高度医療機器利用の効率性分析

刀根　薫

1. 概要

医療機器がますますハイテク化し価格も高騰化しているなかで利用効率性の評価は，病院経営にとって重要な課題となっている．ここでは高度医療機器の一つであるMRI（磁気共鳴画像装置）の利用効率を分析する．すなわち機器や技師の数に対して利用件数を調べることにより比率尺度によって各利用地域の相対的な利用効率性を測定し，機器や地域の評価を行うことが目的である．この節では分析結果の概要を述べる．ここでこれから展開する手法はMRI以外の高度医療機器の利用効率性測定に対しても適用することができるという点で一般性を持つものである．方法論としては包絡分析法（DEA：Data Envelopment Analysis）を主として用いる．この方法は複数の入力項目と出力項目に関する効率性をトータルに一つの指標で評価できることが特徴である．高度医療機器においては一般的に機器毎に評価のための入出力項目は異なるがMRIの場合設置台数と関連技師数を入力とし取扱件数を出力として解析する．少ない入力（台数，技師数）で多くの出力（取扱件数）を産出する地域が効率的な地域であると判定される．DEAでは計量経済学と同じように，分析対象の生産関数に関して幾種類かの仮定を置く．その代表的なものは「規模に関する収益性が一定」であるという仮定である．すなわち対象の規模の大小を問わず入力と出力の比例的な縮小と拡大が自由にできて，効率性に変化をもたらさないという仮定である．この仮定に基づくモデルをCCR（Charnes-Cooper-Rhodes）モデルというが，ここではCCRと領域限定法と呼ばれるモデルを併用するので，「大域的（global）モデル」と呼ぶことにする．もう一つの仮定は「規模の収益性が可変」であるという仮定である．すなわち小規模のものと大規模のものを同じ基準で評価するのではなく，その対象の置かれている規模に応じて評価するモデルである．この仮定のモデルをBCC（Banker-Charnes-Cooper）モデルというが，ここでは「局所的（local）モデル」と呼ぶことにする．図1に両者の関係を図示する．この図は1入力1出力の場合である．A, B, C, D, Eの5点（地域）が入力，出力を軸とする平面上にプロットされている．出力÷入力という比率尺度で評価した場合，大域モデルでは点Bが唯一の効率的な点となり，原点とBを結ぶ線が大域モデルの効率的フロンティアを形成する．このモデルは効率性が規模の大小によらず一定であるという仮定にたっている．それに対して局所モデルの効率的フロンティアはA, B, Cを結ぶ線分によって形成される．AやCは出力÷入力という比率ではBに及ばないが，規模の収益性が可変であるという仮定の下ではそれなりの効率性を達成しているとみる．このように局所モデルは地域の規模に対する配慮を行う点に特徴がある．DとEは大域モデルでも局所モデルでも非効率的である．Bは両方のモデルで効率的であるという．Aにおいては規模の収益性は増加型，Cは減少型である．この概念が従来の生産経済学におけるCobb-Douglas型を代表とする規模の収益性の考え方を代置するものである．

大域モデルではBが効率性の最高値1を取り，その他の点は大域フロンティア線からの乖離に応じて1

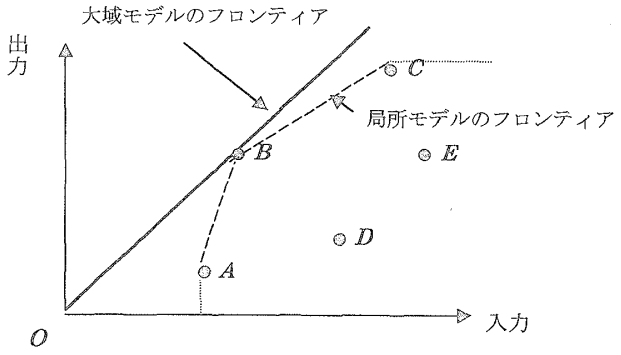

図1　大域モデルと局所モデル

とね　かおる　政策研究大学院大学
〒162-8677 新宿区若松町2-2
E-mail：tone@grips.ac.jp

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

未満の値（非効率）をとる．局所モデルではA, B, Cが効率値1となり，DとEは1未満の値（非効率）となる．大域モデルと局所モデルの効率値の間にはどの点についても次の関係が成立する．

大域モデル効率値≦局所モデル効率値

次にスケール効率を定義する．

スケール効率値

＝(大域モデル効率値)÷(局所モデル効率値)

(≦1)

とする．その値はBにおいて1となり，AとCでは1未満の値となる．すなわちスケール効率を調べることによってその活動が最も生産性の高い点にどれだけ近いかをある程度知ることができる．スケール効率の小さい点は生産性の低い規模にあることを示唆している．

以上の大域モデル効率，局所モデル効率，スケール効率を，MRIを保有する各都道府県について測定し，それらの地域のMRI利用効率性を評価する．その際次の3つの観点から評価する．

(i)大域モデルの効率が高くかつスケール効率も高い地域

(ii)局所モデルの効率は高いがスケール効率は比較的低い地域

(iii)人口を出力とする大域モデルで高い効率値をもつ地域

これらの地域には次のような意味付けをすることができるであろう．(i)の地域は高い生産性の期待できる領域にありしかも現に効率的な利用がなされているので，これらの地域は高利用効果型ということができるであろう．これらの地域にMRIを増設すればマージナルな便益は大きい．(ii)の地域は局所モデルの効率値が高いので，その地域なりの高利用がなされているが，その地域が比較的低い生産性の領域にあるために，(i)程の利用効率はあげられない．しかしながら，不利な環境下でそれなりに機器の高利用がなされている．これらの地域は高地域効果型と呼ぶことができるであろう．(iii)はMRIの利用が人口に比例して発生すると仮定した場合の潜在的な利用可能性を測定するものであり，現状で人口割のMRI台数が少ない地域が上位を占める．したがって(iii)で上位を占める地域は高潜在需要型と呼ぶことができる．特に，(i)や(ii)に入ってなくて(iii)に属する地域は将来の利用度が高くなる可能性を持っている．後ほど述べる都道府県データを用いて解析した結果次のような地域の特定がなされた．ただし，これらの結果はデータによって変化するので注意する必要がある．むしろここでは個別の結果よりは高度医療機器の利用効率を測定するための方法論を提案したという点に重点を置いている．

(i)に属する利用効果の高い16地域は効率性の高い順に

北海道，大分県，京都府，広島県，大阪府，埼玉県，東京都，兵庫県，栃木県，新潟県，愛知県，神奈川県，富山県，静岡県，千葉県，福岡県

(ii)に属する地域効果の高い16地域は効率性の高い順に

鳥取県，島根県，佐賀県，山梨県，山形県，大分県，香川県，徳島県，北海道，三重県，京都府，高知県，岐阜県，長崎県，福島県，福井県

(iii)に属する潜在需要の高い16地域は効率性の高い順に

埼玉県，山形県，長崎県，島根県，千葉県，神奈川県，福島県，三重県，東京都，青森県，群馬県，岐阜県，宮城県，山梨県，佐賀県，香川県

(i)の地域には多少の例外はあるが大規模都道府県が入っている．(ii)には比較的小規模の府県が入っている．MRIの場合スケール効率値の47都道府県格差が顕著でないために，(i)と(ii)の両方に属している地域（北海道，大分県，京都府）がみられる．北海道と京都府は(i)に大分県は(ii)に分類できる．(ii)に入っている県の特徴は小規模ながら利用効率性を達成していることである．(iii)に属する地域は人口当りのMRI台数や技師数が相対的に不足しているものである．関東地方の都県が目立つ．(iii)と(i)，(iii)と(ii)には共通部分が多いが，そのことは，MRIの不足が利用効率を結果的に高めていると見ることもできる．規模の収益性に関しても47都道府県中37が増加型であり，このことを裏付けている．

次に政令指定都市を含む大規模都道府県とそれ以外の中小規模県におけるMRI利用効率性の違いを群間比較法を用いて分析した結果，統計的に有意な差があり，前者の方が進んでいることが判明した．またCT（コンピューター断層撮影装置）についても分析した結果，CTの利用は既に成熟期にあるのに対してMRIは成長期にあることが，規模の収益性の解析から明らかになった．

2. DEAモデルについて

DEAについては参考文献[1],[2],[3]を見てもらう

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

ことにしてここでは採用したモデルについてのみ述べる．DEAでは基本的に入力対出力という比率尺度を用いる．その際それぞれが1項目ならば単純な比率計算で比較ができるが，複数項目になると項目間のウエイト付けが必要になる．MRIにおいて入力として2項目を用いる．MRI施設・台数とエックス線関係技師数である．出力としては取扱延件数を用いる．すなわち

(入力1)　MRI施設数と同台数の和(x_1)

(入力2)　診療放射線技師数と診療エックス線技師数の和(x_2)

(出力)　MRIの取扱延件数(y)

これらの入力と出力にv_1, v_2, uという非負のウエイトをつけて次のような比率尺度を作る．

$$T=(u\times y)/(v_1\times x_1+v_2\times x_2)$$

問題はウエイトの決定法であるがある地域の効率性を測定する際にその地域にとって最も有利になるようにウエイトを決める．とはいってもTの発散を防ぐために$T\leqq 1$という制約をつけ，他のすべての地域についても同じウエイトで計った比率尺度が1を超えないという制約をつける．このようなウエイトの決定問題は線形計画法によって解くことができるが詳細は上記の文献を参照されたい．ここでウエイトの選択について注意したい．というのは非負という条件だけで上の問題を解くとある場合には$v_1=0$または$v_2=0$という最適解が得られる可能性がある．$v_1=0$の場合MRI台数が考慮されていないことを示し，$v_2=0$の場合技師数が無視されたことになる．このような結果になることをさけるために，v_1とv_2の値の比に上限と下限を設定する．今回の研究では，具体的に

$$0.005\leqq v_2/v_1\leqq 0.05$$

とした．このことによりウエイトがゼロになることは避けられたし，結果的にx_1, x_2に対する加重値の比は平均で7対3程度になり，この値は台数と技師数に対するウエイトとして妥当なものと思われる．なお，上下限を多少変更しても効率値や順位に大きな変動は見られなかった．このような方法をDEAでは「領域限定法」(assurance region method)と呼ぶ．すなわち本研究においては基本的にこの領域限定法を用いた．

3. データ

データとしては平成5年10月1日の「医療施設調査」([7])を用いた．MRIの取扱件数は平成5年9月24日から9月30日までの取扱延件数である．既に述べたように次のような2入力と1出力を用いる．

表1　MRIに関するデータの統計

	施設数＋台数 (x_1)	技師数 (x_2)	取扱延件数 (y)
平均	64	583	1312
最大	222	3000	5160
最小	14	121	302
標準偏差	49	587	1199

(入力1)　MRI施設数と同台数の和(x_1)

(入力2)　診療放射線技師数と診療エックス線技師数の和(x_2)

(出力)　MRIの取扱延件数(y)

都道府県単位でこれらの値を集計した．ここで調査表のデータから次のような例外的な施設を発見した．MRI1台当りの取扱延件数の全国平均値は約40件であるのに対して，東京都の2施設がそれぞれ1979，1872件，群馬県の1施設が1235件を取り扱っている．これは異常に多い件数である．因みにこれらの次にランクされるのは大分県，北海道，兵庫県の各1施設がそれぞれ293，266，203件の処理をしている．そこでこの3施設に関するデータは転記ミスであるか，もしくは特別の性格を持つ施設と判断しそれらのデータは除去して集計した．DEAにおいてはこのような例外的なデータの影響が顕著であるためにデータの質に関しては十分吟味する必要がある．表1に47都道府県の（修正後の）入力，出力のデータの平均値，最大値，最小値，標準偏差を示す．また人口を用いる分析においては理科年表平成8年による都道府県人口を用いた．

4. 分析結果

大域効率，局所効率及びこの2つの比から計算されるスケール効率を表2に示す．

(1)　まず大域効率については北海道が唯一効率値1であり，他はそれに比して劣ることが分かる．大分県が2位になっているがこれはデータの所でも述べたように大分の施設で1箇所大量に取扱件数（293件）をあげているところがあり，県の規模が小さいために（全体で1,153件）その施設の影響が強く出たものと推定される．事実その分を差し引いて分析すると大分県は10位に下がる．北海道についても1施設で266件を処理しているところがあるがこちらは全体の処理件数が5,657件と大きいために，その分を差し引いて分析しても北海道の効率が1であることに変化は見られない．そこでこの二つの施設を除く強い理由はないのでそれらを入れて分析を進める．大域効率は地域性

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

表2　大域効率，局所効率，スケール効率

No		大域効率	順位	局所効率	規模の収益	順位	スケール	順位
1	北海道	1	1	1	一定	1	1	1
2	青森県	0.583769	41	0.679376	増加型	36	0.859272	36
3	岩手県	0.646453	30	0.74068	増加型	25	0.872783	34
4	宮城県	0.56812	43	0.626254	増加型	44	0.907171	29
5	秋田県	0.57274	42	0.674846	増加型	37	0.848697	37
6	山形県	0.731495	15	0.88129	増加型	7	0.830027	41
7	福島県	0.719378	18	0.786006	増加型	17	0.915233	27
8	茨城県	0.648491	29	0.659815	一定	41	0.982839	7
9	栃木県	0.755363	11	0.790721	増加型	15	0.955283	16
10	群馬県	0.634299	31	0.706669	増加型	31	0.89759	30
11	埼玉県	0.77357	8	0.791906	増加型	14	0.976846	11
12	千葉県	0.681033	26	0.690719	一定	34	0.985978	6
13	東京都	0.715196	19	0.716193	一定	28	0.998608	3
14	神奈川県	0.698739	23	0.707288	増加型	30	0.987913	5
15	新潟県	0.763481	10	0.809049	増加型	12	0.943677	19
16	富山県	0.738591	13	0.779776	増加型	19	0.947184	17
17	石川県	0.619228	35	0.669256	増加型	38	0.925248	24
18	福井県	0.668415	27	0.755408	増加型	22	0.884839	32
19	山梨県	0.534944	46	0.783688	増加型	18	0.682598	46
20	長野県	0.543553	45	0.593206	増加型	47	0.916298	26
21	岐阜県	0.741158	12	0.80775	増加型	13	0.917559	25
22	静岡県	0.712797	20	0.73263	増加型	27	0.972929	13
23	愛知県	0.709865	21	0.712361	一定	29	0.996496	4
24	三重県	0.732303	14	0.820257	増加型	11	0.892772	31
25	滋賀県	0.561824	44	0.681338	増加型	35	0.824589	42
26	京都府	0.846852	3	0.874911	増加型	8	0.967929	14
27	大阪府	0.786371	6	0.786684	一定	16	0.999602	2
28	兵庫県	0.730798	16	0.744172	増加型	24	0.982028	8
29	奈良県	0.703545	22	0.75758	増加型	21	0.928674	23
30	和歌山県	0.698321	24	0.763277	増加型	20	0.914898	28
31	鳥取県	0.625182	33	0.918919	増加型	5	0.680345	47
32	島根県	0.787176	5	1	増加型	1	0.787176	44
33	岡山県	0.592213	38	0.633643	増加型	42	0.934616	21
34	広島県	0.816524	4	0.832768	一定	10	0.980494	9
35	山口県	0.622608	34	0.665068	増加型	39	0.936156	20
36	徳島県	0.776294	7	0.883008	増加型	6	0.879147	33
37	香川県	0.725252	17	0.856777	増加型	9	0.846488	38
38	愛媛県	0.626284	32	0.662314	一定	40	0.9456	18
39	高知県	0.614715	36	0.738723	増加型	26	0.832131	40
40	福岡県	0.688486	25	0.706405	増加型	32	0.974634	12
41	佐賀県	0.770059	9	0.944992	増加型	4	0.814884	43
42	長崎県	0.651132	28	0.753234	増加型	23	0.864449	35
43	熊本県	0.586738	40	0.628032	増加型	43	0.934249	22
44	大分県	0.977093	2	1	一定	1	0.977093	10
45	宮崎県	0.491645	47	0.624865	増加型	45	0.786802	45
46	鹿児島県	0.594652	37	0.61834	一定	46	0.961691	15
47	沖縄県	0.591254	39	0.699263	増加型	33	0.845539	39
	平均	0.688468		0.75935			0.908448	

を無視して全国的に均一のメジャーで評価した利用効率性である．1位の北海道に対して最下位の宮崎県は0.49の効率つまり50%程度の利用率に止まっていることを意味する．もちろん，用いたデータが高々1週間分のものであることと，データの所でも指摘したように特殊な病院の存在についてより厳密な調査が必要である．大域効率の平均は0.688であり，1位の北海道に比べて約70%の利用率である．80%以上の地域は北海道以外に大分県（0.977），京都府（0.847），広島県（0.817）であるが，大分県の大量取扱い病院を除去して計算すると大分県は0.794に低下し10位となる．参考までに，特殊な病院としてデータから除外した群馬県と東京都のものを復元して分析すると群馬県が突出した1位となり他都道府県はほとんどが50%以下となる．大域効率の上位には比較的大規模都道府県が入り，中小規模の県が下位に並んでいることが分かる．

(2)　次に局所効率の1位には北海道，島根県，大分県が入る．島根県は小規模県であるがそのクラスでは最も利用が進んでいることを示す．また上位に佐賀県，鳥取県，徳島県，山形県，香川県がきている．これらも島根県と同じような位置にあると見ることができる．局所効率の平均は約76%であり，大域効率の平均より高い．表2の「規模の収益」の欄は概要で述べたように，局所モデルを用いて各都道府県のMRI利用に関する規模の収益を判定したものである．図1の点Aのように，フロンティア線に沿って上に移動すると出力÷入力で計った収益率が増加するものが「増加型」である．MRIの場合，入力である台数や技師数を増やすことによって利用件数が現状のレベルより伸びて，より効率的な利用が期待できることを示唆するものである．逆に点Cにおいてはフロンティア上を動くと出力÷入力で計った収益率は減少する．MRIの場合，台数や技師を増やしても現状の率で利用者は伸びないと推定される．点Cは「減少型」である．点Bは両者の間にあってかつ大域モデルのフロンティア上にある．すなわち最も効率性の高い点である．このような点を規模の収益が「一定」であるという．別の表現では最も生産性の高い点である．表2によれば規模の収益はほとんどの県が「増加型」である．「一定」となっているのは大規模都道府県（北海道，千葉県，東京都，愛知県，大阪府，広島県）と茨城県，愛媛県，大分県，鹿児島県であるが，後者のグループは大分県が参照された結果であり，前に述べたように大分県の一施設を除いて分析するとこれらの県も増加型に転じる．注目に値することは平成5年の段階では「減少型」の都道府県がないということである．MRIは成長期にあり，利用効率は増加することが期待できることを示している．この点で後に6節で述べるCT（コンピューター断層撮影装置）と異なる傾向をもっている．

(3)　大域効率を局所効率で割った値がスケール効率である．この上位には北海道をはじめ大阪府，東京都，愛知県，神奈川県，千葉県，茨城県，兵庫県，広島県，埼玉県，福岡県，京都府などの政令指定都市またはそれに準ずる都市を含む地域が並んでいる．これらの地域は最も生産性の高い地域であることを示唆している．ここで生産性というのは入力対出力の比で評価した利用効率性のことである．ただしスケール効率の平均は0.908と極めて高く，都道府県の規模による差異はあまり存在しない．この点は注目すべきことである．別

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

の表現をするならば，MRIの利用可能性に関しては目立った地域格差は無いとも言えよう．

4.1 高利用効果型の分析

概要で述べたように大域効率が高くかつスケール効率も高い地域を高利用効果型の地域と定義した．そのような地域は現に利用率が高く，また生産性の高い地域に属しているからである．仮に大域効率が高くても生産性の低い地域では高い利用効率は望めない．またスケール効率が高くても，大域効率が低ければ大域効率を上げることが課題であって高利用効率型とは認め難い．さて，このような指標として大域効率とスケール効率の平均値を用いることにした．既に概要の節でも述べたように多少の例外はあるが大規模都道府県が上位に入っている．2位の大分県は取扱件数の多い2つの施設（293件と182件）を除いて分析すると33位に落ちる．このことは高利用度の施設の存在が，大分県のような中小規模の県の場合，平均を押し上げていることを意味する．北海道の場合，取扱件数の多い6施設を除いて分析しても1位であることに変化はない．

4.2 高地域効果型の分析

地域効率が高く，スケール効率の低い地域を高地域効果型と定義した．地域効率が高いことは図1の点線で示した局所モデルのフロンティアに近いことを意味し，スケール効率が低いことは最も生産性の上がる—利用効率の高い—ゾーン（図1では点Bの付近）から遠いことを示す．このための指標として局所効率とスケール効率の差を用いることにした．上位には中小規模の県が並んでいる．前にも述べたように47都道府県のスケール効果に大差がないためにその影響は少ない．6位の大分県は高利用度の2施設を除くとこの評価でも下位（29位）に落ちる．北海道と京都府は高利用効果型に分類すべきであろう．この3道府県を除くと比較的生産性の低い地域でそれなりの効果を上げている県が上位にランクされている．

4.3 高潜在需要型の分析

MRIの施設数と台数の和および技師数を入力とし人口を出力として大域モデルを適用したものが「潜在需要」である．ここでは人口割でMRI施設および技師の少ない地域が上位に来る．1位の埼玉県（1）は2位の山形県（0.86）に0.14ポイントも差をつけて突出している．47位の石川県が0.39であるから，埼玉県は石川県に比して約2.5倍もMRI利用が困難であることを示す．埼玉県から周辺地域への流出が多いことを示唆する．また上位にランクされた地域は前の2つの分類でも上位に来ている．このことは人口割でMRIが不足しているという事実が利用効率や地域効率を高めていることを示すものであろう．MRI需要は平成5年の時点で成長期にあったことが分かる．

5. 群間比較法による効率性の差の検定

大域効率値を観察すると大規模都道府県が比較的上位にランクされていることが分かる．そこでこの節では大規模地域と中小規模地域の間に大域効率値に統計的な有意差があるかどうかを検定する．そのため47都道府県を2つのグループに分ける．グループ1としては政令指定都市もしくはそれに準ずる都市を含む次の13都道府県を，グループ2としてはそれ以外の34県を取る．

グループ1＝北海道，宮城県，埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県，静岡県，愛知県，京都府，大阪府，兵庫県，広島県，福岡県

グループ2＝それ以外の34県

分析の方法としてはDEAの群間比較法（bilateral comparisons）（[4]）を用いる．この方法では，グループ1の地域の評価をグループ2の地域群だけで行い，逆にグループ2の地域の評価をグループ1の地域群だけで行う．このことによりグループ間（群間）の効率性の比較がよりシャープになる．ただしこれまでの効率値と違って1以上の値を取る地域も現れる．他グループの効率的フロンティアの外に出ていることを示すものである．その結果，グループ1の地域が比較的上位に来ていることが分かった．特に下位21県は宮城県を除けばすべてグループ2の県である．グループ1の効率値の平均は0.875，グループ2は0.801である．グループ1の順位の和は234（サンプル数13），グループ2の和は894（サンプル数34）である．順位和に関するWilcoxon-Mann-Whitneyのノンパラメトリック検定（[5]）を行った結果，グループ1と2の効率値が同一の分布に従うという仮説は有意水準10%で棄却される．グループ1の方が2よりも大域効率は優れていると結論づけることができるであろう．先に述べた北海道と大分県の取扱件数の多い施設を除いて同様の検定を行った結果である．北海道は1位であるが大分県は順位を下げている．このケースではグループ1の平均は0.955，グループ2は0.828となった．順位和はそれぞれ199,929であり検定の結果，両者が同一の分布に属するという仮説は1%で棄却される．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

グループ1が2を効率性において上回っていることが統計的に示されたことになる．

6. CTに関する予備的分析

次に，CT（コンピューター断層撮影装置）の利用効率性に関する分析を行うがデータの質についてより詳細な検討を要するのでここでは予備的な分析に留める．CTの場合もMRIと同じように東京都の2施設と群馬県の1施設が異常に高い利用件数を示しているのでこれらは分析対象から除外した．CTは台数でMRIの約4倍，取扱件数で約4.7倍であり，普及度が高いことが分かる．分析の結果，大域効率では新潟県と大分県が1と0.99で3位の大阪府の0.89に水をあけている．この両県についてはデータの吟味が必要であろう．局所効率では大規模都道府県と小規模県が上位に並んでいる．規模の収益性に関しては，「一定」が2地域であるのに対して「増加型」が23，「減少型」が22である．このことはCTが既に平成5年の時点で成熟期に達していたと見ることもできる．MRIが成長期にあったことと対比すれば興味深い結果である．大規模都道府県はすべて減少型に属している．MRIについて行った群間比較法をCTについても適用してみた．グループ分けはMRIの場合と同じである．

グループ1＝北海道，宮城県，埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県，静岡県，愛知県，京都府，大阪府，兵庫県，広島県，福岡県（13都道府県）

グループ2＝それ以外の34県

大域的効率値の平均値はグループ1が0.797，グループ2が0.951である．また順位の和は，グループ1が460，グループ2が668であった．順位和に関する検定の結果，両者が同一の効率性の分布に属するという仮説は有意水準1%で棄却される．グループ2がグループ1を上回っている．これはMRIの場合と逆の結論であることにも注意すべきであろう．

7. 結び

ここでは高度医療機器の内MRIを対象としてその利用効率性を評価するための方法論を展開すると同時に平成5年「医療施設調査」のデータを用いてケーススタディを行った．今回は主としてMRIの分析を行ったが，他の機器についてもこれらの方法を適用できることは言うまでもない．今回の経験からいくつかの問題点を指摘したい．

(1) データの質に関する問題

データの節でも述べたように，調査表には明らかにミスではないかと思われるものも含まれている．この種の調査では避けがたいことである．事前のチェックにより異常と思われる3つの施設を除いて分析したが，そのことの可否について検討する必要がある．これらを入れるか否かで分析結果が影響を受けるからである．またグレーゾーンにあると思われるデータも含まれていたのでそれらを逐次除去しながら分析を進めたが，データに関する問い合わせを各施設に対して事後的に行うことができるならば研究の質はもっと向上する筈である．今回の調査データのように貴重なデータにおいては質の問題がますます重要になる．

(2) 方法論をめぐって

今回の分析では包絡分析法（DEA）のうち領域限定法を基本的に採用した．2つの入力項目（MRI台数＋施設数と技師数）に対するウエイトの比に上下限値を設定した．本来MRIの機器だけを問題にするのであれば技師数は考慮する必要はないと思われるが，両者がなければ稼働しないことを考えれば，両方とも欠かせない項目である．問題となるのはウエイトの上限値と下限値の設定である．今回の分析では，最適解として得られる最適ウエイトをもとに計算した加重値が台数＋施設数と技師数で平均的に7対3程度に収まるように試行錯誤しながら決めた．その妥当性についてはさらに検討を要する．ただし，この上下限値の若干の変化に対しては，結論はあまり影響を受けないことも判明した．

(3) コスト情報の取り入れ

今回の分析はもっぱら数量分析（台数，施設数，件数）に終始したが，これらにコストに関する情報が加わればより一層興味ある分析が展開できると思われる．これは今後の課題である．

この研究は平成9年度老人保険健康増進等事業による研究として(財)医療経済研究機構において行われた．詳細については[6]を参照されたい．

参考文献

[1] 刀根薫，経営効率性の測定と改善，日科技連出版，1993.

[2] 刀根薫，「評価のORと数理計画」，オペレーションズ・リサーチ，Vol. 43, No. 2, 76-80, 1998.

[3] A. Charnes, W. W. Cooper, A. Y. Lewin and L. M. Seiford (eds), *Data Envelopment Analysis : Theory,*

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

Methodology and Applications, Kluwer Academic, Boston, 1994.

[4] P. L. Brockett and B. Golany, "Using Rank Statistics for Determining Programmatic Differences in Data Envelopment Analysis," *Management Science,* 1996, 42, 466-472.

[5] 東京大学教養学部統計学教室編, 自然科学の統計学, 東京大学出版会, 1992.

[6] 「先駆的高度医療機器の評価に関する研究」(財)医療経済研究機構, 平成10年3月.

[7] 「医療施設(静態, 動態)調査・病院報告」厚生省大臣官房統計情報部編集, 平成5年.

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.