

サービス科学への 統計科学からの期待： 何が必要とされているのか？

情報・システム研究機構
統計数理研究所
椿 広計
2012/04/27 JST説明会にて

お品書き

- 自己紹介：なぜ私がサービス科学？
 - 私の立場
 - 統計科学？、情報循環設計科学？ Quality Management？
 - 限られた経験を振り返る
 - 1980年代日本的品質管理全盛期の活動
- サービス科学の4つの特徴と難しさに関する私見
- おわりに

1. 自己紹介

サービス科学に関する
横断的活動？

サービス科学、面白そうだけれども
これまでの延長で何とかできるのか？

一統計家にとっての「科学」 古典的統計科学の目指したもの

- Karl Pearson(1892):
「科学の文法」の方法的側面＝統計
 - 思想的背景: **自由思想の倫理: Freethinker**
 - 権威主義と対峙する「実学: Science」
 - 借物でない、事実に基づく主張
 - » 最新の科学的知見を基に行動を立案し
 - » 事実から学ぶ「科学の文法」に立脚し
 - » 人知の及ぶ領域が未だ有限であることを十分認識
 - 闘いの倫理: 奮い立たせる原動力としての科学
 - **プロフェッショナルの倫理: Virtue**
 - » Moral: 皆で守らなければならない規範
 - **ベストを尽くして当該分野において人知が及ぶ領域を拡大**

実証的思考＝認識科学の文法

Plan Do Check⇒Actが日本は弱い(石川馨:終戦後復興期)

- そのプロセス
 - 観測現象の因果関係を分析し仮説的法則を起草する
 - 仮説的法則すなわちモデルを関連する事実当てはめ、経験則を与える.
 - 事実の分類のニーズを検討するために得られたモデルのパフォーマンスをチェックする.
- Intelligenceとは、Associationにて、PhenomenaをControlすること也
 - 日本人留学生夏目金之助 1901年の大学ノート
 - 村岡編(1976)
- 科学は対象ではなく、そのプロセスで特徴付けられる

設計科学と情報循環:理屈とコト作り

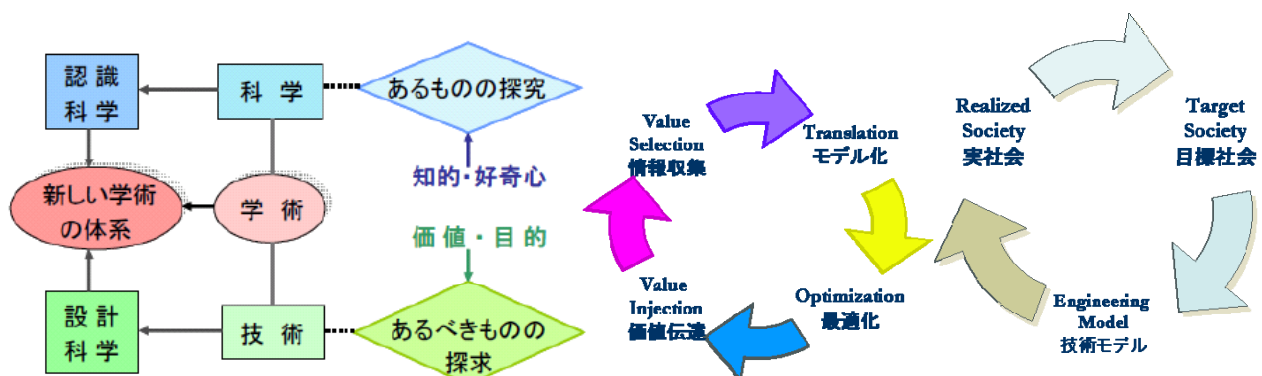
NPO法人横断型基幹科学技術研究団体連合でしごかれたコト

新しい学術の体系(日本学術会議)

知の営みとしての科学から
社会のための科学へ

設計科学の文法を目指して

価値選択に基づく
新たな科学構築手続き



日本学術会議：新しい学術の体系 2種の科学：吉田民人氏提唱

- 知の営みとしての科学
→認識科学
 - 価値・目的に依存しない
 - あるものの探究
 - 文法が存在
- 社会のための科学
→設計科学
 - 価値・目的に依存
 - あるべきものの探求
 - 従来の工学に代わる概念？
 - 文法は？
- 学術体系化の3軸
 - 領域：物質⇒社会
 - 物質<生物<社会
 - 秩序：法則⇒プログラム
 - 法則
 - <シンボル性プログラム
 - <シグナル性プログラム
 - プログラム
 - 絶対的なものではない
 - 違反可能性
 - 価値：普遍⇒Scopeの設定
 - Scope
 - 特定の価値・目的への依存
 - <普遍的

品質管理支援の統計家として

仮説：サービス科学にもISO9000:2000 **質マネジメント8原則**は有効
Shewhart, Deming, Juran, 石川, Boxの知の統合

- 価値に対する2原則
 - (1)顧客のための価値を
 - (2)供給者の互惠関係(利益)維持という価値にも意を払いつつ最適化
 - 質マネジメント特有か？
- マネジメントに対する6原則
 - 何をするのか
 - (3)継続的改善を
 - (4)事実に基づく意思決定で実現
 - 科学的方法による再現性確保
 - どのようにするのか
 - (5)プロセスとその有機的組み合わせとしての(6)システムといった仕事の仕組みをデザインしてパフォーマンスを達成する
 - 属人的でなく、第三者に説明できる方法で
- Humanに対する2原則
 - 誰がやるのか
 - (8)リーダーシップに基づいて、(7)関係する全ての人々で推進
 - 内なるリーダーシップと外からのリーダーシップ

サービス科学との関わり： (社)日本品質管理学会

- 土橋俊人, 高須久, 椿広計 (1985) どう解析するかこのデータ, どう収集するかこの言語情報, 品質, Vol.15, pp. 56-66.
- 椿(1986)質的データのまとめ方, 第2回(財)日本科学技術連盟サービス業における品質管理シンポジウム資料集, pp.149 -159.
 - 質的情報や言語情報分析に対する企業調査の結果を紹介
 - 今後、サービス産業でどのような統計解析手法が必要とされるか
 - 樹形モデル(データマイニングにおける推論エンジン)への期待

品質誌：1984Vol.14,1985 Vol.15

日本的品質管理全盛期の挑戦：編集委員として

- Vol.14 No.2
 - 論説 品質をこう考える – 品種と品質 – 岩崎 浩一郎
 - 論説 品質に関する種々の考え方 清水 祥一
 - **報文 魅力的品質と当たり前品質 狩野 紀昭**
 - ケースメソッド資料No.71 企画品質表に基づく商品の開発育成 内山 昭朗
 - ケースメソッド資料No.72 酒類の品質 五影 勲
 - ケースメソッド資料No.73 建築物の品質 – 発注者、使用者、そして社会への貢献 – 西原 良治
 - ケースメソッド資料No.74 化粧品品質 高須 久
- No.3
 - 論説 品質管理と市場調査 茅野 健
 - 論説 日本における市場調査発展の経緯 斉藤 金一郎
 - 論説 これからの市場調査に是非使ってほしい調査技術 浅井 晃
 - 解説 市場調査の企画と管理 松戸 明
 - 解説 市場調査の考え方と実際面 – 動的品質管理のすすめ – 倉本 卓次
 - **ケースメソッド資料No.81 航空運輸業における旅客サービスの要求品質展開 – フリーアンサー情報の分析法 – 赤尾 洋二**
 - ケースメソッド資料No.82 顧客の要求するバス交通サービス品質を把握するための市場調査 山田 善靖
 - ケースメソッド資料No.87 感性時代の品質追求 小林 敬
- Vol.15 No.1
 - ケースメソッド資料No.92 三和銀行における品質管理教育の現状と課題 大竹 隆茂
- No.3
 - 論説 品質管理における質的データの重要性 納谷 嘉信
 - 論説 言語データの収集と構造化のための技術 司馬 正次
 - 解説 離散データのモデル化と解析 廣津 千尋
 - 解説 感覚特性の計量化 大橋 靖雄
 - フォーラム どう解析するかこのデータをどう収集するかこの言語情報 土橋 俊人 高須 久 椿 広計
 - ケースメソッド資料No.100 官能評価データの解析 朝倉 康夫
 - ケースメソッド資料No.101 製品企画における競合分析 森 茂樹
- No.4
 - ケースメソッド資料No.103 "新国技館"の要求品質の実現 中島 隆
 - ケースメソッド資料No.105 ホテルインテリアの評価手法の開発 – 建設業における官能検査の適用例 – 宇治川 正人
- **MITは全て非公式に英訳していた**

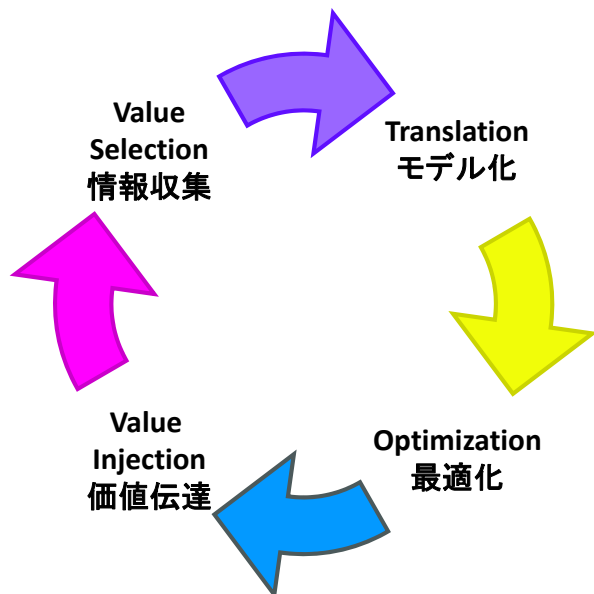
サービス産業のTQC(1980年代)

困難: 成功と途絶

- 栄光!: 方法・マネジメント・実践の結合活動
 - 日科技連: 第1回サービス産業のTQCシンポジウム, 1983
 - 日本品質管理学会
 - 狩野モデル, 1984
 - 質的情報, 言語情報の分析特集, 1985
 - 樹形モデルの必要性, テキストマイニングの必要性
 - 納谷(新QC7つ道具): KJ法, 赤尾のQFD, 近藤のPDPCなど
 - サービス産業でデミング賞取得
 - 常磐ハワイアンセンター(1988)
 - 三和銀行など多くの企業がQM活動
 - 唐津一氏: JALの活動に感心(1984)
 - 狩野紀昭氏
 - 狩野紀昭編(1990)『サービス産業のTQC 実践事例と成功へのアプローチ』日科技連出版社
 - 製造業で成功したTQCはサービス産業でも成功するか? この間に答えるために、デミング賞受賞企業を含む内外8企業の最新のルポを中心に、体系的な視点からTQCの構造を明らかにしたガイドブック。
 - 第1章 サービス産業のTQC実践事例(常磐ハワイアンセンター; 関西電力; ヤマギワ; 菱電サービス; 三和銀行; 近江屋興業; フロリダ電力)
 - 第2章 なぜサービス産業にTQCが必要か
 - 第3章 TQCは基本をしっかりと理解すると成功する—TQCの基本
 - 第4章 効果が上がるQC手法の活用法
 - 第5章 TQC, QCサークルの導入・推進には定石がある
 - 第6章 これからのサービス産業の動向と課題—サービス産業の国際化をめぐる
- 後継なく途絶: サービス産業のTQCシンポジウムも数回で終わる

栄光に学ぶ: 情報循環を彩る業績

- 価値発見
 - Kano Model
- モデルへの変換
 - QFD
- 最適化
 - Taguchi Method
- 価値注入(実装)
 - Missing
- **ひたすら普及・啓発**
 - 国際的認知



栄光に学ぶ：SSEプロジェクトの特殊性

—単一プロジェクトではなく、複数プロジェクトの総合体としての価値形成—

- × 特定の方法の特定の分野への適用研究
- △ 特定の方法を多様な分野に適用し、その適用範囲を明らかにする研究
- △ 多様な方法を有機的に融合し、産学連携で特定の分野に適用する研究
- ○ 多様な方法を有機的に融合し、産学連携で多様な分野に適用し、その方法体系の適用範囲を明らかにする研究：5年である程度効果が出る！！
 - 「分野のために、かつ多分野を俯瞰する」の同時実現
 - 単一プロジェクトでは実現不可能？領域形成で実現
 - 全研究プロジェクト貫く設計思想
 - 困難：公募型プロジェクトでどうやってどのような価値を実現するのかのベクトルを合わせる？

挫折に学ぶ

- 理論的支柱の欠如
 - 社会科学・人間科学＋経済・経営科学
 - データアプローチの不遜
- モノづくりに比して、成功の不確実性が大
 - 人文社会科学(経営科学)理論で解釈できない
 - 工学的成功Caseの集積だけ：使った・効いた・良かった
 - 産は失敗すると離脱(打率25%→30%は本来は重要)
 - 科学的アプローチまで捨てる
- 学の進化の仕組み欠如
 - ツールの利用法
 - コンサルタントとしての大学人は当時認められない
 - 学の再生が出来ない
 - 適用論文しか書けない

2. サービス科学の特徴と難しさ

サービスを対象とする科学を 困難とする3つの特徴

- 認識科学ではなく**設計科学**であること
 - 人間的価値に強く依存する科学
- **社会システム設計科学**であること
 - パフォーマンスに影響を与えるシステムが「法則(連続)」ではなく「**プログラム(離散的)**」を基盤
- 達成される**価値変動**が大:リスクが大
 - パフォーマンスや質自体の個体変動が大
 - 個体間変動、個体内変動(時空間変動)
 - 変動の決定要因も種々の環境要因、競争要因とその交互作用に支配
 - 多プレイヤーが織りなすシナリオと提供プログラムとのInteraction

2-1 サービス科学の 設計科学としての面白さ

設計科学の文法としての
情報循環設計科学

設計科学の文法を求めて

—漱石文学論の目指したもの—

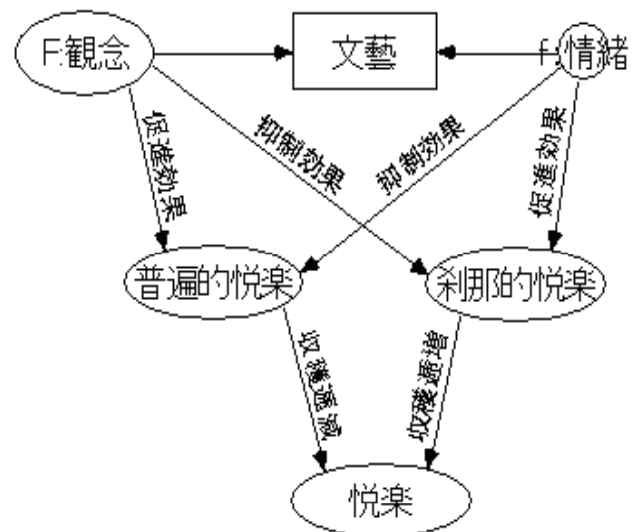
法則の認識から
法則(機能)の改善と最適化へ
「自分ならもっと適切に
Artを科学に出来る」

文藝といえば, F+f 共通性+個性

- Pearson(1892)「科学の文法」
 - Spearman(1904)の因子モデル
 - F/fを最大化: 個別の価値への依存度を最小化
 - 認識科学の文法
 - 夏目(1901)文学論ノート(村岡編,1976), 再び
 - Artを学術にするには上記の認識だけでは不十分
 - 悦楽の非線形最適化問題
 - P(F,f)の最大化
 - F/fが大きくなると理屈っぽく
 - 小さいと馬鹿馬鹿しい

文藝は科学たりえたか 漱石の10年計画と挫折

- 生産関数アプローチ
 - Pleasure is proportional to the amount of energy spent.



$$R = \frac{\text{P.E. (energy spent at a time)}}{\text{T.E. (sum total of energy)}}$$

$RL < R < RU \rightarrow \textit{pleasure}$

$RL < R < Rl \rightarrow \textit{ease, clearness, unity} \rightarrow \textit{pleasure}$

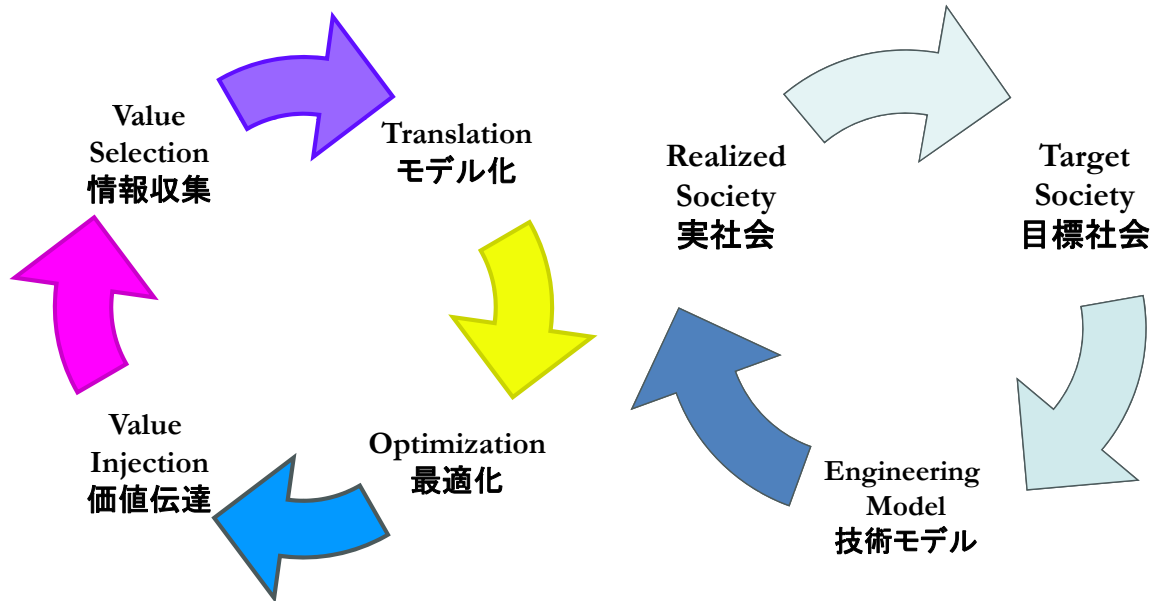
$Ru < R < RU \rightarrow \textit{force, novelty, difficulty} \rightarrow \textit{pleasure}$

解釈には自信ありませんが

狩野モデル
品質2元論

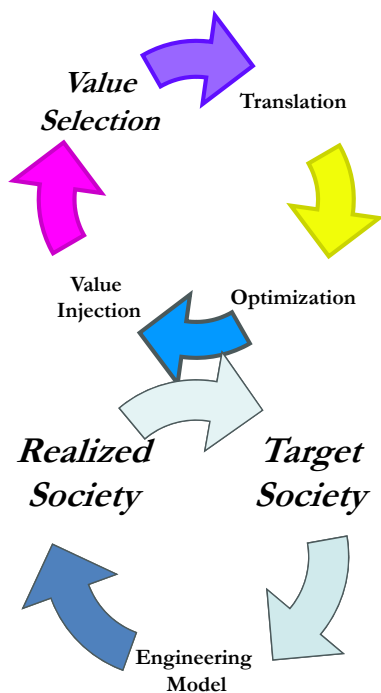
設計科学構築とは 技術開発(設計科学)の文法の構築

Modeling Technology Development: 3 Fields and 4 Steps



Tsubaki, Nishina, Yamada eds. (2008) The Grammar of Technology Development, Springer.

Step 1: 価値の選択



- 目的
 - 認知品質(顧客の声)のあるべき姿を定義
 - 開発者の気づきの促進
- 戦略
 - 現存する社会と投入する製品・技術に影響を受ける社会との乖離(顧客の振る舞いの差)を予測
 - 戦術
 - 消費者行動分析
 - コンジョイント分析
 - 残差分析
 - 発見科学的方法論
 - 探索的分類
 - 知識(チャンス)発見
- N7,P7

例:コンジョイント分析:選好順位の要因分析

商品プロフィール	P4 (GHz)	Memory (MB)	CD	Monitor	HD (GB)	Windows	APPLICATION	価格
1		1.7	128	CD R/W	CRT17	20	ME なし	175400
2		1.7	128	CD R/W	TFT17	40	2000 OFFICE Personal	286400
3		1.7	256	DVD+CD R/W	CRT17	20	2000 OFFICE Personal	231400
4		1.7	256	DVD+CD R/W	TFT17	40	ME なし	273400
5		2	128	DVD+CD R/W	CRT17	40	ME OFFICE Personal	257400
6		2	128	DVD+CD R/W	TFT17	20	2000 なし	311400
7		2	256	CD R/W	CRT17	40	2000 なし	252400
8		2	256	CD R/W	TFT17	20	ME OFFICE Personal	326400

椿、2001、筑波大講義「統計的管理」資料:時代遅れの例で申し訳ありません

Step 2: 変換



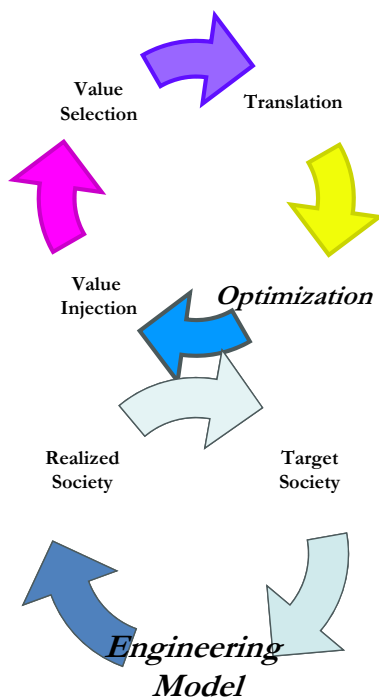
- 目的
 - 社会における認知品質要素を技術モデルにおける機能品質要素に変換
- 戦略
 - 社会のあるべき姿を達成するのに必要なシステムを明確化
 - 戦術
 - 特性要因図
 - 連関図
 - 品質機能展開

認知品質を機能品質に変換する方法 定性的方法としての Quality Function Deployment

ビジネススクール教育の要求品質展開: 椿(2009)品質管理学会誌

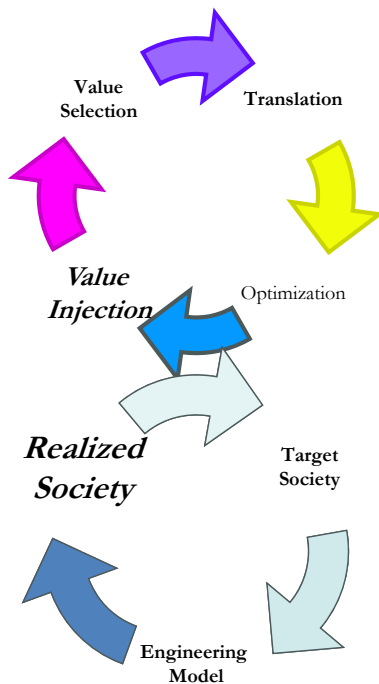
経営プロフェッショナル力量		経営専門知識(提供科目群体系)										
		専門知識1次	組織経営			事業戦略				応用情報		
力量要求一次	力量要求二次	専門知識2 力量重要度	経済理論	ガバナンスと倫理	組織行動	質マネジメント	コストマネジメント	金融	マーケティング	統計分析	OR	情報システム
問題発見	多様性受容	10		1	3	1			3			1
	達成志向	10	1		3	3	1	1				
	先見性	10	1					3	3	1	1	1
意思決定	情報収集力	8					1	1	1	2		2
	創造性指向	8			2	1		1				1
	分析思考	8	2				2	1	2	2	1	
	戦略立案	8	1			1		1	2	1	2	
	リスクマネジメント	8		2	1		1	1		1	2	
適用・実現	組織マネジメント	15		2	4	4	2	2				
	コミュニケーション	15		4	2	2			2			4
		知識寄与度	5	9	15	12	7	11	13	7	6	9

Step 3: 最適化



- 目的と戦略
 - コスト制約下(ビジネス制約)の下での質最適化
 - 技術モデル(システム)上での設計パラメータの制約付き最適化
- 戦術:
 - シミュレーション
 - 実験計画法
 - 決定論的数理計画法
 - 非線形最適化技法
 - マルチクライテリアあるいはパレート最適化

Step 4: 価値の注入

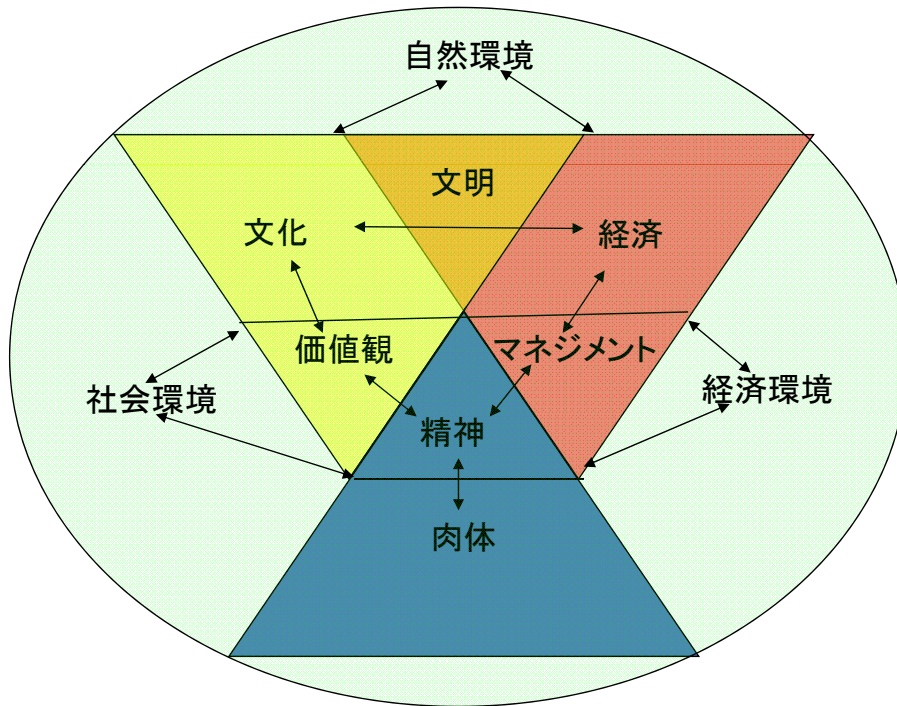


- 目的
 - 技術的に機能品質を実現、更に対応する実社会の認知品質を整合させる
- 戦略(品質経営戦術の欠如):
 - 顧客の気づきの促進
 - 戦術
 - コミュニケーション
 - 情報マネジメント???

サービス科学推進のための 情報循環設計科学

- 情報循環設計科学が支援できる対象
 - 「人間個体」が生活する場としての「社会」を「共同体」と「経営体」という2つの異なる規範に支配される集合体が共存する場と認識
 - 下記3支援領域に存する価値を創生するシステムとその相互作用の同定と設計に関する研究支援
 - 3支援領域が「社会」全体のValue Creationに寄与する構造
 - Tangible Valueを創生する下部構造
 - Intangible Valueを創生する上部構造
 - 両構造には相互作用があることを前提
- 支援領域
 - 個体(Individual)研究
 - 下部構造: 肉体の健康科学
 - 上部構造: 精神・感性の健康科学
 - 共同体(Community, Gemeinschaft)研究
 - 上部構想: 価値観
 - 下部構造: 文化
 - 経営体(Organization, Gesellschaft)研究
 - 上部構造: マネジメント
 - 下部構造: 経済
 - これら3支援領域と相互作用を持つ環境科学についても可能な限り支援
 - 自然環境科学・社会環境科学・経済環境科学

情報循環の設計科学における システムの認識と相互作用研究



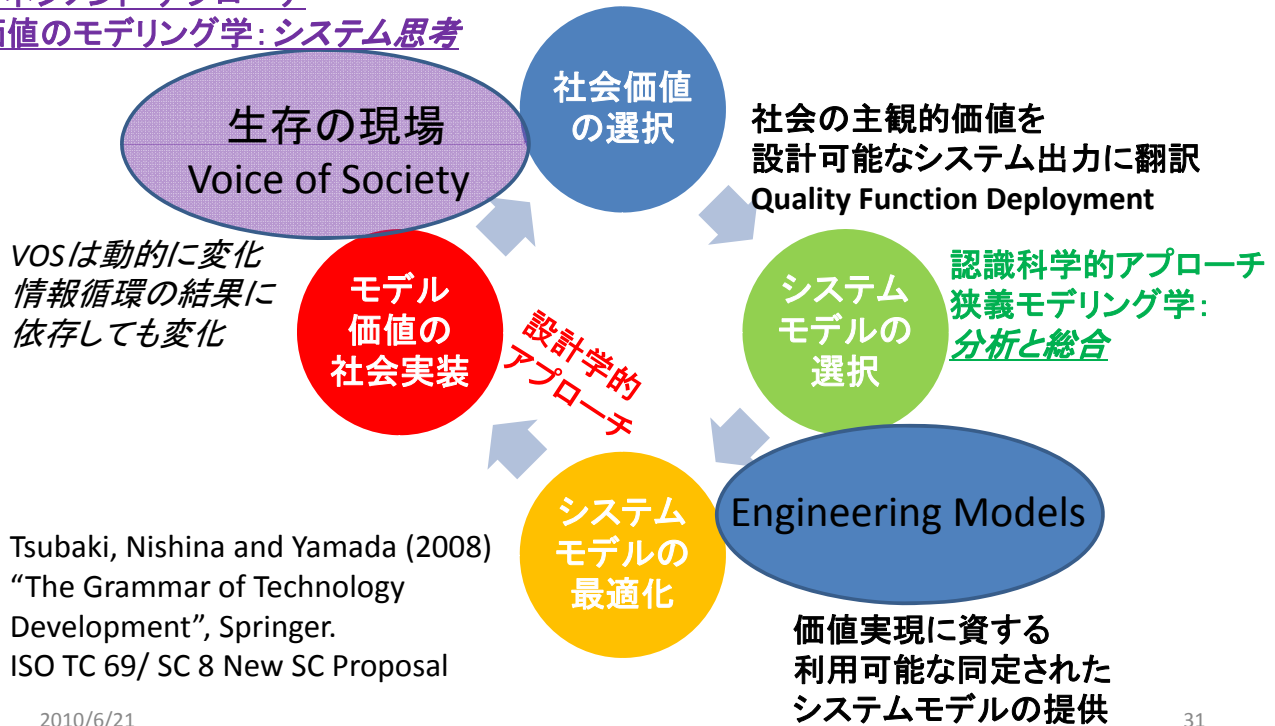
情報循環設計科学が導くサービスシステム科学への3接近

2-2: 第2の面白さと難しさ: 多様な専門家の協業の必要性

情報循環論が導く システム科学への3接近

マネジメント・アプローチ

価値のモデリング学: システム思考



2010/6/21

31

広い意味でのモデリング科学

3接近に対応する3つのモデル対象

- マネジメント: 価値や概念のモデル ⇔ 価値選択を可能にする
 - 有形価値の測定モデル: 「数え上げ」から「動的損失(目的)関数」
 - △ 無形の価値の測定モデル: 「用語」から「潜在変数モデル」

◎ 狭義モデリング科学

- 状況認識のための「一連のシステムモデル」
 - 入出力関係と環境との相互作用モデル
 - 法則
 - △ シンボル性プログラム, シグナル性プログラム

△ 行動デザインを可能にする一連のプロセス(Activities)のモデル

- 情報循環モデルも, 価値実現プロセスモデルの類型
 - 狭義モデリングは, プロセスモデルの一つのプロセス
 - PDCAモデル(科学の文法), Water Fall Model, Fashion Model etc.
- × 多様なプロセスの情報接続(Interface)が殆ど未検討!

概ね3つの近似方針

- ◎ 平均的な挙動を縮約 (Expectation Model)
- 最良の挙動を縮約 (Frontier Model)
- △ 最悪の挙動を縮約 (失敗を学ぶ)

2010/6/21

32

2-3 第3の面白さと難しさ
仕事サービスの質追求がもたらすべきもの
法則科学からプログラム科学へ

仕事やサービスの質は
法則に支配されるのか？

吉田民人氏のプログラムの秩序

- パターンを指定・表示・制御する
何らかの記号列
- 生物・人間系事象のパフォーマンスは
プログラムに支配される？
- サービスの効果性の本質は
有効なプログラム秩序のデザイン？
– 極言すれば、サービスは有効なプログラム

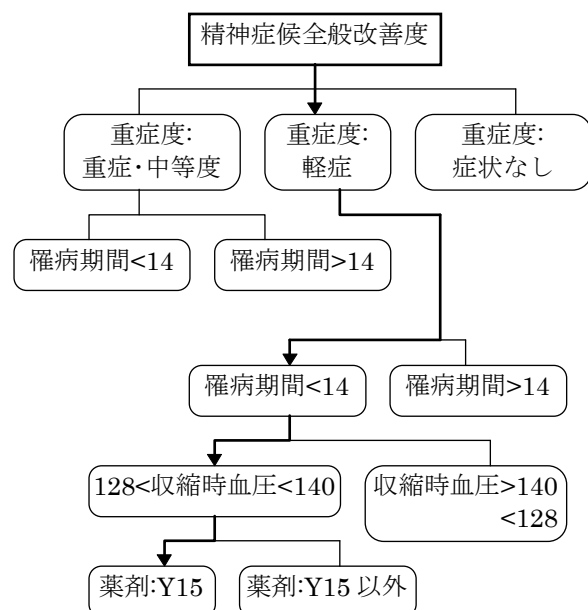
サービス改善の統計科学としての難しさ

統計データベース構築の困難

- 標準化された「ものづくり」プロセスと適応的行動プロセスとの差
 - － 品質管理分野で統計的接近、特に統計的プロセス解析が成功している原因は、統一的構造を持つ実験データないしは調査データで、要因と帰結の因果モデルを構築できるからである
 - － プロセスがある程度標準化されていて、一定のマイルストーン上で測定可能なアクションが配置可能だからと考えられる
 - － 適応的かつ多様な行動を効率的に記述し、データベース化する方法論を検討することが統計的方法の利用のためには必要

プログラムの秩序が支配的であることの難しさ

- プログラムの記述様式が未標準化
 - － プロセスのインプット・アウトプット
 - － その順序などに基づく
 - － 事実の「データ」化が困難
 - － アウトプットパフォーマンスへの影響のモデル化も困難 (Parsimoniousにならない)
 - サービスの機能品質がインプットによってどのように定まるかを規定する方法論が必要
 - 組み合わせ最適化
 - － 整数計画法



茂木、椿、栗原(1998)樹形モデルによる脳循環改善薬治療の予後予測,臨床評価,Vol.26, pp.35-60.

2-4 第3の面白さと難しさ 価値の不確実性の持つ 面白さと困難

サービス・マーケティングの
専門家ではありませんが

サービスの品質 「価値選択過程同定問題」の困難

- サービスの品質
 - サービスの供給者が設定する客観的品質基準
 - Technical Qualityの計測に基づく「客観的品質」に基づく定義
 - ユーザーが、サービスのFunctional Qualityをどのように認知したかに基づいた「主観的品質」
- Parasuraman et al.(1988)の先駆的研究以来の合意
 - The only criteria that count in evaluating service quality are those defined by the customer”
 - 人間中心主義

サービスの質定義の困難 決定要因の多様性と交互作用

主観品質評価の2説

- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. and Berry, L.L.(1988) 'SERVQUAL': A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality, *Journal of Retailing*, 67, 420-450
- サービスの認知品質についても、PZBの期待と実際との差で測るというギャップモデル
 - リグレットと考えられる?
- 実際だけで規定されるという説
- 認知品質決定要因
 - 受益者の価値観
 - 受益者の有する情報
 - サービス行為を享受したという経験自体が最も大きな情報
 - 受益者が選択できるサービスの範囲

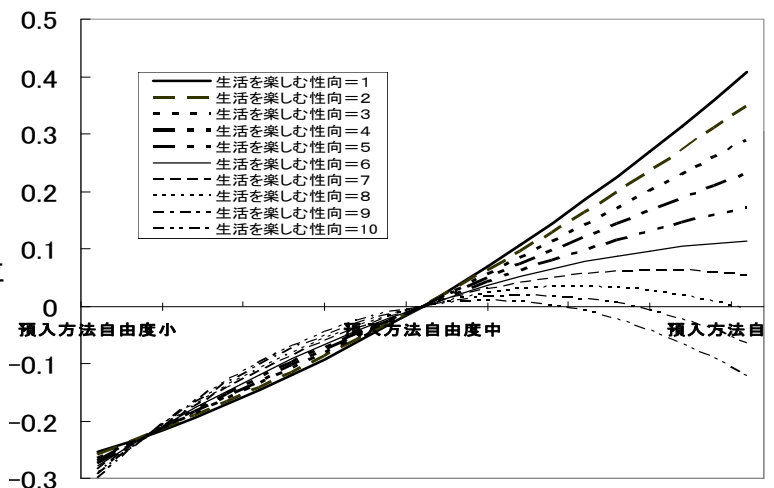
モノの品質評価

- 探索品質が主要な認知品質
 - 消費者が製品を購入する前に評価できる品質
- サービスの品質評価
 - 信頼品質が中心
 - 利用開始後時間経過がないとユーザは評価困難
 - 医師の診断
 - モノに比べて客観的品質情報が入手しにくい

戸谷、西尾、椿(2005)消費者の価値観とリテール金融商品選好, *マーケティングサイエンス*, 14(2), 21-38.

- 金融サービスの選好は消費者の価値観によって規定
- 価値観と商品属性とを共変量にした質的選択モデルの利用
- コンジョイント測定を被験者価値観共変量導入によって、被験者回答負担低減
 - 交互作用解析の利用
 - L27直交表に商品属性を割付
 - 9プロファイルの選好順位回答
 - ある銀行に口座(2001年10月)を持つ800名
 - 事前に5つの価値観調査回答

要因	数値変換	水準1	水準2	水準3
	一次項変換	-1	0	1
	二次項変換	1	0	1
リスク (価値変動)		小	中	大
自己裁量 (自己選択幅)		小	中	大
流動性 (解約自由度)		小	中	大
預金方法 (預入方法自由度)		小	中	大
チャネルバーチャル度		小	中	大
付加価値実利性		小	中	大



3. おわりに: プログラムへの要望

- 司令塔機能としての「マネジメント・サイエンス」
 - 「仮設」的理論で構いません
 - » メタ横断型方法としての情報循環(吉川理論大歓迎)
 - 「価値を発見・選択する」役割の方を支援するという理工学者の使命感
 - グランドデザインに関する意思徹底
 - 異なる「科学の文法」を持つ研究者チーム構成
 - 司令塔のもう一つの役割, 接着剤・触媒の役割をする研究マネジャー
 - 分野型課題: 実現したい価値の分類
 - ヒト・情報に対する価値創生
 - モノ・カネに対する価値創生
- 評価
 - 普及・啓発・水平展開可能性(再現性)・標準化の価値

情熱から情報へ

プログラムへの長期要望: 統計家に戻って

- 多量の情報≠情報量が大きい
- 価値のある情報の循環への期待
 - 情報収集と価値還元のサイクル形成
 - 情報を収めることが価値をもたらす
 - 公的収集
 - » 政策による還元
 - 非営利目的の収集
 - » 情報による還元: 研究の仕組みとして要請
 - 営利目的の収集
 - » 報酬による還元
 - 公的・非営利目的情報の公開利用促進
 - 研究などで生成加工した情報を再利用可能な形で蓄積

参考文献

(スライド内に記述できなかったもの)

- ISO TC176 (2000) ISO 9000: 2000, Quality management systems —Fundamentals and vocabulary.
- Pearson, K. (1892) *The Grammar of Science*, Adam and Charles Black.
- Spearman , C. E. (1904) General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-2
- 日本学術会議学術の在り方常置委員会(2005)報告
新しい学術の在り方－真のscience for societyを求めて－,日本学術会議.
- 村岡勇編(1976)漱石資料－文学論ノート、岩波書店.