
2023 ITS 국제학술대회 참석을 위한 해외출장 결과보고

2023. 11. 25.(토) – 12. 1.(금) / 태국 방콕

2023. 12.

글로벌 전파정책 전문 교육 참가 출장 요약

□ 출장 개요

- (출장명) 2023 ITS 국제학술대회 논문발표 및 참석
- (목 적) ICT 정책 및 산업분야 국제학회인 2023 ITS 국제학술대회 논문 발표를 통해 이동통신 주파수 할당대가 산정방법 소개 및 무선 통신 분야 최신 기술 동향을 파악을 통한 신규 주파수 정책지원 방안 모색
- (배 경) 최신 ICT 무선통신 기술, 주파수의 이용전망 등을 파악과 해외 사례 연구·분석 등 원활한 사업 수행을 위해 학술대회 참여 필요
- (ITS 소개) ITS(International Telecommunications Society)는 정보, 통신 및 기술 분야의 전문가 협회로 약 400명의 회원으로 구성된 전 세계 네트워크를 갖춘 독립적 비동맹·영리 단체
 - 통신, 컴퓨팅, 인터넷, 정보 콘텐츠 및 관련 산업의 진화하는 애플리케이션, 서비스, 기술 및 인프라 관련 정책 방안을 검토하고 포럼으로 제공
 - 대한민국 고려대학교, 일본, 뉴질랜드, 홍콩, 태국 국가방송통신위원회(NBTC) 등 주요 대학 및 정부 기관으로 조직위원회 구성
- (출장기간) 2023. 11. 25.(토)~12. 1.(금) / 5박 7일
- (출 장 지) 태국 방콕 / Royal Orchid Sheraton Hotel
- (출 장 자) 전파자원기획팀 5급 박근철, 전파자원기획팀 6급 최평렬

□ 기대 효과

- 세계 ICT 정책 및 산업계 전문가가 참석하는 국제학술대회에서 전파·통신 정책 연구사례 등 주요 이슈를 발표함으로써 기관 위상 제고
- 각국 전문가들의 발표내용 피드백을 통해 국내 주파수 정책 방안 수립에 활용하고 향후 정책지원 사업 확대 및 신규 과제 발굴

□ 주요 일정

일정	업무수행 내용	비고
11.25.(토)	o 인천(17:20) → 방콕(21:30)	
11.26.(일)	o ITS 국제학술대회 참가자 사전미팅 o ITS 논문관련 발표자 사전협의	Royal Orchid Sheraton Hotel
11.27.(월)	o 국제 전파·정보통신 전문가 협회인 ITS에서 개최하는 국제학술대회 논문 발표	
11.28.(화)	o 5G, IoT, 등 최신 ICT 기술 관련 주파수 정 책 동향 조사를 위한 세미나 참석	
11.29.(수)	o 한국·태국·일본 주파수 정책 전문가 회의	
11.30.(목)~12.1.(금)	o 방콕(21:30) → 인천(04:45)	

[논문 발표 주제 : 우리나라 이동통신용 주파수 재할당 대가의 산정]

○ 국제 이동통신 주파수 재할당 현황 및 문제점

- 한국(2026년), 독일(2025년), 호주(2028년~2032년), 홍콩(2026년~2027년)

< 국제 이동통신용 주파수 재할당 관련 연구 현황 >

- Hazlett & Munoz(2009) : 스펙트럼 할당 정책 설계 제안
- Bahia & Castells(2022) : 모바일 시장에서 스펙트럼 할당 정책이 소비자 에 미치는 영향
- BNetzA(2022) : 이동통신용 주파수에 대한 미래 수요 초기 조사
- ACMA(2023) : 스펙트럼 가격과 가치평가에 대한 연구
- Frontier Economics(2022) : 주파수 재할당 가격 책정에 대한 고려사항 연구 등

- 우리나라는 21년도에 3G 및 4G 주파수 대역의 290MHz폭을 향후 5년 (26년)까지 27억7000만 달러에 경매를 통하여 재할당 하였음

- 하지만, 우리나라는 현재 재할당 가격 책정 시, 해당 대역이 처리할 수 있는 트래픽의 양에 대한 가치를 고려하지 못한다는 한계가 있음

- 따라서, 본 연구에서는 각 할당 대역의 점유율과 트래픽량을 추정*하여 트래픽에 대한 가치를 산정한 뒤, 21년 재할당 가격과 비교해보고자 함

* LTE 스펙트럼의 가치를 산정하기 위해 공학적 방법과 생산함수 접근법 활용

○ 우리나라 이동 통신 사업자 및 주파수 할당 현황

- 우리나라 SKT, KT, LGU+ 3개 이동 통신사의 총 가입자는 6,581만명으로 4G가입자가 약 52%, 5G가입자가 약 46%를 차지('23.6기준)

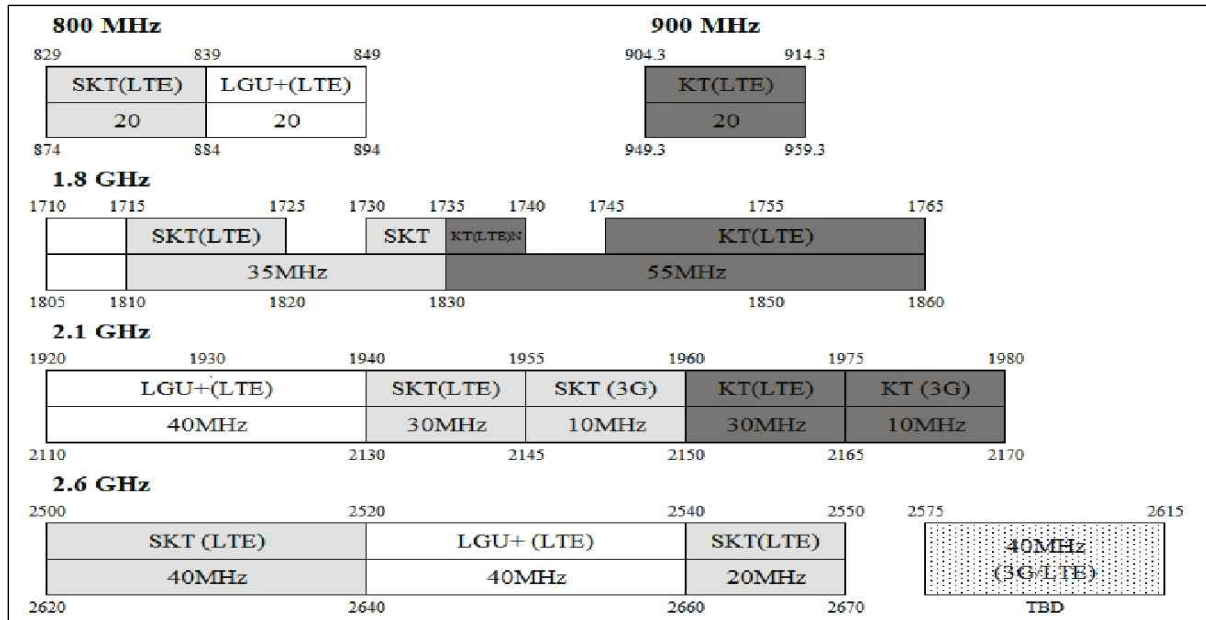
< 이동통신사 가입자 및 서비스 이용 현황 >

	No. of Subscribers (thousand)					Mobile ARPU(\$)	Using Bandwidth(MHz)			BTS for LTE (thousands)
	2G	3G	LTE	5G	Total		2G, 3G, LTE	5G	Total	
SKT	0	826	15,870	14,672	31,368	22.7	165	100	265	389
KT	0	575	7,855	9,213	17,643	25.8	125	100	225	236
LGU+	21	0	10,179	6,602	16,802	21.5	120	100	220	300
Total	21	1,401	33,904	30,487	65,813		410	300	710	925

Note: BTS for LTE is as of 2019.

- 우리나라에서는 주요 통신3사에 3G 및 LTE용으로 할당된 800MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100MHz, 2600MHz 대역의 이용 기간이 26년에 만료됨

< 우리나라 사업자별 3G 및 LTE 서비스 이용 현황 >



- SKT는 LTE 주파수의 145MHz, KT는 105MHz, LGU+는 100MHz를 차지
- LTE 대역의 할당을 위한 주파수 경매가 3회 진행되었고, 각 대역은 대략 2~5백만 달러/MHz/Year 가량의 가격으로 수여

○ 공학적 이론을 활용한 대역별 주파수 가치 비중 산정

- 이동통신 서비스의 적절한 전송속도를 보장하면서 LTE 트래픽을 수용하기 위한 LTE 네트워크 용량을 계산(Holma et al, 2016)

< *Radio network capacity = number of cell × bandwidth × spectral efficiency* >

- 총 LTE 용량을 다음과 같이 대역별 용량의 합으로 추정

$$< C = C_{800} + C_{900} + C_{1800} + C_{2100} + C_{2600} >$$

- 대역별 기지국 수를 number of cell, 할당 대역폭을 bandwidth에 대입
- ITU-R 보고서에 따라, 지역으로 구분된 각 셀당 주파수 효율성을 도심은 2.6bps/Hz, 부도심은 2.2bps/Hz, 교외는 1.1bps/Hz로 설정(ITU, 2019)

※ 한국의 도심 지역의 평균 부지 밀도가 약 39%, 부도심(8.3%), 교외(5.2%)

- 해당 주파수의 효율을 각각 곱하여 연도별, 대역별 용량을 추정

< 연도별 및 대역별 LTE 다운링크 용량 >

(단위: Ebps/Month)

	800MHz	900MHz	1800MHz	2100MHz	2600MHz	Total
2012	11.9		2.9	0.0		14.7
2013	21.5	0.1	18.2	0.2		39.9
2014	23.7	0.4	29.4	1.5	2.2	57.2
2015	29.2	1.5	39.0	6.7	3.6	80.2
2016	33.5	2.7	55.8	8.9	12.8	113.8
2017	35.5	3.0	75.4	19.0	27.6	160.6
2018	38.2	3.2	84.4	25.2	39.4	190.4
2019	40.0	3.3	86.8	34.4	42.6	207.1

- 800MHz 주파수의 용량비중을 1로 설정한 나머지 대역의 상대 비중

< 주파수의 대역별 비중 >

(800MHz 기준, 2019년 12월 기준)

	800MHz	900MHz*	1800MHz**	2100MHz	2600MHz
용량 비중(%)	19.3	1.6	41.9	16.6	20.6
상대 비중	1	0.08	2.17	0.86	1.07

- * 900MHz는 KT가 전파 간섭의 이유로 기지국을 소량 설치하여 용량 비중이 가장 적음
- ** 1800MHz 대역의 경우 KT의 전국망 대역이고, SKT 또한 해당 대역에 BTS를 많이 설치한 대역이기 때문에 용량 비중이 가장 큼

○ 생산함수 추정을 통한 주파수 가치 도출

- 채널 용량은 BTS의 수와 무선 주파수 양에 의해 생산된다고 가정하고, 콥-더글라스 생산함수를 활용하여 주파수 가치 도출

$$< Y = AX_1^\alpha X_2^\beta >$$

- 생산함수의 주파수 가치도출을 통한 채널 용량과 무선국수 및 할당 주파수 대역의 통계치 추정(2012년 1분기~2019년 4분기)

< LTE용 주파수의 가치 통계치 추정 결과 >

	평균	표준편차	최솟값	최댓값
연도별 채널용량 (TBps)	599,989	439,959	12,544	1,390,173
BTS(개)	535,325	322,250	30,000	1,045,203
주파수(MHz)	261	101	50	360

- 추정계수, BTS 및 대역폭에 대한 데이터와 USD 8,928에서 17,857 사이로 가정된 BTS당 가격을 사용하여 LTE용 주파수의 가치 측정

< LTE용 주파수 가치 추정 결과 >

연도	대역 가치 추정치 (단위: Mil. USD/MHz/year)
2012	1.03 ~ 2.06
2013	1.38 ~ 2.76
2014	1.66~ 3.31
2015	2.39~ 4.77
2016	2.09~ 4.18
2017	2.82~ 5.64
2018	3.31~ 6.63
2019	3.29~ 6.58
Average	2.25~4.49

○ 대역별 주파수의 가치 도출 및 실제 재할당 대가 비교

- 상기 주파수의 평균 가격을 주파수 대역별 기여도에 곱하여 추정치 계산
※ 800MHz 대역을 비중 1로 하여 MHz당 평균값 3.37million USD를 각 대역에 적용
- 각 대역의 추정 가치와 정부가 설정한 실제 주파수 재할당 대가 비교

< 주파수 재할당 대가와 본 연구 추정치 비교 >

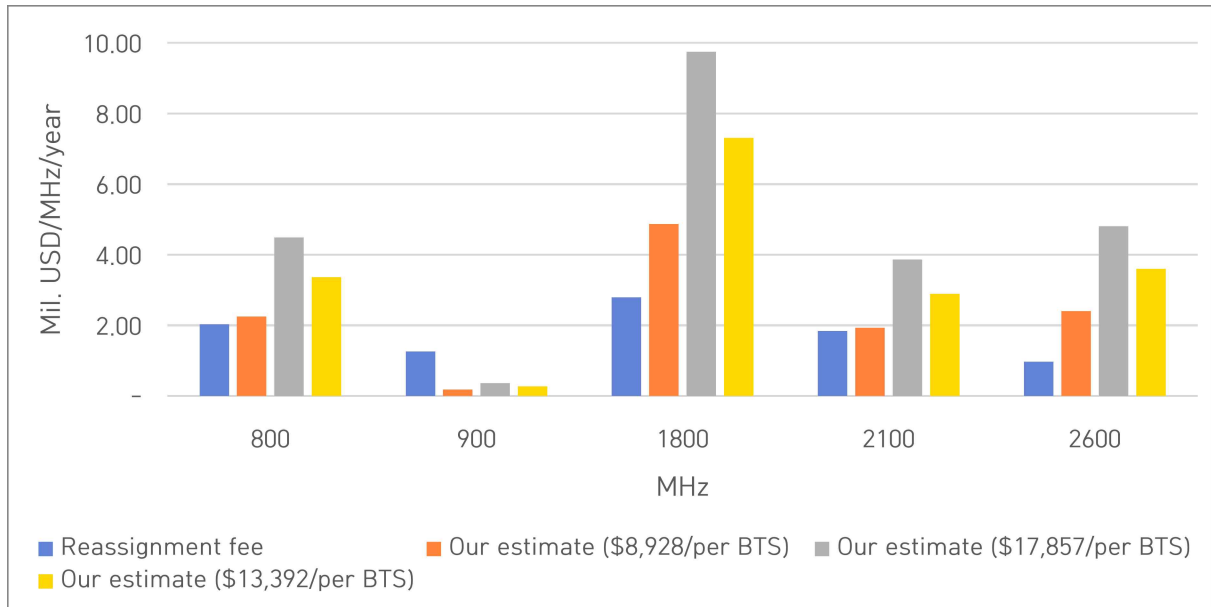
(단위: million USD)

	800MHz	900MHz	1800MHz	2100MHz	2600MHz
실제 재할당 대가	2.03	1.26	2.79	1.84~ 1.96	0.97
기지국 (\$8,928)시 본 연구 추정치	2.25	0.18	4.87	1.93	2.40
기지국 (\$17,857)시 본 연구 추정치	4.49	0.36	9.75	3.86	4.81
평균가격 적용시 본 연구 추정치	3.37	0.27	7.31	2.90	3.60

※ 기지국 가격은 정확한 산출치가 아닌 예상 평균치를 활용

○ 주파수 재할당 대가 산정 연구에 대한 결론 및 시사점

< 무선국 가격별 추정치와 실제 재할당 대가 비교 결과 >



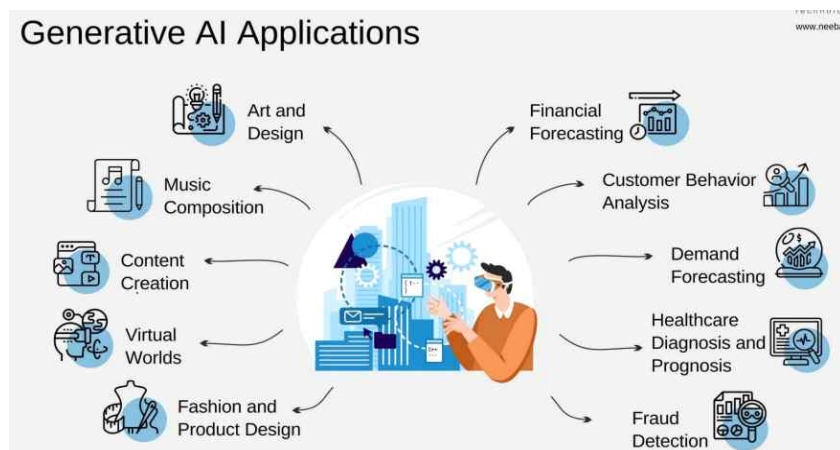
- 1800MHz 대역의 가격은 800MHz 대역의 약 2.17배 정도로 설정되어야 하지만 실제 재할당 대가는 그렇지 않음
- 2600MHz 대역의 가격은 800MHz 대역의 가격보다 높아야함에도 불구하고 실제 재할당 대가는 그보다 낮게 책정
- 우리나라는 과거 경매대가나 할당대가를 이용하여 도출하기 때문에 데이터용량 측면에서 각 대역의 기여도를 반영하고 있지 않다는 한계
- LTE서비스 대역별 이용용량에 따른 실제 기여도를 반영한다면 보다 정확하고 합리적인 주파수 가치 산정 방법이 될 수 있을 것으로 전망

[참여 세션 : AI 지배와 윤리(AI GOVERNANCE AND ETHICS)]

○ AI 서비스 확대에 따른 위험성 및 규제에 대한 필요성

- 생성 AI(generative AI)는 우리 실생활에 많은 영향을 미치고 있으나 부정확성, 사이버 보안, 지적 자산의 침해의 위험이 동반됨
- 중독성 알고리즘을 사용하지 않는 소셜 미디어 플랫폼은 경쟁에서 밀려나고 있으며, 인간의 통제를 덜 받는 AI일수록 시장 경쟁력이 증가

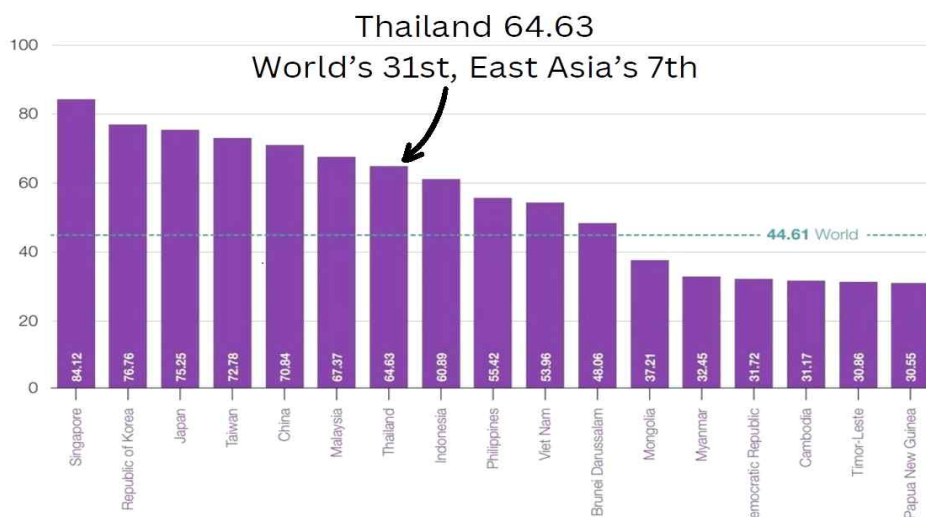
< 일상에서의 생성 AI 어플리케이션 >



- AI 서비스의 공정성을 위해 알고리즘을 개방할 필요가 있지만, 과도한 개방은 보안의 위험을 초래하여 개방과 보안 사이의 균형이 필요

※ “규제되지 않는 AI는 사회 불평등을 악화시킬 것”(Josep E. Stiglitz_노벨 물리학상 수상자)

< 동아시아 국가별 AI 미래 준비 지수(2022) >



※ 출처 : <https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index-2022>

○ 태국의 국가 AI 전략 및 과제 발표(2022~2027)

- AI 서비스의 공정한 기술 분배와 혁신 개발을 위해 정부의 규제 주도의 AI 개발 전략 및 과제 수행 계획 발표('22)

< 태국 국가 AI 전략 계획(안) >



- (목표) 『인적 능력과 기술의 성장』, 『경제 성장』, 『사회와 환경 영향 강화』
- (목표 달성을 위한 전략)
 1. AI 서비스의 사회·윤리·제도·법률에 대한 준비
 2. 안정적인 AI 개발에 대한 국가적 인프라 구축
 3. 인적 능력과 AI교육에 대한 교육 강화
 4. AI 기술개발과 혁신 개발 추진
 5. 공공 및 민간 부문에서의 AI 활용 촉진
- (적용 부분) 식품, 건강·의료, 교육, 보안·안전, 에너지·환경, 공공 서비스, 교통, 관광, 경제, 제조, 금융 등
- (개발 원칙) 태국 AI 개발 지침 1.0('23.2) 기반의 사생활 보호, 안전·보안, 투명성, 실현 가능성, 공정성, 인간 통제, 인적 성장

[참여 세션 : 정보노출이 환경에 미치는 영향]

- 태국의 환경 문제 현황 및 대응의 한계
 - 태국은 전 세계 해양 플라스틱 오염도 상위 10개 국가 중 하나로, 27년까지 플라스틱 재활용 효율 100% 달성 목표를 추진 중
 - 환경 문제 정보의 노출 증가, 공공 정책 추진에도 불구하고 여전히 도시 폐기물 처리 및 플라스틱 과소비 문제에 직면
- 일상 폐기물 감량 및 재활용에 대한 관심과 행동의 격차 원인 탐색
 - 계획-행동이론(Ajzen,1991)에 따르면 인간은 환경을 보호하고자 하는 행동보다 편의성에 따른 보상을 더 중요시 하는 행동을 보임
 - 또한, 환경 문제 정보에 과도하게 노출되면서 인간은 환경을 보호하고자 하는 의지력이 감소하고 일관성 없는 행동을 보임
- 대학생, 교수 등 527명을 대상으로 환경 문제 인식에 대한 설문 조사를 통해 정보 노출, 친환경 행동 간의 상관관계 도출
 - 적당한 환경 문제에 대한 정보를 접하면 친환경적 행동이 증가
 - 하지만, 과도한 환경 문제 정보에 노출되면 책임감이 결여되고 자기위주편향*이 강해지며 결과적으로 환경 친화적 행동 감소
- * 성공은 자신의 내부적 특성이 원인이고, 실패는 외적 상황이 원인이라 생각하는 경향
- 환경 문제와 친환경적 행동 사이의 관계 연구 결과 및 시사점
 - 환경에 대한 우려와 친환경적인 행동 관계에서 온라인 정보의 심리적 영향에 대해 이해하고 지속적인 친환경 행동 촉진 방안 모색 필요
 - 국가는 국민의 환경보호 인식에 대한 정기적인 성찰과 집단적인 행동을 유도할 수 있는 정보 노출 수준을 고려한 정책 고안 필요

[참여 세션 : 위성산업의 새로운 우주경쟁시대의 국가통신규제]

○ 위성 통신 산업의 발전 경과 및 확장

- 위성은 냉전시대를 시작으로 군사 및 연구목적으로 이용되어 왔으며 현재는 통신의 발전과 함께 지정학적 경쟁이 치열해지고 있는 상황
- Intelsat와 Inmarsat 위성의 규제를 완화하고 위성 시장을 개방함으로써 통신 인프라를 확장하여 통신 산업에 미치는 영향을 확대
- 전 세계 통신 및 방송 시장의 성장과 함께 위성 시장이 확대되고 있으며, 특히 지구 표면에서 약 36,000km 떨어진 정지궤도 위성(GSO) 위성 증가

○ 위성 통신 산업의 최신 글로벌 동향

- 우주 기술 분야는 민간 기업 활동 증가에 따라 크게 발전 중이며, 한정된 자원과 공간에 따른 지정학적 경쟁이 치열해 지는 중
- 민간 기업의 시장 투입으로 인해 위성통신에서 많이 활용되고 있는 C밴드의 하부 주파수에 수요가 많아질 수 있다는 우려 증가
- 미국, 중국, 일본 등 여러 국가들이 2030년대를 목표로 우주 탐사 및 신통신 방식 개발에 대한 프로젝트*를 기획·추진 중

* 미국 아르테미스(Artemis) 프로젝트, 중국 Chang'e 프로젝트, 일본(JAXA) 미국(NASA)의 Hitomi(ASTRO-H) 공동 프로젝트 등

○ 새로운 우주경쟁시대의 국가통신규제의 중요성

- 규제당국은 국제 우주법, 국제 통신법, 국제 무역법을 기반으로 각국의 위성 사업자의 잠재력을 활용할 수 있는 정책을 고안해야 함
- 소규모 위성 사업자가 증가하고 있는 상황에서 우주 - 지구 간 원활한 통신을 위해 신뢰할 수 있는 위성 통신 주파수 할당 필요
- 정부는 민간 사업자가 신위성 통신 기술 시장에서 공정하고 효과적인 경쟁을 할 수 있도록 유도하여 위성산업의 생태계 형성 필요

- 국제 최신 ICT 기술, 글로벌 환경 문제 및 위성 통신 시장 등의 최신 동향을 파악하여 향후 국내 전파정책 수립 업무에 적용
 - 생성 AI(generative AI)가 인간에게 미치는 위험성 및 태국의 국가 AI 전략 검토를 통한 향후 규제기관의 역할 및 정책수립 방향성 파악
 - 환경문제와 관련된 과도한 정보 노출이 인간의 행동에 미치는 영향을 이해하고 집단적인 친환경 행동을 유도할 수 있는 정책 방안 모색
 - 위성 통신 산업의 발전 경과 및 국제 동향에 대해 파악하고 앞으로 다가올 우주경쟁시대에 국가통신규제의 중요성을 강조
- 이동통신용 주파수 재할당 대가 산정 논문 발표 후 전문가 피드백을 통해 추후 재할당 대가 산정 방법의 고도화 방안 수립
 - 26년 도래하는 LTE 서비스용 주파수의 재할당 외 향후 5G 서비스용 주파수의 이용가치 판단에 따른 할당 가치 산정 방안 추진 필요
 - (기타질의) 현재 저대역(800MHz 또는 900MHz)보다 고대역(1.8GHz 또는 2.6GHz)에 할당 가치가 편중됨에 따라 추후 사업자가 모든 대역을 대등하게 사용할 수 있는 주파수 대역 발굴 방안은 없는지?
 - 저대역이 전파특성상 동일 커버리지 확보 시 투자비용이 적게 들지만 통신사 입장에서는 커버리지와 용량의 균형을 통해 통신영역을 구축하는 것이 중요하며,
 - 대한민국의 특성상 인접대역 간섭문제 및 장비생태계와 국제로밍 등의 요인을 고려하여 주력망 대역이 구축이 우선시 되었음
 - 추후, Pre-6G 대역 및 추가 이동통신 주파수 선정 시, 정책지원 방안을 해외 주요국의 상황을 고려하여 정책 수립 할 수 있도록 고려할 필요 있음
- 각 국의 전파규제기관, 학계 전문가와의 회의를 통한 인적 네트워크 구축



상세 일정

→ 가는편 인천 → 방콕 (수완나품) 총 소요

항공사 · 항공편명	출발 / 도착 일시	좌석	예약
 대한항공 KE5065 12시 45분 인천 (실제 탑승 시간)	인천 - 방콕 2023.11.25(토) 17:10 - 21:10	일반석	OK

※ 항공사간 제휴로 [인천-방콕] 구간이 실제 탑승은 [인천-방콕] 항공기로 운항하는 공동 운항편입니다.

← 오는편 방콕 (수완나품) → 인천 총 소요


항공사 · 항공편명	출발 / 도착 일시	좌석	예약
 대한항공 KE658	방콕 - 인천 2023.11.30(목) 21:30 - 04:45 (+1일)	일반석	OK

결제 금액

NO.	탑승객	구분	항공운임	유류할증료	제세공과금	발권대행료	총 요금
01	CHOE/PYEONGRYEOL	성인	548,700원	173,600원	57,600원	20,900원	800,800원
요금 합계							800,800원


상세 일정

→ 가는편 인천 → 방콕 (수완나품) 총 소요

항공사 · 항공편명	출발 / 도착 일시	좌석	예약
 대한항공 KE5065 12시 45분 인천 (실제 탑승 시간)	인천 - 방콕 2023.11.25(토) 17:10 - 21:10	일반석	OK

※ 항공사간 제휴로 [인천-방콕] 구간이 실제 탑승은 [인천-방콕] 항공기로 운항하는 공동 운항편입니다.

← 오는편 방콕 (수완나품) → 인천 총 소요

항공사 · 항공편명	출발 / 도착 일시	좌석	예약
 대한항공 KE658	방콕 - 인천 2023.11.30(목) 21:30 - 04:45 (+1일)	일반석	OK

결제 금액

NO.	탑승객	구분	항공운임	유류할증료	제세공과금	발권대행료	총 요금
01	PARK/GEUNCHEOL	성인	548,700원	173,600원	57,600원	20,900원	800,800원
요금 합계							800,800원

Receipt

Mr. Pyeong Ryeol Choe

Received as follows

Amount Paid JPY70,000 (-)

Event Name The 16th International Telecommunications Society Asia-Pacific Regional Conference

Event Period 26-Nov-2023 to 28-Nov-2023

Total Due	(-)	consumption tax
	JPY70,000	JPY0 -
(10% tax applied)	JPY0	JPY0 -
(8% tax applied)	JPY0	JPY0 *1
(Not subject to tax)	JPY70,000	JPY0 *2

Amount Paid JPY70,000

Total Balance JPY0

Receipt

Mr. g c PARK

Received as follows

Amount Paid JPY70,000 (-)

Event Name The 16th International Telecommunications Society Asia-Pacific Regional Conference

Event Period 26-Nov-2023 to 28-Nov-2023

Total Due	(-)	consumption tax
	JPY70,000	JPY0 -
(10% tax applied)	JPY0	JPY0 -
(8% tax applied)	JPY0	JPY0 *1
(Not subject to tax)	JPY70,000	JPY0 *2

Amount Paid JPY70,000

Total Balance JPY0