生駒経済論叢　第9巻第2号　2011年11月

# チーム生産におけるチープトークの役割

清　滝　ふ　み

**概要**　チーム生産において，2人のプレーヤーがプロジェクト成功のために協力するか非協力かを同時に決定するという状況を分析する。プロジェクトは両方が協力を選んだときのみ成功するが，成功の便益は私的情報であり，各個人で異なるという不完備情報ゲームにおいて，もしも，事前のコミュニケーションがなければ，両方が非協力を選ぶという結果が一意になることが示される。しかし，行動の決定の前に，各自が自分のタイプをアナウンスするというチープトークがある場合には，協力関係が実現できるということを示す。

**キーワード**　チープトーク，チーム生産，不完備情報
**原稿受理日**　2011年9月21日

**Abstract**　Two players simultaneously choose either cooperation or noncooperation in team production. If both players cooperate, the project succeeds and each player gets private benefits from the success. The benefits which are private information determine the player's type. This paper shows that there is a unique Bayesian-Nash equilibrium in which both players choose non-cooperation without ex-ante communication between players. However, if players can send messages about their type before the action stage, the efficient outcome in which both players choose co-operation is achieved in the cheap-talk game.

**Key words**　Cheap Talk, Team Production, Incomplete Information

# 1 はじめに

企業組織において，複数の従業員が協力して一つのプロジェクトを実行するというチーム生産は重要である。このチーム生産が成功するかどうかはフリーライダー問題をいかに解決できるかに依存している。チーム生産では，個人の成果はなく，チームの成果のみが観察される。その結果，それぞれが努力したことによる収益は自分だけのものにはならずチームのメンバーに分配されることになってしまう。したがって，各個人は自分だけは怠けて他人にただ乗りしようというフリーライダー問題が起こってしまうのである。

これまで，チーム生産におけるフリーライダー問題を解決するインセンティブ設計を考察するようなさまざま研究がなされてきた。たとえば，Holmström（1982）では，罰を執行する主体としてのプリンシパルの役割に注目した。彼は，観察されたチームの成果が，すべてのメンバーが効率的な努力水準を行ったときに実現する成果よりも小さかった場合に全員に罰を科すという全体責任ルールをプリンシパルが執行することによりファーストベストを実現できることを示した。また，Miller（1997）と Strausz（1999）は，努力の観察可能性の仮定を緩めて効率性の実現を示した。Miller（1997）は，１人のプレーヤーが少なくとも１人の他のプレーヤーの行動を観察でき，それをレポートできるとき効率性が実現できることを示した。Strauz（1999）はメンバーの行動が逐次的に行われ，各自が前のメンバーの行動を観察できるとき，チームの成果にのみ依存した契約によって効率的な努力を実現できることを示した。また，Drago, Garvey and Turnbull（1992）や Gershkov, Li and Schweinzer（2009）は，トーナメント形式の分配ルールを設計することにより効率的なチーム生産が実現できることを示した。

このように既存研究の多くは，プリンシパルあるいはメンバー自身が，効率的な行動を引き出すために罰則ルールや分配ルールを設計するということに注目してきた。しかし，現実の企業組織において，そのような精度なインセンティブ設計が行われているのか疑問である。それにもかかわらず，理論モデルが示すようなフリーライダー問題が深刻であるとも思われない(1)。そこで，本稿では，プリンシパルがインセンティブ（報酬や罰則ルール）を設計するというのではなく，メンバー間の事前のコミュニケーション（チープトーク）を通じで自発的に効率的な行動（協力）が実現できることを示す。

(1) その理由の一つとしては，Kandel and Lazear（1992）で分析されているような仲間からの圧力（Peer Pressure）の役割も大きいと思われる。

本稿では２人のプレーヤーからなるチームを考え，プロジェクト成功のために２人が同時に協力するか非協力を決定するとする。したがって，各プレーヤーは他人の行動を観察することはできない。２人とも協力した場合に限りプロジェクトは成功する。一方が協力し他方が非協力を選んだ場合にはプロジェクトは開始されるが失敗する。ただし，プレーヤーの行動は観察不可能であり，どちらの非協力的行動によりプロジェクトが失敗したかは立証不可能であるとする。つまり，失敗の原因を作ったプレーヤーを罰するような契約は書けない。もし，２人とも非協力を選んだ場合は，プロジェクトそのものが開始されないとする。この場合には，２人が非協力を選んだことが立証可能となり，雇用主（プリンシパル）は，両プレーヤーを罰することができるとする。

２人が協力すればプロジェクトは成功するが，成功したときの便益は各個人で異なる。例えば，成功したチームの中でも，能力が高い優秀な人は，現在成功することにより，優秀でない人よりも将来昇進するチャンスは大きい。優秀でない人はたとえチームが成功しても，上司によって自分の功績を認められる機会が少ないと考えるかもしれない。したがって，プロジェクト成功による便益が自分が優秀と考えるひとほど大きいと考えるのが現実的である。そこで本稿では，各個人の便益（タイプ）は私的情報であるとする。しかし，各個人が行動を決定する前に自分が天才（成功による便益が大きいタイプ）か凡人（成功による便益が高くはない）かをアナウンスできるとし，このチープトークにより協力関係が実現できるかどうかを分析していく。

Crawford and Sobel (1982) に代表される多くのチープトークに関する既存研究では，私的情報を持ちメッセージを送るプレーヤーと，行動するプレーヤーというように役割が分かれている。それに対して，Baliga and Sjöström (2004) では，２人のプレーヤーがともに私的情報を持っており，メッセージを送信し行動を選ぶという状況を分析した(2)。本稿のチープトークモデルは Baliga and Sjöström (2004) に基づくものである。

Baliga and Sjöström (2004) は軍拡競争モデルにおいて，各個人が軍拡する費用について私的情報を持っており，両者が行動を決定する前に鷹か鳩かをアナウンスするというモデルである。彼らのモデルでは，相手のタイプに関わらず常に軍拡が支配戦略となる（新しい武器を保有する費用が安い）タイプが存在する。そして，この支配戦略タイプが存在することにより，チープトークがない場合において全員が軍拡を選ぶ条件を示してい

(2) チープトークの文献で，両方のプレーヤーが私的情報を持ち，メッセージを送り行動を選ぶというモデルとしては他に Banks and Calvert (1992) がある。Banks and Calvert は両性の戦いを分析している。

る。しかし，この状況でも，チープトークを導入することにより効率的な結果つまり，全員が軍拡しないという結果を導いている。効率的な結果を導く均衡戦略では，チープトークステージにおいて，軍拡のコストが高いタイプと低いタイプが鷹とアナウンスし，中間のタイプが鳩とアナウンスすることが均衡となることが示されている。本稿においても，相手のタイプに関わらず常に非協力が支配戦略となるタイプが存在する。また，チープトークステージにおいて，部分的なプーリングが生じる点も同様である。ただし，Baliga and Sjöström（2004）では，非効率的な行動（軍拡）を選んだときの費用が各個人の私的情報であるのに対して，本稿では，効率的な結果（協力）が実現できたときの便益が各個人の私的情報であるという設定となっている。また，本稿では，効率的な均衡は，支配戦略タイプである確率をゼロに近似化しなくても存在するという点が異なる。

本稿で得られた主な結果は以下のとおりである。まず，チープトークがない状況では，すべてのプレーヤーが非協力を選ぶような完全ベイジアン均衡が一意となる場合が存在する。つまり，相手が協力する場合には協力するほうがよいタイプのプレーヤーも，支配戦略タイプの存在により非協力を選んでしまうのである。一方，行動を決定する前に自分のタイプをアナウンスできる状況では，優秀（便益が高い）タイプと無能（便益が低い）タイプが天才とアナウンスし，普通（便益が中間）タイプが凡人というメッセージを送る。そして，両方が凡人のメッセージのときはプレーヤーは協力を選び，両方が天才のメッセージのときは優秀タイプのみが協力を選ぶ，両者が違うメッセージのときはともに非協力を選ぶというのが均衡戦略になることを示す。その結果，チープトークがある場合には，両プレーヤーが協力を正の確率で選ぶような完全ベイジアン均衡が存在するということを示す。

本稿の構成は以下のとおりである。まず 2 節においてにおいてモデルの設定を示し，チープトークがないゲームにおける均衡戦略を分析する。そして，3 節では，チープトークがある状況での均衡戦略を分析する。最後に 4 節で今後の課題について議論する。

## 2　チーム生産

あるプロジェクトを 2 人で実行するとする。2 人のプレーヤーは同時に協力する（$C$）か非協力（$D$）を決定する。$C$ を選んだ場合にはそれぞれのプレーヤーは努力のコスト $e$ を負担する。プロジェクトは 2 人がともに $C$ を選んだときのみ成功し，それぞれに便益 $v_i(i \in \{1,2\})$ をもたらす。$v_i$ は各個人の私的情報であり，プロジェクトが成功すること

による相手の便益はお互いわからない。$v_i$ は各プレーヤーのタイプを表している。$v_1$ と $v_2$ は独立に分布しており，同じ分布関数 $F$ にしたがっているとする。$F$ は $[0, \bar{v}]$ 上で分布しており，$F(0)=0$，$F'(v)>0$，$F(\bar{v})=1$ である。

一方，１人が $C$，１人が $D$ を選んだ場合はプロジェクトは実行されるが成功しない。しかし，どちらの非協力で失敗したかは第３者に立証不可能であるとする。また，２人とも $D$ を選んだ場合には，プロジェクト自体が実行されない。この場合，２人とも $D$ を選んだことは第３者に立証可能となり，雇用主から $\gamma$ の罰を科せられるとする。ただし，本稿の目的は，プリンシパルによる最適な契約設計に注目するのではなく，チームのメンバーのコミュニケーションによる自発的な協力関係の実現を示すことにあるので，この罰の大きさは所与であるとし，$\gamma \leq e$ と仮定する。

プレーヤーの利得表は以下のとおりである。

| | | プレーヤー $j$ | |
|---|---|---|---|
| | | 協力（$C$） | 非協力（$D$） |
| プレーヤー $i$ | 協力（$C$） | $(v_i-e, v_j-e)$ | $(-e, 0)$ |
| | 非協力（$D$） | $(0, -e)$ | $(-\gamma, -\gamma)$ |

$\gamma \leq e$ より，プレーヤー $i \in \{1, 2\}$ は，相手が $D$ ならば $D$ を選ぶことが最適反応となる。一方，相手が $C$ のときは，彼のタイプが $v_i-e \geq 0$ ならば $C$ が最適となり，$v_i-e <$ ならば $D$ が最適となる。したがって，もし，プレーヤーのタイプが共有知識で，$v_i-e \geq 0$ ならば，$(D, D)$ と $(C, C)$ の２つの純粋戦略ナッシュ均衡が存在する。しかし，本稿では，プレーヤーのタイプは私的情報である。したがって，各プレーヤーは相手のタイプが分からないという不完備情報のもとで自分の戦略を決定しなければならない。

もし，$v_i < e$ であるならば，相手の戦略が $D$ であろうと $C$ であろうと $D$ が最適戦略となる。したがって，このタイプは相手のタイプに関係なくいつも $D$ を選ぶ。そこで，$v_i < e$ タイプを支配戦略タイプと呼ぶことにする。プレーヤーが支配戦略タイプである確率は，$F(e)$ である。一方，$v_i-e \geq 0$ であるならば，相手が $D$ を選ぶ確率に対して，期待利得を最大にするように戦略を選ばなければならない。

プレーヤー $i$ が，$j$ が戦略 $D$ を $p_j$ の確率で選ぶという信念を持っているとする。このとき $i$ が $D$ を選ぶことによる期待利得は

$$p_j(-\gamma)+(1-p_j)0 = -p_j\gamma \tag{1}$$

である。一方，$i$ が $C$ を選ぶことによる期待利得は

$$p_j(-e)+(1-p_j)(v_i-e) = (1-p_j)v_i-e \tag{2}$$

である。(1)と(2)より，プレーヤー $i$ が $D$ を弱く選好するのは

$$e \geq (1-p_j)v_i+p_j\gamma \tag{3}$$

が成立するときである。各プレーヤーのタイプは独立に分布しているので，すべてのタイプの $i$ は $j$ について同じ信念を持つ。したがって，タイプ $v_i$ が $D$ を弱く選好するならば，(3)は，タイプ $v_i' < v_i$ について強い不等号で満たされる。

**補題1**（cut-off property）もし，タイプ $v_i$ にとって $D$ が最適反応ならば，タイプ $v_i' < v_i$ にとっても $D$ が最適反応となる。

$D$ と $C$ がちょうど無差別になるタイプを $v^*$ とする。プレーヤーが $D$ を選んだときの期待利得と $C$ を選んだときの期待利得の差を $S(v)$ で表す。

$v_1^* = v_2^* = v^*$ であるような対称均衡では

$$S(v) \equiv F(v)(-\gamma)-(1-F(v))v+e$$

となる。もし，すべての $v \in [0, \bar{v}]$ のもとで $S(v) > 0$ であるなら，つまり，

$$F(v)(v-\gamma) > v-e \tag{4}$$

が成立するならば，$C$ が選ばれるような対称的ベイジアン均衡は存在しない。

**命題1**　もし，(4)が成立しているならば，すべてのプレーヤーが $D$ を選ぶ一意のベイジアン・ナッシュ均衡が存在する。

**証明**　もしプレーヤー $j$ が確率 1 で $D$ を選ぶなら，$e > \gamma$ より，すべてのタイプの $i$ は $D$ を選ぶ。したがって，均衡（$D, D$）はいつも存在する。

次に均衡（$C, C$）が存在するとする。もし，あるプレーヤーが戦略 $C$ を選ぶなら，彼は相手が $C$ を正の確率で選ぶと期待しなければならない。したがって，$C$ が正の確率であるプレーヤーに選ばれるならば，両方のプレーヤーが正の確率で $C$ を選らばなければならない。プレーヤー $i$ が $C$ を選ぶとすれば，$v_i^* < \bar{v}$ である。プレーヤー $i \in \{1, 2\}$ が $D$ を選ぶ確率は $p_i = F(v_i^*)$ である。タイプ $v^*$ は，$D$ と $C$ の間で無差別でないといけないので

$$-p_j\gamma = (1-p_j)v_i^* - e$$

である。したがって，

$$v_i^* = \frac{e - F(v_j^*)\gamma}{1 - F(v_j^*)}$$

となる。ここで，$v_1^* \leq v_2^*$ とする。$F(v_1^*) \leq F(v_2^*) < 1$ より，

$$v_1^* = \frac{e - F(v_2^*)\gamma}{1 - F(v_2^*)} \geq \frac{e - F(v_1^*)\gamma}{1 - F(v_1^*)}$$

である。よって，(4)式は満たされていない。　□

**命題 2**　もし，(4)が満たされなければ，戦略 $C$ が正の確率で選ばれるようなベイジアン・ナッシュ均衡が存在する。

**証明**　(4)が満たされていないとき，

$$v' < \frac{e - F(v')\gamma}{1 - F(v')}$$

となる $v'$ が存在する。このとき，$S(v') < 0$ となる。また，$S(0) > 0$ である。連続性より $S(v^*) = 0$ となる $v^* < \bar{v}$ が存在する。$S(v^*) = 0$ より，タイプ $v^*$ は $C$ と $D$ で無差別である。補題 1 より，タイプ $v_i < v^*$ は $D$ を強く選好し，$v_i > v^*$ は $C$ を強く選好する。

したがって，もし(4)が満たされていなければ，プレーヤーが $C$ を正の確率で選ぶ均衡は存在する。 □

もしも，プロジェクトが成功したときの便益が努力の費用よりも高ければ2人のプレーヤーが協力しあう均衡がパレート最適となる。しかし，仮に $v_i > e$ であっても，常に $D$ を選ぶことが支配戦略となるプレーヤーの存在のために，(4)が成立していればすべてのタイプのプレーヤーが非協力を選んでしまいプロジェクトは実行されなくなる。これは，次のような理由である。$v_i$ が $e$ より少しだけ高いプレーヤーは，確実に相手が $C$ を選ぶとわかっていれば，$C$ が最適であるが，相手が支配戦略プレーヤーである確率が少しでもあれば $D$ を選ぶことが最適となる。そして，タイプ $v_i$ のプレーヤーが $D$ を選ぶならば，$v_i$ より少し便益が少し高いプレーヤーも $D$ を選ぶことが最適となる，というように負の連鎖が続いていくためである。命題 2 が示しているように，均衡（$C, C$）が存在するためには，(4)が成立していないことが必要となる。

チーム生産では 2 人が協力することが不可欠であり，$v_i - e > -\gamma$ であれば，プレーヤーは均衡（$C, C$）を（$D, D$）よりも選好する。それにもかかわらず，命題 1 は，お互い相手が裏切って非協力を選ぶ可能性を考え相手を信用できないために，非効率な結果（$D, D$）がもたらされることを示している。したがって，チーム生産を成功させるためには，プレーヤー同士がお互い相手が協力を選ぶことを信用できるかどうかに依存している。そこで，次節では，プレーヤーが戦略を決定する前に自分のタイプに関して発言するチープトークステージを設ける。このチープトークを通じたコミュニケーションにより，相手を信用して協力を選ぶことができるかを検証することにしよう。

## 3　チープトーク

本節では前節のモデルにチープトークステージを加えて，次の 3 段階のゲームを考える。

0 期：自然が $v_1$ と $v_2$ を決定。$v_i$（$i \in \{1, 2\}$）は $i$ の私的情報である。

1 期（チープトークステージ）：各プレーヤーは自分が天才（$H$）か凡人（$M$）を同時にアナウンスし，そのメッセージが観察される。

2 期（戦略ステージ）：プレーヤーが同時に協力（$C$）か非協力（$D$）を選び，利得が決定する。

次の条件を満たす便益を（$v^L, v^*, v^H$）とする(3)。

$$e < v^L < v^* < v^H < \bar{v} \tag{5}$$

$$(1-F(v^H))(v^*-e)+F(v^L)(-e) = F(v^L)(-\gamma) \tag{6}$$

$$(F(v^H)-F(v^L))(v^L-e)+[1-(F(v^H)-F(v^L))](-\gamma) = F(v^H)(-\gamma) \tag{7}$$

$$\begin{aligned}&(F(v^H)-F(v^L))(v^H-e)+[1-(F(v^H)-F(v^L))](-\gamma)\\&\quad= (F(v^H)-F(v^L))(-\gamma)+F(v^L)(-e)+(1-F(v^H))(v^H-e)\end{aligned} \tag{8}$$

本節ではプレーヤーのタイプを 3 つのグループに分け，$v_i > v^H$ のプレーヤーを優秀タイプ，$v^L \leq v_i \leq v^H$ のプレーヤーを普通タイプ，そして $v_i < v^L$ のプレーヤーを無能タイプと呼ぶことにする。そして，以下ではチープトークが存在する場合には，どのようなタイプの分布でも，つまり，(4)式が成立していても（$C, C$）がベイジアン・ナッシュ均衡になりえることを示していこう。

次のような均衡戦略プロファイル $\sigma^*$ を考える。

1. チープトークステージ

   もし，普通タイプならば，凡人（$M$）とアナウンスする。もし，普通タイプ以外ならば天才（$H$）とアナウンスする。

2. 戦略ステージ

   - もし，$v_i \leq e$ ならば，メッセージが何であれ非協力（$D$）を選ぶ。
   - もし，$v_i > e$ ならば，
     (a) 両方のメッセージが $M$ ならば，プレーヤー $i$ は協力（$C$）を選ぶ。
     (b) 1 人のメッセージが $M$，もう 1 人のメッセージが $H$ ならば，プレーヤー $i$ は非協力（$D$）を選ぶ。
     (c) 両方のメッセージが $H$ ならば，$v_i \geq v^*$ のときだけプレーヤー $i$ は協力（$C$）

(3) (6)，(7)，(8)式を満たす（$v^L, v^*, v^H$）が(5)式を満たすことについては数学付録を参照せよ。

を選ぶ。

(d)　$M$ と $H$ 以外の任意のメッセージが送られたならば，プレーヤー $i$ は非協力（$D$）を選ぶ。

**補題2**　戦略プロファイル $\sigma^*$ は，戦略ステージにおいて逐次合理的である。

**証明**　まず，$v_i \leq e$ ならば，支配戦略タイプなのでどのようなメッセージが送られようと $D$ が最適である。

次に $v_i > e$ とする。もし両方が $M$ とアナウンスするなら，均衡戦略では相手は $C$ を選ぶ。$C$ に対する最適反応は $v_i > e$ より $C$ である。よって均衡戦略から逸脱することは合理的ではない。

もし1人が $M$，もう1人が $H$ とアナウンスするか，あるいは $M$ と $H$ 以外のメッセージがアナウンスされた場合，相手は $D$ を選ぶ。$D$ に対する最適反応は $D$ である。

最後に両方が $H$ とアナウンスした場合を考える。このとき，相手が優秀タイプである確率は $1-F(v^H)$ である。そして優秀タイプは $C$ を選ぶ。一方，相手が無能タイプである確率は $F(v^L)$ であり，無能タイプは $D$ を選ぶ。したがって，$H$ のメッセージを聞いた後でプレーヤー $i$ が $D$ を選んだときの期待利得は

$$-\gamma F(v^L)$$

であり，$H$ のメッセージを聞いた後でプレーヤー $i$ が $C$ を選んだときの期待利得は

$$(1-F(v^H))(v_i-e)+F(v^L)(-e)$$

となる。(6)式より，もしプレーヤー $i$ のタイプが $v^*$ ならば，$H$ のメッセージの後でプレーヤー $i$ は，$D$ と $C$ が無差別になる。よって，$v_i \geq v^*$ ならば $C$，$v_i < v^*$ ならば $D$ が $i$ にとって最適となる。　□

**補題3**　$M$ と $H$ 以外のメッセージを送ることは最適でない。

**証明**　$M$ と $H$ 以外のメッセージを送った場合，結果は（$D, D$）となり利得は $-\gamma$ とな

る。均衡戦略 $\sigma^*$ にしたがった場合，任意のタイプは $-\gamma$ 以上の利得を得ることができる。したがって，$M$ と $H$ 以外のメッセージを送ることは最適でない。 □

**補題 4**　優秀タイプである確率のほうが，普通タイプである確率より大きい。

**証明**　(7)式より，

$$(F(v^H)-F(v^L))(v^L-e)=\gamma[(1-F(v^H))-(F(v^H)-F(v^L))]$$

を得る。$e<v^L<v^H$ より，$1-F(v^H)>F(v^H)-F(v^L)$ である。 □

**補題 5**　プレーヤー $i$ は，$v_i \leq e$ ならばメッセージ $H$ を送る。

**証明**　支配戦略タイプは，相手のメッセージに関わらず戦略ステージでは $D$ を選ぶ。したがって，プレーヤー $i$ が支配戦略タイプのとき，相手が $C$ を選ぶ確率を最大にするようなメッセージを送ることが最適となる。もし，$i$ がメッセージ $H$ を送るならば，相手が優秀タイプのときだけ $C$ が選ばれる。その確率は $1-F(v^H)$ である。一方，もし，$i$ がメッセージ $M$ を送るならば，相手が普通タイプのときだけ $C$ が選ばれる。その確率は $F(v^H)-F(v^L)$ である。補題 4 より $1-F(v^H)>F(v^H)-F(v^L)$ なので，支配戦略タイプは $H$ とアナウンスすることが最適となる。 □

**補題 6**　プレーヤー $i$ は，$e<v_i<v^L$ ならばメッセージ $H$，$v^L \leq v_i<v^*$ ならばメッセージ $M$ を送る。

**証明**　$e<v_i<v^*$ とする。プレーヤー $i$ がメッセージ $M$ を送るならば，相手も $M$ のときだけ両方とも $C$ を選ぶ。その確率は $F(v^H)-F(v^L)$ である。ほかの場合は両方 $D$ を選ぶことになる。したがって，メッセージ $M$ を送る場合の期待利得は

$$(F(v^H)-F(v^L))(v_i-e)+[1-(F(v^H)-F(v^L))](-\gamma) \tag{9}$$

となる。一方，プレーヤー $i$ がメッセージ $H$ を送るならば，$v_i<v^*$ なのでプレーヤー $i$

は相手のメッセージに関わらず $D$ を選ぶ。相手は優秀タイプのときだけ $C$ を選ぶ。したがって，メッセージ $H$ を送る場合の期待利得は

$$F(v^H)(-\gamma) \tag{10}$$

である。(7)式より，$v_i = v^L$ ならば，(9)＝(10)となるので，メッセージ $M$ と $H$ は無差別になる。そして，$v_i \geq v^L$ ならば，(9) $\geq$ (10)となるのでプレーヤー $i$ はメッセージ $M$ を送ることが最適となる。もし $e < v^i < v^L$ ならば，(9)<(10)となるのでプレーヤー $i$ はメッセージ $H$ を送ることが最適となる。 □

**補題 7**　プレーヤー $i$ は，$v^* \leq v_i \leq v^H$ ならばメッセージ $M$，$v_i > v^H$ ならばメッセージ $H$ を送る。

**証明**　$v_i \geq v^*$ とする。プレーヤー $i$ がメッセージ $M$ を送るならば，相手も $M$ のときだけ両方とも $C$ を選ぶ。他の場合は両方 $D$ を選ぶことになる。したがって，メッセージ $M$ を送る場合の期待利得は

$$(F(v^H)-F(v^L))(v_i-e)+[1-(F(v^H)-F(v^L))](-\gamma) \tag{11}$$

となる。一方，プレーヤー $i$ がメッセージ $H$ を送るとする。もし相手が普通タイプなら $M$ とアナウンスするので両方とも $D$ を選ぶ。普通タイプでない場合は $H$ とアナウンスするので，$v_i > v^*$ より，プレーヤー $i$ は $C$ を選ぶ。したがって，メッセージ $H$ を送る場合の期待利得は

$$(F(v^H)-F(v^L))(-\gamma)+F(v^L)(-e)+(1-F(v^H))(v_i-e) \tag{12}$$

である。(8)式より，$v_i = v^H$ ならば，(11)＝(12)となるのでメッセージ $M$ と $H$ は無差別になる。そして，$v_i > v^H$ ならば，(11) $<$ (12)となるのでプレーヤー $i$ はメッセージ $H$ を送ることが最適となる。もし $v_i \leq v^H$ ならば，(11) $\geq$ (12)となるのでプレーヤー $i$ はメッセージ $M$ を送ることが最適となる。 □

補題２，３，５，６，７より，戦略プロファイル $\sigma^*$ は均衡戦略である。このとき普通タイプと優秀タイプのプレーヤーはタイプの分布に関わらず正の確率で $C$ をプレイする。したがって次の命題を得る。

**命題３**　チープトークがある場合，協力 $C$ が正の確率で選ばれるベイジアン・ナッシュ均衡が存在する。

命題３は，メンバー間で行動の決定の前にコミュニケーションができるならば，効率的な均衡（$C, C$）に調整可能であることを示している。（$C, C$）を実現する戦略プロファイル $\sigma^*$ は，タイプの分布が(4)式を満たしていても均衡となる。つまり，チープトークがない状況においてすべてのタイプが $D$ を選ぶような状況でも，チープトークの導入によって $C$ を選ばせることが可能となるのである。この結果は，チーム生産においてメンバー間の事前のコミュニケーションが重要であり，コミュニケーションがあればプリンシパルによるインセンティブの設計がなくても効率的なチーム生産が可能であることを意味しているのである。

また，チープトークステージにおいて各自が正直に自分のタイプを申告する必要がないのも興味深い点である。本稿の均衡では，自分のことを天才という人のなかには本当に優秀な人もいれば無能な人も交じっているのである。無能タイプは自分は努力をしないで他人にフリーライドする誘因をもつ。したがって，無能タイプが自らのタイプを正直に表明することはない。それにもかかわらず，チープトークがない場合に起こる $D$ の連鎖が食い止められるのは，連鎖の影響を受けやすい普通タイプが戦略プロファイル $\sigma^*$ では分離されているからである。普通タイプはプロジェクトが成功したときの便益がそれほど高くないので，相手が $D$ を選ぶ確率が正ならば自分も $D$ を選ぶインセンティブを持つ。しかし，相手が凡人とアナウンスした場合に，相手が $C$ を選ぶと確信できるので $C$ を選択するのが最適となるのである。その結果，$D$ の連鎖は食い止められるのである。また，優秀タイプは，プロジェクト成功による便益が十分高いので，天才とアナウンスした中に無能が混じっていても $C$ を選ぶことが最適となるのである。

## 4 ま　と　め

行動を決定する前に自分のタイプに関してチープトークできる場合には，非協力の負の

連鎖が食い止められ，プレーヤー同士の協力関係が成立する可能性を示した。チーム生産は個人の功績が立証不可能であるためプリンシパルによるインセンティブ設計は難しい。本稿の分析により，プリンシパルのインセンティブ設計を補うものとして，メンバー間のコミュニケーションが重要であるということが明らかになったといっていいだろう。

本稿では，協力が完全ベイジアン均衡で得ばれるような戦略プロファイルを示した。しかし，他にもたくさんの均衡が存在し，協力を実現できるようなチープトークの方法もあると考えられる。今後は，チープトークステージのメッセージ戦略を精査し研究を発展させていきたい。

## 数 学 付 録

⑹，⑺，⑻式を満たす $(v^L, v^*, v^H)$ は $e < v^L < v^* < v^H$ である。

**証明**　⑹式より

$$(1-F(v^H))(v^*-e) = F(v^L)(e-\gamma) \tag{A1}$$

$e > \gamma$ より，$v^* > e$ である。

⑺式より

$$(F(v^H)-F(v^L))(v^L-e) = \gamma[1-(F(v^H)-F(v^L))-F(v^H)]. \tag{A2}$$

⑻式より

$$\begin{aligned}(F(v^H)-F(v^L))(v^H-e) = \gamma[1-(F(v^H)-F(v^L))-(F(v^H)-F(v^L))] \\ +F(v^L)(-e)+(1-F(v^H))(v^H-e).\end{aligned} \tag{A3}$$

（A2）を（A3）に代入すると

$$(1-F(v^H))(v^H-e) = (F(v^H)-F(v^L))(v^H-v^L)+F(v^L)(e-\gamma). \tag{A4}$$

$(F(v^H)-F(v^L))(v^H-v^L) > 0$ と（A1），（A4）より $v^* < v^H$ である。

（A1）を（A4）に代入すると

$$(1-F(v^H))(v^H-v^*) = (F(v^H)-F(v^L))(v^H-v^L) \tag{A5}$$

を得る。よって $v^L < v^*$ である。

（A2）より

$$(F(v^H)-F(v^L))(v^L-e) = \gamma[(1-F(v^H))-(F(v^H)-F(v^L))]. \tag{A6}$$

補題 2 より，$1-F(v^H) > F(v^H)-F(v^L)$ なので，$e < v^L$ である。 □

## 参 考 文 献


Baliga, S. and Sjöström, T. (2004), "Arms Races and Negotiations", *Review of Economic Studies,* 71, 351–369.

Banks, J and Calvert, R. (1992), "A Battle-of-the Sexes Game with Incomplete Information", *Games and Economic Behavior,* 4, 347–372.

Crawford, V. and Sobel, N. (1982), "Strategic Information Transmission", *Econometrica,* 50, 1431–1451.

Drago, R. and Garvey, G. T. and Turnbull, G. K. (1996), "A Collective Tournament", *Economic Letters,* 50 223–227.

Gerchokov, A., Li, J. and Schweinzer, P. (2009), "Efficient Tournaments within Teams", *Rand Journal of Economics,* 40, 103–119.

Hosmström, B. (1982), "Moral Hazard in Teams", *Bell Journal of Economics,* 13, 324–340.

Kandel, E. and Lazear, E. (1992), "Peer Pressure and Partnerships", *Journal of Political Economy,* 89, 801–817.

Miller, N. (1997), "Efficiency in Partnerships with Joint Monitoring", *Journal of Economic Theory,* 77, 285–299.

Strausz, R. (1999) "Efficiency in Sequential Partnerships", *Journal of Economic Theory,* 85, 140–156.