代替関係が非対称な市場における企業間の提携形成

慶應義塾大学大学院
開放環境科学専攻
松林研究室　渡邉孝之

2013/2/8

目次

Ⅰ.研究背景～提携･統合の具体例～

例：鉄鋼業界

＜2002年＞

新日本製鐵
＋
住友金属
＋
KOBELCO 神戸製鋼

NKK 日本鋼管株式会社 ＋ KAWATETSU

（日本鋼管）　（川崎製鉄）

JFE

＜2012年＞

新日本製鐵 ＋ 住友金属

新日鐵住金

Ⅰ.研究背景～なぜ提携･統合を行うのか？～

提携･統合のメリット

- ①コスト低下
- ②シナジー効果
- ③競争の緩和
  →製品価格の上昇

Ⅰ.研究背景～実際に企業のトップも・・・～

「国際化していく日本で、過当競争を排し、
競争力ある製鉄会社をつくるために、
70年に八幡と富士が合併、
新日本製鉄が誕生した。」

2012年9月1日付　日本経済新聞
「私の履歴書」（新日本製鐵名誉会長　今井敬）より

研究背景～提携の失敗例「住金事件」～

1956年
- 高度経済成長期
- 大型設備投資(鉄鋼業界)

1964年
- 東京オリンピック終了
- 景気悪化
- 過剰生産(鉄鋼業界)

1965年
- 通産省が鉄鋼各社に協力して減産するよう指示
- 11月15日　住友金属が通産省の指示を断る

提携に参加するメンバー全員が満足出来るよう、利益配分を行う必要あり！

Ⅱ.先行研究Ⅰ～これまでの研究(対称性が仮定)～

■ 提携に関する代表的な研究

Salant, S.W., Switzer, S. and Reynolds, R.J. (1983)

⇒同質な製品の生産量競争市場において、提携の効果を分析

Danecker, R. and Davidson, C. (1985)

⇒価格競争市場における製品統合を伴わない提携に関する分析

など多数存在

しかし！

〇コスト、製品間の代替関係等に対称性を仮定
〇非対称性が考慮されていない！

Ⅱ.先行研究Ⅱ～非対称な場合を解析する複雑さ～

例:以下の数式が正であることを証明せよ

(1)$5\beta^2\gamma^7-4\gamma^7-12\beta^4\gamma^6-12\beta^3\gamma^6-9\beta^2\gamma^6-12\beta\gamma^6+28\gamma^6+9\beta^6\gamma^5+24\beta^5\gamma^5+53\beta^4\gamma^5$
$+108\beta^3\gamma^5-104\beta^2\gamma^5+48\beta\gamma^5-48\gamma^5-18\beta^7\gamma^4-57\beta^6\gamma^4-186\beta^5\gamma^4+43\beta^4\gamma^4-$
$300\beta^3\gamma^4+320\beta^2\gamma^4-32\gamma^4+9\beta^8\gamma^3+126\beta^7\gamma^3+102\beta^6\gamma^3+468\beta^5\gamma^3-408\beta^4\gamma^3+$
$144\beta^3\gamma^3-100\beta^2\gamma^3-96\beta\gamma^3+80\gamma^3-81\beta^8\gamma^2-252\beta^7\gamma^2-6\beta^6\gamma^2-330\beta^5\gamma^2+364\beta^4\gamma^2$
$+288\beta^3\gamma^2-244\beta^2\gamma^2-48\beta\gamma^2+48\gamma^2+198\beta^8\gamma+90\beta^7\gamma-84\beta^6\gamma-120\beta^5\gamma-4\beta^4\gamma+$
$48\beta^3\gamma-16\beta^2\gamma-162\beta^8+162\beta^7+72\beta^6-180\beta^5+72\beta^4+48\beta^3-32\beta^2$

(2)$-4\beta\gamma^7+12\beta^3\gamma^6+8\beta^2\gamma^6+16\beta\gamma^6+8\gamma^6-9\beta^5\gamma^5-24\beta^4\gamma^5-52\beta^3\gamma^5-80\beta^2\gamma^5-8\beta\gamma^5$
$-16\gamma^5+18\beta^6\gamma^4+57\beta^5\gamma^4+162\beta^4\gamma^4+56\beta^3\gamma^4+208\beta^2\gamma^4-12\beta\gamma^4-6164\gamma^4-9\beta^7\gamma^3-$
$126\beta^6\gamma^3-123\beta^5\gamma^3-348\beta^4\gamma^3-136\beta^3\gamma^3+48\beta^2\gamma^3+80\beta\gamma^3+64\gamma^3+81\beta^7\gamma^2+$
$216\beta^6\gamma^2+315\beta^5\gamma^2+78\beta^4\gamma^2+124\beta^3\gamma^2-352\beta^2\gamma^2-208\beta\gamma^2+160\gamma^2-243\beta^7\gamma+$
$18\beta^6\gamma-552\beta^5\gamma+360\beta^4\gamma+664\beta^3\gamma-352\beta^2\gamma-128\beta\gamma+64\gamma+387\beta^7-342\beta^6-$
$336\beta^5+420\beta^4-20\beta^3-128\beta^2+48\beta$

Ⅱ.先行研究Ⅲ～数少ない非対称性を扱う研究～

■ 非対称性を扱う例外的な研究

[1]Belleflamme, P. (2000)

⇒結託耐性ナッシュ均衡の概念を用い、所属するグループへの好みが非対称な場合の提携の安定性について分析

[2]Ebina, T. and Shimizu, D. (2009)

⇒代替関係が非対称なクールノー市場下での2 企業間による逐次的な合併行動をモデル化し、安定的となる提携構造を分析

[3]Zhao, J. (2009)

⇒同質な製品の生産量競争市場において、各企業のコストが非対称な場合における提携の安定性について分析

⇒代替関係が非対称な市場における、
全体提携の安定性を分析するのは初の試み

Ⅲ .代替関係の非対称性～日本の遊園地を例に～

- 代替関係の非対称性
- 差別化の程度に差あり

絶叫系

富士急ハイランド
（富士急行）

強い差別化の程度

強い差別化の程度

優しめ

東京ディズニーランド
（オリエンタルランド）

弱い差別化の程度

優しめ

ユニバーサル・スタジオ・ジャパン
（ユー・エス・ジェー）

非対称性が存在する！

Ⅳ.モデル～1本の数式～

先行研究[3]を参考にし、
全体提携が安定となる領域を求める。

逆需要関数(3企業)

$$p_1 = 1 - q_1 - \beta q_2 - \beta q_3$$
$$p_2 = 1 - \beta q_1 - q_2 - \gamma q_3$$
$$p_3 = 1 - \beta q_1 - \gamma q_2 - q_3$$

ベクトル表記(n企業)

$$\boldsymbol{p} = \boldsymbol{1} - \mathrm{B}\boldsymbol{q}$$

※コストは無視

$\boldsymbol{p} = (p_1, p_2, \dots, p_n) \geq 0$
ブランドの価格ベクトル

$\boldsymbol{q} = (q_1, q_2, \dots, q_n) \geq 0$
ブランドの生産量ベクトル

$\boldsymbol{1} = (1, 1, \dots, 1)$
全成分が1の1ベクトル

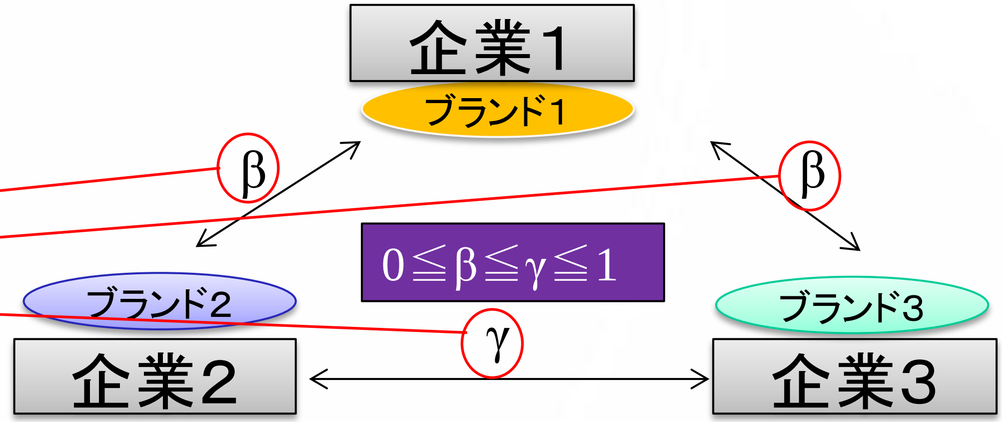
$\boldsymbol{B}$:代替関係を表す$n \times n$行列

Ⅳ.モデル～代替関係行列B～

B: 代替関係を表す$n \times n$行列

n=3の場合

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \beta & \beta \\ \beta & 1 & \gamma \\ \beta & \gamma & 1 \end{pmatrix}$$



n=4の場合

Case:1

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \beta & \beta & \beta \\ \beta & 1 & \gamma & \gamma \\ \beta & \gamma & 1 & \gamma \\ \beta & \gamma & \gamma & 1 \end{pmatrix}$$

Case:2

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \gamma & \beta & \beta \\ \gamma & 1 & \beta & \beta \\ \beta & \beta & 1 & \gamma \\ \beta & \beta & \gamma & 1 \end{pmatrix}$$

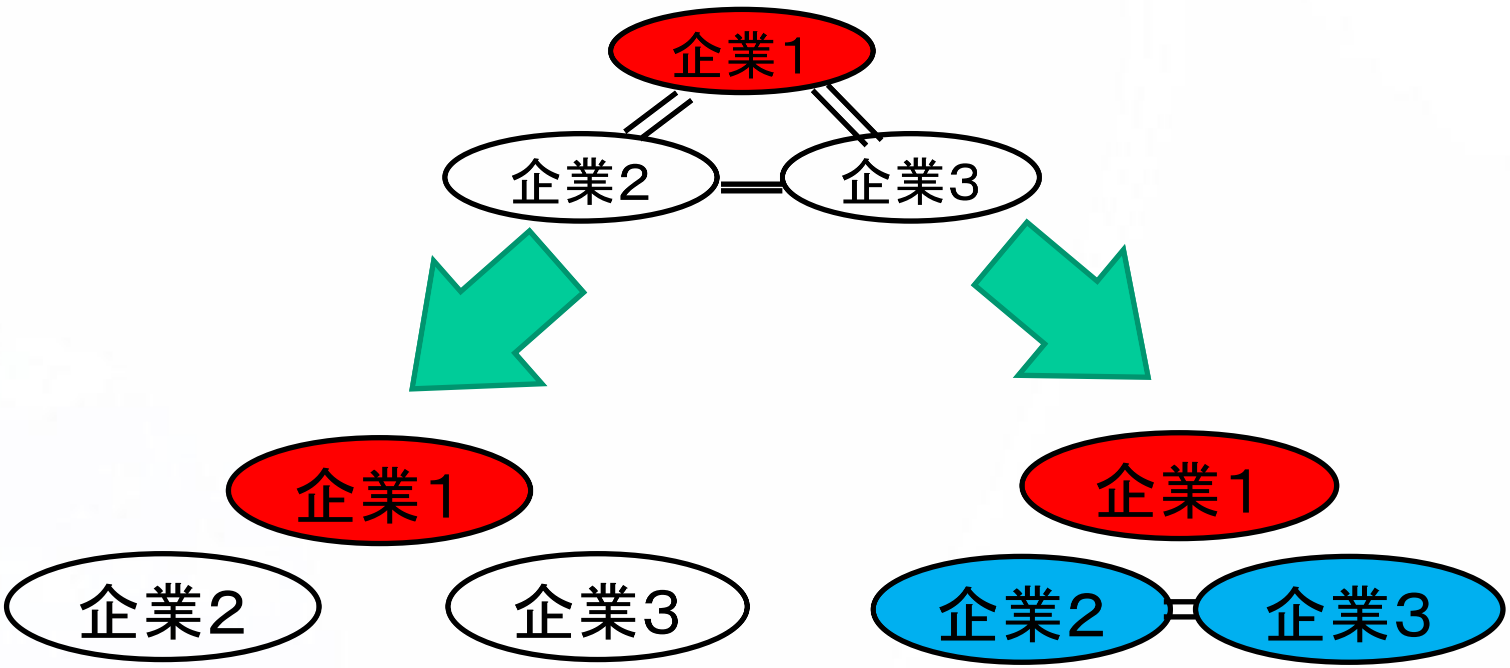
Case:3

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \beta & \beta & \beta \\ \beta & 1 & \beta & \beta \\ \beta & \beta & 1 & \gamma \\ \beta & \beta & \gamma & 1 \end{pmatrix}$$

数値シミュレーションにて分析

Ⅳ.モデル～提携値の決め方～

例：企業1が提携逸脱する場合



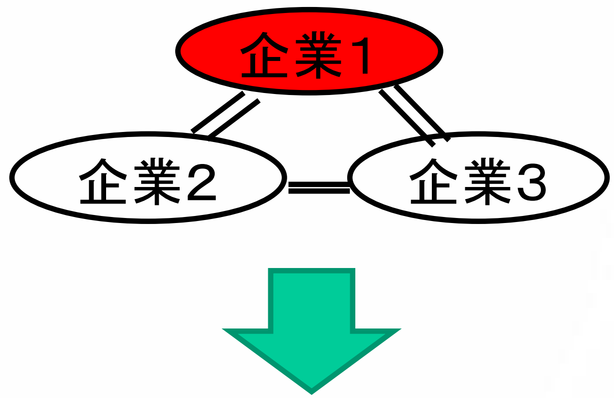
①企業2と企業3がバラバラな場合
（γ-提携値）

②企業2と企業3が提携している場合
（δ-提携値）

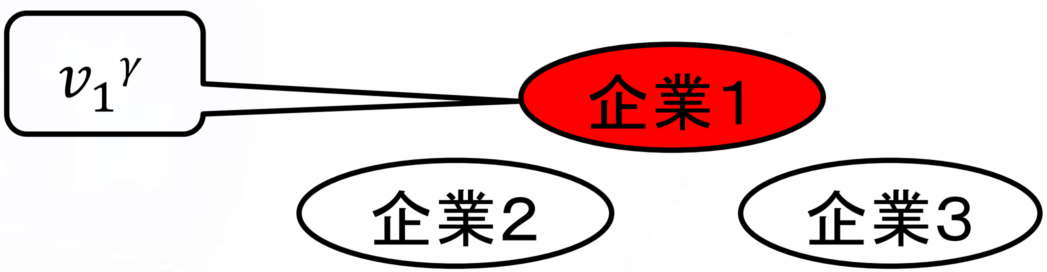
⇒2つを分けて考える必要がある

Ⅳ .モデル～γ-提携値～

■ γ-提携値の定め方

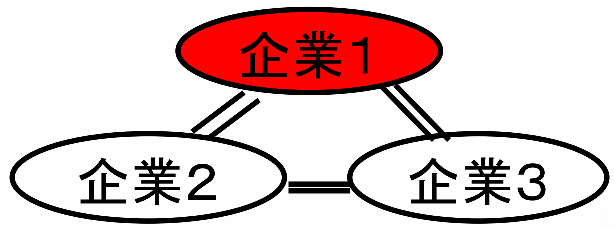


γ-提携値（N－Sは全員提携しない）
(Chander, P. and Tulkens, H. 1997)

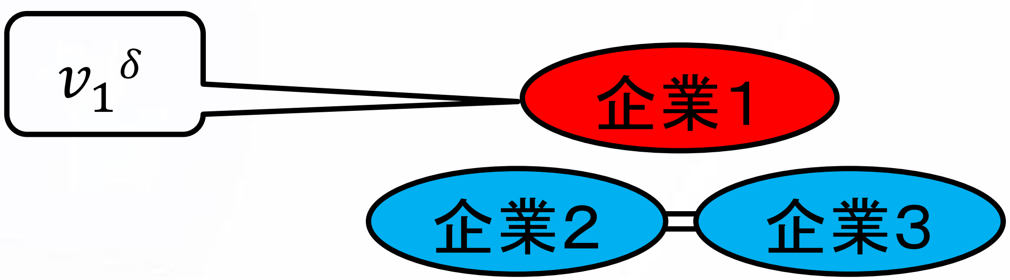


Ⅳ .モデル～δ-提携値～

■ δ-提携値の定め方



δ-提携値（N－Sは全員提携する）
(Hart, S. and Kurz, M. 1983)



Ⅳ .モデル～具体的な提携値～

提携形ゲーム$\Gamma = \{\mathrm{N}, v^{\gamma}\}, \Delta = \{\mathrm{N}, v^{\delta}\}$が定式化されたとき、任意の提携Sに対する提携値$v_S$は以下の通り

$$v_N = \frac{3+\gamma-4\beta}{4(1+\gamma-2\beta^2)}$$

$$v_1{}^{\gamma} = \frac{(2+\gamma-2\beta^2)^2}{4(2+\gamma-\beta^2)^2},\ v_2{}^{\gamma} = v_3{}^{\gamma} = \frac{(2-\beta)^2}{4(2+\gamma-\beta^2)^2},$$

$$v_{23} = \frac{(2-\beta)^2(1+\gamma)}{2(2+2\gamma-\beta^2)^2},$$

$$v_{12} = v_{13} = \frac{(2-\gamma)^2(2+\gamma-3\beta)^2 + 2\beta(2-\beta)(2-\gamma)(2+\gamma-3\beta)(2-\beta-\gamma) + (2-\beta)^2(2-\beta-\gamma)^2}{4(4+2\gamma\beta^2-\gamma^2-5\beta^2)^2}$$

$$v_1{}^{\delta} = \frac{(1+\gamma-\beta)^2}{(2+2\gamma-\beta^2)^2}$$

$$v_2{}^{\delta} = v_3{}^{\delta} = \frac{(1-\beta)^2(2+\beta-\gamma)^2}{(4+2\gamma\beta^2-\gamma^2-5\beta^2)^2}$$

Ⅳ .モデル～安定性を求めるテクニック～

線形計画問題（Linear Programming Problem）

$$Min \quad x_1 + x_2 + x_3$$

$Subject\ to\ x_1 \geq v_1$ （企業1が逸脱）

$x_2 \geq v_2$ （企業2が逸脱）

$x_3 \geq v_3$ （企業3が逸脱）

$x_1 + x_2 \geq v_{12}$ （企業1，2が逸脱）

$x_1 + x_3 \geq v_{13}$ （企業1，3が逸脱）

$x_2 + x_3 \geq v_{23}$ （企業2、3が逸脱）

$v_N \geq Min \quad x_1 + x_2 + x_3$ならば

提携が安定になる（コアが非空）

Ⅴ.分析・結論（n=3）

■ 全体提携は、常にγ-安定

■ 代替関係の非対称性が強いとき・・・

（1）全体提携はδ-安定

（2）社会厚生が大きくなる

Ⅴ.分析・結論（n=3）～γ-安定性～

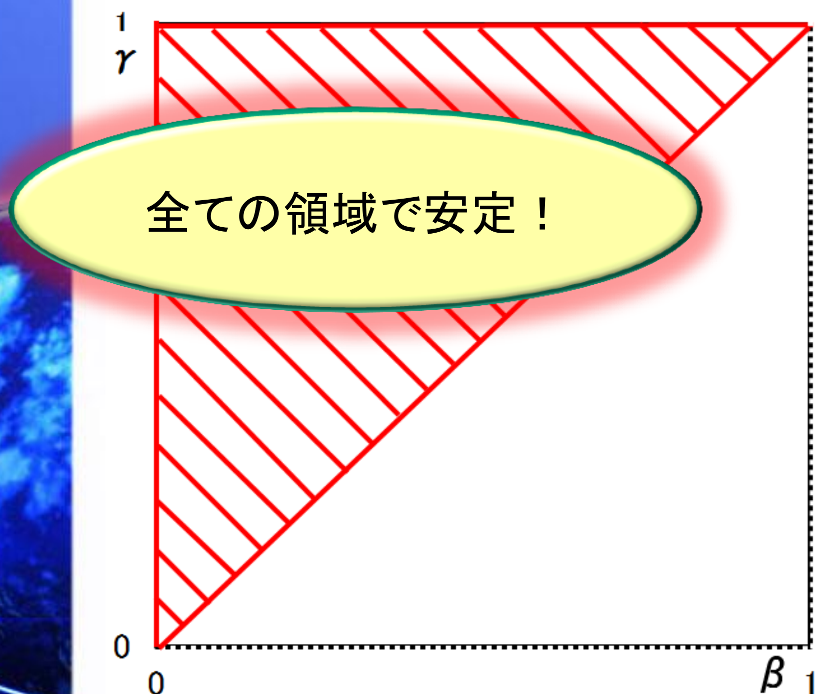
■ 全体提携は、常にγ-安定

■ 代替関係の非対称性が強いとき・・・

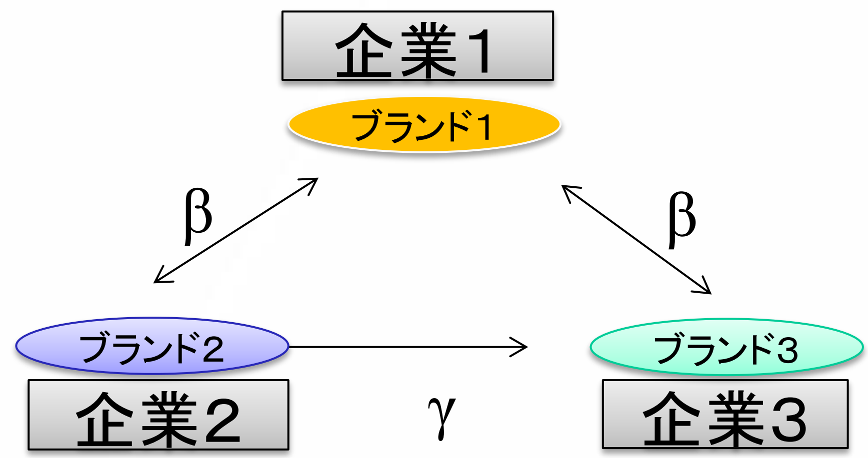
（1）全体提携はδ-安定

（2）社会厚生が大きくなる

Ⅴ.分析・結論（n=3）～γ-安定性～



残ったN－Sの提携グループは
提携を解消するため、競争激しい



⇒代替関係の非対称性に関わらず、全体提携はγ-安定

Ⅴ.分析・結論（n=3）～δ-安定性～

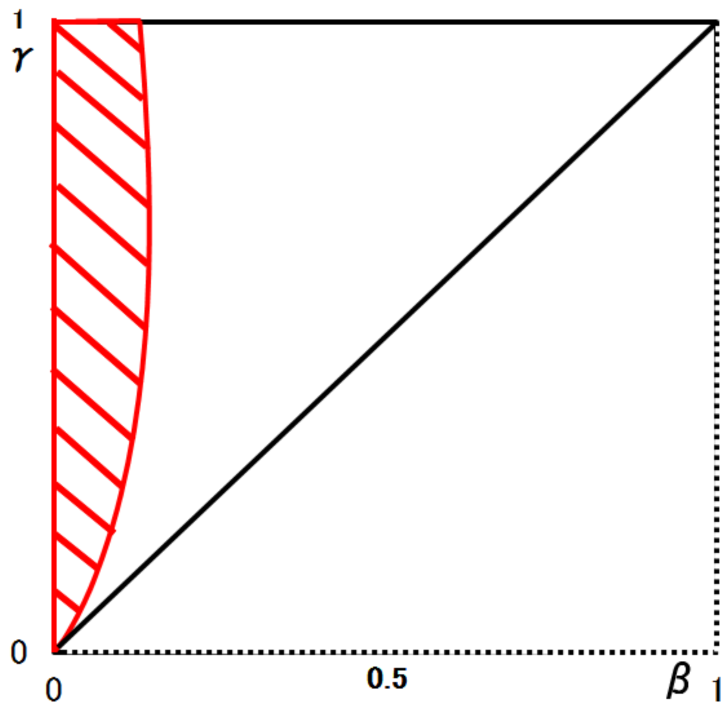
■ 全体提携は、常にγ-安定

■ 代替関係の非対称性が強いとき・・・

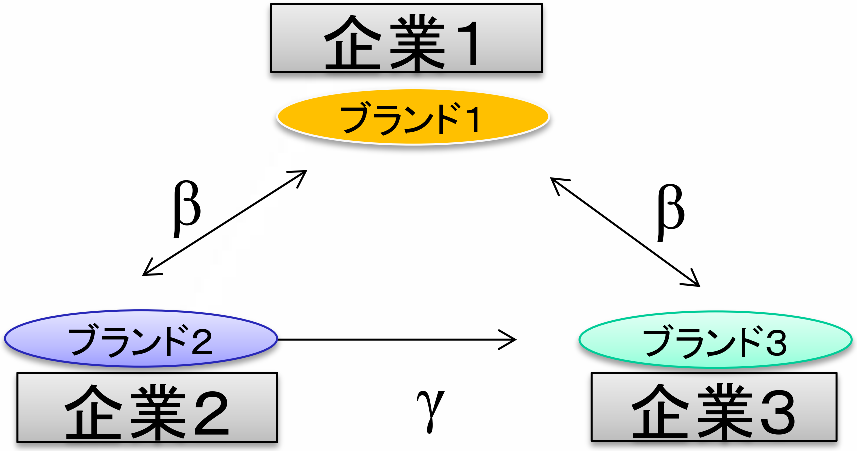
（1）全体提携はδ-安定

（2）社会厚生が大きくなる

Ⅴ.分析・結論（n=3）～δ-安定性～



残ったN－Sの提携グループは
提携を継続するため、競争緩い



Ⅴ.分析・結論(n=3)～δ-安定性～

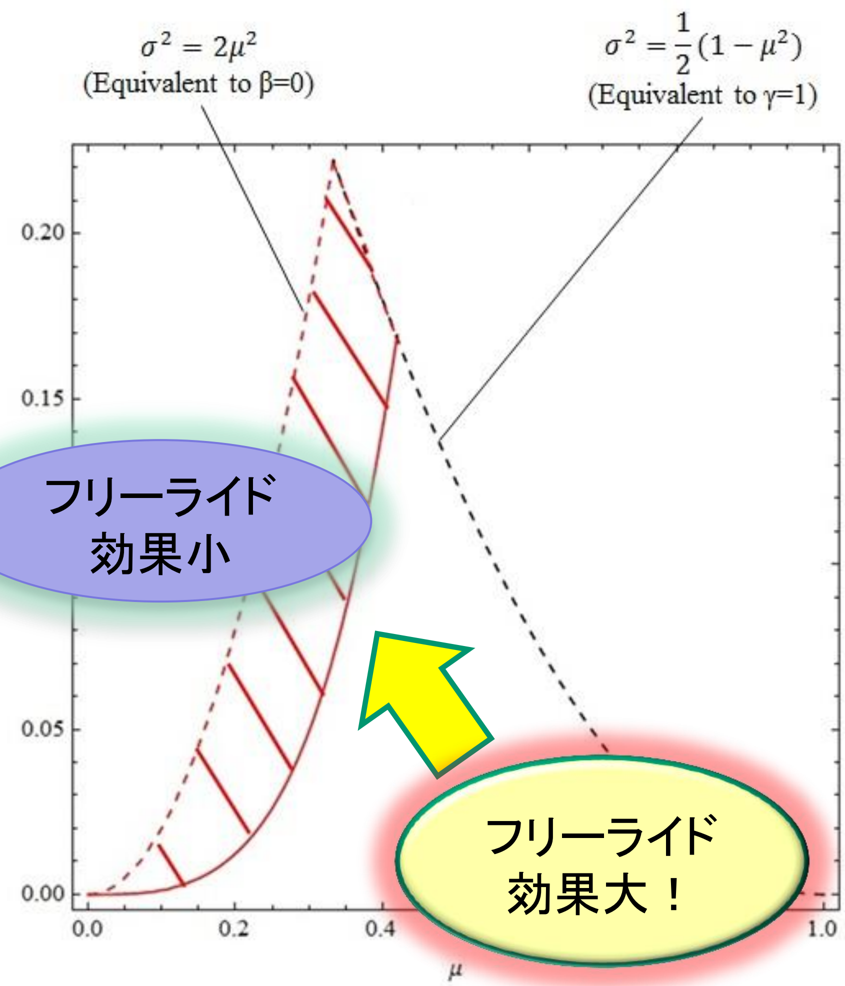
代替関係の強さを表す、β、γを、
平均:μ(ミュー)、分散σ(シグマ)に変換

$$B = \begin{pmatrix} 1 & \beta & \beta \\ \beta & 1 & \gamma \\ \beta & \gamma & 1 \end{pmatrix}$$

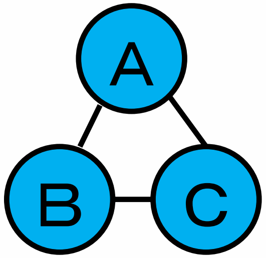
$$平均:\mu = \frac{2\beta+\gamma}{3}$$

$$分散:\sigma^2 = \frac{2(\gamma-\beta)^2}{9}$$

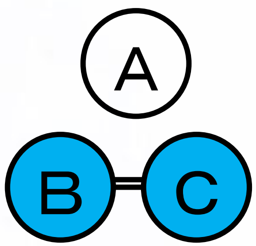
{β,β,γ}の平均、分散



Ⅴ.分析・結論（n=3）～フリーライド効果～



もしもAが提携を逸脱したら・・・



残ったB，Cは提携を継続

Aにとっての市場環境

B，Cは提携したまま	クールノー競争市場

Aが逸脱すると・・・

Aは生産量を増やす	B，Cは生産量を絞る

Aは簡単に利潤を増やせる

価格をあまり下げず、生産量増大	フリーライド効果！

しかし！

代替関係の非対称性が強まると、フリーライド効果は減少する！

Ⅴ.分析・結論(n=3)

Currarini, S. and Marini, M.A. (2011)

⇒代替関係が対称な場合において、δ-コアが常に非空

というこれまでの
研究結果に対し！

代替関係の非対称性が、
全体提携の安定性を強める
ことがわかった！

Ⅴ.分析・結論（n=3）～社会厚生～

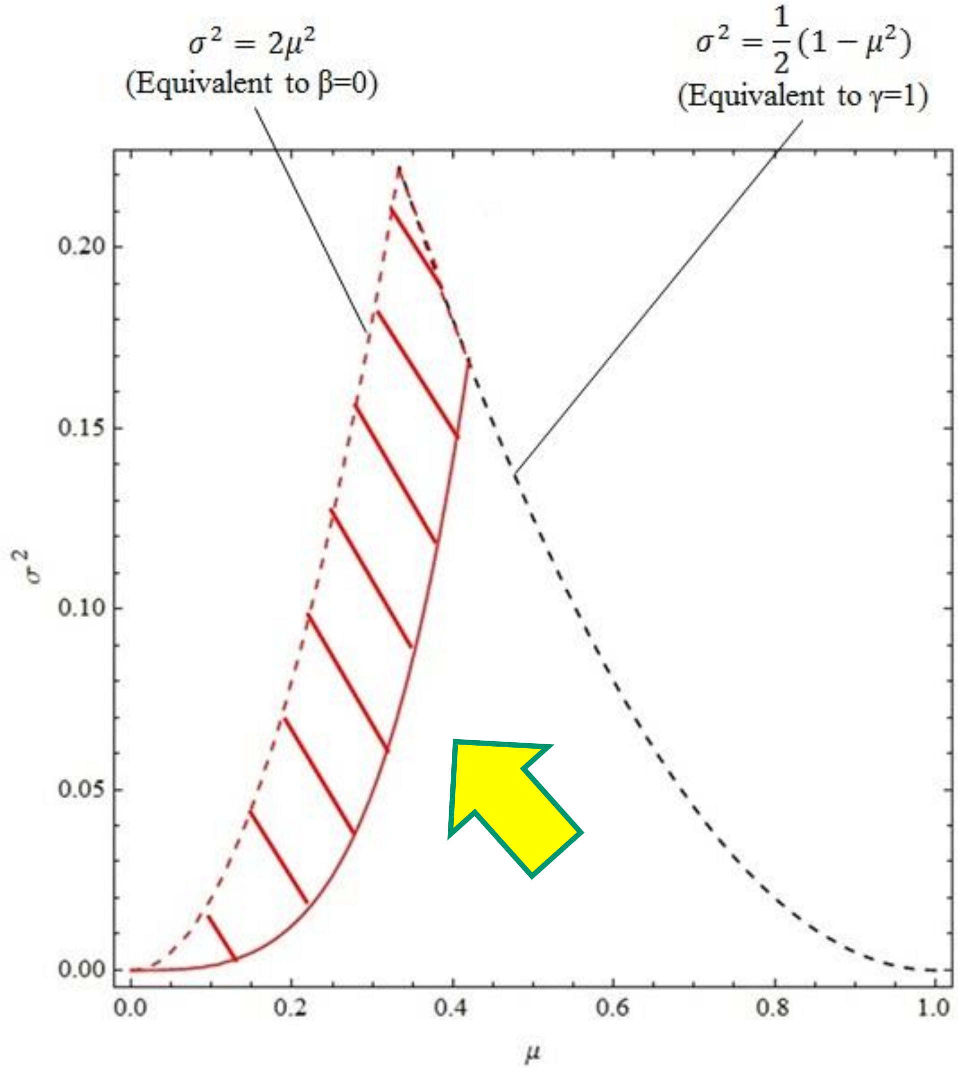
■全体提携は、常にγ-安定

■代替関係の非対称性が強いとき・・・

（１）全体提携はδ-安定

（２）社会厚生が大きくなる

Ⅴ.分析・結論(n=3)～社会厚生～



⇒代替関係の非対称性が大きくなると、社会厚生が大

Ⅴ.分析・結論（n=3）～まとめ～

■全体提携は、常にγ-安定

■代替関係の非対称性が強いとき・・・

（1）全体提携はδ-安定

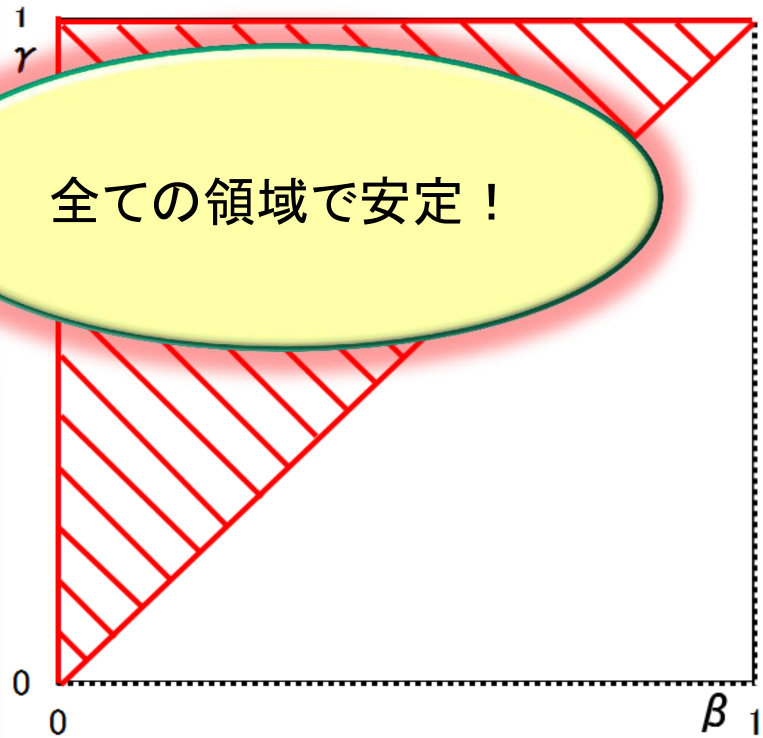
（2）社会厚生が大きくなる

Ⅵ.分析・結論（n=4）～Case:1の場合～

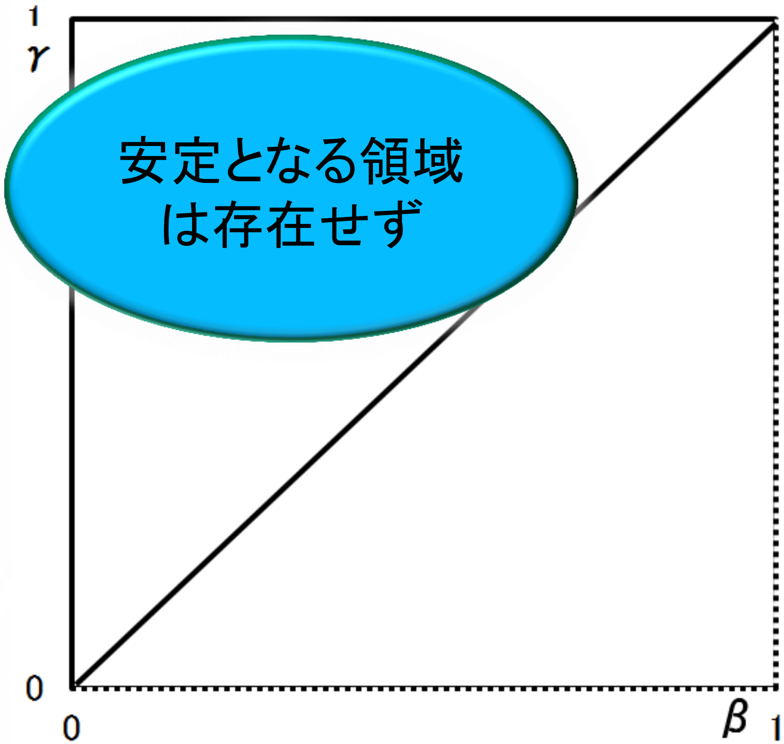
Case:1

$$B=\begin{pmatrix}1&\beta&\beta&\beta\\ \beta&1&\gamma&\gamma\\ \beta&\gamma&1&\gamma\\ \beta&\gamma&\gamma&1\end{pmatrix}$$

全体提携が γ-安定となる領域



全体提携が δ-安定となる領域



Ⅵ.分析・結論(n=4)～Case:2,3の場合～

プログラミングによる数値シミュレーションを行う

Case:2

$$B=\begin{pmatrix}1 & \gamma & \beta & \beta \\ \gamma & 1 & \beta & \beta \\ \beta & \beta & 1 & \gamma \\ \beta & \beta & \gamma & 1\end{pmatrix}$$

平均：$\mu=\frac{2\beta+\gamma}{3}$

分散：$\sigma^2=\frac{2(\gamma-\beta)^2}{9}$

{γ,β,β,β,β,γ}の平均、分散

Case:3

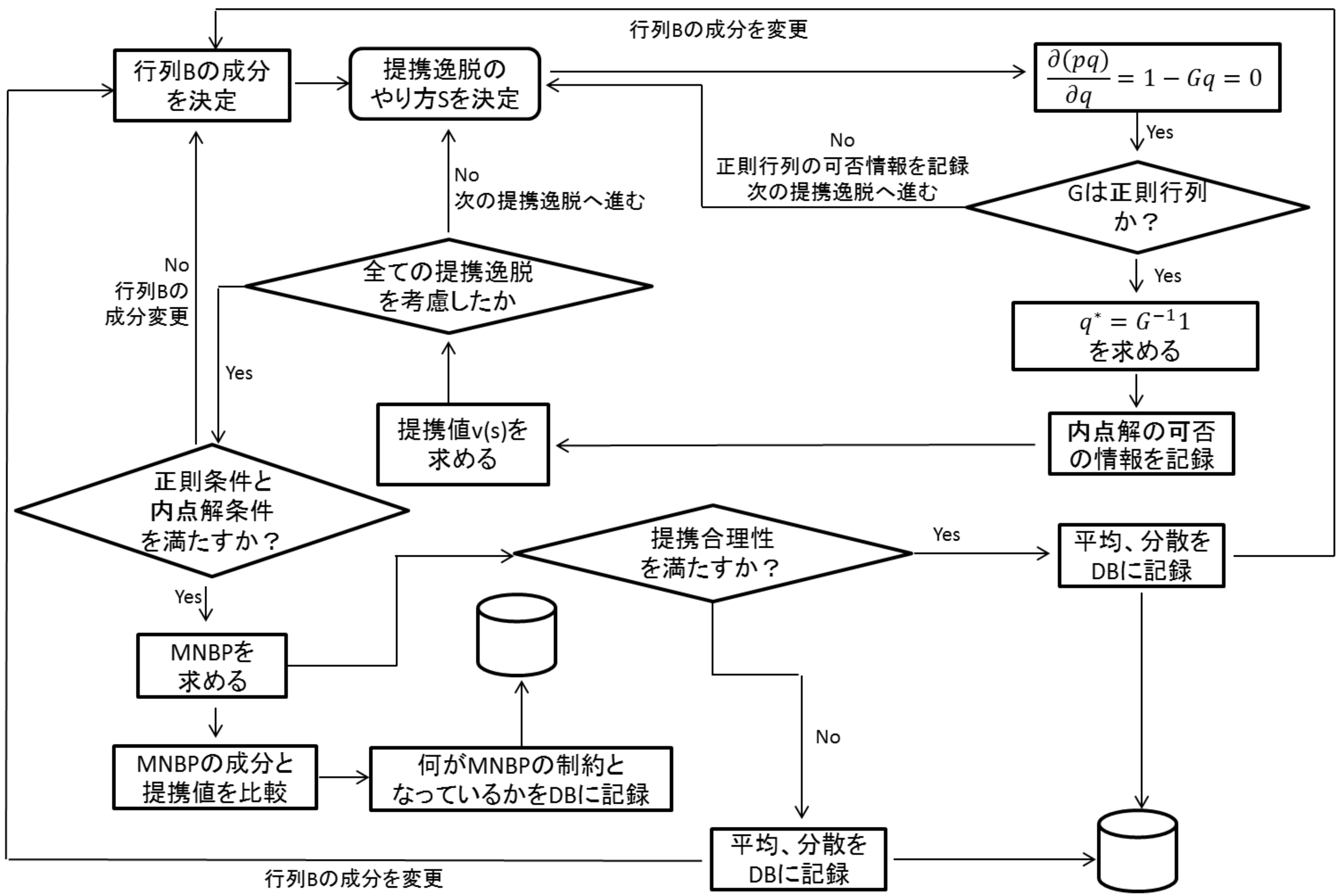
$$B=\begin{pmatrix}1 & \beta & \beta & \beta \\ \beta & 1 & \beta & \beta \\ \beta & \beta & 1 & \gamma \\ \beta & \beta & \gamma & 1\end{pmatrix}$$

平均：$\mu=\frac{5\beta+\gamma}{6}$

分散：$\sigma^2=\frac{5(\gamma-\beta)^2}{36}$

{β,β,β,β,β,γ}の平均、分散

VI .分析・結論(n=4)～アルゴリズム～



Ⅵ.分析・結論(n=4)～計算画面～

Delta8_2and6 - C:¥Users¥MATSUB~1¥AppData¥Local¥Temp¥run.bat

```
Model name:  '' - run #1
Objective:   Minimize(R0)

SUBMITTED
Model size:      260 constraints,       8 variables,        1028 non-zeros.
Sets:                                   0 GUB,                 0 SOS.

Using DUAL simplex for phase 1 and PRIMAL simplex for phase 2.
The primal and dual simplex pricing strategy set to 'Devex'.


Optimal solution      0.881740057608 after          9 iter.

Excellent numeric accuracy ||*|| = 0

 MEMO: lp_solve version 5.5.2.0 for 32 bit OS, with 64 bit REAL variables.
      In the total iteration count 9, 0 (0.0%) were bound flips.
      There were 0 refactorizations, 0 triggered by time and 0 by density.
       ... on average 9.0 major pivots per refactorization.
      The largest [LUSOL v2.2.1.0] fact(B) had 261 NZ entries, 1.0x largest basi
s.
      The constraint matrix inf-norm is 1, with a dynamic range of 1.
      Time to load data was 0.000 seconds, presolve used 0.000 seconds,
       ... 0.000 seconds in simplex solver, in total 0.000 seconds.
```

Ⅵ.分析・結論（n=4）～Case:2,3におけるγ-安定性～

■γ-安定性に関する分析

Case:2

$$B=\begin{pmatrix}1 & \gamma & \beta & \beta\\ \gamma & 1 & \beta & \beta\\ \beta & \beta & 1 & \gamma\\ \beta & \beta & \gamma & 1\end{pmatrix}$$

Case:3

$$B=\begin{pmatrix}1 & \beta & \beta & \beta\\ \beta & 1 & \beta & \beta\\ \beta & \beta & 1 & \gamma\\ \beta & \beta & \gamma & 1\end{pmatrix}$$

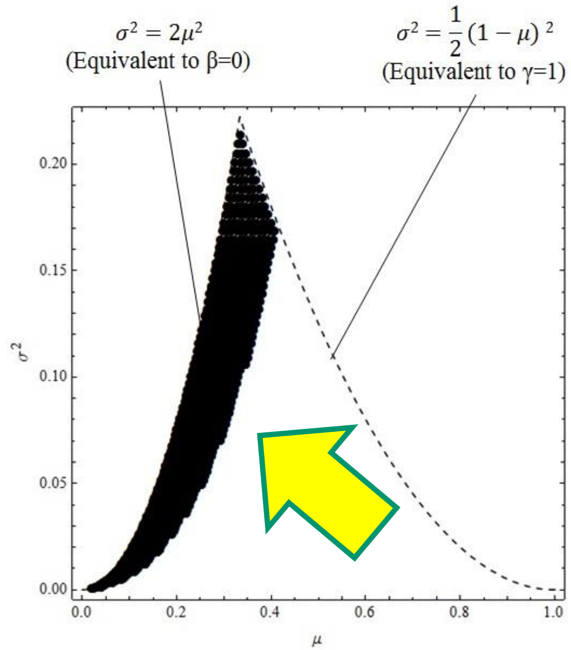
全ての領域でγ-安定になる

Ⅵ.分析・結論(n=4)～Case:2,3におけるδ-安定性～

■δ-安定性に関する分析

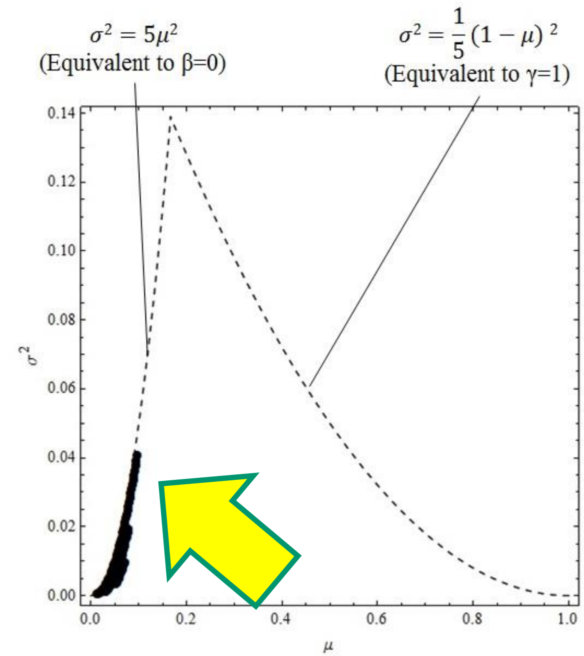
Case:2

$$B=\begin{pmatrix}1&\gamma&\beta&\beta\\\gamma&1&\beta&\beta\\\beta&\beta&1&\gamma\\\beta&\beta&\gamma&1\end{pmatrix}$$



Case:3

$$B=\begin{pmatrix}1&\beta&\beta&\beta\\\beta&1&\beta&\beta\\\beta&\beta&1&\gamma\\\beta&\beta&\gamma&1\end{pmatrix}$$



⇒代替関係の非対称性が強まると、全体提携は安定

Ⅶ .総合的な結論

全ての領域において、γ-安定になる

・ 提携逸脱後の激しい競争を恐れるため

δ-安定になるためには、

代替関係の非対称性が大きい必要がある

・ フリーライド効果を小さく抑えるため

Ⅷ.今後の展望

課題:
(1)n=3(とn=4の一部)の場合しか、解析的に解けない。
(2)代替関係の非対称性を細かく設定すると、計算量が膨大。

アプローチ:
☆最適な利益配分時において、いかなる提携値が
線形計画問題において等号を満たす制約になるのか、
シミュレーションにより分析。
⇒γ, δ-安定性どちらも、ある一定の法則に従って最も厳しい
制約が表れる。
☆解析的に証明すれば、計算量を減らすことが可能。
(最小平衡集合族を求めるのと同義)

ご清聴ありがとうございました。

松林研究室
渡邉　孝之