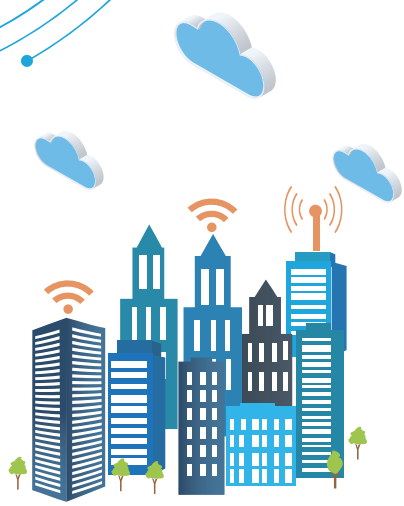
5G 이용 활성화 및 차세대 이동통신 표준화 선도 연구



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「5G 이용 활성화 및 차세대 이동통신 표준화 선도 연구」과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2022. 12. 31.

연구책임자 : 임재우(미래전파기술팀 이동통신담당)
연 구 원 : 정기형(미래전파기술팀 이동통신담당)
서용석(미래전파기술팀 이동통신담당)

요 약 문

세계 최초 5G 상용화(2019년 4월) 이후 코로나 사태는 세계적으로 디지털 대전환을 가속화 하고 있으며 5G는 이전 세대의 통신기술과 달리 다양한 영역의 산업 전반에서 새로운 혁신을 견인하는 디지털 대전환의 핵심 인프라 기술로 자리매김하고 있다.

이에 국립전파연구원은 이음5G를 포함한 5G 주파수 공급에 필요한 간섭분석과 이동통신 무선설비 기술기준 등 국내 주파수 이용 관련 세부 제도를 정비하고 국내 5G 기술과 주파수 사항은 물론 차세대 이동통신을 준비하기 위한 ITU 등 국제표준화를 선도하는 업무를 수행하고 있다.

본 보고서에서 2022년도에 수행한 “5G 이용 활성화 및 차세대 이동통신 표준화 선도연구” 결과를 중심으로 기술하였다. 2022년 9월 eSIM 도입과 2022년 11월 3.4㎓대역 5G 추가 주파수 할당 정책, 5G 통신품질 향상을 위한 5G 단말기 출력 상향을 위한 관련 기술기준 개정을 추진하고 관련 최신 국제 규정에 부합하도록 적합성 평가를 위한 기술기준 시험방법도 정비하였다. 아울러 이음5G 수요기업에 적정 주파수 공급에 필요한 간섭분석과 국제적 무선국 보호를 위한 혼·간섭 연구 등 관련 업무를 수행하였다. 아울러, 최초 5G에 이어 6G에서도 글로벌 경쟁력을 확대해 나가기 위한 ITU 및 APT 국제회의 의장단 활동을 포함한 국제표준화를 추진하였다.

본 보고서는 5G 이용 활성화를 도모하고 차세대 이동통신을 준비하는데 필요한 참고 자료로 활용될 것이다.

목 차

제1장 서론 ····· 1

제2장 5G 이용 활성화를 위한 기술기준 및 혼·간섭 분석 연구 ····· 5

제1절 5G 무선설비의 기술기준·시험방법 개정 ····· 5

1. 「전기통신사업용 무선설비의 기술기준」 개정 ····· 5
2. 이동통신 적합성 평가 시험방법 개정안 마련 ····· 12

제2절 이음5G 주파수 공급을 위한 간섭분석 및 국제등록 ····· 17

1. 이음5G 할당·지정 주파수 이용 타당성 분석 ····· 17
2. 국내 무선국 주파수의 국제등록 추진 ····· 39

제3장 차세대 이동통신 국제 표준화 대응 ····· 43

제1절 미래 이동통신 기술 표준화 대응 강화 ····· 43

1. 6G 비전 개발 선도 ····· 43
2. 6G 미래 기술 트렌드 보고서 개발 완료 ····· 48
3. 6G 비전 워크숍 개최 ····· 50
4. 6G 주파수 동향 ····· 51

제2절 WRC-23 이동통신 의제 대응 ····· 59

1. ITU 표준화 대응 ····· 60
2. APT 아태지역 표준화 대응 ····· 76

제4장 결론 ····· 85

참고문헌 ····· 86

National Radio Research Agency

표 목 차

[표 2-1] 전기통신사업용 무선설비의 기술기준 신·구 조문 대비표 ····· 8
[표 2-2] 5G NR 이동통신 무선설비 전도 시험방법 신·구 조문 대비표 ····· 12
[표 2-3] 5G NR 이동통신 무선설비 복사 시험방법 신·구 조문 대비표 ····· 14
[표 2-4] 주요국 이동통신 무선설비의 환경적 조건 비교 ····· 15
[표 2-5] 무선설비 적합성 평가 시험방법 신·구 조문 대비표 ····· 15
[표 2-6] 5G 이동통신과 이음5G 비교 ····· 17
[표 2-7] 네이버클라우드 이음5G 신청 내용 ····· 19
[표 2-8] 이음5G 주파수 할당 · 지정 현황 ····· 20
[표 2-9] 이음5G 주파수 할당 분야 및 서비스 내용 ····· 21
[표 2-10] 이음5G 주파수 지정 분야 및 서비스 내용 ····· 24
[표 2-11] 신청 무선국 제원(수요기업 A) ····· 27
[표 2-12] 4.7㎓/28㎓ 대역 설치 장비 현황 ····· 28
[표 2-13] 4.7㎓ 대역의 타 무선국 운용현황 ····· 29
[표 2-14] 4.7㎓ 대역 출력에 따른 전파 커버리지(옥내) ····· 31
[표 2-15] 4.7㎓ 대역 출력에 따른 전파 커버리지(옥외) ····· 32
[표 2-16] 28㎓ 대역의 타 무선국 운용현황 ····· 35
[표 2-17] 28㎓ 대역 출력에 따른 전파 커버리지 ····· 36
[표 3-1] 6G 비전(안) 시나리오 요약 ····· 38
[표 3-2] 6G 비전(안) 핵심 성능 지표 요약 ····· 44
[표 3-3] 미래 이동통신(6G) 기술 트랜드 보고서 개요 ····· 47
[표 3-4] 3GPP의 7-24㎓ 대역 5G 구축 시나리오 별 시스템 특성 ····· 48

[표 3-5] 미국 12 GHz 대역 관련 주요 이해 관계자 현황 ····· 52
[표 3-6] 6425-7125㎒ 대역 IMT와 타업무 간 간섭분석 ····· 54
[표 3-7] 3.3-3.4㎓, 3.6-3.8㎓ 대역 IMT와 타업무 간 간섭분석 ····· 62
[표 3-8] 10-10.5㎓ 대역 IMT와 타업무 간 간섭분석 ····· 63
[표 3-9] 21.5 조항 관련 주요국 입장 차이 ····· 64
[표 3-10] 의제 1.1(4.8㎓ 이동통신 대역) 관련 개발된 해결방안 ····· 67
[표 3-11] 의제 1.2(3300-3400㎒, 1지역) 관련 개발된 해결방안 ····· 68
[표 3-12] 의제 1.2(3300-3400㎒, 2지역) 관련 개발된 해결방안 ····· 69
[표 3-13] 의제 1.2(3600-3800㎒, 2지역) 관련 개발된 해결방안 ····· 70
[표 3-14] 의제 1.2(6425-7025㎒, 1지역) 관련 개발된 해결방안 ····· 70
[표 3-15] 의제 1.2(7025-7125㎒, 글로벌) 관련 개발된 해결방안 ····· 70
[표 3-16] 의제 1.2(10-10.5㎓, 글로벌) 관련 개발된 해결방안 ····· 71
[표 3-17] 의제 1.4(HIBS 이용) 관련 개발된 해결방안 ····· 71
[표 3-18] 의제 1.4(694-960㎒) 관련 이슈 사항 ····· 71
[표 3-19] 의제 1.4(1710-1885㎒) 관련 이슈 사항 ····· 72
[표 3-20] 의제 1.4(1885-1980㎒, 2010-2025㎒, 2110-2170㎒) 관련 이슈 사항 ····· 72
[표 3-21] 의제 1.4(2500-2690㎒) 관련 이슈 사항 ····· 72
[표 3-22] 의제 1.2 지역기구별 잠정입장 현황 ····· 74
[표 3-23] 6G 후보주파수 발굴 WRC-27 의제화 관련 현황 ····· 75

National Radio Research Agency

그 림 목 차

[그림 2-1] USIM과 eSIM 비교 ····· 6
[그림 2-2] 5G 통신품질 저하 현상과 5G 커버리지 향상 ····· 7
[그림 2-3] 3.5㎓ 대역 5G 이동통신 주파수 할당 현황 ····· 7
[그림 2-4] 이음5G(특화망) 예시 (스마트팩토리) ····· 18
[그림 2-5] 이음5G(특화망) 활용 분야 ····· 18
[그림 2-6] 네이버클라우드 이음5G(특화망) 제공 서비스 ····· 19
[그림 2-7] 수요기업 A의 이음5G 통신 네트워크 개념도 ····· 27
[그림 2-8] 4.7㎓/28㎓ 대역 장비·안테나 배치 구역 ····· 28
[그림 2-9] 신청 이음5G 무선국과 타 이음5G 무선국(네이버)간 이격거리 ····· 30
[그림 2-10] 신청 이음5G 무선국과 타 이음5G 무선국(네이버)간 패스프로파일 ····· 30
[그림 2-11] 이음5G 무선국(EIRP 14~32dBm, 1동, 2동, 헬스케어동 등)의 서비스 영역 ·· 31
[그림 2-12] 이음5G 무선국(EIRP 14~32dBm, 1동, 2동, 헬스케어동 등)의 조정 영역 ····· 32
[그림 2-13] 이음5G 무선국(EIRP 40dBm, 2동 옥탑층)의 서비스 영역 ····· 33
[그림 2-14] 이음5G 무선국(EIRP 40dBm, 2동 옥탑층)의 조정 영역 ····· 33
[그림 2-15] 이음5G 무선국(EIRP 30dBm, 2동 옥탑층)의 서비스 영역 ····· 34
[그림 2-16] 이음5G 무선국(EIRP 30dBm, 2동 옥탑층)의 조정 영역 ····· 34
[그림 2-17] 신청 이음5G 무선국과 5G 이동통신용 실험국(삼성전자)간 이격거리 ····· 35
[그림 2-18] 신청 이음5G 무선국과 5G 이동통신용 실험국(삼성전자)간 패스프로파일 ····· 36
[그림 2-19] 이음5G 무선국(EIRP 55dBm, 1동)의 서비스 영역 ····· 37
[그림 2-20] 이음5G 무선국(EIRP 55dBm, 1동)의 조정 영역 ····· 37
[그림 2-21] 이음5G 무선국(EIRP 39dBm, 1동)의 서비스 영역 ····· 38

[그림 2-22] 이음5G 무선국(EIRP 39dBm, 1동)의 조정 영역 ····· 38
[그림 3-1] 6G 비전 워크숍 주요 키워드 ····· 51
[그림 3-2] 3GPP의 7-24 ㎓ 대역의 세부 특성 범위 구분 ····· 52
[그림 3-3] CTIA 권고 5G 확장 대역 ····· 56
[그림 3-4] 10-10.5 ㎓ 대역의 주파수 분배 및 이용현황 ····· 59
[그림 3-5] 4800-4990㎒대역의 기존 항공이동/해상이동업무 보호방안 검토 ····· 62
[그림 3-6] 6425-7125㎒ 대역 고정, 고정위성, 우주연구, 우주운용업무 보호방안 ····· 63
[그림 3-7] 3.3-3.4㎓, 3.6-3.8㎓ 대역 무선측위, 고정위성, 고정 보호방안 ····· 64
[그림 3-8] 10-10.5㎓ 대역 대역 지구탐사위성(수동/능동), 무선측위 보호방안 ····· 65
[그림 3-9] HIBS의 개념도 ····· 65
[그림 3-10] 3-7㎓ 대역 국내외 주파수 이용 현황 ····· 73
[그림 3-11] 3.1-4.2㎓ 대역 국내 주파수 이용 현황 ····· 74
[그림 3-12] 6G 후보 주파수 대역 검토 ····· 75
[그림 3-13] 470-698㎒ 대역 조화주파수 배치 ····· 76
[그림 3-14] 3.3㎓/4.8㎓ 대역 관련 논의 ····· 77
[그림 3-15] 2.1㎓ 대역 관련 논의 ····· 77

National Radio Research Agency

5G

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제1장
서론

National
Radio
Research
Agency

제1장 서 론

과학기술정보통신부는 대국민 5G 서비스 속도를 향상시키고 상당한 5G 설비 투자를 촉진하기 위해 2022년 6월에 3.4~3.42㎓ 대역(20㎒폭) 5G 주파수에 대한 추가공급을 확정하고 할당계획을 공고하였다. 이어 9월에는 세계적 eSIM 확산 추세에 맞춰 국내 이용자의 편익을 제공하기 위한 스마트폰 eSIM 서비스를 시행하였다. 국제전기통신연합 ITU는 2030년에 도래하게 될 미래 6G 시대를 준비하기 위한 6G 표준화 논의를 시작하였다.

이에 본 보고서에서는 2022년도에 자체 과제로 수행한 「5G 이용 활성화 및 차세대 이동통신 표준화 선도 연구」 결과를 중심으로 기술하였다. 2장에서는 5G 이용 활성화를 위한 기술기준 및 혼·간섭 분석 연구 결과를 기술하였으며 2장 1절에는 5G 추가 주파수 공급 및 스마트폰 eSIM 도입 정책, 3.5㎓ 대역 5G 단말기 출력 상향 및 시험 간소화 산업계 수요에 따라 이동통신 무선설비가 적시에 공급될 수 있도록 이동통신 무선설비의 기술기준·시험방법 개정에 관한 사항을 기술하였다. 2장 2절에서는 이음5G 주파수 공급시 요구되는 기존 업무와의 간섭분석과 적정 서비스 커버리지 등 기술적 검토 사항과 인접국 등 외래 전파의 간섭으로부터 이음5G 포함한 이동통신 무선국의 국제적 보호 권리를 확보하기 위한 ITU 국제등록 사항을 기술하였다.

3장에서는 5G에 이어 6G 시대를 대비하여 글로벌 리더쉽을 확대하기 위한 ITU 국제표준화 추진 사항을 기술하였다. 3장 1절에서는 6G 비전 개발 등 미래 이동통신 기술 표준화 대응과 6G ITU 표준화 준비 사항을 기술하였으며 3장 2절에서는 5G 추가 주파수 발굴 등 WRC-23 이동통신 의제 대응과 관련 아태지역 표준화 활동 사항을 중심으로 기술하였다.

5G

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제2장

5G 이용 활성화를 위한 기술기준 및 혼·간섭 분석 연구

National
Radio
Research
Agency

제2장 5G 이용 활성화를 위한 기술기준 및 혼·간섭 분석 연구

제1절 5G 무선설비의 기술기준·시험방법 개정

국립전파연구원은 5G 이동통신 서비스의 원활한 도입과 이용확산을 위한 이음 5G(특화망)을 포함한 5G 무선설비 기술기준과 시험방법을 지속적으로 정비하고 있다. 과학기술정보통신부의 스마트폰 eSIM 서비스 도입 정책과 3.4~3.42㎓ 대역(20㎒폭) 5G 추가 주파수 할당 정책, 3.5㎓ 대역 5G 단말기 출력 상향을 반영하여 「전기통신사업용 무선설비의 기술기준」을 개정하였다.

5G 이동통신 무선설비의 변조방식, 시험채널 등 시험조건을 국제규격(ITU/3GPP 등) 표준과 부합화를 고려하여 5G NR 전도/복사 시험방법 개정안을 마련하였고, 무선설비 적합성 평가 시험방법의 환경적 조건(진동, 충격, 연속동작)을 유럽, 미국 등 주요국 수준으로 이동통신 단말기 적합성 평가 시험방법을 개정하였다.

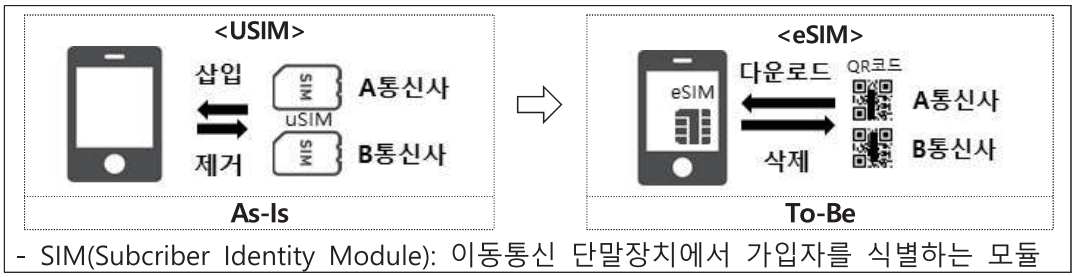
1. 「전기통신사업용 무선설비의 기술기준」 개정

가. eSIM 도입과 5G 단말기 출력 상향을 반영한 기술기준 개정

과학기술정보통신부는 이통사, 제조사 등 협력해 세계적 eSIM 확산 추세에 맞춰 국내 이용자의 편익을 제공하기 위해 2021년 12월에 「스마트폰 eSIM 도입방안」을 마련하여 2022년 9월 1일부터 스마트폰 eSIM 서비스를 시행한다고 발표하였다. 이에 따라 국립전파연구원은 기존 USIM만 사용 가능한 기술기준을 eSIM까지 확대 사용이 가능하도록 관련 기술기준을 선제적으로 개정하였다. 2022년 6월 28일자로 「전기통신사업용 무선설비의 기술기준」 제4조제3항제4호, 제4조제4항제4호, 제4조제5항제4호, 제4조제8항제6호의 기존 "범용가입자식별모듈(USIM)" 용어를 "가입자식별모듈(SIM)"로 변경하여 USIM과 eSIM를 모두 사용 가능한 포괄적 기술기준으로 개정하였다.

기술적 용어 등의 이해를 위해 eSIM 현황과 eSIM 도입으로 인한 기대 효과에 대해 간략하게 기술한다. eSIM(embedded SIM)이란, USIM과 동일한 역할을 하지만, USIM과 달리 단말기에 내장된 칩에 이용자가 QR코드 등을 활용하여 통신사의 프로파일을 다운로드 받아 이용하는 형태의 SIM이다.

[그림 2-1] USIM과 eSIM 비교



- SIM(Subcriber Identity Module): 이동통신 단말장치에서 가입자를 식별하는 모듈

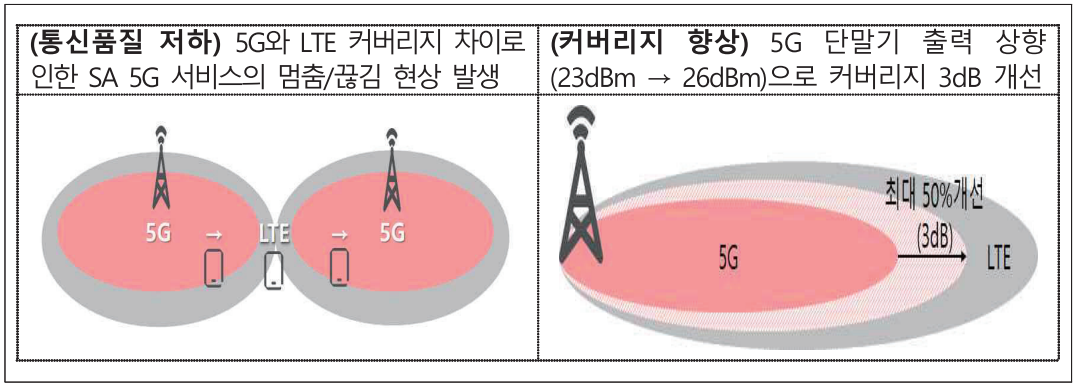
eSIM은 USIM과 달리 물리적 삽입이나 교체가 필요 없고, 스마트폰에서 다운로드만으로 개통이 가능하므로, 이용자의 비대면·온라인 개통과 통신사 간 이동이 편리해지며, 특히 주로 온라인을 통해 개통하는 알뜰폰 활성화에 기여할 것으로 기대된다. 또한, 듀얼심(eSIM+USIM) 이용이 가능해져 이용자 수요에 따라 하나의 스마트폰으로 일상용·업무용, 국내용·해외용 등 용도를 분리하여 사용할 수 있어 단말기 비용이 절감될 수 있고, eSIM 프로파일 다운로드 비용도 USIM에 비해 저렴해 가계통신비 경감에 기여할 것으로 보인다. 한편, 이음5G(특화망) 사업자들도 개인 스마트폰을 이용해 상용망과 특화망을 동시에 사용할 수 있어 eSIM 도입으로 비즈니스 효율을 제고하고, 다양한 이음5G(특화망) 서비스 개발에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

또한, 3.5㎓ 대역 5G 통신품질 향상을 위한 이통사 등 산업계의 요구와 ITU/3GPP 국제표준을 감안하여, 3.5㎓ 대역 5G 단말기 출력 상향을 반영하여 기술기준을 개정하였다. 2022년 6월 28일자로 「전기통신사업용 무선설비의 기술기준」 제4조제8항제6호의 3.5㎓ 대역 이동통신 단말기의 출력을 기존 “200mW 이하” 에서 “400mW 이하” 로, 이동통신 단말기 출력 상향에 따른 인접채널 누설전력비를 기존 “30dB 이상” 에서 “31dB 이상” 으로 변경하여 기술기준으로 개정하였다.

종전 3.5㎓ 대역 5G 단말기는 LTE 단말기(3㎓ 이하)와 같은 200㎽(23dBm) 출력을 사용하는 경우, LTE 대비 커버리지가 작아 통신품질 저하 문제가 발생한다. 특히, SA(Stand-alone) 5G의 경우, NSA(None Stand-alone, LTE를 함께 사용)와 달리 3.5㎓ 5G 주파수만 활용하기 때문에 커버리지가 작아 5G 서비스의 멈춤/끊김 현상이 발생한다. ITU/3GPP 국제표준에서도 단말기의 출력을 23~29dBm(200~800㎽)까지 규정하고 있어 3.5㎓ 대역 5G 단말기 커버리지 확대로 통신품질을 높이기 위해 기존 “200㎽(23dBm) 이하” 에서 “400㎽(26dBm) 이하” 로 출력 상향하였으며, 3.5㎓ 대역 5G 단말기 출력 상향됨에 따라 인접채널 보호를 위한 인

접채널 누설전력비도 “30dB 이상” 에서 “31dB 이상” 으로 ITU/3GPP 국제표준에 부합도록 기술기준을 개정하였다. 3.5㎓ 대역 5G 단말기 출력 상향에 따라, KT SA 가입자 약 127만명(KT 가입자의 18%)의 통신 품질이 향상되고, SKT와 LGU+의 SA(Stand-alone) 도입에도 긍정적 영향을 줄 것으로 기대된다.

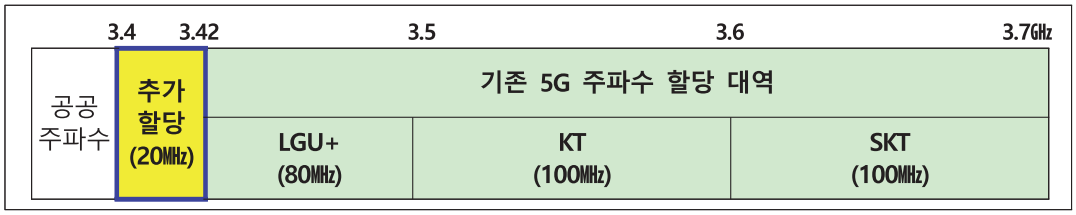
[그림 2-2] 5G 통신품질 저하 현상과 5G 커버리지 향상



나. 5G 추가 주파수(3.4~3.42㎓, 20㎒폭) 공급을 반영한 기술기준 개정

과학기술정보통신부는 3.4~3.42㎓ 대역(20㎒폭) 5G 주파수에 대한 할당계획을 확정하고, 2022년 6월 2일에 할당계획을 공고하였다. 2022년 11월 1일에 주파수가 할당됨을 감안하여 국립전파연구원은 2022년 7월 29일에 3.5㎓ 대역 5G 사용 주파수를 기존 3.42~3.7㎓ 대역(280㎒폭)에서 3.4~3.7㎓ 대역(300㎒폭)으로 확대 반영하여 「전기통신사업용 무선설비의 기술기준」 제4조제8항제1호를 개정하였다. LGU+가 5G 추가 주파수 20㎒를 할당받았으며, 기존 80㎒폭에서 KT, SKT와 동일하게 100㎒폭의 3.5㎓ 대역 5G 주파수를 사용할 수 있게 되었다. 이번 주파수 할당으로 할당조건 이행과 경쟁사의 대응투자로 인해 대국민 5G 서비스 속도가 향상되고 상당한 5G 설비투자가 발생될 것으로 기대된다.

[그림 2-3] 3.5㎓ 대역 5G 이동통신 주파수 할당 현황



[표 2-1] 전기통신사업용 무선설비의 기술기준 신·구 조문 대비표

현 행	개 정 안
제4조(이동통신용 무선설비)	제4조(이동통신용 무선설비)
① (생 략)	① (현행과 같음)
② (생 략)	② (현행과 같음)
③ 직접확산방식이며 주파수분할 복신 방식을 사용하는 이동통신용 무선 설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	③ ----------
1. (생 략)	1. (현행과 같음)
2. (생 략)	2. (현행과 같음)
3. (생 략)	3. (현행과 같음)
4. 이동국 송신장치의 조건	4. ----------
가. (생 략)	가. (현행과 같음)
나. (생 략)	나. (현행과 같음)
다. (생 략)	다. (현행과 같음)
라. (생 략)	라. (현행과 같음)
마. (생 략)	마. (현행과 같음)
바. (생 략)	바. (현행과 같음)
사. (생 략)	사. (현행과 같음)
아. 어떤 전기통신사업자의 범용가입자식별모듈(USIM)을 탑재하여도 음성통화서비스, 영상통화서비스, 발신자번호표시서비스, 단문메시지서비스, 멀티미디어메시지서비스 및 데이터서비스(다만, WAP 서비스는 제외)를 지원할 것	아. ----------가입자식별모듈(SIM)----------
사. (생 략)	사. (현행과 같음)
5. (생 략)	5. (현행과 같음)
6. (생 략)	6. (현행과 같음)
7. (생 략)	7. (현행과 같음)

④ 주파수분할 복신방식을 사용하는 이동통신용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 1. (생 략) 2. (생 략) 3. (생 략) 4. 이동국 송신장치의 조건 가. (생 략) 나. (생 략) 다. (생 략) 라. (생 략) 마. (생 략) 바. (생 략) 사. 어떤 전기통신사업자의 범용가입자식별모듈(USIM)을 탑재하여도 음성통화서비스, 영상통화서비스, 발신자번호표시서비스, 단문메시지서비스, 멀티미디어메시지서비스 및 데이터서비스(다만, WAP 서비스는 제외)를 지원할 것 5. (생 략) 6. (생 략) 7. (생 략)	④ ---------- 1. (현행과 같음) 2. (현행과 같음) 3. (현행과 같음) 4. ---------- 가. (현행과 같음) 나. (현행과 같음) 다. (현행과 같음) 라. (현행과 같음) 마. (현행과 같음) 바. (현행과 같음) 사. ----------가입자식별모듈(SIM)---------- 5. (현행과 같음) 6. (현행과 같음) 7. (현행과 같음)
⑤ 시분할 복신방식을 사용하는 이동통신용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 1. (생 략) 2. (생 략) 3. (생 략)	⑤ ---------- 1. (현행과 같음) 2. (현행과 같음) 3. (현행과 같음)

4. 이동국 송신장치의 조건	4. ----------
가. (생 략)	가. (현행과 같음)
나. (생 략)	나. (현행과 같음)
다. (생 략)	다. (현행과 같음)
라. (생 략)	라. (현행과 같음)
마. (생 략)	마. (현행과 같음)
바. (생 략)	바. (현행과 같음)
사. 어떤 전기통신사업자의 범용가입자식별모듈(USIM)을 탑재하여도 음성통화서비스, 영상통화서비스, 발신자번호표시서비스, 단문메시지서비스, 멀티미디어메시지서비스 및 데이터서비스(다만, WAP 서비스는 제외)를 지원할 것	사. ----------가입자식별모듈(SIM)----------
5. (생 략)	5. (현행과 같음)
6. (생 략)	6. (현행과 같음)
7. (생 략)	7. (현행과 같음)
⑥ (생 략)	⑥ (현행과 같음)
⑦ (생 략)	⑦ (현행과 같음)
⑧ 시분할 복신방식을 사용하는 3.5 ㎓ 대역 이동통신용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.	⑧ ----------
1. 공통조건	1. ----
가. 통신방식은 직교주파수분할 다중접속방식일 것	가. ----------
나. 전파형식은 G7D, D7D, D7W, G7W 또는 W7W 중 하나 이상을 사용할 것	나. ----------
다. 3420 ㎒ ~ 3700 ㎒ 주파수대역을 사용할 것	다. 3400 ㎒ ~ 3700 ㎒ ----------
2. (생 략)	2. (현행과 같음)
3. (생 략)	3. (현행과 같음)

4. (생 략) 5. (생 략) 6. 이동국 송신장치의 조건 가. (생 략) 나. 안테나공급전력은 200 ㎽ 이하일 것 다. 인접채널 누설전력비는 인접 채널대역에 누설되는 전력이 기본 주파수의 평균전력보다 30 dB 이상 낮은 값일 것 라. (생 략) 마. (생 략) 바. 어떤 전기통신사업자의 범용가입자식별모듈(USIM)을 탑재하여도 음성통화서비스, 영상통화서비스, 발신자번호표시서비스, 단문메시지서비스, 멀티미디어메시지서비스 및 데이터서비스(다만, WAP 서비스는 제외)를 지원할 것 7. (생 략) 8. (생 략) 9. (생 략) ⑨ (생 략) ⑩ (생 략)	4. (현행과 같음) 5. (현행과 같음) 6. ---------- 가. (현행과 같음) 나. ---------- 400 ㎽ 이하-- 다. ---------- 31 dB 이상 --------(단, 안테나공급전력이 200 ㎽ 이하인 이동국 송신장치의 인접채널 누설전력비는 기본 주파수의 평균전력보다 30 dB 이상 낮은 값일 것) 라. (현행과 같음) 마. (현행과 같음) 바. ---------- 가입자식별모듈(SIM)---------- 7. (현행과 같음) 8. (현행과 같음) 9. (현행과 같음) ⑨ (현행과 같음) ⑩ (현행과 같음)

2. 이동통신 적합성 평가 시험방법 개정안 마련

5G 무선설비의 기술기준 적합 여부를 시험하기 위해 3.5㎓ 대역 5G에 적용하는 전도 시험방법과 주로 28 ㎓대역 5G에 적용하는 복사 시험방법을 각각 국가표준으로 마련하였다. 5G의 경우 LTE 무선설비보다 기술 복잡도가 상대적으로 높다. 5G는 점유주파수대역폭은 10~100㎒에서 10㎒ 폭으로 2배 이상 많으며, 부운반파 간격(SCS : Sub-Carrier Spacing)은 15/30/60㎑로 2배가 많고, 또한, 변조방식이 다양하여 수많은 반복 시험으로 인해 시험 시간과 비용이 증가 된다. 이를 효율적으로 해소하기 위해 시험방법을 간소화하였다. 스펙트럼분석기의 스윕 횟수를 100회에 10회로 줄이더라도 측정 정확도를 유지하면서 시험 시간을 10 분의 1로 줄이는 등 간소화 방안을 적용하여 시험방법을 개정하였다.

2022년에는 5G 이동통신 무선설비의 변조방식, 시험채널 등 시험조건을 국제규격(ITU/3GPP 등) 표준과 부합화를 고려하여 5G NR 전도/복사 시험방법 개정안을 마련하였고, 무선설비 적합성 평가 시험방법의 환경적 조건(진동, 충격, 연속동작)을 유럽, 미국 등 주요국 수준으로 이동통신 단말기 적합성 평가 시험방법을 개정하였다.

[표 2-2] 5G NR 이동통신 무선설비 전도 시험방법 신·구 조문 대비표

<table>
<tr><th>현 행</th><th>개 정 안</th></tr>
<tr><td>
5G NR(New Radio) 이동 통신 무선 설비 전도 시험 방법
Conduction test methods for 5G NR(New Radio) equipment
6 점유 주파수 대역폭 측정 방법
6.3 시험 절차
점유 주파수 대역폭 시험은 임의의 하나의 안테나 단자 등을 선택하고 PSK 및 QAM의 최대 변조도로 설정하여 신청인이 신청한 모든 점유 주파수 대역폭, 시험 채널(저, 중, 고)별로 시험한다. 단, 출력 가변형 시험 대상 기기의 경우는 최대 정격 출력 조건에서만 상기의 조건을 적용하여 측정한다.
7 안테나(탭 포함) 공급 전력 측정 방법
표 3 — 시험 조건
<table>
<tr><th>시험 채널</th><th>변조 방식</th><th>RB 할당</th></tr>
<tr><td>저, 중, 고</td><td>DFT-s-OFDM PI/2 BPSK[a]
DFT-s-OFDM QPSK[a]
DFT-s-OFDM 16 QAM,
CP-OFDM QPSK,
CP-OFDM 16 QAM[a]</td><td>Inner Full RB,
Inner 1RB Left/Right</td></tr>
<tr><td colspan="3">[a] DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우</td></tr>
</table>
8 인접 채널 누설 전력 측정 방법
</td><td>
5G NR(New Radio) 이동 통신 무선 설비 전도 시험 방법
Conduction test methods for 5G NR(New Radio) equipment
6 점유 주파수 대역폭 측정 방법
6.3 시험 절차
점유 주파수 대역폭 시험은 임의의 하나의 안테나 단자 등을 선택하고 PSK의 최대 변조도로 설정하여 신청인이 신청한 모든 점유 주파수 대역폭, 시험 채널(저, 중, 고)별로 시험한다. 단, 출력 가변형 시험 대상 기기의 경우는 최대 정격 출력 조건에서만 상기의 조건을 적용하여 측정한다.
7 안테나(탭 포함) 공급 전력 측정 방법
표 3 — 시험 조건
<table>
<tr><th>시험 채널</th><th>변조 방식</th><th>RB 할당</th></tr>
<tr><td>저, 중, 고</td><td>DFT-s-OFDM PI/2 BPSK
DFT-s-OFDM QPSK
CP-OFDM QPSK [a]</td><td>Inner Full RB,
Inner 1RB Left/Right</td></tr>
<tr><td colspan="3">[a] CP-OFDM 만 지원하는 경우 시험</td></tr>
</table>
8 인접 채널 누설 전력 측정 방법
</td></tr>
</table>

표 6 — 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계기 제외
1	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full	O
2	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left	O
3	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right	O
4	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
5	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Inner_Full	O
6	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
7	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
8	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
9	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Inner_Full	O
10	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
11	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
12	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	O
13	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
14	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
15	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	O
16	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
17	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
18	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full	O
19	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Inner_Full	O
20	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
21	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
22	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
23	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Inner_Full	O
24	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
25	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
26	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
27	저, 중, 고	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
28	저, 중, 고	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
29	저, 중, 고	CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
30	저, 중, 고	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
31	저, 중, 고	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
32	저, 중, 고	CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full	

표 6 — 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계기 제외
1	저, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full	O
2	저	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left	O
3	고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right	O
4	저, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
5	저, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Inner_Full	O
6	저	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
7	고	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
8	저, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
9	저, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Inner_Full	O
10	저	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
11	고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
12	저, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	O
13	저	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
14	고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
15	저, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	O
16	저	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
17	고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
18	저, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full	O
19	저, 고	CP-OFDM QPSK	Inner_Full	O
20	저	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
21	고	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
22	저, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
23	저, 고	CP-OFDM 16 QAM	Inner_Full	O
24	저	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
25	고	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
26	저, 고	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
27	저	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
28	고	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
29	저, 고	CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
30	저	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
31	고	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
32	저, 고	CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full	

9 대역 외 영역 불요 발사 측정 방법

표 9 — 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계기 제외
1	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left	O
2	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right	O
3	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
4	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
5	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
6	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
7	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
8	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
9	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	O
10	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
11	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
12	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	O
13	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
14	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
15	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full	O
16	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
17	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
18	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
19	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
20	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
21	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
22	저, 중, 고	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
23	저, 중, 고	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
24	저, 중, 고	CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
25	저, 중, 고	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
26	저, 중, 고	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
27	저, 중, 고	CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full	

9 대역 외 영역 불요 발사 측정 방법

표 9 — 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계기 제외
1	저	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left	O
2	고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right	O
3	저, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
4	저	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
5	고	DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
6	저, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
7	저	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
8	고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
9	저, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	O
10	저	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
11	고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
12	저, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	O
13	저	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
14	고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
15	저, 고	DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full	O
16	저	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left	O
17	고	CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right	O
18	저, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
19	저	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left	O
20	고	CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right	O
21	저, 고	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
22	저	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left	O
23	고	CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right	O
24	저, 고	CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
25	저	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left	O
26	고	CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right	O
27	저, 고	CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full	

10 스퓨리어스영역 불요 발사 강도 측정 방법

시험 채널	변조 방식	RB 할당
저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK, DFT-s-OFDM QPSK, CP-OFDM QPSK [a]	Outer_Full, Edge_1RB_Left, Edge_1RB_Right
[a] DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우		

10 스퓨리어스영역 불요 발사 강도 측정 방법

시험 채널	변조 방식	RB 할당
저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK [a], CP-OFDM QPSK	Outer_Full, Edge_1RB_Left, Edge_1RB_Right
[a] DFT-s-OFDM만 지원하는 경우 시험		

[표 2-3] 5G NR 이동통신 무선설비 복사 시험방법 신·구 조문 대비표

현 행

5G NR(New Radio) 이동 통신 무선 설비 복사 시험 방법

Radiation test methods for 5G NR(New Radio) equipment

6 점유 주파수 대역폭 측정 방법

6.3 시험 절차

점유 주파수 대역폭 시험은 PSK 및 QAM의 최대 변조도로 설정하여 신청인이 신청한 모든 점유 주파수 대역폭, 시험 채널(저, 중, 고)별로 시험한다. 단, 출력 가변형 시험 대상 기기의 경우는 최대 정격 출력 조건에서만 위의 조건을 적용하여 측정한다.

세부 시험 절차는 부속서 A 또는 B를 적용하고, 시험 대상 기기의 범폭 등은 측정이 가능한 임의의 조건으로 설정하여 시험한다.

7 총 복사 전력 또는 등가 등방 복사 전력 측정 방법

표 4 – 시험 조건

시험 채널	점유 주파수 대역폭	서브 캐리어 간격(SCS)	변조 방식	RB 할당
저, 중, 고	최소, 최대	60 kHz 또는 120 kHz [a]	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK [b] DFT-s-OFDM QPSK [b] DFT-s-OFDM 16 QAM CP-OFDM QPSK CP-OFDM 16 QAM [b]	Inner Full

[a] 모두 지원하는 경우는 120 kHz로 시험한다
[b] DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우

8 인접 채널 누설 전력 측정 방법

표 7 – 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계하는기기 제외
1	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Left	O
2	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Right	O
3	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
4	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
5	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
6	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
7	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Left	O
8	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Right	O
9	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
10	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
11	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
12	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
13	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
14	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	

9 대역 외 영역 불요 발사 측정 방법

표 10 – 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계하는 기기 제외
1	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Left	O
2	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Right	O
3	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
4	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
5	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
6	저, 중, 고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
7	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Left	O
8	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Right	O
9	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
10	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_1RB_Left	O
11	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_1RB_Right	O
12	저, 중, 고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
13	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
14	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
15	저, 중, 고	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
16	저, 중, 고	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	

10 스퓨리어스 영역 불요 발사 강도 측정 방법

표 13 – 시험 조건

시험 채널	변조 방식	RB 할당
저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK, DFT-s-OFDM QPSK [a], CP-OFDM QPSK	Inner_Full, Inner_1RB_Left, Inner_1RB_Right

[a] DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우

개 정 안

5G NR(New Radio) 이동 통신 무선 설비 복사 시험 방법

Radiation test methods for 5G NR(New Radio) equipment

6 점유 주파수 대역폭 측정 방법

6.3 시험 절차

점유 주파수 대역폭 시험은 PSK의 최대 변조도로 설정하여 신청인이 신청한 모든 점유 주파수 대역폭, 시험 채널(저, 중, 고)별로 시험한다. 단, 출력 가변형 시험 대상 기기의 경우는 최대 정격 출력 조건에서만 위의 조건을 적용하여 측정한다.

세부 시험 절차는 부속서 A 또는 B를 적용하고, 시험 대상 기기의 범폭 등은 측정이 가능한 임의의 조건으로 설정하여 시험한다.

7 총 복사 전력 또는 등가 등방 복사 전력 측정 방법

표 4 – 시험 조건

시험 채널	점유 주파수 대역폭	서브 캐리어 간격(SCS)	변조 방식	RB 할당
저, 중, 고	최소, 100MHz, 최대	120 kHz	DFT-s-OFDM QPSK CP-OFDM QPSK [a]	Inner Full

[a] CP-OFDM만 지원하는 경우 시험

8 인접 채널 누설 전력 측정 방법

표 7 – 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계하는기기 제외
1	저	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Left	O
2	고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Right	O
3	중	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
4	저	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
5	고	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
6	중	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
7	저	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Left	O
8	고	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Right	O
9	중	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
10	저	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_1RB_Left	O
11	고	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_1RB_Right	O
12	중	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
13	저	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
14	고	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
15	중	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	

9 대역 외 영역 불요 발사 측정 방법

표 10 – 시험 조건

	시험 채널	변조 방식	RB 할당	중계하는 기기 제외
1	중	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
2	중	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
3	중	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
4	중	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
5	중	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	

10 스퓨리어스 영역 불요 발사 강도 측정 방법

표 13 – 시험 조건

시험 채널	변조 방식	RB 할당
저, 고	DFT-s-OFDM QPSK CP-OFDM QPSK [a]	Inner_Full

[a] CP-OFDM만 지원하는 경우 시험

5G 무선기기는 5G NR 전도/복사 시험방법은 환경적 조건 중 진동, 충격, 연속동작을 완화하여 개정안을 마련하였다. 아래 표와 같이 주요국 이동통신 무선설비 시험방법의 환경적 조건에서도 진동, 충격, 연속동작은 적합성 평가시 고려하지 않는다. 이를 3G, LTE 이동통신 무선설비에도 동일하게 적용하여 환경적 조건을 완화하는 개정안을 마련하였다.

[표 2-4] 주요국 이동통신 무선설비의 환경적 조건 비교

환경적 조건	우리나라			유 럽			미 국			일 본		
	3G	LTE	5G	3G	LTE	5G	3G	LTE	5G	3G	LTE	5G
진동	○	○	×	조건부 생략	×	×	×	×	×	서비스 종료中	○	○
충격	○	○	×	×	×	×	×	×	×		×	×
연속동작	○	○	×	×	×	×	×	×	×		×	×

[표 2-5] 무선설비 적합성 평가 시험방법 신·구 조문 대비표

현 행	개 정 안
무선설비 적합성평가 시험방법 Conformity assessment test methods for radio equipmentst	**무선설비 적합성평가 시험방법** Conformity assessment test methods for radio equipmentst
MCA 이동 통신용 무선설비의 기기 • 진동ⓐ • 충격ⓐ • 연속 동작ⓐ • 온도ⓐ • 습도ⓐ • 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인. • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제1항'). • 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항'). • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제12조 제1항')	MCA 이동 통신용 무선설비의 기기 • ~~진동ⓐ~~ • ~~충격ⓐ~~ • ~~연속 동작ⓐ~~ • 온도ⓐ • 습도ⓐ • 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인. • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제1항'). • 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항'). • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제12조 제1항')
IMT 이동 통신용 무선설비의 기기 • 진동ⓐ • 충격ⓐ • 연속 동작ⓐ • 온도ⓐ • 습도ⓐ • 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인. • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제3항'). • 인접 채널 누설 전력(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제3항')	IMT 이동 통신용 무선설비의 기기 • ~~진동ⓐ~~ • ~~충격ⓐ~~ • ~~연속 동작ⓐ~~ • 온도ⓐ • 습도ⓐ • 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인. • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제3항'). • 인접 채널 누설 전력(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제3항')
기자재의 종류 / **환경적 조건** / **전기적 시험 항목** • 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항'). • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제3항')	**기자재의 종류** / **환경적 조건** / **전기적 시험 항목** • 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항'). • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제3항')
LTE 이동 통신용 무선설비의 기기 • 진동ⓐ • 충격ⓐ • 연속 동작ⓐ • 온도ⓐ • 습도ⓐ • 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인. • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제4항 및 제5항'). • 인접 채널 누설 전력(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제4항 및 제5항'). • 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항'). • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제4항 및 제5항'). ※ 시험방법은 참고문헌 [16] 'KS X 3142'를 적용.	LTE 이동 통신용 무선설비의 기기 • ~~진동ⓐ~~ • ~~충격ⓐ~~ • ~~연속 동작ⓐ~~ • 온도ⓐ • 습도ⓐ • 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인. • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제4항 및 제5항'). • 인접 채널 누설 전력(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제4항 및 제5항'). • 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항'). • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제4항 및 제5항'). ※ 시험방법은 참고문헌 [16] 'KS X 3142'를 적용.

< 신 설 >

4.7GHz 대역 이동통신용(일정한 구역(건물 등) 내에서만	• 온도ⓐ • 습도ⓐ	• 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선

기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험 항목
무선국을 구축•운영하는 경우) 무선설비의 기기		설비의 기술기준'의 '제4조 제8항') • 인접 채널 누설 전력(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제8항') • 출력 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항', 이동국의 경우 참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '별표6') • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제8항') • ※ 시험방법은 참고문헌 [17] 'KS X 3270'를 적용
28GHz 대역 이동통신용(일정한 구역(건물 등) 내에서만 무선국을 구축•운영하는 경우) 무선설비의 기기	• 온도ⓐ • 습도ⓐ	• 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제9항') • 인접 채널 누설 전력(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제7항') • 출력 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항', 이동국의 경우 참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '별표6') • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제10항') • ※ 시험방법은 참고문헌 [18] 'KS X 3271'를 적용
협대역 사물인터넷 무선설비의 기기	• 온도ⓐ • 습도ⓐ	• 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 • 주파수 허용 편차, 점유 주파수 대역폭의 허용치, 불요 발사의 허용치(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제6항') • 인접 채널 누설 전력(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제6항') • 안테나 공급전력의 허용 편차(참고문헌 [3] '무선설비 규칙'의 '제9조 제1항') • 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(참고문헌 [9] '전기통신사업용 무선설비의 기술기준'의 '제4조 제6항')

제2절 이음5G 주파수 공급을 위한 간섭분석 및 국제등록

1. 이음5G 할당·지정 주파수 이용 타당성 분석

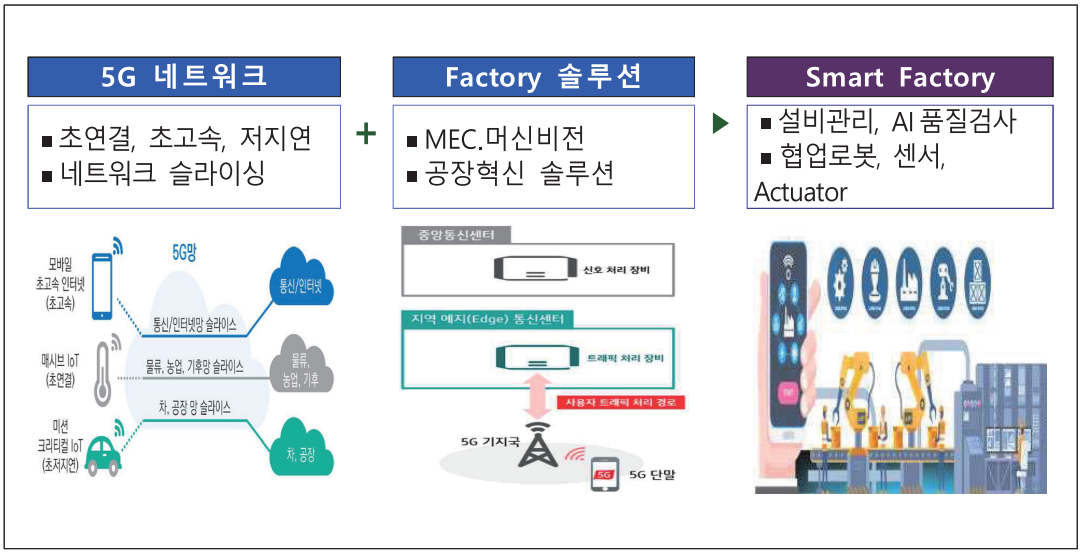
가. 이음5G 주파수 개요 및 사례

5G는 ‘초고속’, ‘초저지연’, ‘초연결’ 특성을 통해 개인을 위한 통신뿐만 아니라 산업환경 전체를 혁신하고 공공서비스의 차원을 높일 수 있는 핵심적인 경제 인프라이다. 이음5G는 기존 이동통신 상용망이 아닌 전용 주파수를 통해 특정공간(건물, 시설, 장소 등)에서 수요기업이 도입하고자 하는 최첨단 서비스를 구현할 수 있는 맞춤형 네트워크이다. 기존의 5G 이동통신망은 소수(3개)의 사업자가 할당받은 주파수를 통해 전국 단위 대규모 네트워크를 구축하여 대국민 서비스를 제공하지만, 이음5G는 수요기업 또는 사업자가 건물·시설·토지 등 제한된 범위 내에서 5G 서비스를 적용하기 위해 기업 맞춤형으로 무선 네트워크 구축이 가능하다는 점에서 5G 이동통신망과 차이가 있다.

[표 2-6] 5G 이동통신과 이음5G 비교

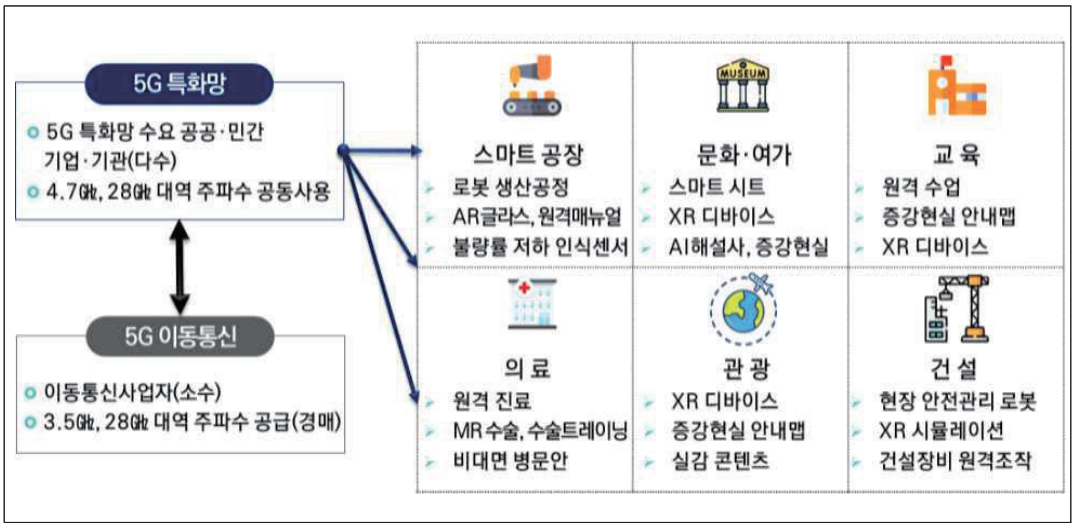
구 분		5G 이동통신	이음5G(5G특화망)
서비스 시장 측면	서비스 범위	전국	토지/건물
	사업자 수	소수(3개)	다수
네트워크 구축 측면	주파수 이용	전국적 주파수 사용	지역적 공동사용
	주파수 수요	경합성 높음	경합성 낮음
	설비 투자 규모	대규모 투자 필요	소규모 투자 가능
통신망 이용 측면	주 공급자	이동통신 사업자	수요기업·기관(자가망 형태)
	주 사용자	이동통신 가입 소비자(개인·기업)	수요기업·기관 및 서비스 이용 고객
	주요용도	음성, 데이터 등 전송	다양(수요기업·기관 활용형태에 따라)

[그림 2-4] 이음5G(특화망) 예시 (스마트팩토리)



수요기업은 행정적 신청절차를 통해 4.7㎓, 28㎓ 대역의 이음5G 주파수를 지정 또는 할당받아 디지털 대전환이 필요한 다양한 분야에서 이음5G 통신 네트워크를 구축·활용할 수 있다.

[그림 2-5] 이음5G(특화망) 활용 분야

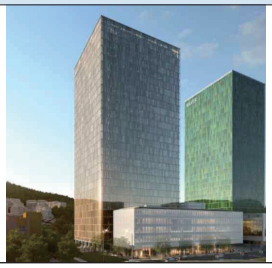


네이버클라우드가 신청한 이음5G 주파수 할당과 기간통신사업 등록이 2021년 12월 28일에 완료되어 국내 최초로 이음5G 구축과 서비스를 시작하였다.

[표 2-7] 네이버클라우드 이음5G 신청 내용

주파수 대역	**28㎓(600㎒폭) / 4.7㎓(100㎒폭)** (이음5G 용도로 분배된 주파수 대역 전체)
이용지역	**네이버 제2사옥**(2022년 상반기 개소) (경기도 성남시 분당구 소재)
이용기간	**5년** ('22. 1. 1. ~ '26. 12. 31.) (1년 내 무선국 개설·운용 조건)
할당대가	**총 1,473만원** (4.7㎓ 920.5만원, 28㎓ 552.3만원)

< 신청지역 전경(네이버 제2사옥) >



네이버클라우드의 이음5G는 4.7㎓, 28㎓ 대역의 주파수를 이용하여 네이버 제2사옥에 구축하였으며, 네이버랩스가 개발한 '5G 브레인리스(두뇌 없는) 로봇'과 함께 운용한다. 네이버 제2사옥의 입주사 직원 등을 대상으로 '5G 브레인리스 로봇'이 택배, 도시락, 카페 음료 등의 배송 서비스를 한다.

< 5G 브레인리스 로봇 >

○ **5G**를 통해 **로봇 운영·제어 클라우드에 연결**하여 운용하는 **자율주행 로봇**

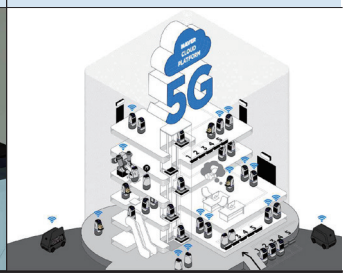
- 실내측위, 사물인식, 회피 제어 등 **고성능 처리를 로봇에서 수행하지 않고 초저지연** 특성을 갖는 **이음5G망**을 통해 **클라우드**에서 처리
- 로봇에 처리장치가 적어 **제작비용**이 낮아지고 **배터리 소모**가 적어 더 오래 주행하면서도, **이음5G망에 연결**되기만 하면 **더 똑똑한 성능**을 발휘

[그림 2-6] 네이버클라우드 이음5G(특화망) 제공 서비스

< 네이버랩스 로봇 >

< 로봇 운용 모습>

< 서비스 운용 개념도 >



※ 출처 : 네이버클라우드(주) 제공

네이버클라우드 사례에서 인공지능, 로봇, 클라우드가 이음5G를 통해 하나로 이어졌듯이, 이음5G를 중심으로 앞으로 모든 기기가 연결되어 다양한 5G 융합 서비스가 활성화될 것으로 기대한다. 또한, 이음5G가 확산되며 장비·부품, 서비스 등 5G+ 전·후방 산업의 생태계가 더욱 활성화되고, 나아가 국가·산업 전반의 디지털 대전환이 더욱 촉진될 것으로 기대된다.

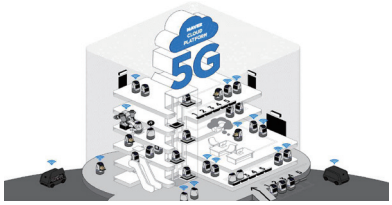
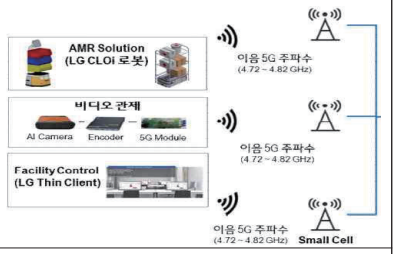
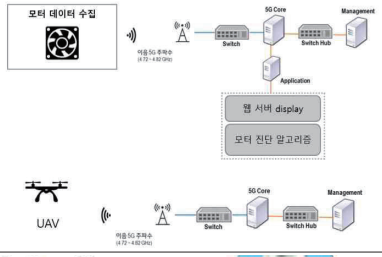
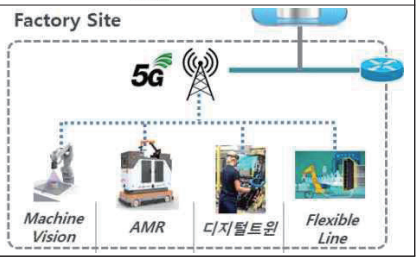
나. 이음5G 주파수 이용 타당성 분석

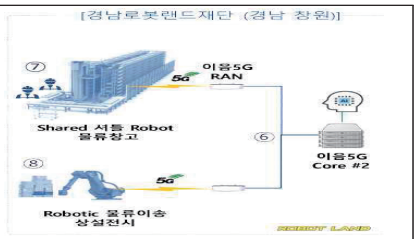
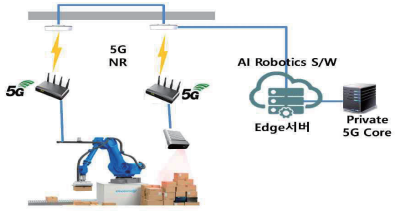
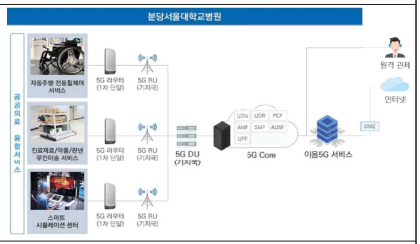
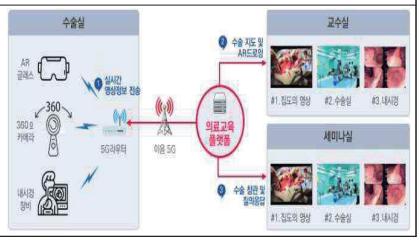
이음5G 수요기업에서 주파수 할당/지정 신청하게 되면 국립전파연구원은 전파 간섭분석, 주파수 소요량, 적정 커버리지 등 주파수 이용 타당성 검토를 수행한다. 신속한 주파수 이용 타당성 검토를 위해 수요기업의 현장 방문을 통해 운용 현장의 지형·지물, 건물 구조 및 재질에 의한 전파 전달 특성 등 전파환경에 따른 적정 출력, 기지국 설치 위치 및 안테나 방향에 대한 기준 제시 등의 컨설팅을 실시하였으며, 사전 조사한 전파 환경을 근거로 적정 커버리지, 간섭 분석 등의 시뮬레이션 수행하여 주파수 이용 타당성 결과의 신뢰도를 높였다. 2022년에는 엘지씨엔에스, CJ올리브네트웍스, 세종텔레콤 등이 15개 현장에서 이음5G 구축·운용을 위해 이음5G 주파수 할당 신청하였으며, 한국전력공사, 한국항공우주산업, 해군 등이 15개 현장에서 이음5G 구축·운용을 위해 주파수 지정 신청하였다. 이음5G 주파수 할당/지정 신청은 2021년에 네이버 제2사옥, 1개 현장에서 2022년에는 분당서울대병원, LG전자 서초R&D 캠퍼스, 경희대, 연세대 등 32개 현장으로 확대되었다.

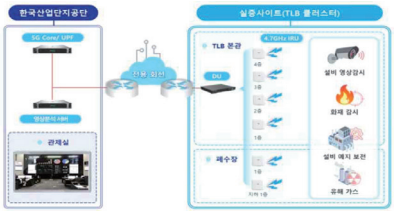
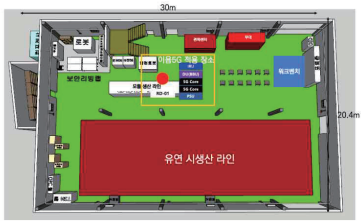
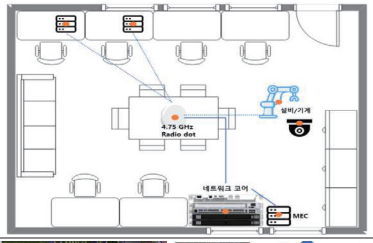
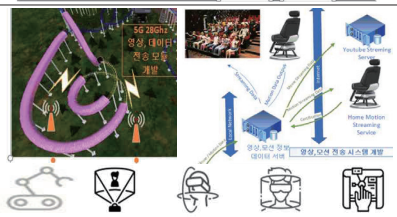
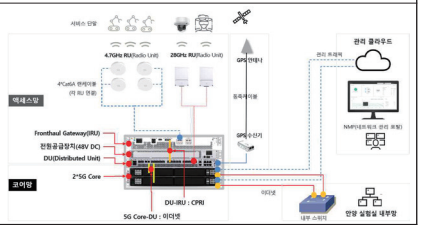
[표 2-8] 이음5G 주파수 할당·지정 현황

할당 (9개 사업자)	네이버클라우드('21.12월), 엘지씨엔에스('22.3월, 6월, 12월), SK네트웍스서비스('22.5월, 11월), 네이블커뮤니케이션즈('22.8월), CJ올리브네트웍스('22.8월), KTMOS북부('22.10월), 세종텔레콤('22.10월), 위즈코어('22.10월, 12월), 뉴젠스('22.11월)
지정 (12개 기관 등)	CJ올리브네트웍스('22.9월), 해군('22.10월), 한국전력공사('22.10월), KT('22.9월, 10월), 한국수자원공사('22.10월), 유엔젤('22.11월), 한국수력원자력('22.11월), 에치에프알('22.11월), 한국항공우주산업('22.12월), 정부청사관리본부('22.12월), LG전자('22.12월), 대아티아이('22.12월)

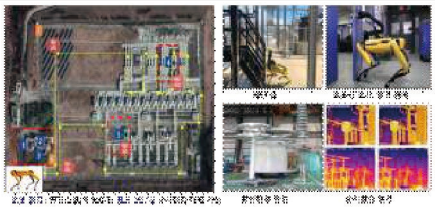
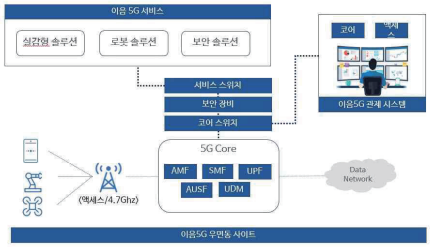
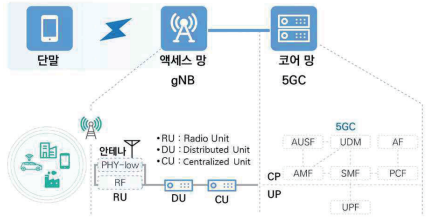
[표 2-9] 이음5G 주파수 할당 분야 및 서비스 내용

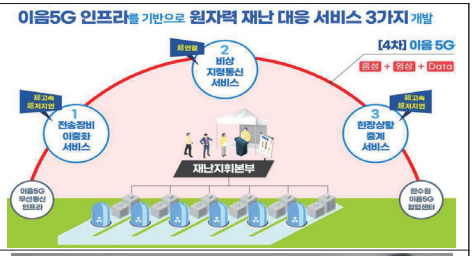
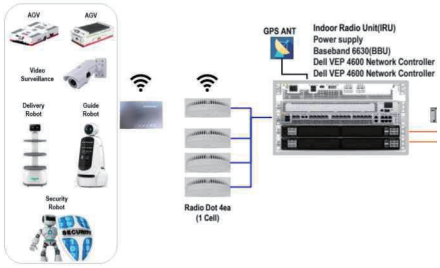
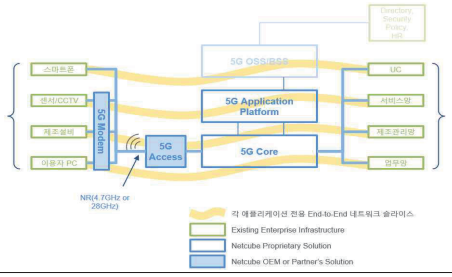
사업자 (할당일)	분야 및 서비스 내용	
네이버클라우드 ('21.12월)	o (로봇) 배송 등을 위한 브레인리스 로봇 서비스 (네이버 제2사옥)	
엘지씨엔에스 ('22.3월, 6월, 12월)	o (스마트공장) 불량품 검사, 무인 운반차 등 (LG이노텍 구미공장)	
	o (R&D) 자율배송로봇, 비디오관제, Facility Control 검증 (LG전자 서초R&D캠퍼스, LG전자 평택생산기술원)	
	o (R&D, 교육) 공장설비 상태 테스트베드, 오픈랜 국제공동연구 등 (경희대 국제캠퍼스)	
SK네트웍스서비스 ('22.5월, 11월)	o (스마트공장) 디지털 트윈, 자율이동 로봇 등 (센트랄 창원공장)	

	o (물류) 중소기업 대상 로봇 기반 스마트물류창고 서비스 (경남로봇랜드재단)	
	o (물류) 로보틱스 물류이송, 영상 등 데이터 실시간 전송을 통한 유통·생산 원격 모니터링 (한국식품산업클러스터진흥원)	
네이블커뮤니케이션즈 ('22.8월)	o (의료) 수술 가이드, 비대면 협진 등 (이대목동병원)	
CJ올리브네트웍스 ('22.8월)	o (미디어) 실시간 영상 편집, 실시간 콘서트 체험 등 검증 (CJ송도u-IT센터)	
KTMOS북부 ('22.10월)	o (공공의료) 자동주행 전동휠체어, 의료물품 무인이송, 실감형 의료실습 등 (분당서울대학교병원)	
	o (민간의료) 메타버스 기반의 첨단 비대면 실습교육 등 (삼성서울병원)	

세종텔레콤 ('22.10월)	o (산업안전) 전기/설비 과열 감시, CCTV 상태 감시/분석 등 산업 현장에서의 중대사고 예방 서비스 (티엘비㈜)	
위즈코어 ('22.10월, 12월)	o (R&D, 교육) 이음5G 성능 검증, 성능 테스트 장소 활용, 이음5G와 산업용 통신을 활용한 로봇, 머신비전 등 융합서비스 교육 (위즈코어 용인위랩센터)	
	o (R&D) 이음5G 서비스 실증 및 성능 검증, 산업용 통신과의 상호 운용성 등을 연구 (안산 스마트제조혁신센터)	
	o (R&D) 이음 5G 기반으로 네트워크 슬라이싱(5G 슬라이싱), 기계학습, MEC 기술 개발 및 연구 (연세대 공학원)	
뉴젠스 ('22.11월)	o (문화 등) 실감형 놀이기구 체험 서비스 제공 (롯데월드)	
	o (R&D) 본사 내 로봇, AR/VR, 장비 등 실증 (뉴젠스빌딩)	

[표 2-10] 이음5G 주파수 지정 분야 및 서비스 내용

기관 및 기업체 (지정 일)	분야 및 서비스 내용	
CJ올리브네트웍스 ('22.9월)	o (R&D, 전시) 산업안전박람회에서 스마트 글래스 서비스 등 시연 (대구전시컨벤션센터)	
해군 ('22.10월)	o (국방) 항공 분야 로봇차량 원격 관제·시설물 관리 (oo 부대)	
한국전력공사 ('22.10월)	o (에너지) 에너지 분야 로봇·IoT 연계 서비스 (신중부변전소)	
KT ('22.9월, 10월)	o (R&D) 이음5G망 서비스 연동, 기능/성능 검증 (KT우면연구센터) o (R&D) 이음5G용 소출력 성능 및 커버리지 시험 등 (KT우면연구센터)	
한국수자원공사 ('22.10월)	o (공공안전) 정수장 디지털 트윈, 자율주행로봇, 교량 안전관리 등 (부산 국가시범도시 스마트 빌리지)	
유엔젤 ('22.11월)	o (R&D) 사내 이음5G 인터넷, 로봇 검사 서비스 실험 및 실증 등 (유엔젤 본사)	

한국수력원자력 ('22.11월)	o (원전안전) 실시간 현장중계 등을 통한 원전 안전관리 및 재난대응 통신망 구축 (한울원전)	
에치에프알 ('22.11월)	o (R&D) 오픈랜 기반 5G Test Site를 구축하여 관련 기술 개발 및 검증, 서비스 연동 실증 (SK텔레콤 분당사옥)	
한국항공우주산업 ('22.12월)	o (방산) 차세대 전투기(KF-21) 제조공정 디지털화 등 (사천)	
정부청사관리본부 ('22.12월)	o (시설관리) 로봇, 센서, 지능형 카메라 등을 통한 통합 청사관리 (정부세종청사)	
LG전자 ('22.12월)	o (지능형공장) 로봇, 센서 및 지능형 카메라 등으로 지능형공장 구현 (LG전자 평택 디지털파크)	
대아티아이 ('22.12월)	o (R&D) 버티컬 산업용 네트워크 슬라이싱을 지원하는 5G 코어 및 연계 기술개발, 실증 (대아빌딩)	

다. 이음5G 주파수 이용 타당성 분석 사례

이음5G는 건물 및 토지 등 일정구역 내에서 주파수를 할당/지정 받아 사용하는 5G 이동통신망이다. 4.7㎓ 대역에서 4.72~4.82㎓(100㎒폭), 28㎓ 대역에서 28.9~29.5㎓(600㎒폭)를 물리적인 공간을 달리하여 동일 대역 주파수를 공유 사용해야 한다. 같은 주파수로 이음5G망을 구축·운용하는 기업(기관) 간에 전파 서비스 영역이 중첩될 경우 상호 전파간섭 영향이 미치므로 적정 출력, 안테나 지향각 및 앙각 조정 등을 통해 전파 커버리지 최적화가 필요하다.

이음5G 구축·운용 현장의 지형·지물과 건물의 재질 등의 전파환경을 사전 조사하고, 건물투과손실(BEL), 클러터 손실 등의 간섭분석 파라미터를 반영한 시뮬레이션을 통해 서비스 영역(-105dBm)과 조정 영역(-115dBm)을 도출한다. 신규 이음5G 무선국과 같은 주파수를 이용하는 MW 무선국 및 타 이음5G 무선국 간의 충분한 이격거리 확보 여부로 상호 간섭 영향을 판단하고, 적정 출력, 안테나 지향각 및 앙각 조정 등이 반영된 전파 서비스 영역 시뮬레이션 결과가 일정 구역(건물, 토지) 내에 있는지를 판단하여 주파수 이용 타당성 검토를 수행하였다.

1) 이음5G 수요기업 A 사례

이음5G 수요기업 A가 분당서울대학교병원 내 이음5G 기반의 공공의료 영역 융합서비스 모델을 발굴, 선도 적용하여 민간영역으로의 확산 및 5G 산업 생태계 구축 목적으로 4.7㎓, 28㎓ 대역의 이음5G 주파수를 할당 신청하였다.

수요기업 A는 분당서울대병원 내에서 4.7㎓, 28㎓ 대역의 기지국, 5G Core 장비, 무인이송 로봇, 자동주행 전동휠체어 등을 설치하여 자동주행 전동휠체어, 진료재료/약품/린넨 무인이송, 스마트 시뮬레이션 실증 등의 서비스를 제공할 계획이다. 국립전파연구원은 이음5G 주파수의 전파간섭 없는 이용을 위해 구축 현장의 전파환경을 조사하였으며, 기지국의 적정 사용 출력, 안테나 지향각 및 앙각 조정 등 구축·운용의 가이드 제시 등 컨설팅을 수행하였다. 사전 전파환경 조사 내용을 바탕으로 국립전파연구원이 개발 구축한 주파수자원분석시스템(SMIs)의 간섭분석 파라미터 설정 등을 적용하여 주파수 이용 타당성을 검토하였다.

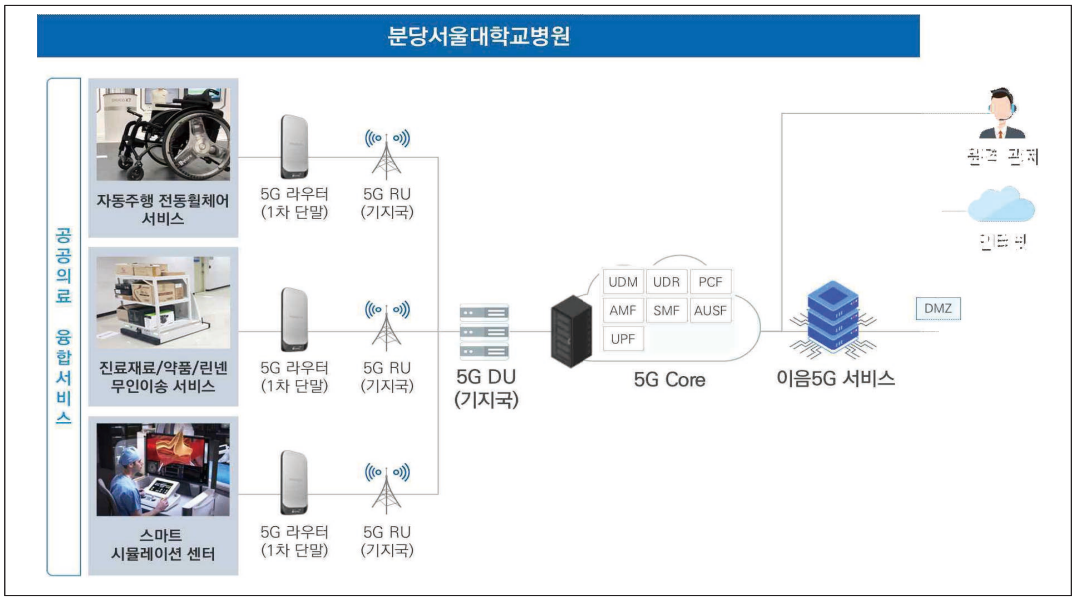
[표 2-11] 신청 무선국 제원(수요기업 A)

주파수	국종	소요량 (대역폭)	안테나 공급전력	안테나의 형식・이득	출력 (EIRP)	설치장소 [무선국 수]
4.72 ~4.82㎓	기지국 (옥내)	100㎒	60W* (15W x 4)	Omni 2dBi, Patch 7dBi, Yagi 12dBi	**14~32dBm** 이하	경기도 성남시 분당구 구미로 173번길 82 1동, 2동, 경기도 성남시 분당구 돌마로 172 헬스케어혁신파크 [기지국 1국(4.7㎓ 25개 장치, 28㎓(1개 장치), 육상이동국 47국]
	기지국 **(옥외, 2동 옥탑)**	100㎒	10W	-	**40dBm** 이하	
	육상이동국	100㎒	0.2W (23dBm)	-	23dBm 이하	
28.9 ~29.5㎓	기지국	600㎒	0.794W (29dBm)	Array 약 26dBi	55dBm 이하	
	육상이동국	600㎒	0.2W (23dBm)	-	30dBm 이하	

* 1개 안테나 포트당 15W이며, 총 안테나공급전력(4T4R)은 60W (= 1개 포트 당 15W x 4)

** 안테나 포트를 병렬로 사용, 각각의 RF 케이블 및 분배기 손실, 안테나 이득을 적용하여 안테나에서 방사되는 EIRP 전력은 최대 **14~32dBm 이하로 운용**

[그림 2-7] 수요기업 A의 이음5G 통신 네트워크 개념도



이음5G 수요기업 A는 분당서울대병원 건물 내·외 환경에서 4.7㎓/28㎓ 대역의 기지국을 각 층별로 1~4개를 설치하여 이음5G망을 구축·운용한다.

[표 2-12] 4.7㎓/28㎓ 대역 설치 장비 현황

설치장소		5G 코어	4.7GHz		28GHz
			DU	기지국 (RU)	기지국 (AU)
1동	지하2층	2	2	4	
	1층			2	
	3층			1	1
	4층			2	
	8층			1	
	11층			1	
2동	지하2층			3	
	지하1층			1	
	2층			4	
	7층			1	
	8층			1	
	10층			1	
응급동(2동)	2층			1	
헬스케어혁신파크(HIP)	1층			1	
연결통로	1층			1	
합계		2	2	25	1

[그림 2-8] 4.7㎓/28㎓ 대역 장비·안테나 배치 구역

4.7㎓ 대역은 출력(EIRP) 14~32dBm(옥내), 40dBm(옥외)의 기지국을 각 층별로 1~4개를 설치하여 운용할 계획이다. 주파수 할당 신청 당시, 4.7㎓ 대역에서 기존 무선국 운용 현황은 아래표와 같다. 장거리 해안 및 도서지역 구간에 M/W 무선국(23국), 이음5G(1국: 16개 장치), 이음5G용 실험국(14국)이 운용 중이다.

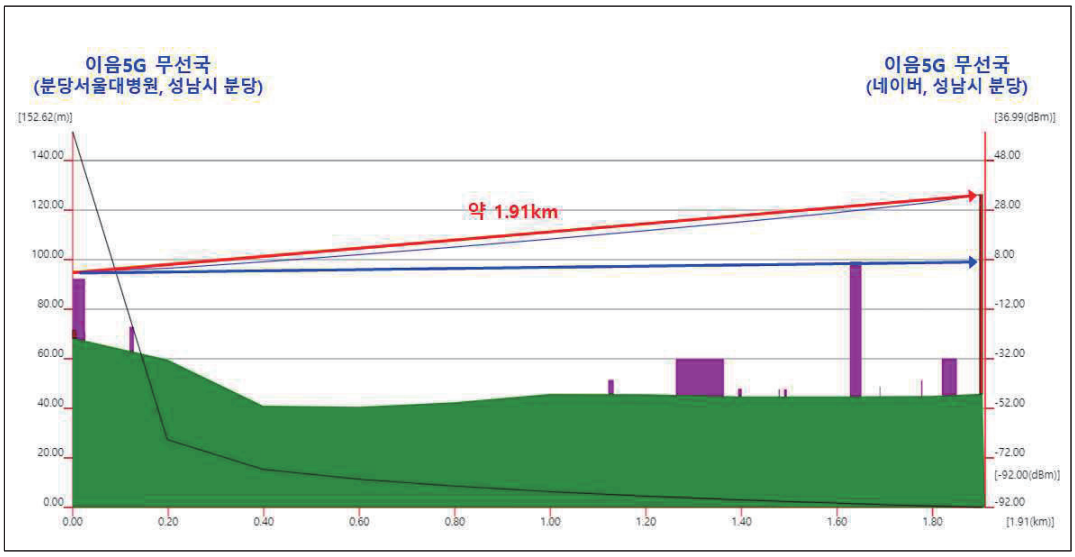
[표 2-13] 4.7㎓ 대역의 타 무선국 운용현황

시설자	국종	주파수(㎒)	전파형식	출력(W)	설치장소 (허가무선국 수)
네이버 클라우드	기지국	TRX: 4770	100MG7W	**0.5**	**경기 성남** (1국: 16개 장치)
엘지씨 엔에스	실험국 (이음5G)	TRX: 4770	100MG7W	0.2, 0.5	서울 서초, 경기 평택 (14국)
KT	고정국	TX: 4630 RX: 4730, 4770, 4810 등	37M0D7D, 40M0D7D 등	0.2, 0.64, 1, 1.26, 2 등	전남 신안군, 전북 군산, 인천시 강화, 인천시 연수구 등 (19국)
SKT	고정국	TX: 4890 RX: 4810 등	37M0D7D, 40M0D7D 등	1	경북 울릉, 인천시 옹진 등 (4국)

신청한 분당서울대병원의 이음5G 무선국은 성남시 분당구의 기존 이음5G 무선국(네이버, 4.72~4.82㎓)과 동일 주파수를 사용하지만, 이격거리(1.91㎞)가 충분히 확보되어 간섭 영향이 없는 것으로 분석하였다. 분당서울대병원의 이음5G 무선국이 14~32dBm 전력(EIRP)으로 송신 시, -105dBm 전력이 도달하는 서비스 영역은 최대 약 180m이고 성남시 분당구의 기존 이음5G 무선국(네이버)과 이격거리(1.91㎞)가 충분하여 간섭 영향이 없는 것으로 판단하였다. 또한, 이음5G의 전파 서비스 영역이 운용구역(분당서울대병원 부지)을 약 17~26m 벗어나지만 그 영역이 주로 주변 수풀 지역이므로 향후 타 이음5G가 구축될 가능성이 희박하여 분당서울대병원의 이음5G 구축운용에는 문제가 없을 것으로 예상된다.

[그림 2-9] 신청 이음5G 무선국과 타 이음5G 무선국(네이버)간 이격거리

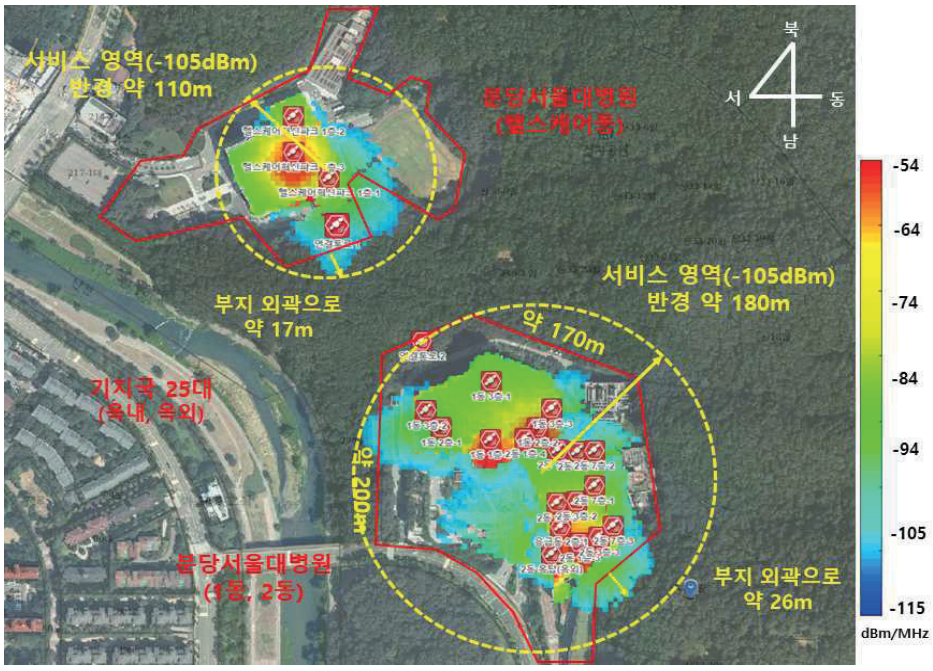
[그림 2-10] 신청 이음5G 무선국과 타 이음5G 무선국(네이버)간 패스프로파일



[표 2-14] 4.7㎓ 대역 출력에 따른 전파 커버리지(옥내)

기지국 위치	출력 (EIRP)	서비스 영역 반경 (-105dBm)	조정 영역 반경 (-115dBm)	비고
1동, 2동, 응급동(2동), 헬스케어혁신 파크(HIP) (옥내 설치)	14~32dBm (신청 출력)	180m	210m	- 서비스 영역은 부지 경계선을 약 26m 벗어남, - 조정 영역이 부지 경계선을 약 68m 벗어남

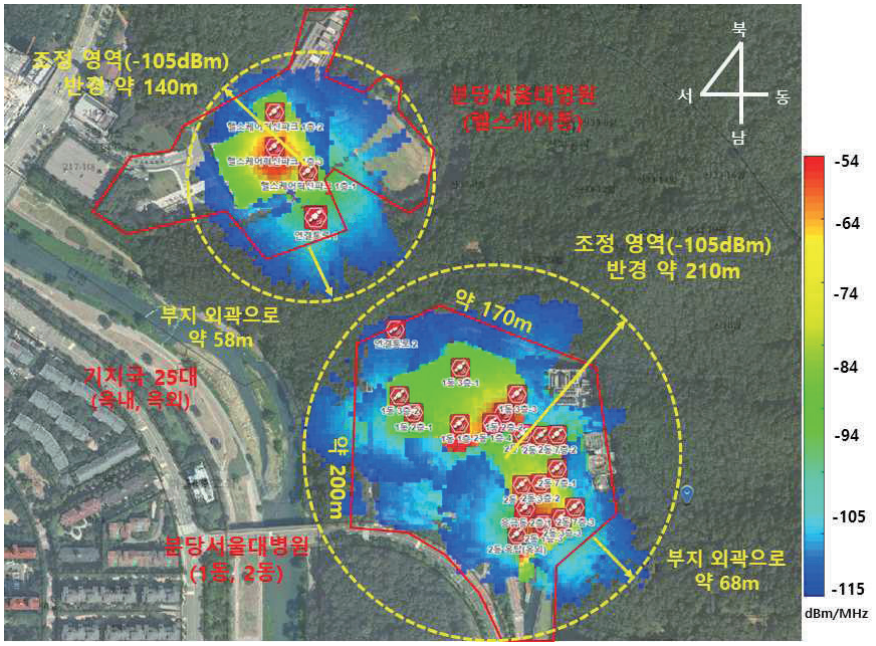
[그림 2-11] 이음5G 무선국(EIRP 14~32dBm, 1동, 2동, 헬스케어동 등)의 서비스 영역



o **(조건)** 주파수: 4.77㎓, 송신전력(EIRP): 14~32dBm, 안테나: Omni(무지향성)
  * 건물투과손실(BEL): Thermally-efficient building(Probability 50%) 손실

o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –105dBm의 **서비스 영역은 반경 약 180m로, 운용구역(분당서울대병원 부지)을 약 17~26m 벗어나지만 그 영역이 주로 주변 수풀 지역임**

[그림 2-12] 이음5G 무선국(EIRP 14~32dBm, 1동, 2동, 헬스케어동 등)의 조정 영역



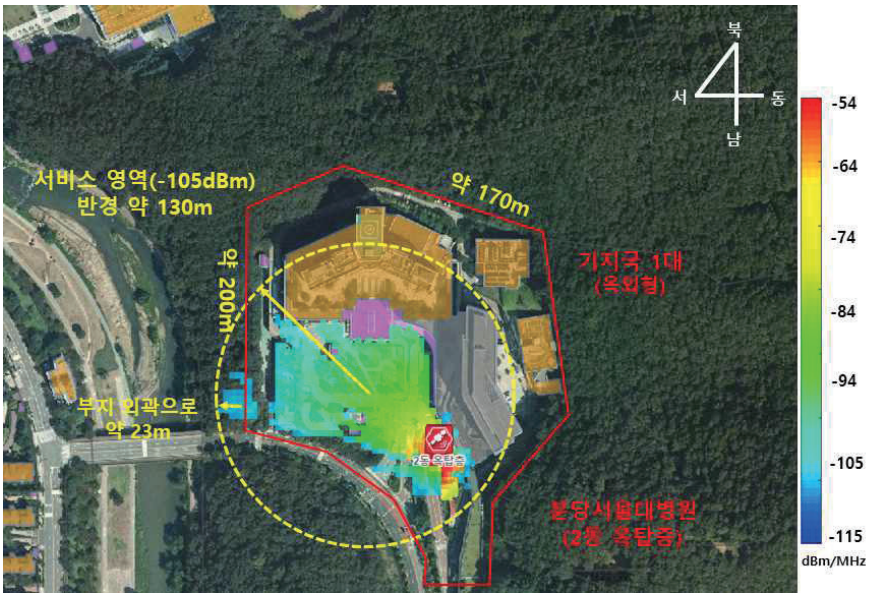
o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –115dBm의 **조정 영역은 반경 약 210m로, 운용구역(분당서울대병원 부지)을 약 58~68m 벗어나지만 그 영역이 주로 주변 수풀 지역임**

다만 전파전달 특성 상 신청한 이음5G망의 할당구역(분당서울대병원)을 벗어나는 이음5G망 서비스 영역과 조정 영역이 발생할 우려가 있으므로, 2동 옥탑층의 경우, 신청 출력, 40dBm(EIRP)을 가급적 30dBm(EIRP) 이하로 하향 조정하여 사용하는 것이 적정할 것으로 판단하였다. 향후에 구축될 인근의 이음5G망에 혼·간섭 영향을 미칠 수 있어 실제 망 구축·운용 과정에서 적정 출력, 안테나 지향각 및 앙각 조정 등을 통해 혼·간섭을 최소화하는 조치가 필요하다.

[표 2-15] 4.7㎓ 대역 출력에 따른 전파 커버리지(옥외)

기지국 위치	출력 (EIRP)	서비스 영역 반경 (-105dBm)	조정 영역 반경 (-115dBm)	비고
2동 옥탑층 (옥외 설치)	40dBm (신청 출력)	130m	180m	- 서비스 영역은 부지 경계선을 약 23m 벗어남, - 조정 영역은 부지 경계선을 약 31m 벗어남
	30dBm (적정 출력)	**110m**	**140m**	- 서비스 영역은 부지 경계선 내, - 조정 영역은 부지 경계선을 약 29m 벗어남

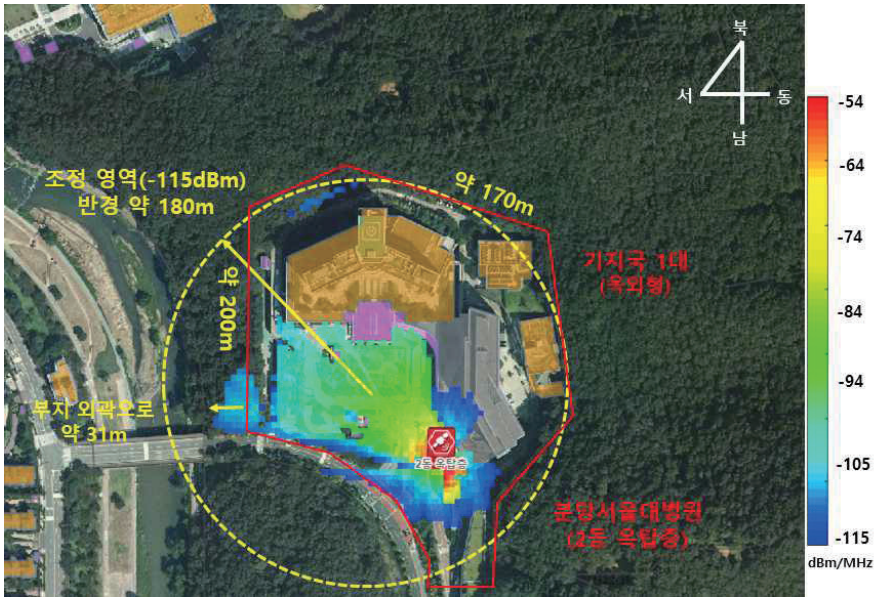
[그림 2-13] 이음5G 무선국(EIRP 40dBm, 2동 옥탑층)의 서비스 영역



o **(조건)** 주파수: 4.77㎓, 송신전력(EIRP): 40dBm, 안테나: Omni(무지향성)
  * 건물투과손실(BEL): Thermally-efficient building(Probability 50%) 손실

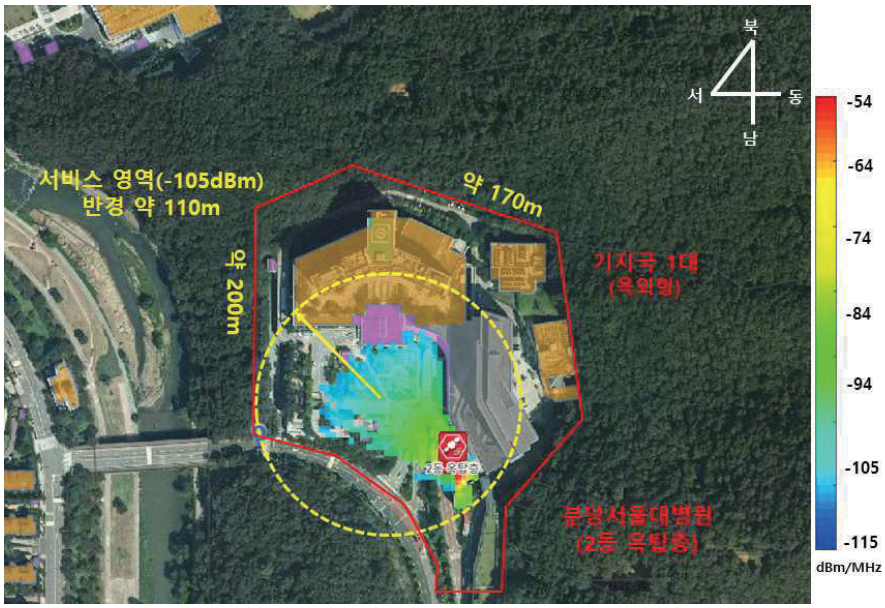
o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –105dBm의 **서비스 영역은 반경 약 130m로, 운용구역(분당서울대병원 부지)을 약 23m 벗어남**

[그림 2-14] 이음5G 무선국(EIRP 40dBm, 2동 옥탑층)의 조정 영역



o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –115dBm의 **조정 영역은 반경 약 180m로, 운용구역(분당서울대병원 부지)을 약 31m 벗어남**

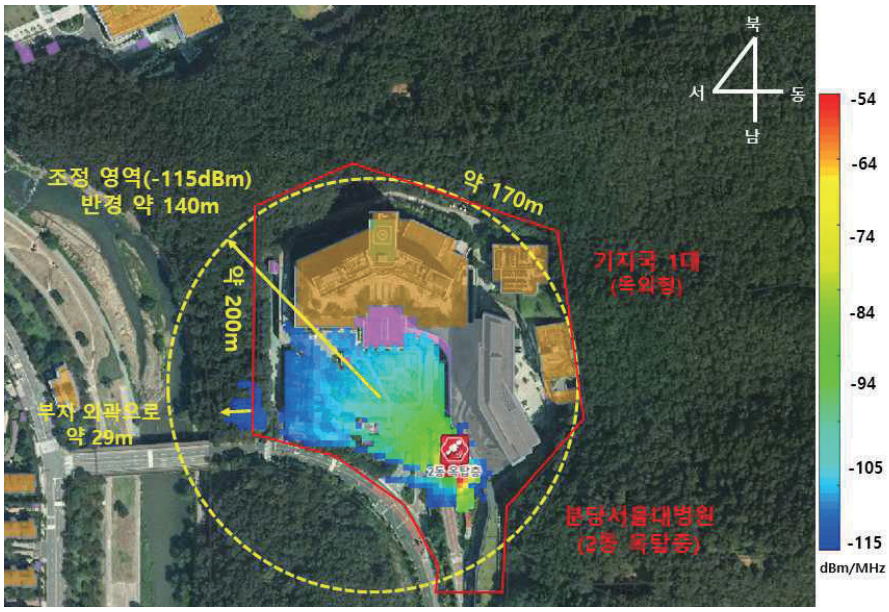
[그림 2-15] 이음5G 무선국(EIRP 30dBm, 2동 옥탑층)의 서비스 영역



o **(조건)** 주파수: 4.77㎓, 송신전력(EIRP): 30dBm, 안테나: Omni(무지향성)
  * 건물투과손실(BEL): Thermally-efficient building(Probability 50%) 손실

o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –105dBm의 **서비스 영역은 반경 약 110m로, 운용구역(분당서울대병원 부지) 내에 있음**

[그림 2-16] 이음5G 무선국(EIRP 30dBm, 2동 옥탑층)의 조정 영역



o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –115dBm의 **조정 영역은 반경 약 140m로, 운용구역(분당서울대병원 부지) 약 29m 벗어남**

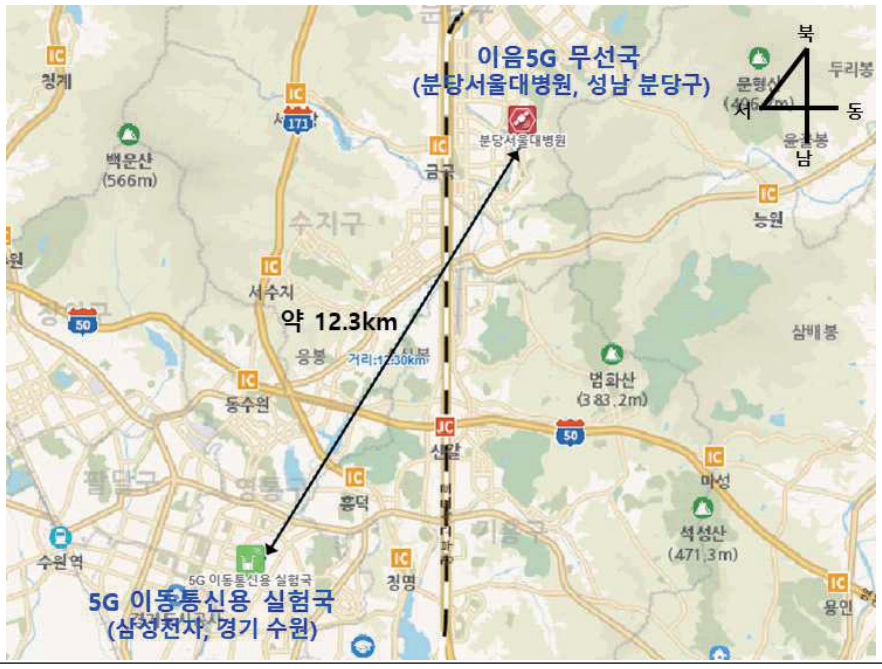
28㎓ 대역은 출력(EIRP) 55dBm(옥내)의 기지국을 1개를 데이터 소요량이 많은 위치에 설치하여 운용한다. 일부 주파수가 중첩되는 대역에서 28㎓ 대역 이동통신 실험국(5국), 고정 M/W 중계 용도의 실험국(1국)이 운용 중이다.

[표 2-16] 28㎓ 대역의 타 무선국 운용현황

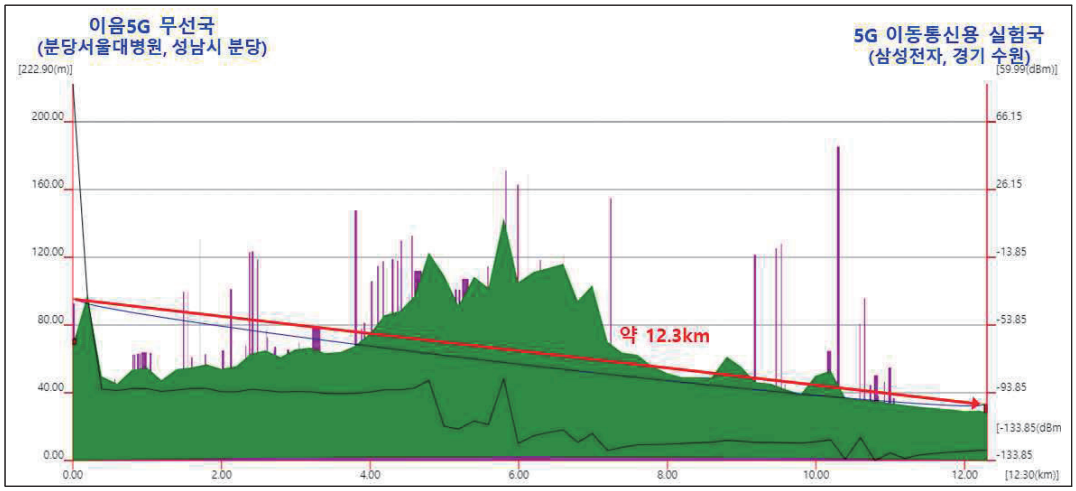
시설자	국종	주파수(㎓)	전파형식	출력(W)	설치장소 (허가무선국 수)
삼성전자	실험국 (기지국, 육상이동국)	**TX/RX: 29.15**	500MD7W	**1.58,** 0.2	**경기 수원(삼성전자 내)** (5국)
휴니드테크놀러지스	실험국 (고정국)	TX/RX: 29, 29.05	45M0D7W	1	충남 태안, 서산, 보령(3국)

신청한 분당서울대병원의 이음5G 무선국은 경기 수원의 5G 이동통신용 실험국(삼성전자)과 일부 주파수를 중첩 사용하지만, 충분한 이격거리(약 12.3㎞)가 확보되어 상호 간섭 영향이 없는 것으로 분석하였다. 분당서울대병원의 이음5G 무선국이 55dBm 전력(EIRP)으로 송신 시, -105dBm 전력이 도달하는 서비스 영역은 최대 약 110m이고, 경기 수원의 5G 이동통신용 실험국과 이격거리(약 12.3㎞)가 충분하여 간섭 영향은 없는 것으로 판단하였다.

[그림 2-17] 신청 이음5G 무선국과 5G 이동통신용 실험국(삼성전자)간 이격거리



[그림 2-18] 신청 이음5G 무선국과 5G 이동통신용 실험국(삼성전자)간 패스프로파일

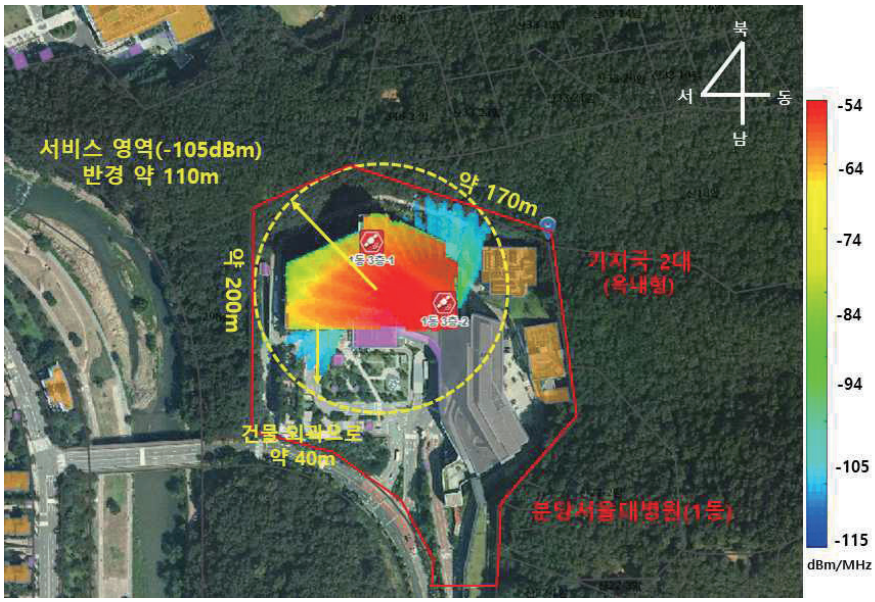


다만 다만 전파전달 특성 상 신청한 이음5G망의 할당구역(건물 등)을 벗어나는 이음5G망 조정 영역이 발생할 우려가 있으므로, 28㎓ 대역의 경우, 신청 출력, 55dBm(EIRP)을 가급적 39dBm(EIRP) 이하로 하향 조정하여 사용하는 것이 적정할 것으로 판단하였다. 향후에 구축될 인근의 28㎓ 대역 5G 상용망에 혼·간섭 영향을 미칠 수 있어 실제 망 구축·운용 과정에서 적정 출력, 안테나 지향각 및 앙각 조정 등을 통해 혼·간섭을 최소화하는 조치가 필요하다.

[표 2-17] 28㎓ 대역 출력에 따른 전파 커버리지

기지국 위치	출력 (EIRP)	서비스 영역 반경 (-105dBm)	조정 영역 반경 (-115dBm)	비고
1동 3층 (옥내 설치)	55dBm (신청 출력)	110m	160m	- 서비스 영역은 건물을 약 40m 벗어남, - 조정 영역은 건물을 약 82m 벗어나고 부지 경계선을 약 54m 벗어남
1동 3층 (옥내 설치)	**39dBm (적정 출력)**	**80m**	**92m**	- **서비스 영역은 건물 내** - 조정 영역은 건물을 약 12m 벗어남

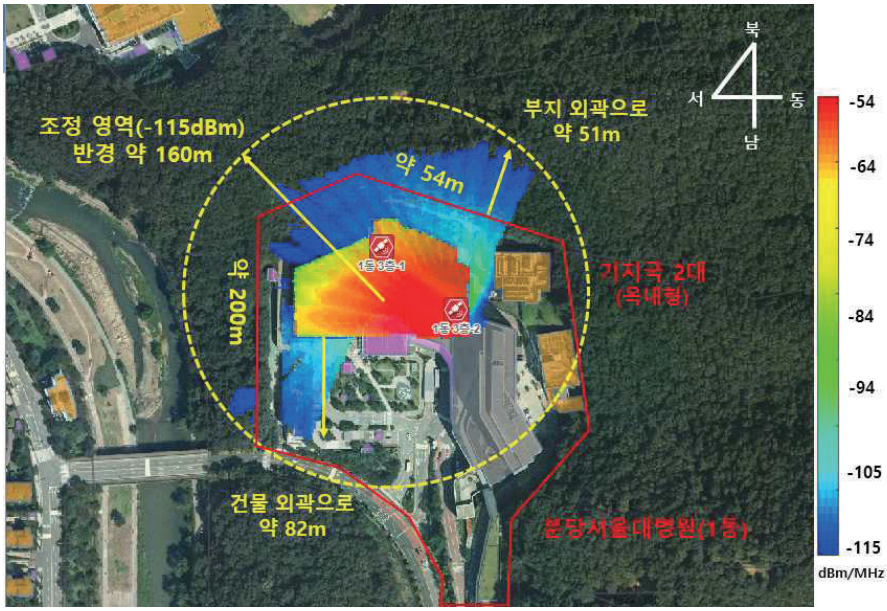
[그림 2-19] 이음5G 무선국(EIRP 55dBm, 1동)의 서비스 영역



o **(조건)** 주파수: 29.2㎓, 송신전력(EIRP): 55dBm, 안테나: Omni(무지향성)
  * 건물투과손실(BEL): Thermally-efficient building(Probability 50%) 손실

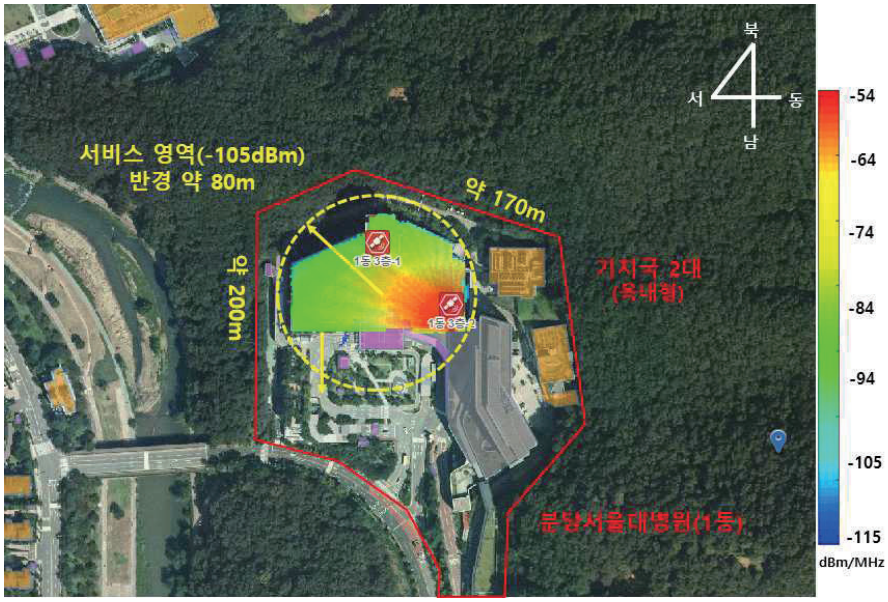
o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –105dBm의 **서비스 영역은 반경 약 110m로, 운용구역(분당서울대병원 건물)을 약 40m 벗어남**

[그림 2-20] 이음5G 무선국(EIRP 55dBm, 1동)의 조정 영역



o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –115dBm의 **조정 영역은 반경 약 160m로, 운용구역(분당서울대병원 건물)을 약 82m 벗어남**

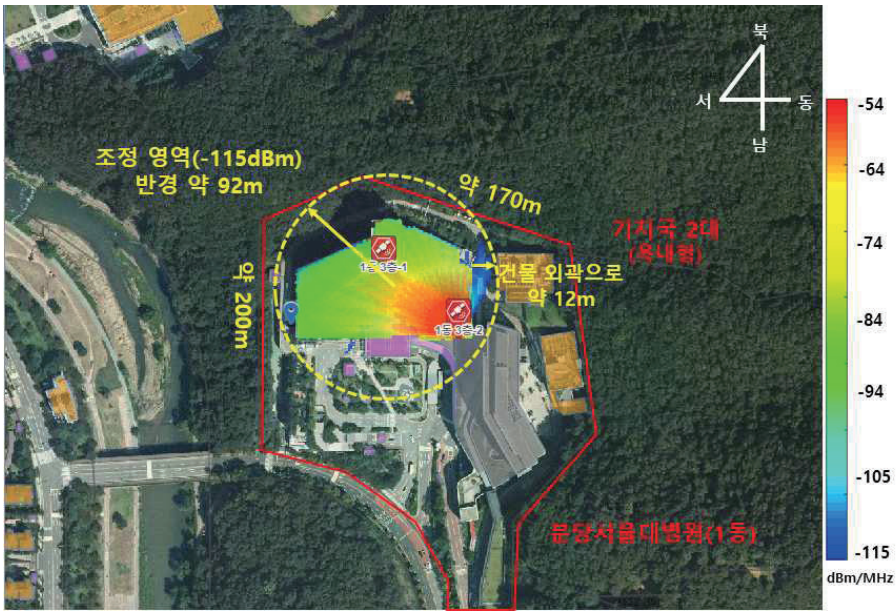
[그림 2-21] 이음5G 무선국(EIRP 39dBm, 1동)의 서비스 영역



o **(조건)** 주파수: 29.2㎓, 송신전력(EIRP): 39dBm, 안테나: Omni(무지향성)
  * 건물투과손실(BEL): Thermally-efficient building(Probability 50%) 손실

o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –105dBm의 **서비스 영역은 반경 약 80m로, 운용구역(분당서울대병원 부지) 내에 있음**

[그림 2-22] 이음5G 무선국(EIRP 39dBm, 1동)의 조정 영역



o **(결과)** 이음5G 무선국 전력, –115dBm의 **조정 영역은 반경 약 92m로, 운용구역(분당서울대병원 건물)을 약 12m 벗어나지만, 분당서울대 부지 내에 있음**

2. 국내 무선국 주파수의 국제등록 추진

앞에서 언급한 바와 같이 이음5G는 5G 융합서비스를 희망하는 사업자가 직접 5G망을 구축할 수 있도록 일정구역(토지/건물) 단위로 5G 주파수를 활용하는 통신망이다. 인공지능, 로봇, 클라우드 등을 바탕으로 지능형 공장, 항공, 에너지 등 다양한 분야에서 이음5G가 본격 확산될 전망으로 지리적으로 인접한 국가의 무선국 운용이 야기하는 간섭 영향으로부터 국내 무선국 보호를 위해 ITU 국제등록이 필요하다. 이에 이음5G 대표 무선국(50국)을 ITU에 국제등록 완료하였다. 향후 기 운용중인 국내 무선국 보호는 물론이고 추후 도입되는 국내 전파자원 보호를 위해 체계적이고 지속적으로 국제등록을 추진할 계획이다.

5G

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제3장

차세대 이동통신 국제 표준화 대응

National
Radio
Research
Agency

3장 차세대 이동통신 국제 표준화 대응

제1절 미래 이동통신 기술 표준화 대응 강화

이동통신 인프라는 국민 편의는 물론 사회와 산업 발전의 필수 요소로 국가 경쟁력에 상당한 영향을 주는 기반기술 역할을 담당하고 있으며 이동통신 기술은 지금까지 불가능했던 혁신적 융합 서비스와 장비, 단말 들의 제조 분야 신산업을 창출할 것으로 기대되고 있다. 우리나라는 세계최초 5G 상용화와 5G+ 전략 수립을 통해 총 1,161조원의 세계 시장 규모의 연관 산업, 시장 선점을 위해 노력하고 있다. 이에 자극 받은 미국, 유럽, 중국 등은 적극적으로 5G 망을 구축 중에 있으며, 6G 시장 선점을 위해 국가 주도의 연구 개발을 착수하였다.

최근 우리 사회는 세계 최고 수준의 네트워크 환경을 기반으로 코로나 19가 가져온 비대면화(Untact)와 디지털 전환을 착실히 이행 중이다. 이 과정에서 고품질, 고신뢰 망에 대한 역할이 부각되어 수요가 확대되고 있어, 코로나 극복을 위한 네트워크 고도화를 적극 추진하고 있으며 5G에 이어 6G 기술력을 확보하기 위한 R&D 추진 등 관련 정책을 추진 중에 있다.

이에 국립전파연구원은 국제전기통신연합의 이동통신작업반(ITU-R WP5D) 회의에서 6G 비전 개발과 미래 기술 연구를 주도하는 등 ITU 국제표준화 작업을 선도하고 있으며 WRC-23(세계전파통신회의)에서 논의할 5G 추가주파수 발굴과 6G 후보주파수 대역 등 이동통신 글로벌 주파수 확보를 위한 연구 추진 중에 있다.

1. 6G 비전 개발 선도

2022년 6월 13일부터 24일까지 2주간 ITU 회원국/사 전문가 300여명이 참가한 가운데 스위스 제네바에서 제41차 ITU-R WP5D 회의에서 6G 비전 개발 등 6G 국제 표준화를 위한 국제 협력을 확대하는 등 우리나라 입장을 반영하기 위한 국가 대표단 활동을 전개 하였다. 금번 회의는 코로나 사태 이후 2년 6개월 만에 처음으로 대면회의로 개최되었으며 온라인 참가도 병행하는 하이브리드 형태로 회의가 진행되었다.

비전은 시야・시각・상상・전망 등의 여러 사전적 의미를 지니고 있으며, 서전적 의미에서 더 나아가 미래를 준비하기 위한 통찰력 및 전망 등의 의미로 해석

할 수 있을 것이다. 즉, 대략 10년 내의 구체화 및 실현될 새로운 세대의 이동통신이 발전해 나아가야 할 서비스의 발전 방향을 제시하고, 성취해야할 기술적 성능에 대한 목표 설정과 기술·주파수 표준화 및 상용화까지를 아우르는 전 과정의 로드맵을 제시하여 미래를 내다보고 준비할 수 있도록 기본 설계를 하는 작업이라고 할 수 있다.

6G 비전 작업은 2021년 3월 1일부터 3월 12일까지 전자회의로 개최된 '제37차 ITU-R WP5D 회의'에서 우리나라 주도로 6G 비전 작업그룹을 신설하며, 6G 국제표준 개발을 위한 대장정이 시작되었다. ITU는 약 10년 주기의 3G, 4G, 5G 표준화에 이어 6G(IMT-2020 and beyond) 목표 서비스, 핵심 성능 지표와 표준화 작업 일정을 담은 표준화 청사진에 해당하는 6G 비전을 제시하고, 이에 따른 6G 국제표준 개발을 추진하고 있다.

우리나라 제안으로 ITU 6G 비전 작업그룹 신설뿐만 아니라, 우리나라가 동 작업그룹의 의장직(삼성전자 최형진 수석연구원)을 수임하여 6G 글로벌 리더십을 강화하였다. 6G 비전 권고의 완료 일정인 2023년 6월까지 권고의 완성도를 높이기 위하여 2022년에 개최된 3차례의 회의(40차, 41차, 42차)를 통해 우리나라는 6G 비전 권고 개발 작업에 적극적으로 참여하여 권고 내 주요 항목인 6G 서비스 시나리오와 6G 요구 성능 지표 개발에 대해 우리나라 정부 정책과 산학계의 의견을 적극 반영할 수 있도록 대응하였다.

[표 3-1] 6G 비전(안) 시나리오 요약

서비스 시나리오	주요 내용	
① Communication-based usage scenarios		
몰입형 통신 (Immersive Communication)	소개	IMT-2020의 향상된 모바일 광대역(eMBB)을 확장하며 사용자에게 몰입형 통신 경험을 제공하는 서비스 시나리오
	유즈케이스	가상현실(XR), 홀로그래픽 통신, remote multi-sensory telepresence, mixed traffic of video, audio, stand-alone support of voice 등
	성능지표	data rate, reliability, latency 등
초저지연 통신 (Extreme	소개	IMT-2020의 URLLC(Ultra-Reliable Low-Latency Communication)를 확장하고 더 엄격한 요구 사항

서비스 시나리오	주요 내용	
Communication)		(안정성, 지연시간 등)을 요구하며, IMT-2030의 경우 요구사항이 충족하지 못할 경우 치명적인 결과를 초래할 수 있는 서비스 시나리오
	유즈케이스	Smart industry, 자동화 공정, 드론, 자율주행, 원격치료 등
	성능지표	Positioning, connection density, reliability, latency
초연결 통신 (Massive Communication)	소개	IMT-2020의 대규모 사물 통신(mMTC)을 확장하며, 광범위한 환경에서 일상 생활에서 산발적이거나 동시적인 트래픽과 함께 다양한 유형의 장치와 센서의 유비쿼터스 연결을 제공하는 서비스 시나리오
	유즈케이스	스마트시티, 이동수단, E-헬스, 에너지, 농업 등
	성능지표	connection density, data rate, 에너지 절약, 배터리 수명, 보안, 신뢰도
② Beyond Communication		
글로벌 무선 연결 및 지속가능성 (Global mobile connectivity and sustainability)	소개	농어촌 지역 및 인구 밀도가 낮은 지역을 포함하여 확장된 커버리지에 대해 적절한 연결성과 기본 광대역 서비스를 제공한다. 또한 재난상황에는 재난 복구 인프라로서 지원할 수 있는 서비스 시나리오
	유즈케이스	재난통신, 네비게이션, 비행기/선박/고속전철 내 모바일 HD 비디오 생중계, HIBS, UAV 등
	성능지표	spectrum efficiency, coverage, sustainability
인공지능 활용 통신 (Integrated Artificial	소개	기기 내 AI 기능과 함께 AI 기반 애플리케이션을 지원하는 새로운 통신 외 서비스를 제공하며, 네트워크의 노드와 인프라를 사용하여 AI 모델의 로컬 컴퓨팅 오프로드, 분산 및 협력 추론 및 트레이닝

서비스 시나리오	주요 내용	
Intelligence and Communication)		을 활용할 미래 IMT 시스템과 애플리케이션에 AI 네이티브를 접목한 것이 특징이다. 통신 기능 이상의 새로운 이용 사례를 가능하게 하는 동시에, 모든 IMT-2030 사용 시나리오와 관련된 전반적인 시스템 성능을 향상시키는 서비스 시나리오
	유즈케이스	자율주행, 디지털 트윈, 제로터치, 로봇 등
	성능지표	user experienced data rate, area capacity, latency, reliability, AI, security, privacy
센싱 결합 통신 (Integrated Communication and Sensing)	소개	Integrated Communication and Sensing은 센서 데이터의 유비쿼터스 전송을 실현하고, 무선 통신 시스템을 보다 효과적으로 활용하고 센싱과 통신을 결합하여 통신 그 이상의 애플리케이션을 활용하는 기술을 의미한다. 센싱 정보의 활용은 통신 시스템이 연결된 물체 뿐만 아니라 연결되지 않은 물체의 움직임과 환경에 대한 공간 정보를 제공하는 광역 다차원 감지를 제공하는 서비스 시나리오
	유즈케이스	네비게이션(차량/항공), 헬쓰케어, 스마트시티, 스마트팩토리, 스마트홈, 스마트하이웨이 등
	성능지표	Detection probability, Ultra high sensing resolution, velocity, angles, high precision positioning, and confidence level.

우리나라는 6대 목표 서비스를 통신 기반(Communication-based)과 통신 이상(Beyond communication)의 서비스 시나리오로 구분하여 논의를 주도하였으며, 글로벌 무선연결(위성 커버리지) 시나리오를 몰입형 통신과 통합하는 방안 또는 기타 목표 서비스에 추가하는 방안 등 다양한 의견이 회의 중 제안되었다. 또한, 6G 기술의 핵심 요구성능을 14개로 정리하고, 추가 제안(개방・상호운용 네트워크, 지속개발성)은 차기 회의에서 다시 논의키로 하였으며, 11월 11일, 12월 14일에 6G 서비스 시나리오 서신그룹 회의를 온라인으로 개최하여 추가적이 논의를 진행하였다.

[표 3-2] 6G 비전(안) 핵심 성능 지표 요약

요구 성능	주요 내용
① 최대 전송속도	- 목표 최대 전송 속도 [100 Gbit/s, 200 Gbit/s, 1 Tbis/s]
② 이용자 체감속도	- 목표 이용자 체감속도 [1 Gbit/s]
③ 주파수 효율	- 목표 주파수 효율 [N x IMT-2020]
④ 트래픽 용량	- 목표 트래픽 용량 [IMT-2020의 100배, 100~10,000 Mbit/s/m^2] / [N x IMT-2020]
⑤ 단말 연결 밀도	- 목표 단말 연결 밀도 [10^6-10^7, 10^7, 10^7-10^8] devices/km^2 / [N x IMT-2020]
⑥ 이동속도	- 목표 이동속도 1,000km/h / [N x IMT-2020]
⑦ 전송 지연시간	- 목표 전송 지연시간 [0.1 / 0.1~1 / 0.02~1] ms / [N x IMT-2020]
⑧ 신뢰성	- 목표 신뢰성 [1-10^{-6} to 1-10^{-7} (RAN)] / 1-10^{-7} / [1-10^{-7} to 1-10^{-9}] / N x IMT-2020]
⑨ 커버리지	- 적정 수준 [논의 중]
⑩ 포지셔닝	- 포지셔닝은 물리적 공간에서 연결된 장치의 위치를 결정하고 특정 주파수와 특정 공간 정확도로 위치를 결정할 수 있는 가능성 - 위치 결정 정확도: 계산된 수평/수직 위치와 장치의 실제 수평/수직 위치 사이의 차이 (정확도 수준은 cm 레벨)
⑪ 센싱 관련 지표	- 감지 기능은 범위/속도/각도 추정, 물체 감지, 로컬라이제이션, 이미징, 매핑, 환경에 대한 정보 프로비저닝 등 감지 기능 제공 (상황에 따라 정확도, 해상도, 감지 속도 누락 등 측정 가능)
⑫ 인공지능 지표	- AI 성능은 사용자를 위해 AI/ML 애플리케이션을 지원하고 통신 관련 기능을 더욱 향상시키기 위해 IMT 시스템에 기능을 제공하는 능력 - 이 성능에는 데이터 수집, AI 모델 훈련 및 추론, 컴퓨팅 등이 포함
⑬ 보안, 사생활, 복구성	- 보안, 탄력성, 사생활 보호 제공 - 보안은 IMT-2030 네트워크와 그 구성의 핵심 고려사항 - 개인 정보 보호는 초기 설계 단계와 식별 가능 정보 처리를 포함하는 제품, 프로세스 또는 서비스 상품 수명 전체에 걸쳐 고려 - IMT-2030은 재난상황에서도 즉시 복구되어 계속성 있는 서비스를 제공해야하며, 자연재해, 보안 이슈 등 상황에서도 적절한 양질의 서비스를 제공할 수 있는 네트워크 제공이 필수적
⑭ 지속가능성	- 에너지 효율을 증진하고 에너지 소비를 최소화 (greenhouse gas emission) - 장비의 환경 영향을 줄이고 탄소 중립 달성 - 장비의 수명 연장

ITU-R 문서 개발 절차에 따라 2023년 2월 회의에서 문서의 안정화 및 완성도가 높은 수준인 예비 초안(PDNR, Preliminary Draft New Recommendation)이 개발되어야 하고, 2023년 6월 WP5D 제44차 회의에서 최종 완성(DNR, Draft New Recommendation)이 되어야 한다. 이후 WP5D의 상위 그룹인 ITU-R SG5(Study Group 5)에서 동시 채택/승인 절차(PSAA, Procedure for simultaneous adoption and approval)를 통해 승인을 받고 190여 ITU 회원국에 대한 2개월 회람을 통해 2023년 4분기에 최종 발간될 전망이다.

따라서 성공적인 6G 비전 권고서 개발 및 국내 의견 수렴 및 조율을 위하여 지속적인 표준화 활동이 필요하고, 이를 위해 국내 산업계 및 연구기관 등의 다양한 의견들이 반영될 수 있도록 많은 참여와 관심이 필요하다.

2. 6G 미래 기술 트렌드 보고서 개발 완료

우리나라는 지난 6월 스위스 제네바에서 개최된 제41차 ITU-R WP5D 회의에서 6G 미래 기술 연구를 주도하는 등 ITU 국제표준화를 선도하여 6G 미래 기술 트렌드 보고서 개발(Future technology trends of terrestrial IMT systems towards 2030 and beyond)을 완료하였다. 우리나라는 6G 미래 기술 동향을 연구하는 실무그룹의 공동 의장국(고려대 오성준 교수)으로서 국내 6G R&D 전략과 산・학・연의 신기술 수요를 반영하여 2030년경 다가올 6G 시대에 예상되는 이동통신의 미래 기술 트렌드 보고서를 개발하였다. 미래 기술 동향 보고서는 인공지능 기술 발전, 시스템의 신뢰성과 지속가능성 향상, 보안 강화, 다양한 융합 서비스의 등장 등 6G의 새로운 요구사항들을 반영하기 위한 혁신적인 미래 기술 동향을 제시하고 있다.

[표 3-3] 미래 이동통신(6G) 기술 동향 보고서 개요

핵심 기술	주요 내용
① AI 기술	무선 채널 추정과 다중 안테나 이용 등에 AI 기술이 적용되어 최적의 무선 네트워크망을 지원하게 될 전망
② 센싱과 통신의 융합 기술	위치 추적, 물체/이미지 검출 등의 다양한 센싱 기술은 이동통신 기술과 융합되어 상호 협력·발전하게 될 전망

③ 통신과 컴퓨팅 구조의 결합을 지원하는 기술	에지(Edge) 컴퓨팅 등의 기술은 이동통신 기술과 더욱 융합되어 XR, 홀로그램, 디지털 트윈 등을 지원하여 상호 협력·발전될 전망
④ 단거리 통신 기술	단말기 간(Device-to-Device) 통신을 지원하여 높은 속도의 근거리 연결을 지원하게 될 전망
⑤ 효율적인 스펙트럼 사용을 위한 기술	주파수 집성(Carrier Aggregation)과 분산 셀(Distributed Cell) 기술은 6GHz 이하, 밀리미터파, 100GHz 이상 등의 다양한 대역을 지원하여 보다 효율적인 스펙트럼 이용을 지원하게 될 전망
⑥ 에너지 효율을 향상하는 기술	배터리 사용의 한계를 극복하기 위한 에너지 하베스팅*(energy harvesting), 무선 전력 전송 등의 기술이 적용되어 저가의 소형기기를 포함한 에너지 이용효율을 높이게 될 전망 * 무선 신호, 태양, 바람 에너지 등 주변 에너지를 전기에너지로 변환, 저장하는 기술
⑦ 실시간 통신을 지원하는 기술	동기화 기술 성능은 개선되어 증가 될 실시간 통신 서비스를 지원하게 될 전망
⑧ 신뢰성 향상을 위한 기술	양자암호를 통한 무선접속 네트워크 보안 및 물리계층 보안 기술 등이 발전하여 신뢰성과 보안성 등이 더욱 향상될 전망
⑨ 무선 인터페이스를 향상하는 기술	향상된 부호화, 변조, 파형(waveform) 기술과 다중안테나 기술, 전이중 통신(Full duplex), 지능형 재구성(Reconfigurable Intelligent surface) 기술, Sub-THz 기술, 초정밀 위치추적 기술 등이 발전될 전망
⑩ 무선접속 네트워크를 향상하는 기술	향상된 RAN 슬라이싱 기술과 가변 QoS 지원 기술, 커버리지 확대, 드론 통신 기술, 초밀집/자원공유 네트워크 기술 등이 발전될 전망

특히, 인공지능 기반 서비스, 센싱-통신 협력 기반 서비스 등 다양한 6G 서비스 시나리오가 논의 중인 가운데 이러한 서비스를 지원하기 위한 진화된 무선접속 기술(AI 융합 통신, 센싱 융합 통신, 전이중 통신, Sub-THz 통신 등), 무선 네트워크 기술(디지털 트윈 지원, 커버리지 확대, 기지국 공유 향상 등)이 포함되어 향후 6G 목표 서비스와 요구성능을 정의하는 6G 비전에 반영될 전망이다.

3. 6G 비전 워크숍 개최

우리나라 주도로 6G 비전 개발을 촉진하기 위한 ITU 6G 비전 워크숍이 제41차 WP5D 회의 기간 중 개최되었다. 2022년 6월 14일 ITU 본부에서 하루 동안 진행된 본 행사에는 ITU 회원국은 물론 외부 기관을 포함하여 총 348명이 참여하여 6G 비전에 대한 다양한 의견을 공유하고 연구 방향을 논의하였다. 특히 우리나라는 6G 비전 그룹과 워크숍 컨비너 국가로서 워크숍 프로그램 개발은 물론 ITU 회원국, 외부단체 등을 대상으로 그간의 6G 비전 작업경과와 연구방향을 공개하고 국제협력을 독려하는 등 6G 표준화를 선도하였다.

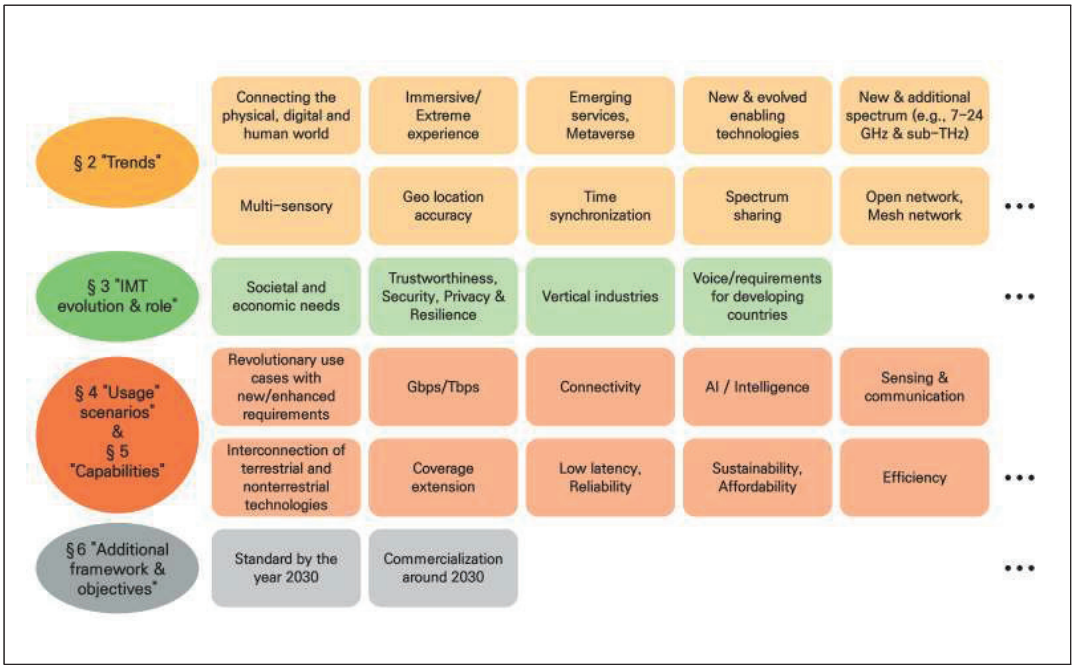
유럽의 플래그십 연구 연합인 6G 플래그십 Hexa-X로 2030년 6G 상용화를 목표로 6G 비전과 표준 기술 선점을 위해 6G 비전을 제시했다. 물리적/디지털/인류 세상의 연결·융합을 목표로 지속가능성/포용성/신뢰성의 핵심 가치를 강조한 것이 특징이다. 6G의 다양한 서비스를 만족하기 위해 Sub-THz 대역뿐만 아니라 저·중·고 대역이 필요하다는 점과 7-24㎓ 대역의 가용성을 강조하였다. 유럽의 산업체 연구 연합인 One6G Association은 디지털 경제에 필요한 이동통신 요수 기술 개발 지원을 목표로 아키텍처 측면에서의 6G 무선접속, THz, 비지상망 네트워크 등 다양한 접속 방식과 THz 통신, AI, 매쉬 네트워크, 플랫 네트워크 등 6G 요소 기술 등을 제시하였다.

미국의 6G 리더십 확보를 위해 설립된 Next G Alliance(NGA)는 6G 연구개발, 제조, 표준화, 상용화 추진을 목표로 활동 중인 민간 단체이다. 6G 성공을 위한 사회적 요구 충족, 어플리케이션, 시장, 기술개발 측면에서 네트워크의 신뢰성, 탄력성, 안정성, 디지털 세계의 강화, 모든 환경에서의 접근성, 분산 클라우드와 통신 서비스, 인공지능 네트워크, 에너지 효율 개선 및 녹색 에너지를 통한 지속가능성을 비전으로 제시하였다.

일본, 중국, 인도 등 아태지역에서도 관련 연구 단체를 통해 인공지능의 활용, 디지털 트윈, 몰입 통신과 중대역을 포함한 다양한 주파수 대역의 활용 등의 6G 비전을 제시하였다.

그 밖에 영국 Surrey, Bristol 대학, 핀란드 Oulu 대학, 이집트, 인도 표준단체 등이 워크숍에 참여하는 등 세계 14개 기관의 발표를 통해 ITU 회원국과 외부 기관 간 6G 비전을 공유하고 글로벌 관심을 고조시키는 등 소기의 목적을 달성하였다.

[그림 3-1] 6G 비전 워크숍 주요 키워드



4. 6G 주파수 동향

이동통신의 새로운 기술 세대의 개발 주기는 약 10년으로, 2020년 5G가 완성되었고 2030년 경 출현이 예상되는 6G를 향해 표준화가 시작되었다. 아직까지 6G의 신규 후보 기술 및 주파수 대역은 수면 위로 나와 있진 않지만, 물밑에서는 주요 글로벌 업체들이 활발히 R&D를 진행하며, 표준화 전략을 수립 중에 있다. 특히, 6G에서는 기존 IMT 주파수 대역으로 연구되지 않은 신규 대역으로서 7-24㎓가 많은 관심을 받고 있다. 따라서 해당 대역의 3GPP 표준화 연구 및 주요 국가의 동향에 대해 분석을 하였다.

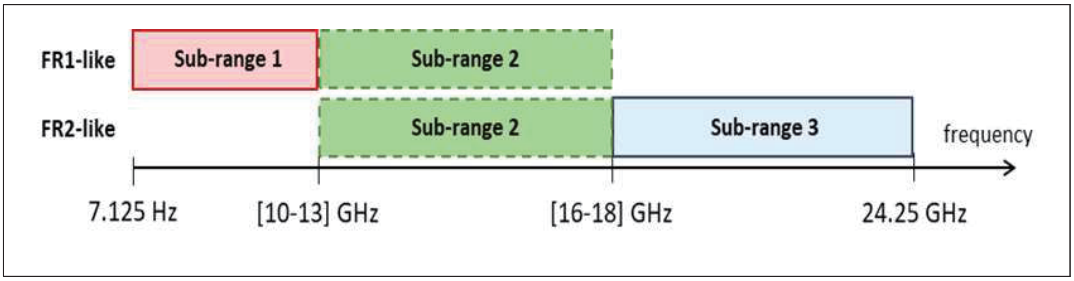
가. 3GPP 표준화 동향

3GPP(3rd Partnership Project)는 5G 주파수 대역을 7.125㎓ 이하(Frequency Range: FR 1)와 24.25㎓ 이상 (FR2)으로 구분하고, 각 주파수 영역에서 36개 NR(New Radio) 대역을 정의하였다(Release 15 기준). Release 16에서는 FR1과 FR2 중간 대역인 7.125-24.25㎓ 대역에 대한 연구과제(SI: Study Item)를 진행하였다. FR1과 FR2 정의에 따라, 7-24㎓ 대역 주파수 면허를 가진 사업자는

Release 15 5G 구현을 할 수가 없었으며, 12.2~12.7㎓ 대역의 미국 면허권을 보유중인 DISH Network(북미사업자, 이하 Dish) 제안으로 Release 16에서 연구를 시작하여 3GPP TR 38.820을 제정하였다.

3GPP는 7 - 24㎓ 대역의 RF(Radio Frequency) 특성 연구를 위해 전체 대역을 ① 7.125 - [10-13]㎓ (10㎓) (Sub-range 1) ② [10-13] - [16-18]㎓ (15㎓) (Sub-range 2) ③ [16-18] - 24.25㎓ (20㎓) (Sub-range 3)로 구분하여 Sub-range 2에 대한 FR1 또는 FR2 RF 특성 적용에 관한 연구를 진행하였다. Release 16 사전연구 결과, 10-13㎓ 이하는 FR1 RF 요구사항 적용을, 16-18㎓ 경계에서는 16㎓까지는 FR1 RF 요구사항 적용을, 18㎓까지로 구분하는 경우 FR2 RF 요구사항 적용을 검토하는 것으로 결론을 도출하였다.

[그림 3-2] 3GPP의 7-24 ㎓ 대역의 세부 특성 범위 구분



해당 특성을 기반으로 3GPP는 7-24㎓ 대역을 IMT로 활용하기 위한 다음의 5G 구축 시나리오를 가정하여 성능 시뮬레이션을 할 것을 제시하였다.

[표 3-4] 3GPP의 7-24㎓ 대역 5G 구축 시나리오 별 시스템 특성

구축(배치) 시나리오	반송 주파수(㎓)	시스템 최대 대역폭(㎒)	시나리오 레이아웃	사용자 특성	사이트 간 거리(m)	시나리오 설명
Indoor hotspot	7-24	200~1000	단일 레이어, 실내전용	100% 실내, 3km/h, 10명/TRxP	20	실내, 스몰 커버리지, 대용량, 고처리량, 고밀도

Dense urban	7-24	200~1000	이중 레이어, Macro Grid, Random Drop Micro	Uniform/macro: 10 명/TRxP, Clustered/micro: 80% indoor(3 km/h), 20% outdoor (30 km/h)	200	실외, 실외-실내, 고밀도, 고용량 트래픽 부하, 간섭제한 환경
Urban macro	7-24	200~1000	단일 레이어, Macro Grid	20% 실외(차량안), 80% 실내(3km/h) 10명 / TRxP	500	대규모셀, 연속적인 커버리지, 간섭제한 환경
IAB	7-24	IAB-donor 100MHz@4 GHz IAB-node 100MHz@30 GHz	dense urban: 이중 레이어 (Macro IAB donor + Micro IAB Node) urban micro 단일 레이어	20% 실외(30km/h), 80% 실내(3km/h)	200, 500	실외, 실외-실내, Dense urban, Urban Micro

비록 Release 16에서 3GPP TR 38.820을 제정한 이후, 후속 기술규격(Technical Specification)을 만들기 위한 표준화 작업으로는 이어지지 않았다. 이는 본 연구를 주도한 Dish에서 12.2-12.7㎓ 대역(기존업무: 고정위성, 방송위성 등)을 5G로 용도를 전환하여 사용하려고 FCC에 청원하였던 사항이 SpaceX, AT&T 등의 주변 사업자들과의 이해관계로 인해 FCC에서 쉽사리 결론을 내지 못한 것이 주된 이유로 보인다. 3GPP에서 실제 IMT 시스템이 운용되도록 주파수 관련 기술규격을 개발하려면 명확한 사업 계획이 제시되는 것이 필요조건으로서, 3GPP band plan 및 무선접속 기술규격 개발 작업을 착수할 수 있기 때문이다.

나. 미국 동향

앞서 언급한 3GPP에서의 7-24 ㎓ 대역 연구가 Dish의 주도로 이루어졌기 때문에 본 장에서는 구체적인 미국 현황으로 먼저 12.2-12.7 ㎓ 분쟁 현황을 기술하고 이후 FCC에서 발표된 정책을 토대로 7-24 ㎓ 대역 동향을 제시하고자 한다.

1980년대 초반 미국은 직접방송위성(Direct Broadcast Satellite; DBS)으로 해당 대역을 할당하였기에 본 업무가 가장 우선순위가 높으며 차후 다른 서비스가 진입했을 때 보호해야 하는 대상이다. 2000년도에는 멀티채널 비디오 데이터 전송 서비스 (Multi-Channel Video and Data Distribution Service; MVDDS (단방향 전송)와 고정위성(우주대지구)-비정지궤도위성(Non Geostationary Satellite Orbit; NGSO)도 co-primary 운용으로 동시 승인되었으나, 기존 DBS의 보호를 전제로 하였다.

2016년에 들어서 SpaceX가 해당 대역에 저궤도 위성군을 활용한 신규서비스를 신청함에 따라 FCC는 해당 서비스도 가능하도록 규칙 개정을 하였다. 참고로 DBS 제공자는 2020년 3분기 기준으로, 2개 사업자(DIRECTV, Dish)의 가입자가 2,200백만명이었고, MVDDS 제공자는 8개 회사(법적으론 11개)가 총 214개의 MVDDS 라이선스 중 대다수(191개)를 보유하고 있다. Dish는 DBS 제공자이자, MVDDS에서도 가장 많은 라이선스를 보유한 회사이기 때문에 12.2-12.7㎓ 대역의 실질적인 주도 회사라 볼 수 있다.

문제의 발단은 2016년에 SpaceX가 신규 서비스를 신청할 때, MVDDS 사업자들은 5G Coalition 단체를 구성하여 12.2-12.7㎓ 대역의 지상 양방향 서비스 사용허가 요청을 하여, 이를 근거로 SpaceX의 신규서비스 규칙 개정에 대해 반대 의사를 전달하였다. 하지만 FCC는 해당 주장이 SpaceX 서비스를 지연하기 위한 충분한 조건이 안된다며 거절하며 SpaceX 손을 들어주었다.

이후 2021년 1월, FCC는 12.2-12.7㎓ 대역에서 위성방송사업자와 이동통신서비스의 공동사용을 통하여 5G 구축을 가속화하겠다는 계획을 공표한다. 12㎓ 대역의 기존 이용자인 DBS, MVDDS, NGSO FSS에 유해한 간섭을 초래하지 않고 5G 이동통신 서비스와 비면허 이용을 허가할 수 있는 방법을 논의하겠다는 것이다. 당연히 양측의 이해 관계자들은 FCC의 검토 계획에 대해 다음의 첨예한 입장을 성명문으로 발표하였다.

[표 3-5] 미국 12 GHz 대역 관련 주요 이해 관계자 현황

구분	반대	찬성
주요 업계	SpaceX (위성사업자)	Dish(DBS 사업자), RS Acess(MVDDS 사업자)
주장	• 위성사업자 OneWeb, SpaceX, Intelsat, Kepler Communications 등은 NGSO FSS와 지상 양방향 이동통신 서비스 간 주파수 공유가 불가능하다는 입장 • SpaceX는 그동안 수십억 달러를 서비스 구축에 쏟아부어 왔는데 FCC가 난데없이 규정을 개정하려고 한다며 반발	• 5G for 12㎓ Coalition: 12㎓ 대역에서 5G 주파수 확보하여 미국의 5G 국가경쟁력 증진을 목표로 함 • Dish와 MVDDS 면허권자들은 SpaceX가 이미 FCC의 규칙제정 절차가 임박했다는 점을 알고도 투자를 지속했다며 반박 ❖ (참고) RS Access는 12GHz 대역에서 MVDDS 스펙트럼의 약 15%를 보유. 이 회사는 Dell Technologies 설립자 Michael Dell과 그의 가족 자산을 관리하는 민간 투자 회사인 MSD Capital의 지원을 받고 있음.

2022년 중순에도 여전히 SpaceX는 “5G로 12㎓ 대역을 사용하려는 Dish의 잘못된 계획으로 인해 Starlink 위성 시스템이 망가진다”며 FCC 및 의원들에게 항의 메시지를 보내도록 여론전을 펴고 있으며, Dish와 RS Access는 5G for 12㎓ Coalition을 통해 Starlink의 “오보 캠페인“을 바로 잡는다며 양방향 지상파(5G)를 위해 중요한 중대역 스펙트럼을 사용함으로써 상당한 사회적, 경제적 및 지정학적 이점을 제공함을 강조하고 있다.

이후, FCC는 2022년 9월 19일 Public Notice(문서번호: DA 22-974)를 통해 12.7-12.75㎓ 및 12.75-13.25㎓ 대역[1)]에서 라이센스 또는 기타 승인에 대한 신규 또는 수정 신청서 제출에 대한 180일 동결을 발표하는 공시를 발표했다. 이 임시 동결의 목적은 FCC가 “공익을 위해 이 스펙트럼의 더 효율적인 사용을 장려”할 수 있는 조치를 고려할 때까지 이 대역에서 승인된 작업의 현재 환경을 유지하는 것이다. 그리고 별도로 FCC 의장은 같은 날 2022년 9월 19일에 NTIA Spectrum Policy Symposium에서 미드 밴드가 6G 서비스를 지원할 것으로 생각하고, 7-16GHz 대역을 강조하였다. 이 대역 범위는 이전 연설에서의 7-15GHz 대역을 16GHz까지 확장한 대역으로 주목 된다. 아울러, 12.7-13.25㎓ 대역(신규 550MHz 폭)을 신규 5G/6G 대역으로 고려하겠다고 발표하였는데, 12.2-12.7㎓까지 연속으로 사용한다면 약 1GHz의 광대역 폭을 확보하는 것이라 6G의 핵심대역으로 부상할 수 있어 향후 진행 추이를 주목할 필요가 있다.

한편, FCC는 2022년 10월 6일 FCC 10월 Open Meeting 이후, FCC FACT SHEET를 통해 12.7-13.25GHz 대역의 Mobile Broadband 또는 다른 확대 이용을 위한 세부 검토를 위해 일전 180일 신규 신청 동결 기한을 60일 추가 연장하였다.

FCC가 12.7-13.25㎓ 대역을 가장 먼저 6G 주파수로 검토를 시작한데에는 동 대역의 기존 업무가 전국적으로 이용되고 있지 않은 부분과 우주업무의 경우도 켈리포니아 골드스톤에 한정되어 있고 비교적 면허권도 2,300개 정도이기 때문으로 보인다. 이후에는 FCC 의장이 언급한 7-16㎓ 대역에 대한 FCC 후속조치가 곧 발표될 것으로 보인다. 앞서 살펴본 12.2-13.25㎓ 동향 이외 7-16㎓ 대역에서 미국의 정책에서 고려할 것으로 보이는 동향은 다음과 같다.

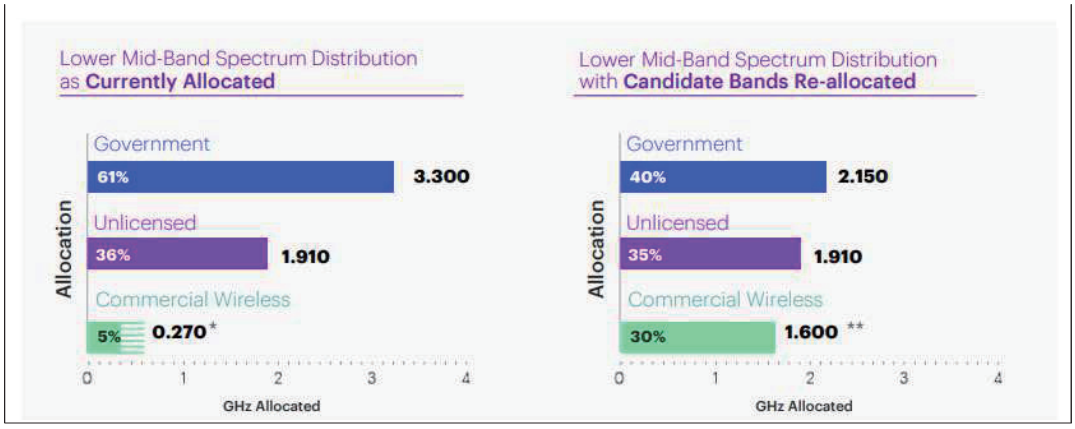
14.8-15.35㎓ 대역은 WRC-23 의제(의제 1.13) 연구로 우주연구업무의 공유 및 양립성 연구결과에 따라 2순위 업무로 분배된 우주연구업무를 1순위 업무로 상

1) The entire 550 megahertz (12.7-12.75 GHz and 12.75-13.25 GHz) is allocated exclusively for non-Federal fixed, mobile, and fixed satellite service (earth-to-Space) use, except that the 500 megahertz from 12.75-13.25 GHz contains a Federal allocation specifically limited to the space (deep space) service for reception only at Goldstone, California. The FCC lists over 2300 licenses in the band.

향을 검토하고 있다. 동 대역 연구에서 미국 FCC는 기존업무인 이동업무 등의 보호를 위해 전파규칙 개정 반대 입장이어서 향후 이 대역도 미국에서 6G 대역으로 검토될 가능성이 있으며, 이런 연유로 미국이 기존 6G 주파수 검토 대역 범위를 16㎓까지 확대한 것으로 추측 된다.

7125-8400㎒ 대역(400㎒ 폭)은 미국의 CTIA(미국무선산업협회)가 2022년 9월 28일 발행한 Spectrum Allocation in the United States 보고서에서 무선 상용화 대역으로 강조한 대역 중 하나이다. 보고서에서는 동 대역을 포함하여 현재 공공용으로 이용 중인 61%의 대역을 40%로 줄이고 상용 면허 대역을 기존 5%에서 30%로 늘려 균형을 맞추는 재할당 (re-allocation) 정책 추진도 함께 제안하고 있다.

[그림 3-3] CTIA 권고 5G 확장 대역



아울러, 주목할 동향은 7.2-10.2㎓ 대역이다. 동 대역은 UWB 기술이 이용하는 대역인 3.1-4.8㎓(Low band) 및 7.2-10.2㎓(High band) 중 상위 대역으로 최근 애플에서 에어드롭, 홈팟 미니, 애플 carKey 시스템을 구현(전송 10m, 3.1-10.6 ㎓)하고 있다. UWB 기술은 500㎒ 이상 광대역 주파수를 사용하고 있고 상위 대역에서 500㎒ 채널폭으로 7.2-7.7㎓, 7.7-10.2㎓ 대역으로 각 채널을 나누어 이용하며 약 2 나노초 길이의 펄스를 이용해 수 cm 수준의 정확도로 거리를 측정할 수 있게 한 근거리 무선통신(RF) 기술이다. UWB 기술은 2 나노초에 높은 출력을 이용하기 때문에 향후 이동통신 기술과의 공존이 이슈가 될 수 있어 관심이 높아지고 있다.

정리하자면, 7-24㎓ Upper-Mid Band에서 미국이 우선순위를 가지고 6G 주파수로 검토할 대역은 7-16㎓ 대역[2] 범위로, 7125-8500㎒, 12.2-13.25㎓, 14.5-15.25㎓ 대역을 중심으로 기존 업무와의 공존을 고려하여 6G를 위한 더 효율적인 주파수 이용 정책을 검토할 것으로 보인다.

다. 유럽 동향

유럽의 중대역 전략은 광역 커버리지(면허)와 중/저 출력의 로컬 커버리지(비면허) 위한 중대역 주파수에 대한 균형을 추구하고 있다. 특히 광역 커버리지를 위한 면허용 중대역에서는 6425-7125㎒ 대역의 이동통신 이용을 위한 WRC-23 의제 연구 결과에 예의 주시하고 있다.

2) 이외 참고사항으로 2022년 4월 12일 AT&T는 FCC에 텍사스 오스틴에서 2년간의 6G용 실험 주파수 면허를 요청하였으며, 신청 주파수 대역으로 5.9-8.4㎓, 10.7-15.35㎓, 92-100㎓ 대역이 포함되어 있다.

6425-7125㎒ 대역은 WRC-23 의제 1.2로 IMT 추가 주파수 지정을 위한 주파수 대역 중 하나로 이용방안이 연구 중에 있다. 6425-7025㎒ 대역은 제1지역(유럽) 대상으로, 7025-7125㎒ 대역은 전 지역(글로벌) 대상으로 연구되고 있다.

해당 대역의 주파수 분배 및 이용현황은 (그림 3)과 같으며 우리나라의 경우 방송보조 무선국(50여국)과 방송프로그램 중계용 고정국(300여국)이 운용 중이다. 본 대역의 의제를 해결하고자 ITU는 <표 3>의 해결 방법들을 마련하였으며 WRC-23에서 ITU의 193개 회원국(국가)의 합의 결과에 따라 IMT 지정 여부가 결정될 것이다. 동 대역은 B5G/6G 주파수를 발굴하려는 입장과 비면허(RLAN)로 운용하고자 하는 입장이 대립되어 이용규정 논의에 대립이 심화되고있다. 참고로 유럽은 5925-6425㎒ 대역을 무선랜으로 이용하고 있으며, 6425-7125㎒ 대역에 대해서는 위성측(프랑스, 러시아, 룩셈브르크 등)과 대립하며 IMT 이용 입장이 확산 중이다.

특히, 프랑스는 동 대역이 지구탐사위성 등의 간섭 영향 해결과 6G의 중요 코어 대역임을 강조하며 6G 도입 시기(2030년)부터 이용하는 방안을 제안하여 동 대역이 유럽에서 6G 주파수로 부각될지 귀추가 주목되고 있다.

라. 아태지역 표준화 현황

아태지역은 APG 회의를 통해 WRC-23 의제 1.2(IMT 추가 주파수 지정(3-11 ㎓) 검토)가 논의되고 있다. 5G 추가 주파수 발굴을 위해 3.3-10.5 ㎓ 대역 내 아래의 5개 대역을 후보대역에 대한 아태지역의 공통 입장을 도출하기 위해 노력하고 있다.

① 3300-3400㎒ 대역(제2지역/제1지역(각주 개정)), ② 3600-3800㎒ 대역(제2지역) ③ 6425-7025㎒(제1지역) ④ 7025-7125㎒ 대역(글로벌) ⑤ 10-10.5㎓ 대역(제2지역)

해당 대역들 중에서 7-24㎓ 대역에 직접적으로 포함되는 것은 ⑤ 10-10.5㎓ 대역(제2지역)이다. 해당 대역의 주파수 분배 및 이용현황은 그림 3-4와 같으며 우리나라의 경우 아마추어(24국)와 공공용 무선국이 운용 중이다. 본 대역의 의제를 해결하고자 주파수 대역별로 해결 방안들을 마련하였으며 WRC-23에서 ITU의 193개 회원국의 합의 결과에 따라 IMT 지정 여부가 결정될 것이다. 참고로 우리나라의 경우, 공공업무 대역(SAR 위성 등)으로 사용 중이기에 기존 서비스를 보호하는 쪽으로 대응 중이며, 제2지역의 5G 추가 주파수 발굴 동향에 예의 주시하고 있다.

[그림 3-4] 10-10.5 ㎓ 대역의 주파수 분배 및 이용현황

[GHz]		10	10.4	10.45 10.5
국제분배	제1지역	지구탐사위성(능동), 고정, 이동, 무선탐지, 아마추어	고정, 이동, 무선탐지, 아마추어	무선탐지, 아마추어, 아마추어위성
	제2지역	지구탐사위성(능동), 무선탐지, 아마추어	무선탐지, 아마추어	
	제3지역	지구탐사위성(능동), 고정, 이동, 무선탐지, 아마추어	고정, 이동, 무선탐지, 아마추어	
요구업무		IMT(제2지역)		
국내분배		지구탐사위성(능동), 고정, 이동, 무선탐지, 아마추어	고정, 이동, 무선탐지, 아마추어	무선탐지, 아마추어, 아마추어위성

6G와 직접적으로 관련된 APT의 동향으로는 6G 후보주파수 연구 제안의 사항이 있다. 2022년도 초 AWG(APT Wireless Group)에서는 7.125-24㎓ 및 92-300㎓ 대역의 아태국가별 사용현황 및 향후 계획을 파악하기 위한 질의서(Questionnaire)를 만들고 보고서 개발에 착수하였다. 또한, 2022년 중순에는 APG(APT Conference Preparatory Group) 회의에서 우리나라와 베트남이 신규 WRC-27 의제로서 6G를 위한 신규 주파수 연구 필요성을 제안하였다. 이에 대해 사모아 및 위성 산업계는 현시점에서 6G는 시기적으로 이르고 6G 사용사례 및 요구사항 등의 미정립을 이유로 이견을 개진하였지만, 중국, 뉴질랜드 및 이동통신 산업계는 본 제안에 대해 일반적 지지 의사를 표명하고 ITU-R에서 6G 비전 및 표준개발일정 확정으로 6G 사용사례 연구가 진행 중임을 반박하였다. 이는 아태지역에서 신규 6G 주파수로서 해당 대역을 연구하고 글로벌 주파수 표준화를 추진할 수 있는 토대를 마련하였다는 점에서 의의가 있다.

제2절 WRC-23 이동통신 의제 대응

그간 정부는 글로벌 전파이용 환경변화에 대응하여 국가 전파자원 전략 수립을 통해 세계 최고 수준의 무선 인프라 경쟁력을 확보하기 위해 국가 ICT 융합 산업 발전을 뒷받침하여, 무선 강국 도약을 견인하고 있다. 주파수는 디지털 경제의 핵심인 데이터의 축적과 활용, 연계·결합을 위한 통로이자, 디지털 세상으로의 확장을 위해 반드시 거쳐야 하는 길목이다. 산업은 디지털과 결합을 통해 토지·경제·자본의 물리적 한계를 넘어 확장하며 주파수를 통해 시공간의 제약을 극복한다. 세계 최고 네트워크 구축과 디지털 패권 경쟁에서 우위를 선점하기 위해 다양한 수요자 요구를 충족하기 위해 주파수 확보가 필요하다.

주요 선진국은 모바일 트래픽 증가에 대비하여 5G 전파자원을 확보하고, 6G(Beyond 5G) 준비를 위하여 기술·정책 연구개발에 박차를 가하고 있다. 미국은 5G 글로벌 주도권 확보와 6G 주도권 선점을 추진하기 위해 최대 규모의 주파수 할당, 규제 해소, 5G 펀드 조성 등을 추진하고 있으며, 영국은 스펙트럼 로드맵을 통해 5G·6G 드론, 공공용 등 신산업 주파수 전략을 발표하고 공동사용 확대를 위한 스펙트럼 샌드박스를 추진하고 있다. 일본은 디지털 환경변화에 따른 Society 5.0 시대 구현을 위해 온·오프라인 공간의 동기화, 공공 주파수 1200㎒ 폭의 민간 개방 등 전략을 추진하고 있다.

우리나라도 세계 최고 차세대 무선 네트워크를 위한 주파수 확보를 위해 5G 전국 서비스 제공 확대 및 신규 서비스 지속적인 개발·확산을 위하여 저·중·고대역 균형있는 주파수 확보 및 공급을 추진 중이며 6G 서비스 도입이 추진됨에 따라 국내 주파수 이용환경을 고려한 후보 주파수 대역을 발굴하여 글로벌 대역 채택, 실험환경 조성을 추진 중이다.

이동통신의 새로운 기술 세대의 개발 주기는 약 10년으로, 2020년 5G가 완성되었고 2030년 경 출현이 예상되는 6G를 향해 표준화가 시작되었다. 아직까지 6G의 신규 후보 기술 및 주파수 대역은 수면 위로 나와 있진 않지만, 물밑에서는 주요 글로벌 업체들이 활발히 R&D를 진행하며, 표준화 전략을 수립 중에 있다. 특히, 6G에서는 기존 IMT 주파수 대역으로 연구되지 않은 신규 대역으로서 7-24㎓가 많은 관심을 받고 있다.

이에 본 절에서는 전 국민의 진정한 5G 시대 개막을 위한 주파수 확보와 6G 선도를 위한 선제적 주파수 발굴을 위해 ITU-R WP5D, CPM-23, APG-23, AWG, IRW 등 국제회의 대응한 결과를 기술하였다.

1. ITU 표준화 대응

이동통신 표준화 책임 그룹인 Working Party 5D의 제40~42차 국제회의가 대면회의와 전자회의를 병행한 하이브리드 방식으로 개최되었다. WRC-23 의제로 논의 중인 3㎓에서 11㎓ 사이에 5G 추가 주파수 논의와 차기 WRC-27에서 논의할 6G 후보 주파수 대역 등 이동통신 관련 의제 논의가 있었다. 특히, 42차까지 회의에서는 WRC-23을 준비하기 위해 이동통신과 타 업무 간 공유연구 결과가 마무리되어 이를 중점적으로 기술하였다. CPM-23 의장단 회의에서는 2022년 10월까지 각 ITU-R 작업반에 제출된 CPM-23 보고서 초안을 검토하여 CPM-23보고서(안)을 개발하고 ITU 지역기구 워크숍 프로그램을 마련하였다. WRC-23 준비

2차 지역기구워크숍(2nd ITU Inter-regional Workshop on WRC-23 Preparation)은 WRC-23의 준비를 위해 ITU 지역기구 간 회의로서 36개 주파수 의제별 잠정 입장을 발표하고 토론하였다.

가. ITU-R WP5D

의제 1.1은 4800-4990㎒ 대역 항공·해상이동업무 무선국 보호 및 보호조건(주석 제5.441B) 검토하는 의제이다. 위성방송(우주→지구) 등 기존업무 보호로 3.5㎓대 5G 주파수 확보가 어려운 아프리카, 동유럽, 아랍, 동남아, 남미 국가들을 중심으로 4.8㎓대 5G 주파수의 글로벌 이용 요구 증대되고 있다. 지난 WRC-19에서 러시아와 NATO국(프랑스) 간 비공개 합의를 통해 러시아, 중국, 브라질, 짐바브웨이 등 11개국으로 IMT 국가가 확대되어 5G 주파수 이용규정이 마련되었다. 이에, 4.8㎓ 대역 항공·해상이동업무 보호를 위한 보호조건과 국제공역 적용 여부 등 재검토키로 하였다. 현 전파규칙에 IMT 운용 국가는 주변국의 동의를 받아야 하며 국제 공역(International Airspace)에서 운용되는 타국의 항공기 무선국 보호를 위해 IMT 운용국의 해안 20㎞, 해발 19㎞ 지점에서 IMT 신호세기(pfd)를 -155dB(W/㎡/㎒) 이하로 제한해야 한다.

러시아, 중국 등은 국제 공역/해역에서 운용되는 항공기/선박 무선국은 국제적인 보호를 주장할 수 없다는 입장이고 우리나라는 현 전파규칙과 의제 결의에 따라 국제 공역/해역에서 운용되는 무선국이라 하더라도 IMT로부터 보호되어야 한다는 입장으로 상호 대립 중이다.

이에 우리나라는 항공·해상이동업무와 IMT의 운용을 보장하기 위해 적절한 출력제한(pfd) 값이 적용되어야 하며, 그렇지 못한 경우 해당 現주석의 출력제한 기준을 적용해야 한다는 입장이다. 중국 등 인접국의 IMT 간섭으로부터 국내 공공용 항공기 무선국 운용에 지장이 없도록 대응하되, 6㎓ 이하 글로벌 5G 추가 주파수 발굴 동향을 고려하여 국내 입장 추후 검토가 필요하다.

[그림 3-5] 4800-4990㎒대역의 기존 항공이동/해상이동업무 보호방안 검토

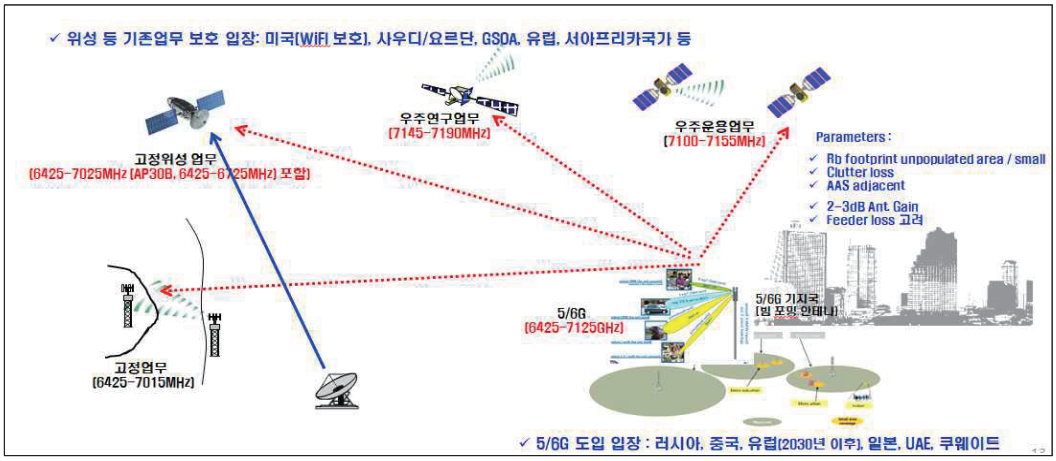
의제 1.2는 결의 247(WRC-19)에 따라 5G 추가 주파수 대역 발굴을 위한 3300-3400㎒, 3600-3800㎒, 6425-7025㎒, 7025-7125㎒, 10.0-10.5㎓ 대역 등 총 17개 후보대역에서 지역기구 협의를 통해 5개 검토 대역을 선정하여 IMT 추가 주파수 지정을 검토하는 의제이다.

6425-7125㎒ 대역은 위성 우주국 보호(러시아, 프랑스, 사우디아리비아 등)와 B5/6G를 이용하려는 진영(브라질) 간 간섭보호가 최대 10dB의 마진의 입장 차이를 보였다.

[표 3-6] 6425-7125㎒ 대역 IMT와 타업무 간 간섭분석

주파수 대역	업무	간섭분석
6425-7025㎒	고정위성(상향)	○ 장기 : -10.5dB 초과 (시간율 20%) ○ 단기 : -6dB 초과 (시간율 0.03%), -2.33dB 초과 (시간율 0.001%)
6700-7025㎒	고정위성(하향)	○ 지구국과의 이격거리는 수십㎞ 이격거리 필요
6425-7125㎒	고정	○ 주빔 : 10-68㎞, 부엽 : 1-10㎞ 이격거리 필요 ○ 배열안테나 구조에 따라 44-58㎞ 이격거리 필요
7100-7155㎒	우주탐사	○ 11-27dB의 마진 필요
7145-7190㎒	우주연구	○ 일부 연구는 44-48dB의 마진이 있고, 일부는 60dBc의 불요발사 억압 필요

[그림 3-6] 6425-7125㎒ 대역 고정, 고정위성, 우주연구, 우주운용업무 보호방안

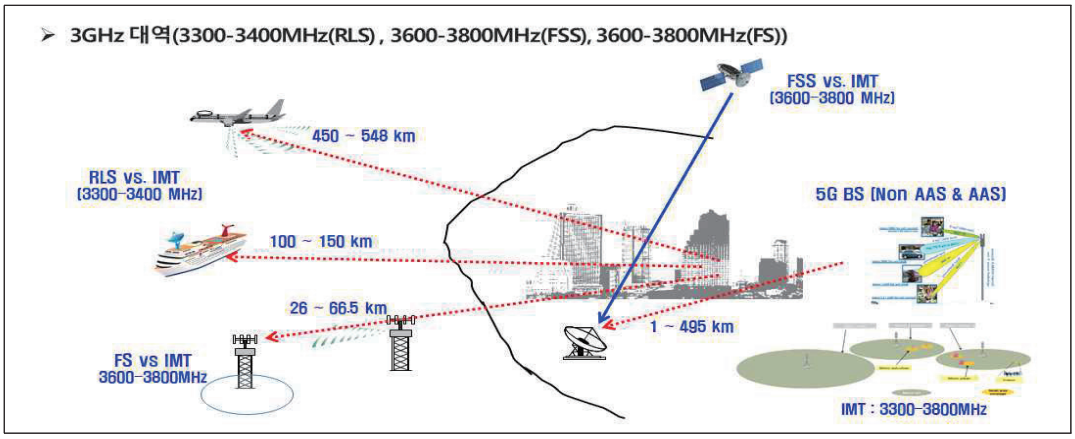


3300-3400㎒ 대역은 레이다 보호 조건을 유지하려는 입장(프랑스)과 IMT 이용을 확산하려는 진영(미국, 아프리카, 중국 등) 간 입장 차이로 1, 2지역으로 구분하여 전파규칙 개정방안을 마련하였다. 3600-3800㎒ 대역은 위성 지구국(위성방송 수신기) 보호 입장(룩셈부르크 등)과 IMT 이용을 확산하려는 진영(미국 등) 간 보호거리가 공유연구 결과에 따라 14~495㎞의 다양한 이격거리가 산출되어 입장 차이를 보였다.

[표 3-7] 3.3-3.4㎓, 3.6-3.8㎓ 대역 IMT와 타업무 간 간섭분석

주파수 대역	업무	간섭분석
3300-3400㎒	무선탐지	○ 해상레이다 : 최대이격거리 120㎞ 혼신보호비 초과, 100-150㎞의 범위의 경우 0.07%의 샘플이 혼신보호비 초과 P.452(시간율 10%) ○ 육상레이다 - 레이다 D/E : 최대이격거리 85㎞ 혼신보호비 초과, 100-150㎞의 범위의 경우 0.07%의 샘플이 혼신보호비 초과 P.452(시간율 10%) - 레이다 G/F : 최대이격거리 130㎞ 혼신보호비 초과, 100-150㎞의 범위의 경우 0.86%의 샘플이 혼신보호비 초과 P.452(시간율 10%). P.452(시간율 20%)가 되면 최대이격거리 70㎞ 100-150㎞의 범위의 경우 1.17%의 샘플이 혼신보호비 초과 ○ 항공레이다 : IMT의 대역폭이 40㎒일 때 누적되는 간섭영향을 고려하면 335㎞, 대역폭이 100㎒일 때 310㎞
3600-3800㎒	고정위성	○ 공유연구 결과 14-46㎞ 이격거리 필요 ○ GSOA : 150-190㎞ 이격거리 필요, 460-495㎞(short-term)
	고정	○ 주빔 방향 : 26-31.2㎞ ○ 후엽 방향 : 1㎞ ○ 한쪽에만 클러터를 적용할 경우 : 65-66.2㎞

[그림 3-7] 3.3-3.4㎓, 3.6-3.8㎓ 대역 무선측위, 고정위성, 고정 보호방안

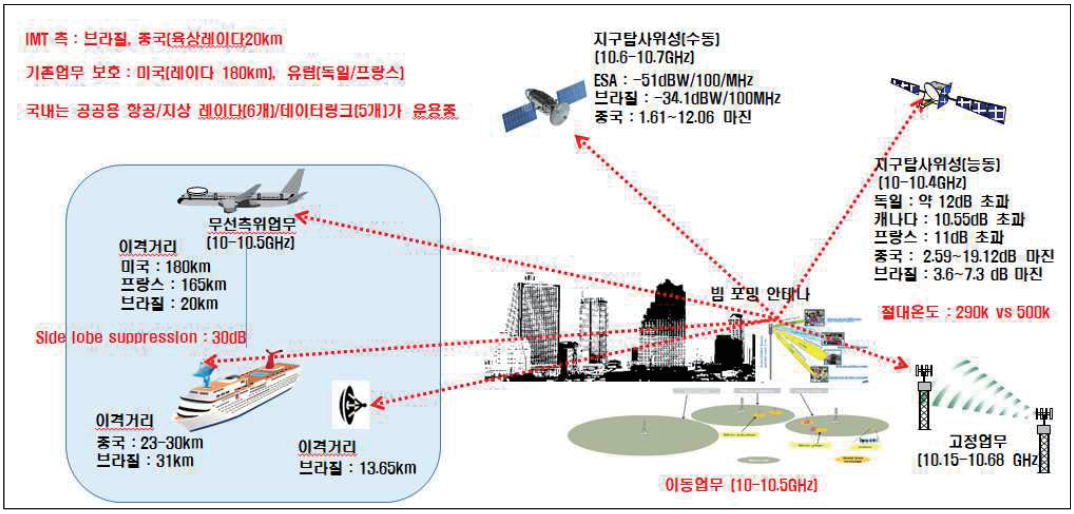


10.0-10.5㎓ 대역은 항공기 레이다, 지구탐사위성 보호(프랑스, 미국, 캐나다 등)와 B5/6G를 이용하려는 진영(브라질) 간 간섭분석 결과가 첨예하게 상반되어 입장 차이를 보였다.

[표 3-8] 10-10.5㎓ 대역 IMT와 타업무 간 간섭분석

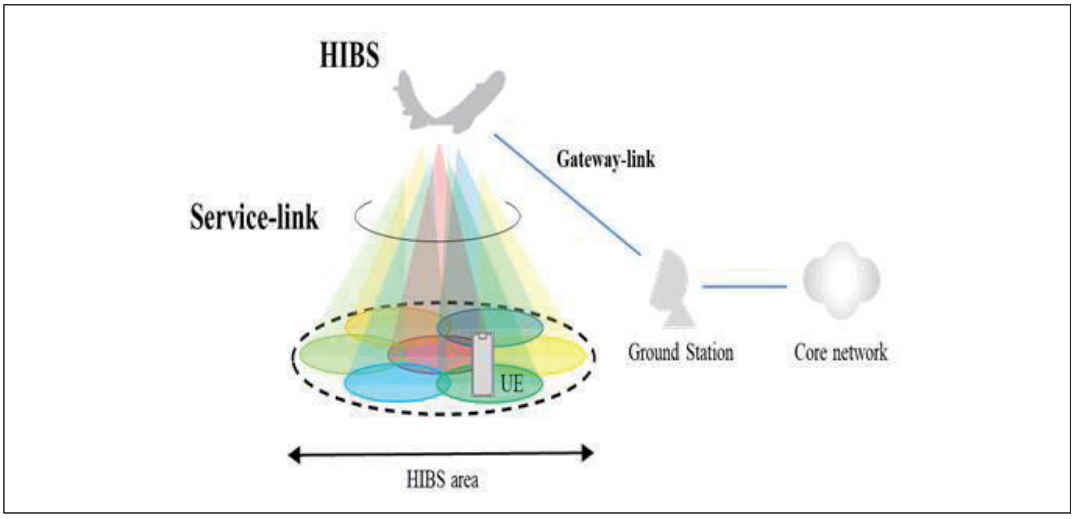
주파수 대역	업무	간섭분석
10-10.5㎓	무선탐지	○ 육상/해상레이다 : IMT와 공유가능 ○ 항공레이다 - 항공기의 안테나가 IMT로 지향할 경우 0-35.57dB 혼신보호비 초과 - 항공기의 안테나가 스캔범위에 무작위일 경우 0-20dB 혼신보호비 초과 - 일부 연구는 공유연구 설정에 따라, 부엽을 30dB로 감쇄시키면 공유가 가능, 또는 항공기가 수평면으로 165㎞ 이격했을 때 27.6-37.6dB의 혼신보호비를 초과 하는 등 결과가 상이
	지구탐사위성(능동)	○ 주사각이 18° 일 때 0.96-5.31dB ○ 주사각이 50° 일 때 8.03-11.5dB ○ 주사각이 18°-50° 일 때 5.29-10.55dB
	지구탐사위성(수동)	○ 기지국의 불요발사 : -39.6 - -50.2dBW/100㎒ ○ 단말의 불요발사 : -48.1 - -58.9dBW/100㎒
	전파천문	○ 16×8 : -31dBm/㎒ ○ 8×8 : -39dBm/㎒

[그림 3-8] 10-10.5㎓ 대역 대역 지구탐사위성(수동/능동), 무선측위 보호방안



의제 1.4는 2.7㎓ 이하 기존 IMT 주파수 지정 대역을 활용하여 IMT 기지국 통신이 어려운 시골이나 소외 지역에서 광대역 이동 접속이 가능한 HIBS(High altitude platform station as IMT base stations) 도입을 위하여 일본이 제안한 의제로 HAPS를 이용한 IMT 기지국을 IMT 대역 내에서 운용하는 것이다. 의제의 범위는 694-960㎒, 1710-1885㎒, 2500-2690㎒ 주파수 대역 HIBS 도입을 위하여 동일/인접 대역의 타 업무와 HIBS 간 간섭 영향 및 규정을 연구하는 것이다.

[그림 3-9] HIBS의 개념도



제42차 회의까지 주로 레이다, 위성 등 기존 업무 보호를 위한 HIBS의 pfd 출력 제한 공유연구와 주파수 이용방안 등이 논의되었다. 우리나라는 HIBS 이용 후보 대역 중 2.5㎓ 대역에서 서비스 중인 국내 무선 서비스(이동통신, 통합공공, 방송)가 인접국 HIBS로부터 간섭 영향이 없도록 대응하여 CPM 보고서에 HIBS 기지국 출력 제한값 ($pfd = -131 + 0.21\theta^2$ for $\theta < 8.3^\circ$, $-116 + 0.08\theta$ for $\theta \le \theta < 90^\circ$)을 반영하였다 또한, HIBS 도입 대역에서 운용 중인 이동통신 사업자 무선국(LTE 기지국) 등 기존업무가 인접국의 HIBS 신호로부터 간섭 영향이 없도록 대응할 계획이다.

WRC-23의 의제는 아니나 WRC-19 의제 1.13과 관련하여, CPM19-2에서 러시아는 우주업무 보호를 위해 26㎓ 이상 대역의 IMT의 경우 전파규칙 제21.5호(이하 RR 21.5)를 적용하고 저항손실(Ohmic loss)을 고려할 필요성을 제기하였다. 동 IMT의 경우 기존 IMT와 달리 많은 배열 안테나를 이용하는 AAS 안테나 시스템 탑재로 우주업무 보호용 RR 21.5의 적용 여부, 방안 및 무선국 국제등록에 대한 연구 필요성을 제기한 것이다. 러시아, 프랑스, 위성진영은 본 연구를 WRC-23 의제로 채택할 것을 주장하였으나, 다수 국가들의 반대로 의제로는 채택되지 않고, WP5D에서 연구하는 것으로 결정되었다.

전파규칙 21.5 조항은 "10㎓ 초과 대역에서의 고정 또는 이동업무용 무선국의 송신기에 의해 안테나로 전달되는 전력은 10dBW를 초과하지 않을 것"으로 규정하고 있다. AAS 안테나를 사용하는 IMT의 경우 안테나와 RF 소자의 통합형 구현으로 전파규칙 21.5 조항의 전도전력 측정이 불가함에 따라 총방사전력(TRP, Total Radiated Power)를 사용하나, TRP 측정 방식의 부재가 문제점이다. 또한, 26㎓대 빔포밍안테나를 탑재한 5G 기지국(총복사전력 기준 도입)에 기존 지상망 출력 규정(21.5조항 : 안테나공급전력 10W이하 / 송신기당)의 해석과 국제등록 시 적용을 어떻게 할 것 인지, AAS 안테나를 이용하는 IMT 무선국의 ITU 국제등록 통고 관련 21.5 조항 검증을 어떻게 할 것인지가 이슈 사항이다.

그간 ITU-R WP5D에서는 34차(2020.2월) ~ 40차 회의(2022.2월)까지 전파규칙 21.5 조항 해석 적용방안의 입장차로 합의 사항 없이 논의를 진행 중으로 ITU 사무국 BR국장에 송부할 Note를 개발할 예정이다. 여러차례의 거듭된 회의에도 불구하고 이동/위성 진영의 입장이 첨예하게 대립되어 기고 발표만 진행되었고 작업문서에 기고내용을 단순 포함시켜 논의가 지속되었다. 이는 전파규칙 21.5 조항의 해석차, 채널대역폭 적용, TRP 대체, 무선국 통고 방법, 26㎓ 외 타 대역 포함 여부 등 상호 의견 대립으로 진전 없이 종료된 것이다. 위성측은 당초 26㎓ 5G 기지국 대상을 28㎓와 6㎓ 대역 등 5G 주파수로 확대 적용하자고 주장하여

입장 대립이 심화 되었다. 이에 우리나라는 작업문서의 제목에 주파수 대역(24.45~27.5㎓)을 명확하게 표기하는 것을 제안하였고 위성진영은 6㎓ 등 주파수를 추가하고자 삭제를 주장하였다.

[표 3-9] 21.5 조항 관련 주요국 입장 차이

5G 진영 (한국, 미국, 영국, 5G 산업계)	위성 진영 (러시아, 프랑스, 인마셋 등 산업계)
국제동록 절차를 포함한 전파규칙 등 현 규정의 해석과 국제등록에 문제가 없으며 5G 출력만 제한하는 논의 반대	5G 기지국 신호는 위성에 간섭 영향을 줄 수 있으므로 5G 출력의 엄격하게 관리해야 함

우라나라는 現 전파규칙이나 무선국 국제등록 통고방식에 대한 별도의 해석과 변경 없이도 국제등록에 문제가 없음을 알리고 지지 국가 확대를 통한 공동 대응할 계획이다.

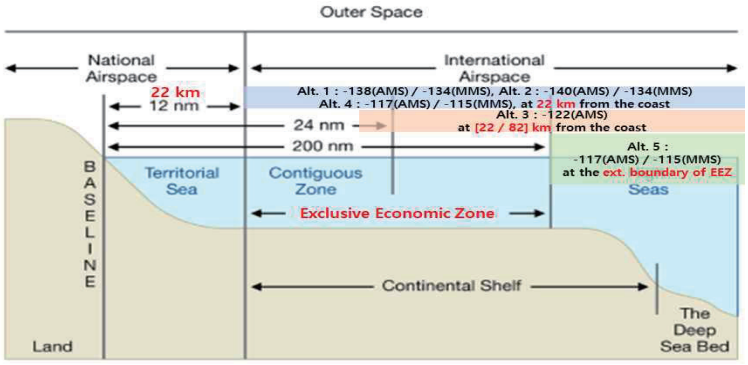
나. CPM-23 의장단 회의

CPM-23 의장단 회의는 2022.10월까지 각 ITU-R 연구반/작업반에서 제출된 CPM-23 보고서 초안을 검토하여 CPM-23 보고서(안)를 개발하고 ITU 지역기구 워크숍 프로그램을 마련하는 회의이다. 2022년 11월 9일(수) ~ 10(목) 2일간 진행되었으며, CPM의장을 포함하여 부의장 5명(임재우 연구관 포함), 라포쳐 8명, 각 연구반(Study Group), 작업반(Working Party) 의장 12명 등 총 26명이 참가하였다.

CPM-23 보고서(안)은 3~10㎓대역에서 5G 추가 주파수를 발굴하는 이동통신 업무 및 해상/항공/위성/과학 업무 등 총 32개 WRC-23 의제별 전파규칙 개정(안)을 담은 CPM-23 보고서(안) 개발을 완료하였다.

의제 1.1은 4800-4990㎒ 대역 항공·해상이동업무 무선국 보호 및 보호조건(주석 제5.441B) 검토하는 의제로서 총 8개의 해결방안(Method)이 개발되었다.

[표 3-10] 의제 1.1(4.8㎓ 이동통신 대역) 관련 개발된 해결방안

Methods	내용
Method A	• 기존 pfd 유지 + 관련 연구 삭제 - View : 의제 1.1의 범위에 부합하지 않음
Method B	• 기존 pfd 유지 + 관련 연구 삭제 + 결의 223의 resolves 5에 명시된 국가들 삭제(모든 국가에 pfd 적용) - View : 의제 1.1의 범위에 부합하지 않음
Method C	• 신규 pfd 적용 - Alternative 1 : -138 dBW/m²/㎒ (AMS) / -134 dBW/m²/㎒ (MMS) at 22 km from the coast - Alternative 2 : -140 dBW/m²/㎒ (AMS) / -134 dBW/m²/㎒ at 22 km from the coast (MMS) - Alternative 3 : -122 dBW/m²/㎒ at 22/82 km from the coast (AMS), 22/82 km from the coast (AMT) (22와 82km 값에 대한 합의 필요) - Alternative 4 : -117 dBW/m²/㎒ at 22 km from the coast (AMS) / -115 dBW/m²/㎒ at 22 km from the coast (MMS) - Alternative 5 : - 117 dBW/m²/㎒ at the external boundary of EEZ (AMS) / -115 dBW/m²/㎒ at the external boundary of EEZ (MMS) [View 1] UNCLOS EEZ 영역에서 Coastal state가 spectrum에 대한 jurisdiction을 갖는다. [View 2] UNCLOS EEZ 영역에서 Coastal state가 spectrum에 대한 jurisdiction을 갖지 않는다. 
Method D	• Method C의 Alternatives + • 결의 223의 resolves 5에 명시된 국가들 삭제(모든 국가에 pfd 적용)
Method E	• RR No. 9.21 적용 유지 + • 결의 223의 resolves 5의 국가 목록 확장 - View : 일부 국가들에게 pfd 적용을 예외시키는 기준인 'certain criteria'라는 것이 정의되지 않았음.
Method F	• 오직 RR No. 9.21 적용 - View : 오직 지상국만 보호받을 수 있게되면, 항공기-항공기/항공기-선박/선박-선박 간의 통신은 보호받지 못함.
Method G	• RR No. 9.21 적용 + • IMT 이용 국가들과 양자/다자 조정 - View : Method F의 View와 같은 문제 + 관련 ITU 프레임워크 없음
Method H	• 오직 RR No. 9.21 적용 + • AMS/MMS의 보호는 national territory로 한정 - View : AMS/MMS 보호를 없애자는 Method로서 의제 1.1의 취지에 어긋남

의제 1.2는 결의 247(WRC-19)에 따라 5G 추가 주파수 대역 발굴을 위한 3300-3400㎒, 3600-3800㎒, 6425-7025㎒, 7025-7125㎒, 10.0-10.5㎓ 대역 등 총 17개 후보대역에서 지역기구 협의를 통해 5개 검토 대역을 선정하여 IMT 추가 주파수 지정을 검토하는 의제이다. 각 주파수 대역 별로 각각의 해결방안이 개발되었다.

[표 3-11] 의제 1.2(3300-3400㎒, 1지역) 관련 개발된 해결방안

3300-3400㎒(1지역)	
Method 1A	o 전파규칙 개정반대
Method 1B	o 3300-3400㎒ 대역을 주석 5.429A와 5.429B를 개정하거나 5.429B의 북위 30° 남쪽에 위치한 제1지역 국가를 추가하여 IMT 지정(항공이동 제외)
Method 1C	o 3300-3400㎒ 대역을 주석 5.429A와 5.429B를 개정하거나 주어진 조포을 개정하여 IMT 지정(항공이동 제외)
Method 1D	o 3300-3400㎒ 대역의 제1지역 국가 이동업무(항공이동 제외)를 할당하고 신규 주석을 통한 IMT 지정
Method 1E	o 3300-3400㎒ 대역의 제1지역 주파수 분배표에 이동업무(항공이동 제외)를 추가하고 1지역을 적용하기 위한 5.429B를 개정, 5.429A를 개정한 결과에 따라 IMT 지정

[표 3-12] 의제 1.2(3300-3400㎒, 2지역) 관련 개발된 해결방안

3300-3400㎒(2지역)	
Method 2A	o 전파규칙 개정반대
Method 2B	o 3300-3400㎒ 대역에 이동통신 업무를 할당하고 IMT로 지정 - 기존 2차 업무인 이동통신을 승급 - 주석 5.429C, 5.429D를 개정하여 3300-3400㎒ 대역에서 운용하는 이동업무는 무선항행업무에 유해간섭을 주지도 보호를 요구할 수 없음 - 주석 5.429D를 개정하여 2지역에 IMT 지정
Method 2C	o 3300-33300-3400㎒ 대역에 이동통신 업무를 분배하고 IMT로 지정 - 기존 2차 업무인 이동통신(항공이동 제외)을 승급 - 주석 5.429C, 5.429D를 개정하여 3300-3400㎒ 대역에서 운용하는 이동업무는 무선항행업무에 유해간섭을 주지도 보호를 요구할 수 없음 - 주석 5.429D를 개정하여 2지역에 IMT 지정400㎒ 대역을 주석 5.429A와 5.429B를 개정하거나 주어진 조포을 개정하여 IMT 지정(항공이동 제외)

[표 3-13] 의제 1.2(3600-3800㎒, 2지역) 관련 개발된 해결방안

3600-3800㎒(2지역)	
Method 3A	o 전파규칙 개정반대
Method 3B	o 3600-3800㎒ 대역에 주석 5.434를 개정하여 IMT 지정 - 전파규칙 표 21-4 이동업무에 주어진 조건을 IMT에 동일하게 적용
Method 3C	o 3600-3800㎒ 대역에 주석 5.434를 개정하여 IMT 지정 - 이동업무/IMT pfd 출력 제한 - 전파규칙 표 21-4 - 주석 9.17, 9.18
Method 3D	o 3600-3700㎒ 대역에 주석5 5.434의 2지역 국가를 추가하여 기존 조건을 유지하여 IMT 지정
Method 3E	o 3600-3800㎒ 대역에 주석 5.434를 개정하여 IMT 지정 - 주석 9.17, 9.18 - 주석 9.21 - 전파규칙 표 21-4 - 이동업무/IMT 개정된 pfd 출력 제한
Method 3F	o 3600-3700㎒ 대역에 주석5 5.434를 개정하고 기존 조건을 유지하여 IMT 지정

[표 3-14] 의제 1.2(6425-7025㎒, 1지역) 관련 개발된 해결방안

6425-7025㎒(1지역)	
Method 4A	o 전파규칙 개정반대
Method 4B	o 6425-7025㎒ 대역에 조건 없는 신규 주석을 개발하여 IMT 지정
Method 4C	o 6425-7025㎒ 대역 또는 일부를 조건 없는 신규 주석을 개발하여 IMT 지정
Method 4D	o 6425-7025㎒ 대역 또는 일부를 조건 있는 신규 결의가 포함된 신규 주석을 개발하여 IMT 지정

[표 3-15] 의제 1.2(7025-7125㎒, 글로벌) 관련 개발된 해결방안

7025-7125㎒(글로벌)	
Method 5A	o 전파규칙 개정반대
Method 5B	o 7025-7125㎒ 대역에 조건 없는 신규 주석을 개발하여 IMT 지정
Method 5C	o 7025-7125㎒ 대역 또는 일부를 조건 있는 신규 결의가 포함된 신규 주석을 개발하여 IMT 지정
Method 5D	o 7025-7125㎒ 대역 또는 일부를 7100-7155㎒대역의 S○S 보호를 위한 기술적 완화방법을 고려한 신규 주석을 개발하여 IMT 지정

[표 3-16] 의제 1.2(10-10.5㎓, 글로벌) 관련 개발된 해결방안

10-10.5㎓(2지역)	
Method 6A	o 전파규칙 개정반대
Method 6B	o 10-10.5㎒ 대역을 주석 5.480, 5.481을 개정하여 조건 있는 신규 결의가 포함된 신규 주석을 개발하여 IMT 지정
Method 6C	o 10-10.5㎒ 대역을 주석 5.480, 5.481을 개정하여 조건 있는 신규 결의가 포함된 신규 주석을 개발하여 IMT 지정, 항공이동 제외

의제 1.4는 2.7㎓ 이하 기존 IMT 주파수 지정 대역을 활용하여 IMT 기지국 통신이 어려운 시골이나 소외 지역에서 광대역 이동 접속이 가능한 HIBS 도입을 위한 의제이다. 각 주파수 대역별로 기존업무와 HIBS 간 주파수 이용을 위한 해결방안이 마련되었다.

[표 3-17] 의제 1.4(HIBS 이용) 관련 개발된 해결방안

대역/방안	전파 규칙 개정 반대	단일 주석을 통한 HIBS 지정	단일 주석을 통한 HIBS 지정 & 보호 요청 없음	지역별(region) 주석을 통한 HIBS 지정
A: 694-960㎒	Method A1	Method A2	Method A3	Method A4
B: 1710-1885㎒	Method B1	Method B2	Method B3	Method B4
C: 1885-1980㎒, 2010-2025㎒, 2110-2170㎒	Method C1	Method C2	Method C3	-
D: 2500-2690㎒	Method D1	Method D2	Method D3	Method D4

[표 3-18] 의제 1.4(694-960㎒) 관련 이슈 사항

IMT 서비스 보호 위한 HIBS의 pfd 레벨		
694-960㎒ (Method A2, A3, A4)	대안 1	단말 : -114 dB(W/(m^2·㎒)), $0<\theta<90$
	대안 2	단말 : -114 dB(W/(m^2·㎒)), $0<\theta<90$ 기지국 : $-136+0.21\theta^2$ dB(W/(m^2·㎒)), $0<\theta<8.3$ $-121.8+0.08\theta$ dB(W/(m^2·㎒)), $8.3<\theta<90$
	대안 3	지상 IMT : -150 dB(W/(m^2·㎒)), $0<\theta<10$ $-150+0.45(\theta-11)$ dB(W/(m^2·㎒)), $11<\theta<37$ $-145+0.45(\theta-38)$ dB(W/(m^2·㎒)), $38<\theta<80$ -125 dB(W/(m^2·㎒)), $81<\theta<90$
HIBS 운용 고도		
Method A2/A4:	기존 서비스에 간섭을 일으키지 않고 보호를 요청하지 않을 시 18-20km 운용 가능	
Method A3	RR No. 1.66A의 개정 통해 18km까지 운용 가능	

[표 3-19] 의제 1.4(1710-1885㎒) 관련 이슈 사항

IMT 서비스 보호 위한 HIBS의 pfd 레벨		
694-960㎒ (Method A2, A3, A4)	대안 1	단말 : -114 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<90
	대안 2	단말 : -114 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<90 기지국 : -136+0.21θ^2 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<8.3 -121.8+0.08θ dB(W/(m^2·㎒)), 8.3<θ<90
	대안 3	지상 IMT : -150 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<10 -150+0.45(θ-11) dB(W/(m^2·㎒)), 11<θ<37 -145+0.45(θ-38) dB(W/(m^2·㎒)), 38<θ<80 -125 dB(W/(m^2·㎒)), 81<θ<90
HIBS 운용 고도		
Method A2/A4:	기존 서비스에 간섭을 일으키지 않고 보호를 요청하지 않을 시 18-20km 운용 가능	
Method A3	RR No. 1.66A의 개정 통해 18km까지 운용 가능	

[표 3-20] 의제 1.4(1885-1980㎒, 2010-2025㎒, 2110-2170㎒) 관련 이슈 사항

IMT 서비스 보호 위한 HIBS의 pfd 레벨		
1885-1980㎒, 2010-2025㎒, 2110-2170㎒ (Method C2, C3)	대안 1	단말 : -111 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<90 기지국 : -131+0.21θ^2 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<8.3 -116.8+0.08θ dB(W/(m^2·㎒)), 8.3 < θ < 90
	대안 2	지상 IMT : -145 dB(W/(m^2·㎒)), 0 < θ < 10 -145+0.45(θ-11) dB(W/(m^2·㎒)), 11 < θ < 37 -142+0.45(θ-38) dB(W/(m^2·㎒)), 38 < θ < 80 -120 dB(W/(m^2·㎒)), 81 < θ < 90
HIBS 운용 고도		
Method C2	기존 서비스에 간섭을 일으키지 않고 보호를 요청하지 않을 시 18-20km 운용 가능	
Method C3	RR No. 1.66A의 개정 통해 18km까지 운용 가능	

[표 3-21] 의제 1.4(2500-2690㎒) 관련 이슈 사항

IMT 서비스 보호 위한 HIBS의 pfd 레벨		
2500-2690㎒ (Method D2, D3, D4)	대안 1	단말 : -109 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<90 기지국 : -131+0.21θ^2 dB(W/(m^2·㎒)), 0<θ<8.3 -116.8+0.08θ dB(W/(m^2·㎒)), 8.3 < θ < 90

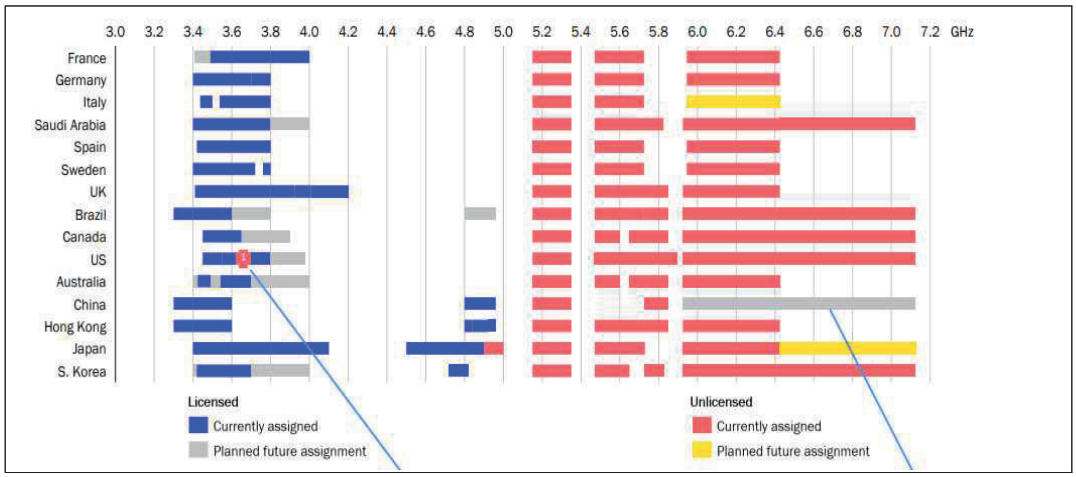
	대안 2	지상 IMT : -145 dB(W/(m^2·MHz)), 0 < θ < 10 -145+0.45(θ-11) dB(W/(m^2·MHz)), 11 < θ < 37 -142+0.45(θ-38) dB(W/(m^2·MHz)), 38 < θ < 80 -120 dB(W/(m^2·MHz)), 81 < θ < 90
HIBS 운용 고도		
Method D2/D4:	기존 서비스에 간섭을 일으키지 않고 보호를 요청하지 않을 시 18-20km 운용 가능	
Method D3	RR No. 1.66A의 개정 통해 18km까지 운용 가능	

향후 이동통신 등 주요 WRC 의제의 CPM-23 보고서(초안) 수정 및 ITU-R 지역기구 워크숍 프로그램 개발 시, 적극적으로 의견을 개진하는 등 CPM-23 의장단 활동을 통해 WRC 준비과정의 전반적인 상황을 파악하는 등 국내 WRC 준비 체계를 강화할 계획이다.

다. 제2차 지역기구워크숍

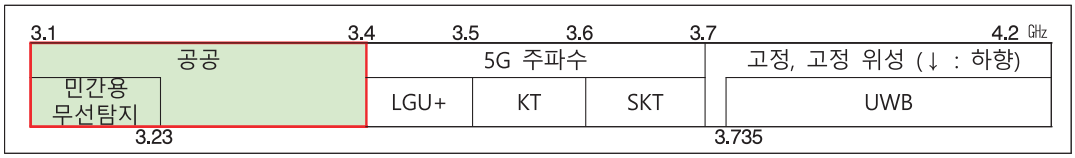
제2차 지역기구워크숍(2nd ITU Inter-regional Workshop on WRC-23 Preparation)은 WRC-23의 준비를 위한 ITU 지역기구 간 회의로서 36개 주파수 의제별 잠정입장 발표 및 토론하는 장이다. 참석자는 아・태, 유럽, 미주, 아프리카 등 6개 지역기구 관계자 및 ITU 회원국 대표 300여명이 참석하였고, 우리나라는 APG 이동통신그룹 의장(임재우 연구관), APG 실무그룹의장(서용석 연구사) 등 15명이 참가하였다.

[그림 3-10] 3-7㎓ 대역 국내외 주파수 이용 현황



38개국 아태지역을 대표하여 이동통신 의제 관련 잠정공동 입장을 발표하고 타 지역기구 의장들과 관련 논의를 진행하였다. 5G 추가 주파수 확보를 위한 의제 1.2에서는 3.3~10.5㎓ 대역 중 총 17개 후보대역에서 지역기구 협의를 통해 5개의 검토 대역을 선정하여 IMT 추가 주파수 지정을 검토하는 것이다. 대부분의 국가가 중대역에서 300㎒ 대역폭 이상을 확보하는 추세로 3GPP는 3.3～4.2㎓(n77) 및 3.3～3.8㎓(n78) 운영대역을 정의하였고, 3.3～4.2㎓ 대역 전체가 5G 주파수(면허・로컬망)로 사용하고 있다. 중국은 3.3～3.4㎓ 실내 사용, 유럽은 3.4～3.8㎓이 코어대역으로 로컬망으로 이용하고 있다.

[그림 3-11] 3.1-4.2㎓ 대역 국내 주파수 이용 현황



3.1～3.45㎓ 대역은 미국의 IMT 검토 대역으로 3.3～3.4㎓ 대역과 6425-7125㎒ 대역(비면허 vs IMT 검토 대역)에 대한 관심이 고조되고 있다.

3.3~10.5㎓대역은 레이다, 위성, 무선랜 등 기존업무 보호(프랑스, 미국)와 IMT 이용 확대 진영(중국, 러시아, 아프리카) 간 입장 대립을 확인하였고, 후보대역별 지역기구의 잠정입장을 교류하였다.

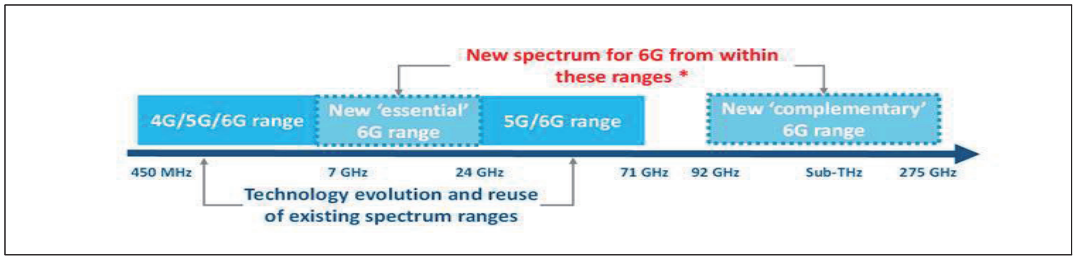
[표 3-22] 의제 1.2 지역기구별 잠정입장 현황

후보대역	APT	ASMG	ATU	CEPT	CITEL	RCC
3300-3400 ㎒ (제2지역/ 제1지역(주석 가정))	연구지지 (관망)	일부지지	독려중 (조건완화 지지)	반대 (레이더, FSS 보호)	반대안함 (비보호 조건)	반대안함 (기존업무 보호조건)
3600-3800 ㎒ (제2지역)	연구지지 (관망)	-	-	미정	일부지지 (3.6-3.7㎓)	보호입장 (FSS)
6425-7025 ㎒ (제1지역)	연구지지 (관망)	미정	잠정지지	미정	반대	반대안함 (6425-6525 ㎒) 지지 (6525-7025 ㎒)
7025-7125 ㎒ (글로벌)	일부지지	미정	잠정지지	미정	반대	일부지지 (7025-7100 ㎒)
10-10.5 ㎓ (제2지역)	연구지지 (관망)	-	-	반대 (EESS 보호)	반대	보호입장

향후 6㎓ 대역을 포함한 5G 추가 주파수 발굴 가능성에 대한 관심이 고조되고 있어 지속적인 글로벌 동향 파악 및 향후 대응 검토가 필요하다. 특히, 3.3~3.4 ㎓ 대역은 국내 공공업무 대역(레이다 등)으로 미국과 WRC-23 동향을 주시하고 향후 지역적 공동사용 주파수로 발굴할 가능성의 검토가 필요하다. 6425~7025/7125㎒ 대역은 국내 Wi-Fi 등 비면허 대역으로 유럽 입장 유보 등 다양한 입장으로 동향 예의 주시할 필요가 있다.

6G 표준화 및 R&D가 본격화됨에 따라 후보 주파수로 저·중·고 대역의 종합적 사용 전망과 7~24㎓ 범위 신규 의제화 여부가 이슈사항이다. 3GPP는 Rel-16에서 7~24㎓ 대역의 RF 특성 연구를 진행(미국 Dish 제안)하였으나, 운영대역 정의 및 표준화 작업은 아직 미정이다. 미국 FCC는 12.2~12.7㎓(700㎒폭) 대역에 대해 모바일 사용을 추진 중이며, 12.7~13.25㎓*(550㎒폭) 대역을 우선적으로 6G 주파수로 추진('22.9) 중이다. GSA는 7~24㎓ 대역은 필수(essential) 주파수 범위, sub-THz 대역은 보완(complementary) 주파수 범위로 제시하였다.

[그림 3-12] 6G 후보 주파수 대역 검토



아태지역은 기 WRC-27 신규 의제 중, 6G 이동통신의 개척 주파수로 7~24, 92~275㎓ 대역에 대한 검토의 의제화를 지지하고 있다.

[표 3-23] 6G 후보주파수 발굴 WRC-27 의제화 관련 현황

WRC-27 후보의제	APT	ASMG	ATU	CEPT	CITEL	RCC
IMT-2030 주파수 발굴	의제화 지지	-	-	- (세부대역 검토 중)	- (논의 예정)	-

향후 WRC-23까지 IMT 추가 주파수 발굴을 위한 신규 의제화 대응·국제 협력 지속 및 중장기적 주요 후보 주파수(12.2~12.7㎓ 등)에 대한 검토가 필요하다. 주요 후보 주파수에 대한 ITU 국제분배(이동업무 여부), 주요 주파수(시장성), 이동 및 타 산업계 수요(주요 고려업무) 등 이용방안이 검토되어야 한다.

2. APT 아태지역 표준화 대응

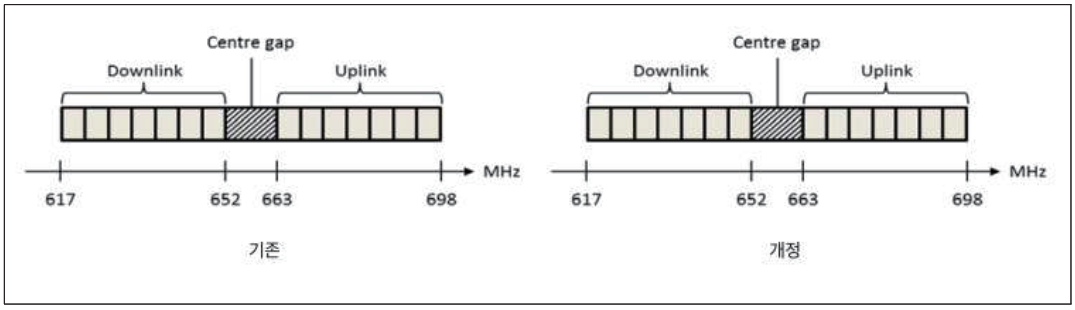
가. AWG(아태무선그룹) 회의 대응

제30차 아시아태평양무선그룹(AWG) 회의는 2022년 9월 5일부터 9일까지 태국 방콕에서 개최되었으며, 24개 APT 회원국, 국제기구 관계자, 산업계 등 442명이 온·오프라인으로 참가하였다. 우리나라는 국립전파연구원, TTA, ETRI, 삼성전자, 퀄컴코리아, KETI 등 총 32명의 대표단이 참가하여 B5G/6G 후보 주파수 대역 연구를 포함한 주요의제에 우리나라 입장을 반영하는 등의 대응 활동을 전개하였다.

1) 6㎓ 이하 대역 이동통신 주파수 조화연구

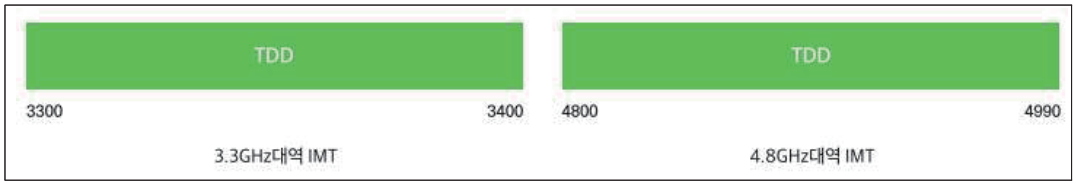
아태지역 국가와 산업계는 AWG를 통해 이동통신을 포함한 다양한 무선분야의 조화 주파수를 표준화하고 있다. 금번 30차 AWG 회의에서는 600㎒대역의 이동통신 조화 주파수 이용방안 보고서 개발이 완료 되었다. 기존의 APT 보고서(APT/REP-79)의 채널 배치인 617-698㎒ 대역의 35㎒×2에서 5㎒ 폭 양측을 확장하여 612-703㎒대역의 40㎒×2 조화 주파수 배치를 표준화 하였다.

[그림 3-13] 470-698㎒ 대역 조화주파수 배치



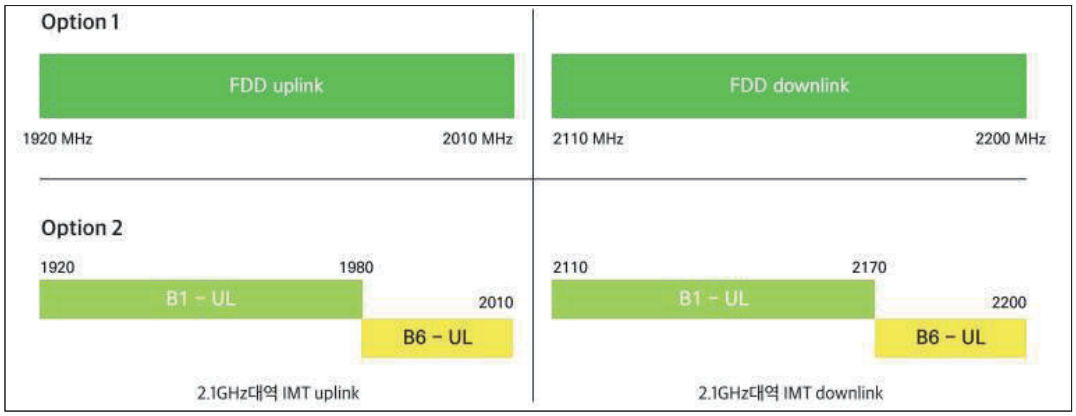
3.3㎓/4.8㎓ 대역에서 중국은 이동통신 조화 주파수의 신규 권고서 개발을 제안하였으나 ITU 권고 M.1036과 중복성 등의 문제가 제기되어 차기 회의에서 추가적인 기고를 통해 다시 논의하기로 하였다.

[그림 3-14] 3.3㎓/4.8㎓ 대역 관련 논의



2.1㎓ 대역은 베트남이 이동통신 조화 주파수의 신규 보고서 개발을 제안하여 ITU의 권고 M.1036과 중복되지 않는 새로운 IMT 주파수 배치 방안(90㎒×2)을 제안하였다. 그러나 이동위성 보호 입장인 중국의 반대로 ITU가 권고하고 있는 주파수 배치방안(Option2)이 추가되었으며 차기 회의에서 추가 논의하기로 하였다.

[그림 3-15] 2.1㎓ 대역 관련 논의



2) 6/7㎓ 대역 무선랜 주파수

인도, 뉴질랜드, HP 및 인텔 등은 무선랜 표준화 논의를 전담하는 신규 작업반(TG WAS/RLAN)을 제안하고 5/6㎓ 대역의 무선랜 이용 현황을 조사/연구하기 위한 관련 설문지를 개발하였다. 중국 화웨이를 중심으로 6/7㎓ 대역의 무선랜 주파수 이용이 확대되는 것에 대한 우려로 관련 작업반 신설과 설문지 개발에 부정적 입장이 제시되었다. 당초 주요 설문의 5925-7125㎒ 대역을 대상으로

Wi-Fi6/7 도입 현황과 AFC(Automated Freuency Coordination)을 포함한 기술적 조건의 정보를 조사하고자 했다. 하지만 중국 등의 반대로 인해 APT 국가의 5GHz WAS/RLAN을 포함한 이용현황과 기존 업무와의 공존 등을 감안하여 향후 6GHz 대역을 포함한 주파수 이용 계획 등을 포함하도록 일반화하여 설문지가 개발되었다.

3) 5G 중대역 주파수

지난 제29차 AWG에서 중국과 5G 산업계가 중심이 되어 6GHz 대역(5925-7125 MHz)의 IMT 이용 확산을 의도하여 관련 설문서 개발 등의 신규 연구를 제안하였으나 위성과 무선랜 진영의 반대로 금번 회의에서 추가 논의가 진행되었다. 위성 진영의 반대로 설문의 대상 주파수 대역인 6GHz 표현은 삭제되었으며 2025년에서 2030년 사이의 IMT 커버리지와 용량 확대를 고려한 이동통신의 주파수 필른을 조사/연구하는 방향으로 일반화하여 설문이 개발 되었다. 금번 AWG 회의를 통해 화웨이를 포함한 5G 산업계는 2023년 11월 개최될 WRC-23에서 6425-7125MHz 대역을 IMT 이동통신 용도록 글로벌 표준화하기 위한 노력을 전개한 반면, 위성 진영 국가와 산업계를 중심으로 위성 주파수와 위성 산업 보호를 위한 강한 반대가 이어지고 있어 양측의 대립이 점차 심화되는 양상이다.

4) 6G 후보 주파수

지난 제29차 AWG 회의에서 베트남과 5G 산업계를 중심으로 미래 6G용 후보 주파수 발굴에 필요한 7.125-24GHz, 92-300GHz 대역의 주파수 이용 현황 조사/연구를 시작하였다. 우리나라와 베트남은 물론 위성 진영을 포함한 9개 국가 및 산업계의 설문 답변이 접수되었으며 WRC 의제를 다루는 APG에 관련 연구를 알리는 연락문서를 송부하였다. 위성, 고정M/W, 레이다 등 다양한 무선국 운용 현황이 제시되었으며, 특히 인텔샛 등 위성 단체와 파푸아뉴기니, 인도네시아 등의 일부 아태 국가들은 이 대역이 Ku 밴드 ESIM 이용확대를 위한 주요 위성 업무 주파수 자원임을 강조하는 답변서를 제출하였다. 차기 회의까지 설문의 답변을 수합하여 관련 보고서 개발을 추진할 예정이다. 7-24GHz 주파수에 대한 위성과 이동통신 진영 간 입장 대립이 심화될 전망이다.

5) APT 주파수 정보시스템(AFIS)

우리나라는 AFIS 그룹 의장국(임재우 연구관)으로서 6G 등 미래 신규 서비스에 필요한 신규 주파수 자원을 발굴하고 38개 APT 국가들의 주파수 이용 현황과 계획 등 주요 주파수 정보를 원활이 공유하기 위한 AFIS 그룹 논의를 주도하였다. 첫 단계로 베트남, 일본, 뉴질랜드, 호주, 인도네시아 등을 중심으로 자국의 주파수 정보 시스템 웹사이트 주소와 주파수 분배표 등 유용한 정보를 AFIS를 통해 공유하기로 하였다. 아울러 38개국 APT 전파 주관청의 AFIS 관계자 참여와 멤버쉽 강화하기 위한 AFIS 워크숍을 차기 31차 AWG 회의 기관과 연계하여 추진하기로 하였다.

6) 시사점

우리나라는 AWG가 이동통신/지상/위성 등 업무별로 작업반 구조를 개편한 이후 의장단 활동이 활발하며, 5/6G 이동통신 표준화 논의에도 적극 참여하는 등 AWG에서의 주도권을 점차 확대하고 있다. APT는 세계 인구의 3분의 2 이상에 대해 영향력이 미치는 곳으로, 5G/6G와 차세대위성 ESIM, WPT 등 다양한 신규 무선 서비스를 위한 조화 주파수 논의 등 규모의 경제를 실현하기 위한 AWG 표준화 논의에 관심이 고조되고 있어 향후 적극적인 대응이 필요할 것으로 사료된다.

나. APG-23 회의 대응

APG23-4 회의는 2022년 8월 15일부터 20일까지 태국 방콕에서 온・오프라인 방식으로 진행되었으며 우리나라 대표단은 과학기술정보통신부 등 20개 기관 56명이 참가하였으며 19개 회원국 등 총 820(오프라인 참가자 333명), 기타 ITU 사무국, CPG, CITEL 등 타 지역기구의 관계들도 현장에 참가하였다. 우리나라는 국가기고서 24건을 제출하고 우리나라 입장을 APT 잠정입장에 반영하였으며 차기 APG23-5(‘23. 2.20 ~25, 부산) 회의를 우리나라에서 개최하는 것을 확정하였다.

의제 1.1은 4800-4990㎒ 대역 항공・해상이동업무 무선국 보호 및 보호조건(주석 제5.441B)을 검토하는 의제이다. 우리나라는 국제 공역/해역에서 운용하는 4.8㎓대역 항공기/선박 무선국 보호가 보장되어야 하고 관련 ITU-R 연구를 지지한다는 입장이다. 전파규칙 주석 제5.441B호의 기준은 IMT 운용 국가는 주변국의

동의를 받아야 하며 국제 공역(International Airspace)에서 운용되는 타국의 항공기 무선국 보호를 위해 IMT 운용국의 해안 20㎞, 해발 19㎞ 지점에서 IMT 신호세기(pfd)를 -155dB(W/㎡/㎒) 이하로 제한해야 하는 것이다. 이에 우리나라는 항공·해상이동업무와 IMT의 운용을 보장하기 위해 적절한 pfd 값이 적용되어야 하며, 그렇지 못한 경우 해당 주석의 pfd를 적용해야 함을 제안하였다. 우리나라를 비롯하여 일본, 호주, 한국, 태국, 뉴질랜드, 싱가포르, 말레이시아, 네팔, 필리핀은 국제 공역/해역 내 항공기/선박 보호를 지지하는 입장이다. 특히 호주, 한국, 태국, 뉴질랜드, 필리핀 등 5개 국가는 IMT 출력 세기 제한을 통해 항공기/선박 보호가 필요하다는 입장이다. 반면, 중국은 IMT 운용을 고려하여 국제 항공/해상의 항공기/선박 보호를 위한 제약조건은 없는 것으로 진행되어야 한다는 의견을 제안하였다. 베트남은 CPM 해결방안으로 보호기준 삭제, 국가 간 조정, 새로운 pfd 및 비적용 11개 국가 유지를 지지하고 pfd 적용하는 방안에 반대하였다. 양측의 입장이 첨예하게 대립하여 ITU-R 연구를 지지한다는 일반적인 잠정입장이 개발되었다.

의제 1.2는 5G 추가 주파수 발굴을 위해 3.3~10.5㎓ 대역 내 ① 3300-3400㎒ 대역(제2지역/제1지역(각주 개정)), ② 3600-3800㎒ 대역(제2지역) ③ 6425-7025㎒(제1지역) ④ 7025-7125㎒ 대역(글로벌) ⑤ 10-10.5㎓ 대역(제2지역)의 5개 대역을 후보대역으로 선정하여 IMT 추가 주파수 지정을 검토하는 의제이다. 우리나라는 6425~7125㎒ 대역은 WiFi 등 비면허 주파수 대역으로 글로벌 5G 추가 주파수 발굴 동향을 예의 주시하고 있다. 또한, 3.3~3.4㎓ 대역(제2지역)은 국내 공공무선국을 운용 중이므로 관련 동향을 관찰하고, 3.6~3.8㎓ 대역(제2지역)은 국내 5G로 추가공급 예정 대역(3.7~4.0㎓)으로, 글로벌 5G 추가 주파수로 발굴하는 것을 지지하는 입장이다. 10~10.5㎓ 대역(제2지역)은 국내 공공무선국을 운용 중으로 관찰이 필요하다. 대역별로 아태지역의 잠정입장을 논의하였으나, 7025-7125㎒ 대역 이외에는 의견 차이로 인해 기존의 잠정입장이 변경 없이 차기 회의로 논의 연기되었다. 7025-7125㎒ 대역에 대해서는 결의 245에 의거하여 ITU-R의 공유 및 양립성 연구를 지지하며, 대역 내 기존 1순위 업무와 인접 대역의 타 업무들의 보호 전제로 동 대역의 IMT 지정을 지지한다는 잠정 입장이 개발되었다.

의제 1.4는 IMT 지정된 2.7㎓ 이하 대역 이동업무에서 HIBS 이용을 검토하는 의제이다. 우리나라는 HIBS 이용 후보 대역에서 서비스 중인 국내 무선 서비스(이동통신, 통합공공, 방송)가 인접국 HIBS로부터 간섭 영향이 없어야하며, 이를 위해 2.5㎓대역 LTE 등 기존 이동통신 무선국 운용에 간섭 영향이 없도록 기술적, 규정적 조치가 보장되어야 한다는 입장이다. 또한 HIBS 운용이 고도 20km

이하인 경우 기존 서비스의 보호가 우선이며 전파 모델을 포함한 파라미터들은 관련 그룹의 가이드라인 준수해야 한다. 우리나라와 일본은 기존 업무 보호를 위한 조건 및 방안으로 WP5D에서 논의 중인 pfd 출력의 세부적인 값의 논의 필요성을 제안하였으나, 호주, 베트남은 차기 10월 WP5D 회의에서 공유연구와 CPM text가 마무리될 예정으로 세부적인 pfd 값 논의가 이르다고 주장하여 차기 회의에 추가 논의하기로 하였다. 2.7㎓ 대역 이하 IMT로 지정된 주파수 대역의 HIBS 이용을 위한 국제/지역적 규제 체계에 대한 ITU-R 연구를 지지한다는 잠정 입장을 개발하였다.

의제 9.1.c는 고정업무 대역 고정무선 광대역 IMT 시스템 이용에 대해 연구하는 의제이다. 우리나라는 고정업무 대역 고정무선 광대역 IMT 시스템 이용에 대한 연구는 지지하나, 이러한 연구가 전파규칙을 개정하는 것은 반대하는 입장이다. IMT 기술을 이용하여 1순위 고정업무 대역에서 광대역 무선접속을 제공하기 위한 기존/신규 ITU-R 보고서, 권고서 그리고 핸드북의 개정을 통해 본 의제를 해소할 수 있음을 제안하였다. 우리나라를 포함한 일본, 호주, 방글라데시, 이란, 태국, 뉴질랜드, 싱가포르, 사모아, 인도는 전파규칙 개정을 반대하며 필요시 기존의 ITU-R 권고/보고서/핸드북 개정을 제안하였다. 중국은 이번 회의에 입장 변화를 보여 전파규칙 개정 반대를 아태 잠정입장으로 채택하는 것에 합의하였다. 아태 잠정입장으로 기존 ITU의 권고/보고서/핸드북을 검토하고 나서, 그 필요성이 인정되면 기존 보고서의 개정이나 신규 권고서 개발 중 적절한 방법을 선택하는 것을 지지한다는 입장과 전파규칙 개정이 필요하지 않으며, 본 이슈와 관련된 향후 추가 결의도 필요하지 않다는 입장이 개발되었다.

전파규칙 21.5 조항은 AAS안테나를 이용하는 IMT 무선국의 21.5 조항 적용 가능성 연구 및 국제등록 통고 관련 21.5 조항 검증 관련 의제이다. 우리나라는 과도한 5G 기지국 출력을 제한하는 강제규정이 마련되어 이동통신 서비스 중·장기 운용에 지장이 없어야 한다는 입장이다. 전파규칙 제21.5호 조항 개정은 향후에 위성 시스템과 IMT 시스템 모두에 영향이 있고, 아태 국가들의 이해를 도와 본 의제 문제를 해소하기 위한 대안을 찾는 기회를 가질 것을 제안하였다. 호주, 중국 등은 21.5 조항에 TRP 적용을 아태 잠정입장으로 제안하고, 또한 중국은 200㎒ 대역폭을 기준으로 공유연구 결과가 산출되었으므로 이를 기준으로 보정계수를 고려해야함을 주장한 반면, 우리나라는 아직 WP5D에서 논의가 진행되고 있음에 따라 차기회의에서 추가논의를 제안하였다. 대역폭에 따른 보정계수, 단일 송신기로 공급되는 전력을 고려했을 때 위성에 미치는 영향, 이를 위한 해결방안 등은 차기 회의에 추가 논의하기로 하였다.

5G

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제4장
결론

National
Radio
Research
Agency

제4장 결 론

본 연구보고서는 2022년도에 자체 과제로 수행한 「5G 이용 활성화 및 차세대 이동통신 표준화 선도연구」 결과를 중심으로 기술되었다. 우리나라는 세계 최초 5G 상용화를 통해 코로나 사태로 더욱 가속화되고 있는 디지털 대전환에 선제적으로 대비하고 있다. 이에 국립전파연구원은 산업 전반의 새로운 혁신을 가져다줄 핵심 인프라로서 5G 이동통신 기술이 활용될 수 있도록 관련 제도를 개선하였으며 미래 6G 시대를 준비하기 위한 ITU 6G 비전 개발을 추진하는 등 국제 표준화 활동을 수행하였다.

대국민 5G 서비스 속도 향상과 국내 스마트폰 이용자의 편익 제공을 도모하기 위해 관련 이동통신 무선설비 기술기준과 적합성 평가 시험방법 등 관련 제도를 적시에 정비하였다. 또한, 이음5G 주파수 공급 시 요구되는 기존 업무와의 간섭분석과 적정 서비스 커버리지, 주파수 소요량 등 기술적인 분석을 수행하였으며, 전파간섭으로부터 국내 이음5G를 포함한 이동통신 무선국의 국제적 권리 확보를 위한 ITU 국제등록을 수행하였다.

아울러 5G에 이어 미래 6G에서도 국제표준화를 선도하여 글로벌 리더쉽을 확대하기 위해 6G 비전 개발 등 6G ITU 국제표준화 활동을 전개하였으며 아태지역에의 우리나라 표준화 역량을 확대하기 위한 APT 국제회의 의장단 활동도 확대하였다.

이러한 연구는 이음5G를 포함한 5G^{+} 융합·확산 등 5G 이용과 산업 활성화와 6G 국제표준화 선도를 통한 글로벌 경쟁력 확대에 기여할 것으로 기대된다. 본 자료는 이동통신 신규 주파수 발굴과 공급에 필요한 참고 자료로 활용될 계획이다.

[참고문헌]

[1] 과학기술정보통신부, 5세대(5G) 주파수(3.4~3.42㎓) 추가 공급, 2022.6.2.

[2] 과학기술정보통신부, 스마트폰 이심(eSIM) 도입방안 마련, 2021.12.22.

[3] 혁신성장 실현을 위한 "5G+ 전략", 과학기술정보통신부/관계부터 합동 2019.4.8.

[4] 세계 최고 5G 강국 실현을 위한 "5G+ 스펙트럼 플랜", 과학기술정보통신부 2019.12.

[5] 5G+ 융합서비스 확산 전략(안), 과학기술정보통신부/관계부터 합동 2021.8.18.

[6] 5G 특화망으로 통신서비스의 새 장을 연다, 과학기술정보통신부 보도자료, 2021.6.29.

[7] 5G 특화망 구축·운영을 위한 가이드라인, 과학기술정보통신부/KCA, 2021.10.28.

[8] 5G 특화망 주파수 공동사용을 위한 이용조건 및 세부사항에 관한 지침, 과학기술정보통신부, 2021.10.28.

[9] 이음5G 주파수 이용계획서, KTMOS북부, 2022.9.

[10] 6G 시대를 선도하기 위한 「미래 이동통신 R&D 추진전략」, 과학기술정보통신부, 2020.8.6.

[11] Base Station (BS) radio transmission and reception(3GPP TS 38.104 V17.3.0), Sep, 2021

[12] User Equipment (UE) radio transmission and reception(3GPP TS 38.101-1 V17.3.0) , Sep, 2021.

[13] User Equipment (UE) radio transmission and reception(3GPP TS 38.101-2 V17.3.0) , Sep, 2021.

[12] User Equipment (UE) radio transmission and reception(3GPP TS 38.101-3 V17.3.0) , Sep, 2021.

ITU-R S.580-6, 2003.
[17] Reference radiation patterns of omni-directional, sectoral and other antennas for the fixed and mobile services for use in sharing studies in the frequency range from 400 MHz to about 70 GHz, document Rec. ITU-R F.1336-5, Jan, 2019.
[18] Calculation of free-space attenuation document Rec. ITU-R P.525-4, Aug, 2019.
[19] 제37차 ITU-R WP5D 및 APG23-2 국제회의 결과, TTA저널 195호, 5월호 2021.
[20] 제29차 아태무선그룹(AWG-29) 국제회의 결과 (5G/B5G 표준화 동향을 중심으로), TTA저널 201호, 5월호 2022.
[21] 제41차 ITU-R WP5D 국제회의 결과(6G 국제표준화를 중심으로), TTA저널 202호, 7/8월호
[22] 제30차 아태무선그룹(AWG-30) 국제회의 결과, TTA저널 203호, 9/10월호 2022.

5G 이용 활성화 및 차세대 이동통신 표준화 선도 연구

국립전파연구원
National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767
발 행 일 2023. 3.
발 행 인 서 성 일
발 행 처 과학기술정보통신부 국립전파연구원
전　　화 061) 338-4414
인　　쇄 다우프린팅 Tel. 062) 952-2033

ISBN : 11-1721137-000142-01　　〈 비 매 품 〉

주　의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.