

60 GHz 대역의 기술동향과 일본의 기술기준¹⁾

박덕규* · 박승근** ·

조평동***

*목원대학교

전자·정보통신공학부

**한국전자통신연구원

표준연구센터

I. 서 론

최근, 광대역 데이터전송에 대한 요구의 증가와 디바이스기술 발달과 함께 초고속 무선LAN 등 60 GHz 대역을 활용하여 광대역 특성을 이용한 여러 종류의 무선시스템이 제안되고 있다. 외국에서는 이 주파수대역을 이용하여 각종의 무선시스템이 제안되고 있으며, 이러한 무선시스템을 제도적인 범위안으로 수용하기 위한 법적 제도정비가 활발하게 진행되고 있는 상황이다. 미국과 유럽에서는 60 GHz에 대한 법적 검토가 진행되어, 이 주파수대역에 대한 기술기준(기술적 조건) 등이 정비되어 있으며, 일본의 경우에는 2000년 2월에 60 GHz 대역을 사용하는 무선시스템의 기술적 조건을 제정하였고 2001년 3월에는 법적 제도정비를 완료하였다. 그러나, 현재 국내의 60 GHz 주파수 활용은 국외의 상황과는 다르게 전무한 실정으로 구체적인 주파수 활용계획이 없는 상황이지만, 최근에 이 주파수대역에 대한 논의가 활발하게 진행되고 있다. 따라서, 아직은 제도정비를 위한 검토와 기반연구가 진행되고 있는 상황이다. 이 주파수대역을 활용하여 개발한 무선시스템이 국내에 도입되고 있으나, 국내 제도정비가 완료되지 않아 실용화를 위한 문제점을 갖고 있는 상황이다.

본문에서는 60 GHz 대역에 대한 각국의 기술개발 동향과 주파수사용 상황을 검토하고, 최근에 제도적 정비를 완료한 일본의 기술기준(기술적 조건)

과 예상되는 무선시스템을 조사·분석하였다. 이 조사 연구결과를 기초로 하여 국내의 60 GHz 주파수 활용과 무선시스템도입을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 60 GHz 대역의 주파수 특징

밀리파대(주파수 30~300 GHz, 파장 1~10 mm의 전파)는 광대역 전송과 기기의 소형화가 가능하다는 특징을 갖고 있다. 그 주파수에서 특히 60 GHz 대역은 이러한 특징과 함께 산소에 의한 흡수감쇠가 크기 때문에, 원거리전송이 불가능하여 간섭이 발생하기 어려운 물리적 특성을 갖고 있다. 따라서 대용량·저비용의 다양한 무선시스템 이용이 기대되고 있다. 60 GHz 대역의 특징을 설명하면 다음과 같다.

2-1 광대역 전송이 가능

일반적으로 밀리파대에서는 넓은 대역폭으로 주파수를 할당하는 것이 가능하고, 높은 변조주파수를 사용하는 것이 가능하기 때문에 고속, 대용량의 정보 전송이 가능하다.

2-2 기기의 소형화가 가능

밀리파대는 파장이 짧고, 특히 60 GHz대는 5 mm 정도이기 때문에, 공중선과 송수신장치 등에 대한 기기 소형화, 경량화가 가능하다.

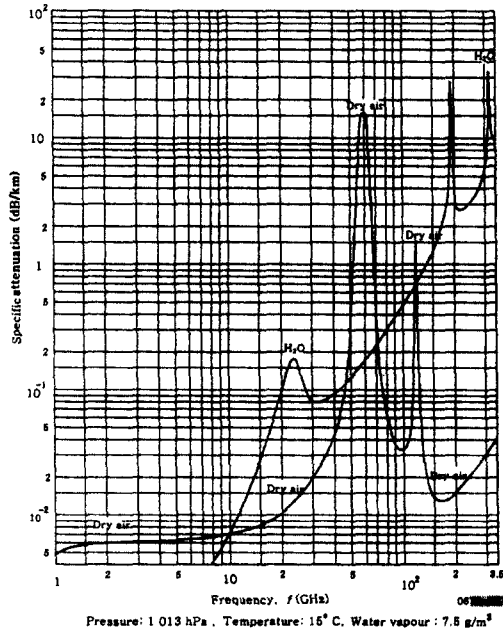
¹⁾ 본 조사연구의 일부는 1999년도 목원대학교 교내 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

2-3 산소에 의한 흡수감쇠가 크다.

밀리파대는 마이크로파 이하의 주파수대와 비교할 때 강우와 대기에 의한 감쇠가 크다.

그 가운데에서도 특히 60 GHz대는 [그림 1]에서 나타내는 바와 같이 대기(산소)에 의한 전파 흡수감쇠가 크기 때문에, 먼 거리까지는 도달하지 않는 물리적인 특성을 갖는다.

따라서, 동일주파수의 공간적 재배치(반복이용) 비교적 근거리에서 가능하다.



[ITU-R 권고 P.676-3]

[그림 1] 대기의 흡수계수

Ⅲ. 60 GHz 대역에 대한 국내 및 각국의 동향

ITU-R에서는 60 GHz 주파수를 사용하는 레이더와 관련하여 권고(안) M.1452 "Transport Information and Control Systems_Low Power Short-Range Vehicular Radar Equipment at 60GHz and 76GHz"을 제정하였으며, 권고(안) M.1177-2 "Techniques for Measurement of Unwanted Emissions of Radar Systems"은 레이더의 불요발사 측정방법을 권고하고 있다. 그리고 ITU-R SG1에서는 60 GHz 주파수에서 단거리 통신 무선기기와 ISM 기기의 양립성을 연구하는 과제번호 271/1 "Compatibility between Short-Range Devices Operating within the Band 59-64GHz and Industrial, Scientific and Medical (ISM) Applications Operations in the Band 61-61.5 GHz"의 표준화가 진행되고 있다.

3-1 국내 동향

국내 60 GHz 주파수 활용은 국외의 상황과는 다르게 전무한 실정으로 구체적인 주파수 활용계획이 없는 상황이지만, 최근에는 학계 및 연구소를 중심으로 밀리미터파 통신의 전송기술 및 안테나 등과 같은 기반연구는 활발히 진행되고 있다. 이와 관련하여 정보통신부는 향후 60 GHz 대역이 홈 멀티미디어의 무선 인프라 등과 같이 초고속 데이터 통신용 주파수로 활용될 수 있을 것으로 판단하여, 금년 상반기에 구성된 전파자원이용자문위원회에 국내 60 GHz 주파수의 세부 계획수립을 요청하였다. 이 요청에 의한 60 GHz 주파수의 활용방안과 관련하여, 금년 10월 12일에 열린 전파자원공청회에서 전파자원이용자문위원회는 <표 1>과 같은 60 GHz

<표 1> 국내 60 GHz 주파수의 활용방안

주파수(GHz)	활용방안(계획)
60.0~61.0	차세대 ITS와 연계하여 자동차충돌방지용 레이더의 주파수로 활용
61.0~61.5	개방형 주파수로 지정하여 다양한 용도의 소출력 무선기기용 주파수로 활용
59.0~64.0	홈 멀티미디어 등과 같은 초고속 무선데이터전송용 주파수로 활용

대역의 국내 활용방안을 제시하였다.

현재 정보통신부는 <표 1>에서 제시한 전파자원 이용자문위원회의 국내 6 GHz 주파수 활용방안을 국내 전파산업의 발전방향과 연계하여 검토한 후, 구체적인 60 GHz 대역의 용도를 내년(2002년) 상반기 중으로 확정하고 이것에 따른 기술기준을 제정할 계획이다.

3-2 미국과 유럽 동향

3-2-1 미국

1. 미국연방 통신위원회(FCC)의 정책동향

미국에서는 1996년에 59~64 GHz를 비허가 주파수 대역으로 설정하였고, 항공기와 위성에 탑재된 기기 및 이동물체 침입탐지 센서를 제외한 무선설비에 대해서는 일정 기술기준을 만족한다면 FCC로부터 기기에 대한 인증을 받는 조건으로 비허가(비면허)로 사용 가능하다. 47CFR Part15.255의 규정은 59.0~64.0 GHz 대역에서 항공 및 위성의 사용을 금하는 동시에 차량용 레이더의 사용을 금하지만, 고정형 레이더의 사용은 허락하고 있으며, 일반적인 출력제한을 3미터에서 $9\mu W/cm^2$ 로 정하고 있다.

더욱이 1999년 7월부터 9월까지 FCC는 비면허 주파수대역(55.78~66 GHz)을 확대하기 위하여 일반적으로부터 의견을 수렴(Notice of Proposed Rule Making)하였고, 앞으로의 동향에 대해서 주목할 필

요가 있다.

2. 60 GHz 대의 개발동향 및 이동상황

미국에서는 여러 회사가 60 GHz대의 주파수를 이용한 비면허(비허가)무선국용 디바이스에 대한 연구개발을 수행하고 있고, 구체적으로는 양방향 방식(P-P방식)에 의한 고속 대용량의 ATM전송 및 고속 대용량 액세스회로 등의 무선통신시스템 제품개발을 수행하고 있다.

3-2-2 유럽

1. 유럽우편전기통신 주관청회의(CEPT)의 정책동향

유럽에서는 WARC-92이후, 유럽내의 주파수 사용을 원활하게 하기 위한 주파수 plan을 수행하고 있다. 구체적으로는 CEPT/ERC에서 DSI(Detailed Spectrum Investigations)라고 부르는 활동으로 각 주파수 대역에 대한 plan작성이 수행되고 있다. 3.4~105 GHz에 대해서는 DSI Phase I에서 검토가 수행되어 계획이 작성되었다. 이 plan에서는 WRC의 결과에 따라 정기적으로 수정되고 있다. CEPT가맹국은 CEPT로부터 2008년까지 가능한 한 조기에 여러 부분을 실현하도록 요구되고 있다.

또한 CEPT는 분배표 이외에 각 주파수 대역마다 권고 등을 작성하여, 사용하는 시스템을 규정하고

<표 2> 60 GHz 대역에 대한 미국의 무선설비 제품화 예

제조사명	Harmonix	Millitech	Agilent Technologies
시스템명	60 GHz P-P Link	60 GHz P-P Link	60 GHz P-P Link
제품명	GigaLink	BWLL60	(2000년 발매)
전송속도	155~622 Mbps	최대 155 Mbps	최대 1250 Mbps
변조방식	ASK	QPSK	MSK
용도	156 MbpsATM(OC-3) 622 MbpsATM(OC-12) 100BASE-X	-	Fast Ethernet, OC-3, OC-12 등과 접속

있다. 다음에서 검토 대상이 되는 주파수대 사용현황에 대하여 서술한다.

1) 57~59 GHz 대역

CEPT는 1998년에 CEPT/ERC 권고 12-09를 발표하고 57 GHz부터 59 GHz까지의 주파수를 50 MHz 간격으로 40채널로 사용하고, EIRP 수치를 15 dBW 이하로 하는 조건 등을 만족하면 사용을 인정하고 있다. 권고에서는 주파수 에티켓(해당 주파수대의 20 또는 40 채널을 간섭의 상황에 따라 자유롭게 선택하는 방식)에 대해 언급하고 있으며, 이러한 사용을 유도하고 있다.

또한, 해당 주파수대를 포함한 55.78 GHz부터 59 GHz까지의 주파수대는 WRC-97에서 고밀도 고정통신서비스(HDFS)로 이용 가능하도록 결의되었다.

2) 59~62 GHz 대역

CEPT는 권고 T/R 22-03에서 59 GHz부터 62 GHz까지의 주파수 대역은 무선 LAN으로 사용하도록 하고 있다. 이 주파수대역 중 ISM대역인 61.0~61.5 GHz는 500 MHz를 EIRP 기준으로 100 mW 이하인 용도 미지정형 통신기기로 활용하고 있으며, ISM대역 전체 주파수를 고속데이터통신을 위한 한 개의 채널로도 사용할 수 있다.

3) 62~63 GHz 대역

CEPT는 권고 T/R 22-03에서 62 GHz까지의 주파수 대역은 광대역 이동통신으로 사용하도록 하고 있다.

4) 63~64 GHz 대역

ERC(European Radiocommunications Committee : 유럽무선통신위원회)는 1992년 10월 22일에 유럽에서 미래의 운송 시스템에 반드시 필요한 이동체 레이다, 도로와 차량간 및 차량간의 통신등에 필요한 도로교통정보통신시스템(RTT)에 대하여 주파수할

당을 계획하였다.

CEPT는 이러한 ERC의 결정에 기초하여 차량간 통신에는 63 GHz로부터 64 GHz까지의 주파수 대역을 사용하기로 하였다. 또한 이것들에 대한 시스템의 표준화는 ETSI(European Telecommunications Standard Institute : 유럽전기통신표준화기구)가 수행하도록 하였다.

5) 65~66 GHz 대역

CEPT는 권고 T/R 22-03에서 65 GHz부터 66 GHz까지의 주파수 대역은 고정통신 및 광대역 이동통신에 사용하도록 하고 있다.

2. 60GHz 대역의 개발 동향 및 이용상황

유럽에서는 ACTS(Advanced Communications Technologies & Services) 프로젝트에서 다양한 광대역 이동통신에 대한 연구 개발이 진행되고 있고, 프로젝트의 검토 결과는 ETSI와 ITU의 표준화 활동에 반영되고 있다.

특히, 60GHz대역에 대해서는 ACTS 프로젝트 가운데 MEDIAN(Wireless Broadband CPN/LAN for Professional and Residential Multimedia Applications)에 대한 무선LAN 연구개발이 수행되고 있다.

MEDIAN 프로젝트에서는 고속 무선액세스를 전제로, 한 멀티미디어 응용을 위한 구내 정보통신망(WCP-LAN) 실현을 목표로 ① 실현방법의 검토, ② 단일 캐리어(SC)와 직교주파수분할 다중통신시스템(OFDM)의 특성비교, ③ 전송특성의 개량과 필요한 성능 검토 등을 수행하고, 더욱이 고속 무선액세스를 이용하는 사용자 중심의 실험적 구내 정보통신망(WCPN/WLAN)시스템의 개발·설계·제조에 노력하고 있다. MEDIAN 시스템은 무선에 의한 단거리 ATM 네트워크를 사용하여 156 Mbps의 전송을 가능하게 하고, 멀티미디어 전자메일, 비디오 회의, 고속 파일전송 등에 대한 응용을 가능하게 하는 것이다.

57~59 GHz 대역의 주파수에 대해서는 현재 휴

〈표 3〉 유럽 60 GHz 대역의 무선 설비 제품화 예

제조사명	Nokia	Alcatel	Bosch Telecom
시스템명	58 GHz P-P Link	55/60 GHz Link	50 GHz Link
제품명	MetroHopper Radio	Melhody	DRS-55
전송속도	2 Mbps×4	2 Mbps×4	-
변조방식	MSK	4QAM	-
다중화방식	TDD	-	-
용도	휴대전화 액세스용	셀룰러전화 중계용	셀룰러전화 중계용

대전화 사업자의 교환국과 기지국을 연결하는 entrance line 등에 사용하는 무선통신 시스템이 이미 제품화되어 있다.

3-3 일본의 동향

밀리파대의 이용은 1961년에 34 GHz 대역을 이용한 기상청의 실험국을 시작으로 주파수를 할당한 이후, 국가와 민간기관에서 연구개발이 진행되어 왔다. 그 결과, 현재는 중앙방재행정무선(36 GHz대), 가입자계 액세스시스템(38 GHz대), 간이무선(50 GHz대) 등이 실용화되고 있다.

60 GHz대에 대해서는 이 주파수대의 연구개발 촉진을 목적으로 1993년 2월에 59~60 GHz대가 실험용 주파수 대역으로 설정되었다. 1992년부터 1993년까지 전파산업회(ARIB : Association of Radio Industries and Businesses) 산하 자동차 레이더 개발부회가 설치되어 표준 규격안이 작성되었으며, 1995년 3월 전기통신기술심의회는 60~61 GHz를 이용하는 자동차 레이더의 기술적 조건에 대한 검토 보고서를 우정성에 제출하였고, 최종 검토작업을 거쳐 1995년 10월 밀리미터파 자동차 레이더용 특정소전력무선국으로 사용주파수와 기술적 조건이 고시되었다.

더욱이 1999년 5월부터 61 GHz 이상(100 GHz까지)의 주파수 대역에서 실험국 면허절차의 신속화를 진행하여 연구개발의 촉진을 도모하였다. 또한 1999년 6월 우정성은 밀리파대역의 실용화를 촉진

하기 위하여 전기통신기술심의회에 「60 GHz대의 주파수를 사용하는 무선설비의 기술적 조건」에 대한 자문을 요청하였고, 이 자문에 대하여 2000년 2월에 동 심의회로부터 답신을 받았다. 이 답신에 기초하여 2000년 4월 우정성은 60 GHz 대역을 사용하는 무선시스템의 도입을 위하여, 전파감리심의회에 “전파법시행규칙”, “무선설비규칙” 및 “특정무선설비 기술기준 적합증명”의 일부 개정을 위한 자문을 요청하였고, 이 자문에 대하여 동 심의회에서는 2000년 7월 우정성에 답신을 제출하였다. 이 답신에 의해 각 규칙과 적합증명을 일부 개정하여 2000년 8월부터 시행하였다. 이것에 의해 60 GHz 대역을 사용하는 허가무선국의 고속무선회선시스템의 도입이 가능하게 되었으나, 무선국 면허의 개별적인 심사를 수행하기 위해 2000년 12월 “전파법관련 심사기준”을 개정하여 의견수렴과정을 거친 후 2001년 3월에 일부 개정된 “전파법관련 심사기준”을 시행하였다.

현재, 일본에서 60 GHz를 사용하는 시스템의 연구개발 상황은 다음과 같다.

3-3-1 우정성 통신총합연구소(현재 총무성: 2001년 1월부터)

1992년부터 60 GHz대를 사용한 밀리파 구내통신 기술에 대한 연구개발을 진행하여 60 GHz대의 구내 전파전반특성, 100 Mbps 이상의 데이터 전송특성에 대한 기초적 검토와 함께 각종 고기능 공중선과 초

고속 무선 LAN 모델시스템 등의 시험제작 등을 수행하였고, 국제전기통신연합 무선통신부문(ITU-R)에 대한 권고 등에 기여하고 있다.

1995년 이후부터는 사단법인 전파산업회 무선 LAN 개발위원회와 1997년도부터는 멀티미디어 이동 액세스 추진협의회와 함께 무선 LAN의 표준규격의 책정에 참여하였다. 더욱이, 여기에 참여한 기업과 함께 1998년 10월부터는 60 GHz대를 이용한 ITS차량간 통신시스템과 1999년부터는 60 GHz대를 이용한 밀리파 영상다중 전송시스템의 기술적 검토를 수행하여, 2000년 9월 높은 주파수안정 전송특성과 초저위상 잡음전송특성을 갖는 「밀리파 자기 헤테로다인 통신시스템」을 개발하였다. 이 통신시스템은 실용화가 가능하도록 기기 소형화를 수행하였고, 2003년도에 일본에서 실용화 할 예정인 디지털 지상파 TV신호를 60 GHz대역에서 처음으로 전송하는 것에 성공하였다.

3-3-2 밀리파 개발이용 촉진협의회

밀리파 이용시스템에 관한 조사연구, 정보수집, 제공 등을 실시하는 것을 목적으로 1991년 11월에 밀리파 개발이용 촉진협의회가 설립되었고, 제외국의 이용동향 등에 대한 조사를 실시하고 있다. 소 전력 밀리파 레이더의 도입에 대해서도 유럽과 미국의 이용동향을 조사하고 있다.

3-3-3 멀티미디어 이동액세스 추진협의회

MMAC(Multimedia Mobile Access Communication System)의 실현을 위해, 멀티미디어 이동액세스 추진협의회가 1996년 12월에 설립되어, 공중, 구내 무선통신의 표준화를 목표로 하여 검토가 수행되고 있다. 그 가운데에서도 60 GHz대를 사용한 시스템으로서 이동이 가능한 무선 LAN 또는 대용량(156 Mbps 정도)통신이 가능한 무선 LAN의 연구개발이 수행되고 있다.

또한, 규격화에 대해서는 유선 data전송의 규격인

IEEE1394를 무선화한 wireless1394가 주목되고 있다. 현재 5 GHz대, 60 GHz 대역을 대상으로 하는 규격 검토가 진행되고 있으나, 60 GHz를 사용하는 wireless1394에 대해서는 보다 광대역의 대역폭을 사용 할 수 있기 때문에, 100 Mbps 이상의 data 전송률로 초고속정지화상과 동화상 등의 대용량 data를 포함한 여러 종류의 콘텐츠를 전송할 것으로 기대되고 있다. 2002년에 서비스를 제공할 목표로 현재 연구를 진행하고 있다.

3-3-4 밀리파 고정무선 액세스기술 조사검토회

우정성에서는 밀리파대 이용 가입자계 무선액세스시스템에서 높은 주파수 이용효율에 대한 실용 가능성을 검토하기 위해, 재단법인 멀티미디어 진흥센터에 「밀리파 고정무선 액세스기술의 조사검토」를 위탁하여 1999년도에 60 GHz대에서 1대 M 방식(P-MP방식)의 실험국에 의해 도쿄부 세이카초(京都府精華町; 게이한나 지역)에서 전파전반실험을 시행하였다.

IV. 예상되는 무선 시스템

앞에서 언급한 60 GHz 대역이 갖는 특성을 고려하여 가정, 오피스 등의 옥내에서는 주로 초고속 무선LAN, 무선 homelink, 영상다중전송이 사용되고, 옥외에서는 빌딩간을 연결하는 고속 무선회선, 차량간통신 등에 이용될 것이 예상된다.

한편으로는 전기통신업무용 및 자영용도로 사용하는 고속무선회선과 방송프로그램 전송 등에 이용될 것으로 예상되고 있다.

<표 4>에서는 2000년 2월 일본의 “전기통신기술 심의회” 답신에서 앞으로 60 GHz 대역에서 이용이 예상되는 무선시스템의 예를 정리하였다.

V. 일본의 60 GHz 무선시스템 기술적 조건(기술기준)

<표 4> 60 GHz 대역에서 사용이 예상되는 무선시스템

무선시스템	개 요	서비스 형태	시스템의 형태	용 도	실용화 목표
영상다중 전송시스템	TV방송을 급전선(feeder)없이 수신기에 전송하는 무선시스템이다.	지상TV방송, 위성방송(BS, CS), CATV방송서비스 전송	주로 옥내(가정내 등)에서 사용	자영업무용	2000년도내 (1999년도 실험완료)
초고속 무선LAN	무선화 한 LAN에 의해 대용량 전송을 수행한다.	동화상 등 대용량전송	옥내(office 등) 및 옥외 (전시회장등)에 사용. P-P방식 또는 P-MP방식	자영업무용	2002년도 이후
무선 homelink	종래의 유선에 의한 대용량 LAN을 무선화하고 단말 재배치·layout변경 등을 쉽게한다.	wireless1394의 전송방식을 이용한 서비스의 제공	옥내(구내)에 사용	자영업무용	초기단계 2001년
이동체 액세스시스템	정차중 또는 이동중 차량에 대한 대용량 멀티미디어 정보전송을 수행한다.	멀티미디어 정보 전송	옥외에서 사용	자영업무용	2005년
위성방송 프로그램 재전송시스템	입지조건에 의해 공중선을 설치할수 없어 BS, CS를 수신할 수 없는 가정등에 대해 BS, CS방송의 재송신전송을 수행한다.	위성방송(BS,CS) 서비스 전송	옥외에서 사용	자영업무용	2001년
방송프로그램 소재전송 시스템/ 영상전송 시스템	아이스하키의 골문과 같이 카메라 촬영자가 들어갈 수 없는 장소, 자동차레이스의 차량부착카메라와 같이 이동체로부터 간박한 영상을 HDTV로 중계하기 위해, 무선을 이용하여 현장으로부터 중계차까지 전송한다.	HDTV신호에 의한 영상 등의 중계	옥내·옥외에서 사용 단거리 전송	자영업무용	2001년
케이블TV 무선전송 시스템	하천·철도횡단 등 케이블을 부설하는 것이 곤란한 경우에 무선을 이용하여 가입자주택까지 CATV서비스를 제공한다. 아파트, 연립주택 등에 쌍방향, 다채널영상 전송을 수행한다.	다채널 영상신호, 인터넷서비스, 전화서비스 전송	옥외(아파트,연립주택에 분배) 및 옥내(주택내의 재전송)에 사용. P-P방식 또는 P-MP방식	유선TV방송사업용 (전기통신사업용포함)	2003 ~2004
자영업무용 고속무선 회선시스템	LAN, VAN 및 인터넷접속에 대응하기 위한 대용량의 무선회선 및 동일 지역내 복수 존재하는 사업소 등을 쉽게 접속하기 위한 무선회선이 요구되고 있다. 이것들에 대응하기 위해, 무선화에 의한 대용량의 멀티미디어 전송을 수행한다.	멀티미디어 정보 전송	옥외에서 사용. 가시거리내 고정간 통신(빌딩간등)	자영업무용	2000년 ~2001년
차량간 통신시스템	차량의 대열주행과 안전주행에 필요한 차량제어정보와 안전운전 지원정보 등을 차량간에 직접 통신을 수행하여 정보전송을 수행한다.	차량제어정보와 전방 장애물 등 안전운전 지원에 관한 정보전송	옥외에서 사용(차량간 직접통신), P-P방식 또는P-MP방식	자영업무용	2005년 까지 실용화
전기통신 업무용 고속무선 회선시스템	전기통신사업자용 가입자 P-P무선에서는 22GHz대역/26GHz대역/38GHz 대역을 사용하고 있으나, 이와 같은 데이터통신을 중심으로 전송용량의 요구가 증가됨으로써, 새로운 무선회선의 확보가 필요하게 되었다. 또한, 전송용량의 증가에 대응한 기선네트워크의 구축,광파이버로 구성되어 있는 기간계 중계회선의 backup으로 이용, 더욱이 임시회선으로서의 이용도 요구되고 있다.	가입자 무선서비스(고속 디지털전송선 서비스, frame relay, cell relay, N-ISDN, 인터넷접속서비스) 기반계 중계회선, 기간계 중계회선,임시회선	옥외에서 사용, P-P방식또는P-MP 방식	전기통신 업무용	2001년 ~2003년

3장에서 언급한 예상되는 각종 무선시스템은 소 전력 무선시스템 구축이 가능하고 이용의 편리성이 강하게 요구되는 면허를 필요로 하지 않는 비허가 무선시스템과, 일정거리 이상의 전송을 위해 비교적 큰 공중선 전력을 사용하여 전기통신서비스 등의 제공에 필요한 통신품질을 확보하기 위해 면허를 필요로 하는 허가무선국으로 나눌 수 있다.

1. 비허가 무선시스템

소전력 무선시스템구축이 가능하고 이용의 편리성이 요구되는 무선시스템(초고속 무선 LAN, 무선 homelink, 영상다중전송 등). 주파수 허용편차 등 전파감리에 필요한 최소한의 항목만을 규정한다(통신 방식, 변조방식 등에 대한 제한을 두지 않아 다양한 무선시스템의 도입을 촉진).

2. 허가 무선시스템

일정거리 이상의 전송을 위해 비교적 큰 공중선 전력을 사용하고 전기통신서비스 등의 제공에 필요한 통신품질을 확보하기 위해 면허를 필요로 하는 허가무선국으로 예상되는 무선시스템은 다음과 같다.

- 고속 무선회선시스템(전기통신업무용 및 자영업무용)

종래의 무선에서 전송할 수 있는 최대전송용량 156 Mbps를 초과하는 고속회선(Giga-bit 인터넷 등)의 수요에 대응한 622 Mbps~1 Gbps 정도의 전송이 가능하고, 매우 큰 산소흡수감쇠와 예리한 지향특성을 갖는 공중선을 사용함으로써, 공간적인 고밀도 이용이 가능하다.

- 방송프로그램 소재 전송시스템

방송 디지털화와 함께 고화질TV방송(HDTV)의 증가에 대응하여, 초소형 wireless카메라 등에서 촬영한 HDTV방송소재(1.5 Gbps 정도)의 고속전송이 가능.

5-1 비허가 무선설비의 기술적 조건

5-1-1 일반조건

- ① 통신방식 : 단방향통신방식, 단신방식, 반복신방식, 복신방식 및 동보통신 방식일 것.
- ② 변조방식 : 미래의 이용 고도화에 대응하기 위해서 변조방식을 규정하지 않음.
- ③ 공중선 전력 : 10 mW이하일 것.
- ④ 시스템 설계 조건 : 송신장치의 주요 부분(공중선, 급전선, 전원설비 및 부속장치 제외)은 하나의 본체로 구성되어야 하며, 또한 쉽게 개방할 수 없는 구조로 할 것.

5-1-2 무선설비의 기술적 조건

1. 송신장치

- ① 주파수의 허용편차 : $\pm 500 \times 10^6$ 이내로 할 것.
- ② 점유주파수 대역폭 허용치 : 2.5 GHz 이하일 것.
- ③ 스프리어스 발사 강도 허용치 : 면허를 필요로 하지 않는 무선설비가 사용하는 주파수 대역을 제외한 주파수에서 $100 \mu W$ 이하일 것.
- ④ 전력의 허용편차 : 상한 50% 하한 70%의 범위내일 것.
- ⑤ 중선 이득 : 47 dBi 이하일 것.

2. 수신장치

- ① 부차적으로 발사하는 전파 등의 한도 : $100 \mu W$ 이하일 것.
- ② 수신감도 : 여러 종류의 변조방식이 있으므로 일률적으로 규정을 정하는 것은 부적절하기 때문에 규정하지 않음.

5-2 면허를 필요로 하는 무선설비의 기술적 조건

5-2-1 면허를 필요로 하는 무선설비(전기통신업무용 고속무선 회선시스템 및 자영업무용 고속무선 시스템)의 기술적 조건

1. 일반 조건

1) 통신방식 : 다음과 같다.

- ① 상호간방식¹⁾ 주파수분할 복신방식 또는 시분할 복신방식
- ② 1대 다방향 방식²⁾ 주파수분할 다중방식, 시분할 다중방식을 사용하는 주파수분할식 또는 시분할 복신방식
- ③ 1대 다방향 방식의 엑세스방식 주파수분할 다원접속방식, 시분할 다원접속방식을 사용하는 주파수분할 복신방식 또는 시분할 복신방식
- ④ 단방향 통신방식
- ⑤ 동보통신방식

2) 변조방식

주파수 변조방식, 진폭변조방식, 위상변조방식 또는 이것들을 결합한 방식(직교 주파수분할 다중 변조방식을 포함)일 것.

3) 주신호 전송속도

합당한 주파수를 효과적으로 이용하도록 할 것.

4) 공중선 전력

1개의 전파에 대해 100 mW 이하일 것.

5) 감시 제어기능

- ① 시스템의 운용보수에 필요한 감시제어기능일 것.
- ② 감시제어를 위해 보조신호는 특수한 캐리어 또는 변조방식 등을 사용하지 않을 것.

6) 주파수 공유

다른 전기통신업무용 고속무선 회선시스템 또는 자영업업무용 고속무선 회선시스템은 다른 무선시스템과 주파수 공유할 것.

2. 무선설비의 기술적 조건

- 1) 상호간 방식 : 육상이동국과 서로간에 회선을 구성하는 시스템을 말한다(P-P방식).
- 2) 1대 다방향 방식 : 기지국과 2개 이상의 육상이동국간에 다원접속방식에 의한 회선을 구성하는 시스템(P-MP방식)

1) 송신장치

- ① 주파수의 허용편차 $\pm 200 \times 10^{-6}$ 이내일 것.
- ② 점유 주파수 대역의 허용치
전송속도, 변조방식, 오차교정능력 등의 첨가에 의해 다양한 점유주파수를 갖기 때문에 특정하게 규정할 수 없다. 그러나, 조건을 정한다면 허용치를 정할 수 있으며, 구체적인 예를 들면 다음과 같다.

변조 방식	점유주파수대역폭 허용치
2차 진폭편위변조	clock 주파수 $\times 1.25^{(주)}$
2차이상의 위상변조 또는 직교진폭변조	clock 주파수 $\times 1.5$

주) 312 Mbps 이하의 전송에는 clock주파수 $\times 2$ 로 한다.

- ③ 스프리어스 발사 강도 허용치
50 μ W이하일 것.
- ④ 공중선전력(평균치) 허용편차
상한 50%, 하한 50%의 범위내일 것.
- ⑤ 공중선 이득
20 dBi 이상의 이득을 갖는 지향성공중선 일 것. 단, 1대 다방향 방식의 회선구성의 hub국의 경우에는 최선 margin을 확보할 수 있는 것을 조건으로 한다.
- ⑥ 편파
수직편파 또는 수평 편파일 것.

2) 수신장치

- ① 부차적으로 발사하는 전파 등의 한계 : 50 μ W 이하일 것.

5-2-2 면허를 필요로 하는 무선설비(방송프로그램 소재전송시스템)의 기술적 조건

〈표 5〉 일본의 60 GHz 대역 허가, 비허가 무선설비의 기술적조건(기술기준)

		비허가 무선설비	허가 무선설비		
			전기통신 업무용 고속 회선시스템 및 자영업무용 고속무선 시스템	방송프로그램 소재전송시스템	
일반조건	통신방식	단방향방식, 단신방식, 반복신방식, 복신방식, 동보통신방식	상호간 방식, 1대 다방향식, 1대 다방향방식의 엑세스 방식, 단방향, 동보통신방식	단방향, 단신, 복신, 반복신, 동보통신	
	변조방식	미래의 이용고도화에 대응 하기 위해 규정하지 않음	주파수, 진폭, 위상변조방식, 또는 이를 결합한 방식 (OFDM포함)	주파수, 진폭, 위상변조방식, 또는 이를 결합한 방식	
	공중선전력	10 mW 이하	100 mW 이하	100 mW 이하	
	시스템 설계조건	송신장치의 주요부분은 하나의 본체로 구성. 쉽게 개방할 수 없도록 할 것	-	-	
	감시제어기능	-	시스템 운용보수를 위한 감시기능, 보조신호는 특수한 캐리어와 변조방식을 사용하지 않을 것	-	
	주파수공용	-	다른 시스템과 주파수공용	-	
무선설비의 기술적 조건	송신 장치	주파수허용편차	$\pm 500 \times 10^{-6}$ 이하	$\pm 200 \times 10^{-6}$ 이하	$\pm 200 \times 10^{-6}$ 이하
		점유주파수대역	2.5 GHz 이하	별도규정은 없으나, 조건에 따라 허용치 결정	1 GHz이하
		스프리이스 발사강도	100 μ W 이하	50 μ W 이하	50 μ W 이하
		공중선 전력 허용편차	상한 50%, 하한 70% 이내	상한 50%, 하한 50% 이내	상한 50%, 하한 50% 이내
		공중선 이득	47 dBi 이하	20 dBi 이상	-
		편파	-	수직 또는 수평편파	-
	수신 장치	부차적 발사 전파한도	100 μ W 이하	50 μ W 이하	50 μ W 이하
		수신감도	규정하지 않음	-	-

방송프로그램 소재전송시스템의 기술적 조건은 다음과 같이 하는 것이 적당하다.

단방향통신방식, 단신방식, 복신방식, 반복신방식 및 동보통신방식일 것.

1. 일반조건

1) 통신방식

2) 변조방식

진폭변조방식, 주파수변조방식, 위상변조방식, 또

는 이것들을 서로 결합한 방식일 것.

3) 공중선전력

100 mW 이하일 것.

2. 무선설비의 기술적 조건

1) 송신장치

- ① 주파수 허용편차
±200×10⁻⁶이내일 것.
- ② 점유주파수 대역폭 허용치
1 GHz 이하일 것.
- ③ 스프리어스 방사강도 허용치
50 μ W 이하일 것.
- ④ 공중선 전력의 허용편차
상한 50%, 하한 50%의 범위내일 것.

2) 수신장치

부차적으로 발사하는 전파의 한계는 50 μ W 이하일 것.

위에서 언급한 비허가 무선설비와 허가무선설비에 대한 일본의 기술기준(기술적 조건)을 정리하면 <표 5>와 같다.

5-3 사용주파수대역

비허가 무선시스템 및 허가 무선시스템이 사용하는 주파수대역은 각 무선시스템에서 사용이 예상되는 주파수양 및 주파수의 국제·국내분배, 실제적인 사용현황 등을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 다음에 기재된 항목에 대하여 고려할 필요가 있다.

5-3-1 주파수 최대 소요대역폭

일본에서는 앞으로 실용화가 예정되는 다음의 무선시스템에 대해서, 통신방식, 정보 전송속도와 변

조방식, 또한 송수신기의 특성 등을 고려하여 각각의 무선시스템의 최대 소요 대역폭을 산출하였다.

1. 비허가 시스템

시스템 명	최대 소요 대역폭
전기통신업무용 고속무선회선시스템	3.5 GHz
자영업무용 고속무선회선시스템	2.5 GHz
방송프로그램 소재전송시스템	1 GHz

2. 허가 무선시스템

시스템 명	최대 소요대역폭
영상 다중전송 시스템	6 GHz
초고속 무선 LAN	7.2 GHz
무선 homelink	4.8 GHz
이동체 액세스시스템	2.5 GHz
위성방송 프로그램 재전송시스템	2 GHz
영상전송시스템	3 GHz
케이블TV 무선전송시스템	1 GHz
자영업무용 고속회선시스템	5 GHz
차량간 통신시스템	2.5 GHz

5-3-2 필요한 주파수대역폭

1. 비허가 무선시스템

비허가 무선시스템은 최대 소요대역폭이 7.2 GHz의 시스템을 갖는 경우도 있으며, 그 이외에 시스템에서 여러 종류의 대역폭을 예상할 수 있지만, 기본적으로 이것들은 주파수 공용을 전제로 하며, 각각의 무선시스템은 보호를 요구하지 않기 때문에 주파수의 유효이용 관점으로부터 필요한 주파수대역폭은 최대 7 GHz 정도로 하는 것이 바람직하다.

2. 허가 무선시스템

허가 무선시스템에서는 최대 소요대역폭이 3.5 GHz

인 시스템이 예상되고 있다. 허가 무선시스템에 대해서도 최대한 주파수를 효율적으로 이용하기 위해, 주파수 공유 가능성에 대한 검토를 수행한 결과, 각각의 무선시스템이 완전히 공유는 불가능하다고 판단하였다. 따라서, 허가 무선시스템은 그 사용 목적 및 용도로부터 다른 무선시스템에 대한 보호를 필요로 하는 것이 있기 때문에 주파수할당에서 이것을 고려할 필요가 있다.

VI. 결 론

21세기 정보사회의 발달과 더불어 전파의 사용하는 무선시스템의 사용은 급증할 것으로 예상된다. 특히, 60 GHz 주파수대역은 광대역 전송과 기기의 소형화를 구축하기 쉬우며, 산소에 의한 흡수감쇠가 크기 때문에, 장거리 전송은 불가능하지만 간섭을 발생시키기 어렵고 대용량·저비용에 의한 여러 종류의 무선시스템의 이용이 크게 기대되고 있다.

본문에서는 60 GHz 대역에 대한 외국의 동향을 조사하였고, 일본의 기술개발, 기술적 조건 및 제도 정비에 대한 조사·분석하였다. 국내의 상황은 아직 60 GHz 주파수 활용은 매우 미비한 상황이지만, 최근에 학계 및 연구소를 중심으로 60 GHz 대역의 전송기술 및 안테나 등에 대한 기반연구가 진행되고 있어 앞으로의 발전이 기대되고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해서는 이 주파수대역에 대한 구체적인 국내 활용방안과 제도정비가 조속한 시일 내에 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] "60GHz대역 주파수의 전파를 사용하는 무선설비의 기술적 조건", 자문 제107호, 일본 우정성 전기통신기술심의회, 2000. 2.
- [2] E. Suematsu, et al, " Transmission Characteristics of Digital and Analog Satellites Broadcasting - Millimeter-wave Transmission Link in Japanese House" - Sharp기고, pp.18-23, 2000.12.
- [3] "Provisional Recommended Use of the Frequency Range 54.25-66 GHz by Terrestrial Fixed and Mobile Systems", *CEPT Recommendation T/R 22-03*(Athens 1990).
- [4] "Radio Frequency Channel Arrangement for Fixed Service Systems Operating in the Band 57.0-59.0 GHz which do not Require Frequency Planning", *CEPT/ERC Recommendation 12-09* (The Hague 1998).
- [5] "Frequency Bands above 30GHz Available for High-Density Applications in the Fixed Service", *Resolution 729 (WRC-97)*.
- [6] <http://www.joho.soumu.jp/pressrelease/japanese/housou/000421j703.html>
- [7] <http://www.joho.soumu.jp/pressrelease/japanese/denki/000228j601.html>
- [8] <http://www.joho.soumu.jp/pressrelease/japanese/housou/000714j707.html>
- [9] "Attenuation by Atmospheric Gases", *Recommendation ITU-R p.676-3*[9], 1997. 8.

≡ 필자소개 ≡

박 덕 규

1984년: 인천시립대학교 전자공학과 (공학사)
1986년: 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
1992년: 일본 Keio대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
1992년~1995년: 일본 우정성 통신 종합연구소(CRL) 과학기술특별연구원
1998년~1999년: 한국전자통신연구원 무선통신 표준연구센터 초빙연구원
2000년~2001년: 일본 YRP이동통신기반기술연구소 객원주임연구원
1995년~현재: 목원대학교 전자·정보통신공학과 부교수
[주 관심분야] 이동통신시스템, 위상동기루프, 무선통신표준 등



조 평 동

1980년: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
1995년: 충남대학원 컴퓨터과학과 (이학석사)
1980년~1997년: ISDN, 지능망, 통신처리 시스템 개발
1998년~현재: 한국전자통신연구원 표준 연구센터 기술기준연구팀장
[주 관심분야] 전파통신 기술기준, 통신망 생존성, 지능망, 광전달망



박 승 근

1991년: 고려대학교 통계학과 (이학사)
1993년: 고려대학교 대학원 통계학과 (이학석사)
1993년 8월~현재: 한국전자통신연구원 연구원
[주 관심분야] 전파간섭, W-CDMA, 스펙트럼관리 등

