

論文

## 業績評価指標のインフォーマティブネスと管理可能性 —エージェントの努力配分の動的過程のシミュレーション—

近藤隆史\*, 西居 豪\*\*

<論文要旨>

本稿の目的は、業績評価の分析的モデルにコンピュータ・シミュレーションを適用し、業績評価指標の特性であるインフォーマティブネスと管理可能性がエージェントの努力配分に関する均衡点と均衡到達経路に及ぼす影響を可視化し解明することにある。経済理論ベースの研究は、最適解の有無に関心を寄せる一方、シミュレーションは、合理性が緩和されたエージェントを直接記述し、彼らの意思決定や行動の動的な変化を連続的に観察・分析することに力点をおく。そうしたシミュレーション試行を通じ、インフォーマティブネスと管理可能性とが満たされているか否かによって類型化された4つのパターン間で、エージェントの努力配分の均衡点やその均衡到達経路に違いが生じること、さらにそれらに評価の頻度が関わっていることが明らかにされた。

<キーワード>

業績評価指標, インフォーマティブネス, 管理可能性, コンピュータ・シミュレーション

## A Simulation Study of a Dynamic Process of an Agent's Effort Allocation under Informativeness and Controllability

Takahito Kondo\*, Takeshi Nishii\*\*

**Abstract**

The purpose of this study, by using a computer simulation, is to examine the effect of informativeness and controllability on a dynamic process where an agent with limited rationality repetitively updates his/her effort level for doing a task under an optimized incentive plan, leading to an equilibrium in the end. The results show differences in the agent's effort level and the process of arriving at the equilibrium among the different combinations of the two characteristics of informativeness and controllability, and the significant effects of a feedback frequency on the number of steps until the agent does not change the effort level anymore.

**Keywords**

performance measures, informativeness, controllability, computer simulation

---

2019 年 4 月 27 日 受付

2019 年 11 月 2 日 受理

\* 京都産業大学経営学部 教授

\*\* 専修大学商学部 教授

Submitted: April 27, 2019

Accepted: November 2, 2019

\*Professor, Business Administration, Kyoto Sangyo University

\*\*Professor, School of Commerce, Senshu University

## 1. イントロダクション

本稿の目的は、業績評価の分析的モデル<sup>1</sup>にコンピュータ・シミュレーション<sup>2</sup>を適用し、業績評価指標の特性であるインフォーマティブネスと管理可能性が、エージェントの努力配分に関する均衡点とその均衡到達経路に及ぼす影響を可視化し解明することにある。

バランス・スコアカードの提唱以降、戦略的な観点から業績評価指標を設計する必要性が多くの管理会計研究者によって指摘されている。こうした指標は、仮説として提示される新規性の高い戦略的な業務遂行を動機づけるための業績評価指標 (Kaplan and Norton, 1996) である。それゆえ、プリンシパルである経営者が、エージェントであるマネジャーの努力水準を十分に推定できる程度に、指標がインフォーマティブ (informative) であるのか (Holmström, 1979)、あるいは、当該指標がマネジャーにとって管理可能 (controllable) であるのか (Horngren et al., 2006) といった特性は、プリンシパルとエージェントの双方にとって曖昧になってしまう。このように指標の特性に関する情報が十分ではない状況下では、エージェントは自らの努力配分に関して、瞬時に均衡した状況に到達するのではなく、試行錯誤的に努力配分を行い、自らにとっての最適解を模索する過程を経ると予測される。こうした過程の解明は、業績評価システムの理解を深める上で欠かせないだろう。

しかしながら、この探索的な過程は先行研究で注目されてこなかった。まず、エージェント理論に基づいた分析的研究では、主に、インフォーマティブネスに注目し、エージェントとプリンシパルとの目標一致を保証する均衡解を見出そうとしてきた (Christensen and Demski, 2003; Demski, 2008)。一方で、経験的研究では、主に管理可能性について個々の企業に特有な実務の発見やそれが組織成員に及ぼす影響について解明がなされてきたが、エージェントの行動や指標の設計 (選択) といった観察対象の均衡点の状態やその前後の過程に言及されることはなかった (Dent, 1987; Merchant, 1987)。プリンシパルとエージェントとの利害調整の始点と均衡到達の終点に関して、研究者がタイムリーにデータを入手することは容易ではない上に、何をもって始終点の判断とするのかは明確ではない。仮に、始点と終点を特定できるとしても、その間の過程を連続的に観察するには多くのコストを要する。さらに、エージェントの努力配分、インフォーマティブネス、管理可能性などの鍵となる諸概念の経験的データによる正確な測定は容易ではない (Demski and Sappington, 1999)。

かかる認識のもと、本稿では、インフォーマティブネスと管理可能性の厳密な定義が可能なシングル・エージェントへの報酬プランの分析的モデルに、コンピュータ・シミュレーションを適用することで、これらの評価指標の特性がエージェントの努力配分に及ぼす影響の動的な変化を連続的に観察する。シミュレーションでは、演繹的分析と同様に、仮定を明確にしてそのモデリングを行うが、その目的は解の一般化や定理の証明ではなく、試行を通じて、帰納的に分析可能なデータを生成することにある (Axelrod, 1997)。ただし、そのデータは、質問票調査や実験室実験などの実世界での測定に依拠していないので、本稿でのシミュレーションは、現実の正確な予測ではなく、業績評価が及ぼすエージェントの行動・意思決定への影響に関する理解の深化を目指している。演繹と帰納の方法を行き来することで、シミュレーションは分析的研究と経験的研究とのギャップを埋めるポテンシャルを持った方法である。

次節では、本稿での考察対象となるインフォーマティブ原理と管理可能性原則に関する先行研究を整理する。3節では、業績評価の分析的モデルが示され、4節では、それに基づいたシ

ミュレーション・モデルが提示される。5節では、シミュレーションの試行結果が示され、最後に含意と課題について取りまとめる。

## 2. 文献レビュー

エージェンシー・モデルによって、モラルハザード問題を一般的に分析したHolmström (1979)は、業績評価研究に重大な影響を及ぼした研究でもある。彼は、ある追加的なシグナルが、エージェントの行動・努力について追加的な情報（十分な統計量）を有している場合のみ有用であるとするインフォーマティブ原理を分析的に明らかにした。その後、エージェントの私的情報の報告や複数指標の相対的ウェイトなど追加の状況設定が加味されることで、より実際の業績評価実践に近い状況が分析されてきた (Banker and Datar, 1989; Christensen, 1981; Feltham and Xie, 1994; 佐藤・齋藤, 1995)。また、経験的研究では、指標のノイズや感度に着目し、報酬契約の場面で、具体的な指標の相対的な利用について調査が行われてきた (Bertrand and Mullainathan, 2001; Evans III et al., 2010; Ittner et al., 1997; Lambert and Larcker, 1987)。

一方、管理可能性原則は、特に管理会計研究では、インフォーマティブ原理が提唱されるずっと以前から、責任会計と密接に関連づけて議論されてきた (Choudhury, 1986; 伊藤, 1995; 小林, 1984)。それは、規範的な原則として、マネジャーは彼らが管理 (control) できる結果のみ会計責任を負うべきとするものである (Hornngren et al., 2006)。そして、評価の公平性の認知を通じた動機づけ効果、予算スラック形成などの逆機能的行動の防止、管理不能要因を業績不振の原因とする言い訳文化の回避といった観点から、管理可能性原則の遵守は賢明なものとして理解されてきた (Giraud et al., 2008; Hirst, 1983; Merchant, 1989)。

権限と責任の一致という直感的には適切であると思われる管理可能性原則ではあるが、厳密な意味で当該原則が遵守されている事例は稀で、原則に幾分反する状況がむしろ一般的であることが観察されてきた (Bushman et al., 1995; Giraud et al., 2008; Merchant, 1989)。そこでは、相互依存性というキーワードのもと、権限よりも大きな責任を課すことが、創造性の高い問題解決や協力的な行動を形成する上で鍵になることが指摘されている (Burkert et al., 2017; Dent, 1987; Frow et al., 2005; Simons, 2005)。また、不確実性を考慮すると、管理可能性原則の厳格な適用が非効率な業績評価スキームの設計に繋がることが分析的に示されている (Demski, 1976)。

こうした原則逸脱のポジティブな側面が指摘される一方で、なぜそうした状況が生じているのか説明も試みられてきた。例えば、相対的業績評価は、あるエージェントが他のエージェントの行動を管理できないために、管理可能性原則を逸脱した実務であるが、インフォーマティブ原理によれば、複数のエージェントに共通して業績に影響するノイズの相殺という観点から、この実務の有用性を説明できる (Baiman and Demski, 1980)。また、各ビジネスユニットの要請に合わせてカスタマイズされた指標よりも標準化された指標への企業の信頼が根強いこと (Arya et al., 2005)、主観的業績評価において管理不能要因が加味されること (Ghosh and Lurch, 2000)、管理不能なキャパシティ・コストに基づいて業績評価されること (Baiman and Noel, 1985) も、インフォーマティブ原理の観点から説明されている。さらに、新井他 (2010) は、管理可能性原則では実務をうまく説明できないことから、代替的にインフォーマティブ原理を採用し、マルチタスクと相互依存性の程度が利益情報の重要性や非財務情報の利用度と関連があること

を実証している。このように、管理可能性原則を逸脱している実務を説明する際には、インフォーマティブ原理が適用される傾向がある。これは、インフォーマティブ原理が理論上だけでなく実務の状況においても頑健であることを示唆しよう (Bolton and Dewatripont, 2005)。

管理可能性原則に関する研究は数多くあるけれども、管理可能とはエージェントにとってどういった状況を指しているのかが曖昧であるという問題がある (Arya et al., 2007; Budde, 2009)。経験的な測定方法についても確立されているわけではなく、様々な方法が乱立しているのが実態である。こうした課題に対して、Antle and Demski (1988) は、エージェント・モデルを適用し、管理の概念をより正確に定義した。彼らは、ある業績評価指標  $y$  の管理可能性について、エージェントがインプットの提供を通じて、 $y$  の測定結果の周辺確率分布に影響を及ぼすことができるのであれば、 $y$  はそのエージェントにとって管理可能であり、何ら影響を及ぼせなければ、管理不能であると定義した。さらに、プリンシパルが他の情報  $x$  をすでに得ている状況で、上記の指標  $y$  が追加された時に、エージェントによる条件付き確率  $\pi(y|x)$  の分布への影響を識別できるなら、 $y$  はインフォーマティブであると定義した。つまり、 $x$  を既に観察済みのプリンシパルにとってみれば、 $y$  を追加した際に、エージェントの行動に関して追加的な情報が得られなければ、 $x$  で十分であり、逆に、 $x$  と組み合わせてもなお追加的な情報が得られるのなら、 $y$  は有用 (インフォーマティブ) ということになる。Antle らは、これら2つの概念が明瞭に区分されていないことを問題視し、後者のインフォーマティブネスが本質的に重要であると指摘している。また、Arya et al. (2007) は、この区分は明瞭ではあるが、どのような状況にて、指標が契約にとって価値があるのかはよく分かっていないとして、インフォーマティブな指標がエージェントとの契約にとって価値を有しない時の条件付き確率分布を示す命題を証明し、インフォーマティブ原理が必要条件ではあるが十分条件ではないことを示した。なお、インフォーマティブネスは、条件付き確率の分布へのエージェントの影響が鍵であるので、条件付き管理可能性と呼ばれることもある (Arya et al., 2007)。

分析的研究の知見に基づけば、業績評価指標の周辺確率の分布に影響を及ぼせるか否かを意味する管理可能性はプリンシパルにとっては重要ではない。その一方で、多くのケース・スタディやサーベイ研究は、管理可能性がエージェントにどのような影響を与えるのかを説明してきた。例えば、指標が管理可能であることは、被評価者であるエージェントにとって、公平感が醸成されたり心理的負担が軽減されたりすることはよく知られている (Giraud et al., 2008)。先の定義からも明らかであるが、ある評価指標がインフォーマティブであるか、管理可能であるかは背反するものではない。それゆえ、インフォーマティブな指標であっても、それが管理可能であるかどうかによって、エージェントの反応は変わってくるかもしれない。しかしながら、こうした両特性が組み合わさった時の影響がどのようなものであるのかは検討されてこなかった。また、先行研究で明らかにされてきた管理可能性原則の逸脱に対する組織成員のネガティブな反応は、分析的モデルが提示するように瞬時に均衡解に到達する姿とは程遠い。仮に分析的研究が示唆する均衡点に到達するにしても、一定期間で評価サイクルが回転することになるので、エージェントが業績評価指標に対してどのように対応していくのか、連続的な過程を観察することは、業績評価の理解を深める上で重要である。前述したように、戦略的な業績評価指標の普及はますますこうした検討の必要性を増大させている。つまり、新しい戦略的指標の管理可能性やインフォーマティブネスに関して、組織成員が十分な知識を有している可能性は低い。つまり、両特性に関する確率分布に関する事前知識が不明瞭な中、エージェントは

試行錯誤的に努力配分を決定していくと予測されるからである。

かかる認識のもと、本稿では、次節で提示される通り、管理可能性とインフォーマティブネスを満たしているか否かの組み合わせで形成される4つのパターンのもと、エージェントの行動選択にどのような違いが生じるのか検証する。本来であれば、経験的なデータを用いた観察を行いたいところではあるが、確率分布を踏まえた指標の特性の厳密な測定は、フィールド研究者のタスクを劇的に複雑にするし (Antle and Demski, 1988)、均衡に至る連続的な過程の観察は研究資源の面で非常に困難である。そこで、Antle and Demski (1988) の明確な両特性の定義のもと、具体的には、Christensen and Demski (2003) および Demski (2008) で取り上げられているシングル・エージェントへの報酬プランの分析的モデルにコンピュータ・シミュレーションを適用し、エージェントの努力配分の動的な変化を連続的に観察する。

業績評価の連続的な過程を観察するにあたって、指標の特性に加えて、重要な検討対象になり得るのが評価の頻度である。つまり、どの程度の間隔で評価を行うのかということである。ただし、頻度の及ぼす影響は複雑であり、常に高頻度が望ましい結果をもたらすわけではない (Casas-Arce et al., 2017)。高頻度は、学習の機会を多く与えたり (三矢, 2003; Schmidt and Dolis, 2009)、被評価者の怠慢を防止する (鈴木, 2000) といったポジティブな影響を有する一方で、短期主義 (Gigler et al., 2014) や情報処理の効率性や精度の低下 (Iselin, 1988) といったネガティブな影響も有している。こうした影響は、管理可能性とインフォーマティブネスという2つの指標の特性によって大きく異なってくると予測される。例えば、管理可能性やインフォーマティブネスが欠如している指標であれば、高頻度にして学習機会を多く設けても、プリンシパルにとって望ましい動機づけの実現は難しくなるだろう。そこで、頻度の違いもシミュレーションに組み込み、その影響を検討することにした。

### 3. 報酬プランの分析的モデル

#### 3.1 分析的モデル

以上の考察のもと本稿では次のようなプリンシパル・エージェント関係を仮定する (Christensen and Demski, 2003; Demski 2008)。プリンシパル (経営者) は、エージェント (マネジャー) を、ある戦略的な新製品に係るコスト低減業務に従事させる。プリンシパルは、エージェントからより多くの努力を引き出す必要がある。プリンシパルはリスク中立である一方、エージェントはリスク・努力に回避的であり、プリンシパルと目標・利害は一致しない。また、エージェントの選択する行動は、プリンシパルからは観察できないので、プリンシパルは報酬を通じてエージェントを動機づけなければならない<sup>3</sup>。

報酬の契約からその支払いまでのタイムラインは次の通りである (Christensen and Demski, 2003)。第1に、プリンシパルは報酬プラン  $I$  をエージェントに提示する。エージェントが拒否すればその時点で終了し、受け入れれば次に進む<sup>4</sup>。第2に、受け入れたとすると、エージェントは自らの努力水準  $a \in \{a_H, a_L\}$  を選択する。努力水準  $a$  の提供にはパーソナル・コスト  $P_a \in \{P_{a_H}, P_{a_L}\}$  を伴う ( $P_{a_H} > P_{a_L}$ )。第3に、品質など製品に関わるパフォーマンスである  $y \in \{good, bad\}$  がパブリックな指標として確率的に観察される (つまり、エージェントによる

レポーティング戦略は無いものとする)。そして、エージェントが選択した  $a$  に応じて生産コストの結果  $x \in \{c_L, c_H\}$  が確率的に決定する ( $c_L < c_H$ )。  $a_H$  だと、指標  $x \in \{c_L, c_H\}$  は、半々の確率 (0.5) で、良い結果 ( $c_L$ ) と悪い結果 ( $c_H$ ) となる。一方、  $a_L$  だと、  $x$  は、0.3 の確率で良い結果 ( $c_L$ ) と、0.7 の確率で悪い結果 ( $c_H$ ) となる。指標  $x$  のこうした設定は、高い努力を提供すれば、低い努力と比べて、その分良い結果 ( $c_L$ ) が出現しやすくなるという状況を反映するためである。つまり、  $\pi(c_L|a_H) > \pi(c_L|a_L)$  であればよく、これによって、エージェントの努力水準の効果を区別しやすくなる。値の設定に際しては、筆者らの主観的判断を排除すべく、代表的な先行研究である Christensen and Demski (2003) に従った。なお、  $\pi(c_L|a_H)$  が 0.5、  $\pi(c_L|a_L)$  が 0.3 という成功率が抑えめなのは、プリンシパルが  $c_L$  か  $c_H$  かの結果だけを見てもエージェントの努力水準を確実に判断しにくいことを意味している。

最後に、プリンシパルは、エージェントが選択した努力水準を実際には観察できないので、報酬プラン  $I$  における指標  $(x, y)$  のシグナルをもとに、エージェントへの報酬の支払額  $I_{xy}$  を決定しなければならない。ただし、エージェントは、努力を回避しながらより多くの報酬の支払いを得ようとするため、プリンシパルは、エージェントに  $a_H$  を選択させ、以下のように支払われる期待値  $E[I|a_H]$  の最小化を図ろうとする。

$$\text{Minimization } E[I|a_H] = \sum_{x \in X, y \in Y} I_{xy} \pi(x, y|a_H) \quad (1)$$

$$\text{Subject to } E[U|I, a_H] \geq U(M) \quad (2)$$

$$E[U|I, a_H] \geq E[U|I, a_L] \quad (3)$$

式 (1) は目的関数である。  $\pi(x, y|a_H)$  は、  $a_H$  が選択された時の  $x$  と  $y$  のそれぞれのシグナルが得られる確率である。式 (2) と式 (3) は、プリンシパルとエージェントとの目標一致のために課される制約式である。  $U$  はリスク回避的なエージェントの効用関数であり、  $-\exp(-\rho w)$  により定義される (Christensen and Feltham, 2002; Holmström and Milgrom, 1987; 伊藤, 2003)。  $w$  は利得であり、  $\rho$  はリスク回避度である。式 (2) は、エージェントに留まる誘引を与える参加制約である。すなわち、  $U(I, a_H)$  の期待値  $E(w = I_{xy} - P_{a_H})$  は、労働市場を通じてエージェントが他に移れば得ることができる最大の利得、つまりエージェントの機会コスト  $M$  による効用 ( $w = M$ ) 以上でなければならない。式 (3) は誘因両立性制約と呼ばれ、エージェントに  $a_L$  よりも  $a_H$  を選好させる条件である。

次節で述べるシミュレーションのために、具体的にパラメータを指定する必要がある。その際、エージェントがリスクおよび努力に対して回避的になるように設定しなければならない。ただし、これら経済学的なパラメータの効果を連続的に捉えることが本稿の目的ではないため、適当な値を定数として指定するだけに留める。その際、リスク・努力回避的といったエージェントの特性を満たせばどのような値でも設定できるが、本研究では、極力その選択が主観的にならないよう、Christensen and Demski (2003) に従い、  $\rho = .0001$ ,  $P_{a_H} = 5,000$ ,  $P_{a_L} = 3,000$ ,  $M = 5,000$  とした。上の制約付きの最小化問題を解くことで、最適化された報酬プランが算出される<sup>5</sup>。

表1 指標  $x, y$  の両特性の組み合わせによる4つのCase

	<i>Controllable</i>	<i>Non-Controllable</i>
<i>Non-informative</i>	<u>Case 1</u> $LR_y \neq 1.0, LR_{y x} = 1.0$	<u>Case 4</u> $LR_y = 1.0, LR_{y x} = 1.0$
<i>Informative</i>	<u>Case 3</u> $LR_y \neq 1.0, LR_{y x} \neq 1.0$	<u>Case 2</u> $LR_y = 1.0, LR_{y x} \neq 1.0$

### 3.2 業績評価指標の特性：インフォーマティブネスと管理可能性

前述したように、本シミュレーションでは、Antle and Demski (1988) に従い、管理可能性とインフォーマティブネスを定義し、これらの特性が満たされているか否かで、4つのCaseに分類する。まず、管理可能性は、努力配分を通じて  $y$  のシグナルの周辺確率に影響を及ぼせるかどうかを指し、 $LR_y = \pi(y|a_L) / \pi(y|a_H)$  で定義される。 $LR$  は、Likelihood Ratio の略である。 $LR_y = 1.0$  であれば、努力配分によって周辺確率に差が生じていないので、管理不能と言える。逆に、 $LR_y \neq 1.0$  であれば、 $y$  は管理可能な指標と言える。次に、インフォーマティブネスは、既に  $x$  というシグナルが得られている下で、努力配分を通じて、 $y$  のシグナルの条件付き確率に影響を及ぼせるかどうかを指し、 $LR_{y|x} = \pi(y|x, a_L) / \pi(y|x, a_H)$  で定義される。 $LR_{y|x} = 1.0$  であれば、努力配分によって条件付き確率に差異が生じていないので、 $y$  は  $x$  のもとでインフォーマティブではないと言える。逆に、 $LR_{y|x} \neq 1.0$  であれば、 $y$  は  $x$  というシグナルには含まれないエージェントの努力配分に関する情報を有したインフォーマティブな指標と言える。上記の定義に基づき、表1に示される4つのCaseを識別した。

前述したシグナル  $x$  の確率分布を前提に、 $y$  のシグナルの確率を小数点第2位まで考慮すると、 $LR_{y|x}$  と  $LR_y$  が計算できる確率分布のパターンは1,920,000件になる<sup>6</sup>。そのうち、Case1に該当するものは42件、Case2は29,334件、Case3は1,890,618件、Case4は6件であった。 $LR_y$  および  $LR_{y|x}$  の分子と分母が同値になるという定義（計算式）の特徴からすれば当然ではあるが、件数に大きなばらつきが見られる。まず、インフォーマティブではないCaseが少ないことが特徴的である。これは、実務での業績評価指標の選択がインフォーマティブ原理で説明されることが多いことを反映していると言えよう。次に、管理可能ではないCaseも、インフォーマティブネスほどではないが、少ないと言える。特に、両特性が欠如しているCase4の少なさは、実際にこうした指標が選択され得る可能性が低いことを示唆しているのかもしれない。

## 4. シミュレーション・モデル

前節のモデルのタイムラインに従いコード化した。シミュレーションの対象は、外生的に与えられた報酬プランに対するエージェントの反応である。表2の擬似コードの2行目から6行目は、エージェントの初期設定となっている。なお、2行目のコードには、シミュレーションの試行が初期化される毎に、それぞれのCaseに属するパラメータの組み合わせの中から、1つ報酬プランが無作為抽出されることを意味している<sup>7</sup>。これは、プリンシパルにとっても確率分布に関する事前情報が十分ではないと予測される戦略性の高い指標が選択される状況を反映させた処置である。また、この手続きにより、Caseの数値（パラメータ）の選択における

表 2 擬似コード

---

```

1: procedure
2:    $opt \leftarrow \min E[I|a_H] \text{ s.t. } E[U|I, a_H] \geq U(M), E[U|I, a_H] \geq E[U|I, a_L]$ 
3:    $a_0 \leftarrow \{a: a_H, a_L\}$ 
4:    $y_0 \leftarrow \{good, bad\}$ 
5:    $x_0 \leftarrow \{c_L, c_H|a_0, y_0\}$ 
6:    $I_0(x_0, y_0, opt)$ 
7:   For  $t = 1 \dots T$  periods do
8:      $a_t \leftarrow \{a: a_H, a_L\}$ 
9:      $y_t \leftarrow \{good, bad\}$ 
10:     $x_t \leftarrow \{c_L, c_H|a_t, y_t\}$ 
11:     $I_t(x_t, y_t, opt.)$ 
12:    If  $t_{t>i} \equiv i \pmod{i}$  and  $I_t \geq AVERAGE_{t-1..i}$  then
13:       $a_{t+1} \leftarrow a_t$ 
14:    end if
15:  end for
16: end procedure

```

---

恣意性を極力取り除けるようにしている。7行目から11行目がエージェントによる努力水準の更新である。12行目の $i$ は、後述の更新頻度（頻度 $1/i$ ）を表している（ $i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ）。これら初期設定のあと試行が開始される。まず、あるエージェントによる100期分（ $T = 100$ ）の試行を1回とし<sup>8</sup>、それを5,000回繰り返し（5,000人のエージェントが参加しているとも見なせる）、その平均（AVERAGE）を集計した。100期分と長めの試行にしたのは、本シミュレーションでは、以下に述べるようにエージェントは限定合理的に行動するように設計しているため、エージェントの行動・選択がどの程度で一定の水準に収束するか必ずしも自明ではないためである。この100期5,000回分を1セットとして計100セット繰り返し最終の結果とした。

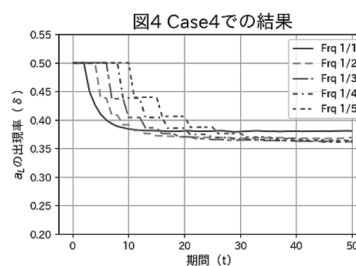
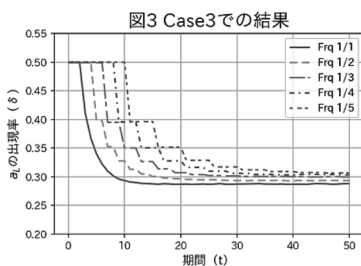
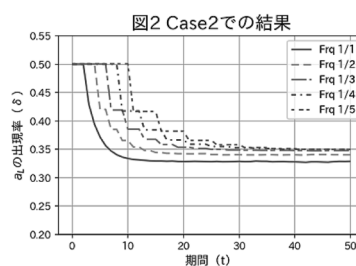
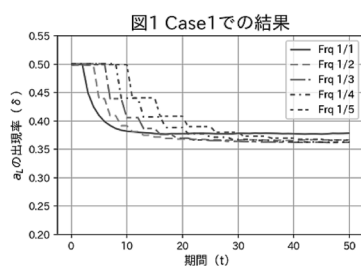
本シミュレーション・モデルでは、エージェントは、上述の報酬プランのもとで以下のように限定合理的に行動する（Moffatt, 2016; Rubinstein, 1998）。第1に、エージェントはプリンシパルから提示される報酬プランについて、製品パフォーマンスの指標（シグナル）である $y$ や生産コストの結果である $x$ の発生確率は事前には知り得ないとする。そのため、エージェントは、現行の努力水準 $a_t$ の下で得られる確率的な報酬結果 $I_t$ に基づき努力水準の変更を検討する（擬似コード12行目）。第2に、努力水準の代替案 $a_t$ は、実際に変更できるのは翌期（ $t+1$ ）からであり、努力水準の更新にはタイムラグが生じる。第3に、 $a$ の更新の頻度を設定した（擬似コード12行目）。具体的には、1期（頻度 $1/1$ ）、2期（頻度 $1/2$ ）、3期（頻度 $1/3$ ）、4期（頻度 $1/4$ ）、5期（頻度 $1/5$ ）ごとに変更の間隔を設定した。その際、頻度に応じた期間分の結果を平均して返すようにした。例えば、頻度 $1/3$ の場合、3期分の単純平均がエージェントに返され、現行（ $t$ ）の結果と比較できるようにした。第4に、努力水準の代替案 $a_t$ について、エージェントは $a \in \{a_H, a_L\}$ から一様分布のもと半々の確率でどちらかを選択する。これは、エージェントの設計をできるだけ単純にするためであるが、どちらの水準が選ばれようと、現行の努力水準を変更するか否かは、前述の通り期待される報酬を基準に判断される（擬似コード



12行目). 最後は, 他の情報源からのシグナルや他のエージェントとのコミュニケーションの機会はなく, 毎回の試行でエージェントが利用できる情報量は変わらない.

## 5. シミュレーション試行の結果

Case 1 から Case 4 のそれぞれに, 更新頻度を 1/1 (毎期ごと) から 1/5 (5期ごと) まで変化させながらシミュレーションの試行結果を取りまとめたのが図1から図4である. 一般に, シミュレーションでは, パラメータはモデラーによって設定され, 統計分析の意義が低いため (White et al., 2014), 本稿では, 基本統計量を用いて分析結果を報告する. 本稿の図は, どれも共通して横軸が期間 ( $t$ ), 縦軸はエージェントの低努力  $a_L$  の出現率  $\delta$  を示している. 以下,  $a_H$  の出現率という場合は,  $1 - \delta$  を意味している. 従って,  $\delta$  が 0.5 以下であれば,  $a_H$  の出現率が高いことを意味している.  $a_L$  の低下と  $a_H$  の増加は実質同じだが, 以下では, 混乱を避け, 「高努力  $a_H$ 」を用いることにする. なお, 実際は前述の通り 100 期でシミュレーションを試行したが, 概ね 30 期以降で収束に至っており, 見易さに配慮し, 50 期までの提示にしている. なお, 本シミュレーションの中での期間については, 必ずしも現実の評価期間と同一視する必要はないが, 例えば, 月次で評価の機会がある場合, 2.5 年で 30 期間に達することになるので, ここで設定された期間は決して非現実的なものでもないだろう.



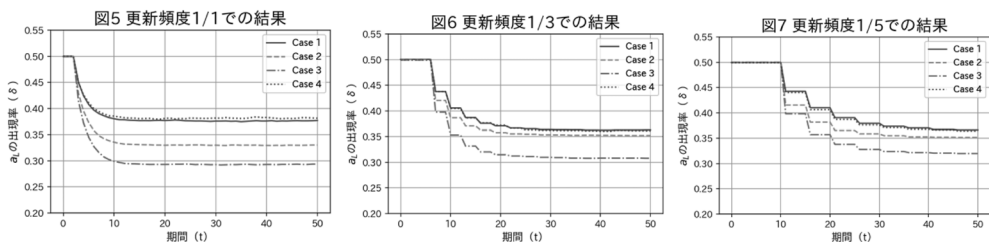
第1に, 全体の結果から確認しよう. まず, Case によって, 収束後の高努力  $a_H$  の出現率の水準に差が観察された. どの更新頻度でも, Case3 の  $a_H$  の出現率が最も高く, Case2 がそれに続いた. Case 1 と Case 4 については, Case 2 と 3 ほどには  $a_H$  の出現率は上がらず, 双方にほとんど差が見られなかった<sup>9</sup>. つまり, 両特性が満たされている指標が最も望ましく, 次に, イ

ンフォーマティブ原理のみが満たされている指標と続き、管理可能性原則のみが満たされている指標と両特性がいずれも満たされていない指標との間には大きな差は見受けられなかった。この順序は、インフォーマティブ原理の重要性を主張してきた分析的研究の知見と整合的である。その一方で、Case 3の高努力 $a_H$ の出現率の高さは、管理可能性原則が決して無視し得ない要因であることを示唆している。分析モデル上、指標の有効性を示す前提条件でも十分条件でもないとする管理可能性がエージェントの努力配分に大きく関係していることは興味深い。

第2に、上と関連して、エージェントの努力水準について確認しておこう。平均的な影響としては、プリンシパルにとって望ましいエージェントが選択する努力配分、つまり、高努力 $a_H$ を引き出せているが、どのCaseでも、高努力 $a_H$ のみの出現とはならなかった。たとえ、理論上望ましいと思われる指標を報酬プランの中で設計し運用しても、運用時の不確実性は回避できないので、エージェントの利己的な行動が完全には抑制されることはない。

第3に、収束の速度について見てみよう。上述したように、Case間でエージェントの努力水準の差は観察されたが、どのCaseであっても、時間の経過とともに高努力 $a_H$ の出現率は漸近的に向上し、一定の水準に収束した。エージェントの安定的な反応を引き出すのに一定の期間を要したのは、確率分布が未知といった業績評価指標であったためであろう。なお、収束までに要する期間（収束速度）は、早ければ10期程度で、長くても40期で $a_H$ の出現率に変化が見られなくなった。この10期から40期という差は、主に更新頻度によるもので、収束の速度にCase間で目立った差は見られなかった。高頻度1/1が最も早く、低頻度1/5が最も遅かった。

最後は、更新頻度の影響について確認しよう。まず、更新頻度が異なっても、Caseによる効果の差（順位）にほとんど違いはなかった。つまり、更新頻度に関わらず、インフォーマティブネスと管理可能性が満たされている指標が利用される方が望ましい。また、図1から4を更新頻度ごとで集計し直した図5（頻度1/1）、6（頻度1/3）、7（頻度1/5）に示される通り、最終的なCase間の差は、更新頻度の高い方が大きい傾向にあった。



次に、どのCase（図1から4）でも、序盤は更新頻度による努力水準の差は大きいですが、収束状態に近づくにつれて、その差はかなり縮まる。具体的に言えば、20期ほどまでは、更新頻度が高いほど、高努力 $a_H$ の出現率は高く、急激にその率が改善していくが、30期以降では、その出現率の頻度間の差異はかなり縮小し、固定化される。なお、指標がインフォーマティブではないCase1（図1）とCase4（図4）では、更新頻度が低い方が、 $a_H$ の出現率は最後まで上昇し続けて、更新頻度が高い場合（特に、頻度が1/1）よりも好ましい水準に収束するという逆転現象が起きている。この点は、指標がインフォーマティブであるCase2（図2）とCase3（図3）とは異なる結果であった。

## 6. 結論

本稿では、業績評価の分析的モデルにコンピュータ・シミュレーションを適用し、業績評価指標の特性であるインフォーマティブネスと管理可能性がエージェントの努力配分に関する均衡点と均衡到達経路に及ぼす影響を観察した<sup>10</sup>。これら評価指標の両特性を同時に考察対象としたことや時系列の変化過程の観察は、先行研究にはない本研究の重要な特徴である。シミュレーションによる仮想実験の結果、以下で示されるように先行研究の知見を補完・拡張する可能性のある結果が得られた。

第1に、先行研究では、業績評価指標の有効性の主たる説明要因として、インフォーマティブ原理と管理可能性原則が代替的に捉えられてきた一方で、本研究では、インフォーマティブ原理は相対的にエージェントの努力配分にプリンシパルにとって望ましい結果をもたらすが、管理可能性原則を持ち合わせることで、無視し得ない効果を生み出していることが明らかになった。特に、両特性の備わったCase 3の件数が最も多かったことを考えれば、このタイプの指標が利用される事例は少なくないと予測できる。インフォーマティブ原理の有効性を認めつつも、管理可能性の効果も視野に入れ、両特性が生み出す効果について一層の経験的な分析が必要になるであろう。また、Case 2とCase 4の比較は、管理可能性を欠いていたとしても、インフォーマティブである指標を選択する重要性を示唆している。このことは、管理可能性原則を逸脱した評価実務を肯定的に捉える研究に対して、インフォーマティブ原理を検討対象に加える必要性を示唆していよう。

第2に、たとえ2つの特性を満たした指標であっても、プリンシパルにとって望ましいエージェントによる努力配分の確実な選択には至らなかった。エージェントの限定合理性や努力の結果に対する確率的影響のために、エージェントの高い努力の提供はせいぜい7割程度にとどまった。低努力は低業績につながる可能性が高いため、低努力を提供したエージェントの選択をどうすれば変更することができるのかは検討価値が高い。分析結果は、指標の特性のみでは限界があることを示しており、他の評価方法の併用やソフトなコントロールによる補完など、より総合的観点からの考察が必要になろう。

最後に、Caseごとにエージェントの努力水準に差が生じたものの、その収束までの速度（期間）に大きな違いは観察されなかった。つまり、評価指標の特性の違いは、エージェントの努力配分に影響を及ぼす一方で、その水準が一定のレベルに収束する速度にはほとんど影響を及ぼさなかった。対して、更新頻度は、一貫してどのCaseにおいても、収束速度を高める効果を有していた。頻度はエージェントに付与する学習機会、すなわち情報量を示唆しているので、エージェントが業績評価指標に対して安定的な反応を示すのに要する期間には、それら指標の測定結果に伴う確率分布に関する情報量が重要な影響を及ぼしているのかもしれない。ただし、この点は、本稿のシミュレーション・モデルでは十分に検討できていないため、今後の検討の方向性の1つを示唆していよう。収束速度は、管理会計システムに対する組織成員の反応の安定性をもたらすのに要するまでの期間を意味しているので、導入問題として重要な着眼点であり、さらなる検討が望まれる。

研究方法論上の本研究の意義についても若干述べておくことにしよう。レレバンス・ロストの議論に代表されるように、経済理論に依拠した分析的な管理会計研究は、実務との接点が希薄であると批判されることも少なくない<sup>11</sup>。その理由の一つに、演繹的結論の前提が実務と大

大きく乖離していることが挙げられる。こうした現状に対して、シミュレーションに依拠した研究は、理論研究の前提を少し現実に寄せることで、両者の橋渡しの役割を果たす可能性を有している。本稿でも、鍵概念を明確に定義した分析的モデルでの前提を踏襲しつつも、業績評価実践を踏まえ、モデルのいくつかの諸条件を緩和し、シミュレーション・モデルに取り込んだ。また、経験的研究の側からは、構成概念の測定の厳密性や長期的な観察の実行可能性といった点での困難さの克服が期待できる。本稿でのシミュレーションは、現実の忠実な再現が目的ではないが、発見事項は業績評価実践を観察する際の着眼点や分析視角を与えるとともに、いくつかの実践的含意も有していると考えられる。

第1に、本稿の分析結果からは、エージェントの努力配分によって、測定結果の周辺確率に差を生み出せるという意味での管理可能性を担保することの重要性が示唆される。不明瞭であると批判されることも少なくない管理可能性概念に関して、本稿では、Antle and Demski (1988) による明確な定義に基づき、その効果を確認したことで、指標の設計特性として曖昧さの少ない指針を提示できた。第2に、指標の導入成果の見極めについての含意である。インフォーマティブで管理可能な望ましい特性を備えた指標であっても、限定合理的にしか行動し得ないエージェントがより良好な資源配分を模索している限り、プリンシパルにとって望ましい選択を彼らが見出すまでにある程度の時間を要する。すなわち、新たな戦略的指標の導入成果を設計者あるいは運用者が見極めるには、一定の観察期間が必要であることを示唆している。この時、低努力を選択するエージェントが少なからず出てくる可能性があるため、複数のエージェントの結果に基づいて導入成果の判断をすべきであろう。第3に、戦略的な指標は、どちらかといえば短期的というよりも中長期的な時間軸を志向した指標ではあるが、本稿の分析結果は、インフォーマティブな指標であれば、その高い効果をできるだけ早く安定的に引き出すには、更新頻度を高くした短期的な評価サイクルの中で運用することが望ましいことを示唆している。

最後に、本研究の課題についても触れておこう。まず、本シミュレーション・モデルをベースにした結果の精緻化が挙げられる。本研究では、報酬プランの指標の特性をインフォーマティブネスおよび管理可能性の有無、すなわち、 $LR_y$  と  $LR_{y|x}$  が1であるか否かによって類型化した。それらの値の大小関係などより細かく捉えることで、分析の精緻化が期待できる。次に、モデルそのものの拡張も可能であろう。ここでは4つ挙げておく。第1に、プライベート情報の追加である。本稿のモデルでは、パブリック情報のみでプライベート情報は取り扱わなかった。たとえば、プライベート情報は、情報の非対称性を高め、エージェント間問題を複雑にする要因であるため、モデルの拡張の余地がある。第2に、集約的指標である。指標の集約は、言うまでもなく会計情報の根本的性質である。本モデルでは、別々の指標として扱ったが、線形結合させるなどしてその効果を考察できるだろう。第3は、マルチ・エージェントへの拡張である。これについては、エージェントの間の相対評価やチームワークなどマルチ・エージェントへとモデルが展開されている (Christensen and Feltham, 2005; 伊藤, 2003)。こうした拡張は、管理可能性原則逸脱に深く関わる柔軟な役割志向 (Burkert et al., 2007) などの協力的行動をより直接的に分析することを可能にするだろう。しかし、より多様で複雑なエージェントの配置と相互作用を数理モデルの中で柔軟に扱うには限界があるかもしれない。これについて、最後の4つ目として、そうした社会システムの複雑性を積極的にシミュレーション・モデルに取り込むことで、エージェントの行動・意思決定パターンの解明が期待される。

## 謝辞

本稿の作成にあたっては、お二人の匿名レフェリーの先生方から丁寧かつ有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝を申し上げる次第である。勿論、本稿にありうべき誤謬は全て筆者の責任に帰するものである。なお、本稿は JSPS 科研費 16K04018, 19K01995, 19K02002 の助成を得て行われた研究成果の一部である。

## 注

- 1 業績評価の分析的モデルとは、最適（均衡）解を目指した数値分析のために定式化されたモデルのことである。また、本稿における分析的研究とは、経済理論ベースの数値分析といった手法を用いた研究を指している（椎葉，2009）。
- 2 コンピュータ・シミュレーションとは、実世界に似せた現象を模擬実験としてコンピュータの中で再現することである（Gilbert and Troitzsch, 2005）。以降、本稿の中で単にシミュレーションと記しても、コンピュータ利用を前提とした意味で用いることにする。
- 3 本稿では、プリンシパルが負うリスクについて、それを再配分するための資本市場は無いと仮定している（Baiman and Demski, 1980）。
- 4 ただし、本シミュレーションでは、参加制約が満たされていると仮定し、エージェントによる契約の拒否については反映させていない。
- 5 報酬プランのパラメータ ( $I_{xy}$ ) は、ソルバーを用いて最適解を算出した。具体的には、本研究では、Python で利用できる `scipy.optimize.minimize` の逐次最小 2 乗法 (SLSQP) を用いた。Christensen and Demski (2003) の数値例とも近似する結果が得られている。
- 6 どのケースにおいても、 $\pi(g|a_H) \geq \pi(g|a_L)$  が満たされている。このように条件づけをすることで、エージェントの選択した行動  $a_H$  と  $y$  のシグナル  $g$  との整合性が確保される。つまり、 $a_H$  が選択されれば、 $g$  が観察される確率は  $a_L$  のときよりも高くなる。
- 7 期待報酬 ( $I_{xy}$ ) は同じ Case の中でもばらつきが生じる。それゆえ、外れ値による過度な影響を除去するため、それぞれの Case において、(1) 指標  $x$  と  $y$  の確率分布の組み合わせ毎に期待報酬  $I_{xy}$  を計算して、その平均値と標準偏差 ( $sd$ ) を算出し、(2) 平均に近いところ ( $\pm sd/2$ ) に収まる  $x$  と  $y$  の確率分布の組み合わせを抽出し、シミュレーションに用いることにした。
- 8 この間、エージェントは、この職務のみに従事するものとしている。また、プリンシパルは、エージェントに每期同じ行動  $a_H$  を選択させ続けるよう報酬プランを一定にしている。
- 9 両特性が備わっていない Case 4 でも他の Case と同様に、高努力の出現率が向上しているのは、報酬が指標  $x$  の分布にも依拠しているためである。
- 10 なお、エージェントの経済学的特性に関するパラメータ（努力の回避度  $\rho$  やパーソナルコスト  $P_a$  など）の影響についても確認している。これらパラメータは、エージェントの努力配分のインセンティブに関わるものであるが、ここで示された結果を大きく変えるものではなかった。
- 11 ただし、渡邊 (2013) は分析的研究の教育を通じた実務への貢献可能性を指摘している。

## 参考文献

- Antle, R., and J. S. Demski. 1988. The controllability principle in responsibility accounting. *The Accounting Review* 63 (4): 700–719.
- 新井康平・大浦啓輔・北田皓嗣. 2010. 「生産管理のための利益情報：日本企業の事業所・工場からの知見」『原価計算研究』34(1): 139–150.
- Arya, A., J. Glover, B. Mittendorf, and L. Ye. 2005. On the use of customized versus standardized performance measures. *Journal of Management Accounting Research* 17(1): 7–21.
- Arya A., J. Glover, and S. Radhakrishnan. 2007. The controllability principle in responsibility accounting: Another look. In Antle R., F. Gjesdal, and P. J. Liang. (Eds.), *Essays in Accounting Theory in Honour of Joel S. Demski*, New York: Springer: 183–198.
- Axelrod, R. 1997. Advancing the art of simulation in the social sciences. In Rosario, C., H. Rainer, and T. Pietro. (Eds.), *Simulating Social Phenomena* (Berlin: Springer-Verlag, 1997): 21–40.
- Baiman, S. and J. S. Demski. 1980. Economically optimal performance evaluation and control systems. *Journal of Accounting Research* 18: 184–220.
- Baiman, S. and J. Noel. 1985. Noncontrollable costs and responsibility accounting. *Journal of Accounting Research* 23(2) 486–501.
- Banker, R. D. and S. M. Datar. 1989. Sensitivity, precision, and linear aggregation of signals for performance evaluation. *Journal of Accounting Research* 27(1): 21–39.
- Bertrand, M. and S. Mullainathan. 2001. Are CEOs rewarded for luck? The ones without principals are. *The Quarterly Journal of Economics* 116(3): 901–932.
- Bolton, P. and M. Dewatripont. 2005. *Contract Theory*, Cambridge and London: MIT Press.
- Budde, J. 2009. Variance analysis and linear contracts in agencies with distorted performance measures. *Management Accounting Research* 20(3): 166–176.
- Burkert, M., F. M. Fischer, F. Hoos, and K. Schuhmacher. 2017. The relationship between lack of controllability and proactive work behavior: An empirical analysis of competing theoretical explanations. *Accounting and Business Research* 47(2): 144–171.
- Bushman, R. M., R. J. Indjejikian, and A. Smith. 1995. Aggregate performance measures in business unit manager compensation: The role of intrafirm interdependencies. *Journal of Accounting Research* 33: 101–128.
- Casas-Arce, P., S. M. Lourenco, and F. A. Martínez-Jerez. 2017. The performance effect of feedback frequency and detail: Evidence from a field experiment in customer satisfaction. *Journal of Accounting Research* 55(5): 1051–1088.
- Christensen, J. 1981. Communication in Agencies. *Bell Journal of Economics* 12(2): 661–674.
- Christensen, J. and J. S. Demski. 2003. *Accounting Theory: An Information Content Perspective*, Boston: McGraw-Hill/Irwin.
- Christensen, P. O. and G. Feltham. 2002. *Economics of Accounting (Vol. 1): Information in Markets*, New York: Springer.
- Christensen, P. O. and G. Feltham. 2005. *Economics of Accounting (Vol. 2): Performance Evaluation*, New York: Springer.

- Choudhury, N. 1986. Responsibility Accounting and Controllability. *Accounting and Business Research* 16(63): 189–198.
- Demski, J. S. 1976. Uncertainty and evaluation based on controllable performance. *Journal of Accounting Research* 14(2): 230–245.
- Demski, J. S. 2008. *Managerial Uses of Accounting Information*, 2nd edition. (Springer Series in Accounting Scholarship), New York: Springer.
- Demski, J. S. and D. E. M. Sappington. 1999. Summarization with errors: A perspective on empirical investigations of agency relationships. *Management Accounting Research* 10(1): 21–37.
- Dent, J. 1987. Tensions in the design of formal control systems: A field study in a computer company. In Bruns, W. and R. Kaplan (Eds.), *Accounting and Management: Field Study Perspectives*, Boston, MA: Harvard Business School Press: 119–145.
- Evans III, J. H., K. Kim, N. J. Nagarajan, and P. Sukesh. 2010. Nonfinancial performance measures and physician compensation. *Journal of Management Accounting Research* 22(1): 31–56.
- Feltham, G. A. and J. Xie. 1994. Performance measurement congruity and diversity in congruity principal/agent relations. *The Accounting Review* 69(3): 429–453.
- Frow, N., D. Marginson, and S. Ogden. 2005. Encouraging strategic behaviour while maintaining management control: Multi-functional project teams, budgets, and the negotiation of shared accountabilities in contemporary enterprises. *Management Accounting Research* 16(3): 269–292.
- Ghosh, D. and R. F. Lusch. 2000. Outcome effect, controllability and performance evaluation of managers: Some field evidence from multi-outlet businesses. *Accounting, Organizations and Society* 25(4/5): 411–425.
- Gigler, F., C. Kanodia, H. Sapat, and R. Venugopalan. 2014. How frequent financial reporting can cause managerial short-termism: An analysis of the costs and benefits of increasing reporting frequency. *Journal of Accounting Research* 52: 357–387.
- Gilbert, N. and K. G. Troitzsch. 2005. *Simulation for the Social Scientist*, 2nd edition. Milton Keynes: Open University Press.
- Giraud, F., L. Pascal, and M. Carla. 2008. Justice as a Rationale for the Controllability Principle: A Study of Managers' Opinions, *Management Accounting Research* 19(1):32–44.
- Hirst, M. K. 1983. Reliance on accounting performance measures, task uncertainty, and dysfunctional behavior: Some extensions. *Journal of Accounting Research* 21(2): 596–605.
- Holmström, B. 1979. Moral hazard and observability. *The Bell Journal of Economics* 10(1): 74–91.
- Holmström, B. and P. Milgrom. 1987. Aggregation and linearity in the provision of intertemporal incentives. *Econometrica* 55(2): 303–328.
- Horngren, C. T., S. M. Foster, and G. Datar. 2006. *Cost Accounting*, 12th edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall International.
- Iselin, E. R. 1988. The effects of information load and information diversity on decision quality in a structured decision task. *Accounting, Organizations and Society* 13(2): 147–164.
- Ittner, C. D., D. Larcker, and M. Rajan. 1997. The choice of performance measures in annual bonus contracts. *The Accounting Review* 72(2): 231–255.
- 伊藤克容. 1995. 「責任会計の生成」『一橋論叢』114(5): 901–918.

- 伊藤秀史. 2003. 『契約の経済理論』 有斐閣.
- Kaplan, R.S. and D.P. Norton. 1996. *The Balanced Scorecard*. Boston: Harvard Business School Press.
- 小林哲夫. 1984. 「責任会計における管理可能性概念」『国民経済雑誌』 149(5): 19–37.
- Lambert, R. and D. Larcker. 1987. An Analysis of the Use of Accounting and Market Measures of Performance in Executive Compensation Contracts, *Journal of Accounting Research* 25: 85–125.
- Merchant, K. A. 1987. How and why firms disregard the controllability principle, in a computer company. In Bruns, W. and R. Kaplan, (Eds.), *Accounting and Management: Field Study Perspectives*, Boston, MA: Harvard Business School Press: 316–338.
- Merchant, K. A. 1989. *Rewarding Results: Motivating Profit Center Managers*. Boston: Harvard Business School Press.
- 三矢裕. 2003. 『アメーバ経営論：ミニ・プロフィットセンターのメカニズムと導入』 中央経済社.
- Moffatt, P. G. 2016. *Experimetrics: Econometrics. for Experimental Economics*. Palgrave. 川越敏司監訳. 2018. 『経済学のための実験統計学』 勁草書房.
- Rubinstein. A. 1998. *Modeling Bounded Rationality*, Cambridge, Mass: London : MIT Press.
- 佐藤紘光・齋藤正章. 1995. 「情報非対称と情報伝達の価値」『管理会計学』 3(2): 61–79.
- Schmidt, A. M. and C. M. Dolis. 2009. Something’s got to give: The effects of dual-goal difficulty, goal progress, and expectancies on resource allocation. *Journal of Applied Psychology* 94(3): 678–691.
- 椎葉淳. 2009. 「管理会計における分析的研究の動向」『メルコ管理会計研究』 2: 69–76.
- Simons, R. 2005. *Levers of Organization Design*. Boston: Harvard Business School Press.
- 鈴木孝則. 2000. 「モニタリングによる動機付け」『管理会計学』 8 (1・2) : 139–156.
- 渡邊章好. 2013. 「管理会計における分析的手法の意図と貢献」『管理会計学』 21(1): 11–20.
- White, J. W., A. Rassweiler, J. F. Samhuri, A. C. Stier, and C. White. 2014. Ecologists should not use statistical significance tests to interpret simulation model results. *Oikos* 123 (4): 385–388.