

原 著

## 病院の機能分化を測る新しい指標の開発

田 中 昌 昭\*<sup>1</sup>

### 要 約

適切な医療提供体制を構築するには、地域における医療機関の機能分化が必要となる。不必要な競争によって医療資源が無駄に配置されると、医療の効率は低下し、医療の質も下がる。そのため、地域医療計画を担う行政担当者や自院の方向性を検討する病院経営者にとって、機能分化の実態を把握することは重要となる。ところが、機能分化には明確な定義はなく、定量化する方法も確立されていない。そこで、産業界で市場の集中度を測るハーシュマン・ハーフィンダール指数（HHI: Hirshman-Herfindahl Index）を用いて、地域における病院の機能分化の進み具合を定量化する新しい指標を開発した。開発した指標は、HHIに地域の患者数を乗じたもの（これは、患者シェアを独占する病院を受療する平均患者数に相当する）から地域の病院を受療する平均患者数を差し引いたもので、これを使えば、規模の異なる医療圏の間でも機能分化の進み具合を比較できる。開発した指標と、厚生労働省が公開しているDPC（Diagnosis Procedure Combination）データを用いて、三次医療圏の循環器系疾患における機能分化の状況を調べたところ、岡山医療圏がもっとも機能分化が進んでいるという結果が得られた。反対に、もっとも機能分化が遅れている医療圏は秋田であった。機能分化の程度を定量化する指標があれば、たとえば、医療の質や効率性に及ぼす機能分化の影響を分析したり、指標を経年的に追跡することによって地域の医療提供体制に潜む問題点を明らかにしたりできる。今回、開発した指標はまさにそういった用途に利用できるものと考えており、今後、それを検証していく必要がある。

### 1. 緒言

限られた医療資源を有効かつ効率的に活用するために病院の機能分化が必要とされている<sup>1)</sup>。機能分化とは、病院が、その機能の違いを明確にして、その地域において一定の役割を担うことである。

一言で機能分化といっても、大きく垂直方向の機能分化と水平方向の機能分化に分けて考えることができる<sup>2)</sup>。垂直方向の機能分化とは、予防医療から始まって、外来医療、急性期医療、そして亜急性期・回復期医療を経て在宅医療へと、患者の疾患ステージに応じて病院が提供する医療の機能を分け、地域全体で役割を分担することである。一方、水平方向の機能分化とは、特定の疾患に対する専門的な医療を提供する機能を集約して、病院がそれぞれの専門領域に応じて地域の医療に貢献することである。

垂直方向の機能分化が必要とされる理由の一つとして在院日数の問題がある。わが国の一般病床の平均在院日数が先進諸外国と比べて長いのは、垂直方向の機能分化が遅れているからだと言われている<sup>3)</sup>。本来、慢性期病床に入院すべき患者が急性期病床に入院するため、平均在院日数を引き上げているのである。垂直方向の機能分化が進み、各々の医療機関が提供する病床機能が明確になれば、こういった問題はなくなるだろう。

水平方向の機能分化については、特定の疾患に対する専門医療を集約することによって、医師や看護師など医療従事者の経験を蓄積して、医療の質の向上を図ることができるという利点がある<sup>2,4)</sup>。類似する医療を提供する病院が地域に密集し、患者を奪い合うような状況が続けば、医療人材や医療機器など

\* 1 川崎医療福祉大学 医療福祉マネジメント学部 医療情報学科  
(連絡先) 田中昌昭 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学  
E-mail: mtanaka@mw.kawasaki-m.ac.jp

の医療資源が無駄に配置されるだけでなく、1施設当たりの治療実績や手術実績が不足して、医療技術が向上しない。

このように、ますます効率化が要求されるこれからの医療にとって、病院の機能分化は、避けて通ることのできない道である。それだけでなく、地域医療計画の行政担当者や自院の方向性を検討する経営者にとっても、地域における病院の機能分化の程度を把握することは、これからの戦略を立てるうえでも貴重な判断材料となる<sup>5)</sup>。

施策や戦略が十分に機能しているかを確認するためには機能分化の「度合い」を測定する必要がある。ところが、機能分化には明確な定義がないため、それを定量化する一般的な指標は存在しない。そこで、本研究では機能分化のなかでも水平方向の機能分化を定量的に把握する指標を考案した。この指標は、他の先行研究<sup>2,3)</sup>と同様に公開DPCデータを用いて求めることができる。公開DPCデータとは、厚生労働省がDPC参加病院から集めたデータを集計して、その一部をホームページ上で公開しているものである<sup>6)</sup>。DPCは、Diagnosis Procedure Combination（診断群分類）の略で、その詳細については次章で説明する。

先行研究の項では、本研究に関連する先行研究を紹介し、続く病院機能分化指数の項では本研究で考案した機能分化指数について説明する。この指標は、河野らの先行研究<sup>2)</sup>に着想を得たもので、経済領域で市場の集中度を測るハーシュマン・ハーフィンダール指数(HHI: Hirshman-Herfindahl Index)<sup>7,8)</sup>をベースにしている。先述したように、機能分化には明確な定義がないため、考案した指標の妥当性を実験（あるいはデータ）によって確認することはできない。そこで、考察において、主に理論的な側面から、考案した指標に対する考察を行う。また、先行研究で提案されている指標との関連についても述べる。そして最後の6. 結論で本論文をまとめ、今後の研究の方向性について述べる。

## 2. 公開DPCデータ

2003年4月より全国の82医療機関で始まった入院医療費の定額支払い制度があまりにも有名なため、DPCには包括払い制度のイメージがつきまとうが、DPCはこの新しく導入された包括評価のために設計された診断群分類のことである。平成24年度版には、2,927の診断群分類があり、その各々に14桁のコードが振られている。そして、そのコードを見れば、疾患の種類、傷病名、手術などの情報がわかる。平成24年度版の診断群分類コードは厚生労働省

のホームページから入手できる<sup>9)</sup>。

DPCに参加できる病院は、急性期入院医療を担う病院で、所定のデータを厚生労働省へ提出することになっている。DPCに参加する病院は毎年増加しており、平成25年度では、全国の1,804病院がデータを提出している。このなかには、244のDPC準備病院と63の出来高算定病院が含まれており、純粋なDPC対象病院は1,497病院であるが、本稿では、便宜上、これらの病院をDPC参加病院とよぶことにする。これら提出されたデータは、中央社会保険医療協議会の診療報酬調査専門組織・DPC評価分科会によって分析され、個票ではなく集計されたデータではあるが、毎年厚生労働省のホームページで公開されている<sup>6)</sup>。これがいわゆる公開DPCデータである。

公開DPCデータには、在院日数、救急車による搬送、他院からの紹介率、再入院率などが実際の病院名で公開されている。さらに、疾患の種類や傷病名ごとの年間退院患者数や手術の有無別の集計、平均在院日なども公開されており、これらのデータを分析することにより、地域の疾病構造や医療提供状況が把握できる<sup>10-15)</sup>。

疾患の種類は、DPC14桁コードの先頭2桁で表される主要診断群(MDC: Major Diagnostic Category)によって分類される。MDC分類は表1に示すように18種類に分類されている。傷病名はDPC14桁コードの先頭6桁で表され、516の傷病に

表1 MDC（主要診断群）分類

MDC	主要診断群名称
01	神経系疾患
02	眼科系疾患
03	耳鼻咽喉科系疾患
04	呼吸器系疾患
05	循環器系疾患
06	消化器系疾患、肝臓・胆道・膵臓疾患
07	筋骨格系疾患
08	皮膚・皮下組織の疾患
09	乳房の疾患
10	内分泌・栄養・代謝に関する疾患
11	腎・尿路系疾患及び男性生殖器系疾患
12	女性生殖器系疾患及び産褥期疾患・異常妊娠分娩
13	血液・造血器・免疫臓器の疾患
14	新生児疾患、先天性奇形
15	小児疾患
16	外傷・熱傷・中毒
17	精神疾患
18	その他

分類されている（いずれも平成24年度版）。

DPCの最も大きな功績は、標準化された統一フォーマットおよび統一コードを用いているので、同じ「物指し」を使って全国のDPC参加病院を比較できるようにしたことである<sup>16,17)</sup>。本研究においても、この共通の「物指し」を使って地域における病院機能分化の指標を求め、それを全国の医療圏の間で比較した。なお、本研究では水平方向の機能分化に焦点を絞っているので、平成25年度の公開DPCデータのうち、MDC別・医療機関別に1年間の退院患者数（以後、患者数と記す）を手術の有無別に集計した「MDC別医療機関別件数（割合）」<sup>6)</sup>の手術ありのデータを利用した。

### 3. 先行研究

森脇らは、自院の退院患者数を地域の退院患者数の合計で割って得られる「患者シェア」を用いて、地域における自院の位置づけや地域医療への貢献度を測ることができると述べている<sup>18)</sup>。図1に、彼らの方法にしたがって著者が作成した岡山医療圏における平成25年度のMDC別手術ありの患者シェアを示す。図を見ると、MDC14(新生児疾患)、MDC05(循環器系疾患)、そしてMDC12(女性生殖器系疾患)など、特定の疾患領域において、患者の大半を3~4の病院が占めていることがわかる。よって、これら

の診療分野は機能分化が進んでいると考えられる。

この方法は、視覚に訴えかけるのでわかりやすい方法といえるが、機能分化の「度合い」を定量化できないという欠点がある。

伏見は、患者シェアに基づいて地域機能分化を定量的に評価する方法を述べている<sup>3)</sup>。その中で伏見は、年間手術数が50例未満であり、かつ地域シェアが30%に満たない病院を「機能未分化な医療機関」と定義し、機能未分化な医療機関で治療を受けている患者数の割合が全患者数のどの程度にあたるかを、地域の機能未分化指数として表現した。しかし、この方法は、機能未分化でない病院の患者シェアについては何も触れていない。図2は、茨城医療圏における平成25年度のMDC別手術ありの患者シェアである。茨城医療圏のDPC参加病院数および年間患者数は34および8,149人で、岡山医療圏の35および8,185人とほぼ同じ規模である。図1と図2のMDC05の地域患者シェアを比べた場合、どちらの医療圏の機能分化が進んでいるといえるだろうか。緒言でも述べたとおり、機能分化には明確な定義がないが、診療機能が少数の病院に集約されている「度合い」と解釈すると、明らかに岡山医療圏のほうが茨城医療圏に比べて機能分化が進んでいるように思われる。ところが、伏見の方法で機能未分化指数を計算すると、茨城医療圏が12.2%であるのに

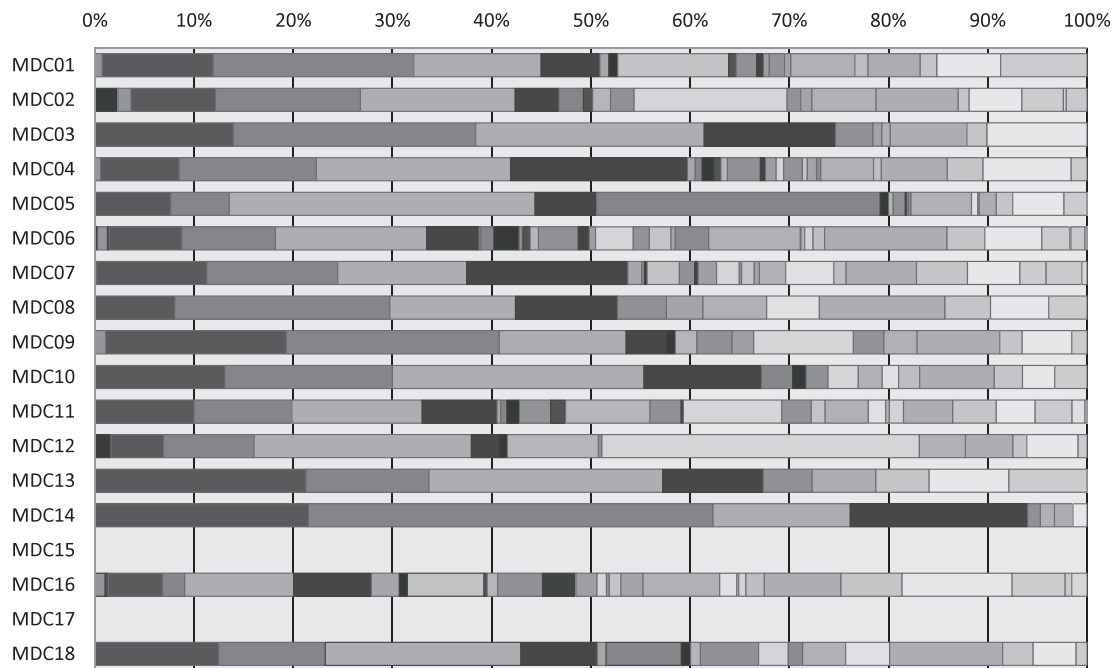


図1 岡山医療圏におけるMDC別手術ありの患者シェア（平成25年度）

岡山医療圏には、28のDPC病院、4のDPC準備病院、そして3の出来高算定病院の、合せて35のDPC参加病院がある。図は、DPCごとに、35の各病院が占める岡山医療圏における患者シェアを横棒グラフで示している。

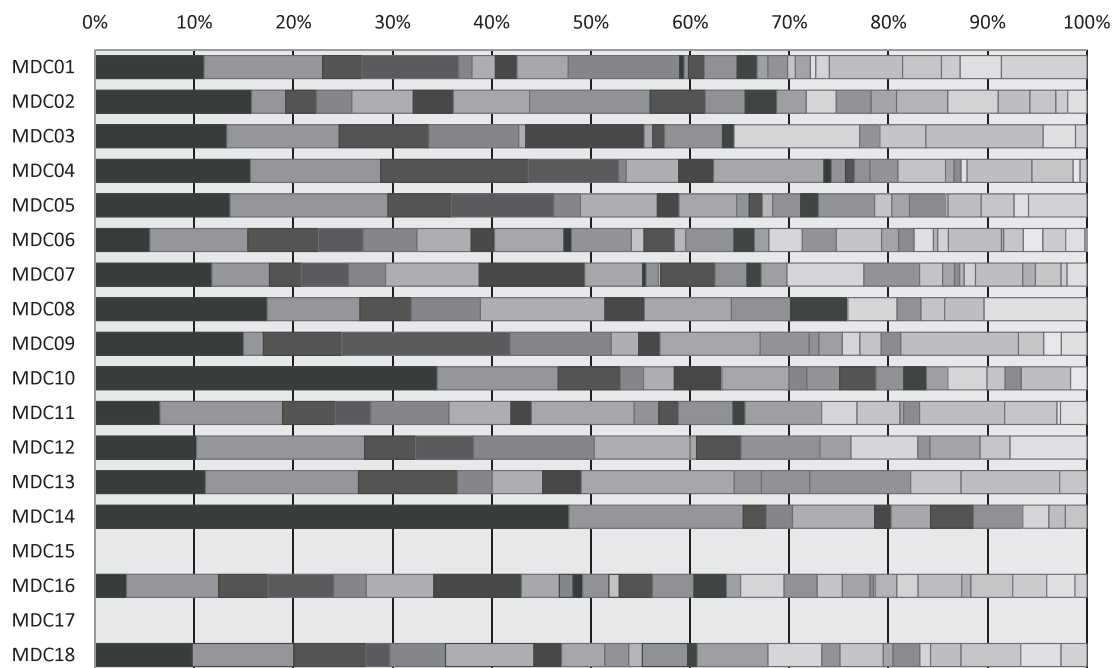


図2 茨城医療圏におけるMDC別手術ありの患者シェア（平成25年度）

茨城医療圏には、29のDPC病院と5のDPC準備病院の、合せて34のDPC参加病院がある。図は、DPCごとに、34の各病院が占める茨城医療圏における患者シェアを横棒グラフで示している。

対して岡山医療圏は19.9%となり、茨城医療圏のほうが機能分化は進んでいるという結果になる。この直感とは矛盾する結果は、機能未分化でない病院については「患者シェアのメリハリ」を考慮に入れないことに起因する。

これに対して、河野らは「患者シェアのメリハリ」を「市場占有率」という概念を導入することによって反映させた機能分化の評価方法を考案した<sup>2)</sup>。産業界では、企業の市場占有率を、以下の式で得られるハーシュマン・ハーフィンダール指数<sup>7,8)</sup>（以後、HHIと記す）で示す。

$$HHI = \sum_{i=1}^n s_i^2 \quad \dots \quad (1)$$

ここで、 $s_i$ は同一市場における*i*番目の企業のシェアを表し、 $n$ はその市場に参入している企業の数である。もし、すべての企業が同じシェア、すなわち、任意の*i* ∈ {1,2,...,n}に対して $s_i=1/n$ であれば $HHI=1/n$ となり、これがHHIの最小値であることが簡単な計算で示される。また、1社独占、すなわち、ある*j* ∈ {1,2,...,n}に対して $s_j=1$ であり、任意の*i* ∈ {1,2,...,n} (*i* ≠ *j*)に対して $s_i=0$ であるならば $HHI=1$ となり、これがHHIの最大値となる。よってHHIに対して下記の条件式が成立する。

$$\frac{1}{n} \leq HHI \leq 1 \quad \dots \quad (2)$$

HHIが大きいほど市場の寡占状態は進み、小さいほど市場は乱立状態にあるといえる。ここで、同一市場を同一医療圏、企業を病院、シェアを患者シェアに置き換えれば、HHIはそのまま病院機能分化の「度合い」を表す指標として利用できるのではないだろうか。これが河野らのアイデアである。実際にこの方法を使ってHHIを計算すると、岡山医療圏では0.198、茨城医療圏では0.082となり、岡山医療圏のほうが機能分化は進んでいるという直感に合った結果が得られる。

しかし、この方法には、医療圏の規模が考慮されていないという問題がある。たとえば東京や大阪のような大都市を考えると、病院の数*n*が多くなるため、式(2)で示されるHHIの下限 $1/n$ が下がる。実際に東京医療圏（病院数*n*=149）と大阪医療圏（病院数*n*=137）で式(1)によってHHIを求めると、それぞれ、0.017、0.021となり、岡山医療圏や茨城医療圏よりもはるかに小さな値になる。河野らは、「大都市圏では、地方都市とは違い、多くの医療機関が医療サービスを提供しており、水平方向の機能分化は行われていない」と結論しているが、はたしてこ

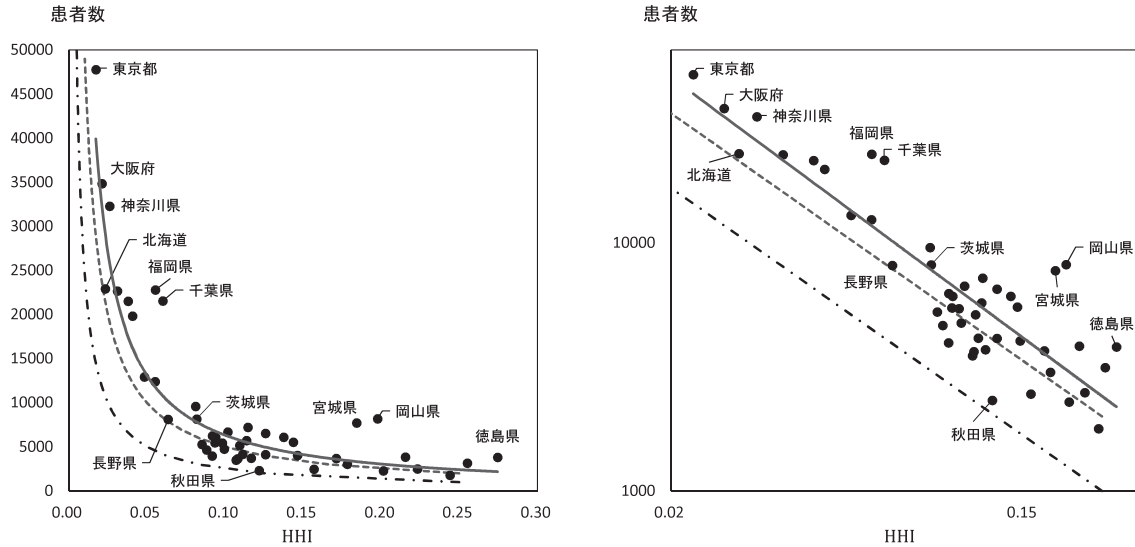


図3 ハーシュマン・ハーフィンダール指数と患者数の関係

三次医療圏（都道府県）に対して MDC05（手術あり）のハーシュマン・ハーフィンダール指数（HHI）を計算して、HHI と年間退院患者数を散布図にしたものである。個々の点が三次医療圏（都道府県）に対応する。右図はこれを両対数表示したものである。図中の実線は、べき乗関数  $y = Ah^\alpha$  を用いて回帰分析を行って得られた近似曲線である。ここで  $y$  と  $h$  はそれぞれ患者数と HHI で、 $A$  と  $\alpha$  は回帰式のパラメタである。また、図中の破線は  $y = (2/\lambda)h^{-1}$ 、一点鎖線は  $y = (1/\lambda)h^{-1}$  で、それぞれ、患者シェアが全くランダムになる場合と、HHI が均質になる場合に対応している（詳細は本文参照）。

これは本当だろうか。病院数が多ければ、個々の病院の患者シェアは小さくなるのだから、式(1)によって求められる HHI が小さくなるのは当然で、それをもって大都市は機能分化が進んでいないと結論付けるのは早計ではないだろうか。

図3は、MDC05（手術あり）について、各医療圏に対して計算した HHI とその医療圏の年間退院患者数の関係を示したグラフである。図3から明らかなように、大都市では HHI が小さくなる傾向があるが、これは式(2)で与えられる下限（図3中の一点鎖線）が反映されたもので、単純に HHI の値を機能分化の指標として用いることが不適切であることを示唆している。これについては次章で詳しく議論する。

#### 4. 病院機能分化指数

前章で述べたように、地域患者シェアを表す HHI には医療圏の規模（患者数あるいは病院数）への依存性が見られる。図3の右側の図に示すように、HHI と患者数の関係を両対数グラフで描くと、これらの間に成り立つ関係が明確になる。この図から、各医療圏を表す点は、ほぼ直線状に並んでいるように見える。つまり、HHI を  $h$ 、患者数を  $y$  とすると、 $y$  と  $h$  の間には  $y = Ah^\alpha$  の関係が成り立っているように思われる。図3中の実線は、この回帰モデル

表2 回帰モデル  $y = Ah^\alpha$  のパラメタ

MDC	全患者数	A	$\alpha$	$R^2$	$\lambda$	$2/\lambda$
01	113,094	93	-1.20	0.897	0.016	126
02	425,640	511	-1.09	0.891	0.004	472
03	153,048	268	-1.01	0.903	0.012	170
04	106,493	113	-1.13	0.898	0.017	118
05	450,034	560	-1.05	0.785	0.004	499
06	1,216,115	804	-1.10	0.908	0.001	1350
07	275,265	271	-1.09	0.865	0.007	306
08	38,673	67	-1.02	0.878	0.047	43
09	79,558	107	-1.08	0.674	0.023	88
10	45,653	115	-0.86	0.553	0.039	51
11	303,250	280	-1.08	0.912	0.006	337
12	298,981	340	-1.12	0.886	0.006	332
13	27,817	43	-1.05	0.900	0.065	31
14	55,412	106	-1.38	0.637	0.033	62
15	10	-	-	-	-	-
16	412,528	345	-1.04	0.920	0.004	458
17	24	-	-	-	-	-
18	68,471	97	-0.94	0.680	0.026	76

パラメタ  $A$  と  $\alpha$  は、統計ソフト R バージョン 3.0.2 の一般線形モデル関数  $lm()$  を用いて推定した。いずれも有意水準 1% のもとで有意であった。 $\lambda$  は 1 患者あたりの病院数で、同じ疾患領域（MDC）であれば、どの医療圏でも同じと仮定して、その疾患領域の全患者数（左から 2 列目）を全 DPC 参加病院数で割って求めた。

ルを使って得られた回帰曲線である。 $y$  と  $h$  の間に成立するこのようなべき乗則は、なにも MDC05 に限ったことではなく、他の MDC にも見られる。表

2は、各MDCに対して、回帰モデルのパラメタ  $A$  と  $a$  を推定したものである。この結果から、ほとんどのMDCについて  $a \approx -1$  となっており、当該疾患領域における各医療圏の患者数は、そのHHIに反比例していることがわかる。以下では、どうしてこのような関係が成り立つのかを見ていこう。以降の議論は、ある特定の疾患領域(MDC)についての議論であるが、すべてのMDCについて共通して成り立つことを指摘しておく。

ある医療圏における  $i$  番目の病院のある疾患領域の患者数を  $y_i$ 、その合計を  $y$ 、つまり  $y = \sum_{i=1}^n y_i$  とすると、 $i$  番目の病院の患者シェアは  $s_i = y_i/y$  と表すことができるので、式(1)は  $HHI = \frac{1}{y} \sum_{i=1}^n y_i^2$  となる。ここで、 $h$  をHHIの期待値と考えれば、次式から  $h$  を求めることができる。

$$h = E[HHI] = \frac{1}{y^2} \sum_{i=1}^n E[y_i^2] = \frac{n}{y^2} E[k^2] = \frac{n}{y^2} \sum_{k=0}^y k^2 P(k) \quad (3)$$

ここで、 $P(k)$  は、その医療圏に属する任意の病院をその疾患領域で受療する患者数が  $k$  である確率質量関数である。任意の医療圏にいる  $y$  人の患者の列がランダムに  $n$  病院に分割されると仮定すると、Appendixに示すように、この確率質量関数はパラメタが  $\lambda = n/y$  の幾何分布になる。つまり、 $P(k) = \lambda(1-\lambda)^k$  である。これを用いれば、

$$\sum_{k=0}^y k^2 P(k) = \frac{1-\lambda}{\lambda^2} + \left(\frac{1-\lambda}{\lambda}\right)^2 \cdot \dots \quad (4)$$

が得られる。いま、患者1人あたりの病院数  $\lambda = n/y$  が十分に小さければ ( $\lambda \ll 1$ )、式(4)は

$$\sum_{k=0}^y k^2 P(k) \approx \frac{2}{\lambda^2} \cdot \dots \quad (5)$$

と近似できる。 $\lambda$  がどの医療圏でも同じと仮定し、式(5)を式(3)に代入すれば、

$$y = \frac{2}{\lambda} h^{-1} \cdot \dots \quad (6)$$

が得られる。すなわち、 $A = 2/\lambda$ 、 $a = -1$  となり、患者数がHHIに反比例することを示すことができた。表2を見れば、確かに  $A \approx 2/\lambda$  となっている。しかし、完全に一致しているわけではない。なぜならば、式(6)は、 $y$  人の患者の列がランダムに  $n$  病院に分割されるという仮定のもとに導出された関係式だからである。現実には、そのようなことはない。つまり、病院はある程度機能分化しており、それが式(6)からの「ずれ」として現れる。図3中の破線は、式(6)をプロットしたものである。各医療圏(都道府県)は、

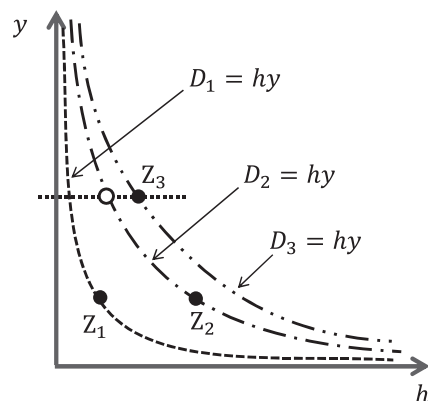


図4 パラメタの異なる3つの双曲線

この破線のまわりに分布しており、そのずれが機能分化の「度合い」を表すものと解釈できる。たとえば、岡山医療圏は、茨城医療圏と患者数はほぼ同じであるが、HHIははるかに大きい。これは、図3中の破線で表される式(6)からの「ずれ」の違いとして現れている。

次に、岡山医療圏 (HHI=0.198) と徳島医療圏 (HHI=0.274) とでは、どちらがより機能分化が進んでいるかを考えてみよう。HHIの値は、徳島医療圏のほうが大きい。徳島医療圏と岡山医療圏では医療圏の規模が違う。その場合、前にも述べたように、単純にHHIの値だけで機能分化の「度合い」を比較することはできない。そこで、茨城医療圏との比較でやったように、式(6)からの「ずれ」に着目する。図3を見る限り、式(6)を表す破線からの「ずれ」は、岡山医療圏のほうが大きい。つまり、「患者の列がランダムに病院に分割される」状況から遠い。すなわち機能分化している、と考えられる。

ここまでくれば、あとは、この「ずれ」を定量化するだけである。式(6) (したがって、図3中の破線) は双曲線である。パラメタが  $D$  の双曲線を  $hy = D$  とすると、パラメタ  $D$  の値によって、この双曲線は破線から遠ざかったり近づいたりする。その様子を図4で説明する。図4は、異なるパラメタ  $D_1 < D_2 < D_3$  を持つ3本の双曲線である。点  $Z_1, Z_2, Z_3$  は、各々の双曲線上の点で、異なる医療圏に対応している。さて、図4中の破線が式(6)の双曲線としよう。その場合、患者数の違う2つの異なる医療圏  $Z_2$  と  $Z_3$  ではどちらの方が、より機能分化が進んでいるだろうか。それを考えるために点  $Z_3$  を通る水平線を引き、点  $Z_2$  を双曲線  $D_2 = hy$  に沿って水平線との交点へ移動させる。その交点を  $Z_2'$  としよう。すると、 $Z_2'$  と  $Z_3$  は  $y$  が同じ、すなわち患者数が同じ同規模の医療圏とみなせるので、機能分化の進み具合は、岡山医療圏と茨城医療圏の比較でやったように、単純に  $h$

の値だけで比べればよいだろう。明らかに  $Z_3$  のほうが大きいので、この場合、医療圏  $Z_3$  のほうが、より機能分化が進んでいると解釈できる。ところで  $Z_2$  も  $Z_2'$  も同じ双曲線上の点であるから、 $Z_2$  上でも  $Z_2'$  でも  $hy$  の値は  $D_2$  で同じである。ということは、 $Z_2$  と  $Z_3$  を比較する場合は、そのパラメタ  $D_2$  と  $D_3$  を比較すればよいことになる。つまり、その医療圏における HHI の値に患者数を乗じた  $hy$  を比較すればよい。こうして、患者数依存性のある HHI の代わりに  $hy$  を用いることによって医療圏の機能分化の「度合い」を示すことができることがわかった。この値を機能分化の指標として用い、これを機能分化指数 (Functional Differentiation Index: FDI) とよぶことにする。岡山医療圏と徳島医療圏の FDI を求めると、それぞれ1618、1044となり、岡山医療圏のほうが大きい。よって、岡山医療圏のほうが、より機能分化が進んでいると考えられる。

5. 考察

まず、前章で求めた機能分化指数  $hy$  について考察を行う。その前に、HHI が意味するものについて考えよう。いま、2つの病院が患者シェアを独占するような、機能分化が進んだ医療圏を考える。この場合、 $s_1=s_2=0.5, s_3=\dots=s_n=0$  としても一般性を失わないので、これを定義式(1)へ代入すると、HHI は  $1/2$  になる。同様に、3病院が患者シェアを独占する医療圏を考えると、HHI は  $1/3$  になる。一般に、 $m$  病院が患者シェアを独占する医療圏では HHI は  $1/m$  になることが簡単に示される。つまり、HHI の逆数が、その医療圏において患者シェアを獲得している病院の数を表している。したがって、 $hy=y/(1/h)$  と変形すると、機能分化指数は、その医療圏の患者数  $y$  を、その医療圏を独占している病院の数  $1/h$  で割った値、すなわち医療圏を独占している病院 (患者シェアを獲得した病院) を受療する平均患者数を表している。この値が大きいほど、その医療圏の機能分化が進んでいると考えるのは、なるほど理にかなっている。なお、 $1/h$  は、必ずしも実際に患者シェアを獲得している病院の数そのものを表しているわけではない。たとえば、 $s_1=0.5, s_2=\dots=s_6=0.1, s_7=\dots=s_n=0$  の場合、HHI は約3.3になるが、患者シェアを独占している病院が3つあるわけではない。そこで、 $1/h$  のことを等価病院数とよび、その各々の仮想的な病院のことを等価病院とよぶことにする。

さて、ここまでの考察で、本研究において考案した機能分化指数  $hy$  には等価病院の平均患者数という明確な意味があり、医療圏の機能分化の指標として利用できそうであることを示せた。しかしながら、

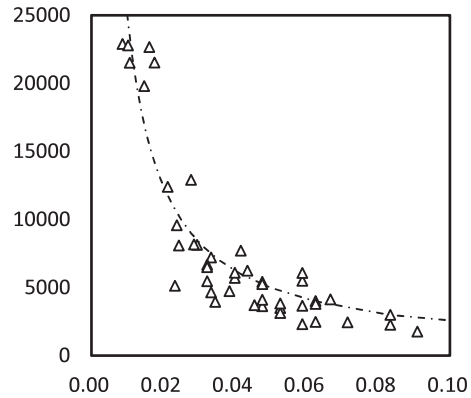


図5 各医療圏の最小機能分化指数

まだクリアすべき問題が残っている。それは、医療圏を越えた  $\lambda$  の変動の問題である。Appendix にあるように、 $\lambda$  は病院を受療する患者数が従う幾何分布のパラメタであるが、これは母数なので定数である必要がある。しかしながら、実際のデータで確かめると、 $\lambda$  の値は医療圏によってばらついている (表3を参照)。異なる医療圏の間で機能分化の進み具合を比較するためには、このばらつきによる影響を除去する必要がある。そこで、次のような考え方を導入する。

式(2)に示すように HHI の最小値は  $1/n$  なので、機能分化指数  $hy$  の最小値は  $y/n=1/\lambda$  である。そして、この値は医療圏によってばらついているということであった。その様子を描いたのが図5である。図5中の一点鎖線は、すべての医療圏で  $\lambda$  が等しいとした場合に、各医療圏の機能分化指数が最小になる点を通る双曲線である (図3のキャプション参照)。しかし、実際には、 $\lambda$  がばらついているため、図5中の△印で示すように、各医療圏の機能分化指数が最小になる点は双曲線からずれている。そこで、医療圏ごとにばらついている  $1/\lambda$  を基準にして、各医療圏の機能分化指数  $hy$  を測るという方法が考えられる。すなわち、 $hy-1/\lambda$  を機能分化の指標にするという考え方である。これを調整済み機能分化指数 (Adjusted Functional Differentiation Index: adjusted FDI) とよぶことにする。このようにして求めた MDC05 (手術あり) に対する調整済み機能分化指数を図6に示す。また、表3は上位5医療圏と下位5医療圏を示したものである。

調整済み機能分化指数がもっとも大きい医療圏は岡山医療圏であった。表3から HHI の値は0.198なので、等価病院数はだいたい5病院になる。岡山医療圏の MDC05 の患者数 (正確には DPC 参加病院を受療する患者数) は8,185人なので、1つの等価病院あたり平均で1,618人の患者が受療する。これが





本研究で考案した機能分化指数と先行研究で提案されている指標との関係を考察してみよう。河野らは医療圏の規模を考慮せず、HHI そのものを機能分化の指標として用いた<sup>2)</sup>。それに対して、本研究では、医療圏の規模を考慮にいたした指標を考案しているため、大都市と地方都市など、規模の異なる医療圏の機能分化の「度合い」を比較できる。伏見らは、ある条件のもとに地域の医療機関を機能未分化な医療機関と機能分化している医療機関に分け、地域全体の受療患者数に対する機能未分化な医療機関を受療する患者の割合を求め、それを機能未分化指数とした<sup>3)</sup>。しかし、この方法には3つの問題点がある。第一は、3. 先行研究の項でも述べたとおり、機能未分化でない医療機関については患者シェアを考慮していない点である。機能分化を、診療機能が少数の医療機関に集約されることと解釈するならば、各医療機関の患者シェアは考慮されるべきであろう。2番目の問題点は、機能未分化指数を計算するとき、注目している疾患の患者数を用いるのではなく、医療機関を受療する全患者数を用いる点である。たとえば、循環器系疾患では機能未分化であるが、他の疾患領域では多くの患者を治療している医療機関があった場合、機能未分化指数の分子へはその医療機関の全患者数が加わるため、見かけ上、循環器系疾患の機能未分化指数が高くなる。最後の問題点は、医療機関を機能未分化と判定する際の基準の問題である。これについては、伏見も「基準となる治療実績および地域シェアは診療領域ごとによく検討する必要がある」と述べているように明確な基準があるわけではない。

最後に、機能分化の「度合い」を定量化する意義について考察する。確かに機能分化の進み具合は、図1や2のようなグラフで可視化できる。しかし、たとえば、医療の質や効率に及ぼす機能分化の影響を分析したいと思った場合、このグラフだけを使って分析するのは難しい。やはり、機能分化の「度合い」を示す定量化された指標が欲しい。それを説明変数として、たとえば在院日数や再入院率などの臨床指標を説明する統計モデルを構築する、といった次のステップへ進むことができる。また、機能分化指数

の経年変化を疾患領域別・医療圏別に追うことにより、地域の医療提供体制に潜む問題点を浮き彫りにすることができるかもしれない。こういった発展的な研究へと進むには、機能分化の指標を開発することは不可欠であろう。

## 6. 結論

本研究では、産業分野で市場の集中度を測るハーシュマン・ハーフィンダール指数を用いて、疾患領域別に医療圏ごとの水平方向の病院機能分化の「度合い」を定量化する指標を開発した。この指標は医療圏の規模にも影響を受けないうえ、恣意的な基準を必要としないので、先行研究で提案された指標に比べて優れている。

実際に、公開DPCデータを用いて、循環器系疾患に対する指標を計算したところ、岡山医療圏の機能分化がもっとも進んでいるという結果が得られた。しかしながら、公開DPCデータからはDPC参加病院の情報しか入手できないため、この結果は正確なものとは言えない。ただし、本稿執筆時点でのDPC参加病院は1,800を超え、これは8,500を超える全国の病院の約2割に相当し、病床数に至っては一般病床数の約6割を占めているので、急性期病院の多くがDPCに参加している状況を考えると、それほど見当はずれな結果でもないだろう。今後、DPC参加病院が増えれば、より正確に指標を計算できるようになるものと期待される。

最後に、今回、開発した指標が有用なものであるかどうかを検証する必要がある。しかしながら、現時点では病院機能分化についての明確な定義はないため、この指標が正しいかどうかについては確認の方法がない。今後、この指標を使って、機能分化と医療の質、あるいは機能分化と効率性、などといった医療圏の特性と機能分化の関係を分析し、新たな知見が得られたり、あるいは他の研究の成果を裏付けるような結果が得られたりすれば、この指標の有用性が証明されるであろう。これについては、すでに検証を始めており、一定の成果を得ているので、いずれ機会を得て報告したい。

## 文 献

- 1) 伏見清秀: これからの病院医療 DPC が促す病院の機能分化. 日本病院会雑誌, 4, 54-74, 2014.
- 2) 河野一博, 真野俊樹: DPC データをハーフィンダール指数により分析 - 機能分化における病院経営戦略 -. 厚生サロロン, 28(8), 4-19, 2008.
- 3) 伏見清秀: DPC データから見える医療機関の地域での役割と機能分化の在り方. 病院, 69(9), 681-685, 2010.
- 4) 伏見清秀: DPC データを用いた地域医療提供体制の評価. 医薬ジャーナル, 46(6), 83-86, 2010.
- 5) 堺孝明: 機能分化した病院での経営戦略 - 大学病院の今後 - パラダイムシフトに向けて -. 保健医療経営大学紀要, 1, 23-28, 2009.
- 6) 厚生労働省: 平成26年度 第5回 診療報酬調査専門組織・DPC 評価分科会. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000056344.html>. (2014.9.5.)
- 7) Herfindahl OC: *Concentration in the steel industry*. PhD dissertation, Columbia University, 1950.
- 8) Hirschman A: *National Power and the Structure of Foreign Trade*. University of California Press, California, 1945.
- 9) 厚生労働省: 診断群分類 (DPC) 電子点数表について. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2012/03/tp0305-02.html>. (2013.11.19.)
- 10) 鳥谷部真一, 小林久里子, 酒井伸也, 赤澤宏平: DPC 関連情報と地理情報システム (GIS) を活用した逆紹介状況の解析. 医療情報学, 26(1), 41-46, 2006.
- 11) Toyabe, S: Non-specialized inpatient care provided by university hospitals in Japan. *Risk Management Healthcare Policy*, 1, 23-29, 2008.
- 12) 伏見清秀: DPC 地域患者データが示すわが国の循環器医療提供体制の課題. 日本冠疾患学会雑誌, 15(2), 83-90, 2009.
- 13) 伏見清秀: DPC データを用いた地域医療資源の分析. 医療と社会, 20(1), 57-71, 2010.
- 14) 康永秀生, 堀口裕正: DPC データベースを用いた臨床疫学研究. 医療と社会, 20(1), 87-96, 2010.
- 15) 酒井誉, 村松圭司, 松田晋哉: 診断群分類 (DPC) データを用いた地方中核病院の現状分析 - 医療計画への地理情報システム (GIS) の応用 -. 産業医科大学雑誌, 35(1), 39-49, 2013.
- 16) 松田晋哉: DPC データの本質. 藤森研司, 松田晋哉編, 明日の医療に活かす DPC データの分析手法と活用. じほう, 東京, 1-8, 2010.
- 17) 松田晋哉: DPC データの医療計画への活用. 藤森研司, 松田晋哉編, これからの地域の急性期医療を考える DPC データ活用の多彩な展開. じほう, 東京, 3-15, 2012.
- 18) 森脇睦子, 伏見清秀: 地域患者シェアと診療圏分析. 病院, 72(7), 564-567, 2013.
- 19) 矢島美寛: 確率の基礎. 東京大学教養学部統計学教室編, 自然科学の統計学, 初版, 東京大学出版会, 東京, 6-7, 1992.

(平成27年5月25日受理)

## 付 録

ここでは, 任意の医療圏にいる  $y$  人の患者の列がランダムに  $n$  病院に分割されると仮定すると, その医療圏に属する任意の病院をある疾患領域で受療する患者数が  $k$  である確率質量関数  $P(k)$  は, パラメタが  $\lambda=n/y$  の幾何分布になることを示す. なお,  $n$  はこの医療圏にある病院数で,  $y$  は患者数である.

図 A1に示すように, 同じ病院に受療する患者が連なるように  $y$  人の患者を並べる.  $i$  番目の患者が任意の病院 (これを  $H$  とする) を受療することを  $Z_i=0$  で表し, 病院  $H$  以外を受療することを  $Z_i=1$  で表すことにすると, 病院  $H$  を受療する患者が  $k$  人であるということは, ベルヌーイ試行  $Z_i (i=1,2,\dots)$  において  $Z_j=1$  を前提として  $Z_{j+1}=Z_{j+2}=\dots=Z_{j+k}=0, Z_{j+k+1}=1$  と同値であるから, パラメタ  $p$  を用いて

$$P(X = k) = p(1-p)^k \quad \cdot \cdot \cdot \quad (\text{a1})$$

となる<sup>19)</sup>. このように, ベルヌーイ試行において, 初めてある事象  $S$  (この場合は, 患者が病院  $H$  以外を受療するという事象) が起こるまでに要した回数を  $X$  とした場合,  $X$  が従う確率分布を幾何分布という.

さて, 式(a1)において, パラメタ  $p$  は, 各回の試行で事象  $S$  が起こる確率である. つまり, 患者がちょうど

受療する病院の変わり目になっている確率である（図 A1参照）．その確率は，患者一人あたりの病院の数である  $\lambda$  に等しいので，式(a1)は，パラメタが  $\lambda=n/y$  の幾何分布になる．

図 A2に実際のデータを使って  $P(k)$  を描いた例を示す．使用したデータは，北海道医療圏にある病院の MDC05（手術あり）の患者数である．左側は通常の座標系で，右側は密度（縦軸）のみを対数スケールで描いたものである．破線は，北海道のデータから得られたパラメタ  $p=\lambda=n/y=0.0051$  を用いて，式(a1)で与えられる幾何分布を描いたものである．図が示すように，患者数の分布は式(a1)の幾何分布によく一致している．

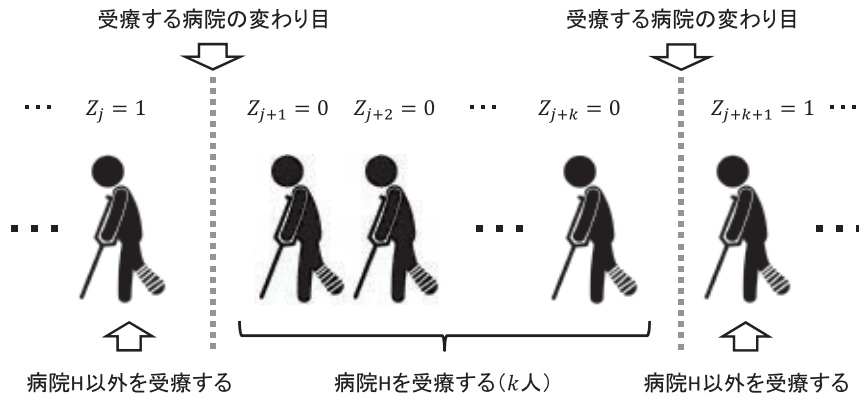


図 A 1 ベルヌーイ試行として見た患者の受療状況

イラストの出典：ピクトグラム無料素材

<http://pictogram-free.com/01-pictogram/013-pictogram.html>

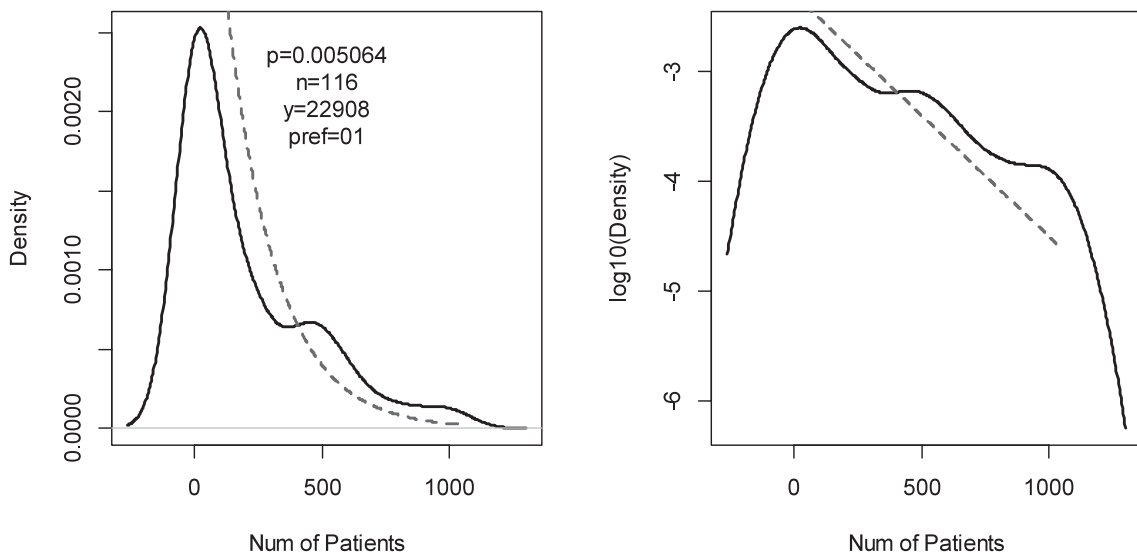


図 A 2 北海道医療圏にある病院の MDC05（手術あり）に対する患者数分布

実線は，実際の DPC データからカーネル密度推定

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nw} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{w}\right)$$

によって得られた患者数  $x$  の分布．用いたカーネル関数  $K$  はガウス関数，バンド幅  $w$  は 87.9 である．破線は，式(a1)で与えられる幾何分布．ここで，パラメタ  $p$  の値は，北海道医療圏の DPC 参加病院数  $n=116$  と MDC05（手術あり）の患者数  $y=22,908$  から  $p=\lambda=n/y=0.0051$  として求めた．

## Developing a New Index Measuring Functional Differentiation Among Hospitals

Masaaki TANAKA

(Accepted May 25, 2015)

**Key words** : functional differentiation, Hirschman-Herfindahl index, DPC (diagnosis procedure combination), MDC (major diagnostic category), regional medicine

### Abstract

In order to provide appropriate medical delivery services, functional differentiation of hospitals in the regional health care is required. Wasted placement of medical resources caused by unnecessary competition among hospitals undermines both the efficiency and the quality of medical services. Therefore, assessing the extent of the differentiated state of hospitals is essential for the administrative organ in charge of the regional medical plan as well as for the managers seeking the direction of their hospitals. However, there is no definite definition of the functional differentiation of hospitals nor do we have established method of quantifying it. So the author developed a new index which measures to what extent the hospital function is differentiated by using the Hirschman-Herfindahl index (HHI) which evaluates the degree of market concentration in industry. The developed index is the difference calculated by subtracting the mean number of patients per a hospital in a region from the value of HHI multiplied by the number of patients in that region, which corresponds to the mean number of patients who undergo treatment by the hospitals monopolizing that region. By using this index, we can compare the progress of functional differentiation even among those hospitals with a different scale. By investigating the extent to which the hospital function in the area of circulatory system disease differentiates in a tertiary medical region using the index and the publically available Diagnosis Procedure Combination (DPC) data provided by Ministry of Health, Labor and Welfare, it is revealed that the Okayama medical district is the most advancing region and Akita is the worst. If we have an index which quantifies the degree of functional differentiation of hospitals, we can analyze, for example, the influence on the quality and the efficiency of healthcare as well as clarify the potential problems behind the regional medical delivery services by trucking the index over time. The author believes that the developed index is exactly the one that can be used as described above and will be verified it in the near future.

Correspondence to : Masaaki TANAKA

Department of Health Informatics

Faculty of Health and Welfare

Services Administration

Kawasaki University of Medical Welfare

Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : [mtanaka@mw.kawasaki-m.ac.jp](mailto:mtanaka@mw.kawasaki-m.ac.jp)

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.25, No.1, 2015 121 – 132)