

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 29 日現在

機関番号： 33102
 研究種目： 基盤研究（C）
 研究期間： 2010～2012
 課題番号： 22530189
 研究課題名（和文） 電波再配分メカニズムの理論分析、詳細設計、および現状からの移行方策の研究
 研究課題名（英文） Spectrum Reallocation—Theory, Mechanism Design, and Transition Strategies
 研究代表者
 鬼木 甫（ONIKI, HAJIME）
 国際大学・グローコム・研究員
 研究者番号： 40107107

研究成果の概要（和文）： 近年において稀少化した電波資源（周波数帯）を既存利用者から新規利用者に効率的かつ公平に再配分するために、周波数帯の供給価格すなわち再編成時の補償金額については一定の代償（供給価格に比例する電波使用料）を負担しつつ既存利用者自身が事前に決定し、その他の事項については価格メカニズムの機能に沿いながらすべて規制当局が決定することを主眼とする新しい電波の再編成システム（EMM: extended market mechanism）を提案し、その機能・含意について検討を加えた。

研究成果の概要（英文）： This project proposes a mechanism for spectrum reallocation with the name of Extended Market Mechanism (EMM) in order to facilitate Pareto-improving and incentive-compatible reallocation (repurposing and reassignment) of spectrum. Under EMM, spectrum may be used by a private party for an indefinite period unless claimed by the government for a compensation specified by the party using it; each user of a spectrum block is obliged to declare an amount of compensation for which the user is willing to transfer the right of using the block (the supply price of the block). Thus, if an offer is made at a price greater than or equal to the declared compensation, then the user must give up using the block. Further, the user must pay to the government an annual spectrum usage fee equal to the product of the supply price and a government-chosen fee rate.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011 年度	900,000	270,000	1,170,000
2012 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野： 社会科学

科研費の分科・細目： 経済学・理論経済学

キーワード： 経済理論、経済政策、電波、供給価格、再配分、周波数オークション

1. 研究開始当初の背景

(1) 電波利用の経過と状況 電波の効用は地上スペースの電磁利用から生じ、その経済性質は同スペースを物理的に利用する土地と類似する。ただし電波では周波数帯ごとの利用が可能である。電波利用には技術要件

に加えて外部性の存在から政府規制が不可欠で、免許方式が採用されている。20 世紀初頭の利用開始時には電波供給に余裕があったが、1980 年代から利用技術が発展して需要が急増し、現在は電波が稀少化して経済価値が生じている。しかしながら旧来制度

の継続から利用免許が固定化（既得権化）し、極度に非効率な利用が続いている。

(2) 電波再配分の必要 電波の稀少化・逼迫からその再配分が望まれているが、既存利用者によるローカル独占・高額レントから再配分に対する抵抗が強く、規制当局による直接再配分には困難が多い。公平かつ効率的な再配分のためには価格メカニズムの適用が必要だが、その適用は新規割当時のオークション導入に限られている。また電波利用にプラス・マイナスの外部性（規模の経済、電波妨害等）が強いため規制当局が電波利用計画（土地利用計画、都市計画に相当）を作成・実施せざるを得ず、既存・新規利用者間免許譲渡の自由化は利用計画に変更がない場合に限られる。電波利用計画の変更を伴う再配分（refarming）のため、英国において電波使用料の賦課（AIP）による免許返還の促進が試みられているが、適切な使用料率算出の困難から効果は小さい。日本を含む各国において、政府規制当局による直接再配分が実施されているが、その完了に10年近くを要するため、当面の必要を満たすことができない状態である。

(3) 電波配分・再配分等についての経済分析 電波の経済分析はこれまで新規電波割当のためのオークション方法等に集中しており、そこでは多数の研究結果が発表されている（たとえばKlemperer [2004]¹、Milgrom [2004]²）。しかしながら、本研究計画の対象である「利用中電波の再配分を含む利用効率化」の研究は、Kwerel他 [2002]³、Mayo他 [2009]⁴に加え、EMMについて研究したJavid [2012]⁵等を含めてもその数は少ない。電波再配分のための政策手段に関する各国政府の文書は多いが、理論的背景が乏しく、行政手段による直接的な再配分を前提して

¹ Klemperer, P. [2004], *Auctions: Theory and Practice*, Princeton University Press.

² Milgrom, P. [2004], *Putting Auction Theory to Work*, Cambridge University Press.

³ Kwerel, E. and J. Williams [2002], "A Proposal for a Rapid Transition to Market Allocation of Spectrum," *OPP Working Paper Series*, No.38, Federal Communications Commission.

⁴ Mayo, J. W. and S. Wallsten [2009] "Enabling Efficient Wireless Communications: The Role of Secondary Spectrum Markets," (discussion paper).

⁵ Javid, S. [2012], "Combining the EMM with Permissible Interference Levels: A Proposal to Improve Liquidity in Secondary Spectrum Markets," Degree Paper, once accepted for publication in *UCLA Law Review*, vol.60 (2), December 2012, but withdrawn by the author.

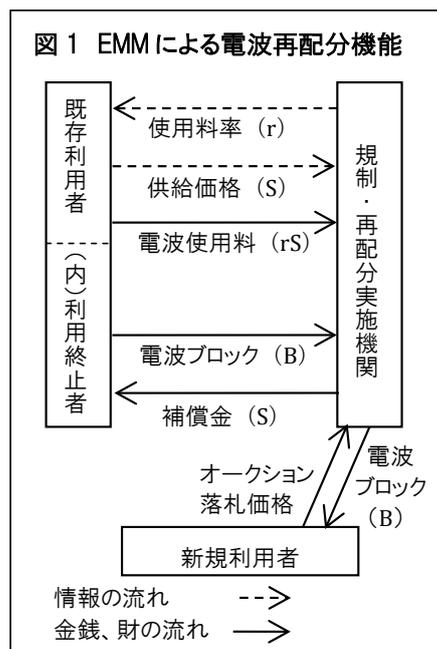
いるものが大部分である。

2. 研究の目的

(1) 拡張された市場メカニズム（EMM）の提案 本研究者は本研究プロジェクト発足前から、新しい電波の再編成システム（EMM: extended market mechanism）を提案してきた。

① 電波ブロック供給価格顯示の必要 電波の非効率利用は、新しい利用法をもたらす技術進歩の結果である。既存利用者による電波利用が効率的であるか否かは、潜在的ユーザが電波を新しい方法で使用したときの「便益」と、既存ユーザがその電波を譲渡することから生ずる「費用」によって決まる。潜在的ユーザは、電波を入手するために同便益を需要価格として顯示する誘因を持つが、既存ユーザは電波譲渡を望まず、その費用によって決まる譲渡（供給）価格を顯示する誘因を持っていない。したがって、電波の効率的利用を実現する「再配分」には、それぞれの電波の供給価格が何らかの方法で顯示され、社会的情報になっている必要がある。

② EMMの提案 本研究代表者が提案するEMMの概要は以下のとおりである（図1）。



(i) 電波の既存利用者（免許の保有者）は、免許譲渡に同意できる最低補償金額（電波の供給価格＝ S ）をあらかじめ宣言・公表し、これを超える政府当局のオファーに対しては実際に免許を譲渡する義務を負う。(ii) 電波の潜在的ユーザは、オークションに参加して S を超えるオファーを提示し、免許を入手して利用者になることができる。(iii) 免許保有者は、每期において利用料率 r と S の積（ $rS=R$ ）に等しい電波利用料を政府に納入する。(iv) 政府は毎期の r を定め、免許譲渡（電波の再編成）を管理する。(v) 電波利用料 R は、一方において国民共有財産である電

波を利用することの対価(=賃貸料)であり、他方において利用者が過度に高額のSを宣言することを牽制する。

(2) EMMの定式化、詳細設計、移行方策の検討 本研究の目的はEMMについて研究を展開・深化させることである。研究項目は、EMMをより厳密に定式化するための理論分析、実際に採用されることを想定した詳細設計、現在状態からの漸次移行方策の検討である(詳細については項目4.研究成果を参照)。

3. 研究の方法

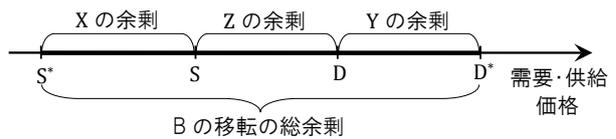
本研究はミクロ経済学手法を採用するが、「電波」という対象の特殊性から同標準理論の拡張・変形が必要である。対象の特殊性とは、a. 電波利用ブロック間のプラスの外部性(電波ブロックサイズに関する規模の経済、利用技術標準化の利益)、b. 同マイナスの外部性(近接地域・周波数帯域間の妨害)、c. 既存利用者のローカル独占による既得権形成、d. 急速な技術進歩と電波資源稀少化への適応の必要、である。

4. 研究成果

(1) EMMの理論分析

① 電波ブロック(周波数帯再編成の対象)再編成にかかる基礎概念の明確化 周波数帯の既存利用者Xは電波ブロックBの利用終了に直面して何らかの代償を要求するが、これをブロックBの(表示)供給価格Sと呼ぶ。これに対して既存利用者XがブロックBの利用終了に同意できる最低限の供給価格を考え、これを最低供給価格S*と呼ぶ。ブロックBの新規利用者Yについても、ブロックBの利用開始と引き換えに支払う代価について、(表示)需要価格Dと最高需要価格D*を考える。ブロックBの利用変更が社会的に有利であるための必要十分条件、すなわち「ブロックB利用変更の厚生条件」は、最高需要価格D*が最低供給価格S*を上回ること、 $D^* > S^*$ である。次にXとYがそれぞれ供給価格Dと需要価格Sを表示した場合、利用変更が(補助金なしで)実現するための必要十分条件、すなわち利用変更にかかる「予算制約の充足」は、 $D \geq S$ である。利用変更の典型は、これらの価格に関し両条件が成立して $D^* \geq D \geq S \geq S^*$ (すべて等号になるケースを除く)が満たされる場合である。このとき再編成からプラスの総余剰($D^* - S^* > 0$)が発生し、これが既存利用者X、新規利用者Y、及び規制当局Zに分割・配分される： $D^* - S^* = (S - S^*) + (D^* - D) + (D - S)$ 。ここで、 $(S - S^*) \geq 0$ 、 $(D^* - D) \geq 0$ 、 $(D - S) \geq 0$ は、それぞれX、Y、Z

図2 B利用変更から生ずる総余剰の分配



が入手する余剰である(図2)⁶。

② 共用電波の供給価格 複数の共用電波利用者のそれぞれについて、専用電波の利用者と同じくその「(個別)供給価格 s 」を考慮することができる。したがって、「共用電波ブロックB」の供給価格Sを、 $S = \sum s$ (\sum はBのすべての利用者について適用)と定めることが自然である。またブロックBが再編成対象になった際の補償金額がSであれば、これを過不足なくすべての利用者に分配することができる。次にそれぞれの利用者について共用電波の使用料を(専用電波の利用者と同じく)利用料率と供給価格の積(rs)とすることが適切である。その結果共用電波ブロックBの利用料額は $R = \sum rs = r \sum s = rS$ になる。実際に電波が共用されているコモンズ、移動通信、放送のケースについてEMMの適用方策を考察した⁷。

(2) EMMの詳細設計と現状からの移行方策

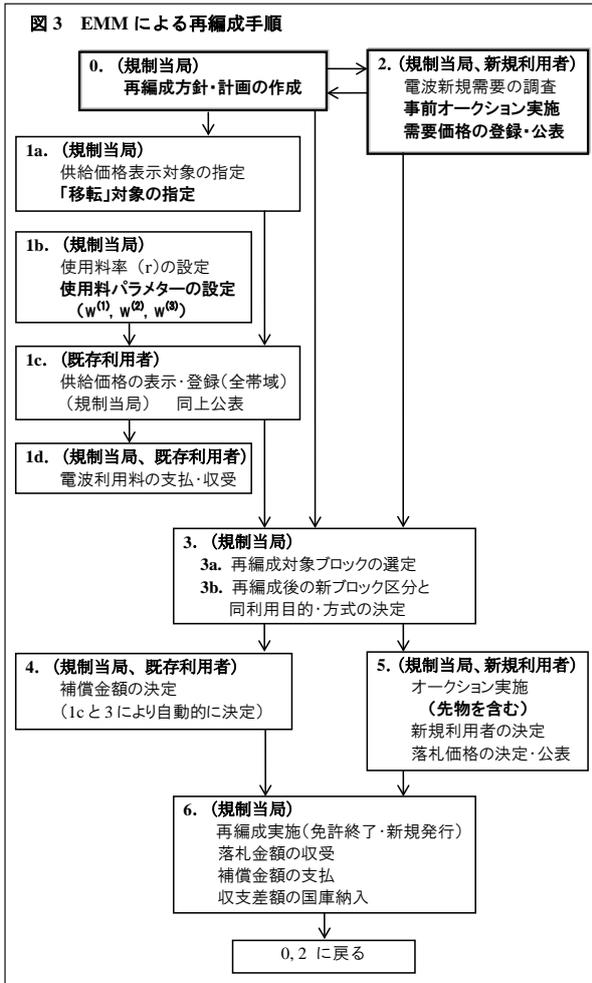
① 電波管理業務全体における再編成業務とEMMの位置の明示(図3; EMM提案は同図項目の0, 1a~d, 2, 3a,bに対応している)⁸：

② 電波ブロック分割を伴う再編成へのEMMの適用 再編成時には、新規利用目的の設定など電波配分の変更を伴うことが多い。そのとき既存利用者のブロック全体が再編成される場合と、ブロックの一部だけが新規配分用に振り向けられ、残りの部分が旧来の配分のままに残される場合がある。前者についてEMMの適用はとくに問題を生じない。しかしながら後者についてEMMを適用するためには、利用中の電波ブロックを分割し、分割後の(サブ)ブロックの供給価格表示を考慮する必要がある。ブロック分割が可能になることは、新規利用者だけでなく既存利用者にも便宜をもたらす。既存利用者が現在利用中の電波ブロック全体に加え、その一部についても供給価格を表示することを望む場合がある。ブロックの一部について利用を中止し、残りの部分の利用を継続するためである。実際に電波配分変更のためにどのようなブロック分割が必要になるか、また既存利用者の便宜のためにどの程度までブロック分割を認めるべきかは、規制当局の再編成方針に依存し、その結果は既存利用者に対する「供給価格表示対象(図3の項目1a)」の

⁶ 下記5. [雑誌論文] ②の2-1節。

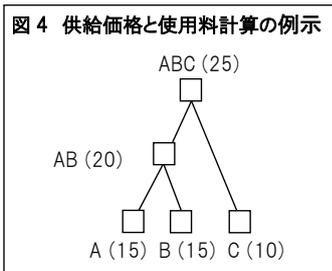
⁷ 同上5節。

⁸ 同上Webサイト中の「投稿時論文」8-1節。



中で示される。EMM適用という観点からすれば、ブロック分割の導入は供給価格表示の対象が（サブブロックにまで）拡大することを意味する。その際問題になるのは、電波使用料の算出であり、電波使用料を合理的に算出するための方策を提案した（図4）⁹。

③ 将来時点における周波数帯再編成のための先物供給価格、先物オークションの考察
 将来の複数時点にわたる供給価格（先物供給価格）表示の可能性を考え、既存利用者は、同一ブロックが当年度に再編成される（利用を終止する）場合の価格、1年後終止の先物価格、2年後終止の先物価格、...のように、「時間的余裕付きの利用終止」のための先物供給価格を表示できるものとする。このような先物供給価格の導入は、既存利用者及び規制当局の双方に対して



⁹ 同上「投稿時論文」6節。

表5 先物オークションの例

ブロック	年(t)				説明	
	0	1	2	3		
L ₁	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	表示先物供給価格 (S _{it})	
L ₂	S ₂₀	S ₂₁	S ₂₂	S ₂₃		
L ₃	S ₃₀	S ₃₁	S ₃₂	S ₃₃		
L ₄	S ₄₀	S ₄₁	S ₄₂	S ₄₃		
L	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S _t = Σ _i S _{it}	
需要価格	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	オークション落札価格	
余剰	各年価格表示	U ₀	U ₁	U ₂	U ₃	U _t = D _t - S _t
	現在価格表示	V ₀	V ₁	V ₂	V ₃	V _t = $\frac{U_t}{(1+i)^t}$
	最大			◎		V ₂ = Max V _t

(注) i: 利子率; ◎: 落札年次

クの新規利用者に対しても、ブロック利用開始時点に関する選択肢拡大のための「先物オークション」を考えることができる。先物オークションは、とりわけ技術・サービス開発を伴う新規参入者に対して便益を与え、産業成長に有効である。下記は、先物オークションの例示である（表5）¹⁰。

(3) 日本における「周波数オークション」導入について 本プロジェクトの進行中に周波数オークションの導入が計画され、そのための電波法改正案が総務省によって作成された。本研究代表者は専門家の1人として同立案のための委員会（総務省）に参加し、オークション導入の意義・効果についての解説、海外諸国における実施状況の調査・公表などを実施した¹¹。

(4) 本研究成果の国内外における位置づけとインパクト

国内において周波数帯の再編成は現在政府の直接規制下にあり、先進国ですでに普及している電波オークションも日本では未導入の状態である。本研究成果「EMMの提案」は、まだ本格的な検討の対象になっていない。しかしながら研究者間においては、本研究成果をまとめた論文の発表後にその勉強会が開かれるなど関心を呼んでいる¹²。

国外については米国UCLAにおいてEMM自体をテーマとして取り上げた論文が発表されている¹³。

¹⁰ 下記5. [雑誌論文] ③の6節。

¹¹ 下記5. [雑誌論文] ④, ⑤, ⑥, [学会発表] ②, ③, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, ⑩。なお同法案は2012年に衆議院に提出されたが審議未了になった。

¹² 下記5. [学会発表] ②。

¹³ 前出 Javid [2012]。

(5) 今後の展望

EMM における未解決の課題として少なくとも下記が残っており、今後科研費等により研究を継続する予定である（平成 25 年度科学研究費申請済）。

① 共用電波ブロック内外の価格形成

電波ブロックの時分割共用は、近接地域・周波数帯域内で確率的に生起する需要充足のために有効であり、電波利用効率化の有力な手段である。しかしながら現状では無料（免許不要帯・コモンズ）あるいは固定価格利用（携帯電話）になっており、需給調整が十分でない。効率化には共用ブロック内で需給状態を反映する「スマート価格」、たとえば時分割スロットごとの可変価格の導入が不可避である¹⁴。本研究における EMM では、共用ブロック全体の供給価格を個別ユーザ供給価格の合計（公共財「需要」価格に類似）に設定していた。この点の是正・拡張のため、第 1 に共用ブロック内スマート価格による需給調整メカニズムを定式化し、その含意を分析すること、第 2 にスマート価格を採用する共用ブロック全体の供給価格（同ブロック一部あるいは全部の利用終了時の最低補償額）、および同需要価格（同ブロック拡張時の最高支払額）を導出することが有用である。

② 事前オークションと既存利用者による電波利用先移転 電波利用においては事業者・消費者を問わず複数期間にわたる償却を伴う初期投資（たとえば事業者による基地局・放送局設置、消費者による端末・受信機購入）が必要であり、将来時点についての事前の計画・意思決定が有用である。既存利用者による電波ブロック先物供給価格の表示、新規利用者による先物オークション参加は、将来時点にわたる不確実性・リスクを減少させて電波利用効率を増大させる。また電波再配分においては、既存利用者による移転（ブロック利用終了と別ブロックの利用開始）が必要になるが、多数の選択肢が存在する場合の柔軟な決定には、先物供給価格・先物オークションの活用が望まれる。しかしながら他方で新規利用者は、将来どの電波ブロックを、どの時点から、どれだけの価格で利用するかについて確実な情報を持たず、時間の経過に伴って情報を収集し、事態の展開（たとえば技術開発成果の確定）を待って決定をおこなうことを望む。なお決定を過度に遅らせれば競争上不利になるので、ある時点で決定に踏み切らなければならない。これらの問題点について「事前オークション（forward auction）」の包括的な研究が必要である。

5. 主な発表論文等

¹⁴ 下記 5. [学会発表] ④。

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 鬼木甫、「ソフトバンクによるイー・アクセスの買収・合併について——消費者・国民の立場から」（意見表明）、『アゴラ言論プラットフォーム（ゲストブロッガー投稿記事）』、2012 年 10 月 18 日、ICPC（情報通信政策研究会議）2012 年秋会合、2012 年 11 月 10 日（#242）。
<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201210b.html>>
- ② Gary Madden, Erik Bohlin, Hajime Oniki, and Thien Tran, "Potential demand for m-government services in Japan" (Paper), *Applied Economics Letters*, Volume 20, Issue 8, 2013, pp. 732-736. (#243)
<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/eng/publication/201211a.html>>
- ③ 鬼木甫、「周波数再編成（利用変更・移転）のエコノミクス II——新システム（EMM）による再編成加速の提案（分載：前・後編）」（論文）、『InfoCom REVIEW』、第 58 号、情報通信総合研究所、2012 年 11 月、pp.20-44、同第 59 号、2013 年 3 月、pp.2-24（#241）。
<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201210a.html>>
- ④ 同上、「高い価値ある第 3.9 世代から電波オークションの適用を」（論文）、『(週刊)エコノミスト』、2012 年 1 月 17 日号、pp.80-82、毎日新聞社、2012 年 1 月（#234）。
<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201201a.html>>
- ⑤ 同上、「周波数再編成（利用変更・移転）のエコノミクス——オークションの考え方を取り入れた移行コスト負担制度」（論文）、『InfoCom REVIEW』、第 55 号、情報通信総合研究所、2011 年 12 月、pp.13-31（#233）。
<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201106a.html>>
- ⑥ 同上、「電波オークション導入について」（論文）、『アゴラ言論プラットフォーム（ゲストブロッガー投稿記事）』、2011 年 1 月～2 月、16pp.（#229）。
<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201104a.html>>

[学会発表] (計 12 件)

- ① 鬼木甫、「通信政策とメディア産業の行方」（発表概要）、文化経済学会関西支部研究会、招待講演、2013 年 3 月 15 日（#245）。
<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201303a.html>>
- ② 同上、「電波の再編成を加速する新しいシステムの提案」（発表概要）、情報通信政策

フォーラム (ICPF) 勉強会、招待講演、2013年2月5日 (#244)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201302a.html>>

- ③ 同上、「電波オークションをめぐる」(公開往復書簡)、国際大学GLOCOM、『往復書簡シリーズ 設計未来:ポスト情報化社会を展望する、電波オークションをめぐる』、第一信(2010年12月)、第二信(2012年6月) (#239)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201101a.html>>

- ④ 同上、「電波利用効率化のエコノミクス—モバイル通信にスマート料金制を」(発表概要)、第29回情報通信学会大会、国際教養大学、2012年6月24日。 (#238)

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201206a.html>>

- ⑤ 同上、「稀少な電波の配分と日本における周波数オークションの導入」(発表概要)、日本知能情報ファジィ学会 関西支部例会招待講演、2012年3月 (#236)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201203a.html>>

- ⑥ 同上、「日本における周波数オークションの導入と電波法改正案について」(発表概要)、情報通信学会・情報経済研究会、『周波数オークションのわが国への導入をめぐるディスカッション』、相模女子大学、2012年3月21日 (#235)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201204a.html>>

- ⑦ 同上、「電波行政のあり方(新たな周波数の割当等)、電波利用料の活用」(意見発表用メモ)、内閣府行政刷新会議『提言型政策仕分け・情報通信』、2011年11月 (#232)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201111a.html>>

- ⑧ 同上、「周波数オークション導入について」(発表資料、計7回分)、総務省「周波数オークションに関する懇談会」、2011年3月~12月 (#230)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201103a.html>>

- ⑨ 同上、「オークション導入の問題点・検討項目」(シンポジウム発表資料)、シンポジウム「電波オークション制度の具体像 ~是非の問題ではなく、設計の議論を~」、慶応義塾大学SFC研究所プラットフォームデザイン・ラボ、2011年1月31日 (#228)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201101b.html>>

- ⑩ 同上、「海外諸国における電波オークションの導入と落札価格」(発表・解説資料)、2010年11月 (#227)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201011a.html>>

- ⑪ 同上、「固定系ブロードバンドアクセス網(光の道)の早期建設方策」(発表概要)、情報通信学会関西支部研究会、2010年9月 (#226)。

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/201009a.html>>

- ⑫ Hajime Oniki, "Toward Designing Economic Mechanism for Spectrum Reallocation --- A System with Compulsory Revelation of Supply Prices" (Outline), presented at the 18th Biennial Conference of the International Telecommunications Society (ITS), Tokyo, June 27-30, 2010. (#224)

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/eng/publication/201006a.html>>

[その他]

ホームページ等

(鬼木甫) 研究成果一覧

<<http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/jpn/publication/index.html>>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鬼木 甫 (ONIKI, HAJIME)

国際大学・グローコム・研究員

研究者番号: 40107107

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし