

## 창의적 전파이용을 위한 전파정책 분석

# Analysis of Radio Spectrum Policy for the Creative Usage of Radio Waves

김 창 주

Chang-Joo Kim

### 요 약

전파기술의 눈부신 발달에 따라 무선통신 기술은 물론 전파와 타 산업의 융합 기술 개발이 매우 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 소형 셀 기술과 인지 무선 기술의 발전에 따른 전파정책의 변화를 살펴보고, 이를 토대로 창의적 전파이용을 위한 주파수 정책과 기술 개발 방향을 분석한다. 특히 개방형 전파정책의 확대를 위한 전파정책 방안의 제시와 함께 이에 따른 간섭관리 방안, 그리고 관련 전파법의 개선 방안을 제안한다.

### Abstract

With the rapid development of radio technologies, there have been actively researching the convergence between radio technology and other industry as well as wireless communications itself. In this paper, we investigate the paradigm shift of radio policy as radio technologies such as small cells and cognitive radio advance, and analyze the directions of spectrum policy and radio technology to promote the creative use of radio waves. In particular, we propose the spectrum policy for the expansion of open spectrum policy, technology development of interference management, and restructuring of the Korean radio law.

Key words: Open Spectrum Policy, Creative Usage, Radio Waves

## I. 서 론

전파자원은 국가의 소중한 무형자산으로서 무선통신의 발전과 함께 전파자원의 가치가 더욱 커지고 있다. 과거에는 석유, 철강, 가스 및 석탄 등이 국가의 중요한 자원이었으나, 21세기의 정보화 사회에서는 전파자원도 그에 못지 않게 소중한 자산으로 인식되고 있다. 특히 전파자원은 국가의 경제발전은 물론 국가 안보나 공공 안전, 재난 구조, 그리고 새로운 과학기술의 탐구 등 그 응용분야가 매우 다양하여 미국, 영국 등 선진국에서는 이를 체계적이고, 효율적으로 이용하기 위한 자국의 전파정책 방

향을 설정하고, 이를 기반으로 관련 정책 및 기술 개발을 적극적으로 추진하고 있다<sup>1)</sup>.

이와 같이 우리 사회에서 매우 유용하게 사용되는 전파의 수요는 얼마나 될까? 국제적으로 볼 때 데이터의 트래픽은 지난 수년 동안 매년 거의 두 배의 증가를 가져왔고, 이러한 증가 추세는 앞으로도 계속 이어질 전망이다. CISCO 사에서 발표한 자료에 의하면 2013년도에 월간 1.5 exabytes의 모바일 데이터 트래픽이 2018년에는 15.9 exabytes가 될 것으로 전망하고 있다. 따라서 매년 평균 66%의 증가가 예상된다<sup>2)</sup>. 한편, Ofcom에서 발표한 자료에 의하면 영국에서의 모바일 데이터 트래픽의 성장

「본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2014년도 정보통신·방송(ICT) 연구개발 사업의 연구결과로 수행되었음.

한국전자통신연구원(Radio Signal Analysis Lab., ETRI)

· Manuscript received June 26, 2014 ; Revised August 7, 2014 ; Accepted August 18, 2014. (ID No. 20140626-04S)

· Corresponding Author: Chang-Joo Kim (e-mail : cjkim@etri.re.kr)

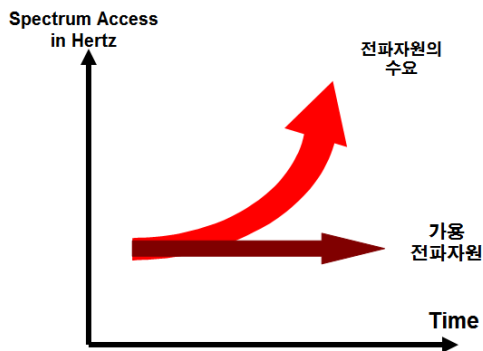


그림 1. 미래사회의 주파수 수요와 가용 전파자원  
Fig. 1. Spectrum demand for future society and available spectrum resource.

률은 2012년 기준으로 2030년에는 약 80배가 될 것으로 예측하고 있다<sup>[3]</sup>. 이 밖에도 국방이나 교통 등 사회 전 분야에서 수요를 고려하면 주파수에 대한 수요는 그림 1에 나타낸 바와 같이 기하급수적으로 늘어날 전망이다.

그런데, 무선 트래픽을 수용하기 위한 주파수 수요는 기하급수적으로 늘어나는데 비하여, 가용 주파수 자원은 한정되어 있다. 그렇다면 이미 할당이나 지정하여 사용하고 있는 주파수 자원의 이용률은 얼마나 될까? 그림 2는 체코의 Brno 지역에서 측정한 주파수 이용현황이다. FM 라디오 방송이나 이동통신 주파수의 이용률은 매우 높으나, 나머지 무선통신기기의 이용률은 매우 낮은 것을 알 수 있다. 미국의 FCC에서 측정한 자료에 따르면 전파의 이용률이 가장 많은 뉴욕시의 경우에도 UHF 주파수의 이용률이 약 15% 이하이고<sup>[4]</sup>, European Commission의 측

정 결과는 미국보다 낮은 8% 정도이다<sup>[5]</sup>.

이와 같이 주파수 수요는 급격히 늘어나는데 반하여, 지정 받은 주파수의 낮은 주파수 이용률에 대응하기 위하여 세계 각국에서는 주파수 공동사용에 대한 기술 개발과 정책 수립을 활발하게 진행하고 있다.

본 논문에서는 최근의 전파기술을 이용하여 개방형 주파수 대역을 확대하는 방안을 통하여 주파수 부족 문제를 해결하고자 한다. 서론에 이어 제 II장에서는 전파기술의 발전에 따른 전파정책의 변화를 정리하고, 제 III장에서는 전파의 창의적 이용을 위한 전파정책을 검토하고, 이를 위한 SAM(Spectrum Access Model)을 분석한다. 제 IV장에서는 전파의 창의적 이용을 위한 전파정책방안을 제시하고, V장에서 결론을 맺는다.

## II. 전파기술의 발전에 따른 전파정책의 변화

### 2-1 전파기술의 발전

Arraycomm의 Martin Cooper 회장의 조사에 따르면 전파기술의 발전에 따라 무선 용량은 1957년 이후 매 30개월마다 2배로 증가하였고, 지난 104년간 총 100만 배 증가하였다고 한다<sup>[6]</sup>. 표 1은 이의 세부 내용을 나타낸 도표로 주파수 대역 확장이 25배, 변조방식이 5배, 협대역 기술이 5배, 그리고 소형 셀 기술이 1,600배를 차지하고 있다.

이러한 내용을 토대로 모바일 브로드 밴드 구현을 위한 기술 개발 분야를 분류하면 그림 3에 도시한 바와 같이,

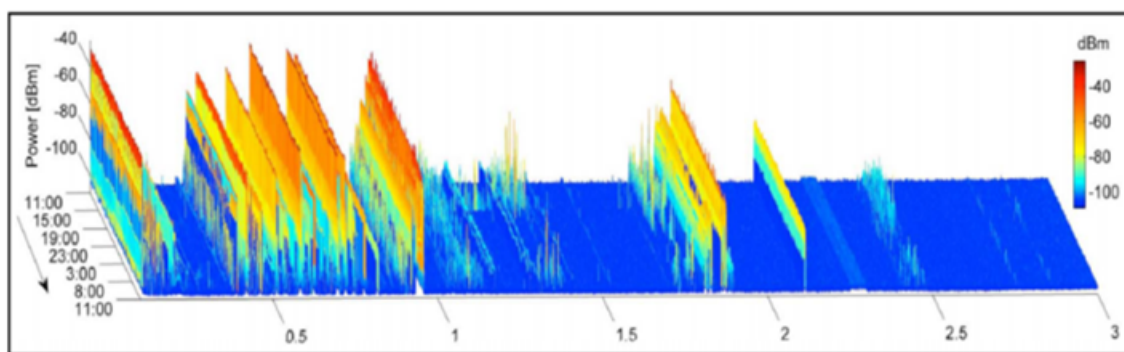


그림 2. 유럽에서의 주파수 이용량 측정  
Fig. 2. Spectrum occupancy measurement in Europe.

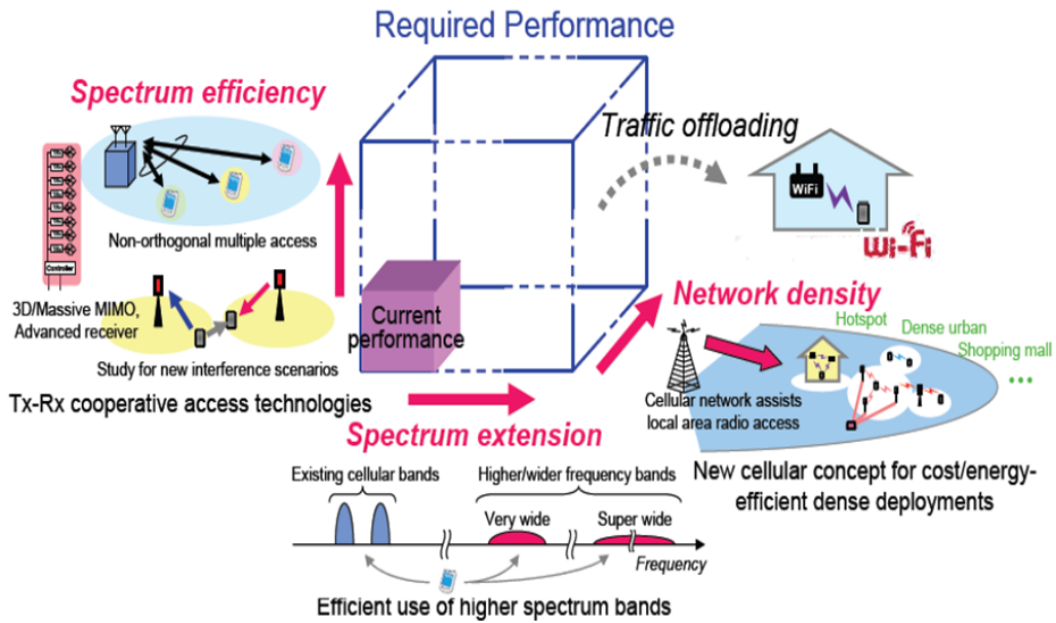


그림 3. 주파수 이용 기술 개발 분야  
 Fig. 3. Area of spectrum utilization technologies.

표 1. 무선 용량의 증대 요인 분석  
 Table 1. Analysis of improvement factor of wireless capacity.

Item	Improvement
Spectrum band 확장	25
Smaller slice	5
Modulation technique	5
Reduced cell size	1,600
Total	1,000,000

주파수 대역 확장, 주파수 이용효율 향상, 그리고 소형 셀 기술 개발로 크게 구분할 수 있다<sup>[7]</sup>. 주파수 대역의 확장은 지금까지 이동통신이 3 GHz 이하의 주파수를 사용하였지만, 앞으로는 3~5 GHz 대역에서도 인지 무선 기술과 소형 셀을 기반으로 한 LSA(Licensed Shared Access)의 이용이나, 5 GHz 대역의 unlicensed operation, 그리고 10 GHz 이상의 대역에서 초소형 cell의 출현이 예상된다. 이와 함께 WLAN을 통한 data off-loading도 더욱 늘어날 전망이다.

주파수 이용효율의 향상 측면에서는 MIMO/3D beamforming 기술이 더욱 개발되고 CoMP(coordinated multi-

point) 기술도 널리 사용될 것으로 전망된다. 소형 셀 분야는 펌토 셀(femto cell)이나 WLAN 기술이 이미 많은 곳에 설치되어 운용되고 있다. 앞으로는 3.5 GHz 대역이나 10 GHz 이상의 대역에서 새로운 규격의 소형 셀 기술이 각광을 받을 것으로 예상된다.

이상 기술한 바와 같이 미래에는 소형 셀과 같은 소 출력 기술과 인지 무선, 그리고 스마트 빔 형성 기술 등이 주류를 이룰 것이다. 이러한 기술 발전 추세는 개방형 주파수에 대한 이용을 더욱 가속화시킬 것으로 전망된다. 본 절에서는 개방형 주파수 정책과 직접 관련이 있는 소형 셀 기술과 인지 무선 기술에 대하여 살펴본다.

### 2-1-1 소형 셀 기술

소형 셀은 종래의 펌토 셀, 피코 셀, 그리고 마이크로 셀을 모두 포함하는 개념으로 서비스 커버리지가 10 meter에서 1 km 정도를 커버하는 cell을 말한다. 2015년경에는 소형 셀의 비중이 모바일 데이터 트래픽의 48%를 차지할 것으로 예상되고, 2020년경에는 기지국의 80% 정도를 소형 셀 기지국이 차지할 것으로 예측되고 있다.

그렇다면 소형 셀은 어떠한 특징을 가지고 있을까? 첫

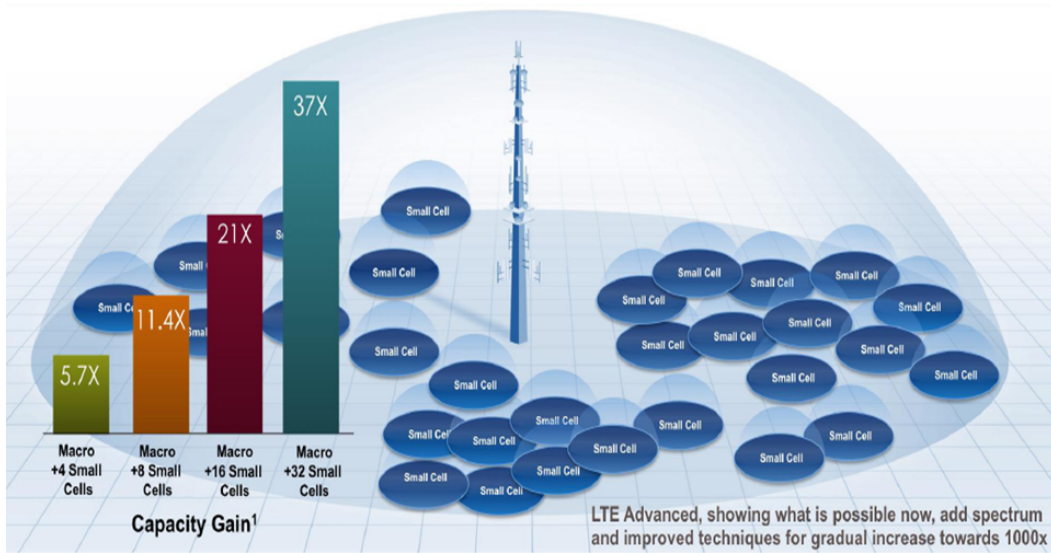


그림 4. 소형 셀의 주파수 이용효율  
Fig. 4. Spectral efficiency of small cell.

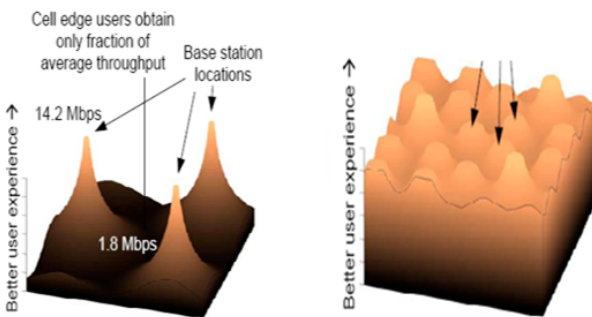


그림 5. 매크로 셀 1과 소형 셀의 커버리지  
Fig. 5. Coverage of macro and small cells.

번째로, 소형 셀로 네트워크를 구축하면 네트워크 용량이 매우 커진다. 그림 4는 하나의 매크로 셀을 기준으로 그 안에 들어가는 소형 셀 1의 수에 따라 용량이 얼마나 증가하는지를 나타낸다<sup>8)</sup>. 하나의 매크로 셀 내에 4개의 소형 셀을 설치하는 경우 5.7배의 용량 이득(capacity gain)이 얻어지고, 8개의 소형 셀이 있는 경우에는 11.4배, 그리고 32개의 소형 셀을 설치하는 경우에는 37배의 이득을 얻는다. 또한, 그림 5에 도시한 바와 같이 전파의 음영지역이 해소된다. 매크로 셀의 경우, 먼 거리까지 커버하기 위하여 출력을 높게 송출하여 기지국 주변의 출력은 매우 좋으나, 셀의 경계에서는 전파의 음영지역이 곳곳에 존재

한다. 반면에 소형 셀은 전파의 커버리지가 상대적으로 좁아서 기지국과 셀 경계 사이의 출력이 크지 않아 음영 지역을 해소할 수 있다<sup>9)</sup>.

### 2-1-2 인지 무선 기술

미국 상무성 산하의 NTIA(National Telecommunications and Information Administration)에서는 CR 기술을 “전파환경을 측정하여 이 정보를 토대로 무선기기의 동작 파라미터를 자동으로 조정함으로써 system operation을 변경하는 기술”로 정의하고 있다. 여기에서 system operation이란 전송효율의 향상, 간섭경감, 시스템 간 상호운용, secondary market access 등을 일컫는다. 그림 6은 이러한 개념을 cognition cycle로 표현한 그림이다. CR 장치는 주기적으로 외부 환경을 관측(observe)하여 전처리를 한 후에 내부에 가지고 있던 관련 정보와 정렬(orient) 시켜본다. 이때 새로운 내용이 있으면 이를 learning process를 통하여 update시키고, 특이한 사항이 없는 경우에는 정상적인 경우에는 계획(plan) 단계를 거쳐 자원을 할당하고(decide) 통신을 행한다(act)<sup>10)</sup>. 외부 환경정보를 관측하는 방법은 spectrum sensing에 의하여 직접 측정하거나, 관련 정보를 database에 주기적으로 입력하고, 이를 활용하기도 한다. 또한, CR 기기가 사용하는 채널을 관리하는 channel ma-

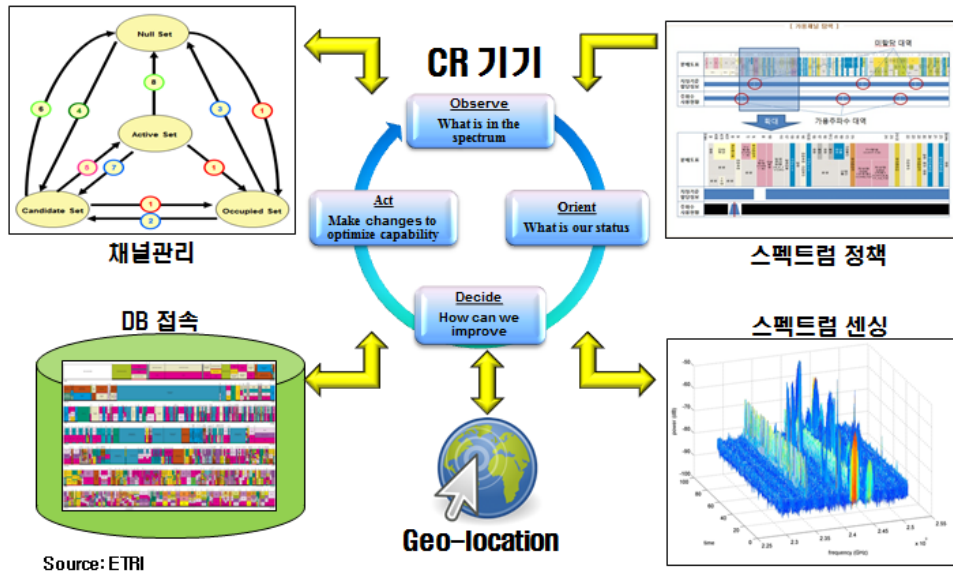


그림 6. CR 기기의 동작  
Fig. 6. Operation of CR equipment.

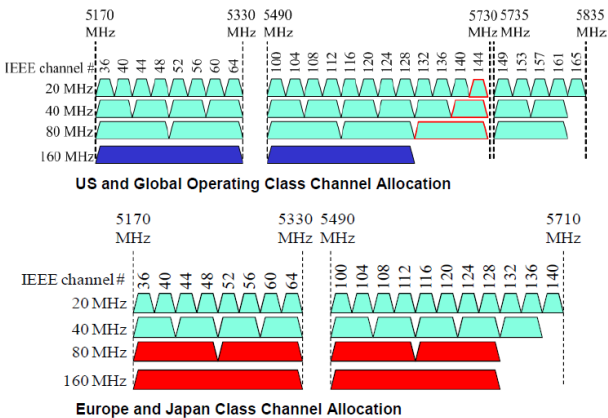


그림 7. IEEE 802.11 WLAN의 채널 대역폭  
Fig. 7. Channel bandwidth of IEEE 802.11 WLAN.

management 기능을 두어 환경에 맞게 채널을 선택하여 사용한다.

### 2-1-3 광대역 무선기술

그림 7은 5 GHz 대역에서 사용하는 IEEE 802.11 WLAN 규격의 채널 대역폭이다. IEEE802.11a 규격은 20 MHz 대역폭을 사용하나 11n으로 진화되면서 20 MHz 또는 40 MHz 대역폭으로 넓어졌고, 11ac 규격이 제정되면서 man-

datory로 80 MHz, option으로 최대 160 MHz의 대역폭을 갖는다<sup>[11]</sup>. 이와 같이 전파기술이 진화되면서 무선기기의 대역폭이 광대역화가 이루어지고 있다.

### 2-2 전파정책의 변화

스펙트럼을 관리하기 위한 전파정책 모델은 그림 8에 도시한 바와 같이 '명령과 통제(command and control)', '시장 메커니즘(market mechanism)', '면허 불요(unlicensed)'의 3가지 모델로 분류된다<sup>[12]</sup>. 명령과 통제의 기본이 되는 전파관리는 1920년대 초 미국의 라디오방송이 시작되면서 탄생하게 되었다. 초기에 방송국의 수가 적을 때는 전파간섭이 없었으나, 방송국의 수가 점차 늘어남에 따라 방송국 간에 전파간섭이 발생하기 시작하였다. 이에 따라 1927년 FRC(Federal Radio Commission)가 조직되고, Federal Radio Act를 제정하면서 “전파는 공공재로 정부가 직접 관리하여야 한다.”고 인식하게 되면서 명령과 통제의 전파관리 체제가 뿌리를 잡게 되었다. 따라서 초기 전파관리 정책은 전파자원의 간섭을 방지하는 것을 목적으로 하는 ‘명령과 통제 중심의 행정적 정책’이라고 할 수 있다. 명령과 통제 방식은 주파수의 분배, 할당, 이용권 범위, 그리고 기술기준 등을 정부가 결정하는 체제로 전파관리 정책의 가장 전



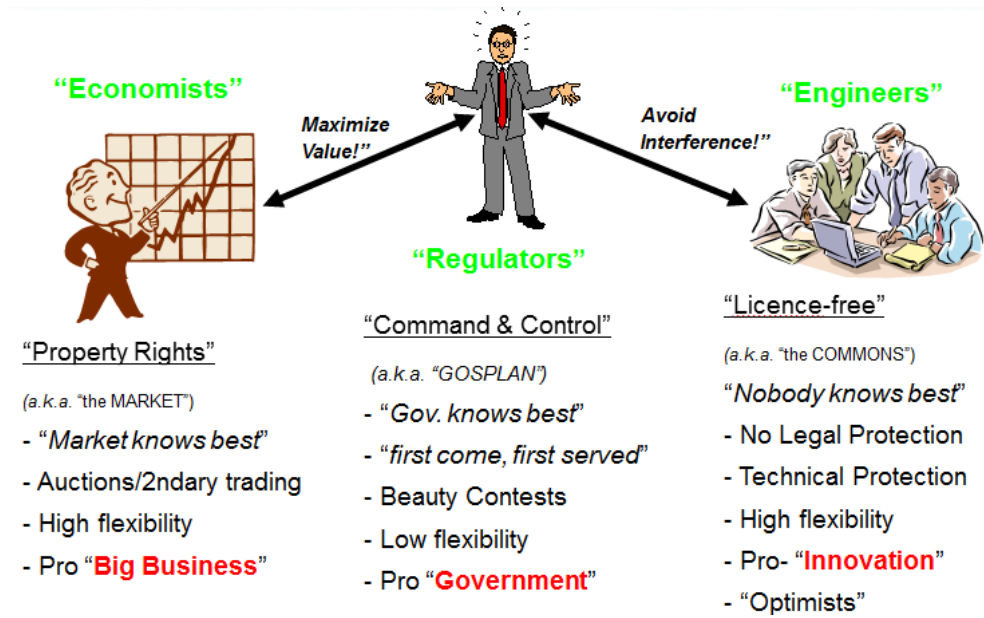


그림 8. 전파정책 모델  
 Fig. 8. Model of spectrum policy.

통적이며, 현재까지도 가장 많이 적용되는 체제이다.

시장 기반의 전파정책은 1959년 Coase 교수가 “Journal of Law and Economic Article”에 재산권 모델을 주장하면서 탄생되었다. 주파수도 재산권과 같이 수요와 공급에 의해 주파수 가격이 시장에서 결정되어야 한다는 주장이다. 따라서 주파수 이용자가 시장상황에 적합하게 주파수의 거래나 임대 가능하다. 통상적으로 경매를 통해 주파수를 할당하고, 주파수의 용도, 양도·임대 등은 시장에서 면허권자가 자율적으로 결정할 수 있다.

면허 불요(license-free 또는 unlicensed) 모델은 주파수 이용에 대한 면허를 받지 않고, 누구나 이용할 수 있는 개방형 스펙트럼을 말한다. 다시 말하면 개방형 스펙트럼이란 정해진 규정(rules)을 만족하면 누구나 사용할 수 있는 대역으로, 전파이용의 형태, 이용 대역 및 서비스에 따라 규정을 달리 적용한다<sup>[13]</sup>. 개방형 스펙트럼의 특징은 전파의 이용률이 높을 뿐만 아니라, 전파의 창의적 이용이 가능하다. 따라서 새로운 비즈니스 기회의 창출을 통해 전파 산업의 경쟁력을 강화시키는데 적합한 전파관리 모델이다. 다만 이 모델은 다수의 사용자들이 이 대역을 이용하되, 간섭으로부터 보호 받지 못한다. 따라서 간섭을 최소화하면

서 다수의 사용자가 공동으로 사용하는 spectrum etiquette 이나 프로토콜이 필요하다. 오늘날 우리가 많이 사용하는 ISM 대역이나 RFID 또는 FACS(Flexible Access Common Spectrum) 대역이 이 범주에 속한다.

그렇다면 상기 3가지 모델을 어떻게 조화롭게 정책을 펼쳐야 하는가? 이를 결정하는 것이 전파정책의 중요한 문제이다. 이를 결정하는 요소는 그 나라의 무선통신 infrastructure와 전파의 이용수준, 그리고 전파에 대한 국가의 전파관리 기본정책 등에 따라 달라진다.

앞에서 언급한 바와 같이 "command and control"는 정부

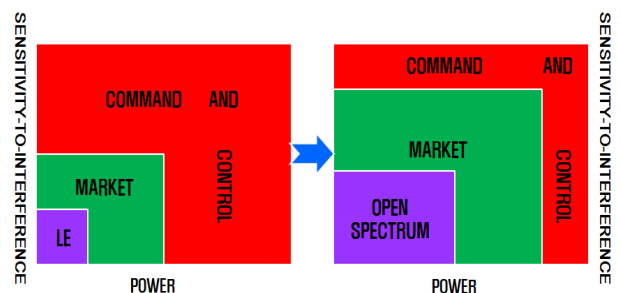


그림 9. 전파관리 모델의 변화  
 Fig. 9. Shift of spectrum management model.

의 통제 하에 주파수를 이용하는 것으로 공공안전이나 항공기 운항과 관련된 분야에 적합하고, 이동통신과 같이 규모의 경제를 창출하는 분야는 "market-based approach"가 시장을 활성화 시키는데 도움이 될 것이다. 그리고 개방형 전파정책은 기술혁신을 촉진시키는 동시에 새로운 전파 산업을 창출할 수 있다. 미래에는 그림 9에 나타난 바와 같이, 시장 기반의 전파정책과 개방형 전파정책을 더욱 확대해야 할 것이다.

### III. Spectrum Licensing에 따른 주파수 이용형태 분류 및 SAM

#### 3-1 스펙트럼 면허에 따른 주파수 이용형태 분류

명령과 통제방식의 전파관리 제도에서는 전파법이 무선국 허가를 중심으로 제정되었다. 그러나 전파기술의 발달과 함께 시장기반의 전파정책이 도입되고, 이를 위한 스펙트럼의 block licensing이 자리를 잡게 되었다. 한편, 주파수 공동사용 기술의 발전과 함께 면허 없이 사용하는 unlicensed bands가 도입되었다. 표 2는 스펙트럼 면허에 따른 이용권 형태와 사용 예제를 표시한 도표이다.

스펙트럼 면허를 받고 사용하는 경우에는 배타적으로 할당받는 경우와 공동사용으로 할당 또는 지정을 받는다. 특히 표 2에 나와 있는 LSA는 아직 개념 정립단계로, 이동

통신의 주파수 부족문제를 해결하기 위하여 지정 주파수를 대상으로 incumbent에 간섭을 주지 않는 조건으로 주파수를 이용하는 2차 공동사용 면허를 말한다. 개방형 주파수 대역은 종래에는 면허 불요 1차 공동사용에 한정되었으나, 제 I장에서 기술한 바와 같이 지정주파수의 이용률이 낮은 대역에 대하여 면허 불요 2차 공동사용을 허가하거나, UWB와 같이 spectrum underlay로 허가하는 대역을 말한다. 앞으로는 면허 불요 2차 공동사용 대역을 대폭 확대하여 주파수 부족문제를 해결하여야 할 것이다.

#### 3-2 전파지형의 재편에 따른 주파수 정책

전파의 이용이 이동통신 중심으로 재편되고, 소형 셀 1과 인지 무선 기술이 발달하면서 주파수 정책이 크게 변화되고 있다. 먼저 미국의 national broadband plan이나 우리나라의 모바일 광개토 플랜의 이행을 위하여 회수 및 재배치를 추진하고 있으나, 기사용 중인 incumbent의 이전을 따른 비용과 소요기간 등에서 중장기적인 추진이 요구된다. 한편, 표 3에 정리한 바와 같이 주파수 공동사용은 비교적 단기간에 시행이 가능하며, 미국의 PCAST에서는 이를 적극 권고하고 있다. 특히 개방형 주파수 대역을 확대하여 spectrum super-highway 건설을 강력하게 권고하고 있다<sup>14)</sup>. 또한, 소 출력 무선기술이 확대됨에 따라 밀리미터파 대역의 활용도가 점차 높아지면서 가용 주파수 자원

표 2. 스펙트럼 이용형태의 분류  
Table 2. Classification of spectrum usage types.

면허	이용권 형태		예제
면허 필요 (Licensed, Individual Authorization)	배타적 이용 (Exclusive)		· 이동통신
	Non-exclusive	1차 공동사용 면허 (Shared Primary Access)	· WAPECS · TV 방송과 PLMR(미국 초. 14-20) · Radar의 Exclusion Zone
		2차 공동사용 면허 (Shared Secondary Access)	· LSA
면허 불요 (Unlicensed) 개방형 이용	면허 불요 2차 공동사용 (Horizontal Shared Secondary Access)		· Unlicensed TVBD · Wi-Fi DFS · UWB-DAA
	면허 불요 1차 공동사용 (Horizontal Shared Access)	용도 미지정 (Spectrum Commons)	· FACS, ISM
		용도 지정 (Application Specific)	· RFID, WMTS · MICS, MBAN

표 3. 주파수 정책 방안 및 특징  
Table 3. Types and features of spectrum policy for spectrum scarcity.

주파수 정책방안		특징
회수 및 재배치		· 천문학적 비용 · 중장기 추진 방안
Spectrum Sharing	개방형 전파	· 창의적 전파이용 · 단기적 추진 방안 · PU와 공존 기준 검증 필요
	LSA	· 이동통신 주파수 확보 · 단기적 추진 방안 · PU와 공존 기준 검증 필요

의 확대도 매우 중요하다.

### 3-3 개방형 전파 이용을 위한 SAM

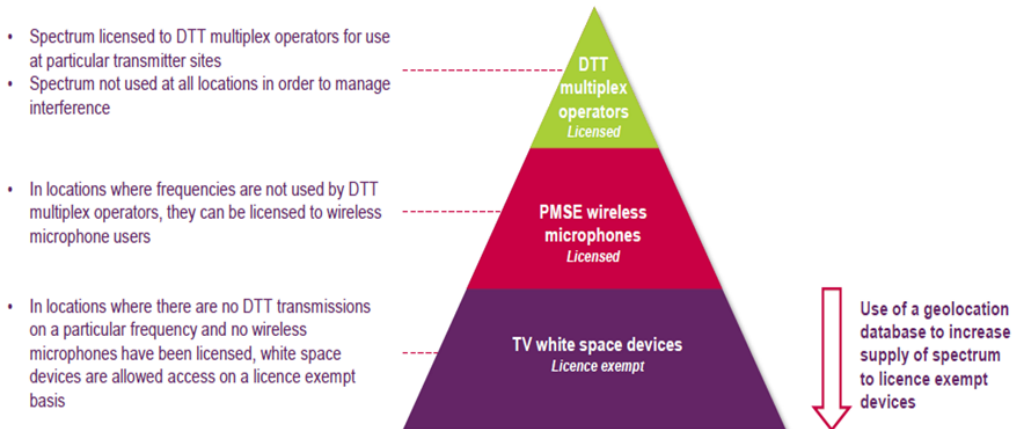
2000년대에 접어들면서 소형 셀과 인지 무선 기술이 발달하면서 SAM(Spectrum Access Model)에 대한 변화를 주장하기 시작하였다. 제 I장에서 언급한 바와 같이 폭발적으로 늘어나는 수요에 대처하기 위해서는 PU(Primary User)가 있어도 이용률이 낮은 경우에 이를 새로운 기술을 바탕으로 PU에게 간섭을 주지 않는 범위 내에서 활용하자

는 의견이 강력하게 대두되면서 3-tier model이 제안되고 있다. 미국의 대통령 과학기술자문위원회(PCAST: Presidents' Council of Science and Technology)에서는 3.55~3.65 GHz 대역에 적용할 SAS(Spectrum Access System)으로 1) Federal Primary Access(Incumbent), 2) Secondary Access(Quality of Service Applications), 3) General Authorized Access로 구분하고 있다<sup>15)</sup>.

한편, 영국의 Ofcom에서는 TVWS에 대하여 그림 10과 같은 spectrum access model을 제시하고 있다. 즉, incumbent user인 DTT(Digital TV Transmitter)가 1순위 사용자이고, 2순위로는 PMSE(Programme Making and Special Event) 장치, 그리고 3순위로서 TVBD(TV Band Device)가 사용한다<sup>3)</sup>.

이상의 사례를 토대로 본 연구에서는 개방형 전파정책을 위한 SAM(Spectrum Access Model)으로써 그림 11에 도시한 바와 같은 3-tier model을 적용한다<sup>16)</sup>. 이 모델은 항공기의 안전을 위하여 특정 주파수 대역을 배타적으로 이용하여야 하는 항공 무선 항행이나 경매를 통한 이동통신 등은 one-tier model이 되고, 이러한 대역은 오직 1차 사용자만을 허가한다. 그러나 주파수 자원의 이용률이 낮은 대역의 주파수 이용효율을 높이기 위하여, 2차 공동사용 면허를 주거나, 면허 불요 2차 공동사용을 허가하는 경우에

### Example of tiered spectrum access enabled by sharing



Source: Ofcom

그림 10. Ofcom이 제시한 TVWS spectrum access model  
Fig. 10. Spectrum access model of TVWS proposed by Ofcom.



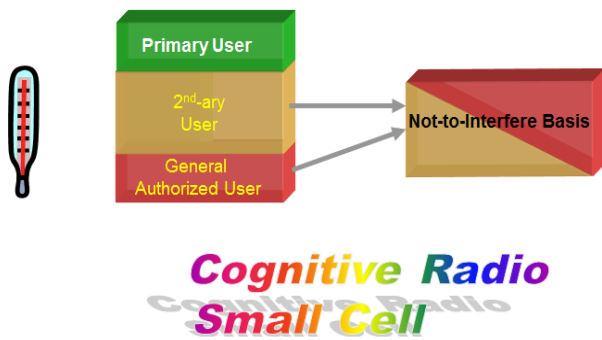


그림 11. 스펙트럼 접근 모델  
Fig. 11. Spectrum access model.

는 2-tier model을 적용하고, 1차 사용자와 2차 사용자가 있으면서 개방형을 허가하는 경우에는 3-계층 모델이 된다. 이 때 2차 사용자는 1차 사용자에게 간섭을 주지 말아야 하고, 개방형 이용자는 1차 및 2차 사용자에게 간섭을 주지 말아야 한다.

#### IV. 전파의 창의적 이용을 위한 전파정책 방안

##### 4-1 광대역 개방형 대역의 확대

제 II장에서 검토한 바와 같이, 전파기술의 눈부신 발전과 함께 가장 큰 특징은 소 출력 광대역 무선기술과 인지 무선 기술의 출현이다. 이미 IEEE802.11ac의 경우, 1개의 채널이 160 MHz까지의 대역폭을 갖는다. 따라서 미국의 PCAST에서 주장한 바와 같이 수백 MHz 이상의 대역폭을 갖는 개방형 스펙트럼 대역을 규정하고, 창의적인 서비스의 특성에 맞는 대역폭을 사용하여야 한다.

##### 4-2 서비스 중립성(Service Neutrality)의 확대

전파의 창의적 이용을 위해서는 용도를 미리 정하지 말아야 한다. 용도 지정을 하면 서비스가 이미 정해지므로 정해진 규정만 만족하면 누구나 사용하는 개방형 대역을 설정하되, 서비스 중립성을 보장해야 한다. 우리나라에서는 60 GHz FACS 대역에서만 서비스 중립성을 허용하고 있으나, ISM 대역을 포함하여 용도 미지정 대역을 확대하여야 할 것이다. 그리고 다수의 사용자가 동일한 대역을 이용할 수 있으므로 간섭관리를 위한 규정을 많은 연구를 통하여 제정하여야 한다.

##### 4-3 간섭관리를 위한 기술개발 확대

개방형 대역에서는 다수의 사용자가 동일 대역을 이용할 수 있으므로 간섭관리를 위한 기술개발이 필요하다. 면허 불요 2차 사용의 경우 미국의 TVWS나 3.65 GHz의 light licensing 대역에서 도입한 database를 이용하거나, 출력이 낮은 경우에는 spectrum sensing 기술을 사용하는 option을 두어야 한다. 면허 불요 1차 사용의 경우에는 spectrum etiquette이나 spectrum access protocol을 적극 개발하여 서비스를 원활히 제공할 수 있는 기술을 적극 개발하여야 한다.

##### 4-4 SAM의 변화

개방형 전파정책을 적극 확대하기 위해서는 종래의 2-tier model에서 3-tier model로 전환하여야 한다. 미국의 3.55 ~ 3.65 GHz 대역이나 영국의 TVWS의 사례에서 보듯이 이용대역에 따라 1-tier model에서 3-tier model까지 탄력적으로 적용할 것을 제안한다.

##### 4-5 전파법 체계 개선

우리나라의 전파법은 명령과 통제로 주파수를 관리하던 시기에 제정되어 무선국 허가를 중심으로 전파법이 구성되어 있다. 이를 개편하여 spectrum license, apparatus license, class license<sup>[17]</sup>, 그리고 사용 승인의 체계를 구비한 전파법으로 변경할 것을 제안한다.

##### 4-6 국제 호환성 유지

전파는 자유공간을 이용하기 때문에 어느 특정국가에 독립적으로 사용하기가 어렵다. 과거 일본이나 미국 등은 독자적인 갈라파고스 전파정책을 펼쳤으나, 2000년대에 들어서 대부분의 국가가 global 전파정책을 시행하고 있다. 따라서 ITU-R의 규정과 인접국과의 조화, 그리고 국제 표준 등을 고려하여 자국의 분배표를 제정하고, 이를 토대로 전파를 이용하여야 한다.

#### V. 결 론

전파정책은 전파기술과 사회의 발전에 따라 전파정책의 패러다임이 변화되어야 한다. 스마트 사회의 도래와 함

게 폭발적으로 늘어나는 주파수 수요에 대비하기 위해서는 주파수 공동사용을 적극 확대하여야 한다. 특히 전파의 창의적 이용을 위해서는 개방형 전파정책을 통하여 사회의 모든 분야에서 창의성과 상상력을 동원하여 새로운 서비스를 창출하도록 정책을 수립하여야 한다.

본 논문에서는 개방형 대역을 확대하기 위한 전파정책 방안으로 이용효율이 낮은 주파수 대역을 중심으로 주파수 공동사용 기술을 활용하여 개방형 주파수 대역을 적극 확대하고, 이용 대역에 따라 SAM을 가변적으로 적용할 것을 제안한다. 그리고 전파의 창의적 이용을 위하여 서비스 중립성의 적용분야를 적극 확대하고, 간섭관리를 위하여 충분한 기술 개발을 통하여 기술을 검증할 것을 제안한다. 또한, 무선국 허가 체계에서 제정된 우리나라의 전파법을 스펙트럼 면허, 지정, class license, 그리고 사용 승인으로 분류하여 전파법 체계를 개선할 것을 제안한다. 끝으로 전파의 창의적 이용과 함께 국제 호환성 등을 고려하여 규모의 경제를 창출할 수 있도록 global 전파정책을 확대할 것을 제안한다.

### References

[1] 김창주 등, "주파수 공동사용 정책 및 이용권 분석", 한국전자과학회논문지, 24(8), pp. 805-819, 2013년 8월.  
 [2] Cisco, Cisco Visual Networking Index, "Global mobile data traffic forecast update", 2013-2018, 2014.  
 [3] Ofcom, Mobile Data Strategy, 2013.  
 [4] M. A. McHenry, "NSF spectrum occupancy measurements,

project summary", <http://www.shared-spectrum.com>, 2005.  
 [5] S. Forge, R. Horvitz, and C. Blackman, "Perspectives on the value of shared spectrum access", *Final Report for the European Commission*, 2012.  
 [6] Martin Cooper, Cooper's Law, ArrayComm, 2006.  
 [7] NTT DOCOMO, "Conceptual views and candidate technologies for future radio access", *TTA Workshop*, 2012.  
 [8] Qualcomm, The 1000x Mobile Data Challenge, 2014.  
 [9] ARTIST4G, Advanced radio Interface Technologies for 4G Systems, 2010.  
 [10] 김창주, "Cognitive Radio 기술 및 표준화 동향", 한국전자과학회지 전자파기술, 20(3), pp. 9-16, 2009년 5월.  
 [11] IEEE802.11, IEEE802.11ac Overview, 2014.  
 [12] F. Greco, "Frequency management reform: The european implications", *TILEC workshop*, 2003.  
 [13] Kevin Werbach, "Open spectrum: The new wireless paradigm", *Spectrum Series Working Paper #6*, 2002.  
 [14] PCAST, Report to the president: Realizing the full potential of government-held spectrum to spur economic growth, 2012.  
 [15] FCC, In the matter of amendment of the commission's rules with regard to commercial operations in the 3,550 ~3,650 MHz Band, 2012.  
 [16] P. Kolodzy, The RF Spectrum and Dynamics Innovation, 2008.  
 [17] ACMA, Radiocommunications class license, 2013.

### 김 창 주



1976년~1980년: 한국항공대학교 전자공학과 (공학사)  
 1986년~1988년: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)  
 1989년~1993년: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)  
 1979년 12월~1983년 3월: 국방과학연구소

연구원

1983년 3월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원  
 1994년~1998년: 한국전자통신연구원 전파신호처리연구실장  
 1999년~2001년: 한국전자통신연구원 이동통신모델연구부장  
 2003년~2010년: 한국전자통신연구원 전파기술연구부장  
 [주 관심분야] 이동통신, 전파기술, Cognitive Radio 기술 등