

밀리미터파 주파수 규제현황 및 시사점

- ETSI 밀리미터파 산업표준그룹 논의 동향을 중심으로

오 성 만*

밀리미터(Millimetre) 주파수 대역은 비교적 낮은 면허비용으로 광대역 주파수를 활용하여 광통신과 같이 대용량 고속통신이 가능한 장점이 있어 향후 활용가능성이 높다. ITU는 밀리미터 주파수를 고정(Fixed) 서비스로 이용하도록 관련 권고를 개정하는 추세로 이에 따라 LTE 및 5G 백홀(Backhaul) 용도로의 활용가능성 또한 높아지고 있는 추세이다. 이에, 본고에서는 ETSI 산하 밀리미터파 산업표준그룹의 E-band와 V-band 대역의 고정서비스 관련 논의 동향을 중심으로 밀리미터 대역의 규제현황과 국내 주파수 이용 및 제도현황 등을 살펴보고 그에 따른 시사점을 알아본다.

목 차

- I. 서 론 / 1
- II. 밀리미터파 대역 논의 동향 및 규제현황 / 4
 - 1. 밀리미터파 이용 확산 배경 / 4
 - 2. 면허체계 일반 / 7
 - 3. V-Band 현황 / 9
 - 4. E-Band 현황 / 13
- III. 국내 밀리미터파 이용동향 / 18
 - 1. 주파수 이용현황 / 18
 - 2. 제도 현황 / 20
- IV. 종합 및 시사점 / 21

I. 서 론

일반적으로 널리 알려진 바와 같이 광대역 주파수를 이용하는 이동통신 기술의 발달로 인해 동영상 및 대용량 콘텐츠의 전송이 보편화되고, 이에 따라 무선 데이터 트래픽이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 특히 최근에는 수백MHz에서 수GHz 단위의 초광대역폭 이용을 통해 초고속 전송속도를 실현하여 가상

* 한국방송통신전파진흥원 전파자원개발부 전임연구원, (061)350-1526, smoh@kca.kr

현실, 실시간 원격 관리, 지능형 사물통신 등의 무선 신규 서비스를 제공할 수 있는 이동통신 5G에 대한 논의가 진행 중인 만큼 향후 무선 데이터 트래픽 증가는 더욱 가속화될 것으로 예상된다.

이와 관련하여 스마트 미디어기기 이용자들의 무선인터넷 접속으로 인한 데이터 트래픽 증가 문제를 해결하는 것이 중요한 이슈로 부각되고 있는데, 이에 대한 대응 방안 중 하나로 이용자가 많이 몰리는 지역에서의 트래픽 처리 능력 향상을 위해 기존 기지국을 중심으로 매크로셀(Macro-cell)을 구성하고 동시에 이용자 단말이 네트워크에 접속하기 위한 AP(Access Point)를 중심으로 스몰셀(Small-cell)을 구축하는 형태의 분산형 또는 이기종 네트워크(Heterogeneous Networks)의 도입이 확대되고 있다. 이와 같은 형태의 네트워크는 전송속도의 증가, 근거리 통신에 따른 저출력 기지국 설치, 네트워크의 트래픽 처리능력 향상 등과 같은 이점이 있다.¹⁾ 구체적으로 살펴보면, 우선 이용자 단말이 기지국 또는 중계기와 같은 AP에 근접할수록 전송속도가 증가하기 때문에 다수의 스몰셀 구축을 통해 단말과 AP 간 거리가 단축되어 전송속도의 향상을 기대할 수 있다. 이는 동시에 기지국이나 단말에서 필요로 하는 출력이 낮아질 수 있다는 것을 의미하기도 한다. 또한 매크로셀에 집중되는 트래픽을 스몰셀로 분산하여 네트워크가 트래픽을 보다 효율적으로 처리할 수 있게 된다. 다시 말해, 사용자가 집중되는 지역에 스몰셀을 구성하여 기존 기지국의 트래픽 처리 부담을 경감시키고, 전체 네트워크의 트래픽 처리가 원활해지는 효과를 기대할 수 있게 된다는 것이다.²⁾

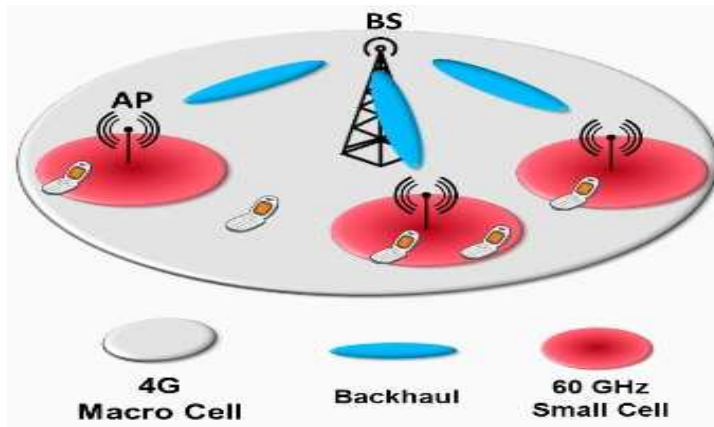
그런데 여기서 AP와 기지국(BS) 간 데이터를 전송하는 네트워크 백홀 부분에서의 트래픽 처리 능력을 어떻게 향상시킬 것인가를 고민하지 않을 수 없다. 이는 AP에서 활용가능한 주파수가 증가하고, 그에 따라 발생하는 트래픽이 증가하는 만큼 백홀 부분에서의 수용용량 증대 내지 트래픽 처리능력 향상이 필요하기 때문인데, 사용자 단말 내지 AP에서의 트래픽이 급증할 경우 백홀부분에서는 트래픽 병목현상(bottleneck)

1) IPHOBAC-NG(2013)

2) MiWaves(2013)

이 발생할 수 있고, 이를 해소하기 위해 백홀망의 효율성 제고가 필수적이라고 하겠다.

[그림 1] 이기종 네트워크 구성(예)



자료: MiWaveS 홈페이지

기존에는 케이블(Fiber cable) 또는 마이크로파(Microwave)를 이용하여 백홀망을 구축하는 것이 보편화 되어있었으나, 최근 비교적 낮은 주파수 면허비용에 초광대역 폭 사용이 가능할 뿐만 아니라, 광케이블을 매설하는 것에 비해 비교적 설치가 용이하고 공간적인 제약이 낮다는 점에서 케이블(Fiber cable)과 마이크로파에 대한 보완 내지 대체 자원으로서 밀리미터파(Millimetre wave)를 활용하는 방안에 대한 논의가 증가하고 있는 상황이다.

이와 관련하여, 50GHz 대역 이상 밀리미터파의 LTE 및 5G 백홀 활용방안 등을 논의하기 위한 유럽전기통신표준협회(ETSI) 산하 밀리미터파 산업표준그룹(Industry Specification Group on Millimetre Wave Transmission, 이하 mWT ISG)이 구성되어 활동하고 있다. 이에, 본고에서는 동 산업표준그룹의 논의 동향을 중심으로 밀리미터파 대역 중 특히 V-Band, E-Band 대역의 규제상황 등을 소개하고 국내 밀리미터파 대역 이용동향 및 제도 현황 등을 추가적으로 검토한 뒤 그에 따른 시사점을 도출하고자 한다.

Ⅱ. 밀리미터파 대역 논의 동향 및 규제현황

1. 밀리미터파 이용 확산 배경

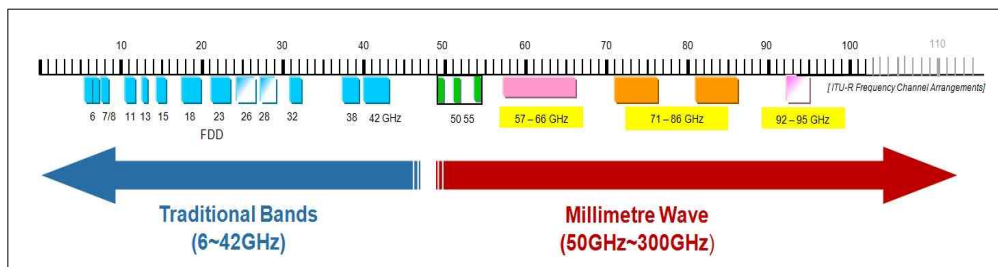
사용자 단말부분에서 발생된 트래픽을 코어망으로 전달하는 부분인 네트워크 백홀 부분에서는 주로 케이블(Fiber Cable)을 매설하여 트래픽을 처리하는 방식을 사용하여 왔다. 하지만 케이블 매설 방식은 전송용량이 우수하다는 장점이 있으나 설치, 비용, 관리 등의 측면에서 제약이 있을 수밖에 없다. 이에 케이블을 매설하는 것보다 공사의 규모를 줄여 비용을 절감할 수 있고, 비교적 전송용량이 우수하다는 장점으로 인해 6GHz~30GHz 대역의 마이크로파를 이용한 전송방식 또한 널리 이용되고 있다. 하지만, 도심 밀집지역에서의 혼잡도 증가에 따른 트래픽 처리 필요성과 펨토셀, 스몰셀, 매크로셀 등 복잡한 형태의 네트워크 확산과 같은 네트워크 토폴로지(topology) 변화에 따라 초광대역폭을 활용한 백홀망 구축 필요성이 제기되고 있어 추가 주파수 공급을 위해 30GHz 이상 밀리미터파 대역에 대한 활용 또한 점차 증가하고 있는 추세이다.³⁾ 원래 마이크로파, 밀리미터파는 대기통과 특성이 나빠 전파가 멀리 도달하지 않는 점, 특히, 밀리미터파 대역의 경우 부품이 고가인 단점 때문이 지금까지는 군사, 우주 및 전파천문 등 극히 제한된 분야에서만 이용되어 왔으나, 최근에는 전파통신 기술의 발달로 무선장비의 성능이 향상되었을 뿐만 아니라 초광대역폭 활용이 가능하다는 장점 등으로 인해 밀리미터파를 상업적인 용도로 활용하는 것이 가능해지고 있는 추세이다.⁴⁾

이와 관련하여, ETSI 밀리미터파 산업표준그룹(mWT ISG)은 6~42GHz 대역을 마이크로파, 50~300GHz 대역을 밀리미터파로 정의하고, LTE 혹은 5G 백홀용으로 밀리미터파가 활용될 것에 대비하여 관련 주파수, 간섭영향, 무선설비 규격 등의 의제를 정한 뒤 이에 대한 연구를 진행하고 있다.

3) ETSI mWT ISG(2)(2015)

4) 김용훈·강금실(2001)

[그림 2] mWT ISG 마이크로파 및 밀리미터파 대역



자료: ITU WP5C mmW 워크숍 발표자료('15. 7월)

밀리미터파의 장점을 구체적으로 살펴보면, 우선 밀리미터파는 기존 마이크로파 대역과 비교하여 더 넓은 주파수를 활용할 수 있으며, 이러한 초광대역폭 활용을 통해 광케이블과 같은 높은 전송용량을 기대할 수 있다. 뿐만 아니라, 대기감쇠와 같은 밀리미터 대역의 주파수 특성으로 인해 전파가 멀리 도달하지 않아 장거리에서는 간섭이 작아지기 때문에 오히려 간섭영향에 있어 도움이 있을 수 있으며, 전체 대역을 여러 개의 부대역(Sub-band)으로 나누어 활용하여 주파수 재사용률을 높일 수 있어 전송속도가 빠르다는 이점이 있다. 아울러 주파수 면허 비용이 낮아 트래픽 처리에 발생하는 단위비용이 낮다는 점(Lower cost per bit) 또한 밀리미터파의 활용도를 높이는 요인이라고 볼 수 있다.⁵⁾

한편, 국제전기통신연합(ITU)은 고대역 고정통신에 관한 표준화 권고(ITU-R F Series)를 지속적으로 채택해오고 있는 데, 1979년대 이후부터 현재까지 표준화 권고대역은 점차 확장되고 있는 추세이다. 특히, 2011년 이후에는 71~76GHz, 81~86GHz 대역과⁶⁾ 92~95GHz대역⁷⁾ 그리고 134GHz대역까지 밀리미터파 대역의 고정통신에 관한 권고가 채택되기에 이르렀다.⁸⁾ 주파수 대역이 점차 상승함에 따라 채널 폭 역시

5) ETSI mWT ISG(1)(2015)

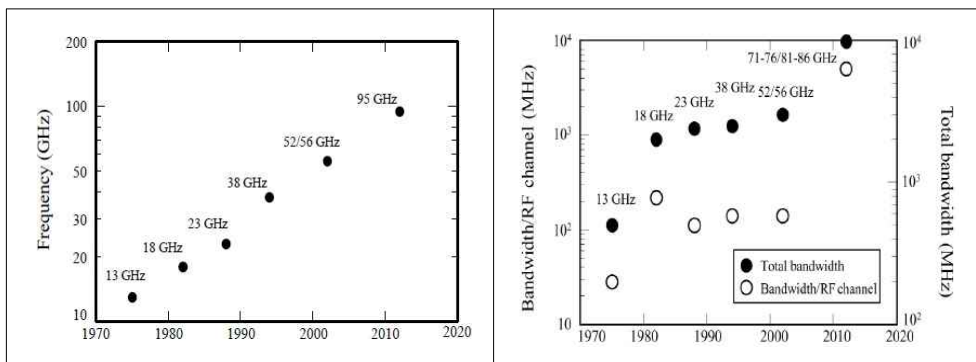
6) ITU-R F.5B313

7) ITU-R F.5B307

8) ITU-R F.2107

확대되고 있는데, 2002년에는 18GHz대역에서 최대 채널폭이 220MHz 수준이었으나, 최근의 ITU 권고에 따르면 71~76GHz, 81~86GHz대역에서와 같이 링크·채널당 수 기가비트(Multi-gigabit)의 전송이 가능할 수 있도록 채널 폭이 약 5GHz폭까지 확장되기에 이르렀다.

[그림 3] ITU 권고에 따른 주파수 대역 및 대역폭 변화 추세

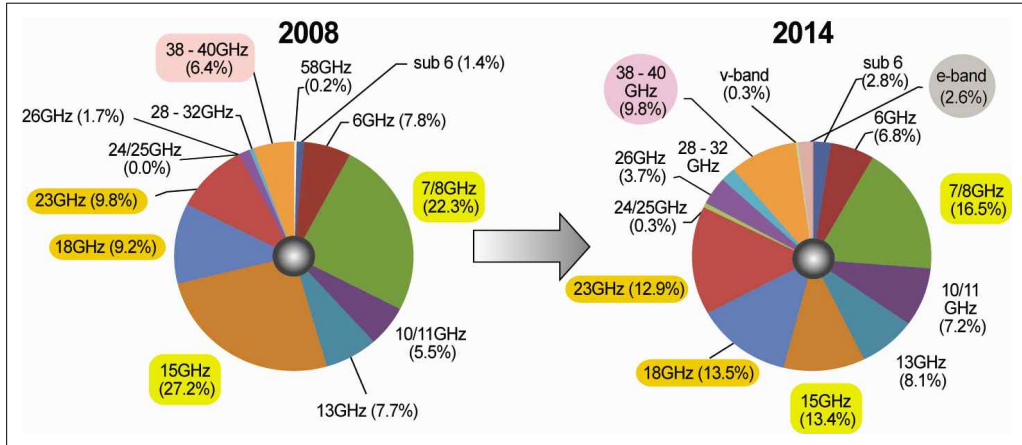


자료: ETSI 홈페이지

물론, 네트워크 토폴로지 변화, 혼잡도 증가, 무선기술 발달 같은 주파수 이용환경 변화는 6~40GHz대역의 이용 현황에도 영향을 주고 있다. 예컨대 2008년에는 7~8GHz대역과 15GHz 대역을 활발하게 이용하는 추세였으나, 2014년에는 18GHz 및 23GHz의 중요성이 점차 커지고 있는 것으로 파악되었으며, 특히 유럽에서는 38~42GHz대역의 활용도가 점차 증가하고 있는 추세이다.⁹⁾

9) ETSI mWT ISG(2)(2015)

[그림 4] 2008년 및 2014년 6-40GHz대역 이용률 변화



자료: ITU WP5C mmW 워크숍 발표자료(15. 7월)

그러나 향후 예상되는 폭발적인 트래픽 증가에 대응하기 위해서는 초광대역폭 활용이 가능한 추가적인 주파수의 공급이 필수적인데 반해, 저 대역에서는 그와 같은 주파수를 발굴·공급하는 것이 곤란하기 때문에 50GHz 대역 이상 밀리미터파 주파수의 활용 방안에 대한 논의가 증가할 수밖에 없는 상황이라고 할 수 있다.

2. 면허체계 일반

밀리미터파 대역의 규제상황을 살펴보기에 앞서, 이해를 돕기 위해 주파수를 이용하기 위한 제도인 면허체계에 관한 일반적 내용에 대해서 살펴보도록 한다. 국가별로 상이하기는 하나, 주파수를 이용하기 위해서는 국가로부터 면허를 부여받는 경우가 일반적이다. 그러나 면허를 부여하는 것보다 완화된 절차인 신고를 통해 주파수를 이용하는 경우도 있으며 때에 따라서는 행정청의 면허, 신고 없이 이용하는 경우가 있다.

행정청은 주파수 이용자에게 특정한 주파수를 이용할 수 있는 개별면허(Individual license)를 부여하는 것이 일반적이다. 고정통신용 주파수 관리를 위해 개별적으로 면허를 부여하게 되는 경우 링크 간 조정(Link-by-link coordination)은 행정청의 관리·책

임 하에 이루어지게 된다. 물론 이러한 조정업무를 위탁하는 경우가 있을 수 있지만, 국가 간 조정에 관한 권한은 유보하는 것이 일반적이며, 링크 간 간섭영향을 조정·관리할 필요성으로 인해 고정통신에서는 개별면허를 채택하는 것이 보통이다. 우리나라에서는 개별면허를 주파수 할당, 지정 또는 사용승인 제도로 이해할 수 있을 것이다.

한편, 비면허 제도(License exempt)는 주파수 이용에 있어 가장 유연한 제도라고 할 수 있으나, 무선국 간 간섭에 있어서는 가장 취약하다고 할 수 있다. 예를 들어, 2.4GHz 및 5GHz대역에서와 같이 근거리 통신을 위한 무선설비를 이용하도록 하기 위해 채택되는 면허제도로 누구나 특정한 기술기준을 충족하는 무선설비를 이용할 경우 해당 주파수 대역을 이용할 수 있게 된다. 무선국을 간섭으로부터 보호하는 것을 우선시 하는 경우 비면허 제도를 도입하지 않는 것이 가장 바람직하다고 할 수 있으나, 국가별 상황에 따라 고정통신에서도 비면허 방식을 채택하여 주파수를 이용하는 경우도 있다. 국내 전파법 상 신고하지 않고 개설했을 수 있는 미신고 무선기기에 관한 제도가 이와 유사하다고 할 수 있다.

그런데, 앞서 설명한 개별면허는 면허를 부여하는 과정이 복잡하고 비용이 많이 소모되는 점에서 행정적 비효율이 발생하게 되는 경우가 있다. 간소화된 면허(Light licensing)는 이러한 비효율 내지 경직성을 극복하기 위한 제도로 국내에서의 무선국 신고제도와 유사하다고 볼 수 있다. 간소화된 면허는 일정한 기술기준 하에서 데이터베이스 활용이 가능한 경우 데이터베이스에 등록하는 이용자에게 주파수 이용 우선권을 부여하는 선착순(First come first served) 방식이 특징적이라고 할 수 있다. 개별면허에 비해 주파수 이용자에 대한 보호가 약하다고 할 수 있으나 기술기준 제한과 DB 활용을 통해 일정한 수준의 간섭을 배제하는 효과가 있어 개별면허의 단점과 비면허 제도의 단점을 보완하는 측면이 있다.

<표 1> 허가방식에 따른 면허체계 분류 및 특징

개별적 승인(Individual authorisation) (개별적 이용권 O)		일반적 승인(General authorisation) (개별적 이용권 X)	
개별면허 (Individual licence)	간소화된 면허 (Light-licensing)	비면허 (Licence-exempt)	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 개별적 주파수 계획 및 조정 필요 ○ 면허에 관한 전통적 일반적 절차 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개별적 주파수 계획 및 조정 필요 ○ 기존 절차에 비해 간소화된 절차 ○ 이용자 수에 제한이 있을 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개별적 주파수 계획 및 조정 없음 ○ 등록 또는 행정청에 대한 통지 필요 ○ 이용자 수 제한이 없고 이용자간 조정 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개별적 주파수 계획 및 조정 없음 ○ 등록 및 통지 불필요

자료: ETSI white paper

3. V-Band 현황

밀리미터파 대역 중 활용도가 증가하고 있는 주파수 대역은 이른바 V-Band 대역과 E-Band 대역이다. 본고에서는 논의 상 편의를 위해 V-Band 대역 현황을 먼저 살펴보고 E-Band 대역을 검토하도록 한다.

V-Band는 57~66GHz대역으로¹⁰⁾ 대기감쇠의 영향으로 간섭영향이 낮고 그로인해 주파수 재사용률이 높아질 수 있는 장점을 가지고 있다. 면허체계와 관련하여서는 국가별로 상이하기는 하나 개별면허, 비면허, 간소화된(light licensed) 면허 등이 혼재하여 도입되어 있는 것으로 보인다.

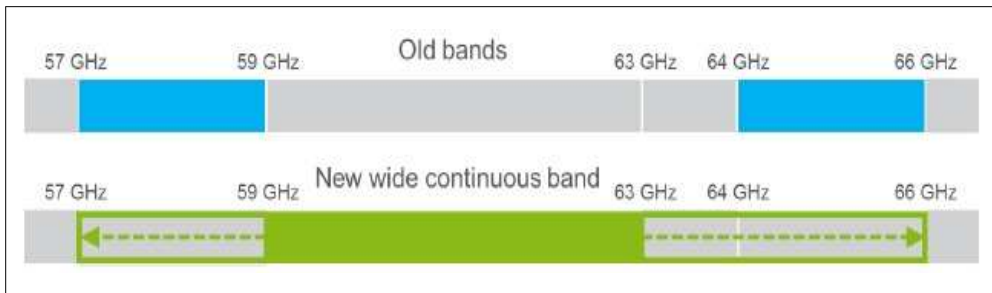
유럽통신위원회(European Radiocommunications Committee, ERC)의 권고에 따르면 1990년대 이후부터 V-Band는 위성(satellite), 천문(astronomy) 등의 용도뿐만 아니라 저출력 및 근거리 고정통신(low-power, short-range fixed)과 모바일 시스템(mobile system) 용도로 이미 사용이 가능하였다.¹¹⁾ 다만, [그림 5]에서 볼 수 있듯이

10) V-Band를 48.5GHz-57GHz대역까지 확장하여 정의하는 경우도 있다.

11) CEPT(1990)

당초에는 V-Band 대역 중 산업 활용도가 높은 57~59GHz대역이 주된 관심의 대상이었으나 이후 64~66GHz대역에 대한 활용논의도 증가하고 있는 상황이며, 최근에는 57~66GHz 전체 대역을 활용하는 방안에 대한 산업계의 관심도가 증가하고 있다.¹²⁾

[그림 5] 60GHz 구 대역(old band) 및 확장대역(new wide band) 현황



자료: ETSI white paper

유럽 지역에서는 유럽전기통신주관청(CEPT) 산하 전기통신위원회(ECC)가 57~64GHz대역의 고정 점대점 무선시스템과 64~66GHz대역의 고정 서비스에 관한 권고를 채택하고 있는데,¹³⁾ 주파수 분할 방식(FDD) 또는 시분할 방식(TDD)을 적용하여 고정 점대점 무선통신 용도로 활용할 수 있는 상황이다. 다만, 63~64GHz대역은 지능형교통시스템(ITS) 용도로 이용되고 있어 고정형 서비스 용도로 활용하기 어려운 것으로 보이며, 북대서양조약기구(NATO) 및 군사용도로 활용되는 59~61GHz대역과 ISM용도로 분배된 61~61.5GHz 대역은 일부 국가에서 활용되기 어려운 상황이다.¹⁴⁾ 한편, 미국은 비면허 유형으로 분류할 수 있는 의도적 방사체(Intentional radiator)에 관한 FCC 연방규정 47 C.F.R part 15 이하에서 57~64GHz대역에 대한 규제사항을 다루고 있는데, V-Band 대역의 고정통신에 관한 특정 규정을 마련하고 있는 것은 아

12) ETSI mWT ISG(2015)

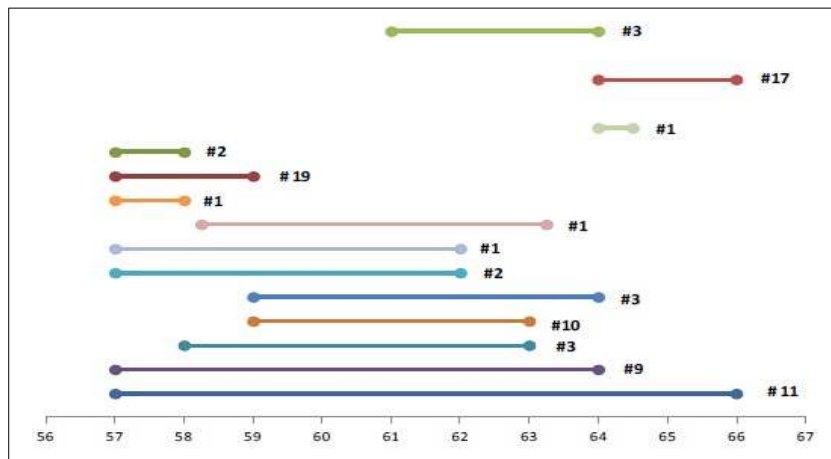
13) ECC recommendation(09)01, ECC recommendation(05)02(2009). 두 권고안은 허용 방사레벨 (Emission levels permitted)에서 차이가 있을 뿐 실질적으로 유사한 사항을 내용으로 하고 있다.

14) ETSI mWT ISG(2015)

닌 상황이다.

ETSI 밀리미터파 산업표준그룹(mWT ISG)의 V-Band 밴드플랜 및 규제상황조사에 따르면, 상당수의 국가에서 기존 57~59GHz 및 64~66GHz대역과 새롭게 확장된 59~63GHz대역을 고정용도로 활용이 가능한 것으로 나타났다. 하지만 [그림 6]에서 볼 수 있는 바와 같이 다양한 밴드플랜이 있는 것으로 드러났는데, 이는 일부 국가에서 아직까지 59~64GHz대역을 고정용도로 허용하고 있지 않고 있거나, 63~64GHz대역을 ITS용도로 분배하고 있기 때문인 것으로 보인다.

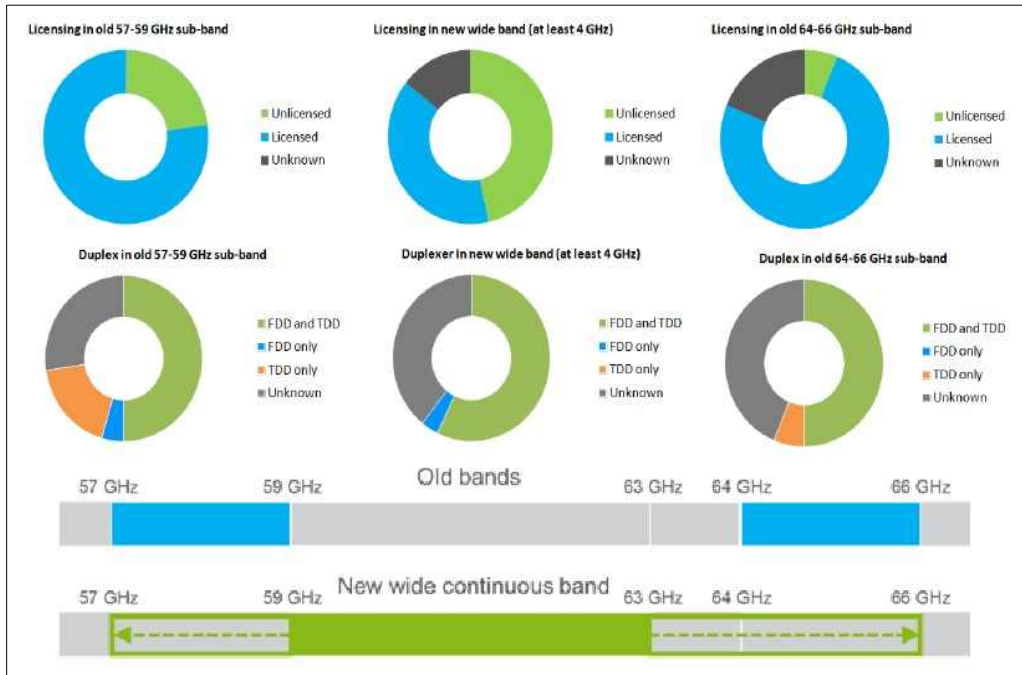
[그림 6] V-band대역 밴드플랜 유형



자료: ETSI white paper

면허체계와 관련하여서는 기존 57~59GHz 및 64~66GHz대역은 비면허 방식보다 개별면허 방식이 더 많이 적용되고 있는 것으로 나타났으나, 신규 확장대역(59~63GHz)에서는 비면허 방식이 더 많이 활용되고 있는 것으로 나타났다. 통신방식은 FDD와 TDD 방식이 모두 활용 가능한 것으로 나타났는데, FDD 또는 TDD 방식을 적용 가능한 경우도 있으며, TDD 방식만 적용 가능한 경우는 57~59GHz 및 64~66GHz대역에서 주로 확인되고 있다.

[그림 7] 대역별 면허체계 및 듀플렉스 방식 적용 현황



자료: ETSI white paper

다만, 미국, 독일, 영국 등에서는 V-Band 대역에서 FDD/TDD 방식을 허용하고 있기는 하나 면허방식에 있어서는 비면허 또는 간소화된 면허방식을 주로 채택하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 프랑스는 57~66GHz대역에서 고정통신 활용을 제한하고 있는 상황이며, 독일, 영국은 V-Band를 2~3개의 대역으로 구분하여 고정통신 허용 여부와 면허 방식 등에 있어서 차이를 두고 있는 상황이다.

〈표 2〉 주요 국가별 V-Band 현황

ITU Region	기관	국가	주파수 대역 (GHz)	채널폭 (MHz)	FDD/TDD	면허방식	비고
1지역	Bundesnetzagentur	독일	57~59	50~100	TDD	비면허	
			59~63	150~2GHz	FDD/TDD	-	
			64~66				고정활용 불가
2지역	FCC	미국	57~64	100MHz 이하	FDD/TDD	비면허	
1지역	Ofcom	영국	59~63	제한없음	FDD/TDD	비면허	
			64~66	제한없음	-	간소화된 면허	
3지역	총무성	일본	57~66	2.5GHz까지 허용	FDD/TDD	비면허	
	ACMA	호주	57~59	-	FDD/TDD	간소화된 면허	
1지역	ARCEP	프랑스	57~66				고정활용 불가

자료: ETSI white paper Appendix A 재구성

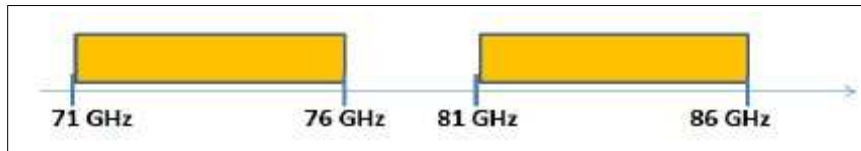
4. E-Band 현황

E-Band는 71~76GHz 및 81~86GHz대역이다. 주파수 대역이 높아질수록 전파의 도달거리가 감소하는 것이 보통이나, 산소흡착(oxygen absorption)에 따른 대기감쇠 영향을 고려할 경우 V-Band는 대기감쇠 영향이 매우 큰 반면 E-Band는 V-Band보다 대기감쇠의 영향이 낮아 상대적으로 전파 도달거리가 더 멀어지는 특성을 보인다.¹⁵⁾ 아울러, 밴드플랜에 따를 경우 10GHz 초광대역폭을 활용할 수 있는 장점이 있다.

15) ETSI mWT ISG(2015)

2003년 미국 FCC는 비연방 시설자의 주파수 이용 증진 및 E-Band 대역 이용 활성화를 위해 연방정부와 비연방용 시설자 간 공유를 기초로 71~76GHz, 81~86GHz, 92~95GHz 대역 이용에 관한 R&O를 마련하였다.¹⁶⁾ 이는 E-Band에 이용에 대한 최초의 규정으로 볼 수 있는데, 채널배치나 폭 등에 관한 사항을 정의하고 있지는 않으나, FDD와 TDD 방식은 모두 허용되는 것으로 정하고 있다.¹⁷⁾ 주파수 면허는 링크 등록을 전제로 비 배타적 전국면허(Non-exclusive Nationwide with Link Registration) 방식을 도입하였는데, 이에 따르면 무선국 운용에 관한 시설자 간 조정 및 협의(Coordination)는 의무적인 사항이 된다.

[그림 8] FCC E-band 밴드플랜



자료: ETSI white paper

유사한 시기에 유럽전기통신위원회(ECC)도 E-Band의 밴드플랜을 마련하였다.¹⁸⁾ 이에 따르면, FDD와 TDD방식이 모두 허용되고 있는데, 71~76GHz 및 81~86GHz 대역에서 250MHz폭의 19개 채널을 배치하고 각각의 대역 양 끝단에 125MHz의 가드밴드가 마련되어 있다.

다만, 71~74GHz 및 81~84GHz대역은 일부 국가에서 군사용도로 분배되어 활용될 것이 고려되고 있기 때문에 동 대역을 민간에서 사용하기 어려운 경우도 있는 것으로 나타났다. 하지만, ETSI 밀리미터파 산업표준그룹(mWT ISG)은 기술기준 및 관련 규제 등의 마련을 통한 민·군 주파수 공동사용이 불가능하지는 않는 것으로 예상

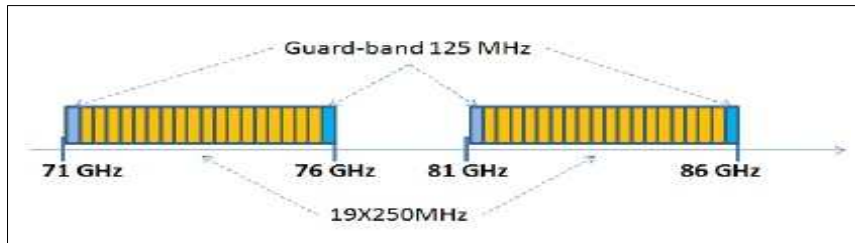
16) FCC(2005)

17) 단, FDD방식 적용시 10GHz폭의 듀플렉스 이격 필요하다.

18) ECC(2005)

하고 있다.¹⁹⁾

[그림 9] ECC E-band 밴드플랜



자료: ETSI white paper

한편, 산업표준그룹의 조사 대상인 79개 국가 중 E-Band를 고정통신 용도로 활용 가능한 국가는 66개국, 고정용도 활용이 불가능한 국가는 7개국으로 나타났으며, 나머지 6개 국가에 대해서는 계속하여 조사가 진행 중인 상황이다. [그림 10]은 E-Band

[그림 10] 지역별 E-band 고정서비스 허용 현황



자료: ETSI white paper

19) ETSI mWT ISG(2015)

의 고정서비스 허용 현황으로 북미, 유럽, 오세아니아 등은 대체로 고정용으로 활용 가능하나, 중국 및 일부 중동지역은 아직까지 고정용도 활용이 불가능한 것으로 나타났다. 인도 및 남미 일부국가는 현재 조사가 진행 중이며, 아프리카 지역은 대부분 이에 대한 관련 정보가 없는 상황이다.

E-Band를 고정통신용으로 개방한 66개 국가와 현재 조사가 진행 중인 6개국 중에서 71~76GHz 및 81~86GHz 전체대역을 고정용으로 활용할 수 있는 경우는 약 42개 국가(58.3%)인 것으로 나타났다. 한편, 일부 국가에서는 74~76GHz 및 84~86GHz대역만을 고정용으로 활용하는 밴드플랜을 채택하고 있는데, mWT ISG는 그 이유에 대하여 해당 국가가 속한 ITU 1지역에서 71~74GHz 및 81~84GHz대역이 NATO의 군사용으로 분배되어 있기 때문인 것으로 파악하고 있다.

채널폭에 있어, 대부분의 국가에서는 ECC 밴드플랜에 따라 1개 채널폭을 250MHz 폭으로 정하고 있기는 하나, 일부 국가에서 62.5MHz폭 또는 125MHz폭을 허용하고 있는 경우도 있다. 한편, 일반적으로 FDD 및 TDD방식이 모두 허용되고 있기는 하나, 독일, 프랑스, 일본 등 16개 국가에서는 FDD 방식만 허용되고 있다.

면허체계 관련하여 독일, 프랑스, 일본 등에서는 개별면허 방식인 링크별(Link-by-Link) 조정방식을 채택하고 있기는 하나, 미국, 호주 등에서는 선착순 내지 면허권 등록을 통한 자가조정(Self-coordination) 방식의 간소화된 면허체계를 도입하고 있으며, 비면허 방식을 채택한 국가는 극소수에 불과한 상황이다.

〈표 3〉 주요 국가별 E-Band 현황

ITU Region	기관	국가	주파수 대역 (GHz)	채널폭 (MHz)	FDD/TDD	면허방식	비고
1지역	Bundesnetzagentur	독일	71~76/ 81~86	250	FDD	개별면허	채널폭 250×8까지 확장가능
2지역	FCC	미국	71~76/ 81~86	-	FDD/TDD	간소화된 면허	

ITU Region	기관	국가	주파수 대역 (GHz)	채널폭 (MHz)	FDD/TDD	면허방식	비고
1지역	Ofcom	영국	71~76/ 81~86	250	FDD/TDD	개별 및 간소화된 면허	채널폭 250×4까지 확장가능
3지역	총무성	일본	71~76/ 81~86	250	FDD	개별면허	채널폭 250×19까지 확장가능
	ACMA	호주	71~76/ 81~86	-	FDD	간소화된 면허	
1지역	ARCEP	프랑스	71~76/ 81~86	250	FDD	개별면허	채널폭 250×5까지 확장가능

자료: ETSI white paper Appendix A 재구성

mWT ISG는 44개 국가를 대상으로 E-Band에서의 면허비용에 관한 조사도 진행하였는데, 이에 따르면, 250MHz폭의 주파수에 대한 단위거리(Km)당 연간 면허비용을 기준으로 57%는 연간 300유로(약 38만원), 75%는 연간 1,000유로(약 125만원) 이하의 면허비용을 부과하고 있으며, 평균 면허비용은 약 1,186유로(148만원)으로 나타났다. 하지만 조사 대상 국가 중 85%는 전체 평균 면허비용 이하의 면허비용을 부과하는 것으로 나타내는데 이는, 특정 국가의 면허비용(7,300~11,250유로)이 상대적으로 높기 때문인 것으로 독일, 영국, 미국 등 주요 국가에서는 100~2,200유로(13만원~300만원)의 면허 비용을 부과하고 있다. 한편, 9%는 비면허 체계를 도입하고 있으면서, 동시에 면허비용을 부과하지 않고 있다.²⁰⁾

20) ETSI mWT ISG(2015)

<표 4> 주요 국가별 E-Band 면허비용

국가	면허체계(Licence regime)	면허비용(License cost) 유로(Euro)/(250MHz/Year/km)
독일	개별면허(Link by Link)	2,200
미국	간소화된 면허(Light licensing)	100
영국	개별면허 및 간소화된 면허	630
일본	개별면허(Link by Link)	5
호주	간소화된 면허(Light licensing)	200
프랑스	개별면허(Link by Link)	650

자료: ETSI white paper Appendix A 재구성

Ⅲ. 국내 밀리미터파 이용동향

1. 주파수 이용현황

국내 V-Band 주파수(57~66GHz) 대역은 지구탐사위성(수동), 고정, 위성간 통신, 이동, 우주연구(수동) 등 다양한 업무를 위해 분배되어 있으나, 아직까지 활용도가 낮은 상태이며, UWB(Ultra Wide Band)와 같은 비허가 무선기기 용도로 지정되어 있는 것을 제외하고 별도의 용도가 지정되어 있지 않다.²¹⁾ 이동업무 중 항공이동업무용 무선국은 위성간 업무에 유해간섭을 주지 않는 조건으로 운용이 가능하다.

[그림 11] 국내 48~71GHz대역 주파수 이용현황



자료: 주파수 분배표

21) 대한민국 주파수 분배표(미래창조과학부 고시 제2014-4호), K176C

E-Band 주파수 대역(71~76GHz 및 81~86GHz)은 고정, 고정위성(우주대 지구), 이동, 이동위성(우주대 지구), 방송, 방송위성, 우주연구, 전파천문 등의 업무로 분배되어 있다. 주된 용도는 고정 점대점 통신이나, 이미 사용 중인 전파천문 무선국에 유해 간섭을 주지 않는 조건으로 사용이 허가된다.²²⁾

[그림 12] 국내 71~100GHz대역 주파수 이용현황



자료: 주파수 분배표

고정통신 이외 75.5~76GHz 주파수는 1차 업무인 아마추어 무선국 용도로 지정되어 있는데, 이에 따라 아마추어 무선국은 고정통신용으로 이용 중인 무선국에 대하여 우선적인 사용·보호가 가능한 상황이라고 할 수 있다.

한편, 무선국 이용과 관련하여, V-Band는 후술하는 바와 같이 비면허 대역으로 허가·신고 없이 무선국을 이용할 수 있어, 이용 규모를 확인할 수 없으나, E-Band에서는 통신사업용 고정국과 일부 실험국이 설치·운영 중으로 무선국 수는 많지 않은 상황이다.

<표 5> 국내 71~76GHz 및 81~86GHz 대역 무선국 현황

주파수 대역(GHz)	용도	국종	무선국 수
71~76	고정점대점통신	고정국	8
	실험국용	실험국	2
81~86	고정점대점통신	고정국	6

자료: KCA 내부자료

22) 대한민국 주파수 분배표(미래창조과학부 고시 제2014-4호), K204

2. 제도 현황

국내 전파법 체계, 주파수 이용 및 용도지정(UWB) 현황을 고려할 경우 국내 V-Band 대역은 신고하지 않고 개설할 수 있는 무선국에 관한 규정²³⁾을 근거로 주파수를 이용할 수 있는 상황인 것으로 보인다. 이는 앞서 언급한 비면허 유형으로 이해할 수 있는데, 일정한 기술기준을 충족할 경우 등록 또는 신고 없이 무선국을 설치·운영 할 수 있다. 물론, 주파수 지정을 통한 고정국 개설이 불가능한 상황은 아니나 현재로서는 주파수 지정을 통해 개설·운영되는 무선국은 파악되지 않고 있다.

한편, V-Band대역에서 이용이 가능한 비허가 무선기기 중 UWB는 저전력으로 초고속 통신을 실현하는 근거리무선통신 기술로, 타 무선 통신 시스템의 잡음 수준의 전력을 이용하여 주파수를 공유할 수 있는 특징을 가지고 있는 것으로 알려져 있다.²⁴⁾ 간섭영향과 관련하여 3.1~4.8GHz대역에서는 간섭회피기술 적용 의무가 부과되어 있으나, 57~64GHz대역에서는 공중선전력 또는 복사전력, 불요발사 등에 관한 무선설비 규정 이외 다른 제한은 없는 상황이다.

E-Band의 면허체계는 V-Band와 다르게 주파수 지정제도를 도입하고 있는 것으로 보이는 바, 허가 또는 신고를 통해 이용하고자 하는 무선국용 개별 주파수를 행정청에서 지정받는 절차를 거치게 된다. 한편, E-Band대역 고정 점대점 통신 이용과 관련하여, 통신사업, 자가통신, 방송중계용 고정국의 설치·운영에 관한 세부사항이 마련되어 있는데, 점유대역폭은 250/500/750/1,000MHz 중 사용이 가능하며, 고정국의 공중선전력은 모두 3W이하인 것으로 규정되어 있다. 아울러, 상·하향 주파수를 지정하는 FDD방식을 적용하고 있으며, 송·수신 주파수간격은 10GHz폭이다.²⁵⁾ 아마추어용 무선국 개설과 관련하여서는 지정주파수를 75.75GHz으로 지정해놓은 부분 이외 전파법 시행령의 아마추어 무선국 개설에 관한 조건을 준수하여야 한다.²⁶⁾ 한편,

23) 전파법 제19조의2제2항

24) 윤두영·전수연(2006)

25) 전파지정기준 3장 자가통신 및 고정업무 이하 참조

26) 전파법 시행령 제27조제2항 이하

밀리미터 대역을 주파수 지정에 따라 이용하는 것을 전제로 동 대역의 면허비용인 전파사용료는 전파법 제68조와 동법 시행령 제90조에 의해서 산정된다. 동법은 제공서비스, 무선국 등에 따라 여러 기초 산식을 마련해놓고 있는데, 주파수 대역(1GHz미만~30GHz이상), 전파사용량(0.1미만~150MHz이상) 변화에 따라 전파사용료가 증감한다. 서비스, 공용화, 환경친화율 요인을 제외하면, 일반적으로 주파수 대역이 증가할수록 전파사용료는 감면되나, 주파수 대역폭이 증가하면 전파사용료는 증가하게 된다.

IV. 종합 및 시사점

5G, 사물인터넷(IoT)로 대변되는 무선 서비스 발달 및 진화에 따라 주파수 수요는 점차 광대역화 되고 있으며, 그에 따라 신규 광대역 주파수를 확보·공급하기 위한 논의가 활발히 진행 중이다. 하지만 저 대역에서는 더 이상 광대역 주파수를 확보하는 것이 용이하지 않기 때문에, 향후에는 기존에 잘 활용되지 않았던 밀리미터파와 같은 고주파 대역의 이용 및 활용방안에 대한 논의가 더욱 확대될 것으로 보인다. 이는 트래픽 증가 대응과 그에 따른 네트워크에서의 트래픽 병목현상을 해소하기 위해 이동통신 및 모바일 백홀용 주파수의 확보·공급이 필요하기 때문으로 본고에서는 고정점대점 통신을 이용한 모바일 백홀용 주파수에 초점을 두고 ETSI 밀리미터파 산업표준그룹의 논의동향을 살펴보았다. 밀리미터파 대역 중 V-Band와 E-Band는 대기감쇠 특성으로 간섭영향이 낮고, ITU, CEPT, FCC 등에서 채택된 밴드플랜에 따른 경우 GHz폭의 초광대역 주파수를 확보·이용할 수 있다는 장점으로 인해 향후 모바일 백홀 용도로 널리 활용될 것이 예상된다. V-Band는 개별면허 방식을 적용하는 국가가 다수이기는 하나, 미국, 영국, 독일 등 주요국에서는 비면허 방식을 통한 면허를 부여하고 있으며 국내에서도 비면허 및 용도미지정 대역으로 분류되어 있어, 면허 체계상 차이는 크다고 볼 수 없다. 다만 국내에서 V-Band를 고정통신용으로 활용하기 위해서는 비면허 이외 고정통신 용도로의 추가 지정, 비면허 기기인 UWB와 고정 점

대점 통신 간 간섭영향 등에 대한 논의가 더 필요할 것으로 보인다. E-Band는 밴드 플랜 및 주파수 용도에 있어 대체로 글로벌 조화가 이루어져 있는 것으로 볼 수 있으나, 채널폭, FDD 및 TDD 방식 도입 여부 등은 국가별 상황에 따라 다소 차이가 있는 것으로 보인다. 국내에서는 일부 대역이 아마추어 용도로 지정되어 있어, 향후 동 대역을 모바일 백홀용으로 활용하게 되는 경우 고정 무선통신과의 공동사용, 간섭영향 등에 대한 논의가 더 필요할 것으로 생각된다.

최근 국내에서도 30GHz대역을 활용한 이동무선백홀용 기술시연이 진행되고, 6GHz 이하대역 뿐만 아니라 밀리미터파 대역에서의 5G 후보 주파수에 대한 논의가 진행되는 등 5G의 국제표준화와 그에 따른 주파수 공급 이슈에 대한 관심이 높은 편이다. 향후 밀리미터파 대역의 활용가능성이 큰 만큼 주파수 확보, 면허체계, 면허비용 등 관련 논의의 활발한 전개를 기대해본다.

참고문헌

- 김용훈·강금실 (2001), “마이크로웨이브, 밀리미터웨이브 센서시스템”, 《전자공학 회지》, 제28권 10호, 대한전자공학회
- 윤두영·전수연 (2006), “UWB 기술 개요 및 주파수 정책 동향”, 《정보통신정책》, 제18권 13호, 정보통신정책연구원.
- 윤두영 (2006), “밀리미터파 개념 및 동향”, 《정보통신정책》, 제18권 14호, 정보통신정책연구원.
- CEPT Recommendation T/R 22-03 (1990). “provisional recommended use of the frequency range 54.25-66GHz by terrestrial fixed and mobile systems”.
<http://www.ero-docdb.dk/docs/doc98/official/pdf/TR2203E.PDF>
- ECC (2005). “Radio frequency channel arrangements for Fixed service system operation in the bands 71-76GHz and 81-86GHz”, CEPT/ECC/Recommendation(05)07(05-2013)

- ETSI mWT ISG (2015). “E-Band and V-Band survey on status of worldwide regulation”, ETSI white paper no.9. http://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp9_e_band_and_v_band_survey_20150629.pdf
- ETSI mWT ISG(1) (2015). “Overview of ETSI ISG mWT”, ITU WP5C mmW 워크숍 자료('15. 7월).
- ETSI mWT ISG(2) (2015). “ISG mWT backhaul Spectrum consideration”, ITU WP5C mmW 워크숍 자료('15. 7월).
- FCC (2005). “FCC-Memorandum Opinion and Order on reconsideration”, https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-05-45A1.pdf
- IPHOBAC-NG (2013). “Integrated Photonic Broadband Access Units for next generation Optical Access networks”. https://www.ist-iphobac.org/ng/dl.asp?name=iphobac_ng_public_pres.pptx
- MiWaves (2013). “Beyond 2020 heterogeneous Wireless Networks with Millimeter-Wave Small Cell Access and Backhauling”, <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/future-networks/documents/call11projects/miwaves.pdf>
- Sky light research (2013). “Mobile data backhaul: The Need for E-band”, <http://www.microwavejournal.com/ext/resources/whitepapers/2013/february/Sky-Light-Research-E-Band.pdf?1365606858>
- MiWaves 홈페이지: <http://www.miwaves.eu/>
- ETSI 홈페이지: <http://www.etsi.org/>