

# 5G 도입에 대비한 기술기준 및 전파이용 기반 조성

2017. 12. . . .



국립전파연구원

National Radio Research Agency



## 제 출 문

본 보고서를 「5G 도입에 대비한 기술기준 및 전파이용 기반 조성」  
과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2017. 12. 31.

연구책임자 : 김 정 희(기술기준과 5G 이동통신담당)

연구원 : 임 재 우(기술기준과 5G 이동통신담당)

성 주 영(기술기준과 5G 이동통신담당)

서 용 석(기술기준과 5G 이동통신담당)



## 요 약 문

2011년 이후 4G LTE 도입과 스마트폰의 이용 급증은 우리 일상의 삶에 큰 변화를 가져왔으며 이제는 제4차 산업혁명의 초연결성, 초지능화 사회로 발전하고 있다. 5G는 이러한 발전을 가속화할 핵심기술로 국제 표준선택은 물론 조기 상용화의 필요성이 점차 높아지고 있다.

본 연구에서는 5G 무선설비 기술기준의 선행연구와 'LTE 이동통신 전국망 주파수인 800MHz대역 및 1.8GHz대역에서 협대역사물인터넷(NB-IoT) 서비스가 가능하도록 조항 신설(안 제4조6항)하여 사물개체 및 임베디드 센서를 사용하는 이동통신 무선설비의 도입 환경을 마련하였다.

아울러 국내 28GHz대역을 5G로 이용할 계획으로 원활한 신규 주파수 공급을 위해 5G와 타 업무 간 간섭분석을 수행하고 결과를 국제회의에 기고하여 국제적 대응활동을 전개하였다. 또한 6GHz 대역 이하에서는 K-ICT 스펙트럼 플랜('17.1월)에 따라 '18년 3.4~3.7GHz 대역을 5G용으로 공급할 계획이므로 기존의 인접대역에 사용 중인 무선국과 간섭영향을 분석하였다.

또한, '19년 상반기 5G 상용서비스 도입에 대비하고 국내 5G의 글로벌 이니셔티브를 확보하기 위해 ITU 국제표준화 및 이용확산에도 적극 대응하였다. 5G는 단순 ICT 이동통신 영역을 뛰어 넘어 4차 산업혁명의 핵심 인프라로 선제적 도입을 통한 글로벌 이니셔티브 확보가 중요하다. '17년 10월 ITU가 개최하는 IMT-2020 워크숍에서 우리나라 5G 후보기술의 제출 의향을 발표하고 ITU의 5G 후보기술 평가기준 및 제출 서식에 우리나라 입장을 반영하여 완성하였다. 그 외 WRC-19의 5G 후보대역에서 제외된 28GHz대역의 국제적 이용확산을 위한 "28GHz이니셔티브 워크숍"을 통해 28GHz대역의 5G 기술 및 서비스 시장은 물론 주파수 정책 수립에 있어 국제적 협력과 확산의 분위기를 조성하였다.



# 목 차

|  |    |
|--|----|
| 제1장 서 론 .....  | 1  |
| 제2장 5G 이동통신 도입에 대비한 기술기준 .....                                     | 2  |
| 제1절 협대역 IoT 도입에 필요한 이동통신용 무선설비의 기술기준 .....                         | 2  |
| 제2절 28GHz 대역 5G 기술기준 선행연구 .....                                    | 16 |
| 제3장 6GHz이하 및 24GHz이상 5G 주파수 이용방안 연구 .....                          | 19 |
| 제1절 28GHz 대역 5G와 고정위성 간 간섭분석 연구 .....                              | 19 |
| 제2절 6GHz 이하 대역 간섭분석 연구 .....                                       | 26 |
| 제4장 5G 주도권 확보를 위한 국제표준화 추진 .....                                   | 27 |
| 제1절 국내 5G 호보기술 표준화 .....   | 27 |
| 제2절 24GHz이상 5G 주파수 이용기반 연구 .....                                   | 32 |
| 제5장 결 론 .....  | 34 |
| 참고문헌 .....   | 35 |
| [부록1] 24.65-25.25GHz, 27-27.5GHz 대역 IMT와 고정위성 간 간섭분석<br>파라미터 ..... | 36 |

## 표 목 차

|   |    |
|---|----|
| [표 2-1] 이통 3사 LTE 주파수 할당 현황 .....                         | 2  |
| [표 2-2] IoT 서비스 비교 .....                                  | 3  |
| [표 2-3] IoT 사용에 따른 분류 .....                               | 4  |
| [표 2-4] 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비 송신장치의<br>대역외발사 기준 .....      | 5  |
| [표 2-5] 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비 이동장치의<br>대역외발사 기준 .....      | 6  |
| [표 2-6] 협대역사물인터넷(NB-IoT) 기술기준 항목별 분류 .....                | 6  |
| [표 2-7] 기술기준 신·구문대비표 .....                                | 7  |
| [표 2-8] 28GHz 대역 RF 성능에 대한 기술보고서(TR38.315)<br>주요 내용 ..... | 18 |
| [표 3-1] 지상망 IMT 시스템 제원 .....                              | 21 |
| [표 3-2] 고정위성 제원 .....                                     | 22 |
| [표 3-3] 지구 가시영역 전체 면적에 분포하는 통신 기지국과<br>단말 개수 .....        | 24 |
| [표 3-4] 양각에 따른 위성 별 지구 전체 가시영역의 면적에서<br>누적되는 간섭 .....     | 24 |
| [표 3-5] 양각에 따른 위성 별 부엽에서 누적되는 간섭 .....                    | 24 |
| [표 3-6] 양각에 따른 위성 별 주빔 영역에서 누적되는 간섭 .....                 | 25 |
| [표 4-1] 3GPP의 ITU 제출 기술 개요 .....                          | 28 |
| [표 4-2] 5G후보기술 제출서식 .....                                 | 29 |
| [표 4-3] 5G 후보기술 평가방법 .....                                | 30 |
| [표 4-4] 3가지 평가방법 개요 .....                                 | 31 |
| [표 4-5] ITU 등록 평가그룹 .....                                 | 32 |



## 그 립 목 차

|   |    |
|---|----|
| [그림 2-1] 인밴드 & 가드밴드 이용 예시 .....                 | 3  |
| [그림 2-2] 28GHz 와 3.5 대역 주파수 범위 .....            | 17 |
| [그림 2-3] NR 채널대역폭 .....                         | 17 |
| [그림 3-1] 간섭분석 시나리오 .....                        | 19 |
| [그림 3-2] 지구 가시영역에서 누적되는 간섭영향 시나리오 .....         | 20 |
| [그림 3-3] 고정위성의 양각에 따른 위성의 지상 수신 범위 면적의 변화 ..... | 22 |
| [그림 3-4] ITU-R S.672-4를 참조한 위성 안테나 패턴 .....     | 23 |
| [그림 4-1] ITU vs 3GPP 표준화 추진 일정 .....            | 29 |



## 제1장 서론

과거 3/4G 이동통신은 국제적 공용 주파수와 기술 표준이 결정된 이후에 국내 도입이 추진된 반면 5G는 상황이 다르다. 급변하는 이동통신 시장은 5G의 국제 표준화와 병행하여 앞 다투어 5G 기술과 서비스 선점을 위한 조기 상용화가 추진되고 있다. 우리나라의 평창동계올림픽의 5G 시범서비스를 필두로 '18년 6월 러시아 월드컵, '20년 日-도쿄 올림픽, '22년 中-베이징 동계올림픽 등 세계 각국은 국제 스포츠 이벤트를 활용하여 5G 등 ICT 주도권 확보를 위해 치열하게 경쟁 중이다.

이에 우리원은 평창동계올림픽 직전에 개최되는 국제전기통신연합(ITU)이 주최하는 5G 국제표준화 회의를 국내에서 개최하여 세계 최초로 선보일 국내 5G 기술과 서비스의 우수성의 홍보는 물론 5G 국제 표준화의 지지 기반을 확보해 나갈 예정이다.

국제전기통신연합(ITU)은 5G 비전과 WRC-19 의제를 통해 '20년까지 5G 기술표준을 완성하고 '19년에는 5G 주파수를 선정할 계획이다. 5G는 단순 ICT 이동통신 영역을 뛰어 넘어 4차 산업혁명의 핵심 인프라로 선제적 도입과 글로벌 이니셔티브 확보를 위한 국제표준화는 물론 국제적 이용확산이 중요하다. 이에 연구원은 5G 관련 국내·외 관련 표준화 활동과 5G 주파수 이용기반 활성화를 추진하였다. LTE 이동통신 전국망 주파수인 800MHz대역 및 1.8GHz대역에서 협대역사물인터넷(NB-IoT) 서비스가 가능하도록 조향 신설하여 사물개체 및 임베디드 센서를 사용하는 이동통신 무선설비의 도입 환경을 마련하였고 이를 2장에 기술하였다.

또한 본 연구에서는 우리나라가 28GHz대역을 5G로 이용할 계획으로 원활한 신규 주파수 공급을 위해 타 업무와 간섭이슈를 분석하여 ITU 회의(TG5/1 : WRC-19 의제 1.13(5G 주파수) 논의를 위해 한시적으로 ITU-R SG5 산하에 구성된 그룹으로서 IMT와 타 업무 간 공유연구 및 CPM 보고서 초안을 작성함)에 기고하여 대응하였고, 그 결과를 3장 “28GHz 대역 5G와 고정위성 간 간섭분석 연구”에서 기술하였다. 4장에서는 5G 주도권 확보를 위한 ITU 등 국제표준화 추진에 관한 주요성과를 중심으로 기술하였다.

## 제2장 5G 이동통신 도입에 대비한 기술기준

### 제1절 협대역 IoT 도입에 필요한 이동통신용 무선설비의 기술기준

국내의 IoT 시장은 사물개체 및 임베디드(Embedded System<sup>1)</sup>) 센서를 사용하여 데이터를 교환하는 광대한 네트워크로 산업혁명 이후 사회를 변경 시키고 있는 주요한 기술로 판단되고 있다. 통신사업자들은 이에 대한 수요를 인지하고 자사별로 할당하고 있는 주파수를 이용한 IoT 서비스를 시작하기 위하여 과학기술정보통신부에 전파정책부서에 수요를 요구하였다. SKT의 경우는 비 이동통신 기반 IoT 서비스인 900MHz 대역 LoRa를 이용하며 차후 향상된 기술의 IoT 서비스를 가드밴드가 아닌 LTE 대역 내에서 이용할 수 있는 방안을 준비 중이다.

KT 및 LGU+의 경우는 이동통신 기반 저전력 IoT 서비스를 위하여 전국망 서비스가 가능한 800MHz 및 1.8GHz 대역에서 NB-IoT 서비스를 하기로 하고 기술기준 작업에 착수하게 되었다.

[표 2-1] 이통 3사 LTE 주파수 할당 현황

| LTE 할당 주파수 | SKT        | KT         | LGU+       |
|------------|------------|------------|------------|
| 800MHz     | 20MHz(전국망) | 10MHz      | 20MHz(전국망) |
| 900MHz     | -          | 20MHz      | -          |
| 1.8GHz     | 35MHz      | 55MHz(전국망) | -          |
| 2.1GHz     | 20MHz      | 20MHz      | 40MHz      |
| 2.6GHz     | 60MHz      | -          | 40MHz      |

#### 1. 이동통신 및 비 이동통신 기반의 IoT 서비스 기술의 비교

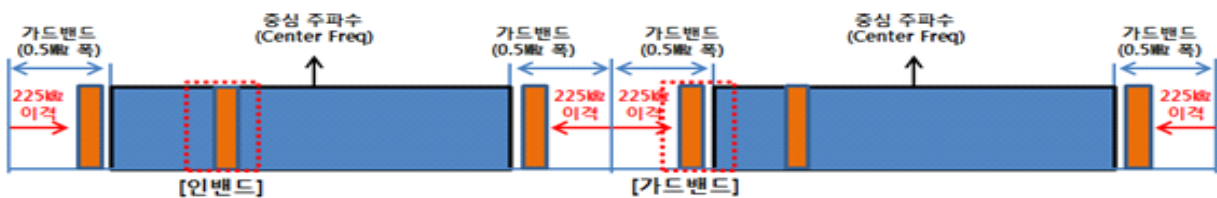
IoT 단말 수의 폭발적인 증가는 다양한 서비스 요구사항에 최적화된 저전력 네트워크로 진화하는 계기가 되었다. 넓은 서비스 영역, 긴 배터리 수명, 저렴한 단말 비용, 다수의 연결성 등이 그 요인이다.

1) Embedded System : PC를 제외한 각종 전자제품, 가전제품, 정보기기 등이 제 기능을 수행할 수 있도록 제품에 추가로 탑재된 시스템을 임베디드 시스템이라고 한다.

[표 2-2] IoT 서비스 비교

|                       | 비 이동통신 기반 IoT                                 |                | 이동통신 기반 저전력 IoT |                   |           |
|-----------------------|---|----------------|-----------------|-------------------|-----------|
|                       | SigFox  | LoRa           | Cat.M1          | NB-IoT            | 5G NB-IoT |
| 표준                    | 자체규격  | LoRa Alliance  | 3GPP Rel.13     | 3GPP Rel.13       | 3GPP 논의 중 |
| 채널수신대역폭               | 200kHz  | 125/250/500kHz | 10/20MHz        | 200kHz            | 0.2MHz ~  |
| 최대전송속도                | 160bps  | 0.98~21.9Kbps  | 300~375Kbps     | 144~200Kbps       | -         |
| 단말송신전력                | 10uW~100mW                                    | 20/30dBm       | 20dBm           | 23dBm             | -         |
| 사용주파수                 | 비면허 대역  | 비면허 대역         | 이동통신 대역         |                   |           |
|                       | ISM 대역  | 900MHz         | 800GHz          | 800GHz 및 1.8GHz 등 |           |
| 기술기준                  | -   | 비신고 기술기준*      | 전기통신사업용 기술기준**  |                   |           |
| 배터리 수명<br>(2000mAh기준) | 7.5년  | 8.75년          | 5년              | 5년                | -         |
| 통신거리                  | 15~50km 이하                                    | 15~30km 이하     | 2.5~5km         | 2.5~5km           | 2.5~5km   |
| 국내서비스                 | -   | SKT            | SKT 준비 중        | LGU+, KT          | -         |
| 서비스 종류                | 수도, 가스 및 전기 검침, 건축·교량 균열감지, 자전거 위치 등 관제 서비스 등 |                |                 |                   |           |

NB-IoT(Narrow Band IoT) 기술은 이통(LTE) 주파수를 활용한 LPWA (Low-Power Wide-Area, 저전력·광역) IoT 기술의 하나로 저용량 데이터의 간헐적 전송으로 충분한 검침(metering), 추적(tracking), 센싱(sensing) 등에 활용된다. 이동통신(LTE) 주파수의 인밴드(in-band)를 사용하는 방식과, 가드밴드(guard-band)를 사용하는 2가지 방식 가능하다. 실사용 대역을 활용하는 인밴드 방식은 실사용 대역폭의 손실을 초래하는 반면, 가드밴드 방식은 대역폭 손실이 없는 특징이 있다.



[그림 2-1] 인밴드 &amp; 가드밴드 이용 예시

## 2. IoT 서비스의 동작모드

NB-IoT 서비스의 동작모드를 결정하기 위해 LTE 자원할당의 최소단위인 1개의 RB(Resource Block, 180kHz)을 이용하여 기술기준 작성 시 검토가 필요했다.

[표 2-3] IoT 사용에 따른 분류

|              |                     |                            |
|--------------|---------------------|----------------------------|
|              |                     |                            |
| LTE 주파수 대역 내 | LTE 주파수의 Guard Band | 별도의 전용 주파수<br>(Standalone) |

각 LTE대역 가장자리 200kHz 폭을 분리하여 IoT 전용으로 활용하고 기존 LTE 주파수 간섭을 방지하기 위해 800MHz대역에서는 225kHz, 1.8GHz대역에서는 245kHz를 띄우도록 기준 제시되었다.

## 3. 협대역 IoT 주요 개정 내용

LTE 이동통신 전국망 주파수인 800MHz대역 및 1.8GHz대역에서 협대역사물인터넷(NB-IoT) 서비스가 가능하도록 조항 신설(안 제4조6항)하였다. 이동통신용 협대역사물인터넷 기술기준의 구성은 공통조건, 기지국 및 이동국의 송수신 장치의 기준 등을 항목별로 규정하였다. 대부분 LTE 기술기준의 항목을 수용하여 3GPP의 표준을 국내실정에 맞게 구성하여 만들었다. 공통조건의 주파수대역은 과학기술정보통신부의 정책에 맞게 전국망을 대상으로 하고 있는 주파수 대역으로 기술기준에 포함시켰다. 이에 대한 주파수이격조건은 3GPP TS36.101(6.6.2F.1)를 참고하여 지정주파수이 대역폭 10MHz 일 때 225kHz 이격하고, 지정주파수 대역폭이 20MHz일 때 245kHz 이격하였다. 기지국의 송신장치의 기준은 주파수허용편차, 안테나 공급전력, 추가적인 불요발사의 경우 LTE와 동일한 기준을 준용하였다. 기지국 송신장치의 인접채널 누설전력의 경우 3GPP TS36.104(6.6.2.1-2b)를 참고하여 지정주파수로부터 바깥쪽으로 300kHz 만큼 떨어진 주파수에서 필요주파수대역폭 (점유주파수대역폭의 90%)내에 누설되는 전력이 기본주파수 평균전력보다 40dB 낮은 값으로 설정하였다.

지정주파수로부터 바깥쪽으로 500kHz 만큼 떨어진 주파수에서 필요주파수대역폭 (점유주파수대역의 90%)내에 누설되는 전력은 기본주파수의 평균전력보다 50dB 낮은 값으로 설정하였다. 기지국 송신장치의 대역외발사의 경우는 3GPP TS36.104 (6.6.3.2E-1)을 참고하여 아래와 같이 만들었다.

[표 2-4] 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비 송신장치의 대역외발사 기준

| 지정주파수로부터 이격 주파수( $\Delta f$ ) | 불요발사 평균전력  | 분해대역폭  |
|-------------------------------|--|--------|
| $\pm(0.215\sim0.265)$ MHz     | $[5 -60\times(\Delta f-0.215)+X(\text{dB})]$ dBm 또는 -14 dBm중 큰 값 이하  | 30 kHz |
| $\pm(0.265\sim0.365)$ MHz     | $[2 -160\times(\Delta f-0.265)+X(\text{dB})]$ dBm 또는 -14 dBm중 큰 값 이하 | 30 kHz |
| $\pm(0.365\sim0.415)$ MHz     | -14 dBm 이하   | 30 kHz |
| $\pm(0.415\sim1.215)$ MHz     | $[-14 -15\times(\Delta f-0.415)]$ dBm 이하                             | 30 kHz |
| $\pm(1.215\sim1.7)$ MHz       | -26 dBm 이하   | 30 kHz |
| $\pm(1.7\sim10.7)$ MHz        | -13 dBm 이하   | 1 MHz  |

이동국 송신장치의 인접채널 누설전력의 경우는 가장 낮은 지정주파수와 가장 높은 지정주파수로부터 각각 바깥쪽으로 점유주파수대역폭 만큼 떨어진 주파수에서 필요주파수대역폭 내에 누설되는 전력이 기본 주파수의 평균전력보다 37 dB 이상 낮은 값으로 설정하였다. 이는 3GPP TS36.101(6.6.2F) 표준의 ACLR 값인 GSM 과 유럽형 CDMA 값 중 가장 엄격한 값으로 선택하여 국내기술기준에 적용하였다. 이동국 송신장치의 대역외발사 조건은 아래와 같으며, 3GPP TS36.101(6.6.2F.1-1)의 표준에서 준용되었다.

[표 2-5] 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비 이동장치의 대역외발사 기준

| 점유주파수 대역폭 | 주파수대역                     | 불요발사 평균전력  | 분해대역폭  |
|-----------|---------------------------|------------|--------|
| 200 kHz   | $\pm 100$ kHz             | 26 dBm 이하  | 30 kHz |
|           | $\pm 200$ kHz             | -5 dBm 이하  |        |
|           | $\pm 250$ kHz             | -8 dBm 이하  |        |
|           | $\pm 400$ kHz             | -29 dBm 이하 |        |
|           | $\pm (600 \sim 1800)$ kHz | -35 dBm 이하 |        |

신설된 이동통신용 협대역사물인터넷(NB-IoT) 기술기준을 총 정리하면 아래와 같이 정리할 수 있다. 대부분 LTE와 동일한 조건이지만 국내실정에 맞도록 3GPP 표준을 준용하여 작성하였다.

[표 2-6] 협대역사물인터넷(NB-IoT) 기술기준 항목별 분류

| 구 분  |      | 항 목               | 비 고  |
|------|------|-------------------|--|
| 공통조건 |      | 통신방식, 전파형식        | LTE와 동일  |
|      |      | 주파수대역             | LTE대역 중 통신사 전국망 대역 (1.8GHz(KT), 800MHz(SKT, LGU+)) |
|      |      | 주파수이격조건           | 3GPP TS36.101(6.6.2F.1)                            |
| 기지국  | 송신장치 | 주파수허용편차, 안테나 공급전력 | LTE와 동일  |
|      |      | 인접채널 누설전력         | 3GPP TS36.104(6.6.2.1-2b)                          |
|      |      | 대역외발사             | 3GPP TS36.104(6.6.3.2E-1)                          |
|      |      | 추가적인 불요발사         | LTE와 동일  |
|      | 수신장치 | 부차적 전파발사 조건       | LTE와 동일  |
| 이동국  | 송신장치 | 주파수허용편차, 안테나 공급전력 | LTE와 동일  |
|      |      | 인접채널 누설전력         | 3GPP TS36.101(6.6.2F)                              |
|      |      | 대역외발사             | 3GPP TS36.101(6.6.2F.1-1)                          |
|      |      | 추가적인 불요발사         | LTE와 동일  |
|      | 수신장치 | 부차적 전파발사 조건       | LTE와 동일  |



[표 2-7] 기술기준 신·구문대비표

| 현행  | 개정안   |
|---|---|
| 제4조(이동통신용 무선설비) ①·②<br>(생략)                               | 제4조(이동통신용 무선설비) ①·②<br>(현행과 같음)   |
| ③ 직접확산방식이며 주파수분할 복신방식을 사용하는 이동통신용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다. | ③ -----<br>-----<br>-----<br>-----.   |
| 1. 공통조건   | 1. -----  |
| 가. ~ 라. (생략)  | 가. ~ 라. (현행과 같음)  |
| <신설>  | 마. 819 MHz, 824 MHz, 839 MHz, 849 MHz, 904.3 MHz, 915 MHz, 864 MHz, 869 MHz, 884 MHz, 894 MHz, 949.3 MHz, 960 MHz, 1920.3 MHz, 1930 MHz, 1960 MHz, 1979.7 MHz, 2110.3 MHz 2120 MHz, 2150 MHz, 2169.7 MHz 경계주파수로 부터 가장 가까운 중심주파수의 이격조건은 경계주파수로부터 최소한 2.5 MHz 이상을 이격할 것 |
| 2. ~ 7. (생략)  | 2. ~ 7. (현행과 같음)  |
| ④ 주파수분할 복신방식을 사용하는 이동통신용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.          | ④ -----<br>-----<br>-----.  |
| 1.·2. (생략)  | 1.·2. (현행과 같음)  |
| 3. 기지국 수신장치의 조건   | 3. -----  |
| 가. (생략)   | 가. (현행과 같음)   |
| 나. 수신 선택도는 753 MHz 이상 77                                  | 나. 제1호다목6)의 경우 수신 ---   |

1 Mhz 이하에서 88.5 dB 이상일  
것

4. 5. (생략)

6. 기지국 송신장치와 이동국 송신  
장치를 중계하는 송신장치의 조건  
가. 나. (생략)

다. 인접채널 누설전력은 가입자  
방향은 제2호다목의 조건을 만  
족하고, 사업자 방향은 제4호다  
목의 조건을 만족할 것

라. ~ 바. (생략)

7. (생략)

⑤ 시분할 복신방식을 사용하는 이  
동통신용 무선설비의 기술기준은  
다음 각 호와 같다.

1. ~ 5. (생략)

6. 기지국 송신장치와 이동국 송신  
장치를 중계하는 송신장치의 조건  
가. 나. (생략)

다. 인접채널 누설전력은 가입자  
방향은 제2호다목의 조건을 만  
족하고, 사업자 방향은 제4호다  
목의 조건을 만족할 것

라. ~ 바. (생략)

7. (생략)

<신 설>

-----  
---

4. 5. (현행과 같음)

6. -----  
-----

가. 나. (현행과 같음)

다. ----- 사업자  
-----  
-----

라. ~ 바. (현행과 같음)

7. (현행과 같음)

⑤ -----  
-----  
-----.

1. ~ 5. (현행과 같음)

6. -----  
-----

가. 나. (현행과 같음)

다. ----- 사업자  
-----  
-----

라. ~ 바. (현행과 같음)

7. (현행과 같음)

⑥ 주파수분할 복신방식을 사용하  
는 이동통신용 협대역 사물인터넷

무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 공통조건

가. 통신방식은 가입자 방향의 경우 직교주파수분할 다중접속방식이고, 사업자 방향의 경우 단일반송파 주파수분할 다중접속방식일 것

나. 전파형식은 G7D, D7D, D7W, G7W 또는 W7W 중 하나 이상을 사용할 것

다. 주파수대역은 다음 조건을 만족할 것

1) 829 MHz~849 MHz(사업자 방향), 874 MHz~894 MHz(가입자 방향) 주파수대역을 사용하는 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비는 점유주파수대역폭 200 kHz 이내를 사용할 것

2) 1735 MHz~1755 MHz(사업자 방향), 1830 MHz~1850 MHz(가입자 방향) 주파수대역을 사용하는 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비는 점유주파수대역폭 200 kHz 이내를 사용할 것

라. 인접 대역에 간섭을 주지 않기 위해서 지정주파수 대역의 경계로부터 대역 안쪽으로 다음 주파수만큼을 이격 시킬 것

| 지정주파수 대역폭 | 이격 주파수  |
|-----------|---------|
| 10 MHz    | 225 kHz |
| 20 MHz    | 245 kHz |

## 2. 기지국 송신장치의 조건

가. 주파수허용편차는 다음 조건을 만족할 것

1) 기본주파수의 평균전력이 24 dBm 초과인 경우  $\pm(\text{지정주파수} \times 5 \times 10^{-8} + 12 \text{ Hz})$  이내일 것

2) 기본주파수의 평균전력이 20 dBm 초과 24 dBm 이하인 경우  $\pm(\text{지정주파수} \times 1 \times 10^{-7} + 12 \text{ Hz})$  이내일 것

3) 기본주파수의 평균전력이 20 dBm 이하인 경우  $\pm(\text{지정주파수} \times 2.5 \times 10^{-7} + 12 \text{ Hz})$  이내일 것

나. 안테나공급전력은 지정주파수마다  $(\text{점유주파수대역폭} \times 0.4 / \text{kHz}) \text{ W}$  이하일 것

다. 인접채널 누설전력

1) 지정주파수로부터 바깥쪽으

로 300 kHz 만큼 떨어진 주파수에서 필요주파수대역폭(점유주파수대역폭의 90%) 내에 누설되는 전력이 기본 주파수의 평균전력보다 40 dB 이상 낮은 값일 것

2) 지정주파수로부터 바깥쪽으로 500 kHz 만큼 떨어진 주파수에서 필요주파수대역폭(점유주파수대역폭의 90%) 내에 누설되는 전력이 기본 주파수의 평균전력보다 50 dB 이상 낮은 값일 것

라. 대역외발사는 다음 조건을 만족할 것

| 지정주파수로부터 이격 주파수             | 불요발사 평균전력   | 분해대역폭  |
|-----------------------------|---|--------|
| $\pm(0.215 \sim 0.265)$ MHz | $[5 - 60 \times (\Delta f - 0.215) + X]$ dBm<br>또는 -14 dBm중 큰 값 이하  | 30 kHz |
| $\pm(0.265 \sim 0.365)$ MHz | $[2 - 160 \times (\Delta f - 0.265) + X]$ dBm<br>또는 -14 dBm중 큰 값 이하 | 30 kHz |
| $\pm(0.365 \sim 0.415)$ MHz | -14 dBm 이하  | 30 kHz |
| $\pm(0.415 \sim 1.215)$ MHz | $[-14 - 15 \times (\Delta f - 0.415)]$ dBm<br>이하                    | 30 kHz |
| $\pm(1.215 \sim 1.7)$ MHz   | -26 dBm 이하  | 30 kHz |
| $\pm(1.7 \sim 10.7)$ MHz    | -13 dBm 이하  | 1 MHz  |

\* 주 : - 43 dBm(기본주파수의 평균전력)

마. 스푸리어스발사는 다음 조건

을 만족할 것

| 주파수대역             | 불요발사 평균전력  | 분해대역폭   |
|-------------------|------------|---------|
| 30 MHz ~ 1 GHz    | -13 dBm 이하 | 100 kHz |
| 1 GHz ~ 12.75 GHz | -13 dBm 이하 | 1 MHz   |

바. 제2호라목 및 마목의 조건에  
도 불구하고 다음의 추가적인  
불요발사 조건을 만족할 것

1) 기본주파수의 평균전력이 24  
dBm 초과인 경우

| 구분             | 주파수대역                       | 불요발사<br>평균전력  | 분해대역폭   |
|----------------|-----------------------------|---------------|---------|
| 1호다목1<br>)의 경우 | 819~849<br>MHz              | -76 dBm<br>이하 | 100 kHz |
|                | 898 MHz<br>이상 900<br>MHz 이하 | -32 dBm<br>이하 | 100 kHz |

2) 기본주파수의 평균전력이 20  
dBm 초과 24 dBm 이하인 경  
우

| 구분             | 주파수대역                       | 불요발사<br>평균전력  | 분해대역폭   |
|----------------|-----------------------------|---------------|---------|
| 1호다목1<br>)의 경우 | 819~849<br>MHz              | -76 dBm<br>이하 | 100 kHz |
|                | 898 MHz<br>이상 900<br>MHz 이하 | -32 dBm<br>이하 | 100 kHz |

3) 기본주파수의 평균전력이 20  
dBm 이하인 경우

| 구분             | 주파수대역                       | 불요발사<br>평균전력  | 분해대역폭   |
|----------------|-----------------------------|---------------|---------|
| 1호다목1<br>)의 경우 | 819~849<br>MHz              | -71 dBm<br>이하 | 100 kHz |
|                | 898 MHz<br>이상 900<br>MHz 이하 | -32 dBm<br>이하 | 100 kHz |

### 3. 기지국 수신장치의 조건

#### 가. 부차적 전파발사 조건

| 주파수대역              | 불요발사<br>평균전력 | 분해대역폭   |
|--------------------|--------------|---------|
| 30 MHz~1 GHz       | -57 dBm 이하   | 100 kHz |
| 1 GHz~12.75<br>GHz | -47 dBm 이하   | 1 MHz   |

### 4. 이동국 송신장치의 조건

가. 주파수허용편차는  $\pm$ (기지국으로부터 수신된 주파수 $\times 2\times 10^{-7}$ ) 이내일 것

나. 안테나공급전력은 340 mW 이하일 것

다. 인접채널 누설전력은 가장 낮은 지정주파수와 가장 높은 지정주파수로부터 각각 바깥쪽으로 점유주파수대역폭 만큼 떨어진 주파수에서 필요주파수대역폭 내에 누설되는 전력이 기본 주파수의 평균전력보다 37 dB 이상 낮은 값일 것

라. 대역외발사는 다음 조건을 만족할 것

| 점유주파수 대역폭 | 주파수대역                    | 불요발사<br>평균전력  | 분해대역폭  |
|-----------|--------------------------|---------------|--------|
| 200 kHz   | $\pm 100$ kHz            | 26 dBm<br>이하  | 30 kHz |
|           | $\pm 200$ kHz            | -5 dBm<br>이하  |        |
|           | $\pm 250$ kHz            | -8 dBm<br>이하  |        |
|           | $\pm 400$ kHz            | -29 dBm<br>이하 |        |
|           | $\pm(600 \sim 1800)$ kHz | -35 dBm<br>이하 |        |

마. 스퓨리어스발사는 다음 조건을 만족할 것

| 주파수대역           | 불요발사<br>평균전력 | 분해대역폭   |
|-----------------|--------------|---------|
| 30 MHz~1 GHz    | -36 dBm 이하   | 100 kHz |
| 1 GHz~12.75 GHz | -30 dBm 이하   | 1 MHz   |

바. 제2호라목 및 마목의 조건에도 불구하고 다음의 추가적인 불요발사 조건을 만족할 것

| 점유주파수 대역폭 | 주파수대역           | 불요발사<br>평균전력  | 분해대역폭 |
|-----------|-----------------|---------------|-------|
| 200 kHz   | 864 MHz~869 MHz | -27 dBm<br>이하 | 1 MHz |
|           | 869 MHz~894 MHz | -30 dBm<br>이하 | 1 MHz |

5. 이동국 수신장치의 부차적 전파발사 조건



| 주파수대역             | 부차적<br>전파발사<br>평균전력 | 분해대역폭   |
|-------------------|---------------------|---------|
| 30 MHz~1 GHz      | -57 dBm 이하          | 100 kHz |
| 1<br>GHz~12.75GHz | -47 dBm 이하          | 1 MHz   |

6. 무선국의 개설풀차에 적합하여  
운영중인 기지국은 할당대역 바깥  
쪽 주파수에 대해서만 제2호의 불  
요발사 규정을 적용한다.

## 제2절 28GHz 대역 5G 기술기준 선행연구

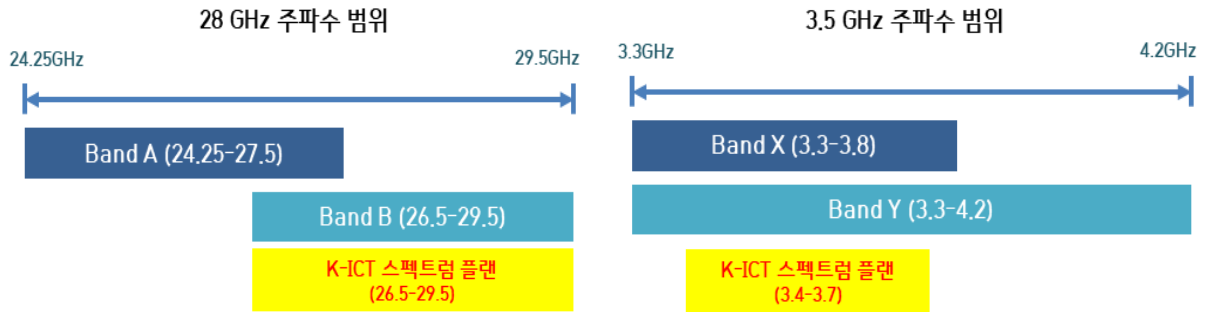
우리나라는 세계최초로 28GHz 대역에서 5G 상용화를 목표로 함에 따라 동 대역에 대한 5G 기술기준을 조기에 마련할 필요가 있다. 미국(FCC)은 '17년 28GHz 대역의 기술규격을 발표했으나 고정응용을 포함한 규격으로 다소 출력이 높다. 현재 3GPP에서 논의 중인 스펙트럼 마스크는 5G 장비구현을 위한 단순규격으로 인접대역 서비스와의 공존을 고려하지 않고 있다. 이에 우리나라는 국내 무선국현황을 고려한 5G 이동통신 기술기준을 마련하여 3GPP 규격에 반영할 필요가 있다. 현재 기술기준은 주파수대역, 대역폭, 허용편차, 안테나공급전력, 인접채널누설전력, 불요발사, 부차적 전파발사 등을 규정하고 있다.

현재의 기술기준은 무선설비의 출력을 안테나공급 전력으로 표시하며 이를 측정하기 위한 포트가 존재하나 5G 기술(빔포밍, MIMO 등) 특성 상 측정포트가 없을 것으로 예상됨에 따라 제조사, 시험기관과의 협력을 통해 무선국허가 및 적합성평가지험을 위한 OTA(Over the air)방식 등의 새로운 측정방법 마련이 필요하다.

3GPP는 5G 초기 상용화를 위한 1단계 표준(Rel.15)과 보다 진화된 기술제공이 가능한 2단계 표준(Rel.16)으로 단계적으로 추진하고 있다. 1단계 표준은 eMBB와 URLLC에 중점을 두고, 2단계 표준은 eMBB, URLLC, mMTC까지 완료할 계획이다.

|   |  |
|---|--|
| 주파수대역   | 「K-ICT 스펙트럼 플랜」 대역인 27.5~28.5GHz 대역과 좌우 1 GHz 씩 확장된 26.5~29.5GHz 대역 우선 고려                              |
| 대역폭   | 우리나라의 주파수할당계획이 수립되지 않아 대역폭이 미정이고 3GPP에서도 계속 논의 중이므로 국내 산업계의 제안을 수용하여 산업체가 희망하는 모든 대역폭에 대한 규격 검토        |
| 안테나공급전력   | FCC 및 3GPP의 규격을 면밀하게 검토하고 평창 등에 설치된 5G 실험국의 출력 실측을 통한 커버리지 분석 등으로 적정출력 산출                              |
| 불요발사  | 현재 논의 중인 3GPP 불요발사규격(-13dB/MHz)을 기준으로 하되 인접대역(비허가무선기기, 특정소출력, 용도미지정)과의 주파수 공유연구 등의 결과를 바탕으로 불요발사 규격 마련 |
| ※ 주파수허용편차, 인접채널누설전력, 부차적 전파발사 등은 무선설비규칙을 기준으로 검토하고 필요시 추가 |  |

5G 신규무선접속(NR) 대역 중 28GHz 와 3.5 GHz 를 그림 2-2와 같이 각각 두 대역으로



[그림 2-2] 28GHz 와 3.5GHz 대역 주파수 범위

정의하고, 주요 무선성능 요구사항을 합의하였다.

채널대역폭은 기지국(BS) 채널대역폭과 단말(UE) 채널대역폭이 각각 다를 수 있으며, 시스템 대역폭은 기지국 채널대역폭으로 정의하였다. 기지국 최대채널대역폭은 3.5 GHz 대역(n77, n78)은 100MHz, 28 GHz 대역 (n257, n258)은 400MHz로 정의하였다. 단말의 경우, 필수(mandatory) 채널대역폭을 정의하고자 하였으나, 퀄컴 등 제조사는 100MHz, KT, SKT 등 사업자는 400MHz 주장으로 합의되지 못하여 별도로 정의되지 않았다.

| NR band / SCS / Channel bandwidth |         |        |         |         |         |
|-----------------------------------|---------|--------|---------|---------|---------|
| NR Band                           | SCS kHz | 50 MHz | 100 MHz | 200 MHz | 400 MHz |
| n257                              | 60      | Yes    | Yes     | Yes     |         |
|                                   | 120     | Yes    | Yes     | Yes     | Yes     |
| n258                              | 60      | Yes    | Yes     | Yes     |         |
|                                   | 120     | Yes    | Yes     | Yes     | Yes     |
| n260                              | 60      | Yes    | Yes     | Yes     |         |
|                                   | 120     | Yes    | Yes     | Yes     | Yes     |

| NR band / SCS / Channel bandwidth |         |       |                       |                     |                     |                     |                  |        |        |        |                  |        |                  |         |
|-----------------------------------|---------|-------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------|--------|--------|------------------|--------|------------------|---------|
| NR Band                           | SCS kHz | 5 MHz | 10 <sup>2,3</sup> MHz | 15 <sup>3</sup> MHz | 20 <sup>3</sup> MHz | 25 <sup>3</sup> MHz | 30 MHz           | 40 MHz | 50 MHz | 60 MHz | 70 MHz           | 80 MHz | 90 MHz           | 100 MHz |
| n77                               | 15      |       | Yes                   | Yes                 | Yes                 |                     | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes    |        |                  |        |                  |         |
|                                   | 30      |       | Yes                   | Yes                 | Yes                 |                     | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes    | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes     |
|                                   | 60      |       | Yes                   | Yes                 | Yes                 |                     | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes    | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes     |
| n78                               | 15      |       | Yes                   | Yes                 | Yes                 |                     | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes    |        |                  |        |                  |         |
|                                   | 30      |       | Yes                   | Yes                 | Yes                 |                     | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes    | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes     |
|                                   | 60      |       | Yes                   | Yes                 | Yes                 |                     | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes    | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes    | Yes <sup>1</sup> | Yes     |

[그림 2-3] 3.5GHz 5G NR 채널대역폭

3GPP RAN 4 회의를 통해 기지국과 단말에 대한 인접채널누설비(ACLR), 스펙트럼방사마스크 등 공통 RF 요구사항 합의되었다.

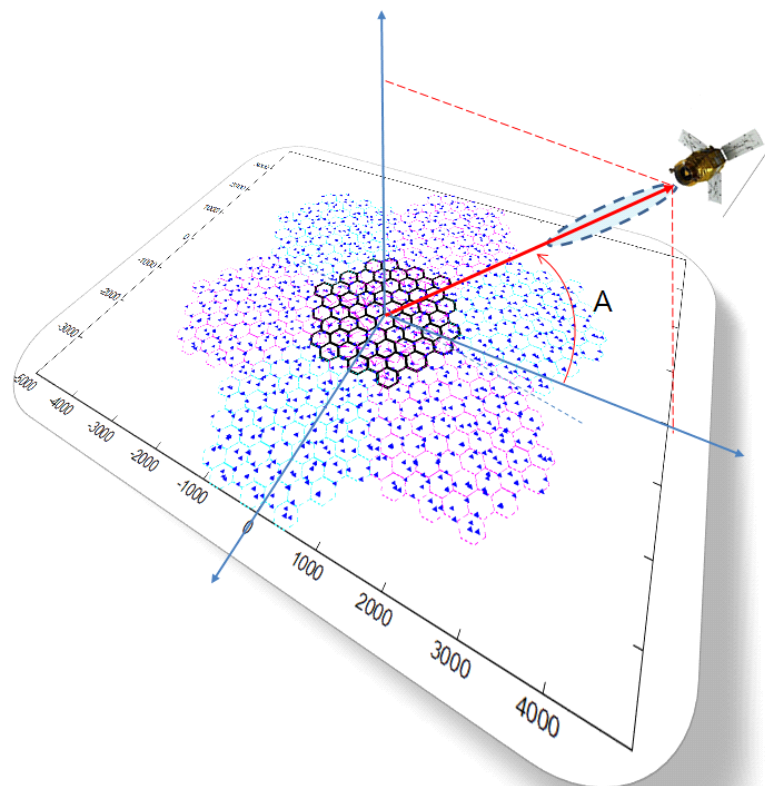
[표 2-8] 28GHz 대역 RF 성능에 대한 기술보고서(TR38.315) 주요 내용

| 항목   | 기지국  |   |   |   |   | 단말  |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
|--|--|---|---|---|---|---|-----------------------|--|--|--------|---|---|---------|-------------------|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| 인접채널<br>누설비<br>(ACLR)  | NR<br>Channel<br>bandwidth   | BS adjacent<br>channel centre<br>frequency offset<br>below the lower or<br>above the upper<br>Base Station RF<br>bandwidth edge | Assumed<br>adjacent<br>channel<br>carrier | Filter on the<br>adjacent channel<br>frequency and<br>corresponding<br>filter bandwidth                                     | ACLR limit<br>(dB)                              |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
|  | [50, 100,<br>200, 400,<br>...]   | BW <sub>Channel</sub>   | NR of same<br>BW                          | NR of same BW<br>with SCS that<br>provides largest<br>transmission<br>bandwidth<br>configuration<br>(BW <sub>Config</sub> ) | 28 (Note 1)                                     |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
|  | Note 1: Applicable to bands defined within the frequency spectrum range of 24.24 – 33.4 GHz  |   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| 인접채널<br>민감도<br>(ACS)   | 7.2.2.1 Adjacent Channel Selectivity (ACS)<br><br>BS ACS level for Band n257 and n258 is agreed to be 24dBc.   |   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
|  |  |   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| 스펙트럼<br>방사<br>마스크<br>(SEM)   | Table 7.2.1.2-1: SEM applicable for P <sub>TX</sub> ≥ 35 dBm in the frequency range 24.24 – 33.4 GHz   |   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
|  | <table><tr><th>Frequency offset from “edge of transmission” Δf</th><th>Limit</th><th>Measurement bandwidth</th></tr><tr><td>0 ≤ Δf &lt; 10% of the total transmission bandwidth</td><td>-5 dBm</td><td>1 MHz</td></tr><tr><td>10% of the total transmission bandwidth ≤ Δf &lt; OOB boundary</td><td>-13 dBm</td><td>1 MHz</td></tr></table> |   |   |   |   | Frequency offset from “edge of transmission” Δf | Limit                 | Measurement bandwidth                            | 0 ≤ Δf < 10% of the total transmission bandwidth | -5 dBm | 1 MHz   | 10% of the total transmission bandwidth ≤ Δf < OOB boundary | -13 dBm | 1 MHz             |                        |  |  |  |  |  |  |
|  | Frequency offset from “edge of transmission” Δf  | Limit   | Measurement bandwidth                     |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| 0 ≤ Δf < 10% of the total transmission bandwidth   | -5 dBm   | 1 MHz   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| 10% of the total transmission bandwidth ≤ Δf < OOB boundary  | -13 dBm  | 1 MHz   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| Table 7.2.1.2-2: SEM applicable for P <sub>TX</sub> < 35 dBm in the frequency range 24.24 – 33.4 GHz   |  |   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| <table><tr><th>Frequency offset from “edge of transmission” Δf</th><th>Emission limit</th><th>Measurement bandwidth</th></tr><tr><td>0 ≤ Δf &lt; 10% of the total transmission bandwidth</td><td>Max(P<sub>TX</sub> – 40 dB, -12 dBm)</td><td>1 MHz</td></tr><tr><td>10% of the total transmission bandwidth ≤ Δf &lt; OOB boundary</td><td>Max(P<sub>TX</sub> – 48 dB, -20 dBm)</td><td>1 MHz</td></tr><tr><td>Δf ≥ OOB boundary</td><td colspan="2">Spurious domain limits</td></tr></table> |  |   |   |   | Frequency offset from “edge of transmission” Δf | Emission limit                                  | Measurement bandwidth | 0 ≤ Δf < 10% of the total transmission bandwidth | Max(P <sub>TX</sub> – 40 dB, -12 dBm)            | 1 MHz  | 10% of the total transmission bandwidth ≤ Δf < OOB boundary | Max(P <sub>TX</sub> – 48 dB, -20 dBm)                       | 1 MHz   | Δf ≥ OOB boundary | Spurious domain limits |  |  |  |  |  |  |
| Frequency offset from “edge of transmission” Δf  | Emission limit   | Measurement bandwidth   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| 0 ≤ Δf < 10% of the total transmission bandwidth   | Max(P <sub>TX</sub> – 40 dB, -12 dBm)  | 1 MHz   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| 10% of the total transmission bandwidth ≤ Δf < OOB boundary  | Max(P <sub>TX</sub> – 48 dB, -20 dBm)  | 1 MHz   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |
| Δf ≥ OOB boundary  | Spurious domain limits   |   |   |   |   |   |                       |  |  |        |   |   |         |                   |                        |  |  |  |  |  |  |

## 제3장 6GHz이하 및 24GHz이상 5G 주파수 이용방안 연구

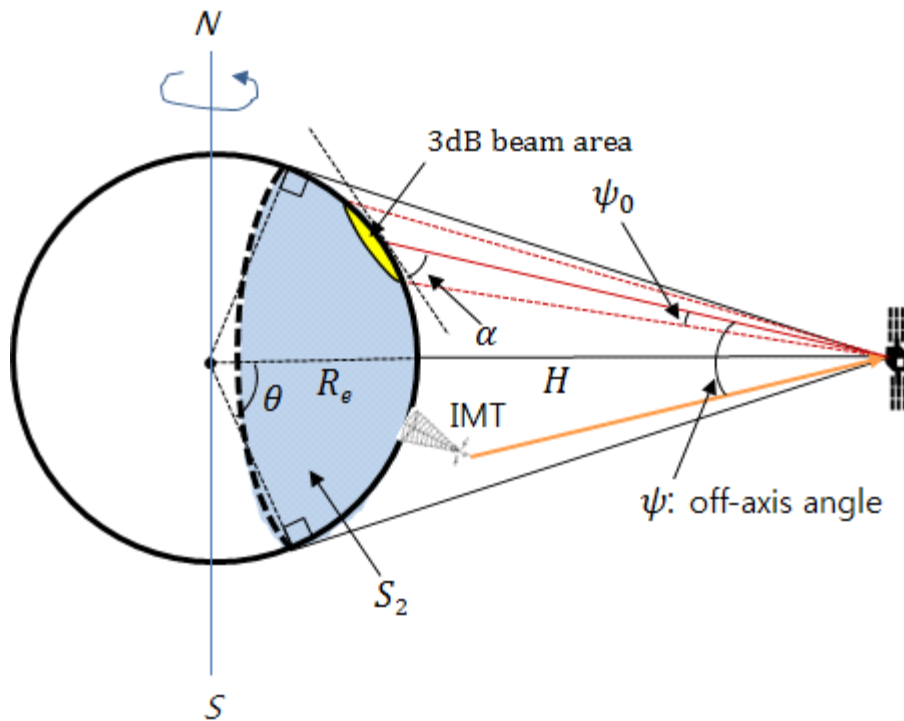
### 제1절 28GHz대역 5G와 고정위성 간 간섭분석 연구

본 장에서는 우리나라가 28GHz대역을 5G로 이용할 계획으로 원활한 신규 주파수 공급을 위해 타 업무와 간섭이슈를 분석하여 기술하였다. 국내·외에서 차세대 이동통신으로 최대 전송속도가 현재(1Gbps, 성능목표상) 보다 20배 이상인 5G 상용화를 본격 준비 중이다. ITU는 WRC-19에서 5G 표준 주파수 대역을 정하기 위해 24GHz 이상에서 11개 후보대역을 선정(WRC-15)하여 검토 중에 있다. 대부분 국가는 상대적으로 저대역인 40GHz 이하 대역에서 우선 검토 중이나, 아직은 공통 선호 대역을 찾기 어려운 상황이다. 우리나라는 후보 대역 중 24GHz 대역 중 일부(24.25~26.5GHz)는 차량 레이다, 43GHz, 49GHz 및 83GHz 대역 일부는 전파천문보호, 70GHz, 83GHz 대역은 고정통신으로 이용 중이며, 다수 대역은 미이용 중이다.



[그림 3-1] 간섭분석 시나리오

또한 '18년까지 27.5~28.5GHz 대역을 확보하고 '21년까지 좌우 인접대역 26.5~27.5GHz, 28.5~29.5GHz을 확보하여 총 3GHz 대역폭을 확보할 계획이다. 이에 5G IMT 시스템과 타 업무 간의 간섭영향을 분석하는 공유연구가 필요하다.



[그림 3-2] 지구 가시영역에서 누적되는 간섭영향 시나리오

간섭분석 시나리오는 그림 3-2와 같이 지상으로부터 35,786km 상공 위에 고정위성 우주국이 위치하고, 지상에는 단말과 기지국을 무작위로 분포시키고 우주국의 주빔 방향(3dB beam area), 부엽방향(beam area with LS), 가시영역(Total visible area of the earth)에 분포하는 총 IMT 시스템수를 산출하여 지상에서 누적되는 간섭량을 도출한다. 지상망의 기지국과 단말 제원은 작업그룹이 제공한 공유연구를 위한 파라미터 (Doc.5-1/36)를 참조하여 표3-1에 나타내었고, 위성망의 제원도 작업그룹이 제공한(Doc.5-1/89)를 참조하여 표2-2에 나타내었다.

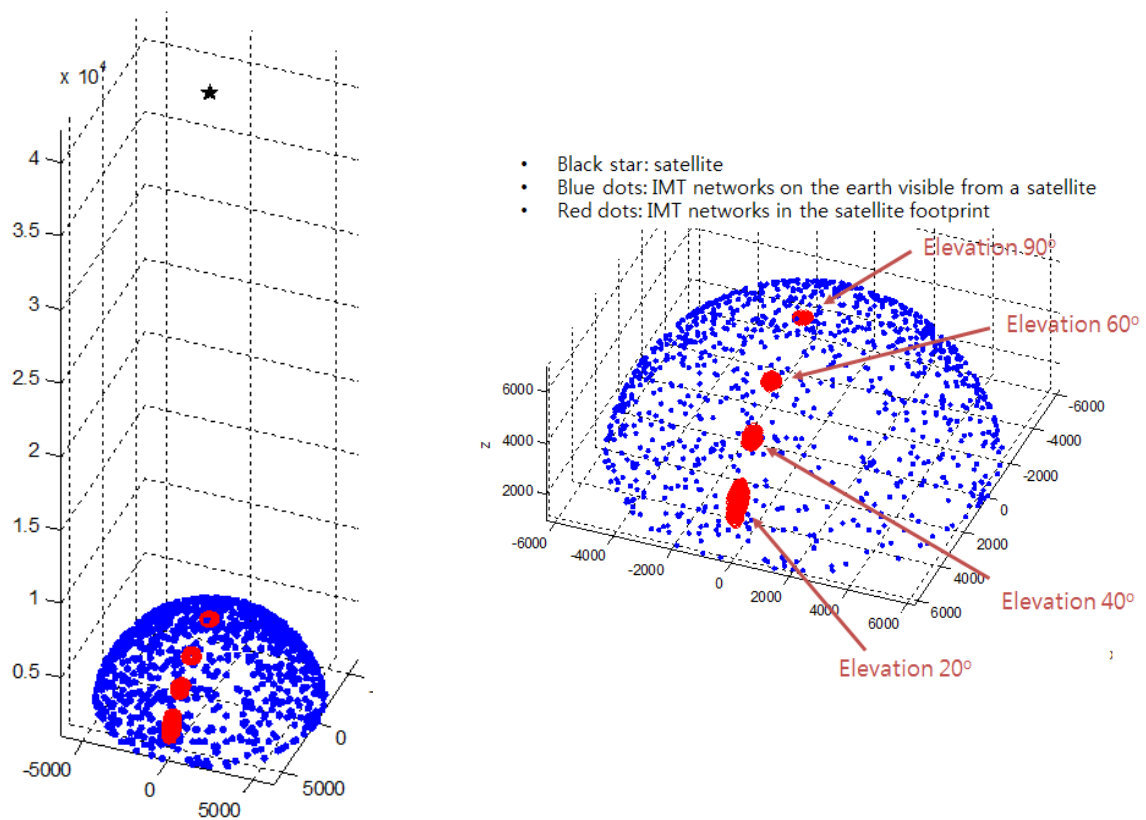
[표 3-1] 지상망 IMT 시스템 제원

| Parameter  | BS at the edge of the roof        | BS below rooftop | UE   |
|--|-----------------------------------|------------------|--|
| Duplex method  | TDD                               |                  |  |
| TDD activity factor  | 80%                               |                  | 20%  |
| Sectorization  | Single sector                     |                  | N.A.   |
| Channel bandwidth  | 200 MHz                           |                  |  |
| Signal bandwidth   | 180 MHz                           |                  | 60 MHz / UE per BS                                   |
| Building height  | 9 m                               | 24 m             | both   |
| Number of nodes  | 2                                 | 36               | 3 per BS   |
| Node Antenna height<br>(above ground)                      | 15 m                              | 6 m              | 95% outdoor at 1.5m<br>5% indoor random floor height |
| Number of Antenna Sectors                                  | 1                                 | 1                | N.A.   |
| Antenna mechanical downtilt                                | 15 deg.                           | 10 deg.          | N.A.   |
| Network loading factor                                     | 50%                               | 20%, 50%         | Active in active BS                                  |
| Antenna Model  | Beamforming model in ITU-R M.2101 |                  |  |
| Element gain   | 5 dBi                             |                  |  |
| Horizontal/vertical element 3dB beam width                 | 65 deg. for both H/V              |                  | 90 deg. for both H/V                                 |
| Horizontal/vertical element front to back ratio            | 30 dB for both H/V                |                  | 25 dB for both H/V                                   |
| Array configuration (Row x Column)                         | 8x8 elements                      |                  | 4x4 elements   |
| Horizontal/vertical element spacing                        | 0.5 wavelength for both H/V       |                  |  |
| BS max coverage angle in horizontal plane                  | 120 deg.                          |                  | N.A. <sup>1</sup>                                    |
| Array ohmic loss   | 3 dB                              |                  |  |
| Conducted power (before ohmic loss) per antenna element    | 10 dBm/200 MHz                    |                  | 10 dBm   |
| Receiver noise figure                                      | 10 dB                             |                  |  |
| Body loss  | N.A.                              |                  | 4 dB   |
| Power control model  | N.A.                              |                  | ITU-R M.2101 model                                   |
| Max output power   | N.A.                              |                  | 22 dBm   |
| Transmit power target value per 180 kHz [ $P_{0\_pusch}$ ] | N.A.                              |                  | -95 dBm  |
| Path loss compensation factor [a]                          | N.A.                              |                  | 1  |

<sup>1</sup> UE antenna array direction towards own BS assumed to be boresight direction + a random offset in both azimuth and elevation angle within  $\pm 45$  degrees.

[표 3-2] 고정위성 제원

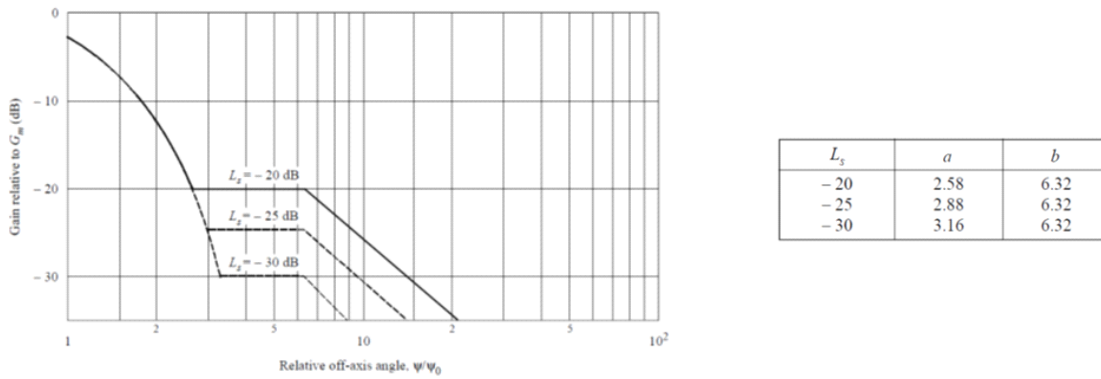
| Parameters                      | Values         |
|---------------------------------|----------------|
| Carrier                         | Carrier #5     |
| Noise [dBm/Hz]                  | -168.82        |
| Temperature [K]                 | 950            |
| Antenna Gain [dBi]              | 51             |
| NF                              | 6              |
| Orbit Height [km]               | 37855          |
| Elevation Angle<br>[degree]     | 10, 20, 30, 60 |
| Protection Criterion (I/N) [dB] | -12.2          |



[그림 3-3] 고정위성의 양각에 따른 위성의 지상 수신 범위 면적의 변화



그림 3-3은 지상으로부터 35,786km 상공 위의 고정위성의 주빔의 양각이 각각 20°, 40°, 60°, 90°일 때 지상 수신 범위의 면적변화를 나타낸다. 파란점은 지구전체 가시영역에 분포하는 IMT 시스템을 나타내고, 붉은점은 고정위성의 지상 수신 범위를 나타낸다. 양각이 작아질수록 지상 수신 범위의 면적이 넓어져 더 많은 IMT 시스템 수가 분포하게 된다.



$$\begin{aligned}
 G(\psi) &= G_m & \text{for } 0 \leq \psi \leq \psi_0 \\
 G(\psi) &= G_m - 3(\psi/\psi_0)^2 & \text{for } \psi_0 < \psi \leq a\psi_0 & \quad \psi_0: \text{one-half the 3 dB beamwidth} \\
 G(\psi) &= G_m + L_s - 3 & \text{for } a\psi_0 < \psi \leq b\psi_0 \\
 G(\psi) &= G_m + L_s + 20 - 25 \log(\psi/\psi_0) - 3 & \text{for } b\psi_0 < \psi \leq \psi_1 \\
 G(\psi) &= -3 & \text{for } \psi_1 < \psi
 \end{aligned}$$

[그림 3-4] ITU-R S.672-4를 참조한 위성 안테나 패턴

그림 3-4는 ITU-R S.672-4를 참조하여 위성 안테나의 주빔 밖 부엽에서 수신되는 간섭신호까지 고려하기 위하여 위성 안테나 패턴을 도시하였다. 공유연구를 위해 작업그룹에서 제안한 부엽이  $L_s = -25\text{dB}$ 에서  $-3\text{dB}$  만큼을 더 고려하여 넓은 면적에서 수신되는 신호를 고려하였다.

[표 3-3] 지구 가시영역 전체 면적에 분포하는 통신 기지국과 단말 개수

|  |                      | Outdoor       |                  | Indoor        |                  |
|--|----------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
|  |                      | Urban hotspot | Suburban hotspot | Urban hotspot | Suburban hotspot |
| BS density, $D_s$ (BSs/km <sup>2</sup> )   |                      | 30            | 10               | 70            | 23               |
| UE density, $D_s$ (UEs/km <sup>2</sup> )   |                      | 100           | 30               | 210           | 69               |
| Ra (%)   |                      | 7             | 3                | 2             | 1                |
| Rb (%)   |                      | 5             |                  |               |                  |
| the surface area of the earth visible from a satellite, $S_2$ (km <sup>2</sup> ) |                      | 217,056,092   |                  |               |                  |
| Network loading factor 20%   | Number of active BSs | 3,646,542     | 520,934          | 2,431,028     | 399,383          |
|  |                      | 4,167,476     |                  | 2,830,411     |                  |
|  |                      | 6,997,887     |                  |               |                  |
|  | Number of active UEs | 3,038,785     | 390,700          | 1,823,271     | 299,537          |
|  |                      | 3,429,485     |                  | 2,122,808     |                  |
|  |                      | 5,552,293     |                  |               |                  |

표 3-3은 작업그룹이 제공한 Ra(핫스팟 지역), Rb(건물 지역)를 참조하여 단위면적당 기지국과 단말의 개수와 실외 도심 7%, 실외 부도심 3%, 실내 도심 2%, 실내 부도심 1%의 Ra 비율을 적용하고, 5%의 Rb 비율을 적용하여 지구 가시영역의 전체면적(217,056,062km<sup>2</sup>)에 분포하는 각 배치 환경의 활성화 기지국과 단말의 개수를 산출하였다. 네트워크 로딩률은 넓은 면적을 고려한 20%를 적용하였다.

[표 3-4] 양각에 따른 위성 별 지구 전체 가시영역의 면적에서 누적되는 간섭

| Satellite                 | Carrier #05, #06 |       |       |       | Carrier #07, #08 |       |       |       | Carrier #13, #14 |       |       |       |       |
|---------------------------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Elevation angle (degrees) | 20               | 40    | 60    | 90    | 20               | 40    | 60    | 90    | 5                | 20    | 40    | 60    | 90    |
| I/N 50 %                  | -24.5            | -29.9 | -33.1 | -35.8 | -30.6            | -35.8 | -37.6 | -40.4 | -22.1            | -23.6 | -30.1 | -33.4 | -34.7 |
| I/N 99 %                  | -24.2            | -29.1 | -31.9 | -34.9 | -30.1            | -34.8 | -39   | -39.8 | -21.2            | -23   | -29.3 | -32.1 | -34   |

[표 3-5] 양각에 따른 위성 별 부엽에서 누적되는 간섭

| Satellite                 | Carrier #05, #06 |       |       |       | Carrier #07, #08 |       |       |       | Carrier #13, #14 |       |       |       |       |
|---------------------------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Elevation angle (degrees) | 20               | 40    | 60    | 90    | 20               | 40    | 60    | 90    | 5                | 20    | 40    | 60    | 90    |
| I/N 50 %                  | -24.9            | -31   | -35.3 | -36.4 | -30.9            | -37.2 | -41.1 | -42.4 | -22.2            | -23.7 | -30.3 | -34.3 | -35.5 |
| I/N 99 %                  | -24.4            | -30.7 | -33.4 | -35.5 | -30.3            | -36.1 | -39.3 | -41.5 | -21.3            | -23.2 | -29.5 | -32.9 | -34.7 |

[표 3-6] 양각에 따른 위성 별 주빔 영역에서 누적되는 간섭

| Satellite                 | Carrier #05, #06 |       |       |       | Carrier #07, #08 |       |       |       | Carrier #13, #14 |       |       |       |       |
|---------------------------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Elevation angle (degrees) | 20               | 40    | 60    | 90    | 20               | 40    | 60    | 90    | 5                | 20    | 40    | 60    | 90    |
| I/N 50 %                  | -28.2            | -34.5 | -38.2 | -39.2 | -34.1            | -40.3 | -44   | -45.3 | -23.6            | -26.8 | -33.1 | -36.8 | -38   |
| I/N 99 %                  | -27.3            | -32.4 | -35.3 | -37.8 | -33.3            | -38.4 | -40.9 | -43.7 | -22.4            | -26.2 | -31.5 | -34.3 | -36.7 |

고정위성과 5G IMT 시스템과 MC(Monte-Carlo) 분석 기법을 적용하여 누적되는 간섭영향을 분석하였다. 시뮬레이션 환경은 지상으로부터 고도가 H(35,786km)인 고정위성에서 수신되는 지구 가시영역의 전체 면적에서 누적되는 간섭을 계산하기 위해 고정위성의 수신 빔 영역에 기지국과 단말을 분포시킨다. 기지국과 단말의 분포는 레일리 분포(Rayleigh distribution)를 이용하여 배치시킨다. 배치환경은 도심, 부도심, 실내 등 각 환경에 따른 기지국과 단말의 밀도와 Ra(햇스팟 지역), Rb(건물 지역) 비율, 네트워크 로딩률, TDD 적용률 등을 적용하여 전체 면적에 분포하는 기지국과 단말의 개수를 산출하였다. 또한 기지국과 단말의 통신환경을 구현하기 위해 작업그룹에 제공한 ITU-R 권고 M.2101 문서를 참조하여 단일 안테나 이득과 3차원 빔포밍을 이용한 배열 안테나 이득을 계산한다. 고정위성의 이득은 주빔 3dB빔폭 범위에서 수신되는 안테나 이득은 최대치로 설정하고, 부엽에서 수신되는 안테나 이득은 ITU-R 권고 S.672-4를 참조하여 안테나 이득을 설정하였다. 고정위성과 5G IMT 시스템은 자유공간손실모델을 적용하고 클러터 손실, 건물투과 손실을 추가적으로 적용하였다. 단위 시간에 통신하는 모든 기지국과 단말에서 누적되는 간섭전력을 모두 계산하여 혼신보호비(I/N)을 계산하였다.

표 3-4 ~ 3-6은 작업그룹에서 제공한 위성에 따른 각각 주빔, 부엽, 지구 전체 가시영역의 면적에서 누적되는 간섭량을 양각(20, 40, 60, 90°)의 변화에 따라 산출하였다. 전체 가시영역의 면적에서 누적되는 간섭은 -40.4~-21.2dB로 혼신보호비(I/N = -12.2dB) 기준을 만족한다. 부엽에서 누적되는 간섭은 -42.4~-22.2dB로 혼신보호비 기준을 만족한다. 주빔에서 누적되는 간섭은 -45.3~-22.4dB로 혼신보호기 기준을 만족한다.

## 제2절 6GHz 이하 대역 간섭분석 연구

K-ICT 스펙트럼 플랜('17.1월)에 따라 '18년 3.4~3.7GHz 대역을 5G용으로 공급할 계획이므로 인접대역의 타 무선국간 양립성 검토가 필요하다. 이에 3.4GHz 이하 인접대역에서 운용중인 무선국간의 간섭영향을 분석하는 공유연구를 진행하였다. 분석 파라미터 및 시나리오는 가급적 국제표준을 준수하기 위해 5G 이동통신 파라미터는 ITU 및 3GPP 표준을 참조하되 실제 간섭을 정밀히 분석하기 위해 측정데이터를 적용하였다. 무선국 제원은 국내허가(사용승인) 제원 및 실제 측정 데이터를 적용하였다. 간섭시나리오는 ITU 표준을 참조하되 무선국의 운영자의 의견을 반영하여 최악의 간섭조건을 포함하여 분석하였다. 분석 방법은 다수의 기지국과 단말기가 동작되는 이동통신망의 간섭분석은 누적간섭 상황이 고려될 수 있는 확률·통계적 방법(MC) 적용하되 최악의 일대일 간섭상황이 고려될 수 있는 결정적 방법(MCL)도 적용하였다. 간섭분석 결과 최악조건을 적용한 상황에는 간섭영향이 있으나, 지리적인 특성과 안테나 운용각도를 고려할 경우 간섭영향은 미미할 것으로 판단된다.

우리나라는 지상, 중국은 위성으로 사용하려는 2GHz 대역 이슈가 WRC-19 의제로 채택됨에 따라 국제 이슈로 부각되어 국제회의(WP5D, WP4C)에 대응하였다. 러시아는 공유연구 보고서 작업문서 수정을 요구하며 비정지궤도위성(MEO/LEO) 분석을 추가하자고 하였으나 우리나라와 미국이 해당위성은 작업그룹(WP4C)에서 합의되지 않았음을 제시하였다. 또한 WP4C가 연락문서로 제시한 IMT 기지국/단말기 최대출력을 적용한 누적 간섭분석 결과에 잘못된 적용임을 제시하고 평균출력 적용을 권고하도록 하였다. 이에 우리나라는 K-ICT 스펙트럼 플랜에 따라 '26년 이후 주파수 공급이 계획됨을 고려하여 중국 등 인접국 위성으로부터 국내 이동통신 사용에 제약을 받지 않도록 지속적으로 ITU의 공유연구를 포함하여 규정적 대응을 지속적으로 전개해 나갈 예정이다.

## 제4장 5G 주도권 확보를 위한 국제표준화 추진

본 장에서는 2017년도에 연구원을 중심으로 추진한 5G 주도권 확보를 위한 ITU 등 국제표준화 추진에 관한 주요연구 성과를 중심으로 기술하였다. 5G는 단순 ICT 이동통신 영역을 뛰어 넘어 4차 산업혁명의 핵심 인프라로 선제적 도입을 통한 글로벌 이니셔티브 확보가 중요하다. 국제전기통신연합(ITU)은 5G 비전과 WRC-19 의제를 통해 '20년까지 5G 기술표준을 완성하고 '19년에는 5G 주파수를 선정할 계획이다. 금년 초 과기정통부는 5G 기술과 주파수 확보를 위한 기본 정책인 「미래이동통신산업발전전략2.0」과 「K-ICT 스펙트럼 플랜」을 수립 발표하였다. 이에 따라 연구원은 5G 관련 국내·외 관련 표준화 활동과 5G 주파수 이용기반 활성화를 추진하였다. 1절에서 국내 5G 후보기술의 국제표준화에 관해서 기술하였으며, 2절에서는 28GHz대역 5G 주파수 이용기반 연구에 관하여 기술하였다.

### 제1절 국내 5G 후보기술 표준화

5G 기술에 있어 우리나라, 미국 등을 중심으로 28GHz대 초고주파 5G 기술이 우위인 반면에 중국, 일본 등은 6GHz이하 5G 기술을 선호하고 있어 표준화에 입장차이가 있다. 민간 국제표준기구(3GPP) 외 각국 정부가 참여하는 국제기구(ITU)에서 '20년까지 5G 국제표준화가 본격 추진 될 예정으로, 주도권 확보를 위한 대응이 매우 중요하다. UN 산하기구중 하나인 ITU는 정부가 정회원 자격으로써 큰 영향력을 발휘하는 조직으로 3GPP 규격이 ITU 국제표준이 됨으로서 표준화에 참여하지 않았던 동유럽, 남아메리카, 오세아니아, 서아시아 등 190여개 ITU 정부 회원에 의해 소속 국가에 빠르게 확산되는 효과를 가져온다. ITU는 2014년부터 5G 연구를 시작하여 2016년에 IMT-2020 비전을 발표하였고

#### < 국내 5G 기술안의 ITU 후보 기술 제출 일정 >

기술 규격 초안 작성 완료('17.7월) → 1차 제출안 논의('17.9월) → 후보 기술 의향서 제출('17.10월) → 1차 제출안 논의('17.12월) → 후보 기술 1차 제출('18.1월)

※ (ITU일정) '17.10월부터 후보기술 접수, '19년 기술평가, '20년 표준완료

이를 위한 5G 성능 요구사항과 표준화 일정을 회원국에게 제시하는 등 표준화 구심점 역할을 하고 있다. 이에 우리원은 산학연 관련 전문가로 구성된 한국ITU연구위원회 이동통신분과(WP5D)를 통해 국내 대응 입장을 수립하고 2월, 6월, 10월 등 ITU 관련 표준화 국제회의(WP5D)에 총 27건의 국가 기고서를 제출하고 국가대표단을 파견하는 등 우리나라 입장을 반영하기 위한 대응 활동을 전개하였다. 그 결과 5G 표준화 관련 주요 결과는 다음과 같다[5],[6],[7],[8].

#### < 우리나라 5G 후보기술 제출 계획 발표 >

2017년 10월 제28차 WP5D 회의 및 IMT-2020 워크숍(10월4일(수))에서 우리나라는 5G 후보기술 기술제안 배경과 평창 올림픽 5G 시범 서비스 계획 및 후보기술 제출 계획을 발표하였다. 2018년 1월에 3GPP 기술규격을 기반으로 초고주파수 대역 기술을 강조(6GHz 이하도 포함)하여 기술 제안을 할 계획임과 2019년 7월까지 5G 기술 제안을 업데이트 하여 추가 제안할 계획을 밝혔다. 아울러, 5G 상용화 일정에 차질이 없도록 '20년 표준 완성을 목표로 하는 ITU 표준화 일정을 준수를 강조하고 기술제안자 및 평가그룹을 포함한 3GPP 등 외부표준화 기관에 연락문서를 발송하였다.

중국도 6GHz이하 5G NR 기술을 중심으로 3GPP 표준(Release 15/16) 기반으로 추진할 것 입을 발표하였으며 모든 5G 시나리오를 만족시킬 목표로 최초 제안은 우리나라와 같이 제28차 WP5D 회의에 있을 예정이다. 3GPP는 우리나라와 중국과 같은 일정으로 추진 할 것이 예상되며 '17.10월 WP5D 워크숍 발표를 시작으로 최초 제안서, 2차 제안서(자체평가포함), 최종 제안서 등 총 4번의 제출 계획을 발표하였다. 제출 기술로는 SRIT(NR + LTE)와 RIT(NR) 각 2개의 제안서 제출 예정이다.

[표 4-1] 3GPP의 ITU 제출 기술 개요

| Type | Component RIT | 기능                              | 기술규격      |                   |
|------|---------------|---------------------------------|-----------|-------------------|
| SRIT | LTE           | LTE 단독, NB-IoT, eMTC, LTE-NR DC | 36 series | + 37 series<br>일부 |
|      | NR            | NSA, SA, [NB-IoT, eMTC]         | 38 series |                   |
| RIT  | NR            | * SRIT의 NR과 동일<br>(추후 결정)       | 38 series |                   |

ETSI는 스마트 홈, eHealth, Audio 서비스용 초저전력 5G 기술(DECT-2020)을

‘18.6월경 제출할 계획임을 발표하였다. DECT-2020<sup>2)</sup> 기술은 기존 DECT 기술과  
[그림 4-1] ITU vs 3GPP 표준화 추진 일정

| ITU-R 회의 일정                      | 3GPP 제출 일정                       | 3GPP 제출 문서 내용  |
|----------------------------------|----------------------------------|--|
| WP5D #28 / Workshop<br>(‘17.10월) | ↔ 후보기술 제출 의사 표명<br>(기술개요)        | Overview<br>(발표자: RAN ITU-R Convenor)  |
| ↓<br>WP5D #29<br>(‘18.1월, 한국)    | ↔ 최초 제안서<br>(Initial Submission) | Description Templates (R15)  |
| ↓<br>WP5D #30<br>(‘18.6월)        |                                  |  |
| ↓<br>WP5D #31<br>(‘18.10월)       | ↔ 2차 제안서<br>(Updated Submission) | Description Templates (R15)<br>Compliance Templates (R15)<br>Self-Evaluation (R15)             |
| ↓<br>WP5D #32<br>(‘19.7월)        | ↔ 최종 제안서<br>(Final Submission)   | Description Templates (R15+R16)<br>Compliance Templates (R15+R16)<br>Self-Evaluation (R15+R16) |

상호호환성을 유지하고, 코덱, QoS, 초저전력(10년 지속) 기술 향상을 목표로 하고 있다. ETSI의 DECT 기술은 초저전력기술, URLLC, mMTC 위주의 기술 제안으로 eMBB 요구사항을 충족하지 못할 것으로 예상된다.

#### < 5G 표준화 서식 등 절차 >

2017년 10월부터 시작되는 5G 후보기술 제안은 서비스, 주파수 및 기술성능 요구사항을 담은 제출서식에 맞추어 작성되어야 한다. 우리나라는 밀리미터파의 초고속 광대역의 5G 사항이 제출서식에도 잘 반영될 수 있도록 한·중·일 공동기고와 산업계 사전협의 진행하였다. 그러나 6GHz 이하의 5G를 선호하는 중국과 WRC-19에서 24.25GHz이상의 5G 주파수 확보가 어려울 것을 우려한 노키아 등 유럽 산업계는 주파수 요구사항의 높은 주파수 항목을 24.25GHz에서 6GHz이상으로 변경할

[표 4-2] 5G후보기술 제출서식

|              |   |
|--------------|---|
| 서비스<br>요구사항  | 3대 서비스 지원 여부: 초고속(eMBB), 초연결(mMTC), 초신뢰저지연(URLLC) 만족 여부 |
| 주파수<br>요구사항  | 6GHz이하 현 IMT 주파수 지원 여부 및 지원 대역 서술                       |
|              | 24.25GHz 이상 주파수 지원 여부 및 지원 대역 서술                        |
| 기술성능<br>요구사항 | 13개 기술 요구사항 항목별 ITU 5G 요구사항 만족 여부 및 성능 수준               |

2) DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications



것을 주장하여 우리나라와 입장대립이 발생되었다. 우리나라는 K-ICT스펙트럼 플랜의 주파수 정책사항에 입각하여 ITU 평가보고서와 3GPP 표준화 사항을 근거로 밀리미터파 5G 기술을 선호는 측과 협력하여 최종적으로 24.25GHz이 주파수 요구사항에 반영되도록 하였다.

#### < 5G 후보기술 평가방법 >

5G 기술성능 요구사항 13개 항목을 평가하기 위한 평가방법이 마련되었다. 우리나라는 24GHz 이상의 5G 기술이 실외에서도 평가될 수 있도록 도심환경의 평가용 주파수 설정 등 세부 평가방법 밀리미터파 기술 사항을 반영하였으며 국내 연구진에 의해 개발된 MHN(Mobile Hotspot Network) 고속이동체도 5G 기술로 평가 될 수 있도록 하였다. ITU는 2017년 10월부터 5G 후보기술을 접수 받을 예정으로 2016년 10월 25차 WP 5D회의에서 결정된 제출기준(문턱조건 : Step 2)을 적용 받게 될 예정이다. 우리나라가 추진 중인 밀리미터파 5G 기술을 ITU에 제출하는데 실내용으로 제한하는 등의 불리한 상황이 발생되지 않도록 밀집도심 환경의 평가용 주파수에도 4GHz외에 30GHz도 포함될 수 있도록 하였다. 밀리미터파 대역을 이용하는 5G

[표 4-3] 5G 후보기술 평가방법

| 평가방법 : 모의실험 조건 (최종) |  |   |
|---------------------|--|---|
| eMBB <sup>3)</sup>  | 실내                                       | 기지국 안테나 높이(3m), 평가용 주파수(4GHz, 30GHz, 70GHz), 안테나 조건, 기지국/단말 잡음 지수(단말의 경우 4GHz: 7dB, 30GHz/70GHz: 10dB), 기지국/단말 안테나 이득, 대역폭, 채널모델 등  |
|                     | 도심밀집                                     | 기지국 높이(매크로 25m, 마이크로 10m), 평가용 주파수(4GHz, <b>30GHz</b> )*, 주파수효율 평가(매크로 단일셀구조: 4GHz, <b>30GHz</b> ), 사용자 체감 전송속도 평가(단일셀구조 또는 이중셀구조(매크로+마이크로) 모두 4GHz 또는 <b>30GHz</b> 로 가능) 단말분포, 실내 80%/실외 20%로 평가, 단말 잡음지수(4GHz: 7dB, 30GHz: 10dB), 실외-실내 투과손실( <b>20% 고손실, 80% 저손실</b> ) 등 |
|                     | 교외                                       | 기지국 안테나 높이(35m), 평가용 주파수(700MHz, 4GHz) 등(기타 광역저속셀 LMLC 및 <b>30GHz 기반 고속이동체</b> 내용 포함)   |
| 도심광역-mMTC           | 기지국 안테나 높이(25m), 평가용 주파수(700MHz) 등       |   |
| 도심광역-URLLC          | 기지국 안테나 높이(25m), 평가용 주파수(700MHz, 4GHz) 등 |   |

3) 초고속(eMBB) : enhanced Mobile BroadBand, 초연결(mMTC) : massive Machine Type Communication, 실시간



NR(New Radio technology) 단일무선접속기술(RIT)로도 문턱조건으로 제시된 2개 이상이 eMBB 평가환경(실내/도심/교외)을 만족할 수 있도록 하였다. 중국은 실내·외 전파 투과손실 항목에서도 밀리미터파에 불리한 조건을 주장하였으나 3GPP 논의 동향을 제시하고 산업계와 협력하여 우리나라가 제안한 조건(20% 고손실, 80% 저손실)을 최종 반영하였다. 인도는 개도국의 이동통신 전파환경(LMLC : 광역저속셀)을 5G 평가방법에 제시하여 초고속의 광대역 5G 장점을 선호하는 우리나라 등과 입장차이로 대립되었으나 모의실험 조건을 완화하고 우리나라의 밀리미터파 사향을 지지하도록 하는 절충안으로 우리나라 입장을 반영하였다. 분석/직관/시뮬레이션의 3가지 평가방법은 13개 5G 기술성능 요구사항과 항목별로 정의하였으며 제출서식으로 서비스/주파수 요구사항도 필수요구 항목으로 포함되었다.

[표 4-4] 3가지 평가방법 개요

| 평가 방법             | 요구사항 항목 및 제안서 양식 內 필수요구(compliance) 항목  |
|-------------------|---|
| 분석<br>(수학적 계산)    | 최대전송속도, 최대 주파수 효율, 사용자 체감 전송속도-단일셀구조, 단위면적 트래픽 용량, 전송지연시간-사용자측면/제어측면, 이동성 단절 시간 |
| 직관<br>(제안서 내용 검토) | 에너지 효율, 대역폭, <u>서비스 요구사항(필수)</u> , <u>주파수 요구사항(필수)</u>                          |
| 시뮬레이션             | 사용자 체감 전송속도-다중셀구조, 셀경계 사용자 주파수 효율, 평균 주파수 효율, 연결밀도, 신뢰성, 이동성                    |

우리나라의 IMT-2020/5G 후보 기술 평가 관련 표준화 활동을 위해, TTA 5G 특별기술위원회(STC3) 산하 5G 기술평가 프로젝트 그룹(SPG33)의 ITU 국제평가그룹 등록하였다. ITU-R은 IMT-2020/5G 표준화 일정에 따라, 후보기술평가그룹 등록을 받고 있으며, 미국, 중국, 일본, 유럽 등 주요국이 IMT-2020/5G 국제평가그룹 등록을 완료하였다. '17.12월 현재, ITU-R에 7개국, 10개의 국제평가그룹이 등록하였다.

(URLLC) : Ultra-Reliable and Low Latency Communications(저지연, Mission Critical)

[표 4-5] ITU 등록 평가그룹

| 국가명 | 국제 평가그룹명   |
|-----|--|
| 한국  | TTA 5G Technology Evaluation Special Project Group (TTA SPG33) |
| 중국  | Chinese Evaluation Group                                       |
| 일본  | 5GMF IMT-2020 Evaluation Group                                 |
| 유럽  | 5G Infrastructure Association                                  |
|     | Wireless World Research Forum                                  |
|     | ETSI Evaluation Group  |
| 인도  | Telecom Centres Of Excellence (TCOE) India                     |
| 캐나다 | Canadian Evaluation Group                                      |
| 미국  | ATIS WTSC IMT-2020 Evaluation Group                            |
|     | Trans-Pacific Evaluation Group for IMT-2020 (TPCEG)            |

## 제2절 24GHz이상 5G 주파수 이용기반 연구

지난 WRC-15에서 5G용 28GHz대역(27.5-29.5GHz)은 차세대위성서비스(ESIM) 도입 지지하는 유럽 등 다수국가의 반대로 WRC-19의제 후보대역에서 제외되었으며 26GHz대역(24.25/26.5-27.5GHz)은 대부분 국가의 지지로 후보대역으로 선정되어 ITU의 특별전담반(TG5/1)에서 공유연구 등 기술적 검토와 전파규칙 개정 등 규정적 검토가 추진 중이다. 28GHz대역이 미국, 일본을 중심으로 5G 시장이 열릴 것이 전망되는 점과 4차 산업혁명에 대비한 조기 5G 상용서비스 구축이 필요함을 감안하여 우리나라도 K-ICT 플랜에 따라 2.65-29.5GHz대역 등 주파수 공급 정책 발표하였다. 이에 우리나라 초고주파 5G 대역의 국제 공용화를 위해 28GHz대 5G 글로벌 이용 확산을 도모하여 국내 5G기술의 국제표준 반영은 물론 WRC-19에서 공통대역 확보와 병행한 28GHz대 글로벌 확산 필요하다. 우리나라는 “28GHz이니셔티브 워크숍”을 통해 미국, 일본, 싱가포르 등 주관청과 5G 산업계를 중심으로 28GHz대 5G 기술의 국제적 이용확산을 위한 협력을 도모하고 있다. 금년 6월 제2차 워크숍을 통해 캐나다를 포함하여 각국의 5G 주파수 정책을 공유하고 특히 26.5-29.5GHz대역 5G 기술의 국제적 이용확산의 지지 및 ITU에서의 협력을 도모기로 하였다. 특히 28GHz 대역 홍보를 위해 26.5-29.5GHz 대역을 “5G Frontier Band”으로 명명하기로 결정하고 홍보기로 하였다. 우리나라 TTA가 온라인

시스템을 구축하여 운영하기로 합의하고 정부 간 논의도 TTA 시스템의 이메일 리플렉터를 이용하기로 하였다. 현재 참여중인 제조업체 외 사업자까지 참여범위 확대 방안과 중남미, 유럽, 아태지역 관심 국가들의 참가 가능성 타진키로 하고 28GHz 대역 기술기준이 3GPP 규격보다 빨리 진행되고 있음을 고려하여 국제적인 공통성 확보의 필요성에 대한 공감대를 이끌어 내었다.

우리나라가 기획하고 주관한 “28GHz이니셔티브 워크숍”을 통해 28GHz대역의 5G 기술 및 서비스 시장은 물론 주파수 정책 수립에 있어 국제적 협력과 확산의 분위기가 조성되었다고 할 수 있겠다. 2018년에도 우리나라가 개최하는 제29차 WP5D 국제회의와 연계하여 제3차 워크숍이 개최될 예정이다.

## 제5장 결론

4차 산업혁명의 급변하는 시대에 세계최초 5G 상용화의 실현을 통하여 다시한번 이동통신의 강국으로서의 국제적 위상을 높이는 것은 물론 산업 활성화의 기틀을 마련하는 것이 필요하다.

본 연구보고서는 우리나라 5G 기술과 주파수 정책이 차질 없이 추진될 수 있도록 5G 등 이동통신 기술기준과 전파 이용 기반 연구 결과를 중심으로 기술하였다.

5G 무선설비 기술기준의 선행연구와 ‘LTE 이동통신 전국망 주파수인 800MHz대역 및 1.8GHz대역에서 협대역사물인터넷(NB-IoT) 서비스가 가능하도록 조향 신설(안 제4조6항)하여 사물개체 및 임베디드 센서를 사용하는 이동통신 무선설비의 도입 환경을 마련하였다.

국내 28GHz대역을 5G로 이용할 계획으로 원활한 신규 주파수 공급을 위해 5G와 타 업무 간 간섭분석을 수행하고 결과를 국제회의에 기고하여 국제적 대응활동을 전개하였으며 6GHz 대역 이하에서는 K-ICT 스펙트럼 플랜(‘17.1월)에 따라 ‘18년 3.4~3.7GHz 대역을 5G용으로 공급할 계획이므로 기존의 인접대역에 사용 중인 무선국과 간섭영향을 분석하는 등 주파수 공급 정책을 위한 기술적 지원을 수행하였다.

또한, ‘19년 상반기 5G 상용서비스 도입에 대비하고 국내 5G의 글로벌 이니셔티브를 확보하기 위해 ITU 국제표준화 및 이용확산에도 적극 대응하였다. ‘17년 10월 ITU가 개최하는 IMT-2020 워크숍에서 우리나라 5G 후보기술의 제출 의향을 발표하고 ITU의 5G 후보기술 평가기준 및 제출 서식에 우리나라 입장을 반영하여 완성하였다. 그 외 WRC-19의 5G 후보대역에서 제외된 28GHz대역의 국제적 이용확산을 위한 “28GHz이니셔티브 워크숍”을 통해 28GHz대역의 5G 기술 및 서비스 시장은 물론 주파수 정책 수립에 있어 국제적 협력과 확산의 분위기를 조성하였다.

‘19년 세계최초의 5G 상용화의 차질없는 추진을 위하여 앞으로도 5G 기술과 주파수의 국제표준화는 물론 국내 기술기준 등 관련 제도 정비 등의 준비도 차질없이 수행해 나갈 것이다.

## [참고문헌]

- [1] ITU-R Resc. M.2083, "Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond"
- [2] ITU-R M.1850, "Detailed specifications of the radio interfaces for the satellite component of International Mobile Telecommunications-2000", Jan. 2010
- [3] 과학기술정통부, "K-ICT 스펙트럼 플랜", 2017.1월
- [4] 과학기술정통부, "미래이동통신산업발전전략2.0", 2016.10월
- [6] 임재우, "제26차 ITU-R WP 5D 회의" TTA 저널 170호, 2017년 3월
- [7] 임재우, "제27차 ITU-R WP 5D 회의" TTA 저널 172호, 2017년 7월
- [8] ITU-R M.2292, "Characteristics of terrestrial IMT-Advanced systems for frequency sharing/interference analyses", Dec. 2013
- [9] ITU-R Report M.2412, "Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-2020"
- [10] ITU-R Report M.2411, "Requirements, evaluation criteria and submission templates for the development of IMT-2020"
- [11] ITU-R Report M.2410, "Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s) "
- [12] ITU-R Resc. M.2101, "Modelling and simulation of IMT networks and systems for use in sharing and compatibility studies"
- [13] 무선설비규칙(미래창조과학부고시 제2017-1호, '17.7.26.)
- [14] 전기통신사업용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2017-3호, '17.3.31.)

## 부록1

## 24.65-25.25GHz, 27-27.5GHz 대역 IMT와 고정위성 간 간섭분석 파라미터(1)

| 구분                              | 작업그룹(WP)이 제공한 파라미터  | 연구 A<br>(중국(152))  | 연구 B<br>(에릭슨(127))   | 연구 C<br>(일본(145))   | 연구 E<br>(호주(117))   |
|---------------------------------|---|--|--|---|---|
| 분석 방법                           |   |  |  |   |   |
| IMT 국 수                         | 단일 또는 다중  | 다중   | 다중   | 다중  | 다중  |
| 간섭 평가 방법                        | ITU-R 권고 M.2101   | ITU-R 권고 M.2101  | ITU-R 권고 M.2101  | ITU-R 권고 M.2101   | ITU-R 권고 M.2101   |
| IMT-2020 시스템                    |   |  |  |   |   |
| 배치 시나리오                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 실외 도심 핫스팟</li> <li>· 실외 부도심 핫스팟</li> <li>· 실외 부도심 오픈 스페이스 핫스팟</li> <li>· 실내</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 실외 도심 핫스팟</li> <li>· 실외 부도심 핫스팟</li> <li>· 실내 도심</li> <li>· 실내 부도심</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 실외 도심 핫스팟</li> <li>· 실외 부도심 핫스팟</li> <li>· 실내 도심</li> <li>· 실내 부도심</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 실외 도심 핫스팟</li> <li>· 실외 부도심 핫스팟</li> <li>· 실외 부도심 오픈 스페이스 핫스팟</li> <li>· 실내</li> </ul>   |   |
| 넓은 면적의 IMT 배치 방법에 따른 누적간섭 분석 방법 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ra</li> <li>· 도심(실외) : 7%</li> <li>· 부도심(실외) : 3%</li> <li>· 도심(실내) : 2%</li> <li>· 부도심(실내) : 1%</li> <li>· Rb : 5%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ra</li> <li>· 도심(실외) : 7%</li> <li>· Rb : 5%</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ra</li> <li>· 도심(실외) : 7%</li> <li>· 부도심(실외) : 3%</li> <li>· Rb : 5%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ra</li> <li>· 도심(실외) : 7%</li> <li>· 부도심(실외) : 3%</li> <li>· 도심(실내) : 2%</li> <li>· 부도심(실내) : 1%</li> <li>· Rb : 5%</li> </ul> |   |
| 지상 수신 범위에서 IMT 국 수              | -   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 2,032,100개(가시영역에 분포 기지국 중 오직 지상만 고려)</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 실외 기지국 32,508개 → 166,910개 (도시인구고려) 단말 97,524개 → 500,730개(도시인구고려)</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 3dB 빔폭 영역 기지국 3,766개 단말 2,825개</li> <li>· 6dB 빔폭 영역</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기지국 실내 : 3,348,592개 도심 : 4,314,137개 부도심 : 616,305개 오픈스페이스 : 61,631개</li> </ul> |

| 구분              | 작업그룹(WP)이 제공한 파라미터                  | 연구 A<br>(중국(152))                   | 연구 B<br>(에릭슨(127))   | 연구 C<br>(일본(145))  | 연구 E<br>(호주(117))   |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|---|
|                 |                                     |                                     | Sensitivity test시 기지국<br>130,032개 -> 667,639개<br>· 실내<br>기지국 70,434개 -><br>113,355개 (도시인구고려)<br>단말 211,302개 -><br>340,069개(도시인구고려) | 기지국 8,481개<br>단말 6,361개<br>· 가시영역<br>기지국 2,045,136개<br>단말 1,533,852개 | · 단말<br>도심 : 17,975,572개<br>부도심 : 2,311,145개<br>오픈스페이스 : 2,311,145개 |
| 네트워크 로딩률(%)     | 20                                  | 20                                  | 20   | 20   | 20  |
| TDD 인수(%)       | 기지국 : 80 단말 : 20                    | 기지국 : 100                           | 사용하지 않음  | 기지국 : 80 단말 : 20   | 기지국 : 80 단말 : 20  |
| 단말의 전력제어 인수     | ITU-R M.2101                        | ITU-R M.2101                        | ITU-R M.2101   | ITU-R M.2101   | ITU-R M.2101  |
| 인체손실            | 4                                   | 4                                   | 4  | 4  | 4   |
| IMT 안테나 패턴      | ITU-R M.2101                        | ITU-R M.2101                        | ITU-R M.2101   | ITU-R M.2101   | ITU-R M.2101  |
| 안테나 이득 정규화      | 논의 중                                | 사용하지 않음                             | 기지국과 단말에 적용  | 사용하지 않음  | 사용하지 않음   |
| 기지국 안테나 포인팅     | 앙각(10° 다운틸트)과 방위각 기계적 포인팅           | 앙각(10° 다운틸트)과 방위각 기계적 포인팅           | 앙각(10° 다운틸트)과 ±60 방위각  | 앙각(10° 다운틸트)과 좌위 방위각   | 도심과 부도심 : 10°<br>오픈 스페이스 : 15°<br>실내 : 90°                          |
| 단말 안테나 포인팅      | 앙각 ±90°, 방위각 ±60° 범위에서 기지국 방향으로 무작위 | 앙각 ±90°, 방위각 ±60° 범위에서 기지국 방향으로 무작위 | 앙각 ±90°, 방위각 ±60°  | 앙각 0° 와 방위각으로 무작위  | 앙각 ±90°, 방위각 ±60°   |
| <b>고정위성 특성</b>  |                                     |                                     |  |  |   |
| 참조 위성           | 13, 14번(비정지궤 위성)<br>19번(정지궤 위성)     | 9(비정지궤 위성)                          | 13, 14번(비정지궤 위성)<br>19번(비정지궤 위성)   | 13, 14번(비정지궤 위성)   | 13, 14번(비정지궤 위성)  |
| 우주국 잡음대역폭(MHz)  | 20-100                              | 30                                  | 13,14번 : 100<br>19번 : 200  | 100  | 20-100  |
| 우주국 최대수신이득(dBi) | 46.6                                | 51                                  | 13,14번 : 46.6<br>19번 : 33  | 46.6   | 46.6  |

| 구분            | 작업그룹(WP)이<br>제공한 파라미터 |              | 연구 A<br>(중국(152)) | 연구 B<br>(에릭슨(127))        | 연구 C<br>(일본(145)) | 연구 E<br>(호주(117)) |
|---------------|-----------------------|--------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| 빔폭(deg)       | 0.8                   | 7            | 0.65              | 13,14번 : 0.8<br>19번 : 7   | 0.8               | 0.8               |
| 우주국 잡음온도(K)   | 400                   | 900          | 900               | 13,14번 : 400<br>19번 : 900 | 400               | 400               |
| 통신보호비 I/N(dB) | 논의 중                  | 논의 중         | [-12.2]           | 사용하지 않음                   | [-12.2]           | -10               |
| 반달률           | 논의 중                  | 논의 중         | 0                 | 0                         | 0                 | 0                 |
| <b>전파모델</b>   |                       |              |                   |                           |                   |                   |
| 기준            | 문서 5_1/38             | 문서 5_1/38    | 문서 5_1/38         | ITU-R P.619               | 자유공간 손실           | ITU-R P.619       |
| 빔 퍼짐 손실       | ITU-R P.619           | ITU-R P.619  | ITU-R P.619       | ITU-R P.619               | 사용하지 않음           | ITU-R P.619       |
| 대기 손실         | 문서 5_1/38             | 문서 5_1/38    | ITU-R P.619       | 문서 5_1/38                 | 사용하지 않음           | ITU-R P.676       |
| 클러터 손실        | ITU-R P.2108          | ITU-R P.2108 | ITU-R P.2108      | ITU-R P.2108              | ITU-R P.2108      | ITU-R P.2108      |
| 건물 투과 손실      | ITU-R P.2109          | ITU-R P.2109 | ITU-R P.2109      | ITU-R P.2109              | 사용하지 않음           | ITU-R P.2109      |
| X-편파 손실       | 논의 중                  | 논의 중         | 3                 | 3                         | 0                 | 0                 |



## 부록1

### 24.65-25.25GHz, 27-27.5GHz 내역 IMT와 고정위성 간 간섭분석 파라미터[2]

| 구분                              | 작업그룹(WP)이 제공한 파라미터  | 연구 F<br>(한국(118))   | 연구 G<br>(러시아(126))  | 연구 H<br>(프랑스(140))  | 연구 I<br>(브라질(168))   |
|---------------------------------|---|---|---|---|--|
| <b>분석 방법</b>                    |   |   |   |   |  |
| IMT 국 수                         | 단일 또는 다중  | 다중  | 다중  | 다중  | 다중   |
| 간섭 평가 방법                        | ITU-R 권고 M.2101   | ITU-R 권고 M.2101   |   | ITU-R 권고 M.2101   | ITU-R 권고 M.2101  |
| <b>IMT-2020 시스템</b>             |   |   |   |   |  |
| 배치 시나리오                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>실외 도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 오픈 스페이스 핫스팟</li> <li>실내</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>실외 도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 핫스팟</li> <li>실내 도심</li> <li>실내 부도심</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>실외 도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 오픈 스페이스 핫스팟</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>실외 도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 오픈 스페이스 핫스팟</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>실외 도심 핫스팟</li> <li>실외 부도심 핫스팟</li> </ul>                                  |
| 넓은 면적의 IMT 배치 방법에 따른 누적간섭 분석 방법 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ra</li> <li>도심(실외) : 7%</li> <li>부도심(실외) : 3%</li> <li>도심(실내) : 2%</li> <li>부도심(실외) : 1%</li> <li>Rb : 5%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ra</li> <li>도심(실외) : 7%</li> <li>부도심(실외) : 3%</li> <li>도심(실내) : 2%</li> <li>부도심(실외) : 1%</li> <li>Rb : 5%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>총회 결과에 따른 Ra, Rb를 적용할 것임</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ra</li> <li>도심(실외) : 7%</li> <li>부도심(실외) : 3%</li> <li>도심(실내) : 2%</li> <li>Rb : 5%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ra</li> <li>도심(실외) : 7%</li> <li>부도심(실외) : 3%</li> <li>Rb : 5%</li> </ul> |
| 지상 수신 범위에서 IMT 국 수              | -   | <ul style="list-style-type: none"> <li>실외</li> <li>기지국 : 도심 3,646,542개</li> <li>부도심 520,934개</li> <li>단말 : 도심 3,429,485개</li> <li>부도심 390,700개</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>실외 부도심 오픈스페이스 핫스팟</li> <li>31,360개(네트워크 로딩률 20% TDD 인수 80%)</li> <li>78,400개(네트워크 로딩률 50% TDD 인수 80%)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>기지국(도심 + 부도심) 8,486,088개</li> <li>기지국(오픈 핫스팟) 106,075개</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>기지국 15,561개(참조위성 : 6번)</li> <li>988,373개(참조위성 : 13번)</li> </ul>           |

| 구분             | 작업그룹(WP)이<br>제정한 파라미터               | 연구 F<br>(한국(118))   | 연구 G<br>(러시아(126))  | 연구 H<br>(프랑스(140)) | 연구 I<br>(브라질(168))                  |
|----------------|-------------------------------------|---|---|--------------------|-------------------------------------|
|                |                                     | · 실내<br>기지국 :<br>도심 2,431,028개<br>부도심 399,383개<br>단말 :<br>도심 1,823,271개<br>부도심 299,537개 | · 실외 부도심<br>313,600개(네트워크 로딩<br>률 20% TDD 인수 80%)<br>784,000개(네트워크 로딩<br>률 50% TDD 인수 80%)<br>· 실외 도심<br>940,800개(네트워크 로딩<br>률 20% TDD 인수 80%)<br>2,352,000개(네트워크 로딩<br>률 50% TDD 인수 80%) |                    |                                     |
| 네트워크 로딩률(%)    | 20                                  | 20  | 20, 50  | 20                 | 20                                  |
| TDD 인수(%)      | 기지국 : 80 단말 : 20                    | 기지국 : 100   | 기지국 : 80  | 기지국 : 80           | 기지국 : 80 단말 : 20                    |
| 단말의 전력제어 인수    | ITU-R M.2101                        | ITU-R M.2101  | 사용하지 않음   | 사용하지 않음            | ITU-R M.2101                        |
| 인체 손실          | 4                                   | 4   | 사용하지 않음   | 사용하지 않음            | 4                                   |
| IMT 안테나 패턴     | ITU-R M.2101                        | ITU-R M.2101  | 문서 5_1/36   | ITU-R M.2101       | ITU-R M.2101                        |
| 안테나 이득 정규화     | 논의 중                                | 사용하지 않음   | 사용하지 않음   | 사용하지 않음            | 사용하지 않음                             |
| 기지국 안테나 포인팅    | 앙각(10° 다운틸트)과 방위각 기계적 포인팅           | 앙각(10° 다운틸트)과 ±180° 방위각   | 앙각(10°, 15° 다운틸트)   | 앙각(10°, 15° 다운틸트)  | 앙각(10° 다운틸트)과 방위각 기계적 포인팅           |
| 단말 안테나 포인팅     | 앙각 ±90°, 방위각 ±60° 범위에서 기지국 방향으로 무작위 | ±90° 방위각 0° 앙각으로 기지국 방향으로   | 사용하지 않음   | 사용하지 않음            | 앙각 ±90°, 방위각 ±60° 범위에서 기지국 방향으로 무작위 |
| <b>고정위성 특성</b> |                                     |   |   |                    |                                     |
| 참조 위성          | 13, 14번(비정)                         | 5, 6, 7, 8, 13, 14번   | 13, 14번(비정지계도위성)  | 13                 | 6, 13번(비정지계도위성)                     |

| 구분                 | 작업그룹(WP)이<br>제공한 파라미터 |               | 연구 F<br>(한국(118))                      | 연구 G<br>(러시아(126)) | 연구 H<br>(프랑스(140)) | 연구 I<br>(브라질(168))     |
|--------------------|-----------------------|---------------|--|--------------------|--------------------|------------------------|
|                    | 정지제도위<br>성)           | 지 제 도 위<br>성) |  |                    |                    |                        |
| 우주국 잡음대역폭(MHz)     | 20-100                | 20-250        | 200                                    | 100                | -                  | 6번 : 200<br>13번 : 100  |
| 우주국<br>최대수신이득(dBi) | 46.6                  | 33            | 46.6 (13번)<br>51 (5, 6번)<br>45 (7, 8번) | 46.6               | 33                 | 6번 : 51<br>13번 : 46.6  |
| 빔폭(deg)            | 0.8                   | 7             | 0.8(13, 14번)<br>0.65 (5, 6, 7, 8번)     | 0.8                | 7                  | 6번 : 0.65<br>13번 : 0.8 |
| 우주국 잡음온도(K)        | 400                   | 900           | 400(13, 14번)<br>950(5, 6, 7, 8번)       | 400                | 900                | 6번 : 950<br>13번 : 400  |
| 통신보호비 I/N(dB)      | 논의 중                  | 논의 중          | [-12.2]                                | -12.2              | -                  | -10                    |
| 문답률                | 논의 중                  | 논의 중          | 0                                      | 0                  | 0                  | 0                      |
| <b>전파모델</b>        |                       |               |  |                    |                    |                        |
| 기준                 | 문서 5_1/38             |               | ITU-R P.525                            | ITU-R P.619        | ITU-R P.525        | ITU-R P.619            |
| 빔 퍼짐 손실            | ITU-R P.619           |               | 사용하지 않음                                | 사용하지 않음            | 사용하지 않음            | ITU-R P.619            |
| 대기 손실              | 문서 5_1/38             |               | 사용하지 않음                                | 3                  | ITU-R P.676        | ITU-R P.619            |
| 클러터 손실             | ITU-R P.2108          |               | ITU-R P.2108                           | 사용하지 않음            | ITU-R P.2108       | ITU-R P.2108           |
| 건물 투과 손실           | ITU-R P.2109          |               | ITU-R P.2109                           | 사용하지 않음            | 사용하지 않음            | ITU-R P.2109           |
| x-편파 손실            | 논의 중                  |               | 3                                      | 0                  | 0                  | 3                      |

## 5G 도입에 대비한 기술기준 및 전파이용 기반 조성



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발 행 일 : 2018. 3.

발 행 인 : 유 대 선

발 행 처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전 화 : 061) 338-4414

인 쇄 : (사)한국척수장애인협회 광주·전남인쇄사업소  
062) 222-2788

ISBN : 979-11-5820-100-5 < 비 매 품 >

### 주 의

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