

# 인센티브 경매 주요 이슈 검토: 주파수 및 방송채널 재배치 단계를 중심으로

김 주 현\*

미국의 통신 규제기관인 Federal Communications Commission(FCC)은 타 용도로 활용되고 있는 주파수의 자발적인 반납을 유도하여 주파수 수요가 높은 이동통신 용도로 활용하는 계획을 세웠다. 해당 계획은 인센티브 경매라는 이름으로 2010년 전미브로드밴드 계획(National Broadband Plan)에서 소개되었다. 2012년 FCC는 인센티브 경매 법안의 통과를 시작으로, 인센티브 경매의 규칙에 대한 Notice of Proposed Rulemaking(NPRM)을 채택하였다. 나아가 인센티브 경매 규칙 검토를 위한 연구반 운영 및 이해관계자의 의견 수렴을 통해 해당 정책을 개선하고 있다. 그러나 최근 FCC는 2014년으로 예정되어 있던 인센티브 경매를 2015년 중순으로 연기하였다. 이러한 변경의 가장 큰 원인은 주파수 및 방송채널 재배치 단계의 복잡성 때문으로 파악된다. 인센티브 경매의 근본 원리는 간단하나 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서는 심도있는 기술적 검토가 필요하다. 따라서 효과적인 재배치 알고리즘 수립 및 잠재적으로 발생할 수 있는 기술적 문제를 최소화하기 위해서는 상당한 시일이 소요 될 것으로 보인다. 그 중 방송채널 재배치 후 방송국간의 간섭문제는 해당 단계에서 필수적으로 해결해야할 사안이다. 현재 FCC는 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서 방송국간의 간섭문제에 관한 구속조건으로 세 가지 옵션을 제시하고 있다. 본고에서는 FCC가 제안한 세 가지 옵션을 심도있게 비교하였으며, 잠재적으로 발생할 수 있는 문제까지 파악하였다. 이는 FCC가 시행하고자 하는 인센티브 경매의 일정 연기에 대한 배경을 이해할 수 있고, 추후 유사 정책 수립 시 수반되어야 할 기술적 검토에 기여할 수 있으리라 생각된다.

\* 정보통신정책연구원 통신전파연구실 연구원, (02)570-4082, jaykim@kisd.re.kr

## 목 차

- I. 서론 / 2
- II. 인센티브 경매 개요 / 4
  - 1. 역경매(reverse auction) / 6
  - 2. 순경매(forward auction) / 7
  - 3. 재배치 단계(repacking) / 8
- III. 주요 이슈 검토 / 9
  - 1. 재배치 단계 - 옵션 1 / 9
  - 2. 재배치 단계 - 옵션 2 / 11
  - 3. 재배치 단계 - 옵션 3 / 14
  - 4. 제안된 옵션의 특징 비교 / 17
- IV. 결론 및 시사점 / 18

## I. 서론

1960년대, 자동차가 귀하던 시절에는 그 만큼 자동차 도로에 대한 가치가 크지 않았다. 그러나 가구당 자동차 보유 대수가 급격하게 증가하면서부터 사람들은 자동차 도로에 관심을 가지기 시작했다. 이에 대한 관심을 충족시키기 위해 국가는 전국망으로 국도를 구축하고, 보다 빠르게 이동할 수 있도록 고속도로를 시공하였다. 그러나 이러한 도로 구축에도 불구하고 기하급수적으로 증가한 자동차 수로 인해 우리는 꽉 막힌 고속도로에서 시간을 보내는 일이 잦아지기 시작했다. 정부는 이러한 문제를 해결하기 위해 고속도로를 확장하거나 신

규로 시공하고자 노력한다. 문제는 이제 접근성이 뛰어난 지역은 이미 주거, 상업 용도로 활용되고 있어 도로의 확장 및 신규 시공이 쉽지 않다는 점이다.

이동통신 시장에서 데이터를 자동차라고 본다면 주파수를 도로라고 볼 수 있다. 이동통신 기술의 발전이 크게 이루어지지 않았던 1990년대 초반에는 주파수에 대한 관심도 그만큼 크지 않았다. 그러나 최근 이동통신가입자 및 스마트폰 보급률의 급격한 증가로 인해 데이터 트래픽이 폭증하기 시작했다. 이로 인해 이동통신 서비스 이용자는 끊김 현상이나 데이터 전송이 이루어지지 않는 문제를 겪게 되었고, 이동통신 사업자는 해당 문제를 해결하기 위해 추가적인 주파수 확보에 노력하였다. 그러나 고속도로의 사례와 마찬가지로 주파수 특성이 뛰어난 주파수는 이미 타 용도로 활용하고 있는 경우가 많다.

이러한 상황에서 미국의 통신 규제기관인 Federal Communications Commission (이하 FCC)은 타 용도로 활용되고 있는 주파수의 자발적인 반납을 유도하여 이동통신 용도로 활용하는 인센티브 경매를 제안하였다.

인센티브 경매는 자발적으로 주파수 이용 권리를 포기한 주파수 대역을 재배치하여, 타 목적으로 주파수를 재할당하는 일련의 과정을 뜻한다.<sup>1)</sup> 이에 대한 구체적인 진행상황을 살펴보면 지난 2010년 광대역 주파수 확보방안으로 인센티브 경매를 전미 브로드밴드 계획(National Broadband Plan)<sup>2)</sup>에서 소개하였다. 2012년 미국 의회는 인센티브 경매의 법안<sup>3)</sup>을 통과시켰으며, 이러한 법적 기초를 바탕으로 FCC는 인센티브 경매의 규칙에 대한 Notice of Proposed Rulemaking(NPRM)<sup>4)</sup>을 채택하였다. 또한 인센티브 경매 규칙 검토를 위한 연구반 운영 및 이해관계자의 의견 수렴을 통해 해당 정책을 지속적으로 개선하고 있다.

인센티브 경매는 자발적으로 반납된 주파수를 경매를 통해 타 용도로 할당하는 최초의 시도이므로 전 세계 이목을 끌고 있다. 대다수의 국가에서는 주파수를 효율적으로 사용하지 못하는 용도로 할당된 주파수를 타 용도로 활용하기 위해 법적 검토 혹은 관련 절차를 마련하고 있으나 미국을 제외하고는 아직 구체적인 방안을 제시하지 못하고 있다. 나아가 미국의 경우에도 인센티브 경매 시행 일정을 2014년에서 2015년 중순으로 연기<sup>5)</sup>하였다. 이러한 일정 변경은 인센티브 경매 절차의 복잡성에 기인한다. 해당 정책은 자발적인 주파수 권리 반납 단계인 역경매(reverse auction), 반납된 주파수 및 방송채널의 재배치 단계(repacking), 주파수의 할당 단계인 순경매(forward auction) 등 크게 세 가지 단계로 이루어져 있다. 이 중에서 특히 반납된 주파수 및 방송채널의 재배치 단계는 정책적 검토 및 기술적 검증이 동시에 이루어져야 하며, 정책 시행 시 문제 발생 우려가 가장 큰 단계이다. 2013년 7월 FCC는 이러한 문제의 공개적 검토를 위해 이해관계자에게 해당 정보를 공유하였다.<sup>6)</sup> 이와 더불어 2014년 2월에는 재배치

1) 김주현(2013), 인센티브 경매에 대한 배경 및 구체적 절차에 대해서는 해당 참고 문헌을 참고하기 바람

2) FCC(2010)

3) Middle Class Tax Relief and Job Creation Act(2012)

4) FCC(2012)

5) Wheeler, T.(2013)

6) FCC(2013a)

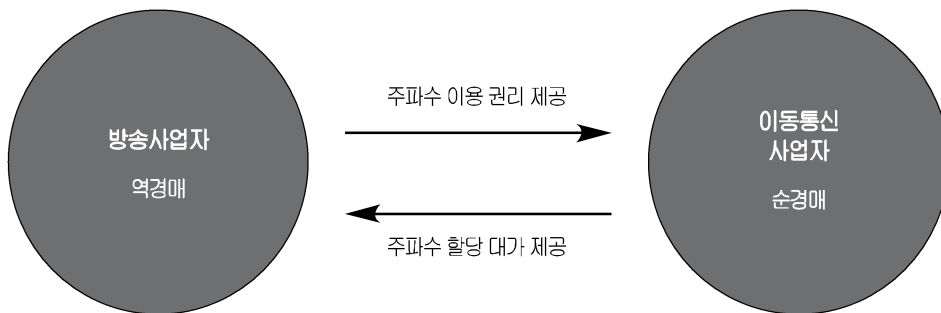
단계에서 발생할 수 있는 문제점을 심층적으로 검토하기 위해 워크숍을 개최하였다.<sup>7)</sup>

본고에서는 FCC 인센티브 경매의 절차를 개략적으로 살펴보고 주파수 및 방송 채널 재배치 단계에서 발생할 수 있는 주요 이슈를 검토하고자 한다. 이는 FCC가 시행하고자 하는 인센티브 경매의 일정 연기에 대한 배경을 이해할 수 있고, 추후 유사 정책 수립 시 수반되어야 할 기술적 검토에 기여할 수 있으리라 생각된다.

## II. 인센티브 경매 개요<sup>8)</sup>

앞에서 언급한 바와 같이 인센티브 경매는 역경매, 재배치 단계, 순경매 등 크게 세 가지 단계로 구분할 수 있으나 서로 유기적으로 연관되어 있다. 역경매는 방송사업자가 자신의 주파수 이용 권리를 반납하는 조건으로 받는 금액(reward)을 결정하는 단계이며, 순경매는 타 용도로 활용하고자 하는 사업자가 주파수 이용 권리에 대해 지불해야 할 금액을 결정하는 단계라고 볼 수 있다. 재배치 단계는 역경매와 순경매를 이어주는 다리 역할을 하고 있으며 광대역 주파수 확보를 위해 방송채널 및 주파수를 재배치하는 과정이다.

[그림 1] 인센티브 경매 개념도



자료: FCC(2013b)

7) FCC(2014)

8) 해당 절에서는 인센티브 경매의 개략적인 내용을 기술하며, 구체적인 인센티브 경매 절차 및 내용은 김주현(2013)을 참고하기 바람

인센티브 경매가 성공하기 위해서는 이러한 일련의 과정이 유기적으로 연결되어 있어야 하는데, 그 이유는 다음과 같다. 우선 순경매의 성공을 위해서는 역경매에서 적절한 양의 주파수가 확보되어야 한다. 확보된 주파수의 양이 타 용도로 활용되기에 부족하다면 순경매에서 주파수의 수요가 적을 뿐만 아니라 이로 인해 FCC가 기대했던 할당대가 보다 낮은 수준에서 경매가 종료될 수 있다. 그러나 단순히 많은 양의 주파수를 확보하는 것이 인센티브 경매의 성공을 보장하지는 않는다. 현재 이동통신 시장에서는 파편화된 주파수 보다는 광대역 주파수에 대한 수요가 크기 때문에<sup>9)</sup> 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서는 시장의 수요가 큰 광대역 주파수를 할당할 수 있도록 주파수 블록을 구성하는 것이 중요하다.

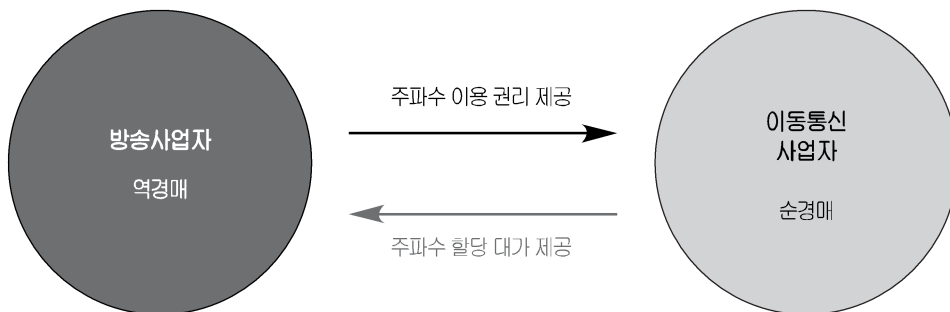
인센티브 경매의 종료는 순경매의 수익과 역경매 및 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서 발생하는 비용을 비교하여 결정된다. 주파수 이용 권리를 반납한 방송사업자는 순경매의 수익의 일부를 인센티브로 받는다. 또한 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서는 방송국의 채널 이동 및 이용 주파수의 변경에 따른 소요 금액을 추산한다. 만약 순경매의 수익이 역경매를 통해 제공해야 할 인센티브 및 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서 발생하는 비용 보다 작다면 인센티브 경매는 종료될 수 없다. 이 경우에는 역경매에서 추가적으로 주파수를 확보하거나 효율적인 주파수 및 방송채널 재배치 결과를 도출해내야 한다. 그러나 이러한 재시행 과정은 인센티브 경매의 일정에 심각하게 영향을 미칠 수 있으며, 또한 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서 기 도출한 결과의 변경사항으로 인해 추가적인 비용이 발생할 수 있는 문제점이 있다. 따라서 FCC는 역경매, 재배치 단계, 순경매 등 일련의 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 최소화하고자 하며 성공적인 정책 실현을 위해 신중한 자세를 견지하고 있다.

9) LTE 서비스의 경우 이론상 20MHz(10MHz×2)폭 당 최고 다운로드 속도는 75Mbps이며, 한 채널당 최대 이용가능 주파수 폭은 40MHz(20MHz×2) 폭이다. 일반적으로 40MHz(20MHz×2) 폭을 광대역 주파수라고 부르며 해당 주파수 폭에서 최고 다운로드 속도는 150Mbps이다. 즉, 30MHz(15MHz×2), 20MHz(10MHz×2) 같은 주파수 대역 폭에서는 다운로드 속도가 이론상 최고치에 미치지 못함

## 1. 역경매(reverse auction)

역경매는 자발적으로 주파수 권리를 반납하는 단계라고 볼 수 있으며, 주파수 권리를 반납한 방송사업자는 순경매에서 발생하는 경매대가의 일부분을 인센티브로 부여 받는다.

[그림 2] 역경매 개념도



자료: FCC(2013b)

역경매에서는 주파수 권리 반납에 대한 조건을 명확히 할 필요가 있다. FCC는 세 가지의 주파수 이용 권리 반납 옵션을 제시하고 있다. 우선 해당 주파수의 이용권리 포기 및 방송을 완전히 종료하는 것이다. 이 경우 방송사업자는 서서히 자신의 방송 및 해당 주파수 이용 사업을 종료해야하며, 관련된 시설을 해체할 책임을 진다. 두 번째 옵션은 채널 공유이다. 이 경우는 방송 사업자가 기존에 활용하던 6MHz<sup>10)</sup> 주파수를 경매에 내 놓고 타 사업자와 하나의 팀을 이루어 해당 채널에서 방송을 진행한다. 이 때, 팀을 이룬 사업자와는 동일한 중계기를 통해 방송을 송출하며 6MHz 주파수를 3MHz 씩 분리하여 이용하는 것은 아니다. 주파수 재배치 단계에서는 인센티브 경매 이후 이용하게 될 주파수 대역과 해당 주파수를 공유하게 될 사업자가 결정된다. 마지막 옵션은 UHF 주파수 대역에서 VHF 대역으로의 이동이다. 이 경우 방송사업자는

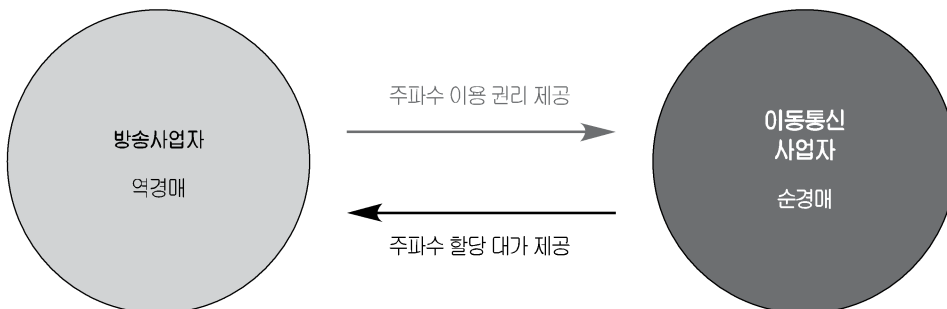
10) 미국의 DTV 방송의 경우 한 채널의 주파수 폭은 6MHz임

VHF 대역의 6MHz 대역폭을 활용하여 자신의 방송을 유지할 수 있다. 현재 FCC가 제안하고 있는 옵션은 위에서 언급한 바와 같이 세 가지이나 이해관계자로부터 추가적인 옵션 제안을 수렴하고 있다.

## 2. 순경매(forward auction)

순경매는 기존에 FCC가 추진한 경매를 통한 주파수 할당과정과 크게 다르지 않다. 다만 할당하고자 하는 주파수의 양이 FCC 주도하에 발굴한 신규 주파수가 아니라 역경매를 통해 확보된 주파수 양에 따라 달라진다는 차이점이 존재한다. 기 시행된 FCC 주파수 경매에서는 동시오름입찰경매를 활용하였으나, 인센티브 경매에서는 generic block을 고려한 ascending clock auction을 우선적으로 검토하고 있다.<sup>11)</sup>

[그림 3] 순경매 개념도



자료: FCC(2013b)

11) 동시오름입찰경매는 특정 주파수 대역을 고려하여 각 라운드별로 승자를 선정하게 되며, 최종라운드 승자가 낙찰자가 되는 방식임. 반면에 generic block을 고려한 ascending clock auction은 특정 주파수 대역을 고려하지 않고 규제기관이 용도에 맞게 일정폭으로 구분한 generic block에 입찰자가 원하는 블록 개수만을 우선 밝힌 뒤 추가 라운드를 통해 할당 대역 위치를 결정하는 경매 방식임. 해당 경매방식에 대한 자세한 내용은 김주현(2013) pp.14~16에 기술되어 있음

### 3. 재배치 단계(repacking)

재배치 단계는 인센티브 경매 이후 방송사에게 채널을 재배정하는 작업(채널 재배치)뿐만 아니라 타 용도로 주파수를 할당하기 위해 광대역 주파수를 확보하는 과정(주파수 재배치)을 포함한다. 현재 FCC는 채널의 재배치만 고려하고 있으며 기지국 혹은 방송국의 지역적 이동은 고려하고 있지 않다. 그러나 만약 어떤 방송국이 채널 공유 옵션을 선택할 경우 주파수를 공유하게 될 방송국의 지역으로 이동할 수 있다. FCC는 주파수 및 방송채널 재배치 과정의 투명성을 보장하기 위해 관련 정보를 이해관계자에게 공개하였다. 현재 FCC 홈페이지에서 쉽게 관련 정보를 획득할 수 있으며,<sup>12)</sup> 해당 정보는 현재 방송사의 정보 및 간섭현황을 포함하고 있다. FCC는 주파수 및 방송채널 재배치 과정의 알고리즘 개발 및 잠재적으로 발생할 수 있는 문제를 검토하기 위해 연구반을 구성하여 운영하고 있다. 해당 연구반에서는 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서 지켜져야 할 구속조건에 대한 초안을 공개한 상태이다. 나아가 FCC의 Engineering and Technology(OET) 부서에서는 재배치 과정에서 활용하기 위한 소프트웨어를 공개하였다. 이 소프트웨어는 현재 TV 방송국의 커버리지 및 방송국 간의 간섭 현황 데이터를 포함하고 있으며, 해당 데이터 및 재배치 단계에서의 구속조건을 바탕으로 채널 및 주파수 재배치의 최적해(optimal solution)를 찾아낸다. 즉, 주어진 환경 및 구속조건을 고려하여 인센티브 경매 후 최적의 방송국 채널 배치 및 주파수 재배치 결과를 도출하는 것이다. 그러나 실제 이 과정은 매우 복잡한 문제를 야기하며, 최적해(optimal solution)를 쉽게 찾아 낼 수 없다. 따라서 FCC는 해당 소프트웨어 및 알고리즘을 정교하게 다듬고 있으며 실제 인센티브 경매에서 발생할 수 있는 문제를 최소화하기 위해 해당 과정을 신중하게 검토하고 있다. 이러한 검토과정은 초기에 예상했던 것 보다 길어지고 있다. 이는 2014년으로 예정되어 있던 인센티브 경매의 시행을 2015년 중순으로 연기한 배경에서 찾을 수 있다. 본고에서는 재배치 단계에서 제기되고 있는 주요 이슈를 검토하고자 한다. 이는 FCC가 시행하고자

12) <http://wireless.fcc.gov/incentiveauctions/learn-program/repacking.html>



하는 인센티브 경매의 일정 연기에 대한 배경을 이해할 수 있고, 추후 유사 정책 수립 시 수반되어야 할 기술적 검토에 기여할 수 있으리라 생각된다.

### Ⅲ. 주요 이슈 검토

재배치 단계<sup>13)</sup>에서는 인센티브 경매 이후 방송국의 채널 재배치 과정에서 발생할 수 있는 간섭 문제를 우선적으로 고려해야 한다. 지리적으로 위치가 가까운 방송국에게 채널 번호를 동일하게 지정하거나 인접채널로 지정하면 간섭이 발생할 수 있다. 예를 들어 방송국 A의 채널 번호를 10번으로 지정하고 지리적으로 근처에 있는 방송국 B가 10번 혹은 9, 11번을 지정 받을 경우 송출 신호 간에 간섭이 발생할 확률이 매우 높다. 따라서 인센티브 경매의 처리 법안에서는 2012년 2월 22일 기준으로 각각의 방송국 커버리지 및 이용자의 효용을 최대한 유지하도록 명시하고 있다.<sup>14)</sup> 이를 위해 FCC는 재배치 과정에서 발생할 수 있는 간섭문제를 최소화하기 위해 재배치 단계의 구속조건에 관한 세 가지 옵션을 제시<sup>15)</sup>하고 있으며 이해관계자로부터 이에 대한 의견을 수렴하고 있다.

#### 1. 재배치 단계 - 옵션 1

첫 번째 옵션은 2012년 2월 22일 기준, 방송사간의 간섭으로 인해 시청하지 못하는 이용자 수를 바탕으로 재배치 과정에서 발생할 수 있는 간섭 수준을 제한하는 것이다. 여기서 간섭 수준은 반올림으로부터 발생하는 오차까지 허용한다. [그림 4]에서의 예와 같이 만약 방송국 A의 커버리지 내에서 전체 이용자의 10% 정도가 방송 간섭으로 인해 시청을 하지 못하고 있다면 재배치 과정 후, 10.5% 미만까지는 간섭을 허용한다

13) 해당 절에서 언급하고 있는 재배치 단계는 주파수 및 방송채널 재배치 중 방송채널 재배치를 뜻함

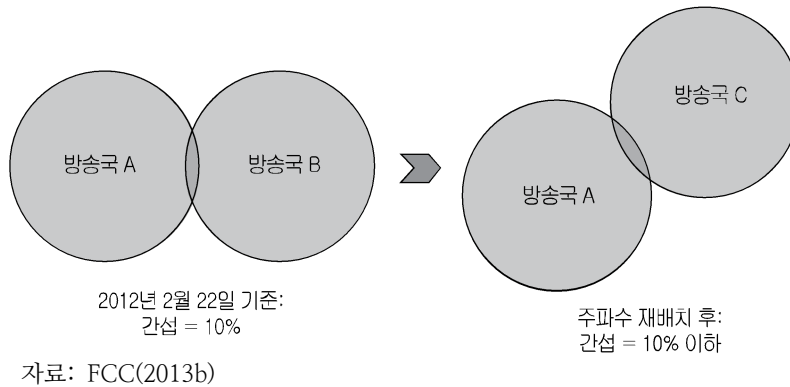
14) Middle Class Tax Relief and Job Creation Act(2012)

15) 재배치 옵션은 FCC 홈페이지에서 확인할 수 있으며 주소는 아래와 같음

<http://wireless.fcc.gov/incentiveauctions/learn-program/repacking.html>

는 의미이다.

[그림 4] 옵션 1 예시



첫 번째 옵션은 2012년 2월 22일 기준으로 특정 방송국의 방송을 문제없이 시청하고 있는 시청자의 효용을 보호하지 않는다. 이는 제한 조건이 전체의 간섭 인원수에 초점을 맞추고 있기 때문이다. [그림 4]의 예를 살펴보면 2012년 2월 22일 기준으로 방송국 B로 인한 간섭으로 방송국 A의 방송을 시청하지 못하는 인원은 전체 커버리지 인구의 10%이다. 만약 인센티브 경매 후 방송국 B가 방송을 종료하게 된다면 방송국 A 커버리지 내에서는 모든 인원이 방송국 A의 방송을 시청할 수 있다. 재배치 과정을 통해 방송국 C가 기존 방송국 B가 운영하던 채널을 배정을 받을 경우, 방송국 C는 방송국 A 커버리지 인구의 10% 이하 수준에서 간섭을 유지해야 한다. 이 경우 방송국 C는 2012년 2월 22일 기준 방송국 A의 방송을 시청하고 있는 시청자의 효용을 유지할 필요는 없다. 첫 번째 옵션은 특정 개개인의 효용 보다는 전체 시청자의 효용을 유지하는 것에 목적이 있기 때문이다.

옵션 1의 경우 재배치 알고리즘 설계 및 프로그램 개발이 상대적으로 수월한 장점이 있다. 재배치 과정에서 해당 옵션의 제약 조건은 기존 방송국 커버리지 인구 중 간섭영향을 받고 있는 비율이다. 재배치 과정에서 특정 방송국에 간섭을 미치는 방송

국의 수 및 간섭을 받게 되는 인구 구성은 중요하지 않다. 단순히 기존의 간섭 비율만 넘어서지 않으면 되기 때문에 가능해(feasible solution)가 도출될 확률이 높다. 제약 조건이 간단해 지면 프로그램을 통해 결과를 도출하는 시간을 줄일 수 있고 최적해(optimal solution) 도출 확률을 높일 수 있다. 이러한 장점은 결과적으로 경매 기간의 단축으로 이어질 수 있다.

그러나 해당 옵션은 인센티브 경매를 추진하는 주체에게는 운영상의 장점을 제공하지만, 방송서비스를 이용하는 개개인의 효용에는 피해를 줄 우려가 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 해당 옵션의 경우에는 개개인의 효용을 보장하지 않고 특정 방송국의 방송을 시청하는 전체 효용을 유지하는 것에 목적이 있다. 따라서 [그림 4]의 예와 같이 2012년 2월 22일에는 방송국 A의 방송을 문제없이 시청하고 있었으나, 인센티브 경매 후 방송국 C의 간섭으로 인해 방송국 A의 방송을 시청하지 못하는 사람이 발생할 수 있다. 이 경우에는 불특정 시청자가 인센티브 경매로 인해 방송 시청을 방해할 우려가 있기 때문에 이에 대한 추가적인 해결책이 필요하다.

결론적으로 옵션 1의 경우는 인센티브 경매를 추진하는 FCC에게는 운영상의 장점을 줄 수 있지만 불특정 시청자의 시청권을 제한하는 위험성이 상존한다. 방송 시청에 관한 사회적 효용(social welfare)은 유지할 수 있지만 불특정 시청자의 방송 시청에 관한 효용을 심각하게 훼손할 수 있어 신중하게 검토해야 한다. FCC가 이러한 위험성이 존재함에도 불구하고 해당 옵션을 제안한 이유는 재배치 알고리즘 및 프로그램 개발이 쉽지 않기 때문으로 파악된다.

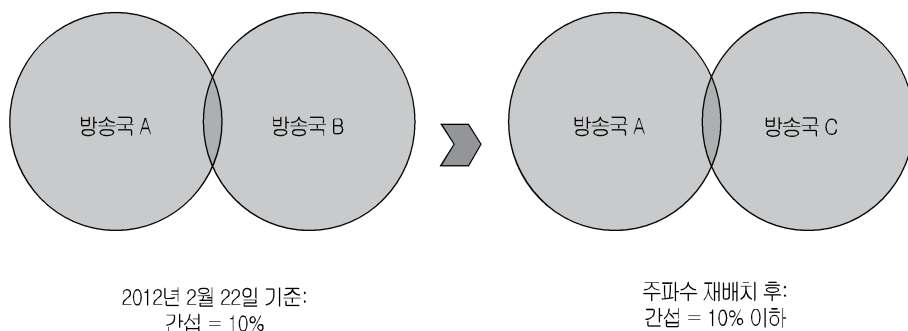
## 2. 재배치 단계 - 옵션 2

옵션 2의 경우는 옵션 1과 달리 구체적인 시청자의 효용을 보호하는데 목적이 있다. [그림 5]의 예를 살펴보면, 방송국 A의 방송 커버리지와 방송국 B의 커버리지가 표시되어 있다. 커버리지가 겹쳐 간섭이 발생하는 부분은 짙은 음영으로 표시되어 있는데, 해당 부분을 간섭으로 인해 방송 시청이 불가능한 지역으로 볼 수 있다. 2012년

2월 22일 기준으로 방송국 A의 방송 커버리지에 포함된 인구 중 약 10%가 간섭을 받고 있는 상황이다. 만약 방송국 B가 인센티브 경매 이후 방송을 종료하게 된다면 방송국 A의 방송 커버리지 내에 있는 모든 인구는 문제없이 방송 시청이 가능하다. 그러나 재배치 단계에서 방송국 C가 방송국 B가 이용하던 채널을 할당받게 된다면 다시 간섭이 발생할 수 있다. 이 경우 옵션 2는 간섭 허용을 2012년 2월 22일 시점에서 방송국 A와 방송국 B 사이의 방송 간섭 지역 안에서, 기존의 방송국 A와 방송국 B 사이의 간섭 수준으로 제한한다. 여기서 간섭 수준이란 방송국 C는 방송국 A의 커버리지 인구 중 간섭 영향을 받는 인구를 기존의 10% 이하로 유지해야 하는 것을 의미한다.

옵션 1과 옵션 2의 경우, 인센티브 경매 이전의 간섭 인구수를 유지하는 것은 동일하지만 간섭지역을 제한하는 것과 아닌 것에 차이가 있다. 옵션 2는 재배치 과정에서 방송국 C는 2012년 2월 22일 기준으로 방송국 A의 커버리지 내에서 간섭이 발생한 지역 내에서만 간섭이 허용된다. 옵션 1의 경우에는 인센티브 경매 후 방송국 A의 커버리지 내에 있는 전체 시청자의 효용을 유지하는 것이 목적이고, 옵션 2의 경우에는 인센티브 경매 이전에 간섭을 받지 않았던 시청자를 보호하는 것에 목적이 있다.

[그림 5] 옵션 2 예시



자료: FCC(2013b)

옵션 2는 앞에서 언급한 바와 같이 인센티브 경매로 인해 피해를 보는 시청자를 최소화 할 수 있는 장점이 있다. 해당 옵션에서는 2012년 2월 22일 기준으로 간섭이 발생하고 있는 지역에 한해서 방송 간섭을 허용하기 때문에 옵션 1에서 발생할 수 있는 불특정 시청자의 시청권 제한이라는 문제를 해결할 수 있다. FCC는 해당 옵션에 대해 방송국 A의 방송으로부터 발생하는 시청자 전체의 효용 보다는 개별적 시청자의 효용을 중시하는 것으로 판단된다. 그러나 옵션 2의 경우에는 재배치 과정에서 상당한 구속조건으로 작용하여 실현가능해가 도출되지 않을 확률이 옵션 1에 비해 매우 높다. 현재 FCC는 재배치 알고리즘으로서 정수계획법(integer programming)과 순차 알고리즘(sequential algorithm)을 고려하고 있다.<sup>16)</sup> 해당 알고리즘 모두 엄격한 제약 조건이 있다면 최적해를 도출하기가 매우 어렵다. 옵션 2의 경우에는 간섭 지역에 대한 조건이 옵션 1에 비해 추가되었다. 간섭 지역의 경우에는 기지국의 지리적 위치까지 고려해야하기 때문에 재배치 과정에서 효과적으로 방송국 및 채널을 배정하기가 쉽지 않다. 물론 컴퓨터 시뮬레이션 상으로 근사해(approximate solution)를 도출할 수 있지만 최적해(optimal solution)가 아닐 확률이 높다. 본고에서 설명하는 예시는 두 개의 방송국만 고려하는 매우 단순한 사례이다. 이 경우에는 옵션 2의 간섭지역에 대한 조건이 큰 문제가 되지 않을 수 있지만, 실제 인센티브 경매에 참여하는 방송국의 수는 수백 개에 이르기 때문에 해당 제약 조건은 재배치 단계에서 상당한 부담으로 작용할 것으로 보인다. 나아가 근사해 도출까지도 상당한 시간이 걸리게 된다면 인센티브 경매 진행 일정에까지 영향을 미칠 수 있다.

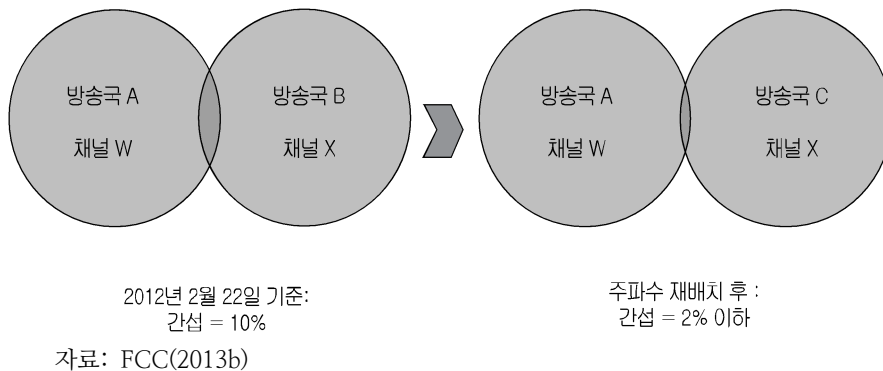
결론적으로 옵션 1은 재배치 과정에서의 최적해에 가까운 가능해를 도출할 수는 있지만 특정 시청자의 시청권을 간섭하는 문제가 있으며, 옵션 2의 경우에는 특정 시청자의 효용은 보장하나 재배치 단계에서 최적해 도출에 상당한 부담이 있는 문제가 있다.

16) 정수계획법은 주어진 구속조건을 만족시키는 가능해를 도출하기 위해 수학적 알고리즘을 활용하는 방법이며, 순차 알고리즘은 특정 조건하에 순차적으로 최적화된 주파수 및 채널 재배치의 조합을 찾아가는 방법. 정수계획법과 순차 알고리즘에 대한 내용 및 각 방법의 장·단점에 대한 내용은 김주현(2013) pp.12~14를 참고하기 바람

### 3. 재배치 단계 - 옵션 3

옵션 3은 옵션 1과 옵션 2의 문제점을 절충하기 위해 제안하는 것으로 보인다. 우선 옵션 3의 경우도 옵션 2와 유사하게 방송국과 방송국 사이에서의 간섭을 우선한다. 그러나 옵션 2와 크게 다른 점은, 옵션 2에서는 간섭지역 내에서 2012년 2월 22일 기준으로 동일한 수준으로 간섭을 허용하였으나, 옵션 3에서는 새로운 방송국이 재배치 될 경우 간섭 수준을 2%이하로 제한하였다. 그러나 2012년 2월 22일 기준으로 서로 간섭을 유발하고 있는 방송국에 한해, 채널이 변경된 경우는 해당 방송국에 대해서는 기존의 간섭 수준과 동일하게 허용한다.

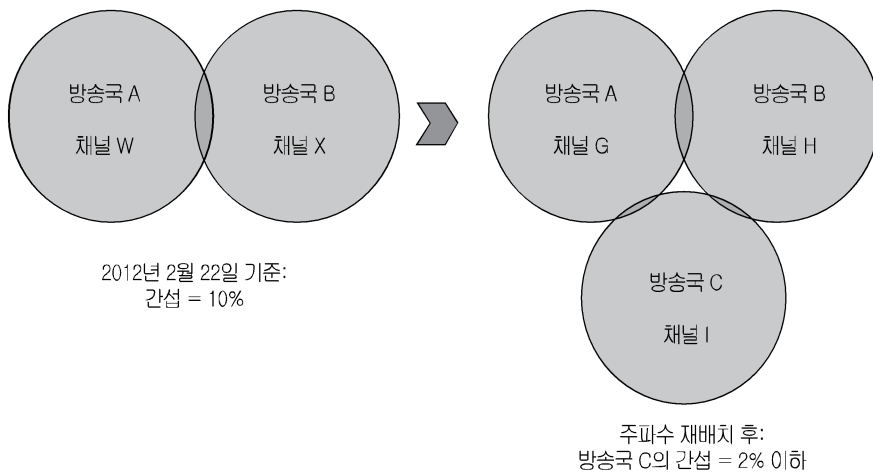
[그림 6] 옵션 3 - 예시 1



[그림 6]을 살펴보면, 2012년 2월 22일 기준으로 방송국 A와 방송국 B의 커버리지가 겹치는 부분에서 간섭이 발생하고 있다. 간섭 수준은 방송국 A 기준으로 전체 커버리지 인구 대비 10%이다. 인센티브 경매 후, 방송국 B가 방송을 종료하게 된다면 방송국 A는 간섭 없이 자신의 커버리지에 있는 시청자에게 방송을 송출할 수 있다. 그러나 인센티브 경매 후 재배치 과정에서 기존의 방송국 B가 사용하던 채널을 방송국 C가 이용하게 될 때에는 간섭이 발생할 수 있다. 이 경우 옵션 3에서는 비록 2012년 2월 22일 기준으로 10% 수준으로 간섭이 발생하고 있었으나, 2% 이하로 간섭 수

준을 제한한다. 옵션 2와 차이점을 살펴보면 [그림 6]에서와 같이 방송국 C가 유발하는 간섭이 기존의 간섭지역과 동일하더라도 2012년 2월 22일 기준의 간섭 수준이 아니라 2% 이하인 고정된 수준으로 간섭이 허용되는 것이다. 그러나 옵션 3에서는 간섭에 대한 지역적 구속이 적용하지 않는다. 즉, 방송국 C는 2012년 2월 22일 기준으로 방송국 A의 방송을 시청하고 있는 시청자를 보호할 필요가 없으며, 방송국 A의 커버리지 시청자 수 대비 2% 수준으로 유지하면 된다.

[그림 7] 옵션 3 - 예시 2



자료: FCC(2013b)

옵션 3에서 발생할 수 있는 또 다른 예시를 살펴보자. [그림 7]에는 기존의 예시와 다르게 다자간의 관계를 살펴 볼 수 있다. 2012년 2월 22일 기준으로 봤을 때, 방송국 A와 방송국 B는 방송국 A기준으로 전체 커버리지 인구 대비 10% 수준으로 간섭이 발생하고 있다. 그러나 인센티브 경매에 방송국 A 및 방송국 B가 참여하지 않거나 방송국 A 및 방송국 B가 참가는 하였으나 자신의 주파수 이용 및 방송 권리를 포기하지 않았을 경우 옵션 3에서는 기존의 두 옵션과는 다른 양상이 나타나게 된다. 우선 방송국 A와 방송국 B를 살펴보게 되면, 인센티브 경매 후 재배치 과정으로 인해 채널

이 변경되었다. 이때 두 방송국의 경우에는 2012년 2월 22일 기준으로 서로 간섭을 유발하고 있었으므로 해당 간섭이 옵션 3에서는 그대로 유지 될 수 있다. 채널이 변경되었지만, 기존의 간섭 수준인 10% 이내에서 방송국 A와 방송국 B는 간섭이 허용된다. 방송국 C는 각각 방송국 A 및 방송국 B 기준으로 커버리지 인구의 2% 이내 수준에서 간섭을 유지하면 된다. 앞에서 언급한 바와 같이 옵션 3에서는 지역적 제약이 없기 때문에, 지역에 상관없이 특정 방송국 커버리지 인구의 2% 이내 수준으로 간섭을 유지하면 된다.

이와 같이 옵션 3은 옵션 1과 옵션 2의 단점을 절충한 옵션이라고 평가할 수 있다. 우선 옵션 1의 단점인 불특정 시청자의 시청권 박탈 우려와 관련해서는 새롭게 배치되는 방송국은 기존 방송국 커버리지 인구의 2% 이내로 간섭을 제한하여 간섭으로 발생할 수 있는 시청자 효용감소를 최소화한다. 나아가 옵션 2의 지역적 제한에 대해서는 기존에 간섭을 상호 유발하고 있는 방송국에 한정짓고, 새롭게 재배치되는 방송국에 대해서는 지역적 제한을 고려하지 않았기 때문에 유연하게 채널 재배치를 가능하게 하였다.

그러나 해당 옵션에서는 방송국과 방송국 사이의 최대 허용 간섭 수준(2%)은 규정하였으나 특정 방송국이 받을 수 있는 최대 간섭 피해 수준은 규정되어 있지 않다. 옵션 1과 옵션 2에서는 2012년 2월 22일 시점에서 발생하고 있는 간섭 수준이 최대 간섭 피해 수준이라고 간주할 수 있다. 그러나 옵션 3에서는 이와 같은 최대 간섭 피해 수준이 정의되어 있지 않아 재배치 과정에서 심각한 오류가 발생할 수 있다. [그림 7]의 예시에서 만약 방송국 C이외에 방송국 D, E, F 등이 방송국 A와 인접지역에 채널을 배치받게 된다면, 방송국 A는 방송국 C, D, E, F 등으로부터 각각 방송국 A의 커버리지 인구 대비 2% 이하의 간섭을 허용해야 한다. 만약 방송국 A 근처에 배치되는 방송국 수가 이보다 더 늘어나게 된다면 방송국 A는 인센티브 경매 과정에서 큰 피해를 입을 수 있다. 정책 결정자가 이성적인 판단 하에 직접 채널 재배치를 한다면 이와 같은 문제는 발생하지 않을 것이다. 그러나 인센티브 경매에서 재배치 과정은 알고리즘 및 컴퓨터 프로그램에 의존하게 된다. 해당 소프트웨어는 주어진 제약 조건



에서 최적해를 찾는 것이 목적이다. 따라서 최대 간섭 피해 수준이 제약조건으로 규정되지 않은 경우에는 해당 프로그램이 비합리적인 결과를 최적해로 도출할 위험성이 존재한다. 그러므로 FCC는 옵션 3에 대해서는 방송국간의 간섭허용 수준뿐만 아니라 특정 방송국에게 가해질 수 있는 최대 간섭허용 수준을 고려해야할 것으로 보인다.

#### 4. 제안된 옵션의 특징 비교

[그림 7]과 같이 방송국 A와 방송국 B 주변에 방송국 C가 배치되는 경우를 살펴보면 옵션 1, 옵션 2, 옵션 3의 차이를 구분할 수 있다.

옵션 1인 경우에는 결론부터 내리면 방송국 C는 방송국 A에 간섭을 유발해서는 안 된다. 옵션 1은 2012년 2월 22일 기준으로 방송국 A의 커버리지 인구에서 간섭이 발생하는 비율을 유지하는 것이 목적이다. 이미 방송국 A와 방송국 B는 서로 10% 수준에서 간섭이 발생하고 있으므로 방송국 C는 방송국 A에 관해 추가적으로 간섭이 허용되지 않는다. 만약 인센티브 경매 후 방송국 A와 방송국 B사이에서 방송국 A기준으로 6% 수준에서 간섭이 발생하고 있다면, 방송국 C에는 4% 수준의 간섭이 허용된다. 물론 방송국 C의 지리적 제약조건은 옵션 1에 부과되지 않는다. 즉, 2012년 2월 22일 기준으로 전체적인 간섭 수준 안에서 자유롭게 재배치 과정을 수행할 수 있는 것이다. 해당 조건은 방송국 C와 방송국 B와의 관계에도 동일하게 적용된다.

옵션 2인 경우에도 방송국 C는 방송국 A에 간섭을 유발해서는 안 된다. 옵션 2는 2012년 2월 22일 기준으로 간섭이 발생하고 있는 지역 내에서만 간섭이 허용된다. 또한 허용 수준은 그 시점에서 방송국 A와 방송국 B간의 간섭 수준과 동일하다. [그림 7]에서 살펴보면 방송국 A와 방송국 B는 옵션 2의 제약 조건을 만족한다. 그러나 방송국 C는 추가적으로 방송국 A와 방송국 B 근처에 배치 될 수 없다. 옵션 2에서는 2012년 2월 22일 기준으로 간섭이 발생하고 있지 않은 지역에 대해서는 우선적으로 시청 효용을 보장해야 한다. 따라서 현 조건 하에서는 방송국 C에게 채널 재배치 후 방송국 A 및 방송국 B에게 기존 시청자의 시청 효용을 감소시키지 않는 선에서 간섭

유발을 허용할 방법이 없다. 그러나 만약 인센티브 경매 후 방송국 A와 방송국 B가 동일한 위치에서 간섭은 발생하나 간섭 수준이 10%에서 8%로 낮아진 경우에는, 방송국 C는 2012년 2월 22일 시점에서 간섭이 발생하고 있는 지역에 한해 2% 수준까지 간섭이 허용된다. 만약 방송국 C가 방송국 A 혹은 방송국 B에 2% 수준으로 간섭을 유발한다고 하더라도 기존에 간섭이 발생하고 있지 않았던 지역에 간섭을 발생시킨다면 재배치 될 수 없다.

옵션 3은 앞에서 언급한 바와 같이 방송국 A 및 방송국 B간에는 2012년 2월 22일 시점에서의 간섭 수준이 동일하게 허용되고, 인센티브 경매를 통해 새롭게 배치되는 방송국 C의 경우에는 각 방송국의 방송 커버리지 인구의 2% 이하 수준에서 간섭이 허용된다.

#### IV. 결론 및 시사점

미국의 통신 규제기관인 FCC는 타 용도로 활용되고 있는 주파수의 자발적인 반납을 유도하여 주파수 수요가 높은 이동통신 용도로 활용하는 계획을 세웠다. 해당 계획은 인센티브 경매라는 이름으로 2010년 전미브로드밴드 계획(National Broadband Plan)<sup>17)</sup>에서 소개되었다. 2012년 미국 의회는 인센티브 경매의 법안<sup>18)</sup>을 통과시켰으며, 이러한 법적 기초를 바탕으로 FCC는 인센티브 경매의 규칙에 대한 Notice of Proposed Rulemaking(NPRM)<sup>19)</sup>을 채택하였다. 또한 인센티브 경매 규칙 검토를 위한 연구반 운영 및 이해관계자의 의견 수렴을 통해 해당 정책을 개선하고 있다. 그러나 FCC는 2014년에 인센티브 경매를 추진하고자 한 최초의 계획과는 달리 2015년 중순으로 해당 정책의 시행을 연기<sup>20)</sup>하였다. 이러한 정책 시행 일정 변경의 가장 큰 원인은 주파수 및 방송채널 재배치 단계 복잡성 때문으로 파악된다. 현재 FCC는 주

17) FCC(2010)

18) Middle Class Tax Relief and Job Creation Act(2012)

19) FCC(2012)

20) Wheeler, T.(2013)

파수 및 방송채널 재배치 단계에서 방송국간의 간섭문제에 관한 구속 조건을 세 가지 옵션으로 제시하고 있으며, 각 옵션에 대한 이해관계자의 검토를 요청하고 있다.

본고에서는 FCC가 제안한 세 가지 옵션을 심도있게 비교하였으며, 잠재적으로 발생할 수 있는 문제까지 파악하였다. 옵션 1에서는 알고리즘 및 소프트웨어 구현이 수월하여 주파수 및 채널 재배치 과정에서 최적해 도출 가능성은 높으나, 지역적 제약을 고려하지 않아 특정 시청자의 시청 효용을 감소하는 문제를 야기할 수 있다. 옵션 2에서는 지역적 제약을 고려하여 옵션 1과 달리 특정 시청자의 시청 효용을 유지할 수 있으나, 해당 조건이 과도한 구속조건으로 작용하여 최적화된 재배치 결과가 도출되지 못할 뿐만 아니라 재배치 소프트웨어 구현에도 상당한 어려움이 있으리라 예측된다. 마지막으로 옵션 3은 옵션 1과 옵션 2의 장점을 적절하게 수용하였으나, 특정 방송국이 입을 수 있는 최대 피해 허용 수준을 고려하지 않아 비정상적인 결과가 도출될 우려가 있다.

FCC는 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서 발생할 수 있는 문제를 연구반을 통해 다각도로 검토하고 있다. 또한 자료 공개를 통해 이해관계자 혹은 대중으로부터 해당 과정에 대한 의견을 수렴하고 있다. 인센티브 경매의 근본 원리는 간단하다. 비효율적으로 사용하고 있는 주파수를 효율적으로 사용할 수 있는 이용자에게 할당하여 주파수의 효율성을 높이는 것이다. 이 때, 기존 이용자에게는 일종의 인센티브를 제공하여 주파수 이용 권리를 자발적으로 반납하도록 유도한다. 또한 재배치 과정을 통해 시장에서 요구하는 광대역 주파수를 할당할 수 있다. 이러한 일련의 과정은 인센티브 경매 참여자의 합리적 행동(rational behavior)을 기반으로 하고 있기 때문에 경매에 참여하지 않는 제3자가 볼 때에도 효과적인 정책으로 판단된다. 그러나 인센티브 경매의 경우 다른 주파수 할당과정에는 없는 주파수 및 방송채널 재배치 단계가 존재하며, 이 단계는 이론적 접근뿐만 아니라 심도있는 기술적 검토가 수반되어야 한다. 특히 적합한 알고리즘 수립 및 잠재적으로 발생할 수 있는 기술적 문제를 최소화하는 것에 상당한 시일이 소요될 것으로 보인다.

본고에서는 FCC가 주파수 및 방송채널 재배치 단계에서 방송국간의 간섭문제에

관한 구속 조건으로 제시한 세 가지 옵션을 심도있게 검토하였다. 이는 FCC가 시행하고자 하는 인센티브 경매의 일정 연기에 대한 배경을 이해할 수 있고, 추후 유사 정책 수립 시 수반되어야 할 기술적 검토에 기여할 수 있으리라 생각된다.

## 참고문헌

- 김주현 (2013), 인센티브 경매: 경매 규칙 설계를 위한 FCC의 제안을 중심으로 『정보통신방송정책』, 정보통신정책연구원, 제26권 2호, 통권 570호, 2014. 2. 3.
- FCC (2010). “National Broadband Plan”.
- \_\_\_\_ (2012). “Expanding the Economic and Innovation Opportunities of Spectrum through Incentive Auctions(FCC 12-118)”, Notice of Proposed Rulemaking.
- \_\_\_\_ (2013a). “Incentive Auction Task Force Releases Information Related to Incentive Auction Repacking(DA 13-1613)”, Public Notice.
- \_\_\_\_ (2013b). “A Groundbreaking Event for the Broadcast Television, Mobile Wireless, and Technology Sectors of the U.S. Economy”, Learn Program. (<http://wireless.fcc.gov/incentiveauctions/learn-program/index.html>).
- \_\_\_\_ (2014). “Incentive Auction Task Force Announces Agenda for Workshop on Feasibility Checking During Repacking Process(DA 14-180)”, Public Notice.
- Middle Class Tax Relief and Job Creation Act (2012). Pub. L. No. 112-96, §§ 6402, 6403, 125 Stat. 156.
- Milgrom, P., et al. (2012). “Incentive Auction Rules Option and Discussion”.
- Wheeler, T. (2013). “The Path to a Successful Incentive Auction”, Official FCC Blog.