

マトリックス・アプローチによる サプライチェーンの評価

2017年12月 3日

神奈川大学 石井信明

日本大学 大場允晶

東京理科大学 藤川裕晃

本日の内容



1. 背景 マトリックスアプローチ
2. マトリックスとページランクと情報価値
3. サプライチェーンと情報価値
4. 分析と設計への応用の試み
5. まとめと課題

背景 マトリックス・アプローチ

経営高度化を目指し、これまでマトリックス・アプローチの可能性を検討してきた

<理論の構築>

松井が進めるヒト・モノ・カネ・情報系科学の中で体系化が進行中

<応用分野>

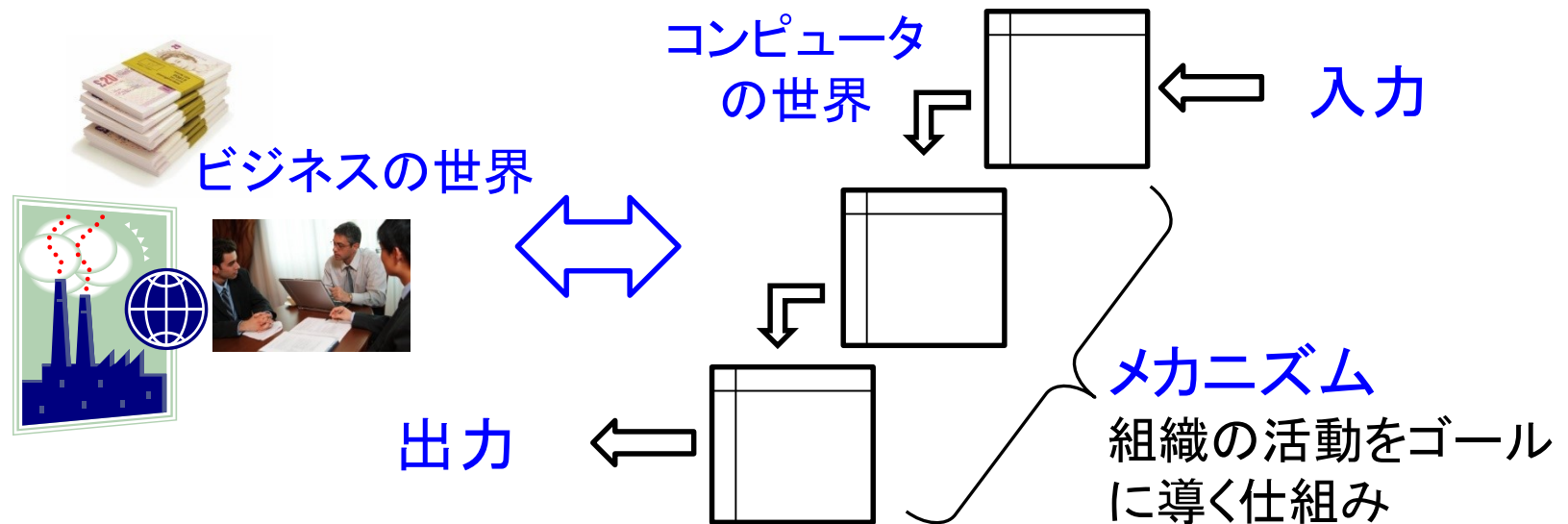
組立ライン型業務への適用、プロセス型生産への適用、プログラム&プロジェクト分野への適用、在庫コスト評価、SCMへの適用を検討

背景 マトリックス・アプローチ

- ① 組織の活動を、組織への入力、変換による出力、および、その変換の関係をマトリックスで表現
- ② 組織のゴールを実現するため、一連のマトリックス演算により変換のメカニズムを求める
- ③ ここで組織とは、社会、企業、あるいはそれらを構成する下位組織などから成り立つ
- ④ 下位組織は、より上位のマトリックスの一部として階層化して表す

マトリックス・アプローチの可能性

- ① マトリックスアプローチは、ビジネスの世界とコンピュータの世界を透過的につなげる



- ② マトリックスは、事業構造を表現
- ③ 事業構造の変化を、行列の追加・修正により迅速に反映できる
- ④ 情報の蓄積・活用の共通構造を提供する

背景 マトリックス・アプローチ

- ① マトリックスの構成とメカニズムは**組織固有**
- ② マトリックスの入力と出力の標準化、あるいは、入出力関係の変換マトリックスを利用できれば、**異なる組織間の連携がスムーズ**になる
- ③ 現在のERP/SCMは、**組織固有**、あるいは、ソフトウェア固有のものとなっており、個別のソフトウェア間、および組織間のインターフェースで様々な問題が生じている
 - ビジネスの迅速な統合の阻害など
- ④ マトリックス・アプローチは、マトリックスへの入力と出力の整理と標準化を促進
 - 柔軟で素早い意思決定を可能とする
 - **ポストERP/SCMの中核となる可能性を持つ**

本日の発表

マトリックス・アプローチによる 経営高度化の拡張の試み <SCMへの応用>

- ① 組織間の情報のリンクをマトリックスにより表現
- ② Webページのページランクと同様の方法で組織間の情報連携から組織のランクを計算
- ③ 求めたランクが、組織の持つ情報の価値と相関があると仮定
- ④ 各組織の情報価値(ランク)と付加価値(本来の価値)の差から、サプライチェーン全体を評価
- ⑤ 情報価値(ランク)を用いたサプライチェーンの分析・設計方法を検討

ページランク計算の原理

ページ i のページランクとは、

(1) 式が成り立つ R の要素 r_i ($i=1, 2, \dots, n$) を指す

$$R = c A R \quad (1)$$

A はページのリンク構造を表す、

行 (v) と列 (u) が Web ページに対応した正方マトリックス

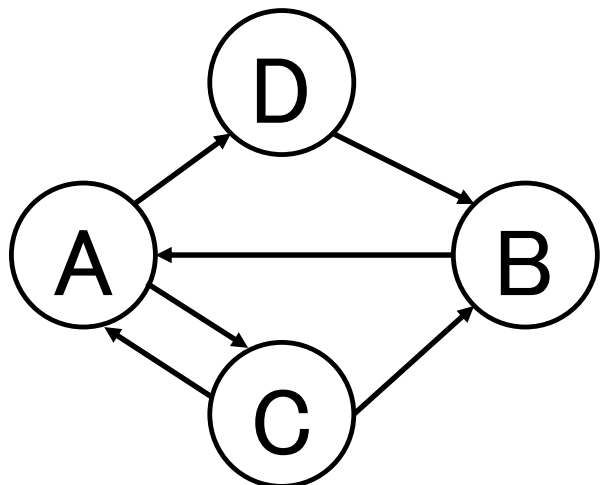
ページ u からページ v にリンクが、

- ・ある場合: $A_{u, v} = 1/N_u$
- ・ない場合: $A_{u, v} = 0$

ただし、 N_u は Web ページの総数
 N_u は Web ページ u から他の Web ページへの総リンク数

ページランク計算の例

Webページ間のリンク関係



リンクに対応するマトリックスA

$$R = c \cdot \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 0 & 0 & 0 \\ 1/2 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot R$$

R の各要素の値が
各ページのページランク

$$R = \begin{pmatrix} 0.3636 \\ 0.2727 \\ 0.1818 \\ 0.1818 \end{pmatrix}$$

サプライチェーンの情報リンクと価値

- サプライチェーンでは、複数の生産拠点、物流拠点などの組織を結んだネットワーク上でモノと情報の連鎖が生じる
- サプライチェーンを効率的に運用するには、サプライチェーンを構成する各組織で生産・在庫・輸配送などに関する情報を共有する必要がある

サプライチェーンの情報リンクと価値

サプライチェーン情報リンク構造の行列表現と価値計算

- ① サプライチェーンをその組織数 n から $n \times n$ 正方行列 A により表現
- ② その固有ベクトル R により, 各組織の情報価値を評価
- ③ A の要素は情報の重要度を考慮し, (2) 式により求める.

$$A_{v,u} = W_{v,u}/N_u \quad (2)$$

- ✓ N_u は Web ページ u から他の Web ページへの総リンク数
- ✓ $W_{v,u}$ は, ページ u からページ v へのリンクの相対的な重要度を示す 0 から N_u の実数
- ✓ 各列について $\sum_{v=1 \sim n} W_{v,u} = N_u$ ($u=1 \sim n$), リンクが無い場合 $W_{v,u} = 0.0$

A の固有ベクトル R を, サプライチェーン各組織 i がもつ情報価値と仮定

ただし, R の要素 r_i について, $r_i \geq 0.0$, $\sum_{i=1 \sim n} r_i = 1.0$

サプライチェーンの情報リンクと価値

分析と設計の視点(1) 情報の精度

多くの情報が集まる組織の管理レベルが低い場合

- ➔ 精度の悪い生産計画、在庫データなどがサプライチェーン全体に伝搬し、各組織での意思決定に負の影響を及ぼす
- ➔ すべての組織の情報は、ネットワークを介して互いに影響を与え合うが、より多くの情報に影響を与える組織の管理レベルを重点的に管理することが有効

サプライチェーンの情報リンクと価値

- サプライチェーンを構成する組織の全てが同一の管理の枠内に属しているとは限らない
 - 自己組織内の場合、管理レベルの向上で対応できる
 - 外部組織の場合、十分な管理が出来ない可能性



- 外部組織の場合、その組織の持つ情報の価値を下げ、サプライチェーン全体への影響を低減する対応も考えられる



- 各組織の情報の価値の分析と各組織の管理の可能性を考えたサプライチェーンの設計が必要となる。

サプライチェーンの情報リンクと価値

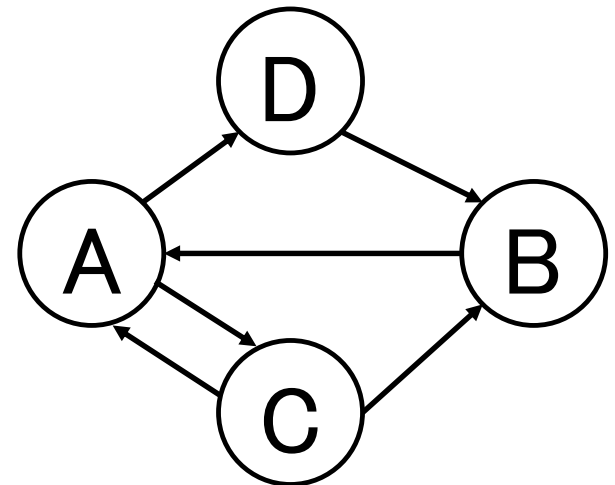
分析と設計の視点(2) 評価の一致度

サプライチェーンを構成する組織の計算上の価値(ランク)と本来の価値(付加価値)が異なる場合

→重要な情報を活用できず、サプライチェーンの有効な活用ができない



計算上の価値と本来の価値が一致するように情報リンクの分析、あるべきリンクの設計を行う



サプライチェーンの情報リンクと価値

サプライチェーン全体評価 SCV

- ① サプライチェーンを通じて各組織*i*がかかわる相対的な付加価値を va_i の要素からなるベクトルを VA とする
- ② 情報価値を考えたサプライチェーンの全体評価値 SCV を R と VA の距離として(3)式の様にとらえる
- ③ SCV は、「高い価値を生み出す組織は、価値の高い情報の組織となるべき」との仮定に基づいている。

$$SCV = |R - VA| \quad (3)$$

第一段階：情報価値と付加価値の整合性

Step 1.1: (2) 式により作成した $n \times n$ 正方行列 A の固有ベクトル R と、サプライチェーン各組織 i の相対的な付加価値を示したベクトル VA から (3) 式により **SCV** の値を求める。

Step 1.2: 下記の進化ルール R1, R2 により, **SCV** の最小化を試みる。

- R1: ベクトル R と VA の差において, 最も差の大きな要素 k について, k への情報の重要度と相対的な付加価値の差を減少するために, $A_{k,u}$ ($u = 1 \dots n$) の値を見直す。
- R2: ベクトル R と VA の差, ただし $R_k < VA_k$, において, 最も差の大きな要素 k について, 現在 k に繋がっていない要素からの情報のリンクを行う。

第1段階：情報精度による改善

Step 2.1: 各組織における情報の相対的な価値とその相対的な精度から, Fig. 2のバリューマップに示す様に, 各組織の相対的な情報の価値とその精度により組織毎のポジションを求める. ただし, 情報の相対的な価値は, (4)式により求める. ここで, r_i は組織 i のランク, n は組織総数である.

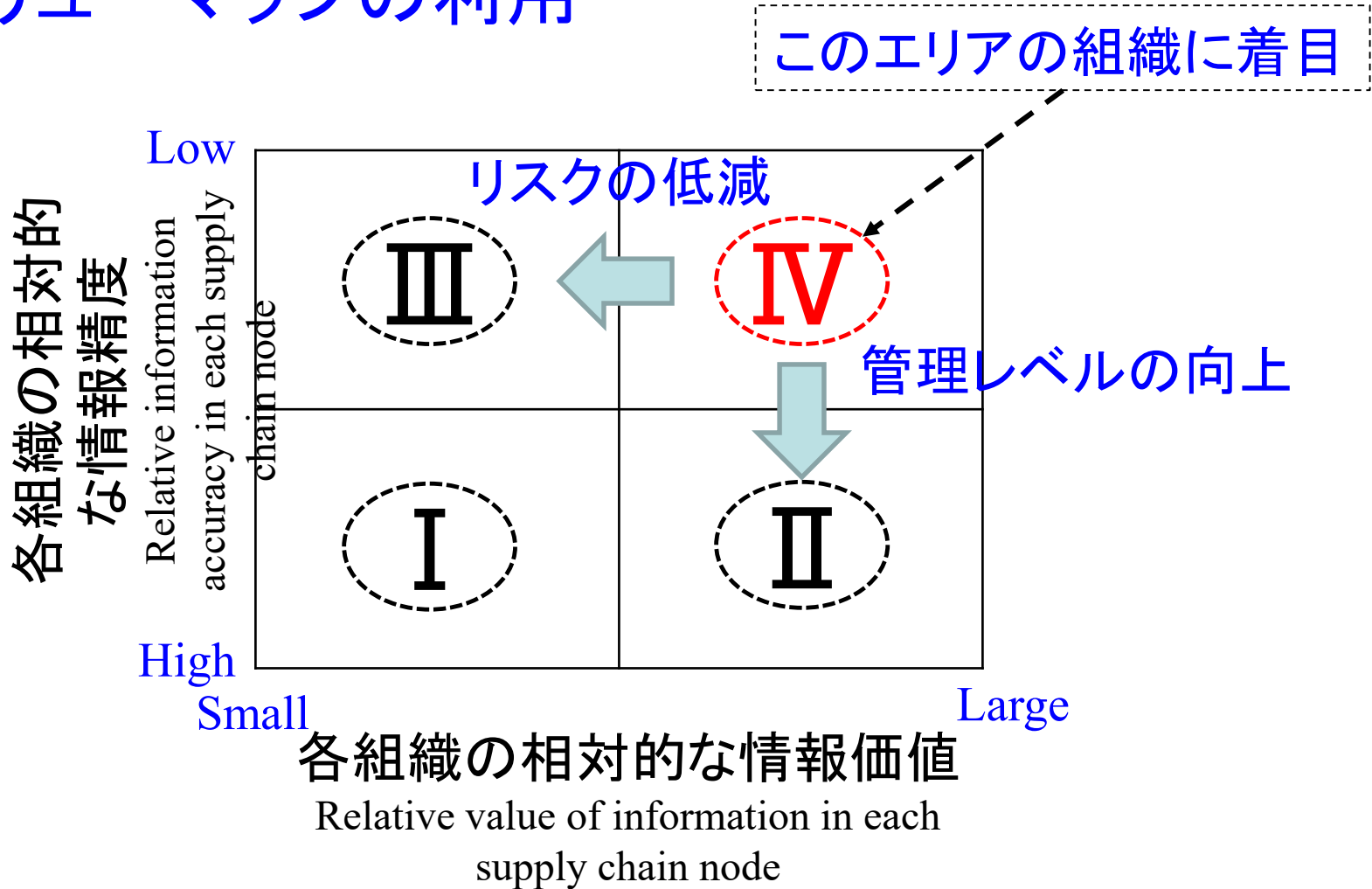
Step 2.2: バリューマップにおいてエリアIVに位置する組織は, 情報の価値が高いにもかかわらずその精度が悪く, 改善を要する組織と考え下記の対応を行う.

- ・該当する組織の情報管理が可能な場合: エリアIIの方向を目指し, 該当組織の管理レベルの向上をはかる.
- ・該当する組織の情報管理が不可の場合: エリアIIIの方向を目指し, 同等機能組織の新設, あるいは, 新たな情報リンクを構築する.

Step 2.3: エリアIVに組織がある場合, Step 2.1と2.2の処理を再度行う. エリアIVに組織が無い場合, 終了する.

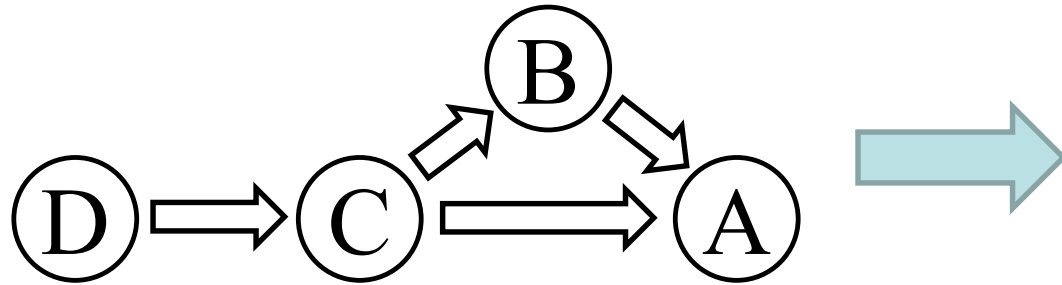
分析・設計への応用

バリューマップの利用



計算例

サプライチェーンの例

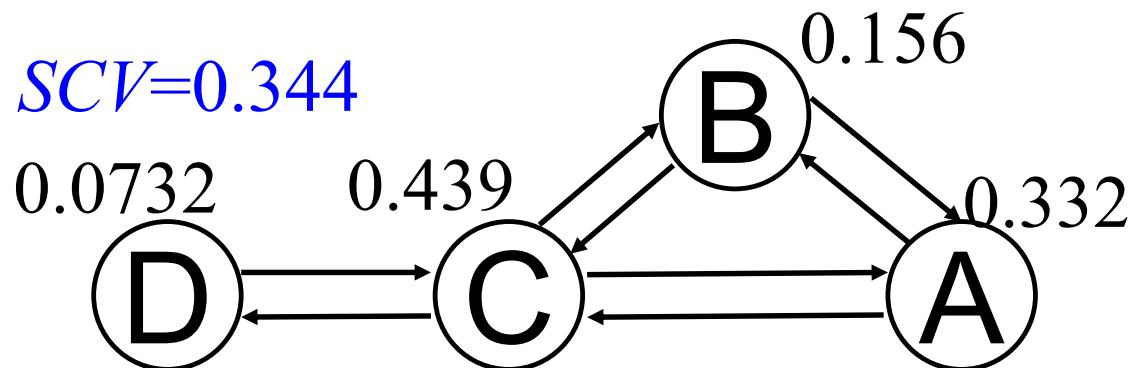


マトリックス表現

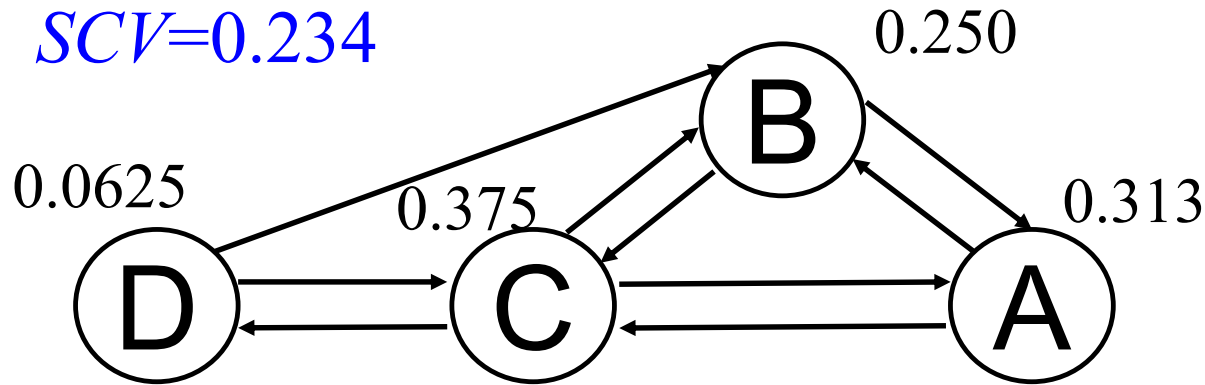
$$R = c \begin{pmatrix} 0 & 1/2 & 1/3 & 0 \\ 1/2 & 0 & 1/3 & 0 \\ 1/2 & 1/2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1/3 & 0 \end{pmatrix} R$$

各組織における情報の
相対的な価値

$$VA = \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.4 \\ 0.2 \\ 0.1 \end{pmatrix}$$



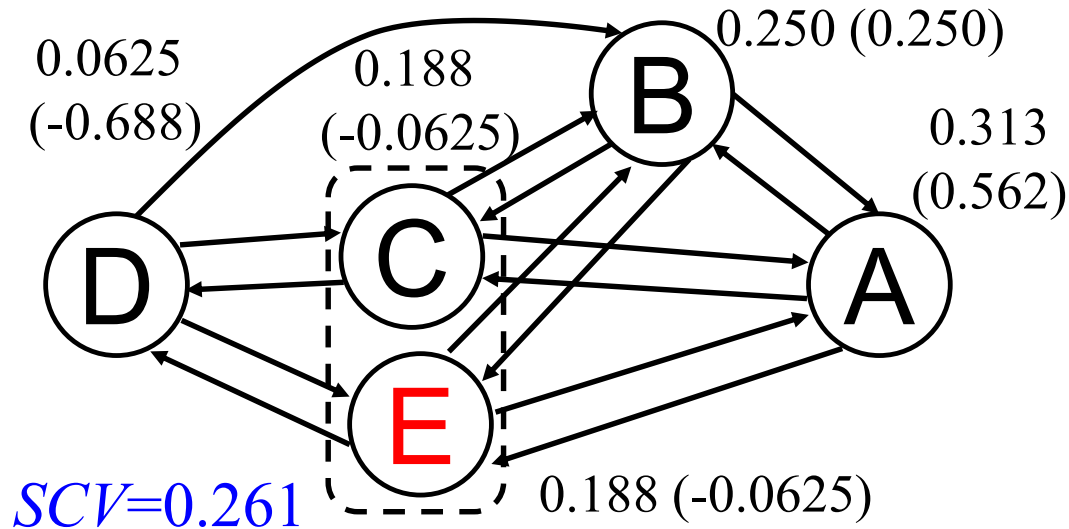
第一段階： 情報リンクの追加



D-B間に新たな情報のリンク

- ✓ D-B間に新たな情報リンクの追加により、組織Cのランクが0.439から0.375に、情報の相対的価値が0.756から0.05に低下
- ✓ SCVは0.344から0.234となり、約32%減少する。

第2段階： 組織Cの機能を分割

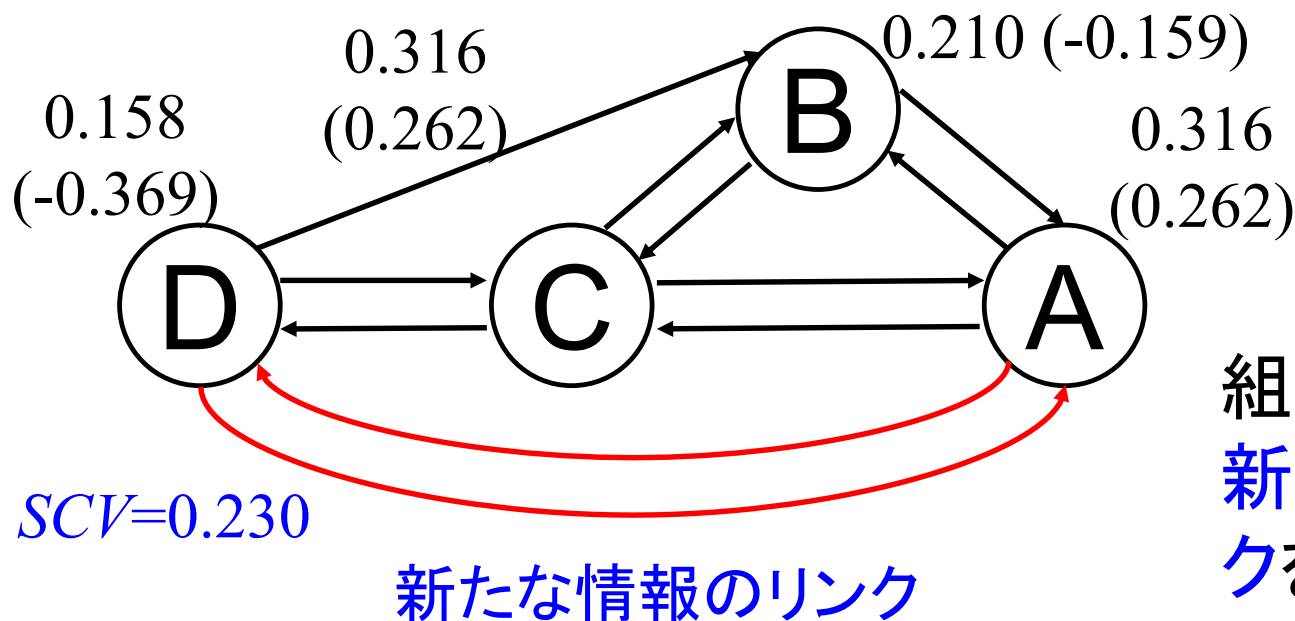


組織Eの設置

組織CのポジションがエリアIVに位置し、かつ、情報管理が不可とした場合
→ 組織Cと同等な機能を持つ組織として組織Eの設置を検討

- ✓ 新たな組織Eの追加により、組織Cのランクが0.375から0.188に、情報の相対的価値が0.50から-0.0625に低下
- ✓ 組織Cと同等の機能を持つ組織Eの増加により情報の比較が可能となり、情報精度に関わるリスクの減少が期待出来る。

第2段階： 新たな情報リンクの追加




組織DとAの間に、
新たに情報のリンク
を構築

組織Cのランクは、現状の0.375から0.316に、
情報の相対的価値は、0.50から0.262に減少
SCVは、0.234から0.230に変化



まとめと今後の展開

- マトリックス・アプローチによる経営高度化の拡張として、サプライチェーンのリンク関係をマトリックスに表現し、その固有ベクトルを用いたサプライチェーンの分析・設計方法を検討した。
- 本報は検討半ばの報告であり、詳細な検討・検証を要する事柄が多数ある。たとえば、
 - ✓ 組織間の情報リンクの強さの違いの考慮、情報の精度の評価
 - ✓ 仮定としているページランク計算の原理から求めた組織のランクと情報の価値との相関関係
 - ✓ 各組織の関わる付加価値の算出方法

- 
- サプライチェーンの評価では、情報の価値にとどまらず、各組織の技術的な代替性、リードタイム、コスト、リスクへの対応など、多様な観点が求められる。これらへのマトリックス・アプローチによる対応について、さらなる検討が必要である。



ご清聴ありがとうございます。