

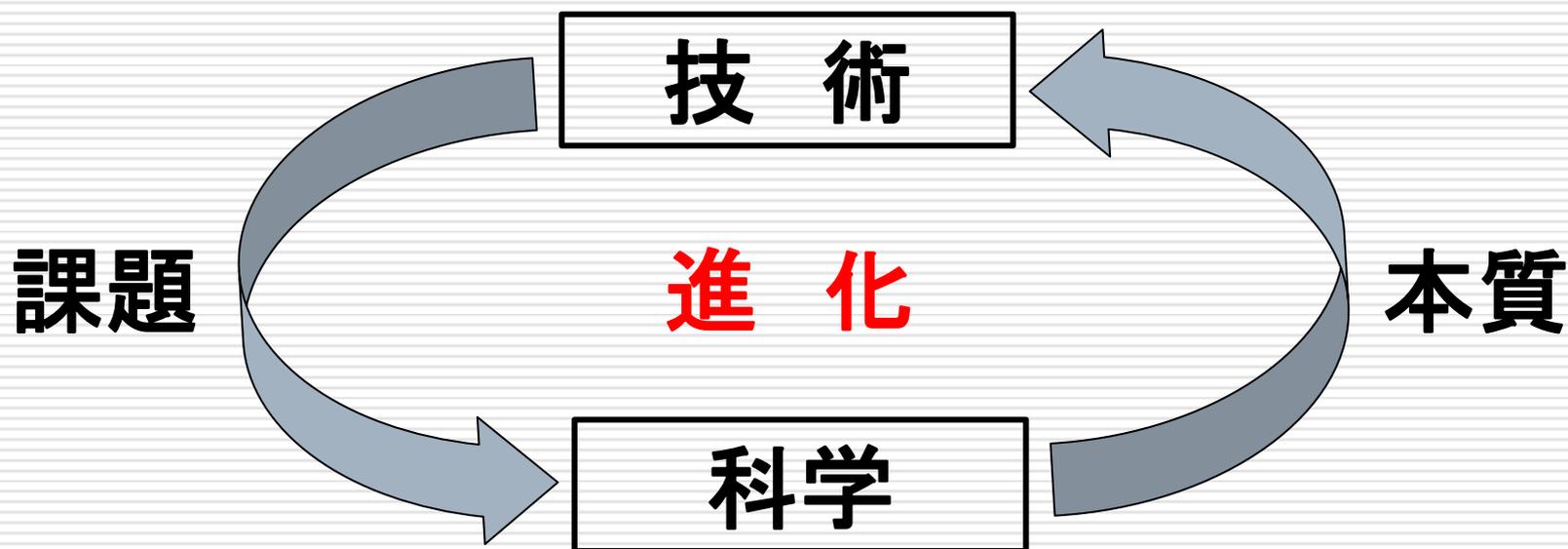
新情報システム学序説

-人間中心の情報システムを目指して！-

2015年 3月 6日

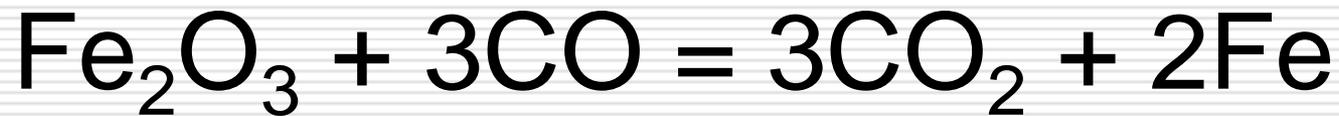
情報システム学会 芳賀 正憲

近代産業の発展



情報システムの分野では
今まで、このプロセスが欠落していた

鉄鉱石から鉄を生産するプロセス



プロセスを論理的・本質的に説明
コークスでなくても、石炭でも木炭でも
共通に成立する原理

この原理によって、地域や経済的事情により
他にもっと適切な還元剤が入手できる場合、
それを用いて同じように鉄をつくることが可能

専門家の育成プロセス比較

工業関係業務		情報システム業務
物質とエネルギー	目的・対象	情報 思考とコミュニケーション
(例)電気工学	大 学	情報システム学？
物理(電磁気)	高 校	?
オームの法則	中 学	?
電圧・電流	小 学	?

日本の国際競争力と情報システム産業

情報システム関係の仕事に従事している人：
120万人～130万人

情報システム産業：開発方法論の体系は、まとめられてきているが、本質的な原理や意味が解明できていない

情報システム産業界は **“親学問”** をもたない状態

結果として、情報システム産業は労働集約的と批判を受け続けており、3K、7K職場と呼ばれることもある

日本の国際競争力 (スイス国際経営開発研究所)

工業社会の最終段階で、5年間1位をキープ
情報化の進展とともに順位を下げ、直近の10年間は
21位～27位

親学問の確立と教育体系の整備

早急に情報と情報システムの基本的な概念、本質的な意味を明らかにしたい⇒情報システム産業の親学問の確立

⇒情報システムに関わるマーケティング、研究・技術開発、採用、人材育成、プロジェクトマネジメント、企画、分析、開発、運用、保守、利活用などの業務の飛躍的高度化

⇔大学の専門・一般教育、初等中等教育課程の情報教育、特に高校必修教科「情報」を真に意味のあるものにする

情報システム学の基礎は、情報社会の**リベラルアーツ**

一般国民が、電圧や電流と同じように
常識のレベルで理解していることが重要

人間中心の情報システム：利用者が主導してつくる

新情報システム学……何が“新”なのか？

学問の要件： 概念・歴史・理論・実践の方法論

- ・ J07-IS策定のベースとなる知識体系 (ISBOK) (2007)
 - 概念レベルの整理ができていない
 - 第1章第1節が、“コンピュータアーキテクチャ”
米国の知識体系をコピー (日米の文化差無視)
- ・ 従来「情報システム学」を標榜する書籍
 - 情報概念が十分整理されていない
 - 人間の情報行動モデルが解明されていない
 - 情報システムの本質の説明不十分

新情報システム学序説の構成

人間中心の情報システムとは:

情報にもとづいて行動し、行動によって新たな情報をつくりだす、人間の情報行動が組織化されたもの

第1部: 情報とは何か、人間の情報行動の基本モデル
情報システムの本質モデル

人間はどのように情報システムをつくってきたのか
情報システム実現技術、現代の情報システム事例

第2部: 新しい優れた情報システムをどのように構築し
利活用していくか

第3部: 情報システムに関するケーススタディ
情報システムの利用と評価、倫理と法
情報セキュリティ、情報システムの教育

情報概念（西垣通の基礎情報学から）

- ・ 生命情報

（生物の働きから）

- ・ 社会情報

（生命情報を記述したもの）

- ・ 機械情報

（社会情報の記号表現部分）

生命情報(1)

電磁波の周波数による分類

531～1612キロヘルツ……中波AMラジオ

3～30メガヘルツ……短波

42～260メガヘルツ……VHF地上波テレビ

76～90メガヘルツ……FMラジオ

460～770メガヘルツ……UHF地上波テレビ

3～400テラヘルツ……赤外線

405～480テラヘルツ……赤

・

700～790テラヘルツ……紫

750テラ～30ペタヘルツ……紫外線(アキアカネは可視)

30ペタ～3エクサヘルツ……X線

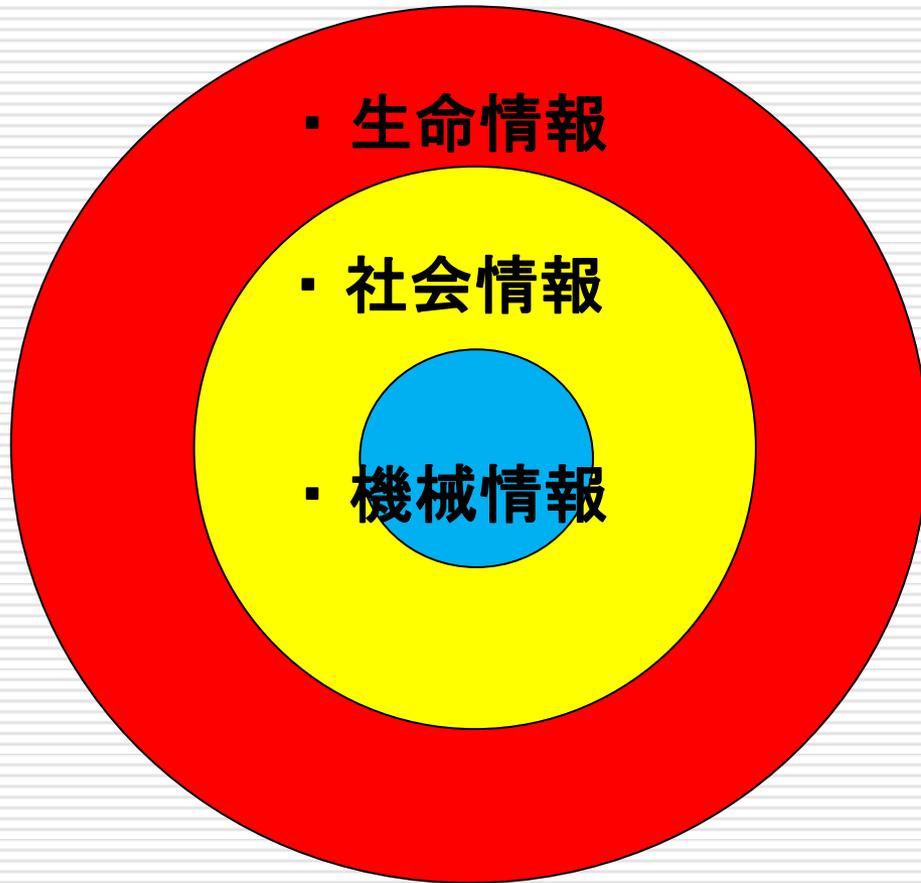
(Wikipedia参照)

生命情報(2)

1. 人間が周囲の環境を見渡すとき、毎秒約100億ビットの視覚情報が目の網膜に到達。視神経に伝わるのは、そのうち600万ビットのみ。大脳皮質の視覚野に届くのは1万ビットだけ。人間の意識に到達するのは、さらにその中の100ビットに過ぎない。
2. 大脳皮質の視覚野にある数10億のシナプスのうち、視覚情報の伝達に係るのは、わずか10%。そこで、残りの90%が何をしているのかが問題になる。
3. 実は、外界に関する認識の大部分は、脳の内部での処理から生まれている。人間は外部から得たデータの欠落を、過去から現在に至るまでの膨大な記憶や、部分から全体を推論する能力などを駆使して補っている。残りの90%は、このようにして世界を理解するために使われている。

『ひらめきはカオスから生まれる』(オリ・ブラフマン、ジューダ・ポラック著、金子一雄訳)

生命情報(3)



生命情報の喚起・発掘

- 1) 弁証法における止揚
- 2) 現象学の本質直観
- 3) 内観法
- 4) 発想法
- 5) ブレインストーミング
- 6) KJ法とW型問題解決モデル
- 7) 知識創造(SECI) モデル
- 8) デザイン思考

社会情報(1)

information: in=“中に” form=“形作る、言葉で表す”

form: プラトンのイデア、アリストテレスの形相

- ・ 哲学者の今道友信氏:

(プラトンの)精神の目を見た形、すなわちイデアという形に観念化(概念化)したものが情報

- ・ 経営学者の藤本隆宏氏、社会学者の吉田民人氏:

ともに情報とはアリストテレスの形相(外界の事物に内在し、素材に一定の形を与えて存在物として成立させる構成原理)である、という点で一致

社会情報(2)(社会学:吉田民人氏)

情報のカテゴリ	実証科学	設計科学
最広義 物質・エネルギーのパターン	法則科学 物理学・化学	工学
広義 生物と人間に関し、任意の 進化段階の記号の集合	シグナル性の プログラム科学 生物学	遺伝子工学
狭義・最狭義 人間に関わるシンボル記 号の集合。特に自然言語	シンボル性の プログラム科学 人文・社会科学	政策科学・ 社会工学

*プログラム科学:生物的自然と人間的な自然を対象に、進化するプロセスにおける記号の集合に関して、記述、説明、予測、設計、選択を行う科学

情報の基本的な取り扱い(1)

- ・ 情報をいかに認識するか・・・ソシユール

人間は、その時点までに獲得している情報の構造で世界を見ている。人間の活動を通じ、この構造は分化と統合が進められ変容していく

- ・ 得られた情報の意味は何か・・・パース

記号(情報)と対象だけでなく、解釈項(記号は解釈項を媒介にして対象の意味につながる)を加え、3項で整理。解釈項はそれ自体新しい記号としてそれと対象をつなぐもう一つの解釈項を生み、それがまた新しい記号としてというようにパースは記号の意味作用を非常にダイナミックにとらえた。ここで解釈項は推論機能(演えき法、帰納法、発想法)と見なされる

情報の基本的な取り扱い(2)

推論(既知の情報から新たな情報を導く)

演えき法: 既知の情報の中に潜在的に含まれている内容を明確化。既知の情報が真であれば、抽出された内容も必ず真。厳密にいうと新たな情報が得られるわけではないが、明確になった内容から高い有用性が得られる

帰納法: 有限の具体的な情報から、一般的に何が言えるかという結論を導く。これにより、新たな情報を獲得、知識を拡大、発展させる

発想法: 問題解決、法則や原理の発見、新知識の獲得など、観察結果にもとづき、情報や知識を拡大、発展させる。帰納法と異なり、有限数のインスタンスに関する事実から別の種類の事実、原因、直接観察のできない法則や原理などを推論する

情報の基本的な取り扱い(3)

情報の発信：言語技術

西欧では、紀元前から言語技術の体系化が進み、リベラルアーツの1つとして徹底教育が行われていたが、わが国の学校教育では、まだほとんどその態勢ができていない

情報発信のための言語技術：1つの情報システムに相当

構成3原則

- 1) 対話形式：問い→答え→問い→答え→問い→…
- 2) 段階的詳細化：情報全体→章→節→パラグラフ→文→
単語→文字(音節)
- 3) ①演えき法・帰納法による論証
②重要度順・時間順・空間順などによる記述

人間の情報行動の基本モデル(1)

情報にもとづく人間の行動は当初、**情動(推論や知識ではなく、本能や直観にもとづく意思や行為の決定)**によっていたであろう。しかし、情動のみで行動を進めたのでは、不適切なプロセスが実行され、不満足な結果に終わる懸念がある。そこで目標と行動の進め方について周到な検討を行い、最適と考えられる計画を立てた上で、それに従って実行に取りかかるようになった。

計画の周到な検討により、実行結果が満足のいくものに近づくことが期待されるが、それでもまだ目標が達成されなかったり、プロセスが適切でない可能性は残る。そこで実行結果を分析して、目標未達やプロセスが不適切だった場合、修正計画を作って再実行する。このようにして形成されたのが**Plan-Do-Check-Act (PDCA)のプロセス**である

人間の情報行動の基本モデル(2)

《 仮説実証法 ≡ PDCAサイクル 》

← 技術や科学の歴史に関する考察(市川惇信氏)

← 生産システムに関する考察(人見勝人氏)

人間が事を行おうとする限り、“方略的計画”、“全般的計画”、“プロセス計画”、“スケジューリング”、“実施”、および“統制”のプロセスを含んだ多段階・入れ子構造のPDCAサイクルは、情報を活用して適切に活動を行い、またその成果を不断に改善・改革していくための基本モデルになる

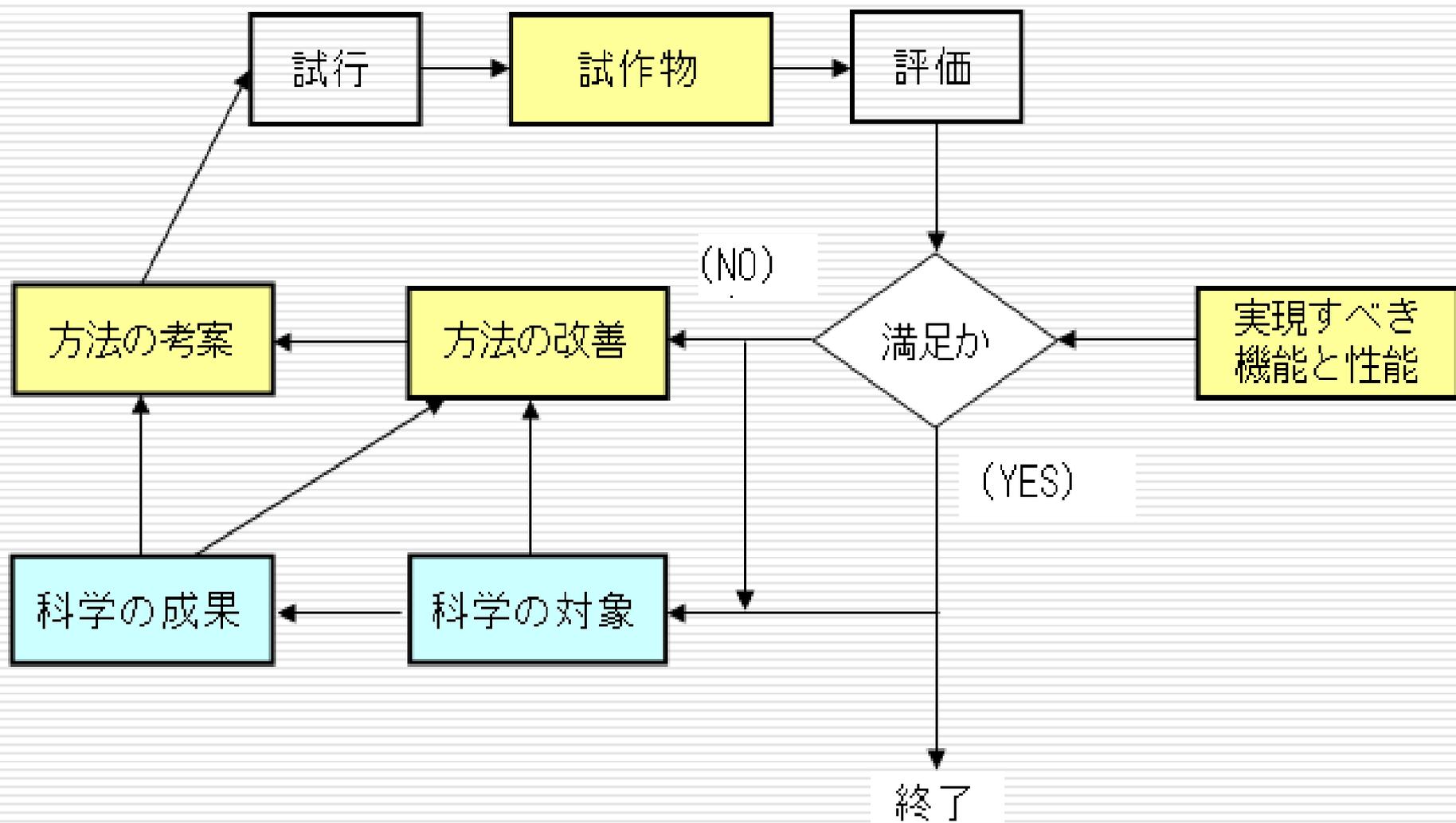
人間の情報行動の基本モデル(3)

仮説実証法(PDCAサイクル)の各プロセスは
発想、演えき、帰納の3つの推論プロセスによって
支えられている

人間の情報行動というときの情報は
基礎情報学における情報でなければならない
(生命情報、社会情報、機械情報)

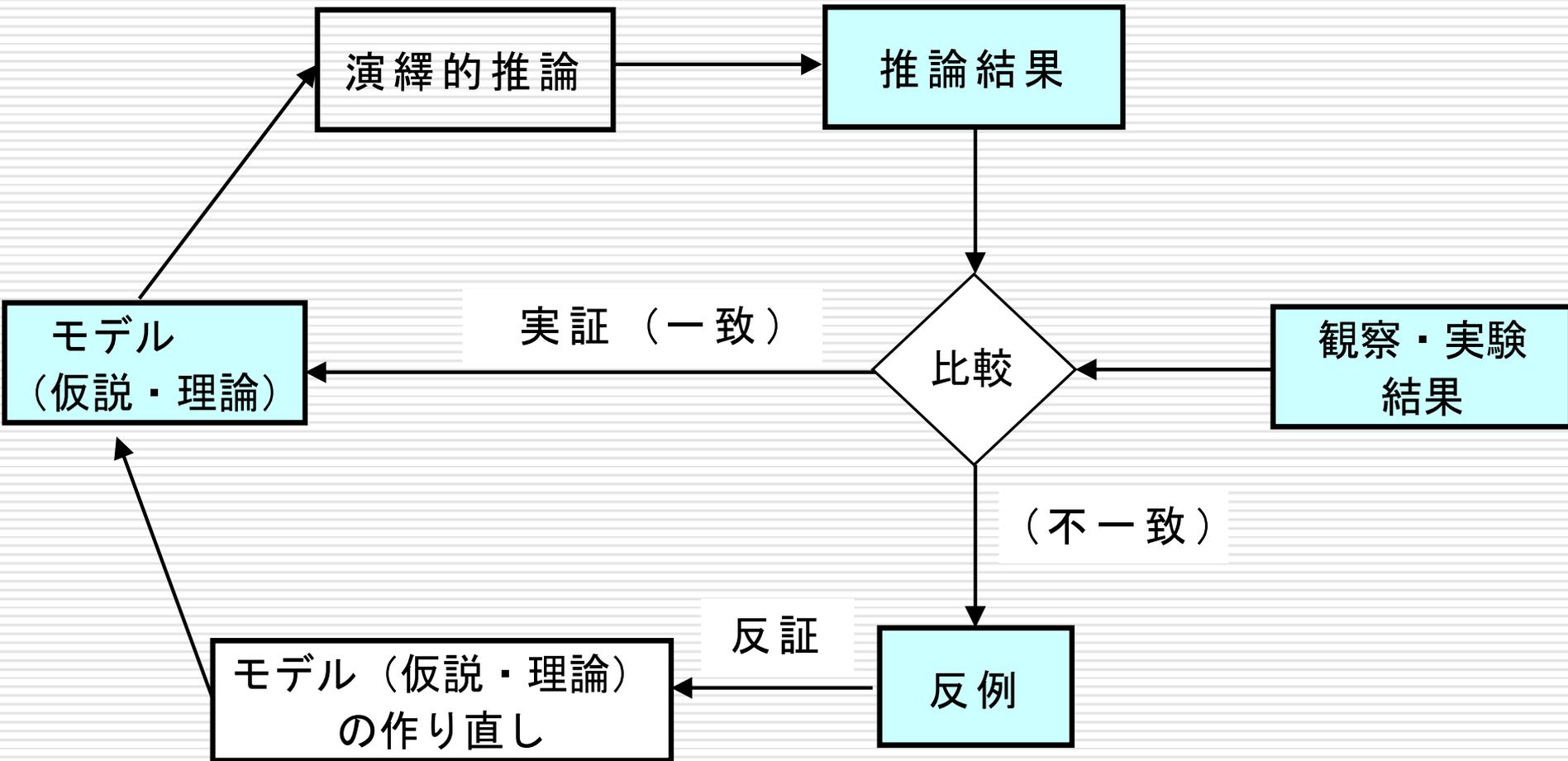
企業の知識創造過程
暗黙知を基盤とするプロセス(野中郁次郎氏)

人間の情報行動の基本モデル: 技術に関する仮説実証サイクル



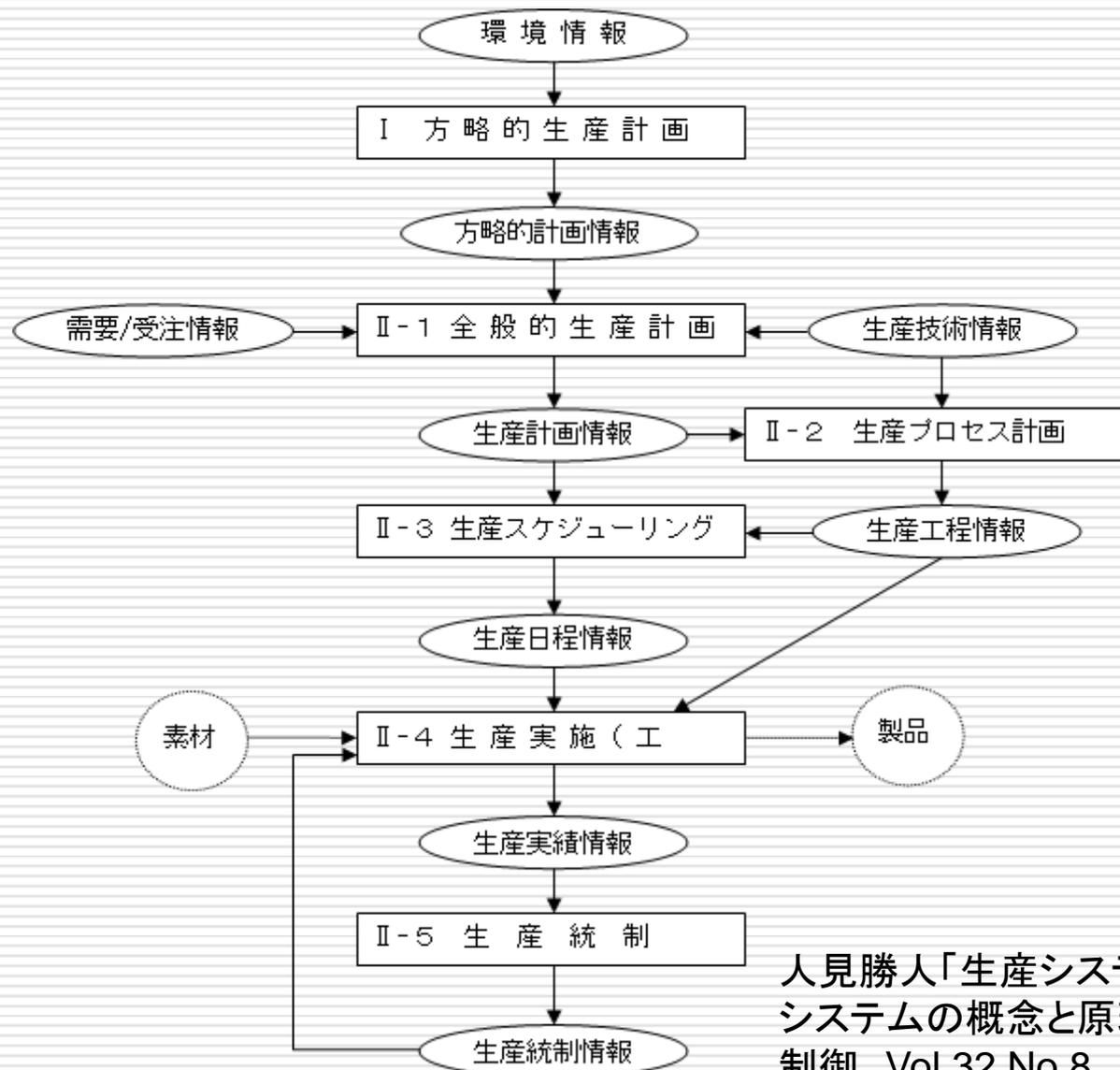
市川惇信『科学が進化する5つの条件』岩波書店

人間の情報行動の基本モデル: 科学に関する仮説実証サイクル



市川惇信『科学が進化する5つの条件』岩波書店

人間の情報行動の基本モデル: 生産システムにおけるPDCAサイクル



人見勝人「生産システム論- I —生産システムの概念と原理—」システムと制御, Vol.32, No.8

情報システムの本質モデル(1)

構造化分析技法(デマルコ)

表記: データフローダイアグラム

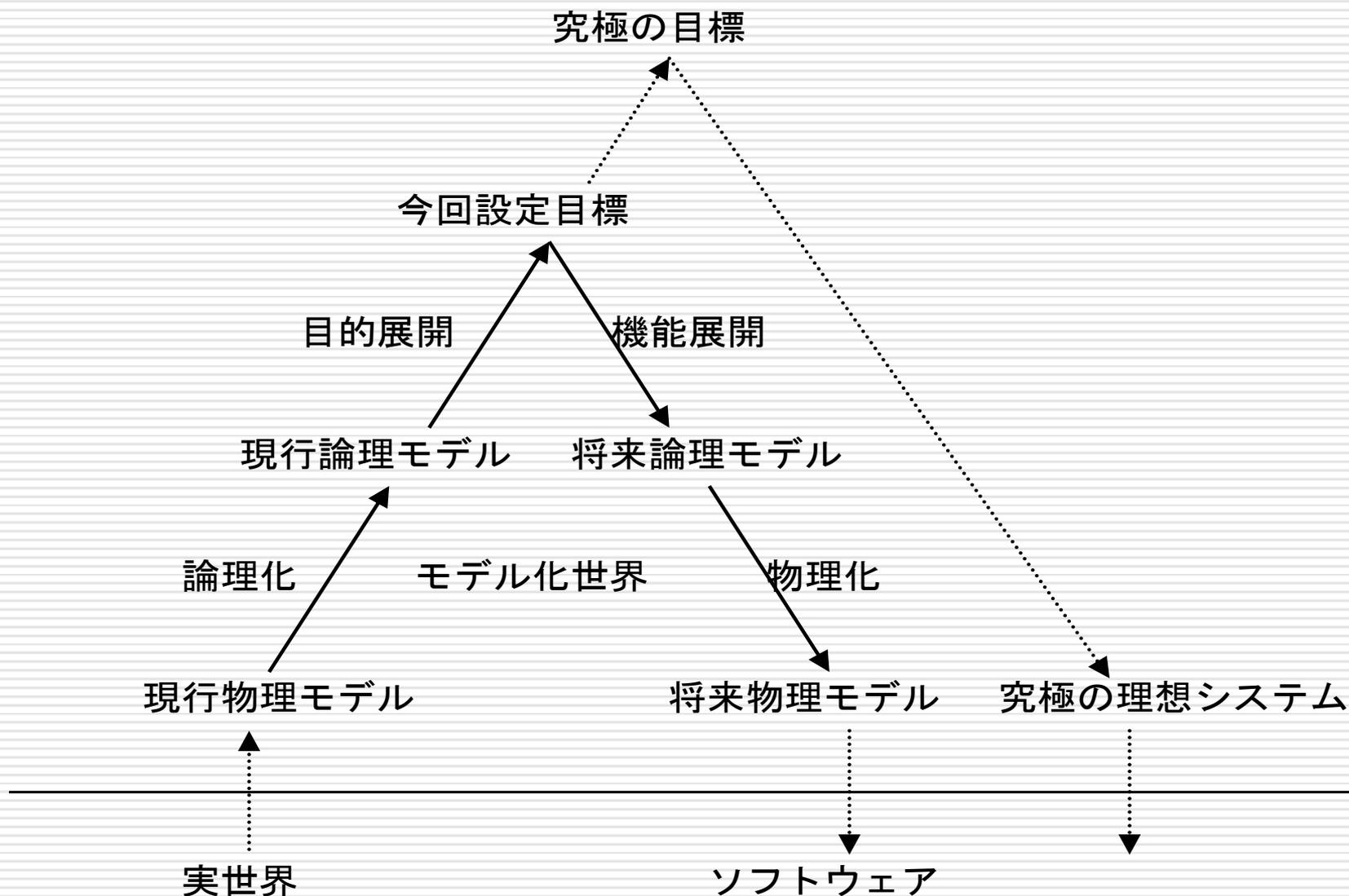
分析手順

現行物理→現行論理→将来論理→将来物理

問題点

- (1) 分割のしかたが主観に頼っていて、人によりまちまち
- (2) どのようにすれば論理化したことになるのか、基準も方法論も不明確

情報システムの本質モデル(2)



情報システムの本質モデル(3)

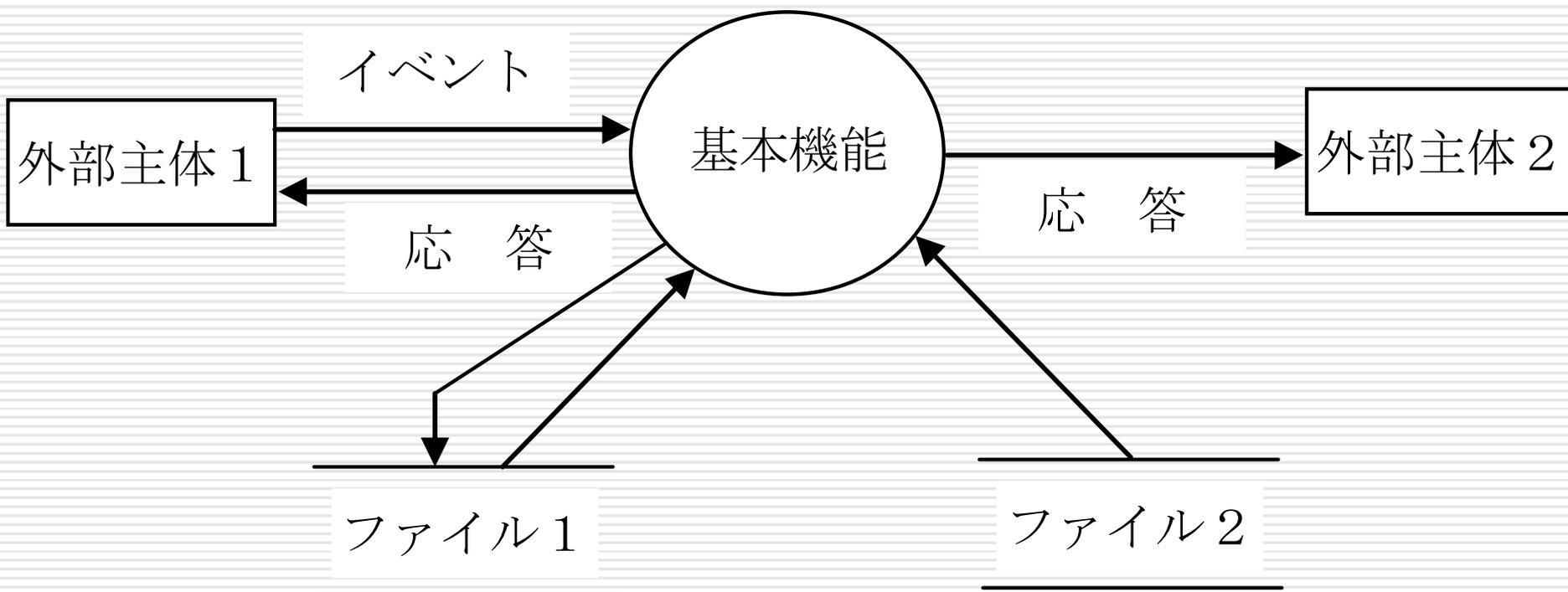
マクメナミン と パルマー

- (1) 外界などからのイベント(事象)に応答することが、システムの本質であると考えられる。そこでまず、このシステムに
応答を要求するイベントを一覧表にする。イベントには、外部の主体が要求するものと、時刻に応じて発生するものがある。
- (2) 1イベントに対して、このシステムとして1処理単位
(データフローダイアグラムの円または楕円1個)が応答するものとして、処理機能分割の基本単位を定義する。
- (3) 情報は、システム内の他の処理単位と、必ずファイルを経由して 接続する。

本質モデルはナドラーの提唱したワークデザインの理想システムと等価

情報システムの本質モデル(4)

本質モデルの基本パターン例



情報システムの進化(1)

生物システムの特徴

- (1) 物質やエネルギーに関して開放系であり、**恒常性維持**の機能をもつ
- (2) 非平衡の開放システムとして、**自己組織性**をもつ
- (3) 自分で自分をつくり上げる自己創出の働き
(**オートポイエーシス**: 生物として最も本質的な特徴)

情報に関しては、刺激を受けて生命体の内部に生命情報が発生する。そこで出現する意味内容は、生物の生存のための行為と一体的である

西垣通『生命と機械をつなぐ知』高陵社書店

情報システムの進化(2)

- 本質モデルとしての人間の心的システムは、生物としての特性を保持したオートポイエティック・システムであるが、基礎情報学によると、複数の心的システムを環境にもつ家族や企業などの組織もまた、オートポイエティック・システムであり、**社会全体が階層的オートポイエティック・システムにより成り立っている**
- 情報システムの歴史とは、本質モデルとしての人間の心的システムが、さらに機能を拡張した本質モデルとして、**いかに社会的に分化した共同体や組織を、新たな階層的オートポイエティック・システムとして創発していったかの歴史である**

情報システムの進化(3)

社会システムの3つの進化段階・・・ルーマン

- (1) **環節的分化**: 最も単純な分化の原理
原始社会のように単純な社会の分け方で1つの社会を家族、種族、村落など、同等の部分に分ける
- (2) **成層的分化**: 農耕牧畜の発展にともなう、より複雑な問題に対応するため、聖職者、貴族、農民など身分階級制度が成立
- (3) **機能的分化**: 真理、貨幣、権力、愛などの概念を中心に、コミュニケーションを継続しながら秩序を形成し、それぞれの機能を果たしていく、学問システム、経済システム、政治システム、家族システムなどの社会システムが成立

情報システムの進化(4)

現代は、課題の複雑さがさらに著しく増大したため、
機能的分化も極端に進んだ社会になっている

情報システム進化の法則

アシュビーの法則

複雑多様な環境に対応して生き延びていくために
システムは、環境と同じ程度の複雑多様性をその
内部にもたなければならない

情報システムの進化(5)

技術システム進化の法則(TRIZ)

- (1) すべての技術システムは、理想性が増加する方向に進化する
- (2) システムの各部分是不均一な速度で進化する
- (3) 技術システムは、単一から二体システム、多体システムへという方向に進化する
- (4) 技術システムは固定的な構造から柔軟で適応型のシステムに進化する
- (5) 技術システムの進化に伴いエネルギー源と作用体間の経路が短縮する
- (6) 技術システムは作用体が分解する方向に進化する

情報システム進化のための課題(1)

- これまで、情報システムは、機器、職場、工場、企業、企業間などを対象として開発を進めてきた。きわめて高いレベルのシステムの開発に成功している。しかし、これらはすべて**ミクロ経済**に関わるものである。ここから、2つの方向への展開が考えられる
 - ⇒ **個人の情報システム**
 - ⇒ **マクロ経済、メゾ経済に関わる情報システム**
(メゾ: マクロとミクロの中間規模)

情報システム進化のための課題(2)

・個人の情報システム

モバイル、クラウド、ソーシャルメディア、ビッグデータ、センサー、位置情報などをシーズとして、飛躍的な発展がはじまっている(『コンテキストの時代』)

- ・優れた公共(官公庁)システムは、個人の婚姻、出生、入学、引っ越し、通院・入院、医療費の決済、確定申告、失業保険や児童手当の受給、パスポートや運転免許証の取得、自動車登録、建築許可申請、図書館利用、盗難、年金受給などのイベントに関わる情報サービスを提供する個人の情報システムと見てよい

情報システム進化のための課題(3)

- ・マクロ経済、メゾ経済に関わる情報システム

まだ手つかずで、現在社会的な大きな問題のほとんどがこの領域で起きている ⇒ **情報システム専門家の取り組むべき最重要課題**

- ・従来、どのような解決策が考えられてきたか①

⇒ **社会主義経済**

理論的には最適化可能であるが、情報システムが適切に機能せず、著しい停滞が生じ、破たんしている

要因1 社会の各機能の凝集度が低く、結合度が高い

要因2 人間の認知能力の限界

要因3 人々が必ずしも善意で行動しない

情報システム進化のための課題(4)

・従来、どのような解決策が考えられてきたか②

⇒市場主義経済

理論的には最適化可能であり、経済も成長するが、格差が拡大し、また、情報システムが適切に機能せず、破たんにいたることがある(サブプライム問題、リーマンショック、世界経済危機)

要因1 各機能の凝集度が低く、結合度が高くなることがある

要因2 人間の認知能力の限界

要因3 人々が必ずしも善意で行動しない

⇒ハイブリッド・システム(市場主義経済 + 社会主義経済)

情報システム進化のための課題(5)

事例: スウェーデンの取り組み

市場主義経済を前提にしながら福祉国家づくりを進めてきた。現在、国際競争力、国民1人当たりGDP、相対貧困率、債務残高対GDP、幸福度など国際的に比較される重要な指標のほとんどで、日本をはるかに上回る成果を挙げている

- ・市場主義経済と社会主義経済の共存が、理論的に成り立つか

仮説: 社会システムはオートポイエティック・システムである。したがって、各システム機能は閉鎖系であり、自らの基準にもとづいて作動する

情報システム進化のための課題(6)

1つの社会で市場主義経済と社会主義経済を両立させるには、分化した各システムごとに、例えば経済システムは市場主義経済の考え方で、教育、医療、福祉等のシステムは社会主義経済の考え方で動かせばよい。分化した各システムは、他のシステムを環境としてもちながらも、機能的には独立して作動するので、共存が可能になる。

ただし、教育、医療、福祉等のシステムを社会主義経済の考え方で動かすには、多くのコストがかかる。そのため、市場主義経済システムを最大限効率的に動かして余剰をつくり、社会主義経済システムに供給する

情報システム進化のための課題(7)

- ・ 人々の生活に重大な影響を及ぼす経済システムに関して、理論的に経済の最適状態が2通りあることが、すでに判明している。しかし、大きく3つの要因を克服できないため、その最適状態が実現できていない

今後この問題を解決していくことが
情報システムの専門家が果たすべき
最も重要な社会的役割である
