

周波数配分と市場成果に関するエビデンス

東京経済大学 経済学部 准教授 黒田敏史

令和3年11月16日

総務省 新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会

(第2回)

複数の提案を同時に評価するメカニズム

メカニズム	利用情報		性能			
	評価額	タイプ	効率性	公平性	売り手の利得	性能予測
比較審査	×	○	?	?	?	?
総合審査(現行方式)	○	○	?	?	?	?
くじ引き	×	×	×	○	?	×
オークション	○	×	○	?	○	○
スコアリングオークション(総合評価)	○	○	○	?	○	△

- メカニズムの性能は細部に依存する
 - 同時に複数の競合する提案を評価するメカニズムの場合
 - 提案項目の数：提案者の**タイプが一次元ではない**とき、スコアリングオークション（総合入札方式）は価格のみのオークションや比較審査よりも**売り手の利得を高める**(Asker and Cantillon, 2008)
 - 参加コスト：事業評価の難しさや他の入札が出そろうまでの待ち時間等により**参加コストが高くなる**と、競合する提案が出にくくなり、**売り手の利得が低下する**(Bernhardt, Liu, and Sogo, 2020)
 - 不確実性：**契約の不履行や再交渉が可能**であったり(Bajari and Tadelis, 2001)、提案がどのように評価されるかの**不確実性が高い**と(Takahashi, 2018)入札競争が緩和され、**売り手の利得が低下する**
 - これらの問題が深刻な場合、逐次交渉や公示価格など、「同時に複数の競合する提案を評価しない」メカニズムが用いられる
 - 取引費用がかかる市場では、初期の資源配分の非効率性は外部の介入なしには事後の市場によって解決されない(Myerson and Satterthwaite, 1983)ため、**初期配分は重要**
 - 同時に複数の競合する提案を評価するメカニズムでは、事業者に提案させる項目は社会の目的を達成するために**最小**で、評価が**確実**で、**自己拘束的**なことが望ましい

周波数配分と市場成果

著者	年	掲載誌	周波数	分析対象	説明変数	手法	数量	料金	その他
Bauer	2003	TPOL	PCS	OECD18国	免許料	OLS	?	NA	
Gruber	2007	Info	3G	欧州17国	ダミー	OLS	NA	NA	導入の遅れ(?)
					免許料	OLS	NA	NA	導入の遅れ(?)
Hazlett and Munoz	2009	RAND	2/3G	28国パネル	ダミー	3SLS	?	+	
Hazlett and Munoz	2009	IEP	2/3G	南米11国パネル	ダミー	3SLS	?	+	
Park et al.	2011	IEP	3G	OECD21国	ダミー	OLS	?	?	導入の遅れ(?) HHI(?)
					免許料	OLS	?	?	導入の遅れ(?) HHI(?)
Zaber and Sirbu	2012	TPOL	2/3G	126国パネル	ダミー	OLS/RE	+/?	NA	
Madden et al.	2014	RofIO	3G	49国パネル	ダミー	IV(2SRI)	NA	NA	新規参入(+)
Kuroda and Baquero **	2017	TPOL	3G	47国パネル	ダミー	NNMatch/DR/IV	?	?	3G普及率(-)
Bahia and Castells **	2021	TPOL	2/3/4/5G	64ヶ国229事業者パネル	ダミー	IV	NA	NA	4Gエリア(-)
					ダミー	IV	NA	NA	ダウンロード速度(-)
					ダミー	IV	NA	NA	アップロード速度(-)
					ダミー	IV	NA	NA	レイテンシ(-)
Ershov and Salant ***	2021	WP	4G-Sub1G-First	17国全事業者パネル	ダミー	DID ***	?	?	HHI(+) 最大シェア(+) 3Gカバレッジ(+)
			4G-Sub1G-Second		ダミー	DID ***	?	?	
			4G-Sup1G-First		ダミー	DID ***	?	?	HHI(-) 最大事業者シェア(-) 4Gカバレッジ(+)
			4G-Sup1G-Second		ダミー	DID ***	?	-	HHI(+) 最大シェア(+)

赤色は負の影響、青色は正の影響

* (+)は正の有意 (-)は負の有意 (?)は有意差無し NAは分析無し

** Kuroda and Baquero (2017)は電気通信普及財団の助成利用、Bahia and CastellsはGSMA所属

*** Ershov and Salant (2021)の比較対象は比較審査に限らない

**** Hazlett and Munoz (2009)は周波数量を控って落札額を引き上げると厚生が下がることを示した研究

周波数配分と市場成果

- Hazlett and Munoz (2009)
 - 周波数オークションの成功は落札価格の高さとみなされてきたが、独占者に周波数を売って消費者余剰を減らす事は成功とは呼べない
 - 通信サービス費用を資本と周波数の関数としたときの、数量競争均衡におけるマークアップ(価格)と数量の決定式を推定
 - **オークションはマークアップと正に相関しているが、供給する周波数数量を増やすことでマークアップは下がり、売り手の収入減よりも大きな消費者余剰が得られる**
- Madden et al. (2014)
 - 政府は競争によって市場の失敗を緩和するため、周波数配分で新規参入を促進しようとする
 - **新規参入はオークションによって、また周波数価格ではなく量に対する優遇によって促進される**
(*)スコアリングオークションは価格に対する優遇になるため新規参入に有効ではないかもしれない
- Kuroda and Baquero (2017)
 - 既存研究は分析手法に難があるため、OLSによる再現性を確認した上で、Imbens and Wooldridge (2009) の推奨する回帰とマッチングを組み合わせた方法によってオークション導入の効果を検証
 - **全体では3G普及率に負の影響があったが、OECDや欧州に限ると有意差無し**

周波数配分と市場成果

- Bahia and Castells (2021)
 - 2010-2017年、30の途上国と34の先進国、229の通信事業者レベルのデータを用い、操作変数法によって**ライセンス料**が**速度・エリア・レイテンシに負の影響**を与えたことを示した
 - オークションダミーは市場成果に影響を与えないがライセンス料に影響を与える操作変数とされている
 - Kuroda (2019)ではオークションダミーが内生変数で、政府負債や普及率がオークションの採用に影響するとしている
 - オークションにおける協調行動による低価格落札はオークション後の市場における協調行動と相関して操作変数として機能しないのではないかと考えるが、統計的テスト（過剰識別検定）には通っている
 - 過剰識別検定はラグ項の操作変数を増やせば機能しなくなることが知られている(Roodman, 2009)が、論文に詳細が書かれていない
 - なぜか価格・普及率・ラグなど既存研究で扱われてきた変数を見ていない
 - 分析に日本のデータが含まれていない

周波数配分と市場成果

- Ershov and Salant (2021)
 - 現代的な政策効果の検証法の一つである「差の差分分析」によって、欧州の4G周波数配分が市場成果や企業行動に与えた影響を分析
 - 追加的に周波数を配分すれば市場成果に正の影響を与えるはずだが、1GHz以上の二度目でしか市場成果に改善が見られない
 - 事業者別分析では、1GHz未満の周波数配分後に集中度が上がり、既存企業価格が上昇して、新規参入者の投資が減少している
 - これは、オークションが既存事業者による周波数買い占めによって集中度が高まるとする理論的予測と整合的である

事業者	回数	周波数帯	ARPU	3Gカバレッジ	4Gカバレッジ
トップ事業者	一回目	1GHz未満	?	?	?
トップ事業者	二回目	1GHz未満	+	?	?
トップ事業者	一回目	1GHz以上	+	?	+
トップ事業者	二回目	1GHz以上	-	-	?
他の強力な既存事業者	一回目	1GHz未満	+	?	+
他の強力な既存事業者	二回目	1GHz未満	-	-	?
他の強力な既存事業者	一回目	1GHz以上	?	?	-
他の強力な既存事業者	二回目	1GHz以上	-	?	?
3G新規参入事業者	一回目	1GHz未満	?	-	-
3G新規参入事業者	二回目	1GHz未満	-	+	-
3G新規参入事業者	一回目	1GHz以上	?	+	+
3G新規参入事業者	二回目	1GHz以上	-	-	+

オークション導入のプラクティス

- 米周波数オークション導入のプラクティス
 - エヴァン・クウェレルはFCCエコノミストとして周波数オークションの設計を担当
 - ミルグロムはノーベル経済学賞受賞後に「**エヴァンの個人的な貢献は非常に大きく、彼がこの賞を分け合うのが適切だったでしょう**」と述べている(Partnership for Public Service, 2021)
 - Kwerel and Rosston (2000)はオークションという経済効率性を向上させるための新しい政策を1年で設計し実装できたのは、経済学者（理論家と実験家）・産業界（通信事業者と法律家）・政府（政策・立法・執行）の協力によるものであり、FCCのみでは実現できなかったであろうと述べている
 - FCCは二人のオークション理論家とカルテクの実験経済チームを雇用した
 - 通信事業者も経済学者をコンサルタントに雇い、それぞれがいくつかのオークション方式を提案した。パシフィック・ベルはミルグロムとウィルソンを雇い、同時複数ラウンドオークション(SMRA)を提案した。マカフィーもAirTouchへのコンサルティングでSMRAを提案した
 - FCCの会合以外に理論家/実験家と交流できる二つのシンポジウムがYale大学とカルテクにて開催された
 - FCC長官は最も安全なオークションではなくベストなアプローチを求めていたが、FCCスタッフの中には未だ実行されたことがない型式を採用し「βテストサイト」となる事を望まない者もいた。
 - FCCは当初逐次競り上げ入札オークションを提案したが、オークション理論とカルテクの実験室実験のデータによりSMRAを採用する事となった。

オークション導入のプラクティス

- 米周波数オークション導入のプラクティス
 - ミルグロム「オークション 理論とデザイン」第1章より
 - オークション設計という工学的な仕事は完璧な経済分析に裏打ちされていない推測や判断に時に頼らざるを得ない。オークションの設計者は、理論から着想を得、可能な限りこれらの考え方をテストし、その限界を認識しつつ設計を実行し、最悪のケースの分析や類似の実践例を用いて設計を補完する。
 - FCCがそのオークション・デザインを決定するに当たり、理論分析によって導かれたミルグロム＝ウィルソンの設計デザインを採用した大きな理由は、カリフォルニア工科大学のラボでチャールズ・プロットの実験が成功したことであった。この設計デザインを実行するソフトが開発されたことも、もう一つの重要な要素だった。
 - 理論は、実験の設計デザインに手引きを与え、実験のどの部分が一般化できるのかについて示唆を与える。また、どんな経済原理が働いているかを明らかにし、オークションの設計を変えたときの予測や、オークションデザインの改良を可能にする。
 - 初期のFCCオークションのソフトウェアは、入札者が間違いを犯しやすいものだった。入札者は、「後にタッチミス入札(fat finger bid)」と呼ばれるようになったミスを何度も犯した。(中略)FCCがオークションのインターフェースを変更し、入札者は入札画面のメニューバーから入札額を選択するという方式を改めたことによって、「タッチミス」と「競争者へのシグナル」という二つの問題が同時に解決されることになった。

オークション導入のプラクティス

- 広告オークションの導入におけるエコノミストの活用(Athey and Luca, 2019)
 - 1990年代にOverture (後にYahoo!に買収される)がカルテクの経済学者を広告オークション設計のために雇用する
 - Googleは2002年にHal Varianをコンサルタントとして雇い、後にチーフエコノミストとする
 - VarianはGoogleのIPOにおけるオークション設計についても助言している (レヴィ, 2011)
 - Microsoftは2008年にマカフィーとエイシーを雇っている
 - Facebookも広告オークションに経済分析を利用している
 - これらのエコノミストは広告オークションの機能の理論的検討・データ分析のための枠組みの提供など多岐にわたる貢献をしている
 - Amazonはトップレベルの意思決定に経済分析を活用しているほか、様々な部局での実験設計・分析を担当しているとされる
- オークションは政府の公共調達・国債売却・周波数配分などにおいて、また様々な企業の実践において実用段階の技術成熟度レベルに到達している
- 今後のデジタル化の進展において周波数配分のような重要な意思決定を属人的な意思決定に委ねる事には大きなリスクがあるのではないか

参考文献

- Asker, John, and Estelle Cantillon. 2008. "Properties of Scoring Auctions." *RAND Journal of Economics* 39 (1):69–85. <https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2008.00004.x>.
- Athey, Susan, and Michael Luca. 2019. "Economists (and Economics) in Tech Companies" 33 (1): 209–30.
- Bahia, Calvin, and Pau Castells. 2021. "The Impact of Spectrum Assignment Policies on Consumer Welfare." *Telecommunications Policy*, no. August: 102228. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102228>.
- Bajari, Patrick, and Steven Tadelis. 2001. "Incentives versus Transaction Costs : A Theory of Procurement Contracts." *RAND Journal of Economics* 32 (3): 387–407.
- Bauer, Johannes M. 2003. "Impact of License Fees on the Prices of Mobile Voice Service." *Telecommunications Policy* 27 (5–6): 417–34. [https://doi.org/10.1016/S0308-5961\(03\)00009-0](https://doi.org/10.1016/S0308-5961(03)00009-0).
- Bernhardt, Dan, Tingjun Liu, and Takeharu Sogo. 2020. "Costly Auction Entry, Royalty Payments, and the Optimality of Asymmetric Designs." *Journal of Economic Theory* 188 (17502717): 105041. <https://doi.org/10.1016/j.jet.2020.105041>.
- Ershov, Daniel, and David Salant. 2021. "Auctions and Mobile Market Competition : Evidence from European 4G Auctions." *EARIE2021*.
- Gruber, Harald. 2007. "3G Mobile Telecommunications Licenses in Europe: A Critical Review." *Info* 9 (6): 35–44. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoh&AN=0936979&lang=ja&site=ehost-live>.
- Hazlett, Thomas W, and Roberto E. Munoz. 2009. "Spectrum Allocation in Latin America: An Economic Analysis." *Information Economics and Policy* 21 (4): 261–78. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoh&AN=1076807&lang=ja&site=ehost-live>.
- Hazlett, Thomas W. and Roberto E. Munoz. 2009. "A Welfare Analysis of Spectrum Allocation Policies." *RAND Journal of Economics* 40 (3): 1–32. <papers2://publication/uuid/9CA5CA23-230E-4107-9BF9-2C513528B0A7>.

参考文献

- Kuroda, T., and M.D.P. Baquero Forero. 2017. "The Effects of Spectrum Allocation Mechanisms on Market Outcomes: Auctions vs Beauty Contests." *Telecommunications Policy* 41 (5–6). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.01.006>.
- Kwerel, Evan R., and Gregory L. Rosston. 2000. "An Insiders' View of FCC Spectrum Auctions." *Journal of Regulatory Economics* 17 (3): 253–89. <https://doi.org/10.1023/A:1008126116011>.
- Madden, Gary, Erik Bohlin, Thien Tran, and Aaron Morey. 2014. "Spectrum Licensing, Policy Instruments and Market Entry." *Review of Industrial Organization* 44 (3): 277–98. <https://doi.org/10.1007/s11151-013-9405-9>.
- Myerson, Roger B, and Mark A Satterthwaite. 1983. "Efficient Mechanisms for Bilateral Trading." *Journal of Economic Theory* 29 (2): 265–81. <https://doi.org/10.1117/12.621840>.
- Park, Minsoo, Sang-woo Lee, and Yong-jae Choi. 2011. "Does Spectrum Auctioning Harm Consumers ? Lessons from 3G Licensing." *Information Economics and Policy* 23 (1): 118–26. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2010.10.002>.
- Partnership for Public Service. 2021. "Evan R. Kwerel, Ph.D." <https://servicetoamericamedals.org/honorees/evan-kwerel/> (2021年11月14日閲覧)
- Takahashi, Hidenori. 2018. "Strategic Design under Uncertain Evaluations: Structural Analysis of Design-Build Auctions." *RAND Journal of Economics* 49 (3): 594–618. <https://doi.org/10.1111/1756-2171.12246>.
- Zaber, Moinul, and Marvin Sirbu. 2012. "Impact of Spectrum Management Policy on the Penetration of 3G Technology." *Telecommunications Policy* 36 (9): 762–82. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.06.012>.
- スティーブン・レヴィ. 2011. 仲達志, 池村千秋訳 「グーグル ネット覇者の真実」 阪急コミュニケーションズ
- ポール・ミルグロム著 ; 計盛英一郎, 馬場弓子訳(2007) 『オークション理論とデザイン』 東洋経済新報社