Team Size and Incentives：

The Effect of Peer Pressure in Teams*

豊田国大
東京大学経済学研究科修士課程二年

概要

チーム生産におけるインセンティブの問題として、フリーライダーの問題が存在する。そして金銭的な誘因のみを考える従来の経済理論では、このフリーライダー問題はチームのサイズが大きくなるほど深刻化し、努力水準は低下していくと導かれる。本稿ではチーム内での peer pressure という心理的利得をモデルに組み込むことによって、チームのサイズとインセンティブとの関係を考察し直そうというものである。本稿から得られた主な結果は、以下のようである。(i) 一定の条件の下、チームのサイズが大きくなると peer pressure が強く働くようになる。(ii)それゆえ、チームのサイズが大きくなるとチームの士気が上がるようなケースが存在し得る。(iii)パレート効率的な努力水準を達成できるようなチームサイズが１以外にも存在し得る。

1. Introduction

本稿は、チーム生産におけるインセンティブの問題を従来の金銭的誘因に加え心理的誘因を考慮して考え直そうというものである。とりわけ、チームのサイズがチーム内の agent のインセンティブに与える影響を考察したいと考えている。チーム内の agent の報酬がチーム全体の業績に依存するようなチーム生産の問題点として、一般的にフリーライダーの問題が挙げられる。それは、チーム内の各 agent が合理的に行動した結果の（つまりナッシュ均衡における）努力水準が、パレート効率的な（チーム全体の利益を最大化する）努力水準を下回ってしまうというものである。そのことを指摘した古典的な文献、Alchian and Demsetz (1972)では、そのような非効率性を回避する手段として、principal がチーム内の agent の行動をモニタリング(monitoring)する側面を強調している。これに対して、本稿ではチーム内の agent 間における相互モニタリング (mutual monitoring)が、チーム生産の非効率性を緩和する側面に焦点を当てることにする。本稿での相互モニタリングは、

* 本稿の作成にあたり、指導教官である神取道宏教授に数々の有益なコメントを頂いた。感謝の意を表します。

その結果が agent の金銭的報酬に影響を与えるものではなく、純粋に agent の心理的な利得に影響するものと考えている。つまり、agent 間の相互モニタリングにより、チーム内の各 agent は同輩集団圧力(peer pressure)[1]を感じるようになると想定する。この時、チームの各 agent は金銭的利得と peer pressure による心理的利得の両方を考慮して行動することになる。このように心理的利得を金銭的利得と区別して分析に取り入れている点が本稿の特徴の一つである。チームのサイズが agent のインセンティブに与える影響としては、金銭的誘因のみを考えた従来のモデルでは、チームが大きくなる程 agent の努力水準は小さくなり、チーム生産における非効率性が大きくなると導かれる。それは、チームが大きくなると agent の努力水準を上げることによる限界的な金銭的利得が減少するからである。そのため最適なチームのサイズは１であり、結局個別に業績を評価することが望ましいということになる。しかし、チームが大きくなると peer pressure がより強く働き、限界的な心理的な利得が上がるとしたら結果は変わりうるだろう。本稿はこのような問題意識の下で書かれている。つまり、本稿で分析したいことは、(a)チームのサイズが peer pressure の大きさにどう影響を与えるか、(b)その結果チームのサイズが agent の努力水準にどう影響を与えるか、(c)チームのサイズが agent の利得にどのような影響を与えるのか・最適なチームサイズは何か、の三点に集約されると言える。

本稿の大きな特徴の一つである、心理的利得を金銭的利得と区別して分析に取り入れることの根拠は、心理・行動経済学の分野における研究に依存している。従来の経済学に人間の行動の癖や心理的要因を取り入れた、心理・行動経済学の分野では、人間の動機付けは金銭的なものだけではないことを実験等により確認している。そこで観察される非金銭的な動機付けは、Fehr and Falk (2002)等によれば以下の三つに分類される。(a) 相手の行動に報いたいという相互報酬的（reciprocity）な欲求、(b) 社会的承認(social approval)を得ることに対する欲求、社会的不承認(social disapproval)を避けたいという欲求、(c)興味のあることをしたいという欲求。(a)と(b)は、自分のとる行動に対する動機付けが、周囲の人間の行動に依存するという点で社会的(social)であり、外発的動機付け(extrinsic motivation)と呼ばれることもある。それに対し(c)は、自分のとる行動が周囲にどのような影響を与えるかは関係なく、純粋に個人的な感情に起因するような動機付けであり、内発的動機付け(intrinsic motivation)と呼ばれることもある。本稿は、以上の動機付けのうち、(b)の「社会的承認(social approval)を得ることに対する欲求、社会的不承認(social disapproval)を避けたいという欲求」というものを理論モデルに組み込んでチーム生産におけるインセンティブの問題を考察するものと言えよう[2]。このように理論モデルに心理的利得を金銭的利得と区別して組み込んで分析しているものとして、Kandel and Lazear(1992)、Kandori(2003)等がある。

---

[1] 以下、peer pressure と英語表記で統一することにする。

[2] この「社会的承認(social approval)を得ることに対する欲求、社会的不承認(social disapproval)を避けたいという欲求」は、peer pressure とほぼ同様に解釈できると思われる。

チームのサイズが及ぼす影響を考察した先行研究は、公共財供給に関する分野で比較的多く存在する。公共財の供給のために各個人が自分の所持金をどれだけ寄付するかという状況は、チーム生産の状況と似ており、フリーライダーの問題が存在する。古くはOlson(1971)によって、グループのサイズが大きくなると公共財のための寄付額が減少することについて指摘された。しかし、公共財に関するいくつかの実験結果は必ずしもそうではないことを物語っている。Isaac et al. (1994)では、異なるグループサイズの下で、グループ内の各個人が公共財供給のためにどれだけ自分の所持金を寄付するか、という実験を行っている。結果は、金銭的な限界収入一定の下、グループサイズが大きい（40、100）時の方が、グループサイズが小さい（4、10）の時より個人の寄付額が高くなり、フリーライダーの問題が小さくなるというものであった。また、Marwell and Ames (1979)では、グループサイズが公共財への寄付額にそれほど影響を与えないという結果を出している。しかし、グループサイズが公共財への寄付額に与える負の効果を示す実験も多く存在する。公共財に関する実験結果をサーベイした Ledyard(1995)では、Isaac et al. (1994)の実験が実験方法等を含めて一番信頼できそうだとしながらも、グループサイズが寄付額に与える影響は今のところはっきりしないと結論付けている。

本稿で用いる理論モデルを先行研究と比較して大まかに説明することにする。本稿の分析は、チーム内の agent 間のインタラクションがチーム生産の非効率性を緩和することを考察している点で、Kandel and Lazear (1992)、Bowles and Gintis (1998)、Okuno (1984)、Che and Yoo (2001)等と問題意識を共有している。Che and Yoo (2001)は、チームの関係が長期に及ぶケースを分析しており、繰り返しゲームの状況で agent 間でのインタラクションにより効率性が増し得ることを示している。Okuno (1984)では、チーム内の agent はコスト無しで相互モニタリングをできると仮定し、規範となっている努力水準を下回った者は「村八分」として扱われ、金銭的報酬を減らされるという罰を受けるような状況を考えている。その時、チーム生産における非効率性が回避できることを示している。Bowles and Gintis (1998)は、Okuno (1984)の状況と似ているが、規範を下回った agent に対して金銭的な罰を与える時、罰を与えるほうもコストがかかるとしている。その時、一般的なゲーム理論によれば、規範となっている努力水準を下回った者に対して罰を与えることにコミットメントできないため、規範を下回ったら罰を与えるということが空脅しとなり、Okuno (1984)で示されるようなチームの効率性を達成することはできない。しかし、心理・行動経済学の分野の実験では、規範を下回る行動をしたもの者に対してはコストをかけてでも罰を与えるという相互報酬的(reciprocity)な行動が観察されており[3]、Bowles and Gintis (1998)はそのような相互報酬的な行動をとる人間がチームの一部にいると仮定して分析している。これに対し Kandel and Lazear (1992)は、チームの規範となる努力水準を下回ったとしても金銭的な罰は受けず、他の agent からモニタリングされることで peer pressure

[3] 例えば、Fehr and Gaechter (2000) が挙げられる。

を感じ、心理的に負の利得を得るというものである。また、agent 間で相互モニタリングすることにはコストがかかると仮定している。コストがかかるのに互いにモニタリングし合うのは Bowles and Gintis (1998)のような相互報酬的なものではなく、合理的なものである。その理由は、他人をモニタリングし peer pressure を作り上げることにより他の agent の努力水準が上がり、チーム全体の業績が上がることを通じて自分の報酬が増加するという利益があるためである。自分の報酬が自分の努力水準だけでなく他の agent の努力水準にも依存するチーム生産でありがゆえ、コストがかかってもいくらか他人をモニタリングするインセンティブが生じるのである。本稿のモデルはこの Kandel and Lazear (1992)のモデルの性質をそのまま受け継いだものである。ただし、本稿の目的であるチームのサイズの及ぼす影響を分析しやすくするため、関数を特定化するなど若干手を加えている。

本稿の流れは、以下のようである。2 節では、以降の分析の基本となるモデルを提示する。3 節では、前節のモデルから導かれた均衡における性質を、チームのサイズが及ぼす影響を中心に提示する。4 節では、モデルの一部をより具体化して、3 節での結果をより直観的に判りやすい形で提示する。5 節では、2 節で提示したモデルの一部を変更した時に異なる結果が得られることを示す。そして 6 節で総括する。

2. Model

N 人の対称的な agent で構成されるチームで共同生産が行われる状況を考える。N は1以上の整数であるとする。つまり $N \in (1,2,3,........,\overline{N})$ とする。各 agent の努力水準を $e_i \in [0,\infty]$ で表すことにする。N 人の agent から生み出される結合利益は $\sum_{i=1}^{N} e_i$ であるとし、この結合利益はすべてチーム内の各 agent に平等に分配されると仮定する[4]。各 agent の努力費用は $\alpha e_i^{\,2} (\alpha > 0)$ という関数に特定化する。従って、金銭的誘因のみを考えた時の agent の利得は、

$$u_i^m = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} e_i - \alpha e_i^{\,2} \tag{1}$$

となる。本稿では金銭的誘因に加え心理的誘因も考慮し、以下のような利得関数を用いて分析することにする。

$$u_i^p = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} e_i - \alpha e_i^{\,2} - k_i(m_i - e_i) - \sum_{j \neq i} \beta p_{ij}^{\ \gamma} \tag{2}$$

第三項と第四項が新たに加わったものであり、その意味について説明する。k_i は agent i が

[4] 残余請求者(residual claimant)としての principal が存在しないこのような組織は、一般的にパートナーシップ(partnership)と呼ばれている。

感じるチームの規律、m_i は agent i からみたチームの規範を意味するものとする。つまり第三項は、自分の努力水準 e_i が規範となっている努力水準 m_i を下回ると負の効用を、上回ると正の効用を得ることを意味する心理的利得（peer pressure）を表す項である。規範となる努力水準は、自分以外の agent の努力水準の平均、

$$m_i \equiv \frac{1}{N-1}\sum_{j\neq i} e_j$$

と定義する。規律は、他の agent j が自分（agent i）にかけてくるモニタリングの強度 p_{ji} の和、

$$k_i \equiv \sum_{j\neq i} p_{ji}$$

と定義することにする。$p_{ij} \in [0,\infty]$ は、agent i が agent j に対してどれだけモニタリングをするのかという、モニタリングの強度を表す指数である。このように他人からモニタリングされているという事実により、自分の努力水準 e_i が規範となっている努力水準 m_i を下回ると負の効用を、上回ると正の効用を得るという peer pressure が働くと考える。そして、その他人からのモニタリングの合計が大きければ大きいほど k_i は大きくなり、peer pressure が強く働くと考えるのである。他人をモニタリングすることにはコストがかかるものとし、他人一人あたりに対してのモニタリングコストを、$\beta p_{ij}{}^{\gamma}\,(\beta > 0, \gamma > 1)$ という厳密な凸関数で表すことにする。他人全員をモニタリングした時のコストは $\sum_{j\neq i} \beta p_{ij}{}^{\gamma}$ という形になる。これが(2)式の第四項の意味である。各 agent はこのコストを考慮し、他人一人当たりにかけるモニタリング強度 p_{ji} を決定し、それが規律 k_i を形成すると考える。そして規律 k_i を考慮し、努力水準 e_i を決定する。つまり、このモデルは以下のような二段階ゲームの形で表すことができる。

$$\begin{cases} \text{Stage 1：各 agent が合理的にモニタリング強度 } p_{ij} \text{ を決定する。} \\ \text{Stage 2：stage 1 で決定された他人からのモニタリング強度} (p_{ji})_{j\neq i} \text{ を踏まえ、合理的（金銭的、心理的の両方の意味で）に努力水準 } e_i \text{ を決定する。} \end{cases}$$

以上のような二段階ゲームの現実的な状況としては、具体的に次のようなものが考えられる。チームで仕事をするに際して、チーム内の各 agent が自らの仕事（勤務）の状況を随時タイムカードで記録し、提出し合うような状況である。ここではタイムカードの記録・提出がモニタリングとして機能すると考え、タイムカードの詳細さがモニタリング強度を

表すと考える。つまり最初に、「タイムカードをどれだけ詳細に記録し提出し合うか」ということが仕事をする前に決定され、チームのルールとなる。これが二段階ゲームの一段階目に値する。そしてそのルールを踏まえ、チーム内の各 agent は自らの努力水準を決定するのである。これが二段階目に値する。

3. Equilibrium

ここでは、前節で示したモデルにおける均衡の性質について考察する。補題、命題を提示する前に、以下で使われる記号について整理しておく。本稿の中心となる peer pressure による心理的利得を取り入れたモデルの均衡における努力水準、モニタリング強度を、チームのサイズ N の関数として、それぞれ $\tilde{e}_i(N)$、$\tilde{p}_{ij}(N)$ と表記する事にする。また、均衡における規律の大きさを $\tilde{k}_i(N)$、agent の利得[5]を $\tilde{u}_i(N)$ と表記することにする。一方、金銭的誘因のみを考慮した一般的なモデルで導かれる努力水準を $e*_i\,(N)$、その時の agent の利得[6]を $u*_i\,(N)$ と表記する。また、パレート効率的[7]な努力水準、その時の利得を、それぞれ e_i^{PO}、u_i^{PO} と表記する。なお、対称的な agent を考えているため、均衡における努力水準、効用等はどの agent においても同じとなる。
初めに、均衡におけるモニタリング強度の性質に関して以下のような補題が示される。

Lemma 1:均衡において各 agent が他人一人あたりにかけるモニタリング強度 $\tilde{p}_{ij}(N)$ は、チームのサイズが大きくなるにつれて減少する。つまり、$\forall N \geq 2, \tilde{p}'_{ij}(N) < 0.$[8]

Proof:　前節で示した二段階ゲームを後ろ向きに解いていき、均衡におけるモニタリング強度 $\tilde{p}_{ij}(N)$ をもとめることにする。Stage 2 において、他人からのモニタリング強度 $(p_{ji})_{j\neq i}$ を所与とした時の努力水準 e_i の決定は、

5　(2)式で表される、peer pressure による心理的な利得、モニタリングコストを考慮した利得である。
6　(1)式で表される、金銭的な意味での利得である。
7　金銭的な誘因のみを考えた一般的なモデルにおけるパレート効率性である。
8　$\tilde{p}'_{ij}(N)$ とは、$\tilde{p}_{ij}(N)$ をチームサイズ N で微分した値を意味する。本来 N は離散的な値をとるため微分

$$\max_{e_i} \quad \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} e_i - \alpha e_i^{\;2} - k_i(m_i - e_i)$$

$$\text{但し、} k_i \equiv \sum_{j \neq i} p_{ji}$$

という最大化問題をとくことで導かれる。一階の条件は、

$$\frac{1}{N} - 2\alpha e_i + \sum_{j \neq i} p_{ji} = 0$$

となる。ここから、他人から受けるモニタリング強度に対する反応関数が、

$$e_i(p^i) = \frac{1}{2\alpha}\left(\frac{1}{N} + \sum_{j \neq i} p_{ji}\right)$$

と、もとまる。但し、 p^i は agent i が受けるモニタリングの組を表すベクトルであり、 $p^i \equiv (p_{ji})_{j \neq i}$ と定義している。ここから、ある一人の agent j からのモニタリング強度 p_{ji} の変化（他の agent からのモニタリング強度は一定とする）が e_i に及ぼす影響が以下のように導かれる。

$$\frac{\partial e_i}{\partial p_{ji}} = \frac{1}{2\alpha} > 0 \tag{3}$$

次に Stage 1 についてみていく。agent i のモニタリング強度 p_{ij} の決定は、

$$\max_{p_{ij}} \quad \frac{1}{N}\left(e_i(p^i) + \sum_{j \neq i} e_j(p^j) \right) - \sum_{j \neq i} \beta p_{ij}^{\;\gamma}$$

という最大化問題を解くことで導かれる。一階の条件は、

$$\frac{1}{N}\frac{\partial e_j}{\partial p_{ij}} - \gamma\beta p_{ij}^{\;\gamma-1} = 0 \qquad \text{for all } j \neq i$$

となる。対称的な agent を仮定しているので、$\dfrac{\partial e_j}{\partial p_{ij}} = \dfrac{\partial e_i}{\partial p_{ji}}$ であり、(3)式を代入することで、均衡におけるモニタリング強度は以下のようにもとまる。

$$\tilde{p}_{ij}(N) = \left(\frac{1}{2\alpha\beta\gamma N} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \tag{4}$$

ここから、$\forall \gamma > 1 \; \forall N \geq 2$， $\tilde{p}'_{ij}(N) < 0.$ の関係が見て取れる。■

できないのだが、分析の都合上、N があたかも連続であるかのよう微分を行うことにする。

Lemma 1 は、モニタリングコストの関数がどのような形をとったとしても(厳密な凸関数でありさえすれば)、チームのサイズが大きくなると各 agent が他人一人あたりにかけるモニタリング強度を小さくするというものである。その直観的理由は、モニタリング強度を大きくして他人の努力水準を上げることによって得られる収益は、チームが大きくなると多くの人数でシェアされることになり、自分に帰ってくる利益がより小さくなってしまうからである。つまり他人一人当たりにかけるモニタリング強度を大きくすることにより得られる限界収益は、チームのサイズが大きくなるにつれて小さくなっていくからである。

ここで、均衡において各 agent が負担するモニタリングコストの合計を $\tilde{M}_i(N)$ と表記することにする。つまり、$\tilde{M}_i(N) \equiv \sum_{j \neq i} \beta \left(\tilde{p}_{ij}(N)\right)^{\gamma}$ のように定義されるとする。この時、$\tilde{M}_i(N)$ に関して、次のような性質が示される。

Lemma 2：均衡において各 agent が負担するモニタリングコストは、$N > \gamma$ の範囲でチームが大きくなるにつれて減少していく。つまり、$\forall N > \gamma$，$\tilde{M}_i'(N) < 0.$

Proof: 定義より、$\tilde{M}_i(N) \equiv \sum_{j \neq i} \beta \left(\tilde{p}_{ij}(N)\right)^{\gamma}$ であり、均衡における各 agent の対称性を考えると、$\tilde{M}_i(N) = (N-1)\beta\left(\tilde{p}_{ij}(N)\right)^{\gamma}$ である。これを N で微分すると、

$$\tilde{M}_i'(N) = \beta\gamma\left(\tilde{p}_{ij}(N)\right)^{\gamma}\left\{\frac{1}{\gamma} - \varepsilon\right\}$$

となる。但し ε とは、モニタリング強度 $\tilde{p}_{ij}(N)$ の（N－１）に対する弾力性をあらわす指標であり、

$$\varepsilon \equiv -\frac{(N-1)}{\tilde{p}_{ij}} \frac{d\tilde{p}_{ij}}{d(N-1)} > 0 \tag{5}$$

と定義されるものである[9]。以上から、

[9] $\frac{d\tilde{p}_{ij}}{d(N-1)} = \tilde{p}_{ij}'(N)$ となることを利用している。

$$\begin{cases} \tilde{M}_i'(N) < 0 \quad \text{if} \quad \varepsilon > \dfrac{1}{\gamma} \\ \tilde{M}_i'(N) > 0 \quad \text{if} \quad \varepsilon < \dfrac{1}{\gamma} \end{cases} \tag{6}$$

という関係が見て取れる。(4)を用いてεを計算すると、

$$\varepsilon = \left(\frac{1}{\gamma - 1}\right)\left(\frac{N-1}{N}\right) \tag{7}$$

と求まる。$\tilde{M}_i'(N) < 0$となる条件、$\varepsilon > (1/\gamma)$に(7)を代入すると、

$$N > \gamma$$

となる。よって、$N > \gamma$の範囲では$\tilde{M}_i'(N) < 0$であり、反対に$N < \gamma$の範囲では$\tilde{M}_i'(N) > 0$

という関係がわかる。■

Lemma 2 は、例えば$\gamma = 2$のようなモニタリングコスト関数であれば N>2 の範囲で、$\gamma = (3/2)$のようなモニタリングコスト関数では$N \geq 2$の範囲で、チームのサイズが大きくなるにつれて agent 一人当たりが負担するモニタリングコストは減少していくことを意味する。N が大きくなると、より多くの他人をモニタリングすることになり、モニタリングコストが増加するという側面を持つ。しかし N が大きくなると、Lemma 1 より他人一人あたりにかけるモニタリング強度が小さくなるため、モニタリングコストが減少するという側面も持つ。それらを総合して考えた時どうなるかが、Lemma 2 の示すところである。ここでは、(5)のように定義されるモニタリング強度の弾力性εの大きさがポイントとなる。(6)からわかるように、この弾力性が大きいほど、均衡において agent 一人当たりが負担するモニタリングコストはチームサイズが大きくなるにつれて減少していく傾向にある。そしてこの弾力性εの大きさの決定要因は、(7)よりチームサイズNとモニタリングコスト関数のパラメータγの二つであることがわかる。

次に、チームのサイズが均衡での規律の大きさにどのような影響をもたらすかについて考察する。規律k_iとは、他人から受けるモニタリング強度の和として定義されるものであり、限界的な peer pressure の大きさを表すものであった。分析の結果、以下の命題を得る。

Proposition 1：チームのサイズと均衡での規律の強さの関係は、

(i) $\gamma \geq 2$の時、チームのサイズが大きくなる程、規律は強くなる。

つまり、$\forall N \geq 2$, $\tilde{k}_i'(N) > 0.$

(ii) $1 < \gamma < 2$の時、チームのサイズが大きくなると、$2 \leq N < \dfrac{1}{2-\gamma}$の範囲では規律は強

くなり、$N > \dfrac{1}{2-\gamma}$ の範囲では規律は弱くなる。

つまり、$\begin{cases} \tilde{k}_i'(N) > 0 & \text{if} \quad 2 \le N < \dfrac{1}{2-\gamma} \\ \tilde{k}_i'(N) < 0 & \text{if} \quad N > \dfrac{1}{2-\gamma} \end{cases}$

（Figure 1 参照）

proof：agent の対称性、定義 $k_i \equiv \sum_{j \neq i} p_{ji}$ を考慮すると、均衡における規律は、

$$\tilde{k}_i(N) = (N-1)\tilde{p}_{ji}(N) \tag{8}$$

のように書ける。これを N で微分すると、

$$\tilde{k}_i'(N) = \tilde{p}_{ji}(N)\{1-\varepsilon\} \tag{9}$$

という関係を得る。但し、ε とは $\tilde{p}_{ji}(N)$ の（N－１）に対する弾力性をあらわす指標であり、(5)のように定義されるものであった[10]。 (9)から、

$$\begin{cases} \tilde{k}_i'(N) > 0 & \text{if} \quad \varepsilon < 1 \\ \tilde{k}_i'(N) < 0 & \text{if} \quad \varepsilon > 1 \end{cases} \tag{10}$$

という関係が見て取れる。$\tilde{k}_i'(N) < 0$ となる条件 $\varepsilon > 1$ を(7)を使って計算すると、

$$\{(\gamma-2)N+1\} < 0$$

ともとまる。これより、$1 < \gamma < 2$ の時、$N > \dfrac{1}{2-\gamma}$ の範囲で上の不等式が満たされ、$\tilde{k}_i'(N) < 0$ となることがわかる。逆に、$\gamma \ge 2$ の時は必ず上の不等式は成立せず、$\tilde{k}_i'(N) > 0$ であり、$1 < \gamma < 2$ のケースでも $N < \dfrac{1}{2-\gamma}$ の範囲では $\tilde{k}_i'(N) > 0$ であることがわかる。■

チームのサイズ N が大きくなると、Lemma 1 より他人一人から受けるモニタリング強度が小さくなるため、規律が弱くなるという側面も持つ。しかし N が大きくなると、より多

[10] $\tilde{p}_{ij}(N) = \tilde{p}_{ji}(N)$ という対称性を用いている。

くの他人からモニタリングされることになるため規律が強くなるという側面も持つ。これらを総合して考えた時、Proposition 1 のような結果を得るのである。(10)からわかるように、チームサイズが大きくなった時に規律が強くなるか弱くなるかは、モニタリング強度の弾力性εの大きさに依存する。εが小さいほど、チームサイズが大きくなった時に規律は強くなっていく傾向にあり、反対にεが大きいほど、チームサイズが大きくなった時に規律は弱くなっていく傾向にある。そして(7)からわかるように、εはチームサイズNとモニタリングコスト関数のパラメータγ、の二つの値により決定される。(7)より$(\partial\varepsilon/\partial N)>0$、$(\partial\varepsilon/\partial\gamma)<0$であり、$N$が大きくなるほど、そして$\gamma$が小さくなるほど、モニタリング強度の弾力性$\varepsilon$は大きくなることがわかる。その結果、$N$が大きくなるほど、そして$\gamma$が小さくなるほど、チームサイズが大きくなるにつれて規律が弱くなるというケースになりやすいと言える[11]。以上が Proposition 1 の直観的な説明である。なお、Figure 1 は Proposition 1 の関係を N があたかも連続であるかのように図示したものである。

　次にチームのサイズと努力水準との関係を考察するにあたり、まず金銭的な誘因のみを考えた時の均衡での努力水準$e*_i(N)$に関して、一般的に知られている次の性質を確認しておく。

Lemma 3：$N\geq 2$の下では、必ず$e*_i(N)$はe_i^{PO}を下回り、チームのサイズが大きくなる程この乖離は大きくなる。

Proof：パレート効率的な努力水準e_i^{PO}は、

$$\max_{e_i}\quad \sum_{i=1}^{N}e_i-\sum_{i=1}^{N}\alpha e_i^2$$

の解であり、$e_i^{PO}=\dfrac{1}{2\alpha}$と求まる。一方、$e*_i(N)$は、

$$\max_{e_i}\quad \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}e_i-\alpha e_i^{\,2}$$

の解であり、$e*_i(N)=\dfrac{1}{2\alpha N}$と求まる。$d(N)\equiv e_i^{PO}-e*_i(N)$と定義した時、$d(N)=\dfrac{(N-1)}{2\alpha N}$ともとまる。$N>1$では$d(N)>0$となるため、$e*_i(N)<e_i^{PO}$である。ま

[11] γが大きくなると、$(\partial\varepsilon/\partial\gamma)<0$ よりεが小さくなるが、$\tilde{k}_i'(N)$が必ずしも大きくなるとは限らない。なぜなら、(9)より$\tilde{k}_i'(N)$の値はεとともに$\tilde{p}_{ji}(N)$にも依存するからである。そして (4)からわかるように、γが大きくなるとこの$\tilde{p}_{ji}(N)$は小さくなるからである。

た、$d'(N)=\dfrac{1}{2\alpha N^2}>0$ となることからチームのサイズが大きくなるほど、$e*_i(N)$ と e_i^{PO} の乖離が大きくなることが証明される。■

Lemma 3 は、金銭的な誘因のみを考えた時の均衡での努力水準 $e*_i(N)$ は、チームのサイズが大きくなる程低下していき、フリーライダーの問題が深刻化することを意味している。その原因は、自分の努力を一単位上げることによる限界的な金銭的利得が、チームのサイズが大きくなると減少してしまうからである。

ここでチームのサイズが及ぼす影響の考察から少し離れて、ある特定のチームサイズの下で金銭的誘因に加え心理的誘因が加わった時、均衡における努力水準がどのように変わるのかを考えてみる。次の Lemma 4 が、それを示している。

Lemma 4： ある特定の $N\geq 2$ の下、心理的誘因を考慮した時に決まる努力水準は、金銭的誘因のみで決まる努力水準より必ず高くなる。つまり、$\forall N\geq 2$, $\tilde{e}_i(N)>e*_i(N)$.

Proof： $\tilde{e}_i(N)$ は、

$$\max_{e_i}\quad \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}e_i-\alpha e_i^{\ 2}-\tilde{k}_i(N)(m_i-e_i)$$

の解であり、一階の条件より $\tilde{e}_i(N)$ は以下の関係を満たす。

$$\frac{1}{N}+\tilde{k}_i(N)=2\alpha\tilde{e}_i(N) \tag{11}$$

一方、$e*_i(N)$ は、

$$\max_{e_i}\quad \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}e_i-\alpha e_i^{\ 2}$$

の解であり、一階の条件より $e*_i(N)$ は以下の関係を満たす。

$$\frac{1}{N}=2\alpha e*_i(N) \tag{12}$$

$N\geq 2$ の時 $\tilde{k}(N)>0$ であるから、(11)(12)より $\tilde{e}_i(N)>e*_i(N)$ と示される。■

Lemma 4 は、Kandel and Lazear (1992)でも示されているものであり、agent の心理的誘因を考慮した時、フリーライダー問題が解消される方向に働くことを示している。しかし、フリーライダー問題がどの程度解消されるか、チームのサイズがそれにどう関係してくるかは、モデルのパラメータの大きさに依存する。

Lemma 5：チームのサイズ N と、心理的誘因を考慮した時の均衡における努力水準 $\tilde{e}_i(N)$

の関係は、以下のようである。

$$\begin{cases} \tilde{e}_i'(N) > 0 & \text{if} \quad \tilde{k}_i'(N) > \dfrac{1}{N^2} \\ \tilde{e}_i'(N) < 0 & \text{if} \quad \tilde{k}_i'(N) < \dfrac{1}{N^2} \end{cases}$$

proof：(11)式より、

$$\tilde{e}_i(N) = \frac{1}{2\alpha}\left(\frac{1}{N} + \tilde{k}_i(N)\right) \tag{13}$$

であり、これを N で微分すると、

$$\tilde{e}_i'(N) = \frac{1}{2\alpha}\left(-\frac{1}{N^2} + \tilde{k}_i'(N)\right) \tag{14}$$

となる。この式から明らかである。■

$\tilde{k}_i(N)$ は努力水準を上げた時の限界的な心理的利得と解釈できる。そのため $\tilde{k}_i'(N)$ は、チームのサイズが変化した時に限界的な心理的利得がどれだけ変化するのかを表していると解釈できる。Lemma 5 より、$\tilde{e}_i'(N) > 0$ を得るには少なくとも $\tilde{k}_i'(N) > 0$ は満たされていなければならないことがわかる。Proposition 1 より、$\gamma \geq 2$ の時は必ず $\tilde{k}_i'(N) > 0$ が満たされるため、$\tilde{e}_i'(N) > 0$ となる可能性はある。Lemma 5 の $(1/N^2)$ は、チームのサイズが大きくなった時の限界的な金銭的利得の減少分を表していると解釈できる。そのため、$\tilde{e}_i'(N) > 0$ となるための条件 $\tilde{k}_i'(N) > (1/N^2)$ は、チームのサイズが大きくなった時、限界的な心理的利得の上昇分が限界的な金銭的利得の減少分を上回らなければならないことを意味している。チームのサイズ N と均衡における努力水準 $\tilde{e}_i(N)$ の関係は、次節でより具体的に考察される。

4. 数値例

前節までは、他人一人あたりをモニタリングする時にかかるコストを βp_{ij}^{γ} $(\beta > 0, \gamma > 1)$ という一般形で分析してきたが、この節では γ に具体的な値を代入しモニタリングコストを

特定化することで、分析結果をより直観的に捕らえやすい形で提示する。Proposition 1 で見たようにγが 2 以上かそうでないかで、チームのサイズが均衡での規範の強さに与える影響が異なってくる。本節では$\gamma = 2$のケース、$\gamma = 3$のケース、$\gamma = (3/2)$のケース、の特徴的な三つのケースについて考察することにする。

4-1.　$\gamma = 2$ のケース

チームのサイズと均衡における各 agent の努力水準、利得に関して、以下のような命題を得る。

Proposition 2：$\alpha\beta = \dfrac{1}{4}$の時、またその時に限り、

(i) $N \geq 1$の下、チームのサイズに関わらずパレート効率的な努力水準が達成できる。つまり、　$\forall N \geq 1,\ \tilde{e}_i(N) = e_i^{PO}.$

(ii) $N > 2$の下、チームのサイズが大きくなるほど各 agent の利得は増加し、パレート効率的な水準に近づく。つまり、$\forall N > 2,\ \tilde{u}_i'(N) > 0.\quad \lim_{N\to\infty} \tilde{u}_i(N) = u_i^{PO}.$

（Figure 2 参照）

Proof: *(i)*　(4)(8)(13)と$\gamma = 2$により、均衡における努力水準は、

$$\tilde{e}_i(N) = \frac{1}{2\alpha N} + \frac{(N-1)}{8\alpha^2 \beta N} \tag{15}$$

ともとまる。一方パレート効率的な努力水準e_i^{PO}は、Lemma 3 の証明のところで示したように$e_i^{PO} = (1/2\alpha)$である。$\tilde{e}_i(N) = e_i^{PO}$を解くと、$\alpha\beta = (1/4)$と求まる。

(ii)　(4)(15)と$\gamma = 2$を(2)に代入することによって、均衡における agent の利得は、

$$\tilde{u}_i(N) = \frac{(2N-1)}{4\alpha N^2} + \frac{(8\alpha\beta - 1)(N-1)^2}{64\alpha^3\beta^2 N^2} - \frac{(N-1)}{16\alpha^2 \beta N^2} \tag{16}$$

と求まる。$\alpha\beta = \dfrac{1}{4}$を代入すると、$\tilde{u}_i(N) = \dfrac{(N^2 - N + 1)}{4\alpha N^2}$となり、これを N で微分すると、

$\tilde{u}_i'(N) = \dfrac{(N-2)}{4\alpha N^3}$ともとまる。よって、$N > 2$の下で、$\tilde{u}_i'(N) > 0$となる。

パレート効率的な努力水準がとられた時の利得u_i^{PO}は$e_i^{PO} = (1/2\alpha)$を(1)式に代入して

$u_i^{PO} = (1/4\alpha)$ と求まる。一方 $\alpha\beta = \dfrac{1}{4}$ の時の利得、$\tilde{u}_i(N) = \dfrac{(N^2 - N + 1)}{4\alpha N^2}$ の N の極限をとると[12]、$\lim_{N\to\infty} \tilde{u}_i(N) = (1/4\alpha)$ となる。よって、$\lim_{N\to\infty} \tilde{u}_i(N) = u_i^{PO}$ 。■

Figure 2 は、Proposition 2 の性質を N が連続な値を取るかのように図示したものである。Proposition 2（i）は、心理的誘因を考えた時、チームのサイズどのようであってもパレート効率的な努力水準を達成できる可能性があることを示している。金銭的な誘因のみを考えた時、均衡における努力水準がパレート効率的な努力水準を下回るフリーライダー問題が発生し、それはチームのサイズが大きくなるほど深刻化することは Lemma 3 で確認した。しかし、心理的誘因を考慮した本稿のモデルでは、Proposition 1 で示したように $\gamma = 2$ の時チームのサイズが大きくなるほど規律が強くなるため、チームが大きくなるほど peer pressure による心理的誘因が強く働き、努力水準を上昇させる方向に作用する。つまり Proposition 2(i)は、チームが大きくなると金銭的な限界収入が小さくなるため努力水準が低下するというチームの大きさが持つ負の効果を、チームが大きくなると心理的誘因が強く働き努力水準が上昇するというチームの大きさが持つ正の効果がちょうど打ち消し、チームの大きさにかかわらずパレート効率的な努力水準が達成できる可能性を示している。Proposition 1 (ii)は、チームが大きくなるほど agent の得る効用が上昇することを意味している。これは Lemma 2 で見たように、チームが大きくなるほど一人の agent が負担するモニタリングコストが $N > \gamma$ の範囲で減少することが理由である。

$\alpha\beta \neq (1/4)$ の時、チームのサイズが均衡での努力水準の大きさに及ぼす影響は以下の系で示される。

Corollary 1：チームのサイズ N が大きくなると、$\alpha\beta < \dfrac{1}{4}$ のケースでは agent の努力水準は上昇し、$\alpha\beta > \dfrac{1}{4}$ のケースでは agent の努力水準は低下する。（Figure 3 参照）

Proof：(15)式を N で微分することにより、$\tilde{e}_i'(N) = \dfrac{(1 - 4\alpha\beta)}{8\alpha^2 \beta N^2}$ ともとまる。これより明らか。■

ここでは、$\alpha\beta$ の値がポイントとなるのでその含意について考えてみる。大雑把に言うと、$\alpha\beta$ の値が小さい時、チームサイズが大きくなるにつれて均衡での努力水準が大きくなって

---

12 $N \in (1,2,3,\dots\dots, \bar{N})$ であり N には上限を設けているが、極限の性質を見るためにここでは無視をすることにする。

いく傾向にあるという結果を得たのだが、その直観的理由は以下のようである。α の値が小さくなることは(3)より他人一人に対するモニタリング強度を上げることの限界便益が上昇することを意味し、β の値が小さくなることはモニタリング強度を上げることの限界コストが減少することを意味する。そのため、$\alpha\beta$ の値が小さくなると他人一人当たりにかけるモニタリング強度は大きくなる。この関係は(4)に表れている。このように均衡でのモニタリング強度が大きくなると、(9)より $\tilde{k}_i'(N)$ が大きくなり、チームサイズが大きくなった時の peer pressure による心理的誘因の強まり方が大きくなる。そのため、$\alpha\beta$ の値が小さいと、チームが大きくなると金銭的な限界収入が小さくなるため努力水準が低下するというチームの大きさが持つ負の効果を、チームが大きくなると心理的誘因が強く働き努力水準が上昇するというチームの大きさが持つ正の効果が上回る傾向にあるといえる。

チーム内の agent が相互モニタリングをし、それにより peer pressure を作り上げるという本稿のモデルは、Proposition 2 のような望ましい結果をもたらし得るが、以下のような望ましくない結果をも、もたらし得る。

Proposition 3：$\alpha\beta \leq \dfrac{1}{8}$ の時、$N \geq 2$ の下、$\tilde{u}_i(N)$ は金銭的誘因のみを考慮した時の効用 $u*_i\,(N)$ を下回る。つまり、$\forall N \geq 2$, $\tilde{u}_i(N) < u*_i\,(N)$.　　　（Figure 4 参照）

Proof：(12)でもとまる $e*_i\,(N)$ を(1)に代入し、$u*_i\,(N) = \dfrac{(2N-1)}{4\alpha N^2}$ を得る。これと、(16)を比較することにより明らか。■

Proposition 3 が意味することは、$\alpha\beta$ の値がある水準より小さいと、互いにモニタリングしすぎて peer pressure による心理的誘因が強く働きすぎ、努力水準が高くなりすぎるため、金銭的誘因のみで行動する時より利得が低くなってしまうということである。

4-2.　$\gamma = 3$ のケース

チームのサイズ N と努力水準 $\tilde{e}_i(N)$ に関して、以下のような命題を得る。

Proposition 4：$N < N^T$ の範囲ではチームが大きくなると均衡での努力水準は低下し、$N > N^T$ の範囲ではチームなサイズが大きくなると均衡での努力水準は上昇する。但し、N^T とは、

$$N^T + 1 - 2(\frac{6\alpha\beta}{N^T})^{\frac{1}{2}} = 0$$

の関係を満たす N と定義され、 N^T は$\alpha\beta$ の増加関数となる。

Proof：(14)に(4)(7)(9)と$\gamma = 3$を代入して整理すると、

$$\tilde{e}_i'(N) = \frac{1}{2}(\frac{1}{6\alpha\beta})^{\frac{1}{2}} N^{-\frac{3}{2}} \left\{ N + 1 - 2(\frac{6\alpha\beta}{N})^{\frac{1}{2}} \right\}$$

となる。 $\left\{ N + 1 - 2(\frac{6\alpha\beta}{N})^{\frac{1}{2}} \right\}$ の部分は N の増加関数であるため、$N^T + 1 - 2(\frac{6\alpha\beta}{N^T})^{\frac{1}{2}} = 0$

と定義される N^T を境に、$N < N^T$ の範囲では$\tilde{e}_i'(N) < 0$、$N > N^T$ の範囲では$\tilde{e}_i'(N) > 0$ という関係が示される。■

Proposition 5：$\alpha\beta > \dfrac{1}{6}$ の時、パレート効率的な努力水準を達成できるチームサイズは N=1 以外にも存在し、 $N = 6\alpha\beta$ で達成できる。

Proof：Lemma 3 のところで求めた$e_i^{PO} = (1/2\alpha)$ と、(13)を考慮すると、

$$\left(\frac{1}{N} + \tilde{k}_i(N) \right) = 1$$

を満たす N がパレート効率的な努力水準を達成できる N である。(4)(8)と$\gamma = 3$を考慮すると、この関係は以下のようになる。

$$(\sqrt{N} - 1)(\sqrt{N} + 1)(\sqrt{N} - 6\alpha\beta) = 0$$

$\alpha\beta > \dfrac{1}{6}$ の時、$N \geq 1$の範囲で上の関係を満たすのは$N = 1$と $N = 6\alpha\beta$ の二つであることがわかる。■

proposition 4、proposition 5 で示したことをより直観的にわかりやすくするために以下のような数値例を考えてみることにする。なお、N=1 以外でパレート効率的な努力水準を達成できるチームサイズを N^B と表記することにする。ここでは、 $N^B = 6\alpha\beta$ である。

Example 1： $\alpha\beta = (25/6)$ の時、 $N^T = 4$、 $N^B = 25$ ともとまる。この時チームのサイズ

の増加に伴い、均衡での努力水準は$N<4$までは減少していくが、$N>4$では上昇していく。そして、チームのサイズが25人になる時にパレート効率的な努力水準を達成できるということである。チームのサイズが25 人より大きくなるとパレート効率的な努力水準を上回る努力をしてしまうことになり非効率性が発生する。この関係を図示すると、Figure 5のようになる。□

4-3. $\gamma=\frac{3}{2}$ *のケース*

チームのサイズNとの努力水準$\tilde{e}_i(N)$に関して、以下のような命題を得る。

Proposition 6： $N<N^T$の範囲ではチームが大きくなると均衡での努力水準は上昇し、$N>N^T$の範囲ではチームなサイズが大きくなると均衡での努力水準は低下する。但し、N^Tは、

$$N^T=\frac{2}{1+(3\alpha\beta)^2}$$

であり、$\alpha\beta$の減少関数となる。

Proof：(14)に(4)(7)(9)と$\gamma=\frac{3}{2}$を代入して整理すると、

$$\tilde{e}_i'(N)=2(\frac{1}{3\alpha\beta})^2N^{-3}\left\{1-\frac{1}{2}\left(1+(3\alpha\beta)^2\right)N\right\}$$

となる。ここから、$N^T=\frac{2}{1+(3\alpha\beta)^2}$と定義される$N^T$を境に、$N<N^T$の範囲では$\tilde{e}_i'(N)>0$、$N>N^T$の範囲では$\tilde{e}_i'(N)<0$という関係が見て取れる。■

Proposition 7：$\alpha\beta<\frac{1}{3}$の時、パレート効率的な努力水準を達成できるチームサイズはN=1以外にも存在し、$N=\frac{1}{(3\alpha\beta)^2}$で達成できる。

Proof： proposition 5の証明同様、パレート効率的な努力水準を達成できるNは、

$$\left(\frac{1}{N}+\tilde{k}_i(N)\right)=1$$

という関係を満たす必要がある。(4)(8)と$\gamma = \dfrac{3}{2}$を考慮するとこの関係は以下のようになる。

$$(N-1)\left\{(3\alpha\beta)^2 N - 1\right\} = 0$$

$\alpha\beta < \dfrac{1}{3}$の時、$N \geq 1$の範囲で上の関係を満たすのは$N=1$と$N = \dfrac{1}{(3\alpha\beta)^2}$の二つであることがわかる。■

proposition 6、proposition 7 で示したことをより直観的にわかりやすくするために以下のような数値例を考える。

Example 2：$\alpha\beta = (1/9)$の時、$N^T = (9/5)$、$N^B = 9$ともとまる。peer pressure による心理的利得が定義できるのは$N \geq 2$の範囲であり、この範囲ではチームのサイズの増加に伴い均衡での努力水準は減少していくことがわかる。しかし、N=1 から N=2 に変化した時にこのケースでは均衡での努力水準が増加する。つまり、N＝２での努力水準はパレート効率的な努力水準を上回ってしまい非効率性が発生する。しかし、$N \geq 2$でチームのサイズが増加していくと努力水準は低下していき、パレート効率的な水準にだんだん近づいていく。そして、チームのサイズが 9 人の時にパレート効率的な努力水準を達成できるということである。この関係を図示すると、Figure 6 のようになる。□

5. 補足

この節では、2 節で提示したモデルの一部を変更した時、結果が変わってくることを示す。2 節で提示したモデルでは、一人の agent が他人全員をモニタリングした時にかかるコストを$\sum_{j \neq i} \beta p_{ij}{}^{\gamma}$という関数で表した。しかし、ここではそのモニタリングコストM_iを

$$M_i \equiv \beta \left(\sum_{j \neq i} p_{ij} \right)^{\gamma} \tag{16}$$

という関数に変更した時に得られる結果を提示することにする。これまでの分析で用いてきたモニタリングコストは、他人一人あたりにかかるモニタリング強度p_{ij}に関してそのコストが$\beta p_{ij}{}^{\gamma} \ (\beta > 0, \gamma > 1)$という逓増型の関数をとるとしていて、それをモニタリングする対象人数分を足し合わせるという形であった。この形は、複数の他人をモニタリングするに際して、どの人の行動もある程度までは簡単にモニタリングできるが、より精密にモニ

タリングしようとすると難しくコストがかさんでくるようなケースと解釈できるだろう。Fehr and Gaechter (2000)、Carpenter (2004)等ではこの形が採用されている[13]。しかし、(12)のように、他人全員にかけるモニタリングの量に関してコスト関数を定義することも自然なように思われる。このケースは、モニタリングをかける総量という労力に着目していて、労力が増えると逓増的にコストがかさんでいくと解釈しているものといえよう。

このように、モニタリングコストの形を変更すると均衡における規律の性質に関して、Proposition 1 とは異なる以下のような命題を得る。

Proposition 8：モニタリングコストを(16)のような関数で定義した時、チームのサイズが大きくなると必ず均衡での規律は弱くなる。つまり、$\forall\gamma > 1, \forall N \geq 2$，$\tilde{k}_i'(N) < 0$.

Proof：Lemma 2、Proposition 1 の証明と手順は同じであり、モニタリングコストを(16)のように変更して計算することにより、

$$\tilde{p}_{ij}(N) = \frac{1}{N-1}\left(\frac{1}{2\alpha\beta\gamma N}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

を得る。$\forall\gamma > 1, \forall N \geq 2$、$\tilde{p}_{ij}'(N) < 0$であり、Lemma 1 の性質はそのまま受け継がれる。ここから、

$$\tilde{k}_i(N) = \left(\frac{1}{2\alpha\beta\gamma N}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \tag{17}$$

ともとまり、$\forall\gamma > 1, \forall N \geq 2$，$\tilde{k}_i'(N) < 0$と示される。■

そして、チームサイズと努力水準に関する関係は、以下のようになる。

Corollary 2：peer pressure が定義できるの$N \geq 2$の範囲では必ず、$\tilde{e}_i'(N) < 0$である。

Proof：(14)と Proposition 8 の結果より明らかである。■

しかし、N=１から N=2 の間では努力水準は上昇する可能性はある。そして、N＝１以外にパレート効率的な努力水準を達成できる N（そのような N を前節までと同様N^Bと表記す

---

[13] Fehr and Gaechter (2000)、 Carpenter (2004)では、他人一人あたりにかける罰(punishment)に関して逓増型のコスト関数を定義し、罰を与える対象となる人数分を足し合わせる方法がとられている。

ることにする）が存在する可能性はある。以下の数値例でその関係を見ることにする。

Example 3： $\gamma = 2$ のケースを考える。$\tilde{e}_i(N) = e_i^{PO}$ となる 1 以外の $N(\equiv N^B)$ は、Proposition 5 の証明同様、$\left((1/N) + \tilde{k}_i(N)\right) = 1$ の関係を満たす必要がある。(17)と $\gamma = 2$ を代入すると、$N^B = 1 + 4\alpha\beta$ と求まる。例えば、$\alpha\beta = 1$ のケースでは、$N^B = 5$ となり、チームサイズと努力水準との関係は Figure 7 のような関係になる。□

6. Conclusion

本稿の目的は、チーム内で生じるであろう peer pressure という心理的利得をモデルに組み込むことによって、チーム生産におけるインセンティブの問題を考察し直そうというものであった。特に、「チームのサイズが大きくなるとチームの士気が下がる」という一般的な見解を考え直すことが目的であった。本稿のモデルでは、agent 間の相互モニタリングがそのような peer pressure を生み出すと考た。チーム内のある agent のサボりは、チーム全体に迷惑をかけることになるというチーム生産であるが故、他人をモニタリングするインセンティブがあるのであり、みんなよりサボっているところをモニタリングされた時は後ろめたさを感じるというような peer pressure が生じると解釈したのであった。

本稿の分析で示された主な結果は以下のようであった。(a) チームのサイズが大きくなると、一定の条件の下、peer pressure が強く働くようになる。(b)それゆえ、チームのサイズが大きくなるとチームの士気が上がるようなケースがあり得る。(c)その結果、パレート効率的な努力水準を達成できるようなチームサイズが N＝１以外にも存在し得る。(d) peer pressure を考慮するとチーム生産の非効率性（フリーライダー問題）は軽減される方向に作用する。(e)しかし、peer pressure が強く働きすぎると努力水準が高くなりすぎて、金銭的誘因のみを考えたケースより agent の利得が低くなってしまうというまた別の問題も生じ得る。

上の結果(a)は、Isaac et al. (1994)の実験結果に対する一つの説明になるかもしれない。Isaac et al. (1994) では、異なるグループサイズの下で、グループ内の各個人が公共財供給のためにどれだけ自分の所持金を寄付するかという実験を行い、次のような結果を得ている。それは、金銭的な限界収入一定の下、グループサイズが大きい時の方がグループサイズが小さい時より個人の寄付額が高くなり、フリーライダーの問題が小さくなるというものであった。この結果が意味するところは、グループサイズが大きくなった時に金銭的誘因以外の何らかの誘因が強く働くようになっているということである。本稿のモデルの状況と Isaac et al. (1994)の実験の状況とは必ずしも一致していないが、この何らかの誘因に

対する一つの説明として本稿の結果(a)が考えられるかもしれない。

しかし、本稿の結果の細かい点はモデルのパラメータによって左右される部分が多くある。また、モニタリングコスト関数の設定の仕方によりチームサイズの及ぼす影響が変わり得るものであった。より一般的な分析を今後の課題としたい。

参考文献

Alchian, A.A. and Demsetz, H. (1972), “Production, Information Costs, and Economic Organization”, *American Economic Review*. 62: 777-795.

Bowles, S. and H. Gintis (1998), "Mutual Monitoring in Teams: The Effects of Residual Claimancy and Reciprocity," *Research in Economics* 98-08-074e, Santa Fe Institute.

Carpenter, J.P. (2004), “Punishing Free-Riders: How Group Size Affects Mutual Monitoring and the Provision of Public Goods”, *IZA Discussion Papers* with number 1337.

Che, Y.K. and Yoo, S.W. (2001), “Optimal Incentives for Teams”, *American Economic Review* 91: 525-541.

Fehr, E. and A. Falk (2002), “ Psychological Foundation of Incentives”, *European Economic Review* 46: 687-724.

Fehr, E. and S. Gaechter (2000), “Cooperation and Pnishment in Public Goods Experiments”, *American Economic Review* 90(4): 980-994.

Isaac, M., J. Walker, and A. Williams (1994), “The Group Size and the Voluntary Provision of Public Goods”, *Journal of Public Economics* 54: 1-36.

Kandel, E. and Lazear, E. (1992), ”Peer Pressure and Partnerships”, *Journal of Political Economies* 100: 801-817.

Kandori, M. (2003), ”The Erosion and Sustainability of Norms and Morale”, *Japanese Economic Review* 54: 29-48.

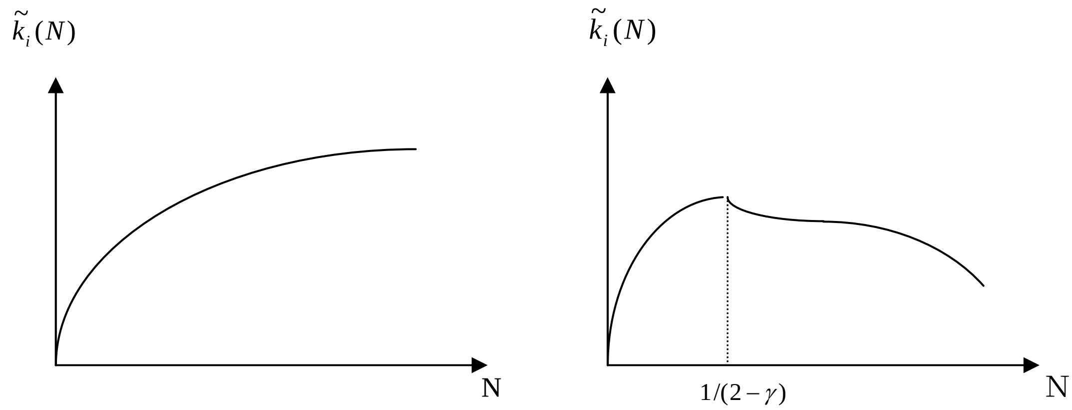
Ledyard, J.O. (1995), “Public Goods: a Survey of Experimental Research”, in Kagel, J.H. and Roth, A.E. (eds.), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press: 111-195.

Marwell, G. and Ames, R.E. (1979), “Experiments on the Provision of Public Goods. I. Resources, Interest, Group Size and the Free-rider Problem”, *American Journal of Sociology* 84 (6): 1335-1360.

Okuno, M. (1984), “Corporate Loyalty and Bonus Payment: an Analysis of Work Incentive in Japan”, Aoki, M. (eds), *The Economic Analysis of the Japanese Firm*, North-Holland.

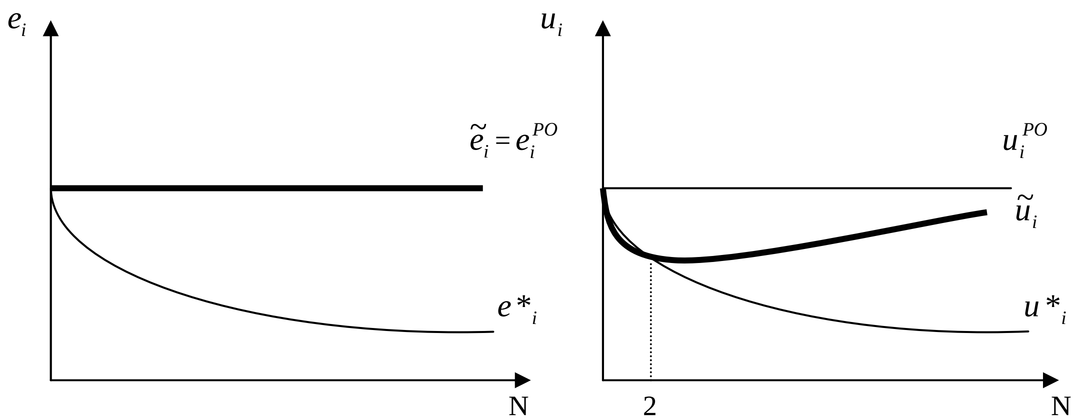
Olson, M. (1971), *The Logic of Collective Action*, Vol.CXXIV of *Harvard Economic Studies.* Harvard University Press.

■ Figure 1

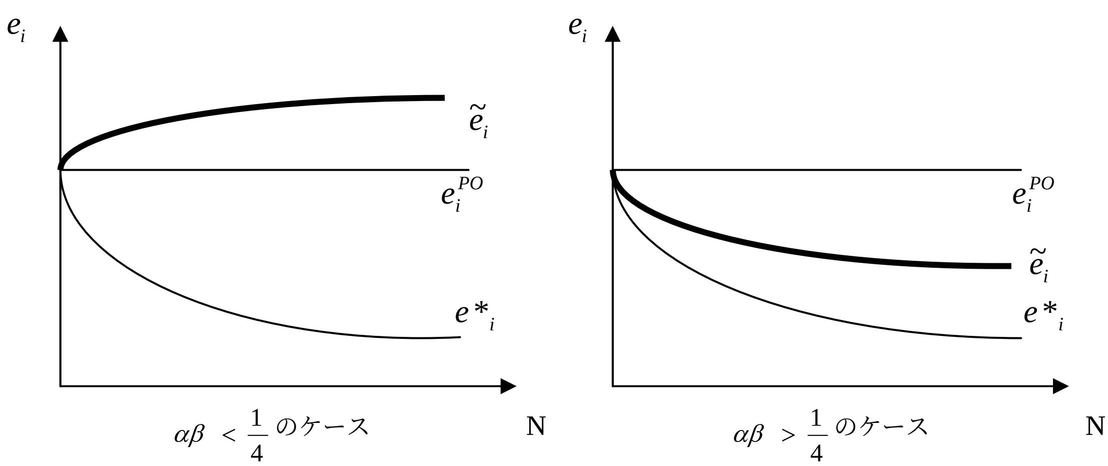


$\gamma \geq 2$ のケース　　　　$1 < \gamma < 2$ のケース

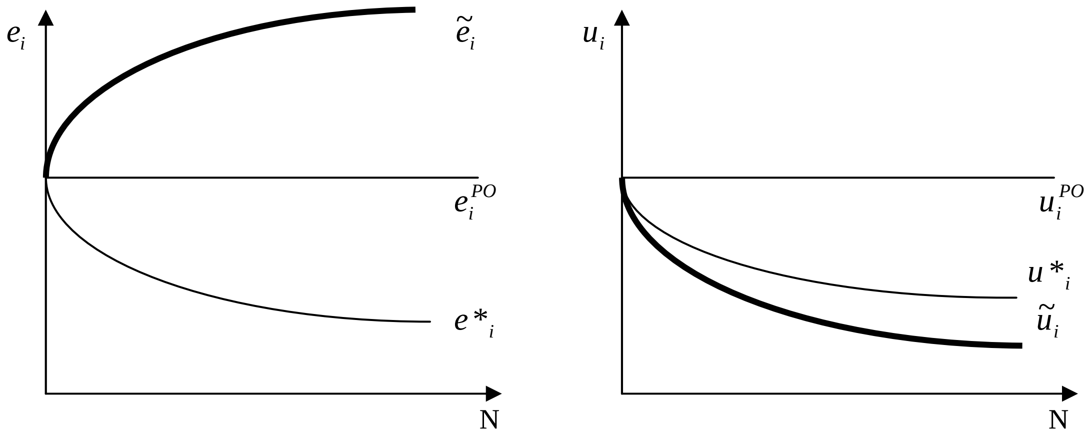
■ Figure 2



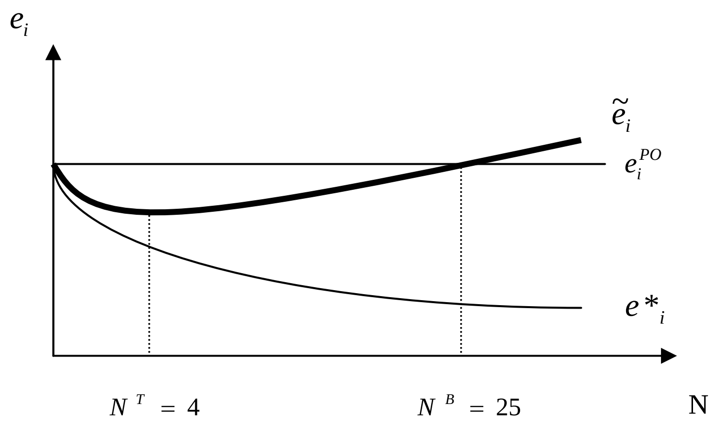
■ Figure 3



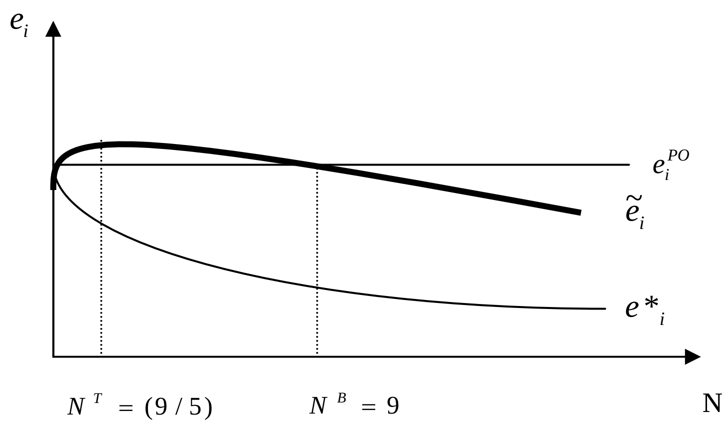
■ Figure 4



■ Figure 5



■ Figure 6



■ Figure 7