

環境リスクと組織の効率性に関する研究

岩 田 裕 樹

I 序 章

この研究は、組織構造の違いが環境問題の発生に及ぼす影響について分析を行うことを目的としている。特に、環境問題への対応についての組織における意思決定が、全社的に行われるべきか、もしくは、専門部門によって行われるべきかという問題を中心に扱う。

環境は、通常、外部不経済による市場の失敗として扱われる。このとき、企業は質点として考えられ、政府による規制により市場の失敗は是正される。一方、現実の企業は巨大な内部組織を持ち、多くの資源は組織内部において分配されている¹⁾。こうした、組織としての企業を考えたとき、組織内での非効率な資源の利用や、環境リスク管理の失敗による事故の発生、環境規制遵守の失敗、環境負荷の高いプロジェクトを低いプロジェクトと誤って実行してしまうなど組織の失敗に起因する環境問題を考える必要がある。

組織の失敗による環境問題の原因は、インセンティブ設計の問題²⁾やエージェントの（意図的ではない）判断ミスなどが考えられる。本研究では、特に後者の問題を分析対象とする。与えられた情報を処理する際の判断ミスの可能性は、どのような個人においても存在している。そのため、組織内で情報処理

1) この点について Gabel and Sinclair-Desgagne [1995] で、世界の大企業が貿易に及ぼす影響の大きさ等が示され、企業と環境問題についての分析に組織を含めることの重要性が指摘されている。

2) 組織の失敗による環境問題について、インセンティブ設計の点からの研究には、Segerson and Tietenberg [1992], Gabel and Sinclair-Desgagne [1993], Goldsmith and Basak [2001] などが挙げられる。

能力が限定的なエージェントがどのように配置されるかという問題は、企業のパフォーマンスに大きく影響を及ぼす。Sinclair-Desgagne and Vachon [1995]においても、環境リスク管理の失敗による事故発生の原因として、度忘れや事実誤認などの人為的なミス (human error) の重要性が指摘されている。

そこで、組織内のエージェントが、意思決定においてある確率で判断ミスを犯す場合に、組織が環境リスクを含むプロジェクトを実行するか、しないかという問題を考える。このとき生じる組織の失敗には、環境リスクの高いプロジェクトを誤って実行してしまうケースと、環境リスクの低いプロジェクトを誤って実行しないケースが考えられる。こうしたエージェントの判断ミスは、プロジェクトを観察した際のシグナルを誤って処理するという情報処理の失敗によって発生する。そのため、本論における企業組織は、情報処理システムとして扱われる³⁾。また、情報処理システムとしての組織を考えるため、本論では、エージェントのインセンティブに関する問題は分析に含まれない。

組織の失敗による環境問題を扱った既存研究としては、Gabel and Sinclair-Desgagne [2000] が挙げられる。この研究では、エージェントが判断ミスを犯す確率を減少させる方法として、環境問題への取り組みという職務を標準的な業務とすること (SOPs)、プリンシパルへの意思決定権限の集中によりエージェントの自由裁量の余地を縮小し職務を単純化することという2つの方法が存在しており、プリンシパルがこの2つの方法を用いて期待利潤最大化を行う状況が分析されている。一方、この研究では、エージェントによる失敗は個人の問題として扱われており、組織構造については言及されていない。しかし、エージェントの意思決定における失敗の可能性を考える場合、組織内で各エー

3) エージェントを1つのチームのメンバーとして考えることで、インセンティブの問題を排除し、組織を情報処理システムとして扱った研究として、Marschak and Radner [1972] によるチーム理論からのアプローチが挙げられる。また、チーム理論に依拠した研究としては、Bolton and Dewatripont [1994], Radner [1992], [1993] などにおいて、情報処理におけるコストの発生とエージェント間のネットワークの構築に関する問題等が扱われている。

エージェントの意思決定が組織全体の意思決定にどのように関係しているかという問題が分析されることが重要である。

エージェントの判断が完全ではない状況における組織の問題を扱った研究は、Sah and Stiglitz [1985], [1986] において展開された。この論文では、集権的意思決定システムであるヒエラルキーと、分権的意思決定システムであるポリアーキーの2種類の組織を想定し、エージェントがその意思決定において2タイプのエラーを正の確率で起こすという設定のもとで、2つの組織のパフォーマンス比較が行われており、2種類のプロジェクト (Good, Bad) が存在する場合には、ヒエラルキーはポリアーキーに比べて Bad プロジェクトを実行する確率が低く、一方、ポリアーキーはヒエラルキーに比べて Good プロジェクトを実行する確率が高くなるということが示されている。この研究は、様々な形で拡張されており、例えば、Gerbach and Wehrspohn [1998] では、ポリアーキーとヒエラルキーのそれぞれがプロジェクトを実行する場合において、各システムが一定の予算の中で行動している状況にモデルを拡張している。また、Sah and Stiglitz [1988] では、ヒエラルキーとポリアーキーに加えて、組織を構成するメンバーの一定数以上の賛成によってプロジェクトが実行されるコミッティが分析に導入されている。コミッティにおいて全メンバーの意見が一致する状況での意思決定はヒエラルキーと等しくなり、コミッティにおいて少なくとも一人の賛成が全体の意思決定とされる場合、ポリアーキーと一致する。また、この論文では、プロジェクトを観察する場合のコストが分析に導入され、各システムの効率性の比較が行われている。Koh [1992] では、プロジェクトの評価を行う際の費用が、観察するプロジェクトの数により変化する場合を扱い、この可変費用の存在が各システムの最適な評価基準 (cutoff point) に与える影響を分析している。Koh [2005] では、最適な評価基準が不変である場合に、ヒエラルキーとポリアーキーが最適な組織となる状況が明らかにされている。また、Ben-Yashar and Nitzan [1998] では、タイプ1エラーとタイプ2エラーが存在する状況におけるエージェントの意思決定基準

(プロジェクトを実行するか、しないかの判断基準)の選択と、組織の意思決定構造の選択問題が扱われている。Visser [2000] では、シグナルが2タイプ存在するケースが扱われ、各エージェントは、そのうちの1つのシグナルを観察する状況が分析されている。

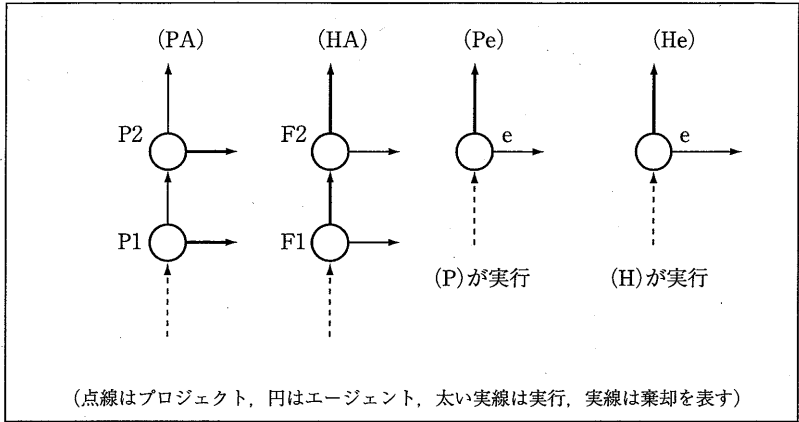
本研究では、ポリアーキーとヒエラルキーにおいて、環境リスクを伴うプロジェクトの実行に関する意思決定が、全社的な取り組みによって決定される場合と、環境問題を専門に扱う部門(環境管理部門)を設置した組織によって行われる場合のパフォーマンス比較を行う。また、その議論の中で、既存研究では行われていない1人のエージェントが2つのシグナルを観察する状況を分析に含める。これは、組織内のエージェントが、プロジェクトによって発生する利潤に関する情報だけでなく、環境リスクに関する情報も同時に観察しなければならない状況を扱うためである。本論における全社的な取り組みとは、環境リスクに関する情報を組織内の全てのエージェントが観察することを意味し、一方、組織が環境管理部門を持つ場合、全社的な対応と異なり、環境リスクに関する情報は、環境管理部門のみが観察し、その他の部門は環境リスクに関する情報を観察しない、いわゆる各業務の情報処理に関する特化が存在している状況である。

各組織(意思決定システム)は、期待利得の最大化を目的とする中で、環境リスクを低減するように行動するが、結果として環境リスクの大きなプロジェクトを実行する確率が高くなるシステム、環境リスクの低いプロジェクトを実行しないシステムが存在することが明らかにされる。こうした問題は、前述した組織の失敗による環境問題として考えられる。

II モ デ ル

以下のような4つのシステム $i=(PA, HA, Pe, He)$ を考える(図1参照)。これらは、左から順に、全社的な取り組みを行うポリアーキー、全社的な取り組みを行うヒエラルキー、環境管理部門を持つポリアーキー、環境管理部門を

図1



持つヒエラルキーを表している。

4つのシステム (PA, HA, Pe, He) が、每期それぞれ1つのプロジェクトを観察し、そのプロジェクトを実行するかどうかの判断を行うとする。システム P と H は、Sah & Stiglitz [1986] におけるポリアーキーとヒエラルキーを表している。

ここで、企業が実行するかどうかを判断するプロジェクトは、2つの側面から定義される。1つは、金銭的な側面であり、仮にそのプロジェクトが Good であるならば、企業に $G(>0)$ の利潤をもたらす、一方、Bad である場合、企業に $B(<0)$ の損失をもたらす⁴⁾。プロジェクトは多数存在しており、全体のうち α が高い期待利潤 G をもたらすプロジェクトである ($0 < \alpha \leq 1$)。逆に、 $1 - \alpha$ はその実行によって低い期待利潤 B をもたらす。

一方、プロジェクトは、環境リスクを内包しており、実行されると環境への損害 L, R を発生させる可能性も持っている ($0 \leq L < R$)。ここで、簡略化のた

4) 本論においては、プロジェクトの評価は、そのプロジェクト自身によってもたらされる純便益 G, D とそのプロジェクトの実行に伴い発生する環境リスクに対する補償 L, R から決定される。 G, D は純便益であるため、プロジェクトの実行に伴う費用と便益から導出されている。

め、 $L=0$ とする。プロジェクトにおいて、環境リスクの低い L の割合は β であり、大規模な環境リスクである R は $1-\beta$ 存在している ($0 < \beta < 1$)。プロジェクトが実行され、環境への影響が L であった場合は、環境に損害を与えないため、利潤に影響をもたらさないが R であった場合、企業はその環境への損害と同額の罰金 R を支払わなくてはならないと仮定する。これより、プロジェクトは、 $(G, L)(G, R)(B, L)(B, R)$ の4種類が存在することになる。この4つの各利得の組み合わせから得られる利得は、それぞれ $(G, L)=G$, $(G, R)=G-R$, $(B, L)=B$, $(B, R)=B-R$ と表される (簡略化のため、 $L=0$ と仮定する)。そのため、これらのプロジェクトの実行によって得られる利益は、 $G-L=G(>0)$ が最大であり、 $B-L$, $B-R$ は負である。 $(G, R)=G-R$ については、符号が確定していない。そのため、各システムにおけるエージェントはプロジェクトを実行する際に、プロジェクトを観察し、金銭的な意味でGoodかどうかを、さらに環境リスクが高いかどうかという2種類の情報からプロジェクトの実行を判断しなくてはならない。また、各システムは最大の利潤をもたらすプロジェクトである (G, R) のみを実行することがもっとも望ましく、観察した結果、プロジェクトが (G, R) ではないと判断した場合、そのプロジェクトは実行しないよう行動すると仮定する。

上記の内容より、このプロジェクトの期待利潤 μ は $\mu = \alpha\beta(G-L) + \alpha(1-\beta)(G-R) + (1-\alpha)\beta(B-L) + (1-\alpha)(1-\beta)(B-R)$ で与えられる。

次に、各エージェント (図1の円で示されている) の行動について説明する。システムPAとHAに所属するエージェントは、プロジェクトから得られる利潤に関する情報と、環境リスクに関する情報 (L, R) 両方を観察する。一方、システムPe, RHeに所属するエージェントは、各情報について分業を行う。そのため、通常のポリアーキーとヒエラルキーに属するエージェントはプロジェクトの利得に関する情報 (G, B) のみを観察し、一方、エージェントeは、環境リスクに関する情報 (L, R) のみを観察する。

そこで、各システムの意思決定のルールについて説明すると、各システムに

は毎期プロジェクトが1つランダムに届く。システム PA では、エージェント P1, もしくは P2 がプロジェクトを利潤、環境の両面において観察し、どちらかが採用すると決定した場合（どちらかが不採用にしている）、そのプロジェクトは実行される。一方、システム HA では、届けられたプロジェクトを、H1 が利潤と環境の両方を観察し、このプロジェクトを採用する場合、H2 にこのプロジェクトを伝達し、採用しない場合はそのまま棄却する。H1 が採用するという意思決定の後、H2 は伝達されたプロジェクトの利潤と環境の両面を観察し、実行するかどうかを決定する。つまり、このシステム H は、システム内のエージェント 2 人が共に採用すると決めた場合にのみ実行される。次に、システム He では、ヒエラルキーにおいて利潤面のみで実行が判断されたプロジェクトについて、その環境リスクに関する情報を環境管理部門 e が観察し、環境リスクが低いと判断した場合に実行され、逆に環境リスクが高いと判断した場合、このプロジェクトは棄却される。同様に、システム Pe では、ポリアーキーにおいて利潤面から実行すると判断されたプロジェクトの環境リスクを観察し、それを実行するかどうか決定する⁵⁾。

各エージェントがプロジェクトを観察する能力は完全ではなく、何らかの理由で判断ミスをすることがある。このミスは、うっかりミスや不注意など、人間が常には完全な判断を行えないことにより生じる。そこで、エージェントの観察能力を以下のように設定する。各エージェントがプロジェクトの利得に関する情報を観察した場合に、 G であるものを G と、 L であるものを L と正しく判断する確率を p_1 , ($0 \leq p_1 \leq 1$) とする。逆に G であるものを B , L であるものを R と判断する確率は $1-p_1$ とする (タイプ1エラー)。一方で、 B であるもの G をとまた、 R であるものを L と判断する確率を p_2 , ($0 \leq p_2 \leq 1$) とする (タイプ2エラー)。そのため B であるものを B と、 R であるものを R と正しく判断する確率は $1-p_2$ で与えられる ($p_2 < p_1$ とする)。また、本論においては、エージェントが観察においてエラーを生じる確率は、観察するプロ

5) ポリアーキー、ヒエラルキーについての詳細な説明は、Sah and Stiglitz [1986] を参照。

プロジェクトの情報量や種類に影響をされないと仮定する。以上の設定の下で各システムについて分析を行う。

まず、全社的な取り組みを行うシステム PA について考えてみる。このシステムにおいて、プロジェクトが採用される確率 O_p は、

$$O_p = (f_1^P) + f_1^P f_2^P + f_2^P f_1^P + (f_2^P)^2 \quad (1)$$

となる ($O_p = \{(f_1^P) + (f_2^P)\}^2$)。ここで、 $f_1^P = p_1(2-p_1)$ 、 $f_2^P = p_2(2-p_2)$ である。また、(1)の右辺の各項は、右から順にプロジェクト (G, L), (G, R), (B, L), (B, R) が採用される確率となっている。システム P にとってもっとも望ましいプロジェクト (G, L) が採用される確率は、(1)の右辺第1項の $(f_1^P)^2$ である。それ以外の3つの項は、利潤の面、もしくは環境の面でエージェントの判断に失敗が生じている。よって、あるプロジェクトを観察した際に、システム P の期待利得は、

$$\begin{aligned} E\pi_p = & (f_1^P)^2 \alpha \beta G + f_1^P f_2^P \alpha (1-\beta) (G-R) \\ & + f_2^P f_1^P (1-\alpha) \beta B + (f_2^P)^2 (1-\alpha) (1-\beta) (B-R) \end{aligned} \quad (2)$$

となる。

次に、システム P に環境管理部門を導入した Pe の場合、環境管理部門以外のエージェントは、環境リスクに関する情報を観察せず、プロジェクトの利潤のみを観察し、その実行を決定し、環境管理部門は、プロジェクトの環境リスクに関する情報のみを観察するので、あるプロジェクトが採用される確率 O_p^e は、

$$O_p^e = f_1^P p_1 + f_1^P p_2 + f_2^P p_1 + f_2^P p_2 \quad (3)$$

で与えられる。(3)の右辺の各項は、右から順にプロジェクト (G, L), (G, R), (B, L), (B, R) が採用される確率となっている。環境管理部門を持つシステム P において、もっとも望ましいプロジェクトが採用される確率は、(1)の

右辺第1項のである。これより、環境管理部門をもつシステム P がプロジェクトを実行した場合に得られる期待利得は、

$$E\pi_P^P = f_1^P p_1 \alpha \beta G + f_1^P p_2 \alpha (1-\beta) (G-R) \\ + f_2^P p_1 (1-\alpha) \beta B + f_2^P p_2 (1-\alpha) (1-\beta) (B-R) \quad (4)$$

なる。

次に、システム H についても同様に考える。全社的な取り組みを行うシステム HA が、あるプロジェクトを採用する確率は、

$$O_H = (f_1^H)^2 + f_1^H f_2^H + f_2^H f_1^H + (f_2^H)^2 \quad (5)$$

となる ($O_H = \{(f_1^H) + (f_2^H)\}^2$)。ただし、 $p_1^2 = f_1^H$ 、 $p_2^2 = f_2^H$ である。よって、システム HA の期待利得は、

$$E\pi_H = (f_1^H)^2 \alpha \beta G + f_1^H f_2^H \alpha (1-\beta) (G-R) \\ + f_2^H f_1^H (1-\alpha) \beta B + (f_2^H)^2 (1-\alpha) (1-\beta) (B-R) \quad (6)$$

となる⁶⁾。

環境管理部門を導入したシステム He があるプロジェクトを採用する確率 O_H^e は、

$$O_H^e = f_1^H p_1 + f_1^H p_2 + f_2^H p_1 + f_2^H p_2 \quad (7)$$

となる。よって He の期待利得 $E\pi_H^e$ は、

$$E\pi_H^e = f_1^H p_1 \alpha \beta G + f_1^H p_2 \alpha (1-\beta) (G-R) \\ + f_2^H p_1 (1-\alpha) \beta B + f_2^H p_2 (1-\alpha) (1-\beta) (B-R) \quad (8)$$

となる。

6) これより明らかに、 $f_1^e > f_1^H > 0$ 、 $f_2^e > f_2^H > 0$ が成立している。

III システムのパフォーマンス比較

第2節で得られた結果をもとに、各システムについて幾つかの比較を行う。

まず、ポリアーキー型の2つのシステム (PA, Pe) について考える。システム PA と Pe において、プロジェクトが実行される確率は、(1), (3) によって与えられる。これより、(1)と(3)の差は、

$$\Delta O_p = f_1^p p_1^2 + f_1^p p_2^2 + f_2^p p_1^2 + f_2^p p_2^2 > 0 \quad (9)$$

となり、 $0 < p_1, p_2 < 1$ であるから、 O_p の方がプロジェクトを実行する確率が高い。つまり、全社的な取り組みの方が環境リスク管理部門を導入した場合よりも、多くのプロジェクトを実行する。これは、ポリアーキー型のシステムにおいて、プロジェクトを実行する確率 $p(2-p)$ が、環境管理部門がプロジェクトを実行する確率 p よりも高いためである。また、高い環境リスク R を含むプロジェクト (G, R) (B, R) が実行される確率は、システム PA では $f_1^p f_2^p + (f_2^p)^2$ であり、システム Pe では、 $f_1^p p_2 + f_2^p p_2$ となっている。そのため、両者の差をとると、 $(f_1^p + f_2^p) p_2^2 > 0$ となり、PA の方が多くの R を含むプロジェクトを採用するので、環境リスクの発生による損害を期待環境破壊額とすると、全社的な取り組みの方が高い確率で環境破壊を起こし、それに伴う損失が生じる。

(2)(4)から PA, Pe の期待利得を比較する。そこで、 $W = \alpha\beta(G-L)$, $X = \alpha(1-\beta)(G-R)$, $Y = (1-\alpha)\beta(B-L)$, $Z = (1-\alpha)(1-\beta)(B-R)$ とおく (ただし $L=0$)。

$\Delta E\pi_p = e\pi_p - \varepsilon\pi_p^{\#}$ とすると、

$$\Delta E\pi_p = f_1^p p_1^2 W + f_1^p p_2^2 X + f_2^p p_1^2 Y + f_2^p p_2^2 Z \quad (10)$$

となる。

これより、

$$W \geq - \left\{ \frac{p_2^2}{p_1^2} X + \frac{f_2^P}{f_1^P} Y + \frac{p_2^2}{p_1^2} \frac{f_2^P}{f_1^P} Z \right\} \quad (11)$$

ならば、全社的な取り組みの期待利得が高くなる。逆に W が、この値よりも小さい場合には、環境管理部門を導入した方が期待利得は高くなる。また、 Y 、 Z は、マイナスであるため、全社的な取り組みの方が有効になるためには、これらに比して W が大きくなってはならない。

次に、ヒエラルキー型のシステム (HA, He) を比較する。まず、両システムにおいてプロジェクトが実行される確率は、 $\Delta O_H = O_H^e - O_H$ とすると、(5)(7)より、

$$\Delta O_H = f^H p_1^2 + f_2^H p_1^2 + f_2^H p_2^2 \geq 0 \quad (12)$$

となる。

これより、Heの方がプロジェクトを実行する確率が高い。これは、ヒエラルキー型の組織の場合に、全社的な取り組みの場合、利潤面と環境面について2人のエージェントが共に実行すると判断しなくては、プロジェクトが実行されないのに対して、環境管理部門を導入したHeでは、環境リスクに関する情報が環境管理部門によってのみ観察されるため、プロジェクトを実行する確率が高くなるためである。また、大きな環境リスクRを含むプロジェクトの実行確率も環境管理部門をもつシステムHeの方が高くなる。

次に、HAとHeの期待利得を(6)(8)から比較する。そこで、 $\Delta E\pi_H = E\pi_H^e - E\pi_H$ とすると、

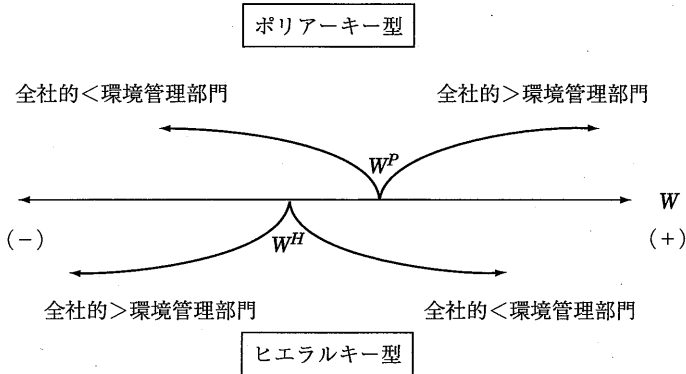
$$\Delta E\pi_H = f_1^H p_1^2 W + f_1^H p_2^2 X + f_2^H p_1^2 Y + f_2^H p_2^2 Z \quad (13)$$

となる。よって、 $\Delta E\pi_H \geq 0$ が成立するのは、

$$W \geq - \left\{ \frac{p_2^2}{p_1^2} X + \frac{f_2^H}{f_1^H} Y + \frac{p_2^2}{p_1^2} \frac{f_2^H}{f_1^H} Z \right\} \quad (14)$$

であり、これは、ポリアーキーの場合と期待費用が高くなるシステムが逆に

図2 システムの期待利得



なっている。つまり、 W が(14)を満たすならば、環境管理部門を導入した方がシステムの期待利得は高く、逆に、 W が(14)を満たさない場合、全社的取り組みの方が期待利得が高い。

次に、(11)と(13)を比較すると、仮定より $p_2 < p_1$ であり、その結果、 $\frac{f_2^P}{f_1^P} > \frac{f_2^H}{f_1^H}$ が成立することが明らかである。次に、 $B-L < 0$ 、 $B-R < 0$ であるため、 $Y < 0$ 、 $Z < 0$ となる。そのため、(11)を等号で満たす W を $W=W^P$ 、(13)を等号で満たす W を $W=W^H$ とすると、 $W^P > W^H$ となる。

以上より、ポリアーキーとヒエラルキーにおいて、環境管理部門を導入する場合と、全社的な環境リスク管理を行う場合についての結果を図2にまとめると下のようになる。

IV 環境管理部門における人的資本投資

次に、上記のモデルにおいて環境管理部門が人的資本への投資を行うケースを考える。環境管理部門が観察する情報は、プロジェクトの環境リスクに関する情報である。Ⅲ章の分析においては、各エージェントが失敗を起こす確率を同一のものとして扱ったが、本章では、環境管理部門に対し人的資本投資を行うことで、失敗の発生確率を低下させることが可能である状況を分析する。こ

れば、環境管理部門に対し教育投資を行うことで専門知識を高めるなどの方法により、エージェントがこれまでよりも正確にプロジェクトを観察することが可能になる状況である。

そこで、当初のタイプ1, 2エラーの失敗確率 p_1, p_2 に対し、環境管理部門がプロジェクトの環境リスクに関する情報を評価する場合の失敗確率を $p_1^e = p_1 + \theta(k)$, $p_2^e = p_2 - \theta(k)$ とする ($0 \leq p_1^e \leq 1, 0 \leq p_2^e \leq 1$)。ここで、 $k (\geq 0)$ は環境管理部門への人的資本投資額であり、 $\theta(k)$ は、 $d\theta(k)/dk > 0, d^2\theta(k)/dk^2 < 0, \lim_{k \rightarrow \infty} p_1 + \theta(k) = 1, \lim_{k \rightarrow \infty} p_2 - \theta(k) = 0$ を満たしていると仮定する。また、 $\theta(0) = 0$ であるとし、環境管理部門のエラー確率は $k=0$ のとき、 $p_1^e = p_1, p_2^e = p_2$ となる。人的資本投資の効果は、タイプ1, 2のエラー双方に対し同時に効果を持っていると仮定する。そのため、 $k > 0$ の投資により、タイプ1エラーとタイプ2エラーが削減される。

このとき、環境管理部門を持つポリアーキーの期待利潤 $E\pi_P^{ek}$ は、(4)式より

$$E\pi_P^{ek} = f_1^P p_1^e(k) W + f_1^P p_2^e(k) X + f_2^P p_1^e(k) Y + f_2^P p_2^e(k) Z - k \quad (15)$$

となり、同様に、環境管理部門を持つヒエラルキーの期待利潤 $E\pi_H^{ek}$ は、(8)式より

$$E\pi_H^{ek} = f_1^H p_1^e(k) W + f_1^H p_2^e(k) X + f_2^H p_1^e(k) Y + f_2^H p_2^e(k) Z - k \quad (16)$$

となる。

(15) (16)より、各システムにおける最適な投資水準 k_i^* ($i=H, P$) を求めると、ポリアーキー型の場合、 k_P^* は、 $d\theta/dk = 1/(f_1^P W + f_2^P Y + f_2^P Z)$ を満たす水準に決定される。同様に、ヒエラルキー方の場合、 k_H^* は、 $d\theta/dk = 1/(f_1^H W + f_1^H X + f_2^H Y + f_2^H Z)$ に決定される。

この結果より、環境管理部門への人的資本への投資水準は、既存のシステムの意味決定方法とプロジェクトの期待値に影響を受けていることが明らかである。環境管理部門のミス削減を現す $\theta(k)$ は凹関数であるため、以下のことが示される。

相対的に多くのプロジェクトを採用するポリアーキー型の組織に設置される環境管理部門は、プロジェクトの期待値が増加すると、高い環境管理部門への投資を増加させ、逆に、期待値が減少すると、環境管理部門への投資を低下させる。ヒエラルキー型の組織に設置される環境管理部門については、プロジェクトの期待値が増加すると、環境管理部門への投資を低下させ、期待値が低下すると環境管理部門への投資を増加させる。

V 結論と課題

本研究では、情報システムの違いが企業のプロジェクトの実行に伴う意思決定に影響を及ぼす状況が分析された。本論では、観察する情報が2種類存在する状況下でのヒエラルキー、ポリアーキーについて環境管理部門の導入と全社的な取り組みの比較を行った。結果として、各システムにおける組織の失敗としての環境問題の発生と、さらに環境管理部門の情報処理能力の違いが明らかにされた。加えて、この研究では、環境問題への全社的な取り組みが求められる現状において、意思決定に関しては、それが常に組織にとって望ましいとは限らないことを示した。

以下に、本論の分析において得られた結果をまとめる。まず、ポリアーキー型のシステムにおいては、全社的な取り組みを行う方が環境管理部門の導入を行う場合よりもプロジェクトを実行する確率が高い。また、大きな環境リスクを含むプロジェクトが実行される確率も全社的な取り組みの方が高いことが示された。どちらの期待利潤が大きくなるかはパラメータに依存すると考えられるが、環境リスクに関する期待値がマイナスであるため、利潤に関する期待値が高くないならば、環境管理部門を導入した方が期待利潤は高くなる。

次にヒエラルキー型のシステムにおいては、環境管理部門を導入したシステムの方が全社的に取り組むシステムよりも、プロジェクト実行の確率が高い。また、大きな環境リスクを含むプロジェクトが実行される確率も環境管理部門を導入したシステムの方が高い。これらの結果は、ポリアーキー型の逆になる。ポリアーキー型とヒエラルキー型のシステムはそれぞれ W^P 、 W^H において、その期待利潤の大小関係が変化する。そのため、区間 $[W^H, W^P]$ の間でのみ両システム共に環境管理部門の導入を行う方が期待利潤を高め、この区間に含まれない領域では、望ましい取り組みはシステム間で逆になる。また、両システムが共に全社的取り組みを行った方が望ましい領域は存在しないことが明らかとなった。また、環境管理部門への投資は、既存の意思決定システムとプロジェクトの期待値によって影響を受けることが示された。

今後の課題として、プロジェクトの持つ2つの情報が独立でない場合へ分析が拡張される必要がある。また、プロジェクトを観察する際のコストも分析に含められなくてはならない。

参考文献

- Ben-Yashar, R. and S. Nitzan [1998] "Quality and Structure of Organizational Decision-Making," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 36, pp. 521-34.
- Bolton, P. and M. Dewatripont [1994] "The Firm as a Communication Network," *Quarterly Journal of Economics*, 109, pp. 809-39.
- Gabel, H. L. and B. Sinclair-Desgagne [1993] "Managerial Incentives and Environmental Compliance," *Journal of Environmental Economics and Management*, 24, pp. 229-40.
- [1995] "Corporate Responses to Environmental Concerns," in H. Folmer, H. L. Gabel & H. Opschoor (eds.), *Principles of Environmental and Resource Economics: A Guide for Students and Decision Makers*, Cheltenham, UK and Lyme, US: Edward Elgar, pp. 347-61.
- [2000] "The Firm, Its Procedure and win-win Environmental Regulations," in Henk Folmer (eds.), *Frontiers of Environmental Economics*, Edward

- Elgar, pp. 148-75.
- Gersbach, H. and U. Wehrspohn [1998] "Organizational Design with a Budget Constraint," *Review of Economic Design*, 3, pp. 149-157.
- Goldsmith, P. D. and R. Basak [2001] "Incentive Contracts and Environmental Performance Indicators," *Energy and Resource Economics*, 20 (4), pp. 259-79.
- Koh, W. T. H. [1992] "Variable Evaluation Costs and the Design of Fallible Hierarchies and Polyarchies," *Economic Letters*, 38, pp. 313-318.
- [2005] "The Optimal Design of Fallible Organizations: Invariance of Optimal Decision Criterion and Uniqueness of Hierarchy and Polyarchy Structures," *Social Choice and Welfare*, 25, pp. 207-220.
- Marschak, T. A. and R. Radner [1972] *Economic Theory of Teams*, New Haven: Yale University Press.
- Radner, R. [1992] "Hierarchy: The Economics of Managing," *Journal of Economic Literature*, 30, pp. 1382-1415.
- [1993] "The Organization of Decentralized Information Processing," *Econometrica*, 61 (5), pp. 1109-1146.
- Sah, R. K. and J. E. Stiglitz [1985] "The Theory of Economic Organizations: Human Fallibility and Economic Organization," *American Economic Review*, 75 (2), pp. 292-97.
- [1986] "The Architecture of Economic Systems: Hierarchies and Polyarchies," *American Economic Review*, 76, pp. 716-27.
- [1988] "Committees, Hierarchies and Polyarchies," *The Economic Journal*, 98, pp. 451-470.
- [1991] "The Quality of Managers in Centralized Versus Decentralized Organizations," *The Quarterly Journal of Economics*, 106 (1), pp. 289-95.
- Segerson, K. and T. Tietenberg [1992] "The Structure of Penalties in Environmental Enforcement," *Journal of Environmental Economics and Management*, 23, pp. 179-200.
- Sinclair-Desgagne, B. and C. Vachon [1995] "Dealing with Major Technological Risks," in H. Folmer, H. L. Gabel & H. Opschoor (eds.), *Principles of Environmental and Resource Economics: A Guide for Students and Decision-Makers*, Cheltenham, UK and Lyme, US: Edward Elgar, pp. 397-419.
- Vayanos, D. [2003] "The Decentralization of Information Processing in the Presence of Interaction," *Review of Economic Studies*, 70, pp. 667-95.
- Visser, B. [2000] "Organizational Communication Structure and Performance,"

