慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	主観的業績評価における情報伝達の役割 : 分析的研究の文献レビュー
Sub Title	
Author	三橋, 耀(Mitsuhashi, Hikaru) 木村, 太一(Kimura, Taichi)
Publisher	慶應義塾大学大学院経営管理研究科
Publication year	2022
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2022年度経営学 第4017号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40003001-00002022-4017

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

慶應義塾大学大学院経営管理研究科修士課程

学位論文（　　2022　年度）

論文題名

主観的業績評価における情報伝達の役割 ―分析的研究の文献レビュー―

主　査	木村　太一
副　査	太田　康広
副　査	村上　裕太郎

氏　名	三橋　耀

論 文 要 旨

所属ゼミ	木村太一研究会	氏名	三橋　耀

（論文題名）

主観的業績評価における情報伝達の役割
―分析的研究の文献レビュー―

（内容の要旨）

本論文では、モデル分析を行う代表的な研究をレビューし、主観的業績評価における情報伝達の役割について整理を行った。主観的業績評価は、評価者の個人的な情報によって決定されるため、第三者によって検証することができない。従来の主観的業績評価研究は評価の検証不可能性に着目しており、評価に関する非対称性に焦点が当てられたのはごく最近である。

主観的業績評価に関する実証研究は、人事データの入手が困難なことが大きな障害となっている。そのため、分析的研究を通じた理論的予測の提示は、主観的業績評価研究の発展に不可欠である。しかし、分析的研究を対象にレビューを行った先行研究は少ない。

本論文の目的は、評価や報酬の支払いによって起きる情報伝達に注目し、主観的業績評価に関する分析的研究の主要な流れを整理することである。レビュー対象は、代表的な研究である Levin (2003)、Macleod (2003)、Fuchs (2007)、Chen and Chiu (2013)の 4 つとこれらの被引用文献である。

Levin (2003)と Macleod (2003)は、評価が評価者によって私的に観察され非対称情報となることに着目した最初の文献である。彼らは、評価が非対称情報となる契約ではなんらかのコストが必然的に発生し、対称情報の場合と比べ非効率であることを示した。Fuchs(2007)は、Levin と Macleod の結果を動的なモデルに拡張し、フィードバックの存在に言及した。評価を最後に伝え、最も悪い結果の時のみ罰を与えることで、毎期評価を伝えてその都度罰を与える従来のモデルよりも非効率性が改善することを示した。Fuchs と対照的にフィードバックが有効となる条件を示した Chen and Chiu (2013)は、主観的業績評価をフィードバックする中間業績評価に関する研究の嚆矢である。中間業績評価は比較的新しい研究プラットフォームであり、さらなる発展が期待される。

これらのレビューを通じて、主観的業績評価研究は、2 重の非対称情報におけるシグナリングゲームの意味合いが強くなってきていることがわかった。モラルハザードやアドバースセレクションなどの従来のエージェンシー理論は、リスクとインセンティブのトレードオフに焦点を当ててきた。主観的業績評価はこれらの理論を基礎としつつ、報酬や評価が持つ情報伝達の役割に焦点が当てられている。

主観的業績評価のモデルは従来のモラルハザードモデルに、プリンシパルが評価を正しくエージェントに伝えるという制約が追加される。このプリンシパルのインセンティブ制約による制限をいかに緩和するかという問題が一連の研究のテーマであり、彼らは契約関係に必然的に含まれる評価、報酬から得られる情報を利用することで、この問題を解決する可能性を示唆している。
特に何の情報を入手し、それをいつ伝えるのかという点が重要視され、時間の経過による学習が大きな要因となっている。

今後の研究の方向性として、主観的業績評価を単独で研究するのではなく、他の分野を絡めた総合的な分析が必要である。組織内におけるインセンティブ付与は、評価だけでなく昇進や転職、人材開発など様々な要因に影響を受ける。これらを統合しシステムとして分析することが必要である。

目次

1 **はじめに** 2

2 **主観的業績評価** 5

2.1 繰り返しゲームモデル:Levin (2003) 6

2.2 短期契約:Macleod (2003) 12

2.3 まとめ 17

3 **T 期間契約** 19

3.1 効率賃金:Fuchs (2007) 19

3.2 裁量的ボーナス 27

3.3 まとめ 28

4 **中間業績評価 (IPE)** 29

4.1 中間業績評価の基本モデル:Chen and Chiu (2013) 29

4.2 中間業績評価の有効性 35

4.3 まとめ 37

5 **おわりに** 38

1　はじめに

業績評価は、組織におけるインセンティブ付与に関して重要な役割を果たしており、労働者のモチベーションを高め、雇用者が望む行動を引き出すために用いられる。その中でも比較的観測しやすい客観的業績評価は長い間研究がされており、インセンティブ付与と契約設計に関する重要な洞察を提供してきた (Lambert 2001)。しかし、客観的業績評価については欠点が指摘されている。多くの業務において、簡単には客観的な業績を観測できず、観察された指標だけでは労働者の行動のすべてを捉えることができない。例えば野球選手は、打率やヒット数、ホームラン数など様々な指標が観察されているが、これらの客観的な指標に直接関連した契約は使われていない。仮にホームラン数に応じて報酬を支払う契約を結ぶとすると、ホームラン数という指標は選手のパフォーマンスをすべて捉えることができない。それどころか、報酬につながる一部の行動を強調してしまう。その結果、選手は常にホームランを打とうとし、バントを狙うべき時にもホームランを狙うようになる。

このような問題はマルチタスクと呼ばれ、報酬につながる活動を労働者は選好し、報酬につながりにくい活動を遠慮するようになる。客観的業績評価の欠点を補う形で登場したのが主観的業績評価である。前述した野球選手の例では、ホームランを打った時に、ホームランを狙うことが正当化されるような場合にのみ報酬を支払うことが可能となる。このように、主観的業績評価はパフォーマンスをより総合的に評価できる。実際の業務では、客観的な指標だけでは捉えきれないことが多いため、客観的業績評価に加えて上司の主観による評価で給与やボーナス、昇進などが決まっている。

しかし、主観的業績評価は、評価者の個人的な情報によって決定されるため、第三者によって検証することができない。このような評価で設計された契約は、評価や報酬について不満を持っても裁判所のような第三者によって検証ができないため、きちんと執行されることを保証できない。このような欠点から、客観的業績評価の時には生じ得ない問題や非効率性が指摘されている。

主観的業績評価に関する研究は近年始まったばかりであるが、レビューされることも増えてきており、これらの研究は貴重な洞察を与えている (e.g., Bol 2008, Gibbons 2005, Prendergast 1999)。これらの研究はリスクとインセンティブのトレードオフという一般的なエージェンシー理論の枠組みを基に、その特殊な例として主観的業績評価に言及している。しかし、多くの主観的業績評価の研究では検証不可能性による問題に着目している。

主観的業績評価の評価者の個人的な情報によって決定されるという点、つまり業績指標が評価者によって私的に観察され非対称情報となる点に着目した研究は、Levin (2003) と Macleod (2003) に端を発したもので、ごく最近のものである。これらの研究では非対称

情報ゲームにおける情報伝達が、労働者へのインセンティブおよび報酬契約の形態にどのような影響を与えるかに着目している。本論文の目的は、Levin と Macleod から始まった非対称情報としての主観的業績評価研究をレビューし、過去 20 年の間に蓄積された理論的な文献に関して、研究テーマの主要な流れを整理することである。

主観的業績評価に関する実証研究には、多くの制約がある。業績評価の研究には企業の人事データを必要とするため、多くの研究が個別企業ごとに検証を行っており、また比較的入手しやすい経営者などの特定の職業を対象としている。これらの制約がありつつも、近年着実に実証研究は増えてきている。しかし、本論文でとりあげる非対称情報としての主観的業績評価は、利用できるデータが乏しく、実証研究はより一層困難である。そのため、分析的研究を通じた理論的予測の提示は、主観的業績評価研究の発展に不可欠である。

分析的研究を対象としたレビューには、Prendergast (1999) と Ederhof (2010) がある。Prendergast (1999) は、前述したような主観的業績評価の検証不可能性による問題に注目した初期の文献を対象としている。Ederhof (2010) は Macleod (2003) に言及しているが、主観的業績評価の下での裁量的ボーナスプールの効率性について調査しており、情報の非対称性については言及していない。そのため、本論文において主観的業績評価に関する近年の代表的な分析的研究をレビューすることで、この分野に新たな知見を提供できる。

本論文で取り扱う文献は、Levin (2003)、Macleod (2003)、Fuchs (2007)、Chen and Chiu (2013) およびこれらの被引用文献である。

Levin (2003) は、成果が検証不可能な場合のプリンシパル・エージェント理論を定式化し、プリンシパルが成果を私的に観測する主観的業績評価への応用を行った。期間をまたいで情報を保持しないモデルに限定することで、無限に繰り返される関係における最適契約を提示した。Macleod (2003) はプリンシパルの支払い額とエージェントの受け取り額に差を設けることで、短期契約における主観的業績評価の最適契約を提示した。またプリンシパルだけでなくエージェントも成果を私的に観測する状況を考えることで、既存研究で指摘されていた評価の圧縮についてさらなる知見を与えている。

これら 2 つの研究は、非対称情報としての主観的業績評価に関する代表的な研究であり、後の研究に多くの影響を与えている。Fuchs (2007) もその 1 つである。Fuchs (2007) は、Levin と Macleod の結果を動的なモデルに拡張し、フィードバックの存在に言及した。Fuchs は評価を最後に伝え、最も悪い結果の時のみ罰を与えることで、毎期評価を伝えてその都度罰を与える従来のモデルよりも非効率性が改善することを示した。無限に繰り返される関係にも応用し、フィードバックをしないことがより望ましいという結果を得た。

Fuchs が導いたフィードバックを与えないという結論はやや極端であり、直観的に違和感がある。フィードバックが与える影響を分析しているのが中間業績評価研究である。この分野は最近発展してきており、Chen and Chiu (2013) は主観的な中間業績評価が有効

となる条件を示した。非対称情報としての主観的業績評価研究において、フィードバックの存在を正当化している。中間業績評価研究は発展途上ではあり、さらなる研究が期待される。

前述のように本論文の目的は、主観的業績評価に関する文献を網羅的に調査することではない。本論文で取り扱う文献はごく少数であるが、非対称情報としての主観的業績評価に対して大きな影響を与えるものである。そのため、拡大しつつある理論研究の主要な流れをとらえるのには十分である。

最後に、本論文の構成は以下の通りである。次の章では代表的な研究である Levin (2003) と Macleod (2003) を詳細にレビューし、主観的業績評価研究の基礎となるコストについて整理を行う。第 3 章では、Levin と Macleod を直接拡張を行い、評価の伝達を控える T 期間契約を提示した Fuchs (2007) の研究を詳細にレビューする。第 4 章では、Chen and Chiu (2013) を詳細にレビューし、最近注目されている契約の途中でフィードバックを行う中間業績評価研究を整理する。最終章では、今後の研究の方向性について指摘する。

2　主観的業績評価

主観的業績評価は、契約理論における不完備契約の 1 つとして、検証不可能な成果をプリンシパルが私的に保有する状況をモデル化することで研究がなされている。成果が検証不可能であるとは、第三者がその成果の是非を判断することができないことである。例えば、就業態度が良い場合にボーナスを支払うといった約束をして、その評価に不満を持っても訴えることは難しい。就業態度が良かったか悪かったのかは裁判所のような第三者には判断できない。またプリンシパルが成果に関する情報を私的に保有するとは、エージェントが直接観察することができない状況である。例えば料理の味は食べた本人にしか、美味しいかどうかはわからない。他の人が知るためには食べた人が伝えるしかない。このように、成果をプリンシパルが一方的に観察し、それを報告することでしかエージェントは確認できず、さらに外部の人間はその正当性を検証できないような業績評価を主観的業績評価と呼ぶ。

古典的なエージェンシー理論では成果が観察可能でかつ第三者による検証が可能という強い仮定がおかれていた。特に後者の仮定は、契約を通じて報酬を支払うことを約束させる強制力として重要な仮定である。しかし、現実において多くの成果は第三者によって検証が不可能である。つまり、契約が履行されたかどうかを第三者が判断ができず、明示的に書かれた契約だけでは強制できない。そこで経済学では検証不可能な成果を対象とした不完備契約の理論が発展してきた[*1]。

Baker et al. (1994) は不完備契約の理論が主観的業績評価のある状況へ応用可能であることを示唆した。Baker らはプリンシパルとエージェント両者が成果に関して同じ情報を持っていると仮定し、プリンシパルが契約を反故にした際に評判が悪くなるという罰を与えることで強制力を持たせている。より現実的なモデルとして、Levin (2003) と Macleod (2003) がプリンシパルとエージェントが持つ成果の情報が非対称なモデルを研究している。Macleod と Levin の研究は近年の主観的業績評価研究に多大な影響を与えており、多くの文献で彼らのモデルの拡張や発展が行われている。

この章では主観的業績評価の代表的研究である Levin と MacLeod の研究に対し詳細なレビューを行う。両研究は、標準的なプリンシパル・エージェントモデルを主観的業績評価を含む形に拡張し、エージェントにインセンティブを与える最適契約ではコストが必然的に発生することを示した。

[*1] 不完備契約に関する詳細は Macleod (2007)、伊藤 (2003)9 章を参照。

2.1 繰り返しゲームモデル:Levin (2003)

ボーナスや昇進は一般的に第三者がその正当性を判断することが難しい要素で決まることが多い。たとえばリーダーシップやチームワーク、実行力、企画力といった項目は測定が難しく、外部の人間には判断できない。契約にはこのような要素が多く含まれており、不誠実な行動をとる可能性がある。しかし実際には、企業は自らの評判を気にするため約束を守っている。同様に企業は労働者に対し、契約に書かれている以上の働きを期待している。もし一方が期待通りの行動をとるならば、自分も期待された行動をとる。しかし、約束を反故にした場合は自分も約束を反故にする。このような口約束を関係契約と呼び、明示的な契約を用いずにお互いが約束を守り続けるような状況を自己強制的であるという。

Levin (2003) は、検証不可能な成果を対象とした不完備な契約において自己強制される関係契約を研究している。最適契約を求める際に考慮する契約を定常的な自己強制契約に限定できることを示した上で、アドバース・セレクションとモラルハザードにおける最適契約を示した。一方で主観的業績評価においては定常的な契約は有効ではなく、プロジェクトの終了を含む打ち切り契約となり評価は 2 段階に圧縮されることを示した。

2.1.1 モデル

モデルの基本設定は以下の通りである。リスク中立的なプリンシパルとエージェントが日付 $t = 0, 1, 2, \ldots$ で取引を行う。各期の最初にプリンシパルはエージェントに契約を示す。契約は固定賃金 w とボーナス $b(\varphi)$ からなる。φ は、両者が観測する業績の部分集合 $\varphi_t \subseteq \{\theta_t, e_t, y_t\}$ である。θ_t はエージェントのコストパラメータでサポート $\Theta = \left[\underline{\theta}, \bar{\theta}\right]$ を持つ分布 $P(\cdot)$ から独立して選ばれる。e_t はエージェントの行動を表す。エージェントは $e_t \in \mathcal{E} \subset [0, \bar{e}]$ を選択し、努力コスト $c(e_t, \theta_t)$ が発生する。y_t はプロジェクトの利益で、分布 $F(\cdot \mid e)$ とサポート $\mathcal{Y} = \left[\underline{y}, \bar{y}\right]$ を持ち、$S(e, \theta) \equiv \mathbb{E}_y [y \mid e] - c(e, \theta)$ は θ と e の関数として期待総利得を表している。

t 期終了時にプリンシパルは固定賃金 w を支払う義務があり、ボーナス $b(\varphi)$ を支払うか決定する。$b(\varphi) > 0$ の時はプリンシパルがボーナスを支払うことを、$b(\varphi) < 0$ ならエージェントが罰金を支払うことを意味する。プリンシパルの総支払額は $W(\varphi) = w + b(\varphi)$ であり、プリンシパルの利得は $y_t - W(\varphi)$ でエージェントの利得は $W(\varphi) - c(e_t, \theta e_t)$ となる。プリンシパルとエージェントの留保利得を $\bar{\pi}, \bar{u}$ とする。エージェントが契約を受諾するインセンティブがない場合、両者は取引しないことを弱く好むと仮定する。$\bar{s} \equiv \bar{u} + \bar{\pi}$ と定義し、すべての θ に対して, $\max_e S(e, \theta) > \bar{s} \geq S(0, \theta)$ を仮定する。

プリンシパルがエージェントに $e(\theta)$ を要求する契約を考える。契約が受け入れられ、

ボーナスが支払われた場合、継続契約[*2]は観察された φ の関数として継続利得 $u(\varphi), \pi(\varphi)$ を与えると仮定する。逸脱した場合は短期契約の場合の均衡行動を行うとする。共通の割引係数 $\delta \in [0,1)$ で割り引かれたエージェントの期待利得を u、プリンシパルの期待利得を π とすると以下のようになる。

$$u \equiv (1-\delta)\mathbb{E}_{\theta,y}[W(\varphi) - c \mid e(\theta)] + \delta\mathbb{E}_{\theta,y}[u(\varphi) \mid e(\theta)]$$
$$\pi \equiv (1-\delta)\mathbb{E}_{\theta,y}[y - W(\varphi) \mid e(\theta)] + \delta\mathbb{E}_{\theta,y}[\pi(\varphi) \mid e(\theta)]$$

期待される総利得を $s \equiv u + \pi$ とすると以下のようになる。

$$s \equiv (1-\delta)\mathbb{E}_{\theta,y}[y - c \mid e(\theta)] + \delta\mathbb{E}_{\theta,y}[s(\varphi) \mid e(\theta)] \tag{2.1}$$

ここで、$s(\varphi) = u(\varphi) + \pi(\varphi)$ は、結果 φ に対する継続利得である。

この契約が自己強制的であることの条件は以下の 4 つの条件を満たすことである。

1. プリンシパルとエージェントが契約を受諾することを望む参加制約を満たす。
$$u \geq \bar{u} \quad \text{and} \quad \pi \geq \bar{\pi}$$
2. すべての θ に対して、エージェントが $e(\theta)$ を選択することを望むインセンティブ制約を満たす。
$$e(\theta) \in \arg\max_e \mathbb{E}_Y \left[W(\varphi) + \frac{\delta}{1-\delta} u(\varphi) \mid e \right] - c(e,\theta)$$
3. プリンシパルとエージェント両者がボーナス ($b(\varphi) < 0$ なら罰金) を支払うことを望むインセンティブ制約を満たす。
$$b(\varphi) + \frac{\delta}{1-\delta} u(\varphi) \geq \frac{\delta}{1-\delta} \bar{u}$$
$$-b(\varphi) + \frac{\delta}{1-\delta} \pi(\varphi) \geq \frac{\delta}{1-\delta} \bar{\pi}$$
4. 各継続契約が上 3 つの条件をすべて満たしていること。

毎期はじめに提示される契約が 1-3 の条件を満たすことで、その期においてエージェントは契約を受諾し、$e(\theta)$ を選択する。さらにプリンシパルもエージェントも契約通りボーナス ($b(\varphi) < 0$ なら罰金) を支払う。条件 4 は、次期以降も両者が同様に行動するために各期においても条件 1-3 を満たしていなければならないことを表している。

2.1.2 定常契約

自己強制契約は多数存在する可能性があるが、定常的な自己強制契約に限定して考えることができることを確認する。定常的な契約は、均衡においてプリンシパルは常に同じ報酬を提供し、エージェントは常に同じ行動を選択する。これにより継続的な行動への依存

[*2] 繰り返しゲームにおいて、契約が受け入れられたある期から見て次期以降の契約全体を継続契約と呼ぶことにする。

度が下がり、分析が大幅に簡略化される。

まず契約の効率性に関する問題と利得の分配に関する問題は別の問題として捉えられることを示す。自己強制契約において最初の固定賃金 w を変更することを考える。期待利得 u, π は変化するが、両者の間で $W(\varphi)$ は相殺されるため総利得 s は変化しない。変更後の契約は w に依存しないため自己強制性の条件 2-4 を満たす。よって参加制約を満たす限り変更後の契約も自己強制契約となる。これは、参加制約さえ満たしていれば、プリンシパルとエージェント間で総利得を自由に分割できることを意味している。したがって、最適契約は総利得が最大となる契約を見つければよいことになる。

次に最適な自己強制契約を考える際に考慮する契約を定常契約のみに限定できることを示す。任意の自己強制契約の最大利得を s^* とする。上記の議論から、自己強制契約におけるプリンシパルとエージェント両者の利得集合は $\{(u,\pi) : u \geq \bar{u}, \pi \geq \bar{\pi} \quad \text{かつ} \quad u+\pi \leq s^*\}$ となる。また、自己強制的であるために継続利得についても同様に、$\bar{s} \leq s(\varphi) \leq s^*$ を満たす すべての φ に対し、$(u(\varphi), \pi(\varphi)) \in \{(u,\pi) : u \geq \bar{u}, \pi \geq \bar{\pi} \quad \text{かつ} \quad u+\pi \leq s^*\}$ となる。これにより、最適契約では正の確率で発生するすべての φ に対して、$u(\varphi)+\pi(\varphi) = s^*$ が成立する。これは、0 期の利得 s について $s = s^*$ が成立し、また 1 期以降の継続利得 $s(\varphi)$ に関しても $s(\varphi) = s^*$ となることを意味する。最大利得 s^* を生む自己強制的な契約が最適であるとすると、$s = s^*$、$s(\varphi) = s^*$ から (2.1) は以下のように表せる。

$$\mathbb{E}_{\theta,y}[y - c \mid e(\theta)] = s^*$$

ここで、エージェントが毎期 $e(\theta)$ を実施する最適な定常契約を考える。これは定常的でない契約から、継続利得の変動を裁量支払いに変更することで実現する。$u^* \in [\bar{u}, s^* - \bar{\pi}]$ とし、定常的な裁量的支払いを以下のように定義する。

$$b^*(\varphi) \equiv b(\varphi) + \frac{\delta}{1-\delta}u(\varphi) - \frac{\delta}{1-\delta}u^*$$

ここから、エージェントの期間当たりペイオフが u^* となるように、固定支払い w^* を定義する。

$$w^* \equiv u^* - \mathbb{E}_{\theta,y}[b(\varphi) - c \mid e(\theta)]$$

$W^*(\varphi) \equiv w^* + b^*(\varphi)$ とする。この定常契約ではプリンシパルは毎期 w^* と $b^*(\varphi)$ を提示し、エージェントは $e(\theta)$ を実行する。エージェントの期待利得は $\mathbb{E}_{\theta,y}[W^*(\varphi) - c \mid e(\theta)] = u^*$、プリンシパルの期待利得は $\pi^* \equiv s^* - u^*$ となる。

この定常契約が自己強制的であるかを確認する。$u^* \in [\bar{u}, s^* - \bar{\pi}]$ の定義から参加制約は満たされている。定義より裁量支払いを以下のように書き換える。

$$b^*(\varphi) + \frac{\delta}{1-\delta}u^* = b(\varphi) + \frac{\delta}{1-\delta}u(\varphi) \tag{2.2}$$

左辺は裁量支払いの期待利得と将来の期待利得の和を表し、右辺は元の契約における最初の期待利得を表している。プリンシパルもエージェントもリスク中立的のため、ボーナスによる即時支払いと同じ期待利得を提供する継続契約とが等価となる。これを代入すると

条件 2-3 を満たしていることがわかる。またこの定常契約は来期以降も繰り返されるため条件 4 も満たすため、自己強制的である。

以上より、定常的でない最適な自己強制契約と同じ利得をもたらす定常的な自己強制契約が存在することがわかった。このことから、定常的な自己強制契約に分析の対象を限定しても問題ないことがわかる。さらに、逸脱した時に関係を解消し、以降の期間は留保利得のみを得続けるような契約に拡張した場合において、同じ均衡行動をとる最適な定常契約が存在することがわかっている。Levin はこの自己強制的な定常契約を応用し、不完備契約、モラルハザードそして主観的業績評価における最適インセンティブ契約を研究している。

2.1.3 不完備契約

定常契約は努力計画 $e(\theta)$ と、各期間にプリンシパルがエージェントに提示する支払い計画 $W(\varphi) = w + b(\varphi)$ で決まる。この契約による期間ごとの期待利得 u, π は以下のようになる。

$$\pi = \mathbb{E}_{\theta,y}\left[y - W(\varphi) \mid e = e(\theta)\right]$$
$$u = \mathbb{E}_{\theta,y}\left[W(\varphi) - c \mid e = e(\theta)\right]$$

総利得はエージェントの努力計画 $e(\theta)$ にのみ依存する。

$$s = \mathbb{E}_{\theta,y}\left[y - c \mid e(\theta)\right]$$

不完備契約ではプリンシパルとエージェントが契約通りに支払いを行わない可能性がある。したがって、両者が逸脱するインセンティブを持たないようにしなければならない。プリンシパルが支払いを行わない場合、関係が終了し、次期以降は留保利得 $\bar{\pi}$ しか得られないとする。プリンシパルが支払いするようなインセンティブ制約は以下のようになる。

$$\frac{\delta}{1-\delta}(\pi - \bar{\pi}) \geq \sup_{\varphi} b(\varphi)$$

エージェントも同様に以下のようになる。

$$\frac{\delta}{1-\delta}(u - \bar{u}) \geq -\inf_{\varphi} b(\varphi)$$

これらを組み合わせた以下の制約を動的強制制約 (DE,Dynamic Enforcement) と呼び、契約を受諾することで得られる利益によって裁量支払いの変動が制限されることを意味する。

$$\frac{\delta}{1-\delta}(s - \bar{s}) \geq \sup_{\varphi} W(\varphi) - \inf_{\varphi} W(\varphi) \tag{DE}$$

この制約は割引係数 δ に依存している。δ が 1 に近い場合は支払いは無制限であるが、0 に近い場合は支払い範囲が非常に限定的となる。

2.1.4 モラルハザード

モラルハザードの状況を分析するためエージェントの行動 e_t は観察不可能とする。定常契約は、報酬 $W(\theta, y) = w + b(\theta, y)$ と関連する努力計画 $e(\theta)$ を指定する。努力は連続的な選択であり、$c_e, c_{ee} > 0$ であると仮定する。また、$F(y \mid e)$ の密度は単調尤度比条件を満たし、$F(y \mid e = c^{-1}(x; \theta))$ はすべての θ について x に対して凸であるとする。このことからエージェントのインセンティブ制約は 1 階条件に書き換えることができる。最適契約は以下の解となる。

$$\max_{e(\cdot), W(\cdot,\cdot)} s = \mathbb{E}_{\theta,y}[y - c \mid e(\theta)] \tag{2.3}$$

$$\frac{d}{de}\{\mathbb{E}_y[W(\theta, y) - c(e, \theta) \mid e = e(\theta)]\} = 0, \quad \forall\theta \tag{2.4}$$

$$\frac{\delta}{1-\delta}(s - \bar{s}) \geq \sup_{\theta,y} W(\theta, y) - \inf_{\theta,y} W(\theta, y) \tag{2.5}$$

(2.4) よりエージェントから努力を誘発するためには、成果に対して報酬が増加する必要があることがわかる。プリンシパルとエージェントがリスク中立的であることから、ファーストベスト行動 $e^{FB}(\theta)$ をファーストベスト費用で実行可能である。しかし (DE) から、報酬と罰には制限がかかる。報酬の下限を $\underline{W}$ とすると、上限は $\overline{W} = \underline{W} + \delta(s - \bar{s})/(1 - \delta)$ となる。制限の中で可能な限り強いインセンティブをエージェントに与えることが最適となるため、$(f_e/f)(y \mid e(\theta))$ が負から正に切り替わる点を $\hat{y}(\theta)$ とした場合、報酬は、すべての $y < \hat{y}(\theta)$ で $\underline{W}$、すべての $y \geq \hat{y}(\theta)$ で $\overline{W}$ の 2 段階になる。

2.1.5 主観的業績評価モデル

主観的業績評価をモデル化するためにエージェントの行動 e_t が観察できず、成果 y_t をプリンシパルが私的に観察すると仮定する。成果を観察したプリンシパルは、レポート $m \in \mathcal{M}$（ここで、$\mathcal{M}$ はプリンシパルがエージェントに伝えることのできる可能なメッセージの集合である）を提供し、ボーナスはこのレポートに依存する。

プリンシパルが正しい報告を行うためには、異なる成果 $y \neq y'$ に対して異なる報告 $m \neq m'$ を行っても将来の利得が等しくなる必要がある。そうでなければプリンシパルは常に自分にとって有利な報告を行う。しかし、エージェントの努力を誘発するには、成果に応じて報酬を変化させなければならない。よってこの定常契約は自己強制的でなくなる。プリンシパルに真実を伝えるようなインセンティブと、エージェントの努力を誘発するようなインセンティブを同時に与えるような契約を考える必要がある。そこで、Levin は各期間終了後に FPE(Full Performance Evaluation) を行う契約に注目し、関係の終了を含む打ち切り契約が最適となることを示した。FPE を行う契約は、期間をまたいでプ

リンシパルが私的情報を保持せず、プリンシパルが真実を報告する契約である。この契約と同じ利得を達成する打ち切り契約を設定し、最適契約を特徴づける。

最適な FPE を行う契約が存在し、総利得 s^* を生み出すと仮定する。自己強制的な完全な業績評価を行う契約で達成できるペイオフの集合は、$\{(u,\pi) : u \geq \bar{u}, \pi \geq \bar{\pi} \quad \text{and} \quad u + \pi \leq s^*\}$ となる。最初の期間に、支払い w、$b(y)$、努力 e、均衡経路における継続利得 $u(y)$、$\pi(y)$、継続総利得 $s(y) \equiv u(y) + \pi(y)$ を設定する最適契約を考える。これはプリンシパルが真実を報告すると仮定した場合の契約である。そして、支払い w^*、$b^*(y)$、努力 e、継続確率 $\alpha^*(y)$、（継続の場合）最適継続利得 $u^* + \pi^* = s^*$ で打ち切り契約を考える。ここで、関係契約を以下のように設定する。前回のように閾値 $\hat{y}$ を決定する。$y_t < \hat{y}$ の時、ボーナスを支払わずに関係を終了する。$y_t \geq \hat{y}$ の時、ボーナスを支払い、継続確率 $\alpha^*(y)$ で関係が継続する。それ以外では関係が終了する。このような打ち切り契約の利得が完全な業績評価を行う契約と等しくなるように固定賃金とボーナスを設定する。つまり、$b^*(y) + (\delta/(1-\delta))\alpha^*(y)(u^* - \bar{u}) = b(y) + (\delta/(1-\delta))u(y)$[*3]、そして $-b^*(y) + (\delta/(1-\delta))\alpha^*(y)(\pi^* - \bar{\pi}) = -b(y) + (\delta/(1-\delta))\pi(y)$ となるようにボーナスを設定し、期間ごとの利得がそれぞれ u^* と π^* になるように固定賃金 w^* を設定する。これにより、打ち切り契約は元の完全な業績評価を行う契約と同じ利得を提供し、元の契約が自己強制的であればこの打ち切り契約も自己強制的となる。

この打ち切り契約は、主観的業績評価を含まないモラルハザードモデルと同様に最適解を考えることができる。最大限のインセンティブをエージェントに与えることが最適なため、固定賃金は $w = \bar{u} + c(e) + k$、 ボーナスは $b = (\delta/(1-\delta))(s - \bar{s} - k)$ となる。リスク中立性から総利得の分配は最適性と関係ないため、 $k \in [0, s - \bar{s}]$ で表し、 期待総利得は以下で表される。

$$s = \bar{s} + \frac{(1-\delta)\mathbb{E}[y - c - \bar{s} \mid e]}{1 - \delta[1 - F(\hat{y} \mid e)]}$$

主観的業績評価で重要なのは、特定の報告を優先して報告したくなるインセンティブをプリンシパルに与えないように、報告によって期待利得が変わらない必要があるということである。打ち切り契約では、閾値を下回る悪い評価を行った場合はボーナスを支払わないだけでなく関係が終了することでこれを実現している。しかし、このモデルには非効率性が必然的に存在している。単調尤度比の仮定のもとエージェントが怠けたらしい場合に関係が終了するが、努力した場合にも関係が終了してしまう可能性がある。この場合、本来得られたはずの継続利得が得られなくなるため、割引率が $\delta \to 1$ であってもファーストベストを達成できない。これは、非対称情報におけるプリンシパルとエージェント間の紛争を表している。

[*3] Levin (2003) では左辺は $b^*(y) + (\delta/(1-\delta))\alpha^*(y)(u^* - u)$ となっているが、誤植と思われる。

2.2 短期契約:Macleod (2003)

Macleod (2003) は Levin (2003) の研究をリスク回避的なエージェントに拡張し、プリンシパルとエージェントがそれぞれ成果について私的に観察し、それらに相関関係がある仮定を置いた。エージェントの受け取り額がプリンシパルの支払い額を下回ることを許容することで、エージェントの努力を誘因できる主観的業績評価を含む最適契約が存在することを示した。エージェントの受け取り額とプリンシパルの支払い額の差は、第三者への支払いやコストのかかる非生産的な行動によって失われる。この差額は主観的業績評価のみによるインセンティブ契約のコストである。Macleod はこのようなコストの存在が、非対称情報契約においてエージェントの努力の誘因に不可欠であることを示している。また、プリンシパルとエージェントのシグナルが弱く相関することで、評価の圧縮が最適契約の一部となることを示した。

2.2.1 ベンチマークモデル

モデルの基本設定は以下の通りである。プリンシパルは 1 期間の雇用契約をエージェントに提示する。エージェントが契約を受け入れた場合、努力 $\lambda \in [0,1)$ を選択する。ここで λ は利益 B が実現する確率であり、直接観察できない。プリンシパルにとっての純便益は以下の式で表される。

$$\Pi = \lambda B - E\{W\}$$

ここで、W はエージェントを雇用するためのコストである。エージェントはリスク回避的であり、$U(c,\lambda)$ は以下の式で表される。

$$U(c,\lambda) = u(c) - V(\lambda)$$

ここで、c はエージェントが受け取る報酬額で $c > 0$ である。$u(\cdot)$ は $u'(\cdot) > \varepsilon > 0$, $u''(\cdot) < 0$, $\lim_{c\to 0} u(c) = -\infty$ を満たす。$V(\cdot)$ は $V'(\cdot) > 0$, $V''(\cdot) > 0$, $\lim_{\lambda\to 1} V(\lambda) = \infty$ を満たす。エージェントはリスク回避的であり、エージェントが確率 1 で利益 B を生み出すことは不可能であると仮定する。最適契約において、常に正の報酬が支払われることと、1 より小さい努力によって実行可能であることが設定されている。契約を拒否した場合の留保効用は $\bar{u} > 0$ とする。

プロジェクトの収益である B は直接観察が行えず、プリンシパルは業績指標 $t \in \mathcal{T} = \{1,\ldots,n\}$ を観察する。プロジェクトが成功する確率は γ_t^H であり、成功しないときの確率は γ_t^L である。$\gamma^k = [\gamma_1^k,\ldots,\gamma_t^k,\ldots,\gamma_n^k]^\top$ をパフォーマンスが成功 $(k = H)$ か失敗 $(k = L)$ の確率ベクトルとする。ここで、単調尤度比の仮定をおく。

仮定 1. $t = 1,\ldots,n-1$ に対して、$\gamma_{t+1}^H/\gamma_{t+1}^L > \gamma_t^H/\gamma_t^L > 0$ が成り立つ。
また、いかなる t においても $\gamma_t^H/\gamma_t^L \neq 1$

この仮定はプリンシパルが観察した業績指標 t の値が大きくなるほど、プロジェクトが実際に成功 $(k = H)$ している可能性が高いことを表している。このことから、より大きい値の t をは良い業績、より小さい値の t は悪い業績を表すことがわかる。

努力 λ が与えられたとき、シグナル t を観測する確率は、 $\lambda\gamma_t^H + (1-\lambda)\gamma_t^L$ で与えられ、 $\gamma(\lambda) = \lambda\gamma^H + (1-\lambda)\gamma^L$ は確率の対応するベクトルを表す。$\lambda > 0$ のとき、すべてのシグナルは正の確率で発生する。各シグナルに対する支払いのベクトルを $c = [c_1, \ldots, c_t, \ldots, c_n]^\top \in \mathfrak{R}_+^n$ とする。

ベンチマークとして、シグナル t が観察可能で検証可能な場合を考える。まず、努力の最小コストを決定し、次に収益の最大化問題を解くことで最適契約を決定する。

最も低いコストで努力 λ を引き出す最適な契約、$C^*(\lambda)$ は、以下の解を求める。

$$C^*(\lambda) = \min_{c \in \mathfrak{R}_+^n} c^\top \gamma(\lambda) \tag{2.6}$$

$$u(c)^\top \gamma(\lambda) - V(\lambda) \geq \bar{u} \tag{PC}$$

$$\lambda \in \arg\max_{\lambda \in [0,1)} u(c)^\top \gamma(\bar{\lambda}) - V(\bar{\lambda}) \tag{IC}$$

$u(c) = [u(c_1), \ldots, u(c_n)]^\top$ は効用のベクトル、制約 (PC) は参加制約、(IC) はエージェントのインセンティブ制約である。λ を実施する契約がない場合、$C^*(\lambda) = \infty$ となる。(IC) の解が複数存在する場合、エージェントはプリンシパルが望む努力を選択すると仮定する。

2.2.2 最適契約

インセンティブ制約は無限の制約式からなるので、1 階条件アプローチ[*4]により (2.6) 式の解を求める。インセンティブ制約の 1 階条件は以下の式で表される。

$$V'(\lambda) = u(c)^\top (\gamma^H - \gamma^L)$$

参加制約のラグランジェ乗数を μ_0、1 階条件のラグランジェ乗数を μ_1 とすると、1 階条件を不等式とする 2 重に緩和された問題から 0 より大きい努力を誘因する場合、$\mu_0, \mu_1 > 0$ となり、最適契約は以下の式を解くことで得られる。

$$\frac{1}{u'(c_t)} = \mu_0 + \mu_1 \frac{(\gamma_t^H - \gamma_t^L)}{\gamma_t(\lambda)}$$

仮定 1 により，右辺の第 2 項は以下を満たす。

$$\frac{(\gamma_{t+1}^H - \gamma_{t+1}^L)}{\gamma_{t+1}(\lambda)} > \frac{(\gamma_t^H - \gamma_t^L)}{\gamma_t(\lambda)}$$

さらに、$\mu_0, \mu_1 > 0$ と $u(\cdot)$ の厳密な凹性から c_t も t により厳密に増加する。よって、最適契約におけるエージェントの報酬 c^* は $\lambda > 0$ のとき，$t = 1, \ldots, n-1$ に対し，$c_{t+1}^* > c_t^*$

[*4] 行動空間が無限の場合にける 1 階条件アプローチの詳細は伊藤 (2003)4 章 2 節 3 項を参照。

という特徴を持つ。

これはより良い業績指標 t が観察された場合、エージェントの報酬額がより多くなることを表している。良い業績指標の場合、エージェントが努力した可能性が高く、きちんと報いる必要がある。一方で悪い業績指標の場合、エージェントは怠けた可能性が高く、罰を与える必要があるため業績指標に応じて報酬額が変化する。

最適な努力水準は、$C^*(\lambda)$ は下半連続であることから、以下の式を解くことで決定する。

$$\max_{\lambda\in[0,1)} \lambda B - C^*(\lambda)$$

C^* が最適努力 λ^* で 2 回微分可能であれば、$B = C'^*(\lambda^*)$、$C''^*(\lambda^*) > 0$ となり、後者は B とともに最適努力水準が上昇することを意味している。プリンシパルの純便益は $\Pi = \lambda B - E\{W\}$ であるため、プロジェクトの収益が高いほど、プリンシパルはエージェントの雇用コストを高めても良いと考える。ここでは雇用コストはエージェントの報酬であるため、エージェントのより高い努力を誘発することができる。

2.2.3 主観的業績評価モデル

シグナルが私的な情報で検証不可能な場合を考える。Macleod はプリンシパルとエージェントがそれぞれ成果について私的に観察すると仮定している。プリンシパルが t を観察した後、エージェントが自分のパフォーマンスに対する個人的な評価 ($s \in \mathcal{T}$ とする) を行う。t が s よりも情報量が多いとし、s の発生確率が t の関数であると仮定する。プリンシパルが t を観測することを条件としてエージェントが s を観測する確率を $P_{ts} = \Pr\{s \mid t\}$ とする。

もし両者の評価が完全に相関しているのであれば

$$P_{ts} = I_{ts} \equiv \begin{cases} 1, & \text{if} \quad t = s \\ 0, & \text{if} \quad \text{not} \end{cases} \tag{2.7}$$

一方、エージェントのシグナルがプリンシパルの評価に何も影響を与えない場合、P_{ts} は t によらず s によって変化する。すべての $t, \bar{t}, s \in \mathcal{T}$ に対して、$P_{ts} = P_{\bar{t}s}$ となる。シグナルの組み合わせ ts が状態 H と L で発生する確率はそれぞれ $\Gamma^H_{ts} = P_{ts}\gamma^H_t$ と $\Gamma^L_{ts} = P_{ts}\gamma^L_t$ である。エージェントによる努力 λ が与えられたとき、状態 ts における事前の無条件確率は以下の式で表される。

$$\Gamma_{ts}(\lambda) \equiv \lambda\Gamma^H_{ts} + (1-\lambda)\Gamma^L_{ts} \tag{2.8}$$

最適契約は顕示原理が用いられる。主観的業績評価を含む契約は $\Psi = \{c_{ts}, w_{ts}\}_{t,s\in\mathcal{T}}$ で表される。

ベンチマークと同様にまずはプリンシパルのコスト最小化問題を解く。前節と異なるのは、プリンシパルとエージェントがそれぞれ私的情報を正直に報告するための真実告示制

約が追加されている点である。

$$C^s(\lambda) \equiv \min_{\Psi \in \Re^{2n^2}} \sum_{t,s \in \mathcal{T}} w_{ts} \Gamma_{ts}(\lambda) \tag{2.9}$$

$$\sum_{t,s \in \mathcal{T}} u(c_{ts}) \Gamma_{ts}(\lambda) - V(\lambda) \geq \bar{u} \tag{2.10}$$

$$\lambda \in \arg\max_{\widetilde{\lambda} \in [0,1)} \sum_{t,s \in \mathcal{T}} u(c_{ts}) \Gamma_{ts}(\widetilde{\lambda}) - V(\widetilde{\lambda}) \tag{2.11}$$

$$\sum_{s \in \mathcal{T}} w_{ts} \Gamma_{ts}(\lambda) \leq \sum_{s \in \mathcal{T}} w_{\bar{t}s} \Gamma_{ts}(\lambda), \quad \forall t, \bar{t} \in \mathcal{T} \tag{2.12}$$

$$\sum_{t \in \mathcal{T}} u(c_{ts}) \Gamma_{ts}(\lambda) \geq \sum_{t \in \mathcal{T}} u(c_{t\bar{s}}) \Gamma_{ts}(\lambda), \quad \forall s, \bar{s} \in \mathcal{T} \tag{2.13}$$

$$w_{ts} \geq c_{ts} \geq 0 \tag{2.14}$$

制約 (2.12) と (2.13) は、プリンシパルとエージェントが正直に私的情報を報告するためのインセンティブ制約である。プリンシパルの t を条件とした期待コストは $\sum_{s \in \mathcal{T}} w_{ts} \Gamma_{ts}(\lambda) / \sum_{s \in \mathcal{T}} \Gamma_{ts}(\lambda)$ である。プリンシパルの真実告示制約は、すべての $t, \bar{t} \in \mathcal{T}$ に対し、$\sum_{s \in \mathcal{T}} w_{ts} \Gamma_{ts}(\lambda) / \sum_{s \in \mathcal{T}} \Gamma_{ts}(\lambda) \leq \sum_{s \in \mathcal{T}} w_{\bar{t}s} \Gamma_{ts}(\lambda) / \sum_{s \in \mathcal{T}} \Gamma_{ts}(\lambda)$ となる。もし $\sum_{s \in \mathcal{T}} \Gamma_{ts}(\lambda) \neq 0$ ならば、$\sum_{s \in \mathcal{T}} \Gamma_{ts}(\lambda)$ が両辺で割れるため、(2.12) となる。$\sum_{s \in \mathcal{T}} \Gamma_{ts}(\lambda) = 0$ ならば、$s \in \mathcal{T}$ に対して $\Gamma_{ts}(\lambda) = 0$ となり、両辺ともに 0 となり不等式は自動的に満たされる。制約 (2.13) についても同様である。制約 (2.14) はエージェントの報酬がプリンシパルの支払い額を上回らないことを示している。

■予算均衡における最適契約　予算均衡を維持した場合、エージェントの報酬はプリンシパルの支払額と同値 ($w_{ts} = c_{ts}$) となり、エージェントから特定の努力を引き出すことは不可能となる。制約 (2.12) よりプリンシパルの支払額は t によらず一定であることが求められる。$w_{ts} = c_{ts}$ と制約 (2.13) よりエージェントの報酬はシグナルによらず一定となるため、エージェントの最適行動は努力なし ($\lambda = 0$) となる。エージェントは常に努力をしなくなるので、固定賃金契約 $\bar{w} = u^{-1}(\bar{u})$ となる。

以上のように、$w_{ts} = c_{ts}$ を維持したままでは主観的業績評価によってエージェントに努力を誘因することは不可能である。しかし、この仮定を緩和することで、努力 λ を誘因するような契約を結ぶことができる。

■予算均衡を緩和する最適契約　エージェントのインセンティブ制約を満たし、c_{ts} の期待効用と同じ効用をもたらすエージェントの報告 s に依存しない $\hat{c}_t$ を決める。$w'_{ts} = \hat{c}_t$ となるようなプリンシパルの支払額 w'_{ts} を決めると、プリンシパルの真実告示制約を満たさない。また、エージェントのリスク回避性から $\hat{c}_t < \sum_{s \in \mathcal{T}} c_{ts} P_{ts} / \sum_{s \in \mathcal{T}} P_{ts}$ となるため、プリンシパルの期待支払い額は常に減少する。$w_{ts} \geq c_{ts}$ と緩和した仮定を置くことで、プリンシパルとエージェント両者の期待利得を変えずにエージェントの報告 s に依

存しない報酬設計が可能となる。もしすべての t について $\sum_{s\in\mathcal{T}}\Delta_{ts}P_{ts}>0$ であれば，エージェントの報告 s に依存しない報酬設計がパレート最適である。

ここからは、上記で確認したエージェントの報告 s に依存しない報酬設計における最適契約を確認する。$w_{ts}\geq c_t\geq 0$ なので、$\Delta_{ts}=w_{ts}-c_t$ と定義し、(2.9)-(2.14) の w_{ts} を $\Delta_{ts}\geq 0$ に置き換える。λ を実施するためのコスト $C^S(\lambda)$ は以下の最小化問題の解となる。

$$C^S(\lambda)=\min_{\Delta_{ts},c_t}\sum_{t\in\mathcal{T}}c_t\gamma_t(\lambda)+\sum_{t,s\in\mathcal{T}}\Delta_{ts}\Gamma_{ts}(\lambda) \tag{2.15}$$

$$\sum_{t\in\mathcal{T}}u(c_t)\gamma_t(\lambda)-V(\lambda)\geq\bar{u} \tag{2.16}$$

$$\sum_{t\in\mathcal{T}}u(c_t)(\gamma_t^H-\gamma_t^L)=V'(\lambda) \tag{2.17}$$

$$(c_t-c_{\bar{t}})\gamma_t(\lambda)\leq\sum_{s\in\mathcal{T}}(\Delta_{\bar{t}s}-\Delta_{ts})\Gamma_{ts}(\lambda),\quad\forall t,\bar{t}\in\mathcal{T} \tag{2.18}$$

$$\Delta_{ts}\geq 0 \tag{2.19}$$

(2.16) と (2.17) を満たすエージェントの報酬 $c=[c_1,\ldots,c_n]$ に対して、$w_{ts}=\max_{t\in\mathcal{T}}c_t$ を考える。この報酬設計はプリンシパルのインセンティブ制約を満たしている。この時、コストの上限 $\bar{C}(\lambda)$ が決まる。ここで、評価の分布のサポートを $TS(\lambda)=\{ts\in\mathcal{T}\times\mathcal{T}\mid\Gamma_{ts}(\lambda)>0\}$ とする。この時 (2.18) で決まる Δ_{ts} の集合は非空のコンパクトとなるため、連続的な目的関数とコンパクトなパラメータ空間を持つ最適化問題を解くことになり、解が存在することになる。もし $ts\notin TS(\lambda)$ の時は、$\lambda>0$ の努力を誘因すると $V'(\lambda)>0$ となるが、(2.17) の左辺は 0 となりこのような契約は存在しない。

$C^S(\lambda)$ は下半連続であり、最適努力水準は以下の式を解くことで決定する。

$$\max_{\lambda\in[0,1)}\lambda B-C^s(\lambda)$$

ここで、仮に $w_{ts}=c_t$ とした時に、プリンシパルが t を観察し $\bar{t}$ を報告するインセンティブを持っているとする。この時、$c_t-c_{\bar{t}}>0$ であるため、(2.18) の右辺も正である必要がある。しかし $w_{ts}=c_t$ であるため右辺は 0 となる。よって、最適契約は $w_{ts}>c_t$ となる。

プリンシパルが支払う額とエージェントが受け取る額が異なる $w_{ts}>c_t$ という状態は、プリンシパルが差額を捨てる、第三者に支払う、または非生産的な行動をするという形で実現する。プリンシパルの真実告示制約を満たすようにプリンシパルは固定額を支払い、エージェントは努力が誘発されるように成果に応じた報酬を受け取ることができれば良いので、差額はどのような形で実現しても良い。

主観的業績評価によるインセンティブ契約ではこのような差額が必然的に発生する。この差額が発生する時、$C^S(\lambda)>C^*(\lambda)$ となるため、主観的業績評価によらないベンチマークモデルよりもコストがかかる。

2.2.4 情報の相関

Macleod はプリンシパルとエージェントの評価に関する情報の関係についてさらに詳しく分析を行っている。前述したようにエージェントの受け取り額がエージェントの報告と関係がない契約に限定しても一般性は失われない。この時エージェントの真実告示制約は自動的に満たされる。

両者が持つ情報が完全に相関 ($P_{ts} = I_{ts}$) している場合は、報告内容が食い違った時にプリンシパルに罰を与えるような契約を考える。エージェントは常に真実を述べるため、プリンシパルの報告が真実かどうか確かめることができる。報告内容が食い違った場合はプリンシパルがウソの報告をしたことになるため、罰を与えることでプリンシパルのウソをつくインセンティブが無くなる。そのため検証可能なプリンシパル・エージェント契約と同じになる。

完全な相関がない場合は、プリンシパルの支払い額もエージェントの報告に依存しなくなり、プリンシパルのインセンティブ制約により評価によらない固定払いとなる。このとき単調尤度比条件から、最悪の評価の時のみ $w > c_t$ となり、それ以外は $w = c_t$ となる。$w > c_t$ の時は必ずコストがかかるので、コストの支払いを避けようとプリンシパルが甘い評価をつけることに相当する。Levin (2003) が示したように、繰り返し関係における最適契約で課される罰の大きさには限界がある。ここで、その限界を $S > 0$ として、契約は $|w_{ts} - c_t| \leq S$ を満たさなければならないとする。この時、S が十分に大きい場合、プリンシパルとエージェントがそれぞれ持つ業績に関する情報が不完全に相関している契約では、無相関の最適契約に収束する。つまり、事後的に課せる罰に限界があり、プリンシパルとエージェントの相関が弱い場合、無相関の時のようにプリンシパルは甘い評価をつけることになる。また、Macleod はプリンシパルの情報がエージェントよりも優れているという仮定を緩和し、両者の情報に正の相関があれば最適契約ではエージェントの報酬はプリンシパルの情報にのみ依存することを示した。これにより、主観的業績評価において、エージェントの自己評価の質よりもプリンシパルとの相関関係が重要である。

2.3 まとめ

本章では Levin (2003) と Macleod (2003) を解題し、主観的業績評価を含む契約においてなんらかのコストが必然的に発生することを確認した。Levin (2003) はプリンシパルとエージェントがともにリスク中立的な繰り返しゲームモデルで分析を行った。期間をまたいで情報を保持しないモデルにおいて関係の終了を含むことで、プリンシパルの真実告示制約とエージェントの努力インセンティブ制約を満たすことを示した。しかし、プリンシパルは業績からエージェントの行動について学習するしかなく、努力したにも関わらず悪い業績が発生しうる。その場合も関係の終了が発生するため非効率が必然的に発生

する。

Macleod (2003) は、Levin の結果を前提にリスク回避型のエージェントによる短期契約モデルで分析を行った。プリンシパルの真実告示制約とエージェントの努力インセンティブ制約を満たすように、プリンシパルの支払い額とエージェントの受け取り額に差を生むことが必要であることを示した。また、プリンシパルとエージェントが持つ情報に相関関係を設定することで、お互いの持つ情報に齟齬が生じた場合にコストが生まれることがわかった。

非対称情報による契約モデルでは、業績評価を通じてお互いに学習を行う。プリンシパルはエージェントの行動を、エージェントは自身の行動の結果を学習するが、そこに不確実性が存在するため非効率性が発生する。業績評価を複数回行うことでそこでの学習の精度が高まると考えられる。その場合にこの非効率性を改善できる可能性がある。次章では、動的モデルに拡張を行った研究を整理し効率性の改善について確認する。

3　T 期間契約

この章では、Macleod (2003) と Levin (2003) の研究を動的モデルに拡張を行った研究を取り上げ、主観的業績評価において、エージェントに対し成果のフィードバックをしないことの役割について考察する。

Fuchs (2007) は効率賃金と解雇の脅威による最適契約を示し、T 期間ごとに評価を行う T 期間契約を導入することで Macleod と Levin が示した主観的業績評価の非効率性を改善できることを示した。Maestri (2012, 2014)、Chan and Zheng (2011) は、エージェントも評価に関する情報を観測する設定を追加したモデルを検討している。Maestri (2012, 2014) は効率賃金モデルよりもボーナス支払いが最適となることを示した。Chan and Zheng (2011) は、すべての期で悪い成果となる最悪の場合にのみ罰を与えるのは非効率であることを指摘し、過去に良い評価であっても悪い評価がある時に罰を与えるべきであることを示した。

本章では、代表的な研究として Fuchs (2007) の詳細なレビューを行う。さらに裁量的ボーナス支払いが持つ情報伝達の役割について整理を行う。

以下では、Macleod (2003) と Levin (2003) が示したコストを余剰破壊と呼び、Macleod (2003) が用いた、プリンシパルの支払い額とエージェントの受け取り額に差を生む設定のことをマネー・バーニングと呼ぶことにする。

3.1　効率賃金:Fuchs (2007)

Macleod (2003) と Levin (2003) の研究を動的モデルに拡張を行ったのは Fuchs (2007) である。Fuchs は Macleod (2003) が示した余剰破壊の必要性が動的モデルに拡張でき、効率賃金と解雇の脅威による契約が最適であることを示した。有限期間において、最後の期間まで評価を隠し、最悪の場合にのみ罰を与えることが最適であることを示した。これは Abreu et al. (1991) が示した「罰の再利用性」と関連し、非効率な余剰破壊を伴う罰を「再利用」することで効率性が改善することを利用している。無限期間においても、T 期ごとに評価を行う T 期間契約を導入することで、有限期間と同様に最適契約を示し、$\delta \to 1$ の場合に限り非効率性が改善することを示した。

3.1.1　モデル

Fuchs のモデルの設定は以下の通りである。リスク中立的なプリンシパルとエージェントは期間 $t \in \{0, 1, \ldots, T\}$ の繰り返しゲームを行う。$t = 0$ の時点で、プリンシパルとエージェントは報酬と契約終了について合意する。T は有限の場合と $T = \infty$ の場合をそれぞれ考える。

ゲームの順番は以下の通りである。エージェントが解雇されていない場合、エージェントは各期間において自分の情報を条件として、努力をするかしないかを決定する。次に、プリンシパルは成果の実現値 $y_t \in Y_t = \{L, H\}$ と確率変数 ϕ_t を私的に観測する。そしてエージェントに送るメッセージ m_t を選択する。このメッセージは検証可能であり、これに基づいてエージェントに支払わなければならないボーナス b_t を決定する。プリンシパルはエージェントに対して結果の履歴を部分的にしか明らかにしないか、全く明らかにしないかを選択することができる。また、プリンシパルは基本賃金 w_t を支払う。最後に、この関係を将来にわたって継続するかどうか、毎期同時に決定される。当事者の少なくとも一方が関係を終了することを決定した場合に関係の終了が起こる。関係が終了した場合、両者はゼロに正規化された留保利得を受け取り、両当事者は二度と取引しない。

Fuchs は 3 つの異なる情報集合を定義している。検証可能な履歴の集合 $\mathcal{H}_t^V$、エージェントの私的履歴の集合 $\mathcal{H}_t^A$、プリンシパルの私的履歴 $\mathcal{H}_t^P$ である。$\mathcal{H}_t^V$ の要素は $h_t^V = \{m^t, k^t, A^t, x^t\}$ である。$k_t : \mathcal{H}_{t-1}^A \times e_t \times x_t \times M_t \to \{0,1\}$ は指示関数で、エージェントが時間 t において関係の継続を決定した場合に 1 になる。同様に、A_t は、プリンシパルが時間 t において エージェント を雇用し続けることを決定した場合に 1 に等しくなる指示関数である。外生的な公的無作為化装置 (Public Randomization Device) $x_t \sim U[0,1]$ は，i.i.d. に従うと仮定する。$\mathcal{H}_t^A$ の要素は $h_t^A = \{h_t^V, e^t\}$、$\mathcal{H}_t^P$ の要素は $h_t^P = \{h_t^V, y^t, \phi^t\}$ で、$\phi_t \sim U[0,1]$ は i.i.d. に従うとする。$h_{-1}^j = \emptyset$ と仮定する。

エージェントが選択する努力を $e_t : \mathcal{H}_{t-1}^A \to \{0,1\}$ とし、努力コストは $c(e)$ で表すとする。なお、$c(0) = 0$、$c(1) = c > 0$ である。

努力した場合に $y = H$ となる確率を p、努力しない場合に $y = H$ となる確率を q とする。なお、$1 > p > q > 0$ とする。努力しない場合の期待生産量は 0 で、努力をすることによる期間ごとの期待余剰を s と表し、厳密に正であると仮定する。

$$\mathbb{E}[y \mid e = 1] - c = s > 0$$

そしてエージェントに送るメッセージ $m_t : \mathcal{H}_{t-1}^P \times Y_t \times [0,1] \to M_t$ を選択する。

契約 $\omega \in \Omega$ は、固定賃金とボーナスで決定される。固定賃金 w_t はメッセージ以外のすべての検証可能な情報で決定される。

$$w_t : (\mathcal{H}_{t-1}^V / M^{t-1}) \times [0,1] \to \mathbb{R}^+ \quad t = 0, \ldots, T.$$

ボーナス b_t はメッセージによって決まる。

$$b_t : \mathcal{H}_{t-1}^V \times M_t \times [0,1] \to \mathbb{R}^+ \quad t = 0, \ldots, T.$$

すべての t について、$b(h_{t-1}^V, m_t, x_t) = 0$ となるような m_t が存在すると仮定する。

$\sigma_\omega^A = [\{e_t\}, \{k_t\}]$ を、契約 ω を受諾したことを条件としたエージェントの戦略とする。同様に、$\sigma_\omega^P = [\{m_t\}, \{a_t\}]$ をプリンシパルの戦略とする。エージェントとプリンシパルの戦略の集合を、それぞれ $\sum_\omega^A$ と $\sum_\omega^P$ とし、戦略のペアを $\sigma_\omega = (\sigma_\omega^A, \sigma_\omega^P)$ とする。継

続ゲームにおいて $\sigma_\omega \in \sum_\omega^A \times \sum_\omega^P$ をプレイするという自己強制的な合意をして、契約 $\omega \in \Omega$ を受け入れることを表す $\xi^i : \Omega \times \sum_\omega^A \times \sum_\omega^P \to \{0,1\}$、$i = A, P$ を各プレイヤーが持つとする。各プレイヤーの完全な戦略プロファイルは $\sigma^i = [\chi^i, \sigma_\omega^i]$ とし、ゲーム全体の戦略プロファイルの組 (σ^A, σ^P) を σ とする。

共有する割引係数を $\delta \in (0,1)$ とすると、エージェントとプリンシパルの各期の期待利得は以下のようになる。

$$V = \mathbb{E}\sum_{t=0}^{T} \delta^t (w_t + b_t - c(e_t))$$

$$F = \mathbb{E}\sum_{t=0}^{T} \delta^t (y_t - w_t - b_t)$$

履歴 h_{t-1}^P でゲームが始まり、プレイヤーが戦略プロファイル σ に従うため、エージェントとプリンシパルの各期における期待利得は以下のようになる。

$$V_t(h_{t-1}^P, \sigma) = \mathbb{E}\left[\sum_{j=t}^{T} \delta^{(j-t)} (w_j + b_j - c(e_j)) \mid h_{t-1}^P, \sigma\right]$$

$$F_t(h_{t-1}^P, \sigma) = \mathbb{E}\left[\sum_{j=t}^{T} \delta^{(j-t)} (y_j - w_j - b_j) \mid h_{t-1}^P, \sigma\right]$$

プリンシパルとエージェントが戦略プロファイル σ に従っている場合、プリンシパルは F_t と V_t の両方を知っていることになる。もし、エージェントが逸脱した場合、プリンシパルは F と V について誤った評価を行う。F_t と V_t がプリンシパルの私的情報に依存しているため、エージェントはどちらも知らない。エージェントは、自分の情報とプレイされている戦略に基づいて、V_t の予想を立てる。

$$\nu(h_{t-s}^A, \sigma) = E[V_T(h_{t-1}^P, \sigma) \mid h_{t-1}^A, \sigma]$$

契約が受諾された場合の繰り返しゲーム Π_ω の均衡は、戦略 $[\sigma_\omega^A, \sigma_\omega^P] \in \sum_\omega^A \times \sum_\omega^P$ と、相手のタイプに関する事後確信 (以下より、両者がそれぞれ持つ私的な情報という意味で信念と呼ぶことにする。)$\mu^A(h_t^P \mid e^t)$、$\mu^P(h_t^A \mid y^t)$ の組で構成される。

エージェントのプリンシパルの戦略 σ_ω^P に対する最適反応を以下とする。

$$\sigma_\omega^A \in \underset{\tilde{\sigma}_\omega^A \in \sum_\omega^A}{\arg\max}\, \nu(h_{t-1}^A, \tilde{\sigma}_\omega^A, \sigma_\omega^P)$$

同様にプリンシパルのエージェントの戦略 σ_ω^A に対する最適反応を以下とする。

$$\sigma_\omega^P \in \underset{\tilde{\sigma}_\omega^P \in \sum_\omega^P}{\arg\max}\, F(h_{t-1}^P, \sigma_\omega^A, \tilde{\sigma}_\omega^P)$$

戦略 $\sigma_\omega^* = [\sigma_\omega^{*A}, \sigma_\omega^{*P}]$ と信念 μ^A, μ^P のプロファイルが Γ_ω の完全ベイジアン均衡を形成するのは、以下の場合のみである。

- σ_ω^{*A} は、信念 μ^A, μ^P が与えられたとき、すべての履歴 h_{t-1}^A の後の σ_ω^{*P} に対する

最良の応答であり、σ_ω^{*P} は、すべての履歴 h_{t-1}^P の後の σ_ω^{*A} に対する最良の応答である。

- 信念 μ^A, μ^P は σ_ω^* と一致し、可能であればベイズの法則を用いて更新される。

さらに、時間ゼロで雇用契約 ω を受け入れる個人の合理性制約が満たされることが必要である。

3.1.2 有限期間

Fuchs は、有限期間における動的モデルにおいても Macleod (2003) が示したコストと評価の圧縮が発生することを示した[*5]。Macleod と同様にプリンシパルの支払い額とエージェントの受け取り額に差がある契約に注目する。以下ではプリンシパルの支払い額を w^P、エージェントの受け取り額を w^A とする。

まず賃金が最終期に支払われ、エージェントが毎期努力をする契約に注目できることを示す。プリンシパルが発信するメッセージは検証可能なため、その期に賃金を支払うのではなく T 期に w_t^P/δ^{T-1} を支払うというメッセージを送ることができる。このメッセージにより支払いを強制できるため、賃金の支払いと差額を捨てる行為を契約の最後の期間に行っても一般性を失わない。また、マネー・バーニングの量に制限がない場合は、プロジェクトの終了による余剰破壊とマネー・バーニングによる余剰破壊を等しくできる (証明は 3.1.3 を参照)。そのため、マネー・バーニングによってすべての期間で努力を誘因する契約のみに注目することができる。

次にエージェントが毎期努力しプリンシパルが正直に報告をする最適契約を特徴づける。賃金を最終期に支払うことができるため、途中の結果をエージェントに伝える必要はない。それにより、この最適化問題は、エージェントが最初にいつ努力をするかを決める静的なマルチタスクと同じになる。そこで、余剰破壊を最小化する問題を考える。T 期間の成果 y^T に対する余剰破壊を $Z(y^T)$ と表す。プリンシパルの真実告知制約を満たすように、プリンシパルの支払い額を成果によらない一定額 $w_T^P(y^T) = w_T^P$ とする。ここで、区別するために太文字はベクトルを表すこととする。エージェントが選択した努力の列ベクトル $\mathbf{e}$ を条件として、成果の列 y^T が実現する確率を $P(y^T \mid e)$ で表すことにする。また、$\mathbf{L}$ を使って、低い結果の実現確率のベクトルを表す。最後に、$\mathbf{c}$ を努力コストの行ベクトルとして定義し、i 番目の要素は $\delta^{i-1}c$ で表す。

$T+1$ 期間の努力 $\mathbf{e}^*$ を動機づける、余剰破壊の最小化問題は以下のようになる。

$$\min_{\{Z(y^T)\}y^T \in Y^T} \delta^T \sum_{y^t \in Y^T} Z(y^T) P(y^T \mid e^*)$$

$$\boldsymbol{c}(\boldsymbol{e}^* - \boldsymbol{e}) + \delta^T \sum_{y^T \in Y^T} Z(y^T)(P(y^T \mid \boldsymbol{e}^*) - P(y^T \mid \boldsymbol{e})) \leq 0 \quad \forall \boldsymbol{e} \in \{0,1\}^{T+1} \qquad (3.1)$$

[*5] Macleod (2003) の内容については 2.2.3 を参照。

$$Z(y^T) \geq 0 \quad \forall y^T$$

(3.1) はエージェントが努力 $\mathbf{e}^*$ を選択するためのインセンティブ制約である。仮定よりプリンシパルの真実告示制約は満たされている。

ここで、エージェントが $T+1$ 期間で 1 度だけ逸脱する場合を考える。この逸脱を防ぐインセンティブ制約は、(3.1) を以下のように書き換える。

$$\delta^t c + \delta^T \sum_{y^T \in Y^T} Z(y^T) P(y^T \mid \boldsymbol{e}^*) \left(\frac{P(y_t \mid e_t = 1) - P(y_t \mid e_t = 0)}{P(y_t \mid e_t = 1)} \right) \leq 0 \quad \forall t \tag{3.2}$$

この制約を満たすには以下を満たす必要がある。

$$\left(\frac{P(y_t \mid e_t = 1) - P(y_t \mid e_t = 0)}{P(y_t \mid e_t = 1)} \right) < 0$$

これは、すべての期間でエージェントが努力していない可能性が高い $y_t = L$ の時に余剰破壊が必要であることを意味する。このことから、(3.2) を以下のように書き換える。

$$\delta^t c \frac{(1-p)}{p-q} \leq \delta^T \sum_{y^T \in Y^T \cap (y_t = L)} Z(y^T) P(y^T \mid \boldsymbol{e}^*) \quad \forall t \tag{3.3}$$

この制約式の左辺は、$\delta < 1$ の時は $t = 0$ で最も大きくなるため、余剰破壊の下限は $c(1-p)/(p-q)$ となる。$P(y^T = \boldsymbol{L} \mid \boldsymbol{e}^*) = (1-p)^{T+1}$ より、余剰破壊の量は以下のようになる。

$$Z^* = \begin{cases} \frac{c}{\delta^T (p-q)(1-p)^T} & \text{if} \quad y^T = \boldsymbol{L} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{3.4}$$

余剰破壊は $y_t = L$ の時にのみ起きることに気を付けて、(3.1) を用いて (3.4) を以下のように書き換える。

$$\boldsymbol{c}(\boldsymbol{e}^* - \boldsymbol{e}) + \frac{c}{(p-q)(1-p)^T} \left((1-p)^{T+1} - P(\boldsymbol{L} \mid \boldsymbol{e}) \right) \leq 0, \quad \forall \boldsymbol{e} \in \{0,1\}^{T+1}$$

第 2 項に注目して、エージェントが n 回逸脱した場合の期待コストは以下のようになる。

$$\frac{c}{(p-q)(1-p)^T} \left((1-p)^{T+1} - (1-p)^{(T+1)-n}(1-q) - n \right)$$

仮に逸脱した回数が $n-1$ 回から n 回に増えた場合、コストは以下だけ増加する。

$$\left(\frac{1-q}{1-p} \right)^{n-1} (1-p)^T (p-q)$$

$(1-q)/(1-p) > 1$ であるため、逸脱する回数が増えるほどコストの増分は大きくなる。よって、エージェントが仮に逸脱するならば、1 回だけ行うことが合理的である。前の議論から、エージェントが 1 度だけ逸脱をする場合は余剰破壊を (3.4) とするのが最適である。

この結果は、Macleod が示したのと同様に、すべての期間で最悪の結果となった場合にのみエージェントを罰することが最適であることを表している。Fuchs のこの結果において重要なのは、エージェントに途中の結果を伝えない点である。

これを説明するために単純な 2 期間モデルを考える。各期のマネー・バーニング量は $c/(p-q)$ である。毎期マネー・バーニングを行う場合の期待コストは，$c(1+\delta)/(p-q)$ となる。ここで、最終期にまとめて行う場合に、仮に 1 期目に L だったとしても、2 期目に H となれば罰を与えないとする。この時、2 回連続で L であった場合にそうでない場合と比べて罰を大きくする必要があるので、マネー・バーニング量は以下となる。

$$\frac{c}{\delta^T(p-q)(1-p)} \tag{3.5}$$

これにより、2 期目の罰で 1 期目の努力を誘因できるため毎期罰を与える場合よりも罰を節約できる。よって、期待コストは $c(1+p\delta)/(p-q)$ に低下する。

さらに、途中で結果を伝えない場合、エージェントは 2 期目の時に 1 期目の結果が H だったのか L だったのかがわからない。1 期目に努力をしていた場合、エージェントは $1-p$ の確率で 1 期目は L だったと考える。よって、2 回連続で L だった時のコストが (3.5) であれば、罰を恐れて 2 期目も努力する。この時の期待コストは $c(1-p)/(p-q)$ となり、毎期マネー・バーニングを行う場合よりも効率的である。

途中でエージェントに結果を伝えること、つまりフィードバックの存在は $\delta = 1$ である時に最適ではない。$\delta < 1$ の時、最初期以外では (3.3) は緩和されるため、最適な契約を実行することは可能である。しかし、$\delta = 1$ の時は、フィードバックによりエージェントが情報を得ると、ある期間に努力することが重要となる確率が変化し制約が満たされなくなるからである。

3.1.3 無限期間

無限期間を考える場合、有限期間と同様に考えることはできない。エージェントに対し無限に賃金を与えないということは不可能であるため、無限期間のどこかでエージェントに対し情報を与えることになる。一般に私的監視ゲームは扱いやすい再帰的構造を持たないため、分析が困難である。Levin (2003) は FPE(Full Performance Evaluation) を行う契約に限定することで無限期間における最適契約の分析を行った。Levin の契約は $\delta \to 1$ において漸近的に最適となるが、$\delta \ll 1$ において一般に最適ではない。Fuchs は、$\delta \ll 1$ における最適契約は、以下の特徴を持つことを示した。

(i) エージェントは、解雇されるまで一定の賃金を受け取り、ボーナスはない。
(ii) エージェントは、解雇されるまで毎期努力をする。
(iii) プリンシパルはエージェントにフィードバックを与えない (メッセージを送らない)。

まず、エージェントが努力しない時、成果に依存しない報酬設計が可能であることを示す。$V + F > 0$ を生み出す任意の契約 $[\omega, \sigma^*]$ に対し、以下のような変更を加える。$e(h^V_{t-1}) = 0$ となるような履歴 h^V_{t-1} の時、エージェントの利得は変わらないが、プリンシ

パルの行動が y_t に依存しなくなる。この時、プリンシパルの行動は y_t に依存しないため真実告示制約を満たしている。エージェントの利得は変わらないため、元の契約において努力をしない時は、変更後においてわざわざ努力コストを払ってまで努力するようにはならない。よって、プリンシパルとエージェントは、変更後の契約においても元の契約と同じ行動をとり、同じ利得となる。エージェントが努力しないことを誘因するのにインセンティブが必要でないため、このことは、エージェントが努力すべき時に努力しないという逸脱だけを確認すれば良いことを意味する。

次に、$V + F > 0$ を生み出す任意の契約 $[\omega, \sigma^*]$ と同じ利得を生み出す Input based pay 契約 $[\tilde{w}, \tilde{\sigma}^*]$ が存在することを示す。Input based pay 契約はすべての $t > 0$ に対し、報酬が $\tilde{b}_t + \tilde{w}_t - \mathbb{E}[y_t \mid e_t]$ となる契約である。なおここで利用されるエージェントの努力は均衡経路上における努力水準である。ここで、元の契約を $\tilde{w}_0 = \mathbb{E}[y_0 \mid e_0] - F$、$\tilde{a}_t = a_t k_t$、すべての t に対して $\tilde{k}_t = 1$ となるように変更を加えると、プリンシパルの最初期の利得は F で継続利得は 0 となる。これによりプリンシパルの支払いは成果に依存しないため真実告示制約を満たし、さらに契約の継続と終了に対し無差別となる。エージェントは、努力をしなかった場合は元の契約と同じだけ損をするため、元の契約における均衡行動から逸脱しない。また契約が続く限り利益を得るため、エージェント自ら契約を終了することはない。よって、プリンシパルとエージェントは、変更後の契約においても元の契約と同じ行動をとり、同じ利得となる。これは、毎期同じ支払いをする契約がボーナス支払いによる契約と同様の結果を導けることを意味している。ただ、元の契約においてエージェントが努力しない場合は、変更後の契約でも努力しないので、均衡においてエージェントは毎期必ず努力するわけではない。

最後に解雇の脅威によって毎期努力を誘因できることを示す。前の議論から、Input based pay 契約 $[\tilde{w}, \tilde{\sigma}^*]$ においても、エージェントが努力しない時、成果に依存しない報酬設計が可能である。エージェントが $t-1$ 期にだけ努力しない均衡を考える。この時の期待生産量は 0 であるため、エージェントの受け取り額は 0 となり、t 期以降は毎期努力をするため、継続利得の実現が 1 期分ずれる。1 期分のずれは毎期努力をする場合と比べて価値が減ることを意味しているため、$t-1$ 期にだけ努力しないことで価値を棄損していることになる。

よってこの棄損によりエージェントに努力を促すことを考える。t 期に提案する継続確率を $\hat{a}(h^P_{t-2}, y_t, x_t) = \tilde{a}(h^P_{t-2}, y_t, x_t)\delta$ に変更すると、毎期 $\mathbb{E}[y_t \mid e_t = 1]$ を支払っても同じだけ価値の棄損がおきる。これは、$t-1$ 期に努力しない場合に継続確率が δ の分だけ減少することで実現している。それにより解雇される確率が高まるので、努力が促される。

以上により、最適契約は毎期一定の賃金を支払う効率賃金と解雇の脅威によって毎期努力する契約となる。また、この契約はプリンシパルのメッセージに影響を受けない。

3.1.4 T 期間契約

分析が困難な無限期間モデルを Levin (2003) は FPE を行う契約に限定することで分析を行った。Fuchs はこの条件を緩和し、T 期間ごとにパフォーマンスを評価する契約を用いることで、効率性が改善されることを示した。あらかじめ決められた期間 T の後にエージェントの評価を行い、良い評価であればエージェントは雇用される。悪い評価であれば確率 β で解雇される。T 期間契約は、この独立した T 期間のゲームを繰り返す契約である。

雇用されている間は期間ごとに固定賃金 $w = pH + (1-p)L$ がエージェントに支払われ、T 期間ごとにプリンシパルはエージェントを評価し、T 期間の評価が割るければ確率 β_T で解雇するような T 期間契約を考える。この時、有限期間の場合と同じであるため、以前の議論と同様に、最初期において努力しないという逸脱をしないようなインセンティブを与えればよい。インセンティブ制約は以下のようになる。

$$(1-p)^{T-1}(p-q)(\delta^T \beta V) \geq c \qquad \text{(ICAT)}$$

ここで、エージェントの利得は以下のようになる。

$$V = \frac{S_T}{1-\delta^T(1-\beta(1-p)^T)}$$

S_T で T 期における剰余金の現在価値を表すと以下のようになる。

$$S_T = \sum_{t=0}^{T-1} \delta^t s$$

(ICAT) は、最適契約ではバインドされるため、V を以下のように書き換えることができる。

$$V = \frac{S_T - \frac{c(1-p)}{p-q}}{1-\delta^T}$$

分子の第 2 項は余剰破壊を意味しており、正の利得を得るためには余剰破壊の量は S_T によって制限される。また T を可能な限り大きくすることが最適であることがわかる。しかし、解雇される確率が $\beta \leq 1$ である必要があるために T の大きさには制限がある。最適な T の大きさは δ と y_H に従い増加し、q と c に従い減少する。特殊なケースとして $p = 1$ のときは $T = 1$ となる。p が増加すると関係における利得が高まるため T が大きくなるが、有限期間で見たように罰はすべての期間で $y_t = L$ となった時に発生するため、1 度の逸脱による罰の可能性が低くなる。この時、エージェントの努力するインセンティブが減少してしまうため T は減らさなければならない。結果、1 期間契約のみが実行可能となる。

(ICAT) は $\delta \to 1$ の時、$(p-q)sT/(1-p) \geq c$ と書き換えることができるため、期間あたりの総利得 s が正の時に $\delta \to 1$ とすると、十分大きな T で実施可能な契約が常に存在

する。

また、実行可能な契約の非効率性 $\lambda_T \in [0,1]$ を $\lambda_T = 1 - (V/V^{\mathrm{FB}})$ と定義すると、以下のようになる。

$$\lambda_T = \frac{c(1-p)}{(p-q)} \frac{1}{S_T} \tag{3.6}$$

有限期間の時と同様に、余剰破壊は T や δ と無関係に決まるため、期間あたりの総利得が増加するか、あるいは T を大きくするにつれ、非効率性を減少させることが可能である。特に $\delta \to 1$ として、$T \to \infty$、したがって $S_T \to \infty$ を取ることができるので、$\lambda_T \to 0$ を作ることができる。

$\delta \to 1$ では契約から得られる将来利得が大きくなるため、余剰破壊の大きさの制限が弱くなる。そのため、無限期間において困難であった情報の伝達の先延ばしが $T \to \infty$ で可能となる。そして有限期間と同様に毎期 $y_t = L$ となるような最悪の場合にのみ罰を与えることで効率性が改善される。しかし、$\delta \to 1$ という仮定のもとで最適であるに過ぎず、$\delta < 1$ では T 期間契約は最適とはならない[*6]。

3.2 裁量的ボーナス

Fuchs (2007) は効率賃金が最適であることを示したが、Fuchs はプリンシパルだけが成果に関する情報を持っていると仮定していた。しかし、仕事に従事しているエージェントは何かしら成果に関する情報を持っているはずである。Macleod (2003) のモデルのようにエージェントも成果に関する私的な情報を保有するモデルを扱う研究が存在している。

Maestri (2012, 2014) は、Fuchs (2007) のモデルをエージェントが自分のパフォーマンスの相関シグナルを観測する状況に拡張した。Maestri (2012) は効率賃金 (定額支払いと解雇の脅威) とボーナス支払いの比較を行い、T 期間契約において $\delta \to 1$ の場合に毎期行うボーナス支払いが最適であることを示した。毎期入手する情報によってエージェントは学習してしまうため、Fuchs (2007) のようにエージェントに対し情報を隠しておくことができない。学習したエージェントを動機付けるために多くの余剰破壊が必要となる。そこで、エージェントには毎期ボーナスによる動機づけを行う。問題はプリンシパルの真実告示制約である。エージェントが持つ情報とプリンシパルのメッセージが T 期間すべてで不一致であれば、エージェントはプリンシパルに対して関係をやめるという罰を与える。関係が終了することをプリンシパルは望まないため、δ が大きくなるほど、期間 T の大きさを長くすることができる。プリンシパルは T 期間の間エージェントの私的情報について情報が与えられないため、T 期に行われる関係の終了の可能性によって、ボーナス支払いが動機付けられる。

Maestri (2014) はエージェントが観測するシグナルをより一般化したモデルを用いて

[*6] $p = 1$ の場合は 1 期間契約で最適となる。

分析を行い、ボーナス支払いと解雇の脅威を用いることで T 期間契約において $\delta \to 1$ の場合に効率的になることを示した。プリンシパルは T 期間契約において一定賃金を支払い、T 期目に評価を行いエージェントを解雇するかどうかを決定する。解雇されない場合、ボーナスが支払われ、次の契約に移行する。このモデルは Fuchs (2007) と Maestri (2012) の結果を内包している。エージェントは Fuchs (2007) のように解雇されるという脅威によって部分的に動機づけられ、Maestri (2012) のようにボーナスを受け取ることによって部分的に動機づけられる。

効率賃金と比較して裁量的ボーナス支払いは信頼性のあるフィードバックを与えることができる。Suvorov and van de Ven (2009) はエージェントに内発的動機付けがある場合に、エージェントよりも情報を持っているプリンシパルが、、信頼できるフィードバックを与えるために裁量的ボーナスを用いることを示した。Fuchs (2015) はモラルハザードのない 2 期間モデルにおいて、エージェントへのフィードバックに信頼性を持たせるために裁量的ボーナスが有効であることを示した。エージェントの能力やマッチングの質について、両者とも知らない状況において、主観的評価はエージェントが今の仕事にどれほどマッチしているかについての情報を提供する。されにここでは外部労働市場が仮定されており、外部の選択肢が潜在的に魅力的である場合、エージェントをとどめるためにプリンシパルはポジティブなフィードバックを提供したがる。しかし、プリンシパルがエージェントをとどめたいインセンティブを持っている場合、単なるメッセージでは信用されず、ボーナスの支払いが必要となる。

3.3 まとめ

本章では、T 期間契約を提示した Fuchs (2007) を解題することで、情報を伝えないことで主観的業績評価にともなう非効率性が改善することを確認した。Fuchs (2007) は、Levin (2003) が示した主観的業績評価モデルの条件を緩和し T 期間ごとに評価を伝えることで、有限期間の場合と同様に最適契約は毎期一定額を支払う効率賃金と解雇の脅威によって構成されることを示した。この時、解雇によって実現される余剰破壊は T 期目に起きるため、毎期余剰破壊を必要とする Macleod (2003) のモデルよりも効率性が改善される。さらに、Fuchs (2007) はプリンシパルのみが成果を観察するが、Macleod (2003) のモデルのように、エージェントも私的に成果を観察する状況に拡張すると、裁量的ボーナス支払いがより望ましいことがわかった。

評価やそれに伴う報酬は、エージェントに様々な情報を提供することになる。なるべくエージェントに対し情報をあたえないことが最適となるのは違和感がある。例えば、昨年の業績について、上司から良い評価を受けているのか悪い評価を受けているのかわからないと、改善しようと工夫することができない。上司からのフィードバックを受けて少しずつ業務遂行能力を高めていく一般的な人材開発とも異なるように思われる。むしろ、労働

者はフィードバックを通してモチベーションが高まる可能性がある。次章ではフィードバックすることの影響を分析したモデルを確認する。

4　中間業績評価 (IPE)

この章では中間業績評価 (IPE:Interim Performance Evaluation) 研究をレビューし、契約の途中でフィードバックをエージェントに行うことの影響を整理する。

プリンシパル・エージェントモデルを応用したフィードバックの研究として Lizzeri et al. (2003) や Manso (2011) があげられるが、どちらも IPE を用いなくとも中間における評価が契約可能であることを前提としている。ここでは、中間における評価を、IPE を契約に使うことではじめて取得することができるモデルを導入し、主観的 IPE を提示した Chen and Chiu (2013) を詳細にレビューする。さらに、伝達する情報の種類や客観的評価と併用する場合など、様々な状況における IPE の有効性について整理を行う。

4.1　中間業績評価の基本モデル:Chen and Chiu (2013)

薬の開発のような困難な仕事を成功させるには、長期に渡る投資が必要となる。多くの場合、長期的な投資には中間において評価が行われる。まず計画書が評価され実際に投資を行うかどうかを決定し、最終結果が出る前にも何度か評価がなされ、続けるか中止するかが決定される。サンクコストの問題で知られているように、すでに投資を行った場合でも途中で中止することが合理的である場合がある。中間業績評価は、労働者に対し今までの行動の結果を伝えるだけでなく、企業が意思決定する上でも重要な役割を担っている。ただ、Fuchs (2007) が示すように、契約理論では中間でのフィードバックは望ましくないとされている。また Manso (2011) は薬の開発のようなイノベーティブな活動において、中間のフィードバックは悪影響があることを指摘している。

Chen and Chiu (2013) は、実際の企業に普及している中間業績評価 (IPE) によって、エージェントにフィードバックを与えることの影響を分析した。2 段階モデルにおいて、1 期目のエージェントの努力が高ければ 2 期目の努力がより生産的となる設定を追加することで、契約の途中でフィードバックを行うことがより望ましくなる条件を示した。

4.1.1　モデル

Chen and Chiu (2013) の基本モデルは以下の通りである。リスク中立的なプリンシパルとエージェントが 2 期間の契約を結ぶ。エージェントは事前に資産を持たず有限責任を負う。また、プリンシパルもエージェントも留保利得は 0 とし、期間ごとの割引はないとする。

1 期間目で、エージェントは、努力コスト $c_1 > 0$ で高い努力 $(e_1 = 1)$ をするか、コストをかけずに低い努力 $(e_1 = 0)$ をするかを選択する。1 期間目の最後に、確率 $r_0 + r_1 e_1 < 1$ で高品質 (H)、残りの確率で低品質 (L) の中間製品が生成される。(ここで $r_0, r_1 \in (0, 1)$)。

よって、1 期間目に努力するほど中間製品の期待品質は高くなる。

2 期間目で、エージェントは、努力コスト $c_2 > 0$ で高い努力 $(e_2 = 1)$ をするか、コストをかけずに低い努力 $(e_2 = 0)$ をするかを選択する。そして、観察可能で検証可能な品質が高い (H) か低い (L) 最終製品が生成される。プリンシパルは最終製品の品質が高ければ正の利得 $B > 0$ を手に入れ、品質が低ければ 0 とする。

最終製品の品質は、中間製品の品質と 2 期目の努力 e_2 に依存する。中間製品が高品質であれば、最終製品は確率 $t_0 + t_1 e_2 < 1$ で高品質になり、残りの確率で低品質になる $(t_0, t_1 \in (0,1))$。しかし、中間製品が低品質であれば、最終製品は確率 $t_0' + t_1' e_2 < 1$ で高品質になる (ここで、$t_0', t_1' \in (0,1)$)。中間製品の品質が高い方が最終製品も高品質になりやすいことから、$t_0 > t_0'$ と仮定する。さらに、期間ごとの努力の相補性、つまり、ある段階での高い努力は、他の段階での高い努力による成功確率の増分を増加させることを表すために $t_1 > t_1'$ を仮定する。

IPE が行われない限り、中間製品の品質に関する情報はプリンシパルにもエージェントにも明らかにされないと仮定する。したがって、IPE が予定されていない時、契約は固定賃金 w と最終製品の品質が高い場合のみ支払われるボーナス b によってのみ表される。このような契約を伝統的契約と呼ぶことにする。エージェントは有限責任であるため、有限責任制約は以下のようになる。

$$w \geq 0 \quad \text{and} \quad b + w \geq 0 \tag{4.1}$$

IPE を実行する場合、中間製品を生成後、2 期目の前に、中間製品の品質について知るために行われる。プリンシパルは IPE により私的にシグナル σ を観察する。σ は中間製品が高品質であれば H、低品質であれば L となる。つまり、品質を完全に観察することができる。また、評価のコストは無視できると仮定する。

IPE を実行した場合、IPE の後にプリンシパルが与えるメッセージ $m \in \{H, L\}$ を条件として支払いを決定する。IPE 契約は、メッセージ m が与えられたとき、固定賃金 w_m と最終製品が高品質である場合にのみ支払われるボーナス b_m によって決まる (w_H, w_L, b_H, b_L) で表される。エージェントの有限責任制約は以下のようになる。

$$w_h, w_l \geq 0, \quad b_H + w_H \geq 0, \quad \text{and } b_L + w_L \geq 0 \tag{4.2}$$

ここで、IPE 契約と伝統的契約を比較する際に、2 期目 (IPE の後) におけるエージェントの行動に注目するために以下の仮定を置く。

仮定 2. 最適な伝統的契約は $e_1 = e_2 = 1$ を実行し、エージェントが直面するすべてのインセンティブ制約のうち、唯一の制約は $e_1 = 1$、$e_2 = 0$ の努力計画への逸脱を防ぐものである。

これは、1 期目にエージェントは怠けることはないという仮定である。具体的には

c_1/c_2 が十分低く、B が十分大きいことである。[*7]この仮定により、プリンシパルがエージェントに要求する努力計画は一定努力計画 (Constant-effort Plan) と努力選別計画 (Effort-sorting Plan) の 2 通りとなる。一定努力計画は IPE の結果に関係なく毎期努力を行う計画で、伝統的契約と同じ行動となる。努力選別計画は、シグナルが H の時は 1 期、2 期ともに努力し、シグナルが L の時は 2 期目に努力をしない計画である。

■ベンチマークモデル　最適な伝統的契約をベンチマークとして T で表し、固定賃金 $w^T = 0$ と以下で表されるボーナス b^T で特徴づけられる。

$$b^T = \frac{c_2}{(r_0 + r_1)t_1 + (1 - r_0 - r_1)t_1'} \tag{4.3}$$

4.1.2　客観的業績評価

■一定努力契約　まず、一定努力計画 (Constant-effort Plan) における契約を特徴づける。客観的な IPE では $w_L = w_H = 0$ である。IPE のシグナルが L の時に正の w_L を支払うことは余計なコストがかかるため望ましくない。w_H について、このモデルでは b_H と同様のコストでインセンティブを与えることができるため $w_H = 0$ としても一般性を失わない。むしろ、IPE の結果が中間製品の品質を不完全にしか表さないようなより一般的な状況では、w_H によってインセンティブを与えることができないため、b_H を用いることが望ましい。

b_L、b_H はエージェントのインセンティブ制約によって決定される。2 期目においてエージェントに努力を誘因する制約は以下の通りである。

$$b_H \geq \frac{c_2}{t_1} \tag{4.4}$$

$$b_L \geq \frac{c_2}{t_1'} \tag{4.5}$$

ここで、$t_1 > t_1'$(努力の相補性) であるため、シグナル L の時により大きなインセンティブを与えることが必要である。仮に $t_1 < t_1'$(努力の代替性) であると、シグナル H の時により大きなインセンティブを与えることが必要となる。

1 期目においてエージェントに努力を誘因する制約は以下の通りである。

$$r_1(t_0 + t_1)b_H - r_1(t_0' + t_1')b_L + r_1(w_H - w_L) \geq c_1 \tag{4.6}$$

この制約は b_L を減らしても b_H を増やしても緩和される。そのため、$b_L = c_2/t_1'$ が最適となる。また $w_L = w_H = 0$ と $b_L = c_2/t_1'$ から b_h は以下のようになる。

$$b_H = \max\left[\frac{c_2}{t_1}, \frac{c_1}{r_1(t_0 + t_1)} + \frac{(t_0' + t_1')c_2}{(t_0 + t_1)t_1'}\right] \tag{4.7}$$

次に、伝統的契約との比較を行う。仮定 2 を満たす場合、最適な伝統的契約は T であ

[*7] この仮定以外の状況、つまり c_1/c_2 が十分大きい場合、IPE 契約は伝統的契約と同様に機能する。つまりフィードバックを与えないことが最適である。

り、努力一定計画と同じ行動計画となる。仮定 2 を満たす場合、$b_H = c_2/t_1$ となる。そのため、IPE 契約の実施コスト C^{O1} は以下のようになる。

$$C^{O1} = (r_0 + r_1)(t_0 + t_1)\frac{c_2}{t_1} + (1 - r_0 - r_1)(t'_0 + t'_1)\frac{c_2}{t'_1} \tag{4.8}$$

伝統的な契約 T の実施コスト C^T は以下のようになる。

$$C^T = (r_0 + r_1)(t_0 + t_1)b^T + (1 - r_0 - r_1)(t'_0 + t'_1)b^T \tag{4.9}$$

b^T は定義より $c_2/t_1 < b^T < c_2/t'_1$ であるため、$C^T - C^{01}$ を以下のように表す。

$$C^T - C^{O1} = (r_0 + r_1)(1 - r_0 - r_1)(t_1 - t'_1)\left(\frac{t_0}{t_1} - \frac{t'_0}{t'_1}\right)b^T \tag{4.10}$$

このことから、仮定 2 と以下を満たす場合に一定努力計画における IPE 契約は伝統的契約よりも低コストとなる。

$$\frac{t_0}{t_1} \geq \frac{t'_0}{t'_1} \tag{4.11}$$

(4.8) の第 1 項に注目すると、$(r_0 + r_1)(t_0 + t_1)$ は、シグナル H の時にエージェントに支払う期待コストである。エージェントの努力コストは c_2 だが、インセンティブを与えるために $(t_0/t_1)c_2$ の追加コストが必要であることがわかる。同様にシグナル L の時は、$(t'_0/t'_1)c_2$ の追加コストが必要である。$c_2/t_1 < b^T < c_2/t'_1$ であるから、一定努力計画では伝統的契約と比べて、シグナル H の時のエージェンシーコストを軽減し、シグナル L の時のエージェンシーコストを増加させる。そのため前者の効果が優位の場合に伝統的契約よりも好ましくなる。(4.11) は、シグナル L の時に、2 期目の努力が最終製品の品質に与える影響がまだ十分に大きいことを表している。仮に与える影響が小さい場合、努力しても最終製品の品質が L になる可能性が低く、エージェントは努力したがらないので、インセンティブコストが高くなる。

■努力選別契約　まず、努力選別計画 (Effort-sorting Plan) における契約を特徴づける。一定努力計画と同様に固定賃金は $w_H = w_L = 0$ である。また、努力選別計画では IPE のシグナルが L の時は、プリンシパルは努力しないことを望むため $b_L = 0$ となる。b_H は (4.4) と 1 期目に努力するインセンティブ制約を満たすように以下のようになる。

$$b_H = \max\left[\frac{c_2}{t_1}, \frac{c_1 + r_1 c_2}{r_1(t_0 + t_1)}\right] \tag{4.12}$$

これは (4.7) よりも小さい。$b_L = 0$ であるため、少額でも十分インセンティブを与えられるからである。

次に、伝統的契約との比較を行う。IPE 契約の実施コスト C^{O0} は以下のようになる。

$$C^{O0} = (r_0 + r_1)(t_0 + t_1) \times \max\left[\frac{c_2}{t_1}, \frac{c_1 + r_1 c_2}{r_1(t_0 + t_1)}\right] \tag{4.13}$$

努力一定計画と異なり、IPE 契約ではプリンシパルの期待利得と期待コストの両方が減少する。そのため IPE 契約が伝統的契約よりも優位である条件は仮定 2 を前提に以下のよ

うになる。

$$B \leq B^O \equiv \frac{c_2}{t_1'} + \frac{1}{(1-r_0-r_1)t_1'} \times \left[\frac{(r_0+r_1)t_0 + (1-r_0-r_1)t_0'}{(r_0+r_1)t_1 + (1-r_0-r_1)t_1'} c_2 - (r_0+r_1) \times \max\left(\frac{t_0 c_2}{t_1}, \frac{c_1}{r_1} \right) \right]$$

B の閾値 B^O は、c_2、t_0、t_0'/t_1' に従って増加する。

仮定 2 を満たす時、つまり c_1/c_2 が十分小さい時は、2 期目の努力を促さないことでコストを減らすことができる。しかし、努力選別計画は、IPE のシグナルが L の時に B を諦めることになるため期待収益が減少する。仮定 2 を満たすような B のうち、期待収益の減少量が大きくなりすぎない時に IPE 契約が伝統的契約よりも優位になる。

4.1.3 主観的業績評価

■努力一定契約 従来の主観的業績評価モデルと同様に、客観的業績評価のコスト最小化問題にプリンシパルの真実告示制約が追加される。仮定 2 を満たしていると、客観的 IPE 契約では IPE のシグナルが L の時に高いボーナスを払うことになるため、シグナルが L の時にプリンシパルはウソをつくインセンティブがある。そのため、プリンシパルの真実告示制約は以下のようになる。

$$(t_0' + t_1')b_L + w_L \leq (t_0' + t_1')b_H + w_H \tag{4.14}$$

真実告示制約が加えられたとしても $w_L = 0$、$b_L = c_2/t_1'$ である。これが増加すると 1 期目のエージェントのインセンティブが弱まり、またプリンシパルがウソをつくインセンティブが高まるからである。あとは (4.14) を満たしかつ最小のコストを達成するように b_H と w_H を決める必要がある。ここで、w_H を 1 単位増加し、b_H を $1/(t_0' + t_1')$ だけ減少させると、(4.14) に影響はない。しかし、IPE のシグナル H をプリンシパルが観察したことを条件に、期待コストは w_H により 1 単位増加し、b_H により $(t_0 + t_1)/(t_0' + t_1') > 1$ だけ減少する。よって、b_H よりも w_h を増加させることで (4.14) を満たす方が良い。

したがって、IPE が主観的で、仮定 2 を満たす努力一定契約は $b_L = c_2/t_1'$、$b_H = c_2/t_1$、$w_L = 0$、 $w_H = (t_0' + t_1')(c_2/t_1' - c_2/t_1)$ で構成される。

この契約は $w_H > 0$、$w_L = 0$ の特徴をもつ。これは c_1/c_2 が十分に小さい限りすべての主観的 IPE 契約に共通する特徴である。これは、エージェントに対し検証不可能なフィードバックを行う場合に、信用してもらうために、中間時点で 1 期目の努力を補填してあげる必要を表している。

次に伝統的契約と比較をする。c_1/c_2 が十分に小さい場合、主観的 IPE における努力一定契約の実装コスト C^{S1} は以下のようになる。

$$C^{S1} = (r_0 + r_1)(t_0 + t_1 - t_0' - t_1')\frac{c_2}{t_1} + (t_0' + t_1')\frac{c_2}{t_1'} \tag{4.15}$$

これを t_1' に関して微分すると次のようになる。

$$\frac{\partial C^{S1}}{\partial t_1'} = -(r_0+r_1)\frac{c_2}{t_1} - \frac{t_0'}{(t_1')^2}c_2$$

C^T を t_1' に関して微分すると、次のようになる。

$$\frac{\partial C^{T}}{\partial t_1'} = -(1-r_0-r_1)\frac{[(r_0+r_1)t_0+(1-r_0-r_1)t_0']}{[(r_0+r_1)t_1+(1-r_0-r_1)t_1']^2}c_2$$

$t_1' = t_1$ となる点に着目すると、次のようになる。

$$\left.\frac{\partial C^{S1}}{\partial t_1'}\right|_{t_1'=t_1} = -\left(r_0+r_1+\frac{t_0'}{t_1}\right)\frac{c_2}{t_1} < 0$$

$$\left.\frac{\partial C^{T}}{\partial t_1'}\right|_{t_1'=t_1} = -(1-r_0-r_1)\frac{[(r_0+r_1)t_0+(1-r_0-r_1)t_0']}{t_1^2}c_2 < 0$$

よって、以下のようになる。

$$(1-r_0-r_1)(t_0-t_0') > t_1+t_0' \tag{4.16}$$

4.16 を満たす場合に限り、 $\left.\frac{\partial C^{S1}}{\partial t_1'}\right|_{t_1'=t_1} > \left.\frac{\partial C^{T}}{\partial t_1'}\right|_{t_1'=t_1}$

ここで、$t_1' = (t_0'/t_0)t_1$ の場合、$C^{S1} \geq C^{O1} = C^T$、$t_1' = t_1$ の場合、$C^{S1} = C^T$ である。そのため、仮定 2 を満たす場合、すべての $t_1' \in (\tau, t_1)$ に対して、$C^{S1} \leq C^T$ となるような $\tau \in ((t_0'/t_0)t_1, t_1)$ が存在する。(4.11) と比べると以下のようになる。

$$\frac{t_0}{t_1} > \frac{t_0'}{\tau} \geq \frac{t_0'}{t_1'} \quad \forall \tau \in ((t_0'/t_0)t_1, t_1)$$

以上より、主観的な IPE による努力一定契約は、客観的 IPE よりも厳しい条件ではあるが、伝統的契約よりも望ましい場合がある。ただし、IPE の後のエージェントの行動が変わらない場合 (プリンシパルのメッセージが何も情報を持たない場合)、$w_L = w_H = 0$、$b_L = b_H = b^T$ となる IPE 契約が最適となる。これは伝統的契約と同じであるため、フィードバックを与えないことが最適となる。

■努力選別契約　努力一定契約と同様に、以下で表されるプリンシパルの真実告示制約が追加されることを除いて、客観的 IPE の時と同様のコスト最小化問題となる。

$$t_0'(B-b_L) - w_L \geq (t_0'+t_1')(B-b_H) - w_H \tag{4.17}$$

客観的 IPE の時と同様に $w_L = 0$、$b_L = 0$ である。あとは w_H と b_H を決定する。ここで、IPE のシグナルが L の時に H とウソをつかないための二つ目の真実告示制約を以下のように表す。

$$(t_0+t_1)(B-b_H) - w_H \geq t_0(B-b_L) - w_L \tag{4.18}$$

制約式に B が含まれるため (4.4) と (4.17)、(4.18) を満たす解が存在するための条件を

確認する。$(t_0'/t_1') < (t_0/t_1)$ の時、以下を満たさなければならない。

$$B > B^{\text{imp}} \equiv \frac{t_0 + t_1 - t_0' - t_1'}{t_1 - t_1'} \frac{c_2}{t_1} \tag{4.19}$$

$(t_0'/t_1') \geq (t_0/t_1)$ の時、以下を満たさなければならない。

$$B > B^{\text{imp}} \equiv \frac{t_0 + t_1}{t_1} \frac{c_2}{t_1} \tag{4.20}$$

B^{imp} で定義された閾値よりも B が大きいときに限り解が存在する。B がある閾値を下回ると，仮に高い IPE シグナルを受け取ったとしても、プリンシパルは、2 期目にエージェントの努力を誘因しても得をしない。そのため、プリンシパルは常に支払いが少なくなるメッセージを送ることになる。しかし、努力選別契約は IPE シグナルを正しく伝えることが必要であるため、B は十分に大きいことが必要である。解が存在する場合、(4.4) と (4.17) より努力選別契約は $w_L = b_L = 0,\ b_H = (c_2/t_1)$, $w_H = \max[t_1' B - (t_0' + t_1')(c_2/t_1), 0]$ で特徴づけられる。

次に伝統的契約と比較をする。努力選別契約を実施するコストを C^{S0} とすると、伝統的契約よりも優位である条件は以下である。

$$(1 - r_0 - r1)t_1' B \leq C^T - C^{S0} \tag{4.21}$$

$w_H > 0$ のとき、$C^{S0} > C^{O0}$ となるため (4.21) は以下のように書き換える。

$$\begin{aligned} B \leq B_1^S \equiv & \frac{1}{t_1'} \left[\frac{(r_0 + r_1)t_0 + (1 - r_0 - r_1)t_0'}{(r_0 + r_1)t_1 + (1 - r_0 - r_1)t_1'} - (r_0 + r_1)\frac{t_0}{t_1} \right] c_2 \\ & + \frac{1}{t_1'}(1 - r_0 - r_1)c_2 + (r_0 + r_1)\frac{(t_0' + t_1')}{t_1'} \frac{c_2}{t_1} \end{aligned} \tag{4.22}$$

B_1^S は c_2,、t_0' と t_0 に従って増加し、t_1' に従って減少する。

$w_H = 0$ のときは、$C^{S0} = C^{O0}$ となる。よって (4.21) は $B \leq B^O$ と等価である。そこで、B の閾値として B^S を以下のように定義する。

$$B^S = \min\{B_1^S, B^O\} \tag{4.23}$$

前の議論より、努力選別契約の解は $B \in [B^{\text{imp}}, B^S]$ の場合に限り存在する。$[B^{\text{imp}}, B^S]$ の範囲は、$\alpha \in (0, t_1)$ に対し $t_1' < \alpha$ の場合に存在する。したがって、$B \in [B^{\text{imp}}, B^S]$ を満たす B の時、努力選別契約は伝統的契約よりも望ましい。

4.2 中間業績評価の有効性

Chen (2015) は、エージェントの能力が誰にもわからない 2 段階モラルハザードモデルによって IPE の有効性を分析している。エージェントの能力によって努力の生産性が異なる設定を Chen and Chiu (2013) のモデルに追加し、再交渉防止契約において、IPE の結果によってプリンシパルは同じエージェントを雇い続けるか別のエージェントを雇うかを決定することができる。IPE によりプリンシパルとエージェントが互いにエージェン

トの能力について学習するので、高い IPE シグナルをプリンシパルが受け取った場合、現職のエージェントの能力が外部の人間よりも高いことが予想される。また、エージェントが低いメッセージを受け取った場合は、自身の能力が低いと考えるため 2 期目のモチベーションが低下する。これらからプリンシパルの真実告示制約が Chen and Chiu (2013) のモデルよりも緩和される。よって、主観的な IPE を行うことが望ましい場合がある。しかし、プリンシパルがエージェントの能力 (生産性) についての情報を持っている場合、雇用を維持することでエージェントに対し能力が高いことをシグナルできるため、IPE を過少に報告しコストを削減するインセンティブがある。この場合、従来の主観的業績評価モデルと同様に、プリンシパルの真実告示制約からフィードバックを行わないことが最適となる。

Au and Chen (2019) は、2 段階モラルハザードモデルにおいて、IPE によって客観的シグナルと主観的シグナルの両方を観察する場合に、それら 2 つのシグナルが相互作用的に利用されることを示した。客観的シグナルのみの場合は、シグナルに応じて報酬を変更するが、主観的シグナルの場合では真実告示制約によりコストがかかる。そのため、客観的シグナルは常に利用されるが、主観的シグナルを利用する場合は客観的シグナルがある閾値以下の場合に利用される。客観的シグナルによってプリンシパルはエージェントの生産性に関する情報を手にいれることができるため、高いシグナルの時に真実告示制約によるコストが高くなる。また主観的シグナルが利用される時、プリンシパルはシグナルに関わらず一定の支払いをすることで真実告示制約のコストを節約し、非効率的であるにも関わらず 2 期目の努力を誘因することがある。さらにモラルハザード問題が深刻である場合では、主観的シグナルの利用可能性が拡大する。

Terstiege (2014) は不確実性の下での中間業績評価の非公開と検証可能性の間のトレードオフを分析した。エージェントの能力についてはプリンシパルもエージェントも知らない状況において、IPE は両者にエージェントの能力に関する情報を提供することになる。この IPE がもたらす情報が少ない場合、つまりエージェントの能力に関する不確実性が高ければ高いほど、IPE が公開され検証可能であればエージェンシーコストは高くなり、IPE が非公開で検証不可能であればエージェンシーコストは低くなることを示した。

Zabojnik (2014) は 2 段階モラルハザードモデルにおいて、評価のフィードバックとインセンティブの役割を分析した。プリンシパルは 1 期目の終わりに業績に関する客観的シグナルとエージェントの能力に関する主観的シグナルを観察する。プリンシパルは不完全であっても客観的シグナルを利用可能であれば、エージェントの能力に関する主観的評価用いて、エージェントに対し情報を提供しインセンティブを与えることができる。しかし真実告示制約によるコストにより非効率性が発生する。Zabojnik は、特定の評価配分をあらかじめ約束できる強制分布を用いて、主観的評価に基づく報酬においても完全な効率化が達成できることを示した。しかし、強制分布は、評価がエージェントの能力について伝える情報量を制限し、2 期目の努力を誘因するインセンティブを阻害する。エージェン

トの数が少ない場合ほどその制限は厳しくなるため、エージェントの数が十分多いか、客観的シグナルが高くない場合にのみ強制分布に基づく主観的評価が有効となる。

4.3 まとめ

本章では、Chen and Chiu (2013) を解題し、主観的業績評価をエージェントに対しフィードバックを与える中間業績評価 (IPE) が有効となる状況を確認した。さらにフィードバックによって、プリンシパルだけでなくエージェントが学習する状況や、評価に加えエージェントの能力 (生産性) を学習する状況に拡張した研究から、様々な状況における IPE の有効性が確認された。

中間におけるフィードバックの効果に着目するためにこれらの結果には多くの条件が課されている。そのため、前章までと比べると極めて限定的な状況における分析となっている。重要な仮定として、エージェントは 1 期目に努力を常に選択するように努力コストが低いこと、そして、1 期目に努力することで 2 期目の努力がより生産的となることを前提としている。加えて、最終成果物の品質に関しては公開され検証可能である点である。

しかし、この理論的研究群は実際の評価における、より複雑な現象の理解に役立つ可能性がある。多くの企業で主観的な評価が用いられており、一般的に年に 1 回から 2 回のフィードバックが行われる。しかし、薬の開発や企業経営のように難易度の高いタスクと新入社員が割り当てられるような容易なタスクが、同じ評価、フィードバックが適切であるとは考えにくい。また、評価は当期の成果や労働者の生産性だけでなく、例えば、上司から部下への期待や評価者の選好、評価基準のような様々な情報を伝達すると考えられる。非対称情報における情報の開示・伝達は、組織の内外問わず現実社会における様々な現象の背後にある重要な要素である。主観的 IPE 研究はまだ初期段階で数は少ないため、様々な状況における詳細な分析が今後求められる。

5　おわりに

本論文では、モデル分析を行う代表的な研究をレビューし、主観的業績評価における情報伝達の役割について整理を行った。その結果、主観的業績評価研究は、2 重の非対称情報におけるシグナリングゲームの意味合いが強くなってきていることがわかった。モラルハザードやアドバースセレクションなどの従来のエージェンシー理論は、リスクとインセンティブのトレードオフに焦点を当ててきた。主観的業績評価はこれらの理論を基礎としつつ、報酬や評価が持つ情報伝達の役割に焦点が当てられている。主観的業績評価のモデルは従来のモラルハザードモデルに、プリンシパルが評価を正しくエージェントに伝えるという制約が追加される。このプリンシパルのインセンティブ制約による制限をいかに緩和するかという問題が一連の研究のテーマであり、彼らは契約関係に必然的に含まれる評価、報酬から得られる情報を利用することで、この問題を解決する可能性を示唆している。特に何の情報を入手し、それをいつ伝えるのかという点が重要視され、時間の経過による学習が大きな要因となっている。

最後に、主観的業績評価における情報とインセンティブという枠組みの欠点を指摘し、今後の研究の方向性を示唆したい。情報構造を含む主観的評価のモデルは複雑化してきており、それに伴い分析は限定的とならざるを得ない。そもそも無限繰り返しゲームでは分析が困難であり、フォーク定理に根差した分析に留まっている。この分析では、関係者がともに忍耐強いことが求められ、例えば長期的な関係が支配的であった 1980 年代のような労働環境を説明することができるが、長期的な不況により将来の価値を期待できないような環境を説明することができない。

また、情報の伝達を行う IPE では有限責任制約付きのバイナリモデルを用いた分析となっている。一般にこのモデルは、エージェントに対する罰に限界があるのでファーストベストが達成できないことが知られている。一連の研究は、IPE による学習がこの非効率性の改善に有効であることを示しているが、最終成果が公開され検証可能である点など多くの厳しい条件が課されている。さらに、単一プリンシパル、単一エージェントの設定のみに焦点が当てられており、関係者が複数となる場合の分析はまだ十分に検討されていない。

以上のことから、主観的業績評価と情報に関するより包括的な分析モデルが求められる。しかし現実的には数学的な分析手法の限界から、限定的だがより詳細な応用事例の分析を蓄積していくことで、主観的業績評価の理解が深まると考えられる。

そのためには他の分野を絡めた統合的な分析が必要である。例えば組織内における評価と情報伝達は、昇進や転職、人材開発との関連性が高い。人的資本論やトーナメント理論などの既存研究が蓄積してきた知見を応用し、評価が用いられる様々な状況をモデル化することが必要である。組織内部に存在する複雑な環境は、報酬に限らず昇進の決定や外部

労働市場の存在などの様々な要因が関わるため、これらを統合したシステムとして分析することで、主観的業績評価に関する重要な洞察が得られるだろう。

参考文献

Abreu, Dilip, Paul Milgrom, and David Pearce (1991) "Information and Timing in Repeated Partnerships," *Econometrica*, Vol. 59, pp. 1713–1733.

Au, Pak Hung and Bin R. Chen (2019) "Objective and subjective indicators in long-term contracting," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 166, pp. 309–331, 10.

Baker, George, Robert Gibbons, and Kevin J Murphy (1994) "Subjective Performance Measures in Optimal Incentive Contracts," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 109, pp. 1125–1156.

Bol, Jasmijn C. (2008) "Subjectivity in compensation contracting," in *AAA Management Accounting Section (MAS) 2006 Meeting Paper, Journal of Accounting Literature*, Vol. 27, pp. 1–32.

Chan, Jimmy and Bingyong Zheng (2011) "Rewarding improvements: optimal dynamic contracts with subjective evaluation," *The RAND Journal of Economics*, Vol. 42, pp. 758–775.

Chen, Bin R. (2015) "Subjective performance feedback, ability attribution, and renegotiation-proof contracts," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 117, pp. 155–174, 9.

Chen, Bin R. and Y. Stephen Chiu (2013) "Interim performance evaluation in contract design," *Economic Journal*, Vol. 123, pp. 665–698, 6.

Ederhof, Merle (2010) "Discretion in bonus plans," *Accounting Review*, Vol. 85, pp. 1921–1949, 11.

Fuchs, William (2007) "Contracting with Repeated Moral Hazard and Private Evaluations," *American Economic Review*, Vol. 97, No. 4.

——— (2015) "Subjective evaluations: Discretionary bonuses and feedback credibility," *American Economic Journal: Microeconomics*, Vol. 7, pp. 99–108.

Gibbons, Robert (2005) "Incentives between Firms (And within)," *Management Science*, Vol. 51, No. 1, pp. 2–17.

Lambert, Richard A. (2001) "Contracting theory and accounting," *Journal of Accounting and Economics*, Vol. 32, No. 1, pp. 3–87.

Levin, Jonathan (2003) "Relational Incentive Contracts," *American Economic Review*, Vol. 93, pp. 835–857, 6.

Lizzeri, Alessandro, Margaret Meyer, and Nicola Persico (2003) "The Incentive Effects of Interim Performance Evaluations," November, Available at: `https://www.researchgate.net/publication/4733476_The_Incentive_Effects_of_Interim_Performance_Evaluations`, accessed on 17th, December, 2022, Working Paper, USC FBE Applied Economics Workshop.

Macleod, W. Bentley (2003) "Optimal Contracting with Subjective Evaluation," *American Economic Review*, Vol. 93, pp. 216–240, 3.

——— (2007) "Reputations, Relationships, and Contract Enforcement," *Journal of Economic Literature*, Vol. 45, pp. 595–628.

Maestri, Lucas (2012) "Bonus payments versus efficiency wages in the repeated principal-agent model with subjective evaluations," *American Economic Journal: Microeconomics*, Vol. 4, pp. 34–56.

——— (2014) "The efficiency of bonus-or-terminate incentive schemes under subjective evaluations," *Games and Economic Behavior*, Vol. 87, pp. 412–418.

Manso, Gustavo (2011) "Motivating Innovation," *The Journal of Finance*, Vol. 66, pp. 1823–1860.

Prendergast, Canice (1999) "The Provision of Incentives in Firms," *Journal of Economic Literature*, Vol. 37, pp. 7–63.

Suvorov, Anton and Jeroen van de Ven (2009) "Discretionary rewards as a feedback mechanism," *Games and Economic Behavior*, Vol. 67, pp. 665–681, 11.

Terstiege, Stefan (2014) "Private versus verifiable interim performance evaluations under uncertainty," *Economics Letters*, Vol. 123, pp. 341–344.

Zabojnik, Jan (2014) "Subjective evaluations with performance feedback," *The RAND Journal of Economics*, Vol. 45, pp. 341–369.

伊藤秀史 (2003) 『契約の経済理論』, 有斐閣.