

7.4 インセンティブ報酬の原理

担当：大橋 賢裕

[本章の議論]

インセンティブ報酬をめぐるプリンシパル - エージェント問題の考察

以下

プリンシパル...雇用主

エージェント...従業員

7.4.1. 業績指標に基づいた支払方法

- ・ インセンティブを与えるためには、従業員の給与をその業績に依存させなければならぬケースが多くある。
- ・ 最大級の業績を引き出すためにはインセンティブが必要になる。
- ・ 雇用主は、観察できる項目に対してのみ報酬を依存させることが出来る。そして、その項目は出来るだけ客観的なものであるべきである。

7.4.2. インセンティブ報酬のモデル

<モデル>

- ・ 産出量の定義式： $z = e + x + y$ （産出量 = 努力 + ノイズ）

x と y は相関があり、それぞれの期待値はゼロであるとする。

したがって、産出量の期待値は e

- ・ 報酬ルール： $w = \alpha + \beta(e + x + y)$ （報酬 = 基本給 + 出来高）

β は、インセンティブ強度（intensity of the incentive）である。

β が大きければ大きいほど、より強いインセンティブを与える。

β がゼロでない限り、従業員の給与は、ノイズにも影響を受けるので、そのリスクを従業員が負担しなくてはならない。

- ・ β は、報酬決定の際に変数 y がもたらす情報の相対的な比重

線形報酬関数を支える論理

ボーナスと歩合給

- ・ ボーナス制度だと、目標達成が絶望的になったときに、インセンティブを与えられなくなってしまう。
- ・ 一方、歩合給だと、一様な「インセンティブのプレッシャー」を与えることが出来る。
- ・ しかし、ボーナスも、期間を短く区切ることにより、上の問題を解決できる。
- ・ 長期的に見ると、どちらも線形報酬関数で考えられる。

線形契約のもとでの総所得

- ・ 報酬中のリスクを全部取り除いてしまうと、努力水準を高めて利潤を増大させるような

従業員に対する直接的な金銭インセンティブをも取り除いてしまう。

雇用契約において必要なこと：

リスクとインセンティブの適切なバランス

インセンティブ報酬契約を考える

～従業員の確実同値額

$$\alpha + e - C(e) - \frac{1}{2} r^2 \text{Var}(x + y) ; C' > 0, C'' > 0 \quad (7.4)$$

～雇用主の確実同値額

$$P(e) - (\alpha + e) \quad (7.4a)$$

雇用主はリスク中立的であると仮定

効率的な契約では、両者の確実同値額の和が最大になっていなければならない。

したがって、最大化すべき関数は、

$$P(e) - C(e) - \frac{1}{2} r^2 \text{Var}(x + y) \quad (7.4b)$$

これを解くことで得られる $(e, \alpha, \beta, \gamma)$ によって、最適な契約が表現されると考える。

努力インセンティブと契約の実現可能性

どのような契約が実現可能か

- ・雇用主が期待できる努力水準は、与えるインセンティブと整合的でなければならない。
- ・従業員の努力水準 e の選択が、契約に含まれる他のパラメータにどのように依存しているかを明らかにしなければならない。

$$= C'(e) \quad \dots \text{ (限界収益 = 限界費用)} \quad \text{インセンティブ制約}$$

実現可能な雇用契約は必ずこの制約を満たさなければならない。

効率的な雇用契約の必要十分条件

契約が

「インセンティブ両立的」であり

(7.4b) 式を最大にするように、 $(e, \alpha, \beta, \gamma)$ が選ばれていること。

履行問題 (implementation problem)

$e = e_0$ と任意の水準で固定し、最適な $\alpha^*, \beta^*, \gamma^*$ を選択する問題。

- ・ r, x, y は所与。 P, C は定数値をとる。
- ・ (7.4.b) 式から、 e は当面、今の問題とは無関係である。
- ・ $\gamma^* = \arg \text{MinVar}(x + y)$

7.4.3. インフォーマティブ原理

インフォーマティブ原理 (The Informative Principle)
 報酬関数を設計する上で、エージェントによる努力の推定にともなう誤差を縮小させるような業績指標を、報酬の決定に追加し、また、誤差を増大させるような指標 (ノイズのみの指標) を除外すると、総価値はつねに増加する。

・低い誤差分散を持つ指標は、分散が高い指標より望ましい。

・ $\alpha^* \neq 0 \Leftrightarrow \text{Var}(x) > \text{Var}(x + \alpha y)$

・ $\alpha^* = \arg \text{Min} \text{Var}(x + \alpha y)$

・ $= -\text{Cov}(x, y) / \text{Var}(y)$

x と y が独立 $\text{Cov}(x, y) = 0$ $\alpha^* = 0$ y の値がわかってても努力の推定値は改善されない。

(例) y は、市場全体の状況を表す指標とする。

市場と指標	市場全体の状況	y の符号	x の符号	α^* の符号
共分散 $\text{Cov}(x, y) > 0$ 正の相関関係	好況	+	+	-
	不況	-	-	
共分散 $\text{Cov}(x, y) < 0$ 負の相関関係	好況	+	-	+
	不況	-	+	

・ $z = e + \alpha x + \beta y$ を思い返すと、上の表にしたがって α^* を定めると、努力の推定がより正確になることがわかる。

・ノイズ y の水準が高いときは、より信頼性に欠ける情報であるとし、 y へのウェイトが減らされる。

$$\text{Var}(y) < \text{Var}(y') \Rightarrow |\alpha| > |\alpha'|$$

応用：比較業績評価 (comparative performance evaluation)

どのようなときに、比較業績評価が望ましいのか？

<モデル>

・ A、B、2人の管理職 (従業員)

・ 管理職 A の業績指標： $z = e_A + x_A + x_C$

・ 同じく B の業績指標： $y = e_B + x_B + x_C$; x_C は、A, B 両方の業績に影響するノイズ。

・ 各ノイズは、互いに独立とする

いま、管理職 A に対する報酬 (業績評価方法) を考える

~ 絶対的業績指標

$$z = e_A + x_A + x_C$$

~ 相対的業績指標 (比較業績指標)

$$z - y = e_A - e_B + x_A - x_B$$

インフォーマティブ原理に基づけば、誤差分散を調べればよい。
したがって、比較業績評価を用いたほうがいいのは、次のとき。

$$\text{Var}(x_A) + \text{Var}(x_B) - \{\text{Var}(x_A) + \text{Var}(x_C)\} < 0$$
$$\Leftrightarrow \text{Var}(x_B) < \text{Var}(x_C)$$

すべての管理職の業績に影響する共通のノイズが、各管理職の固有のノイズよりも大きいならば、比較業績評価の方が望ましい。

(一般的には、両方の評価のミックスの方がより望ましい。)

応用：保険の免責方式と分担支払方式

自動車保険において、所有者の損害負担額は、どの指標に依存させるべきか？

インフォーマティブ原理によれば、損害額よりも、損害の事実に依存させるべきである。

つまり、最適な保険契約では、事故のたびに一定額を負担するという内容になっているべきである。そして、実際そうになっている。

7.4.4. インセンティブ強度原理

次に、最適なインセンティブ強度 α^* を考える。

ここでは、最適の場合も含めて、 $\alpha = \alpha_0$ と任意の値に固定して考える。

したがって、分散も一定で $V_0 = \text{Var}(x + \alpha_0 y)$ とする。

インセンティブ強度原理 (The Incentive Intensity Principle)

最適なインセンティブの強度は4つの要因に依存する。

追加的な努力がもたらす利潤の増分

期待されている行動に対する評価の正確さ

エージェントのリスク許容度

エージェントのインセンティブに対する反応の強度

の4つである。

最適な強度を表す式は、 $\alpha^* = \frac{P'(e)}{1 + rV_0 C''(e)}$ で与えられる。

意味説明

$r, C''(e)$ を固定すれば、最適な強度は、利潤の増加率に比例する

業績指標の正確さが低いときには、弱いインセンティブしか与えてはいけないことを意味している。

最適な強度は、リスク回避度 r にも依存する。よりリスク回避的なエージェントには、与えるインセンティブを弱めなければならない。

インセンティブ強度を追加的に高めたときに増える努力水準の増加率を意味している。それは $1/C''(e)$ で与えられる。(図 7.1)

インセンティブ強度原理は、エージェントにとってインセンティブへの対応が十分可能

な場合に、インセンティブを最大に与えるよう主張している。
 (例) 従業員に自由裁量が認められている場合 (CEO、重役)

最適なインセンティブ強度の数式による導出

~最適な強度を最大化問題を解くことで求める。

インセンティブ制約 $\beta = C'(e)$ に注意すると、目的関数は

$$\text{Max}\left\{ P(e) - C(e) - \frac{1}{2} r C'(e)^2 V_0 \right\}$$

最適化の一階の条件をもとめると、

$$P'(e) - C''(e) - r V_0 C'(e) = 0 \Leftrightarrow e^* = \frac{P'(e)}{1 + r V_0 C''(e)}$$

応用：日本の下請企業に対するインセンティブ

元請企業が部品仕入に際して支払う金額は、契約であらかじめ定められた額ではなく、供給企業の決算報告書に記載された実際の費用に依存する。

<モデル>

- ・ 目標費用水準： \bar{x}
- ・ 実際の費用： x
- ・ 供給企業への支払： $x + (\bar{x} - x)$

$P'(e) = 1$ として、インセンティブ強度原理の式に代入すると、

$$= \frac{1}{1 + r V C''} \Leftrightarrow \frac{1}{1 + r V C''} - 1 = r V C'' \Leftrightarrow \log\left(\frac{1}{1 + r V C''}\right) = \log(r) + \log(V) + \log(C'')$$

推定値を調べればよい。

リスク回避度 r は、企業規模を表す指標と反比例するものとする

費用の分散 V は、年次の業績の変動で表すものとする

C'' は、行動選択の自由度と反比例するものとする。なお、自由度は、生産過程から生まれる付加価値と比例するものとする。

この実証研究から、 e^* が大きくなるのは、

- ・ 従業員が多い企業 (e^* より) であり、
- ・ 付加価値の高い企業 (e^* より) であり、
- ・ 年次上のデータの上で業績変動が小さい企業 (e^* より) であろうと予想される。そして、実際そうになっている。

(しかし、この結果は、理論を支持する材料としては、いささか弱い)

応用：石油ガス税節約プログラム上のインセンティブ

< 状況 >

- ・有限責任社員（プリンシパル）...探鉱費用負担
- ・一般社員（エージェンツ）...井戸仕上げ費用負担
- ・問題点...負担する費用が異なるので、両者の利害が一致しない

エージェンツに仕上げ用のインセンティブという観点から、油量の規模の違いにしたがって、場合わけをする。

以下、投下された資金のうち、何%が「インセンティブのない契約」にまわされたかで、与えられたインセンティブの強さを測る。

- ・探鉱型採油計画...96%
- ・既開発型採油計画...23%
- ・混合型採油計画...37%

結果、エージェンツの反応が強いときにより強いインセンティブが用いられるという原理を支持するものである。

7.4.5. モニタリング強度原理

次に、業績の測定方法の改善を考える。つまり、分散 V を低くするような手段（モニタリング）を考える。

モニタリングにどれだけ資源を費やすべきか？

- ・誤差分散を V にまで下げるときの費用： $M(V)$ ； $M' < 0, M'' > 0$

今、 $e = e_0$ 、 $e_0 = C'(e_0)$ とし、(7.4.b)式を改めて書きなおすと、 V だけの関数になる。

$$P(e_0) - C(e_0) - \frac{1}{2} r V^2 - M(V)$$

最大化の一階の条件を求めると、

$$-M'(V) = \frac{1}{2} r V$$

この関係式はすなわち、

「 V を削減するための限界費用」＝「分散の変更にもなう限界便益」であり、この水準になるまで、モニタリング費用を投じてよいことを意味する。

モニタリング強度原理（The Monitoring Intensity Principle）

の値が高いとき V はより小さく、測定に費やされる費用は多くなる。

換言すれば、給与を業績により強く依存させたければ、測定をより注意深く行う方がよい。

インセンティブ強化と、注意深い業績測定とは、互いに補完的な活動である。

そして、 e^* と V^* は同時に決定される。

7.4.6. 均等報酬原理

従業員に複数の仕事を与えられているときのインセンティブの問題

均等報酬原理 (The Equal Compensation Principle)

仕事 T_1, T_2 を従業員が行うとき、雇用主はそれらへの時間、努力の配分がモニターできないならば、従業員にとって、 $MR(T_1) = MR(T_2)$ でなくてはならない。

業績測定が不可能な活動に、従業員の時間と労力を配分させたいならば、その他のいかなる活動についても、インセンティブ支払は使用できない。

均等報酬原理の数学

・従業員の業績： $e_1 + x_1, e_2 + x_2$

・従業員の費用： $C(e_1 + e_2)$

・従業員の確実同値額： $+ \beta_1(e_1 + \bar{x}_1) - \beta_2(e_2 + \bar{x}_2) - C(e_1 + e_2) - \frac{1}{2}r\text{Var}(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)$

$e_1, e_2 \geq 0$ と仮定し、 e_1, e_2 それぞれについて最適化を行えば、 $\beta_1 = C'(e_1 + e_2)$ 、 $\beta_2 = C'(e_1 + e_2)$ 。したがって、 $\beta_1 = \beta_2$

応用：コスト・センターとプロフィット・センター

インセンティブ設計の上で重要なことは...

従業員にどの任務に対して責任を負わせるかの決定

(例) 工場の管理職の責任

・費用のみに責任を負わせる コスト・センター

・売上と費用両方に責任を負わせる プロフィット・センター

均等報酬原理によれば、責任を負わせるためのインセンティブが均等になっていなければならぬことを主張する。

また、別の案として、インセンティブの要素をまったく含めないという可能性も示唆する。

応用：教員に対するインセンティブ

初等中等教育に金銭インセンティブを導入することについて

均等報酬原理によれば、教員に望まれる、多数の活動のうち、努力を区別して観察できないならば、すべての活動へのインセンティブ(報酬)は均等でなくてはならない。もしくは、固定賃金にすべきである。

「責任と報酬は対にして決定されるべきだ」との主張から、専門教員制の導入案もある。

応用：資産所有

所有とインセンティブ：誰が所有すべきか

<モデル>

・資産の実際価額： $A(e_1) + x_1$ ； $A'(e_1) > 0$

・産出量： $e_2 + x_2$

・報酬： $\quad + (e_2 + x_2)$

企業は $\quad > 0$ として、従業員の e_2 を高めるべきか？

～企業が資産を所有している場合

$$\text{労働者の確実同値額} = \quad + e_2 - \frac{1}{2} r^2 \text{Var}(x_2) - C(e_1 + e_2)$$

均等報酬原理によれば、 $\quad > 0$ ならば、 $e_1^* = 0$ である。

資産維持の重要性が高いならば、固定賃金を支払うのが最適である。

～労働者が資産を所有している場合

$$\text{労働者の CE} = A(e_1) + \quad + e_2 - \frac{1}{2} r \text{Var}(x_1 + x_2) - C(e_1 + e_2)$$

労働者に生産活動も行ってもらいたいならば、 $\quad > 0$ にする必要がある。

「誰が所有すべきか」については、それぞれの所有形態の違いから生じる便益と費用を比較して、結論が出される。