

# 医療福祉領域の OR 的問題と新しいパラダイム

関田 康慶

日本は高齢社会に突入しており、社会保障費が増大している。特に医療福祉領域では資源投入量が増加しており、これらの資源の効果的、効率的利用が求められている。この領域は、多くの OR 適用可能な問題を含んでいるにもかかわらず、十分な研究成果をあげていない。本稿では、これまでの OR の方法論の体系を概観し、医療福祉領域の特徴を明らかにして、この領域での OR 適用可能な問題を検討する。さらに、この領域で OR が適用されている具体例を示すとともに、新しいパラダイムの可能性について考察する。

キーワード：医療福祉，OR 方法論，パラダイム

## 1. はじめに

高齢社会に突入して、医療福祉のサービス機能が重要性を増している。国民医療費は 30 兆円以上となり、社会保障費の増大が生じている反面、少子化により、若い世代の負担が増大している。これらの結果、医療福祉に関わる資源投入について、効果や効率が特に重視され始めている。資源投入の効果や効率に関する問題については、OR 的手法の適用が可能と期待されているが、現状をみると、この領域での OR の貢献は極めて弱い。医療福祉のシステムや制度の特殊性や、OR 手法の体系性の制約による理由も考えられるが、少なくとも OR の発展の原点に戻るならば、医療福祉領域は、OR の新しいパラダイムが構築できる魅力的な領域といえる。本稿では、OR の目的と適用問題を再考し、医療福祉領域への OR アプローチの現状を分析し、OR のパラダイムを考えてみる。さらに、医療福祉領域の OR 適用問題や事例を検討し、医療福祉領域における OR 方法論体系の発展について考察する。

## 2. OR の研究目的と適用問題

### 2.1 OR の目的と意義

OR の目的として、チャーチマン、アコフは、次のように述べている。「科学的な方法 (methods)、技法 (techniques)、手法 (tools) を、運用に関する問題に適用して、システムを管理する人にその問題の最適解を提供する」。また、ジョンソンは、「人間と機械のシステムを考え、指定された、いくつかの過程につい

て、価値、効率、費用等を予測し比較する」と述べている。本稿では、OR を下記のように定義し、議論を進める。「設定された問題に対し、科学的な方法、手法を用いて、最適もしくは最良の解や選択肢を明らかにし、付加価値情報を得るための手法の体系化 (関田)」

### 2.2 OR の特徴

問題処理のプロセスと方法論の視点からみると、OR は次のように特徴づけられる。

#### (A) プロセス上の特徴

- (1) 問題の定式化
- (2) 数学モデル等の構築
- (3) 最適解，最良解の発見

#### (B) 方法論上の特徴

- (1) システムとしての客観的，具体的理解
- (2) 科学的方法論，定式化
- (3) チームリサーチ
- (4) 社会的貢献

プロセス上の特徴として、問題の定式化を行うことになっているが、現実問題を考えた場合、どのように定式化するかが非常に重要である。このため、複雑な問題やシステムの広がりをもつ問題については、定式化が困難な場合がある。また、数学モデル等の構築についても、複雑なシステム系では、モデル化が困難な場合がある。したがって、問題の単純化が行われやすく、その範囲内での最適解や最良解を求めることになりやすい。現実問題を OR で対応する場合には、これらの限界について十分配慮することが求められる。

また、方法論上の特徴として、システムを客観的に把握し、具体的な理解をすることが求められる。OR 適用の対象としてみる現実社会の理解なしに、成果は

せきた やすよし  
東北大学 大学院経済学研究科  
〒980-8576 仙台市青葉区川内

期待できない。実際に社会的に貢献できる、内容のある科学的方法論と定式化が求められている。

### 2.3 従来のORの適用問題と手法

これまでのORの適用問題と手法を整理すると、次のようになる。

- (1) 計画問題：配分問題，混合問題，配置問題，輸送問題等  
手法：LP，ゲーム理論，Houthakker法，DEA，エントロピー法，クラスタリング，ファジ理論等
- (2) スケジュール問題：作業，工程計画，クリティカルパス  
手法：Johnson法，PERT，グラフ理論，LP，DP等
- (3) 在庫管理問題：定量注文，定期注文，安全在庫，効率在庫管理システム  
手法：DP，統計モデル等
- (4) 取替え問題：寿命問題（事前取替え，事後取替え），設備更新等  
手法：統計モデル，費用効用分析等
- (5) 待合せ問題：待ち時間問題，機器・設備の設置問題，道路の混雑（料金所，坂）最適セット等  
手法：待ち行列（M/M/S），統計モデル，費用効果分析等
- (6) 分類問題：人の分類，仕事の分類，施設の分類，機能の分類等  
手法：統計モデル，エントロピーモデル等

ORの適用領域は，計画問題，スケジュール問題，在庫管理問題，取り替え問題，待ち合わせ問題，分類問題などに体系化されているが，これらは，具体的な問題解決のために開発された手法である。問題を発見し，新しい解決手法を開発したことにより，ORの手法の体系化がなされている。

## 3. 医療福祉領域の特徴とORアプローチによる研究状況

### 3.1 医療福祉領域の特徴

医療福祉領域の特徴として，次の諸点を挙げる事ができる。

- ① 健康に関係する領域では，信頼性の高い結果が要求される。
- ② 正確な情報入手が困難なケースがある。
- ③ 不確定要因が多く定式化が困難である。
- ④ 問題が複雑でモデル化が困難である。

- ⑤ 人間対象のサービスのため，実験やデータ収集の方法に制限がある。
- ⑥ 情報に関するプライバシー保護やセキュリティ管理の重視。
- ⑦ 問題を理解する上で，専門的知識が必要なケースが多い。
- ⑧ 職種が細分化されているので，システム系などの問題では協力者の確保が困難な場合が生ずる。
- ⑨ 労働集約型であるため人間の要因や影響が大きい。
- ⑩ ORなど数理的，計量的適用事例が少ない。

ここに示すように，医療福祉領域では，生命や健康に直接あるいは間接にかかわる問題もあり，信頼性の高い結果が要求される。また，これらの領域では，情報の量や内容の面で，問題解決に必要とされる正確な情報が十分に得られないケースがある。さらに，人間を対象とするサービスであるため，関係者の協力が得られない場合がある。また，プライバシー保護やセキュリティ管理においても配慮が必要であり，問題の解決に制約の生じる場合がある。

### 3.2 OR的アプローチによる医療福祉領域の研究状況

医療福祉領域でのORの研究状況を，四つの雑誌（European J. Operational Research[1], Operational Research: the Journal of the Operational Research Society of America[2], J. Operational Research Soc. of Japan[3], International Transactions in Operational Research[4]）について，医療福祉関係の論文を調べたところ，次のような結果であった。

- (1) European J. Operational Research  
1998年 398論文中 3件 0.8%  
1999年 377論文中 1件 0.3%  
2000年 399論文中 5件 1.3%
- (2) Operational Research: the Journal of the Operational Research Soc. of America  
1999年 85論文中 1件 1.2%
- (3) J. Operational Research Soc. of Japan  
1998年 50論文中 1件 2%  
2000年 32論文中 1件 3.1%
- (4) International Transactions in Operational Research  
2000年 41論文中 1件 2.4%

以上の結果から，医療福祉領域でのORの研究は極めて少ないことがわかる。しかもそれらの研究は，病

床の最適管理や業務のスケジュールなど、限定された問題を扱っており、ORの研究対象となっていない医療福祉領域の問題が多数ある。

#### 4. ORのパラダイム再考と医療福祉領域のOR適用問題

##### 4.1 ORのパラダイムの原点と再考

医療福祉問題は、高齢社会において避けて通れない問題を多く含んでおり、これらの問題解決は、社会的貢献が大きい。ORの発展史をみると、軍事的な問題解決のために開発された手法が原点となっているが、その後、多くの社会的問題の解決のためにOR手法が開発されてきた。これらを見ると、ORのパラダイムは、社会の具体的問題を解決する方法論の体系として位置づけられるものである。まず、解決すべき問題の整理、定式化が必要である。新しい問題の発見がなければ、既存のOR手法の適用も行われず、適切な手法、方法論も開発され得ない。医療福祉領域は、前述のように、既存のOR手法のみで解決するには困難な性質の問題が多い。したがって、この領域の問題解決に、OR的方法論を適用しようとするならば、新しいパラダイムが必要と思われる。例えば、新しいパラダイムでは、最適解や最良解を発見するだけでなく、多様な価値基準に基づいて、問題を整理し、関係者が選択できる情報提供の体系化であってもよい。そうすることにより、少なくとも、不確実な世界から、選択肢をより明確に示すことが可能となる。視点を変えれば、医療福祉領域などの新しい領域において、ORの方法論の体系化を図ることにより、新しいパラダイムを確立することができる。

##### 4.2 医療福祉領域でのOR適用可能問題

医療福祉領域でのOR適用可能問題として、次のようなものが挙げられる。

###### (A) 医療領域

- ① 地域医療計画（医療圏、基準病床数の決定）
- ② 医療需要予測（政策予測）
- ③ グループ診療の効果
- ④ 連携の選択、効果
- ⑤ 医療施設の配置
- ⑥ 医療ニーズ、需要測定・予測
- ⑦ 医療機能分化（急性期、慢性期の区分など）
- ⑧ 在院日数のコントロール
- ⑨ クリティカルパス
- ⑩ リスクマネジメント

- ⑪ 医療施設の立地計画
  - ⑫ 計量診断
  - ⑬ 医療サービスの測定、評価
  - ⑭ 待ち時間の短縮
  - ⑮ 情報システムの設計と評価
  - ⑯ 診療報酬体系
- (B) 福祉領域
- ① 要介護度決定方法
  - ② 介護保険事業計画（サービス需要予測、供給計画、保険料算定）
  - ③ ニーズアセスメント
  - ④ ケアプラン作成
  - ⑤ サービス評価
  - ⑥ 福祉モニタリングシステム評価
  - ⑦ 資源利用の効率化
  - ⑧ 障害者(児)支援
  - ⑨ 在宅サービスと施設サービスの比較
  - ⑩ 施設統合効果
  - ⑪ 情報システムの設計と評価

これらは現在、医療福祉の領域で重視されている問題であり、OR関係者の研究参加が期待される。

#### 5. 医療福祉領域でのOR適用事例の検討

ここでは、医療福祉領域でのOR適用事例について紹介する。

##### 5.1 胃集検ダブルチェックの効果と効率

胃集団検診（胃集検）ダブルチェック方式には、次のような基本型がある[5]。

- (1) 第2読影者が第1読影者の読影所見を参考にしないで独立に読影するブラインド方式
- (2) 2人の読影者が独立に行うが、第1読影者の読影所見を参考に第2読影者が最終的に判断するオープン方式
- (3) 2人1組で同時に読影する方式

胃集検のダブルチェックを行うことにより、シングルチェックの場合よりも、読影の信頼性を高めることができる。読影では、疑陰性率（病気であることを見逃す確率）を下げ、感度（病気を正確に診断できる確率）や予測率（検査により、正しく病気を診断できる確率）を高めるために行われている。ここで、二人の読影医の感度が、読影データベースにより得られたとき、ダブルチェックによる感度のモデルを、次のように考える。

$$P_i(A|D) : \text{第 } i \text{ 読影者の感度 } (i=1, 2)$$

ただし A：有所見事象，D：有癌事象

$$P_i(A|D) = P_1(A|D) + P_2(A|D)$$

$$- \alpha \cdot P_1(A|D) \cdot P_2(A|D)$$

$$\alpha \geq 1$$

すなわち、読影しやすい写真は、いずれの読影医においても感度が高くなる傾向があると思われるので、読影所見の有無の判断は、独立には行われなことになる。二人の読影医の読影実験により  $\alpha$  を求めると、ダブルチェックの感度を求めることができる。検診施設の読影者を対象に、正常例を含む1,360枚の間接X線写真から  $\alpha$  を推定した結果、 $\alpha = 1.56$  が得られた。このパラメータを用いて、読影能力の組み合わせを求めると、表1のようになる。

多くの読影医による実験を行うことにより、 $\alpha$  の確率分布が得られる。胃集検の予算制約の下で、どのような読影医の組み合わせによるダブルチェックを行えば、感度などの評価が向上するかについて、検討する

表1 胃集検ダブルチェック（ブラインド方式）の感度

	$P_2(A D)$	0.4	0.5	0.6
$P_1(A D)$				
0.4		0.55	0.59	0.63
0.5		0.59	0.61	0.64
0.6		0.63	0.64	0.64

(他部位チェックを除く)

表2 慢性疾患患者の病床占有率 ( $a$ )

$r \backslash a$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
+0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05	1	0.34	0.22	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
0.1	1	0.53	0.36	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10
0.2	1	0.71	0.56	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20
0.3	1	0.81	0.68	0.59	0.52	0.46	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30
0.4	1	0.87	0.77	0.69	0.63	0.57	0.53	0.49	0.45	0.43	0.40
0.5	1	0.91	0.83	0.77	0.71	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50
0.6	1	0.93	0.88	0.83	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	0.62	0.60
0.7	1	0.96	0.95	0.89	0.85	0.82	0.79	0.77	0.74	0.72	0.70
0.8	1	0.98	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80
0.9	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

注：新入院患者に占める慢性疾患患者数の割合 ( $a$ )、および慢性・急性疾患患者退院率の比 ( $r$ ) と慢性疾患患者病床占有率 ( $a$ ) との関係

ことができる。

## 5.2 病床機能分化（急性期，慢性期）のコントロール

一般病院の病床には、急性期対応の一般病床と、慢性期対応の療養病床がある。少子高齢化や疾病構造の変化などにより、一般病床と療養病床をどのようにバランスさせるかが重要な課題となっている。

ここで、病院の急性期病床、慢性期病床について、次のようなモデルを考える。このモデルは、一つの窓口で、急性期疾患の患者と慢性期疾患の患者が到着するモデルである。サービスは、急性期と慢性期の2種類のサービスが提供され、サービス提供時間が異なる。慢性疾患患者の病床占有率は定常状態において、単位期間当たり慢性疾患患者の退院率と急性疾患患者の退院率の比、および単位期間当たり新入院患者に占める慢性疾患患者の割合によって決定されるモデルである [6]。

記号の定義

$a$ ：慢性患者の病床占有率（定常状態）

$\gamma$ ：単位期間当たり慢性患者の退院率と急性患者の退院率の比

$\alpha$ ：単位期間当たり新入院患者に占める慢性患者の割合

$$a = \frac{1}{1 + (1/\alpha - 1) \cdot \gamma} \quad (1)$$

このモデルを用いることにより、慢性疾患患者の病床占有率を、一定範囲にコントロールすることが可能になる。式(1)を用いて、 $\gamma$ 、 $\alpha$  により決定される慢性

疾患病床占有率を求めると、表2のようになる。

例えば、新入院患者に占める慢性疾患患者の割合が0.5で、慢性疾患患者の退院率と急性疾患患者の退院率の比が0.3の場合、77%の病床が、慢性疾患患者によって占有されることになる。病床占有率を、ある一定範囲にコントロールしたい場合、 $\alpha$ と $\gamma$ のコントロールにより達成することができる。医療法では、病院個々について、一般病床と療養病床の区分を、平成15年の8月までに届け出ることが義務づけられている。 $\alpha$ 、 $\gamma$ は、各病院の診療内容や患者の受診動向によって決定されるので、このモデルを用いることにより、一般病床と療養病床の適切な区分を決定することができる。

### 5.3 医療福祉のクリティカルパスの効果と効率

クリティカルパスは、PERT法を適用したもので、通常、ネットワークパスの最短時間や最小コストを達成する方法である。医療福祉分野ではクリニカルパスともいわれており、表3に示すように、患者サービスとインフォームドコンセントの支援、医療安全管理や医療の質向上、チーム医療の推進、平均在院日数の短縮化、業務の効率性などの目的で導入されている（表3）。

表4は、クリティカルパスの評価を示したものである。クリティカルパス実施後に、チーム医療、インフ

表3 医療クリティカルパスの導入目的

	度数	%
患者サービスとインフォームドコンセント	44	38.6
医療の質の向上	28	24.6
チーム医療の推進	11	9.6
在院日数の短縮	18	15.8
業務の効率性	10	8.8
その他	2	1.8
記入なし	1	9
合計	114	100.0

表4 クリティカルパスの評価

クリティカルパス実施後の評価					
	チーム医療	I C	患者・家族指導	患者の満足度	職員教育
度数	159	158	158	158	159
平均値	73.0	76.5	78.3	79.3	80.8
中央値	70	80	80	80	80
標準偏差	14.7	13.7	12.1	13.3	13.1
最小値	30	50	50	50	50
最大値	100	100	100	100	100

LASによる主観的数値化

ォームドコンセント（IC）、患者・家族指導、患者の満足度、職員教育の計5項目に対するクリティカルパスの貢献度について、看護師による主観的評価を100点満点のリニアアナログスケール（LAS）で数値化している。中央値でみると、チーム医療を除く4項目の値は80であり、チーム医療は70である。程度の差はあっても、各項目とも比較的高い評価がなされている[7]。

クリティカルパスは、適用対象となる疾患を選び、カルテ等の情報からパスを作成しており、多くの疾患と患者に適用が拡大されている。このため、病院資源（診療、検査、手術など）を効果的、効率的に活用できなければパスの時間短縮は不可能であり、ここにOR的手法の導入が求められる。

クリティカルパスの導入効果について、導入前後の病院の収益を比較すると、次のモデルを設定することができる。

クリティカルパス導入前	クリティカルパス導入後
患者数：n人	⇒ (1+r)n人
	⇒ (1-r)n人
患者一人当たり収入単価：a円	⇒ (1+k)a円
患者一人当たり費用：b円	⇒ (1+m)b円

クリティカルパス導入による経済効果（E）  
患者(1-r)nのとき

$$E=(k-r-kr)a+(r+mr-m)b$$

$$E>0, m=0 \rightarrow k>\frac{a-b}{a} \cdot \frac{r}{1-r}$$

$$r=0.2, (a-b)/a=0.1 \text{ のとき}$$

$$k>0.025$$

すなわち、クリティカルパス導入後、患者数が20%減少し、患者一人当たりの収益の増加率が10%の場合、患者一人当たり収入単価が2.5%以上増加すれば、クリティカルパス導入のプラスの経済効果が得られる。

## 5.4 診療報酬改定の影響度分析

### 5.4.1 分布関数分析の考え方と分析方法

分布関数は、図1のように、横軸に検討したい変量を取り、変量値が低い病院から累積して100%になるまでの曲線である。横軸の確率変量を  $X$  としたとき、分布関数は  $F(x)=P(X \leq x)$ ,  $0 \leq F(x) \leq 1$  であるが、ここでは、 $100 \cdot F(x)$  を分布関数と称し使用している。縦軸の50に対応する変量値  $b$  はメチアン（中位数）統計量であり、平均的な病院の変量値を示している。 $a$  点は第1四分位数 ( $Q_1$ ) 統計量であり、変量値が低い方から4分の1 (25%) の病院をとったときの病院の変量値を示している。すなわち、4分の1の病院は変量値が  $a$  以下ということになる。 $c$  点は第3四分位数 ( $Q_3$ ) であり、変量値の高い方から4分の1 (低い方から75%) の病院の変量値を示している。これは4分の1の病院は変量値が  $c$  以上であることを意味する。メチアンは第2四分位数 ( $Q_2$ ) である。メチアン統計量を使うのは、分布型が非対称型の変量分布をも想定しているためである。分布関数の散らばりを示す統計量として四分位偏差  $Q=(Q_3-Q_1)/2$  が利用できる。

変量に基準点がある場合、例えば、診療報酬改定の影響がなかった点を基準点100とした場合、縦軸の  $d$  点は、マイナス改定病院の割合 ( $d\%$ ) を示している。

変量値が  $h_1$  と  $h_2$  の間にある病院割合（確率）は、次のようになる。

$$100 \cdot P(h_1 < X \leq h_2) = g_2 - g_1(\%)$$

マクロの医療財源の実質診療報酬アップ率（ダウン率）が  $r^*\%$  ( $r=100+r^*$ ) の場合、ミクロレベルの個別病院では、 $t\%$  の病院がマクロ財源の伸び率より

も低い診療報酬アップ率（ダウン率）になっている。マクロ医療財源の増加割合  $r$  を通る変量軸に垂直な分布関数  $F_0$  は、マクロ財源が個々の病院に同じアップ率で分配されたことを示す曲線であり、 $F_1$  の分布関数が  $F_0$  と離れるほど ( $\theta$  の角度が大きくなるほど)、マクロ財源の分配が不平等になることを示す[8]。

政策誘導的に、ある病院特性について、診療報酬をアップさせることが目的であれば、分布関数  $F_1$  が、他の病院特性より右にシフトしていることが必要になる。公的病院と私的病院との病院特性間格差を知るには、複数の分布関数を用いて、形状やメチアン、四分位数などの統計量を比較すればよい。

図2は、私的病院の入院一人1日当点数比の分布関数を病床規模別に比較したものである。一人1日当点数比の定義は、次のとおりである。

一人1日当点数比指標

$$= 4\text{月の一人1日当点数} / (2, 3\text{月の一人1日当点数}) \times 100$$

### 5.4.2 分布関数の利用目的と利用法の要約[9]

(A) 分布関数の利用目的

(1) 基準点がある場合

- ① 診療報酬改定プラス（マイナス）病院の割合
- ② 平均的病院の影響率（メチアン統計量）、その他四分位数統計量
- ③ 影響率の差による病院の散らばり（同一病院特性）
- ④ 改定による不平等の程度
- ⑤ マクロ財源の増化率（減少率）に達していない病院割合

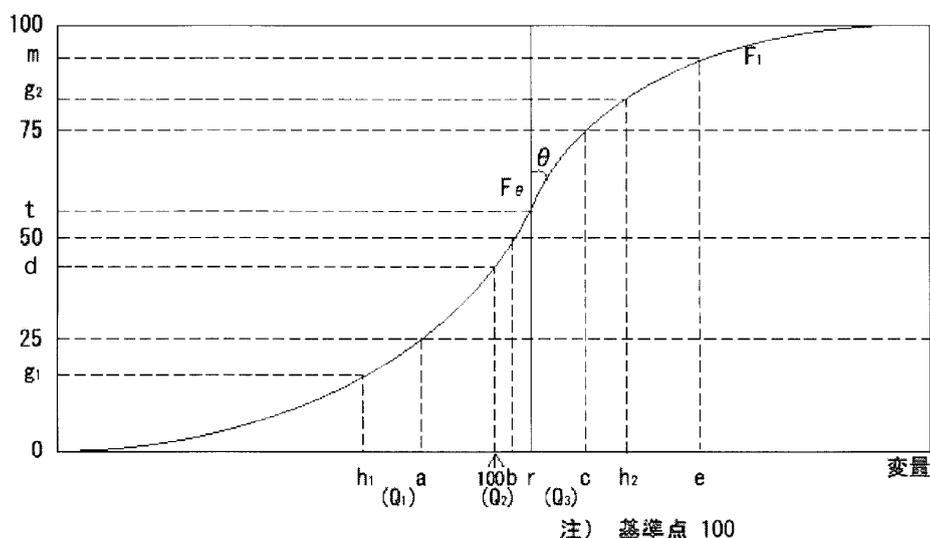


図1 分布関数と統計量

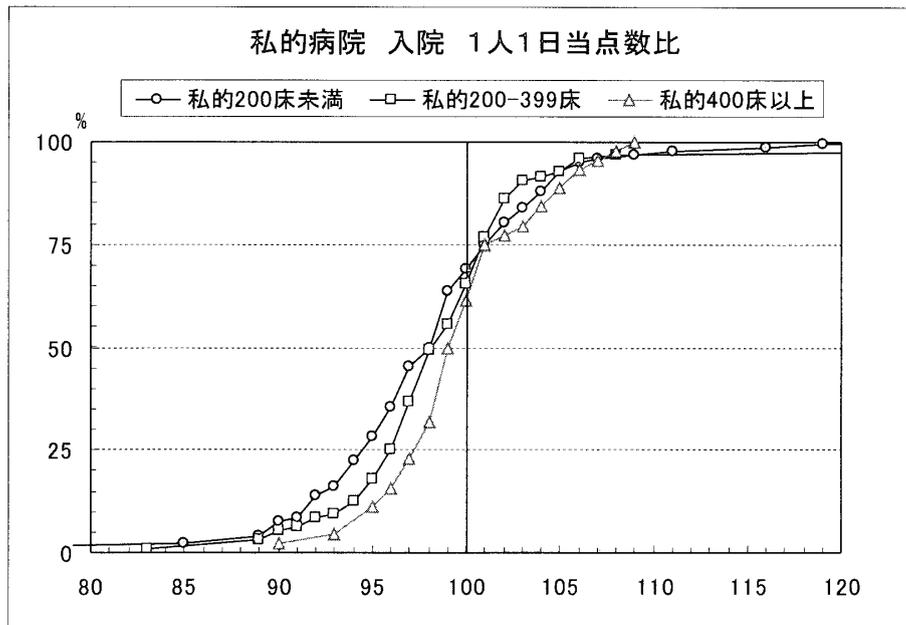


図2 私的病院の入院一人1日当点数比の分布関数

⑥ 病院特性格比較

⑦ 自分の病院のあてはめ

(2) 基準点がない場合

① 平均的病院の影響率（メジアン統計量），その他四分位数統計量

② 影響率の差による病院の散らばり（同一病院特性）

③ 改定による不平等の程度

④ 病院特性格比較

⑤ 月間比較

⑥ 自分の病院のあてはめ

(B) 分布関数の利用法

(1) 診療報酬改定プラス（マイナス）病院の割合を知りたい場合

図1の基準点100と交差する分布関数の縦軸の値d（マイナス改定割合），100-d（プラス改定割合）を読みとる。

(2) 平均的病院の影響率を知りたい場合

図1の縦軸50の値と交差する分布関数の横軸の値bを読みとる。

(3) 下から $g_1$ 番目（ $g_1\%$ ）の病院の影響率を知りたい場合

図1の縦軸 $g_1$ の値と交差する分布関数の横軸の値 $h_1$ を読みとる。下から $g_1\%$ の病院は $h_1$ 以下である。

(4) 同一病院特性で影響率の差による病院の散らばりの程度を知りたい場合

図1の $(Q_3-Q_1)/2$ を求める。もしくは、あらかじめ定めた $g_1$ や $g_2$ に対し、それぞれ $h_2-h_1$ を求める。

(5) 診療報酬改定による財源分配不平等の程度を病院特性格別に知りたい場合

図1の分布関数で、マクロ財源の実質増加率（減少率） $r(r=100+r^*$ ； $r^*$ =実質診療報酬アップ率%（ダウン率）)の点を通る分布関数 $F_\theta$ に近い病院特性分布関数ほど、病院間の影響率格差が小さい。マクロ財源のアップ率（ダウン率） $r$ をミクロ（病院個々の）基準アップ率（ダウン率）とする場合、角度 $\theta$ が小さいほど財源分配不平等が小さく、 $\theta$ が大きいほど不平等が大きくなる。

(6) マクロ財源の増加率に達していない病院割合を知りたい場合

マクロ財源の実質増加率（減少率）が $r$ のとき、図1の変量軸 $r(r=100+r^*)$ が分布関数 $F_1$ と交差する縦軸の点 $t$ が、マクロ財源実質増加率に達していない割合 $t\%$ となる。

(7) 自分の病院の影響率が全体の中でどのような位置にあるか知りたい場合

自分の病院に近い特性分布関数を探す。図1で自分の病院の影響率が横軸の $e$ 点である場合、 $e$ と交差す

る分布関数の縦軸の点  $m$  が、全体病院の中での位置になる。100 病院の中で下から  $m$  番目、上から  $100 - m$  番目、下から全体の  $m\%$  に入っていることになる。

### 5.5 介護保険訪問系サービスの動線コスト分析

介護サービス利用者の居宅間に時間距離があると、サービス提供に伴い動線コスト（移動コスト）が発生する。動線コストは、介護サービスの回数が多く、移動時間が長いほど増大する。動線コストはサービス事業者が負担するにしろ、サービス利用者が負担するにしろ、最終的には、介護サービス財源、資源の利用効率を低下させる。

ここでは動線コストと資源利用効率の関係について簡単なモデルを用いて検討する[10]。モデル変量として、次の定義を行う。

$C_M$ ：動線コスト

$C_S$ ：直接サービス費用

$C$ ：サービス必要費用

$r$ ：動線コストのウェイト

$E$ ：サービス資源利用効率

ここで直接サービス費用とは、サービスに関わる費用であり、サービス必要費用はサービスを提供する際に投入される費用で、直接サービス費用に動線コストを加えたものである。また、動線コストのウェイトは、動線コストとサービス費用の比と定義する。また、サービス資源利用効率は、サービス必要費用に占めるサービス費用の割合(%)と定義する。これらの定義に基づき、次式(2)が導出される。

$$E = C_S / C \times 100 = 100 C_S / (C_M + C_S)$$

$$= 100 / (C_M / C_S + 1) = 100 / (1 + r) \quad (r > 0) \quad (2)$$

すなわち、資源利用効率は、動線コストのウェイトにより決定されることになる。

$$dE/dr = -100 / (1+r)^2 \quad (3)$$

となるので、動線コストのウェイト  $r$  は、 $r$  が小さい部分で変化が大きく、 $r$  が大きい部分で変化は小さくなる。動線コストのウェイト  $r$  が大きくなると、ウェイトを減少させる効果が小さくなる。例えばウェイト  $r$  を  $r=0.8$  から  $r=0.6$  に減らすことによるサービス資源利用効率の変化は、56%から63%への7ポイントの改善であるが、 $r=0.4$  から  $r=0.2$  への減少は、 $E=71\%$  から  $E=83\%$  への12ポイントの改善になる。すなわち、動線コストの減少は、資源効率の向上に非線形的に貢献する。

介護保険の訪問系サービスの総所要時間に占める動線コスト（サービス提供に伴う移動時間）の割合を、以下「動線コスト割合」と称して用いる。動線コスト割合(%)は、次式により求めることができる[11]。

#### 動線コスト割合(%)

$$= \text{移動または通勤(直行・直帰)の所要時間(分)} / \text{訪問系サービス総所要時間(分)} \times 100$$

図3は、介護保険の訪問介護（1,027 ケース）、訪問入浴（52 ケース）、訪問看護（36 ケース）の訪問系サービス3種類について、動線コスト割合の分布関数を示したものである。図3を全体的にみると、訪問介護の動線コスト割合が、他の二つのサービス（訪問入

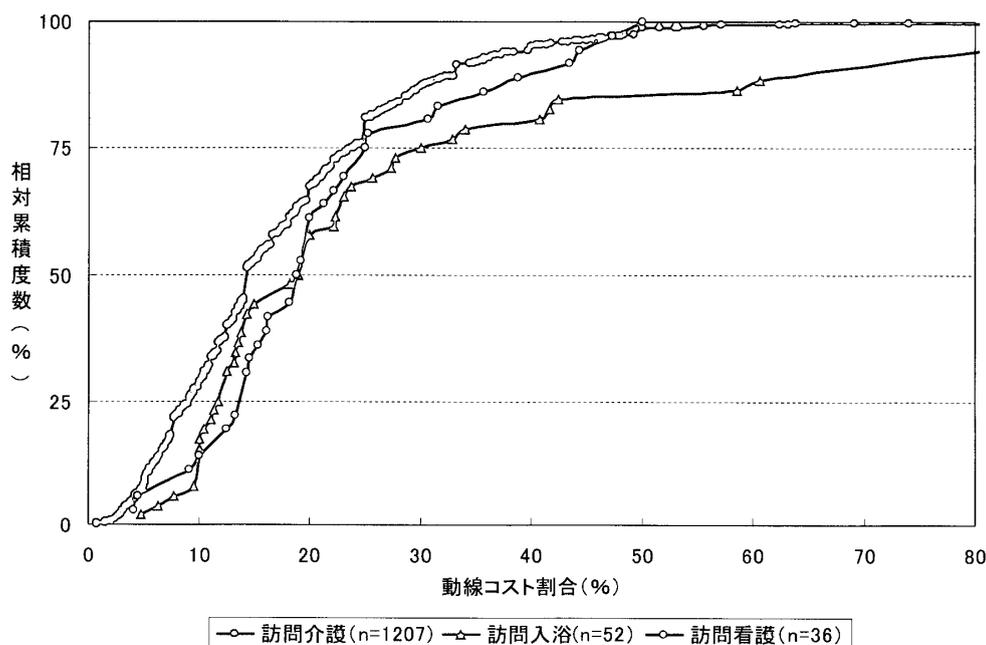


図3 訪問系サービス3種類における動線コスト割合の分布関係

浴、訪問看護)に比べて低い傾向であることがわかる。また、訪問入浴と訪問看護の動線コスト割合が、①約10%未満のケースでは、訪問看護が訪問入浴よりも低く、②約10%以上20%未満のケースでは、逆に訪問入浴が訪問看護よりも低くなり、③約20%以上になると、再び訪問看護が訪問入浴を下回っている。各サービスにおける平均的レベルのケースの動線コスト割合をメチアンで見ると、訪問看護が最も低く、訪問入浴と訪問介護は概ね同程度である。第1四分位数の動線コスト割合は、訪問介護9.1、訪問入浴11.9、訪問看護14.3である。同じく、第3四分位数の動線コスト割合は、訪問介護23.8、訪問入浴32.2、訪問看護25.2である。このように、動線コストを分布関数を用いて分析することで、各介護サービスの特性を把握することが可能となる。

## 6. 医療福祉領域におけるOR方法論体系の発展性

これまでみてきたように、医療福祉領域でのOR適用可能な問題は、相当多いと思われる。しかしながら、現状では研究成果がほとんどみられない。この理由として、既に指摘したように、医療福祉領域の有する特徴があると思われる。医療福祉領域における安全性、倫理性、人間行動面での不安定性、人間相互の依存性、法制度の制約などが影響していると考えられる。言い換えると、効果性や効率性を求める最適化問題というアプローチだけでは、対応しにくい面がある。しかしこのことは、逆に医療福祉領域において、最適化や効

率を追求できる部分と、追求が困難な部分とに分けてアプローチできることを意味しており、特に新しい分野の方法論の開発は、新たなパラダイムを創造することにつながる。医療福祉領域は、OR適用問題の宝庫であり、方法論の体系整備が期待される。

## 参考文献

- [1] European J. Operational Research, 1998, 1999, 2000.
- [2] Operational Research: the Journal of the Operational Research Society of America, 1999.
- [3] J. Operational Research Soc. of Japan, 1998, 2000.
- [4] International Transactions in Operational Research, 2000.
- [5] 関田康慶, 藤咲暹: 胃集検ダブルチェックの評価指標構造と特性, 癌の臨床, 28(11), 1285-1289, 1982.
- [6] 関田康慶, 藤咲暹: 老人病床占有率の特性と制御, 病院管理, 19(1), 25-38, 1982.
- [7] 濱田八重子, 関田康慶, 他: クリティカルパス効果と医療の標準化に関する分析, 第3回医療マネジメント学会抄録集, 60, 2001.
- [8] 関田康慶, 他: 診療報酬改定影響率の測定方法と分布関数分析, 病院管理, 31(2), 19-29, 1994.
- [9] 社団法人日本病院会: 平成14年診療報酬改定の影響度・経営実態調査報告書, 3-5, 2003.
- [10] 関田康慶, 加藤由美, 他: 新コミュニティの形成による介護サービスの効率的提供, 都市計画, 49(4), 15-20, 2000.
- [11] 加藤由美: 介護保険訪問系サービスの動線コスト分析, 第2回福祉経営研究会全国大会抄録集, 2003.