

신 우주시대 대비를 위한 위성주파수 확보 및 보호



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「신 우주시대 대비를 위한 위성주파수 확보 및 보호」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2023. 12. 31.

연구책임자 : 이 경 희(미래전파기술팀 위성자원담당)

연구원 : 이 재 형(미래전파기술팀 위성자원담당)

류 제 환(미래전파기술팀 위성자원담당)

요 약 문

위성통신은 점차 지상, 해상, 우주를 잇는 초공간 통신의 중심적인 역할로 그 범위가 확대되어 가고 있다. 특히, 글로벌 기업들을 중심으로 한 저궤도 위성통신 시장이 급속히 확대됨에 따라 점차 국내 위성통신 및 이동통신 산업에 영향을 미치고 있다. 우리나라는 「차세대 네트워크 완성을 위한 위성통신 활성화 전략(’23.9월)」을 수립하면서 글로벌 트렌드에 대응하여 위성통신에 의한 성장동력 창출과 국민 편익 제고를 조화롭게 달성하고, 향후 국가기간망으로서 중요도가 커질 위성통신망 주권 보호를 위한 정부의 역할에 대해 정립을 하였다.

위성망 국제등록은 우리나라 위성망의 확보와 보호를 위해 필수적인 요소이다. 2023년에는 한국과학기술원 초소형 군집위성 NEONSAT 위성망, (주)컨텍 비정지궤도 CONTECSAT-A 위성망, (주)나라스페이스테크놀로지 OBS-1 위성망 등이 국제주파수회보에 등재되었으며, (주)솔탑 비정지궤도 SOLESAT-1 위성망, (주)세트렉아이 SPACEEYE-T1 비정지궤도 위성망 등의 사전공표자료가 ITU에 제출되어 외국 위성망과의 조정 절차가 시작되었다. 국립전파연구원은 우리나라 위성주파수의 확보와 보호를 위한 주관청 업무를 수행하고 있으며, 지난 9월에 열린 한국과 인도네시아의 주관청 간 위성망 조정회의에서는 양 국 정부 및 합동참모본부, 한국항공우주연구원, (주)케이티셋 등 위성 관련 14개 기관 35명이 모여 무궁화 위성, 천리안 위성 등 694건의 위성망을 조정하여, 차세대 공공복합위성망, 군 통신위성망 등의 안정적인 운용에 기여하였다.

전 세계적으로 군집 저궤도 위성들이 증가함에 따라 정지궤도와 비정지궤도 위성망과의 혼간섭 문제들이 아랍에미리트 두바이에서 열린 WRC-23에서 논의되었다. 이동형지구국(ESIM)의 Ku, Ka 대역 비정지궤도 고정위성업무와 관련한 의제가 논의되었고, 위성간 회선 이용에 대한 수요가 점차 증가함에 따라 효율적인 주파수 이용을 위해 위성 간 회선 이용을 위한 기술 운용 이슈 등이 논의되었다. 특히, 의제 7 주제 C 비정지궤도(NGSO) 위성시스템으로부터 이동위성업무(MSS)용 정지궤도(GSO) 위성망 보호 절차 검토를 위해 우리나라 주도로 작성된 ACP(방안 C3 기반)를 바탕으로 MSS GSO 위성망의 보호를 위해 비정지궤도 위성시스템에 비간섭/비보호 조건을 적용하고, 이동위성업무용 정지궤도 위성망에 조정 규정을 면제하도록 전파규칙 제5조(주파수분배표

주석)를 개정하였다. 또한, 차기 WRC-27 회의에서도 Q/V 대역 고정위성업무용 ESIM, 51/52GHz 대역에서 고정위성업무용 비정지궤도 위성시스템 게이트웨이 운용 가능성 검토, Non-GSO FSS 및 MSS 지구국의 무단 운영을 제한하기 위한 규제 조치 및 구현 가능성 개발 등 비정지궤도 위성에 대한 의제들이 다수 포함되었다. 그리고 한국ITU연구위원회 ITU-R SG4(위성분야)에서는 주요 Question 연구 23건, 중점과제 12건, 일반과제 10건, 심화과제 2건 등 위성분야 국제 표준화 대응을 위한 연구 과제를 수행 중이며, 지난 6월에 스위스 제네바에서 개최된 SG4 산하 작업반 WP4A, WP4B, WP4C 회의에서는 총 3건의 기고서를 제출하며 위성 분야 국제 표준화에 대응하고 있다.

목 차

제1장 서론	13
제2장 위성망 국제등록 및 위성통신 활성화	17
제1절 위성망 국제등록 개요	17
제2절 위성망 국제등록 현황 및 조정	17
제3절 위성통신 활성화 전략	20
제3장 세계전파통신회의(WRC-23) 위성 주파수 대응	25
제1절 세계전파통신회의	25
제2절 위성망 국제등록 규칙 및 절차 개정	25
제3절 신규 위성 주파수 분배	28
제4절 ITU-R SG4(위성업무) 위성 주파수 연구	32
제4장 결론	61
참고문헌	62

표 목 차

[표 1] 위성망 지구국 국제등록 비교	17
[표 2] 2023년 우리나라 국제등록 위성망	19
[표 3] 의제 7 연구주제	27
[표 4] WRC-27 의제 목록	31
[표 5] Question 의제 목록	33
[표 6] 결의 169 후속 조치 연구 과제 기고 목록	37
[표 7] 권고 S.1503 개정 연구 과제 기고 목록	39
[표 8] Scaling Factor 연구 기고 목록	46
[표 9] Inter/Intra-service 서비스 공유 연구 기고 목록	47
[표 10] 위성 IMT-2020 무선 인터페이스 표준 개발 기고 목록	48
[표 11] 위성 IMT-2030 기술 동향 보고서 개발 기고 목록	50
[표 12] 위성 OBP 관련 기존 연구과제(Q218/1-4) 개정 기고 목록	51
[표 13] 위성 IoT 기술 보고서 개발 기고 목록	52
[표 14] 결의 361(WRC-19 개정) resolve 3 기고 목록	52
[표 15] WP4C Questions 검토 기고 목록	53
[표 16] RNSS 보호 연구 기고 목록	54
[표 17] 1.5GHz IMT-MSS간 인접대역 호환성 연구 기고 목록	58

그림 목 차

[그림 1] 「차세대 네트워크 완성을 위한 위성통신 활성화 전략」 비전 및 목표·····	21
[그림 2] 위성망 국제등록 절차 개요·····	26
[그림 3] WRC-27 COM6 구성·····	31

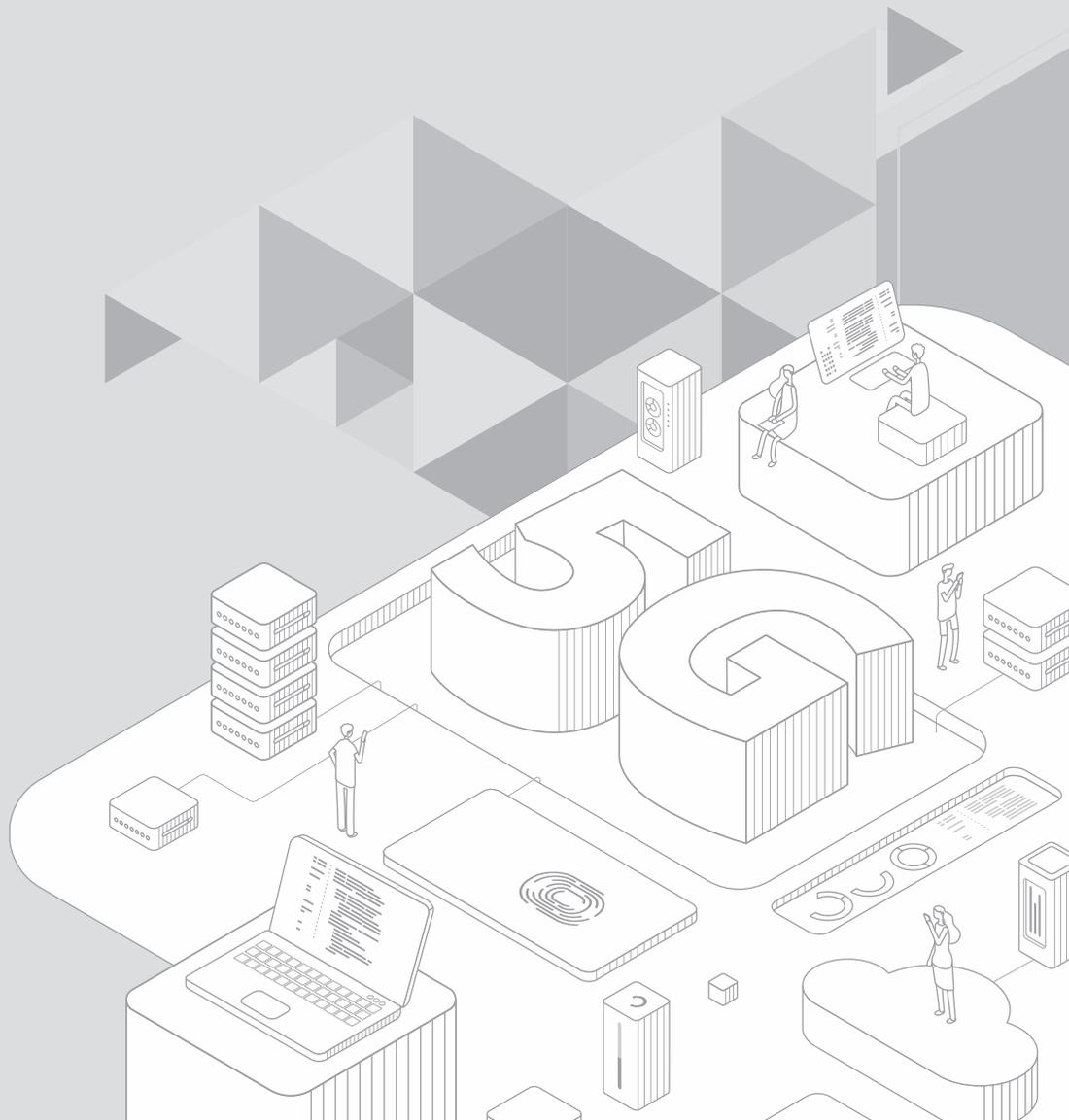


국립전파연구원
National Radio Research Agency



제1장
서론

National Radio Research Agency



제1장 서론

위성통신은 점차 지상, 해상, 우주를 잇는 초공간 통신의 중심적인 역할로 그 범위가 확대되어 가고 있다. 특히, 글로벌 기업들의 저궤도 위성 통신 시장이 급속히 확대됨에 따라 점차 국내 위성통신 및 이동통신 산업에 영향을 미치고 있다.

우리나라는 「차세대 네트워크 완성을 위한 위성통신 활성화 전략(’23.9월)」을 수립하면서 글로벌 트렌드에 대응하여 위성통신에 의한 성장동력 창출과 국민 편익 제고를 조화롭게 달성하고, 향후 국가기간망으로서 중요도가 커질 위성통신망 주권 보호를 위한 정부의 역할을 정립하였다. 특히 위성통신 산업 경쟁력 강화를 위해 위성통신 R&D를 강화하고 국내 독자 저궤도 통신위성 개발 및 발사를 통해 시범망을 구축하는 한편, 위성통신 분야 전문인력 양성 및 국내 위성통신 기업들의 창업, 성장, 해외 진출 등을 위한 지원 확대 등의 세부 추진 전략을 마련하였다. 이 밖에도 위성망 확보 및 전주기 관리, 위성전파 이용 효율화, 위성전파 이용질서 확립 등의 전략을 마련하였다.

군집 저궤도 위성들이 증가함에 따라 정지궤도와 비정지궤도 위성망과의 혼간섭 문제 또한 WRC-23에서 논의되었으며, 차기 WRC-27 회의에서도 비정지궤도 위성에 대한 의제들이 다수 포함되기도 하였다. 아랍에미리트 두바이에서 개최된 세계전파통신회의 (WRC-23, World Radio-communication Conference 2023)에서는 위성통신과 관련하여 이동형지구국(ESIM)의 Ku, Ka 대역 고정위성업무와 관련한 의제가 논의되었고, 위성간 회선 이용에 대한 수요가 점차 증가함에 따라 효율적인 주파수 이용을 위해 위성간 회선 이용을 위한 기술 운용 이슈 등이 논의되었다.

특히 WRC-27에서 논의될 의제들이 결정이 되었는데, Q/V 대역 고정위성업무용 ESIM, 51/52GHz 대역에서 고정위성업무용 비정지궤도 위성시스템 게이트웨이 운용 가능성 검토, Non-GSO FSS 및 MSS 지구국의 무단 운영을 제한하기 위한 규제 조치 및 구현 가능성 개발과 Non-GSO FSS 및 MSS 위성시스템의 서비스 영역과 관련된 문제 연구, 1.5-2GHz 대역에서 저속 데이터 NGSO 이동위성시스템 개발을 위한 이동위성업무 분배 및



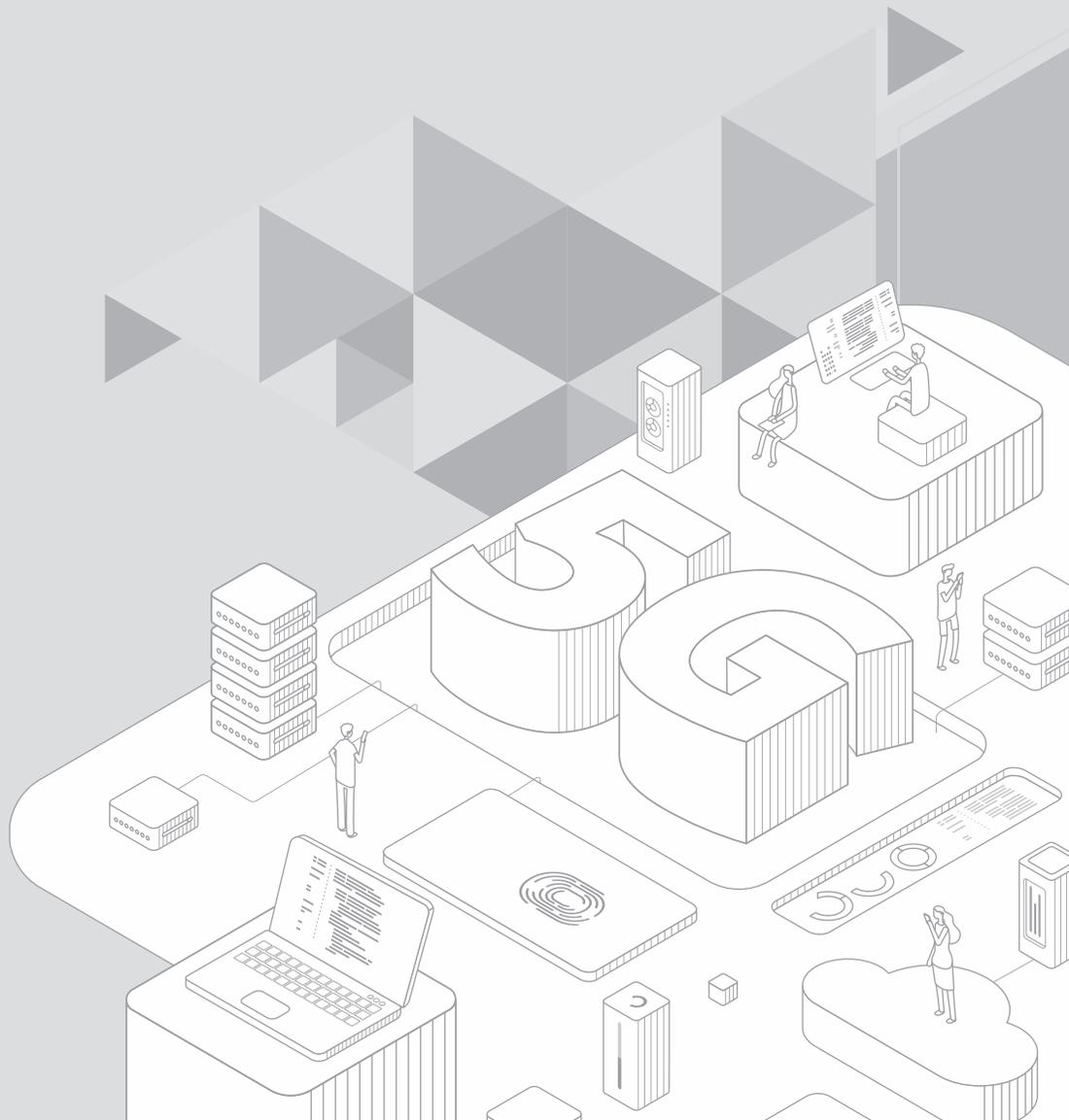
규제조치 검토 등 비정지궤도와 관련된 많은 의제들이 포함이 되었다.

이번 보고서에서는 국내 위성망 국제등록 현황, WRC-23과 ITU-R SG4 국제회의에서 논의되었던 위성망 국제등록 절차 개정, 위성 주파수 분배 등에 대한 국제 연구 동향을 파악하여, 앞으로 신우주시대 대비를 위한 위성주파수 확보 및 보호와 관련한 활동 사항들을 정리하고자 한다.

제2장

위성망 국제등록 및 위성통신 활성화

National Radio Research Agency



제2장 위성망 국제등록 및 위성통신 활성화

제1절 위성망 국제등록 개요

위성망 국제등록이란 궤도 및 위성주파수 등 위성자원 이용 권리를 확보하기 위해 ITU가 정한 절차와 방법에 따라 우주국, 지구국이 포함된 위성망을 국제주파수등록원부(MIFR, Master International Frequency Register)에 등재하는 것을 말한다. ITU의 국제 주파수 등록원부에 등재된 모든 주파수는 국제적으로 인정받을 권리를 가지며, 전파규칙 제4.3조(주파수의 할당 및 사용)에 따라 유해한 간섭을 받지 않을 권리가 있다.

위성망과 지구국 국제등록 절차는 사전공표/조정자료의 제출방법, 공표절차, 최종 통고서의 제출기한 등에 차이가 있다.

[표 1] 위성망 지구국 국제등록 비교

내 용	위성망	지구국	비 고
조정자료 제출방법	ITU에 제출 / ITU에서 공표	조정대상 국가에 제출 조정요구	사전공표 (비정지 위성)
조정국가	유해간섭 이의제기 국가 (공표 4개월 이내)	조정요구 주관청 식별 (ITU S/W 이용)	.
조정기간	서신조정 또는 회의개최 (7년)	서신조정 (4개월)	.
조정대상	○ 위성망 vs 위성망 ○ 위성망 vs 지구국 ○ 위성망 vs 지상망 (고정 이동)	○ 지구국 vs 지상망 (고정 이동) ○ 지구국 vs 지구국 (송.수 반대 방향)	.
통고서 및 운용개시 제출 기한	통고서 및 운용개시일 제출 (7년 이내)	기한 없음	.

제2절 위성망 국제등록 현황 및 조정

2023년에는 한국과학기술원 초소형 군집위성 NEONSAT 위성망, (주)컨텍 비정지궤도 CONTECSAT-A 위성망, (주)나라스페이스테크놀로지 OBS-1 위성망 등이 국제주파수회보에 등재되었으며, (주)솔탑 비정지궤도 SOLESAT-1 위성망, (주)썬트랙아이 SPACEEYE-T1 비정지궤도 위성망 등의 사전공표자료가 ITU에

제출되어 외국 위성망과의 조정 절차가 시작되었다.

한국과학기술원 초소형 군집위성은 한국과학기술원 인공위성연구소가 총괄 및 주관 연구기관으로서, 초소형위성 군집시스템은 총 11기의 위성을 500km 고도의 태양동기궤도 상에서 운영하며, 기준궤도는 태양동기궤도로 전지구 관측이 가능하며 46일의 주기를 갖는 반복궤적을 갖도록 설계되었다. 초소형위성 군집시스템의 관제 및 수신국은 제주도의 국가위성운영센터이다. S-대역 상하향 통신링크를 관제용으로 사용하고, X-대역 하향 통신링크를 관측 데이터 수신용으로 운용한다. 수신을 위한 최소 상향각은 5도 이상이며, 위성 1기 기준으로 경로 당 약 7.3분의 교신시간을 가진다.

(주)컨텍은 8기의 비정지궤도 CONTECSat-A 위성군을 통해 고도 약 500km에서 1.5m 고해상도 카메라를 통한 위성 영상의 전처리 및 후처리와 위성 광통신 탑재체를 이용하여 지상과의 광통신의 검증을 목표로 한다. 위성은 5개의 주파수 대역을 사용한다. UHF 상하향 통신은 위성의 긴급 상황시에 운영되며 일반적인 상황에서는 운영되지 않는다. S-Band 상향 통신은 지상국에서 위성에게 명령을 송신하는 등 우주 운용, 위성 관제 역할을 수행하며, S-Band 하향 통신은 위성의 상태정보를 지상국으로 송신한다. X-Band 하향 통신에서 위성에서 촬영한 영상 데이터를 지상국으로 송신하는 역할을 수행하지만, 긴급시에는 S-Band 하향 통신에서도 영상 데이터를 지상국으로 송신할 수 있다.

(주)나라스페이스테크놀로지는 위성 영상 확보 및 초소형 위성 자체 개발 능력 향상을 위해 육지/해양 공간의 다분광 고해상도 정보를 추출/분석하고 광학 영상을 얻을 수 있는 초소형 위성 Observer-1을 자체 제작하였으며, 고도 500km에서 위성 영상 확보 후 영상 처리 기법을 활용해 상용화하기 위한 목표로 사업을 추진하고 있다.

(주)솔탑은 Can Plug & Play 기반 초소형위성 플랫폼을 국산화 검증, 초소형위성용 태양전지판 핵심기술 궤도검증, 광학 카메라를 활용한 지구관측 등의 임무를 수행하기 위해 SOLESAT-01 위성을 개발하였다. 고도는 500km로 태양동기궤도이며, 경사각은 약 98°이며, 상향링크는 S대역, 하향링크는 S대역과 UHF 대역을 이용할 예정이다.

[표 2] 2023년 우리나라 국제등록 위성망

위성망 명	궤도	등록자료 종류	제출일	비고
NEONSAT	비정지	통고자료	2023.1.4.	초소형 군집위성
SOLESAT-01	비정지	사전공표	2023.1.4.	민간위성
KOREASAT 7-1	비정지	통고자료	2023.3.14.	425사업
NEXTSAT-2	비정지	사전공표(수정)	2023.3.14.	한국과학기술원
SPACEEYE-T1	비정지	사전공표	2023.3.14.	민간위성
KOREASAT 7-1	비정지	통고자료(수정)	2023.4.17.	425사업
CONTECSAT-A	비정지	통고자료(수정)	2023.5.3.	민간위성
SNIFE	비정지	사전공표(수정)	2023.6.7.	한국천문연구원
KOREASAT-116A	116E	통고자료	2023.6.14.	군위성
KOREASAT-116.0E-A30B-M2	116E	통고자료	2023.7.11.	KASS 사업 정지궤도(계획)
KAFASAT	비정지	통고자료	2023.8.8.	아마추어
JAC	비정지	통고자료	2023.8.8.	아마추어
OBS-1	비정지	통고자료	2023.8.8.	민간위성
COSMOS	비정지	사전공표(수정)	2023.8.24.	민간위성
KOREASAT 3-1/5-1/6-1	비정지	통고자료	2023.8.24.	군위성
KAFASAT	비정지	통고자료	2023.9.15.	아마추어

※ 우리나라 제출일 기준으로서 국제주파수회보가 수록한 날짜와 차이가 있을 수 있다.

국립천문연구원은 우리나라 위성망 확보 및 보호를 위한 주관청 간 위성망 조정 업무를 수행하고 있으며, 지난 9월에 열린 한국과 인도네시아의 주관청 간 위성망 조정회의에서는 양 국 정부 및 합동참모본부, 한국항공우주연구원, (주)케이티셋 등 위성 관련 14개 기관 35명이 모여 무궁화 위성, 천리안 위성 등 총 72개 의제 1,043건의 위성망 조정 회의를 수행하여, 694건의 위성망에 대한 조정을 완료하였다. 과학기술정보통신부는 차세대 공공복합 위성망 운용을 위한 인도네시아 위성망의 운용 계획을 확인하였으며, SBAS 피더링크 및 통신용 대역에 대해 충분한 궤도 이격이 있는 인도네시아 위성망들과의 조정을 완료하였다. 그리고 KPS-G1 위성망과 관련하여 인도네시아 6개 사업자와 L(MSS), L(RNSS), Ku 대역의 조정을 수행하였다. 국방부는 군 통신위성의 보호 및 안정적인 운용을 위해 후발 위성인 인도네시아 위상마의 출력 조건 등을 제시하였으며, 큰 궤도 이격을 갖는 위성망과의 조정을 완료하였다. 한국항공우주연구원은 현재 운용 중인 천리안 2A호, 2B호의 X대역(지구탐사위성업무) 주파수의 큰 궤도 이격을 고려하여 인도네시아



위성망과 조정을 완료 하였다. (주)케이티넷은 인도네시아 후발 위성망의 잠재적 유해 혼신으로부터 운용중인 무궁화 위성 보호, 신규 국제등록 정제제도 위성망 확보 및 비정지제도 조정 등의 획득을 위해 조정 협상을 수행하였다.

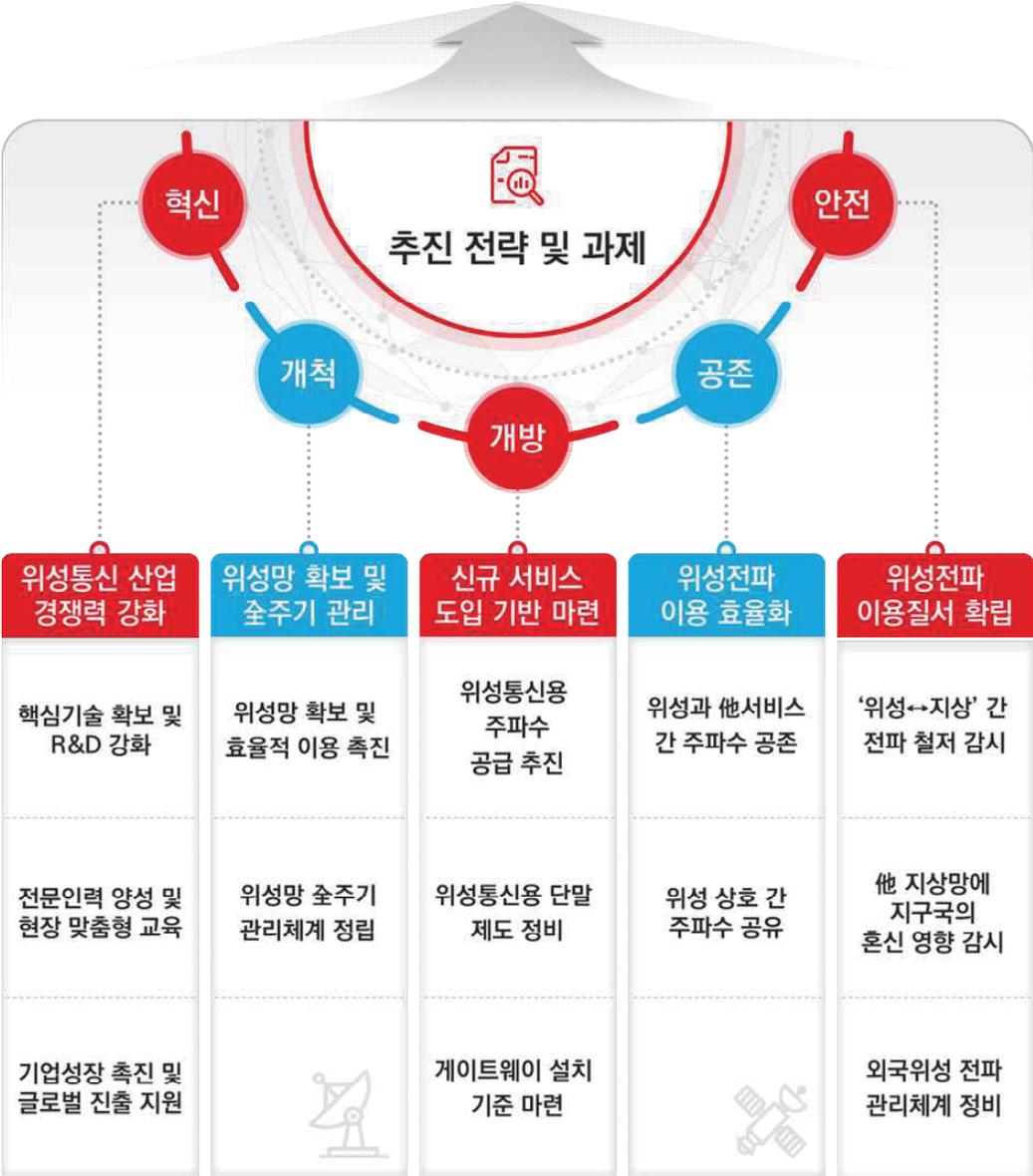
제3절 위성통신 활성화 전략

과학기술정보통신부는 「차세대 네트워크 완성을 위한 위성통신 활성화 전략(’ 23.9월)」을 수립하면서 글로벌 트렌드에 대응하여 위성통신에 의한 성장동력 창출과 국민 편의 제고를 조화롭게 달성하고, 향후 국가기간망으로서 중요도가 커질 위성통신망 주권 보호를 위한 정부의 역할에 대한 정립을 하였다. 위성통신 R&D를 강화하고, 국내 독자 저궤도 통신위성 개발 및 발사를 통한 시범망을 구축할 예정이며, 위성통신 분야 전문인력 양성 및 국내 위성통신 기업들의 창업, 성장, 해외 진출 등을 위한 지원 확대 등 위성통신 산업 경쟁력 강화, 위성망 확보 및 전주기 관리, 위성전파 이용 효율화, 위성전파 이용질서 확립 등의 전략을 마련하였다.

이에 따라 국내 위성망 확보를 위한 조정 역량을 강화하고 기존에 확보된 위성망의 효율적 이용 기반을 마련할 예정이다. 국내 위성 개발이 확대됨에 따라 위성망 국제등록을 점차 확대해 나가고, 위성망 혼신 분석 및 공유 기술 연구를 통해 ITU 등 국제기구 의제 대응을 통해 표준화 활동을 진행할 예정이다. 그리고 급증하는 위성 발사 수요를 반영하여 위성통신 혼신 방지 및 조정을 위한 위성망 전주기 관리체계를 정립할 예정이다. 주기적으로 공공·민간 위성 발사 계획에 따른 위성망 수요 파악 및 소요량을 분석하여 위성망을 확보하고, 국내 위성망 정보 및 조정 자료 등을 통합하여 정보 활용을 할 예정이며, 해외 위성망 또는 국내 주파수 사용자와 협상 조정을 중재하는 혼신 조정 지원 체계를 마련하고, 국내 위성망 확보 및 조정, 위성주파수 공급 등을 협의하기 위해 관계부처·기관이 참여하는 가칭 ‘위성주파수 정책협의회’를 필요 시 운영할 예정이다.

비전 위성통신 선진국 진입으로
대한민국 차세대 네트워크 완성

정책 목표	세계 기술력 추격 (21) 85% → (30) 90%	주력 수출 산업화 (21) 3.5억\$ → (30) 30억\$	안정적 이용 기반 마련 서비스 확대 및 다양화



[그림 1] 「차세대 네트워크 완성을 위한 위성통신 활성화 전략」 비전 및 목표



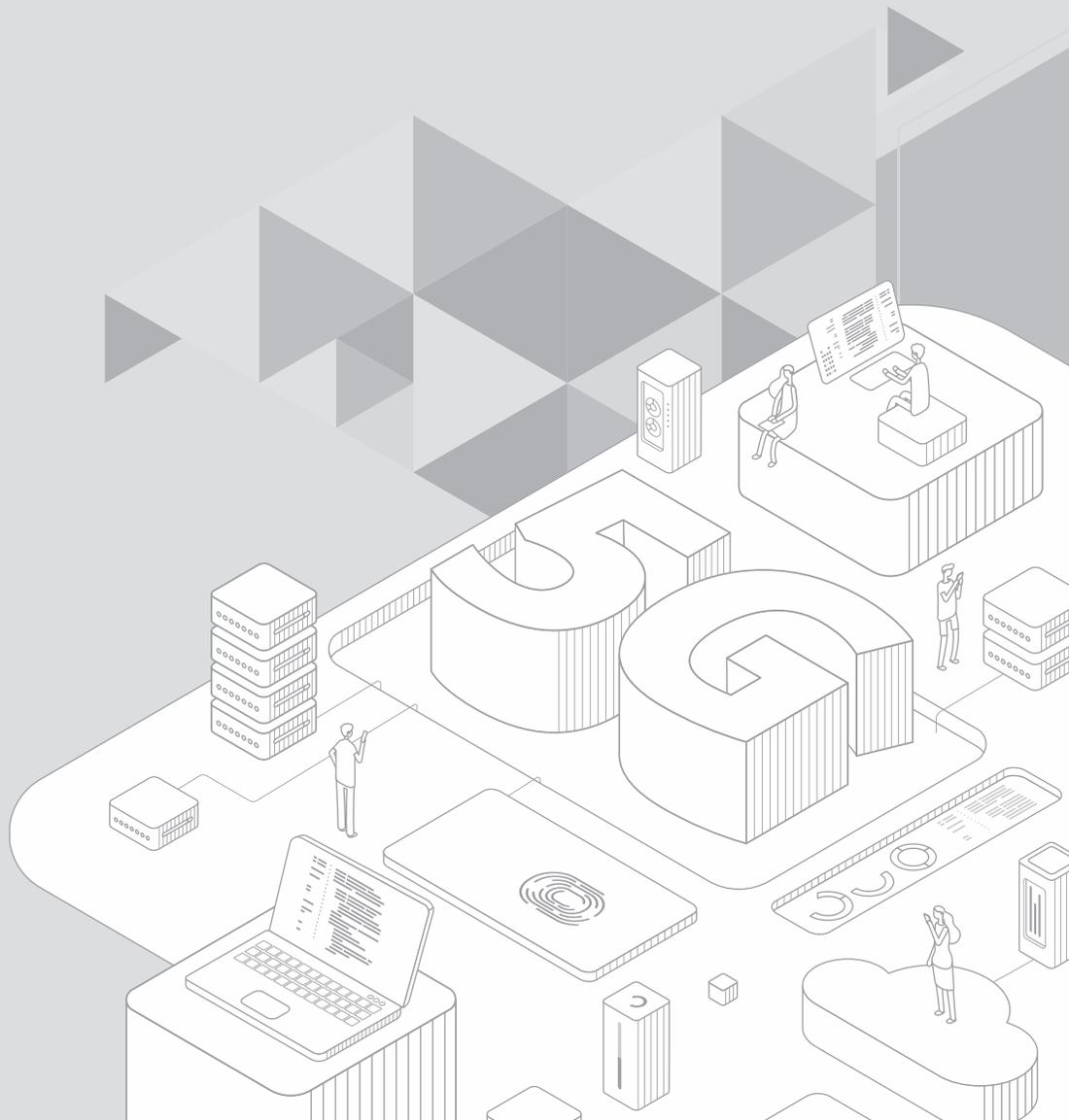
국립전파연구원
National Radio Research Agency



제3장

WRC-23 위성주파수 대응

National Radio Research Agency



제3장 WRC-23 위성주파수 대응

제1절 세계전파통신회의(WRC)

위성용으로 분배된 주파수를 사용하여 위성망을 구현하고자 할 경우 전파규칙에 규정된 주파수 분배표와 관련 절차를 따라야 한다. WRC(World Radiocommunication Conference)는 무선분야 올림픽에 비유되는 국제 전파통신에 관한 최고 의결 회의이다. WRC에서는 주파수 및 위성궤도 자원의 분배 등 전파규칙의 전체 또는 부분적인 개정, 국제적인 전파통신에 관한 협의 및 조정이 이루어지고, 전파규칙위원회(RRB : Radio Regulations Board) 및 전파통신국(BR : Bureau Radiocommunication) 활동 및 결과 등에 관한 지침을 수립하고, 차기 및 차차기 WRC 의제와 전파통신총회(RA : Radiocommunication Assembly)에 위임할 연구 또는 검토과제가 채택된다.

제2절 위성망 국제등록 절차 개정

1. 주요 내용

의제 7은 위성망 사전공표, 조정, 통고 및 등재 절차에 관한 전권회의 결의 86의 이행을 위하여 위성망 국제등록 규정의 결함과 개선에 대한 제안 사항을 논의하기 위해 마련된 WRC가 열리면 항상 채택하는 상시 의제이다. 의제 7은 위성망 국제등록 절차에 관한 사항 전반을 다루므로 논의 과정의 쟁점에 따라 여러 안건이 하나의 의제로 논의된다.

위성망 국제등록에 소요되는 기간을 단축하고 위성망 심사 및 공표과정의 지연 요소 제거를 위한 방안을 각 국가들이 모색하여 제안하며, 국제등록 규정의 명확한 적용을 통하여 주관청 및 전파통신사무국의 효율적 업무 처리 방안을 마련하자는 취지이다.



[그림 2] 위성망 국제등록 절차 개요

이번 WRC-23 의제 7에서는 특히 주제 C 비정지궤도(NGSO) 위성시스템으로부터 이동위성업무(MSS)용 정지궤도(GSO) 위성망 보호 절차 검토를 위해 우리나라 주도로 작성된 ACP(방안 C3 기반)를 바탕으로 MSS GSO 위성망의 보호를 위해 비정지궤도 위성시스템에 비간섭/비보호 조건을 적용하고, 이동위성업무용 정지궤도 위성망에 조정 규정을 면제하도록 전과규칙 제5조(주파수분배표 주석)를 개정하였다. 이에 따라, NGSO 위성시스템으로부터 MSS GSO 위성망을 보호할 수 있는 신규 규정이 채택되어, 현재 운용중인 공공업무용 위성과 '27년 운용 예정인 공공복합 통신위성의 안정적 운용 환경이 보장되었다. 또한, 의제 9.1.b 및 9.2(무선항행위성업무 보호)에서는 우리나라 제안을 바탕으로 항법위성시스템 보호를 위해 각 국가가 조치해야 할 사항에 대한 신규 규정이 채택됨으로써 향후 운용될 한국형 항법위성시스템의 안정적 운용기반을 확보하게 되었다. 그리고 의제 9.2(위성궤도 자원 독점 방지)에서는 무궁화 위성 인접궤도의 유령 위성(실제 운용하지 않으면서 국제등록 유지)의 잠재적인 유해 혼신 발생을 방지하기 위해 우리나라가 제안한 위성망 궤도/주파수 자원의 독점 방지를 위한 ITU-R 연구 수행이 결정됨에 따라 동경 116도 부근에서 운용 중인 무궁화 위성의 안정적인 운용 기반이 확보되었다.

[표 3] 의제 7 연구주제

주제	연구주제 내용	국내 관련 사항 등	
A	비정지궤도 위성시스템 우주국 (고정/방송/이동위성업무)의 궤도 특성 오차 허용 범위 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 비정지궤도 주파수: 고정/방송/이동위성업무 분배 대역 국내 관련: KOREASAT-NGSO-K (KT셋) 등 	
B	대규모 비정지궤도 위성시스템의 단계별 구축 완료 이후 통보 절차 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 비정지궤도 주파수: 고정/방송/이동위성업무 분배 대역 국내 관련: 저궤도 위성 사업 (에타) 등 	
C	비정지궤도 위성시스템으로부터 이동위성업무 정지궤도 위성망의 보호 방안 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지(보호)/비정지궤도(간섭원) 주파수: 이동위성업무 분배 대역 (X/Ka) 국내 관련: 운용 중인 공공업무용 위성망 등 	
D	D1	WRC-19 결과가 미반영된 고정위성업무 계획 관련 규정 개정 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지궤도 (부록 30B) 주파수: 고정위성업무 계획 (C/Ku) 국내 관련: 천리안 3호 위성 등
	D2	ITU-R 권고 S.1503 현행화에 따른 전파규칙 부록 4 파라미터 추가 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 비정지궤도 주파수: 고정/방송위성업무 (C/Ku/Ka) 국내 관련: KOREASAT-NGSO-K (KT셋) 등
	D3	운용개시/재개시 관련 BR의 상기문 송부 방안 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지 및 비정지궤도 주파수: 모든 주파수 (운용 개시 및 재개시) 국내 관련: 모든 운용/운용 예정 위성
E	신규 ITU 회원국을 위한 고정위성업무 계획 이용 규정/절차 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지궤도 (부록 30B) 주파수: 고정위성업무 계획 (C/Ku) 국내 관련: 천리안 3호 위성 등 	
F	방송위성업무(제1, 3지역) 및 고정위성업무 계획 상향회선 서비스/커버리지 영역 제한 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지궤도 (부록 30A 및 30B) 주파수: 위성 계획 (C/Ku) 국내 관련: 천리안 3호, 무궁화 방송위성 등 	
G	QV 대역 고정위성업무 비정지궤도 위성시스템으로부터 고정위성업무 및 방송위성업무 정지궤도 위성망 보호를 위한 제22조 적용 관련 결의 770 (WRC-19) 개정 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지(보호)/비정지궤도(간섭원) 주파수: 고정위성업무(QV 대역) 국내 관련: KOREASAT-NGSO-K (KT셋) 등 	
H	계획 위성망(전파규칙 부록 30/30A/30B)의 장기적 보호 방안 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지궤도 (부록 30/30A/30B) 주파수: 위성 계획 (C/Ku) 국내 관련: 무궁화 위성 등 	
I	고정위성업무 계획 위성망의 특별 동의 절차 검토	<ul style="list-style-type: none"> 궤도: 정지궤도 (부록 30B) 주파수: 고정위성업무 계획 (C/Ku) 	

		<ul style="list-style-type: none"> • 국내 관련: 천리안 3호 위성 등
J	비정지궤도 위성시스템으로부터 정지궤도 위성망 보호를 위한 협의 절차 도입 방안 검토	<ul style="list-style-type: none"> • 궤도: 정지(보호)/비정지궤도(간섭원) • 주파수: 고정위성업무 (Ku/Ka) • 국내 관련: 무궁화 위성 등
K	방송위성업무용 21.4~22GHz 대역의 공평한 이용을 위해 결의 553 (WRC-15 개정) 개정방안 검토	<ul style="list-style-type: none"> • 궤도: 정지궤도 • 주파수: 방송위성업무 (21.4-22 GHz) • 국내 관련: 향후 운용 방송위성

제3절 위성 주파수 분배

아랍에미리트 두바이에서 개최된 세계전파통신회의 (WRC-23, World Radiocommunication Conference)에서는 위성통신과 관련하여 이동형지구국(ESIM)의 Ku, Ka 대역 고정위성업무와 관련한 의제가 논의되었고, 위성간 회선 이용에 대한 수요가 점차 증가함에 따라 효율적인 주파수 이용을 위해 위성 간 회선 이용을 위한 기술 운용 이슈 등이 논의되었다. 여러 위성 의제들을 대응하여 우리나라 위성통신의 안정적인 운영을 위한 여러 기반을 마련할 수 있었다.

1. 12.75-13.25GHz 대역 정지궤도 ESIM 운용 연구

항공기 내 무선통신 서비스 시장의 성장에 따라 고정위성업무에 분배된 12.75-13.25GHz 주파수 대역을 항공기와 선박에 탑재된 이동형지구국이 이용하기 위한 연구가 논의되었다. 12.75-13.25GHz 대역 정지궤도 ESIM 운용과 관련하여 위성 계획대역(AP 30B) 보호 방안 및 지상업무 보호 방안과 관련하여 M-ESIM 이격거리(158km), A-ESIM pfd 제한값 등이 개발되었고, ESIM에 의한 간섭 발생 시, ESIM 통고 주관청이 간섭 문제를 해결할 책임을 가지며, 간섭 문제 해결 절차 규정을 포함한 신규 결의를 개발(ESIM 간섭 관리 규정은 의제 1.16 공통 적용 사항)하였다. 이에 따라 12.75-13.25GHz 대역 지상업무 보호를 위한 기술 조건 (이격거리 및 pfd 제한값, pfd 준수 검증방법)을 개발하였고, 기술 조건을 만족하더라도 간섭 발생시 간섭 해결 책임을 ESIM이 갖는 규정을 개발함으로써 ESIM으로 인해 발생할 수 있는 간섭에 대해 지상업무 주파수 이용의 안정적 기반을 확보하였다.

2. Ka 대역 비정지궤도 ESIM 운용 연구

WRC-15와 WRC-19에서는 17.7-20.2GHz(우주대지구), 27.5-30GHz (지구대우주)

대역의 고정위성업무 정지궤도 우주국과 통신하는 ESIM 운용 조건이 채택되었다. 동일 대역 내에서 고정위성업무 비정지궤도 우주국과 통신하는 이동형지구국을 이용하기 위해 기존 분배 업무 보호 조건에서 이용 가능한 기술적, 운용적, 규정적 방안 연구가 제안되어 의제로 채택되어, 17.7-18.6GHz, 18.8-19.3GHz, 19.7-20.2GHz(우주대지구) 및 27.5-29.1GHz, 29.5-30GHz(지구대우주) 대역에서 운용하는 비정지궤도 ESIM의 운용 방안이 연구되었다. 이번 WRC-23 회의에서는 Ka 대역 비정지궤도 ESIM 운용에 대한 지상업무 보호 방안(이격거리 및 pfd 제한값)에 합의하였고, pfd 검증 방법에 대해 지표면 간섭 신호 세기에 가장 중요한 비행기 동체 손실 값은 ITU-R의 신규 권고가 없는 경우 이번에 정한 기술 기준(14GHz 대역의 동체 손실(ITU-R 보고서 M.2221)로 28GHz 에 비해 낮은 감쇠 값을 가짐)을 적용하도록 결정하여 지상업무의 안정적인 보호 기반을 확보하였다. 이에 따라, 28GHz 대역 지상 이동 업무 보호를 위한 이격거리 및 pfd 제한값, pfd 제한값 준수 검증 방법 포함 등의 기술조건을 개발하였고, 기술 조건을 만족하더라도 간섭 발생 시간섭 해결 책임을 ESIM이 갖는 규정을 개발함으로써 비정지궤도 ESIM으로 인한 간섭에 대해 지상업무 주파수 이용의 안정적 기반을 확보한 것에 의의가 있었다.

3. 11.7-12.7GHz, 18.1-18.6GHz, 18.8-20.2GHz, 27.5-30GHz 주파수 대역의 위성간 회선 이용방안 연구

고정위성업무용(FSS)으로 분배된 11.7-12.7GHz, 18.1-18.6GHz, 18.8-20.2GHz, 27.5-30GHz 대역에서 위성 간 회선 이용에 대한 수요가 증가함에 따라 효율적인 주파수 이용을 위해 동 대역 위성 간 회선 이용을 위한 기술, 운용 이슈 및 관련 규정에 대한 연구가 수행되었다. WRC-23 회의를 통해 위성간 회선은 위성간업무(ISS)로 분배되었으며, 27.5-29.5GHz 대역 지상업무 보호를 위한 pfd 제한은 전파규칙 제21조의 pfd 값을 인접대역 제한값 대비 5dB 더 강화시키는 방안(-120 dBW/m²/MHz)이 채택되었다. 그리고 2,000km 이하 고도에서 정지궤도 위성과 통신하는 위성간 회선 비정지궤도 우주국의 경우 확장된 원뿔(Expanded-cone)로 운용이 허용되었다. 기존업무 보호를 위하여 위성간 회선 이용 주관청은 정지궤도 고정/이동위성업무 주관청과 조정이 필요하며, 미조정시 위성간 회선 운용은 유해간섭(harmful interference) 야기 및 보호요청(claim protection)이 불가한 조건으로 결정되었다.

4. 1.6-3.4GHz 대역 협대역 이동위성업무 신규 분배 방안 연구

위성 IoT 수요를 고려하여 1.6-3.4GHz 주파수 대역의 협대역 이동위성업무 신규 분배 방안이 검토되었다. RCC는 차기 WRC에서 위성 IoT를 위한 이동위성업무 분배를 검토하는 의제가 필요하다는 입장을 표명하였고, 신규 분배 반대 및 기존 결의 248 삭제에 대하여 이견 없이 승인되었다. 이에 따라, 제1지역의 협대역 이동위성업무 분배가 되지 않음에 따라 기존 우리나라 IMT(TDD) 보호 (2010-2025MHz)가 가능하게 되었다.

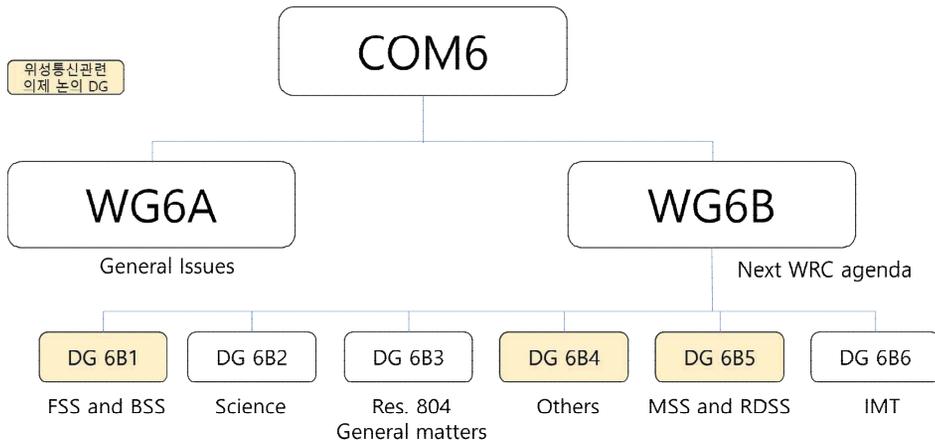
5. 제2지역 17.3-17.7GHz 고정위성업무(우주대지구) 분배 연구

고정위성업무에서 주파수 이용 효율이 향상된 고품질, 저가의 광대역 통신 제공을 위해 제2지역 17.3-17.7GHz 대역에 고정위성업무 (우주대지구)를 1순위 업무로 신규 분배가 검토되었다. 회의에서는 하향 주파수 전력속밀도 제한값을 설정하였고, 비정지궤도 위성시스템을 포함하여 제2지역 17.3-17.7GHz 대역에 고정위성업무 (우주대지구)를 분배하였다. CITEL, CEPT는 제1지역의 분배와 동일하게 비정지궤도 위성을 포함하고자 했으며, APT, RCC, ATU는 정지궤도 위성 한정을 주장하였으나 최종 비정지궤도 위성을 포함하여 합의하였다. 이에 따라, WRC-27 차기 의제인 제3지역 17.3-17.7GHz 고정위성업무(우주대지구) 및 17.3-17.8GHz 방송위성업무(우주대지구) 분배를 통한 주파수 활용이 가능할 것으로 보인다.

6. WRC-27 차기의제

WRC-27 차기의제는 이번 WRC-23 회의에서 COM6 산하 Working Group 6B(WG6B)에서 위성, 이동, 과학 업무 등 총 37개의 아이টে에 대한 논의가 있었다. Working Group 6B 하위 그룹 6개 중 위성통신 관련 의제를 논의하는 Draft Group(DG)은 6B1(고정위성업무 및 방송위성업무), 6B4(기타:지상망보호를 위한 위성망 조건), 6B5(이동위성업무 및 무선측위위성업무) 등에서 위성통신 관련 18개 의제가 제안되었고, 71-76/81-86GHz 대역 비정지위성 피더링크 의제를 삭제하여 총 17개의 의제를 업무별로 나누어 논의하였다.

비정지궤도 위성망의 활용이 점차 증가함에 따라 비정지궤도 위성망 간 위성 궤도 자원 관련 규정들이 검토되었으며, 비정지궤도 고정위성/이동위성업무 응용 분야를 위한 주파수 분배 관련 의제가 포함되었다. WRC-27 의제는 최종 11개의 의제가 승인되었다.



[그림 3] WRC-27 COM6 구성

[표 4] WRC-27 의제 목록

번호	내용	그룹
1.1	Q/V 대역 고정위성업무용 ESIM(항공 및 해상) 운용에 관한 연구	WP4A
1.2	업링크 고정위성업무 지구국의 small size antenna 사용을 위한 13.75-14GHz 대역의 기존 공유 조건 개정 가능성 연구	WP4A
1.3	51.4-52.4GHz 대역에서 고정위성업무용 비정지궤도 위성시스템 게이트웨이 운용 가능성 검토	WP4A
1.4	17.3~17.7GHz 대역 고정위성업무(우주대지구), 17.3~17.8GHz 대역 방송위성업무(우주대지구) 신규 1차 할당 가능성(제3지역) 및 17.3~17.7GHz 대역 비정지궤도 위성 FSS 시스템(우주대지구)에 적용되는 epcf 제한 검토(제1지역 및 3지역)	WP4A
1.5	Non-GSO FSS 및 MSS 지구국의 무단 운영을 제한하기 위한 규제 조치 및 구현 가능성 개발과 Non-GSO FSS 및 MSS 위성시스템의 서비스 영역과 관련된 문제 연구	WP4A
1.6	Q/V 대역에서 공정한 접속을 위한 고정위성업무 위성망/시스템의 기술 및 규제 조치 검토	WP4A
1.7	IMT 주파수 추가 지정을 위한 공유 및 조화 연구	WP5D
1.8	2315-275GHz 대역 무선측위 분배 및 275-700GHz 대역 무선측위 응용 신규 지정 검토	WP5B
1.9	항공이동업무(AM(OR))의 광대역 HF 통신 현대화를 위한 부속서 26 검토	WP5B
1.10	71-76/81-86GHz 대역에서 고정업무 보호를 위한 위성업무의 pfd 및 e.i.r.p 제한 연구	WP5C
1.11	1.6/1.5GHz대역에서 이동위성업무용 NGSO 및 GSO간 우주링크에 대한 기술/운용 이슈 및 규정 연구 (결의 249)	WP4C
1.12	1.5-2GHz 대역에서 저속 데이터 NGSO 이동위성시스템 개발을 위한 이동위성업무 분배 및 규제조치 검토	WP4C
1.13	이동통신과 공존하는 이동위성업무(위성 IMT) 주파수 분배 검토	WP4C
1.14	2GHz대역의 일반적 이동위성시스템용 주파수 신규 분배 검토	WP4C
1.15	월면 및 월궤도 통신시스템을 위한 신규 분배 및 주파수 관련 사항 연구	WP7B
1.16	NGSO 위성 대규모 배치로부터 Radio Quiet Zones(RQZ) 및 전파천문업무 보호를 위한 기술 및 규제 검토	WP7D



번호	내용	그룹
1.17	우주환경센서 관련 전파규칙 개정 및 수신전용 1순위 분배 검토	WP7C
1.18	76GHz 이상 및 인접대역의 지구탐사위성(수동) 및 전파천문업무와 해당대역 업무간 공유 연구	WP7C WP7D
1.19	4.2-4.4GHz 및 8.4-8.5GHz 대역의 해수면온도 측정을 위한 지구탐사위성업무(수동) 신규 분배 검토	WP7C
2	RR 참조인용 ITU-R 권고 정비	-
3	WRC 결정에 따른 RR 조항 정비	-
4	WRC 결의 및 권고 정비	-
5	RA 보고서 검토 및 조치	-
6	차기 WRC를 위한 긴급 연구과제 발굴	-
7	위성망 국제등록 규정 절차 개선	-
8	RR 주파수 분배표 주석 정비	-
9	전파통신국장 보고서 검토 및 승인	-
9.1	WRC-23 이후 전파통신부문 활동	WP4A
9.2	RR 적용 애로사항 일관성 결여사항	
9.3	ITU 현장 원칙 준수를 위한 신의성실이행	-
10	차기 WRC 의제 발굴	-

< : 위성 의제, : 이동통신 의제, : 위성·이동통신 협력 의제 >

제4절 ITU-R SG4(위성업무) 주파수 연구

한국ITU연구위원회 ITU-R SG4(위성분야)에서는 주요 ITU-R 연구과제 연구 23건, 중점과제 12건, 일반과제 10건, 심화과제 2건 등 위성분야 국제 표준화 대응을 위한 연구 과제를 수행중이다. 2023년에는 SG4 산하 작업반 WP4A, WP4B, WP4C 회의가 6월에 스위스 제네바에서 개최되어 기고서는 총 3건이 제출되었다. 여기서는 2023년 한국ITU연구위원회의 ITU-R SG4(위성분야) 활동성과를 중심으로 SG4 소관 연구과제와 ITU-R 국제회의에서 논의된 의제들에 대해 정리하였다.

[표 5] Question 의제 목록

NO.	ITU 과제 번호	과 제 명	담당그룹WP
1	70	Protection of the geostationary-satellite orbit against unacceptable interference from transmitting earth stations in the fixed-satellite service at frequencies above 15 GHz 15 GHz 이상 주파수 대역의 고정위성업무용 송신지구국의 간섭으로부터 정지궤도의 보호	WP4A
2	83	Efficient use of the radio spectrum and frequency sharing within the mobile-satellite service 이동위성업무내 주파수 공유 및 효율적인 스펙트럼 이용 연구	WP4C
3	87	Transmission characteristics for a mobile-satellite communication system 이동 위성 통신 시스템을 위한 전송 특성	WP4A, WP4C
4	88	Propagation and mobile earth station antenna characteristics for mobile-satellite services 이동위성업무용 이동 지구국 안테나 및 전파 특성	WP4C
5	201	Frequency sharing between mobile-satellite services and other services 이동위성업무와 다른 업무간 주파수 공유	WP4C
6	203	The impact of using small antennas on the efficient use of the geostationary-satellite orbit 정지궤도 위성궤도의 효율적 이용에 미치는 영향	WP4A
7	208	Use of statistical and stochastic methods in evaluation of interference between satellite networks in the fixed-satellite service 고정위성업무 위성망간 간섭평가 시 통계 및 확률적 방법의 이용	WP4A
8	211	Interference criteria and calculation methods for the mobile-satellite service 이동위성업무를 위한 간섭 기준 및 계산 방법	WP4C
9	214	Technical implications of steerable and reconfigurable satellite beams 가변 및 재설정 위성 빔의 기술적 의미	WP4A
10	227	Technical and operational characteristics of emergency communications in the mobile-satellite service 이동위성 서비스에서의 긴급 통신의 기술적 및 운영적 특성	WP4B, WP4C
11	231	Sharing between networks of the fixed-satellite service using non-geostationary satellites and other networks of the fixed-satellite service 비정지궤도 위성을 이용하는 고정위성업무망과 타 고정위성업무망간 공유	WP4A
12	236	Interference criteria and calculation methods for the fixed-satellite service 고정위성업무의 간섭 기준과 계산 방법	WP4A



NO.	ITU 과제 번호	과 제 명	담당그룹WP
13	244	Sharing between feeder links of the mobile-satellite (non-geostationary) service in the band 5 091-5 250 MHz and the aeronautical radionavigation service in the band 5 000-5 250 MHz 5,091-5,250 MHz 대역에서의 이동 위성(비 정지) 업무의 피더 링크와 5,000-5,250 MHz 대역에서의 비행 무선항법 업무간의 공유연구	WP4A
14	245	Out-of-band and spurious emission limits 대역외 및 스퓨리어스 발사 제한	WP4A
15	248	Frequency sharing between systems in the fixed-satellite service and wireless digital networks around 5 GHz 5GHz 구변 무선 디지털 네트워크와 고정위성업무 시스템 간 주파수 공유	WP4A
16	266	Technical characteristics of high-density fixed-satellite service earth stations operating with geostationary satellite orbit fixed-satellite service networks in the 20/30 GHz bands 20/30 GHz 대역에서 GSO FSS 네트워크를 운영하는 고밀도 FSS 지구국의 기술적 특성	WP4A, WP4B
17	268	Development of methodologies for the assessment of satellite unwanted emission levels before launch 발사 전 불요 방사 수준에 대한 평가를 위한 방법 개발	WP4A
18	270	Interference between satellite news gathering (SNG) carriers by unintentional access 비의도성 접근에 의한 위성 뉴스 수집(SNG) 캐리어들 간의 간섭	WP4A
19	286	Contributions of the mobile and amateur services and associated satellite services to the improvement of disaster communications 재난 통신의 이동 및 아마추어 업무 및 관련 위성 업무의 개선 기여	WP4B
20	277	Performance objectives for digital fixed-satellite and mobile-satellite services with variable bit-rate paths 디지털 가변비트율 경로를 이용하는 고정위성 및 이동위성서비스에서의 성능 목표	WP4B
21	278	Use of operational facilities to meet power flux-density limitation under Article 21 of the Radio Regulations 전파규칙 제21조에 따른 전력속밀도 제한을 만족시키기 위한 운용 시설의 이용	WP4A
22	284	Spectrum management issues related to the introduction of the broadcasting-satellite service (sound) in the frequency range 1-3 GHz 1-3 GHz 대역 내 방송 위성 서비스(사운드) 도입과 관련된 스펙트럼 관리 이슈	WP4A
23	292	UHDTV satellite broadcasting systems UHDTV 위성방송시스템	WP4B

1. 이동위성업무를 위한 간섭 기준 및 계산 방법

ITU-R 전파통신국은 전파규칙 제9조 및 제11조에 따라 위성망에 대한 잠재적 간섭 영향 계산을 수행하고 있으며, 이동위성업무 간섭 평가 방법에 대한 가이드라인을 관련 연구그룹에 요청하고 있는 상태이다. 이에 따라 (1) 간섭 계산 방법에 관한 ITU-R 문서에서 다루는 간섭, 피간섭 신호 형태 (2) 간섭 계산 방법에 관한 ITU-R 문서에서 다루지 못하는 간섭, 피간섭 신호 형태에 대한 적절한 계산 방법 (3) 해로운 간섭이 무시될 수 있는 상황에 대한 가이드 (4) 이동위성업무와 이동업무 간 간섭 등에 대한 연구가 진행 중이다. 이동업무와 이동위성업무용으로 이용 중인 1.5GHz 인접 대역 호환 연구가 WP4C회의에서 논의되었으며, 이동위성업무 보호를 위한 지상 IMT 송신 등가등방복사전력(eirp) 제한값에 대한 논의가 있었다.

2. 이동위성업무에서 긴급 통신의 기술적 운용적 특성 연구

글로벌 또는 지역 커버리지를 가지는 이동위성업무 시스템 수가 증가하고 있으며, 이러한 시스템들은 인구밀도가 낮고, 격오 지역에 긴급 통신 서비스를 제공할 수 있다. 이동위성업무 내에서도 긴급 통신을 위한 표준화된 국제 접속 절차 개발에 대한 필요성이 증가하고 있다. 이에 따라 (1) 항공 이동을 제외한 GMDSS가 아닌 긴급 통신을 제공하는 정지 또는 비정지 이동 위성 시스템의 선호하는 기술적, 운용적 특성 (2) 긴급 및 탐색구조 운용을 위한 이동위성업무 이용에 대한 기술적 운용적 문제점 (3) 기존 국제 접속 절차와 호환성을 보장하기 위해 고려되어야 할 사항 (4) 긴급 통신에서 자동으로 전달되어야 하는 필수 정보 (5) “긴급(emergency)”의 정의 등이 논의되고 있다.

WP 4C 회의('23년 6월)에서 ITU-R 권고 M.633-4 (406MHz 대역 위성 시스템을 이용한 위성 긴급 위치 표시 무선 비컨(EPIRB) 송신 특성) 개정을 위한 개정보고서 예비초안 문서가 기고되었으며, 406-406.1MHz 대역 위성 EPIRB의 송신 특성과 데이터 포맷은 Cospas-Sarsat 문서 C/S T.001에서 제공하는 규격 또는 C/S T.018에서 제공하는 규격에 일치하여야 함을 명시하고 있다.

3. 고정위성업무의 간섭 기준과 계산 방법 연구

ITU BR(전파통신사무국)은 전파규칙 제9조 및 제11조에 따른 절차를 수행하기 위해 모든 종류의 고정위성업무 네트워크 간의 잠재적인 간섭을



계산하여 그 결과를 적절한 기준과 비교해야 한다. BR은 SG4(위성업무)에 고정위성업무 간 간섭 계산을 위해 적용할 수 있는 방법 및 비교를 위해 사용될 수 있는 기준에 대한 지침을 요청하고 있다. 고정위성업무 네트워크와 고정업무 네트워크 간 간섭에 대해 상기와 유사한 BR의 요청이 WP4-9S(위성-지상 공유 연구반)에서 연구되었다. BR은 가능한 한 간결한 형식으로 간섭 및 피간섭 고정위성업무 캐리어 타입의 모든 조합에 대해 적용 가능한 계산 방법 및 기준을 포함하는 단일 문서 개발을 요구하였다. 대부분의 고정위성업무 캐리어 타입의 조합에 대한 간섭 기준과 계산 방법은 현행 ITU-R 권고의 적용이 가능하며 이러한 간섭 기준 및 계산 방법은 ITU-R 권고 S.741에 정리되어 있다. 이 연구에서는 ITU-R 권고 S.741 등 간섭 기준 및 계산 방법과 관련된 SG4의 텍스트를 적용할 수 없는 간섭 및 피간섭 고정위성업무 캐리어 조합에 대해 적절한 기준 및 계산 방법이 검토되고 있으며, 전과규칙 제9조 및 제11조의 절차를 수행하기 위해 BR이 참조할 수 있는 단일 문서의 구성 및 지위에 대해 검토되고 있다.

4. 디지털 가변비트율 경로를 이용하는 고정위성 및 이동위성업무에서의 성능 목표 연구

대부분의 최신 고정위성 및 이동위성업무 시스템에서는 적응형 전송방식을 채택하여 시간에 따라 변화하는 강우감쇠나 다중경로 페이딩을 보상함으로써 요구되는 오류성능을 만족하는 방식을 채택하고 있다. ITU-R 권고 S.1062에서 정의된 성능목표는 고정비트율 경로를 이용하는 위성시스템에 대한 것이므로, 적응형 전송으로 인하여 가변 비트율 경로를 이용하는 위성시스템에서 요구되는 성능목표와는 다를 수가 있다. 최신 위성시스템에서는 연관성 반복 복호 기법을 사용하여 샤논의 이론적 극한 성능에 근접하는 성능을 도출하는 오류정정부호를 사용하고 있다. 이는 운용되는 반송파대 잡음 및 간섭비를 줄일 수 있으나, 복호 이후 기존의 오류정정부호 방식과는 다른 오류 버스트 특성을 나타낼 수 있다. 이동위성업무 대역에 할당된 안전 관련 서비스(safety related services)에 대한 오류성능 목표는 동일 대역에서 제공되는 다른 서비스들에 대한 것과는 다르게 취급되어야 하며, 실시간 서비스에 비해 비실시간(store-and-forward) 서비스에 대한 메시지 전송 시간 관련 성능목표는 다소 덜 엄격할 수 있다. 지상이동업무 운용을 보완하는 수단으로 이동위성업무를 이용하여 제공하게 되면, 지상이동업무의 성능목표에 따라 이동위성업무에 대한 성능 목표가 영향을 받을 수 있다. TDMA 방식을 사용하여 휴대 단말기에 서비스를 제공하는 비정지궤도 이동위성업무

시스템에 대한 성능 계산과 성능목표 설정에 ITU-R 권고 SM.1751 및 M.1188이 사용될 수 있다. 이에 따라 (1) 다양한 디지털 고정위성 및 이동위성업무 시스템에 대하여 가상표준디지털경로(hypothetical reference digital path; HRDP)에 대한 비트오류 성능목표와 바람직한 비트오류 성능 분포 (2) 비트오류 성능과 전파 특성을 연관 지을 수 있는 바람직한 방법 (3) 위성시스템이 가지는 전파 장애 특성, 연접 오류 특성, 및 지연을 고려하여 시스템 설계자가 어떤 서비스 요구사항을 수용할지를 결정하는 방법 (4) 이동위성업무 시스템의 간섭 레벨이 고정위성업무 시스템과는 현저히 다르다는 점을 고려하여, 고정위성업무 시스템의 기존 성능목표를 고려하여 이동위성업무 시스템에는 어떤 성능목표를 정의해야 하는지 (5) 순방향 링크와 역방향 링크에 대한 오류성능목표를 어떻게 할당해야 하는지 (6) 휴대형 단말기에 서비스를 제공하는 비정지궤도 이동위성업무 시스템에 대한 성능을 계산하는 추가적인 방법은 무엇일지와 성능목표는 무엇일지에 대한 연구가 필요한 상태이다.

ACM을 사용하는 위성통신 시스템에서의 성능목표 결정방법에 관한 권고 ITU-R S.2131-0이 2019년 개발 완료되었다. 2022년에는 권고 사항의 일부 내용을 보다 명확하게 정의하고, 신호대잡음비 대 스펙트럼 효율을 계산하는 식을 일부 수정한 ITU-R S.2131-1이 개발 완료되었다.

5. 결의 169 후속 조치 - Ka 대역 항공기 ESIM 전력속밀도 준수에 대한 전파통신국 검증 방법 연구

WRC-15 의제 1.5 결과로 개발된 결의 169의 결의사항 1.2.5에 따라 항공기 ESIM의 전력속밀도 준수에 대해 전파통신국이 ESIM 특성 정보를 바탕으로 검증하도록 하였으나 검증 방법이 확정되지 않아 검증 방법 개발에 대한 논의가 진행되었다. 이에 따라 (1) 항공기 ESIM의 전력속밀도 준수 검증 알고리즘 (2) 28GHz 대역 항공기 동체손실 논의 등이 논의되고 있다.

[표 6] 결의 169 후속 조치 연구과제 기고 목록

순서	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	956	ViaSat, Inc.	Ka 대역 항공기 동체 손실에 대한 시뮬레이션 분석 결과를 업데이트하고 DN Recommendation 업그레이드 제안
2	950	Canada	항공기 동체 손실 데이터베이스 구축을 위해 신규 권고 포맷 제안 (동체 손실 패턴을 위한 전자 데이터 파일 포맷)



3	942	France	<p>pdf 기준값을 만족하는 송신 전력 Pj를 계산한 후 AP4에 따라 제출된 최대 최소 전력밀도와 대역폭을 합산한 값과 비교 알고리즘 제안</p>
4	932	China (People's Republic of)	<p>A-ESIM pdf 검증 방법에 클러터 손실 적용 제안 (권고 P.2108) 대표 양각 50도 지지 BR의 결과 공표 관련 내용 삭제</p>
5	924	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p>EIRP_R 계산에서 대역폭에 따른 P_max 결정방법 수정 제안 - 기준대역폭 1MHz 일 경우 P_max = 전력밀도 (dBW/Hz) + 60 - 기준대역폭 14 MHz일 경우 방사대역폭 >=14MHz, P_max = min (전력밀도 (dBW/Hz)+71.5, 송신 전력) 방사대역폭 < 14 MHz, P_max =최대 송신 전력 BR 공표 관련 내용 삭제</p>
6	922	Germany (Federal Republic of) , Luxembourg	<p>동체 손실 관련 ITU-R 권고/보고서 사용 포함 (M.2221외 개발되는 경우) EIRP_R 계산 관련하여 G_iso_max 파라미터 사용 지지 (최대 안테나 이득과 지상 방향 최소 안테나 이득간 차이) 편파 손실 = 0 dB 유지 BR 공표 내용 관련하여 권고의 범위를 벗어나므로 삭제</p>
7	910	United States of America	<p>편파 손실 파라미터 삭제 동체 손실 관련 M.2221 또는 해당되는 ITU-R 권고/보고서 정보 이용 G_iso_max 설명 내용 수정 (지표면으로의 이격을 50도 이내로 제한하였으나 대표 양각 50도를 다르게 이해하는 것으로 판단됨) BR 이 IFIC 파트 3S에 unfavourable finding에 대해 공표</p>
8	894	Korea (Republic of)	<p>항공기 ESIM의 pdf 기준 준수 여부 검증 관련하여, 서비스 지역 내 일정 간격 (지점)에서 pdf 기준을 만족하는 고도별 송신 EIRP 계산할 것을 제안함</p>
9	886	Japan	<p>항공기 ESIM의 pdf 기준준수여부검증관련하여, 최저양각값을 이용하여 pdf 보호기준을만족하는고도별송신 EIRP 계산제안. 대기 손실 계산시 온도, 기압, 수증기 밀도를 위치에 관계없이 권고 ITU-R P.835의 표준 값 적용 제안</p>
10	883	Chairman, CG on Resolution 169	<p>2월, 5월 개최된 CG 논의 요약 보고서 - 동체 손실 이슈 (사업자가 동체 손실 정보를 BR에 직접 제공 or ITU-R 권고/보고서 형태로 개발되어야 함) - 편파 손실 적용 유무 - 계산 복잡도 단순화 (대표 양각 적용) - 검증 결과 BR 공표 이슈 이번 WP 4A 회의에서 위 이슈들에 대한 논의 계속 예정</p>

지난 CG 회의에서 제안된 대표 양각(50도)에 대해 한국, 일본은 50도 대표

양각 적용은 pfd 준수 검증에 오차 범위가 넓으므로 반대하였다. 일본은 최소 양각 적용을 제안하였으며, 한국은 그리드를 설정하여 여러 지점에서 pfd 검증할 것을 제안하였다. 검증 방법의 복잡성을 제거하기 위해 서비스 지역에 상관없이 pfd 검증을 해야 한다는 입장에 대해 기본 합의가 있었으며, 프랑스가 제안한 Option 2 (PFD 제한값을 만족하는 A-ESIM 송신 전력 계산)를 베이스로 논의하기로 하였다. 검증 방법의 가정에서 A-ESIM 양각을 10도로 적용하는 것에 합의하고, 운용 대역폭의 경우, 단일 방사 (single emission)의 경우에만 알고리즘을 적용할 수 있는 조건으로 검증 알고리즘에 합의하였다. BR의 공표 정보에 대해 권고 범위에 벗어난다는 의견이 있었으나, 권고에 제공되어야 할 공표 정보 내용을 포함하기로 하였으며, 검증 알고리즘에 대해 이번 회의에서 합의되었다.

현재 ITU-R에서 제공하고 있는 동체 손실 값은 보고서 M.2221의 14GHz 대역 동체 손실밖에 없는 상황이어서, Viasat은 28GHz 대역 항공기 동체 손실 값을 수치해석하여 기고하였다. Viasat 분석 내용에 항공기 동체 모델링 및 분석결과에 이견이 제시됨에 따라 관련 이의 내용을 문서에 포함하였다. 캐나다는 향후 여러 동체 손실 데이터가 ITU-R에 제출될 것을 고려하여 동체 손실 데이터 관리를 위한 ITU-R의 전자 데이터 DB 포맷을 제안하였다.

6. 권고 S.1503 개정 연구

WRC-2000에서는 정지궤도위성 보호를 위한 비정지궤도 고정위성업무의 출력제한을 규정하였다. 이후 해당 주파수 대역(10.7~30GHz)이 정지궤도위성용으로 사용이 증가함에 따라 BR의 심사 정확성과 업무 효율성 지원을 위한 SW 개발이 요구되어 SG4 회의에서 이를 위한 연구가 진행되었다. 이에 따라 전파규칙 제22조에 포함된 출력제한 레벨을 충족하고 비정지궤도 고정위성업무에서 발사되는 출력 레벨을 계산하는 소프트웨어 개발에 사용되는 항목들에 대한 개정 필요성이 논의되었다.

[표 7] 권고 S.1503 개정 연구과제 기고 목록

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	877	의장	[전차 회의 의장 보고서]
2	890	러시아	[ITU-R S.1503에 대한 제안된 변경 사항의 고려]



			<ul style="list-style-type: none"> ○ WP 4A가 ITU-R S.1503에 대한 개정의 일부로 '알파 테이블'을 더 이상 고려하지 않을 것을 제안함 ○ GSO위성망이 RR 제22조의 epfd 수준으로 보호되도록 하려면 ITU-R S.1503의 기존 위성 선택 알고리즘이 그대로 유지되는 것이 필수적임 ○ 러시아 연방은 또한 가능한 한 많은 NGSO 시스템에 도움이 되는 ITU-R S.1503의 수정에 초점을 맞출 것을 제안함. 알파 테이블의 사용 사례는 많은 수의 위성(예: 대형 군집)이 있고 Nco가 작은 시나리오에 제한됨
3	892	러시아	<p>[소프트웨어 도구 개발에 적용되는 기능 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 이심률 이상에 대한 케플러 방정식의 해, ECI 및 ECF 위성의 속도 벡터, ECF 위성의 위치와 같이 본 권고의 실제 구현 중에 계산에 사용하기 위해 필요한 일부 누락된 공식 및 표현 추가 필요 ○ 전차 WP4A에서 채택된 문서(ITU-R S.1503-3의 적용을 지원하기 위해 또는 ITU-R S.1503-3의 향후 개정을 위해 고려해야 할 요소에 대한 작업)가 향후 개정에서 고려되어야 함 ○ 그러나 PDR 개정판에는 채택된 조정 사항이 포함되어 있지 않음으로 PDR ITU-R S.1503-3(별첨 참조)에 개정 채택 내용이 반영될것을 제안함
4	897	GSOA (정지궤도 위성사업자 연합)	<p>[ITU-R S.1503 업데이트]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ GSOA(Global Satellite Operators Association)는 ITU-R S.1503-3의 개정에 관해 큰 관심을 가지고 참가하고 있음 ○ 지난번 WP4A 회의에서 PDRR을 DRR로 승격되지 않았으므로 이번 회의는 매우 중요한 회의임 ○ GSOA는 Doc. 4A/856의 부록 4의 합의된 개정안이 WP4에서 승인 될 수 있기를 지지함 ○ GSOA는 권고 ITU-R S.1503의 방법론에 대해 고려 중인 여러 도전적인 변경 사항을 해결하는 어려움이 있음을 인지하고 WP4A에서 개선되기를 기대함
5	902	Galaxy Space (Beijing) Technology	<p>[WCG 이슈와 관련하여 기고문 제출]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전차 회의(2022년 9월)에서 ViaSat은 기고문 4A/833을 제출하였음 <ul style="list-style-type: none"> - EPFD를 준수하지 않은 NGSO 시스템에도 불구하고 BR은 WCG(Worst-case geometry evalutaion) 개념을 기반으로 적합판정을 내림, - 따라서 두 단계 현재 epfd↓ 유효성 검사 프로세스를 수정하여 모든 NGSO 시스템은 다시 계산되기를 제안되었음 ○ WCG는 이러한 결함을 야기한 원인이 아니며 BR에서 사용하는 현재 NGSO 유효성 검사 프로세스를 수정할 필요가 없음. ○ 현재의 ITU-R S.1503 계산에서 NGSO 시스템 모델링의 부정확성은 ViaSat 기고문에서 확인된바와 같이 더 많은 충돌을 피하기 위해 가능한 한 빨리 수정되어야 하기에 다음과 같이 제안함 <ol style="list-style-type: none"> 1. WP 4A는 최소 알파 테이블, duty cycle 등과 같은 NGSO 시스템 작업을 보다 정확하게 모델링하는 방법 채택

			2. GEO 회피 구역에서 NGSO 위성을 보다 현실적으로 모델링하기 위한 연구 수행
6	906	미국	<p>[소프트웨어 도구 개발에 적용되는 기능 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ GSO 위성망 보호를 위하여 Alpha Table 방법론 개발 필요성 제안 ○ 전차 의장보고서에 대하여 업데이트 의견 제시 <ul style="list-style-type: none"> - Part G (Methodology to assess potential changes to this Recommendation) 추가 등
7	912	미국	<p>[소프트웨어 도구 개발에 적용되는 기능 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ RR 제22조의 epfd 제한이 적용되는 NGSO와 이로부터 보호를 받는 GSO 모두 안정적인 운용이 중요함. <ul style="list-style-type: none"> - 권고 ITU-R S.1503에 대한 개정은 RR 22조에 따라 GSO 위성망 보호를 보장하면서 빠르고 복잡하게 진화하는 NGSO 시스템 심사를 위해 시뮬레이션 기능을 개선하기 위한 프로세스여야 함 ○ 제안된 개정요구의 성숙도와 동 권고에 대한 후속 개정에 대한 시급성을 고려하여 RESOLUTION ITU-R 1-8의 A.2.6.1을 참조하여 지속적으로 진행되어야 함.” <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>※ RESOLUTION ITU-R 1-8</p> <p>Working methods for the Radiocommunication Assembly, the Radiocommunication Study Groups, the Radiocommunication Advisory Group and other groups of the Radiocommunication Sector (전파통신총회, 전파통신연구그룹, 전파통신자문그룹 및 전파통신부문의 기타 그룹을 위한 작업 방법)</p> <p>A2.6 ITU-R Recommendations</p> <p>A2.6.1 Definition</p> <p>A.2.6.1 권고는 다음 사항을 제외하고는 일반적으로 2년마다 보다 자주 개정되어서는 안됨.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이전 버전에서 합의한 사항을 변경 (보완은 제외) - 중대한 오류 또는 누락이 있는 경우 - 긴급하게 추가할 사항이 있는 경우 </div>
8	915	인도네시아	<p>[ITU-R S.1503에서 위성 선택 알고리즘에 대한 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ RR 제22조의 PFD제한이 적용되는 NGSO FSS의 적합성을 결정하기 위한 소프트웨어 개발에 있어 추가하여야 할 케플러 방식을 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 이심률 이상에 대한 케플러 방정식의 해, ECI 및 ECF 위성의 속도 벡터, ECF 위성의 위치 - 권고 내용 구현에 필요한 공식 및 표현 추가하는 것을 제안함
9	925	영국과 북아일랜드	<p>[ITU-R 권고 S.1503 개정 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전차회의 결과를 지지함 ○ PDRR이 DRR로 승격되어 SG4로 송부되기 위해 2가지를 제안함 <ol style="list-style-type: none"> 1) 섹션 D4.1에서 적용된 인공 세차 속도는 모든 위성에 대해 동일하게 적용하여야 함 2) 섹션 D3.1.2의 WCG 계산에서 PFD(down) 마스크와 궤도(a, e, i) 파라미터의 각 조합을 명확히 확인해야 함



			<ul style="list-style-type: none"> ○ 현 PDRR이 잠재적인 승격을 위해 고려해야 할 일부 기술 원칙을 파트 G 추가를 통해 제안함 ○ 영국은 전차회의에서 논의된 결과가 승인되기 위하여 필요시 파트 G 삭제를 지지할 수 있으며 다른 방법(예: WP 4A 의장 보고서에 첨부하거나 DRR이 SG4에 제출될 때 커버 노트에 포함)으로 파트 G 유지를 제안함
10	926	인도	<p>[지구국 및 GSO 위성의 임의 위치에서 EPFD 수준을 계산하기 위한 S/W 임시 업그레이드 제안]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 간섭수준을 평가하기 위해 임의의 Geometry에서 epfd 수준을 계산해야 하는 필요성이 있음 ○ 따라서 ITU-R S.1503에 기반한 현재 ITU S/W를 개선하여 위도와 경도로 정의된 지구국 위치의 임의의 조합에서 epfd 수준을 계산할 수 있는 기능을 포함하도록 제안함 ○ ITU-R S.1503 S/W 개선을 통해 NGSO 군집위성으로부터 GSO 및 관심 지구국에 미치는 epfd 수준을 평가할 수 있을 것임 ○ 이러한 평가는 다음 두 가지 측면에서 주관청에 도움이 될 것임 <ol style="list-style-type: none"> 1) 스펙트럼의 간섭 없는 사용 보장 2) 규제 및 조정 관련 문제를 지원할 수 있는 데이터 제공
11	937	영국과 북아일랜드	<p>[알파 테이블 방법론에 대한 자세한 연구 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ITU-R 권고 S.1503의 EPFD(down) 알고리즘 업데이트에 대한 알파 테이블 방법론 포함에 대하여 이해와 확신을 제공하는 것이 중요함 ○ 전차 회의에서 제기된 우려 사항(알파 테이블 방법론이 EPFD의 envelope 또는 WCG를 나타내지 않음)에 대해 다음과 같이 제안함 <ul style="list-style-type: none"> - 연속 추적 위성 선택 방법 대비 알파 테이블 방법론은 최악의 경우 EPFD CDF를 생성함. - 알파 테이블 방법론이 포함돼야 하는 보수적인 이유 <ol style="list-style-type: none"> a) 각 시간 단계에서 각 알파 테이블 범위 내에서 알고리즘은 단일 위성 EPFD가 가장 높은 위성을 선택 b) 측정 기간 동안 알파 테이블 가능성을 충족하기 위한 요구 사항은 다른 NGSO 위성을 선택하는 기능을 제한함 ○ ITU-R S.1503 알고리즘 변경은 NGSO 시스템 동작에 대한 가장 정확한 모델을 가짐으로써 스펙트럼 공유의 효율성을 개선하도록 권장되어야 하며, 지나치게 보수적이거나 제한적인 알고리즘 또는 제원의 정의는 피해야 함 ○ 알파 테이블 접근 방식은 GSO 위성망을 계속 보호하면서 NGSO 운영자에게 추가 유연성을 제공하여 스펙트럼 효율성을 개선함으로써 권고 ITU-R S.1503의 변경 기준을 충족하는 방식임 ○ 따라서 권고 ITU-R S.1503 개정안은 EPFD(down)를 계산하기 위한 알고리즘에 알파 테이블 방법론을 포함해야 함
12	941	프랑스	<p>[실행시간 개선을 위한 기고문 제출]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ITU-R S.1503의 실행 시간을 개선하는 것이 향후 개정판에서도 지

			<p>속될 수 있으므로 현 단계에서 알고리즘 개발을 중단하여서는 안됨</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 사용하는 S/W와 제안된 알고리즘 적용 S/W간 실행시간 비교 결과 제시 <ul style="list-style-type: none"> - ITU S/W : 19시간 소요 - 새로운 알고리즘을 적용한 S/W : 2분 42초
13	945	프랑스	<p>[알파테이블 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 알파테이블을 고려하는 위성의 수가 너무 많기 때문에 위성 선정을 위한 알고리즘이 간섭 범위를 결정하는지에 대한 확인이 중요함. ○ 알파테이블 제안에 묘사된 알고리즘에는 GSO 지구국에 대한 간섭 수준이 분명히 과소 평가됨(Section 4) ○ Section 4의 연구에서 볼 수 있듯이 epfd의 작은 가변과 알파 기반 사이에는 연결성이 없음 ○ 제안된 알고리즘과 결합된 pfd 마스크와 AP4 매개변수 사이의 불일치는 GSO 위성망에 허용할 수 없는 과소평가된 피간섭이 있으며, 실제간섭과 알파테이블 알고리즘을 기반으로 계산된 간섭간의 일관성 이 결여될 수 있음 ○ 일반적인 추적 전략(이 경우 가장 높은 고도)은 관련된 알파테이블로 계산된 것보다 더 높은 epfd 수준으로 이어질 수 있음 ○ 추적 전략의 개념을 도입하는 것이 NGSO시스템의 모델링을 개선할 것이기 때문에 바람직하다고 생각함 ○ 그러나 현 단계에서 알파 테이블 개념과 관련하여 도출할 수 있는 결론은 제안된 알파 선정 알고리즘과 연관될 때 알파테이블의 관련성에 대하여는 의문임
14	946	프랑스	<p>[Time-frame 전송 체계 기능 포함 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전차회의에서 ITU-R S.1503의 "시간 프레임 전송 체계" 기능 구현과 관련하여 미해결된 질문에 대해 이번 기고문을 통해 답변함 ○ ITU-R S.1503에 대한 개정에 "시간 프레임 전송 체계" 를 포함할 것을 제안함(Doc. 4A/856의 Annex 4 참조)
15	947	프랑스	<p>[NGSO pfd 적합성 심사를 위한 S/W 개발 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Doc.4A/856의 Annex 4 Attachment에 포함된 내용을 S.1503-3 개정 항목으로 포함할 것을 제안함 - 이러한 제안은 Doc. 4A/856의 Annex 4 Attachment에 대응하여 동 기고문의 Attachment 3 ("tracked changes")에 반영함
16	949	SES	<p>[소프트웨어 개발에 있어 기능과 계산에 대한 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ PDR 개정 내용 제안 <ul style="list-style-type: none"> - D5.1.4 Algorithms and calculation procedures 기존 Critrion 삭제 및 새로운 Criterion 추가 - D5.1.4.1 epfd(down) calculations for track_method = "L" 변경 및 실행 step 단계별 구분 - D5.1.4.2 epfd(down) calculations for track_method = "D" 변경 및 실행 step 단계별 구분



17	951	캐나다	<p>[소프트웨어 도구 개발에 적용되는 기능 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ITU-R S.1503의 개정판에 시간 프레임 전송 체계 포함을 제안함 ○ 또한 전차 개정안에 대하여 몇 가지 질문 및 개정(안)을 명확히 하기 위하여 일부 편집을 제안함 <ul style="list-style-type: none"> - 기고서 첨부 파일에서 녹색 강조 표시로 표시됨. ○ 이러한 변경 사항을 검토한 후 WP4A는 채택/승인을 위해 PDRR을 SG4에 제출할 것을 제안함.
18	957	프랑스	<p>[EPFD 계산에 사용되는 GSO 안테나 패턴의 백로브 이득 값 관련]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Doc. 4A/230 및 4A/381은 ITU-R S.1428 및 ITU-R BO.1443에 포함된 참조 이득 패턴의 사용은 백로브 이득값에 의해 권고 ITU-R S.1503에 명시된 알고리즘을 사용할 때 EPFD 통계의 과대평가를 유도할 수 있음을 나타냄 ○ 프랑스는 이 문제에 대해 추가 분석이 필요하다고 생각하며 현재 문서 4A/856의 Annex 7에 표시된 해당 목록에 "연구 중인 항목"으로 포기할것을 제안함.
19	958	프랑스	<p>[NGSO 지구국 안테나 패턴 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ITU-R S.1503-3 PDR의 섹션 C3.1.4에 포함된 현재 제안은 NGSO 지구국 안테나가 대칭인지 비대칭인지에 따라 주관청이 사용할 수 있는 두 가지 옵션이 있음을 암시함 ○ NGSO 지구국 안테나의 이득은 <ul style="list-style-type: none"> (i) off-axis 각의 함수로 정의됨 (ii) 안테나 포인팅 방향의 방위각 성분, 안테나 포인팅 방향의 고도 성분 및 NGSO 지구국과 GSO ARC의 경도 차 함수 ○ 상기 두 가지 옵션은 안테나가 대칭인지 비대칭인지에 관계없이 모든 종류의 NGSO 지구국에 사용할 수 있기 때문에 이러한 구분이 잘못된 결과를 야기할 수 있음. ○ 결과적으로 프랑스는 이에 따라 Section C3.1.4의 텍스트를 수정할 것을 제안함. <ul style="list-style-type: none"> - 제안된 개정안은 첨부 파일에서 녹색으로 강조 표시되었으며 권고 ITU-R S.1503-3의 PDR에 포함될 것을 제안함
20	965	통가	<p>[권고안 ITU-R S.1503-3의 개정 초안]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ WCG이외의 Geometry 테스트를 포함하는 제안은 ITU-R S.1503 개정예 반영되어서는 안됨 ○ 권고안 알고리즘은 WCG 제외한 Geometry를 확인하기 위해 관련 주관청 및 GSO 운영자가 사용할 수 있으며 솔루션은 RR 14.1 및 14.2에 이미 내포되어 있음 ○ 현재 프로세스는 BR이 short-term의 높은 epfd Geometry를 적용하여 평가를 수행할 수 있지만, long-term epfd 사례를 포함한 다른 Geometry는 관련 주관청에서 확인하고 BR에 보고할 수 있음 ○ 통가는 이 프로세스를 개선하기 위해 노력할 수 있으며 이를 선호하지만 ITU-R S.1503을 수정할 필요는 없음 <ul style="list-style-type: none"> - ITU-R S.1503은 short-term high epfd geometry를 평가하는 것과 연결되어 있음

			<ul style="list-style-type: none"> ○ RR 22조에 따라 GSO 위성망 보호를 위해 시뮬레이션 기능이 빠르고 복잡하게 진화하는 non-GSO 시스템을 처리하기 위해 지속적으로 개선되어야 함.
21	967	통가	<p>[알파테이블 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ WP4A에서 승인될 ITU-R S.1503의 개정판에 알파 테이블과 듀티 사이클 및 시간 프레임 전송 체계가 포함될 준비가 되었음 ○ 완전성을 위해 통가는 영국이 수행한 포괄적인 연구를 지지함. ○ 결과적으로 현재의 TSS 알고리즘이 전형적인 추적 전략과 거의 일치할 수 있다는 사실을 고려할 때 알파 테이블 선택 메커니즘이 스펙트럼의 효율적인 사용을 증가시킬 뿐만 아니라 현재 버전의 알고리즘이 무리였다고 결론 내리는 것이 적절함
22	968	통가	<p>[WCG 관련 기고문]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 문서 4A/856의 Annex 7에는 권고 ITU-R S.1503에 대해 제안된 몇 가지 수정 사항에 대한 최신 진행 상황이 포함되어 있음. ○ 한 특정 항목을 RR 제22조 epfd 제한에 따라 제출을 검토할 때 BR이 현재 테스트하는 WCG이외의 Geometry 테스트를 포함하도록 하는 내용이 ITU-R S.1503 수정안에 반영되도록 제안함 ○ WCG 및 Short-term high-epfd 이벤트의 개념은 23년 전에 처음 도입되었을 때 ITU-R 권고 S.1503의 기본이었으므로 필연적으로 Short-term epfd 통계와 연결됨 ○ 그럼에도 불구하고 다른 Geometry 테스트를 용이하게 하기 위한 텍스트가 도입되었음. <ul style="list-style-type: none"> - Section A1.3(소프트웨어 사용에 대한 주관청과 BR 간의 책임 할당)은 모든 주관청이 NGSO 데이터를 기반으로 이 부록에 정의된 알고리즘을 적용한 소프트웨어를 사용하여 자체 GSO로 유입되는 간섭이 epfd 제한값 초과여부를 확인할 수 있다고 서술하고 있음 ○ 이러한 추가 Geometry에 대한 확인이 BR에 전달될 수 있는 메커니즘을 RR 14.1, 14.2 조항이 제공하고 있음 ○ 현재 방식은 BR의 WCG check와 주관청이 다른 Geometry를 확인하는 선택의 조합을 기반으로 함. 다른 Geometry를 테스트하는 솔루션도 있음. 즉, 이 절차에는 개선될 수 있는 몇 가지 측면이 있음을 인정함. <ul style="list-style-type: none"> - 다른 geometries에서 epfd를 평가하는 솔루션은 ITU-R S.1503에 이미 제공되어 있음. 규정 준수 여부 평가 프로세스의 일부로 다른 geometry 위치에 대한 검사를 도입하는 것은 BR과 주관청의 책임 전제를 위반하는 것임. ○ 통가는 이 절차에 개선될 수 있는 몇 가지 측면이 있음을 인식하고 있음. 즉, 다른 Geometry를 테스트하고 이를 BR에 보고하는 책임은 현재 솔루션에 따라 계속해서 주관청에 있음. ○ 통가는 추가 Geometry를 시험하기 위한 ITU-R S.1503의 개정에 찬성하지 않음. 이는 아래 사항에 대하여 신중한 고려가 필요하기 때문임 <ul style="list-style-type: none"> - 이는 필요하지 않을 뿐만 아니라 epfd 한계 자체의 도출에 미치는

			영향과, - NGSO 운영에 대한 실질적인 영향과 - ITU-R S.1503의 특성이 어떻게 변경(short-term high-epfd 이벤트에 대한 원래 링크 제공) 되는지에 대하여
--	--	--	--

이에 따라 ITU-R 권고 S.1503-4에는 (1) 동일 주파수를 사용하는 비정지궤도 위성 시스템 간 최소 분리각 (2) 비정지궤도 위성이 추적할 수 있는 동일 주파수의 비정지궤도 지구국의 최대 수 (3) epfd(up) 경우에 사용하는 eirp 마스크의 정의 (4) 권고 전반에 걸쳐 다양한 개념의 일관된 정의 및 사용을 보장하기 위해 기존 텍스트의 수정 (5) 정지궤도 위성 지구국 최소 양각 (6) X angle pfd 마스크 형식 제거 (7) ITU-R 권고 S.1503에서 사용하는 (theta, phi) 좌표의 설명 등이 반영되었다. 그리고 지속적으로 연구할 과제에는 (1) epfd(down) 위성 선정(알파 테이블) (2) 다운링크 전송 마스크 듀티 사이클 (3) 시간 프레임 전송 방식 (4) 전파규칙 제22조에 규정된 비정지궤도 고정위성업무의 epfd 제한값 평가를 위한 WCG(Worst-case geometry evaluation) 방안의 적절성에 대한 논의 (5) 정지궤도 위성 지구국 안테나 패턴 (6) 톨 구동 시간 개선 (7) 변수 간의 관계 등이 논의되었다.

8. Scaling Factor 연구

비정지궤도 군집의 우주국 수 증가에 따른 pfd 계산에 사용되는 전파규칙 제21.16.6항의 scaling factor 개정 요구에 따라 비정지궤도 군집 우주국 수 1000기에 대한 scaling factor X 적용값 등에 대한 논의가 있었다.

[표 8] Scaling Factor 연구 기고 목록

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	969	통가	- Scaling factor로 제안된 $X = \max(20.3, 10\log(Nv))$ 를 사용하는 것은 FS 업무 보호를 위해 적절한 제안이며, 통가는 현재의 scaling 함수에 대한 문제들을 해결을 위해 제안된 scaling factor 사용을 지지함
2	928	프랑스	Scaling factor 보고서 WDPDN Report ITU-R S.[SCALING FACTOR]에 추가 수정 사항들 제안 - Section 2.1: FS 보호의 long-term, short-term에 대한 추가 정보 추가 - Section 2.2: MS 제원 미확인 문구 추가 - Section 2.3: 해당 보고서 연구에 사용될 군집 시스템 정보 제공 - Annex 3: 제안된 군집 시스템을 활용한 추가 연구 추가적으로 해당 보고서의 DNRRep 승격 요청
3	917	독일	전파규칙 제21.16.6항 scaling factor 개정에 대해 scaling factor X에 $10\log(Nv(lat))$ 적용에 대해 찬성하며, $X = \max(20.3, 10\log(Nv))$ 에 대한

			검증 연구 - 해당 연구에서는 실제 운영에서의 제한사항들을 모두 고려하지 않았음에도 문제가 없었으므로, 추후 연구에서 모든 제한사항들을 고려했을 시 총 간섭 전력은 낮아지므로 추후 연구에도 문제 없을 것으로 예상
--	--	--	---

(1) 지상망에서 가시되는 최대 위성 수 기반 scaling, (2) 비정지궤도 군집의 최대 위성 수 기반 scaling, (3) 비정지궤도 군집에서 가시되는 최대 위성 수 기반 scaling에 대한 방안들이 제시되었으며, Scaling factor 연구에 대한 supporting material이 작성되었다. 현재 WP4A의 연구는 지상망에 가시되는 비정지궤도 시스템의 최대 위성 수(Nv)에 기반한 연구이며, 추가 연구 및 전파규칙 제21.16.6항 점검을 위하여 WP5A, 5C로의 liason statement를 작성하였다.

9. Inter/Intra-service 서비스 공유 연구

동일 업무 또는 동일 시스템 간의 주파수 공유 연구, 타 업무 또는 타 시스템 간의 주파수 공유연구를 위해 전파규칙 22조에 명시되어 있는 epfd 제한값은 위성통신 기술의 발전에 따른 간섭 회피 및 완화 기술의 반영, IMT 기지국과 지구국 간섭 완화 방법 등에 대해 논의하였다.

[표 9] Inter/Intra-service 서비스 공유 연구 기고 목록

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	971	통가, 에콰도르	현재 위성통신 기술 발전으로 인해 비정지궤도 위성시스템 및 정지궤도 위성망은 주파수 자원을 더욱 효율적으로 사용할 수 있음. 또한 전파규칙 22조에 명시되어 있는 EPFD 제한값은 20년 전에 규정된 값이며 현재 위성통신 기술 발전을 반영하지 못하고 있으며 정지궤도 위성망을 과도하게 보호하는 제한값임. 이를 증명하고자 함.
2	938	파푸아뉴기니	3600-3600 MHz 대역을 사용하고 있는 IMT 기지국으로부터 2400-4200 MHz 대역을 사용하고 있는 FSS 지구국을 보호하여 공존을 하기 위하여 IMT 기지국 또는 FSS 지구국에 적용할 수 있는 간섭 완화방법을 제시함.

통가에서 제출한 전파규칙 22조의 epfd 제한값 관련 분석 결과 및 신규 보고서 개발 제안과 관련, 작업문서로 더 진행하기 위해서는 공유연구를 철저히 진행하면서 해당 주제의 타당성을 검증할 필요가 있다는 의견이 제기되었다. APG 회의에서도 해당 주제에 대해서 더 이상 추가적인 연구를 하지 않기로 한 바 있다.

위성 업무를 IMT 기지국으로부터 보호하여 상호공존 가능한 환경을 만들기 위해서 거리 이격 및 업무 간 주파수 이격과 같은 간섭 완화 방법을 추가하였고, IMT와 관련한 부분에 대한 검토를 WP5D에 요청하는 연락문서를 작성하였다.

10. 위성 IMT-2020 무선 인터페이스 표준 개발

2022년에는 위성 IMT-2020에 대한 비전, 요구사항 및 평가 가이드라인을 제시하는 ITU-R 보고서 M.2514 개발을 완료하고, 2023년부터 IMT-2020 후보 기술에 대한 접수 및 평가 절차가 진행하였다. 3GPP의 위성 IMT-2020 후보 기술 제공 예정임을 알리는 연락문서와 프랑스에서 기고한 위성 IMT-2020 후보 기술 평가 관련 ITU-R 보고서 개발을 위한 작업문서에 대한 논의가 있었다. ATIS와 ETSI는 3GPP를 대표하여 IMT-2020 위성 부문을 위한 후보 무선 인터페이스 기술을 2023년 12월 31일까지 제출 예정임을 알리는 연락문서를 송부하였다. 연락문서는 Rel-17 NR-NTN과 Rel-17 NTN-IoT 기술을 후보 기술로 제출하기 위해 준비 중이며, 이를 위해 자체 평가를 위한 Study Item이 진행 중임을 담았다.

[표 10] 위성 IMT-2020 무선 인터페이스 표준 개발 기고 목록

연번	문서 번호	제안자	주요 제안내용
1	4B/138	ATIS/ETSI	ITU-R WP 4B에서 진행 중인 IMT-2020 위성규격 표준화와 관련하여, 3GPP에서는 2023년 12월 마감기한에 맞추어 위성 IMT-2020 후보 기술을 제출할 예정임을 알리고, 현재 3GPP에서 진행 중인 Study Item 내용과 향후 일정에 대해 공유함.
2	4B/144	프랑스	IMT-2020 위성 규격 제출 절차 4-7에 관한 상세 내용을 정리하여 기고하였으며, 향후 제출된 위성 IMT-2020 후보 기술에 대한 평가 결과를 제시하는 ITU-R 신규 보고서 개발을 위한 작업 문서를 제안함.

프랑스는 IMT-2020 위성 부문에 대한 후보 기술을 2023년 12월까지 접수받은 후 진행되는 위성 IMT-2020 표준 개발 절차(Step 4: Independent Evaluation Group을 통한 후보 기술에 대한 평가, Step 5: 평가 결과 검토 및 합의, Step 6: 최소 요구사항 만족 여부 검토, Step 7: 평가 결과, Consensus Building 및 최종 결정)의 결과 및 결론을 포함하는 ITU-R 보고서 개발을 위한

작업 문서를 제안하였다. 한국을 비롯한 중국, 러시아, 브라질, Omnispace, Inmarsat 등 주요 회원국 및 회원사에서 관련 활동을 지지하였으며, 특히, 이란은 WP5D에서 진행 중인 지상 IMT 표준화의 경우 IMT-2020 표준화를 이미 완료하고, 현재 IMT-2030에 대한 표준화가 활발히 진행하고 있으며 금번 6월 회의에서 Framework 보고서 개발이 완료한 상황을 알리며, WP4B의 위성 IMT 표준화가 시급히 진행되어야 함을 독려했다.

프랑스에서 제안한 내용을 바탕으로 위성 IMT-2020 후보 기술 평가 관련 보고서 개발을 위한 작업문서를 승인하여 의장보고서에 반영하였으며, 3GPP에 WP4B의 위성 IMT-2020 표준화 진행 상황 및 향후 일정을 알리는 답변 연락문서를 보내기로 하였다.

11. 위성 IMT-2030 기술 동향 보고서 개발

WP 4B는 위성 IMT 기술 표준화를 담당하고 있으며 현재 위성 IMT-2020 표준화가 활발히 진행되고 있으나, 지상 IMT-2030 기술 표준화를 활발히 진행 중인 WP5D와 달리 위성 IMT-2030 표준화 활동은 미비한 상태이다. 2022년 11월, WP5D에서 주도 개발한 2030년 이후 지상 IMT 미래 기술 동향을 제시하는 ITU-R 보고서 M.2516이 승인되었다. 2023년 6월에 WP5D는 2030년 이후 IMT 기술 개발을 위한 프레임워크 및 목표에 관한 ITU-R 보고서 초안을 승인하였다.

WP5D의 2030년 이후 IMT 기술개발을 위한 프레임워크 및 목표에 관한 ITU-R 보고서 초안 승인을 알리는 연락문서와 중국에서 기고한 2030년 이후 위성 IMT 미래 기술 동향을 제시하는 ITU-R 보고서 개발을 위한 작업문서에 대한 논의가 있었다. WP5D는 2023년 6월 2030년 이후 IMT 기술개발을 위한 프레임워크 및 목표에 관한 ITU-R 보고서를 최종 승인하여 SG5로 상정했음을 알리는 연락문서를 송부하였다. 중국은 WP5D에서 개발한 2030년 이후 지상 IMT 미래 기술 동향을 제시하는 ITU-R 보고서 M.2516과 유사하게 2030년 이후 위성 IMT 미래 기술 동향을 제시하는 ITU-R 보고서 개발을 제안하고 이를 위한 작업문서를 기고하였다.

[표 11] 위성 IMT-2030 기술 동향 보고서 개발 기고 목록

연 번	문서 번호	제안자	주요 제안내용
1	146	중국	위성 IMT 기술에 대한 향후 연구 필요성을 제기하고 지상 IMT 시스템과 같이 2030 이후 연구 내용에 대한 논의가 필요함을 제안함

중국에서 제안한 내용을 바탕으로 위성 IMT-2030 미래 기술 동향 관련 보고서 개발을 위한 작업문서를 승인하여 의장보고서에 반영하였으며, WP5D에 WP4B의 위성 IMT-2030 표준화 진행 상황 및 향후 일정을 알리는 답변 연락문서를 보내기로 하였다.

12. 위성 OBP 관련 기존 연구과제(Q218/1-4) 개정

WP4B에서는 WRC-19 이후 연구회기가 2023년 마무리됨에 따라 기존 WP4B에 할당된 ITU-R 연구과제에 대한 검토와 함께 차세대 위성통신 분야의 새로운 표준화 연구과제를 발굴하고 있다. ITU-R 질의서 218/1-4는 1993년에 개발되어 1995년에 1차 개정된 후 현재까지 지속되어 왔다. 해당 질의서는 1900년대 중반의 위성 기술에 맞추어 OBP 기술을 사용하는 위성시스템에 대한 시스템 특성과 성능에 관한 연구가 필요하다는 내용을 포함하고 있다. 그러나 해당 질의서의 현재 버전이 최신 위성 기술을 반영하지 못하고 있어, 최신 위성 기술의 특징에 맞도록 연구과제(Q218/1-4) 업데이트가 필요한 상황이다.

우리나라에서는 최신의 OBP 위성 기술을 포함하고 연구 범위를 MSS 시스템까지 확장하는 기존 연구과제(Q218/1-4)의 개정 예비초안(PDRQ)을 제안하였다. 해당 기고서에는 위성 접속 및 코어 네트워크, 엣지 컴퓨팅 및 서버 기능까지 탑재 가능한 최신의 OBP 위성 기술을 반영하고, 위성 IMT와 같은 MSS 시스템에서의 OBP 위성 연구를 포함할 수 있도록 제안하는 내용을 담았다. 또한, 연구과제의 연구 기한을 기존 2023년에서 2027년으로 확장할 것을 제안하였으며, 연구과제에 포함된 “Compatibility” 용어가 본 질의서에 따른 연구 내용으로 위성과 지상 간 주파수 공유 연구를 포함한다는 오해의 소지가 있어 “Compatibility” 용어 삭제를 제안하였다.

[표 12] 위성 OBP 관련 기존 연구과제(Q218/1-4) 개정 기고 목록

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	4B/145	한국	FSS OBP 위성 시스템과 지상 네트워크간 상호양립성 연구에 관한 기존 ITU-R Question의 연구 범위를 MSS OBP 위성 시스템도 포함하여 확장하고 최신 위성 기술을 반영하여 업데이트한 Question 수정 임시 초안 (Preliminary Draft Revision of Question, 이하 PDRQ)을 제안함.

우리나라에서 제안한 기존 연구과제(Q218/1-4)의 임시 수정 초안(PDRQ)에 대해 일부 Editorial 수정이 이루어졌으며, 대부분의 제안사항은 그대로 반영되어 WP4B 레벨에서 수정 초안(DRQ)으로 승인하여 SG4로 상정되어 승인되었다. 미국에서 IMT 관련 내용이 포함된 Considering d) 항목 삭제 입장이 있었으나, 위성 IMT-2020 및 이후 기술을 개발하고 있는 3GPP에서 이미 OBP 기반 위성시스템 구조를 위성 IMT 시스템 구조로 고려하여 표준화가 진행되고 있음을 제시함에 따라, Considering d) 항목 추가에 동의하였고, 캐나다의 본 질의서에서 고려하고 있는 시나리오가 IMT 위성 부문 서비스용 위성 OBP인지 IMT 서비스 제공을 위한 위성 Backhaul용 위성 OBP인지에 대한 확인 요청에 대해서, IMT 위성 부문 서비스용 위성 OBP 기술임을 명확히 함에 따라 이견 없이 우리나라의 기고서에 동의하였다.

13. 위성 IoT 기술 보고서 개발

WP 4B에서는 차세대 위성통신 분야의 새로운 표준화 연구과제를 발굴하고 있다. 관련하여 2021년 7월 회의에서 한국은 위성 IoT 기술 연구 관련 새로운 ITU-R 질의서 개발을 제안한 바 있으나 미국의 반대로 채택이 무산된 바 있다. 당시 우리나라는 지상망에서 커버하지 못하는 지역과 서비스를 커버할 수 있는 위성 IoT 기술의 중요성이 커지고 일부 서비스가 이미 제공되고 있다는 점을 고려하여 표준화의 필요성을 제기하고, 성능 향상에 필요한 기술 표준화를 위한 연구과제를 제안하였으나, 미국에서는 다양한 위성 회사에서 이미 IoT 서비스를 제공하고 있고, 위성 회사들의 효율적인 운용에 제한을 둘 수 있는 ITU 규제를 개발하는 것을 반대한다는 등의 의견으로 한국에서 제출한 기고안 채택을 강력히 반대한 바 있다. 이번 회의에서 러시아는 결의 ITU-R 66-1에 근거하여 위성 IoT 서비스의 기술 및 운용적 특성에 관한 연구의 필요성을 제기하고 관련 보고서 개발을 위한 작업문서를 제안하였다.

[표 13] 위성 IoT 기술 보고서 개발 기고 목록

연 번	문서 번호	제안자	주요 제안내용
1	4B/144	러시아	위성 IoT의 개념, 기술 및 운용적 특성에 관한 연구 내용을 기술하는 ITU-R 보고서 개발을 위한 작업문서를 제안함

미국을 제외한 대부분의 참여 회원국 및 회원사의 적극 지지를 바탕으로, 러시아에서 제안한 내용을 바탕으로 위성 IoT 관련 보고서 개발을 위한 작업문서를 승인하여 의장보고서에 반영하였다. 다만, 미국과 캐나다의 의견을 반영하여 IMT 관련 내용을 삭제하고, 현재 존재하거나 가까운 미래에 예상되는 위성 IoT 기술로 연구 범위를 한정하기로 하였고, 위성 IoT 요구사항은 보고서에 포함하지 않기로 하였다.

14. 결의 361(WRC-19 개정) resolve 3 - 정지궤도 이동위성업무의 GMDSS 추가 위성서비스 도입

WRC 결의 361(WRC-19 개정) 결의 3항에 따른 정지궤도 이동위성업무 시스템의 GMDSS 추가 도입을 위한 전파규칙 개정이 논의되었다. 중국은 2018년 BeiDou 위성을 사용한 GMDSS 서비스를 IMO에 신청하여 2021년 승인되었으며, 이를 근거로 주파수 신규 분배 및 전파규칙 개정 필요성을 제안하였다. 이에 따라 (1) GMDSS를 위한 주파수 대역폭 산정 (2) 기존 정지궤도 이동위성업무 시스템(중국 Beidou)으로부터 비정지궤도 위성 시스템(Globalstar)으로의 간섭영향 등이 논의되었다.

[표 14] 결의 361(WRC-19 개정) resolve 3 기고 목록

연 번	문서 번호	제안자	주요 제안내용
1	388 Annex 3	Chairman, WP 4C	WRC23 의제1.11의 GSO GMDSS 관련 2022년 9월 회의 의장보고서내 첨부문서로 제안문서에 대한 논의 없이 모두 포함
2	417	China (People's Republic of)	IMO 활동, 스펙트럼 요구사항 업데이트 및 L/S대역에서의 GSO MSS로의 간섭 가능성 연구 결과와 GSMDS의 규정적 고려사항을 포함
3	418	Canada	결의 361(Rev WRC-19) 결의 3항과 관련하여 CPM 회의에서 논의되고 개발된 내용과 동일하게 WP4C 의장보고서내 첨부된 문서(4C/388 Annex 3)의 문구를 수정한 제안서임.
4	425	United States of America	CPM 회의 결과와 동일하게 WP4C 의장보고서내 첨부된 문서(4C/388 Annex 3)의 문구를 수정한 제안서임.

5	431	Globalstar, Inc.	중국 GSO MSS로부터 HIBLEO-4 / HIBLEO-X 시스템으로의 간섭원 맵을 포함한 4C/388 Annex 3 문서 수정 제안
6	432	Germany (Federal Republic of)	WRC23 의제1.11의 GSO GMDSS 관련 독일의 비정지궤도 위성 시스템 COURIER-3와 관련된 내용 문구 수정 제안
7	433	Kepler Communications Inc.	WRC23 의제1.11의 GSO GMDSS 관련 Kepler의 비정지궤도 위성 시스템(COURIER-3)와 관련된 내용 문구 수정 제안

Globalstar는 제안문서(4C/431)에서 우리나라에 위치한 관문국에 수신된 간섭 신호 측정치를 근거로 중국의 GSO MSS L대역 단말로부터 심각한 간섭 신호가 있음을 주장하였다. 중국은 IMO의 BeiDou 위성의 GMDSS 사용 승인을 근거로 L대역 이외 사용할 수 있는 주파수 대역이 전무한 상황이므로 본 대역에 대한 GMDSS 스펙트럼 요구량 산출 및 공유 연구가 필요하다는 입장이었다. 이에 따라 ‘22년 9월 회의 결과를 포함한 4C/388 Annex 3(논의없이 취합된 문서)에 본 회의에 제안된 문서를 병합하여 논의가 진행되었다. 지난 회의까지 논의되지 않은 제안내용과 본 회의에서 제안된 문서를 포함한 병합 문서를 검토(스펙트럼 요구사항 연구 3개, 공유 연구 2개)하였으나 이번 회의에서 모두 논의하는 것이 어려운 상황임을 고려하여 작업문서 형태로 의장보고서에 포함하기로 하였고, 이번 회의에서 관련 논의 진행 상황과 결과를 포함한 연락문서(WP5B)를 작성하였다.

15. WP4C 연구과제 검토

캐나다의 기고에 따르면 지난 연구 회기 동안 WP4C는 총 17개 중 3개의 연구과제에 대해서만 제안문서가 있었고, 이에 따라 WP4C에 할당된 ITU-R 연구과제에 대해서 조치사항을 제안하였다.

[표 15] WP4C Questions 검토 기고 목록

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	354	Canada	SG4에 할당된 연구과제에 대한 목표기한 등 수정 제안

캐나다는 결의 ITU-R 1-8 부속문서 1의 Section A1.2.1.1에서 지난 2번의 연구 주기 동안 제안 사항이 없는 ITU-R 연구과제는 삭제를 고려해야 한다는 규정을 근거로 총 17개(캐나다 조사 개수)에 대해서 검토한 내용을 공유하였다. 연구과제의 분류와 목표 완료년도의 수정 사항, 각 연구과제별

코멘트와 제안 사항을 검토한 결과 WP4A 및 WP4B에도 동일하게 기고할 필요가 있음에 동의하고 일부 문구 수정 후 관련 연구반에 송부하였다.

16. 아마추어(위성)업무로부터 무선항행위성업무 보호 연구

WRC 결의 774(WRC-19)에 따라, 1240-1300MHz 대역의 아마추어·아마추어위성업무로부터 무선항행위성업무 수신기를 보호하기 위한 기술적·운용적 지표에 대한 연구의 필요성이 제기되었다.

[표 16] 무선항행위성업무 보호 연구 기고 목록

연 번	문서 번호	제안자	주요 제안내용
1	396	WP 7C	[EESS-RNSS 호환성] <ul style="list-style-type: none"> ○ PDN Rec. ITU-R RS.[EESS_SAR_RNSS] 및 PDN Rep. ITU-R RS.[EESS_SAR-RNSS]을 DNR 단계로 승격하여 WP 7C 의장 보고서에 포함 ○ 다수의 Spaceborne Active 센서에 의한 영향을 평가하기 위한 메커니즘과 관련하여 Rep. ITU-R M.2305을 참조함에 따라, 해당 보고서에 대한 검토를 WP 4C에 제안함 ○ EESS 센서의 관측시간이 200 ms 미만인 경우에 대해서도 추후 검토하기를 희망함
2	408	WP 5A	[WRC-23 의제 9.1, b)] <ul style="list-style-type: none"> ○ WP 5A는 WP 4C로 WRC-23 의제 9.1, b)와 관련하여 PDN Rec. ITU-R M.[AS GUIDANCE] 및 PDN Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS] 문서를 보냄 ○ WP 5A는 WP 4C에 Rec. ITU-R M.[AS GUIDANCE] 개발에 참여하기를 제안함 ○ WP 5A는 Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS]에 추가할 신규 문서(5A/730)을 제안하고, 포함시키고자 하는 문서에 대한 검토를 제안함
3	415	Japan	[WRC-23 의제 9.1, b)] <ul style="list-style-type: none"> ○ 2023년 6월 WP 4C 회의에서 Rep. ITU-R M.2513에 대한 개정(안) 및 WP 5A에 대한 연락문서 작성(안)을 제안함 - Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS] 관련 신규 문서는 Rep. ITU-R M.2513의 신규 Annex로 추가에 동의함 - 이에 따라, 해당 내용을 Rep. ITU-R M.2513의 Annex 9*로 신규 추가하는 개정방안을 제안함 * 아마추어업무 무선국에 따른 인근 RNSS 수신기의 간섭 영향 시뮬레이션 분석 시나리오(가정) 및 결과를 포함
4	416	Japan	[권고 제·개정] <ul style="list-style-type: none"> ○ 일본은 그간 SBAS 서비스로 사용되던 MTSAT 위성의 임무 종료, 그리고 QZSS 정지궤도 위성을 통한 SBAS 서비스 운영에 따라 Rec. ITU-R M.1787의 관련내용 개정을 제안함
5	420	Russian Federation	[EESS-RNSS 호환성]

			<ul style="list-style-type: none"> ○ 러시아는 다수의 EESS SAR에 의한 1215-1300 MHz 대역의 RNSS 지구국 수신기에 미치는 펄스 간섭을 평가하는 예시를 기술하는 Annex 2를 PDN Rep. ITU-R M.2305에 추가할 것을 제안함
6	421	Russian Federation	<p>[IMT에 대한 RNSS 보호]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 러시아는 IMT 시스템의 Frequency Assignments에 A12 (663-698 MHz)를 신규 추가하고, Appendix 1 내 위성망 정보의 수정 등을 제안함
7	422	Russian Federation	<p>[EESS-RNSS 호환성]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ DN Rec. ITU-R RS.[EESS_SAR-RNSS] 및 DN Rep. ITU-R RS.[EESS_SAR-RNSS] 관련하여 추가의견 없음으로 WP 7C에 회신할 것을 제안함 ○ RNSS 수신기에 미치는 간섭 영향평가 관련 예시는 Rep. ITU-R M.2305 내 포함할 것을 제안함
8	423	Russian Federation	<p>[WRC-23 의제 9.1, b)]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ PDN Rec. ITU-R M.[AS GUIDANCE]의 타이틀 및 본문에서 measures를 limitations으로 변경하고, 기존 RNSS 수신기를 보호하기 위한 아마추어업무의 주파수 대역(블록)별 최대송출전력의 값을 아마추어 무선국 안테나의 양각에 대한 함수로 변경할 것으로 제안함 ○ DN Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS] Annex 1에서 꺾쇠괄호 표기된 Attachment 1은 아마추어 및 아마추어 위성 업무의 특성에 관한 것으로 삭제할 것을 제안함
9	424	United States of America	<p>[EESS-RNSS 호환성]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2023년 10월 WP 7C 회의에서 DN Rec. ITU-R RS.[EESS_SAR-RNSS] 및 DN Rep. ITU-R RS.[EESS_SAR-RNSS]의 SG7 상정 지지한다는 입장을 회신할 것을 제안함 ○ WP 7C에서 WDPDN Rep. ITU-R RS.[Agg_EESS_SAR-RNSS] 추진하고자 할 시, Rep. ITU-R M.2305와의 일관성 유지를 강조할 것을 제안함 ○ RNSS 수신기의 코드 추적루프 대역폭과 EESS 센서의 간섭 평가 간 관계를 언급한 연구의 중요성을 강조할 것을 제안
10	426	United States of America	<p>[권고 제·개정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 Xona社의 저궤도 위성 기반 PULSAR*의 PNT 서비스 주파수 대역(1164-1215 MHz 및 1559-1610 MHz)에 대한 기술적 내용/특성에 관한 정보를 제공하는 문서를 제출함 * (위성망명) USASAT-NGSO-12 ○ 차기 ITU-R Cycle에서 Rec. ITU-R M.1787 개정을 시작할 예정임을 명시함
11	427	International Amateur Radio Union	<p>[WRC-23 의제 9.1, b)]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS]의 Annex 1을 Rep. ITU-R M.2513의 Annex 9로 이동하고, M. 2513을 DN Revision 단계로 상정할 것을 제안함
12	430	International Civil Aviation Organisation (ICAO)	<p>[1559-1610 MHz 대역 보호]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ICAO에서 최근 항공기에 발생한 GNSS 간섭 사례/통계 등을 설명하고, 항공기 운용안전성 확보를 위해 간섭 수치, 간섭원 검출절차 개발 등 ITU에서 규정적으로 접근할 수

			있는 방안 모색을 요청함
13	439	France	<p>[WRC-23 의제 9.1, b)]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ PDN Rec. ITU-R M.[AS GUIDANCE]의 타이틀 및 본문에서 Guidance on 삭제하고, 주파수 대역(블록)별 최대송출전력의 단위를 W에서 dBW로 변경할 것을 제안함 ○ 차기 WP 5A 회의에서 Rec. ITU-R M.[AS GUIDANCE]의 단계를 PDN에서 DN으로 승격할 것을 제안함
14	440	France	<p>[WRC-23 의제 9.1, b)]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS]의 Annex 1을 삭제하고, 이를 Rep. ITU-R M.2513에 추가할 것과 M.2513 개정은 차기 Cycle에 추진할 것을 제안함 ○ 차기 WP 5A 회의에서 Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS]의 단계를 PDN에서 DN으로 승격할 것을 제안함
15	441	France	<p>[WRC-23 의제 9.1, b)]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rep. ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS]의 Annex 1을 Rep. ITU-R M.2513의 신규 Annex 9로 옮기고, 해당 연구에서 고려된 특성 및 가정 등에 대한 추가논의가 필요함에 따라 M.2513의 개정은 차기 Cycle에 수행하는 것이 타당함

WP5A가 개발 중인 권고 ITU-R M.[AS GUIDANCE] 및 보고서 ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS]의 내용을 검토하고 WP5A에 회신할 연락문서를 작성하였다. 무선헤행위성업무 수신기를 보호하기 위한 아마추어 무선국의 기술·운영 지표와 관련하여 WP4C 내 합의에 이르지 못함에 따라, WP5A에 관련 지표를 제안해 줄 것을 요청하였다. 보고서 ITU-R M.[AMATEUR.CHARACTERISTICS]에 포함된 신규 연구결과는 보고서 ITU-R M.2513 내 신규 Annex로 삽입하는 것을 제안하고, 이에 따라 보고서 개정예비초안 ITU-R M.2513은 의장보고서에, 신규 보고서 예비초안 ITU-R M.[AMATEUR. CHARACTERISTICS]은 연락문서에 붙였다.

신규 보고서 ITU-R RS.[AGG_EESS_SAR-RNSS]의 예비초안 작업문서의 내용을 검토하고 WP7C 연락문서에 대한 답신과 이에 따른 작업문서를 작성하였다. 신규 보고서 ITU-R RS.[AGG_EESS_SAR-RNSS]의 예비초안 작업문서와 관련하여 보고서 ITU-R M.2305와 일관성을 유지할 것을 제안하였으며, 보고서 ITU-R M.2305 개정 작업문서를 의장보고서에 반영하기로 하였다.

권고 ITU-R M.1787 개정과 관련하여 일본이 제출한 개정안에 대해 검토하고, 미국의 신규 무선헤행위성업무 시스템에 대해 논의하였다. 일본의 개정안이

개정초안 상태로 충분하다는 것에는 동의하나, 관련 주관청의 충분한 검토를 위하여 금번 WP4C 의장보고서에는 개정 예비초안(PDR)으로 반영하고 차기 단계에서 개정초안(DR)으로 SG4에 상정하기로 결정하였다. 미국은 차기 단계에서 Xona Space System社가 개발 중인 저궤도 위성 기반 위성항법시스템(PULSAR)과 관련하여 Rec. ITU-R M.1787을 개정할 계획이며, 주파수 상세제원 등에 대해서는 별도 논의가 필요하다.

무선국의 주파수 특성, 위성망 정보 등이 수정된 보고서 ITU-R M.[IMT-RNSS] 개정예비초안을 의장보고서에 반영하기로 하였다. 그리고 ICAO(국제민간항공기구)는 1559-1610 MHz 대역에 대해 ITU 규정 등을 통한 RNSS 보호의 필요성을 강조했으나 보호대역 및 보호분야의 대상 등의 논의가 필요함에 따라 신규 권고/보고서 개발 등에 대해서는 주관청 간 Consensus를 이루지 못하였다.

17. 1.5GHz IMT-이동위성업무 간 인접대역 호환성 연구

WRC-19 결의 223에 따른 지상 IMT(1,492-1,518MHz)와 이동위성업무 (1,518-1,525MHz)간 인접대역 호환성 연구를 수행하였다. 이에 따라 WRC-19 결의 223에 언급된 범위로 한정 여부, IMT 기기의 인접 주파수별 송신출력 제한 이슈 등이 연구되었다.

[표 17] 1.5GHz IMT-이동위성업무 간 인접 대역 호환성 연구 기고 목록

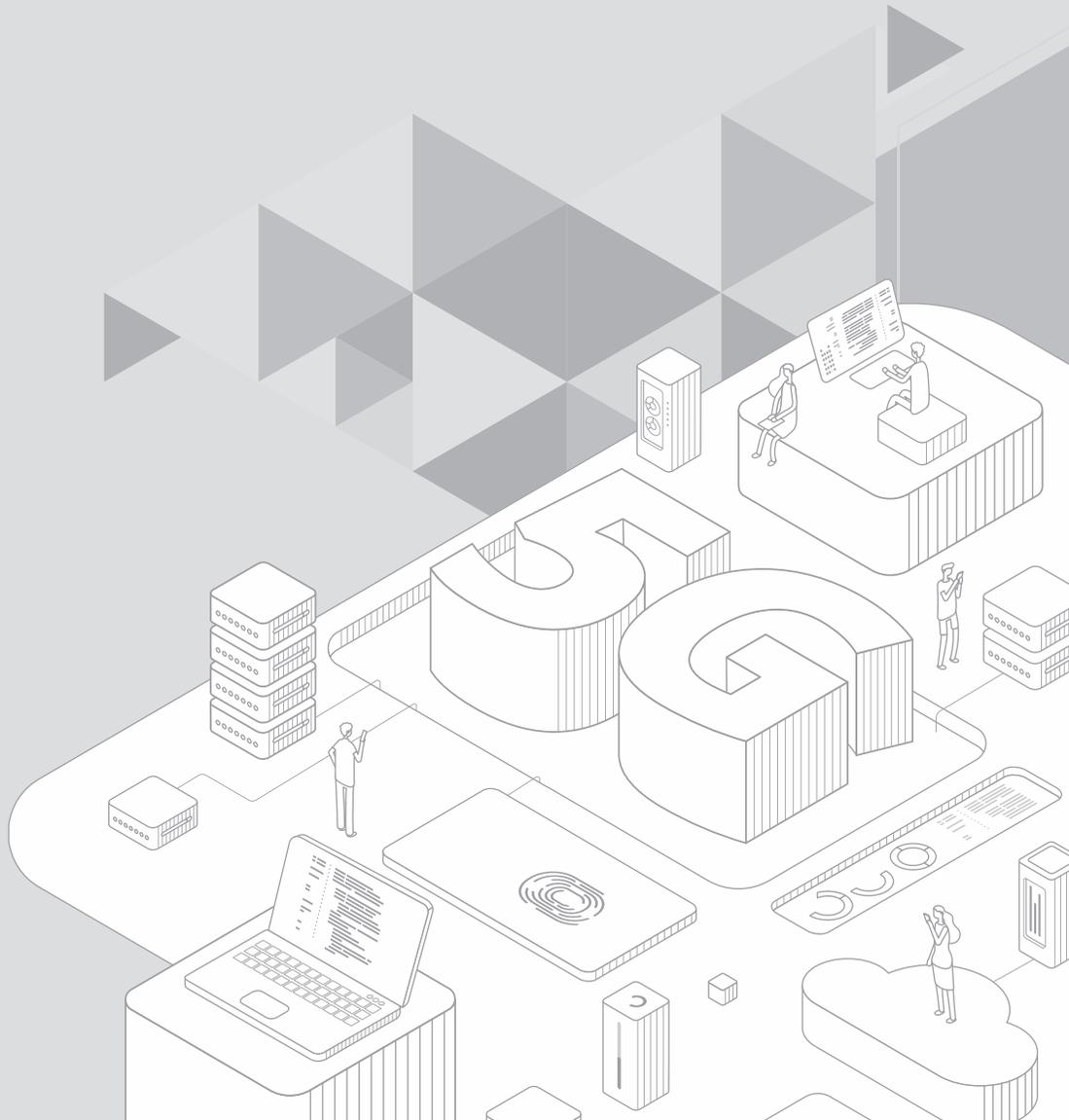
연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	403	WP 5D	제43차 WP5D 회의(2023.01.31.-02.09.)에서 WP4C 문서 "working document towards a PDN Recommendation ITU-R M.[REC.MSS & IMT L BAND COMPATIBILITY] " 논의 결과를 포함한 연락문
2	409	Chairman, WP 4C CG on adjacent band MSS and IMT	2022.11.-2023.01까지 진행된 CG 회의 결과 보고: 권고 작업문서 Annex 2/2bis 및 Annex 3 작업내용 포함
3	411	GSM Association	신규 권고 작업문서 ITU-R M.[REC.MSS & IMT L-BAND COMPATIBILITY] 및 신규 보고서 ITU-R M.[REP.MSS & IMT L-band COMPATIBILITY] 수정 제안
4	428	Samoa, Palau, Solomon-Islands, Vanuatu	신규 권고 작업문서 ITU-R M.[Rec.MSS & IMT L-Band Compatibility]의 main body에 포함될 문구 제안
5	429	International Mobile Satellite Organization	1518-1559 MHz 대역에서 운용되는 위성 단말기 보호 측면에서의 권고 개발 제안
6	434	IAFI	1518MHz 대역 이상에서의 위성터미널 보호 기준과 OOB emission 및 가드밴드에 대한 정보가 제공되어야 함을 제안
7	436	Inmarsat Ltd.	4C/162를 기반으로 5D/1759에서 제안된 수정사항을 포함한 작업문서 보고서 수정 제안, 이 문서는 이번 WP5D 회의에도 제출되어 그 결과를 반영할 필요가 있음.
8	437	Inmarsat Ltd.	문서 5D/1668의 Annex 4.5를 기반으로 CG 회의 결과 사항 등을 반영한 수정 제안, 이 문서는 5D에도 제출되어 논의된 결과를 반영할 필요가 있음.

WP5D에서 검토한 권고 수정 제안 사항을 공유하고 개발 방법을 논의하였다. WP5D에서 제기된 총 6개 이슈에 대해서 WP4C에서 논의 후 그 결과를 승인받고 또한 승인 문서를 5D에도 보낼 것을 제안하였다. “level/limit” 용어 선택에 대하여 문서 전체적으로 문맥 의미에 맞게 구분하여 수정 표기하였으며, 권고 부속 문서 2에 포함된 주파수별 eirp 제한은 지상 IMT 구현 및 운영 등을 고려하여 상세 주파수별 제한값을 정하는 대신 option으로 구분하여 정의하였다. 그리고 부속문서 4개의 제목과 동일하게 권고사항 4개항의 문구를 수정하였고 이를 신규 권고 초안으로 최종 승인하였다.

제4장

결론

National Radio Research Agency



제4장 결론

위성통신을 함에 있어 위성망 국제등록은 우리나라 위성망의 확보와 보호를 위해 필수적인 요소이다. 글로벌 기업들도 위성 사업을 추진하면서 위성망을 확보하고 주파수 보호를 받기 위해 ITU 국제표준화 활동에 적극적으로 참여하는 모습을 보이고 있다. 이에 따라 국내 위성통신 및 이동통신 등에 영향을 미칠 가능성이 높아짐에 따라, 국내에서도 민·관·군이 협력하여 위성 주파수 확보 및 보호를 위해 국제적인 노력이 필요할 것으로 보인다.

국립전파연구원은 우리나라 위성 주파수의 확보와 보호를 위한 주관청 업무를 수행하고 있으며, 과학기술정보통신부에서는 「제4차 우주개발 진흥 기본계획(* 22.12월)」 및 「차세대 네트워크 완성을 위한 위성통신 활성화 전략(* 23.9월)」 등의 여러 계획을 수립하여 우리나라 위성의 확보 및 위성통신 활성화를 위해 기반을 마련하고 있다. 이러한 정부 차원의 노력을 통해 위성통신에서도 선진국 대열로 진입하고 디지털 대한민국의 차세대 네트워크를 구축하여, 민간에서도 적극적인 위성 개발과 사업을 추진할 수 있을 것으로 기대된다.

세계전파통신회의 WRC-23 국제회의(* 23.12월)가 종료됨에 따라 이동형 지구국(ESIM), 위성 간 회선 이용 등의 국제적 논의결과를 주파수 분배표 개정 및 전파규칙 개정 등 국내에 적용하기 위한 작업들이 진행될 예정이며, 이를 통해 국내 정지궤도 위성통신 및 이동통신 등의 보호에 만전을 기할 것이다. 또한 WRC-27 신규 의제들에 대해서도 비정지궤도 위성을 포함한 국제 이슈 동향을 파악하고 국내 입장을 지속적으로 반영하여 우리나라 위성통신 보호와 시장 경쟁력 확보를 위해 노력할 것이다.



[참고문헌]

- [1] ITU, “Radio Regulations Articles, Edition of 2020”
- [2] 과학기술정보통신부, 차세대 네트워크 완성을 위한 위성통신 활성화 전략(’23.9월)
- [3] ITU Space Network Systems Online(<http://itu.int/sns>)
- [4] WRC-23 및 ITU-R 국제회의 결과 보고서

신우주시대 대비를 위한 위성주파수 확보 및 보호



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 2023. 12.

발행인 서성일

발행처 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전화 061) 338-0000

인쇄 다우프린팅 Tel. 062) 952-2033

ISBN : 979-11-5820-248-4

< 비매품 >

주 의

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