

**システム理論、システム思考、
そしてシステム科学
—多くの人に支えられて—**

最終講義

2016年3月12日

**東京工業大学 大学院社会理工学研究科
木嶋恭一**

システム理論、システム思考、そしてシステム科学

一般システム理論、
意思決定の定性的数理モデリング

新しいシステムアプローチ

意思決定システム科学

ISSS再訪

サービスシステム科学

1975年

1985年

1990年

2000年

2008年

現在



1975年から

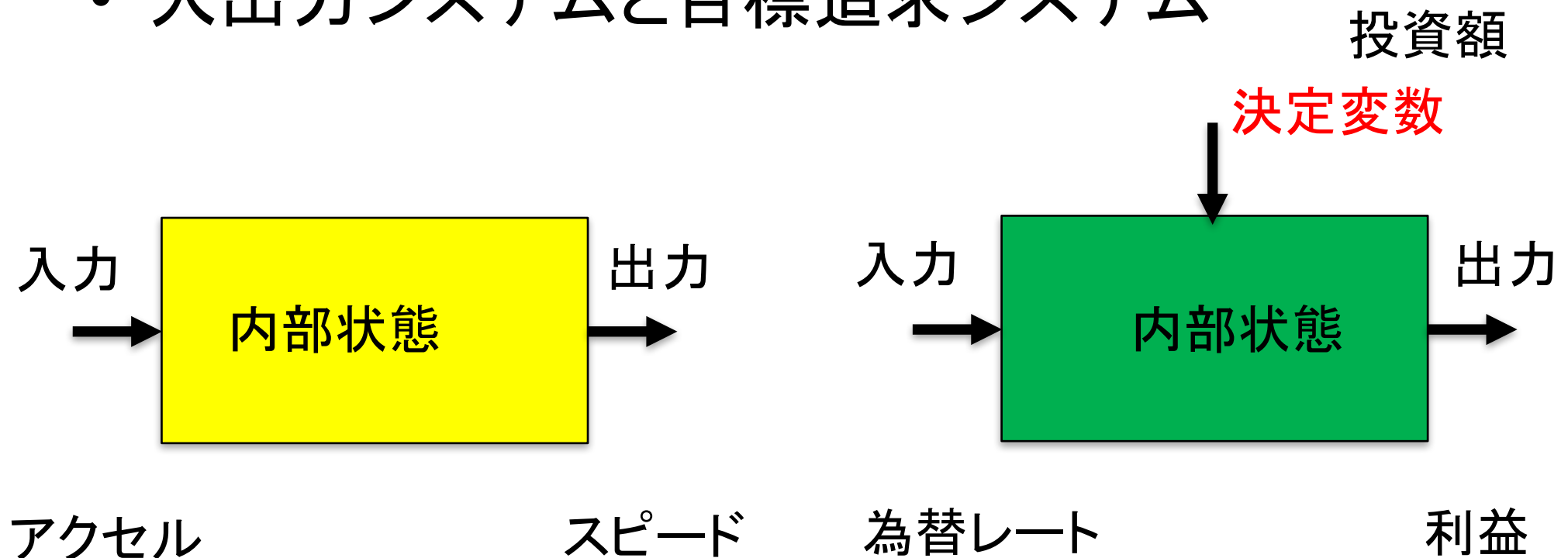
一般システム理論と 意思決定の定性的数理モデリング

一般システム理論

- システムとは「関係」である。

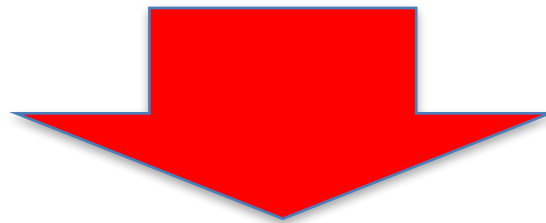
$$S \subseteq X \times Y$$

- 入出力システムと目標追求システム



意思決定への数理的アプローチ

- 問題解決のための定量的数理的アプローチ
 - 多属性意思決定問題
 - 不確実性下の意思決定問題
 - コンフリクト(利害対立)のある意思決定問題

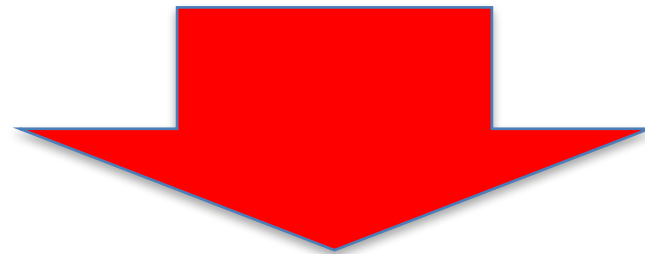


線形計画法、在庫問題、最適化手法、
ゲーム理論...

ORとよばれる

私のチャレンジ

- 意思決定の定性的数理モデリング
 - 定性的な数理モデル
 - 解析より代数的
 - 集合論に基づいた意思決定のモデリング



- 目標追求システムモデルの構築

R. Ashbyの最小多様度の法則

- システム科学が提唱した最も有名な法則の一つ
- 社会学、経営学（組織論）、制御工学などに影響を与える
- 適応的システムと環境との関係
「多様度のみが多様度を打ち破る」

多様度工学

- 多様度 (Variety): 取り得る (生じる) 場合の数

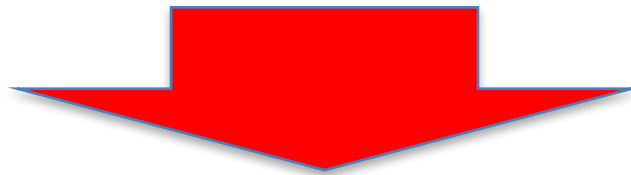
外部多様度 \leq 内部多様度

- 「複雑な環境に直面する企業は、単純な環境に直面する企業に比べて、自らの取り得る選択の幅を広げなければならない。」
 - 内部多様度の増幅: (例) 多様な人材採用
 - 外部多様度の縮減: (例) M&A=外部環境の内部化

「主観的多様度」の提案

- 環境の持つ多様度は、対処するシステムごとに異なるのでは？
 - 同じ環境でも複雑と認識するシステムもあるし、単純と認識するシステムもあるのでは？

環境の持つ多様度は、システムの目的関数に依存すると仮定

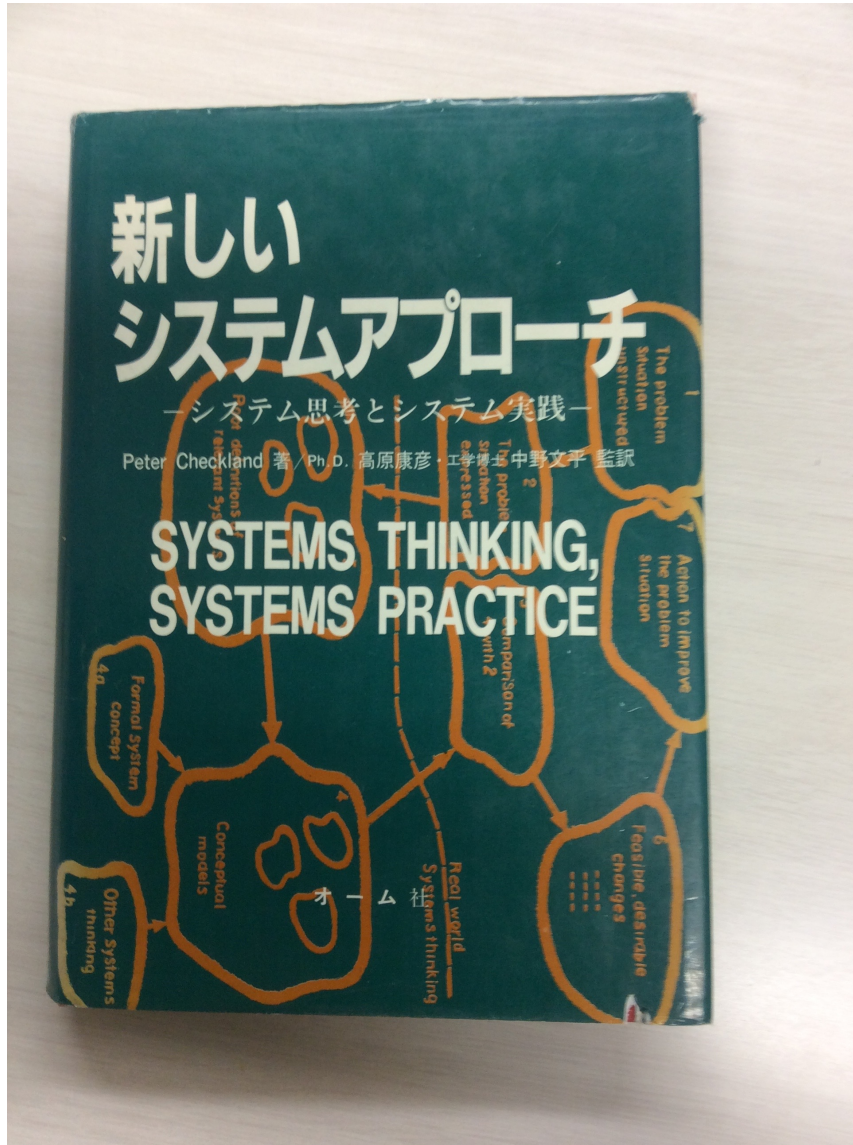


Algebraic formulation of relationship between a goal seeking systems and its environment, *International Journal of General Systems*, Vol. 12, No. 4, 341-458, 1996

1985年から

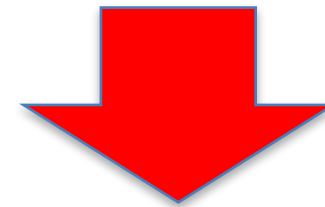
「新しいシステムアプローチ」に遭遇して

ソフトシステムアプローチに遭遇



オーム社、1985

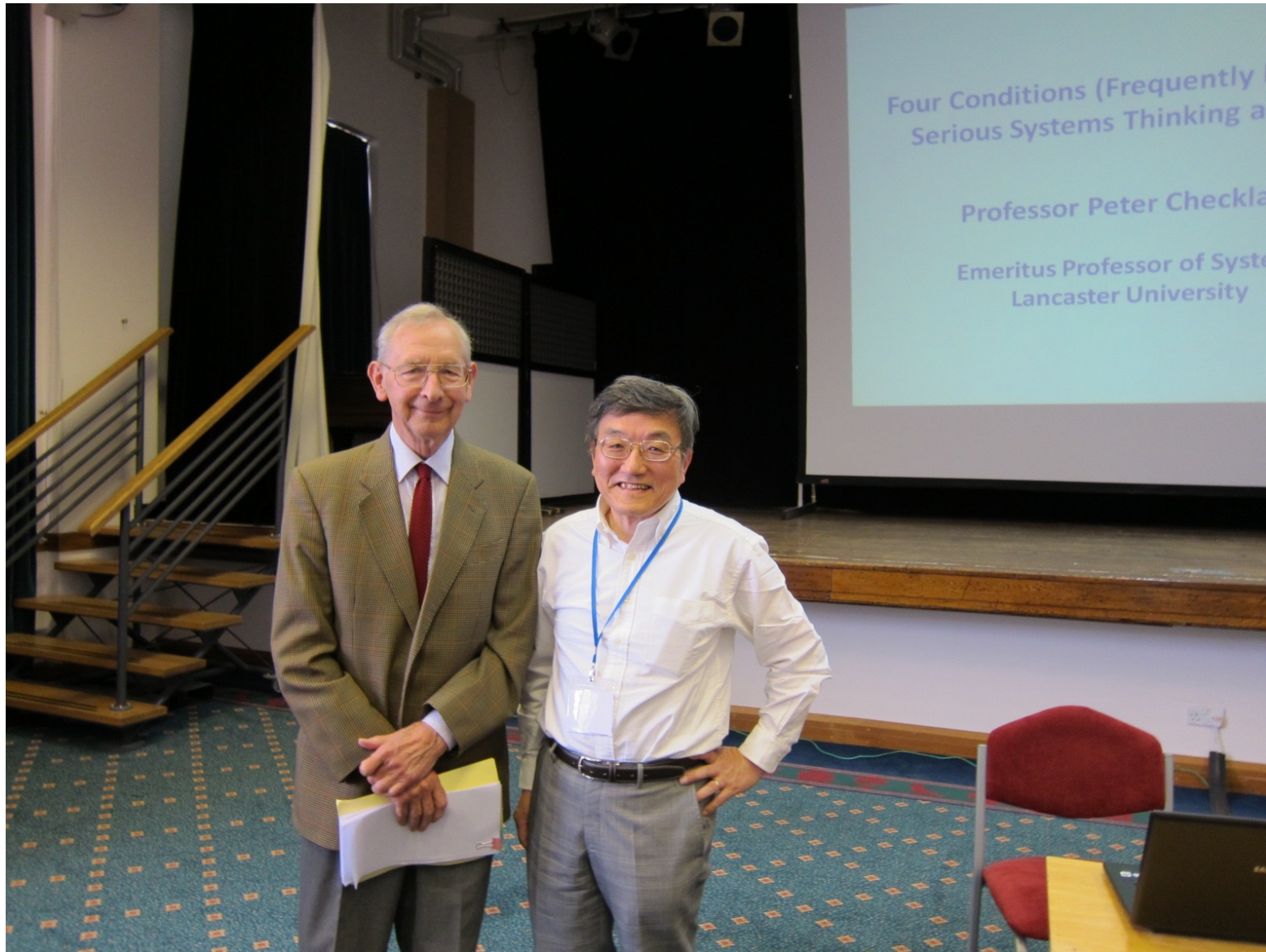
問題解決といってもORと
はずいぶん違う



著者Checklandのところへ
行ってみたい

イギリスのシステム科学を
知りたい(人、研究)

Peter Checkland



ISSS, Hull Business School, UK, 2011

システム

- 余りに一般化した概念で、独自の意味を運ばない？
- ○○システムと接頭辞がつかないと意味を持たない？
- 30数通りの意味で用いられている(G. Klir)？
- でも、多くの人が認める**共通分母的解釈**はある！

システム

- A set or arrangement of things **so** related or connected **as to** form a unity or organic whole.

互いに関係づけられ結合されることで一体性や全体性を形成する、何らかのものの集まりないしは配置

Webster's New World Dictionary

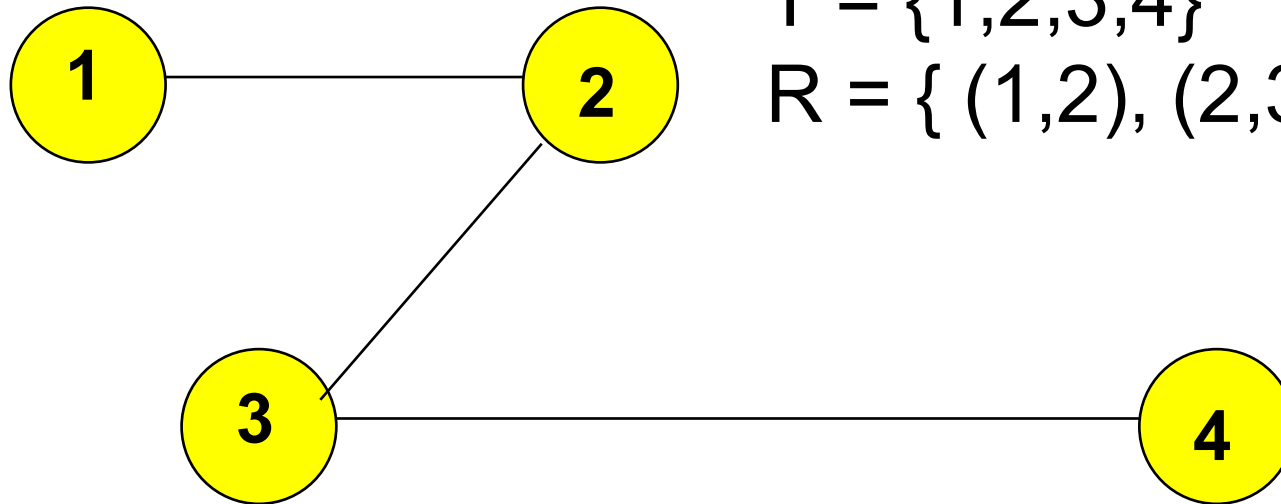
システム

- システムとは相互依存し互いに関連づけられ一体性を生み出している要素の集まり
- 要素の性質より、要素間の相互作用
 - 関係に注目
 - Thinghoodとsystemhood

システム

- $S = (T, R)$

T: thinghood, $R \subseteq T \times T$: systemhood



$$T = \{1, 2, 3, 4\}$$

$$R = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4)\}$$

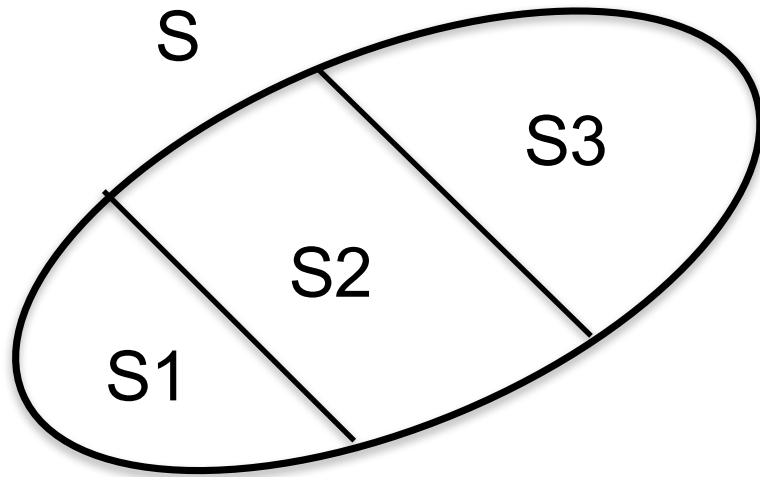
システム思考

- 対象をシステムとしてみる
- 複数の構成要素が全体性・一体性をもつひとかたまりとして認識する
 - 全体論(holism ホリズム)
- 階層性と複雑性
 - 複雑性は階層性を伴って現れる(H. Simon)
 - 最小階層度の法則
 - 対象の複雑性は観察者の目の中に存在する(G. Klir)
- コミュニケーションとコントロール

全体は部分の総和より大きい (アリストテレス)

$$S > \sum S_i$$

S: システム全体の性質
S_i: サブシステムiの性質



$$\Delta = S - \sum S_i$$

Δ: システムのうまみ(松田武彦)、
相乗効果、
シナジー効果、
チームワーク効果

システムアプローチ

人間が関与する問題解決・改善の方法論

	ハードアプローチ	ソフトアプローチ
手法	OR、システム工学、システム分析	ソフトシステム方法論、VSM
目的	問題解決	相互理解
狙い	最適化	アコモデーション (価値観の共存並立)
主体	専門家	当事者
信念	<ul style="list-style-type: none">・問題は分類できる・準備して備える	<ul style="list-style-type: none">・論点は個別的・あるものでしのぐ

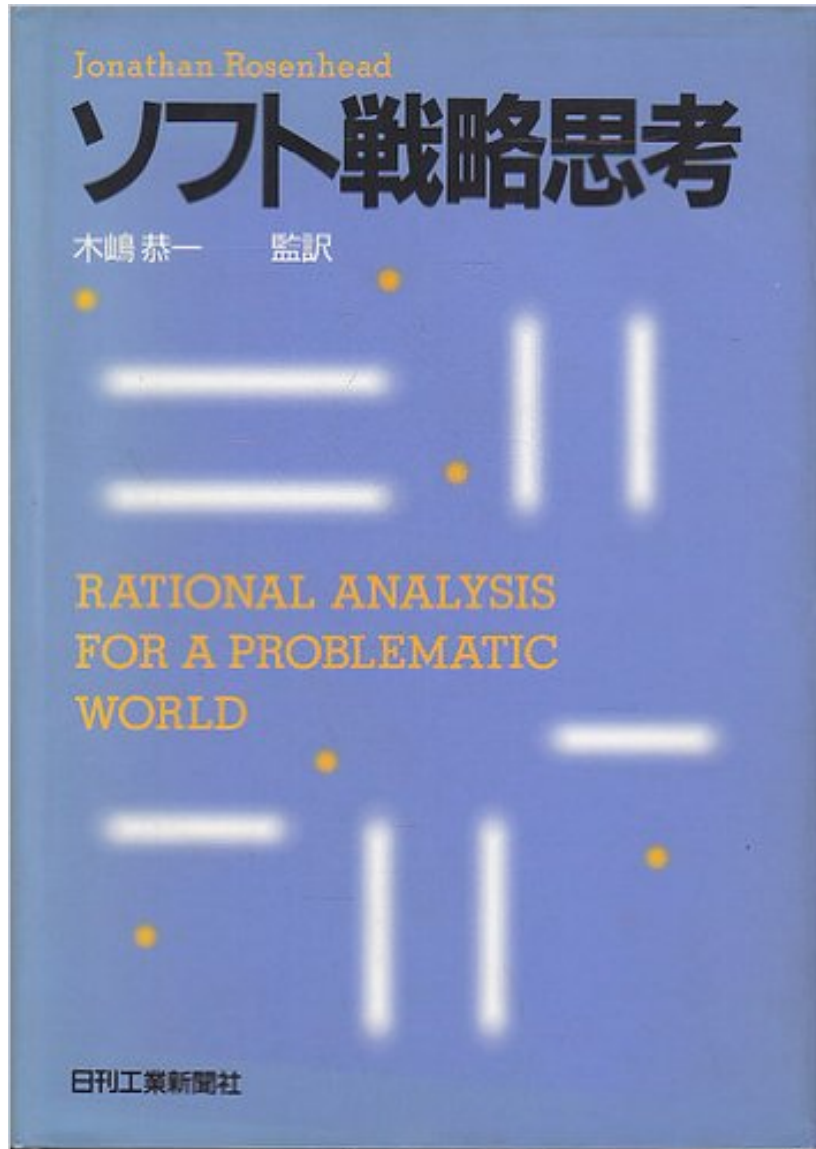
エイコフのエレベーター問題



ソフトと
ハード
の違い

Hull, Jan. 2005

ソフト戦略思考



7つのソフトアプローチの
理論と実践

木嶋恭一 監訳

日刊工業新聞社 1992

SOSM: 方法論的相補主義

どんな問題にも対処できる**最強の方法論**など存在しない

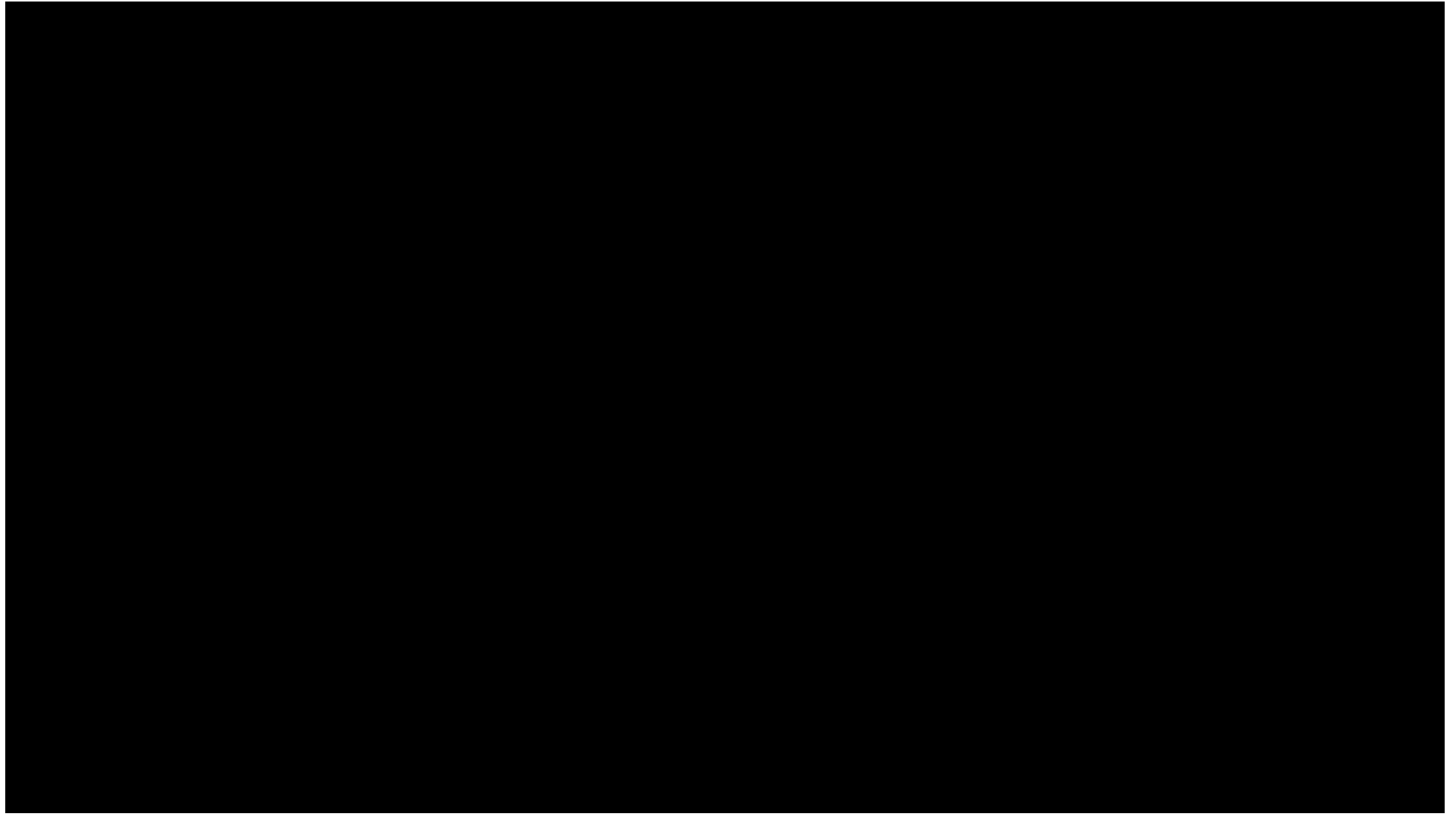
問題状況と方法論の対応

	単一的Unitary	複数のPluralist
単純	ハードアプローチ	ソフト アプローチ
複雑	構造的アプローチ (適応複雑系、システムダイナミクスなど)	

SOSMが気にいって

- ちょうど英国にいたので、
- SOSMについて直接知りたくて
- The Eighth European Meeting on Cybernetics and Systems Research, Vienna, 1-4 April, 1986
でMike Jacksonとあった
- ウィーンで会って、イギリスに戻った後、改めてランカスターからHullへミニクーパーを飛ばして会いに行った。

マイクからのビデオメッセージ



英語教育研究とのコラボ

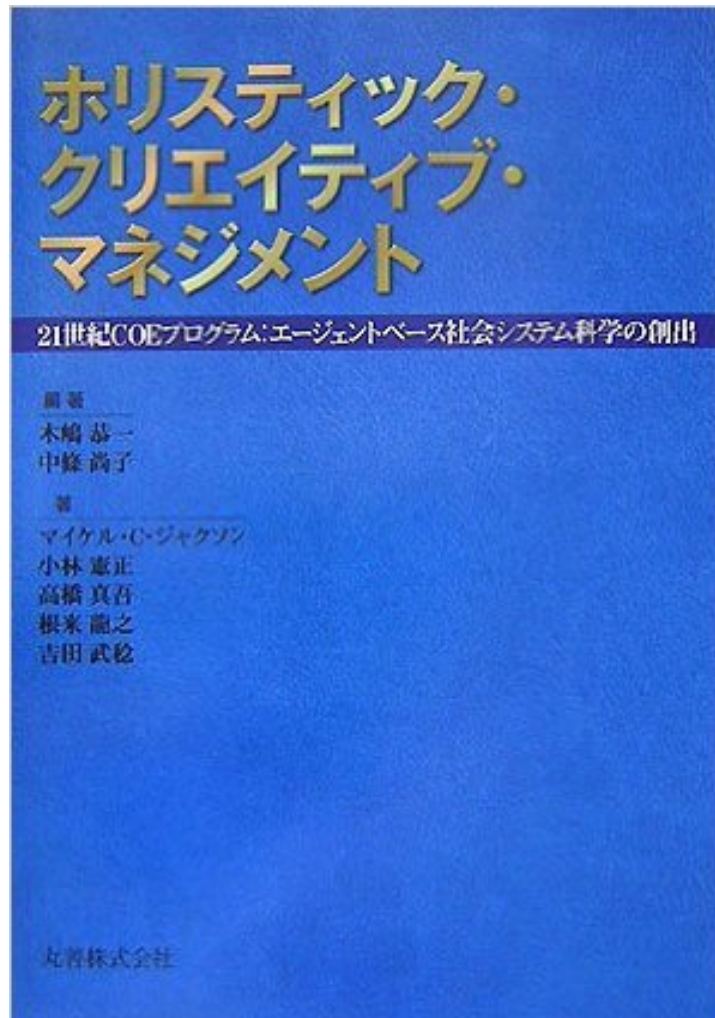
京都大学のEnglish for Academic Purpose
開発にソフトアプローチ適用

大学における英語教育のあり方



Akira Tajino, Robert James, Kyoichi Kijima,
Beyond needs analysis: soft systems methodology
for meaningful collaboration in EAP course design,
Journal of English for Academic Purposes,
4 (2005), 27–42

ホリスティック・クリエイティブ・マネジメント



木嶋 恭一 , マイケル・C. ジャクソン , 小林 憲正 根来 龍之 , 高橋 真吾 , 中條 尚子 , 吉田 武稔

SOSMからの展開 日本での研究

丸善、2007

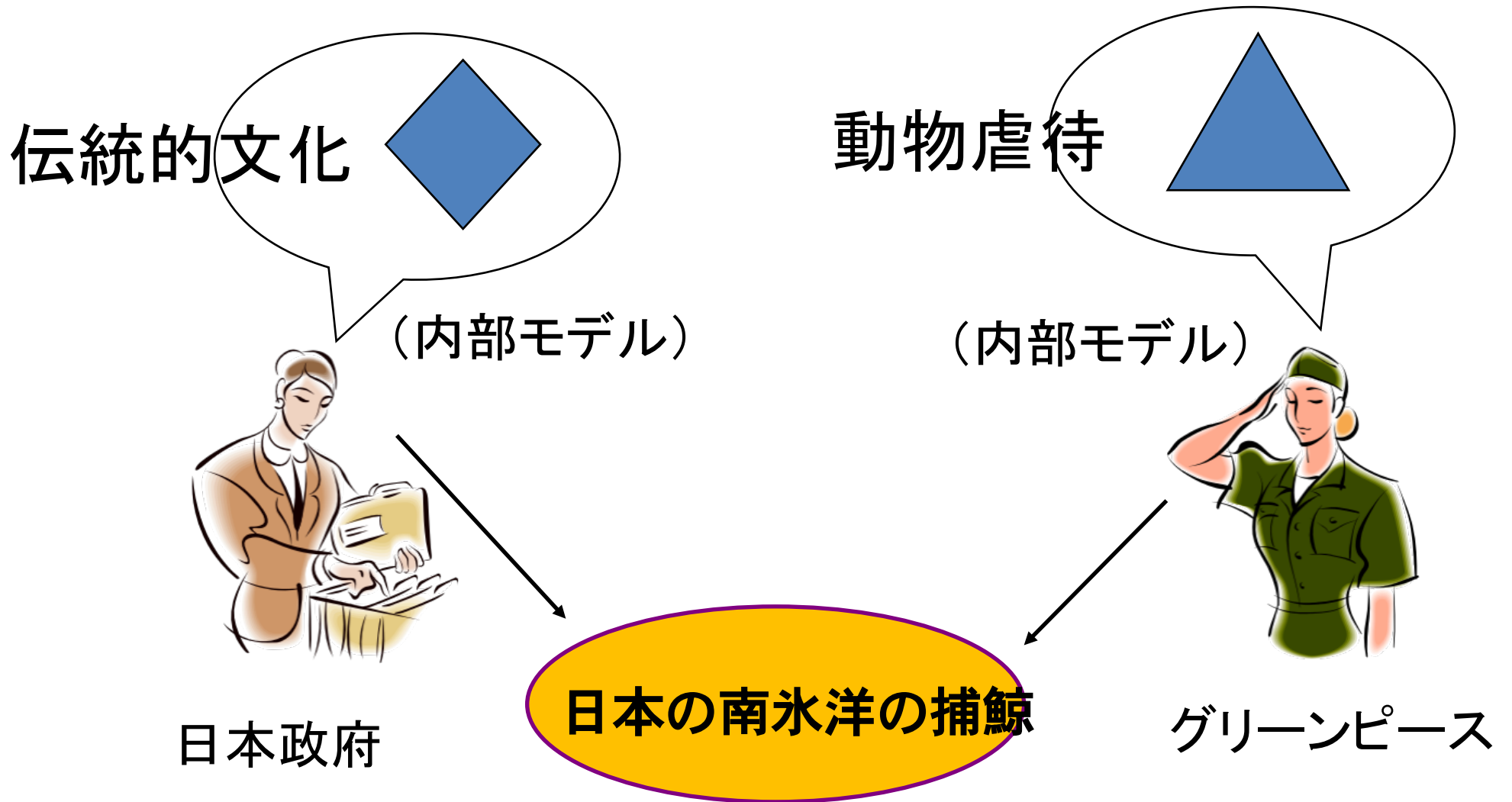
1990

意思決定システム科学の提唱

意思決定のソフトな局面のモデル化

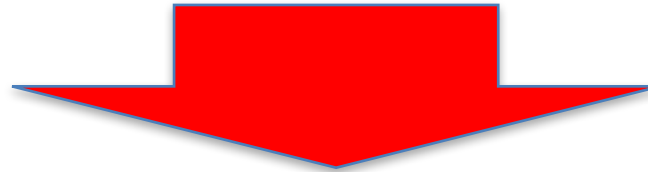
- 主観性・誤解・相互理解
 - Hypegame Analysis
- 信憑性・非合理性
 - Drama Theory
- 他者の内部モデルの高次の想定
 - Metagame Theory

同じ問題でも異なって認識することは普通 (問題の主観的認識)



単純ハイパーゲーム

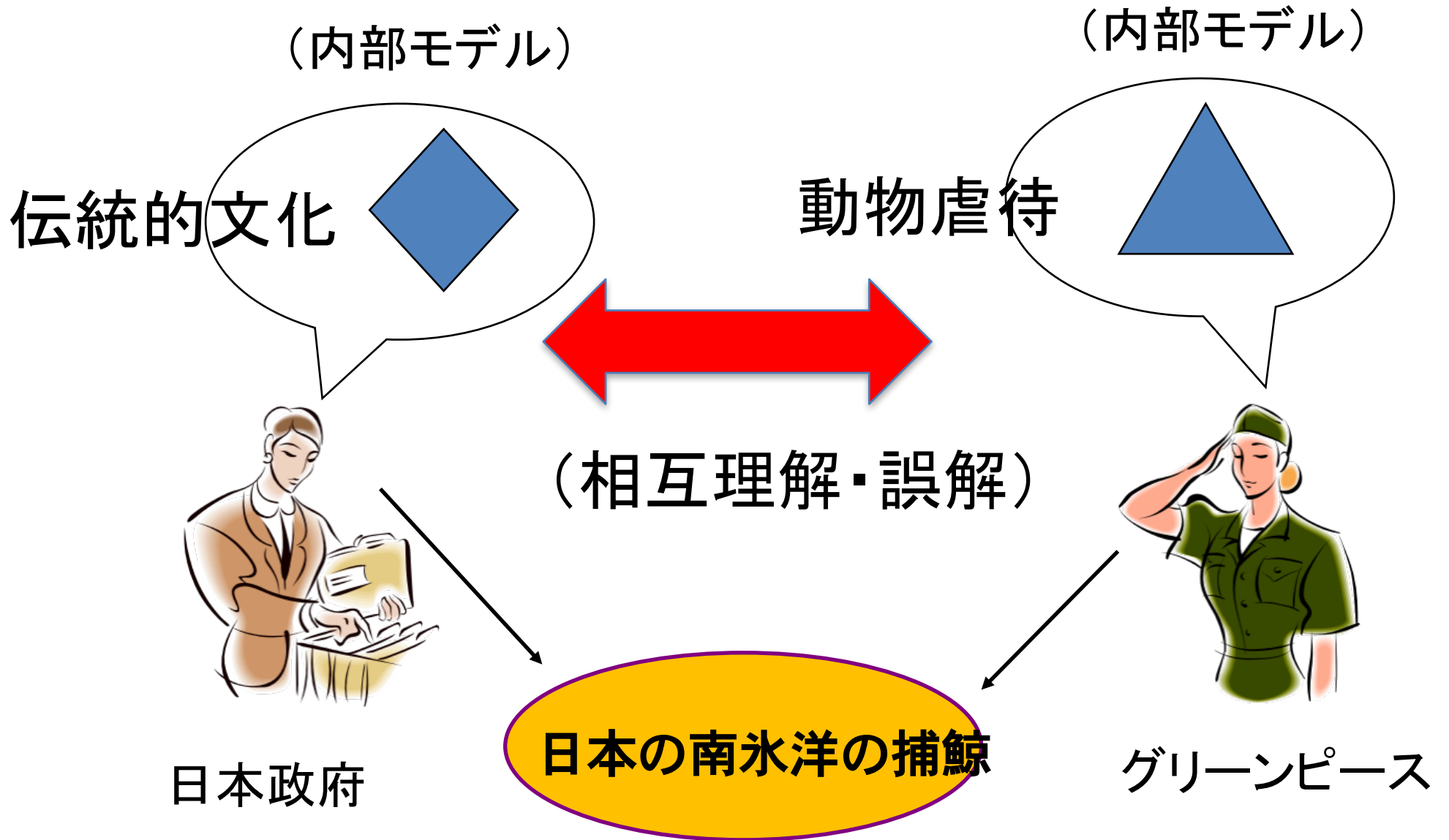
- 2主体が独立にそれぞれが状況を解釈し、内部（解釈）モデルを構築する
- 2主体は独立にそれぞれのモデルに従って意思決定をする。



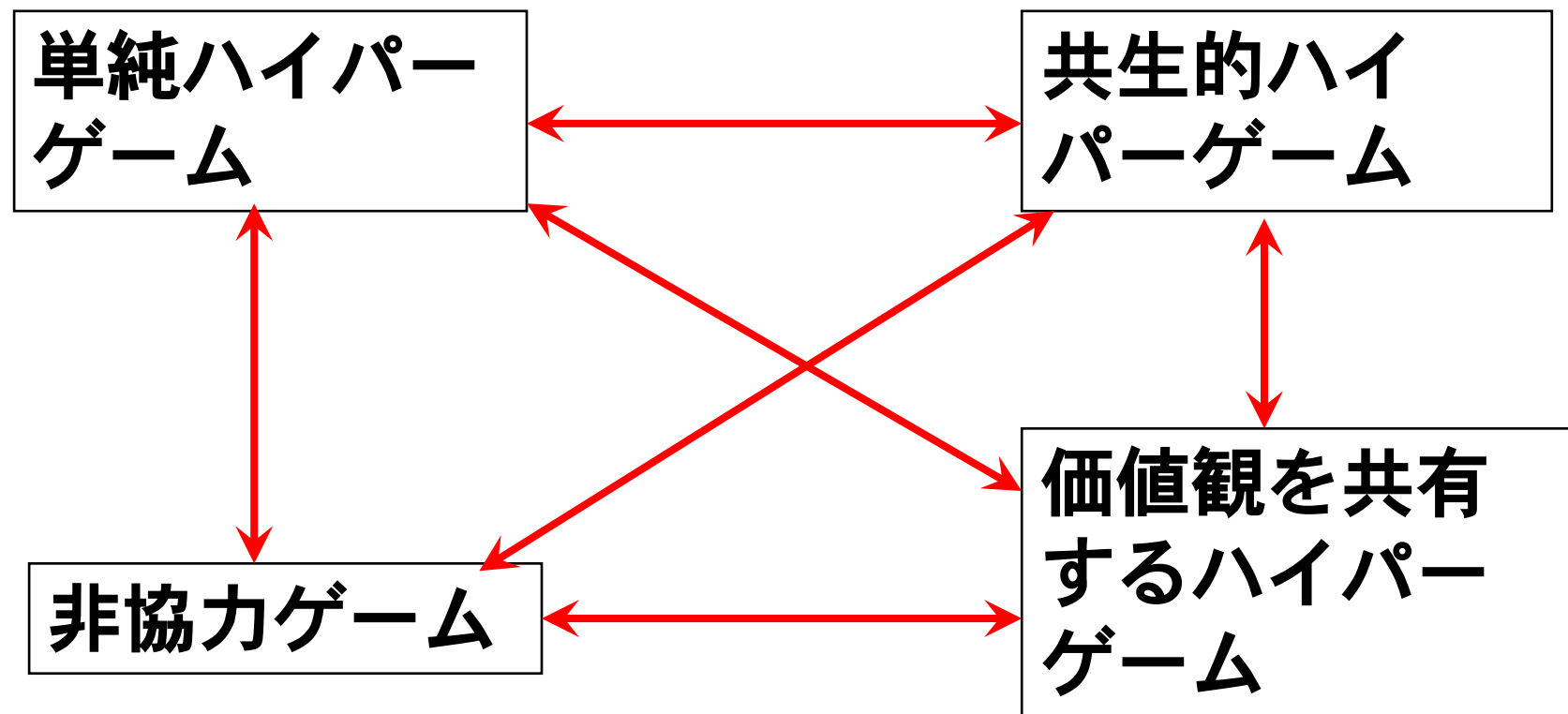
アイディア

- 主体の内部モデルを利得行列として表現しよう
- ゲーム理論での成果が使える
(ハイパーナッシュ均衡解などの提案)

お互いの内部モデルを相互理解・誤解



Intelligent Poly-agent Learning Model



An Poly-agent Learning Model and its Application, *Information and Systems Engineering*, 2, 47-61, 1996

2000年以降

ISSS再訪

Int. Soc. for the Systems Sciences

- 1980 Los Angeles: 初めての学会
 - Ken Bouldingとすれ違った
 - SGSRの創設者4人組の1人
- 1985 Philadelphia:
Checklandが会長の時、
英国から参加
- 1989 Edinburgh
 - JGMillerと話すチャンス



2000年ミレニアム大会がきっかけ

- 2000 Toronto:
 - 重鎮の講演 G Klir
 - Jacques Fillion (HEC, Quebec)との再会
 - 3人組Gary, David, Jenniferとの出会い
- 2002 Shanghai
- 2005 Cancun (Mexico) <<COE funding
- 2006 Sonoma (CA, USA)
- 2007 Tokyoを主催
 - 以降国際シンポを東工大で毎年開催
- 以降ISSSは毎年参加

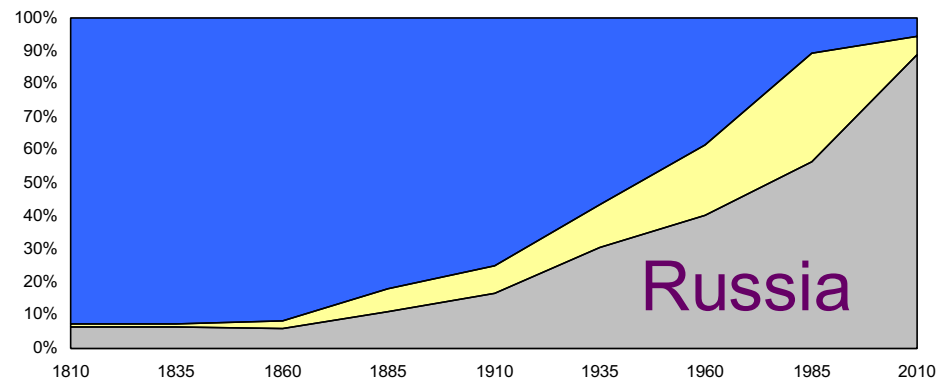
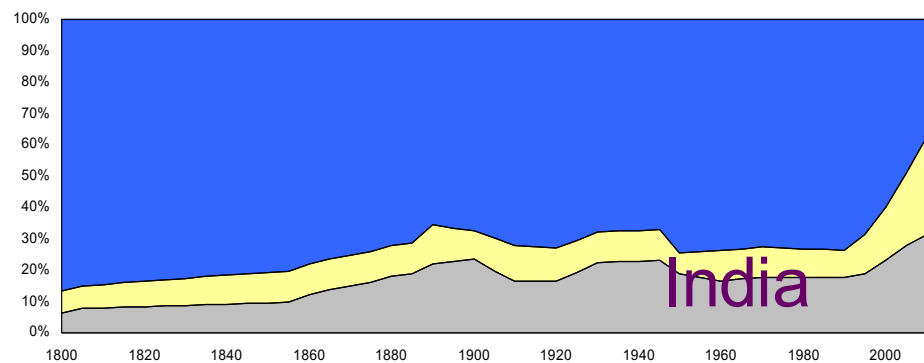
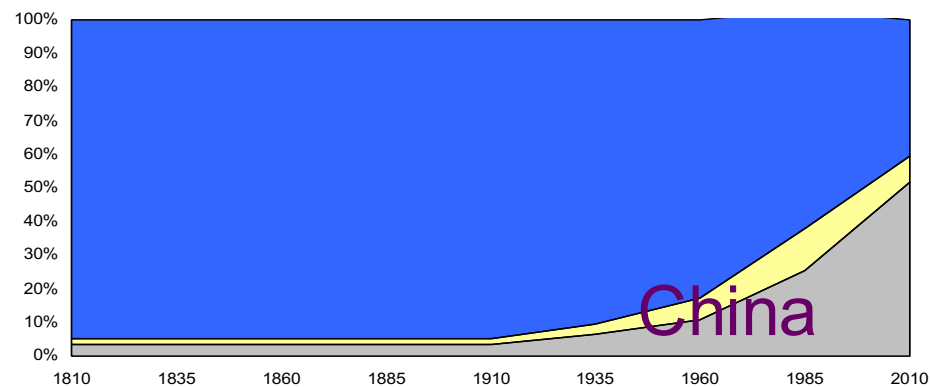
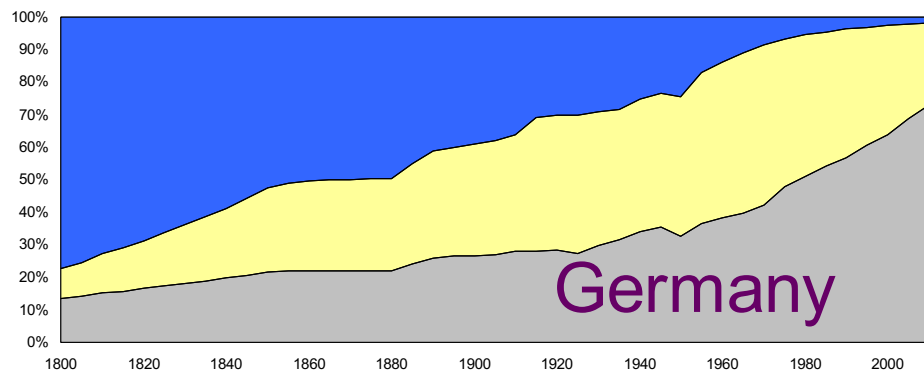
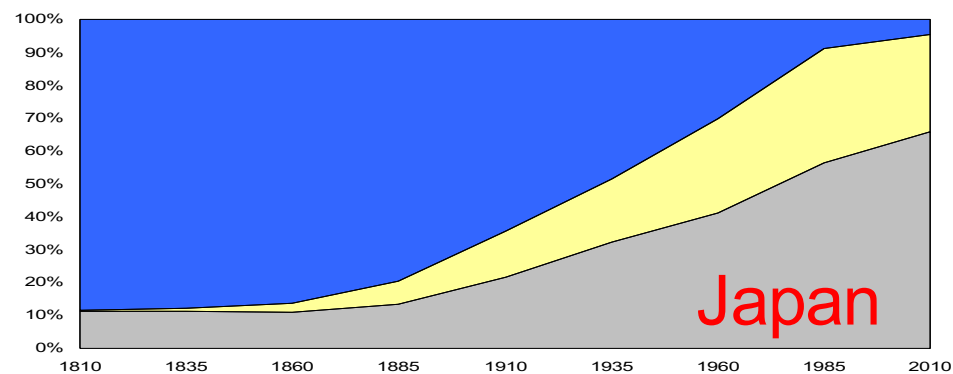
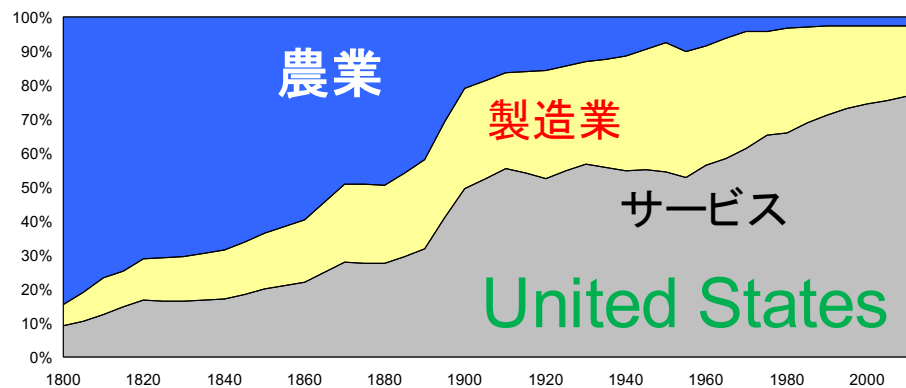
Int. Systems Sciences Symposiumの主導

- 競争的外部資金のおかげもある
 - 能動的に動ける、金があると余裕が持てる？
- ISSS Tokyo 2007以降毎年東工大で2月・3月に開催（**今年は明日13日に行う予定**）
 - サービス科学とシステム科学の融合
 - INCOSEとISSS
 - フィンランドへのコミットメント
 - IFSRへのコミット
- しかし競争的外部資金は毒まんじゅう！

2008年

サービスシステム科学

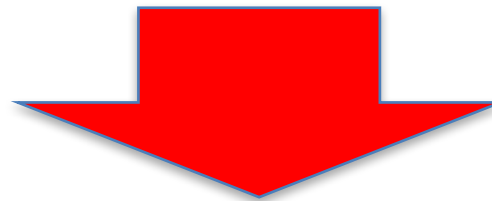
各国の経済力の中心はサービスへ



Source: IBM Study, 2004

製品（モノ）とサービス（コト）の違い

Products	Services
Tangible	Intangible
Homogeneous	Heterogeneous
Production and distribution separated from consumption	Production, distribution and consumption simultaneously
Nonperishable, can be kept in stock	Perishable, can not be kept in stock
A thing	An activity or process
Core value produced at a factory 価値は工場で作られる	Core value produced in provider-customer interaction 価値は顧客と提供者により共創される
Customers do not participate in production	Customers participate in production
Transfer of ownership	No transfer of ownership



(Gronroos, 2000)

違いの強調から表裏一体的考え方に

サービズドミナント・ロジック

by S. Vargo

- サービスとは**相互作用**による価値の共創プロセス
 - システム的視点(要素より相互関係)
 - **主客一体**(茶道)
 - 提供者も受益者も区別はない
- Value-in-ExchangeからValue-in-Contextへ
 - 文脈によって価値は変わる
- 製品は価値を運ぶ器(Conveyer)
 - ドライバーを買うのではなく、「ねじを締める能力」を買う

Vargoはシステム科学者！



サービスシステム科学の提唱

- サービスシステムにおける社会的価値共創プロセスの研究
 - 経済的、文化的、情緒的
- サービスシステムのシステム特性に注目
 - Service Science is thus a specialization of systems sciences (Jim Spohrer)
 - 複雑性、階層性
 - 創発特性(相乗作用)
 - コミュニケーション・コントロール
 - 進化と学習

バンドン工大との教育研究は楽しみ

(25年以上)



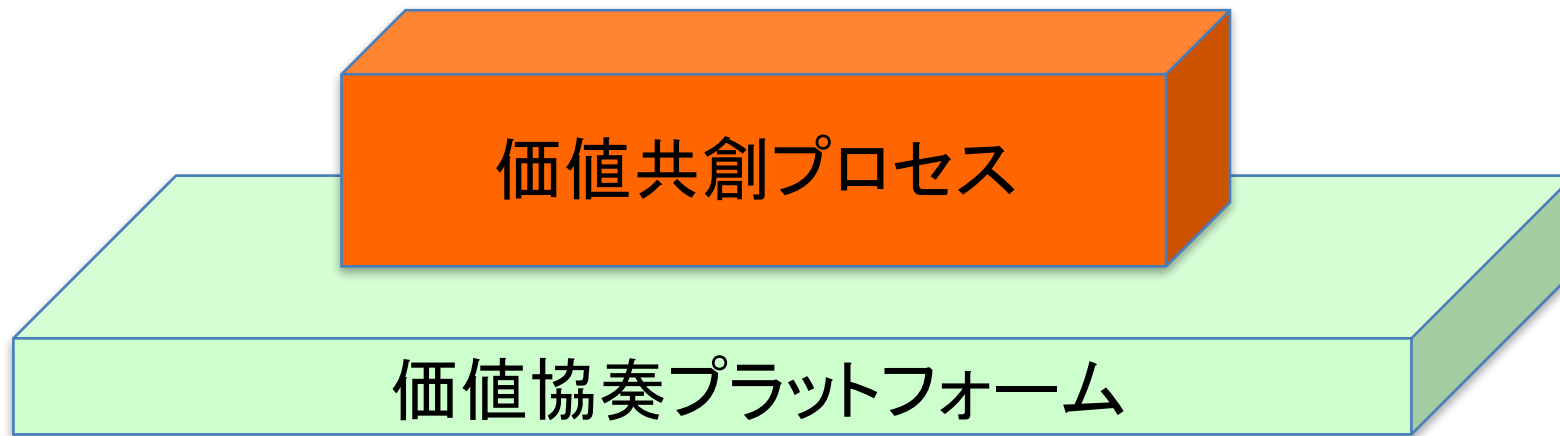
価値協奏プラットフォームモデル

- アマゾンや、楽天などのE-business の成功ビジネスモデルには共通点がある。
- 関与者間の価値共創プロセスを支え、支援し、協奏させるプラットフォーム

Value Co-Creation Process and Value Orchestration Platform,
Chapter 4, *Global Perspectives on Service Science: Japan* (Ed.
S. Kwan), Springer, 2016

(最終講義ダウンロードサイトに所収)

2階層サービスシステム

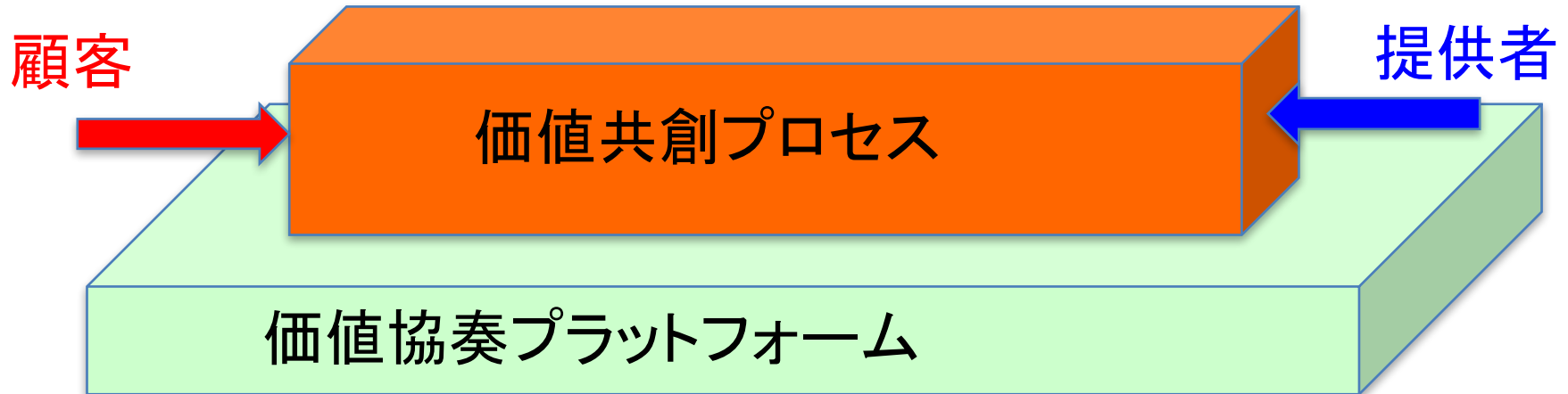


多くの例

プラットフォームは自身では製品もサービスも持たない

ビジネス	プラットフォーム	顧客	提供者
ショッピング	ショッピングモール	お客	テナント
クレジットカード	VISA	お客	ホテルなど
SNS	Facebook	利用者	開発者
大学	東工大	学生	教職員

3つの戦略



1 巻き込み戦略

(いかにして人々を巻き込むか)

2 目利き戦略

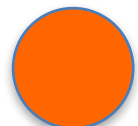
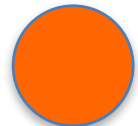
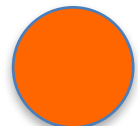
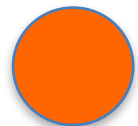
(どのように編集して、ディスプレイするか)

3 エンパ
ワースメント
戦略

(どのように能力を高めるか)

ショッピングモール

顧客



駐車場料金



利得

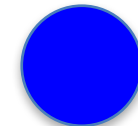
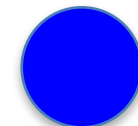
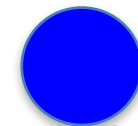


価値共創
プロセス



プラットフォーム

テナント



テナント料



利得

SoGo

Starbucks

無印良品

1

巻き込み戦略の課題 鶏と卵の問題

- よいテナントを呼び込むためには優良な顧客が必要だが、そのためには魅力的なテナントが必要

一つの解決策は、価格戦略

(簡単な数理モデルを使った分析)

原価割れ戦略

Below Cost Strategy

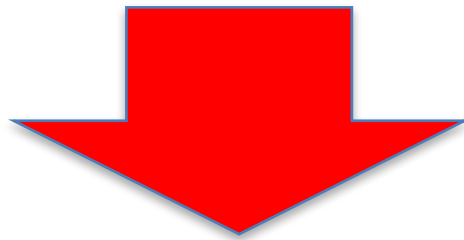
ある条件下では、その参加を促すために、一方の側みは原価を割ることが合理的である。。

Proposition 1

原価割れ戦略は、ビジネス立ち上げの 際の常套戦略

- まず参加費無料で顧客を呼び込んで、ある程度の顧客が得られたら、有料化する。

無料お試しサービス



有料プライムサービスへ

非対称価格戦略

Asymmetric Charging Strategy

非対称に価格付けして、取れる側から
もうける。

Proposition 2

例 Facebook

従来、利用者のアクセスコストは最小にして
デベロッパーから利益を得るビジネスモデル。
(利用者を増やしたい)

ところが: 2011年11月 Mark Zuckerbergが宣言

「これから5年間は“launch partners”を認定して、有力デベ
ロッパーとの関係を強化する」
(非対称性の逆転)

2 目利き戦略

- 博物館の学芸員（キュレーター）に起源
- 既存の製品・サービス・情報の意味と内容を選定し分析し編集してディスプレイする



例：旭山動物園

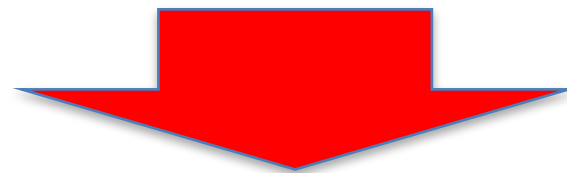
- 東京から遠隔地というハンディにもかかわらず、日本で最もお客の集まる動物園の一つ
- 珍しい動物がいるわけでもない
- 動的ディスプレイ、動物と一緒に遊べる



3

エンパワメント戦略

- 顧客をエンパワーして期待水準、満足水準を高める
- 提供者をエンパワーしてサービス提供能力を高める
- 例：楽天は、ビッグデータを用いて両者をエンパワー



Value Co-Creation Process and Value Orchestration Platform,
Chapter 4, *Global Perspectives on Service Science Japan* (Ed.
S. Kwan), Springer, 2016

(最終講義ダウンロードサイトに所収)

2016年

過去・現在・そして未来へ

畏友・ライバル・コラボレータ 出口弘博士

- 1970年代から



私にない全ての力
を持っている。

Helsinki, July 3, 2014

大東文化大
特任教授

千葉工大
非常勤講師

文系大学教育

理系大学教育

これから

多様性を求めて

ワークライフバランス
(週3日働く)

放送大学
講師

メディアアート
教授

グローバルな教育

バンドン工大招聘
教授(年2ヶ月)

グローバルな研究

フィンランドプロジェクト/Springer出版プロジェクト/国際学会出席

Springer 出版プロジェクト

- Translational Systems Sciences
 - すでに数冊、現在十数冊出版規格済み
 - Open endシリーズ
 - #2 Service Systems Science (Ed. K. Kijima)
- Handbook of Systems Sciences
 - 2018刊行予定
 - フライヤーは受付に
- 明日のシンポは、この2つをテーマに
 - 10時20分からここで



長い間ありがとう。
これからもよろしく

千年神社、01.01.2016

Thanks for your attention

THE END