情報通信における加入者集合の均衡[†]

三 友 仁 志*

1. は じ め に

情報通信サービスは、加入者相互の通信を目的とするサービスと、データベース等を利用した情報の一方的な授受を目的とするサービスとに分類することができる。情報通信サービスを経済学的に分析する場合、この二分法は重要な意味をもつ。

前者においては、加入者間の即時的な情報の交換が可能である。電話などのシステムを通じた加入者間の通信がその例である。加入者相互間の通信における顕著な特徴は、(i) 基本料金のみを支払い、直接的な対価を支払わずに、他の加入者からの通信すなわち受信によって便益を得ることができる；(ii) 加入者の便益がシステムの加入者数や、誰が加入しているかあるいは加入するつもりかという点に依存することである。第2番目の特徴は、通信システムへの加入者数が増加するほど、一加入者が当該サービスから得ることのできる便益は増加し、また彼と他の加入者との関係の強弱によって便益が変化することを意味する。この特性は、『需要の外部性』と呼ばれ、通信サービスの需要・供給を経済学的に分析するうえで基本的に重要である。

このようなシステムが新たに開設される場合、それが非常に利便性の高いものであり、加入したいと考える利用主体ですら、当初から単独で加入することはない。すくなくとも自分が通信するであろう相手が同時に加入するか、あるいはそうした相手の加入を見越して加入するはずである。ここで利用主体とは、通信システムへの加入の有無にかかわらず、そのシステムを通じて情報の送信・受信をおこなうあるいはおこなうであろう顕在的・潜在的加入者であり、個人、家庭、企業等さまざまな形態が考えられる。

本研究の目的は、加入者相互の通信を目的とする情報通信システムの加入者集合の形成とその特性を経済学的に分析することにある。利用主体の非同質性と非匿名性を仮定することによって、需要の外部性発生メカニズムを需要関数に内生化し、形成される加入者集合の均衡を厳密に定義する。それらの存在条件を、二部料金との関連において導く。

情報通信経済学においては、加入者集合の規模に関する性質として、これまで次の2つの概

* 専修大学商学部

† 本論文は、第28回年次大会において発表した論文に加筆・修正を加えたものである。発表に際し、討論者の労をとられた高橋秀悦先生(東北学院大学)、藤岡明房先生(敬愛大学)および有益なご意見をくださった諸先生、および貴重なコメントを頂戴した2名の匿名のレフェリーに感謝の意を表わしたい。

念が提起されている：

(1) 臨界加入者集合(critical mass)

＝システムが事業化可能となるため最小の加入者数の規模

(2) 均衡加入者集合(equilibrium subscriber set)

＝事業化可能となった後のシステムの究極の拡張水準

これらの集合の概念は、Rohlf's (1974) によってはじめて提唱された。彼は情報通信市場の需要側の詳細な分析を行ない、利用者および非利用者を含めたすべての個人が効用を最大化している状態であるときの加入者の集合として、均衡利用者集合 (equilibrium user set) の概念を導入した。加入者集合に関する一般的な特性について調べ、非空の均衡利用者集合の存在条件を明らかにした。また、開設の問題、すなわちいかに臨界加入者数に到達するかという問題に対し、二部料金の適用を論じた。

Oren & Smith (1981) は、開設に必要な臨界加入者数と、加入者集合の究極の拡張水準の双方を決定する経済学的モデルを開発した。情報通信サービスに異なった2種類の料金体系、すなわち定額料金と三部料金を適用することの影響を、利用者は総便益から支払費用を差し引いた純便益を最大化し、供給者は利潤を最大化するという仮定のもとで評価した。

しかしこれらの論文では、集合の定義が曖昧であり、概念的に論じられているとの印象を拭いきれない。これら2つの集合の特性および形成過程をより厳密に考察することは、情報通信を分析する上で重要であろう。

2. 利用主体の非同質性

通信ネットワークは利用主体の加入によって形成され、加入者は月々の基本料金と利用量に比例する通信料金を支払い、通信サービスの供給者は加入者当たりの固定費用と供給する通信サービス当たりの供給費用をまかなうことによってネットワークは維持されようと考えよう。したがって、公衆電話など、利用主体の加入を伴わないものは除外されている。簡単化のため、分析の対象となる通信サービスは独占的供給者によって提供され、従って競合する同質の通信システムへの自由な移行はおこなわれないと仮定する。

当該システムを通じた通信によって形成される利用主体の集合について考えよう。存在するすべての利用主体と通信をおこなう可能性があるとは仮定すれば、社会全体をこの集合と考えてもよい。

経済理論では、簡単化のため、人々は同一の効用関数をもつと仮定され、したがって、需要関数もすべての人々にとって同一である。しかし、消費の番地が判っている非匿名型の情報通

信サービスにとって、この仮定は極めて不都合である。なぜならば、ある主体の通信は特定の相手に情報を伝達するための手段として行なわれるものであり、相手先への情報の伝達に伴う派生的需要の性格が強いからである。

情報通信を経済学的に分析する場合、したがって、利用者は非同質であり、非匿名である必要がある。ここでは、Oren & Smith (1981) の方法に基本的に従い、各利用主体が異なった利用量をもつという非匿名かつ非同質的な需要関数を定義する。

利用主体の集合におけるある利用主体の識別指標を ξ とし、同一集合内に存在する別のある利用主体の識別指標を η としよう。一般性を失うことなく、これらの主体は、区間 $[0, 1]$ 内に分布しており、いかなる主体も、他の主体と通信する可能性をもつと仮定する。主体は、区間 $[0, 1]$ において連続的に分布し、その密度関数が $g(\eta)$ で表わされると仮定しよう。ある主体 ξ の総潜在通信量は、主体 ξ と η との相関関数 $s_0(\xi, \eta)$ および密度関数 $g(\eta)$ によって

$$V(\xi) = \int_0^1 s_0(\xi, \eta) g(\eta) d\eta \quad (2.1)$$

と表すことができる。ここで、相関関数 $s_0(\xi, \eta)$ とは、主体 ξ から η への潜在通信量を定義するものであり、したがって、 $s_0(\xi, \eta)g(\eta)d\eta$ は指標 ξ をもつ主体が $[\eta, \eta + d\eta]$ の範囲にあるすべての利用主体に送る潜在通信量である。

仮定 1. 利用主体は潜在通信量の大きさによって序列化することが可能である。

すべての利用主体はおのこの値の異なる $V(\xi)$ をもつ。そこで最大の潜在通信量をもつ主体の指標を $\xi=0$ 、最小のそれをもつ主体の指標を $\xi=1$ とし、 $V(\xi)$ の大きさによって集合内に存在する全主体を並べかえる。すなわち、それにより ξ は潜在的な通信需要の大きさを示す利用主体の序列特性を表わす。並べかえた後に主体間の相関が $s(\xi, \eta)$ で、また利用主体の分布が連続関数 $f(\eta)$ で表わされると仮定すれば、潜在通信量による全利用主体の序列が形成される。

仮定 2. 加入に関する選好は ξ に関して単調である。

この場合、潜在通信量の大きい主体から当該通信システムに加入することになる。もし、加入に関する選好が ξ に関して単調でない場合には、あらゆる価格水準に対してどの主体が加入するのかを特定化しなければならない。

当該システムに加入している最小の潜在通信量をもつ利用主体の指標を $\xi=y$ とすれば、加入者の集合は閉区間 $[0, y]$ であるので、 $0 \leq \xi \leq y$ なる指標をもつ利用主体にとって実現可能な

潜在通信量は

$$S(\xi, y) = \int_0^y s(\xi, \eta) f(\eta) d\eta \quad (2.2)$$

で定義される。ただし、以下を仮定する：

$$\partial S(\xi, y) / \partial \xi \leq 0, \quad \partial S(\xi, y) / \partial y \geq 0. \quad (2.3)$$

したがって、(2.1) および (2.2) 式より、社会的総潜在通信量 V_s 、および実現可能社会的総潜在通信量 V_R は、以下のように与えられる。

$$V_s = \int_0^1 V(\xi) f(\xi) d\xi, \quad V_R = \int_0^y S(\xi, y) f(\xi) d\xi \quad (2.4)$$

加入者集合の規模を表す y は、一加入者にとっては外生的に与えられるものであるが、独占的供給者あるいは政策担当者にとっては料金水準を変化させることによってコントロール可能である。

加入者数は、一加入者の需要の大きさに影響を与えるが、誰が加入者であるかという点については問題としないと仮定しよう。この条件は、“uniform calling pattern” の仮定と呼ばれる (Rohlfis (1974) 参照)。一加入者の需要量 v は、料金水準 m 、それ自身の識別指標 ξ 、および加入者集合の規模 y に依存して決定される。すなわち、

$$v = D(m, \xi, y). \quad (2.5)$$

仮定 3. 実現可能潜在通信量 $S(\xi, y)$ は、料金がゼロであるときの潜在的な需要量である。

情報通信サービスに対する需要は、基本的に派生的需要であるので、ゼロの料金に対して有限な需要量を仮定することができる。上の需要関数を分離可能な需要関数すなわち

$$v = D(m, \xi, y) = D(m, S(\xi, y)) \quad (2.6)$$

のように想定しよう。Oren & Smith (1981) は、積形式に分離可能な需要関数

$$D(m, \xi, y) = h(m) S(\xi, y) \quad (2.6')$$

$$\text{ただし、} h(m) \geq 0, \quad dh(m)/dm < 0$$

を例示している。このとき需要量と実現可能潜在通信量との関係は、

$$D(0, \xi, y) = S(\xi, y) \quad (2.7)$$

である。

システムの利用主体は効用最大化行動によってその最適送信量を決定すると考えよう。その

ときシステムの利用便益は、効用最大化行動に基づき、利用主体の自発的な意思により料金を支払ってシステムを利用する送信によってのみ形成されるものとする。したがって、ここでは受信による便益は考慮に入れられない。送信によって形成される便益は、送信の需要曲線下の面積で定義することができる。通信量 1 単位当たりの利用料金を m としよう。粗便益は与えられた料金水準およびそれにおいて需要される通信量に依存して決定される。よって、加入者集合 y における利用主体 ξ の粗便益は、 $B(m, \xi, y)$ と記することができる。なぜならば、ある料金水準 m における送信の需要量は需要関数 $v = D(m, \xi, y)$ によって与えられるので、これを m について解くと $m = m(v, \xi, y)$ となり、粗便益は

$$B(m, \xi, y) = \int_0^{v_m} m(v, \xi, y) dv \quad (2.8)$$

$$\text{ただし } v_m = D(m, \xi, y)$$

$$= \int_0^{v_m} h^{-1}(v/S(\xi, y)) dv \quad (2.8')$$

と表わすことができるからである。加入者集合に存在する主体が情報通信サービスから得ることのできる粗便益 $B(m, \xi, y)$ は、料金の水準だけでなく、加入者集合の規模 y およびその集合内における加入者の序列を表す指標 ξ に依存することを意味する。これは、情報通信サービスに対する需要の正の外部性を直接的に表現したものである。 $B(m, \xi, y)$ は、また、情報通信サービスに対する利用主体 ξ の『支払意思額 (willingness to pay)』と解釈することができる。

分離可能性を仮定すれば、粗便益 $B(m, \xi, y)$ は、加入者集合の規模 y に関して単調増加、利用主体の指標 ξ に関して単調減少であることは容易に理解できる。すなわち、ある加入者の便益は加入者数が増加するほど増し、また潜在的通信量の大きな利用主体ほど大きな便益を享受する。

利用量 v に依存する料金案 $C(v)$ が提示されたとしよう。この料金案に対して、各加入者の効用を最大化する消費量は、単位利用料金に対応する需要曲線上の点で一意的に与えられるので、最大の純便益は、粗便益より総料金支払額を控除した次式で与えられる：

$$\begin{aligned} \phi(m, \xi, y) &= B(m, \xi, y) - C(v) \\ &= B(m, \xi, y) - C(D(m, \xi, y)), \end{aligned} \quad (2.9)$$

ある加入者集合が実行可能であるためには、既加入者の純便益は非負でなければならない：

$$\xi \in [0, y] \text{ に対し, } \phi(m, \xi, y) \geq 0. \quad (2.10)$$

3. 加入者集合の形成

加入者集合の形成は、最小の通信量をもつ加入者に関する純便益を考察することによって分析することが可能である。(2.10)式において、単位利用料金 m が利用量に関して一定であるならば、加入者集合の実行可能性 (feasibility) 条件は次のように書き換えることができる。すなわち、ある加入者集合が実行可能であるためには、 $\xi=y$ なる指標をもつ最小の加入者(すなわち最小の実現可能潜在通信量をもつ加入者)に関し、純便益が非負でなければならない:

$$\xi=y \text{ に対し, } \phi(m, \xi, y) \geq 0. \quad (3.1)$$

ここで、加入者集合の均衡を定義しよう。

定義 1. (加入者集合の均衡) ある加入者集合 $[0, y^*]$ において、最小の加入者 $\xi=y^*$ の純便益がゼロであるとき、すなわち、 $\phi(m, y^*, y^*)=0$ を満たすとき、この加入者集合 $[0, y^*]$ は均衡である。

最小加入者の純便益 $\phi(m, y, y)$ が正である限り、加入者集合は拡大する。 $\xi=y$ よりも微小の指標をもつ利用主体も加入することによって正の純便益を得ることができるからである。このことは、加入者集合の成長が、最小加入者の純便益によって与えられることを意味する。加入者集合の形成速度は、最小加入者の純便益によって規定されるのである。すなわち、

$$\dot{y} \equiv \frac{dy}{dt} = H(\phi(m, y, y)). \quad (3.2)$$

ここで $H(\cdot)$ は加入者集合の形成速度を規定する関数である。(3.2)式の最も単純な表現は、

$$\dot{y} \equiv \frac{dy}{dt} = \phi(m, y, y) \quad (3.3)$$

である。

仮定 4. (ゼロ加入者集合の安定性) 加入者の存在しない加入者集合は、安定である。

補助定理 1. $H(0)=0$

証明: ゼロ加入者集合のとき $y=0$ であり、この場合、明らかに $\phi(m, y, y)=0$ 。

仮定 4 より、ゼロ加入者集合は安定であるので、 $\dot{y}=H(0)=0$ でなければならない。

[証明終]

定義 2. (均衡の安定性) (3.2) 式で形成速度が与えられる情報通信システムのある均衡加入者集合 $[0, y^*]$ が漸近的に安定であるとは、ある許容可能な初期点 y_0 に対し、(3.2) 式の解 $\Psi(t; y_0)$ が $\lim_{t \rightarrow \infty} \Psi(t; y_0) = y^*$ を満たすことである。

定義 3. (安定均衡加入者集合) ある情報通信システムの加入者によって構成される加入者集合が非空であり、かつ、いかなる非加入者も当該システムに加入しようとする行動をとらず、また既加入者はシステムから脱退しようとしないうち、この集合を安定均衡加入者集合という。

定義 4. (臨界加入者集合) システムが実行可能となるために必要な(最小の)不安定均衡の加入者集合を臨界加入者集合という。

図 1 には、ある単位利用料金水準に対し、最小加入者の純便益が、 $y \in [0, 1]$ に関して単峰形となる典型的な場合が示されている。一定の単位利用料金体系 $C(v) = mv$ に対し、 $\phi(m, y^*, y^*) = 0$ を満たす 2 つの均衡加入者集合 $[0, y_1^*], [0, y_2^*]$ が存在する。(3.3) 式が成立するならば、ある一定の料金水準における切断面は、このシステムの位相図に一致する。

定理 1. システム (3.3) 式に対し、均衡点 $y = y^*$ において $d\phi(m, y, y)/dy < 0$ であるならば、均衡加入者集合 $[0, y^*]$ は安定均衡加入者集合である。

定理 2. システム (3.3) 式に対し、均衡点 $y = y^*$ において $d\phi(m, y, y)/dy > 0$ であるならば、均衡加入者集合 $[0, y^*]$ は臨界加入者集合である。

証明: 均衡点 y^* に対して $\mu = y - y^*$ とおき、 y と y^* の距離を関数

$$D(\mu) = \mu^2 \quad (3.4)$$

で測るものとする。この場合、 $D(\mu) \geq 0$ であり、 $\mu = 0$ であるとき、かつそのときにおいてのみ、 $D(\mu) = 0$ である。さらに、

$$\dot{D}(\mu) \equiv \frac{dD(\mu)}{dt} = 2\mu \frac{d\mu}{dt} = 2\mu(\dot{y} - \dot{y}^*) = 2\mu\dot{y} \quad (3.5)$$

Lyapunov の定理によって、 $d\phi(m, y^*, y^*)/dy < 0$ を満たすような点 (例えば図 1 における $y^* = y_2^*$) に対して

図1 最小加入者の便益が単峰形である場合の臨界加入者集合と安定均衡加入者集合の水準

$$\left. \begin{array}{l} \mu > 0 \text{ のとき } \dot{y} < 0 \\ \mu < 0 \text{ のとき } \dot{y} > 0 \end{array} \right\} \text{いずれの場合においても } \dot{D}(\mu) < 0 \text{ であり安定。}$$

同様に, $d\psi(m, y^*, y^*)/dy > 0$ を満たすような点 (例えば図1における $y^* = y_1^*$) に対して

$$\left. \begin{array}{l} \mu > 0 \text{ のとき } \dot{y} > 0 \\ \mu < 0 \text{ のとき } \dot{y} < 0 \end{array} \right\} \text{いずれの場合においても } \dot{D}(\mu) > 0 \text{ であり不安定。} \quad [\text{証明終}]$$

仮定 5. システム (3.2) 式において, $dH(\phi)/d\phi > 0$.

定理 3. システムが仮定 5 を満たすとき, 均衡点 $y=y^*$ において $d\phi(m, y, y)/dy$ が負であるならば, 加入者集合 $[0, y^*]$ は安定均衡加入者集合であり, 正であるならば臨界加入者集合である。

証明: (3.4), (3.5) 式と同様に均衡点から距離を測定する関数 D を設定すれば,

$$\begin{aligned} \dot{D}(\mu) &= 2\mu(\dot{y} - \dot{y}^*) \\ &= 2\mu\{H[\phi(m, y, y)] - H[\phi(m, y^*, y^*)]\} \\ &= 2\mu H[\phi(m, y, y)] \end{aligned} \quad (3.6)$$

となり, 定理 1 および 2 と同様に, $\dot{D}(\mu)$ の正負から加入者集合が安定均衡加入者集合であるか臨界加入者集合であるかが判別される。 [証明終]

システムの安定性を判断する主要な方法の 1 つとして, 安定性を決定する最適化関数 (ポテンシャル関数) に依拠した方法が考えられる。(3.2) あるいは (3.3) 式で示されるシステムの最適化関数を $U(y)$ とおけば, 「力=加速度」の関係から,

$$-\partial U(y)/\partial y = \ddot{y} \quad (3.7)$$

が成立しなければならない。

定理 4. (3.2) あるいは (3.3) 式で示される相互通信型の情報通信サービスの加入者集合には, 均衡の安定・不安定性を決定する最適化関数 (ポテンシャル関数) は存在しない。

証明: (3.2) 式の系について考察しよう。簡単化のため $\dot{y} = v(\phi(y))$ と表わす。(3.2) 式を時間に関して微分することにより,

$$\ddot{y} \equiv \frac{\partial}{\partial t} \dot{y} = \frac{\partial v}{\partial \phi} \frac{\partial \phi}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial \phi} \frac{\partial \phi}{\partial y} v(\phi(y))$$

を得る。(3.7) 式より,

$$-\frac{\partial^2 U(y)}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial \phi} \frac{\partial \phi}{\partial y} v(\phi(y)) + \frac{\partial v}{\partial \phi} \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} v(\phi(y)) + \left(\frac{\partial v}{\partial \phi} \frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2$$

均衡点 $y=y^*$ においては, $v(\phi(y^*))=0$ であるから, 結局,

$$-\frac{\partial^2 U(y)}{\partial y^2} = \left(\frac{\partial v}{\partial \phi} \frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 \geq 0$$

となる。したがって、均衡点における最適化関数の2次微分は常に非負となり、均衡点の安定・不安定を判別することはできない。 [証明終]

これは、ここで定式化された情報通信サービスの加入者集合の運動が、力学で言うところの「非保存系」に相当することを意味する。

ここで情報通信サービスの最も一般的な料金体系である二部料金 (two-part tariff) を導入しよう。二部料金とは、利用量に応じて賦課される利用料金の他に、利用量に関係なく (月々の) 基本料金を支払う制度である。すなわち、

$$C(v) = C_0 + mv \quad (3.8)$$

C_0 : 基本料金, m : 単位利用料金, v : 利用量

定理 5. (二部料金制度の実行可能性) 最小加入者の便益関数 $\phi(m, y, y)$ が区間 $(0, 1)$ で正の極大値をもつならば、二部料金制度 (3.8) は実行可能である。

証明: $y^{**} \in (0, 1)$ を便益関数 $\phi(m, y, y)$ の極大値を与える点としよう。 $\phi(m, y^{**}, y^{**}) > 0$, かつ y^{**} において $\partial \phi(m, y, y) / \partial y = 0$, $\partial^2 \phi(m, y, y) / \partial y^2 < 0$ である。 $\phi(m, y^{**}, y^{**}) > C_0 > 0$ を満たす基本料金 C_0 を適切に設定することによって、

$$\phi(m, y, y) - C_0 = 0$$

を満たす均衡点を少なくとも2つ得ることができる。定理1および2より、その中には、臨界加入者集合と安定均衡加入者集合が少なくとも1つずつ存在する。 [証明終]

補助定理 2. 加入者の一様分布を仮定する。需要関数が (2.7) 式を満たすとき、 $\partial^2 \phi(m, y, y) / \partial y^2 < 0$ となるための十分条件は、

$$\begin{aligned} \partial s(\xi, \eta) / \partial \xi < 0, \quad \partial s(\xi, \eta) / \partial \eta < 0, \\ \partial^2 s(\xi, \eta) / \partial^2 \xi \leq 0. \end{aligned} \quad (3.9)$$

証明 需要関数の分離可能性の条件より、 $\partial^2 \phi(m, y, y) / \partial y^2$ の符号を調べるためには、 $\partial^2 S(y, y) / \partial y^2$ の符号を調べればよい。

$$\partial^2 S(y, y) / \partial y^2 = S_{11}(y, y) + S_{12}(y, y) + S_{21}(y, y) + S_{22}(y, y)$$

であるから、(3.9)式を満たすならば

$$S_{21}=S_{12}=\frac{\partial^2}{\partial\xi\partial y}\int_0^y s(\xi,\eta)d\eta=\frac{\partial}{\partial\xi}s(\xi,y)<0$$

$$S_{22}=\frac{\partial^2}{\partial\xi\partial y}\int_0^y s(\xi,\eta)d\eta=\frac{\partial}{\partial y}s(\xi,y)<0$$

$$S_{11}=\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}\int_0^y s(\xi,\eta)d\eta=\int_0^y\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}s(\xi,\eta)d\eta\leq 0$$

となり、

$$\partial^2 S(y,y)/\partial y^2 < 0.$$

[証明終]

例. (線形の需要関数)

諸仮定を満たす最も簡単な実現可能潜在通信量およびそれに基づく線形需要関数を以下のよう
に定義する：

$$S(\xi,y)=\alpha(1-\xi)(2-y)y/2, \quad \text{ただし } \alpha>0 \text{ は定数.}$$

$$D(m,\xi,y)=(1-m)S(\xi,y)=\alpha(1-m)(1-\xi)(2-y)y/2.$$

この場合、 $D(0,\xi,y)=S(\xi,y)$ なる関係が満たされる。 $S(\xi,y)$ は、明らかに利用主体間の
関係を定義した線形の相関関数

$$s(\xi,\eta)=\alpha(1-\xi)(1-\eta)$$

を一様分布の仮定のもとで、 $\eta=0$ から $\eta=y$ まで積分したものである。主体 ξ の消費者余剰(純
便益)は以下のように表わされる。

$$\phi(m,\xi,y)=\alpha(1-m)^2(1-\xi)(2-y)y/4,$$

よって、最小加入者 $\xi=y$ の純便益は以下のようになる。

$$\phi(m,y,y)=\alpha(1-m)^2(1-y)(2-y)y/4,$$

この関数は、区間 $[0,1]$ において単峰形である。適切な基本料金 C_0 を設定することにより、
 $\phi(m,y,y)-C_0=0$ を満たす点を2つ存在させることができる。このとき、臨界加入者集合と
安定均衡加入者集合は1つずつ存在する。

4. お わ り に

需要の外部性が存在すること、およびそれに基づき、一定規模以上の加入者を最初に集めな
ければシステムは事業化可能とならないこと、そして事業化可能となった後も、他の条件が一

定ならば、ある規模に加入者数が収束することは、情報通信サービスの経済学的分析において重要な特性として論じられてきた。しかし、これまでの議論は直感的で、これらが仮定条件なのか、それとも導かれた帰結なのかは不明確であった。

この論文では、利用主体の非同質性と非匿名性を仮定することによって、需要の外部性発生メカニズムを需要関数に内生化し、形成される加入者集合の均衡に関し考察を加えることによって、安定均衡加入者集合と臨界加入者集合を厳密に定義した。そして、それらが存在するための条件を、二部料金との関連において導いた。

臨界加入者集合あるいは均衡加入者集合にいかに関達するかという問題を動学的に分析することは、今後の課題として重要であろう。とくに、新たな通信サービスの提供を開始する場合において、この問題は、『開設問題 (start-up problem)』と呼ばれている。

相互通信型の通信システムでは、新しいサービスが提供される場合、例えば加入すること自体が地位の象徴となるような大きな魅力が存在しない限り、事前に何らかの勧誘活動あるいは加入上の特典等を設けなければ、加入するものはわずかで、結局、加入者集合はゼロに収束するであろう。このことは、 $y=0$ が安定な均衡の1つであることから明白である。

Rohlf's (1974) は、開設問題に対する基本的な方策として、

- (i) 一定期間の無料提供策
- (ii) 導入料金 (low introductory price) 策

の2つの方法があること示した。

導入料金政策は、料金水準を段階的に変化させることによって、必要な加入者の水準に到達させるものである。この政策は、供給者の利潤の最大化あるいは均衡までの到達時間の最小化を目的関数とした最適制御問題として定式化することができよう。詳細は今後の課題としたい。

参 考 文 献

- [1] Burmeister, E. & A.R. Dobell (1970), *Mathematical Theories of Economic Growth*, Macmillan.
- [2] Oren, S.S. & S.A. Smith (1981), "Critical Mass and Tariff Structure in Electronic Communications Markets", *The Bell Journal of Economics*, Vol. 12, No. 2, pp. 467-487.
- [3] Rohlf's, J. (1974), "A Theory of Interdependent Demand for a Communications Service", *The Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 5, No. 1, pp. 16-37.
- [4] Zhang, W.J. (1991), *Synergetic Economics*, Springer-Verlag.
- [5] ポントリャーギン他 (1967), 「最適過程の数学的理論」, 文一総合出版.
- [6] ポントリャーギン (1963), 「常微分方程式」, 共立出版.
- [7] 三友仁志 (1987), "外部性の存在に基づく情報通信の最適価格形成", 「地域学研究」, 第 17 卷, pp. 71-83.
- [8] 三友仁志 (1990), "情報通信市場の自由化と経済的効率性", 「地域学研究」, 第 20 卷, pp. 161-179.

On the Equilibrium Sets of Subscribers to a Telecommunications Service

Hitoshi MITOMO

This paper examines the formation and properties of subscriber sets of a bi-directional telecommunications service. Most bi-directional telecommunications systems have demand or consumption externalities in that the benefit to a subscriber depends upon the number of subscribers to the system or upon who they are. When a new telecommunications system is to be set up, even an establishment that feels it convenient and is willing to subscribe will not do so alone. It will either subscribe with others or agree to subscribe in anticipation of others joining.

The success or failure that a new service experiences depends upon whether they attract enough users to become feasible and profitable. This means that there exist two significant sets. The one is the minimum subscriber set for the system to be feasible and the other is the ultimate expansion level of it. The former is called the critical mass and the latter the equilibrium user set.

Although some authors have proposed this idea, their argument would be rather intuitive. In this paper, I give a rigorous definition of these sets in the context of the stability and unstability of them. Heterogeneous and nonanonymous users are assumed to formulate the model. Equilibria of the system are defined as a set of users in which the benefit to the smallest usage subscriber is equal to zero. A dynamic approach is applied to examine the stability of the system. The condition for a two-part tariff system to be feasible is derived.