

Discussion Paper Series No. J62

**オペレーション・システムの標準化要因の考察
－標準化とマーケティング要因の関連性分析－**

伊藤 宗彦 (神戸大学経済経営研究所)

2004年 10月

※この論文は神戸大学経済経営研究所のディスカッション・ペーパーの中の一つである。
本稿は未定稿のため、筆者の了解無しに引用することを差し控えられたい。

論文題目:オペレーション・システムの標準化要因の考察

－標準化とマーケティング要因の関連性分析－

要旨:OS と呼ばれるソフトウェアに焦点を当て、巨大な市場を形成する製品競争のなかで、標準化にはどのような要因が関連しているのかを検討することを目的にする。結果として、OS を性能面、流通面より4つに分類した。マーケティング上、中間流通業者が介入し、品質保証・性能向上を請け負う独特の流通構造が形成される委員会型のOS は、必ずしも標準化には優位ではない性質を有する。一方、市場型のOS は、製品開発の短中長期のマイルストーンの提示、品質保証のシステムにより、顧客をロックインし易い構造を有する。

キーワード: ソフトウェア、ハードウェア、標準化、アーキテクチャ、OS

Software, Hardware, Standardization, Architecture, Operation System

目次:

1. はじめに	2
1-1 標準化の生成プロセスとその要因	2
1-2 標準化と製品競争	5
2. ソフトウェアとハードウェアの統合	7
3. ソフトウェアと製品アーキテクチャ	8
4. まとめ	14

1. はじめに

IT機器を始めとするデジタル化技術は、この20年で世界経済に大きな影響を与えている。特にインターネットや携帯電話に代表されるIT・デジタル機器の普及は、従来の製品開発の理論では捕らえきれないような速度で進展している。本稿ではそのうちOSと呼ばれるソフトウェアに焦点を当て巨大な市場を形成する製品競争のなかでいかに標準化が進み、その標準化にはどのような要因が関連しているのかを検討することを目的にしている。このような分析は使用者の観点と製品開発者の両面から検討されることはもちろん重要なことであるが、IT・デジタル機器においては、ソフトウェアとハードウェアという性質の異なる技術を結合しなければならないという課題、あるいはパソコンやPDAといった機器との機能の融合、あらゆる機能を世界中で使用可能にする互換性、さらには、小型化・長時間駆動という利便性まで、数多くの製品開発の課題を内包している。本稿では現在、実際に使用されているOSについてその性質を詳細に分析することにより、このようなソフトウェアは世界市場の中で独占もしくは寡占になりやすいこと、先行者優位 (First Mover Advantage) が成立しないこと、さらに、産業の水平分業構造を促進することを示す。

このような分析を行うためには単純に技術的優位性による評価だけでは普及の条件を規定できない。何故ならばIT・デジタル機器はネットワーク機器として外部性が考慮されるべき機器であり、既存システムや国ごとに展開される異種システムとの互換性、東欧、北米、東アジアと多くの大量生産地域において調達できるハードウェア部品との相性の問題、他システムとの融合の可能性など、さまざまな課題があるためである。本章ではまず、既存理論について、イノベーションの普及、標準化競争、ソフトウェアの性質、企業間のコンソシアム (委員会)、製品戦略という多面的なレビューを行う。IT・デジタル産業に属する典型的な機器における標準化は企業の製品戦略の正否に非常に大きな影響を与える。まず、この標準化における先行研究を概観することにする。

1-1 標準化の生成プロセスとその要因

標準化のプロセスは、長期的競争において企業が生き残るための最重要条件として認識されており、特に制度面より多くの研究が成されてきた。制度面か

らの標準化プロセスは、市場型 (Market-based Model) と委員会型 (Committee-based Model)、さらには、その混合型 (Hybrid-based Model) という三つの分類がなされている (Farrell and Saloner,1988)。市場型は、競合する複数の技術が市場に導入され、勝ち残ったのが標準となるという考え方(De-fact Standard)である。次に委員会型は、市場とは別に委員会によって規格が規定され、そのまま市場に適用され標準化されるという考え方 (De-jure Standard) である。混合型では、まず少数のリーダー企業が協調して規格を定め、その後、その規格を公開することにより標準化するという市場と委員会の折衷的な考えによるが、基本的には市場型と同様に市場の評価により標準が決まる(De-fact Standard)。ここで示した 3 つの標準化プロセスは多くの先行研究が成されている。以下、それぞれをレビューしていく。

まず市場型を説明する代表的なメカニズムは、利用者の増加に伴って効用が高まり¹、さらにその市場的な進捗を利用者が認識する²ことで一人勝ちの構図³となり、標準化が完結するというものである。このような現象はバンドワゴン効果と言われ標準化が進む過程を説明するうえで重要な概念となる。このバンドワゴン効果については、利用者の利益が伝播することにより、その使用者が増加し、その増加によりさらに使用者の利益が高まるというネットワークの外部性の議論 (Farrell and Saloner,1985; Katz and Shapiro,1985, 1994)、情報の不完全性が潜在的使用者の学習を促し、情報量が増えることにより使用者が拡大するという学習効果の議論 (Mansfield, 1961; Rogers,1995; Valente and Rogers,1995) がなされている。このような市場型の標準化は情報・通信分野で特に顕著であり、ケーブルテレビの規格 (Benson and Johnson,1986) やアメリカにおける電話の規格競争の例 (Rutkowski,1985; Sullivan and Zader,1985)、AM と FM ステレオの研究 (Benson and Johnson,1986; Besen,1992)、RCA と CBS によるカラーテレビの標準化の研究 (Ducey and Fratrick, 1989; Farrel and Shapiro,1992; Shanpiro and Varian,1999)、VCR におけるソニーとビクターによる競争 (Grindley and McBryde, 1992; Cusmano, Mylonadis and Rosenbloom, 1992)、DVD の規格化競争の研究 (Laat,1999)、HDTV の規格化抗争の研究 (Benson and Johnson,1986) などにより実証例が多く報告されている。

一方、委員会型による標準化のプロセスは極めて明確である。国内、国外を問わず、公的・民間などさまざまなレベルで多くの委員会が存在している。こうした標準の制定方法は参加企業による事前協議を前提としているため、市場型が抱える多くの問題点、特に利害関係による複数の規格が並立することによる消費者の不利益を回避できると考えられている (Farrell and Saloner,1988)。しかしながら、委員会のリーダーシップによる参加企業的意思統一には限界があるため、結果的に標準化の遅れや物別れによる機会損失といった消費者の不利益につながるという委員会型による標準化の不完全さを指摘する研究もある (Verman,1973; Sanders,1972)。委員会型による標準化は、上記のような問題が指摘されてはいるが、比較的単純なプロセスであるために、研究事例はあまり報告されていない。

混合型の標準化プロセスは、市場型と委員会型、両者の性質を併せ持つ。まず少数のグループが標準化を目指し、半公開性の企業グループを形成し、そのような複数のグループ間で市場型の標準化を目指すものである (Axelrod, Mitchell, Thomas, Bennet and Bruderer, 1995; Wade,1995)。近年の情報通信に関わる標準化の多くはこのようなプロセスによる。このようなプロセスは、特定グループ間の競争とグループ内の最終的な規格案の策定の競争という二つの段階を経て標準化が決まる (Gomes-Casseres,1996; Moore,1996)。通常、このプロセスは、まずグループ間の競争を経て、勝ち残ったグループ内の競争、つまり、オープンアライアンスの市場普及 (市場型) とクローズアライアンスの調整 (委員会型) という二つの標準化のプロセスが混在した形になる (Keil,2002)。このような事例としては、モバイル機器の簡易情報伝達ツールとして HomeRF、IrDa と規格を争った Bluetooth がある。混合型の標準化に至る初期の段階では、まず技術進歩が確認される。先行した技術に潜在能力を感じた企業がアライアンスを立ち上げ技術を軸にした競争が開始される (Hill,1997)。結果的に少数の技術がドミナントデザインを目指すことになるが、ここでの競争は必ずしも最も優れた技術が勝ち残るとは限らない (Lee, O'Neil, Pruett and Thomas,1995)。むしろ、他の要因によって決められた技術経路に左右される (Arthur,1989) ため、非常に繊細な戦略策定が要求される (Liebowitz and Margolis,1990)。このように技術経路の方向性は、たとえば、

携帯電話では同じ規格の端末が多ければ多いほど、使用者の効用は高まるという直接的なネットワークの外部性 (Katz and Shapiro,1986) と、ゲーム機とゲームソフトの関係のように補完財が売れば売れるほど使用者の効用が高まる間接的なネットワークの外部性 (Brynjolfsson,1996) という二つの要因によって決定される。近年の研究では、このようにネットワークの外部性が有効となるような販売実績の規模よりも、企業がその規格を採用し市場参入するタイミングや組織学習による市場適応の方が、標準化には大きな要因になることが明らかにされている (Schilling,1999,2002)。

1-2 標準化と製品競争

標準化が生成されるプロセスの既存研究をレビューしてきた。標準化が市場競争に与える影響についての研究も多く行われている。多くの企業では、標準化のアーキテクチャを制するものが大きな利益をあげることができる (Architectural Franchise)、つまり、標準化に直結する技術を制する企業が市場を制するという信仰が非常に強い (Ferguson and Morris,1993)。企業は、互換性のない製品は市場では不安定であり、最終的には唯一の標準しか生き残らないことを本能的に理解しており、しかもこのような競争は極めて早く決着がつくことが分かっているためである (Benson and Johnson,1986)。このような競争を制する要因についてもさまざまな議論がされてきたが、過去の標準化競争の例を見るまでもなく、技術的、价格的に有利な標準が勝ち残るとは限らない (Farrell and Saloner,1985,1986; Katz and Shapiro, 1986,1992)。それではこのような標準化を目指した競争に勝ち抜くための要因はどのようなものであろうか。多くの事例研究から、既存顧客数、知的財産権、イノベーション能力、先行者利益、生産能力、補完財の提供能力、ブランド、といった企業資産は標準化を目指す企業に備わっている必要性が経験的に明らかにされてきた (Shapiro and Varian,1999)。

ソフトウェアがこのような競争で果たす役割も多く事例が報告されている。たとえば、ハードウェア、ソフトウェアはそれぞれ単品ではネットワークの外部性が観察されないような場合でも、たとえば、あるソフトウェアの使用に際し、特定のハードウェアが必要となる時、そのソフトウェアの販売量はハー

ドウェアの既存販売量と潜在的販売量に影響されることを、ハードウェア/ソフトウェア・パラダイム (Hardware / Software Paradigm) と呼ぶ (Katz and Shapiro,1985; Church and Gandal,1992)。このような現象は2段階で説明される。消費者は、まずハードウェアを購入した段階で、特定ソフトウェアの購入の機会しか得られなくなることから、ロック・イン (Locked In) されることになる (Shapiro and Teece,1994)。次に、ソフトウェア企業は、できるだけ差別化した製品を大量に販売し、利用者同士の効用を高めることによるネットワークの外部性を目指して浸透価格政策を取るようになる。つまり、さまざまな機能をもつソフトウェアが独占を目指して市場に投入されるときに、ソフトウェアの製品数は増大し、価格は低下し、総販売数が指数的に増える状態がソフトウェアのネットワークの外部性を説明するメカニズムになる (Church and Gandal,1992; Chou and Shy,1990)。さらに、ソフトウェアの利益がハードウェア企業の利益につながるとき、ハードウェア企業もまた、浸透価格政策をとるようになり、ハードウェアにもネットワークの外部性が働くという相乗効果により標準化が完結することになる (Katz and Shapiro,1992)。

標準化が製品競争に与える影響はドミナントデザインの形成と関わるためであるとされてきた (Utterback and Abernathy,1975; Freeman,1994; Utterback,1994)。このような研究の論点はネットワークの外部性が働くような市場、たとえばソフトウェアの市場では、ドミナントデザインを無視した企業よりも積極的に自社製品に取り込んだ企業の成功確率が高いことが示されている。換言すれば、企業の市場参入戦略は、市場で認知された技術を取り込み自社技術との融合を上手く行った企業の方が、認知されていない新規技術を取り込むよりも成功確率が高い、すなわち、技術リスクよりも市場リスクを回避する方が重要な条件となる。標準化された技術の採用は、極めて限られたタイミング、つまりドミナントデザインが形成される直前に採用され、しかも、企業内の技術の延長線上にではなく、新しいアーキテクチャを伴ったイノベーションを採用した企業の成功確率が高いことが明らかにされている (Henderson and Clark,1990; Christensen, Suarez and Utterback,1998)。以上、主にソフトウェアの標準化のプロセスについて既存研究の成果をレビューした。

2. ソフトウェアとハードウェアの統合

本章では、ソフトウェアがどのようにハードウェアと統合されるのかを、まず明確にする。一般的にソフトウェアはシステムとして扱われるときには、ハードウェアと比べてその性質が理解されにくい。たとえばその機能は、映像・文字などの視覚情報、音声といった物理的なアウトプットとして捉えられるため、使用者からは、ソフトウェアとハードウェアの機能の区別がつきにくい。その上ソフトウェアは物理的に存在しない財であるため、ハードウェアと同等には扱うことができない。たとえば、簡単に複製ができるという機能は、ハードウェアではあり得ない。それでは、ソフトウェアとは一体、どのように理解されるべき存在なのであるか。

図1は、ハードウェアとソフトウェアがどのように統合されているのかを示している。ここでいうハードウェアとは、パソコンでは CPU、その他の電子機器では、マイクロコンピュータ（以下、マイコンとする）と呼ばれる半導体チップを指す。このようなハードウェアとソフトウェアの境界にあるのは、OSカーネルと呼ばれるソフトウェアの一部である。カーネルとは、システムにおいて中核的な存在として機能するものを指す。たとえば OS カーネルといえは、メモリー管理やタスク管理など、OS の基本機能を実現する部分を意味する。つまり、情報の書き込み、呼び出し、演算といった基本的な命令をマイコンに指示し、マイコンはその命令を受けて電気信号に変換し、他の部品を動作させる仕組みとなっている。OS というのはオペレーション・システム⁴を指し、複雑な CPU やマイコンの仕組みが、ルール化された方法で管理される目的のために存在する。

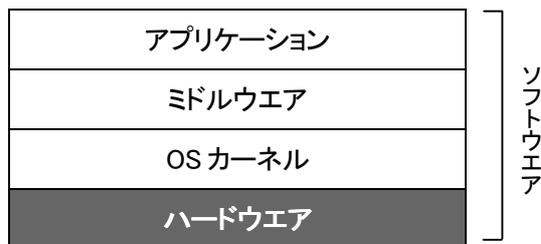


図1. システムの構造

ミドルウェアとは、ソフトウェアの部品である。ソフトウェアは、様々な命令をマイコンに伝えるが、たとえば、音声の認識・合成、文字の入力・出力、ネットワークとの接続など、頻度高く使用される機能を予め用意しておき、部品として使用するものである。つまり、ソフトウェアの機能をモジュール化したものである。OS とアプリケーションの間に位置するためにこのような名前がついた。

最後に、システムのソフトウェア構造では最も上位に位置するアプリケーションとは、われわれが認識するソフトウェアそのものを意味することが多い。たとえば、表計算、ワープロといったソフトウェアのことをアプリケーションと呼ぶことがある。実際には、図1が示すように、ハードウェアに直結するOS カーネル、ミドルウェアの、さらに上のレイヤーに相当し、ソフトウェアがその使用者と接する部分を指す。以上、電子機器のシステムの構造、特に、ソフトウェアはどのようにハードウェア上で動作するのかを述べてきた。ソフトウェアは、階層を有しており、その下部に位置するOS カーネルが直接、ハードウェアに対してさまざまな動作を指示する役目を負っていることを示した。それでは、このようなソフトウェアはどのような設計思想でハードウェアと組み合わされているのであろうか。言い方を変えると、このような三層構造は、ソフトウェアの性質とどのように関連しているのであろうか。このようなソフトウェアのアーキテクチャについて、次項で分析していく。

3. ソフトウェアと製品アーキテクチャ

アーキテクチャという概念は、研究開発や技術進化を直接分析するというものではなく、その上位概念として製品そのものの設計思想を考えるものである。製品アーキテクチャの分類は、技術内容や製品開発手法に立脚したものではなく、製品の外部へのインタフェースが標準化されているか否かという視点で分類されている。したがって、既存研究の多くは、製品アーキテクチャの分類をもとに製品開発組織、イノベーション管理との関係などの分析を静的に行うものであった。このような議論は、ハードウェア製品、もしくは、ソフトウェア製品を別々に扱ったものであり、それぞれを明確に区別する理論は必要がなかった。つまり、ソフトウェアとハードウェアがシステム化された状態のアーキテクチ

ャを分析する研究は、ほとんど存在していない。したがって、このようなシステムのアーキテクチャを分析する場合、ソフトウェアとハードウェアの統合の問題を無視した従来のフレームワークでは、上手く当てはまらない可能性がある。そこで、本項ではまず、ソフトウェアとハードウェアの統合について考えてみることにする。

ソフトウェアの歴史は比較的新しい⁵。その間、ハードウェアの世界では真空管、トランジスタ、IC とドッグイヤーと呼ばれるスピードで技術革新が進められている。このような進化に伴って、ソフトウェアの重要性もますます高まっているにも拘わらず、ハードウェアほどの製品開発効率を向上させる革新的な前進が見られないのは何故であろうか。その要因としてソフトウェアの持つ多面性を分析する。ここでの分析は、代表的なソフトウェアである OS を例として進める。OS は、あらゆる電子機器に用いられている。たとえばパソコンでは Windows のシリーズ、マッキントッシュ用の MacOS、さらに代表的なオープン・ソースである Linux、業務用途で多く使用される Unix 系などが大量に使用されている。パソコン以外でも、マイコンを使用する電子機器では、組み込み型⁶と呼ばれる OS が使用されている。その使用量は、実はパソコン用をはるかに凌駕している。このような組み込み型の OS には、ITRON、VxWorks など数多くの種類が使用されている。パソコン用の OS は、複数のアプリケーションソフトウェアが使用できるということから、一般的にオープンなアーキテクチャ、組み込み型の OS は特定の機器専用のプログラムを使用するためクローズなアーキテクチャと分類できるように思われるが、一方では、パソコン用の OS は、Windows シリーズの OS のように、ソースコードは開示されていないが、一方、ITRON などの組み込み型の OS は開示されており、それぞれはクローズ、オープンなアーキテクチャと見ることができる。このような事例から、OS の製品アーキテクチャを一つの分類で括ることが容易ではないことが予想される。製品アーキテクチャが多面的という意味は、このように、括り方によって、アーキテクチャが異なるためである。

図2は、OS の製品アーキテクチャを分類する際に関連すると思われる要因を示している。OS は、ハードウェア、アプリケーション、OS のカスタマイズ性という3つの要因の接点に位置している。このようなソフトウェアの持つ多

面性について、それぞれの視点について検討していこう。

表1は、このようなソフトウェア、特に代表的なOSが持つ性能の比較を示したものである。まず表中、左の列では、ハードウェアに対して、オープンかクローズ・アーキテクチャかという分類を示している。一般的に組み込み型のOSは、ハードウェアに対する製品アーキテクチャという側面において、クローズ・アーキテクチャを取る。多くは電子機器に組み込まれて使用されるため、ハードウェアを統合するマイコンは、限られたもので良いという思想を持つためである。他の見方をすると、異なったマイコン間での互換性を保証する必要性がないためである。しかしながら、LinuxやUnixなどのOSでは、ネットワーク・サーバーなど、あらゆる種類のパソコンで使用されることが要求されるため、オープン・アーキテクチャとなる必要性がある。

次にアプリケーションに対する製品アーキテクチャは、表の左から2番目の列に示されている。アプリケーションに対してオープンかクローズかという判断は、複数のアプリケーションに対応できるかどうかという意味である。表中、クローズなアーキテクチャを取るOSは、機器に組み込まれる際に、アプリケーションとともに、ROMというメモリーに埋め込んで使用されるため、専用のアプリケーションにしか対応できない。しかし、たとえばWindowsCEなども、ROM化はできるが、その場合にアプリケーションまでROM化する必要はないため、オープンなアーキテクチャである。左から3列目のOSの持つ

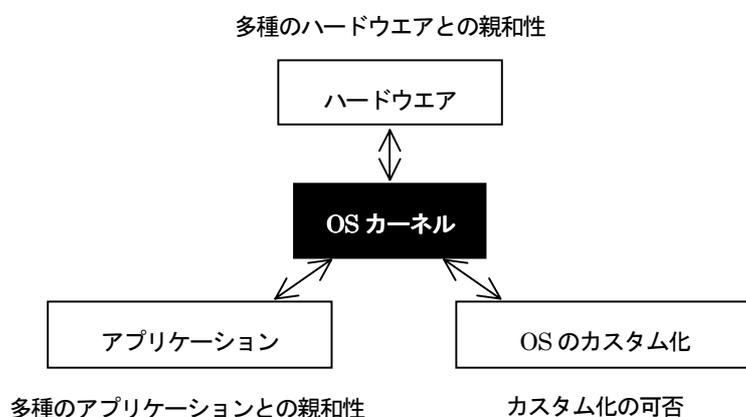


図2. OSの持つ製品アーキテクチャの多面性

構造に対する製品アーキテクチャは、OS そのもののカスタマイズ性を示す。オープン・アーキテクチャとなる OS は、ソースコードが公開されているため、自由にカスタマイズができる。他の OS は、ソースコードの開示がない。4列目以降では、OS の性能比較がされている。まず、リアルタイム性とは、近年のマイコンは性能が格段に向上し、多くのタスクを同時にこなせるようになってきている。その際に、各タスクの終了時間、切り替え時間が保証されているかどうかという比較である。パソコンに用いられる OS ではさほど重要視されないが、制御目的でマイコンが使用される用途では、細かいタスクを時間通りに切り替える必要があり、重要な性能項目となる。ROM化ができるかどうかとい

表1. 各 OS の性能比較と製品アーキテクチャの多面性

OS の種類	対ハードウェア	対アプリケーション	OS の持つ構造 ⁷	リアルタイム性 ⁸	ROM化	無償かどうか ⁹
ITRON	○	●	○	○	○	○
VRTX	●	●	●	○	○	●
pSOS	●	●	●	○	○	●
VxWorks	●	●	●	○	○	●
Nucleus	●	●	○	○	○	●
OS9	●	○	●	○	○	●
Hard Hat Linux	●	○	○	○	○	●
Embedix	●	○	○	○	○	●
WindowsCE	●	○	●	●	○	●
UNIX	○	○	○	●	●	●
FreeBSD	○	○	○	●	●	○
Linux	○	○	○	●	●	○
WindowsNT	○	○	●	●	●	●
Windows95/98	●	○	●	●	●	●
MacOS	●	○	●	●	●	●
	○:オープン ●:クローズ	○:オープン ●:クローズ	○:オープン ●:クローズ	○:保証 ●:保証なし	○:出来る ●:出来ない	○:無償 ●:有償

う項目は、OS をハードウェアに組み込む際、どのような形で収納できるかという性能である。Windows のシリーズでも、携帯機器への組み込み用に開発された WindowsCE は、ROM 化を前提にして設計されている。最後に、一番右の列に示されるのは、OS の使用に対する対価を表している。一部の OS は、コンソシアムやインターネットを通じて開発されたものであり、無償で使用が可能なものもある。このように OS の性能に関して作成した表 1 について、OS の性質を明確に比較・分類するために因子分析を行った。その結果、表 2 に示されるように 2 つの因子が抽出された。第 1 因子は、アプリケーションに対するアーキテクチャ、リアルタイム性の保証の有無、ROM 化ができるかどうか、また、第 2 因子はハードウェアに対するアーキテクチャ、OS の持つ構造のアーキテクチャ、有償か無償かという、それぞれ 3 つの成分により構成されている。このような因子分析の結果を受けて因子得点をプロットしたものが図 3 である。図 3 では、第 1 因子を X 軸に、第 2 因子を Y 軸に取り、それぞれの OS を、点線で囲まれた 4 つのグループに分類している。それぞれのグループは、大きく、組み込み型かパソコンやワークステーションに使用される一般型か、もう一つの軸は、コンソシアムのように複数の主体が協力して組み上げたものか、市場のものかに分かれる。まず、Nucleus、Hard Hat Linux、Embedix、VRTX、pSOS、VxWorks、OS9 の 7 つの OS は、左下の組み込み型で市場のグ

表 2. OS に関する性能比較の因子分析結果¹⁰

回転後の成分行列	成分	
	第1因子	第2因子
ハードウェアに対するアーキテクチャ	-0.427	0.803
アプリケーションに対するアーキテクチャ	-0.799	-0.043
OS の持つ構造のアーキテクチャ	0.109	0.804
リアルタイム性の保障の有無	0.952	-0.089
ROM化ができるかどうか	0.906	-0.228
有償か無償か	0.095	0.890

因子抽出法: 因子分析

回転法: Kaiser の正規化を伴うバリマックス法、3回の回転で収束

グループに帰属される。これらは有償であるが、リアルタイム性に優れ、ROM化が容易なグループである。次に、左上に示される ITRON は、委員会型で組み込み用として使用されるオープン・ソース、ロイヤリティ・フリーという性質を持つOSである。良く知られた WindowsCE、WindowsNT、Windows95/98、MacOS といった4つの OS は図中、右下に位置される代表的市場型 OS である。最後に右上の FreeBSD、Linux、Unix の3つの OS は、ITRON と同様に、委員会型であり、オープン・ソース、ロイヤリティ・フリーという性質が強いが、組み込み型には応用しにくいグループである。

本項では、ソフトウェアとしての OS を例に、その多面性について論じてきた。本項で示したのは、OS の製品アーキテクチャは、ハードウェア、アプリケーション、OS 自体のカスタマイズ性という3つの面から議論される必要性である。このような OS の持つ多面性に着目し、それぞれの OS を精査することにより、4つのグループに類型化できることが分かった。

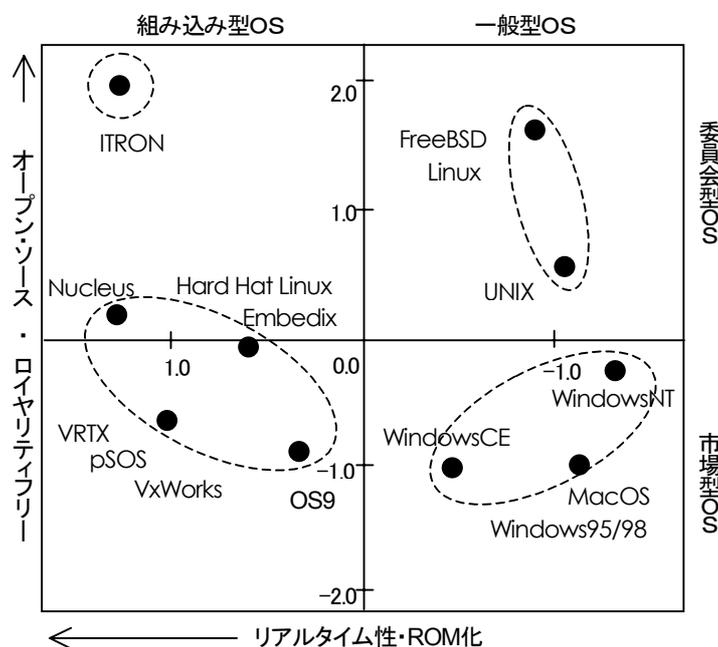


図3. OS の性能に関する因子分析結果のプロット

4. まとめ

前章で述べたように、OS という極めて標準的なソフトウェアについて分析を行った。OS というソフトウェアは、ほとんど全ての IT・デジタル家電機器やパソコン、通信機器に使用される極めてインフラ色の強い、つまり標準化を求められやすい概念を有する製品である。それだけに、容易に開発されるものではなく世界的にも限られた製品間での競争となる特異な製品である。さらに、その流通数量は膨大なものであり、たとえば、マイクロソフト社の例から分かるように社会的影響は極めて大きい。今回、世界的に流通している代表的な 15 種類の OS に着目してその分析を行った。結果として、その普及・標準化についていくつかの知見を得ることができた。最終的に、OS を 2つの軸によって規定される 4つの類型に落とし込むことができた。この 2つの軸はそれぞれ、リアルタイム性、ROM 化の可否、つまり、組み込み型かパソコンなどに使用される一般型かという分類と、オープン・ソース、ロイヤリティ・フリーという委員会型か市場型かの分類である。

図 4 にこのような、委員会型・市場型の流通の違いを示してある。この図を用い、それぞれの場合の標準化が導かれる要因を考えてみよう。まず、市場型の例としてマイクロソフト社の Windows の例を示している。Windows のような完全な市場型 OS はブラックボックス化されマイクロソフト社より、コンピューター企業へ直接、販売される。これに対して委員会型の代表である Linux

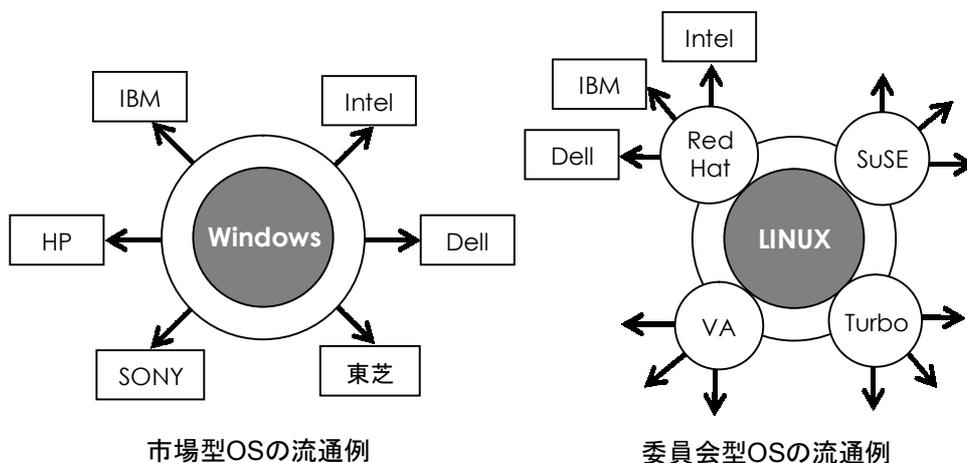


図 4. 市場型 OS と委員会型 OS の流通の相違

は、レッドハット社、スーセ社、ターボリナックス社といった中間流通を請け負う企業が独自にパッケージングした形で市場 OS として販売する形態をとる。コンソシウムで共用されるべき成果を結果的に市場パッケージとして販売するという形態は、一見、不合理に見えるが、ユーザー側から見ると、品質の保証、最新バージョンへのバージョン・アップなどのメリットがあり、結果的に Linux が普及するマーケティング上の有効な戦略として作用したことは否定できない。それでは、この二つのモデルは OS の標準化という観点からどのように位置づけられるのであろうか。まず、いずれの OS も、一企業の内部に取り込まれることもなく水平的な産業構造をとることになり、社会インフラとして標準化の条件を備える。それでは、市場型と委員会型の相違はどのようなものであろうか。まず、Windows のような市場型の OS は供給企業により、製品開発の短中長期のマイルストーンが示され、それにしたがって製品が市場に流通される。しかも、そのサイクルはさほど短くない。この点が、顧客がロックインされやすい、すなわち、標準化されやすい要因となっている。つまり、顧客はいつまでたっても完璧な製品を入手できないことになり、不十分な性能を持ったまま次の製品を待たなければならない。しかも、組み合わせて使用される CPU は常に性能向上が行われているため、OS への性能向上要求は常に存在し、永遠に課題が解決されないループが作られている。一方、委員会型の Linux は常に改良が加えられるが、さまざまな中間流通企業より多くのパッケージが製品化され、マイルストーンは示されず、常に最新のバージョンが追加され、市場ニーズが確実に反映されるという保障はない。

以上、OS というソフトウェアについて分析を行った。その結果、OS はその性能によって4つに分類することができるが、一見、標準化に有利な委員会型の OS も、品質保証の問題、性能向上のマイルストーンを示す主体の不在という問題より、必ずしも標準化に優位ではないということを示した。そのために、マーケティング上、中間流通業者の介入により品質の問題、性能向上が請け負われる独特の流通構造が形成されているのである。OS はソフトウェアであるが、インフラ的な性質を示すため、たとえ無償という性質を有していても、リアルタイム性、オープン・ソースなどの極めて有力な性質がなければ標準にはなり得ないのである。

脚注：

-
- 1 ネットワークの外部性と言われる。この分野の先行研究は多く多くの数量モデルが研究されている。代表的な研究は、Dybvig and Spatt(1983)、Farrell and Saloner(1985),(1986)、Kats and Shapiro(1985)などがある。
 - 2 バンドワゴン効果と表現される。古くは19世紀のVeblenによるヴェブレン効果と呼ばれる消費者行動研究から端を発し、さまざまな研究がされている。
 - 3 ポジティブ・フィードバックと呼ばれ、強者はさらに強者に、弱者はさらに弱くなるという循環を表す。
 - 4 多くのアプリケーションソフトから共通して利用される基本的な機能を提供し、コンピュータシステム全体を管理するソフトウェア。「基本ソフトウェア」とも呼ばれる。ソフトウェアの開発者は、OSの提供する機能を利用することによって、開発の手間を省くことができ、アプリケーションの操作性を統一することができる。OSには、パソコン用のものとIT製品などに用いられる組み込み型のものがある。もともと、OSという存在そのものの歴史は浅い。1965年にMIT、GEで開発されたMulticsというOSがその原点であり、1972年、ハードウェアに依存しない、移植性を有した初のOSであるUnixが誕生した。その後、さまざまな目的で無数のOSが開発されてきた。
 - 5 ソフトウェアの歴史は、アラン・チューリングが1936年に発明した計算機から始まった。チューリングの計算機は制御式を記述したテープをヘッドで読み取り、計算処理を行った結果をテープに書き出すという単純な装置であったが、ソフトウェアとして書き込んだ情報をハードウェアである計算機で処理するという、今日と同様の原理を用いたものであった。このような設計思想は、後にフォン・ノイマンに受け継がれ、ノイマン型アーキテクチャと呼ばれるコンピュータが発明された。今日のコンピュータの原型である。1947、48年に発行されたフォン・ノイマンとゴールドスタインの共著「電子計算機のための問題の計画とコーディング」3巻で初めてソフトウェアについての記述が見つけられる。
 - 6 パソコンやPDAなどでは身近に感じることができるCPUの機能であるが、近年の電子・電気機器では多くのものにコンピューターが埋め込まれている。車、携帯電話。テレビ。ラジオはもちろん、冷蔵庫や照明システムにも使用されている。このような機器では、組み込み用OSと呼ばれるOSが利用されており、パソコンやサーバー、ワークステーション用とは区別されている。このように、組み込み用のOSが使用され始めたのは、比較的、最近のことであり、カーナビの普及がその発端になったといわれている。
 - 7 OSの持つ構造のアーキテクチャは、この場合、OSがオープン・ソースの場合かどうかで判断した。
 - 8 リアルタイム性とは、より優先度の高いタスクを実行することを保証し、次に実行するタスクへの切り替え時間と割り込みへの応答時間を保証するかどうかで判断した。
 - 9 OSの使用に当たって、有償か無償か、つまりロイヤリティが発生するかどうかで判断した。
 - 10 因子分析結果を示したものである。バリマックス回転後の第1因子の寄与率は42.83%、第2因子では、35.78%であり、第2因子までの累積寄与率は78.6%となった。

References:

- Arthur, W. B. (1989), "Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Historical Events,"
Economic Journal (99), pp.116-131
- Axelrod, R., Mitchell, W., Thomas, R., Bennet, D.S., and Bruderer, E. (1995), "Coalition Formation in
Standard-Setting Alliances," Management Science (41:9), pp.1493-1508
- Benson, B. and R. Johnson (1986), "The Lagged Impact of State and Local Taxes on Economic Activity
and Political Behavior," Economic Inquiry 24 (July): 389-401.
- Besen, S. (1992), "Am vs. FM : The Battle of the Bands," Industrial and Corporate Change, I,
pp.375-396
- Brynjolfsson, E. (1996), "Network externalities in microcomputer software: an economic analysis of the
spreadsheet market, " management Science, Vol. 42, pp. 1627-1648
- Chou, C. and O. Shy (1990), "Network Effects without Network Externalities," International Journal of
Industrial Organization, Vol.8, pp.259-270
- Christensen, C.M., F. F. Suárez and J. M. Utterback (1998), "Strategies for Survival in Fast-Changing
Industries, " Management Science, Vol. 44, No. 12, pp. S207-S220.
- Church, J. and N. Gandal (1992), "Network Effects, Software Provision and Standardization," Journal of
Industrial Economics XL, pp.85-104
- Cusmano, M., Mylonadis, Y. and R. Rosenbloom, (1992), "Strategic Maneuvering and Mass-Market
Dynamics: The Triumph of VHS and Beta," Business History Review, 67, 51-94
- Ducey, R. and M.R. Fratrick (1989), "Broadcasting Industry Response to New technologies," Journal of
Media Economics, Fall 1989, 67-87
- Farrell, J. and G. Saloner (1988), "Coordination through Committees and Markets," RAND Journal of
Economics, RAND, vol. 29(2), pp.235-252, summer.
- Farrell, J. and G. Saloner (1986), "Installed Base and Compatibility: Innovation, Product
Preannouncement and Predation, "American Economic Review vol.76, pp.940-955
- Farrell, J. and G. Saloner (1985), "Standardization, Compatibility, and Innovation," RAND Journal of
Economics, RAND, vol. 16(1), pages 70-83, spring.
- Farrell, J. and C. Shapiro (1992), "Standard Setting in High Definition Television," Brookings Papers on
Economic Activity: Microeconomics, 1992, pp.1-93

-
- Ferguson, C. H. and C. R. Morris (1993), "Computer Wars," Times Books, New York
- Freeman C. (1994), "The Economics of Technical Change", Cambridge Journal of Economics, vol. 18, pp.463-514.
- Gomes-Casseres, B. (1996), "The Alliance Revolution: The New Shape of Business Rivalry," Harvard University Press
- Grindley, P. and R. McBryde (1992), "Compact Disc and Digital Audio Tape: The Importance of Timing," Standards, Business Strategy and Policy, A book, Centre for Business Strategy, London: London Business School
- Henderson, R.M. and K. B. Clark (1990), "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms, " Administrative Science Quarterly, Vol.35, pp.9-30.
- Hill, L. (1997), "Establishing a standard: Competitive strategy and technological standards in winner take all industries," Academy of Management Executive, 11(2), pp.7-25
- Katz, M. and C. Shapiro (1985), "Network Externalities, Competition and Compatibility," American Economic Review, vol. 75 (3), pp. 424-440
- Katz, M. and C. Shapiro (1986), "Technology Adoption in the presence of network externalities," Journal of Political Economy, 94(4), pp.822-841
- Katz, M. and C. Shapiro (1992), "Product introduction with network externalities, " Journal of Industrial Economics Vol.40, pp.55-84.
- Katz, M. and C. Shapiro, (1994), "Systems Competition and Network Effects," Journal of Economic Perspectives, vol. 8, no. 2, pp. 93-115.
- Keil, T. (2002), "De-facto standardization through alliances – lessons from Bluetooth," Telecommunication Policy, 26, 205-213
- Laat, P. (1999), "Systemic Innovation and the Virtues of Going Virtual: The Case of the Digital Video Disc," Technology Analysis and Strategic Management, Vol.11, No.2 pp.159-180
- Lee, R., O'Neal, D., Pruett, M. and Thomas, H. (1995), "Planning for Dominance: A Strategic Perspective on the Emergence of a Dominate Design," R&D Management, Vol. 25, No. 1
- Liebowitz, S. J. and S. Margolis (1990), "The fable of the keys," Journal of Law and Economics, Vol.33,

pp.1-26

- Moore E. (1996), "Intel - Memories and the Microprocessor," *Daedalus*, Special Issue, Managing Innovation, spring, Vol. 125, pp.55-80.
- Rogers, E. M. (1995). "Diffusion of innovations (4th ed.) ," New York: Free Press.
- Rutkowski, A. (1985), "Integrated Services Digital Networks," Artech House
- Schilling, M. (1999), "Winning the standard race: building installed base and the availability of complementary goods," *European Management Journal*, 17(3), pp.265-274
- Schilling, M. (2002), "Technology success and failure in winner-take-all market: the impact of learning orientation, timing, and network externality," *Academy of Management Journal*, 45(2),
- Shapiro, C. and H.R. Varian (1999) , "Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy," Harvard Business School Press
- Shapiro, C. and D. J. Teece (1994) , "Systems Competition and Aftermarket: An Economic Analysis of Kodak," *Antitrust Bulletin*
- Sullivan, M.T. and R. Zader (1985) , "The Role of Standards in Network Evolution," *Computers and Standards*, Vol.4, pp.33-53
- Utterback J. M. and W. J. Abernathy(1975), "A Dynamic Model of Product and Process Innovation, " *Omega*, Vol. 3, No. 6, pp. 639-656.
- Utterback J. M. (1994) , "Mastering The Dynamics of Innovation, " Boston, Massachusetts: Harvard University Business School Press
- Valente, T.W. and Rogers E.M. (1995), "The origins and development of the diffusion of innovations paradigm as an example of scientific growth," *Science Communication: An Interdisciplinary Social Science Journal* 16(3):238–269.
- Verman, C.(1973) , "Standardization: A New Discipline," Hamden, CT: Archon Books/Shoe String Press
- Wade, J. (1995) , "Dynamics of Organizational Communities and Technological Bandwagons: An Empirical Investigation of Community Evolution in the Microprocessor Market," *Strategic Management Journal* (16: Special Issue), pp.111-133
- 国領二郎、佐々木裕一、北山聡 (2000) 『Linux はいかにしてビジネスになったか:コミュニティアライアンス戦略』 NTT 出版