



RIETI Discussion Paper Series 04-J-025

オープン・プラットフォームと非営利組織

池田 信夫
経済産業研究所

オープン・プラットフォームと非営利組織

Open Platforms and Non-Profit Organizations

池田信夫*
IKEDA Nobuo

要旨

インターネットは、ユーザーがコントロールする非営利組織によってグローバルなネットワークを実現し、オープンソース・ソフトウェアはネットワーク上の共同作業によって商用ソフトウェアをしのぐ信頼性を実現した。こうした成功の原因を経済的なメカニズムとして説明するため、本稿では契約理論の枠組にもとづいて、ネットワークで情報を共有するメカニズムを検討する。情報のネットワーク外部性が大きく、共有されることが社会的に望ましい場合には、プラットフォームが私有されていると、競争を恐れて過少投資が行われるので、オープンソース方式で開発することが効率的になる。非営利の弱い（非金銭的な）インセンティブは、競争による金銭的な損失をなくすことによって、プラットフォームの開発を促進し、その中立性を高めるのである。このモデルを応用し、情報の特性に応じてどのようなガバナンスを適用すべきかという基準を導く。

*独立行政法人経済産業研究所 上席研究員。草稿に有益なコメントをいただいた青木昌彦、北畠徹也、楠正憲、公文俊平、鈴木重徳、瀧澤弘和の各氏、経済産業研究所でのセミナー参加者および it-oss メーリングリストのメンバーに感謝したい。ただし本稿で表明される見解の責任は、著者個人に帰属するものである。

はじめに

最近、日本では、知的財産権の保護が情報産業の発達に不可欠だという理由で、政府をあげて「知的財産戦略」が推進されているが、その最大の反例は、著作権のほとんど保護されていないインターネットでかつてない急速な技術革新が起こっていることであろう。ソフトウェアの世界でも、金銭的な報酬のないオープンソース・ソフトウェア(OSS)の信頼性が商用ソフトウェアをしのぐようになっている。インターネットを支えているのは各国から集まったボランティアの技術者による非営利組織(NPO)であり、国家主権の及ばないグローバルな問題においては非政府組織(NGO)が各国政府と並ぶ発言力をもつに至っている。

他方、一部にはこうした NPO を一面的に美化し、オープンソースを政府調達に条件にするなどの動きも見られる。しかし地球温暖化問題や「反グローバリズム」をめぐる NGO の果たした役割は建設的とはいえないがたいし、OSS が商用ソフトウェアよりもすぐれている分野は限られている。問題は、こうした非営利のガバナンスの有効性と限界を明らかにし、政府や市場との役割分担を考えることであろう。

こうした一見「非経済的」なメカニズムを経済学によって説明することは、ほとんど不可能に見えるが、実際にはインターネットを運営している人々の行動は、それほどユートピア的ではなく、経済的に理解不可能でもない。最近では、非営利組織を合理的なメカニズムとして理解する Hansmann (1996)の議論をきっかけにして、病院、大学、協同組合などの非営利のガバナンスを経済的に分析する試みが始まっている。

本稿ではゲーム理論や契約理論の成果を踏まえ、インターネットやオープンソースなどにおいて NPO が成功した原因と、その限界を考える。第 1 節ではインターネットと OSS プロジェクトの概要を簡単に解説し、第 2 節では契約理論の簡単なモデルを使って、異なる情報の所有形態の効率性を比較し、インターネットで NPO が成功した理由を分析する。第 3 節では情報の属性とそれにふさわしいガバナンスの対応関係を整理して、インターネットが資源配分において失敗した原因を明らかにし、最後に政策的含意を考える。

1. インターネットとオープンソース

ユーザーによるコントロール

インターネットの第 1 の特徴は、データをパケットと呼ばれる小さな単位にカプセル化し、世界各地のルータで分散的に制御する「パケット交換」方式をとっていることである。電話網は通話者の間にコネクションを張る「回線交換」方式で、通話中は回線はずっと占有され、ネットワークは電話交換機によって中央集権的にコントロールされ、端末(電話機)は、ダイヤルで相手を選んで通話する最小限度の機能しか持たない「ダム端末」である。これに対し、パケット交換方式をとるインターネットはコネクションを張らず、送り手はデータをパケットにわけて宛て先(IP アドレス)をつけ、ネットワークに投げるだけ

である。パケットはルータで順に読まれ、隣のルータにリレーされて宛て先に届けられ、受け手がもとのデータを復元するので、ネットワークはパケットを送り届けるだけの「ダム・パイプ」である。その特徴は、end-to-end (E2E)とよばれる次のような原則である：

問題の機能は、通信システムの端末にあるアプリケーションについての知識とその助けのみによって、完全に正しく実装されうる。したがって問題の機能を通信システム自体の仕様として供給することは不可能である。(Saltzer et al. 1981)

したがってネットワークのコントロールは送り手と受け手だけによって行われ、中間にどのような通信システムがあるかは影響しない。こうした特異なアーキテクチャがとられた理由は、ARPANET に大学や軍事用の種類の異なる LAN をつなぐためだった。初期の ARPANET では、通信制御がその内部構造に依存していたため、他の LAN と接続するときパケットの再送信が保証できなかった。この問題を解決するため、ネットワーク側で情報を加工せず、すべてユーザーがコントロールする構造が採用されたのである¹。

インターネットの第 2 の特徴は、ネットワークの物理的な構造に依存せず、ソフトウェアのみでコントロールされる階層型になっていることである。従来のネットワークの標準化では、物理的なコネクション、エラー訂正、データの表示形式など、あらゆる階層にわたって規格が決められ、OSI(Open Systems Interconnection)では全階層について標準化を行おうとしたため、20 年たっても規格が決まらなかった。これに対して、IP は伝送プロトコル (OSI の第 3 層) だけを規定し、それ以外の部分は自由にする水平分業によって、適用範囲を飛躍的に広げた。IP のパケットは、アドレスなどを指示するヘッダとデータ本体からなるきわめて単純な形式でできており、ルータはヘッダを読んで隣のルータに送るだけで、データの内容は読まない。このため、電話交換機のような物理層の違いを超えて、どんな形式のデータも送受信でき、高い自由度と中立性が実現したのである。

これは情報処理の手続きをプログラムとしてデジタル化するデジタル・コンピュータの設計思想を通信に拡張したものとも考えることもできる。TCP/IP の仕様はインターネットで公開されており、WWW(World Wide Web)ではコンテンツの記述も HTML(Hypertext Markup Language)によって標準化され、画像などもオブジェクトとしてはめこむことができ、従来はコンピュータの規格に依存していた図形やレイアウト記述なども機種に依存しないで送ることができるようになった。このようにネットワークを徹底的に「抽象化」することによって、インターネットは高い普遍性と柔軟性を実現した。全世界のユーザーが自由にアプリケーションを開発し、ホームページを書いて情報を発信し、急速な新規参入と技術革新が起こったのである。

¹ パケット交換のアイデアの最初は、ランド研究所のポール・バランが 1964 年に国防総省に提案した無線システムだが、これは核戦争に備えて拠点を分散するためのものだった。TCP/IP は、これとは独立に学術研究用の通信ネットワークとして提案されたものだが、バランの案は参照している(Naughton 2000:ch.8)。

オープンソース・ソフトウェア

オープン・アーキテクチャの源流は、インターネットが接続するコンピュータの OS の大部分を占めていた UNIX の設計思想にある。AT&T (米国電話電信会社) のベル研究所で開発された UNIX は、AT&T がコンピュータ事業を禁じられていたため、ソースコードが大学や研究所に無償で配布され、ミニ・コンピュータの標準 OS として急速に普及した。初期には、その利用は非営利の用途に限られていたため、UNIX の上で使われるアプリケーション (Emacs、TeX など) もほとんどがパブリック・ドメインで自由にコピーされ、TCP/IP も UNIX に内蔵されたため、自然にコードを公開して共同開発する方式が採用された。

しかしソフトウェアが産業として成立するにつれて、ソースコードを非公開とし、オブジェクトコードを著作権で守ることが多くなった。これに反対して、UNIX 上の標準的なエディタである Emacs の開発者、リチャード・ストールマンが作ったのが GNU (GNU is Not Unix) というプロジェクトである²。GNU では、UNIX 上で動く多くのソフトウェアが開発された。そのソースコードはインターネットで公開され、だれでもコピーや改変が自由だが、改変したソフトウェアのソースも公開しなければならない。こうした規約を定めたのが GPL (GNU General Public License) である。

GPL にもとづくソフトウェアのなかで最も大きな成功を収めたのが、UNIX 互換の OS、GNU/Linux である。その開発は、1991 年にフィンランドの大学生、リーヌス・トルヴァルズがインテルの CPU、80386 で動く OS を試作したことに始まる。Linux の開発方式の特徴は、全世界の開発者がインターネットのメーリングリストやニュースグループで情報を交換して開発したことである。OS のような複雑なソフトウェアをネットワーク上の共同作業で開発するのは不可能だと考えられていたが、Linux は少数の開発者がカーネル (中核部分) を開発し、シェル (外殻) やアプリケーションについては既存の GNU のソフトウェアを使う水平分業によって開発対象を最小化した。また意見の違う者を説得する時間はかけず、意見が対立したときは「啓蒙専制君主」とよばれるトルヴァルズが決定を下し、それに不服な者は脱退する。そのソースコードを初期の段階からインターネットで公開し、全世界の数千人のユーザーが使ってバグ (不具合) を報告する共同作業をインターネットで行うことによって高い信頼性を実現した。

しかし Linux は、例外的なプロジェクトではない。同様の UNIX 互換の OS としては FreeBSD があり、ウェブ・サーバにおいてもボランティアの共同開発したアパッチが世界標準となっている。何より、もっとも成功したオープンソース・プロジェクトは TCP/IP であろう。HTML や XML (eXtensible Markup Language) などの W3C の標準もすべてインターネットでソースが公開されている。当初このような「贈与経済」は経済メカニズムとしては未

² <http://www.gnu.org>. GNU の free software という名称には「無料」の意味はなく、有料で開発やサービスを行ってもよい。しかし、この両義性が誤解を呼ぶことが多いため、エリック・レイモンドは「オープンソース・ソフトウェア」という名称を提唱し、今日ではこちらが一般的な名称になっている。

成熟なもので、その規模が拡大するにしたがって資本主義の原則に取って代わられるだろうという見方も多かった。しかし予想に反して、非営利のシステムは拡大し、逆にマイクロソフトも XML によるインターネット標準は公開し、OS のソースコードも条件つきで公開せざるをえなくなった。

従来の経済学では、情報の複製コストはゼロなので社会全体に広く流通させることが効率的だが、それは情報生産への投資のインセンティブを低下させる、というジレンマがあると考えられてきた。ここでは情報生産者の利益と、その情報を他人が利用する利益は競合的（代替的）だと考えられているが、これは自明ではない。通信プロトコルや OS のようなプラットフォーム情報は非競合的で、逆に多くの人々に共有されることによって価値を増す補完性があるからである。情報の効率性とインセンティブは、単純なトレードオフの関係にあるわけではない。インターネットが成功したのは、情報を非営利で共有することによって情報生産のインセンティブを高めるしくみを（意図せずに）作り出したためと考えられる。

2 . 情報の所有形態

プラットフォームの共有と統合

ユーザーがコントロールするインターネットの E2E の原則は、公共財としてのネットワークをユーザーが共同で管理する、一種の共同所有権と考えることもできよう。事実、その初期から、インターネットには「対抗文化」の影響が強く、ストールマンのように情報の私有を拒否する思想が大きな共感を得ている。経済学の常識では、こうした所有形態は「ただ乗り」や「コモンズの悲劇」を引き起こすので非効率だとされているが、現実には世界の土地の大部分は（所有権の特定されない）共有地だし、非営利で情報を共有する組織も少なくない。その例としては、クレジット・カードの VISA やマスターカード、通信社の AP や共同通信社などがあげられる。

最近では、こうした非営利のガバナンスを経済的なメカニズムとして分析する試みが始まっている。企業には、株主(shareholder)だけではなく労働者や債権者あるいは消費者などの利害関係者(stakeholder)がおり、株式会社のような「投資家所有企業」の効率性は自明ではない。もちろん将来のあらゆる事態を想定して完全な契約を結び、それを強制できるなら、所有権の違いは意味を持たないが、現実には完璧な契約を書くことは不可能だから、あらかじめ契約で何を規定し、何をオープンにするかによって制度の効率性に差が出てくる。金銭的なインセンティブが強いと、利潤のようなわかりやすい指標を最大化するために共同作業のような数値化しにくい努力が軽視され、複数の補完的な目的をもつ組織では、かえって情報共有やコーディネーションが阻害されて効率が落ちることがある(Holmstrom-Milgrom 1994)。株式会社では株主以外のステイクホルダーの利益は軽視されやすいが、労働者が恣意的に解雇されるような企業においては、労働者は企業をやめるときに回収でき

ない人的な特殊投資をしなくなるであろう。一般的に言えば、もっとも多くの特権投資を必要とする（市場の不完全性の大きい）利害関係者の投資を守る所有形態が望ましい（Hansmann 1996）。

インターネットに投資している最大のステイクホルダーは、それを使って通信や技術開発を行うユーザーだから、ユーザーがコントロールする E2E の構造には合理性がある。契約理論の標準的な結果を利用して、この点を簡単に整理してみよう。企業 A の所有するプラットフォーム V を使って企業 B がアプリケーションを開発するとし、図 1 のように B がプラットフォームのライセンスを A から得てアプリケーションを開発する独立型（タイプ 0）と、一方のユーザーがプラットフォームとアプリケーションの著作権をもち、B を雇用して開発する統合型（タイプ 1）そして両者がすべてのソフトウェアをコントロールする共有型（タイプ 2）の 3 つのタイプを考える。

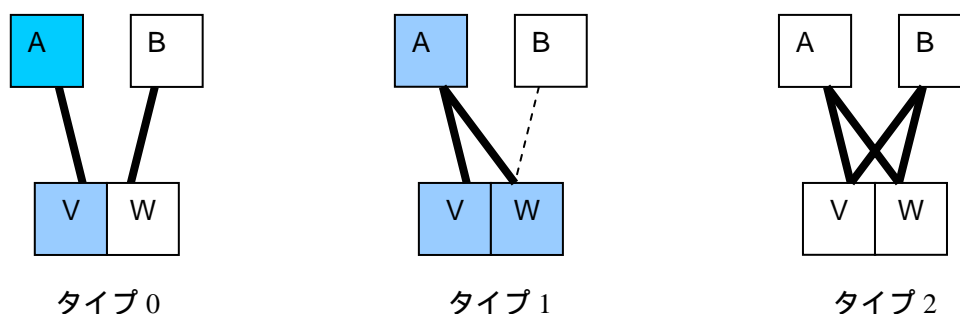


図 1：プラットフォームの所有形態

両者が（サンクコストとなる）設備投資を行ったあと、プラットフォームには A が人的資本 e を投じて開発を行い、B は f だけ開発投資を行う。それによって実現する V、W の価値をそれぞれ $V(e)$ 、 $W(f)$ と書き、A の利得を P 、B の利得を Q とし、それぞれ

$$P = V(e) - e \quad (1)$$

$$Q = W(f) - f \quad (2)$$

とあらわす。 $V(>e)$ 、 $W(>f)$ は 2 階微分可能、 $V'(e) > 0$ 、 $V''(e) < 0$ 、 $W'(f) > 0$ 、 $W''(f) < 0$ と仮定し、変数の値域はすべて正とする。ここで P および Q が最大化される 1 階の条件は $P'(e_1) = Q'(f_1) = 0$ 、すなわち開発投資の水準が

$$V'(e^*) = 1 \quad (3)$$

$$W'(f^*) = 1 \quad (4)$$

となる値 e^* 、 f^* をとることである。この投資を事前に契約したとおり実行すれば、両者の利得が最大化される「最善」の状態が実現する。しかし投資水準が立証不可能だとする

と³、設備投資が終わって開発が始まる前に、プラットフォームを独占する A がライセンス料の値上げを要求すると、それに依存するアプリケーションを開発する B は、応じざるをえない。このような再交渉の結果、開発投資の価値がナッシュ交渉解によって 2 等分されるとすると、その利得は所有形態によって異なる。両者が独立に開発した場合(タイプ 0)、交渉が決裂すると、両者とも何も開発できない(技術は強く補完的である)と仮定する。この場合の A、B の開発投資をそれぞれ e_0 、 f_0 、利得を P_0 、 Q_0 とすると、

$$P_0 = \frac{V(e_0) + W(f_0)}{2} - e_0 \quad (5)$$

$$Q_0 = \frac{V(e_0) + W(f_0)}{2} - f_0 \quad (6)$$

したがって利得が最大化される投資水準は、同じく P_0 、 Q_0 の最大化の 1 階の条件より

$$\frac{V'(e_0)}{2} = 1 \quad (7)$$

$$\frac{W'(f_0)}{2} = 1 \quad (8)$$

ここで V 、 W は凹関数だから、(3)式と(7)式、(4)式と(8)式を比較すれば、図 2 のように $e_0 < e^*$ 、 $f_0 < f^*$ 、すなわち再交渉が行われると最善の投資水準は実現しない。補完的なソフトウェアを独立に開発すると、プラットフォームを支配する企業の機会主義的な行動を恐れてアプリケーションへの投資が萎縮し、過少投資が生じるのである。これは古典的なホールドアップ問題の一例である。

この問題のひとつの解決策は、A がプラットフォームとアプリケーションを垂直統合して両方の著作権をもち、B を雇用して開発することである。この場合(タイプ 1)には、交渉が決裂して B が辞めても、A は他の労働者に命じて開発を続行でき、A の利得は V になるとする(0 1)。ここで θ は投資の代替可能性をあらわす指標で、交渉が決裂した場合の外部オプション(威嚇点)と解釈できる。この場合の両者の利得 P_1 、 Q_1 は

$$P_1 = \frac{(1 + \theta)V(e_1) + W(f_1)}{2} - e_1 \quad (9)$$

$$Q_1 = \frac{(1 - \theta)V(e_1) + W(f_1)}{2} - f_1 \quad (10)$$

A と B の投資水準は、最大化の 1 階の条件より、それぞれ

$$\frac{(1 + \theta)V'(e_1)}{2} = 1 \quad (11)$$

$$\frac{W'(f_1)}{2} = 1 \quad (12)$$

³ 投資水準が観察可能であっても第三者に対して証明できないとき、立証不可能とよぶ。所有権アプローチの教科書的な解説としては、Hart(1995)参照。

(7)(8)式と(11)(12)式を比較すれば明らかなように、 $f_0=f_1$ だが $e_0 < e_1$ だから、プラットフォームが独占されている場合、アプリケーションを別々に開発するよりも垂直統合したほうが、合計した投資水準は高くなる（図 2）。しかし、この投資水準はいずれも e^* 、 f^* よりも低いので、最善の状態は実現できない。

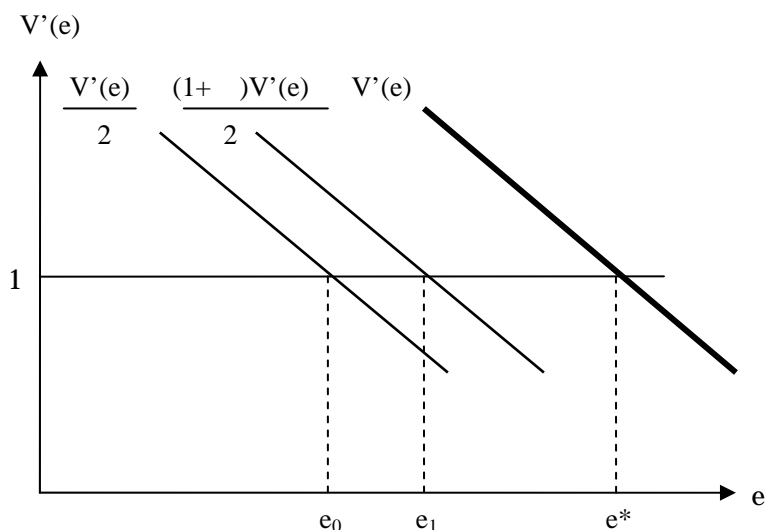


図 2：投資水準と限界的な利得

情報共有と所有形態

投資水準はコントロールできる資産の増加関数だから、タイプ 2 のようにすべてのソフトウェアをすべてのユーザーがコントロールできれば、垂直統合よりも望ましい状態が実現できそうだが、現実にはこういう共同所有はほとんど見られない。その原因は、普通の（競合的な）資産を全員が共有すると、全員の了解をえなければ資産が利用できない「アンチコモンズ」（Heller 1998）とよばれる最悪の状態をもたらすためである。著作権においても、多くの「隣接権者」がいると、全員の同意を得なければ利用できないため、マルチメディア流通のボトルネックとなっている。しかし情報は非競合的な資源なので、両者が対等な権利をもつ場合には、クロスライセンスによって共有することも可能である（Aghion-Tirole 1997）。この場合、交渉が決裂しても、両者ともすべての情報を利用できるので、B も独力で開発を続けることができ、アプリケーションの価値は W になるとする。A もケース 1 と同様に開発を続けることができるが、その利得は、タイプ 1 よりも B との競争によって W だけ低下する一方、アプリケーションが増えることによるネットワーク外部性で V だけ高まるとする ($0 < \alpha < 1$)。この場合の利得 P_2 、 Q_2 は

$$P_2 = \frac{(1 + \alpha)V(e_2) + (1 - \alpha)W(f_2)}{2} - e_2 \quad (13)$$

$$Q_2 = \frac{(1 - \beta) V(e_2) + (1 + \beta) W(f_2)}{2} - f_2 \quad (14)$$

利得を最大化する1階の条件は

$$\frac{(1 + \beta) V'(e_2)}{2} = 1 \quad (15)$$

$$\frac{(1 + \beta) W'(f_2)}{2} = 1 \quad (16)$$

(11)(12)式と(15)(16)式を比較すればわかるように、タイプ2のほうがタイプ1よりも高い(最善に近い)投資水準を実現できる。しかし(9)式と(13)式を比べると、ある投資水準のもとでプラットフォームを共有したほうが統合よりも有利になるのは $P_1 > P_2$ 、すなわち

$$W > V \quad (17)$$

となるときである。ところがAがプラットフォームを独占しているときは、競合による損失 W は明らかだが、1社によるネットワーク外部性 V はほとんどないので、(17)式は成り立たず、Aは情報を共有するインセンティブをもたない。現実にも、合併会社は50:50でないと成功せず、一方が強い支配権をもっていると交渉がデッドロックに陥り、失敗しやすい(Rey-Tirole 2001)。VISAやAPが非営利によって成功したのは、その提供する情報が特定の企業を有利にするものではなく、メンバーに平等に共有されるためだろう。他方、(13)式でAが完全な独占状態になって他の選択肢がなくなると、Bと同じアプリケーションをプラットフォームに「バンドル」してライバルを駆逐すれば、ネットワーク外部性 V の低下をまねかずに競争による損失 W を削減することができる。プラットフォームが私有(proprietary)である限りホールドアップのリスクは残るので、Bの過少投資をまねく。したがって、このように競合する企業が情報を共有する「呉越同舟」型の情報共有は、例外的な場合にしか成功しない。

NPOによって標準化を行い、ソースを公開することは、特定の企業に有利になる機会主義的な行動を防ぐことによって過少投資を防ぐ役割を果たしている。(13)式で商用ソフトウェアの代わりにOSSの開発を考え、その価値 $X(e)$ は商用ソフトウェアよりも小さいとし、 $0 < X'(e) < V'(e)$ 、 $X''(e) < 0$ とする。他方、OSSには競合による不利益はないから、その価値

P_3 は

$$P_3 = \frac{(1 + \beta) X(e_3) + W(f_2)}{2} - e_3 \quad (18)$$

P_3 を最大化する e の値 e_3 は

$$\frac{(1 + \beta) X'(e_3)}{2} = 1 \quad (19)$$

ここで凹関数の仮定によって $e_3 < e_2$ 、すなわちインセンティブの弱い分だけ過少投資が生じる。他方、競合による不利益がないから、投資水準を所与とすると、 $P_2 > P_3$ となるのは、(13)式と(18)式より

$$W(1 + \alpha)(V-X) \quad (20)$$

つまり競合による不利益がインセンティブの低下よりも大きいときである。(17)式と(20)式をあわせると、 P_1, P_2, P_3 となるのは

$$\frac{(1 + \alpha)(V-X)}{W} = \frac{V}{W} \quad (21)$$

(21)式で等号の成立する α の値を α^* とし、 α と β の関係を図示すると、図 3 のようになる。情報を共有して社会的に効率的な水準 ($V'(e)=1$) まで投資を行うことが最善だが、これはどのような所有形態によっても実現できない。開発利益(ネットワーク外部性)が社会全体に分散し、開発者にすべて内部化されないためである。次善の水準を実現する所有形態は情報の性格によって異なるが、独立に開発することは前述のように非効率である。情報を共有することは統合するよりも効率的だが、プラットフォームをもつ企業に共有のインセンティブがないと実現できない。

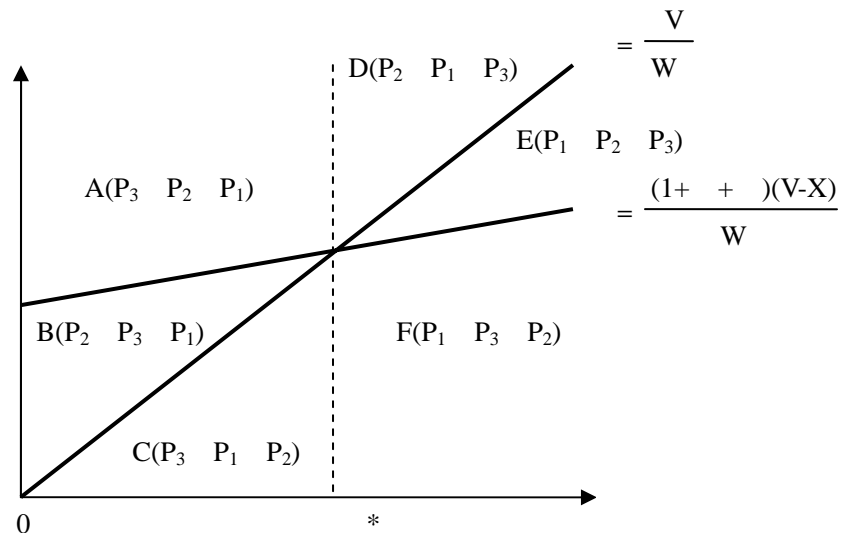


図 3：ネットワーク外部性と競合性

領域 A、B のように競合性 β がネットワーク外部性 α より高い業務用アプリケーションなどについては、統合が次善の所有形態になるが、領域 D のように競合性が高く共有が効率的とならない場合でも、ネットワーク外部性の高い(α^*)プラットフォームでは OSS が次善となる。OSS には競合による損失がないため、共有の利益が大きければ統合よりも高い利得を実現できるのである。また領域 C、F のようにネットワーク外部性が競合性よりも大きい会員制サービスなどの場合には、「クラブ財」として排他的に共有するメカニズムが次善である。しかし領域 E のように非金銭的なインセンティブによって開発が可能で、競合性が比較的大きい場合には、OSS が次善である。排他的共有よりも所有権を設定しない OSS のほうが利得が高くなるのは、開発利益が非金銭的な名声なので、金銭的な利益との

トレードオフが生じないためである。このように非金銭的な「ソフト・インセンティブ」によって、社会的に望ましいが商業的に成立しない事業が NPO によって可能になる現象は、病院や大学などの NPO でも観察されている(Glaeser-Shleifer 1998)。

OSS のインセンティブ

このように整理すると、OSS を支えているインセンティブは理解不可能なものではなく、「利他的」と考える必要もない。それが金銭的な報酬をとまわらないからといって非経済的だということにもならない。経済学でも、消費者の最終的な目的は貨幣を得ることではなく、心理的な効用を最大化することだから、コーディング自体が楽しいのであれば、それ以外の金銭的な報酬は不要だろう。また重要なコードを開発したという名声が高い価値をもつ場合には、学問の世界の競争と同じ「評判ゲーム」によって開発は維持できる(Raymond 1998)。初期のインターネットもアカデミックな性格が強く、ソースの公開も学術論文で定理の証明を記述するのと同じ学問の世界の発想である。

すぐれたコードを開発したという評判は、開発者個人に帰属する私的便益なので、他人がただ乗りすることはできない。Simon(1971)が指摘したように、情報の過剰な世界では関心が稀少になるので、開発コストを上回る関心(名声)を得ることができるなら、コーディングを行うことは合理的である。問題は、その情報を共有するメカニズムである。個人の評判を社会全体で広く共有することは困難だから、こうしたメカニズムが機能するのは、従来は伝統的社会のような閉じた共同体でローカルな長期的関係が維持される場合に限られていた(Greif 1997)。しかし個人の評判を蓄積して全員が共有するデータベースがあれば、不特定多数のメンバーがランダムに出会う場合でも、評判によるガバナンスは成立する(Kandori 1992)。オークション・サイトでは、ユーザーの評価をデータベースに蓄積して不正行為を防いでいる。ただ電子商取引のように逸脱によって金銭的な損害をこうむる場合には、この共同体的なメカニズムが機能するが、金銭的な取引のない OSS ではこうした処罰は機能しない。オープンソースを成立させているのは、そういう「村八分」の掟ではなく、出入りも反抗も自由な「オープンな共同体」である。

また金銭的なインセンティブが弱いということは、労働意欲が弱いことを必ずしも意味しない。NPO が難民救済や地雷撤去など社会的・政治的に強い関心の持たれるテーマで成功していることは、こうした目的そのものがインセンティブになることを示している。ストールマンが GNU を設立した動機も、ソフトウェアの利用を著作権で制限する傾向が大学でも強まったことへの抗議であり、GNU は一種の社会運動である。OSS を開発するインセンティブも、一種の「キャリア関心」(Lerner-Tirole 1999)によるものと考えれば、企業内の出世競争とあまり変わらない。ホワイトカラーにとっても、最大のインセンティブは賃金ではなく、社内での評判を高めて重要なポストにつくことなので、NPO を支えるインセンティブはそれほど特異なものではない。

公共財への「ただ乗り」が生じる理由は、開発の外部性が開発者に内部化されないこと

だが、図 3 の領域 D のように商用ソフトウェアでは情報が共有できない場合も、OSS では共有できる。たとえば特殊なデバイスで動く OS がなく、自分でドライバを開発しなければそのデバイスが使えないとすれば、既存のツールがそろっている OSS のほうが開発は容易だし、未完成なバージョンで公開しても他のユーザーが修正してくれるかもしれない。この場合のネットワーク外部性には共同作業の利益も含まれるので、 β は大きい⁴。彼の開発したドライバが公開されれば、他のユーザーはただ乗りできるが、日本語化の部分などは多くの人が実装することによって標準となり、価値が高まるので、ただ乗りを奨励したほうがよい。また一般ユーザーがバグを発見した場合、それを単独で修正することは困難だが、それを報告することによって他のメンバーがバグを修正してくれれば、ネットワーク外部性は大きい。

ただ、このような非金銭的な動機によるプロジェクトを維持するには、高い関心と技術的知識をもち、利害が一致し、金銭的な報酬なしで開発に持続的に参加するユーザーを集める必要がある。これは容易ではないが、インターネットはそれを可能にした。母集団が数億人いれば、そうしたユーザーは必ず存在するからである。しかし全世界のユーザーの合意によって標準化を行うことはできないから、問題はむしろ開発コストを高め、特にレベルの高いユーザーを選ぶことである。IETF(Internet Engineering Task Force)ではメンバーにきわめて高い技術的知識と無償の参加を求め、このような「贈与」の負担によって秩序を維持している⁵。W3C(World Wide Web Consortium)のワーキング・グループでは毎週、電話会議が行われ、それに 2 回続けて正当な理由なく欠席したメンバーは除名され、年 4 回行われる国際会議には必ず参加しなければならない。このメカニズムは、生き残った者が開発コストを上回る収益を期待できる高い技術をもつことを示す自己選択(シグナリング)の役割も果たしている。

オープン・イノベーション

このように、インターネットや OSS を支えているインセンティブは多様である。Linux の場合にも、1996 年に発表された Linux2.0 からは、特定のデバイスに依存する部分は(狭義の)カーネルとは独立のロードブル・モジュールになった。したがってカーネルについては、トルヴァルズなど数百人の中核メンバーの評判ゲームと考えることができるが、モジュールや各国語対応については、ユーザーやデバイスのメーカーがドライバを提供することによって実用的な利益を得ている。インターネットも、初期には大学の研究者が中心だったが、最近では標準化に関与することによる金銭的な外部性も大きくなってきた。利得の構造が図 3 のようになっていることをプラットフォームを支配する企業が知っている

⁴ Johnson(2002)は、他の開発者が参加する確率が高ければ商用ソフトウェアでは開発できないソフトウェアが開発されることを示している。

⁵ メンバーに贈与を求め、サンクコストを高めることによって、共同体から追放された場合のコストを高める戦略は、ゲーム理論でも知られている(Carmichael-MacLeod 1997)。

れば、規格を開放することによって市場を拡大し、その標準と補完的な技術において優位をもつ企業はプラットフォーム競争の主導権を握ることができる(Economides 1996)。特許についての実証研究でも、技術革新による利潤を守る方法として、特許をとるよりも補完的な技術を先行して開発するほうが有効だという結果が出ている(Cohen et al. 2000)。

標準の仕様策定に参加すれば、自社に有利な標準化を進めることができるばかりでなく、仕様が公開される前にそれを実装したソフトウェアを開発することによって他社よりも早く製品を開発できる。W3C で決まった正式の勧告は公開されるが、途中の作業はメンバー以外には非公開だから、技術革新の急速な情報産業においてこのリードタイム(1年以上)は大きい。またソフトウェアにおいて仕様として文書化される部分はわずかであり、大部分の知識は開発の過程で蓄積される「暗黙知」なので、仕様が公開されても先行者利益は大きい。オープン・スタンダードとして公開することによって自社にとって有利な仕様を全世界のユーザーに使わせることができるので、ユーザーと「共同開発」を行うことによって企業の力を超えた技術革新を実現することもできる(Chesbrough 2003)。

こうした「オープン・イノベーション」の成功例のひとつが、NTTドコモの「iモード」である。当初、ブラウザフォン(携帯電話でWWWを表示する端末)の国際標準としてはWAP(Wireless Access Protocol)が開発されていたが、この標準化作業には100社を超える企業が参加したため、利害対立や仕様の複雑化によってデッドロックに陥った。これに対し、iモードは表示の部分にはHTMLのサブセット(コンパクトHTML)を使うことによって、だれでもアプリケーションを開発できる環境を作り出し、当初は多数派だったWAPの優位をくつがえしてブラウザフォンの国際標準となった。同様のモデルは、データバス(PCI)の規格を公開することによって新しいCPUの高い処理能力を生かして市場の主導権を握ったインテルや、OSをオープンソースで公開して、PDA(携帯端末)の国際標準となったパームOSにも見られる(Gawer-Cusumano 2002)。しかし、すべて公開してしまうと企業は収益を上げることができないので、何を開放し、何を守るかが戦略として重要である。

Linuxも、IBMなどの大手ベンダーに採用され、その開発には数億ドルの資金が投入されるようになった。ここではOSそのものによって利益を得ることはできないが、それを実装したサーバを販売したり、保守サービスを請け負ったりして利益を上げることができる。この場合、Linuxの開発に参加し、そのソースに名前がクレジットされていることは、技術的なレベルの高さの保証となるので、メンバーシップの価値は高い。こうしたインターネット上の共同作業を効率的に行う上で、個々のソフトウェアをモジュール化し、それぞれ独立に開発できるようにすることはきわめて重要である。インターネットにおいてもOSSにおいても、この点は初期にはそれほど意識されず、HTMLの仕様にはリンクなどの論理構造の記述とブラウザに依存するレイアウトなどの記述が混在している。しかしW3Cでも、次世代言語ではこうした階層の分離が徹底され、レイアウト記述はCSS(Cascading Style Sheet)など別の言語にモジュール化され、異なるレベルの記述が直交する(互いに依存しない)ように仕様を定めることが明示的な開発基準となっている。Linuxもアーキテクチャと

しては相互依存性の強いモノリシック型で、1.0 まではモジュール化はあまり意識されていなかったが、カーネルが大型化するにしたがって多くの機能がロードダブル・モジュールとして独立し、カーネルの内部構造もモジュール化されてきた。インターネットの場合にも OSS の場合にも、モジュール化がオープンな開発を可能にしたというよりは、当初は少人数の緊密なコラボレーションで行われていた開発の規模が拡大するにしたがって、複雑な共同作業を効率化する方法としてモジュール化が意識的に採用されたというのが実態に近い。しかし前述のように、意識するとせざるとにかかわらず、インターネットのアーキテクチャ自体がモジュール化・階層化されており、こうした非営利のグローバルな共同作業が可能になったのも広義のモジュール化のおかげといえよう。

3 . 非営利のガバナンス

以上みたように非競合的な情報を共有する場合には、(金銭的な)インセンティブや知的財産権を強めることは、かえって交渉問題を招きやすく、弱い(非金銭的な)インセンティブによって運営したほうがよい。NPO によって運営される組織として学校や老人福祉施設や病院などが多いのも、そこで共有される情報の価値が金銭に換算しにくく、外部性が大きいいため、金銭だけを基準にして「合理化」を行うと、サービスの質を犠牲にしてコストが削減されるためと考えられる(Hart et al. 1997)。こうしたインセンティブの歪みは、競争や評判による規律が機能していれば、ある程度補正できる。たとえば、ある病院が「売り上げ」を最大化するために薬や検査を乱発しているという評判が立つと患者は減るから、市場でユーザー(消費者)が間接的に規律づけることができるなら、私企業が経営することが合理的である(Shleifer 1998)。

しかし情報の不完全性や非競合性のために価格メカニズムが十分機能しないときには、ユーザーが NPO によって「直接統治」する必要がある。通信プロトコルなどのプラットフォームの場合には、特定の企業に支配されていると、仕様の変更やバンドリングなどのホールドアップ問題のリスクを恐れてアプリケーションの過少投資が起こるので、NPO によって中立性を保証することが重要である。OS には最近 20 年ぐらい本質的な技術革新はないので、信頼性や安定性のほうが重要である。Linux が成功したひとつの原因も、基本的に UNIX のクローンで、仕様をめぐる交渉問題が避けられたためである。以上をまとめると、プラットフォームを非営利で運営することが望ましいのは、次のような条件がそろった場合と考えられる：

- (1) 情報が非競合的で、ネットワーク外部性が大きい。
- (2) 技術革新のインセンティブよりもプラットフォームの中立性が重要である。
- (3) 非金銭的な目的意識が強く、恩恵がメンバーに平等に行き渡る。
- (4) 活動が多くの人にまたがり、契約を履行させる司法制度がない。

通信プロトコルや OS は、このような条件を備えており、NPO が管理することが政府よりも効率的になることが多い。公共財の便益は社会全体に広く分散するので、それをだれが所有しているかは重要ではなく、むしろその便益にもっとも強い関心をもつ NPO が供給することによって政府よりも高い効率を実現する(Besley-Ghatak 2001)。したがって変化の激しい情報技術の世界では、政府の関与は最小限にし、技術標準などは（営利・非営利の）民間組織によって行うことが望ましい。

逆に(1)~(4)の条件をみたさない資源を非営利で配分することは、必ずしも効率的ではない。特に重要なのは(1)の条件で、図 3 でみたように、競合性と排除コストによって情報の所有形態は異なる。競合による不利益が特に大きく、利用を排除することによる社会的コストが小さい特定業務用のソフトウェアについては、特許や著作権で保護することも正当化される。OSS は広範囲に利用されてネットワーク外部性の大きい OS では成功しているが、共同作業の利益の少ない音楽ファイルでは成功していない。またコーディングに技術的な新規性がなく、市場の動向を意識しなければならない（条件(2)をみたさない）グラフィック・インターフェイスなどでは、OSS の性能は貧弱である。

他方、通信プロトコルや OS のような非競合的でネットワーク外部性の大きい（純粋）公共財を排他的に所有することは社会的な浪費をもたらすので、NPO によって公開することが望ましい⁶。ネットワーク外部性が大きい競合的なコモンズ(common pool resources)については、自由に共有するとコモンズの悲劇（囚人のジレンマ）が生じるので、公的に管理するしかないが⁷、通信ネットワークにおいては狭義のコモンズはほとんど存在しない。競合的な資源を消費し、特定のユーザーが恩恵を受ける ISP(Internet Service Provider)は、(3)の条件を満たさないのので、大学など以外では非営利で経営することは不可能であり、IX（相互接続ポイント）などのインフラも、最近では営利事業になりつつある。外部性が大きくホールドアップ問題が起こりやすいプラットフォームについては、政府よりも OSS などによって供給することが効率的である。規制や契約によって NPO をコントロールできれば、政府が直接サービスを供給する必要はない(Hart et al. 1997)。

以上の結論を図 3 の分類にそって単純化して示すと、図 4 のようになる。これは公共経済学の教科書的な分類（e.g., Stiglitz 2000:p.133）とほぼ同じだが、従来はこうした分類は直感に訴えて行われ、その理論的根拠は明らかではなかった。その「ミクロ的基礎」を明らかにし、どのような財にどのようなガバナンスを適用すべきかを厳密に論じることは、制

⁶ 教科書では、典型的な公共財として軍事・警察があげられるが、こうした安全サービスは排除可能であり、地方政府によっても安全性が違ふ。純粋公共財の例としては、法律や数学の定理などが適切である。電波も、スペクトラム拡散などのデジタル無線技術を使えば競合性なしに共有できるので、典型的な公共財である(Ikeda-Ye 2003)。

⁷ 管理の主体は政府である必要はなく、入会地などのコモンズは共同体の規範によって守られてきた。これは長期的関係によってルールを守らせる繰り返しゲームと考えることができる(Greif 1997)。日本企業の「系列」関係も、同様のメカニズムと考えることができよう。

度設計を考えるうえで重要である。

		ネットワーク外部性	
		小	大
競争性	大	私的財 (市場)	コモンズ (公的供給)
	小	クラブ財 (排他的共有)	公共財 (共有)

図4：資源の特性とガバナンス

電話網においては、プラットフォーム（公共財）と通話サービス（私的財）が垂直統合されていたのに対し、インターネットでは両者が分離されたので、「市場か政府か」といった二分法ではなく、階層ごとにふさわしいガバナンスを適用することが望ましい。インセンティブと所有権には補完性があるので(Holmstrom-Milgrom 1994)、アプリケーションには強いインセンティブと企業による開発を、プラットフォームには弱いインセンティブとNPOを組み合わせることによって、全体としてのガバナンスの効率は高まる。インターネットは、こうした水平分業を技術的に実現することによってネットワークの効率を飛躍的に高めたのである、これは通信のデジタル化によって情報が物理的な媒体に依存しないビット列に還元されたために可能になった産業構造の変化であり、今後も有線・無線を問わず広がってゆくだろう。

4．結び

先進国の国民負担率は平均50%に近づき、大きくなりすぎた政府を縮小することは各国共通の課題である。NPOをめぐる理論的な研究では、政府が直接供給しなければならないサービスはきわめて限定的であり、政府は長期的には民間組織を規制する役割に最小化することが望ましい。問題は、民間組織のなかでの営利と非営利の役割分担である。最近のNPOについての実証研究によれば、病院、大学、教会などには、企業のような強い内部統制も株主の監視もないが、大きな問題は起こっていない(Glaeser 2003)。このように弱い企業統治でも規律が維持されているのは、最強のガバナンス・メカニズムは消費者の選択であることを示している。ユーザーがネットワークをコントロールするインターネットの思想は、この意味で合理的である。

医師や研究者のような専門職の規律を保つには、金銭的なインセンティブよりも専門的知識によるチェックのほうが適切なので、株式会社のような形態は必ずしも好ましくない。大学に金銭的なインセンティブを強めると、特定の数値化しやすい目標に偏した「予備校化」が起こるおそれが強い。またNPOの弱点である資源の浪費も、共有されるのが非競争

的な情報である限り、深刻な問題にはならない。しかしドメインネームのような稀少資源を非営利で配分することは、かえって投機を奨励するし、「反グローバリズム」の類はテロリズムと結びつくこともある。デヴィッド・クラークの作った「王も大統領も投票もいない。ラフな合意と動くコードがあればいい」という IETF の信条は有名だが、こうした「自主管理」型のガバナンスは、エリート支配やレント・シーキングを生みやすい(Kremer 1997)。今後は、このような多様なメカニズムを使いわけ、政府がこれをどうコントロールするかを考える必要がある。

インターネットは、通信の国際化の帰結でもある。これまで通信事業は、各国ごとに強い規制のもとに置かれてきたが、インターネットは学術用のネットワークとして、こうした通信規制をまぬがれ、結果的にはどんな国際機関にもできなかったグローバルな「情報ハイウェイ」を実現した。契約も所有権制度もないインターネットが国際公共財として成功したのは、技術標準のネットワーク外部性がきわめて大きく、政府や国際機関が TCP/IP を法的に公認しなくても、それを採用することがナッシュ均衡になるためである。IETF や W3C が成功したのは、技術標準(協調ゲーム)では協力がナッシュ均衡になるため、ICANN が失敗したのは、私的財として配分すべきドメインネームを無償のコモンズとして配分したため、コモンズの悲劇が起こったと考えられる。したがってインターネット上の資源配分を適正に行うには、価格メカニズムを使って資源の価値をユーザーに表明させ、市場で配分するしかない。司法機関がなくても、ルートサーバをコントロールすれば秩序は維持できる。その制度設計を考える際に重要なのは、資源配分の効率性と「公共性」や「公正」などの道徳的な問題を混同しないことである。

インターネットは、これからも急速に変化を続けるだろう。IETF や W3C も、実態は非営利というよりスコスシステムズやマイクロソフトなどの企業の標準化競争の場になりつつある。これは NPO の墮落ではなく、それが成熟した制度として経済システムに組み込まれてゆく過程と考えるべきだろう。今後とも圧倒的多数の財は市場で取引されるだろうし、それが効率的である。NPO を一面的に賛美するのでも排除するのでもなく、市場や政府との役割分担を明確にし、それを適切にコントロールすることは、情報通信産業のみならず経済システム全体にとっても重要である。現代が工業社会から情報社会への過渡期だとすれば、物をモデルにした知的財産権とは違う、情報にふさわしいガバナンスを考えることは、今後ますます重要な課題となる。

参考文献

- Aghion, P. and Tirole, J. (1994) "The Management of Innovation", *Quarterly Journal of Economics*, 109:1185-1209.
- Besley, T. and Ghatak, M. (2001) "Government versus Private Ownership of Public Goods", *Quarterly Journal of Economics*, 96:1343-72.

- Carmichael, H.L. and MacLeod, W.B. (1997) "Gift Giving and the Evolution of Cooperation", *International Economic Review*, 38:485-509
- Chesbrough, H.W. (2003) *Open Innovation*, Harvard Business School Press.
- Cohen, W.M., Nelson, R.R, and Walsh, J.P. (2000) "Protecting Their Intellectual Assets", NBER Working Paper No. 7552, <http://papers.nber.org/papers/w7552>
- Economides, Nicholas, (1996), "Network Externalities, Complementarities, and Invitations to Enter," *European Journal of Political Economy* 12:211-32.
- Gawer, A. and Cusumano, M.A. (2002) *Platform Leadership*, Harvard University Press.
- Glaeser, E.L. (ed.) (2003) *The Governance of Not-For-Profit Organizations*, University of Chicago Press.
- Glaeser, E.L. and Shleifer, A. (2001) "Not-For-Profit Entrepreneurs", NBER Working Paper 6810, <http://papers.nber.org/papers/W6810>
- Greif, A.(1997) "Microtheory and Recent Development in the Study of Economic Institutions through Economic History" in Kreps, D.M. and Wallis, K.F. (eds.) *Advances in Economics and Economics*, Cambridge University Press.
- Hansmann, H. (1996) *The Ownership of Enterprise*, Harvard University Press.
- Hart, O. (1995) *Firms, Contracts, and Financial Structure*, Oxford University Press.
- Hart, O, Shleifer, A. and Vishny, R.W. (1997) "The Proper Scope of Government", *Quarterly Journal of Economics*, 1127-61.
- Heller, M.A. (1998) "The Tragedy of the Anticommons", *Harvard Law Review*, 111:621-688.
- Holmstrom, B. and Milgrom, P. (1994) "The Firm as an Incentive System", *American Economic Review*, 84:972-991.
- Ikeda, N and Ye, L. (2003) "Spectrum Buyouts" RIETI Discussion Paper 02-E-002 <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/02030001.html>
- Johnson, J.P. (2002) "Open Source Software: Private Provision of a Public Good", *Journal of Economics & Management Strategy*, 11:637-62.
- Kandori, M. (1992) "Social Norms and Community Enforcement", *Review of Economic Studies*, 59:63-79.
- Kremer, M. (1997)"Why are Worker Cooperatives So Rare?", NBER Working Paper No. w6118, <http://papers.nber.org/papers/w6118>
- Lerner, J. and Tirole, J. (2002) "Some Simple Economics of Open Source", *Journal of Industrial Economics*, 52.
- Naughton, J. (2000) *Brief History of the Future: The Origins of the Internet*, Overlook Press.
- Raymond, E.S. (1998) "Homesteading the Noosphere", <http://www.catb.org/~esr/writings/homesteading/homesteading/>
- Rey, P. and Tirole, J. (1999) "Alignment of Interests and the Governance of Joint Ventures", <http://www.idei.asso.fr/Commun/Articles/Rey/alignement2.pdf>

- Saltzer, J.H., Reed, D.P., and Clark, D.D. (1981) “End-to-End Arguments in System Design”,
<http://web.mit.edu/Saltzer/www/publications/endtoend/endtoend.pdf>
- Shleifer, A. (1998) “State versus Private Ownership”, *Journal of Economic Perspectives*, Fall 1998
- Simon, H.A. (1971) “Designing Organizations for an Information-Rich World” in Greenberger, M. et al. (eds.) *Computers, Communications, and the Public Interest*, Johns Hopkins University Press.
- Stiglitz, J. (2000) *Economics of the Public Sector* (3rd edition), Norton.
- 池田信夫・山田肇(2002)「IPv6 は必要か」RIETI ディスカッション・ペーパー02-J-002
<http://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/02012500.html>