

교육훈련결과보고서

산업화 · 정보화 시대의
전파관리

충북대학교 산업대학원
전기전산공학과
홍희준

< 차례 >

제 1 장 서론	1
제 2 장 전파의 개념과 자원	2
2.1. 전파의 정의	2
2.2. 전파의 이해	3
2.3. 전파자원	4
제 3 장 전파관리 현황	7
3.1. 전파관리정책현황	7
3.2. 전파환경변화	15
3.3. 전파이용실태	22
제 4 장 전파관리 제안.....	28
4.1. 효율적 전파관리를 위한 제안	28
4.2. 전파의 위험 및 안전관리를 위한 제안	45
제 5 장 결론	47
참고문헌	50

< 표 차례 >

< 표 1 > 전파의 종류	3
< 표 2 > 세대별 이동통신비교	17
< 표 3 > 지역별 이용현황	26
< 표 4 > 주요 주파수 대역의 이용현황	28

제 1 장 서 론

21세기에 들어오면서 전파를 이용한 통신은 단순한 정보의 전달과 수용의 기능을 넘어 타인과의 의사소통의 주요한 수단이 되었을 뿐 아니라 자신을 표현함으로써 정체성을 확립할 수 있는 중요한 수단으로서도 그 가치의 비중이 날로 높아지고 있다.

한국의 경우 명실상부한 ICT강국으로 부상하고 있기 때문에 전파를 이용한 통신의 가치변화의 폭은 더 크게 나타나고 있다. 그 결과 한정적인 전파자원에 대한 수요가 급격히 증가하고 전파를 활용하는 산업들은 급진적으로 성장하고 있다.

본 연구보고서는 급속도로 발전하고 있는 산업화 및 정보화 시대에 적합한 전파관리에 대해 알아보기 위해 전파의 개념과 자원, 전파관리현황, 전파이용실태에 대해 전반적으로 살펴보고 전파관리의 패러다임이 전파 자원의 이용효율을 극대화하는 것으로 변화하게 됨에 따라 요구되는 미래의 바람직한 전파관리에 대해 제안해 보고자 한다.

본 연구보고서 작성을 위해 과학기술정보통신부, 한국방송통신전파진흥원, 한국인터넷 진흥원, 중앙전파관리소 등에서 발간된 연구 자료들과 기타 관련 논문 등을 활용하였다.

본 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

- 첫째, 전파의 개념과 자원에 대한 이해
- 둘째, 전파관리 현황(전파관리정책 현황과 전파환경변화, 전파이용실태)
- 셋째, 전파관리 제안(효율적 전파관리를 위한 제안, 전파의 위험 및 안전)

관리를 위한 제안)

제 2 장 전파의 개념과 자원

1. 전파의 정의

전파를 물리적으로 정의하면 시간에 따라 변화하는 전기장과 자기장의 상호작용에 의해 빛의 속도로 퍼져나가는 파동에너지로 정의할 수 있다.

법적정의를 보면 국제전기통신연합¹⁾(International Telecommunication Union, ITU) 전파규칙(Radio Regulation)에서 ‘인공적인 유도없이 공간에 퍼져나가는 3,000GHz(0.1mm)의 파장이하의 주파수의 전자파’로 규정하고 있다.

한국도 이러한 국제규정을 따르고 있으며 전파법 제 2조 제 1항 1호에서 전파를 인공적인 유도없이 공간에 퍼져 나가는 전자파로서 국제전기통신연합이 정한 범위의 주파수를 가진 것으로 정의하고 있다.

따라서 3,000GHz(기가헤르츠) 또는 3THz(테라헤르츠)파장이하의 주파수의 전자파를 전파라고 하며 이는 1초에 진동수가 3조회 이하인 것을 의미한다.

전파는 주파수(Hz, 초당 파동수) 크기에 따라 주파수가 낮은 순서대로 전파(장파, 중파, 단파, 초단파, 극초단파, 마이크로파)·적외선·가시광선(빛)·자외선·X선·감마선 등으로 구분된다. 가시광선(햇빛), 자외선, X선, 감마선 등은 3,000 GHz 이상의 주파수를 가지고 있기 때문에 전파라고 하지 않는다.

1) 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union): 전기통신분야의 발전과 합리적인 사용을 위해 국제 협력을 증진시키고, 전기통신업무의 능률 향상 및 이용 증대를 도모하기 위한 국제연합(UN)의 전문기관

2. 전파의 이해

1864년 맥스웰이 전파의 존재를 이론적으로 예언하고 1985년 마르코니가 무선전신기를 개발한 이후로 전파는 인류의 생활과 경제에 필수적인 요소로 자리 잡고 있다.

특히 1990년대 이후 무선통신기술과 서비스의 급속한 발전으로 전파를 이용한 통신·방송산업은 IT경제의 핵으로 부상하고 있으며 전파는 이러한 산업에 있어 불가결한 생산요소가 되었다.

전파의 종류별로 그 주요내용을 표로 요약하면 다음과 같다.

구분	주 파 수 (Frequency)	파장 (λ)	특 징
초장파 (VLF)	3~30KHz	10~100km	지표면 또는 낮은 산을 넘어 전파되는 성질이 있어 현재선박이나 항공기의 전파항법 시스템인 오메가(10.2kHz, 11.33kHz, 13.6kHz)에 사용되고 있음
장파 (LF)	30~300KHz	1~10km	1930년경까지는 전신용을 사용되었으나 현재는 비콘(Beacon)과 항공기, 선박항로 안내용으로 사용되고 있음
중파 (MF)	300KHz~3MHz	100~1000m	지상에서 100km에 형성된 전리층인 E층에 반사시켜 전파하는데 지구의 반대편까지는 도달할 수 없으나 비교적 안정적이고 원거리까지 송신할 수 있어서 라디오 방송전파 및 선박, 항공기의 통신용으로 사용되고 있음
단파 (HF)	3~30 MHz	10~100m	지상에서 200~400km에 형성된 전리층인 F층과 지표면과의 반사를 서로 반복하면서 지구반대편까지 전파하는 특성이 있어서 원양선박이나 국제선 항공기 통신용으로 사용되고 있으며 세계 각국의 국제방송 또는 아마추어 무선에도 사용되고 있음
초단파 (VHF)	30~300 MHz	1~10m	전리층에서의 반사는 약하고 직진성은 강하며 산과 건물이 있더라도 어느 정도 돌아서 전달되는 성질이 있어서 전파성이 높은 전파임. 단파에 비해 많은 정보를 실을 수 있어서 아날로그 TV와 FM 방송에 사용되며 콜택시, 무선통신, 항공관제 등 근거리 이동통신에도 사용됨

구분	주 파 수 (Frequency)	파장 (λ)	특 징
극초단파 (UHF)	300MHz~3GHz	10cm~1m	직진성이 VHF보다 강하고 더 많은 정보도 실을 수 있으며 소형 안테나와 송수신 설비로도 통신이 가능하여 이동통신에 가장 많이 아용되며 국내지상파 디지털 방송도 UHF 주파수를 사용하고 있음
마이크로파 (SHF)	3~30GHz	1~10cm	정보전송량이 아주 많고 직진성도 아주 강해서 특정방향을 향해 전파를 발사하는 고정지점간(수 km~수십km) 통신에 많이 사용됨. 전화국과 전화국을 연결하는 중계용으로 많이 사용하는데 전화국에 설치된 접시모양의 움푹 패인 포물선 형태의 파라볼라 안테나가 마이크로파용 안테나임. 위성통신 이나 위성방송, 비행장 및 항구의 레이더도 마이크로파를 이용함
밀리파 (EHF)	30~300GHz	1mm~1cm	빛처럼 직진성이 매우 강하지만 비나 안개의 영향을 많이 받아서 주요 영상전송용 간이무선과 우주관측용 전파망원경 등 한정된 분야에서만 사용되며 최근에는 자동차 충돌방지 레이더 등에도 적용하고 있음
서브밀리파	300GHz~3THz	0.1~1mm	안개나 수증기에 흡수되기 때문에 통신용 전파로는 부적합 하여 현재는 사용하지 않는 주파수대역임

< 표 1 > 전파의 종류.

3. 전파 자원

최근 들어 전파자원의 경제적 가치가 크게 부각되고 있으며 한정된 전파 자원에 대한 수요가 급증하고 있다.

과거의 정보사회로의 진입과 급속한 발전은 무선통신기술을 전제로 이루어 졌다고 볼 수 있으며 시간이 흐를수록 전파자원의 이용은 모든 경제주체의 필수적인 생존요소로서 작용하게 되었다.

전파자원에 대한 관심과 사회적 수요가 증가하는 것과 더불어 유한한 전파자원에 대한 재산적 가치와 경제학적 관점에서의 중요성이 크게 부각 되고 있다.

전파자원은 본질적으로 그 물리적 특성 때문에 전파를 매개체로 하는 무선통신은 그 이용의 초기부터 국제적으로 통일된 기술기준에 따른 규율이 불가피하였고 국제협력이 전제될 수밖에 없었다. 다시 말하면 방송통신의 핵심수단인 전파자원은 그 전파의 전파(傳播)가 빛의 속도와 동일하며, 공간 환경의 변화에 따라 소출력으로도 한 국가의 국경을 넘어 순식간에 전 세계는 물론이고 우주공간까지 도달하는 물리적 특성이 있다

전파의 이러한 국제적 특성으로 말미암아 그 관리에 있어서도 처음부터 전세계적으로 각 개별 국가가 개입하여 전파자원을 공법영역에 포섭하여 특별한 관리의 대상으로 규율하고 있는 것이다.

이하에서는 각 관점별로 전파자원에 대해 살펴보기로 한다.

첫째, 경제학적 관점에서 본 전파자원은 희소성과 경제성을 갖고 있다고 할 수 있다. 희소성 (scarcity)의 개념을 경제적 희소성과 기술적 희소성으로 나누어 볼 수 있고 이러한 전파자원의 성질에 따라 전파관리방법도 다르게 나타난다.

경제적 희소성은 전파자원에 대한 초과수요(excess demand)를 의미하는 것으로 전파를 ‘희소한’ 경제자원이라고 하지만 전파자원의 부족이 가시화된 것은 그리 오래되지 않은 일이다.

기술적 희소성은 특정 시점에 개발된 기술로 이용가능한 주파수 대역이 제한되어 있고, 또한 명령과 통제 시스템의 경직적인 혼신규제 때문에 기술 적으로 사용가능한 대역이 인위적으로 차단되어 있다고 보는 시각에서 비롯된다.

둘째, 전파자원의 법적 성질에 대하여는 크게 다음의 두 가지 관점에서 논의되고 있다.

첫 번째 관점은 전파자원이 민법상의 물건에 해당하는지의 여부이며 두 번째 관점은 물건에 해당할 경우 전파자원의 권리주체를 누구로 볼 것인가의 여부이다.

전파의 물건성과 관련하여 민법상 물건으로 보는 견해와 물건으로 볼 수 없지만 행정법상 공물에 해당하는 것으로 파악하려는 견해로 구분된다. 전파의 물건성을 인정하기 위해서는 독립한 일부(비인격)로써 관리가 가능한(배타적 지배가 가능한) 유체물이거나 자연력이어야 하는데, 전파는 무선 설비를 이용하여 일정 주파수를 주고받을 수 있는 물리적 특성을 가지며 이러한 점에서 인위적인 생산이 가능하므로 실질적 관리가 가능한 물건으로 볼 수 있다는 견해이다.

또 다른 견해는 전파의 관리가능성을 인정하지 않지만 행정법상 공물에 해당한다고 보는 입장이다. 기존 견해에 따르면 공물은 물건이어야 하지만 최근 공물의 범위를 유체물과 무체물 및 물건의 집합체로 정의하는 견해를 근간으로 하여 전파자원을 국가의 통제나 관리의 대상으로 삼기 위한 것으로 생각된다.

두 번째 관점은 전파의 권리주체에 관한 논의는 전파를 국유재산에 해당하는 것으로 보는 견해와 공공의 소유로 파악하는 견해가 있다, 전파에 대한 권리가 국가에게 있다고 하는 견해는 헌법 제120조 제1항을 그 근거로 삼고 있다.

헌법 제120조 제1항에 따르면 “광물 기타 중요한 지하자원, 수산 자원, 수력과 경제상 이용할 수 있는 자연력은 법률이 정하는 바에 의하여 일정한 기간 그 채취·개발 또는 이용을 특허할 수 있다” 라고 하여 이를 토대로 전파가 경제상 이용할 수 있는 자연력이라고 보아 국유재산으로 파악하는 것이다. 또한 전파전달이 신속하고 광범위하므로 국가가 관리하지 않으면 혼신이나 사용자간 혼란을 야기하므로 특정 국가는 물론 국제사회에도 정치, 경제, 국방 등의 분야에 피해를 입힐 수 있기 때문에 국유재산으로 보아야

한다고 주장한다.

또 다른 견해는 전파를 국가의 소유가 아닌 공공의 소유로 공물 또는 공공용물로 이해하고 있으며 그 근거로 한국헌법과 전파법에서 전파를 국유로 선언하고 있는 규정을 찾아볼 수 없기 때문이라고 주장한다.

이러한 전파의 법적 성질에 관한 논의에 대하여는 자연에 존재하는 전파는 전기장과 자기장의 상호 유도 속에서 발생하는 자연과학적 측면에서의 과학적 현상을 의미하므로 그 자체에 대한 소유권이 누구에게 귀속하는 것이 아니라 누구나 이용하고 활용할 수 있는 공공의 자원이라고 보는 견해가 지배적이다.

이러한 법적 논의의 실익은 결국 전파를 얼마나 효율적으로 이용할 수 있으며 효율적으로 관리할 수 있는가의 문제로 귀결된다.

제 3 장 전파관리 현황

1. 전파관리정책 현황

(1) 전파관리정책의 의의

21세기 유비쿼터스 환경에서 주목받는 새로운 자원으로 등장하기 시작한 전파자원의 관리는 국가 구성원들의 삶의 질을 향상시키고 관련 산업의 국가경쟁력을 증진시키기 위해 반드시 필요한 근본적인 정책적 문제라고 할 수 있다.

전파자원을 누구나 제약 없이 이용할 경우 혼신이 발생하기 때문에 공유자원의 문제가 발생한다. 그 이용에 대한 대가의 지불이 없을 경우 특정

이용자를 전파자원의 이용으로부터 배제할 수 없으며 특정인에 의한 주파수 관련 행정행위이용은 혼신 등으로 인하여 타인의 자원이용으로부터의 효용을 감소시킨다.

이러한 특성을 갖는 공유자원은 진입장벽이 없을 경우 별도의 규제가 없이는 배타적으로 이용하는데 어려움이 있고, 별도의 규제 없이 다수가 다양한 용도로 전파자원을 이용하게 되면 혼신으로 인하여 부(-)의 외부성이 발생하고 결국 통신 그 자체가 불가능하게 되는 결과를 초래하게 된다.

이에 따라, 다음 세 가지 영역으로 나누어 필요한 전파자원을 관리정책을 살펴보기로 한다.

첫째, 혼신 등을 관리하기 위한 기술적 규제측면에서의 관리정책을 들 수 있다. 둘째, 정 주파수 대역을 어떤 용도로 사용할지를 지정하는 배분정책과 셋째, 특정한 용도로 지정된 주파수 대역에 대한 이용권을 누구에게 부여할 것인지를 결정하는 할당정책이 중요한 핵심 정책이 된다. 그 밖에 불법이용이 발생하지 않도록 보호해주는 사후관리 전 과정을 포함시킬 수 있다.

주파수 관련 행정행위로는 주파수 분배, 할당, 지정, 회수, 재배치를 들 수 있다.

전파를 이용하는 과정을 보면, 제일 먼저 주파수 ‘분배’가 있고, 이후 주파수 ‘할당, 사용승인, 지정’을 통해 주파수를 이용할 수 있게 되며 주파수 회수·재배치, 주파수 ‘임대·양도 및 비면허 대역의 이용’ 및 주파수 ‘공동사용’으로도 주파수를 이용할 수 있다.

주파수 분배란 특정한 주파수의 용도를 정하는 것으로 「전파법」 제 2조 제 2호에 규정되어 있다.

우선적으로 국제전기통신연합(ITU)에 의해 지역별, 국가별로 특정주파수

대역에서 제공가능한 서비스의 용도를 정하는 국제분배가 먼저 이루어진 후 국제분배된 주파수를 과학기술정보통신부 장관이 국내의 이용용도와 여건 등에 따라 분배한다(전파법 제 9조 제 1항).

주파수 할당이란 주파수 분배를 통해 용도가 지정된 특정한 주파수를 특정인에게 이용할 수 있는 권리를 주는 것을 말하며 전파법 제 2조 제 1항 제 3호에서 규정하고 있다.

주파수 할당 방법에는 전파법 제 12조에 따른 심사 할당, 법 제11조 제 1항 본문에 따른 “주파수 경매” 로 통칭되는 가격경쟁 대가할당, 법 제11조 제1항 단서에 따른 정부산정 대가할당의 3가지가 있다.

과거에는 기간통신사업자가 되면 주파수 이용권한이 부여되었으나 2000년에 ‘대가 할당’ 과 ‘심사 할당’ 이 도입되었으며, 2010년에 대가할당이 ‘가격경쟁’ 과 ‘정부산정’ 의 2가지 방법으로 구분되어 주파수 경매제가 도입되었다.

한편, 주파수를 할당받은 이에 대해서 ‘재할당’ (법 제 16조) 또는 ‘추가 할당’ (법 제 16조의 2)이 가능하고, 심사할당 받은 자에 대해서 대가할당으로 ‘전환’ (법 제17조)하여 산정한 금액을 내도록 할 수도 있으며, 허위 등의 사유로 할당을 ‘취소’ (법 제 15조의 2)할 수도 있다.

주파수 사용승인이란 안보·외교·국가행사를 위하여 특정한 주파수 사용을 허용하는 것으로 전파법 제 2조 제 4호의 2에서 정하고 있다.

주파수 사용승인은 주파수 할당 없이 국가기관 등이 안보 등 공적목적에 따라 주파수를 이용할 수 있도록 하는 것으로(법 제18조의 2), 승인받은 자는 별도 허가없이 무선국을 개설할 수 있다(법 제19조 제 5항).

과학기술정보통신부장관은 기간통신 사업자에게 특정주파수의 이용권리를 부여하는 주파수할당을 한다.(전파법 제 10조).

국립전파연구원은 기술기준제정 및 무선설비 인증업무를 맡고 있으며 이를 위해 무선 설비, 전파응용설비 등 전파를 발사하는 기기들의 최소한의 기술적 조건을 규정하고 기술기준에 만족여부를 시험한다(전파법 제 45조).

중앙전파관리소에서 개별 무선국별로 주파수를 부여하고, 출력, 시설 기준 등의 적합여부를 판단하여 무선국 설치를 허용하는 행위(전파법 제 19, 21조)를 하며 주파수 회수·재배치 등의 업무지원행위를 한다. (전파법 제 6조의 2).

중앙전파관리소, 한국방송통신전파진흥원에서 허가사항의 준수 및 기술 기준 충족여부를 실측을 통해 판단하고 운용을 허용하는 무선국 검사를 한다(전파법 제 24 조 : 정기, 준공, 수시검사)

또한 중앙전파관리소는 무선국검사를 통하여 통신방송서비스 제공에 지장을 초래하는 무선국을 조사하고 단속한다(전파법 제 49조).

전파관리를 관리주체별로 정리하면 정부의 계획이나 통제에 의하여 관리 되는 방법이 있고, 시장의 기능에 맡기는 방법과, 전파자원을 이용자가 함께 공유하여 사용하는 방법으로 크게 유형화 할 수 있다.

정부의 계획이나 통제에 의한 관리의 방식은 ‘명령과 통제방식(Command and control)’으로 불리는데, 이 방식은 주파수에 대한 권리는 국가에 귀속된다는 점을 전제로 국유재산으로써의 공물인 주파수에 대한 분배 및 할당을 국가가 일률적으로 통제하는 체계이다. 이 체계에서는 주파수의 용도와 서비스 및 기술발전을 반영하여 국가가 전파의 분배와 할당방식을 결정하여 시장실패를 최소화하고 공익보호에 가치를 둘 수 있다는 점을 장점으로 들 수 있다.

두 번째 방식인 주파수 공유방식(Commons approach)은 주파수를 이용하고자 하는 자가 면허 또는 배타적 이용권을 부여받지 않고 자유롭게 공유

자원을 이용하도록 관리하는 체계로서 이 방식은 규제를 완화시켜 전파자원을 자유로이 사용하게 되면 경제적 순이익이 창출된다는 점과 창조적인 주파수 사용, 무선서비스 기술 발전 등을 장점으로 제시하고 있다.

셋째, 시장 기구 방식(Market model)은 혼신 방지와 더불어 서비스 중심의 유연한 주파수 관리정책의 도입의 요청에 의하여 등장하였고, Coase의 이론에서 출발한다.

Coase의 이론에 기초하여 주파수대역도 토지처럼 시장에서 거래될 수 있는 상품으로 인식되며, 시장 내 가격시스템에 의한 분배와 할당이 효율적이라고 생각한다. 이 방식은 경매를 통하여 주파수가 할당되며 주파수 재판매 및 이용권 행사가 자유롭게 되고, 재판매가 허용되기 때문에 주파수 용도의 현실적 수요의 충족이 가능하다.

국가 혹은 법원이 주파수 이용자에게 명확한 권리와 의무를 부여하면 혼신 등의 문제는 시장 기구에 의하여 해결되고, 주파수 이용의 경제적 효율성을 높힐 수 있다고 한다.

(2) 해외의 전파관리정책 현황

1) 일본

일본은 총무성 종합통신기반국의 지역종합통신감리국에서 허가·검사, 감시 업무를 수행하고 있다. 기술적합증명 및 공사설계 인증제도를 두어 일부 무선국에 대해서는 준공검사를 생략하고 면제하고 있으며 포괄면허 제도를 확대운영하고 있다.

일본은 인체보호 및 혼간섭 방지를 위해 한국보다 더 엄격한 규제를 적용하고 있으며 불법 전파업무에 대한 감시가 총무성 관할 직속으로 상시적

으로 이루어지며, 엄격한 규제와 홍보를 하고 있다.

불법 무선국 감시 장비 보완 및 지진·태풍·호우·해일 등 다수의 자연 재해에 대비하여 비상재해시에 재해 정보의 수집·전달수단의 확보를 위하여 국가 및 지방 공공 단체가 방재 무선시스템을 구축하고 있다.

2) 미국

미국은 한정되어 있는 주파수 자원을 자국의 환경, 즉 지리·경제적 여건, 그리고 균형·건제에 의한 합의라는 정책 결정을 중요시하는 민주적 전통 등에 맞게 효율적으로 관리하기 위해 공공용 주파수와 상업용 주파수를 이원화된 체제로 관리·운영하는 구조를 갖고 있다.

국가 소유의 무선국에 대하여 대통령에 의해 관리되도록 규정되어 있어 국가 소유의 무선국에 관한 사항, 즉 연방 정부의 전파 관리에 대한 사항은 상무성(Department of Commerce; DOC) 산하의 NTIA(국가정보통신 관리청)가 업무를 수행하고 있고, 상업용 민간 주파수정책은 연방통신위원회(Federal Communications Commission, 이하 FCC)가 관장하고 있다.

이와 같은 이중적인 구조에서는 FCC-NTIA 상호간 정책 조정 및 의견 조율을 위한 조정 역할이 필요하여, 이를 위해 독립적인 조정기구인 IRAC를 두고 있다.

미국은 무선국의 허가신청시 전파환경영향 평가제도를 활용함으로써 주변 환경과 인체에 큰 영향을 미치지 않는다고 판단되면 무선국 개설을 허가하므로 사전규제가 엄격히 시행되고 있다.

3) 영국

1990년까지는 통상산업부 산하의 무선규제국이 무선통신 관련 업무를 담당하였으나 이후 RA(Radio-communications Agency)로 격상, 독립하여 무선통신의 인허가, 주파수 배분 등의 업무를 수행하였다. 통신 분야의 사업자 감독업무는 Ofcom(The Federal Office of Communication)에서 수행하고 RA는 무선국의 허가, 주파수의 관리 등의 업무를 담당하고 있으며 구체적 수행활동으로는 무선통신설비 활용에 대한 규제, 무선설비 활용에 대한 허가, 통신 방해에 대한 조사, 관련된 입법 활동 추진 등과 주파수 관련된 정책, 계획, 규제 및 적절한 활용 감독 활동 등을 들 수 있다.

영국은 전파관리에 주파수할당 방식, 전파사용료 제도 등 시장적 요소를 도입하고 주요한 상업용 주파수의 할당에 있어서는 경매제를 적용하고 있으며 경매제 이전에 할당된 상업용 주파수에 대해서는 사용대역폭을 반영 하는 행정유인가격(AIP : Administrative Incentive Price)제도를 운영하고 있다.

또한, 공용 주파수에도 규제비용을 부과하고 있으며 Ofcom은 중장기 주파수 계획에 있어서 시장적 요소를 더욱 확대할 것으로 예상된다.

한편 무선국의 설치를 위해 “향후 1년간의 설치계획”에 대한 지역 기획청의 협의 및 승인절차를 거쳐야 하며 설치장소에 대한 지역 사회의 동의가 필요하다.

또한 기지국 주변의 전자파 노출량, 전파 방사 위험 등 유해요소로부터 국민을 보호하기 위해 영국 보건청 및 관련 행정부가 보건 관련 정책 결정 업무를 지원하고 있다.

4) 프랑스

프랑스는 주파수 분배, 이용계획, 주파수 회수 또는 재배치 등 주파수의 관리 전반에 관한 사항은 ANFR(Agence Nationale des Fréquences, 국립

주파수관리청)에서 담당하고 있으며 방송용주파수는 CSA(Conseil supérieur de l'audiovisuel, 고등시청각위원회), 통신용 주파수는 ARCEP(The Autorité de Régulation des Communications électroniques et des Postes, 통신규제위원회)에서 담당하고 있다.

주파수 정책에 관하여 CSA와 ARCEP은 상호 협의하고 동의하는 절차를 거치며 이러한 절차를 거친 결과를 프랑스 정부와는 독립적인 ANFR에서 논의하고 결정하는 절차를 따르고 있다.

규제단위에 있어서는 CSA와 ARCEP이 분리된 이원화된 체계로 운영 하고 있으며 5개의 실무자문 위원회가 구성되어 운영되고 있다.

5) 호주

호주는 ICT기술변화와 급증하는 주파수수요에 대응하기 위하여 1992 년에 제정된 전파법(Radiocommunications Act 1992)의 개편을 추진하고 있다. 현재 호주 통신부와 규제기관인 ACMA(Australian Communications and Media Authority, 통신미디어청)는 기존 정책 검토 및 개편안 수립 과정을 마친 뒤 2014년 5월과 11월 전파정책 검토 및 개편안에 대한 두 번의 의견 수렴을 거쳤고 호주통신부는 2015년 5월 최종적인 보고서를 발표하였다.

시장기반 메커니즘 확대와 면허체계 단일화 등 규제간소화를 통해 주파수의 효율적 이용을 도모하고자 하는 호주의 개편안의 핵심사항은 신속한 주파수 할당, 주파수 공유와 거래제도 등을 포함한 주파수 이용의 유연성을 확대하고 시장참여자들의 확실성을 높이기 위한 전반적인 법체계의 개편으로 요약될 수 있다.

전파관리체계의 통합성과 완전성을 상승시키기 위해 방송 주파수 관리를 일반 주파수 관리에 포함하며, 공공주파수의 경우 국가 및 공공기관의

주파수 보유현황을 보고하도록 하고 그 주파수의 공유, 양도, 임대를 허가한다.

또한, 주파수 2차 시장의 활성화와 주파수의 효율적 이용 도모를 위하여 주파수 가격산정 체계를 검토하는 것도 포함된다.

2. 전파 환경 변화

(1) 과거의 전파환경

전파자원의 현재 사용 중인 주파수 대역²⁾은 한정적인데, 그 이유는 한정된 주파수 대역을 세계 각국이 사용함에 따라 근접 국가에 의한 전파방해나 혼신, 통신 불능 등의 전파자원은 피해가 유발될 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 사용자를 제한하기 때문이다.

2G, 3G라고 할 때 말하는 ‘G’는 ‘Generation’의 약자로 ‘세대’를 의미한다. 즉, 1G는 1세대, 2G는 2세대, 3G는 3세대, 4G는 4세대를 말하는데 세대가 거듭될 때마다 전송속도가 빨라진다.

1세대 이동통신(1G)은 ‘아날로그 통신’으로 음성을 다른 신호로 변환하지 않고 그대로 전송하는 방식이어서 데이터 용량이 컸고, 전송속도의 한계가 있었으며 이용자가 많아질 경우 주파수가 부족해지는 현상이 있었다.

한국에서는 1988~1996년까지 사용되었고 전송속도는 9.6~14.4Kbps에 불과했다.

2세대 이동통신(2G)은 이런 단점을 보완해 기존의 음성을 디지털 신호로 변환해 사용하는 ‘디지털 통신’으로 훨씬 적은 데이터 용량으로 이전보다

2) 주파수 대역이란 유사한 성질을 나타내는 주파수 범위를 말한다.

더 깨끗한 통화품질을 제공할 수 있으며 전송속도는 14.4~64Kbps이고, 한국에 도입된 시기는 1996년이었으며 현재까지 사용하고 있다.

2세대 이동통신의 경우 여러 방식의 기술을 이용하고 있다. 북미 지역의 IS-54 TDMA 방식, 유럽의 GSM 방식, 미국 켈컴이 개발한 CDMA 방식, 일본의 PDC 방식 등 다양한 기술이 경쟁하고 있었는데, 결과적으로 유럽의 GSM 방식이 시장을 주도하게 되었다.

한국의 2세대 이동통신은 CDMA(부호분할다중접속, code division multiple access) 기술이라고 할 수 있으며 1991년부터 국책연구과제로 지정되어 1995년 연구개발에 성공하였으며 1996년 세계에서 최초로 상용화되기도 하였다.

CDMA는 이동 통신에서 코드를 이용한 다중접속 기술의 하나로서 공간과 시간의 제한이 상대적으로 적다는 점에서 주파수 효율이 좋은 이동통신방식이라고 할 수 있다.

CDMA는 대역확산 통신기술을 기반으로 삼아 주파수 이용효율을 크게 증가시켰으며 모든 서비스 영역에서 같은 주파수 대역을 사용하고 서로 다른 코드를 이용하기 때문에 주파수 효율과 통신비밀보호 특성이 우수하다.

또한 CDMA는 FDMA·TDMA보다 낮은 송신출력을 사용하기 때문에 이동전화단말기 배터리 수명이 세 배 정도 오래가고 적은 기지국 수에 따른 비용절감, 통화권 확대에 유리한 장점이 있다.

3세대 이동통신(3G)은 3GPP(3rd Generation Partnership Project)라는 표준화 기구에서 제정한 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System) 표준안을 따르는 네트워크를 의미한다.

3G에는 비동기식인 W-CDMA(광대역 부호분할 다중접속, Wideband Code Division Multiple Access), 동기식인 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000)방식이 있다.

세대 (G)	주요 서비스	핵심차별화 포인트	문 제 점
1G	아날로그 음성통화	이동성	비효율적인 대역활용, 보안취약성
2G	디지털음성통화 및 문자메시지	보안, 모바일폰 대중화	매우 제한적인 데이터 전송, 인터넷 혹은 이메일 등 활용불가능
3G	음성통화 및 문자, 데이터	더 나아진 인터넷 활용 경험	실제 데이터 성능 미흡 WAP 기반 인터넷 활용실패
3.9G	음성통화 및 문자, 광대역 데이터	광대역 인터넷 모바일 어플리케이션	기존의 모바일 전용구조 및 전송규약을 따르는 한계
4G	All IP 기반서비스 (음성 및 문자포함)	더 빠른 광대역 인터넷 낮은 전송지연(latency)	

< 표 2 > 세대별 이동통신 비교

(2) 현재의 전파환경

1) 4세대 이동통신(4G)

2008년 ITU에서 4세대 이동통신은 저속이동시 1Gbps, 고속이동시 100Mbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있어야 한다고 규정했다. 이에 따르면 LTE와 와이브로는 4세대 이동통신 격이라 할 수 없다. 또한, 당시 ITU는 4세대 이동통신 규격의 선정 후보로 LTE를 개선한 LTE-A(LTE-Advanced)와 와이브로를 개선한 와이브로-에볼루션(Wibro-Evolution, 와이맥스)을 언급하였다.

그런데, 2010년 12월 ITU에서 LTE와 와이브로, 다른 진화한 3G망(예: HSPA+) 등도 4G라고 부를 수 있다고 공표하면서 명확한 세대 구분을 할 수 없게 되었고 이에 따라 전세계 이동통신사는 LTE를 포함한 3.9세대 규격의 이동통신을 '4G' 라고 불렀다.

2) IoT

IoT(Internet of Things)는 사물인터넷을 의미하며 인간과 사물, 서비스의 세가지 분산된 환경요소에 대해 인간의 명시적 개입이 없이 상호 협력적으로 센싱, 네트워킹, 정보처리 등 지능적 관계를 형성하는 사물공간 연결망을 의미한다.

작은 소비자용 기기에서 거대한 산업장비에 이르는 기하급수적으로 증가하는 물리적 사물들이 인터넷에 연결되어 있어서 각각의 작동과 그들 주변 세계의 관련 데이터를 생성할 수 있다.

현재 IoT를 구성하는 기기들의 수는 큰 폭으로 증가하고 있는데 2016년 기준으로 전 세계에서 사용 중인 연결 기기의 수가 60억개를 초과 하였으며 2020년까지 최고 200억개에 이를 것으로 예상된다.

IoT의 주요 구성요소인 사물은 유무선 네트워크에서의 end-device뿐만 아니라 인간, 차량, 교량, 각종 전자장비, 문화재, 자연환경을 구성하는 물리적 사물 등이 포함된다.

IoT가 가능해진 것은 수많은 융합 기술이 개발되었기 때문이며 사물에 적용이 가능한 작고 강력한 데이터 생성 센서개발, 기기와 클라우드 및 각 기기들 간을 연결해 줄 고속의 유비쿼터스 인터넷 액세스, IoT 데이터를 이해할 수 있는 빅데이터 연산력과 데이터 과학, 실세계에 존재하는 사물에 동작을 트리거할 이벤트 중심 아키텍처, 연결된 기기를 제어하고 모니터링할 모바일 기기 등이 포함된다.

IoT는 이동통신망을 이용하여 사람과 사물, 사물과 사물간 지능통신을 할 수 있는 M2M(Machine to Machine)의 개념을 인터넷으로 확장하여

사물은 물론 현실과 가상세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념으로 진화하였다.

기본적인 유무선 네트워크를 제공하고 보다 전문적인 M2M 서비스를 제공하는 해외업체로는 AT&T, Sprint, Vodafone, T-Mobile, Verizon, BT를 들 수 있으며 국내업체로는 SKT, KT, LGU+ 트윅크/서비스업체가 있다.

IoT의 유무선통신 및 네트워크 장치로는 기존의 WPAN³⁾, WiFi, 3G/4G/LTE, Bluetooth, Ethernet, BcN, 위성통신, Microware, 시리얼통신⁴⁾, PLC 등 인간과 사물, 서비스를 연결시킬 수 있는 모든 무선네트워크가 포함된다.

네트워크·서비스업체는 새로운 수익원으로서 IoT를 인지하고 에코시스템을 구축하기 위해서 다양한 방법을 모색중인데 각 국가 및 지역별 대규모 이동통신 서비스 사업자는 그들 자신만의 인증단말센터, 개방형 플랫폼 연구, 솔루션업체와의 협력 등 다양한 방법을 통해 자신의 에코시스템을 구축하고 있다. 현재 약 20억개의 무선통신망 접속기기가 2020년에는 약 1,000억 개로 늘어나면서 미래의 핵심 서비스로 성장할 전망이다.

이동통신 3사가 차기 성장동력으로 주력하고 있는 사물인터넷 가입자의 수는 꾸준히 증가세를 이어오고 있으며 사물인터넷 가입자는 2016년 10월 기준으로 전체가입자의 8.4%인 501만 명에 이르고 있다.

3) 라이파이(Lifi)

3) WPAN(Wireless Personal Area Networks)

4) 일반적으로 컴퓨터 기기를 접속하는 방법의 하나로서 접속하는 선의 수를 줄이고 원거리까지 신호를 보낼 수 있도록 한 통신 방식이다.

Li-Fi는 빛을 이용한 차세대 무선 통신 방식이다. 광무선 통신이라고 할 수 있으며 적외선이나 가시광선 사이의 빛을 이용하여 통신을 하는데 현재 사용하는 PC, 휴대전화 또는 리모컨에 사용하는 적외선 통신인 IrDA도 광무선 통신의 일종이라고 할 수 있다.

라이파이는 현재 벌써 1초에 3.5Gbps의 데이터를 전송하는데 성공했고, 가까운 미래에 100Gbps까지 속도를 올릴 예정이라고 한다.

라이파이는 무선신호 대신에 어떤 장소에 있는 LED램프나 마이크로 LED를 천장에 부착하여 그 장소의 구석구석으로 빛의 신호를 보내주는데 LED램프가 빠르게 점멸하면서 직교 주파수 분할 다중화(OFDM)기술을 이용하여 많은 데이터를 전송한다.

또한 사용자는 스마트폰이나 모바일기기에 이 빛의 신호를 해석할 수 있는 수신기를 받아서 이용한다.

라이파이가 최근들어 관심을 많이 받는 이유는 기존의 라디오 전파를 이용한 무선 통신이 대역폭을 거의 대부분 사용하여 사용가능한 주파수대역이 감소하고 있기 때문이다.

라이파이의 장점으로는 전파간섭이 없고 보안이 뛰어나다는 점과 범용성이 있고 설치가 쉬우며 인체에 무해하다는 것을 들 수 있다.

라이파이는 빛을 사용하기 때문에 전파간섭이 없고 한 공간 안에서만 통신이 가능하기 때문에 공간밖의 사람들이 무선신호를 함부로 쓰거나 해킹할 수 없다.

또한 와이파이를 사용하려면 와이파이 신호를 낼 수 있는 유무선 공유기인 라우터를 설치해야 하는 반면 라이파이는 LED램프등을 이용하기 때문에 설치비용이 많이 들지 않으며 가시광을 이용하므로 인체에 해가 없다.

(3) 미래의 전파환경

세계 각국의 대부분의 이동통신사들은 5G 상용화를 서두르지 않고 있지만 한국의 SK Telecom, KT, LG U+와 미국의 Verizon, AT&T는 2018년, 2019년에 5G 상용화를 선언하고 5G 장비 RFP⁵⁾를 제출하고 있다.

특히 미국의 Verizon은 5G 장비 업체로 삼성과 에릭슨을 선정하기까지 했다.

T-Mobile은 2019년에 5G 신제품을 출시할 계획이며 AT&T는 2018년 말에 이동형 5G 상용화를 선언하였으며 세계최초라고 할 수 있다. AT&T가 현재 5G trial 서비스 중인 RAN 벤더는 Ericsson, Samsung, Nokia이다.

2017년 12월 한국의 SK텔레콤과 KT는 5G를 위한 국제표준을 채택하였는데 SK텔레콤은 개방형 5G 프런트홀 인터페이스 기술로서 TTA 표준을 채택하였으며 KT는 ‘평창 5G’ 규격으로 3GPP NSA 5G 표준을 채택하였다.

2018년 2월 평창동계올림픽 기간동안에 시범서비스를 거쳐 세계 최초로 5G 기술 시연 및 글로벌 표준화를 선도할 계획을 갖고 있다. 2018년 6월에 주파수 경매를 하고 2019년 3월 5G를 상용화하여 ‘IMT-2020’ 상용 서비스를 제공할 것으로 전망된다.

한편 사람 상호간 통신 위주에서 모든 사물간 통신으로 확대·진화하는

5) RTT(Request for testings) : 휴대폰의 각종기능은 이동통신분야 표준화기구인 3GPP(3rd generation partnership project. ETSI, TTA, TTC, ARIB, CCSA, ATIS와 지역표준화기구가 참여하는 표준화 협력 프로젝트)의 기술규격에 따라 개발되며 시험인증도 3GPP의 시험규격을 바탕으로 개발된 PTCRB Test Plan에 따라 진행된다. PTCRB에서는 3GPP의 각종 시험규격을 발표하고 각종 세부기능군에 따라 분류하여 논의를 진행한다. 이러한 세부단위를 RFT라 한다.

사물인터넷(IoT)서비스가 더욱 활성화되고 차세대 지능형교통시스템(C-ITS Cooperative Intelligent Transport Systems) 도입 등을 통한 자율주행자동차 시대가 열릴 것이다.

방송 분야에서는 UHD 방송 환경이 구축돼 전국으로 확대될 전망이다. 재난 안전망 분야에서는 소방경찰, 지자체 등 8대 분야 333개 필수기관이 공동으로 사용할 수 있는 PS-LTE 기술방식의 전국 단일 자가망 구축이 눈앞에 와 있다.

2017년 5월 수도권 지역부터 지상파 UHD 방송을 개시하고, 같은 해 12월까지 광역시권 및 강원권으로 확대, 2020년 전국으로 확대해 전국적인 UHD 방송 환경을 구축하겠다는 방침을 정부가 세움에 따라 중앙전파관리소는 지상파 UHD 본방송을 대비, 2016년 11월 지상파 UHD 검사고시 개정, UHD 기술 검사교육 실시 등 만전을 기하고 있다.

3. 전파 이용 실태

(1) 지역별 전파이용 현황

무선국이란 전파를 보내거나 받는 전기적 시설인 무선설비와 이를 조작하는 자를 총칭(방송의 수신만을 목적으로 하는 것은 제외)한다.

한국의 경우 전파법에 따른 허가·신고대상 무선국을 방송국, 고정국, 기지국, 육상국 등 무선국이 하는 업무에 따라 총 43종으로 분류하고 있다.

국민 생활 전반에 전파이용이 보편화되고 다양한 스마트기기의 급속한 확산과 소출력·광대역 주파수를 활용한 서비스가 본격화되면서 무선국의 수는 점차 증가하고 있는 추세이다.

2007년 4,490만개(휴대전화 포함)였던 무선국 수는 2016년 6,414만개(휴대전화 포함)로 43% 증가했다.

주파수를 이용하는 무선국이 행하는 업무를 기준으로 전파이용 유형을

구분할 수 있다.

고정형 무선국에는 고정국, 해안국, 기지국, 이동중계국, 아마추어국이 있다.

고정국은 고정된 지점간의 무선통신업무를 행하는 무선국으로 마이크로웨이브 중계국, 항공안전업무를 행하는 항공고정국 등이 이에 속하며 이동국에 비해 송신전력이 크고 설비도 대규모이다. 계곡, 하천 등의 우량 및 수량 감시, 홍수예보, 소방용 긴급피난통신, 항공기항행 등에 운영된다.

해안국은 선박국 또는 조난 자동 통보국과 통신을 위해 육상에 개설된 이동하지 않는 무선국을 말하며 수협외 어선선박국 위치, 해난사고 접수, 기상안내(특보방송), 홍보방송(안전조업, 어로지도 등)과 KT의 선박국 상호간의 전화통화 중계, 육상과 선박국간의 통화해상안전통신, 항만도선업무 관제통신 등이 운영되고 있다.

기지국(BTS : Base Station Transceiver System)이란 공중통신망으로 육상이동국과의 통신 또는 이동중계국의 중계를 위한 통신을 하기 위하여 육상에 개설하고 이동하지 않는 무선국을 말한다. 기간통신사업자가 서비스를 제공하여 유선전화, 이동전화, 이동전화 상호간 통신 또는 데이터 송수신을 할 수 있도록 운용하고 있으며 이동전화, 개인휴대통신(PCS), W- CDMA, LTE, LTE-A 등의 서비스가 제공되고 있다.

이동중계국(EBTS : Enhanced Base Transceiver System)은 기지국과 육상이동국, 육상국과 이동국, 육상이동국상호간 및 이동국상호간의 통신을 중계하기 위한 무선국으로 육상에 개설하고 이동하지 않는 무선국과 선박에 개설하는 무선국을 말한다. 이동전화 기지국 전파가 미치지 못하는 산악 마을, 도로 등 전파음영지역을 해소하기 위해 사용된다.

아마추어무선국은 금전상의 이익을 위하지 않고 개인적인 무선기술에 관한

흥미를 위하여 자기훈련과 기술연구에 전용하는 무선국을 말하며 전 세계에 있는 약 300여만명의 아마추어 무선사(HAM) 상호간에 고전적인 교신 방법으로 전화, 전신외에 컴퓨터를 이용한 패킷통신, 라디오텔레타이프, 상대의 모습을 보면서 통신하는 SSTV PSK 및 ATV, 위성을 이용한 위성 통신, 달을 이용한 EME, FAX 통신 등 수많은 통신방법을 이용하여 교신 하고 있다.

이동형 무선국에는 육상이동국과 간이무선국이 있다.

육상이동국은 하천이나 그에 준하는 수역을 포함하는 육상을 이동 중에 또는 불특정 지점에서 정지 중에 운용하는 무선국을 말하며 기지국과 육상이동국간, 육상이동국 상호간 또는 이동중계국에 중계에 의한 상호간의 무선 통신으로 구성된다. 관공서(산림감시 등), 소방서, 택시회사, 건설현장, 공장, 대형매장, 대형중장비 등에 운용된다.

간이무선국은 일정한 지역내에서 간단한 업무연락을 위하여 사용할 목적으로 간단한 절차에 따라 허가를 득하여 사용하는 무선국국가기관, 국영기업체, 법인, 단체 및 개인사업자가 일정구내 또는 사업장내에서 간단한 연락용으로 사용하기 위하여 개설하는 무선국으로 차량용과 휴대용이 있다. 건설공사 현장, 행사진행, 가스 및 석유배달, 할인카트, 카페 등에서 운용되고 있다.

그 밖에 항공기국은 항공기와 항공국(관제소)간 이착륙허가 또는 항행에 필요한 다양한 정보를 얻기 위해 항공기에 개설하여 항공이동업무를 하기 위한 무선국이다.

선박국은 선박에 개설하여 선박과 해안국간, 선박상호간 해상이동업무를 행하는 무선국으로 안전항행, 조업, 기상정보, 위치정보, 조난신호 등을 송수신하기 위한 무선국을 말한다.

전파정보를 국민들에게 개방·공유하고 수요자 중심 맞춤형 정보 및 서비스를 생산·제공하는 전파정보 서비스 Portal 앱인 Spectrum Map의 통계정보에 따르면 각 무선국의 지역별 이용현황은 다음과 같다.

지역별 기지국 현황을 살펴보면 가장 수가 많은 지역은 경기이며 그 다음으로 서울, 경북, 경남, 강원 순이다.

지역별 간이무선국 현황을 살펴보면 가장 수가 많은 지역은 서울이며 그 다음으로 경기, 경남, 부산, 충남 순이다.

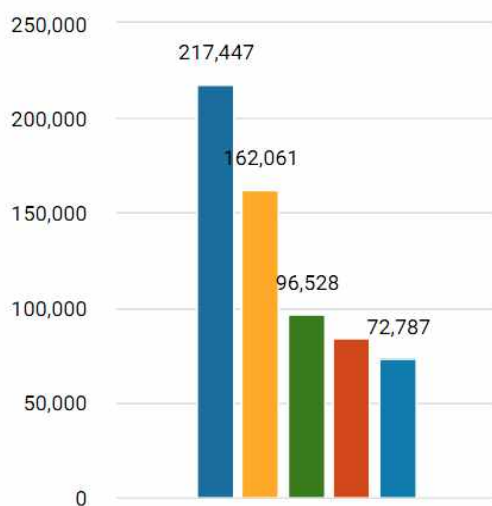
지역별 선박국 현황을 보면 전남에 가장 많고 다음으로 강원, 충남, 경남, 경북 순이다.

지역별 아마추어국 현황을 보면 경기가 가장 많고 다음으로 경북, 서울, 강원, 경남 순이다.

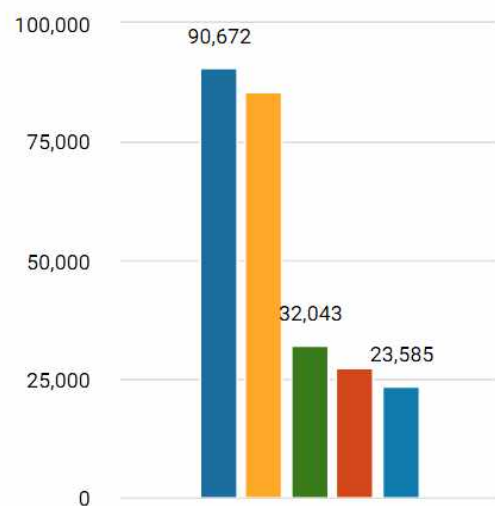
지역별 육상이동국 현황을 보면 서울에 가장 많고 다음으로 경기, 경남, 부산, 경북 순이다.

지역별 이동중계국 현황을 보면 경기도에 가장 많고 다음으로 서울, 전남, 경북, 경남 순이다.

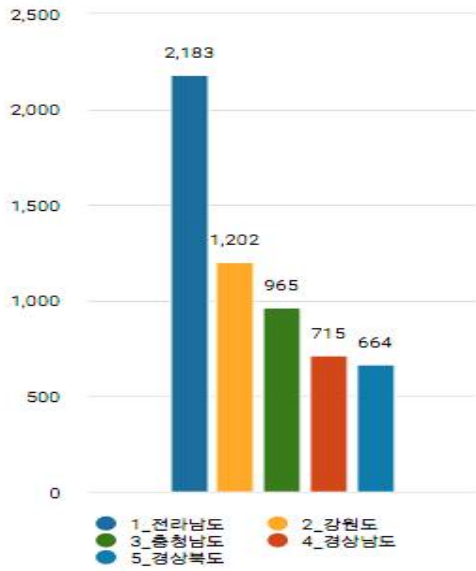
기지국 지역 TOP5



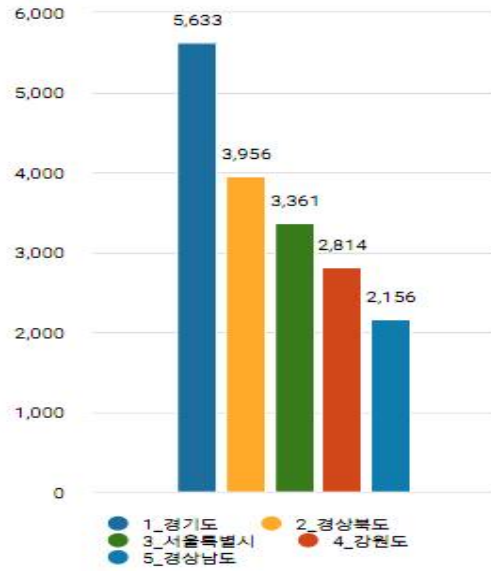
간이무선국 지역 TOP5



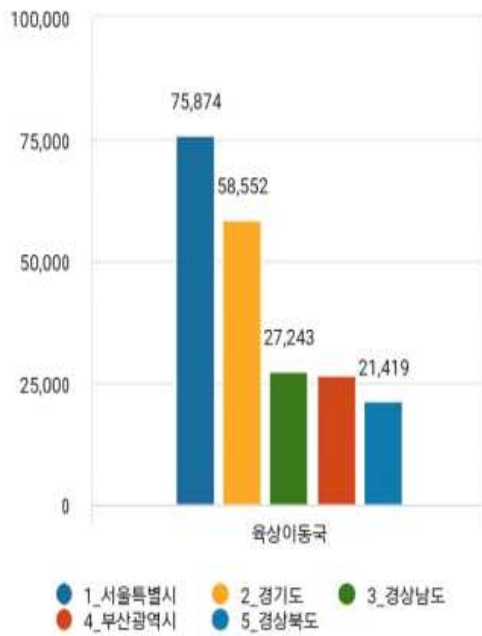
선박국 지역 TOP5



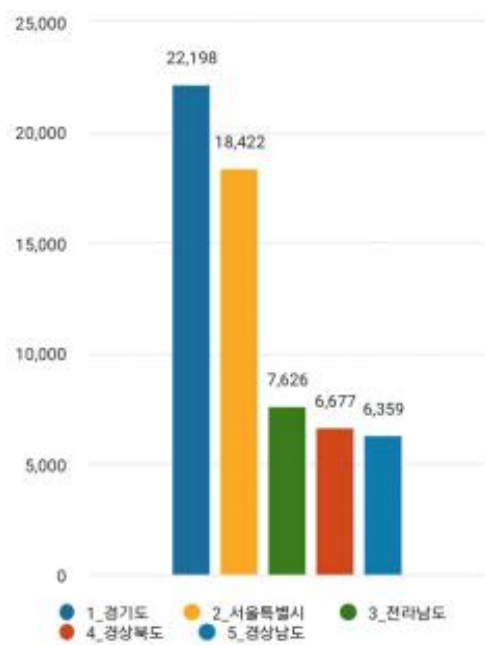
아마추어국 지역 TOP5



육상이동국 지역 TOP5



이동중계국 지역 TOP5



< 표 3 > 지역별 이용현황

(2) 주파수 대역별 전파이용 현황

주파수 대역이란 유사한 성질을 나타내는 주파수의 범위를 말하며 주파수 대역별로 구분하는 명칭은 무선주파수대역과 광통신 파장대역이다.

무선주파수대역은 앞에서 살펴본 바와 같이 전파에 의한 무선통신 응용에 사용하는 주파수대역이며 광통신 파장대역은 광섬유를 통해 전송될 때 가장 작은 감쇄를 가지는 파장대로서 광통신의 주요 파장대는 780, 850, 1310, 1383, 1550, 1610, 1625 nm 등이며 광통신의 주파수대역은 $10^{14} \sim 10^{15}$ Hz 이다.

현재 우리가 시청하고 있는 지상파 디지털 방송은 극초단파(UHF) 대역의 주파수를 사용하고 있으며, 이동통신사에서 사용하고 있는 주파수도 이 대역에 포함되어 있다.

과거 아날로그 TV 방송시절에는 초단파(VHF)의 주파수 대역을 사용하였으나 디지털로 전면 전환이 되면서 아날로그 지상파 TV 방송에서 사용하던 주파수는 현재 지상파 DMB용(174~216 MHz)으로 사용되고 있다.

전파법 제9조에 따라 과학기술정보통신부 장관은 주파수를 분배할 수 있고 이에 따른 주파수 분배표(Frequency Allocation Table)는 9KHz ~ 275 GHz 주파수대별로 분배 사항을 일목요연하게 나타내고 있다.

가장 낮은 주파수의 초장파(VLF)에서부터 가장 높은 밀리파(EHF)까지의 모든 주파수를 여러 대역으로 나누어서 그 용도와 목적에 맞게 각 분야에서 사용되고 있는데 전파의 종류는 다음 표와 같이 주파수 대역에 따라 9가지로 구분할 수 있다.

구 분	주파수	현재 용도	특 징
700MHz 대역	689~806MHz	TV 방송용	디지털TV 전환 이후 여유대역
800MHz 대역	824~849/ 869~894MHz	셀룰러	SKT 사용중
900MHz 대역	905~915MHz/950~960MHz	공공, 방송중계용 등	이동통신용으로 확보
1.8GHz 대역	1750~1780/1840~1870MHz	PCS	KTF, LGT 사용중
2.1GHz 대역	1920~1940/ 2110~2130MHz	IMT-2000용(FDD)	회수대역
	1940~1980/ 2130~2170MHz	IMT-2000용(FDD)	SKT, KTF 사용중
2.3GHz 대역	2300~2358.5MHz	WiBro	SKT, KT 사용중
	2363~2390MHz	WiBro	미할당
2.5GHz 대역	2500~2690MHz	무선 CATV 전송용, 위성 DMB 등	IMT용으로 국제분배
3.4GHz 대역	3400~3600MHz	M/W중계용	IMT대역으로 국제분배

< 표 4 > 주요 주파수 대역의 이용현황

제 4 장 전파관리 제안

1. 효율적 전파관리를 위한 제안

(1) 전파자원 이용효율성의 극대화

과거 주파수에 대한 수요가 충분하지 않았을 때에는 주파수를 필요로 하는 서비스가 등장할 때마다 기술적 혼신을 방지하는 정도에서 주파수를 할당하는 것으로 별도의 문제를 야기하지 않고 전파를 관리할 수 있었다.

그러나 현재는 이동통신서비스의 성장 및 신규서비스의 도입으로 주파수

수요가 폭발적으로 증가함에 따라 우수한 대역의 주파수 부족이 심화되었기 때문에 기존 주파수를 효율적으로 사용하고 새로운 주파수대를 개발하는 것이 전파관리의 중요한 목표가 되었다.

다시 말하면 전파관리의 패러다임이 과거에는 단순한 혼신 및 간섭방지를 하는 것에서 미래에는 전파자원의 이용효율을 극대화하는 것으로 변화하게 된 것이다.

전파관리정책의 목표인 ‘전파의 효율적 이용’을 달성하기 위한 구체적인 정책 수단을 마련하기 위해서는 사전에 ‘효율성’ 개념에 대한 명확화가 필요한데, 전파자원의 이용효율성에 대한 3가지 개념은 첫째, 주파수 효율성(Spectrum efficiency), 둘째, 기술적 효율성(Technical efficiency)과 셋째, 경제적 효율성(Economic efficiency)으로 구분하여 생각해 볼 수 있다.

따라서 정책이 추구하는 효율성이 어떤 효율성인가에 따라 이에 상응하는 정책을 마련하여 시행되어야 할 것으로 보인다.

전파관리정책 변화의 전체적인 추세는 Command and Control에서 Market 모델 및 부분적인 Commons 모델로 변화하고 있는데 시장기능에 기반한 할당체계(경매제), 거래, 임대제, 자유화 등의 시장기반 전파관리체제가 대안으로 부각되고 있다.

전파이용이 가장 활발한 미국의 경우도 이동통신서비스가 본격화된 1990년대 초까지는 선착순으로 분배되고 전파 관리도 보호대역을 넉넉히 설정하고 무선국별 출력 등 운용 기준을 엄격하게 통제하여 대역간의 혼신(interference)을 근원적으로 차단하는 이른바 '명령과 통제' 시스템으로 운영되어 왔다.

한국은 전통적으로 명령과 통제방식의 전파정책을 시행하여 왔었는데 2008년 「전파법」 개정을 통하여 주파수 경매제를 도입, 시장기반방식의 정책방안을 시도하여 여러 정책방식을 수용하려는 시도를 하고 있다고 할 수 있다.

이러한 시장기반제도로의 이행은 그 속도에 따라 ‘급진적 접근’과 ‘점진적 접근’으로 나눌 수 있는데 파급효과의 불확실성, 현재의 시장구조 등을 감안할 때에는 점진적 접근방식이 더 적절한 것으로 판단된다.

예를 들어 이미 자유화를 시행하고 있는 해외 주요국의 경우에도 주파수 대역별, 권역별로 순차적인 이행을 추진하고 있다. 이때 고려해야 할 것이 시장기반제도로의 이행으로 인해 얻을 수 있는 유연성 증대의 이익이 이행에 따른 비용보다 커야 된다는 점이다. 다시 말하면 기술 및 용도의 유연성이 커지면 주파수의 효율적 이용가능성이 커짐과 동시에 주파수 거래비용의 발생, 주파수 독과점, 일관된 정책수행의 어려움 증대 등 이행에 따른 비용도 발생함을 염두에 두어야 한다는 것이다.

특히 현재 기할당된 주파수가 심각하게 저활용 상태에 있거나 비효율적으로 이용되고 있는 경우, 시장기반적 관리제도를 도입하는 것을 적극 검토할 필요가 있다.

전파자원은 방송과 통신 서비스 이외에 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 향후 디지털 멀티미디어 사회가 도래될 경우에는 현재보다 더 많은 전파 자원이 필요할 것으로 예상된다. 이에 따라 자원의 효율적 이용을 위하여 기간통신 사업용 주파수를 포함하여 방송용, 공공용 및 소출력용 등의 전파 이용 특성을 고려하여 점진적으로 시장기반의 전파관리를 확대하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

또한, 사후적 규제가 가지는 문제는 반경쟁적인 행위를 사후적으로 판정하기가 현실적으로 어려운 경우가 많기 때문에 시장기능의 도입에 따른 시장경쟁의 왜곡가능성을 최소화할 수 있는 대책이 함께 마련되어야 한다.

시장기구 전파관리제도 도입은 그 자체가 목적이 아니라 시장 및 기술의 변화에 유연하게 대처할 수 있는 수단 가운데 하나로 이해되어야 할 것으로 생각된다.

시장진입에 큰 영향을 미치는 독립적인 정책영역으로서 주파수 할당정책은 불가피하게 시장의 경쟁구도에 영향을 미칠 수 밖에 없기 때문에, 시장경쟁구도에 미치는 영향을 고려한 전파관리정책이 추진되어야 한다.

이와 관련하여, 향후의 전파정책은 FMC⁶⁾ 등 유무선 통합, 방송을 포함한 다양한 결합상품의 대두 등을 고려하여 특정 주파수 대역을 이용하는 개별 시장 점유율뿐만 아니라 유선 등 타 부문에서의 경쟁력 등 동태적으로 시장경쟁에 영향을 미칠 수 있는 요소도 종합적으로 검토하여야 할 것이다.

주파수 이용자에 대한 재산권의 범위를 명확하게 할 필요가 있다. ICT가 급속도로 발전하면서 기술 및 시장의 예측가능성이 줄어드는 점을 감안할 때 미처 예상하지 못한 시장 및 기술의 진보에 탄력적으로 대응하기 위해서는 주파수 이용자의 권리 및 의무를 명확히 함으로써 주파수 이용자가 자신의 자유로운 의사결정을 통하여 무엇을 할 수 있는지의 여부를 명확히 규정할 필요가 있다.

산업정책적 측면에서 효율적으로 전파를 관리하기 위해서는 주파수 이용

6) FMC : Fixed Mobile Convergence(유무선통합)의 약어로 하나의 단말기로 통화하되 실외에서는 기존 이동통신망(CDMA)을 이용한 기존 휴대폰으로 쓰고, 실내에서는 유선통신망(PSTN 또는 IP)을 이용한 기존 유선전화나 인터넷전화(VoIP)로 쓸 수 있도록 하는 결합서비스이다.

재산권의 확립과 산업정책의 추구간의 적절한 균형을 찾아내어 개별 대역별로 탄력적인 정책을 추진할 것이 요청되는데 주파수 이용권과 산업정책은 상호간에 부(-)의 관계를 가질 가능성이 크기 때문이다.

양자간의 적절한 균형을 위해서는 주파수 이용 권리의 확대와 산업정책 추진간의 비용과 편익 비교분석이 보다 정교하게 이루어져야 할 것이다.

비용과 편익 분석시의 주요한 고려요소로는 특정 기술방식의 세계시장 확대 가능성, 국내 제조업계의 경쟁력 수준, 해당 장비분야 발전의 파급효과, 소비자 편익의 증가 수준, 해당 서비스의 시장수요 규모 및 확산 속도의 예측, 유사 서비스 및 장비분야에 미치는 영향 등을 들 수 있다.

트래픽의 증대, 이중 분야간 경쟁으로 인한 불확실성 증가에 대비하기 위한 중장기 주파수 수급계획이 제시되어야 한다. 특히 미할당 주파수 여유분이 감소함에 따라 신규 주파수 확보 못지않게 재할당 주파수의 효율적 이용에 대한 정책의 중요성이 증대함을 감안하여야 한다.

경제학적으로 희소성을 가진 전파자원의 경우 가격을 올려 공급을 증진시키고 수요를 줄임으로써 해결책을 찾을 수 있는데 미국 등 이미 많은 국가에서 도입하고 있는 주파수 경매제(spectrum auction)는 이러한 방법으로 시장의 균형을 달성하고자 하는 시도로 볼 수 있다.

그러나 이러한 방법으로 재할용할 수 있는 주파수에도 한계가 있고 명령과 통제 시스템에서 전파자원의 유일한 공급자로 기능해 오던 FCC ((Federal Communications Commission, 연방통신위원회)가 보유한 주파수는 이미 고갈된 상태에 이르렀다.

따라서 최근에는 기존에 배분된 주파수의 용도 및 기술방식 변경과 거래 및 임대를 가능하게 함으로써 주파수 공급을 증진시키고자 하고 있는데, 예를 들어 FCC는 최근 사업자들끼리 주파수이용권을 사고 팔수 있는 2차

시장(secondary market)을 도입하려는 시도를 하고 있다.

FCC는 공무원과 민간 전문가로 구성된 전파정책전담반을 구성하여 미래의 전파관리 정책방향에 대해 심도깊게 논의하였고, 그 결과 주파수배분 및 이용에 관한 시장 기반 (market-based) 정책과 열린 접근법(open access)을 동시에 수용하고 기술 및 시장여건에 따라 병행하여 운영하는 것으로 결론을 내렸다.

한국의 경우에도 효율적인 전파관리는 산업정책적 차원에서 매우 중요하며 21세기 정보화 사회구축의 선결 요인이라고 할 수 있으며 통신시장 경쟁정책의 주요 수단으로서 부각되고 있다. 그 동안 간헐적인 법률개정으로 시장기반 정책이 부분적으로 수용되었지만 한국의 전파관리제도는 아직도 많은 부분이 명령과 통제 시스템에 기초하고 있다.

물론 혼신방지를 위한 최소한의 통제시스템은 여전히 유효하지만 최근 심화되고 있는 주파수자원의 부족과 편중, 일부 대역 주파수의 이용실적 저하, 그리고 통신과 방송사업자간의 형평성 문제 등은 우리의 전파관리 제도가 환경의 변화에 유연하게 대응하고 있지 못하다는 반증이라고 볼 수 있다.

한편, 혼선이나 간섭 등의 외부성 문제는 최근 전파이용 기술발전으로 자체적으로 방지가 가능하므로 주파수에 대한 비면허화를 주장하는 학자들이 늘어나고 있는 점을 향후 전파관리정책을 수립함에 있어 주목할 필요가 있다고 생각한다.

해외주요국들의 전파정책의 최근 이슈는 주파수의 공유라고 할 수 있다. 주파수 확보방안도 지속적으로 발표하고 있으나 주파수를 새로 확보 하는 것은 한계가 있어 많은 국가들이 주파수를 공유하는 것에 초점을 맞추어 기술을 개발하고 이에 부응하는 제도를 마련하고 있다. 한국도 이러한 추세에

맞추어 주파수 공유의 논의가 활발하게 이어지고 있다.

따라서 보다 적극적인 시장기반 정책으로 나아갈 것인지 주파수 공동체 (spectrum commons)로 갈 것인지 시장과 기술의 변화를 면밀하게 고려하여 전파관리 정책의 중장기 방향타를 설정하고 주파수 이용의 효율성과 형평성을 균형 있게 배려하는 지혜가 필요한 시점으로 보인다.

주파수 공유나 이용자유화와 관련하여 전파법 제 5조 제 1항은 과학 기술정보통신부 장관으로 하여금 전파자원을 확보하기 위하여 새로운 주파수 이용 기술의 개발과 이용 중인 주파수의 이용효율을 향상하는 시책을 마련할 것을 규정하고 있다. 또한 동법 제6조 제1항에서는 전파 자원의 공평하고 효율적인 이용을 촉진하기 위하여 주파수분배의 변경이나 주파수의 공동 사용이나 새로운 기술방식으로의 전환을 모색하는 정책을 시행할 것을 규정함으로써 이를 시행할 수 있는 가능성을 열어두고 있다고 볼 수 있다.

(2) 주파수 이용기술의 향상 및 주파수 확보

모바일 데이터 트래픽의 수요가 급증함에 따라 주파수는 포화상태에 이르렀고 이러한 이유로 이동통신 기술이 새로운 주파수를 사용하는 방향으로 발전되고 있다고 할 수 있다. 높은 주파수 대역을 이용하거나 단위 주파수당 정보 전달 효율이 높은 기술을 채용하는 것 등이 그 예라고 할 수 있는데 이하에서 살펴보고자 한다.

국내 이동통신은 상향과 하향신호를 주파수 대역으로 구분하는 주파수 분할(FDD : Frequency Division Duplex) 방식을 중심으로 발전해왔으나 최근들어 가용 주파수가 줄어드는 상황에서 5G 대응 및 모바일 생태계의 지속적인 발전을 위해 상향과 하향시간으로 구분하는 시분할 (TDD :

Time Division Duplex)방식의 주파수 활용에 대한 필요성이 높아지는 추세에 있다.

주파수 이용효율성, 주파수 확보 용이성, FDD-TDD 상호호환성, TDD 생태계 조성의 필요성, 5G 신기술 수용 및 확장성 등을 고려할 때 국내 TDD 주파수 정책은 새로운 전환 국면에 접어든 것으로 보인다.

국내 TDD 주파수 할당은 현시점에서 WiBro가 유일하며 휴대인터넷 활성화 정책에 따라 이동통신용이 아닌 WiBro 특화 서비스로 구분되어 이용되고 있다.

2005년 휴대인터넷 사업자가 선정되고, 2006년 세계최초로 휴대인터넷 서비스를 개시하였으며, 2012년 WiBro 주파수 재할당을 통해 현재 운용 주파수의 이용기간은 2019년 3월까지이다. WiBro 가입자 수는 2012년 11월 105만을 정점으로 최고치에 도달하였으나 이후 지속적으로 감소하여 2017년 1월에 57만으로 감소한 상태에 있다.

따라서 향후 재할당정책의 주요 관심사는 이용자 보호 측면에서 서비스 품질을 유지하면서 일부 대역을 회수하여 LTE 및 LTE 진화기술로의 재할당을 고려하는데 있다.

이러한 추세에 따라 2016년 5G 전략추진위원회는 평창 동계올림픽에서 선보일 5G 시범 서비스의 기술규격을 TDD 방식으로 채택하고 4세대 기술과 연동하여 광대역 서비스 제공이 가능하도록 하였는데 5G 서비스도입을 계기로 TDD 활용이 가속화될 전망이다. 참고로 4세대 이동통신에서는 FDD와 TDD 방식을 모두 수용하였다.

실제로 3GPP 기술총회에서는 5G New Radio(NR) 요구사항으로 FDD와 TDD에서 주파수 자원 배분의 유연성을 고려하여 업링크와 다운링크를 자유자재로 변동하는 Duplexing flexibility 기술을 포함하고 있으며 Sub

-frames는 DL/ UL(download/upload) 전송을 위해 유동적으로 사용가능하도록 하는 Dynamic TDD 지원도 논의되고 있다.

또한 고주파대역을 이용하는 신기술을 개발하거나 기존에 이용 중인 주파수와와의 간섭을 회피 또는 최소화할 수 있는 스마트한 송수신 장비를 개발할 필요가 있다. 최근 주목을 받고 있는 SDR(Software-Defined Radio)은 하나의 단말기로 이용환경에 따라 사용 주파수대역을 소프트웨어적으로 변경가능하고 혼신이 일어나지 않는 주파수 채널을 실시간으로 자동검색(auto scan)할 수 있으므로 특정 주파수대역을 여러 가지 용도로 공유할 수 있는 가능성을 높이고 있다.

외국의 주요 국가들도 데이터 트래픽 급증과 위와 같은 기술진화의 수요에 맞추어 광대역 주파수 확보에 관심을 갖고 주파수 확보계획을 마련하고 있다. 한국도 이러한 추세에 맞추어 2012년 1월 광대역 이동통신 주파수 중장기 확보계획인 ‘모바일 광개토 플랜’을 의결하고 2020년까지 600 MHz 폭 이상의 주파수를 단계적으로 확보해 나가기로 했다.

(3) 새로운 전파관리정책 모색

지금까지의 전파정책은 한정된 자원인 전파자원을 얼마나 효율적으로 활용할 것인가에 중점을 두고 ‘전파자원의 용도 설정’과 ‘사용권한 부여의 대상자 지정’에 대한 이슈를 핵심적으로 다루어져 왔다.

또한 최근 주파수 이용의 경제적 파급효과가 높아짐에 따라 경제재로서의 주파수이용의 제고가 정책의제로 대두되고 이에 따라 주파수의 효율적 활용을 위한 회수 및 재배치 이슈와 새로운 주파수 대역 발굴, 기술 개발 등의 노력을 기울이고 있다.

전파자원은 국가 또는 공법인, 사인 등 특정 법적주체에게 귀속되는

것이 아니므로 결국 전파정책과 제도가 초점을 맞추어야 하는 것은 전파 자원의 효율적 관리가 될 것이며, 이러한 전파자원의 공공성은 전파자원의 효율적 관리에 대하여도 중요한 방향을 제시하게 된다.

전파자원관리에 있어서의 효율성은 단순히 경제적 측면에서의 효율만을 의미하는 것이 아니라 주파수 대역의 분배와 할당부터 혼신과 간섭의 방해가 없는 통신환경 등 전파자원관리 전반에 있어서의 효율을 의미하는 것이다.

따라서 전파자원관리정책은 단순히 경제적 의미의 효율성만을 고려하여 경제적 효과창출에만 입각한 정책을 시행하는 것이 아니라 전파자원관리 체계의 전반의 효율성을 고려함과 동시에 전파의 공공성에 입각한 정책과 제도로 운영되어야 한다.

결론적으로 전파정책은 전파자원의 분배와 할당, 이용과 사후관리의 효율화와 더불어 공공복리 또는 공익까지 고려하여 이용자 중심의 공익과 사회적 후생이 강조되는 통신환경 조성에 이바지하는 방향으로 설계되는 것이 바람직하다.

또한 정책계획과 주파수 할당논의에 있어 정작 통신소비자는 소외된 채 정치적 논리가 개입된 상황에 대한 것도 다시 한번 생각해 보아야 할 문제이다.

한편 많은 국가들이 전파자원관리의 효율적 이용을 위하여 주파수공유제를 실시하고 있지만 한국은 아직 주파수 공유 기술과 법적기반이 마련되어 있지 않다.

실제 주파수 공유기술의 구현과 법적 근거 등의 검토를 통하여 주파수 공유기술이 현실화 될 수 있도록 그 기반을 마련하는 것도 새로운 전파관리정책의 중요한 부분으로 다루어야 할 것으로 보인다.

이외에도 중·장기적으로는 컨버전스 추세에 따라 서비스간 구분이 모호해지고 BcN환경(광대역 통신망)의 구축에 따라 네트워크가 광대역화 되면서 새로운 통신시장의 구조에 적합한 전파관리제도가 요구되고 있다.

(4) 전파관리의 전문성 확보

일본, 미국, 영국, 프랑스, 호주의 경우 전파관리를 담당하는 조직이 독립적으로 구성되어 있는 점을 고려하면 전파관리체계를 보다 중장기적인 패러다임 전환방향에 맞추어 전문성을 확보하는데 중점을 두고 있다고 할 수 있다.

한국의 경우에도 산업화 및 정보화시대를 맞아 점차 중요해지고 가치가 높아지는 전파자원관리에 있어서의 전문성을 더욱 확보하기 위한 노력이 필요할 것으로 생각된다.

주파수 회수, 재배치 및 손실보상에 관한 업무와 공공 주파수 관리에 관한 업무는 해외사례 및 국내 현황에 비추어 각 업무를 보다 체계적으로 기획하고 관리할 수 있는 전문 역량을 갖춘 기관이 담당하는 것으로 개편되어야 할 것으로 보인다.

새로운 개념의 데이터 이용환경과 맞물려 전파를 이용한 무선산업은 예측 불가능한 형태로 진화해 나갈 것으로 예상되기 때문에 정부는 무궁무진한 미래가치가 잠재되어 있는 전파산업을 정부주도로 기획하고 범국가적으로 추진해나갈 수 있도록 재원마련 및 역량확보에 더욱 힘쓸 필요성이 있다.

5G, IoT 등의 높은 주파수 사용에 대비하여 전파를 효율적으로 운용할 수 있는 전파관리와 연구개발의 대안이 마련되어야 하고, 국내 전파관리의

고유업무라고 할 수 있는 인증, 검사 관련 인력을 보강함으로써 해상, 육상 등에서의 공평하고 효율적인 전파의 이용을 확보하여 공공의 복지를 증진시킬 수 있는 방향으로 전파관리체계를 개선하여야 한다.

(5) 전파·방송통신 관리체계의 과학화

이미 국내기술로 개발되어 운용중인 ‘고정형 전파측정시스템’과 ‘고정방향 탐지시스템’ 등 1세대 전파관리시스템 및 2세대 준고정형 전파측정시스템을 한 단계 업그레이드함으로써 보다 첨단화된 전파관리 체계를 구축하는 것이 필요하다.

위성방송 및 통신 등 위성서비스의 수요가 증가하고 각국의 위성자원 확보를 위한 치열한 경쟁이 예고되는 우주·위성전파관리 분야에 있어서도 선진적 시스템 구축이 요구된다.

국민들에게 이동성을 활용한 신속한 서비스를 제공하기 위해 최첨단의 전파관리장비를 도입하여 전파이용과 관련한 불편사항을 해소해 나가야 할 요청을 받고 있는 것이다.

전파이용 환경이 고주파수 및 광대역화 되고 5G, 사물통신(IoT), 무인항공기(Drone) 등 새로운 전파통신 서비스가 등장하면서 이러한 전파환경 변화에 선제적으로 대응하기 위해 전파관리시스템의 발전이 요구되고 있다.

중앙전파관리소는 2005년부터 2008년까지 구축한 1세대 전파관리시스템 내용연수가 도래하여 노후화되어 새로운 통신기술, 전파이용 기술의 발전에 대응하는데 한계가 있다고 판단하고, 2018년부터 2025년까지 전파측정과 방향탐지 기능을 동시에 갖춘 차세대 융합형 전파관리시스템의 개발을 추진하고 있다.

전파감시국의 소요량 산출에 따라 1세대 전파관리시스템 일부 재배치 및 신규 3세대 전파관리시스템 배치방안 등을 포함한 ‘전파감시추진전략

(ISP)' 을 마련할 계획이다.

'3세대 전파관리시스템' 으로 불리는 융합형 전파관리시스템의 도입에 따라 1세대 고정형 전파측정시스템의 커버리지가 증설없이 8% 확대되고, 고정형 방향탐지시스템의 커버리지는 약 30% 이상 확대될 것으로 예상되고 있다.

3세대 전파관리시스템은 전파측정과 방향탐지가 융합된 고정형 전파관리시스템으로 개발을 추진 중에 있는데 전파측정부는 주파수 9kHz~7.5GHz (대역폭 40MHz)대역폭 내의 전파를 측정하며, 전파품질, 불법탐사, 점유율 측정, 잡음 측정 등의 기능을 수행한다. 측정기 2채널은 동시에 측정이 가능하고, 불법탐사와 점유율 측정을 동시 수행할 수 있다.

또한 실시간 대용량 데이터를 처리하는 누적스펙트럼 도시를 통해 광대역 신호 내의 미약신호 탐지 등 다중신호 분리가 가능하다는 점이 특징이다.

안테나대역별 측정 제한이 없고, 중형·경량·저전력으로 설계된다. 방향탐지부는 주파수 20MHz~7.5GHz(대역폭 40MHz) 대역을 범위로 잡음레벨 이하의 미약신호 탐지·분석 및 고속·정밀 동시 방향탐지가 가능하다.

고주파수 대역·광대역 신호에 대한 방향탐지 기능을 탑재해 항공, 해상 및 FM 방송서비스 대역 내 모든 채널 동시 방향탐지가 가능하도록 하고, 무선채널 환경에 강인한 다채널 방향탐지 기능도 탑재한다.

특히 방위각 결과를 도출하는 방향탐지장비 AOA(Angle of Arrival)와 전파가 각 안테나(3개 이상 측정소)에 도착하는 시간의 차이로 혼신원 좌표를 도출하는 TDOA(Time of Differential Arrival)장비를 융합해 하이브리드 방식의 신호원 탐지시스템을 구축함으로써 아날로그 신호 및 광대역 디지털 신호에 대한 전파감시능력을 확보할 계획이다.

(6) 무선설비 출력 관리제도의 개선

1) 무선설비 출력관리 현황

한국의 경우 2007년부터 전파간섭 방지 및 출력 관리의 정확성 제고를 위해 복사전력 중심의 무선설비에 대해 출력 관리하고 있다.

무선설비에 대한 출력관리 방식은 안테나공급전력 방식과 복사전력 (전계/자계강도⁷⁾, ERP⁸⁾/EIRP⁹⁾) 방식으로 구분해서 사용한다.

안테나공급전력은 송신기로부터 공중선(안테나)의 급전선에 공급되는 전기 신호의 전력으로 전파를 발사하기 전 단계의 출력이고, 복사전력은 안테나에서 실제로 방사되는 유효 송신출력으로 통상 공중선으로 공급되는 전력과 공중선 이득의 곱으로 계산한다.

안테나공급전력은 측정이 용이한 반면, 안테나 일체형 기기에 대한 시험이나 설비자체에서 방사되는 불요파 측정은 곤란하고, 복사전력은 안테나 특성에 대한 고려가 가능하나, 시험에 시간이 소요되고 현장 측정이 곤란하다.

한국은 이동통신 등 대부분의 무선설비에 대해 공중선 전력 기준으로 출력을 관리하며 일부 무선설비에 한하여 복사전력으로 규제하고 있다.

미국의 경우 안테나 공급 전력 방식과 복사전력 방식을 병행하여 무선설비의 출력을 관리한다.

FM 방송, TV 방송, 이동통신, 소출력, 무선설비 등은 복사전력 방식을

7) 어느 지점에서의 전자계 세기. 전자파는 원래 전계와 자계가 함께 전해지는데 보통은 수신 지점의 전계의 세기만으로 그 지점에서의 전자파의 세기를 나타내고 있다. 전계 강도는 실효 길이(실효 높이)가 1m인 도체에 유기되는 기전력의 크기로 나타낸다.

8) Effective Radiated Power, 실효복사전력으로 안테나에 공급되는 송신기의 전력과 주어진 방향에서의 반파장 다이폴 안테나에 대한 상대이득의 곱을 말하며 대부분 1GHz이하에서 적용하여 측정한다.

9) Effective Isotropic Radiated Power), 실효등방성복사전력이라 하며 안테나에 공급되는 송신기의 전력과 등방성 안테나에 대한 절대이득의 곱을 말하며 1GHz이상에 적용하여 측정한다.

적용하여 출력 규제하고, AM 방송, 해상, 항공무선국 등 복사전력 기준 측정이 용이하지 않을 경우에 안테나 공급 전력으로 출력 규제한다.

유럽의 경우 소출력 무선기기에 대해서는 복사전력을 적용하고 있으나 그 밖의 무선기기는 회원국마다 상이하다. 다만, 핸드폰의 경우 안테나 공급 전력으로 출력을 관리하나 수입제품은 복사전력 방식을 적용한다.

영국의 경우 OFCOM은 IoT 시대에 대응한 스펙트럼 이용량 측정, 간섭 신호 분석 등의 기술을 개발하고 필드 시험을 진행 중이고, 호주의 경우 무선설비마다 전력 최대치와 측정방법을 개별적으로 규제하고 있으며, 해상·항공용을 제외한 대다수 무선국에서는 복사전력에 의해 규제하고, AM 방송, TV 방송, 소출력, 전기통신용 등은 복사전력 방식을 적용하여 출력 규제한다.

국내의 경우 전수 검사를 하는 반면, 외국의 경우 민원발생시 및 반드시 필요한 경우에만 실시하므로 두 방식(안테나공급전력, 복사전력)을 모두 적용하여 사용한다.

2) 개선방향

주파수의 혼신·간섭 방지를 위해 실제 공중에 방사되는 복사전력 중심으로 규제기준 전환이 요구된다.

복사전력 규제는 기술기준, 허가, 검사 등 전파관리 전반에 관련되는 사항이므로 적용 용이성, 시급성 등을 고려해 점진적으로 도입하고, 주요국의 복사전력 관련 법제도 현황 조사를 통해 국내 환경에 적합한 복사전력 방식에 따른 측정, 검사, 인증 등의 무선설비 출력관리 방식을 마련한다.

향후 무선국의 수가 점점 증가하고 다양해지므로 공간 관리인 복사전력

기반을 병행하여 측정이 가능하도록 제도를 개선할 필요성이 있고 복사전력 관리체제로 전환하기 위해서는 관련 전파제도(기술기준, 인증, 무선국 검사, 사후 관리 등)에 대한 제도개선이 필요하다.

특히, 한국처럼 무선국 검사가 일반화되어 있는 경우 복사전력을 현장에서 측정하는 것은 어렵기 때문에 증폭기와 안테나 일체형 무전기 또는 이미 운용중인 무전기에 대하여 증폭기와 안테나를 분리하여 EIRP를 측정하는 것이 불합리한 경우, 자유공간에서 EIRP를 산출하는데 필요한 복사전력을 측정할 수 있는 경우 등을 제외하고는 안테나 공급전력과 안테나 이득의 각각에 의하여 EIRP를 규제하는 것이 현실적이라고 할 수 있다.

미국의 경우에도 일부 중·대출력 무선국에 대해 기술기준과 허가단계에서는 복사전력으로 규제하고 있지만 시험과 검사단계에서는 안테나공급전력을 적용하고 복사전력 시험은 스푸리어스¹⁰⁾에 한정하고, 팜토셀(Femto cell)¹¹⁾ 등 무선 설비의 소형화 추세에 맞추어 비신고 소출력 기기가 아니더라도 복사 전력으로 시험하는 방안을 지속적으로 연구 중에 있다.

(7) 국제협력 강화

과학기술정보통신부 중앙전파관리소와 국제전기통신연합(ITU)는 2017년 9월 26일 위성전파 간섭문제의 원활한 해결을 위해 위성전파 감시분야 협력협약(MOU)을 체결했다.

MOU의 주요 협력내용은 조난과 인명안전 및 항공기안전 유지용 위성전파에 유해 전파간섭이 발생하면 즉시 공동으로 해결하기 위한 협력을

10) 통신 시스템에서 목적으로 하는 주파수 이외의 주파수성분(불요파)을 통칭하는 용어로 일정 수준 이하로 억압되어야 할 대상이다.

11) 가정이나 소규모 사무실을 위한 초소형 이동통신 기지국을 말하며 데이터 트래픽 분산 및 음영지역 해소의 목적으로 사용되고 커버리지는 셀 반경 10m 정도이다.

강화해 나간다는 것이다.

이로 인해 위성전파의 효율적 사용과 위성망 측정자료 제공과 같은 위성 전파간섭 관련 분쟁조정 지원체계 구축으로 위성전파 감시기관의 국제적 위상제고에 기여할 것으로 기대된다.

미래에는 국내는 물론 전 세계 위성전파의 원활한 사용을 위하여 국제간의 협조가 더욱 절실히 요구될 것으로 보이기 때문에 전파관리와 관련하여 다양한 측면에서의 국제적 협조가 필요하다.

(8) 전파 감시방법의 개선

현재 한국의 전파 스펙트럼은 지상의 고정된 지점에서 수행하는 고정감시 시스템과 임의 지역에 차량으로 이동해 수행하는 이동 감시시스템 그리고 휴대 이동감시 장비에 의해 관리되고 있다.

대전전파관리소는 무인기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)의 일종인 옥토크터 (Octo-copter)에 전파측정시스템을 탑재하여 공중에서 전파분석과 전파탐지추적을 하는 방안과 지상 전파관리시스템과의 연계방안 등을 연구하고 있다.

실험에서는 개활지 및 장애물에 의한 멀티패스 전파환경의 테스트 베드를 선정하여 공중의 측정 데이터를 LTE 이동통신망을 통해 지상에 전송하여 실시간으로 공유하며, 지상에서 측정된 데이터와 비교분석하는 등 드론(Drone)을 전파관리업무에 활용할 수 있는 방안을 모색하고 있다.

전파를 사용하는 무선통신망에서 혼신이 발생된다면 신속하게 그 위치를 탐지하여 제거해야 한다. 그러나 도심에서 혼신이 발생한 지점을 탐지하는 것은 건물로부터 반사된 멀티패스(Multi-Pass) 전파의 영향으로 인하여

쉬운 일이 아니다.

또한 산악 지역이나 해상, 항만 등 사람과 감시차량이 쉽게 접근할 수 없는 곳에서 발생한 혼신 전파를 탐지하는 것 역시 많은 시간과 노력이 필요하다.

공중전파감시시스템(FRMS)을 탑재한 드론을 활용하면 지상과는 달리 공중에서는 위치이동이 자유로워 지상의 혼신 발생 위치와 대향(對向)한 경로상의 반사물체를 피해 가시거리(Line of Sight)를 확보하기 쉽고, 드론의 공간이동과 자체회전을 통해 전파의 도래방향에 대한 다양한 방위각 (Lines of Bearing)을 얻을 수 있으므로 전파의 추적과 탐지가 용이하다.

한국정부도 드론(Drone)에 대한 규제를 대폭 완화하여, 2016년 7월 1일부터는 국민안전과 안보 등을 방해하는 경우를 제외한 모든 분야에서 활용이 가능해졌으므로 드론을 전파관리에 적극적으로 활용하는 방안을 모색하는 것이 바람직하다고 생각한다.

2. 전파의 위험 및 안전관리를 위한 제안

IoT, 5G 등 초연결 네트워크 시대가 도래하면서 기업들의 적합성평가에 대한 부담이 증가할 것으로 예상되며 자율주행차, 지능형 로봇 등으로 대표되는 지능정보사회에서는 전자파로 인한 혼·간섭 및 기기간의 오작동 방지 등 안전관리 문제도 더 중요해질 것으로 전망된다.

최근의 전자파 유해성에 대한 인식제고에 힘입어 전기설비의 안전관리를 위한 기술기준에 전자파 인체 보호기준을 포함하도록 하는 「전기사업법」 개정안이 2016년 7월 시행 되었다. 뒤이어 전파법이 2017. 3. 14 개정되어 시행되고 있는데 주요 개정이유는 전자파로 인한 안전에 대비하기 위한 것

이라고 할 수 있다. 전자파로 인한 피해방지를 위해 관련 부처간 협력체계 구축이 필요하다는 주장이 뒤따랐고 이에 미래창조과학부를 비롯하여 산업통상자원부, 한국전력공사 등 전파 환경 기반 조성에 관련된 기관간 협력체계를 구축할 수 있도록 하기 위해 전파법이 개정된 것이다.

4차 산업혁명에 대비해 전파 관련 규제를 개선하고 전자파 및 부적합 방송통신 기자재의 사후관리를 강화하는 것이 요구된다. 이러한 필요성을 반영하여 2017. 12. 12에 '전파법 시행령' 이 개정 되었다.

동 시행령은 비면허 주파수에 대한 이용현황 조사 및 분석 근거를 마련했는데 최근 급증하는 사물인터넷(IoT), 무인항공기(드론), 자율주행차, 의료기기 등 산업·생활 분야 신규 ICT 기기의 주파수 이용수요에 적시 대응할 수 있도록 제도적 기반을 마련했다고 볼 수 있다.

레이다 등 고출력 무선국과 통합공공망용 기지국·이동중계국을 전자파강도 보고대상 무선국에 추가하였다. 이를 통해 전자파에 대한 국민의 불안감을 해소하고 안전한 전파 환경을 조성하는데 기여할 것으로 보인다.

특히 500W를 초과하는 고출력 무선국은 준공검사 후 45일 이내인 현행 전자파강도 보고시기 기한을 두지 않고 운용 즉시 전자파강도를 측정해 그 결과를 보고하도록 사후관리를 강화했다.

불법·불량 수입기자재의 안전관리도 강화한다. 관세청장과 협의해 통관 절차 완료전 적합성평가기준 준수여부 등을 조사 또는 시험하고, 그 결과에 따라 개선·시정 또는 반송·폐기 등의 필요한 조치를 명하도록 근거를 마련했다.

또한 기술기준에 부적합한 방송통신기자재 등이 시장에서 유통되는 것을 최소화하기 위해 적합성평가를 받은 자에 대한 행정처분기준을 '시정명령'

에 더해 '생산·수입·판매 또는 사용중지 명령'을 추가했다.

위에서 살펴본 개정된 법률내용 이외에도 향후 규제를 통하여 개선해야 할 문제들에 대해 간략히 알아보고자 한다. 예를 들면 소형기기 등 전자파 영향이 적은 기기에 대해서는 시험 항목 축소 등 인증비용 절감을 위한 규제완화가 필요한 반면 소규모 기업에 대해서는 개발단계에서 정부차원의 전자파 적합성 관련 기술지원이 필요하며 사전규제를 완화하기에 앞서 전자파 관리체계에 공백이 발생하지 않도록 사후관리 시스템을 관련법령 등을 통해 정비할 필요가 있다.

통신기술의 발달로 이용자가 급증하면서, 안테나공급전력, 옥내서비스용 기기, 안테나설치, 전자파의 장애와 많은 전자통신기기 사용으로 안전사고가 빈번히 발생하고 있어 이 점에 대한 실효성있는 대책도 요구된다.

제 5 장 결론

통신기술이 발달하고 전파이용수요가 급증함에 따라 한정된 전파자원을 효율적으로 운영하기 위한 단기적 및 장기적 안목에서의 전파관리를 위한 제도적 마련이 매우 중요한 위치를 차지하기 시작하게 되었다.

다가올 미래의 전파 및 방송통신 분야의 환경은 보다 복잡적이고 다각화하는 방향으로 발전할 것이며 이에 대비하기 위하여 좀 더 효율적인 전파관리방안이 요구되는 것은 자명한 일이다.

본 연구보고서는 미래의 전파관리방안을 제안하기 위해 전파의 개념과 자원에 대한 개괄적 내용 및 전파관리정책 현황, 현재까지의 전파환경의 변화, 지역별 및 주파수대역별 전파이용현황 등에 대해 비교적 상세히 살펴보았다.

또한 위에 언급한 각 항목에 대한 이해를 전제로 미래의 전파관리를 위한 제안을 시도하였는데 크게 효율적 전파관리를 위한 제안과 전파의 위험 및 안전관리를 위한 제안으로 구분하여 연구하였다.

효율적 전파관리를 위한 제안의 주요내용은 다음과 같다.

첫째, 전파자원 이용효율성의 극대화를 위해서는 사업용도별 전파이용 특성을 고려하여 점진적으로 시장기반의 전파관리를 확대하는 것이 필요할 것으로 보인다.

둘째, 주파수 이용기술의 향상 및 주파수 확보를 위해 높은 주파수 대역을 이용하거나 단위 주파수당 정보전달 효율이 높은 기술을 채용할 필요가 있다.

셋째, 새로운 전파관리정책을 모색하여야 한다. 이를 위해서는 전파자원의 분배와 할당, 이용과 사후관리의 효율화와 더불어 공공복리 또는 공익까지 고려하여 이용자 중심의 공익과 사회적 후생이 강조되는 통신환경 조성에 이바지하는 방향으로 전파관리정책을 수립하는 것이 바람직하다.

넷째, 전파관리의 전문성을 좀 더 확보할 필요가 있는데 전문역량을 갖춘 기관이 관련업무를 수행하도록 하고 전파관리를 위한 전문인력의 확보에 더욱 힘써야 할 것으로 보인다.

다섯째, 전파·방송통신 관리체계를 과학화할 필요가 있다. 전파측정 및 전파탐지 등을 위한 장비 등의 과학화가 필요하며 향후 경쟁이 심화될 우주·위성전파관리 분야에 있어서도 선진적 시스템 구축이 요구된다.

그 밖에 전파간섭 방지 및 출력관리의 정확성 제고를 위한 무선설비 출력관리제도의 개선, 국제협력의 강화, 드론 등을 이용한 전파감시방법의 개선 등이 요구된다.

한편 전파의 위험 및 안전관리를 위한 제안으로는 규제를 통한 기반 마련에 중점을 두어 연구하였다.

급속도로 발전을 거듭하는 산업화 및 정보화시대를 맞아 향후 전파의 수요가 계속 증가할 것으로 예상되므로 전파자원의 이용효율성의 극대화가 전파 관리의 매우 중요한 목표로 주목받고 있지만 전파자원 이용의 증가에 따른 전자파와 다양한 전자통신기기 사용에 따른 위험에 대비하기 위해 안전 관리와 관련된 규제정비가 반드시 수반되어야 할 것이다.

< 참고문헌 >

과학기술정보통신부, “과학기술과 ICT로 열어가는 사람중심의 4차 산업혁명”, 2018.1

김 병찬·김 기문·임 재홍, 전파관리정책 및 법 제도 개선 방안에 관한 연구. 한국정보통신학회 논문지 12(7), 2008

류 미선, “호주 전파관리정책 개편 동향”, 한국방송통신전파진흥원, 2016

민 경식, 사물 인터넷(Internet of Things), 한국인터넷 진흥원, 2013

박 윤성, “차세대 전파관리방안 연구(공중전파감시시스템) 개발”, 대전전파관리소, 2017

신 현식외 6인(한국전자통신학회), “주요 외국의 전파 관리 및 복사전력 기준의 무선국 관리 방안 연구”, 한국방송통신전파진흥원, 2016. 11(KCA 연구 2016-09)

여 재현외 3인, “미래 광대역 이동통신 시대의 전파이용 환경 변화연구”, 정보통신정책연구원, 2011

이 승훈, “전파이용 유형에 따른 전파관리 현황 및 이슈”, 한국방송통신전파진흥원, 2009.3

이 일규외 3인, “국내 전파관리제도 개선방안 연구”, 2011. 11

장 재혁, “TDD 동향과 전망”, 한국전자통신연구원, 2017

정 승규 · 류 진영, “2017년 통신 연간전망” , KB 투자증권 리서치 센터, 2016. 12

중앙전파관리소, “전파관리 70년사(1947-2017)” , 2017. 6

정보통신기술진흥센터, “5G 이동통신국가 R&D 추진현황” , 2017. 4.

정보통신정책연구원, 2016년 방송산업 실태조사 보고서, 2016. 11, 미래창조과학부 · 방송위원회

최계영 · 박민수 · 이종관, “전파관리정책의 구조와 패러다임 변화” , KISDI 이슈리포트 07-11, 2007.9

한정희 · 정 태연, “미국의 공공 주파수관리 체계 현황 및 시사점” , Journal of Communications & Radio Spectrum

NETMANIAS, “한국, 미국, 일본, 중국, 유럽 통신사들의 5G 추진 과정 (2015 - 2018)” , 2018.1.29.

< 인터넷 자료 >

국립전파연구원. <http://www.rra.go.kr>

방송통신위원회. <http://www.kcc.go.kr>

중앙전파관리소. <http://www.crms.go.kr>

한국방송통신전파진흥원. <http://www.kca.kr>

한국전파진흥협회. <http://www.rapa.or.kr>

[www. spectrummap. kr](http://www.spectrummap.kr)