

이 보고서는 한국방송통신전파진흥원의 출연에 의한 재정지원으로 이루어졌습니다.

제 출 문

한국방송통신전파진흥원 원장 귀하

본 보고서를 『주파수 경매 제도의 사회·경제적 후생효과 분석』의 최종보고서로 제출합니다.

2022년 1월

연구기관 : 정보통신정책학회
총괄책임자 : 변상규
참여연구원 : 정인준

요 약 문

1. 제 목

주파수 경매 제도의 사회·경제적 후생효과 분석

2. 연구목적 및 내용

주파수는 혼신으로 인해 공동사용이 불가능하므로, 정부는 주파수를 독점적으로 사용할 수 있는 권리를 사업자에게 부여하고, 감시 및 규제를 부과하는 관리체도가 발전하였다. 최근 이동통신의 확산과 광대역화로 인해 희소자원인 주파수에 대한 수요가 빠르게 증가하였다. 그래서 주파수의 가치에 대한 관심이 크게 높아졌고, 무료 할당에서 일정액의 대가를 받는 방향으로 할당정책의 기조가 바뀌었다.

과거에는 사업계획서를 비교심사하여 주파수를 할당했으나, 복잡해지는 시장환경의 변화로 인해 사업자와 정부 사이에 정보의 비대칭성이 발생하여 비효율성이 증가하고 있다. 이를 극복하기 위해 시장기능을 주파수 할당에 이용하는 경매제를 도입하였다. 경매제는 최적의 사업자 선별 및 적정 사용대가를 부과하는데 도움이 된다.

우리나라도 2011년 8월에 이동통신 주파수 경매제를 처음 도입한 이후 지금까지 4차례의 경매를 진행하였다. 경매를 통해 총 2,960MHz 대역폭의 주파수를 8조 4,503억 원의 대가를 받고 할당하였다. 그러나 10년이 지나는 동안에 경매의 성과에 대한 평가가 제대로 이루어지지 못했다. 그리고 주파수 할당정책의 장기적인 개선방향도 모색하지 못했다.

본 연구에서는 주파수 경매제도의 개선방안을 찾기 위하여 우리나라에서

시행된 경매사례들을 객관적이고 종합적으로 평가하였다. 이를 위하여 국내외 주파수 경매 사례와 최신의 정책동향을 조사하여 분석하였다. 그리고 경매를 통해 할당된 주파수와 경매제도가 창출한 사회·경제적 효과들을 계량분석을 통해 실증하였다. 그리하여 주파수 경매제도 개선에 대한 시사점을 제안하였다.

3. 연구 내용

가. 이동통신 기술 및 서비스의 진화

이동통신 기술은 음성서비스만이 오직 가능하였던 1세대와 음성서비스와 함께 문자메시지 등 간단한 데이터서비스를 제공하였던 2세대를 거쳐, 영상통화 및 멀티미디어서비스가 가능한 3세대 및 이의 전송속도를 향상시킨 4세대로 진화를 거듭하였다. 4세대 기술은 Long-Term Evolution(LTE)로도 불린다. 현재는 4세대의 속도와 연결성을 획기적으로 향상시킨 5세대 기술이 도입되어 시장에서 확산되고 있다.

국내에는 LTE를 중심으로 한 4세대 서비스가 아직은 대세인 가운데, 5세대 서비스가 점점 확산되는 추세이다. 4세대 서비스 가입자 수는 2011년 7월 서비스 개시 이후 지속적으로 증가하다가 2019년 4월에 정점(5,634만명)에 도달한 후 감소하고 있다. 4세대에서 감소한 가입자 수는 5세대로 이전하고 있다. 5세대 서비스는 2019년 4월에 제공되기 시작하였고 지속적으로 증가하여 2021년 6월 현재 1,647만 명으로 전체 가입자의 23.0%를 차지하고 있다.

모바일 트래픽을 크게 발생시키는 스마트폰, 스마트패드 등 스마트기기는 이미 일상생활의 필수품으로 자리잡았다. 스마트 기기를 이용하는 가입자 수는 2018년 말 6,045만 명으로 전체 가입자 수(6,636만 명) 대비 의 91.1%로 90%를 넘었으며, 이후 지속적으로 증가하여 2021년 6월 현재 6,839만 명으로 전체 가입자 수(7,163만 명)의 95.5%를 차지하고 있다.

이와 같은 스마트 기기의 확산으로 모바일 데이터 트래픽은 매년 급증하고 있다. 2021년 6월 현재 한 달간 이동통신 서비스(2G-5G)를 통해 발생한 모바일

데이터 트래픽은 770,743TB에 이르고 있다. 세대별로 트래픽을 살펴보면, 2019년까지는 4G 서비스의 한 달간 트래픽이 458,575TB로 가장 많았으나 그 이후 점차 감소하여 2021년 6월 현재는 한 달간 353,382TB로 나타났다. 5G 서비스의 한 달간 트래픽은 서비스가 도입된 2019년 이후부터 지속적으로 증가하여 2021년 6월 현재 한 달간 417,310TB로 4G 서비스의 트래픽을 앞서고 있다.

나. 주파수 관리 체계 및 경매제

주파수 배분은 주파수를 이용하고자 하는 자에게 원하는 주파수를 이용할 수 있도록 하는 사전적 성격의 행정제도라 볼 수 있다. 최근 주파수에 대한 수요 급증과 경제적 가치의 증가로 주파수를 보다 효율적으로 이용하고, 보다 공평하고 투명하게 배분할 수 있는 법적 기준과 절차에 대한 요구가 대두되고 있다. 국내 주파수 배분체계 크게 주파수분배, 주파수할당, 주파수지정, 주파수사용승인으로 구분할 수 있다.

주파수할당은 특정한 주파수를 이용할 수 있는 권리를 특정인에게 부여하는 것이다. 주파수할당의 방식은 제11조(대가에 의한 주파수할당)와 제12조(심사에 의한 주파수할당)에 명시되어 있다. 대가할당은 가격경쟁에 의한 대가할당이 원칙이나, 해당 주파수에 대한 경쟁적 수요가 존재하지 아니하는 등 특별한 사정이 있다고 인정되는 경우에는 정부가 산정한 대가를 받고 주파수 할당을 할 수 있다.

대가할당 방식은 2000년 1월 21일 전파법 전부개정 시에 도입되었다. 도입 당시에는 대가할당의 근거는 마련되었으나 구체적인 정부산정 대가할당을 위한 산정식은 명시되지 않았다. 정부산정 대가할당을 위한 주파수 할당대가 산정식은 2006년 6월 30일 전파법 시행령 일부 개정 시에 최초로 마련되었다. 명시적이지는 않으나 그 전까지 적용되었던 예상매출액의 3%라는 기준을 개선하여 실제매출액도 함께 고려하도록 산정식이 구체화되었다. 정부산정 대가할당은 경매 도입 이후부터는 적용되지 않고 있다. 경매는 2010년 7월 23일 전파법 개정 시에 도입되어 2011년 1월 24일부터 시행되었다. 대가할당 시 경매를 원칙

으로 하되, 경쟁적 수요가 없는 등 특별한 사정이 있는 경우(가령, 재할당)에만 제한적으로 정부산정 대가할당을 적용토록 규정하였기 때문이다.

주과수 경매제는 사업자 선별과정의 투명성 확보, 적은 행정비용으로 최적의 이용자 선별, 적절한 주과수 사용대가 회수 등의 장점으로 Coase(1959)에 의해 제안되었으며, 뉴질랜드(1989년)를 최초로 주요국에서 시행되고 있다.

경매제는 OECD 등 주요국에서 시장의 개방성, 주과수 관리체계의 성숙도를 평가하는 Global Standard로 자리 잡고 있다. 경매제를 통해 사업자를 선별할 경우, 정부개입 최소화로 기업의 사업계획 수립 시 예측가능성이 증대되고, 최적의 이용자 선별이 가능해진다. 또한 경매제는 기존의 심사방식보다 더 적은 행정비용으로 주과수를 할당할 수 있다. 소요기간 측면에서도 다른 할당방식에 비해 우월할 수 있다. 마지막으로 경매제는 주과수 이용대가의 과대 또는 과소 부과와 서비스 간의 형평성에 대한 논란을 줄일 수 있다. 아래 표는 심사방식과 경매방식 간의 장·단점을 비교하여 보여주고 있다.

〈심사방식과 경매방식 간의 장·단점 비교〉

구 분	장 점	단 점
심사 방식	<ul style="list-style-type: none"> • 정부의 정책의지를 반영할 수 있음 • 사업능력이 현저하게 저조한 사업자의 면허획득을 방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 통신시장의 환경변화에 유연하게 대응할 수 없음 • 국가자원이용에 대해 실질적인 가치를 반영하기가 어려움 • 객관성과 투명성의 시비가 항상 따를 수 있음 • 사업능력보다 사업계획서 작성능력에 따라 사업권이 결정될 수 있음
경매 방식	<ul style="list-style-type: none"> • 선정기준의 객관성 및 특혜시비 최소화로 인해 공정성을 확보할 수 있음 • 국가자원이용에 대해 실질적인 대가를 반영할 수 있음 • 시장상황에 맞게 신속적으로 시장구조를 형성시킬 수 있음 • 사업자 선정과정의 행정비용을 최소화 할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 경매대금의 부담이 사업추진에 지장을 초래할 수 있으며, 이용자의 부담으로 전가될 가능성이 있음 • 경매설계방식에 따라 경매결과가 크게 달라질 수 있음

※ 출처: 박동욱 외(2002)

주파수 할당의 효율성을 극대화하기 위해서는 주파수 공급 정책과 더불어 구체적인 경매 설계(가령, 주파수 블록, 최소시작가, 경매방식, 총량규제, 주파수 파편화 방지 방안, 담합방지 방안 등)가 주파수의 공정한 시장가치를 결정하는데 중요한 역할을 할 수 있다. 주파수 캡스(Spectrum Caps)나 세트 사이드(Set-aside)는 공정한 시장 경쟁을 왜곡할 수 있으므로, 경매는 모든 사업자에 공정하고 동등한 조건으로 공개되는 것이 원칙이다. 정부가 사업자의 주파수 입찰 양을 제한하는 스펙트럼 캡스는 주파수의 축적을 방지하고, 사업자의 비즈니스에 자유를 제공할 수 있도록 설정해야 한다. 세트 사이드는 특정 주파수에 대해 소규모 사업자만 입찰할 수 있도록 허용하는 정책으로, 공정 경쟁을 오히려 왜곡하는 결과를 초래할 우려가 있다. 이 외에도 때 규제기관이 라이선스 의무와 조건을 부과할 경우가 있는데, 라이선스의 가치와 시장에 큰 영향을 미치므로 시장을 왜곡하지 않도록 설계될 필요가 있다. 커버리지 보장(Coverage obligations), 타 사업자에 대한 도매 접근 의무(Wholesale access obligations) 등의 의무와, 기술 또는 서비스에 대한 제한 조건을 포함한다. 한편, 과도한 블록(lot) 크기, 유연하지 않은 블록 패키지(Package)는 비효율적인 주파수 할당을 초래할 우려가 있다. 입찰자의 다양한 수요를 충족시킬 수 있도록 약 5-10MHz의 작은 블록 단위의 크기로 제공하고, 입찰자가 필요에 맞게 블록을 패키징하는 것이 효율적이다.

경매방식은 크게 구두로 누가 얼마를 입찰하는가를 알 수 있는 방식에 의하여 수요자가 입찰가를 정하는 공개구두경매(open outcry auction) 방식과 모든 수요자가 동시에 입찰가를 봉인하여 보내는 밀봉입찰경매(sealed-bid auction) 방식으로 나뉜다. 공개구두방식은 다시 낮은 가격부터 시작하여 입찰가가 올라가는 영국식 경매(English auction) 혹은 오름입찰경매(ascending-bid auction) 방식과 반대로 높은 가격부터 시작하여 입찰가가 내려오는 화란식 경매(Dutch auction) 혹은 내림입찰경매(descending bid auction) 방식으로 나뉜다. 아래 표는 각국에서 채택되는 주요 경매방식을 요약하여 보여주고 있다.

<주요 경매방식에 대한 설명>

경매방식	설명
밀봉입찰 경매	<ul style="list-style-type: none"> • 최고가밀봉입찰경매(First price sealed-bid auction)와 차가밀봉입찰경매(Second price sealed-bid auction)로 나뉘는데, 주로 최고가밀봉입찰경매 방식이 채택됨 • 최고가밀봉입찰경매 방식은 모든 입찰자가 동시에 봉인한 입찰가를 써내고 그 중에서 가장 높은 입찰가를 써낸 사람이 자신이 제시한 가격을 지불하고 매물품을 낙찰받는 경매방식 • 주로 정부 자산 매각이나 정부 소유 지역의 광물 채굴권, 정부의 물자 조달에 흔히 쓰임 • 덴마크(2001년 4개의 3G 면허 경매), 영국(2006년 5월 GSM/DECT의 보호대역(1781.7~1785/1876.7~1880MHz) 경매), 프랑스(심사할당과 밀봉입찰 혼합), 뉴질랜드(1993년 이후 처음 네 번의 주파수 경매) 등이 적용한 사례가 있음
오름입찰 경매	<ul style="list-style-type: none"> • 낮은 가격으로부터 시작되어 점차 입찰가가 올라가는 방식으로 가격이 결정되는 경매 방식 • 일정 시간 안에 현재의 입찰가 보다 더 높은 입찰가가 제시되지 않으면 현재의 입찰가를 부른 사람이 그 가격을 지불하고 경매물품을 낙찰받음 • 주파수 경매에서는 오름입찰 방식 중에서도 동시오름입찰(Simultaneous ascending auction) 방식 혹은 동시다중라운드(Simultaneous Multi-Round Auction, SMRA) 방식이라 불리는 복수 재화의 경매 방식이 주로 채택됨 • 이 방식은 1994년 미국 FCC가 전국적 호출 및 음성메시지 서비스를 위한 전국적 협대역(Nationwide Narrowband) 주파수를 판매하는데 처음으로 사용하였음
조합클락 경매	<ul style="list-style-type: none"> • 조합클락경매(Combinatorial Clock Auction, CCA)은 동시오름입찰 방식이 연속된 블록 확보가 어렵고 패키지 입찰도 너무 복잡하다는 단점을 극복하고자 영국이 개발한 방식 • CCA는 크게 2단계로 구성되는데, 1단계에서는 낙찰자, 낙찰자 별 블록수와 2단계 최저경쟁가격을 오름입찰 방식으로 결정 • 2단계에서는 규제기관이 낙찰자 수 및 블록 수를 감안하여 적절한 조합을 제시하고, 밀봉입찰 방식으로 원하는 대역 및 가격을 결정 • 영국이 2008년 2월에 10/28/32/40GHz 대역 경매에서 최초로 적용한 이래, 2010년대에 들어서 주파수 경매에 많이 활용되고 있으며, 우리나라에서는 5G 주파수 경매(2018년 6월)에서 채택되었음

오름입찰경매는 여러 라운드를 통해 단계적으로 가격을 올려서 최고가 제시자를 낙찰자로 선정하는 방식으로, 여러 라운드의 가격경쟁을 통해서 주파수 가치에 대한 정보를 공유할 수 있어 주파수의 시장가격을 가장 정확하게 추정할 수 있다. 또한, 여러 라운드의 입찰과정에서 경쟁전략을 수정하거나 다른 대

역으로 입찰을 전환할 수 있는 등 사업자의 선택기회가 많이 보장되는 장점이 있다. 이러한 이유로 해외 주요국에서 주파수 경매 시에 오름입찰을 주로 채택하여 왔다. 반면, 오름입찰은 의외의 결과가 나타나기 힘들어 자금력이 풍부한 사업자가 경쟁에서 유리하며, 경쟁이 활성화되는 경우 경매에 많은 시간이 소요되어 행정비용이 많이 소요될 수 있다는 단점이 있다. 특히, 인접한 주파수들로 낙찰받고 싶어도 해당 대역 모두에서 승자가 되어야 하므로, 만약 일부 대역에서 패자가 되면 주파수가 파편화될 가능성이 높다.

밀봉입찰경매는 모든 입찰자가 한 차례 가격을 제시하고, 그 중 최고가 제시자를 낙찰자로 선정하는 방식으로, 한 번의 입찰로 끝나기 때문에 의외의 결과가 나타날 수 있어 자금력이 부족한 사업자의 낙찰 가능성이 오름입찰에 비해 높다. 또한, 한 번의 입찰로 결정되기 때문에 행정적인 비용이 최소화된다는 장점이 있다. 반면, 밀봉입찰은 입찰 경쟁 과정에서의 정보를 활용할 수 없어 주파수 가격 추정의 오류가 발생할 수 있어 비효율적인 결과를 초래할 수 있으며, 그에 따라 승자의 저주(winner's curse) 발생 가능성이 상대적으로 높다. 뉴질랜드의 경우 1996년 오름입찰 도입 이전에는 밀봉입찰을 원칙으로 경매를 하였으나, 입찰자간 가격 차이가 크게 발생하는 등 의외의 결과로 인해 승자의 저주 문제가 발생하여 1996년 이후에는 오름입찰을 원칙으로 하고 있다. 한편, 밀봉입찰은 사전에 대역의 선호도를 결정해야 하기 때문에 사업자의 선택권이 제한될 수 있다는 문제점도 있다.

조합클락경매는 오름입찰로 낙찰자와 블록 수를 결정하고, 결정된 블록 수에 해당되는 대역의 위치는 밀봉입찰로 결정하는 방식으로, 경매대상 주파수 블록이 많은 경우 연속된 주파수 확보를 용이하게 해줄 필요가 있을 때 효과가 크다. 그러나 입찰자가 적으면 전략적 행동(담합 등)이 일어날 개연성이 있다.

다. 국내 주파수 경매 사례 분석

지금까지 국내 주파수 경매는 4차례 실시되었는데, 1~4차의 주파수 경매 결과를 분석한 주요 내용은 다음과 같다. 먼저 1차 경매에 비해 2차 경매에서

는 최저경쟁가격 수준이 다소 낮아졌다. 3차 경매에서 최저경쟁가격 수준이 급등하였다가, 다시 4차 경매에서 하락하였다. 3차 경매에서 최저경쟁가격 수준이 급등한 이유는 700MHz 대역과 2.1GHz 대역의 최저경쟁가격이 높게 설정되었기 때문이다.

주파수 경매의 낙찰가 추이를 살펴보면, 1차 경매에 비해 2차 경매의 낙찰가가 급등하였다. 그 이후 3차 경매에서 하락하여 1차 경매보다 낮은 수준의 낙찰가가 형성되었고, 4차 경매에서는 3차 경매보다 낙찰가가 더 낮았다. 1차 경매에서도 낙찰가가 상당히 높은 수준이었는데, 2차 경매에서는 낙찰가가 훨씬 더 높게 형성되었다. 2차 경매에서는 1.8GHz 대역 15MHz 폭(KT의 기보유 1.8GHz 대역의 인접대역)을 둘러싸고 SKT/LGU+와 KT 간에 (50+1)라운드까지 가는 치열한 입찰 경쟁이 발생하였기 때문이다.

4차례의 주파수 경매에서 각 주파수 경매 이후에 사업자의 주파수 보유량과 보유비율을 살펴보면, 경매 이전에는 주파수 보유비율이 (SKT : KT : LGU+) = (42.9 : 38.1 : 19.0)로 SKT와 KT로 주파수의 쏠림이 심하였다. 1차 경매 이후에는 이 비율이 (42.3 : 34.6 : 23.1)로, LGU+의 주파수 보유비율이 상승하여 쏠림 현상이 다소 개선되었고, 2차 경매 이후에는 (4 : 3 : 3)으로 거의 유지되고 있는 등 쏠림 현상은 거의 해소된 것으로 나타났다. 주파수 보유비율이 이와 같이 개선된 이유는 매 주파수 할당 공고 시 ‘할당대역폭’, ‘주파수할당을 신청할 수 있는 자의 범위’, ‘할당 조건’을 통해 특정 사업자에게 전파자원의 독과점방지, 즉 주파수가 특정 사업자에게 집중되지 않도록 조치하였기 때문이다.

주파수 경매 이후에 사업자별 이동통신 가입자 점유율 추이를 살펴보면, 경매 이전에는 (SKT : KT : LGU+) = (51.0 : 31.3 : 17.8)로 SKT로의 쏠림이 심하였다. 그러나 3사의 주파수 보유비율이 (4 : 3 : 3) 수준으로 유지된 2차 주파수 경매 이후부터는 점유율 쏠림 현상이 점차 개선되어 3사의 점유율이 2021년 6월 현재 (47.8 : 28.3 : 24.0)로 나타났다. 특히 2차 경매 후 2년이 지난 2015년부터 SKT의 점유율은 50% 미만으로 하락하였고, LGU+의 점유율은 22%에 근접하였다. 즉, 2차 경매 이후 LGU+가 경쟁력 있는 수준의 주파수 용량을 보유함

으로써 이동통신 서비스 품질과 이를 바탕으로 한 적극적인 마케팅 활동을 통해 가입자 점유율을 확대시킬 수 있었던 것으로 판단된다. 이러한 현상은 시장 집중도를 나타내는 HHI를 통해서도 확인할 수 있다. HHI 값은 경매 이전에는 3,891로 매우 높은 수준이었으나 2차 경매 이후 주파수 보유 비율이 개선됨에 따라 점차 하락하여 2018년 이후부터는 3,650 수준을 보이고 있다.

라. 해외 주파수 경매 사례

해외 주요국의 3~5세대 핵심 주파수 대역의 할당/경매 과정 및 결과를 정리하고 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다. 조사 대상 국가는 미국, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인 등 6개국이다. 구체적으로, 이들 국가에서 진행된 3~5세대 주요 주파수 할당/경매 대하여 대상 주파수, 이용기간, 최저경쟁가격, 할당/경매 방식, 낙찰자, 낙찰가, 기타 특이사항 등을 조사 및 분석하여 주요한 시사점을 도출한다.

1) 미국

미국은 전국 단위로 주파수 면허를 경매하는 것이 아니라, 지역 단위로 면허를 경매하고 있다. 지역을 구분하는 기준도 일정한 것이 아니라 서비스의 내용과 특성에 따라 경매 시마다 다양한 형태로 구분하고 있다. 가령, PCS 주파수 경매 시에는 전국을 주(State)와 거의 유사하게 51개 지역으로 구분한 MTA와 573개 지역으로 구분한 BTA 단위로 면허를 경매하였다. AWS 주파수 경매 시에는 전국을 12개 지역으로 크게 구분한 REAG, 176개 지역으로 구분한 EA, 734개 지역으로 구분한 CMA 단위로 면허를 경매하였다. 700MHz 대역 주파수 경매 시에도 전국을 6개 지역으로 구분한 EAG, 104개 지역으로 구분한 MEA, 그리고 앞서 언급한 EA, REAG, CMA 단위 등 다양로 면허를 경매하였다. 5세대 주파수 경매에서는 카운티 기반으로 지역을 구분한 PAL를 경매하거나 전국을 5,684개의 지역으로 구분한 PEA 등으로 면허를 경매하였다. 참고로, 미국을 비롯하여 본 보고서에는 다루지 않았으나 캐나다, 호주 등 국토 면적이 넓은 국

가는 지역 단위로 면허를 경매하고 있다. 그 외 국토 면적이 넓지 않은 대부분의 국가는 전국 단위로 면허를 경매하고 있다.

주파수 이용기간은 대부분 10년을 부여하고 있다. AWS와 700MHz 대역 주파수 경매 시에 8년, 12년, 10년, 14년, 15년으로 다양한 기간으로 부여된 바가 있다. 5세대 주파수 경매에서는 주로 10년의 이용기간을 부여하고 있으나 12년, 15년의 기간을 부여한 경우도 있었다. 참고로 이동통신 및 주파수 관련 기술의 빠른 진화로 인해 이용기간을 짧게 두는 추세인 우리나라와는 대비가 된다.

경매방식은 PCS 주파수 경매부터 700MHz 대역 주파수 경매까지는 동시오름 입찰 방식을 적용하다가, 5세대 주파수 경매부터 조합클락경매 방식을 적용하고 있다. 5세대 주파수는 대역폭이 넓고 블록 수가 많아서 기존의 동시오름입찰 방식을 적용하면 파편화된 블록을 낙찰받을 수 있다. 이를 방지하기 위해 조합클락경매 방식이 적용되었다. 다만, 5세대 28GHz 대역 경매(Auction 101)에서는 동시오름입찰 방식이 적용되었는데, 이 때는 대역폭(850MHz 폭)은 넓으나 블록 수를 2개로만 구분하였기 때문에 파편화된 주파수를 낙찰받을 가능성이 없어서 단순한 방식인 동시오름입찰 방식이 적용되었다.

최저경쟁가격은 PCS 주파수 경매 초기에는 설정되지 않아 이론적으로 \$0부터 입찰할 수 있었다. 1999년(Auction 22)부터는 최소시작가가 설정되었다. 미국의 최저경쟁가격의 산정식은 매우 구체적으로 제시되고, 식을 구성하는 요소별 수치가 제공되기 때문에 최저경쟁가격을 정확히 계산하고 검증해 볼 수 있다. 일반적으로 최소시작가 산정식은 ‘대역폭’, ‘지역인구’, ‘단가’의 요소로 구성된다.

미국의 최저경쟁가격은 대체로 높지 않게 설정되어 왔다. 면허당 낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면, 700MHz 대역 주파수 경매(Auction 44)에서 그 수준이 84%인 적이 있었으나, 이러한 특별한 경우를 제외하면 40%를 넘지 않았다. 본 절에서는 PCS 주파수 경매부터 5세대 주파수 경매까지 20개의 사례를 살펴보았는데, 이 중에서 최저경쟁가격이 파악된 16건 중 낙찰가 대비 최저경쟁가격 수준이 10% 미만인 경우가 8건, 10 이상 20% 미만인 경우가 4건으로 대부분을 차지하고 있다. 16건 사례를 종합하면, 최저경쟁가격 수준은 5%

로 나오는 등 미국의 경우 전반적으로 최저경쟁가격 수준이 낮게 설정되어 있음을 알 수 있다. 특히 총 낙찰가가 \$10,000,000,000 이상인 대규모 주파수 경매 (Auction 35, 66, 73, 97, 107)의 경우 최저경쟁가격 수준이 2~13% 수준으로 더 낮은 수준으로 설정되었음을 알 수 있다.

미국 주파수 경매의 중요한 특징 중 하나는 주파수 정책, 경매 설계 등과 관련하여 초안을 제안하고 이해관계자들과 소통하는 과정이 체계적으로 이루어지고, 소통한 내용을 상세히 공개하고 있다는 점이다. 정책의 투명성이 매우 높다고 할 수 있다.

2) 영국

영국은 미국과 달리 주파수를 전국 단위로 할당/경매하고 있다. 이용기간은 항상 20년으로 정하고 있는데, 이는 사업자가 주파수를 안정적으로 이용할 수 있도록 보장하기 위함으로 판단된다. 우리나라는 주파수의 안정적 이용을 보장해 주기보다는 기술진화 추세에 발빠르게 대응하기 위해 이용기간을 짧게 두고 있다. 영국이 주파수 이용기간을 길게 설정하는 근본적인 이유에 대하여 조사할 필요가 있다고 판단된다. 경매방식은 3세대 주파수 경매에서는 동시오름입찰 방식을 적용하다가 4세대에서는 조합클락경매 방식을 적용하였다. 그러나 5세대에서는 조합클락경매 방식의 2단계, 즉 주요 단계와 할당 단계는 유지하되, 주요 단계를 기존 클락입찰 방식에서 동시오름입찰 방식을 적용하였다. 그 이유는 클락입찰에 비해 동시오름입찰이 입찰가를 더 큰 폭으로 올릴 수 있어서 진행 속도 측면에서 더 유리하기 때문으로 판단된다. 실제로 5세대 주파수 경매(700MHz/3.6-3.8GHz 대역)는 10일 정도 걸릴 반면, 4세대는 한 달 이상 걸렸다.

<미국 주파수 경매 주요 결과 요약>

구분	경매 번호	지역 면허수	최저경쟁가격	낙찰 면허수	낙찰가	면허당 최저경쟁가격 (A)	면허당 낙찰가(B)	A/B(%)
PCS	4	99	-	99	\$7,019,403,797	-	\$70,903,069	-
	5	493	-	493	\$10,071,708,842	-	\$20,429,430	-
	10	18	-	18	\$904,607,467	-	\$50,255,970	-
	11	1,479	-	1,472	\$2,517,439,565	-	\$1,710,217	-
	22	347	\$156,031,532	302	\$412,840,945	\$449,659	\$1,367,023	33%
	35	422	\$569,212,000	422	\$16,857,046,150	\$1,348,844	\$39,945,607	3%
	58	242	\$751,824,000	217	\$2,043,230,450	\$3,106,711	\$9,415,809	33%
AWS	66	1,122	\$1,167,037,500	1,087	\$13,700,267,150	\$1,040,140	\$12,603,742	8%
	97	1,614	\$1,840,857,000	1,611	\$41,329,673,325	\$1,140,556	\$25,654,670	4%
700MHz 대역	33	104	\$16,258,300	96	\$519,892,575	\$156,330	\$5,415,548	3%
	38	8	\$479,000	8	\$20,961,500	\$59,875	\$2,620,188	2%
	44	740	\$113,644,300	484	\$88,651,630	\$153,573	\$183,165	84%
	49	256	\$20,925,600	251	\$56,815,960	\$81,741	\$226,358	36%
	60	5	\$58,800	5	\$305,155	\$11,760	\$61,031	19%
	73	1,099	\$2,452,966,200	1,090	\$18,957,582,150	\$2,231,998	\$17,392,277	13%
5세대	105	22,631	\$438,873,400	20,625	\$4,543,232,339	\$19,393	\$220,278	9%
	107	5,684	\$1,753,306,800	5,684	\$81,114,481,921	\$308,464	\$14,270,669	2%
	101	3,072	\$40,672,700	2,965	\$700,309,809	\$13,240	\$236,192	6%
	102	2,909	\$293,536,480	2,904	\$2,022,676,752	\$100,906	\$696,514	14%
	103	14,144	\$924,307,000	14,142	\$7,558,703,201	\$65,350	\$534,486	12%
합계	56,488	\$10,539,990,612	53,975	\$210,439,830,683	\$186,588	\$3,898,839	5%	

※ 출처: FCC 홈페이지

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 큰 폭으로 상승하였다가, 5세대에서 다시 3세대 수준으로 낮아졌다. ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 £178,571에서 4세대 £1,134,167으로 6배 정도 상승하였다가, 5세대에서는 4개 대역(2.3GHz, 3.4GHz, 700MHz, 3.6-3.8GHz) (대역폭에 따른) 가중평균 £147,949으로 3세대 수준으로 회귀한 것을 알 수 있다. 4세대 주파수 경매에서 최저경쟁가격이 높게 설정된 이유는 이전 3세대 최저경쟁가격이 너무 낮게 설정(낙찰가 대비 2% 수준)된 것이라는 판단이 있었던 것으로 보인다. 다만, 영국을 포함하여 독일, 이탈리아 등 유럽 전반에서 3세대 주파수의 할당대가/낙찰가

가 과도하게 높았다는 점은 고려할 필요가 있다.

낙찰가는 3세대 주파수 경매에서 4세대, 그리고 5세대로 갈수록 크게 하락하였다. ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 £8,027,393에서 4세대 £1,973,561으로 1/4 수준으로 하락하였다가, 5세대에서는 4개 대역(2.3GHz, 3.4GHz, 700MHz, 3.6-3.8GHz) 가중평균 £352,472으로 4세대 대비 1/5~1/6 수준으로 크게 하락하였다.

낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 3세대에서는 매우 낮은 2% 수준이었으나, 4세대와 5세대로 가면 57%, 42% 수준으로 상승하였다. 참고로, 5세대 4개 대역의 가중평균 낙찰가(£352,472) 대비 가중평균 최저경쟁가격 (£147,949)이 42%로 계산되었다. 이와 같이 최저경쟁가격 수준이 높아진 것은 입찰경쟁 저조 혹은 담합 등으로 인해 주파수가 과도하게 헐값으로 낙찰되는 것을 방지하고 적정한 경매대가를 회수하기 위한 것으로 판단된다.

영국의 경우도 미국과 마찬가지로 주파수 정책, 경매 설계 등과 관련하여 이해관계자들과 폭넓게 소통하고, 그 과정을 투명하게 공개하고 있다.

〈영국 주파수 경매 주요 결과 요약〉

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간 (년)	최저경쟁가격/(MHz·년) (A)	낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B)(%)
3세대	2.1GHz	140*	20	£178,571	£8,027,393	2%
4세대	800MHz	60	20	£1,134,167	£1,973,561	57%
	2.6GHz	190**	20			
5세대	2.3GHz	40	20	£50,000	£257,370	19%
	3.4GHz	150	20	£10,000	£387,994	3%
	700MHz	60	20	£500,000	£719,167	70%
		20***	20	£10,000	£10,000	100%
	3.6-3.8GHz	120	20	£200,000	£213,500	94%
	가중평균	-	-	-	£147,949	£352,472

* unpaired 20MHz 폭 포함, ** unpaired 50MHz 폭 포함, *** unpaired 주파수임

3) 독일

독일도 영국과 마찬가지로 주파수를 전국 단위로 경매하고 있다. 이용기간

은 15년 또는 20년으로 정하고 있다. 3세대 주파수 경매에서는 이용기간이 20년이었고 4세대에서는 15년으로 줄어들었다. 다시 5세대에서 20년으로 늘어났다. 독일도 영국과 마찬가지로 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

〈독일 주파수 경매 주요 결과 요약〉

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	최저경쟁가격/(MHz·년) (A)	낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	120	20	€255,645	€21,050,000	1%
		25*	20	€255,650	€572,000	45%
	가중평균	-	-	€255,650	€17,519,310	1%
4세대	800MHz	60	15	€16,667	€3,973,333	0%
	1.8GHz	50	15	€16,667	€140,267	12%
	2.0GHz	39.6	15	€16,667	€578,500	3%
		19.2*	15	€16,667	€39,583	42%
	2.6GHz	140	15	€16,667	€122,762	14%
		50*	15	€16,667	€115,467	14%
	가중평균	-	-	€16,667	€747,173	2%
5세대	2GHz	80	20	€25,000	€1,062,812	2%
		40	15	€25,000	€1,079,115	2%
	3.6GHz	300	20	€8,267	€700,281	1%
	가중평균	-	-	€13,048	€805,414	2%

* unpaired 주파수임

경매방식은 동시오름입찰 방식을 3세대 주파수 경매부터 계속하여 적용하고 있다. 다만 4세대 주파수 경매부터는 대역폭이 넓고 블록 수가 많아서 기존의 동시오름입찰 방식을 그대로 적용하면 파편화된 블록을 낙찰받을 수 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 최소 필수 주파수 패키지(minimum essential spectrum package), Generic Lot의 적용, 입찰자의 입찰 제한 철회를 최대 10회 허용 등 기존 방식을 변형하였다(설성호, 권수천, 2013).

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 큰 폭으로 하락한 후, 5세대에서는 소폭 하락하였다. ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 €256,650에서 4세대 €16,667로 1/15 수준으로 하락하였다가, 5세대 가중평균 €13,048으로 4세대의 80% 수준으로 소폭 하락하였다. 즉 독일은 3세대 이후 최

저경쟁가격을 지속적으로 낮은 수준으로 유지하고 있다.

낙찰가는 3세대 주파수 경매 이후 4, 5세대에서 크게 하락하였다. ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 가중평균 €17,519,310에서 4세대 €747,173으로 1/23 수준으로 대폭 하락하였다가, 5세대 가중평균 €805,414로 소폭 상승하였다.

낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 개별 대역에서는 그 수준이 40%대인 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 3세대는 1% 수준, 4세대는 2% 수준, 5세대는 1% 수준으로 매우 낮은 수준을 유지하고 있다.

4) 프랑스

프랑스도 영국, 독일과 마찬가지로 주파수를 전국 단위로 할당/경매하고 있다. 이용기간은 항상 15년으로 정하고 있다. 영국, 독일과 마찬가지로 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

앞서 언급한 바와 같이 프랑스는 주파수 경매를 늦게 도입한 국가로 3세대에서는 비교심사 방식으로 주파수를 할당하였다. 다만 3세대 주파수 중에 2000년 최초 할당 시에 할당되지 않은 30MHz 폭을 2010년에 할당하였는데 이 때 비교심사를 중심으로 하되 경매(밀봉입찰)를 보조적으로 활용하였다. 4세대에도 2010년 할당 때와 마찬가지로 비교심사와 경매(밀봉입찰)를 혼용하였다. 당시 비교심사 기준 중 하나가 할당대가인데 이를 경매(밀봉입찰)로 진행하였다. 경매방식은 5세대에서 본격적으로 적용되었다. 구체적으로, 3.4-3.8GHz 대역 310MHz 폭 중 200MHz 폭을 50MHz 폭 4개 블록으로 구분하여 위치를 정할 때 밀봉입찰이 적용되었고, 나머지 110MHz 폭을 10MHz 폭 11개 블록으로 구분하여 대역폭을 결정하기 위해 동시오름입찰이 적용되었다. 프랑스는 다른 나라와 달리 커버리지 확대, 경쟁활성화, 공정경쟁 등을 위해 정부가 주파수 할당/경매 시에 적극적으로 개입하는 모습을 보이고 있다. 가령, 입찰금액만으로 할당사업자/낙찰자를 정하지 않고 다양한 요소를 고려하여 비교심사를 하기도 하고, 사업자가 최소한의 대역폭을 확보할 수 있는 경매 구조를 만들기도 한다.

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 소폭 하락한 후, 5세대에서도 4세대에 비해 소폭 하락하였다. ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 가중평균 €800,000에서 4세대 가중평균 €623,333로 3/4 수준으로 하락하였다가, 5세대 €466,667으로 4세대의 75% 수준으로 하락하였다. 즉 프랑스는 최저경쟁가격을 일정하게 유지하고 있다.

낙찰가는 3세대 주파수 경매에서 4세대, 그리고 5세대로 갈수록 점진적으로 하락하였다. ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 가중평균 €1,933,333에서 4세대 가중평균 €1,191,696으로 3세대의 60% 수준으로 하락하였다가, 5세대 가중평균 €599,806으로 4세대의 1/2 수준으로 하락하였다.

낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 개별 대역에서는 그 수준이 7%대인 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 3세대는 41% 수준, 4세대는 52% 수준, 5세대는 78% 수준으로 대체로 일정하게 유지하고 있다.

〈프랑스 주파수 경매 주요 결과 요약〉

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	최저경쟁가격/ (MHz·년) (A)	할당대가 또는 낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	105*	15	-	€1,179,048 + 실제매출액의 1%	-
		10	15	-	€1,600,000	-
		10	15	€800,000	€2,000,000	40%
		10	15	€800,000	€1,866,667	43%
	가중평균	-	-	€800,000	€1,933,333**	41%
4세대	800MHz	60	15	€2,000,000	€2,932,319	68%
	2.6GHz	140	15	€33,333	€445,714	7%
	가중평균	200	-	€623,333	€1,191,696	52%
5세대	3.4~3.8GHz	310	15	€466,667	€599,806	78%

*unpaired 15MHz 폭 포함, **경매로 할당된 2건만 평균한 값임

5) 이탈리아

이탈리아도 영국, 독일, 프랑스와 마찬가지로 주파수를 전국 단위로 경매하고 있다. 이용기간은 거의 대부분 15년으로 정하고 있다. 단 5세대 주파수 경매

에서 3.6GHz 대역은 19년으로 정하였다. 영국, 독일과 마찬가지로 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

경매방식은 독일과 마찬가지로 동시오름입찰 방식을 3세대 주파수 경매부터 계속하여 적용하고 있다. 다만, 대역폭이 넓고 블록 수가 많은 4세대, 5세대에서는 주파수 파편화 방지를 위해 경매에서는 우선 대역폭만 낙찰받고, 사업자별 연속된 주파수를 확보하도록 하기 위해 대역지정의 원칙을 별도로 경매규칙에 포함시키고 있다(AGCOM, 2011)

<이탈리아 주파수 경매 주요 결과 요약>

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	최저경쟁가격/ (MHz·년) (A)	낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	125*	15	€5,508,874	€6,486,699	85%
		20	15	€5,508,874	€5,508,874	100%
	가중평균	-	-	€5,508,874	€6,351,826	87%
4세대	800MHz	60	15	€2,355,556	€3,291,667	72%
	1.8GHz	30	15	€1,040,000	€1,060,000	98%
	2.6GHz	120	15	€204,444	€239,978	85%
		30**	15	€164,444	€164,522	100%
	가중평균	-	-	€841,667	€1,095,971	77%
5세대	700MHz	60	15.5	€2,182,170	€2,193,451	99%
		15**	15.5	€1,091,085	(유찰)	-
	3.7GHz	200	19	€104,321	€1,143,900	9%
	26GHz	1,000	15	€10,862	€10,913	100%
	가중평균	-	-	€140,410	€294,682	48%

* unpaired 25MHz 폭 포함, ** unpaired 주파수

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 큰 폭으로 하락한 후, 5세대에서도 4세대에 비해 크게 하락하였다. ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, €5,508,874에서 4세대 가중평균 €841,667로 1/6~1/7 수준으로 크게 하락하였고, 5세대는 €140,410으로 4세대에 비해 1/6 수준으로 크게 하락하였다.

낙찰가도 3세대, 4세대, 5세대로 가면서 크게 하락하였다. ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 €6,351,826에서 4세대 가중평균 €1,095,971로 1/6 수준으로 크게 하락하였고, 5세대 가중평균 €294,682으로 4세대에 비해 1/4 수준으로 하락하였다.

낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 개별 대역에서는 그 수준이 9% 대인 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 3세대는 87% 수준, 4세대는 77% 수준, 5세대는 48% 수준으로 대체로 높게 유지하고 있다.

6) 스페인

스페인도 다른 유럽 국가와 달리 주파수를 주로 전국 단위로 할당/경매하고 있으나 일부 경매의 일부 대역은 지역면허로 경매한 적이 있다. 이용기간은 거의 대부분 20년으로 정하고 있다. 단 5세대 주파수 경매에서 3.4-3.6GHz 대역은 17년으로 정하였다. 스페인도 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

〈스페인 주파수 경매 주요 결과 요약〉

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간 (년)	최저경쟁가격/ (MHz·년) (A)	할당대가 또는 낙찰가/(MHz·년)(B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	140*	20	-	€685,714	-
	800MHz	60	20	€850,000	€1,088,333	78%
		10	20	-	€1,020,000	-
4세대	900MHz	20	20	€845,000	€422,500#	100%
		30	20	-	€70,000	-
	2.6GHz	110	20	€25,000	€54,182	46%
		30***	20	€25,000	€89,000##	28%
		50**	20	€25,000	(유찰)	-
	가중평균	-	-	€269,074	€361,820	74%
	5세대	700MHz	60	20	€808,333	€695,908
15**			20	€85,000	(유찰)	-
3.4-3.6GHz		20	17	€123,529	€123,529	100%
3.6-3.8GHz		200	20	€25,000	€109,250	23%
가중평균		-	-	€194,053	€218,948	89%

* unpaired 20MHz 폭 포함, ** unpaired 주파수

*** 2.6GHz 대역 30MHz 폭의 경우, 20MHz 폭 19개 지역면허, 10MHz 폭 19개 지역면허로 경매

900MHz 대역 20MHz 폭 중 10MHz 폭만 낙찰되고, 나머지 10MHz 폭은 유찰

2.6GHz 대역 20MHz 폭 19개 지역면허 중 18개가 낙찰되고, 나머지 1개는 유찰

스페인도 프랑스와 마찬가지로 주파수 경매를 늦게 도입한 국가로, 3세대에서는 비교심사 방식으로 주파수를 할당하였다. 4세대부터 주파수 경매(동시오름입찰 방식)를 적용하기 시작하였는데, 이 때에도 일부 주파수(900MHz 대역 10MHz 폭, 1.8GHz 대역 30MHz 폭)은 비교심사(사업자간 균등 분배 및 광대역화 목적)를 적용하기도 하였다. 5세대에서도 동시오름입찰 방식을 적용하였다.

비교심사 방식이 적용된 3세대 주파수 할당에서는 최저경쟁가격이 없고, 경매 방식이 적용된 4세대와 5세대에서는 최저경쟁가격이 존재한다. ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 4세대 가중평균 €269,074에서 5세대는 €194,053으로 4세대의 70% 수준으로 하락하였다.

할당대가/낙찰가도 3세대, 4세대, 5세대로 가면서 점차 하락하였다. ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 €685,714에서 4세대 가중평균 €361,820로 1/2 수준으로 하락하였고, 5세대 가중평균 €218,948으로 4세대의 60% 수준으로 하락하였다.

낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 대체로 높은 수준이 유지되고 있다. 개별 경매에서는 20% 대로 나온 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 4세대는 74% 수준, 5세대는 89% 수준으로 대체로 높게 유지하고 있다.

마. 주파수 경매제도의 경제적 파급효과 연구

주파수에 대한 수요가 증가하면서 주파수의 가치에 대한 연구도 증가하였다. 본 연구에서는 선행연구들을 분석한 후 경제학적 방법과 회계적인 방법으로 구분하였다. 그리고 원리와 방법론, 객관성과 학술성, 현실성 등을 종합적으로 검토하여 경제학적인 방법론을 채택하였다. 또한 자료의 한계를 감안하여 거시적인 방법론 중에서 주파수의 GDP 기여효과, 소비자 잉여를 분석의 대상으로 선택하였다.

소비자의 잉여는 Hausman(1981)이 제안한 정확후생과 Alexander, Kern & Neil(2000)의 방법, 그리고 Breslaw & Smith(1995)가 제안한 시뮬레이션 방법으로 추정된 후 서로 비교하였다. 또한 주파수 경매로 발생한 할당대가와 주파수

총량의 확대가 이동통신 사업자의 수익이나 소비자의 잉여에 미치는 영향도 분석하였다. 결과적으로 높은 할당대가가 성공한 경매는 아니라는 학계나 업계의 주장을 확인하였고, 정부의 주파수 공급확대 노력의 성과와 필요성을 실증했다.

1) 산업연관분석

Falch & Tadayoni(2000)의 연구를 확장하여 산업연관분석을 수행하여 이동통신산업의 부가가치율을 계산하였다. 한국은행이 발간한 자료를 이용함으로써 자료 확보의 어려움을 극복하고, 결과의 신뢰성도 높일 수 있었다.

경매를 통해 할당된 주파수는 2011년 ~ 2019년에 연간 478억 ~ 18조 6천억 원의 부가가치를 창출한 것으로 나타났다. 그 중 이동통신 서비스 부문에서 1조 7천억 ~ 12조 4천억 원을 창출하였고, 휴대폰 제조산업에서는 184억 ~ 4조 2천억 원을 창출하였다. 그리고 설비투자 부문에서 295억 ~ 2조 3천억 원의 부가가치를 창출하였다. 부가가치 창출 효과는 GDP와 개념적으로 동일하므로 GDP에 대한 기여도라고 간주할 수 있다.

<경매를 통해 할당된 주파수에 의해 창출된 부가가치 효과 (단위 : 억원)>

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LTE, 5G 서비스		16,958	55,344	97,651	108,682	123,870	117,757	111,044	133,708
휴대폰 내수생산	184	12,441	28,044	42,262	41,706	39,173	28,758	27,823	29,043
설비투자	295	7,394	6,869	7,925	8,431	8,898	8,029	7,577	23,472
합계	478	36,793	90,257	147,837	158,819	171,942	154,544	146,444	186,223

2) 소비자 잉여 추정

소비자 잉여를 추정하기 위해 수요함수를 추정하였다. 국내의 이동통신 서비스에 대한 2003~2019년 사이의 시계열 자료를 이용하였다. 그런데 수요함수를 구성하고 추정할 때에 통신환경을 잘 반영하여 현실적으로 타당한 결과를

도출할 필요가 있다. 그 중에서 가장 중요한 요인이 미디어 환경의 변화에 따른 통신서비스 이용 행태의 변화이다. 선행연구에서는 통화량을 수요함수의 종속변수로 삼는 사례가 많았다. 과거에는 이동통신 가입자들이 음성통화 위주로 이용하였고, 문자메시지를 보조적으로 이용하였다. 그러므로 통화량이 수요를 대변하는 지표로 활용될 수 있었다. 그러나 지금은 모바일 데이터가 이용도(시간 혹은 비용) 측면에서 압도적인 비중을 차지한다. 이를 반영하여 음성통화에 무제한 정액제가 이미 정착되었다. 또한 데이터 정액제도 확산되면서 통화량이나 데이터의 이용량과 납부 요금 사이의 연관성이 낮아졌다. 더욱이 음성통화와 데이터 사용에 대한 과금 자료가 구분되어서 발표되지도 않는다. 그러므로 서비스 이용량을 이용하여 가격과의 관계를 나타내는 수요곡선을 그리기가 어려워졌다. 이러한 이동통신 시장 환경의 변화를 반영하여 대표성과 정밀도가 낮아진 서비스 이용량 대신 가입자의 수를 종속변수로 삼았다. 그리고 설명변수로 요금(ARPU)을 포함시켰다. 그리고 수요함수에 필수적으로 포함되어야 하는 소득변수로 GNI를 채택하였다. 또한 선행연구들에서 수요에 대해 설명력을 가진 것으로 확인된 이동통신 음성전화 발신 통화량, 경쟁 서비스인 유선통신 가입회선, 주파수 보유량 등을 설명변수로 포함시켰다.

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \times \ln P_t + \beta_2 \times \ln Y_t + \beta_3 \times \ln LN_t + \beta_4 \times \ln MV_t + \beta_5 \times Spect_t + u_t$$

여기서 t : 연도, Q_t : 이동통신 가입자, P_t : 이동통신 서비스요금(ARPU)

Y_t : GNI, LN_t : 유선통신 회선, MV_t : 이동통신 음성 발신통

화량, $Spect_t$: 보유한 주파수 총량(MHz), u_t : 오차항

수요함수의 설명변수 중에서 요금이 내생성을 갖는 것으로 판단되었다. 학계나 업계에서는 특히 주파수 할당대거나 할당 주파수 총량 등에 주목하여 서비스 요금에 미친 영향을 논의해 왔다. 그러므로 수요함수의 외생변수들과 주파수 할당대가를 설명변수로 갖는 가격모형을 만들어 2SLS 방법으로 분석했다.

$$\ln P_t = \beta_0 + \beta_1 \times \ln Y_t + \beta_2 \times \ln LN_t + \beta_3 \times \ln MV_t + \beta_4 \times Spect + \beta_5 \times \ln AFee_t + \nu_t$$

여기서 $\ln AFee_t$ (Allotment Fee for Spectrum) : 연간 (분할)납부하는 주파수 할당의
대가, ν_t : 오차항

가격과 수요에 대한 회귀모형에 포함된 시계열 자료들에 대하여 단위근 검증을 수행하여 불안정한 시계열임을 확인하였지만, 두 모형 모두 공적분되어 있음을 확인하였다. 가격모형의 분석에서는 오차항에 계열상관을 고려하여 코크란-오컷 기법으로 GLS를 사용하였다. 분석 결과 주파수의 할당 대가와 보유 주파수 총량이 유의수준 5%에서 설명력을 갖는 것으로 나타나, 학계에서 진행된 논쟁의 해답을 실증적으로 확인하였다.

<가격모형 추정 결과>

변수	추정값	t-value
β_0	34.2632	4.1603***
$\text{GN}(\ln Y_t)$	-1.4016	-3.2996***
유선통신회선($\ln LN_t$)	-0.1465	-0.7640
이동통신 음성발신 통화량($\ln MV_t$)	0.2234	1.2333
보유한 주파수 총량($Spect_t$)	-0.0004	-2.1940**
할당 대가($\ln AFee_t$)	0.1404	2.5401**
$\text{Adj } R^2$	0.9410	

* 유의수준 10% 이하, ** 유의수준 5% 이하, *** 유의수준 1% 이하

가격모형을 이용하여 구한 가격의 추정치를 수요함수에 입력한 후, 수요함수를 추정하였다. 또한 이동통신 서비스에 대한 2003~2019년 사이의 국내 시계열 자료를 입력하고, GLS로 분석하였다. 분석 결과 수요의 가격 탄력성은 -0.5295, 소득 탄력성은 0.3368로 각각 유의수준 1%와 5%에서 유의하게 나타났으며, 부호도 상식에 부합하였다.

<수요함수 추정 결과>

변수	추정값	t-value
β_0	-1.5257	-0.5115
요금($\ln \hat{P}_i$)	-0.5295***	-6.2412
GNI($\ln Y_i$)	0.3368**	2.5214
유선통신회선($\ln LN_i$)	0.0267	0.4495
이동통신음성발신통화량($\ln MV_i$)	0.2751***	5.8901
보유한 주파수 총량($Spect_i$)	-0.000128	-1.3482
Adj R^2	0.9948	

* 유의수준 10% 이하, ** 유의수준 5% 이하, *** 유의수준 1% 이하

수요함수를 이용하여 경매할당 주파수가 창출한 소비자 잉여를 추정하였다. Hausman(1981)이 제안한 정확후생 방법은 통상수요함수를 이용해도 소득효과를 배제하여 보상수요곡선을 사용한 것과 같은 소비자 잉여를 도출한다.

$$CV(p^0, p^1, y^0) = \left\{ \frac{(1-\delta)}{(1+\alpha)y^{0\delta}} [p^1 x^1 - p^0 x^0] + y^{0(1-\delta)} \right\}^{1/(1-\delta)} - y^0$$

여기서 0: 가격 변화 전, 1: 가격 변화 후, x : 수요량, p : 가격, y : 소득,
 α, δ : 수요함수에서 가격, 소득의 계수 추정치

Alexander et al(2000)이 제안한 방법은 잉여가 급증하는 위험을 예방해 주지만, 통상수요함수에 포함된 소득효과가 잉여 추정의 정확도를 낮춘다.

$$CS \approx \frac{P_i Q_i}{2\eta}$$

여기서 η : 통화요금에 대한 수요의 탄력성, P_i : 가격, Q_i : 수요

Breslaw & Smith(1995)의 모형을 이용하면 통상수요곡선에 대한 시뮬레이션으로 간편하게 추정할 수 있다. 그러나 테일러 급수전개 과정의 축약을 보완하기 위해 가격변동 구간을 10원 단위로 잘게 나누고 100,000번의 시뮬레이션

을 수행하였다.

$$CV(p^0 \rightarrow p^1) = h(p^0, u^0) \Delta + 0.5 \frac{\partial h(p^0, u^0)}{\partial p} \Delta^2 + \dots + R$$

여기서 h : Hicksian demand, Δ : 가격 변화, R : the remainder term

분석 결과 2019년에 이동통신 서비스가 창출한 소비자 잉여는 21조 7천억 원(AFN) ~ 31조 원(Breslaw) ~ 49조 원(Hausman)으로 나타났다. 가장 많은 잉여를 도출한 Hausman의 결과는 당해 사업자 영업수익의 213%에 해당하는데, 가입자별로는 6만 881원에 해당한다. 여기에 당해년의 ARPU를 합치면 우리나라의 평균적인 소비자는 매월 8만 9,402원의 효용을 이동통신서비스로부터 얻는 것으로 해석된다.

이동통신 서비스가 거둔 성과 중에서 경매로 할당된 주파수가 창출한 후생효과를 다시 구분하면, 2019년에 14조 8천억 원(AKN) ~ 21조 4천억 원(Breslaw) ~ 33조 6천억 원(Hausman)으로 나타났다. 그리고 경매로 할당한 주파수 단위당 연간 297억 ~ 428억 ~ 671억 원의 후생효과를 창출한 것으로 확인하였다.

<경매로 할당된 주파수가 창출한 소비자 후생(단위 : 억원)>

연도	Hausman		Alexander		Breslaw	
	경매 주파수	MHz 당 /연간	경매 주파수	MHz 당 /연간	경매 주파수	MHz 당 /연간
2011	750	225	331	99	360	108
2012	57,596	1,280	25,441	565	27,277	606
2013	143,245	2,204	63,237	973	61,519	946
2014	230,795	1,923	101,910	849	103,667	864
2015	254,944	2,125	112,602	938	120,222	1,002
2016	288,172	1,859	127,312	821	143,764	928
2017	258,427	1,175	114,251	519	146,300	665
2018	264,263	1,086	116,882	480	162,988	670
2019	335,622	671	148,476	297	214,188	428

3) 주파수 경매가 소비자에게 미친 영향

주파수 경매제도가 이용자들에게 직접적으로 미친 후생효과를 할당 대가와 주파수의 공급 확대 효과를 중심으로 분석하였다. 2010년 ~ 2019년 사이에 주파수 경매를 통해 사업자가 납부한 할당 대가는 대가할당에 비해 평균적으로 30.63% 더 많았던 것으로 확인된다. 이는 2019년을 기준으로 월 ARPU의 3.70%에 해당하는 1,057 원 만큼 ARPU를 증가시킨 것으로 나타났다. 또한 무료할당에 비해서는 2019년에 월 ARPU의 36.43%인 10,391원 만큼 ARPU를 증가시킨 것으로 나타났다. 반면 주파수의 공급확대는 월 5,704원 만큼 요금을 인하시켰는데, 종합하면 4,648원의 요금 인하 또는 4,687원의 요금 인상 효과가 있었던 것으로 추정된다.

<주파수 경매 할당이 서비스 요금에 미친 영향(단위 : 원)>

구분	경매할당 대가가 ARPU에 미친 영향		주파수보급이 Arpu에 미친 영향	두 효과의 합계	
	대가할당	무료할당		대가할당	무료할당
2011	38	164	-45.7	-7.3	118.4
2012	365	1,828	-610.8	-245.9	1217.6
2013	517	2,869	-921.0	-403.6	1948.1
2014	714	4,639	-1,696.8	-983.3	2941.8
2015	706	4,587	-1,677.9	-972.3	2909.1
2016	784	5,464	-2,119.2	-1335.0	3344.4
2017	1,059	8,139	-2,900.8	-1841.8	5238.2
2018	984	7,742	-2,935.5	-1951.4	4806.2
2019	1,057	10,391	-5,704.1	-4647.6	4686.7

이로 인해 이동통신 사업자들은 2019년에 2조 6백억 원의 수익 감소 혹은 2조 3천억 원의 추가 수익을 창출하였다. 이는 동 기간 사업자 영업수익의 9.0%와 9.9%에 각각 해당한다. 그리고 사업자가 매년 납부한 할당대가의 2.21배와 2.44배에 해당한다.

<주파수 경매 할당이 이동통신 사업자의 영업수익에 미친 영향(단위 : 억원)>

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
대가할당 기준	-24	-801	-1,317	-3,362	-3,459	-5,026	-7,258	-8,214	-20,576
무료할당 기준	382	4,013	6,472	10,366	10,664	13,066	21,905	21,519	22,639

경매제도의 도입은 2019년을 기준으로 대가할당에 비해서는 1조 9,431억 원 또는 4조 3,747억 원의 후생을 증가시켰으며, 이를 가입자 당으로 환산하면 매월 1,983 원 또는 4,464 원에 해당한다. 그리고 무료할당에 비해서는 2조 1,379억 원 또는 4조 8,094억 원의 후생 손실이 발생하였으며, 이는 가입자당 매월 2,182원 또는 4,908 원에 해당한다.

<주파수 경매제도로 인한 이동통신 이용자의 후생 변화(단위 : 억원, 원/월)>

구분			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
대가 할당 기준	Haus man	총잉여	50	1,703	2,799	7,146	7,351	10,682	15,428	17,460	43,747
		가입자당	7	245	402	976	965	1,322	1,816	1,919	4,464
	AFN	총잉여	22	757	1,244	3,175	3,266	4,746	6,854	7,757	19,431
		가입자당	3	109	179	434	429	587	807	853	1,983
무료 할당 기준	Haus man	총잉여	-811	-8,529	-13,753	-22,026	-22,659	-27,762	-46,534	-45,714	-48,094
		가입자당	-119	-1,229	-1,977	-3,009	-2,975	-3,435	-5,476	-5,025	-4,908
	AFN	총잉여	-360	-3,790	-6,112	-9,789	-10,070	-12,339	-20,686	-20,321	-21,379
		가입자당	-53	-546	-879	-1,337	-1,322	-1,527	-2,434	-2,234	-2,182

4. 결론 및 시사점

국내외의 주파수 경매제도를 분석한 결과 다음 네 가지의 주파수 할당제도 개선방안을 도출하였다. 첫째, 주파수할당 정책과 경매 설계 등에 있어서 현재 보다 정보공개 수준이 상향될 필요가 있다. 둘째, 최저경쟁가격 산정 과정을

조금 더 투명하게 공개하고 그 수준을 합리적으로 조정할 필요가 있다. 셋째, 한국은 최저경쟁가격이 다른 국가에 비해 매우 높은 수준이므로, 경매에서 경쟁을 높이고 최저가격은 낮출 필요가 있다. 넷째, 경매 외에도 다양한 할당방법을 적용할 수 있는 할당제도를 만드는 것이 필요하다.

그리고 주파수 경매를 통한 할당의 과급효과 분석을 통해 세 가지의 시사점을 얻었다. 첫째, 할당된 주파수가 이동통신 서비스에 투입요소로 사용됨으로써 국민경제적으로나 소비자 후생에 크게 기여하고 있음을 실증하였다. 둘째, 할당대가를 많이 징수하는 경매가 오히려 소비자 후생을 저해할 수 있음을 확인하였다. 셋째, 이동통신 산업에 대한 주파수의 공급이 이동통신 서비스의 가격을 내리는 효과가 실증되었다. 그러므로 정부는 주파수를 추가로 발굴하거나, 기술발전을 지원하여 고(高)대역 주파수의 사용을 가능케 하고 이를 이동통신용으로 할당함으로써 소비자의 후생을 높일 수 있겠다.

본 연구의 한계로는 첫째, 경매제도의 중요한 평가 포인트 중 하나인 최적사업자의 선정과 최적 가격설정으로 인한 효율성을 분석에 포함하지 못했다. 둘째, 후생효과를 소비자 측면의 잉여에 국한하여 평가하였다. 사회적 후생의 총합을 구하기 위해서는 생산자 잉여까지 합산할 필요가 있다. 셋째, 검증된 분석모형들을 활용하다보니 이론적 측면에서 최신성이 다소 떨어진다.

목 차

제 1 장 서론	40
제 2 장 이동통신 이용환경의 변화 및 주파수 관리체계	44
제 1 절 이동통신 기술 및 서비스의 진화	44
1. 이동통신 기술의 진화	44
2. 스마트기기의 확산 및 모바일 트래픽 급증	54
제 2 절 주파수 관리 체계 및 경매제	60
1. 주파수 관리 체계의 변천사	60
2. 현행 주파수 배분체계	61
3. 주파수 할당 체계 및 사례	64
4. 주파수 경매제	76
5. 주요 경매방식	81
제 3 장 국내 주파수 경매 사례 분석	86
제 1 절 국내 주파수 경매 사례 개요	86
1. 1차 주파수 경매(2011년)	86
2. 2차 주파수 경매(2013년)	87
3. 3차 주파수 경매(2016년)	90
4. 4차 주파수 경매(2018년)	92
제 2 절 국내 주파수 경매 사례 분석	95
1. 주파수 경매 결과 분석	95
2. 주파수 경매가 경쟁에 미친 영향	102

제 4 장 해외 주파수 경매 사례 분석	106
제 1 절 미국	107
1. PCS 주파수 경매	107
2. AWS 주파수 경매	115
3. 700MHz 대역 주파수 경매	121
4. 5세대 주파수 경매	127
5. 요약 및 시사점	133
제 2 절 영국	136
1. 3세대 주파수 경매	136
2. 4세대 주파수 경매	138
3. 5세대 주파수 경매	140
4. 요약 및 시사점	141
제 3 절 독일	144
1. 3세대 주파수 경매	144
2. 4세대 주파수 경매	145
3. 5세대 주파수 경매	147
4. 요약 및 시사점	149
제 4 절 프랑스	151
1. 3세대 주파수 할당	151
2. 4세대 주파수 할당	152
3. 5세대 주파수 경매	153
4. 요약 및 시사점	154
제 5 절 이탈리아	156
1. 3세대 주파수 경매	156
2. 4세대 주파수 경매	158
3. 5세대 주파수 경매	159
4. 요약 및 시사점	161

제 6 절 스페인	162
1. 3세대 주파수 할당	162
2. 4세대 주파수 할당/경매	163
3. 5세대 주파수 경매	165
4. 요약 및 시사점	167
제 5 장 경매할당 주파수의 경제적 가치	169
제 1 절 선행연구 분석	169
1. 미시적 방법론	171
2. 거시적 방법론	172
3. 회계적 방법론 (비용 및 가격 접근법)	173
제 2 절 경제학적 방법론의 고찰	177
1. 사회·경제적 후생 접근법	177
2. 정확 후생 접근법	182
3. 시뮬레이션 접근법	183
4. 수요함수와 마크업 방정식 모형	184
5. 기타 접근법	185
6. 소결	186
제 3 절 이동통신 주파수의 경제적 파급효과 분석	187
1. 경제적 파급효과 분석 방법	187
2. 경매를 통해 할당된 주파수가 창출한 경제적 파급효과	190
제 4 절 이동통신 서비스의 수요함수 추정	197
1. 수요함수의 구성	197
2. 경매제도가 이동통신 서비스의 소비자 잉여에 미치는 영향	204
3. 설명변수의 내생성	206
4. 수요함수 추정	211

제 5 절	이동통신 주파수의 가치 분석	214
1.	정확후생 분석법과 Alexander의 모형을 이용한 소비자 잉여 추정	214
2.	시뮬레이션을 이용한 소비자 잉여 추정	221
제 6 절	주파수 경매제도가 이용자 후생에 미친 영향	224
1.	경매할당의 대가가 이동통신 요금에 미친 영향	224
2.	경매를 통한 주파수 공급이 이동통신 요금에 미친 영향	228
3.	경매가 이동통신사의 수익에 미친 영향	229
4.	경매가 이동통신 가입자의 후생에 미친 영향	230
제 6 장	결론 및 시사점	232
제 1 절	주파수 할당 제도	232
제 2 절	주파수 경매제도의 경제적 파급효과	239
제 3 절	주파수 관리 정책 및 제도 개선방안	242
참고 문헌	247
[부록]	256

표 목 차

<표 2-1> CDMA와 TDMA 비교	46
<표 2-2> 3세대 이동통신 기술 비교	47
<표 2-3> 4세대 기술방식 간 비교	48
<표 2-4> LTE와 NR 시스템의 규격 비교	51
<표 2-5> 이동통신 세대별 가입자 수 추이	52
<표 2-6> 사업자별 5세대 서비스 가입자 수 추이	53
<표 2-7> 스마트기기 가입자 수 추이	54
<표 2-8> 세대별 모바일 데이터 트래픽 추이(단위: TB)	55
<표 2-9> 4G와 5G 스마트폰 이용자의 1인당 모바일 데이터 트래픽 추이	56
<표 2-10> 콘텐츠 유형별 트래픽 추이(단위: TB)	57
<표 2-11> 대가할당 관련 최초 범조항	65
<표 2-12> 예상매출액 3% 기준을 적용한 정부산정 대가할당 사례	66
<표 2-13> 주파수 할당대가 산정기준 관련 범조항	67
<표 2-14> 예상매출액과 실제매출액을 함께 고려한 정부산정 대가할당 사례	68
<표 2-15> 경매 도입 시 개정된 범조항	69
<표 2-16> 최저경쟁가격의 결정방법 관련 범조항	70
<표 2-17> 경매 도입에 따라 개정된 주파수 할당대가의 산정기준	71
<표 2-18> 경매 도입 이후의 경매 및 정부산정 대가할당 사례	72
<표 2-19> 5G 시대 주파수 할당대가 산정기준 관련 범조항	74
<표 2-20> 심사방식과 경매방식 간의 장·단점 비교	78
<표 3-1> 1차 주파수 경매 개요	87
<표 3-2> 1차 주파수 경매 과정 및 결과	87
<표 3-3> 2차 주파수 경매 개요	89
<표 3-4> 2차 주파수 경매 과정 및 결과	90
<표 3-5> 3차 주파수 경매 개요	92
<표 3-6> 3차 주파수 경매 과정 및 결과	92

<표 3-7> 4차 주파수 경매 개요	94
<표 3-8> 4차 주파수 경매 과정 및 결과	94
<표 3-9> 1~4차 주파수 경매 결과 요약	96
<표 3-10> 사업자별 이동통신 매출액 추이	105
<표 4-1> 미국 2000년 이전 PCS 주파수 경매 개요	111
<표 4-2> 미국 2000년 이전 PCS 주파수 경매 과정 및 결과	112
<표 4-3> 미국 2000년 이후 주요 PCS 주파수 경매 개요	114
<표 4-4> 미국 2000년 이후 주요 PCS 주파수 경매 과정 및 결과	115
<표 4-5> 미국 AWS-1 주파수 경매 개요	118
<표 4-6> 미국 AWS-1 주파수 경매 과정 및 결과	119
<표 4-7> 미국 AWS-3 주파수 경매 개요	121
<표 4-8> 미국 AWS-3 주파수 경매 과정 및 결과	121
<표 4-9> 미국 700MHz 대역 주파수 경매 개요	126
<표 4-10> 미국 700MHz 대역 주파수 경매 과정 및 결과	127
<표 4-11> 미국 5세대(3.5GHz 및 3.7GHz 대역) 주파수 경매 개요	129
<표 4-12> 미국 5세대(3.5GHz 및 3.7GHz 대역) 주파수 경매 과정 및 결과	130
<표 4-13> 미국 5세대(24GHz 이상 대역) 주파수 경매 개요	132
<표 4-14> 미국 5세대(24GHz 이상 대역) 주파수 경매 과정 및 결과	132
<표 4-15> 미국 주파수 경매 주요 결과 요약	135
<표 4-16> 영국 3세대 주파수 경매 개요	137
<표 4-17> 영국 3세대 주파수 경매 결과	137
<표 4-18> 영국 4세대 800MHz/2.6GHz 대역 주파수 경매	138
<표 4-19> 영국 800MHz/2.6GHz 대역 주파수 경매 결과	139
<표 4-20> 영국 5세대 주파수 경매 개요	140
<표 4-21> 영국 5세대 주파수 경매 결과	141
<표 4-22> 영국 주파수 경매 주요 결과 요약	143
<표 4-23> 독일 3세대 주파수 경매 개요	144
<표 4-24> 독일 3세대 주파수 경매 결과	145

<표 4-25> 독일 4세대 주파수 경매 개요	146
<표 4-26> 독일 4세대 주파수 경매 결과	147
<표 4-27> 독일 5세대 주파수 경매 개요	148
<표 4-28> 독일 5세대 주파수 경매 결과	149
<표 4-29> 독일 주파수 경매 주요 결과 요약	150
<표 4-30> 프랑스 3세대 주파수 할당 내용	152
<표 4-31> 프랑스 4세대 주파수 경매 개요	152
<표 4-32> 프랑스 4세대 주파수 경매 결과	153
<표 4-33> 프랑스 5세대 주파수 경매 개요	154
<표 4-34> 프랑스 5세대 주파수 경매 결과	154
<표 4-35> 프랑스 주파수 경매 주요 결과 요약	156
<표 4-36> 이탈리아 3세대 주파수 경매	157
<표 4-37> 이탈리아 3세대 주파수 경매 결과	157
<표 4-38> 이탈리아 4세대 주파수 경매 개요	158
<표 4-39> 이탈리아 4세대 주파수 경매 결과	159
<표 4-40> 이탈리아 5세대 주파수 경매 개요	160
<표 4-41> 이탈리아 5세대 주파수 경매 결과	160
<표 4-42> 이탈리아 주파수 경매 주요 결과 요약	161
<표 4-43> 스페인 3세대 주파수 할당 내용	163
<표 4-44> 스페인 4세대 주파수 할당/경매 개요	164
<표 4-45> 스페인 4세대 주파수 비교심사 결과	165
<표 4-46> 스페인 4세대 주파수 경매 결과	165
<표 4-47> 스페인 5세대 주파수 경매 개요	166
<표 4-48> 스페인 5세대 주파수 경매 결과	167
<표 4-49> 스페인 주파수 경매 주요 결과 요약	168
<표 5-1> 선행연구에서 제안한 주파수 가치추정 방법론의 분류	170
<표 5-2> 산업연관표의 구성	188
<표 5-3> 부가가치 유발효과 계수	191

<표 5-4> 우리나라의 소비자 물가지수(CPI)	192
<표 5-5> LTE, 5G 서비스의 영업수익(명목)	192
<표 5-6> LTE, 5G 이동통신 서비스의 부가가치 유발효과(실질)	193
<표 5-7> 내수용 LTE, 5G 단말기 생산규모 추정(명목)	193
<표 5-8> 내수용 LTE, 5G 단말기 생산의 부가가치 유발효과(실질)	194
<표 5-9> LTE, 5G 서비스 설비투자 규모(명목)	194
<표 5-10> LTE, 5G 이동통신 설비투자의 부가가치 유발효과(실질)	195
<표 5-11> LTE 및 5G 서비스의 부가가치 창출 효과	195
<표 5-12> LTE, 5G 서비스에 사용 중인 주파수 현황	196
<표 5-13> 경매로 할당된 주파수가 창출한 부가가치 효과(실질)	197
<표 5-14> 수요함수 분석에 사용된 사계열 자료	201
<표 5-15> 단위근 검증을 위한 ADF 검증 결과	204
<표 5-16> 이동통신 3사의 주파수 이용 현황	208
<표 5-17> 대가할당으로 할당된 주파수에 지불된 대가(명목)	209
<표 5-18> 경매를 통해 할당된 주파수에 지불된 대가(명목)	210
<표 5-19> 이동통신 3사가 연간 납부한 주파수 대가 추정치(명목)	210
<표 5-20> 단위근 검증을 위한 ADF 검증 결과	211
<표 5-21> 가격 모형의 추정 결과	212
<표 5-22> 수요함수 추정 결과	213
<표 5-23> 이동통신 요금 10% 인상시에 해지 의사를 밝힌 응답자의 비율	214
<표 5-24> 국내 이동통신 서비스에 대한 소비자의 잉여(실질)	217
<표 5-25> KT의 이동통신 서비스 요금제 현황(2021년 10월)	218
<표 5-26> 4 ~ 5G 서비스의 가입자 및 이용 주파수 현황	220
<표 5-27> 경매 할당된 주파수가 서비스를 통해 창출한 후생효과	220
<표 5-28> 시뮬레이션 방법으로 구한 소비자 후생효과	223
<표 5-29> 대가할당으로 할당된 주파수에 지불된 대가(실질)	225
<표 5-30> 경매를 통해 할당된 주파수에 지불된 대가(실질)	226
<표 5-31> 대가할당 대비 경매할당의 대가가 서비스 요금에 미친 영향	227

<표 5-32> 무료할당 대비 경매할당의 대가가 서비스 요금에 미친 영향	228
<표 5-33> 경매를 통한 주파수의 보급이 서비스 요금에 미친 영향	229
<표 5-34> 경매제도가 이동통신 사업자의 영업수익에 미친 영향	229
<표 5-35> 경매제도로 인한 이동통신 이용자의 후생 변화	231
<표 6-1> 3~5세대 국가별 분석 대상 주파수 대역과 대역폭	236
<표 6-2> 3~5세대 국가별 (MHz·년) 당 할당대가/낙찰가	237

그림 목 차

[그림 2-1] 이동통신 기술의 진화	44
[그림 2-2] 5세대 기술의 서비스 구현 목표	48
[그림 2-3] 8개 성능지표별 4세대 기술과 5세대 기술의 비교	50
[그림 2-4] 3GPP 5세대 기술 표준화 일정	50
[그림 2-5] 사업자별 5세대 서비스 가입자 수 추이	53
[그림 2-6] 세대별 모바일 데이터 트래픽 추이	55
[그림 2-7] 콘텐츠 유형별 트래픽 추이	57
[그림 2-8] 전 세계 콘텐츠 유형별 모바일 트래픽 비중	58
[그림 2-9] 이동통신 모바일 트래픽 전망	59
[그림 2-10] 전 세계 월평균 모바일 트래픽 발생량 예상치	59
[그림 3-1] 2차 주파수 경매의 밴드플랜 1과 2	88
[그림 3-2] 3차 주파수 경매의 할당대상 주파수	91
[그림 3-3] 최저경쟁가격 추이(최소, 평균, 최대)	97
[그림 3-4] 낙찰가 추이(최소, 평균, 최대)	98
[그림 3-5] 최저경쟁가격 대비 낙찰가 상승률	99
[그림 3-6] 1.8GHz 대역의 최저가 대비 낙찰가 상승률	100
[그림 3-7] 2.1GHz 대역의 최저가 대비 낙찰가 상승률	101

[그림 3-8] 2.6GHz 대역의 최저가 대비 낙찰가 상승률	101
[그림 3-9] 경매 시점별 사업자의 주파수 보유량	102
[그림 3-10] 경매 시점별 사업자의 주파수 보유비율	103
[그림 3-11] 사업자별 이동통신 가입자 점유율 추이	104
[그림 3-12] 이동통신 가입자 기준 HHI 추이	104
[그림 3-13] 사업자별 이동통신 매출액 점유율 추이	105
[그림 3-14] 이동통신 매출액 기준 HHI 추이	106
[그림 4-1] 미국 PCS 주파수 Band Plan	108
[그림 4-2] 미국 Major Trading Area (MTA) 지도	109
[그림 4-3] 미국 Basic Trading Area (BTA) 지도	110
[그림 4-4] 미국 Cellular Market Area (CMA) 지도	116
[그림 4-5] 미국 Economic Area (EA) 지도	117
[그림 4-6] 미국 Regional Economic Area Grouping (REAG) 지도	117
[그림 4-7] 미국 AWS-1 주파수 Band Plan	118
[그림 4-8] 미국 AWS-3 주파수 Band Plan	120
[그림 4-9] 미국 700MHz 대역 주파수 Band Plan	122
[그림 4-10] 미국 Major Economic Area (MEA) 지도	124
[그림 4-11] 미국 Economic Area Groupings (EAG) 지도	125
[그림 4-12] 미국 3.5GHz 대역 Band Plan	128
[그림 4-13] 미국 3.7GHz 대역 Band Plan	129
[그림 4-14] 미국 28GHz 대역 Band Plan	130
[그림 4-15] 미국 24GHz 대역 Band Plan	131
[그림 4-16] FCC 홈페이지의 공지문(5세대 3.7GHz 대역 주파수 경매)	136
[그림 4-17] 영국 4세대 800MHz/2.6GHz 대역의 Band Plan	139
[그림 4-18] Ofcom 홈페이지의 공지문(5세대 700MHz/3.6-3.8GHz 대역 주파수경매) ..	143
[그림 4-19] 5세대 2GHz 및 3.6GHz 대역의 Band Plan	147
[그림 5-1] 이동통신 가입자 추이	202
[그림 5-2] 이동통신 서비스의 월 ARPU 추이	202

[그림 5-3] 우리나라 GNI 추이(실질)	202
[그림 5-4] 이동통신 음성 발신통화의 추이	203
[그림 5-5] 이동통신 사업자가 확보한 주파수 총량	203
[그림 5-6] 유선전화 가입회선의 추이	203
[그림 6-1] 3~5세대 국가별 (MHz·년) 당 할당대가/낙찰가	237
[그림 6-2] 4, 5세대 국가별 (MHz·년) 당 할당대가/낙찰가	238

제 1 장 서 론

전파는 국민이 소유한 유한한 공적 자산이다. 그렇지만 동일 대역의 주파수를 여러 사업자가 공동으로 사용하면 혼신이 발생하여 제대로 사용하기가 어려운 이른바 ‘공유지의 비극’이 초래된다. 그러므로 정부가 주파수를 독점적으로 사용할 수 있는 권리를 사업자에게 부여하고, 제대로 사용하는지를 감시하며, 필요한 규제를 부과하는 관리제도가 발전하였다. 사업자들은 주파수의 이용 대가를 정부에 지불하거나, 방송처럼 공적인 책무를 수행할 의무가 부과되기도 한다.

최근에 이동통신, 무선인터넷 등 주파수를 이용하는 서비스가 확산되고, 광대역(broadband) 기술이 발전하면서 주파수에 대한 수요가 급증하고 있다. 이로 인해 주파수 자원의 가치가 높아지고, 주파수의 효율적 관리의 중요성도 강조되고 있다. 그래서 정부는 오랫동안 이용해 온 비교심사(beauty contest) 방식의 주파수 할당을 시장 기능을 이용한 경매(auction)방식으로 전환하고 있다(박동욱 외, 2002.12).

심사할당 방식은 사업계획서 심사를 통해 정부의 요구를 최고로 충족하는 사업자를 선발한다. 그러므로 사업 능력이 떨어지는 부적합한 사업자에게 할당하는 것을 예방할 수 있다. 또한 해당 주파수를 통해 이루고자 하는 정부의 정책적 목표도 반영할 수 있다. 그러나 시장에서 발생하는 변화에 유연하게 대응하기가 어렵다. 또한 심사의 기준이나 결정에 대해 객관성과 투명성에 대한 시비가 따를 수 있고, 실제 사업능력보다는 사업계획서를 작성하는 능력에 의해 사업권이 결정될 가능성도 우려된다. 가장 중요한 문제는 주파수의 할당대가를 공급자인 정부가 결정한다는 것인데, 시장의 환경이 복잡해지면서 정보의 비대칭성이 심화되고 있어 가치에 부합하는 적절한 가격을 결정하기가 어려워지고 있다.

그래서 경매라는 시장원리를 주파수 할당에 적용하여 효율성을 높이려는 시도가 나타났다. 주파수 경매제도는 허즐(Herzel, 1951)과 코즈(Coase, 1959)에

의해 제안되었고, 이후 Levin(1962)을 비롯한 다수의 경제학자들이 경매제도를 지지해 왔다. 그리하여 1989년에 뉴질랜드를 시작으로, 1991년에 인도, 1993년에 미국, 2000년부터 EU 회원국 등 대부분의 OECD 국가들이 경매제를 채택하고 있다. 이 방식은 수요자가 느끼는 주파수의 가치를 할당대가에 반영함으로써 사회후생 극대화에 기여하는 것으로 평가받고 있다(김득원·김희천, 2017).

경매제는 심사방식과는 반대의 장단점을 가진다. 주파수를 가장 효율적으로 사용할 수 있는 사업자를 선별하고, 적절한 주파수 사용대가를 정부가 회수할 수 있으며, 선별과정이 투명하다는 장점을 가진다. 경매제는 가격경쟁(bidding)을 통해 주파수의 이용 주체가 가격을 결정하므로, 시장 가격을 확인할 수 있다. 그리고 가장 높은 가격을 입찰한 사업자에게 할당하므로, 주파수를 가장 효율적으로 사용하여 그 이상의 지대(rent)를 창출할 수 있는 사업자가 할당받는다. 이로 인해 2차 시장에서 재할당하는 비용을 절감할 수 있다(Cramton 2002). 그러므로 주파수를 이용하는 사업의 효율성을 높일 수 있다. 만약 사용대가를 면제하거나 적절한 수준 이하에서 결정할 경우, 주파수에 대한 초과수요가 발생하여 주파수가 비효율적으로 이용되는 등 시장의 왜곡이 초래된다. 반대로 주파수 이용대가가 적정 수준을 넘어서면 주파수에 대한 수요가 감소하여 관련 산업을 위축시킨다.

주파수 경매를 통해 징수한 할당대가는 공적 사업 추진의 재원이 되어, 주파수의 주인인 국민들에게 혜택이 돌아간다. 그런데 정부가 적정 가격보다 저렴하게 주파수를 할당한다면, 해당 사업자에게 부당한 지대를 제공하는 셈이 되고 그 피해는 국민에게 돌아간다(홍철규, 2006). Hazlet & Munez(2004)은 이렇게 세금을 대체할 수 있는 재원은 세금에 비해 1달러당 0.33달러의 사회적 비용을 절감할 수 있다는 학계의 견해를 강조하였다(Cramton, 2001; Klemperer 2002).

정부는 경매 설계를 끝내면 더 이상 관여하지 않고 참여한 사업자들끼리 경매 규칙에 따라 결과가 결정되므로, 투명한 것으로 인정받는다. 그러므로 정부는 할당에 소요되는 행정비용을 최소화할 수 있다.

그러나 가장 높은 가격을 입찰한 사업자가 낙찰을 받게 되므로 참여자의

자본력이 큰 영향을 미친다. 그래서 주파수 집중이라는 부작용이 나타날 우려가 있다. 수요가 부족하거나 경매 설계가 미진할 경우에는 헐값 낙찰이 발생하고, 입찰 참여자들끼리의 담합도 나타날 수 있다.

경매의 또 다른 부작용 중 하나는 할당 대가가 클수록 성공한 경매로 인정받는다는 점이다. 이로 인해 정부도 재정수입 극대화를 경매의 목표로 삼을 가능성이 있다. 그러나 경매로 할당한 주파수를 이용하기 위해 설비투자를 집행하고, 서비스의 품질을 높이고 요금을 낮추어 소비자의 후생을 극대화하며, 산업적인 효과를 극대화하는 것이 궁극적인 목표가 되어야 한다. 높은 할당대가가 이러한 목표에 부정적인 영향을 미칠 것이라는 우려가 업계를 중심으로 제기되고 있다.

우리나라도 2011년 8월에 이동통신 주파수 할당에 경매를 처음 도입한 이후 지금까지 4차례의 경매를 시행하였다. 그리하여 총 2,960MHz 대역 폭의 주파수를 경매를 통해 할당하였으며, 그 대가로 총 8조 4,503억 원을 징수하였다. 정부는 지난 10년 동안 경매를 거듭하면서 설계를 조금씩 바꾸어가며 경매제도를 개선해 왔다. 그러나 주파수 경매 설계 요소들의 조정, 특히 유보가격의 조정에 머물고 있으며, 주파수 할당정책의 장기적인 방향을 모색하는 단계에는 이르지 못하고 있다. 여기에는 경매의 성과에 대한 종합적인 평가가 미진한 데도 원인이 있다. 지금까지는 경매를 통해 거둔 할당대가의 대소를 평가하는데 그치고 있다. 그러나 할당 대가는 경매의 성과 중 하나일 뿐이며, 종합적인 기준이 되기에는 부적합하다. 그리고 수 차례의 경매에 참여한 사업자 중 일부가 높은 할당대가에 대하여 불만을 제기하고, 언론을 통해서도 ‘승자의 저주 (Winner’s curse)’가 회자되었던 사실을 숙고할 필요가 있다(정인준·여재현, 2011).

고가 낙찰이 사업자를 넘어서 주파수를 이용하는 서비스의 요금에 전가되어 이용자들에게 부담을 준다는 주장도 많다(조상섭·이한영·강신원, 2009). 이론적으로는 주파수 할당대가가 고정비용이므로 서비스 가격에 전가되지 않아야 한다. 그러나 자본시장이 불비(不備)하거나, 할당대가의 규모가 급증하면 요금을 통해 회수하여야 하는 경우도 많다. 그래서 Hazlett & Munoz(1994)는 높은 할당

대가를 창출한 경매가 성공이라는 평가에 의문을 제기하였다.

주파수 할당정책을 개선하기 위해서는 우선 효율성이 높은 경매제도의 성과를 객관적으로 평가할 필요가 있다. 본 연구에서는 국내 주파수의 경매사례를 분석하고, 해외 주요국의 최신 경매 동향을 분석한다. 그리고 경매 대가가 아닌 경매로 할당된 주파수가 미친 산업적인 효과나 이용자의 후생에 미친 영향 등을 다양한 방법론을 이용하여 객관적으로 평가한다. 그리고 이를 토대로 주파수 할당정책의 장기적인 개선방안을 도출한다.

2장에서는 기술의 발전으로 인해 초래된 주파수의 이용환경의 변화를 살펴보고, 경매제도를 비롯한 주파수 관리체계의 변화를 살펴본다. 3장에서는 국내 주파수 경매사례와 업계에 미친 영향을 분석한다. 4장에서는 미국, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인 등 경매제도를 주파수 할당정책에 적극적으로 활용하고 있는 해외 주요국의 동향을 살펴본다. 5장에서는 우리나라에서 경매를 통해 할당된 주파수가 이동통신 서비스에 투입됨으로써 사회적으로 창출한 파급효과와 소비자 후생 등을 살펴본다. 그리고 경매제도를 통해 부과된 할당대가와 주파수의 보급 확대가 이용자에게 직접적으로 미친 영향을 분석함으로써, 종합적인 시각에서 경매제도의 성과를 평가한다. 6장에서는 연구 결과를 종합하고, 연구를 통해 도출한 주파수 관리정책 개선방안을 제안한다.

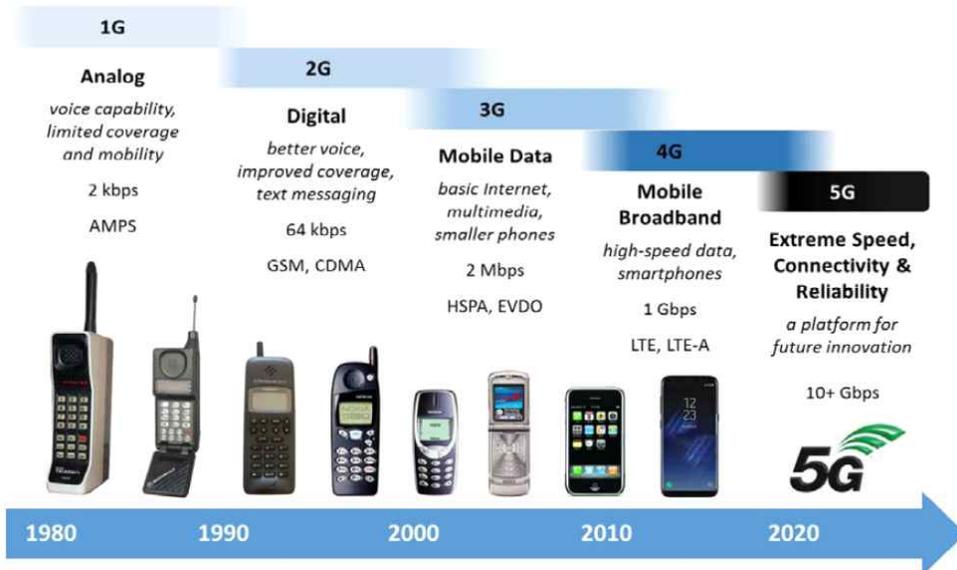
제 2 장 이동통신 이용환경의 변화 및 주파수 관리체계

제 1 절 이동통신 기술 및 서비스의 진화

1. 이동통신 기술의 진화

이동통신 기술은 음성서비스만이 오직 가능하였던 1세대와 음성서비스와 함께 문자메시지 등 간단한 데이터서비스를 제공하였던 2세대를 거쳐, 영상통화 및 멀티미디어서비스가 가능한 3세대 및 이의 전송속도를 향상시킨 4세대로 진화를 거듭하였다. 4세대 기술은 Long-Term Evolution(LTE)로도 불린다. 현재는 4세대의 속도와 연결성을 획기적으로 향상시킨 5세대 기술이 도입되어 시장에서 확산되고 있다. 그림 2-1은 1세대부터 시작하여 5세대까지의 이동통신 기술의 진화 과정을 보여준다.

[그림 2-1] 이동통신 기술의 진화



※ 출처: 5G Americas(2017), 신재욱 · 신재승(2019)

1세대 이동통신 기술의 대표적인 Advanced Mobile Phone System(AMPS)는 미국의 AT&T 벨 연구소에서 최초로 개발된 아날로그 방식의 이동통신 기술로, 주로 미주 지역에서 이 기술을 활용한 서비스를 제공하였다. AMPS 기술의 핵심은 셀룰러 방식을 채택하여 주파수의 사용효율을 최대화한 것이다. 셀룰러 방식은 전체 서비스 제공지역을 다수의 셀(cell)로 구획하여 각 셀마다 기지국을 두고 해당 기지국은 해당 셀만 커버할 수 있도록 출력을 조정하여 인접하지 않은 셀의 경우에는 동일한 주파수를 사용할 수 있도록 하는 방식이다. 우리나라에서는 SK텔레콤이 AMPS를 채택하여 1세대 서비스를 제공한 바 있다. 참고로 유럽은 Nordic Mobile Telephone(NMT) 기술을 채택하였다. 1세대 기술의 또 다른 특징은 주파수분할 다중접속(Frequency Division Multiple Access, FDMA) 방식을 채택한다는 점이다. 이 방식은 주파수를 여러 개의 채널로 분할하여 하나의 채널에 한 명의 이용자를 할당한다. FDMA 방식은 구현이 간단하지만 용량의 제한된다는 큰 단점을 지니고 있다

2세대 이동통신 기술은 디지털화를 키워드로 꼽을 수 있다. 기존 1세대에서 음성을 아날로그 신호로 처리하던 것을 2세대에서는 디지털화하여 부호화 및 변복조하여 전송하는 것이 핵심이다. 다중접속방식은 2세대의 경우 시분할 다중접속(Time Division Multiple Access, TDMA) 방식과 코드분할다중접속(Code Division Multiple Access, CDMA) 방식을 채택하고 있다. TDMA는 시간을 여러 간격으로 쪼개서 각 사용자에게 자신에게 할당된 시간에 자기신호를 전송하도록 하는 방식이다. TDMA는 유럽식 2세대 이동통신 기술인 Global System for Mobile Communications(GSM)에서 사용되었다. CDMA는 각 사용자에게 고유의 코드(암호)를 부여하여 다수의 사용자가 접속할 수 있도록 하는 방식이다. CDMA는 미국의 퀄컴에서 최초로 기술을 개발하였으나, 우리나라의 SK텔레콤이 1996년에 세계 최초로 CDMA를 2세대 이동통신 서비스에 상용화하였다. CDMA는 뛰어난 가입자 수용능력, 인접 기지국 간 간섭영향 최소화, 보안 우수, 저전력 소비에 따른 단말기 경량화 가능 등의 장점을 보유하고 있다. 2세대에서 3세대로 발전하는 과정에서 2세대의 데이터 전송속도 및 기지국 당 수용능력 등을 개선한 2.5세대 기술들도 등장하였다. 2.5세대 기술로는 대표적으로 CDMA

2000 1x를 들 수 있다. <표 2-1>은 CDMA와 TDMA를 다양한 기준으로 비교한 내용을 보여주고 있다.

<표 2-1> CDMA와 TDMA 비교

구분	CDMA	TDMA
가입자 수용용량	많음 (셀룰러 가입자의 약 10배)	중간 (셀룰러 가입자의 약 2-3배)
국내기술의 자립도	CDMA 핵심기술 축적 국내 독자 개발 가능	유럽 GSM 방식의 변형
국내 시장 보호	용이	곤란
차세대이동통신서비스	적합	데이터/영상서비스 제공 불리
구현의 적합성	데이터/영상서비스 제공 가능	
통신망 구축의 경제성	경제적 (디지털 이동전화망 활용가능)	비경제적 (기존 디지털 이동 전화망 활용불가)

※ 출처: 최재웅 (2012.9.12.)

3세대 이동통신 기술은 2세대에 비하여 전송속도를 개선한 점이 가장 큰 변화이다. 2세대에서는 단순한 문자메시지 정도의 데이터 서비스를 제공할 수 있었다면 3세대에서는 멀티미디어메시지 및 영상통화 뿐만 아니라 일반 PC에서 사용하던 인터넷 서핑 및 동영상의 송수신도 가능하게 하였다. 3세대에서는 유럽에서 개발한 Wideband Code Division Multiple Access(WCDMA)와 미국 퀄컴이 개발한 CDMA 2000 Revision A/B가 있으나 WCDMA가 더 많이 확산되었다. WCDMA는 기존 유럽의 2세대 이동통신 기술은 GSM의 TDMA 방식을 CDMA 방식으로 변환한 것이다. 3세대에서 4세대로 진화하는 과정에서 전송속도를 큰 폭으로 다시 향상시킨 3.5세대 기술도 등장하였는데, Mobile WiMAX(WiBro), HSD(U)PA/HSPA 등을 대표적인 3.5세대 기술로 들 수 있다. 특히, Mobile WiMAX는 4세대 기술이 채택하고 있는 직교주파수반할다중접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA) 및 Orthogonal Frequency Division Multiplexing(OFDM) 방식을 기반으로 하고 있다. <표 2-2>는 3세대 이동통신 기술인인 와이브로, WCDMA, EV-DO리비전A를 다양한 기준으

로 비교한 내용을 보여주고 있다.

<표 2-2> 3세대 이동통신 기술 비교

구분	와이브로	WCDMA*	EV-DO리비전A
기술주도업체	삼성전자, 인텔	노키아	퀄컴
기술방식	한국식	유럽식(비동기식)	미국식(동기식)
국내서비스업체	KT, SK텔레콤	SK텔레콤(T), KTF(쇼)	LG텔레콤
상용화시기	2006년 8월	2006년 5월	2007년 10월
최고속도(상향/하향)	5.2/24.8Mbps	1.4/14.4Mbps	1.8/3.1Mbps
이동성	시속 60km	시속 250km	시속 250km
발전기술(4세대)	와이브로 에블루션	롱텀에볼루션(LTE)	울트라모바일 브로드밴드(UMB)

* WCDMA속도는 현행 HSDPA 서비스 기준

4세대 이동통신 기술은 3세대에 비해서 전송속도를 획기적으로 개선한 것이 가장 큰 변화이다. 4세대 이동통신은 이동 중 100Mbps, 정지 중 1Gbps의 전송속도를 지향한다. 4세대 이동통신 시스템을 구성하는 핵심기술은 바로 OFDM 기반의 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술이 핵심을 이루고 있다. 4세대 서비스 기술은 LTE-Advanced(LTE-A), WiMAX Evolution 등이 있다. LTE-Advanced는 3GPP에서 규정 및 개발하고 있는 4세대 기술이고, WiMAX Evolution은 Mobile WiMAX 진영의 IEEE에서 제안하는 4세대 기술이다. <표 2-3>은 4세대 기술방식인 LTE-Advanced, WiMAX Evolution를 다양한 기준으로 비교한 내용을 보여주고 있다. LTE-Advanced는 협대역(10MHz) LTE 주파수 2개를 묶어서 빠른 속도를 구현하는 서비스로 최대 속도가 150Mbps에 이른다. 특히, LTE-A가 더 발전한 Multi-Band LTE-A는 여러 개의 광대역 주파수와 협대역 주파수를 CA(Carrier Aggregation) 기술로 묶어 최대속도가 225Mbps(2Band LTE-A)에서 525Mbps(5Band LTE-A)까지 나온다.

5세대 이동통신 기술은 4세대 대비 20배 빠른 초고속, 10배 많은 초연결, 10배 짧은 저지연을 가진 무선통신 기술로, 정식명칭은 IMT-2020이다. 5세대

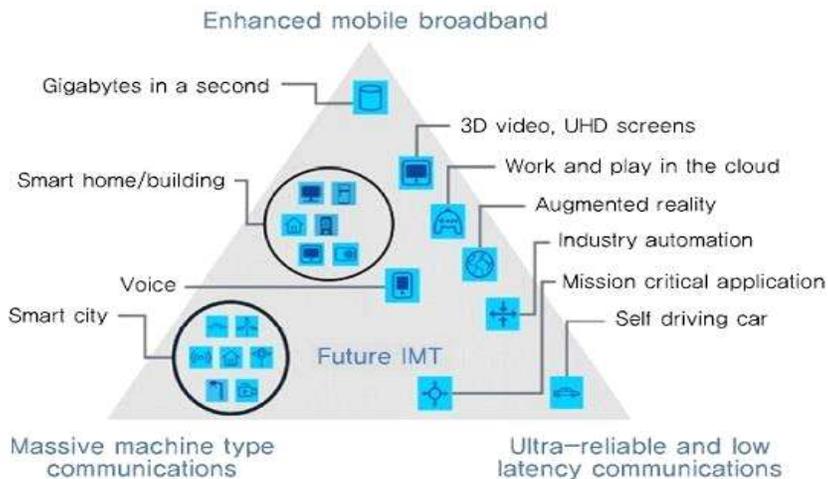
기술은 [그림 2-2]와 같이 초고속(Enhanced mobile broadband, eMBB), 고신뢰 초저지연(Ultra-reliable and low latency communication, URLLC), 초연결(Massive machine type communication, mMTC)이라는 세 가지의 서비스 구현 목표를 가지고 있다.

<표 2-3> 4세대 기술방식 간 비교

구분	LTE-Advanced (3GPP Release 10)	WiMAX Evolution (802.16m Release 2.0)
물리계층	DL:OFDMA, UL:SC-FDMA	DL: OFDMA, UL: OFDMA
듀플렉스모드	FDD/TDD	FDD/TDD
이동성	350 km/h	350 km/h
채널대역폭	R8의 조합	5, 10, 20, 40 MHz
최고데이터 전송속도	DL: 1Gbps, UL: 300 Mbps	DL: 350Mbps (44) UL: 200Mbps (24)
대역폭 효율	DL: 30bps/Hz UL: 15 bps/Hz	DL: 2.6 bps/Hz (42) UL: 1.3 bps/Hz (24)
대기시간	Link layer < 5ms Handoff < 50ms	Link layer < 10ms Handoff < 30ms
VoIP 용량	80명 이상/섹터/MHz (FDD)	30명 이상/섹터/MHz (FDD)

※ 출처: Abichar, Z. and Chnag, J.M. (2010.5), 윤현영 (2010.7) 편집

[그림 2-2] 5세대 기술의 서비스 구현 목표(※ 출처: ITU(2015))



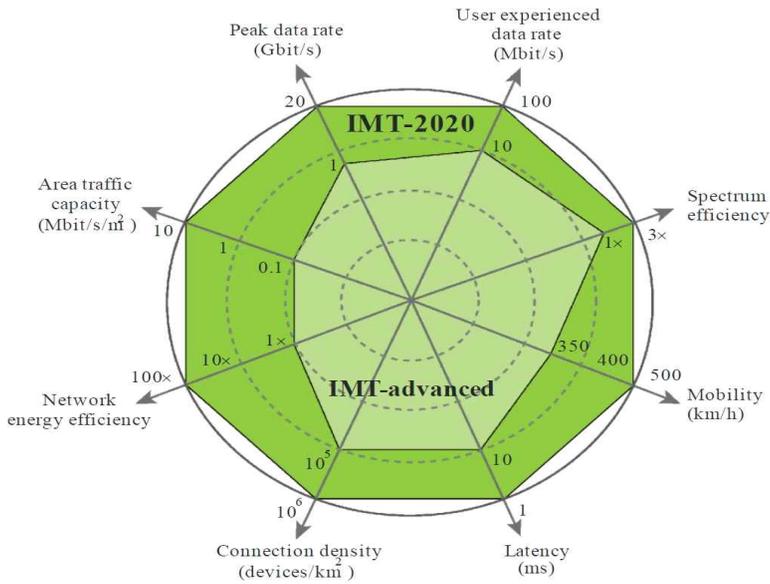
5세대 기술은 [그림 2-3]에서와 같이 8개의 성능지표 측면에서 4세대에 비하여 개선된 수준을 지향하고 있다. 첫째, 최고 데이터 속도(Peak Data Rate) 측면에서는 4세대 대비 20배 향상된 셀당 20Gbps를 지향한다. 이와 같은 속도 수준은 대용량 데이터를 고속으로 전송해야 하는 다양한 멀티미디어 서비스, 가령 AR/VR 서비스, UHD 서비스 등을 안정적으로 제공할 수 있다. 둘째, 지연(Latency) 측면에서는 4세대의 10분의 1 수준인 1밀리초(ms)로 줄어든다. 이와 같은 수준은 명령과 행동 간 지연이 없거나 최소화되어야 바람직한 자율주행, 로봇제어, 원격수술 등을 실현화할 수 있다. 셋째, 연결밀도(Connection Density) 측면에서는 1제곱킬로미터 (km²) 내에 1,000,000개 기기를 연결할 수 있다. 이를 통해 밀도가 높은 생활환경, 산업환경 등에서 사물 인터넷, 환경 모니터링, 스마트시티 등을 가능하게 한다. 넷째, 사용자의 경험 데이터 속도(User Experienced Data Rate) 측면에서 셀 경계에서도 사용자는 최소 100Mbps의 전송속도를 보장한다. 이 외에도 주파수 효율성(Spectrum Efficiency), 네트워크 에너지 효율성(Network Energy Efficiency), 이동성(Mobility), 면적당 트래픽 용량(Area Traffic Capacity) 측면에서도 4세대 월등히 향상된 성능을 가진다.

5세대 기술의 표준화는 3GPP에 의해 2016년 4월부터 시작되었다. 참고로, 3GPP는 당초 비동기식 기반 3G 이동통신 시스템(GSM)의 국제 표준을 제정하기 위하여 1998년 유럽전기통신표준협회(ETSI)를 중심으로 하여 일본의 ARIB/TTC, 중국의 CCSA, 북미의 ATIS, 우리나라의 TTA 등이 참여하여 설립되었으며(TTA 용어사전), 현재는 IMT-2020이라는 5세대 이동통신의 표준화를 지속적으로 추진하고 있다(황정우, 2018).

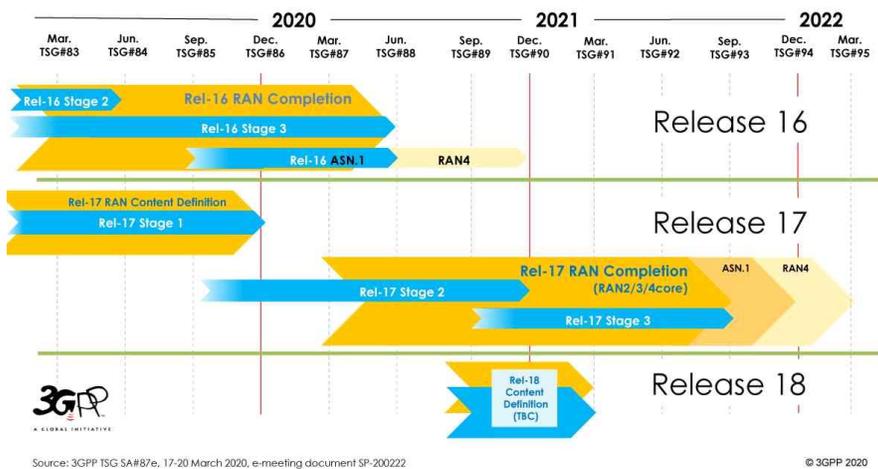
5세대 기술의 표준화는 3GPP Release-14에서 시작하였는데, 여기서는 5세대 기술에 대한 기초적인 연구를 담았다. Release-15에서는 eMBB 기능을 지원하기 위한 표준을 주로 다루었고, Release-16에서는 mMTC와 URLLC 같은 기능들에 대한 요구사항들을 만족할 수 있는 표준화 작업을 진행하였다. 현재는 Release-17을 준비하고 있는데, 여기서는 기존 5G 진화버전인 Release-16에 대한 고도화, 4차 산업혁명 현실화를 위한 신규 서비스 지원, URLLC, mMTC 서비스 지원을 위한 기능 고도화, 상용화 과정에서 발생하는 추가적 요구사항들

에 대한 표준 규격 개발 등을 다루고 있다. [그림 2-4]는 5세대 기술의 표준화 진행 경과 및 예상 일정을 보여주고 있다(황정우, 2020).

[그림 2-3] 8개 성능지표별 4세대 기술과 5세대 기술의 비교(출처: ITU(2015))



[그림 2-4] 3GPP 5세대 기술 표준화 일정



<표 2-4> LTE와 NR 시스템의 규격 비교

구분	LTE 시스템	NR 시스템
주파수대역	6GHz 이하	6GHz 이하(FR1), 24.25GHz 이상(FR2)
대역폭	1.4, 3, 5, 10, 15, 20MHz	FR1: 5, 10, 15, ..., 100MHz FR2: 50, 100, 200, 400MHz
부반송파간격	15kHz	FR1: 15, 30, 60kHz FR2: 60, 120, [240]kHz
TTI	1ms	1, 0.5, 0.25, 0.125ms 2, 4 and 7 symbols(tens us)
프레임구조	Type 1: FDD Type 2: TDD	Unified framework of FDD/TDD with bi-directional slot
MIMO	Up to 4 layers 다양한 전송모드 (OL/CL-MIMO SFBC, SM)	Up to 8 layers 단일전송모드(LTE TM9 유사) Multi-beam operation
참조신호 (Reference Signaling)	CRS, CSI-RS, SRS, DMRS	DMRS, CSI-RS(for BM, tracking, mobility, CSI), SRS, PTRS
채널코딩	Turbo Coding, TBCC	LDPC, Polar Code
Waveform	DL: CP-OFDM UL: DFT-s-OFDM	DL: CP-OFDM UL: CP-OFDM + DFT-s-OFDM
Initial Access	단일 빔	다중빔 지원(SS블록, 다양한 PRACH 구조 지원)
지원 서비스	eMBB, IoT	eMBB, URLLC
광대역지원	반송파집성(CA)	광대역 Carrier, BWP

※ 출처: 김태중 외(2018)

5세대 기술은 NR이라고 불리는데, 불린다. NR은 New Radio의 약어로 새로운 무선통신시스템을 뜻하는 일반적인 용어이나, LTE 다음의 차세대 무선통신 시스템, 즉 5세대 시스템을 뜻하는 한정적인 용어로 쓰이고 있다. 4세대 무선통신 기술을 LTE라는 이름으로 부르는 것과 같은 맥락으로 5세대 기술을 NR로 부르는 것이라 볼 수 있다. NR 시스템은 LTE와 하방향 호환성(backward compatibility)보다 상방향 호환성(forward compatibility)을 중요 개념으로 다루고 있다. IMT-2020의 eMBB, URLLC, mMTC 등의 성능 수준을 기본적으로 만족시키면서, 새로운 기술로의 확장성과 기존 LTE에서 지원하지 못하는 밀리미터파 대역을 지원하는 형태를 갖추고 있다. <표 2-4>는 LTE와 NR 시스템의 규격을 비교하고 있다.

<표 2-5> 이동통신 세대별 가입자 수 추이

세대	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2G	2,022	1,582	1,075	774	633	471	355
	(39.8%)	(30.1%)	(20.0%)	(14.2%)	(11.0%)	(8.0%)	(5.8%)
3G	3,055	3,550	2,706	1,849	1,487	1,254	1,144
	(60.2%)	(67.6%)	(50.5%)	(33.8%)	(26.0%)	(21.3%)	(18.7%)
4G	-	119	1,581	2,845	3,609	4,169	4,631
	(0%)	(2.3%)	(29.5%)	(52.0%)	(63.0%)	(70.7%)	(75.5%)
5G	-	-	-	-	-	-	-
	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)
합계	5,077	5,251	5,362	5,468	5,729	5,894	6,130
	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

세대	2017	2018	2019	2020	2021.6
2G	256	167	102	50	24
	(4.0%)	(2.5%)	(1.5%)	(0.7%)	(0.3%)
3G	1,066	955	752	560	408
	(16.7%)	(14.4%)	(10.9%)	(7.9%)	(5.7%)
4G	5,044	5,513	5,569	5,256	5,084
	(79.2%)	(83.1%)	(80.8%)	(74.5%)	(71.0%)
5G	-	-	467	1,185	1,647
	(0%)	(0%)	(6.8%)	(16.8%)	(23.0%)
합계	6,366	6,635	6,890	7,051	7,163
	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

※ 출처: 과학기술정보통신부

국내에는 LTE를 중심으로 한 4세대 서비스가 아직은 대세인 가운데, 5세대 서비스가 점점 확산되는 추세이다. 4세대 서비스 가입자 수는 2011년 7월 서비스 개시 이후 지속적으로 증가하다가 2019년 4월에 정점(5,634만명)에 도달한 후 감소하고 있다. 4세대에서 감소한 가입자 수는 5세대로 이전하고 있다. 5세대 서비스는 2019년 4월에 제공되기 시작하였고 지속적으로 증가하여 2021년 6월 현재 1,647만 명으로 전체 가입자의 23.0%를 차지하고 있다. 2세대와 3세대 가입자 수는 각각 3세대와 4세대 서비스가 확산되면서 자연스럽게 감소하고 있다. 2세대 가입자 수는 2021년 6월 현재 24만 명으로 전체 가입자의 0.3%를 차지하고 있어 서비스 종료가 거의 임박한 상황이다. 3세대 가입자 수는 2021년 6월 현재 408만 명으로 전체 가입자의 5.7%를 차지하고 있다. <표 2-5>는 이동

통신 세대별 가입자 수 추이를 보여주고 있다.

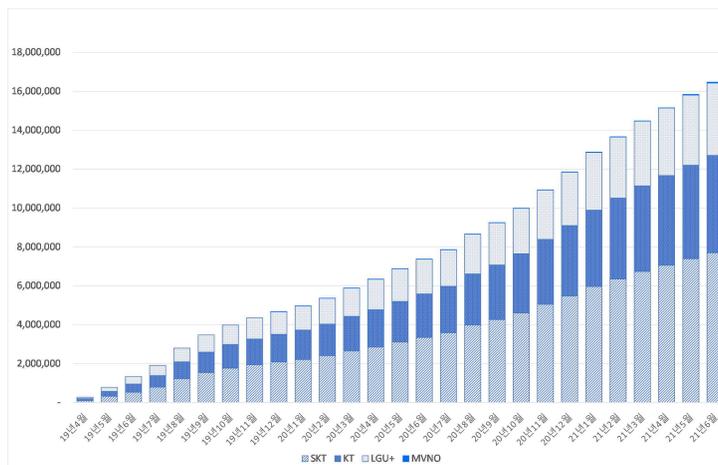
5세대 서비스의 가입자 수를 사업자별로 살펴보면(<표 2-6>과 [그림 2-5]), 2021년 6월 현재 SKT가 770만 명(46.7%), KT가 501만 명(30.4%), LGU+ 372만 명(22.6%), MVNO 3.6만 명(0.2%)을 확보하고 있다. 이동통신 3사가 지금까지 유지해 온 가입자 점유율이 5세대 서비스에서도 거의 그대로 유지되고 있다.

<표 2-6> 사업자별 5세대 서비스 가입자 수 추이

사업자		2019.6	2019.12	2020.6	2020.12	2021.6
SKT	가입자 수	530,346	2,084,238	3,347,684	5,476,055	7,695,679
	점유율	39.7%	44.6%	45.4%	46.2%	46.7%
KT	가입자 수	419,316	1,419,338	2,237,077	3,617,471	5,011,558
	점유율	31.4%	30.4%	30.4%	30.5%	30.4%
LGU+	가입자 수	387,203	1,164,391	1,783,685	2,751,942	3,722,028
	점유율	29.0%	24.9%	24.2%	23.2%	22.6%
MVNO	가입자 수	-	187	1,569	5,905	36,203
	점유율	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
합계		1,336,865	4,668,154	7,370,015	11,851,373	16,465,468
점유율		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

※ 출처: 과학기술정보통신부

[그림 2-5] 사업자별 5세대 서비스 가입자 수 추이



※ 출처: 과학기술정보통신부

2. 스마트기기의 확산 및 모바일 트래픽 급증

모바일 트래픽을 크게 발생시키는 스마트폰, 스마트패드 등의 스마트기기는 이미 일상생활의 필수품으로 자리를 잡았다. <표 2-7>은 스마트 기기의 가입자 수 추이를 보여주고 있다. 스마트 기기를 이용하는 가입자 수는 2018년 말 6,045만 명으로 전체 가입자 수(6,636만 명) 대비 의 91.1%로 90%를 넘었으며, 이후 지속적으로 증가하여 2021년 6월 현재 6,839만 명으로 전체 가입자 수(7,163만 명)의 95.5%를 차지하고 있다. 스마트폰의 가입자 수는 매년 증가하고 있으나, 태블릿PC, 웨어러블 등의 가입자 기반 단말장치는 미세하게 감소하고 있다. 참고로, 태블릿PC, 웨어러블 등의 경우 와이파이가(테더링 포함)로 무선통신 서비스를 이용하는 경우가 많기 때문에 이동통신 서비스에 가입하지 않는 것으로 판단된다. 차량관제, 원격관제, 무선결제 등 사물기능통신 기기는 매년 10% 이상 성장하고 있다.

<표 2-7> 스마트기기 가입자 수 추이

구분	2018.12	2019.12	2020.12	2021.6	
스마트폰	50,765,060	51,132,018	52,223,153	53,479,723	
가입자 기반 단말장치	태블릿PC	1,843,501	2,104,913	2,178,725	2,159,107
	웨어러블	909,526	816,632	673,120	604,780
	기타	909,940	735,696	761,606	780,986
	소계	3,662,967	3,657,241	3,613,451	3,544,873
사물기능 통신	차량관제	1,791,908	2,466,155	3,639,826	4,350,949
	원격관제	3,077,605	4,202,995	5,175,040	5,745,658
	무선결제	796,772	853,513	1,038,212	1,101,798
	기타	360,049	561,104	197,984	163,525
	소계	6,026,334	8,083,767	10,051,062	11,361,930
스마트기기 합계 (비중)	60,454,361 (91.1%)	62,873,026 (91.3%)	65,887,666 (93.4%)	68,386,526 (95.5%)	
이동통신가입자수 (비중)	66,355,778 (100%)	68,892,541 (100%)	70,513,676 (100%)	71,626,069 (100%)	

※ 출처: 과학기술정보통신부

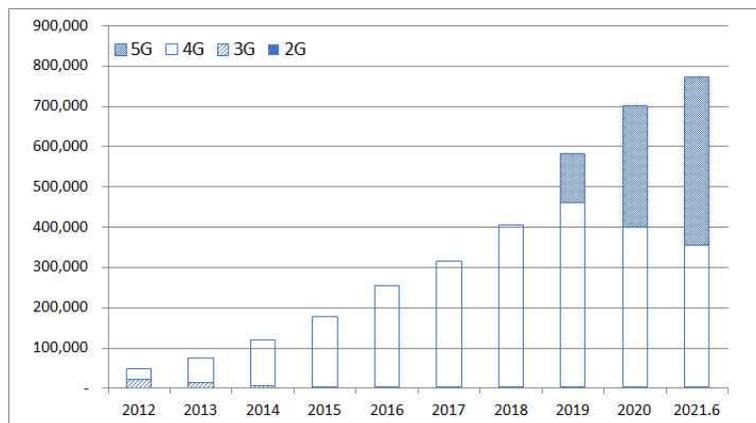
이와 같은 스마트 기기의 확산으로 모바일 데이터 트래픽은 매년 급증하고 있다. <표 2-8>과 [그림 2-6]은 세대별 한 달간 모바일 데이터 트래픽 추이를 보여주고 있다. 2021년 6월 현재 한 달간 이동통신 서비스(2G~5G)를 통해 발생한 모바일 데이터 트래픽은 770,743TB에 이르고 있다. 세대별로 트래픽을 살펴보면, 2019년까지는 4G 서비스의 한 달간 트래픽이 458,575TB로 가장 많았으나 그 이후 점차 감소하여 2021년 6월 현재는 한 달간 353,382TB로 나타났다. 5G 서비스의 한 달간 트래픽은 서비스가 도입된 2019년 이후부터 지속적으로 증가하여 2021년 6월 현재 한 달간 417,310TB로 4G 서비스의 트래픽을 앞서고 있다.

<표 2-8> 세대별 모바일 데이터 트래픽 추이(단위: TB)

세대	2012.12	2013.12	2014.12	2015.12	2016.12	2017.12	2018.12	2019.12	2020.12	2021.6
2G	9	7	6	7	7	4	2	1	-	-
3G	20,267	11,854	6,143	2,745	1,590	578	632	180	58	51
4G	27,687	61,197	113,249	173,008	253,042	314,570	404,022	458,575	399,193	353,382
5G	-	-	-	-	-	-	-	121,444	302,278	417,310
합계	47,963	73,058	119,398	175,760	254,639	315,152	404,656	580,200	701,529	770,743

※ 출처: 과학기술정보통신부

[그림 2-6] 세대별 모바일 데이터 트래픽 추이(단위: TB)



※ 출처: 과학기술정보통신부

1인당 한 달간 발생하는 트래픽을 살펴보면(<표 2-9>), 4G 스마트폰 이용자는 2016년 12월 한 달간 5,885MB의 트래픽을 이용하였고 점차 증가하여 2021년 6월 현재 한 달간 9,177MB의 트래픽을 이용하고 있다. 4년 반 동안 1.56배 증가하였다. 5G 스마트 이용자는 2019년 4월 서비스가 도입된 이후 2019년 12월 한 달간 27,282MB의 트래픽을 이용하였다. 같은 기간 4G 스마트폰 이용자에 비하여 약 4.64배에 달하고 있다. 5G 스마트폰 이용자의 2021년 6월 현재 한 달간 트래픽은 26,580MB로 도입 시점부터 이후 큰 변화는 없는 상황이다.

<표 2-9> 4G와 5G 스마트폰 이용자의 1인당 모바일 데이터 트래픽 추이(단위: MB)

세대	2012.12	2013.12	2014.12	2015.12	2016.12	2017.12	2018.12	2019.12	2020.12	2021.6
4G	1,836	2,256	3,312	4,381	5,885	6,769	8,177	9,753	9,650	9,177
5G	-	-	-	-	-	-	-	27,282	26,744	26,580

※ 출처: 과학기술정보통신부

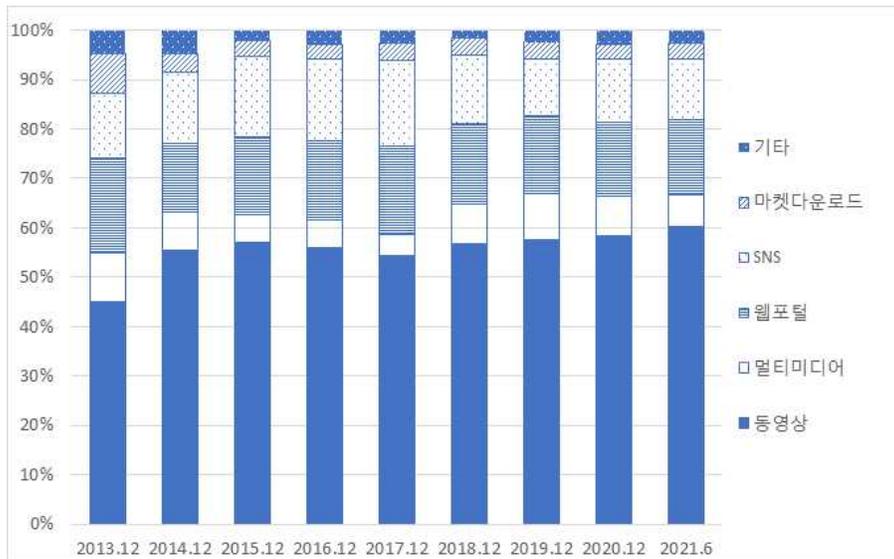
콘텐츠 유형별 트래픽 현황을 살펴보면(<표 2-10>과 [그림 2-7]), 2021년 6월 현재 한 달간 발생하는 모바일 데이터 트래픽 16,039.9TB 중 동영상 60.2%를 차지하고 있다. 그 다음으로 웹포털(15.2%), SNS(12.2%), 멀티미디어(6.5%), 마켓 다운로드(3.1%), 기타(2.7%)의 순서로 비중을 차지하고 있다. 동영상 트래픽은 2013년 12월 45.1%에서 2021년 6월 60.2%를 차지하는 등 매년 비중이 증가하였다. 반면, 같은 기간 웹포털은 19.3%에서 15.2%로, SNS는 13.0%에서 12.2%로(단, 최고치는 2017년 12월 17.5%), 멀티미디어는 9.8%에서 6.5%로, 마켓 다운로드는 7.9%에서 3.1%로 모두 하락하였다.

<표 2-10> 콘텐츠 유형별 트래픽 추이(단위: TB)

유형		2013.12	2014.12	2015.12	2016.12	2017.12	2018.12	2019.12	2020.12	2021.6
동영상	트래픽	519.3	1,319.3	2,112.6	3,091.4	3,604.8	4,965.1	7,252.3	8,579.2	9,662.7
	(비중)	(45.1%)	(55.5%)	(57.1%)	(56.1%)	(54.3%)	(56.8%)	(57.7%)	(58.4%)	(60.2%)
멀티 미디어	트래픽	113.2	183.0	201.5	304.2	292.4	691.4	1,157.7	1,187.0	1,050.3
	(비중)	(9.8%)	(7.7%)	(5.4%)	(5.5%)	(4.4%)	(7.9%)	(9.2%)	(8.1%)	(6.5%)
웹포털	트래픽	222.2	330.5	586.6	884.4	1,182.9	1,438.0	1,990.6	2,204.9	2,440.4
	(비중)	(19.3%)	(13.9%)	(15.9%)	(16.0%)	(17.8%)	(16.5%)	(15.8%)	(15.0%)	(15.2%)
SNS	트래픽	150.1	345.9	601.7	908.1	1,159.9	1,200.2	1,423.3	1,853.3	1,955.4
	(비중)	(13.0%)	(14.5%)	(16.3%)	(16.5%)	(17.5%)	(13.7%)	(11.3%)	(12.6%)	(12.2%)
마켓 다운로드	트래픽	90.6	85.4	120.7	166.1	216.4	314.1	442.4	465.0	493.9
	(비중)	(7.9%)	(3.6%)	(3.3%)	(3.0%)	(3.3%)	(3.6%)	(3.5%)	(3.2%)	(3.1%)
기타	트래픽	55.5	114.5	76.4	156.3	179.6	130.3	304.5	411.0	437.2
	(비중)	(4.8%)	(4.8%)	(2.1%)	(2.8%)	(2.7%)	(1.5%)	(2.4%)	(2.8%)	(2.7%)
합계		1,150.9	2,378.6	3,699.5	5,510.5	6,636.0	8,739.1	12,570.8	14,700.4	16,039.9

※ 출처: 과학기술정보통신부

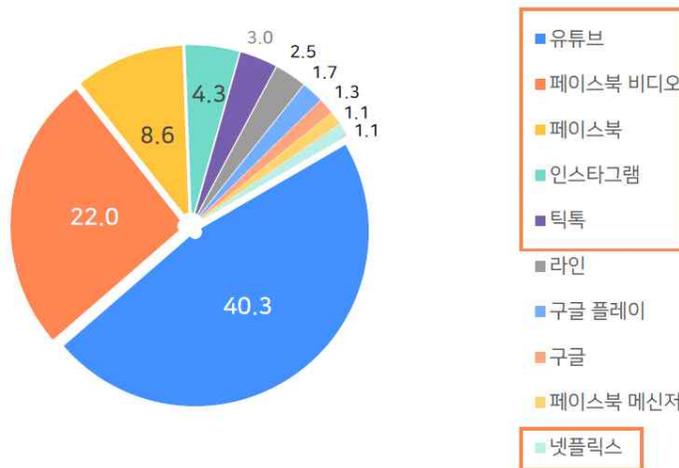
[그림 2-7] 콘텐츠 유형별 트래픽 추이(단위: TB)



※ 출처: 과학기술정보통신부

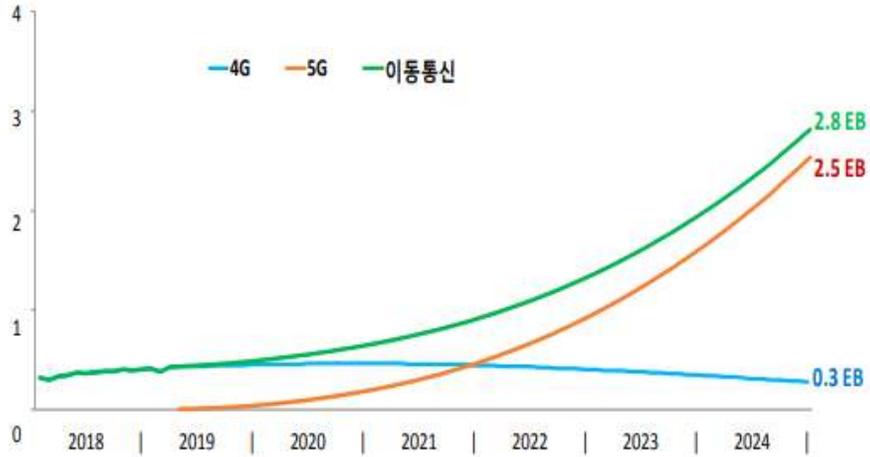
참고로, 샌드바인(Sandvine)의 조사 결과에 따르면([그림 2-8]), 2020년 전 세계에서 다운스트림 모바일 트래픽을 가장 많이 발생시키는 애플리케이션은 유튜브(40.3%)이며, 그 다음으로 페이스북 비디오(22%), 페이스북(8.6%), 인스타그램(4.3%), 틱톡(3.0%), 라인(2.4%) 등의 순으로 나타났다. 우리나라의 경우와 마찬가지로 동영상과 함께 SNS와 디지털 커뮤니케이션 서비스가 대다수의 비중을 차지하고 있다.

[그림 2-8] 전 세계 콘텐츠 유형별 모바일 트래픽 비중



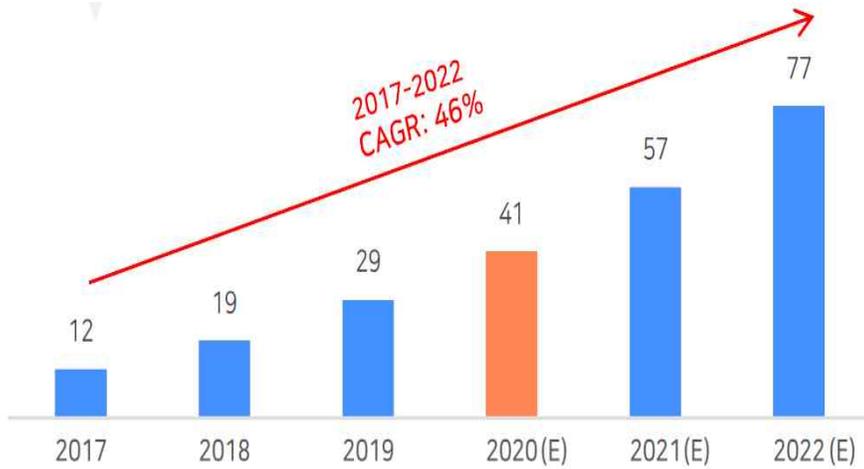
5세대 서비스는 모바일 게임 및 방송에서 FHD, 4K, 8K 등의 고화질 동영상과 XR(확장현실) 애플리케이션 비중이 높아지는 등 초고속(eMBB) 서비스 부문의 성장이 가속화될 것으로 예상되고 있다. 그러나 IoT는 비면허대역의 활용 비중도 높기 때문에 5G 네트워크에 집중되는 초연결(mMTC) 트래픽은 상대적으로 높지 않을 전망이다. 장재혁·박승근(2019)에 따르면([그림 2-9]), 이동통신 전체 모바일 트래픽은 2024년 2.8EB에 이를 것으로 전망된다. 4G 트래픽은 완만한 증가를 유지하다가 2021년에 감소 추세로 전환하면서 2024년에는 0.3EB로 줄어들고, 5G 트래픽은 2024년에는 2.5EB에 이를 것으로 예상된다. 참고로, Cisco에 따르면 2022년 전 세계 모바일 트래픽은 77EB에 이를 것으로 전망되고 있다([그림 2-10]).

[그림 2-9] 이동통신 모바일 트래픽 전망



※ 출처: 장재혁 · 박승근(2019)

[그림 2-10] 전 세계 월평균 모바일 트래픽 발생량 예상치



※ 출처: Cisco(2019.03)

제 2 절 주파수 관리 체계 및 경매제

1. 주파수 관리 체계의 변천사

우리나라에서 최초로 만들어진 전파 관련 법률은 1915년에 제정된 ‘무선전신법’이다. 이 법에는 무선전신 및 무선전화에 의한 공중통신사업을 총독부 관할 하에 두고 공공용 및 군용 무선설비를 제외한 비공공용 설비는 체신당국의 허가를 받아야 설치할 수 있고 설치 이후에도 통제를 받도록 하는 규정이 포함되어 있었다. 그 후 1930년 1월 1일 무선전신법을 일부 개정해 전파관리(통제) 및 통신단속권을 강화하고 선박무선설비의 검사업무를 시작했다. 해방 이후에도 ‘무선전신법’ 체제는 지속이 되다가 1961년 12월 30일 법률 제924호 ‘전파관리법’이 제정·공포되면서 폐지되었다. 전파관리법은 무선국 개설·이용과 무선설비의 운용 또는 공사 시 정부의 허가를 얻도록 하고, 공중통신업무용 무선국은 정부만 개설할 수 있도록 하는 등 주로 무선국 허가와 운용, 감독에 관한 사항을 규정했다. 이후 전파관리법은 무선국 및 무선설비의 개설과 운용의 요건과 절차를 완화해 신축성을 부여하는 방향으로 여러 차례 개정되었다.

국내에서는 경제발전에 따라 통신서비스에 대한 수요가 꾸준히 증가했다. 특히 1984년 5월에 정부에 의해 한국이동통신이 설립되면서 이동통신서비스도 본격적으로 제공되기 시작했다. 서비스에 대한 수요가 증가하면서 무선국 개설도 늘고 주파수 자원에 대한 수요도 커졌다. 주파수 자원의 효율적 활용과 전파 관련 산업의 진흥에 대한 필요성이 커짐에 따라 전파관리법은 1991년 전파진흥과 그 재원 조달에 대한 규정을 포함하는 것으로 개정이 되었고 명칭도 ‘전파법’으로 전환되었다. 여전히 국내 전파관리체계는 명령과 통제체계였고 전파법은 정부에 의한 전파관리를 중심으로 하고 있었지만, 전파정책의 수단은 기존의 규제 중심에서 진흥 및 육성 중심으로 변화해갔다.

일반전화의 경우 1990년대가 되면서 기본적인 통신수요는 거의 충족이 되었으나 남북 분단이라는 여건에서 주파수 이용이 제한되고 이동통신 기술도 미 발달했기 때문에 이동통신 분야는 상대적으로 낙후했었다. 그러나 1990년대에

접어들면서 이동통신 기술이 발달하면서 원가가 빠르게 줄어들었고 수요도 급속하게 커졌다. 이로 인해 주파수의 중요성이 부각되기 시작했고, 전파자원의 관리뿐만 아니라 효율적 이용 요구가 커졌다. 이에 따라 2000년 1월 21일 전파법의 전면 개정이 이루어졌고, 무선국 허가, 검사 및 감독 위주의 규제 중심이었던 전파법이 전파자원의 확보, 배분, 이용 및 진흥 중심으로 개정되었다. 특히, 전파자원을 확보하기 위해 주파수 분배 및 할당 등의 근거 규정을 신설하고, 위성궤도, 주파수 국제등록, 우주국 개설 조건 등의 우주통신 관련 규정을 마련했다. 또한 전자파 인체보호 기준, 전자파 강도측정 기준, 측정 대상 기기 및 방법 등을 규정하고 무선설비의 효율적 이용을 위해 무선국 전부 또는 일부에 대한 공동사용 규정을 포함시켰다. 전면 개정에도 불구하고 여전히 주파수 관리체계는 명령과 통제체계에 가깝게 유지되었으나, 사업자를 선정할 때 주파수 이용대가를 받고 할당을 할 수 있는 근거가 도입되는 등 시장기반적 요소가 나타나기 시작했다. 국내 전파관리체계의 변화 방향은 새로운 전파자원의 확보 및 이용효율 제고를 위해 시장이나 공유에 기반한 요소들을 지속적으로 도입하는 것이다. 2005년 12월 30일에 개정된 전파법에서는 첫째, 주파수의 효율적 이용을 촉진하기 위해 주파수 회수재배치 제도가 개선되었고, 둘째, 기존에 심사할당으로 할당된 주파수의 경우에도 이용기간이 만료된 후 대가를 받고 재할당 하도록 하는 조항이 만들어졌다. 또 무선국 개설 절차가 간소화되고 전파사용료 감면 근거로 마련되었다. 시장기반적 관리체계로의 변화를 보여주는 가장 뚜렷한 사례가 주파수 경매제의 도입이다. 경매제가 할당방식의 하나로 도입된 것은 2010년 전파법 개정을 통해서이다.

2. 현행 주파수 배분체계¹⁾

주파수 배분은 주파수를 이용하고자 하는 자에게 원하는 주파수를 이용할 수 있도록 하는 사전적 성격의 행정제도라 볼 수 있다. 최근 주파수에 대한 수

1) 정인준 외(2011)의 pp. 6-10을 발췌하여 재작성

요 급증과 경제적 가치의 증가로 주파수를 보다 효율적으로 이용하고, 보다 공평하고 투명하게 배분할 수 있는 법적 기준과 절차에 대한 요구가 대두되고 있다. 국내 주파수 배분의 제도적 근거는 전파법과 전파법 시행령에 규정되어 있으며, 국내 주파수 배분체계를 살펴보면 다음과 같다.

가. 주파수분배

주파수분배라 함은 특정한 주파수의 용도를 정하는 것이다(전파법 제2조제1항제2호). 주파수분배의 목적은 전파자원의 공평하고 효율적인 이용을 촉진하는 것이다(전파법 제6조제1항). 주파수분배 시 전파법 제9조제1항에 따라 ①국방·치안 및 조난구조 등 국가안보·질서유지 또는 인명안전의 필요성, ②주파수의 이용현황 등 국내의 주파수 이용여건, ③국제적인 주파수사용동향, ④전파이용기술의 발전추세, ⑤전파를 이용하는 서비스에 대한 수요를 고려하여야 한다.

주파수분배 절차는 전파이용 중·장기이용계획 수립 또는 주파수 이용효율의 개선이 필요한 경우, 국제(ITU) 분배현황 및 계획 등을 반영하고 신규분배 또는 기 분배된 주파수의 분배변경을 포함한 분배계획(안)을 수립하여 공청회 등의 의견수렴을 거친 후 분배 계획을 확정토록 하고 있으며, 확정된 분배계획은 고시하도록 규정되어 있다.

나. 주파수할당

주파수할당이라 함은 특정한 주파수를 이용할 수 있는 권리를 특정인에게 부여하는 것이다(전파법 제10조). 할당대상 주파수는 ①전기통신사업법 제5조제2항의 규정에 따른 기간통신사업, ②방송법 제2조제2호나목의 규정에 따른 종합유선방송사업이나 같은 조 제13호에 따른 전송망사업을 하고자 하는 자가 그 사업을 영위할 목적으로 직접 사용하는 주파수에 한정된다고 규정되어 있다. 할당대상 주파수는 전파법 제10조가 규정하는 사업용 주파수에 대해서만 적용

되고 있다.

주파수할당을 규정하는 핵심 조항은 전파법 제10조이며, 할당방식은 제11조(대가에 의한 주파수할당)와 제12조(심사에 의한 주파수할당)에 명시되어 있다. 주파수를 할당할 경우 할당을 신청할 수 있는 자의 범위와 할당하는 주파수의 용도 및 기술방식 등 대통령령이 정하는 사항을 공고하여야 한다. 주파수할당을 하는 경우에는 전파자원의 독과점을 방지하고 적정한 수준의 경쟁을 촉진하기 위하여 대통령령이 정하는 바에 의하여 조건을 붙일 수 있다. 전파법에서 규정한 요건에 해당 여부에 따라 대가할당과 심사할당 중 하나의 할당방식을 적용할 수 있다.

대가할당은 가격경쟁에 의한 대가할당이 원칙이나, 해당 주파수에 대한 경쟁적 수요가 존재하지 아니하는 등 특별한 사정이 있다고 인정되는 경우에는 정부가 산정한 대가를 받고 주파수 할당을 할 수 있다. 이 때 전파법 제12조에 규정된 심사할당의 심사기준(전파자원이용의 효율성, 신청자의 재정적 능력, 신청자의 기술적 능력, 할당하려는 주파수의 특성이나 그 밖에 주파수 이용에 필요한 사항) 및 주파수 할당이 기간통신사업 또는 위성망 보호 등에 미치는 영향을 심사하여 할당할 수 있다. 정부산정 할당대가는 주파수를 할당받아 경영하는 사업에서 예상되는 매출액, 할당대상 주파수 및 대역폭 등 주파수의 경제적 가치를 고려하여 산정한다.

주파수를 할당한 이후 이용기간이 만료된 주파수를 이용기간 만료 당시의 주파수 이용권자에게 다시 할당하는 것을 재할당(전파법 제16조)이라고 한다. 전파법 제16조제1항에 따르면 주파수 이용자가 재할당을 원하지 아니하는 경우, 해당 주파수를 국방·치안 및 조난구조용으로 사용할 필요가 있는 경우, 국제전기통신연합이 해당 주파수를 다른 업무 또는 용도로 분배한 경우, 전파법 제10조제4항에 따른 조건을 위반한 경우가 아니면 주파수를 재할당할 수 있다. 주파수할당 대가를 받고 재할당하는 경우에는 전파법 제11조제2항부터 제5항까지(가격경쟁에 의한 대가를 받고 주파수할당을 하는 경우에 해당하는 규정은 제외한다)를 준용하되, 그러하지 아니하는 경우에는 전파법 제12조를 준용한다.

다. 주파수지정

주파수지정이란 허가·신고로 개설하는 무선국에서 이용할 특정한 주파수를 지정하는 것이다(전파법 제2조제1항제4호). 당해 무선국이 발사할 전파(주파수)의 채널 또는 폭을 지정함으로써 지정된 주파수 외의 전파를 발사하여 타 무선국에 혼신 등의 문제를 사전에 방지하기 위한 의미로 볼 수 있다.

주파수할당이 이용자(사업자)에게 주파수를 배분하는 것에 반해, 주파수지정은 무선국 단위에 주파수를 배분하는 것이다. 즉, 주파수지정은 허가대상 무선국에 한해 그 행위가 이루어지고 있다. 무선국의 주파수지정은 해당 무선설비가 법에서 정한 기술기준에 적합한 최소 단위(채널), 송·수신 주파수의 구분, 규정된 전파형식을 준수토록 하고 있다. 또한, 주파수지정 시 부여하는 조건은 혼신 등 타 무선국의 운용에 비영향(필요시 혼신대책 등), 전파를 발사할 수 있는 시간 또는 기간(필요시), 기타 주파수지정에 필요한 사항 등을 들 수 있다.

라. 주파수 사용승인

주파수 사용승인이란 안보·외교적 목적 또는 국제적·국가적 행사 등을 위하여 특정한 주파수의 사용을 허용하는 것이다(전파법 제2조제1항제4의2호). 전파자원 이용의 효율성, 주파수 사용의 가능성 및 전파혼신 등을 심사하여 그 결과가 적합하면 주파수 사용승인을 한다. 사용승인서에는 전파의 형식, 점유주파수대역폭 및 주파수, 안테나공급전력(안테나의 급전선(給電線)에 공급되는 전력), 안테나의 형식·구성 및 이득이 포함되어 있어야 한다.

3. 주파수 할당 체계 및 사례²⁾

대가할당 방식은 2000년 1월 21일 전파법 전부개정(<표 2-11>) 시에 도입되었다. 도입 당시에는 대가할당의 근거는 마련되었으나 구체적인 정부산정 대가

2) 정인준(2020)의 pp. 190-200을 발췌하여 재작성

할당을 위한 산정식은 명시되지 않았다. 2000년 10월(할당공고 시점 기준) IMT-2000(이동통신)용 주파수(2.1GHz 대역 40MHz 폭 3개, 120MHz 폭)가 새로운 전파법에 의거하여 ‘주파수할당’이라는 체계로 최초로 사업자에게 배분되었다. 이 때 정부산정 대가할당이 채택되었는데, 산정식이 없었기 때문에 프랑스 사례를 참조하여 이용기간 전체 예상매출액의 3%를 부과하는 것으로 할당대가가 정해졌다(강임호·윤기호, 2006). 이후 2004년 3월 지상파 LBS용 주파수(300MHz 대역 5MHz 폭), 2004년 3월 위성 DMB용 주파수(2.6GHz 대역 25MHz 폭), 2004년 11월 WiBro용 주파수(2.3GHz 대역 27MHz 폭 3개, 54MHz 폭)의 경우에도 IMT-2000과 동일하게 예상매출액의 3%가 적용되었다. 주요 주파수인 IMT-2000용 주파수와 WiBro용 주파수의 할당대가 등 구체적인 할당결과는 <표 2-12>에 주어져 있다 (최계영 외, 2010).

<표 2-11> 대가할당 관련 최초 법조항

제11조 (주파수대가에 의한 할당) ① 정보통신부장관은 제10조제1항의 규정에 의하여 공고된 주파수가 다음 각 호에 해당하는 경우에는 주파수할당대가를 출연금으로 받고 이를 할당할 수 있다.

1. 당해 주파수의 경제적 가치와 기술적 파급효과가 크다고 인정되는 경우
2. 당해 주파수에 대하여 경쟁적 수요가 있다고 인정되는 경우
3. 기타 전파진흥을 위하여 필요하다고 인정되는 경우

② 제1항의 규정에 의하여 주파수할당을 받은 자가 납부하는 출연금(이하 “周波數割當代金”이라 한다)은 정보화촉진기본법 제33조의 규정에 의한 정보화촉진기금(이하 “情報化促進基金”이라 한다)의 수입금으로 한다.

※ 출처: 전파법 [시행 2000.4.1.] [법률 제6197호, 2000.1.21., 전부개정]

정부산정 대가할당을 위한 주파수 할당대가 산정식은 2006년 6월 30일 전파법 시행령 일부 개정 시에 최초로 마련되었다. 명시적이지는 않으나 그 전까지 적용되었던 예상매출액의 3%라는 기준을 개선하여 실제매출액도 함께 고려하도록 산정식이 구체화되었다. 그 결과, 실제로 발생하는 매출액에 대하여 할당대가를 부과함으로써 사업의 불확실성에 대한 사업자 부담을 완화할 수 있게 되었다. 예상매출액만 고려하면 사업성가에 따라 과소 또는 과다하게 할당대가가 부과될 수 있는 반면, 실제매출액을 함께 고려하면 사업성가에 부합하는 할

할당대가 사업자에게 부과될 수 있기 때문이다. 특히, 신규서비스 또는 신규사업자의 경우에는 사업성과의 불확실성이 더욱 크기 때문에 실제매출액을 고려하는 것이 불확실성 완화에 도움이 된다. 또한, 예상매출액만 고려하면 실제매출액 규모가 큰 사업자의 부담은 낮아질 수 있는데 실제매출액에 따라 할당대가를 부과하면 이를 완화할 수 있기 때문에 공정경쟁 기반 조성에도 도움이 된다(정인준 외, 2011).

<표 2-12> 예상매출액 3% 기준을 적용한 정부산정 대가할당 사례

할당공고 시점	용도	대역	대역폭 (MHz)	이용기간 (년)	할당대가 (억 원)	할당사업자
2000.10월	IMT-2000	2.1GHz	40	15	13,000	SKT
		2.1GHz	40	15	13,000	KTF
		2.1GHz	40	15	13,000	LGT
2004.11월	WiBro	2.3GHz	27	7	1,258	KT
		2.3GHz	27	7	1,170	SKT

주파수 할당대가 산정식의 기본구조는 ‘예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금(이하, 예상매출액 기준 할당대가)’ 과 ‘실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금(이하, 실제매출액 기준 할당대가)’ 의 합이다. 예상매출액 기준 할당대가는 ‘주파수 이용기간 동안의 시장전체 예상 매출액’ 에 ‘x’, ‘전파특성계수’, ‘주파수 할당율’ 등 3요소를 곱하여 산정되고, 실제매출액 기준 할당대가는 ‘개별 사업자의 연간 실제매출액’ 에 ‘y’ 를 곱하여 산정된다. 여기서 x 및 y란 시장의 특성 등을 고려하여 고시하는 비율로, 매출액의 일정 비율을 사용료로 부과하는 일종의 러닝 로열티(running royalty) 개념이다. x와 y의 합(x+y)은 3%로 규정하되 조정의 여지를 두고 있다. <표 2-13>은 주파수 할당대가 산정기준을 기술한 전파법시행령 제5조의2와 별표 1의3을 보여준다. 참고로 이동통신 시장의 경우 x=1.4%, y=1.6%를, WiBro 시장 및 지상파 LBS 시장은 x=1%, y=2%를 적용하고 있다(과학기술정보통신부고시 제2018-22호, 2018).

<표 2-13>의 산정기준은 2010년 2월 IMT(이동통신)용 주파수(800MHz 대역 20

MHz 폭, 900MHz 대역 20MHz 폭, 2.1GHz 대역 20MHz 폭) 할당 시부터 적용되어, 그 이후 2011년 7월 IMT용 주파수 할당, 2012년 3월 WiBro용 주파수 할당 등 3차례 적용되었다. 이들 주파수의 할당대가 등 구체적인 할당결과는 <표 2-14>에 주어져 있다(정인준 외, 2011).

<표 2-13> 주파수 할당대가 산정기준 관련 법조항

<p>제5조의2 (주파수할당대가의 산정기준 및 부과절차 등) ①법 제11조제3항에 따른 주파수할당대가의 산정기준은 별표 1의3과 같다.</p> <p>② 정보통신부장관은 별표 1의3 제3호에 따라 실제매출액을 기준으로 주파수할당대가를 부과하는 경우에는 매년 납부금 및 납부기한 등을 명시하여 한국은행에 개설되는 「정보화촉진기본법」 제33조에 따른 정보통신진흥기금의 출납관리를 위한 계정에 납부할 것을 서면으로 통지하여야 한다.</p> <p>③ 주파수할당대가의 산정 및 부과에 관한 세부사항은 정보통신부장관이 정하여 고시한다. [본조신설 2006.6.30.]</p>
<p>[별표 1의3] <신설 2006.6.30> 주파수할당대가 산정기준(제5조의2제1항관련)</p> <p>1. 주파수할당대가는 다음의 산식에 따라 산정한다.</p> $\text{주파수할당대가} = \text{예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금} + \text{실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금}$ <p>2. 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금은 다음의 산식에 따라 산정한다.</p> $\text{예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금} = \text{주파수 이용기간 동안의 시장전체 예상 매출액} \times x \times \text{전파특성계수} \times \text{주파수 할당율}$ <p>3. 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금은 다음의 산식에 따라 산정한다.</p> $\text{실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금} = \text{개별 사업자의 연간 실제매출액} \times y$ <p>비고</p> <ol style="list-style-type: none"> 제2호에서 “시장“이라 함은 역무의 유사성 등을 고려하여 정보통신부장관이 정하는 사업자 집단을 말한다. 제2호에서 “전파특성계수“라 함은 사업의 유사성 및 전파의 특성 등을 고려하여 정보통신부장관이 정하여 고시하는 값을 말한다. 다만, 최대치는 1로 한다. 제2호 및 제3호에서 “x“ 및 “y“라 함은 정보통신부장관이 해당시장의 특성 등을 고려하여 고시하는 값을 말한다. 다만, x와 y를 합한 값은 100분의 3으로 한다. 제2호에서 “주파수 할당율“이라 함은 다음의 산식에 따른 값을 말한다. $\text{주파수 할당율} = \text{개별 사업자가 할당받은 주파수 대역폭} \div \text{주파수할당 공고 시 할당된 전체 주파수대역폭}$ <ol style="list-style-type: none"> 제3호에서 “실제매출액“이라 함은 영업활동으로 발생한 수익에서 다른 전기통신사업자의 통신망을 이용하고 지불하는 대가를 차감하여 산정한 값을 말한다.

※ 출처: 전파법시행령 [시행 2006.7.1.] [대통령령 제19599호, 2006.6.30., 일부개정]

〈표 2-14〉 예상매출액과 실제매출액을 함께 고려한 정부산정 대가할당 사례

할당공고 시점	용도	대역	대역폭 (MHz)	이용기간 (년)	할당대가(억 원, %)		할당 사업자	비고
					예상매출액 기준	실제매출액 기준		
2010.02 월	IMT	800MHz	20	10	2,514	매출의 1.6%	LGU+	
		900MHz	20	10	2,514	매출의 1.6%	KT	
		2.1GHz	20	6년7월	1,064	매출의 1.6%	SKT	
2011.07 월	IMT	800MHz	30	10	4,165	매출의 1.6%	SKT	재할당
		1.8GHz	20	10	1,944	매출의 1.6%	KT	재할당
		1.8GHz	20	10	1,944	매출의 1.6%	LGU+	재할당
2012.03 월	WiBro	2.3GHz	30	7	193	매출의 2%	KT	재할당
		2.3GHz	27	7	173	매출의 2%	SKT	재할당

정부산정 대가할당은 경매 도입 이후부터는 적용되지 않고 있다. 경매는 2010년 7월 23일 전파법 개정 시에 도입되어 2011년 1월 24일부터 시행되었다(〈표 2-15〉). 대가할당 시 경매를 원칙으로 하되, 경쟁적 수요가 없는 등 특별한 사정이 있는 경우(가령, 재할당)에만 제한적으로 정부산정 대가할당을 적용토록 규정하였기 때문이다.

경매를 적용할 경우 “그 가격 미만으로는 주파수를 할당받을 수 없는 경쟁가격”, 즉 ‘최저경쟁가격’ 을 정해야만 한다. 최저경쟁가격은 동일 또는 유사 용도의 주파수 할당대가, 할당대상 주파수의 특성 및 대역폭, 할당대상 주파수의 이용기간·용도 및 기술방식, 할당대상 주파수를 이용한 서비스의 예상매출액, 할당대상 주파수에 대한 수요 등을 고려하여 결정하도록 되어 있다. 〈표 2-16〉은 최저경쟁가격의 결정방법을 기술한 전파법시행령 제14조의2를 보여주고 있다.

<표 2-15> 경매 도입 시 개정된 법조항

- 제11조(대가에 의한 주파수할당) ① 방송통신위원회는 제10조제1항에 따라 공고된 주파수를 가격경쟁에 의한 대가를 받고 할당할 수 있다. 다만, 해당 주파수에 대한 경쟁적 수요가 존재하지 아니하는 등 특별한 사정이 있다고 인정되는 경우에는 제3항 본문에 따라 산정한 대가를 받고 주파수할당을 할 수 있다.<개정 2010.7.23.>
1. 삭제 <2010.7.23.>
 2. 삭제 <2010.7.23.>
 3. 삭제 <2010.7.23.>
- ② 방송통신위원회는 제1항 단서에 따라 주파수를 할당하는 경우에는 제12조 각 호의 사항과 해당 주파수할당이 기간통신사업에 미치는 영향을 심사하여 할당할 수 있다. <개정 2010.7.23.>
1. 삭제 <2010.7.23.>
 2. 삭제 <2010.7.23.>
 3. 삭제 <2010.7.23.>
- ③ 주파수할당 대가는 주파수를 할당받아 경영하는 사업에서 예상되는 매출액, 할당대상 주파수 및 대역폭 등 주파수의 경제적 가치를 고려하여 산정한다. 다만, 가격경쟁에 의하여 주파수할당을 하는 경우에는 그 가격 미만으로는 주파수를 할당받을 수 없는 경쟁가격(이하 “최저경쟁가격”이라 한다)을 정할 수 있다. <개정 2010.7.23.>
- ④ 방송통신위원회는 제10조제2항에 따라 주파수할당을 신청하는 자에게 제3항 본문에 따른 주파수할당 대가의 100분의 10의 범위에서 대통령령으로 정하는 보증금을 주파수할당을 신청할 때에 내도록 할 수 있다. 이 경우 가격경쟁에 의하여 주파수할당을 하는 경우로서 제3항 단서에 따라 최저경쟁가격을 정한 때의 보증금은 그 최저경쟁가격의 100분의 10의 범위에서 대통령령으로 정한다. <개정 2010.7.23.>
- ⑤ 방송통신위원회는 주파수할당을 신청한 자가 주파수할당의 신청기간이 지난 후에 신청을 철회하거나 할당받은 주파수를 사용하지 아니하고 반납하는 경우 또는 담합, 그 밖의 부정한 방법으로 가격경쟁을 한 경우에는 제4항에 따른 보증금을 방송통신발전기금 및 정보통신진흥기금의 수입금으로 편입한다. <개정 2010.7.23.>
- ⑥ 제1항에 따라 주파수할당을 받은 자가 내는 주파수할당 대가는 방송통신발전기금 및 정보통신진흥기금의 수입금으로 한다. <개정 2010.7.23.>
- ⑦ 주파수할당 대가의 산정방법과 징수절차, 최저경쟁가격의 결정방법과 제5항 및 제6항에 따른 수입금의 배분 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. <개정 2010.7.23.>

[전문개정 2008.6.13.]

※ 출처: 전파법 [시행 2011.1.24.] [법률 제10393호, 2010.7.23., 일부개정]

한편, 경매가 도입되면서 정부산정 대가할당을 위한 주파수 할당대가의 산정기준도 함께 개정되었다. 기존 산정기준(〈표 2-13〉의 별표 1의3) 자체는 그대로 적용되나, 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 경매로 할당된 적이 있다면 이를 고려하여 할당대가를 산정하도록 하는 것이 핵심적인 개정 내용이다. 구체적으로, 동일하거나 유사한 용도의 주파수에 대한 주파수 할당대가, 할당대상 주파수의 특성 및 대역폭, 할당대상 주파수의 이용기간·용도 및 기술방식, 그 밖에 할당대상 주파수의 수요전망 등 과학기술정보통신부가 필요하다고 인정하는 사항을 고려하여 주파수 할당대가를 산정할 수 있도록 개정되었다. 〈표 2-17〉은 경매 도입에 따라 개정된 주파수 할당대가의 산정기준(전파법시행령 제14조)을 보여주고 있다.

〈표 2-16〉 최저경쟁가격의 결정방법 관련 법조항

제14조의2(최저경쟁가격의 결정방법) 최저경쟁가격은 다음 각 호의 사항을 고려하여 결정한다.

1. 제14조제1항제1호부터 제3호까지에 관한 사항(동일하거나 유사한 용도의 주파수에 대한 주파수할당 대가, 할당대상 주파수의 특성 및 대역폭, 할당대상 주파수의 이용기간·용도 및 기술방식)
2. 할당대상 주파수를 이용한 서비스의 예상매출액
3. 할당대상 주파수에 대한 수요[본조신설 2010.12.31]

※출처: 전파법시행령 [시행2011.1.24.] [대통령령 제22605호, 2010.12.31., 일부개정]

지금까지 4차례의 경매가 실시되었고, 이 때 최저경쟁가격은 〈표 2-16〉의 사항을 고려하여 결정되었다. 4차례 경매에서 〈표 2-16〉의 사항을 고려하는 구체적인 방법은 조금씩 바뀌었다. 특히, 4번째 경매에서 앞선 3번의 경매와는 크게 다른 변화가 있었다. 2018년 5월에 실시된 네 번째 경매에서는 2018년 4월 전파법시행령(별표 3)이 개정됨에 따라 이전 3번의 경매와는 전혀 다른 방식으로 최저경쟁가격이 결정되었다.

우선 처음 3번의 경매에서 최저경쟁가격 결정방법을 살펴보면, 이들 경매에서는 〈표 2-16〉의 고려 사항이 다음과 같은 방식으로 적용되었다. 우선 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 경매로 할당된 적이 없다면, 할당대상 주파수

를 이용한 서비스의 예상매출액으로부터 최저경쟁가격이 결정되었다. 이 때 <표 2-13>의 산정기준이 준용되었다. 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 경매로 할당된 적이 있다면, 이(들) 주파수의 종전 할당대가(즉, 낙찰가)와 <표 2-13>의 산정기준을 준용하여 산정된 최저경쟁가격을 함께 고려하여(가령, 평균)하여 최종적인 최저경쟁가격이 결정되었다.

<표 2-17> 경매 도입에 따라 개정된 주파수 할당대가의 산정기준

제14조(주파수할당 대가의 산정기준 및 부과절차 등) ① 법 제11조제3항 본문에 따른 주파수할당 대가의 산정기준은 별표 3과 같다. 다만, 할당대상 주파수와 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 가격경쟁주파수할당의 방식에 따라 할당된 적이 있는 경우에는 다음 각 호의 사항을 고려하여 주파수할당 대가를 산정할 수 있다. <개정 2010.12.31.>

1. 동일하거나 유사한 용도의 주파수에 대한 주파수할당 대가
 2. 할당대상 주파수의 특성 및 대역폭
 3. 할당대상 주파수의 이용기간·용도 및 기술방식
 4. 그 밖에 할당대상 주파수의 수요전망 등 방송통신위원회가 필요하다고 인정하는 사항
- ② 방송통신위원회는 주파수할당 대가를 부과하는 경우 납부금 및 납부기한 등을 명시하여 한국은행에 개설되는 방송통신발전기금 및 정보통신진흥기금의 출납관리를 위한 각 계정에 납부할 것을 서면으로 알려야 한다. <개정 2010.12.31.>
- ③ 주파수할당대가의 산정 및 부과에 관한 세부사항은 방송통신위원회가 정하여 고시한다. [제목개정 2010.12.31.]

※ 출처: 전파법시행령 [시행 2011.1.24.] [대통령령 제22605호, 2010.12.31., 일부개정]

첫 번째 경매는 2011년 6월에 실시되었는데, 3개의 IMT용 주파수(800MHz 대역 10MHz 폭, 1.8GHz 대역 20MHz 폭, 2.1GHz 대역 20MHz 폭)가 할당되었다. 이들 주파수의 경우 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 경매로 할당된 적이 없었기 때문에 예상매출액을 가지고 <표 2-13>의 산정기준을 준용하여 최저경쟁가격이 산정되었다. 경매 방법으로는 동시오름입찰 방식이 적용되었다(정인준·여재현, 2011). 첫 번째 경매의 할당대상 주파수별 최저경쟁가격, 낙찰가, 할당사업자는 <표 2-18>에 제시되어 있다.

두 번째와 세 번째 경매는 2013년 7월과 2016년 3월에 실시되었다. 두 번째 경매에서는 3개의 IMT용 주파수(1.8GHz 대역 35MHz 폭, 1.8GHz 대역 15MHz 폭,

2.6GHz 대역 40MHz 폭)가, 세 번째 경매에서는 4개의 IMT용 주파수(1.8GHz 대역 20MHz 폭, 2.1GHz 대역 20MHz 폭, 2.6GHz 대역 40MHz 폭, 2.6GHz 대역 20MHz 폭)가 할당되었다. 두 번째와 세 번째 경매의 일부 주파수(1.8GHz 대역, 2.1GHz 대역)의 경우 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 경매로 할당된 적이 있기 때문에 이(들) 주파수의 종전 낙찰가와 <표 2-13>의 산정기준을 준용하여 산정된 최저경쟁가격을 함께 고려하여 최종적인 최저경쟁가격이 결정되었다. 두 번째와 세 번째 경매 모두 경매 방법으로는 혼합방식(동시오름입찰+밀봉입찰)이 적용되었다. 두 번째와 세 번째 경매의 할당대상 주파수별 최저경쟁가격, 낙찰가, 할당사업자 또한 <표 2-18>에 제시되어 있다.

<표 2-18> 경매 도입 이후의 경매 및 정부산정 대가할당 사례 (단위: 억 원)

할당공고 시점	용도	대역	대역폭 (MHz)	이용기간 (년)	최저경쟁 가격	낙찰가/ 할당대가	할당 사업자	비고
2011.06월	IMT	800MHz	10	10	2,610	2,610	KT	
		1.8GHz	20	10	4,455	9,550	SKT	
		2.1GHz	20	10	4,455	4,455	LGU+	
2013.07월	IMT	1.8GHz	35	8	6,738	10,500	SKT	
		1.8GHz	15	8	2,888	9,001	KT	
		2.6GHz	40	8	4,788	4,788	LGU+	
2016.03월	IMT	1.8GHz	20	10	4,513	4,513	KT	
		2.1GHz	20	5	3,816	3,816	LGU+	
		2.6GHz	40	10	6,553	9,500	SKT	
		2.6GHz	20	10	3,277	3,277	SKT	
2016.12월	IMT	2.1GHz	40	5	-	5,685	SKT	재할당
		2.1GHz	40	5	-	5,685	KT	재할당
2018.05월	IMT	3.5GHz	100	10	9,480	12,185	SKT	
		3.5GHz	100	10	9,480	9,680	KT	
		3.5GHz	80	10	7,584	8,095	LGU+	
		28GHz	800	5	2,072	2,073	SKT	
		28GHz	800	5	2,072	2,078	KT	
		28GHz	800	5	2,072	2,072	LGU+	

한편, 세 번째 주파수 경매 이후 2016년 12월에 재할당이 실시되었다. 본 재할당에서는 2개의 IMT용 주파수(2.1GHz 대역 40MHz 폭 2개, 총 80MHz 폭)가 할당되었다. 해당 주파수는 2000년 10월 IMT-2000용 주파수(2.1GHz 대역 120MHz 폭)의 일부이다(〈표 2-12〉 참조). 앞서 언급한 바와 같이, 재할당은 경쟁적 수요가 없는 등 특별한 사정이 있는 경우에 해당되기 때문에 정부산정 대가할당이 적용된다. 이때의 주파수 할당대가는 〈표 2-17〉에 따라 산정된다. 본 재할당 주파수의 경우 동일하거나 유사한 용도의 주파수(2.1GHz 대역)가 경매로 할당된 적이 있기 때문에 이 주파수의 종전 낙찰가가 고려되었다. 구체적으로 가장 최근에 실시된 세 번째 경매에서의 2.1GHz 대역의 낙찰가와 〈표 2-13〉의 산정기준에 따라 산정된 할당대가의 평균치로 산정되었다. 재할당대상 주파수별 할당대가와 할당사업자는 〈표 2-18〉에 제시되어 있다.

네 번째 경매에서는 앞서 언급한 바와 같이 이전 3번의 경매와는 전혀 다른 방식으로 최저경쟁가격이 결정되었다. 2018년 4월 5G 시대를 대비하여 주파수 할당대가의 산정기준이 개정되었다. 5G용 주파수는 초고대역·초광대역이기 때문에 기존의 할당대가 산정기준으로는 할당대가가 지나치게 높게 산정되므로, 5G용 주파수 할당에 적합하도록 할당대가 산정기준이 개정되었다(〈표 2-19〉).

개정된 내용은 크게 기존 산식의 보완과 신규 산식의 도입 등 2가지로 구분할 수 있다. 우선, 기존 산식의 보완 내용을 살펴보면, 기존 산식을 3GHz 이상에서도 적용 가능하도록 ‘전파특성계수’를 ‘무선투자촉진계수’로 변경하였다. 무선투자촉진계수는 전파기술발전 및 무선국 구축운영비용 등을 고려하여 고시한다(최대치 1). 구체적으로, 무선투자촉진계수로 1GHz 미만의 주파수에는 1을 적용하고, 1GHz 이상에는 0.7을 적용한다(과학기술정보통신부고시 제2018-22호, 2018). 다음으로, 초광대역 주파수가 할당대가에 미치는 영향을 적절히 고려하기 위해 주파수 할당을 계산 시 ‘대역폭 조정계수’를 도입하였다. 대역폭 조정계수는 할당대상 주파수가 매출에 기여하는 정도를 고려하여 결정한다(최대치 1). 참고로, 보완된 기존 산식을 적용할 때 신규 산식에 따라 할당대가를 산정한 주파수 대역폭은 고려하지 않는다.

다음으로 신규 산식의 도입 내용을 살펴보면, (i) 새로운 서비스를 위한 주파수할당으로서 시장 전체 예상매출액 예측이 곤란한 경우, (ii) 주파수할당 공고 시 할당한 전체 주파수 대역폭의 1/2 이상의 대역폭을 새롭게 할당하는 경우, (iii) 동일한 시장에서 일반적으로 사용하는 주파수 대역과 기술적 특성이 현저히 다른 주파수 대역을 새롭게 할당하는 경우, ‘단위 대역폭당 단가’에 주파수 이용기간과 주파수 대역폭을 곱하여 할당대가를 산정하도록 하였다. 단위 대역폭당 단가는 할당대상 주파수로 제공하는 서비스 종류·특성, 기대수의 및 서비스 대상 인구 수 등 할당대상 주파수의 경제적 가치를 고려하여 결정한다.

<표 2-19> 5G 시대 주파수 할당대가 산정기준 관련 법조항

제14조(주파수할당 대가의 산정기준 및 부과절차 등) ① 법 제11조제3항 후단에 따른 주파수할당 대가의 산정기준은 별표 3과 같다. 다만, 할당대상 주파수와 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 가격경쟁주파수할당의 방식에 따라 할당된 적이 있는 경우에는 다음 각 호의 사항을 고려하여 주파수할당 대가를 산정할 수 있다. <개정 2010.12.31., 2013.3.23., 2014.12.3., 2017.7.26.>

1. 동일하거나 유사한 용도의 주파수에 대한 주파수할당 대가
 2. 할당대상 주파수의 특성 및 대역폭
 3. 할당대상 주파수의 이용기간·용도 및 기술방식
 4. 그 밖에 할당대상 주파수의 수요전망 등 과학기술정보통신부장관이 필요하다고 인정하는 사항
- ② 과학기술정보통신부장관은 통신요금의 절감을 위하여 필요한 경우에는 「전기통신사업법」에 따른 기간통신사업자의 전기통신서비스에 대한 요금 인하실적 및 인하계획 등을 고려하여 제1항에 따라 산정한 주파수할당 대가를 조정할 수 있다. <신설 2018.4.10.>
- ③ 과학기술정보통신부장관은 주파수할당 대가를 부과하는 경우 납부금 및 납부기한 등을 명시하여 한국은행에 개설되는 방송통신발전기금 및 정보통신진흥기금의 출납관리를 위한 각 계정에 납부할 것을 서면으로 알려야 한다. <개정 2010.12.31., 2013.3.23., 2017.7.26., 2018.4.10.>
- ④ 주파수할당대가의 산정 및 부과에 관한 세부사항은 과학기술정보통신부장관이 정하여 고시한다. <개정 2013.3.23., 2017.7.26., 2018.4.10.>

[제목개정 2010.12.31.]

[별표 3] <개정 2018. 4. 10.> 주파수할당 대가의 산정기준(제14조제1항 관련)

1. 주파수할당 대가는 다음의 산식에 따라 산정한다.

예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금 + 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금

2. 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금은 다음의 산식에 따라 산정한다.

주파수 이용기간 동안의 시장 전체 예상매출액 × x × 무선투자촉진계수 × 주파수 할당률

3. 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금은 다음의 산식에 따라 산정한다.

개별 사업자의 연간 실제매출액 × y

4. 제1호에도 불구하고 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 다음의 산식에 따라 주파수할당 대가를 산정할 수 있다.

가. 새로운 서비스를 위한 주파수할당으로서 시장 전체 예상매출액 예측이 곤란한 경우

나. 주파수할당 공고 시 할당한 전체 주파수 대역폭의 1/2 이상의 대역폭을 새롭게 할당하는 경우

다. 동일한 시장에서 일반적으로 사용하는 주파수 대역과 기술적 특성이 현저히 다른 주파수 대역을 새롭게 할당하는 경우

단위 대역폭당 단가 × 주파수 이용기간 × 주파수 대역폭

비고

1. 제2호 산식에서 “시장“이란 역무의 유사성 등을 고려하여 과학기술정보통신부장관이 정하는 사업자 집단을 말한다.

2. 제2호 산식의 “주파수 이용기간 동안의 시장 전체 예상매출액“에서 제4호에 따라 할당대가를 산정한 주파수 대역폭에 따른 예상매출액에 상응하는 금액은 제외한다.

3. 제2호 산식에서 “무선투자촉진계수“란 주파수 이용기간 동안 전파기술발전 및 무선국 구축·운영비용 등을 고려하여 과학기술정보통신부장관이 고시하는 값을 말한다. 이 경우 “무선투자촉진계수“의 최대치는 1로 한다.

4. 제2호 산식 및 제3호 산식에서 “x“ 및 “y“란 과학기술정보통신부장관이 해당시장의 특성 등을 고려하여 고시하는 값을 말한다. 이 경우 x와 y를 합한 값은 100분의 3으로 한다.

5. 제2호 산식에서 “주파수 할당률“이란 다음의 산식에 따른 값을 말한다.

(개별 사업자가 할당받은 주파수 대역폭 × 대역폭 조정계수)

÷ (주파수할당 공고 시 할당한 전체 주파수 대역폭 × 대역폭 조정계수)

가. “대역폭 조정계수“란 주파수 이용기간 동안 할당대상 주파수가 매출에 기여하는 정도를 고려하여 과학기술정보통신부장관이 정하는 값을 말한다. 이 경우 “대역폭 조정계수“의 최대치는 1로 한다.

나. “주파수할당 공고 시 할당한 전체 주파수대역폭“에서 제4호에 따라 할당대가를 산정한 주파수 대역폭은 제외한다.

6. 제3호 산식에서 “실제매출액“이란 영업활동으로 발생한 수익에서 다른 전기통신사업자의 통신망을 이용하고 지불하는 대가를 차감하여 산정한 값을 말한다.

7. 제4호 산식에서 “단위 대역폭당 단가“란 할당대상 주파수로 제공하는 서비스 종류·특성, 기대수익 및 서비스 대상 인구 수 등 할당대상 주파수의 경제적 가치를 고려하여 과학기술정보통신부장관이 정하는 값을 말한다.

※ 출처: 전파법시행령 [시행 2006.7.1.] [대통령령 제19599호, 2006.6.30., 일부개정]

네 번째 경매는 2018년 5월에 실시되었는데, IMT용 주파수로 3.5GHz 대역 3개(100MHz 폭 2개, 80MHz 폭 1개, 총 280MHz 폭)와 28GHz 대역 3개(800MHz 폭 3개, 총 2,400MHz 폭) 등 총 6개가 할당되었다. 3.5GHz 및 28GHz 대역 주파수 모두 동일하거나 유사한 용도의 주파수가 경매로 할당된 적이 없었기 때문에 예상매출액을 가지고 <표 2-19>의 산정기준을 준용하여 최저경쟁가격이 산정되었다. 3.5GHz 대역의 경우 보완된 기존 산식을 적용하여 최저경쟁가격이 산정되었고, 28GHz 대역의 경우 신규 산식에 의해 산정되었다. 경매 방법으로는 혼합방식(클락입찰+밀봉입찰)이 적용되었다. 네 번째 경매의 할당대상 주파수별 최저경쟁가격, 낙찰가, 할당사업자는 <표 2-18>에 제시되어 있다.

4. 주파수 경매제

가. 개요

주파수 경매제는 사업자 선별과정의 투명성 확보, 적은 행정비용으로 최적의 이용자 선별, 적정한 주파수 사용대가 회수 등의 장점으로 Coase(1959)에 의해 제안되었으며, 뉴질랜드(1989년)를 최초로 주요국에서 시행되고 있다.

과거 비교심사방식은 정책목표에 부합하는 사업자 선정이 가능하나, 심사과정의 투명성에 대한 문제가 제기될 수 있다. 과거 주파수 심사할당 시 선정기준의 적절성과 심사과정의 투명성에 대한 논란이 있었다(예: 1996년 PCS 사업자 선정 과정에서 심사기준의 변경을 둘러싼 논란). 향후 할당대상이 되는 저주파수 대역은 사업자들의 선호도와 사회적 관심도가 높은 만큼 선정절차와 결과에 대한 논란이 클 수 있으며, 사업자 선정 후 법적 분쟁이 일어나 그만큼 서비스 개시가 지연될 가능성도 크다.

경매제는 OECD 등 주요국에서 시장의 개방성, 주파수 관리체계의 성숙도를 평가하는 Global Standard로 자리 잡고 있다. 경매제를 통해 사업자를 선별할 경우, 정부재량 최소화로 기업의 사업계획 수립 시 예측가능성이 증대된다. 또한 특정 사업자가 얼마나 효율적으로 주파수를 사용할 수 있을지는 정부보다

는 사업자가 더 잘 알 수 있다고 보는 것이 타당한데, 가장 효율적으로 주파수를 사용하는 자가 최대 가치를 창출할 수 있고, 따라서 주파수 이용대가를 가장 많이 지불할 의사가 있다고 보면 경매를 통해 최적의 이용자 선별이 가능해진다. 주파수 이용권자 이외에 다른 부문(예컨대 제조업)에서 발생하는 수익, 즉 외부성(externality)이 큰 경우를 제외하면 정부에 의한 사업자 선별은 시장에 의한 것보다 상대적으로 덜 효율적일 수 있다. 정부가 상대적으로 낮은 할당대가를 받고 사업자를 선별할 경우 사업자에 대한 통제권이 커져, 서비스 확산을 앞당길 수 있다는 의견도 있으나, 의무조건 이행 강제는 경매제 하에서도 가능하다.

또한 경매제는 기존의 심사방식보다 더 적은 행정비용으로 주파수를 할당할 수 있는 방법이며, 도입 초기의 경매 설계에 금전적, 행정적 비용이 들 수 있으나, 심사기준 마련과 비교심사 과정에 소요되는 행정비용은 줄일 수 있다. 경매제에 의한 할당이 소요기간 측면에서도 다른 할당방식에 비해 우월할 수 있다. 미국의 경우, 비교청문이나 추첨에 소요된 시간보다 경매에 소요된 시간이 더 짧았던 것으로 나타났다.

마지막으로 주파수 이용으로 창출할 수 있는 수익은 사업운용 당사자인 기업이 정부 및 다른 외부관계자들보다 더 정확하게 추정할 수 있다. 경매를 통하면 정부의 주파수가치 과소추정 가능성이 없어져 사업자가 얻을 수 있는 초과수익의 국가 환원이 가능해진다. 수익자에게 정확히 부과된 이용대가를 재원으로 여타 사업자의 불필요한 부담도 경감될 수 있다. 경매제는 주파수 이용대가의 과대 또는 과소 부과와 서비스 간의 형평성에 대한 논란을 줄일 수 있다. <표 2-20>은 심사방식과 경매방식 간의 장·단점을 비교하여 보여주고 있다.

<표 2-20> 심사방식과 경매방식 간의 장·단점 비교

구분	장점	단점
심사방식	<ul style="list-style-type: none"> • 정부의 정책의지를 반영할 수 있음 • 사업능력이 현저하게 저조한 사업자의 면허획득을 방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 통신시장의 환경변화에 유연하게 대응할 수 없음 • 국가자원이용에 대해 실질적인 가치를 반영하기가 어려움 • 객관성과 투명성의 시비가 항상 따를 수 있음 • 사업능력보다 사업계획서 작성능력에 따라 사업권이 결정될 수 있음
경매방식	<ul style="list-style-type: none"> • 선정기준의 객관성 및 특혜시비 최소화로 인해 공정성을 확보할 수 있음 • 국가자원이용에 대해 실질적인 대가를 반영할 수 있음 • 시장상황에 맞게 신축적으로 시장구조를 형성시킬 수 있음 • 사업자 선정과정의 행정비용을 최소화 할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 경매대금의 부담이 사업추진에 지장을 초래할 수 있으며, 이용자의 부담으로 전가될 가능성이 있음 • 경매설계방식에 따라 경매결과가 크게 달라질 수 있음

※ 출처: 박동욱 외(2002)

나. 주파수 경매의 효율성

경매모형은 참가자의 대상물건에 대한 가치평가 가정에 따라 사적가치 모형(private-value model)과 공통가치 모형(common-value model)으로 구분된다. 사적가치 모형에서는 참가자가 경매 대상에 대한 가치를 가장 정확히 알고 있으므로, 자신의 사적인 정보에만 의존하여 경매 물건의 가치를 평가한다. 공통가치 모형에서는 입찰자가 대상물건의 공통가치에 대하여 부분적인 정보만을 갖게 되어, 높은 신호를 얻는 입찰자가 높은 입찰가격을 제시한다. 이 경우 ‘승자의 저주(Winner’s curse)’ 문제가 발생할 가능성이 있다. 승자의 저주란 공통가치를 낙관적으로 봐서 지나치게 높은 가격을 제시함에 따라 낙찰 후에 손해를 보게 되는 현상이다. 승자의 저주를 회피하기 위해서는 승리자가 된 이

후의 상황까지 고려하여 입찰가를 제시하여야 한다. 대부분의 경매결과는 사적 가치 모형과 공동가치 모형의 사이 어딘가에 위치한다. 즉 공동가치의 요소가 내포되어 있으므로, 승자의 저주가 일어날 가능성이 있다.

주파수 할당의 효율성을 극대화하기 위해서는 주파수 공급 정책과 더불어 구체적인 경매 설계(가령, 주파수 블록, 최소시작가, 경매방식, 총량규제, 주파수 파편화 방지 방안, 담합방지 방안 등)가 주파수의 공정한 시장가치를 결정하는데 중요한 역할을 할 수 있다. 경매는 수요가 공급을 초과하는 경우에 효과적이고 공정한 방법이다. 그러나 경쟁이 심화되면 사업자들이 주파수 할당에 과도한 비용을 지출하여 네트워크 투자 지연으로 인한 서비스 질 저하, 이용요금 인상 등의 문제점을 초래할 수 있다. 수요가 공급보다 부족한 상황에서는 저가 입찰로 인해 가치 이하로 주파수를 할당하게 될 우려도 있다. 그러므로 정부가 사업자와의 합의를 통해 합리적인 가격에 할당하는 방식이 비용과 시간을 절약할 수도 있다.

자본시장이 불완전하면 비싼 경매가를 지불한 경우에 차입금리가 높아지고, 금리에 의한 한계비용이 증가하면서 소비자에게 전가될 우려가 있다. 반면, 자본시장이 발달하면 자금조달이 용이해서 비용증가가 미미하고, 투자 지연도 발생하지 않는다. 주파수 획득 비용은 매몰비용이므로, 가격이 수요와 공급에 의해서만 결정되는 경쟁적인 시장에서는 매몰비용이 이용자 요금에 영향을 미치지 않는다. 그러므로 경매가격은 사업자들의 초과이윤의 일부를 국민들에게 귀속시키는 소득 재분배의 역할을 한다고 볼 수 있다.

주파수 경매의 최우선 목표는 정부의 재정수입 극대화가 아니며, 네트워크 투자를 집행하여 고품질 서비스를 제공함으로써 대국민 후생을 증대시키고 산업적 효과를 극대화하는 것이 목표가 되어야 한다. 유한 희소한 공적 자원인 주파수는 공익적인 역할을 수행하면서 경제적인 성과를 창출해야 한다. 과도한 할당 대가가 전술한 다양한 부작용을 유발하지 않는 수준에서 가격이 형성되어야 한다. 지나치게 높은 예비가격, 인위적인 공급 제한, 지나치게 큰 주파수 블록(lot) 크기 등의 위험요인을 미리 회피하는 정책적인 노력이 필요하다.

경매는 참여자가 모든 것을 결정하는 구조이므로, 낙찰가를 낮추고 낙찰

가능성을 높이기 위한 담합의 유인이 존재한다. 특히 복수 면허에 대한 오름입찰 경매는 입찰자간 담합의 가능성이 높다. 주파수의 지역 또는 대역이 명확히 설정되어 있어 경계가 뚜렷하고, 입찰자가 제시한 입찰가가 담합 신호로 기능할 수 있으며, 각 라운드가 끝난 후 입찰가 확인을 통해 합의 위반 여부를 적발할 수 있고, 위반자의 관심 지역/대역에 높은 입찰가를 제시함으로써 징벌이 가능하다. 해외 주요국은 경매 설계 시에 담합 가능성을 낮추기 위한 다양한 보완장치를 마련하고 있다. 담합방지 규정은 신청자 및 대리인·자문인 규정, 담합 금지행위, 제재조치 등으로 구성된다. 미국에서 경매 신청자에는 신청서를 제출하는 법인, 그 법인의 지분 보유자(10% 이상), 법인의 임직원 등을 포함한다. 담합 관련 금지행위에는 타인과 협조·논의 금지, 정보공개 금지, 협정 금지 등이 있고, 제재조치에는 보증금 및 입찰금액 몰수, 경매퇴출 및 향후 경매 참여 금지 등이 있다. 또한 동일면허 신청자들이 동일한 공인 입찰자(authorized bidder)를 쓰지 않도록 권장하고, 신청자는 FCC 규정과 반독점법(Antitrust Law)의 적용을 받는다(FCC 47 CFR § 1.2105).

주파수 캡스(Spectrum Caps)나 세트 사이드(Set-aside)는 공정한 시장 경쟁을 왜곡할 수 있으므로, 경매는 모든 사업자에 공정하고 동등한 조건으로 공개되는 것이 원칙이다. 정부가 사업자의 주파수 입찰 양을 제한하는 스펙트럼 캡스는 주파수의 축적을 방지하고, 사업자의 비즈니스에 자유를 제공할 수 있도록 설정해야 한다. 세트 사이드는 특정 주파수에 대해 소규모 사업자만 입찰할 수 있도록 허용하는 정책으로, 공정 경쟁을 오히려 왜곡하는 결과를 초래할 우려가 있다. 이 외에도 때 규제기관이 라이선스 의무와 조건을 부과할 경우가 있는데, 라이선스의 가치와 시장에 큰 영향을 미치므로 시장을 왜곡하지 않도록 설계될 필요가 있다. 커버리지 보장(Coverage obligations), 타 사업자에 대한 도매 접근 의무(Wholesale access obligations) 등의 의무와, 기술 또는 서비스에 대한 제한 조건을 포함한다. 한편, 과도한 블록(lot) 크기, 유연하지 않은 블록 패키지(Package)는 비효율적인 주파수 할당을 초래할 우려가 있다. 입찰자의 다양한 수요를 충족시킬 수 있도록 약 5-10MHz의 작은 블록 단위의 크기로 제공하고, 입찰자가 필요에 맞게 블록을 패키징하는 것이 효율적이다.

5. 주요 경매방식

경매방식은 크게 구두로 누가 얼마를 입찰하는가를 알 수 있는 방식에 의하여 수요자가 입찰가를 정하는 공개구두경매(open outcry auction)방식과 모든 수요자가 동시에 입찰가를 봉인하여 보내는 밀봉입찰경매(sealed-bid auction)방식으로 나뉜다. 공개구두방식은 다시 낮은 가격부터 시작하여 입찰가가 올라가는 영국식 경매(English auction) 혹은 오름입찰경매(ascending-bid auction)방식과 반대로 높은 가격부터 시작하여 입찰가가 내려오는 화란식 경매(Dutch auction) 혹은 내림입찰경매(descending bid auction)방식으로 나뉜다. 본 보고서에서는 주파수 경매에서 주로 채택되고 있는 밀봉입찰경매와 오름입찰경매를 소개한다. 또한 최근 널리 사용되고 있는 조합클락경매도 소개한다. 주요국 주파수경매 사례에서 적용된 경매방식은 4장에서 자세히 다룬다.

가. 밀봉입찰경매

밀봉입찰경매에는 최고가밀봉입찰경매(First price sealed-bid auction)와 차가밀봉입찰경매(Second price sealed-bid auction)로 나뉜다. 최고가밀봉입찰경매 방식은 모든 입찰자가 동시에 봉인한 입찰가를 보내고 그 중에서 가장 높은 입찰가를 쓴 사람이 자신이 제시한 가격을 지불하고 경매물품을 낙찰 받는 경매방식이다. 주로 정부 자산 매각이나 정부 소유 지역의 광물 채굴권, 정부의 물자 조달에 흔히 쓰이는 경매방식이다.

차가밀봉입찰경매 방식은 최고가봉인입찰경매와 같이 가장 높은 입찰가를 제시한 사람이 경매물품을 낙찰 받지만 지불 가격은 자신이 입찰한 가격이 아닌 두 번째로 높은 가격(second price)을 지불하는 경매 방식이다. 흔히 이 같은 경매 형태를 최초로 연구한 사람의 이름을 따서 Vickrey 경매라고도 불린다. 이 경매 방식은 이론적으로 매우 좋은 장점을 가지고 있지만, 현실에서는 그리 많이 쓰이고 있지 못하다.

밀봉입찰 방식을 채택한 사례를 살펴보면, 덴마크는 2001년 총 4개의 3G

면허 경매를 최고가밀봉입찰 방식으로 시행하였다. 영국은 2006년 5월 GSM/DECT의 보호대역(1781.7~1785/1876.7~1880MHz)을 12개 사업자에게 저출력 GSM용으로 최고가밀봉입찰을 통해 경매하였다. 프랑스는 심사할당과 가격경쟁을 혼합한 방식을 사용하고 있는데 가격경쟁 방식은 최고가밀봉입찰에 해당된다. 뉴질랜드의 경우에는 1993년 이후 처음 네 번의 주파수 경매에서 이 방식이 사용되었는데, 최적가격을 찾지 못한다는 문제점이 노출되어 1996년부터 오름입찰 방식도 적용하고 있다. 셀룰러 이동전화 주파수 경매 시 최고가는 NZ \$7mil, 차점가는 NZ \$5,000의 입찰결과 얻어 “Bidders Regret“ 문제가 발생하였다.

나. 오름입찰경매

오름입찰경매는 낮은 가격으로부터 시작되어 점차 입찰가가 올라가는 방식으로 가격이 결정되는 경매 방식이다. 입찰가는 경매인(auctioneer)이 올릴 수도 있고 입찰자들 가운데서 현재의 최고입찰가 보다 더 높은 입찰가를 제시할 수도 있다. 일정 시간 안에 현재의 입찰가 보다 더 높은 입찰가가 제시되지 않으면 현재의 입찰가를 부른 사람이 그 가격을 지불하고 경매물품을 가지고 간다. 이 경매 방식의 가장 큰 특징은 경매가 진행되는 매 순간마다, 그 이전에 어떤 가격에서 누가 더 이상 경매에 참여하고 있지 않은가 하는 것과 현재 누가 경매에 참여하고 있는가 하는 가를 알 수 있다는 것이다. 소더비와 같은 전문적인 경매 회사에서 골동품 혹은 유명 예술작품을 거래하는데 많이 사용된다. 인터넷상에서의 대부분의 경매사이트에서도 이 영국식 경매가 가장 많이 이용된다.

주파수 경매에서는 오름입찰 방식 중에서도 동시오름입찰(Simultaneous ascending auction) 방식 혹은 동시다중라운드(Simultaneous Multi-Round Auction, SMRA) 방식이라 불리는 복수 재화의 경매 방식이 주로 채택된다. 이 방식은 1994년 미국 FCC가 전국적 호출 및 음성메시지 서비스를 위한 전국적 협대역(Nationwide Narrowband) 주파수를 판매하는데 처음으로 사용하였다.

동시오름입찰 방식은 여러 라운드의 입찰과정을 거쳐 복수 재화를 판매하는 경매방식이다. 매 라운드마다 입찰자들은 동시에 자신이 흥미 있는 재화에 대하여 밀봉입찰(sealed bid)을 한다. 입찰이 끝난 후, 각 재화에 대해 새로운 입찰자와 입찰 가격, 그리고 현재 최고 입찰가격(standing high bid)과 그 입찰자를 공개한다. 첫 라운드의 최고입찰가격(보통 0으로 시작함)은 경매자에 의하여 결정된다. 매 라운드 별로 최고입찰가격은 전 라운드의 최고입찰가격과 새로운 입찰된 최고가격 가운데 큰 것으로 결정된다.

매 라운드마다 최소입찰증분(minimum bid increment) 공시되는데, 최소입찰증분은 현재 라운드에서 유효한 입찰로 받아들여지기 위해 전 라운드의 최고입찰가격보다 최소한 증가되어야 할 입찰금액을 의미한다. 최소입찰증분은 사전에 결정된 금액이거나, 전 라운드 최고입찰가격에 사전에 결정된 일정 비율을 곱하여 결정된다.

동시오름입찰 방식에서 입찰은 실제로 입찰자가 그 금액만큼을 지불하겠다는 약속을 의미한다. 각 라운드가 끝난 후 최고가격을 제시한 입찰자는 입찰을 철회할 수 있지만, 그에 대한 벌금을 지불하여야 한다. 최종낙찰가격이 철회된 입찰가격보다 작을 경우, 그 차이만큼을 입찰자는 지불하여야 한다. 동시다중라운드 경매방식은 입찰자들이 상대방의 눈치만 보고 입찰에 적극적으로 참여하지 않고 시간만 끄는 것을 방지하고 신속하게 일정 기간 내에 경매를 종료시키기 위해 행동규칙(activity rule)을 채택하고 있다.

행동규칙은 입찰자들로 하여금 다음 라운드의 입찰자격(eligibility)을 유지하기 위해 필요한 최소한도의 활동적인 입찰 행위를 결정하는 규칙이다. 행동규칙에서 규정하는 기준 이하로 입찰할 경우, 입찰자는 다음 라운드에서 입찰할 수 있는 범위가 축소된다. 각 면허에 대해 지난 라운드에서 최고입찰가격을 제시하였거나, 현 라운드에서 최소입찰증분 이상으로 입찰한 경우, 입찰자는 활동적이라고 간주된다. 첫 라운드 입찰 전에 초기 입찰자격은 입찰자가 예치하는 선불금의 크기로 결정된다.

동시오름입찰 방식은 3단계로 진행되는데, 각 단계에서 두 라운드 이상 새로운 입찰이 없으면 다음 단계로 이동한다. 현재의 입찰 자격을 유지하기 위해

적용되는 최소한의 비율은 각 단계마다 상이하다. 단계가 진행될수록 더욱 엄격한 비율이 적용되어, 최종 순간까지 적극적인 입찰을 유도하고 있다. 동시오름입찰 방식은 입찰자에게 활동규칙의 적용을 면제해주는 예외규정(waiver)을 규정하고 있다. 이는 각 라운드 별로 입찰자에게 입찰하지 않고도 현재의 입찰 자격이 감소되는 것을 방지할 수 있는 기회를 부여한다. 이 조항은 입찰시 실수로 인하여 입찰자격이 감소되는 것을 방지하기 위한 것이나, 전략적으로 사용될 가능성도 있다. 동시오름입찰 방식에서 ‘동시’는 모든 면허에 대한 경매가 동시에 끝나는 것을 의미한다. 경매가 종료되면, 각 재화 별로 현재 최고 입찰가격을 제시한 입찰자에게 그 가격으로 판매된다.

다. 조합클락경매

조합클락경매(Combinatorial Clock Auction, CCA)은 동시오름입찰 방식이 연속된 블록 확보가 어렵고 패키지 입찰도 너무 복잡하다는 단점을 극복하고자 영국이 개발한 방식이다. CCA는 크게 2단계로 구성되는데, 1단계에서는 낙찰자, 낙찰자 별 블록수와 2단계 최저경쟁가격을 오름입찰 방식으로 결정한다. 2단계에서는 규제기관이 낙찰자 수 및 블록 수를 감안하여 적절한 조합을 제시하고, 밀봉입찰 방식으로 원하는 대역 및 가격을 결정한다.

구체적으로, 1단계 경매는 경매인이 라운드마다 공시하는 블록당 가격에 대해 입찰자는 대역별로 몇 개의 상품을 원하는지 입찰하고, 초과수요가 발생하지 않을 때까지 라운드를 계속 진행한다. 경매 대상 상품의 입찰액 합계가 최대가 되는 조합으로 낙찰자가 결정된다. 2단계 경매에서는 공급자가 낙찰자 및 낙찰 블록의 수를 감안하여 연속된 대역이 확보될 수 있도록 적절한 조합을 제시하고, 조합에 대해 밀봉입찰 방식으로 원하는 대역과 가격을 결정한다. 입찰액 합계가 가장 큰 조합으로 낙찰된다.

영국이 2008년 2월에 10/28/32/40GHz 대역 경매에서 최초로 적용한 이래, 2010년대에 들어서 주파수 경매에 많이 활용되고 있다. 우리나라에서는 5G 주파수 경매(2018년 6월)에서 채택되었다.

라. 경매방식 간 장단점 비교

오름입찰경매는 여러 라운드를 통해 단계적으로 가격을 올려서 최고가 제시자를 낙찰자로 선정하는 방식으로, 여러 라운드의 가격경쟁을 통해서 주파수 가치에 대한 정보를 공유할 수 있어 주파수의 시장가격을 가장 정확하게 추정할 수 있다. 또한, 여러 라운드의 입찰과정에서 경쟁전략을 수정하거나 다른 대역으로 입찰을 전환할 수 있는 등 사업자의 선택기회가 많이 보장되는 장점이 있다. 이러한 이유로 해외 주요국에서 주파수 경매 시에 오름입찰을 주로 채택하여 왔다. 반면, 오름입찰은 의외의 결과가 나타나기 힘들어 자금력이 풍부한 사업자가 경쟁에서 유리하며, 경쟁이 활성화되는 경우 경매에 많은 시간이 소요되어 행정비용이 많이 소요될 수 있다는 단점이 있다. 특히, 인접한 주파수들로 낙찰받고 싶어도 해당 대역 모두에서 승자가 되어야 하므로, 만약 일부 대역에서 패자가 되면 주파수가 파편화될 가능성이 높다.

밀봉입찰경매는 모든 입찰자가 한 차례 가격을 제시하고, 그 중 최고가 제시자를 선정하는 방식으로, 한 번의 입찰로 끝나기 때문에 의외의 결과가 나타날 수 있어 자금력이 부족한 사업자의 낙찰 가능성이 오름입찰에 비해 높다. 또한, 한 번의 입찰로 결정되기 때문에 행정적인 비용이 최소화된다는 장점이 있다. 반면, 밀봉입찰은 입찰 경쟁 과정에서의 정보를 활용할 수 없어 주파수 가격 추정의 오류가 발생할 수 있어 비효율적인 결과를 초래할 수 있으며, 그에 따라 승자의 저주 발생 가능성이 상대적으로 높다. 뉴질랜드의 경우 1996년 오름입찰 도입 이전에는 밀봉입찰을 원칙으로 경매를 하였으나, 입찰자간 가격 차이가 크게 발생하는 의외의 결과로 인해 승자의 저주 문제가 발생하여 1996년 이후에는 오름입찰을 원칙으로 하고 있다. 한편, 밀봉입찰은 사전에 대역의 선호도를 결정해야 하기 때문에 사업자의 선택권이 제한될 수 있다는 문제점도 있다. 조합클락경매는 오름입찰로 낙찰자와 블록 수를 결정하고, 결정된 블록수에 해당되는 대역의 위치는 밀봉입찰로 결정하는 방식으로, 경매대상 주파수 블록이 많은 경우 연속된 주파수 확보를 용이하게 해줄 필요가 있을 때 효과가 크다. 그러나 입찰자가 적으면 전략적 행동(담합 등)이 일어날 개연성이 있다.

제 3 장 국내 주파수 경매 사례 분석

제 1 절 국내 주파수 경매 사례 개요

1. 1차 주파수 경매(2011년)

1차 주파수 경매는 2011년 8월에 실시되었다. 할당대상 주파수는 800MHz 대역 10MHz 폭, 1.8GHz 대역 20MHz 폭, 2.1GHz 대역 20MHz 폭 등 총 3개였다. 800MHz 대역 10MHz 폭은 주파수 공용통신(TRS) 사업자 KT과워텔이 14MHz 폭을 10MHz 폭으로, 티오텔레콤이 4MHz 폭을 2MHz 폭으로 축소해서 재할당한 후에 반납받은 주파수와 미사용 대역을 합하여 마련되었다. 1.8GHz 대역 20MHz 폭은 KT가 2G(PCS)용으로 40MHz 폭을 사용하다가 2010년 2월 20MHz 폭만 재할당받고 나머지는 회수한 대역이다. 2.1GHz 대역 20MHz 폭은 LG텔레콤이 2006년 7월에 반납한 40MHz 폭 중 2010년 5월에 SKT에 20MHz 폭을 할당하고 남은 대역이다.

800MHz 대역은 전파특성이 좋아 투자비가 적게 들어가지만, 대역폭이 작고 국제적인 활용도가 낮아 단기적 활용성은 낮게 평가되었다. 1.8GHz 대역은 2G 서비스용으로 대부분의 국가에서 사업자들에게 할당되어 있던 대역으로, 2G 가입자 감소로 LTE용으로의 이용이 가장 활발히 추진되고 있었다. 즉, LTE 핵심 대역으로 발전할 가능성이 큰 대역이었다. 2.1GHz 대역은 국제공통대역으로 스마트폰 수급 및 글로벌 로밍 등에서 유리하지만, 3G 서비스 핵심 대역으로서 LTE 이용은 단기적으로는 일부 사업자에게 국한될 전망이다.

2.1GHz 대역은 총 120MHz이 이동통신용으로 확보되어 있었는데, 이 대역폭 중 SKT가 60MHz, KT가 40MHz를 이미 보유하고 있었다. 이러한 상황에서 SKT 또는 KT가 추가로 2.1GHz 대역 20MHz 폭을 할당받을 경우 2.1GHz 대역 보유의 불균형이 심화될 수 있으므로 SKT와 KT는 해당 대역에 대한 할당신청이 제한되었다. 사실상 LGU+만 할당받을 수 있는 조건이 적용되었다.

주파수 이용기간은 할당대상 주파수 3개 모두 10년이었다. 경매방식은 동시오템입찰 방식이 적용되었고, 최저경쟁가격은 800MHz 대역 10MHz 폭 2,610억

원, 1.8GHz 대역 20MHz 폭 4,455억 원, 2.1GHz 대역 20MHz 폭 4,455억 원이었다. <표 3-1>은 1차 주파수 경매의 개요를 보여주고 있다.

<표 3-1> 1차 주파수 경매 개요

할당대상 주파수		이용기간	최저경쟁가격	할당 조건 등	경매방식
대역	대역폭				
800MHz	10MHz	10년	2,610억 원		동시오름 입찰
1.8GHz	20MHz	10년	4,455억 원		
2.1GHz	20MHz	10년	4,455억 원	SKT와 KT의 신청 제한	

2011년 8월 17~29일 동안(9일) 83라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. SKT가 1.8GHz 대역 20MHz 폭을 9,950억 원에, KT가 800MHz 대역 10MHz 폭을 2,610억 원에, LGU+가 2.1GHz 대역 20MHz 폭을 4,455억 원에 낙찰받았다. 경매 후 바로 SKT는 800MHz 대역과 1.8GHz 대역에 LTE를 도입하여 네트워크 고도화를 하였고, LGU+도 800MHz 대역과 2.1GHz 대역에서 LTE 서비스를 시작하였다. KT는 LTE로 활용가능한 주파수가 없어 1.8GHz 대역의 2G 종료 시까지 LTE 서비스가 출시가 지연되었다. <표 3-2>는 1차 주파수 경매 과정과 결과를 보여주고 있다.

<표 3-2> 1차 주파수 경매 과정 및 결과

할당대상 주파수		할당사업자 (낙찰자)	할당대가 (낙찰가)	경매 진행	
대역	대역폭			진행 일수	진행 라운드
800MHz	10MHz	KT	2,610억 원	9일	83라운드
1.8GHz	20MHz	SKT	9,550억 원		
2.1GHz	20MHz	LGU+	4,455억 원		

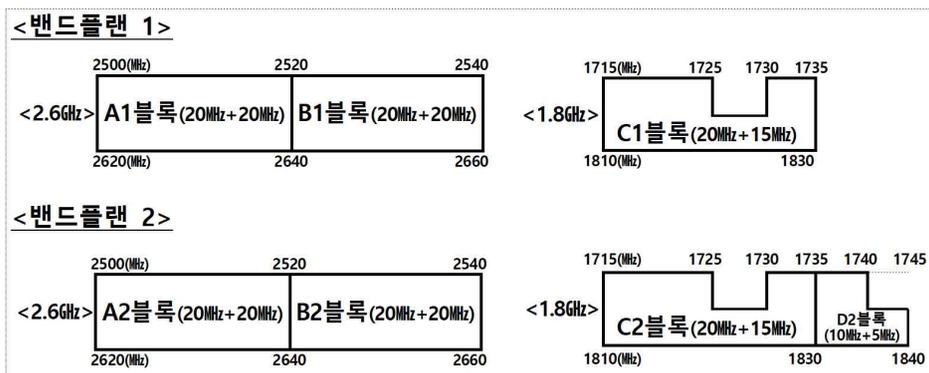
2. 2차 주파수 경매(2013년)

2차 주파수 경매는 2013년 8월에 실시되었다. 할당대상 주파수는 2.6GHz 대역 40MHz 폭 2개(각각 A, B 블록으로 명명)와 1.8GHz 대역 35MHz 폭과 15MHz 폭(각

각 C, D 블록으로 명명) 등 총 4개였다. 2개의 밴드플랜이 제시되었는데, 밴드플랜 1에는 할당대상 주파수 4개 중 1.8GHz 대역 15MHz 폭을 제외한 3개(A1, B1, C1 블록으로 명명)만 포함하였고, 밴드플랜 2에는 4개를 모두 포함(A2, B2, C2, D2 블록으로 명명)하였다. 즉 2개의 밴드플랜을 제시하고, 경매를 통해 입찰가의 전체 합이 높은 밴드플랜과 블록별 낙찰자를 결정하기로 하였다. [그림 3-1]은 2차 주파수 경매의 밴드플랜 1과 2을 보여주고 있다.

2.6GHz 대역은 LTE용으로 바로 활용될 수 있는 주파수이나, LTE primary가 아니라 Secondary 주파수이고 기존의 망을 활용할 수 없어 투자비가 많이 소요되며 주파수 특성이 1.8GHz 대비 불리하다는 단점이 있었다. 1.8GHz 대역은 기존에 구축된 2G망의 재사용하여 경제적으로 망을 구축할 수 있고, 전 세계적인 LTE 핵심대역으로 단말수급 및 글로벌 로밍 유리하며, 적절한 투자 후 ‘광대역 LTE’ (기존 LTE 속도의 2배) 구현이 가능하였다. 특히 1.8GHz 대역 15MHz 폭 (D2 블록)은 KT가 이미 보유한 1.8GHz 대역에 인접한 대역(KT 인접대역)으로 KT가 이 대역을 확보하면 매우 저렴한 투자비로 ‘광대역 LTE’ 구현이 가능하였다.

[그림 3-1] 2차 주파수 경매의 밴드플랜 1과 2



1.8GHz 대역에서 이미 LTE 서비스를 제공하고 있던 SKT와 KT는 C1 블록에 대한 할당신청이 제한되었다. 즉 LGU+만 C1 블록을 할당받을 수 있었다. 이는 LTE용 1.8GHz 대역의 보유 불균형을 해소하기 위함이었다. SKT와 KT가 C2 블록

을 낙찰받게 되면 기존에 사용 중인 1.8GHz 대역을 회수하는 조건을 부여하였다. 또한 서비스 개시 조건(할당 직후 수도권, 2014년 6월부터 광역시, 2014년 12월부터 전국 서비스 개시 가능)을 부여하였다.

KT가 D2 블록을 확보할 경우에도 광대역 LTE 서비스 개시 조건(할당 직후 수도권, 2014년 3월부터 광역시, 2014년 7월부터 전국 서비스 개시 가능)을 부여하였다. 1.8GHz 대역에서 2G 서비스를 제공 중인 LGU+가 C1 또는 C2 블록을 확보할 경우 2G 서비스 종료 후 해당 1.8GHz 대역(1770~1780MHz/1860~1870MHz)을 회수하는 조건을 부여하였다.

할당 조건을 요약하면, (광대역) LTE용 1.8GHz 대역 보유가 균형되도록 하고 광대역 LTE 서비스를 개시 시점을 적절히 통제하여 주파수할당 정책에 의해 특정 사업자에게 과도하게 유리한 경쟁환경이 조성되는 것을 막고자 하였다.

주파수 이용기간은 할당대상 주파수 4개 모두 8년이였다. 경매방식은 혼합방식(동시오름입찰+밀봉입찰)이 적용되었다. 본 방식은 동시오름입찰을 50라운드로 제한하고 51라운드를 밀봉입찰로 끝내는 방식이다. 최저경쟁가격은 2.6GHz 대역 40MHz 폭(A1/A1 블록, B1/B2 블록) 각각 4,788억 원, 1.8GHz 대역 35MHz 폭(C1/C2 블록) 6,738억 원, 1.8GHz 대역 15MHz 폭(D2 블록) 2,888억 원이었다. <표 3-3>은 2차 주파수 경매의 개요를 보여주고 있다.

<표 3-3> 2차 주파수 경매 개요

대상 주파수		이용 기간	최저경쟁 가격	할당 조건 등	경매방식
대역	대역폭				
2.6GHz	40MHz	8년	4,788억 원		혼합방식 (동시오름입찰 +밀봉입찰)
2.6GHz	40MHz	8년	4,788억 원		
1.8GHz	35MHz	8년	6,738억 원	SKT와 KT의 C1 블록 할당신청 제한 SKT 또는 KT가 C2 블록 확보 시 기존 1.8GHz 대역 회수 및 광대역 LTE서비스 개시 조건 부과 LGU+가 C1 또는 C2 블록 확보 시 기존 1.8GHz 대역 회수	
1.8GHz	15MHz	8년	2,888억 원	KT 확보 시 광대역 LTE서비스 개시 조건 부과	

2013년 8월 19~30일 동안(10일) 동시오름입찰로 50라운드까지 진행하였으나 낙찰자가 결정되지 않아 마지막 밀봉입찰(1라운드)을 실시하였다. 그 결과, KT가 1.8GHz 대역 15MHz 폭(D2 블록)을 9,001억 원에, SKT가 1.8GHz 대역 35MHz 폭(C2 블록)을 1조 500억 원에, LGU+가 2.6GHz 대역 40MHz 폭(B2 블록)을 4,788억 원에 낙찰받았다. <표 3-4>는 2차 주파수 경매 과정과 결과를 보여주고 있다.

<표 3-4> 2차 주파수 경매 과정 및 결과

할당대상 주파수		할당사업자 (낙찰자)	할당대가 (낙찰가)	경매 진행	
대역	대역폭			진행 일수	진행 라운드
2.6GHz	40MHz	-	-	10일	(50+1)라운드
2.6GHz	40MHz	LGU+	4,788억 원		
1.8GHz	35MHz	SKT	10,500억 원		
1.8GHz	15MHz	KT	9,001억 원		

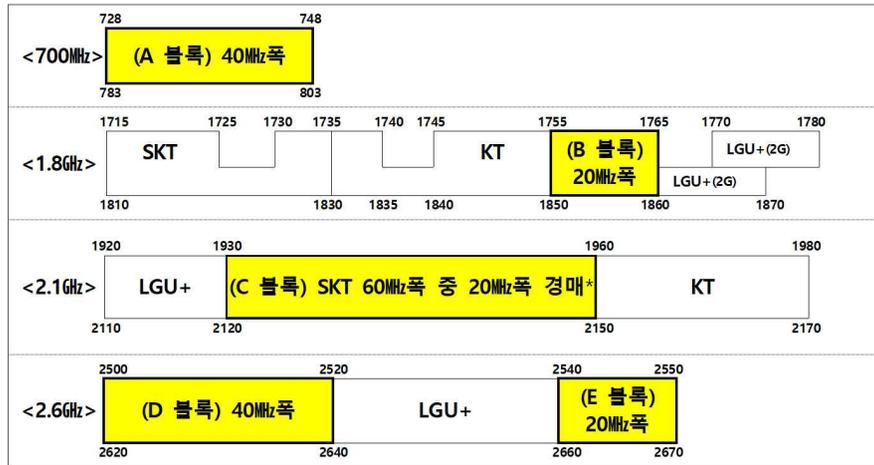
3. 3차 주파수 경매(2016년)

3차 주파수 경매는 2013년 4월에 실시되었다. 할당대상 주파수는 700MHz 대역 40MHz 폭(A 블록), 1.8GHz 대역 20MHz 폭(B 블록), 2.1GHz 대역 20MHz 폭(C 블록), 2.6GHz 대역 40MHz 폭(D 블록) 및 20MHz 폭(E 블록) 등 5개 블록 140MHz 폭이었다. 특히 2.1GHz 대역은 할당위치를 특정하지 않고, 경매 후 할당사업자의 인접대역으로 조정하는 것으로 하였다. [그림 3-2]는 3차 주파수 경매의 할당대상 주파수를 보여주고 있다.

700MHz 대역, 2.6GHz 대역 등 광대역(40MHz 폭) 2개, 인접대역과 광대역화가 가능한 2.1GHz 대역(20MHz 폭)을 사업자별로 1개 이상 할당받을 수 없도록 제한하였고, 사업자별로 최대 60MHz 폭까지 할당받을 수 있도록 하였다. 즉, ① 700MHz 또는 2.6GHz 광대역 1개(40MHz 폭)와 협대역 1개(20MHz 폭) 또는 ② 2.1GHz 광대역 1개(20MHz 폭) + 협대역 2개(각 20MHz 폭)와 같은 식으로 확보하는 것이 가능하였다. 2.1GHz 대역의 경우, KT나 LGU+가 확보 시 해당 사업자의 기존 대역과 인접하여 할당하는 조건을 부여하였다. 2.6GHz 대역의 경우, 한일 주파수 조정 합의에

따른 조건(2021년까지 일본에서 대재난 발생 시 한국의 2660~2670MHz 대역 운용을 최대 2회(누적 14일 한도내) 이용 중지)을 부여하였다.

[그림 3-2] 3차 주파수 경매의 할당대상 주파수



3차 주파수 경매에서의 핵심 이슈는 경매 이후 곧이어 도래하는 2.1GHz 대역 80MHz 폭의 재할당 문제였다. 핵심은 2.1GHz 대역의 경매 낙찰가를 재할당대가에 어떻게 반영해야 하느냐 문제였다. 치열한 입찰 경쟁으로 해당 대역의 낙찰가가 오르면 재할당대가도 오르기 때문에 어느 수준으로 연계를 하는 것이 적절한지에 대한 논란이 있었다. 최종적으로 2.1GHz 대역 80MHz 폭의 재할당대가는 ‘주파수할당 대가의 산정기준(전파법 시행령 별표 3)에 따라 산정된 대가와 3차 주파수 경매에서의 2.1GHz 대역 낙찰가를 평균하여 산정하는 것으로 하였다.

주파수 이용기간은 할당대상 주파수 5개 중 2.1GHz 대역 20MHz 폭은 5년이었고, 나머지 4개는 모두 10년이였다. 경매방식은 2차 주파수 경매와 마찬가지로 혼합방식(동시소름입찰+밀봉입찰)이 적용되었다. 최저경쟁가격은 700MHz 대역 40MHz 폭(A 블록) 7,620억 원, 1.8GHz 대역의 20MHz 폭(B 블록) 4,513억 원임, 2.1GHz 대역의 20MHz 폭(C 블록) 3,816억 원, 2.6GHz 대역의 40MHz 폭(D 블록) 6,553억 원, 2.6GHz 대역의 20MHz 폭(E 블록) 3,277억 원이였다. <표 3-5>은 3차 주파수 경매의 개요를 보여주고 있다.

<표 3-5> 3차 주파수 경매 개요

할당대상 주파수		이용 기간	최저경쟁 가격	할당 조건 등		경매방식
대역	대역폭					
700MHz	20MHz	10년	7,620억원			혼합방식 (동시옴 입찰 +밀봉입찰)
1.8GHz	20MHz	10년	4,513억원		사업자별로	
2.1GHz	20MHz	5년	3,816억원	KT나 LGU+가 확보 시 해당 사업자의 기존대역과 인접하여 할당 2.1GHz 대역 80MHz 폭 재할당대가 산정 시 50% 반영	광대역(인접대역 광대역 포함) 주파수 1개 이상 할당받을 수 없도록 제한 사업자별로 최대 60MHz 폭까지 할당받을 수 있음	
2.6GHz	40MHz	10년	6,553억원	한일 주파수 조정		
2.6GHz	20MHz	10년	3,277억원	합의에 따른 조건		

2016년 4월 20일 ~ 5월 2일 동안(2일) 경매를 진행하여 KT가 1.8GHz 대역 20MHz 폭을 4,513억 원에, LGU+가 2.1GHz 대역 20MHz 폭을 3,816억 원에, SKT가 2.6GHz 대역 40MHz 폭과 20MHz 폭을 각각 9,500억 원과 3,277억 원에 낙찰받았다. <표 3-6>은 3차 주파수 경매 과정과 결과를 보여주고 있다.

<표 3-6> 3차 주파수 경매 과정 및 결과

할당대상 주파수		할당사업자 (낙찰자)	할당대가 (낙찰가)	경매 진행	
대역	대역폭			진행 일수	진행 라운드
700MHz	20MHz	-	-	2일	8라운드
1.8GHz	20MHz	KT	4,513		
2.1GHz	20MHz	LGU+	3,816		
2.6GHz	40MHz	SKT	9,500		
2.6GHz	20MHz	SKT	3,277		

4. 4차 주파수 경매(2018년)

4차 주파수 경매는 2018년 6월에 실시되었다. 할당대상 주파수는 3.5GHz 대

역 280MHz 폭, 28GHz 대역 2,400MHz 폭 등 총 2,680MHz 폭이었다. 3.5GHz 대역은 10MHz 단위로 세분하여 28개의 무기명 블록으로 구분하였고, 28GHz 대역은 100MHz 단위로 세분하여 24개 무기명 블록으로 구분하였다.

3.5GHz 대역은 전국망 용도로 주목받는 대역이나, 28GHz 대역은 이동통신용으로 사용된 적이 없는 초고대역이었다. 다만 28GHz 대역 중 A 블록은 유럽의 5G 주파수 대역인 24.25GHz~27.25GHz와 공통 대역으로 로밍의 이점이 있고, B 블록은 미국 5G 주파수 대역과 동일하여 장비 수급이 용이할 것으로 기대되었다. C 블록은 800MHz 폭 이상 확장가능한 장비의 개발이 이뤄지면 추가로 주파수를 할당 받아 용량을 확장할 수 있다.

할당 조건으로 할당대상 주파수 중 각 사업자에게 할당하는 대역폭은 3.5GHz 대역 최대 100MHz폭, 28GHz 대역 최대 1,000MHz폭을 넘지 못하도록 하였다. 그리고 3.5GHz 대역에 대해서는 무선국 설치시 인접대역에서 공공 목적으로 주파수 사용승인을 받아 개설된 무선국의 시설자와 사전에 협의해야 한다는 조건이 부과될 수 있었다.

주파수 이용기간은 3.5GHz 대역은 10년, 28GHz 대역은 5년이었다. 경매방식은 혼합방식(클락입찰+밀봉입찰)이 적용되었다. 본 방식은 무기명으로 주파수의 양을 결정하는 1단계와 주파수의 위치를 결정하는 2단계로 구성되며, 1단계와 2단계의 낙찰가를 합쳐 총 낙찰가가 결정된다. 1단계에서는 최저경쟁가격에서 시작하여 입찰자가 제출한 수요가 공급량과 일치할 때까지 라운드를 거듭하는데 최대 50라운드까지 진행한다. 50라운드에서 경매가 종료되지 않으면 추가라운드 입찰(낙찰자와 낙찰가를 결정하기 위한 입찰)을 실시한다. 2단계에서는 주파수 블록을 입찰자별로 묶어서 위치를 정하는데, 밀봉입찰 방식으로 진행된다. 최저경쟁가격은 3.5GHz 대역 280MHz 폭은 2조 6,544억 원, 28GHz 대역 2400MHz 폭은 불확실성을 고려하여 6,216억 원으로 결정하였다. <표 3-7>은 4차 주파수 경매의 개요를 보여주고 있다.

<표 3-7> 4차 주파수 경매 개요

대상 주파수		이용 기간	최저경쟁가격	할당 조건 등	경매방식
대역	대역폭				
3.5GHz	280MHz	10년	26,544억 원	사업자별로 최대 100MHz 폭까지 할당받을 수 있음	혼합방식 (클락입찰 +밀봉입찰)
28GHz	2400MHz	5년	6,216억 원	사업자별로 최대 1000MHz 폭까지 할당받을 수 있음	

2018년 6월 15일~18일 동안(2일) 경매를 진행하였다. 3.5GHz 대역은 9라운드에서 10MHz 당 968억원에 1단계가 종료되었다. SKT와 KT는 각각 100MHz 폭씩, LGU+는 80MHz폭을 확보하였다. 2단계에서는 LGU+가 3.42~3.5GHz 대역폭, KT가 3.5~3.6GHz 대역폭, SKT가 3.6~3.7GHz 대역폭을 확보하였으며, 낙찰가는 SKT, LGU+, KT 각각 2,505억 원, 351억 원, 0원이었다. SKT와 LGU+는 주파수 확장을 고려하여 입찰가를 높게 쓴 것으로 추정되었다. 1단계와 2단계를 합한 3.5GHz 대역의 최종 낙찰가는 SKT 1조 2,185억 원, KT는 9,680억 원, LGU+는 8,095억 원이었다.

28GHz 대역은 1라운드에서 100MHz 당 259억원에 1단계가 종료되었다. SKT, KT, LGU+ 모두 각각 800MHz 폭씩 확보하였다. 2단계에서는 KT가 26.5~27.3GHz 대역폭, LGU+는 27.3~28.1GHz 대역폭, SKT는 28.1~28.9GHz 대역폭을 확보하였으며, 낙찰가는 KT, SKT, LGU+ 각각 6억 원, 1억 원, 0원이었다. 1단계와 2단계를 합한 28GHz 대역 최종 낙찰가는 SKT 2,073억 원, KT는 2,078억 원, LGU+는 2,072억 원이었다. <표 3-8>은 4차 주파수 경매 과정과 결과를 보여주고 있다.

<표 3-8> 4차 주파수 경매 과정 및 결과

할당대상 주파수		할당사업자 (낙찰자)	할당대가 (낙찰가)	경매 진행	
대역	대역폭			진행 일수	진행 라운드
3.5GHz	100MHz	SKT	12,185억 원	2	(9+1)라운드
3.5GHz	100MHz	KT	9,680억 원		
3.5GHz	80MHz	LGU+	8,095억 원		
28GHz	800MHz	SKT	2,073억 원		(1+1)라운드
28GHz	800MHz	KT	2,078억 원		
28GHz	800MHz	LGU+	2,072억 원		

제 2 절 국내 주파수 경매 사례 분석

1. 주파수 경매 결과 분석

본 절에서는 지금까지 진행된 4차례 국내 주파수 경매 사례를 분석한다. <표 3-9>는 1~4차의 주파수 경매 결과의 요약을 보여주고 있다.

4차례 주파수 경매 동안의 최저경쟁가격 추이를 살펴보면(그림 3-3), 1차 경매에 비해 2차 경매에서는 최저경쟁가격 수준이 다소 낮아졌다. 3차 경매에서 최저경쟁가격 수준이 급등하였다가, 다시 4차 경매에서 하락하였다. 2차 경매에서 최저경쟁가격 수준이 낮아진 이유는 2.6GHz 대역의 최저경쟁가격이 15.0억 원/(년·MHz)으로 정해졌기 때문이다. 2차 경매에서 또 다른 할당 대상 주파수인 1.8GHz 대역은 24.1억 원/(년·MHz)으로 1차 경매(<표 3-9>)와 유사한 수준이었다. 2.6GHz 대역의 최저경쟁가격이 낮게 정해졌기 때문에 2차 경매에서의 최저경쟁가격 전체 수준이 내려간 것이다.

3차 경매에서 최저경쟁가격 수준이 급등한 이유는 700MHz 대역과 2.1GHz 대역의 최저경쟁가격이 높게 설정되었기 때문이다. 다른 할당 대상 주파수인 1.8GHz 대역과 2.6GHz 대역은 각각 22.6억 원/(년·MHz)과 16.4억 원/(년·MHz)으로 1, 2차 경매에 비슷한 수준으로 정해진 것에 반해, 700MHz 대역과 2.1GHz 대역은 각각 38.1억 원/(년·MHz)과 38.2억 원/(년·MHz)으로 1, 2차 경매(<표 3-9>)에 비해 매우 높게 정해졌다. 700MHz 대역은 유사한 성격의 저대역 주파수인 800MHz 대역(1차 경매)과 비교하면 된다.

4차 경매에서는 최저경쟁가격 수준이 급락하였다. 여기서 다른 대역에 비하여 주파수 특성이 현저하게 다른 28GHz 대역은 최저경쟁가격(0.5억 원/(년·MHz))이 지나치게 낮게 정해졌기 때문에 분석에서 제외하였다. 3.5GHz 대역의 최저경쟁가격은 9.5억 원/(년·MHz)으로 2, 3차 경매(<표 3-9>)에 비해 매우 낮게 정해졌다. 3.5GHz 대역은 유사한 성격의 주파수인 2.6GHz 대역과 비교하면 된다. 최저경쟁가격이 낮아진 이유는 최저경쟁가격의 산정 시 준용하는 전파법시행령 별표3의 ‘주파수할당 대가의 산정기준(제14조제1항 관련)’에서 ‘무선투자촉진계

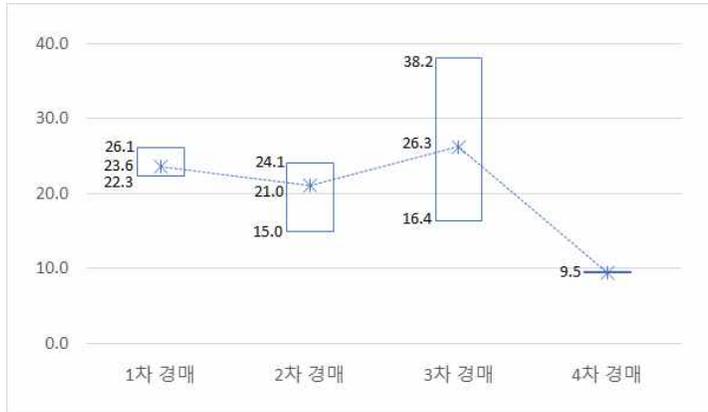
수'와 '대역폭 조정계수'가 새롭게 도입되었기 때문이다. 이와 같이 변경된 기준에 따라 산정됨에 따라 최저경쟁가격이 급락하게 되었다.

<표 3-9> 1~4차 주파수 경매 결과 요약 (단위: 억 원, 년)

경매 차수	할당 사업자	대역	대역폭	시작 시점	종료 시점	기간	진행 라운드	최저경쟁가격		낙찰가		상승율
								-	(년·MHz) 당	-	(년·MHz) 당	
1차 (2011. 08)	KT	800MHz	10MHz	12.07	22.06	10	83	2,610	26.1	2,610	26.1	0%
	SKT	1.8GHz	20MHz	11.12	21.11	10		4,455	22.3	9,550	47.8	114%
	LGU+	2.1GHz	20MHz	11.12	21.11	10		4,455	22.3	4,455	22.3	0%
	소계							11,520	-	16,615	-	-
2차 (2013. 08)	-	2.6GHz	40MHz	-	-	8	50+1*	4,788	15.0	-	-	-
	LGU+	2.6GHz	40MHz	14.01	21.12	8		4,788	15.0	4,788	15.0	0%
	SKT	1.8GHz	35MHz	13.10	21.11	8		6,738	24.1	10,500	37.5	56%
	KT	1.8GHz	15MHz	13.07	21.06	8		2,888	24.1	9,001	75.0	212%
	소계							14,414	-	24,289	-	-
3차 (2016. 04)	-	700MHz	20MHz	-	-	10	8	7,620	38.1	-	-	-
	KT	1.8GHz	20MHz	17.01	26.12	10		4,513	22.6	4,513	22.6	0%
	LGU+	2.1GHz	20MHz	16.12	21.11	5		3,816	38.2	3,816	38.2	0%
	SKT	2.6GHz	40MHz	17.01	26.12	10		6,553	16.4	9,500	23.8	45%
	SKT	2.6GHz	20MHz	17.01	26.12	10		3,277	16.4	3,277	16.4	0%
	소계							18,159	-	21,106	-	-
4차 (2018. 06)	SKT	3.5GHz	100MHz	18.12	28.11	10	9+1*	9,480	9.5	12,185	12.2	29%
	KT	3.5GHz	100MHz	18.12	28.11	10		9,480	9.5	9,680	9.7	2%
	LGU+	3.5GHz	80MHz	18.12	28.11	10		7,584	9.5	8,095	10.1	7%
	소계							26,544	-	29,960	-	-
	SKT	28GHz	800MHz	18.12	23.11	5	1+1*	2,072	0.5	2,073	0.5	0%
	KT	28GHz	800MHz	18.12	23.11	5		2,072	0.5	2,078	0.5	0%
	LGU+	28GHz	800MHz	18.12	23.11	5		2,072	0.5	2,072	0.5	0%
소계								6,216		6,223		

* 혼합방식(동시오름입찰/클락입찰 + 밀봉입찰)의 경우 동시오름입찰/클락입찰 라운드 종료 후 밀봉입찰을 진행하는데, 밀봉입찰을 1개 라운드를 추가로 진행한 것으로 간주하여 +1로 표시함

[그림 3-3] 최저경쟁가격 추이(최소, 평균, 최대) (단위: 억 원/MHz년)



주파수 경매의 낙찰가 추이를 살펴보면([그림 3-4]), 1차 경매에 비해 2차 경매의 낙찰가가 급등하였다. 그 이후 3차 경매에서 하락하여 1차 경매보다 낮은 수준의 낙찰가가 형성되었고, 4차 경매에서는 3차 경매보다 낙찰가가 더 낮았다. 1차 경매에서는 1.8GHz 대역 20MHz 폭에서 SKT와 KT 간의 치열한 입찰 경쟁으로 83라운드까지 입찰이 진행되었고, 최종적으로 SKT가 이 대역을 9,950억 원에 낙찰받아 최저경쟁가격(4,455억 원) 대비 낙찰가가 114% 높게 형성되었다.

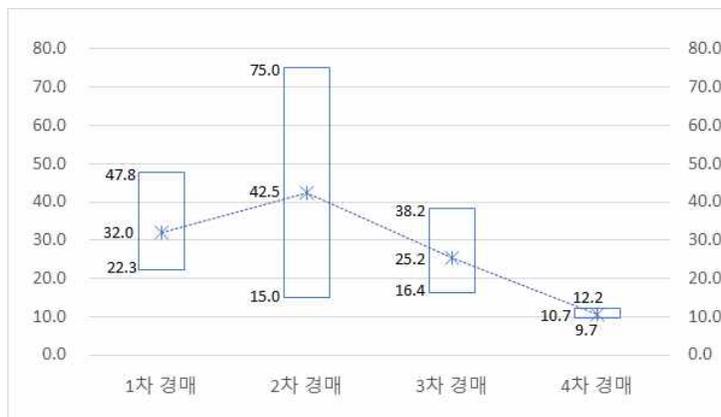
1차 경매에서도 낙찰가가 상당히 높은 수준이었는데, 2차 경매에서는 낙찰가가 훨씬 더 높게 형성되었다. 평균 낙찰가는 32.0억 원/(년·MHz)에서 42.5억 원/(년·MHz)으로 32.8% 상승하였고, 최대 낙찰가는 47.8억 원/(년·MHz)에서 75.0억 원/(년·MHz)으로 무려 56.9% 상승하였다. 2차 경매에서도 1.8GHz 대역 15MHz 폭(KT의 기보유 1.8GHz 대역의 인접대역)을 둘러싸고 SKT/LGU+와 KT 간에 (50+1)라운드까지 가는 치열한 입찰 경쟁이 발생하였다. 최종적으로 KT가 1.8GHz 대역 15MHz 폭을 9,001억 원에 낙찰받아 최저경쟁가격(2,888억 원) 대비 낙찰가가 212% 높게 형성되었다. 이 때 SKT는 또 다른 1.8GHz 대역에서 35MHz 폭을 1조 500억 원에 낙찰받아 최저경쟁가격(6,738억 원) 대비 낙찰가가 56% 높게 형성되었다. 1차 경매에서는 하나의 대역만 낙찰가가 높아진 반면 2차 경매에서는 2개 대역에서 낙찰가가 상승하였기 때문에 전체적인 낙찰가 수준이 크게 높아진 측면이 있다. 2차 경매에서는 복수 밴드플랜 놓고 경쟁하는 방식을 적용하였기 때문에

SKT의 낙찰가도 함께 상승하는 결과가 도출되었다.

3차 경매에서는 2차 경매에 비하여 낙찰가가 상당히 하락하였다. 평균 낙찰가는 25.2억 원/(년·MHz)으로 40.7% 크게 하락하였고, 최대 낙찰가도 38.2억 원/(년·MHz)으로 49.1% 크게 하락하였다. 3차 경매에서는 치열한 입찰 경쟁 없이 8라운드에서 종료되었다. LGU+가 2.1GHz 대역 20MHz 폭을 최저경쟁가격(3,816억 원) 그대로 낙찰받았는데, 최저경쟁가격 자체가 높게 정해져서 최대 낙찰가가 되었다. 입찰 경쟁이 있었던 2.6GHz 대역 40MHz 폭은 SKT가 9,500억 원에 낙찰받아 최저경쟁가격(6,553억 원) 대비 낙찰가가 45% 높게 형성되었다. 그 외의 대역, 1.8GHz 대역 20MHz 폭과 2.6GHz 대역 20MHz 폭은 각각 KT와 SKT가 최저경쟁가격(각각 4,513억 원, 3,277억 원)에 낙찰받았다.

4차 경매에서는 3차 경매보다도 낙찰가가 더 낮아졌다. 평균 낙찰가는 10.7억 원/(년·MHz)으로 57.5% 대폭 하락하였고, 최대 낙찰가도 12.2억 원/(년·MHz)으로 68.1% 대폭 하락하였다. 4차 경매에서는 할당 대상 주파수인 3.5GHz 대역에서 치열한 입찰 경쟁 없이 (9+1)라운드에서 종료되었다. SKT를 제외한 KT와 LGU+는 각각 3.5GHz 대역 100MHz 폭과 80MHz 폭을 9,680억 원과 8,095억 원으로 낙찰받아 최저경쟁가격(각각 9,480억 원과 7,584억 원) 대비 낙찰가가 2%와 7% 높게 형성되었다. SKT는 3.5GHz 대역 100MHz 폭을 12,185억 원에 낙찰받아 최저경쟁가격(9,480억 원) 대비 낙찰가가 29% 높게 형성되었다.

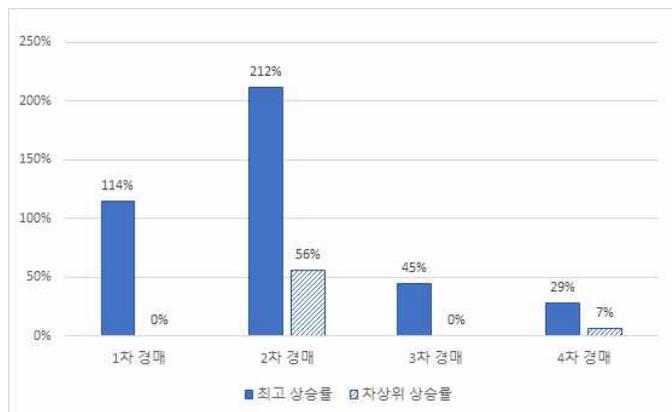
[그림 3-4] 낙찰가 추이(최소, 평균, 최대) (단위: 억 원/MHz·년)



4차례 주파수 경매에서 최저경쟁가격 대비 낙찰가 상승율을 살펴보면(그림 3-5), 2차 경매에서 상승률이 가장 높았다. 최고 상승률은 212%, 차상위 상승률은 56%로 나타났다. 그 다음은 1차 경매에서 상승률이 높았는데, 최고 상승률이 114%로 나타났다. 3, 4차 경매에서는 최고 상승률이 각각 45%, 29%로 상대적으로 낮게 나타났다.

2차 경매에서 상승률이 높게 나타난 이유는 앞서 언급한 바와 같이 1.8GHz 대역 15MHz 폭(KT의 기보유 1.8GHz 대역의 인접대역)에서 SKT/LGU+와 KT 간에 치열한 입찰 경쟁이 발생하였기 때문이다. 1차 경매에서도 1.8GHz 대역 20MHz 폭에서 SKT와 KT 간에 치열한 입찰 경쟁이 발생하였기 때문에 낙찰가가 크게 상승하였다. 2차 경매에서는 SKT와 LGU+가 KT의 1.8GHz 대역 15MHz 폭의 낙찰을 저지하거나 고가 낙찰을 유도하기 위한 전략적 측면에서 입찰 경쟁을 펼친 것이라면, 1차 경매에서는 SKT와 KT가 LTE 선발사업자가 되기 위해 1.8GHz 대역 20MHz 폭의 선점을 위해 입찰 경쟁을 펼친 것이다. 1, 2차 경매에서는 특정 대역에서 사업자의 유불리가 첨예하게 대립하여 치열한 입찰 경쟁이 발생한 반면, 3, 4차 경매에서는 그러한 대립관계 혹은 경쟁관계가 크지 않아서 상승률이 낮게 나타났다. 다만, 3차 경매에서는 2.6GHz 대역 40MHz 폭에서 입찰 경쟁이 나타났으나 자본력이 큰 SKT가 8라운드 만에 9,500억 원에 낙찰받았다. 최저경쟁가격 6,553억 원 대비 45% 상승한 수치이다.

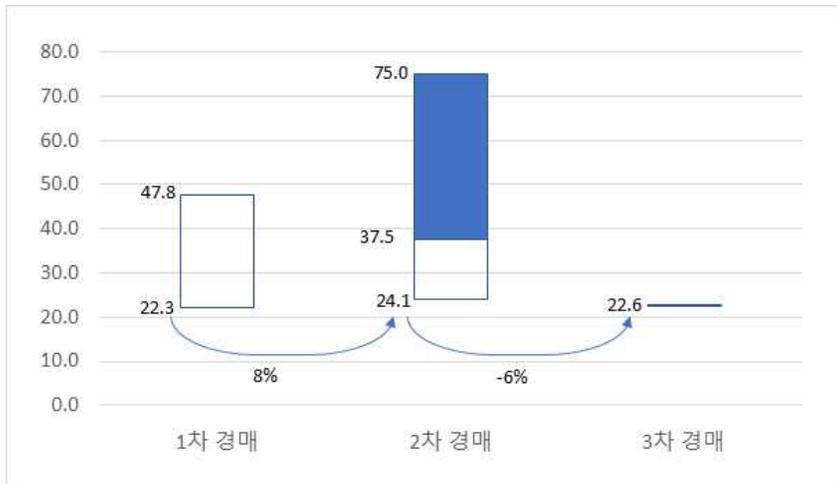
[그림 3-5] 최저경쟁가격 대비 낙찰가 상승률(단위: %)



1.8GHz 대역, 2.1GHz 대역, 2.6GHz 대역의 경우, 2차례 혹은 3차례 경매에서 할당 대상 주파수로 나왔기 때문에, 동일 주파수가 주파수 경매가 거듭될수록 어떠한 가치 변화가 있었는지를 살펴보고자 한다.

먼저 1.8GHz 대역의 경우([그림 3-6]) 1~3차 경매 등 3차례 경매에서 등장하였다. 최저경쟁가격은 1차 경매에서 22.3억 원/(년·MHz), 2차 경매에서는 8% 상승한 24.1억 원/(년·MHz), 3차 경매에서는 6% 하락한 22.6억 원/(년·MHz)으로 정해졌다. 낙찰가는 1차 경매에서 47.8억 원/(년·MHz)으로 114% 상승하였고, 2차 경매에서는 37.5~75.0억 원/(년·MHz)으로 56~212% 상승하였으며, 3차 경매에서는 최저경쟁가격(22.6억 원/(년·MHz))과 동일하였다(0% 상승). 앞서 언급한 바와 같이 1, 2차 경매에서 입찰 경쟁이 치열하였기 때문에 낙찰가가 상승하였고, 3차 경매에서는 경쟁이 없어서 낙찰가 상승이 없었다.

[그림 3-6] 1.8GHz 대역의 최저가 대비 낙찰가 상승률(단위: 억 원/MHz년, %)



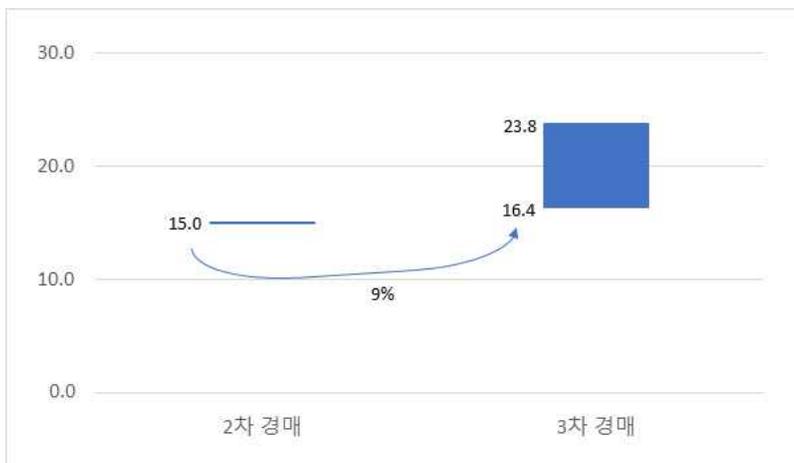
다음으로 2.1GHz 대역의 경우([그림 3-7]) 1차와 3차 경매 등 2차례 경매에서 등장하였다. 최저경쟁가격은 1차 경매에서 22.3억 원/(년·MHz), 3차 경매에서는 71% 상승한 38.2억 원/(년·MHz)으로 정해졌다. 낙찰가는 1차와 3차 경매 모두 최저경쟁가격과 동일하였다(0% 상승). 2.1GHz 대역은 최저경쟁가격의 상승폭이 매우 컸는데, 이러한 이유로 낙찰가도 동반 상승하였다.

[그림 3-7] 2.1GHz 대역의 최저가 대비 낙찰가 상승률(단위: 억 원/MHz년, %)



다음으로 2.6GHz 대역은([그림 3-8]) 2차와 3차 경매 등 2차례 경매에서 등장하였다. 최저경쟁가격은 2차 경매에서 15.0억 원/(년·MHz), 3차 경매에서는 9% 상승한 16.4억 원/(년·MHz)으로 정해졌다. 낙찰가는 2차 경매에서는 최저경쟁가격(15.0억 원/(년·MHz))과 동일하였고(0% 상승), 3차 경매에서는 16.4~23.8억 원/(년·MHz)으로 0~45% 상승하였다. 앞서 언급한 바와 같이 3차 경매에서 입찰 경쟁이 다소 존재하였기 때문에 낙찰가가 상승하였다.

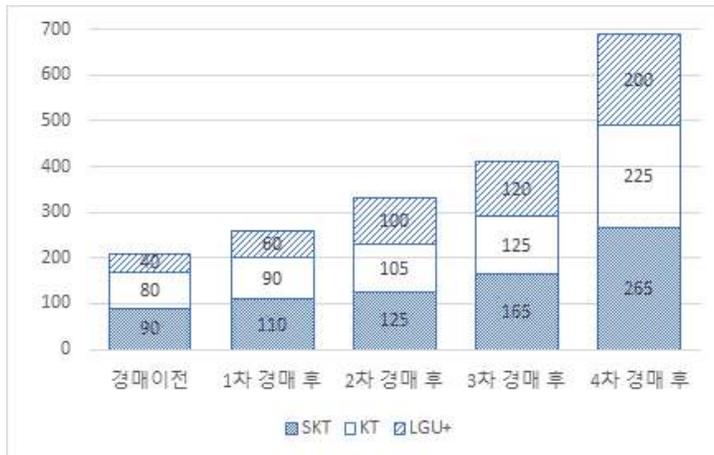
[그림 3-8] 2.6GHz 대역의 최저가 대비 낙찰가 상승률(단위: 억 원/MHz년, %)



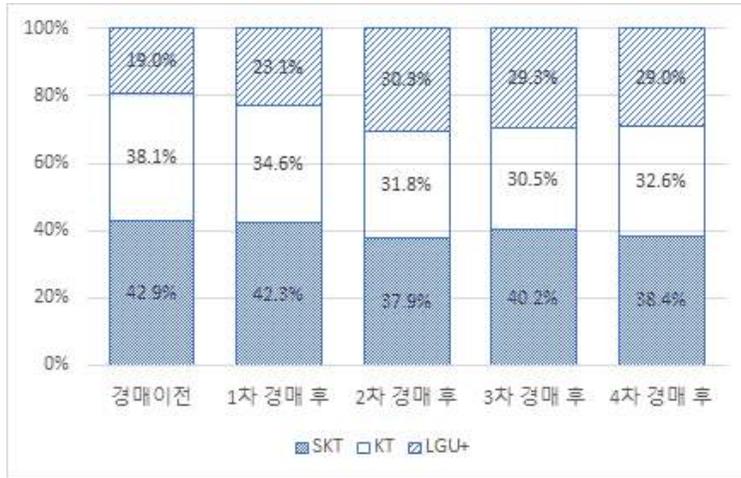
2. 주파수 경매가 경쟁에 미친 영향

4차례의 주파수 경매에서 각 주파수 경매 이후에 사업자의 주파수 보유량과 보유비율을 살펴보면([그림 3-9]와 [그림 3-10]), 경매 이전에는 주파수 보유비율이 (SKT : KT : LGU+) = (42.9 : 38.1 : 19.0)로 SKT와 KT로 주파수의 쏠림이 심하였다. 1차 경매 이후에는 이 비율이 (42.3 : 34.6 : 23.1)로, LGU+의 주파수 보유비율이 상승하여 쏠림 현상이 다소 개선되었고, 2차 경매 이후에는 (4 : 3 : 3)으로 거의 유지되고 있는 등 쏠림 현상은 거의 해소된 것으로 나타났다. 주파수 보유비율이 이와 같이 개선된 이유는 매 주파수 할당 공고 시 ‘할당대역폭’, ‘주파수할당을 신청할 수 있는 자의 범위’, ‘할당 조건’을 통해 특정 사업자에게 전파자원의 독과점방지, 즉 주파수가 특정 사업자에게 집중되지 않도록 조치하였기 때문이다. 가령, 1차 경매에서는 2.1GHz 대역을 보유하고 있는 SKT와 KT의 2.1GHz 대역 할당을 금지하였고, 2차 경매에서는 1.8GHz 대역의 보유량과 서비스 개시 시기 등을 통제하였다. 3차 경매에서는 2.1GHz 대역의 인접대역 광대역화를 지원해 주었다. 즉, 특정 사업자에게 주파수 쏠리지 않도록 정부가 세심하게 할당 계획을 수립하였기 때문에 주파수 쏠림 현상을 해소할 수 있었다.

[그림 3-9] 경매 시점별 사업자의 주파수 보유량(단위: MHz)



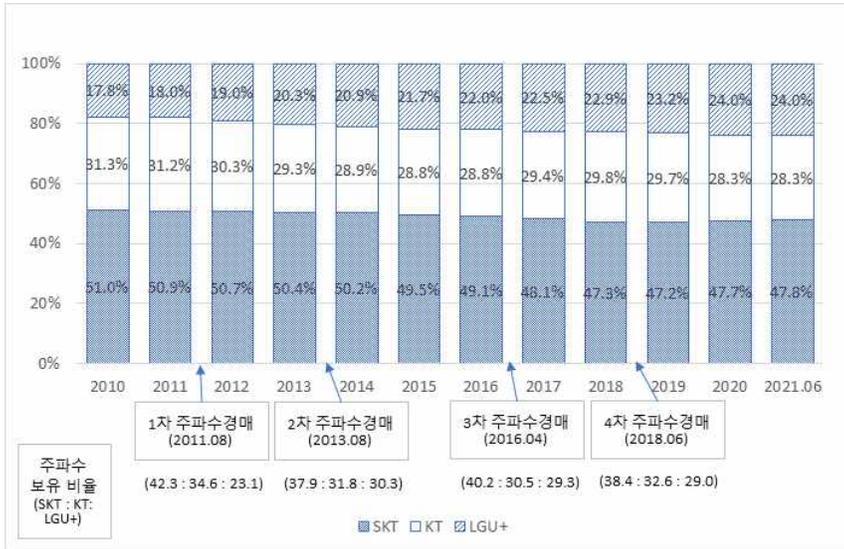
[그림 3-10] 경매 시점별 사업자의 주파수 보유비율(단위: %)



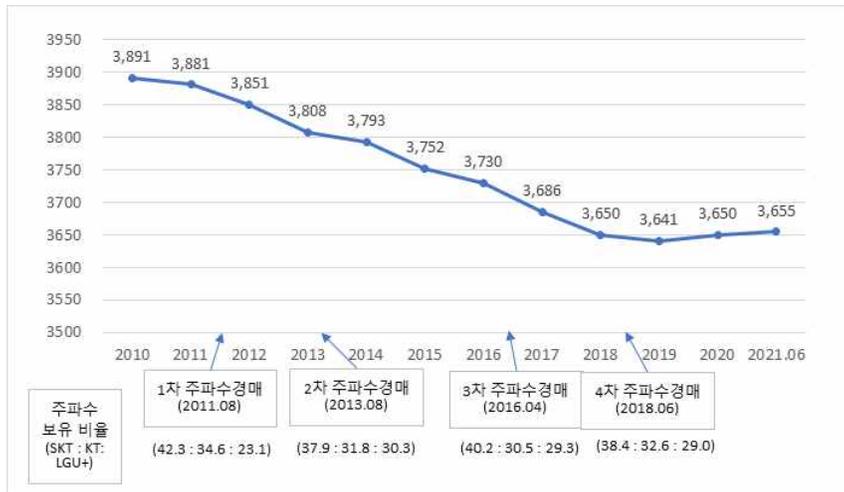
주파수 경매 이후에 사업자별 이동통신 가입자 점유율 추이를 살펴보면(그림3-11), 경매 이전에는 (SKT : KT : LGU+) = (51.0 : 31.3 : 17.8)로 SKT로의 쏠림이 심하였다. 그러나 3사의 주파수 보유비율이 (4 : 3 : 3) 수준으로 유지된 2차 주파수 경매 이후부터는 점유율 쏠림 현상이 점차 개선되어 3사의 점유율이 2021년 6월 현재 (47.8 : 28.3 : 24.0)로 나타났다. 특히 2차 경매 후 2년이 지난 2015년부터 SKT의 점유율은 50% 미만으로 하락하였고, LGU+의 점유율은 22%에 근접하였다. 즉, 2차 경매 이후 LGU+가 경쟁력 있는 수준의 주파수 용량을 보유함으로써 이동통신 서비스 품질과 이를 바탕으로 한 적극적인 마케팅 활동을 통해 가입자 점유율을 확대시킬 수 있었던 것으로 판단된다.

이러한 현상은 시장집중도를 나타내는 HHI를 통해서도 확인할 수 있다. [그림 3-12]를 보면, HHI 값은 경매 이전에는 3,891로 매우 높은 수준이었으나 2차 경매 이후 주파수 보유 비율이 개선됨에 따라 점차 하락하여 2018년 이후부터는 3,650 수준을 보이고 있다.

[그림 3-11] 사업자별 이동통신 가입자 점유율 추이 (단위: %)



[그림 3-12] 이동통신 가입자 기준 HHI 추이



주파수 경매 이후에 사업자별 이동통신 매출액과 매출액 점유율 추이를 살펴보면(<표 3-10>, [그림 3-13]), 경매 이전에는 (SKT : KT : LGU+) = (58.2 : 28.1 : 13.7)로 SKT로의 쏠림이 상당히 심하였다. 그러나 3사의 주파수 보유비율이 (4 : 3 : 3) 수준으로 유지된 2차 주파수 경매 이후부터는 점유율 쏠림 현상

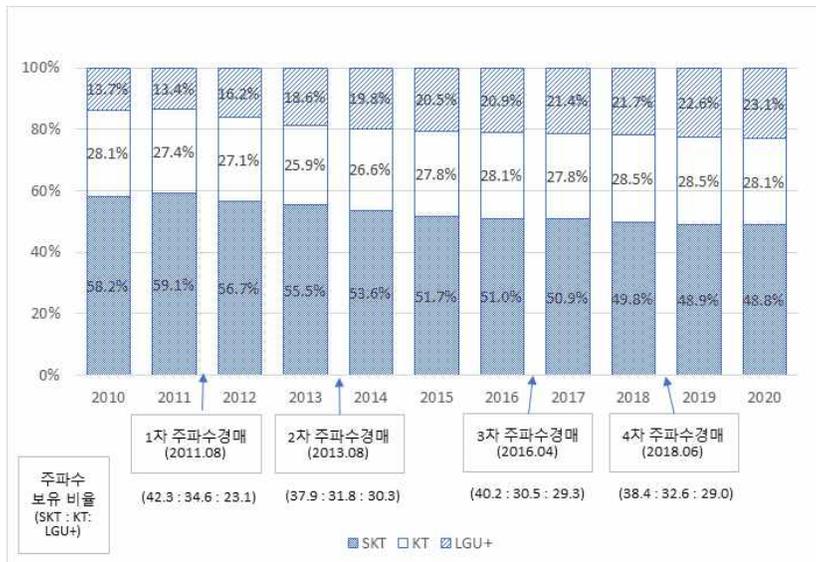
이 점차 개선되어 3사의 점유율이 2021년 6월 현재 (48.8 : 28.1 : 23.1)로 나타났다. 가입자 점유율에 비하여 매출액 점유율이 더 큰 쏠림 현상이 있었는데, 주파수 보유량이 늘어난 이후 LGU+의 매출액 점유율이 크게 개선되었다.

이러한 현상은 시장집중도를 나타내는 HHI를 통해서도 확인할 수 있다. [그림 3-14]를 보면, HHI 값은 경매 이전에는 4,430으로 매우 높은 수준이었으나 2차 경매 이후 주파수 보유 비율이 개선됨에 따라 점차 하락하여 2018년 이후부터는 3,700대를 유지하고 있다.

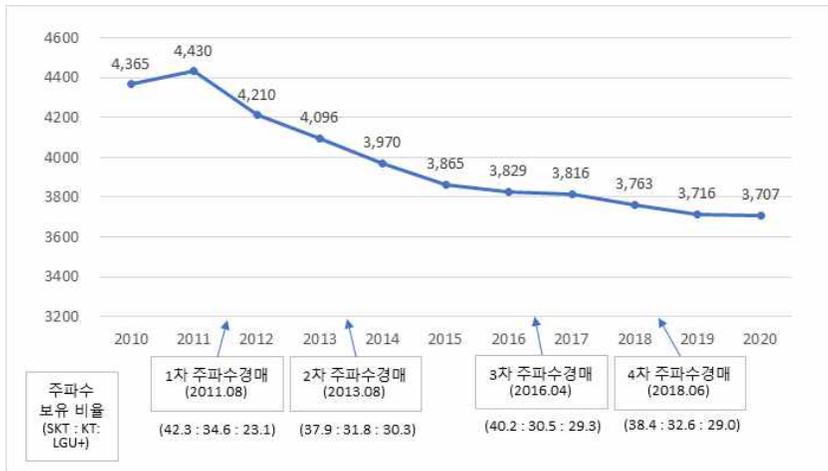
<표 3-10> 사업자별 이동통신 매출액 추이 (단위: 십억 원)

사업자	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SKT	11,430	11,738	11,545	12,090	12,241	11,836	11,663	11,839	11,099	10,851	11,191
KT	5,511	5,447	5,516	5,639	6,080	6,359	6,414	6,462	6,347	6,313	6,433
LGU+	2,693	2,665	3,305	4,059	4,533	4,705	4,774	4,969	4,841	5,009	5,286

[그림 3-13] 사업자별 이동통신 매출액 점유율 추이 (단위: %)



[그림 3-14] 이동통신 매출액 기준 HHI 추이



제 4 장 해외 주파수 경매 사례 분석

주파수는 이동통신서비스 제공에 있어 필수적인 요소이지만 자원의 희소성으로 인하여 최적의 사업자에게 할당해 주는 것이 매우 중요하다. 특히 이동통신 세대가 진화할 때 어떤 주파수 대역을 어느 가격에, 누구에게 할당해 주어야 하는가 등에 대한 주파수 할당 정책은 우리나라를 포함한 여러 나라의 통신 정책 당국의 핵심적인 이슈였다.

본 장은 해외 주요국의 3~5세대 핵심 주파수 대역의 할당/경매 과정 및 결과를 정리하고 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다. 조사 대상 국가는 미국, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인 등 6개국이다. 구체적으로, 이들 국가에서 진행된 3~5세대 주요 주파수 할당/경매 대하여 대상 주파수, 이용기간, 최저경쟁가격, 할당/경매 방식, 낙찰자, 낙찰가, 기타 특이사항 등을 조사 및 분석하여 주요한 시사점을 도출한다.

제 1 절 미국

미국은 2021년 11월 19일 현재 기준 112차례의 경매를 실시하는 등 지금까지 주파수의 할당 방식으로 경매를 적극적으로 적용해 오고 있다(FCC 홈페이지). 본 절에서는 이들 경매 중 규모가 큰 주파수 경매에 초점을 맞추어 살펴보고자 한다. 구체적으로 PCS 주파수 경매, AWS 주파수 경매, 700MHz 대역 주파수 경매, 5세대 주파수 경매를 살펴보고자 한다.³⁾

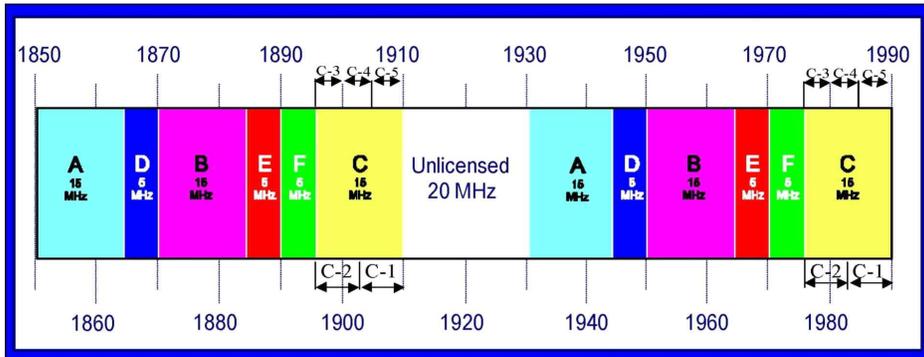
1. PCS 주파수 경매

PCS 주파수 경매는 1994년부터 2008년까지 9차례(Auction 4, 5, 10, 11, 22, 35, 58, 71, 78)에 걸쳐 진행되었다. 이를 2000년을 기점으로 하여 2000년 이전의 경매와 2000년 이후의 경매로 구분하여 살펴보도록 한다. 먼저 2000년 이전의 초창기 PCS 주파수 경매는 1994년 12월부터 1999년 4월까지 5번(Auction 4, 5, 10, 11, 22)에 걸쳐 실시되었다. 2GHz 대역에서 120MHz 폭을 6개 블록(A~F블록, 30MHz 폭⁴⁾ 3개, 10MHz 폭 3개)으로 구분하여 경매하였다. [그림 4-1]은 PCS 주파수의 Band Plan을 보여주고 있다.

3) 미국의 주파수 경매 사례와 관련된 내용은 FCC 홈페이지 경매 Section에 게시된 내용과 첨부 문건을 참고하여 작성되었다.

4) 특별한 언급이 없으면 paired 주파수를 의미한다. 가령, 30MHz 폭은 2×15MHz 폭(상향 15MHz 폭, 하향 15MHz 폭의 합계)을 나타낸다. 만약 unpaired 주파수인 경우에는 명시되어 있다.

[그림 4-1] 미국 PCS 주파수 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)

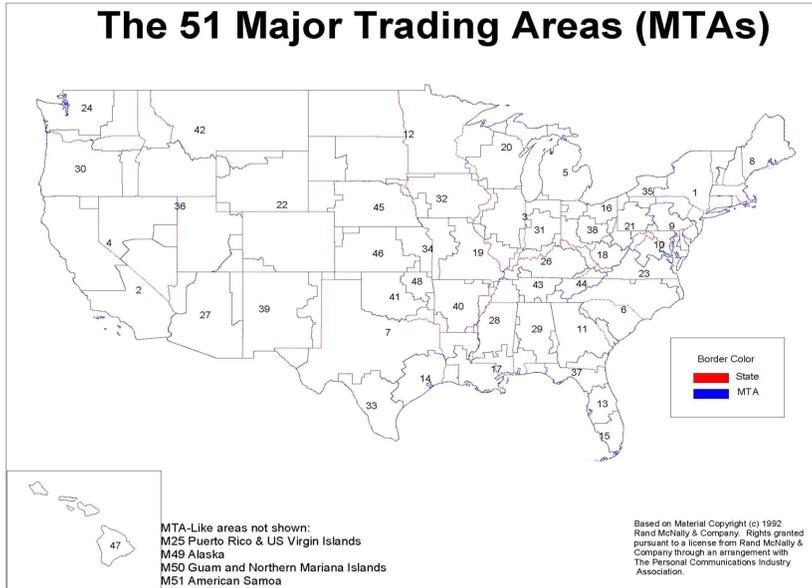


Channel Block	Bandwidth (MHz)	Frequencies
C	30	1895-1910, 1975-1990
C1	15	1902.5-1910, 1982.5-1990
C2	15	1895-1902.5, 1975-1982.5
C3	10	1895-1900, 1975-1980
C4	10	1900-1905, 1980-1985
C5	10	1905-1910, 1985-1990

Note: Some of the original C Block licenses (Originally 30 MHz each) were split into multiplelicenses (C-1 and C-2, 15 MHz; C-3, C-4, and C-5 10 MHz).

먼저 Auction 4는 1994년 12월부터 1995년 3월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 A, B블록 각 30MHz 폭이었다. 이들 블록은 99개의 지역(Major Trading Area, MTA) 면허([그림 4-1] 참조)로 경매되었다. 지역면허는 51개 MTA에 A, B 블록 2개씩 총 102개가 존재하는데, 3개의 지역(New York 지역, Washington/Baltimore 지역, Los Angeles/San Diego 지역)은 사전에 정해진 가격(\$701,780,374)으로 할당하기로 하여 경매에서 제외되었다. 주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 동시오희입찰 방식이 적용되었다. 99개 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$522,339,935이었다. 참고로 이 금액은 총 선불금(Upfront Payment)을 의미하는데, 최소시작가 또는 최저입찰금액을 명시하지 않았기 때문에, 본 보고서에서는 이 금액을 최저경쟁가격으로 간주한다. 지역면허별 선불금은 인구(Population) × 대역폭(Block Size, MHz) × 단가(\$0.02)로 계산되었다. 1994년 12월 5일 ~ 1995년 3월 13일 동안(60일) 112라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 99개 지역면허의 총 낙찰가는 \$7,019,403,797이었다. 참고로, 지역면허별 낙찰자와 낙찰가에 대한 정보는 FCC 홈페이지에서 확인할 수 있다.

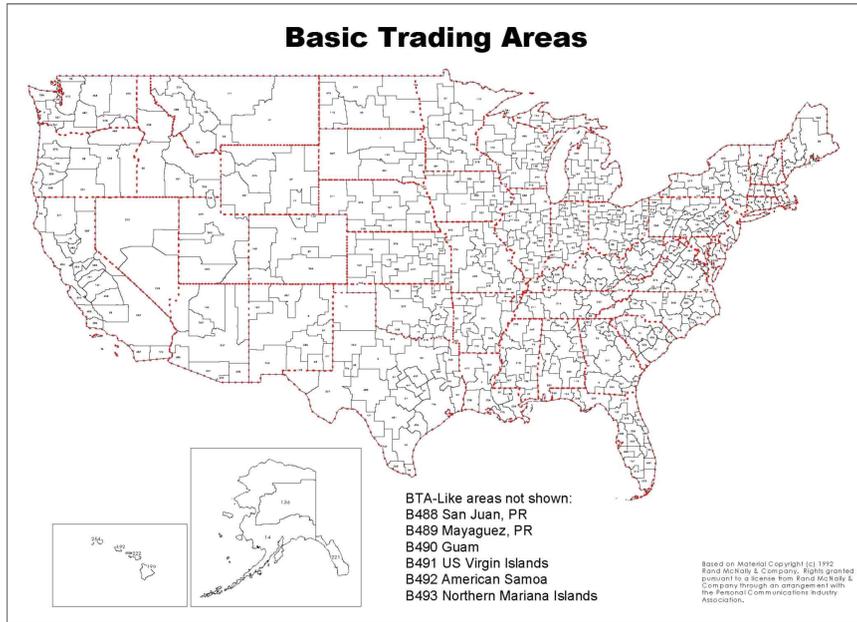
[그림 4-2] 미국 Major Trading Area (MTA) 지도 (출처: FCC 홈페이지)



다음으로 Auction 5는 1995년 12월부터 1996년 5월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 C블록 30MHz 폭이었다. 이 블록은 493개의 지역(Basic Trading Area, BTA) 면허([그림 4-3] 참조)로 경매되었다. 주파수 이용기간은 10년, 경매 방식은 동시오희입찰 방식이 적용되었다. 493개 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$113,650,523.55이었다. 참고로 A, B블록 경매와 마찬가지로 이 금액은 총 선불금을 의미한다. 지역면허별 선불금은 인구(Population) × 대역폭(Block Size, MHz) × 단가(\$0.015)로 계산되었다. 1995년 12월 18일 ~ 1996년 5월 6일 동안(83일) 184라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 493개 지역면허의 총 낙찰가는 \$10,071,708,842이었다.

Auction 10은 Auction 5의 C블록 경매에서 낙찰되었으나 사후조치 미흡으로 최종 할당되지 않은 18개의 지역면허를 재경매하는 것이 목적이었다. 주파수 이용기간, 경매방식, 최저경쟁가격은 Auction 5와 동일하였다. 1996년 7월 3~16일 동안(8일) 25라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 18개 지역면허의 총 낙찰가는 \$904,607,467이었다.

[그림 4-3] 미국 Basic Trading Area (BTA) 지도 (출처: FCC 홈페이지)



Auction 11은 1996년 8월부터 1997년 1월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 D, E, F블록 각 10MHz 폭이었다. 이들 블록은 1,479개의 BTA 지역면허로 경매되었다. 1,479개의 지역면허는 493개 BTA에 D, E, F블록 3개씩 적용하여 나온 것이다. 주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 동시오희입찰 방식이 적용되었다. 1,479개 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$151,534,031.40이었다. 앞선 경매와 마찬가지로 이 금액은 총 선불금을 의미한다. 지역면허별 선불금은 인구 (Population) × 대역폭(Block Size, MHz) × 단가(\$0.060)로 계산되었다. 1996년 8월 26일 ~ 1997년 1월 14일 동안(85일) 276라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 1,479개의 지역면허 중 1,472개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$2,517,439,565이었다.

<표 4-1> 미국 2000년 이전 PCS 주파수 경매 개요

경매번호	대역	대역폭	지역면허수	이용기간	총 최저경쟁가격*	경매방식
4	2GHz	30MHz (A블록)	99	10년	(\$7,019,403,797)	동시오름입찰
		30MHz (B블록)				
5	2GHz	30MHz (C블록)	493	10년	(\$113,650,523.55)	동시오름입찰
10	2GHz	30MHz (C블록)	18	10년	(\$904,607,467)	동시오름입찰
11	2GHz	10MHz (D블록)	1,479	10년	(\$151,534,031.40)	동시오름입찰
		10MHz (E블록)				
		10MHz (F블록)				
22	2GHz	30MHz (C블록)	347	10년	\$156,031,532	동시오름입찰
		15MHz (C2블록)				
		10MHz (E블록)				
		10MHz (F블록)				

* Auction 4, 5, 10 11에서는 최저경쟁가격(최소시작가)을 설정하지 않아 선불금(Uprfront Payment)을 기입하였음. Auction 22의 최저경쟁가격은 최소시작가(Minimum Opening Bid)를 의미함

※ 출처: FCC 홈페이지

Auction 22는 1999년 3월부터 1999년 4월까지 실시되었다. 앞선 PCS 주파수 경매에서 낙찰되었으나 낙찰자의 파산 등의 이유로 반납된 블록들을 경매하는 것이 목적이었다. 경매 대상 주파수는 C블록 30MHz 폭, C2블록 15MHz 폭(C블록의 일부분, [그림 4-1] 참조), E, F블록 각 10MHz 폭이었다. 이들 블록은 347개의 BTA 지역면허로 경매되었다. C블록은 206개, C2블록은 133개, E블록은 6개, F블록은 2개의 지역면허가 대상이었다. 주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 347개 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$156,031,532이었다. 앞선 경매와 달리 이 경매에서는 최소시작가(Minimum Opening Bid)가 적용되었다. 최소시작가는 가장 최근 경매의 최고낙찰가의

3.2~10% 수준으로 정해졌다. 구체적으로, 30MHz 폭(C블록)은 10%, 15MHz 폭(C2블록)은 5%, 10MHz 폭(E, F블록)은 3.2%가 적용되었다. 1996년 8월 26일 ~ 1997년 1월 14일 동안(17일) 78라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 347개의 지역 면허 중 302개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$412,840,945이었다.

2000년 이전 5건의 PCS 주파수 경매의 개요, 과정 및 결과가 표 <표 4-1> 과 <표 4-2>에 정리되어 있다.

<표 4-2> 미국 2000년 이전 PCS 주파수 경매 과정 및 결과

경매번호	대역	대역폭	낙찰면허수	총 낙찰가	진행 일수	진행 라운드
4	2GHz	30MHz (A블록)	99	\$7,019,403,797	60일	112라운드
		30MHz (B블록)				
5	2GHz	30MHz (C블록)	493	\$10,071,708,842	83일	184라운드
10	2GHz	30MHz (C블록)	18	\$904,607,467	8일	25라운드
11	2GHz	10MHz (D블록)	1,472	\$2,517,439,565	85일	276라운드
		10MHz (E블록)				
		10MHz (F블록)				
22	2GHz	30MHz (C블록)	302	\$412,840,945	17일	78라운드
		15MHz (C2블록)				
		10MHz (E블록)				
		10MHz (F블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

2000년 이후 PCS 주파수 경매는 2000년 12월부터 2008년 8월까지 4번 (Auctions 35, 58, 71, 78)에 걸쳐 실시되었다. 4번의 주파수 경매 중 Auction 71 과 78은 소규모로 진행되어서 본 보고서에서는 다루지 않는다.

먼저 Auction 35는 2000년 8월부터 2001년 1월까지 실시되었다. 앞선 PCS

주파수 경매에서 낙찰받았으나 납부금 연체로 취소된 지역면허를 경매하는 것이 목적이었다. 경매 대상 주파수는 C1블록 15MHz 폭, C2블록 15MHz 폭, C3블록 10MHz 폭, C4블록 10MHz 폭, C5블록 10MHz 폭, F블록 10MHz 폭이었다. 이들 블록은 422개의 BTA 지역면허로 경매되었다. C1과 C2블록(15MHz 폭)은 312개, C3, C4, C5블록(10MHz 폭)은 43개, F블록은 67개의 지역면허가 대상이었다. 주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 422개 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$569,212,000이었다. Auction 22의 경우와 마찬가지로 최소시작가가 적용되었다. 최소시작가는 해당 BTA에서의 가장 최근 최고낙찰가의 3.2~10% 수준으로 정해졌다. 구체적으로, 30MHz 폭은 10%, 15MHz 폭(C1, C2블록)은 5%, 10MHz 폭(C3, C4, C5, F블록)은 3.2%가 적용되었다. 2000년 12월 12일 ~ 2001년 1월 26일 동안(24일) 101라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 422개의 지역면허의 총 낙찰가는 \$16,857,046,150이었다.

Auction 58은 2005년 1월부터 2월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 A블록 30MHz 폭, C1블록 15MHz 폭, C2블록 15MHz 폭, C3블록 10MHz 폭, C4블록 10MHz 폭, C5블록 10MHz 폭, D, E, F블록 각각 10MHz 폭이었다. 이들 블록은 242개의 MTA 및 BTA 지역면허로 경매되었다. A블록 2개, C1~C5블록(15MHz 및 10MHz 폭)은 188개, D블록은 11개, E블록은 20개, F블록은 21개의 지역면허가 대상이었다. 주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 242개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$751,824,000이었다. 최소시작가는 대역폭과 지역인구를 곱한 후 인구수별 단가를 곱하여 정해졌다. 구체적으로 인구가 2백만명 이상이면, $\$0.50 \times \text{대역폭(MHz)} \times \text{면허지역인구(License Area Population)}$; 50만명 이상이면 $\$0.25 \times \text{대역폭(MHz)} \times \text{면허지역인구}$; 50만명 미만이면 $\$0.15 \times \text{대역폭(MHz)} \times \text{면허지역인구}$ 로 정해졌다. 2005년 1월 26일 ~ 2005년 2월 15일 동안(15일) 91라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 242개의 지역면허 중 217개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$2,043,230,450이었다.

2000년 이후 2건의 주요 PCS 주파수 경매의 개요, 과정 및 결과가 <표 4-3>과 <표 4-4>에 각각 정리되어 있다.

<표 4-3> 미국 2000년 이후 주요 PCS 주파수 경매 개요

경매번호	대역	대역폭	지역면허수	이용기간	총 최저경쟁가격	경매방식
35	2GHz	15MHz (C1블록)	422	10년	\$569,212,000	동시오름입찰
		15MHz (C2블록)				
		10MHz (C3블록)				
		10MHz (C4블록)				
		10MHz (C5블록)				
		10MHz (F블록)				
58	2GHz	30MHz (A블록)	242	10년	\$751,824,000	동시오름입찰
		15MHz (C1블록)				
		15MHz (C2블록)				
		10MHz (C3블록)				
		10MHz (C4블록)				
		10MHz (C5블록)				
		10MHz (D블록)				
		10MHz (E블록)				
		10MHz (F블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

<표 4-4> 미국 2000년 이후 주요 PCS 주파수 경매 과정 및 결과

경매번호	대역	대역폭	낙찰면허수	총 낙찰가	진행 일수	진행 라운드
35	2GHz	15MHz (C1블록)	422	\$16,857,046,150	24일	101라운드
		15MHz (C2블록)				
		10MHz (C3블록)				
		10MHz (C4블록)				
		10MHz (C5블록)				
		10MHz (F블록)				
58	2GHz	30MHz (A블록)	217	\$2,043,230,450	15일	91라운드
		15MHz (C1블록)				
		15MHz (C2블록)				
		10MHz (C3블록)				
		10MHz (C4블록)				
		10MHz (C5블록)				
		10MHz (D블록)				
		10MHz (E블록)				
		10MHz (F블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

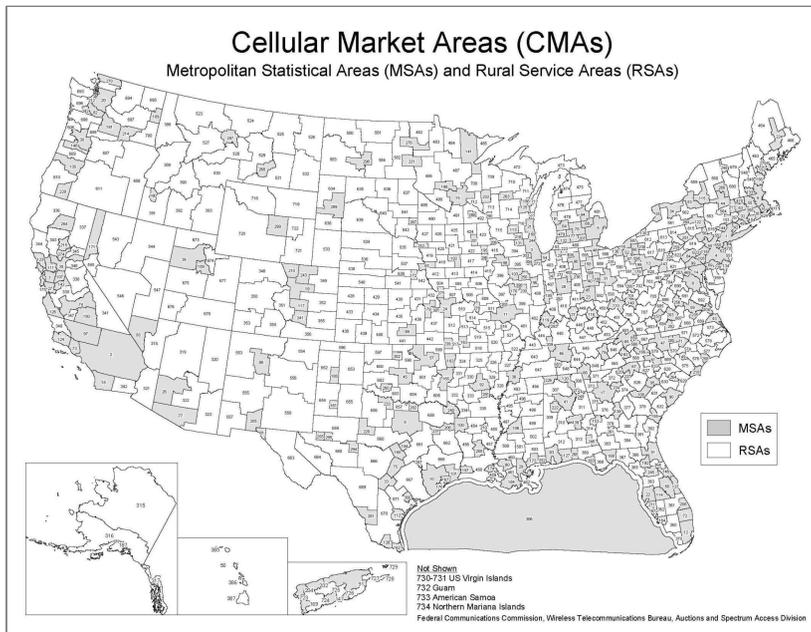
2. AWS 주파수 경매

AWS는 Advanced Wireless Service의 약어로, AWS 주파수는 3세대 이동통신 서비스(IMT-2000) 또는 그 이상의 차세대 이동통신 서비스에 활용할 수 있는 주파수로 보면 된다. AWS 주파수 경매는 2006년 8월부터 2015년 1월까지 3번(Auction 66, 78, 97)에 걸쳐 실시되었다. 3번의 주파수 경매 중 Auction 78은

소규모로 진행되어서 본 보고서에서는 다루지 않는다. 참고로 Auction 78은 PCS 주파수와 AWS 주파수를 함께 경매하였다.

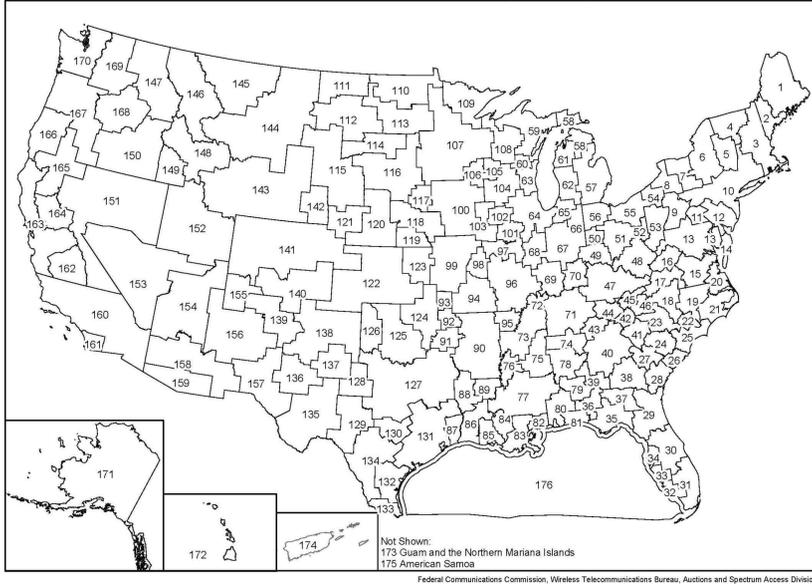
Auction 66(AWS-1)은 2006년 8월부터 9월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 연방정부 기관들이 사용하던 1.7GHz 대역 45MHz 폭과 주·지방 정부와 상업용으로 이용하던 2.1GHz 대역 45MHz 폭 등 총 90MHz 폭이었다. 2.1GHz 대역에서 90MHz 폭을 6개 블록으로 구분하여(A-F블록, 20MHz 폭 3개, 10MHz 폭 3개)으로 구분하여 경매하였다. 구체적으로 A, B, F블록은 20MHz 폭, B, C, D블록은 10MHz 폭이었다. 이들 블록은 총 1,122개의 지역면허로 경매되었다. 구체적으로 A블록은 734개 지역(Cellular Market Area, CMA) 면허([그림 4-4] 참조)로, B, C블록은 176개 지역(Economic Area, EA) 면허([그림 4-5] 참조)로, D, E, F블록은 12개 지역(Regional Economic Area Grouping, REAG) 면허([그림 4-6] 참조)로 경매되었다. [그림 4-7]은 AWS-1 주파수의 Band Plan을 보여주고 있다.

[그림 4-4] 미국 Cellular Market Area (CMA) 지도 (출처: FCC 홈페이지)



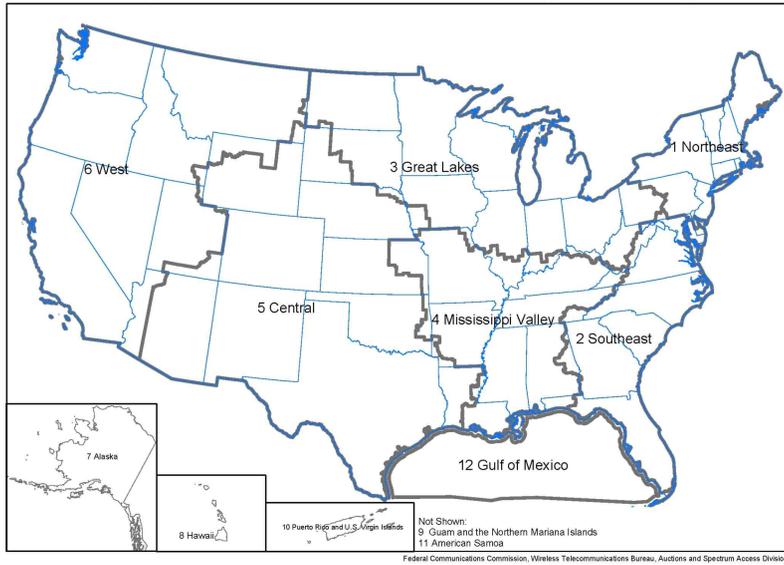
[그림 4-5] 미국 Economic Area (EA) 지도 (출처: FCC 홈페이지)

Economic Areas (EAs)

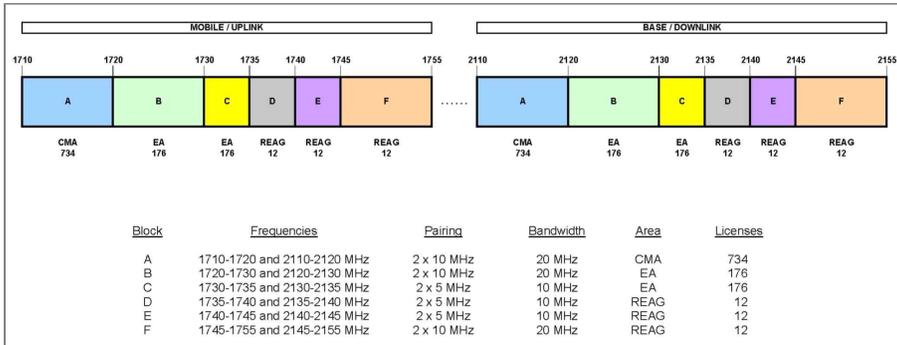


[그림 4-6] 미국 Regional Economic Area Grouping (REAG) 지도 (출처: FCC 홈페이지)

Regional Economic Area Groupings (REAGs)



[그림 4-7] 미국 AWS-1 주파수 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)



주파수 이용기간은 15년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 1,122개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$1,167,037,500이었다⁵⁾. 최소 시작가는 원칙적으로 $\$0.05 \times \text{대역폭(MHz)} \times \text{면허지역인구}$ 으로 계산되었다. 2006년 8월 9일 ~ 9월 18일 동안(28일) 161라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 1,122개의 지역면허 중 1,087개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$13,700,267,150이었다. <표 4-5>와 <표 4-6>은 AWS-1 주파수 경매의 개요, 과정 및 결과를 각각 보여주고 있다.

<표 4-5> 미국 AWS-1 주파수 경매 개요

경매번호	대역	대역폭	지역면허수	이용기간	총 최저경쟁가격	경매방식
66	2.1GHz	20MHz (A블록)	1,122	15년	\$1,167,037,500	동시오름입찰
		20MHz (B블록)				
		10MHz (C블록)				
		10MHz (D블록)				
		10MHz (E블록)				
		20MHz (F블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

5) 734개 A블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$259,332,500, 176개 B, C블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 각각 \$259,342,000, \$129,678,000, 12개 D, E, F블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 각각 \$129,672,000, \$129,672,000, \$259,341,000이었다.

<표 4-6> 미국 AWS-1 주파수 경매 과정 및 결과

경매번호	대역	대역폭	낙찰면허수	총 낙찰가	진행 일수	진행 라운드
66	2.1GHz	20MHz (A블록)	1,087	\$13,700,267,150	28일	161라운드
		20MHz (B블록)				
		10MHz (C블록)				
		10MHz (D블록)				
		10MHz (E블록)				
		20MHz (F블록)				

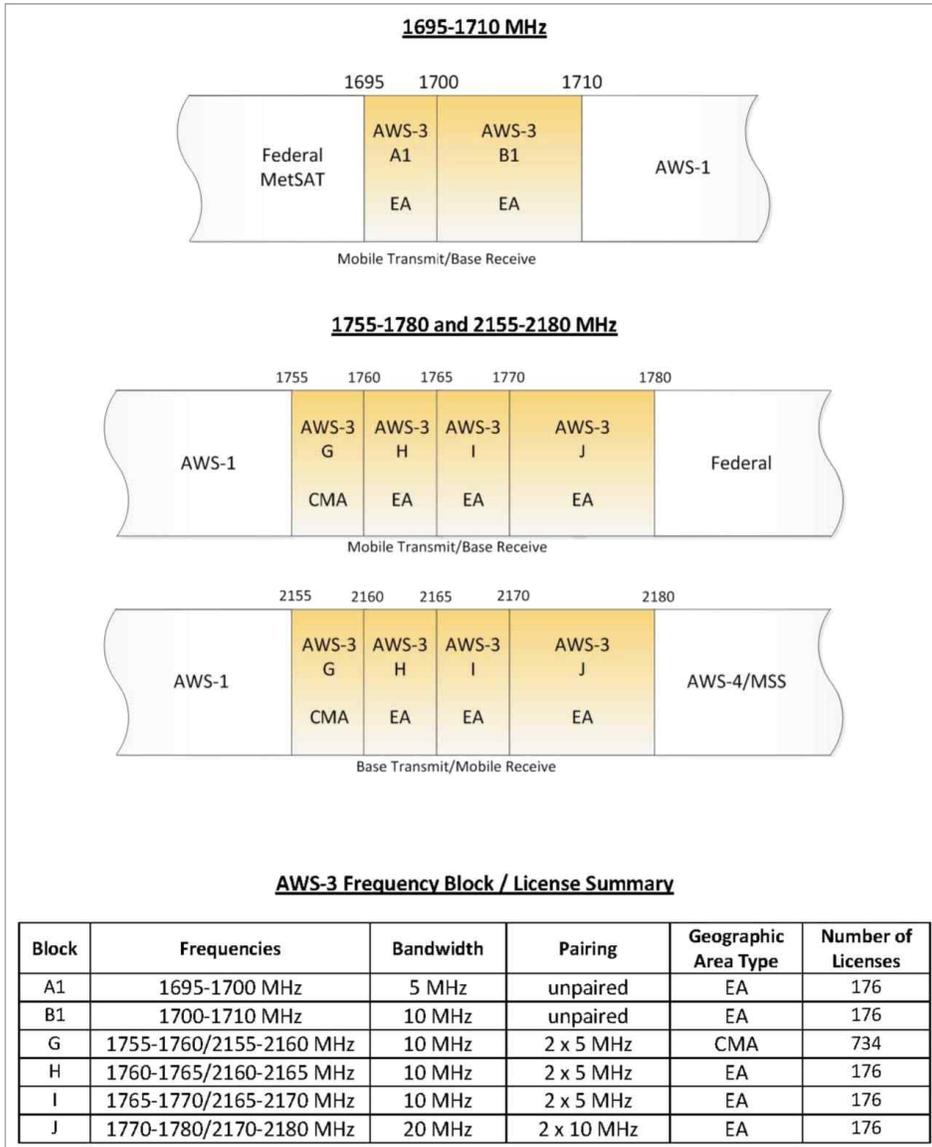
※ 출처: FCC 홈페이지

Auction 97(AWS-3)은 2014년 11월부터 2015년 1월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 1.7GHz 대역 unpaired 15MHz 폭(A1, B1 블록), 2.1GHz 대역 50MHz 폭(G, H, I, J 블록)이었다. 구체적으로 A1블록은 5MHz 폭, B1블록 10MHz 폭, G, H, I블록은 10MHz 폭, J블록은 20MHz 폭이었다. 이들 블록은 총 1,614개의 지역면허로 경매되었다. 구체적으로 A1, B1, H, I, J블록은 각각 176개 EA 지역면허로, G블록은 734개 CMA 지역면허로 경매되었다. 주파수 이용기간은 12년, 경매방식은 동시옴입찰 방식이 적용되었다. [그림 4-8]은 AWS-3 주파수의 Band Plan을 보여준다.

1,614개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$1,840,857,000이었다.⁶⁾ 최소시작가는 원칙적으로 paired 주파수(G, H, I, J블록)는 $\$0.15 \times \text{대역폭(MHz)} \times \text{면허지역인구}$ 로 계산되었고, unpaired 주파수(A1, B1블록)는 \$0.15 대신 \$0.05가 적용되었다. 2014년 11월 13일 ~ 2015년 1월 29일 동안(45일) 341라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 1,614개의 지역면허 중 1,611개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$41,329,673,325이었다. <표 4-7>과 <표 4-8>은 AWS-3 주파수 경매의 개요, 과정 및 결과를 각각 보여주고 있다.

6) 352개 A1, B1블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$172,981,700, 528개 H, I, J블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$1,383,693,300, 734개 G블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$284,182,000이었다.

[그림 4-8] 미국 AWS-3 주파수 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)



<표 4-7> 미국 AWS-3 주파수 경매 개요

경매번호	대역	대역폭	지역면허수	이용기간	총 최저경쟁가격	경매방식
97	1.7GHz	5MHz (A1블록)	1,614	12년	\$1,840,857,000	동시오름입찰
		10MHz (B1블록)				
	2.1GHz	10MHz (G블록)				
		10MHz (H블록)				
		10MHz (I블록)				
		20MHz (J블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

<표 4-8> 미국 AWS-3 주파수 경매 과정 및 결과

경매번호	대역	대역폭	낙찰면허수	총 낙찰가	진행 일수	진행 라운드
97	1.7GHz	5MHz (A1블록)	1,611	\$41,329,673,325	45일	341라운드
		10MHz (B1블록)				
	2.1GHz	10MHz (G블록)				
		10MHz (H블록)				
		10MHz (I블록)				
		20MHz (J블록)				

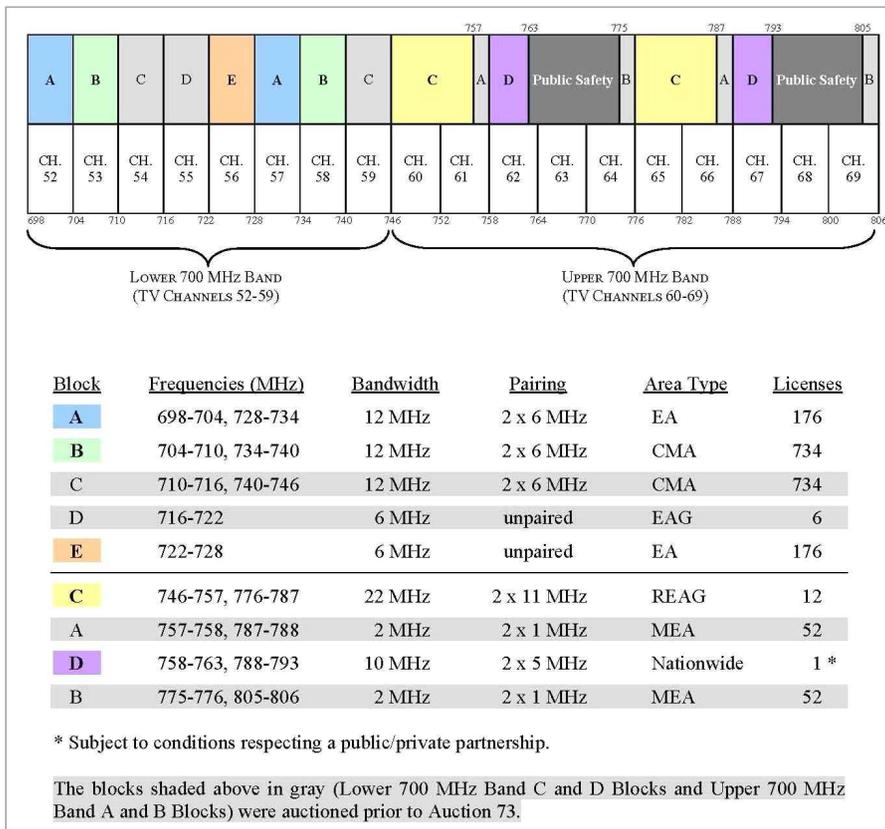
※ 출처: FCC 홈페이지

3. 700MHz 대역 주파수 경매

700MHz 대역 주파수는 디지털 TV 전환 후 여유대역 108MHz 폭 중 공공안전 (Public Safety)용 24MHz 폭을 제외한 나머지 84MHz 폭을 의미한다. 700MHz 대역 주파수 경매는 2000년 9월부터 2011년 7월까지 7번(Auction 33, 38, 44, 49, 60, 73,

92)에 걸쳐 실시되었다. 경매 대상 주파수는 하위대역 48MHz 폭과 상위대역 36MHz 폭(공공안전용 24MHz 폭 제외)이었다. 구체적으로, 하위대역은 36MHz 폭(A, B, C블록), unpaired 12MHz 폭(D, E블록)이었고, 상위대역은 2MHz 폭(A블록), 4MHz 폭(B블록), 22MHz 폭(C블록), 10MHz 폭(D블록)이었다. 다시 말해서, 하위대역 A, B, C블록은 12MHz 폭, D, E블록 6MHz 폭이었고, 상위대역 A, B블록은 2MHz 폭, C블록은 22MHz 폭, D블록은 5MHz 폭이었다. [그림 4-9]는 700MHz 대역 주파수의 Band Plan을 보여주고 있다.

[그림 4-9] 미국 700MHz 대역 주파수 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)



700MHz 대역 주파수 경매는 중 Auction 73이 압도적으로 규모가 큰 핵심적인 경매였다. Auction 33, 38, 44, 49, 60 등 5번의 경매를 통해 84MHz 폭 중 1/4에 해당하는 22MHz 폭을 경매하였고, Auction 73에서 나머지 3/4, 즉 62MHz 폭을

경매하였다. Auction 92는 이전 경매에서 유찰되었거나 회수된 면허를 경매하는 후속 조치에 해당한다. 따라서 본 절에서는 Auction 73을 집중적으로 살펴보고자 한다. 다만 700MHz 대역 전체의 주파수 할당 상황을 파악하기 위해서 Auction 33, 38, 44, 49, 60의 개요, 과정 및 결과도 간단하게 살펴보도록 한다.

Auction 33은 2000년 9월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 상위대역 2MHz 폭(A블록), 4MHz 폭(B블록)이었다. 이들 블록은 총 104개의 지역(Major Economic Area, MEA) 면허([그림 4-10] 참조)로 경매되었다. 주파수 이용기간은 약 14년, 경매방식은 동시오편입찰 방식이 적용되었다. 이용기간이 다소 부정확한 이유는 기존 방송사들의 이용기간 만료(2006년 12월 31일) 이후에도 해당 주파수가 사용될 수 있기 때문이었다. 104개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$16,258,300이었다.⁷⁾ 2000년 9월 6~21일 동안(12일) 66라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 104개의 지역면허 중 96개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$519,892,575이었다.

Auction 38은 2001년 2월에 실시되었다. Auction 33에서 유찰된 8개 지역면허를 다시 경매하는 것이 목적이었다. Auction 33과 마찬가지로 주파수 이용기간은 약 14년, 경매방식은 동시오편입찰 방식이 적용되었다. 8개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$479,000이었다. 2001년 2월 13~21일 동안(6일) 38라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 8개 지역면허의 총 낙찰가는 \$20,961,500이었다.

Auction 44는 2002년 8월에서 9월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 하위대역 12MHz 폭(C블록), unpaired 6MHz 폭(D블록)이었다. 이들 주파수는 740개 지역면허로 경매되었다. 구체적으로 C블록은 734개 CMA 지역면허로, D블록은 6개 지역(Economic Area Groupings, EAG) 면허([그림 4-11] 참조)로 경매되었다. 주파수 이용기간은 8년, 경매방식은 동시오편입찰 방식이 적용되었다. 740개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$113,644,300이었다.⁸⁾ 2002년 8월 27일

7) 52개 A블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$5,419,800, 52개 B블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$10,838,500이었다.

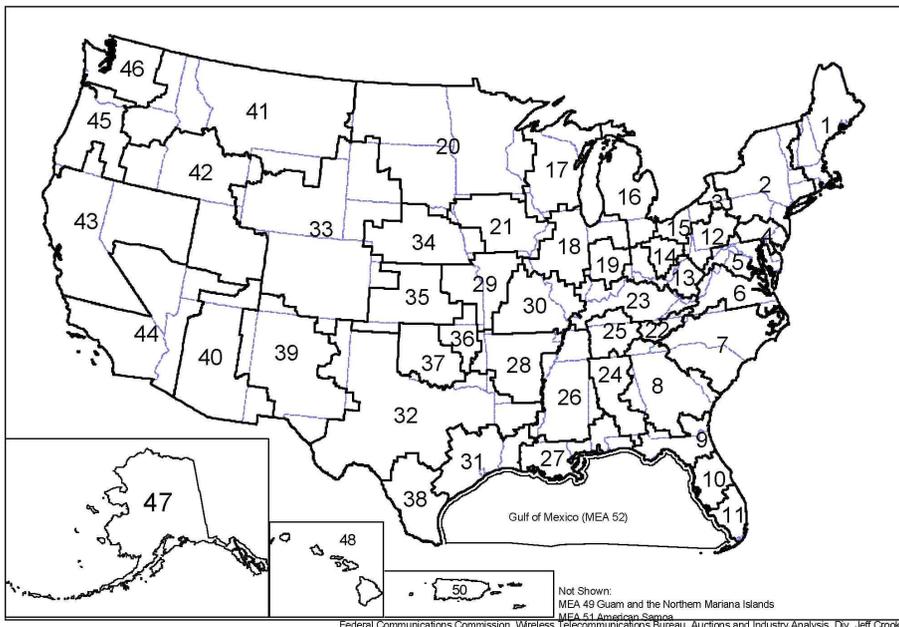
8) 734개 C블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$75,760,300, 6개 D블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$37,884,000이었다.

~ 9월 18일 동안(16일) 84라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 740개의 지역면허 중 484개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$88,651,630이었다.

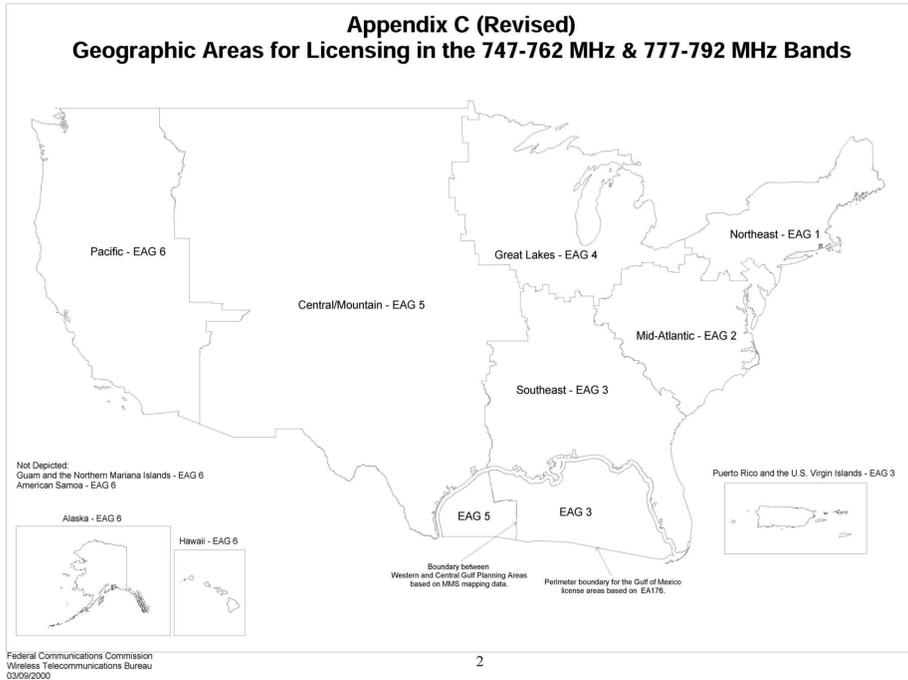
Auction 49는 2003년 5월에서 6월까지 실시되었다. Auction 44에서 유찰된 256개 지역면허(C블록 251개, D블록 5개)를 다시 경매하는 것이 목적이었다. Auction 44와 마찬가지로 주파수 이용기간은 8년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 256개 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$20,925,600이었다. 2003년 5월 28일 ~ 6월 13일 동안(13일) 86라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 256개의 지역면허 중 251개가 낙찰되었고 총 낙찰가는 \$56,815,960이었다.

Auction 60은 2005년 7월에 실시되었다. Auction 49에서 유찰된 256개 지역면허 중 C블록 5개의 지역면허를 다시 경매하는 것이 목적이었다. 주파수 이용기간은 8년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 5개 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$58,800이었다. 2005년 7월 20~26일 동안(5일) 30라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 5개 지역면허의 총 낙찰가는 \$305,155이었다.

[그림 4-10] 미국 Major Economic Area (MEA) 지도 (출처: FCC 홈페이지)



[그림 4-11] 미국 Economic Area Groupings (EAG) 지도 (출처: FCC 홈페이지)



지금부터는 700MHz 대역 주파수 경매 중에서도 가장 규모가 큰 Auction 73에 대하여 살펴보겠다. Auction 73은 2008년 1월부터 3월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 하위대역 30MHz 폭(A, B, E블록), 상위대역 32MHz 폭(C, D블록)이었다. 구체적으로 하위대역 A, B블록은 각각 12MHz 폭씩, E블록은 unpaired 6MHz 폭, 상위대역 C블록은 22MHz 폭, D블록은 10MHz 폭이었다. 이들 블록은 총 1,099개의 지역면허로 경매되었다. 구체적으로 하위대역 A, E블록은 각각 176개 EA 지역면허로, B블록은 734개 CMA 지역면허로, 상위대역 C블록은 12개 REAG 지역면허로, D블록은 1개 전국(nationwide) 면허로 경매되었다. 주파수 이용기간은 10년⁹⁾, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 1,099개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$2,452,966,200이었다.¹⁰⁾ 지역면허별 2008년 1월 24일

9) 2009년 2월 17일 이후 10년을 넘지 않도록 이용기간이 정해짐 (예외: 단 방송서비스를 제공하는 Part 27 면허권자는 8년을 넘지 않도록 이용기간이 정해짐)

10) 176개 A블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$394,632,800, 734개 B블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$350,482,000, 176개 E블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$197,315,400, 12개

~ 3월 18일 동안(38일) 261라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 1,099개의 지역면허 중 1,090개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$18,957,582,150이었다. <표 4-9>와 <표 4-10>은 700MHz 대역 주파수 경매의 개요, 과정 및 결과를 각각 보여주고 있다.

<표 4-9> 미국 700MHz 대역 주파수 경매 개요

경매번호	대역	대역폭	지역면허수	이용기간	총 최저경쟁가격	경매방식
33	700MHz (상위)	2MHz (A블록)	104	약 14년	\$16,258,300	동시오름입찰
		4MHz (B블록)				
38	700MHz (상위)	2MHz (A블록)	8	약 14년	\$479,000	동시오름입찰
		4MHz (B블록)				
44	700MHz (하위)	12MHz (C블록)	740	8년	\$113,644,300	동시오름입찰
		6MHz (D블록)				
49	700MHz (하위)	12MHz (C블록)	256	8년	\$20,925,600	동시오름입찰
		6MHz (D블록)				
60	700MHz (하위)	12MHz (C블록)	5	8년	\$58,800	동시오름입찰
73	700MHz (하위)	12MHz (A블록)	1,099	10년	\$2,452,966,200	동시오름입찰
		12MHz (B블록)				
		6MHz (E블록)				
	700MHz (상위)	22MHz (C블록)				
		10MHz (D블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

C블록 지역면허의 총 최저경쟁가격은 \$1,038,494,000, 1개 D블록 전국면허의 총 최저경쟁가격은 \$1,038,494,000이었다.

<표 4-10> 미국 700MHz 대역 주파수 경매 과정 및 결과

경매번호	대역	대역폭	낙찰면허수	총 낙찰가	진행 일수	진행 라운드
33	700MHz (상위)	2MHz (A블록)	96	\$519,892,575	12일	66라운드
		4MHz (B블록)				
38	700MHz (상위)	2MHz (A블록)	8	\$20,961,500	6일	38라운드
		4MHz (B블록)				
44	700MHz (하위)	12MHz (C블록)	484	\$88,651,630	16일	84라운드
		6MHz (D블록)				
49	700MHz (하위)	12MHz (C블록)	251	\$56,815,960	13일	86라운드
		6MHz (D블록)				
60	700MHz (하위)	12MHz (C블록)	5	\$305,155	5일	30라운드
73	700MHz (하위)	12MHz (A블록)	1,090	\$18,957,582,150	38일	261라운드
		12MHz (B블록)				
		6MHz (E블록)				
	700MHz (상위)	22MHz (C블록)				
		10MHz (D블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

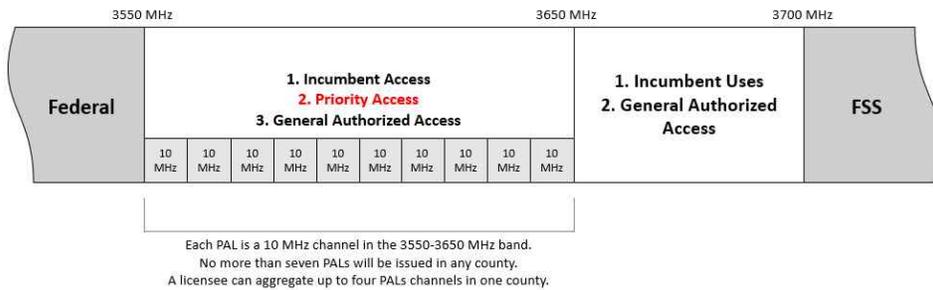
4. 5세대 주파수 경매

5세대 주파수 경매로는 3.5GHz 및 3.7GHz 대역 경매(Auction 105, 107)와 24GHz 이상 대역 경매(Auction 101, 102, 103)가 있다.

먼저 Auction 105는 2020년 7월부터 8월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 3.5GHz 대역 10MHz 폭 10개 블록 등 총 100MHz 폭이었다. 본 대역은 Citizens Broadband Radio Service(CBRS)용 주파수로 5세대 이동통신 서비스 또는 그 이상으로 활용하기 위해 경매되었다. 이들 블록은 22,631개의 우선접속면허

(Priority Access License, PAL)로 경매되었다. PAL은 10MHz 폭 1개 블록의 지역 면허를 의미한다. 구체적으로 3,233개의 카운티 기반 면허지역(county-based license area) 당 7개 PAL로 경매되었다. 참고로, 입찰자는 7개 PAL 중 4개까지 확보할 수 있었다. [그림 4-12]는 3.5GHz 대역 주파수의 Band Plan을 보여주고 있다.

[그림 4-12] 미국 3.5GHz 대역 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)

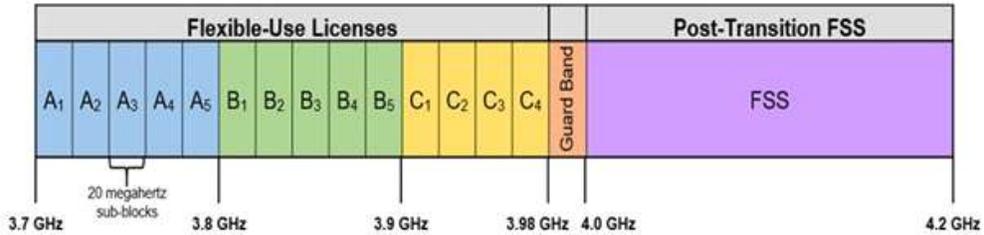


주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 조합클락경매 방식이 적용되었다. 22,631개 PAL 면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$438,873,400이었다¹¹⁾. 2020년 7월 23일 ~ 8월 25일 동안 76라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 22,631개의 지역면허 중 20,625개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$4,543,232,339이다.

Auction 107은 2020년 12월부터 2021년 2월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 3.7GHz 대역 20MHz 폭 14개 블록 등 총 280MHz 폭이었다. 구체적으로 A1~5블록(5개) 100MHz 폭, B1~5블록(5개) 100MHz 폭, C1~4블록(4개) 80MHz 폭로 구성되었다. 이들 블록은 5,684개의 지역(Partial Economic Area, PEA) 면허로 경매되었다. 5,684 지역면허 수는 406개 PEA에 14개 블록을 곱하여 나온 수치이다. [그림 4-13]은 3.7GHz 대역 주파수의 Band Plan을 보여주고 있다.

11) 전체 3,233개 면허지역에서 10MHz 폭 1개 블록(1개 PAL)의 총 최저경쟁가격(전체 면허지역에서 10MHz 폭씩 입찰할 때의 최저경쟁가격)은 \$62,696,200으로, 이를 7배한 \$438,873,400이 전체 최저경쟁가격이 됨

[그림 4-13] 미국 3.7GHz 대역 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)



주파수 이용기간은 15년, 경매방식은 조합클락경매 방식이 적용되었다. 5,684개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$1,753,306,800이었다¹²⁾. 2020년 12월 8일 ~ 2021년 2월 17일 동안 140라운드¹³⁾를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 5,684개 지역면허의 총 낙찰가는 \$81,114,481,921이었다.

<표 4-11>과 <표 4-12>는 3.5GHz 및 3.7GHz 대역 주파수 경매의 개요, 과정 및 결과를 각각 보여주고 있다.

<표 4-11> 미국 5세대(3.5GHz 및 3.7GHz 대역) 주파수 경매 개요

경매번호	대역	대역폭	지역면허수	이용기간	총 최저경쟁가격	경매방식
105	3.5GHz	10×10MHz (10개 블록)	22,631	10년	\$438,873,400	조합클락경매
107	3.7GHz	5×20MHz (A1~5블록)	5,684	15년	\$1,753,306,800	조합클락경매
		5×20MHz (B1~5블록)				
		4×20MHz (C1~4블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

12) 전체 406개 면허지역에서 20MHz 폭 1개 블록의 총 최저경쟁가격(전체 면허지역에서 20MHz 폭씩 입찰할 때의 최저경쟁가격)은 \$125,236,200으로, 이를 14배한 \$1,753,306,800이 전체 최저경쟁가격이 됨

13) 클락 단계(Clock Phase) 97라운드, 할당 단계(Assignment Phase) 43라운드

<표 4-12> 미국 5세대(3.5GHz 및 3.7GHz 대역) 주파수 경매 과정 및 결과

경매번호	대역	대역폭	낙찰면허수	총 낙찰가	진행 일수	진행 라운드
105	3.5GHz	10×10MHz (10개 블록)	20,625	\$4,543,232,339	-	76라운드
107	3.7GHz	5×20MHz (A1~5블록)	5,684	\$81,114,481,921	-	140라운드
		5×20MHz (B1~5블록)				
		4×20MHz (C1~4블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

다음으로 24GHz 이상 대역 경매(Auction 101, 102, 103)를 살펴보도록 한다. 먼저 Auction 101은 2018년 11월부터 2019년 1월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 28GHz 대역 425MHz 폭 2개 블록(L1, L2블록) 등 총 850MHz 폭이었다. 이들 블록은 3,072개 지역면허로 경매되었다. 3,072 지역면허 수는 1,536개의 카운티 기반 면허(county-based license)에 2개 블록을 곱하여 나온 수치이다. [그림 4-14]는 28GHz 대역 주파수의 Band Plan을 보여주고 있다.

[그림 4-14] 미국 28GHz 대역 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)

Block	Frequencies (GHz)	Total Bandwidth	Geographic Area Type	Number of Licenses
L1	27.5–27.925	425 megahertz	County	1,536
L2	27.925–28.35	425 megahertz	County	1,536

주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 3,072개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$40,672,700이었다. 2018년 11월 14일 ~ 2019년 1월 24일(38일) 동안 176라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 3,072개의 지역면허 중 2,965개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$700,309,809이었다.

Auction 102는 2019년 3월부터 5월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 24 GHz 대역 100MHz 폭 7개 블록(A~G블록) 등 총 700MHz 폭이었다. 이들 블록은 2,909

개 PEA 면허로 경매되었다. 2,909개의 PEA 면허 수는 416개의 PEA에 7개 블록을 곱한 후 G블록의 활용이 불가능한 3개 지역¹⁴⁾을 제외하여 나온 수치이다. [그림 4-15]는 24GHz 대역 주파수의 Band Plan을 보여주고 있다.

[그림 4-15] 미국 24GHz 대역 Band Plan (출처: FCC 홈페이지)

Block	Frequencies (GHz)	Total Bandwidth	Geographic Area Type	Number of Licenses
A	24.25–24.35	100 megahertz	PEA	416
B	24.35–24.45	100 megahertz	PEA	416
C	24.75–24.85	100 megahertz	PEA	416
D	24.85–24.95	100 megahertz	PEA	416
E	24.95–25.05	100 megahertz	PEA	416
F	25.05–25.15	100 megahertz	PEA	416
G	25.15–25.25	100 megahertz	PEA	413

주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 조합클락경매 방식이 적용되었다. 2,909개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$293,536,480이었다. 2019년 3월 14일 ~ 5월 28일 동안 177라운드¹⁵⁾를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 2,909개의 지역면허 중 2,904개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$2,022,676,752이었다.

Auction 103는 2019년 12월부터 2020년 3월까지 실시되었다. 경매 대상 주파수는 37GHz 대역 100MHz 폭 10개 블록(M1~10블록), 39GHz 대역 100MHz 폭 14개 블록(N1~14), 47GHz 대역 100MHz 폭 10개 블록(P1~10) 등 총 3,400MHz 폭이었다. 이들 블록은 14,144개 PEA 면허로 경매되었다. 구체적으로 M1~10블록은 4,160개 PEA 면허(= 416개 PEA × 10개 블록), N1~14블록은 5,824개 PEA 면허, P1~10블록은 4,160개 PEA 면허로 경매되었다. 주파수 이용기간은 10년, 경매방식은 조합클락경매 방식이 적용되었다. 14,144개 지역면허의 총 최저경쟁가격(최소시작가)은 \$924,307,000¹⁶⁾이었다. 2019년 12월 10일 ~ 2020년 3월 5일 동안 174라

14) PEA15(Phoenix, AZ), PEA26(Las Vegas, NV), PEA76(Reno, NV)

15) 클락 단계(Clock Phase) 91라운드, 할당 단계(Assignment Phase) 86라운드

16) 전체 416개 면허지역에서 100MHz 폭 1개 블록의 총 최저경쟁가격(전체 면허지역에서 100MHz 폭씩 입찰할 때의 최저경쟁가격)은 \$27,185,500으로, 이를 34배한 \$924,307,000이 전체 최저경쟁가격이 됨

운드17)를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 14,144개의 지역면허 중 14,142개가 낙찰되었고 이들의 총 낙찰가는 \$7,558,703,201¹⁸⁾이었다.

<표 4-13>과 <표 4-14>는 24GHz 이상 대역 주파수 경매의 개요, 과정 및 결과를 각각 보여주고 있다.

<표 4-13> 미국 5세대(24GHz 이상 대역) 주파수 경매 개요

경매번호	대역	대역폭	지역면허수	이용기간	총 최저경쟁가격	경매방식
101	28GHz	2×425MHz (L1, L2블록)	3,072	10년	\$40,672,700	동시오름입찰
102	24GHz	7×100MHz (A~G블록)	2,909	10년	\$293,536,480	조합클락경매
103	37GHz	10×100MHz (M1~10블록)	14,144	10년	\$924,307,000	조합클락경매
	39GHz	14×100MHz (N1~14블록)				
	47GHz	10×100MHz (P1~10블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

<표 4-14> 미국 5세대(24GHz 이상 대역) 주파수 경매 과정 및 결과

경매번호	대역	대역폭	낙찰면허수	총 낙찰가	진행 일수	진행 라운드
101	28GHz	2×425MHz (2개 블록)	2,965	\$700,309,809	38일	176라운드
102	24GHz	7×100MHz (A~G 블록)	2,904	\$2,022,676,752	-	177라운드
103	37GHz	10×100MHz (M1~10블록)	14,142	\$7,558,703,201	-	174라운드
	39GHz	14×100MHz (N1~14블록)				
	47GHz	10×100MHz (P1~10블록)				

※ 출처: FCC 홈페이지

17) 클락 단계(Clock Phase) 104라운드, 할당 단계(Assignment Phase) 70라운드

18) 총 낙찰가 \$7,558,703,201에서 기존 면허 보유업체에게 지급해야 할 인센티브 \$3,084,172,898를 제외하면 실질적인 경매 수입은 \$4,474,530,303임

5. 요약 및 시사점

미국은 전국 단위로 주파수 면허를 경매하는 것이 아니라, 지역 단위로 면허를 경매하고 있다. 지역을 구분하는 기준도 일정한 것이 아니라 서비스의 내용과 특성에 따라 경매 시마다 다양한 형태로 구분하고 있다. 가령, PCS 주파수 경매 시에는 전국을 주(State)와 거의 유사하게 51개 지역으로 구분한 MTA와 573개 지역으로 구분한 BTA 단위로 면허를 경매하였다. AWS 주파수 경매 시에는 전국을 12개 지역으로 크게 구분한 REAG, 176개 지역으로 구분한 EA, 734개 지역으로 구분한 CMA 단위로 면허를 경매하였다. 700MHz 대역 주파수 경매 시에도 전국을 6개 지역으로 구분한 EAG, 104개 지역으로 구분한 MEA, 그리고 앞서 언급한 EA, REAG, CMA 단위 등 다양로 면허를 경매하였다. 5세대 주파수 경매에서는 카운티 기반으로 지역을 구분한 PAL를 경매하거나 전국을 5,684개의 지역으로 구분한 PEA 등으로 면허를 경매하였다. 참고로, 미국을 비롯하여 본 보고서에는 다루지 않았으나 캐나다, 호주 등 국토 면적이 넓은 국가는 지역 단위로 면허를 경매하고 있다. 그 외 국토 면적이 넓지 않은 대부분의 국가는 전국 단위로 면허를 경매하고 있다.

주파수 이용기간은 대부분 10년을 부여하고 있다. AWS와 700MHz 대역 주파수 경매 시에 8년, 12년, 10년, 14년, 15년으로 다양한 기간으로 부여된 바가 있다. 5세대 주파수 경매에서는 주로 10년의 이용기간을 부여하고 있으나 12년, 15년의 기간을 부여한 경우도 있었다. 참고로 이동통신 및 주파수 관련 기술의 빠른 진화로 인해 이용기간을 짧게 두는 추세인 우리나라와는 대비가 된다.

경매방식은 PCS 주파수 경매부터 700MHz 대역 주파수 경매까지는 동시오름 입찰 방식을 적용하다가, 5세대 주파수 경매부터 조합클락경매 방식을 적용하고 있다. 5세대 주파수는 대역폭이 넓고 블록 수가 많아서 기존의 동시오름입찰 방식을 적용하면 파편화된 블록을 낙찰받을 수 있다. 이를 방지하기 위해 조합클락경매 방식이 적용되었다. 다만, 5세대 28GHz 대역 경매(Auction 101)에서는 동시오름입찰 방식이 적용되었는데, 이 때는 대역폭(850MHz 폭)은 넓으나 블록 수를 2개로만 구분하였기 때문에 파편화된 주파수를 낙찰받을 가능성이 없

어서 단순한 방식인 동시오름입찰 방식이 적용되었다.

최저경쟁가격은 PCS 주파수 경매 초기에는 설정되지 않아 이론적으로 \$0 부터 입찰할 수 있었다. 1999년(Auction 22)부터는 최소시작가가 설정되었다. 미국의 최저경쟁가격의 산정식은 매우 구체적으로 제시되고, 식을 구성하는 요소 별 수치가 제공되기 때문에 최저경쟁가격을 정확히 계산하고 검증해 볼 수 있다. 일반적으로 최소시작가 산정식은 ‘대역폭’, ‘지역인구’, ‘단가’의 요소로 구성된다.

미국의 최저경쟁가격은 대체로 높지 않게 설정되어 왔다. 면허당 낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면(<표 4-15>), 700MHz 대역 주파수 경매(Auction 44)에서 그 수준이 84%인 적이 있었으나, 이러한 특별한 경우를 제외 하면 40%를 넘지 않았다. 본 절에서는 PCS 주파수 경매부터 5세대 주파수 경매까지 20개의 사례를 살펴보았는데, 이 중에서 최저경쟁가격이 파악된 16건 중 낙찰가 대비 최저경쟁가격 수준이 10% 미만인 경우가 8건, 10 이상 20% 미만인 경우가 4건으로 대부분을 차지하고 있다. 16건 사례를 종합하면, 최저경쟁 가격 수준은 5%로 나오는 등 미국의 경우 전반적으로 최저경쟁가격 수준이 낮 게 설정되어 있음을 알 수 있다. 특히 총 낙찰가가 \$10,000,000,000 이상인 대규모 주파수 경매(Auction 35, 66, 73, 97, 107)의 경우 최저경쟁가격 수준이 2~13% 수준으로 더 낮은 수준으로 설정되었음을 알 수 있다.

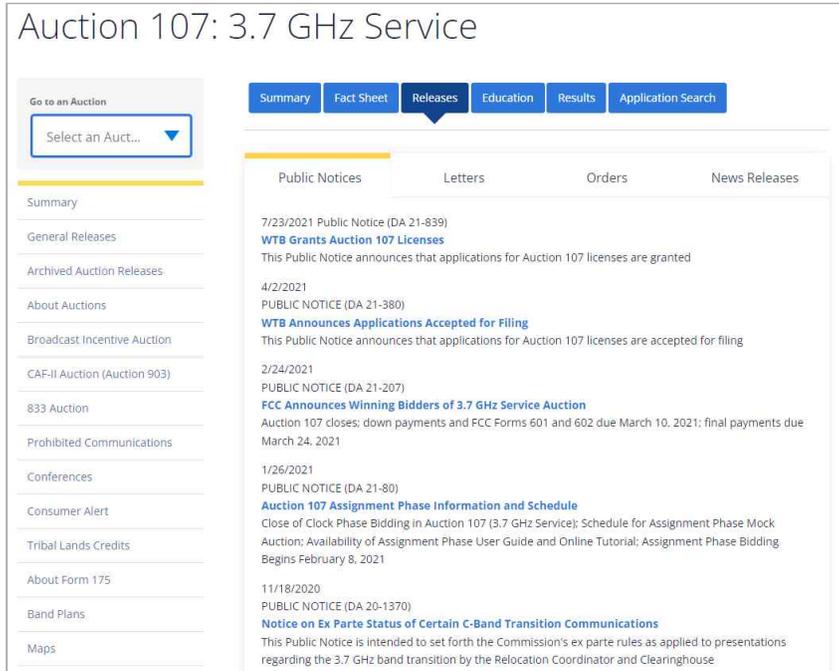
<표 4-15> 미국 주파수 경매 주요 결과 요약

구분	경매 번호	지역 면허수	최저경쟁가격	낙찰 면허수	낙찰가	면허당 최저경쟁가 격(A)	면허당 낙찰가(B)	A/B(%)
PCS	4	99	-	99	\$7,019,403,797	-	\$70,903,069	-
	5	493	-	493	\$10,071,708,842	-	\$20,429,430	-
	10	18	-	18	\$904,607,467	-	\$50,255,970	-
	11	1,479	-	1,472	\$2,517,439,565	-	\$1,710,217	-
	22	347	\$156,031,532	302	\$412,840,945	\$449,659	\$1,367,023	33%
	35	422	\$569,212,000	422	\$16,857,046,150	\$1,348,844	\$39,945,607	3%
	58	242	\$751,824,000	217	\$2,043,230,450	\$3,106,711	\$9,415,809	33%
AWS	66	1,122	\$1,167,037,500	1,087	\$13,700,267,150	\$1,040,140	\$12,603,742	8%
	97	1,614	\$1,840,857,000	1,611	\$41,329,673,325	\$1,140,556	\$25,654,670	4%
700MHz 대역	33	104	\$16,258,300	96	\$519,892,575	\$156,330	\$5,415,548	3%
	38	8	\$479,000	8	\$20,961,500	\$59,875	\$2,620,188	2%
	44	740	\$113,644,300	484	\$88,651,630	\$153,573	\$183,165	84%
	49	256	\$20,925,600	251	\$56,815,960	\$81,741	\$226,358	36%
	60	5	\$58,800	5	\$305,155	\$11,760	\$61,031	19%
	73	1,099	\$2,452,966,200	1,090	\$18,957,582,150	\$2,231,998	\$17,392,277	13%
5세대	105	22,631	\$438,873,400	20,625	\$4,543,232,339	\$19,393	\$220,278	9%
	107	5,684	\$1,753,306,800	5,684	\$81,114,481,921	\$308,464	\$14,270,669	2%
	101	3,072	\$40,672,700	2,965	\$700,309,809	\$13,240	\$236,192	6%
	102	2,909	\$293,536,480	2,904	\$2,022,676,752	\$100,906	\$696,514	14%
	103	14,144	\$924,307,000	14,142	\$7,558,703,201	\$65,350	\$534,486	12%
합계	56,488	\$10,539,990,612	53,975	\$210,439,830,683	\$186,588	\$3,898,839	5%	

※ 출처: FCC 홈페이지

미국 주파수 경매의 중요한 특징 중 하나는 주파수 정책, 경매 설계 등과 관련하여 초안을 제안하고 이해관계자들과 소통하는 과정이 체계적으로 이루어지고, 소통한 내용을 상세히 공개하고 있다는 점이다. 정책의 투명성이 매우 높다고 할 수 있다. [그림 4-16]은 5세대 3.7GHz 대역 주파수 경매를 예시로 한 FCC 홈페이지에 게시된 공지문(첨부분서 포함) 목록을 보여주고 있다.

[그림 4-16] FCC 홈페이지의 공지문 (5세대 3.7GHz 대역 주파수 경매)
(출처: FCC 홈페이지)



제 2 절 영국

영국은 2000년 3세대 IMT-2000용 주파수를 공급할 때부터 할당방식으로 경매를 적용해 오고 있다. 지금까지 15차례의 주파수 경매가 실시되었는데(Ofcom 홈페이지), 본 절에서는 이들 경매 중 3, 4, 5세대 핵심대역 주파수 경매에 초점을 맞추어 살펴보고자 한다.

1. 3세대 주파수 경매

3세대 주파수 경매는 2000년 4월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 2.1GHz 대역 5개 블록(면허)이었다. 5개 블록은 35MHz 폭(unpaired 5MHz 폭 포함) 1개, 30

MHz 폭 1개, 25MHz 폭(unpaired 5MHz 폭 포함) 3개로 구성되었다. 이들 블록은 전국 면허로 경매되었다. 가장 큰 대역폭인 35MHz 폭은 신규사업자 전용 블록이었다. 주파수 이용기간은 20년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이었다. 2.1GHz 대역의 총 최저경쟁가격은 £500,000,000¹⁹⁾이었다(Radio communications Agency, 1999; Cramton, 2001). <표 4-16>은 3세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-16> 영국 3세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭		이용기간	최저경쟁가격		경매방식
2.1GHz	35MHz	120MHz unpaired 20MHz	20년	£125,000,000	£500,000,000	동시오름입찰
	30MHz			£107,100,000		
	25MHz			£89,300,000		
	25MHz			£89,300,000		
	25MHz			£89,300,000		

※ 출처: Cramton(2001)

2000년 3월 6일 ~ 4월 27일 동안(52일) 150라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 2.1GHz 대역에 대하여 13개 사업자가 입찰에 참여하였으며 최종적으로 5개 사업자에게 낙찰되었고, 이들의 총 낙찰가는 £22,476,700,000이었다(Ofcom 홈페이지; Cramton, 2001). <표 4-17>은 3세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

<표 4-17> 영국 3세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
2.1GHz	35MHz	120MHz unpaired 20MHz	TIW	£4,384,700,000	£22,476,700,000
	30MHz		Vodafone	£5,964,000,000	
	25MHz		BT 3G	£4,030,000,000	
	25MHz		One2One	£4,003,000,000	
	25MHz		Orange	£4,095,000,000	

※ 출처: Ofcom 홈페이지, Cramton(2001)

19) 화폐단위: 영국 파운드(Pound)

2. 4세대 주파수 경매

4세대 주파수 경매는 2013년 2월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 800MHz 대역 60MHz 폭, 2.6GHz 대역 190MHz 폭 등 총 250MHz 폭이었다. 참고로 1.8GHz 대역 30MHz 폭도 경매 대상이었으나 자격조건 제한으로 인해 H3G만 신청함에 따라 경매에서 제외되었다. H3G는 이 대역을 최저경쟁가격(£225,000,000)으로 할당받았다(Ofcom, 2012b; 여인갑, 2013). 800MHz 대역은 10MHz 폭 4개, 20MHz 폭 1개 블록으로 구성되며 이들은 A1, A2 유형으로 구분된다. A1 유형(10MHz 폭 4개 블록)은 커버리지 의무가 없으며, A2 유형(20MHz 폭 1개 블록)은 커버리지 의무가 있다. 2.6GHz 대역은 10MHz 폭 14개 블록, unpaired 5MHz 폭 10개로 구성되며, 이들은 C, D1, D2, E 유형으로 구분된다. C 유형(10MHz 폭 14개 블록)은 표준출력(standard power)으로 이용할 수 있다. C 유형 중 최대 10개까지는 저출력(low power)으로 이용할 수 있는 D1(10MHz 폭 2개 블록), D2(20MHz 폭 1개 블록) 유형으로 전환될 수 있다. E 유형은 unpaired 5MHz 폭 10개이다(Ofcom, 2012a). [그림 4-17]은 4세대 800MHz 및 2.6GHz 대역의 Band Plan을 보여주고 있다.

주파수 이용기간은 20년, 경매방식은 조합클락경매 방식이 적용되었다. 800MHz/2.6GHz 대역의 총 최저경쟁가격은 £1,361,000,000²⁰⁾이었다(Ofcom, 2012a). <표 4-18>은 4세대 800MHz/2.6GHz 대역 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-18> 영국 4세대 800MHz/2.6GHz 대역 주파수 경매

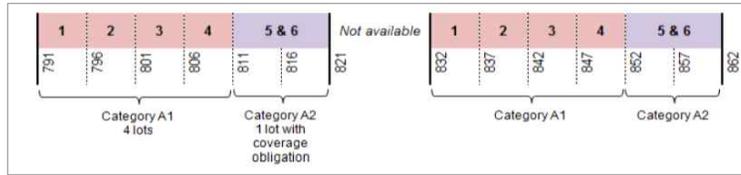
대역	대역폭 (유형)	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
800MHz	40MHz (A1)	20년	£900,000,000	조합클락경매
	20MHz (A2)		£250,000,000	
2.6GHz	140MHz (C or D1/D2)	20년	£210,000,000	
	50MHz (E)		£1,000,000	
합계	250MHz	-	£1,361,000,000	-

※ 출처: Ofcom(2012a)

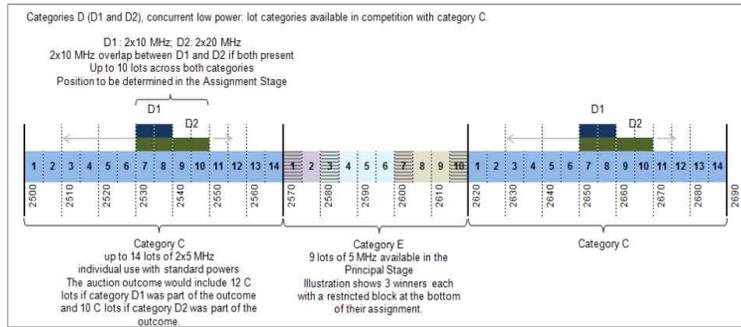
20) 2.6GHz 대역의 경우 C, D1, D2 유형에 따라 최저경쟁가격이 달리 설정되어 있으나, 본 절에서는 C 유형의 최저경쟁가격만을 고려하였음

[그림 4-17] 영국 4세대 800MHz/2.6GHz 대역의 Band Plan (출처: Ofcom(2012a))

(a) 800MHz 대역



(b) 2.6GHz 대역



2013년 1월 23일 ~ 2월 26일 동안 주요 단계(Principal Stage)와 할당 단계(Assignment Stage)를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 7개 사업자가 입찰에 참여하였으며 최종적으로 5개 사업자가 800MHz/2.6GHz 대역 250MHz 폭 전부를 낙찰받았다. 총 낙찰가는 £2,368,273,000이었다(Ofcom 홈페이지). <표 4-19>는 4세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다. 참고로, Ofcom은 사업자별 총 낙찰가만 공개하고 있어, 대역별 총 낙찰가는 파악되지 않았다.

<표 4-19> 영국 800MHz/2.6GHz 대역 주파수 경매 결과

대역	대역폭 (유형)	낙찰자	낙찰가
800MHz	10MHz (A1)	Everything Everywhere	£588,876,000
2.6GHz	70MHz (C)		
800MHz	10MHz (A1)	Hutchison 3G	£225,000,000
2.6GHz	30MHz (C) / 25MHz (E)	Niche Spectrum Ventures	£201,537,000
800MHz	20MHz (A2)	Telefónica UK	£550,000,000
800MHz	20MHz (A1)	Vodafone	£802,860,000
2.6GHz	40MHz (C) / 25MHz (E)		
합계	250MHz	-	£ 2,368,273,000

※ 출처: Ofcom 홈페이지

3. 5세대 주파수 경매

지금까지 5세대 주파수 경매는 2.3GHz/3.4GHz 대역과 700MHz/3.6-3.8GHz 대역 등을 대상으로 2차례에 걸쳐 실시되었다. 2.3GHz/3.4GHz 대역 주파수 경매는 2018년 3월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 2.3GHz 대역 40MHz 폭(10MHz 폭 4개 블록), 3.4GHz 대역 150MHz 폭(5MHz 폭 30개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 20년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 직전까지는 CCA를 주로 적용하였으나 복잡하다는 지적이 있어서 간편성을 위해 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 다만 동시오름입찰 방식은 주파수 대역폭을 정하는 주요 단계(Principal Stage)만 적용되고, 대역위치를 정하는 할당 단계(Assignment Stage)는 CCA와 동일하게 적용되었다. 2.3GHz 대역 40MHz 폭의 최저경쟁가격은 £40,000,000, 3.4GHz 대역 150MHz 폭의 최저경쟁가격은 £30,000,000이었다²¹⁾(Ofcom, 2018).

<표 4-20> 영국 5세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
2.3GHz	40MHz	20년	£40,000,000	동시오름입찰
3.4GHz	150MHz	20년	£30,000,000	
700MHz	60MHz	20년	£600,000,000	동시오름입찰
	unpaired 20MHz	20년	£4,000,000	
3.6-3.8GHz	120MHz	20년	£480,000,000	

※ 출처: Ofcom(2018), Ofcom(2020)

21) 2.3GHz 대역의 경우 10MHz 폭 당 £10,000,000, 3.4GHz 대역은 5MHz 폭 당 1,000,000로 설정되었음

〈표 4-21〉 영국 5세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
2.3GHz	40MHz		Telefónica	£205,896,000	
3.4GHz	40MHz	150MHz	EE	£303,594,000	£1,163,983,000
	20MHz		H3G	£164,429,000	
	40MHz		Telefónica	£317,720,000	
	50MHz		Vodafone	£378,240,000	
700MHz	20MHz	60MHz	EE	£303,000,000	£863,000,000
	20MHz		H3G	£280,000,000	
	20MHz		Telefónica	£280,000,000	
	unpaired 20MHz		EE	£4,000,000	
3.6-3.8GHz	40MHz	120MHz	EE	£168,000,000	£512,400,000
	40MHz		Telefónica UK	£168,000,000	
	40MHz		Vodafone	£176,400,000	

※ 출처: Ofcom 홈페이지, Kavanagh(2021)

4. 요약 및 시사점

영국은 미국과 달리 주파수를 전국 단위로 할당/경매하고 있다. 이용기간은 항상 20년으로 정하고 있는데, 이는 사업자가 주파수를 안정적으로 이용할 수 있도록 보장하기 위함으로 판단된다. 우리나라는 주파수의 안정적 이용을 보장해 주기보다는 기술진화 추세에 발빠르게 대응하기 위해 이용기간을 짧게 두고 있다. 영국이 주파수 이용기간을 길게 설정하는 근본적인 이유에 대하여 조사할 필요가 있다고 판단된다.

경매방식은 3세대 주파수 경매에서는 동시오름입찰 방식을 적용하다가 4세대에서는 조합클락경매 방식을 적용하였다. 그러나 5세대에서는 조합클락경매 방식의 2단계, 즉 주요 단계와 할당 단계는 유지하되, 주요 단계를 기존 클락입찰 방식에서 동시오름입찰 방식을 적용하였다. 그 이유는 클락입찰에 비해 동시오름입찰이 입찰가를 더 큰 폭으로 올릴 수 있어서 진행 속도 측면에서 더 유리하기 때문으로 판단된다. 실제로 5세대 주파수 경매(700MHz/3.6-3.8GHz 대역)는 10일 정도 걸릴 반면, 4세대는 한 달 이상 걸렸다.

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 큰 폭으로 상승하였

다가, 5세대에서 다시 3세대 수준으로 낮아졌다. <표 4-22>에서 ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 £178,571에서 4세대 £1,134,167으로 6배 정도 상승하였다가, 5세대에서는 4개 대역(2.3GHz, 3.4GHz, 700MHz, 3.6-3.8GHz) (대역폭에 따른) 가중평균 £147,949으로 3세대 수준으로 회귀한 것을 알 수 있다. 4세대 주파수 경매에서 최저경쟁가격이 높게 설정된 이유는 이전 3세대 최저경쟁가격이 너무 낮게 설정(낙찰가 대비 2% 수준)된 것이라는 판단이 있었던 것으로 보인다. 다만, 영국을 포함하여 독일, 이탈리아 등 유럽 전반에서 3세대 주파수의 할당대가/낙찰가가 과도하게 높았다는 점은 고려할 필요가 있다²²⁾.

낙찰가는 3세대 주파수 경매에서 4세대, 그리고 5세대로 갈수록 크게 하락하였다. <표 4-22>에서 ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 £8,027,393에서 4세대 £1,973,561으로 1/4 수준으로 하락하였다가, 5세대에서는 4개 대역(2.3GHz, 3.4GHz, 700MHz, 3.6-3.8GHz) 가중평균 £352,472으로 4세대 대비 1/5~1/6 수준으로 크게 하락하였다.

<표 4-22>에서 낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 3세대에서는 매우 낮은 2% 수준이었으나, 4세대와 5세대로 가면 57%, 42% 수준으로 상승하였다. 참고로, 5세대 4개 대역의 가중평균 낙찰가(£352,472) 대비 가중평균 최저경쟁가격(£147,949)이 42%로 계산되었다. 이와 같이 최저경쟁가격 수준이 높아진 것은 입찰경쟁 저조 혹은 담합 등으로 인해 주파수가 과도하게 헐값으로 낙찰되는 것을 방지하고 적정한 경매대가를 회수하기 위한 것으로 판단된다.

22) 영국은 4개의 기존사업자와 1개 신규사업자가 총 38.6조원(사업자당 7~10조원 수준) 금액으로 주파수를 낙찰받았음. 독일은 4개의 기존사업자와 2개의 신규사업자가 총 53조원(사업자당 9조원 수준)의 금액으로 낙찰받았음(신규사업자인 MobilCom과 Group 3G가 운영난으로 인하여 사업 포기). 이탈리아는 3개의 기존사업자와 2개의 신규 사업자가 총 12.7조원(사업자당 2.5조원 수준)의 금액으로 낙찰받았음(신규사업자인 IPSE2000은 자금난에 따른 서비스 미개시로 인해 면허 취소)

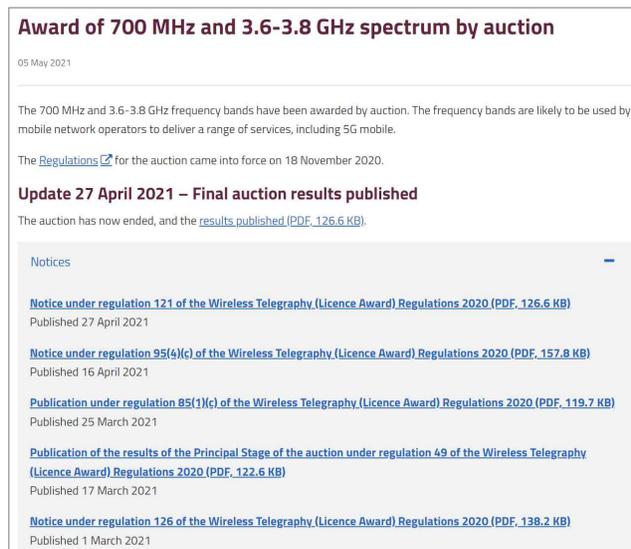
<표 4-22> 영국 주파수 경매 주요 결과 요약

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	최저경쟁가격/(MHz·년) (A)	낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B)(%)
3세대	2.1GHz	140*	20	£178,571	£8,027,393	2%
4세대	800MHz	60	20	£1,134,167	£1,973,561	57%
	2.6GHz	190**	20			
5세대	2.3GHz	40	20	£50,000	£257,370	19%
	3.4GHz	150	20	£10,000	£387,994	3%
	700MHz	60	20	£500,000	£719,167	70%
		20***	20	£10,000	£10,000	100%
	3.6-3.8GHz	120	20	£200,000	£213,500	94%
가중평균	-	-	-	£147,949	£352,472	42%

* unpaired 20MHz 폭 포함, ** unpaired 50MHz 폭 포함, *** unpaired 주파수임

영국의 경우도 미국과 마찬가지로 주파수 정책, 경매 설계 등과 관련하여 이해관계자들과 폭넓게 소통하고, 그 과정을 투명하게 공개하고 있다. [그림 4-18]은 5세대 700MHz/3.6-3.8GHz 대역 주파수 경매를 예시로 한 Ofcom 홈페이지에 게시된 공지문(첨부분서 포함) 목록을 보여주고 있다.

[그림 4-18] Ofcom 홈페이지의 공지문 (5세대 700MHz/3.6-3.8GHz 대역 주파수경매)
(출처: Ofcom 홈페이지)



제 3 절 독일

독일은 2000년 3세대 IMT-2000용 주파수를 공급할 때부터 할당방식으로 경매를 적용해 오고 있다. 본 절에서는 이들 경매 중 3, 4, 5세대 핵심대역 주파수 경매에 초점을 맞추어 살펴보고자 한다.

1. 3세대 주파수 경매

3세대 주파수 경매는 2000년 8월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 2.1GHz 대역 120MHz 폭(10MHz 폭 12개 블록)과 unpaired 25MHz 폭(5MHz 폭 5개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 20년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 2.1GHz 대역 120MHz 폭의 최저경쟁가격은 1,200,000,000 DM(약 €613,548,000), unpaired 25MHz 폭은 250,000,000 DM(약 €127,825,000)이었다²³⁾(Bnetza, 2000). <표 4-23>은 3세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-23> 독일 3세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
2.1GHz	120MHz	20년	1,200,000,000 DM (약 €613,548,000)	동시오름입찰
	unpaired 5MHz	20년	250,000,000 DM (약 €127,825,000)	

※ 출처: Bnetza (2000)

18일 동안 173라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 2.1GHz 대역 120MHz 폭에 대하여 6개 사업자가 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 98,887,200,000 DM(약 €50,520,000,000)이었다(Grimm et al., 2001; 박동욱 외, 2002). 2.1GHz 대역 unpaired 25MHz에 대하여 5개 사업자가 5MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 560,000,000 DM(약 €286,000,000)이었다(박동욱 외, 2002).

23) 화폐단위: 독일 마르크(Deutsche Mark). 최저경쟁가격은 10MHz 폭 당 100,000,000 DM, unpaired 5MHz 폭 당 50,000,000 DM으로 설정되었음. 환율은 1.9558 DM / Euro 적용

참고로, 낙찰자 중 2개 신규사업자는 모두 사업권을 반납했다. 구체적으로, MobilCom Multimedia은 운영난으로 인해 2003년 12월 면허를 반납하고 구축 중이던 인프라를 E-Plus에 매각했다. Quam (Group 3G)는 서비스 개시 7개월만인 2002년 11월에 3G 서비스를 중단하고, 약 20만 명의 가입자를 T-Mobile로 전환시켰다(최계영 외, 2009). <표 4-24>는 3세대 주파수 경매 결과를 보여준다.

<표 4-24> 독일 3세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭	낙찰자	낙찰가		
2.1GHz	20MHz	T-Mobile	16,582,200,000 DM	98,887,200,000 DM (약 €50,520,000,000)	
	20MHz	Mannesman	16,473,800,000 DM		
	20MHz	E-Plus	16,418,200,000 DM		
	20MHz	Viag	16,517,000,000 DM		
	20MHz	Group 3G	16,446,000,000 DM		
	20MHz	MobilCom	16,370,000,000 DM		
	5MHz	unpaired 5MHz	T-Mobile	112,000,000 DM	560,000,000 DM (약 €286,000,000)
	5MHz		Mannesman	112,000,000 DM	
	5MHz		E-Plus	112,000,000 DM	
	5MHz		Group 3G	112,000,000 DM	
5MHz	MobilCom		112,000,000 DM		

※ 출처: Grimm et al.(2001), 박동욱 외(2002)

2. 4세대 주파수 경매

4세대 주파수 경매는 2010년 5월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 800MHz 대역 60MHz 폭(10MHz 폭 6개 블록), 1.8GHz 대역 50MHz 폭(10MHz 폭 5개 블록), 2.0GHz 대역 58.8MHz 폭(9.9MHz 폭 4개 블록, unpaired 5MHz 폭 1개 블록, unpaired 14.2MHz 폭 1개 블록), 2.6GHz 대역 190MHz 폭(10MHz 폭 14개 블록, unpaired 5MHz 폭 10개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 15년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 800MHz 대역 60MHz 폭의 최저경쟁가격은 €15,000,000, 1.8GHz 대역 50MHz 폭은 €12,500,000이었다. 2.0GHz 대역 39.6MHz 폭의 최저경쟁가격은 €10,000,000,

unpaired 19.2MHz 폭은 €4,800,000이었다. 2.6GHz 대역 140MHz 폭의 최저경쟁가격은 €35,000,000, unpaired 50MHz 폭은 €12,500,000이었다(Bnetza, 2009; PolicyTracker, 2010; 설성호·권수천, 2013a). <표 4-25>는 4세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-25> 독일 4세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
800MHz	60MHz	15년	€15,000,000	동시오름입찰
1.8GHz	50MHz	15년	€12,500,000	
2.0GHz	39.6MHz	15년	€10,000,000	
	unpaired 19.2MHz		€4,800,000	
2.6GHz	140MHz	15년	€35,000,000	
	unpaired 50MHz		€12,500,000	

※ 출처: Bnetza(2009), PolicyTracker(2010), 설성호·권수천(2013a)

27일 동안 224라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 800MHz 대역에 대하여 3개 사업자가 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €3,576,000,000이었다. 1.8GHz 대역에 대하여 2개 사업자가 각각 30MHz 폭과 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €105,200,000이었다. 2.0GHz 대역에 대하여 3개 사업자가 각각 9.9MHz, 9.9MHz, 19.8MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €347,100,000이었다. Unpaired 19.2MHz 폭은 1개 사업자(O2)가 모두 낙찰받았으며 낙찰가는 €11,400,000이었다. 2.6GHz 대역에 대하여 4개 사업자가 각각 40MHz, 40MHz, 40MHz, 20MHz 폭씩 낙찰받았고 이들의 총 낙찰가는 €257,800,000이었다. Unpaired 50MHz 폭은 4개 사업자가 각각 5MHz, 25MHz, 10MHz, 10MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €86,600,000이었다(PolicyTracker, 2010; 설성호·권수천, 2013a). <표 4-26>은 4세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

<표 4-26> 독일 4세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
800MHz	20MHz	60MHz	T-Mobile	€1,154,000,000	€3,576,000,000
	20MHz		Vodafone	€1,210,000,000	
	20MHz		O2	€1,212,000,000	
1.8GHz	30MHz	50MHz	T-Mobile	€61,300,000	€105,200,000
	20MHz		E-Plus	€43,900,000	
2.0GHz	9.9MHz	39.6MHz	Vodafone	€93,800,000	€347,100,000
	9.9MHz		O2	€65,900,000	
	19.8MHz		E-Plus	€187,400,000	
	unpaired 19.2MHz		O2	€11,400,000	
2.6GHz	40MHz	140MHz	T-Mobile	€76,200,000	€257,800,000
	40MHz		Vodafone	€73,500,000	
	40MHz		O2	€71,400,000	
	20MHz		E-Plus	€36,700,000	
	5MHz	unpaired 50MHz	T-Mobile	€8,600,000	€86,600,000
	25MHz		Vodafone	€45,000,000	
	10MHz		O2	€16,500,000	
	10MHz		E-Plus	€16,500,000	

※ 출처: PolicyTracker(2010), 설성호 · 권수천(2013a)

3. 5세대 주파수 경매

5세대 주파수 경매는 2019년 3월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 2GHz 대역 120MHz 폭(10MHz 폭 12개 블록(01A~12A))과 3.6GHz 대역 300MHz 폭(20MHz 폭 1개 블록(01K), 10MHz 폭 28개 블록(02K~29K))이었다. [그림 4-19]는 5세대 2GHz 및 3.6 GHz 대역의 Band Plan을 보여주고 있다.

[그림 4-19] 5세대 2GHz 및 3.6GHz 대역의 Band Plan (출처: Bnetza(2018))



주파수 이용기간은 2GHz 대역 120MHz 폭 중 80MHz 폭(01A~08A)은 20년, 40MHz 폭(09A~12A)은 15년이었고, 3.6GHz 대역은 20년이였다. 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 2GHz 대역의 최저경쟁가격은 이용기간이 20년인 80MHz 폭은 €40,000,000, 이용기간이 15년인 40MHz 폭은 €15,000,000이었다. 3.6GHz 대역의 최저경쟁가격은 20MHz 폭은 €2,000,000, 280MHz 폭은 €47,600,000이었다(Bnetza, 2018; 김헌진·이성준, 2019). <표 4-27>은 5세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-27> 독일 5세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격		경매방식
2GHz	80MHz	20년	€40,000,000	€55,000,000	동시오름입찰
	40MHz	15년	€15,000,000		
3.6GHz	20MHz	300MHz	€2,000,000	€49,600,000	
	280MHz		€47,600,000		

※ 출처: Bnetza(2018), 김헌진·이성준(2019)

52일 동안 497라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 2GHz 대역 80MHz 폭(이용기간 20년)에 대하여 3개 사업자가 40MHz, 30MHz, 10MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €1,700,499,000이었다. 2GHz 대역 40MHz 폭(이용기간 15년)도 3개 사업자가 10MHz, 10MHz, 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €647,469,000이었다. 3.6GHz 대역은 4개 사업자가 90MHz, 90MHz, 70MHz, 50MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €4,201,683,000이었다(PolicyTracker, 2019; 김헌진·이성준, 2019). <표 4-28>은 5세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

〈표 4-28〉 독일 5세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
2GHz	40MHz	80MHz	Deutsche Telekom	€851,520,000	€1,700,499,000
	30MHz		Vodafone	€637,705,000	
	10MHz		Telefonica	€211,274,000	
	10MHz	40MHz	Deutsche Telekom	€160,364,000	€647,469,000
	10MHz		Vodafone	€163,236,000	
	20MHz		1&1 Drillisch	€323,869,000	
3.6GHz	90MHz	300MHz	Deutsche Telekom	€1,323,423,000	€4,201,683,000
	90MHz		Vodafone	€1,073,188,000	
	70MHz		Telefonica	€1,043,728,000	
	50MHz		1&1 Drillisch	€735,190,000	

※ 출처: PolicyTracker(2019), 김헌진·이성준(2019)

4. 요약 및 시사점

독일도 영국과 마찬가지로 주파수를 전국 단위로 경매하고 있다. 이용기간은 15년 또는 20년으로 정하고 있다. 3세대 주파수 경매에서는 이용기간이 20년이었고 4세대에서는 15년으로 줄어들었다. 다시 5세대에서 20년으로 늘어났다. 독일도 영국과 마찬가지로 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

경매방식은 동시오름입찰 방식을 3세대 주파수 경매부터 계속하여 적용하고 있다. 다만 4세대 주파수 경매부터는 대역폭이 넓고 블록 수가 많아서 기존의 동시오름입찰 방식을 그대로 적용하면 파편화된 블록을 낙찰받을 수 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 최소 필수 주파수 패키지(minimum essential spectrum package)²⁴⁾, Generic Lot의 적용, 입찰자의 입찰 제한 철회를 최대 10회 허용 등 기존 방식을 변형하였다(설성호·권수천, 2013a).

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 큰 폭으로 하락한

24) 자격심사 단계에서 참여자는 최소 필수 주파수 패키지를 신청(이유 포함)하고 심사를 통과해야 함. 경매에서는 매 라운드마다 최소 필수 주파수 패키지 이상을 입찰하여야 하며, 그렇지 않을 경우 탈락됨

후, 5세대에서는 소폭 하락하였다. <표 4-29>에서 ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 €256,650에서 4세대 €16,667로 1/15 수준으로 하락하였다가, 5세대 가중평균 €13,048으로 4세대의 80% 수준으로 소폭 하락하였다. 즉 독일은 3세대 이후 지속적으로 최저경쟁가격을 낮은 수준으로 유지하고 있다.

낙찰가는 3세대 주파수 경매 이후 4, 5세대에서 크게 하락하였다. <표 4-29>에서 ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 가중평균 €17,519,310에서 4세대 €747,173으로 1/23 수준으로 대폭 하락하였다가, 5세대 가중평균 €805,414로 소폭 상승하였다.

<표 4-29>에서 낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 개별 대역에서는 그 수준이 40%대인 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 3세대는 1% 수준, 4세대는 2% 수준, 5세대는 1% 수준으로 매우 낮은 수준을 유지하고 있다.

<표 4-29> 독일 주파수 경매 주요 결과 요약

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	최저경쟁가격/ (MHz·년) (A)	낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	120	20	€255,645	€21,050,000	1%
		25*	20	€255,650	€572,000	45%
	가중평균	-	-	€255,650	€17,519,310	1%
4세대	800MHz	60	15	€16,667	€3,973,333	0%
	1.8GHz	50	15	€16,667	€140,267	12%
	2.0GHz	39.6	15	€16,667	€578,500	3%
		19.2*	15	€16,667	€39,583	42%
	2.6GHz	140	15	€16,667	€122,762	14%
		50*	15	€16,667	€115,467	14%
가중평균	-	-	€16,667	€747,173	2%	
5세대	2GHz	80	20	€25,000	€1,062,812	2%
		40	15	€25,000	€1,079,115	2%
	3.6GHz	300	20	€8,267	€700,281	1%
	가중평균	-	-	€13,048	€805,414	2%

* unpaired 주파수임

제 4 절 프랑스

프랑스는 주파수 경매를 비교적 늦게 도입한 국가이다. 2001년 3세대 주파수 공급 시에는 우리나라와 마찬가지로 비교심사를 통해 할당하였다. 그 이후 2006년부터 경매제가 부분적으로 적용되기 시작하였다²⁵⁾. 본 절에서는 3, 4, 5세대 핵심대역 주파수 할당/경매에 초점을 맞추어 살펴보고자 한다.

1. 3세대 주파수 할당

3세대 주파수는 2000년대 초반에 한 번에 모두 할당된 것이 아니라 여러 차례에 걸쳐 할당되었다. 본 절에는 2001년 8월, 2002년 12월, 2010년 10월 등 3차례에 걸쳐 할당된 결과를 살펴보고자 한다. 할당 대상 주파수는 2.1GHz 대역 120MHz 폭과 unpaired 35MHz 폭이었다. 2001년 8월 2개 사업자(Orange, SFR)에게 각각 30MHz 폭과 unpaired 5MHz 폭을 비교심사를 통해 할당하였고, 2002년 12월 1개 사업자(Bouygues Telecom)에게 30MHz 폭과 unpaired 5MHz 폭을 추가로 비교심사를 통해 할당하였다. 이들 3개 사업자가 부담해야 하는 할당대가는 초기 고정금액 €619,000,000와 연간 실제매출액의 1%이었다.

남은 주파수 30MHz 폭은 10MHz 폭 3개 블록으로 구분하여 2010년 1월과 5월에 할당하였다. 2010년 1월 (신규사업자 전용으로 정한) 1개 블록을 1개 사업자(Free Mobile)에게 €240,000,000에 할당하였다. 2010년 5월 나머지 2개 블록을 ‘비교심사 + 경매(밀봉입찰)’를 통해 2개 사업자(Orange, SFR)에게 할당하였다. 이 때 최저경쟁가격은 10MHz 폭 1개 블록 당 €120,000,000이었고, Orange와 SFR의 낙찰가는 각각 €300,000,000와 €280,000,000이었다(ARCEP, 2002; ARCEP, 2003; ARCEP, 2011). <표 4-30>은 3세대 주파수 할당 내용을 보여주고 있다.

25) 프랑스는 2004년에 들어서 경매제의 법적 근거를 마련하였고, 2006년 3.5GHz 대역의 와이맥스(WiMAX) 주파수 대역 할당 시 비교심사를 중심으로 하되 경매제의 요소를 일부 도입했다. 브로드밴드 활성화 능력, 경쟁활성화 능력, 할당대가의 3가지에 대한 심사기준을 적용했다. 이 중 할당대가는 경매(밀봉입찰) 방식을 적용하였다.

〈표 4-30〉 프랑스 3세대 주파수 할당 내용

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	할당사업자/낙찰자	할당대가/낙찰가	할당방식	시점
2.1 GHz	30MHz u-5MHz*	15년	-	Orange	€619,000,000 + 실제매출액의 1%	비교심사	2001년 8월
	30MHz u-5MHz		-	SFR	€619,000,000 + 실제매출액의 1%		
	30MHz u-5MHz		-	Bouygues Telecom	€619,000,000 + 실제매출액의 1%	비교심사	2002년 12월
	10MHz		-	Free Mobile	€240,000,000	비교심사	2010년 10월
	10MHz		€120,000,000	Orange	€300,000,000	비교심사 밀봉입찰	
	10MHz		€120,000,000	SFR	€280,000,000	비교심사 밀봉입찰	

* u는 unpaired를 의미, ※ 출처: ARCEP(2002), ARCEP(2003), ARCEP(2011)

2. 4세대 주파수 할당

4세대 주파수 경매는 2011년 9월(2.6GHz 대역)과 12월(800MHz 대역)에 순차적으로 실시되었다. 경매 대상 주파수는 800MHz 대역 60MHz 폭(20MHz 폭 2개 블록, 10MHz 폭 2개 블록), 2.6GHz 대역 140MHz 폭(10MHz 폭 14개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 15년, 경매방식은 ‘비교심사 + 경매(밀봉입찰)’ 방식이 적용되었다. 800MHz 대역 60MHz 폭의 최저경쟁가격은 €1,800,000,000, 2.6GHz 대역 140MHz 폭의 최저경쟁가격은 €70,000,000이었다. 참고로 800MHz 대역의 경우 심사기준으로 할당대가, MVNO 의무, 지역발전(커버리지) 의무를 고려하였고, 2.6GHz 대역의 경우 지역발전 의무를 제외한 할당대가, MVNO 의무를 고려하였다(NERA, 2011; 설성호·권수천, 2013b). 〈표 4-31〉은 4세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

〈표 4-31〉 프랑스 4세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
800MHz	60MHz	15년	€1,800,000,000	비교심사 밀봉입찰
2.6GHz	140MHz	15년	€70,000,000	

※ 출처: NERA(2011), 설성호·권수천(2013b)

800MHz 대역에 대하여 3개 사업자가 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €2,639,087,000이었다. 2.6GHz 대역에 대하여 4개 사업자가 각각 40MHz, 40MHz, 30MHz, 30MHz 폭씩 낙찰받았고 이들의 총 낙찰가는 €936,000,000이었다. 낙찰된 사업자 모두 각각의 대역에서 부과한 의무(800MHz 대역은 MVNO 의무, 지역발전 의무; 2.6GHz 대역은 MVNO 의무만)를 이행하는 것으로 결정되었다(NERA, 2011; 설성호·권수천, 2013b). <표 4-32>는 4세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

<표 4-32> 프랑스 4세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭	낙찰자	낙찰가
800MHz	20MHz	Orange	€891,000,000
	20MHz	SFR	€1,065,000,000
	20MHz	Bouygues Télécom	€683,087,000
			€2,639,087,000
2.6GHz	40MHz	Orange	€287,000,000
	40MHz	Free Mobile	€271,000,000
	30MHz	SFR	€150,000,000
	30MHz	Bouygues Télécom	€228,000,000
			€936,000,000

※ 출처: NERA(2011), 설성호·권수천(2013b)

3. 5세대 주파수 경매

5세대 주파수 경매는 2020년 10월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 3.4~3.8GHz 대역 310MHz 폭이었다. 주파수 이용기간은 15년, 경매방식은 밀봉입찰(1차) + 동시오름입찰(2차) 방식이 적용되었다. 구체적으로 1차 경매에서는 310MHz 폭 중 200MHz 폭을 50MHz 폭 4개 블록으로 구분하여 위치를 정하는 밀봉입찰을 실시하였다. 2차 경매에서는 나머지 110MHz 폭을 10MHz 폭 11개 블록으로 구분하여 동시오름입찰을 실시하였다. 최저경쟁가격은 1차 경매 200MHz 폭은 €1,400,000,000이었고, 2차 경매 110MHz 폭은 €770,000,000이었다²⁶⁾. 즉 3.4~3.8GHz

26) 1차 경매의 최저경쟁가격은 50MHz 폭 당 €350,000,000이었고, 2차 경매의 최저경쟁가격은 10MHz 폭 당 €70,000,000이었다.

대역 310MHz 폭 전체의 최저경쟁가격은 €2,170,000,000이었다(ARCEP, 2020a). <표 4-33>은 5세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-33> 프랑스 5세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭		이용기간	최저경쟁가격		경매방식
3.4~3.8 GHz	4×50MHz	310MHz	15년	€1,400,000,000	€2,170,000,000	밀봉입찰
	11×10MHz			€770,000,000		동시오름입찰

※ 출처: ARCEP(2020a)

3.4~3.8GHz 대역에 대하여 4개 사업자가 각각 90MHz, 80MHz, 70MHz, 70MHz 폭씩 낙찰받았고 이들의 총 낙찰가는 €2,789,096,245이었다(ARCEP, 2020b). <표 4-34>는 5세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

<표 4-34> 프랑스 5세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
3.4~3.8 GHz	90MHz	310MHz	Orange	€854,000,000	€2,789,096,245
	80MHz		SFR	€728,000,000	
	70MHz		Bouygues Télécom	€602,000,000	
	70MHz		Free Mobile	€605,096,245	

※ 출처: ARCEP(2020b)

4. 요약 및 시사점

프랑스도 영국, 독일과 마찬가지로 주파수를 전국 단위로 할당/경매하고 있다. 이용기간은 항상 15년으로 정하고 있다. 영국, 독일과 마찬가지로 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

앞서 언급한 바와 같이 프랑스는 주파수 경매를 늦게 도입한 국가로 3세대에서는 비교심사 방식으로 주파수를 할당하였다. 다만 3세대 주파수 중에 2000

년대 초반 최초 할당 시에 할당되지 않은 30MHz 폭을 2010년에 할당하였는데 이때 비교심사를 중심으로 하되 경매(밀봉입찰)를 보조적으로 활용하였다. 4세대에도 2010년 할당 때와 마찬가지로 비교심사와 경매(밀봉입찰)를 혼용하였다. 당시 비교심사 기준 중 하나가 할당대가인데 이를 경매(밀봉입찰)로 진행하였다. 경매방식은 5세대에서 본격적으로 적용되었다. 구체적으로, 3.4~3.8GHz 대역 310MHz 폭 중 200MHz 폭을 50MHz 폭 4개 블록으로 구분하여 위치를 정할 때 밀봉입찰이 적용되었고, 나머지 110MHz 폭을 10MHz 폭 11개 블록으로 구분하여 대역폭을 결정하기 위해 동시오름입찰이 적용되었다. 프랑스는 다른 나라와 달리 커버리지 확대, 경쟁활성화, 공정경쟁 등을 위해 정부가 주파수 할당/경매 시에 적극적으로 개입하는 모습을 보이고 있다. 가령, 입찰금액만으로 할당사업자/낙찰자를 정하지 않고 다양한 요소를 고려하여 비교심사를 하기도 하고, 사업자가 최소한의 대역폭을 확보할 수 있는 경매 구조를 만들기도 한다.

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 소폭 하락한 후, 5세대에서도 4세대에 비해 소폭 하락하였다. <표 4-35>에서 ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 가중평균 €800,000에서 4세대 가중평균 €623,333로 75% 수준으로 하락하였다가, 5세대 €466,667으로 4세대의 75% 수준으로 하락하였다. 프랑스는 최저경쟁가격을 대체로 일정하게 유지하고 있는 편이다.

낙찰가는 3세대 주파수 경매에서 4세대, 그리고 5세대로 갈수록 점진적으로 하락하였다. <표 4-35>에서 ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 가중평균 €1,933,333²⁷⁾에서 4세대 가중평균 €1,191,696으로 3세대의 60% 수준으로 하락하였다가, 5세대 가중평균 €599,806으로 4세대의 1/2 수준으로 하락하였다.

<표 4-35>에서 낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 개별 대역에서는 그 수준이 7%대인 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 3세대는 41% 수준, 4세대는 52% 수준, 5세대는 78% 수준으로 대체로 일정하게 유지하고 있다.

27) 2010년 1월과 5월에 경매로 할당된 2건(각각 2.1GHz 대역 10MHz 폭)의 낙찰가(각각 €2,000,000, €1,866,667)만 고려하였음

<표 4-35> 프랑스 주파수 경매 주요 결과 요약

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	최저경쟁가격/ (MHz·년) (A)	할당대가 또는 낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	105*	15	-	€1,179,048 + 실제매출액의 1%	-
		10	15	-	€1,600,000	-
		10	15	€800,000	€2,000,000	40%
		10	15	€800,000	€1,866,667	43%
	가중평균	-	-	€800,000	€1,933,333**	41%
4세대	800MHz	60	15	€2,000,000	€2,932,319	68%
	2.6GHz	140	15	€33,333	€445,714	7%
	가중평균	200	-	€623,333	€1,191,696	52%
5세대	3.4~3.8GHz	310	15	€466,667	€599,806	78%

*unpaired 15MHz 폭 포함, **경매로 할당된 2건만 평균한 값임

제 5 절 이탈리아

이탈리아는 3세대 주파수를 공급할 때부터 할당방식으로 경매를 적용해 오고 있다. 본 절에서는 이들 경매 중 3, 4, 5세대 핵심대역 주파수 경매에 초점을 맞추어 살펴보고자 한다.

1. 3세대 주파수 경매

3세대 주파수 경매는 2000년 10월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 2.1GHz 대역 145MHz 폭으로, 20MHz + unpaired 5MHz 폭 등 25MHz 폭 5개 블록(125MHz 폭), 10MHz 폭 2개 블록(20MHz 폭)으로 구성되었다. 여기서 10MHz 폭 2개 블록은 신규사업자만 참여할 수 있었다. 주파수 이용기간은 15년, 경매방식은 동시옴입찰 방식이 적용되었다. 2.1GHz 대역 125MHz 폭의 최저경쟁가격은 ITL²⁸⁾ 20,000,000,000,000(€10,329,137,982)이었고, 신규사업자 전용 20MHz 폭의 최저경쟁

28) 화폐단위: 이탈리아 리라

가격은 ITL3,200,000,000,000(€1,652,662,077)이었다(OECD, 2001)²⁹⁾. <표 4-36>은 3세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-36> 이탈리아 3세대 주파수 경매

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
2.1GHz	125MHz	15년	ITL20,000,000,000,000 (€10,329,137,982)	동시오름입찰
	20MHz		ITL3,200,000,000,000 (€1,652,662,077)	

※ 출처: OECD(2001)

2일 동안 10라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 2.1GHz 대역 125MHz 폭에 대하여 5개 사업자(2개 신규사업자 포함)가 25MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 ITL23,550,000,000,000(€12,162,559,974)이었다. 신규사업자 전용 20MHz 폭은 2개의 신규사업자가 각각 10MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 최저경쟁가격과 같은 ITL3,200,000,000,000(€1,652,662,077)이었다(OECD, 2001). <표 4-37>은 3세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

<표 4-37> 이탈리아 3세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
2.1GHz	25MHz	125MHz	TIM	ITL4,680,000,000,000	ITL23,550,000,000,000 (€12,162,559,974)
	25MHz		Omnitel	ITL4,740,000,000,000	
	25MHz		IPSE*	ITL4,730,000,000,000	
	25MHz		Wind	ITL4,700,000,000,000	
	25MHz		Andala*	ITL4,700,000,000,000	
	10MHz	20MHz	IPSE*	ITL1,600,000,000,000	ITL3,200,000,000,000 (€1,652,662,077)
	10MHz		Andala*	ITL1,600,000,000,000	

* 신규사업자, ※ 출처: OECD(2001)

29) 최저경쟁가격은 (20MHz + unpaired 5MHz 폭) 당 ITL4,000,000,000,000이었고, 신규사업자 전용 주파수는 할인된 가격인 10MHz 폭 당 ITL1,600,000,000,000이었다. 환율은 ITL1936.27 / Euro 적용 (1999년 1월 1일 이후부터 고정환율 적용)

2. 4세대 주파수 경매

4세대 주파수 경매는 2011년 9월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 800MHz 대역 60MHz 폭(10MHz 폭 6개 블록), 1.8GHz 대역 30MHz 폭(10MHz 폭 3개 블록), 2.6GHz 대역 150MHz 폭(10MHz 폭 12개 블록, unpaired 15MHz 폭 2개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 15년, 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 800MHz 대역 60MHz 폭의 최저경쟁가격은 약 €2,120,000,000, 1.8GHz 대역 30MHz 폭은 약 €468,000,000이었다. 2.6GHz 대역 120MHz 폭의 최저경쟁가격은 약 €368,000,000, unpaired 30MHz 폭은 약 €74,000,000이었다(AGCOM, 2011). <표 4-38>은 4세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

22일 동안 469라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 800MHz 대역에 대하여 3개 사업자가 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €2,962,500,000이었다. 1.8GHz 대역에 대하여 3개 사업자가 각각 10MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €477,000,000이었다. 2.6GHz 대역에 대하여 4개 사업자가 각각 50MHz, 20MHz, 30MHz, 20MHz 폭씩 낙찰받았고 이들의 총 낙찰가는 €431,960,000이었다. Unpaired 30MHz 폭은 1개 사업자(H3G)가 낙찰받았고, 낙찰가는 €74,035,100이었다(Royal, 2011). <표 4-39>는 4세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

<표 4-38> 이탈리아 4세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
800MHz	60MHz	15년	약 €2,120,000,000	동시오름입찰
1.8GHz	30MHz	15년	약 €468,000,000	
2.6GHz	120MHz	15년	약 €368,000,000	
	unpaired 30MHz		약 €74,000,000	

※ 출처: AGCOM(2011)

<표 4-39> 이탈리아 4세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
800MHz	20MHz	60MHz	WIND	€977,900,000	€2,962,500,000
	20MHz		Vodafone	€992,400,000	
	20MHz		TIM	€992,200,000	
1.8GHz	10MHz	30MHz	Vodafone	€159,100,000	€477,000,000
	10MHz		TIM	€159,000,000	
	10MHz		H3G	€158,900,000	
2.6GHz	50MHz	120MHz	WIND	€142,220,000	€431,960,000
	20MHz		Vodafone	€108,180,000	
	30MHz		TIM	€109,120,000	
	20MHz		H3G	€72,440,000	
	unpaired 30MHz		H3G	€74,035,100	

※ 출처: Royal(2011)

3. 5세대 주파수 경매

5세대 주파수 경매는 2018년 9월에 실시되었다. 경매 대상 주파수는 700MHz 대역 75MHz 폭(10MHz 폭 6개 블록, unpaired 5MHz 폭 3개 블록), 3.7GHz 대역 200MHz 폭(80MHz 폭 2개 블록, 20MHz 폭 2개 블록), 26GHz 대역 1,000MHz 폭(200MHz 폭 5개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 700MHz 대역의 경우 15.5년, 3.7GHz 대역과 26GHz 대역은 19년이었다. 경매방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 700MHz 대역 60MHz 폭의 최저경쟁가격은 €2,029,418,376, unpaired 15MHz 폭은 €253,677,297이었다. 3.7GHz 대역 200MHz 폭의 최저경쟁가격은 €396,418,535이었고, 26GHz 대역 1,000MHz 폭은 €162,932,675이었다(Petracca, 2019).³⁰⁾ <표 4-40>은 5세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

30) 700MHz 대역의 최저경쟁가격은 10MHz 폭 당 €338,236,396, unpaired 5MHz 폭 당 €84,559,099로 설정되었음. 3.7GHz 대역의 경우 20MHz 폭 당 €39,674,011로 설정되었음. 26GHz 대역의 경우 200MHz 폭 당 €32,586,535로 설정되었음

<표 4-40> 이탈리아 5세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
700MHz	60MHz	15.5년	€2,029,418,376	동시오름입찰
	unpaired 15MHz		€253,677,297	
3.7GHz	200MHz	19년	€396,418,535	
26GHz	1,000MHz	15년	€162,932,675	

※ 출처: Petracca(2019)

14일 동안 171라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 700MHz 대역에 대하여 3개 사업자가 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €2,039,909,188 이었다(출처). 3.7GHz 대역에 대하여 4개 사업자가 각각 80MHz, 80MHz, 20MHz, 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €4,346,820,000이었다. 26GHz 대역에 대하여 4개 사업자가 각각 200MHz 폭씩 낙찰받았고 이들의 총 낙찰가는 €163,693,070 이었다(Petracca, 2019). <표 4-41>은 5세대 주파수 경매 결과를 보여주고 있다.

<표 4-41> 이탈리아 5세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
700MHz	20MHz	60MHz	Iliad	€676,472,792	€2,039,909,188
	20MHz		Vodafone	€683,236,396	
	20MHz		TIM	€680,200,000	
3.7GHz	80MHz	200MHz	TIM	€1,694,000,000	€4,346,820,000
	80MHz		Vodafone	€1,685,000,000	
	20MHz		Wind Tre	€483,920,000	
	20MHz		Iliad	€483,900,000	
26GHz	200MHz	1,000MHz	TIM	€33,020,000	€163,693,070
	200MHz		Iliad	€32,900,000	
	200MHz		Fastweb	€32,600,000	
	200MHz		Wind Tre	€32,586,535	
	200MHz		Vodafone	€32,586,535	

※ 출처: Petracca(2019)

4. 요약 및 시사점

이탈리아도 영국, 독일, 프랑스와 마찬가지로 주파수를 전국 단위로 경매하고 있다. 이용기간은 거의 대부분 15년으로 정하고 있다. 단 5세대 주파수 경매에서 3.6GHz 대역은 19년으로 정하였다. 다른 유럽 국가와 마찬가지로 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

경매방식은 독일과 마찬가지로 동시오름입찰 방식을 3세대 주파수 경매부터 계속하여 적용하고 있다. 다만, 대역폭이 넓고 블록 수가 많은 4세대, 5세대에서는 주파수 파편화 방지를 위해 경매에서는 우선 대역폭만 낙찰받고, 사업자들이 연속된 주파수를 확보하도록 하기 위해 대역지정의 원칙을 별도로 경매 규칙에 포함시키고 있다(AGCOM, 2011).

〈표 4-42〉 이탈리아 주파수 경매 주요 결과 요약

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	최저경쟁가격/ (MHz·년) (A)	낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	125*	15	€5,508,874	€6,486,699	85%
		20	15	€5,508,874	€5,508,874	100%
	가중평균	-	-	€5,508,874	€6,351,826	87%
4세대	800MHz	60	15	€2,355,556	€3,291,667	72%
	1.8GHz	30	15	€1,040,000	€1,060,000	98%
	2.6GHz	120	15	€204,444	€239,978	85%
		30**	15	€164,444	€164,522	100%
	가중평균	-	-	€841,667	€1,095,971	77%
5세대	700MHz	60	15.5	€2,182,170	€2,193,451	99%
		15**	15.5	€1,091,085	(유찰)	-
	3.7GHz	200	19	€104,321	€1,143,900	9%
	26GHz	1,000	15	€10,862	€10,913	100%
	가중평균	-	-	€140,410	€294,682	48%

* unpaired 25MHz 폭 포함, ** unpaired 주파수

최저경쟁가격은 3세대 주파수 경매에서 4세대로 갈 때 큰 폭으로 하락한 후, 5세대에서도 4세대에 비해 크게 하락하였다. 〈표 4-42〉에서 ‘최저경쟁가격

(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 €5,508,874에서 4세대 가중평균 €841,667로 1/6~1/7 수준으로 크게 하락하였고, 5세대는 €140,410으로 4세대에 비해 1/6 수준으로 크게 하락하였다.

낙찰가도 3세대, 4세대, 5세대로 가면서 크게 하락하였다. <표 4-42>에서 ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 €6,351,826에서 4세대 가중평균 €1,095,971로 1/6 수준으로 크게 하락하였고, 5세대 가중평균 €294,682으로 4세대에 비해 1/4 수준으로 하락하였다.

<표 4-42>에서 낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 개별 대역에서는 그 수준이 9% 대인 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 3세대는 87% 수준, 4세대는 77% 수준, 5세대는 48% 수준으로 대체로 높게 유지하고 있다.

제 6 절 스페인

스페인인 프랑스와 마찬가지로 2000년 3세대 주파수 공급 시에는 비교심사를 통해 할당하였다. 그 이후에 경매제가 적용되기 시작하였다. 본 절에서는 3, 4, 5세대 핵심대역 주파수 할당/경매에 초점을 맞추어 살펴보고자 한다.

1. 3세대 주파수 할당

3세대 주파수는 2000년 3월에 할당되었다. 할당 대상 주파수는 2.1GHz 대역 120MHz 폭과 unpaired 20MHz 폭이었다. 주파수 이용기간은 20년, 할당방식은 비교심사 방식이 적용되었다. 4개 사업자가 30MHz 폭과 unpaired 5MHz 폭 등 35MHz 폭을 균등하게 할당받았다. 할당대가는 총 €1,920,000,000³¹⁾이었다(COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001). <표 4-43>은 3세대 주파수 할당 내용을 보여주고 있다.

31) 초기비용 €520,000,000과 이용기간(20년) 동안의 대가(Fee) €1,420,000,000의 합. 단 세금과 행정비용은 제외된 수치임

〈표 4-43〉 스페인 3세대 주파수 할당 내용

대역	대역폭	이용기간	할당사업자	할당대가	할당방식
2.1GHz	35MHz	20년	Telefonica	€1,920,000,000*	비교심사
	35MHz		Retevisión		
	35MHz		Airtel		
	35MHz		Xfera		

* 세금과 행정비용은 제외, ※ 출처: COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES(2001)

2. 4세대 주파수 할당/경매

4세대 주파수 할당/경매는 2011년 2월에 실시되었다. 할당/경매 대상 주파수는 800MHz 대역 60MHz 폭(10MHz 폭 6개 블록), 900MHz 대역 30MHz 폭(10MHz 폭 3개 블록), 1.8GHz 대역 30MHz 폭(10MHz 폭 3개 블록), 2.6GHz 대역 190MHz 폭(전국면허용 20MHz 폭 4개 블록, 전국면허용 10MHz 폭 3개 블록, 19개 지역면허용 20MHz 폭 1개 블록, 19개 지역면허용 10MHz 폭 1개 블록, unpaired 10MHz 폭 5개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 20년, 할당방식은 900MHz 대역 10MHz 폭과 1.8GHz 대역 30MHz 폭은 비교심사(대가할당) 방식이 적용되었고, 나머지는 경매(동시오름입찰) 방식이 적용되었다. 800MHz 대역 60MHz 폭의 최저경쟁가격은 €1,020,000,000, 900MHz 대역의 20MHz 폭의 최저경쟁가격은 €338,000,000이었다. 2.6GHz 대역 190MHz 폭의 최저경쟁가격은 €95,000,000이었다.³²⁾ 〈표 4-44〉는 4세대 주파수 할당/경매 개요를 보여주고 있다(Ganuza, 2011; Commsupdate, 2011).

32) 800MHz 대역과 900MHz 대역의 최저경쟁가격은 각각 10MHz 폭 당 €170,000,000, €169,000,000로 설정되었음. 2.6GHz 대역의 최저경쟁가격은 10MHz 폭 당 €5,000,000로 설정되었음

〈표 4-44〉 스페인 4세대 주파수 할당/경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	할당방식
800MHz	60MHz	20년	€1,020,000,000	동시오름입찰
900MHz	10MHz	20년	-	비교심사
	20MHz		€338,000,000	동시오름입찰
1.8GHz	30MHz	20년	-	비교심사
2.6GHz	110MHz(전국면허)	20년	€55,000,000	동시오름입찰
	30MHz(지역면허)		€15,000,000	
	unpaired 50MHz		€25,000,000	

※ 출처: Ganuza(2011), Commsupdate(2011)

900MHz 대역 10MHz 폭과 1.8GHz 대역 30MHz 폭에 대한 비교심사(대가할당)는 2011년 5월에 실시되었다. 900MHz 대역 10MHz 폭은 1개 사업자(Orange)가 €204,000,000의 대가를 지불하고 할당받았다. 1.8GHz 대역 30MHz 폭도 1개 사업자(Yoigo)가 €42,000,000의 대가를 지불하고 할당받았다³³⁾(Ganuza, 2011; Commsupdate, 2011).

나머지 대역에 대한 경매는 2011년 7월에 실시되었다. 800MHz 대역에 대하여 3개 사업자가 20MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 약 €1,306,000,000이었다(출처). 900MHz 대역에서는 10MHz 폭만 1개 사업자(Telefonica)가 낙찰받았고, 나머지 10MHz 폭은 유찰되었다. 낙찰가는 약 €169,000,000이었다. 2.6GHz 대역 전국면허용 110MHz 폭은 3개 사업자가 각각 40MHz, 40MHz, 30MHz 폭씩 낙찰받았고 이들의 총 낙찰가는 약 €119,200,000이었다. 2.6GHz 대역 지역면허용 20MHz 폭의 경우 전체 19개 중 1개가 유찰되었으며 18개 지역면허는 6개 지역사업자가 나누어 낙찰받았다. 이들의 낙찰가 총액은 약 €24,100,000이었다. 2.6GHz 대역 지역면허용 10MHz 폭의 경우 19개 지역면허 전체를 1개 사업자(Vodafone)가 낙찰받았다. 낙찰가는 약 €29,300,000이었다(Ganuza, 2011; Commsupdate, 2011). 〈표 4-45〉와 〈표 4-46〉은 4세대 주파수 비교심사와 경매 결과를 보여주고 있다.

33) 900MHz 대역은 기존에 10MHz 폭만 보유하고 있던 Orange에게 10MHz 폭을 주파수를 할당(비교심사)하여 3사가 20MHz 폭씩 확보토록 하였고, 1.8GHz 대역 30MHz 폭은 본 대역을 미보유한 Yoigo에 모두 할당(비교심사)하여 4개 사업자 모두 광대역화를 유도하였음

<표 4-45> 스페인 4세대 주파수 비교심사 결과

대역	대역폭	할당사업자	할당대가
900MHz	10MHz	Orange	€204,000,000
1.8GHz	30MHz	Yoigo	€42,000,000

※ 출처: Ganuza(2011), Commsupdate(2011)

<표 4-46> 스페인 4세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭	낙찰자	낙찰가
800MHz	20MHz	France Telecom	약 €392,000,000
	20MHz	Vodafone	약 €459,000,000
	20MHz	Telefonica	약 €455,000,000
			약 €1,306,000,000
900MHz*	10MHz	Telefonica	약 €169,000,000
2.6GHz*	40MHz	France Telecom	약 €45,000,000
	40MHz	Telefonica	약 €44,400,000
	30MHz	Vodafone	약 €29,800,000
	20MHz	6개 지역사업자	약 €24,100,000**
	10MHz	Vodafone	약 €29,300,000
			약 €119,200,000

* 900MHz 대역 10MHz 폭과 2.6GHz 대역 unpaired 50MHz 폭은 유찰되었음

** 19개의 지역면허 중 1개는 유찰되었음, ※ 출처: Ganuza(2011), Commsupdate(2011)

3. 5세대 주파수 경매

4세대 주파수 경매는 2018년 7월(3.6-3.8GHz 대역), 2021년 2월(3.4-3.6GHz 대역), 2021년 7월(700MHz 대역) 등 3차례에 걸쳐 실시되었다. 경매 대상 주파수는 700MHz 대역 75MHz 폭(20MHz 폭 2개 블록, 10MHz 폭 2개 블록, unpaired 5MHz 폭 3개 블록), 3.4-3.6GHz 대역 20MHz 폭(10MHz 폭 2개 블록), 3.6-3.8GHz 대역 200MHz 폭(5MHz 폭 40개 블록)이었다. 주파수 이용기간은 700MHz 대역은 20년, 3.4-3.6GHz 대역은 17년, 3.6-3.8GHz 대역은 20년으로 정해졌다. 경매 방식은 동시오름입찰 방식이 적용되었다. 700MHz 대역 60MHz 폭의 최저경쟁가격은 €970,000,000이었고, unpaired 15MHz 폭은 €25,500,000이었다³⁴). 3.4-3.6GHz 대역 20MHz 폭의 최저경쟁가

격은 €42,000,000이었다. 3.6-3.8GHz 대역 200MHz 폭의 최저경쟁가격은 €100,000,000이었다(BOE, 2018; BOE, 2020; BOE, 2021)³⁵⁾. <표 4-47>은 5세대 주파수 경매 개요를 보여주고 있다.

<표 4-47> 스페인 5세대 주파수 경매 개요

대역	대역폭	이용기간	최저경쟁가격	경매방식
700MHz	60MHz	20년	€970,000,000	동시오름입찰
	unpaired 15MHz		€25,500,000	
3.4-3.6GHz	20MHz	17년	€42,000,000	
3.6-3.8GHz	200MHz	20년	€100,000,000	

※ 출처: BOE(2018), BOE(2020), BOE(2021)

3.6-3.8GHz 대역(2018년 7월)은 4일 34라운드를, 3.4-3.6GHz 대역(2021년 2월)은 1일 2라운드를, 700MHz 대역(2021년 7월)은 1일 12라운드를 진행한 후 낙찰자가 결정되었다. 700MHz 대역에서 3개 사업자가 20MHz, 20MHz, 10MHz 폭씩 낙찰받았고, 10MHz 폭과 unpaired 15MHz 폭은 유찰되었다. 총 낙찰가는 €835,089,000이었다. 3.4-3.6GHz 대역에서는 2개 사업자가 각각 10MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 낙찰가는 최저경쟁가격과 동일한 €42,000,000이었다. 3.6-3.8GHz 대역의 경우 3개 사업자가 50MHz, 90MHz, 60MHz 폭씩 낙찰받았고, 이들의 총 낙찰가는 €437,000,000이었다(5G Observatory 홈페이지). <표 4-48>은 5세대 주파수 경매 결과를 보여준다.

34) 700MHz 대역의 최저경쟁가격은 10MHz 폭 당 €175,000,000으로 설정되었고(단, 특정한 20MHz 폭에 대해서는 할인된 금액인 €270,000,000으로 설정), unpaired 5MHz 폭 당 €8,500,000로 설정되었음

35) 3.4-3.6GHz 대역의 경우 10MHz 폭 당 €21,000,000으로 설정되었고, 3.6-3.8GHz 대역의 경우 5MHz 폭 당 €2,500,000으로 설정되었음

〈표 4-48〉 스페인 5세대 주파수 경매 결과

대역	대역폭		낙찰자	낙찰가	
700MHz*	20MHz	50MHz	Telefonica	€270,000,000	€835,089,000
	20MHz		Vodafone	€350,000,000	
	10MHz		Orange	€175,000,000	
3.4-3.6GHz	10MHz	20MHz	Telefonica	€21,000,000	€42,000,000
	10MHz		Orange	€21,000,000	
3.6-3.8GHz	50MHz	200MHz	Telefonica	€25,000,000	€437,000,000
	90MHz		Vodafone	€45,000,000	
	60MHz		Orange	€30,000,000	

* 700MHz 대역 10MHz 폭, unpaired 15MHz 폭은 유찰되었음

※ 출처: 5G Observatory 홈페이지

4. 요약 및 시사점

스페인도 다른 유럽 국가와 달리 주파수를 주로 전국 단위로 할당/경매하고 있으나 일부 경매의 일부 대역³⁶⁾은 지역면허로 경매한 적이 있다. 이용기간은 거의 대부분 20년으로 정하고 있다. 단 5세대 주파수 경매에서 3.4-3.6GHz 대역은 17년으로 정하였다. 스페인도 사업자의 안정적인 주파수 이용을 보장하는 것을 중요하고 여기는 것으로 판단된다.

스페인도 프랑스와 마찬가지로 주파수 경매를 늦게 도입한 국가로, 3세대에서는 비교심사 방식으로 주파수를 할당하였다. 4세대부터 주파수 경매(동시오름입찰 방식)를 적용하기 시작하였는데, 이 때에도 일부 주파수(900MHz 대역 10MHz 폭, 1.8GHz 대역 30MHz 폭)은 비교심사(사업자간 균등 분배 및 광대역화 목적)를 적용하기도 하였다. 5세대에서도 동시오름입찰 방식을 적용하였다.

비교심사 방식이 적용된 3세대 주파수 할당에서는 최저경쟁가격이 없고, 경매 방식이 적용된 4세대와 5세대에서는 최저경쟁가격이 존재한다. 〈표 4-49〉에서 ‘최저경쟁가격/(MHz·년)’ 추이를 보면, 4세대 가중평균 €269,074에서 5세

36) 4세대 2.6GHz 대역 30MHz 폭은 지역면허로 경매하였음. 구체적으로 20MHz 폭 19개 지역면허, 10MHz 폭 19개 지역면허로 경매하였음

대는 €194,053으로 4세대의 70% 수준으로 하락하였다.

할당대가/낙찰가도 3세대, 4세대, 5세대로 가면서 점차 하락하였다. <표 4-49>에서 ‘낙찰가/(MHz·년)’ 추이를 보면, 3세대 €685,714에서 4세대 가중평균 €361,820로 1/2 수준으로 하락하였고, 5세대 가중평균 €218,948으로 4세대의 60% 수준으로 하락하였다. <표 4-49>에서 낙찰가 대비 최저경쟁가격의 수준을 살펴보면 대체로 높은 수준이 유지되고 있다. 개별 경매에서는 20% 대로 나온 경우도 있었으나 전체적으로 볼 때 4세대는 74% 수준, 5세대는 89% 수준으로 대체로 높게 유지하고 있다.

<표 4-49> 스페인 주파수 경매 주요 결과 요약

구분	대역	대역폭 (MHz)	이용기간 (년)	최저경쟁가격/ (MHz·년) (A)	할당대가 또는 낙찰가/(MHz·년) (B)	(A/B) (%)
3세대	2.1GHz	140*	20	-	€685,714	-
4세대	800MHz	60	20	€850,000	€1,088,333	78%
		10	20	-	€1,020,000	-
	900MHz	20	20	€845,000	€422,500#	100%
		30	20	-	€70,000	-
	2.6GHz	110	20	€25,000	€54,182	46%
		30***	20	€25,000	€89,000##	28%
		50**	20	€25,000	(유찰)	-
가중평균	-	-	€269,074	€361,820	74%	
5세대	700MHz	60	20	€808,333	€695,908	97%
		15**	20	€85,000	(유찰)	-
	3.4-3.6GHz	20	17	€123,529	€123,529	100%
	3.6-3.8GHz	200	20	€25,000	€109,250	23%
	가중평균	-	-	€194,053	€218,948	89%

* unpaired 20MHz 폭 포함, ** unpaired 주파수

*** 2.6GHz 대역 30MHz 폭의 경우, 20MHz 폭 19개 지역면허, 10MHz 폭 19개 지역면허로 경매

900MHz 대역 20MHz 폭 중 10MHz 폭만 낙찰되고, 나머지 10MHz 폭은 유찰

2.6GHz 대역 20MHz 폭 19개 지역면허 중 18개가 낙찰되고, 나머지 1개는 유찰

제 5 장 경매할당 주파수의 경제적 가치

본 장에서는 주파수 경매제도를 도입함으로써 국민경제적으로 창출된 후생 효과를 분석한다. 이를 위해 경매를 통해 할당된 주파수가 이동통신 서비스에 이용됨으로써 창출된 후생효과와, 경매제도의 특성으로 인해 직접적으로 창출된 후생효과를 나누어서 분석한다.

제 1 절 선행연구 분석

공적 희소자원인 주파수에 대한 독점적인 사용권을 정부가 무료로 할당하다가, 주파수의 수요가 증가하면서 대가 할당이나 경매 등 대가를 받고 이용권을 제공하는 방향으로 관리정책이 전환되었다. 이후 주파수의 가치에 대한 관심이 높아졌고, 관련 연구도 늘어나 다양한 아이디어를 적용한 가치평가 방법론들이 개발되었다. 그래서 주파수의 가치를 추정하는 방법론들을 분류하는 작업이 후속 연구들에서 관행화되었고, 문헌의 도입부에서 중요한 비중을 차지하고 있다.

이윤경·안형택·김문성·김준규(2006)는 주파수의 가치 혹은 가격을 추정하는 방법을 ①생산요소 대체비용, ②기회비용(opportunity cost), ③주파수의 사용가치(미시적 접근방식), ④과급효과, ⑤사회적 후생(social welfare) 등 5가지로 구분하여 설명하였다. 홍필기(2011)는 미시적 방법론, 거시적 방법론, 그리고 비용 및 가격 접근법 등 크게 3가지로 구분하였고, 추가로 세부적인 분류를 도입하였다. 미시적 접근방법은 ①생산함수 접근법, ②역수요함수 접근법으로 세분하였고, 거시적 접근방법은 ①과급효과, ②사회적 후생 등으로 분류하였다. 그리고 비용 및 가격접근법은 ①행정비용 충당 가격설정, ②시스템 성능기초 가격설정, ③주파수 재배치 가격설정, ④차액지대 가격설정, ⑤Shadow Price, ⑥생산요소의 대체비용 등으로 분류하였다. 광기훈·서지영·김석환·황순주(2013)는 주파수의 가치 추정법을 미시적 측정법, 조건부 가치측정법(Contingent

Valuation Method, CVM), 거시적 측정법 등 3가지로 분류하였다. 미시적 방법으로 기회비용 방법론을 포함시켰고, 거시적 방법에는 GDP에 대한 기여도를 포함시켰다. 여기서 GDP에 대한 기여도는 이윤경·안형택·김문성·김준규(2006)의 파급효과와 내용상 유사하다. 그리고 CVM은 홍필기(2011)의 역수요함수 접근법과 동일하다. 김상봉·함은식(2011)은 경매제, 시장접근법, 비용접근법, 거시적 및 미시적 수익접근법 등으로 분류하였다. 시장접근법은 시장의 유사 사례를 참고하며, 비용접근법은 투자비용의 현재가치와 주파수를 이용함으로써 절감되는 생산비용을 가치의 기준으로 삼는다. 거시적 접근법은 파급효과를, 미시적 접근법은 수익을 추정한다. 연권흠·김기원·김용규(2019)는 주파수를 이용하여 얻는 수익에 근거하여 가치를 추정하였는데, 내용이 직관적이어서 많이 활용되고 있다.

선행연구에서 제시된 분류들을 분석해보면, 하나의 방법에 대해서도 연구자마다 다르게 분류하는 등 기준이 상충되기도 한다. 그리고 중요도에 따라 생략되는 경우도 많아서 분류가 유동적이다. 본 연구에서는 <표 5-1>에 나타난 바와 같이 주파수의 가치에 대한 시각에 따라 경제학적인 방법과 회계적인 방법으로 크게 분류하였다. 그리고 분류마다 활용도가 높은 것으로 판단되는 방법론을 상위에 두었다. 그러나 경제학 이론에 근거하지만 회계 자료를 주로 이용하는 등 분류가 어려운 연구들도 다수 있으므로, 제시한 분류는 연구 방법론을 선택하기 위해 편의상 제시하였음을 강조한다.

<표 5-1> 선행연구에서 제안한 주파수 가치추정 방법론의 분류

경제학적인 방법		회계적 방법
미시적 방법	거시적 방법	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 역수요함수 접근법(CVM) ▪ 생산함수 접근법 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 파급효과(GDP 기여) ▪ 사회적 후생(수요함수 접근법) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 생산요소의 대체비용 ▪ 주파수 기회비용(차액지대/AIP 등) ▪ 수익접근법(주파수 사용가치) ▪ 주파수 재배치 비용 ▪ 행정비용 총당 비용 ▪ 시스템 성능기초 비용 ▪ Shadow Price

1. 미시적 방법론

가. 역수요함수 접근법

역수요함수 접근법에는 후생경제 이론에 기초한 CVM과 진술선호기법(stated preference method) 등이 있다. 주로 시장에서 측정되기 어려운 공공재나 공적 재화의 가치측정에 활용되어 왔다.

Ofcom(2006)은 영국 전파산업의 경제적 효과를 3 ~ 4년 주기로 추정한다. 주파수를 사용하는 서비스를 이동통신, TV 및 라디오 방송, 국방 및 보안통신, 응급 서비스, 기상, 운송조정 레이더, 스마트 미러링(M2M) 등 7개로 분류한 후, 서비스들로부터 소비자가 얻는 편익을 소비자 잉여(consumer surplus)로 추정한다. 그리고 기업의 생산자 잉여(producer surplus)와 합산하여 사회후생(social welfare)을 추정한다. 소비자 잉여는 주로 설문조사에서 소비자에게 지불의사액(willingness to pay)을 질문하여 진술선호 자료를 수집한 후, CVM이나 쌍대비교(pairwise comparison) 등을 이용하여 분석한다. 국내에서 남승용 외(2018.12)는 선박, 사물인터넷(Internet of Things), 와이파이(WiFi) 등 비사업용으로 사용되는 주파수에 대한 지불의사액을 CVM으로 추정하였다.

나. 생산함수 접근법

이동통신이나 방송 등 무선산업에는 주파수가 가장 중요한 생산요소가 된다. 그러므로 주파수를 투입요소에 포함시켜 생산함수를 추정한다. 그리고 생산함수를 이용하여 전파자원의 한계 생산가치, 즉 전파자원 한 단위 증가에 따른 생산의 증가분을 구한다.

2. 거시적 방법론

가. 파급효과 접근법

주파수의 경제적 가치를 분석할 때에 데이터가 불충분한 경우가 대부분이다. 그러므로 미시적 가치 추정법 활용이 제한되는 경우가 많다. 그래서 거시적인 방법론을 채택하여 국민경제에 대한 파급효과를 분석한 연구가 많다. Falch & Tadayoni(2000)는 주파수를 이용하는 사업에 부가가치율을 적용하여 부가가치를 계산하고, 이를 GDP에 대한 기여도라고 제안하면서 주파수의 가치라고 평가하였다. 윤충한·변희섭(2008)은 방송의 디지털화로 인해 발생한 여유 주파수를 이동통신 산업에 사용할 경우에 창출 가능한 부가가치액을 경제적 가치로 간주하고, 방송과 이동통신 서비스를 비교하였다. 이홍재(2006)는 주파수의 경제적 가치 또는 편익을 추정할 때에 소비자 혹은 생산자의 잉여를 추정하는 것이 경제학적으로 더 정확하지만, 수요함수를 추정하는 과정에서 오차가 포함되어 신뢰도가 떨어질 가능성을 지적하였다. 그래서 관련 기업의 경영실적을 분석하여 부가가치율을 구하고, 이를 서비스와 장비 생산액에 적용한 후 주파수 1MHz 당 가치를 추정하였다.

한국은행에서 제작하는 투입산출표를 이용하여 산업연관분석을 수행함으로써 주파수 이용 산업이 국민경제에 미치는 파급효과(spillover effect)를 분석한 연구들도 있다(김용규 외, 2003; 장재혁·여재현, 20014). 분석에 필요한 다량의 데이터를 산업연관표에서 제공하므로, 분석이 편리하다는 장점이 있다. 그리고 주파수 이용산업 부문에서 발생한 최종 수요 또는 공급의 변화로 인한 생산수준의 변화가 다른 부문에 연속적으로 발생시키는 생산수요를 파악할 수 있다. 구체적으로 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 고용유발효과 등을 계량화할 수 있다. 그러므로 전반적인 경제적 영향을 분석하고 예측하는데 유용한 방법으로 인식되어 왔다(Miller & Blair, 1985). 남승용 외(2018.12)는 산업연관표를 이용하여 이동통신 서비스, 방송, 이동통신 기기 및 장비산업에 대하여 투입산출 분석을 수행하였다.

나. 사회적 후생 접근법

생산자가 아닌 소비자의 입장에서 주파수를 사용하는 서비스를 통해서 얻는 편익을 경제적 가치로 추정하는 방법이다. 소비자들이 서비스 이용에 대하여 지불할 의향과 실제로 지불하는 요금 사이의 차이로 인해 발생하는 소비자 잉여를 추정한다. 구체적으로 수요곡선 아래 면적에서 지불한 비용을 차감하여 소비자 잉여를 구하는데, 수요함수의 형태에 대한 지식이나 정보가 반드시 필요하다.

소비자 잉여는 공익(public interest)이라는 사회적인 개념까지 포괄할 수 있는 경제적 척도로 평가받는다(이윤경·안형택·김문성·김준규, 2006). 그러므로 주파수의 사회경제적 기여도를 측정하는 데에 유용하게 사용될 수 있다. RA(2001, 2002)는 전파산업이 영국의 경제에 얼마나 기여하는지를 평가하기 위해 사회적 후생을 추정한 바 있다.

3. 회계적 방법론 (비용 및 가격 접근법)

가. 생산요소 대체비용 접근법

주파수를 다른 생산요소로 대체하여 동일한 품질의 서비스를 제공할 때에 소요되는 비용을 주파수의 가치로 간주하는 방법이다. 일례로 방송용 주파수의 가치를 추정할 때에 케이블 등 유선 네트워크를 대체재로 보고 구축 비용을 기준으로 삼는 사례가 있다. 그리고 이동전화 주파수 대역의 가치를 유선전화망 구축 비용과 유선 초고속인터넷의 구축 비용을 기준으로 하는 사례도 있다. 이 때에 어떤 생산요소를 사용하든 반드시 동일한 품질의 서비스가 제공된다는 전제가 따른다.

남승용 외(2018.12)는 항공, 응급의료, 재난망, 철도통합무선망, 해상통신용, 차량, 물류운송 등 비사업용으로 사용되는 주파수의 가치를 비용대체법으로 추정하였다.

나. 주파수의 기회비용 접근법

기회비용은 주파수를 다른 용도로 사용하지 않음으로 인해 발생하는 손실을 의미한다. 그러므로 주파수의 용도나 사업자를 변경하는 상황에 적용할 수 있다. 만약 주파수 대역에 용도 제한이 없고 사업자가 자유롭게 결정할 수 있다면, 가장 효과적인 용도에 우선적으로 사용할 것이다. 그리고 이를 통해 사회적 후생 극대화가 달성된다. 규제기관은 그 주파수를 차선의 용도로 활용하지 못함으로 인해 발생하는 사회적 손실, 즉 기회비용의 수준에서 주파수 사용대가를 사업자에게 부과할 수 있다. 만약 기회비용보다 낮은 가격을 설정하면 비효율적인 용도로 사용될 수 있으며, 기회비용보다 높은 가격을 설정하면 수요자가 나타나지 않을 수 있다.

영국에서는 경매제 도입 이전에 행정적 유인가격(Administrative Incentive Price, AIP) 제도를 도입한 적이 있는데, 주파수의 기회비용을 추정하여 이용대가로 부과하는 개념이다. 대표적 사용자(representative user)를 대상으로 주파수의 한계 가치를 추정하고, 기술의 발전과 수요의 변화에 따라 주기적으로 다른 용도(alternative use)를 고려하여 한계가치를 조정한다. 주파수 부족이 심화되기 시작한 1996년에 Smith & NERA(1996)의 모형을 도입하였고, 이후 RA(2002), Cave(2002), Indepen(2004) 등에서 개선되었다. Cave(2002)는 방송사업자에게도 주파수를 효율적으로 사용할 유인을 제공할 필요가 있음을 주장하면서 AIP를 권고하였다. 이후 Ofcom(2004)은 AIP를 이용하여 영국의 아날로그 지상파TV 주파수의 경제적 가치를 기회비용 차원에서 연간 £330백만으로 추정한 바 있다.

홍철규(2006)는 공급이 비탄력적이고 품질 차이가 존재하는 주파수에 대한 가격을 리카도(D. Ricardo)의 지대이론을 적용하여 책정하였다. 즉, 상이한 주파수 대역을 보유한 두 사업자 사이의 기회비용이 네트워크 구축 비용, 즉 장기증분원가(long run incremental cost)의 차이로 인해 달라짐을 가정하고, 주파수 지대의 대응으로 사용할 것을 제안하였다. 이처럼 동일한 서비스를 제공하는 사업자들 사이에서 사용 주파수 대역의 차이로 인해 네트워크 구축 비용 등 비용구조가 달라질 경우에, 이에 근거하여 가격을 설정하는 방식을 ‘차액지대

주파수 가격설정 방식' 으로 부를 수 있다(홍필기, 2011).

다. 수익 접근법 (주파수의 사용가치)

수익접근법은 주파수를 사용하여 창출할 경제적 성과 중에서 주파수의 기여도를 추정하는 방식이다. Snider(2003)는 주파수의 경제적 가치를 용도에 대한 선택권과 경쟁상황에 따라 4가지로 제시하였다. 용도가 결정된 상황에서의 경제적 가치를 CUV(Current Use Value)로 정의하였는데, 경매가격이 CUV를 반영한다고 주장하였다. 그리고 주파수 용도 결정은 가능하지만 그 용도에서 경쟁이 없는 경우의 가치를 MFV(Marginal Flexibility Value), 경쟁이 발생하는 경우의 가치를 UFV(Universal Flexibility Value)로 정의하였다. 그리고 MFV와 UFV의 중간적 형태로 주파수의 용도 제한과 불완전 경쟁 등 현실적인 상황을 반영할 경우의 사용가치를 PFV(Partial Flexibility Value)로 정의하였다. 그리고 CUV에 근거하여 미국의 지상파TV용 주파수의 가치를 산정하였다. 광고매출액을 기준으로 지상파 방송사업권의 가치를 우선 추정하였고, 이 중 주파수의 기여도를 구분하여 인구 당 주파수 당 가치를 \$0.233로 추정하였다.

김상봉·함은식(2011)은 800MHz 대역을 사용하는 이동통신 가입자와 ARPU(Average Rate Per User), 매출액을 예상하고, 『전파법』을 준용하여 매출액의 3%를 주파수의 가치로 추정하였다. 이홍재(2013)는 주파수의 경매가격이 최대지불의향 가격 이하에서 결정되는 비정상적인 상황에 대비하여, 규제기관이 설정하는 유보가격의 합당한 수준을 추정하였다. 유보가격이 주파수의 대안적 이용에서 발생할 기회비용적인 성격을 가진다고 전제하고, 유보가격이 높으면 경쟁을 제한하고 낮으면 참여자를 유인하여 사업자 선정에 소요되는 시간과 비용을 증가시키기 때문에 합당한 수준의 책정이 중요함을 강조하였다. 이동통신 가입자의 수와 연간 매출 전망자료, 방송통신위원회의 '광개토플랜'에 따른 주파수 할당 자료를 이용하여 예상 매출액을 추정하였다. 그리고 국내 이통 3사의 EBITA(Earnings Before Interest, Taxes, and Amortization) 마진율이 낮아지는 추세를 감안하여, 관례에 따른 매출액의 3%가 아니라 이윤율을 기준으로

주파수의 가치를 평가할 것을 제안하였다. 그리고 타 산업과 이동통신 산업의 초과이윤을 비교하여 최종적으로 매출액의 1.75%를 부여하는 것이 타당하다고 주장하였다.

라. 기타 접근법

행정비용 충당 가격설정은 주파수의 관리에 수반되는 행정비용을 주파수의 이용대가로 부과하는 방식이다. 과거 주파수의 활용도가 낮던 시절에 사용하던 방식이다.

시스템 성능기초 가격설정 방식은 주파수를 사용할 때 나타나는 성과로, 특정 시스템의 성능 개선도를 평가하여 주파수의 가치를 산정한다. 이 때에 주파수의 대역폭, 채널 혹은 링크의 수, 혼잡도, 무선설비의 효율성, 커버리지 영역 등을 고려한다.

주파수 재배치 가격설정 방식은 기존에 할당된 주파수 대역을 회수하고 재배치할 경우에 발생하는 비용을 근거로 주파수의 가격을 산정한다. 연권흠·김기원·김용규(2019)는 방송이나 통신서비스의 중간 투입물로 활용되는 마이크로웨이브(microwave) 중계용 주파수의 경제적 가치를 추정할 때 이 방법을 사용하였다. 중계용 주파수는 중간재이므로 직접적인 수익을 파악하기가 어렵기 때문이다. 주파수를 타 대역으로 이전할 때에 소요되는 비용을 산출하고, 비용절감분을 가치로 제안하였다.

Shadow Price 가격설정 방식은 완전경쟁시장에서 주파수를 사용하는 서비스와 유사 서비스의 평균수익률을 비교하고, 그 차이만큼을 주파수 가격으로 설정하는 방식이다. Shadow Price는 주파수 한 단위의 투입에 따른 기업의 이익 변동 혹은 최대 지불의사액을 의미한다.

제 2 절 경제학적 방법론의 고찰

본 절에서는 주파수 가치추정 모형의 제작에 필요한 시사점을 도출하기 위해 선행연구를 선별하여 심층적으로 분석한다. <표 5-1>에 보여지는 방법론들 중에서 경제학적 방법들이 학술적으로 심도 깊은 내용을 담고 있고, 원리적으로도 객관성과 타당성을 확보한 것으로 판단되므로, 본 연구에서는 경제학적 방법을 채택하고자 한다. 그런데 미시적 접근법은 시장에서 축적된 데이터를 많이 필요로 하므로 현실적으로 활용하기가 어렵다. 그러므로 거시적인 방법론, 그 중에서 수요함수를 이용하여 사회적 후생을 구하는 방법들을 중점적으로 고찰한다. 이 주제에 대해서는 논의의 역사가 길고 다양한 방법들이 제시되어 왔으므로, 선행연구에서 제안된 이론들을 비교·분석하여 연구에 대한 시사점을 도출하려 한다.

1. 사회·경제적 후생 접근법

사회적 후생 분석은 주로 소비자의 잉여를 추정하는 방식으로 이루어진다. 소비자 잉여는 특정 재화 또는 서비스의 소비로부터 소비자가 누리는 가치(value)에서 소비를 위해 지출한 비용(cost)을 공제한 순 편익(net benefit)이다(이홍재·문석웅·김용규·박진현·윤두영, 2002.12). 즉, 소비자가 지불한 금액을 초과하는 편익을 의미하므로, 경제적인 성과 뿐 아니라 공익성 측면의 성과까지 포함되는 것으로 해석된다. 그리고 상품이나 서비스의 가격 변동에 의한 내생적인 효과와, 품질 향상, 인구 증가, 보급 확산 등 비가격 요인에 의한 외생효과로 구분된다.

이홍재 외(2002.12)는 선형의 수요함수를 가정한 후, 가격(P_i)과 수요량(Q_i)을 측정하고 탄력성(ϵ)을 가정한 후, 식(1)을 이용하여 수요곡선의 기울기를 계산하였다. 그리고 분석할 두 시점에 대해 수요곡선 아래의 면적을 기하학적으로 계산하여 소비자 잉여를 구하였다.

$$\beta = \epsilon \frac{P_t}{Q_t} \quad (1)$$

여기서 ϵ : 가격에 대한 수요의 탄력성, P_t : 가격, Q_t : 수요량

이홍재 · 문석웅 · 김용규 · 박진현 · 윤두영(2002.12)은 ACA(2002)를 참조하여 이홍재(2000)를 확장하였는데, 수요곡선이 이동하거나 회전할 경우의 소비자 잉여를 가격효과, 비가격효과, 결합효과 등으로 구분하여 추정하였다. 그런데 탄력성을 가정하지 않고 회귀분석 등을 이용하여 추정하였다면 보다 객관적인 결과를 도출할 수 있었을 것으로 판단된다. 그리고 직선형 수요곡선을 가정한 것도 한계로 지적된다. 직선형 수요곡선에서는 수요의 가격탄력성이 계속 변하기 때문에, 다소 비현실적인 강한 가정이 적용된다. 그래서 이명호 · 서무정(2003)은 이홍재 등(2002.12)과 동일한 방법론을 사용하였지만, 탄력성이 일정한 로그선형(log-log) 수요곡선을 채택하여 수요곡선이 이동하는 경우에 대하여 소비자 잉여를 도출하였다.

수요곡선의 형상에 대한 가정이 필요한 것은 수요곡선의 실제 형상을 파악하기가 어렵기 때문이다. 그래서 Alexander, Kern & Neil(2000)은 소비자의 잉여를 수요의 탄력성 정보와 특정 시점에서의 수요와 가격 정보만 이용하여 간편하게 추정할 수 있는 모델을 제안하였다. 준선형 수요곡선(quasi-linear demand curve)을 가정하였고, 1차 테일러 전개(Taylor series)를 거쳐 도출한 식(2)를 이용하여 소비자 잉여를 추정하였다.

$$CS \approx \frac{P_t Q_t}{2\epsilon} \quad (2)$$

식(2)는 편리성에 힘입어 후속 연구들에서 많이 활용되었다. 이덕희 · 권영선 · 이동희(2002)은 식(2)를 이용하여 이동전화 서비스의 소비자 잉여를 구하였다. 이 때에 성낙일(1999)이 제안한 우리나라 전화통화 수요의 요금 및 소득탄

력성 추정 모형을 이용하였다. 성낙일(1999)은 가입수요를 내생변수로 간주하였는데, 통화수요 함수를 추정할 때에 오차항과 사이에 상관관계가 존재하므로, 불일치 추정이 이루어진다. 그러므로 외생변수들을 이용하여 가입수요 함수를 추정한 후, 가입수요 추정치를 구해서 이용수요 함수의 가입자 수에 대한 도구변수(instrumental variable)로 사용하였다. 그리고 시내전화, 시외전화, 국제전화의 수요함수를 각각 만들고, 연립성을 고려하여 외견무상관회귀(Seemingly Unrelated Regression) 방법으로 한꺼번에 추정하였다. ‘더빈-왓슨 검증’(Durbin-Watson test)에서 오차항에 자기상관(autocorrelation)을 발견한 경우 ‘코크란-오컷’(Cochrane-Orcutt) 방법을 사용하였다.

이덕희·권영선·이동희(2002)도 통화수요에 대한 회귀모형을 만들면서 가입자의 수를 설명변수에 포함시켰다. 그리고 가입자의 수를 가입요금, 통화요금, 소득수준에 따라 결정되는 내생변수로 판단하여 식(3)을 만든 후, 일치 추정량을 구하기 위해 도구변수 분석법을 이용하였다. 더빈-왓슨 검증과 ‘Breusch-Godfrey erial Correlation LM’ 검증을 시행하여 오차항의 자기상관을 발견하였다. 그리하여 일반화된 최소제곱법(Generalized Least Squares)으로 추정하였다.

$$\log N_t = \alpha_0 + \alpha_1 \log\left(\frac{P_{St}}{CPI_t}\right) + \alpha_2 \log\left(\frac{P_G}{CPI_t}\right) + \alpha_3 \log\left(\frac{GDP_t}{CPI_t}\right) + e_t \quad (3)$$

여기서 N_t : 가입수요, P_{St} : 가입요금, P_G : 통화요금,
 CPI_t : 소비자물가지수

추정된 식(3)을 이용하여 가입수요 추정치를 구한 후, 월평균 통화량(Q_t)을 종속변수로 갖는 수요함수(식(4))에 설명변수로 사용하였다. 그리고 이동통신 사업에 경쟁을 도입하기 전후에 대하여 각각 회귀분석을 수행하였다. 가격탄력성(β_2)를 추정한 후 연도별로 소비자 잉여를 계산하고, GDP 대비 비중을 계산하였다.

$$\log Q_t = \beta_0 + \beta_1 \log\left(\frac{P_{St}}{CPI_t}\right) + \beta_2 \log\left(\frac{P_G}{CPI_t}\right) + \beta_3 \log\left(\frac{GDP_t}{CPI_t}\right) + \beta_4 \log(N_t) + \eta_t$$

(4)

여기서 Q_t : 월평균 통화량, GDP_t : 국내총생산

이덕희·이동희(2004)는 이덕희·권영선·이동희(2002)에 생산자 잉여 추정을 추가하였다. 생산자 잉여는 기업의 매출(revenue)에서 생산비용(variable cost)을 차감하여 구했는데, 이는 총 비용에서 고정(fixed cost)비용을 제외한 금액이다.

$$\begin{aligned} \text{Producer's Surplus} &= \text{Total Revenue} - \text{Variable Cost} \\ &= \text{Total Revenue} - (\text{Total Cost} - \text{Fixed Cost}) \\ &= \text{이윤} + \text{Fixed Cost} \end{aligned}$$

고정비용은 장기에는 없지만 단기에는 존재한다. 특히 이동통신은 장기에 통화와 무관한 고정비용이 없거나 미미한 것으로 알려진다(김상택, 2003). 그러므로 고정비용을 '0'으로 가정하고 분석한 후, 소비자 잉여와 생산자 잉여를 합쳐서 사회적 후생을 추정하였다.

한편, Alexander, Kern & Neil(2000)의 모델을 이용하여 간단히 소비자 잉여를 구할 수 있게 되면서, 수요의 가격탄력성 추정의 의미가 매우 커졌고 후속 연구들도 많이 진행되었다. ·econ(2001)은 영국 BT(British Telecom)의 FTM(fixed to mobile) 통화의 가격탄력성을 계산하였다. 낮, 저녁, 주말 등 3가지 시간대에 대한 회귀모형과, 여기에 종속변수의 1차 시차변수를 독립변수로 포함한 모형, 잔차의 1차 시차를 포함한 모형(error correction model) 등 3가지 모형을 독립적으로 혹은 외견무상관회귀 방법을 이용한 연립방정식으로 분석하였다.

$$\ln(\min_t) = \eta + \phi_1 \ln(\text{tar}_t) + \phi_2 \ln(\text{handset}_t) + \phi_3 \ln(\text{houseinc}_t) + \phi_4 \ln(\min_{t-1}) + \omega_t \quad (5)$$

여기서 \min_t : 통화시간, tar_t : 요금, handset_t : 휴대폰 숫자,
 houseinc_t : 가구 소득

식(5)와 같이 1차 시차변수가 회귀모형에 포함하면 장단기 탄력성을 모두 구할 수 있다. 가격 변수의 계수 값(ϕ_1)은 단기 탄력성이며, $\phi_1/(1-\phi_4)$ 은 장기 탄력성으로 해석할 수 있다. 단기 탄력성은 특정 시점의 가격 변화가 그 시점의 통화량에 영향을 미치는 효과이며, 장기 탄력성은 그 시점 이후의 통화량에 지속적으로 미치는 효과를 의미한다.

한편, ‘error correction 모형’에서는 증분 데이터를 사용하여 회귀분석을 수행하는데, 1시기 전의 잔차 데이터를 ‘error correction term’으로 포함한다. 시계열 자료의 분석에서 흔히 나타나는 가성회귀(spurious regression)를 극복하기 위한 방법인데, 수준이 아닌 변화 자료를 분석하면 의미를 상실하여 해석이 어려워지는 단점이 있다.

정우수·조병선(2007)은 이동전화 통화수요의 요금탄력성을 추정하였다. 이를 위해 통화수요를 종속변수로 채택하고, 요금, 소득, 가입자 수 등의 설명변수를 갖는 로그선형함수를 만들어 일반화된 적률추정법(Generalized Method of Moment)으로 분석하였다. 요금과 가입자의 수가 내생변수임을 고려하여 일치추정량을 얻기 위해 도구변수를 사용하였다. 그리하여 장단기 요금탄력성을 1인당, 전체 통화수요에 대해 각각 추정하였다. 이 모형은 ·econ(2001)과 유사한 것으로 판단된다. 그리고 ‘Box-Cox’ 변환모형을 이용하여 요금탄력성의 추이를 계산하였다. 시계열 자료에서 흔히 나타나는 가성회귀를 회피하기 위해 단위근 검증(unit root)을 실시한 후, 공적분 검증(cointegration test)을 수행하였다.

2. 정확 후생 접근법

소비자 잉여를 추정하기 위해서는 수요함수의 형태를 확인하는 것이 선결 과제이다. 시장에서 축적된 자료를 이용하여 수요함수를 계량경제학적인 방법론으로 추정하면 통상수요함수(Marshallian demand function)를 구할 수 있다. 그런데 이 함수는 가격의 변화가 초래하는 소득의 한계효과도 포함하고 있다. 즉 재화의 가격이 하락하면 소비자의 소득이 증가하는 효과가 나타나는데, 통상수요곡선에는 소득의 변화에 의한 효과도 반영되어 있다. 그러므로 이 효과를 배제하고 순수 가격변화의 효과만 반영된 보상수요곡선(Compensated Demand Function, Hick's Demand Function)를 이용하여 구한 보상변화(Compensated Variation)나 동등변화(Equivalent Variation)가 미시경제학 이론에 부합한다. 그런데 Hicks가 제안한 이 수요곡선은 시장 자료로부터 직접 도출할 수가 없으므로, 추정이 어렵다.

그래서 시장에서 관찰한 데이터로 편리하게 추정할 수 있는 통상수요함수를 이용하여 후생효과를 추정해 왔다. Willig(1976)는 수요함수를 추정할 때에 발생하는 오차보다 통상수요곡선 사용으로 인해 초래되는 오차가 적고, 통상수요곡선을 사용하여 구한 보상변화의 값이 보상수요곡선으로 구한 값과 오차가 적기 때문에 좋은 근사치를 제공한다고 주장하였다.

Hausman(1981)은 시장의 자료로 추정한 통상수요곡선을 이용하여 정확한 보상변화를 도출하는 방법을 제안하였는데, 이를 '정확 소비자 후생' (정확후생, Exact Consumer's Surplus)이라고 명명하였다. 통상수요함수로부터 간접효용함수를 구하고, 이를 이용하여 지출함수를 구한다. 이 방법이 효용함수를 추정하는 것보다 더 유연하며, 함수의 형태에 대한 가정이 불필요한 장점이 있다. 이 방법을 이용하여 분석한 결과 소득 대비 비용의 비중이 낮은 상품들에 대해서는 Willig(1976)의 주장이 지지되는 것으로 나타났다. 그러나 이 경우에도 사중손실(deadweight loss)은 차이가 많은 것으로 밝혔다.

식(6)과 같이 가격탄력성이 일정한 로그선형 수요함수를 가정할 수 있다.

$$x = e^{z\gamma} p^\alpha y^\delta \quad (6)$$

여기서 x : 수요량, p : 가격, y : 소득, z : 나머지 요인

이 수요곡선에 대한 정확후생은 식(7)을 이용해 보상변화로 구할 수 있다.

$$CV(p^0, p^1, y^0) = \left\{ \frac{(1-\delta)}{(1+\alpha)y^{0\delta}} [p^1 x^1 - p^0 x^0] + y^{0(1-\delta)} \right\}^{1/(1-\delta)} - y^0 \quad (7)$$

여기서 CV : 보상변화(compensated variation),
0 : 가격 변화 이전 상태, 1: 가격 변화 이후 상태

Hausman(1997)은 이 방법을 이용하여 FCC(Federal Communications Commission)로 인한 이동전화 메시징과 셀룰러 서비스의 지연이 초래한 소비자 후생 손실을 추정하였다. 그리고 Hausman(1981)에서 로그선형 수요함수의 (원점 대비) 볼록한 형상으로 인해 낮은 수요구간에서 과도한 효용이 추정되는 비현실성을 인정하고, Alexander, Kern & Neil(2000)의 제안에 따라 식(2)를 이용하여 잉여의 하한(lower bound)을 도출하였다.

김동주 외(2008)는 이동전화 서비스의 소비자 잉여를 추정하면서 두 가지 방법을 모두 사용하였다. 추가로 호주 통신청(ACA, 2002)의 모델도 사용하여 결과를 서로 비교하였다.

3. 시뮬레이션 접근법

Breslaw & Smith(1995)는 Hicks의 보상변화 또는 동등변화를 시뮬레이션으로 구하는 방법을 식(8)과 같이 제안하였다.

$$CV = q(p^0, y^0)\Delta + 0.5S(p^0, y^0)\Delta^2 + \dots + R \quad (8)$$

$$\text{여기서 } S(p, y) = \frac{\partial h(p, u^0)}{\partial p} = \frac{\partial q(p, y)}{\partial p} + h(p, u^0) \frac{\partial q(p, y)}{\partial y},$$

Δ : 가격 변동분, R : the remainder term

통상수요함수 추정으로 구한 계수값들을 이용하여 $S(p,y)$ 를 구한 후, 최종적으로 식(8)을 추정하였다. 이 때 가격 변화(Δ)를 최대한 잘게 나누어서 많은 반복계산을 수행하면 테일러 전개를 축약함으로써 초래되는 오차를 줄일 수 있다. 최종적으로 각 스텝에서 구한 CV를 모두 합산하여 가격의 변동에 따른 보상변화를 도출하였다.

조상섭·이한영·강신원(2009)은 Breslaw & Smith(1995)의 방법을 이용하여 이동통신 시장의 구조와 주파수 사용대가 등이 통신요금에 미치는 영향과 소비자 잉여를 분석하였다. 다양한 상품에 대한 복수의 방정식을 연립하여 외견무상관회귀 방법으로 분석하여 수요모형을 추정하였다. 그리고 주파수 가격의 변화가 소비자 잉여에 미치는 영향을 식(8)을 이용하여 추정했다. 또한 주파수 할당 대가(spectrum license fee)의 변화가 이동통신 요금에 미치는 영향과 소비자 잉여의 변화를 추정하였다.

4. 수요함수와 마크업 방정식 모형

Hazlett & Munoz(2004)는 경매에서 정부가 높은 수익을 거둘 경우에 성공적이라고 평가 받고, 낮은 수익을 거두면 실패라고 간주하는 것은 불합리하다고 지적하였다. 그리고 지대를 창출하는 주파수 정책이 사회적인 비용을 초래한다고 주장하면서, 경매 등 주파수 정책과 성과의 효율성 사이의 관계를 분석하였다.

꾸르노 경쟁(Cournot competition)상황에서 일정한 한계비용과 수요 탄력성을 가정하고 경매 입찰 모형을 만들었다. 그리고 공급측면을 설명하는 마크업 방정식(markup equation)과 수요함수를 로그선형 모형으로 만들어 연립방정식을 구성하고, 내생변수로 판단되는 설명변수에 대해 도구변수 분석을 수행한 후, 패널 연립방정식을 분석하였다. 그리고 설명변수들을 평균값에 고정한 후 가격의 변동을 시뮬레이션하여 가격효과를 분석하였다. 특히 주파수 할당량이 증가하는 상황을 가정하고, 이에 따른 HHI(Herfindal-Hershman Index)의 탄력성을 추정하여 성과의 변화 추정에 이용한 점이 평가받을 요소이다. 그리고 요금

과 성과의 변화를 반영하여 소비자 잉여의 변화를 추정하였다. 그런데 주파수의 공급이 HHI의 변화로 이어질 경우에 이 모형이 가치를 가지므로, 시장의 변화가 적은 우리나라의 상황에 이용하기에는 제한이 있다.

윤충한·변희섭(2008)은 여유 주파수를 이동전화 산업에 사용할 경우의 경제적 가치를 부가가치, 소비자의 편익 등 다양한 기준으로 추정하였다. 소비자의 편익은 투입 주파수의 증가로 인한 신규 사업자 진입, 그리고 경쟁의 심화로 인한 시장구조의 변화, 요금 하락과 통화량의 증가가 유발할 효과를 추정하였다. 이를 위해 Hazelnut & Munez(2004)이 제안한 마크업 방정식과 수요함수의 추정 결과를 이용하고, Alexander, Kern & Neil(2000)의 모형을 이용하여 소비자 잉여를 계산하였다.

김용규·김지연(2011)은 700MHz 대역의 주파수를 이동통신용으로 100MHz 만큼 이용할 경우의 후생증가를 Hazelnut & Munez(2009) 모형을 이용하여 분석하였다. 이 때 마크업 방정식에 주파수의 대역폭을 설명변수로 포함시켜, 대역폭의 변동에 따른 후생변화를 시뮬레이션하였다. 연립방정식 패널모형을 추정하였는데, 하우스만 검증(Hausman test)을 거쳐서 고정효과 모형을 사용하였다. 그리고 생산자의 영업이익률에 매출 증가분을 곱하여 생산자 잉여를 산출하고, 소비자 잉여를 합해서 사회적 후생효과를 종합적으로 도출하였다.

5. 기타 접근법

경제학적인 방법론들 중에서 의미 있는 선행연구 사례를 추가로 고찰한다. 윤기호·이홍재(2005)는 경매제도를 도입하기 이전의 과도기적인 상황에서 행정적으로 주파수의 대가를 결정할 때에 전파자원 이용의 효율성을 담보할 수 있는 모형을 만들었다. 그리하여 이윤극대화 가정과 기업의 재정적인 제약, 수요의 불확실성이 존재하는 상황에서 할당대가의 일부를 고정금액으로 징수하고, 나머지는 매출액과 연동하여 로열티 형태로 징수하는 방안이 최적이라고 주장하였다. 그리고 고정금액은 기업의 이윤을 전액 회수할 수 있는 수준이 합당한 것으로 밝혔다.

강임호·윤성호(2010)는 윤기호·이홍재(2005)의 연구를 확장하여, 시장에 대하여 정부와 사업자 사이에 정보 비대칭성이 존재하는 경우에 최적 대가산정 방식을 연구하였다. 주파수로 인해 실현되는 수요의 크기와 무관하게, 동일한 대가를 받고 할당하는 경우보다는 수요의 크기에 따라 유인계약 방식을 적용하여 사업자들이 할당대가를 선택하게 하는 경우에 정부의 재정수입이 증가함을 밝혔다. 그리고 IMT-2000 사업권의 할당에서 3 사업자가 경쟁하는 경우에 대해 모형을 적용한 결과, 로열티 부과가 최적임을 확인하였다.

강임호·윤기호(2006)는 주파수의 할당에서 수요예측의 어려움을 강조하고, 윤기호·이홍재(2005)의 모형을 확장하여 IMT-2000 사례에 적용하였다. 3개의 주파수를 3개의 동질적이며 꾸르노 수량 경쟁을 하는 기업에 배분함을 가정하였다. 수요의 불확실성을 고려하였고, 탄력성이 일정한 수요함수를 가정하였다. 기업의 이윤 극대화와 꾸르노 내쉬 균형, 그리고 정부의 대가수입 극대화 조건 하에서 최적의 할당대가를 고정금액과 로열티로 나누어 추정하였다.

6. 소결

다양한 학문적 배경 위에서 주파수의 경제적 가치를 추정하기 위해 제안된 다양한 방법론들을 고찰하여 많은 시사점을 얻었다. 본 연구에서는 경제학적인 방법론들의 장단점과 활용가능성을 고려하여 최적의 모델을 선택하고자 하였다. 특히 자료의 한계로 인해 미시적 방법론들은 배제하고, 거시적 방법론들을 고려하였다.

그리하여 주파수를 이용한 서비스의 부가가치율을 측정하여 GDP에 대한 기여도를 분석한 Falch & Tadayoni(2000)의 모형을 채택하였다. 그리고 주파수로 인한 소비자 잉여를 정확하게 추정할 수 있는 Hausman(1981)의 모형과, 시뮬레이션 방법으로 추정하는 Breslaw & Smith (1995)의 모형, 그리고 적용이 간편한 Alexander, Kern & Neil(2000)의 모형을 채택하여 분석한 후, 결과를 서로 비교한다.

제 3 절 이동통신 주파수의 경제적 파급효과 분석

1. 경제적 파급효과 분석 방법³⁷⁾

가. 산업연관분석의 개요

통계자료가 부족한 상황에서 할당된 주파수가 이동통신 산업을 통해 국민 경제에 창출하는 파급효과(spillover effect)를 분석하기 위해서는 투입·산출분석(input-output analysis) 또는 산업연관분석이 적합하다.

산업연관분석은 한국은행에서 5년마다 발간하는 산업연관표를 사용한다. 이 통계표에는 1년 동안 국민경제 내에서 재화와 서비스의 생산 및 처분과정에서 발생하는 모든 거래가 산업별로 일정한 원칙과 형식에 따라 기록되어 있다. 그리고 국민경제의 구조를 파악하기 용이한 일반 균형모형으로, 산업부문들을 미시적으로 파악하면서도 거시적으로 산업간 연관관계를 분석할 수 있다(강광하, 2000).

산업연관분석은 1785년에 케네(F. Quesnay)가 만든 경제표(Tableau economique)가 기원이다. 그 후 왈라스(L. Walras)의 일반균형이론을 거쳐서 레온티에프(W. Leontief)에 의해 1936년에 고안되었다. 레온티에프는 실증적 연구로 제2차 세계대전 후 미국의 철강생산 수준과 관련된 고용문제를 산업연관분석으로 예측하여 유용성을 입증하였다(Miller & Blair, 1985). 이후 미국에서는 1947년부터, 영국에서는 1948년, 일본에서는 1951년부터 산업연관표가 작성되기 시작했다.

우리나라에서는 1958년에 1957년과 1958년의 산업연관표를 작성하기 시작하였고, 1960년 산업연관표부터 체계적으로 작성하였다. 5년마다 실측표를 작성하여 발표하다가, 2005년부터는 매년 연장표를 작성하고 있다. 최근에는 2015년에 실측표를 발표하였고, 2016년부터 매년 연장표를 발표하고 있다.

37) 산업연관분석의 자세한 내용은 한국은행(2019)을 주로 참조하였다.

1단위를 생산하기 위해 투입해야 할 각 산업부문(i)의 생산물의 크기를 나타내므로, 투입계수라고 부른다. 비경쟁수입형표를 이용하면, 국산거래표에서 국산 투입계수 a_{ij}^d 를, 수입거래표에서 수입투입계수 a_{ij}^m 를 구할 수 있다.

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \quad a_{ij}^d = \frac{x_{ij}^d}{X_j}, \quad a_{ij}^m = \frac{x_{ij}^m}{X_j} \quad (9)$$

그리고 j산업의 부가가치액을 총투입액으로 나눈 값은 j산업부문에서 생산물 1단위를 생산할 때 창출되는 부가가치율이 된다.

$$a_j^v = \frac{V_j}{X_j} \quad (10)$$

<표 5-2>를 식(9)와 (10)으로 나타내면 식(11)의 물량균형식이 된다.

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 - M_1 &= X_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 - M_2 &= X_2 \\ &\vdots \\ a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n - M_n &= X_n \end{aligned} \quad (11)$$

그리고 물량균형식을 행렬식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\begin{array}{ccccc} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} & + & \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} & - & \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ \cdot \\ M_n \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} \\ A & X & & Y & & M & & X \end{array}$$

행렬식을 간략하게 표시하면 식(12)와 같다.

$$X = (I - A)^{-1}(Y - M) \quad (12)$$

비경쟁수입형표를 이용하면 국산품에 대하여 식(13)과 같은 물량균형식을 얻을 수 있다. 여기서 Y^d 는 국산품에 대한 최종수요 벡터를 나타낸다. 국산품 최종수요(Y^d)가 주어질 때 이를 충족하는데 필요한 산출액(X)과의 관계를 보여 주는데, 여기서 $(I - A^d)^{-1}$ 를 생산유발계수 행렬이라고 부른다.

$$X = (I - A^d)^{-1} Y^d \quad (13)$$

식(13)에 부가가치계수의 대각행렬(diagonal matrix) A^v 를 곱하면 부가가치 유발계수 행렬 $A^v(I - A^d)^{-1}$ 을 얻을 수 있다. 이는 국산품에 대하여 최종수요(Y^d)가 한 단위 발생할 경우에 국민경제 전체에서 직·간접으로 유발되는 부가가치를 의미한다.

2. 경매를 통해 할당된 주파수가 창출한 경제적 파급효과

가. 투입산출 분석

유통 과정에서 발생하는 경제적 효과를 배제하기 위해 생산자 가격을 기준으로 선택하고, 기기와 장비 등의 수출입 효과를 배제하기 위해 비경쟁표를 사용하였다. 산업연관분석에서는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과, 수출입 유발효과 등 다양한 파급효과를 계산할 수 있다. 그러나 본 연구는 주파수가 창출한 경제적 효과를 Falch & Tadayoni(2000)가 제안하고 후속연구들이 답습한 바와 같이, GDP 성장에 미치는 효과의 분석으로 범위를 제한하였다. 그러므로 부가가치 유발효과만 추정하였다. 그리고 수요유도형 모형을 채택하였는데, 이는 시장에서 이동통신 서비스에 대한 수요가 먼저 발생하고, 이를 뒷

받침하기 위해 기술개발과 장비공급이 이루어지면서 경제적 효과가 발생하는 구조를 전제한 것이다.

<표 5-3>에 나타난 바와 같이 2016년 분류표에는 이동통신산업과 관련하여 5912(무선 및 위성 통신서비스), 3512(이동전화기), 그리고 3519(기타 무선통신장비 및 방송장비) 등 3개의 기본부문이 확인된다. 그러므로 해당 부문의 유발계수를 분석에 사용할 수 있다. 이 부문들은 상위 분류인 소분류에서는 다른 기본부문과 합병되므로, 결과의 정밀도 향상을 위해 기본부문을 이용할 필요가 있다. 그런데 2015년 실측표 이전 자료는 소분류까지만 한국은행에서 온라인으로 제공하고 있으므로, 2016년 연장표부터 기본부문 자료를 이용할 수 있다. 발표된 자료에 매년 변화가 나타나므로, 기본부문 자료를 확보하기 어려운 2011년 ~ 2016년의 실적에 대해서는 2016년의 자료를 이용하고, 그 이후에는 매년 발표된 자료를 이용하여 분석하였다.

<표 5-3> 부가가치 유발효과 계수

기본부문 분류		효과	2016	2017	2018	2019
5912	무선 및 위성 통신서비스	직접효과	0.46959	0.44882	0.44049	0.44098
		간접효과	0.40414	0.40817	0.40931	0.39620
		합계	0.87373	0.85699	0.84980	0.83718
3512	이동전화기	직접효과	0.21608	0.23308	0.26944	0.26373
		간접효과	0.26420	0.23142	0.21926	0.18640
		합계	0.48028	0.46450	0.48869	0.45013
3519	기타 무선통신장비 및 방송장비	직접효과	0.20439	0.22883	0.28041	0.24128
		간접효과	0.25039	0.22513	0.15382	0.25113
		합계	0.45478	0.45397	0.43424	0.49241

분석 자료들이 모두 화폐 단위이므로, 통계청이 2015년 기준으로 발표한 소비자 물가지수(Consumer Price Index, CPI)를 2019년을 기준으로 환산하여 적용하였다. 그러므로 본 절의 분석 결과는 모두 2019년의 물가를 기준으로 해석되어야 한다.

〈표 5-4〉 우리나라의 소비자 물가지수(CPI)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CPI	90.34	92.31	93.51	94.70	95.37	96.30	98.17	99.62	100.00

※통계청, 소비자물가지조사.

경매를 통해 할당된 주파수는 모두 LTE(Long-Term Evolution)나 5G 서비스에 사용되었으므로, 해당 서비스의 매출액을 살펴본다. 정보통신정책연구원의 ‘통신시장경쟁상황 평가’ 보고서에는 2012~2017년 사이에 창출된 4 ~ 5G 서비스의 영업수익을 보여준다. 그런데 2018년부터는 기술방식별로 구분된 자료를 제공하지 않기 때문에, 2018년과 2019년에 대해서는 과기정통부·KAIT·KEA(2021.7)가 발표한 ‘2020 ICT실태조사’ 자료를 이용한다. 두 자료는 수치상 차이를 보이지만, 2016년 이후에는 차이가 많이 줄어들었다.

〈표 5-5〉 LTE, 5G 서비스의 영업수익(명목) (단위 : 억원)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
영업수익	49,768	132,136	176,409	197,726	211,395	220,733	205,065	204,433

* 출처 : 정보통신정책연구원, 통신시장 경쟁상황 평가 각호, 과기정통부·KAIT·KEA(2021.7).

LTE와 5G 서비스는 2012년 ~ 2019년 사이에 연간 4조 7천억 ~ 19조 3천억 원의 부가가치를 창출하여 GDP에 기여한 것으로 나타났다. 이 중 이동통신 산업 내부에서 직접 창출된 부가가치는 매년 2조 5천억 ~ 10조 3천억 원이며, 타 산업부문에서 창출된 부가가치는 2조 2천억 ~ 9조 2천억 원으로 직접 효과가 조금 더 크다. 연도별로는 2017년에 19조 3천억 원으로 정점에 도달한 후, 천천히 줄어들고 있다.

<표 5-6> LTE, 5G 이동통신 서비스의 부가가치 유발효과(실질) (단위 : 억원)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
직접효과	25,317	66,354	87,471	97,353	103,083	100,917	90,675	90,151
간접효과	21,788	57,106	75,280	83,784	88,716	91,777	84,257	80,996
합계	47,105	123,460	162,751	181,137	191,799	192,694	174,932	171,147

나. 경제적 파급효과

내수용 이동전화 단말의 생산액은 <표 5-7>에 나타나 있다. 이동통신 주파수는 국내에서만 사용되므로, 이동전화 단말도 이 주파수를 사용하는 내수용을 대상으로 한다. 그러므로 국내에서 생산한 물량 중에서 수출한 물량을 제외해야 한다. 그리고 해외에서 수입되는 단말기는 국내에서 부가가치를 창출하는 효과가 현저히 떨어지므로 분석에서 제외한다. 마지막으로, 내수시장에서 판매된 국산 이동전화 단말기 중에서 2G와 3G 단말은 경매를 통해 할당된 주파수를 사용하지 않기 때문에 분석에서 배제한다.

그런데 기술 방식별로 단말기 생산액을 정리한 자료를 구하기가 어려워, 가입자의 비중을 기준으로 LTE와 5G 단말기의 생산액을 추정하였다. 그리하여 2011년 ~ 2019년 사이에 내수용 4 ~ 5G 단말기가 연간 5,500억 ~ 13조 9천억 원 만큼 생산된 것으로 추정하였다. 그러나 현실적으로 신기술을 적용한 단말기의 가격이 기존 방식의 단말기보다 가격이 높을 것이므로, 이 부분에서 오차가 포함될 여지가 있다.

<표 5-7> 내수용 LTE, 5G 단말기 생산규모 추정(명목) (단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
생산액	5,524	66,423	121,805	138,891	138,032	121,618	99,454	89,348	82,587

※ 출처 : 과기정통부 · KAIT · KEA (2021.7)

내수용 이동통신 단말기의 생산으로 2011년 ~ 2019년 사이에 연간 2,937억 ~ 7조 원의 부가가치가 창출되었다. 이 중 이동통신 단말기 제조업에서 직접 창출된 부가가치는 1,321억 ~ 3조 2천억 원이며, 타 산업부문에서 창출된 부가가치는 1,616억 ~ 3조 9천억 원으로 간접효과가 조금 더 크다. 시기별로는 2014년까지 부가가치 유발효과가 빠르게 증가하였으나, 2015년부터 하락하였다.

<표 5-8> 내수용 LTE, 5G 단말기 생산의 부가가치 유발효과(실질) (단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
직접효과	1,321	15,548	28,145	31,689	31,272	27,289	23,613	24,166	21,780
간접효과	1,616	19,011	34,414	38,747	38,238	33,367	23,445	19,665	15,394
합계	2,937	34,559	62,559	70,436	69,510	60,656	47,058	43,831	37,175

사업자가 주과수를 할당받으면 서비스를 준비하면서 네트워크 설비투자를 진행한다. 그러므로 설비투자 비용의 지출에 따른 부가가치 유발효과도 추정할 필요가 있다. 정보통신정책연구원에서 발간하는 ‘통신시장경쟁상황평가’ 보고서에는 투자비용이 나타나 있는데, LTE 투자비용을 2014년까지만 수록하고 있다. 2015년부터는 기술방식의 구분 없이 전체 설비투자 비용을 제공하고 있다. 그러므로 2014년까지는 LTE 비용을, 2015년부터는 전체 설비투자 비용을 분석에 사용하였다. 2015년부터는 2G, 3G 가입자의 비중이 줄어들고, 설비투자가 서비스에 선행한다는 점을 고려하면 2G, 3G 네트워크에 대한 투자가 많지 않을 것이므로 오차는 제한될 것으로 판단된다. 그리고 2014년의 LGU+의 투자비용이 누락되어 있는데, 2013년과 동일한 것으로 가정하였다.

<표 5-9> LTE, 5G 서비스 설비투자 규모(명목) (단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
투자액	9,372	41,692	31,509	27,504	29,467	29,174	28,412	27,383	61,014

※ 출처 : 정보통신정책연구원, 통신시장경쟁상황평가 각호

* SKT는 네트워크와 이외 투자지출 합계 기준, KT는 무선투자지출 기준, LGU+는 무선 네트워크 투자지출 기준

2011~2019년 사이에 설비투자를 통해 창출된 부가가치액은 연간 4,718억 ~ 3조 원에 이른다. 이 중에서 이동통신 산업 내부에서 직접 창출된 효과는 2,120억 ~ 1조 5천억 원이며, 타 산업에서 창출된 효과는 2,598억 ~ 1조 5,322억 원으로 간접효과가 조금 더 크다. 연도별로는 LTE 서비스 초기인 2012년에 2조 원 수준까지 증가한 후 2018년까지 줄어들다가, 5G 주파수를 받고 난 2019년부터 3조 원 대로 급증하였다.

<표 5-10> LTE, 5G 이동통신 설비투자의 부가가치 유발효과(실질) (단위 ; 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
직접효과	2,120	9,231	6,887	5,936	6,315	6,192	6,623	7,708	14,721
간접효과	2,598	11,309	8,437	7,272	7,736	7,586	6,516	4,228	15,322
합계	4,718	20,540	15,324	13,208	14,051	13,778	13,139	11,936	30,044

<표 5-11>에는 4 ~ 5G 서비스로 인해 각 산업부문에서 창출된 부가가치 효과를 종합적으로 보여주고 있다. 2011년 ~ 2019년 사이에 7,655억 ~ 26조 6천억 원의 부가가치가 창출되었다. 연도별로는 2016년에 정점에 도달한 후 점차 줄어들고 있다. 산업부문별로는 서비스 부문에서 2017년에 최대 19조 3천억 원을 달성하였고, 휴대폰 제조업이 2014년에 7조 원을 달성하였다. 설비투자 부문은 2019년에 3조 원을 기록하였다.

<표 5-11> LTE 및 5G 서비스의 부가가치 창출 효과 (단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LTE, 5G 서비스		47,105	123,460	162,751	181,137	191,799	192,694	174,932	171,147
휴대폰 내수생산	2,937	34,559	62,559	70,436	69,510	60,656	47,058	43,831	37,175
설비투자	4,718	20,540	15,324	13,208	14,051	13,778	13,139	11,936	30,044
합계	7,655	102,203	201,343	246,395	264,698	266,232	252,891	230,700	238,365

4 ~ 5G 서비스가 창출한 부가가치 효과 중에서 경매를 통해 할당된 주파수의 기여분을 구분할 필요가 있다. 이를 위해 주파수의 이용현황을 먼저 파악하여야 한다. <표 5-12>에는 주파수 경매가 시작된 2011년부터 이동통신사업자들의 주파수 이용동향을 조사한 내용이 요약되어 있다³⁸⁾.

<표 5-12> LTE, 5G 서비스에 사용 중인 주파수 현황 (단위 : MHz, %)

합계	4~5G용 주파수(MHz)①	경매할당 주파수(MHz)②	경매주파수의 비중(②/①)
2011	53.3	3.3	6.3%
2012	125	45	36.0%
2013	145	65	44.8%
2014	200	120	60.0%
2015	200	120	60.0%
2016	240	155	64.6%
2017	360	220	61.1%
2018	383.3	243.3	63.5%
2019	640	500	78.1%

4 ~ 5G 서비스가 창출한 부가가치 유발효과를 주파수 대역폭의 비중을 기준으로 나누면, 2011년 ~ 2019년 사이에 연간 478억 ~ 18조 6천억 원의 부가가치가 경매로 할당된 주파수에 의해 창출된 것으로 나타났다(<표 5-13> 참조). 이 중에서 이동통신 서비스 부문에서 2016년에 최대 12조 4천억 원이 창출되었고, 휴대폰 제조업에서는 2014년에 최대 4조 2천억 원이 창출되었다. 그리고 설비투자 부문에서 2019년에 최대 2조 3천억 원의 부가가치가 창출되었다.

38) 국내 이동전화사업자들의 주파수 이용 현황을 과기정통부의 내부자료와 각종 참고자료를 이용하여 조사하였으며, 그 결과가 <부록>에 수록되어 있다.

<표 5-13> 경매로 할당된 주파수가 창출한 부가가치 효과(실질) (단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LTE, 5G 서비스		16,958	55,344	97,651	108,682	123,870	117,757	111,044	133,708
휴대폰 내수생산	184	12,441	28,044	42,262	41,706	39,173	28,758	27,823	29,043
설비투자	295	7,394	6,869	7,925	8,431	8,898	8,029	7,577	23,472
합계	478	36,793	90,257	147,837	158,819	171,942	154,544	146,444	186,223

제 4 절 이동통신 서비스의 수요함수 추정

1. 수요함수의 구성

가. 로그선형 수요함수

후생효과를 추정할 때에 데이터의 가용성을 고려하여 추정 모형을 만들 필요가 있다. 우선 분석 대상 주파수가 전적으로 사용된 4G 혹은 5G 서비스의 수요함수를 추정하는 방법이다. 그런데 LTE 서비스는 2011년 말 혹은 2012년부터 본격적으로 보급되었고, 2019년까지의 자료를 확보하였으므로 8 ~ 9개의 시계열 자료만 가용한 상태여서 신뢰성 있는 분석이 현실적으로 어렵다. 일부 선행 연구에서는 자료의 부족을 해결하기 위해 여러 나라의 자료를 함께 사용하여 분석하기도 했다(Hazlett & Munoz, 2004; 조상섭·이한영·강신원, 2009; 김용규·김지연, 2011; 임동민, 2017). 이 경우에 충분한 자료를 확보하기가 용이하지만, 우리나라와 해외 주요국의 이동통신 시장이 기준이나 추세를 공유한다는 증명되지 않은 강한 가정을 전제하는 셈이 된다. 그러므로 본 연구에서는 국내 자료만 사용하였고, 가용 자료를 늘리기 위해 모든 시점의 이동전화 사업에 대한 시계열 자료를 확보하여 수요함수 추정에 이용하였다. 그리고 분석을 마친 후 4 ~ 5G 서비스에서 경매할당된 주파수가 창출한 후생효과를 분리하였다. 이

동통신에 대한 시장 자료는 대부분 ‘통신시장경쟁상황평가’ 보고서를 통해 확보하였다. 일부는 과학기술정보통신부에서 발표하는 ‘무선통신서비스 통계 현황’을 참고하였다.

수요함수를 구성할 때에 현실적으로 타당한 결과를 도출할 수 있도록 주의할 필요가 있다. 우선 이동통신 환경을 반영하여 수요를 가장 잘 대변할 수 있는 변수를 종속변수로 선택할 필요가 있다. 즉, 미디어 환경의 빠른 변화와 통신서비스 이용행태의 변화를 반영할 수 있어야 한다. 국내 선행연구들은 대부분 통화량을 수요량으로 삼았다. 김동주 외(2008)는 가입자당 월 평균 발신통화량을, 정우수·조병선(2007)은 전체 또는 1인당 모바일 발신 통화량을, 이덕희·권영선·이동희(2002)는 월평균 통화량을, 성낙일(1999)은 통화수요를, 조성한·백태영·엄명용(2005)은 월 통화량을 종속변수로 삼았다. 해외자료에서도 ·econ(2001)은 총소매 통화(분)를, Hazlet & Munez(2004)도 총 통화(분)를 선택하였다. 한편 이명호·서무정(2003)은 연간 이동전화 이용 건수를 종속변수로 삼았다. 과거에는 음성통화 위주로 이동통신을 이용하였고, 문자 메시지를 보조적으로 이용하였다. 그러므로 통화량이 수요를 대변하는 지표의 역할을 훌륭하게 수행할 수 있었다.

그런데 2010년 이후 아이폰이 보급되면서 스마트폰의 보급이 증가하고, 주력 단말기로 자리잡았다. 이로 인해 모바일 데이터가 이용도(시간 혹은 요금) 측면에서 압도적인 비중을 차지하게 되었다. 이를 반영하여 이동통신 요금제들이 음성통화를 무제한으로 제공하고, 기본 데이터의 제공량을 늘리면서 요금을 올리고 있다. 그러므로 납부하는 요금 중에서 데이터 서비스의 비중이 훨씬 높을 것으로 예상된다. 그래서 통화량 보다는 데이터 트래픽이 더 중요한 지표가 되어야 할 것으로 판단된다. 이를 선행연구에 반영하여 통화와 데이터에 대한 수요곡선을 각각 구성한 후 연립하여 추정하고, 서비스별로 소비자의 잉여를 구한 후 합산할 수 있겠다. 그러나 통화와 데이터에 대한 과금 자료가 구분되어 발표되지 않고 있어서, 각 수요함수식에 정확한 요금을 입력할 수 없다.

음성통화는 2013년부터 망내를 거쳐 망외, 유선전화까지 완전 무한 요금제가 출시되어 널리 보급되었다. 데이터 역시 정액요금제가 빠르게 확산되고 있

다. 이용자들은 자신이 지불하는 요금 중에서 음성과 데이터가 초래한 과금을 구분하기가 어려워졌다. 그리고 서비스 한 단위 사용에 대해 지불하는 실질적인 가격³⁹⁾도 정확하게 체감하기가 어려워져서, 가격과 이용량(통화량, 트래픽) 사이의 연관성이 낮아졌다. 서비스의 가격이 이용자가 수요량을 결정하는데 미치는 영향이 불확실하므로, 통화량이나 트래픽을 수요함수의 종속변수로 삼기에는 부적합하다.

이러한 이동통신 시장 환경의 변화를 반영하여 대표성과 정밀도가 낮아진 서비스 이용량 대신 가입자의 수를 종속변수로 삼았다. 유사한 사례로 Hausman(1997)이 이동통신 가입자를 종속변수로 삼은 사례가 있다. 그리고 데이터와 음성통화가 통합된 ARPU를 한달 이용권에 대한 가격으로 간주하여 설명변수에 포함시켰다. 사업자마다 매년 발표하는 월ARPU를 사업자별 가입자의 비중으로 가중평균하여 추정하였다. 사업자의 연간 매출을 연말 기준으로 발표되는 가입자의 수로 나누어서 ARPU를 추정할 수 있겠지만, 일년 동안 가입자의 유입과 유출이 반복되기 때문에 연평균 가입자의 규모와 연말 가입자 규모 사이에 차이가 있을 것으로 예상된다. 그러므로 분석의 정밀도를 높이기 위해 사업자가 직접 파악하여 발표한 ARPU 자료를 활용하였다.

식(6)에서 알 수 있는 바와 같이 소득도 수요곡선을 구성하는 필수 설명변수이다. 소득변수로는 한국은행과 통계청에서 발표하는 국민총소득⁴⁰⁾(Gross National Income, GNI)을 사용하였다.

이동통신 서비스와 경쟁관계에 있는 서비스에 대한 설명변수를 포함시키면, 이동통신 수요함수의 설명력이 높아질 가능성이 크다. 그래서 유선통신 가입회선(시내전화 + 인터넷 전화)을 설명변수로 추가하였다.

또한 이동통신 음성 발신통화량도 설명변수로 포함하였다. 성낙일(1999), 이

39) 본 절에서 요금(ARPU)과 가격(price)이 자주 언급되므로, 혼동을 방지하기 위해 이 둘을 구분하여 사용하였다. 요금은 가입자가 이동통신 사업자에게 월 단위로 납부하는 금액이며, 가격은 분, Mbyte 등 단위 사용량에 대해 지불하여야 하는 금액을 의미한다.

40) 국민총소득(GNI)은 한나라의 국민이 국내·외 생산 활동에 참가한 대가로 받은 소득의 합계로, 자국민이 국외로부터 받은 소득(국외 수취 요소소득)을 포함하며, 국내총생산 중에서 외국인에게 지급한 소득(국외지급요소소득)은 제외된다. 한 나라의 경제규모를 파악하는데 유용한 지표이다(출처 : 한국은행).

덕희·권영선·이동희(2002)는 가입수요와 통화수요를 구분하고, 가입수요를 통화수요 추정에 도구변수로 활용하였다. 그런데 본 연구의 수요함수 모형에서는 가입자의 수를 종속변수로 채택하였으므로, 통화수요를 나타내는 이동통신 음성 발신통화량을 설명변수에 포함시켰다. 가입자들이 이동통신 음성 발신통화를 창출하지만, 이 통화가 증가할수록 비가입자들에게 이동통신에 가입할 유인, 즉 모방효과가 증가하기 때문에 의미가 있다.

이동통신 가입 서비스를 생산하는데 가장 중요한 투입요소인 주파수의 총량을 설명변수로 포함시켰다. 이 요소는 사업자의 자율적인 의지를 넘어서 정부가 할당해 주어야만 확보할 수 있는 비탄력적인 자원이다. 가입자가 늘어나도 주파수의 부족으로 이를 제대로 감당할 수 없다면, 통화품질 악화로 인해 가입자가 다시 줄어드는 등 수요에 큰 영향을 미칠 것이다. 또한 충분한 주파수는 서비스 요금을 낮추어 가입자 확보에 유리하다. 그러므로 수요함수에 포함하여 식(14)와 같이 수요함수를 구성하였다.

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \times \ln P_t + \beta_2 \times \ln Y_t + \beta_3 \times \ln LN_t + \beta_4 \times \ln MV_t + \beta_5 \times Spect_t + u_t \quad (14)$$

여기서 t : 연도, Q_t : 이동통신 가입자, P_t : 이동통신 서비스요금(ARPU)
 Y_t : GNI, LN_t : 유선통신 회선, MV_t : 이동통신 음성 발신통화량, $Spect_t$: 이동사가 보유한 주파수 총량(MHz), u_t : 오차항

P_t 와 Y_t 는 화폐 단위로 표시되는 변수인데, 가치를 중심으로 정확하게 분석하기 위해서는 실질화 시킬 필요가 있다. 가격(P_t)에 대해서 이덕희·권영선·이동희(2002)와 성낙일(1999), Hauman(1997) 등은 CPI를 이용하였다. 그러므로 <표 5-4>에 나타난 2019년을 기준으로 환산한 CPI를 사용하여 실질화시켰다. 그리고 소득(Y_t)은 한국은행에서 발표하는 GDP 디플레이터(deflator)를 이용하여 실질화시켰다. 그러므로 본 연구의 결과로 도출되는 화폐의 단위는 모두 2019년의 가치 기준이다. <표 5-14>에 제시된 2003년 ~ 2019년의 자료들을 수요함수의 분석에 사용하였다.

<표 5-14> 수요함수 분석에 사용된 시계열 자료

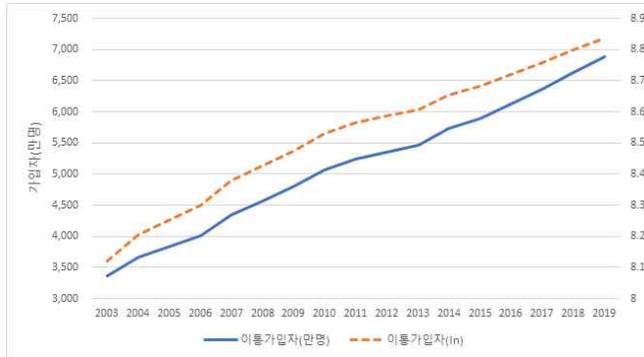
연도	이동통신 가입자 (만명)*	ARPU (만원/월)	GNI (억원)	유선통신 회선** (만)	이동통신 음성발신 통화(억분)	보유 주파수 (MHz)
2003	3,359	4.8128	10,527,067	2,288	729	210
2004	3,658	4.7338	11,074,205	2,287	757	210
2005	3,834	4.6564	11,551,242	2,292	807	210
2006	4,019	4.5863	12,159,337	2,312	860	210***
2007	4,350	4.4772	12,864,634	2,313	927	170
2008	4,561	4.1677	13,252,233	2,392	994	170
2009	4,795	4.0196	13,357,281	2,658	1,025	170
2010	5,077	3.7830	14,266,112	2,830	1,078	182
2011	5,250	3.4249	14,791,979	2,936	1,086	203
2012	5,362	3.3932	15,147,428	3,000	1,056	255
2013	5,467	3.5424	15,626,696	3,023	1,109	275
2014	5,729	3.5350	16,127,134	2,939	1,253	330
2015	5,894	3.4957	16,580,204	2,880	1,374	330
2016	6,129	3.4181	17,068,809	2,796	1,556	363
2017	6,366	3.2964	17,608,109	2,677	1,646	410
2018	6,636	3.0160	18,120,132	2,585	1,703	433
2019	6,890	2.8521	18,526,701	2,468	1,730	690

* MVNO 가입자 포함, ** 시내전화 + 인터넷 전화('08~), *** LG텔레콤은 WCDMA 서비스에 사용을 준비하던 2.1GHz 대역의 40MHz 주파수를 2006년에 조기 반납함

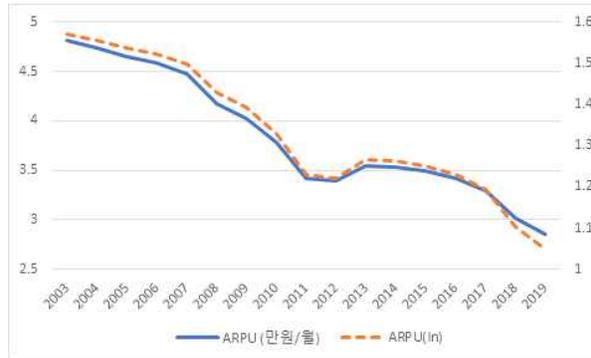
나. 시계열 자료 분석

시계열 분석을 위해서는 자료의 안정성을 검토하여야 한다. [그림 5-1] ~ [그림 5-5]를 통해 분석 기간 동안 이동통신 가입자, 국민총소득, 이동통신 음성발신통화량, 주파수 총량 등이 지속적으로 상승 추세를 유지해 왔으며, 증가 폭도 큰 편임을 확인할 수 있다. 이동통신 요금은 동 기간 꾸준한 하락세를 보이는데, 하락 폭이 40%에 육박할 정도로 크다. 그러므로 안정적인 시계열이 갖추어야 할 동일한 평균이라는 전제에 위배되므로, 불안정한 시계열로 추정된다.

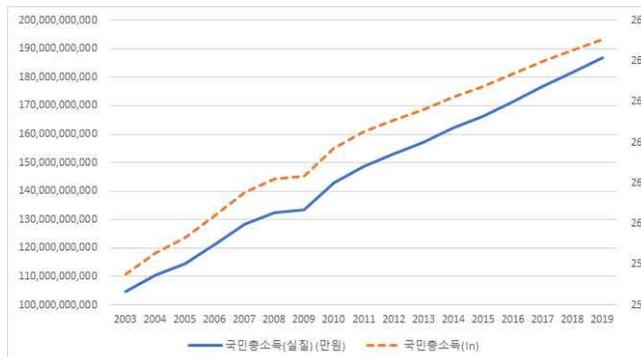
[그림 5-1] 이동통신 가입자 추이



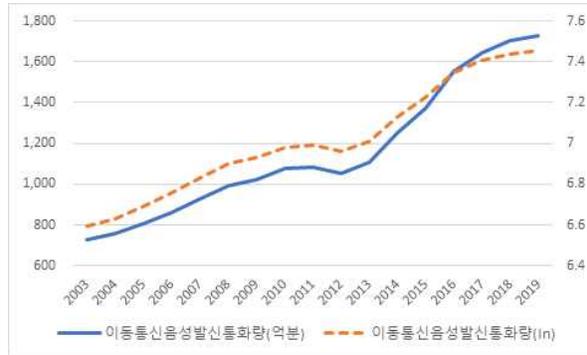
[그림 5-2] 이동통신 서비스의 월 ARPU 추이



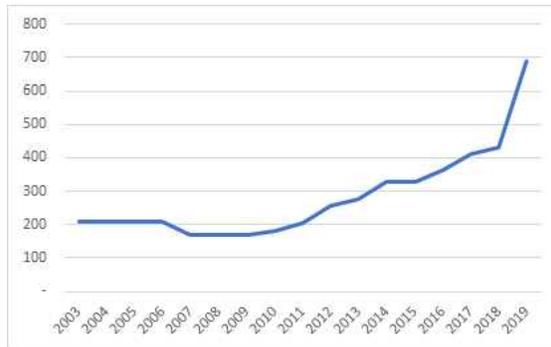
[그림 5-3] 우리나라 GNI 추이(실질)



[그림 5-4] 이동통신 음성 발신통화의 추이



[그림 5-5] 이동통신 사업자가 확보한 주파수 총량(MHz)



유선전화 가입자는 일정한 수준을 유지하다가 2008년부터 증가하였다(그림 5-6] 참조). 2012년 ~ 2013년에 정점을 찍은 후 다시 하락하였다. 증감의 폭이 크므로, 불안정한 시계열로 판단된다.

[그림 5-6] 유선전화 가입회선의 추이



시계열 자료의 안정성을 객관적으로 검증하기 위해 단위근 검증을 시행하였다. ‘Dickey-Fuller’ 검증을 시행하였는데, 더빈-왓슨의 d 통계량을 통해 대부분 계열상관이 있음을 확인하였다. 그러므로 종속변수의 1개 시차차분을 포함하는 ‘Augmented Dickey-Fuller’ 검증을 실시하였다. <표 5-15>에 제시된 바와 같이 모든 변수에서 단위근을 가진다는 귀무가설을 기각하지 못하는 것으로 나타났다.

<표 5-15> 단위근 검증을 위한 ADF 검증 결과

변수	ADF 검정 T-통계량	확률(p)
이동통신가입자($\ln Q_t$)	-1.576999	0.8013
요금($\ln P_t$)	-2.727364	0.2249
GNI($\ln Y_t$)	-1.549741	0.8115
유선통신 회선($\ln LN_t$)	-1.209997	0.9084
이동통신 음성발신 통화량($\ln MV_t$)	-3.098432	0.1066
보유한 주파수 총량($Spect_t$)	0.811300	1.0000

2. 경매제도가 이동통신 서비스의 소비자 잉여에 미치는 영향

본 연구에서는 이동통신 서비스의 수요함수 추정을 통해 이동통신 서비스가 창출한 소비자 잉여를 분석하고, 경매를 통한 할당이 소비자에게 직접적으로 미친 영향도 분석하여야 한다. 연구진은 선행연구에 대한 분석과 업계의 의견을 종합하여 경매의 할당대가와 주파수의 보급 확대 등 두 가지 요인이 소비자 잉여에 영향을 미치는 것으로 판단하였다.

가. 경매할당의 대가가 서비스 요금에 미치는 영향에 대한 선행연구

2011년 1차 경매에서 SKT와 KT 사이에 경쟁이 과열되면서 1.8GHz 대역이 최저가의 2배에 가까운 금액으로 낙찰되었다. 그리하여 가격이나 라운드에 제

한이 없는 오름입찰의 단점이 현실화되었다거나, 승자의 저주, 통신요금 인상, 사업자 투자여력 감소 등에 대한 우려가 제기되었다(명진규, 2011.8.26.). 2018년 4차 경매에서는 경매 시작가가 높다는 불만이 제기되었다(이정민, 2018.5.3). 경매 시작가가 영국의 낙찰가보다 2배 비쌌던 것인데, 이로 인해 높은 경매가격이 5G 요금에 전가될 우려가 제기되었다(이정호, 2013.6.28.; 유진상, 2018.4.19.; 박세준, 2018.4.27.).

Hazlett & Munoz(2004)는 독일과 영국에서처럼 높은 가격에 주파수를 판매한 경매를 성공으로 간주하는 것은 사회적 후생의 측면에서 경매 대금이 초래하는 비용을 간과한 것이라고 비판하였다. 학계에서는 높은 주파수 가격의 부작용 중에서 낙찰가격이 이동통신 요금에 영향을 미쳐서 소비자의 잉여를 감소시키는지를 주목하였고, 논의를 진행해 왔다.

미시경제학 이론에 따르면 완전경쟁시장에서는 상품의 가격은 해당 상품을 하나 더 생산하는데 소요되는 한계비용(marginal cost)과 같다. 그러므로 고정비용인 주파수 할당대가가 상품의 가격에 영향을 미치지 않는 것이 원칙이다. 그러나 이 원칙이 성립하기 위해서는 완전경쟁시장이라는 전제와 함께, 완비된 자본시장이 필요하다는 데에 많은 학자들이 동의하고 있다. 자본시장이 원활하게 작동되지 않으면 막대한 투자비용의 조달이 어려워지고 이자 부담도 높아지는데, 매년 지출되는 높은 이자비용이 가변비용(variable cost)으로 바뀌어 소비자 가격에 반영된다는 주장도 현실적이다. 또한 사업자가 영업손실을 입을 경우에는 손실을 만회하기 위해 고정비용의 일부를 가격에 반영할 가능성이 있다(조상섭 · 이한영 · 강신원, 2009).

학계에서 수행한 실증연구의 결과도 양분된다. Noam(1998)은 경매로 인한 재정수입이 소비자 요금으로 전가될 수 있다고 주장하였다. Gruber(2001)는 주파수 대가가 비싸면 진입장벽이 생겨나서 시장을 독점으로 만들고, 이로 인해 서비스 요금이 높아진다는 주장을 펼쳤다. 조상섭 등(2009)은 실증분석을 통해 주파수의 대가와 서비스의 요금 사이에 통계적으로 유의한 관계가 있음을 확인하였다. 즉, 주파수 사용료가 1% 오르면 통신서비스의 가격은 0.13-0.18% 오른다고 주장하였다.

반면 Kwerel(2000)은 1985년 ~ 1998년 사이의 29개국의 이동전화 요금 자료를 분석한 결과, 경매 대금이 소비자 요금에 전가된 것으로 볼 수 없다고 주장하였다. Bauer(2003)도 18개국에 대해 주파수 사용료와 서비스 가격 사이의 관계를 실증적으로 분석했는데, 관련이 없음을 확인하였다. 그리고 정인준·여재현(2011)은 현실적으로 경매대금이 소비자 요금에 전가될 수 있음을 인정하였지만, 경쟁이 충분한 시장에서는 전가 가능성이 낮다고 주장하였다. 그 근거로 IMT-2000 주파수를 할당할 때에 단위 경매가가 높았던 독일, 영국, 이탈리아, 네덜란드 등 4개국의 요금 인하율이 그 외 국가들의 요금 인하율과 유사하였고, 특히 압도적인 경매가를 보인 영국과 독일의 요금 인하율이 다른 나라에 비해 오히려 높았던 사례를 근거로 제시하였다.

나. 주파수 공급이 서비스 요금에 미치는 영향에 대한 선행연구

주파수 보급이 확대되면 이동통신 서비스 이용량이 늘어나도 사업자들의 설비투자 비용부담이 줄어들어서 서비스 요금을 낮춘다는 주장이 많다. Hazlet & Muniz(2004)은 추정된 가격결정 모형을 이용하여 주파수 공급이 증가할 경우에 서비스의 요금 변화를 시뮬레이션하였다. 그 결과 주파수의 공급이 증가하면 서비스 요금이 하락함을 실증하였다. 윤충한·변희섭(2008)은 여유 주파수를 이동전화 산업에 사용할 경우에 신규 사업자 진입과 경쟁의 심화로 시장구조가 변화하여 요금이 하락함을 주장하였다. 김용규·김지연(2011)도 마크업 방정식에 주파수 보유량을 설명변수로 포함시켜서 후생효과를 변화시킴을 보였다.

3. 설명변수의 내생성

가. 2단계 도구변수 분석법 채택

수요함수의 설명변수 중에서 이동통신 요금(P)은 이동통신산업 내부에서

동시적으로 다양한 요인들로부터 영향을 받기 때문에, 순수한 외생변수라고 간주하기가 어렵다. 요금을 내생변수로 간주한다면, 식(1)에서 오차항(u_t)과 요금($\ln P_t$)이 독립적이지 않고 상관관계가 존재하며, 이로 인해 결합 내생성(joint endogeneity)이 존재할 가능성이 크다. 이 경우에는 일반적인 최소제곱법(Ordinary Least Squares, OLS)으로는 일치추정량을 얻을 수 없다.

수요함수를 추정하는 선행연구들에서 설명변수의 내생성이 우려될 경우에는 도구변수를 이용하여 2단계 최소제곱법(two stage least squares, 2SLS)을 적용하고 있다. 본 연구에서도 요금 변수의 내생성을 해결하기 위해 2SLS를 채택하였다.

그런데 이동통신 3사가 주파수 할당을 위해 납부한 대가($\ln AFee_t$)를 가격 모형에 도구변수로 추가할 수 있다면, 본 연구의 주요 목표 중 하나인 주파수 할당 대가가 서비스의 요금에 미친 영향을 분석할 수 있다. 원칙적으로 도구변수는 수요함수의 종속변수인 가입자의 수에는 직접적인 영향을 미치지 않고, 서비스 요금에만 영향을 미치는 외생변수 중에서 선택하여야 한다. 또한 종속변수인 가격에 대한 설명력이 유의해야 하고, 가격모형의 추정에서 높은 결정계수($Adj. R^2$)를 보여야 효율적인 추정치를 얻을 수 있다.

실제로 주파수 할당대가는 이동통신 가입자의 수에는 직접적으로 영향을 미치지 않는다. 그러나 대규모의 비용이 투입되므로 이동통신 요금에는 영향을 미칠 것이라는 논쟁이 진행되어 왔다. 그러므로 수요함수에 포함된 요금 이외의 나머지 네 설명변수와 주파수 할당대가($\ln AFee_t$)를 설명변수로 채택하여, 식(15)와 같이 가격에 대한 회귀모형을 구성하였다. 또한 주파수의 총량($Spect_t$)이 설명변수에 포함되어 있으므로, 회귀분석을 통해 주파수의 보급 확대가 가격을 변화시켜서 소비자의 잉여에 미치는 영향도 함께 추정할 수 있다.

$$\ln P_t = \beta_0 + \beta_1 \times \ln Y_t + \beta_2 \times \ln LN_t + \beta_3 \times \ln MV_t + \beta_4 \times Spect_t + \beta_5 \times \ln AFee_t + \nu_t \quad (15)$$

여기서 $\ln AFee_t$ (Allotment Fee for Spectrum) : 연간 (분할)납부하는 주파수 할당의 대가

나. 주파수 사용 현황 및 할당 대가

<표 5-16>에는 2003년 ~ 2019년 사이에 이동통신 3사가 사용하는 스펙트럼 현황을 할당 방법별로 구분하여 보여주고 있다. 일부 무료로 허가된 주파수도 포함되어 있다.

<표 5-16> 이동통신 3사의 주파수 이용 현황

연도	총보유 주파수(MHz)	경매할당주 파수(MHz)	대가할당주파 수(MHz)
2003	210	0	120
2004	210	0	120
2005	210	0	120
2006	210	0	120
2007	170	0	80
2008	170	0	80
2009	170	0	80
2010	182	0	92
2011	203	3	155
2012	255	45	210
2013	275	65	210
2014	330	120	210
2015	330	120	210
2016	363	155	208
2017	410	220	190
2018	433	243	190
2019	690	500	190

『주파수할당대가의 산정 및 부과에 관한 세부사항』에 따르면 경매 할당 주파수의 경우 할당대가의 1/4을 일시 납부하고, 나머지는 할당일을 기준으로 차년도부터 주파수 이용기간이 종료되는 연도까지 매년 균등하게 분할하여 납부한다(제7조). 그리고 예상매출액을 기준으로 대가할당한 주파수의 경우 할당대가의 1/2을 일시에 납부하고, 나머지는 할당일을 기준으로 차차년도부터 3년간 균등하게 분할하여 납부한다. 그러므로 할당 방법에 따라 대금 납부방법에 차이가 있다.

가격 모형에는 두 가지 방법으로 할당된 주파수에 대한 자료가 혼재되어 있다. 그리고 이동통신사업자들이 회계보고서를 작성할 때에 보유한 주파수를 이용기간 동안 정액법 또는 정률법으로 감가상각하는 것을 고려할 필요가 있다. 그러므로 $AFee_t$ 를 주파수 전체 이용기간 동안 매년 동일한 금액으로 나누어서 납부하는 것으로 기정하였다. <표 5-17>과 <표 5-18>에는 사업자별로 $AFee_t$ 를 구하는 방식을 보여주고 있다.

<표 5-17> 대가할당으로 할당된 주파수에 지불된 대가(명목)

할당공고	사업자	할당대역	대역폭(MHz)	이용기간(년)	할당대가(억원)	가격*	평균가격*
2000.1	SKT	2.1GHz	40	15	13,000	21.7	21.7
	KT(F)		40	15	13,000	21.7	
	LGT		40	15	13,000	21.7	
2010.2	LGU+	800MHz	20	10	2,514	12.6	11.5
	KT	900MHz	20	10	2,514	12.6	
	SKT	2.1 GHz	20	6.6	1,064	8.1	
2011.7 (재할당)	SKT	800	30	10	4,165	13.9	11.5
	KT	1.8	20	10	1,944	9.7	
	LGU+	1.8	20	10	1,944	9.7	
2016.12 (재할당)	SKT	2.1	40	5	5,685	28.4	28.4
	KT		40	5	5,685	28.4	

* MHz당, 연당

이동통신 3사가 2000년부터 2019년 사이에 주파수 할당의 대가로 납부한 금액은 총 15조 6,485억 원에 이른다. 그 중 대가할당으로 6조 4,515억 원, 주파수 경매로 9조 1,970억 원을 납부하였다. <표 5-19>에는 경매가 시작된 2011년부터 2019년 사이에 이통 3사가 납부한 주파수 할당대가에 대한 $AFee_t$ 값을 보여준다. 연중에 특정 대역 주파수의 사용을 시작하거나 마치는 경우가 대부분인데, 이 때에는 달 수를 세어서 그 비중만큼 사용 현황이나 비용에 반영하였다. 할당 대가를 살펴보면, 경매를 통한 할당의 대가는 2011년에 117억 원에서 2019년에 9,231억 원으로 증가하였다. 그리고 연간 주파수 대가 총 납부금액

은 2011년에 3,532억 원에서 2019년에는 1조 2,813억 원으로 크게 증가하였다.

<표 5-18> 경매를 통해 할당된 주파수에 지불된 대가(명목)

경매일시	사업자	할당대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	할당대가 (억원)	가격*	평균가격*
2011.8	SKT	1.8	20	10	9,550	47.8	33.2
	KT	800	10	10	2,610	26.1	
	LGU+	2.1	20	10	4,455	22.3	
2013.8	SKT	1.8	35	8	10,500	37.5	33.7
	KT	1.8	15	8	9,001	75.0	
	LGU+	2.6	40	8	4,788	15.0	
2016.4	SKT	2.6	60	10	12,777	21.3	25.3
	KT	1.8	20	10	4,513	22.6	
	LGU+	2.1	20	5	3,816	38.2	
2018.6	SKT	3.5	100	10	12,185	12.2	10.7
	KT		100	10	9,680	9.7	
	LGU+		80	10	8,095	10.1	

* MHz당, 연당

※ 2018.6에 경매를 통해 28GHz 대역에서 사업자당 800MHz씩 할당되었으나, 현재 기술적, 사업적인 이유로 사용되지 않고 있으므로 모든 분석에서 제외하였음

<표 5-19> 이동통신 3사가 연간 납부한 주파수 대가 추정치(명목) (단위 : 억원)

구분	경매할당 대가	대가 할당	총 주파수 대가
2011	117	3,420	3,537
2012	1,564	4,074	5,638
2013	2,350	4,074	6,424
2014	3,808	4,074	7,882
2015	3,808	4,074	7,882
2016	4,592	4,033	8,625
2017	6,300	3,582	9,882
2018	6,550	3,582	10,132
2019	9,296	3,582	12,878

4. 수요함수 추정

가. 가격에 대한 도구변수 추정

가격에 대한 회귀모형에 추가로 도입된 변수 $\ln AFee_t$ 에 대하여 ‘Augmented Dickey-Fuller’ 검증을 실시한 결과, <표 5-20>에 나타난 바와 같이 단위근을 가진다는 귀무가설을 기각하지 못하였다.

<표 5-20> 단위근 검증을 위한 ADF 검증 결과

변수	ADF 검정 T-통계량	확률(p)
연간 할당대가($\ln AFee_t$)	-2157387	0.51385

단위근을 가진 불안정한 시계열 변수를 이용하여 회귀분석을 하면 가성회귀가 나타난다. 회귀분석이 추세를 좇음으로써 변수들 사이의 관계를 제대로 추정하지 못하는 현상이다. 그러므로 회귀분석의 결과가 의심스러운 상황이 된다. 이를 해결하는 방법 중 하나는 시계열 자료를 안정화시킨 후 회귀분석을 하는 것으로, 주로 차분화된 자료를 이용한다. 그러나 이 경우 변수의 수준들 사이의 관계에 대한 중요한 정보를 잃어버린다. 그러므로 공적분된 시계열인지를 우선적으로 확인할 필요가 있다. 공적분된 시계열은 불안정한 시계열 변수들 사이의 선형결합이 안정적인 현상으로, 동일한 파장 위에 존재하는 변수들 사이에서 추세가 삭제되는 것으로 해석할 수 있다(Gujarati, 2000). 그러므로 단위근이 존재하는 변수들에서 공적분 관계가 확인되면, 최소제곱법을 이용하여 추정해도 일치추정량(consistent estimate)을 얻을 수 있다.

식(15)에 대하여 ‘Engle-Granger’ 검증을 시행한 결과 T-통계량의 값이 -3.138784이며, 확률은 0.00973으로 유의수준 10%에서 귀무가설을 기각하는 것으로 나타나, 공적분되어 있음을 확인할 수 있다. 그리하여 식(15)에 대하여 OLS 추정을 수행하였다. 그러나 더빈-왓슨 통계량이 1.881260으로 계열상관이 우려되므로, 1계 자기상관을 가정한 코크란-오컷 방법을 이용하여 GLS 방법으로 회

귀분석을 수행하였다.

<표 5-21>에는 식(15)에 대한 OLS 분석결과가 나타나 있다. 주파수의 할당 대가가 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각하였으며, 부호도 예상과 같은 결과가 나왔다. 그러므로 우리나라에서는 주파수의 할당대가가 이동통신 서비스의 요금을 올리는 것으로 실증되었다. 로그선형 모형에서는 계수값이 탄력성을 의미하므로, 할당대가 납부액이 1% 증가하면 이동통신 서비스 요금이 0.1404% 인상 되는 것으로 해석할 수 있다. 조상섭 외(2009)에서는 주파수 사용료가 1% 오르면 통신서비스의 가격이 0.13 ~ 0.18% 오른다고 주장하였는데, 그 범위의 하한에 해당한다. 또한 주파수의 양이 증가할수록 유의수준 5%에서 서비스 요금을 낮추는 것으로 확인되었다. 이러한 생산구조는 Hazlett & Munoz(2004)를 비롯하여 많은 선행연구들에서 공통적으로 지적한 것으로, 우리나라에서도 동일한 비용 구조가 확인되었다는 의미가 있다. 추가된 외생변수 $\ln AFee_t$ 가 유의하게 나타났고, 모형의 수정된 결정계수 값이 0.9410으로 높게 나타나는 등 1단계 도구 변수 추정이 잘 이루어진 것으로 판단된다.

<표 5-21> 가격 모형의 추정 결과

변수	추정값	t-value
β_0	34.2632	4.1603***
$GNI(\ln Y_t)$	-1.4016	-3.2996***
유선통신회선($\ln LN_t$)	-0.1465	-0.7640
이동통신음성발신통화량($\ln MV_t$)	0.2234	1.2333
보유한 주파수 총량($Spect_t$)	-0.0004	-2.1940**
할당 대가($\ln AFee_t$)	0.1404	2.5401**
Adj R^2	0.9410	

* 유의수준 10% 이하, ** 유의수준 5% 이하, *** 유의수준 1% 이하

나. 수요함수 추정

가격 모형을 추정하여 종속변수의 추정치 $\ln \hat{P}_i$ 를 구하고, 식(14)에 대입하여 OLS로 추정하였다. 우선 단위근을 가진 불안정한 시계열들 사이에서 공적분 조건이 만족되는지 확인하였다. 식(14)의 수요함수에 대해 ‘Engle-Granger’ 검증을 시행한 결과, T-통계량의 값이 -4.234324이며, 확률은 0.00397로 유의수준 1%에서 귀무가설을 기각하는 등 공적분되어 있음을 확인하였다. 그러므로 OLS를 이용하여 분석하였다.

추정 결과 더빈-왓슨 통계량이 2.4684로 오차항에 계열상관이 있는 것으로 나타났다. 그러므로 코크란-오컷 추정법을 이용하여 <표 5-22>와 같이 수요함수를 추정하였다. 수요의 가격 탄력성(ϵ_p)은 -0.5295로 유의수준 1%에서 유의한 것으로 나타났다. 부호도 요금이 인상되면 가입자가 줄어드는 수요함수의 속성과 부합한다. 소득 탄력성은 0.3368로 유의수준 5%에서 유의하게 나타났다. 소득이 늘어나면 소비가 증가한다는 미시경제의 이론에 부합한다. 이동통신 음성발신통화량도 유의수준 1%에서 유의하게 나타났다.

<표 5-22> 수요함수 추정 결과

변수	추정값	t-value
β_0	-1.5257	-0.5115
요금($\ln \hat{P}_i$)	-0.5295***	-6.2412
GN($\ln Y_i$)	0.3368**	2.5214
유선통신회선($\ln LN_i$)	0.0267	0.4495
이동통신음성발신통화량($\ln MV_i$)	0.2751***	5.8901
보유한 주파수 총량($Spect_i$)	-0.000128	-1.3482
Adj R^2	0.9948	

* 유의수준 10% 이하, ** 유의수준 5% 이하, *** 유의수준 1% 이하

참고로 ‘통신시장경쟁상황평가’ 보고서에는 이동통신 가입자를 대상으로 매년 수행한 설문조사 결과를 제공하고 있다. 여기에는 이동통신 서비스의 요

금이 10% 인상될 경우에 어떤 선택을 할지를 질문한 결과도 수록되어 있다. 다수의 응답자들이 기존과 변화가 없거나 이용량을 줄이겠다는 응답을 하였지만, 일부는 이동통신 서비스를 해지하겠다는 응답을 하였는데, 그 결과가 <표 5-23>에 정리되어 있다. 이 자료를 수요의 요금탄력성으로 환산하면, 0.19 ~ 0.31 사이로 나타난다. 설문조사의 결과이므로 신뢰구간까지 감안하여 평가하여야 하며, 진술선호 자료가 가진 한계로 지적되는 응답과 실제의 선택 사이의 괴리를 감안할 필요도 있다. 다만, 본 연구의 분석 결과와 비교하는데 참고할 수는 있겠다.

<표 5-23> 이동통신 요금 10% 인상시에 해지 의사를 밝힌 응답자의 비율

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
해지율	2.5%	3.1%	1.9%	2.0%	2.2%	3.1%	2.2%

제 5 절 이동통신 주파수의 가치 분석

1. 정확후생 분석법과 Alexander et al(2000)의 모형을 이용한 소비자 잉여 추정

가. 이론적 배경

미시경제학 이론에 의하면 소비자 잉여를 구하는 가장 정확한 방법은 보상 수요곡선을 이용하는 것이다. 그러나 시장자료를 이용하여 추정하는 수요곡선은 통상수요곡선이며, 이 곡선에는 소득효과가 포함되므로 오차가 포함된다. 그래서 Hausman(1981)은 시장 자료로 추정한 통상수요곡선을 이용하여 보상수요곡선을 통해 구할 수 있는 정확한 소비자 후생을 추정하는 방법을 제시하였다.

식(6)과 같이 수요곡선 위의 모든 위치에서 일정한 가격탄력성을 가지는 로그선형 수요함수를 가정하자. 시장의 자료를 이용하여 회귀분석을 수행하여 수

요곡선을 추정하면 계수 α , δ , γ 의 값을 구할 수 있다.

$$x = e^{z\gamma} p^\alpha y^\delta \quad (6)$$

여기서 x : 수요량, p : 가격, y : 소득, z : 나머지 요인

이 식에 로이의 항등식(Roy's Identity)를 적용하고,

$$x_j(p, y) = - \frac{\partial v(p, y) / \partial p_j}{\partial v(p, y) / \partial y} \quad (16)$$

가격이 변화해도 동일한 무차별곡선에 머물도록 식(17)의 제약을 추가하여 식(18)을 얻는다.

$$\frac{\partial v(p, y)}{\partial p} \frac{dp}{dt} + \frac{\partial v(p, y)}{\partial y} \frac{dy}{dt} = 0 \quad (17)$$

$$\frac{dy(p)}{dp} = e^{z\gamma} p_1^\alpha y^\delta \quad (18)$$

식(18)을 미분방정식으로 풀면 식(19)의 간접효용함수를 얻을 수 있다.

$$v(p, y) = c = -e^{z\gamma} \frac{p^{1+\alpha}}{1+\alpha} + \frac{y^{1-\delta}}{1-\delta} \quad (19)$$

식(19)를 이용하면 식(20)과 같이 지출함수를 구할 수 있다.

$$e(p, \bar{u}) = [(1-\delta)(\bar{u} = e^{z\gamma} \frac{p^{1+\alpha}}{1+\alpha})]^{(1/1-\delta)} \quad (20)$$

식(20)을 보상변화의 개념을 나타내는 식(21)에 적용하면 식(7)을 구할 수 있는데, 이 식을 이용하면 보상변화 추정을 통해 정확후생을 구할 수 있다.

$$CV(p^0, p^1, y^0) = e(p^1, u^0) - e(p^0, u^0) = e(p^1, u^0) - y^0 \quad (21)$$

$$CV(p^0, p^1, y^0) = \left\{ \frac{(1-\delta)}{(1+\alpha)y^{0\delta}} [p^1 x^1 - p^0 x^0] + y^{0(1-\delta)} \right\}^{1/(1-\delta)} - y^0 \quad (7)$$

여기서 0: 가격 변화 전, 1: 가격 변화 후

그러므로 정확후생을 구하기 위해서는 우선 관찰된 자료를 이용하여 수요곡선을 추정한다. 그리고 로이의 항등식과 무차별곡선에 머물도록 제약을 적용한 후, 그 식을 미분방정식으로 풀어서 간접효용함수를 도출한다. 이를 이용하여 지출함수를 구하고, 보상변화를 추정한다.

한편 Alexander, Kern & Neil(2000)이 제안한 방법은 식(2)에 제시되어 있다.

나. 소비자 후생효과 추정

수요함수 추정 결과를 이용하여 Hausman(1981)이 제안한 방법(이하 Hausman 방식)과 Alexander, Kern & Neil(2000)이 제안한 방법(이하 AKN 방식)으로 소비자 잉여를 구했다(〈표 5-24참조〉).

분석대상 기간인 2003년 ~ 2019년까지 소비자 잉여(보상변화)는 연간 48조 ~ 61조 원으로 확인되었다(Hausman 방식). 2014년까지는 소비자 잉여가 꾸준히 증가하여 61조 원에 도달하였으나, 이후 감소하여 2019년에는 49조 원 수준에 머물렀다. 이는 당해 이동통신사업자 영업수익 총액의 2.13배에 해당한다. 이러한 추정치는 모두 2019년의 화폐가치를 기준으로 한다.

AKN 방식으로는 21조 ~ 25조 원의 소비자 잉여가 확인되는데, Hausman 모형의 추정치에 비해 적었다. 이러한 결과는 Hausman(1981, 1997)에서 논의된 바와 같이, 수요가 낮은 구간에서 편익이 사실상 무한대로 증가하는 로그선형 수요곡선의 특성에 기인한다. 즉, 초기 수요자가 부여하는 비현실적으로 높은 가치 때문이다.

<표 5-24> 국내 이동통신 서비스에 대한 소비자의 잉여(실질) (단위 : 억원)

연도	Hausman	AKN
2003	476,771	210,255
2004	497,612	219,462
2005	520,437	229,515
2006	534,439	235,739
2007	559,287	246,720
2008	568,926	250,999
2009	572,230	252,457
2010	563,208	248,619
2011	529,357	233,824
2012	542,608	239,681
2013	614,045	271,077
2014	610,615	269,622
2015	600,719	265,321
2016	590,536	260,894
2017	533,715	235,957
2018	501,105	221,637
2019	490,377	216,939

사업자들은 2019년의 평균 ARPU를 2만 8,521원(/월)으로 발표하였다. Hausman 방식으로 구한 영업수익 2.13배의 잉여는 약 6만 881원의 ARPU에 해당하는 것으로 간주할 수 있겠다. 그러므로 우리나라의 평균적인 소비자는 실제로 납부하는 ARPU와 잉여를 모두 합쳐 매월 8만 9,402원의 편익을 이동통신 서비스로부터 느끼는 것으로 해석된다. 이러한 결과의 타당성을 시장상황을 고려하여 검토할 필요가 있다.

종량요금제가 주력이던 시절에는 납부하는 요금이 가입자마다 월마다 달랐다. 그러므로 평균값인 ARPU 이외에 개인별 지불 현황을 파악하기가 어렵다. 그런데 음성이나 데이터 무제한 요금제가 출시되고, 정액요금제 가입자의 비율이 증가하면서 요금의 최고 또는 최저 한도를 확인할 여지가 생겼다. <표 5-25>에는 2021년의 KT 이동통신 요금제를 보여준다. 아직 소수인 5G 요금제

에는 3만 7천 ~ 13만 원까지의 요금대가 있다. 다수를 차지하는 LTE 요금제는 3만 3천 ~ 8만 9천 원, 그리고 3G 요금제는 2만 2천 ~ 10만 9천 원까지의 요금대가 있다. 여기에 다른 서비스와의 결합할인이나 유료서비스 사용료가 추가되면, 실제로 납부하는 금액과 요금제 사이에는 다소 차이가 발생한다. 종량제 비중이 높은 저가 상품 가입자들은 이용량에 따라 요금이 추가되어 최저 요금에 비해 높은 금액을 납부할 소지가 있다.

<표 5-25> KT의 이동통신 서비스 요금제 현황(2021년 10월)

기술방식	상품명	월 요금 (만원)
5G	넷플릭스 초이스	9 ~ 13
	슈퍼플랜	8 ~ 10
	5G심플	6.9
	5G Y 무약정플랜	3.7 ~ 5.5
LTE	데이터ON	4.9~8.9
	LTE 베이직	3.3
3G	순완전무한	5.6 ~ 10.9
	순골든	2.2

본 연구에서 구한 소비자 잉여 값이 시계열 자료를 분석하여 얻었으므로, 과거의 요금제와도 비교할 필요가 있다. 자료를 구하기가 어렵지만, 문헌자료를 검색하여 일부를 파악할 수 있었다. 2009년에 KT는 망내통화 무제한 상품을 97,000원에 출시하였다. 이후 2012년에 SKT는 ‘LTE 34~120’ 요금제를 출시하였는데, 월 요금이 34,000 원에서 125,000 원까지 다양했다. 2013년에는 ‘LTE 전국민 무한’ 상품을 69,000 원 ~ 100,000 원에 출시했다. 2015년에는 ‘T끼리’ 상품을 35,000 원 ~ 65,000 원에 출시했는데, 음성이 무제한이며 상품에 따라 기본 데이터를 차등적으로 제공하였다. 또한 ‘LTE 데이터 무제한’ 상품도 8만 ~ 10만 원 대로 출시되었는데, 데이터는 8 ~ 16 GByte가 기본으로 제공되었다.

소비자가 실제로 지불하는 요금은 지불의사액보다는 항상 낮은 금액이다.

그러므로 요금은 지불의사액이 가장 낮은 가입자의 지불의사액을 반영한다. 지금까지 살펴본 요금제와 그보다 더 높은 가입자들의 지불의사액을 고려하면 월 8만 9,402원의 잉여는 평균적인 이동통신 가입자의 편익을 반영하는 범위 내에 있는 것으로 판단된다.

해외 사례를 참고하면, Hausman(1997)은 미국에서 음성메시지 서비스의 지연으로 인해 1994년의 화폐가치를 기준으로 1988년에 12억 7천만 달러의 소비자 후생손실이 발생한 것으로 추정하였다. 또한 이동통신 서비스의 지연으로 인해 1983년에 연간 최대 498억 달러(1994년 물가 기준)의 소비자 후생손실을 입은 것으로 추정하였다. 이 금액을 미국의 소비자 물가지수를 이용하여⁴¹⁾ 2019년의 가치로 환산하면 각각 26.2억 달러와 1,026억 달러가 되며, 이를 2019년의 연평균 환율(1165.65원/달러)을 적용하면 3조 492억원과 119조 6천억 원이다. 1983년 당시의 미국의 이동통신 보급률을 확인하기가 어렵지만, 지금보다는 크게 낮았을 것으로 추정된다. 그러므로 본 연구의 결과와 비교할 수 있는 수준이라는 판단이다.

다. 경매로 보급된 주파수의 후생효과 추정

경매로 할당된 주파수가 이동통신서비스에 투입됨으로써 창출한 소비자 잉여를 추정할 수 있다. 2011년부터 4 ~ 5G 가입자의 비중은 꾸준히 증가하여 2010년에 87.6%에 도달하였다. 이와 병행하여 해당 서비스에 투입된 주파수도 동 기간 53.3MHz에서 640MHz로 증가하였다. 그 중에서 경매로 할당한 주파수의 비중은 6.3%에서 78.1%로 증가하였다.

41) 통계청(kosis.kr)에는 1989년부터 현재까지의 미국 CPI 지수를 제공한다. 2019년을 기준으로 환산하면 1989년의 물가수준은 48.5로 나타난다.

<표 5-26> 4 ~ 5G 서비스의 가입자 및 이용 주파수 현황

연도	4 ~5G 가입자의 비중	4-5G용 주파수(MHz)①	경매할당 주파수(MHz)②	경매주파수의 비중(②/①)
2011	2.3%	53.3	3.3	6.3%
2012	29.5%	125	45	36.0%
2013	52.0%	145	65	44.8%
2014	63.0%	200	120	60.0%
2015	70.7%	200	120	60.0%
2016	75.6%	240	155	64.6%
2017	79.2%	360	220	61.1%
2018	83.1%	383.3	243.3	63.5%
2019	87.6%	640	500	78.1%

4 ~ 5G 이동통신서비스가 창출한 소비자 후생효과를 가입자 비중에 따라 구분하면 2019년에 총 43조 원으로 나타난다(Hausman). 이 중에서 경매를 통해 할당된 주파수가 창출한 효과는 총 33조 6천억 원이며, 주파수 1MHz 당 창출된 연간 잉여는 671억 ~ 2,204억 원이다. 한편 AKN 방식으로는 2019년에 14조 8천억 원이며, 주파수 1MHz 당 연간 297억 ~ 973억 원의 후생을 창출했다.

<표 5-27> 경매 할당된 주파수가 서비스를 통해 창출한 후생효과 (단위 : 억원)

연도	Hausman			AKN		
	4G 이상 서비스의 후생효과	잉여 창출효과		4G 이상 서비스의 후생효과	잉여 창출효과	
		경매 주파수	MHz 당 /연간		경매 주파수	MHz 당 /연간
2011	11,999	750	225	5,300	331	99
2012	159,989	57,596	1,280	70,671	25,441	565
2013	319,546	143,245	2,204	141,067	63,237	973
2014	384,659	230,795	1,923	169,849	101,910	849
2015	424,906	254,944	2,125	187,669	112,602	938
2016	446,202	288,172	1,859	197,128	127,312	821
2017	422,880	258,427	1,175	186,957	114,251	519
2018	416,304	264,263	1,086	184,130	116,882	480
2019	429,596	335,622	671	190,050	148,476	297

이 결과를 선행연구의 결과와 비교할 필요가 있다. Hazlett & Munoz(2009)은 TV에 사용되는 주파수 200MHz를 이동통신용으로 할당할 때, 미국에서 매년 528억 달러의 후생증가가 예상된다고 분석하였다. 이 추정치는 이동통신으로 인해 방송에 비해 추가되는 잉여를 나타낸 것이므로, 본 연구의 결과와 직접적인 비교는 어렵다. 그런데 방송이 창출하는 사회적 편익의 규모도 매우 클 것이므로, 여기에 528억 달러를 합친다면 이동통신 서비스가 창출하는 소비자 잉여의 규모가 막대할 것으로 예상된다.

2. 시뮬레이션을 이용한 소비자 잉여 추정

가. 이론적 배경

Breslaw & Smith(1995)는 Hausman(1981)과는 달리 시뮬레이션 방법으로 소비자의 후생효과를 추정하였다. 이 방법은 분석 상품의 수가 많거나 함수의 역치환(substitution)이 불가능할 때에도 사용할 수 있으므로, Hausman(1981)의 모형보다 보편적인 방식이라고 평가할 수 있겠다. 가격이 p^0 에서 p^1 으로 변화할 때 보상변화는 식(22)와 같이 정의된다.

$$CV(p^0 \rightarrow p^1) = e(p^1, u^0) - e(p^0, u^0) \quad (22)$$

$$= e(p^1, u^0) - y^0$$

여기서 p : 가격, e : 지출함수(expenditure function), u : 효용, y : 소득

그리고 McKenzie & Pearce(1976)을 참고하여 식(22)의 우변을 (p^0, u^0) 에 대한 테일러 급수로 확장하였다.

$$CV(p^0 \rightarrow p^1) = h(p^0, u^0) \Delta + 0.5 \frac{\partial h(p^0, u^0)}{\partial p} \Delta^2 + \dots + R \quad (23)$$

여기서 h : Hicksian demand, Δ : 가격 변화, R : the remainder term

식(23)의 항들은 식(24)로 치환할 수 있다. Breslaw & Smith(1995)는 식(23)에서 R 이 확장된 고차항의 갯수와 가격변화 Δ 에 의존한다고 주장하면서, 가격의 변화가 작은 구간으로 잘게 나뉘어져 많은 수의 반복계산이 이루어진다면 2차항까지만 근사해도 충분하다는 결론을 내렸다.

$$h(p^0, u^0) = q(p^0, e(p^0, u^0)) = q(p^0, y^0)$$

$$\frac{\partial h(p, u^0)}{\partial p} = \frac{\partial q(p, y)}{\partial p} + h(p, u^0) \frac{\partial q(p, y)}{\partial y} \quad (24)$$

여기서 q : Marshallian demand,

나. 소비자 후생효과 추정

가격 변화 구간을 10원으로 세분화하고, 총 100,000번의 시뮬레이션을 수행한 결과가 <표 5-28>에 나타나 있다. 2019년의 보상변화는 총 31조 원 수준으로, Hausman(1981)과 Alexander et. al.(2000)의 모형으로 얻은 결과의 중간 수준이다. 경매를 통해 할당된 주파수가 창출한 효과는 2019년에 27조 4천억 원까지 증가하였다. 그리고 경매할당된 주파수 1MHz 당 후생 창출효과는 108 ~ 1,002억 원으로 나타났다.

<표 5-28> 시뮬레이션 방법으로 구한 소비자 후생효과 (단위 : 억원)

연도	보상변화	4G 이상 서비스의 후생효과	경매할당 주파수의 후생효과	MHz 당 후생 창출
2003	186,080			
2004	192,951			
2005	200,250			
2006	209,032			
2007	219,222			
2008	227,754			
2009	233,371			
2010	246,889			
2011	254,438	5,767	360	108
2012	256,977	75,770	27,277	606
2013	263,713	137,235	61,519	946
2014	274,272	172,779	103,667	864
2015	283,277	200,370	120,222	1,002
2016	294,607	222,602	143,764	928
2017	302,144	239,399	146,300	665
2018	309,064	256,761	162,988	670
2019	312,950	274,161	214,188	428

그러므로 추정된 소비자 잉여의 크기가 모형에 따라 다음의 순서로 나타난다. ()안에는 2019년에 이동통신 서비스가 우리나라에서 창출한 소비자 후생효과를 나타낸다.

Hausman(1981) > *Breslaw Smith*(1995) > *Alexander et al*(2000)

이동통신 : (49조 원) (31조 3천억 원) (21조 7천억 원)

경매주파수: (33조 6천억 원) (21조 4천억 원) (14조 8천억 원)

제 6 절 주파수 경매제도가 이용자 후생에 미친 영향

지금까지는 경매로 할당된 주파수가 이동통신 서비스를 통해 이용자들에게 창출한 후생효과를 분석하였다. 이 효과는 이동통신 서비스가 창출한 후생효과를 바탕으로 하므로, 경매나 대가할당, 무료 허가 등 주파수 할당 방법에 따라서는 차이가 발생하지는 않는다. 그러므로 본 절에서는 주파수 경매제도가 이용자에게 직접적으로 미친 영향을 분석한다.

1. 경매할당의 대가가 이동통신 요금에 미친 영향

가격함수에 대한 회귀분석에서 도구변수로 사용된 $\ln AFee_t$ 의 계수값 β_5 를 이용하면, 경매 할당대가가 서비스 요금에 미친 영향을 확인할 수 있다. 로그선형 모형에서 계수값은 탄력성을 의미하므로, 분석을 위해서는 기준 할당대가 대비 증가 혹은 감소율을 구할 필요가 있다. 만약 정상 수준의 주파수 가격을 알 수 있다면 이를 기준으로 증감율을 구할 수 있겠다. 그러나 주파수의 경매 가격에 대하여 이동통신 사업자들이 제기한 불만에도 불구하고, 경제 이론에 따르면 경매의 낙찰가가 바로 시장가격이 된다. 그러나 이는 잘 설계된 경매의 결과에 국한되며, 잘 설계된 경매에 대한 판단의 기준에 대해서도 논쟁의 여지가 있다. 그리고 주파수 경매를 바라보는 연구자나 이해관계자의 관점에 따라 합당한 대가에 대한 다양한 기준이 제시될 가능성이 커서, 객관적인 기준을 찾는 것은 어렵다.

본 연구에서는 현실을 반영하여 두 개의 주파수 대가의 기준을 정한다. 첫째, 이동통신 주파수가 현재 대가할당과 경매의 두 가지 방법으로 할당되고 있으므로, 대가할당 가격을 기준으로 삼는다. 둘째, 과거에 주파수를 무료로 할당 하던 상황, 즉 할당대가 '0' 원을 기준으로 삼는다.

<표 5-17>과 <표 5-18>에는 대가할당과 경매를 통해 할당된 주파수의 대가의 명목치를 보여준다. 두 할당방식의 평균 가격을 확인하기 위해서는 가치를

기준으로 실질화하여야 하므로, CPI를 적용하여 <표 5-29>, <표 5-30>과 같이 실질화시켰다. 그런데 이동통신 초기인 2000년 1월에 이루어진 대가할당은 기술방식이나 서비스의 포지션이 경매가 시행된 2011년 이후와는 차이가 현저하므로 제외하고, 2010년 이후에 이루어진 할당에 대하여 주파수 할당대가의 평균을 비교한다. 그 결과 대가할당의 경우 2019년의 물가 기준으로 1MHz당 이용기간 1년당 15.9억의 대가를 부과한 것으로 나타났다. 그런데 경매 할당의 경우 20.8억 원을 지불하여, 30.63% 더 많은 대가를 지불한 것으로 확인되었다. 주파수의 가격에는 대역 및 대역폭에 따른 물리적인 특성도 영향을 미칠 것이므로, 대역폭과 이용기간을 기준으로 한 단순비교에는 오차가 포함될 소지가 있다. 그러나 대가할당 주파수와 경매 주파수 사이에 명확한 물리적인 특성의 차이가 존재하는지를 실증하기가 어려우므로, 단순 비교가 의미를 가질 것으로 판단된다.

<표 5-29> 대가할당으로 할당된 주파수에 지불된 대가(실질)

할당공고	사업자	할당대역	대역폭(MHz)	이용기간(년)	할당대가(억원)	가격*	평균가격*
2000.1	SKT	2.1GHz	40	15	19,675	32.8	32.8
	KT(F)		40	15	19,675	32.8	
	LGT		40	15	19,675	32.8	
2010.2	LGU+	800MHz	20	10	2,895	14.5	13.3
	KT	900MHz	20	10	2,895	14.5	
	SKT	2.1 GHz	20	6.6	1,225	9.5	
2011.7 (재할당)	SKT	800	30	10	4,611	15.4	12.7
	KT	1.8	20	10	2,152	10.8	
	LGU+	1.8	20	10	2,152	10.8	
2016.12 (재할당)	SKT	2.1	40	5	5,903	29.5	29.5
	KT		40	5	5,903	29.5	

* MHz당, 연당

<표 5-30> 경매를 통해 할당된 주파수에 지불된 대가(실질)

경매일시	사업자	할당대역	대역폭 (MHz)	이용기간(년)	할당대가 (억원)	가격*	평균가격*
2011.8	SKT	1.8	20	10	10,572	52.9	39.4
	KT	800	10	10	2,889	36.1	
	LGU+	2.1	20	10	4,932	24.7	
2013.8	SKT	1.8	35	8	11,228	40.1	36.1
	KT	1.8	15	8	9,625	80.2	
	LGU+	2.6	40	8	5,120	16.0	
2016.4	SKT	2.6	60	10	13,268	22.1	26.3
	KT	1.8	20	10	4,686	23.4	
	LGU+	2.1	20	5	3,963	39.6	
2018.6	SKT	3.5	100	10	12,232	12.2	10.7
	KT		100	10	9,717	9.7	
	LGU+		80	10	8,126	10.2	

* MHz당, 연당

모든 주파수를 대가할당 방식으로 확보할 경우에 지불할 대가를 분모로 하고, 그 중 일부를 경매를 통해 할당받아서 사업자들이 추가로 지불한 대가를 분모로 해서 주파수 대가의 변화율을 구할 수 있다. 여기에 $\ln AFee_t$ 의 계수값 β_5 를 곱하면 <표 5-31>에 나타난 바와 같이 서비스 요금에 미친 변화율을 구할 수 있다. 여기에 다시 월 ARPU를 곱하면 월 38 ~ 1,059원의 ARPU 증가를 추정할 수 있다. 이는 소비자의 지출 증가로 이어지므로, Hazlett & Munoz(1994)가 주장한 바와 같이 주파수 경매의 성공이 높은 할당대가가 아니라는 주장을 확인할 수 있다.

<표 5-31> 대가할당 대비 경매할당의 대가가 서비스 요금에 미친 영향

구분	경매/대가할당①	요금 변화율 ($\beta_5 \times$ ①)	Arpu에 미친 영향(원)
2011	0.80%	0.11%	38
2012	7.66%	1.08%	365
2013	10.40%	1.46%	517
2014	14.38%	2.02%	714
2015	14.38%	2.02%	706
2016	16.34%	2.29%	784
2017	22.88%	3.21%	1,059
2018	23.24%	3.26%	984
2019	26.39%	3.70%	1,057

한편, 주파수를 무료로 할당하던 상황을 기준으로 삼을 경우에는 사업자들이 대가할당을 받은 주파수에 대해서만 납부금을 지불하면 된다. 그리고 실제로 경매에서 지불한 대가를 이용하여 ‘경매대가/대가할당의 대가’의 비율을 구하면, 경매 대가가 초래하는 서비스 요금의 변화를 구할 수 있다.

<표 5-32>에는 경매할당의 대가가 서비스 요금에 미친 영향을 보여준다. 경매가 진행될수록 경매할당 대가의 비중이 늘어나고, 이로 인해 서비스 요금에 미치는 영향도 증가한다. 2019년에는 ARPU의 36.4%에 영향을 미쳤는데, 이는 매월 10,391원에 해당한다. 즉 무료로 주파수를 받았을 경우에 비해 경매 할당으로 인해 이 금액만큼 요금의 인상이 발생한다.

〈표 5-32〉 무료할당 대비 경매할당의 대가가 서비스 요금에 미친 영향

구분	경매/대가할당①	요금 변화율 ($\beta_5 \times$ ①)	Arpu에 미친 영향(원)
2011	3.41%	0.48%	164
2012	38.38%	5.39%	1,828
2013	57.69%	8.10%	2,869
2014	93.47%	13.12%	4,639
2015	93.47%	13.12%	4,587
2016	113.86%	15.98%	5,464
2017	175.88%	24.69%	8,139
2018	182.85%	25.67%	7,742
2019	259.51%	36.43%	10,391

2. 경매를 통한 주파수 공급이 이동통신 요금에 미친 영향

가격함수에서 설명변수로 사용된 $Spect_t$ 의 계수값 β_4 를 이용하면, 경매를 통한 주파수의 공급이 서비스 요금에 미친 영향을 확인할 수 있다. 〈표 5-33〉에는 주파수의 보급 확대가 서비스 요금에 미친 영향⁴²⁾을 보여주는데, 2019년에 5,704원의 인하 효과가 발생한 것으로 추정되었다. 그리고 할당 대가와 주파수 보급의 효과를 모두 합하면, 전술한 할당대가의 두 기준에 따라 2019년에 4,648원의 가격인하 또는 4,687원의 가격 인상 요인이 각각 발생한 것으로 확인된다.

42) 가격에 대한 회귀식(식(15))에서 주파수 변수($Spect_t$)는 다른 변수와는 달리 로그(log)로 변환되지 않았으므로, 가격의 변화는 $\Delta P_t = \Delta Spect_t \times \beta_4 \times P_t$ 로 계산한다.

<표 5-33> 경매를 통한 주파수의 보급이 서비스 요금에 미친 영향

(단위 : 원, MHz)

구분	실제 ARPU①	경매할당 주파수②	Arpu에 미친 영향($\beta_4 \times ① \times ②$)	두 효과의 합계	
				대가할당 기준	무료할당 기준
2011	34,249	3.3	-45.7	-7	118
2012	33,932	45	-610.8	-246	1,218
2013	35,424	65	-921.0	-404	1,948
2014	35,350	120	-1,696.8	-983	2,942
2015	34,957	120	-1,677.9	-972	2,909
2016	34,181	155	-2,119.2	-1,335	3,344
2017	32,964	220	-2,900.8	-1,842	5,238
2018	30,160	243.3	-2,935.5	-1,951	4,806
2019	28,521	500	-5,704.1	-4,648	4,687

3. 경매가 이동통신사의 수익에 미친 영향

ARPU의 변화는 사업자 영업수익에 영향을 미친다. 논의를 단순화하여 ARPU의 변화와 동일한 비율만큼 영업수익이 변화한다고 가정하면, 2019년에 이동통신 사업자들은 대가할당의 경우보다 2조 600억 원의 수익이 줄어들며, 무료 할당의 경우보다는 2조 2,639억 원의 추가 수익을 창출하는 것으로 나타난다. 이는 동 기간 영업수익 22조 9,727억 원의 9.0%와 9.9%에 각각 해당한다. 그리고 동시기에 이동통신 사업자가 균등 납부한 할당대가의 221%와 244%에 각각 해당한다.

<표 5-34> 경매제도가 이동통신 사업자의 영업수익에 미친 영향 (단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
대가할당 기준	-24	-801	-1,317	-3,362	-3,459	-5,026	-7,258	-8,214	-20,576
무료할당 기준	382	4,013	6,472	10,366	10,664	13,066	21,905	21,519	22,639

4. 경매가 이동통신 가입자의 후생에 미친 영향

주파수 경매로 인한 할당대가의 납부와 주파수의 공급 확대가 서비스의 요금에 미친 영향을 이용하여 최종적으로 소비자 잉여에 미친 영향을 확인할 수 있다. 정확후생 방법으로 잉여를 추정하기 위해서는, 식(7)에서 현재를 초기상태(0)으로 가정하고 무료로 주파수를 제공하는 상황을 상태(1)로 가정한다. 그리고 초기상태에서의 가격과 수요 규모로 인해 창출되는 이동통신사의 영업수익을 식(7)에 입력한다. 또한 주파수 경매 대가로 인한 가격 인상분과 주파수 증가로 인한 가격 하락분을 모두 고려한 새로운 가상가격(virtual price)을 산정하고, 이를 수요곡선에 대입하여 가상의 수요(virtual demand)를 추정한다. 그리고 이 값들을 이용하여 영업수익을 구한 후에 식(7)에 입력하면, 가격 하락에 따른 정확후생을 구할 수 있다. 그 결과가 <표 5-35>에 나타나 있다. 또한 동일한 절차를 적용해서 Alexander et al.(2000)의 방법으로 구한 소비자 잉여의 변화도 함께 보여주고 있다.

2019년을 기준으로 경매의 도입으로 인해 대가할당에 비해서 1조 9,431억 또는 4조 3,747억 원의 후생이 증가하였으며, 이를 가입자 단위로 환산하면 매월 1,983 또는 4,464원에 해당한다. 그리고 무료할당에 비해서는 2조 1,379억 원 또는 4조 8,094억 원의 후생 손실이 발생하였으며, 가입자당 매월 2,182 또는 4,908원에 해당한다.

<표 5-35> 경매제도로 인한 이동통신 이용자의 후생 변화(단위 : 억원, 원/월)

구분			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
대가 할당 기준	Haus man	총잉여	50	1,703	2,799	7,146	7,351	10,682	15,428	17,460	43,747
		가입자 당	7	245	402	976	965	1,322	1,816	1,919	4,464
	AFN	총잉여	22	757	1,244	3,175	3,266	4,746	6,854	7,757	19,431
		가입자 당	3	109	179	434	429	587	807	853	1,983
무료 할당 기준	Haus man	총잉여	-811	-8,529	-13,753	-22,026	-22,659	-27,762	-46,534	-45,714	-48,094
		가입자 당	-119	-1,229	-1,977	-3,009	-2,975	-3,435	-5,476	-5,025	-4,908
	AFN	총잉여	-360	-3,790	-6,112	-9,789	-10,070	-12,339	-20,686	-20,321	-21,379
		가입자 당	-53	-546	-879	-1,337	-1,322	-1,527	-2,434	-2,234	-2,182

정부는 주파수 경매를 설계할 때에 주파수 사용의 효율성을 높이는 긍정적 인 효과와 함께, 소비자의 지출을 늘리는 부정적인 효과까지 모두 고려하여 적 합한 범위 안에서 할당 대가를 받을 수 있도록 준비할 필요가 있다.

제 6 장 결론 및 시사점

이동통신의 확산과 광대역(broadband) 기술의 발전으로 공적 희소자원인 주파수에 대한 수요가 증가하면서 주파수의 가치에 대한 관심이 크게 높아졌다. 그리고 무료 할당에서 일정액의 대가를 받고 주파수의 독점적 사용권을 제공하는 방향으로 정책이 전환되었다.

그간 세계 각국 정부는 비교심사를 통해 주파수를 할당해 왔으나, 운용의 경직성과 정보의 비대칭성으로 인해 초래하는 비효율을 극복하기 위해, 시장의 기능을 최대한 이용하는 경매제로 전환하고 있다. 경매제는 최적의 사업자를 선별하고, 적정한 주파수 사용대가를 회수할 수 있는 장점을 가진다. 그러므로 우리나라도 2011년 8월에 이동통신 주파수 경매제를 도입하였다. 지금까지 4차례의 경매를 시행하여 총 2,960MHz 대역폭의 주파수를 8조 4,503억 원의 대가를 받고 할당하였다. 그러나 10년이 지나는 동안 경매의 성과에 대한 평가가 제대로 이루어지지 않았다. 그리고 주파수 할당정책의 장기적인 개선방향을 모색하지 않았다. 주파수 할당정책을 개선하는데 필요한 시사점을 찾기 위하여, 효율성이 가장 높은 경매제도를 중심으로 객관적이고 종합적인 평가를 시행하였다. 국내외 주파수 경매 사례를 분석하고, 최신 정책동향도 수집하여 고찰하였다. 그리고 경매를 통해 할당된 주파수와 경매제도의 도입이 창출한 사회·경제적인 성과를 객관적으로 평가하였다.

본 장에서는 연구의 결과를 종합적으로 정리하고, 주파수 할당정책 개선방안에 대한 시사점을 도출한다.

제 1 절 주파수 할당 제도

먼저 국내 주파수 경매 사례를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다. 주파수할당은 특정한 주파수를 이용할 수 있는 권리를 특정인에게 부여하는 것으로, 대가를 받고 주파수를 할당(전파법 제11조)하는 것이 일반적이다. 대가할당

은 가격경쟁에 의한 대가할당(경매)이 원칙이나, 해당 주파수에 대한 경쟁적 수요가 존재하지 아니하는 등 특별한 사정이 있다고 인정되는 경우에는 정부가 산정한 대가를 받고 주파수 할당(정부산정 대가할당)을 할 수 있다.

지금까지 국내 주파수 경매는 4차례 실시되었다. 주파수 경매의 낙찰가 추이를 살펴보면, 1차 경매에 비해 2차 경매의 낙찰가가 급등하였다. 그 이후 3차 경매에서 하락하여 1차 경매보다 낮은 수준의 낙찰가가 형성되었고, 4차 경매에서는 3차 경매보다 낙찰가가 더 낮았다. 1차 경매에서도 낙찰가가 상당히 높은 수준이었는데, 2차 경매에서는 낙찰가가 훨씬 더 높게 형성되었다. 2차 경매에서는 1.8GHz 대역 15MHz 폭(KT의 기보유 1.8GHz 대역의 인접대역)을 둘러싸고 SKT/LGU+와 KT 간에 (50+1)라운드까지 가는 치열한 입찰 경쟁이 발생하였기 때문이다.

4차례의 주파수 경매에서 각 주파수 경매 이후에 사업자의 주파수 보유량과 보유비율을 살펴보면, 경매 이전에는 주파수 보유비율이 (SKT : KT : LGU+) = (42.9 : 38.1 : 19.0)로 SKT와 KT로 주파수의 쏠림이 심하였다. 1차 경매 이후에는 이 비율이 (42.3 : 34.6 : 23.1)로, LGU+의 주파수 보유비율이 상승하여 쏠림 현상이 다소 개선되었고, 2차 경매 이후에는 (4 : 3 : 3)으로 거의 유지되고 있는 등 쏠림 현상은 거의 해소된 것으로 나타났다. 주파수 보유비율이 이와 같이 개선된 이유는 매 주파수 할당 공고 시 ‘할당대역폭’, ‘주파수할당을 신청할 수 있는 자의 범위’, ‘할당 조건’을 통해 특정 사업자에게 전파자원의 독과점방지, 즉 주파수가 특정 사업자에게 집중되지 않도록 조치하였기 때문이다.

주파수 경매 이후에 사업자별 이동통신 가입자 점유율 추이를 살펴보면, 경매 이전에는 (SKT : KT : LGU+) = (51.0 : 31.3 : 17.8)로 SKT로의 쏠림이 심하였다. 그러나 3사의 주파수 보유비율이 (4 : 3 : 3) 수준으로 유지된 2차 주파수 경매 이후부터는 점유율 쏠림 현상이 점차 개선되어 3사의 점유율이 2021년 6월 현재 (47.8 : 28.3 : 24.0)로 나타났다. 특히 2차 경매 후 2년이 지난 2015년부터 SKT의 점유율은 50% 미만으로 하락하였고, LGU+의 점유율은 22%에 근접하였다. 즉, 2차 경매 이후 LGU+가 경쟁력 있는 수준의 주파수 용량을 보유함

으로써 이동통신 서비스 품질과 이를 바탕으로 한 적극적인 마케팅 활동을 통해 가입자 점유율을 확대시킬 수 있었던 것으로 판단된다. 이러한 현상은 시장 집중도를 나타내는 HHI를 통해서도 확인할 수 있다. HHI 값은 경매 이전에는 3,891로 매우 높은 수준이었으나 2차 경매 이후 주파수 보유 비율이 개선됨에 따라 점차 하락하여 2018년 이후부터는 3,650 수준을 보이고 있다.

다음으로 미국, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인 등의 해외 주요국의 주파수 경매 사례를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다. 조사대상 국가 중 미국만 주파수를 지역 단위로 경매하고 있고, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인, 그리고 한국은 전국 단위로 할당(경매)하고 있다. 다만 비교적 국토 면적이 넓은 스페인은 일부 대역(4세대 2.6GHz 대역 30MHz 폭)은 지역면허로 경매한 적이 있다. 금번 조사대상 국가에는 포함되지 않았으나 캐나다, 호주 등 국토 면적이 넓은 국가는 지역 단위로 할당(경매)하고 있다.

주파수 이용기간은 대부분 길게 부여하는 편이다. 영국은 20년, 독일은 15년 또는 20년, 프랑스는 15년, 이탈리아는 15년, 스페인은 20년의 이용기간을 부여하고 있다. 특히 5세대 3.5GHz 대역 주파수의 경우 더 긴 기간을 부여한 경우도 있었다. 독일의 경우 20년을, 이탈리아의 경우 19년을 부여하였다. 반면 미국과 한국은 이용기간을 비교적 짧게 부여하고 있다. 미국은 8~15년, 한국은 5~15년의 이용기간을 부여하고 있다. 5세대 3.5GHz 대역의 경우 한국은 10년, 미국은 10년 또는 15년을 부여하였다.

경매방식은 국가마다 차이는 있으나 늦어도 4세대부터는 경매를 적용하고 있다. 미국은 가장 이른 2세대 주파수(PCS 주파수) 경매부터, 영국, 독일, 이탈리아는 3세대부터, 프랑스, 스페인, 한국은 4세대부터 경매를 적용하였다. 경매 방식으로 밀봉입찰, 동시오피입찰, 클릭입찰 등 대표적인 방식이 다양하게 적용되었다. 특히, 4세대부터는 광대역, 많은 수의 블록을 경매 대상으로 하면서 낙찰받은 블록들이 파편화될 수 있기 때문에 대부분의 국가들이 경매를 2단계로 진행하고 있다. 2단계는 낙찰받을 대역폭(블록수)을 결정하는 주요 단계와 대역 위치를 결정하는 할당 단계로 구성된다. 주요 단계를 클릭입찰로 진행한 국가로는 미국(5세대), 영국(4세대), 한국(5세대)이 있고, 동시오피입찰로 진행한 국가

로는 영국(5세대), 독일(4, 5세대), 이탈리아(4, 5세대), 스페인(4, 5세대)이 있다. 프랑스는 다른 나라와는 상당히 다른 방식으로 경매를 진행하고 있다. 4세대 주파수 경매에서 비교심사를 중심으로 하되 경매(밀봉입찰)를 보조적으로 활용하는 방식을 취하였다. 비교심사 기준 중 하나가 할당대가인데 이를 경매(밀봉입찰)로 진행한 것이다. 5세대에서는 밀봉입찰과 동시오픈입찰을 혼용하였다. 이는 정부가 주파수 할당/경매에 적극적으로 개입하여 커버리지 확대, 경쟁활성화, 공정경쟁을 구현하고자 하는 의지로 해석된다.

최저경쟁가격의 수준은 3가지 유형으로 구분된다. 먼저 낙찰가 대비 최저경쟁가격이 3세대부터 지속적으로 낮게 설정된 국가로, 이러한 유형에 속하는 국가로는 미국과 독일이 있다. 미국의 경우 총 낙찰가가 \$10,000,000,000 이상인 대규모 주파수 경매(Auction 35, 66, 73, 97, 107)의 경우 낙찰가 대비 최저경쟁가격이 2~13% 수준으로 상당히 낮다. 독일은 더 낮은데, 3세대는 1% 수준, 4세대는 2% 수준, 5세대는 1% 수준이다. 그 다음은 낙찰가 대비 최저경쟁가격이 3세대 이후 높아진 국가로, 영국이 있다. 영국은 3세대에서는 매우 낮은 2% 수준이었으나, 4세대와 5세대로 가면서 57%, 42% 수준으로 상승하였다. 마지막으로, 낙찰가 대비 최저경쟁가격이 3세대부터 지속적으로 높게 설정된 국가로, 여기에 해당하는 국가로는 프랑스, 이탈리아, 스페인, 한국이 있다. 프랑스는 3세대 41% 수준, 4세대 52% 수준, 5세대 78% 수준이었고, 이탈리아는 3세대 87% 수준, 4세대 77% 수준, 5세대 48% 수준이었으며, 스페인은 4세대 74% 수준, 5세대 89% 수준이었다. 한국은 이들 국가보다도 더 높은데, 1차 경매 69% 수준, 2차 경매 59% 수준, 3차 경매 86% 수준, 4차 경매 89~100% 수준이었다. 경매가 거듭될수록 최저경쟁가격 수준이 상당히 올라갔음을 알 수 있다.

다음으로 조사대상 국가들의 3~5세대에 걸친 할당대가/낙찰가 수준을 살펴 보았다. 이를 위하여 세대별로 모든 국가가 공통적으로 할당/경매한 대역만을 대상으로 분석하였다. 즉, 3세대는 2.1GHz 대역, 4세대는 2.6GHz 대역, 5세대는 3.5GHz 대역을 대상으로 하였다. 4세대 주파수로 800MHz, 1.8GHz 대역도 주요 대역이나 일부 국가는 경매 대상 주파수로 다루지 않았다. 5세대의 경우에도 28GHz 대역이 주요하게 고려되나 일부 국가에서는 아직 할당/경매하지 않았다. 분석 시

paired 주파수의 할당대가/낙찰가만 고려하는 것을 원칙으로 하였으나, paired와 unpaired 주파수를 합한 할당대가/낙찰가만 공개한 경우에는 불가피하게 unpaired 주파수의 대가도 포함되었다. 가령, 영국 2.1GHz 대역(unpaired 20MHz 폭 포함), 프랑스 2.1GHz 대역(unpaired 15MHz 폭 포함), 이탈리아 2.1GHz 대역(unpaired 25MHz 폭 포함), 스페인 2.1GHz 대역(unpaired 20폭 포함)은 unpaired 주파수의 할당대가/낙찰가가 포함되어 있다. 4세대 2.6GHz 대역, 5세대 3.5GHz 대역은 paired 주파수 낙찰가만 고려할 수 있었다. 단, 영국 4세대 2.6GHz 대역 낙찰가 데이터를 확보할 수 없어서 이를 분석에서 제외되었다. 그리고 프랑스의 경우 3세대 초반(2001~2002년) 비교심사로 할당된 105MHz 폭(unpaired 15MHz 폭 포함)만 고려하였고, 2010년에 추가 할당/경매된 30MHz 폭은 분석에서 제외하였다. 또한 프랑스의 할당대가는 고정대가의 1.5배를 적용하였다⁴³⁾. <표 6-1>은 3~5세대 국가별 분석 대상 주파수 대역과 대역폭을 보여주고 있다.

<표 6-1> 3~5세대 국가별 분석 대상 주파수 대역과 대역폭

구분	대역	영국	독일	프랑스	이탈리아	스페인	대한민국
3세대	2.1GHz 대역	140*	120	105*	145*	140*	120
4세대	2.6GHz 대역		140	140	120	110	100
5세대	3.5GHz 대역	270	300	310	200	220	280

* unpaired 주파수 포함

조사대상 국가들의 3~5세대 주파수의 ‘(MHz·년) 당 할당대가/낙찰가’ 는 <표 6-2>에 정리되어 있다. 분석 결과 3세대 주파수의 할당대가/낙찰가는 영국, 독일, 이탈리아가 매우 높았고, 프랑스, 스페인, 한국은 상대적으로 낮았다([그림 6-1]). 이들의 차이점은 바로 경매 방식을 적용한 국가들과 비교심사(대가할당) 방식을 적용한 국가들이라는 점이다. 낙찰가가 높았던 3개국은 3세대에서

43) 프랑스는 3세대 2.1GHz 대역 주파수의 할당대가를 매출액의 3%로 정하고, 이를 예상매출액의 2%(고정대가)와 실제매출액의 1%로 구성하였다. 따라서 고정대가의 1.5배를 전체 할당대가로 간주할 수 있다.

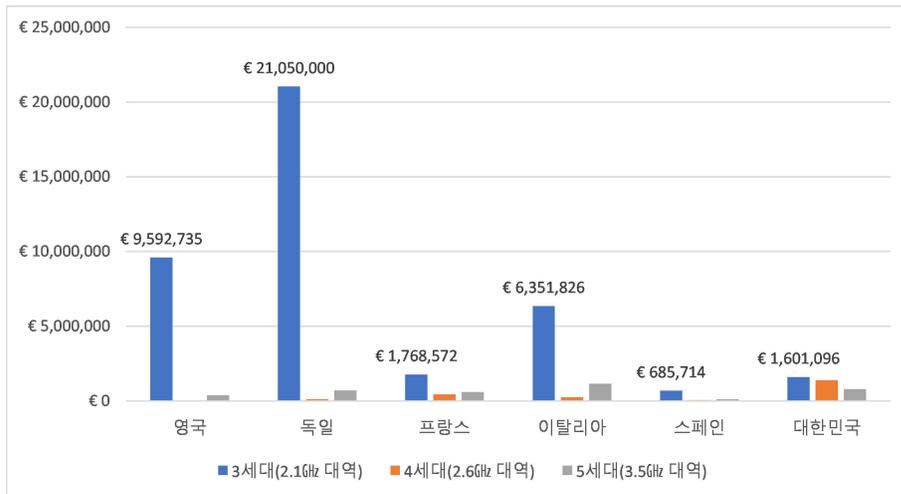
경매를 최초로 도입하였는데 주파수 경매에 대한 경험 부재와 3세대 이동통신 시장에 대한 장밋빛 전망으로 과열경쟁이 벌어져 낙찰가가 치솟았다. 앞서 언급하였다시피 독일과 이탈리아에서는 과도한 대가 부담으로 인하여 MobilCom과 Group 3G(이상 독일)가 운영난으로 인하여 사업을 포기하였고, IPSE2000(이탈리아)은 자금난에 따른 서비스 미개시로 인해 면허가 취소되었다. 나머지 3개국은 정부가 적정한 대가수준을 정했고 대가에 대한 경쟁은 애초에 없었기 때문에 비교적 낮은 수준의 할당대가가 부과되었다.

<표 6-2> 3~5세대 국가별 (MHz·년) 당 할당대가/낙찰가

	영국*	독일	프랑스	이탈리아	스페인	대한민국*
3세대 (2.1GHz 대역)	£8,027,393 (€9,592,735)	€21,050,000	€1,768,572	€6,351,826	€685,714	₩2,166,666,667 (€1,601,096)
4세대 (2.6GHz 대역)	-	€122,762	€445,714	€239,978	€54,182	₩1,876,200,000 (€1,386,286)
5세대 (3.5GHz 대역)	£278,526 (€370,977)	€700,281	€599,806	€1,143,900	€110,548	₩1,070,000,000 (€790,695)

* 환율은 1.195 Euro / Pound, 1353.24원 / Euro 적용 (2021년 1월 22일 기준)

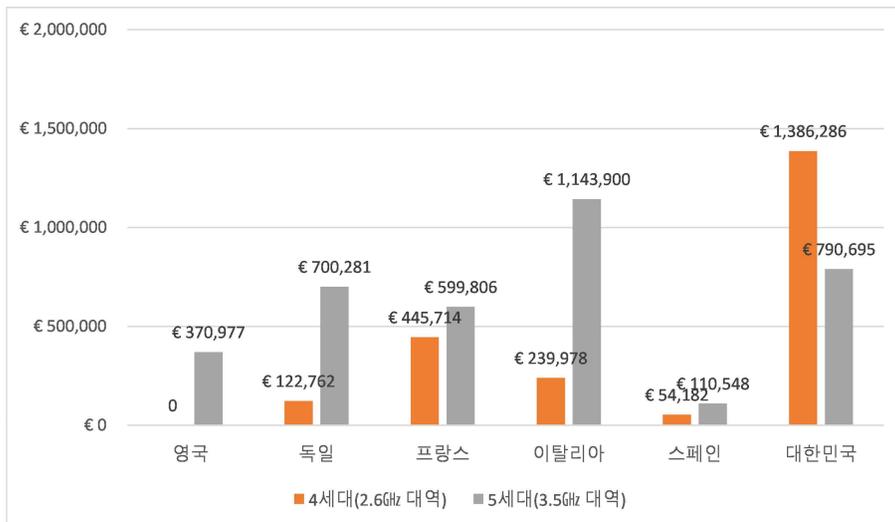
[그림 6-1] 3~5세대 국가별 (MHz·년) 당 할당대가/낙찰가



4세대부터는 모든 국가가 경매 방식을 적용하였지만, 3세대 사례가 널리 알려져 낙찰가는 합리적인 수준에서 형성되었다(그림 6-2). 다만 유럽 국가들에 비하여 한국의 4세대 주파수의 낙찰가가 매우 높았다. 유럽에서 프랑스의 낙찰가가 가장 높은 편이었는데(€445,714), 한국(€1,386,286)은 이보다도 3배나 높았다. 이는 한국의 최저경쟁가격이 높게 설정되었기 때문으로 분석된다. 왜냐하면 2.6GHz 대역에서 3개 블록(40MHz 폭, 40MHz 폭, 20MHz 폭)이 경매 대상이었는데 이 중 2개가 최저경쟁가격에 낙찰되었다. 그런데도 한국이 압도적으로 다른 국가에 비해 4세대 낙찰가가 높은 것은 최저경쟁가격 자체가 매우 높게 설정되었기 때문이다.

5세대에서는 유럽 국가들과 한국의 낙찰가 수준이 크게 차이 나지 않았다(그림 6-2). 유럽에서는 이탈리아가 대가(€1,143,900)가 가장 높았고, 그 다음 독일(€700,281), 프랑스(€599,806) 순이었는데 한국(€790,695)은 이들과 비슷한 수준이었다. 이와 같이 한국의 낙찰가가 적정한 수준으로 내려온 것은 바로 최저경쟁가격 산정기준이 개정되었기 때문이다⁴⁴⁾.

[그림 6-2] 4, 5세대 국가별 (MHz·년) 당 할당대가/낙찰가



44) 자세한 내용은 제2장 제2절의 ‘3. 주파수 할당 체계 및 사례’ 참조

제 2 절 주파수 경매제도의 경제적 파급효과

주파수에 대한 수요가 증가하고, 대가할당으로 할당제도가 바뀌면서 주파수의 사회경제적 가치에 대한 관심이 높아졌다. 관련 연구도 다양한 학문적 배경 위에서 수행되었는데, 연구의 방향을 설정하기 위해 선행연구들을 경제학적 방법과 회계적인 방법으로 구분하고 장단점을 파악하였다. 그리고 원리, 방법론, 객관성과 학술성, 현실성 등을 종합적으로 검토한 후 경제학적인 방법론을 채택하였다. 그리고 자료의 한계를 감안하여 미시적인 방법론을 배제하고 거시적인 방법론을 검토하였다. 최종적으로 Falch & Tadayoni(2000)를 참고하여 주파수가 GDP에 기여하는 효과를 산업연관분석으로 분석하였다. 또한 Hausman(1981)과 Alexander, Kern & Neil(2000), Breslaw & Smith(1995) 등이 제안한 방법론을 채택하여 정확후생, 테일러 전개, 시뮬레이션 등 다양한 방법으로 경매로 할당된 주파수가 소비자에게 창출한 잉여를 추정하고 비교하였다. 또한 주파수의 경매를 통해 정수한 할당대가와 주파수의 보급 확대가 소비자에게 직접적으로 미친 영향도 분석함으로써, 주파수 경매제도를 평가하였다.

자료 획득의 어려움을 극복하고, 결과의 신뢰성을 높이기 위해 한국은행에서 발표한 투입산출표를 이용하여 산업연관분석을 수행하였다. 그리하여 주파수 이용 사업의 부가가치율을 구하였는데, 2011년 ~ 2019년 사이에 경매를 통해 할당된 주파수가 창출한 부가가치 효과는 연간 478억 ~ 18조 6천억 원으로 나타났다. 그 중 이동통신 서비스 부문에서 1조 7천억 ~ 12조 4천억 원을 창출하였고, 내수판매를 위해 휴대폰 제조산업에서는 184억 ~ 4조 2천억 원을 창출하였다. 그리고 설비투자 부문에서 295억 ~ 2조 3천억 원의 부가가치를 창출하였다. 부가가치 창출 효과는 GDP와 개념적으로 동일하므로, 이 효과들은 GDP에 대한 기여도라고 간주할 수 있다.

소비자 잉여를 추정하기 위해서는 수요함수의 추정이 선행되어야 한다. 선행연구들에서는 가입수요와 이용수요를 분리하고, 이용수요인 통화량을 종속변수로 삼아서 수요함수를 구성한 사례가 많았다. 그리고 설명변수에 가입수요를 포함시켜 네트워크 외부성을 고려하거나, 가입수요의 내생성을 고려하여 2SLS

추정법을 사용하였다.

그런데 수요함수를 구성할 때에 현실적으로 타당한 결과를 도출할 수 있도록 주의할 필요가 있다. 과거에는 음성통화 위주로 이동통신을 이용하였으므로, 음성통화량이 수요함수의 종속변수로 선택되었다. 그런데 스마트폰의 보급이 확대되면서 음성통화에서 데이터로 이동통신 서비스의 중심이 이동하였고, 요금에서 차지하는 비중도 데이터가 압도적일 것으로 판단될 정도로 이용환경이 크게 변화하였다. 그러나 음성통화와 데이터에 대한 과금 내역이 구분되어 발표되지 않아서, 서비스별로 정확한 요금을 수요함수에 입력하기 어렵다. 또한 정액요금제 또는 무제한 요금제가 확산되면서 통화나 데이터 한 단위 이용에 대해 지불하는 실질적인 가격을 체감하기 어려워져, 이용자가 수요량을 결정하는데 미치는 영향이 불확실하다. 이러한 변화를 감안하여 이용수요와 가입수요를 분리하지 않고 통합하여 가입자의 수를 종속변수로 삼고, 월별 총 ARPU를 가격변수로 채택하였다. 또한 수요함수에 필수적으로 포함되는 소득변수로 GNI를 채택하였다. 그리고 선행연구들에서 수요에 대해 설명력을 가진 것으로 밝힌 이동통신 음성전화 발신 통화량, 경쟁 서비스인 유선통신 가입회선, 주파수 보유량 등을 설명변수에 추가로 포함시켰다.

가격은 이동통신 산업 내부의 여러 요인들에 의해 결정되므로, 내생성을 갖는 것으로 판단된다. 일례로 주파수 할당의 대가나 할당된 주파수의 총량 등으로부터 영향을 받을 것으로 판단된다. 그러므로 수요함수를 구성하는 외생변수에 주파수 할당 대가를 도구변수로 추가하여 가격함수를 만들었고, 수요함수와의 연립성을 감안하여 2SLS로 분석하였다.

가격과 가입자 수에 대한 두 개의 모형에 포함된 시계열 자료들에 대한 단위근 검증을 수행하여, 모두 불안정한 시계열임을 확인하였다. 그러나 두 모형 모두 공적분되어 있음을 확인한 후, 우선 가격 모형을 GLS로 추정하였다. 분석 결과 주파수 할당대가가 서비스 요금에 정(+)의 영향을 미치고, 보유한 주파수 총량이 부(-)의 영향을 미치는 것을 확인하였다. 그러므로 주파수 할당대가가 이동통신 서비스의 요금에 영향을 미친다는 실증적인 증거를 확보하였고, 높은 할당대가가 반드시 성공한 경매는 아니라는 학계나 업계의 주장을 확인하였다.

또한 보유한 주파수 총량이 가격을 낮춘다는 학계의 주장도 실증적으로 확인하여, 경매를 통한 주파수 보급확대의 효용을 확인하였다.

수요함수를 추정하기 위해 국내의 이동통신 서비스 시장에 대한 2003년 ~ 2019년의 시계열 자료를 사용하였다. 또한 가격모형을 이용하여 구한 가격의 추정값도 수요함수에 입력하였다. 분석결과 수요의 가격 탄력성은 -0.5295 , 소득 탄력성은 0.3368 로 각각 유의수준 1%와 5%에서 유의한 것으로 나타났다. 부호도 상식에 부합하였다. 수요함수는 소비자 잉여를 추정하는 데에 사용되었다. Hausman(1981)이 제안한 정확후생은 이론적인 강건함에도 불구하고 로그선형 수요곡선을 이용하는 경우에는 초기 수요구간에서 잉여가 크게 증가하는 위험이 있다. Alexander et al(2000)이 제안한 모형을 사용하면 잉여의 급증을 예방할 수 있지만, 통상수요함수를 이용하므로 정확도가 다소 낮아진다. Breslaw & Smith(1995)의 방법론은 통상수요곡선을 이용하여 시뮬레이션으로 간편하게 추정할 수 있지만, 가격의 변동 단위를 잘게 나누고 다수의 반복계산이 필요하다. 본 연구에서는 요금을 10원 단위로 나누고 총 100,000번의 시뮬레이션을 수행하였다.

분석 결과 2019년에 이동통신 서비스가 창출한 소비자 잉여는 21조 7천억 원(AFN) ~ 31조 원(Breslaw) ~ 49조 원(Hausman)에 이른다. 이 중 가장 많은 잉여를 도출한 Hausman 모델의 결과는 당해 이동통신사업자 영업수익 총액의 213%에 해당하는데, 가입자별로는 6만 881원의 ARPU에 해당한다. 여기에 당해 연도 ARPU를 합치면 우리나라의 평균적인 소비자는 매월 8만 9,402원의 효용을 이동통신 서비스로부터 얻는 것으로 해석된다. 이 결과를 현재와 과거의 다양한 이동통신 요금제와 비교하고, 해외 선행연구 결과와 비교하였다. 그리고 ARPU가 편익의 최저 한도를 반영함을 감안하여, 분석결과가 우리나라의 평균적인 이동통신 가입자의 편익 범위 내에 있는 것으로 판단하였다.

이동통신 서비스가 거둔 성과 중에서 경매로 할당된 주파수의 효과를 다시 분류하면, 2019년에 14조 8천억 원(AKN) ~ 21조 4천억 원(Breslaw) ~ 33조 6천억 원(Hausman)의 후생효과를 창출한 것으로 나타났다. 이를 주파수 단위당으로 환산하면 연간 297억 ~ 428억 ~ 671억 원의 후생효과에 해당한다.

한편, 가격모형에 대한 회귀분석 결과를 이용하여 주파수 할당 대가와 주파수의 공급의 확대가 소비자 후생에 미치는 영향을 분석하였다. 할당대가의 변화율을 가격모형에 입력하여 요금의 변화에 미친 영향을 추정하고, 수요모형을 이용하여 가입자 수의 변화를 추정하여 사업자 수익 및 소비자 잉여의 변화를 추정하였다. 그러므로 할당대가의 변화율을 구해야 하는데, 현재의 상황을 감안하여 대가할당과 무료할당을 기준으로 삼고 경매할당으로 인해 추가로 납부한 대금의 비율을 산정하였다.

주파수 경매로 사업자가 납부한 할당 대가는 2019년에 서비스 요금에 각각 3.70%와 36.43%의 영향을 미친 것으로 평가되었다. 금액으로는 매월 1,057원과 10,391원 만큼 요금을 인상시킨 셈이다. 그리고 주파수의 공급 확대는 매월 5,704원 만큼 요금을 인하시켰는데, 두 효과를 종합하면 4,648원의 요금 인하 또는 4,687원의 인상 효과가 있었던 것으로 추정된다. 이로 인해 이동통신 사업자들은 2019년에 영업수익의 9.0%와 9.9%에 해당하는 2조 600억 원의 수익 손실 또는 2조 3천억 원의 추가 수익을 올렸다. 이 금액은 사업자가 매년 납부한 할당대가의 2.21배와 2.44배에 해당한다. 반대로 가입자들은 경매할당 제도로 인해 대가할당에 비해 1인당 매월 1,983 원(AFN) 또는 4,464 원(Hausman)의 후생이 증대되었다. 그리고 무료할당에 비해서는 1인당 매월 2,182 원(AFN) 또는 4,908 원(Hausman)의 후생손실을 부담하였다. 이를 국민경제 전체로 확장하면 연간 1조 9천억 원(AFN) 또는 4조 4천억 원(Hausman)의 후생증대, 혹은 2조 1천억 원(AFN) 또는 4조 8천억 원(Hausman)의 후생손실에 해당한다.

제 3 절 주파수 관리 정책 및 제도 개선방안

국내외의 주파수 경매제도를 분석한 결과 다음 네 가지의 주파수 할당제도 개선방안을 도출하였다. 첫째, 주파수할당 정책과 경매 설계 등에 있어서 현재 보다 정보공개 수준이 상향될 필요가 있다. 현재 주파수할당과 경매와 관련하여 정부는 주파수할당 공고문, 경매 경과/결과, 언론대응 보도자료, 토론회 안

내 정도의 정보만 과학기술정보통신부 홈페이지를 통해 공식적으로 공개하고 있다. 미국이나 영국 정부는 주파수할당 정책이나 경매 설계 초안을 공개하고, 사업자 등 이해관계자들로부터 공식적으로 의견을 받은 후 이에 대응하는 과정과 결과를 모두 공개하고 있다. 주요 이슈와 이에 대한 의견 수렴 및 절충 과정, 그리고 최종 결과를 모두 공개함으로써 관련 정책연구에 활용되고, 향후 주파수할당 정책 수립과 경매 설계 시에 새로운 아이디어를 얻고 오류를 줄이는데 효과적으로 활용되고 있다. 한국은 이러한 논쟁 과정을 드러내는데 지나치게 소극적인 편이다. 결정 사항 위주의 정보만 제공되기 때문에 주요 이슈가 무엇이고 이해관계자들의 주장은 어떠한지, 그리고 최종적인 의사결정은 어떠한 논리로 만들어졌는지를 구체적으로 파악하기 어렵다. 그나마 최근의 일이라면 기사를 통해서 정보를 보충할 수 있으나 몇 년만 지나도 관련된 정보를 수집하는 것이 매우 어렵다. 그러므로 한국도 미국과 영국 수준⁴⁵⁾으로 정보를 공개하고 기록하는 것이 필요하다. 이를 위해서 별도의 정보시스템, 특히 경매와 연동된 정보시스템을 개발하고 운영하는 것이 필요하다고 판단된다. 참고로, 미국과 영국은 주파수할당 정책뿐만 아니라 경매 설계, 경매의 진행과 관련된 라운드별 정보, 최종 결과 등도 상세히 제공하고 있다.

둘째, 최저경쟁가격 산정 과정을 조금 더 투명하게 공개하고 그 수준을 합리적으로 조정할 필요가 있다. 한국은 미국과 더불어 최저경쟁가격 산정기준을 매우 구체적으로 제시하는 대표적인 국가이다. 미국의 최저경쟁가격(최소시작가)을 ‘대역폭’, ‘지역인구’, ‘단가’의 요소의 곱으로 산정된다. 한국의 최저경쟁가격은 전파법시행령 제14조와 별표 3의 기준에 따라 산정된다. 대부분의 국가는 산정기준을 투명하게 공개하는 경우는 잘 없어서 한국 정도면 투명성 측면에서는 우수하다고 볼 수 있다. 다만, 한국은 사용된 데이터나 요소별 수치 등 최저경쟁가격이 산정되는 과정은 밝히고 있지 않다. 대략적인 방향 정도는 언론보도를 통해 알려지지만, 제3자가 최저경쟁가격을 똑같이 계산해 보는 것은 매우 어렵다. 미국에서는 사용된 데이터나 요소별 수치가 모두 공개되기 때문에 누구나 최저경쟁가격을 산정해 보고 검증해 볼 수 있다. 한국도 미

45) 제4장의 ‘제1절 미국’, ‘제2절의 영국’ 을 참조하기 바람

국과 같은 수준으로 투명성을 높이는 것이 필요해 보인다.

셋째, 한국은 최저경쟁가격이 다른 국가에 비해 매우 높은 수준이므로, 경매에서 경쟁을 높이고 최저가격은 낮출 필요가 있다. 낙찰가 대비 최저경쟁가격은 59~100% 수준으로 80%를 넘기는 경우도 많았다. 이렇게 최저경쟁가격 수준이 전반적으로 높게 나타나는 이유는 최저경쟁가격으로 낙찰되는 경우가 많도록 주파수할당 정책과 경매를 설계했기 때문이다. 최저경쟁가격으로 낙찰된 경우를 나열해 보면, 1차 경매 800MHz 대역 10MHz 폭, 2.1GHz 대역 20MHz 폭, 2차 경매 2.6GHz 대역 40MHz 폭, 3차 경매, 1.8GHz 대역 20MHz 폭, 2.1GHz 대역 20MHz 폭, 2.6GHz 대역 20MHz 폭, 3차 경매 28GHz 대역 2,400MHz 폭 등 매우 많다. 최저경쟁가격으로 낙찰된 경우가 많은 이유는 특정사업자의 참여배제, 사업자 당 할당·낙찰 대역폭의 제한 등으로 인해 경매에서 입찰경쟁이 충분하게 발생하지 않는 대역이 많았기 때문이다. 정부는 이러한 상황에서 헐값낙찰 방지를 위해 최저경쟁가격을 높게 설정하였다. 그러나 4차 경매(5세대 주파수 경매)에서는 경매대상 주파수를 작은 크기, 많은 수의 블록으로 나누어서 조합클락경매 방식을 적용하였다. 또한 사업자당 대역폭 제한도 완화하여 입찰경쟁이 발생하도록 설계하였다. 이로 인하여 3.5GHz 대역에서는 최저경쟁가격에 낙찰받는 사업자는 발생하지 않았다. 이러한 사실이 확인되었기 때문에, 대역폭이 넓고 블록 수가 많은 형태의 주파수 경매에서는 최저경쟁가격을 현재보다 낮은 수준으로 설정하는 것이 필요하다고 판단된다. 입찰경쟁이 충분히 발생하도록 경매를 설계하면 최저경쟁가격에서의 낙찰 가능성이 매우 낮기 때문이다. 주파수 경매의 장점 중 하나는 주파수의 이용가치를 극대화할 수 있는 시장가치를 찾을 수 있다는 것이다. 이를 위해서는 지나치게 높지 않은 합리적인 최저경쟁가격(최소시작가)을 설정해 입찰경쟁을 통해 최종 가격을 확인하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

넷째, 경매 외에도 다양한 할당방법을 적용할 수 있는 할당제도를 만드는 것이 필요하다. 현행 전파법(제11조)은 경쟁적 수요가 존재하면 경매를 우선 적용하는 것을 원칙으로 한다. 재할당과 같이 경쟁적 수요가 없는 특별한 상황이 아니라면 경매 외의 다른 방법, 즉 정부산정 대가할당을 적용할 여지가 없다.

정부산정 대가할당의 가장 큰 장점이자 특징은 (i) 심사과정⁴⁶⁾을 거친다는 것과 (ii) 할당대가를 예상매출액 기준 납부금과 실제매출액 기준 납부금으로 부과한다는 것이다. 먼저 심사를 거치게 되면 정부가 지향하는 통신정책 혹은 주파수 정책 목표(가령, 가계통신비 인하, MVNO 시장 고도화, 커버리지 투자 등)과 관련된 실행방안을 사업자로 하여금 이행하도록 유도할 수 있다. 정부산정 대가할당은 초기에 전체 납부금을 확정하는 것이 아니라 일부만 초기에 확정하고 나머지는 실제매출액에 연동하여 정한다. 이러한 방식의 장점은 사업의 불확실성에 대한 부담을 완화해줄 수 있고, 사업성과에 부합하는 할당대가가 부과되며, 시장점유율이 높은 사업자는 큰 부담을 지고 낮은 사업자는 적은 부담을 지므로 공정경쟁 기반 조성에도 도움이 된다. 결론적으로 경매방식, 대가할당 방식, 혹은 두 방식의 혼합방식의 선택권을 규제기관이 갖고 있도록 제도 개선이 이루어질 필요가 있다. 이 과정에서 프랑스 사례와 같이 비교심사의 기준 중 하나인 할당대가를 경매로 진행하는 방안을 고려할 수 있을 것이다.

주파수 경매를 통한 할당의 파급효과 분석을 통해 세 가지의 시사점을 얻었다. 첫째, 할당된 주파수가 이동통신 서비스에 투입요소로 사용됨으로써 국민 경제적으로나 소비자 후생에 크게 기여하고 있음을 실증하였다. 다양한 모형이나 방법론을 적용하여 분석을 수행하였는데, 모두 예상보다 큰 효과를 도출해 주었다. 그러므로 해당 산업의 활성화와 효율화가 중요하며, 경매를 통한 주파수 할당의 효율화의 중요성도 확인되었다. 둘째, 할당대가를 많이 받는 경매가 오히려 소비자 후생을 저해할 수 있음을 확인하였다. 연구를 통하여 학계에서 논란이 되었던 할당대가가 서비스 요금에 미치는 유의미한 영향력을 실증하였다. 주파수 경매 대가가 무료 할당이나 대가할당보다 비싼 것으로 나타났으므로, 주파수 경매로 인한 소비자의 지출 증가 및 후생효과 감소의 감소를 확인하였다. 그러므로 할당대가가 비싼 경매가 성공한 경매는 결코 아님을 확인하였다. 정부도 주파수 경매로 인한 효율성 향상 효과와 함께 소비자 잉여의 저하 효과도

46) 심사 시에 전파자원이용의 효율성, 신청자의 재정적 능력, 신청자의 기술적 능력, 할당하려는 주파수의 특성이나 그 밖에 주파수 이용에 필요한 사항, 그리고 할당이 기간통신 사업 또는 위성망 보호 등에 미치는 영향을 고려한다.

고려하여 합당한 할당대가를 받을 수 있도록 경매를 설계하여야 한다. 셋째, 이동통신 산업에 대한 주파수의 공급이 이동통신 서비스의 가격을 내리는 효과가 실증되었다. 이는 학계에서의 예측들을 실증한 것으로, 정부가 주파수 관리정책을 강화하여 이동통신용 주파수를 추가로 발굴하거나, 기술발전을 지원하여 고(高)대역 주파수의 사용을 가능케 하고 이를 이동통신용으로 할당함으로써 소비자의 후생을 높일 수 있겠다.

본 연구의 한계로는 첫째, 경매제도의 중요한 평가 포인트 중 하나인 사업자 선정과 가격 설정의 효율성까지 분석하지 못했다. 본 연구에서 주파수를 이동통신용으로 이용함에 따른 파급효과, 경매제도로 인한 후생효과 등 다각적으로 경매의 성과를 평가하였지만, 종합적인 평가를 위해서는 최적의 사용자에게 최적의 장가격으로 할당한 경매제도의 본원적인 효율성도 함께 고려하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 사업자 선정 및 가격설정의 효율성 평가까지 연구 범위에 포함시키지 못하였다. 만약 후속 연구들에서 이 효과들을 분석한다면, 본 연구의 결과와 종합하여 경매제도를 완전하게 평가할 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구에서는 소비자 측면의 잉여에 국한하여 평가하였다. 그러나 사회적 후생의 총합을 구하기 위해서는 생산자 잉여까지 합산하여야 한다. 생산자 잉여를 구하기 위해서 비용, 매출, 영업이익 등을 분석하여야 하는데, 경매를 통해 할당된 주파수가 4 ~ 5G 이동통신 부문에만 투입되었기 때문에 이 부문에 대하여 비용, 매출, 이익 기여도 등을 분류하여야 한다. 그러나 자료의 부족으로 인해 분류가 어려웠기 때문에, 생산자 잉여를 구하지 못한 아쉬움이 남는다. 셋째, 주파수 경매제도에 대한 성과 추정에서 신뢰성을 강조하다보니, 보수적인 태도로 분석 방법을 선별하였다. 이로 인해 학계에서 검증된 분석모형들을 선택하였고, 이로 인해 이론적인 최신성은 다소 떨어진다.

참고 문헌

국내문헌

- 강광하(2000), 산업연관분석론, 연암사
- 강임호·윤기호 (2006), IMT-2000 주파수 할당대가의 최적구조에 대한 정량적 접근, 정보통신정책연구, 13(1), 53-79.
- 강임호·윤성호 (2010), 유인계약 방식의 최적 주파수 할당대가 구조, 정보통신정책연구, 17(3), 53-79.
- 고준희·여위·이혁진(2020), 산업연관 분석에 의한 미디어 산업의 경제적 효과 분석, 문화산업연구, 20(1), 21-31.
- 과학기술정보통신부 (2018), 주파수할당대가의 산정 및 부과에 관한 세부사항 (과학기술정보통신부고시 제2018-22호).
- 과기정통부·KAIT·KEA(2021.7)가 발표한 ‘2020 ICT실태조사
- 곽기훈·서지영·김석환·황순주(2013), 중장기 전파이용 촉진방안 연구, 방송통신정책연구 13-진흥-027, 한국전파진흥협회, 미래창조과학부.
- 곽소윤·유승훈(2010), 광고산업의 경제적 파급효과 추이 분석, 산업경제연구, 23(6), 2,789-2,810김동주 외(20080
- 김득원·김희천 (2017), 4차 산업혁명 기획시리즈: 5G 초고대역 주파수 공급을 위한 주파수경매 동향 및 시사점, 정보통신정책연구원.
- 김봉철(2003), 한국 광고산업의 구조적 특성에 관한 연구 : 타 산업과의 상호 연관관계 분석을 중심으로, 한국지역언론학회, 언론과학연구, 3(2), 77-118.
- 김상봉·함은식(2011), 이동통신용 주파수 가치산정에 관한 연구:미시적 수익접근법을 중심으로, 한국행정논집, 2391), 271-294.
- 김상택(2003), 이동통신의 이부요금과 접속료, 통신시장, 46, 60-74.
- 김용규·김지연(2011), 700MHz 대역 주파수의 이동통신용 분배에 따른 사회후생효과 분석, 정보통신정책연구, 18(2), 125-148.

김용규 · 이홍재 · 김형준(2003), 이동전화 서비스의 수요탄력성 및 소비자 잉여 추정, 2003년 경제학 공동학술대회, 산업조직학회,

김태중 · 권중형 · 김하성 · 박병성 · 육영수 · 권기범 · 이상욱 · 이정훈(2018), 3GPP 표준화 현황: Rel-15 규격 및 Rel-16 주요 이슈, 5G포럼 이슈리포트, 제6권.

김현진 · 이성준 (2019), 독일 5G주파수 최근(2019) 경매사례 분석, 전자통신동향 분석, 34(6), 17-27.

남승용 외(2018.12), 전파자원 활용 및 관리의 사회경제적 효과 연구, (사)미디어 미래연구소, KCA연구2018, 한국방송통신전파진흥원

명진규(2011.8.26.), 무제한 경매 무책임한 방통위, 아시아경제.

박동욱 · 왕규호 · 김원식 · 이승훈(2002.12), 주파수 경매의 이론 및 사례분석, 정보통신정책연구원.

박세준(2018.4.27.), 휴대전화 요금 낮춰준다며 눈뜨면 돈 배어간다, 주간동아.

변상규(2011), 스마트폰 생태계 분석 및 국민경제 파급효과 연구, 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 12(2), 205-216.

설성호 · 권수천, (2013a), 4G 주파수 경매 이론 및 경매 설계 정책 분석, IT 이슈리포트 2013-25, 한국전자통신연구원.

설성호 · 권수천 (2013b), 프랑스의 800MHz 및 2.6GHz 주파수 경매설계 정책 분석 및 주요 시사점: 주파수 패키징 및 경매방식을 중심으로, 전자통신동향분석, 28(3), 137-150.

성낙일(1999), 우리나라 전화통화수요의 가격 및 소득탄력성 추정, 정보통신정책 연구, 6(2), 1-20.

신재욱 · 신재승 (2019), 5G 이동통신 기술, 로봇과 인간, 한국로봇학회, 14~21.

여인갑 (2013), 영국 4G 주파수 경매 결과분석 및 평가, 주간기술동향, 1-14.

연권흠 · 김기원 · 김용규(2019), 고정업무용 주파수의 경제적 가치와 합리적 대가 부과 방안, 정보통신정책연구, 26(2), 95-121.

유진상(2018.4.19.), 이통3사 5G 주파수 할당 대가 너무 비싸다, IT 조선.

윤기호 · 이홍재(2005), 주파수 할당대가의 최적구조에 관한 경제성 분석, 정보통신정책연구, 12(2), 79-99.

- 윤충한·변희섭 (2008), TV방송의 디지털 전환과 여유 주파수의 경제적 가치, 사이버커뮤니케이션학보, 25(4), 171-196.
- 윤현영 (2010), LTE vs. WiMAX: 차세대 이동통신 동향, 전파방송통신저널, 27, 76-87.
- 이덕희·권영선·이동희(2002), 이동통신서비스 수요의 소비자잉여 추정, 정보통신정책연구, 9(2), 169~194
- 이덕희·이동희(2004), 이동통신서비스의 경쟁 도입과 사회후생효과의 변화 분석, 국제경제연구, 10(1), 225-258.
- 이명호·서무정(2003), 이동통신의 국민경제적 기여와 소비자후생, Telecommunications Review, 13(3), 372-382.
- 이윤경·안형택·김문성·김준규(2006), 전파관리제도 및 주파수 가치산정에 관한 연구, 방송위원회.
- 이정민(2018.5.3.), KT 5G 정부경매 시작가 부담 공정한 기회는 긍정적, 조선일보.
- 이정호(2013.6.28.), 주파수 2조원 소비자가 떠안나.
- 이홍재·문석웅·김용규·박진현·윤두영(2002.12), 통신서비스산업의 경제적 파급효과, 정보통신정책연구원, 연구보고 02-20.
- 이홍재(2006), 주파수 분배 정책을 위한 용도별 경제적 가치 측정, 한국전자과학회지, 17(3), 36-41.
- 이홍재(2013), 이동통신 주파수경매의 유보가격 산정에 대한 연구, 정보사회와 미디어, 25, 78-107.
- 임동민(2017), 주파수 경매 설계와 낙찰가: 주요국 4G 주파수 경매 회귀분석을 중심으로, 정보통신정책연구, 24(3), 55-84.
- 장재혁·박승근 (2019), 모바일 트래픽 동향, 전자통신동향분석, 34(3), 106-113.
- 장재혁·여재현(2014), 광대역 이동통신 주파수 할당의 경제적 효과: 투입산출분석, 정보통신정책연구, 21(3), 79-107.
- 정보통신정책연구원, 통신시장 경쟁상황 평가 각호,
- 정우수·조병선(2007), 국내 이동전화 통화수요의 요금탄력성 추정에 관한 연구, 한국통신학회논문지, 32(6), 390-401.
- 정인준 (2020), 경매 주파수에 대한 정부산정 대가할당 방식 적용에 관한 연구,

- 항공우주정책 · 법학회지, 35(4), 187-221.
- 정인준 · 여재현(2011), 주파수 경매제 추진 현황 및 주요 이슈, Premium Report, KISDI.
- 정인준 · 여재현 · 임동민 · 김지연 (2011), 주파수 재할당 정책방향 · 대가산정 및 제도개선 방안 연구, 방송통신정책연구(11-진흥-나-17), 방송통신위원회.
- 정인준 · 여재현 · 전수연 · 김지연 (2011), 주파수 배분체계 등 전파법령 개선방안 연구, 방송통신정책연구(1-진흥-나-03), 방송통신위원회.
- 조상섭 · 이한영 · 강신원(2009), An empirical study on the spectrum license fee and consumer surplus, 사이버커뮤니케이션학보, 26(4), 123-150.
- 조성한 · 백태영 · 엄명용(2005), 국내 이동통신 서비스의 소비자 잉여 추정, 기술혁신연구, 13(1), 295-315.
- 최계영 · 여재현 · 정인준 · 임동민 · 전수연 · 김상용 (2010), 주파수 중장기 이용 방안 연구(정책연구 10-23), 방송통신위원회.
- 최재웅 (2012), 이동통신의 발전 과정, 방송통신위원회 블로그(2012년 9월 12일)
- 한국은행(2019), 2015년 산업연관표.
- 홍철규(2006), 심사할당 주파수의 가격 책정 방법론 대안: 우리나라 2G 주파수를 중심으로, 정보통신정책연구, 13(1), 49-78.
- 홍필기(2011), 주파수 재개발 및 정책 수립의 효과분석을 위한 방법론 연구, 한국방송통신전파진흥원.
- 황정우 (2018), 5G 진화의 시작, 3GPP Release-16 표준화 동향, ICT Standard Weekly, TTA, 891, 1-2.
- 황정우 (2020), 5G 고도화의 시작, 3GPP Release-17 표준화 동향, ICT Standard Weekly, TTA, 964, 1-3.

해외문헌

- 5G Americas (2017), 5G Services & Use Cases, November.

- Abichar, Z. and Chang, J.M. (2010), WiMAX vs. LTE: Who Will Lead the Broadband Mobile Internet, IEEE IT Professional, 12(3), 26~32.
- ACA(2002), Benefits to Consumers of Telecommunications Services in Australia 1996-1997 to 2000-2001, The Australian Communications Authority.
- AGCOM (2011), Procedure e regole per l'assegnazione e l'utilizzo delle frequenze disponibili in banda 800, 1800, 2000 e 2600MHz per sistemi terrestri di comunicazione elettronica (2011.05.18.).
- Alexander, D.L., Kern, W. and Neil, J. (2000), 'Valuing the Consumption Benefits from Professional Sports Franchises, Journal of Urban Economics, 48, 321-337.
- ARCEP (2002), Annual Report 2001.
- ARCEP (2003), Annual Report 2002.
- ARCEP (2011), Annual Report 2010.
- ARCEP (2020a), Modalités et conditions d'attribution des fréquences dans la « bande coeur » de la 5G (3,4 – 3,8GHz) (2020.09.).
- ARCEP (2020b), La procédure d'attribution de la bande 3,5GHz et les obligations associées (2020.11.10.).
- Bauer, J.M. (2003), Impact of license fees on the prices of mobile voice service, Telecommunications Policy, 27(5~6), 417~434.
- Bnetza (2018), Determinations and rules in detail (award rules) and on the determinations and rules for conduct of the proceedings (auction rules) to award spectrum in the 2GHz and 3.6GHz bands, President's Chamber, (2018.11.26.).
- Bnetza (2000), Determinations and Rules for the Award of Licences for the Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)/International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000); Third Generation Mobile Communications, President's Chamber (2000.02.18.).
- Bnetza (2009), Combining the award of spectrum in the bands 790 to 862MHz,

- 1710 to 1725MHz and 1805 to 1820MHz with proceedings to award spectrum in the bands 1.8GHz, 2GHz and 2.6GHz for wireless access for the provision of telecommunications services, President's Chamber (2009.10.12.).
- BOE (2018), MINISTERIO DE ENERGIA, TURISMO Y AGENDA DIGITA (2018.05.26).
- BOE (2020), MINISTERIO DE ENERGIA, TURISMO Y AGENDA DIGITA (2020.12.23).
- BOE (2021), MINISTERIO DE ENERGIA, TURISMO Y AGENDA DIGITA (2021.05.31).
- Breslaw, J. and Smith, J. (1995), A simple and efficient method for estimating the magnitude and precision of welfare changes, *Journal of Applied Econometrics*, 10(3), 313-327.
- Cave, Martin, Sumit Majumdar and Ingo Vogelsang, Eds. (2002), *Handbook of Telecommunications Economics*, Vol. 1, Cave, Majumdar and Vogelsang, Eds, NewYork: Elsevier.
- Cisco (2019), Cisco VNI Global and Americas/EMEAR Mobile Data Traffic Forecast.
- Coase, R. (1959), The Federal Communications Commission, 2 *Journal of Law & Economics*, 1-40.
- Commsupdate (2011), Spanish ministry unveils winners of spectrum auction (2011.08.01.).
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2001), *The Introduction of Third Generation Mobile Communications in the European Union: State of Play and the Way Forward*, Brussels (2001.03.20.).
- Cramton, P. (2001), Radiocommunications Agency: The Auction of Radio Spectrum for the Third Generation of Mobile Telephones, appendix 3 *Lessons Learned from the UK 3G Spectrum Auction* (2001.05.05.).
- Cramton, P.(2002), *Spectrum Auctions*, *Handbook of Telecommunications*.

- Economics, Vol. 1, Cave, Majumdar and Vogelsang, Eds., New York: Elsevier.
- econ(2001), Estimation of Fixed to Mobile Price Elasticities.
- Falch, M. and Tadayoni, R. (2000), Economic Analysis of the Radio Spectrum for Regulatory Purpose, CTI Working Paper, no. 72, 2000, Center for Tele-Information.
- Ganuzza, Juan-JosÈ (2011), Auctioning Spectrum Rights, Barcelona (2011.03.24).
- Grimm, V., Riedel, F., and Wolfstetter, E. (2001), The third generation (UMTS) spectrum auction in Germany, SFB 373 Discussion Paper, 2001(70), Humboldt University of Berlin, Interdisciplinary Research Project 373: Quantification and Simulation of Economic Processes, Berlin.
- Gruber, H. (2001), Spectrum limits and competition in mobile markets: The role of license fees, Telecommunications Policy, 25, 59-70.
- Gujarati (2000), 기초 계량경제학, 3판, 안충영, 홍성표, 박완규 공역, 진영사.
- Hausman, J.(1981), Exact Consumer' s Surplus and Deadweight Loss, the American Economic Review, 71(4), p. 662-676.
- Hausman, J(1997), Valuing the Effect of Regulation on New Services in Telecommunications, Brooking Papers, Microeconomics, p.1~38.
- Hazlett, T. and Munoz, R. (2004), A Welfare analysis of spectrum allocation policies, The Rand Journal of Economics, 40(3), 424-454.
- Hazlett, T. and Munoz, R. (2009), A welfare analysis of spectrum allocation policies, Rand Journal of Economics, 40(3), 424-454.
- Herzel, L.(1951), Public Interest' and the Market in Color Television Regulation, 18 University of Chicago Law Review, 802-16.
- Indepen (2004), "An economic study to review spectrum pricing," Report, Indepen, Aegis systems and warwick business school.
- ITU (2015), Recommendation ITU-R M.2083, IMT Vision - Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond.
- Kavanagh, Sacha (2021), 5G UK auction (2021.05.04.).

- Klemperer, P.(2002), What Really Matters in Auction Design, 16 Journal of Economic Perspectives, 169-89.
- Kwerel, E. (2000), Spectrum auctions do not raise the price of wireless services: Theory and evidence. Federal Communications Commission.
- Levin, H.(1962), Federal Control of Entry in the Broadcast Industry, 5 Journal of Law and Economics, (October), 49-67.
- Miller, R.E. and P.D. Blair (1985), Input-output Analysis: Foundations and Extensions, Prentice-Hall, New Jersey.
- NERA (2011), 900MHz and 1800MHz band refarming case study: France (2011.11.30.).
- Noam, E. (1998), Spectrum auctions : yesterday' s heresy, today' s orthodoxy, tomorrow' s anachronism. Taking the next step to open access, Journal of Law and Economics, 41(2), 765-790.
- OECD (2001), SPECTRUM ALLOCATION: AUCTIONS AND COMPARATIVE SELECTION PROCEDURES: Economic Arguments (2001.12.13.).
- Ofcom (2004), "Spectrum pricing - A consultation on proposals for setting wireless telegraphy act licence fees," Consultation document, Consultation document.
- Ofcom(2006), Economic impact of the use of radio spectrum in the UK.
- Ofcom (2012a), The award of 800MHz and 2.6GHz spectrum: Information Memorandum (2012.07.24.).
- Ofcom (2012b), The award of 800MHz and 2.6GHz spectrum: Information Memorandum Update (2012.11.12.).
- Ofcom (2018), Statement on the making of the regulations for the award of the 2.3GHz and 3.4GHz spectrum (2018.01.24.).
- Ofcom (2020), Award of the 700MHz and 3.6-3.8GHz spectrum bands (2020.03.13.).
- Petracca, M. (2019), The Agcom' s regulation for the award and the use of the 700MHz, 3.6-3.8GHz and 26.5-27.5GHz bands to foster the transition to 5G

technology (AGCOM), Joint EMERG-BEREC workshop on the 5G regulation, Amman (2019.01.16.).

PolicyTracker (2019), German 5G auction ends with bids of €6.5 billion (2019.06.14.).

PolicyTracker (2010), Big three operator happy with low-cost German auction, (2010.05.26.).

Radio communications Agency (1999), United Kingdom Spectrum Auction: Third Generation The Next Generation of Mobile Communications Information Memorandum (1999.11.01.).

Radiocommunications Agency(2001), The Economic Impact of Radio.

Radiocommunications Agency(2002), The Economic Impact of Radio.

Royal, F. (2011), The Italian 4G Spectrum Auction: An Analysis (2011.10.17.).

Smith & NERA(1996), Study into the Use of Spectrum Pricing.

Snider (2003), “An Explanation of The Citizen’s Guide to the Airwaves,” New America Foundation.

Sandvine (2020), The Mobile Internet Phenomena Report.

Willig, R.(1976). Consumer’ s surplus without apology. American Economic Review, 66, 589-597.

온라인 문헌

통계청, kosis.kr.

3GPP, <http://www.3gpp.org>.

5G Observatory 홈페이지, <https://5gobservatory.eu>.

FCC 홈페이지, <https://www.fcc.gov/auctions>.

Ofcom 홈페이지, <https://www.ofcom.org.uk>

TTA 용어사전, <http://word.tta.or.kr>

[부록]

<이동통신 사업자별 분배된 주파수 활용 현황>

사업자	대역	대역 폭(MHz)	할당 시점	종료 시점	이용기간 (년)	할당 방법*	규정 용도** (실제 주용도)
SKT	800MHz	50	00년이전	11.6월	-	허가	2G(2G)
	800MHz	30	11.7월	21.6월	10	재할당	2~4G**(2G)
	800MHz	20	21.7월	26.6월	5	재할당	3G 이상(4G)
	1.8GHz	20	11.12월	13.9월*	1년8개월	경매	3~4G(4G)
	1.8GHz	35	13.9월	21.11월	8	경매	3~4G(4G)
	1.8GHz	35	21.12월	26.11월	5	재할당	3G 이상(4G)
	2.1GHz	40	01.12월	16.11월	15	할당	3G(3G)
	2.1GHz	20	10.6월	16.11월	6년5개월	할당	3~4G(4G)
	2.1GHz	40	16.12월	21.11월	5	재할당	3G 이상*** (3G/4G)
	2.1GHz	40	21.12월	26.11월	5	재할당	3G 이상(3G/4G)
	2.6GHz	40	16.8월	26.12월	10	경매	3G 이상(4G)
	2.6GHz	20	16.8월	26.12월	10	경매	3G 이상(4G)
	3.5GHz	100	18.12월	28.11월	10	경매	3G 이상(5G)
28GHz	800	18.12월	23.11월	5	경매	3G 이상(5G)	
KT	800MHz	10	12.7월	20.6월	8	경매	3~4G(4G)
	900MHz	20	11.7월	21.6월	10	할당	3~4G(4G)
	900MHz	20	21.7월	26.6월	5	재할당	3G 이상(4G)
	1.8GHz	20	00년이전	11.6월	-	허가	2G(2G)
	1.8GHz	20	11.7월	21.6월	10	재할당	2~4G**(2G→4G)
	1.8GHz	15	13.9월	21.6월	8	경매	3~4G(4G)
	1.8GHz	35	21.7월	26.6월	5	재할당	3G 이상(4G)
	1.8GHz	20	16.8월	26.12월	10	경매	3G 이상(4G)
	2.1GHz	40	01.12월	16.11월	15	할당	3G(3G)
	2.1GHz	40	16.12월	21.11월	5	재할당	3G 이상*** (3G/4G)
	2.1GHz	40	21.12월	26.11월	5	재할당	3G 이상(3G/4G)
	3.5GHz	100	18.12월	28.11월	10	경매	3G 이상(5G)
	28GHz	800	18.12월	23.11월	5	경매	3G 이상(5G)
LGU +	800MHz	20	11.7월	21.6월	10	할당	3~4G(4G)
	800MHz	20	21.7월	26.6월	5	재할당	3G 이상(4G)
	1.8GHz	20	00년이전	11.6월	-	허가	2G(2G)
	1.8GHz	20	11.7월	21.6월	10	재할당	2~4G(2G)

2.1GHz	20	11.12월	21.11월	10	경매	3~4G(4G)
2.1GHz	20	16.12월	21.11월	5	경매	3G 이상(4G)
2.1GHz	40	21.12월	26.11월	5	재할당	3G 이상(4G)
2.6GHz	40	13.12월	21.12월	8	경매	3~4G(4G)
2.6GHz	40	21.12월	26.12월	5	재할당	3G 이상(4G)
3.5GHz	80	18.12월	28.11월	10	경매	3G 이상(5G)
28GHz	800	18.12월	23.11월	5	경매	3G 이상(5G)

* 할당방법 중 ‘허가’는 할당제도 도입 이전에 사업허가에 의한 주파수 이용, ‘할당’은 정부산정대가에 의한 할당, ‘경매’는 가격경쟁에 의한 할당을 의미함

실제 주용도는 확실치 않아서 추정된 내용도 있음

※ 출처 : 과학기술정보통신부 내부 자료 및 각종 참고자료

- [1] 정보통신부공고 제1996-6호
- [2] 방송통신위원회 보도자료(2008년 12월 24일)
- [3] 연합뉴스(2011년 3월 23일)
- [4] 방송통신위원회 보도자료(2011년 11월 23일)
- [5] 방송통신위원회공고 제2011-45호
- [6] 미래창조과학부 공고 제2013-119호
- [7] 정보통신부공고 제2000-120호
- [8] 방송통신위원회공고 제2010-18호
- [9] 미래창조과학부 보도자료(2015년 12월 1일)
- [10] 미래창조과학부 보도자료(2016년 3월 18일)
- [11] 과학기술정보통신부 공고 제2018-235호