

# チーム生産と効率的組織構造\*

鵜野好文  
井上正

概要：Holmström [3] は、パートナーシップ形態で見られるような全エージェント契約を前提とする均衡予算制約の下では、チーム生産は効率的生産水準を達成できないことを指摘した。そして、不均衡予算の下で、ナッシュ均衡としての効率的生産を達成するプリンシパル・エージェント契約が必要であることを示した。これに対し、Eswaran and Kotwal [2] は、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約は、新たに組織に参加したプリンシパルとエージェントとの間に裏取引を生じさせ、全エージェント契約と同様の問題を引き起こすと批判した。一方、Rasmusen [5] は、全エージェント契約の特徴である均衡予算制約を満たし、しかも、効率的生産を達成する報酬シエーマを設定することが可能であることを明らかにし、その一例として、確率ペナルティ報酬シエーマを示した。そして、全エージェント契約はプリンシパル・エージェント契約と同等に機能するとした。ところが、Andolfatto and Nosal [1] は、これらの議論をレビューし、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約に対するEswaran and KotwalおよびRasmusenの批判は妥当ではないとした。そして、全エージェント契約がプリンシパル・エージェント契約へと発展していく根拠を示そうとした。本稿は、これらの議論をレビューし、組織形態がパートナーシップからプリンシパル・エージェントへ移行する根拠を、報酬シエーマの視点から考察しようとするものである。

## 1. イントロダクション

Holmström [3] は、パートナーシップ形態で見られるような全エージェント契約を前提とする均衡予算制約<sup>1)</sup>の下で、チーム生産は効率的生産水準を達成できないことを指摘した。そして、ナッシュ均衡としての効率的生産を達成するには、不均衡予算が前提とされ、しかも、報酬シエーマがペナルティ報酬の脅威を持つ必要があることを指摘した。さらに、ペナルティ報酬の脅威が現実のものとなるには、チーム外の第三者、いわゆる、プリンシパルの存在が欠かせないとした上で、最終的に、プリンシパル・エージェント契約の必然性を明らかにした。これに対し、Eswaran and Kotwal [2] は、Holmström [3] のプリンシパル・エージェント契約は、ペナルティ報酬の脅威を真に現実のものとするため、チーム内にプリンシパルという新たな役割を導入したが、そのことが新たに、プリンシパルとエージェントとの間に裏取引を生じさせ、チームがエージェントのみで構成されていたときと同様の契約問題を引き起こすと批判した。また、Rasmusen [5] は、報酬シエーマに確率付きペナルティ報酬を導入することで、全エージェント契約の特徴である均衡予算制約が満たされ、同時に、報酬シエーマがペナルティ報酬の脅威を持つ条件を満たし、したがって、チーム生産は効率的生産水準を達成することが可能であることを示した。すなわち、全エージェント契約はプリンシパル・エージェント契約と同様に機能することを明らかにしようとした。ところが、Andolfatto and Nosal [1] は、Rasmusen、Eswaran and KotwalのHolmström批判に対し、従来

\* 本稿の研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金（課題番号：16530253）の援助を受けてなされたものである。

<sup>1)</sup> 均衡予算制約の報酬シエーマの下では、チーム生産物の全部がチーム・メンバーにすべて配分される。これに対し、不均衡予算の報酬シエーマの下では、チーム生産物の全部がチーム・メンバーに配分されないことを許容している。

までの議論をレビューした上で、Eswaran and KotwalおよびRasmusenの批判は、ほとんどの場合は適切ではないことを示した。そして、全エージェント契約がプリンシパル・エージェント契約に取って代わり発展していく根拠を示そうとした。本稿は、これらの議論をレビューし、組織形態がパートナーシップからプリンシパル・エージェント形態へ移行する根拠を、報酬シエーマの視点から考察しようとするものである。また、その後に残るHolmströmのプリンシパル・エージェント契約の問題点を指摘するものである。

本稿の構成は次のとおりである。まず、二節では、Holmström [3] のチーム生産に関する主要な三つの結論を検討する。すなわち、均衡予算制約の下では、チーム生産のナッシュ均衡は効率的結果を達成できないこと。また、不均衡予算を仮定したとき、そして、ペナルティ報酬シエーマを仮定したときナッシュ均衡は効率的結果を達成できること。さらに、ペナルティ報酬の脅威を確実に履行するプリンシパルの存在が必要であること、というHolmströmのプリンシパル・エージェント契約について検討する。また、三節では、Holmströmを批判した、Rasmusen [5]、および、Eswaran and Kotwal [2] の議論を検討する。すなわち、報酬シエーマに確率付きペナルティ報酬を導入することで、均衡予算制約、および、報酬シエーマがペナルティの脅威を持つ条件を同時に満たすことができ、したがって、このとき、チーム生産は効率的生産水準を達成することが可能であることを示したRasmusenの議論と、チーム内にプリンシパルの役割を導入したことが、プリンシパルとエージェントとの間に新たな結託問題を生じさせると指摘したEswaran and Kotwalの議論を検討する。そして、四節では、三節で紹介したRasmusen、Eswaran and Kotwalの議論は、多段階交渉ゲームとしてみたとき、プリンシパル・エージェント契約の批判としてはほとんど適切でないことを指摘したAndolfatto and Nosalの議論を検討する。そして、プリンシパル・エージェント契約は全エージェント契約に取って代わり発展していく可能性の根拠を示す。最後に、本稿の要約とプリンシパル・エージェント契約の今後の課題を指摘する。

## 2. プリンシパル・エージェント契約

Holmströmのチーム生産に関する三つの結論は、

1. 均衡予算制約の下では、チーム生産のナッシュ均衡は効率的結果を達成できない。
2. 不均衡予算を仮定したとき、かつ、ペナルティ報酬シエーマを仮定したときナッシュ均衡は効率的結果を達成できる。
3. チームにはペナルティ報酬の脅威を確実に履行するプリンシパルの存在が必要である。

これらの三つの結論を、順次、考察していくことにする。 $n (> 2)$  人のエージェントのみからなるチームを考える。各エージェント  $i (i=1, 2, \dots, n)$  は、生産努力  $e_i$  を投入することで生産活動を行う。ここでは、各エージェントの投入努力  $e_i$  は互いに観察できないものとする。そして、エージェントの生産努力  $e \equiv (e_1, e_2, \dots, e_n)$  は技術  $F(e)$  によって変形され、チーム生産物  $(x)$  として現れる。 $x = F(e)$  は厳密な増加関数で、厳密に凹で、しかも、微分可能であるとする。(エージェントの投入努力単位は、一方のエージェントによる一単位の努力が他方のエージェントによる一単位の努力と同等であるように選択される。) エージェント  $i$  の効用  $(u_i)$  は報酬  $(m_i)$  と努力の不効用  $(v_i)$  とに分離可能と仮定する。すなわち、 $u_i = m_i(x) - v_i(x)$  である。このとき、報酬  $m_i$  に関しては線形を仮定する (エージェントは報酬に関しリスク中立を仮定する)。そして、努力の不効用  $v_i$  に関しては厳密な増加関数で、しかも、厳密に凸とする。

簡単化のため、次のように関数を特定化する。チーム・メンバーは、チーム生産について、線形の配分ルールに従って報酬を支払われる。すなわち、エージェント  $i$  はチーム生産  $F(e)$  をシェア  $\alpha_i$  (ただし、 $\alpha_i \in (0, 1)$ 、 $\sum \alpha_i = 1$ ) で配分されるとする。(例えば、イコール・パートナーシップの場合、配分ルールを  $\alpha_i = 1/n$  と設定し、 $m_i(x) = (1/n) F(e)$  で支払われる。) さらに、努力の不効用を  $v_i(e_i) = \beta_i e_i^2 / 2$  と特定化する。ただし、 $\beta_i$  はエージェント  $i$  の努力の不効用の程度を表す正のパラメータとする。

エージェント  $i$  の効用  $u_i$  は、他のエージェントの投入努力  $e_{-i} \equiv (e_1, \dots, e_{i-1}, e_{i+1}, \dots, e_n)$  を所与と

したとき、次のように与えられる。

$$(1) u_i(e_i, e_{-i}) = \alpha_i F(e_i, e_{-i}) - \beta_i e_i^2 / 2 \quad i=1, \dots, n$$

チーム生産のナッシュ均衡  $\hat{e} = (\hat{e}_1, \dots, \hat{e}_n)$  は、所与の配分メカニズム  $\alpha_i$  の下で、次の条件式によって特徴づけられる。

$$(2) \beta_i \hat{e}_i = \alpha_i F'(\hat{e}) \quad i=1, \dots, n$$

すなわち、均衡では、各エージェントの投入努力水準は、限界費用が限界利得に等しいことが分かる。ただし、このとき、(2) 式を満たす一意的な解が存在すると仮定する。

他方、パレート効率的解  $e^* \equiv (e_1^*, \dots, e_n^*)$  はチームの純総余剰を最大化する努力ベクトルとして、次の条件式によって特徴づけられる。

$$(3) e_i^* = \arg \max_{e_i} \left[ F(e) - \sum_{i=1}^n \beta_i e_i^2 / 2 \right]$$

それゆえ、効率的解を得るのに必要な個人の投入努力水準は、次の条件式によって与えられる。

$$(4) \beta_i e_i^* = F'(e^*)$$

パレート効率的解の条件 (4) を (2) 式と比較したとき、 $\alpha_i \in (0, 1)$  であるので、チーム・メンバーはナッシュ均衡では効率的解を実現することができない。それゆえ、非協力ゲームのナッシュ均衡 (2) 式では、エージェントはより低い投入努力に終始することが分かる。それは、あるエージェントにより、一単位の追加努力が投入されたとき、その追加努力から生じる追加利得  $F'(e)$  が、各エージェント  $i$  に  $\alpha_i$  のシェアで配分されなければならないからである。すなわち、(2) 式と (4) 式の比較から明らかなように、二つの式が同値であるためには、 $\alpha_i = 1 (i=1, \dots, n)$  でなければならない。しかし、このとき、 $\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot F(e) = n \cdot F(e) \neq F(e)$  となり、均衡予算制約を満たさないことになる。これが、

Holmströmの第一の結論である。

Holmströmの第二の結論は、チーム生産が効率的生産水準を下回るとき、すなわち、 $F(e) < F(e^*)$  のとき、チーム・メンバーにペナルティを科すような契約条項を持つ契約は、ナッシュ均衡としての効率的配分を達成することができるというものである。それは次のような報酬シェーマを持つ。

$$m_i(x) = \begin{cases} \alpha_i F(e) & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \\ 0 & \text{if } F(e) < F(e^*) \end{cases}$$

$F(e) < F(e^*)$  の場合、報酬の支払段階でエージェントに配分されるチーム生産物は 0 なので、チーム・メンバーは、怠業するインセンティブを持たない。それは、エージェント  $i$  が  $e_i < e_i^*$  を選択することは、結果として、 $F(e) < F(e^*)$  を生産することになり、最終的に、ゼロ報酬になってしまうからである。<sup>2)</sup>

しかし、この報酬シェーマは二つの問題点を持つ。一つは、チーム生産が効率的生産水準に達しないとき、エージェントにゼロ報酬のペナルティを科すため、チーム生産物をメンバーに配分するという均衡予算制約を満たさなくなる。効率的生産水準が達成されるように、ペナルティ報酬を導入したことが、逆に、報酬配分の均衡予算制約を満たさなくしてしまう。それゆえ、報酬配分の均衡予算制約は効率的生産水準の達成とはトレードオフの関係にあるといえる。もう一つの問題は、チーム生産が効率的生産水準に達しないとき、チーム・メンバーに支払われなかった生産物は、果たして、そのまま、配分されることなく廃棄されてしまうのかということである。このとき、むしろ、チーム・メンバーは、相互に再交渉し、新たな契約の下に、チーム生産物を配分するとみる方が自然である。しかし、この種の再配分契約を仮定すると、均衡予算制約を仮定することになり、効率的生産水準は達成されないことになる。すなわち、Holmströmの契約は、再交渉を仮定するとき、サブゲーム・パーフェクト均衡としての効率的解を達成できなくなる。

<sup>2)</sup> 他のエージェントの効率的努力水準  $e_{-i}^*$  を所与とすると、エージェント  $i$  は  $e_i^*$  以上の努力を投入しようとはしないであろう。ここに記述した契約の下では、 $e_i^*$  を越える努力を投入したとき、他のすべてのエージェントの効用を改善できるならば、 $e_i^*$  はパレート最適努力水準ではないからである。

Holmströmの第三の結論は、先に指摘した後者の問題（チーム生産物は廃棄されることなく、再配分される）を受けて、この解決案を提示する形で示されたものである。先の報酬シエーマは、チーム生産が効率的生産水準に達しないとき、チーム・メンバーにゼロの報酬を支払うことで、怠業行為にペナルティを科す脅威を準備している。しかし、チームがエージェントのみで構成されているとき、再交渉が行われ、チーム生産物は廃棄されることなく配分されてしまう可能性が残る。そこで、このとき、チーム生産物が確実に廃棄される制度を導入することを考える。すなわち、チーム生産物を廃棄処分する外部の第三者、いわゆる、プリンシパルを導入し、その役割に当たらせる。いわば、報酬シエーマが持つペナルティの脅威を真に現実のものとするため、プリンシパルにチーム生産物を処分する権利を与えるというものである。プリンシパルはエージェントが相互に行う報酬配分の再交渉を阻止することで、均衡予算制約が有効になることを回避し、そして、効率的生産水準の達成をはかることができるのである。すなわち、エージェント  $i$  の報酬シエーマを次のように提示し、

$$(5a) \quad m_i(x) = \begin{cases} \alpha_i F(e) & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \\ 0 & \text{if } F(e) < F(e^*) \end{cases}$$

しかも、プリンシパルの報酬シエーマを次のように設計する。

$$(5b) \quad p(x_i) = \begin{cases} 0 & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \\ F(e) & \text{if } F(e) < F(e^*) \end{cases}$$

ただし、プリンシパルの効用は  $U = p(x_i)$ 、 $x_i$  はチーム生産物に対する残余請求権を表す。このとき、チーム生産物はプリンシパルにより確実に自身の報酬とすることが可能になる。組織構造の視点からいえば、チームを全エージェント形態（パートナーシップ形態）からプリンシパル・エージェント形態へ変更することで、すなわち、チームに異なる利害集団を形成することで、エージェントに対するペナルティ報酬シエーマの持つ脅威を真のものとする事ができるということである。それは、エージェントの視点からみた交渉の成功はプリンシパルの効用を低下させるため、契約の再交渉の可能性が必ず失敗に終わるからである。この

方法で、チーム生産のモラル・ハザード問題を解決するのである。

### 3. Holmströmに対する批判

Holmströmは、従来の全エージェント契約（均衡予算制約を持つ報酬契約）ではナッシュ均衡は効率的結果を達成できないことを示し、不均衡予算の報酬シエーマ、すなわち、ペナルティ報酬シエーマを提唱した。しかも、チームが全エージェントのままでは、ペナルティ報酬の脅威を実現できないとして、外部の第三者（プリンシパル）の導入をはかった。これがHolmströmのいうプリンシパル・エージェント契約である。しかし、これに対し、新たにチームに参加したプリンシパルと従来からのエージェントとの間に新たな利害関係問題が生じないのか、また、プリンシパル・エージェント契約は全エージェント契約よりもすべての面で支配的に機能するのかが問われた。そこで、この節では、プリンシパル・エージェント契約が履行される際、生じるであろう重要な問題点を指摘したEswaran and Kotwal[2]、および、全エージェント契約でもナッシュ均衡としての効率的生産を達成でき、しかも、均衡予算制約を満たすとしたRasmusen[5]の議論を検討する。

#### 3.1 Eswaran and Kotwalの分析

Holmströmは、まず、均衡予算を前提とするならば、ナッシュ均衡としての効率的報酬シエーマは存在しないことを明らかにした。しかし、彼は、また、均衡予算制約を有効としないならば、ナッシュ均衡としての効率的報酬シエーマが存在することを示した。すなわち、彼は、グループ・ペナルティを科す報酬シエーマ（5a）を提示した。しかも、外部の第三者を残余報酬の請求権者とする事で、すなわち、報酬シエーマ（5b）を置くことで、エージェントのフリーライダー問題を解決しようとした。しかし、（5b）式に示された報酬シエーマの下では、エージェントが怠業しない限り、プリンシパルの金銭的利得はゼロのままである。

ナッシュ均衡としての効率的生産水準を達成できるとするHolmströmの結論は、暗黙的に、プリ

ンシパルはモラル・ハザードを引き起こさないと  
いう強い仮定を前提にしている。さらに、そのよ  
うな問題の可能性について、エージェントがどの  
ように関わるのかにも注意を払っていない。しか  
し、報酬シェーマ (5b) が提示されたとき、プ  
リンシパルは、実際に、特定のエージェント・グ  
ループ ( $S_c$ ) のメンバー  $i \in S_c$  (ただし、 $i =$   
 $1, \dots, r$ ) に対し、話を持ちかけ、次のような非  
公式な契約を締結するインセンティブを持つであ  
ろう。ただし、他のメンバーは、契約 (5a) に  
表された条項に従って効率的努力水準  $e_j$  (た  
だし、 $j = r, r+1, \dots, n$ ) を選択すると仮定する。こ  
のとき、非公式な契約を締結したエージェント  $i$   
 $\in S_c$  の報酬シェーマは次のようであるとする。

$$(6a) \quad m_i(x) = \begin{cases} \alpha_i F(e) & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \\ \alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i & \text{if } F(e) < F(e^*) \end{cases}$$

かつ、非公式な契約を締結したプリンシパルの報  
酬シェーマは次のようである。

$$(6b) \quad p(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \\ F(e) - \sum_{i \in S_c} (\alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i) & \text{if } F(e) < F(e^*) \end{cases}$$

ただし、 $F(e) - \sum_i (\alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i) > 0$ 、 $\varepsilon_i > 0$  である。  
 $F(e^*) > \alpha_i F(e^*)$  であるので、 $F(e)$  の連続性は、  
そのような  $F(e)$  と  $e_i$  の組合せが常に存在するこ  
とを保証している。非公式な報酬シェーマ (6a)  
では、 $F(e^*)$  より低水準のチーム生産を達成する  
ため、エージェント  $i \in S_c$  は怠業するよう求めら  
れる。そこでは、他のエージェント  $j \notin S_c$  の投入  
努力  $e_j$  に対するエージェント  $i \in S_c$  のナッシュ最  
適反応は  $e_i = 0$  を選択することである。なぜなら、  
 $\alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i - v_i(0) \geq \alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i - v_i(e_i) >$   
 $\alpha_i F(e^*) - v_i(e_i)$ 、ただし、 $e_i \in [0, e_j]$  であるからで  
ある。これらの議論からいえることは、不均衡予  
算の下で、ナッシュ均衡としての効率的解  $e^*$  を  
達成する報酬シェーマ (5a), (5b) は、利己  
的なプリンシパルを仮定したとき、もはや、誘因  
両立な配分ルールとはならないということである。

ここでの結論は、不均衡予算を遵守させるため  
に外部の第三者の存在を導入したことが、逆に、  
彼にモラル・ハザードを喚起させるインセンティ

ブを与えてしまうということである。事実、意図  
されなかったこのモラル・ハザード問題は、当初、  
解決しようとした問題よりもさらに深刻である。  
この問題の深刻さは、不均衡予算を確実に破るこ  
との中に存在する。すなわち、プリンシパルとエ  
ージェントとの間で締結される非公式的な契約  
が、全エージェント契約に特徴的な均衡予算制約  
を満たす報酬シェーマとなってしまうことにあ  
る。このプロセスについて、少しだけ触れておこ  
う。先に示したように、エージェント  $n$  人を巻き  
込む一連の全エージェント契約が誘因両立である  
ことができないと仮定する。そこで、均衡予算制  
約を破るため、 $n+1$  番目の個人を外部からチ  
ームに参加させる。そのことで、元の  $n$  人のエ  
ージェントが互いに誘因両立となるような契約 (プ  
リンシパル・エージェント契約) を設計することが可  
能であるかもしれない。それらの契約は、しかし、  
 $n+1$  番目の新たな参加者 (プリンシパル) を含む  
 $n+1$  人のチームにとって誘因両立であることはで  
きない。なぜなら、彼らは、相互に、非公式的な  
契約を締結することが可能だからである。そして、  
もし、その契約が成立し、しかも、チーム生産が  
効率的結果を達成できないならば、そこには、  
 $(r) + (n-r) + (1)$  人のエージェントからなる全エ  
ージェント契約が成立してしまうことになる。

$$(6c) \quad m_i(x) = \begin{cases} \alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i & \text{if } F(e) < F(e^*) \text{ and } i \in S_c = \{r\} \\ 0 & \text{if } F(e) < F(e^*) \text{ and } j \notin S_c = \{n-r\} \\ F(e) - \sum_{i \in S_c} (\alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i) & \text{if } F(e) < F(e^*) \text{ and } i = n+1 \end{cases}$$

ただし、 $i \in S_c = \{r\}$ 、 $j \notin S_c = \{n-r\}$ 、 $i = n+1$  は、  
それぞれ、部分集合  $S_c$  に属するエージェントの  
数、 $S_c$  に属さないエージェントの数、および、  
プリンシパルを表す。そこで、さらに、 $n+2$  番  
目の個人が、チームに参加することが求められる。  
しかし、監視人を監視すること自体が、プリンシ  
パル・エージェント報酬シェーマと矛盾するもの  
である。もし、新たな監視人が合理的かつ利己的  
個人ないし実体であるならば、モラル・ハザード  
問題は、初めとは異なる形態となるが、しかし、  
問題が解決されていないことには変わりがない。  
さらに、もし、非公式契約を締結していないチ

ム・メンバーが、再交渉が厳密に選好を改善することを知らなければ、おそらく、すべてのエージェントが、事前に、それらの再交渉を行うインセンティブを持つであろう。そして、プリンシパル・エージェント契約を締結することを拒否するであろう。

### 3.2 Rasmusenの均衡予算報酬シエーマ

Eswaran and Kotwalの批判に対する一つの解決策はプリンシパルの導入を避ける契約をデザインすることである。実際、Rasmusenは全エージェント契約を提示することで、それを解決しようとした。しかも、彼は、均衡予算制約を満たす契約を提示できることを示唆した。Holmströmはエージェントに対しペナルティ報酬シエーマを提示することでナッシュ均衡としての効率的生産水準を達成しようとした。これに対し、Rasmusenは全チーム・メンバーのすべてにペナルティを科すのではなく、ランダムに選んだ特定のエージェントにペナルティを科す、いわゆる、確率的ペナルティ報酬シエーマを示すことでHolmströmのグループ・ペナルティ報酬シエーマに代替させようとした。その報酬シエーマは次のようである。

$$(7) \quad m_i(x) = \begin{cases} \alpha_i F(e) & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \\ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-1} (\alpha_i F(e) + \omega_i) : \left( \text{確率 } \frac{n-1}{n} \right) \\ -\omega_i : \left( \text{確率 } \frac{1}{n} \right) & \text{if } F(e) < F(e^*) \end{cases}$$

ただし、 $F(e) < F(e^*)$  のとき、確率  $1/n$  でランダムに選ばれた不運な一人のチーム・メンバーは報酬  $-\omega_i$  を支払われ、確率  $(n-1)/n$  でランダムに選ばれた他の幸運なチーム・メンバーは報酬  $\alpha_i F(e) + 1/(n-1) \cdot (\alpha_i F(e) + \omega_i)$  を支払われる。すなわち、不運な一人のエージェントは報酬

$\alpha_i F(e)$  を没収されたうえ、さらに、制裁金  $\omega_i$  を支払われる。他方、幸運なエージェントは、報酬  $\alpha_i F(e)$  のほかに、不運なエージェントの受け取り損ねた報酬  $\alpha_i F(e)$  と彼が支払った制裁金  $\omega_i$  を  $1/(n-1)$  のシェアで再配分されることになる。

このとき、チーム・メンバーは効率的努力水準  $e^*$  で働き報酬  $\alpha_i F(e^*)$  を支払われることを選ぶか、あるいは、それよりも低い努力水準で働きギャンブル報酬を支払われることを選ぶかを定める。

そこで、エージェント  $i$  が効率的努力水準  $e_i^*$  から逸脱した怠惰な行動  $\hat{e}_i \in [0, e_i^*]$  をとる誘惑に駆られたとしよう。このとき、エージェント  $i$  の逸脱行動は、報酬シエーマ (7) の下で、他のエージェントの投入努力  $e_{-i}$  を所与とするとき、彼の効用を最大化する問題として表せる。したがって、エージェント  $i$  の逸脱行動は次のようである<sup>3)</sup>。

$$(8) \quad \max_{\hat{e}_i} \left[ \frac{n-1}{n} \cdot \left\{ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-1} \cdot E[\alpha_i F(e) + \omega_i] \right\} + \frac{1}{n} \cdot (-\omega_i) - v_i(\hat{e}_i) \right]$$

逸脱行動問題 (8) の目的関数は、 $F'' < 0$ 、 $v_i'' > 0$  であることから、投入努力  $e_i$  に関し凹であることがわかる。このように、エージェントの逸脱行動問題 (8) の目的関数の凹性を所与とするとき、この古典的な最大化問題は、一意的な解  $\hat{e}_i < e_i^*$  を持つといえる<sup>4)</sup>。

エージェント  $i$  が効率的努力水準を選択するように意図するには、他のすべてのエージェントが効率的努力水準  $e_{-i}^*$  を所与とするとき、効率的努力水準  $e_i^*$  を選択したときの効用と逸脱努力水準  $\hat{e}_i$  を選択したときの効用の差  $Y_i$  が、各エージェント  $i$  にとって、正でなければならない。それは、次のように表すことができる。

<sup>3)</sup> ギャンブル報酬において、エージェントが不運であれば、確率  $1/n$  で報酬  $\alpha_i F(e)$  を没収され、しかも、制裁金  $\omega_i$  を科されることになる。他方、エージェントが幸運であれば、確率  $(n-1)/n$  で報酬  $\alpha_i F(e)$  を支払われ、しかも、不運なエージェントに科されたペナルティ  $\alpha_i F(e) + \omega_i$  が配分シェア  $1/(n-1)$  で追加配分される。このとき、 $1/(n-1) \cdot E[\alpha_i F(e) + \omega_i]$  の項を説明しておくことは意味がある。そこで、エージェントが幸運にも報酬を獲得できる場合を考えてみよう。このとき、 $n-1$  人の他のエージェントの誰か一人が不運なくじを引くことになる。すなわち、エージェントの誰かが、確率  $1/(n-1)$  の確率で報酬を没収され、しかも、制裁金を科せられることになる。そして、そのエージェントの没収された報酬  $\alpha_i F(e)$  と制裁金  $\omega_i$  は当該エージェントを含むそれ以外のエージェントに再配分される。したがって、このとき、配分シェア  $1/(n-1)$  を持つエージェントの再配分の期待値は  $1/(n-1) \cdot E[\alpha_i F(e) + \omega_i] \equiv 1/(n-1) \sum_{j \neq i} 1/(n-1) \cdot [\alpha_j F(e) + \omega_j]$  で表されることになる。

$$(9) \quad Y_i \equiv [\alpha_i F(e^i) - v_i(e^i)] \\ - \left[ \frac{(n-1)}{n} \cdot \left\{ \alpha_i F(\hat{e}_i, e^i) + \frac{1}{n-1} \right. \right. \\ \left. \left. \cdot E \left[ \alpha_j F(\hat{e}_j, e^j) + \omega_j \right] \right\} \right] \\ + \frac{1}{n} \cdot (-\omega_i) - v_i(\hat{e}_i) > 0$$

(9) 式を成立させる条件を、ペナルティ  $\omega$  に対し検討すると、次の命題がえられることがわかる。

**命題 1.** ペナルティ  $\omega$  の値が十分大きければ、均衡予算制約を満たす効率的報酬シエーマが存在する。

#### 証明

ここでは、 $\omega$  の項が十分に大きいとき、不等式 (9) が満たされていることを示す。すなわち、 $\omega$  の項が十分に大きいとき、契約 (7) の下で、 $e^i$  がナッシュ均衡であることを示す (エージェント  $i$  が  $e_i^*$  からの逸脱行動がないことを示す)。

二つの生産水準における効用の差を表す不等式  $Y_i$  を、 $\omega_i$  に関して偏微分する。ただし、 $\hat{e}_i$  の変化を無視するために包絡線定理を使う。

$$(10) \quad \frac{dY_i}{d\omega_i} = \frac{1}{n} > 0$$

さらに、二階の偏微分は次のようである。

$$(11) \quad \frac{d^2 Y_i}{d\omega_i^2} = 0$$

(10) 式は正、そして、(11) 式は非負であるので、 $Y_i$  は  $\omega_i$  の増加関数であり、また、正のある増加率で増加していくので、負またはゼロのある特定の値へ収束することはない。したがって、もし、 $\omega_i$  が十分に大きい値を取るならば、不等式 (9) が成り立つ<sup>5)</sup>。このことは、いかなるエージェント  $i$  にも適用できる。したがって、 $e^i$  がナッシュ均衡としての効率努力水準となるような  $\omega_i$  が存在するといえる。(証明終り)

Holmström は、均衡予算制約を持つ全エージェント契約は、ナッシュ均衡としての効率的生産水準を達成できないことを指摘した。そして、これを解決するため、彼は、すべてのエージェントに成功報酬のペナルティを科すプリンシパル・エージェント契約を提示した。これに対し、Eswaran and Kotwal は、プリンシパル・エージェント契約では、プリンシパルがエージェントと非公式な契約を締結するインセンティブを持ち、その結果、

4) もし、 $e_i^*$  の下で、エージェント  $i$  が逸脱行動  $\hat{e}_i \in [0, e_i^*]$  をとると仮定したとき、彼は  $\hat{e}_i = 0$  を選択するかもしれない。しかし、確率  $(n-1)/n$  で生産の増大とともに金銭的報酬が増大するので、これより高い  $\hat{e}_i > 0$  を選択するかもしれない。その範囲は、 $\hat{e}_i \in [0, e_i^*]$  である。なぜなら、 $e_i^*$  は次の最大化問題の解であるからである。

$$\max_{e_i \in [0, e_i^*]} \sum_{j \neq i} \left[ \frac{n-1}{n} \cdot \left\{ \alpha_j F(e) + \frac{1}{n-1} \cdot E[\alpha_j F(e) + \omega_j] \right\} + \frac{1}{n} \cdot (-\omega_i) - v_i(e) \right] \\ \left( \sum_{j \neq i} \left[ \frac{n-1}{n} \cdot \left\{ \alpha_j F(e) + \frac{1}{n-1} \cdot E[\alpha_j F(e) + \omega_j] \right\} + \frac{1}{n} \cdot (-\omega_i) - v_i(e) \right] \right) \\ = \sum_{j \neq i} \left[ \frac{n-1}{n} \cdot \alpha_j F(e) + \frac{1}{n} \cdot E[\alpha_j F(e)] + \frac{1}{n} \cdot E[\omega_j] - \frac{1}{n} \cdot \omega_i - v_i(e) \right] \\ = \frac{n-1}{n} F(e) + E[\alpha_j F(e)] + E[\omega_j] - E[\omega_i] - \sum_{j \neq i} v_i(e) \\ = (1 - E[\alpha_i]) F(e) + E[\alpha_j F(e)] + E[\omega_j] - E[\omega_i] - \sum_{j \neq i} v_i(e)$$

あるいは、

$$\max_{e_i \in [0, e_i^*]} F(e) - \sum_{j \neq i} v_i(e)$$

したがって、(8) 式のナッシュ均衡  $\hat{e}_i$  は、パレート最適  $e_i^*$  よりも小さいことがわかる。

5) Rasmusen は、エージェントが十分にリスク回避的であるとき、確率ペナルティ報酬シエーマを回避することを述べている。しかし、ここでは、エージェントの選好関数をリスク中立と仮定しているため、この側面はモデルには表れていない。

プリンシパル・エージェント契約を根底から覆してしまう危険性があることを指摘した。Rasmusenは、Eswaran and Kotwalの指摘した問題を解決するため、プリンシパル・エージェント契約ではなく、全エージェント契約に立ち返り、プリンシパルとエージェントとの非公式な契約の締結を回避しようとした。同時に、Rasmusenは、全エージェント契約に確率ペナルティ報酬を付与することで、プリンシパル・エージェント契約のグループ・ペナルティと同等の機能を持たせ、全エージェント契約でさえ、ナッシュ均衡としての効率的生産水準を達成できることを指摘した。さらに、この契約は、チーム生産物が常にチーム・メンバーに完全に配分されるという意味で均衡予算制約を満たしている。

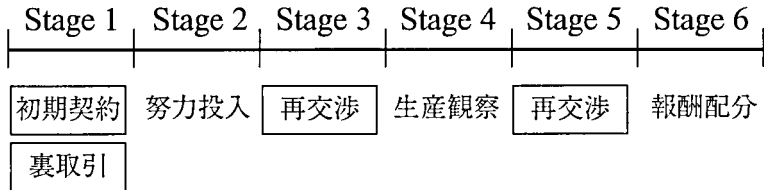


図1. 多段階ゲーム

条件の下で、プリンシパルとエージェントは裏取引が可能であるのか。

Andolfatto and Nosalはこれらの問題を分析するに当たって、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約を多段階ゲームとしてとらえている。ゲームは6段階 (Stage 1 からStage 6 まで)、 $S_1$  から  $S_6$  で構成されている。まず、個人の活動についていえば、第2段階でチーム・メンバーは努力を投入する。また、第4段階でプリンシパルを含むチーム・メンバーはチーム生産物を観察する。さらに、ゲームの最終段階、第6段階でチーム・メンバーに報酬が支払われる。他方、交渉についていえば、それぞれの活動段階の間で個人は交渉を行う機会を持つ。まず、第1段階で、必ず、報酬シユーマの初期契約が締結される。さらに、この段階で、報酬シユーマについて非公式的な裏取引がなされるかもしれないし、あるいは、なされないかもしれない。このとき、第1段階の裏交渉が

#### 4. Holmströmの再評価

この節では、Andolfatto and Nosal[1] に拠り、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約を多段階交渉ゲームとしてとらえ、しかも、次の問題を議論する中でHolmströmのプリンシパル・エージェント契約の有効性を明らかにする<sup>6)</sup>。

1. Rasmusenの全エージェント契約とHolmströmのプリンシパル・エージェント契約は多段階ゲームのどの交渉段階で再交渉が合意され、初期の契約が崩壊する可能性が高いのかを比較する。
2. Eswaran and Kotwalの批判はHolmströmの前提に直接には適用できないかもしれない。しかし、Holmströmの契約において、どのような

生起する事象、および、排除される事象は、それぞれ、 $S_1 \neq \{\emptyset\}$ 、 $S_1 = \{\emptyset\}$  で表わされる。また、第3、5段階で報酬シユーマの初期契約を更改する再交渉を行う機会を持つ。ただし、再交渉の可能性は外生的に排除されるかもしれないし、あるいは、そうでないかもしれない。このとき、第3、5段階で再交渉が生起する事象、および、排除される事象は、それぞれ、 $S_3 \neq \{\emptyset\}$ 、 $S_3 = \{\emptyset\}$ 、また、 $S_5 \neq \{\emptyset\}$ 、 $S_5 = \{\emptyset\}$  で表わされる。そして、もし、第3、5段階で再交渉が可能ならば、次のような単純な手続きを経てそれは機能するものとする。まず、チーム・メンバーが初期契約に代わる新たな提案を行う。(ただし、もし、同時に複数のメンバーから新たな提案がなされるとき、その提案の一つがランダムに選択される)。そして、もし、プリンシパルを含む他のすべてのメンバーがその提案に合意するならば、新規の契約は既存の契約に取って代わられる。それ以外の場合は、

<sup>6)</sup> ここでの議論は、基本的にはAndolfatto and Nosal[1] の多段階交渉ゲームに依拠しているが、個々の段階のゲームの設定は異なったものになっている。



既存の契約が維持される。

そこで、手始めに、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約をこの6段階ゲームに当てはめて考察してみよう。まず、第1段階でプリンシパルとエージェントは初期契約(5a)、(5b)を締結する。ただし、裏取引は行われぬ( $S_1 = |\emptyset|$ )。次に、第2段階でエージェントは努力を投入する。また、第3段階では交渉は行われぬ( $S_3 = |\emptyset|$ )。さらに、第4段階ではプリンシパルおよびエージェントはチーム生産を観察する。そ

して、第5段階でも交渉は行われぬ( $S_5 = |\emptyset|$ )。最後に、第6段階でチーム生産に見合う報酬がエージェントに支払われるというものである。

この節では、6段階ゲームで表されたHolmströmのプリンシパル・エージェント契約が、Rasmusen、Eswaran and Kotwalの批判のように、第1、3、5段階でチーム・メンバーが再交渉機会を持つならば、当初達成していたナッシュ均衡としての効率的生産水準を保証するのかどうかを明らかにする。

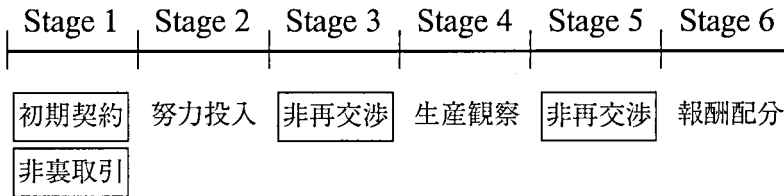


図2. Holmströmのプリンシパル・エージェント契約

#### 4.1 全エージェント契約

まず、Rasmusen[5]の議論から検討しよう。彼のいう全エージェント確率ペナルティ報酬シエーマ(7)はナッシュ均衡としての効率的生産水準を達成する。しかし、この均衡は、明らかに、チーム生産が効率的生産水準に達成しないとき、エージェントに確率ペナルティ報酬を支払うという脅威によって維持されている。ところが、図3からいえることは、Rasmusenの契約は、第1、3、5のいずれの段階でも(再)交渉をしないことを前提にしている。もし、いずれかの段階で、エージェントが再交渉を考え、そして、それが実行されるなら、確率ペナルティ報酬の脅威は、こけおどしとなってしまう。言い換えれば、この均衡はサブゲーム・パーフェクトではなくなる。例えば、第2段階で、あるエージェントが自ら怠業し、チーム生産が効率的生産水準を達成できないことを知るならば、あるいは、第4段階で、チーム生産が観察され、そのことをチーム・メンバーが知るならば、エージェントは確率ペナルティ報酬を科されるという不必要なリスクを避けるため、初期契約を更改する再交渉のインセンティブを持つことになるであろう。Rasmusenはこの種

の再交渉をある意味で無視している<sup>7)</sup>。

Rasmusenはどのようにして確率ペナルティ報酬シエーマの持つ脅威を維持、実現しているのだろうか。Rasmusenは第3、5段階の再交渉を避けるため、それぞれ、どのような施策を準備しているのだろうか。まず、第5段階の再交渉をRasmusenはどのように回避しているのかみてみよう。彼は、第4段階でチーム生産物が観察され、第5段階でチーム・メンバーが互いに再交渉を開始する以前に、ペナルティ報酬シエーマの履行を即座に、しかも自動的に実施することで再交渉を阻止しようとする。この解決法は $S_5 = |\emptyset|$ と仮定することと同値である。しかし、我々が先の節で述べたように、再交渉が行われるのは、チーム生産が効率的生産水準に達していないときであり、しかも、Rasmusenの契約の場合、確率ペナルティ報酬が科されるリスクを避けるためである。全エージェント契約では、すべてのエージェントがこのリスクに一律にさらされるので、再交渉によりこれを避けようとするかもしれない。この状況下で、実施される報酬配分は単なる均衡予算制約を満たす報酬シエーマ $\alpha_i F(e)$ となり、確率ペナルティ報酬シエーマの持つ本来の脅威を霧

<sup>7)</sup> 第1段階の裏交渉についてはEswaran and Kotwalの評価の際に考察する。ここでは、第3、5段階の再交渉についてのみ触れる。

散させ、ナッシュ均衡としての効率的生産水準が達成されなくなる。そこで、第5段階で再交渉が

行われる条件について考察することにしよう。

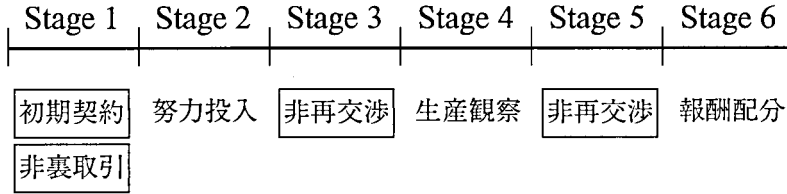


図3. Rasmusenの全エージェント契約

第4段階でチーム生産が  $F(e) < F(e^*)$  であることを所与とすると、すべてのエージェント  $i$  について、次のことが成り立つとき再交渉が行われる。

$$\left[ \frac{n-1}{n} \cdot \left\{ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-1} \cdot E[\alpha_i F(e) + \omega_i] \right\} + \frac{1}{n} \cdot (-\omega_i) \right] < \alpha_i F(e)$$

あるいは、

$$(12) \quad E[\alpha_i F(e) + \omega_i] < \alpha_i F(e) + \omega_i$$

しかし、チーム内には、 $\alpha_i F(e) + \omega_i \leq \alpha_i F(e) + \omega_i$  を満たすエージェント  $i$  は、少なくとも一人はいる。そして、彼は、先の条件 (12) を満たさない。したがって、彼は、再交渉のインセンティブを持たず、かくして、第5段階での再交渉は行われなことになる。

他方、評価の対象となるHolmströmのプリンシパル・エージェント契約 (5a)、(5b) では、チーム生産が効率的生産水準に達しないとき、プリンシパルがチーム生産物に対し残余請求権を持つため、彼は再交渉に応じるインセンティブを持たない。Rasmusenの全エージェント契約でも、すべてのエージェントがペナルティ報酬を回避することに誘因両立ではないため、プリンシパル・エージェント契約と同様再交渉が行われる可能性はない。

次に、第3段階の再交渉についてみてみよう。第3段階の再交渉は、エージェントが投入努力を選択する時点 (第2段階) とチーム・メンバーがチーム生産を観察する時点 (第4段階) との間でなされる。このとき、第3段階で、初期の報酬

シエマに対し再交渉を提案するのは、第2段階で、自ら怠業し、チーム生産が効率的生産水準を達成できないことを知るエージェントである。したがって、第3段階で、再交渉を提案するエージェントが誰であるかを特定化できるのであれば、彼にペナルティを科すことで再交渉を避けることは比較的容易である。この解決策の主要な特質は、再交渉に参加する特定の個人が証明可能であることを仮定することである。そこで、証明可能な対象の集合を  $\Omega$  で表すとす。例えば、エージェント  $i$  の努力  $e_i$  が証明可能であれば、 $e_i \in \Omega$  と表記する。また、 $R_t \subseteq N$  をゲームの  $t$  段階で再交渉を提案するエージェントの集合とする。かくして、Rasmusenの解決法をこの表記で表すと、 $R \subset \Omega$  を仮定することであるといえる。すなわち、エージェント  $i$  が自己の投入努力  $e_i < e_i^*$  を知って、 $F(e) < F(e^*)$  を確信し、再交渉を申し出るとき、エージェント  $i$  が誰であるかを確実に確認することである。このことを前提にしたとき、Rasmusenの契約は再交渉を阻止できるよう次のように修正することができる。

(13)

$$m_i(x, R_{S_i}) = \begin{cases} \alpha_i F(e) & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \text{ and } R_{S_i} = \{\phi\} \\ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-1} \{\alpha_i F(e) + \omega_i\} & \text{if } F(e) < F(e^*) \text{ and } R_{S_i} = \{\phi\} \\ -\omega_i & \text{if } i \in R_{S_i} = \{r\} \\ 0 & \text{if } i \notin R_{S_i} = \{n-r\} \text{ and } R_{S_i} \neq \{\phi\} \\ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-r} \sum_{j \in R_{S_i}} [\alpha_j F(e) + \omega_j] & \text{if } i \in R_{S_i} = \{n\} \\ \alpha_i F(e) & \end{cases}$$

ただし、 $i \in R_{S_i} = \{r\}$ 、および、 $j \in R_{S_i} = \{n-r\}$  は、それぞれ、第3段階で再交渉に参加する、あるいは、参加しないエージェントの数を表している。このとき、新たな報酬シエーマが第3段階で生じるかもしれない再交渉（単純な均衡予算制約の報酬シエーマへ逆戻りすること）を阻止できるかどうかをみてみよう。

エージェント  $i$ （ただし、 $i=1, \dots, r$ ）が第2段階で怠業し、第4段階でチーム生産が  $F(e) < F(e^*)$  であることを確信するとする。しかし、第3段階では、特に、他のエージェント  $j$ （ただし、 $j=r+1, \dots, n$ ）は  $F(e) < F(e^*)$  を観察できない。このとき、もし、当該エージェント  $i$  が再交渉を提案するとき（ $i \in R_{S_i} = \{r\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$  あるいは  $i \in R_{S_i} = \{n\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$ ）、エージェント  $i \in \Omega$  は怠業をしたとみなされ、再交渉を提案しなかったとき  $F(e) < F(e^*)$  and  $R_{S_i} = \{\phi\}$  あるいは  $i \notin R_{S_i} = \{n-r\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$ ）の報酬よりも低い報酬を支払われる。

(i)  $i \in R_{S_i} = \{r\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$  および  $i \in R_{S_i} = \{n\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$  のときの報酬と  $i \notin R_{S_i} = \{n-r\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$  のときの報酬の比較

$$0, \alpha_i F(e) < \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-r} \sum_{j \in R_{S_i}} [\alpha_j F(e) + \omega_j] \forall i$$

(ii)  $i \in R_{S_i} = \{r\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$  および  $i \in R_{S_i} = \{n\}$  and  $R_{S_i} \neq \{\phi\}$  のときの報酬と  $F(e) < F(e^*)$  and  $R_{S_i} = \{\phi\}$  のときの報酬の比較

少なくとも一人のエージェント  $i$  について

$$0, \alpha_i F(e) < \frac{n-1}{n} \cdot \left\{ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-1} \cdot E[\alpha_i F(e) + \omega_i] \right\} + \frac{1}{n} \cdot (-\omega_i)$$

あるいは、

$$0 < \frac{n-1}{n} \cdot \left\{ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-1} \cdot E[\alpha_i F(e) + \omega_i] \right\} + \frac{1}{n} \cdot (-\omega_i)$$

かつ、少なくとも一人のエージェント  $i$  について

$$0, \alpha_i F(e) + \omega_i < E_{\mu}[\alpha_i F(e) + \omega_i]$$

このように、いかなるエージェントも、自ら再交渉を提案すると不利な報酬を支払われることを知っているので、第3段階で交渉が提案されることはない。この意味で、新たな報酬シエーマ (13) は、再交渉に参加するチーム・メンバーに真にペナルティを科すことができ、Rasmusenのいう初期の報酬シエーマ (7) の部分しか機能せず、結局、効率的生産水準が維持されることになる。

しかし、このとき疑問が残る。それは、Rasmusenは、再交渉を提案するエージェントを特定化可能であることを仮定したが（ $i \in \Omega$ ）、しかし、実際、全エージェント契約では、再交渉を提案するエージェントを特定化できないかもしれない。例えば、外部の第三者（プリンシパル）がいて、特定のエージェントが彼に再交渉を提案することを考えた方が、どの個人が再交渉に参加しているのか証明可能であるように思える。すなわち、より自然に、 $RC \Omega$  を仮定できる。この意味で、Rasmusenの修正報酬シエーマの前提、 $RC$

$\Omega$ が仮定できるかどうか疑問である。

他方、評価の対象となるHolmströmのプリンシパル・エージェント契約で、 $RC\Omega$ を仮定した上で、さらに、グループ・ペナルティを維持したま

ま、次のように報酬シエーマを修正するとしよう。すなわち、エージェント*i*の報酬は次のようであり、

$$(14a) \quad m_i(x, R_s) = \begin{cases} \alpha_i F(e) & \text{if } F(e) \geq F(e^c) \quad \text{and } R_s = \{\phi\} \\ 0 & \text{if } F(e) < F(e^c) \quad \text{and } R_s = \{\phi\} \\ 0 & \text{if } i \in R_s = \{r\} \\ \alpha_i F(e) + \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\alpha_j F(e) + \omega_j) & \text{if } i \notin R_s = \{n-r\} \quad \text{and } R_s \neq \{\phi\} \\ \alpha_i F(e) & \text{if } i \in R_s = \{n+1\} \end{cases}$$

かつ、プリンシパルの残余請求権は次のようである。

$$(14b) \quad p(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } F(e) \geq F(e^c) \quad \text{and } R_s = \{\phi\} \\ F(e) & \text{if } F(e) < F(e^c) \quad \text{and } R_s = \{\phi\} \\ 0 & \text{if } R_s \in \Omega \quad \text{and } R_s \neq \{\phi\} \end{cases}$$

ただし、 $i \in R_s = \{n+1\}$  はエージェントとプリンシパルの合計人数を表す。この契約の下では、Rasmusenの全エージェント契約と同様、エージェント*i*は自分が怠業したとき、 $F(e) < F(e^c)$ を確信し、初期の報酬シエーマの更改の再交渉を行うかどうか考える。そして、もし、エージェント*i*が再交渉を行うのであれば、Holmströmの修正報酬シエーマ (14b) の下では、 $RC\Omega$ かつ  $R_s \neq \{\emptyset\}$  のとき、プリンシパルの残余請求権はゼロとなる。プリンシパルは、 $R_s \neq \{\emptyset\}$  のとき、エージェントが怠業したことを確認できるので、プリンシパルは再交渉に応じるインセンティブを全く持たない。結局、第3段階で再交渉が行われることはない。かくして、Holmströmの修正報酬シエーマは、初期の報酬シエーマ (5a)、(5b) にみられる

グループ・ペナルティが機能することになり、チーム生産は効率的生産水準を維持することになる。しかも、 $RC\Omega$ の仮定は、エージェントがプリンシパルに再交渉を提案する、いわゆる、プリンシパル・エージェント組織形態で自然である。この意味で、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約は優位性を持つといえる。

#### 4.2 プリンシパル・エージェント契約

上述したように、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約は、サブゲーム・パーフェクト均衡としての効率的生産水準を達成することができる。しかし、Eswaran and Kotwalに従うと、Holmströmの契約は第1段階でエージェントとプリンシパルは裏取引をしないという重要な仮定に基づいている。ところが、Eswaran and Kotwalの指摘を待つまでもなく、プリンシパルはエージェントが怠業したときにだけ報酬を得るため、プリンシパルは特定の個人ないし小集団に賄賂を贈り怠業を引き出そうとするインセンティブを持つ。すなわち、第1段階で、プリンシパルはエージェント*i* (ただし、 $i=1, \dots, r$ ) に接近をはかり裏取引を提案するかもしれない。

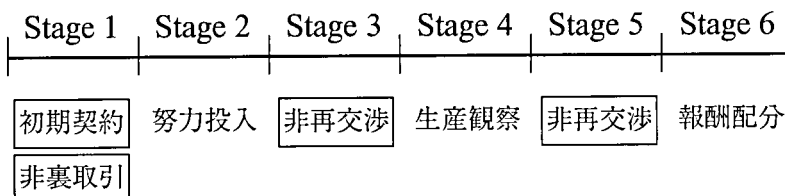


図4. Eswaran and Kotwalのプリンシパル・エージェント契約

そこで、Holmströmの報酬シェーマ(6a)、(6b)の下で、プリンシパルとエージェント*i*が第1段階で裏取引をすることを考えてみよう。おそらく、このとき、プリンシパルは、もっとも安上がりなエージェント*i*を買収することになろう。すなわち、彼は、 $\alpha_i F(e_i, e_i) + \varepsilon_i \leq \alpha_j F(e_j, e_j) + \varepsilon_j$ であるエージェント*i*のみと裏取引をする。このとき、エージェント*i*の利得は次のように表される。

$$(15) \quad m_i(x) = \begin{cases} \alpha_i F(e_i, e_i) & \text{if } F(e) \geq F(e^*) \\ \alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i & \text{if } F(e) < F(e^*) \end{cases}$$

ただし、 $\alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i \equiv b_i$ は賄賂である。ところが、ここでは、不効用  $v_i(e_i)$  を問題にしなければならない。それは、これまでの第3、5段階の再交渉の議論が、第2段階の努力投入以降になされるのに対し、第1段階の裏取引の議論は、第2段階の努力投入以前になされるからである。すなわち、エージェントは、プリンシパルとこの裏取引を合意するにあたって、 $e_i \geq e_i^*$ のとき、 $e_i = e_i^*$ を選択し、また、 $e_i < e_i^*$ のとき、 $e_i = 0$ を選択する。エージェントがいずれの投入努力を選択するかによって、当然、それに関連する不効用が変化してしまう。したがって、エージェントが効率的報酬か賄賂かを選択するとき、 $e_i \geq e_i^*$ のときの選好と  $e_i < e_i^*$ のときの選好を比較する必要がでてくるのである。

$$(16) \quad u_i(e_i, b_i, e_i^*) = \begin{cases} \alpha_i F(e_i, e_i) - v_i(e_i) & \text{if } e_i \geq e_i^* \\ \alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i - v_i(0) & \text{if } e_i < e_i^* \end{cases}$$

かくして、この裏取引の報酬シェーマの下では、エージェントは  $e_i = 0$  を選択し賄賂を受け取ることになる。この投入努力水準  $e_i = 0$  は、効率的生産水準以下のチーム生産  $F(e) < F(e^*)$  をもたらし、プリンシパルにチーム生産物の残余請求権を与えることになる。そして、チーム生産が実現し、そして、報酬配分がなされる第6段階以降に、プリンシパルは密約したチーム・メンバー*i*に賄賂  $b_i = \alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i$ を支払う。ここで、注意して欲しいのは、第6段階以降に賄賂が払われるのは、プリンシパルがこの生産活動以外に所得を得る機会を持たないと仮定しているためである。しかし、果たして、これほど容易に裏取引が成立し、それが履行されるのであろうか。ここに示した裏取引

の可能性は、プリンシパルが密約を素直に遵守するという仮定に依存していることは明らかである。すなわち、ひとたび、プリンシパルとエージェントが裏取引に合意するならば、エージェントはプリンシパルが第6段階以降に賄賂の支払いを単純に履行してくれると信じている。しかし、もし、プリンシパルであれエージェントであれ、彼等が初期の契約条項を単純に履行すると仮定するのであれば、チーム生産におけるすべてのモラル・ハザード問題は解決する。すなわち、エージェントは、プリンシパルの存在に関係なく、単純に契約を締結し、また、それを履行し、それにより、チーム生産は効率的生産水準を達成することになる。したがって、ここでの重要な問題は、密約の履行を支えるには、裏取引(15)で締結された条項が証明可能でしかも強制可能である必要がある。しかし、法廷で、しばしば、みられるように、誠実な交渉過程を経て締結された契約を根底から覆すような裏取引が不履行になったからといって、法廷にその損失補填の保証を求めたとしても、法廷が真にその裏取引を審理してくれるとは考えにくい。

一般的には、法廷のような外生的強制メカニズムが存在しない場合、裏取引の締結条項は証明不能および強制不能となる。このとき、プリンシパルはエージェントによるチーム生産が終了した後、エージェント*i*に賄賂  $\alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i$ の支払いを履行するインセンティブを持たない。結局、エージェント*i*が怠業行動を履行するに先立ち、事前に、当該エージェントに賄賂の支払いがなされなければ、非公式的な合意どおりに怠業行動を選択しないことになる。ところが、先に述べたように、このゲームのプレーヤー(プリンシパルも含む)がチーム生産以外の活動から所得を得る機会を持たないと仮定しているため、事前の賄賂の支払いは不可能である。ここに、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約は、チーム生産で生じる第1段階のモラル・ハザード問題を解決できると結論づけることができる。

#### 4.2.1 外部所得の存在と裏取引

ここでは、プリンシパルの側に外部所得が存在するとき、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約は効率的生産水準の達成を根底から覆さ

れるのかどうかを考察する。先のケースと同様、第1段階で、プリンシパルとエージェントは、公式的に、プリンシパル・エージェント契約(5a)、(5b)に合意すると仮定する。しかも、プリンシパルはチーム生産以外に所得を得る機会を持つと仮定しているので、彼は、他方で、非公式的に、最も安上がりなエージェント*i*を買収し、すなわち、 $\alpha_i F(e) + \epsilon_i \leq \alpha_i F(e^*) + \epsilon_i$ であるようなエージェント*i*に賄賂  $b_i = \alpha_i F(e^*) + \epsilon_i$ を支払い買収し、エージェントから効率的努力水準以下の投入努力  $e_i < e^*$ を引き出そうと試みる。このとき、エージェントはこの事前の買収を受け入れる。というのは、この申し出を受け入れることが必ずしもエージェントの将来の行動を制約するものではないからである。例えば、エージェントは、第1段階で、単純に賄賂を受け取り、そして、第2段階で、初期の公式的な契約条項に従い行動するかもしれない。そこで、プリンシパルはこれらの可能性を認識し、事前の買収を控えるかもしれない。果たして、プリンシパルとエージェントはどのような行動を選択するのであろうか。

(16)式より、明らかのように、エージェント*i*は裏取引を受け入れ、怠業した方がより高い利得を享受できる。他方、プリンシパルも、(6b)式より明らかのように、裏取引により正の利得を得ることができる。したがって、両者は裏取引を締結するインセンティブを持つことになる。ところが、ここでの問題は、先に述べたように、裏取引にまつわる非公式的な契約条項が強制可能でないことである。したがって、プリンシパルが、第1段階で、エージェント*i*に賄賂を支払った後、彼に非公式的な契約条項の履行を迫ったとしても、それが単純に履行されることは期待できない。そこで、プリンシパルが第1段階で、賄賂  $\alpha_i F(e) + \epsilon_i$ を支払った後、エージェント*i*はどのような行動を選択するのかをみてみよう。

まず、エージェント*i*が、他のエージェントの投入努力が  $e_i$  の下で、怠業行動を選択するとしよう(すなわち、裏取引の合意条項を遵守とする)。このとき、エージェントの最適行動は  $e_i = 0$  を選択することである。そして、裏取引の合意条項を遵守するときの報酬と選好は次のように表される。

裏取引の合意条項を遵守するときの報酬と選好

$$m_i(x) = \alpha_i F(e^*) + \epsilon_i$$

$$u_i^*(e_i, b_i, e_i) = \alpha_i F(e^*) + \epsilon_i - v_i(0)$$

他方、 $e_i$  の下で、エージェント*i*が怠業を選択するとしよう(すなわち、初期契約の合意条項を遵守するとする)。このとき、エージェントの最適行動は  $e_i = e_i^*$  を選択することである。そして、初期契約の合意条項を遵守するときの報酬と選好は次のように表される。

初期契約の合意条項を遵守するときの報酬と選好

$$m_i(x) = [\alpha_i F(e^*)] + [\alpha_i F(e^*) + \epsilon_i]$$

$$u_i^*(e_i, b_i, e_i) = \alpha_i F(e^*) + (\alpha_i F(e^*) + \epsilon_i) - v_i(e_i)$$

これより、明らかに、エージェントは次の条件が成り立つとき、裏取引の合意条項を遵守する。すなわち、怠業行動を選択する。

$$\alpha_i F(e^*) + \epsilon_i - v_i(0) >$$

$$\alpha_i F(e^*) + (\alpha_i F(e^*) + \epsilon_i) - v_i(e_i)$$

あるいは、

$$(17) \quad \alpha_i F(e^*) - (v_i(e_i) - v_i(0)) < 0$$

しかし、条件(17)が成立することは決してない。すなわち、エージェントは賄賂を受け取るが、裏取引の合意条項を遵守することはない。なぜなら、エージェントは、怠業行動を選択することで(効率的努力水準で働くことで)、賄賂のほかに初期契約の報酬  $\alpha_i F(e^*)$  を得ることができるからである。Holmströmのプリンシパル・エージェント契約の下では、プリンシパルとエージェントの裏取引は決して遵守される保証はない。したがって、裏取引は成立しない。その意味で、プリンシパル・エージェント契約は効率的生産水準を維持できる。

このことで十分であるが、プリンシパルの賄賂の支払い可能性(プリンシパルの予算制約)をみておこう。(17)式は、この条件は実際には成立しないが、エージェント*i*が賄賂  $b_i$  を提示されたとき怠業行動を選択する条件を記述している。他方、そのような賄賂をプリンシパルがエージェン

トに提案する条件とはどのようなものであろうか。その条件の一つとして、チーム生産技術の性質があげられる。例えば、特定の個人が生産過程で重要な役割を果たしていると仮定しよう。このとき、エージェント  $i$  が最適意業努力  $e_i=0$  を選択するならば、ゼロのチーム生産となる可能性がある。次のようなタイプの生産技術はその一例である。

$$x = F(e) = \min[\gamma_1 e_1, \dots, \gamma_n e_n]$$

ただし、 $\gamma_i$  はエージェント  $i$  の限界生産性を表す正のパラメータである。このとき、プリンシパルは正の賄賂に見合うチーム生産を期待することは不可能となる。すなわち、エージェント  $i$  が  $e_i=0$  を選択したとき、 $F(0, e_{-i})=0$  となるため、外部所得を持つとしても、賄賂を支払う意味がなくなる。ただし、ここでは、エージェントの投入要素の完全代替を仮定しているため、このようなことは生じない。したがって、プリンシパルは、エージェントの投入要素が生産過程で本質的役割を果たしていないならば、事前に賄賂を支払うことを選ぶかもしれない。すなわち、プリンシパルからみたとき、賄賂  $b_i$  の支払い条件として、次のことが満たされていることが求められる。

$$(18) \quad 0 < b_i = \alpha_i F(e^*) + \varepsilon_i < F(e_1^*, \dots, e_{i-1}^*, 0, e_{i+1}^*, \dots, e_n^*)$$

もし、条件 (17)、(18) を同時に満たす賄賂  $b_i$  が存在するならば、最適配分の実行可能性は裏取引の可能性により根底から覆えされることになる。しかし、先にみたように、条件 (17) は満たされることはない。かくして、プリンシパル・エージェント契約は効率的生産水準を達成できる。ここでは、Eswaran and Kotwal が指摘したように、ペナルティ報酬の脅威を真のものとするために、チームにプリンシパルの役割を導入したことが、プリンシパルとエージェントとの間に新たな利害関係を醸成し、結局、全エージェント契約と同様のチーム生産とモラル・ハザード問題を引き起こす可能性があることを指摘した。そして、本稿のモデルの範囲内ではあるが、Holmström のプリン

シパル・エージェント契約は、この結託問題を阻止できることを明らかにした。しかし、よく知られているように、異なる階層間での結託問題は、組織内での影響力問題と同種の問題であり、最近、新たな研究対象として認識されるに到っている。ここでは、それらについてはこれ以上触れない<sup>8)</sup>。

## 5. 結論

すべてのメンバーがエージェントであるときのチーム生産の持つ問題点を指摘し、その解決策として提案された Holmström のプリンシパル・エージェント契約は、報酬シェーマにペナルティの脅威を持たせ、しかも、それを確実にするプリンシパルをチーム内に配置する組織形態となっている。この契約に対し、Rasmusen、Eswaran and Kotwal から批判がなされた。一方、Andolfatto and Nosal はこれらの批判を検討するため、Holmström のプリンシパル・エージェント契約を多段階交渉ゲームとしてとらえ検討している。

Rasmusen の報酬シェーマは Holmström の報酬シェーマと同様にペナルティ報酬を科すことでエージェントに対し脅威を準備している。Rasmusen の全エージェント契約は、すべてのエージェントにとって、第 5 段階でのギャンブル報酬の期待値が、必ずしも均衡予算制約の下で配分される報酬を下回ることを保証しないので、再交渉が行われることを回避させることになる。この点でプリンシパルが配置された報酬シェーマと同等の優位性を持つといえる。また、チーム生産物が確定しない第 3 段階でエージェントが行うペナルティ回避行動は、Rasmusen の全エージェント契約でも、Holmström のプリンシパル・エージェント契約と同様に抑止することができる。しかし、外部の第三者であるプリンシパルが存在している方が、ペナルティの対象者をより明確に特定化できる分有利であるといえる。その意味で、Holmström のプリンシパル・エージェント契約は優位性を持つであろう。

さらに、Eswaran and Kotwal の批判したプリン

<sup>8)</sup> Milgrom and Roberts[4]を参照。

シバルとエージェントの裏取引は、裏取引の契約自体が、必ずしも、証明可能性および強制可能性を保証しないので、契約自体を強制できないという意味で存在理由を持たず、契約当事者から無視されやすいものとなる。特に、一回限りのゲームでは、その傾向が強い。したがって、ここでも、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約はエージェントから最適努力水準を引き出すに十分な機能を果たすといえる。

以上が、Holmströmのプリンシパル・エージェント契約への評価である。元来、Holmströmの契約の意味は、プリンシパルがエージェントのみの組織形態の弱点を補完するために、すなわち、ペナルティ報酬制度（不均衡報酬制度）の履行を現実のものとするために、チーム内に配置されたことにある。そして、確かに、全エージェント契約よりも、プリンシパル・エージェント契約の方が、その優位性を持つといえる。実際、組織の管理形態として、パートナーシップ形態からプリンシパル・エージェント形態へ次第に移行していることから、ここでの説明が一定の現実妥当性を持つといえる。ただ、全エージェント契約を持つ組織形態も、現実には存在し、他方、プリンシパル・エージェント契約を持つ組織形態も社会の大半を占めるほど大きな存在であるが、様々な局面でインセンティブのコンフリクト問題に直面しているのも事実である。例えば、異なる階層間、異なる利害関係集団間での結託問題は、組織内での影響力問題として、最近、新たな研究対象として認識されるに到っている。これらの問題は今後の課題として考察されるべきであろう。

#### 参考文献

- [1] Andolfatto, D. and E. Nosal, "Optimal Team Contracts," *Canadian Journal of Economics*, Vol. 30, No. 2, May 1997, pp. 385-396.
- [2] Eswaran, M. and A. Kotwal, "The Moral Hazard of Budget-breaking," *The Rand Journal of Economics*, Vol. 15, No. 4, Winter 1984, pp. 578-581.
- [3] Holmström, B., "Moral Hazard in Team," *The Bell Journal of Economics*, Vol. 13, No., Autumn 1982, pp. 324-340.
- [4] Milgrom, P. and J. Roberts, "An Economic Approach to Influence Activities in Organization," *American Journal of Sociology*, Vo. 94, Supplement, 1988, pp.

154-179.

- [5] Rasmusen, E., "Moral Hazard in Risk-averse Team," *The Rand Journal of Economics*, Vol. 18, No. 3, Autumn 1987, pp. 428-435.
- [6] Vislie, J., "Efficiency and Equilibria in Complementary Teams," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 23, No. 1, January 1994, 83-91.
- [7] 鶴野好文、井上正「組織行動と経営管理」、青山・井上・松井編「制度経営学入門」所収、中央経済社、1999.