



組織におけるモニタリング構造に関する一考察

宮原, 泰之

(Citation)

国民経済雑誌, 201(5):79-95

(Issue Date)

2010-05

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81006935>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81006935>



組織におけるモニタリング構造に 関する一考察

宮 原 泰 之

国民経済雑誌 第 201 卷 第 5 号 抜刷

平成 22 年 5 月

組織におけるモニタリング構造に 関する一考察

宮 原 泰 之

経営者、上司、部下の3人から構成される組織を考え、上司と部下はプロジェクト実行のために努力を投入するという状況を分析する。部下が選択した努力をモニターすることができ、モニターすれば部下が選択した努力を完全に観察することができる。しかし、観察された努力はモニターの私的情報となる。経営者はこの情報をモニターに報告してもらわなければならない。このようなモニタリング技術がある場合に経営者は誰にモニタリングを委譲すべきかを明らかにした。モニタリング費用が十分に小さい状況を考える。このとき、追加的に従業員を雇う固定費用がかからなければ、モニタリング活動に特化した従業員を雇って委譲することが望ましく、固定費用がかかる場合は上司に委譲することが望ましいという結果が得られた。

キーワード 契約、権限委譲、モニタリング、モラルハザード

1 は じ め に

本論文では、経営者がモニタリングを委譲する場合、誰に委譲することが最適であるかを明らかにすることが目的である。従業員を適切に評価し、努力への誘因付けをうまく行うことが企業業績を高めることにつながる。現実の企業では、従業員の努力への誘因付けのために、従業員が達成した客観的な指標だけでなく、従業員の働き具合を多面的に評価しようとしている。多くの企業では、従業員の報酬は上司による評価も反映されている。また、上司だけでなく同僚による評価が報酬に反映されることもある。本論文の目的はある従業員を評価する、つまり、モニタリングしなければならない場合に誰にモニタリングを委譲することが最適であるのかを明らかにすることである。

単純なモデルを構築し、分析する。本論文で想定するモデルは次のようなものである。組織は経営者、上司、部下の3人から構成される。上司と部下は経営者が準備したプロジェクトを実行する。プロジェクトを実行するには従業員である上司と部下による努力の投入が必要である。それぞれが投入した努力は本人のみが知ることができる。努力を投入するとプロジェクトの結果が実現する。結果は成功または失敗であり、結果は立証可能であるとする。

つまり、プロジェクトの結果は努力に関する客観的指標となる。プロジェクトが成功するかどうかは上司と部下が投入した努力に依存して、確率的に実現する。基本モデルはモラルハザードの問題であるが、以下の説明で明らかになるように、モラルハザードとアドバース・セレクションの問題が共存するモデルとなっている。

問題は上司と部下に適切な努力を選択する誘因を与えるような賃金契約を設計することである。つまり、最適契約を設計することである。本論文では上司も部下もリスク中立的であり、最低賃金が設定されていると仮定する。このとき、客観的な指標のみ、つまり、プロジェクトの結果のみを用いて上司と部下に誘因付けしようとする最適契約においては上司も部下もレントを得ることが知られている。

本研究では部下をモニタリングすることに焦点を当てる。部下が選択した努力をモニターするのである。分析の簡単化のために特殊なモニタリング技術を想定する。部下をモニターするのは上司または他の従業員である。モニターするには費用を伴うものとする。費用をかけてモニターすると部下が選択した努力が確実にわかるとする。ただし、モニターして得た情報はモニタリングを行った者の私的情報となる。よって、モニタリングを行う者にモニタリングの誘因を与えると共に獲得した情報を正直に経営者に報告する誘因を与えるような契約を設計することが必要になる。

上司と部下の努力への誘因付け、そして、モニターへのモニタリングへの誘因付けはモラルハザードの問題であり、モニターから私的情報を引き出す点についてはアドバース・セレクションの問題である。このように、モラルハザードとアドバース・セレクションの問題が共存するモデルになっている。

部下をモニターすることの利点は部下に支払う賃金を節約することができることである。部下をモニタリングせずに客観的な指標を用いて誘因付けした場合と比較すると部下が得るレントを節約することができるのである。一方でモニタリングによる費用も生じる。この費用はモニタリング自体に生じる費用だけでなく、モニタリングによって獲得した情報を正直に報告させるための費用も含まれる。後者の費用は物理的な費用ではなく、私的情報を保有することによってモニターが得るレントである。モニタリングを上司に委譲するか、プロジェクトの実行に携わらない第三者に委譲するかによって生じる費用の大きさは異なる。前者より後者の方が費用は小さいことが以下の分析で明らかとなる。

分析結果として、モニターにモニタリングの誘因付けをするためには部下にランダムに努力を選択させるような契約を設計することが必要であり、モニタリング費用が十分小さい場合はプロジェクトの実行に携わらない第三者にモニタリングを委譲することが望ましいことが明らかとなった。モニタリング費用が大きい場合はモニタリングを行わずに、客観的指標のみを用いて上司と部下に誘因付けるほうが望ましいことが明らかとなった。また、第三者

を雇うために固定費用がかかる場合はモニタリング費用が十分小さければ、上司にモニタリングを委譲することが望ましいという結果が得られた。

本研究と関連した研究として Strausz (1997) がある。この研究では経営者と部下のふたりで構成される組織を分析している。経営者は自分で部下をモニターすることもできるし、第三者にモニタリングを委譲することもできる。本研究との大きな違いはモニタリング技術にある。Strausz (1997) では、部下をモニターするとある確率で部下が選択した努力を知ることができ、残りの確率で努力を知ることとはできないとしている。努力を知った場合、部下の努力に関する立証可能な証拠を保有することになる。そして、第三者にモニタリングを委譲した場合、その証拠を経営者に提出するかどうかの決定権が第三者には与えられている。本論文ではモニタリングによって確実に部下の努力を知ることができ、それはモニタリングを行った者の私的情報となり、立証可能な情報ではないという点で異なる。Strausz (1997) は本研究と同様の結果を導出している。共謀行為がなければ、第三者にモニタリングを委譲することが望ましいというものである。

本研究は情報収集に関する研究と関連している。情報収集に関する多くの研究はアドバース・セレクションの問題を扱っている。例えば、Khalil (1997) と Kofman and Lawarrée (1993) はアドバース・セレクションの問題における監査について分析し、最適な監査確率を特徴付けている。Dequiedt and Martimort (2004) は調達問題におけるモニタリングの委譲と組織構造の関係について分析している。Gromb and Martimort (2007) は隠れた情報に関する情報を収集するためにひとりの専門家を雇うかふたりの専門家を雇うべきかとう問題を分析している。Crémer (1998) は Baron and Myerson (1982) のモデルを修正し、エージェントが自分のタイプを知るには費用をかけなければならないとしたときの最適契約を特徴付けている。

これらの情報収集に関する研究は基本的に収集の対象となる情報は外生的に与えられる。つまり、情報は外生的に与えられた確率分布に従って実現するというものである。本研究で収集対象となる情報は部下の努力である。モニターにモニタリングの誘因を与えるために、部下は努力をランダムに選択しなければならない。つまり、情報は内生的に決まるのである。この点において、本研究は既存研究とは異なっている。

論文の構成は次の通りである。次節ではモデルを設定する。第3節では分析を行う。第4節では分析結果をまとめる。

2 モデル

ひとりの経営者、ひとりの上司、そして、ひとりの部下から構成される組織を考える。経営者はあるプロジェクトを上司とその部下に協同して実行してもらいたいと考えている。プ

プロジェクトを実行するには上司と部下による努力の投入が必要である。上司が選択する努力を e_1 とする。上司は高い努力 (h) または低い努力 (l) を選択することができる。上司の努力の集合を $E_1 = \{h, l\}$ とする。上司が努力 $e_1 \in E_1$ を選択したときの不効用を $c_1(e_1)$ とし、 $c_1(h) = \lambda_1 > 0$ かつ $c_1(l) = 0$ とする。同様に、部下が選択する努力を e_2 とし、部下は高い努力 (h) または低い努力 (l) を選択することができる。部下の努力の集合を $E_2 = \{h, l\}$ とする。部下が努力 $e_2 \in E_2$ を選択したときの不効用を $c_2(e_2)$ とし、 $c_2(h) = \lambda_2 > 0$ かつ $c_2(l) = 0$ とする。

プロジェクトが成功 (S) するか失敗 (F) するかは、上司と部下が選択した努力に依存して決まる。プロジェクトの結果の集合を $X = \{S, F\}$ とする。上司と部下の努力の組を $e = (e_1, e_2) \in E \equiv E_1 \times E_2$ とする。努力の組 e が選択されたときにプロジェクトの結果 $x \in X$ が実現する確率を $p(x|e)$ と書く。ただし、任意の $e \in E$ について $p(S|e) + p(F|e) = 1$ である。以下の分析は次のような確率分布を考える。

仮定 1 : $e = (h, h)$ のとき $p(S|e) = p$ であり、 $e \neq (h, h)$ のとき $p(S|e) = q$ とする。ただし、 $0 < q < p < 1$ とする。

この確率分布は上司と部下の努力が補完的であることを表している。両者が高い努力を選択する場合、プロジェクトが成功する確率は最も高い。しかし、ひとりでも低い努力を選択すると、相手がどの努力を選択したとしてもプロジェクトの成功確率に影響を与えることはできない。プロジェクトの成功・失敗は経営者、上司、部下によって観察可能であり、かつ、立証可能であると仮定する。プロジェクトが成功したときに経営者が得る利得を $R(S) = \pi + L$ とし、失敗した場合に得る利得を $R(F) = L$ とする。ただし、 $\pi > 0$ かつ $L \geq 0$ とする。

上司が選択した努力は上司の私的情報となり、上司以外は観察できないと仮定する。一方、部下が選択した努力については、部下の私的情報となるが、上司は部下が選択した努力に関するシグナルを受け取ることができる。上司が受け取るシグナルは部下が選択した努力を必ずしも正確に伝えるものではなくエラーを伴うこともあるとする。シグナルの集合を Θ とし、 $\Theta \equiv E_2$ と仮定する。また、上司が受け取ったシグナルは上司の私的情報であると仮定する。

上司は部下をモニターすることによってシグナルの精度を高めることができるものとする。上司がモニターすることを m と表し、モニターしないことを ϕ と表す。モニタリングに関する選択肢の集合を $M = \{\phi, m\}$ とする。モニタリングの決定は上司の私的情報となり、経営者も部下も上司が選択したモニタリングに関する決定を観察することはできないと仮定する。部下が努力 e_2 を選択し、上司がモニターに関する決定 $\mu \in M$ を選択したときに上司が

シグナル $\sigma \in \Theta$ を得る確率を $\eta(\sigma|e_2, \mu)$ と書く。以下の分析では次のようなモニタリング技術に焦点を当てる。

$$\eta(h|e_2, \phi) = \frac{1}{2}, \quad \forall e_2 \in E_2,$$

$$\eta(h|e_2, m) = \begin{cases} v & \text{if } e_2 = h, \\ 1-v & \text{if } e_2 = l. \end{cases}$$

ただし、 $v \in (1/2, 1]$ とする。

このモニタリング技術は次の性質を表現している。まず、シグナルの実現は上司が選択する努力とは独立であるという性質である。次に、上司が部下をモニターする場合、つまり、 $\mu = m$ のとき、 $1-v$ の確率でモニタリング・エラーが発生するという性質である。 v の確率でモニタリング・エラーは発生しないが、部下が実際に選択した努力を確信できるわけではない。¹⁾最後に $\mu = m$ のときに発生するモニタリング・エラーは部下が選択する努力とは独立であるという性質である。以下では $v=1$ の場合について分析を行う。 v が十分に 1 に近ければ、 $v=1$ の場合とほぼ同様の結果を得ることができる。

部下をモニターするには費用を伴うものと仮定する。モニタリング費用を $c_m(\phi) = 0$, $c_m(m) = \lambda_m > 0$ とする。以下の分析では λ_m が十分にゼロに近い場合について焦点を当てる。 λ_m がゼロに十分に近くない場合に分析結果がどのように変わるかについては論文の最後で簡単に説明する。

上司が得た部下の努力に関するシグナルは上司の私的情報であると仮定する。よって、経営者は上司が保有している部下の努力に関するシグナルを報告してもらわない限り、知ることはできない。また、上司による経営者への報告自体は立証可能であるが、その内容が真であるかどうかを経営者は確かめることはできないと仮定する。つまり、経営者は上司が嘘を報告したかどうかを確認することはできないものとする。

経営者、上司、部下はすべてリスク中立的であると仮定する。プロジェクトの結果が $x \in X$ であるときに、経営者が上司に支払う賃金を w_1 、経営者が部下に支払う賃金を w_2 とすると、経営者の利得 v は $v = R(x) - w_1 - w_2$ と表される。上司の利得 u_1 は $u_1 = w_1 - c_1(e_1) - c_m(\mu)$ と表され、部下の利得 u_2 は $u_2 = w_2 - c_2(e_2)$ と表される。以下の分析では有限責任 (limited liability) を仮定し、 $w_1 \geq 0$ かつ $w_2 \geq 0$ とする。

ゲームのタイミングは次のとおりである。

1. 経営者は上司と部下に契約を提示する。
2. 上司と部下は契約を受け入れるか、拒否するかを選択する。ひとりでも拒否した場合には、プロジェクトは実行されず、全員が留保効用ゼロを得る。ふたりとも契約を受け入れた場合は次のステップに進む。

3. 上司は努力とモニタリングに関する決定を行い、部下は努力を選択する。
4. 上司は経営者にメッセージを送る。
5. プロジェクトが実現する。
6. 契約にしたがって、賃金が支払われる。

ゲームのタイミング4で上司が経営者に報告するメッセージの集合を K とする。以下の分析ではメッセージの集合を $K \equiv E_2$ に限定する。これは分析の簡単化のためではなく、最適契約を特徴付けるにはメッセージの集合を $K \equiv E_2$ に限定すれば十分であるからである。

賃金は立証可能な変数にのみ依存して支払われる。ここでは上司が経営者に送るメッセージ $k \in K$ とプロジェクトの結果 $x \in K$ のみが立証可能な変数である。メッセージとプロジェクトの結果の組が (x, k) のとき、上司が得る賃金は $w_1(x, k)$ であり、部下が得る賃金は $w_2(x, k)$ である。よって、契約とは賃金スケジュール $(w_1(x, k), w_2(x, k))_{x, k}$ とメッセージの集合 K の組のことをいう。また、契約を単に (w_1, w_2, K) と書く。

3 分 析

この節では、最適契約を特徴付ける。上司のメッセージ報告戦略を $f: \Theta \times E_1 \times M \rightarrow K$ と表す。上司が努力 e_1 を選択し、モニタリングに関する決定 μ を選択し、シグナル σ を受け取ったときに、メッセージ $f(\sigma|e_1, \mu) \in K$ を選択することを表している。

以下では、まず、それぞれの努力の組について、経営者の期待支払額を最小にするような契約を導出し、最適契約を特徴付ける。

3.1 上司と部下が確実に努力を選択する場合

ここでは、上司と部下が確実にある努力を選択するような契約で経営者の期待支払額を最小にするような契約を特徴付ける。まず、上司と部下が確実に努力の組 $e = (e_1, e_2)$ を選択するような契約について考える。このとき、経営者は次の最小化問題に直面することになる。

$$\begin{aligned}
 & \min_{w_1, w_2, \mu, f} \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|e) \eta(\sigma|e_2, \mu) \{w_1(x, f(\sigma|e_1, \mu)) + w_2(x, f(\sigma|e_1, \mu))\} \\
 & \text{s.t. } \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|e) \eta(\sigma|e_2, \mu) w_1(x, f(\sigma|e_1, \mu)) - c_1(e_1) - c_m(\mu) \\
 & \quad \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|\tilde{e}_1, e_2) \eta(\sigma|e_2, \tilde{\mu}) w_1(x, \tilde{f}(\sigma|\tilde{e}_1, \tilde{\mu})) - c_1(\tilde{e}_1) - c_m(\tilde{\mu}), \\
 & \quad \forall \tilde{e}_1 \in E_1, \forall \tilde{\mu} \in M, \forall \tilde{f},
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|e) \eta(\sigma|e_2, \mu) w_2(x, f(\sigma|e_1, \mu)) - c_2(e_2) \\
 & \quad \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|e_1, \tilde{e}_2) \eta(\sigma|\tilde{e}_2, \mu) w_2(x, f(\sigma|e_1, \mu)) - c_2(\tilde{e}_2), \quad \forall \tilde{e}_2 \in \forall E_2,
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$f(\sigma|\tilde{e}_1, \tilde{\mu}) \in \arg \max_{k \in K} \sum_{x \in X} p(x|\tilde{e}_1, \tilde{e}_2) \zeta(\tilde{e}_2|\tilde{e}_1, e_2, \tilde{\mu}, \sigma) w_1(x, k),$$

$$\forall \sigma \in \Theta, \forall \tilde{e}_1 \in E_1, \forall \tilde{\mu} \in M, \quad (3)$$

$$w_i(x, k) \geq 0, \quad \forall x \in X, \forall k \in K, \forall i \in \{1, 2\}. \quad (4)$$

制約(1)から(4)を満たすような w_1, w_2, μ, f が存在するとき努力の組 e は実行可能であるという。また、そのような契約 (w_1, w_2, K) は努力の組 e を実行するという。

制約(1)は上司の努力とモニタリングに関する誘引両立性条件である。制約(2)は部下の努力に関する誘引両立性条件である。制約(4)は有限責任条件である。

制約(3)は上司のメッセージ報告戦略の最適性条件である。 $\zeta(\cdot|\cdot)$ は上司の部下が実際に選択した努力に関する信念を表している。 ΔE_2 を E_2 上の確率分布すべてからなる集合であるとする、 $\zeta(e_2|e_1, \beta_2, \mu, \sigma)$ は部下が混合努力 $\beta_2 \in \Delta E_2$ を選択するであろうと想定されているときに、上司が努力 e_1 を選択し、上司がモニタリングに関する決定 μ を選択し、シグナル σ を受け取ったときに、上司が部下が実際に選択した努力は e_2 であると信じる確率である。混合努力 $\beta_2 \in \Delta E_2$ は努力 h を $\beta_2(h)$ の確率で選択し、努力 l を $\beta_2(l)$ の確率で選択するものと解釈する。

まず、努力の組 $e = (h, h)$ を実行するような契約について分析する。 $\beta_2(h) = 1$ の場合は単に $\beta_2 = h$ と書き、 $\beta_2(l) = 1$ の場合は単に $\beta_2 = l$ と書くことにすると、 $\beta_2 = h$ と $\beta_2 = l$ の場合、以下が成立している。

$$\forall \mu \in M, \forall e_1 \in E_1, \forall e_2 \in E_2, \text{ if } \eta(\sigma|e_2, \mu) > 0, \text{ then}$$

$$\zeta(h|e_1, e_2, \mu, \sigma) = \frac{\eta(\sigma|e_2, \mu)}{\eta(\sigma|e_2, \mu)} = 1. \quad (5)$$

制約(3)と条件(5)より、最適解においては以下が成立しなければならない。

$$\sum_{x \in X} p(x|e_1, h) w_1(x, f(h|e_1, \mu)) = \sum_{x \in X} p(x|e_1, h) w_1(x, f(l|e_1, \mu)),$$

$$\forall e_1 \in E_1, \mu \in M. \quad (6)$$

これは、部下が努力 h を確実に選択する場合、上司は部下をモニターしないことが厳密な意味で最適であることを意味している。よって、次の補題が得られる。

補題1： 最適解は $\mu = \phi$ を満たす。

制約(1)は最適解において、少なくともひとつ等号で成立しなければならない。²⁾ 上の議論より、制約(1)において等号で成立するのは努力に関する制約のみである。

$$\sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|h, h) \eta(\sigma|h, m) w_1(x, f(\sigma|h, m)) - \lambda_1$$

$$= \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|h, h) \eta(\sigma|h, \phi) w_1(x, f(\sigma|h, \phi)). \quad (7)$$

以上により、制約(1)は(7)に置き換えることができ、制約(5)は(6)に置き換えること

ができる。これによって、最小化問題の解を簡単に導出することができる。

最小化問題の解を $\underline{w}_1, \underline{w}_2, \underline{\mu}, \underline{f}$ とすると、最適性により以下の条件を満たしていなければならない。

$$\sum_{\sigma \in \Theta} \underline{w}_i(S, \underline{f}(\sigma|h, \phi)) = \frac{\lambda_i}{p-q}, \quad \forall i \in \{1, 2\},$$

$$\underline{w}_i(F, \underline{f}(\sigma|h, \phi)) = 0, \quad \forall \sigma \in \Theta, \forall i \in \{1, 2\}.$$

また、次は最適解のひとつになっている。

$$\underline{w}_i(S, k) = \frac{\lambda_i}{p-q}, \quad \forall k \in K, \forall i \in \{1, 2\},$$

$$\underline{w}_i(F, k) = 0, \quad \forall k \in K, \forall i \in \{1, 2\}.$$

まとめると、上司と部下が確実に高い努力を選択する場合、上司に部下をモニターする誘引を与えることは不可能であり、経営者は上司から報告されるメッセージを利用することによって支払額を削減することはできないことが明らかとなった。経営者の期待支払額 $\underline{W}(h, h)$ は次のようになる。

$$\underline{W}(h, h) = \frac{p}{p-q}(\lambda_1 + \lambda_2).$$

上司または部下が努力 l を確実に選択する場合についても、同様の手順で経営者の期待支払額を最小にするような契約を特徴付けることができる。ただし、ひとりが努力 l を選択した場合に、もうひとりに努力 h を選択させるような契約を設計することは不可能である。つまり、そのような努力の組は実行可能ではない。なぜなら、仮定1より、ひとりが努力 l を選択した場合、もうひとりはどのような努力を選択しようともプロジェクトの成功確率を変えることはできないからである。よって、努力の組 $e = (e_1, e_2)$ について、経営者の最小の期待支払額を $\underline{W}(e)$ とすると、以下の通りである。

$$\underline{W}(l, l) = 0, \quad \underline{W}(l, h) = \underline{W}(h, l) = \infty.$$

努力の組 $e = (e_1, e_2)$ を実行するときの経営者の期待利得を $\underline{\Pi}(e) = p(S|e)(\pi + L) + p(F|e)L - \underline{W}(e)$ とすると、以下が得られる。

$$\underline{\Pi}(h, h) = p\pi + L - \frac{p}{p-q}(\lambda_1 + \lambda_2), \quad \underline{\Pi}(l, l) = q\pi + L, \quad \underline{\Pi}(l, h) = -\infty, \quad \underline{\Pi}(h, l) = -\infty.$$

以下の分析では $\underline{\Pi}(h, h) > \underline{\Pi}(l, l) > 0$ であるようなパラメータについて考える。つまり、次の仮定を置く。

仮定2：パラメータ $p, q, \lambda_1, \lambda_2, \pi, L$ は次の条件を満たす。

$$(p-q)^2\pi > p(\lambda_1 + \lambda_2).$$

以下では、特に、 π が十分に大きく、 λ_m が十分にゼロに近いような状況を考える。

3.2 努力を混合する場合

ここでは、上司または部下が努力を混合する場合について考える。まず、上司が確実に努力 $e_1 \in E_1$ を選択し、部下は混合努力 $\beta_2 \in \Delta E_2$ を選択する場合について分析する。ここで、 $\beta_2(h) = 1 - \beta$ かつ $\beta \in (0, 1)$ とする。このとき、経営者が直面する期待支払額最小化問題は次の通りである。

$$\begin{aligned} \min_{w_1, w_2, \mu, f} \quad & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) \eta(\sigma|e, \mu) \{w_1(x, f(\sigma|e_1, \mu)) + w_2(x, f(\sigma|e_1, \mu))\} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) \eta(\sigma|e, \mu) w_1(x, f(\sigma|e_1, \mu)) - c_1(e_1) - c_m(\mu) \\ & \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|\tilde{e}_1, e) \eta(\sigma|e, \tilde{\mu}) w_1(x, \tilde{f}(\sigma|\tilde{e}_1, \tilde{\mu})) - c_1(\tilde{e}_1) - c_m(\tilde{\mu}), \\ & \forall \tilde{e}_1 \in E_1, \forall \tilde{\mu} \in M, \forall \tilde{f}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|h, h) \eta(\sigma|h, \mu) w_2(x, f(\sigma|h, \mu)) - \lambda_2 \\ & = \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|h, l) \eta(\sigma|l, \mu) w_2(x, f(\sigma|h, \mu)), \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} f(\sigma|\tilde{e}_1, \tilde{\mu}) & \in \arg \max_{k \in K} \sum_{x \in X} \sum_{e \in E_2} p(x|\tilde{e}_1, e) \zeta(e|\tilde{e}_1, \beta_2, \tilde{\mu}, \sigma) w_1(x, k), \\ & \forall \sigma \in \Theta, \forall \tilde{e}_1 \in E_1, \forall \tilde{\mu} \in M, \end{aligned} \quad (10)$$

$$w_i(x, k) \geq 0, \forall x \in X, \forall k \in K, \forall i \in \{1, 2\}. \quad (11)$$

制約(8)から(11)を満たすときような w_1, w_2, μ, f が存在するとき、努力の組 (e_1, β_2) は実行可能であるという。

まず、 $(e_1, \beta_2) = (h, \beta_2)$ について分析する。最適解において $\mu = \phi$ となるような場合、制約(10)は以下を満たす。

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) w_1(x, f(h|e_1, \phi)) \\ & = \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) w_1(x, f(l|e_1, \phi)), \quad \forall e_1 \in E_1. \end{aligned}$$

この場合、上司と部下が確実に努力 h を選択する場合と同様にして解を導出することができる。よって、導出方法は省略する。最適解において $\mu = \phi$ となるような場合の解を $\hat{w}_1^\phi, \hat{w}_2^\phi, \hat{f}^\phi$ とすると、以下は最適解のひとつになっている。

$$\hat{w}_1^\phi(S, k) = \frac{\lambda_1}{(1-\beta)(p-q)}, \quad \forall k \in K,$$

$$\hat{w}_2^\phi(S, k) = \frac{\lambda_2}{p-q}, \quad \forall k \in K,$$

$$\hat{w}_i^\phi(F, k) = 0, \quad \forall k \in K, \forall i \in \{1, 2\}.$$

このときの期待支払額を $\hat{W}^\phi(h, \beta_2)$ とすると以下が得られる。

$$\hat{W}^\phi(h, \beta_2) = \{(1-\beta)p + \beta q\} \left\{ \frac{\lambda_1}{(1-\beta)(p-q)} + \frac{\lambda_2}{p-q} \right\}.$$

また、このときの経営者の期待利得を $\hat{\Pi}^\phi(h, \beta_2) = \{(1-\beta)p + \beta q\} \pi + L - \hat{W}^\phi(h, \beta_2)$ とする。
このとき、任意の $\beta \in [0, 1)$ について、 $\underline{\Pi}(h, h) > \hat{\Pi}^\phi(h, \beta_2)$ である。

次に $(e_1, \beta_2) = (h, \beta_2)$ とし、最適解において $\mu = m$ となるような場合を考える。制約(8)より以下が満たされなければならない。

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, m) w_1(x, f(\sigma|h, m)) - \lambda_m \\ & \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, \phi) w_1(x, f(\sigma|h, \phi)). \end{aligned} \quad (12)$$

これは努力 h を選択した場合に部下をモニターすることが最適であることを表している。
制約(10)と(12)より、次が得られる。

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \zeta(e|h, \beta_2, m, h) w_1(x, h) \\ & \neq \sum_{x \in X} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \zeta(e|h, \beta_2, m, h) w_1(x, l), \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \zeta(e|h, \beta_2, m, l) w_1(x, h) \\ & \neq \sum_{x \in X} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \zeta(e|h, \beta_2, m, l) w_1(x, l). \end{aligned} \quad (14)$$

なぜなら、もし、(13)が等号で成立するとき、上司は努力 h を選択した場合、部下をモニターせずにメッセージ l を送ることが最適になり、制約(12)が満たされないからである。同様に、(14)が等号で成立する場合、上司は部下をモニターせずにメッセージ h を送ることが最適になる。よって、一般性を失うことなく、最適解において $f(h|h, m) = h$ かつ $f(l|h, m) = l$ であるようなメッセージ報告戦略に限定することができる。このとき、制約(10)より、最適解は以下を満たさなければならない。

$$w_1(S, h) > w_1(S, l) \geq 0, \quad w_1(F, l) > w_1(F, h) \geq 0. \quad (15)$$

さらに、この条件と制約(10)より、最適解は任意の $\mu \in M$ について $f(h|l, \mu) = f(l|l, \mu) = l$ を満たさなければならない。

補題2： 最適解においては、以下が成立しなければならない。

$$f(h|h, \phi) = f(l|h, \phi) = h, \quad (16)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, m) w_1(x, f(\sigma|h, m)) - \lambda_1 - \lambda_m \\ & = \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) \eta(\sigma|e, \phi) w_1(x, h) - \lambda_1, \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, m) w_1(x, f(\sigma|h, m)) - \lambda_1 - \lambda_m \\ & = \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|l, e) \eta(\sigma|e, \phi) w_1(x, f(\sigma|l, \phi)). \end{aligned} \quad (18)$$

証明：付録を参照。■

以上で、制約(8)以外の制約については最適性のための必要条件を特定化することができた。次に、制約(8)を補題2における制約(17)と(18)に置き換えて最適解を導出し、この解が制約(8)の残りの制約式も満たしており、実際に最適解であることを示す。制約(8)を制約(17)と(18)に置き換えて導出した最適解を $\hat{w}_1^m, \hat{w}_2^m$ とし、求めると次の通りである。

$$\begin{aligned}\hat{w}_1^m(S, h) &= \frac{\lambda_1}{(1-\beta)(p-q)} + \frac{\lambda_m}{(1-\beta)\beta(p-q)}, \\ \hat{w}_1^m(F, l) &= \frac{q}{1-q} \frac{\lambda_1}{(1-\beta)(p-q)} + \frac{q}{1-q} \frac{\lambda_m}{(1-\beta)\beta(p-q)} + \frac{\lambda_m}{(1-q)\beta}, \\ \hat{w}_1^m(S, l) &= \hat{w}_1^m(F, h) = 0, \\ \hat{w}_1^m(S, h) &= \hat{w}_2^m(F, h) = \lambda_2, \\ \hat{w}_2^m(S, l) &= \hat{w}_2^m(F, l) = 0.\end{aligned}$$

上の $\hat{w}_1^m$ が次を満たすことを示せば、制約(8)がすべて満たされることを示したことになる。

$$\begin{aligned}& \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, \mu) \hat{w}_1^m(x, f(\sigma|h, \mu)) - \lambda_m \\ & \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, \phi) \hat{w}_1^m(x, l).\end{aligned}$$

$\hat{w}_1^m$ を上の不等式に代入し、整理すると以下が得られる。

$$\lambda_1 + \frac{\lambda_m}{\beta} \{1 - (1-\beta)(1-p) - \beta(1-q)\} \geq 0.$$

これは任意の $\lambda_m > 0, \beta \in (0, 1)$ について成り立つ。よって、 $\hat{w}_1^m, \hat{w}_2^m$ は最適解であることが示された。

いくつかの性質について説明しておく。上司がモニターしない場合は部下はレントを得ることができたが、モニターする場合は、部下はレントを得ることはできない。一方、上司はモニターしない場合より、モニターする場合のほうがレントが多くなっている。これは努力の選択によるレントだけでなく、モニタリングの選択によってもレントが生じるからである。後に詳しく説明するが、モニターすることによる上司のレントの増加と部下のレントの減少の大小関係によって、モニターすることが最適かどうかは決まる。

$\hat{W}^m(h, \beta_2)$ を努力の組 (h, β_2) を実行するときの経営者の期待支払額とする。

$$\hat{W}^m(h, \beta_2) = \frac{(1-\beta)p + \beta q}{(1-\beta)(p-q)} \lambda_1 + \left\{ \frac{p}{\beta(p-q)} + \frac{q}{(1-\beta)(p-q)} + 1 \right\} \lambda_m + (1-\beta) \lambda_2.$$

また、このときの経営者の期待利得を $\hat{\Pi}^m(h, \beta_2) = \{(1-\beta)p + \beta q\} \pi + L + \hat{W}^m(h, \beta_2)$ とする。

これまでの分析によって、部下が混合努力 β_2 を選択し、上司が努力 h を選択し、モニタリングをランダムに行う場合の経営者の期待支払額最小化問題の解についても容易に特徴付

けることができる。上で求めた最適解において、上司は努力 h を選択するとき、モニタリングすることとしないことが無差別になっている。よって、モニタリングをランダムに行う場合の最小化問題において、上で求めた $\hat{w}^m$ は解となる。一方、部下の賃金については $\hat{w}^m$ は解ではない。モニタリングがランダムに行われるため、努力 l を選択した場合にも正の賃金を得ることができる。よって、部下はレントを得ることができる。モニタリング費用 λ_m が十分に小さい場合、モニタリングをランダムに行わせることによって、経営者の期待利得が $\hat{\Pi}^m(h, \beta_2)$ を上回ることは不可能である。なぜなら、モニタリングをしないことによって限界的に λ_m だけモニタリング費用を削減できるのに対し、限界的に少なくとも $(1-\beta)\lambda_2$ だけ部下への期待支払額が増加するからである。

同様に、上司が混合努力を選択する場合についても議論することができる。上で求めた $\hat{w}^m$ においては、上司は努力 h を選択し、かつ、モニタリングすることと努力 l を選択し、モニタリングしないことが無差別になっている。よって、上司が混合努力を選択する場合の期待支払額最小化問題において、 $\hat{w}^m$ は解となる。すでに明らかにしたように、努力 l を選択した場合にモニタリングすることは厳密な意味で最適ではない。よって、上司が混合努力を選択する場合、正の確率で部下はモニターされない。前段落のモニタリングをランダムに行う場合と同じように $\hat{w}^m$ は最適ではない。上司が混合努力を選択する場合の最小化問題における最適解においては、部下は正のレントを得ることになる。上司が努力 l を選択する確率を限界的に高めると、経営者は上司への支払いを限界的に $\lambda_1 + \lambda_m$ だけ削減することができる。一方、部下への支払いは限界的に少なくとも $(1-\beta)\lambda_2$ だけ増える。さらに、限界的に期待収益は $(1-\beta)(p-q)\pi$ だけ減少する。 π が十分に大きい場合、上司に混合努力を選択させることによって、経営者の期待利得は $\hat{\Pi}^m(h, \beta_2)$ を上回ることは不可能である。

最後に、上司が努力 l を選択し、部下が混合努力 β_2 を選択する場合を考える。すでに3.1節で説明しているように、ひとりでも努力 l を選択する場合、もうひとりに正の確率で努力 h を選択させるような契約を設計することは不可能である。

以上により、上司または部下が混合努力を選択する場合について、それぞれの努力の組について経営者の期待支払額を最小にするような契約を特徴付けることができた。

3.3 モニター

この節ではモニターを導入し、モニタリング活動をモニターに委譲する場合を考える。よって、上司はモニタリング活動を行わず、努力の選択のみを行うものとする。モニターのモニタリングに関する決定の集合を $M_0 = M = \{\phi, m\}$ とする。モニタリング $\mu \in M_0$ を選択したときのモニターのモニタリング技術を $\eta_0(\cdot | e_2, \mu)$ とし、上司のモニタリング技術と全く同一であると仮定する。つまり、任意の $\sigma \in \Theta$, $e_2 \in E_2$, $\mu \in M$ について、 $\eta_0(\sigma | e_2, \mu) =$

$\eta(\sigma|e_2, \mu)$ であり, $\mu \in M_0$ のときのモニタリングの費用は $c_m(\mu)$ とする。

モニターはリスク中立であるとする。モニターの受け取る賃金を w_0 とし, モニタリング $\mu \in M_0$ を選択したときのモニターの効用 u_0 を $u_0 = w_0 - c_m(\mu)$ とする。ただし, 有限責任を仮定し, $w_0 \geq 0$ とする。 f_0 をモニターのメッセージ報告戦略とする。つまり, $f_0: \Theta \times M_0 \rightarrow K$ とする。

これまでの分析から明らかのように, (1)モニタリングの誘引を与えるためには部下に混合努力を選択させなければならない, (2)上司または部下が確実に努力 l を選択する場合, 誰かに正の確率で努力 h を選択させるような契約を設計することは不可能である。よって, まず, 上司が努力 h を確実に選択し, 部下が混合努力 $\beta_2 \in \Delta E_2$ を選択し, モニターが確実に部下をモニターするような契約の設計について考える。このとき, 経営者が直面する期待支払額最小化問題は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \min_{w_1, w_2, f_0} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, m) \{w_1(x, f_0(\sigma|m)) + w_2(x, f_0(\sigma|m))\} \\ \text{s.t.} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, m) w_1(x, f_0(\sigma|m)) - \lambda_1 \\ & \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|\bar{e}_1, e) \eta(\sigma|e, m) w_1(x, f_0(\sigma|m)), \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|h, h) \eta(\sigma|h, m) w_2(x, f_0(\sigma|m)) - \lambda_2 \\ & = \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} p(x|h, l) \eta(\sigma|l, m) w_2(x, f_0(\sigma|m)), \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) \eta(\sigma|h, m) w_0(x, f_0(\sigma|m)) - \lambda_m \\ & \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|h, \phi) w_0(x, \tilde{f}(\sigma|\phi)), \quad \forall \tilde{f}, \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} & f_0(\sigma|\tilde{\mu}) \in \arg \max_{k \in K} \sum_{x \in X} \sum_{e \in E_2} p(x|h, e) \zeta_0(e|h, \beta_2, \tilde{\mu}, \sigma) w_0(x, k), \\ & \forall \sigma \in \Theta, \forall \tilde{\mu} \in M, \end{aligned} \quad (22)$$

$$w_i(x, k) \geq 0, \quad \forall x \in X, \forall k \in K, \forall i \in \{0, 1, 2\}. \quad (23)$$

制約(19)は上司の努力に関する誘引両立性条件である。ここでは上司はモニタリング活動を行わない点が前節との違いである。制約(20)は部下の努力の選択に関する誘引両立性条件である。制約(21)はモニターのモニタリングに関する誘引両立性条件である。制約(22)はモニターのメッセージ報告戦略の最適性条件である。制約(23)は有限責任条件である。

$\zeta_0(\cdot|\cdot)$ はモニターの信念である。 $\zeta_0(\sigma|h, \beta_2, \mu, \sigma)$ は部下が $\beta_2 \in \Delta E_2$ を選択すると想定されているときに, 上司が努力 h を選択し, モニターがモニタリングに関する決定 $\mu \in M_0$ を選択し, シグナル $\sigma \in \Theta$ を得たときに, 部下が実際に選択した努力は e_2 であると信じる確率である。

最適解の導出はほぼ前節と同様である。一般性を失うことなく, 最適解において $f(h|m)$

$=h$ かつ $f(l|m)=l$ であるようなメッセージ報告戦略に限定することができる。制約(22)より、以下の条件が成立しなければならない。

$$w_0(S, h) > w_0(S, l) \geq 0, \quad w_0(F, l) > w_0(F, h) \geq 0. \quad (24)$$

制約(21)は以下の条件に置き換えることができる。

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) \eta(\sigma|h, m) w_0(x, f_0(\sigma|m)) - \lambda_m \\ & \geq \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|h, \phi) w_0(x, k), \quad \forall k \in K. \end{aligned}$$

上の制約について、最適解においては $k=h$ についてのみ等号で成立すると仮定する。このとき最適性条件より、 $w_0(F, l)=0$ が得られる。同様に、最適解においては $k=l$ についてのみ等号で成立すると仮定する。このとき最適性条件より、 $w_0(S, h)=0$ が得られる。しかし、これらは条件(24)を満たさない。よって、最適解においては $k=h$ と $k=l$ の両方について等号で成立しなければならない。これにより、最適解を $\bar{w}_0, \bar{w}_1, \bar{w}_2, \bar{f}_0$ とすると、以下が得られる。

$$\begin{aligned} \bar{w}_0(S, h) &= \frac{1-p}{p(p-q)} \cdot \frac{(1-\beta)p+\beta q}{(1-\beta)\beta} \lambda_m + \frac{\lambda_m}{(1-\beta)p}, \\ \bar{w}_0(F, l) &= \frac{1}{p-q} \cdot \frac{(1-\beta)p+\beta q}{(1-\beta)\beta} \lambda_m, \\ \bar{w}_0(S, l) &= \bar{w}_0(F, h) = 0. \end{aligned}$$

また、制約(20)より、最適解は以下を満たすことは明らかである。

$$\bar{w}_2(S, h) = \bar{w}_2(F, h) = \lambda_2, \quad \bar{w}_2(S, l) = \bar{w}_2(F, l) = 0.$$

最後に制約(19)は最適解においては等号で成立しなければならないことを示す。もし、そうでなければ、最適性より、任意の (x, k) について $\bar{w}_1(x, k)=0$ でなければならない。しかし、これは制約(19)を満たさない。よって、制約(19)は等号で成立しなければならない。このとき、最適性より、最適解は以下を満たす。

$$\begin{aligned} \bar{w}_1(S, h) &= \frac{\lambda_1}{(1-\beta)(p-q)}, \\ \bar{w}_1(F, h) &= \bar{w}_1(F, h) = \bar{w}_1(F, l) = 0. \end{aligned}$$

以上により、最適解を導出することができた。このときの経営者の期待支払額を $\bar{W}(h, \beta_2)$ とすると、以下の通りである。

$$\bar{W}(h, \beta_2) = \frac{p}{p-q} \lambda_1 + (1-\beta) \lambda_2 + \left\{ \frac{1}{\beta} \cdot \frac{p(1-p)}{p-q} + \frac{1}{1-\beta} \cdot \frac{q(1-q)}{p-q} \right\} \lambda_m + (1+p-q) \lambda_m.$$

また、経営者の期待利得を $\bar{\Pi}(h, \beta_2)$ を $\bar{\Pi}(h, \beta_2) = \{(1-\beta)p+\beta q\} \pi + L - \bar{W}(h, \beta_2)$ とする。

3.4 最適契約

ここでは、最適契約を特徴付ける。以上の分析により、経営者が得ることのできる最大の期待利得は以下の通りである。

$$\max\{\underline{\Pi}(h, h), \max_{\beta_2 \in \Delta E_2} \hat{\Pi}(h, \beta_2), \max_{\beta_2 \in \Delta E_2} \bar{\Pi}(h, \beta_2)\}.$$

まず、 $\beta \in \Delta E_2$ を固定し、つまり、 $\beta \in (0, 1)$ を固定して、 $\hat{\Pi}(h, \beta_2)$ と $\bar{\Pi}(h, \beta_2)$ の比較をする。

$$\Delta \Pi(h, \beta_2) = \bar{\Pi}(h, \beta_2) - \hat{\Pi}(h, \beta_2) = \frac{\beta q}{(1-\beta)(p-q)} \lambda_1 + \frac{\{(1-\beta)p - \beta q\}^2}{(1-\beta)\beta(p-q)} \lambda_m > 0.$$

これは任意の $\beta \in (0, 1)$ について、 $\bar{\Pi}(h, \beta_2) > \hat{\Pi}(h, \beta_2)$ が成立していることを意味する。 $\bar{\Pi}(h, \beta_2)$ を最大とするような β_2 を求める。解を β_2^* とする。また、 $\beta_2^*(h) = 1 - \beta^*$ とすると、最大化のための第 1 階条件より、以下が得られる。

$$-(p-q)\pi + \lambda_2 + \frac{p(1-p)}{\beta^{*2}(p-q)} \lambda_m - \frac{q(1-q)}{(1-\beta^*)^2(p-q)} \lambda_m = 0.$$

上の方程式の解 β^* を λ_m の関数として見ると、解のひとつは $\beta^*(\lambda_m) = (\sqrt{\lambda_m}) T(\lambda_m)$ と表される。ここで、 $T(\lambda_m)$ は λ_m がゼロに近づいていくとき、ある正の定数に近づいていく。よって、 λ_m がゼロに近づいていくとき、 $\beta^*(\lambda_m)$ はゼロに近づいていく。

次に、 $\underline{\Pi}(h, h)$ と $\bar{\Pi}(h, \beta_2^*)$ の比較を行う。

$$\begin{aligned} \bar{\Pi}(h, \beta_2^*) - \underline{\Pi}(h, h) &= -\beta^*(p-q)\pi \\ &\quad - \frac{p(1-p)}{\beta^*(p-q)} \lambda_m - \frac{q(1-q)}{(1-\beta^*)(p-q)} \lambda_m - (1+p-q)\lambda_m \\ &\quad - (1-\beta^*)\lambda_2 + \frac{p}{p-q} \lambda_2. \end{aligned}$$

右辺の 1 段目は部下が混合努力を選択することによる期待収益の減少を表し、2 段目は上司にモニタリングの誘因を与えるための追加費用を表し、3 段目はモニタリングによる部下への支払額の削減を表している。

λ_m が十分にゼロに近いとき、 $\bar{\Pi}(h, \beta_2^*) > \underline{\Pi}(h, h)$ が成立する。 λ_m が大きい場合、 $\bar{\Pi}(h, \beta_2^*) < \underline{\Pi}(h, h)$ が成立する。

モニタリング活動に特化した従業員を雇うために固定費用が必要だったとする。固定費用を $F > 0$ とする。 λ_m が十分に小さいとき、 $\Delta \Pi(h, \beta_2^*) < F$ が成立する。また、 λ_m が十分に小さければ、 $\hat{\Pi}(h, \beta_2^*) > \underline{\Pi}(h, h)$ が成立する。このとき、モニタリングを上司に委譲した方がよいことを意味する。

4 ま と め

本論文は、経営者がモニタリング活動を委譲できる場合の最適契約を特徴付けた。費用を伴うがモニタリングを行えば、モニタリングを行った者は部下が選択した努力を完全に分かることができるというモニタリング技術に着目した。このモニタリング技術の下では、もし、追加的に従業員を雇う費用がかからなければ、ある従業員にモニタリング活動に特化させることが望ましいことが明らかとなった。また、追加的に従業員を雇う費用がかかる場合はモニタリングを上司に委譲することが望ましいことを明らかにした。

モニタリングを行うことの利点は部下への賃金支払いを節約することができることである。しかし、経営者はモニタリングを委譲することによって、追加的に費用が生じる。自発的にモニタリングを行うこと、そして、モニタリングによって得た情報を経営者に正直に報告するように誘因付けする費用がかかるのである。

部下と一緒にプロジェクトを実行する上司にモニタリングを委譲すると、委譲しない場合と比べ、上司には私的情報が増えることになる。経営者は上司に努力によるレントだけでなく、上司がモニタリングで得た情報を引き出すために追加的なレントを与えなければならない。一方、モニタリングに特化した人間を雇う場合にも、彼にレントを与えなければならない。しかし、上司に委譲するよりレントを節約することができる。上司に委譲した場合、上司は自分が選択した努力とモニタリングで得た情報からより多くのレントを得ることができるからである。

付 録

補題2の証明：最適解において、制約(8)の中で(18)のみが成立し、他の制約(8)は強い不等号で成り立つとする。この条件の下で解くと、最適解は $w_1(F, l) = 0$ を満たさなければならない。しかし、これは条件(15)を満たさない。

次に、最適解において、制約(8)の中で(18)は満たされないとする。よって、最適解においては、上司は努力 h を選択し、モニターすることと努力 h を選択し、モニターしないことが無差別でなければならない。³⁾ この条件の下で、努力 h を選択し、モニターしなかったときに送るメッセージ報告戦略がどのようなものであれ、解は最適性より、 $w_1(S, h) = 0$ または $w_1(F, l) = 0$ が成立しなければならない。これは条件(15)を満たさない。

以上より、最適解においては(18)が成立しなければならないことが示された。

次に最適解は $f(h|h, \phi) = f(l|h, \phi) = l$ を満たすとする。このとき、最適解において、(18)が成立する限り、制約(8)の中の他の制約の等号条件に関わらず、最適性より、 $w_1(F, l) = 0$ でなければならない。しかし、これは条件(15)を満たさない。よって、最適解

は $f(h|h, \phi) = f(l|h, \phi) = h$ を満たさなければならないことが示された。

最適解は(17)を満たさないが、以下を満たすものとする。

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|h, e) \eta(\sigma|e, m) w_1(x, f(\sigma|h, m)) - \lambda_1 - \lambda_m \\ & = \sum_{x \in X} \sum_{\sigma \in \Theta} \sum_{e \in E_2} \beta_2(e) p(x|e_1, e) \eta(\sigma|e, \phi) w_1(x, l) - \lambda_1. \end{aligned}$$

制約(8)をこの条件と(18)に置き換えて、最小化問題を解くと、最適解は $w_1(F, l) = 0$ を満たさなければならない。しかし、これは条件(15)と矛盾する。よって、(17)が満たされなければならないことが示された。■

注

本研究は日本学術振興会科学研究費若手研究(B)(研究課題番号:20730246)の助成を受けたものである。

- 1) 上司が部下をモニターしない場合、 $1/2$ の確率でモニタリング・エラーが発生すると仮定しているが、これは分析の簡単化のための仮定であり、この仮定を緩めたとして以下の分析結果を大きく変えるものではない。
- 2) もし、制約(1)のどれもバインドしないのであれば、最適解は任意の $x \in X$ と $k \in K$ について、 $w(x, k) = 0$ となるが、これは制約(1)を満たさない。
- 3) もし、そうでなければ、制約(8)はすべて強い不等号で成立し、最適性より、すべての $(x, k) \in X \times K$ について、 $w_1(x, k) = 0$ でなければならない。これは条件(15)を満たさない。

参考文献

- Baron, D. and R. Myerson, 1982. "Regulating a Monopolist with Unknown Costs," *Econometrica*, 50, 911-930.
- Cr  mer, J., 1998. "Contracts and Productive Information Gathering," *Games and Economic Behavior*, 25, 174-193.
- Dequiedt, V. and D. Martimort, 2004. "Delegated monitoring versus arm's-length contracting," *International Journal of Industrial Organization*, 22, 951-981.
- Gromb, D. and D. Martimort, 2007. "Collusion and the organization of delegated expertise," *Journal of Economic Theory*, 137, 271-299.
- Khalil, F. 1997. "Auditing without Commitment," *Rand Journal of Economics*, 28, 629-640.
- Kofman, F. and J. Lawarr  e, 1993. "Collusion in Hierarchical Agency," *Econometrica*, 61, 629-656.
- Strausz, R., 1997. "Delegation of Monitoring in a Principal-Agent Relationship," *Review of Economic Studies*, 64, 337-357.