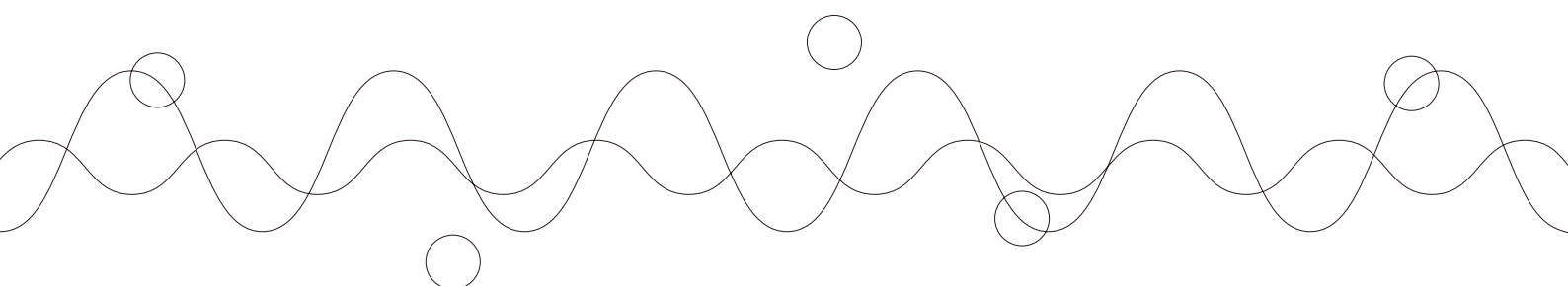


科学技術未来戦略ワークショップ報告書

医療サービスの効率化・高度化のための サービス・サイエンス・エンジニアリング (SSE)



独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

Executive Summary

サービスに科学的手法を導入してその効率化、高度化、あるいは新サービスの創出を図ろうとする、サービスサイエンスあるいは SSME (Service Science, Management and Engineering) に対する関心が世界各国で高まっている。しかしその全体像は必ずしも明確になってはおらず、多くの専門家がそれぞれの視点から模索しているのが実情と考えられる。

研究開発戦略センターではこの分野における研究開発のためのファンディングについて適切なテーマの切りだしを検討している。サービスは多様なため、一般論ではなく具体的なサービスについてどのような科学・工学が貢献できるかを検討する必要がある。

この検討の一環として、このたび医療サービスへの数理情報科学・工学の適用について、医療サービス側、数理情報科学・工学側双方の専門家にお集まりいただいてワークショップを開催した。ここでの議論は、医療サービスの改善や効率化のために取るべき一般的施策ではなく、医療サービス提供側が現在どのような問題点を抱えその解決にどのような数理情報科学・工学が貢献できるのか、新たな研究開発課題は何か、を明らかにすることにフォーカスした。

以下は得られた知見の要約である。

「サービス」の効率化・高度化を図る上での問題点

ワークショップでは医療サービスに関して以下のような多くの問題点が明らかになったが、そのほとんどは医療サービスに限ったものではなく、他のサービスについても共通の問題点であろうと思われる。

- (1) 評価尺度、目的関数の設定
 - ・ サービス需要者の価値観は多様かつ不確実であり評価尺度の設定は困難である。
 - ・ サービスは効率だけでは評価できない。たとえば、病床占有率 = 100% が必ずしも最適というわけではない。
- (2) データと測定方法
 - ・ 評価尺度が決まったとしても、測定できるデータは離散的で不完全である。
 - ・ 得られたデータの信頼性を担保することが難しい。
- (3) モデル化
 - ・ 現実複雑であり、取り扱いやすいモデルを作ることは難しい。例えば、最も基本的な患者数、医師数を予測するモデルすら単純ではない。
 - ・ 医療サービス提供者（医師、看護師、など）、患者の行動パターンがモデル化できない。
- (4) 最適化
 - ・ 現実には制約付き最適化しかできない。

数理情報科学・工学分野の新たな研究開発課題

このような問題（医療サービスに限らず多くのサービスに共通と思われる）を解決するには、現在の数理情報科学・工学だけでは不十分であり、以下のよう新たな研究開発課題に取り組むことが必要である。

(1) パッケージの形成

- ・ 数理・統計・情報などの要素技術・理論を、対象とするサービスに向けてパッケージ化する研究
- ・ さらに心理学・認知科学・社会学などの要素も取り込んだパッケージ化の研究

(2) モデル化

- ・ マイクロストラクチャ、マイクロモデル、階層モデル
- ・ Active Modeling（モデリングとデータ観測のスパイラル）
- ・ 要素還元的モデル化から「機能」の立場でのモデル化へ

(3) 不確実性への対応

- ・ 不確実性をもった最適化
- ・ 不確実性に対する頑健性の確保

(4) 不十分なデータの処理、統合

- ・ Missing Data に対する統計処理
- ・ Personalization（普遍的知識と個別的情報の統合）
- ・ データ同化（演繹と帰納の統合）
- ・ 直接測れないものを、代替する尺度をいくつか組み合わせて推定する手法

(5) 複雑性への対応

- ・ 因果構造（順序、時間要素など）の入ったパラメータを持つ系の最適化
- ・ 経験や理論では届かないところを扱う社会シミュレーション

研究の推進方法

- (1) 医療分野と数理情報科学・工学分野の専門家の協働が必要であることは当然であるが、とくにインパクトの強い医療サービスを選んでモデルプロジェクトとして実施するのが効果的である。
- (2) 数理・統計・情報などの要素技術・理論をパッケージ化し、対象とするサービスに適用（あるいはシミュレーション）し、PDCA サイクルを回しつつモデルと現実との差を埋めていく。
- (3) 必要な情報が得られる社会的メカニズムの構築が重要である。

研究開発戦略センターでは、これらの結果を参考にしつつ更に検討を加えた上で戦略プロポーザルとしてまとめ、広く科学技術政策関係機関、研究者コミュニティに向けて発信していく予定である。

目 次

Executive Summary

1. ワークショップ開催の目的	1
2. セッション報告	7
オープニングセッション	9
セッション 1	
医療サービスの効率と質の評価	17
セッション 2	
医療資源投入量の測定と資源配分	31
セッション 3	
情報科学・統計科学のフロンティア	49
セッション 4	
課題の整理と研究開発課題	65
3. 付 録	75
プログラム	77
参加者一覧	79

1. ワークショップ開催 の目的

1. ワークショップ開催の目的

経済活動の中でのサービスの比重が増加するに伴い、従来「経験と勘」によって行われてきたサービスに科学的手法を導入してその効率化、高度化、あるいは新サービスの創出を図ろうとする、サービスサイエンスあるいは SSME (Service Science, Management and Engineering) に対する関心が世界各国で高まっている。しかしながら、どのようなサービスにどのような科学的手法をどのように導入すればどのような効果が得られるのか、また現状で不足しているものは何か、はまだ明確にはなっておらず、概念的な議論や、あるいは逆に個々の企業についてのケーススタディが行われているのが現状である。

サービスは多様であり異なるサービスを同列に論ずることはできないため、いくつかのサービスについて具体的に検討を行う必要がある。一方で個々の企業（あるいはサービス提供機関）のケーススタディのみでは、「木を見て森を見ず」といった議論に陥る危険性もあり得る。代表的なサービスとしては、医療、防災、交通、運輸、流通、金融、教育、観光、など多様であるが、今回は医療サービスを対象にワークショップを開催した。その理由は、①国民の生活や国の財政に大きな影響を与える分野であり関心が高い、②複雑な要素を多数含む代表的なサービスである、ためである。また、科学的手法のうち、とくにサービスの効率化・高度化に有効と思われる数理情報科学・工学の適用に焦点を当てた。

本ワークショップの目的は、医療サービスの効率化、高度化のために取るべき一般的施策を議論することではなく、医療サービス提供側が現在直面している問題点の解決にどのような数理情報科学・工学が貢献できるのか、逆に言えば、医療サービス提供側の問題点が数理情報科学・工学に対してどのような研究開発課題を提供するのかを明らかにすることである。

医療サービス提供側の問題点といっても非常に広範であるが、大きく分ければ「質」と「量」の問題に分類できると考えられる。この観点から今回は以下の二つにテーマを絞り、医療サービス提供側、数理情報科学・工学側、双方の専門家にお集まりいただいて議論した。

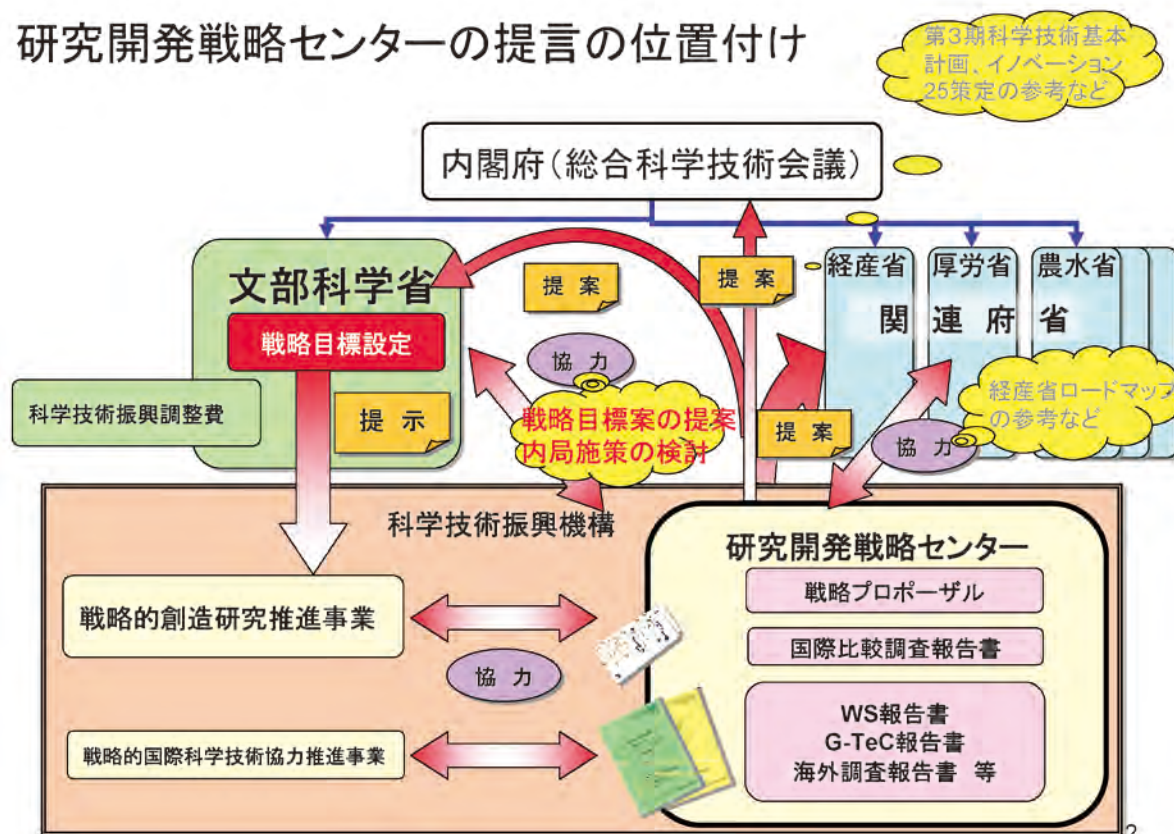
- ・ 医療サービスの効率と質の評価
- ・ 医療資源投入量の測定と資源配分

医療サービスの効率化・高度化のための サービス・サイエンス・エンジニアリング ワークショップ趣旨説明

平成20年10月22日(水)
於)JST研究開発戦略センター

1

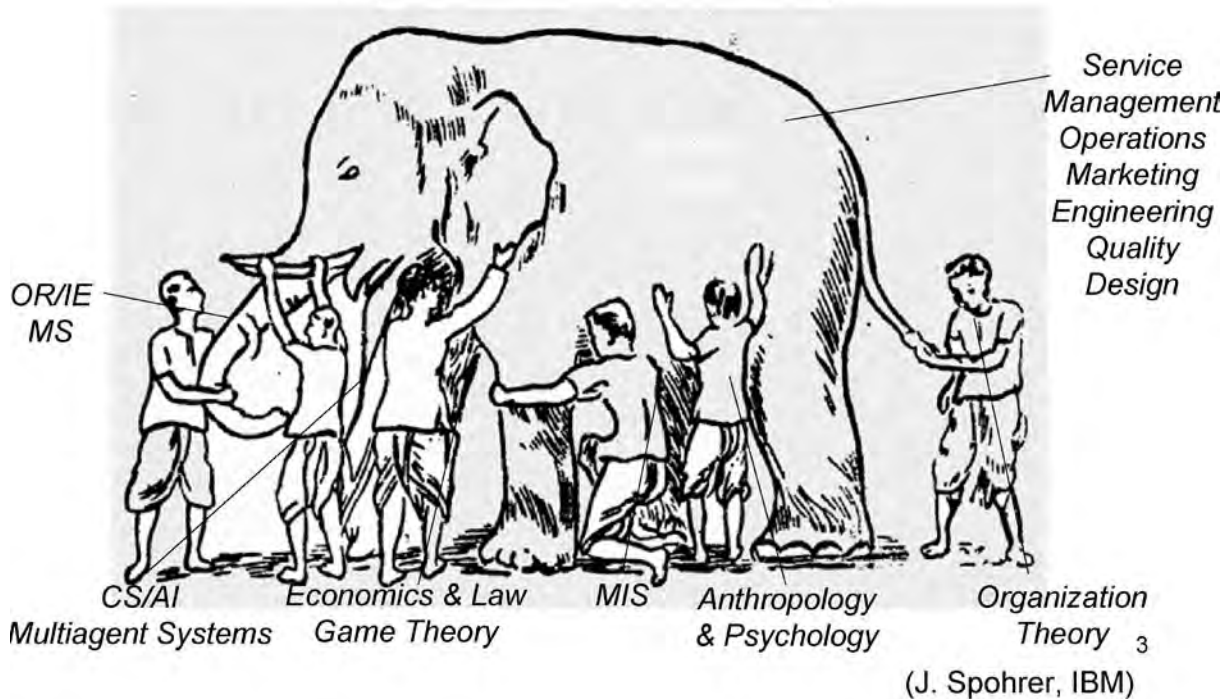
研究開発戦略センターの提言の位置付け



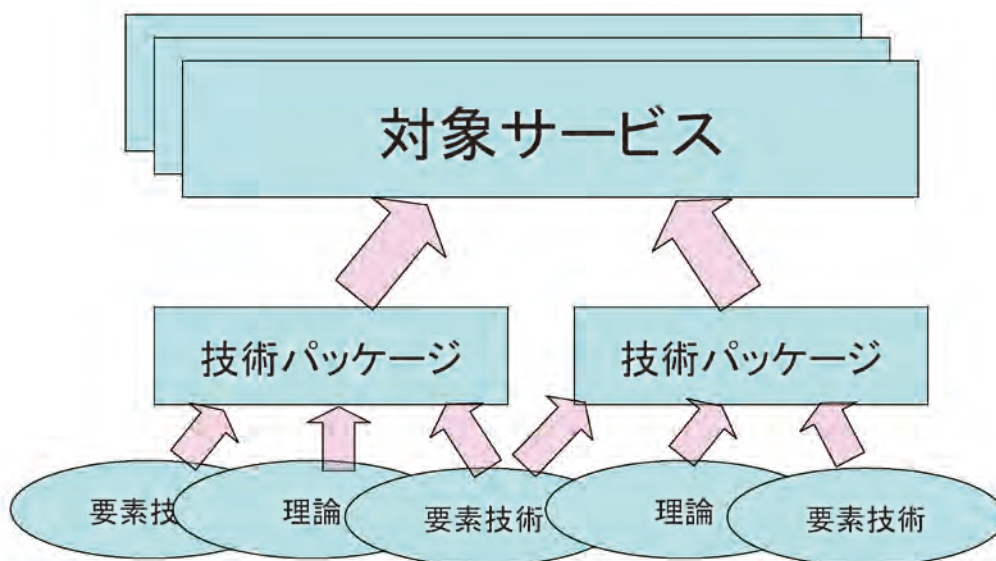
2

“Service science is just

”



SSE検討の構造



4

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

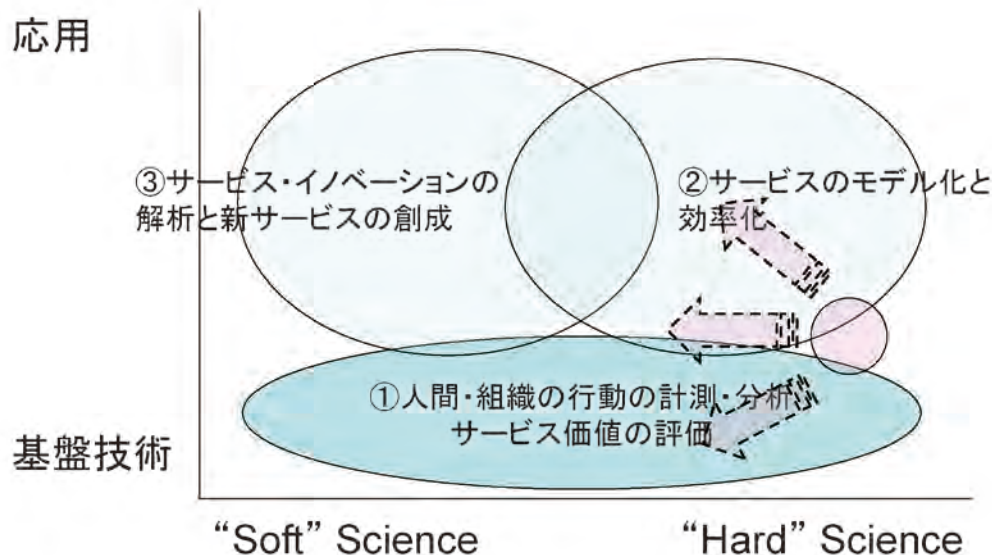
セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付
録

現在行われているサービス研究の カテゴリーと提案の方向性



5

医療サービスWSにおいて検証したい「仮説」

- 医療サービスの効率化と高度化(とくに「医療サービスの効率と質の評価」、「医療資源投入量の測定と資源配分」について)を実現するには、**OR、数理統計、シミュレーション**が有効である。
- そうであると結論づけられた場合は、以下を明らかにする。
 - どのように**有用**なのか(事例)、
 - どのように**組み合わせ**ればよいのか、
 - 要素技術をどこまで**伸ばすべき**か、
 - 要素技術として他に(数理科学の範囲内／外で)必要なことは何か、
 - どのように**研究を進めるべき**か(今までとの違い)
- そうではないと結論づけられた場合は、以下を明らかにする。
 - では、なにが最も有効か
- いずれの場合も、**今後更に検討すべき項目は何か**を明らかにする。

6

2. セッション報告

オープニングセッション

座長：丹羽 邦彦（研究開発戦略センター 上席フェロー）

発表：

- 医療サービスに SSE が貢献する可能性について
開原 成允（国際医療福祉大学大学院 院長）

セッション概要

開原成允院長が、今日医療現場が応えるべきニーズと、サービス・サイエンス・エンジニアリングに対する期待を述べられた。

従来の医療の世界では、診断技術や治療技術を進歩させれば国民は幸福になると考えられてきた。しかし、実際はそうではない。技術が進歩しても、必要な人に届かなければ何の意味も無いからである。医療費の高騰、医師・看護師不足、病院閉鎖、医療難民、医療事故、医療不信など今日社会問題になっている医療の問題は、必要なものが必要な人に届かないことに起因したことが多い。こうした問題をサイエンスの対象にとらえて、どう解決していくかが課題である。

医療の世界には需要者と供給者がいて、その間に様々な制約条件が存在する。このマッチングが課題であるが、需要者である患者や、供給者である医療サービス従事者の行動モデルが明かになっていないため、合理的なマッチングができていない。例えば、患者が毎月 1 回医者にかかるのと、毎週 1 回医者にかかるのとでは、患者数が 4 倍違う。また、医師の行動パターンも、労働基準などを考慮していく必要があり、過去のそれとは異なってきている。双方のモデルを質的側面、量的側面で総合的に考える研究が必要である。

量的側面からは、医療資源の増加、効率配分、効率利用によりサービスの供給量を増大させていくための研究が必要である。例えば、医師・患者数などの将来予測の問題、資源の合理的な配分の問題、医療の効率性測定の問題、医療機関の配置の妥当性の評価の問題、医師・看護師などの作業量の測定の問題などが研究課題となる。

質的側面からは、医療機関の専門化、分業体制の確立により、医療の質を向上させていくための研究が必要である。例えば、医療の質的基準の定式化の問題、医療の質の測定法の開発の問題、医療関係者の行動様式の問題、医療の質

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロントティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

を考慮した医療基本モデルの問題などが研究課題となる。近年、医療において基準（診療ガイドラインなど）ができつつある。この基準を標準的な医療として、そこからの逸脱の程度によって医療の質を定義するということもできるかもしれない。

医療の世界において、サービス・サイエンス・エンジニアリングの対象は、国家レベル（予算配分や診療単価の決定など）、地方自治体レベル（医療計画の策定など）、病院・診療所レベル（病院経営改善など）、患者レベル（患者満足度測定など）で様々なものが存在する。

学術的に利用可能な「データがない」ことが、現在の医療の世界で最大の問題である。すなわち、病院レベルでは病院情報システム等の発達でデータは多く記録されており、国のレベルでは、統計法に基づく厚生統計が存在するものの、学術目的で活用するために必要な「個票」が手に入らないという問題がある。また、診療報酬請求の明細書と請求書（レセプト）の電子化が平成23年までに義務化される。このレセプトのナショナルデータベースを作ろうという委員会で検討が進められている。しかし、これらが学術的に利用可能なものになるか非常に心配である。こうしたマクロデータ、ミクロデータは、いつ、だれが、どこで、どういう医療を受けたという、患者の行動パターンや医療従事者の行動パターンを含み、学術的に非常に有用である。統計法の改正を機会に、国が収集している統計の個票が学術的に非常に重要であり、学術目的の利用を可能にすべきであることを行政に伝えていくべきである。

サービス・サイエンス・エンジニアリングの発達は、データの問題と深く関わっている。学術目的あるいは経営目的等で病院情報システムをもっと活用して、有用な成果を示していくことで、病院でのデータ取得方法についても更なる発展の余地が見出されてくるであろう。

セッションの締めくくりとして最後に、新しい理論（サービス・サイエンス・エンジニアリングがその成果として追究するもののひとつ）は、異なった分野の研究者の出会いから生まれることを念押しされた。

医療サービスに SSEが貢献する可能性について

国際医療福祉大学大学院
開原 成允

今、医療で問題になっていることの例
このような問題の解決にSSEは貢献できるか？

- 医療費の高騰
- 医師・看護師不足
- 病院閉鎖
- 医療難民
- 医療事故
- 医療不信

経済学は「効用」最大化の原理に基づく。 医療の行動原理はないのか？



- 時間
- 場所
- 費用
- 情報

患者と医療をつなぐ
基本原理は何か？

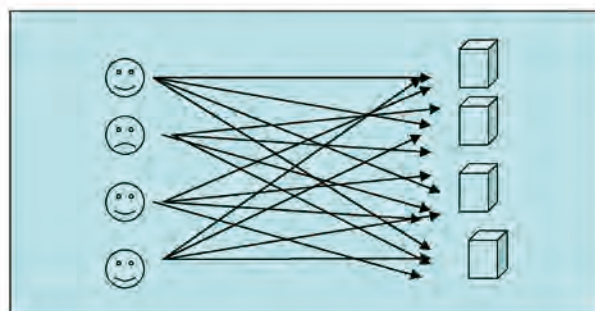
効用の最大を求める
経済学の原則とは
異なるのか？

- 場所
- 設備
- 時間
- 人
- 技術
- 収容限界



基本原理に関する問題

- 医療における「効用」を定義でき、また測定することはできないのか？
- 医療においては、供給が需要を作るのか？
- 均衡点は予測できるのか？



医療においては 「量」と「質」の二つの問題がある

- ・「量」の問題
 - － 医療費の高騰 医療費不足
 - － 医師・看護師不足 人的資源の不足
 - － 病院閉鎖 医師不足
 - － 医療難民 結果として医療を受けられない
- ・「質」の問題
 - － 医療難民 特定の医療を受けられない
 - － 医療事故
 - － 医療不信

「量」に関する問題

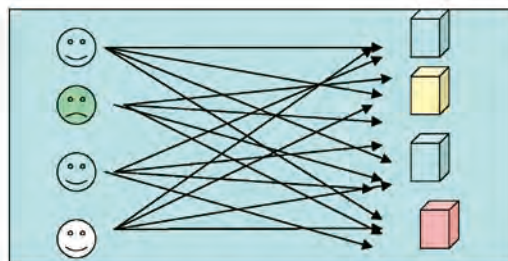
- ・ 供給量を増加させる
 - － 医療資源の増加
 - － 医療資源の効率的な配分
 - － 医療資源の効率的な利用

SSEの視点

- ・ 医師・患者数などの将来予測 → 人口論、時系列
システムダイナミックス
- ・ 予算の合理的な配分 → 線形及び非線形計画法
- ・ 医療の効率性の測定 → 計量経済学、DEA
- ・ 医療機関の配置の妥当性の評価 → 統計学、OR、
ゲーム理論、ネットワーク理論
- ・ 医師・看護師などの作業量の測定 → OR

「質」に関する問題

- ・ 医療の質を向上させる
 - － 医療の質を向上させる
 - － 医療機関の専門化
 - － 医療機関の分業体制



SSEの視点

- ・ 医療の質とは何か？基準の定式化 → 診療ガイドライン
- ・ 医療の質の測定法の開発 → 診療指標
- ・ 医療関係者の行動様式 → 統計分析、データマイニング
- ・ 医療の質を考慮した医療基本モデル

SSEの対象

- ・ 国家
 - － 予算配分
 - － 診療単価の決定
- ・ 地方自治体
 - － 医療計画
- ・ 病院・診療所
 - － 病院経営改善
- ・ 患者
 - － 患者満足度

しかし、今はデータがない

- 統計法に基づく厚生統計
 - － 個表が入手できない
- 診療報酬請求書のナショナルデータベース化
 - － 現在進行中
- 病院では情報システムの普及

新しい理論は、異なった分野の科学者の出会いから生まれる。Cybernetics (Nobert Wiener & Arturo Rosenblueth)も、そして「ゲーム理論」も



John von Neumann



Oskar Morgenstern

セッション 1：医療サービスの効率と質の評価

座長：河川 洋行（国際医療福祉大学医療福祉学部 准教授）

発表：

- 医療サービスの効率と質の評価
河川 洋行（国際医療福祉大学医療福祉学部 准教授）
- 日本における周産期医療システムの効率性評価
青島 耕平（東京医科歯科大学大学院）

セッション概要

導入として河川洋行准教授が医療経済学で使用されている主なサービスの効率性測定手法である「データ包絡分析法（DEA：Data Envelopment Analysis）」と「確率的フロンティア分析法（SFA：Stochastic Frontier Analysis）」についてそれぞれの原理や特徴、手法利用の前提条件を説明した。続いて、SFAによる病院の効率性測定の事例と分析上の課題を紹介した。併せて、青島耕平氏が周産期（妊娠から出産までの期間）における医療を対象とした、DEAによる地域医療システムの効率性測定の事例と分析上の課題を紹介した。

DEAはオペレーションズ・リサーチ（Operations Research）の一手法であり、変数分布や関数形を特定しなくても利用可能（ノンパラメトリック）といった特徴を有している一方、例えばデータ誤差が存在しない等の条件を前提としている手法である。SFAは経済学の一手法であり、DEAと反対にパラメトリックでありDEAよりもデータ誤差に対し頑健（ロバスト）であり、より精緻な手法であるものの、関数形の選択に注意が求められる手法である。

両発表後の討論では、まずパラメトリックな分析手法とノンパラメトリックな分析手法の選択の問題について議論が行われた。DEAとSFAの手法としての比較は既に行われており、今後は両手法をより適切に組み合わせることが重要であるとの指摘がなされた。

次に、分析の際に重要な、効率性の定義について指摘が行われた。これは、公平性も重視すべき医療サービスの評価にとって一般的な効率性の定義を用いて分析を行うことの危険性が妥当な評価基準となるかという問題である。両発表では医療サービス提供側の医療機関や医療システムの効率性を評価の指標として選択している。これは、本当にあるべき評価基準と実際に評価、最適化に利用している評価基準との間に乖離がある場合に生じうる問題点に関するものである。

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

医療サービスの効率性解析に利用するデータについては、情報通信技術(ICT)の発達を背景に、医療現場における大量のデータ収集に向けた努力の必要性が指摘された。この指摘に関連して、解析データに表れていない、全体として医療サービスを構成する個々のサービスの構造、関係性解明のためのモデル化について討論された。すなわち解析において使用される分析モデル(被説明変数と説明変数)を医療サービスの構造(入力から出力が産出される仕組み)の視点からをもっと詳細に分析するべきであり、そのためにも医療サービス内の要所でデータを収集する必要があるという討論である。

また医療機関の効率性を医療機関の「機関内効率性」と「機関間効率性」に分別して解析する必要性が討論された。これは医療サービス受容者(患者)によっての効用を最大化することが結果的にサービス提供者である医療機関の効率性向上につながるが、個々の医療機関がそれぞれ患者の効用の最大化に向けサービス向上に努めた結果、個々の医療機関のサービスの構造が異なってくるという認識をふまえたものである。医療政策の観点からは、医療機関の効率性のうち機関間効率性の差違が重要であるからである。そしてそのような解析を可能とする数理科学的手法の必要性が確認された。

統計学や計量経済学、ORは、解析対象の構造のモデル化を目的とする、いわばトップ・ダウン的な解析手法であり、モデルの精緻化、微細化を指向している。

これらのトップ・ダウン的な解析手法に加え、エージェント・ベースド・シミュレーションのように、微細な構造を積み上げていき最終的に解析対象のモデル化を実現するボトム・アップ的な手法の重要性、有用性が討論された。

また国際学会の傾向としてこの2、3年、医療サービスの効率性に対する関心が高まっていることが報告された。そのような背景も踏まえ、討論では学問分野横断的に様々な解析手法を利用すること、そして分野を超えた研究者の協業を促進するような研究の場の必要性について合意に達した。

講演者スライド (河口洋行 准教授)

医療サービスの効率と質の評価

医療サービス効率化・高度化のための
サービス・サイエンス・エンジニアリング
ワークショップ
2008.10.22

国際医療福祉大学 河口洋行

はじめに

- はじめに
- I. 経済学の効率性概念
- II. 測定手法の開発研究
- III. 主な測定手法(DEA)
- IV. 主な測定手法(SFA)
- V. SFAによる病院の効率性測定

国際医療福祉大学 河口洋行

はじめに

- 市場による選別のみでは問題がある場合には、価格以外の情報を生産することが政策上有効。
- ー経済学における効率性を評価
- 医療制度において、地域医療(医療計画)、病院(組織)等の効率性を評価するニーズが増加
- ー海外では効率性指標を政策利用する場合も
- 医療分野の効率性測定の手法開発を開始
- ⇒手法開発⇒データ整備⇒実用化

国際医療福祉大学 河口洋行

I. 経済学の効率性概念

- 「技術的効率性」:与えられた生産要素の投入水準のもとで、財・サービスの産出量を最大化しているか
- ー医療機器・病床の稼働率が低いなど
- 「資源配分効率性」:与えられた生産水準のもとで、費用を最小化する生産要素の投入を選択しているか
- ー過剰な病床建設や割高な人材利用など

国際医療福祉大学 河口洋行

I. 経済学の効率性概念

国際医療福祉大学 河口洋行

II. 測定手法の開発研究

- Hollingsworth (2003)によれば、医療提供組織の効率性測定に関する論文が増加
- ー1983~2002年で188の論文
- 最も多い測定対象は、「病院」
- 一次は「ナースিংホーム」
- 最も多い測定手法は「包絡分析法(DEA)」
- 一次は「確率的フロンティア分析法(SFA)」

国際医療福祉大学 河口洋行

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付
録

講演者スライド (河口洋行 准教授)

Ⅱ. 測定手法の開発研究

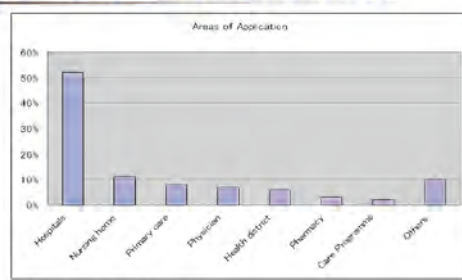


出所) Hollingsworth(2003) p204 Figure1

国際医療福祉大学 河口洋行

7

Ⅱ. 測定手法の開発研究

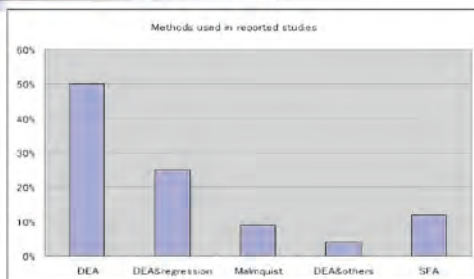


出所) Hollingsworth(2003) p204 Figure2

国際医療福祉大学 河口洋行

8

Ⅲ. 主な測定手法

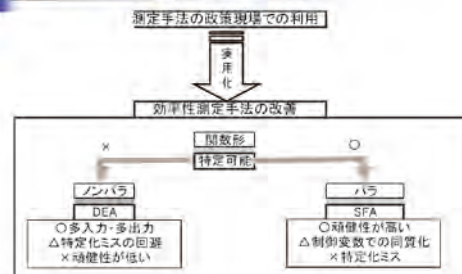


出所) Hollingsworth(2003) p203 Figure3

国際医療福祉大学 河口洋行

9

分析手法のツリー図



国際医療福祉大学 河口洋行

10

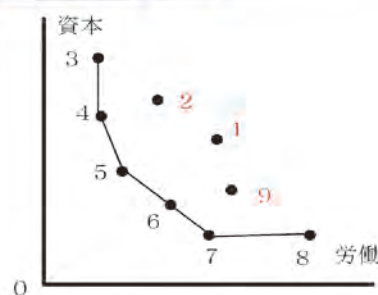
Ⅲ. DEA

- DEAの原理
- 一測定されたデータから効率的(一番外側)な組織郡を峻別し、そのデータの各点を包絡することによって効率的な生産フロンティアを推定する
- 一D効率性=「産出変数の加重和」/「入力変数の加重和」で組織毎の効率性を測定する
- 一加重する際のウェイトは線形計画法により、個々の組織に最適な値が選択される(但し、組織毎のウェイトの総和は1)

国際医療福祉大学 河口洋行

11

DEA(概念図)



国際医療福祉大学 河口洋行

12

講演者スライド (河口洋行 准教授)

DEA(領域制限の場合)

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}}, v_i > 0, u_r > 0$$

$$L_{i,i+1} \leq \frac{u_i}{u_{i+1}} \leq H_{i,i+1}$$

$$L_{i,i+1} = \frac{1}{M} \frac{y_{ij}}{y_{i+1,j}}, H_{i,i+1} = M \frac{y_{ij}}{y_{i+1,j}}$$

国際医療福祉大学 河口洋行 13

DEAによる効率性測定事例

Table 19-1 1986 American League Batting Efficiency

Name	Efficiency 効率性	batting average (打率)	home runs (ホームラン)	runs batted in (打点)
Barfield	1.000	0.289	40	108
Boggs	1.000	0.357	8	71
Canseco	1.000	0.240	33	117
J.Carter	1.000	0.302	29	121
Mattingly	1.000	0.352	31	113
Gaetti	0.9507	0.287	34	108
Rice	0.9425	0.324	20	110
G Bell	0.9404	0.309	31	109
Pukett	0.9389	0.328	31	96
Presley	0.8849	0.265	27	107

出所: Mark Mazur(1994) "Evaluating the relative efficiency of Baseball Players"

国際医療福祉大学 河口洋行 14

DEAの特徴及び前提条件

- ①同質的な組織の効率性を推定
- ②相対的な効率性
- ③データに誤差がないと仮定
- ④現存する効率的なサンプルに比して、非効率なサンプルが可能な資源節約(或いは生産拡大)の量を示すこともできる。
- ⑤変数分布や関数形を特定しなくても利用可能(ノンパラメトリック)

国際医療福祉大学 河口洋行 15

DEAによる効率性測定事例

著者	年度	サンプル	ステイタス	効率性スコア
Britran	1985	160	非営利	0.6
Grosskopf	1987	82	公立	0.96
			非営利	0.94
Morey	1990	60	公立	0.95
			非営利	0.65
Ozcan	1996	85	営利	0.61
			非営利	0.71
Valdmanis	1990	41	公立	0.98
			非営利	0.88
Valdmanis	1992	41	公立	0.97-1
			非営利	0.83-0.94

出所: Boice Hollingworth, P. J. Dawson and Nandakumar(1999)

国際医療福祉大学 河口洋行 16

IV.SFA

- DEAはデータの誤差に弱いので、回帰分析において、誤差項で対処する
- 一最小2乗法OLSは、平均的なもので経済的理論との不整合が問題
- 一修正最小2乗法は、生産関数を越える値に対応ができない
- 一SFAは誤差項を「ランダムな誤差」と「非効率性」の2つに分けて問題に対処
- 利用されている最も精緻な手法と考えられる

国際医療福祉大学 河口洋行 17

最小2乗法(OLS)

国際医療福祉大学 河口洋行 18

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

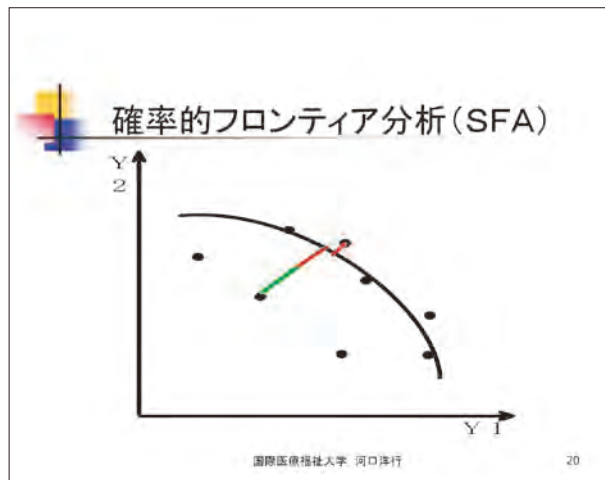
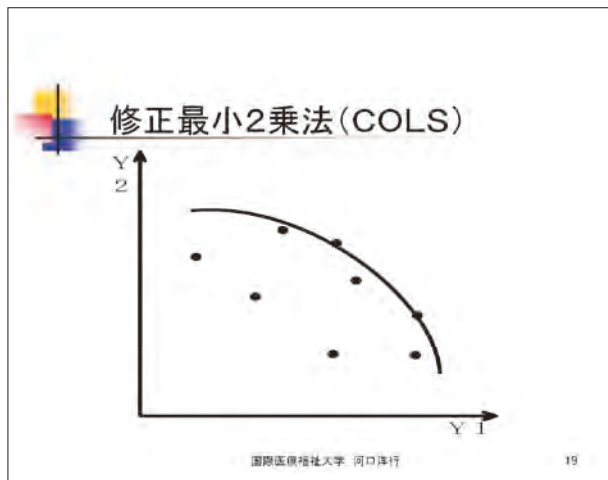
セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロントティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付
録

講演者スライド (河口洋行 准教授)



Ainger, Lovell, Schmidt (1977)

$$y_i = \alpha + x_i' \beta + \varepsilon_i$$

$$\varepsilon_i = v_i - u_i$$

$$v_i \sim N[0, \sigma_v^2]$$

$$u_i = |U_i| \quad U_i \sim N[0, \sigma_u^2]$$

国際医療福祉大学 河口洋行

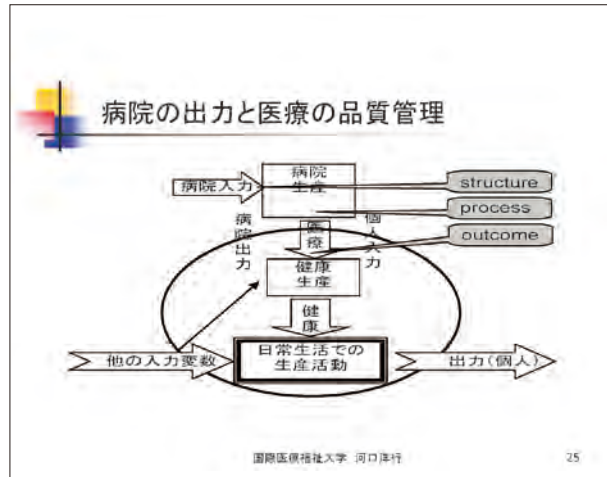
21

- SFAの特徴及び前提条件
- ① データのランダム誤差も考慮して推定
 - ② データの違いやサンプルの変動に対して頑健 (robust) であるとされている。
 - ③ コントロール変数によりイコールフッティング可
 - ー 同質グループ化が困難でも可
 - ④ 変数分布や関数形を特定 (パラメトリック)
 - ー 間違った関数形により問題も
 - ー 誤差項の分布も特定が必要
- 国際医療福祉大学 河口洋行
- 22

- V. SFAによる病院の効率性測定
- Zukerman, Hadley, and Iezzoni (1994)
 - 米国チェーン病院の技術的効率性を推計
 - 病院の費用関数を、「医療サービス生産量」、「投入要素の価格」、「患者の重傷度、医療サービスの品質(X)」を用いて推計。
 - 医療サービス生産量の場合は、非効率性は総費用に対して18.8%。
 - 教育病院としての役割(1病床あたりの研修医数)や長期入院の割合を説明変数として挿入すると、非効率性は13.4%まで縮小。
- 国際医療福祉大学 河口洋行
- 23

- 問題点 (Newhouse, 1994)
- ① 生産物の測定と品質の調整
 - ー アウトプット変数の選択
 - ② 測定対象の同質性の確保
 - ー 制御変数の利用
 - ③ 患者の重症度等の調整
 - ー ケースミックス指数の利用
 - どの問題も完全な解決は困難: 制約あり
- 国際医療福祉大学 河口洋行
- 24

講演者スライド (河口洋行 准教授)



②測定対象の同質性の確保

- 異質性の高い測定対象の比較は問題
- 一病院の特性は様々(立地・診療科・政策医療)
- 先行研究では、4つの対応策
- 1) サンプル制限とグループ分け
- 2) 特性の制御変数による同質化
- 3) 環境条件の制御変数による同質化
- 4) 固定効果による異質性の調整
- 機能が未分化の場合には制御が困難

国際医療福祉大学 河口洋行 26

河口(2008)の特徴

- 最新の分析モデルで効率性を測定
- 一固定効果による同質化を期待
- 一Greene(2004)の自治体病院分析は初
- 効率性の時系列変化について検討
- 一これまでは非効率性の水準に焦点
- 一自治体病院は効率化されたのか
- 一単に事業範囲を縮小しているのか

国際医療福祉大学 河口洋行 27

固定効果

- パネルデータを利用したSFA
- 地域・施設特性等の変化しない異質性
- 誤差項で捕捉することが可能
- 一制御変数が観測不能な場合でも可
- 但し、非効率性と異質性の分離が必要
- 一これまでのSFAでは混在の可能性有
- Greene(2004)が新たな分析モデルを提案

国際医療福祉大学 河口洋行 28

分析モデル

表1 SPAのモデルによる固定効果の違い

	クロス・データ Aigner, Lovell, Schmidt (1977)	パネル・データ Fixed Effect Model Schmidt, Sickles (1984)	TRUE fixed effect model Greene (2004)
利点	理論と整合性の高い平均的ではなく、最適な生産関数を推定する	制御変数で制御できない組織の異質性を固定効果で吸収する。	個別の定数項で組織の異質性を補足し誤差項から分離する。
欠点	測定対象組織の同質性を制御変数でコントロールしていると仮定	非効率性を補足する誤差項に組織の異質性が混在する	新しい分析方法であるが実証研究での利用が少ない

出所) Jacobs et al(2007), Greene(2004), Schmidt and Sickles(1984)などから筆者作成

国際医療福祉大学 河口洋行 29

Schmidt and Sickles (1984)

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + v_{it} - u_i$$

$$y_{it} = (\alpha - u_i) + x'_{it}\beta + v_{it}$$

$$= \alpha_i + x'_{it}\beta + v_{it}$$

国際医療福祉大学 河口洋行 30

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロントティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

講演者スライド (河口洋行 准教授)

Battese and Coeli (1992)

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + v_{it} - u_{it}$$

$$u_{it} = \eta(t)u_i$$

$$\eta(t) = \exp(\gamma(t-T))$$

国際医療福祉大学 河口洋行 31

Greene (2004) true Fixed Effect Model

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + v_{it} - u_i$$

$$v_{it} \sim N[0, \sigma_v^2]$$

$$u_i = |U_i|$$

国際医療福祉大学 河口洋行 32

Greene (2004) true Two-way error Component Model

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + v_{it} - u_i + \gamma_t$$

$$v_{it} \sim N[0, \sigma_v^2]$$

$$u_i = |U_i|$$

国際医療福祉大学 河口洋行 33

データ

変数名	正式名称	定義
cost	医療費用	医療費用
inpe	一日平均入院患者数	入院患者延べ数÷入院診療日数
outpe	一日平均外来患者数	外来患者延べ数÷外来診療日数
test	患者100人当たり検査件数	年間検査件数÷年延入院外来患者数
depbed	一床当たり後期病床	〔後期病床(建物・設備)一床当り設備費累計額]÷年度末許可病床数
shokus	職員一人当たり平均給与	常勤職員一人当たりの月額給与(諸手当を含む)
spec	届け出診療科目数	都道府県に届出のあった診療科目の合計数
bed	許可病床数	年度末許可病床数
ns1	看護基準2対1	1:看護基準2対1
ns2	看護基準2.5対1	1:看護基準2.5対1
ns3	看護基準3対1	1:看護基準3対1
ns4	看護基準3.5対1	1:看護基準3.5対1
ns0	看護基準その他	1:看護基準4対1, 5対1, 6対1, その他, 否定

国際医療福祉大学 河口洋行 34

データ

表3: 基本統計表

	平均値	標準偏差	最小値	最大値	サンプル数
lnCOST	14.804	1.009	12.065	17.229	4,310
lnINP	4.903	0.967	1.792	6.904	4,310
lnOUTP	6.045	0.874	3.135	8.212	4,310
lnDEPBED	9.485	0.743	7.093	11.997	4,310
lnDEP	9.525	0.745	5.136	12.009	4,310
lnSHOKUS	13.312	0.100	12.890	13.888	4,310
lnBED	5.154	0.865	3.178	6.969	4,310
lnSPEC	2.269	0.633	0.693	3.367	4,310
NS1	0.382	0.485	0.000	1.000	4,310
NS2	0.375	0.484	0.000	1.000	4,310
NS3	0.139	0.391	0.000	1.000	4,310
NS4	0.029	0.167	0.000	1.000	4,310
NS0	0.025	0.155	0.000	1.000	4,310
lnTEST	5.297	0.757	1.391	7.278	4,310

出所: 企業公営企業年報(病院)より集計作成
国際医療福祉大学 河口洋行 35

分析結果

	True Fixed Effect Model			True Two-way Error Component Model		
	Coef	Std. Err.	t-ratio	Coef	Std. Err.	t-ratio
lninp	0.252 ***	0.020	12.489	0.254 ***	0.019	13.103
lnoutp	0.183 ***	0.012	16.645	0.193 ***	0.011	17.367
lnshokus	0.129 ***	0.010	13.258	0.130 ***	0.008	15.995
lnspec	0.462 ***	0.027	17.135	0.465 ***	0.026	18.206
lnbed	0.514 ***	0.025	17.506	0.476 ***	0.008	6.084
lnbed	0.078 ***	0.010	7.750	0.512 ***	0.028	18.372
ns2	-0.135 ***	0.009	-14.613	-0.135 ***	0.009	-15.290
ns3	-0.175 ***	0.013	-13.264	-0.176 ***	0.013	-13.845
ns4	-0.189 ***	0.021	-9.521	-0.188 ***	0.020	-9.284
ns0	-0.146 ***	0.021	-6.918	-0.147 ***	0.020	-7.236
lfeet	0.083 ***	0.006	13.776	0.083 ***	0.006	14.357
2000d				0.038 ***	0.008	4.864
2001d				-0.010 ***	0.006	-1.238
2002d				-0.007 ***	0.006	-0.885
2003d				-0.001 ***	0.006	-0.138
Efficiency	0.621			Efficiency	0.825	
Lambda	1.320			Lambda	1.336	
Log likelihood	1325.10			Log likelihood	1397.4	
Number of obs	N=862			Number of obs	N=862	
	T=5				T=5	

国際医療福祉大学 河口洋行 36

講演者スライド (河口洋行 准教授)

分析結果(tTECM)

表5 非効率性の推移 (true Two-way Error Component Model)

	1999	2000	2001	2002	2003
平均値	0.166	0.179	0.178	0.177	0.174
最大値	0.816	0.653	0.845	0.750	0.610
最小値	0.055	0.072	0.033	0.064	0.026
標準偏差	0.0691	0.0669	0.0672	0.0653	0.0604

(注) 推定結果より筆者作成

国際医療福祉大学 河口洋行

37

分析結果

- 2つのモデルの推定結果は整合的
- 入院・外来患者の増加は費用↑
- 診療科目数・病床数の増加は費用↑
- 看護師の配置増は費用↑
- 非効率性の期待値は、約0.18
- 先行研究と大きな違いは見られない
- 効率性の推移は横ばい

国際医療福祉大学 河口洋行

38

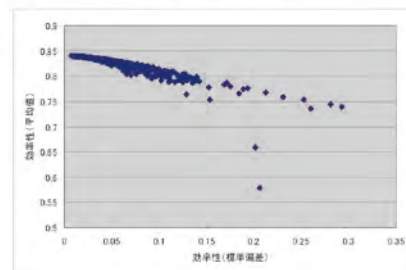
考察

- 2001年から患者数は減少に転じており、自治体病院は業務範囲を縮小
- 同時に医業費用が減少(リストラ)
- しかし、5年間で医業収支比率の改善なし
- 収支比率は約90で、10%程度の赤字
- 効率性は、横ばいでリストラ効果は見られない
- 2000年に悪化したものの、その後は横ばい
- 公私重複部分の見直し、不採算な政策医療の縮小により、地域医療にも影響

国際医療福祉大学 河口洋行

39

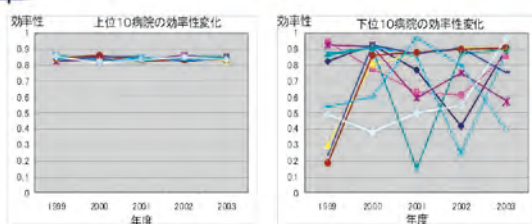
政策的示唆(tTECM)



国際医療福祉大学 河口洋行

40

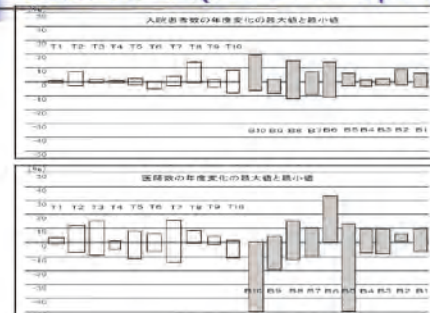
政策的示唆(tTECM:Top10)



国際医療福祉大学 河口洋行

41

政策的示唆(tTECM:Top10)



国際医療福祉大学 河口洋行

42

講演者スライド (河口洋行 准教授)

分析手法上の課題

- パラとノンパラの手法の適合性は判別可能か？
- ー現在はデータの性質から推測[P12]
- 時間変化のある異質性を補足する方法は？
- ー時間変化のない異質性には対応 [P31]
- 固定効果(病院ダミー)を二次的に分析することは統計学上の意味があるのか？
- ー地理的条件や病院特性で回帰分析
- ー過疎地などの費用高の要因を補足したい

国際医療福祉大学 河口洋行

43

参考文献(英文)

- Hollingsworth(2003) "No-Parametric and Parametric Applications Measuring Efficiency in Health Care" Health Care Management Science 6 pp203-218
- Hollingsworth and Street (2006) "The market for efficiency analysis of health care organizations" Health Economics 15 pp1055-1059
- Newhouse (1994) "Frontier estimation: how useful a tool for health economics?" Journal of Health Economics 13 pp317-322
- Zukerman, Hadley and Iezzoni(1994) "Measuring hospital efficiency with frontier cost functions" Journal of Health Economics 13;255-280
- Byrnes and Valdmanis(1994) "Analyzing Technical and Allocative efficiency of Hospitals" 129-144 in Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications ed by Charnes, Cooper, Lewin and Seiford. Massachusetts Kluwer Academic Publishers

国際医療福祉大学 河口洋行

44

参考文献(和文)

- 中西悟志(1996)「医療サービス生産の計量分析」漆博雄編『医療経済学』(東京大学出版会)
- 刀根 薫(1993)『経営効率性の測定と改善ー包絡分析法DEAによるー』日科技連出版社
- 中山徳良(2003)「パラメトリックな方法とノン・パラメトリックな方法による距離関数の比較:日本の公立病院の例」『医療と社会』13(1):83-91
- 河口洋行(2008)『医療の効率性測定ーその手法と問題点ー』勁草書房

国際医療福祉大学 河口洋行

45

講演者スライド (青島耕平 氏)

日本における周産期医療システムの効率性評価

東京医科歯科大学大学院
医歯学総合研究科 政策科学分野
青島 耕平

本発表は、厚生労働科学研究費補助金「都道府県における医療計画の現状把握と分析に関する研究」(主任研究者: 河原和夫 東京医科歯科大学教授)の研究成果の一部である。

背景

■ 周産期医療システムの現状

- (1)産科医師の不足:
11,262人(平成8年)→10,074人(平成18年)
- (2)分娩取扱施設の減少:
3,991施設(平成8年)→2,933施設(平成17年)

限られた医療資源を最大限に活用し、計画的に周産期医療サービスを提供し、評価する必要性

背景

■ 平成8年～: 周産期医療対策整備事業

- (1)実施主体: 都道府県
- (2)実施内容:
 - 一 周産期医療協議会の設置
 - 一 周産期救急情報システムの設置
 - 一 周産期医療関係者研修の実施
 - 一 広域の搬送体制について他県との協議
 - 一 助産所の活用(ネットワークへの組み入れ)

■ 平成20年: 地域医療計画の改定 数値目標の設定と達成状況の測定

本研究の目的

1. 投入した資源に対する数値目標の達成状況をDEAを用いて定量的に把握することで、各都道府県における周産期医療システムのパフォーマンスの効率性を評価する。
2. 産出された効率性値に対する要因分析を行うことで、周産期医療対策事業の実施状況が周産期医療システムのパフォーマンスの効率性に影響を及ぼしているかを検証する。

DEA分析の手法

■ 制限領域法(AR-DEA)

- 一 産出指向型、規模の収穫可変を仮定
- 一 領域制限の上下限値は、刀根(1993)、河口(2008)に基づき、(1)式、(2)式よりM=2で計算

$$L_{i,j+1} \leq \frac{v_j}{v_{i,j}} \leq H_{i,j+1} \quad (1) \text{式}$$

$$L_{i,j+1} = \frac{1}{M} \frac{y_{ij}}{y_{i,k}} \quad H_{i,j+1} = M \frac{y_{ij}}{y_{i,k}} \quad (2) \text{式}$$

領域制限法(AR-DEA)の意義

■ 河口(2008)より、

1. 医療分野では患者が情報の非対称により事前に医療サービスの品質を評価できないため、多面的に評価する必要がある。領域制限法では、0ウェイトにより無視される変数が少なくなることで、多面的な評価が可能になる。
2. 制限領域法(AR-DEA)を用いたほうが効率性値の分散が大きくなり、何らかの政策的な意思決定を行う場合の基準として効率性値を用いる際の有用性が高くなる。

講演者スライド (青島耕平 氏)

本研究における周産期医療サービスの数値目標の考え方

1. 産科医療従事者(産科・産婦人科医師、助産師)1人あたり分娩件数↑
2. 総合・地域周産期母子医療センターへのアクセス時間↓
3. 出生100対の産科・周産期傷病者搬送人員数↓
4. 産科・周産期傷病者搬送人員に占める転院搬送割合↓
5. 低出生児(2500g以下)割合↓、周産期死亡率↓

➡ 周産期医療サービスの生産性、品質↑

投入変数と産出変数

表1 データの記述統計

変数	平均	標準偏差	最大値	最小値
投入変数				
・出生1万台分娩取扱施設数	32.10	7.63	39.15	17.57
・出生1万台NICU病床数	23.26	9.28	48.50	4.00
・出生1万台産科・産婦人科医師数	95.04	16.04	134.98	68.00
・出生1万台助産師数	171.04	53.30	326.17	72.32
産出変数				
・周産期医療従事者1人あたり分娩件数	3.29	0.77	5.42	1.91
・周産期母子医療センターへのアクセス時間(逆数転換)	0.0268	0.0132	0.0637	0.0056
・出生100対産科・周産期傷病者搬送人員数(逆数転換)	0.3087	0.0899	0.7010	0.1722
・産科・周産期傷病者搬送人員に占める転院搬送割合	59.83	10.53	76.90	37.83
・低出生児割合(逆数転換)	0.1068	0.0062	0.1253	0.0915
・周産期死亡率(逆数転換)	0.2075	0.0243	0.2857	0.1685

出典) 各種資料より筆者作成

要因分析の手法

■ 周産期医療システムのパフォーマンスの効率性
＝周産期医療対策整備事業の実施状況
＋環境要因(人口・面積、社会経済状況)

1. 周産期医療対策整備事業の実施状況:

(1) 周産期救急情報システムの設置、(2) 周産期医療協議会の設置、
(3) 周産期医療関係者研修の実施、(4) 他県との協議の実施、(5) 助産所のネットワークへの組み入れ

2. 環境要因:

(1) 総人口、15～64歳人口比率、(2) 総面積、(3) 第一次産業割合、(4) 女子労働力率、(5) 大学進学率、(6) 課税対象所得(納税義務者1人あたり)

説明変数① 周産期医療対策整備事業の実施状況

表2 周産期医療対策整備事業の実施の有無 (N=47都道府県)

	都道府県数	割合(%)
周産期救急情報システム		
設置あり	39	82.98
設置なし	8	17.02
周産期医療協議会		
設置あり	43	91.49
設置なし	4	8.51
周産期医療関係者研修		
実施あり	38	80.85
実施なし	9	19.15
他県との協議		
協議あり	10	21.28
協議なし	37	78.72
助産所のネットワークへの組み入れ		
組み入れあり	16	34.04
組み入れなし	31	65.96

出典) 資料より筆者作成

説明変数② 環境要因(人口・面積、社会経済状況)

表3 変数の記述統計

変数	平均	標準偏差	最大値	最小値
ln 総人口	7.59	0.75	9.44	6.41
15～64歳人口比率	61.00	2.54	69.35	59.21
ln 総面積	4.09	0.85	6.73	2.93
第一次産業割合	7.07	3.72	13.97	0.44
女子労働力率	49.20	2.30	53.45	42.30
大学進学率	45.48	6.71	58.40	31.10
課税対象所得 (納税義務者1人あたり)	3096.33	355.42	4367.70	2682.20

出典) 各種資料より筆者作成

DEA分析の推計結果

表4 各都道府県の効率性値

都道府県	効率性値	都道府県	効率性値	都道府県	効率性値
1 北海道	0.985	17 石川	1.000	30 岡山	0.862
2 青森	0.942	18 福井	1.000	31 広島	0.934
3 岩手	0.792	19 山梨	0.779	32 山口	0.823
4 宮城	0.848	20 長野	0.800	38 徳島	0.738
5 秋田	0.715	21 岐阜	0.763	37 香川	0.876
6 山梨	0.826	22 静岡	0.808	38 愛媛	0.864
7 福島	0.863	23 愛知	0.959	39 高知	0.778
8 茨城	0.983	24 三重	0.911	40 福岡	0.906
9 栃木	0.978	25 滋賀	1.000	41 佐賀	0.967
10 群馬	0.806	26 京都	1.000	42 長崎	0.836
11 埼玉	1.000	27 大分	0.868	43 熊本	0.887
12 千葉	0.903	28 兵庫	0.832	44 大分	0.873
13 東京	0.886	29 奈良	0.875	45 宮崎	0.907
14 神奈川	0.993	30 和歌山	0.749	46 鹿児島	0.709
15 新潟	0.775	31 鳥取	0.735	47 沖縄	0.921
16 富山	0.930	32 島根	0.815	平均	0.882

講演者スライド (青島耕平 氏)

DEA分析の推計結果

図1 効率性値の分布 (N=47都道府県)

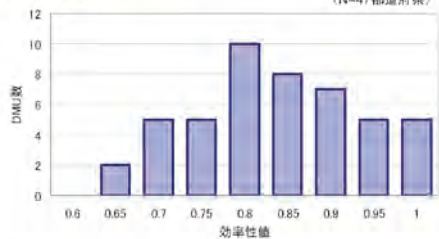


表5 効率性値の記述統計

	データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
効率性値	47	0.862	0.094	0.675	1

要因分析の推計結果

表6 推計結果

	係数	t値
(定数)		-0.8129
協議会設置ダミー	-0.0388	-0.3347
救急情報システム設置ダミー	-0.1840	-1.1246
関係者研修実施ダミー	0.2857	2.2130 *
他県との協働ダミー	-0.1318	-0.9924
助産所のネットワーク化ダミー	-0.1125	-0.9719
ln総人口	0.1513	0.5998
15-64歳人口比率	0.6393	2.3272 *
ln総面積	-0.4176	-2.6827 *
第一次産業割合	-0.1350	-0.5073
女子労働力率	0.2041	1.6075
大学進学率	0.3253	1.4950
課税対象所得	-0.7563	-2.3410 *
調整済みR ²	0.498	
F値	4.797**	

**p<0.01で有意 *p<0.05で有意

推計結果まとめ

- 効率性値の平均値は、0.862であった。
効率性値1をとる、最もパフォーマンスの良いDMUは5つ、最もパフォーマンスの悪いDMUの効率性値は、0.675であった。
- 効率性値には、関係者研修実施ダミーと15-64歳人口比率が正で有意、総面積と課税対象所得(納税義務者1人あたり)は負で有意な影響を与えていた。

考察

- 周産期医療対策整備事業は、周産期医療システムのパフォーマンスの効率性に一定の効果があつた。(周産期医療関係者研修の実施)

その他、環境要因として、

- 生産年齢人口割合の高さは、出生数増、生産性の上昇効果
- 総面積の大きさは、アクセス状況の悪化に影響
- 所得水準の高さは、教育コスト増による出生数減、生産性に負の効果

分析手法についての課題

- DEAの線形計画法で出した効率性値の要因を、二次的に回帰分析で推定する手法について、統計学的に見た場合の妥当性はどうか。
- もし回帰分析を行う場合、どのような分析手法があるか。また、望ましい手法は何か。
ー重回帰分析、トビット・モデル、順序プロビット・モデル、等
- 領域制限の上下限値の決め方には、どのような手法があるか。
ー先見的に情報がない場合に、どうするか。
- 「数値が増加するほど優れている」変数に転換する望ましい手法はあるか。
ー逆数転換、死亡率→生存率、等

文献

- 青木研、漆博雄、Data Envelopment Analysisと公私立病院の技術的効率性、上智経済論集、39、56-73、1994
- 小川光、久保力三、2次医療圏の技術的効率性、医療と社会、15(2)、39-50、2005
- 河口洋行、病院の効率性測定におけるDEAの領域制限の効果に関する研究、日本医療・病院管理学会誌、45(1)、17-28、2008
- 刀根憲、経営効率性の測定と改善ー包絡分析法DEAによる、日科技連出版社、1993
- 中山徳良、パラメトリックな方法とノンパラメトリックな方法による距離関数の比較:日本の公立病院の事例、医療と社会、14(3)、83-95、2003
- 中山徳良、自治体病院の技術効率性と補助金、医療と社会、14(3)、69-79、2004
- 南商塾、郡司篤晃、医療機関における効率性評価に関する研究ーDEAによる自治体病院の資源管理の効率性評価を中心に、病院管理、31(1)、33-39、1994
- Hollingworth B、Non-parametric and Parametric Applications measuring Efficiency in health care、Health care management science、203-218、2003

セッション2：医療資源投入量の測定と資源配分

座長：池田 俊也（国際医療福祉大学薬学部 教授）

発表：

- ☐ 医療情報が取得される現場の実態と活用状況
篠原 信夫（国際医療福祉大学大学院 講師、三田病院 医事管理室長）
- ☐ 医療資源投入量の測定と資源配分における課題
松田 晋哉（産業医科大学医学部 教授）
- ☐ DPC を利用した地域医療資源配分の評価
伏見 清秀（東京医科歯科大学医学部 准教授）

セッション概要

導入として、篠原信夫講師から医療情報が取得される現場の実態と活用状況の説明があった。これは、医療現場について詳しくない人にもわかりやすく説明するためのものである。病院業務の流れに従って、発生・処理される情報を定義し、それらを扱う情報システムに関して説明があった。情報の取得と利活用に関してもコメントが述べられた。

次に、松田晋哉教授からは、医療資源投入量の測定と資源配分における課題と題して、DPC（Diagnosis Procedure Code）の基本的考え方、DPC データをもとに診療プロセスが分析できること、DPC の電算レセプト化に向けての状況、DPC 関連情報の収集体制として情報機構設立の必要性が述べられた。

最後に、伏見清秀准教授からは、DPC を利用した地域医療資源配分の評価と題して、DPC を利用して評価することのメリットについて、量的配分の視点、空間的配分の視点、機能的配分の視点での分析が報告された。

セッションでの討議内容を整理すると以下ようになる。

(1) DPC データを利用して、個人に最適な医療を提供するような方向性

現状わが国では、プライバシーの観点から、社会保障番号のようなもので、個人をトレースする仕組みがなく、医療機関が違えば個人をトレースすることが困難となっている。実際にはダミーの番号により、データを結合して研究では利用している。フランスなどでは、暗号化技術により工夫しているようだ。

DPC データでかなりの情報がとれるが、日付までで、時刻情報が現状ない。医療行為の実施情報が時系列に並べられることは重要かもしれない。

(2) DPC の臨床研究への適用

DPC データの臨床情報の記載に関して、標準化が進んでいない。しかしながら、例えば、がんとか急性期の脳血管障害とか心筋梗塞などは多分

90%以上 DPC の調査でも把握しているので、発症はわかる。

(3) DPC データの地域医療計画への適用

DPC データにより、地域におけるニーズが把握できるので、資源配置の理想像を描いてみて、現実とのギャップを議論するような試みをするとおもしろい。

(4) データの欠損、データの幅、データの質、分類の妥当性、データのアベイラビリティ

うまく取れていたり、実際には取れていないデータを統計的手法により補完することも考えられる。

分析には、主に平均値を用いているが、最悪でもこれだけは確保とか、許容範囲を意識した分析も重要である。

DPC データの分類の妥当性に関しては、実態を表していないようなことは、5%程度はありうるし、それを考慮した上での分析となる。また、DPC データとして提出する際に、記載されない情報もあり、全てのデータを電子レセプトとして扱えるようにしたい。

また、提供されるデータの信頼性を保証するような仕組みは、現状ない。データのアベイラビリティの観点からも、データ公開の第3者機関としての情報機構の設立が望まれる。現状は、各研究班が個別に病院と契約して、データを取得している状況である。

(5) 待てる急性期、待てない急性期

DPC データの問題点として、住所情報がないことがある。医療の標準プロセスから地域単位での必要な資源量を推計するような場合、1時間以内に処置が必要な待てない急性期患者に対して、どう医療機関を配置するかなどの課題に対して、時間地図のようなものも必要となってくる。待てる急性期への対応としては、県単位で医療機関があればいいかなどの検討が必要となる。

(6) 複雑性の課題

医療のサービスは、いろいろな要素が複雑にからみあい多次元の方程式を解くようなものであるが、このあたりは OR の得意とする分野であり、いい研究課題がでてくることが望まれる。

講演者スライド（篠原信夫 医事管理室長）

Oct. 22, 2008
医療サービスの効率化・高度化のための
サービス・サイエンス・エンジニアリング(SSE)ワークショップ

医療情報が取得される 現場の実態と活用状況

国際医療福祉大学大学院
医療福祉学研究科
篠原 信夫

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

今日の内容

- 病院における情報とその流れ
 - ◆ 依頼情報、実施情報、結果情報、診療録情報
- 病院情報システム
 - ◆ オーダエントリーシステム、医事会計システム、部門システム、看護情報システム、電子カルテシステム
- 情報の取得と利活用
 - ◆ 診療データ、医事会計データ、実施情報、患者情報

2 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

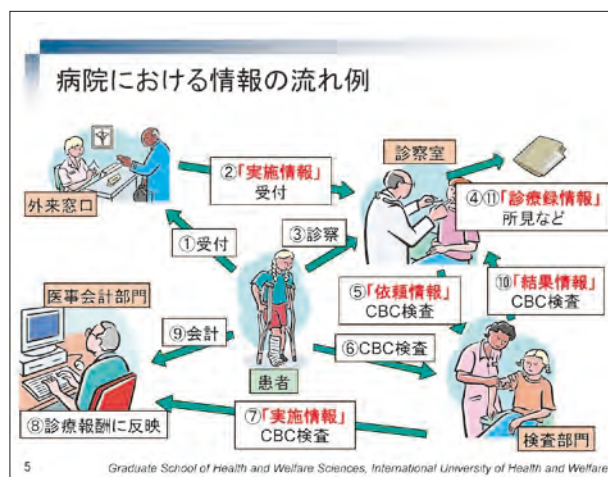
病院における情報とその流れ

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

病院の組織

- 診療部門
 - ◆ 医師・看護師
 - ◆ 中央(診療)部門
 - 薬剤部・検査部(検体検査・生理検査・細菌検査)・放射線部・手術部・輸血部・材料部・病理部・血液浄化療法部・リハビリテーション部、...
- 事務部門
 - ◆ 医事会計部門、管理部門、総務部門、...
- 執行部門
 - ◆ 病院長、...

4 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare



依頼情報

- 検査や治療などについて、担当する部門に依頼することを目的として、医師や看護師から出される情報
- 検査依頼
 - ◆ 各部門で実施される検査を依頼するための情報
 - ◆ 検体検査依頼、放射線検査依頼、生理検査依頼、細菌検査依頼、内視鏡検査依頼、病理検査依頼など
- 治療依頼
 - ◆ 各部門の資源を占有して治療するための依頼
 - ◆ 手術依頼、血液浄化療法依頼など
- 物品請求依頼
 - ◆ 治療に必要な材料や薬剤の払い出しを依頼する情報
 - ◆ 処方依頼、注射依頼、輸血依頼、処置依頼、給食依頼など

6 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付
録

講演者スライド（篠原信夫 医事管理室長）

検査依頼伝票例

7 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

実施情報

- 依頼された検査や治療、物品の払い出しなどが実施されたことの記録と伝達を目的とする情報
 - ◆ 日時(いつ行われたのか)
 - ◆ 機材、薬剤など(何が使用されたのか)
- 物品請求依頼に対する実施情報
 - ◆ 2つのタイミングで実施情報が発生する
 - いつ、何が払い出されたのか？(払い出し時)
 - いつ、何が使用されたのか？(使用時)

8 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

物品依頼請求に対する実施情報

- 注射依頼に対する実施情報



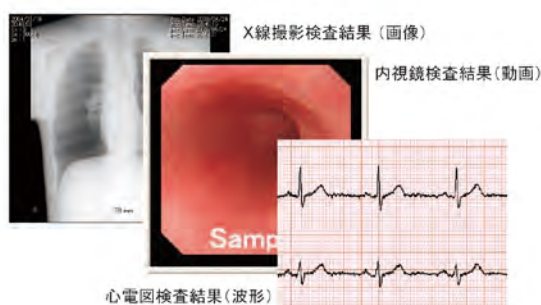
9 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

結果情報

- 検査結果の記録と伝達を目的とする情報
- さまざまな形式で表現される
 - ◆ 血液検査の検査値 ⇒ 数値
 - ◆ X線撮影検査、内視鏡検査、超音波検査 ⇒ 画像、動画
 - ◆ 心電図検査、脳波検査 ⇒ 波形
- X線撮影検査、内視鏡検査、病理検査などでは、画像や動画に対する専門の医師による報告書(レポート)が重要な結果情報として扱われる

10 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

結果情報例



11 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

診療録情報

- 患者の診療に関する事項を記録として残すことを目的とした情報
- POMR(Problem Oriented Medical Record、目的志向型診療記録)
 - ◆ 経過記録はSOAPに従って記載される
 - 患者の訴えや症状(Subject)
 - 医師による所見や検査結果(Object)
 - それらに基づく診断(Assessment)
 - 治療の計画(Plan)

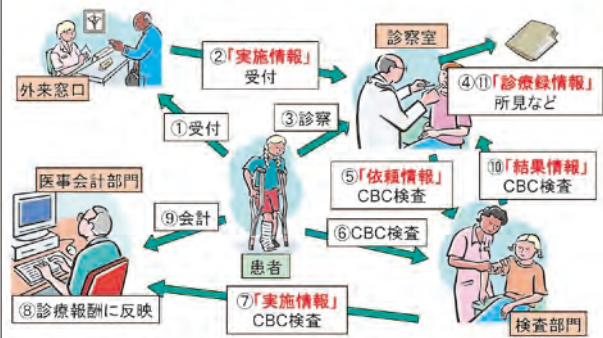
12 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

講演者スライド（篠原信夫 医事管理室長）

病院情報システム

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

病院における情報の運用例

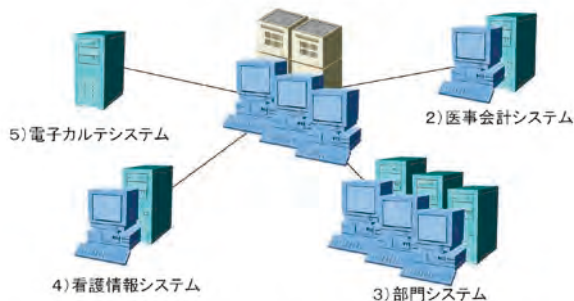


14

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

病院情報システムを構成するシステム

1) オーダエントリシステム



15

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

病院情報システムとは？

- 業務の効率化や、診療・看護の質向上を目的として、連携して稼動する一連のシステム群
 - ◆ 各部門における業務の効率化
 - 2) 医事会計システム
 - 3) 部門システム
 - ◆ 病院としての業務の効率化
 - 1) オーダエントリシステム
 - ◆ 診療・看護の質向上 (情報の共有)
 - 4) 看護情報システム
 - 5) 電子カルテシステム

16

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

1) オーダエントリシステム

- 医師や看護師から中央診療部門に対して出される依頼 (order) を入力 (entry) するシステム
 - ◆ 端末は外来や病棟に設置され、診療にあたる医師や看護師が主に使用するシステム
- 病院情報システムの中心として位置付けられる
- 日常の診療業務に欠かせないシステム
 - ◆ 過去に入力されたオーダの履歴とその内容
 - ◆ オーダに関連付けられた実施情報や結果情報
- **オーダエントリシステムとして必要なレベルの依頼、実施、結果情報が記録され、参照できる**

17

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

2) 医事会計システム

- 診療報酬を算定し、請求するためのシステム
 - ◆ 医事会計業務
 - ◆ 患者への診療行為に基づいて診療報酬の算定
 - ◆ あらかじめ定められた割合に従い、被保険者 (患者) と審査支払機関に診療報酬を請求する
 - ◆ 計算方法は複雑で、2年ごとに大きく改訂される
 - ◆ 全ての実施情報の蓄積
 - ◆ システム化されておらず、手書きの伝票によって運用されている実施情報については、医事会計部門に運ばれてきた伝票に記載された情報を直接入力することによって運用する

18

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

講演者スライド（篠原信夫 医事管理室長）

3) 部門システム

- 各部門の業務のためのシステム
- オーダエントリシステムから受け取るオーダ情報に基づいて行われる検査や治療、物品払い出し業務の管理が中心
- 業務実施後、オーダエントリシステム、医事会計システムに必要な実施情報や結果情報を返す
- 各部門における業務を遂行するための、より詳細な実施、結果情報が記録されている

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

3) 部門システム

- 検査部門システム
 - ◆ 検体検査オーダーを管理する
 - ◆ 必要な試験管の数と採取する血液の量を決定する
 - ◆ 検体を自動搬送する機器をコントロールする
 - ◆ 検査結果についての精度管理を行う
- 放射線部門システム
 - ◆ 放射線検査オーダー(×線撮影検査オーダー、CT撮影検査オーダーなど)を管理する
 - ◆ どの撮影装置で検査を行うのか管理する
 - ◆ どの程度の管電圧・管電流で何枚撮影したのかが実施情報として記録される
 - ◆ 撮影された画像は検査情報としてPACSに転送される

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

3) 部門システム

- 手術部門システム
 - 手術オーダを管理する
 - いつ、どの手術室で手術を行うのかスケジュール管理する
 - 手術時間、使用した酸素や麻酔の量、出血量などが実施情報として記録される
- 薬剤部門システム
 - 処方オーダ、注射オーダを管理する
 - オーダの内容を薬剤師が監査した上で薬剤を払い出す
 - 何を払い出したかについて実施情報として記録する

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

4) 看護情報システム

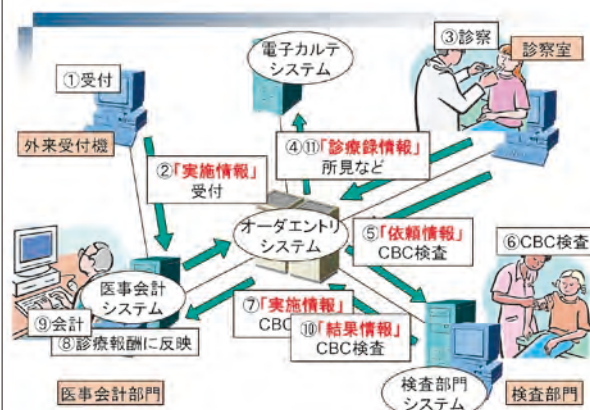
- 患者に適切なケアを提供するために、看護師の病棟業務の支援と、看護管理業務を支援するためのシステム
 - ◆ 病棟業務の支援
 - ワークシート出力システム
 - 患者の基本的な情報(看護度、救護区分、感染症の有無など)に加え、検査や点滴の予定といった診療に関わる情報の一覧をワークシートとして出力する
 - ◆ 看護管理業務の支援

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

5) 電子カルテシステム

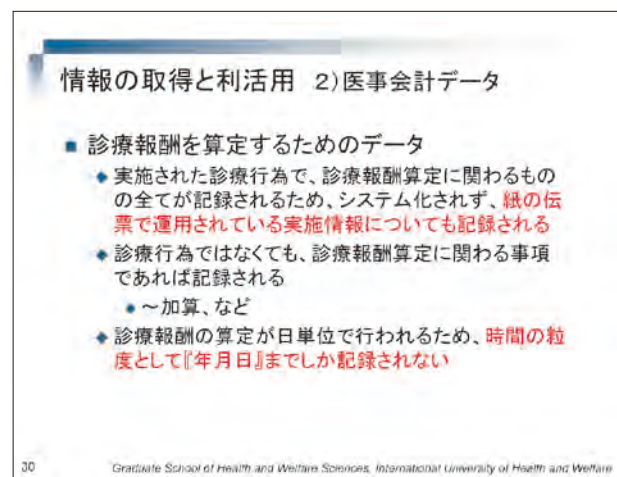
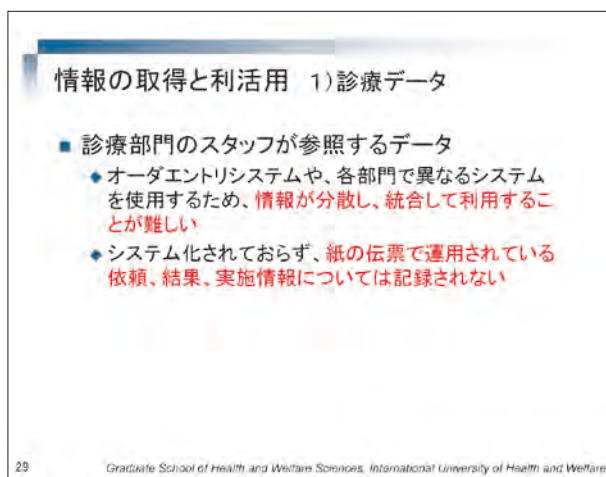
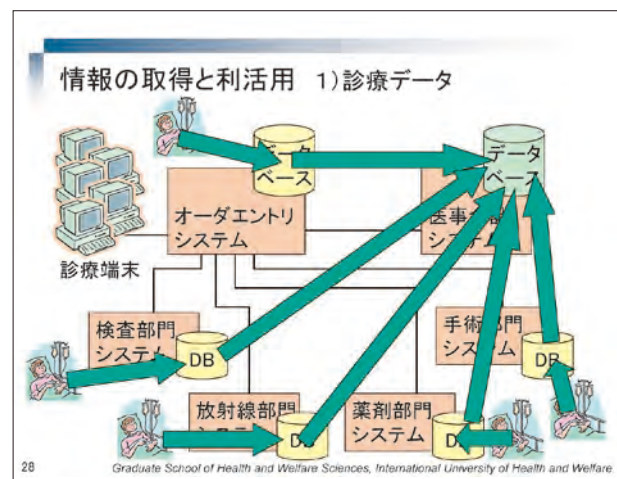
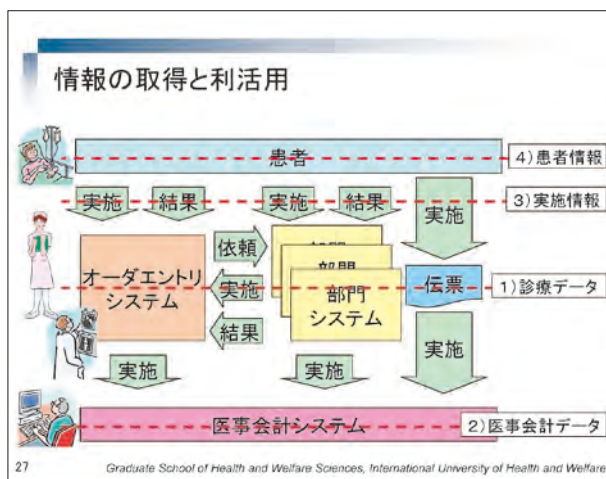
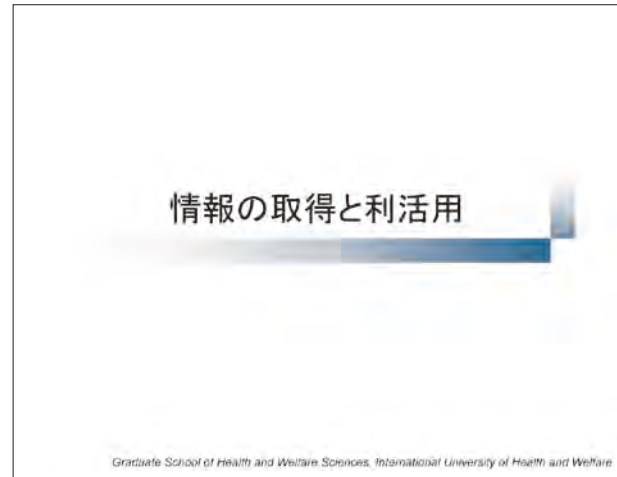
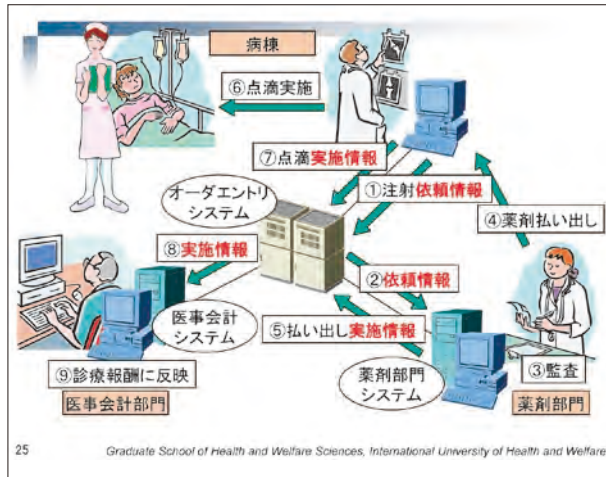
- 手書きによって紙に書かれていた診療録を電子的に入力し、閲覧するシステムを、電子カルテシステムと呼ぶ場合がある
- この場合、電子カルテシステムは、オーダエントリーシステムなどと同様に、病院情報システムのひとつのサブシステムと見なされる

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare



Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

講演者スライド（篠原信夫 医事管理室長）



ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

講演者スライド（篠原信夫 医事管理室長）

医事会計データ例

診療年月日	患者ID	入外 区分	診療 区分	診療区分名	内部コード	表示名称
2003-10-31	*****	外来	71	単純	07520	胸部 X-線
2003-11-01	*****	入院	99	室科差額	99100	室科差額
2003-11-01	*****	入院	32	静注	49194	ソル・コーテフ500
2003-11-01	*****	入院	24	調剤科	00016	調剤科(入院)
2003-11-01	*****	入院	41	処置	73482	酸素
2003-11-01	*****	入院	74	CT・核医学	07965	CT造影加算
2003-11-01	*****	入院	74	CT・核医学	45829	オムニバーク350 シリンジ
~	~	~	~	~	~	~

31 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

情報の取得と利活用 3) 実施情報

- 正確な実施情報取得の困難さ
 - ◆ 注射の実施情報
 - 患者の状態に応じて**依頼情報と異なった実施を行う場合が多い**
 - ◆ 処方薬の実施情報(薬を飲んでる状況)
 - 患者が管理して飲む薬については、**正確な実施情報の取得は難しい**(特に外来患者はほぼ不可能)
 - ◆ 看護師の忙しさによっては、実施情報入力の容易さも考慮しないと、**正確に入力されない恐れがある**
 - ベッドサイドでのバーコード入力、など

32 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

情報の取得と利活用 4) 患者情報

- 結果情報
 - ◆ 保険診療報酬制度などの社会的な制約や、患者の状態による制約などにより、無制限に検査を行うことはできないため、患者より得られる**結果情報は時間的・项目的に疎な情報となる**
- 実施情報
 - ◆ 医事会計システムに向かって流れ込む実施情報ではなく、患者を中心とし、患者から流れ出す実施情報を記録する仕組み(システム)が必要とも言われている

33 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

情報の取得と利活用例 合併症発症患者抽出ルール

- 造影CT検査当日
 - ◆ 次の薬剤のいずれかが、**前もってオーダーされていなかったにもかかわらず**静脈注射にて投与、またはCT検査時に投与されていること
 - 抗ヒスタミン剤(マレイン酸クロルフェニラミン)
 - ステロイド(コハク酸ヒドロコルチゾンナトリウム、コハク酸メチルプレドニゾンナトリウム)
 - ◆ かつ、酸素が使われていること
 - ◆ かつ、手術が行われていないこと
- 造影CT検査日の前後3日間
 - ◆ かつ、上の薬剤が投与されていないこと

34 Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

講演者スライド（松田晋哉 教授）

H20年10月22日

医療資源投入量の測定と 資源配分における課題(1)

産業医科大学
公衆衛生学教室
松田晋哉

診断群分類コードの構成

06 0020 x x 01 x 1 x x

主要診断群
分類コード
入院種別
1. 検査入院 2. 教育入院
3. その他
年齢・体重・JCS条件
年齢が条件の場合
1. A歳未満
0. A歳以上
出生時体重
1. 1,000g未満
2. 1,500g未満
3. 2,500g未満
4. 2,500g以上
Japan Coma Scale
1. 30以上
0. 30未満

手術・処置等1
0, 1, 2
手術等サブ分類
01等 別添定義テーブルの手術番号
99 手術なし
98 手術あり
97 その他手術あり
96 関連手術あり
手術・処置等2
0, 1, 2
副傷病名
0, 1, 2
重症度等
0. なし
1. あり
X: 該当する項目がない場合使用

DPCの基本的考え方

- 各患者を「病名」と「行われた医療行為」との組み合わせで分類する方法
- 例えば「胃の悪性腫瘍、開腹胃全摘術(処置等、副傷病なし)」という形で患者を分類する

このままではコンピューターで処理できないので、これを14桁の数字で表現する。

060020 x x 01 x 0 x x

胃の悪性腫瘍 胃全摘術 処置等なし 副傷病なし

各患者のDPCへの割りつけ方

すでに各病院が持っているレセ電算システムを使うことでDPCへの割付けができる ← これがポイント！

病名などの臨床情報 → DPCのコーディングとDPCレセプトの作成

医療行為のコード表

この仕組みをReceipt Data Download 方式という

DPC定義表の構造

該当する傷病 考慮すべき副傷病 考慮すべき補助手術 考慮すべき手術 考慮すべき補助治療

項目	コード	名称	単位	備考
傷病	06	悪性腫瘍	1	
手術	01	胃全摘術	1	
処置	00	開腹	1	
副傷病	00	なし	1	

DPCデータとは何か

- 分析可能な全国統一形式の患者臨床情報 + 診療行為の電子データセット
- 患者臨床情報
 - 患者基本情報
 - 病名、術式、各種のスコア・ステージ分類
- 診療行為情報
 - 診療行為、医薬品、医療材料
 - 実施日、回数・数量
 - 診療科、病棟、保険種別

資料：藤森研司(2008)

講演者スライド（松田晋哉 教授）

DPCデータから何が分かるか

- 患者の臨床情報
– 全国共通の「**簡易退院サマリ**」
- 「いつ」「何を」「どれ程」行ったか
– (誰がオーダ、どの診療科・病棟の)
- 診療行為を時系列で把握
– レセプト情報から自動的、電子化
- 診療プロセスの可視化
– 平均像とバラツキ

資料： 藤森研司 (2008)

基本となるDPCデータ

様式1	患者の臨床情報、傷病名、術式、補助治療等 退院ごとに作成 (DPCコードはない)
様式4	医療保険情報
Eファイル	出来高点数の情報 実施日、回数、診療科、病棟、オーダ医師
Fファイル	Eファイルの詳細な内容 (丸め分も含む) 行為、薬剤、材料、数量

資料： 藤森研司 (2008)

様式1 (イメージ)

データ 識別番号	入院 年月日	退院 年月日	医療資源 病名	ICD10	化学療法 の有無
0100000001	20080701	20080710	腎盂癌	C65	1
0100000002	20080701	20080715	巣癌	C56	1
0100000003	20080702	20080709	宮肉腫	C542	0
0100000004	20080702	20080710	B型慢性肝炎	B182	0
0100000005	20080702	20080720	S状結腸癌	C187	1
0100000006	20080703	20080711	総胆管結石	K805	0
0100000007	20080704	20080712	C型慢性肝炎	B182	0
0100000008	20080706	20080716	肝細胞癌	C220	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

E-fileの構造

必須	データエレメント Data Element	説 明
○	施設コード	
○	データ識別番号	様式1と一致する。
○	退院年月日 (西暦)	yyyymmdd
○	入院年月日 (西暦)	外来診療や未確定時は00000000とする
○	データ区分	レセプト電算処理システムの診療識別に準ずる
○	順序番号	データ区分別に、診療行為明細を1からの連続した番号で付与する。
○	病院点数でスタコード レセプト電算処理シ ステム用コード	
▲	集約番号 (基本)	診療報酬点数上の集約番号 k600等
○	診療行為名称	
○	行為点数	診療行為 (集約単位) での点数計。
○	行為薬剤料	診療行為内の薬剤点数計 (青欄)。薬剤料のみ。
○	行為材料費	診療行為内の材料点数計 (青欄)。材料料のみ。
○	円・点区分	1:円単位 0:点単位
○	行為回数	項目の同一行為は1とカウント
○	集約番号	
○	レセプト電算処理 システム用コード	
○	実施年月日	yyyymmdd
○	レセプト料区分	
○	診療料区分	
○	施設コード	
○	病院コード	
○	病院区分	1:一般以外 0:一般 2:入院中の外来診療
○	入外区分	1:外来 0:入院

- オーダーごとに1レコード
- 入院日が埋め込まれているので、複数回の入院にも分離できる。
- 順序番号はF-fileとの対応に重要
- 行為名称は代表名称になっており、薬剤ではすべての中身を意味しない。
- 退院時処方のように複数日数分のオーダーは、回数で表現。
- 使用量はF-fileで表現。

F-fileの構造

必須	データエレメント Data Element	説 明
○	施設コード	
○	データ識別番号	
○	退院年月日 (西暦)	yyyymmdd
○	入院年月日 (西暦)	外来診療や未確定時は00000000とする
○	データ区分	レセプト電算処理システムの診療識別に準ずる
○	順序番号	データ区分別に、診療行為明細を1からの連続した番号で付与する。
○	行為明細番号	診療明細集約の順序番号に対応する行為明細を、1から付与する。
○	病院点数でスタコード レセプト電算処理シ ステム用コード	
▲	集約番号 (基本)	診療報酬点数上の集約番号 k600等
○	診療行為名称	
○	使用量	
○	基準単位	診療行為も含めてレセプト電算処理システム用特定集約コードを使用。
○	行為回数	行為の点数計。
○	行為薬剤料	行為の薬剤料 (薬価×使用量)。
○	行為材料費	行為の材料料 (購入価または公示価×数量)。
○	円・点区分	1:円単位 0:点単位
○	出来高実績点数	出来高算定として請求すべき点数。
○	出来高・包括フラグ	1:出来高 0:包括

- オーダーの明細
- 一つのE-fileレコードに、複数のF-fileレコードが対応する
- 実施回数、実施年月日はF-fileにはない。
- 出来高実績点数、出来高・包括フラグは、平成18年度から新規追加。

Eファイル、Fファイル (イメージ)

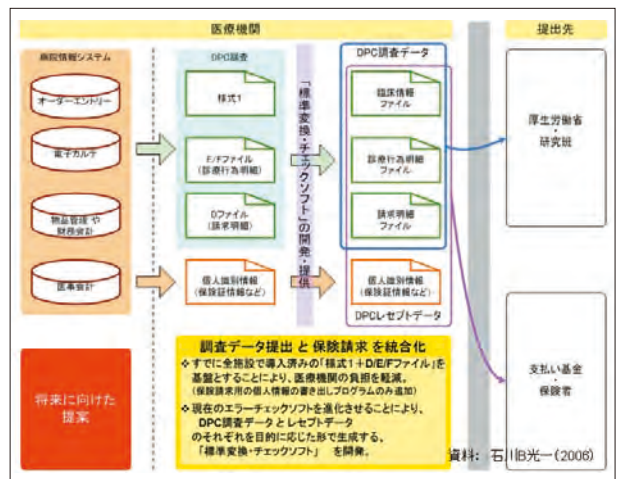
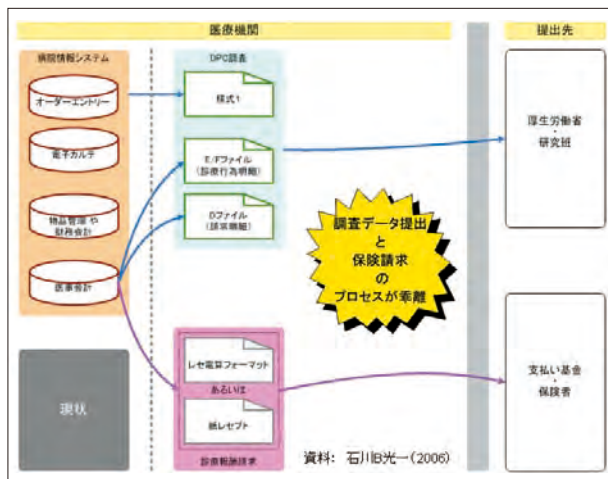
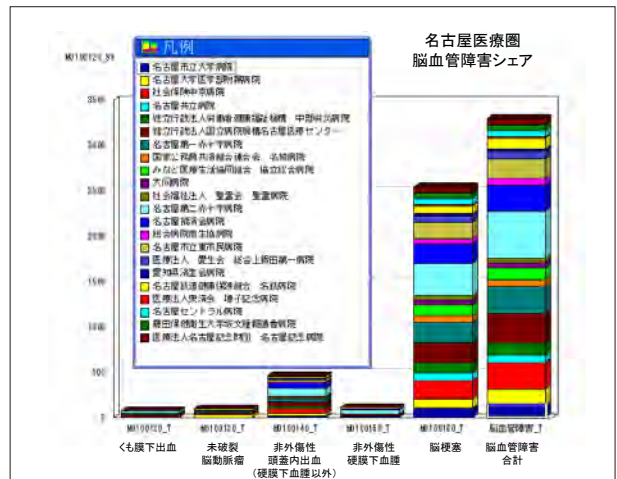
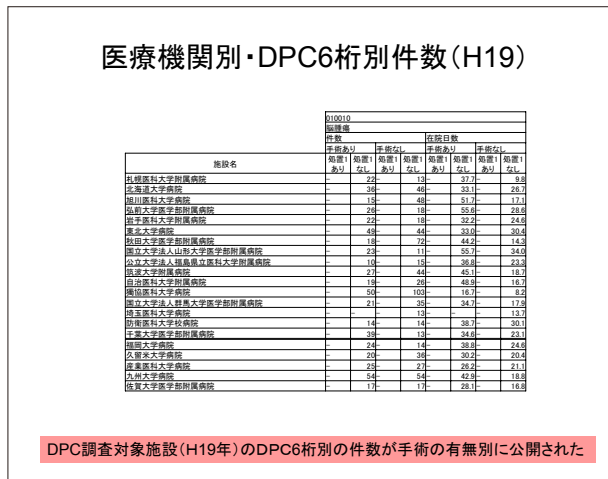
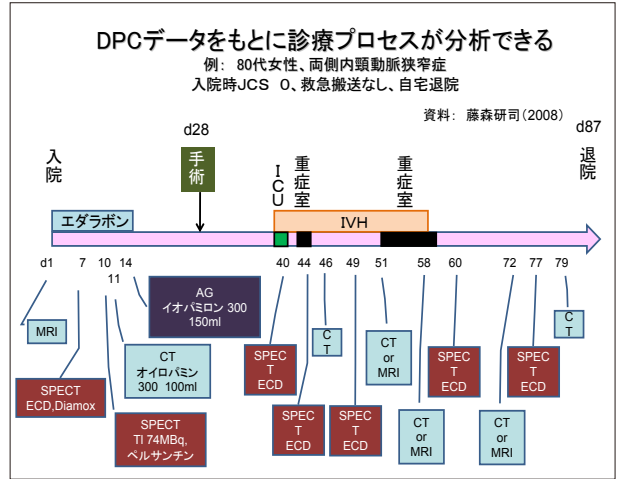
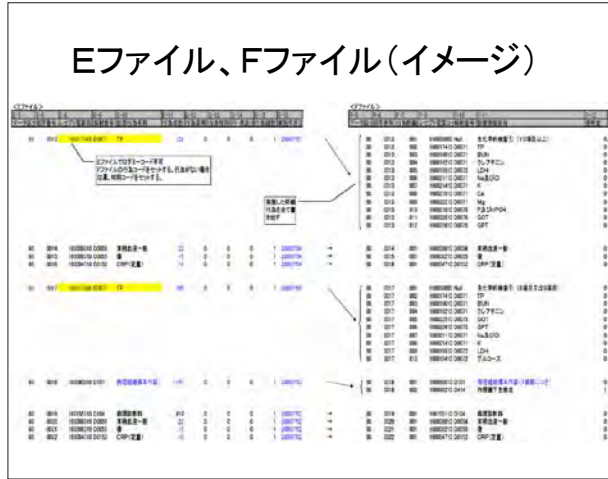
Eファイル

データ識別番号	退院年月日	入院年月日	データ 区分	診療行為名称	行為点数
0000000010	20080710	20080720	33	ソリタT3号 500 ml	483点

Fファイル

データ識別番号	退院年月日	入院年月日	データ 区分	診療行為名称	使用量	薬剤料
0000000010	20080710	20080720	33	ソリタT3号 50 0ml	2瓶	390円
0000000010	20080710	20080720	33	チェナム点滴用 500mgキット	2キット	4300円
0000000010	20080710	20080720	33	ビタメジン静注 用	1瓶	140円

講演者スライド (松田晋哉 教授)



ワークショップ
開催の目的

オープンニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

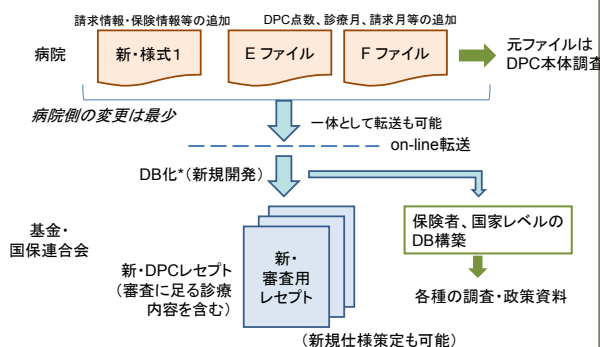
講演者スライド (松田晋哉 教授)

DPC電子レセプトの目標

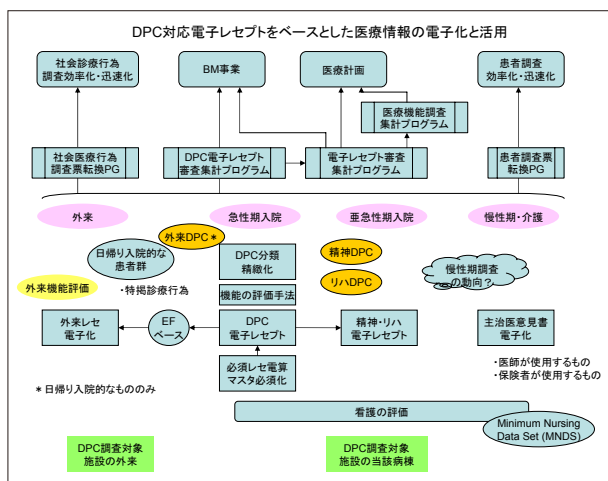
- 医療機関の電算対応コストを最小化する
 - 調査データ提出と請求の一体化により手間を省く
 - DPC調査で実績のあるレセプトデータダウンロード方式を踏襲することで追加開発費用を抑える
- データの高度利用を実現する
 - 医療機関、支払い基金、保険者で共通利用
 - 各種調査の近代化(患者調査、社会診療報酬行為別調査など)
 - 入院・外来／出来高・包括の組み合わせに対応
- 個人情報の保護に対応した調査データ収集
 - 請求に必要な個人情報を局所化

資料: 石川光一(2006)

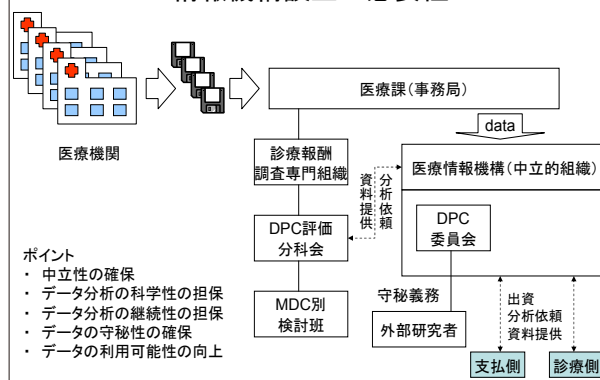
201X年、新DPC電レセ(DPC研究班方式)



資料: 石川光一(2006)



DPC関連情報の収集体制について情報機構設立の必要性



結語

- DPCにより医療情報の標準化と電子化が行われた
 - 支払いを別とすれば、外来から急性期入院、慢性期入院の全範囲をDPCで記述できる
- DPCデータを用いることで医療プロセスの分析が可能になった
- DPCデータのさらなる活用のためには、その有用性をフルに発揮できるようなフォーマットの電子レセプトを作ることが求められる

講演者スライド（伏見清秀 准教授）

医療資源投入量の測定と資源配分における課題
DPCを利用した地域医療資源配分の評価

東京医科歯科大学大学院 医療政策学講座医療情報・システム学分野
伏見 清秀

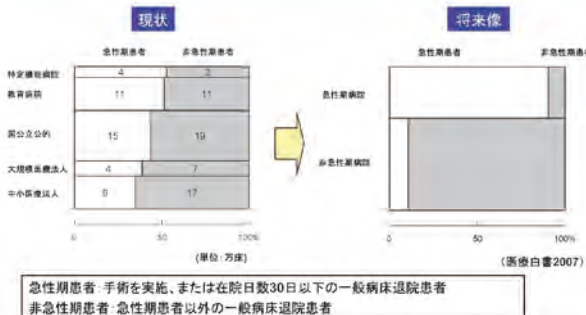
2008年10月22日

地域医療を取り巻く課題

- 医療資源（人、もの、かね）の絶対的な不足
 - 医師不足
 - 地方自治体の財政逼迫
 - 地域産業の衰退
 - 人口構造の高齢化
- 医療費適正化に対する地域の責任
- 医療の質に対する過剰な期待
 - 医療訴訟の増加
 - 患者意識の変化

→医療提供体制の効率化が絶対的に必要！

一般病床の医療機能分化の状況



DPCを地域医療評価に用いるメリット

- 臨床的な分類であること
 - 600程度のわかりやすい傷病分類
 - 臓器系統にほぼ相当するMDC分類
- DPCを基準とした様々な評価指標を応用出来ること
 - 在院日数等の効率性、アウトカム等の標準値
- 医療資源の配分の指標として利用出来ること
 - 病床数、ICU等の急性期医療の必要資源
 - CT・MRI等の高額機器等

DPC傷病名分類の例

MDC	MDC名称	DPC傷病名分類の例
01	神経系疾患	脳腫瘍、くも膜下出血、硬膜下血腫等
02	眼科疾患	白内障、水晶体の疾患、急性前部ぶどう膜炎等
03	耳鼻咽喉科系疾患	伝染性単核球症、睡眠時無呼吸等
04	呼吸器系疾患	肺の悪性腫瘍、急性気管炎、急性気管支炎等
05	循環器系疾患	急性心筋梗塞、再発性心筋梗塞、狭心症等
06	消化器系疾患	食道の悪性腫瘍、胃の悪性腫瘍等
07	肝臓・胆道・膵臓疾患	胆道系の悪性腫瘍、肝臓の悪性腫瘍等
08	皮膚・皮下組織の疾患	黒色腫、基底細胞癌、汗孔の閉塞性炎症等
09	乳房の疾患	乳房の悪性腫瘍、乳房の良性腫瘍等
10	内分泌・栄養・代謝に関する疾患	甲状腺の悪性腫瘍、糖尿病性ケトアシドーシス等
11	腎・尿路系疾患及び泌尿器系疾患	腎の悪性腫瘍、膀胱癌、前立腺の悪性腫瘍等
12	女性生殖系疾患及び産婦人科系疾患	卵巣・子宮附件の悪性腫瘍等
13	血液・造血器・免疫臓器の疾患	急性白血病、骨髄がん、非ホジキンリンパ腫等
14	新生児疾患	近視・遠視・低出生体重に関連する障害等
15	小児疾患	ウイルス性肺炎、細菌性肺炎等
16	その他の疾患	化学熱傷、口腔・消化管内傷、外傷等

医療計画4疾病とDPC傷病名分類

〇がん 010010 脳腫瘍、 020010 眼・結膜の悪性腫瘍、020020 眼高の悪性腫瘍、020030 ぶどう膜の悪性腫瘍、020040 網膜芽細胞腫、020050 眼の悪性腫瘍、 030010 頭頸部悪性腫瘍、 040010 肺悪性腫瘍、縦隔・胸腺の悪性腫瘍、040040 肺の悪性腫瘍、 050010 心臓の悪性腫瘍、 060010 食道の悪性腫瘍（頸部を含む）、060020 胃の悪性腫瘍、060030 小腸の悪性腫瘍、060035 大腸（上行結腸からS状結腸）の悪性腫瘍、 060040 直腸肛門（直S状結腸から肛門）の悪性腫瘍、060050 肝・肝内胆管の悪性腫瘍（結核性を含む）、060060 胆嚢、肝外胆管の悪性腫瘍、 060080 胆嚢、肝外胆管の悪性腫瘍、060070 膵臓、膵臓の腫瘍、 070040 骨軟部組織の悪性腫瘍（骨髄を除く）、070042 上肢等の皮膚の悪性腫瘍、070045 黒色腫、 090010 乳房の悪性腫瘍、 100020 甲状腺の悪性腫瘍、 110010 腎腫瘍、110020 性腺の悪性腫瘍、110060 腎臓・尿管の悪性腫瘍、 110070 膀胱癌、110080 前立腺の悪性腫瘍、110100 精巣腫瘍、 120010 卵巣・子宮附件の悪性腫瘍、120020 子宮頸・体部の悪性腫瘍、 120030 外陰の悪性腫瘍、120040 陰部の悪性腫瘍、120050 陰部の悪性腫瘍、 130010 急性白血病、130020 ホジキン病、130030 非ホジキンリンパ腫、 130040 多発性骨髄腫、免疫系悪性新生物、130050 慢性白血病、骨髄腫、 130060 骨髄形成症候群、 180010 その他の悪性腫瘍、180030 その他の新生物	〇脳卒中 010020 くも膜下出血、硬膜下血腫、 010030 脳出血、 010040 非外傷性脳内出血（非外傷性硬膜下血腫以外）、010060 脳梗塞、010070 脳血管障害（その他）	〇急性心筋梗塞 050030 急性心筋梗塞、再発性心筋梗塞、050050 狭心症、慢性虚血性心疾患	〇糖尿病 100040 糖尿病性ケトアシドーシス、非ケトン性糖尿病、100060 1型糖尿病（糖尿病性ケトアシドーシスを除く）、100070 2型糖尿病（糖尿病性ケトアシドーシスを除く）、100080 その他の糖尿病（糖尿病性ケトアシドーシスを除く）、100100 糖尿病足病変、100080 その他の糖尿病（糖尿病性ケトアシドーシスを除く）
---	--	--	--

講演者スライド（伏見清秀 准教授）

地域DPCデータの利用

DPCコードと患者調査・医療施設調査とのリンク

DPC定義表

DPCコード	調査票欄を最も消費した疾病名(100-10)
050010	D00
...	...

患者調査調査票

項目	備考
医療機関コード	0152
性別	男
年齢	73
主傷病名(100-10)	D00
手術の種類	なし
在院日数	17日
住所地	0203
...	...

医療施設調査票

項目	備考
医療機関コード	0152
施設名	...
病床数	154
従事者数	211
医療設備の状況	...
...	...

付録CDROMの内容

- ・DPC別地域患者データベース
- ・DPC別全国評価基準値
在院日数、患者数等
- ・分析事例とExcelテンプレート

改訂第2版 2008年10月発売
じほう社 東京

〇改定内容

1. 平成17年患者調査データでアップデート
2. 2008年版DPC分類にも対応
3. プログラムによる自動分析

地域医療資源配分の評価の視点

1. 医療資源必要量の視点
 - ・地域において必要な医療資源はどの程度で、その過不足状況はどうか
 - ・病期別、治療内容別に急性期病床数、ICU病床数、回復期リハビリ病床数、医師・看護師数、医療設備量等
2. 空間的資源配分の視点
 - ・地域住民がどここの医療機関から医療サービスを提供されているか
 - ・傷病別（医療計画4疾病またはDPC分類）、治療内容別に可視化
3. 機能的資源配分の視点
 - ・地域における医療サービスを主に提供している医療機関はどこか
 - ・傷病別（医療計画4疾病またはDPC分類）、治療内容別に可視化

医療資源の必要量の視点からの分析

医療資源必要度の視点

- ・地域において必要な医療資源はどの程度で、その過不足状況はどうか
- ・病期別、治療内容別に急性期病床数、ICU病床数、回復期リハビリ病床数、医師・看護師数、医療設備量等

地域の医療資源配分の指標

DPC調査票と患者調査退院票の比較

	患者調査病院退院票	DPC調査票
対象病院数	約6,000	約1,400
対象病院種別	全病院	急性期
調査票数	約900,000	約8,000,000
対象患者割合	3%以下	約50%
共通項目	[年齢、性別、在院日数、転帰]	
傷病名数	1(日本語)	12(ICD10)
手術	1(簡略)	5(詳細)
患者居住地	(+)	(-)
入院前場所	(+)	(-)
入院後場所	(+)	(-)
調査方法	一部電子化	電子化
データ取得	手作業	入力ソフト

患者調査とDPC調査を補完的に利用した地域医療資源必要量推計モデル

患者調査

- ・主傷病(DPC)別患者数
- ・二次医療圏別患者数
- ・在院日数別患者数

DPC調査

- ・主傷病(DPC)別医療資源必要量
・在院日数、医療費、医師数
・ICU利用日数、MRI回数
・薬剤費、材料費等

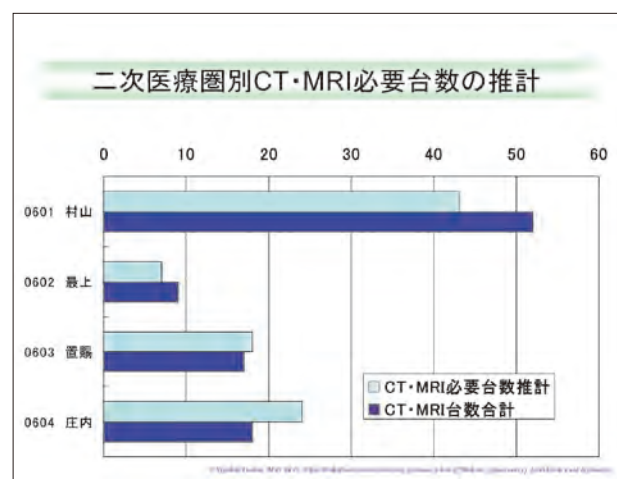
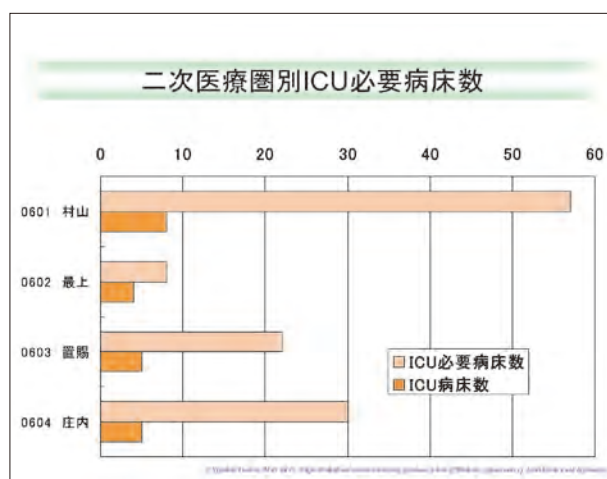
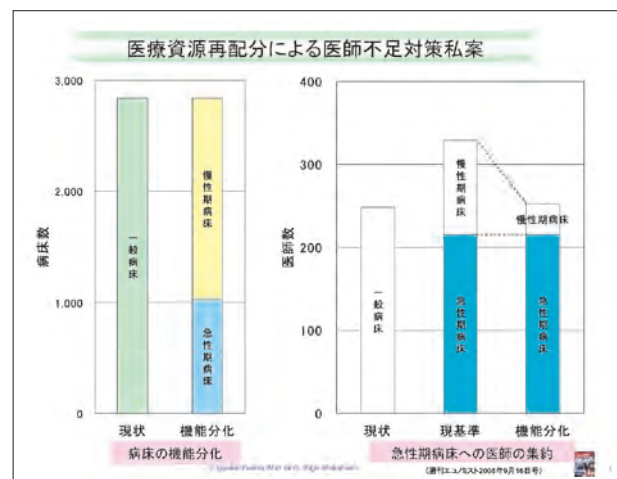
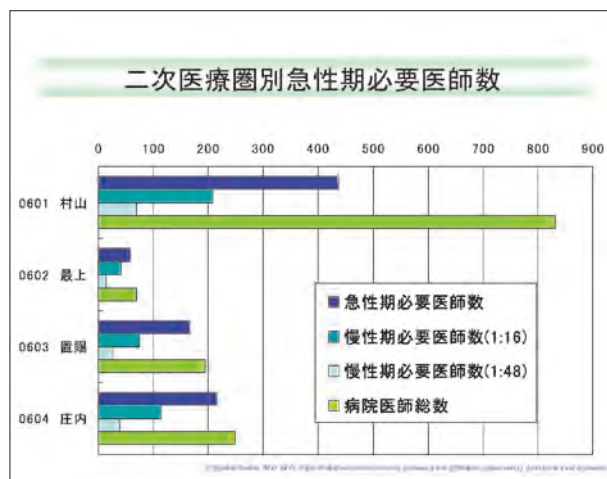
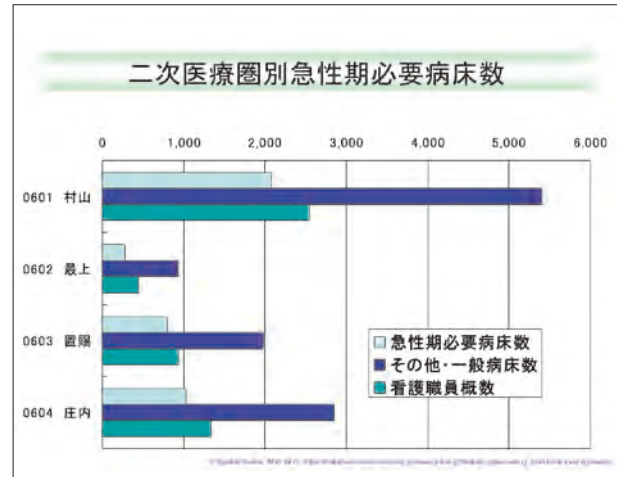
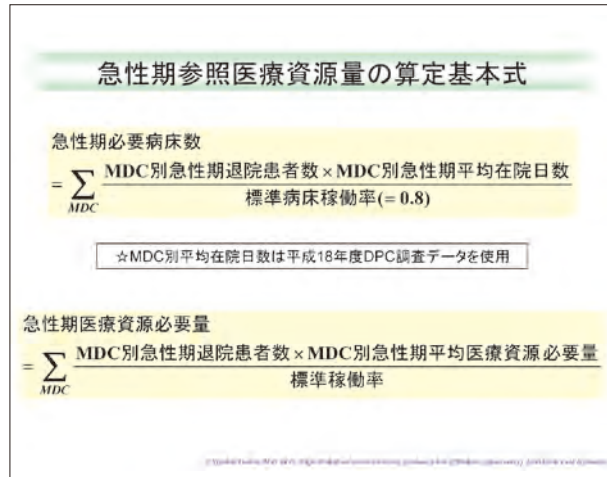
医療資源必要量

$$= \sum_{i=1}^n \text{傷病別患者数} \times \text{傷病別平均医療資源必要量} \times \text{標準稼働率}$$

地域医療資源必要量の推計

急性期病床数、医師数、ICU病床数
MRI台数、医療費、薬剤費、材料費等

講演者スライド (伏見清秀 准教授)



講演者スライド (伏見清秀 准教授)

医療資源の必要量の視点からの分析(まとめ)

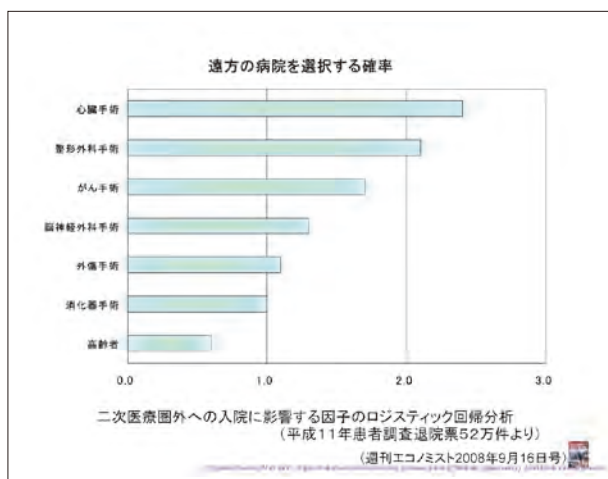
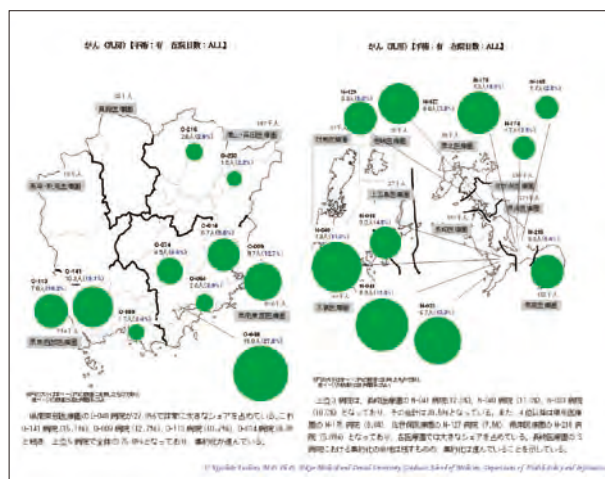
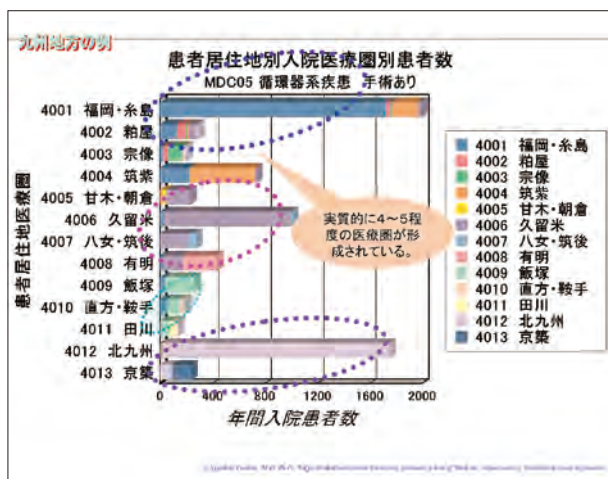
- ・現在の一般病床の約3分の1が急性期病床として必要
- ・残りは人口構造高齢化と共に必要数が増大すると考えられる慢性期病床、および現状の医療資源配分が大きく過少である超急性期、亜急性期への機能分化が必要
- ・課題
 - 急性期医療資源必要量の最適化をどのように考えるか？
✓ 病床、医師、看護師、設備等、現状追認で良いのか？
 - 慢性期の医療資源配分をどのように考えるか？

空間的医療資源配分の視点からの分析

空間の視点

- ・地域住民がどこで、どの医療機関から医療サービスを提供されているか
- ・傷病別(医療計画4疾病またはDPC分類)、治療内容別に可視化
- ・医療需要の地域差はあるのか
- ・人口構造の高齢化は医療需要にどのような影響を与えるか

患者の受療行動の可視化



空間的医療資源資源配分の視点からの分析(まとめ)

- ・入院患者の二次医療圏境界を越えた移動は、地域、傷病、病期、手術の有無によって大きく異なる
- ・がん、循環器、整形外科の手術のある患者で、特に二次医療圏境界を越えた移動が大きい
 - 専門性が比較的高い待機的手術を受けるために病院選択が積極的に行われている可能性がある
- ・課題
 - 交通等の地理的条件の評価をどのように含めるか？
 - アクセスの確保と空間的集約との間のtrade-offをどう評価するか？

講演者スライド (伏見清秀 准教授)

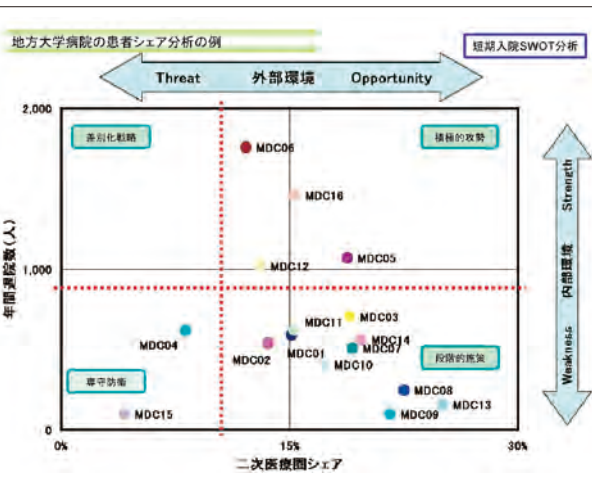
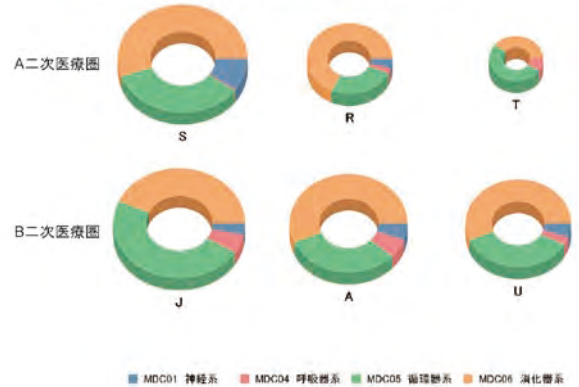
機能的医療資源配分の視点からの分析

機能の視点

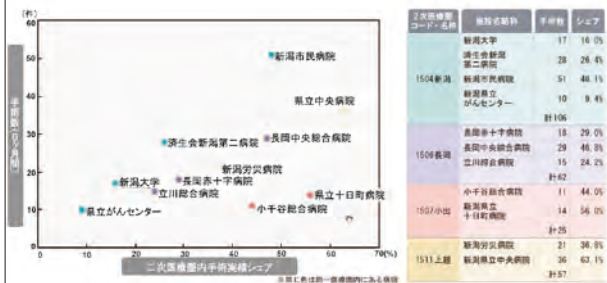
- それぞれの医療機関は地域においてどのような役割を果たしているか
- 地域における医療サービスを主に提供している医療機関はどこか
- 傷病別(医療計画4疾病またはDPC分類)、治療内容別に可視化

医療機関の機能分化と連携の可視化

二次医療圏内の外科専門治療の機能分担の状況



新潟県におけるDPC病院の胆管結石手術の実績と
二次医療圏内シェア



空間的医療資源配分の視点からの分析(まとめ)

- 患者病感別の医療サービス実績、地域貢献度(地域シェア)が医療機関の地域における機能を表す指標となりうる事が示された。
- DPC調査データ、電子レセプトデータ等の活用により、さらに詳細な分析が期待される。

課題

- より専門性の高い医療の機能分化をどのように評価するか?
 - CABG、血管内手術、専門的がん治療等
- 医療機関の統廃合の基準は何か?

まとめ

- 地域医療資源の必要量について
 - 急性期、亜急性期医療の必要量はDPCデータ等から推計することが可能
 - 急性期病床必要数は現在の一般病床の約3分の1であり、一方、超急性期、亜急性期の医療資源の不足は明確で、特に非都市部で著しい
- 空間的資源配分について
 - 医療の専門性、緊急性に応じて適正な医療圏を設定する必要がある
 - 病態別医療需要の地域差、将来需要等が地域医療の評価の指標となる
- 機能的資源配分について
 - 医療機関の機能評価の視点の一つとして病態別地域貢献度を用いることができる
 - 医療機関毎の専門性を明示化して機能分化と医療連携を促進する必要がある
- 医療政策的課題
 - 医療資源再配分の政策手段は何か?
 - ハードウェアのリストラをどう進めるか?
 - 急性期病床をどのように定義するか?
 - 政策的な人員資源配置をどのように進めるか?

セッション3：情報科学・統計科学のフロンティア

座長：丹羽 邦彦（研究開発戦略センター 上席フェロー）

発表：

- 統計科学のフロンティアとサービス科学・工学の研究推進に求められる課題
北川 源四郎（統計数理研究所 教授・所長）
- エージェントアプローチによる社会シミュレーション
喜多 一（京都大学学術情報メディアセンター 教授）
- サービス科学と最適化手法ー近年の情報科学の発展を踏まえてー
中森 眞理雄（東京農工大学工学部 教授）

セッション概要

北川源四郎所長は発表の冒頭で知識とモデルの概念の近年の変化について指摘した。これは従来、知識は「普遍の真理」であり、モデルは「実体の表現」と理解されてきたが、近年知識は「予測、意思決定に有用な情報」であり、モデルは「機能の実現」のためのものであるとそれぞれ理解認識されるようになったという指摘である。続いてこれらの概念の変化と並行して、従来「専門家の経験と勘」の範疇であった領域が近年、科学の対象に含まれるようになりつつあることを指摘した。これらの指摘をふまえ、これらの変化と近年の情報通信技術の著しい発展を背景に、大量の情報・データを土台に研究を進めていく「データ中心科学」の重要性が増していることに言及した。データ中心科学発展の鍵を握る統計科学の要素技術として「能動的モデリング」ー知識とモデルが相互に影響を与えつつ発展（例、ベイズモデリング）ー、「パーソナライゼーション」ー平均や分散等の従来の統計から脱却、「個」に焦点を当てるー、「データ同化」ー理論モデルによる情報と観測データの統合等ーを挙げた。さらに統計科学に加え、サービス科学として重要になると考えられる要素技術として「情報、センシング技術」、「データマイニング」、「心理学、認知科学（の取り込み）」、「設計学」、「数理科学（最適化等）」を挙げた。そしてこれら要素技術の統合、サービスの向上に貢献する技術パッケージの可能性として「パーソナライゼーション」、「リコメンデーションシステム」、「消費者（人間）行動モデル」、「デジタルヒューマンモデル」、「Privacy Preserving Data Mining」を挙げた。

北川教授の発表後の質疑応答では、医療サービス受容者の行動モデル化の必要性が指摘され、能動的モデリングへの期待が表明された。それに対し北川所長は従来の要素還元的なモデルではなく、機能という立場でモデル化することの重要性を再度強調した。しかしその一方でデータ中心科学については、理論やモデルの存在しないまま情報を大量に取得するという手法に対して懸念が表

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

明された。この懸念に対し、北川所長はそのような懸念は認めつつも、今後は理論やモデルの存在しないまま取得された大量な情報を有効に活用する手法についても検討する必要があることを指摘した。

続いて喜多一教授がエージェント・ベースド・シミュレーション (Agent-Based Simulation : ABS) による社会シミュレーションについて発表した。これは組織、社会における人間の振る舞いをモデル化、自律的な「エージェント (コンピュータプログラム)」として表現し、社会をエージェントの相互作用としてモデル化、計算機シミュレーションにより組織や社会の全体としての挙動、変化をコンピュータでシミュレーション、検証するという、ボトムアップ的手法である。ABS は近年の情報通信技術の著しい発展により可能となった手法である。一般に社会のシミュレーションは「個々人の認識と行動が不明確」、「制度と人々との行動の相互作用が複雑」、「検証が困難」等の課題を有する。ABS を社会シミュレーションに活用することにより、組織や社会の役割の解析、制度設計に対する知見が得られることが期待されること、既に国内外の複数の研究所で、ABS による交通流や地域人口の増減、人工先物市場の挙動、感染症の広がり等のシミュレーションが試みられていることに言及した。しかしながら ABS は発展途上の技術である点、その発展には情報系研究者と社会学者、実務者との学際研究が必要である点、ABS は " 未来の予測 " を指向するものではなく、あくまでシステムの挙動を把握するための道具である等の留意点を指摘した。

喜多教授の発表後の質疑応答では、医療制度の変更が与える医療機関の経営や資源配分の意思決定に関する情報取得や過去の施策の検証の面で ABS が貢献する可能性、医療サービス受容者の行動モデルやシミュレーションに ABS が貢献する可能性についての期待が表明された。それに対して喜多教授は ABS の完成度向上のためにはエージェントやシミュレーション・ルールの作り込みが重要である点を指摘した上で、情報系研究者と医療サービス実務者との協業の重要性を指摘した。シミュレーションに対する医療サービス側の期待は高いものであった。

最後に中森眞理雄教授がオペレーションズ・リサーチ (Operations Research) の近年の発展を紹介した。OR は組織の業務・運営・管理・規格などにおける諸問題を「数学的に捉えてモデル化」した上で「数学的な解法を提供する」科学的理論と活動であり、「最適化手法 (数理計画法)」、「スケジューリング」、「待ち行列」、「信頼性」等、製造業を主な応用先とする分野、「金融工学」や「マーケティング」等、サービス分野等の非製造業を主な応用先とする分野を含む。OR の諸分野のうち、とりわけサービス、サービス科学との親和性が高いと思われる「整数計画法」の 2000 年以降の著しい発展について言及

した。整数計画法は変数の値が整数に限られる線形計画問題であり、例えば人的資源のスケジューリングを始めとする機関の資源配分に関する意思決定に重要な役割を果たす手法である。整数計画法の近年の著しい発展の背景には、情報通信技術の著しい発展と新しい数値解析アルゴリズムの発表があり、これらにより従来は解析不可能であったような大規模問題が解析可能となり、OR の新たな適用分野が拓けつつあるとのことであった。しかしその一方で、サービス科学においては「サービスの質の向上」は重要であるものの、現状は「質の評価尺度」や「サービスのモデル」が不明確である等、課題が山積しているため、まだ OR の適用可能性は限られていることを指摘した。また OR を取り巻く研究環境の課題として、OR は企業との共同研究が活発な分野であるものの、その反面特許等の知的財産上の制約条件が原因となり、研究成果の社会への普及が阻害されている現状について言及した。

中森教授の発表後の質疑応答では、医療機関における資源配分（例、看護師のローテーション）に関する意思決定は手作業で行われているのが現状であることが指摘された。しかし、資源配分に関して選択肢が大量になる場合、あるいは複雑な制約条件化で資源配分を決定する必要がある場合に OR 的な手法の必要性が増加する可能性について参加者は合意した。さらに医療サービスに限らずサービス科学は、組み合わせ最適化問題が多い点、それゆえサービス科学に整数計画法が大変重要になる旨指摘があった。さらに医療サービスの場合、組み合わせ最適化問題だけでなく、患者の到着等に代表される不確実性についても対処する必要があり、それゆえ確率問題と整数計画の性格を併せ持った、いわば「不確実性を持った組み合わせ最適化問題」が重要になる旨の指摘もあった。これらの指摘に対し中森教授は、企業との共同研究が活発なことを背景に、OR は現場の課題解決により発展する学問であり、不確実性を持った組み合わせ最適化問題は OR の立場から見て興味深い問題である旨同意した。

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロントティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

講演者スライド (北川源四郎 所長)

統計科学のフロンティアと
サービス科学・工学の
研究推進に求められる課題

情報・システム研究機構
統計数理研究所
北川 源四郎

ISTAS2008
10/25/2008

科学の対象の拡大

専門家の
経験と勘

科学的方法

- 工業生産・職人
- 医術
- 天気予報、経済予測
- マネジメント、マーケティング
- ファイナンス、投資
- リスク管理
- 科学的発見
- サービス・サイエンス

ISM 2

「知識」の変化とモデルの変化

知識： 普遍の真理
モデル： 実体の表現

↓

知識： 予測、意思決定に有用な情報
モデル： 機能の表現

ISM 3

科学的方法の変化：2WDから4WDへ

原理主導型

データ主導型

理論科学

実験科学

計算科学
(シミュレーション)

第4の科学
(データ中心科学)

演繹

帰納

Inspiration-based

Cyber-based

ISM 4

データ中心科学のグランドチャレンジ

1. 大規模データに基づく予測と知識発見・知識創造
2. 不確実性のモデリングとリスクの管理
3. 実世界シミュレーション
4. サービス・サイエンス

Key Technologies:

- 能動的モデリング (Active Modeling)
- 個別化 (Personalization)
- データ同化 (Data assimilation)

ISM 5

知的情報処理におけるモデルの役割

理論

経験的知識

データ

モデル
情報抽出の「道具」

情報抽出
知識発見

予測
シミュレーション

制御
管理

対象に関するあらゆる知識や解析の目的に
応じたモデリング
データからの情報と事前情報の統合
→ バイズモデル

ISM 6

講演者スライド (北川源四郎 所長)

能動的モデリング

対象に関するあらゆる取得可能な情報(対象に関する理論, 経験的知識, 観測データ)およびモデリングの目的

事前情報とデータの持つ情報の統合

ベイズモデリング

モデルを通して知識が得られる。
知識はモデルを改良する

知識発展のスパイラル

ISM 7

知識発展のスパイラル

Knowledge is being applied to knowledge itself.
(P.E. Drucker: Post Capitalist Society)

知識発展のスパイラル

ISM 8

統計的ものの見方の変化

帰納: 個々の具体的事実から一般的知識へ

- 集団として捉える → 本質を捉える

大量生産・大量消費を目指した20世紀
個人に焦点をあてた科学技術へ

背景
資源の有効利用のための選択と集中
価値観の多様化(個人, 個性, 個別, 固有の尊重)

テラーメイド創薬
オーダーメイド医療
マイクロマニピュレーション
サービスイノベーション
教育, 物流

平均を見る → 個性を捉える

ISM 9

Personalization (平均から個へ)

- 平均から個性へ

分布 平均と分散 粒子(個)

- 本質は究極の条件付け

$X = \begin{matrix} \text{ } \\ \text{ } \end{matrix}$ p n

新NP問題 ($n \ll p$)

- ・ マイクロアレイ
- ・ マーケティング

ISM 10

データ同化

地球環境シミュレーション:
理論モデルによる情報と人工衛星による観測データの統合

原理主導アプローチとデータ主導アプローチの統合

非線形フィルタ・平滑化

応用:
・ 気象予測・台風予測
・ 津波予測
・ グノムネットワーク

Ueno-Higuchi (2004)

ISM 11

サービス科学の目標

- ・ 経験と勘に頼ってきたことを科学的に実現
- ・ サービス提供側の効率化と受容側の満足と同時に達成
- ・ 「平均的人間」から「個性を持った人間」への対応
- ・ Just Assist (個人の要求に対して程よく対応)

ISM 12

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付
録

講演者スライド（北川源四郎 所長）

サービス科学へ向けての課題

平均から「個」へ

- ・ 普遍的知識と個別的情報の統合
- ・ 人間の満足度や行動を捉える

ISM

14

要素技術（1）

①情報工学、センシング技術

- ・ 無拘束・無意識的なデータ収集システム（POS、Suica、ユビキタスセンサ、情報家電）
- ・ 人間の計測技術（人間の行動・感情表現などを外形的、質・量的に計測する技術による人間のモデル化）
- ・ ICT技術

②統計科学

- ・ アンケート技術（人間行動モデル内の潜在変数の具現化）
- ・ 機能のモデリング
- ・ ベイズ法による情報統合
- ・ 時系列解析法（日本の独自性を、時間に依存性、予測）
- ・ 機械学習（特にカーネルマシンや協調フィルタリング）

ISM

14

要素技術（2）

③狭義のデータマイニング

- ・ 大規模データ処理。特に、問題に即した状況即応的かつ自己学習的な異常値処理システムの確立。
- ・ パターン処理（サービス受容者の同質性・異質性の評価、類別）

④心理学、認知科学（心理・認知的作用の利用によるサービス受容者の満足度向上）

- ・ 認知心理学
- ・ ごく狭義の社会経済学（狭義のミクロ経済学や地域社会学など）

⑤設計学

- ・ 大規模プログラミング
- ・ プロセス設計

⑥数理科学（最適化など）

ISM

15

要素技術のパッケージ化

・ パーソナライゼーション

個人化、カスタマイズ：オーダーメイド医療・創薬、マーケティング、教育、情報提供。

・ リコメンデーションシステム

Webなどで、ユーザの嗜好を分析し、ユーザごとに興味のある情報を選択して表示するサービス。Just assist

・ 消費者（人間）行動モデル

電通のAISAS、Attention（注意）、Interest（興味）、Search（検索）、Action（購買）、Share（情報共有）

・ デジタルヒューマンモデル

計算機上に人間の機能を実現し、それを利用して人間の機能と行動を記述・分析・シミュレート・予測する

・ Privacy Preserving Data Mining

ISM

16

講演者スライド (喜多一 教授)

エージェントアプローチによる
社会シミュレーション

京都大学 学術情報メディアセンター
喜多 一



考えるための道具・技術

- 情報の表現と操作
 - 言語、文字、
 - 数(数値、数式、数学)、
 - 図的表現(ダイヤグラム、グラフ)
 - 手帳(プログラム)
- 思考の方法
 - 理論、観察、実験、シミュレーション
- 道具・技術
 - 印刷技術
 - 実験・観測装置
 - 電子メディアとコンピュータ

ゲッティンゲン大学所蔵
グーテンベルグ聖書

科学とシミュレーション

- 塩沢由典: 科学の第3のモード
 - 理論、実験、シミュレーション
- アクセルロッド: 演繹、帰納、シミュレーション
- 寺野隆雄: 事例、数式、知識、プログラム
- ギボンズ: モード2(領域型-問題解決型)
- 吉田民人: 科学のメタパラダイム転換
 - 認識科学から設計科学へ
 - 法則(基礎方程式)科学からプログラム科学へ

シミュレーション(Simulation)

- 実際のシステムの挙動をモデル(model)により模擬すること
 - コンピュータ・シミュレーション
 - 微分方程式
 - 待ち行列(離散事象)
 - セルオートマトン
 - エージェント
 - ゲーミング・シミュレーション(Gaming Simulation)
 - 人を意思決定のプレイヤーとしてゲームを行うことによるシミュレーション

現代的な社会的問題

- 情報社会: 研究開発, 知的財産, 教育, 倫理
- 安全: セキュリティ, 防災, アンチテロリズム
- 環境: エネルギー: 地球温暖化, リサイクル, 食糧
- 社会・都市: 階層格差, 地域格差, ネットワーク社会
- 保健・医療: 感染症, 保険, 高度医療, 高齢化
- 経営: 企業, 公共セクター, NPO/NGO, 人事制度
- 経済: 市場化, 金融, グローバル経済
- 産業構造: 製造業の空洞化, 新しい産業構造の創出

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

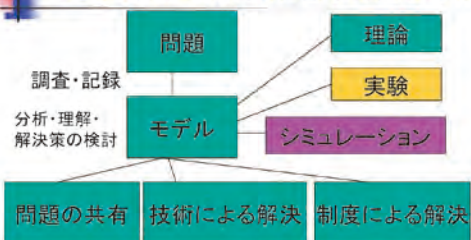
付
録

講演者スライド (喜多一 教授)

社会的問題がなぜ難しいのか

- 問題の所在
 - 関係者間での利害の衝突
 - 地球規模、多文化
 - 利害関係者の複雑な行動(適応、学習)とそれに基づく社会的秩序の形成
 - 長期的変化
 - 技術革新の影響
- 技術と制度の両方の解
 - 関係者間での問題の共有
 - 制度の分析、評価、設計の手法が必要
 - 個人、組織の行動は直接制御できない
 - 技術と制度の連携

社会的問題の解決をどう考えるのか



社会シミュレーション: 背景

- 社会的ニーズ
- シミュレーション技術の進歩
 - **コンピュータが高性能・安価**になった。現在のノートPCの性能は 20 年前のスパコン並
 - 社会など複雑な対象をプログラミングできるようになった: **オブジェクト指向**の技術
 - 学習や適応などを扱えるようになった: **知能化技術**
 - 参加型アプローチを支えられる分散環境とヒューマンインターフェイス: **ネットワークとPC**

社会のシミュレーション: 困難さ

- 基礎: 個々人の認識と行動: 不明確
⇔ 物理の方程式
- 複雑度: 制度 + 人々の行動
⇔ 物理システムの対称性
- 境界: 興味のある対象だけを切り離せない
- 検証: 実験が困難 ⇔ 物理の実験
- 実証: 歴史的事実だけが使える、
 - 初期値依存性: 「たまたまそうなっただけ」かも、
 - 文脈依存性

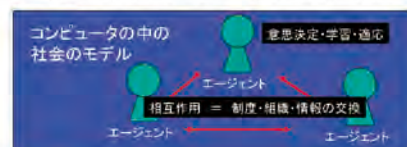
エージェントベースの社会経済モデル / シミュレーション (ABM/ABS) とは?

- 個人や部門 ⇒ **自律的なエージェント**とし、
- その **学習、適応、進化**を折り込み、
- **ボトムアップ**に組織や社会、制度を構成し、
- **計算機シミュレーション**を通じて
- 社会経済の複雑で多重のフィードバックを明らかにすることのできるモデルにより
- 組織や社会の役割を解析し、
- 制度の設計を視野に入れた手法

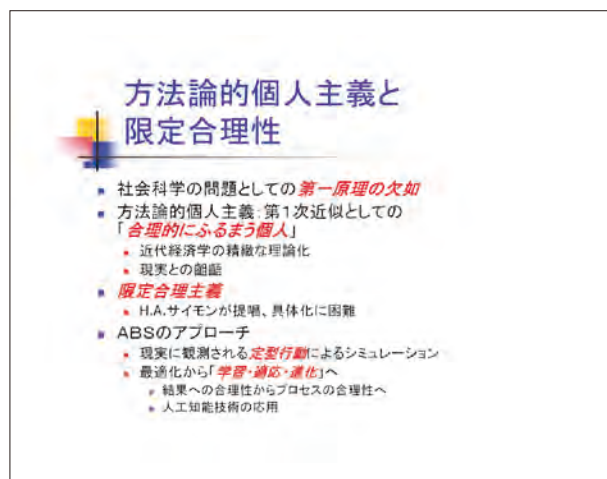
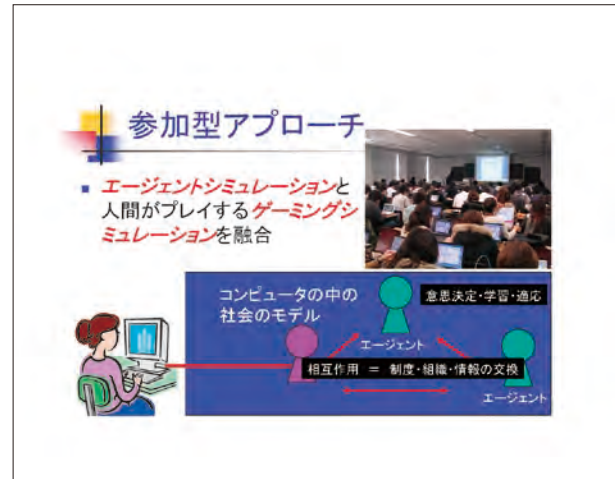
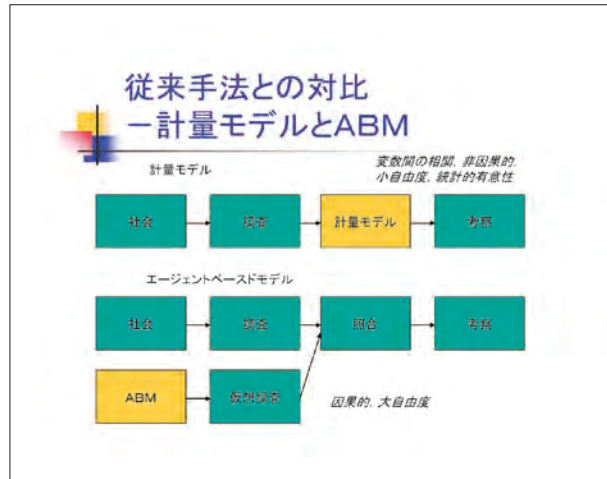
R. Axtell: "New Computer Science for Social Sciences"

エージェントベースの社会シミュレーション

- 社会の中で動く人や組織を「エージェント(コンピュータプログラム)」で表現。
- 社会をエージェントの相互作用としてモデル化。
- 社会の変化をコンピュータでシミュレーション。



講演者スライド（喜多一 教授）



ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

講演者スライド（喜多一 教授）

主な研究拠点・活動

主な研究拠点・活動

- カーネギーメロン大学 社会組織システムのコンピュータ分析センター
 - Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems, Carnegie Mellon University (<http://www.casos.cs.cmu.edu/>)
- ジョージメイソン大学 社会複雑性研究センター
 - Center for Social Complexity, George Mason University (<http://socialcomplexity.gmu.edu/>)
- アルゴンヌ国立研究所 意思決定と情報科学
 - Decision and Information Science, Argonne National Laboratory (<http://www.dis.anl.gov/index.html>)
- ブルッキングス研究所 社会経済ダイナミクス研究センター
 - The Brookings Center on Social and Economic Dynamics (<http://www.brookings.edu/dynamics/Mission.aspx>)

東京工業大学 21世紀COE エージェントベース社会システム科学の創出

エージェントベース社会システム科学の創出
Creativity of Agent-Based Social Systems Sciences



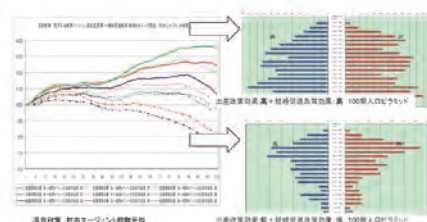
シミュレーション事例の紹介

交通のシミュレーション (明石での歩道橋事故の再現)



Toshiyuki KANEDA, Tomohiko SUZUKI : A simulation analysis for pedestrian flow management, T. Terano et al. (Eds.), Agent-Based Simulation From Modeling Methodologies to Real-World Applications, Springer, pp.220-229 (2005)

地域のシミュレーション 人口1000人の村の今後の人口推移と政策の関連

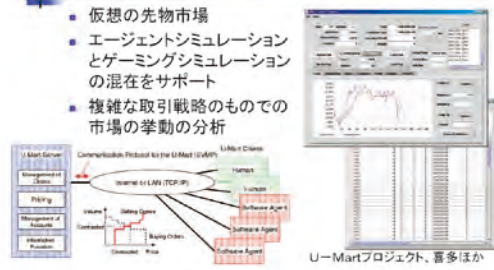


東京工業大学、出口研究室

講演者スライド (喜多一 教授)

市場のシミュレーション U-Mart 人工先物市場プロジェクト

- 仮想の先物市場
- エージェントシミュレーションとゲーミングシミュレーションの混在をサポート
- 複雑な取引戦略のものの市場の挙動の分析



U-Martプロジェクト、喜多ほか

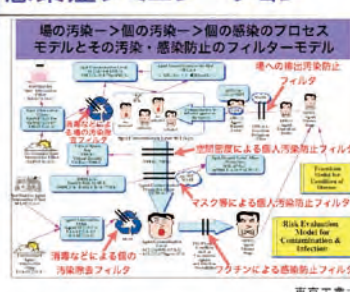
市場のシミュレーション: U-Mart

- 大人数(150人以上)の参加型シミュレーション (千葉工大での授業利用)



感染症シミュレーション

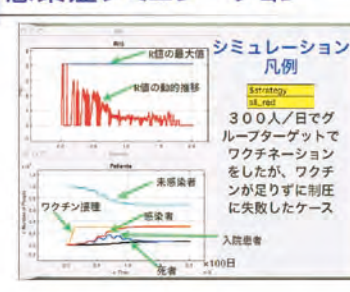
場の汚染→個の汚染→個の感染のプロセスモデルとその汚染・感染防止のフィルターモデル



東京工業大学、出口研究室

感染症シミュレーション

シミュレーション 凡例



300人/日でグループターゲットでワクチネーションをしたが、ワクチンが足りずに制圧に失敗したケース

社会シミュレーションとの付き合い方

- 緒についたばかりの発展途上の技術。
- 情報系研究者と社会学者、実務者との学際研究が必要
- 多くの困難。しかし他に方法はない。
 - ・ 経験、理論では届かない。実験はできない。
- 単に未来を予測するのではない。
 - ・ 起きるかもしれないシナリオをコンピュータの力を借りて探るもの。
 - ・ ないよりはまし。
 - ・ 考えるための道具。

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロントティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

講演者スライド (中森眞理雄 教授)

サービス科学と最適化手法
— 近年の情報科学の発展を踏まえて —

2008年10月22日

中森 眞理雄
東京農工大学 工学府 情報工学専攻

工学研究の目的

- 新しい物質・素材を開発
- 新しい機能を開発
- 新しい製造技術を開発
- 新しい**管理運用技術**を開発 (最適化・信頼性・評価, etc.)

サービス科学へ

サービス科学とは

- 定義?
- 適用分野
 - 産業界(非製造業)
 - 公共交通機関(鉄道, バス, 航空機), 運送(宅配, 郵便)
 - 流通, 販売
 - 医療
 - 病院
 - 行政
 - 日常業務: 窓口業務, ごみ収集
 - 企画・計画: 施設配置計画

オペレーションズリサーチ(OR)とは

- 組織の業務・運営・管理・企画などにおける諸問題を
 - 数学的に捉えてモデル化し
 - 数学的な解法を提供する
- 科学的理論と活動

ORの分野

- 最適化手法(数値計画法)関連
- ゲーム理論
- スケジューリング
- 待ち行列関連
- 信頼性
- 金融工学
- マーケティング
- 評価

最適化手法の近年の進歩

- 線形計画法, 非線形計画法, 整数計画法, 動的計画法
- 整数計画法の近年(2000年以降)の進歩は著しい
- 従来解けなかった問題が解けるようになり, ORの新たな適用分野が拓けてきた

講演者スライド (中森眞理雄 教授)

整数計画とは

- 変数の値が整数に限られる線形計画問題
- 整数条件を無視した線形計画問題の最適解を丸めるのは不可
 - 単に丸めるだけでは最適解にはならない(可能解でないこともある)
 - ほとんどの応用では、0, 1型整数計画問題

整数計画法の進歩

- 1947 単体法(simplex method) --- G. B. Dantzig
- 1963 切除平面法(cutting plane method) --- R. E. Gomory
- 1965頃 分枝限定法(branch and bound method) --- E. Balas
- 1975~1990 線形計画の退化対策、内点法
- 2000頃 CPLEX発表 --- ILOG, B. Bixby

CPLEXの出現で何が変ったか

- 大規模な整数計画問題が解決可能に
 - 以前は 100変数の整数計画問題でも難問
 - CPLEXなら 100,000変数の問題も可能
- 応用例
 - 航空会社の操縦士のローテーション
 - 食肉会社の注文受付 --- 実時間で応答可能

最適化問題はなぜ難しいのか

- 最適解を求めるには理論的に高度なアルゴリズムが必要
 - 改善を繰り返せば最適解に到達するという保証がない
 - アルゴリズム論、数理学、オペレーションズリサーチが基礎
- 便宜的な解法で準最適解を求めることが多い
 - 企業では、準最適解で満足することが多い
- 現実の解法の良さを評価するために、典型的なデータに対して、真の最適解を求めることは、研究上重要
 - 整数計画法などの汎用ソフトウェアの利用

ORの二面性

- ORの理論
 - 最適化・信頼性・待ち行列
 - 解の存在、解の性質、解法
 - 多目的最適化
- ORの実践
 - モデル化
- ORで重要なのは新しいモデルの提案である。これは応用数学ではない。

科学的・数理的管理手法の効果

	生産性	質
製造業	- 生産量の増加 - 生産コストの削減 - 生産期間の短縮	- 生産物の精度向上 - 生産物の信頼性向上
非製造業	- サービスのコストの削減 - サービスの迅速化	サービスの質の向上

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

講演者スライド (中森眞理雄 教授)

サービス科学の課題

- 個別の問題の研究
 - 従来の研究を一層推進
- サービスの「良さ」の本質に係る問題
 - 社会全体の満足度の最大化
 - 個々の構成員の満足度を平等化・公平化
 - 複数の評価尺度がある場合
 - 社会への「説明」の方法
- DEA (Data Envelopment Analysis, 包絡分析法) の活用

15

ORは役に立たない？

- 数式が敬遠される
- ORを実質的に使っているのに、気がついていない
- 企業が直面する問題と同一の問題を扱った論文がない
 - 企業人は、完全に同一の問題の論文を探したがるらしい
 - 企業内のOR実践は公表されない
 - 大学との共同研究の場合、問題を変形して論文発表することが多い

16

産業界における最適化研究の位置づけ

- 最適化の意義が理解されていない
 - ソフトウェアの重要性に対する理解も不十分
- 最適化問題を認識している企業はあるが、不適切なアルゴリズムが用いられている
- 製品開発の遅れによるしわ寄せはソフトウェア部門、特に最適化グループに
 - 劣悪な労働環境

17

学界と産業界の研究協力について(1)

- 工学の研究は
 - 現場から発生した問題を理論的にモデル化し
 - 学術的に価値のある理論を編み出し
 - 利用価値のある手法を現場に還元することに意味がある。

18

学界と産業界の研究協力について(2)

- 大学の研究者にとって、研究発表は不可欠
 - 会社側の特許出願との関連で問題がある可能性
 - 卒業論文は非公開
 - 修士論文も非公開(期限つき)扱いが可能
 - 博士論文は、事前に論文誌に発表する必要
 - 通常は、論文発表向けの研究テーマを別に設定
 - 「納期遅れの最小化」など、企業では問題にならないテーマで論文執筆

19

OR関連の理論・手法を扱う学会

- (社)日本オペレーションズ・リサーチ学会
- (社)日本経営工学会
- (社)情報処理学会
 - 数理モデル化と問題解決研究会
 - アルゴリズム研究会
- 応用数理学会

20

講演者スライド (中森眞理雄 教授)

ここから先は、東京農工大学アルゴリズム工学研究室が、主として製造業において、企業と共同研究してきたテーマの紹介です。

アルゴリズム工学研究室の研究テーマ

- アルゴリズム論の研究
 - 計算複雑度(計算の速さ、所要メモリの大きさ)
- 最適化手法の研究
 - 線形(非線形)計画・整数計画の理論とアルゴリズム
 - ネットワークの流れの理論とアルゴリズム
 - スケジューリングの理論とアルゴリズム
- 現実問題への応用

アルゴリズム工学研究室の共同研究への取り組み

- 部品装着
- 鉄道におけるスケジュール、情報提供
 - 乗務員の勤務スケジュール
 - 乗客へ提供する経路情報
 - 多様なニーズ Ex. 最速経路, 最楽経路, etc.
- 半導体露光装置のレンズの調整
- 食品の袋詰め作業
- 引越し計画・手順の最適化

非製造業における最適化(1)

- 学校
 - 時間割自動編成
 - 実習テーマ・卒論テーマの割当て
- 人員の最適配置・運用
 - 病院の看護職員の勤務スケジュール
 - 鉄道の乗務スケジュール
- 共同利用機器の運用スケジュール
 - 病院の粒子線治療機

非製造業における最適化(2)

- 運搬スケジュール
 - 配送経路
 - 配車計画
- 倉庫の出し入れのスケジュール
- エレベーターの運行制御
- スポーツのスケジュール
 - 試合の開催地の順序付け
 - awayが連続しないこと
 - 移動距離がチーム間で公平に、かつ総距離が最小に

引越の手順の最適化に関する研究

- トラックの必要台数の最小化
 - 見積段階で使用
- トラックへの搬入搬出順序の最適化
 - 引越元、引越先の間取りを考慮
- 引越先に備え付けの家具調度類を考慮した引越家具の選択アルゴリズム

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

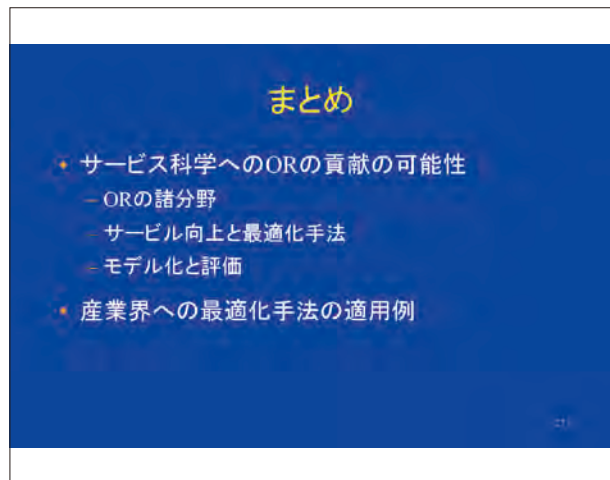
セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付
録

講演者スライド（中森眞理雄 教授）



セッション4：課題の整理と研究開発課題 —医療サービスを支える新しい SSE とは？

座長：丹羽 邦彦（研究開発戦略センター 上席フェロー）

1. このワークショップで検証したい仮説

今回のワークショップは、下記仮説を検証することを目的としている。

“医療サービスの効率化と高度化（とくに「医療サービスの効率と質の評価」、
「医療資源投入量の測定と資源配分」について）を実現するには、OR、数理統計、シミュレーションが有効である。”

「有効でない」と結論づけられた場合は、他に有効なものは何かを議論し、
「有効である」と結論づけられた場合は、下記について議論を行うこととした。

- ・どのように有用なのか（実例）
- ・どのように組み合わせればよいのか
- ・要素技術をどこまで伸ばすべきか
- ・要素技術として他に（数理科学の範囲内／外で）必要なことは何か
- ・どのように研究を進めるべきか（今までとの違い）

2. 仮説に対するコメント

(1) OR、数理統計、シミュレーションが有効である

有効であると結論された。

- ・医療サービスの分野が、近年やっとな科学的・工学的なアプローチ（SSEのアプローチ）が可能になってきたというのが現実であろう。電子カルテの普及や、各種データ取得環境の整備などの影響は大きい。どんなに素晴らしい理論があっても、データがなければできないことは多くあった。医療サービスにおける SSE は、これから実り多い分野になるはずである。

(2) どのように有効なのか

- ① 医療資源（医師数、病床数、ICU 数等）の配分に有効である。
 - ・具体的な数字、個別的な事象（何が悪いのか、どの程度改善の余地があるのか）が可視化されることで、現状認識が進む。
 - ・目的変数が明確なものに有効である。また、目的がシンプルなものほどよい。OECD では、癌については「5 年生存率」、心筋梗塞では「30 日以内の生存率」といった指標を挙げている。当然それだけでは測れない不確定要因はあるが、何とか統一しようとしている。国民が求め

ワーク
シヨッ
プ
開
催
の
目
的

オー
プ
ニ
ン
グ
セ
ッ
シ
ョ
ン

セ
ッ
シ
ョ
ン
1
医
療
サ
ー
ビ
ス
の
効
率
と
質
の
評
価

セ
ッ
シ
ョ
ン
2
医
療
資
源
投
入
量
の
測
定
と
資
源
配
分

セ
ッ
シ
ョ
ン
3
情
報
科
学
・
統
計
科
学
の
フ
ロ
ン
テ
ィ
ア

セ
ッ
シ
ョ
ン
4
課
題
の
整
理
と
研
究
開
発

付
録

る医療の指標とは、非常にシンプルに表されるのではないか。

- ・ マス（平均値等）での評価は、国民にとって理解しやすい。しかし、個別の事情も含んで評価されなければ、現場では受け入れられない点に留意が必要である。マスの視点と個別現場の視点をセットで提案することが期待される。
 - ・ 特に医療の場合、最適化は制約付でなければならない。患者に一定の不可逆な損失を与えることが明らかな政策を作ることとはできないため、効率を最適化するという単純な視点では取り組めない。数理的には、犠牲を強いられる人が生じる確率を非常に小さく抑えるという制限をつけた最適化が必要となる。これは、非常に厄介な話に思えるが、こうしたことをしっかり行わないと、常に決定は保守的になり、社会的な効率やサービスの生産性は非常に低いレベルに止まってしまうことになる。
- ② 医療行政の合理化に有効である。
- ・ これまで、医療政策を進める上で、数理的な手法が必要だった場面は過去多数あった（医師数の将来推計、医療費の将来推計、医療計画の立案等）。しかし、こうした問題に数理的な専門家がかかわった例は非常に少なかった（薬事審議会は例外的に統計学者が関わり非常によかった）。医療行政をもっと科学的にしていきたい。
 - ・ 次期医療計画（厚生労働省）に活用されることが期待される。
（参考）「医療計画の見直し等に関する検討会」ワーキンググループ報告書 <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2004/09/s0924-8.html>
- ③ 顧客満足度やユーティリティ調査の項目の設計に有効である。
- ・ 調査方法について、数理科学の専門家のアドバイスは有効である。例えば、経済学のユーティリティ測定にしても、以前は非常に定性的な話であったものが、定量的に測定可能な定義が一応できてきている。
 - ・ 患者によって満足の基準は大きく異なるため、どれだけ標準的な質問票を作っても、病院横断で使うことは危険である。ただし、同じ病院の経時変化のモニタリングに使うのは有用であろう。
- ④ その他
- ・ 医療機関の評価に有効である。
 - ・ 規制解除後の投資行動予測に有効である。
 - ・ 疾病ごとの医療費の推計に有効である。

(3) どのように組み合わせればよいのか

- ① 相互補完的な組み合わせ
- ・ 多様な現状を翻訳・可視化・表現・記述する（モデリング）前工程と、モデルに基づいて最適化する後工程がある。統計数理科学は、前工程でサービスの機能を一定の不確実性を持ってモデル化し、後工程の専

門家に渡す。そのモデルに従って、後工程の専門家が最適化を行う。こうした分業は可能であろう。また、モデル化の部分でも、シミュレーションや OR は活用可能である。

- ・複数のモデルの中から最適なものを選択するのに統計数理科学の手法が使える。
 - ・組み合わせによって表現されるサービスのモデルの最適設計においては、OR の整数計画法を用いることができる。また、OR や統計数理によって作ったモデルに基づいてサービスを提供した場合にどのような効果が現れるのかを事前に検証するのに、エージェントベースドシミュレーション等は有用である。
 - ・エージェントベースドシミュレーションで用いられるエージェントの設計パラメータを、実際の現象に一番合うように最適化する、「インバースシミュレーション」が考えられる。
 - ・OR の分野におけるスラック変数の扱いは、統計科学の分野でモデルを進化させるときに重要になりそうである。
- ② 組み合わせるのではなく、別々の手法・基準で評価（二軸評価）していくのも良い
- ・効率性の分解が必要である。技術的な効率性（医者と看護師の数、何人を処置できたか）、コストの効率性（医者の単価等）の両方を勘案しないと、病院の効率性は出てこない。
 - ・量的な評価に加えて、質を評価するための基準（例：1 年 365 日 24 時間、産婦人科だと産科医は必ず 3 人いて、新生児医が必ず 1 人いて、麻酔医が何人いて・・・）と、制約要因（住民が全員 30 分以内にアクセスできるように医療機関を配置する）を決めていく必要がある。それがないと、何の解も出てこない。
- ③ その他（技術パッケージとは？）
- ・DPC から考える「現実」は忘れて、本当に理想的な達成目標は何かを考えるべきだ。多くの手法は、現在“使えそうな”手法を応用しているに過ぎない。本当に現在必要なものの仕様を定義し、それに必要な技術を作っていこうというアプローチはなされてこなかった。例えば、心理学的な研究要素があるとするならば、後者のアプローチになるだろう。
 - ・技術パッケージは、目的ではなく目的を目指して研究した結果生み出される副産物であろう。
 - ・技術の組み合わせの議論をする以前の問題として、病院の中で使われている様々な手法の全体像を把握することが必要である。病院では、既に様々な情報技術や数理的な手法が使われはじめているが（例 CP（クリティカルパス・クリニカルパス）、BSC（バランススコアカード）、薬の窓口の待ち行列・外来窓口数の最適化等）、あちこちでばら

ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付
録

ばらに作られていて、作られっぱなしである。それぞれの手法の評価もされていない。一度全体像を評価する必要がある。

(4) 他に（数理科学の範囲内／外で）必要なこと

① 尺度や目標の設定方法

- ・ 患者の行動モデルが存在しない。患者の「正しい」パフォーマンスを評価するために、是非とも患者の行動モデルを明かにしたい。
- ・ 期待と実際の乖離を測定するためにも、尺度の設定は必要である。こうした研究は、マーケティングサイエンス分野で行われてきている。

② 質の評価方法

- ・ プロデューサーの立場からの質の評価に関するつつこんだ議論がなされているが、患者の立場からの質（認知品質）の評価も「サービス」を評価する上では非常に重要である。患者の QOL（認知品質）をどのようにして測るのか、医療に対する満足度をどのようにして測るのか、指標を作って優先順位をつけていく必要がある。
- ・ そもそも測れるのかという問題提起は常にあるだろうが、完全に測れなくても、たたき台となる評価手法があるとよい（例：ライカート指数）。実際、患者満足度の評価はかなり進歩している。満足度を測るためのアンケート調査の項目を国際的に標準化していこうという流れがある。
- ・ アンケート調査の結果からも、様々なことがわかるはずだが、考察の自由度が大きい結論を評価する手法が存在しない。その手法を、数理科学の専門家と、医療の専門家で作っていく必要があるだろう。
- ・ 病院の経営の効率を考える上で、治療行為のアウトカム（機能品質）がどのようにつながっているかを明かにすることは一つの大きなテーマである。おそらく、両者の関係は遠くて、その間を埋めるためには、マネジメントの部分、オペレーションの部分、パフォーマンスの部分、それぞれのプロセスを一つ一つ埋めていく必要がある。おそらく一連の階層的なモデルになると思う。
- ・ 患者の満足度をもとにした病院の評価などは、量的に評価できない。
- ・ 倫理を科学的に見ていくようなアプローチが必要である。
- ・ 診療現場で使う評価と、医療資源配分の現場で使う評価とは「質」の評価条件が異なる。生存確率の低い患者を断るほうが、病院の救命率は上がるなどの点に十分留意が必要である。

③ 情報設計

- ・ 「情報設計」すなわち、必要な情報が得られるような社会的メカニズムを作ることが必要である。
- ・ レセプトデータ等の「個票」が、学術的に非常に価値のある研究資源である。こうした主張は厚生労働省よりも文部科学省の立場からのほ

うが主張しやすいのではないか。

- ・ 個人情報保護という観点から、レセプトデータ等の学術利用は、匿名化を行ったデータベースであってもなかなか制度的に困難なのが現状である。しかし、学術利用を認めることで、個人情報の漏洩リスクと比較しても十分有益な知見が得られるならば、こうした問題はクリアできるのではないかと考えられる。

(5) どのように研究を進めるべきか（今までとの違い）

- ① 医療現場との協力体制が必要である。
 - ・ 情報技術、数理科学的手法の開発は、研究者は有用と考えているが、トップマネジメントは必ずしもこれを理解していない。従って、協力していこうという発想が医療の組織として生まれてこない現実がある。
 - ・ 個別の手法の発達のみならず、数理的に問題をとらえることの重要性を認識していくことが重要である。
- ② 医療分野の専門家と情報数理科学の専門家との協働が必要である。
 - ・ もっともインパクトの強い医療サービスを JST で選定し、モデルプロジェクトとして実施していくべきであろう。どのような医療サービスでもよいというわけではない。そこで、医療と数理情報科学の専門家に協力を求めていくのがよい。
 - ・ 技術パッケージが旧来のディシプリンの縦割りになってしまわないように留意が必要である。
 - ・ 医療の専門家は、情報数理科学の専門家が自分たちの研究を助けてくれると思っていなかった節がある。必死に自分でデータを集めて自分で解決しようとしてきた。困っている問題は今回の WS で議論されたもの以外にも沢山あるはずなので、それらを素直に「困っています」と伝えていく必要があるのだろう。
 - ・ 情報数理科学の分野だけで、求められる技術は作れない。医療の価値観や論理を持っている専門家と組まなければ研究はできない。なお、情報数理科学の分野の若者に自らの分野への執着は少ない。解くべき魅力的な課題に集まって研究を進めることは可能である。
 - ・ ある課題に方法論の連続的な使用によって立ち向かうというタイプの研究プロジェクトはこれまであまりなかった。そういったニーズ指向型プロジェクトを通じて研究者を育てていくべきだ。

ワークショップ
開催の目的

オープンニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロントティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

論点スライド (椿広計 教授 提供)

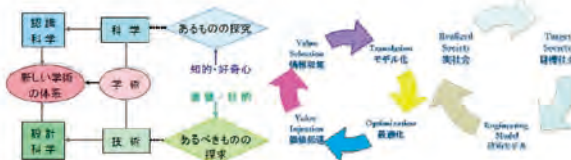
- 医療サービスの質
 - 認知品質
 - 実際と期待(ベストな状況)との差分(開原先生)
 - 人間中心
 - 機能品質
 - アウトカム
 - マイクロモデルの必要
 - 階層モデル
 - 経済学⇔経営学
 - 患者の治療プロセスごとのデータ
 - 縦断型データ(藤原先生)
 - 山口浩司さんの事例
 - KPIの抽出
 - その因果構造
 - 患者行動モデル(開原先生)
 - 質的選択(トップランナー方式)?
 - エージェント(喜多先生)
 - インパースシミュレーション
 - 正規化
 - 残差分析(スラック)の必要(刀根先生)
 - メカニズム=機能の分析
 - モデルの進化
- 議論: ISM&GSSM
椿 広計

- 設計科学的側面(喜多先生, 北川先生)
 - シナリオに対する予測頑健性
 - シミュレーションとKISS原理
 - 効率性
- プログラム科学への接近
 - 何がパフォーマンスに影響するのか
 - 質の組み合わせ的影響(中森先生): 整数計画への期待
 - 効果はどのように表れるのか
 - 標準プロセスを描けるのか?
- 情報設計(開原先生)
 - 情報のもう一つの分類と階層モデル
 - 新統計法
 - レセプトによる統計作成
 - 厚労省のガード
 - 学術利用
 - 匿名化データベース
 - オンサイト分析
 - 国内標準化と国際標準化(松田先生)
 - CDISC
 - データリンケージと個人情報保護
- モデル化⇔最適化
 - モデル化の不確実性, シナリオの不確実性(確率計画)

統計=認識科学の文法 設計科学の文法を目指して: 吉田先生, 喜多先生

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



<http://www.scj.go.jp/ja/scj/taikai/index.pdf>

日本学術会議18-19期: 新しい学術の体系 社会のための学術→「設計科学」

吉田民人レポート

- 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
- 社会のための科学
 - 設計科学
 - 価値・目的に依存
 - あるべきものの探究
- 横断型基幹科学技術
研究団体連合のミッション
 - コトつくりによる社会イノベーション
 - 物+理
- 学術体系化の3軸
 - 領域の階層構造
 - 物質<生物<社会
 - 秩序の階層構造
 - 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
 - 適応可能性
 - 価値に対する態度
 - Scope
 - 特定の価値・目的への依存
 - <普遍的価値に非依存

4

Step 1: 価値の選択



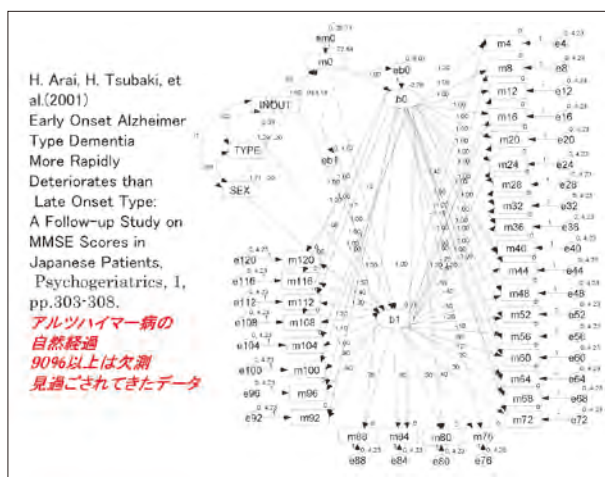
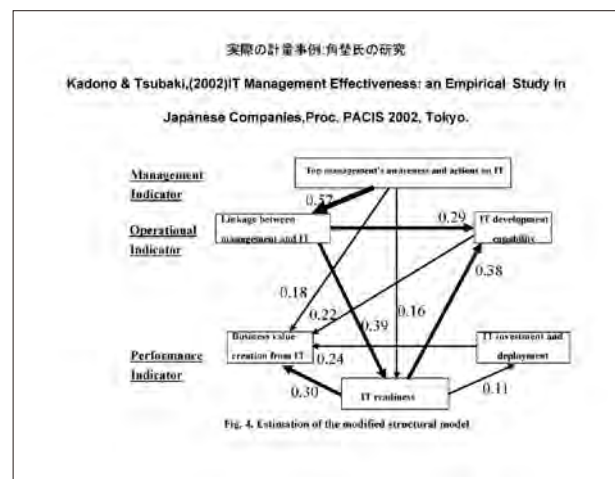
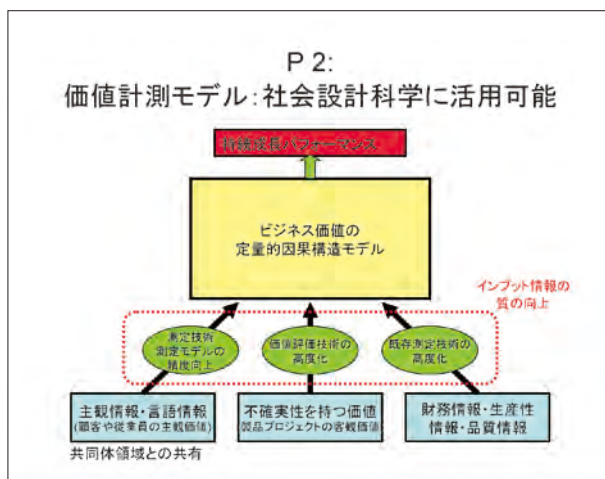
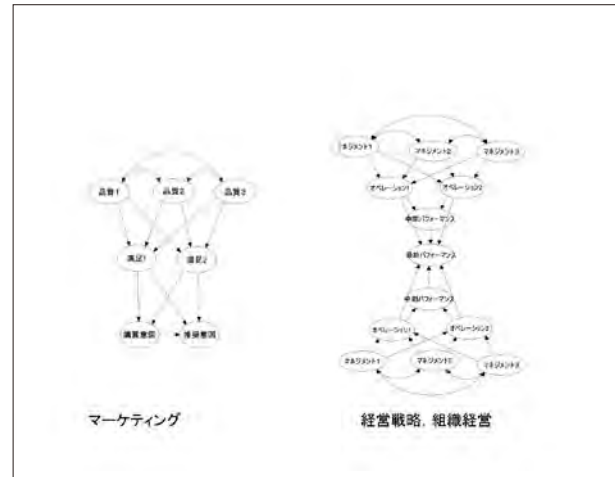
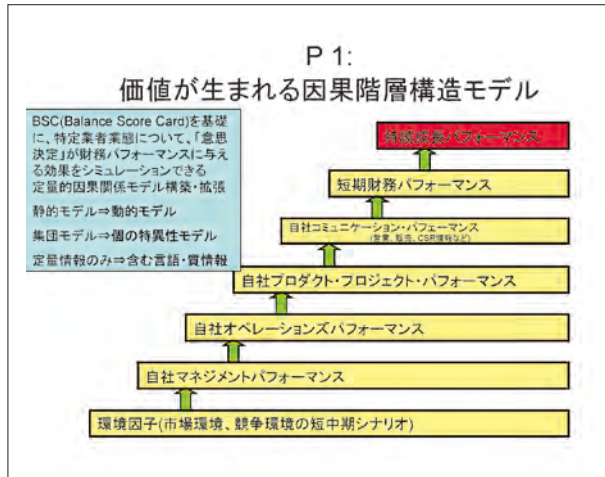
- 目的
 - 認知品質(顧客の声)のあるべき姿を定義
 - 開発者の気づきの促進
 - 戦略
 - 現存する社会と投入する製品・技術に影響を受ける社会との乖離(顧客の振る舞いの差)を予測
 - 戦術
 - 消費者行動分析
 - コンジョイント分析
 - 残差分析
 - 発見科学的方法論
 - 探索的分類
 - 知識(チャンス)発見
- N7,P7

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

論点スライド (椿広計 教授 提供)



論点スライド (椿広計 教授 提供)

不確実性の下での最適決定 統計的決定理論と制約付き最適化

- モデルに基づいてリスク(期待損失関数)を最小化するアクションを選択
 - 単純な集団最適化ではなく、
個体に対する一定以上の損失を許容しない、
 - The loss greater than xx shall not be realized at greater probability more than zz %
 - この種の配慮に基づく制約条件付きの最適化
+ 制約条件はある種の **倫理的要請** から生じることも多い
 - 個を尊重するという倫理
 - 事実に基づけない決定は保守的になる

Step 4: 価値の注入



- 目的
 - 技術的に実現した機能品質と対応する実社会の認知品質を整合させる
- 戦略(品質経営戦略の欠如):
 - 顧客の気付きの促進
 - 戦術
 - コミュニケーション
 - 情報マネジメント???

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、
特に統計の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

困難:「法則」の当てはめから 「プログラム」の当てはめへ

- 医薬品有効性は、「量反応関係」という統計的法則で表現
- 「ものづくり」においても、利用目的にとってもっとも都合の良い「物理・化学法則」を選択して製品をデザインする
- 人間系における行動の最適設計は、多様な「質的選択」のパスの中から最適なものを選ぶ、プログラム選択
- 「統計的質的選択理論」の現状は、行動履歴の説明から行動のシミュレーションというレベルに留まっており、行動選択を制御するといったレベルに達していない。
- とりあえず、中規模データベースがあれば、発見科学的方法(CART)は使える？



論点スライド（椿広計 教授 提供）

質要求高度化がもたらしたもの
量的要因分析から質的選択要因分析

Selection by Erking & Amadeus
魔王と神々の選択



"The Erl King", by Albert Sterner, ca. 1918
<http://www.answers.com/topic/der-erik-nig>

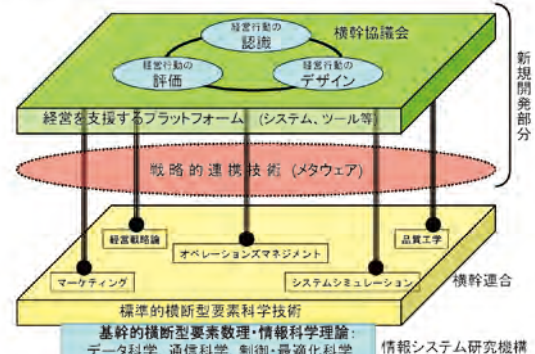


The Oldest Twins; Kin-san Gin-san
<http://www.geocities.co.jp/SilkRoad-Ocean/2002/nati0000.htm>

平均値・バラツキの改善から、
弱さを補い、強さを伸ばす方法

- 統計的品質管理の方法論:
不具合を起こさないためには、
一定の許容幅の中心に平均値を維持し、
バラツキを小さくする
 - 許容幅から逸脱する確率を小さくする
 - 正常な集団を対象とした管理としてオーソドックス
- 統計的信頼性論の強調が必要
 - 事故はそもそも正常集団ではなく、「外れもの」が起こす
 - 信頼性理論: 故障を「初期故障」、「偶発故障」、「磨耗故障」に分類
 - 初期故障は、集団の中で弱点を持っている一部の群、あるいは弱点を形成する要因を特定することではじめて防止
 - この要因は、必ずしも平均や分散を改善する要因とは一致しない
 - オーソドックスな統計モデルによる要因解析と事故解析とは別のセンスが要求
 - 比例ハザードモデル: 弱点(初期故障)の要因分析
 - 比例ハザードモデル: 弱点(磨耗故障の抵抗要因)の要因分析
- トップランナーに学ぶ
- 弱さを助ける要因

経営を支援するプラットフォームの構築



ワークショップ
開催の目的

オープニング
セッション

セッション1
医療サービスの効率と
質の評価

セッション2
医療資源投入量の測定と
資源配分

セッション3
情報科学・統計科学の
フロンティア

セッション4
課題の整理と研究開発

付

録

付 録

付録 1 プログラム

◇オープニングセッション (9:30-10:10)

- ① 趣旨説明 9:30-9:40
丹羽 邦彦 上席フェロー (JST 研究開発戦略センター)
- ② 医療サービスに SSE が貢献する可能性について 9:40-10:10
開原 成允 院長 (国際医療福祉大学大学院)

◇セッション 1: 医療サービスの効率と質の評価 10:10-11:30

- 司会：河川 洋行 准教授 (国際医療福祉大学 医療福祉学部)
- ① 医療サービスの効率と質の評価 30 分
河川 洋行 准教授 (国際医療福祉大学)
 - ② 日本における周産期医療システムの効率性評価 20 分
青島 耕平 氏 (東京医科歯科大学大学院 博士課程 4 年)
 - ③ Q&A 30 分

◇セッション 2: 医療資源投入量の測定と資源配分 11:30-14:10 (昼食休憩を挟んで)

- 司会：池田 俊也 教授 (国際医療福祉大学 薬学部)
- ① 医療情報が取得される現場の実態と活用状況 30 分 + Q&A (10 分)
篠原 信夫 講師 (国際医療福祉大学大学院、三田病院医事管理室長)

昼食休憩 12:10-13:00

- ② 医療資源投入量の測定と資源配分における課題 20 分
松田 晋哉 教授 (産業医科大学 医学部)
- ③ DPC を利用した地域医療資源配分の評価 20 分
伏見 清秀 准教授 (東京医科歯科大学 医学部)
- ④ Q&A 30 分

◇セッション 3: 情報科学・統計科学のフロンティア 14:10-15:40

- 司会：丹羽 邦彦 上席フェロー
- ① 情報科学・統計科学のフロンティアと、サービス科学・工学の研究推進
に求められる課題 20 分 + 質疑 10 分
北川 源四郎 所長 (統計数理研究所)
 - ② エージェントアプローチによる社会シミュレーション
20 分 + 質疑 10 分
喜多 一 教授 (京都大学 学術情報メディアセンター)

ワーク
シヨッ
プ
開催
の
目的

オープ
ニング
セ
ッ
シ
ョ
ン

セ
ッ
シ
ョ
ン
1
医療
サー
ビス
の
効率
と
質
の
評価

セ
ッ
シ
ョ
ン
2
医療
資源
投入
量の
測定
と
資源
配分

セ
ッ
シ
ョ
ン
3
情報
科学
・
統計
科学
の
フ
ロ
ン
テ
ィ
ア

セ
ッ
シ
ョ
ン
4
課題
の
整理
と
研究
開発

付

録

- ③ サービス科学と最適化手法—近年の情報科学の発展をふまえて—
20分 + 質疑 10分
中森 眞理雄 教授（東京農工大学 工学部情報工学科）

休憩 15:40-15:50

◇セッション4：課題の整理と研究開発課題 —医療サービスを支える新しい
SSE とは？— 15:50-17:45

司会：丹羽 邦彦 上席フェロー

コメンテーター：刀根 薫 リサーチフェロー（政策研究大学院大学）、開原
成允 院長（国際医療福祉大学大学院）、椿 広計 教授（統計数理研究所）

◇総括（17:45-18:00）

付録 2 参加者一覧

医療サービス分野

開原 成允（国際医療福祉大学大学院 院長）
池田 俊也（国際医療福祉大学 教授）
河口 洋行（国際医療福祉大学 准教授）
岡本 悦司（国立保健医療科学院 経営科学部 経営管理室長）
篠原 信夫（国際医療福祉大学大学院 講師、三田病院 医事管理室長）
伏見 清秀（東京医科歯科大学 准教授）
松田 晋哉（産業医科大学 教授）
青島 耕平（東京医科歯科大学大学院 博士課程在籍）
木下 善皓（国際医療福祉大学大学院 博士課程在籍）

数理情報科学・工学分野

刀根 薫（政策研究大学院大学 リサーチフェロー）
北川 源四郎（統計数理研究所長）
樋口 知之（統計数理研究所 副所長）
椿 広計（統計数理研究所 教授）
喜多 一（京都大学学術情報メディアセンター 教授）
津本 周作（島根大学 教授）
中森 眞理雄（東京農工大学 教授）

JST 研究開発戦略センター

丹羽 邦彦 上席フェロー
勝山 光太郎 フェロー
石正 茂 フェロー
岡村 浩一郎 フェロー
嶋田 一義 フェロー
金子 直哉 フェロー
津田 博司 フェロー
山本 雄士 フェロー

ワーク
シヨッ
プ
開催の
目的

オープ
ニング
セッ
シヨ
ン

セッ
シヨ
ン
1
医療サ
ービ
スの
効率
と
質の
評価

セッ
シヨ
ン
2
医療
資源
投入
量の
測定
と
資源
配分

セッ
シヨ
ン
3
情報
科学
・統
計科
学の
フ
ロ
ン
テ
ィ
ア

セッ
シヨ
ン
4
課題
の整
理と
研究
開発

付
録

科学技術未来戦略ワークショップ報告書

医療サービスの効率化・高度化のための
サービス・サイエンス・エンジニアリング

CRDS-FY2008-WR-09
独立行政法人科学技術振興機構
研究開発戦略センター
平成 21 年 2 月
電子情報通信ユニット

〒102-0084 東京都千代田区二番町 3 番地
電話 03-5214-7484
ファックス 03-5214-7385
<http://crds.jst.go.jp/>
©2008 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

