

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：12613
 研究種目：基盤研究(A)
 研究期間：2011～2014
 課題番号：23243042
 研究課題名(和文) 標準と技術のライフサイクル、世代交代と周辺課題

研究課題名(英文) Evolution of Standards and Technology

研究代表者

青木 玲子 (AOKI, Reiko)

一橋大学・経済研究所・非常勤研究員

研究者番号：10361841

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,900,000円

研究成果の概要(和文)：理論、実証、実験など多面的に技術と標準の世代交代を分析した。ヒヤリングやデータ分析により、現世代の規格決定がライセンサー(インサイダー)のR&Dに正の影響、標準化活動の開始が、アウトサイダー企業のR&Dに影響を与えることが判明。標準の世代交代または世代共存のどちらになるかは、技術の成熟度によることを非協力ゲームで示した。協力ゲームで特許料交渉やライセンス方式の比較を行い、非協力ゲーム分析では得られない知見を得た。プールの価格設定と利益配分ルールが変更不能であると、特許代替性と安定性の関係が従来とは逆になることも示した。標準団体結成過程をナッシュ交渉解で分析し、結果を経済実験によって検証した。

研究成果の概要(英文)：We conduct a multi facet examination of evolution of technology and standards. Case study of optical disk standards and data (standards materials) analysis reveals that standard establishment induces licensor (outsider) to invest in next standard, and initiation of standard setting process influences firm R&D decisions. We show using non-cooperative game framework that whether if the outsider and insider investments will lead to replacement or co-existence of standards depends on life cycle stage of underlying technology. Cooperative game concepts such as bargaining sets and the kernel is used to understand the licensing fee negotiation process, as well demonstrating that the relationship between patent substitutability and patent pool stability may be reverse of previous results in the literature if the pool royalty rates are not flexible. Standard setting process is analyzed with Nash Bargaining framework and verified with economic experiments.

研究分野：理論経済学

キーワード：標準と標準化、特許、技術革新、パテントプール、ライセンス、イノベーション、国際研究者交流(仏、豪、台湾、蘭)、国際譲歩交換(仏、蘭、英)

1. 研究開始当初の背景

従来一國一企業であった電気通信産業では、新規参入や国際化によって、技術、企業、消費者のすべてが多様化し、製品や技術の標準化の必要性が広く認識されるようになった。実際、標準化が推進されたが、企業は標準と標準化の過程を戦略的に利用するようになり、標準化過程は複雑かつ長期化した。しかし、この現象のメカニズムや社会厚生の含意はまだ理解されていない。例えば、携帯電話の複数の標準の共存や、MPEG (ファイル圧縮技術標準) にみられる標準の世代交代の経済効率は自明ではない。複数標準が単なる標準の世代交代の移行過程で、標準のライフサイクルの一部であれば、政策介入は必要ない。一方、複数標準が頻繁になったのは、企業の戦略的な世代交代阻止による移行過程の長期化であれば、要注意である。さらに、政府介入が必要であったとして、現存の知的財産制度や競争政策で対応できるのかは、既存の研究は答えられない。

これまでの、標準化と知的財産権や、標準化と競争政策の研究は「現存」標準の形成過程に注目してきた。しかし、現実の複雑な標準化過程と標準の世代交代を理解するためには、「現存」標準の形成過程だけでなく、標準形成後の普及過程の次に必ず起こる新技術の出現と新標準の形成や、同時に起こる陳腐化の過程を網羅した分析と理解が必要である。

既存研究は標準の形成過程に注目をしており、標準と技術のライフサイクルを統一的にとらえた研究は我々の知る限りでは存在せず、本研究が初めてである。

2. 研究の目的

本研究では、標準と技術のライフサイクル (形成、普及、衰退) の実態を把握し、それに基づいた理論モデルの構築により、背後にあるメカニズムを明らかにする。分析にあたって、標準と技術のライフサイクルの担い手である企業や標準化団体の戦略的行動を考慮する。また、知的財産や競争政策を含んだ分析を行う。知的財産は標準技術を支える制度であり、競争政策は知的財産や標準とはつねに緊張関係にあるからである。このような包括的な分析をすることによって、新しい技術標準へのスムーズな移行を可能にする知的財産制度や競争政策の検討ができる。最終的には学術的貢献に加えて、政策提言を行う。具体的には以下の4つの課題を設定する。

(1) 企業の標準をめぐる戦略的行動の理解

これまでも、標準化団体や企業の戦略的行動がいくつか指摘されている。例えば Simcoe, Graham and Feldman “Competing on

Standards? Entrepreneurship, Intellectual Property, and Platform Technologies” (2009年)は特許データを使って、標準化団体が特許訴訟の相手選びによって、企業を差別していることを示している。また、MacKie - Mason and Netz “Manipulating Interface Standards as an Anticompetitive Strategy” (2007年)は、コンポーネント市場におけるプラットフォーム (=標準) 技術所有者の排他的行為を指摘している。このような企業の戦略的行動の決定要因 (規模、保有特許数、垂直統合の度合い、研究特化など) を特定化し、要因の相互作用のメカニズムを明らかにする。

(2) 標準化過程と標準化団体の分析

Internet Engineering Task Force (IETF) の活動を1992年と2000年で比較をすると、標準仕様書類の初稿から最終稿が発行されるまでの中位値は198日から549日に長期化した (Simcoe “Delay and de jure standardization: exploring the slowdown in Internet standards development” (2007年))。また、標準化団体の構成員 (資格制限の有無、部会数と規模、意思決定が合議かトップダウンであるか) などが大きく異なる IETF と World Wide Web (WWW) を比較すると、標準採択までの時間に大差があることがわかる。複数の標準と標準化団体のケース・スタディーによって、標準化過程の決定要因を特定化し、標準と標準化団体のメカニズムを明らかにする。

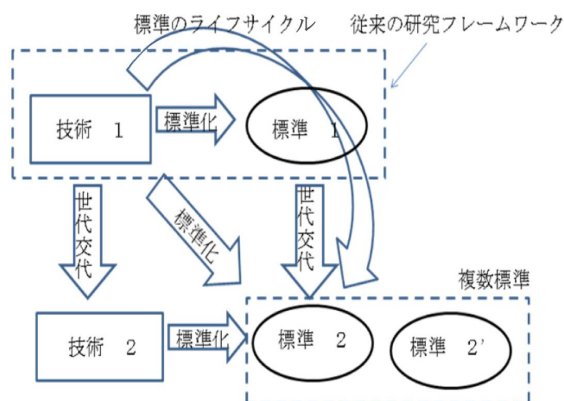
(3) 複数標準の分析

次世代携帯電話や次世代自動車の蓄電池は、複数の標準が存在するが、ネットワーク外部性の観点からは、標準は一本化されるべきである。ところが、Cabral and Salant “Evolving Technologies and Standard Regulation” (2014年)は、複数標準が単一よりもイノベーション動機を高める可能性を示している。このようにネットワーク外部性の正の効果と、複数標準による開発のインセンティブの間にはトレードオフが存在している。ネットワーク性 (直接、間接など) 製品の市場構造、技術開発の在り方 (研究特化企業の有無) とトレードオフのバランス点の関係を明らかにする。

(4) 標準のライフサイクルの分析

標準のライフサイクル (形成、普及、陳腐化) の実態を把握し、それに基づく理論を構築して、メカニズムを明らかにする。すでに MPEG は MPEG-1, -2, -7 と成長と分岐の発展をしてきた。DVD はブルーレイへと世代交代しつつある。標準を交代させて技術の交代を促進することができるのは明らかであるが、逆に標準

化を遅らすことによって技術交代を遅らすこともできる。どちらか社会厚生的に判断できるフレームワークを構築して、科学技術政策など政策オプションが検討できるようにする。



3. 研究の方法

(1) 関係者へのヒヤリングとケース・スタディー: MPEG の発足に重要な役割を果たした安田浩教授(東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科)へのヒヤリングを行った。WCDMA について、ETSI の必須特許の保有状況などを調査した。

(2) ゲーム理論: 技術開発投資や特許化の行動を非協力ゲームで分析した。標準化団体やパテントプールの形成交渉や収益分配行動の分析にナッシュ交渉ゲームやカーネルの解の概念などの協力ゲームを使って分析した。

(3) その他の理論的フレームワーク: DEA (包絡分析法) や、投票制度を用いてパテントプールなど共同事業の収益分配行動を定式化した。

(4) 実証分析: 公的国際標準、公的国内標準、民間標準の 150 万件以上の書誌情報を収録している Perinorm データベースを用いて各標準機関の新規標準の策定や他機関からの導入の頻度・ラグ等について分析した。

(5) 実験: 標準化団体結成行動の安定性について、解による分析を行うとともに、その結果を被験者を用いた実験によって検証するための予備実験を行った。

(6) ワークショップ: 12 回のワークショップを行った。うち 6 回は海外から標準や特許の研究者を招聘した。Richard Gilbert, Patrick Rey, Jay Pil Choi 他の理論産業組織、Georges Zaccour, Youngsub Chun, Andriy Zapechelnyuk 他のメカニズム・デザインとゲーム理論研究者、Mark Schenkerman, Rudi Bekkers, Shane Greenstein 他の実証分析研究者を海外から招聘した。

4. 研究成果

(1) 青木・Kao は、既存のケーススタディーと実証分析(長岡他、海外招聘者 Rudi Bekkers,

Justus Baron) に基づいて、標準のライフサイクルのフレームワークを構築した。特に、標準と改良(upgrade)と置き換え(replacement)の区別の必要性和、技術開発投資と並んでインストール・ベース(installed base)の重要性を特定化した。

(2) 武藤・大和・岸本は、企業間での特許のライセンスについて、特許料をめぐる交渉を取り入れたゲームモデルを構築したうえで、交渉集合、カーネルなどの協力ゲームの解を用いて様々なライセンス方式の比較を行い、それぞれの特徴について従来の非協力ゲームによる分析では得られなかった新たな知見を得た。

(3) 新井は、技術標準を分析するに当たり、欠かせない知的財産権に関する研究を行った。とりわけ、“Why does Protection for Intellectual Property Rights Strengthen an Incentive?” では知的財産権の強化が研究開発のインセンティブを弱める可能性があることを理論モデルを用いて示した。この研究は技術標準の形成が参加者の開発のインセンティブにどのような影響を与えるかを考える上でも重要であることがわかった。

(4) 青木・新井は標準の複数標準の効果を考えるに当たり、単一技術と知的財産権保護の関係性について整理・分析を行った。とりわけ標準の理論的枠組みの作成にあたっては、

標準が標準外製品の消費者にスイッチングコストを課す点、企業が、製品の品質改善だけでなく、標準の顧客基盤の拡大や補完的な技術の開発等マルチタスク問題に直面している点に注目してモデルを作成した。また、現行標準が後継標準へもたらす影響をパテントプールに主眼において考察した。その結果、後継標準の市場規模が十分大きいと見込まれる場合には現行標準を運営する企業とは別の新勢力が積極的に R&D をすることなどがわかった。

(5) 武藤・大和・岸本は企業間での特許のライセンス、特に国際的なライセンスについて非協力ゲーム、協力ゲームの双方の枠組みにおける分析を行い、その比較を通して、従来の非協力ゲームのみによる分析では得られなかった新たな知見を得た。

(6) 青木・遠藤らは、複数のパテントプールのインサイダーとアウトサイダーが投資をし、結果によっては新パテントプールの結成がありうる投資成功が確率的なモデルをシミュレーション分析した。ネットワークベースによる惰性(inertia)がパテントプールのアウトサイダーにとっても利益を増やす場合があることや、研究開発が成功した際にパテントプールに入れる可能性がアウトサイダーの投資喚起の効果があることなどが明らかになった。つまり、パテントプールは

長期的にも経済効率を向上させるのである。
(7) 青木・門脇は Lerner and Tirole “Efficient Patent Pools.” (2004年)の
パテントプール・ライセンスモデルを拡張して、
新しい特許技術が出現しても既存の契約を
変更できないという制約がある場合を分析
した。そのような制約があると、特許が補完
的(代替的)であるとパテントプールが不安
定(安定)にあり、Lerner and Tirole と逆の
関係があることを明らかにした。

(8) 長岡らは、公的標準を中心に、標準化団
体毎の標準の技術分野別のデータを構築し
て、標準の改訂、標準の代替、標準の撤回な
どがどの程度の頻度で行われているかを分
析した。日米独公的標準では、独が撤回の頻
度が最も高く、日本は米国と比較して改訂の
頻度が高いが、代替の頻度は低いことなどが
判明した。

(9) ブルーレイの標準化活動が技術者の生
産性に及ぼす影響を特許データを用いて検
証した。その結果、標準化活動が中心的な発
明者の生産性を低下させる可能性が示唆さ
れた。これは標準化活動が研究開発以外のタ
スクを中心的な発明者にもたらすためだと
考えられる。標準化活動に携わった技術者へ
のヒアリングにより、標準化活動の概要やそ
の影響を調査した。

(10) 武藤・大和らは、企業間での特許ライ
センス交渉について、これまでの TU 協力ゲ
ームによる分析では明らかにできなかった一
括支払い方式と生産高依存支払い方式の
違いについて、NTU 協力ゲームによる定式化
を新たに与えて分析を行い新たな知見を得
るとともに、ライセンス価格設定による売買
方式との違いを明らかにした。標準化団体結
成行動については、まず、様々な経済シス
テムにおける団体結成行動を詳細に分析した。
次いで、標準化のケースに特有な性質を明ら
かにして、それを基に団体結成行動のモデル
を構築するとともに、ゲーム理論の解を適用
した場合の理論的結果と、モデルに沿って実
験を行った場合との違いを分析した。

(11) 長岡らは光ディスク産業を対象に、標
準の規格決定、およびパテントプールの設立
が、企業のイノベーションにそれぞれどのよ
うな影響を及ぼしたのかを統計的に検証し
た。特に、次世代規格のイノベーションにも
注目し、現世代の規格決定がライセンサーの
次世代規格への研究開発に正の影響を及ぼ
したことが明らかとなった。「特許プールと
標準の世代間競争 : 光ディスクからのエビ
デンス」(真保智行・長岡貞男・塚田尚稔)

(12) 公的国際標準、公的国内標準、民間標
準の150万件以上の書誌情報を収録している
Perinorm データベースを用いて、各標準機関
の新規標準の策定や他機関からの導入の頻

度・ラグ等について分析した。欧州主要国の
公的国内標準は他標準機関での採用が多く、
他機関からの導入も多い。一方、JIS 標準は
他機関での採用、他機関からの導入が欧州主
要国と比較すると少なく、採用・導入までの
ラグも長い。ANSI は米国内に基盤がある民間
標準の導入が多い。また、標準改定の頻度と
その標準を導入する国数には正の相関があ
る。“Adoption of new standards and its
upgrading: cross-country evidence” (塚
田尚稔, 長岡貞男)

(13) 「標準化と発明者ネットワーク : ブル
ーレイ規格のケース」(真保智行)

本研究ではブルーレイディスク産業を対
象に、標準化活動の開始が、企業内の R&D プロ
セスに及ぼす影響を統計的に検証した。そし
て、標準化活動の開始が、発明者のネット
ワーク特性に依存して、企業内の R&D プロセス
に及ぼすことが明らかとなった。特に、プ
ールの形成により次世代標準技術への投資が
増加することが明らかになり、懸念されてい
る replacement effect の影響は小さいこと
がわかった。

(14) パテントプールにおける収益の分配に
ついて、貢献度が複数の基準で評価される場
合の収益の分配方法を DEA (包絡分析法)
投票を用いて定式化し、非協力ゲーム、協力
ゲームを用いて分析することにより新たな
知見を得た。その成果は、雑誌論文 にまと
められている。

(15) 外部性の存在する経済において、主体
が、目先の利益ではなく、ある程度先のこと
を考慮に入れて先見的行動をとる場合には、
効率的な全体提携が形成される可能性を明
らかにし、従来の非協力ゲームによる分析で
は得られなかった新たな知見を得た。

(16) 青木・門脇はプール契約の内容、すな
わち価格設定方法と利益の配分ルールが変
更不能である場合は、追加的特許を保有した
企業はそれが補完的ならば単独契約を行い、
代替的ならばプールに含めることをしめし
た。結果として前者は不安定、後者は安定と
なり、追加的特許が補完的な場合
anticommons の問題が発生することを示した。
さらに、anticommons の発生に対してパテ
ントプールが採れる解決策は契約にグラント
バック条項を含めることである。

(17) 青木・新井はパテントプールの内外の
企業のインセンティブの違い、inertia の効
果が企業行動に与える影響、パテントプ
ールが企業行動に与える影響及びイノベ
ーションのおこる確立や質を分析した。標準の世
交代か共存がおきるかは技術の成熟度に依
存することを示した。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計42件)

S. Sekine, J. Fu and S. Muto, Game Theoretic Approaches to Weight Assignments in Data Envelopment Analysis Problems, Mathematical Problems in Engineering, 査読有、2014、1-9

DOI:10.1155/2014/434252

Yukihiko Funaki and Takehiko Yamato, Stable Coalition Structures under Restricted Coalitional Changes, International Game Theory Review, 査読有、Volume 16, Issue 03, 2014、1-32

DOI: 10.1142/S0219198914500066

Yasuhiro Arai and Shinya Kinukawa, Copyright infringement as user innovation, Journal of Cultural Economics, 査読有、Volume 38, Issue 2, 2014、131-144

DOI:10.1007/s10824-013-9200-3

Aoki, R. and T. Kao, Protection of Basic Research and R&D, incentives in an international setting, The Economic Review, 査読有、63 巻、2012、333-345

Shin Kishimoto, Shigeo Muto, Fee versus royalty policy in licensing through bargaining: An application of the Nash bargaining solution, Bulletin of Economic Research, 査読有、64 巻、2012、293-304

Takeshi Ebina, Shin Kishimoto, How to license a public licensor's technology to an asymmetric duopoly, Economics and Business Letters, 査読有、1 巻、2012、16-26

Shimomura, K.-I. and Yamato, T., Impact of Ethnicities on Market Outcome: Results of Market Experiments in Kenya, Ethnic Diversity and Economic Instability in Africa: Interdisciplinary Perspectives, Hiroyuki Hino, John Lonsdale, Gustav Ranis and Frances Stewart, eds., Cambridge University Press (図書所収論文) 査読有、2012、286-313

新井泰弘、民間機関による著作権保護、経済研究、査読有、63 巻、2012、17-27

青木玲子、科学・技術・イノベーション政策の経済学、経済研究、査読有、62 巻、2011、270-280

Kishimoto, S., Watanabe, N. and Muto, S., Bargaining Outcomes in Patent Licensing: Asymptotic Results in a General Cournot Market, Mathematical Social Sciences, 査読有、61 巻、2011、114-123

新井泰弘、Civil and Criminal Penalties for Copyright Infringement,

Information Economics & Policy, 査読有、23 巻、2011、270-280

DOI:10.1016/j.infoecopol.2011.08.001

〔学会発表〕(計55件)

門脇諒、青木玲子「パテントプール、改良特許、グラントバック条項」12th Workshop on Evolution of Standards and Technology, 2015年3月29日、九州大学、福岡県・福岡市

真保智行、長岡貞男、塚田尚人、「特許プールと標準の世代間競争：光ディスクからのエビデンス」12th Workshop on Evolution of Standards and Technology, 2015年3月29日、九州大学、福岡県・福岡市

Endo, S., R.Aoki, Innovation of Standards and Patent Pools, 12th Workshop on Evolution of Standards and Technology, 2015年3月28日、九州大学、福岡県・福岡市

Tsukada, N., S.Nagaoka, National performance of adoption of new standards and its upgrading: cross-country evidence, 12th Workshop on Evolution of Standards and Technology, 2015年3月28日、九州大学、福岡県・福岡市

Yamato, T., X.Qin, J.Shen, K.Shimomura, Hometown-specific Bargaining Power in an Experimental Market in China, 12th Workshop on Evolution of Standards and Technology, 2015年3月28日、九州大学、福岡県・福岡市

R.Aoki, Fostering Innovation in Global Supply Chains Adjustment, Global Economic Symposium 2014 Restructuring Economies, Transforming Societies, 2014年9月8日 The Shangri-La Hotel、クアラルンプール、マレーシア

R.Aoki, Dynamic Implications of Standards, 14th SAET Conference on Current Trends in Economics, 2014年8月20日、早稲田大学、東京都・新宿区

真保智行「標準化と発明者ネットワーク：ブルーレイ規格のケース」組織学会、2014年6月21日、北海道大学、北海道・札幌市

R.Aoki, Patent Pools and Upstream Innovation, Economics Department Seminar, 2014年6月5日、Korean University、ソウル、大韓民国

Aoki, R., Nuclear Accident, Liability Rules and Regulated Monopolist, KLEA 2013 International Conference on Law & Economics, 2013年11月8日、Sung Kyun Kwan University、ソウル、大韓民国

長岡貞男、標準のイノベーションへのイ

ンパクト、電子情報通信学会、ICT 標準化、2013 年 3 月 21 日、岐阜大学、岐阜県・岐阜市

Aoki, R., and Hamada, K., Nuclear Accident, Liability Rules, and Regulated Monopolist, Western Economic Association International 10th Biennial Pacific Rim Conference, 2013 年 3 月 14 日、慶応義塾大学、東京都・港区

Aoki, R. and Y.Arai, Standards and Innovation, Kyoto & Hokkaido Universities International Conference on International Economics and Economic Theory, 2012 年 9 月 26 日、北海道大学、北海道・札幌市

Aoki, R. and Y.Arai, Standards and Innovation: Technology or Installed Base, Economics Department Seminar, 2012 年 6 月 1 日、Korea University, ソウル、大韓民国

Aoki, Reiko, An Economic Analysis of Patent Law Exemption for Research on a Patented Invention, SEEK Conference Program "The Green Growth Challenge", 2012 年 3 月 10 日、ZEW Mannheim, マンハイム、ドイツ

Aoki, Reiko, Patent Pools, Workshop on the Innovation Pool in Australian Biotechnology, 2011 年 12 月 16 日、University of Tasmania, タスマニア、オーストラリア

Aoki, Reiko and T.Kao, Product Customization in the Spokes Model, University of New South Wales Workshop on International Trade and Industrial Organization, 2011 年、8 月 2 日、University of New South Wales, シドニー、オーストラリア

[図書](計3件)

J. von Neumann, O. Morgenstern, 武藤滋夫訳、中山幹夫協力、勁草書房、ゲーム理論と経済行動：刊行60周年記念版 Theory of Games and Economic Behavior - Sixtieth Anniversary Edition, 2014, 988

中山幹夫、武藤滋夫、船木由喜彦、東洋経済新報社、ゲーム理論アプリケーションブック、2013、266 (17-43)

武藤滋夫、オーム社、ゲーム理論、2011、229

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 玲子 (AOKI, Reiko)

一橋大学・経済研究所・非常勤研究員

研究者番号：10361841

(2) 研究分担者

長岡 貞男 (NAGAOKA, Sadao)

一橋大学・商学研究科・教授

研究者番号：00255952

武藤 滋夫 (MUTO, Shigeo)

東京工業大学・社会理工学研究科・教授

研究者番号：50126330

大和 毅彦 (YAMATO, Takehiko)

東京工業大学・社会理工学研究科・教授

研究者番号：90246778

(3) 連携研究者

真保 智行 (SHINBO, Tomoyuki)

関東学院大学・経済学部・准教授

研究者番号：70533355

塚田 尚稔 (TUKADA, Naotoshi)

政策研究大学院大学・政策研究科・准教授

研究者番号：70599084

新井 泰弘 (ARAI, Yasuhiro)

高知大学・教育研究部人文社会科学系人文社会科学部門・講師

研究者番号：20611213

岸本 信 (KISHIMOTO, Shin)

千葉大学・法政経学部・准教授

研究者番号：00610560

河崎 亮 (KAWASAKI, Ryo)

東京工業大学・社会理工学研究科・准教授

研究者番号：20579619

大野 由夏 (OHNO, Yuka)

北海道大学・経済学研究科・准教授

研究者番号：50598480

(4) 研究協力者

奥村 保規 (OKUMURA, Yasunori)

阪南大学・経済学部・准教授

遠藤 志久真 (ENDO, Shiguma)

一橋大学・大学院経済学研究科・博士課程

門脇 諒 (KADOWAKI, Makoto)

一橋大学・大学院経済学研究科・博士課程

Tina Kao

The Australian National University・Research School of Economics・Lecturer

Aaron Schiff

Covec Co.・Director