

鐘江道夫 石西正幸 生天目章
防衛大学校 情報工学科

1 はじめに

インターネットの普及に伴いさまざまなインターネットプロバイダ間の争いが激化している。各プロバイダは、会員の獲得競争に乗り出し、その市場の急拡大とともに背景では会員数をバックに市場の主導権を握る争いが激化している。各プロバイダが自己の利益を最適化するために市場ルールのもとにいかにして利益を上げていくかについて考える。[3]

2 プロバイダの合理的な行動と競争解

個々のプロバイダは個人的合理性に基づいて、自己効用関数を最適化する。そして各プロバイダの利己的な行動が、市場を通じて効率的な市場配分をもたらすとき、その行動は、市場メカニズムに基づく行動といえる。市場原理に基づく市場情報を共有し、市場情報のみを媒体として各プロバイダが自律的で合理的な行動な行動をとることによって、集団全体として均衡状態が実現される。その均衡状態を操作する方法について考える。[1][2]

一定のルールで動作する市場ルールのもと、各プロバイダの相互依存的な動作は市場価格に反映され、各プロバイダの相互依存性は市場ルールの中に集約される。各プロバイダは、相互依存性を考慮することなく、自己の効用関数を最適にする行動を自らの判断だけで決定する。そこで、自己のユーザー数と、他のプロバイダのユーザー数を持ちいて、この効用関数を自己のユーザー数と価格関数の積によって次式のように表すことにする。

$$U_i\{x_i, x(i)\} = x_i P_i\{x_i, x(i)\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

ここで、価格関数は、市場からの各プロバイダに市場情報として供給されるものし、一次関数として次式で与える。

$$P_i\{x_i, (i)\} = a_i - \sum_{j=1}^n b_{ij} x_j \quad (2)$$

Market Oriented Computation Model

Michio Kanegae, Masayuki Ishinishi and Akira Namatame

Department of Computer Science

National Defence Academy

自己の効用関数を最適にする行動を個人的合理性に基づく行動としたが、集団を形成するすべてのプロバイダの個人合理性の条件を満足する行動の組のことを競争的均衡解と呼ぶようにする。そのような競争解は、各プロバイダの限界効用関数を同時に満足する解として次式で与えられる。

$$\partial U_i\{x_i, x(i)\} / \partial x_i = M_i\{x_i, x(i)\} = 0 \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (3)$$

3 市場価格に基づく自己調整モデル

本節では、各プロバイダは、個人的な合理的な均衡解として求められる競争解を、価格関数を共通の情報として共有する。この情報に基づき、自己の行動を逐次調整する。ある時点 t における各プロバイダのユーザー数を $x(t)$ で表す。次の時点 $t+1$ における。各ユーザーのユーザー数は以下のルールによって修正される。

$$\begin{aligned} \text{if } M_i\{x_i, x(i)\} > \lambda_i \quad \text{then } x_i &:= x_i + \delta \\ \text{if } M_i\{x_i, x(i)\} < \lambda_i \quad \text{then } x_i &:= x_i - \delta \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、 δ は各プロバイダのユーザー数の修正量であり、 α をプロバイダの行動の更新速度と置くとき、自己の行動の決定プロセスは次式のようになる。

$$\delta = x_i(t+1) - x_i(t) = (\alpha / \beta_{ii}) M_i\{x_i, x(i)\} \quad (5)$$

$$x_i(t+1) = (\alpha / \beta_{ii}) P_i(t) + (1 - \alpha) x_i(t) \quad (6)$$

各プロバイダの効用を最適にするよう自己の供給量を決定するが、他のプロバイダとの相互作用によって自己の供給量を規制することによって、制約条件を満足するような競争解を得ることができる。

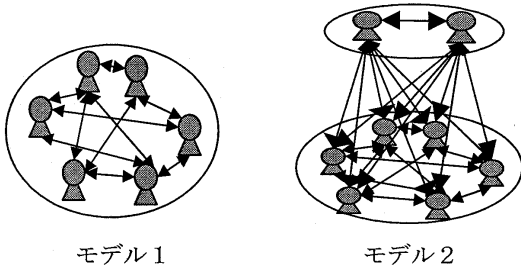
4 組織の進化プロセス

各プロバイダは自分の効用を最大にするために価格を高く設定しつつ、なおユーザーをたくさん獲得しようとする。各ユーザーは、プロバイダから与えられる価格情報をみて自己の行動を決定する。また、プロバイダ間には力関係が存在し相互作用係数により価格は各プロバイダ間で異なる。以上の関係をもとに次の4つのプロバイダ間の組織形態を考えてみる。

モデル1：各プロバイダ間に力関係がなく、みな同じ状態であるとき

モデル2：二人のプロバイダが、他のプロバイダに

対して影響を与えるようになったとき

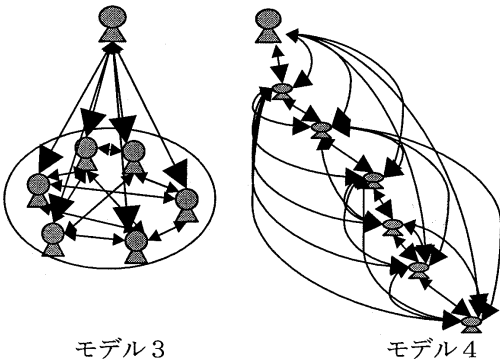


モデル1

モデル2

モデル3：一人のプロバイダのみ、他のプロバイダに対して影響を与えているとき

モデル4：プロバイダ間に序列関係ができたとき



モデル3

モデル4

以上の4つの組織形態についてシミュレーションを行いそれぞれの場合における各プロバイダが獲得した効用の総和を求めて表したのが次の Fig.1 である。

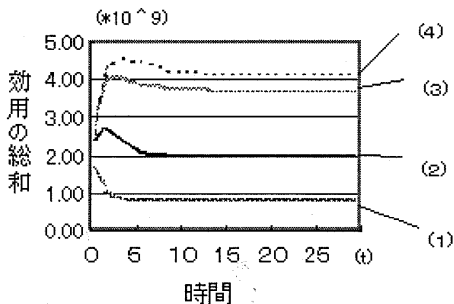


Fig.1 総効用数総和の推移

モデル1：各プロバイダ間には、等しい相互作用が存在してプロバイダ間は常に相手からの影響を受けつつもまた、相手に影響を与える。この状態ではプロバイダ間の力関係は並列であり、どのプロバイダも一様になっている。

モデル2：プロバイダの集団の中から2つのプロバイダが抜け出し、2つのプロバイダのみが強い影響

力を与えるようになる。

モデル3：プロバイダ集団から一つだけのプロバイダが抜け出し、他のプロバイダに多大な影響を与えるようになり、逆にこのプロバイダに対してはわずかにしか影響を受けない。

モデル4：さらに、そのプロバイダ集団の中から一つずつ抜け出していき、力関係が縦に列になり、上側のプロバイダは下のプロバイダに対して多大な影響を与えるようになるが逆に下のプロバイダについてはわずかな影響しか上のプロバイダに影響を与えることはできない。

5 組織の進化の進化に対する知見

それぞれの組織形態において各プロバイダーが獲得する効用の総和を、その組織の適応度と考えるならば、組織の進化プロセスについて次の知見が得られる。

結果として、初期状態である各プロバイダが均衡した状態からそのうちその均衡状態が崩れ、抜け出すプロバイダ集団がでてくるようになる。また、抜け出したプロバイダ集団の中でさらにまたプロバイダ集団を形成するようになり、さらにその中からまたプロバイダが抜け出していき。そういうことを繰り返すうちにプロバイダの中に階層ができはじめ、そのうち完全な階層集団ができる。

6 まとめ

市場ルールのもとで各プロバイダは自己の効用をあげるために自ら競争しあいながら、階層社会を作り出し相手に影響力を及ぼすことによって自らの効用を高めようとする。相手に与える影響が高ければ高いほど自己の行動は制限されずさらに効用を高めることができる。各プロバイダがその影響力によって階層社会を作ること示した。

参考文献

- [1] 生天目章 マルチエージェントと複雑系
- [2] 通信白書 1999年度版
- [3] Y.Bekos "The Emerging Role of Electronic Marketplaces on the Internet" Communications of the ACM, Vol.41, pp.35-42, 1998.