

No. 2026-005

会計測定攪乱理論

——検証・監視・情報制度の構造的・戦略的・情報の効果——

2026 年 5 月 9 日

鈴木 孝則

会計測定攪乱理論

—検証・監視・情報制度の構造的・戦略的・情報の効果—

Accounting Measurement-Disturbance Theory:
Structural, Strategic, and Informational Effects of Verification and Monitoring

鈴木孝則*

2026 年 5 月 9 日

早稲田大学産業経営研究所（産研）
ワーキングペーパー・シリーズ No.2026-005

ワーキングペーパー注記。本稿は、早稲田大学産業経営研究所（産研）ワーキングペーパー・シリーズにおける回覧用原稿として作成されたものである。改訂版は、後日、学術誌に投稿される可能性がある。

要旨

本稿は、会計測定を受動的観察としてではなく、対象を変化させうる制度的介入として捉える測定攪乱理論を提示する。会計基準、監査証拠、監視技術、および開示制度は、しばしば、測定対象をより正確に読む装置として理解される。しかし、検証可能性を課すことは測定写像を証拠に支えられた部分空間へ射影し、監視構造は監視される主体の情報生成行動を変え、情報区分は残余不確実性を変える。本稿は、これらの効果をそれぞれ構造的攪乱、戦略的攪乱、情報の攪乱として定式化し、三つの攪乱成分を同一の測定・監視設計空間上で分析する。第一に、検証可能化作用素 $E_\tau = (1 - \tau)I + \tau E$ によって測定写像 T を変形するとき、coherence residual は

$$C(E_\tau T) = E_\tau C(T) + \tau[\delta_Y, E]T$$

に分解される。第二に、情報 refinement は情報の不確実性を減らす、構造的攪乱を増やしうる。第三に、監視強化は固定されたリスク方向をより観察可能にしても、主体の内生的反応によって戦略的攪乱を増やしうる。第四に、コンパクトな admissible design space の下で総合攪乱目的関数の最小解と測定攪乱フロンティアが存在する。第五に、成分別単調性は一般には成立しない。すなわち、ある攪乱成分を減らす制度変更が、他の攪乱成分も減らすとは限らない。これらの結果は、会計測定制度の設計を、単一の情報量・検証可能性・監視強度の最大化ではなく、測定攪乱フロンティア上の選択として理解すべきことを示す。

キーワード：会計測定、測定攪乱、検証可能性、監視、監査証拠、情報の不確実性、基準設定、監査理論。

JEL 分類：M40, M41, M42, M48.

* 早稲田大学商学大学院。Email: suzuki@waseda.jp. ORCID: 0009-0008-8955-7003.

1 Introduction

会計測定は、しばしば、対象を読む装置として語られる。より良い測定とは、より多くの情報を集め、より確かな証拠で支え、より強い監視によって虚偽や誤謬を減らす測定である。この見方は自然である。公正価値測定では、観察可能な入力が重視される。減損認識では、認識のための証拠閾値が設けられる。監査では、十分かつ適切な監査証拠の蓄積が求められる。近年の continuous auditing や AI monitoring では、より高頻度・高粒度の監視により、従来見えなかった事象を捉えようとする。サステナビリティ報告では、assurance-ready な指標を整備することが測定制度の信頼性を高めると期待される。

しかし、この見方は正しいが、完全ではない。測定値を検証可能にすることは、すでに存在する数値を後から確認するだけではない。検証可能な数値だけを報告可能にするために、測定写像そのものを変形することがある。監視を強めることは、対象をよりよく観察するだけではない。監視される主体は監視構造を予期し、行動・情報生成・リスク配置を変えることがある。情報区分を細かくすることは、残余不確実性を下げる一方で、その区分が会計上の動学と整合しなければ、測定構造の coherence を攪乱することがある。

本稿は、この観察を形式化する。中心的な主張は次である。

Accounting measurement is not passive observation.

会計測定、検証、監視、情報開示は、対象をただ読むだけではない。それらは対象を変える。より正確には、それらは三つの異なる仕方で測定制度を攪乱する。

第一に、**構造的攪乱**である。検証可能性を課すことは、測定写像を証拠に支えられた部分空間へ押し込む作用である。この作用は、もともと会計動学と整合的であった測定写像を変形しうる。構造的攪乱は、検証射影 E と wealth-side dynamics δ_Y の非可換性、すなわち $[\delta_Y, E]$ によって測られる。

第二に、**戦略的攪乱**である。監視制度は、単に可観測性を高めるだけではない。主体が監視構造を予期するならば、監視されないがリスク関連性のある方向へ行動や情報生成を移動させうる。したがって、監視制度は、対象の情報生成過程を内生的に変える。

第三に、**情報的攪乱**である。証拠区分や開示区分を観察してもなお、測定対象について残る不確実性がある。この残余不確実性は、有限確率空間上では条件付きエントロピー $H(X | \mathcal{G})$ によって測ることができる。情報制度の refinement はこの情報的攪乱を弱く下げが、その改善が他の攪乱成分の改善を伴うとは限らない。

本稿の貢献は四つである。第一に、検証可能化による構造的攪乱の基本恒等式を導出する。測定写像を T 、検証可能化作用素を $E_\tau = (1 - \tau)I + \tau E$ とすると、coherence residual は

$$C(E_\tau T) = E_\tau C(T) + \tau [\delta_Y, E] T$$

に分解される。したがって、 T がもともと coherent であれば、検証可能化が新たに生む攪乱は $\tau \|[\delta_Y, E] T\|_{\text{HS}}$ で正確に表される。

第二に、情報 refinement の二面性を示す。情報区分 $\mathcal{G}_1 \subseteq \mathcal{G}_2$ の refinement は、有限値変数 X に関して $H(X | \mathcal{G}_2) \leq H(X | \mathcal{G}_1)$ をもたらす。しかし、対応する検証射影 $E_1 \preceq E_2$ について、構造的攪乱 $\|[\delta_Y, E] T\|_{\text{HS}}$ は単調ではない。より多い証拠は、必ずしもより低い coherence cost を意味しない。

第三に、監視への内生的反応を reduced-form によって組み込む。監視構造 m に対応する観察行列を H_m 、リスク関連方向への写像を Λ とすると、 $\ker H_m \cap \text{Range}(\Lambda)$ は monitoring architecture が見逃す risk-relevant subspace である。主体の最適反応集合 $U^*(m)$ を用いて、戦略的攪乱をこの blind risk subspace への displacement として定義する。

第四に、三つの攪乱成分を統合する測定攪乱フロンティアを定義し、成分別単調性の失敗を示す。admissible design $a \in \mathcal{A}$ に対して

$$\mathbf{D}(a) = (D_{\text{struct}}(a), D_{\text{strat}}(a), D_{\text{info}}(a))$$

を定義し、到達可能集合

$$\mathcal{F}_{\text{dist}} = \{\mathbf{D}(a) : a \in \mathcal{A}\}$$

を測定攪乱フロンティアの基礎集合とする。コンパクト性と連続性のもとで、 $\mathcal{F}_{\text{dist}}$ はコンパクトであり、Pareto frontier は非空である。さらに、ある攪乱成分を下げる設計変更が、他の攪乱成分も下げるとは限らないことを示す。

本稿の結論は、強い政策処方箋ではなく、設計診断原理である。基準設定主体や監査人は、証拠を増やすか、監視を強めるか、情報を細かくするかどうかだけを見るべきではない。それらが $D_{\text{struct}}, D_{\text{strat}}, D_{\text{info}}$ を同時にどう動かすかを診断すべきである。会計測定制度を設計するとは、どの攪乱を受け入れ、どの攪乱を避け、どの攪乱を管理するかを、測定攪乱フロンティア上で選ぶことである。

本稿の構成は次の通りである。第2節は関連研究を整理する。第3節は統合された測定・監視設計モデルを導入する。第4節は構造的攪乱の基本恒等式を示す。第5節は戦略的攪乱と情報の攪乱を定義し、基本性質を示す。第6節は統合目的関数の存在定理と測定攪乱フロンティアを提示する。第7節は成分別単調性の失敗を interaction theorem として定式化し、応用に入る前の設計原理を整理する。第8節は会計制度への応用を示す。第9節は基準設定論と監査理論への含意を抽出する。第10節は結論を述べる。Appendix A は証明、Appendix B は構成例と補助結果を収録する。

2 先行研究と本稿の位置づけ

本稿は、会計測定論、業績測定設計、監査証拠・検証可能性、監視への戦略的反応、および情報理論的な不確実性評価の交差点に位置する。本節の目的は、関連研究を網羅することではなく、本稿の三つの攪乱成分が、既存研究のどの問いを受け継ぎ、どの点で視角を変えるのかを示すことである。

2.1 会計測定論と測定の整合性

会計を測定体系として理解する立場は、Mattessich の公理的測定論 [13, 14, 15] および Chambers の CoCoA [3] に代表される。これらの研究において、会計測定は単なる記録技術ではなく、対象、尺度、集計、変換、および表示の間に一定の整合性を要求する形式体系として捉えられる。この伝統では、測定値がどのような操作のもとで保存されるか、また、測定対象の変化と測定値の変化がどのように対応するかが重要である。

本稿が用いる coherence という用語も、この測定論的伝統に属する。ただし、本稿では coherence を、満たされなければ測定が直ちに失格する規範的条件としてではなく、測定写像が会計上の動学とどの程度整合しているかを測る構造的基準として扱う。形式的には、測定写像 T と差分作用素

δ_Y, δ_R に対して,

$$\delta_Y T = T \delta_R$$

が成り立つとき、 T は再循環部分空間上で coherent である。本稿では、この等式からの乖離

$$C(T) := \delta_Y T - T \delta_R$$

を coherence residual と呼ぶ。重要なのは、この residual が会計測定上の単なる誤差ではなく、測定写像と会計動学の非可換性を表す点である。

2.2 業績測定設計と測定アーキテクチャ

管理会計・契約理論における業績測定研究は、利用可能な信号をどのように集計し、どの信号に契約ウェイトを与え、どのような多任務環境でどの測定値を用いるべきかを分析してきた。Banker and Datar (1989)[1] は感度と精度に基づく信号集計の原理を示し、Holmström and Milgrom (1991)[11] は観察可能な活動への強いインセンティブが観察困難な活動を歪める multi-task 問題を示した。Feltham and Xie (1994)[10] は複数業績指標の congruity と diversity を整理し、Datar et al. (2001)[7] は業績指標の選択と重みづけに関する tradeoff を精緻化した。Lambert (2001)[12] は、契約理論と会計情報の関係を広く整理している。

これらの研究は、本稿にとって重要な出発点である。ただし、多くの研究では、利用可能な信号構造が所与であり、分析の対象はその信号をどう使うかであった。本稿は、その一段前にある問題を扱う。すなわち、検証可能性、監視技術、情報区分が、そもそもの測定写像や信号構造を生成・変形するかという問題である。この意味で、本稿は signal-use problem ではなく measurement-architecture problem を扱う。

2.3 検証可能性、監査証拠、情報構造

会計における verifiability は、しばしば望ましい測定属性として扱われる。独立した証拠により支持される測定値は、監査可能であり、契約上・制度上の受容可能性を高める。この考え方は、Demski[9]、Christensen and Demski[4]、Christensen and Feltham[5] らの情報構造論とも整合的である。そこでは、情報集合、partition、 σ -代数により、どの状態区分が観察可能または検証可能であるかを表す。

本稿はこの見方を継承するが、一つの転換を加える。すなわち、verifiability を測定値に付随する静的属性としてだけでなく、測定写像に作用する操作として扱う。検証可能な情報区分を表す射影を E とすると、検証可能化は

$$T \longmapsto ET$$

という変換である。この変換は、測定写像の像を証拠に支えられた部分空間へ押し込む。その結果、verifiability は高まるが、coherence は攪乱されうる。

2.4 監視への戦略的反応

監視制度が主体の行動を変えるという考え方は、契約理論、監査論、管理会計において重要である。監視や業績測定は、単に情報を取得するだけではなく、行動を誘導する。多任務モデルでは、測

定される活動への努力が高まり、測定されにくい活動が犠牲になる。監査論では、監査手続が被監査主体の準備行動、証憑管理、取引構造を変える可能性がある。管理会計では、業績指標が行動の対象となり、指標自体が管理される。

本稿は、この問題を strategic disturbance として reduced-form に組み込む。監視構造 m が観察行列 H_m を定め、主体が m を予期して入力 u を選ぶとする。このとき、監視構造が見逃すリスク関連方向 $\ker H_m \cap \text{Range}(\Lambda)$ への移動を、戦略的攪乱として測る。これにより、監視制度は可観測性を高めるだけでなく、観察される対象自体を変えることが分析可能になる。

2.5 情報的不確実性と entropy

情報制度がどれだけの不確実性を残すかを測るため、本稿は有限確率空間上の条件付き entropy を用いる。ここで用いる entropy の基礎は Shannon (1948)[16] に遡り、標準的な整理は Cover and Thomas (2006)[6] に従う。情報区分 $\mathcal{G}$ を観察した後に、会計対象 X について残る不確実性を

$$D_{\text{info}}(\mathcal{G}; X) = H(X \mid \mathcal{G})$$

で測る。これは、情報制度・証拠区分・開示区分を観察してもなお利用者に残る residual uncertainty である。ここでは有限値変数と有限 partition に限定するため、entropy の技術的問題を避けられる。連続分布、微分 entropy, rate-distortion などの拡張は、将来研究に残す。

2.6 本稿の位置づけ

以上をまとめると、本稿は次の位置にある。なお、会計情報と corporate governance の広い関係については Bushman and Smith (2001)[2] も参照されたい。会計測定論からは coherence の形式的概念を受け継ぐ。業績測定設計からは、測定アーキテクチャが制度的選択対象であるという問題意識を受け継ぐ。監査証拠論からは、検証可能性を情報区分として扱う考え方を受け継ぐ。戦略的監視研究からは、監視が行動を変えるという洞察を受け継ぐ。情報理論からは、残余不確実性を entropy で測る手法を受け継ぐ。本稿の貢献は、これらを三種類の測定攪乱として統合し、それらが成分別に分離して最適化できないことを示す点にある。

3 モデル：統合された会計測定・監視設計

3.1 統合設計変数

測定攪乱理論では、検証可能性、監視構造、情報制度を別々に最適化するのではなく、一体として選ばれる制度設計とみなす。そこで、admissible measurement-monitoring design を

$$a \in \mathcal{A}$$

と書く。各設計 a は、少なくとも次の要素を含む。

$$a = (E_a, m_a, \mathcal{G}_a, T_a).$$

ここで、 E_a は verification projection, m_a は monitoring architecture, $\mathcal{G}_a$ は information partition または evidence regime, $T_a : R \rightarrow H_Y$ はその制度の下で評価される基準測定写像である。

注 3.1. 会計制度では、証拠要求、監視制度、開示粒度が別々の政策変数のように扱われることが多い。しかし、測定攪乱理論では、これらは相互作用する。証拠 partition を細かくすれば情報の不確実性は下がるかもしれないが、その partition が accounting dynamics と非可換なら structural disturbance は増えうる。また、monitoring architecture を強化すると観測可能性は増すかもしれないが、主体が blind risk subspace へ移動し strategic disturbance が増えうる。したがって、本稿ではこれらを一つの design variable a として扱う。

3.2 構造的環境

会計状態を表す Hilbert 空間を H_Z 、報告・測定値を表す Hilbert 空間を H_Y とする。再循環・期間配分・recycling の問題が生じる有限次元部分空間を $R \subset H_Z$ とし、 R 上の状態側差分作用素を $\delta_R : R \rightarrow R$ と書く。報告側の wealth-side dynamics を $\delta_Y : H_Y \rightarrow H_Y$ とする。

測定写像は有界線形作用素

$$T : R \rightarrow H_Y$$

である。本稿では、 R を有限次元とするため、 T は Hilbert–Schmidt 作用素であり、 $\|T\|_{\text{HS}}$ が well-defined である。

定義 3.2 (Coherence residual). 測定写像 $T : R \rightarrow H_Y$ に対して、*coherence residual* を

$$C(T) := \delta_Y T - T \delta_R$$

と定義する。 $C(T) = 0$ のとき、 T は R 上で *coherent* であるという。

3.3 検証可能性と条件付き期待値

検証可能性は、報告側の情報空間上の部分 σ -代数 $\mathcal{G} \subseteq \mathcal{F}_Y$ によって表す。このとき、検証可能な測定値の部分空間は

$$M_{\mathcal{G}} = L^2(Y, \mathcal{G}, \nu|_{\mathcal{G}}) \subseteq H_Y$$

であり、 H_Y から $M_{\mathcal{G}}$ への canonical projection は条件付き期待値

$$E_{\mathcal{G}} = \mathbb{E}[\cdot | \mathcal{G}]$$

である。以下では、記号を簡単にするため、検証射影を E と書く。

本稿が任意の直交射影ではなく条件付き期待値を用いる理由は、会計的 admissibility にある。条件付き期待値は positivity と constants を保存する。すなわち、 $f \geq 0$ なら $Ef \geq 0$ 、また $E1 = 1$ である。これは、測定写像を検証可能化した後にも、非負性と単位定数の保存を維持するために必要である。

部分的な検証可能化を表すため、 $\tau \in [0, 1]$ に対して

$$E_{\tau} := (1 - \tau)I + \tau E$$

を定義する。 $\tau = 0$ は検証可能化なし、 $\tau = 1$ は完全な検証可能化である。

3.4 戦略的環境

監視構造を m とし、対応する観察行列を H_m とする。主体の行動・情報生成入力を $u \in \mathcal{U}$ とし、リスク関連方向への写像を Λ とする。監視構造 m が見逃すリスク関連部分空間を

$$B(m) := \ker H_m \cap \text{Range}(\Lambda)$$

と呼ぶ。 Π_m を $B(m)$ への直交射影とする。

主体は m を予期して、目的関数 $\Phi(u; m)$ を最大化すると仮定する。最適反応集合を

$$U^*(m) := \arg \max_{u \in \mathcal{U}} \Phi(u; m)$$

と書く。

3.5 情報環境

情報的攪乱は、有限確率空間上で定義する。会計対象を有限値確率変数 X とし、情報制度または証拠区分を有限 partition が生成する σ -代数 $\mathcal{G}$ とする。このとき、 $\mathcal{G}$ を観察した後に X について残る不確実性を

$$H(X \mid \mathcal{G})$$

で測る。

3.6 三つの攪乱成分

統合設計 $a = (E_a, m_a, \mathcal{G}_a, T_a)$ に対して、三つの攪乱成分を次のように定義する。

$$\begin{aligned} D_{\text{struct}}(a) &:= \|[\delta_Y, E_a]T_a\|_{\text{HS}}, \\ D_{\text{strat}}(a) &:= \sup_{u \in U^*(m_a)} \|\Pi_{m_a}\Lambda u\|, \\ D_{\text{info}}(a) &:= H(X \mid \mathcal{G}_a). \end{aligned}$$

必要に応じて、 D_{struct} は τ を含む形で $\tau\|[\delta_Y, E]T\|_{\text{HS}}$ と書く。

仮定 3.3 (基本正則性). 以下を仮定する。

- (i) R は有限次元であり、 δ_R と δ_Y は有界である。
- (ii) 各 E_a は条件付き期待値に由来する有界射影である。
- (iii) $\mathcal{U}$ は compact であり、 $\Phi(\cdot; m)$ は連続である。
- (iv) X と $\mathcal{G}_a$ は有限であり、 $H(X \mid \mathcal{G}_a)$ は有限である。
- (v) 後続の存在定理において、 $\mathcal{A}$ は compact であり、 $a \mapsto D_{\text{struct}}(a), D_{\text{strat}}(a), D_{\text{info}}(a)$ は連続である。

4 構造的攪乱：検証可能化による coherence residual

本節では、検証可能化が coherent な測定写像をどのように攪乱するかを定式化する。これは本稿の最初の基礎定理であり、後続の相互作用定理の出発点である。

定理 4.1 (検証可能化による構造的分解). 任意の有界測定写像 $T : R \rightarrow H_Y$ と $E_\tau = (1 - \tau)I + \tau E$ について,

$$C(E_\tau T) = E_\tau C(T) + \tau[\delta_Y, E]T$$

が成り立つ。

Proof. 定義より

$$C(E_\tau T) = \delta_Y E_\tau T - E_\tau T \delta_R.$$

右辺に $E_\tau \delta_Y T$ を足して引くと,

$$\begin{aligned} C(E_\tau T) &= E_\tau (\delta_Y T - T \delta_R) + (\delta_Y E_\tau - E_\tau \delta_Y) T \\ &= E_\tau C(T) + [\delta_Y, E_\tau] T. \end{aligned}$$

さらに $E_\tau = (1 - \tau)I + \tau E$ であるから,

$$[\delta_Y, E_\tau] = \tau[\delta_Y, E].$$

したがって主張が従う。 □

系 4.2 (coherent map の構造的攪乱). T が *coherent*, すなわち $C(T) = 0$ であれば,

$$C(E_\tau T) = \tau[\delta_Y, E]T$$

である。したがって, 検証可能化が生む *structural disturbance* は

$$D_{\text{struct}}(E, \tau; T) = \tau \|[\delta_Y, E]T\|_{\text{HS}}$$

で測られる。

注 4.3 (解釈). この結果は, 検証可能性を測定値に付随する属性としてだけでなく, 測定写像に作用する操作として扱うことの意味を示す。検証可能化は T を $E_\tau T$ へ変形する。この変形が coherence を壊すかどうかは, E と δ_Y が可換かどうかによって決まる。

系 4.4 (dynamic alignment). $[\delta_Y, E] = 0$ であれば, 任意の *coherent* T について $D_{\text{struct}}(E, \tau; T) = 0$ である。

5 戦略的攪乱と情報的攪乱

第 4 節は, 検証可能化が coherent measurement を攪乱する structural branch を定式化した。本節では, 残る二つの branch を定義する。第一に, monitoring architecture を予期した主体の反応に基づく strategic disturbance, 第二に, 情報区分を観察してもなお残る informational disturbance である。

5.1 戦略的攪乱

定義 5.1 (blind risk subspace). 監視構造 m に対して,

$$B(m) := \ker H_m \cap \text{Range}(\Lambda)$$

を *blind risk subspace* と呼ぶ。これは、監視構造 m によって直接観察されないが、リスク関連方向に属する部分空間である。

定義 5.2 (strategic disturbance). Π_m を $B(m)$ への直交射影とし、主体の最適反応集合を $U^*(m)$ とする。 *strategic disturbance* を

$$D_{\text{strat}}(m) := \sup_{u \in U^*(m)} \|\Pi_m \Lambda u\|$$

と定義する。

命題 5.3 (well-definedness). $\mathcal{U}$ が *compact* で、 $\Phi(\cdot; m)$ が連続なら、 $U^*(m)$ は非空 *compact* であり、 $D_{\text{strat}}(m)$ は有限である。

Proof. Weierstrass の定理により、連続関数 $\Phi(\cdot; m)$ は compact set $\mathcal{U}$ 上で最大値を達成する。したがって $U^*(m)$ は非空である。標準的な最大化対応の閉性により $U^*(m)$ は compact である。写像 $u \mapsto \|\Pi_m \Lambda u\|$ は連続であり、compact set 上で有界であるから、 $D_{\text{strat}}(m)$ は有限である。 $\square$

命題 5.4 (固定ベクトル単調性と内生反応). 固定されたリスクベクトル r については、*blind subspace* が縮小すれば *hidden component* は弱く減少する。しかし、主体の最適反応 $u^*(m)$ が m に依存する場合、監視強化が $D_{\text{strat}}(m)$ を増加させることがありうる。

証明の考え方. 前半は直交射影の単調性から従う。後半は、より強い監視が一つの方向を塞ぐ一方で、主体が別の *blind direction* へ移動する有限次元例により示される。具体的構成は Appendix B に示す。 $\square$

5.2 情報的攪乱

定義 5.5 (informational disturbance). 有限値会計対象 X と有限情報区分 $\mathcal{G}$ に対して、*informational disturbance* を

$$D_{\text{info}}(\mathcal{G}; X) := H(X | \mathcal{G})$$

と定義する。対応する *information gain* は

$$G_{\text{info}}(\mathcal{G}; X) = H(X) - H(X | \mathcal{G}) = I(X; \mathcal{G})$$

である。

補題 5.6 (情報的不確実性の境界). 有限値 X について、

$$0 \leq H(X | \mathcal{G}) \leq H(X) < \infty$$

である。また、 $H(X | \mathcal{G}) = 0$ であることは、 X が $\mathcal{G}$ -可測であることと同値である。

補題 5.7 (情報 refinement の単調性). $\mathcal{G}_1 \subseteq \mathcal{G}_2$ ならば、

$$H(X | \mathcal{G}_2) \leq H(X | \mathcal{G}_1)$$

である。

Proof. 条件付き entropy の chain rule より, $\mathcal{G}_2$ は $\mathcal{G}_1$ より細かい情報を含むため, 追加情報によって条件付き entropy は増加しない。□

数値を持つ会計変数 Z を扱う場合には, entropy だけでは, 非ゼロだが決定的な residual を捉えにくい。そこで, 歪み付き情報の攪乱として

$$D_{\text{info}}^\lambda(\mathcal{G}; X, Z) := H(X | \mathcal{G}) + \lambda \mathbb{E}[\|Z - \mathbb{E}[Z | \mathcal{G}]\|^2]$$

を用いることもできる。本稿では, 主要結果には単純な $H(X | \mathcal{G})$ を用い, 歪み付き版は補助的拡張として扱う。

6 統合設計, 存在定理, 測定攪乱フロンティア

第 4 節と第 5 節で, 三つの攪乱成分を定義した。本節では, それらを同一の admissible design space 上に置き, 総合的な設計問題が解を持つこと, および三つの攪乱成分の frontier が存在することを示す。

6.1 総合目的関数

$\eta = (\eta_s, \eta_g, \eta_i) \in \mathbb{R}_+^3$ を重みベクトルとし, 制度コストを $C(a)$ とする。総合攪乱目的関数を

$$J_\eta(a) := \eta_s D_{\text{struct}}(a) + \eta_g D_{\text{strat}}(a) + \eta_i D_{\text{info}}(a) + C(a)$$

と定義する。

定理 6.1 (統合設計問題の解の存在). $\mathcal{A}$ が compact であり, $D_{\text{struct}}, D_{\text{strat}}, D_{\text{info}}, C$ が $\mathcal{A}$ 上連続であるとする。このとき,

$$a^* \in \arg \min_{a \in \mathcal{A}} J_\eta(a)$$

が存在する。

Proof. J_η は compact set $\mathcal{A}$ 上の連続関数である。したがって Weierstrass の定理により最小値を達成する。□

注 6.2. この定理は headline result ではない。役割は, 測定・検証・監視制度の統合設計問題が well-defined であることを保証することである。

6.2 測定攪乱フロンティア

定義 6.3 (disturbance vector). 設計 $a \in \mathcal{A}$ に対して,

$$\mathbf{D}(a) := (D_{\text{struct}}(a), D_{\text{strat}}(a), D_{\text{info}}(a)) \in \mathbb{R}_+^3$$

を *disturbance vector* と呼ぶ。

定義 6.4 (attainable disturbance set). 到達可能攪乱集合を

$$\mathcal{F}_{\text{dist}} := \{\mathbf{D}(a) : a \in \mathcal{A}\} \subset \mathbb{R}_+^3$$

と定義する。

定義 6.5 (Pareto efficiency). $x, y \in \mathbb{R}_+^3$ について, $y \leq x$ かつ $y \neq x$ であるとき, y は x を *Pareto dominate* するという。 $x \in \mathcal{F}_{\text{dist}}$ が他の $y \in \mathcal{F}_{\text{dist}}$ によって支配されないとき, x は *Pareto efficient* であるという。 *Pareto efficient* な点の集合を $\text{Eff}(\mathcal{F}_{\text{dist}})$ と書く。

定理 6.6 (測定攪乱フロンティア). $\mathcal{A}$ が *compact* で, $\mathbf{D}$ が連続であれば, $\mathcal{F}_{\text{dist}}$ は *compact* である。また, $\text{Eff}(\mathcal{F}_{\text{dist}})$ は非空である。

Proof. 連続写像による compact set の像は compact であるから, $\mathcal{F}_{\text{dist}}$ は compact である。任意の正の重み $\lambda \in \mathbb{R}_{++}^3$ に対して, $x \mapsto \lambda \cdot x$ は $\mathcal{F}_{\text{dist}}$ 上の連続関数であり, 最小値を達成する。その最小点が Pareto efficient でないなら, それを厳密に支配する点が存在し, 正の重みのもとで目的値がより小さくなる。これは最小性に反する。 $\square$

命題 6.7 (スカラー化とランダム化). 正の重みによるスカラー化解は *Pareto frontier* 上にある。さらに, 制度的に *ex ante randomization* を認め, 攪乱を期待値で評価するなら, 到達可能集合は $\text{co}(\mathcal{F}_{\text{dist}})$ へ凸化される。

注 6.8. 決定的な設計の frontier は一般に非凸であり, すべての Pareto 点が重み付き和問題で回収されるとは限らない。ランダム化を認める場合に初めて, 凸包上の supported efficient points を標準的なスカラー化で扱える。

7 相互作用定理と応用前の統合

ここまでで, 三つの攪乱成分と, それらを同時に扱う測定攪乱フロンティアが定義された。本節では, 本稿の headline result となる interaction theorem を提示し, その後, 応用節に進むための設計原理を整理する。

7.1 成分別改善と separability

定義 7.1 (成分別単調性). 二つの設計 $a, a' \in \mathcal{A}$ について, ある成分 $j \in \{s, g, i\}$ を改善する設計変更 $a \rightarrow a'$ が, すべての他成分も弱く改善するなら, 成分別単調性が成り立つという。形式的には,

$$D_j(a') < D_j(a) \implies D_k(a') \leq D_k(a) \quad (k \neq j)$$

である。

本稿が示すのは, この成分別単調性が一般には成立しないことである。重要なのは, 次のような強すぎる主張ではない。

ある攪乱を下げると必ず別の攪乱が上がる。

そうではなく, 本稿が示すのは, より弱く, しかし十分に重要な主張である。

ある攪乱を下げる制度変更が, 他の攪乱も下げるとは限らない。

7.2 構造的攪乱と情報の攪乱の相互作用

命題 7.2 (情報 refinement と構造的攪乱の非単調性). 有限確率空間上に, $\mathcal{G}_1 \subseteq \mathcal{G}_2$ である二つの情報区分と, 対応する条件付き期待値 $E_1 \preceq E_2$, および測定写像 T が存在して,

$$H(X | \mathcal{G}_2) < H(X | \mathcal{G}_1)$$

であるにもかかわらず,

$$\|[\delta_Y, E_2]T\|_{\text{HS}} > \|[\delta_Y, E_1]T\|_{\text{HS}}$$

となる。

証明の考え方. Appendix B の三状態例を用いる。粗い区分では, E_1 の像が δ_Y によって保存されるように取る。一方, 精緻化された区分 E_2 はより多くの状態を識別するが, 追加された方向が δ_Y によって未検証方向へ漏れるように構成する。このとき, 情報の不確実性は下がるが, commutator norm は増加する。□

7.3 構造的攪乱と戦略的攪乱の相互作用

命題 7.3 (structural–strategic interaction). 構造的攪乱を下げる設計変更が, 戦略的攪乱を上げる場合がある。すなわち, ある $a, a' \in \mathcal{A}$ について,

$$D_{\text{struct}}(a') < D_{\text{struct}}(a), \quad D_{\text{strat}}(a') > D_{\text{strat}}(a)$$

となりうる。

証明の考え方. 検証射影を会計動学と整合させることで D_{struct} を下げる一方, その整合した証拠区分が監視構造に予測可能な blind direction を作るような finite-dimensional reduced-form example を構成する。主体はこの blind direction へ移動し, D_{strat} が増加する。構成例は Appendix B に示す。□

7.4 戦略的攪乱と情報の攪乱の相互作用

命題 7.4 (strategic–informational interaction). ランダム化された監視手続は戦略的攪乱を下げるが, その制度的実装が利用者にとっての情報区分を粗くする場合, 情報の攪乱を上げうる。

証明の考え方. 二つの監視手続を ex ante にランダム化すると, 主体は特定の blind direction に適応しにくくなるため, D_{strat} は低下しうる。一方, 利用者が realized monitoring regime を完全には観察できない場合, 公開される情報区分は粗くなり, $H(X | \mathcal{G})$ は増加しうる。Appendix B に二状態例を示す。□

定理 7.5 (測定攪乱の非分離性). 一般に, 測定攪乱成分は成分別に単調ではない。すなわち, ある成分 D_j を低下させる制度変更が, 他の成分 D_k も低下させるとは限らない。したがって, 会計測定, 検証, 監視, 情報区分は, 個別目的の単純最適化ではなく, 測定攪乱フロンティア上の同時選択として扱う必要がある。

Proof. 前の三命題が、 $D_{\text{info}} \downarrow$ かつ $D_{\text{struct}} \uparrow$, $D_{\text{struct}} \downarrow$ かつ $D_{\text{strat}} \uparrow$, $D_{\text{strat}} \downarrow$ かつ $D_{\text{info}} \uparrow$ のそれぞれの可能性を示している。したがって、成分別単調性は一般には成立しない。□

7.5 形式結果から会計設計原理へ

以上の結果から、Applications に進む前に、五つの設計原理を整理しておく。

第一に、証拠精緻化は測定改善と同義ではない。情報や証拠を増やすことは D_{info} を下げうるが、 D_{struct} を上げうる。第二に、検証可能性は属性であるだけでなく操作である。 $T \mapsto ET$ は測定写像を変形する。第三に、監視は可観測性だけでなく行動を変える。第四に、情報利得と整合性保存は異なる目的である。第五に、会計測定制度の設計は、単一目的最大化ではなくフロンティア管理である。

本稿は、証拠を増やすことが悪い、監視を強めることが悪い、または必ず tradeoff がある、とは主張しない。主張するのは、成分別単調性が一般には成立せず、制度設計は $D_{\text{struct}}, D_{\text{strat}}, D_{\text{info}}$ の同時変化を見なければならない、ということである。

8 Applications：会計制度を測定攪乱フロンティアとして読む

本節では、理論をいくつかの会計制度上の問題に適用する。目的は、個別制度について強い政策結論を直ちに導くことではない。よく知られた会計制度上の論点を、測定攪乱フロンティア上の選択として読み直すことである。

8.1 公正価値測定と observable-input restrictions

公正価値測定は、測定対象の経済的変動をより直接的に反映するための制度として理解されることが多い。しかし、公正価値測定が制度上受け入れられるためには、その測定値が十分に検証可能でなければならない。実務上は、観察可能な市場価格、独立した取引価格、外部評価、モデル入力 of 階層などを通じて、公正価値測定の検証可能性が確保される。

本稿の記号で言えば、observable-input restriction は、wealth-side reading space 上の情報区分 $\mathcal{G}_{\text{FV}}$ と、それに対応する条件付き期待値 E_{FV} を導入する操作である。これにより、情動的攪乱 $H(X | \mathcal{G}_{\text{FV}})$ は低下しうる。しかし、観察可能入力によって定められる証拠区分が wealth-side dynamics によって保存されない場合、

$$D_{\text{struct}}(E_{\text{FV}}; T) = \|[\delta_Y, E_{\text{FV}}]T\|_{\text{HS}}$$

は増加しうる。

したがって、公正価値階層は、単なる信頼性階層ではなく、情動的攪乱と構造的攪乱の相互作用として読める。Level 1 入力が存在することは、必ずしも coherence cost が低いことを意味しない。重要なのは、その証拠区分が当該資産の経済的動学と整合しているかである。

8.2 OCI recycling と recirculation channel

OCI recycling は、構造的攪乱を理解するうえで典型的な制度である。OCI は、一定の変動を一時的に包括利益に認識し、後に実現または条件達成により P/L へ振り替える。この構造は、stock-domain と flow-domain の間で項目が循環する再循環 channel を作る。

本稿の視点からは、recycling は表示区分の問題にとどまらない。それは、realization-based evidence によって P/L verifiability を高める一方で、wealth dynamics と income recognition の整合性を攪乱しうる制度設計である。realization による証拠区分が E_{real} を定めるとすると、問題は $[\delta_Y, E_{\text{real}}]$ が小さいかどうかである。

もし E_{real} が wealth-side dynamics によって保存されないなら、recycling は、情報的には明確な区分を与える一方で、構造的には coherence residual を発生させる。この意味で、OCI recycling は測定攪乱フロンティア上の選択である。

8.3 Continuous auditing と AI monitoring

Continuous auditing と AI monitoring は、より高頻度・高粒度の監視によって、従来見えなかった取引、異常、リスク方向を観察可能にしようとする制度である。固定された行動ベクトルについて見れば、監視強化は blind subspace を縮小し、hidden component を減らす。しかし、監視される主体が監視構造を予期する場合、結果は単純ではない。

監視構造 m が観察行列 H_m を定めるとする。主体が m を予期して行動入力 $u^*(m)$ を選ぶなら、監視制度は単に H_m を変えるだけでなく、 $u^*(m)$ そのものを変える。したがって、戦略的攪乱

$$D_{\text{strat}}(m) = \sup_{u \in U^*(m)} \|\Pi_m \Lambda u\|$$

が発生しうる。

この視点は、AI monitoring を評価する際に重要である。AI は広範な観察を可能にするが、同時に、監視される主体がアルゴリズムの特徴を学習し、検出されにくい行動様式に移動する可能性がある。したがって、AI monitoring の設計は、検出性能だけでなく、それが誘発する戦略的 displacement も含めて評価されるべきである。

8.4 ESG assurance-ready metrics

ESG やサステナビリティ測定では、保証可能な指標を整備することが重要視される。保証可能な指標は、利用者にとって理解しやすく、監査人や保証業務提供者にとって検証しやすい。しかし、assurance-ready metrics は、必ずしも dynamic performance measurement と同一ではない。

たとえば、企業の長期的な environmental positioning や governance capability は、複数期間にわたって蓄積・変化する動学的状態である。これを保証可能な定型指標に変換すると、情報の攪乱は下がるかもしれない。しかし、その指標区分が基礎的な performance dynamics を保存しない場合、構造的攪乱は増える可能性がある。

したがって、ESG assurance の問題は、単に指標を保証可能にすることではない。保証可能性によってどの dynamic coherence が失われるかを診断する必要がある。

8.5 Randomized audit procedures

ランダム化された監査手続は、戦略的攪乱を抑える可能性がある。監査対象がどの手続が選ばれるかを事前に予測できない場合、特定の blind direction へ行動を移動させることが難しくなる。そのため、 D_{strat} は低下しうる。

しかし、ランダム化は情報の攪乱を高める場合がある。利用者がどの監査手続が実施されたか、またはその手続がどの情報区分を生成したかを十分に観察できない場合、公開される情報区分は粗くなり、 $H(X | \mathcal{G})$ は増加しうる。

この例は、strategic-informational interaction を示す。監査手続のランダム化は、監視される主体への戦略的適応を抑える手段であるが、同時に、利用者にとっての透明性や情報精度に別の費用をもたらす。

8.6 応用のまとめ

応用	主たる相互作用	中心的含意
公正価値測定	構造的 – 情動的	observable inputs は情動的の不確実性を下げるが、coherence cost を下げるとは限らない
OCI recycling	構造的 – 情動的	realization evidence は P/L verifiability を高めるが、recirculation coherence を攪乱しうる
AI/continuous auditing	戦略的	監視強化は行動・情報生成を blind direction へ動かす
ESG assurance	情動的 – 構造的	assurance-ready 指標は dynamic performance coherence を薄くする
Randomized audit	戦略的 – 情動的	ランダム化は戦略的攪乱を下げるが、情動的透明性を下げうる

9 Implications for Standards Setting and Audit Theory

前節の応用は、いずれも、ある種の情報・証拠・監視の強化が、一つの攪乱成分を下げる一方で、別の攪乱成分を上げうることを示している。本節では、これらの応用から、基準設定論および監査理論に対する一般的含意を抽出する。

9.1 基準設定は測定攪乱フロンティア上の選択である

会計基準設定は、しばしば、測定属性の改善として記述される。規範的会計基準の限界をめぐる古典的問題意識については Demski (1973)[8] も参照されたい。より関連性のある情報、より忠実に表現された情報、より検証可能な情報、より比較可能な情報を提供するために、基準設定主体は認識・測定・表示・開示のルールを設計する。この見方は正しい。しかし、本稿の理論から見ると、それだけでは不十分である。

基準設定主体が測定制度を変更するとき、その変更は単に一つの属性を高めるだけではない。それは、測定写像、証拠区分、監視構造、情報区分を同時に変える。したがって、制度変更は一般に、

$$D_{\text{struct}}(a), \quad D_{\text{strat}}(a), \quad D_{\text{info}}(a)$$

を同時に動かす。到達可能な攪乱集合は $\mathcal{F}_{\text{dist}}$ であり、基準設定はこの集合またはその Pareto frontier 上の点を選ぶ問題として理解できる。

したがって、基準設定上の問いは「どれだけ証拠を増やすか」ではなく、「どの証拠区分が、どの測定対象について、どの程度の構造的・戦略的・情動的攪乱を伴うか」である。

9.2 証拠要求は accounting dynamics と整合している必要がある

証拠要求の精緻化は、しばしば測定改善と同一視される。しかし、証拠区分が細かいことと、会計動学と整合していることは同じではない。 $\mathcal{G}_1 \subseteq \mathcal{G}_2$ ならば、情報的不確実性は弱く低下する。しかし、対応する E_2 が δ_Y と非可換であれば、

$$\|[\delta_Y, E_2]T\|_{\text{HS}}$$

は増加しうる。

したがって、基準設定主体は、証拠要求の粒度だけでなく、証拠 partition が測定対象の accounting dynamics によって保存されるかを評価すべきである。重要なのは more evidence ではなく dynamically aligned evidence である。

9.3 監査品質は証拠蓄積だけではない

監査理論に対する含意は明確である。監査品質は、十分かつ適切な監査証拠を蓄積する能力として語られることが多い。この見方は重要である。しかし、本稿の理論は、監査手続が測定構造や被監視主体の行動を変える可能性を明示する。

第一に、監査証拠の要求は、報告可能な測定写像を変える。証拠に支えられた部分空間への射影は、測定写像を T から ET へ変換する。その結果、証拠支持は高まるが、coherence residual が発生しうる。第二に、監査手続や監視構造を予期した主体は、取引構造、証憑管理、情報生成行動を変えることがある。これは strategic disturbance である。

したがって、監査品質は、証拠の十分性・適切性だけでなく、監査手続が測定の coherence をどのように変えるか、また、監視される主体の情報生成行動をどのように変えるかを含めて評価されるべきである。

9.4 監視設計と戦略的反応

監視制度は、何を観察するかだけでなく、何を生成させるかにも関わる。強い監視は、固定されたリスク方向については hidden component を減らす。しかし、監視される主体が監視構造を予期する場合、未監視方向への displacement が生じうる。

この含意は、continuous auditing, AI monitoring, 内部統制評価, サステナビリティ保証に共通する。監視制度を設計する際には、検出能力だけでなく、その監視制度がどのような行動変化を誘発するかを考慮する必要がある。

9.5 基準設定と監査の連携

基準設定と監査は、しばしば別々の層として扱われる。基準設定主体は認識・測定・開示ルールを定め、監査人はそれらに従って証拠を集める。しかし、本稿の理論では、この分離は完全ではない。認識・測定基準は証拠 partition を定め、監査手続はそれを実装し、ときに再形成する。

したがって、基準設定主体と監査人は、認識基準と監査手続を分離可能な層として扱うのではなく、同じ測定攪乱フロンティア上の連動した設計変数として見る必要がある。

9.6 本節の含意が主張しないこと

本稿は、証拠を増やすことが悪いとは主張しない。監視を強めることが悪いとも主張しない。情報を細かくすることが望ましくないとも主張しない。また、一つの攪乱を下げると必ず別の攪乱が上がるとも主張しない。

本稿の主張はより限定的である。証拠、監視、情報制度の改善は、成分別に単調ではない。したがって、基準設定主体や監査人は、単一属性の改善だけを見て制度設計を評価すべきではない。測定制度は、構造的・戦略的・情動的攪乱の相互作用を診断しながら設計されるべきである。

10 結論

本稿の出発点は、単純ではあるが、会計測定論にとって根本的な観察であった。会計測定は受動的な観察ではない。測定値を検証可能にすること、監視可能性を高めること、情報区分を細分化することは、単に既存の対象をより正確に読む操作ではない。それらは、測定写像を変形し、監視される主体の情報生成行動を変え、利用者に残る情報の不確実性を変化させる制度的介入である。

この観察を分析可能な理論にするため、本稿は三種類の測定攪乱を区別した。構造的攪乱は、検証可能化や証拠射影が、もともと動学的に整合的であった測定写像をどれだけ変形するかを測る。戦略的攪乱は、監視制度を予期した主体が、行動・情報生成・リスク配置を未監視方向へ移動させることによって生じる。情動的攪乱は、証拠区分・開示区分・監視信号を観察してもなお、測定対象について残る不確実性を表す。

形式的には、検証可能化による構造的攪乱の分解式

$$C(E_T T) = E_T C(T) + \tau[\delta_Y, E]T$$

が最初の基礎となる。この式は、検証可能性が単なる測定属性ではなく、測定写像に作用する操作であることを示す。次に、情報 refinement は $H(X | \mathcal{G})$ を下げるが、 $\|[\delta_Y, E]T\|_{HS}$ を下げるとは限らないことを示した。さらに、監視構造への主体の内生的反応を reduced-form により組み込み、監視強化が strategic disturbance を増やしうることを示した。

これらの成分を統合するため、本稿は測定攪乱フロンティア

$$\mathcal{F}_{\text{dist}} = \{(D_{\text{struct}}(a), D_{\text{strat}}(a), D_{\text{info}}(a)) : a \in \mathcal{A}\}$$

を定義した。コンパクト性と連続性のもとで、この集合は compact であり、Pareto frontier は非空である。そして、成分別単調性が一般には成立しないことを示した。すなわち、ある攪乱成分を改善する制度変更が、他の攪乱成分も改善するとは限らない。

本稿の応用は、公正価値測定、OCI recycling, continuous auditing / AI monitoring, ESG assurance-ready metrics, randomized audit procedures を、この測定攪乱フロンティア上の制度選択として読み直した。これらの応用は、理論の単なる例示ではない。むしろ、既存の会計制度上の問題が、構造的・戦略的・情動的攪乱の相互作用として共通に理解できることを示している。

本稿の含意は、基準設定論と監査理論にも及ぶ。基準設定とは、証拠粒度を最大化することではない。それは、測定攪乱フロンティア上の点を選ぶことである。監査品質とは、証拠の十分性・適切性だけではない。それは、監査手続が測定構造や被監視主体の情報生成行動をどう変えるかを管理することでもある。

本稿には限界もある。戦略的攪乱は reduced-form で定義しており、完全な microfoundation は別モデルに委ねている。情動的攪乱は有限確率空間で定義しており、連続分布や rate-distortion 型の拡張は扱っていない。三つの攪乱成分は同じ単位を持つわけではなく、重みづけやスカラー化には制度的判断が必要である。また、本稿は特定の会計基準や監査手続について即時の政策処方箋を与えるものではない。

それでも、本稿が示した視点は広く使える。会計測定制度を設計するとは、対象をただ読む装置を選ぶことではない。検証、監視、情報制度が対象をどう変えるかを理解し、どの攪乱を受け入れ、どの攪乱を避け、どの攪乱を管理するかを選ぶことである。会計測定とは、受動的観察ではなく、測定攪乱の管理である。

付録 A 主定理の証明

A.1 構造的分解定理の証明

第 4 節の定理は、次の代数的恒等式である。

$$C(E_\tau T) = E_\tau C(T) + \tau[\delta_Y, E]T.$$

証明は本文で与えた通りであるが、ここで再掲する。 $C(S) = \delta_Y S - S\delta_R$ と定義する。 $S = E_\tau T$ として、

$$\begin{aligned} C(E_\tau T) &= \delta_Y E_\tau T - E_\tau T \delta_R \\ &= E_\tau (\delta_Y T - T \delta_R) + (\delta_Y E_\tau - E_\tau \delta_Y) T \\ &= E_\tau C(T) + [\delta_Y, E_\tau] T. \end{aligned}$$

$E_\tau = (1 - \tau)I + \tau E$ より、 $[\delta_Y, E_\tau] = \tau[\delta_Y, E]$ である。

A.2 情報 refinement の単調性

有限確率空間において、 $\mathcal{G}_1 \subseteq \mathcal{G}_2$ ならば、 $\mathcal{G}_2$ は $\mathcal{G}_1$ より細かい情報を含む。条件付き entropy の性質より、

$$H(X | \mathcal{G}_2) \leq H(X | \mathcal{G}_1)$$

である。これは、mutual information の非負性からも従う。実際、

$$H(X | \mathcal{G}_1) - H(X | \mathcal{G}_2) = I(X; \mathcal{G}_2 | \mathcal{G}_1) \geq 0.$$

A.3 統合設計問題の存在定理

$\mathcal{A}$ が compact で, $D_{\text{struct}}, D_{\text{strat}}, D_{\text{info}}, C$ が連続なら,

$$J_\eta(a) = \eta_s D_{\text{struct}}(a) + \eta_g D_{\text{strat}}(a) + \eta_i D_{\text{info}}(a) + C(a)$$

は compact set 上の連続関数である。Weierstrass の定理により, J_η は最小値を達成する。

A.4 フロンティア定理

$\mathbf{D} : \mathcal{A} \rightarrow \mathbb{R}_+^3$ が連続で, $\mathcal{A}$ が compact なら, $\mathcal{F}_{\text{dist}} = \mathbf{D}(\mathcal{A})$ は compact である。正の重み $\lambda \in \mathbb{R}_{++}^3$ に対して, $\lambda \cdot x$ は $\mathcal{F}_{\text{dist}}$ 上の連続関数であり, 最小値を達成する。その最小点が Pareto efficient でないなら, それを厳密に支配する $y \in \mathcal{F}_{\text{dist}}$ が存在する。正の重みの下では $\lambda \cdot y < \lambda \cdot x$ となり, 最小性に反する。よって Pareto frontier は非空である。

付録 B 構成例と補助結果

B.1 structural-informational interaction の三状態例

$H_Y = \mathbb{R}^3$ とし, 標準基底を e_1, e_2, e_3 とする。 $M_1 = \text{span}\{e_1\}$, $M_2 = \text{span}\{e_1, e_2\}$ と置き, それぞれへの直交射影を E_1, E_2 とする。 $M_1 \subset M_2$ なので, E_2 は E_1 より細かい証拠構造に対応する。 wealth-side dynamics を

$$\delta_Y e_1 = 0, \quad \delta_Y e_2 = e_3, \quad \delta_Y e_3 = 0$$

で定義する。 T が R のある基底方向を e_2 に写すとする。このとき,

$$[\delta_Y, E_2]e_2 = \delta_Y e_2 - E_2 \delta_Y e_2 = e_3 - 0 = e_3,$$

したがって $\|[\delta_Y, E_2]T\|_{\text{HS}} > 0$ である。一方, E_1 の像 M_1 は δ_Y によって保存されるように取られているため, 該当方向では $[\delta_Y, E_1]$ はゼロとなる。この例は, 証拠部分空間を広げても, 構造的攪乱が増えることを示す。

B.2 strategic disturbance の二次元例

リスク関連空間を $\mathbb{R}^2$ とし, $\Lambda = I$ とする。弱い監視 m_0 は第一成分のみを観察せず, 主体は便益の大きい第一方向へ移動するとする。強い監視 m_1 は第一方向を観察可能にするが, 第二方向に blind subspace を残すとする。主体の payoff が監視されない方向への移動から得られる便益を含むなら, m_1 の下で主体は第二方向へ移動し, $D_{\text{strat}}(m_1) > D_{\text{strat}}(m_0)$ となるパラメータが存在する。これは, 監視強化が固定ベクトルについては blind component を下げても, 内生的反応の下では strategic disturbance を上げうることを示す。

B.3 randomization と情報的攪乱

二つの監視手続 m_A, m_B があり, それぞれ異なる blind direction を持つとする。ex ante randomization により, 主体はどちらの blind direction が残るかを予測しにくくなり, strategic

disturbance は低下しうる。しかし、利用者が実際にどの監視手続が選ばれたかを観察できない場合、公開情報区分は $\sigma(m_A)$ と $\sigma(m_B)$ の共通粗化に相当し、 $H(X | \mathcal{G})$ は増加しうる。この例は strategic-informational interaction を示す。

B.4 proof ledger の本文版

本稿の主要結果の格は、次の通りである。

結果	形式的内容	証明方法	本文内の格
構造的分解	$C(E_\tau T) = E_\tau C(T) + \tau[\delta_Y, E]T$	代数恒等式	定理
情報単調性	$\mathcal{G}_1 \subseteq \mathcal{G}_2 \Rightarrow H(X \mathcal{G}_2) \leq H(X \mathcal{G}_1)$	entropy identity	補題
戦略的攪乱の well-definedness	D_{strat} が有限	compactness	命題
存在定理	$\arg \min J_\eta \neq \emptyset$	Weierstrass	定理
フロンティア	$\mathcal{F}_{\text{dist}}$ compact, Pareto frontier 非空	compact image	定理
相互作用	成分別単調性は一般には失敗	構成例	主定理

参考文献

- [1] Banker, R. D. and Datar, S. M. (1989). Sensitivity, precision, and linear aggregation of signals for performance evaluation. *Journal of Accounting Research*, 27(1), 21–39.
- [2] Bushman, R. M. and Smith, A. J. (2001). Financial accounting information and corporate governance. *Journal of Accounting and Economics*, 32(1–3), 237–333.
- [3] Chambers, R. J. (1966). *Accounting, Evaluation and Economic Behavior*. Prentice-Hall.
- [4] Christensen, J. A. and Demski, J. S. (2003). *Accounting Theory: An Information Content Perspective*. McGraw-Hill/Irwin.
- [5] Christensen, P. O. and Feltham, G. A. (2003). *Economics of Accounting, Volume I: Information in Markets*. Kluwer Academic Publishers.
- [6] Cover, T. M. and Thomas, J. A. (2006). *Elements of Information Theory*. 2nd ed. Wiley.
- [7] Datar, S., Kulp, S., and Lambert, R. (2001). Balancing performance measures. *Journal of Accounting Research*, 39(1), 75–92.
- [8] Demski, J. S. (1973). The general impossibility of normative accounting standards. *The Accounting Review*, 48(4), 718–723.
- [9] Demski, J. S. (1980). *Information Analysis*. Addison-Wesley.
- [10] Feltham, G. A. and Xie, J. (1994). Performance measure congruity and diversity in multi-task principal/agent relations. *The Accounting Review*, 69(3), 429–453.
- [11] Holmström, B. and Milgrom, P. (1991). Multitask principal-agent analyses: Incentive contracts, asset ownership, and job design. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 7(Special Issue), 24–52.

- [12] Lambert, R. A. (2001). Contracting theory and accounting. *Journal of Accounting and Economics*, 32(1–3), 3–87.
- [13] Mattessich, R. (1957). Towards a general and axiomatic foundation of accountancy, with an introduction to the matrix formulation of accounting systems. *Accounting Research*, 8(4), 328–355.
- [14] Mattessich, R. (1964). *Accounting and Analytical Methods*. Richard D. Irwin.
- [15] Mattessich, R. (1995). *Critique of Accounting*. Quorum Books.
- [16] Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423, 623–656.