

불요발사 (우주업무의 발사)로부터 수동업무의 보호¹⁾
**THE PROTECTION OF PASSIVE SERVICES FROM UNWANTED EMISSIONS, IN
PARTICULAR FROM SPACE SERVICE TRANSMISSION***

정현수¹, 노덕규¹, 제도홍¹, 박종민², 김효령¹, 안도섭², 오대섭²
¹한국천문연구원 대덕전파천문대, ²한국전자통신연구원

HYUNSOO CHUNG¹, DO-SEOB AHN², JONG-MIN PARK², DAE-SUB OH², HYO-RYOUNG KIM², DUK-GYOO ROH²,
DO-HEUNG JE²

¹Korea Astronomy Observatory, 61-1 Hwaam-dong, Yuseung-gu, Daejeon 305-348, Korea

E-mail : hschung@trao.re.kr

²Electronics and Telecommunications Research Institute, Yuseung-gu, Daejeon 305-348, Korea

E-mail : ahnds@etri.re.kr

(Received: November 1, 2003; Accepted: December 19, 2003)

ABSTRACT

WRC-03 was held between 9 June and 4 July 2003 in Geneva, Switzerland. Over 2,200 delegates from 138 ITU Member States attended the Conference. The delegates considered some 2,500 proposals, and over 900 numbered documents related to 50 agenda items. The final output of the Conference consists of 527 pages of new and revised text of the Radio Regulations. This paper provides some details about the outcome of the radio astronomy related issues at the WRC-03 Conference. It is divided into two part: a) Agenda item 1.8.2 and b) Agenda item 1.32, related to radio astronomy. Relevant extracts from the Final Acts of WRC-03 are given in the Appendix.

Agenda item 1.8.2 was one of the most controversial Agenda Items at WRC-03. Studies were carried out within ITU-R TG 1/7 for the last three years; the results of these studies are summarized in **Recommendation ITU-R SM.1633**. The Conference adopted a new footnote (**5.347A**), that calls for the application of **Resolution 739 (WRC-03)** in the 1452-1492 MHz, 1525-1559 MHz, 1613.8-1626.5 MHz, 2655-2670 MHz, 2670-2690 MHz and 21.4-22.0 GHz bands.

Agenda item 1.32 is to consider technical and regulatory provisions concerning the band 37.5-43.5 GHz, in accordance with **Resolutions 128 (Rev.WRC-2000)** and **84 (WRC-2000)**. WRC-03 reviewed and adjusted the levels in the footnote, to conform to the **Recommendation ITU-R RA.769** detrimental levels for this band. New footnotes **5.551H** and **5.551I** cover the protection of radio astronomy observations in the 42.5-43.5 GHz band from unwanted emissions by non-geostationary (**5.551H**) and geostationary (**5.551I**) FSS and BSS systems, respectively.

Keywords : WRC, ITU-R, frequency allocation, active service, passive service, radio astronomy

¹⁾이 연구는 한국전자통신연구원의 공동연구비지원에 의한 것임 (ETRI 2003-S-025)

1. 서론

최근 들어 지상에서 인류가 사용하는 전파는 고주파수대의 대역을 사용한 송신과 수신을 통해 수많은 정보를 주고받고 있다. 그리고 급격한 상용주파수의 고주파수화는 상호간의 전파간섭에 의한 문제도 아울러 발생시키고 있다. 특히 휴대전화 등의 통신기기가 급속하게 전파됨으로 인하여, 인공위성에서 지상을 향해 내려오는 전파의 주파수 종류와 사용대역폭은 날로 증가하고 있는 실정이다. 그러나 전파를 사용하는 다양한 업무 가운데 전파를 송신하지 않고 오직 수신만 하고 있는 업무는 전파천문학 뿐이며, 전파를 송출하지 않는 이러한 업무를 두고 수동업무라고 부른다. 물론 예외적으로 지구탐사위성업무와 우주탐사업무는 수동업무와 능동업무를 겸비하고 있지만, 그 이외의 고정업무/이동업무 등 모든 전파사용 업무들은 능동업무에 해당된다. 한편 전파천문학에서 수신하는 우주전파는 우리의 상상을 초월한 먼나 먼 거리에서 오기 때문에 지상전파의 몇 백만분의 일 이하가 될 정도로 약하다는 점에도 유의해야 한다. 따라서 전파천문학은 전파를 오로지 수신만 하는 업무이기 때문에 다른 업무에 전파간섭의 피해를 줄 일이 없음에도 불구하고, 약한 우주전파를 수신만 하는 전파천문학업무의 특성상 다른 능동업무로 인한 피해가 크기 때문에 이에 대한 적절한 보호가 절실하다고 할 수 있다. 그러므로 한정된 전파자원을 상호공존의 원칙 아래 효율적으로 사용하기 위해 국제전기통신연합 (ITU)에서는 전파사용에 관한 규칙을 국제법으로 정하고 있으며, 이는 국제통신연합 산하의 세계전파통신회의 (WRC)에서 제반 규정을 2-3년 간격으로 제정 또는 개정하고 있다.

현재 한국천문연구원에서는 2007년의 완성을 목표로, 지름 20 m 전파망원경 3대로 구축되는 한국우주전파관측망 (Korean VLBI Network; KVN) 건설사업을 많은 예산을 들여서 추진 중이다. 따라서 이와 같은 고가의 장비가 운용됨에 있어서, 타 능동업무의 전파간섭으로 인해 전파천문 업무의 수행에 차질이 생기지 않도록 해야 할 것이다. 한국천문연구원에서는 KVN의 사용 주파수 대역에 대한 주파수 공유 및 보호연구를 WRC-2000회의가 종료된 후부터 지난 3년간 지속적으로 ITU 및 관련 국제회의에 참석하면서 수행하여 왔으며, 금번의 WRC-03회의에서도 우리나라의 적극적인 의견 개진활동을 수행하였다. 이러한 주파수 보호와 공유연구를 반드시 수행해야 하는 중요한 점들은 아래와 같다.

우선 2, 8, 22, 43 GHz 대역은 전파천문업무를 위한 일반적인 학문 연구 목적의 사용과 더불어, 초정밀 측지를 이용한 한반도 지각운동 관련의 측지 관측과 고분해능 전파천문관측을 통한 별탄생 영역의 일산화황(SiO)분자선을 비롯한 다수의 분자선 관측연구와 원시은하의 연구를 위해 반드시 필요한 대역이다. 따라서 이러한 전파천문

대역에 대한 적극적인 주파수공유와 보호가 필요하다고 하겠다. 한편, 한반도에 대한 측지목적에서 볼 때, 한국 우주전파관측망은 상기 대역의 관측을 통해 국내 유일의 한반도 지각운동 연구를 체계적으로 수행할 수 있는 시스템으로서, 이를 통해 동해안 및 제주도권의 지각운동 규명에 활용이 가능할 것으로 예상되는 바, 이러한 시스템에서 사용할 주파수 대역을 능동업무의 간섭전파로부터 보호하는 일은 중요하다고 하겠다.

본고에서는 WRC-03 회의 (2003. 6월 9일 - 7월 6일)의 최종 결과가 우리나라의 전파천문업무, 특히 한국천문연구원의 한국우주전파관측망(KVN) 20미터 전파망원경에서 사용하는 여러 전파천문업무의 주파수 대역에 미치는 영향을 알아보기 위해, 전파천문용 주파수 공유 및 보호와 관련된 WRC-03의 의제 1.8.2, 1.32 등을 중심으로 하여 여러 위성능동업무 (고정위성, 방송위성, 이동위성 등)와의 주파수 공유를 위한 최종 결과를 분석하고, 아울러 필요하다면 후속 방안을 제시하고자 한다.

2. 1~22 GHz 대역의 불요발사로부터 전파천문 보호

1-22 GHz 대역의 위성능동업무와 전파천문업무간의 주파수 공유에 대한 연구는 WRC-03 회의의 의제 1.8.2에서 다루어졌다. 이 의제는 ITU-R의 권고 66(WRC-2000 개정)의 제5항과 6항의 권고에 따라 불요 발사(특히 우주업무 송신)로부터의 수동업무 보호와 관련된 규제방안을 제안하고, 관련 연구결과를 검토하기 위한 것으로 이에 대한 배경 및 ITU-R의 3년간 연구결과 그리고 WRC-03 회의에서의 진행과정 및 결과에 대해 각각 알아보기로 한다.

2.1. 개요

WRC-03 의제 1.8.2가 만들어진 배경에는 급격히 보급되고 있는 위성통신시스템의 불요발사로부터 전파천문, 지구탐사 등 수동업무에 악영향을 미칠 것이 우려되어 1979년부터 대책마련을 추진하여 왔으나, 합의점을 찾지 못하고 있었다는 어려운 점이 존재하고 있었다. 그러나 WRC-2000회의에서 마침내 ITU-R 권고 66(WRC-2000개정)의 권고항 5와 6에 대응하여 특히 우주업무 송신장치의 불요발사로부터 수동업무 보호를 위한 법적 수단을 WRC-03 회의에서 검토하도록 지시하게 되었다. 이에 따라 ITU-R 연구그룹(SG 1)은 특별작업반 (Task Group) 1/7을 발족하고 구체적인 주파수 대역별 연구를 지난 3년간 수행함으로써 신규권고안 ITU-R SM.1633을 작성하기에 이르렀다. 한편 우리나라는 한국천문연구원에서 2, 8, 22, 43 GHz 대역의 전파천문 업무에 대한 적극적인 보호 입장을 ITU-R의 연구반 (Study Group)과 APT

표 1. ITU-R 권고안 SM.1633의 연구결과

주파수대역 별 검토사항		검토의견				Annex	해당 ITU-R 각주
수동업무	능동업무	status	VLBI	C	L		
1 400-1 427 MHz (RAS)	1 452-1 492 MHz (BSS)	1,3	OK	OK	OK (mit)	2	5.340
1 400-1 427 MHz (RAS)	1 525-1 559 (MSS)	3	OK (mit)	OK (mit)	OK (mit)	5	5.340
1 610.6-1 613.8 MHz (RAS)	1 559-1 610 MHz (RNSS)	3	OK (mit)	N/A	OK (mit)	6	5.149
1 610.6-1 613.8 MHz (RAS)	1 613.8-1 626.5 MHz (MSS)	3	OK (mit)	N/A	OK (mit)	7	5.149
1 610.6-1 613.8 MHz (RAS)	1 525-1 559 (MSS)	1	OK	N/A	OK	8	5.149
2 690-2 700 MHz (RAS)	2 655-2 690 MHz (BSS, FSS)	2	NO	NO	NO	9	5.340
10.6-10.7 GHz (RAS)	10.7-10.95 GHz (FSS)	1, 2	OK	NO	NO	11	5.149
22.21-22.5 GHz (RAS)	21.4-22 GHz (BSS)	1,2	OK	NO	NO	13	5.149
42.5-43.5 GHz (RAS)	40.5-42.5 GHz (BSS, FSS)	1,2	OK	NO	NO	19	5.149, 5.547 5.551AA 5.551G
Status 1 연구완료, 공유가능 Status 2 연구완료, 공유불가능 Status 3 연구완료, 적절한 경감기법을 사용한 공유가능 Status 4 연구완료되지 않음		VLBI: Very Long Baseline Interferometry observations, 초장기선 전파간섭계 C: 단일경 연속파 관측 L: 단일경 스펙트럼선 관측 OK: ITU-R 권고 RA.769의 임계레벨값으로 충족 NO: ITU-R 권고 RA.769의 임계레벨값으로 충족되지 않음 N/A: 비적용 대역 (mit): 적절한 경감기법이 요구됨					

(Asia-Pacific Telecommunity; 아시아-태평양 전파통신협회) 등의 각종 국제회의에 제안서를 제출하면서 주장하여 왔다.

ITU-R의 특별작업반에서 수행해 온 주요 내용을 보면, 수동업무와 능동업무간의 주파수 공유를 위해 국제주파수 분배표에 1차 업무로 분배된 대역들을 우선적으로 선정하여 공유가능 여부를 연구하였다. 그 결과, 2003년에 채택된 ITU-R 신규 권고안 SM.1633의 경우, 방송위성(BSS), 고정위성(FSS)과 전파천문업무간의 주파수 공유를 위한 연구결과를 채택하였다. 이 권고안에는 1350 MHz ~ 52.8 GHz에 이르는 주파수 대역별로 본 수동업무와 능동업무간의 주파수 공유에 대한 연구결과가 수록되어 있다 (표 1 참조). 전파천문업무의 경우에는 4개 능동업무 (방송위성, 무선향행위성, 이동위성업무, 고정위성업무)와 9개 대역에 대한 공유연구가 수행되었고, 지구탐사위성업무의 경우에는 무선표정(RLS), 고정(MS), 이동위성(BSS), 고정위성(FSS), 위성간 업무(ISS), 무선향행업무(RNSS)와 14개 대역에 대한 공유연구가 각각 수행되었다.

2.2. 주요내용 및 진행경과

2.2.1. 우리나라의 기본입장

WRC-03 의제 1.8.2에 대한 우리나라의 입장은 현재 국내에 건설중인 국내 전파망원경의 사용대역(2, 22, 43 GHz)을 고정/방송/무선표정위성으로부터 보호하기 위한 전파규칙의 수정이 반드시 필요하다는 것을 표명하여 왔다. 따라서 이에 대한 의견관철을 위하여 5차례에 걸친 APT의 지역회의에서 우리나라가 주도적인 입장을 취해왔고, WRC-03 회의에 제출할 APT의 회원국 공동제안서는 우리나라의 의견을 그대로 반영하여 작성되었다. 그 결과, ITU-R 권고 66의 권고항 5와 6에 따라, ITU-R TG 1/7에 의해 제시된 기술문서의 연구내용을 지지함과 동시에, 신규 권고안 ITU-R SM.1633의 연구내용이 일부 대역에 국한되어 있고 실질적인 공유연구결과가 불충분한 바, 차기 WRC회의로 의제를 채택하여 향후 연구를 지속할 것을 추가로 요구하였다.

2.2.2. 주요국가 및 지역기구 제안내용

우선 APT 회원국들은 우리나라의 의견과 같이, 권고 66의 권고항 5와 6에 따라 ITU-R TG1/7에 의해 제시된 CPM 문서의 연구내용 및 ITU-R 권고 SM.1633의 대역별 연구결과를 지지함과 동시에, WRC-03 의제 1.8.2의 수동업무 보호를 위한 기본조건을 만족하면서, 능동업무와

수동업무간의 요구가 함께 고려되어야 한다는 입장을 견지하였다.

그리고 유럽지역연합체 (CEPT) 및 아랍권 국가들은 ITU-R TG1/7에 의해 제시된 기술문서의 연구내용 및 주파수 대역별 연구결과인 ITU-R 권고 SM.1633의 연구결과를 지지하였고, 북남미지역 연합체 (CITEL)에서는 수동 및 능동업무의 주관청 상호간의 조정절차만을 제시하였다.

한편 미국의 경우에는 전파규칙에 대한 아무런 수정을 하지 않고, 향후 WRC 차원의 의제발굴도 하지 않으며 다만 ITU-R 차원의 연구만 지속할 것을 제시하였다.

2.3. 회의결과

ITU-R 권고 SM.1633의 대역별 연구결과와 적용에 대한 미국과 캐나다 등의 반대로 인하여, 오랜 시간을 걸친 논의 끝에 협의안(캐나다), hard limit 적용의 각주 변경안(우리나라, APT, CEPT) 및 no change안(미국)을 만들어서 최종 토의에 들어갔으며, APT를 대변하는 자격으로 회의에 참석한 우리나라의 강력한 반대에 부딪힌 결과, 현행 법안을 바꾸지 않기를 원하는 미국의 입장을 철회시키고, 주관청간의 상호협의를 기본으로 하되 강제적인 출력제한값을 추가시킨 안으로 조정하게 되었다.

최종적으로는 ITU-R의 전파규칙에 신규각주 5.347A 내에 주파수 대역을 명기하고, 상호조정절차 및 대역별 전력속밀도 제한값을 명기한 신규결의 739와 향후 연구대역을 명기한 신규결의 740을 각주 내에 포함시킨 내용으로 채택하였다. 결과적으로는 금번의 세계전파통신회의 WRC-03 회의에서 우리나라가 제안한 전파천문 보호용 신규각주의 강제조항을 추가하는 대신, 아래와 같은 방법으로 위성업무의 전력속밀도값을 제한하기로 하였다.

우선 신규 각주(5.347A)를 ITU-R 전파규칙에 추가하고, 신규결의(739, 740)를 상기 각주 내에 첨부하며 결의의 첨부물로서 전파천문 보호를 위한 정지궤도 및 비정지궤도 위성(고정위성, 방송위성, 이동위성)에 대한 전력속밀도값의 제한을 두기로 하였다 (부록 1, 2 참조). 이러한 채택 배경에는 우리나라의 제안서가 APT의 공동제안서로 채택될 수 있도록 오랫동안 많은 노력을 기울인 결과로 볼 수 있으며, 결국 한 나라의 의견보다는 다수 회원국의 의견을 결집시키는 것이 더 중요하다는 것을 알 수가 있을 것이다.

한편 WRC-03 회의에서는 인접한 수동업무와 능동업무의 간섭 정도를 분석하여 검증된 전파천문 주파수 대역에 대해 기준을 아래와 같이 설정하였다.

우선 당해 기준을 초과하는 경우 전파천문 업무를 수행하는 국가에 즉시 통지하여 상호 조정절차를 거칠 것을 결의로 채택하였으며, 전파천문업무를 보호하기 위한

기준대역을 1400-1427 MHz, 1610.6-1613.8 MHz, 2690-2700 MHz, 22.21-22.5 MHz에 대해 1차적으로 설정하였다 (부록 1 참조). 또한, 우리나라와 CEPT 제안을 토대로 150.05-153 MHz 등 9개 전파천문 주파수대역과 4개 지구탐사주파수대역 등에 대한 보호기준을 차기 WRC-07회의 때까지 계속 연구하기로 결의안을 채택하고 이에 맞춘 신규 의제를 발굴하였다 (WRC-07 의제 1.21 및 부록 2).

따라서 상기 전파규칙의 신규 제정에 따라, 우리나라의 VLBI 전용 전파망원경 시스템(KVN), 즉 연세대, 울산대, 탐라대에 설치중인 20m 전파망원경에서 사용 예정인 2, 22 GHz 대역의 전파천문업무보호가 안정적으로 이루어질 것이다.

2.4. 분석 및 전망

WRC-03 회의의 결과, 국내에 미치는 가장 큰 파급효과로서는 우선 1979년 이래 24년만의 난제였던 수동/능동업무간의 공유문제가 금번 WRC-03회의를 통하여 상호간에 해결할 수 있는 전기를 마련하는데 성공하였다는 것들을 들 수가 있다. 그리고 많은 예산을 투입하여 건설중인 국내의 VLBI 전용 전파망원경 시스템들의 2, 22 GHz 대역의 안정적인 운영에도 기여하게 될 것으로 예상된다. 이러한 결과는 비단 수동업무의 보호에만 그치는 것이 아니라, 상기 공유조건에 따른 신규전파규칙에 따라 2, 22 GHz 대역의 고정/방송위성에 대한 원활한 운영에도 이바지할 수 있게 될 것이다.

한편으로는 법·제도 개선과 관련하여, ITU-R의 전파규칙 적용 이외에도 상기 대역은 전파천문의 ITU-R 권고안 (RA.314, RA.769 등)을 참조해야 할 부분이 많기 때문에 고정/방송위성 등을 활용하고자 하는 사업체에 대한 적극적인 대외홍보가 필요할 것이다. 그리고 나아가서 보다 적극적으로 2, 8, 22, 43, 86 GHz 이상의 대역에서 운영되고 있는 국내 전파망원경 사이트 (4곳-대전, 서울, 울산, 제주)의 전파환경보호를 위해서는 향후 22 GHz 이상의 대역에 대한 국내 중앙전파관리소의 측정 장비 및 분석 기술에 대한 적극적인 투자가 필요할 것이다.

그리고 향후 추진해야 할 과제로는 다음과 같은 항목을 들 수 있다.

우선 1차적으로는 상기 대역에 대한 공유조건이 WRC-03 회의에서 마련되었으나, 수동업무의 보호 및 능동업무의 이용차원에서는 아직도 상당히 미흡한 부분들이 있으며, 아울러 VLBI 시스템을 제외한 단일경 관측시스템의 경우에는 공유연구가 절대적으로 부족한 바 이에 대한 적극적인 연구가 필요할 것이다. 그리고 WRC-07 의제 1.21에서 보는 바와 같이, 10, 22 GHz 대역에 대한 적극적인 공유연구도 수행할 필요가 있다고 하겠다.

Frequency Allocations in 37.5-43.5GHz

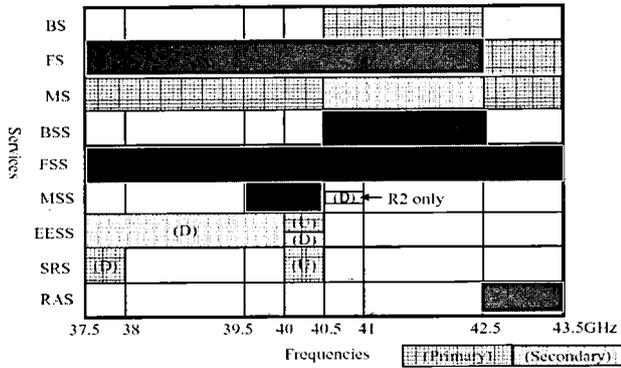


그림 1. 의제 1.32 관련 공유연구 주파수 대역 (Primary : 1차업무로 분배된 대역, Secondary : 2차업무로 분배된 대역)
 주 : 적색의 FS(고정업무) 및 청색의 FSS(고정위성업무), BSS(방송위성업무), MSS(이동위성업무)와 적색의 RAS(전파천문업무) 사이의 공유연구가 수행되었다.

3. 42.5-43.5 GHz 대역의 불요발사로부터 전파천문 보호

42.5-43.5 GHz 대역의 전파천문업무를 인접대역의 위성능동업무로부터 보호하기 위한 연구는 WRC-03 회의의 의제 1.32에서 다루어졌다. 이 의제는 ITU-R 결의 128(WRC-2000 개정)과 84(WRC-2000)에 따라 37.5- 43.5 GHz 대역에 대한 기술·규제 사항을 검토하기 위한 것으로, 이에 대한 배경 및 ITU-R의 3년간 연구결과 그리고 WRC-03 회의에서의 진행과정 및 결과에 대해 각각 알아보기로 한다.

3.1. 개요

ITU-R의 전파규칙에 따른 주파수 분배표를 보면, 42.5-43.5 GHz 대역은 전파천문업무가 1차업무로 지정되어 있다 (그림 1). 그리고 아래 표 2에서 보는 바와 같이 현재 세계적으로는 43 GHz 대역의 전파망원경들이 다수 운용되고 있는 실정이다. 한편 이들과 인접한 41-42 GHz 대역에서는 고정위성, 방송위성을 위한 주파수 분배가 되어 있으며, 이들이 실제 운용에 들어가게 되는 것은 그다지 먼 미래의 일이 아니기 때문에 조만간 전세계적으로 분포되어 있는 43 GHz 대역의 전파망원경 시스템에 위성으로부터의 많은 인공전파의 간섭이 발생될 것으로 예상되고 있다.

따라서 WRC-2000 회의에서는 이들 전세계적인 전파망원경의 효율적인 운영과 각종 위성시스템의 개발 보호 차원에서 WRC-03 의제 1.32를 통해 이들 수동/위성능동

업무간의 주파수 공유에 관한 해결책을 찾으려 노력하였다. 이를 근거로 ITU-R 결의 128 및 결의 84에 따라, 37.5 - 43.5 GHz 대역의 전파천문업무 및 고정업무를 보호하기 위한 규정을 검토하고, 아울러 42.5 - 43.5 GHz 대역의 전파천문업무를 인접대역의 정지궤도 및 비정지궤도의 고정위성과 방송위성전파로부터 보호하기 위한 기술적, 법적 규정을 검토하기로 한 바, 아래 표 3에서와 같이 전파천문 및 고정업무의 보호에 대한 ITU-R 연구 및 관련 법제도의 규정 변경/삭제/수정을 지난 3년간에 걸쳐 수행하게 되었다.

이에 따라 한국천문연구원에서도 43 GHz 대역에서 운영될 KVN사이트의 전파천문 업무에 대한 적극적인 보호를 위해, ITU-R의 연구반 (Study Group)과 APT (Asia-Pacific Telecommunity; 아시아-태평양 전파통신협의회) 등의 각종 국제회의에 제안서를 제출하면서 우리나라의 의견을 주장하여 왔다.

3.2. 주요내용 및 진행경과

3.2.1. 우리나라의 기본입장

WRC-03 의제 1.32에 대한 우리나라의 입장은 현재 국내에 건설중인 국내 전파망원경의 사용대역(43 GHz)을 인접대역의 정지/비정지 궤도의 고정 및 방송위성으로부터 보호하기 위한 전파규칙의 수정이 반드시 필요하다는 것을 표명하여 왔다. 이를 위해 우리나라는 2002년 11월에 개최된 CPM-02회의 (Conference Preparatory Meeting), 즉 WRC-03회의를 진행하기 위한 최종 기술문서를 작성할 때, 동 보고서에 새로운 공유방법을 제안하여 채택시킨 바 있었다.

따라서 WRC-03 회의가 개최되기까지의 3년 동안 우리나라는 APT 회원국 사이에서 주도적인 역할을 해 왔고, APT의 최종 5차 회의 (2003년 2월, 동경)를 통해 APT 회원국의 최종 WRC 공동제안서를 우리나라의 제안서 그대로 채택시켜서 작성하였다.

3.2.2. 주요국가 및 지역기구 제안내용

APT회원국들은 동 의제의 결의 84와 관련하여 CPM-02의 기술보고서에 있는 바처럼, 현재의 전파규칙에 규정된 전력속밀도 제한값을 지지하였고, 전파천문업무 보호를 위한 결의 128과 관련하여서는 42.5-43.5 GHz 대역에서 운용 중인 전파천문 업무의 확실한 보호를 위한 전력속밀도 제한값이 필요하다는 의견을 표명하였다. 그리고 정지/비정지궤도 위성에 대해서는 별도의 전력속밀도 제한값을 적용하되, 정지궤도의 고정/방송위성에 대해서는 42.0-42.5 GHz 대역에 대해 전력속밀도 제한값을 적용하고, 비정지궤도의 고정/방송위성에 대해서는 41.5-42.5

표 2. 43 GHz 대역에서 운용되고 있는 전파망원경

제 1 지역						
국 가	사이트	경도 o ' "	위도 o ' "	고도 (m)	크기(m)	비고
Finland	Metsähovi	24 23 17	60 13 04	61	13.7	S
France	Bordeaux	-00 31 37	44 50 10	73	2.5	S
	Plateau de Bure	05 54 26	44 38 01	2552	6x15	S
Germany	Effelsberg	06 53 00	50 31 32	369	100	S
Italy	Medicina	11 38 43	44 31 14	44 85570	32	S
	Noto	15 03 00	36 31 48		32	S
	Cagliari	09 14 40	39 29 50		64	S
Russia	Dmitrov	37 27 00	56 26 00	200	32	S
Spain	Pico Veleta	-03 23 34	37 03 58	2870	30	S
	Yebes	-03 06 00	40 31 30	931	40	S
Sweden	Onsala	11 55 35	57 23 45	10	20	S
UnitedKingdom (planned)	Cambridge	00 02 20	52 09 59	24	32	S
	Darnhall	-02 32 03	53 09 21	47	47	S
	Jodrell Bank	-02 18 26	53 14 10	78	76	S
	Knockin	-02 59 45	52 47 24	66	25	S
	Pickmere	-02 26 38	53 17 18	35	25	S
제 2 지역						
Brazil	Atibaia, SP	-46 33 28	-23 11 05	805	13.7	S
Chile	San Pedro de Atacama	-67 44	-23 02	5000	64x12	S
Mexico	Sierra Negra	-97 18 00	18 59 00	4500	50	S
USA	Goldstone, CA	-116 47 40	35 14 50	1071	34	S
	Green Bank, WV	-79 50 24	38 25 59		100	S
	Socorro, NM	-107 37 06	34 04 44		946	27x25
	St. Croix, VI	-64 35 01	17 45 24	16	25	VLBI
	Hancock, NH	-71 59 12	42 56 01	309	25	VLBI
	North Liberty, IA	-91 34 27	41 46 17	241	25	VLBI
	Ft. Davis, TX	-103 56 41	30 38 06	1615	25	VLBI
	Los Alamos, NM	-106 14 44	35 46 31	1967	25	VLBI
	Pic Town, NM	-108 07 09	34 18 04	2371	25	VLBI
	Kitt Peak, AZ	-111 36 45	31 57 23	1916	25	VLBI
	Owens Valley, CA	-118 16 37	37 13 54	1207	25	VLBI
	Brewster, WA	-119 41 00	48 07 52	255	25	VLBI
		Mauna Kea, HI	-155 27 19	19 48 05	3720	25
	Kitt Peak, AZ	-111 36 50	31 57 10	1916	12	S
	Mauna Kea, HI	-155 28 20	19 49 33	3720	10.4	S
	Westford, MA	-71 29 19	42 37 23	122	36	S
제 3 지역						
AUSTRALIA	Parkes	148 15 44	-33 00 00	415	64	S
	Mopra	149 05 58	-31 16 04	866	22	S
	Narrabri, NSW	149 32 56	-30 59 52	237	6x22	S
	Tidbinbilla	148 58 59	-35 24 18	677	34	S
JAPAN	Nobeyama	138 28 32	35 56 29	1350	45	S
	Kashima	140 39 46	35 57 15	50	34	S
	Mizusawa	141 07 57	39 08 01	117	20	S
	Iriki	130 26 25	31 44 53	569	20	S
	Ogasawara	142 13 00	27 05 30	273	20	S
	Ishigakijima	124 10 06	24 24 38	60	20	S
KOREA	Taejon	127 22 18	36 23 54	120	13.7	S
	Yonsei U.	126 56 35	37 33 44	260	20	S
	Ulsan U.	129 15 04	35 32 33	120	20	S
	Tamna U.	126 27 43	33 17 18	100	20	S
기타 지역						
USA funded	ANTARCTICA	N/A	-90 00 00	3000	Various	S
(S : 단일경 운영, VLBI : 초장기선 전파간섭계 전용)						

표 3. WRC-03 의제 1.32 관련 검토 주파수 및 각주

주파수 (GHz)	관련 각주	공유검토대상 위성업무	보호대상 지상업무	검토 사항
41.5-42.5	5.551G	고정위성 방송위성	전파천문	o 42.5 - 43.5 GHz 대역의 전파천문업무를 보호하기 위한 기술적, 법적 규정 검토
37.5-40 40-42.5	5.551AA	고정위성 방송위성 이동위성	고정업무	o 37.5-40 GHz, 40-42.5 GHz 대역에서 고정위성 업무의 사용을 허용하고, o 상기 대역의 고정업무를 보호하기 위한 적절한 전력제한값 검토

GHz 대역에 대해 등가전력속밀도 제한값을 적용할 것을 요구하였다.

유럽지역연합체인 CEPT 그리고 아랍권 국가들은 결의 84와 관련하여, APT와 동일한 의견을 표명하였으며, 결의 128과 관련하여서는 정지/비정지궤도의 위성시스템 모두에 대해 42.0-42.5 GHz 대역에 대해서만 전력속밀도/등가전력속밀도 제한값을 적용하는 CPM-02 기술보고서의 방법 C를 지지하였다.

한편 북/남미지역 연합체인 CITEL은 결의 84의 경우에는 다른 지역연합체와 같은 의견이었으나, 결의 128과 관련하여서는 기존의 전파각주를 변함없이 지지하였다. 이 경우의 차이점은 APT/CEPT에서는 전파망원경의 관측모드, 즉 단일경 연속과관측, 단일경 스펙트럼선관측 그리고 VLBI관측에 대해 제각기 다른 전력속밀도 제한값을 적용시키고자 하는 반면, CITEL의 경우에는 관측모드에 상관없이 하나의 단일값으로만 적용하고자 하는 방법을 지지하였다.

그리고 미국은 결의 128과 관련하여 42.77-43.5 GHz 대역에 대한 전파천문 대역 및 정지궤도위성간의 신규연구를 주장하였다. 그리고 정지/비정지궤도 위성에 대해 CITEL과 같이 동일한 전력속밀도 제한값을 적용할 것을 주장하였다.

3.3. 회의결과

WRC-03 의제 1.32의 연구대상이었던 결의 84 및 결의 128은 ITU-R의 연구결과에 근거하여 삭제하기로 하였다. 그리고 42.5-43.5 GHz 대역의 전파천문업무를 보호하기 위한 방안은 우리나라가 제안하였던 내용대로 최종 채택이 되었다 (아래 표 4 참조).

주 변경내용은 42.5-43.5 GHz 대역의 전파천문업무를 42.0-42.5 GHz 대역의 정지궤도 위성 및 비정지궤도 위성으로부터 보호하기 위한 2개의 ITU-R 신규 각주(5.551H, 5.551I)를 추가하고, 전력속밀도 제한값을 정지/비정지궤도 위성별로 전파규칙에 추가함과 동시에, 기존의 각주 5.551G는 삭제하였다 (부록 3 참조). WRC-03 회의의 이와 같은 최종 결과는 우리나라의 제안서가 APT의 최종 WRC 공동제안서로 채택될 수 있도록 많은 노력을 기울

인 결과로 볼 수 있으며, 또한 동 의제의 APT의견을 대변하기 위해 우리나라가 APT의 topic coordinator로 WRC-03 회의에서 활동하며 기여한 바도 크다고 할 수 있다.

한편 제 2 지역에 있는 LMT와 ALMA와 같은 신규 대형장비들의 보호를 위해서, CITEL에서 요구한 국가간 조정에 의한 전력속밀도 제한값 설정 관련 결의안은 제2지역에만 적용하도록 하고, 상기 신규 각주의 제한값을 제2지역에서도 동일하게 적용하면서 일부 대역 (42.5-42.77 GHz) 및 정지궤도위성에 대한 ITU-R 공유 연구는 수행할 수 있도록 하는 결의를 채택하였다 (부록 4, 신규결의 743 참조).

표 4. 의제 1.32의 전파규칙 변경 내용 및 관련 WRC-03 문서

의제 1.32-WRC-03 (결의 128)				
결 과	관련 항목	Committee 5	Blue Doc.	Red Doc.
각주 삭제	5.551G	303	324	351, 386
결의 삭제	결의 128	303	324	386
RR 수정	40.5-42.5 GHz	303	324	"
신규 각주	5.551H	303	324	"
	5.551I	303	324	"
신규 결의	결의 743	303	324	"
의제 1.32-WRC-03 (결의 84)				
결 과	관련 항목	Committee 5	Blue Doc.	Red Doc.
각주 삭제	5.551AA	225	240	386
	article 21 표 21-4	225	240	"
결의 삭제	결의 84	225	240, 324	"
신규 RR	article 21.16.14	225	240	"

따라서 42-42.5 GHz 대역의 정지궤도/비정지궤도의 고정위성과 방송위성에 대한 상기 전파규칙의 신규 제정에 따라, 우리나라의 VLBI 전용 전파망원경 시스템(KVN), 즉 연세대, 울산대, 탐라대에 설치될 20m 전파망원경에서 사용 예정인 42.5-43.5 GHz 대역의 전파천문업무보호가 효율적으로 이루어질 것으로 판단된다.

3.4. 분석 및 전망

WRC-03 회의 결과, 국내에 미치는 가장 큰 파급효과로서는 의제 1.8.2에서 본 바와 같이, 많은 예산을 투입하여 건설중인 국내의 VLBI 전용 전파망원경 시스템들의 주파수 대역, 즉 43 GHz 대역의 안정적인 운영에 미치는 기여도를 들 수 있다. 이러한 결과는 비단 동 대역의 수동업무의 보호에만 그치는 것이 아니라, 41-42 GHz 대역과 같은 인접대역에 위치한 고정/방송위성의 본격적인 시스템 설계와 향후 운영에도 많이 이바지할 수 있게 될 것이다.

한편으로는 국제법의 개정에 따른 국내법·제도의 개선도 병행되어야 할 것이며, 신규로 동 대역을 서비스화하고자 하는 위성사업체에 대한 적극적인 대외홍보도 필요할 것이다. 그리고 2, 22 GHz 대역에서 지적한 바와 같이, 42.5 GHz 이상의 대역에서도 운영될 국내 전파망원경 사이트의 전파환경보호를 위해서는 동 대역에 대한 국내 중앙전파관리소의 측정 장비 및 분석 기술에 대한 적극적인 투자가 이루어져야 할 것이다.

그리고 향후 추진해야 할 과제로는 다음과 같은 항목을 들 수 있다.

우선 1차적으로는 상기 대역에 대한 공유조건이 WRC-03 회의에서 마련되었으나, 수동업무의 보호 및 능동업무의 이용차원에서는 아직도 부족한 부분들이 있으며, WRC-03 회의에서 해결되지 못한 주파수 대역, 즉 41.5-42 GHz 대역에서의 불요발사가 42.5-43.5 GHz 대역의 전파천문에 미치는 간섭 유해 여부에 대한 검토는 지속적으로 수행해야 할 것이다. 그리고 42.5 GHz에 바로 인접하여 존재하고 있는 42.519, 42.821 GHz의 일산화규소(SiO) 분자선 관측의 경우, 동 분자가 ITU-R 권고안 RA.314에 있는 중요 전파천문 관측대역에 속하고는 있지만, 인접대역의 불요발사에 대한 기술적인 보호연구가 이루어진 바가 없기 때문에, ITU-R 차원의 연구를 지속적으로 수행할 필요가 있다.

4. 결론

금번의 WRC-03 회의에서는 의제 1.8.2를 통해 수동업무와 능동업무간의 효율적인 주파수 공유를 위해서 1979년부터 24년간 미루어왔던 해결방법이 수동업무 보호를 위

한 불요발사 허용값 기준을 마련하는 방향으로 정립되는 중요한 결실을 맺게 되었다. 이를 계기로 향후 수동업무 및 능동업무간의 주파수 공유를 위한 연구방향과 적절한 공유기준 및 기술대책 마련에 기여하는 바도 클 것으로 기대된다. 특히 기존 외국의 위성통신 제조업체들이 전파천문업무의 보호를 위해 참조하고 있던 ITU-R 권고 RA.769의 불요발사 기준값이 국제법상에 직접적으로 도입되는 등의 결과를 보여주고 있는 만큼, 국내의 위성통신 사업자가 신규 위성시스템의 설계/제작시에도 이러한 ITU-R의 권고가 가지는 비중은 커지게 되었다.

한편 ITU-R 권고 SM.1633을 토대로 상기 의제에서 연구결과가 나왔던 것과 같이, 주파수 대역별 수동업무 및 능동업무간의 주파수 공유를 위한 WRC-07 회의의 신규 의제 채택(의제 1.21)을 통해 저주파수 대역의 전파천문업무 보호를 위한 연구기반이 또한 새로이 마련된 것도 큰 성과라고 할 수 있겠다.

WRC-03 회의 의제 1.32는 42 GHz 대역의 고정위성/방송위성업무와 인접대역의 전파천문업무간의 공유기준을 마련함으로써, 이 대역을 사용하는 우리나라 및 전세계의 대형 전파망원경 시스템들의 안정적인 운영에 기여함과 동시에, 위성업무의 사용 또한 허용됨으로써 양 수동/능동업무간의 균형 있는 발전에 기여하게 되었다. 특히 42.5-43.5 GHz 대역의 전파천문업무 보호를 위한 신규 ITU-R 전파각주 채택을 통해, 현재 건설중인 국내의 대형전파망원경의 향후 원활한 운영을 위한 기술기준이 제시된 점과 아울러 42-42.5 GHz 대역에서 운영예정인 고정/방송위성에 대한 향후 개발에도 기술적인 자료를 제시하게 되었다.

상기 의제들의 결과는 모두 신규 위성시스템 구축 및 운영에 직접적인 영향을 미치는 결과들인바, 국내의 위성사업자들이 신규 시스템 개발에 반드시 숙지해야 할 중요한 내용들이며, 미약한 우주전파관측을 수행하는 전파천문용 주파수대역의 간섭 측정과 보호를 위해 국내의 정부차원의 신규 대응책 마련 필요성과 기본 방향 및 이에 대한 기술적 기준 제시 효과도 크다고 하겠다. 특히, 방송위성, 고정위성 및 이동위성업무의 고주파수 대역의 업무 활성화를 위해 필요한 업무간 공유연구결과가 ITU-R의 전파각주에 명시됨으로써, ITU-R의 기술기준에 근거한 위성업무의 개발이 가능해짐과 동시에, 연구가 더 필요한 대역에 대해서는 차기 WRC 의제로 채택함으로써 불필요한 수동/능동업무간의 마찰을 최소화시키는 성과를 가져오게 되었다.

끝으로 금번 WRC-03 회의에서는 이러한 국제법의 개정 및 신규제정을 위해 오래 전부터 많은 노력을 기울여 온 정보통신부와 한국천문연구원 및 WRC-03 회의에 참석하였던 우리나라 대표단의 적극적인 대응 덕분으로, KVN과 같은 국내전파천문대의 효율적 운영에 도움이 될

것이다.

참고문헌

ITU-R Resolution 739, Compatibility between the radio astronomy service and the active space services in certain adjacent and nearby frequency band, 2003, WRC-03/394-E

ITU-R Resolution 740, Future compatibility analyses between the radio astronomy service and active space services in certain adjacent and nearby frequency bands, 2003, WRC-03/394-E

ITU-R Resolution 743, Protection of single-dish radio astronomy stations in Region in the 42.5-43.5 band, 2003, WRC-03/351-E

ITU-R Document, 2003, WRC-03/303-E

ITU-R Document, 2003, WRC-03/324-E

ITU-R Document, 2003, WRC-03/351-E

ITU-R Document, 2003, WRC-03/386-E

WRC-03 Final Acts, 2003

ITU-R Radio Regulations, 2001

부록 1 1-22 GHz 대역의 전파천문업무 보호 규정 5.347A

다음 주파수대역에서는:

- 1 452-1 492 MHz,
- 1 525-1 559 MHz,
- 1 613.8-1 626.5 MHz,
- 2 655-2 670 MHz,
- 2 670-2 690 MHz,
- 21.4-22.0 GHz

결의 739 (WRC-03)를 적용한다.(WRC-03)

결의 739 (WRC-03)

인접 주파수 대역의 전파천문업무와 능동업무간의 호환성
세계전파통신회의 (Geneva, 2003)는,

다음 사항을 고려하여

- a) 전파천문업무와 다양한 우주업무, 가령 고정위성업무 (FSS), 무선헤행업무 (RNSS), 이동위성업무 (MSS) 그리고 방송위성업무 (BSS)와 같은 "능동우주업무"들은 대역을 인접하여 1차 업무로 할당되어 있다는 것;
- b) 많은 경우, 전파천문업무 (RAS)에서 사용하는 주파수는 자연법칙 때문에 고정된 주파수 대역에서 방출되는 전파로 인하여 생기는 자연현상을 연구하기 위해 선택되

- 며, 따라서 간섭 문제를 피하거나 경감시키기 위해 주파수이동을 하는 것은 불가능하다는 것;
- c) ITU 권고 SM.1633은 능동 및 수동업무의 주파수 쌍에 대한 호환성 연구를 위해 수행방법 및 결과정리를 위한 체계를 마련하고 있다는 것;
- d) ITU 권고 SM.1633은 또한 인접대역의 수동업무와 능동업무간의 호환성 연구결과를 마련하고 있다는 것;
- e) 주관청끼리의 적절한 협의는 혁신적인 해법의 개발과 시스템의 신속한 설치를 이끌어낼 잠재성이 있다는 것;
- f) 기술 또는 운용상의 이유로, 일부 대역의 전파천문업무를 능동업무로부터 보호하기 위해서는 ITU-R 부록 3의 일반적인 제한값보다 더 엄격한 스푸리어스 발사 제한값이 요구된다는 것.

다음 사항을 주지하고

- a) 기술적인 시험을 고려한 추가적인 부담은 전파통신국에 가해지지 않아야 한다는 것;
- b) 이 결의에 포함된 협의 절차는 전파통신국에 추가적인 부담을 가하지 않는다는 것;
- c) ITU 권고 SM.1583은 전파천문국 내에서 MSS 또는 RNSS의 비정지궤도 위성시스템으로부터의 불요발사로 인해 야기되는 간섭계산을 위한 등가전력속밀도 (epfd)의 개념에 근거한 방법을 제공한다는 것;
- d) ITU 권고 SM.1586은 전파천문국 내에서 FSS의 비정지궤도 위성시스템으로부터의 불요발사로 인해 야기되는 간섭계산을 위한 등가전력속밀도 (epfd)의 개념에 근거한 방법을 제공한다는 것;
- e) ITU 권고 SM.1631은 등가전력속밀도 (epfd)의 개념에 기초를 두고 비정지궤도 시스템과 전파천문국간의 호환성 분석을 위해 사용되는 안테나 패턴을 제공한다는 것;
- f) ITU 권고 SM.1513은 어떤 시스템에 의해 야기되는 관측자료의 손실비율이 2%보다 낮아야 한다는 것에서 시작하여, 전파천문관측의 자료손실에 대한 허용레벨을 제공한다는 것;
- g) ITU 권고 SM.1633에 있는 일부 결과는 협의 절차를 개시하는 임계 레벨로 사용될 수 있다는 것;
- h) 능동 및 수동업무간의 관심이 고려되었을 때 관련 주관청간의 성공적인 협의 결과는 보장된다는 것;
- I) 전파천문국을 간섭으로부터 보호하기 위해 능동우주업무가 취하는 조치들은 제작비용을 늘어나게 하든지 또는 이런 업무들의 기능을 감소시킬 수도 있다는 것;
- j) 반대로 그러한 조치가 취해지지 않는다면 관련 전파천문국의 추가적인 운용비용 및 운용효율의 감소를 가져올 수도 있다는 것;
- k) 전파천문국에서의 추가적인 간섭경감조치의 시행에 따라, 운용비용이 증가하고 관측효율이 감소될 수 있다는 것;

표 5. 전파천문국 부지에서 정지궤도 우주국의 불요발사에 대한 전력속밀도 임계값

우주업무	우주업무 대역	전파천문 대역	단일경 연속파 관측		단일경 스펙트럼선 관측		VLBI ⁽¹⁾
			pf _d ⁽²⁾	참조 대역	pf _d ⁽²⁾	참조 대역	pf _d ⁽²⁾
	MHz	MHz	dB(W/m ²)	MHz	dB(W/m ²)	kHz	dB(W/m ²)
방송위성 (우주 대 지구)	1452-1492 1525-1559	1400-1427	-180	27	-196	20	-166
이동위성 (우주 대 지구)	1525-1559 1613.8- 1626.5	1610.6- 1613.8	-NA	NA	-194	20	-166
방송위성 (우주 대 지구) 고정위성 (우주 대 지구)	2655-2670	2690-2700	-177	10	NR	25	-161
고정위성 (우주 대 지구)	2670-2690	2690-2700 (제 1지역, 제 3지역)	-177	10	NR	20	-161
	GHz	GHz					
방송위성 (우주 대 지구)	21.4-22.0	22.21-22.5	NR	NR	NR	250	-128
NA: 비적용, 이 형태의 관측은 이 대역에서 시행되지 않고 있음. NR: 적절한 연구 결과 없음. ⁽¹⁾ VLBI(초장기선전파간섭계)관측에서의 기준대역은 스펙트럼선 관측에서 사용한 기준대역과 같은 값을 사용하였다. 스펙트럼선 관측이 시행되지 않고 있는 VLBI 대역의 기준대역폭은 전형적인 분광기채널 (3 km/s)에 대해 ITU 권고 RA.769의 추정값을 사용하여 결정하였다. ⁽²⁾ 총 2,000초의 적분시간으로 기준대역에 대해 적분함							

- l) 반대로 그러한 조치가 취해지지 않는다면, 능동우주업무에 대한 추가 경비부담과 업무효율의 저하를 부과하게 될 수도 있다는 것 ;
- m) ITU 권고 SM.1633에 수록된 대역쌍의 일부는 아직 연구가 진행 중이라는 것,

다음 사항을 인식하고

- a) 능동우주업무국에 의해 발생하는 불요발사는 전파천문업무국에 용인할 수 없는 간섭을 일으킬 수 있다는 것;
- b) 우주국의 송신기로부터 오는 불요발사 일부는 조심스런 디자인 방법과 적절한 테스트과정을 통해 조절할 수 있음에도 불구하고, 조절할 수 없거나 예상치 못한 물리메커니즘에 의해 생성된 협대역 스퓨리어스 발사와 같은 다른 불요발사는 우주선이 발사된 후에야 단지 검출될 수도 있다는 것;
- c) 불요발사의 발사 전 평가에는 불확실성이 있다는 것;
- d) 능동우주업무와 전파천문업무간에 얻게 되는 호환성에 대해서는 부담을 공평하게 나누도록 보장할 필요가 있다는 것;
- e) 부속서에 있는 값들과 만나기 어려운 경우에는 어려움을 풀어나가기 위해 협의 절차가 사용될 수 있다는 것,

다음 사항을 결의하고

- 1 부속서에 있는 대역에서 운용하기 위해 설계, 건설중인 우주국이 부속서에 지정된 해당 대역에서 운용중인 전파천문국에서 주어진 값을 충족시키는 것을 보장하기 위해, 주관청은 모든 합리적인 조치를 취하도록 할 것;
- 2 모든 합리적인 방안을 고려한 뒤, 건설중과 발사 전에 우주국으로부터의 불요발사가 부속서에 주어진 값을 충족시킬 수 없는 경우에는 우주국을 통지한 주관청은 가능한 한 전파천문국을 운용하는 주관청에 연락할 것:
 - a) 결의 1을 이행하였는지를 확인할 것;
 - b) 관련 주관청은 상호 수락가능한 해를 얻도록, 모든 실질적인 조치를 취하기 위한 합의 절차에 들어갈 것;
- 3 우주국의 발사 후, 전파천문국을 운용하는 주관청에서 예상치 않았던 환경 때문에 우주국이 이 결의의 부속서에 주어진 불요발사의 제한값과 어긋난다고 결정한 경우에는 우주국을 통지한 주관청에 연락할 것:
 - a) 우주국을 통지한 주관청은 결의 1을 이행한 것을 확인할 것;
 - b) 그리고 관련 주관청들은 상호 수락가능한 해를 얻도록, 후속 조치를 취하기 위한 합의 절차에 들어갈 것;
- 4 결의 1, 2와 3을 적용하고자 하는 전파천문국은 이 결의의 부속서에 있는 주파수 대역에서 운용되고 있는 전파국과 이 결의를 적용하는 우주국의 API의 접수일 이전에 통고된 전파천문국일 것;

표 6. 전파천문국 부지에서 비정지궤도 위성시스템의 불요발사에 대한 등가전력속밀도 임계값⁽¹⁾

우주업무	우주업무 대역	전파천문 대역	단일경 연속파관측		단일경 스펙트럼선 관측		VLBI ⁽²⁾
			epfd ⁽³⁾	Reference bandwidth	epfd ⁽³⁾	Reference bandwidth	epfd ⁽³⁾
	MHz	MHz	dB(W/m ²)	MHz	dB(W/m ²)	kHz	dB(W/m ²)
이동위성 (우주 대 지구)	1 613.8- 1 626.5	1 610.6- 1 613.8	NA	NA	-258	20	-230

NA: 비적용, 이 형태의 관측은 이 대역에서 시행되지 않고 있음.
⁽¹⁾ 등가전력속밀도의 임계값은 총 관측시간의 2%를 넘어서서 들어와서는 안 된다.
⁽²⁾ VLBI(초장기선전파간섭계)관측에서의 기준대역은 스펙트럼선 관측에서 사용한 기준대역과 같은 값을 사용하였다. 스펙트럼선 관측이 시행되지 않고 있는 VLBI 대역의 기준대역폭은 전형적인 분광기채널 (3 km/s)에 대해 ITU 권고 RA.769의 추정값을 사용하여 결정하였다.
⁽³⁾ 총 2,000초의 적분시간으로 기준대역에 대해 적분함

- 5 상기 결의들의 적용을 고려하는 우주국은 WRC-03회의의 최종의정서의 발효에 따라 부속서에 기재된 주파수 대역의 우주업무를 운영하고자 설계하는 우주국일 것;
- 6 결의 1, 2와 3의 협의 절차의 목적은 ITU 권고 SM.1633과 관련 주관청에 의해 각기 간주된 기타 ITU-R 권고의 지침을 사용하여 상호 수락가능한 해를 얻고자 하는 것;
- 7 전파통신국은 전파규칙의 제 9조 또는 11조에 따라, 이 결의에 대해 검토나 규정사항을 만들지 않을 것,

주관청에 다음 사항을 권유한다

- 1 전파천문국 부지에서 이 결의의 부속서에 수록된 불요발사의 임계레벨이 초과하는 것을 막기 위해서는, 하나 또는 그 이상의 우주업무 할당대역에서 운용하고자 계획된 우주국으로부터의 불요발사가 최소화되도록 하기 위해, 설계단계에서부터 모든 적절한고 실질적인 조치를 취할 것;
- 2 간섭경감 조치의 시행 필요성을 고려하면서, 간섭에 대한 전파천문국의 간섭에 대한 민감도를 낮추기 위해, 설계단계에서부터 모든 실질적인 조치를 취할 것.

결의 739의 부속서 (WRC-03)
불요발사의 임계레벨

정지궤도 우주국에 적용하는 불요발사의 임계 레벨은 전파천문국에서 사용하는 기준대역폭에 대해 전력속밀도 (pfd)의 값의 형태로 표 5에 주어져 있다.

표 5의 4, 6, 8열에 있는 불요발사의 임계레벨 (4열의 기준대역폭은 5열, 6, 8열의 기준대역폭은 7열에 해당됨)은 3열의 대역에서 운용되고 있는 전파천문국에 대해 2열의 대역에서 운용되는 우주국에 대해 충족되어야 한다.

그리고 비정지궤도 시스템의 우주국에 적용하는 불요

발사의 임계 레벨은 전파천문국에서 사용하는 기준대역폭에 대해, 전체 하늘방향에서 주어진 총 관측시간의 비율 동안 초과하지 않는 등가전력속밀도 (epfd)의 값의 형태로 표 6에 주어져 있다

표 6의 4, 6, 8열에 있는 epfd 값 (4열의 기준대역폭은 5열, 6, 8열의 기준대역폭은 7열에 해당됨)은 3열의 대역에서 운용되고 있는 전파천문국에 대해 2열의 대역에서 운용되는 우주국에 대해 충족되어야 한다. 주어진 전파천문국에서의 epfd값은 ITU 권고 RA.1631에서 주어진 RAS의 최대 안테나이득과 안테나 패턴을 사용하여 계산해야 한다. epfd의 계산에 대한 지침은 ITU 권고 S.1586과 ITU 권고 S.1583에서 찾아볼 수 있다. epfd의 계산에서 고려되는 전파천문국 안테나의 양각의 고도는 전파망원경의 최소 양각 θ_{min} 보다 높다. Epfd 레벨이 초과되어서는 안 되는 관측시간의 비율은 표 6의 주에 언급되어 있다.

부록 2 결의 740 (WRC-03)

인접 주파수 대역의 전파천문업무와 능동업무간의 상호
호환성 분석

세계전파통신회의 (Geneva, 2003)는,

다음 사항을 고려하여

- a) 전파천문업무와 다양한 우주업무, 가령 고정위성업무 (FSS), 이동위성업무 (MSS), 방송위성업무 (BSS) 그리고 무선항행업무 (RNSS)와 같은 "능동우주업무"들은 대역을 인접하여 1차 업무로 할당되어 있다는 것;
- b) 능동업무로부터의 불요발사는 전파천문업무에 용인할 수 없는 간섭을 야기할 수 있다는 것;
- c) 기술 또는 운용상의 이유 때문에 ITU-R 부록 3의 일

표 7. 향후 ITU-R 연구 고려대상의 대역쌍

우주업5무 대역	우주업무	전파천문업무 대역
MHz		MHz
137-138	이동위성업무 (우주 대 지구)	150.05-153.0 (RR 5.208A호)
387-390	이동위성업무 (우주 대 지구)	322-328.6 (RR 5.208A호)
400.15-401	이동위성업무 (우주 대 지구)	406.1-410 (RR 5.208A호)
620-790(RR 5.311호) 결의 545 (WRC-03) 참조	방송위성업무 (우주 대 지구)	608-614
1452-1492	방송위성업무 (우주 대 지구) (비정지궤도 시스템)	1400-1427
1525-1559	이동위성업무 (우주 대 지구) (비정지궤도 시스템)	1400-1427
1525-1559	이동위성업무 (우주 대 지구) (비정지궤도 시스템)	1610.6-1613.8
2655-2679	전파항행위성업무 (우주 대 지구)	1610.6-1613.8
2655-2670	방송위성업무 (우주 대 지구)	2690-2700
2670-2690	고정위성업무 (우주 대 지구) (제2지역)	2690-2700
2670-2690	고정위성업무 (우주 대 지구) (제2지역)	2690-2700
GHz		GHz
10.7-10.95	고정위성업무 (우주 대 지구)	10.6-10.7
21.4-22.0	방송위성업무 (우주 대 지구)	22.21-22.5

반적인 제한값은 특별한 대역에서 전파천문업무를 보호하기에 불충분하다는 것;

d) 많은 경우, 전파천문업무가 사용하는 주파수들은 자연법칙 때문에 고정된 주파수 대역에서 방출되는 전파로 인하여 생기는 자연현상을 연구하기 위해 선택되며, 따라서 간섭 문제를 피하거나 경감시키기 위해 주파수이동을 하는 것은 불가능하다는 것;

e) ITU 권고 SM.1633은 인접대역에서 운용되는 능동 및 수동업무간의 호환성 연구를 위해 주파수 쌍의 목록과 수행방법 및 결과정리를 위한 체계를 마련하고 있다는 것;

f) 능동과 수동업무간의 정합성을 달성하기 위해 공정한 공유부담을 보장할 필요가 있다는 것,

다음 사항을 인식하고

- a) ITU 권고 SM.1633은 인접대역에서 운용되고 있는 전파천문업무와 능동업무간의 정합성을 다루고 있다는 것;
- b) ITU 권고 SM.1633의 관련 부속서들은 더 한층 세밀하게 정리할 필요가 있다는 것;
- c) 다음 표 7에 있는 대역쌍에 대한 능동우주업무의 불요발사로부터 전파천문업무를 보호하기 위해서는 ITU-R 부록 3의 일반적인 불요발사의 제한값보다 더 엄격한 조치가 필요하다는 것,

다음 사항을 결의하고

- 1 ITU권고를 갱신 또는 개발과 관련하여 필요하다면, 단지 표 7에 있는 전파천문업무와 관련 능동업무간의 정합성에 대한 연구를 ITU-R에 권유할 것;
- 2 WRC회의에서는 필요하다면 결의 739 (WRC-03)의 부속서에 있는 협의를 위한 임계 레벨의 표를 검토 또는 갱신하기 위해 결의 1의 연구결과를 고려할 것,

주관청에 다음 사항을 권유한다

결의 1에 지정된 ITU 연구에 적극적으로 참석하고, 호환성의 해결책을 시행하거나 또는 시행하지 않는 모든 관련 업무에 미치는 영향을 알아낼 뿐 아니라, 이 결의의 표에 지정된 대역에서 운용되는 능동 및 수동업무의 관련 특성을 실질적으로 마련할 것.

부록 3 42.5-43.5 GHz 대역 전파천문보호 규정

신규 각주

5.551H 42-42.5 GHz 대역에서 운용되는 고정위성업무(우주 대 지구) 또는 방송위성업무(우주 대 지구)의 비정지궤도 위성시스템의 모든 우주국에 의해 42.5-43.5 GHz 대역에서 생성되는 등가전력속밀도(epfd)는 전파천문국의

40.5-51.4 GHz

업무분배		
제1지역	제2지역	제3지역
41-42.5 고정 고정위성 (우주 대 지구) 신규 5.BC03 방송 방송위성 이동 5.547 5.551F 신규 5.BC04 신규 5.BC05		

부지 내에서 아래에 주어지는 값들이 총 관측시간의 2%를 초과하여 들어올 수 없다:

단일경 전파망원경으로 등록된 전파천문국의 부지에서, 42.5-43.5 GHz의 대역에 대해 1 GHz 대역당 -230 dB(W/m²), 그리고 500 kHz 대역당 -246 dB(W/m²)의 값과,

그리고 VLBI국으로 등록된 전파천문국의 부지에서, 42.5-43.5 GHz의 대역에 대해 500 kHz 대역당 -209 dB(W/m²)의 값을 초과할 수 없다.

이때의 EPFD값은 ITU-R 권고 S.1586에 있는 방법과 ITU-R 권고 RA.1631의 전파천문업무용 안테나의 최대 이득과 기준안테나 패턴을 사용하여 계산해야 한다. 그리고 망원경의 최소 운용 양각 θ_{min}보다 높은 고도각과 전체 하늘에 대해 적용해야 한다. (이 경우, 통고정보의 부족으로 기본값 5°를 채택하였다)

이 값들은 아래 사항들 중 어느 하나의 전파천문국에 대해 적용해야 한다.

- WRC-03 회의 종료일 전에 운용되고 있고, 2004년 1월 이전에 ITU에 통고되었거나
- 제한값이 적용되는 우주국에 대해, 이들이 ITU-R 부록 4의 조정 또는 통고정보를 완료한 날 이전에 통고된 경우

이러한 날짜 이후에 통고된 타 전파천문국은 허가된 우주국을 보유한 주관청의 동의를 요청할 수 있다. 제 2 지역에서는 결의 743 (WRC-03)을 적용해야 한다. 이 각주의 제한값은 주관청이 동의한 나라의 전파천문국의 부지에서는 초과할 수 있다. (WRC-03)

5.551I 42-42.5 GHz 대역에서 운용되는 고정위성업무(우주대지구) 또는 방송위성업무(우주대지구)의 정지궤도우주국에 의해 42.5-43.5 GHz 대역에서 생성되는 전력속밀도는 전파천문국의 부지 내에서 아래에 주어지는 값들을 초과할 수 없다:

단일경 전파망원경으로 등록된 전파천문국의 부지

에서, 42.5-43.5 GHz의 대역에 대해 1 GHz 대역당 -137 dB(W/m²), 그리고 500 kHz 대역당 -153 dB(W/m²)의 값과,

그리고 VLBI국으로 등록된 전파천문국의 부지에서, 42.5-43.5 GHz의 대역에 대해 500 kHz 대역당 -116 dB(W/m²)의 값을 초과할 수 없으며,

이 값들은 아래 사항들 중 어느 하나의 전파천문국에 대해 적용해야 한다.

- WRC-03회의 종료일 전에 운용되고 있고, 2004년 1월 이전에 ITU에 통고되었거나
- 제한값이 적용되는 우주국에 대해, 이들이 ITU-R 부록 4의 조정 또는 통고정보를 완료한 날 이전에 통고된 경우

이러한 날짜 이후에 통고된 타 전파천문국은 허가된 우주국을 보유한 주관청의 동의를 요청할 수 있다. 제2지역에서는 결의 743 (WRC-03)을 적용해야 한다. 이 각주의 제한값은 주관청이 동의한 나라의 전파천문국의 부지에서는 초과할 수 있다. (WRC-03)

**부록 4 결의 743 (WRC-03)
제 2지역의 42.5-43.5 GHz 대역 내 단일경
전파천문국의 보호**

세계전파통신회의 (Geneva, 2003)는,

다음 사항을 고려하여

- a) 42.5-43.5 GHz 대역은 전파천문업무가 1차 업무로 할당되어 있다는 것, 그리고 연속파 및 스펙트럼선 관측이 이 대역에서 수행되고 있다는 것;
- b) 42-42.5 GHz 대역에는 고정위성업무 (우주 대 지구)와 방송위성업무가 1차 업무로 할당되어 있다는 것;
- c) 42-42.5 GHz 대역에서 운용되는 정지궤도 고정위성업무 또는 방송위성업무 위성은 42.5-43.5 GHz 대역의 단일경 망원경의 100% 관측을 위한 RR 제 5.551I 호에 주어진 값을 만족시키기가 매우 어렵다는 것;
- d) 42-42.5 GHz 대역에서 운용되는 고정위성업무나 방송위성업무의 위성 또는 시스템은 전파천문국에 대한 유해간섭의 잠재력을 경감시킬 모든 유용한 기술 또는 운용면의 방법이 개발된다고 하더라도, 42.5-43.5 GHz 대역 가장자리의 42.5 GHz 대역 근처에서 수행되는 단일경 전파망원경의 스펙트럼선 관측에 대해서, 정지궤도위성의 경우 500 kHz 당 -153dB(W/m²)의 전력속밀도 레벨 또는 비정지궤도 시스템의 경우 500 kHz 당 -246dB(W/m²)의 등가전력속밀도 레벨 때문에 매우 어려움을 만나게 되리라는 것;
- e) 42.5-43.5 GHz 대역에서 단일경으로 운용되는 전파천문국은 상대적으로 적고, 42-42.5 GHz 대역에서 운용되

는 고정위성업무 또는 방송위성업무의 지구국도 상대적으로 적을 것으로 예상되기 때문에, 이 대역에서 운용되는 전파천문국에 대한 유해간섭의 잠재력을 경감시키기 위한 간섭경감 방법 (지역적인 분리, 시간 분할 등)까지 포함한 기술 또는 운용면의 방법을 이용하는 것이 양 업무간에 가능하리라는 것;

f) 상기 항을 고려하여, 관련 전파천문국과 고정위성업무/방송위성업무의 주관청 간의 협약에 따라 42-42.5 GHz 대역의 고정위성업무 또는 방송위성업무의 위성 또는 시스템이 42.5-42.77 GHz 대역에서 스펙트럼선 관측을 수행하는 제2지역의 전파천문국에 유해한 간섭을 주지 않도록 보장하는 일이 가능하다는 것,

다음 사항을 결의한다

1 42-42.5 GHz 대역의 정지궤도 고정위성업무 또는 방송위성업무의 위성은 RR 제 5.551I 에서 주어진 바와 같이, 42.5-43.5 GHz 대역에 대해 단일경 전파망원경으로 등록된 제 2 지역 내의 전파천문국에서 총 관측시간의 2%를 초과해서는 안된다;

2 42-42.5 GHz 대역의 정지궤도 고정위성업무나 방송위성업무의 위성 또는 비정지궤도 고정위성업무나 방송위성업무 시스템을 운영하고자 계획하고 있는 주관청은 제 2지역의 단일경 전파망원경으로 등록된 전파천문국의 부지 내에서, 42.5-42.77 GHz 대역에 대해 정지궤도위성의 경우 500 kHz 당 $-153\text{dB}(\text{W}/\text{m}^2)$ 의 전력속밀도값 또는 비정지궤도 시스템의 경우 500 kHz 당 $-246\text{dB}(\text{W}/\text{m}^2)$ 의 등가전력속밀도값이 총 관측시간의 2%를 넘지 않도록 실행 가능한 모든 조치를 취해야 한다;

3 42-42.5 GHz 대역의 정지궤도 고정위성업무나 방송위성업무의 위성 또는 비정지궤도 고정위성업무나 방송위성업무 시스템을 운영하고자 계획하고 있는 주관청은 42.5-42.77 GHz 대역에 대해 결의 2의 시간 비율과 값을 초과하지 않도록 실행 가능한 모든 조치를 취함에도 불

구하고, 이러한 조건을 만족시킬 수 없게 되는 경우, 그러한 위성이나 시스템을 운영하고자 계획하는 주관청은 42.5-42.77 GHz 대역에서 생성되는 불요발사에 대해 상호 만족한 합의가 도달되도록 제 2지역에서 영향을 받는 전파천문국을 운영하는 주관청과 협의해야 한다;

4 결의 1, 2, 3은 WRC-03회의 종료일 전에 운용하고 있고 2004년 1월 4일 이전에 ITU에 통고되었거나 또는 이 결의를 적용하는 고정위성업무나 방송위성업무의 위성 또는 시스템에 대해 이들이 ITU-R 부록 4의 조정 또는 통고정보를 완료한 날 이전에 통고된, 42.5-43.5 GHz 대역의 단일경 전파망원경으로 등록된 제2지역의 전파천문국에 대해 적용해야 한다 (주1 참조);

5 결의 4에서 제시된 날짜 이후에 단일경 전파망원경으로 통고된 제2지역의 전파천문국의 주관청은 이 결의가 적용되는 허가된 정지위성업무나 방송위성업무의 위성 또는 시스템을 가지고 있는 주관청과 합의를 모색할 수 있다,

ITU-R에 다음 사항을 권유한다

42-42.5 GHz 대역에서 운용되는 정지궤도위성이 전파천문국 부지에서 RR 제 5.551I의 단일경 값을 초과하는 시간비율과 전파천문관측에 미치는 영향 사이의 적절한 균형을 설정하기 위해 연구수행과 권고안 개발을 할 것.

주1 RR .5.551H, 5.551I 그리고 이 결의의 결의 4항을 위해, 42.5-43.5 GHz 대역의 관측을 수행하기 위해 건설중인 멕시코의 시에라 네그라에 있는 LMT 관측국 (서경 $18^{\circ}59'N/97^{\circ}18'$) 및 칠레의 산 페드로 아타카마에 있는 ALMA국 (서경 $23^{\circ}20'S/67^{\circ}44'$, Atacama Large Millimeter Array)의 전파천문국들의 경우, 이들이 2005년 1월 1일 이전에 전파통신국에 통고된다면 WRC-03회의 종료일 이전에 운용되고 있는 것으로 고려되어야 한다.