

제 출 문

본 보고서를 「초고속 무선서비스를 위한 5GHz대역 주파수 이용방안 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

20002 . 1 . 21 .

연구책임자 : 위 규 진 (전파연구소)

연구 원 : 임 재 우 (전파연구소)

송 홍 중 (전파연구소)

류 충 상 (전파연구소)

요 약 문

1. 과제명 : 초고속 무선서비스를 위한 5GHz대역 주파수 이용방안 연구
2. 연구 기간 : 2001. 1월 - 12월
3. 연구책임자 : 공업연구원 위규진
4. 계획 대 진도

1. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진계획												비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
가. 5GHz대 주파수분배연구를 위한 국제협력활동	위규진 류충상 임재우 송홍중													
o WP8A 및 JTG 4-7-8-9 의제검토 및 참가활동														
o WRC-03의 의제 1.5, 1.6 의제 검토 및 제안														
o APG 참가를 통한 아·태 공동의견 수립														
나. 5GHz대 주파수 이용에 대한 국내 의견 수렴														
o 「5GHz대역 주파수 이용연구 TF」 운영을 통한 의견수렴														
o WRC준비단 분과활동														
라. 국내 5GHz대역 무선접속망 이용을 위한 간섭분석 연구														
o 국내 주파수이용현황 분석														
o 실내외 시험을 통한 주파수 간섭분석(공유기준 근거)														
마. 연구보고서 작성														
분기별 수행진도(%)		10			40			80			100			

2. 세부 과제별 추진사항

- 가) 5GHz대 주파수분배연구를 위한 국제협력활동
 - o WP8A 및 JTG 4-7-8-9 의제검토 및 참가활동
 - o WRC-03의 의제 1.5, 1.6 의제 검토 및 제안
 - o APG 참가를 통한 아·태 공동의견 수립
- 나) 5GHz대 주파수 이용에 대한 국내 의견 수립
 - o 「5GHz대역 주파수 이용연구 TF」 운영을 통한 의견수렴
 - o WRC준비단 분과활동
- 라) 국내 5GHz대역 무선접속망 이용을 위한 간섭분석 연구
 - o 국내 주파수이용현황 분석
 - o 실내외 시험을 통한 주파수 간섭분석(공유기준 근거)

3. 연구 결과

- 1. 5GHz대 주파수 이용방안 연구 보고서
- 2. APG2003 2차회의 기고문
- 3. 5GHz대 주파수 활용 정책자료 제시
- 4. 관련 산업체에서 5GHz대역을 이용한 무선접속망용 주파수 이용 자료 제시

4. 기대효과

- 1. 5GHz대 주파수 할당의 기본자료로 활용
- 2. 주파수의 효율적인 이용방안 제시
- 3. 국제 표준화 활동을 통한 우리나라 국익보호

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
노트북	P-III 700	2	데이터 분석	유	자체구매	
네트워크 아날라이저	8510C	1	RF소자 점검	유	자체구매	
스펙트럼 분석기	8566B	1	전파측정	유	자체구매	
안테나	5GHz대	1	전파측정	유	자체구매	
RFMS (GIS 서버)	Geus서버	1	전파분석	유	자체구매	
RFMS (클라이언트)	Geus-PC	1	전파분석	유	자체구매	
디지털 카메라	sony	1	현장촬영	유	자체구매	
컬러프린터	HP-G95	1	컬러 출력	유	자체구매	

8. 기타사항

없음

SUMMARY

In this study we have proposed a guideline of spectrum use plan in the frequency band of 5GHz~6GHz. The frequency band of 5150~5250MHz which is allocated to the Aeronautical Radio Navigation Service and Fixed Satellite Service in the primary basis can be permitted to the indoor based radio LAN with 200mW(EIRP). The frequency band 5470~5725MHz would be most grateful for business purpose with 1W(EIRP) as the indoor and outdoor based radio LAN(including Fixed Wireless Access Service with the same specification with radio LAN). But all the permission shall be granted only when the Dynamic Frequency Assignment(or Selection) Function(DFS) and Transmission Power Control Function(TPC) can ensure the protection of the primary basis Services. The frequency band of 5250~5350MHz which is allocated to the Radio Location Service, Earth Exploration Satellite Service and Space Research Service should not be granted at the moment. The decision should be deferred until to the verification study on the performance of DFS and TPC is finished.

Without the DFS and TPC no band can be permissible to any of radio LAN service or FWA which would require 60MHz bandwidth in minimum supposing three separate networks are operated within the same place, and more than 140MHz for business purpose cell planning. Further study would be needed to verify the function of DFS and TPC because of that some part of the frequency bands are allocated to the aeronautical radio navigation services or assigned to the military purpose radio stations which are critical for the sake of human life.

목 차

표 목 차	페이지
그림목차	페이지
제 1 장 서 론	페이지
제 2 장 5GHz대 국제이용 현황 분석.....	페이지
제 1 절 미국의 주파수 이용동향 분석.....	페이지
제 2 절 유럽의 주파수 이용동향 분석.....	페이지
제 3 절 일본의 주파수 이용동향 분석.....	페이지
제 4 절 WRC-2003 및 ITU-R 연구사항 분석.....	페이지
제 3 장 국내 현황 및 대응	
제 1 절 국내 주파수 이용현황 분석.....	페이지
제 2 절 전담반 연구결과 요약.....	페이지
제 4 장 5GHz대역 주파수 이용(안).....	페이지
제 5 장 결 론.....	페이지

표 목 차

표 1 미국의 주파수 이용기준.....	페이지
표 2 유럽의 주파수 분배 현황	페이지
표 3 일본의 주파수 분배 현황.....	페이지
표 4 국내 ISM대역 주파수 분배현황.....	페이지
표 5 국내 5GHz대역 주파수 분배 현황.....	페이지
표 6 외국의 5GHz대 주파수 이용 기술표준 비교.....	페이지
표 7 5GHz대역 주파수 이용(안).....	페이지

그 립 목 차

그림 1 미국(FCC)의 5GHz대역 주파수 분배 현황.....	페이지
그림 2 유럽(CEPT)의 5GHz대역 주파수 분배현황.....	페이지
그림 3 5GHz대역 주파수이용 연구 전담반 구성.....	페이지

제 1 장 서 론

세계전파통신회의(WRC-2000)가 2000년 5월 터키 이스탄불에서 열렸으며, 거기서 5GHz대역의 국제 주파수 분배와 관련한 국제 결의[1]가 있었다. 결의 736으로 5GHz대역에서의 455MHz 대역을 이동업무가 가능하도록 국제 주파수를 개정하는 사항을 WRC-2003년에 결정하도록 하였다. 국내에서도 5GHz대역을 초고속 무선 서비스가 가능한 주파수 대역으로 사용하고자하는 요구가 유선 인터넷 사업자를 중심으로 증가하고 있는 실정이었다. 이에 정통부에서는 동 주파수대역에 대한 국내 주파수 이용방안을 준비하고자 우리소로 하여금 관련 연구를 2000년 12월경 의뢰하게 되었다. 이에 우리소에서는 관련 연구를 원활히 수행코저 산·학·연·관의 관련 전문가로 구성된 『5GHz대역 주파수 이용연구 전담반』을 결성하였으며, 본 전담반의 운영을 한국전파진흥협회를 지정하여 수행토록 하였다. 본 보고서에서는 WRC의 국제 주파수 분배에 대응하기 위한 국내 5GHz대역 주파수 이용방안에 관한 사항을 주로 다루었다. 제1장 서론에 이어 제2장에서는 미국, 유럽, 일본 및 ITU를 중심으로 한 국외의 주파수 이용연구 동향을 다루었으며, 제3장에서는 국제 동향에 대비한 국내 대응활동(전담반을 중심으로)과 연구결과를 중심으로 다루었다. 그리고 제4장에서는 국내 5GHz대역 주파수 이용을 위한 주파수 이용(안)을 제시하였으며, 마지막으로 5장에서 결론으로 본 보고서를 마무리하였다.

제 2 장 5GHz대 국제 이용현황 분석

국제적으로 5GHz대역을 초고속 무선서비스 이용이 가능한 주파수 대역으로 활용하기 위한 연구가 있었으며, 주요국가 별로 주파수 분배 또한 이루어진 상태이다. 특히 미국, 유럽, 일본을 중심으로 무선LAN등의 기술이 개발되고 있으며, 관련 서비스 또한 준비 중에 있다. 본 장에서는 주파수 이용적인 측면에서의 5GHz대 국제 이용현황과 분석에 대하여 미국, 유럽, 일본과 ITU-R을 중심으로 소개하겠다.

제 1절 미국의 주파수 이용동향 분석

미국 FCC는 1997년 1월 5GHz대역에 대하여 국가 정보 인프라망 구축 차원에서 UNII(Unlicensed National Information Infrastructure)밴드로 지정하여 이용을 권고하였다.[2] 관련 산업활성화 차원에서 상당히 완화된 주파수 이용지침을 제시하였다. 아래 그림 1은 미국의 주파수 이용현황을 나타낸 그림이다.

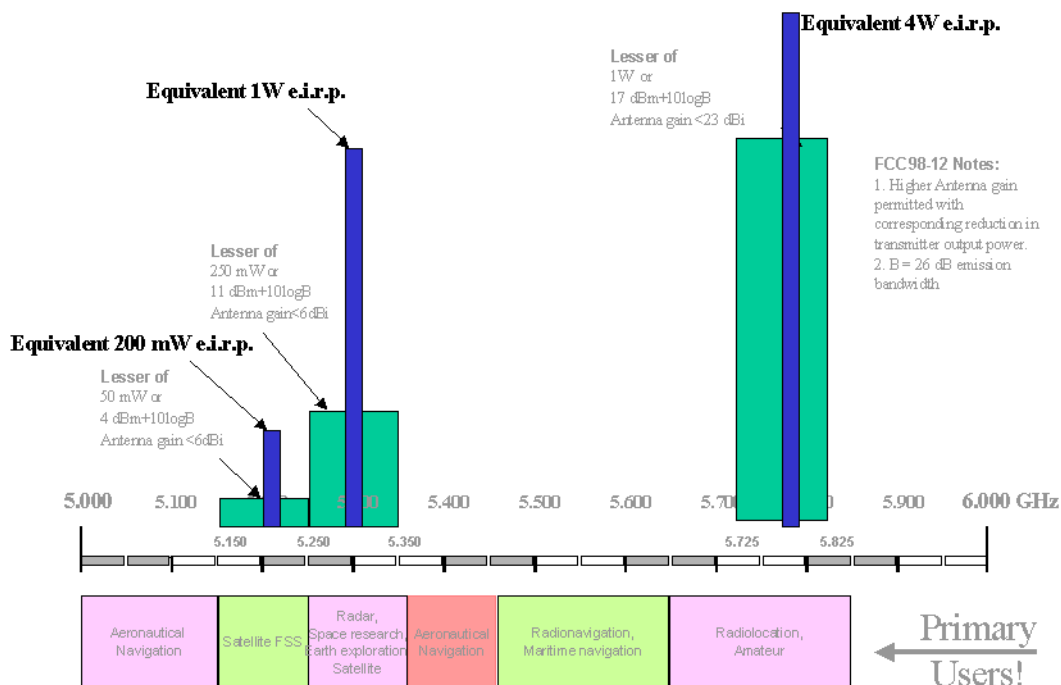


그림 1 미국(FCC)의 5GHz대역 주파수 분배 현황

표 1 미국의 주파수 이용기준

주파수 대역	주파수	최대출력전력
UNII Lower Band	5.150 - 5.250GHz	Minimum of 50mW or 4dBm + 10logB
UNII Middle Band	5.250 - 5.350GHz	Minimum of 250mW or 11dBm + 10logB
UNII Upper Band	5.725 - 5.825GHz	Minimum of 1W or 17dBm + 10logB
B : -26dB Emission bandwidth in Mhz		

위 그림과 표에서 알 수 있듯이 미국은 5.150-5.350GHz의 200MHz대역을 무선 LAN이 가능한 대역으로 할당하고 있으며, 또한 특히 5.250-5.350GHz의 100MHz 대역은 실외에서도 사용이 가능한 대역으로 일부 FWA등의 Point-Multi Point의 무선서비스가 가능한 대역으로 활용 중에 있다. 또한 5.725-5.825GHz의 100MHz대역도 Omni 안테나를 사용 최대 4W까지 송신출력이 가능하도록 주파수 이용정책을 제시하였다.

현재 5.150-5.350GHz대역을 사용한 IEEE802.11a 규격의 무선LAN 제품이 2001년 말경부터 출시가 된 상태이지만, 아직까지는 5GHz대역의 제품이 활성화 되지 않은 단계이며, 2.4GHz대역에 비하여 가격면에서 경쟁이 힘든 상태이다. 최근 2001년 11월 Texas Austin에서 열린 IEEE802.11의 RR(Radio Regulation) 그룹 회의에서 US Government Radar Community는 Radar업무와 U-NII 대역 무선서비스 간의 5GHz대역 주파수 간섭 문제를 심각하게 제기하였다. 이를 해결하기 위해 IEEE802.11 WG은 WECA차원에서의 지원을 통한 주파수 공유가능성에 대한 과학적이고 정량적 분석을 준비하는 논의를 하였다. 2002년 4월, 5월에 예정된 ITU-R JRG8A-9B, JTG4-7-8-9 회의에서 주파수 공유연구에 대한 결과를 제시할 것을 보이며, 주파수 공유기술로 제안되고 있는 DFS와 TCP를 이용한 기존무선국과의 주파수 공유 관련 기고문을 준비중에 있다.

제 2절 유럽의 주파수 이용동향 분석

유럽은 1992년경부터 향후 PC나 노트북등과 같은 업무용 장비간의 네트워크와 가정내의 가전이나 PC등의 무선 네트워킹에 대한 요구가 증가할 것을 예상하여 RLAN에 대한 연구와 준비를 해왔다. 지난 1996년 ERC(European Radiocommunications Committee)는 ERC/DEC/(96)03에서 HIPERLAN을 위한 주파수로 5.150-5.250GHz대역을 지정하였고, 그 이후 1998년 ETSI의 요청으로 ERC에서는 증가하는 향후 멀티미디어 서비스를 수용하기 위해 HIPERLAN을 위한 5GHz대역 추가 주파수 지정을 위한 연구를 진행하였다. 그간 WRC-95에서는 5.150-5.250GHz대역을 NGSS MSS(Non-Geostationary Satellite System in the Mobile Satellite Service)의 피더링크 이용을 위한 FSS(Fixed-Satellite Service)대역으로 할당하였다. 그래서 HIPERLAN과 MSS 피더링크간의 공유연구를 수행하였으며[4](ERC Report 67), ERC Report 72에서는 5GHz대역에서 HIPERLAN 수용을 위해 기존 장비(Radiolocation, Aeronautical Radionavigation, Radionavigation등)와 공유를 고려, 주파수 분배와 관련하여 아래 그림 2와 같은 주파수 이용 방안을 마련하였다.[3]

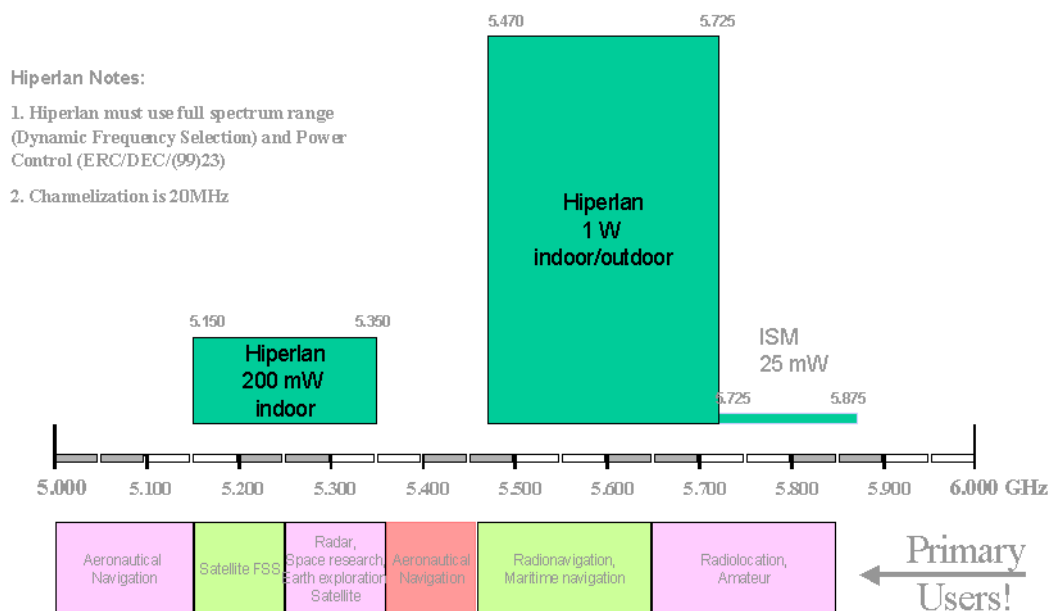


그림 2 유럽(CEPT)의 5GHz대역 주파수 분배현황

표 2 유럽의 주파수 분배 현황

주파수 대역	주파수	최대 평균출력전력
Band A (Indoor)	5.150 - 5.350GHz	200mW EIRP
Band B (In/Outdoor)	5.470 - 5.725GHz	1W EIRP
	5.725 - 5.825GHz	25mW EIRP

5GHz대역의 무선LAN에 해당하는 HIPERLAN2 기술규격[5]은 ETSI BRAN에서 진행되고 있다. 2004년도 4월에 HIPERLAN2에 대한 표준화 작업은 완성되어 발표되었으나 아직 상용화 제품이 없는 단계이며, 미국의 제품시판시기와 비교하면 수개월 뒤져있는 상황으로 파악된다.

제 3절 일본의 주파수 이용동향 분석

1999년 11월 당시 우정성은 5GHz대역 중 5.150-5.250GHz대역을 Broadband Mobile Access System에 대한 기술적 조건에 관한 전기통신 기술심의회 보고서에서 아래 표와 같은 주파수 분배 및 기술적 조건을 제시하였다.

표 3 일본의 주파수 분배 현황

주파수 대역	채널 수	할당 및 지정 주파수	점유주파수 대역폭	최대 평균출력전력
5.150-5.250GHz	4개	5.170, 5.190, 5.210, 5.230GHz	18MHz이내	10mW/MHz 이하

다른 나라에 비해 비교적 주파수 이용상황이 불리한 일본은 5.250-5.350GHz대역에 대한 주파수 이용검토를 우정성 산하 전기통신기술 심의회에 의뢰하여 다음과 같은 답신을 얻었다.

「5GHz대역 무선 액세스 시스템의 기술적조건」 답신

“근래, 급속한 정보화 사회의 발전에 의해 다양한 정보통신 서비스 생겨나고, 데이터 통신 수요가 음성 통신 수요를 상회하는 성장을 보이고 있는 추세에 있으며, 특히 인터넷의 보급은 눈부신 성장에 자극 받아 무선 접속망 계통의 새로운 네트워크 장비가 요구되고 있다. 우리나라에서는, 5.25GHz~5.35GHz대역을 이미 기상 레이더용으로 넓게 이용하고 있으며, 또한 지구탐사 위성으로도 사용되고 있기 때문에, 5GHz대역 무선접속망 시스템과 기상레이더 및 지구탐사 위성시스템과의 주파수 공용에 관한 검토가 중요시되어 수행하게 되었다. 이러한 상황을 고려하여, 전기통신 기술 심의회에서는 기상 레이더와 지구 탐사위성과의 주파수 공용의 가능성에 대해서 심의를 했습니다.

그 결과:

· 기상 레이더와의 공용

간섭의 가능성이 있기 때문에, **공용은 매우 위험한 상황이며**, 특히 관동권은 레이더의 설치수가 많고, 서비스 가능 지역은 매우 한정된다.

· 지구 탐사 위성과의 공용

위성에 탑재되고 있는 레이더에 대한 간섭으로 **서비스 가능 지역이 매우 한정**되고, 또한, 한정된 상황에서의 서비스 밖에 실현할 수 없는 상황으로 전망됨.

이상의 공용 조건이 매우 제한적이어서, 전기 통신사업자에게 인터넷 접속등의 데이터 전송 서비스로 요구되는 옥외 무선국 운용은 안정적인 서비스 실현이 매우 곤란하다는 상황으로 답신을 받았음.

위 심의회 결과로 인해 5.250-5.350GHz대역을 무선접속망으로 활용하기 위한 시도는 불가능하게 되었지만, WRC-2000 국제주파수 분배시 결의 736에서 “제3지역의 5.250 - 5.350GHz대역에서 고정 무선접속용 주파수로 할당할 필요성이

있음.”을 검토하기로 함에 따라, ITU-R의 관련 연구반(JRG8A-9B, JTG4-7-8-9) 활동을 적극적으로 수행 중에 있다. 그간 일본에서는 지국 탐사 위성과 우주 연구 업무등과의 주파수 공유 및 간섭 분석 연구결과에 근거한 ITU 기고문을 제출하였고, 또한 새로운 버전의 기고문 또한 준비 중에 있다. 2002년 4월, 5월에 있을 JRG8A-9B, JTG4-7-8-9 연구반 회의에서 적극적인 활동을 계획하고 준비 중 있다.

제 4절 WRC-2003 및 ITU-R 연구사항 분석

WRC의 많은 의제 중 5GHz대역 국제주파수 분배와 관련있는 의제는 1.5, 1.6이다. 의제 1.5와 1.6에 해당하는 WRC-2000 타이키 회의에서 합의한 Resolution 736을 번역하여 부록 1에 수록하였다. ITU-R의 연구반 중에서는 WP4A, WP7C, WP8B, JRG8A-9B 그리고 JTG4.7.8.9와 관련이 있으며, 특히 JTG4.7.8.9에서 WRC-2003 의제 1.5, 1.6과 관련 CPM 보고서의 관련 파트인 Chapter 2.2의 최종 문안작성을 담당하고 있다. 아래 표는 각각의 ITU-R 관련 연구반의 활동사항 요약 정리하였다.

ITU연구반	5GHz대역 국제주파수 관련 사항 요약
WP4A	NGSO MSS Feeder Link와의 간섭 및 공유연구
WP7C	EESS, SRS등의 위성업무와 간섭 및 공유연구
WP8B	레이더와의 간섭 및 공유연구(Radar Correspond Group)
JRG8A-9B	RLAN의 기술특징과 소요대역폭 및 다른업무와의 공유관련 권고안 작성 연구
JTG4-7-8-9	WP4A, WP7C, WP8B, JRG8A-9B의 연락문서를 통한 WRC-2003 의제 1.5, 1.6 해당사항인 CPM 보고서 Chapter 2.2 문안 작성 및 의견조율

5GHz대 국제주파수 분배의 이슈사항과 관련이 있는 ITU 연구반에서는 해당 연구결과의 산출물인 권고안 작성을 연구 중에 있으며, 그 권고안은 기존업

무와의 공유에 관한 사항과 주파수 소요대역폭 산출에 관한 사항, 그리고 RLAN이나 FWA등의 5GHz 무선시스템의 기술특징을 관한 권고사항으로 분류되어 작업이 진행되고 있다. 특히 가장 활발한 작업이 진행되고 있는 권고안 분류는 기존업무와의 공유분석 연구로 기존업무 분야에 따라 EESS등의 위성업무와의 공유분석과 지상 레이더 업무간의 공유분석 등 다양하게 연구 진행되고 있다. 최근까지의 진행사항으로는 위성업무와 RLAN, FWA간의 공유분석과 관련하여 2001년 3월과 10월 JRG8A-9B 회의를 통하여 많은 진행이 있었으며, 해당 권고안의 목록을 부록 1에 정리하였다.

5GHz대역의 국제주파수 분배를 담당하는 JTG4-7-8-9는 2001년 6월 제2차 회의를 미국 클리브랜드에서 가졌으며, 총 12개국 33명이 본 회의에 참석하였으며 주요 내용은 아래 와 같다. 차기회의는 2002년 5월초순에 개최될 예정이다.

1. JTG4-7-8-9 제 2차 회의 주요 내요 정리

가. 개 요

- o 5GHz대역의 국제주파수 분배(WRC-03 의제 1.5, 1.6관련)와 관련한 23개 기고문 및 연락문(liaison) 검토
- o WRC-03에 대비한 CPM text 2.2절 초안 작성
- o JRG 8A-9B, WP7C, WP8B등의 연구반에 연락문(liaison) 작성
- o 4개의 DG(Drafting Group) 구성

DG1 : S. Bond(U.K)	Wireless Access System, including RLAN, in the Mobile Service in the bands 5250-5350MHz and 5470 - 5725MHz (Resolution 736(WRC-2000), <i>Resolves</i> 1)
DG2 : M. Abe(Japan)	Fixed Wireless Access System in Region 3 in the band 5250 5350MHz (Resolution 736(WRC-2000), <i>Resolves</i> 2)
DG3 : B. Rommen (ESA)	EESS(active) and SRS(active) in the band 5460-5570MHz and Altimeters in the EESS(active) operating in the band 5140 - 5250MHz(Resolution 736(WRC-2000), <i>Resolves</i> 3)
DG4 : Glass C.(USA)	Radiolocation Service in the frequency range 5350-5650MHz (Resolution 736(WRC-2000), <i>Resolves</i> 4)

나. 주요 이슈별 회의 내용

- o 5250-5350MHz과 5470-5725MHz대역에서의 RLAN을 포함한 무선접속 시스템용 주파수 할당고려(*Resolution 736, Resolves 1 : DG1*)

DG1에서는 지난3월에 스위스에서 개최된 JRG8A-9B 연락문(Doc.11)과 미국, 영국 등에서 제출된 기고문이 검토되었다. 주요 이슈사항은 JRG8A-9B 연락문에서 제안된 EESS와 RLAN간의 공유 권고안 작성이 지향성 안테나와 무지향성 안테나의 두가지 경우에 대한 각기 다른 권고안으로 작성 진행중인 점이 올바르게 않음을 합의하고, 각기 다양한 기술규격의 RLAN을 포함한 무선접속망 규격을 수립한 한 개의 권고안이 작성되어야 함을 합의하였음. 이에 따라 JRG8A-9B에서는 본 JTG 4-7-8-9의 의견을 충실히 수립하여, 2002년 4월 회의 전에 회신을 요구하는 연락문을 작성하였음.

- o 5250-5350MHz대역에서 FWA(Fixed Wireless Access)용 고정업무 주파수 할당고려(제3지역)(*Resolution 736, Resolves 2 : DG2*)

일본 KDDI의 Mr. Mumeo Abe가 DG2의 신설과 의장을 자청하여 구성하였으며, 미국과 유럽의 지지나 호응은 없었으나 Region3에서의 일본 이익을 관철하고자 적극적인 대응과 활동이 주목되었음6. 주요 이슈사항으로는 일본에서 제출한 기고문의 내용인 5250-5350MHz 대역에서 FWA와 EESS의 공유방안과 FWA와 RLAN간의 공유방안의 내용을 CPM text 2.2에 많은 부분 명문화 작업하였음. 특히 FWA와 RLAN간의 주파수 공유는 동일지역에서 불가능하므로, FWA의 이용 지역에서의 RLAN 이용을 제안하는 의견을 CPM 보고서에 명문화 하였음.윗 사항은 우리나라에서 주의 깊은 검토가 필요한 사항으로 사료되며, Region 3에서의 일본 의도에 대해 우리나라에 미치는 영향분석 및 대응방안 연구가 신중히 진행되어야 할 것으로 사료됨.

- o 5460-5570MHz대역에서의 EES(Earth Exploration-Satellite), SR(Space Research)업무를 1차 업무로 주파수 할당 고려(*Resolution 736, Resolves 3 : DG3*)

프랑스에서 제안하고, ESA(European Space Agency)에서 지지한 5140-5250MHz대역을 EESS용으로 새롭게 주파수 할당을 요구하는 기고문이 본 회의에 많은 논란을 일으켰음. 프랑스가 제안하는 대역은 JTG 4-7-8-9의 고려사항이 아닌 점과 WP7C, WP8D의 연락문 그리고 영국의 거센 반대로 인해 프랑스 의견은 관철되지 못함. 프랑스는 1992년부터 Topex Poseidon이라는 Space Radar Altimeter 서비스를 운용 중에 있었으며, 이를 대체하는 2001년 6월경 발사 예정인 Jason 위성의 사용과 ICO, Globalstar와 non-GSO MSS 시스템과의 공유에 대한 CPM Text 2.2.3.3.6을 제안하였으나, 이 또한 JTG 4-7-8-9의 논의 사항과 관련 없음을 지적하여 반영하지 않음.

- o 5350-5650MHz대역에서의 무선측위 업무로 상향 주파수 할당고려(*Resolution 736, Resolves 4 : DG4*)

DG4에서는 5460-5570MHz대역에서 EESS와 SRS의 1차업무 고려와 관련한 DG3의 논의 사항에 대해 현재 유일한 권고안인 SA. 1280이 관련이 있으므로, WRC-97 합의 사항인 5350-5460MHz로 권고된 내용을 현 이슈사항인 5350-5570MHz으로 수정할 것으로 관련 연구반인 WP7C와 WP8B에 전달할 연락문을 작성함.

※ 권고안 SA.1280 : Selection of Active Sensor Emission Characteristics to Mitigate The Potential for Interference to Terrestrial Radars Operating in Frequency Bands 1-10GHz

o DRAFT CPM TEXT CHAPTER 2 관련 JTG 4-7-8-9 공동 문안 작업

각 Drafting Group별로 해당주제에 대한 검토와 합의 사항을 해당 Chapter 에 수정 보완 함. 주요핵심 사항으로 DG2의 FWA에 대한 서비스 정의와 관련한 2.2.1.2절 문안에 FWA를 각국 주관청의 허가조건으로 서비스가 구현되어야 함을 캐나다의 지지를 얻어 주장하였으나, 미국 및 유럽의 반대로 인해 해당문안을 삭제하기로 하였음. 그리고 해당 내용은 차기 3차 회의에서 2.2.5절의 Regulatory and Procedural considerations 항목에서 작업하기로 결정함.

그리고 현재 5GHz대역의 무선측위(공항, 기상, 군 레이더 등)업무 와 FWA, RLAN과의 주파수 공유연구 2.2.3절과 관련하여 WP8B의 Radar Correspondence Group 과 JRG8A-9B간의 Joint Experts Meeting이 열리는 2001년 10월 이후 논의될 것임을 합의하였음.

JRG8A-9B에서 5GHz대역의 국제주파수 분배 관한 가장 비중이 높은 연구 반이며, 2001년에는 3월과 10월의 두 번의 회의가 개최되었으며, 그간 연구 작업 내용 및 연구동향은 아래와 같다.

2. JRG8A-9B 연구사항 분석

- o 초기 권고안 초안(PDNR) [RLANs 5GHz-EESS] (“E.I.R.P. limit and operational restrictions for RLANs or other wireless access transmitters in the mobile service in order to ensure the protection of systems in the earth exploration-satellite service (active) in the band 5,250-5,350 MHz”)

PDNR [RLANs GHz-EESS]은 WRC-03 Agenda item 1.5의 resolution 736, resolves 1 관련(RLAN 관련) 5,250-5,350MHz 대역에서의 전방향 안테나를 사용하는 RLAN으로부터 Earth exploration-satellite service (EESS)를 보호하기 위해 필요한 e.i.r.p 값의 제한치와 운용에 대한 규제를 다루고 있다. 현재 5,250-5,350MHz 대역은 EESS (active)와 위치추적 서비스에 사용되고 있고, 또한 WRC-03에서 5,150-5,350 MHz 그리고 5,470-5,725 MHz상에서 RLAN을 포함한 무선 액세스 시스템을 구현하려고 하고 있다. 따라서 이 대역에 대한 국제적인 주파수 공유 문제가 대두되고 있는 실정임.

또한 WRC-03에서 5,150-5,350MHz 그리고 5,470-5,725 MHz상에서 RLAN을 포함한 무선 액세스 시스템을 구현하려고 하고 있다. 따라서 이 대역에 대한 국제적인 주파수 공유 문제가 대두되고 있는 실정이고, 실제로 각 국가의 해당 담당 기구들이 이 대역을 이동 서비스를 위한 광대역 무선 LAN(broadband radio LAN)을 위해 비허가 대역으로 할당하고 있기도 하다. 특히, 이와 같은 비허가 장치들이 실내외에서 동작하도록 되어 있기 때문에 상호 간섭으로 인한 효율 문제나 또는 RLAN로 인한 EESS (active)(synthetic aperture radar (SAR), space imaging radar, radar altimeter, scattermeter 등과 같은 spaceborne active sensor를 포함)를 보호하기 위해서는 적절한 e.i.r.p 제한치를 두고, 또한 운용에 대한 제한이 필요하게 된다. 따라서, PDNR [RLANs GHz-ESS]에서는 이와 같은 장치들의 특성과 해당 파라미터 값들을 제시하고 있으며, RLAN과 이들 시스템간의 상호 간섭에 대한 분석 결과를 다음과 같이 제시하고 있다.

- 공유를 위해서는 최대 평균 e.i.r.p를 200mW이내로 제한해야 함
- 전방향 안테나를 갖는 RLAN을 실내에서만 사용해야 함
- 또한, EESS (active)에 대한 간섭을 더 감소시키기 위해서 전송 전력 제어 및 동적 주파수 선택(dynamic frequency selection) 등과 같은 간섭 완화 기법이 구현되어야 함.

o 초기 권고안 초안(PNNR)[FWA5GHz - EESS]

PDNR ITU-R F.[FWA5GHz-EESS](“Operational and deployment restriction for fixed service in Region 3 to ensure the protection of system in the Earth exploration-satellite service(active) and the space reserch service(active) in the band 5250-5350MHz”)

WRC-03 Agenda item 1.5에서 resolution 736, resolves 2관련 FWA 할당 대역인 5,250-5,350MHz에서 FWA으로부터 Earth exploration-satellite service (EESS)를 보호하기 위해 필요한 e.i.r.p 값의 제한치와 운용에 대한 규제에 대한 필요성이 대두되고 있다. 이에 관련된 분석 결과는 아래와 같다.

- FWA로부터의 군집성의 간섭으로부터 EESS/SRS system을 보호하기 위해 FWA 방향성 안테나로부터의 간섭이 지표상의 EESS/SRS system의 대략 76.5 km² 이내에서는 0.056W/20MHz 이내로 제한할 것.
- Region 3에서 최대 FWA base station 수는 SAR system의 76.5km² 이내에서는 단위km²당 0.25개로 제한할 것.
- 각 국가의 해당 기구들은 간섭을 측정하고 제한사항을 명시할 것.

- o 초기 권고안 초안을 위한 프레임워크 (PDNR). [RLAN 5GHz EXPANSION -EESS](“Sharing between wireless access systems (including RLANs) in the mobile service and the Earth exploration-satellite service (active) and the space research service (active) and the space research service (active) in the band 5470-5570MHz”)

PDNR ITU-R M.[FWA 5GHzEXPANSION-EESS]는 WRC-03 Agenda1.5 resolution 3 관련 5,470-5,570MHz 대역의 공유 문제를 분석하고 있다. EESS(active)와 space research service (active)가 5,250-5350MHz에서는 주된 기준으로 사용하고 있지만 차 후에 5,460-5570MHz으로의 확장이 요구되고 있다. 반면 WRC-03은 5,150-5,350MHz 및 5,470-5,570MHz에서 이동 서비스를 지원할 계획을 가지고 있다. 실제로, 일부 국가에서는 이미 이 영역에 비허가 대역으로 지정하여 RLAN의 사용을 허가하였으므로 주파수 할당을 위한 전세계적인 협력 문제와 간섭 및 공유 문제가 대두되고 있으며, 이와 관련한 연구결과를 다음과 같이 제시하고 있다. 5,470-5,570MHz 대역에서 실외에서 동작하는 무선 액세스 시스템(RLAN 포함)의 최대 전송 전력은 250 mW (24dBm) 또는 $11 + 10 \log B$ dBm을 넘지 말아야 하며(여기서, B는 99% power bandwidth in MHz), power spectrum density는 11dBm/MHz으로 제한할 것.

$$\begin{aligned}
 & - 19\text{dBm/MHz} \quad \text{for} \quad 0^\circ \leq \theta < 5^\circ \\
 & - 19 - 0.711(\theta - 5) \text{ dBm/MHz} \quad \text{for} \quad 5^\circ \leq \theta < 40^\circ \\
 & - 5.9 - 1.222(\theta - 40) \text{ dBm/MHz} \quad \text{for} \quad 40^\circ \leq \theta < 45^\circ \\
 & - 12 \text{ dBm/MHz} \quad \text{for} \quad \theta \geq 45^\circ
 \end{aligned}$$

무선 액세스 시스템으로부터 EESS(active) 시스템에 미치는 간섭을 추가적으로 감소시키기 위해 간섭완화 기법이 구현되어야 함.

o 광대역 NWA를 위한 요구 대역폭 산출에 대한 권고안 작업문서
(Method for assessing the required spectrum for generic broadband NWA networks)

일반적인 Broadband NWA 네트워크를 위해 확보되어야 할 주파수 대역폭을 산출하기 위한 방법론을 권고하기 위해 현재 관련문서에 대해서 JRG 8A-9B의 Task RLAN에서 작업을 추진하고 있다. 기존 제안되었던 방식은 육각형 셀 모델의 적용 및 주파수 재사용을 이용하였으나, 2001년 10월 회의에서는 다음과 같은 4단계를 통해 대역폭을 산출하는 새로운 방법론을 제시하였다.

- A. 1단계 : 지형적 요건 고려.
- B. 2단계: 시장 및 통화량 고려
- C. 3단계: 기술 및 시스템적인 고려
- D. 4단계: 산출된 대역폭 고려

여기서는 IMT-2000에서 사용한 ITU-R M.1390을 참조하여, 첫 번째 단계인 지형적 요건 고려에서는 사무실 환경, 공공 장소, 맥내 등의 3가지 응용 환경에서의 시나리오가 고려되고 있으며, 각 시나리오별로 셀 반경이 정의되고 있다. 두 번째 단계로 셀당 사용자의 수 및 밀도를 제시하고 있고, ITU-R M.1390에서 사용했던 QOS 그룹별 예상 전송률, 사용자별 및 번째 단계의 환경별 구체적인 수치를 첨부하고 있다. 세 번째 단계로서 변조방식 및 1, 2단계에서 도출된 수치를 기반으로 시스템 용량을 도출했다. 마지막 단계에서 요구되는 대역폭에 관한 계산으로 2005년 및 2010년 기준의 결과를 명시하였고, 이는 표 14와 같다. 예를 들어 2010년 사무실 환경의 요구 대역폭은 540MHz 이다.

5GHz RLAN 대역폭 결과

Environment	Corporate		Home		Public	
	2005	2010	2005	2010	2005	2010
Number of 20MHz channels	13	27	2	20	2	23
Total spectrum for all service in environment(MHz)	260	540	40	400	40	460

3. CPM text-Chapter 2

※ WP8B와 JRG8A-9B 2001년도 10월 Joint Meeting 회의

- Draft CMP TEXT-CHAPTER 2 : 이동, 이동위성, 우주과학 서비스 -

가. 업무정의

o RLAN 를 포함하는 이동서비스에서 WAS

- WAS : 지형적으로 제한을 갖는 영역에 위치한 제한이 없는 무선 통신 시스템 사무실, 실내 환경의 셀반경은 30M 정도 실외는 이보다 큰 셀 반경
- RLAN : 지형적으로 제한을 갖는 영역에 위치한 제한이 없는 무선통신 시스템 [ITU-R M.1450 권고에서 설명] 사무실, 실내 환경의 셀반경은 30M 정도 실외는 실내보다 3-4배로 일반적인 이용: 집, 학교, 병원, 호텔, 대회의실, 공항, 쇼핑센터등 공공장소
ITU-R의 nomadic wireless access(NWA) , mobile wireless access(MWA) 와 같은 시스템임(IEEE802.11a, HIPERLAN2 HiSWAN)

o 고정 서비스에서 FWA 응용

- FWA란 고정 네트워크 액세스 포인트와 단말 사용자 위치 사이에서의 무선 액세스 응용이다. 시스템 구성은 커버리지 영역인 셀 내에서 기지국과 사용자 위치인 복수의 리모트 스테이션이다. 셀 내에서 모든 리모트 스테이션은 할당된 타임슬롯(TDMA) 혹은 Accessible 타이밍(CSMA)에서만 기지국과 통신 할 수 있다. 즉, 한 단말 스테이션 만이 어떤 한 순간에 송신을 할 수 있음. 기지국이나 단말 스테이션 모두 지향성 안테나를 사용하여 고 양각 특성을 줄일 수 있음

o 지구탐사 위성 업무

- 위성에서 전파를 지구로 보내어 지구 표면이나 대기에 의한 전파의 반사, 굴절 , 산란에 의하여 측정

· 측정 센서의 타입은 3가지 :

- 1) 해파와 같은 큰 목적물의 대략 측정을 하는 Radar scatterometer
- 2) 지상이나 해면의 고도를 측정하는 Radio altimeter
- 3) 지구나 해면의 고해상도를 측정하는 Imaging Radar

· EES운용 서비스에서 5,250-5,460MHz의 210MHz에서 320MHz까지를 사용하는데 1 - 2.5cm 정밀 고도측정과 1m 고해상 SAR 측정을 위해서는 320MHz가 필요하다는 것이 확인됨. 현재 고도 측정은 5,140-5,460MHz의 320m를 사용하는데 연속성을 제공하기 위해서는 5,250-5,470MHz의 320m를 사용하는 것이 필요함.

o 무선표정업무

· WAR-79이후 필요성이 점차 낮아짐에 따라 거의 1GHz 해당하는 무선 표정 업무에 대한 스펙트럼이 이용은 없어졌거나 줄어들었음, 5GHz대에서 무선표정 사용은 20-203Km에서 거의 수평 41-406Km까지 전파전달 특성을 가지며, 인명 안전의 무선표정업무가 해상관찰 레이다, 항공 기상 및 지상 관찰 레이다, 지형 전술 이동 레이다에 사용됨.

나. 공유연구 요약

o 5.150-5.250GHz에서 이동업무와 이동위성 업무간의 공유(Resolves 1)

· 1998-2000년 사이에 두 시스템 간의 간섭 연구 결과 ITU-R M.1454, ITU-R S.1426, ITU-R S.1427을 돌출하였으며, 여기서 제시하는 것은 EIRP제한 및 운용 제한, 전력선 밀도 제한, 간섭 평가 방법을 제시하였으며, 추가적인 연구의 필요성은 없음.

o 5.250-5.350GHz에서 RLAN 과 지구탐사의 공유

- RLAN 과 EESS , SRS와의 공유는 다음과 같은 제한 조건에서 가능
 - 실내(실외보다 17dB 감쇄)
 - 최대 EIRP 200mW(전력 제어 시스템이 아니면 100mW)
 - 최소한 3dB 이상의 경감이 보장되는 송신 전력 제어 기능
 - DFS와 같은 랜덤한 채널 선택 기능

- 실외에서도 가능시 : 최대 EIRP 제한

구간적 EIRP 제한 $[Y] \text{dBW/1MHz}$ ($0 \leq \theta \leq 5$)

$[Z - 10 \text{Log}(\theta/5)] \text{dBW/1MHz}$ ($5 \leq \theta \leq 90$)

여기서 θ 는 양각

o RLAN과 무선측위 업무와의 공유

· 5.150-5.250GHz에서 항공무선 항행 이용을 계획하는 주관청은 현재까지 없다. RLAN과 레이더의 공유 기술에 관하여 진행 중이며, RLAN에 간섭방지 기술인 DFS등이 적용된다면 공유가 가능할 것으로 분석됨.

o FWA와 EESS(지구탐사위성업무) 간의 공유

· FWA으로부터 지구탐사 위성으로 향하는 총 간섭 출력의 합이 0.056 (W/20MHz) 이하면 공유 가능하고, EESS로부터 FWA로의 간섭은 SRS와 Scattermeter가 FWA cell 상공을 지나갈 때 0.5 -10 초 정도의 단절을 유발 할 수 있으며, RLAN과 FWA를 동일지역 동일채널상에서의 동시 운용은 힘들.

o FWA와 무선표정 업무간의 공유

· 같은 주파수를 사용할 경우는 지역을 분리하여 공유, 두 시스템의 작동 영역 분리 거리는 FWA가 레이더로의 간섭기준 $I/N = -6$ 에서 -10 dB를 만족하게 하며, 간섭을 경감시키는 방법은 안테나 빔, 편파 조정, 주파수 오프셋, 송신 타이밍 제어등이 있음. 이동 레이더의 경우 FWA는 영역을 조사하여 간섭이 없는 곳으로 이동.

o 5.460-5.570GHz대역에서 지구탐사위성업무와 항공 무선항행업무 간의 공유

· 지구탐사 위성은 무선항행 레이더에 간섭이 없으며 무선항행 레이더가 운용 중에도 지구탐사는 가능하여 공유 가능.

o 5.460-5.570GHz대역에서 지구탐사와 해양 무선항행의 공유

· 무선항행은 지구탐사위성 업무에 의한 간섭을 받지만 견딜 수 있고 지

구탐사위성 업무는 무선헤행로의 간섭에 견딜 수 없음.

o 5.460-5.570GHz대역에서 지구탐사위성업무와 RLAN 간의 공유

- RLAN 시스템이 15%의 옥외 이용과 EIRP 1W 무지향성 안테나를 사용하는 경우 지구탐사위성업무는 RLAN의 간섭을 견딜 수 있지만, 공유가 가능하려면 RLAN의 EIRP를 6dB이상 낮추어야 함.

제 3 장 국내 현황 및 대응

ADSL이나 HFC등의 초고속 인터넷 사용자의 급속한 발전과 더불어 보다 효율적인 국가 정보망 구축의 필요성이 유·무선 통합 정보망 구현기술에 대한 요구를 증가시키고 있다. 현재 초고속 유선 인터넷 가입자는 한국통신, 두루넷, 하나로등의 사업자를 중심으로 2001년 말로 700만 가입자를 넘어서고 있는 상태이며, 이는 세계적인 IT 강국이라고 하는 기술선진국에서의 기술보급 사례보다 상당히 급성장의 성공적인 사례로 세계인의 주목을 받고 있는 실정이다. 이에 초고속 유선 인터넷 사업자를 중심으로 유·무선 통합 서비스가 가능한 기술을 고려하게 되었으며, 관련 주파수 대역으로 5GHz대역에 대한 주파수 이용에 대한 요구가 증가하고 있는 상황이다. 그리고 기존의 이동통신 사업자 등이 이동통신망과의 상호 보완된 기술로 5GHz대역의 무선 LAN 기술을 고려하게 되었고, 점차로 5GHz대역의 주파수를 이용한 기술에 대한 관심과 주파수 이용방향에 대한 관심이 더욱 고조되는 상황에 있다.[5] 이에 정보통신부에서는 5GHz대역에 대한 새로운 주파수 분배에 대한 국내·외적인 상황을 고려하여, 우리소로 하여금 초고속 무선서비스가 가능한 5GHz대역의 주파수 이용방안을 체계적으로 연구하여 줄 것을 의뢰하였다. 이에 우리소에서는 산·학·연·관의 관련 전문가를 중심으로 『5GHz대역 주파수 이용연구 전담반』을 결성하였으며, 전담반 운영 등의 세부사항을 한국전파진흥협회를 통하여 수행토록 하였다. 본 장에서는 5GHz대역의 주파수 이용방안을 마련하기 위한 국내 동향과 전담반 활동사항을 중심으로 기술하였다.

제 1절 국내 주파수 이용현황 분석

유·무선 통합 서비스를 위한 차세대 IT 기술로 부각되고 있는 무선LAN의 주파수 이용대역은 기존의 900MHz 이외에 현재 2.4GHz대역의 ISM 밴드에서 비면허, 비허가로 사용되고 있다. 정보통신부고시 제2001-31호(2001년 5월29일)에서 개정 고시된 무선 데이터 통신 시스템을 포함하는 특정 소출력 무선국 용도의 주파수, 즉 2.4~2.4835GHz대역을 포함하는 비허가 대역의 주파수를

이용하는 근거리 무선통신 시스템으로 규정하고 있으며, 2.4GHz 이외의 무선랜 주파수 대역으로는 표 4와 같이 5.725~5.825GHz(100MHz), 17.705~17.735GHz(30MHz), 17.725~17.735GHz(10MHz), 19.265~19.275GHz(10MHz), 19.285~19.295GHz(10MHz)가 있다. 이들 대역에서 사용할 수 있는 장비는 무선설비규칙 제24조 제2항 제5호의 규정에 의해 방송·해상·항공 및 전기통신 사업용 외의 기타 업무용 무선설비 기술기준 고시 중 제3장(허가 받지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국의 무선설비) 제5조(특정 소출력 무선국용 무선설비) 제4호(무선데이터 통신 시스템 및 무선랜용 특정소출력 무선기기)의 규정을 준수하여 제작되어 시험 인증 받은 후 시장에 출하, 유통되어 이용자는 별도의 무선국 허가 없이 사용할 수 있도록 되어있다. 우리나라의 무선 LAN 산업의 활성화를 위해 2001년 중반기 정보통신부에서는 일반 통신사업자가 2.4GHz대역의 주파수를 이용한 무선서비스를 제공할 수 있도록 하였으며, 이를 계기로 2.4GHz대역에서의 무선 LAN 기술개발과 장비 보급이 급속도로 확산되고 있는 추세에 있다. 기존 초고속 유선인터넷 서비스 사업자를 중심으로 2002년도부터 전국의 주요 공공장소를 중심으로 초고속 무선LAN 서비스를 제공하기 위한 대규모의 AP(Access Point)와 같은 무선장비 구축을 계획하고 있다.

표 4 국내 ISM대역 주파수 분배현황

장치명(용도)	주파수(GHz)	전파형식	공중선전력	비고
무선LAN	2.400-2.480 5.725-5.825 17.705-17.715 17.725-17.735 19.265-19.275 19.285-19.295	F(G)1D F(G)2D	10mW 이하	2400MHz-2410MHz 대역의 주파수를 사용하는 경우에는 2390-2400MHz 대역의 주파수를 사용하는 가입자회선(WLL)용 설비와 혼신이 발생할 가능성이 있으므로 사용상 주의가 필요함

이들 무선랜LAN 시스템의 주파수 채널 사용은 DS(Direct Sequence) 및 FH(Frequency Hopping)방식의 대역확산 방식을 사용토록 규정하고 있으나,

DS와 FH방식의 두 시스템이 동일 지역에서 운용된다면, 상호간이 간섭으로 인한 상호운용면에서 문제점을 야기시킬 수 있다. 또한 출력은 DS방식의 경우 10mW/MHz, FH방식의 경우 3mW로 제한, 전파의 도달범위를 일정 영역내로 작게 제한하여 건물 등 개인사업장 영역 내에서 주로 사용될 수 있도록 하고 있지만, 인접한 타 개인사업장 건물에서 동일한 대역과 채널을 재사용할 경우 데이터 전송효율에 문제가 있을 수 있다. 현재 출력의 기준은 안테나 급전선의 출력에 대하여 규정하며 안테나 이득을 6dBi 이하로 규정하고 있고, 그 이상의 고이득의 안테나를 이용하여 수~수십 킬로미터간 점대점 통신으로 사용할 경우 출력을 3dB 증가할 경우 공중선 전력을 1dB씩 저감토록하고 있다. 상용 전방향 Dipole 및 Omni 안테나의 이득은 일반적으로 2dBi, 지향성 패치안테나, 파라볼라 안테나 및 야기 안테나의 경우 8dBi, 24dBi, 15dBi 내외의 이득을 가진 안테나가 제품으로 나와 있다. 2001년 중반기부터 이용빈도 급속히 증가하고 있는 IEEE802.11b 무선LAN 기술이 이용되는 2.400-2.480GHz의 80MHz대역으로 ISM대역은 주파수 이용에 있어 혼신을 용인하고 사용하는 조건이므로 무선LAN과 다른 2.4GHz대역의 다른 무선기기, 특히 블루투스와의 주파수 혼신피해가 예상되며 상황이다. 이에 차세대 무선 LAN 기술로 부각되고 있는 IEEE802.11a나 HIPERLAN2등의 주파수 이용기술이 적용되는 5GHz대역의 효율적이고 조속한 이용을 위하여 산·학·연·관의 전문가로 구성된 『5GHz대역 주파수 이용연구 전담반』을 결성하여 5GHz대역의 주파수 이용에 필요한 다양한 연구를 수행하게 되었다.

표 5 국내 5GHz대역 주파수 분배 현황

주파수 (MHz) 분배		용도	주파수 (MHz) 분배		용도
5000-5090	무선항공항행	정밀측정진입착륙장치 (MLS-용)	5460-5470	무선항공항행 무선표정	
5090-5250	항공무선항행 고정위성업무 (지구대우주)		5470-5650	해상무선항공항행 무선표정	무선표지설비 K125A
5250-5255	무선표정 지구탐사위성 (능동) 우주연구	기상레이다용 (육상의 것)	5650-5725	무선표정 고정 이동 우주연구 아마추어	방송중계 K151
5255-5350	무선표정 지구탐사위성 (능동) 우주연구(능동)	기상레이다용 (육상의 것)	5725-5850	무선표정 고정 이동 아마추어	특정소출력무선 (LAN) K117 방송중계 K151 5750 MHz 아마추어국 지정주파수
5350-5460	항공무선항공항행 지구탐사위성 (능동) 무선표정	항공기상의 레이다 및 비이콘용			

우리나라에서 현재 사용중인 5GHz대역에서의 기존업무를 분류하여 보면, 5.150-5.250GHz대역에서 MSS Non GSO Feeder Link등의 위성업무 지구국용 주파수로 이용 중에 있으며, 5.250-5.350GHz대역은 무선표정 업무인 기상 레이더와 군 레이더용으로 사용 중에 있으며, 5.350-5.470GHz대역은 인명· 안전에 관계한 항공무선항공항행업무로 지정되어 보호되고 있다. 5.470- 5.725GHz대역은 일부에서 방송중계용의 이동중계 및 고정중계 업무로 사용되고 있으며, 일부는 무선표정업무에 해당하는 레이더용으로 운용 중에 있다. 정통부에서는 방송중계용 주파수를 조기에 6GHz와 12GHz대역으로 이전하는 방안 추진 중에 있으므로 해서 본 연구에서는 무선LAN을 위한 5GHz대역 주파수 이용방안을 위한 공유연구 중 방송중계에 해당하는 고정 및 이동업무간의 공유연구는 수행하지 않았다.

제 2절 전담반 연구결과 요약

『5GHz대역 주파수 이용연구 전담반』은 정부의 주파수 관련 전문가와 제조업체, 통신사업사의 관련 전문가와 한국전자통신연구원과 학계 교수 등의 전문가를 중심으로 2001년 2월 결성하였으며, 국내 적합한 5GHz대역의 주파수 이용방안을 도출하기 위한 연구를 수행하게 되었다. 아래 그림 3은 연구전담반의 구성을 나타낸 그림이다.

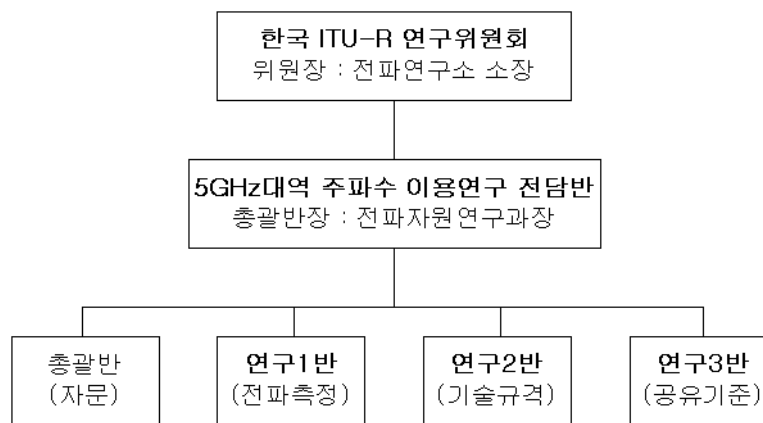


그림 3 5GHz대역 주파수이용 연구 전담반 구성

연구전담반은 전파연구소가 주관하는 『한국 ITU-R 연구위원회』 산하에 조직하였으며, 총괄반과 각 연구반의 반장을 전파연구소의 관련 전문가를 중심으로 전파연구소의 주관 하에 전담반 활동이 수행되도록 하였다. 연구1반은 국내 주파수 이용현황 조사와 전파 환경 측정 조사를 주로 수행하였으며, 연구2반은 5GHz대 주파수 이용기술의 국제 동향을 고려한 국내 적합한 관련 기술 동향 연구를 수행하였으며, 연구3반은 주파수 공유기술 및 공유방안에 대한 연구와 주파수 소요대역폭 산출 등을 연구하였다. 각 연구반별로 주요 연구결과에 대하여 간략히 언급하고자 한다.

1. 5GHz대역 전파환경 분석 결과 요약[7]

5GHz대역의 전파환경을 분석하기 위하여 현장 조사를 병행하여 정밀한 주파수 이용 현황을 조사하였다. 이를 근거로 5GHz대역 전파환경을 파악하기 위

한 측정을 전국 10여 지점을 선정하여 측정데이터를 수집하고 분석을 수행하였다. 측정은 2000년 중순과 2001년도 상반기에 실시하였으며, 아래 표는 연구1반에서 수행한 측정결과 요약내용이다.

측정 수행지역	전파환경 분석결과
서울 및 경인지역	관악산 기상레이다로 부터의 전파거리 4.7Km ~ 36.4Km까지 분포된 전파 측정점에서 누적 수신 레벨을 측정시 -20 ~ -60dBm 까지의 결과를 얻었으며, 전체 측정점이 가시거리 영역에 해당되나 전송거리에 비례하여 수신 레벨이 떨어지지는 않았음. 서울 용산지역과, 과천, 성남, 강변북로, 행주산성 근방지역에 걸쳐 강한신호를 확인할 수 있음
군산지역	군산 기상레이다로 부터의 전파거리 4.7Km ~ 36.4Km까지 분포된 7개의 전파 측정점에서 누적 수신 레벨을 측정시 -29 ~ -50dBm 까지의 결과를 얻었으며, 전체 측정점이 가시거리 영역에 해당되나 전송거리에 비례하여 수신 레벨이 떨어지지는 않았음. 또한, 누적 측정시의 피크(Peak) 레벨값은 당초 입수된 송신주파수 5,340MHz 보다 1MHz 상승된 5,341MHz에서 나타났음.
사천지역	사천 레이다로 부터의 전파거리 1.1Km ~ 22.0Km까지 분포된 5개의 전파 측정점에서 누적 수신 레벨을 측정시 -10 ~ -47dBm 까지의 결과를 얻었으며, 전체 측정점이 가시거리 영역에 해당되나 전송거리에 비례하여 수신 레벨이 떨어지지는 않았음. 또한, 누적 측정시의 피크(Peak) 레벨값은 당초 입수된 송신주파수 5,310MHz 보다 1MHz 상승된 5,311MHz에서 모든 지역에 걸쳐 고르게 나타났음.
부산지역	부산 기상레이다로 부터의 전파거리 4.3Km ~ 24.1Km까지 분포된 7개의 전파 측정점에서 누적 수신 레벨을 측정시 -35 ~ -57dBm 까지의 결과를 얻었으며, 전체 측정점이 가시거리 영역에 해당되나 전송거리에 비례하여 수신 레벨이 떨어지지는 않았음. 또한, 누적 측정시의 피크(Peak) 레벨값은 당초 입수된 송신주파수 5,340MHz 보다 2MHz 낮은 5,338MHz에서 모든 지역에 걸쳐 고르게 나타났음
여주지역	여주 위성 지구국의 인근 전파 측정점에서 이동위성 Feeder Link용 송신주파수 5.091 ~ 5.250GHz 대역을 전파 측정한 결과 수신레벨은 모두 -60dBm대 이하로서 잡음레벨과 유사하게 측정됨. 이는 전파 측정점 3곳이 위성지구국과 비교적 가까우며, 가시거리인 지점이나 실제 위성용 송신 신호가 전파 측정점에서 거의 수신되지 않았음을 의미.
인천지역	서울지역과 같은 강한 신호가 측정됨
수원지역	서울지역과 같은 강한 신호가 측정됨

2. 5GHz대역 주파수 이용기술 기술규격 분석 결과 요약

가. 국외 5GHz대 주파수 이용기술 표준

표 6 외국의 5GHz대 주파수 이용 기술표준 비교

	IEEE 802.11a	ETSI HYPERLAN/2	일본 MMAC BMAS
변조방식	CCK, OFDM	OFDM	CCK, OFDM
대역폭(채널간격)	(20 Mhz 이하)	(20 Mhz 이하)	18 Mhz이하
매체접근방식	CSMA/CA	TDMA,TDD	(정보없음)
지원속도	54 Mbps	54 Mbps	20 Mbps 이상
기본 지원 망 모델	기존 802.xx 표준	Adaptive(다양)	(정보없음)
광역무선망 연동	IEEE 802.16	HYPERACCESS, HYPERLINK	High Speed Wireless Access
비고			무선ATM에 기반한 옥내용 무선LAN 표 준을 별도 개발중

※ 각 표준은 고정무선접속(FWA : Fixed Wireless Access) 시스템으로
응용될 수 있음

※ HYPERLAN/2와 IEEE 802.11a의 물리계층(PHY) 표준은 단일화가 진
행되고 있으나, 매체제어(MAC) 이상의 상위 계층 표준은 서로 상이함

나. 국외 기술개발 동향

- o 테스트 칩 개발(2000년 초) : Atheros(미국), Intersil(미국)등
- o 시제품 출시(2001년 하반기) : Atheros
- o 상용제품 판매 개시 및 5GHz대 무선LAN 시장 진입(2002년 예상)

다. 국내 기술개발 동향

- o ETRI, NextLink, 한국 텔레시스 : 무선 Access Point 기술개발을 목
표로 기술개발 추진 중임(2003년도 목표)
- o C&S 테크놀로지 : 54Mbps급 PHY와 MAC칩을 개발(2002년 하반기)
- o RF TNC : 외국의 Chipset을 이용한 5GHz대 장비 개발 예정
- o TeleCIS : IEEE802.11a 규격의 PHY와 MAC 칩 개발 완료(2001년도)

라. 기술개발 추진전략

- o IEEE802.11a 표준에 기반한 5GHz대역 무선LAN 시장은 2002년도부

터 본격적으로 이루어질 것으로 예상함.

- o 국내의 경우 2001~2003년 사이에 시제품 수준의 제품 개발이 완료될 예정임(상용제품 제조를 염두에 둔 기술격차는 1년 이상으로 평가됨) 이와 병행하는 장기적 기술 투자 지원이 요구됨
- o 핵심기술의 적시 확보, 상용화 지원, 서비스 개발의 3단계 정책적 지원과 이와 병행하는 장기적 기술 투자 지원이 요구됨

3. 5GHz대역 주파수 소요대역폭 및 공유분석 결과 요약

가. 주파수 소요대역폭

5GHz대역을 이용한 초고속 무선서비스는 크게 이동업무(RLAN)와 고정업무(FWA)의 두가지 시나리오가 ITU-R에서 고려되고 있다. 각각의 시나리오에 따른 주파수 소요량 산출이 유럽과 일본을 중심으로 연구되고 있으며, 그결과가 ITU-R의 연구반에 기고되고 있다. 우리나라에서도 5GHz대역 주파수 이용기술을 응용한 서비스 형태에 관한 연구를 수행하였으며, 우리나라의 효율적인 주파수 이용 측면에서 고려되어진 주파수 소요대역을 도출하였다.

서비스 분류	주파수 소요대역폭 산출 결과	비고
Hot Spot 개념 이동업무만 고려	기업 환경에서는 <u>24채널(480MHz)</u> , 가정 환경에서는 <u>3채널(60MHz)</u> , 공공장소 환경에서는 <u>8채널(160MHz)</u> 이 필요한.	ITU-R M.1390
FWA 고정업무 고려 (Point-Multi Point 서비스)	OFDM-QPSK를 이용한 경우 고밀도 지역의 경우 최대 <u>440MHz(22채널)</u> 에서 저밀도 지역의 <u>140MHz(7채널)</u> 이 필요함.	PDNR ITU-R F.1490

나. 주파수 공유가능성 연구

5GHz대역의 기존업무와 무선LAN 간의 간섭분석 및 공유연구는 기존업무의 종류에 따라 다양한 간섭분석과 공유기준 연구를 수행되어야 한다. 앞 1절의

국내 주파수 이용동향에 제시하였듯이 우리나라 기존업무는 크게 무선표정 업무에 해당하는 레이더(기상, 군용)가 있으며, 방송중계용 고정업무, 그리고 비정지위성의 지구국으로 사용되고 있다. 방송중계는 주파수 이전등이 추진되는 사항으로 공유연구 대상에서 제외하였으며, 위성지구국 또한 ITU-R의 관련 연구와 공유안이 완성되어 권고안을 완성되어 있으므로 공유 대상 연구에서 제외하였다. 본 연구에서는 지상에서 사용하는 레이더 업무와의 간섭분석 및 공유연구를 수행하였으며, 아래 표는 연구의 요약된 결론 내용이다.[7]

- RLAN이 레이더에 주는 간섭과 레이더가 RLAN에 주는 간섭 모두 수신 간섭 전력은 주파수 채널 이격에 가장 민감하게 감소함.
- DFS(Dynamic Frequency Selection) 기술의 채택이 가장 효과적인 공유 방안임.
- RLAN과 레이더 간의 공유는 약 30MHz의 주파수 이격을 통한 주파수를 공유가 가능함.

제 4 장 5GHz대역 주파수 이용(안)

본 장에서는 앞에서의 국제적인 주파수 이용 및 정책동향을 고려하고, 국내 주파수 공유등의 연구전담반 수행 결과를 종합하여 우리나라의 5GHz대역을 초고속 무선서비스용으로 사용할 수 있는 『5GHz대역 주파수 이용안』을 제시하고자 한다. 아래 표는 우리나라의 초고속 무선서비스를 위한 5GHz대역의 주파수 이용(안) 제안이다.

표 7 5GHz대역 주파수 이용(안)

주파수 (MHz) 분배		5GHz대역 사용을 위한 권고사항	비고
5150-5250	항공무선험행 고정위성업무 (지구대우주)	※ITU-R 권고안 S.1426, S.1426, M.1454 준수 ※최대출력 : EIRP 200mW이하 ※DFS, TPC 기능이 요구됨 ※실내사용으로 제한함	제 2장 4절 참조
5250-5350	무선표정 지구탐사위성 (능동) 우주연구	※ITU-R 권고안 S.1426, S.1426, M.1454 준수 ※최대출력 : EIRP 200mW이하 ※기상 및 군 레이더와 혼신 문제가 예상되며, 인명·안전을 위해 기존무선국 주파수 보호가 필요하므로 DFS, TPC의 기능이 완전히 검증된 후에 결정 필요	제 3장 2절 참조
5350-5470	항공무선험행 지구탐사위성 (능동) 무선표정	※인명안전 주파수 보호를 위해 이용불가 ※WRC-03 Agenda 1.5의 결의 준수	제 2장 4절 참조
5470-5725	해상무선험행 무선표정 고정 이동 우주연구 아마추어	※기상 및 군 레이더와의 30MHz 주파수 이격이 요구됨. ※최대출력 : EIRP 1W도 가능 ※방송중계용 주파수 이설 전에는 혼신발생이 예상됨 ※DFS, TPC 기능이 요구됨(주파수공유기술 검증 및 세부 기준 필요함) ※이동업무(동일 조건에서의 고정업무 포함)에 적합	제 3장 2절 참조
5725-5825	무선표정 고정 이동 아마추어	※무선설비규칙 제24조 제2항 제5호에 의한 고시중 무선데이터통신 시스템 및 무선랜용 특정소출력 무선기기의 규정 준수 ※DFS, TPC 기능이 요구됨	

5 장 결 론

본 연구는 WRC 및 ITU-R의 국제주파수에 능동적으로 대비하고 국내의 효율적인 주파수 이용을 도모하고자 수행되었다. 국제적인 주파수 이용동향을 파악하기 위해 미국, 유럽, 일본 등의 5GHz대역의 주파수 분배 및 이용동향을 조사·분석하였으며, 특히 WRC-2003의 국제주파수 분배에 우리나라의 국익을 반영하기 위한 활동으로 관련 ITU-R 연구반 활동에 적극적인 참여와 연구사항을 파악·분석하였다. 국내적으로는 산·학·연·관의 전문가로 구성된 『5GHz대역 주파수 이용연구 전담반』을 결성하였으며, 전담반 운영을 한국전파진흥협회를 지정하여 수행토록 하였다. 5GHz대역의 국제주파수 분배 연구를 담당하는 ITU-R JTG4-7-8-9의 연구결과와 『5GHz대역 주파수 이용연구 전담반』의 연구 결과를 근거하여 우리나라에서 효율적인 주파수 이용을 도모하기 위한 5GHz대역 주파수 이용안을 제 4장에서 제시하였다.

연구 결과 5150~5250MHz 대역은 항공무선항행업무와 고정위성업무를 보호하기 위하여 실내에서 200mW(EIRP) 이하로 허용할 수 있고, 5470~5725MHz 대역에서는 1W(EIRP) 출력의 허용이 가능할 것으로 분석된다. 하지만, 이 모든 경우에 있어 자동주파수선택장치(DFS)와 송신출력조절장치(TPC)등이 필수적이며, 이들의 기능에 대한 명확한 기준과 이들 기준에 적합하지 않은 제품에 대한 철저한 사후관리가 전제되어야 한다. 이러한 기능을 배제하고는 어느 대역도 서비스에 충분한 채널(최소 60MHz 이상이고, 140MHz 이상이라야 원활함)을 확보할 수 없는 실정이다. 또한, 5250~5350MHz는 현재 항공업무용 기상레이더등에 사용하고 있으므로, TPC 및 DSC 기능을 보다 충분히 검증한 후에 그 이용방안을 다시 검토해야 할 것으로 보인다.

항공무선항행업무, 항공무선항행보조를 위한 무선표정업무 등 각별히 인명 안전에 영향을 줄 수 있는 설비와 군사무기에 탑재된 설비의 안전성을 고려한다면, DFS 및 TPC 기능의 충분한 검증과 관리가 요구된다. 향후과제로 이러한 주파수 공유기술에 대한 검증과 5GHz대역 국내 주파수 혼신등에 대비한 철저한 대응 준비를 수행할 필요가 있다.

부록 2. 관련 ITU-R 결의

결의 736 (WRC-2000)

5.150 - 5.725MHz 주파수 대역에서 우주 연구 업무와 지구 탐사 위성 서비스에 사용되고 있는 주파수를 이동, 고정, 무선측위 업무에 할당 할 것은 WRC에 고려함

세계전파통신회의(이스탄불, 2000년)는,

다음 사항을 고려하고

- a) 5.150-5.350 GHz와 5.470-5.725GHz대역에서 무선 지역 망(RLANs)을 포함한 무선 접속 시스템을 위한 이동 서비스에 세계적으로 할당할 필요성이 있음
- b) 제 3지역의 5.250-5.350GHz대역에서 고정 무선접속용 주파수로 할당할 필요성이 있음
- c) 5.460-5.570GHz대역의 우주 연구 업무(현재 사용)와 지구 탐사 위성 서비스(사용중)을 위해 추가 주파수 할당이 필요함
- d) ITU-R에서 현재 진행중인 연구는 5.150-5.350GHz에서 RLANS과 우주 업무간에 공유가 가능함을 보여주고 있음
- e) 5.350-5.650GHz대역에서 무선표정 업무용으로 할당된 주파수 상대역을 현행화 혹은 향상시킬 필요가 있음

다음 사항을 인식하여

- a) 기존 서비스와 제안된 신규 할당간에 공유 기준이 정립되어야 하고
- b) 5.150-5.725GHz대역의 기존 상위업무를 보호하는 것이 중요하다.
- c) 기존 및 신규 할당은 특히 지상 및 우주 업무 간의 관계측면에서 상호독립적이다. 다음 사항을 결의한다.

여러 정부기구로 부터의 제안에 따라 ITU-R의 연구결과를 고려하여 WRC-03 준비반은 다음 사항을 고려하여 주기 바란다.

1. 5.150-5.350GHz대역과 5.470-5.725GHz 의 주파수를 RLANS를 포함한 무선 접속 시스템의 구현을 위한 이동 업무에 할당할 것을 고려할 것.
2. 제 3지역에서의 5.250-5.350GHz주파수를 고정업무용으로 할당 할 수 있는 가능성을 검토하되, 전세계적으로 지구 탐사 위성(동작중)과 우주 연구 서비스(동작중)을 보호하는 조건으로 검토할 것.
3. 5.460-5.570GHz대역에서 지구 탐사용 위성 및 우주 연구 업무에 우선순위를 가진 추가 주파수 할당을 검토할 것.
4. 5.350-5.650GHz대역에서 무선 표정 업무용으로 할당된 주파수의 상황을 개선시킬 목적으로 재검토 해줄 것

ITU-R에 다음 사항을 권유한다

WRC-03개최 시점에 맞춰서 필요한 연구를 수행하여, 기존 업무와 결의에 참조된 각종 업무 간의 주파수 공유가 가능하도록 기술적, 운용적인 권고안을 완성하여 주기 바랍니다.

부록 2. 관련 ITU-R 권고안

권고안	권고안 제목
Recommendation ITU-R M.1454	e.i.r.p. density limit and operational restrictions for rlangs or other wireless access transmitters in order to ensure the protection of feeder links of non-geostationary systems in the mobile satellite service in the frequency band 5 150-5 250 MHz
Recommendation ITU-R S.1426	Aggregate power flux-density limits at the FSS satellite orbit for Radio Local Area Network (RLAN) transmitters operating in the 5 150-5 250 MHz band sharing frequencies with the FSS (RR No. S5.447A)
Recommendation ITU-R S.1427	Methodology and Criterion to Assess Interference from Radio Local Area Network (RLAN) Transmitters to Non-GSO MSS Feeder Links in the Band 5 150-5 250 MHz
PDNR M. [RLAN5GHz-eess]	e.i.r.p. limit and operational restrictions for RLANS or other wireless access transmitters in the mobile service in order to ensure the protection of systems in the Earth exploration-satellite service (active) in the band 5 250-5 350 MHz
PDNR	Methodology for accessing the required spectrum for generic broadband NWA networks (RLANS)
PDNR [FWA5GHz-eess]	Operational and deployment restrictions for fixed wireless access (FWA) systems in Region 3 to ensure the protection of systems in the Earth exploration satellite service (active) in the band 5 250-5 350 MHz
PDNR SA.[sharingRLAN-eess]	Sharing in the band 5 250-5 350 MHz between the Earth exploration-satellite service (active) allocated in this band and the radio local area networks (RLANS)
Recommendation ITU-R F.1399	Vocabulary of terms for wireless access
Recommendation ITU-R F.1400	Performance and availability requirements and objectives for fixed wireless access to public switched telephone network

권고안	권고안 제목
Recommendation ITU-R F.1401	Frequency bands for fixed wireless access systems and the identification methodology
Recommendation ITU-R F.1490	Aggregate power flux-density limits at the FSS satellite orbit for Radio Local Area Network (RLAN) transmitters operating in the 5 150-5 250 MHz band sharing frequencies with the FSS (RR No. S5.447A)
Recommendation ITU-R S.1427	Methodology and Criterion to Assess Interference from Radio Local Area Network (RLAN) Transmitters to Non-GSO MSS Feeder Links in the Band 5 150-5 250 MHz
PDNR M. [RLAN5GHz-eess]	e.i.r.p. limit and operational restrictions for RLANs or other wireless access transmitters in the mobile service in order to ensure the protection of systems in the Earth exploration-satellite service (active) in the band 5 250-5 350 MHz
PDNR	Methodology for accessing the required spectrum for generic broadband NWA networks (RLANs)
PDNR [FWA5GHz-eess]	Operational and deployment restrictions for fixed wireless access (FWA) systems in Region 3 to ensure the protection of systems in the Earth exploration satellite service (active) in the band 5 250-5 350 MHz
PDNR SA.[sharingRLAN-eess]	Sharing in the band 5 250-5 350 MHz between the Earth exploration-satellite service (active) allocated in this band and the radio local area networks (RLANs)
Recommendation ITU-R F.1399	Vocabulary of terms for wireless access
Recommendation ITU-R F.1400	Performance and availability requirements and objectives for fixed wireless access to public switched telephone network
Recommendation ITU-R F.1401	Frequency bands for fixed wireless access systems and the identification methodology
Recommendation ITU-R F.1490	Generic requirements for fixed wireless access (FWA) systems

권고안	권고안 제목
Recommendation ITU-R F.1499	Radio transmission systems for fixed broadband wireless access (BWA) based on cable modem standards
PDNR [Doc. 7C/TEMP/11]	contains sharing studies between the Earth exploration-satellite (active), space research (active) and other services allocated in the band 5 250-5 570 MHz
Recommendation ITU-R SA.1166	Performance and interference criteria for active spaceborne sensors
Recommendation ITU-R SA.1280	Selection of active spaceborne sensor emission characteristics to mitigate the potential for interference to terrestrial radars operating in frequency bands 1-10 GHz
PDNR ITU-R M.[8B-CHAR]	Characteristics of and protection criteria for radiolocation, aeronautical radionavigation, and meteorological radars operating the frequency bands between 5250 and 5850 MHz
Recommendation ITU-R M.1450	Characteristics of broadband radio local area networks (RLANs)

[REFERENCES]

- [1] WRC-2000 결의 736
- [2] FCC CFR47 Part 15 Subpart E - Unlicensed National Information Infrastructure Device
- [3] ERC REPORT 72 "Compatibility Studies Related to the Possible Extension Band for HiperLAN at 5GHz" May, 1999
- [4] ERC REPORT 67 "Study of the Frequency Sharing Between HiperLANs and MSS Feeder Links in the 5GHz Band" February, 1999
- [5] ETSI TS 101 475, Broadband Radio Access Network(BRAN);HIPERLAN Type 2; Physical(PHY) layer.
- [6] 임재우 “초고속 무선서비스를 위한 5GHz대역 주파수 이용방안 연구” 전보통신부 전파연구소 전파기술세미나 p111-132. Dec, 2001
- [7] 전파연구소 “5GHz대역 무선접속망 연구” 보고서 Dec. 2001
- [8] ITU-R Document 8/1017-E, Procedures for determining the potential for interference between radars operating in the radiodetermination service and systems in other services, 8. Feb. 2000
- [9] ITU-R Document 4-7-8-9/17-E, Frequency sharing between EESS and FS in the band 5250-5350MHz, 25. May. 2001.
- [10] ITU-R Recommendation SM.1132, General principles and methods for sharing between radio services, 1995
- [11] ITU-R Document 8/114-E, PDNR: The feasibility of sharing between systems in the Aeronautical Radionavigation Service(ARNS) and International Mobile Telecommunications 2000(IMT-2000) in the band 2700-2900 MHz, 1. Nov. 1999
- [12] ITU-R Document 8A-9B/201-E, Spectrum requirement analysis for the implementation of broadband NWA networks, 13. Mar. 2000