JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

| | |
|---|---|
| Title | 企業・産業と技術標準 |
| Author(s) | 仙石，慎太郎；久保，知一 |
| Citation | 年次学術大会講演要旨集，33: 441-444 |
| Issue Date | 2018-10-27 |
| Type | Conference Paper |
| Text version | publisher |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/15574 |
| Rights | 本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management. |
| Description | 一般講演要旨 |

JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｃ０２

# 企業・産業と技術標準

○仙石 慎太郎（東京工業大学）、久保 知一（中央大学）

本論では、これまで主として経済学或いは工学的視座から論じられてきた（技術）標準化について、産業論・経営学の範疇で体系化を試みた。標準形成のアプローチのうちいわゆるコンセンサス（フォーラム）の意義に着目した。コンセンサス標準形成が行われた事例として、NFC (Near Field Communication) 技術の電子マネー決済への適用を採用し、標準化の施策と普及との関係を検定した。分析の結果、質的標準の向上が電子マネーの決済端末の非連続な増加に、垂直的な互換性の向上が電子マネーの発行枚数の増加に、各々有意に寄与していた。本論は、技術論的な観点から議論されてきた標準化戦略を、技術の普及の観点から扱うことの意義を主張するものである。

## 1. はじめにー標準化

製品アーキテクチャのモジュール化は、要素部品間のインターフェイスの標準化を伴い、水平分業を進展させる駆動因となっている。標準の形成は、市場を用いる取引費用を低下させる市場補助制度の 1 つである[1]。

標準化は多彩なプレイヤーの協働を容易にするだけでなく、自社に有利な標準を構築した企業に独占利潤をもたらすことがある。標準の設定を市場競争に任せた *de facto*（デファクト）標準は、標準化に成功した企業に過度な独占力を与える。そのため、社会的に警戒されるようになり、現在では *de facto* 標準はほとんど見られなくなった[2]。

一方、コンセンサス（或いはフォーラム）標準は、標準に参加する企業間の合議によって構築される点に特徴がある。コンセンサス標準は、市場プロセスを促進して規格の普及を促進する[3]。標準化プロセスにおいては標準の合意に要する時間と標準の品質はトレードオフであるため、標準形成までに長時間を要する場合には、参加者は少数の優良企業に限られる[4]。特定企業への極端な独占を抑制したコンセンサス標準では、標準所有企業に事業の利益を過度に収奪されることがないため、多彩な事業者との連携が進み、ビジネス・エコシステムが形成されるものと考えられる。

本論は、標準化を促進する複数のイベントを特定し、それらの効果を検討する。

## 2 事例と背景

本論では、標準形成の奏功した事例の一つとして、非接触型 IC カードの基幹技術である NFC (Near Field Communication)技術を取り上げる[5]。

NFC 技術は、13．56MHz の周波数を利用する、通信距離 10cm 以下の近距離無線通信技術を指す。非接触 IC カードの通信および機器間相互通信を可能とする多様性、「かざす」動作で高速データの送受信が可能な利便性ゆえ、様々な機器に導入されている。

歴史的には、通信技術の国際標準規格 ISO/IEC 18092 (NFCIP-1)の策定を機に、NXP セミコンダクターズ社（旧フィリップスセミコンダクターズ社）、ノキア社及びソニー社による業界標準団体（NFC Forum）が発足した。NFC Forum では、NFCIP-1 と既存の非接触 IC カードとの互換性を重視して実装仕様を策定するほか、NFC Forum 仕様で定義されている NFC デバイスの認定プログラムを発足することを通じて、NFC の普及を推進してきている。

技術標準は、3 つの通信方式と 3 つのモードで構成される。3 つの通信方式とは、非接触 IC カードの国際標準規格 ISO/IEC 14443 に規定される通信技術 NFC-A 及び NFC-B、及び JIS X 6319-4 に基づく通信技術である NFC-F であり、これらの間の水平互換性を実現されうる仕様開発を行っている。3 つのモードとは、従来の非接触 IC カードを携帯電話等で代替する Card Emulation モード、NFC タグを読み取るための Reader/writer モード、NFC デバイス同士でメールアドレス等を直接交換するための Peer-to-Peer モードであり、質的或いは互換性標準を形成している。

NFC の根幹の技術仕様は、これら 3 つの通信方式と 3 つのモードの適切な組み合わせを処理する「モードスイッチ」機能である。NFC Forum は、無線通信技術、モードやコマンド、メッセージフォーマット等の標準化・モジュール化により、ア

プリケーション開発者に選択の自由度を与えることで、参入機会を拡大している。

「FeliCa（フェリカ）」はソニー社の非接触ICカード技術方式で、上述のオープン規格であるNFC-F の上に、カードOSを加えた方式である。FeliCaのひとつの特長は高いセキュリティ対応にあり、セキュリティ評価基準の国際標準である ISO / IEC 15408 EAL4 を独自に取得している。もうひとつは様々な形状への対応力であり、携帯電話やキーホルダーなど IC カード以外のデバイスに展開している 。

図 1 に、これら NFC 及び FeliCa 周辺の規格・標準の戦略フレームワーク[6]上における展開図を示す。

## 3. 方法

本論では、NFC 技術の社会実装の事例として、日本国内における電子的な小口決済手段を選択した。電子的な小口決済は、プリペイド方式（前払方式）の電子的小口決済手段を指す[7]。プリペイド方式のうちNFC (FeliCa) 技術に基づく IC 型小口決済手段（以下、「電子マネー」と略記する。）としては、専業系（Edy）、鉄道会社等が発行元の交通系（Suica、ICOCA、PASMO、SUGOCA、Kitaca）、小売流通会社等が発行元の流通系（nanaco、WAON）の 3 種 8 つの電子マネーを調査対象とした。但し、交通系については乗車や乗車券購入に利用されたものは含めていない。

データは日本銀行の「決済動向」内の電子マネー計数[7]を用いた。観測期間は電子マネーの補足が開始された 2007 年 9 月から 2018 年 6 月までの 130 ヶ月間である。この統計からは、電子マネーの決済件数、決済金額、1 件あたり決済金額、発行枚数、発行枚数に示す携帯電話数、端末台数が月次で入手できる。

標準化の施策としては、以下の 3 つの視点を導入した。

- 垂直互換性の拡大：大手小売業等による電子マネー決済の導入
- 水平互換性の拡大：電子マネー間の相互利用の確立
- 質的向上：モバイル搭載等の選択肢の拡大、オートチャージ等の利便性向上

一方、標準化の便益として、以下の 5 つの視点を導入した。

- IC カード等の決済媒体の発行枚数
- リーダ等の決済端末の導入台数
- 決済件数
- 決済金額
- 取引当たり決済金額

## 4. 結果

観察された電子マネーの主要なイベントは下記の通りであった。これら各イベントと標準化の施策との対応付けを括弧のように行った。ただし、データの観測期間の制約のため、分析には 2007 年 3 月以降のイベントが用いられている。

- 2001 年 11 月 JR 東日本が Suica を導入。また、同時期にソニーグループのビットワレットが Edy の正式サービスを開始
- 2004 年 フェリカネットワークスが設立、NTT ドコモよりモバイル FeliCa 搭載の携帯電話が発売開始 [質的向上]
- 2007 年 3 月 Suica と PASMO 電子マネーサービスとの相互利用を開始 [水平互換性の拡大]
- 2008 年 3 月 Suica と ICOCA の相互利用が開始[水平互換性の拡大]
- 2010 年 3 月 Suica と TOICA 及び SUGOCA・nimoca・はやかけんとの電子マネーの相互利用を開始 [水平互換性の拡大]
- 2011 年 3 月 Suica を JR 東日本エリア内のセブン-イレブン略全店で導入 [垂直互換性の拡大]
- 2016 年 9 月 Apple よりモバイル FeliCa 搭載の iPhone7 が発売開始 [質的向上]

決済動向を観察の結果、発行枚数、導入台数、決済件数及び決済金額はいずれも単調増加を示した。決済金額、決済件数及び取引あたり決済金額の推移には有意な季節性が確認された。決済端末の導入台数は、特定の時期に増加率の上昇が見られた。取引辺り決済金額の推移は、季節性を考慮しても、2014 年までは総じて増加していたが、以降は一定か、或いは微減の傾向がみられた。

主要イベントのプラスの効果を検証すべく、強い補完関係にある発行枚数 (number) と端末台数 (terminal) を用いて時系列分析を行った。両変数の相関が高いため、ベクトル自己回帰モデル (Vector Autoregression: VAR) によって推定を行った。この手法では、t 期の従属変数を、ラグ付き従属変数ともう 1 つの従属変数によって推定する。さらに、4 つのイベントについて、イベント発生前を 0、発生後を 1 とするダミー変数としてモデルに投入した。特定されたイベントは、2008 年 3 月の水平互換性の拡大 ($H_1$)、2010 年 3 月の水平

互換性の拡大 ($H_2$)、2011 年 3 月の垂直的互換性の拡大 ($V_1$)、2016年9月の質的向上 ($Q_1$) である。

発行枚数と端末台数が定常過程に従っているかを確かめるべく、Dickey-Fuller 検定を行ったところ、真数ではいずれも単位根過程であることが疑われた。そこで階差をとって改めて検定したところ、帰無仮説が棄却された。したがって、階差については単位根過程でないものと判断した。次に、VAR のラグの深さを決定すべく、複数のラグ数について情報量基準を用いて比較したところ、AIC および BIC いずれの基準でもラグは 1 が最も好ましかった。そこで、以下の (1) 式および (2) 式を VAR によって推定した。

$$\mathrm{number}_t = \alpha + \beta_1 \mathrm{number}_{(t\text{-}1)} + \beta_2 \mathrm{terminal}_{(t\text{-}1)} + \beta_3 H_1 + \beta_4 H_2 + \beta_5 V_1 + \beta_6 Q_1 \quad (1)$$

$$\mathrm{terminal}_t = \alpha + \beta_1 \mathrm{terminal}_{(t\text{-}1)} + \beta_2 \mathrm{number}_{(t\text{-}1)} + \beta_3 H_1 + \beta_4 H_2 + \beta_5 V_1 + \beta_6 Q_1 \quad (2)$$

Granger 検定を行ったところ、双方向の因果関係が見出された。より重要なことに、標準化を推し進める 4 つのイベントの中では 2 つのイベントが有意であった（表 1）。発行枚数については 2011 年 3 月の垂直的互換性の拡大 ($V_1$) が正の効果を持っていた ($\hat{\beta}=51.40, z=2.65, p<0.01$)。端末台数については2016年9月の質的向上 ($Q_1$) も正の効果を示した ($\hat{\beta}=0.92, z=2.97, p<0.00$) 。いずれのイベントも切片ダミーとして投入されていることから、これらのイベントは普及のベースラインを底上げしていたことが見出された。

## 5. 考察

技術と制度の共進化[8]において、技術標準化の意義と効用は多くの事例において論じられている。本論では、戦略的な技術・標準形成[9]とビジネス・エコシステム形成の視座から、技術の開発・提唱から普及に至るプロセスを範囲とし、標準化の効果を実証的に検討することを試みた。

今回観察された、電子マネーの一貫した普及傾向は、NFC (FeliCa)　の技術的な競争優位性に加え、交通系及び流通系の発行元による採用が牽引した。そのうえで、決済媒体と決済端末の拡大が相乗効果を生み、ネットワーク外部性を発揮したと考えられる。

発行枚数の非連続的な普及拡大には、大手コンビニエンスストアにおける決済手段としての採用といった垂直互換性の拡大が寄与していた。このことは、決済の利用機会の拡大が、電子マネーの所有意向を亢進することを示唆している。

決済端末の非連続的な普及拡大には、高シェアの携帯端末における決済手段としての採用といった質的向上の有意な寄与が認められた。このことは、デバイス等の決済手段の拡張が、事業者の決済端末の導入意向を亢進することを示唆している。

一方、他の電子マネー種との相互利用の開始といった水平互換性の拡大については、非連続な普及への関与は認められなかった。分析上の限界も考慮されるべきであろうが、相互利用の開始段階においては各々の電子マネーとその決済端末が導入済みであることから、妥当な結果といえる。

本論の限界として、本観測期間以前のイベント、とりわけコンセンサス標準から *de jure* 標準の構築の過程と、この時期における電子マネー取引の経時的傾向は、データの制約から未検討に留まった。今後の検討課題としたい。

## 参考文献・資料等（抜粋）


[1] Langlois, R. N. (2003). The vanishing hand: The changing dynamics of industrial capitalism. Industrial and Corporate Change, 12(2), 351-385.

[2] 新宅 純二郎, 江藤 学, 「コンセンサス標準戦略―事業活用のすべて」, 東京, 日本経済新聞出版社 (2008).

[3] 立本博文 (2011), 「オープン・イノベーションとビジネス・エコシステム：新しい企業共同誕生の影響について」『組織科学』45 (2), 60-73.

[4] Swann, G. M. P. (2000). The economics of standardization: final report for standards and technical regulations directorate, Manchester: University of Manchester Press.

[5] 仙石慎太郎, 隅蔵康一, 沖俊彦 (2011). 日本知財学会 第 9 回年次学術研究発表会紀要.

[6] Sengoku, S., Sumikura, K., Oki, T., Nakatsuji, N. (2011). Stem Cell Reviews and Reports, 7(2): 221-226.

[7] 日本銀行決済機構局 (2010). 最近の電子マネーの動向について. BOJ Reports and Research Papers.

[8] Nelson, R. R. (1994). The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. Industrial and corporate change, 3(1), 47-63.

[9] Tatsumoto, H., Ogawa, K., & Shintaku, J. (2011). Strategic Standardization. Annals of Business Administrative Science, 10, 13-26.

図 1. 標準化の戦略フレームワークによる対象技術群の整理（非接触型通信）

| | *De facto* 標準 | コンセンサス標準 | *De jure* 標準 |
|---|---|---|---|
| 質的標準 | • FeliCa モジュール<br>− IC チップ<br>− アンテナ | • Mode Switch<br>• RF Layer NFC-A, NFC-B, NFC-F<br>• Card Emulsion Mode<br>− NFC Forum Digital Protocol | • ISO/IEC 18092 (NFCIP-1)<br>• ISO/IEC 14443<br>• ISO/IEC 15408 EAL4<br>• JIS-X 6319-4 |
| 互換性標準（垂直） | • FeliCa カード OS | • Reader/Writer Mode<br>− NFC Data Exchange Format (NDEF)<br>− NFC Forum Tag[1]<br>− Record Type Definition (RTD) | • ISO/IEC 18092 (NFCIP-1)<br>• ISO/IEC 14443<br>• JIS-X 6319-4 |
| 互換性標準（水平） | • FeliCa カード OS | • Peer-to-Peer Mode<br>− NFC Forum Protocol Bindings<br>− Logical Link Control Protocol (LLCP) | • ISO/IEC 18092 (NFCIP-1)<br>• ISO/IEC 14443<br>• JIS-X 6319-4 |

[1] TOPAZ, MIFARE UL, FeliCa, ISO/IEC 14443-4 DWSFire
出典: [5]をもとに筆者改訂。

表 1. 分析結果

| 従属変数 | 独立変数 | 係数 | | 標準誤差 | p値 |
|---|---|---|---|---|---|
| 発行枚数 ($number_t$) | 発行枚数$_{(t-1)}$ | 0.292 | *** | 0.082 | 0.000 |
| | 端末数$_{(t-1)}$ | 10.405 | ** | 4.171 | 0.013 |
| | 2008年水平互換性拡大ダミー: $H_1$ | -17.471 | | 32.022 | 0.585 |
| | 2010年水平互換性拡大ダミー: $H_2$ | -20.796 | | 21.218 | 0.327 |
| | 2011年垂直互換性拡大ダミー: $V_1$ | 51.404 | *** | 19.422 | 0.008 |
| | 2016年質的向上ダミー: $Q_1$ | 0.064 | | 15.069 | 0.997 |
| | 定数項 | 149.675 | *** | 34.932 | 0.000 |

| 従属変数 | 独立変数 | 係数 | | 標準誤差 | p値 |
|---|---|---|---|---|---|
| 端末数 ($terminal_t$) | 発行枚数$_{(t-1)}$ | 0.004 | ** | 0.002 | 0.014 |
| | 端末数$_{(t-1)}$ | -0.014 | | 0.086 | 0.867 |
| | 2008年水平互換性拡大ダミー: $H_1$ | 0.980 | | 0.658 | 0.136 |
| | 2010年水平互換性拡大ダミー: $H_2$ | 0.440 | | 0.436 | 0.313 |
| | 2011年垂直互換性拡大ダミー: $V_1$ | -0.401 | | 0.399 | 0.314 |
| | 2016年質的向上ダミー: $Q_1$ | 0.920 | *** | 0.309 | 0.003 |
| | 定数項 | -0.411 | | 0.717 | 0.567 |

注: ***: 1%水準で有意、**: 5%水準で有意、*: 10%水準で有意