

ネットワークの潜在的価値と現実価値 美馬 正司

概要：

ネットワークの経済的価値に関する考察は以前から進められてきたが、インターネットの普及に応じて新たな考え方も出てきている。ネットワークの価値を単純化したモデルには Metcalfe の考え方や、昨今では Reed による考え方がある。しかし、これらはいくまでもネットワークの潜在的価値を表しており、現実価値ではないことに留意する必要がある。ネットワークを構成するのが人である限り、ネットワークの価値は人の能力の制限を受けることになる。

Potential value and real value of a network Tadashi Mima

Abstract

Although consideration about economical value of a network has been advanced since before, a new view is also coming out according to the spread of the Internet. There are some simplified value models about the network, like the model of Metcalfe, in these days, the model of Reed. However, we have to care about that these models express potential value of a network, not real value. As long as a man constitutes a network, value of a network receives restriction of people's capability.

はじめに

IT バブルがはじけ、インターネット・ベンチャーの株価が急落しているものの、企業組織や生活におけるインターネットの有用性に関しては高い評価が継続しているように見受けられる。ただし、「IT バブル」という言葉に代表されるように、過剰評価されていた部分があったことは否めず、この点に関しては真実に目を向けていかなければならない。

一方、ネットワークの価値に関する経済学的な考察に関しても、いささか過剰に評価しているモデルが見受けられる。実際、これらのモデルは「IT 革命」等の言葉と同時に用いられることもあり、「IT バブル」の要因の 1 つとなった可能性もある。そこで、本稿では、ネットワークの経済的な価値に関するこれまでの議論を踏まえ、より現実的な視点からネットワークの価値について再考を試みる。

1. ネットワークにおける外部性の存在

ネットワークの経済的価値を考える場合に、通常の財と大きく異なるのが、「ネットワークの外部性(Network Externality)」の存在である。福田・須藤・早見(1995)に示されるように、「ネットワークの外部性」とは、「ある財やサービスが、その特性上、利用者が増加するほど、その価値を増加させること」を言う。最も頻繁に使われる例は電話であり、後から加入者が増加することにより既に加入している人も「通話可能な相手の増加」という便益を受けるのである。この便益は市場では事前に取り引きされないことが、「ネットワークの外部性」が外部性たる所以である。Capello(1994)によると、ネットワークの外部性の考え方は 1974 年に出された Rohlfs の論文が起源とされているが、依田(1999)や Liebowitz and Margolis(1998)によるとその起源はさらに古く、1950 年の Harvey Leibenstein の議論が最初とされる。

Leibenstein は他者が同じ財を購入することによって自分の効用が上昇する場合を「バンドワゴン効果(Bandwagon Effect)」と呼んでおり、これはネットワークの外部性と同じ考え方である。その後、この議論を発展させた Katz and Shapiro(1985)によると、ネットワークの外部性は「供給者側の外部性」と「需要者側の外部性」に分けて考えられており、上記の電話の例は需要者側の外部性に当たる。本稿で扱うネットワークの経済的価値は、利用者にとっての価値を指しており、つまり需用者側の外部性がこれに大きく関わることになる。

また、Katz and Shapiro(1994)や Liebowitz and Margolis(1995)によると、ネットワークの外部性は、「直接的外部性」と「間接的外部性」に分けることができる。インターネットを例にすると、直接的外部性とは、まさにインターネット利用者の増加そのものであり、「利用者の増加 = 既存の利用者のコミュニケーション可能な相手の増加 = 既存の利用者の便益増加」という図式が成り立つ。一方、間接的外部性とは、利用者が増加した事により、その拡大した利用者を対象として更に利便性の高いサービスが提供されることやサービスの価格が低下することである。以下、本稿で扱うネットワークの経済的価値では直接的外部性のみを対象とする。

2. 外部性の評価

「ネットワークの外部性」は経済学において用いられる「外部性」という概念の1種である。外部性の意味するところは文字通り市場の「外」、つまり市場を介さないで「ある個人や企業の行動が他の個人や企業の行動に影響を及ぼすこと」である。もちろん影響には良い影響と悪い影響があり、良い影響つまり他の個人や企業に便益を与える場合、これを「正の外部性」と言い、悪い影響つまり他の個人や企業に損害を及ぼす場合、これを「負の外部性」と言う。正の外部性としてよく例に挙げられるのは、養蜂家とリンゴ園の関係であり、負の外部性の代表的

な例として挙げられるのは公害である。正の外部性にしろ、負の外部性にしろ、このように外部性が存在する場合は、市場において効率的な資源配分は達成されない。

ネットワークの外部性に関しても、正確には正の外部性と負の外部性が存在するが、一般的に正の外部性が勝っていると考えられており、本稿でも「ネットワークの外部性 = 正の外部性」として議論を進めることとする。

正の外部性が存在する場合は図1に示すようになり、私的限界便益(PMB: Private Marginal Benefits)を社会的限界便益(SMB: Social Marginal Benefits)が上回っていることから市場均衡点 q は過小生産となり、社会的に望ましい均衡点 q' と比較して $qq'r$ だけの死重損失が発生する。

これと同様に、ネットワークの外部性は市場において通常評価されないため、ネットワークの価値は過小評価されることになる。つまり、ネットワークの経済的価値は、ネットワークの外部性を踏まえると市場で評価されているよりも大きく、ここでその大きさに議論の焦点が移ることになる。

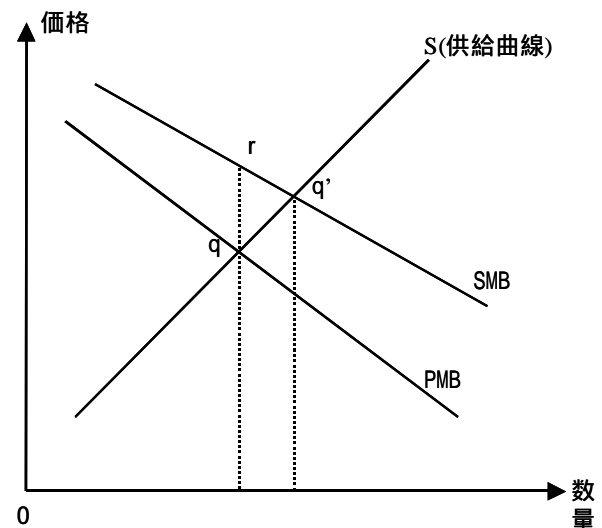


図1 正の外部性がある場合の市場

3. ネットワークの価値

ネットワークの経済的な価値を金銭的に評価した事例はほとんどないが、利用者数(ネット

ワークの参加者)を基に価値を考察した事例として、Robert M. "Bob" Metcalfe と David P. Reed の議論がある。

(1) Metcalfe の議論

イーサネットの発明者であり、3COM 社の創設者の 1 人でもある Robert M. "Bob" Metcalfe は、1995 年に「コミュニケーション・ネットワークの総合価値は接続する人数の二乗に比例する」と述べている。このことは我が国においても「メトカーフの法則」として有名であり、「ムーアの法則」とならび情報通信分野の議論において頻繁に用いられている。メトカーフの法則を単純に図に表すと図 2 のようになり、利用者が双方向でコミュニケーションするため、利用者数 n に対して、コミュニケーションの可能性は $n(n-1)$ 通りできることになる。Metcalfe はこのコミュニケーションの可能性をネットワークの価値を見なしており、利用者 n が大きくなると、 $n(n-1)$ は利用者数の二乗である n^2 に限りなく近づくことになる。このメトカーフの法則ではネットワークの価値は放物線状に拡大し、利用者数が増加する程、価値の増加率は高まることになる。このためインターネットの急速な普及を説明する根拠として使われる場合もある。

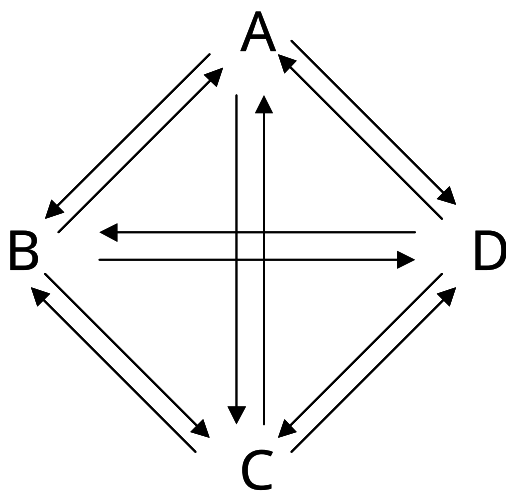
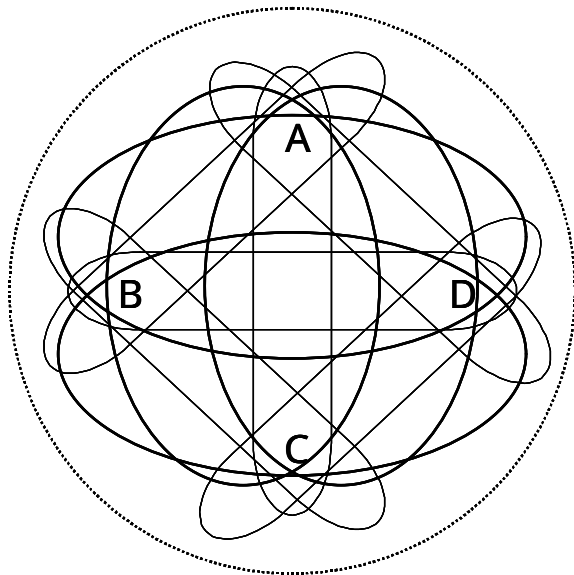


図 2 メトカーフの法則

(2) Reed の議論

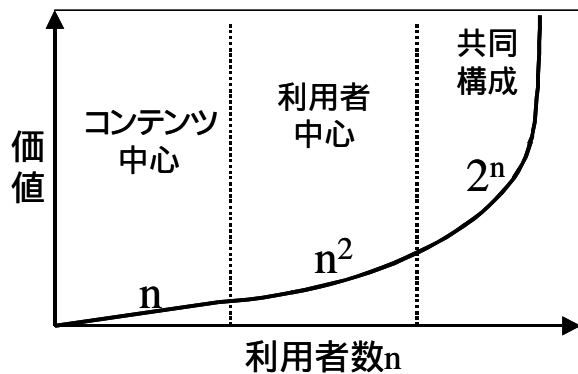
David P. Reed は、インターネット・プロトコルや分散データストレージ等の構造やデザインに関する研究の先駆者として良く知られており、また、「未来を予測する最良の方法はそれを作ることだ」という信念を持つコンサルタントでもあり、起業家でもある。Reed(1999)は、Metcalfe の議論よりも速いスピードでいくつかのネットワーク構造は総合価値を高めるとして、ネットワークの価値に関する新たな考え方を提案した。Reed はインターネットのようなネットワークでは Group Forming Networks(GFNs)という部分集合が利用者の趣味、コミュニティ等をテーマとしたグループ活動を支援しているとし、GFN の価値は指数関数的に増加するとしている。つまり、図 3 に示すように、 n 人の利用者数のネットワークでは、ネットワークの種類が $2^n - n - 1$ 通りでき、これに応じてネットワークの価値が拡大すると考えている。利用者が大きくなると $2^n - n - 1$ は 2^n に近付き、これはメトカーフの法則にある n^2 よりも大きくなる。



- 2人のグループ
- 3人のグループ
- 4人のグループ

図 3 GFN の考え方

また、Reed は、典型的なネットワークにおける支配的な価値は利用者の増加により変化するとしており、Sarnoff の議論から、Metcalf の議論、そして自分の提唱する議論の三段階で発展することを示している（図 4）。ちなみに Reed の言うところの Sarnoff の議論とは、ラジオ等の放送サービスの育成に力を注いだ David Sarnoff から来ており、ネットワークの価値を利用者数 n で表している。最終的に Reed はこの三段階の議論を踏まえ、ネットワークの総合価値を $an + bn^2 + c2^n$ (a, b, c は定数) としており、これは n が限りなく大きくなった場合、 $c2^n$ に近似する。



出典 : David P. Reed “That Sneaky Exponential-Beyond Metcalfe’s Law to the Power of Community Building”

図 4 Reed の提唱する価値のシフト

4 . 潜在的価値と現実価値

Metcalf の議論においてネットワークの経済的価値が大きく評価され、インターネットの急速な拡大の理由の一つとされたが、Reed による議論は、ネットワークの価値を更に高く評価している。

しかし、この Metcalfe の議論にしても、Reed の議論にしても、これらで捉えられているネットワークの価値はあくまでも可能性としての価値、潜在的価値であり、現実価値とは大きく異なる。なぜなら、ネットワークの利用者は人間であり、一人の人間が持っている時間は有限であり、処理できる情報量も限られているからで

ある。また、価値の捉え方にも問題があるように見受けられる。

(1) 人間の限界

Metcalf の議論にしても、Reed の議論に関しても、「ネットワークの利用者はネットワークに参加するすべての人とコミュニケーションする」ということを基本としている。例えば 1 億人が参加するネットワークなら、利用者は他の 99,999,999 人とコミュニケーションすることになり、このようなことは実際起こり得ない。まず、時間的な制約があり、脳の処理能力としてもそんなに多くの人を覚えることは難しいであろう。実際、橋本、鈴木等(2001)によると、1 週間の電子メールの平均受信量は 26.2 通、平均発信量は 12.2 通となっており（表 1）、インターネット利用者数の増加に応じてその数が大きく増加している訳ではないようだ。(株)情報通信総合研究所(2001)においては、ホームページを介してアンケートを行っていることからインターネット利用者に限定されているが、それでも 1 日当たり受信 25 通、発信 6 通とする結果が出ており、ネットワーク利用における人間の限界をうかがい知ることができる。

表 1 電子メールの 1 週間当たりの受発信数

受信数 (%)		発信数 (%)	
~ 2通	20.4	~ 1通	19.9
3 ~ 5通	20.4	2 ~ 3通	21.7
6 ~ 10通	20.9	4 ~ 7通	17.0
11 ~ 30通	17.9	8 ~ 15通	22.4
31通 ~	20.4	16通 ~	19.0

N=225

N=226

出典 : 橋本、鈴木等 『2000年日本人のインターネット利用に関する調査研究』

(2) 価値の捉え方の問題

Reed の議論では、GFN をそれぞれ別個の価値として扱っているが、これに関しても大きな疑問がある。Reed の GFN の捉え方では、A、B、C の 3 人で構成される GFN と A、B、D の

3人で構成されるGFNが別の価値を提供することになっているが、実際には2人の人が同じであれば、コミュニケーションの内容等は共通部分も多くなり、価値の重複が起こると考えた方が妥当である。特にこれは人数が多いGFNで当てはまると考えられ、100人のGFNにおいて1人だけメンバーが異なってもそのGFN自体の価値はほとんど同じで、別個の価値にはならないだろう。つまり、GFNの限界価値は逓減すると考えられ、すべてのGFNを同等の価値として扱うことは間違っている。

また、Reedの議論で捉えるGFNには2人で構成するグループも含まれており、これはMetcalfeの議論で捉える双方向コミュニケーションと重複するものである(図5)。したがって、Reedの提唱するネットワークの総合価値を表す $an + bn^2 + c2^n$ (a, b, c は定数) という式では、ネットワークの価値を二重に計上していることになり、過剰評価へつながる可能性を有している。

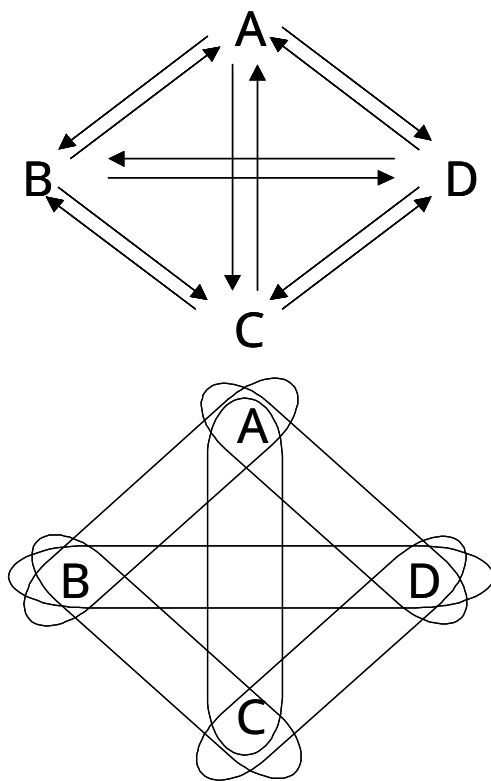


図5 MetcalfeとReedの議論の重複

5. ネットワークの現実価値

「インターネットはこれまでのコミュニケーションの時間や場所の制約をなくした」と頻りに言われるが、上記のように利用者の持つ時間を無限大に拡大したわけではない。例えば、電子メールは、送信者、受信者、双方の時間を費やすという点では従来の電話となら変わりはない。もし、送信者が10分で電子メールを1通作成し、これを100人に送り、受信者が5分かけて読んだとすると、この1通の電子メールで8時間30分の時間が消費されたことになる。

実際、筆者に関して言えば、数十通の電子メールを1日に受け取っているものの、読んで返信するもの、つまり、双方向のコミュニケーションになっているものは一部でしかない。メーリングリストで言うところのROM(Read Only Member)、つまり読むだけの電子メールも多くあり、中には読まないまま削除している電子メールもある。

このようなことを踏まえ、以下に示すようにネットワークの現実価値について考察する。

(1) 利用者の限界の捉え方

基本的に各個人で処理できる情報量には限界がある。大量定型的な処理に関しては、コンピュータを活用して効率化することができ、これは汎用機の活用から取り組まれてきたことである。しかし、コミュニケーション等の否定形的な業務はコンピュータやインターネットを活用することでその処理をサポートしてもらうことはできるが、基本的には自分の頭脳で処理することになる。将来的に人工知能が完成し、自分の考えを代替してくれることも可能性としてあり得ない訳ではないが、当面、人間の頭脳のみによる処理が中心で、これには前述したような限界がある。したがって、個々の利用者にとってのネットワークの価値はネットワークの拡大にともない限界効用が逓減し、ある限界点に収束すると捉えることが妥当であろう。そこで、関数を用いて、利用者個々にとってのネットワ

ークの価値を $a(n-1)^b / n^b$ (a, b は定数) と捉えることとする。これにより個々の利用者にとってのネットワークの価値は図6に示すようになり、限界点 a に収束する。利用者が1人の場合に価値が0になるという点からもネットワークの価値の評価として適当である。

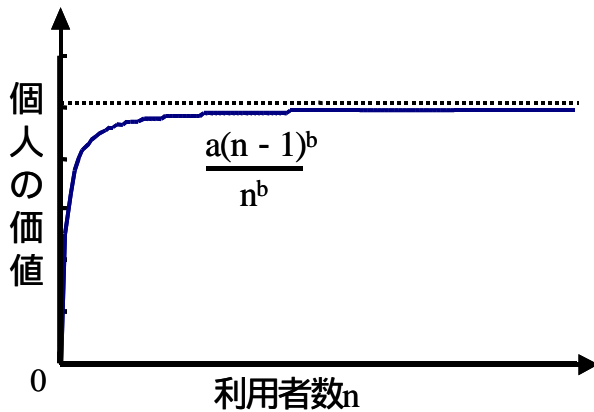


図6 利用者のネットワーク価値

(2) 付加価値

個人の能力が限界に達しており、ネットワークから得られる価値が限界点に収束していても、ネットワークそのものの拡大により価値が高まる部分もあると考えられる。つまり、Metcalfe や Reed が考えるように、すべての人とネットワークを介してコミュニケーションをすることは不可能であるが、コミュニケーションをする相手の選択肢は拡大する。これはネットワークの拡大がもたらす個人の限界に対する付加価値であり、その限界効用は逓減するものの上昇し続けると予想される。したがって、この付加価値は対数関数を用いて $c \log dn$ (c, d は定数) として捉えられることができる。

(3) 総合価値

上記の考察から、ネットワークの現実的な総合価値は、個々におけるネットワークの価値である $a(n-1)^b / n^b + c \log dn$ (a, b, c, d は定数) にネットワーク利用者数 n を乗したものになる。これを展開するとつまり次の式がネットワークの現実価値を表すと考えられる。

$$a(n-1)^b / n^{b-1} + cn \log dn \quad (a, b, c, d \text{ は定数})$$

利用者数 n が限りなく大きくなった場合、 $cn \log dn$ は $\log dn$ の増加率が cn よりも小さいため cn の倍数に収束すると考えられる。一方、 $a(n-1)^b / n^{b-1}$ は an に近似する。したがって、上記の式をグラフ化すると図7のようになり、ネットワークの現実価値は利用者数の拡大に対して直線的に拡大すると予想される。

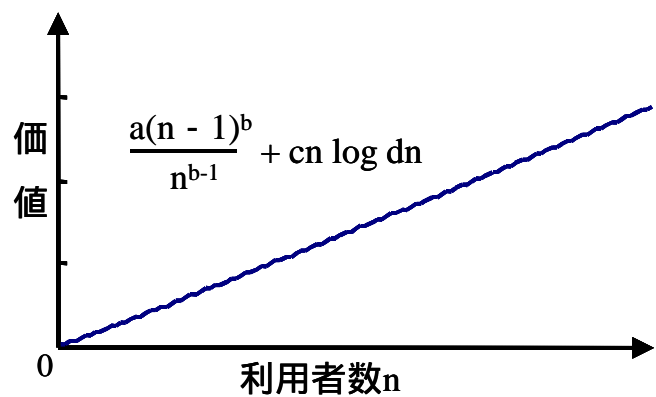


図7 ネットワークの現実価値

おわりに

ネットワーク、特にインターネットの有用性に関しては、筆者も実感しており、疑問を挟むつもりはない。しかしながら、使うのが人間である以上、享受する便益には限界があり、Metcalfe や Reed の議論のように、逓増的に価値が高まるかどうかという点には疑問があった。人間の能力が無制限に高まると仮定するならば、Metcalfe や Reed の議論も成り立つ部分もあるので、これらはネットワークの潜在的価値を表していると言えよう。しかし、現実価値に目を向けた場合、ネットワークの価値は逓増的ではなく、あくまでも利用者数に比例する形で高まるのではないかと考えられる。

なお、今回の分析では、直接的外部性のみを対象としてネットワークの現実価値を検討した。これは Metcalfe や Reed による既存の議論が直接的外部性のみを対象としているためである。

間接的外部性まで考慮して、ネットワークの価値を評価すると、今回の考察とまた違った結果出る可能性がある。実際、ネットワーク上に流通するコンテンツやサービスはある程度まで市

場が拡大してから、一気に拡大する傾向があるように見受けられる。この間接的外部性を踏まえたネットワークの価値の評価に関しては、今後の課題としたい。

主な参考文献

- Capello R.(1994)"Spatial Economics Analysis of Telecommunications Network Externalities," Avebury
Reed P. D. (1999) "That Sneaky Exponential - Beyond Metcalfe's Law to the Power of Community Building," Context magazine Spring 1999
- Kats M.L. and C.Shapiro(1985)"Network Externalities, Competition and Compatibility," American Economic Review Vol.75 pp424-440
- Kats M.L. and C.Shapiro(1986)"Technology Adoption in the Presence of Network Externalities," Journal of Political Economics Vol.40 pp822-841
- Kats M.L. and C.Shapiro(1994)"Systems competition and network effects," Journal of Economic Perspectives Vol.8 pp93-115
- Liebowitz S.J. and S.E. Margolis(1995)"Are Network Externalities A New Source of Market Failure?," Research in Law and Economics, Lead article. pp1-22
- Liebowitz S.J. and S.E. Margolis(1998)"Network Externalities(Effects),"The New Palgraves Dictionary of Economics and the Law, MacMillan.
- Stiglitz J.E.(1988)"Economics of the Public Sector, Second Edition,"W.W.Norton & Company. (藪下史 郎訳 (1996) 『公共経済学 上・下』 東洋経済新報社。)
- 足立幸男(1994) 『公共政策学入門』 有斐閣。
- 飯沼光夫・大平号声・増田祐司(1996) 『情報経済論(新版)』 有斐閣。
- 依田高典(1999) 「ネットワーク外部性の経済理論(前)」 『経済セミナー 1999 no.537』 日本評論社。
- 依田高典(2001) 『ネットワーク・エコノミクス』 日本評論社。
- 橋元良明・鈴木裕久・川上善郎・石井健一・辻大介・李潤馥(2001) 「2000年日本人のインターネット利用に関する調査研究」 『東京大学社会情報研究所調査研究紀要 2001 No.15』 東京大学社会情報研究所。
- 林紘一郎(1998) 『ネットワーキング情報社会の経済学』 NTT出版。
- 林敏彦・松浦克己(1992) 『テレコミュニケーションの経済学』 東洋経済新報社。
- 福田豊・須藤修・早見均(1997) 『情報経済論』 有斐閣。
- 松石勝彦編著(1998) 『情報ネットワーク経済論』 青木書店。
- 三友仁志編著(1998) 『マルチメディア経済』 文真堂。
- (株)情報通信総合研究所(2001) 『コミュニケーション手段の利用実態についての調査』。

主な参考ホームページ

<http://www.gsb.stanford.edu/cebc/pdf/Metcalfe%20Note.PDF>

<http://www.digitalcentury.com/encyclo/update/metcalfe.html>

http://whatis.techtarget.com/definition/0,289893.sid9_gci214115,00.html