

# 社会起業家による公共財の私的供給

—IT 分野への応用とゲームモデル分析—

金 野 和 弘

1. はじめに
2. 社会起業家の機能
3. IT 分野における社会起業家の特徴
  - (1)事例：Linux
  - (2) IT 分野における公共財供給の特徴
4. モデル分析
  - (1)仮定および設定
  - (2)ヒエラルキー型提携ゲームの定式化
  - (3)提携の形成過程の定式化
  - (4)提携規模の決定要因
5. おわりに

## 1. はじめに

近年、社会的な共通利益を実現する公共財供給の担い手として社会起業家（Social Entrepreneur）が注目されている。政府の失敗、国や地方自治体の財政逼迫などの問題を解決するべく、社会起業家は多様化する社会的ニーズに対応した良質な公共財を供給している。無論、このような社会起業家が多数出現することは社会全体の利益となる。

社会起業家が活動する分野は多岐にわたっており、代表的な分野としては社会福祉や環境、地域振興などが挙げられる。情報技術および情報通信技術（以下、IT）分野も例外ではない。社会起業家が中心となって、良質なソフトウェアやサービスを無料もしくは安価で提供しようという事例がいくつかみられる。たとえば、第2節で取り上げる Linux や、インターネット百科事典の Wikipedia などである。これらの事例では、優れたソフトウェアやサービスを無料もしくは安価で利用できるという共通利益を生み出すために、社会起業家が重要な役割を果たしている。成功事例では、社会起業家がまず核となる部分を開発し、それをもとに他の参加者を組織化および調整しながら参加者全員の貢献を結集して優れたソフトウェアやサービスという「公共財」を創り上げてゆくという点で共通している。このような開発形態は近年、クラウドソーシング（Crowdsourcing）と呼ばれ、注目を集めている<sup>1)</sup>。IT 分野は、インターネット技術それ自身を含むという点からも公共財の私的供給においてクラウドソーシングが最も適する分野の1つであるといえる。

そこで本稿では、IT 分野における社会起業家による公共財供給を研究する。IT 分野における公共財供給の成功事例を取り上げ、IT 分野固有の性質を抽出する。次に、得られた性質をもとにモデル分析を行い、IT 分野で公共財供給が成功するための条件を導出する。

ここで、本稿に関係する先行研究と本稿との関係に触れておく。公共財の自発的供給理論は、Bergstrom *et al.* (1986) を端緒とし、その後 Andreoni (1998) が寄付モデルを発展させた。しかしこれらのモデルは、公共財供給を担うリーダーすなわち社会起業家の存在を前提としておらず、IT 分野を分析対象としていない。Ueda (2005) および Ueda (2006) は、公共財供給を担う社会起業家の存在を前提とし、その性質に着目した。Ueda (2005) は、社会起業家のリーダーシップにより実行される「自発的寄付による資金調達モデル」を提示した。さらに、本田 (2006) は森林保全活動の事例を取り上げ、Ueda (2006) のモデルを消耗戦ゲーム枠組みに取り込むことで一般化した。しかしこれらの文献も IT 分野を分析対象としていない。

本稿は、社会起業家による公共財供給を IT 分野に応用したという点で、これらの文献とは異なる。本稿では Linux を代表事例として取り上げ、IT 分野特有の性質を抽出する。次に、事例から得られた結果をもとにモデル分析を行う。公共財供給における組織化段階および管理段階を分析するために、Demange (2004) のヒエラルキー型提携ゲームを援用する。さらに、提携を形成するための交渉過程を明示するために、提携ゲームに Slikker and van den Nouweland (2001) の Link and Claim ゲームを組み込む。

本節以降の本稿の構成は以下の通りである。第2節では、社会起業家の定義と機能を示す。第3節では、IT 分野における事例として Linux を挙げるとともに IT 分野の特徴を示す。第4節では、前節で得られた結果をもとに、ゲームモデル分析を行う。そして第5節は結語である。

## 2. 社会起業家の機能

社会起業家とは、「金銭的報酬のみならず、共通利益もしくは社会的使命の実現から効用を得る者」である<sup>2)</sup>。社会起業家は、社会全体もしくは多くの人にとって利益となる、社会問題の解決や優れた公共サービスの提供などの公共財の供給自体に私的利益を感じる者でなければならない<sup>3)</sup>。これらを実現するために、社会起業家は未組織の潜在的受益者を組織し、そのプロジェクトを継続的に維持しなければならない。

そのため社会起業家は次の2つの機能を持つ。1つは組織化機能であり、もう1つは管理機能である。前者はプロジェクトが確立されるまでに必要な機能であり、たとえば公共財を供給するためのアイデアの創案、潜在参加者への説得や交渉、合意形成活動などである。後者はプロジェクトを実行する際に必要な機能であり、たとえば広告宣伝や広報活動、財の供給や保守管理、不正行為に対する監視および懲罰、その他の運営に必要な実務などである。

以上2つの機能を果たすために、社会起業家は相応の費用を被る。また社会起業家は、投下した費用の回収以外にも機能を果たすことの対価として金銭的報酬を請求することができる。これらは、公共財供給に必要な原資である。原資は、一般的に金銭的なものと、非金銭的なものの2つに分類できる。前者は補助金や融資という形で調達される場合もあるが、本稿では2種類の原資はともに参加者から貢献 (Contribution) という形で調達される場合を検討する。すなわち前者の貢献は参加者からの寄付であり、また後者は参加者のボランティア労働である。

公共財を私的供給する過程において、社会起業家は次の2つの問題に直面する。1つは

組織化段階におけるホールドアップ (Hold-up) 問題であり、もう1つは供給段階におけるプリンシパル・エージェント (Principal-Agent) 問題である。前者を克服するために、社会起業家は組織化労働に要した費用の一部を回収することを他の参加者に容認させるべく、彼らと交渉し説得しなければならない。後者を克服するために、社会起業家は非分配制約を受け容れて、非営利組織形態を選択する<sup>9)</sup>。

### 3. IT 分野における社会起業家の特徴

本節では、代表的事例として Open Source の Operating System (OS) である Linux の事例を挙げ、それをもとに IT 分野における社会起業家の特徴を提示する。

#### (1)事例：Linux

Linux は、1991年当時、フィンランドのヘルシンキ大学の大学院生であった Linus Torvalds が開発をはじめた Open Source の OS である。Open Source のソフトウェアとは、「ソースコードが公開されたソフトウェア」である<sup>5)</sup>。ソースコードが公開されているので、「自由に改変して新しいプログラムに作り替えたり、さらに改変したものを配布することが可能」となる<sup>6)</sup>。

Torvalds は開発当初から「OS 全体を新たに開発するのではなく、Kernel 以外のプログラムの多くは GNU プロジェクトが開発してきたツールを利用し、UNIX 環境をパソコンで実現することを目指していた」<sup>7)</sup>。実際、Linux において Torvalds が開発したのはその中核部分である Linux Kernel であり、その他の部分は他の Open Source のプログラムである GNU ソフトウェアで構成されている<sup>8)</sup>。それゆえ Linux はクラウドソーシング、すなわち社会起業家としての Torvalds をはじめとする多くのプロジェクトメンバーの群衆の叡智 (The Wisdom of Crowds) を結集して開発されたといえる。

Linux は、開発当初からインターネット上に形成された、いわゆる「Linux Community」で開発が進められてきた。最初は、Minix という教育用 OS のメーリングリスト (ML) 上で公開され、そこで支持を得た後、Linux Kernel 専用の ML が開設され、Community が形成された。現在、Linux の普及を支援する非営利コンソーシアムである The Linux Foundation によって Community は管理・運営されており、Torvalds もコンソーシアムに所属しながら「優しい独裁者 (Benevolent Dictator)」として Linux の開発にあたっている。

Linux 開発過程において Torvalds が果たしてきた社会起業家の役割は次のように表現されている<sup>9)</sup>。

リーダーとしてのリーナスは、伽藍方式でのリーダーのように卓越したデザイン能力を発揮するだけではなく、コミュニティのメンバーからの新しいアイデアを柔軟に取り入れながら、リナックスのデザインを進化させていった。人数が増えるメリットと、優れたデザインという目標を、柔軟なリーダーシップと絶妙なバランス感覚で両立させていったのである。

この記述から、Torvalds の開発者としての能力ばかりでなく、組織化労働および管理労働にも卓越した能力を持っていることがわかる。

Linux は現在も開発が続けられており、日々進化を遂げている。管理を担う The Linux Foundation はおもに寄付によって運営されており、個人による寄付ばかりでなく、米国の IBM 社や Linux 製品の販売によって発展し、新規株式公開（IPO）を果たした米国の Red Hat 社など、数多くの営利企業からも資金提供を受けている。

(2) IT 分野における公共財供給の特徴

Linux の事例をもとに、本項では IT 分野における公共財供給の特徴として6つ挙げる。すなわち、共通利益、参加者の私的利益、貢献の形態、社会起業家の組織化機能、社会起業家の管理機能、プロジェクトの構造である。

**共通利益** IT 分野における公共財とは、良質なソフトウェアやサービスであり、共通利益とはそれらの財サービスを安価もしくは無料で利用できることを指す場合がほとんどである。

**参加者の私的利益** 共通利益を実現するためのプロジェクトに参加した者は、それ自体から私的利益を得る。たとえば、プログラム能力の顕示欲が満たされること、プロジェクトへの参加によって所属欲求が満たされること、自分が書いたプログラムが採用されたことにより名誉欲が満たされること、名声を得ること、などが挙げられる。このような私的利益を獲得するために、寄付やボランティア労働の提供を通じてプロジェクトに参加する。IT 分野は、他の分野に比べて自発的な貢献が多いといえる。その理由として挙げられる点はいくつかあるが、たとえば高価なソフトウェアやサービスを提供する私的企業に対して反感を持つ者が多いこと、以前から自作したプログラムをフリーウェアやシェアウェアとして提供する風土があったこと、IT の活用により貢献にかかる取引費用を削減できること、などがある。

**貢献の形態** 前節で触れたように、プロジェクト参加者による貢献は寄付とボランティア労働の2つに大別できる。前者は開発コストの補填や社会起業家の報酬に充てられるが、IT 分野ではとりわけ後者の貢献が重要である。なぜなら、ボランティア労働は公共財の大部分を形作るために不可欠な要素だからである。Linux の事例では、社会起業家である Torvalds が核となる Kernel を開発したが、その他の部分は既存の GNU プログラムを利用し、それに参加者が改良を重ねてゆくという開発形態をとっている。つまり Linux の開発にはボランティア労働を担う参加者が不可欠であり、彼らなしには優れた性能を持つ Linux は存在しなかったであろう。プログラムを記述するという知的なボランティア労働を、以降では知的貢献と呼ぶことにする。

**社会起業家の組織化機能** 社会起業家の組織化機能はさらに2つに分けられる。1つは、公共財の核となる部分を創作する前段階の機能であり、もう1つは実際に組織化を行う機能である。前者が必要な理由は、公共財の全体像やその優位性が明確にわかるものがなければ、潜在的参加者を説得することができないからである。潜在的参加者が全体像を把握し共通利益と私的利益を認識できなければ、プロジェクトに参加しないであろう。また後者は、IT を活用することで労働を効率化することができる。もちろん、他の分野でも IT

を活用することが可能であり、近年その傾向が強くなっているものの、IT分野はとりわけITを活用できる範囲が広く、ほぼすべてといっても過言ではない。電子メールやMLなどを活用することで組織化労働を効率化することができる。ただし単にITを導入すればよいわけではなく、活用方法のアイデアが重要になる。社会起業家が優れたアイデアを持っているか否か、いかえれば優れたビジネスモデルを生み出す能力を持っているか否かが、組織化労働の効率性に大きな影響を与える。

**社会起業家の管理機能** 組織化労働と同様、ITを活用することで効率化が可能である。MLやWiki、SNSなどのコミュニケーションツールを活用することによって、参加者間の調整、改良プログラムや改善提案を募ることができる<sup>10)</sup>。また寄付を集める際にクレジットカード決済システムやPaypalなどを活用することによって、取引費用を大幅に低下させることが可能である<sup>11)</sup>。これらのITは実際に活用されており、LinuxやWikipediaの例でも事務労働の効率化や寄付の目標達成、知的貢献量の増加に役立っている。組織化労働と同様、活用方法に関するアイデアの有無が効率性に対して多大な影響をもたらす。

**プロジェクトの構造** IT分野における社会起業家は、しばしば自分自身を頂点とする比較的フラットな階層的なチームを形成する。実際、LinuxやWikipediaの開発プロジェクトはともに社会起業家をトップとした2階層のヒエラルキー構造である<sup>12)</sup>。中間管理者を多数含む多階層のヒエラルキー構造ではなく、社会起業家が第1階層に位置し、他の参加者が第2階層に位置する構造となっている。組織論の知見によると、このような構造は情報流通の観点から協調して知的作業を行うのに適しているとされている一方、参加者の増加に伴ってコミュニケーションコストが増大するという欠点を持つ。

以上6つの特徴は、IT分野において社会起業家として成功するための条件を含んでいる。つまりそれらの条件を満たさなければ、プロジェクトを成功させることが困難であると考えられる<sup>13)</sup>。

そこで次節以降では、上で挙げた特徴のうち組織形態に焦点を絞って議論を展開する。IT分野では比較的フラットな階層構造のプロジェクトが多いという点から、次のような仮説を提起する。すなわち、IT分野における公共財の私的供給ではフラットなヒエラルキー構造が形成されやすい、という仮説である。この仮説を検証するために、次節ではヒエラルキー型提携ゲームモデルを構築し分析を試みる。

#### 4. モデル分析

##### (1) 仮定および設定

いま、プレイヤー集合を  $N = \{0, \dots, n\}$  と定義する。プレイヤー0が社会起業家になり、 $n$ 人の潜在的開発者  $i \in N \setminus \{0\}$  を対象に、フリーソフトウェア開発の企画、すなわち「フリーソフトウェア開発プロジェクト」(以下、開発プロジェクト)を立案しているとする<sup>14)</sup>。社会起業家と開発者からなる提携を  $S \subseteq N$  とし、この提携を「フリーソフト開発提携」と呼ぶことにする。 $S$ のメンバー数を  $s \equiv |S| \leq (n+1)$  とする。開発プロジェクトは以下の手順を経て実施される。

まず、社会起業家がプロジェクトの核となる部分を創作する。それをもとに潜在的開発者に対して組織化交渉を開始し、所得の保証水準を約束した上で  $(s-1)$  人から個別に提案への賛同を得る。この時点で開発者が決定する。このとき提案内容は以下の3点である。(i)開発者がプロジェクトに対して知的貢献を行うことへの合意、(ii)開発費用負担すなわち寄付行為への合意、(iii)寄付で集まった資金の一部を社会起業家の給料とすることの合意、である。

次に、 $(s-1)$  人から集めた寄付の総額から社会起業家の給料を差し引いた額がソフトウェア開発の経費に支出され、開発者の知的貢献を結集してソフトウェアが開発される。ソフトウェア開発に携わる人数に応じて寄付総額および知的貢献が決定し、その結果、無償かつ優れたソフトウェアが  $(n+1)$  人に供給される。ただしこの段階において、開発者はプロジェクトを円滑に運営し、良質なソフトウェアを開発するために、寄付の管理や開発者間の調整、追加・修正プログラムの監視、動作確認作業などの管理労働を行う必要がある。

最後に、総寄付額の一部が社会起業家の報酬として支払われる。社会起業家は開発プロジェクトを実行する見返りに金銭的報酬を得るばかりでなく、公共財供給自体から私的利益を得る。たとえば、優れたソフトウェアを社会に無償で提供したという社会的使命の達成感である。

以上3つの手順がほぼ同時に実施されるものとする。すなわち本稿で構築するモデルは、図1のような1段階ゲームモデルである<sup>15)</sup>。

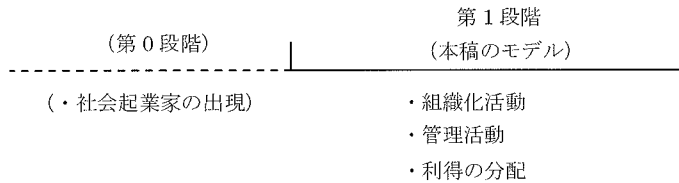


図1 ゲームモデルの流れ

開発プロジェクトが生み出すソフトウェアは公共財であるため、プロジェクトに参加しないプレイヤー  $j \in N \setminus S$  もソフトウェアを利用可能である。すなわち、ただ乗り (Free-ride) が可能である。

(2)ヒエラルキー型提携ゲームの定式化

本節では、開発プロジェクトを提携ゲーム  $(N, v)$  の枠組みで定式化する。ここで、 $v$  はゲームの特性関数である。単純化のため、ゲーム  $(N, v)$  は0-正規化されているものとする。

プレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  に対するプレイヤー0の提案内容  $a(S)$  およびプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  に対するプレイヤー0の提案の集合  $A(S)$  をそれぞれ以下のように定義する。このとき、 $A(S)$  はコンパクト集合であると仮定する。

$$a(S) \equiv (\theta, e^0, e^M, S) \quad \text{for } i \in S$$

$$A(S) \equiv \{a(S)\}$$

ここで、 $\theta \in [0, 1]$  はプレイヤー0の給料が寄付総額に占める割合、 $e^0 \geq 0$  はプレイヤー0が行う組織化労働の水準、 $e^M \geq 0$  はプレイヤー0が行う管理労働の水準であるとする。

以後において、利得関数を構成するすべての便益や費用は金額で換算し、移転可能であるとする。

次に、プレイヤー 0 が負担する組織化労働の費用  $C^O$  および管理労働の費用  $C^M$  をそれぞれ以下のように定義する。

$$C^O \equiv C^O(e^O, s; I^O), \quad C^M \equiv C^M(e^M, s; I^M)$$

このとき、 $I^O > 0$  はプレイヤー 0 の組織化労働に関する能力、 $I^M > 0$  はプレイヤー 0 の管理労働に関する能力であるとする。

開発プロジェクトによって生み出される公共財  $Z$  を以下のように定義する。

$$Z \equiv (1-\theta) \sum_{i \in S \setminus \{0\}} d_i + k(e^M) \sum_{i \in S \setminus \{0\}} a_i$$

このとき、 $d_i \geq 0$  はプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  の寄付額、 $a_i \geq 0$  はプレイヤー  $i$  の知的貢献水準、 $k(\cdot)$  は管理労働が知的貢献の総量に対して与える影響を表す関数である。すなわち  $k(\cdot)$  は開発プロジェクトにおけるプレイヤー 0 による公共財供給の効率性を表す。 $k(\cdot)$  は一般的な増加関数であり、 $k(0) = 0, k'(e^M) > 0, k(e^M) < 0$  であるとする。

プレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  が公共財から得られる便益を  $g_i(Z)$  と定義し、 $g_i(0) = 0, g'_i(Z) > 0, g_i(Z) < 0$  を仮定する。

ここで提携の構築により生じる提携値を以下のような特性関数  $v(S)$  であると定義し、 $v(S)$  は優加法的であると仮定する。

$$\begin{cases} |S|=1, \text{ または } |S| \geq 2 \text{ かつ } \{0\} \notin S \text{ のとき, } v(S) = 0 \\ |S| \geq 2 \text{ かつ } \{0\} \in S \text{ のとき, } v(S) = \sum_{i \in S} g_i(Z) - \sum_{i \in S \setminus \{0\}} (d_i + p \cdot a_i) - C^O - C^M \end{cases} \quad (1)$$

このとき、 $p \geq 0$  は知識貢献 1 単位あたりの労働単価、いいかえれば知的貢献の機会費用である。

(1)式は、次のことを表現している。1人提携時の提携値はゼロである。開発プロジェクトは社会起業家が提携に含まれ、かつ開発者が1人以上提携に含まれるときのみ実行可能である。社会起業家と1人以上の開発者によって提携が形成されるとき、提携値は公共財から得られる便益から費用の総和を差し引いた値となる。

プレイヤー 0 とプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  との間で契約が締結し、その内容が実現したときのプレイヤー 0 およびプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  の利得を、それぞれ(2)式および(3)式のように定義する。このとき、両式ともに連続関数であるとする。

$$\pi_0(a(S)) \equiv \theta \cdot \sum_{i \in S \setminus \{0\}} d_i + g_0(Z) - C^O - C^M \quad (2)$$

$$\pi_i(a(S)) \equiv g_i(Z) - d_i - p \cdot a_i \quad \text{for } i \in S \setminus \{0\} \quad (3)$$

ここで、 $\theta$  の水準が  $\pi_0$  に与える影響を確認してみる。 $\theta$  の増加は右辺第1項の値、すなわち給料を増加させるが、他方  $Z$  の値を減少させることを通じて右辺第2項の値、すなわち公共財の便益を減少させる。

プレイヤー 0 が  $(s-1)$  人のプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  と提携  $S \subset N$  を形成するとき、 $N$  の分割は  $[S, \{\{i\}_{i \in S}\}]$  となる。すなわち、プレイヤー集合  $N$  は1つの部分集合  $S$  と  $(n-s)$

個の  $\{i\}$  とに分割される。 $v(S)$  が定まり、利得ベクトル  $[\pi_0(a(S)), \{\pi_i(a(S))\}_{i \in S \setminus \{0\}}]$  は、(4) 式の個人合理性の条件および(5)式の全体合理性の条件を満たすとき、提携ゲーム  $(N, v)$  の部分ゲーム  $(S, v|_S)$  の配分である。ただし、 $(S, v|_S)$  は  $S$  に限定された特性関数である。

$$\pi_0(a(S)) \geq 0 = v(\{0\}), \pi_i(a(S)) \geq 0 = v(\{i\}) \quad \forall i \in S \setminus \{0\} \tag{4}$$

$$\pi_0(a(S)) + \sum_{i \in S \setminus \{0\}} \pi_i(a(S)) \geq 0 = v(S) \tag{5}$$

またプレイヤー 0 が  $n$  人のプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  と全体提携  $N$  を形成するとき、 $v(N)$  が定まり、利得ベクトル  $[\pi_0(a(S)), \{\pi_i(a(S))\}_{i \in S \setminus \{0\} = N \setminus \{0\}}]$  は(6)式の個人合理性の条件および(7)式の全体合理性を満たすとき、提携ゲーム  $(N, v)$  の配分である。

$$\pi_0(a(S)) \geq 0 = v(\{0\}), \pi_i(a(S)) \geq 0 = v(\{i\}) \quad \forall i \in S \setminus \{0\} \tag{6}$$

$$\pi_0(a(S)) + \sum_{i \in S \setminus \{0\} = N \setminus \{0\}} \pi_i(a(S)) \geq 0 = v(N) \tag{7}$$

さらに、提携合理性の条件：すべての  $S \subseteq N$  に対して、 $\sum_{i \in S \setminus \{0\}} \pi_i(a(S)) + \pi_0(a(S)) \geq v(S)$  を満たす配分は Core に属し、部分ゲーム  $(S, v|_S)$  において、提携合理性の条件：すべての  $T \subseteq S$  に対して、 $\sum_{i \in T \subseteq S \setminus \{0\}} \pi_i(a(T)) + \pi_0(a(T)) \geq v(T)$  を満たす配分は Core に属す。ゲーム  $(N, v)$  において Core に属す配分の集合を  $C(v)$  と定義し、部分ゲーム  $(S, v|_S)$  において Core に属する配分の集合を  $C(v|_S)$  と定義する。

(3)提携の形成過程の定式化

以上の設定および仮定に基づき、社会起業家が開発者を組織化し提携を形成するための交渉過程を、Slikker and van den Nouweland (2001) の Link and Claim ゲームを用いて定式化する。

ゲームを  $\Gamma(v) \equiv \{X_0, (X_i)_{i \in S \setminus \{0\}}, \{\pi_0, (\pi_i)_{i \in S \setminus \{0\}}\}$  と定義する。プレイヤー  $i \in N$  の戦略集合  $X_{i \in N}$  を次のように定義する。

$$X_i \equiv \{\sigma_i \in A^N \mid \sigma_i^i = P\}$$

プレイヤー  $i$  がプレイヤー  $j \in N \setminus i$  とのリンク形成を望んでおり、リンクが形成された場合、 $\sigma_i^j$  の値を要求する。プレイヤー  $i$  が  $j$  とのリンク形成を望んでいない場合を  $\sigma_i^j = P$  とする。また、 $\sigma_i^i = P, \sigma_j^j = P$  とする。 $A \equiv \mathfrak{R}_+ \cup \{P\}, \mathfrak{R}_+ \in [0, \infty)$  である。

戦略の組を  $\sigma = (\sigma_i)_{i \in N} \in X \equiv \prod_{i \in N} X_i$  と定義する。プレイヤー間のリンクは、相互合意に基づいて形成される。ある戦略の組  $\sigma$  のもとでプレイヤー  $i$  とプレイヤー  $j \in N \setminus i$  との間で形成されるリンク  $l(\sigma)$  を次のように定義する。

$$l(\sigma) \equiv \{\{i, j\} \mid \sigma_i^j, \sigma_j^i \in \mathfrak{R}_+\}$$

ある戦略の組  $\sigma$  のもとでのリンクの集合  $L(\sigma)$  を次のように定義する。

$$L(\sigma) \equiv \{\{i, j\} \in l(\sigma) \mid \sum_{\{h, k\} \in l(\sigma), h, k \in C_i(l(\sigma))} (\sigma_k^h + \sigma_h^k) \leq v(C_i(l(\sigma)))\} \tag{8}$$

リンク形成によってプレイヤー集合  $N$  はいくつかのコミュニケーション・コンポーネントに分割される。プレイヤー  $i \in N$  を含むコンポーネントを  $C_i(L)$  と定義する。(8)式は、



コンポーネント内に貪欲なプレイヤーが存在し、過大な取り分を要求した場合にコンポーネント内のリンクが破綻することを意味している。提携  $S$  内のプレイヤー間で形成されるリンクの集合  $L(S)$  を次のように定義する。

$$L(S) \equiv \{(i, j) \in L \mid i, j \in S\}$$

提携  $S$  内のコンポーネントの集合を  $S/L$  と定義する。

各プレイヤーの利得  $\pi_{i \in S}$  を戦略の組  $\sigma = \{\sigma_0, (\sigma_i)_{i \in S \setminus \{0\}}\}$  の関数を以下のように定義する。

$$\pi_0(\sigma) \equiv \sum_{i: (0, i) \in L(\sigma)} \sigma_0^i \in \mathfrak{R}$$

$$\pi_{i \in S \setminus \{0\}}(\sigma) \equiv \sum_{j: (0, j) \in L(\sigma)} \sigma_{i \in S \setminus \{0\}}^j \in \mathfrak{R}$$

ここで、本稿で用いる解概念を整理しておく。

**Nash 均衡** ある戦略の組  $\sigma^* = \{\sigma_0^*, (\sigma_i^*)_{i \in S \setminus \{0\}}\}$  が Nash 均衡であるとは、次の式が成り立つことである。ただし  $\sigma_{-i}$  を提携  $S$  に含まれる、あるプレイヤー  $i \in S$  以外のすべてのプレイヤーの戦略の組とする。

$$\begin{cases} \text{プレイヤー } 0 \text{ に対して、} \pi_0(\sigma^*) \geq \pi_0(\sigma_0, \sigma_{-0}^*) & \forall \sigma_0 \in X_0 \\ \text{すべてのプレイヤー } i \in S \setminus \{0\} \text{ に対して、} \pi_i(\sigma^*) \geq \pi_i(\sigma_i, \sigma_{-i}^*) & \forall \sigma_i \in X_i \end{cases}$$

ここで Nash 均衡の集合を  $\text{NE}(\Gamma(v))$  とする。

**Strong Nash 均衡** ある戦略の組  $\sigma^{***} = \{\sigma_0^{***}, (\sigma_i^{***})_{i \in S \setminus \{0\}}\}$  が Strong Nash 均衡であるとは、すべてのプレイヤー  $i \in S$  が (9) 式を満たし、かつ少なくとも 1 人のプレイヤー  $i \in S$  が厳密に不等式を満たすような提携  $T \subseteq N$  および戦略  $\hat{\sigma}_i \in X_i$  が存在しない場合である。

$$\pi_i((\hat{\sigma}_i)_{i \in T}, (\sigma_i^{***})_{i \in N \setminus T}) \geq \pi_i(\sigma^{***}) \quad (9)$$

ここで Strong Nash 均衡の集合を  $\text{SNE}(\Gamma(v))$  と定義する。

以上の設定をもとに、プレイヤー 0 とプレイヤー  $i \in N$  間の交渉時における戦略の組  $\sigma = \{\sigma_0, (\sigma_i)_{i \in N \setminus \{0\}}\}$  を次のように定義する。提携は、提案  $a(S)$  に対する相互合意に基づいて形成される。

プレイヤー 0 の戦略を次のように定義する。

$$\sigma_0 = \begin{cases} \sigma_0^i = \theta \cdot d_i + g_0(Z) - \frac{c^O}{s-1} - \frac{c^M}{s-1} & \forall i \in N \setminus \{0\} \\ \sigma_0^0 = P \end{cases}$$

プレイヤー 0 の戦略は、すべてのプレイヤー  $i \in N \setminus \{0\}$  とのリンク形成を望み、提案  $a(S)$  に基づき組織化費用  $C^O$  および管理費用  $C^M$  を負担する見返りに公共財からの便益を得て、寄付総額の一部を給料として提供させるような要求である。

次に、プレイヤー  $i \in N \setminus \{0\}$  の戦略を次のように定義する。

$$\sigma_{i \in N \setminus \{0\}} = \begin{cases} \sigma_{i \in N \setminus \{0\}}^0 = \begin{cases} g_i(Z) - d_i - p \cdot a_i & \text{if } \pi_i(a(S)) \geq 0 \\ P & \text{if } \pi_i(a(S)) < 0 \end{cases} \\ \sigma_{i \in N \setminus \{0\}}^j = P & \forall j \in N \setminus \{0\} \end{cases}$$

プレイヤー  $i \in N \setminus \{0\}$  の戦略は、各々がプレイヤー0のみと交渉を行い、参加制約が満たされる場合、寄付と知的貢献をする見返りに公共財からの便益を得て、寄付総額からプレイヤー0の給料を差し引いた残額を公共財供給に充てるような要求である。一方、参加制約が満たされない場合、交渉は決裂する。

上記の戦略の組  $\sigma$  に基づいて交渉が実行されるとき、以下の2つの命題が得られる。

**命題1**  $(N, v)$  を  $(n+1)$  人の提携形ゲームとし、その部分ゲームを  $(S, v|_S)$  とする。

(i)  $[\pi_0(a(S), \pi_i(a(S)))_{i \in S \setminus \{0\}}] \in C(v)$  のとき、すなわち全体提携  $S = N$  の配分が  $Core$  に属しているとき、プレイヤー0の均衡利得が  $\pi_0(\sigma^*) = \pi_0(a(S)) = \theta \sum_{i \in S \setminus \{0\}} d_i^* + g_0(Z^*) - C^O - C^M$  であり、すべてのプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  に対して、均衡利得が  $\pi_i(\sigma^*) = \pi_i(a(S)) = g_i(Z^*) - d_i^* - p \cdot a_i^*$  であるような Nash 均衡  $\sigma^* \in NE(\Gamma(v))$  が存在し、全体提携  $S = N$  はプレイヤー0を *Central Player* とするスター型ネットワーク構造となる。

(ii)  $[\pi_0(a(S), \pi_i(a(S)))_{i \in S \setminus \{0\}}] \in C(v|_S)$  のとき、すなわち提携  $S \subset N$  の配分が  $Core$  に属しているとき、プレイヤー0の均衡利得が  $\pi_0(\sigma^{**}) = \pi_0(a(S)) = \theta \sum_{i \in S \setminus \{0\}} d_i^{**} + g_0(Z^{**}) - C^O - C^M$  であり、すべてのプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  に対して、均衡利得が  $\pi_i(\sigma^{**}) = \pi_i(a(S)) = g_i(Z^{**}) - d_i^{**} - p \cdot a_i^{**}$  であり、すべてのプレイヤー  $j \in N \setminus \{S, 0\}$  に対して、均衡利得が  $\pi_j(\sigma^{**}) = g_j(Z^{**})$  であるような Nash 均衡  $\sigma^{**} \in NE(\Gamma(v))$  が存在し、提携  $S \subset N$  はプレイヤー0を *Central Player* とするスター型コンポーネントとなる。すべてのプレイヤー  $j \in N \setminus \{S, 0\}$  は一人コンポーネントを形成し、公共財から便益を得る。

(証明) 補論1を参照。

**命題2** ゲーム  $(N, v)$  において、提案交渉が戦略の組  $\sigma = \sigma\{\sigma_0, (\sigma_i)_{i \in S \setminus \{0\}}\}$  に基づいて行われ、 $[\sigma = \sigma\{\sigma_0, (\sigma_i)_{i \in S \setminus \{0\}}\}] \in C(v)$  のとき、かつ  $\pi_0(\sigma) = g_0(Z)$  のとき、戦略の組  $\sigma = \sigma\{\sigma_0, (\sigma_i)_{i \in S \setminus \{0\}}\}$  は *Strong Nash* 均衡となる。

(証明) Slikker and van den Nouweland (2001) の定理4.2の条件を満たすので、命題2がいえる。■

命題1から得られる含意は以下の通りである。すべての開発者が提携に参加する場合、もしくは一部の開発者が参加した場合ともに、社会起業家を中心とするスター型の提携が形成されるとき、誰も単独では離脱するインセンティブを持たない、安定した提携となる。

命題2から得られる含意は以下の通りである。命題1のようにスター型提携が形成されているとき、中心に位置する社会起業家の金銭的報酬が投下した組織化および管理労働コストの合計と等しいとき、提携はさらに安定する。すなわち実質的な金銭的報酬がゼロのとき、誰も単独および他者と連携して離脱するインセンティブを持たない。

社会起業家を中心とするスター型提携であるだけでは、提携内の数人が結託して離脱し、新しい提携を形成する可能性がある。しかし社会起業家の実質的金銭報酬がゼロに設定されたとき、そのようなインセンティブを持つ者はおらず、提携はより強固なものとなる。実質的金銭報酬がゼロの場合、 $\theta \cdot \sum_{i \in S \setminus \{0\}} d_i = C^M + C^O$  が成り立つ。先述したように、IT分野の場合には  $C^M$  および  $C^O$  は IT の利用によって低く抑えられるので、左辺が比較的小さく、それゆえ左辺の金銭報酬も小さい。労働対価としての報酬を低く抑えられるので、より多くの資金を再投資に振り向けることが可能となる。

#### (4)提携規模の決定要因

社会起業家の公共財に対する選好水準と管理労働能力及び組織化能力を所与とするとき、提案  $a(S)$  に基づき、形成されるフリーソフト開発提携について命題3が得られる。

**命題3** 提携  $S \subseteq N$  の最適規模は、特性関数の優加法性が成立する範囲によって定まる。すなわちソフトウェア開発に貢献する開発者の人数は、社会起業家の利得最大化行動のもとで各開発者  $i \in S \setminus \{0\}$  の  $d_i$  と  $a_i$  によって定まる。

(証明) 補論2を参照。

命題3から得られる含意は以下の通りである。 $d_i$  と  $a_i$  の水準は、開発者ごとに異なる。開発者は、(i) 寄付のみ、(ii) 知的貢献のみ、(iii) その両方、のいずれかと、その貢献水準を選択する。貢献水準は、プログラミング言語の技術水準や知的貢献に割ける時間、公共財供給に対する私的利益の量などに依存する。

IT分野の場合、すき間時間の利用や仕事で習得したスキルの活用などにより、 $p$  の値が比較的小さいといえる。加えてクレジットカードやインターネット、Paypalなどを活用することによって貢献を行う際の取引費用も比較的低く抑えることができる。それゆえ、他の分野と比較して  $d_i$  と  $a_i$  を集めやすいといえる。

## 5. おわりに

本稿では公共財供給における社会起業家の役割について研究した。IT分野の事例をもとに同分野の特徴を挙げるとともに、公共財供給が成功する条件を導出した。

IT分野の場合、社会起業家の組織化労働および管理労働はITの活用により削減可能である。また公共財供給において非金銭的な知的貢献がとりわけ重要な意味を持つ。必要な貢献を集め、安定的にプロジェクトを実行するためにも、社会起業家は運営組織の形態として非営利組織を選択する機会が多い<sup>16)</sup>。さらに、社会起業家は初期段階において完成された公共財を提供するのではなく、全体像を想像できる核となる部分を提示して参加者を募り、参加者から寄付と知的貢献を集約しながら公共財を創り上げてゆく場合が多い。それゆえ、IT分野における公共財供給では、組織化労働および管理労働に関する能力と参加者による知的貢献が重要である。

本稿のモデル分析の結果から、社会起業家が持つべき資質が示唆された。第1に、安定的に公共財を供給するには、社会起業家の実質的な金銭的報酬をゼロにする必要がある。そのためには、社会起業家が公共財供給から得られる私的利益のみで満足することが必要であり、それゆえ社会起業家は共通利益の実現に対して強い選好を持ち、その実現から大

きな便益を得られる者が担うべきである。第2に、社会起業家は組織化労働および管理労働を効率化できる資質を持っていないなければならない。そのためには、ITの知識やスキルを持ち合わせているばかりでなく、組織化労働および管理労働を効率化するためのアイデアを持っていることが必要である。それゆえ社会起業家には総合的な能力が要求される。

最後に本稿で残された課題を示しておく。第1に、本稿で提示したゲームモデルの精緻化である。第2に、ヒエラルキー構造の多層化モデルや、社会起業家の出現段階を加えた多段階モデルの検討である。第3に、本稿で展開した社会起業家モデルを、IT以外の分野、たとえば政治起業家研究に応用することである。

## 謝辞

本稿の準備・作成過程において多くの方々から有益なご批評やコメントをいただいた。とくに、広島大学大学院の上田良文先生ならびに本田光氏、公共選択学会第13回全国大会において中央大学経済学部の高澤弘和先生、そして匿名の査読者から有益なコメントを頂戴した。この場を借りて厚く御礼を申し上げたい。ただし、本稿の内容に関する一切の責任は、筆者個人が負うことはいうまでもない。本研究は、平成21年度島根県立大学学術教育研究特別助成金の援助を受けて行ったものである。

## 註

- 1) クラウドソーシングとは「ネットを介して群衆の叡智を結集させて、1つの目的を遂行させること」を指す。
- 2) Ueda (2005) では、社会起業家に関する性質として次の4点を挙げている。すなわち、(i)社会起業家は共通利益の実現から私的利益を得るため、公共財供給に対する参加制約が満たされやすい、(ii)参加者は社会起業家への報酬を低く抑えられるため、より多くの便益を享受できる、(iii)組織化労働及び管理労働の効率性が高い者の方が社会起業家になりやすい、(iv)将来に対する割引率が低い者ほど社会起業家になりやすい。
- 3) 共通利益や社会的使命の実現にはさまざまな種類や形態が包含されるが、本稿ではそれらを一括して公共財と捉えることにする。
- 4) 非分配制約に関する詳しい説明は、Hansmann (1980) を参照されたい。
- 5) 国領ほか (2000)、44頁。
- 6) 上掲書、45頁。
- 7) 上掲書、同頁。
- 8) GNU ソフトウェアとは、UNIX という OS に互換可能なフリーソフトウェアの OS を開発するための GNU プロジェクトで開発されたソフトウェアである。
- 9) 国領ほか (2000)、91頁。ソフトウェア開発において、Linux のように多くの開発者がインターネットを利用して自由にコミュニケーションを図りながら開発を進める方法を「バザール方式」と呼び、少人数が中央集権的に開発を行う方式を「伽藍方式」と呼ぶ。これに関する詳しい説明は、Raymond (2001) を参照されたい。
- 10) IT用語辞典 e-Words によると、Wiki とは「Web ブラウザから簡単に Web ページの発行・編集などが行なえる、Web コンテンツ管理システム」であり、また SNS とは Social Networking Service の略で、「人と人とのつながりを促進・サポートする、コミュニティ型の Web サイト」である。
- 11) Paypal とは、インターネット上で容易に決済ができるシステム (Online Payment) の中で、最も代表的なものである。
- 12) Linux の事例において、厳密にはプロジェクトの規模が拡大するにつれて多階層構造を形成して

- いったが、初期段階ではフラットな構造であったため、ここでは2階層構造と捉える。
- 13) 事実、SourceForge.net の調査によると、ベータテスト段階に達しているオープンソースソフトウェアは全体の15%に過ぎず、全体の60%は完成する確率が極めて低いものであるという。
  - 14) 本稿のモデルは、社会起業家となるプレイヤーが決定した後の状況から始める。社会起業家の出現過程については、Ueda (2005) および Ueda (2006) を参照されたい。
  - 15) 図1の社会起業家の出現段階の考察は、Ueda (2005) を参照されたい
  - 16) 合理的な社会起業家が非営利組織を選択する根拠については、Ueda (2006) を参照されたい。

## 参照・参考文献

- Andreoni, J. (1993), "Toward a theory of charitable fund-raising", *Journal of Political Economy*, 106(6), pp. 1186–1213.
- Bergstrom, T., L. Blume and H. Varian (1986), "On the private provision of public goods", *Journal of Public Economics*, 29(1), pp. 25–49.
- Demange, G. (2004), "On group stability in hierarchies and networks", *Journal of Political Economy*, 112(4), pp. 754–778.
- Hansmann, H. (1980), "The role of nonprofit enterprise", *Yale Law Journal*, 89(5), pp. 835–901.
- Raymond, E. (2001), *The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*, California: O'Reilly & Associates.
- Slikker, M., and A. van den Nouweland (2001), "A one-stage model of link formation and payoff division", *Games and Economic Behavior*, 34, pp. 153–175.
- Torvalds, L. and D. Diamond (1999), *Just for fun: The story of accidental revolutionary*, New York: Harper Collins Publishers.
- Ueda, Y. (2005), "Who takes the leadership for voluntary provision of public goods?: Social entrepreneur and incentive problem", Mimeo.
- Ueda, Y. (2006), "Who stands up first to take on the leadership for collective action?: The incentive analysis of social entrepreneurs", Paper for the annual meeting of EPCS 2006.
- IT用語辞典 e-Words (<http://e-words.jp/>)。
- 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。
- 本田光 (2006) 「公共財の私的供給と社会起業家の役割—非営利基金による資金調達モデルとその事例研究—」、公共選択学会第10回全国大会報告論文。
- (※本稿が参照しているすべての Web ページの最終確認日は、2010年2月20日である)

キーワード：情報技術 IT 社会起業家 公共財供給 提携型ゲーム

(KONNO Kazuhiro)

## 付 録

### 補論1 (命題1の証明)

(i) オープンソース開発の提携  $S = N$  に属するメンバー間のネットワークは Connected であり、Tree 形である。よって Demange (2004) の命題1より、提携  $S = N$  の配分は Core に属する。このとき、すべての提携メンバーにとって、単独で戦略を変更するインセ

ンティフがないことを示す。

いま、プレイヤー0の任意の退避戦略  $\hat{\sigma}_0 \in X_0$  を考える。 $C_0(L(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{0\}$  に含まれるすべてのプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  の利得は、戦略の組  $\sigma$  のもとでの利得に等しい。

$[\pi_0(a(S), \pi_i(a(S))_{i \in S \setminus \{0\}})] \in C(v)$  より、 $\pi_0(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0}) + \sum_{i \in C_0(L(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{S, 0\}} \pi_i(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0}) = \pi_0(a(S)) + \sum_{i \in C_0(L(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{S, 0\}} \pi_i(a(S)) \geq v(C_0(L(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})))$  である。

$L(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})$  と  $\pi_0(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})$ ,  $\pi_{i \in S}(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})$  の定義より、 $\pi_0(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0}) + \sum_{i \in C_0(L(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{S, 0\}} \pi_i(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0}) \leq v(C_0(L(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0})))$  である。以上より、 $\pi_0(\hat{\sigma}_0, \sigma_{-0}) \leq \pi_0(a(S))$  である。したがって、プレイヤー0が単独で戦略を変更しても利得は増加しない。

同様に、プレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  にも単独で戦略を変更するインセンティブはない。よって、 $\sigma^* \in \text{NE}(\Gamma(v))$  である。

(ii) オープンソース開発の提携  $S \subset N$  に属するメンバー間のネットワークは Connected であり、Tree 形である。よって、Demange (2004) の命題1より、提携  $S \subset N$  の配分は Core に属する。このとき、すべての提携メンバーにとって、単独で戦略を変更するインセンティブがないことを示す。

いま、プレイヤー0の任意の退避戦略  $\tilde{\sigma}_0 \in X_0$  を考える。 $C_0(L(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{0\}$  に含まれるすべてのプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  の利得は、戦略の組  $\sigma$  のもとでの利得に等しい。

$[\pi_0(a(S), \pi_i(a(S))_{i \in S \setminus \{0\}})] \in C(v|_S)$  より、 $\pi_0(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0}) + \sum_{i \in C_0(L(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{S, 0\}} \pi_i(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0}) = \pi_0(a(S)) + \sum_{i \in C_0(L(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{S, 0\}} \pi_i(a(S)) \geq v(C_0(L(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})))$  である。

$L(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})$  と  $\pi_0(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})$ ,  $\pi_{i \in S}(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})$  の定義より、 $\pi_0(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0}) + \sum_{i \in C_0(L(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})) \setminus \{S, 0\}} \pi_i(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0}) \leq v(C_0(L(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0})))$  である。以上より、 $\pi_0(\tilde{\sigma}_0, \sigma_{-0}) \leq \pi_0(a(S))$  である。したがって、プレイヤー0が単独で戦略を変更しても利得は増加しない。

同様に、 $S$  に属するすべてのプレイヤー  $i \in S \setminus \{0\}$  にも単独で戦略を変更するインセンティブはない。また、戦略  $\sigma_{i \in S \setminus \{0\}}$  の定義より、すべてのプレイヤー  $j \in N \setminus \{S, 0\}$  にも単独で戦略を変更する誘因はない。よって  $\sigma^{**} \in \text{NE}(\Gamma(v))$  である。■

## 補題2 (命題3の証明)

Demange (2004) の論理を援用することにより、スター型のネットワーク構造およびコンポーネントをもつ提携の安定条件を導く。開発者の利得の保証水準を以下の2つの手順で求める。このとき、スター型のネットワーク構造およびコンポーネントは、ともに第1階層をプレイヤー0、第2階層をプレイヤー  $i \in N \setminus \{0\}$  とするヒエラルキーであると見做すことができる。

### 手順1

第2階層に属する開発者  $i \in N \setminus \{0\}$  の利得の保証水準を  $D_i$  とする。

### 手順2

プレイヤー0が第2階層に属するプレイヤー  $i$  を組織する。プレイヤー0は、手順1において定まるプレイヤー  $i \in S \subseteq N \setminus \{0\}$  の利得の保証水準を保証し、自分の利得を最大化するような提案  $a(S)$  を持ちかける。このとき、各プレイヤー  $i$  は  $d_i$  と  $a_i$  の水準によって提案を受けるか否かを判断する。

第1階層に属するプレイヤー0の利得の保証水準  $D_0$  を(10)式により設定する。

$$D_0 = \max_{a \in A(S)} \pi_0(a(S)) \quad \text{s.t.} \quad \sum_{i \in S \setminus \{0\}} (g_i - d_i - p \cdot a_i) \geq \sum_{i \in S} D_i = 0$$

(10)式から導出される提案  $a(S)$  を Hierarchical Outcome とする。  $\pi_0(a(S))$  が  $a(S)$  上で連続であり、かつ  $\pi_i(a(S))$  が  $a(S)$  上で連続であり、  $A(S)$  をコンパクト集合であるとする。スター型ネットワーク構造およびコンポーネントは、プレイヤー 0 とプレイヤー  $i$  からなる 2 階層のヒエラルキー提携を所与として優加法性の条件が満たされるものとする。このとき、以下の 2 点が成り立つ。

(i) プレイヤー 0 の利得の保証水準が有限である。よって提案  $a(S)$  の最大値が存在し、それゆえ Hierarchical Outcome が存在する。

(ii) Hierarchical Outcome は、いかなる部分提携によっても妨害されることはない。

本稿のモデル設定は Demange (2004) の定理 1 の条件を満たすので、以上の (i)、(ii) 点がいえる。ゆえに手順 2 から、提携  $S$  の規模は、  $d_i$  と  $a_i$  の水準によって決定される。■

## Private Provision of Public Goods by Social Entrepreneur in the IT Field

KONNO Kazuhiro

This paper studies private provision of public goods by social entrepreneur in the IT field. First, I take up the case of Linux, which is one of a successful cases of public good provision in the IT field. Second, I extract the features from it and make a cooperative game model. Finally, I bring up some implications by deriving solutions from the model.

Key words: Information Technology, IT, Social Entrepreneur, Public Goods, Coalition Game