研究開発のインセンティヴと組織構造

渡邊直樹, KBS

情報と意思決定（2023 年度 2 学期）

学習のねらい

- 単なる統合か非統合かの問題ではなく，グループ内での利得分配を組み込むことで，本社の外にある研究開発組織の関係特殊的投資や努力水準の引き上げを促すインセンティヴ機構を構築可能なことがある．その場合，研究開発組織を本社に統合するよりもグループ内での非統合を組織形態として選択した方が良い場合を簡単な計算で明確にしたい．
  - PlayStaytion をめぐるソニー本社と SCE の事例
  - DX が進まない企業グループへの示唆
- 株式の持ち合いなどを通じて，企業間で利得の再分配が行われることを前提とする．

1. 簡単なモデル：Acemoglu et al. (2004, 2010) の variant

- プレイヤー：メーカー M と研究開発組織 R
- 組織形態：VIB (backward vertical integration)，NI (non-integration)，VIF (forward vertical integration)：
  VIB ではメーカーが研究開発組織を統合し，VIF では研究開発組織がメーカーを統合する．
- 組織形態の選択ステージ：
  契約がまとまれば，M（R）は技術的投資 e_M（e_R）を行う．投資のコストは $e_M^2/2$（$e_R^2/2$）とする．なお，この場合の投資は関係特殊的投資．
  組織形態に関する契約がまとまらなければ，NI のまま，M と R は別々の企業として活動し，それぞれ O_M^{NI}，O_R^{NI} を受け取り，別々に技術的投資を行う．

- 生産ステージ：各組織形態において，生産が行われる．
  - 収益関数は
    $f(e_M, e_R) = A(me_M + re_R + 1) + (1 - A)(me_M + 1)$.
    $A \in (0, 1)$ は収益における R の重要度を表す係数，m は M の投資水準に対する収益の係数，r は $A = 1$ の場合の R の投資水準に対する収益の係数．

- 収益分配ステージ：収益の分配交渉が行われ，実行される．
  - VIB（VIF）における収益分配交渉が決裂した場合，M と R はそれぞれ O_M^{VIB}，O_R^{VIB}（O_M^{VIF}，O_R^{VIF}）を受け取る．

- 収益分配ステージにおける交渉決裂点の利得：残余請求権
  - $O_M^{VIB} = f(e_M, (1-\lambda_R)e_R)$，$O_R^{VIB} = 0$
    M は残余請求権（residual control right）を有しており，すべての資産と特殊な生産材を所有しているが，R の技術的投資額のうち $\lambda_R \in (0,1)$ の割合を失う．R は交渉決裂によりすべてを失う．
  - $O_M^{VIF} = 0$，$O_R^{VIF} = f((1-\lambda_M)e_M, e_R)$
    VIB とは逆に，M は交渉決裂によりすべてを失う．R は残余請求権を有しており，すべての資産と特殊な生産材を所有しているが，M の技術的投資額のうち $\lambda_M \in (0,1)$ の割合を失う．
  - 参考：$O_M^{NI} = \rho A(me_M + 1) + (1-A)(me_M + 1)$，
    $O_R^{NI} = \theta A(re_R + 1)$
    M と R は別の企業なので，互いの収益における相手の投資額は 0 である．係数 $\rho \in (0,1)$ と係数 $\theta \in (0,1)$ は統合によるシナジーが働く収益に対するそれぞれの減耗率．

2. 後向き帰納法で解く：収益分配ステージ

- 事後的余剰（ex post surplus）：$S^z = f(e_M, e_R) - O_M^z - O_R^z$. 添字 z は組織形態を意味する．
- 収益分配率：$\delta \in (0,1)$．以下の計算を簡単にするため，$\delta = 1/2$ とする．つまり，均等配分．このとき，プレイヤー $i = M, R$ の事後的利得は

$$U_i^z = O_i^z + \frac{1}{2}S^z$$

であり，事前的総余剰（ex ante total surplus）は，埋没費用である投資額を差し引いて，

$$TS^z = (U_M^z - \frac{1}{2}e_M^2) + (U_R^z - \frac{1}{2}e_R^2) = O_M^z + O_R^z + S^z - \frac{1}{2}e_M^2 - \frac{1}{2}e_R^2.$$

ソニーの組織選択に関する考察に対応させるため，このスライドでは VIB か NI かの選択問題に分析を限定する．よって，以下では λ_R を単に λ と書く．

2. 後向き帰納法で解く：生産ステージ

VIB の場合

$$
\begin{aligned}
S^{VIB} &= f(e_M, e_R) - O_M^{VIB} - O_R^{VIB} \qquad (1)\\
&= A(me_M + re_R + 1) + (1-A)(me_M + 1)\\
&\quad -f(e_M, (1-\lambda_R)e_R)\\
&= A(me_M + re_R + 1) + (1-A)(me_M + 1)\\
&\quad -A(me_M + r(1-\lambda)e_R + 1) - (1-A)(me_M + 1)\\
&= Ar\lambda e_R
\end{aligned}
$$

M の最大化問題： $\max_{e_M} f(e_M, (1-\lambda)e_R) + \frac{1}{2}S^{VIB} - \frac{1}{2}e_M^2$

$$\max_{e_M} A(me_M + r(1-\lambda)e_R + 1) + (1-A)(me_M + 1) + \frac{1}{2}Ar\lambda e_R - \frac{1}{2}e_M^2$$

1 階の条件より，$e_M^{VIB} = m.$

R の最大化問題： $\max_{e_R} \frac{1}{2} S^{VIB} - \frac{1}{2} e_R^2 = \frac{1}{2} Ar\lambda e_R - \frac{1}{2} e_R^2$

1 階の条件より，$e_R^{VIB} = (1/2)Ar\lambda$.

このとき，細かい計算は計算は省略するが,

$$
\begin{aligned}
TS^{VIB} &= O_M^{VIB} + O_R^{VIB} + S^{VIB} - \frac{1}{2}(e_M^{VIB})^2 - \frac{1}{2}(e_R^{VIB})^2 \quad (2) \\
&= \frac{1}{2} Ar^2\lambda + \frac{1}{2} m^2 - \frac{1}{8} Ar^2\lambda^2 + 1.
\end{aligned}
$$

VIF の場合：宿題

NI の場合

M の最大化問題： $\max_{e_M} O_M^{NI} - \frac{1}{2}e_M^2$

$$\max_{e_M} \rho A(me_M + 1) + (1 - A)(me_M + 1) - \frac{1}{2}e_M^2$$

1 階の条件より，$e_M^{NI} = \rho Am + (1 - A)m < m = e_M^{VIB}$.

R の最大化問題： $\max_{e_R} O_R^{NI} - \frac{1}{2}e_R^2$

$$\max_{e_M} \theta A(e_R + 1) - \frac{1}{2}e_M^2$$

1 階の条件より，$e_R^{NI} = \theta A$. 計数 θ，A，r，λ の値次第で $e_R^{VIB} = (1/2)Ar\lambda$ よりも大きくなることはある.

2. 後向き帰納法で解く：組織形態の選択ステージ

VIB と NI のどちらが組織形態として選択されるか？

1. $f(e_M^{VIB}, (1-\lambda)e_R^{VIB}) + \frac{1}{2}S^{VIB} - \frac{1}{2}(e_M^{VIB})^2 >$ $\rho A(me_M^{NI}+1) + (1-A)(me_M^{NI}+1) - \frac{1}{2}(e_M^{NI})^2$，かつ，$\frac{1}{2}Ar\lambda e_R^{VIB} - \frac{1}{2}(e_R^{VIB})^2 > \theta A(e_R^{VIB}+1) - \frac{1}{2}(e_M^{VIB})^2$ であれば，VIB が組織形態として選択される．
2. 1. の不等式のどちらか一方または両方が不成立であれば，NI が選択される．

3. 連結決算：ここが問題

Section 1 の簡単なモデルを改変し，M と R が同じグループ内の企業であり，非統合の場合であっても，利得の分配交渉をするとしよう（NI2）．この場合の投資は，VIB や VIF と同じく，関係特殊的投資と見做される．

$$
\begin{aligned}
S^{NI2} &= f(e_M, e_R) - O_M^{NI} - O_R^{NI} \qquad (3)\\
&= A(me_M + re_R + 1) + (1 - A)(me_M + 1)\\
&\quad -[\rho A(me_M + 1) + (1 - A)(me_M + 1)]\\
&\quad -[\theta A(re_R + 1)]\\
&= (1 - \rho)Ame_M + (1 - \theta)Are_R + (1 - \theta - \rho)A
\end{aligned}
$$

M の最大化問題：$O_M^{NI} + \frac{1}{2}S^{NI2} - \frac{1}{2}e_M^2$.（計算は省略.）

1 階の条件より，$e_M^{NI2} = (1 - \frac{1-\rho}{2}A)m$. $e_M^{VIB} = m$ より，

$e_M^{NI2} < e_M^{VIB}$.

R の最大化問題：$O_R^{NI} + \frac{1}{2}S^{NI2} - \frac{1}{2}e_R^2$.（計算は省略.）

1 階の条件より，$e_R^{NI2} = \frac{1+\theta}{2}Ar$. $e_R^{VIB} = \frac{\lambda}{2}Ar$ より，

$e_R^{NI2} > e_R^{VIB}$.

後ろ向き帰納法で解くと，$S^{NI2} > 0$ である限り，M と R は各 O_M^{NI}，O_R^{NI} 以上の利得を受け取るので，契約は成立しうる．組織の形態は VIB か NI2 か？

3. 連結決算：組織形態の選択と余剰の最大化

宿題

- VIB と NI2 のどちらが組織形態として選択されるか？その条件は？
  - $TS^{VIB} < TS^{NI2}$ ならば，NI2 が選択される．
- 係数 m，r，A，λ，ρ，θ が変化したとき，事後的余剰 S^{VIB} と S^{NI2} はどのように変化し，それらの大小関係はどのようになるか？事前的総余剰 TS^{VIB} と TS^{NI2} はどのように変化し，それらの大小関係はどのようになるか？
  - 解釈してみることが大事．

$$S^{VIB} = Ar\lambda e_R^{VIB} = Ar\lambda m \tag{4}$$

利得分配交渉が決裂したとき，M はすべての残余請求権を持つので，R の技術的投資をすべて接収できるが，そのうち $\lambda \in (0,1)$ の割合を失う.（ここで $\lambda = 1/2$ とすると．$S^{VIB} = Arm$.）
$A \in (0,1)$ は R の重要度.

$$\begin{aligned} S^{NI2} &= (1-\rho)Ame_M^{NI2} + (1-\theta)Are_R^{NI2} + (1-\theta-\rho)A \quad (5) \\ &= (1-\rho)Am(1-\frac{1-\rho}{2}A)m + (1-\theta)Ar\frac{1+\theta}{2}Ar \\ &\quad +(1-\theta-\rho)A \end{aligned}$$

係数 $\rho \in (0,1)$（$\theta \in (0,1)$）は利得分配交渉が決裂したときの M（R）の収益減耗率．ここで $\rho = \theta = 1/2$ としてみると，

$$S^{NI2} = Am(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}A)m + \frac{3}{8}(Ar)^2 = \frac{Am^2}{2} + \frac{(Am)^2}{4}.$$

宿題なので，細かい計算は省略するが，$\lambda = \rho = \theta = 1/2$ のとき，

$$
\begin{aligned}
TS^{NI2} &= O_M^{NI} + O_R^{NI} + S^{NI2} - \frac{1}{2}(e_M^{NI2})^2 - \frac{1}{2}(e_R^{NI2})^2 \\
&= [\frac{1}{2}A(me_M^{NI2} + 1) + (1 - A)(me_M^{NI2} + 1)] \\
&\quad +[\frac{1}{2}A(re_R^{NI2} + 1)] + \frac{Am^2}{2} + \frac{(Am)^2}{4} \\
&\quad -\frac{1}{2}((\frac{4 - A}{4})m)^2 - \frac{1}{2}(\frac{3}{4}Ar)^2 \\
&= [\frac{2 - A}{2}(m(\frac{4 - A}{4})m + 1)] \\
&\quad +[\frac{1}{2}A(r\frac{3}{4}Ar + 1)] + \frac{Am^2}{2} + \frac{(Am)^2}{4} \\
&\quad -\frac{1}{2}((\frac{4 - A}{4})m)^2 - \frac{9}{32}(Ar)^2 \\
&= \frac{16m^2 + 11A^2m^2 + 3A^2r^2}{32} + 1
\end{aligned}
$$

(2) より，$\lambda = 1/2$ のとき，

$$\begin{aligned} TS^{VIB} &= \frac{1}{2}Ar^2\lambda + \frac{1}{2}m^2 - \frac{1}{8}Ar^2\lambda^2 + 1 \\ &= \frac{1}{4}Ar^2 + \frac{1}{2}m^2 - \frac{1}{32}Ar^2 + 1 \\ &= \frac{7Ar^2 + 16m^2}{32} + 1 \end{aligned}$$

$$TS^{NI2} = \frac{16m^2 + 11A^2m^2 + 3A^2r^2}{32} + 1$$

よって，

$$TS^{NI2} > TS^{VIB} \iff 11A^2m^2 + 3A^2r^2 - 7Ar^2 > 0$$

このとき，$m \geq r$ かつ $A > 1/2$ ならば，$TS^{NI2} > TS^{VIB}$.
このスライドで特定した係数に関わる条件：$\lambda = \rho = \theta = 1/2$, $m \geq r$，かつ，$A > 1/2$.

このスライドで特定した係数に関わる条件：収益分配交渉の決裂時における利得の減耗率 $\lambda = \rho = \theta = 1/2$，収益関数における協業部分における貢献度 $m \geq r$，かつ，R の研究開発投資の重要度 $A > 1/2$.

このとき，$TS^{NI2} > TS^{VIB}$ となり，統合よりも非統合を組織形態として選択すべき.

実証研究における課題は？

- λ，ρ，θ は，財務諸表だけではなく，裁判所での判例なども参照する必要があるだろう．反実仮想が必要．そのためには構造推定を可能にするパラメトリックな理論モデルを実務に即して整備する必要がある.
- 収益関数の推定．こちらも構造推定を行うことになる.
- 個別企業における組織形態の選択問題に適用するには，何をどのように計測すればいいだろうか？（宿題）

参考：ソニーと SCE の境界に関する反実仮想

もし SCE がソニー本社から分離していなかったら？

- 1990 年，任天堂はスーパーファミコンの音源にソニーの（CD で使われる）PCM（Pulse Code Modulation）音源を採用．ソニーのゲーム機産業との関わりが始まった．
  - 1990 年 1 月，任天堂とソニー，CD-ROM 一体型スーパーファミコンの共同開発契約を取り結ぶ.（1991 年 6 月に製品発表.）
  - 1991 年 6 月，任天堂，フィリップス社と CD-ROM に関する共同開発を発表．任天堂との交渉を継続しつつ，久夛良木氏の研究部門が CR-ROM 方式のゲーム機の独自開発を進めた．
  - 1992 年 5 月，任天堂との交渉決裂.
- プレイステーションは本社から分離した SCE で開発された大ヒット商品.
  - 1992 年 6 月，プレイステーションの開発が正式に決定された.
  - 1993 年 11 月，ソニー本社と SME の共同出資で SCE を設立．SCE はゲーム機とゲームソフトの開発を担う.
  - 1994 年 12 月，プレイステーション発売.
  - 2000 年 3 月，PlayStation 2 発売.

ソニーのカンパニー制（2005 年に再び事業部制へ）

- 1990 年頃から続く有形固定資産と有利子負債の大幅な増大（海外生産設備への投資によるもの）.
- 1994 年，カンパニー制導入．開発，製造，販売までの権限と責任を B/S，P/L，C/F を通じてプレジデントに負わせた．つまり，財務指標を用いた監視強化.
- 1995 年，創業以来の営業赤字（1996 年度には V 字回復）.
- 1996 年，第 2 次カンパニー制：プレジデントには部長クラスの人材を登用．しかし,「前者的経営方針を議論する」エグゼクティヴボードを新設し，副社長や専務をボードメンバーとした．各カンパニーの自由度は低下.
- カンパニーはカンパニー制下でフォーカルポイントとなったコスト削減による短期的収益性を競い合い，ソニー全体での研究開発費に対する売上の比率は伸び悩んだ.

2000 年，ソニー本社，SME を 100%子会社化.（SME 傘下の SCE の実質完全子会社化.）垂直統合によって何が起こったか？

- 1999 年からネットワークカンパニー制へ移行．SCE はエレクトロニクス事業のコアユニット．ネットワークカンパニーのプレジデントへの収益責任の強化．業績評価尺度として EVA（経済的付加価値）を導入.
- 2004 年，SCE は東芝 IBM と共同で高性能半導体 Cell を開発.
  - Cell は PlayStation 3 だけでなく，東芝のデジタル TV（Cell Regza）や IBM のサーバ（BladeCenter QS21）や WS，さらに米国エネルギー省のスーパーコンピュータにも搭載された．ゲーム機向けにはあまりに高性能.
- PlayStation 3 は，Cell の開発投資を回収す売るためか，高い販売価格が設定された．Cell の性能を引き出すゲームソフトの開発は中小のソフトメーカーにとってコスト増.
- PlayStation 3 は東芝（HD-DVD）との次世代 DVD をめぐる規格争いに巻き込まれ，ブルーレイディスク（BD）プレイヤーを普及させる役割も担わされた.（中小のソフトメーカーはどうなる？2 章を参照せよ.）