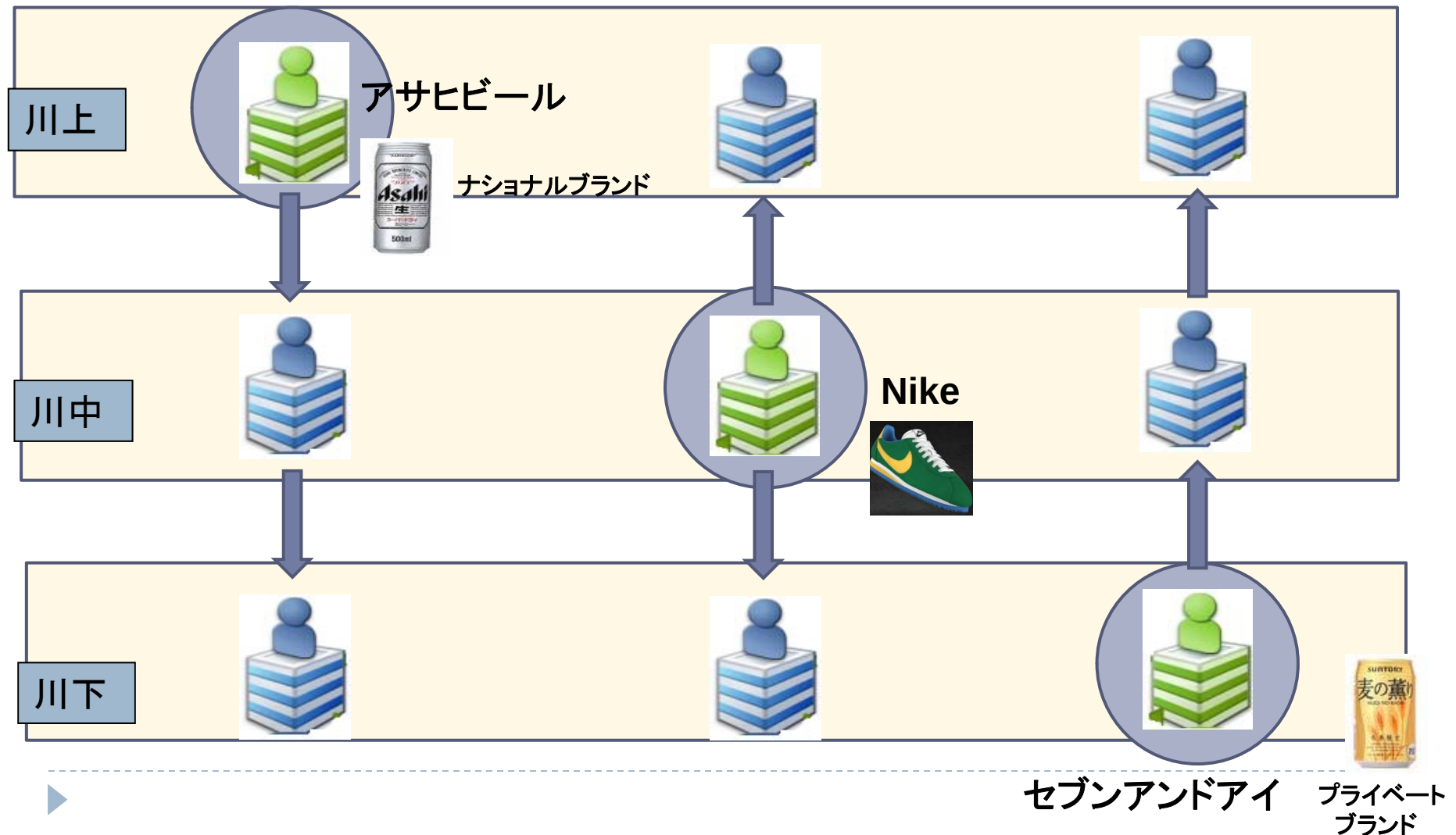


リーダーポジションを考慮した サプライチェーンにおける 垂直統合の安定性と利益配分

慶應義塾大学大学院 開放環境科学専攻
松林研究室 雲井 雄基

背景ーリーダーとしてサプライチェーンを主導する様々な企業

▶ サプライチェーンにおける様々なリーダー企業



背景－サプライチェーンにおける二重限界化

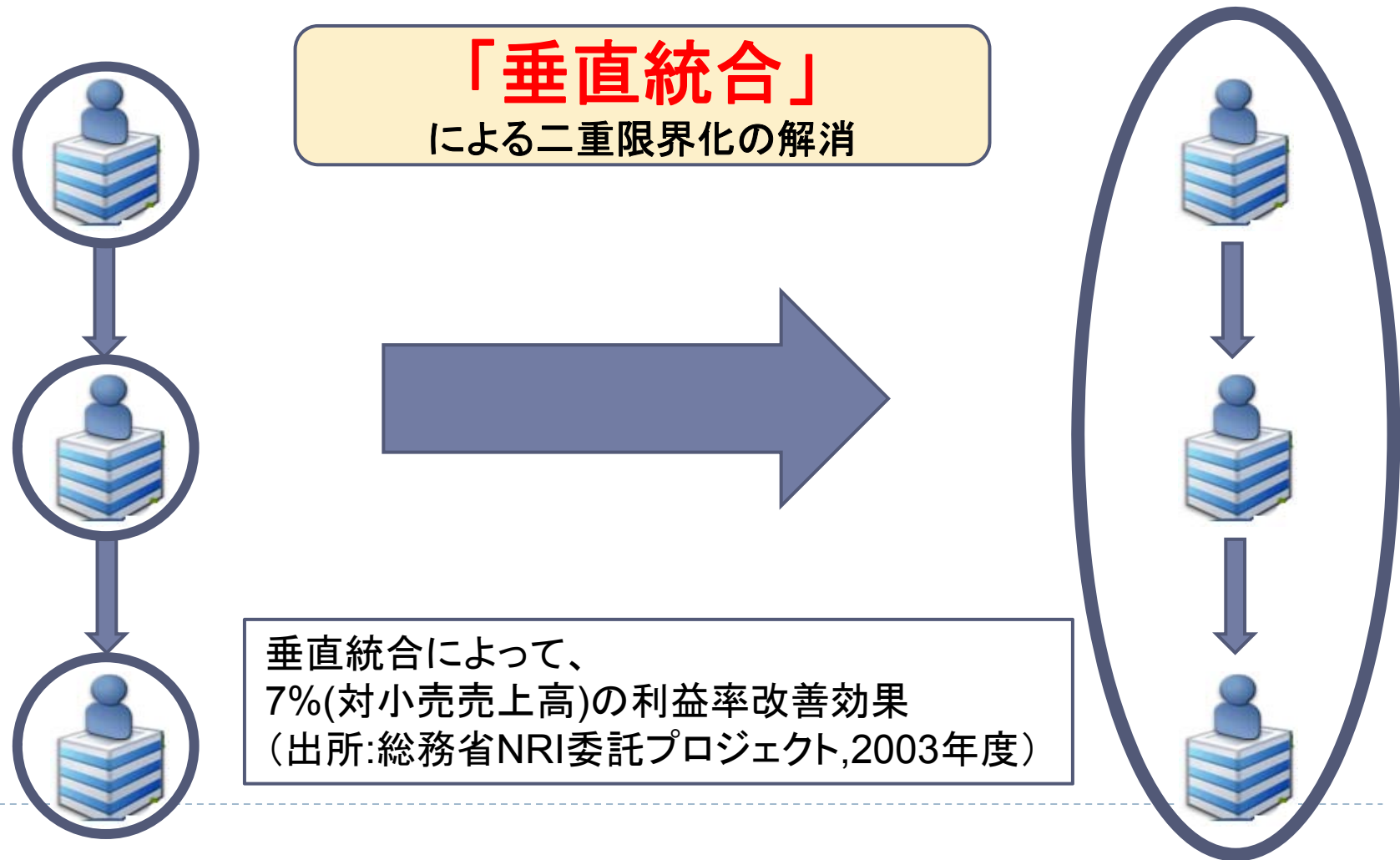
「二重限界化」 (Double Marginalization)

各企業が互いに利潤を増やそうとして価格を高くつけ合うため、最終価格が高くなり需要を減らした結果、各企業の利潤を小さくしてしまう問題。

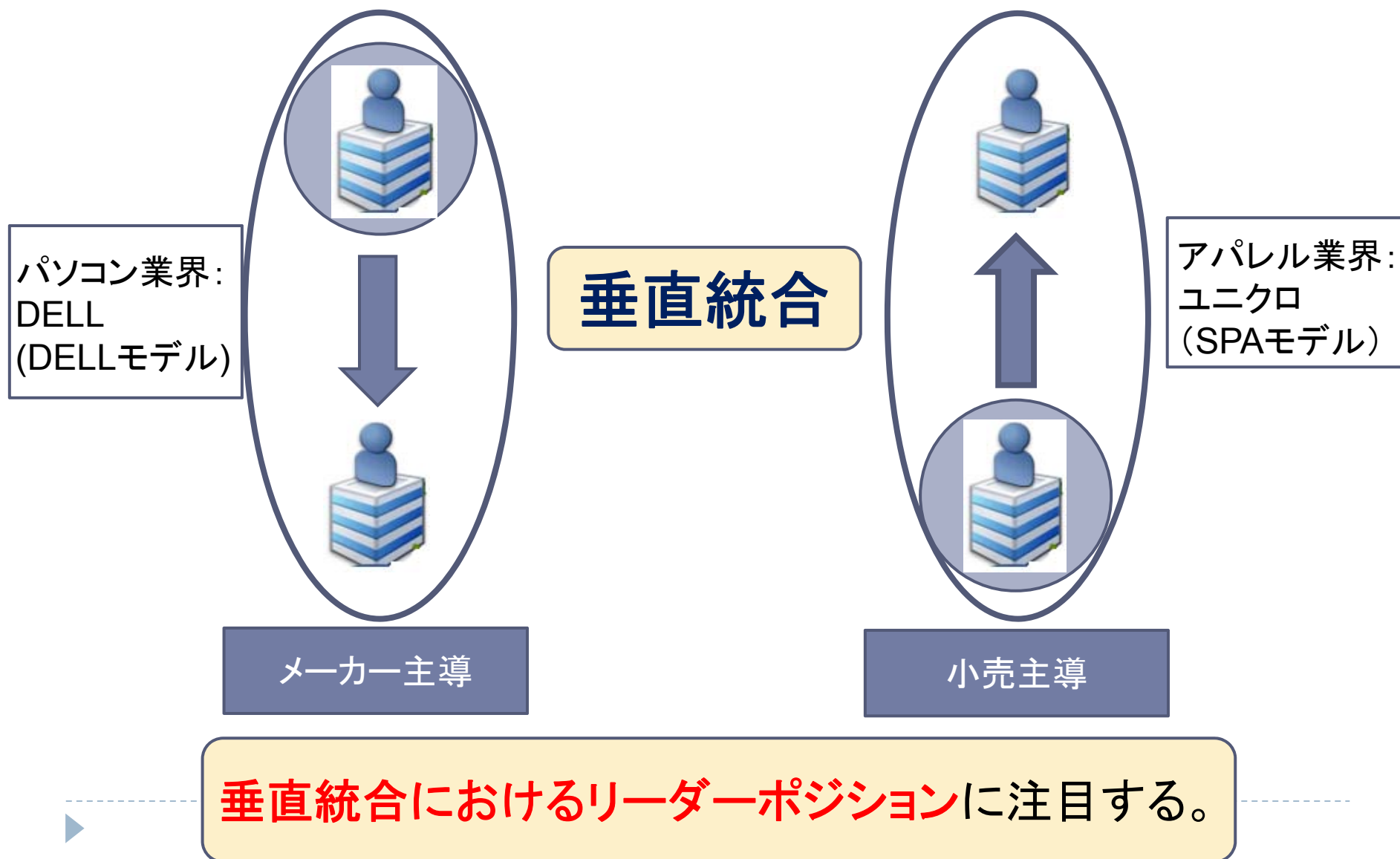
Spengler(1950)



背景－二重限界化の解消



背景－垂直統合の例



背景－垂直統合に関する先行研究

これまでの垂直統合に関する研究

Spengler(1950), Jeuland and Shugan(1983), Tyagi(1999)など多数

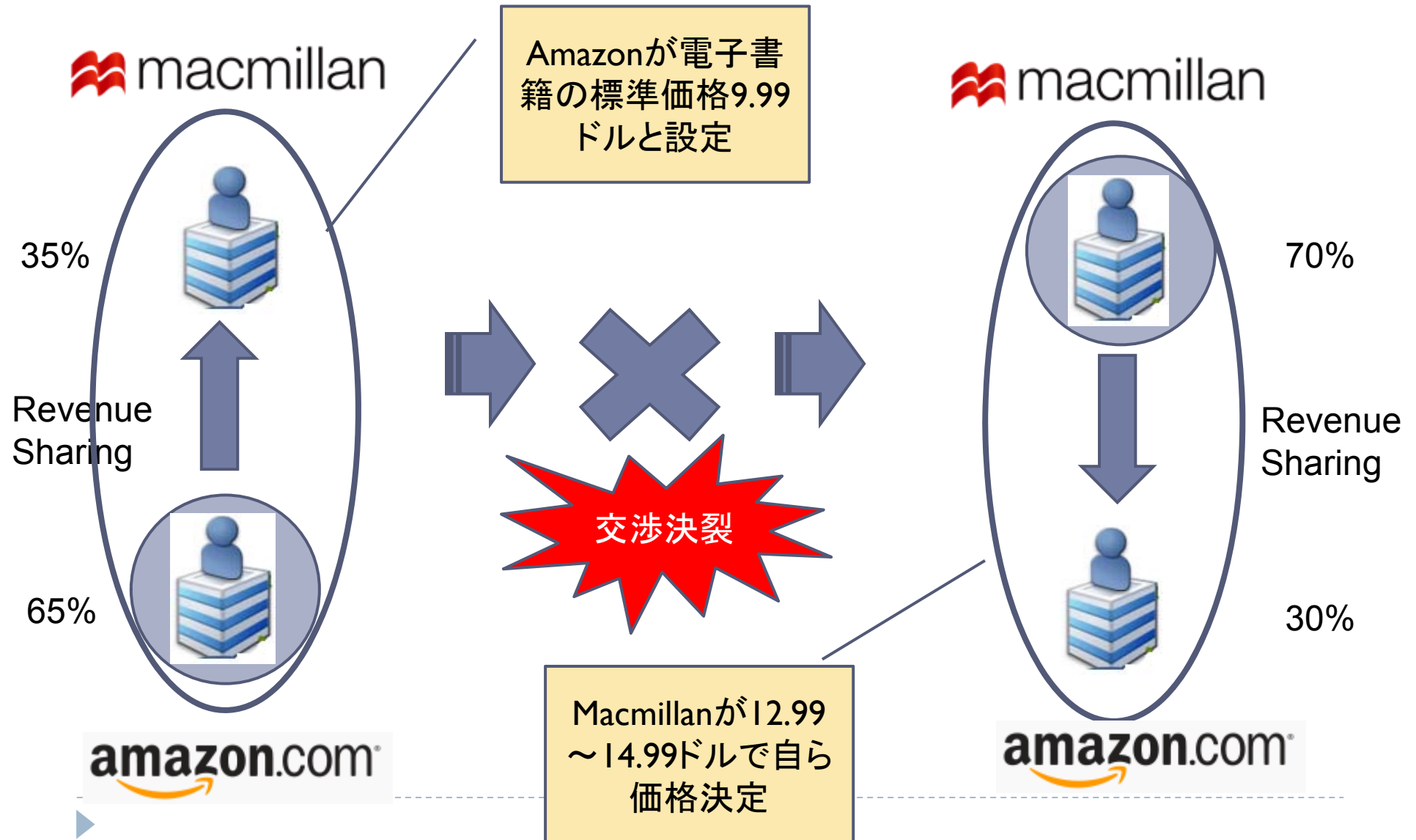
- 統合前においては**最上流の企業**がリーダー
 - 任意の下流の企業が音頭を取る可能性がある状況は想定されていない。**
- 常に川上が主導する際の垂直統合

そのような可能性を考慮した先行研究

Pranab, M. and Ashok, S(2006,2008)

- 統合(全体提携)に至るまでの形成過程に主眼が置かれている。
(リーダーから隣接2企業間の統合を繰り返すうち垂直統合が形成されると結論づけている。(e.g.ユニクロ))
- 統合後における全体提携の安定性や各プレーヤー間での合理的な利益配分に関しては特に議論されていない。**

背景－近年のアメリカ電子書籍市場

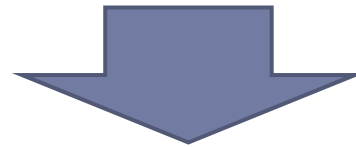


背景－本研究のテーマ

○一度垂直統合の関係性を持ったにも関わらず、利益配分が合理的でなかったため、両者が結局統合に合意できず破壊されてしまった。

○昨今の電子書籍市場のように、市場の黎明期、成長期には1つのきっかけでプレイヤー同士の力の形勢が一気に変わる可能性がある。

→サプライチェーンにおけるリーダーポジションが提携の前後で変わる可能性



本研究では、
統合前後でのリーダーポジションの可変性に注目しながら、
垂直統合の安定性とそれに伴う合理的な利益配分を協力
ゲームを用いて分析する。

モデル－提携前のモデル1

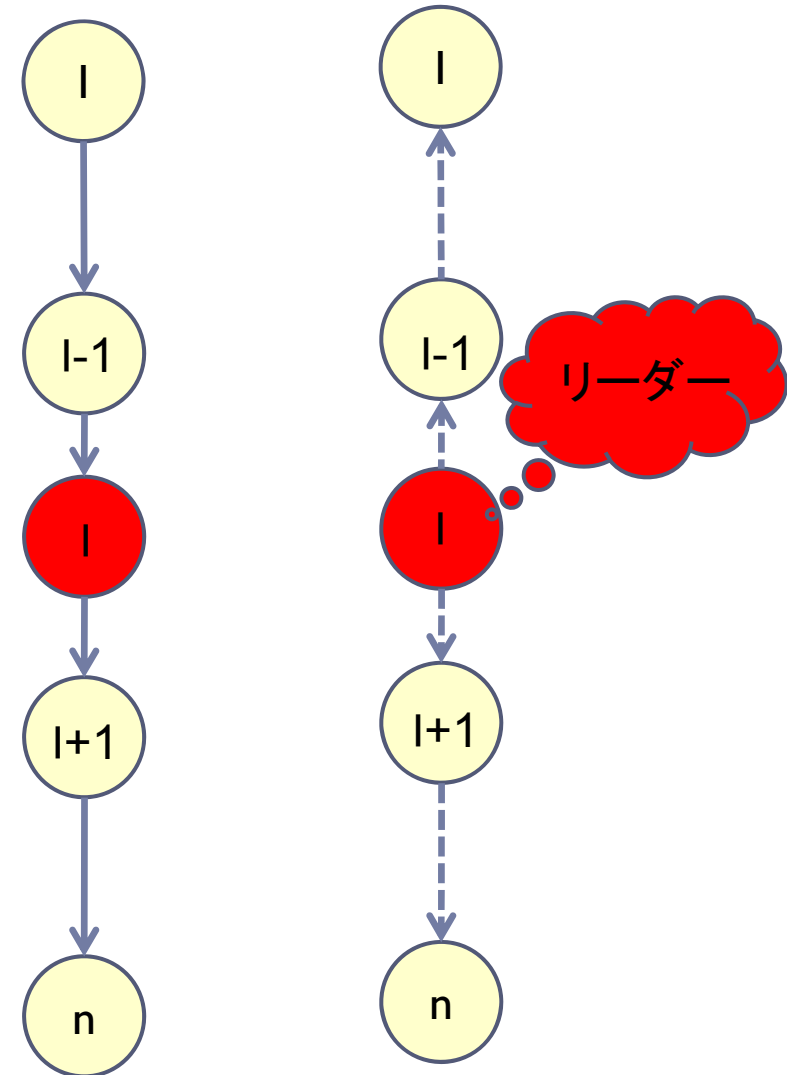
(Multi-Stage Serial Supply Chains)

垂直的な関係にある n 企業からなる独占的なサプライチェーン

最初の発注企業＝
サプライチェーンのリーダー(l)

各企業 i の費用関数
 $C_i(q_i^l) = k_i(q_i^l)^2, k_i \geq 0$

リテーラー n の逆需要関数
 $p(q) = 1 - q$



q : 生産量

供給関係

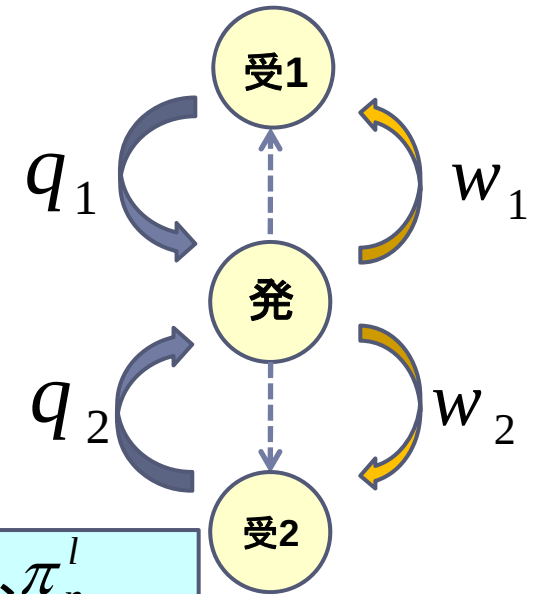
契約関係

モデルー提携前のモデル2

(Multi-Stage Serial Supply Chains)

企業間取引

発注企業が受注企業に卸売価格 w を提示。
受注企業はそれに基づく生産量 q を決める。



リーダーが l の時の各企業 $l, i (\neq l, n), n$ の利潤 $\pi_l^l, \pi_i^l, \pi_n^l$ は以下ようになる。(ゲームは全てシュタッケルベルグゲーム)

$$\pi_l^l(w_{l-1}^l, w_{l+1}^l) = w_{l+1}^l q_{l+1}^l - w_{l-1}^l q_{l-1}^l - C_l(q_{l-1}^l)$$

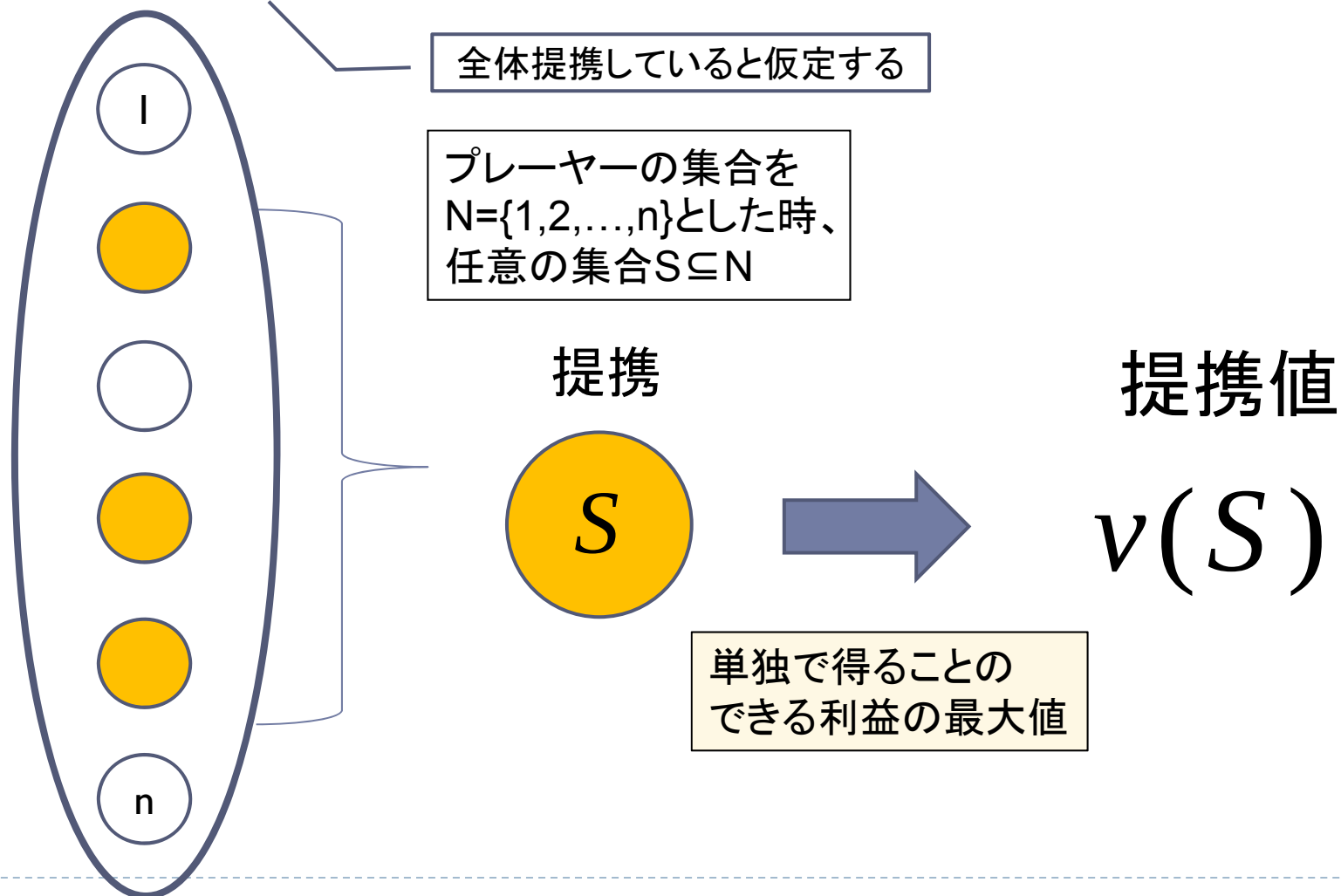
$$\pi_i^l(w_{i+1}^l, q_i^l; w_i^l) = w_{i+1}^l q_{i+1}^l - w_i^l q_i^l - C_i(q_i^l) \quad (\text{if } i < l)$$

$$\pi_i^l(w_{i-1}^l; q_i^l) = w_i^l q_{i-1}^l - w_{i-1}^l q_{i-1}^l - C_l(q_{i-1}^l) \quad (\text{if } i > l)$$

$$\pi_n^l(q_n^l; w_n^l) = p(q_n^l) q_n^l - w_n^l q_n^l - C_n(q_n^l)$$

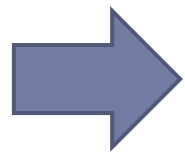
モデルー提携形ゲームの定式化1

- ▶ 協力ゲームを提携形ゲームとして定式化する。

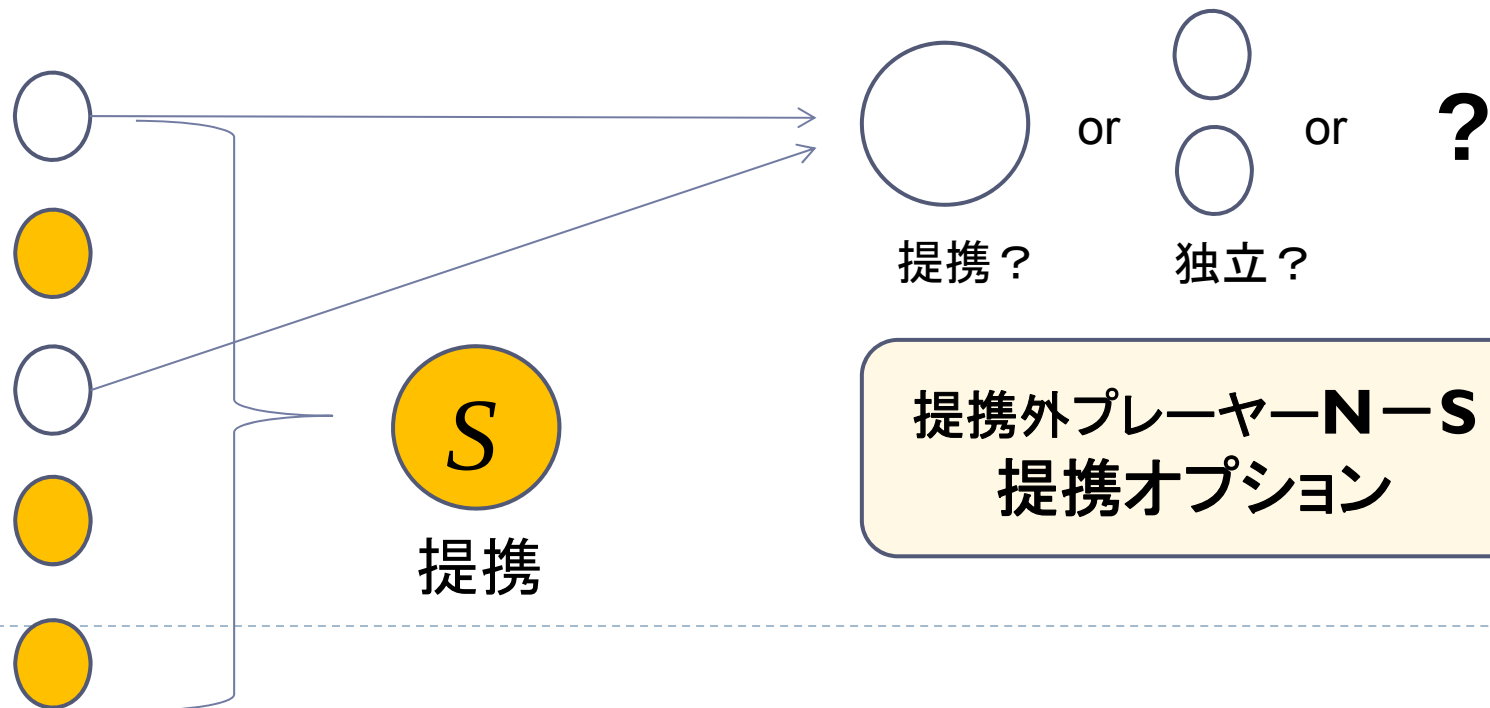


モデルー提携形ゲームの定式化2

- ▶ ここで、Sの得る利益は提携外のプレイヤーの行動に依存。



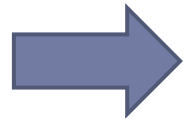
$v(S)$ の提携値を定めるためには、 $N-S$ に属するプレイヤーの提携オプションに仮定を置く必要がある。



モデルー提携形ゲームの定式化3

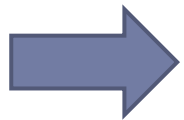
▶ 典型的な仮定をおいた提携値

α 、 β 、 γ —提携値



本モデル化においては、いずれもN-Sに関する行動仮定として妥当性を著しく欠いたものである。

- ▶ そこで、本研究では、Sによる逸脱に対してはN-Sも提携して反応する (Hart, S. and Kurz, M., 1983) というタイプの行動仮定を考える。



SとN-Sの提携間でゲームの均衡として $v(S)$ を定義する。
「2人ゲームに帰着」



モデルー提携形ゲームの定式化4

2人のどちらがリーダーになるのか

Case 1

- ▶ 全体提携形成前後で**リーダーが変わらない**という状況を想定
(リーダー不変)
 - 従って全体提携形成前のリーダーを含む提携が常にリーダーになると仮定するリーダー不変のケース

$G=(N,v)$ の提携形ゲーム

Case2

- ▶ 全体提携形成前後で**リーダーが変わる**状況を想定(リーダー可変)
 - ▶ Case2-1
 - 逸脱した提携Sがリーダーになると仮定するケース
 - ▶ Case2-2
 - 非逸脱提携N-Sがリーダーになると仮定するケース

Case2-1 $G_A=(N_A,v)$

Case2-2 $G_B=(N_B,v)$ の提携形ゲーム

モデルー提携値(Case1:リーダー不変の時)

- ▶ $S \subset N$ である S に対して、提携値は以下ようになる。

$$v(S) = \begin{cases} \frac{1}{4(\sum_{i \in N-S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 1)} & (\text{if } l, n \in S) \\ \frac{1}{4(\sum_{i \in N-S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 2)} & (\text{if } l \in S, n \notin S) \\ \frac{\sum_{i \in S} k_i + 1}{4(\sum_{i \in S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 2)^2} & (\text{if } l \notin S, n \in S) \\ \frac{\sum_{i \in S} k_i}{4(\sum_{i \in S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 1)^2} & (\text{if } l, n \notin S) \end{cases}$$

- ▶ 全体提携時は以下ようになる。

$$v(N) = \frac{1}{4(\sum_{i \in N} k_i + 1)}$$

モデルー提携値(Case2:リーダー可変の時)

- ▶ $S \subset N$ である S に対して、提携値は以下ようになる。

$$\begin{array}{l} \text{Case2-1} \\ v_A(S) = \begin{cases} \frac{1}{4(\sum_{i \in N-S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 1)} & (\text{if } n \in S) \\ \frac{1}{4(\sum_{i \in N-S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 2)} & (\text{if } n \notin S) \end{cases} \\ \\ \text{Case2-2} \\ v_B(S) = \begin{cases} \frac{\sum_{i \in S} k_i + 1}{4(\sum_{i \in S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 2)^2} & (\text{if } n \in S) \\ \frac{\sum_{i \in S} k_i}{4(\sum_{i \in S} k_i + \sum_{i \in N} k_i + 1)^2} & (\text{if } n \notin S) \end{cases} \end{array}$$

- ▶ 全体提携時は以下ようになる。

$$v_A(N) = v_B(N) = \frac{1}{4(\sum_{i \in N} k_i + 1)}$$

定義ーコアとシャーププレイ値

▶ コア

定義

全体合理性及び提携合理性を満たす利得ベクトル $x = (x_1, \dots, x_n)$ 全体からなる集合。
すなわち以下の条件を満たす。

$$\sum_{i \in N} x_i = v(N) \quad \text{and} \quad \sum_{i \in S} x_i \geq v(S) \quad \text{for any } S \subset N$$

意味

コアが存在する  全体提携が安定

▶ シャーププレイ値

定義

提携形ゲーム (N, v) において、プレイヤー i のシャーププレイ値とは

$$\phi_i(v) = \sum_{S; i \in S \subseteq N} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} (v(S) - v(S - \{i\}))$$

で定義されるプレイヤー i への利益配分

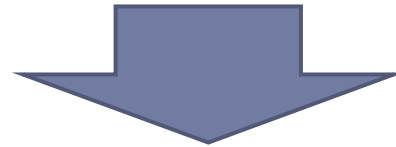
意味

全体提携における各プレイヤーの貢献度に比例した利益分配

分析・考察－コアの存在に関する分析 (Case1:リーダー不変)

定理I

コスト構造が全企業同一の場合、 k に依存したメンバーに関する $\bar{n}$ が存在して、 $n \leq \bar{n}$ ならばゲーム G のコアが必ず非空、 $n > \bar{n}$ ならばコアは常に空である。具体的に、リーダーがリテーラーの時、 $\bar{n} = f(k) = \frac{\sqrt{13k^2 + 6k + 1} + 3k - 1}{2k}$ であり、 $3 < f(k) < 4$ を満たす。一方で、リーダーがリテーラーでない時、 $\bar{n} = g(k) = \frac{\sqrt{20k^2 + 8k + 1} + 4k - 1}{2k}$ であり、 $4 < g(k) < 5$ を満たす。



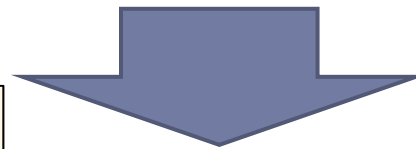
リーダー不変の垂直統合の安定性

企業数が大きくなれば全体提携が安定的でなくなる。

分析・考察－シャーププレイ値の分析 (Case1:リーダー不変)

定理2

- (1) リーダーとリテラー以外の任意の2人のメンバー*i, j*に対して、
 $k_i > k_j$ ならば $\varphi_i(v) > \varphi_j(v)$ となる。
- (2) コストが全てのメンバーで同一である場合、
 - (a) リーダー企業*l*と任意の他の企業*i*に対して、 $\varphi_l(v) > \varphi_i(v)$ となる。
 - (b) リテラー企業*n*とリーダー以外の任意の企業*i*に対して、
 $\varphi_n(v) > \varphi_i(v)$ となる。



リーダー不変の合理的利益配分

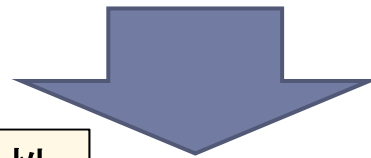
(1) ではリーダーとリテラー以外の企業においては、コストが高い企業ほどシャーププレイ値が大きくなる。つまり、**コストが高い企業に多く利益配分を行う**必要がある。(2)では**リーダー、その次にリテラーに多く利益配分を行う**必要があるという示唆を得る。

分析・考察－コアの存在に関する分析 (Case2:リーダー可変)

定理3

G_A (逸脱提携Sが先手)のコアは常に空である。一方で、 G_B (逸脱提携Sが後手)のコアは必ず非空となる。

G_A の場合、非協力時には常に先手優位でありどの企業も逸脱して先手を取ることのインセンティブが大きい。逆に、 G_B の場合には逸脱へのインセンティブが小さくなる。



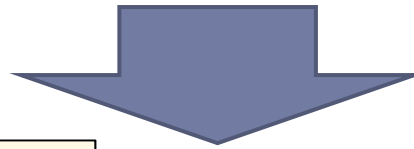
リーダー可変の垂直統合の安定性

各メンバーが逸脱後リーダーとなれない、またはならないと控え目に考えている場合限り、垂直統合は安定的である。

分析・考察－シャーププレイ値の分析 (Case2:リーダー可変)

定理4

- (1) リテラー以外の任意の2企業プレーヤー*i, j* に対して、
 $k_i > k_j$ ならば、 $\varphi_i(v_A) > \varphi_j(v_A)$ 、 $\varphi_i(v_B) > \varphi_j(v_B)$ となる。
- (2) コストが全てのメンバーで同一である場合、
 $\varphi_n(v_A) > \varphi_1(v_A) = \dots = \varphi_{n-1}(v_A)$ 、 $\varphi_n(v_B) > \varphi_1(v_B) = \dots = \varphi_{n-1}(v_B)$ となる。



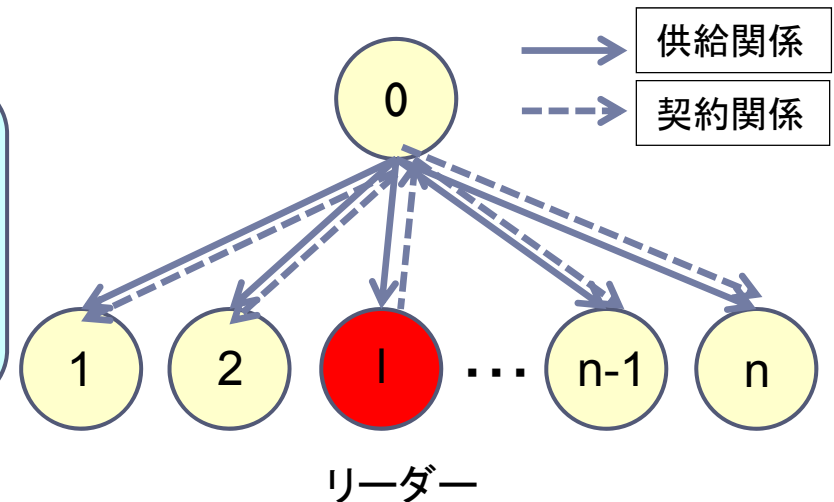
リーダー可変の合理的利益配分

Case1同様、(1)ではリテラー以外の企業においては、コストが高い企業ほどシャーププレイ値が大きくなる。つまり、**コストが高い企業に多く利益配分を行う**必要がある。(2)ではリテラーのシャーププレイ値が最も大きくなる(その他の企業は全て同一となる。)

拡張モデルー複数リテーラーのケース

▶ 製造企業が影響力を持つケースの検討

川上の製造企業が1社、川下のリテーラーがn社からなるサプライチェーン
(各リテーラー同士は地域的に、あるいはブランド的にそれぞれ独占的とする)



シャープレイ値に関する分析

リテーラー数が増加するに従って、それぞれのリテーラーのシャープレイ値は一定であるのに対して、製造企業のシャープレイ値は単調に増加していく。すなわち、**リテーラー数の増加に伴って、製造企業の影響力が増大することになる。**

製造企業1社、リテーラー複数社の状況

結論

▶ 垂直統合における全体提携の安定性に関する示唆

▶ 安定

- (1) 各メンバーが全体提携から**逸脱後リーダーになれない、もしくは
ならなくてもいい**と考えているケース
- (2) リーダーが統合前後で変わらないと各メンバーが認識している場合は、**メンバー数がごく小さい**ケース

▶ 垂直統合の際の合理的な利益配分方法に関する示唆

▶ リーダーポジションが変わりうる状況

リテーラー企業もしくはコストの高い企業が大きな影響力を持ち、統合後の利益配分では多く分配する必要がある。

▶ 製造企業が影響力を持てる状況に関する示唆

製造企業1社、リテーラー複数社の状況

▶ ご清聴ありがとうございました。

今後の展望

- ▶ サプライチェーン間での競争
- ▶ 1層に複数プレイヤーが存在し、なおかつ競争している状況
- ▶ 異なった費用構造を持つ企業間のモデル化



拡張モデルー提携前モデル1 (複数リテーラーのケース)

川上の製造企業が1社、川下のリテーラーがn社からなるサプライチェーン
(各リテーラー同士は地域的に、あるいはブランド的にそれぞれ独占的とする)

製造企業の費用関数

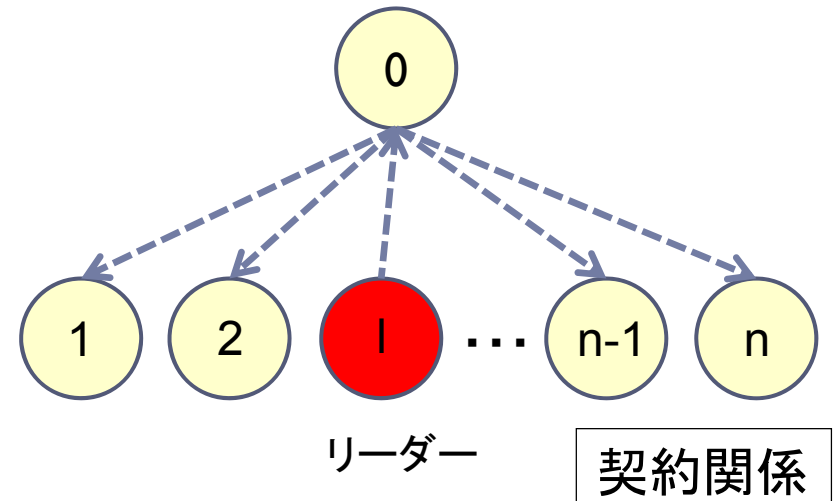
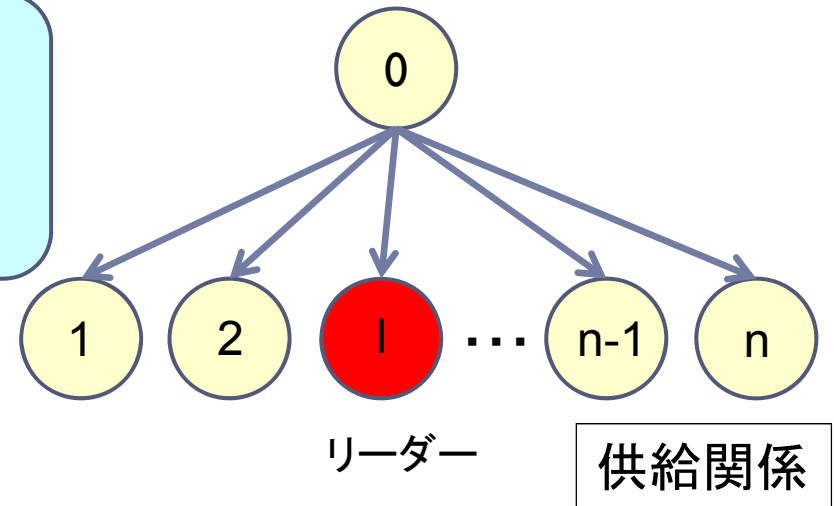
$$C_0(q_1^l, \dots, q_n^l) = \sum_{i=1}^n k_{0i} (q_i^l)^2, k_{0i} \geq 0$$

各リテーラーiの費用関数

$$C_i(q_i^l) = k_i (q_i^l)^2, k_i \geq 0$$

各リテーラーiの逆需要関数

$$p_i(q_i^l) = 1 - q_i^l$$



q : 生産量

拡張モデルー提携前モデル2/提携形ゲーム (複数リテーラーのケース)

(1)製造企業がリーダーである場合の各リテーラー i 、製造企業0の利潤 π_i^0 、 π_0^0 、(2)リテーラー i がリーダーである場合のその企業、残りのリテーラー j 、製造企業0の利潤 π_i^i 、 π_j^i 、 π_0^i は以下ようになる。

$$\pi_i^0(q_i^0; w_i^0) = p_i(q_i^0)q_i^0 - w_i^0 q_i^0 - C_i(q_i^0)$$

$$\pi_0^0(w_1^0, \dots, w_n^0) = \sum_{i=1}^n w_i^0 q_i^0 - C_0(q_1^0, \dots, q_n^0)$$

$$\pi_i^i(w_0^i) = p_i(q_i^i)q_i^i - w_0^i q_i^i - C_i(q_i^i)$$

$$\pi_j^i(q_j^i; w_j^i) = p_j(q_j^i)q_j^i - w_{jn}^i q_j^i - C_j(q_j^i)$$

$$\pi_0^i(w_{j \neq 0, i}^i, q_i^i; w_0^i) = w_0^i q_i^i + \sum_{j \in N^+ - \{0, i\}} w_j^i q_j^i - C_0(q_i^i, q_{j \neq i, 0}^i)$$

- ▶ また以下コスト構造が完全に対称な場合のみ分析を行う。
- ▶ 基本モデル同様、 S がリーダーのケース、 $N^+ - S$ がリーダーのケースをそれぞれ扱い、それぞれをゲーム $H_A = (N^+, v_A)$, $H_B = (N^+, v_B)$ とする。

拡張モデル－提携値(複数リテラーのケース)

- ▶ H_A, H_B それぞれにおける $S \subset N$ である S に対する提携値は以下
のようになる。

$$v_A(S) = \begin{cases} \frac{n-s}{4(3k+2)} + \frac{s}{4(2k+1)} & (\text{if } 0 \in S) \\ \frac{s}{4(3k+1)} & (\text{if } 0 \notin S) \end{cases}$$

$$v_B(S) = \begin{cases} \frac{(n-s)k}{4(3k+1)^2} + \frac{s}{4(2k+1)} & (\text{if } 0 \in S) \\ \frac{s(k+1)}{4(3k+2)^2} & (\text{if } 0 \notin S) \end{cases}$$

- ▶ 全体提携時は以下のようにになる。

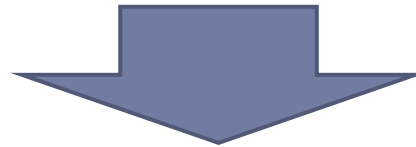
$$v_A(N^+) = v_B(N^+) = \frac{n}{4(2k+1)}$$

分析・考察－シャーププレイ値に関する分析 (複数リテーラーのケース)

定理5-1

ゲーム H_A 、 H_B いずれの場合も、リテーラー数の増加に伴って製造企業のシャーププレイ値は増加する。一方で、リテーラーのシャーププレイ値はリテーラー数に依存せず一定である。形式的には、

$$\frac{\partial \varphi_0(v_A)}{\partial n} > 0, \quad \frac{\partial \varphi_0(v_B)}{\partial n} > 0, \quad \frac{\partial \varphi_R(v_A)}{\partial n} = 0, \quad \frac{\partial \varphi_R(v_B)}{\partial n} = 0$$



リテーラー数が増加するに従って、それぞれのリテーラーのシャーププレイ値は一定であるのに対して、製造企業のシャーププレイ値は単調に増加していく。すなわち、**リテーラー数の増加に伴って、製造企業の影響力が増大することになる。**

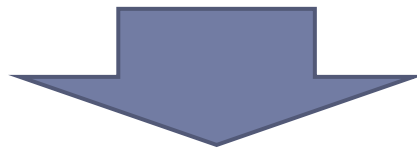
分析・考察－シャーププレイ値に関する分析 (複数リテーラーのケース)

定理5-2

リテーラー数に関する閾値 $\hat{n}_A$ 、 $\hat{n}_B$ が存在して、 $n \geq \hat{n}_A \Leftrightarrow \varphi_0(v_A) \geq \varphi_R(v_A)$ 、
 $n \geq \hat{n}_B \Leftrightarrow \varphi_0(v_B) \geq \varphi_R(v_B)$ が成り立つ。具体的に $\hat{n}_A$ 、 $\hat{n}_B$ は以下のように与えられる。

$$\hat{n}_A = \frac{9k^2 + 11k + 3}{9k^2 + 7k + 1} \quad (1 < \hat{n}_A \leq 3)$$

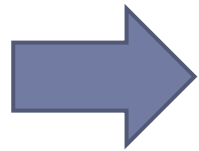
$$\hat{n}_B = \frac{81k^4 + 168k^3 + 126k^2 + 41k + 5}{81k^4 + 156k^3 + 108k^2 + 31k + 3} \quad (1 < \hat{n}_B \leq \frac{5}{3})$$



製造企業とリテーラーのシャーププレイ値の大小関係に関して、
ゲーム H_A でも3以下、 H_B では事実上リテーラーの方が高いのはシリアル
のケースのみ。

モデルー提携形ゲームの定式化5

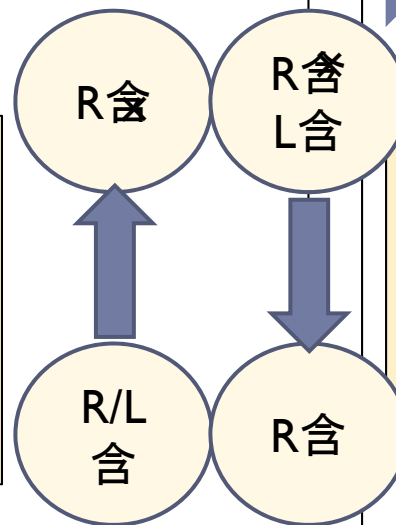
提携S,N-Sは自身の利潤を最大化



それぞれ、提携内メンバーのつける卸売価格に関して、それぞれ最も川下にいる企業以外は全て0をつけることが最適となる。

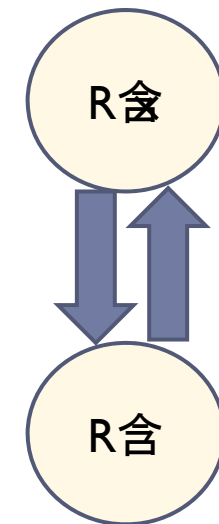
▶ リーダー不変

提携値は
リテラーを含む/含まない×リーダーを含む/含まない提携の計4種類に対応して分類することができる。



▶ リーダー可変

提携値は
リテラーを含む提携
と含まない提携
との2種類に対応して分類することができる。



結論

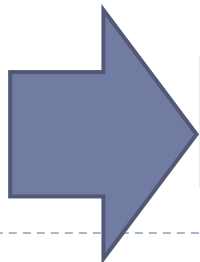
▶ 垂直統合における全体提携の安定性に関する示唆

▶ 安定

- (1) 各メンバーが全体提携から逸脱後リーダーになれないと悲観的に考えているケース
- (2) リーダーが統合前後で変わらないと各メンバーが認識している場合は、メンバー数がごく小さいケース

▶ 不安定

- (1) リーダーになれると考えている強気なメンバーのケース
- (2) リーダーが不変で、メンバー数が大きいケース



全て、または一部の企業がリーダーになることに固執することが、垂直統合の失敗を導きうる

結論

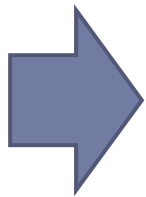
▶ 垂直統合の際の合理的な利益配分方法に関する示唆

▶ リーダーポジションに変化する可能性のある場合

リテーラー企業もしくはコストの高い企業が大きな影響力を持ち、統合後の利益配分では多く分配する必要がある。

▶ リーダーポジションが不変である場合

上に加えて、リーダー企業の影響力が大きくなる。



リテーラーの影響力は大きい反面、
川上の製造企業の影響力は相対的に小さくなる。

▶ 製造企業が影響力を持てる状況に関する示唆

製造企業1社、リテーラー複数社の状況