

## 주파수 공용통신 용도 주파수의 경제적 가치 측정

### Estimating the Economic Value of Radio Spectrum for Trunked Radio System

변희섭 · 연권흠\* · 김용규\*\*

Hee Sub Byun · Kwon-Hum Yeon\* · Yongkyu Kim\*\*

#### 요약

최근 정부는 주파수의 효율적 이용을 위하여 이용자에게 주파수의 경제적 가치를 부과하겠다는 정책을 발표한 바 있다. 이에 따라 다양한 용도의 주파수에 대한 경제적 가치를 측정하려는 시도가 있을 것으로 예상된다. 이러한 측면에서 본 연구는 주파수 공용통신 용도의 주파수의 경제적 가치를 최소비용대안 방식으로 측정하고자 하였다. 이 경우, 주파수의 가치는 해당 주파수가 주어지지 않을 경우 다른 방법으로 동 서비스를 제공하는데 들어가는 비용으로 측정할 수 있으며, 주파수 공용통신의 경우 이는 LTE 망을 통하여 제공하는데 소요되는 비용이 된다. 즉, TRS 용 주파수의 가치를 LTE 망 이용대가, 설비투자비용, 단말기 보조금, 보상금 등의 합계로 추정해 보았다. 본 연구의 결과는 향후 다른 용도의 주파수 이용대가 산정에도 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

#### Abstract

The Ministry of Science and ICT recently announced its policy direction that involves charging the economic value of radio spectrum for promoting its efficient usage. According to the policy, there will be much efforts to estimate the economic values of various usages of radio spectrum. In this study, the economic value of radio spectrum is estimated for trunked radio system(TRS) by employing the least cost alternative methodology. The proposed methodology estimates the value of radio spectrum according to the cost of an alternative that can be employed for providing the same service. The value of radio spectrum for TRS was determined on the basis of the cost associated with the provision of TRS through the LTE network, wherein the value of radio spectrum for TRS comprises the LTE network cost, capital expenditure for the LTE service, subsidy for the LTE handset, and compensation cost for migration. Results obtained from this study can aid in calculating the economic values of radio spectra for other services and applications.

Key words: Trunked Radio System, Economic Value of Spectrum, Least Cost Alternative Approach, Administrative Incentive Pricing.

#### I. 연구의 배경 및 목적

우리 정부는 최근 모든 주파수에 대하여 이용대가를 부과하고, 이러한 대가 부과의 투명성 및 예측 가능

「본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음(2017-0-00109, 전파자원 선순환을 위한 주파수분석기술개발)」<sup>[1]</sup>

「이 논문은 2019년도 한림대학교 교비연구비(HRF-201902-007)에 의하여 연구되었음.」

한림대학교 경영대학 금융재무학과(Dept. of Finance, College of Business, Hallym University)

\*세종기술경제연구소(Sejong Economic Research Institute on Technology)

\*\*한양대학교 ERICA 캠퍼스 경상대학 경제학부(Division of Economics, College of Business and Economics, Hanyang University ERICA Campus)

· Manuscript received April 29, 2019 ; Revised May 21, 2019 ; Accepted May 24, 2019. (ID No. 20190429-046)

· Corresponding Author: Yongkyu Kim (e-mail: ykkim@hanyang.ac.kr)

성을 제고하겠다는 정책 방향을 천명해 오고 있다. 즉, 정부는 2017년 ‘K-ICT 스펙트럼 플랜’에서 ‘대가 할당 및 심사할당 대상 구분의 명확한 기준 및 서비스별 합리적 대가할당 방식’을 마련하겠다고 한 바 있다<sup>[2]</sup>. 2019년 1월 제3차 전파진흥기본계획에서는 전파이용제도를 대대적으로 개편하여 주파수 면허제를 도입하겠다고 천명한 바 있다. 본 계획에서는 면허제에 더하여 원칙적으로 모든 주파수 면허에 대가 부과를 할 계획임을 밝히고 있다<sup>[3]</sup>. 여기서 정부는 ‘사업면허는 주로 가격경쟁에 의한 시장가치를 반영하고, 가격경쟁을 통해 결정하기 어려운 경우에는 정부가 산정하여 부과하겠다’고 천명하였다. 그리고 정부 가격 산정시 주파수의 가치 등을 종합적으로 고려한다고 한 바, 주파수의 경제적 가치에 대한 연구가 필요한 실정이다.

주지하다시피 주파수(spectrum)는 한정된 공급량을 갖는 국가의 희소자원으로서 정부의 효율적인 관리가 요구된다. 정보통신의 활용이 낮았던 과거에는 주파수의 수요에 비하여 공급이 충분하였기 때문에 정부의 전파 관리 목표가 유해한 간섭을 최소화하는 것이었다고 할 수 있다. 하지만, 5G 등 이동통신 기술 발전으로 인한 주파수 수요의 급증으로 이제 전파관리 정책의 목표는 주파수의 효율적 이용이라고 할 수 있다. 이에 따라 전파 관리 정책도 경매 등 시장(market)을 활용하는 방식으로 변화하고 있다. 한편, 경매가 되지 않을 경우, 정부가 주파수의 가치를 반영하여 가격을 책정하는 행정유인가격(administered 또는 administrative incentive pricing: AIP) 제도가 영국을 시작으로 영연방 국가를 중심으로 점차 많이 채택되어지고 있다. 이들 국가에서는 AIP를 채택하는 경우, 대개 주파수의 기회비용을 계산하여 반영하고 있다.

본 연구는 주파수 공용통신(trunked radio system: TRS) 용도 주파수의 경제적 가치를 측정함을 목적으로 하고 있다. TRS용 주파수는 그동안 KT파워텔이 사용해 왔으며, 2017년 6 MHz 대역폭을 반납하고, 현재 4 MHz 대역폭을 사용하고 있다. 이제 2019년에 주파수 재할당을 앞두고 있는바, 정부는 대가 할당으로의 전환을 고려하고 있으며, 이때 적절한 대가가 어느 정도 되는가에 대한 관심이 있는 상황이다.

TRS에 대한 주파수 가치는 앞으로 그 경제적 가치를 측정해야 하는 무선데이터 등의 서비스에 시사점을 제공할 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 현재 및 향후 정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있으리라 본다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존 연구 문헌을 소개하며 본 연구의 차별성을 제시한다. III장에서는 TRS의 현황을 살펴보고, IV장에서는 TRS 용도 주파수의 경제적 가치 측정을 위한 시나리오(scenario)와 이를 통한 분석결과를 제시한다. V장에서는 앞서 논의된 내용을 종합·정리하여 결론 및 시사점을 도출한다.

## II. 문헌연구 및 본 연구의 차별성

### 2-1 주파수의 가치 측정 연구

주파수 가치 측정에 관한 연구는 일찍이 영국에서부터 시작되어 왔다. 영국의 무선통신청(radiocommunications agency: RA)은 1996년에 NERA와 Smith를 통하여 주파수의 가치를 측정하는 연구를 진행한다. 참고문헌 [4]는 다양한 종류의 이동통신과 고정링크 주파수 대역에 대하여 주파수의 가치를 산정하였다<sup>[4]</sup>. 이들은 특정 주파수를 사용하고 있는 이용자의 ‘자기 사용(own use)’ 기회비용을 계산하였다. 즉, 자기 사용 기회비용은 해당 주파수가 주어지지 않았을 경우에 채택해야 하는 대안 중 가장 비용이 적게 드는 대안의 비용, 즉 최소비용대안(least cost alternative: LCA)으로 측정하였다. 영국정부는 이 연구를 기초로 실시한 공공 자문을 통하여 1998년 무선전신법(The Wireless Telegraphy Act)을 개정하였는데, 주요 내용은 주파수 자원의 합리적인 관리를 위하여 적정한 대가를 부과한다는 것이었다<sup>[5]</sup>.

참고문헌 [6]은 RA의 요청으로 주파수의 가격 책정에 관한 연구를 하였는데, Smith & NERA 연구에서 제시된 기회비용 접근법을 개선할 것을 권고하였다<sup>[6]</sup>. 즉, Indepen et al. 은 주파수의 가치는 현재의 사용 용도 이외에 다른 용도 또한 감안하여 책정되어야 한다고 제안하였다. 그림 1은 1과 2부분에 대한 주파수 할당으로부터의 한계편익을 나타내는 그래프이다. 1부분의 주파수가  $S$  만큼 할당될 경우, 1부분에서의 한계편익이 2부분에서의 한계편익을 초과한다. 따라서 이들

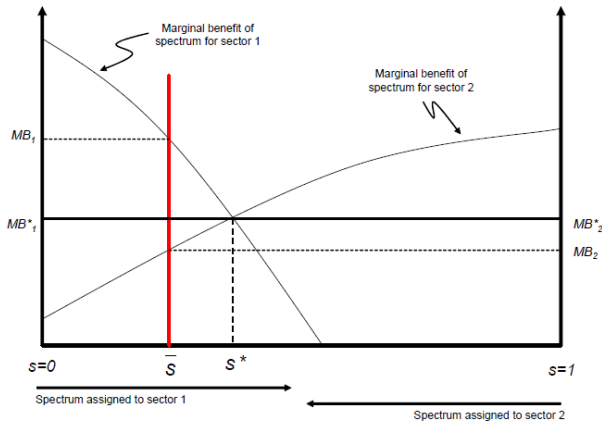


그림 1. 두 가지 용도의 주파수 할당으로부터의 한계편익  
Fig. 1. Marginal benefits of spectrum assigned to sector 1 and 2.

은  $S^*$ 와 같이 부문별 한계편익이 동일하도록 (즉, 분배적 효율성이 달성될 수 있도록) 주파수의 가격이 책정되어야 한다고 지적하고 있다.

하지만 이들은 이러한 분배적 효율성을 만족시키는 가격을 구하기는 어렵기 때문에 Smith & NERA 방식의 최소비용대안을 일단 채택하기로 한다. 그리고 이러한 AIP 부과를 통하여 주파수 이용의 분배적 효율성이 달성될 것을 기대하고 있다.

Smith & NERA 방식으로 주파수의 한계가치를 추정한 연구로 참고문헌 [7]~[9] 등을 들 수 있다. 참고문헌 [7]은 그리스에서의 셀룰러 이동통신 주파수 한계가치를 추가 주파수 이용으로 인하여 절약되는 투자비 및 유지비로 산출한 바 있다. 참고문헌 [8]은 이탈리아의 아날로그 방송의 디지털 전환에 따른 800~900 MHz 대역 주파수를 지상파 디지털 방송(DVB-T)과 3세대 이동통신(UMTS)용으로 사용하는 경우의 기회비용을 각각 계산하였다. 방송의 경우, 주파수가 주어지지 않을 경우 대안으로서 위성방송을 사용한다고 가정하고 비용을 도출하였다. 이동통신의 경우, 주파수가 충분치 않은 경우와 충분한 경우의 비용차이가 한계비용으로 활용되었다. 참고문헌 [9]는 인도 이동통신주파수의 기회비용을 계산하였다. 이들 또한 주파수가 여유있는 경우와 부족할 경우 간의 네트워크 투자비용 차이로서 기회비용을 파악하였다.

한편, 참고문헌 [10]은 주파수의 가치를 현금흐름 할인

법으로 계산하는 사례를 제시하고 있다. 이들은 주파수의 가치를 경제적 지대(rent)로 간주하고 이는 주파수로부터 나오는, 예컨대 해수면 수준의 기본적 가치(sea level value)와 해당 주파수대역의 고유 특성에서 나오는 대역 고유 가치(band specific value)의 합으로 구성된다고 보았다. 즉 주파수의 가치는 해당 주파수 면허로부터의 이윤의 흐름 또는 순현금흐름(net cash flow)의 현재가치이며 상기 두 개의 가치에 영향을 주는 많은 요인을 고려해야 한다고 하였다. 이들은 주파수의 가치 산출 방법을 구체적인 예를 들어 소개하는데 소위 하이브리드 가치측정법을 사용하고 있다. 우선 특정 주파수의 가치를 파악하기 위하여 시장에서 거래된 해당 주파수의 가격을 파악한다. 여기에 서비스와 지역을 감안해서 가치를 조정하고 또한 시기별 조정(temporal adjustment)을 한다. 다음으로는 대역특성을 반영하고 주파수가 한 쌍(paired)으로 사용될지 아니면 단독(unpaired)으로 사용될지에 대한 고려까지하여 이를 가치에 반영한다. 이러한 상세한 조정을 모두 거쳐서 최종적으로 주파수의 가치를 도출한다. 이러한 주파수의 가치 산정 방법은 주파수 경매에 참여하는 기업이 주파수의 가치를 평가함에 있어 참고가 될 것으로 보인다.

국내 관련 연구로 우선 참고문헌 [11]은 국내 2G 이동통신 주파수의 가격 책정 방법론을 제시하고 있다. 본 연구는 이동통신 주파수의 한계가치를 추가 주파수 보유에 따른 생산비용 절감액으로 측정하는 AIP 방식은 주파수 가치를 매우 보수적으로 측정하는 방식이라고 지적한다. 즉, 우리나라와 같이 이동통신 시장이 과점적이며 주파수가 대역별로 효율성 차이를 보이는 상황에서 주파수의 한계가치는 주파수의 효율성 차이에 의한 원가 차이 이상이 되어야 한다고 지적하고 있다.

참고문헌 [12]는 국내 800 MHz 및 1.8 GHz 대역 이동통신용 주파수의 경제적 가치를 산정하였다. 이들은 참고문헌 [4] 및 [6]의 LCA 방식으로 주파수 단위당 네트워크 인프라 투자비의 감소액을 통하여 이동통신용 주파수의 가치를 측정하였다.

참고문헌 [13]은 행정유인가격의 구체적 산정방법에 관한 해외와 국내 문헌을 비교 분석하고, 이를 바탕으로 향후 개선 방향을 제시하고 있다. 이들은 특히 기존의 연구가 이동통신의 세대별 이전에 따른 수요 변화를 반영하

지 않고 있음을 지적한다. 즉, 이동전화 2세대 서비스에서 3세대로의 가입 전환이 발생할 경우 2세대에서의 수요 감소에 따른 주파수의 가치 하락을 반영하는 방식의 가치 산정이 필요함을 지적하고 있다.

참고문헌 [14]는 미시적 수익접근법에 의하여 800 MHz 대역 이동통신용 주파수의 가치산정을 하였다. 즉 이들은 800 MHz 대역을 이용하는 2세대 이동통신 가입자 수 추정치 및 가입자당 수입(ARPU) 자료를 이용하여 동 대역 50 MHz 폭 주파수의 가치를 1조 4,098억원에서 1조 8,141억 원으로 산정하였다.

참고문헌 [15]는 어업통신을 위한 운용주파수의 경제적 가치를 산출하였다. 이들은 경제적 가치를 산출함에 있어 어업용 주파수를 이용하지 못하고 국내 이동통신망을 이용할 경우의 통신망 포설비용과 해당 주파수 대역의 경매가의 평균으로 해당 주파수의 가치를 연간 11,078(백만원)으로 계산하였다.

## 2-2 TRS 주파수의 가치 측정 연구

TRS 주파수의 가치 측정은 영국, 호주 등에서 이루어져 왔다. 영국의 경우, 상업용 TRS라고 할 수 있는 공중이동 무선(public access mobile radio: PAMR)과 자가망 TRS로 볼 수 있는 사설이동무선(private mobile radio: PMR) 또는 사설 비즈니스 무선(private business radio: PBR)에 대하여

표 1. Smith-NERA가 추정한 PAMR 용도 주파수의 경제적 가치

Table 1. Economic value of spectrums for the public access mobile radio estimated by Smith-NERA(1996).

	Smaller cells	Narrowband equipment	
		Min	Max
Total discounted cost	£1,500,000	£30,000,000	£40,000,000
Equivalent spectrum allocation(MHz)	2×1.5	2×1.5	2×1.5
Equivalent number of 2×12.5 kHz channels	120	280	280
Marginal value per national 2×12.5 kHz channel	£2,030	£17,400	£23,200

가치 측정이 각각 이루어져 왔는데, 이는 이들 면허에 대한 적정 AIP를 파악하기 위하여 행해졌다.

우선 참고문헌 [4]는 PAMR 서비스에 있어 주파수 혼잡이 발생하고 있는 상황에서 추가 주파수를 받지 못하고 대안을 이용할 경우의 비용을 계산하여 해당 주파수의 가치를 측정하였다. 이때 대안으로는 기존의 채널당 12.5 kHz 대역폭 대신 보다 효율적인 6.25 kHz 대역폭을 사용할 경우의 비용을 계산하였다. 이로부터 전국(national) 2×12.5 kHz 채널의 한계가치를 £17,400~23,200로 추정한 바 있다.

참고문헌 [6]은 PAMR 용도 주파수의 한계가치를 추가 주파수가 할당되지 않을 경우 추가로 들어가는 투자비용으로 파악하고, 주파수의 가치를 추정하였다. 즉, 2×1 MHz 주파수의 가치를 추가 2×1 MHz 주파수를 사용하지 못할 경우의 추가적 설비투자액과 2×1 MHz 주파수 추가 할당에 따른 비용 간의 차이로 계산하였다. 추가 설비투자액은 (i) 기지국 추가 건설비용, (ii) 기지국 사이트 임차비용, (iii) 장비 유지·보수비용, (iv) 기지국 선로비용 등 총 £1,808,990으로 추정하였다. 추가 주파수 할당에 따른 비용은 (i) 추가 송·수신기 비용, (ii) 송·수신기 유지·보수비용, (iii) 송·수신기 간 선로비용 등 £538,464로 추정하였다. 따라서 2×1 MHz의 가치는 £1,270,526이고, 2×25 kHz의 가치는 £31,763으로 추정하였다.

한편, 참고문헌 [16]은 호주 통신미디어청(australian communications and media authority: ACMA)의 요청에 따라 기기면허세(apparatus license tax)를 기회비용에 기초하여 산정하기 위하여 연구되었는데, 구체적으로 400 MHz 대역과 7.5~8.0 GHz 대역의 주파수의 가치를 측정하였다. 이들은 앞서 참고문헌 [6]과 마찬가지로 보다 효율적인 기술을 활용할 경우와 기타 대안을 서로 비교하여 동 주파수의 가치를 추정하였다. 연구결과, 기존 25 kHz의 채널을 협대역인 12.5 kHz로 변경시키는 안이 다른 안에 비하여 신뢰성을 가지는 최소비용대안으로 파악되었으며, 이때의 주파수 가치는 \$269/ kHz로 파악되었다<sup>[16]</sup>.

## 2-3 본 연구의 차별성

본 연구에서는 국내 TRS 주파수의 경제적 가치를 측정하고 정책적 시사점을 도출해 보고자 한다. 동 주파수의 경제적 가치 측정에 있어서 해당 주파수를 사용하지 못

하고 다른 방도를 통하여 TRS 서비스를 제공하는 경우에 소요되는 비용으로서 TRS 주파수의 가치를 측정한다. 국내의 경우, 아직 관련 연구가 없는 까닭에 본 연구는 TRS 주파수 가치 측정 분야의 국내 사례로서 기여할 것으로 보인다.

### III. 주파수 공용통신의 특성과 현황

TRS는 이동통신과 무전기가 결합한 통신 시스템으로 이해할 수 있으며, 하나의 채널을 여러 명의 이용자가 공유로 사용하는 시스템이다. 비교적 저렴한 가격과 안정된 품질로 동시 통화가 필요한 보안 서비스, 운수업체, 산업 현장 관리, 유통 및 물류 등의 분야에서 유용하게 사용되고 있다. 특히, TRS는 하나의 단말기로 이동전화·무선 데이터·양방향 무선호출 등의 기능을 발휘할 수 있으며, 다양한 부가 서비스의 제공이 가능하고, 일반 공중통신망(public switched telephone network)과 연결되면 이동전화의 기능을 그대로 발휘할 수 있다는 장점을 보유하고 있다.

국내 TRS 통신망은 기지국, 이동중계국, 육상이동국으로 구성되고, 개별·그룹통화, 이동전화, 데이터 통신 서비스를 제공하고 있다. 기술방식으로 iDEN 방식, TETRA 방식, LTE 망을 활용한 방식으로 구현되고 있다. iDEN 방식은 대용량 전송이 가능한 기술로 일부 국내 기업(SK 하이닉스, 삼성 등)에서 활용되고 있다. TETRA 방식은 저용량 자가망, 다양한 통화권 기능, 무선데이터 서비스 통화권 측면에서 우수한 특성을 갖는다. 다만, 채널용량, 멀티채널 측면에서는 iDEN 방식이 선호되고 있다. LTE 망을 활용한 방식은 이동통신서비스사업자의 LTE 망을 임차하여 가상이동통신망 사업자(mobile virtual network operator: MVNO)로서 서비스를 제공하는 방식을 의미한다. LTE 무전서비스는 커버리지가 넓고 영상 무전, 위치 관제 등 다양한 부가서비스를 제공하는 등 품질이 매우 우수한 것으로 알려져 있다.

국내 TRS 용도 주파수 분배 대역은 380 MHz 및 800 MHz 대역으로, 380 MHz(380~399.9 MHz) 대역은 자가업 무용 및 공공용으로 20 MHz 폭이 지정되어 있으며, 800 MHz 대역은 국가통합 무선망용(806~811, 851~856 MHz) 및 통신 사업용(811~813, 855~858 MHz)으로 14 MHz 폭으로 지정되어 있다(표 2 참고)<sup>[17]</sup>. 사업성 측면에서, LTE 망

표 2. TRS 용도 주파수 분배 현황

Table 2. Allocation of spectrum for trunked radio system

	Usage	Radio frequency (MHz)	Bandwidth (MHz)
380 MHz bands	For own use	380~384.9 390~394.9	10
	For public use	385~389.9 395~399.9	10
800 MHz bands	For national integrated wireless services	806~811 851~856	10
	For telecommunications business	811~813 856~858	4
Total		-	34

을 이용한 무전통신서비스의 제공 확산으로 TRS 망을 이용한 가입자 증가에는 한계가 있을 것으로 예상되고 있다. 다만 현재 남아있는 TRS 망을 이용하는 고객 일부는 보안상 또는 비상통신망 구축 필요상 이유 등으로 지속적으로 TRS 망의 이용을 원하는 것으로 알려져 있다. 이 고객들에 대해서는 iDEN 방식 기술지원 종료에 따라 2019년부터 TETRA 방식으로 서비스가 제공될 것으로 전망된다.

### IV. 국내 TRS 용도 주파수의 경제적 가치 측정

국내 TRS 용도 주파수의 경제적 가치측정에 있어 기존 연구와 유사하게 최소비용 대안 방식을 활용한다. 이는 기존 사업자에게 추가 주파수가 주어지지 않을 경우, 동질적 서비스를 제공하는 최소비용 대안을 선택할 것이라는 전제로부터 출발한다.

앞서 논의한 바와 같이 국내 사업용 TRS 서비스의 경우, 그간 주파수 반납에 대비하여 LTE 망을 활용한 서비스로의 대체가 많이 이루어져 왔다. 이에 따라 LTE 무전통신서비스는 기존 TRS 서비스의 대안이라고 볼 수 있으며, TRS의 최소비용대안으로 파악될 수 있다.

본 연구에서는 TRS 용도 주파수의 가치 측정을 위하여 몇 가지 가정을 하였는데, 이는 다음과 같다. 첫째, 주파수의 가치는 원래 한계가치로 측정하는 것이 바람직하나, 현재 사업용 TRS용도로 4 MHz가 할당되어 있는 상황에

서 2~3 MHz 폭을 사용할 때의 비용 추가분을 산정하는 것은 어려우므로 4 MHz 폭 전체를 사용할 수 없을 때의 대안(LTE망 임차)의 비용을 산출하기로 한다<sup>1)</sup>. 둘째, 현재 할당된 TRS 용도 주파수(4 MHz)를 이용하여 향후 5년간 서비스를 제공하며, 기존 TRS 망 가입자는 계속 유지된다고 전제한다. 셋째, 추정의 편의를 위해 서비스 전환에 소요되는 비용들의 할인요소는 고려치 않으며<sup>2)</sup>, 두 방식 간 장비운용인력 및 인건비에는 차이가 없음을 가정한다. 이러한 가정에 따라 고유한 시설투자 및 서비스 전환비용만을 기회비용으로 인식할 수 있다. 넷째, LTE 망을 통한 서비스를 위해 투자되어야 하는 비용은 교환국, 전송설비 등 장비구매와 망 임차에 따른 금액을 포함한다<sup>3)</sup>. 마지막으로 서비스 전환을 위하여 기존 가입자에 대한 보상금과 신규·기존 가입자에 대한 단말기 보조금<sup>4)</sup>을 지출할 수 있으며, 이를 소비자들이 수용한다고 가정한다.

본 연구는 표 3에서 제시한 LTE 망을 활용한 서비스에 수반하는 비용에 대한 수치를 적용한다. 각 비용은 5년간 동일한 금액으로 지출되어야 함을 전제한다.

먼저, 망 사용료를 구하기 위하여 케이티파워텔의 연도별 사업보고서의 LTE망 임차비용 자료를 활용한다<sup>18)</sup>. 2015년 LTE망 임차비용은 42.4억원이고, 2018년에는 55.7억원으로 나타난다. 이를 LTE 무선통신서비스 가입자 수로 나누면 2015년 연간 23,761원에서 2018년 23,080원으로 추정된다. 한편, 2018년의 경우 TRS 가입자수가 약 7,000 가입자 정도로 알려져 있는데, 여기에 가입자당 망 임차비용을 곱하면 LTE 망을 활용한 서비스로의 전환에 소요되는 망 임차비용을 추정할 수 있게 된다. 이러한 논리를 바탕으로 망 임차비용은 평균 약 1억 7,000만 원으로 추정되며, 최대치는 약 1억 8,500만 원, 최소치는 약 1억 6,200만 원으로 도출된다. 이를 MHz당 망 임차비용으로 환산하면, 평균 약 4,250만 원으로 추정된다.

한편, 망 임차비용을 제외한 나머지 비용들은 전문가

표 3. 최소비용대안에 기초한 TRS 용도 주파수의 경제적 가치 측정을 위한 시나리오

Table 3. Scenario for the measurement of the economic value of spectrums for trunked radio system based on least cost alternative approach.

<p>① Service is provided for 5 years using the assigned 4 MHz spectrum bandwidth. The existing subscribers are maintained.</p> <p>② Discount factors for the cash flow or cost are not considered. There is no difference between workers or costs of labor for the two different system.</p> <p>③ The cost of investment for the LTE networks includes the expenses for the purchase of exchange and transmission facility and the rental cost of the network.</p> <p>※ In case of MVNO, there is no frequency allocation.</p> <p>④ For the transition to the LTE-based service, the operator can provide compensation to the existing subscribers and handset subsidy to the existing/new subscriber. Subscribers accept the offer of the operator for the transition.</p>
<p>Value of radio spectrum for TRS</p> <p>= cost of using the alternative LTE based radio service</p> <p>= cost of network rental (MVNO) + cost of investment to exchanges etc + compensation + handset subsidy</p>

설문자료를 바탕으로 적정 수준으로 가정한다. 교환국 및 전송설비 등의 장비구매 비용은 크지 않을 것으로 판단한다. 왜냐하면, 이미 LTE 망을 활용한 서비스가 제공되고 있으므로 유지·보수·운용에 필요한 변동비용만 추가될 뿐, 고정비용이 발생하지 않기 때문이다. 이는 약 500만 원에서 4,500만 원 가량으로 예상된다. 보상금은 약 500만 원에서 1,500만 원 가량으로, 단말기 보조금은 약 500만 원에서 1,500만 원 가량으로 추정된다.

주파수의 경제적 가치 추정에 있어 보다 유연한 적용과 해석을 위해 평균, 최대, 최소 3가지 시나리오를 가정하여 분석을 수행한다. 평균의 경우 앞선 논의한 수치들의 평균값을 적용하며, 최대의 경우 최대값이 5년간 지속

1) 이 부분에 대하여 적절한 지적을 해 주신 심사자에게 감사드린다.  
 2) 만일 할인요소를 고려하게 된다면, 기회비용에 기초한 주파수의 경제적 가치가 더 낮아질 것으로 예상할 수 있다.  
 3) 이는 추가적인 주파수 할당 없이 망을 임차하여 서비스를 제공하는 현실을 감안한 것이다. 한편, 보다 광범위하게 투자비용을 추정하자면 서비스 방식 전환에 소요되는 R&D 지출도 고려될 수 있으나, 이는 일종의 매몰비용(sunk cost)이므로 투자의사결정에 고려되지 않을 것으로 가정한다.  
 4) 기존 iDEN 방식의 TRS 서비스와 달리 LTE 망을 활용한 방식의 경우, 사업자가 자체 개발한 신규 단말기의 활용이 필요하며, 서비스의 전환을 위해서는 사업자가 일부 보조금을 부담함을 전제한다.

표 4. 망 임차비용의 추정

Table 4. Estimation of cost of MNVO services.

	2015	2016	2017	2018
Rental cost of the network(million won)	4,237	5,813	6,480	5,569
Number of subscribers using the LTE-based service	178,323	241,705	245,685	241,305
Rental cost per subscribers(won)	23,761	24,052	26,377	23,080
New rental cost (million won)	166	168	185	162
Rental cost of network per MHz(million won)	42	42	46	40

됨을 가정하며, 최소의 경우 최소값이 5년 간 지속됨을 가정한다. 최대의 경우 LTE 망을 활용한 서비스로의 급격한 대체현상이 관찰될 경우를 의미하며, 최소의 경우 서비스 대체 수준이 낮은 경우를 의미하게 된다.

시나리오의 적용 결과, TRS 용도 주파수의 1 MHz당 연간 가치는 최소 4,425만 원에서 최대 6,500만 원으로, 평균은 5,625만 원으로 추정되었다.

한편 본 분석에 있어 추가적으로 검토되어야 하는 사항은 기존 주파수를 활용한 TRS 서비스에 수반되는 설비

표 5. TRS 용도 주파수의 경제적 가치 추정 결과(백만원)  
Table 5. Estimation results of the economic value of spectrum for trunked radio system based on least cost alternative approach(in million won).

	Average	Max	Min
Cost of network rental	170	185	162
Expenditure for exchange, transmission facility, etc	35	45	5
Compensation	10	15	5
Handset subsidy	10	15	5
Total	225	260	177
Value per 1 MHz	56.25	65	44.25

5) 기존 TRS 용도 주파수의 경우 심사할당이 이루어졌으므로, 할당대가는 고려치 않는다.

6) TRS 가입자가 지속적으로 LTE 무선으로 전환될 경우, TRS 수익이 작아져서 할당대가가 작게 나타날 수 있다.

투자비용<sup>5)</sup>이 LTE 망을 활용한 서비스의 구현을 위한 제반비용에 비해 더 큰 지를 확인하는 것이다. 이는 기존 서비스를 신규 서비스가 대체함에 있어 소요되는 비용 간 차이에 기초하여 최소비용대안의 현실성을 검증할 필요성이 있기 때문이다.

또한 보상금과 단말기 보조금의 경우 국내 통신시장의 특성을 감안한 현실적 요소로서 경제적 가치 추정에 포함하였지만, 이를 시설투자비용으로 보기는 어려운 측면이 내재한다. 특히, 보다 엄격한 가정을 적용할 경우, 단말기 비용은 통신 소비자가 부담해야 하는 것이 적절할 것이므로 사업자가 서비스를 전환하는데 필수적인 비용으로 고려하기 힘들다는 측면도 있다.

정부는 2018년 중에 주파수 할당 대가 산정 및 부과에 관한 고시 중 TRS에 관한 공식을 신설하여 동 서비스 주파수에 대한 할당대가 부과방식을 예상매출액의 1%, 실제매출액의 2%로 정한 바 있다<sup>19)</sup>. 이는 주지하다시피 현재의 주파수 할당대가 부과 방식이 예상매출액에 대한 부과율 x%와 실제매출액에 대한 부과율 y%의 합이 3%로 되도록 정해져 있기 때문에 그 제약하에서 불확실성을 감소시키는 측면에서 실제매출액의 비중을 다소 높여 정한 것으로 보인다. 정부는 TRS용 주파수의 사용기한이 만료되는 2019년 이후 TRS 주파수 재할당하는 경우, 심사할당에서 대가할당으로 전환한다는 정책에 따라 할당대가 부과에 근거를 이렇게 마련한 것으로 판단된다.

주파수의 할당대가를 매출액의 일정 비율이 되게 정한 것은 크게 보면 주파수 이용기간 동안 해당 주파수로 부터 발생한 이익이 매출액의 일정 비율이라는 가정에서 유래한다. 즉, 이는 주파수의 가치를 정하는 방법 중 수익접근 방법을 선택한 것이라고 할 수 있다.

정부가 정한 상기의 수익접근방법에 따른 할당대가 부과방식과 본 연구에서 제안한 최소비용대안은 근본적으로 서로 다른 방식이어서 비교하기는 쉽지 않다. 특히 수익접근방법은 사업의 환경, 경쟁 상황, 경영 능력 등 다양한 요인에 따라 크게 영향을 받게 된다<sup>6)</sup>.

본 연구에서 제안한 최소비용대안은 주파수의 경제적

가치를 측정하는 한가지 방법으로 향후 정부가 할당대가를 산정함에 있어 하나의 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

## V. 결 론

향후 주파수 면허제의 실시를 앞두고 주파수의 경제적 가치를 측정할 필요가 대두되고 있다. 특히 TRS 서비스의 경우, 통신사업용 외에 자가망 주파수로도 분배가 되어 있기 때문에 자가망 TRS의 대가 측정 등을 위하여도 TRS 주파수의 경제적 가치 측정이 필요한 상황이다.

본 연구는 최근 심사할당에서 대가할당으로 전환예정인 TRS 용도 주파수의 가치를 최소비용대안 접근법을 통해 추정하였다. 구체적으로 주파수의 가치를 대안적인 LTE 망을 이용하는 경우의 망 이용대가 및 관련 설비투자비용, 단말기 보조금, 보상금 등의 합계인 네트워크 구축 비용으로 추정하였다. 그 결과, TRS 주파수의 MHz 당 가치는 약 연 5,600만 원 정도로 추정되었다.

본 연구에서 사용한 최소비용대안과 정부가 채택을 고려하고 있는 수익접근방법은 서로 다른 접근법으로서 직접 비교하기는 쉽지 않다. 일정 기간 운영한 이후 수치를 비교하면서 채택 여부 등을 검토해 볼 수 있을 것이다.

본 연구는 크게 두 가지 의의를 가질 것으로 예상된다. 앞서 언급한 바와 같이 자가망 TRS 등 주파수의 이용대가 책정에 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 이 방법론은 아직 우리나라에서 많이 시도되지 않은 최소비용접근법의 한가지 예로서 다른 용도의 주파수 가치 산정에도 시사점을 줄 것으로 예상된다.

본 연구의 한계로는 앞서 언급한 바와 같이 LTE 망만을 이용하는 경우에 소요되는 망 이용대가 외의 장비 및 단말기 보조금 등에 관한 상세한 가격 자료를 구하지는 못하였다는 점이다. 이는 향후 연구과제로 남기며, 데이터의 보원을 통하여 극복되기를 희망한다.

## References

- [1] 변희섭, 김용규, 연권흠, 홍정민, 김다솜, "지역기반 무선 서비스 경제성 분석 방법론 연구," 한국방송통신전파진흥원, 2017년 12월.
- [2] 관계부처합동, "4차 산업혁명에 대응한 중장기 주파수 종합계획: K-ICT 스펙트럼 플랜 ('17~'26)," 2017년 1월.
- [3] 과학기술정보통신부, "제3차 전파진흥기본계획('19~'23)," 2019년 1월.
- [4] Smith-NERA, *Study into the Use of Spectrum Pricing*, 1996.
- [5] Department for Culture, Media & Sport, *The UK Spectrum Strategy*, Mar. 2014.
- [6] Indepen, Aegis Systems and Warwick Business School, *An Economic Study to Review Spectrum Pricing*, London, Indepen, 2004.
- [7] R. Sweet, I. Viehoff, D. Linardatos, and N. Kalouptsidis, "Marginal value-based pricing of additional spectrum assigned to cellular telephony operators," *Information Economics and Policy*, vol. 14, no. 3, pp. 371-384, Sep. 2002.
- [8] C. Cambini, N. Garelli, "Evaluation of the opportunity cost of the spectrum: Application to the digital dividend," *Telecommunications Policy*, vol. 35, no. 7, pp. 633-649, Aug. 2011.
- [9] B. G. Molleryd, J. Markendahl, "Analysis of spectrum auctions in India - An application of the opportunity cost approach to explain large variations in spectrum prices," *Telecommunications Policy*, vol. 38, no. 3, pp. 236-247, Apr. 2014.
- [10] C. Bazelon, G. McHenry, "Spectrum value," *Telecommunications Policy*, vol. 37, no. 9, pp. 737-747, Oct. 2013.
- [11] 홍철규, "심사할당 주파수의 가격 책정 방법론 대안: 우리나라 2G 주파수를 중심으로," 정보통신정책연구, 13(1), pp. 49-78, 2006년.
- [12] 현창희, 임명환, 이성국 외, 전파의 공학적, 경제적 가치산정 연구, 한국전자통신연구원, 2006년 12월.
- [13] 설성호, 권수천, 김병운, "주파수 자원에 대한 행정유인가격 산정 방법론 연구," 산업경제연구, 24(5), pp. 3165-3186, 2011년.
- [14] 김상봉, 함은식, "이동통신용 주파수 가치산정에 관한 연구: 미시적 수익접근법을 중심으로," 한국행정논집, 23(1), pp. 271-294, 2011년.
- [15] 최조천, 김건용, 김정년, 이성로, "어업통신을 위한



운용주파수의 경제적 가치 평가," 한국통신학회논문지, 39(9), pp. 774-781, 2014년.

[16] Aegis and Plum, *Administrative Incentive Pricing of Radiofrequency Spectrum: Final Report for ACMA*, London, Plum Consulting, 2008.

[17] 한국방송통신전파진흥원, "TRS 용도 주파수 분배

현황," 한국방송통신전파진흥원 내부자료, 2017년.

[18] 케이티파워텔, *사업보고서*, 2015년~2018년.

[19] 과학기술정보통신부 "주파수할당대가의 산정 및 부과에 관한 세부사항 일부개정," 과학기술정보통신부 고시 2018-76호, 2018년 10월.

변희섭 [한림대학교/조교수]

<https://orcid.org/0000-0002-2746-8485>



2007년 2월: 한양대학교 ERICA 캠퍼스 경제학부 (경제학사)

2009년 2월: 한양대학교 응용경제학과 (경제학석사)

2012년 8월: 고려대학교 경영학과 (경영학박사)

2015년 2월~현재: 한림대학교 금융재무

학과 조교수

[주 관심분야] 무형자산 가치평가, 주파수 경제성 평가

김용규 [한양대학교/교수]

<https://orcid.org/0000-0002-1395-1599>



1982년 2월: 서울대학교 경제학과 (경제학사)

1992년 5월: Columbia University 경제학과 (경제학박사)

1992년 5월~2001년 9월: 정보통신정책연구원 선임연구위원

2001년 9월~현재: 한양대학교 ERICA 캠퍼스

경제학부 교수

[주 관심분야] 통신 규제 정책, 주파수 정책

연권흠 [세종기술경제연구소/소장]

<https://orcid.org/0000-0002-1104-4290>



2003년 2월: 한양대학교 ERICA 캠퍼스 경제학부 (경제학사)

2005년 2월: 한양대학교 응용경제학과 (경제학석사)

2016년 2월: 한양대학교 응용경제학과 (경제학박사)

2018년 5월~현재: 세종기술경제연구소

소장

[주 관심분야] 주파수 정책, ICT 산업분석