

データ包絡分析法（DEA）による

兵庫県立病院の効率性分析

鳥井 隆志

キーワード：データ包絡分析法（DEA）、兵庫県立病院、効率性

1. はじめに

兵庫県の病院事業は、尼崎病院、塚口病院、西宮病院、加古川医療センター、淡路医療センター、光風病院、柏原病院、こども病院、がんセンター、姫路循環器病センター、粒子線医療センター、災害医療センター及びリハビリテーション中央病院、リハビリテーション西播磨病院の計 14 病院を運営している。このうち、災害医療センターの運営については日本赤十字社兵庫県支部、リハビリテーション中央病院及びリハビリテーション西播磨病院については社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団が指定管理者として運営している。平成 24 年度における全 14 病院の許可病床数は 4,065 床、職員総数は約 6,000 名を有している。

平成 14 年 4 月からは地方公営企業法を全部適用し、病院事業管理者のもと、経営の明確化と自律性の拡大により、効果的・効率的な運営を図ることとし、平成 15 年 9 月に「病院構造改革推進方策」を策定し、平成 21 年 1 月には「病院構造改革推進方策（改訂版）」、さらには、平成 21 年 5 月には総務省の公立病院改革ガイドラインに基づく「県立病院改革プラン」を策定し、新規患者の確保、診療単価の向上等による収益確保、職員定数の見直し、後発医薬品の使用拡大等による費用の抑制等により経営改革を推進した結果、平成 22 年度に純損益がプラスに転じて以降、3 年連続で純損益プラスを維持している。

しかしながら、近年の病院事業を取り巻く環境は、少子高齢化のさらなる進展や疾病構造の変化、医療技術の高度化、医療機関間の役割分担と連携の必要性の高まりなど大きく変化している。さらに、医師の地域偏在・診療科偏在への対策に加え、病院の建替整備に伴う医療の高度化に対応するための看護師確保対策等、新たな課題にも直面している。

これらの課題に加え、人口減少などさらに厳しい地方財政が懸念されるなか、これ

までの医療サービスを維持していくためには、効率的な病院事業のあり方について検討する必要がある。

医療の効率性は、医療活動から得られる料金収入等の収益で医療活動に要した費用をどれだけ賄えているのかを表す、医業収支指標（医業収益／医業費用）、経常収支指標（（医業収益＋医業外収益）／（医業費用＋医業外費用））、総収支指標（総収益／総費用）など、財務分析手法によって測定することが一般的である。これらの収支指標は財政の健全さを示す重要な指標であるが、必ずしも利潤の追求を第一の目的としない病院事業をこれらの財務データのみで評価することには注意を要する。また、事業体の効率性を測定する場合、その事業によって実現した結果（産出）と、そこに至るまでに用いられた資源（投入）を比較し、前者が大きく、後者が小さいほど優れている（効率的）と判定される。しかし、少ない投入で大きな産出を実現する事業体が効率的であるとしても、投入や産出が複数ある場合、それらをどのように組み合わせて評価するのかという課題もある。

そのような中で、近年、効率性分析における代表的な手法であるデータ包絡分析法（Data Envelopment Analysis : DEA）を用いて、公共的な性格を持つ機関や団体の効率性を測定する試みがなされている。DEAでは、複数の投入要素と複数の産出要素をそれぞれ一元化し、産出／投入で効率値を求める。医療サービス分野においてもDEAを用いた分析は数多く存在し、特に自治体病院や国立病院の効率性分析に利用されている（河口（2008））。そこで本稿では、DEAを用いて、兵庫県立病院の医療サービス供給の効率値を計測し、病院ごとの効率性を分析する。

本稿は以下のように構成される。第2節ではDEAについて説明する。第3節では効率値の計測に用いたデータを説明し、第4節では効率値の計測結果を示す。

なお、本稿では、兵庫県立病院の医療サービス供給過程における投入要素を、医師数、看護師数、医療技術職員数、病床数とする。そして、産出要素として、1日平均入院患者数、1日平均外来患者数とする場合と、入院医業収益、外来医業収益とする場合を考え、前者で求まる効率値を「生産効率性」、後者で求まる効率値を「収益効率性」とよぶ。また、以上の分析は、兵庫県立病院の中での各病院の効率性を評価するものであるが、本稿ではさらに兵庫県下の自治体病院を対象にした場合を考え、その中での兵庫県立病院の効率値の計測も行う。

第5節では、生産効率値と収益効率値によって兵庫県立病院の効率性を評価し、財務分析指標との関係についても考察する。第6節では、まとめと今後の課題を述べる。

2. データ包絡分析法 (DEA)

データ包絡分析法 (Data Envelopment Analysis: DEA) は、複数の事業体(Decision Making Unit: DMU)の効率性を相対的に比較する方法である(刀根(1993)、Cooper et al.(2006))。分析対象となる DMU を $DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_N$ とする。各 DMU に共通した I 個の入力(投入)項目および R 個出力(産出)項目が選定される。これを I 入力 R 出力モデルとよぶ。

表1は1入力1出力モデルの例である。各 DMU に入力値 x と出力値 y が与えられる。図1は、各 DMU について (x, y) をプロットした図である。表中「 y/x 」は入力1単位あたりの出力値であり、この意味で DMU_2 と DMU_4 が効率的である。つまり、より小さい入力でより大きい出力を得ることが“効率的”であるという比率尺度の考え方に基づいて評価する。原点と DMU_2 の点 $(1, 9)$ 、 DMU_4 の点 $(2, 18)$ を結ぶ直線を効率的フロンティアとよぶ。

表1 1入力1出力モデルの例

	DMU_1	DMU_2	DMU_3	DMU_4	DMU_5	DMU_6
入力 x	2	1	2	2	3	5
出力 y	7	9	16	18	9	23
y/x	3.5	9	8	9	3	4.6

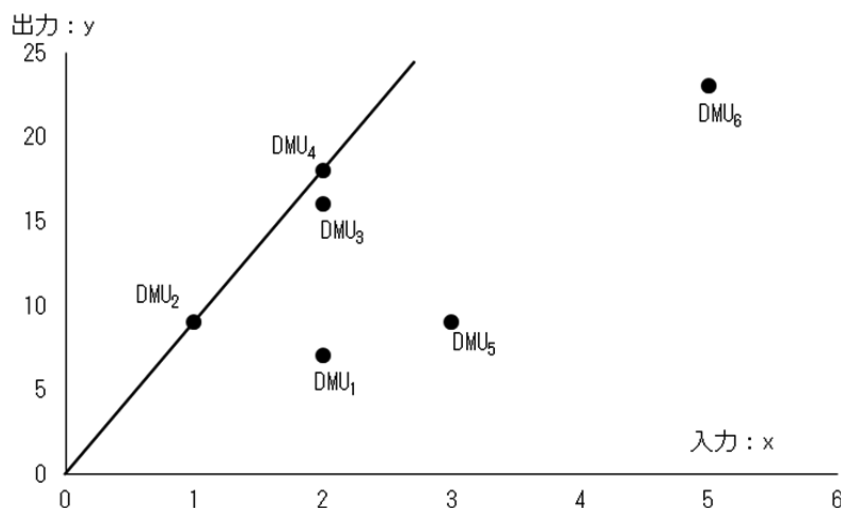


図1 1入力1出力モデルの例

一般的な I 入力 R 出力モデルの場合には、I 個の入力から仮想的入力=(入力ウェイト 1)×(入力 1)+・・・+(入力ウェイト I)×(入力 I)、R 個の出力から仮想的出力=(出力ウェイト 1)×(出力 1)+・・・+(出力ウェイト R)×(出力 R)を算出し、仮想的出力／仮想的入力で効率性を評価する。DEA の最初のモデルである CCR モデル(Charnes, Cooper and Rhodes(1978))は、DMU_kの効率値を「仮想的出力／仮想的入力の最大値」とし、これを実現するウェイトを計算する。ただし、すべての DMU について、このウェイトで算出される仮想的出力／仮想的入力の値が 1 以下でなければならない、という制約を付加する。したがって、効率値は 1 以下になる。このように、各 DMU に対して、その DMU にとって効率が最も良くなるようにウェイトが決められる。このようにして計算された効率値が 1 でないときには、これよりも“効率的”な DMU が存在することが示される。実際、効率値 1 の DMU が存在し、このような DMU を効率的とよぶ。そして、効率値 1 未満の DMU を非効率的とよび、この効率値は、効率的 DMU を基準とした相対的な値が計算されている。

CCR モデルを具体的に記述すると次のようになる。DMU_j の I 個の入力を($x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Ij}$)、R 個の出力を($y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{Rj}$)とする。このとき、DMU_kの効率値 θ_k を求める問題は次のように定式化される。

$$\begin{array}{l}
 \text{(CCR}_k\text{)} \quad \left| \begin{array}{l}
 \text{最大化} \quad \theta_k = \sum_{r=1}^R u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^I v_i x_{ik} \\
 \text{条件} \quad \sum_{r=1}^R u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^I v_i x_{ij} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,N) \\
 v_1, v_2, \dots, v_I \geq 0, u_1, u_2, \dots, u_R \geq 0.
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

(v_1, v_2, \dots, v_I)が入力ウェイト、(u_1, u_2, \dots, u_R)が出力ウェイトである。そして、(CCR_k)は次の線形計画問題 (Linear Programming Problem) と等価であることが示されている。

$$\begin{array}{l}
 \text{(LP}_k\text{)} \quad \left| \begin{array}{l}
 \text{最大化} \quad \theta_k = \sum_{r=1}^R u_r y_{rk} \\
 \text{条件} \quad \sum_{i=1}^I v_i x_{ik} = 1 \\
 \sum_{r=1}^R u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^I v_i x_{ij} \quad (j=1,2,\dots,N) \\
 v_1, v_2, \dots, v_I \geq 0, u_1, u_2, \dots, u_R \geq 0.
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

線形計画問題は理論的・実用的に効率良く解けることが知られており、多くのソフトウェアが開発されている。本論文では GLPK4.54 を使用した。

3. 分析方法

3-1. 分析対象病院

兵庫県立病院 14 病院のうち、日本赤十字社兵庫県支部に運営委託をしている災害医療センターおよび、社会福祉事業団に運営委託をしている総合リハビリテーションセンター中央病院と西播磨総合リハビリテーションセンターの 2 病院を除く 11 病院を対象とした（表 2）。

また、4-2 節では、兵庫県下の自治体病院のうち独立行政法人化病院を除く 26 病院（表 3）を対象に加えた分析を行う。

表 2 対象病院と主な医療機能（平成 24 年度）

	病院名	病床数	主な医療機能
都市型	尼崎病院	500 床	呼吸器、循環器、がん
	塚口病院	400 床	周産期、成育、小児
	西宮病院	400 床	腎疾患、循環器、救命救急
地方型	加古川医療センター	353 床	生活習慣病、救命救急
	淡路病院	452 床	地域医療の中核
	柏原病院	303 床	地域医療の中核
専門型	光風病院	495 床	精神、精神科救急
	こども病院	290 床	周産期、小児救急
	がんセンター	400 床	がん
	姫路循環器病センター	350 床	循環器
	粒子線医療センター	50 床	がん（粒子線治療）

表 3 兵庫県下の自治体病院（平成 24 年度）独立行政法人化病院除く

西宮中央病院（257 床）、芦屋病院（199 床）、伊丹病院（414 床）、相生市民病院（61 床）、赤穂市民病院（420 床）、西脇病院（320 床）、宝塚市立病院（446 床）、三木市民病院（323 床）、高砂市民病院（290 床）、川西病院（250 床）、小野市民病院（220 床）、三田市民病院（300 床）、加西病院（266 床）、公立中央総合病院（205 床）、加東市民病院（167 床）、たつの市立御津病院（120 床）、公立神崎総合病院（155 床）、公立香住病院（50 床）、浜坂病院（110 床）、公立豊岡病院（500 床）、公立豊岡病院日高医療センター（100 床）、公立豊岡病院出石医療センター（55 床）、公立朝来梁瀬医療センター（50 床）、公立朝来和田山医療センター（139 床）、公立八鹿病院（420 床）、公立村岡病院（50 床）
--

3-2. 分析対象データ

本稿では2種類の効率性を定義し、それぞれ「生産効率性」と「収益効率性」と名付ける(図2)。

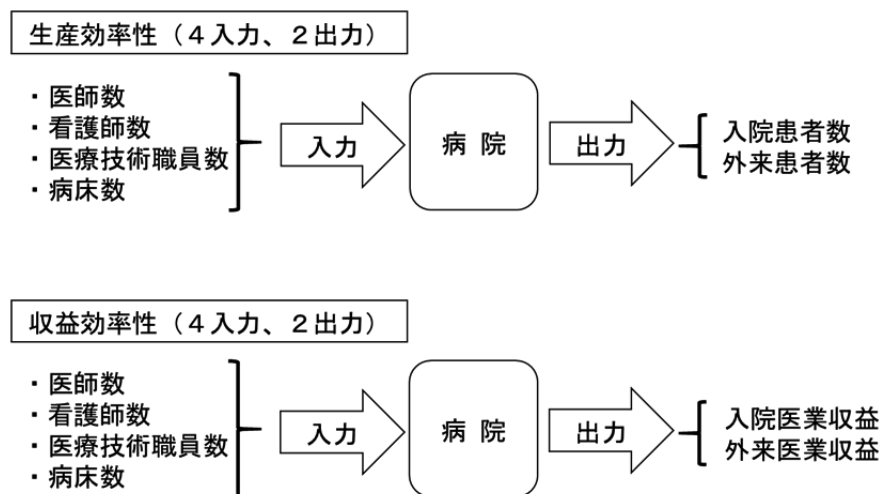


図2 使用したデータの概要

いずれも投入要素は、医師数、看護師数、医療技術職員数、病床数の4変数とし、医師数、看護師数、医療技術職員数は、人的資源投入量を表すものとして用い、病床数は資本の代理変数として用いた。先行研究においては、職員給与費や材料費、経費といった医療活動に要した費用項目を投入要素としているものもみられる(藍原他(2010)、野竿(2007))が、本稿では、人的資源と資本投入に対する「生産面」と「収益面」での効率性を測定することを目的としたため、費用項目は投入要素として採用しなかった。

産出要素には、1日平均入院患者数と1日平均外来患者数の2変数を用いた場合と入院医業収益と外来医業収益の2変数を用いた場合を考え、前者で求まる効率値を「生産効率性」、後者で求まる効率値を「収益効率性」とした。生産効率性は、医師数をはじめとする人的資源投入に対し、より多くの患者を産出(診察した)場合に効率的であると評価される指標であり、その病院のオペレーション効率を測定する目的で分析に用いた。収益効率性は、人的資源投入に対してできるだけ多くの収益を産出した場合に効率的と評価される指標であり、その病院の医療水準の高さを測定する目的で分析に用いた。

各効率性の測定は、兵庫県病院事業が公営企業法の全部適用となった（平成 14 年）以降に設立された粒子線医療センター（平成 15 年度設立）を分析対象に加えるため、平成 16 年度からとした。また、診療報酬改定の年度ごと（2 年ごと）に平成 24 年度までを分析対象（平成 16 年、18 年、20 年、22 年、24 年）とし、各年度の効率性を測定し、期間比較を行った。また、効率性と各種収益性比率の関係についての分析や兵庫県下の自治体病院との比較には平成 24 年度のデータを用いた。

使用したデータはすべて地方公営企業年鑑（総務省自治財政局編）の中から抽出した。

4. 結果

4-1. 県立病院間の効率性分析

4-1-1. 生産効率性（期間比較）

生産効率性の期間比較結果を表 3 に示す。平成 24 年度は、効率的な病院は 6 病院であった。都市型総合病院である「尼崎」「塚口」「西宮」の平均効率性は 1.00、地方型総合病院である「加古川」「淡路」「柏原」の平均効率性は 0.92、専門型病院である「光風」「こども」「がん」「循環器」「粒子線」の平均効率性は 0.88 であった。また、平成 16 年度の効率性を下回っている病院は「加古川」「柏原」「がん」「循環器」の 4 病院であった。

表 3 兵庫県立病院の生産効率性

病院名		H16	H18	H20	H22	H24
都市型	尼崎病院	1.00	0.96	0.96	1.00	1.00
	塚口病院	1.00	0.96	0.96	0.90	1.00
	西宮病院	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00
地方型	加古川医療センター	1.00	1.00	1.00	0.85	0.91
	淡路病院	1.00	0.97	0.97	1.00	1.00
	柏原病院	0.94	0.74	0.74	1.00	0.83
専門型	光風病院	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	こども病院	0.85	0.87	0.87	0.90	0.90
	がんセンター	0.99	0.99	0.99	0.91	0.87
	姫路循環器病センター	0.83	0.79	0.79	0.80	0.77
	粒子線医療センター	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4-1-2. 収益効率性（期間比較）

収益効率値の期間比較結果を表4に示す。平成24年度は、効率的な病院は3病院であった。都市型総合病院である「尼崎」「塚口」「西宮」の平均効率値は0.87、地方型総合病院である「加古川」「淡路」「柏原」の平均効率値は0.76、専門型病院である「光風」「こども」「がん」「循環器」「粒子線」の平均効率値は0.92であった。また、平成16年度の効率値を下回っている病院は「塚口」「加古川」「柏原」「光風」の4病院であった。

表4 兵庫県立病院の収益効率値

病院名		H16	H18	H20	H22	H24
都市型	尼崎病院	0.89	0.90	0.90	0.96	1.00
	塚口病院	0.90	0.58	0.58	0.56	0.69
	西宮病院	0.89	0.80	0.80	0.78	0.92
地方型	加古川医療センター	0.83	0.67	0.67	0.77	0.80
	淡路病院	0.86	0.82	0.82	0.91	0.90
	柏原病院	0.91	0.50	0.50	0.51	0.59
専門型	光風病院	0.90	0.77	0.77	0.54	0.59
	こども病院	0.85	0.86	0.85	1.00	1.00
	がんセンター	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	姫路循環器病センター	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	粒子線医療センター	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4-1-3. 生産効率性と収益効率性の関係

平成24年度の実産効率値と収益効率値の関係を図3に示す。生産効率値、収益効率値ともに効率的な病院は「尼崎」「粒子線」の2病院であった。生産効率値の面では効率的であるものの、収益効率値が1.0を下回る病院は「西宮」「淡路」「塚口」「光風」の4病院であった。一方、収益効率値は効率的であるものの、生産効率値が1.0を下回る病院は「こども」「がん」「循環器」の3病院であった。

さらに注目すべき点は、平成24年度は都市型病院の全てが生産効率値1.0を示し、これに対して専門型病院は「光風」を除き収益効率値1.0を示している点である。

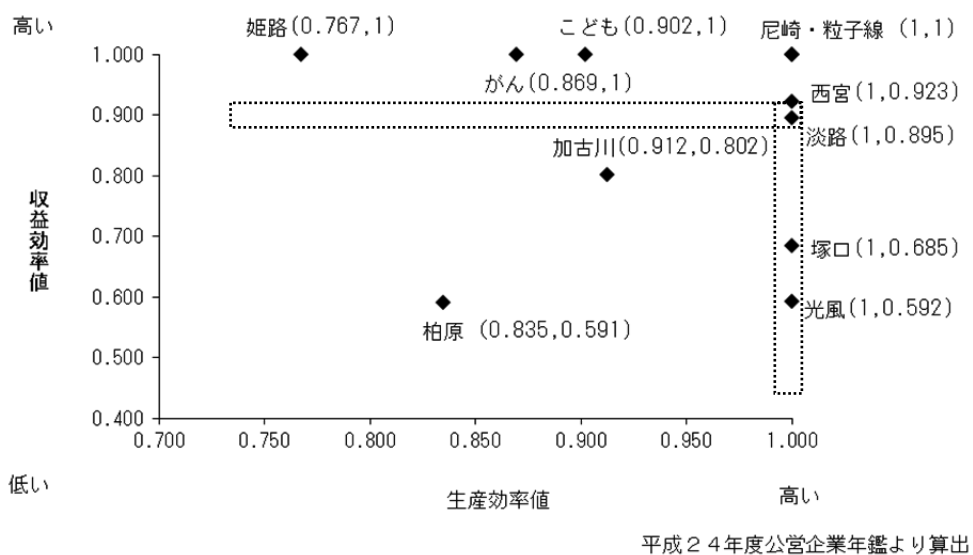


図3 生産効率性と収益効率性の関係

4-1-4. 効率値と収益性比率の関係

平成24年度の各収益比率を表5に示す。「尼崎」は生産効率値、収益効率値ともに効率的であることに加え、経常収支比率、医業収支比率も100%を上回っていた。「粒子線」は、生産効率値、収益効率値ともに“効率的”と判定される一方で、経常収支比率は100%を下回っていた。

「がん」「姫路」は、生産効率値が1.0を下回り”非効率”と判定される一方で、経常収支比率は100%を上回っていた。

「西宮」「淡路」は、収益効率値が1.0を下回り”非効率”と判定される一方で、経常収支比率は100%を上回っていた。

表5 兵庫県立病院の収益性比率（平成24年度）

		経常収支 比率	医業収支 比率	他会計繰入金 対経常収益 比率	他会計繰入金 対医業収益 比率
都市型	尼崎病院	104.8	100.1	7.6	8.1
	塚口病院	95.4	88.4	9.7	10.7
	西宮病院	103.7	99.0	11.7	12.7
地方型	加古川医療センター	98.5	94.7	11.2	12.2
	淡路病院	100.5	92.4	12.5	14.1
	柏原病院	83.1	70.2	27.0	34.0
専門型	光風病院	88.7	62.5	42.4	63.2
	こども病院	99.8	88.8	16.4	19.0
	がんセンター	104.0	98.6	7.3	8.0
	姫路循環器病センター	104.0	98.6	10.5	11.4
	粒子線医療センター	98.9	93.6	20.5	25.8

出所：平成24年度地方公営企業年鑑

4-2. 兵庫県下の自治体病院との相対比較

4-2-1. 生産効率性

平成24年度の実績値の結果を図4に示す。効率的な病院は37病院中14病院（38%）であった。兵庫県立病院（11病院）の平均値は0.903であり、兵庫県下の自治体病院（26病院）の平均値は0.935であった。

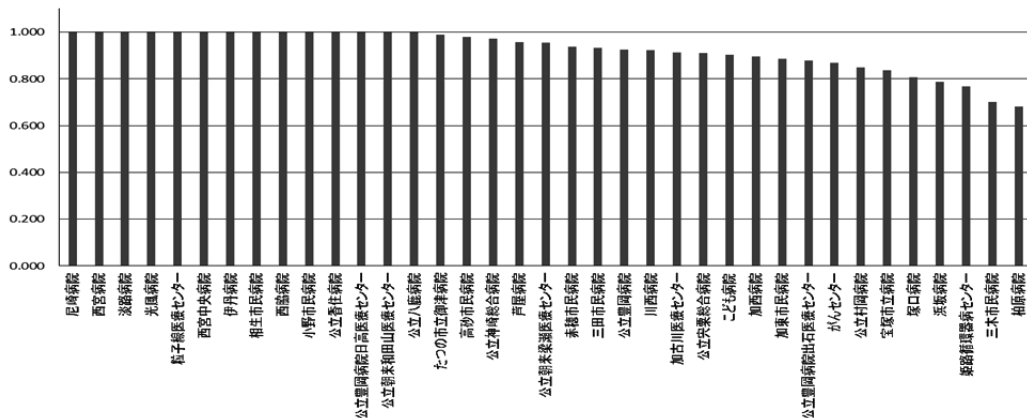


図4 生産効率値の順位

4-2-2. 収益効率性

平成 24 年度の収益効率値の結果を図 5 に示す。効率的な病院は 37 病院中 6 病院 (16%) であった。兵庫県立病院 (11 病院) の平均値は 0.863 であり、兵庫県下の自治体病院 (26 病院) の平均値は 0.697 であった。

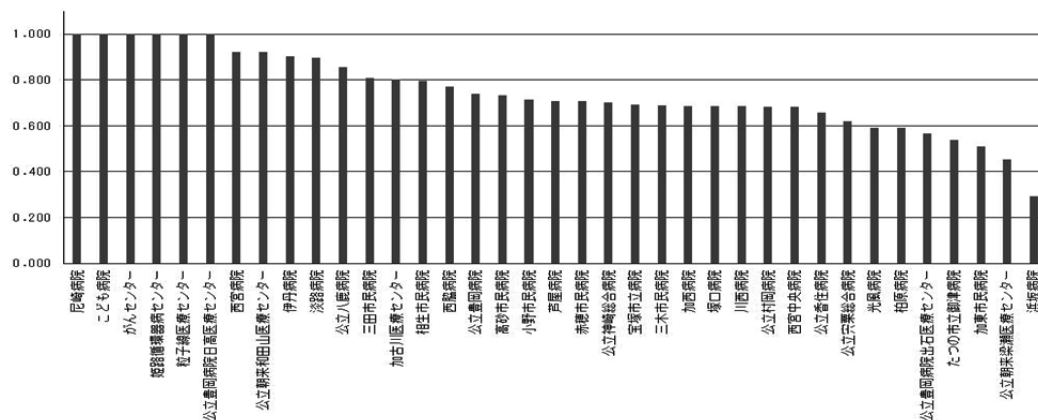
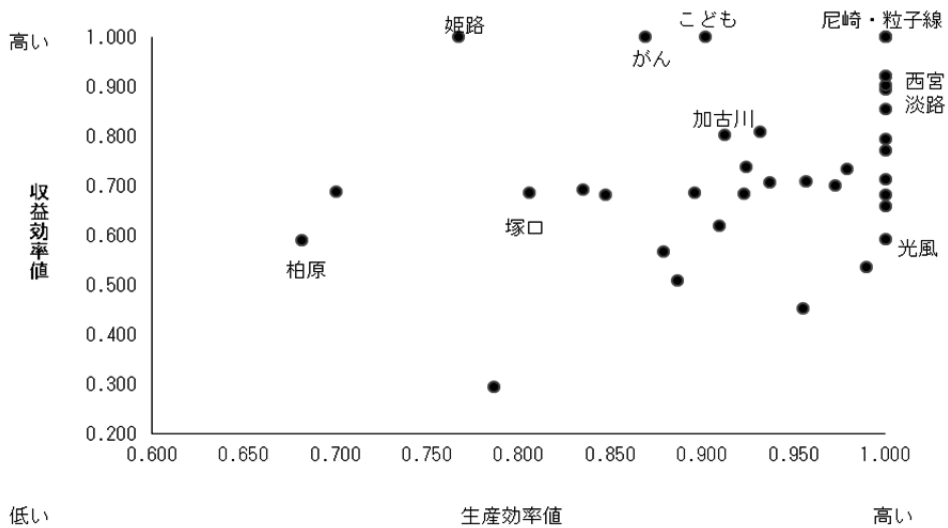


図 5 収益効率値の順位

4-2-3. 生産収益性と収益効率性の関係

平成 24 年度の実産効率性と収益効率性の関係を図 6 に示す。生産効率値、収益効率値ともに効率的な県立病院は「尼崎」「粒子線」の 2 病院であり、県立病院のみの分析 (図 3) と同じ結果であった。

生産効率値では、「塚口」「柏原」の 2 病院が県立病院のみの分析に比べ、10%以上生産効率値が低下した。



平成24年度公営企業年鑑より算出

図6 生産効率性と収益効率性の関係

(兵庫県立病院 11 病院＋兵庫県下自治体病院 26 病院)

5. 考察

兵庫県立病院の生産効率値は総合病院で高く、収益効率値は専門病院が高い結果であった。これは、総合病院は幅広い医療サービスを提供することにより、地域の中核的病院として多くの患者を診察しているものの、診療単価が低いため収益性が専門病院ほど高くないという現状を示しているものと思われる。

また、総合病院であっても、都市型に比べ、地方型が生産効率値、収益効率値ともに低値を示し、立地する地域ごとに効率性に隔たりがあることが明らかになった。

さらに、総合病院の中でも、柏原病院の生産効率値は、県立病院の比較だけでなく、兵庫県下の自治体病院比較でも最も低い結果であった。柏原病院は、医療機関の少ない丹波圏域における中核的病院として期待される病院であるが、周辺人口の減少に加え、他診療圏への患者流出の影響が効率値に反映しているものと推測された。しかしながら、へき地医療などの不採算医療に対する他会計繰入金は、経常収益比率で27%（平成24年度）と高い水準であり、診療機能の見直しや地域の医療提供体制の見直しが急務である。

専門病院については、高い診療報酬や政策医療を担うことによる他会計繰入金の影響もあり、生産効率値に比べ、収益効率値が高い傾向を示した。中でも、姫路循環器病センターは、生産効率値が0.77と県立病院の中で最も低いにも関わらず、収益効率

値は 1.0 であり、また経常収支比率も 100%を上回っていた。これは、循環器疾患の診療報酬単価が高く、DPC 暫定調整係数も他の DPC 適用県立病院に比べ高いことから、患者数が少なくても利益が確保できているものと考えられる。経常収支比率が 100%を上回っていることから、経営上は大きな問題がないものとみなされるが、生産効率値は低い。これは、姫路循環器病センターが提供する循環器系の医療サービスがコモディティ化し、近隣病院でも行える医療サービスとなったことに加え、医療技術の進歩による在院日数の短縮化が入院患者数や外来患者数の減少を招き、生産効率値が低下したと考えられる。今後も高い診療報酬額が維持されるとは限らず、DPC 暫定調整係数に至っては、段階的に引き下げられることが決まっていることから、提供する医療サービスの見直しを行う必要がある病院と考えられる。

姫路循環器病センターとは対照的に、精神科単科の専門病院である光風病院は、専門病院であるにもかかわらず、収益効率値が 0.59 であり、県立病院のなかで、柏原病院に次いで二番目の低さであった。生産効率値は 1.0 であり、医療サービス需要に対して十分な供給能力を有していることを示す結果であった。経常収支比率は 100%を下回り、平成 24 年度の他会計繰入金経常収益比率も 42.4%と非常に高い。このことは、精神科医療の診療報酬が低いにもかかわらず人的資源の投入が必要であり、医療としては不採算な診療科であることを示していると考えられる。民間をはじめとする他の医療機関の参入も少なく、患者は光風病院に集中し、生産効率値では効率的であるが、収益効率値では低い結果となっている。不採算部分については適正な公的負担は必要であるが、10%を超える他会計繰入金は自治体の財政に重い負担となることから、公的負担に対する説明と県民の理解が必要な病院であるといえる。

効率値と経常収支比率を比較すると、収益効率値が高いにもかかわらず、経常収支が 100%を下回る病院が 2 病院(こども病院、粒子線医療センター)あった。これらの病院は、医療資源(医師数、看護師数、医療技術職数、病床数)に対し、効率的に医療収益を産出しているが、費用項目の適正化が不十分であることが推測される。

分析の結果として以上のようなことが考察された。しかし、今回の分析では、医療サービスの効率性に影響を及ぼす要因分析を行っておらず、効率性分析の結果を意思決定に利用するためにはさらなる分析が必要である。

6. おわりに

本稿では、DEA を用いて、兵庫県立病院の効率性を分析した。DEA は、効率性を評価する1つの手法であり、効率性を左右する要因の検証には、まだまだ検討の余地が残されている。しかしながら、病院運営の効率化を図る際に、単に患者数や診療単価を増やすように現場に指示を出すよりも、他の病院との相対比較を行い、客観的な指標に基づいての改善方策を示すことで、目標達成のためのアプローチが明確になると考えられる。

謝辞

本論文を作成するにあたり非常に熱心なご指導をいただいた兵庫県立大学大学院経営研究科の小山秀夫教授、鳥邊晋司教授、藤江哲也教授に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 河口洋行(2008)『医療の効率性測定－その手法と問題点－』勁草書房。
- [2] 刀根薫(1993)『経営効率性の測定と改善－包絡分析法 DEA による－』日科技連出版社。
- [3] Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European journal of operational research*, 2(6): 429-444.
- [4] Cooper, W. W., M. Seiford and K. Tone (2006) *Data Envelopment Analysis, Second Edition*, Springer.
- [5] GLPK (GNU linear programming kit);
<http://www.gnu.org/software/glpk/glpk.html>.
- [6] 藍原雅一・小林貴子・関庸一(2010)「DEA 法による公立病院の効率性の分析」
日本医療経営学会誌 4(1)、51-59。
- [7] 野竿拓哉(2007)「地方公営病院におけるインセンティブ問題 - DEA による非効率性の計測及びその要因の計量経済分析とともに -」
会計検査研究 35、117-128。

参考ホームページ

- [1] 兵庫県病院局 https://web.pref.hyogo.lg.jp/ha01/ha01_000000007.html.
(最終アクセス：2014年8月13日)