의 네트워크를 구축하면서, 모든 도시 지역과 모든 주요 육상 교통망에서 끊김이 없는 5G 커버리지를 제공할 것으로 강조하였다. 그리고 2021년 3월 발표된 'EU Digital Decade'는 더 나아가 2030년까지 모든 유럽 가정에 기가비트 네트워크를 제공하고 모든 인구 밀집 지역에 5G 서비스를 출시하는 것을 목표로 제시하였다.

〈표 2-2〉 유럽의 미래 통신 인프라 목표

유럽 기가비트 사회를 위한 연결성(2025년 목표)	디지털 10년(2030년 목표)
<ul style="list-style-type: none"> • (기가비트 연결) 학교, 교통 허브, 공공기관, 기업 등 EU 구성원을 위한 1Gbps 이상의 속도 제공 • (고성능 5G 연결) 2020년까지 주요 도시 1곳 이상에서 5G 상용 서비스 제공 및 2025년까지 모든 도시 지역과 주요 도로, 철도에 끊임없는 5G 커버리지 제공 • (농촌지역 연결성 향상) 2025년까지 모든 유럽 가구에 최소 100Mbps 이상의 속도 제공 및 기가비트 속도로 업그레이드 	<ul style="list-style-type: none"> • (디지털 인프라) 2030년까지 모든 유럽 가구에 기가비트 네트워크 제공 및 모든 인구밀집지역에 5G 커버리지 100% 제공 등 안전하고 지속가능한 디지털 인프라 구축 • (기술 역량) 2030년까지 인구의 80% 이상이 디지털 기술 보유 및 2,000만 명 ICT 전문가 고용 • (기업) 2030년까지 기업의 75% 이상이 클라우드 컴퓨팅, AI, 인공지능을 사용하는 등 비즈니스의 디지털 전환 • (공공) 2030년까지 핵심 공공서비스를 온라인으로 100% 제공 등 공공서비스의 디지털화

자료: EC(2016a) 및 EC(2021)

중국 산업정보통신부(工信部通信)는 2021년 3월 『듀얼 기가비트 네트워크의 공동 개발 실행 계획(2021~2023)』을 발표하였다. 동 계획을 통해 중국은 경제 및 사회 발전을 촉진하는 네트워크를 확보하여 네트워크 강국으로 성장하고자 한다. 해당 계획은 광케이블과 5G 네트워크 확장을 목표로 설정하여 2033년까지 4억 가구에 광케이블 보급, 3천만 명 이상에게 기가비트 속도 제공, 5G 네트워크의 커버리지를 향·진급⁴⁾까지 확대하여 2025년까지 총 364만 개의 5G 기지국을 구축할 계획이다. 이 계획을 통해 듀얼 기가비트 네트워크 구축을 촉진하고 기술혁신과 산업 생태계 발전을 도모하는 기반을 체계적으로 구축하고자 한다.

2022년 1월에는 『중국 국민 경제 및 사회 발전을 위한 제14차 5개년 계획(2021~2025)』을 발표했다. 디지털 인프라의 최적화를 위해 5G 네트워크 인프라 구축과 5G 상용화 및 규모 확대를 강조하고 6G 기술개발 지원 및 국제 표준화 작업에 적극적으로 참여하여 6G를 선제적으로 준비할 것을 밝혔다. 더불어 중국 정부는 도시와 농촌 지역에서 5G 커버리지 품

4) 중국의 행정구역은 성급(省級), 지급(地級), 현급(縣級)으로 구분되며, 현급에서 현(縣)과 자치현(自治縣) 아래에 작은 행정구역인 향(鄉)과 진(鎮)이 있음

질을 향상시키고, 5G 고도화를 위해 전파자원 관련 지원을 늘릴 계획이라고 밝혔다. 이에 2022년 11월에는 China Unicom이 2G, 3G, 4G용으로 사용 중인 900MHz 대역 주파수를 5G용으로의 재배치(refarming)를 승인하였고, 2023년 8월에는 China Telecom이 2G, 3G, 4G용으로 사용 중인 800MHz 대역의 주파수를 5G용으로 재배치하도록 승인하였다.⁵⁾ 이처럼 중국 정부는 주파수 재배치를 통한 네트워크 고도화를 적극 유도하고 있다.

우리나라는 디지털 심화 시대를 이끌어갈 차세대 네트워크 모범 국가를 실현하기 위해 2023년 2월 『K-네트워크 2030 전략』을 발표하였다. 이는 2022년 9월에 발표한 『대한민국 디지털 전략』을 이행하기 위한 차세대 네트워크 발전전략으로 세계 최고 6G 기술력 확보, 소프트웨어 네트워크의 혁신, 네트워크 공급망 강화를 목표로 한다. 고성능 서비스를 수용하기 위해 구내망-백본망-해저케이블 등 네트워크 기반 시설을 고도화하고, 네트워크 장비가 하드웨어 중심에서 클라우드, 소프트웨어 기술 중심으로 패러다임이 변화함을 고려하여 네트워크 소프트 역량을 강화하고 오픈랜 장비 산업의 성장 생태계를 조성할 계획이다. 이와 더불어 『대한민국 디지털 전략』에서는 세계 최고의 디지털 기반 경쟁력을 유지하기 위해 2024년까지 5G 전국망을 완성하고, 차세대 이동통신 기술인 6G 이동통신 표준 특허를 선점하여 2026년에 6G 기술·서비스 시연을 추진한다.

제3절 이동통신 네트워크 투자에 대한 우려

지난 2024년 2월에 스페인 바르셀로나에서 개최되었던 MWC(Mobile World Congress)에서 EU 역내시장 집행위원 Thierry Breton은 EU 회원국들이 가장 높은 금액을 입찰한 사업자가 아닌 더 빠른 네트워크 구축에 투자하려는 사업자에게 주파수를 할당해야 한다고 발언하였다. 이런 발언의 배경에는 유럽에서는 5G 이동통신 네트워크를 포함한 첨단 통신네트워크에 대한 투자 우려가 크기 때문이다.

2023년 유럽진행위원회(EC)는 통신 분야의 미래 및 인프라에 대한 의견수렴에서 통신사

5) 중국 산업정보통신부(MIIT) 홈페이지

https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2023/art_e91cfe5373c84c26b31d8e578e3a2cce.html

https://www.miit.gov.cn/jgsj/wgj/gzdt/art/2023/art_73c66dd4e7eb499b93b073ecba924ffd.html

등 이해관계자가 제시한 2030년까지의 투자 계획에는 완전한 5G SA와 네트워크 슬라이싱 등 차세대 기술이 포함되지 않았음을 발견하였다. 특히, 응답자는 통신사업자의 건설하지 못한 재무 상황, 낮은 투자 수익률로 외부 투자금 유치가 어려운 점, 거시경제의 불확실성은 EU의 2030년 Digital Decade의 5G 목표를 달성하는데 장애요인이라고 답하였다(EC, 2023).

2024년 초 세계이동통신사업자협회(GSMA)는 전 세계적으로 통신사업자의 비용 부담은 증가하고 있고 더 많은 투자 재원이 필요하나 사업의 수익성은 악화되고 있다고 주장하였다(GSMA, 2024a). 유럽통신사업자협회도 EU 회원국은 2030년 EU 목표인 모든 인구 밀집 지역에 5G 서비스 제공과 기가비트 네트워크 제공하기 위해서는 최대 1,480억 유로의 투자가 필요할 것으로 예상되나, 매출 감소, 인플레이션 등에 따라 통신사업자의 투자 여력이 감소하고 있다고 주장하였다(ETNO, 2024).

EC는 2024년 2월 백서 『How to master Europe's digital infrastructure needs?』를 공개하였다(EC, 2024). 백서에서 EC는 유럽은 5G 등 통신망 구축이 부진한 상황이나 낮은 가입자당 매출, 주파수면허료 등으로 인하여 통신사업자가 투자를 할 수 있을지에 대해 우려하고 있다. 유럽의 5G 네트워크는 인구 커버리지가 81%에 달하지만, 시골 지역은 51%에 불과한데다가 실제 통신 품질은 기대에 미치지 못하는 상황이다. 또한 5G SA 구축마저 지연되고 있다. 국제 비교에서도 유럽의 인구 10만 명당 5G 기지국 수는 77국으로 우리나라 419국, 중국 206국, 일본 118국보다 크게 뒤쳐진 수준으로 나타났다.

우리나라와 이웃한 일본도 이동통신 투자에 대한 의구심을 가지고 있다. 총무성은 일본의 5G 이동통신이 해외 주요국 대비 뒤쳐진 상태라고 평가하였는데, 인프라 측면에서 2022년 인구 1만 명당 6GHz 이하 대역의 5G 기지국 수는 약 5국으로 미국, 독일, 이탈리아, 프랑스, 호주, 미국과 유사하나 한국(약 50국), 중국(약 10국)에 크게 미치지 못한 것으로 나타났다(총무성, 2023). 총무성은 5G 서비스가 확산되고 있지만 통신서비스 수익이 성장하지 않아 사업자의 설비투자 확대가 제한될 수 있다고 보았다.

이와 같은 문제에 대한 유럽의 대응 방안은 대체로 통신네트워크 투자를 중심으로 하는 주파수할당 정책으로 이해된다. EC는 향후 인프라 투자에 초점을 둔 주파수할당을 통해 사업자의 재정적 부담 완화를 기대할 수 있다는 의견을 제시한 바 있다(EC, 2024). 또한, GSMA는 네트워크 품질 향상을 통한 디지털 격차 완화를 위하여 사업자가 투자 약속과 주

파수면허료를 교환할 수 있는 방안 검토, 적절한 유보가격 및 면허료 설정, 재정수입보다 공공복리를 우선시하는 장기 주파수 로드맵 수립 등을 제안하였다(GSMA, 2024b). 2022년 영국의 UK Spectrum Policy Forum⁶⁾은⁷⁾ 경매로 할당된 주파수가 초기 설정된 이용기간이 지난 후 주파수 이용을 위해서 매년 납부하는 면허료의 전부 또는 일부를 네트워크 투자로 대체하는 방안을 제시하였다.

6) 영국 정부 및 Ofcom의 전파정책에 대한 산업계 의견수렴 포럼

7) 전파정책 전문가 Martin Cave 교수와 전파정책컨설팅사인 Analysys Mason이 작성

제3장 주요국 이동통신사업자 투자 수준 비교

제1절 배경

이동통신망의 고도화는 가입자가 체감할 수 있는 서비스 커버리지 확대나 다운로드 속도 향상뿐만 아니라 동일 세대 내에서 최신 기술 도입 또는 네트워크 슬라이싱과 같은 특정 기술 및 기능의 도입도 포함할 수 있다. 최신 기술이 도입되면 서비스 커버리지가 넓어지고 전송속도가 보다 빨라진다고 보는 경향이 있다. 그러나 이러한 고도화로 달성되는 개별 사업자의 네트워크 수준이 적정한지는 판단하기는 어렵다.

네트워크 수준을 비교하는 방법에 다양한 기준이 활용될 수 있고 각각의 한계가 있다. 망 고도화는 더 많은 기지국의 설치, 구형 장비를 보다 효율적인 신형 장비로 교체 등과 같은 하드웨어적인 변화뿐만 아니라 네트워크 가상화 등과 같은 소프트웨어적인 변화를 포함할 수 있다. 이러한 변화는 외부에서 관찰하기 어렵고 측정의 방법에 따라 결과가 상이할 수 있다. 최근 수많은 개인 스마트폰에서 전송속도 등을 측정하여 비교하는 경우가 증가하고 있으나 측정 환경과 방법에 따라 상이하다는 한계가 있다.

한편, 네트워크 수준이 아닌 국가 단위 또는 이동통신사업자의 투자 금액을 비교할 수 있다. 보통 설비투자액과 관계가 있는 Capex(Capital Expenditure)를 활용하는데 데이터가 객관적이고 비교가 용이하다는 점이 장점이다. 그러나 이동통신 기술세대별로 구분되지 않아 구체적인 분석이 어렵다는 한계가 있다.

그럼에도 Capex를 비교하는 분석 사례가 다수 존재한다. 예를 들어 유럽통신사업자협회(ETNO)는 유럽 국가와 비유럽 국가의 Capex를 비교하였다(ENTO, 2024). 주요 결과를 간단히 소개하면, 2022년 총수익 대비 Capex 금액인 Capital intensity는 유럽 국가가 약 20%로 한국, 일본, 미국 등보다 높은 수준이나, 유럽의 1인당 Capex는 109.1유로로 일본 270.8유로, 미국 240.3유로, 한국 113.5유로보다 낮았다. ETNO는 그 원인으로 이동통신사의 수익 부진과 통신업계의 부채 증가로 보았다. 또한, ENTO는 유럽과 주요국의 EBITDA 대비 Capex 금액을 비교했다. 유럽의 EBITDA 대비 Capex 금액은 일본, 한국, 미국 등 동종업계

보다 높았으나 몇 년이 지나면서 하향 안정세를 보였다. 한편, 일본 총무성도 일본과 해외 통신사업자의 Capex를 비교한 바 있다(총무성, 2023).

본 장에서는 국·내외 이동통신사업자의 Capex를 활용하여 네트워크 투자 수준을 상대 비교한다.

제 2 절 데이터

비교 대상 국가는 우리나라, 미국, 대표적 유럽 국가인 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 그리고 우리나라에 인접한 중국과 일본에 더불어 호주까지 총 9개 국가이다. 비교에 활용된 데이터는 2011년부터 2023년까지로 13년 동안의 이동통신사의 총수익과 Capex 금액이다. 2010년대에 빠르게 확산된 4G와 2019년부터 상용화된 5G를 포함하는 기간을 살펴봄으로써 이동통신사업자가 네트워크에 얼마나 투자했는지를 파악할 수 있다. 이동통신 총수익과 Capex 데이터는 Omdia의 World Cellular Information Series(WCIS) Data Dashboard에서 제공하는 Mobile Total Revenue(이동통신 총수익)와 Mobile Capex(이동통신 Capex)를 사용했다.⁸⁾ 영업이익의 경우 이동통신 부문만 따라 집계되지 않아 활용할 수 없었다. 이동통신 총수익은 통신사업자가 이동통신 사업에서 얻는 단말 수익을 포함한 서비스 수익과 기타 수익의 합계이다. 이동통신 Capex는 통신사업자의 이동통신 부문에 대한 자본적 지출액으로 네트워크 구축, 장비 구매 등을 포함한다. 국가와 사업자별로 이동통신 시장과 사업 규모의 차이가 큰 경우가 많다. 따라서 사업 규모 대비 투자 수준을 파악할 수 있는 연간 Capex를 연간 총수익으로 나눈 총수익 대비 자본투자 비율(Capital intensity)을 활용한다. 그리고 가입자 규모 대비 투자 수준을 파악하기 위해서 국가 단위에서는 인구 1인당 Capex, 기업 단위에서는 가입자 1인당 Capex를 활용하며, 가입자는 IoT 회선은 제외한 수치를 활용하였다.⁹⁾

8) 데이터는 사업자가 보고한 달러화 기준 값으로, 자국 통화로만 보고된 경우 Omdia에서 분기별 평균 환율을 사용하여 달러로 환산하여 제공함

9) IoT 가입자 수는 매년 증가하여 Capex가 감소하지 않음에도 가입자당 Capex를 감소시켜 착시를 일으킬 수 있기 때문에 IoT 회선을 제외한 가입자 수를 활용함

제3절 국가별 주요 사업자의 투자 추이

1. 우리나라

2023년 이동통신 서비스 가입자 수는 8,389만 회선이다. 이 중 5G는 3,281만 회선으로 5G가 상용화된 2019년부터 매년 증가하고 있다. 4G는 2023년 4,895만 회선으로 2019년 이후 매년 감소하다가 전년보다 약 273만 회선 증가하였다.

〈표 3-1〉 우리나라의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	1,582	1,075	774	633	471	355	256	167	102	50	17	5	-
3G	3,550	2,706	1,849	1,487	1,254	1,144	1,066	955	752	560	348	266	213
4G	119	1,581	2,845	3,609	4,169	4,631	5,044	5,513	5,569	5,256	4,829	4,622	4,895
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	467	1,185	2,092	2,806	3,281
합계	5,251	5,362	5,468	5,729	5,894	6,130	6,366	6,636	6,889	7,051	7,286	7,699	8,389

자료: 과학기술정보통신부, “무선 통신서비스 통계 현황”, 각 호.

우리나라의 2023년 이동통신 총수익은 약 30.8조 원¹⁰⁾으로 5G가 상용화된 2019년 이후 매년 증가하는 추세이다. 2023년 이동통신 Capex는 약 4.0조 원으로 2019년 약 5.0조 원을 기록한 뒤 감소하였다.

〈표 3-2〉 우리나라의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

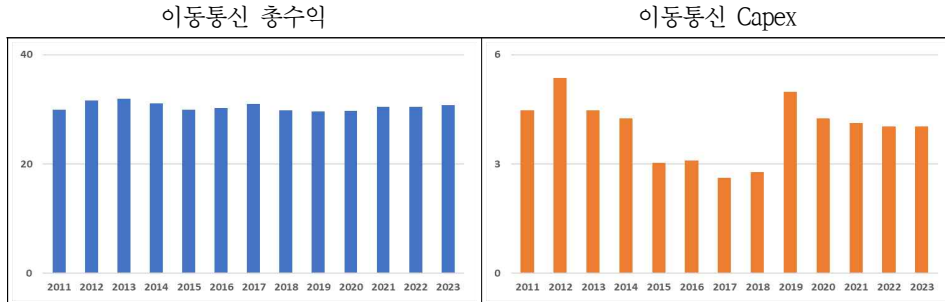
(단위: 조 원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	29.9	31.6	31.9	31.1	29.9	30.3	31.0	29.8	29.6	29.7	30.4	30.4	30.8
Capex	4.5	5.4	4.5	4.3	3.0	3.1	2.6	2.8	5.0	4.3	4.1	4.0	4.0

자료: Omdia WCIS

10) 2023년 SKT, KT와 LGU+의 무선 서비스 수익 합계는 약 23조 원으로 Omdia의 통계와 차이가 있음에 유의해야 함

[그림 3-1] 우리나라의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

이동통신사업자별 이동통신 수익과 Capex는 다음과 같다.¹¹⁾ SKT의 총수익은 2023년 약 11.8조 원으로 5G가 상용화된 2019년 이후 증가 추세이다. Capex는 2023년 약 2.3조 원으로 2019년부터 2조 원 수준을 유지하였다. KT의 총수익은 2023년 약 9.1조 원이고 Capex는 2023년 약 0.8조 원으로 2019년 이후 매년 감소하였다. LGU+의 총수익은 2023년 약 9.9조 원으로 2011년 이래 가장 높았고 증가하는 추세이다. Capex는 2023년 약 0.9조 원으로 5G가 상용화된 2019년 약 1.5조 원에서 대폭 감소하였다.

<표 3-3> 우리나라 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 조 원)

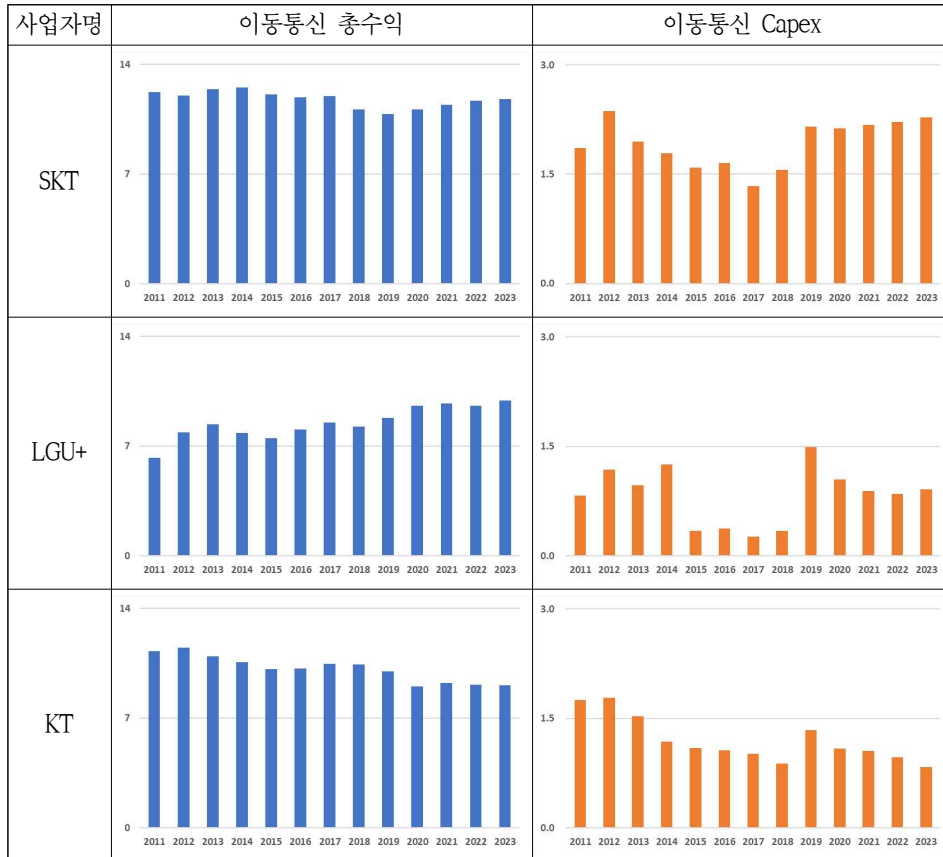
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
SKT	총수익	12.2	12.0	12.4	12.5	12.1	11.9	12.0	11.1	10.8	11.1	11.4	11.7	11.8
	Capex	1.9	2.4	1.9	1.8	1.6	1.7	1.3	1.6	2.2	2.1	2.2	2.2	2.3
KT	총수익	11.3	11.5	10.9	10.6	10.1	10.2	10.5	10.4	10.0	9.0	9.3	9.1	9.1
	Capex	1.8	1.8	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	1.3	1.1	1.1	1.0	0.8
LGU+	총수익	6.2	7.9	8.4	7.8	7.5	8.1	8.5	8.2	8.8	9.6	9.7	9.6	9.9
	Capex	0.8	1.2	1.0	1.3	0.3	0.4	0.3	0.3	1.5	1.0	0.9	0.8	0.9

주: LGU+는 2015년 광대역 LTE-A 전국망 구축 완료와 네트워크 투자절감 등으로 2015~2018년 이동통신 Capex가 약 0.3~0.4조 원 수준으로 나타남

자료: Omdia WCIS 재구성

11) 이동통신사의 IR 자료에서 공개된 2023년 무선 서비스 수익은 SKT 이동전화수익 약 10.5조 원, KT 무선서비스 매출 약 6.5조 원, LGU+ 모바일서비스 수익 약 6.0조 원으로 Omdia의 통계와 차이가 있으므로 유의해야 함

[그림 3-2] 우리나라 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

총수익 대비 자본투자 비율(이하 Capital intensity)은 2023년 기준 SKT 19.4%, LGU+ 9.2%, KT 9.1%로 나타났다. 가입자당 Capex는 2023년 기준 SKT가 약 95,000원, LGU+ 약 58,000원, KT 약 38,000원으로 나타났으며, SKT는 2019년보다 가입자당 Capex가 증가한 반면, LGU+과 KT는 감소했다.

〈표 3-4〉 우리나라 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
SKT	15.2	19.7	15.6	14.3	13.1	13.9	11.2	14.0	19.9	19.1	19.1	19.0	19.4
LGU+	13.3	14.9	11.6	16.0	4.5	4.6	3.1	4.1	16.9	10.9	9.1	8.8	9.2
KT	15.5	15.5	14.0	11.2	10.8	10.5	9.7	8.4	13.4	12.0	11.4	10.6	9.1

자료: Omdia WCIS

〈표 3-5〉 우리나라 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: 천 원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
SKT	70	91	74	65	58	59	47	55	77	81	87	90	95
LGU+	88	123	96	121	31	33	22	27	113	77	64	58	58
KT	106	112	96	71	64	60	55	46	69	53	51	45	38

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임

자료: Omdia, WCIS 재구성

2. 미국

미국의 이동통신 총 가입자 수는 2023년 6억 3,473만 회선으로 증가 추세이다. 5G는 2019년 서비스가 개시되었고 2023년 5G 가입자 수는 1억 8,761만 회선이다. 4G는 2021년 정점에 도달한 후 감소 중이다.

〈표 3-6〉 미국의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	10,023	8,253	6,525	4,655	3,249	1,697	1,154	756	339	261	182	138	73
3G	22,524	22,335	19,601	17,773	15,264	11,624	8,394	6,186	4,746	3,501	1,395	220	16
4G	658	3,860	9,649	15,965	22,616	30,072	34,881	40,093	44,928	47,114	48,562	47,440	44,623
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	48	1,762	6,544	11,521	18,761
합계	33,206	34,449	35,775	38,393	41,129	43,393	44,429	47,035	50,061	52,638	56,683	59,320	63,473

자료: Omdia WCIS

이동통신 총수익은 2023년 약 2,730억 달러로 증가 추세이다. Capex는 2023년 약 384억 달러로 2014년부터 감소했다가 5G가 시작된 2019년부터 증가하였다.

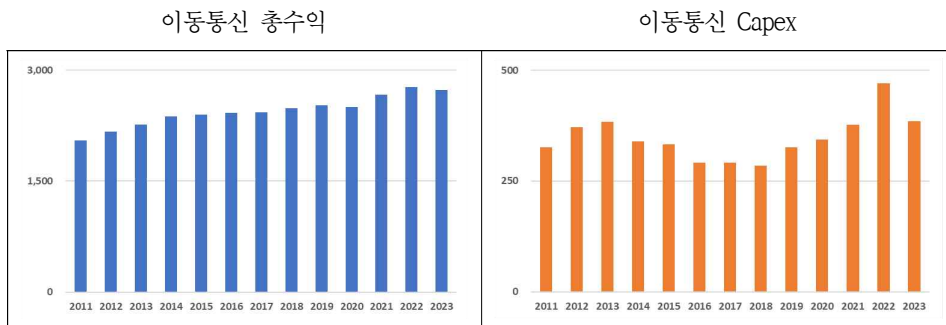
〈표 3-7〉 미국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 달러)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	2,049	2,166	2,261	2,373	2,398	2,421	2,427	2,487	2,521	2,500	2,666	2,769	2,730
Capex	326	372	383	340	333	291	291	284	326	344	377	470	384

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-3〕 미국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

미국의 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex를 살펴보면¹²⁾ AT&T의 이동통신 총수익은 2023년 약 840억 달러이다. 2014년 이후 감소한 후 2019년부터 증가하였다. Capex는 2023년 약 122억 달러이다. 2014년 약 120억 달러 이후 2020년 66억 달러까지 감소한 후 2021년부터 증가하였다. Verizon의 이동통신 총수익은 2023년 약 1,053억 달러로 증가 추세를 보인다. Capex는 2023년 154억 달러를 기록했다. 2015년 Capex 금액이 117억 달러에서부터 감소하여 2018년에는 85억 달러까지 감소했다. 2019년부터는 Capex가 매년 증가하여 2022년 약 190억 달러로 2011년부터 2023년 중 가장 높은 금액을 기록했다. T-Mobile¹³⁾

12) US Cellular의 시장점유율은 0.7%에 불과하여 제외함

13) T-Mobile은 2020년 4월 Sprint와 합병을 완료했으며, T-Mobile의 2020년 2분기 이후 데이터는 합병된 수치임

의 이동통신 총수익은 2013년도부터 2021년까지 증가해 2021년에 약 798억 달러로 가장 많은 수익을 기록했으나 2022년부터 감소하여 T-Mobile의 2023년도 모바일 총수익은 약 758억 달러이다. 또한 T-Mobile의 2023년 Capex는 약 95억 달러를 기록했다. 2011년부터 2022년까지 Capex가 매년 증가하여 2022년에는 138억 달러를 기록했으나 2023년에는 약 95억 달러로 감소했다.

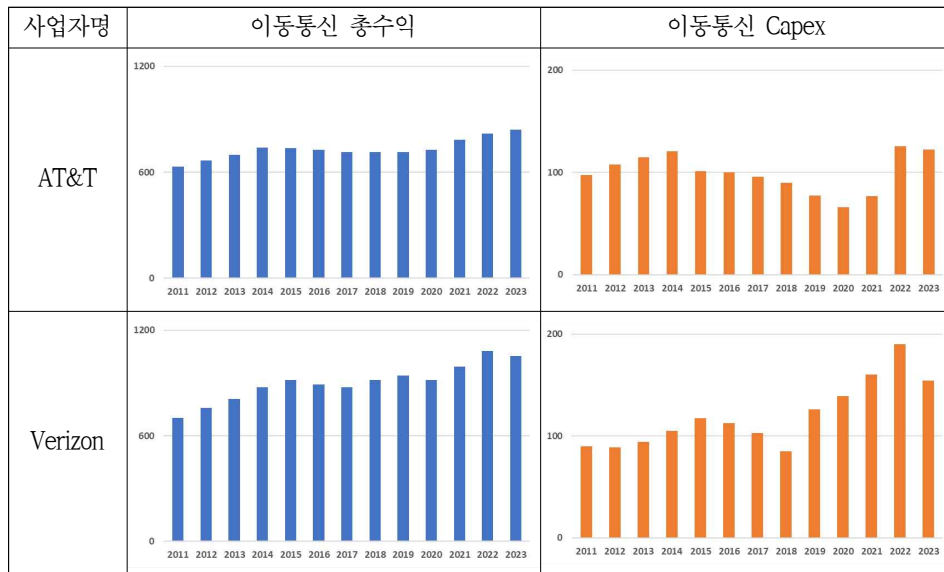
〈표 3-8〉 미국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

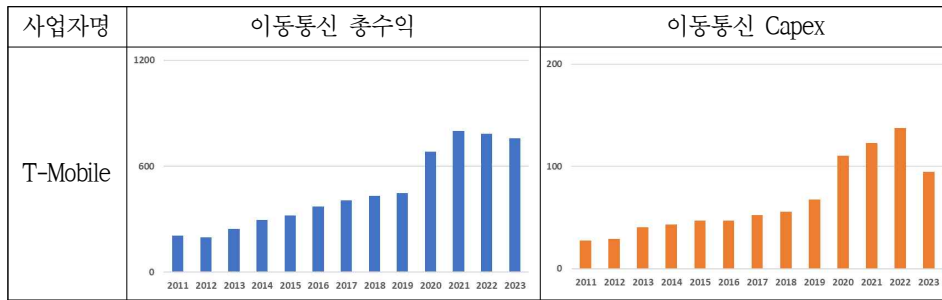
(단위: 억 달러)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
AT&T	총수익	632	668	699	740	737	728	713	713	715	726	783	818	840
	Capex	98	108	115	121	101	100	96	90	77	66	77	126	122
Verizon	총수익	702	759	810	876	917	892	875	917	942	918	994	1,083	1,053
	Capex	90	89	94	105	117	112	103	85	126	139	161	190	154
T-Mobile	총수익	206	197	244	296	321	372	406	433	450	683	799	783	758
	Capex	27	29	40	43	47	47	52	55	68	110	123	138	95

자료: Omdia WCIS 재구성

〔그림 3-4〕 미국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex





자료: Omdia WCIS 재구성

미국 사업자별 2023년 Capital intensity는 12.5~14.7% 수준이다. 다만 3개 사업자 모두 2022년 대비 Capital intensity가 감소한 것을 알 수 있다. 2023년 사업자별 가입자당 Capex는 Verizon \$135.6, AT&T \$94.8, T-Mobile \$59.4이며 가입자당 Capex 역시 2022년 대비 감소했다.

〈표 3-9〉 미국 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
AT&T	15.4	16.2	16.4	16.3	13.7	13.8	13.5	12.6	10.8	9.1	9.8	15.4	14.6
Verizon	12.8	11.7	11.6	12.0	12.8	12.6	11.8	9.3	13.4	15.2	16.2	17.5	14.7
T-Mobile	13.3	14.7	16.5	14.6	14.7	12.6	12.9	12.8	15.1	16.1	15.4	17.6	12.5

자료: Omdia, WCIS

〈표 3-10〉 미국 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: \$)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
AT&T	294.2	356.3	265.9	238.7	173.8	154.2	148.0	127.0	101.9	56.4	62.5	100.3	94.8
Verizon	86.9	95.5	100.2	104.3	114.5	108.8	100.5	83.5	126.4	136.9	150.5	172.9	135.6
T-Mobile	25.3	27.3	36.1	36.5	38.5	37.4	40.7	41.9	49.8	79.1	81.6	89.3	59.4

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임

자료: Omdia WCIS 재구성

3. 영국

영국의 2023년 이동통신 총 가입자 수는 1억 1,585만 회선을 기록했다. 이 중 5G 가입자 수는 3,436만 회선, 4G 가입자 수는 7,782만 회선을 차지했다. 5G 상용화가 시작된 2019년부터 5G 가입자 수는 증가하고 있다. 반면 4G 가입자 수는 2020년에 8,613만 회선으로 가장 많았으며 이후 점차 가입자 수가 줄어들고 있다.

〈표 3-11〉 영국의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	3,945	3,843	3,177	2,625	2,144	1,682	1,488	1,157	787	564	431	319	236
3G	3,830	4,528	4,950	4,367	3,440	2,510	2,179	2,104	1,666	1,013	687	337	131
4G	-	25	287	1,931	3,627	5,117	5,787	6,695	8,010	8,613	8,269	8,072	7,782
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	12	277	1,452	2,451	3,436
합계	7,774	8,395	8,414	8,923	9,211	9,310	9,454	9,956	10,474	10,467	10,839	11,179	11,585

자료: Omdia WCIS

영국의 2023년 이동통신 총수익은 약 186.8억 파운드이다. 5G가 상용화된 2019년 193.4억 파운드를 기록한 후 감소하는 추세이다. 2023년 이동통신 Capex는 약 34.4억 파운드로, 5G 개시 이후 2020년부터 Capex는 매년 증가하다 2023년에는 2020년과 비슷한 수준으로 감소했다.

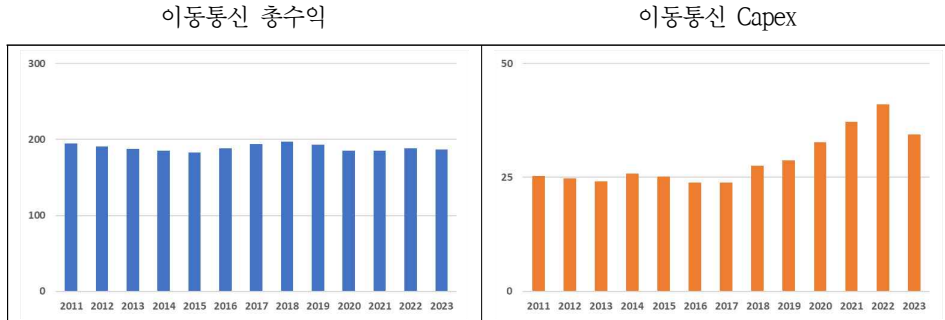
〈표 3-12〉 영국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 파운드)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	195.0	191.0	187.3	185.1	183.0	188.1	194.2	197.3	193.4	185.6	185.3	188.5	186.8
Capex	25.4	24.9	24.1	25.9	25.2	23.9	23.9	27.6	28.8	32.7	37.1	41.0	34.4

자료: Omdia WCIS

[그림 3-5] 영국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

Virgin Media O2(이하 VMO2)¹⁴⁾의 2023년 이동통신 총수익은 약 59.5억 파운드, 이동통신 Capex는 약 11.4억 파운드이다. 이동통신 총수익은 2019년 약 60.4억 파운드를 기록한 후 약 57.5~59.5억 파운드로 정체된 상태이며, 이동통신 Capex는 합병 이후 2022년에 13.2억 파운드로 최고치를 기록했다. EE의 2023년 이동통신 총수익은 약 55.8억 파운드로, 2019년의 64.5억 파운드 이후 매년 감소하고 있다. 2023년 이동통신 Capex는 12.4억 파운드이다. 5G 상용화 이후 2022년에 약 14.7억 파운드로 Capex가 가장 높았으나, 2023년에는 2021년과 비슷한 수준까지 감소했다. Vodafone UK의 2023년 이동통신 총수익은 약 46.5억 파운드로 5G 상용화 후 가장 높은 총수익을 기록했다. 2023년 이동통신 Capex는 약 6.2억 파운드로 2019년부터 2023년까지 약 5~6억 파운드 사이의 비슷한 금액이 투자되고 있음을 알 수 있다. 3 UK의 2023년 이동통신 총수익은 약 25억 파운드로 2020년 이후 증가하는 추세이다. 2023년 이동통신 Capex는 약 4.4억 파운드를 기록했다. 이는 2021년 약 7.7억 달러를 기록한 이후 매년 감소하여 2023년의 Capex는 2019년 수준까지 감소했다.

14) Virgin Media O2는 2021년 6월 O2 UK의 소유주인 Telefónica와 Virgin Media의 모회사인 Liberty Global의 합병으로 설립된 합작회사임

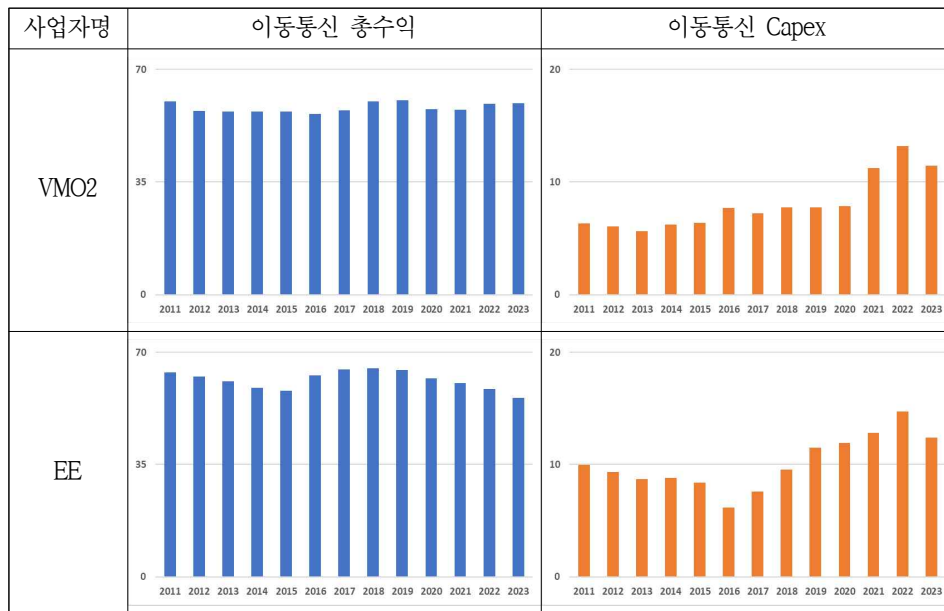
〈표 3-13〉 영국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

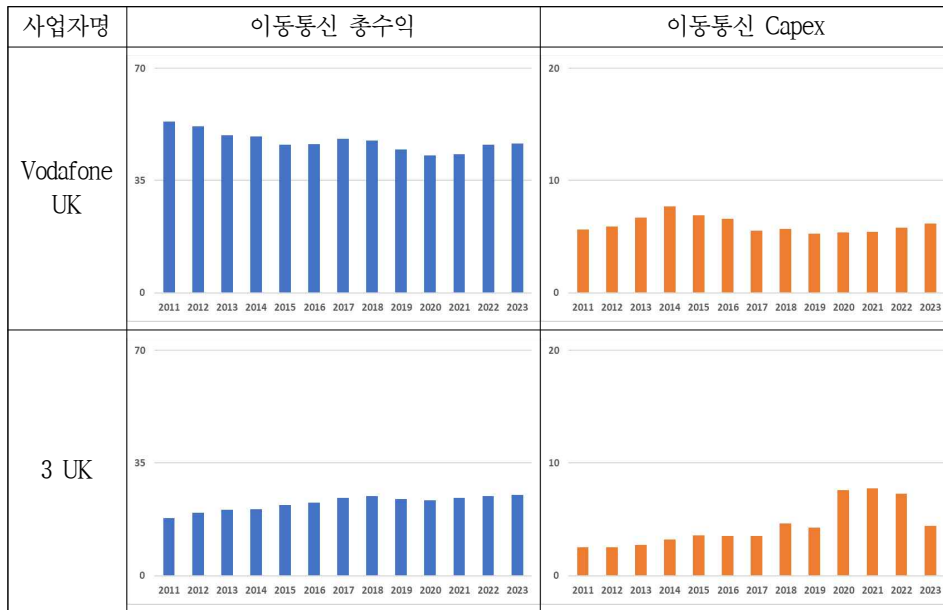
(단위: 억 파운드)

구분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
VMO2	총수익	60.1	57.1	56.8	56.9	56.9	56.2	57.3	60.1	60.4	57.6	57.5	59.2	59.5
	Capex	6.3	6.1	5.6	6.2	6.4	7.7	7.2	7.8	7.8	7.9	11.2	13.2	11.4
EE	총수익	63.7	62.5	60.9	58.8	57.9	62.8	64.6	65.0	64.5	61.9	60.4	58.5	55.8
	Capex	10.0	9.3	8.7	8.8	8.4	6.2	7.6	9.5	11.5	11.9	12.8	14.7	12.4
Vodafone UK	총수익	53.3	51.9	49.1	48.7	46.2	46.4	48.1	47.5	44.8	42.8	43.3	46.1	46.5
	Capex	5.6	5.9	6.7	7.7	6.9	6.6	5.5	5.7	5.3	5.4	5.4	5.8	6.2
3 UK	총수익	17.9	19.5	20.4	20.6	22.0	22.8	24.2	24.6	23.8	23.4	24.1	24.7	25.0
	Capex	2.5	2.5	2.7	3.2	3.6	3.5	3.5	4.6	4.2	7.6	7.7	7.3	4.4

주: 2011-2020년은 O2 UK, 2021년은 O2와 VMO2의 합, 2022년부터는 VMO2의 수치임
 자료: Omdia WCIS

〔그림 3-6〕 영국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex





자료: Omdia WCIS 재구성

영국의 사업자별 2023년 Capital intensity는 13.3~22.3% 수준이다. Vodafone을 제외한 3개 사업자는 전년 대비 Capital intensity가 감소했다. 2023년 가입자당 Capex는 3 UK가 £63.2로 가장 높았고, 그 다음으로 EE £41.1, VMO2 £34.2, Vodafone UK £33.3 순으로 나타났다. Vodafone을 제외한 3개 사업자는 전년 대비 가입자당 Capex가 줄어들었다.

〈표 3-14〉 영국 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
VMO2	10.5	10.6	9.9	10.9	11.3	13.6	12.6	12.9	12.8	13.7	19.5	22.2	19.2
EE	15.6	14.9	14.3	15.0	14.4	9.9	11.7	14.6	17.8	19.3	21.2	25.2	22.3
Vodafone	10.5	11.4	13.6	15.7	14.9	14.1	11.5	12.0	11.8	12.6	12.5	12.6	13.3
3	14.1	12.8	13.3	15.6	16.3	15.4	14.5	18.5	17.8	32.7	32.0	29.4	17.5

자료: Omdia WCIS

〈표 3-15〉 영국 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: £)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
VMO2	26.6	24.6	22.1	21.4	21.8	26.5	25.1	26.7	26.4	26.4	32.9	37.8	34.2
EE	33.0	31.5	30.8	31.3	29.5	22.2	28.0	32.2	38.1	40.1	46.8	54.1	41.1
Vodafone	32.3	32.6	38.2	43.0	37.5	36.5	31.5	33.2	29.3	31.1	31.8	32.6	33.3
3	40.5	36.7	36.8	41.7	44.4	44.2	41.0	56.8	53.9	107.8	116.9	104.8	63.2

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임
 자료: Omdia WCIS 재구성

4. 프랑스

프랑스의 2023년 이동통신 가입자 수는 1억 339만 회선을 기록했다. 이 중 5G 가입자 수는 1,381만 회선, 4G의 가입자 수는 7,886만 회선으로 4G 및 5G 가입자 수가 매년 증가하고 있다.

〈표 3-16〉 프랑스의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	3,599	2,920	2,577	1,776	957	322	148	84	54	33	23	21	19
3G	2,965	4,072	4,405	4,824	4,939	4,211	4,131	4,046	3,735	3,351	2,642	1,760	1,053
4G	-	1	320	1,088	2,074	3,430	4,179	4,807	5,466	6,197	6,997	7,560	7,886
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	300	820	1,381
합계	6,564	6,993	7,303	7,689	7,970	7,963	8,459	8,937	9,255	9,586	9,963	10,162	10,339

자료: Omdia WCIS

프랑스의 2023년 이동통신 총수익은 약 220.5억 유로로 매년 이동통신 총수익이 증가하고 있다. 2023년 이동통신 Capex는 약 33억 유로이다. 이동통신 Capex는 2019년부터 2022년까지 증가했으나 2023년에는 감소했다.

〈표 3-17〉 프랑스의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 달러)

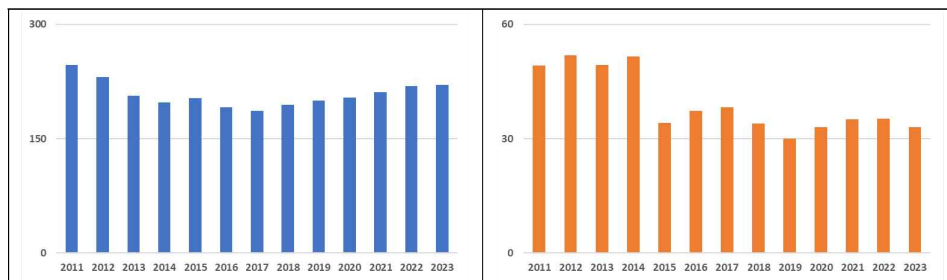
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	247.0	230.9	206.2	197.8	203.0	191.2	186.6	194.8	200.2	203.8	211.4	218.7	220.5
Capex	49.2	51.9	49.3	51.6	34.2	37.3	38.2	34.0	30.0	33.0	35.0	35.2	33.0

자료: Omdia WCIS

[그림 3-7] 프랑스의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

이동통신 총수익

이동통신 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

Orange France(이하 Orange)의 2023년 이동통신 총수익은 약 86.2억 유로로 5G가 상용화된 2019년부터 매년 증가했다. 이동통신 Capex는 약 12.2억 유로로 2019년~2023년 동안 가장 낮은 금액을 기록했다. SFR France(이하 SFR)의 2023년 이동통신 총수익은 약 52.2억 유로로 2019년 이후 매년 증가하다 2023년에는 감소했다. 2023년 이동통신 Capex는 약 6.9억 유로로, 2019년부터 6.5~7.1억 유로 수준을 기록하고 있다. Bouygues Telecom(이하 Bouygues)의 2023년 이동통신 총수익은 약 55.4억 유로로 2019년 이후 매년 총수익이 증가하다 2023년에는 감소했다. 이동통신 Capex는 약 9.6억 유로이며, 이는 2019년 이후 매년 Capex가 증가했으나 2022년과 비슷한 수준이다. 프랑스의 제4이동통신사인 Free의 이동통신 총수익은 약 26.8억 유로로, 이동통신시장에 진입한 이후 가장 높은 총수익을 기록했다. 2023년 이동통신 Capex는 약 4.4억 유로로, 5G 개시 이후 2021년에 약 4.9억 유로에 도달한 후 매년 감소했다.

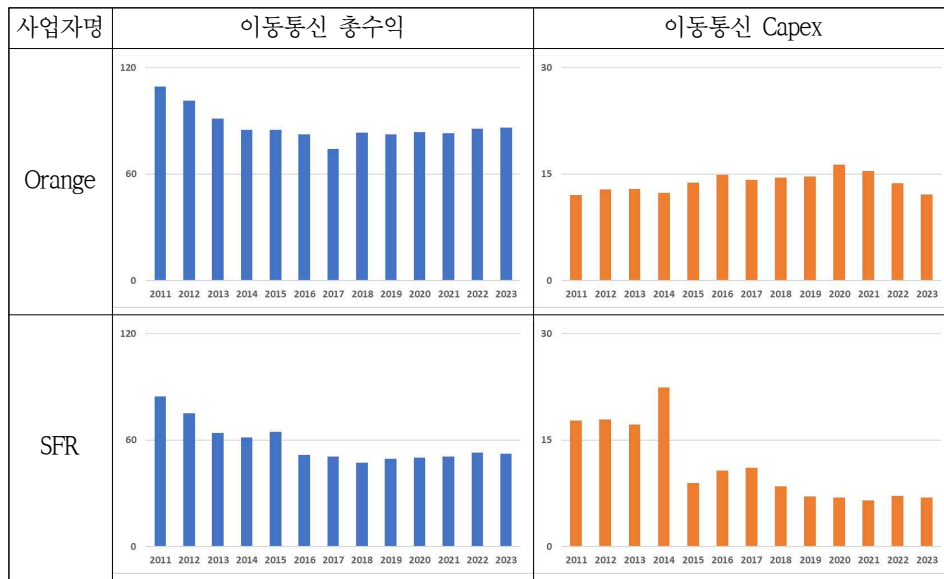
〈표 3-18〉 프랑스 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

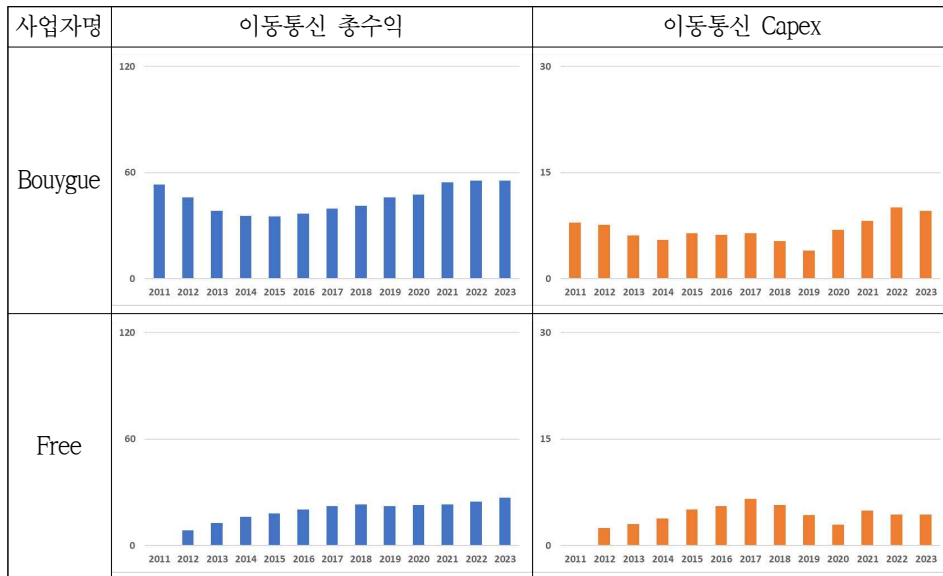
(단위: 억 유로)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Orange	총수익	109.2	101.3	91.2	84.9	84.9	82.4	74.1	83.5	82.4	83.5	83.0	85.6	86.2
	Capex	12.0	12.8	12.9	12.3	13.8	14.9	14.2	14.5	14.7	16.3	15.4	13.7	12.2
SFR France	총수익	84.5	75.2	63.9	61.4	64.6	51.6	50.8	47.2	49.4	49.9	50.8	52.9	52.2
	Capex	17.7	17.9	17.2	22.4	9.0	10.7	11.1	8.5	7.0	6.9	6.5	7.1	6.9
Bouygues Telecom	총수익	53.3	46.0	38.4	35.4	35.2	36.8	39.6	41.1	46.1	47.6	54.4	55.5	55.4
	Capex	8.0	7.6	6.1	5.5	6.4	6.2	6.4	5.3	4.0	6.9	8.1	10.1	9.6
Free	총수익	-	8.4	12.6	16.1	18.2	20.4	22.1	23.1	22.3	22.8	23.1	24.7	26.8
	Capex	-	2.5	3.0	3.8	5.0	5.6	6.6	5.7	4.3	2.9	4.9	4.3	4.4

자료: Omdia WCIS

[그림 3-8] 프랑스 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex





자료: Omdia WCIS 재구성

프랑스의 이동통신사업자의 2023년 Capital intensity는 13~17%이며, 4개 사업자 모두 전년도 보다 Capital intensity가 감소했다. 2023년 가입자당 Capex는 Bouygues €60.9, Orange €46.5, SFR €31.1, Free €29.0 순으로 나타났으며 가입자당 Capex도 전년보다 감소했음을 알 수 있다.

〈표 3-19〉 프랑스 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Orange	11.0	12.6	14.2	14.5	16.2	18.0	19.2	17.3	17.8	19.6	18.6	16.0	14.1
SFR	21.0	23.8	26.9	35.9	13.8	20.8	21.8	18.0	14.3	13.9	12.8	13.4	13.2
Bouygues	14.9	16.5	15.8	15.4	18.3	16.8	16.0	13.2	8.7	14.5	14.9	18.3	17.3
Free	-	29.1	24.1	23.4	27.6	27.2	29.7	24.6	19.3	12.9	21.4	17.5	16.2

자료: Omdia WCIS

〈표 3-20〉 프랑스 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: €)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Orange	39.5	45.5	48.6	48.4	54.3	59.3	55.5	56.6	57.0	63.9	59.8	52.3	46.5
SFR	74.2	84.4	81.2	97.6	40.8	55.4	56.8	41.1	33.9	30.9	30.2	32.5	31.1
Bouygues	70.4	71.2	60.4	57.0	63.2	58.4	58.1	46.7	33.4	55.1	53.9	64.9	60.9
Free	-	47.2	37.9	37.4	43.1	43.7	48.0	42.2	32.4	21.9	36.3	30.4	29.0

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임
 자료: Omdia WCIS 재구성

5. 독일

독일의 2023년 이동통신 서비스 가입자 수는 1억 7,466만 회선을 기록했다. 2019년 5G가 상용화된 이후 5G의 가입자 수는 매년 증가하여 2023년 5G 가입자 수는 3,466만 회선이 다. 반면, 4G 가입자 수는 2022년 1억 4,078만 회선을 기록한 뒤 감소하고 있다.

〈표 3-21〉 독일의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	7,797	7,331	7,687	6,474	4,242	2,414	1,794	1,324	956	766	754	747	703
3G	3,021	3,345	3,358	3,705	4,919	6,146	6,163	6,056	5,372	3,958	-	-	-
4G	14	80	370	1,230	2,346	3,517	4,458	5,368	7,113	9,312	14,019	14,078	13,297
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	3	73	427	1,445	3,466
합계	10,832	10,755	11,415	11,408	11,507	12,077	12,415	12,748	13,442	14,108	15,200	16,270	17,466

자료: Omdia WCIS

2023년 독일의 이동통신 총수익은 약 222억 유로이다. 5G가 개시된 이후 가장 높은 총 수익을 기록했다. 2023년 이동통신 Capex는 약 38억 유로로 2019년 이후 증가하는 추세이다.

〈표 3-22〉 독일의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 유로)

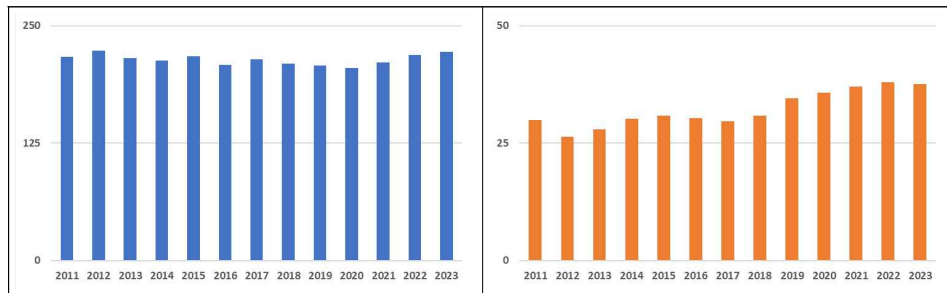
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	217.1	223.6	215.6	212.9	217.8	208.5	214.4	210.0	207.9	204.8	211.1	219.0	222.3
Capex	29.9	26.4	27.9	30.2	30.9	30.3	29.6	30.8	34.6	35.7	37.0	37.9	37.5

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-9〕 독일의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

이동통신 총수익

이동통신 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

Vodafone Germany의 2023년 이동통신 총수익은 약 57억 유로를 기록했다. 5G가 상용화된 2019년 이후 총수익은 감소했으나 2022년 약 58.4억 유로로 증가한 뒤 다시 감소했다. 이동통신 Capex는 약 11.3억 유로로 2019년의 9.4억 유로 이후 2020년 이후부터는 Capex가 약 11억 유로로 비슷한 수준임을 알 수 있다. Deutsche Telekom(이하 DT)의 2023년 이동통신 총수익은 약 87.6억 유로로 2011~2023년 중 가장 많은 총수익을 냈다. 이동통신 Capex는 약 15.9억 유로로 2019~2021년 동안 매년 감소했으나 2022년부터는 CAPEX가 증가하기 시작했다. O2 Germany(이하 O2)의 2023년 이동통신 총수익은 약 77.7억 유로로 2011~2023년 동안 가장 많은 수익을 달성했다. 2023년 이동통신 Capex는 약 10.2억 유로로 2022년 Capex가 11.5억 유로를 기록한 이후 감소하고 있다.

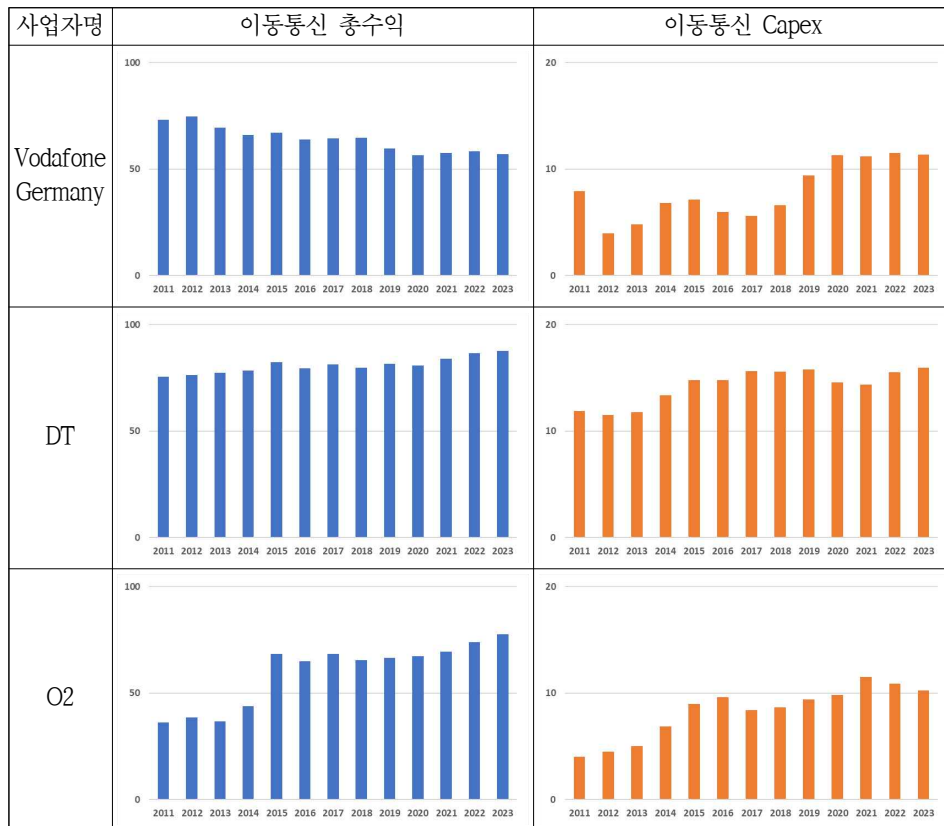
〈표 3-23〉 독일의 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 유로)

구분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Vodafone Germany	총수익	73.1	74.7	69.5	66.1	67.0	64.0	64.5	64.7	59.7	56.6	57.6	58.4	57.0
	Capex	7.9	3.9	4.8	6.8	7.2	6.0	5.6	6.6	9.4	11.3	11.2	11.5	11.3
Deutsche Telekom	총수익	75.5	76.3	77.3	78.6	82.4	79.5	81.4	79.8	81.7	80.9	84.0	86.7	87.6
	Capex	11.9	11.5	11.8	13.4	14.8	14.8	15.6	15.6	15.8	14.6	14.4	15.5	15.9
O2 Germany	총수익	36.1	38.5	36.8	43.9	68.5	65.0	68.5	65.4	66.5	67.3	69.4	73.9	77.7
	Capex	4.0	4.5	5.0	6.9	9.0	9.6	8.4	8.7	9.4	9.8	11.5	10.9	10.2

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-10〕 독일 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

2023년 Capital intensity는 Vodafone Germany 19.9%, DT 18.2%, O2 13.2% 순이다. Vodafone Germany와 DT의 2023년 Capital intensity는 전년보다 증가했으나 O2는 감소했다. 2023년 가입자당 Capex는 DT €44.5, Vodafone Germany €37.3, O2 €23.7 순으로 나타났다. Vodafone Germany의 2023년 가입자당 Capex는 전년보다 증가한 반면, DT와 O2 감소했다.

〈표 3-24〉 독일 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Vodafone	10.8	5.3	6.9	10.3	10.7	9.3	8.7	10.1	15.7	20.0	19.4	19.7	19.9
DT	15.7	15.1	15.3	17.0	17.9	18.5	19.2	19.5	19.3	18.1	17.0	17.8	18.2
O2	11.1	11.7	13.6	15.5	13.1	14.7	12.2	13.2	14.1	14.6	16.5	14.7	13.2

자료: Omdia WCIS

〈표 3-25〉 독일 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: €)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Vodafone	23.4	12.9	14.8	21.6	23.5	19.5	18.5	22.2	31.5	36.8	35.7	36.6	37.3
DT	33.6	33.3	32.9	37.5	39.6	41.6	46.0	47.1	49.0	46.8	46.3	51.0	44.5
O2	21.8	23.4	25.9	16.5	21.1	22.0	19.9	20.8	22.0	22.9	26.1	25.6	23.7

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임.

자료: Omdia WCIS 재구성

6. 이탈리아

이탈리아의 2023년 이동통신 서비스 가입자 수는 9,570만 회선이다. 이 중 5G 가입자는 1,152만 회선으로 5G 개시 이후 매년 증가하고 있다. 4G의 가입자 수는 2012년부터 매년 증가하고 있으며 2022년부터는 증가세가 정체되고 있다.

〈표 3-26〉 이탈리아의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	4,238	3,575	2,941	2,329	2,050	1,734	1,466	1,202	847	596	428	299	171
3G	4,397	5,126	5,986	6,343	5,694	5,078	4,551	3,991	3,053	1,838	888	355	107
4G	-	1	57	316	1,159	2,022	2,915	4,071	5,309	6,694	7,743	8,134	8,141
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	27	112	308	683	1,152
합계	8,634	8,702	8,984	8,988	8,903	8,834	8,933	9,264	9,236	9,239	9,367	9,471	9,570

자료: Omdia WCIS

이탈리아의 2023년 이동통신 총수익은 약 105.3억 유로로 감소하는 추세이다. 이동통신 Capex는 약 19.5억 유로로 2021년 이후 매년 감소해 2011년 이래로 가장 낮은 Capex를 기록했다.

〈표 3-27〉 이탈리아의 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 유로)

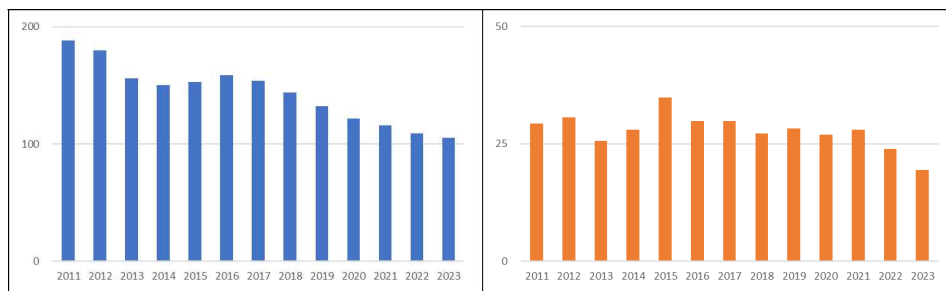
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	188.3	179.8	155.8	150.1	152.9	158.4	153.9	143.6	132.4	121.9	115.6	108.9	105.3
Capex	29.4	30.6	25.6	28.0	34.9	29.9	29.9	27.2	28.3	26.9	28.1	23.9	19.5

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-11〕 이탈리아의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

이동통신 총수익

이동통신 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

Telecom Italia의 2023년 이동통신 총수익은 약 33.4억 유로로 5G가 개시된 2019년 45.1억 유로를 기록한 이후 감소하는 추세이다. 2023년 이동통신 Capex는 약 8.4억 유로로 2021년 9.8억 유로 이후 매년 감소하고 있다. Vodafone Italy의 2023년 이동통신 총수익은 약 32억 유로로 2019년부터 매년 감소하고 있다. 2023년 Capex는 약 3억 유로를 기록했으며, 2010~2021년에는 Capex가 약 5.9억 유로였으나 2022~2023년에는 약 3~4억 유로로 감소했다. Wind Tre는 2016년 12월 Wind와 3 Italia와 합병을 완료했다.¹⁵⁾ Wind Tre의 2023년 이동통신 총수익은 약 29.5억 유로로 2017년 50억 유로 기록했다. 2017년 총수익이 약 50억 유로로 가장 높았으나 이후 꾸준히 감소하고 있다. 2023년 이동통신 Capex는 약 5.1억 유로로, 이는 5G 상용화 이후 가장 적은 금액이다. 2018년 신규사업자로 이동통신 시장에 진입한 Iliad Italy의 2023년 이동통신 총수익은 약 9.9억 유로이며, 2018년 이후 매년 총수익이 증가해 2023년에 가장 많은 총수익을 냈다. 반면, 2023년 이동통신 Capex는 약 2.4억 달러로 2020년 이후 매년 감소해 2023년 가장 낮은 Capex를 기록했다.

〈표 3-28〉 이탈리아 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

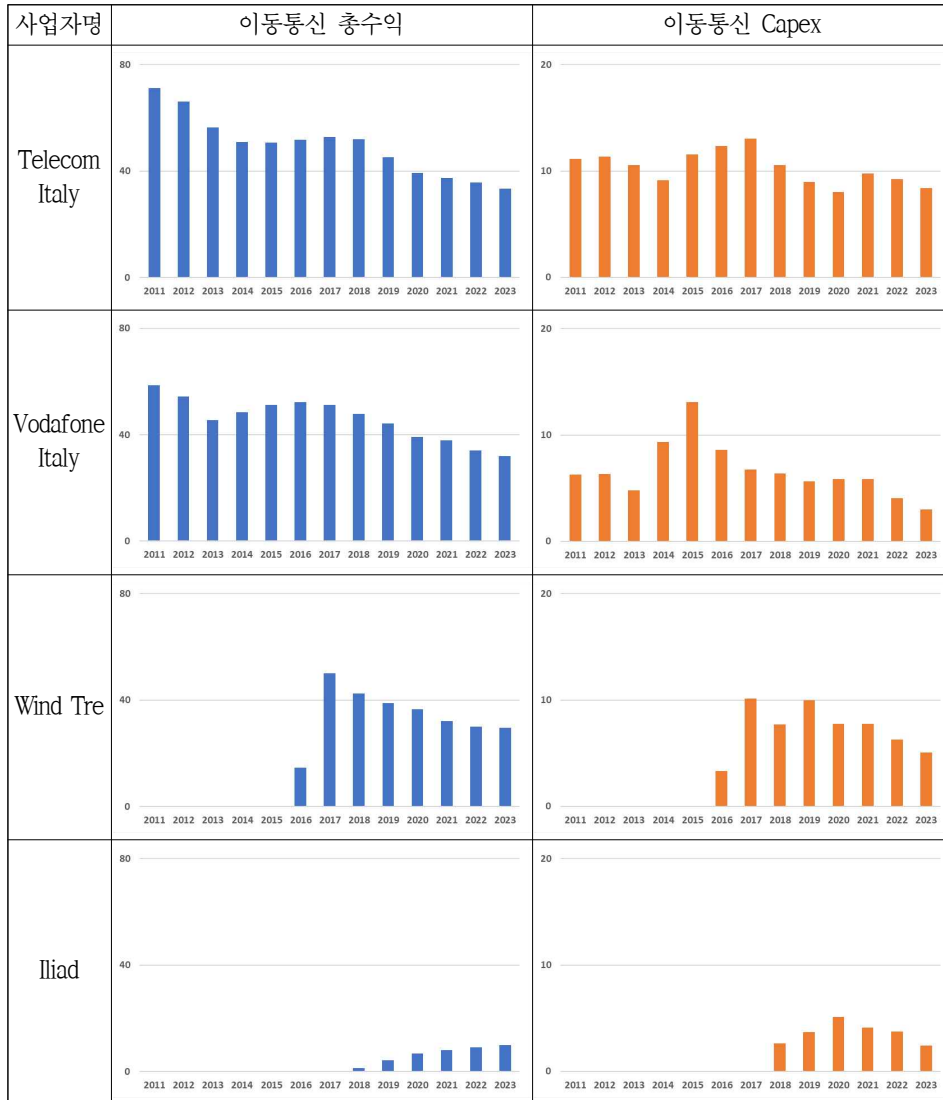
(단위: 억 유로)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Telecom Italia	총수익	71.1	66.2	56.4	50.9	50.7	51.8	52.8	52.1	45.1	39.4	37.3	35.7	33.4
	Capex	11.1	11.4	10.6	9.1	11.6	12.3	13.0	10.6	9.0	8.0	9.8	9.2	8.4
Vodafone Italy	총수익	58.6	54.4	45.5	48.5	51.2	52.3	51.2	47.9	44.2	39.2	38.0	34.0	32.0
	Capex	6.3	6.3	4.8	9.3	13.1	8.6	6.7	6.4	5.7	5.9	5.9	4.0	3.0
Wind Tre	총수익	-	-	-	-	-	14.5	50.0	42.4	38.9	36.5	32.2	29.9	29.5
	Capex	-	-	-	-	-	3.3	10.1	7.7	10.0	7.8	7.8	6.3	5.1
Iliad Italy	총수익	-	-	-	-	-	-	-	1.3	4.3	6.8	8.0	9.0	9.9
	Capex	-	-	-	-	-	-	-	2.6	3.7	5.1	4.1	3.8	2.4

주: Wind Tre의 이동통신 총수익 및 Capex는 2016년 12월 합병 이후 수치임
 자료: Omdia WCIS

15) Wind Tre 데이터는 2016년 12월 합병 이후의 수치임

[그림 3-12] 이탈리아 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

2023년 Capital intensity는 Telecom Italy 25.2%, Iliad 24.4%, Wind Tre 17.3%, Vodafone Italy 9.4%로 나타났다. 4개 사업자 모두 전년보다 Capital intensity가 감소했다. 2023년 가입자당 Capex는 Telecom Italy €44.3, Wind Tre €28.1, Iliad €22.4 Vodafone Italy €17.4 순

으로 나타났으며, 2021년 이후 매년 가입자당 Capex가 감소하고 있다.

〈표 3-29〉 이탈리아 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Telecom	15.6	17.2	18.8	17.8	22.8	23.7	24.9	20.2	19.8	20.6	26.1	25.8	25.1
Vodafone	10.7	11.7	10.6	19.0	25.5	16.4	13.2	13.3	12.8	14.9	15.4	11.7	8.1
Wind Tre	-	-	-	-	-	23.0	20.5	18.1	25.6	21.5	24.3	20.8	17.3
Iliad	-	-	-	-	-	-	-	212.4	86.5	76.0	51.5	41.9	24.4

자료: Omdia WCIS

〈표 3-30〉 이탈리아 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: €)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Vodafone	34.5	36.1	37.5	34.1	44.6	50.6	54.2	45.8	41.5	38.8	48.4	47.7	44.3
Telecom	23.5	26.0	19.0	36.7	53.6	37.1	30.1	30.0	28.8	31.6	32.5	22.6	17.4
Wind Tre	-	-	-	-	-	11.6	38.2	31.4	46.3	39.6	40.8	33.3	28.1
Iliad	-	-	-	-	-	-	-	92.0	69.9	70.8	48.6	39.4	22.4

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임

자료: Omdia WCIS 재구성

7. 호주

호주의 2023년 이동통신 총 가입자 수는 3,938만 회선으로 이 중 5G 가입자는 1,236만 회선, 4G 가입자 수는 2,651만 회선을 차지했다. 5G가 상용화된 2019년부터 5G 가입자 수는 꾸준히 증가하고, 2023년 4G 가입자 수는 2022년보다 약 48만 회선 감소했다.

〈표 3-31〉 호주의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	635	443	293	107	54	17	1	-	-	-	-	-	-
3G	2,323	2,444	2,123	1,818	1,542	1,329	1,084	1,030	996	814	370	201	51
4G	9	173	678	1,223	1,623	1,909	2,252	2,392	2,472	2,512	2,593	2,699	2,651
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	8	97	532	830	1,236
합계	2,968	3,060	3,094	3,148	3,219	3,255	3,337	3,422	3,476	3,423	3,495	3,731	3,938

자료: Omdia, WCIS

호주의 2023년 이동통신 총수익은 187.9억 호주달러로 5G 상용화 이후 2021년까지 총수익은 감소하다 2022년부터 증가하고 있다. 2023년 이동통신 Capex는 약 32.2억 호주달러로, 2017년 39.7억 호주달러를 기록한 뒤 감소하는 추세이다. 특히 2019년부터 호주의 이동통신 Capex는 약 30.71~32.3억 호주달러를 기록하고 있다.

〈표 3-32〉 호주의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 AUD)

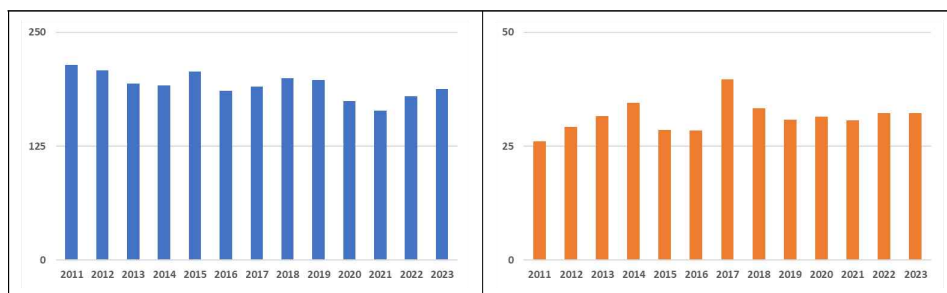
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	214.3	208.5	193.6	191.8	207.0	185.9	190.1	199.3	197.5	174.9	163.8	179.7	187.9
Capex	26.1	29.3	31.6	34.6	28.5	28.4	39.7	33.3	30.8	31.5	30.7	32.3	32.2

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-13〕 호주의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

이동통신 총수익

이동통신 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

Telstra의 2023년 이동통신 총수익은 약 103.5억 호주달러이며, 2019년 약 105.6억 호주달러를 기록한 이후 2021년 약 92.8억 호주달러까지 감소한 뒤 매년 증가했다. 2023년 이동통신 Capex는 약 20.9억 호주달러로 2019년 이후 가장 높은 Capex를 기록했다. Optus의 2023년 이동통신 총수익은 약 54.1억 호주달러를 기록했다. 2019년 약 56.7억 호주달러 이후 매년 감소해 2021년 50.9억 호주달러까지 감소한 뒤 다시 증가했다. 이동통신 Capex는 2019년 이후 매년 증가하다 2023년 약 6.6억 호주달러로 감소했다. TPG Telecom Australia (이하 TPG)¹⁶⁾의 2023년 이동통신 총수익은 약 30.3억 호주달러로 합병 이후 가장 높은 총수익을 기록했으며, 이동통신 Capex는 약 4.7억 호주달러로 합병 이후 가장 높은 금액이다.

〈표 3-33〉 호주 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 AUD)

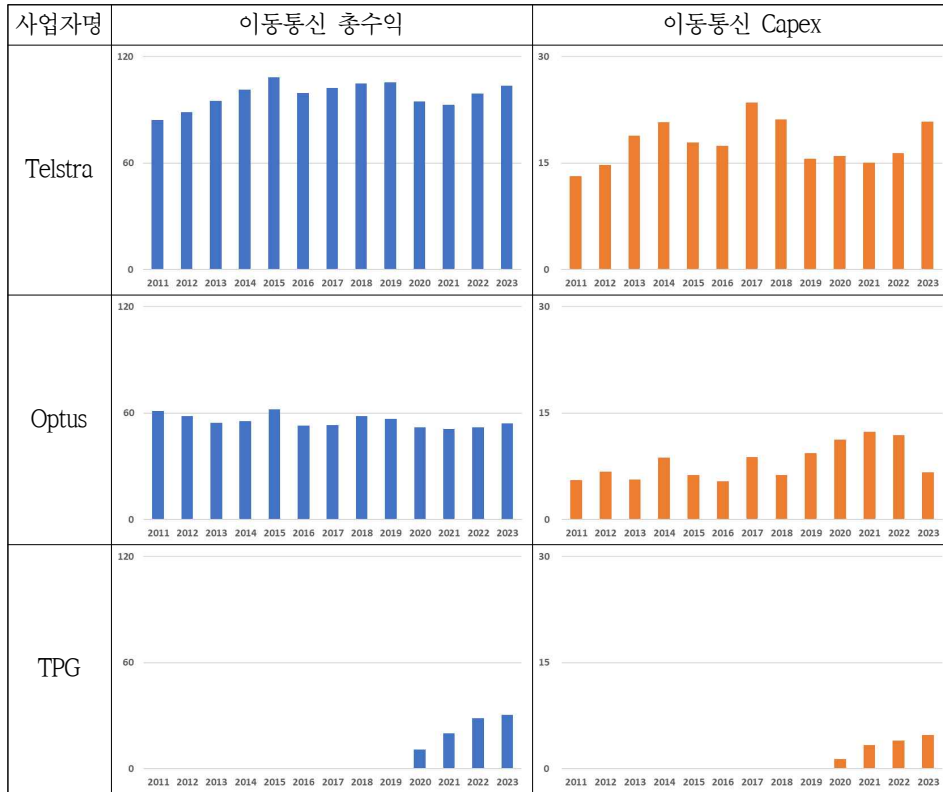
구분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Telstra	총수익	84.3	88.8	94.9	101.3	108.5	99.6	102.3	105.0	105.6	94.9	92.8	99.2	103.5
	Capex	13.1	14.8	18.8	20.8	17.9	17.4	23.5	21.1	15.6	16.0	15.0	16.4	20.9
Optus	총수익	61.1	58.2	54.4	55.5	62.0	52.8	53.3	58.4	56.7	51.9	50.9	52.0	54.1
	Capex	5.5	6.7	5.7	8.7	6.2	5.4	8.8	6.2	9.4	11.3	12.3	11.9	6.6
TPG	총수익	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.8	20.0	28.5	30.3
	Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	3.3	4.0	4.7

주: TPG의 이동통신 총수익 및 Capex는 합병된 2020년 7월 이후 수치임

자료: Omdia WCIS

16) TPG Telecom은 2020년 7월 VHA(Vodafone Hutchison Australia)와 합병함

[그림 3-14] 호주 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

호주 이동통신사업자의 2023년 Capital intensity는 Telstra 20.2%, TPG와 Optus가 각각 15.6%, 12.3%로 나타났다. 2023년 가입자당 Capex는 Telstra AUD 134.5, TPG AUD 129.1, Optus AUD 72.9 순으로 나타났다. 2023년 Telstra와 TPG는 Capital intensity와 가입자당 Capex가 전년 대비 증가한 반면, Optus는 감소했음을 알 수 있다.

〈표 3-34〉 호주 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Telstra	15.6	16.6	19.9	20.4	16.5	17.5	23.0	20.1	14.8	16.8	16.2	16.5	20.2
Optus	9.1	11.6	10.3	15.7	10.1	10.3	16.5	10.7	16.5	21.7	24.2	23.0	12.3
TPG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8	16.6	13.9	15.6

자료: Omdia WCIS

〈표 3-35〉 호주 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: AUD)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Telstra	99.3	108.8	125.1	135.7	114.8	113.5	154.1	139.7	103.9	108.2	100.7	107.2	134.5
Optus	58.7	73.5	63.2	98.2	71.0	60.3	94.4	65.0	95.6	123.7	138.6	129.7	72.9
TPG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.0	88.0	106.2	129.1

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임

자료: Omdia WCIS 재구성

8. 일본

일본의 2023년 이동통신 총 가입자수는 2억 1,576만 회선을 기록했으며, 이 중 5G 가입자는 6,163만 회선, 4G 가입자 수는 1억 4,615만 회선을 차지했다. 5G가 상용화된 2019년부터 5G 가입자는 매년 증가하고 있으며, 4G 가입자 수는 2021년부터 감소하고 있다.

〈표 3-36〉 일본의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	487	494	540	531	417	356	279	215	175	109	42	12	-
3G	12,386	12,023	10,203	8,500	7,167	6,315	5,168	4,270	3,357	2,638	1,869	1,044	798
4G	114	1,319	3,902	6,479	8,275	9,753	11,433	13,067	14,763	15,780	15,958	15,309	14,615
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	510	1,961	4,130	6,163
합계	12,987	13,836	14,646	15,509	15,859	16,424	16,879	17,551	18,295	19,037	19,829	20,495	21,576

자료: Omdia WCIS

일본의 2023년 이동통신 총수익은 약 11.8조 엔으로 증가하는 추세이다. 이동통신 Capex는 약 1.5조 엔으로, 5G 상용화가 시작된 2019년부터 매년 증가했으나 2022년부터 감소하고 있다.

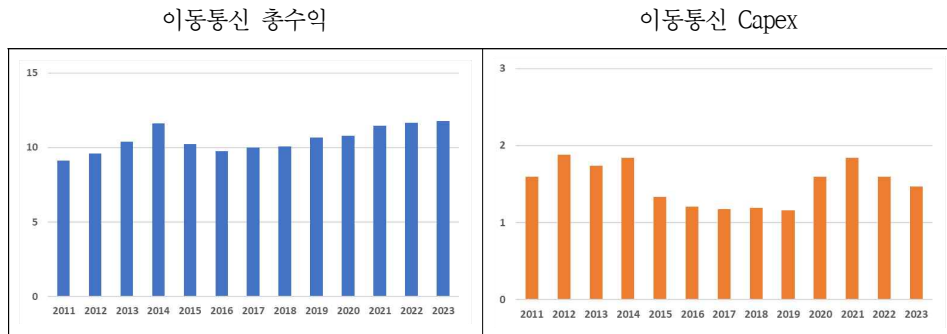
〈표 3-37〉 일본의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 조 엔)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	9.1	9.6	10.4	11.6	10.2	9.8	10.0	10.1	10.7	10.8	11.5	11.6	11.8
Capex	1.6	1.9	1.7	1.8	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	1.8	1.6	1.5

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-15〕 일본의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

일본의 2023년 이동통신 가입자 수 기준 시장점유율은 NTT DoCoMo가 40.9%, KDDI 31.0% 2위, Softbank 25.3%, Rakuten Mobile 2.8% 순으로 나타났다.

NTT DoCoMo의 2023년 이동통신 총수익은 약 5.2조 엔으로 2021년 이후 매년 증가하고 있다. 2023년 이동통신 Capex는 약 0.5조 엔으로 2021~2023년까지 비슷한 수준이다. KDDI의 2023년 이동통신 총수익은 약 3.9조 엔으로 2021년 이후 매년 감소하고 있다. 2023년 이동통신 Capex는 약 0.5조 엔으로 전년보다 증가했다. Softbank의 2023년 이동통신 총수익은 약 2.5조 엔으로 2021년 약 2.6조 엔 이후 감소했다. 2023년 이동통신 Capex는 0.2조 엔으로 전년보다 감소했다. 일본의 제4이동통신사인 Rakuten Mobile의 2023년 이동통신 총수익은 약 0.2조 엔으로 증가하는 추세이다. 이동통신 Capex는 약 0.2조 엔으로 이동통신

시장 진입 후 2021년 0.5조 엔까지 총수익이 증가한 뒤 매년 감소하고 있다.

〈표 3-38〉 일본 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

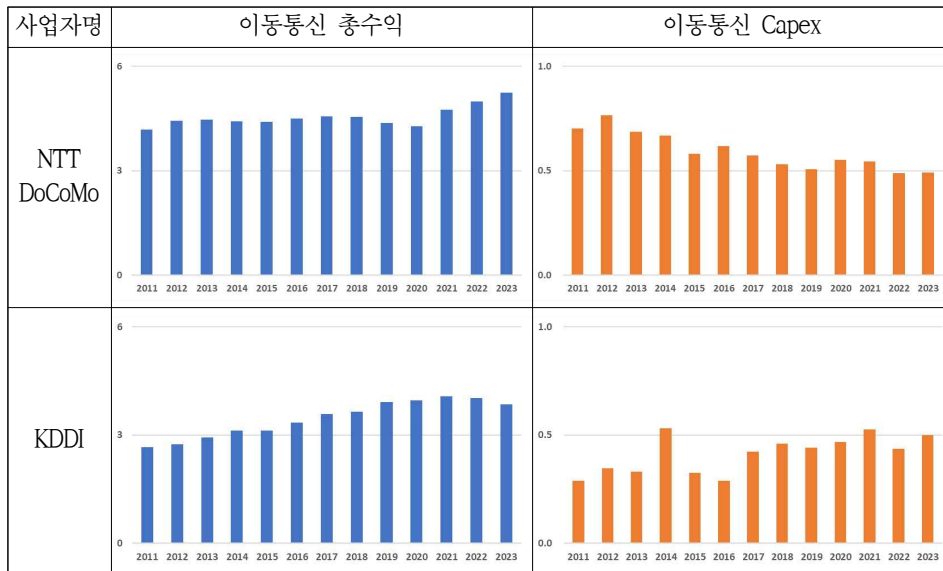
(단위: 조 엔)

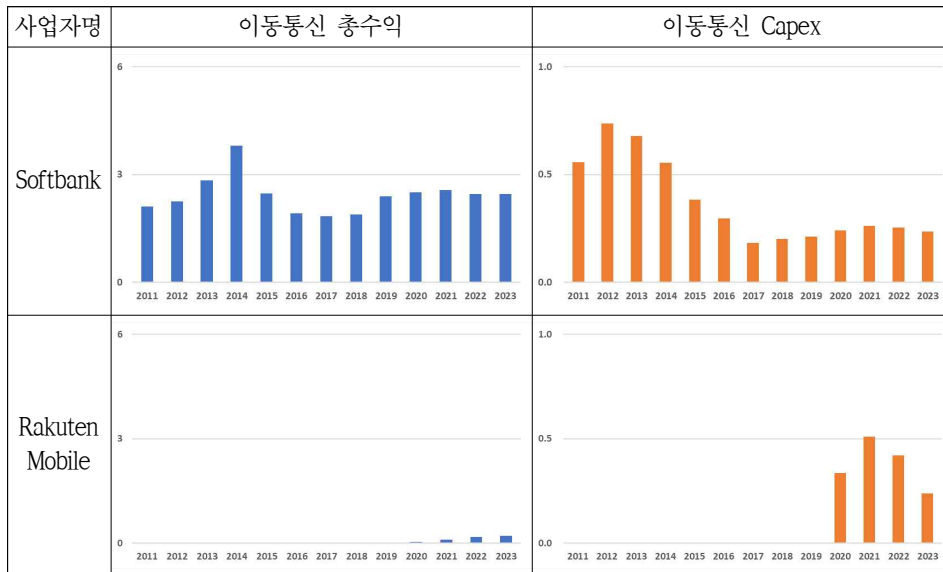
구분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
NTT DoCoMo	총수익	4.2	4.4	4.5	4.4	4.4	4.5	4.6	4.6	4.4	4.3	4.7	5.0	5.2
	Capex	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
KDDI	총수익	2.7	2.7	2.9	3.1	3.1	3.3	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.0	3.9
	Capex	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
Softbank	총수익	2.1	2.2	2.8	3.8	2.5	1.9	1.8	1.9	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5
	Capex	0.6	0.7	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
Rakuten Mobile	총수익	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.2	0.2
	Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.5	0.4	0.2

주: 2020년 라쿠텐 모바일의 이동통신 총수익은 약 367억 엔임

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-16〕 일본 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex





자료: Omdia WCIS 재구성

2023년 Capital intensity는 Rakuten Mobile 113.1%, KDDI 13.0%, Softbank 9.6%, NTT DoCoMo 9.4% 순으로 나타났다. 2023년 가입자당 Capex는 Rakuten Mobile 43,271엔, KDDI 18,208엔, NTT DoCoMo 6,876엔, 소프트뱅크 5,882엔으로 나타났다.¹⁷⁾

<표 3-39> 일본 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
NTT DoCoMo	16.7	17.3	15.4	15.2	13.2	13.6	12.5	11.7	11.6	12.9	11.5	9.8	9.4
KDDI	10.8	12.7	11.4	16.8	10.4	8.5	11.8	12.6	11.3	11.8	12.9	10.8	13.0
Softbank	26.6	32.9	24.1	14.7	15.6	15.1	9.9	10.7	8.8	9.6	10.2	10.3	9.6
Rakuten Mobile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	912.3	513.5	246.5	113.1

자료: Omdia, WCIS

17) Rakuten Mobile은 2020년 이동통신시장에 진입해 네트워크 구축을 집중적으로 하여 Capex가 높아 capital intensity와 가입자당 capex가 높게 나온 것으로 보임

〈표 3-40〉 일본 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: JPY)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
NTT DoCoMo	11,765	13,310	11,767	10,999	9,004	9,088	8,267	7,528	7,165	7,814	7,708	6,862	6,876
KDDI	8,410	10,037	8,976	13,611	7,889	6,758	9,480	9,830	9,305	10,606	13,538	13,172	18,208
Softbank	20,037	26,052	22,245	17,551	10,656	8,293	5,125	5,505	5,629	6,240	6,775	6,461	5,882
Rakuten Mobile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224,193	121,039	102,399	43,271

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(IoT 제외)로 나눈 값임
 자료: Omdia WCIS 재구성

9. 중국

중국의 2023년 이동통신 서비스 가입자 수는 약 41억 회선으로, 이 중 5G 가입자는 약 9.9억 회선, 4G 가입자는 약 31억 회선을 차지한다. 5G가 상용화되기 시작한 2019년부터 5G 가입자 회선은 증가하고 있으며, 4G 가입자 역시 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 3-41〉 중국의 이동통신 기술방식별 가입자 수

(단위: 만 회선)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2G	86,248	87,654	85,100	72,300	54,540	33,692	28,587	26,561	22,255	11,587	1,413	340	151
3G	12,937	23,423	42,782	51,196	40,970	30,108	18,318	15,740	13,194	6,687	1,833	592	246
4G	-	-	80	9,813	44,360	85,513	122,327	179,109	227,616	238,730	258,777	283,801	309,438
5G	-	-	-	-	-	-	-	-	366	16,471	42,520	69,109	99,438
합계	99,185	111,077	127,962	133,310	139,870	149,313	169,232	221,411	263,432	273,475	304,544	353,841	409,270

자료: Omdia, WCIS

중국의 2023년 이동통신 총수익은 약 1.16조 위안을 기록했으며, 2020년 이후부터 매년 증가하고 있다. 이동통신 Capex는 약 1.9조 위안으로 2020년 2.4조 위안을 달성한 뒤 매년 감소하고 있다.

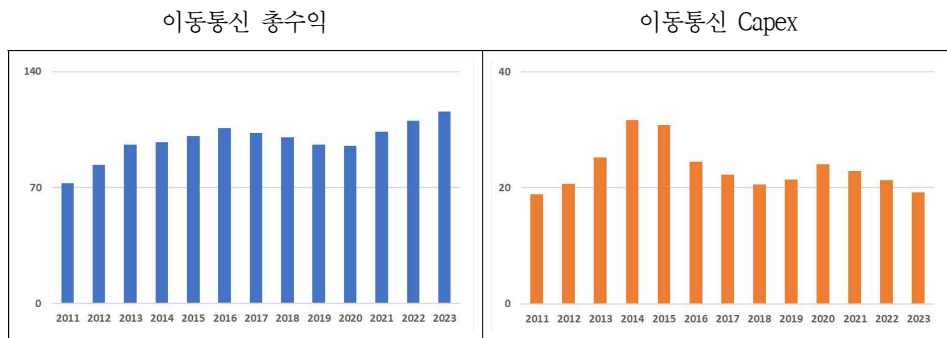
〈표 3-42〉 중국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 백억 위안)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
총수익	72.6	83.6	95.8	97.3	101.1	105.8	103.0	100.4	96.1	95.1	103.6	110.4	115.8
Capex	18.9	20.6	25.2	31.7	30.8	24.5	22.3	20.6	21.4	24.1	22.9	21.3	19.2

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-17〕 중국의 연도별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

China Mobile의 2023년 이동통신 총수익은 약 6,850억 위안이다. 2020년 이후 이동통신 총수익은 매년 증가하고 있다. 2023년 이동통신 Capex는 약 1,132억 위안으로 2020년 이후 매년 감소하고 있다. China Telecom의 2023년 이동통신 총수익은 약 2,520억 위안으로, 총수익이 증가하는 추세이다. 2023년 이동통신 Capex는 약 348억 위안으로 2020년 이후 매년 감소했으나 2023년에는 전년보다 약 28억 위안 증가했다. China Unicom의 2023년 이동통신 총수익은 약 2,112억 위안으로 2019년 이후 매년 증가하여 2011~2023년 중 가장 많은 총수익을 기록했다. 2023년 이동통신 Capex는 약 431억 위안으로 2020년 이후 매년 감소하는 추세를 보이고 있다.

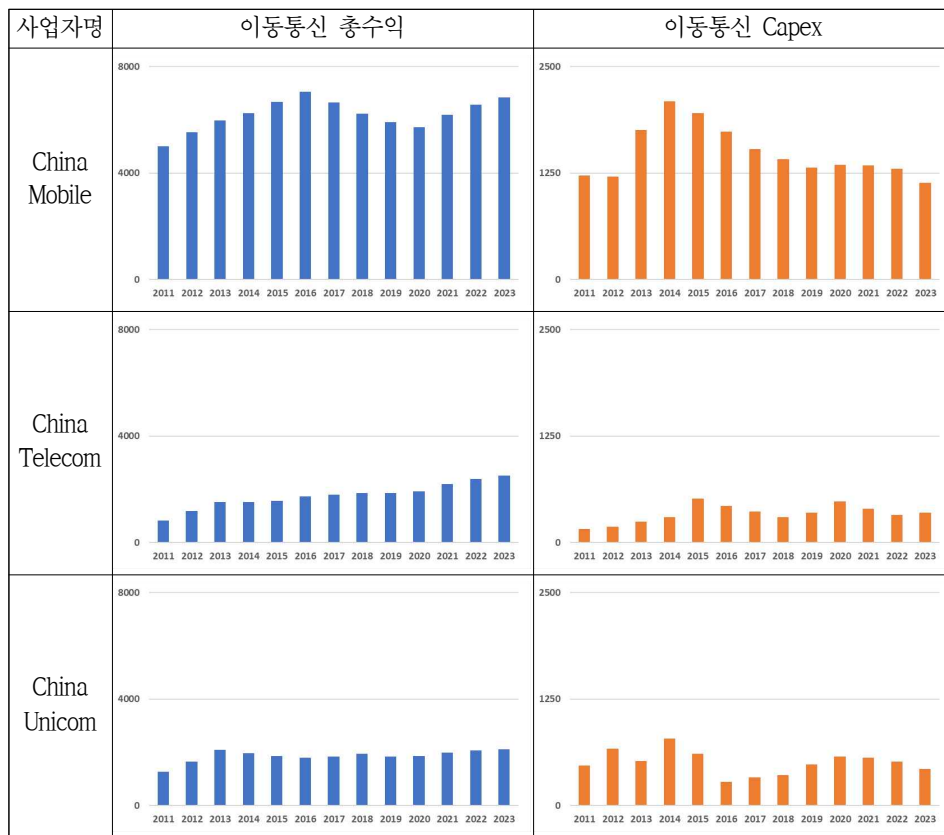
〈표 3-43〉 중국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex

(단위: 억 위안)

구분		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
China Mobile	총수익	5,016	5,527	5,987	6,252	6,683	7,058	6,653	6,232	5,908	5,714	6,182	6,571	6,850
	Capex	1,221	1,210	1,756	2,093	1,956	1,738	1,532	1,410	1,313	1,349	1,337	1,298	1,132
China Telecom	총수익	827	1,178	1,512	1,516	1,565	1,722	1,805	1,865	1,849	1,924	2,192	2,397	2,520
	Capex	161	188	247	294	512	430	360	296	350	482	398	320	348
China Unicom	총수익	1,267	1,656	2,085	1,962	1,858	1,795	1,840	1,946	1,849	1,869	1,982	2,070	2,112
	Capex	468	665	521	784	610	278	333	355	479	575	559	513	431

자료: Omdia WCIS

〔그림 3-18〕 중국 이동통신사업자별 이동통신 총수익 및 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

중국 통신사업자의 2023년 Capital intensity는 China Unicom 20.4%, China Mobile 16.5%, China Telecom 13.8% 순으로 나타났다. 2023년 가입자당 Capex는 China Unicom 129위안, China Mobile 114위안, China Telecom 85위안 순으로 나타났다.

〈표 3-44〉 중국 이동통신사업자의 Capital Intensity 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
China Telecom	24.3	21.9	29.4	33.5	29.2	24.5	23.1	22.5	22.2	23.6	21.6	19.8	13.8
China Mobile	19.5	16.0	16.4	19.4	32.6	24.9	20.0	15.8	18.9	25.0	18.2	13.4	16.5
China Unicom	37.1	40.2	25.0	40.0	32.8	15.4	18.2	17.9	25.8	30.8	28.2	24.8	20.4

자료: Omdia WCIS

〈표 3-45〉 중국 이동통신사업자의 가입자당 Capex 추이

(단위: CNY)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
China Telecom	188	176	229	260	237	205	173	152	138	143	139	133	114
China Mobile	127	120	133	163	262	200	144	98	104	137	107	82	85
China Unicom	232	279	185	263	213	100	117	113	151	188	176	159	129

주: 이동통신사업자별 가입자당 Capex는 Capex를 가입자 수(loT 제외)로 나눈 값임

자료: Omdia WCIS 재구성

10. 국가간 비교

지금까지 살펴본 국가들의 이동통신 투자를 비교하기 위해 Capital intensity와 인구당 및 가입자당 Capex를 살펴보겠다.¹⁸⁾

먼저, Capital intensity의 경우 2019년만 비교하면 우리나라는 16.7%로 중국 22.3%, 이탈리아 21.3% 다음으로 높았으며, 독일(16.6%)과 비슷한 수준이다. 2019년 이후 우리나라는 감소하였으나 다른 국가들은 2021~2023년까지 증가하였다. 미국과 영국은 3년간 증가한 후 2023년에 감소했고, 프랑스, 독일, 이탈리아, 호주, 일본, 2년 동안 증가한 후 2022년부터

18) 주요국의 이동통신 자본투자를 비교하기 위해 각 국가의 이동통신 총수익 및 Capex를 미국 달러로 환산하였으며, Omdia에서 발표한 환율을 적용함

터 감소, 중국은 2021년부터 매년 감소했다.

참고로, Capital intensity는 자본투자를 수익으로 나눈 값이므로 해석에 주의할 필요가 있다. 수익이 감소해도 Capex가 덜 감소한다면 Capital intensity는 높아진다. 반대로 네트워크가 구축되어 Capex가 증가하지 않으면서 투자 결과로 수익이 증가하면 Capital Intensity는 감소한다.

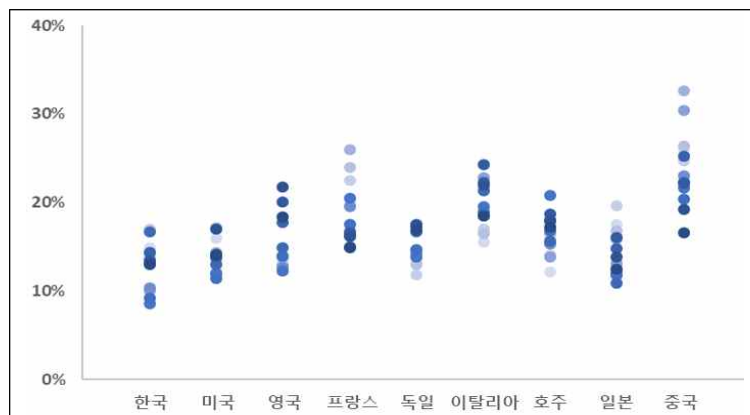
〈표 3-46〉 국가별 연간 Capital Intensity 비교

(단위: %)

국가	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
한국	14.9	17.0	14.1	13.6	10.1	10.3	8.5	9.2	16.7	14.3	13.4	13.1	13.0
미국	15.9	17.2	17.0	14.3	13.9	12.0	12.0	11.4	12.9	13.8	14.1	17.0	14.1
영국	13.0	13.0	12.9	14.0	13.8	12.7	12.3	14.0	14.9	17.7	20.0	21.7	18.4
프랑스	19.9	22.5	23.9	26.0	16.8	19.5	20.5	17.5	15.0	16.3	16.6	16.1	14.9
독일	13.7	11.8	13.0	14.1	14.2	14.5	13.8	14.7	16.6	17.5	17.5	17.3	16.9
이탈리아	15.5	17.0	16.4	18.5	22.8	18.8	19.6	18.9	21.3	22.2	24.3	21.9	18.5
호주	12.2	14.0	16.3	18.0	13.8	15.3	20.8	16.7	15.6	18.0	18.7	18.0	17.2
일본	17.5	19.6	16.8	15.8	13.1	12.2	11.8	11.8	10.8	14.8	16.1	13.8	12.5
중국	26.1	24.7	26.4	32.6	30.4	23.1	21.7	20.4	22.3	25.3	22.2	19.3	16.6

자료: Omdia WCIS 재구성

〔그림 3-19〕 국가별 연도별 Capital Intensity 비교



자료: Omdia WCIS 재구성

다음으로 국가별로 연간 인구 1인당 Capex를 비교하였다. 5G가 상용화된 2019년에는 미국이 \$98.6으로 가장 높다. 우리나라는 \$82.0으로 호주(\$84.4)와 일본(\$84.5)과 비슷한 수준이며, 영국 \$55.0, 이탈리아 \$52.9, 프랑스 \$52.2, 독일 \$46.6, 중국 \$21.8보다 높다. 우리나라의 2019년 1인당 Capex는 2018년 대비 증가폭이 가장 크다. 하지만 우리나라는 2020년부터 1인당 capex가 감소한 반면, 다른 국가들은 증가하였다. 2021년을 비교하면, 우리나라는 \$68.8로 2019년에 비슷하였던 호주(\$88.8), 일본(\$134.7)¹⁹⁾과 차이가 벌어지고 프랑스(\$64.1)와 비슷한 수준이 되었다. 2022년에는 미국이 \$113.5로 2021년보다 대폭 증가하였다. 이는 2021년 3.7GHz 대역 주파수 경매와 2022년 3.45GHz 대역 및 2.5GHz 대역의 주파수 경매가 종료되면서 5G 투자에 영향을 주었기 때문으로 이해된다. 2022년에는 미국을 제외한 국가들의 수치는 감소했다. 이는 2022년부터 달러 강세로 인한 주요국 통화 약세의 영향으로 달러로 환산한 금액이 감소한 것이 일부 영향을 주었다.²⁰⁾ 2023년에는 우리나라는 \$59.2로 미국(\$115.0), 일본(\$85.1), 호주(\$81.1)보다 낮고 영국(\$63.1)과 비슷한 수준이다.

앞서 Capital intensity 비교에서는 우리나라가 낮은 위치에 있었으나 인구 1인당 Capex 비교에서는 비교 대상 9개국 중 2019년에는 4위, 2023년에는 5위로 나타나 낮다고 보기 어렵다.

〈표 3-47〉 국가별 인구 1인당 Capex 비교

(단위: US\$)

국가	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
한국	81.9	96.3	82.2	79.8	52.3	52.5	45.4	48.3	82.0	69.8	68.8	59.6	59.2
미국	104.3	118.0	120.8	106.2	103.3	89.6	88.9	86.4	98.6	103.8	113.5	141.2	115.0
영국	64.1	61.8	58.7	65.7	59.1	49.2	46.5	55.3	55.0	62.9	75.8	74.9	63.1
프랑스	109.0	105.8	103.5	107.2	59.3	64.5	67.3	62.5	52.2	58.8	64.1	57.5	55.0
독일	51.0	41.6	45.5	48.7	41.7	40.7	40.6	43.9	46.6	49.0	52.3	47.8	48.7

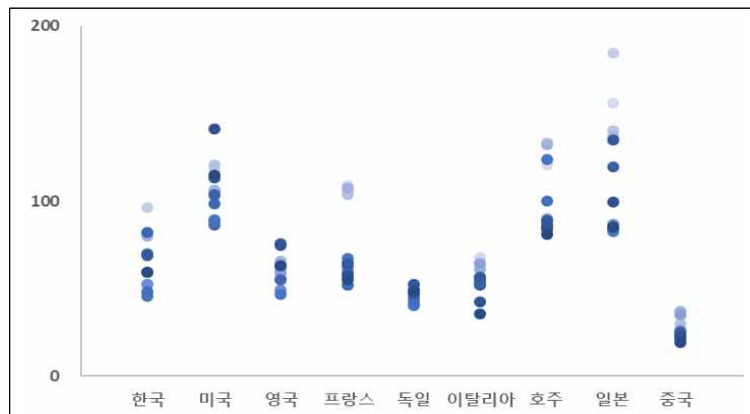
19) 일본은 신규사업자인 라쿠텐 모바일이 2020년에 이동통신시장에 진입하여 초기 네트워크 구축에 집중하면서 2021년 가입자당 Capex가 높아진 것으로 볼 수 있음

20) 2021년 \$1당 자국 통화: ₩1,180.27, €0.85, £0.73, AUD1.33, ¥109.79, CNY6.45
 2022년 \$1당 자국 통화: ₩1,292.17, €0.95, £0.81, AUD1.44, ¥131.38, CNY6.73
 2023년 \$1당 자국 통화: ₩1,305.67, €0.92, £0.80, AUD1.51, ¥140.47, CNY7.08
 Omdia에서 발표한 분기별 평균 환율임

국가	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
이탈리아	67.8	65.5	56.4	60.9	64.1	54.8	56.7	53.5	52.9	52.0	56.0	42.6	35.8
호주	120.5	133.4	132.6	132.4	90.1	87.5	123.6	99.8	84.4	84.4	88.8	85.5	81.1
일본	156.1	184.6	140.2	136.2	87.0	86.2	82.8	85.5	84.5	119.4	134.7	99.5	85.1
중국	21.6	23.9	29.9	37.2	35.1	26.2	23.4	21.9	21.8	24.5	25.0	22.2	19.0

자료: Omdia, WCIS 재구성

[그림 3-20] 국가별 인구 1인당 Capex 비교

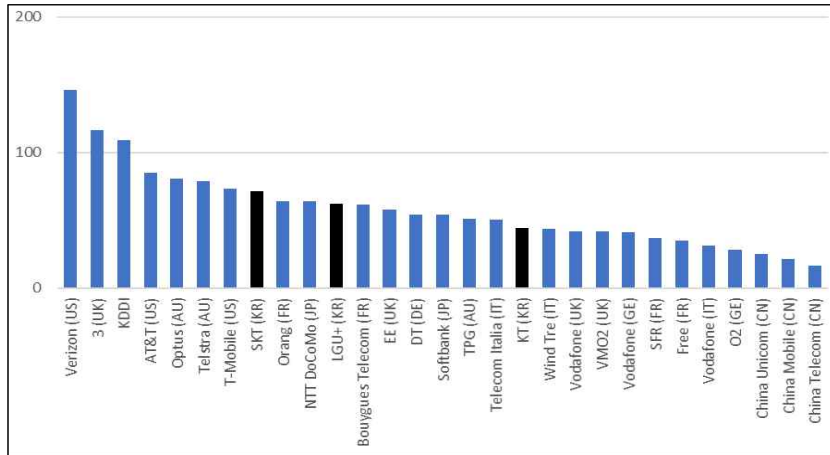


자료: Omdia WCIS 재구성

마지막으로 이동통신사업자별 가입자당 Capex를 비교하였다. 사업자 수가 많아 연도별 비교는 복잡하기 때문에 5G 상용화 시기인 2019~2023년 5년에 한정하여 가입자당 Capex 평균값을 비교한다.²¹⁾ 비교 대상 사업자 29개 중에서 미국의 Verizon, AT&T 및 T-Mobile, 영국의 3 UK, 일본의 KDDI, 호주의 Optus와 Telstra가 1~7위를 차지하였다. 우리나라의 SKT는 8위, LGU+는 11위, KT는 18위를 차지하였다.

21) 5G 경매로 시장에 진입한 신규사업자인 일본의 라쿠텐 모바일과 이탈리아의 Iliad는 제외했다.

[그림 3-21] 이동통신 사업자별 2019-2023년 평균 가입자당 Capex



자료: Omdia WCIS 재구성

지금까지 해외와의 비교를 통해 우리나라 이동통신 투자의 상대적인 위치를 살펴보았다. 지금까지의 분석만으로 적절한 수준의 투자는 무엇인지에 답할 수 없다는 점에서 한계가 존재한다. 통상 새로운 이동통신 기술세대의 초기에 투자가 증가하나 상당한 네트워크 구축이 이루어진 이후 투자는 감소할 수 있다. 국가 간 국토환경 차이, 기업 간 차이에 따라 통신망 구축에 필요한 투자 수준이 다를 수 있다. 사업자별 활용 중인 주파수 대역 및 대역폭에 따라 필요한 투자 수준이 상이할 수 있다.

그럼에도 우리나라의 투자 수준을 파악하고 관찰하는 것은 필요하다. 투자는 결국 네트워크 성능에 영향을 주기 때문에 투자 감소는 미래의 이동통신 네트워크 경쟁력 하락으로 귀결될 수 있다. 하지만 단순히 투자만 관찰하는 것은 한계가 있기 때문에 네트워크 성능, 주파수, 시장환경, 사업자의 투자를 종합적으로 다루는 후속 연구가 필요하다.

제 4 장 주파수할당을 통한 이동통신 네트워크 고도화 정책 사례

제 1 절 국내 주파수할당제도 및 사례

우리나라는 주파수할당제도를 통하여 특정인에게 이동통신 서비스 제공에 필요한 주파수의 이용을 허용한다. 따라서 우리나라의 주파수할당제도에 대하여 살펴본다.

주파수할당은 전파법 제10조에 규정되어 있다. 주파수할당의 방법은 전파법 제11조의 대가에 의한 주파수할당과 법 제12조의 심사에 의한 주파수할당으로 구분된다. 대가에 의한 주파수할당은 가격경쟁(경매)에 의한 대가를 받고 할당하는 방식과 정부가 산정하는 대가를 받고 할당하는 방식으로 구분된다.

정부는 주파수할당을 하려면 할당 대상 주파수와 주파수 이용조건에 대하여 공고하여야 한다. 전파법에서 규정하는 공고사항은 할당대상 주파수 및 대역폭, 할당방법 및 시기, 주파수할당 대가, 주파수 이용기간, 주파수용도 및 기술방식에 관한 사항, 그밖에 주파수할당에 관하여 필요한 사항이다.²²⁾ 또한 정부는 전파자원의 독과점을 방지하고 적절한 수준의 경쟁을 촉진하기 위하여 조건을 붙일 수 있다.²³⁾ 이에 따라 주파수할당공고에는 할당대상 주파수 대역과 대역폭, 할당방법, 개별 사업자가 할당 받을 수 있는 주파수의 총량, 할당대가, 주파수 용도 및 기술방식, 주파수이용기간, 망구축의무 등이 제시된다. 주파수경매의 경우 할당방법은 가격경쟁의 방법, 할당대가는 최저경쟁가격이 제시된다.

이동통신사업자는 주파수할당의 공고사항을 토대로 할당 주파수를 이용하는 네트워크 구축, 서비스 제공 등의 사업계획을 주파수이용계획서에 작성하여 할당을 신청한다. 특히, 여러 공고사항 중 망구축의무는 할당받은 사업자가 준수해야 할 네트워크 구축 수준을 규정한 것이므로 사업자는 주파수이용계획서에서 망구축의무를 달성하거나 의무를 초과하

22) 전파법 제10조(주파수할당) 제1항 및 동 법 시행령 제11조(주파수할당의 공고) 제1항

23) 전파법 제10조 제4항 및 동 법 시행령 제13조(전파자원의 독과점 방지)

는 네트워크구축 계획을 제시한다.

주파수할당은 2001년에 법적 근거가 마련되었고 이를 근거로 2001년 3G 이동통신을 위한 주파수가 할당되었다. 주파수경매인 가격경쟁은 2011년에 법적 근거가 마련되어 2011년에 4G 이동통신 서비스를 위한 주파수가 경매로 할당되었다. 2013년과 2016년 경매를 거쳐 2018년에는 5G 이동통신을 위한 주파수가 경매되었고 2021년 재할당과 2022년 주파수할당이 있었다.

우리나라의 주파수할당을 통한 네트워크 구축은 <표 4-1>을 통해 파악할 수 있다.

<표 4-1> 우리나라 이동통신용 주파수할당의 네트워크 구축 조건

시점	대역	네트워크 구축 조건
2001년	2.1GHz	· 서비스 개시 의무
2010~2011년	800/900MHz	· 기준 기지국수(5,400국) 대비 15%(3년), 30%(5년)
	2.1GHz	· 기준 기지국수(7,400국) 대비 15%(3년), 30%(5년)
2011년	800MHz	· 기준 기지국수(2.9만 국) 대비 15%(3년), 30%(5년)
(경매)	1.8/2.1GHz	· 기준 기지국수(4.0만 국) 대비 15%(3년), 30%(5년)
2013년	1.8/2.6GHz	· 기준 기지국수(10.6만 국) 대비 15%(3년), 30%(5년)
	1.8GHz	· 기준 기지국수(10.6만 국) 대비 10%(3년), 25%(2년), 35%(3년), 40%(4년)
2016년	2.1GHz	· 기준 기지국수(10.6만 국) 대비 15%(3년), 45%(2년), 55%(3년), 65%(4년)
(경매)	2.6GHz ^{*)}	· 기준 기지국수(10.6만 국) 대비 10%(3년), 25%(2년), 35%(3년), 40%(4년)
		· 기준 기지국수(10.6만 국) 대비 15%(3년), 45%(2년), 55%(3년), 65%(4년)
2018년	3.5GHz	· 기준 기지국수(15만 국) 대비 15%(3년), 30%(5년)
(경매)	28GHz	· 기준 장치수(10만 대) 대비 15%(3년)
2021년	3G·4G 주파수	· 5G 무선국 수 구축 수(최대 12만 국)에 연동한 재할당대가 산정
2022년	3.4GHz	· 2018년 할당된 주파수를 이용하는 기지국 수를 기준으로 설정 · 13만 국(2025년 12월 31일), 15만 국(2025년 12월 31일) · 할당 주파수의 무선국은 3,000국(2025년 12월 31일), 6,000국(2025년 12월 31일)

자료: 과학기술정보통신부

주: 구축 조건은 40MHz폭 블록이 20MHz폭 블록보다 높음

2001년의 할당은 3G 이동통신을 위한 주파수할당으로 서비스 개시 의무만 부여되었다. 무선국 구축 의무는 2010년의 주파수할당부터 부여되기 시작하였다. 무선국 구축 의무는 2018년 5G 주파수경매까지 대역별로 기존 기지국수 대비 할당 이후 3년 이내 15%, 5년 이내 30%에 해당하는 수량을 구축하는 방식을 대체로 유지하면서 기존 기지국수만 증가하였다. 이와 같은 방식은 2021년 재할당과 뒤이은 3.4GHz 대역 할당에서 변화하였다. 2021년의 재할당 대상 주파수는 3G와 4G 이동통신 서비스 제공으로 이용 중인 대역이었는데 5G 무선국 구축을 유도하기 위하여 5G 무선국 구축 수량과 재할당대가를 연계하였다. 사업자는 자율적 선택에 따라 최대 12만 국을 구축하는 경우 가장 낮은 재할당대가를 부담할 수 있었다. 당시 이동통신사업자는 2018년 할당받은 3.5GHz 대역에서 5G 무선국을 구축하고 있었으므로 재할당 대역이 아닌 해당 대역에 재할당 대가와 연계된 5G 무선국을 구축하게 된다. 2022년의 3.4GHz 대역 할당에서는 5G 무선국을 구축 중이던 3.5GHz 대역에 더 많은 무선국을 구축하는 의무를 부여하였다.

4G 이동통신에서는 할당 대역별로 무선국 구축 의무가 부여되었다. 한편, 5G 이동통신은 2018년 최초 주파수할당 이후 2021년 재할당과 2022년 3.4GHz 대역 할당을 통하여 전국적인 네트워크가 구축되었다. 특히 네트워크 구축을 위한 정책 목표 하에서 재할당에서 사업자의 선택에 따른 무선국 구축 수와 재할당대가가 연계되었다는 점과 할당 주파수 외에도 과거 할당된 대역에 무선국 구축 의무가 부여되었다는 점이 특징이다.

제 2 절 주파수할당의 투자 영향에 대한 연구 사례

본 절에서는 주파수할당이 네트워크 투자에 주는 영향에 관한 연구 사례를 살펴본다. 주파수할당의 공고사항과 관련하여 이동통신시장에서의 경쟁, 할당주파수의 이용기간, 할당주파수의 할당대가와 관련된 연구 사례가 발견된다. 주파수는 서비스 제공의 필수적인 투입 요소이고 통신 품질을 결정하는 요인 중 하나이므로 주파수할당을 통한 사업자별 주파수 대역과 대역폭의 배분 상황의 변화가 시장경쟁에 영향을 큰 영향을 줄 수 있기 때문이다. 예를 들어, 경매에서 할당받을 수 있는 주파수 총량을 제한하여 특정 사업자가 주파수를 독식하지 못하게 하거나 전용 주파수 대역을 할당하여 신규 사업자를 진입할 수 있도록 함으로써 촉진할 수 있다.

시장경쟁이 기업의 투자에 주는 영향에 대해서는 경제학의 산업조직론 분야에서 오랫동안 연구되어 온 주제로 많은 이론 및 실증 연구가 이루어졌다. 이동통신 분야에서도 다양한 연구 사례들이 존재하는데 아직 확립된 결론은 없다. 최근 이동통신사업자 간의 인수 합병이 수차례 발생하였던 유럽에서는 합병에 따른 시장집중도 증가가 투자를 촉진하여 소비자 편익을 증진할 것인지, 요금 인상으로 이어져 소비자에게 해로울 것인지에 대한 논쟁이 있었다. 세계통신사업자협회(GSMA)는 두 차례 보고서를 통하여 시장집중도의 증가는 이동통신사업자의 투자 능력과 인센티브에 긍정적인 영향을 준다는 연구 결과를 제시하였다(GSMA, 2017 & GSMA, 2020). 이에 영국 Ofcom은 GSMA의 연구를 검증하였고 반대되는 결과를 제시하였다(Ofcom, 2020). Ofcom은 유럽 30개국의 2000-2018년 데이터를 활용하여 이동통신 시장구조와 투자 간 관계와 이동통신 시장구조와 서비스 품질과의 관계를 실증 분석하였다. 분석 결과, 시장집중도가 높을수록 국가 단위의 투자는 더 낮은 점을 제시하였다. 결과에 대한 Ofcom의 해석은 경쟁이 약화되어 투자가 감소하고 네트워크 품질 수준도 낮아지거나, 네트워크 효율성이 높아져 투자를 감소시켜도 동일하거나 보다 높은 수준의 네트워크 품질을 달성할 수도 있다는 것이었다. 네트워크 품질 데이터를 활용하여 추가 분석한 결과에서도 시장집중도가 높은 시장에서 투자가 감소했다는 점이 확인되었다.

주파수이용기간이 투자에 주는 영향에 관해서는 아직 실증 연구는 많지 않고 연구마다 결과가 다르고 한계가 있어 결론이 있다고 보기 어렵다. 주파수이용기간이 길수록 사업자의 불확실성이 감소하여 투자를 촉진할 수 있다는 견해와 오히려 투자를 촉진할 신기술 경쟁을 저해한다는 견해가 대립하는 것으로 파악된다(Jeanjean 외, 2019). 또한, 주파수 이용기간이 짧으면 투자금 회수가 어렵고 재할당 여부가 불확실하므로 사업자의 투자를 저해할 수 있다는 주장도 존재한다(GSMA, 2022). 한편, 주파수이용기간과 투자의 관계를 식별하는 것은 간단하지 않다. 사업자들이 다른 시점에 할당받은 여러 개의 주파수면허를 활용하지만 자본적 지출은 면허별로 구분되어 있지 않아 특정 면허의 효과를 구별하기 어렵고, 이동통신 세대 초기에 투자가 집중되고 이후 투자가 감소하는 투자 주기를 고려하면 주파수할당의 시점에 따라 투자 효과는 상이할 수 있다는 점도 실증 연구의 한계로 지적된다(CRA, 2023). 연구 사례로는 Jeanjean 외(2019)는 EU 14개 국가를 대상으로 2008년 2분기부터 2017년 3분기까지 분기별 가입자 1인당 Capex 데이터와 주파수면허의 이용기간

데이터를 활용하여 이들의 관계에 대한 선형 회귀 모형을 OLS(Ordinary Least Square) 방법으로 분석한 바 있다. 주파수이용기간은 사업자별로 보유한 주파수면허의 평균 이용기간과 보유한 주파수 중 가장 마지막에 획득한 주파수면허의 이용기간을 각각 활용하였다. 분석 결과, 주파수이용기간은 가입자 1인당 Capex에 통계적으로 유의한 양의 효과를 가지는 것으로 나타났다. Ofcom(2023)²⁴⁾은 Jeanjean 외(2019)의 결과를 검증하기 위해 최신의 데이터를 활용하였다. 분석 모형을 동일하게 하되 보다 최근인 2022년 1분기부터 2021년 2분기 동안 EU 국가와 EU에 속하지 않는 OECD 국가의 경매된 주파수면허 데이터와 이동통신사업자의 Capex 데이터를 활용하였다. 분석 결과, 주파수이용기간과 Capex 간에 통계적 관련성을 발견하지 못하였다. 추가로 주파수이용기간이 네트워크 품질에 주는 영향을 분석하였으나 효과가 있다는 통계적 증거를 발견하지 못하였다.

주파수할당대가가 투자에 주는 영향도 다수의 연구 사례가 존재하나 명확한 결론이 없다. 비교적 최근 연구인 Bahia & Castells(2022)에 따르면 2010~2017년 동안 64개 국가의 229개 사업자의 분기별 데이터를 활용하여 주파수할당과 네트워크 커버리지 및 품질에 대한 영향을 실증 분석하였다. 매출액 대비 할당대가 비율이 높아지면 다운로드 속도를 감소시키는 것으로 나타났다. 반면, Analysis Mason(2022)은 영국 행정유인가격(Annual Licence Fee, ALF)이 투자에 미치는 영향에 대하여 분석하였으나 투자에 부정적인 영향을 준다는 증거를 발견하지 못하였다. 영국 ALF는 우리나라에서 정부가 산정하는 할당대와 유사한 것으로 경매낙찰가를 고려하여 산정된다. 보고서에 따르면, ALF가 통신사업자의 투자 유인 및 역량을 감소시킨다는 증거는 부족하며 ALF를 할인하거나 적용하지 않더라도 투자에 영향을 제한적일 것으로 결론 내렸다.

한편, 주파수할당 시 부여하는 네트워크 구축 의무에 대한 연구 사례는 발견되지 않는다. 앞서 우리나라 주파수할당의 네트워크 구축 조건 사례와 마찬가지로 해외에서도 네트워크 구축 의무를 부여하는 경우가 많다. 이러한 해외 정책 사례를 다음 절에서 살펴보겠다.

24) 구체적인 연구방법 및 결과는 CRA(2023)를 참고

제3절 해외 정책 사례

본 절에서는 해외에서 네트워크 구축조건과 연계하여 주파수를 할당한 사례를 살펴본다. 네트워크 구축조건은 경우에 따라서 할당조건, 망구축의무, 커버리지 의무 등으로 불리며 무선국 구축, 서비스 커버리지 개선, 다운로드 속도 향상 등 다양한 경우를 포괄한다.

해외의 할당정책을 폭넓게 살펴본 결과, 정책 스펙트럼은 다양한 것으로 파악되었다. 정부가 사업자에게 통신네트워크 구축 의무를 주는 해외 사례들은 구축 의무를 부여하는 방식, 구축 의무의 기준, 구축 의무의 연속성 측면에서 구분될 수 있다.

우선 구축 의무를 부여하는 방식에서는 가장 기본적이고 일반적인 유형으로 사업자에게 주파수를 할당하면서 정부가 사전에 설정한 네트워크 구축 의무를 일괄적으로 부여하는 것이다. 이는 우리나라에서 볼 수 있는 방식이다. 둘째, 주파수경매의 입찰 과정에서 주파수에 입찰하는 사업자들이 망구축의무를 선택하도록 경매를 설계하는 방식이 있다. 셋째는 주파수할당과는 별개로 망구축 프로젝트가 존재하는 경우이다.

구축 의무의 기준 측면에서 서비스 개시 시기, 무선국 수, 커버리지 수준, 속도 기준, 특정 유형의 장소 구축 등 다양한 기준이 발견된다. 가장 일반적인 것은 커버리지 수준으로 전국적인 커버리지 확보에서 시작하여 음영 지역 해소로 연속적인 주파수할당에서 커버리지 확보 목표가 세밀해지는 사례도 발견된다. 구축 의무는 주파수 대역의 특성에 따라서도 달라질 수 있는데, 예를 들어 1GHz 대역은 전파 특성이 우수하므로 커버리지 확대, 중대역은 대역폭이 넓으므로 전송속도 향상 관련 의무가 부과되는 사례가 존재한다.

구축 의무의 연속성 측면에서, 대역별 목표만을 제시하기보다는 전체 네트워크 향상을 중심으로 여러 차례 할당을 통하여 목표를 고도화하는 사례가 존재하며, 할당 대상 주파수로만 네트워크를 구축하기보다는 기존 이용 중인 주파수를 이용하여 고도화하는 것을 인정하는 사례도 다수 존재한다.

본 장에서는 영국, 덴마크, 노르웨이, 독일, 뉴질랜드, 프랑스의 주파수할당 사례에 대해 상세히 살펴본다. 참고로 여기서 소개하는 국가 외에도 스페인, 오스트리아 등에서도 유사한 경매 사례가 발견된다.

1. 영국: 2013년 800MHz 대역, 2018년 제안된 700MHz와 3.6GHz 대역 경매

영국은 다른 유럽 국가들과 달리 주파수할당 시 서비스 커버리지 의무를 최소한으로 부여하는 경향이 있다. 이는 Ofcom은 주파수경매, 주파수의 시장 가치에 근거한 주파수 면허료 결정, 주파수 거래제에 정책적 관심 등 시장 메커니즘을 적극 지향하고 있기 때문으로 이해된다. 여기서는 2013년 경매와 2018년 제안된 경매방안을 소개한다.

Ofcom은 2013년 4G 서비스를 위한 800MHz와 2.6GHz 대역의 주파수 경매에서 커버리지 의무를 부여하였다(Ofcom, 2012). 당시 800MHz 대역의 60MHz폭은 여러 개의 주파수 블록으로 경매되었는데 이 중 20MHz폭 1개 블록에만 커버리지의무가 설정되었다. 커버리지 의무는 2017년 말까지 실내 기준 인구의 98%에 2Mbps 이상의 다운로드 속도로 서비스를 제공하는 것이었다. Ofcom은 의무 이행에 소요되는 비용을 추정하여 커버리지 의무가 있는 주파수 블록의 경매시작가격은 그렇지 않은 블록보다 낮게 설정하였다. 커버리지 의무 블록의 경매시작가격은 총 2.5억 파운드로 1MHz 당 0.125억 파운드였으며 커버리지 의무가 없는 10MHz폭 블록의 경매시작가격은 2.25억 파운드로 1MHz 당 0.225억 파운드였다. 커버리지 의무 블록의 경매시작가격을 약 45% 낮게 설정했다는 점을 알 수 있다.

의무가 부여된 주파수 블록은 다른 블록보다 입찰자의 선호가 낮아 유찰될 수 있으므로 경매시작가격을 낮추고 넓은 대역폭을 보장하여 의무가 할당될 수 있도록 하였다.²⁵⁾

2021년에는 700MHz 및 3.6GHz 대역의 주파수가 경매되었다. 경매에 앞선 2018년에 Ofcom은 의견수렴을 위해 망구축의무 블록이 포함된 조합구간경매(Combinatorial Clock Auction, CCA) 방안을 공개하였다(Ofcom, 2018). 그러나 의견수렴 과정에서 정부와 이동통신사업자들은 공유농촌통신망(Shared Rural Network, SRN) 구축에 합의하였다. 그 결과 2021년의 경매에서는 망구축의무가 제외되었다. 여기서는 2018년 제안된 경매방안을 소개하겠다.

2018년 경매방안은 특정 주파수 블록에만 망구축의무가 설정되었던 2013년 경매와 달리, 주파수 블록과 커버리지 의무 블록을 구분하여 각각 동시에 경매하는 것이 특징이다. 주파수 블록은 700MHz 대역 FDD 방식의 2×5MHz폭 블록 6개 및 5MHz폭 블록 4개, 3.6GHz 대역 5MHz폭 블록 24개로 구분되었으며 커버리지 의무 블록 2개가 존재하였다. 입찰자는 주파수

25) 경매 결과, 커버리지 의무가 부여된 주파수 블록은 경매시작가격의 5.5억 파운드, 커버리지 의무가 없는 800MHz 대역 10MHz폭 블록은 2.25억 파운드에 낙찰됨

블록에는 자신이 지불할 금액을 입찰하고 커버리지 의무 블록에는 할인받을 금액을 입찰한다. 커버리지 의무 블록을 낙찰받은 입찰자는 자신의 입찰액만큼 주파수 블록의 낙찰가에서 할인받을 수 있다. 할인의 금액 한도는 사전에 정해져 있고, 커버리지 의무 블록에 대한 입찰경쟁이 있는 경우 라운드가 진행될수록 입찰가격이 상승하면서 낙찰자가 얻게 되는 주파수 낙찰가의 할인액은 감소한다.

2018년 경매방안은 정부가 어떤 주파수에 의무를 부여할 것인지 결정한 2013년 경매와 달리, 입찰자가 주파수와 의무를 독립적으로 선택할 수 있다는 점에서 크게 차별화된다. 그에 따라 Ofcom은 커버리지 의무 블록의 낙찰자는 주파수 블록을 낙찰받지 않고 기존 보유한 다른 주파수를 활용해서 의무를 이행할 수 있게 하였다. 이렇듯 2013년 경매 대비 이번 설계의 장점은 정부는 커버리지 의무로 인한 주파수 유찰을 막을 수 있다는 점이다.

가장 중요한 것은 커버리지 의무 블록의 경매시작가격으로 이해된다. 경매시작가격은 설정된 의무 수준과 연계되어 주파수 낙찰가의 할인 한도를 규정하므로 의무이행 비용을 충분히 고려하지 못한다면 유찰될 수 있기 때문이다. 커버리지 의무 블록의 경매시작가격 설정을 위해 Ofcom은 경매의 정책목표를 시골 지역에서의 이동통신 커버리지 개선으로 정하고 정책목표 달성에 소요되는 투자비를 추정하였다. 투자비는 먼저 주파수할당 없이 확대될 수 있는 커버리지 수준 대비 목표로 하는 커버리지 수준을 달성하기 위한 소요 금액으로 정하였다. Ofcom은 주파수가 할당되는 2020년까지 시장경쟁을 통해 커버리지가 82~84%에 도달할 것으로 예상하였고 이를 90%까지 올리는데 2~4억 파운드의 비용이 소요될 것으로 추정하였다. 따라서 커버리지 의무에 대한 최대할인액은 2~4억 파운드 범위로 제안되었다.

〈표 4-2〉 영국 700MHz 및 3.6GHz 대역 경매의 커버리지 의무(2018년 제안된 경매방안)

의무 구분	요구사항	지역별	이행기간
지리적 커버리지	면적 90% 이상에서 4G 커버리지 확보	잉글랜드 90%, 북아일랜드 90% 스코틀랜드 74%, 웨일즈 83%	4년
신규 무선국	500 국 이상		
장소	14만 개 이상 장소에서 실외 커버리지 확보		

자료: Ofcom(2018)

〈표 4-3〉 영국 700MHz 및 3.6GHz 대역 경매의 커버리지 의무 블록 유보가격 분석

의무 구분	목표 커버리지 92%	목표 커버리지 90% + 부가 조건
커버리지의 마지막 2%p 증가의 비용	1.10~1.40억 파운드 (커버리지 90% 대비)	0.85~1.10 파운드 (커버리지 88% 대비)
총 비용 (커버리지 82% 대비)	3.05~5.35억 파운드	2~4억 파운드
총 편익 (커버리지 82% 대비)	6.7~8.6억 파운드 (과대 추정 가능성 있음)	4~5억 파운드

자료: Ofcom(2018)

이와 같은 설계는 시장에서 네트워크 수요·공급을 결정하는 것으로 주파수의 가격과 의무의 이행비용에 대한 정보를 동시에 활용할 수 있다. 따라서 입찰자들은 예상되는 망 구축비용과 자신의 커버리지 블록 입찰액을 비교하면서 의무 선택 여부를 결정할 수 있다. 이렇듯 경매 메커니즘 속에서 주파수 활용의 편익과 비용의 균형을 찾아갈 수 있으므로 정부가 사전에 망구축의무를 설정할 때 발생할 수 있는 규제실패 문제를 완화할 수 있는 장점이 있다고 평가된다(Myers, 2023). 한편, 이와 같은 설계는 신규서비스를 위한 전국적인 커버리지 구축이 필요한 경우와 같이 투자비가 큰 경우에 적용이 어려울 수 있다. 의무 이행에 소요되는 투자비는 주파수의 낙찰가보다 더 크기 때문이다.

한편, 2018년 제안된 경매방안은 영국 MNO 4개사가 공유농촌통신망(Shared Rural Network, SRN)을 제안하는 데 영향을 준 것으로 평가된다. 정부와 사업자 간의 SRN 계약은 2020년 3월 9일에 체결되었고 각 MNO는 4G 커버리지를 2025년 말까지 영국 면적의 최소 90%까지 확대할 예정이다. Ofcom은 경매를 통해 망구축 의무를 부여하는 것보다 SRN이 목표로 하는 커버리지 수준이 더 높았기 때문에 경매에서 망구축 의무를 부여하지 않기로 결정하였다. 영국의 5G 주파수 경매는 주파수할당의 망구축의무를 정부-사업자 간 협력 모델로 대체한 것으로 볼 수 있다.

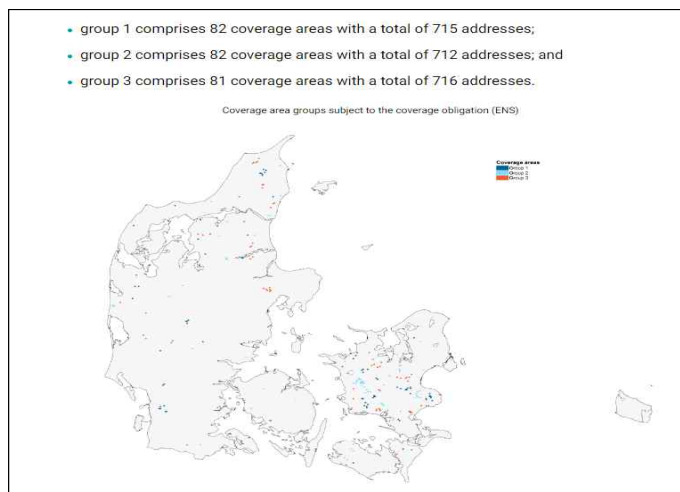
2. 덴마크: 2016년 1.8GHz 대역, 2021년 3.5GHz 대역 경매

이동통신 음성통화 및 데이터 서비스 커버리지를 개선하기 위하여 2016년 향후 이용기

간이 종료되는 1.8GHz 대역 주파수경매를 활용하였다(SDFI, 2016). 망구축의무가 설정된 주파수 블록을 설정하되, 망구축의무를 선택하는 단계를 별도로 두었다는 점이 특징이다.

경매 대상 2×64.9MHz폭 주파수는 망구축의무가 있는 2×10MHz폭 블록 3개(A블록)와 그렇지 않은 블록(2×5MHz폭 단위)으로 구분되었다. 사전에 3개 사업자가 지역을 나누어 망구축할 수 있도록 개별 지역들은 3개의 커버리지 지역그룹으로 분류되었다. 사전에 망구축의무 블록별로 커버리지 지역그룹이 정해져 있지 않았으므로 입찰자는 경매를 통해 자신에게 유리한 커버리지 지역그룹을 선택할 수 있었다.

[그림 4-1] 덴마크 1.8GHz 대역 경매의 커버리지 지역그룹



자료: SDFI(2016)

경매는 총 4단계로 구성되었다. 1단계에서는 망구축의무가 설정된 A블록 3개를 경매하고 2단계에서 1단계에서 낙찰된 A블록에 대한 커버리지 지역그룹을 선택하는 입찰이 진행된다. 3단계에서 나머지 주파수 블록과 2단계에서 할당되지 못한 커버리지 지역그룹을 경매하고 4단계에서 1단계와 3단계에서 낙찰된 주파수 블록의 세부 위치를 정하였다.

구체적으로 살펴보면, 1단계에서는 입찰자 수가 3인 이하인 경우 유보가격에 입찰자당 A블록 1개씩 낙찰되며, 입찰자 수가 3인을 초과하면 밀봉입찰을 실시하여 낙찰자를 결정한다.

2단계에서 1단계의 낙찰자만 입찰하여 입찰자당 1개의 커버리지 지역그룹을 결정한다.

각 입찰자는 각 커버리지 지역그룹에 자신의 입찰액과 네트워크 구축 비용을 비교하여 입찰할 수 있다. 이는 영국 Ofcom이 2018년에 제안한 경매안에서 커버리지 의무 블록에 주파수 블록의 낙찰가 할인액을 입찰하도록 한 것과 대조된다.

3단계는 입찰자들은 1단계에서 유찰된 A블록 및 잔여 블록에 입찰할 수 있다. 모든 블록에 2단계에서 할당되지 못한 커버리지 의무가 부여된다. 1단계에서 유찰된 A블록의 개수가 증가하면 3단계 주파수 블록의 개수도 증가한다. 한편, 커버리지 의무 면제권이 존재하는데 총 개수는 유찰된 A블록 수와 같다. 입찰자는 주파수 블록과 커버리지 의무 면제권에 입찰할 수 있다.

덴마크는 모든 사업자가 커버리지 의무를 선택하지 않는 상황을 막기 위하여 경매 종료시에 3개의 커버리지 지역그룹이 모두 할당되지 않는 경우 경매를 중단하고 무효화하도록 하였다.

〈표 4-4〉 덴마크 1.8GHz 대역 경매 결과

사업자	낙찰 대역폭	가격	커버리지 의무
TT-N	2X25MHz	DKK 425,239,229	커버리지 지역 1
TDC	2X20MHz	DKK 300,159,486	커버리지 지역 2
Hi3G	2X20MHz	DKK 300,159,486	커버리지 지역 3
총 계	2X65MHz	DKK 1,025,558,201	

자료: SDFI 홈페이지

커버리지 의무는 할당받은 커버리지 지역그룹에서 3년 내(2019년 말) 최소 30Mbps 속도를 달성하는 것으로 경매로 할당받은 주파수가 아닌 다른 주파수로도 이행이 가능하여 사업자가 스스로에 유리한 방법을 선택할 수 있었다. 경매로 부여된 커버리지 의무는 다른 대역의 신규 주파수를 경매하는 경우 완화될 수 있게 하였다. 다만 경매로 할당받은 주파수를 이용하지 않고 단순 보유하지 않도록 1.8GHz 대역에서 3년 내 최소 100개 소에 무선국을 구축하고 서비스하도록 하였다.

덴마크 1.8GHz 대역 경매의 특징은 LTE로 활용 중인 주파수는 재할당을 할 수도 있지만, 경매를 실시하면서 커버리지가 미흡한 지역에 대해 망구축의무를 부여한 것이다. 서비스 제공에 활용 중인 주파수를 경매하는 대신 경매시작가격에 확보할 수 있게 하고 보유한

다른 주파수로도 망구축의무를 이행할 수 있게 하여 인센티브를 제공한 점도 특징이다.

덴마크는 2021년 주파수 경매에서도 2016년 경매와 유사한 방식으로 망구축의무를 경매로 부여하였다(SDFI, 2021). 경매의 정책목표는 효율적인 주파수 사용, 경쟁 촉진, 모바일 커버리지 확대 및 5G 출시 촉진을 통한 필수적인 공익 추구였다. 경매 대상은 1.5GHz, 2.1GHz, 2.3GHz, 3.5GHz, 26GHz 대역 주파수 총 3,490MHz폭으로 이 중 망구축의무는 2.1GHz 대역과 3.5GHz 대역에 설정되었다. 2.1GHz 대역은 서비스 커버리지가 미흡한 지역에서 음성 및 광대역 서비스 가용성을 개선하고 3.5GHz 대역은 5G 장비의 신속한 출시를 목적으로 하였다.

〈표 4-5〉 덴마크 2021년 경매의 주파수 대역 및 블록

구분	카테고리	블록당 대역폭	블록 수	망구축의무	블록당 최저경쟁가격
1.5GHz	B	25MHz	1	×	10백만 크로네
	M	5MHz	8	×	10백만 크로네
	T	25MHz	1	×	10백만 크로네
2.1GHz	D	2x10MHz	3	O	0
	U	2x5MHz	6	×	25백만 크로네
2.3GHz	U	20MHz	2	×	50백만 크로네
3.5GHz	P	60MHz(3740-3800MHz)	1	×	25백만 크로네
3.5GHz 및 26GHz	D	80MHz폭(3.5GHz 대역) + 400MHz폭(26GHz 대역)	3	O	75백만 크로네
3.5GHz	U	10MHz	8-24*	×	25백만 크로네
26GHz	U	200MHz, 250MHz	8-14*	×	5백만 크로네

* D블록 경매 결과에 따라 공급 블록 수 결정
자료: SDFI 홈페이지

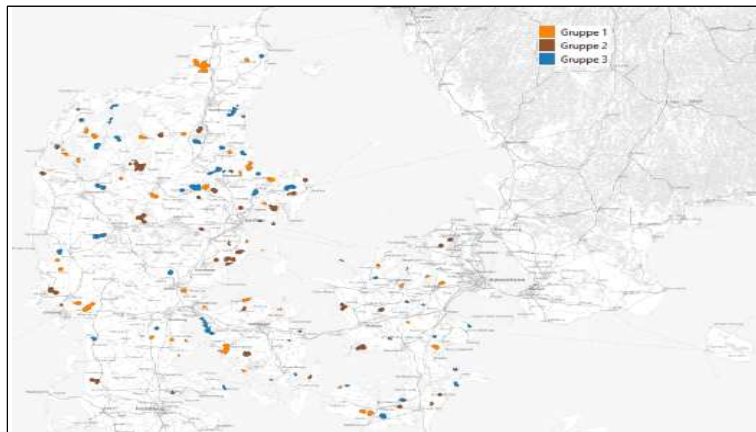
경매는 5단계로 구성되었다. 1단계에서 망구축의무가 있는 2.1GHz 대역 주파수 블록(D)과 3.5GHz 대역 주파수 블록(D)에 대한 밀봉입찰, 2단계에서 1단계 낙찰된 2.1GHz 대역 주파수 블록(D)에 대한 커버리지 지역그룹 밀봉경매, 3단계에서 26GHz 대역을 제외한 나머지 대역의 주파수 블록 경매, 4단계에서 26GHz 대역 경매, 5단계에서 앞 단계에서 낙찰된 주파수 블록들의 세부 위치 결정을 위한 밀봉입찰이었다.

2.1GHz 대역 주파수 블록의 낙찰자는 정부가 정한 커버리지 지역그룹 3개 중 하나를 낙찰

받아 2024년 2월 1일까지 음성 서비스 제공과 각 지역의 최소 90%에 실외에서 다운로드 30Mbps 이상 업로드 3Mbps 이상의 속도를 제공하여야 한다. 이러한 의무 이행 시 경매에서 낙찰받은 주파수가 아닌 기존 보유한 주파수를 활용할 수 있다. 한편, 3.5GHz 대역에는 2023년 12월 31일까지 인구 대비 60% 커버리지 달성, 2025년 12월 31일까지 인구 대비 75% 커버리지 달성 의무가 부여되었다.

덴마크 사례에서는 신규 네트워크를 위한 전국적인 망구축과 기존 네트워크의 커버리지가 미흡한 지역을 선별 구축하는 것에 대한 접근법이 다름을 알 수 있다. 5G 서비스를 위한 전국적인 커버리지 의무는 주파수 블록과 관계없이 부여하였다. 반면 기존 네트워크의 품질이 미흡한 지역은 사업자가 지역을 선택할 수 있고 유보가격을 없애 사업자의 참여를 유도하였다.

[그림 4-2] 덴마크 2021년 경매의 커버리지 지역그룹



자료: SDF(2021)

3. 노르웨이: 2013년 800MHz 대역, 2019년 700MHz 대역, 2021년 2.6GHz · 3.5GHz 대역 경매

노르웨이는 2013년 경매에서 800MHz 대역에 커버리지 의무를 부여하였다. 2019년 경매에서는 유럽 5G 이동통신 대역인 700MHz 대역을 활용하여 넓은 범위의 커버리지 구축 의무를 부여하였고, 2021년 경매에서는 네트워크 용량 증대 및 고속 서비스에 유리한 2.6GHz 대역과 3.5GHz 대역을 활용하여 건물 커버리지 확대에 대한 인센티브를 제공하였다. 노르웨이는 일

련의 경매를 통하여 단계적 네트워크 고도화를 추구한 것으로 볼 수 있다.

2013년 경매는 4G 서비스를 위한 경매로 800MHz 대역, 900MHz 대역 및 1.8GHz 대역이 공급되었다. 800MHz 대역에서 커버리지 의무가 설정되었는데, 블록별로 의무 수준을 차별화한 것이 특징이다. 800MHz 대역 중 1개 블록(2×10MHz폭)에는 높은 수준의 의무(5년 내 인구 커버리지 98% 및 평균 전송속도 2Mbps 이상)가 포함되었고 나머지 4개 블록(블록당 2×5MHz폭)에서 낮은 수준 의무(4년 내 인구 커버리지 40% 달성)가 설정되었다.

2019년에는 5G 주파수로 700MHz 대역과 2.1GHz 대역을 경매로 할당하였다(Nkom, 2018). 2013년에는 커버리지 의무가 포함된 주파수 블록만 경매하였지만, 이번에는 주파수 블록과 구분되는 커버리지 의무 블록(1개)이 도입되었고 별도의 커버리지 블록에 입찰하는 단계가 경매에 추가되었다. 커버리지 의무는 700MHz 대역의 6개 블록(블록당 2×5MHz폭)에만 설정되고 2.1GHz 대역에서 설정되지 않았다. 700MHz 대역의 의무는 모든 블록에 적용되는 기본 의무, 특정 블록에 부여된 특별 의무와 입찰자가 선택할 수 있는 추가 의무로 구분된다. 모든 블록에는 기본적으로 5년 내 인구 커버리지 40% 달성 의무가 부여되었다. 그리고 특별 의무는 700MHz 대역 2개 블록에 각각 2025년 말까지 철도 커버리지, 주요 고속도로 커버리지 확보였다. 마지막 추가 의무는 2025년 말까지 고속도로 커버리지 확보로 특정 주파수 블록에 설정되지는 않았다. 특별 의무의 경우 블록별로 다르기 때문에, 블록당 최저경쟁가격은 차등적으로 설정되었다. 고속도로 커버리지가 추가된 블록의 최저경쟁가격이 가장 낮았다. 커버리지 의무에 따른 최저경쟁가격 차등 산정의 방법은 공개되지 않았다.

〈표 4-6〉 노르웨이 700MHz 및 2.1GHz 대역 경매 블록별 커버리지 의무

대역	블록 폭	블록 수	커버리지의무		블록 당 경매시작가격
			기본 의무	특별 의무	
700MHz	2x5MHz	4	5년 내 인구 커버리지 40% 달성	-	NOK 1.25억
	2x5MHz	1		철도 커버리지 구축	NOK 0.55억
	2x5MHz	1		주요 고속도로 커버리지 구축	NOK 0.30억
2.1GHz	2x5MHz	3	-	-	NOK 0.25억

자료: 노르웨이 Nkom 홈페이지

경매는 총 3단계로 구성되었다. 1단계에서는 사업자별로 낙찰 블록 수를 결정하였고 2 단계에서 밀봉입찰을 통해 1단계 입찰자별로 낙찰받은 블록의 주파수 위치를 결정하였다. 마지막 3단계는 추가적인 망구축 부과 여부를 결정하는 단계로 가장 낮은 입찰액을 제시한 사업자에게 추가 망구축의무를 부과하고 해당 입찰액은 최종 낙찰가에서 차감된다. 3 단계 입찰에 참여 여부는 의무가 아니라 입찰자가 선택할 수 있다. 3단계에서 최대할인액인 4천만 크로네(약 54억 원)로 입찰이 시작되어 라운드가 진행되면서 가장 낮은 금액을 제시한 입찰자가 승자가 되는 방식이다. 경매 결과, 3단계 추가 의무에 입찰한 사업자는 없었다.

노르웨이는 2021년 2.6GHz 및 3.5GHz 대역 경매에서도 망구축의무와 할당대가 인하를 연계 하였다(Nkom, 2021). 이번 경매는 2019년 경매와 동일하게 3단계로 구성되었다. 1단계에서는 입찰자별 낙찰 블록 개수를 결정하고 2단계에서 1단계에서 낙찰받은 블록의 주파수 위치를 결정한다. 마지막 3단계에서는 주파수 낙찰자별로 망구축의무를 선택할 수 있는데 2019년의 입찰경쟁과 달리 개별 입찰자는 정부가 제시한 구축 대상을 확인하고 희망 할인 액을 제시하면 최종 낙찰가에서 차감되는 방식이다. 할인액은 최대 5.6억 크로네(한화 기준 약 780억 원)로 경매 후 사후 점검을 통해 실제 구축된 건물들에 대한 지원액 합계와 낙찰가 할인액 간의 차액을 정산할 계획이다.

선택적 망구축의무는 2023년~2024년 말 동안 지정된 가구 및 상업용 건물에 대해 최소 다운로드 속도 100Mbps 및 업로드 속도 10Mbps를 제공하는 것이다.

〈표 4-7〉 노르웨이 2.6GHz 및 3.6GHz 대역 경매 블록당 할인 금액

대역	블록당 대역폭	블록당 할인가(NOK)
2.6GHz	2×5MHz	10,000,000
	50MHz	20,000,000
3.6GHz	40MHz	40,000,000
	10MHz	10,000,000

자료: 노르웨이 Nkom 홈페이지

선택적 망구축의무의 대상 건물은 2022년 12월 16일 기준 46,223개로, 24년 말까지 요구 되는 수준의 서비스가 제공되지 않을 것으로 예상되는 도시가 아닌 지역의 가정, 상업용

건물 및 공공 행정용 건물을 대상으로 하되, 서비스 제공을 위한 설비 구축 비용이 높은 건물이다. 밀집지역에 위치하거나 주변에 광대역 인프라가 존재하는 건물은 사업자가 구축할 경제성이 존재한다고 판단되어 제외되었다.²⁶⁾ 대상 건물은 설치공사의 용이성 측면에서 3개 등급으로 구분되었다.²⁷⁾ 등급별로 지원 금액은 차등화하고, 동일 등급에서도 기존 인프라 활용하기 어려운 경우는 신규 사이트 개발 비용을 고려하여 지원액을 높였다. 지원 금액은 예상 투자비 및 운용비, 예상 고객기반을 통한 예상 수익의 현재 가치를 계산하여 고려되었다고 한다. 2022년 1월 1일부터 2025년 6월 30일까지 구축 매년 말 점검하여 구축 여부를 확인할 계획이다.

경매 결과 4개 사업자가 주파수를 낙찰받았고, 3개 사업자가 망구축의무를 선택하였다. 경매의 낙찰가 총액은 38.93억 크로네(약 4,924억 원)이었으나 망구축의무 선택에 따른 낙찰가 할인액은 4.8억 크로네(약 607억 원)였다.

〈표 4-8〉 노르웨이 2.6GHz 및 3.6GHz 대역 경매 결과

낙찰자	낙찰가			
Altibox	2.6GHz 대역	50MHz(TDD)	52,500,000 크로네	
	3.6GHz 대역	100MHz	780,946,000 크로네	
		위치 결정	11,036,000 크로네	
	총 낙찰가(할인X)			844,482,000 크로네
	총 낙찰가(할인 적용)			724,482,000 크로네
Ice Communication	3.6GHz 대역	80MHz	553,964,000 크로네	
	총 낙찰가		553,964,000 크로네	

26) 예를 들어 기존 이동통신무선국으로부터 3km 이내에 위치하고 해당 지역 내 건물 수가 100개 이상이 경우, 기타 광대역 인프라 지원 사업에서 지원 중인 지역에 위치한 건물, 기존 광케이블에 연결된 건물에서 200m 이내에 위치한 건물은 제외됨

27) 1등급은 대상 건물이 기존 이동통신 무선국으로부터 3km 이내에 위치하나 영역 내 건물 수가 60~100개 사이인 경우, 2등급은 대상 건물이 기존 이동통신 무선국으로부터 3km 이내에 위치하나 영역 내 건물 수가 60개 미만인 경우, 3등급은 기존 이동통신 무선국으로부터 3km 이상 떨어진 곳에 위치하고 새로운 인프라 구축이 필요한 건물에 해당함

낙찰자	낙찰가		
	Telia	2.6GHz 대역	2×30MHz(FDD)
3.6GHz 대역		100MHz	780,946,000 크로네
총 낙찰가(할인X)		1,070,350,000 크로네	
총 낙찰가(할인 적용)		910,350,000 크로네	
Telenor	2.6GHz 대역	2×40MHz(FDD)	415,888,000 크로네
	3.6GHz 대역	120MHz	1,007,928,000 크로네
	총 낙찰가(할인X)		1,423,816,000 크로네
	총 낙찰가(할인 적용)		1,223,816,000 크로네

자료: 노르웨이 Nkom 홈페이지

4. 독일: 2010년, 2015년 및 2021년의 망구축의무

독일은 앞선 설명한 국가들과는 다른 전략을 취하고 있다. 중장기 네트워크 확장 계획과 주파수할당을 연계하여 여러 차례 주파수할당을 통해 네트워크 확장 계획의 목표를 달성하도록 커버리지 구축 등 할당조건을 부여하는 것으로 파악된다. 특히 특정 대역 또는 대역별 구축 의무의 이행보다는 전체 네트워크 성능의 지속적인 향상에 중점을 둔 점이 특징으로 이해된다.

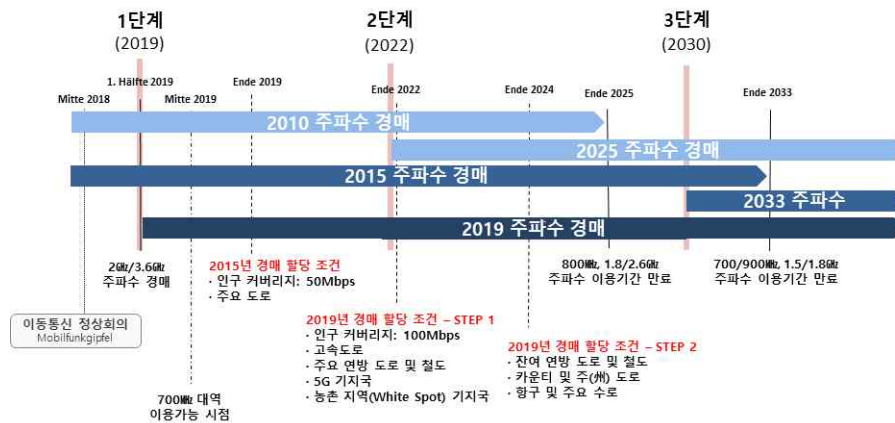
독일은 디지털 인프라와 유럽의 5G 시장을 선도하기 위하여 5G 주파수 경매에서 주파수할당을 활용한 중장기 네트워크 확장 계획을 공개하였다. 이를 통해 고성능 차세대 통신 네트워크를 확장함으로써 독일이 내세우는 인터스트리 4.0 등 혁신적인 서비스와 애플리케이션 개발을 촉진하려고 한다.

2018년에 이동통신사업자들은 이동통신서밋(Mobilfunkgipfel)에서 시골 지역의 LTE 커버리지 확대를 통하여 2021년 말까지 독일 가구의 99%에 LTE 커버리지를 제공할 것을 선언하였다. 뒤이어 2019년에 정부는 Mobile Communications Strategy²⁸⁾를 발표하고 이동통신사업자(Telekom, Vodafone, Telefónica 및 1&1 Drillisch)와 계약을 체결하였다. 이로써 2 이동통신사업자들의 2018년 선언이 구속력을 가진 계획이 되었다. 그 계약의 주요 내용은 2021년 말까지 모든 독일 연방의 주에서 99% 가구에 서비스 커버리지 확보, 최소 14,000개 통신 타워를 구축하여 사업자 간 공유 등이다. 이와 같은 통신사업자의 노력에 대하여 독

28) <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/broadband-germany>

일 정부는 2019년 경매부터 할당대가를 매년 분할 납부할 수 있게 허용하였다. 그리고 이동통신사업자는 네트워크의 추가 확장을 위한 5G 경매의 할당조건에 대하여 동의하였다.²⁹⁾ 이러한 흐름 속에서 독일은 5G 경매 계획을 확정하면서 아래 그림과 같이 2019년부터 2030년대까지 네트워크 확장 로드맵을 제시하였다.

(그림 4-3) 독일 주파수할당과 네트워크 고도화 계획



자료: BNetzA 재구성

2019년 5G 주파수 경매는 물론 2025년 이용기간이 만료 예정인 주파수할당, 2033년 주파수할당도 함께 표시되어 있다. 그리고 700MHz 대역 등 여러 대역의 이용 가능 시점 또는 이용기간의 만료 시점이 함께 표시되어 있다. 2010년에 경매된 주파수의 이용기간은 2025년에 종료되는데 종료시점에 앞서 2022년에 경매할 계획이다.³⁰⁾ 2015년에 경매된 주파수의 이용기간 종료는 2033년이며 종료시점에 앞서 2039년에 경매할 계획이다.

2019년 경매된 5G 주파수의 할당조건 이행은 1단계는 2019년, 2단계는 2022년, 3단계는 2030년을 기점으로 한다. 이러한 계획을 수립하는데 2015년 커버리지 의무를 고려한 것으로 이해된다. 2010년 경매에서는 활용되지 않고 있었던 신규 주파수가 할당되었고, 2015년

29) <https://www.gigabit.nrw.de/aktuelles/news/item/1919-scheuer-ausbauoffensive-fuer-lae ndliche-raeume-startet-meilenstein-fuer-flaechendeckende-mobilfunkversorgung.html>

30) 현재 경매하는 대신 주파수면허의 이용기간 연장이 논의 중

경매에서는 이용기간이 만료되는 주파수와 700MHz 대역 등 새롭게 공급되는 신규 주파수가 함께 할당되었다. 700MHz 대역은 2017년 이후 지역별로 상이한 시점에 활용 가능한 점이 특징이다.

2010년 800MHz, 1.8GHz, 2.1GHz 및 2.6GHz 대역 경매의 망구축의무 특징은 800MHz 대역을 활용하여 인구 희소 지역부터 단계적 구축 의무를 부과했다는 점이다.³¹⁾ 인구 기준으로 구축 지역을 4개 단계³²⁾로 나누고 1단계부터 구축하되, 이전 단계의 지역 가구의 90%에 최소 1Mbps 속도를 제공하는 경우에만 다음 단계에 속한 지역에서 망구축을 시작할 수 있다.

2015년 700MHz, 900MHz, 1.4GHz, 1.8GHz 대역 경매의 망구축의무 특징은 다운로드 속도 기준 도입과 전국 커버리지 수준의 의무를 부과했다는 점이다. 안테나 섹터 당 속도 50Mbps와 전국 인구(가구 기준) 커버리지 98% 달성이 요구되었다.

2019년 2.1GHz 및 3.5GHz 대역 경매의 망구축의무 특징은 2015년 경매의 망구축의무를 고려하여 다운로드 속도 기준이 상향된 100Mbps였고, 주요 도로, 농촌 지역 등 인구 커버리지 기준 측면에서 사업자의 투자 선호가 낮은 영역에 대한 구축 의무가 단계적으로 심화한다. 5G 망구축의무는 할당주파수가 아닌 기존 보유한 주파수로 이행하는 것이 허용된다. 특히 교통망에 대한 의무는 다른 사업자의 커버리지를 포함하여 충족할 수 있도록 허용하여 사업자 간 협력 가능성을 제고하고자 하였다. 물론 5G 서비스 개시를 위해서 1,000개 기지국을 5G 기지국으로 업그레이드하는 의무는 별도로 존재하였다.

이후 주파수할당은 두 차례 더 계획되어 있고 독일은 주파수할당을 활용하여 이동통신 네트워크를 더욱 고도화하고자 한다. 주파수 이용기간이 종료되기 전 소비자와 시장의 요구, 기술개발을 고려하여 네트워크 고도화를 촉진하는 할당조건을 설계할 계획이다.

31) 주파수경매의 망구축의무는 BNetzA 홈페이지를 참고

32) 1단계 인구 0.5만 명 미만 지역, 2단계 0.5~2만 명 지역, 3단계 2~5만 명 지역, 4단계 5만 명 이상 지역

〈표 4-9〉 독일 2010년 2015년 2019년 경매의 망구축의무

할당년도	대역	대역폭	망구축의무	이용종료
2010년	800MHz	60MHz	<ul style="list-style-type: none"> 인구 5000명 미만 지역부터 구축 개시 - 인구 커버리지 90% 달성 후 지역 확장 가능 전국 인구 커버리지 50% (2016. 1. 1일까지) 	2025년
	1.8GHz	50MHz	<ul style="list-style-type: none"> 인구 커버리지 - 25% (2014. 1. 1일까지) 	
	2.1GHz	58.8MHz	<ul style="list-style-type: none"> - 50% (2016. 1. 1일까지) 	
	2.6GHz	190MHz		
2015년	700MHz	60MHz	<ul style="list-style-type: none"> 안테나 섹터 당 다운로드 50Mbps (할당 후 3년) 	2033년
	900MHz	70MHz	<ul style="list-style-type: none"> 인구 커버리지 98% (할당 후 3년) 	
	1.5GHz	40MHz	<ul style="list-style-type: none"> 주별 인구 커버리지 97% (할당 후 3년) 연방고속도로, 철로 구축 (할당 후 3년) 	
	1.8GHz	100MHz	<ul style="list-style-type: none"> 기존 보유 주파수로 의무이행 가능 	
2019년	2.1GHz	120MHz	<ul style="list-style-type: none"> 1단계(2022년) <ul style="list-style-type: none"> - 주별로 가구 98%에 최소 100Mbps 제공 - 고속도로, 일부 연방도로에서 전송지연 최대 10ms 및 최소 100Mbps 속도 달성 - 승객수 2천 명/일 이상인 철로에서 최소 100Mbps 속도 달성 2단계(2024년) <ul style="list-style-type: none"> - 모든 연방 도로에서 전송지연 최대 10ms 및 최소 100Mbps 속도 달성 - 모든 주의 도로에서 전송지연 최대 10ms 및 최소 50Mbps 속도 달성 - 항만 및 내륙 수로 코어망의 전송속도 최소 50Mbps 달성 - 모든 철로에서 전송속도 최소 50Mbps 달성 기존 보유 주파수로 의무이행 가능 	2040년
	3.6GHz	300MHz		

자료: BNetzA 자료를 KISDI가 정리

5. 뉴질랜드: 2020년 3.5GHz 대역 주파수 직접할당

뉴질랜드는 1996년부터 이동통신을 포함한 여러 가지 용도의 주파수를 26차례 경매로 할당할 만큼 경매를 많이 활용하는 국가이다. 그러나 2023년 5G 이동통신을 위한 주파수는 경매를 거치지 않고 정부가 이동통신사업자와의 직접 협상을 통해서 할당하였다.

당초 뉴질랜드는 2017년에 주파수공급을 계획하였고 2019년에 3.41~3.8GHz 대역을 2020

년에 경매하기로 결정하였다. 다만 경매 대상 대역의 일부를 기존 이용자가 활용하고 있었다. 빠른 5G로의 활용을 위하여 기존 이용자가 존재하는 주파수를 경매할 수 없으므로 비어 있는 대역의 이용기간을 2020년 중반부터 2022년 10.31일까지 단기로 설정하고 할당한 후 기존 이용자의 이용기간이 종료되는 2022년 11월 이후 장기 주파수이용권이 부여할 계획이었다. 그러나 2020년 초 코로나19 발생으로 인해 경매실시가 어렵다고 판단하고 당초 경매 참여 의사를 밝힌 Spark사에 60MHz폭, 2Degrees사에 60MHz폭, DenseAir사에 40MHz폭의 주파수를 직접 할당하였다.³³⁾

2022년에 이르자 정부는 5G 망구축을 지속하고자 단기 이용권을 23년 6월 30일까지 연장하였다. 동시에 2023년 7월부터의 장기 이용권 할당을 위해 2023년 5월 이동통신사업자(Spark, 2degrees, One New Zealand)들과 협상하여 보다 빠르게 5G 네트워크를 구축하고 시골 지역에서 서비스 커버리지를 확대하기로 합의하였다.³⁴⁾ 합의의 주요 내용은 다음과 같다.³⁵⁾ MNO 3사(Spark, 2Degree, One New Zealand)는 3.46~3.8GHz 대역을 80MHz폭씩 할당받는다.³⁶⁾ 그 대신 각 사는 사업성이 부족한 시골 지역에서 이동통신 커버리지를 확대하기 위하여 제3자 공유인프라 사업자인 Rural Connectivity Group에 2023~2025년 동안 2,400만 뉴질랜드 달러(약 196억 원)씩을 제공한다. 반면, 참고로 최초 경매계획에서 주파수 유보 가격은 10MHz폭 당 25만 뉴질랜드 달러(약 2억 원)였다.

6. 프랑스: 2012년 800MHz 대역 경매, 2018년 주파수 심사할당, 2022년 3.5GHz 대역 경매

프랑스는 2012년 경매에서 망구축조건 동의 시 입찰액 할증, 2018년 이용기간 종료 주파수에 대한 망구축계획 비교심사, 2022년 경매에서 망구축의무 선택 시 유보가격에 주파수를 할당한 바 있다.

먼저, 2012년 800MHz 대역의 60MHz폭 주파수 경매는 기본 망구축의무에 추가적인 망투자

33) <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/auctions/completed-spectrum-auctions-1996-present/auction-20/>

34) <https://www.beehive.govt.nz/release/govt-speed-5g-rollout-regional-towns>

35) <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/current-projects/preparing-for-5g-in-new-zealand>

36) DenseAir는 장기 할당을 받지 않음에 따라 3.4~3.46GHz 대역은 할당되지 않음

계획 등 일련의 조건에 동의하는 입찰자의 입찰액을 할증하는 방식이었다(ARCEP, 2011). 동 경매의 직전에 시행되었던 2.6GHz 대역에서도 유사한 방식이 활용되었다. 경매는 4개 주파수 블록에 대한 밀봉입찰 방식으로 입찰자는 낙찰을 희망하는 모든 개별 블록 또는 블록조합에 입찰할 수 있다. 망구축의무는 기본적 의무와 추가 의무가 있었다. 동시에 모든 입찰에 대하여 입찰자는 추가 망구축의무에 동의 여부를 밝혀야 한다. 동의하는 경우 사전에 정해진 산식에 따라 계산된 가중치를 곱하여 실제 입찰액보다 높은 금액을 입찰한 것으로 간주하였다. 아래 가중치 계산식을 보면, 입찰한 블록의 개수가 많으면 오히려 가중치는 감소한다.³⁷⁾ 경매 결과 기존 이동통신 4개 사업자가 참여하여 4위 사업자인 Free Mobile을 제외한 3개 사업자가 주파수를 낙찰받았고 추가 망구축의무에 동의하였다.

망구축의무는 다음 표와 같다. 추가 의무는 기본 의무의 지역 구축 의무가 12년 90%에서 15년 95%로 상향된 것임으로 알 수 있다.

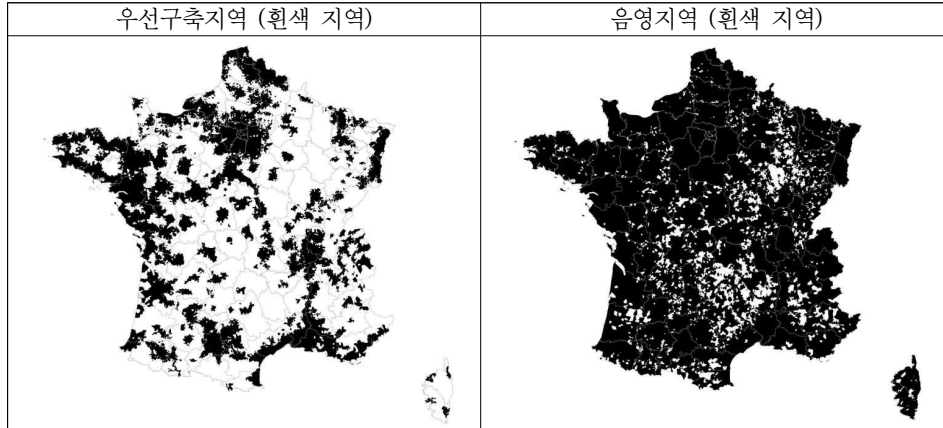
〈표 4-10〉 프랑스 800MHz 대역 경매의 망구축의무

망구축의무	커버리지 기준	참고
기본 의무	<ul style="list-style-type: none"> • (전국) 12년 내 98%, 15년 내 99.6% • (우선구축지역) 5년 40%, 10년 90% • (지역) 지역별로 12년 내 90% 	<ul style="list-style-type: none"> • 타 사업자와의 인프라·주파수 공유로 이행 가능 • 우선구축지역 외에는 보유한 다른 주파수 활용 가능
추가 의무	<ul style="list-style-type: none"> • (지역) 지역별로 15년 내 95% 	<ul style="list-style-type: none"> • 커버리지는 최고 다운로드 속도 기준 <ul style="list-style-type: none"> - 10MHz폭 보유 시 30Mbps, - 20MHz폭 이상 보유 시 60Mbps

자료: ARCEP(2011)

37) 입찰자는 입찰금액 뿐만 아니라 망투자 및 MVNO 허용 여부를 제시하고 정부는 '입찰금액 x Cmvno x CAdT'로 계산된 금액이 큰 순서에 따라 낙찰자 결정함. MVNO 허용 시 $Cmvno = 1+1/n$, 거부 시 $Cmvno = 1$ 이며, 망투자 계획 허용 시 $CAdT = 1+1/n$, 거부 시 $CAdT = 1$ 임. 여기서 n은 입찰한 블록(2x5MHz) 개수로 2x5MHz는 1, 2x10MHz는 2, 2x15MHz는 3의 값을 가짐

[그림 4-4] 프랑스 2012년 800MHz 대역 경매의 우선 구축지역



자료: ARCEP(2011)

2018년에는 이용기간이 종료되는 900MHz, 1.8GHz, 2.1GHz 대역을 기존 이용자에게 재할당하지 않고 비교심사를 통해 할당하였다(ARCEP, 2018b). 이러한 할당은 프랑스 정부와 이동통신사업자 간의 합의인 Mobile New Deal의 결과로, 사업자들은 이동통신 커버리지 확대와 품질 개선을 약속하였고 정부는 주파수면허를 경매하지 않고 할당하고 이용기간 동안 연간 주파수 면허료를 인상하지 않기로 하였다. 이용기간은 경매 주파수보다 짧은 10년이 부여되었다. 이는 주파수면허의 할당과 커버리지 약속을 교환한 것으로 볼 수 있다.

비교심사는 대역별로 이루어지되 대역별 주파수면허는 4개만 허용되었다. 만약 할당신청에서 적격인 사업자 수가 4개 이상인 경우 사업자 선정은 900MHz 대역은 밀봉입찰을 통해 입찰액을 기준으로 결정하고, 1.8GHz 대역은 열차 내의 커버리지 향상에 관한 약속, 2.1GHz 대역은 실내 커버리지 향상에 관한 약속을 기준으로 이루어진다. 만약 할당신청에서 적격이 사업자 수가 4개 미만인 경우 일부 대역폭은 할당되지 않고 유보하기로 결정하였다. 사업자별로 최종 할당되는 주파수 범위는 기존 이용 중인 주파수 대역이 고려되었다.

〈표 4-11〉 프랑스 900MHz, 1.8GHz, 2.1GHz 대역 경매의 커버리지 의무

커버리지 의무		세부 사항
할당 대역 무관하게 모든 사업자에 부여되는 의무		<ul style="list-style-type: none"> • 커버리지가 없거나 제한되는 5,000개 사이트(정부 제공)에 커버리지 확보(2,000개는 인프라공유로 이행) • 모든 사업자의 사이트에 4G 서비스 이용이 가능할 것
대역별 의무	900MHz	• 무선국 밀도 증가
	1.8GHz	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 도로 및 지역 철도망에 커버리지 확보 • 사업자는 통근열차에 대한 커버리지 약속을 제시 가능
	2.1GHz	<ul style="list-style-type: none"> • 사업자는 실내 커버리지 개선을 제시할 수 있음 • 사업자는 프랑스 정부부처에 커버리지 확대 약속을 제시 가능
망공유		• 커버리지가 없거나 부족한 지역(정부가 제시)에서 신규 무선국 구축 시 다른 사업자의 공유의사를 확인하고 합리적인 수동인프라 공유 요청을 수락할 것
서비스 품질		<ul style="list-style-type: none"> • 2×10MHz폭 이상 보유 시 이론 최대 다운로드 속도 60Mbps 달성 • 2×5MHz폭 보유 시 이론 최대 다운로드 속도 30Mbps 달성 • 900MHz 및 1.8GHz 대역은 실외 접속성공률 95% 이상

자료: ARCEP(2018a)

2020년 5G 3.5GHz 대역 경매에서는 망구축의무를 부여하면서 추가로 의무에 입찰하는 단계를 경매에 포함시켰다. 3.5GHz 대역 310MHz폭에 대한 경매는 총 3단계로 구성되었다. 1단계에서는 50MHz폭 4개 블록에 대하여, 할당 신청서에 제시된 서약(Commitments) 옵션을 모두 선택하는 경우 유보가격(블록당 3.5억 유로)에 주파수를 할당한다. 정확하게 말하면 1단계는 경매가 아니라 정부가 제시한 망구축의무를 선택하는 경우 유보가격에 직접 할당할 수 있는 방식이다. 만약 1단계에서 5개 이상의 사업자가 경매에 참여하는 경우 밀봉입찰을 통해 4개 사업자를 선정하되, 차가방식(second price rule)을 적용하여 입찰액이 5번째로 높은 사업자의 입찰액을 4번째로 높은 금액을 입찰한 사업자의 낙찰가로 결정한다. 4개 사업자가 모두 입찰에 참여하면 200MHz폭은 1단계에서 할당되고 잔여 대역폭이 2단계에서 경매된다. 2단계와 3단계는 통상적인 CCA 경매로 3단계에서 1단계와 2단계에 낙찰된 블록의 세부 주파수 범위를 결정한다.

기본 망구축의무는 서비스 개시, 무선국 구축, 도로망 커버리지, 전송속도 향상을 포함한다. 2020년 말까지는 최소 2개 도시에 5G 서비스를 개시하고 이후 2022년, 2024년, 2025년 말까지 각각 3,000국, 8,000국, 10,500국의 기지국을 구축하도록 하였다. 구축 지역의 경

우 2023년 이후 구축되는 기지국의 25%는 저밀도 지역과 주요 도시 외곽의 산업 지역에 설치하여야 한다. 속도 측면에서는 2022년까지 기지국의 75%는 최소 240Mbps, 2025년까지 기지국의 90%가 최소 240Mbps를 달성하는 것으로 속도 기준은 유지하면서 매년 기지국 수 비율이 상승한다.

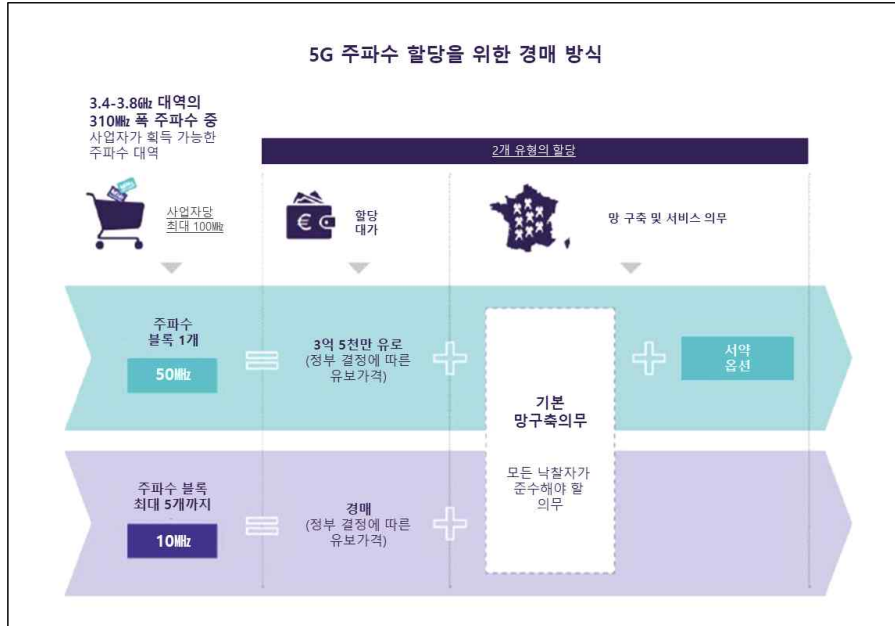
1단계에서 입찰자가 선택하는 의무는 2023년 말까지 네트워크 슬라이싱 등 기술을 활용한 맞춤형 상용서비스를 제공할 것, 스몰셀 공유를 통한 실내 커버리지 개선 등이었다.

〈표 4-12〉 프랑스 3.5GHz 대역 기본 망구축의무

구분	주요 내용
서비스 개시	<ul style="list-style-type: none"> • 2020년말까지 15만 명 이상인 지역 2개에서 면적 50%에 서비스 개시 • 10MHz폭당 이론적 다운로드속도 최소 100Mbps, 전송지연은 5ms 이하
무선국 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 2022년 12월 31일까지 3,000개 사이트 구축 • 2024년 12월 31일까지 8,000개 사이트 구축 • 2025년 12월 31일까지 10,500개 사이트 구축 (10MHz폭당 이론적 다운로드속도 최소 100Mbps, 전송지연은 5ms 이하) • 2030년 모든 사이트에서 10MHz폭당 이론적 다운로드속도 최소 100Mbps, 전송지연은 5ms 이하 달성(기보유 주파수 활용 가능)
커버리지	<ul style="list-style-type: none"> • 2025년 12월 31일 또는 2027년 12월 31일까지 모든 고속도로에서 100Mbps 제공 • 2027년 12월 31일까지 모든 주요 도로에 100Mbps 제공
전송속도 향상	<ul style="list-style-type: none"> • 2022년 12월 31일까지 사이트의 75% 이상에서 최소 240Mbps 제공 • 2024년 12월 31일까지 사이트의 85% 이상에서 최소 240Mbps 제공 • 2025년 12월 31일까지 사이트의 90% 이상에서 최소 240Mbps 제공 • 2030년 12월 31일까지 모든 사이트에서 최소 240Mbps 제공

자료: ARCEP(2019)

[그림 4-5] 프랑스 3.5GHz 대역 경매 방식



자료: ARCEP(2019) 재구성

제 5 장 향후 주파수할당의 정책방향

우리나라 이동통신 네트워크는 커버리지, 전송속도 등의 통신품질 측면에서 세계 최고 수준이다. 미래에도 우리나라 이동통신 네트워크가 오늘날과 같은 세계 최고 수준을 유지할 수 있을지 안심할 수 없는 상황이다.

2019년 세계 최초로 5G 서비스를 개시한 이래 3.5GHz 대역 광대역 주파수를 적극 활용하여 이동통신 3사는 5G 기지국을 각각 10만 국 이상 구축하였다. 그럼에도 3GHz 대역 이하의 4G 이동통신과 달리, 3.5GHz 대역의 전파 특성으로 인해 실외 기지국을 활용하여 건물 내 커버리지를 충분히 확보하기 어렵기 때문에 5G 서비스 커버리지는 4G에 미치지 못하고 있다. 또한, 4G 주파수로 5G 서비스 성능을 보완하는 NSA 방식의 망구조로 인하여 5G SA 본격 도입을 통한 5G 네트워크 고도화가 지연되고 있다.

주파수는 이동통신 서비스의 필수적인 요소로 전과정책은 네트워크 고도화에 중요한 역할을 할 수 있다. 특히, 주파수할당 시 망구축 의무를 부여할 수 있기 때문에 할당정책을 통해 다양한 사회경제적 목표를 실현할 수 있다. 본 연구는 향후 우리나라 이동통신 네트워크 고도화를 촉진하기 위한 전과정책 방향으로 다음의 사항을 제안한다.

첫째, 정부는 주파수할당과 연계된 네트워크 고도화 로드맵을 마련할 필요가 있다. 로드맵은 이동통신사업자 입장에서 미래 정책에 대한 불확실성을 낮추어 중장기 투자 계획을 결정하는 데 도움이 될 수 있다. 정부 입장에서는 주파수할당 시 중장기적인 전략을 가지고 주파수할당 정책을 지속적이고 일관성 있게 추진할 수 있다. 우리나라는 4G 이동통신 초기에 향후 주파수확보와 공급 계획을 제시한 모바일광개토플랜을 시작으로 주파수 확보 계획을 대략 3~4년 주기로 수립하여 시장에 발표하고 있다. 그러나 주파수의 공급 시점은 시장 수요, 생태계 준비 상황 등에 따라 가변적이므로 미리 정하기 어렵다. 반면 이미 할당된 주파수는 이용기간이 끝나는 시점이 정해져 있어 네트워크 계획과 연계가 용이하다. 로드맵 마련 시 목표의 타당성, 기술·경제적 달성 가능성, 소요되는 비용 등을 고려하여 정부와 사업자 간 협의와 공감대를 형성할 필요가 있다.

둘째, 주파수할당 시 할당 대상 주파수를 활용한 네트워크 구축뿐만 아니라 전체 네트워크 고도화 차원에서 접근할 필요가 있다. 우리나라는 2018년 3.5GHz 대역 할당 시 무선국 구축 의무 4.5만 국을 부여하여 초기에 빠른 네트워크 구축을 촉진하였고, 2021년 4G 주파수 재할당정책에서는 5G 무선국 수를 12만 국 달성 시 재할당대가를 최대로 인하함으로써 사업자에 5G 네트워크 확대를 유도하였다. 뒤이어 2022년 3.4~3.42GHz 대역을 LGU+에 할당하면서 이미 보유한 3.42~3.5GHz 대역을 활용하여 15만 국을 달성할 수 있도록 허용하였다. 이러한 경험을 체계화하고 제도적으로 뒷받침할 필요가 있다. 전체 네트워크 고도화를 목표로 체계적으로 접근하기 위해서는 앞서 제안한 네트워크 고도화 중장기 로드맵이 전체될 필요가 있다. 또한 정부가 네트워크 구축 수준을 파악하기 위해서 모니터링과 데이터 확보가 필요하다. 제도 측면에서 할당대상 주파수를 활용하지 않고 기존 보유한 주파수로도 의무 이행을 허용하는 것, 새로운 주파수할당 시 정책 목표와 환경 변화를 고려하여 필요하다면 과거 할당의 의무를 조정할 수 있는 법적 근거를 마련하는 것이 필요할 수 있다.

셋째, 주파수할당을 통한 네트워크 투자에 인센티브 도입 검토가 필요할 수 있다. 주파수할당의 망구축의무는 할당받은 주파수를 단순 보유하지 않도록 필요 최소한으로 부과하는 것으로도 이해될 수 있으나 점차 사회경제적으로 필요한 통신 네트워크를 확보하는 것으로 무게 중심이 옮겨가고 있다. 필수적이고 기본적인 네트워크 구축이 이루어진 후 시장실패가 발생하는 영역 또는 구축이 상당히 지연될 것으로 예상되는 영역에 대한 투자에 다양한 인센티브가 고려될 수 있다. 4장에서 살펴본 바와 같이 해외에서는 할당대가와 네트워크 구축을 연계하는 사례가 다수 발견되었다. 우리나라에서는 망구축의무는 아니나 2021년 4G 주파수 재할당정책에서 사업자에게 더 많은 5G 무선국을 구축하면 더 낮은 재할당대가를 적용받는 인센티브를 제공한 바 있다. 정부는 망구축의무에 상응하는 인센티브를 결정해야 할 것인데, 망구축의무에 비용이 소요되므로 다른 재원을 활용하기 보다는 사업자가 부담할 할당대가의 인하를 인센티브로 제공하는 것이 합리적인 측면이 있다. 이는 해외 사례에서도 확인된다. 그리고 정부는 주파수할당 시점에 미리 인센티브를 제공하고 이후 이행점검을 통해 정산하거나, 할당한 후 망구축 조건 충족 시 인센티브를 제공할 수 있다. 전자의 방식은 투자 재원이 많이 요구되는 망구축 초기 단계에 사업자의 현금흐름을 개선시킬 수 있다는 장점이 있고 후자의 방식은 여러 마일스톤을 설정함으로써 단계적 인센티브 구조를 설계할 수 있다는 장점이 있다고 판단된다. 한편, 정부는 인센티브가

필요한 영역을 파악하기 위하여 이동통신사업자의 망구축 추이, 지역별 주파수 활용 현황을 체계적으로 파악할 필요가 있다.

다섯째, 다양한 망구축의무 기준을 개발하고 할당 대상 주파수의 특성과 네트워크에서 역할을 고려하여 적절한 기준을 활용하는 것이 필요하다. 해외에서는 속도, 특정 장소, 커버리지 등 다양한 기준을 활용하고 있는 반면, 우리나라는 무선국 구축 수량 기준을 망구축의무로 부여해 왔다. 무선국수 기준은 이동통신사업자에 망구축 자율성을 제고하고 정부 입장에서 객관적이고 논란이 적고 이행점검이 용이하다는 장점이 있다. 그 결과 우리나라는 다른 나라 대비 많은 수의 무선국을 구축하여 커버리지, 속도 등에서 세계 최고 수준의 이동통신 네트워크를 확보할 수 있었다. 그러나 5G에서는 3.5GHz 대역의 광대역 주파수에 많은 실외 무선국이 구축된 상황에서 추가로 실내 커버리지 확대, 5G SA 도입 등의 과제는 무선국 수 의무로만 해소하는데 한계가 있다. 현행 이행점검은 무선국 수에 맞춰져 있기 때문에 새로운 기준 도입을 위해서는 관련 제도의 변화도 요구된다.

마지막으로 네트워크 고도화와 서비스 제공 측면에서 주파수 대역의 역할을 고려하여 대역별로 차별적인 망구축의무를 설정할 수 있다. 최근 ITU의 세계전파통신회의(WRC-23)에서는 6G 후보 주파수 대역으로 우리나라가 제안한 4.4~4.8GHz, 7.125~8.5GHz, 14.8~15.35GHz 대역이 채택되었다. 주파수 대역이 높아질수록 커버리지 확보에 더 많은 기지국이 필요하여 투자 부담이 증가하는데, 6G 후보 대역은 현재 4G 대역은 물론 5G 중대역보다 높은 대역으로 전국적인 서비스를 위해서는 막대한 투자가 필요할 수 있고 그에 따라 커버리지는 5G가 제공하거나 저대역 주파수를 6G로 활용하는 등 다양한 가능성이 논의되고 있다. 음성통화 중심이었던 3G까지 이동통신은 하나의 주파수 대역만 있어도 서비스를 제공할 수 있었으나, 데이터 트래픽이 급증한 4G 이동통신부터는 저대역 주파수로 커버리지를 확대하고 대역폭이 넓은 고대역 주파수는 인구 밀집지역에서 트래픽 처리 용량을 늘리는 역할을 하였다.³⁸⁾ 우리나라는 전국망이 구축된 4G가 5G 커버리지를 보조하고 3.5GHz 대역이 5G 용량과 속도를 제공하고 있는 반면, 해외에서는 이동통신사업자가 저·중·고대역 주파수 포트폴리오가 형성한 경우가 많다. 유럽은 5G 주파수를 공급할 때, 커버리지는 700MHz 대

38) 4G에서 유럽은 커버리지는 800MHz 대역, 트래픽 처리 용량은 2.6GHz 대역이 담당하였고, 우리나라는 800MHz 및 1.8GHz 대역이 전국 커버리지를 담당하고 2.1GHz 및 2.6GHz 대역은 트래픽 밀집 지역 구축됨

역, 커버리지 및 5G 용량을 위한 3.4~3.8GHz, 대용량 초고속 전송을 위한 28GHz 대역으로 주파수 포트폴리오 구성을 지원하였다. 미국 T-Mobile의 5G 네트워크는 600MHz 대역에서 커버리지를 확보하고 2.5GHz 대역을 활용하여 5G 성능을 높이고 mmWave 대역은 트래픽 밀집 지역에서 특화된 서비스 제공에 활용하는 주파수 포트폴리오를 활용하고 있다. 5G에서 3GHz 이상 대역이 이동통신으로 개발되고 6G에서 더 높은 대역을 활용하게 되면 이동통신에서 주파수대역별 역할은 한층 더 세분화될 수 있다. 이동통신사업자는 여러 대역을 보유하고 있어 서비스 제공에 최적화된 네트워크를 비용 효율적으로 구축할 수 있다. 저대역 주파수에는 인구 커버리지 비율 등 커버리지 확대를 촉진할 수 있는 의무를 부여하고 용량 주파수에는 전송속도 등 기준을 적용하는 등 성능향상에 특화된 기준을 고려할 수 있다.

4G 이동통신 시대에 우리나라는 유럽 등과 달리 무선 인터넷에 수요의 급증과 이동통신 사업자 간의 치열한 인프라 경쟁으로 전국적으로 고도화된 이동통신 네트워크를 조기에 확보하는데 큰 장애물은 없었다. 5G 이동통신에서는 투자비 절감과 커버리지 조기 확보를 위하여 이동통신 3사는 인구가 매우 적은 지역을 분담하여 5G 네트워크 구축하였다. 앞으로 6G 이동통신에서는 인구 감소와 고령화로 인하여 네트워크 구축이 어려운 지역이 더욱 늘어날 수 있다. 인구가 밀집된 지역은 설비기반경쟁이 유지되어 네트워크 구축에 어려움이 없을 것이나 시골 등 인구가 적은 외곽지역에 대한 네트워크는 구축되지 않거나 구축이 지연될 수 있다. 이동통신 네트워크를 고도화하고 필수적인 서비스를 유지시켜 나기 위하여 주파수할당 정책의 변화와 역할 강화를 선제적으로 모색할 시점이라 판단된다.

제 6 장 정부정책반영현황

향후 주파수할당 법제도 개정, 2026년 이용기간이 만료되는 4G 주파수할당 정책, 향후 5G 주파수할당 정책 수립 등에 참고자료로 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

[국내 문헌]

과학기술정보통신부, “무선 통신서비스 통계 현황”.

관계부처 합동(2022), 『대한민국 디지털 전략』, 2022. 9.

_____ (2023), “디지털 심화 시대를 이끌어갈 K-Network 2030 전략”, 2023. 2.

여재현 외(2023), 『이동통신 네트워크 인프라 산업 생태계의 전환 방향 연구』, 정보통신정책연구원, 기본연구 23-11.

정보통신정책연구원(2023), “5G 28GHz 신규사업자 주파수 할당계획(안) 공개토론회 발표 자료”, 2023. 7. 11.

[해외 문헌]

Analysis Mason(2022). “Review of market mechanisms as applied to mobile spectrum in the UK”, Final report for UK Spectrum Policy Forum.

_____ (2011). Décision n° 2011-0600.

_____ (2012). Décision n° 2012-0038.

_____ (2018a) Décision n° 2018-0684.

_____ (2018b). Décision n° 2018-1306.

_____ (2019). Décision n° 2019-1386.

_____ (2020). DOSSIER DE PRESSE.

Bahia, Kalvin & Castells, Pau (2022). “The impact of spectrum assignment policies on consumer welfare”, Telecommunications Policy, Vol. 46.

CRA(2023). “Spectrum Licence Duration and Capital Investment”, An empirical assessment.

CTA(2023). “Connecting Canadians through resilient networks”, 2023. 11.

Ericsson(2021). “Leveraging the Potential of 5G Millimeter Wave”, 2021. 1.

- Ericsson(2023). "Mobile Report 2023. 11". 2023. 11.
- EC(2016a). "Connectivity for a Competitive Digital Single Market – Towards a European Gigabit", 2016. 9. 14.
- ___(2016b). "5G for Europe: An Action Plan", 2016. 9. 16.
- ___(2021). "2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade", 2021. 3.
- ___(2024). "How to master Europe's digital infrastructure needs, White Paper", 2024. 2.
- ENTO(2023). "STATE OF DIGITAL COMMUNICATIONS 2023", 2023. 2.
- ___(2024). "STATE OF DIGITAL COMMUNICATIONS 2024", 2024. 1.
- FCC(2018a). "The FCC's 5G FAST Plan", Plan, 2018. 9.
- ___(2018b). "Declaratory Ruling and Third Report and Order", 2018. 9. 16.
- GSA(2024). "5G Market Snapshot", 2024. 3.
- GSMA(2017). "Assessing the impact of mobile consolidation on innovation and quality", 2017. 7.
- ___(2020). "Mobile market structure and performance in Europe Lessons from the 4G era", 2020. 2.
- ___(2022). "Best Practice in Mobile Spectrum Licensing", 2022. 2.
- ___(2024a). "Energising Mobile Network Investment", 2024. 2.
- ___(2024b). "Spectrum Policy Trend 2024", 2024. 2.
- ___(2024c). "The Mobile Economy 2024", 2024. 2.
- Jeanjean, Francois & Lebourges, Marc & Liang, Julienne(2019). "The impact of licence duration on tangible investments of mobile operators", Telecommunications Policy, Vol. 43(9).
- Myers, Geoffrey(2023). "Spectrum Auctions: Designing markets to benefit the public, industry and the economy", London: LSE Press.
- Nkom(2018). Award of frequencies in the 700 MHz and 2.1 GHz frequency bands.
- ___(2021). Overordnede rammer for tildelingen av 2,6 GHz- og 3,6 GHz-båndene.
- Ofcom(2012). The award of 800 MHz and 2.6 GHz spectrum, Information Memorandum.
- ___(2018). Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands, Consultation.

Ofcom(2020). Market structure, investment and quality in the mobile industry, Economics Discussion Paper Series, Issue Number 1.

_____ (2023). Mobile spectrum licence duration and mobile network operators' investment decisions, Economic Discussion Paper Series, Issue Number 7.

Opensignal(2024). "Mobile network speeds leaped ahead in 2023, but some markets lag behind", 2024.2.

Qualcomm(2020). "Deploying 5G NR mmWave to unleash the full 5G potential", 2020. 10.

_____ (2022). "Scaling 5G to new frontiers with NR-Light", 2022.7.14.

SDFI(2016). 1800 MHz-auktion, Informationsmemorandum.

_____ (2021). 1500 MHz-, 2100 MHz-, 2300 MHz-, 3,5 GHz- og 26 GHz-auktionen, Informationsmemorandum.

The White House(2023). "National Spectrum Strategy", 2023. 11. 13.

총무성(2023). "디지털변革時代の電波政策懇談会 5 G ビジネスデザインワーキンググループ報告書(案)", 2023. 7.

[홈페이지]

과학기술정보통신부 홈페이지(www.msit.go.kr).

노르웨이 통신국(Nkom) 홈페이지(<https://nkom.no/>).

덴마크 데이터 공급 및 인프라 기관(SDFI) 홈페이지(<https://sdfi.dk/>).

독일 연방통신청(BNetzA) 홈페이지(<https://www.bundesnetzagentur.de>).

중국 산업정보통신부(MIIT) 홈페이지(<https://www.miit.gov.cn/>).

한국정보통신기술협회 TTA 홈페이지(<https://www.tta.or.kr>).

Ericsson 홈페이지(<https://www.ericssonlg.com/ko>).

OMDIA World Cellular Information Series(WCIS) Data Dashboard
(<https://omdia.tech.informa.com/om011735/world-cellular-information-series-wcis-data-dashboard>).

● 저 자 소 개 ●

김 지 환

- 서울대 재료공학과 석사
- 서울대 기술경영경제정책 박사
- 현 정보통신정책연구원 연구위원

김 상 용

- 츠쿠바대 사회시스템공학 석사
- 츠쿠바대 사회시스템·매니지먼트 박사
- 현 정보통신정책연구원 연구위원

조 수 정

- 연세대 경제학과 석사
- 현 정보통신정책연구원 연구위원

여 재 현

- KAIST 경영과학과 석사
- KAIST 산업공학과 박사
- 현 정보통신정책연구원 선임연구위원

박 지 현

- 서울대 경제학과 석사
- University of California, Davis 경제학 박사
- 현 정보통신정책연구원 연구위원

방송통신정책연구 RS-2023-00303459

디지털 전환시대의 이동통신 망 고도화 촉진을
위한 이동통신 주파수 정책 방안 연구
(A Study on Spectrum Policy for the Advancement
of Mobile Network in the Digital Age)

2024년 3월 일 인쇄

2024년 3월 일 발행

발행인 과학기술정보통신부 장관

발행처 과학기술정보통신부

세종특별자치시 갈매로 477 정부세종청사

Homepage: www.msit.go.kr

인쇄 인성문화
