

# 情報のスクリーニング：商品設計

渡邊直樹, KBS

経営科学 9 (2020 年度 1 学期後半)

## Preface

本スライドは、KBS ケース教材「顧客のスクリーニング：アドヴァースセレクションが生じる状況における商品設計」を用いたクラス・ディスカッションにおいて、授業中に使用するスライドや板書に説明を付したものであり、KBS 基礎科目「経営科学」の後半における受講者の板書にかかる労力を軽減するために書かれた。

ディスカッションの内容は本スライドには記していないが、授業中に受け付けた教材に対する質問への回答は付してある。

情報の収集と伝達，それらに基づく意思決定をすべてひとが行なう場合とそこに自動化された意思決定機構を組み込む場合では，**組織の形態**がどのように異なりうるだろうか？

# 1. 設問

情報の収集と伝達，それらに基づく意思決定をすべてひとが行なう場合とそこに自動化された意思決定機構を組み込む場合では，**組織の形態**がどのように異なりうるか

あなたの考えは？本日の教材を概観する前に，下記のヒントのみで考えてきたことをクラスで共有してみましょう。

- ▶ 優秀なマネジャーはもういない？GEが育てるピープル・リーダー？
  - ▶ どこかに「正しい」答えが落ちていて，それを探そうとすることをこの授業では求めています。あえて，やや的外れなところにヒントを出しておきました。やや古くなっていますが，2015-2017年ごろにGEの経営者たちが述べていることについて調べてもよいですし，日本特有の社内組織である「経営企画部」の廃止を唱える論者の意見をネット上で拾ってもよいです。自分の頭を使って，自分の答えを出してみてください
- ▶ 中間管理職の役割を明確にした上で，情報コストに注目し，中間管理職のどのような業務を人工知能に判断を任せの方がよいでしょうか？

# 1. 経営企画部：あなたの考えは？

- ▶ 経営企画部は現場を知らずに意思決定してるのでは？
- ▶ 「AI」が行いうる意思決定と「ひと」による意思決定の違い：AIの方がスピードが速く、正確。データの処理に属人性はなくなる。
- ▶ マネジメントのうち、資料作りやデータの管理には時間がかかる。よって、単純作業は自動化した方が良い。コスト管理も自動化できる。
- ▶ 「ひと」はトップや他部門との調整、部下の動機づけにより注力した方がよい。コミュニケーションを担うのは、AIではなくて、ひと。社員がやりたいことを反映するプロジェクトの立案を行いうるのは「ひと」ではないか

# 1. トップとミドル：あなたの考えは？

本日の教材を概観する前に、下記のヒントのみで考えてきたことをクラスで共有してみましょう。

- ▶ AIの情報処理能力に限界がないとすると、ミドルを省いた中央主権的組織になっていくのかもしれない
- ▶ ミドルの役割：部下のコーチング，コミュニケーション（これらの役割も担えるようなAIの実用化に向けて，現在，準備中？）交渉と説得は「ひと」でないと難しい。責任の所在は？（AIによる経営判断の失敗が認定された時の責任は誰がどのようにとるのか）
- ▶ AIの発達：画像処理機能は既に非常に高い水準にまで達している。AIの仕事は情報収集とデータ解析に限定？どういう情報を集取して分析させるかを見極めることが大事。教師なし学習も大分できるようになってきた。技術を持つ人が権力を握るのでは？
- ▶ ロボットの哲学 vs. 人間の哲学？（アシモフ）

## 2. 解答のためのヒント 1

### step 1

- ▶ 教材で扱っているのは**顕示原理**を適用した非対称情報下の商品設計であるが、より一般的には、私的情報を保有する意思決定者から**真の情報を引き出す**（**戦略的虚偽表明させない**）**ためのコスト**を最小にする仕組みを設計する方法に触れる。この理論のおかげで、情報収集コストの計算が可能になる。
- ▶ 顕示原理を適用して設計された組織形態に関する数理モデルがいくつか開発されていますが、本日の授業ではそれらには触れません。後で述べる「コスト」の計測には厳密に定式化されたモデルを解析する必要はないからです。（最善契約と次善契約における企業の期待利潤の差額を真の情報をえるためのコスト、としてみましよう）

## 2. 解答のためのヒント2

### step 2

- ▶ 組織の意思決定を現場の情報を持つ意思決定者（ミドルやボトム）に委ねるのか，それを保有しない経営トップが直接が担うのか，という問いには既に結論が出ています。
  - ▶ 私的情報を保有する意思決定者がその情報に依拠して行動を変えることで便益を得ることが可能な場合，経営トップの**情報伝達コスト**や**情報処理コスト**がかからないならば，ミドルやボトムに意思決定を委託するよりも経営トップが直接判断し，意思決定を担った方がよい。
  - ▶ 実際には，これらのコストが大きいことを根拠に，意思決定の権限の一部をミドルやボトムに委託することが望ましい組織形態になっていることが多かった。
  - ▶ 人工知能は**伝達される情報に歪み**をもたらすことはない。

## 2. 解答のためのヒント3

### step 3

- ▶ step 1 で計測したコストと step 2 で計測したコストを比較することで、どの産業におけるどの業務に人工知能を導入した方がよいかを判断する。
- ▶ たとえば、トップ、ミドル、ボトム of 階層構造を持つ組織において、ミドルにおける情報伝達や経営判断を人工知能に置き換えて見ることを考えてみよう。step 1 では組織をうまく設計することで真の情報を引き出しており、step 2 では人工知能が情報伝達を歪めることはない。よって、トップの経営判断における「情報の正確さ」という面ではどちらも変わらない。そこで、コストを比較することで、人工知能導入の可否を判断しようとしている。

# 1. 考察の前に：基礎事項

- ▶ **アドヴァースセレクション（逆選択）**とは何か？
  - ▶ 元々は保険業における業界用語。その発生は**隠された情報**に起因し、それによる非効率性は他の様々な取引においても観察される。
- ▶ 市場取引ではなく、**プリンシパル**（依頼人）と**エージェント**（請負人）による相対（あいたい）契約を模して分析する。
- ▶ **最善契約**（first-best contract）と**次善契約**（second-best contract）の定義に注意せよ。
  - ▶ 分析対象と非対称情報の性質により、それらの定義は異なる。個別の分析を進める前にそれらの定義を提示することは議論の明確化において非常に重要。ここでは完備契約の理論を扱うが、不完備契約の理論では情報の非対称性がなくても最善契約と次善契約が定義される。

## 2. 商品設計の例：社会的効率性

- ▶ 社会的効率性と最適契約とは異なる概念.

$$\begin{aligned} \text{CS} &= N_\alpha(\alpha q_1 - p_1) + N_\beta(\beta q_2 - p_2), \\ \text{PS} &= N_\alpha(p_1 - c(q_1)) + N_\beta(p_2 - c(q_2)). \end{aligned}$$

社会的効率性（総余剰の最大化）：以下では「社会的最適」ということにする.

$$\max_{q_1, q_2} \text{TS} = N_\alpha(\alpha q_1 - c(q_1)) + N_\beta(\beta q_2 - c(q_2)). \quad (1)$$

- ▶ 1階の条件： $\alpha = c'(q_1)$ ,  $\beta = c'(q_2)$ .
- ▶ これらの条件を満たす  $q_1$  と  $q_2$  を  $q_\alpha$  と  $q_\beta$  と書くことにする.
- ▶  $q_\alpha < q_\beta$  :  $0 < \alpha < \beta < \infty$ , (すべての  $q > 0$  について)  $c' > 0$  を仮定したことから, このことがいえる. 直感的には当たり前. 高く評価する消費者向けには質の高いものを提供することが社会的には望ましい, ということ.

## 2. 商品設計の例：最善契約（仮想的理想状態）

$$\begin{aligned} \max_{p_1, q_1, p_2, q_2} \quad & PS = N_\alpha(p_1 - c(q_1)) + N_\beta(p_2 - c(q_2)) \\ \text{s.t.} \quad & p_1 \leq \alpha q_1, \quad p_2 \leq \beta q_2. \end{aligned} \quad (2)$$

- ▶ **参加制約**：留保効用を0として、各タイプ向けに設計された商品を購入する。
  - ▶ （この商品を独占的に販売する）企業の利潤（ $PS$ ）を最大化するとき、これらの参加制約は等号で成り立つ。なぜ？
- ▶ よって、企業の利潤最大化問題は社会全体での総余剰最大化問題と同じになる。（ $p_1 = \alpha q_1$  と  $p_2 = \beta q_2$  を (2) の目的関数に代入せよ）
- ▶ 企業は製品の品質を社会的に最適な水準に設定： $q_1^* = q_\alpha$ ,  $q_2^* = q_\beta$ .
- ▶ 価格の設定は  $p_1^* = \alpha q_1^*$ ,  $p_2^* = \beta q_2^*$  となるので、総余剰のすべてを企業が取っていることには注意せよ。効率的だからといって、公平（あるいは衡平）だとは限らない。

## 2. 商品設計の例：次善契約1

- ▶  $((p_a, q_a), (p_b, q_b))$  : 次善契約のメニュー
- ▶ 顧客の選好 ( $\alpha$  タイプか  $\beta$  タイプか) を知らない企業の利潤最大化問題は次の通り.

$$\begin{aligned} \max_{p_a, q_a, p_b, q_b} \quad & N_\alpha(p_a - c(q_a)) + N_\beta(p_b - c(q_b)) \\ \text{s.t.} \quad & \beta q_b - p_b \geq \beta q_a - p_a \quad (\text{IC}\beta) \\ & \alpha q_a - p_a \geq \alpha q_b - p_b \quad (\text{IC}\alpha) \\ & \beta q_b - p_b \geq 0 \quad (\text{PC}\beta) \\ & \alpha q_a - p_a \geq 0. \quad (\text{PC}\alpha) \end{aligned} \quad (3)$$

- ▶ ICは**誘引両立性制約** : 各タイプの顧客が自分用に設計された商品を自発的に選択することを求めている.
- ▶ PCは**参加制約** : ICを満たした上で, 各タイプの参加者が商品を購入することを求めている.
- ▶ これらの制約式は, 計算せずとも, 論理的に簡略化できる.

## 2. 商品設計の例：次善契約2（数式はスキップ可）

(i)  $(PC\beta)$  は無視できる；

$$\beta q_b - p_b \underset{(IC\beta)}{\geq} \beta q_a - p_a \underset{(\beta > \alpha)}{>} \alpha q_a - p_a \underset{(PC\alpha)}{\geq} 0.$$

(ii)  $(IC\beta)$  は等号で成立； $(PC\beta)$  は無視できるので、

$\beta q_b - p_b > \beta q_a - p_a$  ならば、企業は  $p_b$  を引き上げて、期待利潤を高めることができる。

- (iii)
- ▶ (iii-1)  $(IC\alpha)$  が等号で成立する場合：(ii) より、 $q_a = q_b$  かつ  $p_a = p_b$  でなければならない（一括契約）取り扱わない。
  - ▶ (iii-2)  $(IC\alpha)$  が厳密な不等号で成立する場合：（分離契約）このとき、 $(PC\alpha)$  は等号で成立； $\alpha q_a - p_a > 0$  ならば、企業は  $p_a$  と  $p_b$  を同じだけ上げれば期待利潤を増加させることができる。同じだけ価格を上げるので、等号で成立する  $(IC\beta)$  は維持される。 $(IC\alpha)$  も同様に維持される。

(iv)  $(IC\alpha)$  は無視できる；(iii-2) より、 $(IC\alpha)$  は  $0 > \alpha q_b - p_b$  と書き直せる。 $(PC\beta)$  より、 $\beta q_b - p_b \geq 0$  であり、

$$\beta q_b - p_b \underset{(\beta > \alpha)}{>} \alpha q_b - p_b.$$

なので、 $0 > \alpha q_b - p_b$  は成立する。

## 2. 商品設計の例：次善契約3（数式はスキップ可）

- ▶（等号で成立する） $(IC_\beta)$ と $(PC_\alpha)$ を(3)の目的関数に代入すると、

$$\max_{q_a, q_b} N_\alpha(\alpha q_a - c(q_a)) + N_\beta(\beta(q_b - q_a) + \alpha q_a - c(q_b)). \quad (4)$$

- ▶(4)の1階の条件は

$$\beta = c'(q_b), \quad N_\alpha(\alpha - c'(q_a)) + N_\beta(-\beta + \alpha) = 0.$$

なので、 $q_\beta$ の定義より、

$$q_b^* = q_\beta = q_2^*.$$

(i)より、 $\beta q_b^* - p_b^* > 0$ であり、 $\beta q_b^* = \beta q_\beta = \beta q_2^* = p_2^*$ なので、

$$p_b^* < p_2^*.$$

- ▶つまり、企業は $\beta$ タイプ（上客）には最善契約と同水準の品質を維持しつつ、価格を下げることで、彼ら向けに設計された商品の購入を促す。ただ、価格を下げれば、 $\alpha$ タイプの顧客が $\beta$ タイプ向けの商品を選択してしまうかもしれない。

## 2. 商品設計の例：次善契約4（数式はスキップ可）

- ▶ そこで、企業は  $\alpha$  タイプ向けの商品はより低価格で品質を落としたものを提供する。

- ▶ 最善契約における品質： $c'(q_\alpha) = \alpha$
- ▶ 生産費用に関する仮定： $c' > 0$ , (すべての  $q > 0$  について)  
 $c'' > 0$
- ▶ 仮定  $\alpha(N_\alpha + N_\beta) > \beta N_\beta$  より,

$$c'(q_a) = \alpha - (N_\beta/N_\alpha) \cdot (\beta - \alpha) > 0$$

となり、これは生産費用に関する仮定より、

$$q_a^* < q_\alpha,$$

を意味する。

- ▶ (iii-2) より, (PC $\alpha$ ) は等号で成立し,  $p_a^* = \alpha q_a^*$ . 最善契約では  $p_1^* = \alpha q_1^* = \alpha q_\alpha$  が成立しているので,

$$\alpha q_a^* = p_a^* < p_1^* = \alpha q_\alpha.$$

## 2. 商品設計の例：次善契約5

- ▶ 以上の結果として、価格は  $p_a^*$ ,  $p_b^*$  ともに低下させているが、その分、 $\alpha$  タイプ向けの商品の品質を落としているので、生産費用を削減できている。次善契約における企業の期待利潤は (4) より次のとおり。

$$N_\alpha(\alpha q_a^* - c(q_a^*)) + N_\beta(\beta(q_b^* - q_a^* + \alpha q_a^* - c(q_\beta))).$$

- ▶ 次善契約では、 $\beta$  タイプの消費者余剰が発生：

$$N_\beta(\beta q_b^* - p_b^*) > 0$$

(i) より、 $(PC_\beta)$  は厳密な不等号で成立している：

$$u_\beta = \beta q_b^* - p_b^* > 0.$$

- ▶ 上客（情報保有者）には情報レントが発生している。
- ▶ 顧客が上客であるという情報を引き出すために企業が支払うコストはいくら？計算の容易さの観点から、最善契約と次善契約が企業にもたらす期待利潤を物差しとして使ってみるか、消費者余剰の増加分で測ってみるか、実務上、計測しやすいものが望ましいだろう。

### 3. 設問 A

情報の収集と伝達，それらに基づく意思決定をすべてひとが行なう場合とそこに自動化された意思決定機構を組み込む場合では，**組織の形態**がどのように異なりうるだろうか？

本日の考察を踏まえた上で，あなたの考えは？



### 3. 設問 B

中間管理職の役割を明確にした上で、情報コストに注目し、中間管理職のどのような業務を人工知能に判断を任せた方がよいのだろうか？

本日の考察を踏まえた上で、あなたの考えは？



### 3. 別の視点

- ▶ コストの比較とは別に、判断の責任の重さで AI に任せた方がいい業務かどうかを判断してもよいかもしれない。
- ▶ 感覚的（?カン?）で判断した方がよい場合と、システムティックに判断した方がよい場合の区別も重要。
- ▶ AI に何ができるかという視点だけではなく、「仮に導入した」場合にどのような世界が開けるのかを想起することも重要。（学校での教育内容も変化して行くだろう）

経営企画部の制御グループは（その機能を AI に任せて）縮小し、戦略グループは人が今後も担当するのでは？社内での意思決定のあり方がトップダウン型かボトムアップ型かという視点でも分類してみるとよいかもしれない。