

〔論文〕

青森県内公立病院の経営効率性の変化

－ DEA Assurance Region 法によるウェイト制限の再検討－

山本 俊

要旨

現在、我が国の公立病院は、2025年を見据えた「地域医療構想」のもとで病床機能別必要病床への転換を進めると同時に、「新公立病院改革プラン」のもとで、役割の明確化や経営効率化に取り組んでいる。平成28年には、全国に先駆けて、青森県の津軽地域保健医療圏において、具体的な病院名を示しつつ、病床数の削減計画を示すなど意欲的な動きも見られた。この背景には、青森県の公立病院の病床数シェアが約32.6%と全国でも3番目に高い上に、経常収支比率は100%を下回り、他会計繰入金も増加傾向にあることなどが考えられる。こうした取り組みの最中であつた令和元年9月、厚生労働省はいわゆる「424病院リスト」を公表し、再編の再検討を要請したものの、全国知事会など3団体が共同で「地域事情を踏まえていない」ことなどを理由に、遺憾とするコメントを発表している。青森県でも10の公立病院がリストアップされていた。よつて本稿では、地域事情を踏まえる意味でも、地域事情の共通する青森県の公立病院に限定し、相対的な経営効率性を計測することで、その変化を検討することとした。計測期間は「地域医療構想」の策定や「新公立病院改革プラン」が本格始動した平成27年度から平成30年度までである。特に、経営効率性の計測ではDEAを基本とし、先行研究でも応用されているAR法の制約条件を代替的なものに改めるなどした。そうした結果、青森県の公立病院の経営効率性は緩やかな低下傾向にあることや、16%程度の投入量の抑制を検討できること、「424病院リスト」の10病院のうち3病院が経営効率性を改善していたことなどが明らかとなった。さらに、制約条件を代替的なものとしたAR法も、そのメリットを十分に示していることが確認された。

1. はじめに

我が国では、大戦の混乱から平穩へと移り変わった昭和22年から24年にかけて、「第1次ベビーブーム」が到来した。この間の各年の出生数は250万人を超えており、それは戦後から現在までのピークであつた。こうした、いわゆる「団塊の世代」の全ての人々が75歳を超えるのが2025年であり、医療や介護に対する需要の質的、量的な変化に対応可能な体制の確保が必要

となる。こうしたことを踏まえ、政府は平成26年6月、「地域における医療及び介護の総合的な確保を推進するための関係法律の整備等に関する法律」を成立させた。これを受けて各都道府県は、2025年時点の二次医療圏に関して、必要となる医療機能別(高度急性期、急性期、回復期、慢性期)の病床数を推計し、そこに「病床機能報告制度」によつて集約された当該医療圏における病床数を収斂できるよう「地域医療構想」

を策定した。各都道府県は平成28年度中に策定を終え、地域の医療関係者との協議の場である「地域医療構想調整会議」を開催しつつ、病床の機能分化と連携を進め、医療提供体制を効率化することになっている。この実現に向けた医療機関の統合や規模縮小の中心的な候補となっているのは国公立病院であり、実際、平成28年10月7日に開催された津軽地域の「地域医療構想調整会議」では、全国に先駆けて具体的な統合・転換計画が策定された。そこでは、国立病院機構弘前病院と弘前市民病院を統合して新たな中核病院とすることや、黒石病院、板柳中央病院、大鰐病院などの具体的な公立病院名を挙げた上で、病床規模の縮小や不足が予想される回復期病床等への転換が盛り込まれている。

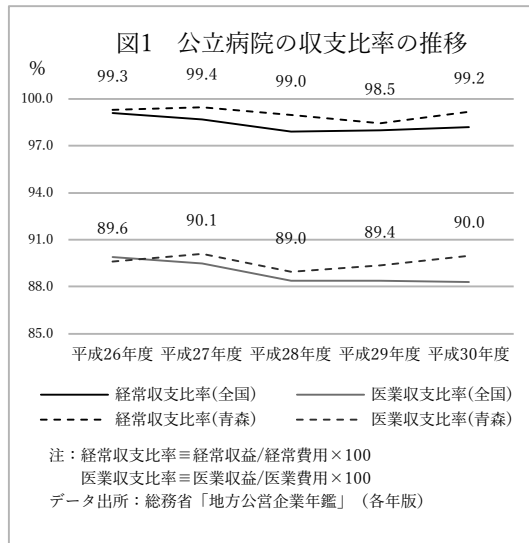
このような具体的な計画が迅速に策定された背景には、青森県の公立病院¹への依存体質があると考えられる。実際、平成28年度の都道府県別の全病床数に占める公立病院の病床数シェアをまとめた表1を見れば、青森県公立病院の病床数シェアは約32.6%と全国でも3番目に高い水準にあり、全国平均の約14.4%を大きく上回っていることが分かる。さらに、図1のように、公立病院の経常収支比率や医業収支比率が100%を超えることができていない状況においては、2025年を見据えた機能別必要病床への転換という質的な改善だけでなく、産出量一単位当たりの生産に必要な投入量の削減というような量的な改善も意識されなければならない。

よって、こうした視点は広く共有されており、実際、全国の公立病院は「新公立病院改革プラン（以下、新改革プラン）」を基本に、経営効率化に取り組んでいる。これは各公立病院が平成27年度から平成28年度にかけ、「経営効率化」や「再編・ネットワーク化」、「経営形態の見直し」に加え、気運の高まる「地域医療構想を踏

表1 平成28年度の国公立病院の病床数シェア

都道府県	病床総数	公立病院 ^{※1}		国公立病院計	
		病床数	シェア (%)	病床数	シェア (%)
全国	1561005	224813	14.4	353998	22.7
山形県	14698	5660	38.5	6825	46.4
岩手県	17471	6019	34.5	6883	39.4
青森県	17574	5730	32.6	7992	45.5
和歌山県	13505	3983	29.5	4912	36.4
島根県	10652	2969	27.9	4575	42.9
・	・	・	・	・	・
埼玉県	62108	4360	7.0	6972	11.2
大分県	19991	1373	6.9	3882	19.4
茨城県	31672	2165	6.8	4324	13.7
栃木県	21251	1340	6.3	2335	11.0
福岡県	85886	4386	5.1	10608	12.4

注：ここでの公立病院とは、都道府県や市町村が運営する病院の他、地方独立行政法人（病院）を指す。
データ出所：総務省「地方公営企業年鑑」（平成28年度版）



まえた役割の明確化」に関する改革プランを策定し、令和2年度（平成32年度）までに推進するというものである。新改革プランの策定の基本には、「新公立病院改革ガイドライン」があり、ここでは「経営効率化」について、4つの

¹ 本稿における公立病院とは、都道府県や市町村などの地方公共団体、あるいは地方公共団体が設立した事務組合や広域連合の他、地方独立行政法人などによって経営されている病院のことであり、自治体病院と呼ばれることもある。

視点(「収支の改善」、「経費の削減」、「収入確保」、「経営の安定性」)が指摘されており、経常収支比率及び医業収支比率などを含む数値目標を定めることとしている。

こうして公立病院が「地域医療構想」に基づく機能別必要病床数への転換と、「新公立病院改革プラン」に基づく経営効率化に同時に取り組んでいる最中の令和元年9月、厚生労働省は「公立・公的医療機関の具体的対応方針の再検討要請」、いわゆる「424病院リスト」を公表した。²そこには、「地域医療構想」の実現に向け、再編等を含めた対応策の要請が必要となる424の医療機関の名称が記載されており、青森県では、板柳中央病院、黒石病院、大鰐病院、おいらせ病院、南部町医療センター、五戸総合病院、三戸中央病院、浪岡病院、平内中央病院、かなぎ病院など10の公立病院が含まれていた。こうした道半ばでの公表に対し、全国知事会、全国市長会、全国町村会は共同で、「地域事情を踏まえていない」ことなどを理由に遺憾とするコメントを発表している。

このように公立病院は多様な要請と変化する経営環境に適合すべく、経営効率化を進めてい

るものと考えられる。ただし、新改革プランが求める「収支比率の改善」は、「経費の削減」という投入面での無駄の抑制だけでなく、「収入確保」という産出面での改善にも踏み込んでいることから、「医師需要誘発仮説」³を発現させてしまう可能性に注意を要する。

よって、本稿では、地域事情⁴が共通する青森県内の公立病院を対象として、投入面での抑制可能性に注目した相対的な経営効率性についても検討すべきである。⁵とりわけ、公立病院への依存体質の高い青森県にあっては、こうした経営効率性の変化の状況を把握しておくことは、青森県の今後の地域医療の適切な在り方を検討するためにも、さらには、「424病院リスト」にある10公立病院の努力を正しく評価するためにも有用な情報となる。

こうした問題意識に立ったとき、経営効率性の計測手法の選択に迫られる。我が国の国立及び公立(自治体)病院の経営に関する効率性をフロンティア・アプローチによって計測した20の先行研究のうち、16が Data Envelopment Analysis (以下、DEA) を用いている。⁶これは「複数投入・複数産出」の生産事業体の効率

² 厚生労働省は2020年1月、「424病院リスト」に20施設を追加したものの、個別の機関名は非公表としている。

³ 鈴木(2005)では2002年の診療報酬のマイナス改定という制度変化を利用し、医師誘発需要を確認している。なお、医師誘発需要仮説に関しては井伊・別所(2006)が詳しい。

⁴ 青森県内の医療サービスの需給に影響し得る県内共通の地域事情として大きく3つを挙げることができる。第1は、表1にもある公立病院への高い依存体質である。これは公立病院と民間病院との競争が相対的に弱いことを示唆しており、公立病院への機能集約化や大規模化の傾向が考えられる。第2は、青森県民の生活習慣等に起因すると考えられるガン等の死亡率の高さなどである。実際、国立がん研究センターの「都道府県別がん死亡データ(1995年～2019年)」によれば、2019年の0歳から74歳までの男女計を対象としたがん死亡率では、青森県がワースト1位(189.5人/10万人)となっている。ガンには高度先進的な治療を要するため、相対的に設備の充実した公立病院の役割が大きくなる可能性がある。第3は、青森県民の所得水準の低さである。実際、厚生労働省の「令和元年度賃金構造基本調査」によれば、青森県の「決まって支給する現金給与額」は全国最下位(258.8万円)となっている。よって、患者の重篤度に応じて需要される医療サービスの総量が他都道府県に比べて抑制されている可能性もある。

⁵ 都道府県内の公立病院に限定して経営効率性を計測した先行研究は知る限り3つあり、兵庫県を対象とした鳥井(2014)、北海道を対象とした佐々木他(2017)、山口県を対象とした前田(2018)などがある。

⁶ DEAによるものが青木他(1994)、南他(1994)、中山(2003)、中山(2004)、谷川(2006)、野竿(2007)、木下他(2008a)、木下他(2008b)、藍原他(2010)、瀬口(2012)、足立(2013)、瀬口(2013)、鳥井(2014)、佐々木他(2017)、前田(2018)、山本(2020)であり、Stochastic Frontier Approach(SFA)によるものが河口(2008b)、河口他(2010)、Fuji *et al.*(2010)、小林(2015)である。

性を計測できるという DEA の特徴に由来するものの、同時に問題ともなる。それは複数の投入物と複数の産出物の各々に対し、制約付きの非負結合による仮想的な投入物と産出物を計算する過程で、ウェイトが0になってしまう場合である。ウェイトが0になっている投入物や産出物は不可欠な要素にもかかわらず、効率性の計測で無視されていることになり、こうした効率性と現実の生産活動との対応関係が問題視されることもある。この問題を改善すべく、Assurance Region 法(領域制限法、以下 AR 法)が Thompson *et al.* (1986) によって利用され、我が国の公立病院に関する効率性の計測にも応用されている。しかし、そこでは十分な検討がなされないままに適用されており、再検討されるべきである。

以上を踏まえ、本稿では大きく2つの課題に取り組む。

第1は、AR 法の応用に関する再検討であり、先行研究を基に代替的な制約条件を提案する。

第2は、新公立病院改革プランが全体で実施され始めた平成27年度から平成30年度までの青森県内公立病院の経営効率性の変化の程度を、代替的な制約条件を備えた AR 法とプールドデータによって明らかにすることである。

本稿の構成は以下のようである。

第1節に続き、第2節では、DEA の乗数モデルを説明し、その問題点を示す。第3節では、病院の効率性計測に AR 法を応用した先行研究を紹介し、AR 法の意義を再検討した上で、代替的な制約条件を示す。第4節では、先行研究を基に、公立病院の投入物と産出物を特定する。第5節では、分析データと分析の留意点を紹介する。第6節は実証分析であり、第7節が結論である。

2. DEA の乗数モデルと問題点

DEA の乗数モデルの基本的なアイデアは、サンプルとなっている複数の事業体の各々に対

して、(産出物/投入物)、すなわち「投入物1単位当たりの産出物の大きさ」を計測し、それが大きいほど効率性も高いとするものである。ただし、産出物と投入物の各々が1種類だけの計算しやすい生産活動は例外的であり、複数投入・複数産出の生産活動が一般的である。そこで、複数ある産出物の各々にウェイトを乗じて合計(線形結合)し、一つの仮想的な産出物を計算することが必要となる。これは投入物についても同様である。こうして得られた仮想的な投入物に対する仮想的な産出物の割合(以下、仮想的投入産出割合)が複数投入・複数産出の事業体の効率性の基本となるものの、産出物と投入物の各々のウェイトベクトルは未だ決定されていない。そこでウェイトに大きく2つの制約が課される。第1は全ての事業体の仮想的投入産出割合の大きさを1以下にするという制約である。第2は、各ウェイトに対する非負制約である。こうした制約を満たすウェイトベクトルは無数に存在するため、この中から、各事業体の仮想的投入産出割合を最大化するウェイトベクトルを見つけ出し、そこから得られる最大値を効率性と定義する。なお、こうした計測方法が「乗数モデル」とされる所以は、ウェイトを multiplier (乗数) と呼ぶためである。

この乗数モデルを一般的に示すため、1から J までの事業体が W 種類の投入物を用いて、 R 種類の産出物を生産していると想定する。ここで、事業体 j ($j=1, \dots, J$) の t 時点における w 番目 ($w=1, \dots, W$) の投入物の投入量を x_j^{wt} とし、 r 番目 ($r=1, \dots, R$) の産出物の産出量を y_j^{rt} とする。さらに、 t 時点の w 番目の投入物に対するウェイトを g^{wt} 、 r 番目の産出物に対するウェイトを k^{rt} とする。なお、全ての w と r に対して、 $g^{wt} \geq 0$ 、 $k^{rt} \geq 0$ である。以上の記号法のもと、事業体 i ($i \in J$) の乗数モデルによる効率性の計測は以下の分数計画問題の解として得られる。

$$\text{Max}_{k^{rt}, g^{wt}} \frac{\sum_{r=1}^R k^{rt} y_i^{rt}}{\sum_{w=1}^W g^{wt} x_i^{wt}} \quad (1-1)$$

$$\text{s.t.} \quad \frac{\sum_{r=1}^R k^{rt} y_j^{rt}}{\sum_{w=1}^W g^{wt} x_j^{wt}} \leq 1 \quad (j=1, \dots, J) \quad (1-2)$$

$$k^{rt} \geq 0 \quad (r=1, \dots, R) \quad (1-3)$$

$$g^{wt} \geq 0 \quad (w=1, \dots, W) \quad (1-4)$$

ここで、この非線形問題を線形計画問題に変換するため、 $(\sum_{w=1}^W g^{wt} x_i^{wt})^{-1} \equiv z$ とする。ここで、 $z \cdot g^{wt} \equiv G^{wt}$ 、 $z \cdot k^{rt} \equiv K^{rt}$ とすることで、上記の最大化問題と同じ解を持つ線形計画問題が以下のように得られる。

$$\text{Max}_{K^{rt}, G^{wt}} \sum_{r=1}^R K^{rt} y_i^{rt} \quad (2-1)$$

$$\text{s.t.} \quad (\sum_{r=1}^R K^{rt} y_j^{rt} - \sum_{w=1}^W G^{wt} x_j^{wt}) \leq 0 \quad (j=1, \dots, J) \quad (2-2)$$

$$K^{rt} \geq 0 \quad (r=1, \dots, R) \quad (2-3)$$

$$G^{wt} \geq 0 \quad (w=1, \dots, W) \quad (2-4)$$

$$\sum_{w=1}^W G^{wt} x_i^{wt} = 1 \quad (2-5)$$

(2-1) から (2-5) によって定義される乗数モデルには、双対性により、等価な投入

志向型の CRS (Constant Return to Scale、規模に関して収穫一定) 包絡モデルが存在する。よって、ここで最適解として得られる効率性は、効率化に向けた投入物の縮減倍率と考えることもでき、本稿では、これを事業体 j の経営効率性と定義する。⁷なお、値域は $[0,1]$ である。

ただし、この問題の最適解を与えるウェイトベクトル K 及び G の要素の中に、0 となっているものが存在しているかもしれない。このとき、そのゼロウェイトに対応する投入物及び産出物は、不可欠な要素として投入あるいは産出されているものの、最適値 (すなわち経営効率性) を計算する上でゼロとして無視してしまった方が有利だということを意味する。これは経営効率性を最適化問題の解によって定義する場合の限界の一つであり、改善されるべき問題点と言える。こうした問題に対し、Thompson *et al.* (1986) では、ウェイトをコントロールできるように制約条件を追加した Assurance Region 法 (以下、AR 法) を用いている。⁸

3. AR 法の意義と代替的な制約条件

3.1 AR 法の意義と先行研究での応用例

AR 法における制約条件の与え方は様々考えられるものの、末吉 (2001) では本稿の 2 節で説明した線形計画問題に以下の制約条件を追加し、AR 法を定義している。

$$\ell_{1r}^t \leq \frac{K^{rt}}{K^{1t}} \leq u_{1r}^t \quad (r=2, \dots, R) \quad (2-6)$$

$$\ell_{1w}^t \leq \frac{G^{wt}}{G^{1t}} \leq u_{1w}^t \quad (w=2, \dots, W) \quad (2-7)$$

⁷ これは、いわゆる全体技術効率性 (Overall Technical Efficiency) と一致する。例えば、これが 0.8 だとすれば、投入物を等しく 0.8 倍に縮減すれば効率化できることを意味する。

⁸ Thompson *et al.* (1990) では、AR 法 (DEA) の経済理論との対応関係を説明している。

ただし、 u_{1r}^t は t 期の1番目の産出物のウェイトに対する、 r 番目の産出物のウェイトの比率の上限值であり、 ℓ_{1r}^t は下限値である。また、 u_{1w}^t は t 期の1番目の投入物のウェイトに対する、 w 番目の投入物のウェイトの比率の上限值であり、 ℓ_{1w}^t は下限値である。なお、記号法は本稿に適するよう改めてあり、以下も同様とする。

こうした AR 法を実証分析に応用しようとするれば、上限値と下限値の設定が課題となる。そこで、病院の経営効率性の計測に AR 法を用いた3つの先行研究を紹介する。

第1は刃根 (1993) である。これは我が国における DEA の先駆的な解説書の一つであり、例題として総合病院の経営効率性を AR 法によって計測している。⁹そこでは、(2-6) と (2-7) における上限値 u と下限値 ℓ を以下のように提案していると考えられる。

$$u_{1r}^t = M \left(\frac{y_{1t}^t}{y_{rt}^t} \right), \quad \ell_{1r}^t = \left(\frac{1}{M} \right) \left(\frac{y_{1t}^t}{y_{rt}^t} \right),$$

$$\overline{y^{rt}} = \frac{1}{R} \sum_{j=1}^J y_j^{rt} \quad (r=2, \dots, R) \quad (2-8)$$

$$u_{1w}^t = M \left(\frac{x_{1t}^t}{x_{wt}^t} \right), \quad \ell_{1w}^t = \left(\frac{1}{M} \right) \left(\frac{x_{1t}^t}{x_{wt}^t} \right),$$

$$\overline{x^{wt}} = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^J x_j^{wt} \quad (w=2, \dots, W) \quad (2-9)$$

つまり、 u_{1r}^t は r 番目の産出物の平均値に対する1番目の産出物の平均値の比率の M 倍によって提案されており、この平均値の比率を $(1/M)$ 倍したものを ℓ_{1r}^t としている。投入物についても同様である。刃根では、 $M = 2$ や 10 などとすることを提案しつつも、例題の中では、

平均値の比率の上限值を 5 、下限値を 0.2 として効率性を計測している。

第2は河口 (2008a) である。河口は英国の国立病院の効率性を計測するため、AR 法を用いている。そこでは、産出物のウェイトの比率にのみ、以下の制約を課している。

$$\ell_{rr+1}^t \leq \frac{K^{rt}}{K^{r+1t}} \leq u_{rr+1}^t \quad (r=1, \dots, R)$$

$$\text{ただし、} u_{rr+1}^t = M \left(\frac{\overline{y^{rt}}}{y_{r+1t}^t} \right),$$

$$\ell_{rr+1}^t = \left(\frac{1}{M} \right) \left(\frac{\overline{y^{rt}}}{y_{r+1t}^t} \right),$$

$$\overline{y^{rt}} = \frac{1}{R} \sum_{j=1}^J y_j^{rt} \quad (2-10)$$

(2-10) の制約条件は (2-6) と異なっているものの、 M については、刃根に従って 2 とすることが河口 (2008, p.19) に記されている。

第3は佐々木他 (2017) である。ここでは北海道の自治体病院の経営効率性の計測に、AR 法を用いているものの、計測モデルは明示されていない。さらに、 M については先行研究¹⁰をもとに $M=2$ とすることが、佐々木他 (2017, p84) に記されている。

以上のように、刃根 (1993) や河口 (2008a) で示されている制約によって、最適化問題を解くためのウェイトが限定されることになる。こうしてゼロウェイトが抑制されるだけでなく、ウェイトのバラツキも小さくなる。さらに、経営効率性がより低い値となって計測されるため、最大値の 1 を示す事業体数も抑制でき、地域事情に適した最も効率的な病院の特定も可能

⁹ この例題は DEA の体系的な解説書の一つである Cooper *et al.* (2007) にも記載されている。

¹⁰ この先行研究は付されている脚注から刃根 (1993) だと分かる。

となる。

3.2 AR法のウェイト制約の再検討

3.1節を通じて、大きく2つの疑問が残る。

第1は、Mの選択である。河口や佐々木他では刃根を踏襲し、M=2を用いているものの、その理由は十分ではなく、刃根にもM=2とした理由は示されていない。

そもそもMを考慮する理由は、ウェイトの比率に上限と下限を与え、最適化問題に解を与えるウェイトがゼロになってしまうことを回避する点にある。一般には、Mが大きいほど、効率値は大きくなるため、予めMの選択方法を定めておくべきである。これは効率値の範囲を予め定めておくことを意味する。よって、本稿では、AR法に期待される効果の一つである「効率値が1となる事業体数を抑制できる」という点に注目し、予め1となり得る事業体数を定めておき、それを実現する最小のM（小数第2位まで考慮）を用いることとする。本稿では、AR法により、2015年度から4年間にわたる各公立病院の経営効率性の変化の計測を基本としていることから、地域事情に適合し、効率値が1となる事業体数を4つまで許容することとする。

第2は、上限値と下限値の基本として、各事業体の生産規模が異なるにも関わらず、産出物や投入物の平均値の比率を用いていることである。2節でも言及したように、そもそもウェイトは、事業体の生産活動において投入物や産出物が各々複数ある場合に、そこから仮想的な投入物や産出物を各々一つずつ計算するために付されるものである。よって、本稿では、生産の成果である産出物のウェイトの比率については、各産出物の大きさの比率に応じて決定されるべきだと考える。しかし、産出物の大きさの比率は各事業体で異なるため、各事業体の産出物シェアで重み付けて合計するなどの工夫が必要である。よって、産出物のウェイトの比率に

対する制約式を以下のように代替する。

$$\ell_{1r}^t \leq \frac{K^{rt}}{K^{1t}} \leq u_{1r}^t \quad (r=2, \dots, R) \quad (2-11)$$

ただし、

$$u_{1r}^t = M \sum_{j=1}^J \left(\frac{y_j^{rt}}{y_j^{1t}} \right) \left(\frac{\sum_{r=1}^R y_j^{rt}}{\sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R y_j^{rt}} \right),$$

$$\ell_{1r}^t = \left(\frac{1}{M} \right) \sum_{j=1}^J \left(\frac{y_j^{rt}}{y_j^{1t}} \right) \left(\frac{\sum_{r=1}^R y_j^{rt}}{\sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R y_j^{rt}} \right),$$

一方で、投入物のウェイトの比率については、「各投入物の産出物1単位当たりの大きさ」によって、各投入物の生産における役割の大きさを評価し、その大きさに応じて決定されるべきと考える。しかし、投入物の比率は、各事業体で異なるため、各事業体の産出物シェアで重みを付けて合計するなどの工夫が必要である。よって、本稿では、投入物のウェイトの比率に対する制約式を以下のように代替する。

$$\ell_{1w}^t \leq \frac{G^{wt}}{G^{1t}} \leq u_{1w}^t \quad (w=2, \dots, W) \quad (2-12)$$

ただし、

$$u_{1w}^t = M \sum_{j=1}^J \left(\frac{\frac{x_j^{wt}}{\sum_{r=1}^R y_j^{rt}}}{\frac{x_1^{wt}}{\sum_{r=1}^R y_1^{rt}}} \right) \left(\frac{\sum_{r=1}^R y_j^{rt}}{\sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R y_j^{rt}} \right),$$

$$\ell_{1w}^t = \left(\frac{1}{M} \right) \sum_{j=1}^J \left(\frac{\frac{x_j^{wt}}{\sum_{r=1}^R y_j^{rt}}}{\frac{x_1^{wt}}{\sum_{r=1}^R y_1^{rt}}} \right) \left(\frac{\sum_{r=1}^R y_j^{rt}}{\sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R y_j^{rt}} \right),$$

以上から本稿におけるAR法は(2-1)から(2-6)までと(2-11)、(2-12)によって定義されることとなる。

4. 公立病院の投入物・産出物の特定化

DEAを用いて、事業体の効率性を計測するには、事業体の生産活動を投入物と産出物によって特定する必要がある。病院の産出物は患者に対して提供した治療の総計と考えることができ、外来と入院の別の単位期間の平均患者数という数量ベースのものと、収益という金額ベースのものが考えられる。ここで注意すべきは、喜田他（2009）や森川（2010）でも指摘されているように、産出物を数量ベースの患者数とすれば、患者の重篤度の違いを考慮できないという「ケース・ミックス」の問題が生じる。これは投入物についても当てはまり、医師数や看護師数などを投入物とすれば、個人間で異なるキャリアやスキルレベルの違いを考慮できないことになる。こうした視点から、我が国の国公立病院の効率性をDEAによって計測した16の先行研究を検討すれば、野竿（2007）、木下他（2008b）、藍原他（2010）、瀬口（2012）、瀬口（2013）、鳥井（2014）、佐々木他（2017）、山本（2020）の8つが、金額ベースの投入物・産出物を用いており、「ケース・ミックス」の問題に対応している。¹¹いずれの研究でも、産出物として外来収益と入院収益が用いられている。さらに、山本（2020）では、2009年度、2012年度、2015年度の公立病院の医業費用の項目別シェアを検討している。そこでは、職員給与費シェアが約48%、材料費シェアが約24%、減価償却費シェアが約7%、経費シェアが20%であり、これらが医業費用の99%を占めていることを踏まえ、これら4つの費用項目を投入物としている。これは本稿と同様に、AR法を用いて北海道の公立病院の効率性を計測した佐々

木他（2017）とも概ね一致する。¹²

以上から本稿では、公立病院の生産活動を、職員給与費や材料費、減価償却費、経費を投入して患者を治療し、入院収益と外来収益を産出する事業体と定義する。

5. 分析データと留意点

本稿では、平成27年度から平成30年度までの青森県内公立病院の経営効率性の変化の程度を明らかにするため、この間に継続して医療サービスの生産にあっていた青森県内26の公立病院のうち23を分析対象とした。¹³平成27年度は機能別必要病床数への転換を図る「地域医療構想」の策定が開始され、「新公立病院改革プラン」による経営効率化が本格始動した時期であり、そこから最新のデータが入手可能な平成30年度までを分析対象としている。そこで必要な4投入物（職員給与費、材料費、減価償却費、経費）及び2産出物（入院収益と外来収益）のデータは総務省の「地方公営企業年鑑」から入手した。

また本稿では、経営効率性の推移を計測するため、各年度の各病院を異なる事業体として、サンプルサイズ92のプールドデータを構築し、そこにAR法を適用した。こうした理由は、山本（2020）でも示されているように、異時点間のクロスセクションデータから計測した効率性を時系列的に比較、検討することはできないためである。なお、経営効率性の計測にはMicrosoft社のExcel（ソルバー及びVBA）を用いた。

6. 実証分析

本節では、2節及び3節で説明した代替的な制

¹¹ 16の先行研究とは第1節の脚注6で示した研究のことである。

¹² 佐々木他（2017）では、減価償却費を考慮していない。

¹³ 分析対象から除外したのは、全ての分析年でデータを入手できなかった「むつりハビリテーション病院」（むつ市）、平成29年度及び平成30年度のデータを入手できなかった「六戸町国民健康保険病院」（現六戸町国民健康保険診療所）、全ての病床が精神病床の「つくしが丘病院」（青森市）の3つである。

約条件に改めた AR 法及び、4節で説明した公立病院の投入物及び産出物の特定化を基に、大きく2つの課題に取り組む。

第1は、AR 法の応用に関する再検討であり、3.2節において、M の設定方法を含めて提案した (2-11) 及び (2-12) の代替的な制約条件を備えた AR 法に関するパフォーマンスの検討である。

本稿では M を、経営効率値が 1 となる事業体数を 4 つまで許容し、それを実現する最小値と定義した結果、 $M=2.90$ となった。さらに、本稿の代替的な制約条件を備えた AR 法を用いて経営効率性を計測し、その結果を通常の乗数モデルによる計測結果と比較することで、AR 法のパフォーマンスを検討する。

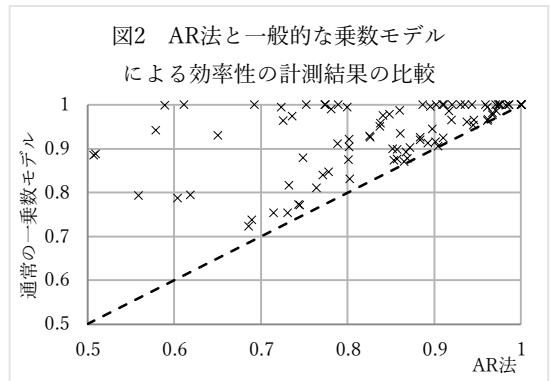
一つ目はウェイトが 0 となるケースを抑制できる効果についてである。通常の乗数モデルでは、効率値を得る上で、ウェイトが 0 になることも許容しており、ゼロウェイトの投入物や産出物は不可欠な要素にもかかわらず、効率性を計測する上で考慮されないことになる。これは AR 法によって改善されるべき問題点と言える。そこで双方の計測手法のゼロウェイトの数を集計した結果、通常の乗数モデルの 108 (約 19.6%) から、AR 法では 0 となり、問題が解決されていることを確認できた。

二つ目は経営効率値が 1 を示す病院数を減少させ、地域事情に適した最も効率的な病院を特定できる効果についてである。DEA による効率値の範囲は $[0,1]$ であり、産出物や投入物の種類が多い場合やサンプル数が少ない場合には、効率値が 1 を示す事業体の割合が増加してしまうという問題がある。実際、通常の乗数モ

デルによって、効率性を計測した場合には、24 の事業体の効率値が 1 となった。本稿では、効率値が 1 となる事業体数を予め 4 つの事業体に限定しており、代替的な制約条件の有無による効率値の計測結果の変化を図 2 にまとめてある。全サンプルが 45 度線の上方に位置しており、本稿における AR 法もまた、効率値を抑制できていることが分かる。

第2は、新改革プランが本格化した平成 27 年度から平成 30 年度までの青森県内公立病院の経営効率性の変化を AR 法とプールドデータから明らかにすることである。

この間の各公立病院の経営効率性を、青森県全体でまとめたのが表 2 であり、6 つの二次保健医療圏¹⁴ごとにまとめたのが表 3 である。また、23 の公立病院の各々について、平成 27 年度から平成 30 年度までの経営効率性の平均値と、その間の変化を青森県の地図上に示したのが図 3 である。



¹⁴「青森県保健医療計画」(平成30年4月)によれば、二次保健医療圏とは、原則として特殊な医療を除く入院医療を圏域内で確保し、専門的な保健福祉サービスと連携した包括的な保健医療サービスを提供していくための区域として設定するものとあり、青森県では、6つの二次保健医療圏が定められている。これは医療法における、「主として病院及び診療所の病床(精神病床、感染症病床及び結核病床を除く)の整備を図るべき地域的単位」にあたり、二次医療圏と称している都道府県もある。

表2 AR法による青森県内23公立病院の経営効率性

	平成27 年度	平成28 年度	平成29 年度	平成30 年度
平均値	0.856	0.848	0.830	0.824
中央値	0.886	0.860	0.848	0.838
標準偏差	0.119	0.115	0.122	0.129
最大値	1.000	1.000	0.985	1.000
最小値	0.611	0.589	0.509	0.506
サンプル数	23	23	23	23

データ出所：総務省「地方公営企業年鑑」（各年版）

表3 AR法による青森県内6保健医療圏別の効率性

	平成27 年度	平成28 年度	平成29 年度	平成30 年度
下北地域保健医療圏：0.911（4年間の平均値）				
平均値	0.909	0.919	0.906	0.909
中央値	0.909	0.919	0.906	0.909
標準偏差	0.008	0.051	0.014	0.000
最大値	0.917	0.970	0.920	0.910
最小値	0.858	0.867	0.892	0.909
サンプル数	2	2	2	2
西北五地域保健医療圏：0.858（4年間の平均値）				
平均値	0.876	0.866	0.846	0.844
中央値	0.852	0.860	0.871	0.884
標準偏差	0.093	0.080	0.085	0.069
最大値	1.000	0.967	0.935	0.902
最小値	0.777	0.771	0.732	0.748
サンプル数	3	3	3	3
上十三地域保健医療圏：0.857（4年間の平均値）				
平均値	0.858	0.864	0.859	0.847
中央値	0.870	0.884	0.867	0.860
標準偏差	0.083	0.077	0.099	0.114
最大値	0.961	0.945	0.985	0.982
最小値	0.731	0.743	0.714	0.686
サンプル数	4	4	4	4

八戸地域保健医療圏：0.845（4年間の平均値）

平均値	0.859	0.838	0.849	0.835
中央値	0.886	0.841	0.825	0.801
標準偏差	0.102	0.080	0.064	0.073
最大値	1.000	0.973	0.971	0.975
最小値	0.689	0.752	0.799	0.774
サンプル数	5	5	5	5

津軽地域保健医療圏：0.841（4年間の平均値）

平均値	0.881	0.856	0.812	0.817
中央値	0.953	0.910	0.866	0.844
標準偏差	0.153	0.156	0.158	0.167
最大値	1.000	1.000	0.958	1.000
最小値	0.618	0.603	0.559	0.579
サンプル数	4	4	4	4

青森地域保健医療圏：0.779（4年間の平均値）

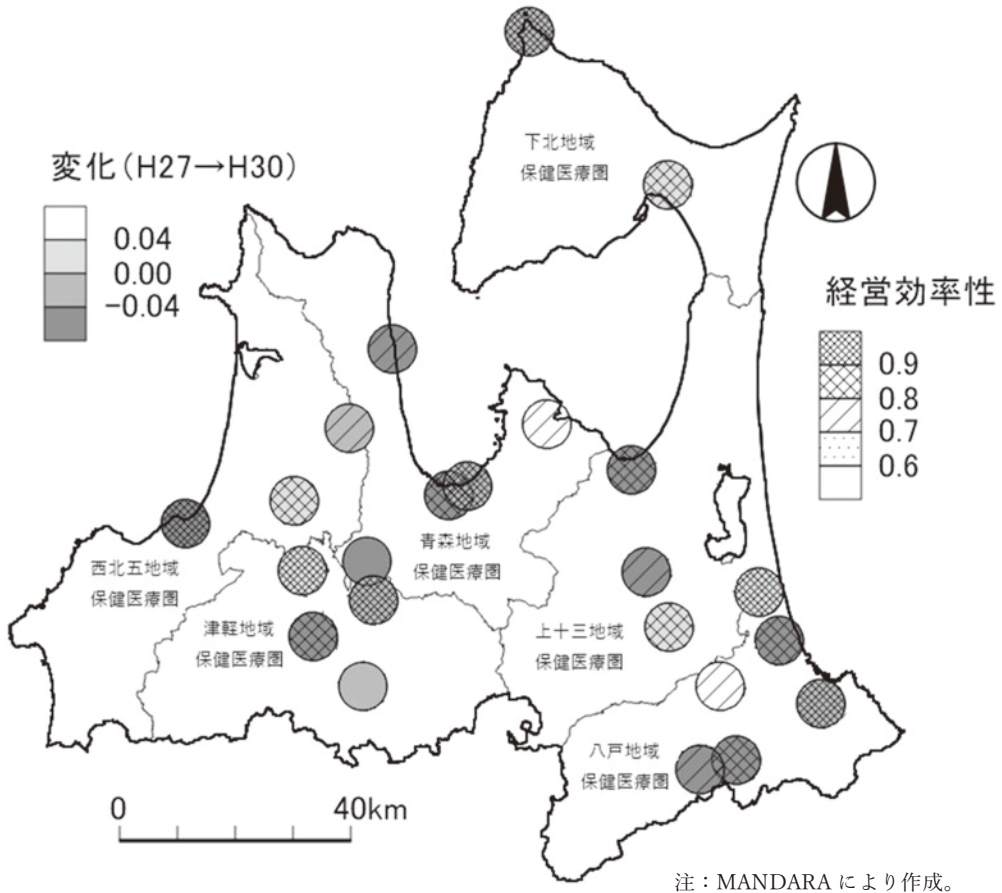
平均値	0.799	0.799	0.763	0.755
中央値	0.735	0.781	0.788	0.773
標準偏差	0.141	0.143	0.155	0.164
最大値	0.986	1.000	0.961	0.975
最小値	0.611	0.589	0.509	0.506
サンプル数	5	5	5	5

データ出所：総務省「地方公営企業年鑑」（各年版）

表2の平均値で見ると、青森県内公立病院の効率性は平成27年度から平成30年度にかけて、約0.032の緩やかな低下傾向にあり、16（約69.6%）の公立病院で効率性の低下が見られた。ここから、青森県の公立病院を全体として見た場合、「地域医療構想」や「新公立病院改革プラン」などに取り組んでいるものの、その効果は十分に発現していない可能性がある。また、中央値も低下傾向にある。しかも、中央値は各分析年で平均値を下回っており、標準偏差も拡大傾向にあることから、経営効率性の分布は右に歪む傾向にあることが分かる。

続いて表3から、6つの二次保健医療圏ごとの特徴を把握することとする。まず、各保健医療圏に属する公立病院の4年間の経営効率性の平均値を基に、各保健医療圏の効率性を比較すれ

図3 青森県内の23の公立病院の経営効率性とその変化



ば、最も高かったのが下北地域の0.911であり、順に、西北五地域の0.858、上十三地域の0.857、八戸地域の0.845、津軽地域の0.841、青森地域の0.779、という結果となった。また、経営効率性の変化を平均値で見れば、下北地域を除く、5つの保健医療圏では、低下傾向が見られる。ここから、青森県の公立病院の経営効率性の低下傾向は、全県的なものだと考えることができる。さらに、津軽地域と青森地域では経営効率性の平均値が大きく低下しており、これら地域には、病床数を削減した病院が含まれている。

そこで、津軽地域の黒石病院、大鰐病院、板柳中央病院、青森地域の青森市民病院、浪岡病

院、外ヶ浜中央病院について、病床数や産出物、投入物の変化とともに経営効率性の変化を考察することとし、こうした6つの病院についてまとめたのが表4である。

表4の影付きの4つの病院は、病床数の削減と同時に、経営効率性が上昇しており、津軽地域では3つの病院、青森地域では1つの病院を確認できた。

大鰐病院と青森市民病院は病床数の削減と同時に、入院収益だけでなく外来収益の減少が見られたものの、投入も削減できており効率化されている。さらに、黒石病院は病床数の削減にも関わらず、入院収益や外来収益の拡大が見ら

表4 病床数に変化のあった青森県内6公立病院の産出物と投入物の変化

病院名	病床数変化 前後の年度	病床数 変化率 (%)	産出物の 変化率(%)		投入物の 変化率(%)				効率性 の変化
			入院 収益	外来 収益	職員 給与費	材料費	減価 償却費	経費	
黒石 病院	平成27年度	-11.4	3.6	9.9	3.1	13.0	-5.3	-2.4	0.944
	平成28年度								0.967
大鰐 病院	平成29年度	-50.0	-12.9	-6.2	-10.9	-18.4	-24.4	-5.5	0.559
	平成30年度								0.579
板柳中央 病院	平成29年度	-8.0	14.4	-6.5	-7.4	13.6	3.9	13.9	0.958
	平成30年度								1.000
青森市民 病院	平成29年度	-14.7	-0.8	-1.8	-1.0	-4.1	-3.4	-0.1	0.865
	平成30年度								0.869
浪岡 病院	平成29年度	-82.4	-48.7	-2.3	-22.6	-32.8	-8.4	-10.3	0.509
	平成30年度								0.506
外ヶ浜 中央病院	平成28年度	-8.3	-7.3	-6.1	-0.5	-6.1	-9.2	-7.6	0.723
	平成29年度								0.692

注：表4の影付き部分は病床数の変化（削減）に合わせて、効率性が上昇している病院を示している。
データ出所：総務省「地方公営企業年鑑」（各年版）

れ、減価償却費や経費の削減も進んでおり、効率化されている。一方で、浪岡病院や外ヶ浜中央病院は病床数の削減と同時に、投入物の減少が見られたものの、入院収益だけでなく外来収益の減少もあり、効率性が低下している。¹⁵さらに、板柳中央病院では、病床数の削減と同時に、外来収益の減少や材料費、経費などの増加が見られものの、入院収益の増加や職員給与費の減少などによって、効率化されており、しかも、最大値の1を達成している。

また、1節でも言及した厚生労働省のいわゆる「424病院リスト」に記載された青森県内の10公立病院のうち、平内中央病院、板柳中央病院、五戸総合病院の3病院では、平成27年度から平成30年度にかけて効率性の改善を確認できている。特に、五戸総合病院では0.148と大きな改善が見られ、さらに、板柳中央病院では効率値1を維持するなどの成果が見られる。このように各地域事情の中で、経営努力する姿勢も

観察できた。

7. 結論

本稿では平成27年度から平成30年度までの青森県内の23の公立病院を分析対象に、大きく2つの課題に取り組んできた。

第1がAR法の応用に関する再検討であり、ウェイトに対する制約式を代替的な(2-11)、(2-12)とし、効率値が1の事業体数が4つになるようMを2.90に定めた。こうしたAR法とプールドデータを基に経営効率性を計測した結果、全てのウェイトがゼロとは異なり、通常の乗数モデルによる計測結果と比べて効率値が1となる病院数を20減少させることができた。よって、地域事情に適した、より効率的な公立病院の析出が可能となる。

第2は、こうしたAR法を基に、平成27年度から平成30年度までの青森県内公立病院の経営効率性を計測し、その変化を検討することで

¹⁵ 浪岡病院の病床数は平成29年度まで、一般病床92、精神病床107であったものの、平成30年度には、精神病床を廃止し、一般病床35のみとなった。

あった。

そこで先ず、平成27年度から平成30年度の各分析年の経営効率性の平均値を見ると、約0.032の緩やかな低下傾向が見られ、この間に、経営効率性が低下したのは16病院(約69.6%)であった。本稿における経営効率性は効率化に要する投入物の縮減倍率であるものの、表1の医業収支比率の低下傾向とも概ね整合する。さらに、青森県の公立病院の病床数シェアは約33%と、全国3位の高水準にあることから、収支比率が100%を下回っている状態が続くことは相対的に大きな負担となる。実際、23の公立病院への他会計繰入金の合計額は平成25年度から順に、約115億円、約119億円、約123億円、約126億円と拡大している。また、県内公立病院の経営効率性の平均値が0.84程度であることを踏まえれば、全体で見て、約16%の投入を縮減できると考えられ、これは病院を抱える地方公共団体にとって課題と言える。

6つの二次保健医療圏ごとに、分析期間を通じた効率性の平均値を見れば、下北地域の0.911に続き、西北五地域の0.858、上十三地域の0.857、八戸地域の0.845、津軽地域の0.841、青森地域の0.779という結果となった。経営効率性の平均値の変化については、下北地域を除く各保健医療圏で低下傾向が見られた。このように下北地域保健医療圏では、経営効率性の水準が高く、その維持にも成功していることは、一部事務組合下北医療センターの経営成果と考えられる。実際、本稿の分析期間に限定しても平成27年度、平成29年度、平成30年度において、経常収支が黒字となっている。また、津軽地域と青森地域では、病床数に大きな減少があった病院もあることから、そうした6つの病院について、病床数と投入物、産出物、経営効率性の変化を併せて検討した。その結果、病床数の減少は投入の削減につながるケースが多いものの、同時に産出が減少するケースもあり、効率化につながっていたのは黒石病院、大鰐病院、板柳中央病院、

青森市民病院であった。特に、黒石病院や大鰐病院は津軽地域保健医療圏の病院として、全国的に見ても早い段階で病床数の削減を表明した病院であり、地域を挙げての積極的な改革姿勢が効率化につながった可能性がある。ただし、病床数の削減が経営効率性に数値となって発現するにはラグをとまなう可能性もあり、分析期間を延ばして観察することも意義深い。

最後は「424病院リスト」に記載された10の公立病院についてである。このうち平内中央病院、板柳中央病院、五戸総合病院の3つの病院において、平成27年度から平成30年度にかけて経営効率性の改善を確認できており、特に、五戸総合病院では0.148と大きな改善が見られ、さらに、板柳中央病院では効率値1を維持するなどの成果が見られている。こうした病院の努力を評価することなしに、画一的な改革を迫るのであれば、実態のない表面的な改革が繰り返される可能性もある。

以上を踏まえると、青森県の医療提供体制の構築には、各公立病院の経営努力を地域事情も考慮しつつ、多面的に評価し、そこから客観的で相対的な目標設定と達成に向けた工夫が必要と考えられる。

献辞

本稿の執筆にあたり、公益財団法人21あおもり産業総合支援センターの今喜典理事長、あおもり創生パートナーズ株式会社の竹内紀人専務取締役、青森公立大学の國方明准教授より有益なコメントを頂くことができた。また、青森中央学院大学の庄子元講師より、地理情報システム(MANDARA)に関するアドバイスを頂いた。匿名の査読者からも肌理細かいご指摘を頂き、改稿することができた。記して感謝申し上げる。ただし、本稿に有り得る誤りは全て筆者の責任によるものである。

参考文献

- ・ 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』 Vol.4 No.1、日本医療経営学会、51-59。
- ・ 青木研、漆博雄（1994）「Data Envelopment Analysis と公私病院の技術効率性」『上智経済論集』第39巻第1・2号合併号、上智大学経済学会、56-73。
- ・ 足立泰美（2013）「自治体病院経営の効率性—医療機関の機能分化と地域医療連携—」『会計検査研究』 No.47、会計検査院、169-180。
- ・ 井伊雅子、別所俊一郎（2006）「医療の基礎的実証分析と政策：サーベイ」『フィナンシャル・レビュー』 第80号、財務省総合政策研究所、118-156。
- ・ 瀬口浩一（2012）「自治体病院の経営効率性分析」『琉球大学経済研究』 第 83号、琉球大学法文学部、51-82。
- ・ 瀬口浩一（2013）「非裁量要因を考慮した自治体病院の経営効率性」『琉球大学経済研究』 第 86号、琉球大学法文学部、25-51。
- ・ 河口洋行（2008a）「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巻1号、日本医療・病院管理学会、17-27。
- ・ 河口洋行（2008b）『医療の効率性測定』 勁草書房、89-115。
- ・ 河口洋行、橋本英樹、松田晋哉（2010）「DPC データを用いた効率性測定と病院機能評価に関する研究」『医療と社会』 Vol.20 No.1、医療科学研究所、24-34。
- ・ 喜田泰史、清水昌美、荒谷眞由美、坂本圭、平田智子、植田麻祐子（2009）「医療サービス生産に関する効率性分析の展望」『川崎医療福祉学会誌』 Vol.19 No.1、川崎医療福祉大学、25-34。
- ・ 木下善皓、開原成允（2008a）「経営の移譲が病院の運営効率に与えた影響—国立病院を例にして—」『日本医療・病院管理学会誌』 45巻3号、日本医療・病院管理学会、5-13。
- ・ 木下善皓、開原成允（2008b）「自治体病院の経営効率性の測定における意義」『日本医療・病院管理学会誌』 45巻、日本医療・病院管理学会、178。
- ・ 小林秀行（2015）「公立 DPC 病院の生産効率性の推定とその評価」『京都産業大学経済学レビュー』 2巻、京都産業大学通信制大学院経済学研究会、19-46。
- ・ 佐々木健太、石川智基、藤原健祐、谷祐児、小笠原克彦（2017）「領域制限法による北海道自治体病院の経営効率性評価」『医療情報学』 Vol.37 No.2、日本医療情報学会、81-86。
- ・ 末吉俊幸（2001）『DEA—経営効率分析法—』 朝倉書店、103-123。
- ・ 鈴木亘（2005）「平成14年診療報酬マイナス改定は機能したのか」田近栄治・佐藤主光編『医療と介護の世代間格差』 第5章、東洋経済新報社、97-116。
- ・ 谷川佳澄（2006）「自治体病院の効率性分析—Translog 型費用関数および DEA によるアプローチ—」『青森公立大学経営経済学研究』 第12巻第1号、青森公立大学、29-37。
- ・ 刃根薫（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、79-88。
- ・ 鳥井隆志（2014）「データ包絡分析法（DEA）による兵庫県立病院の効率性分析」『商大ビジネスレビュー』 第4巻第3号、兵庫県立大学大学院経営研究科、161-174。
- ・ 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』 Vol.13 No.1、医療科学研究所、83-94。
- ・ 中山徳良（2004）「自治体病院の技術効率性と補助金」『医療と社会』 Vol.14 No.3、医療科学研究所、

69-79。

- ・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』No.35、会計検査院、117-128。
- ・前田瞬 (2018) 「DEA を用いた山口県内自治体病院の経営効率性評価」『徳山大学総合研究所紀要』第40号、97-105。
- ・南商堯、刃根薫 (1994) 「医療機関における効率性評価に関する研究—DEA による自治体病院の人的資源の効率性評価を中心に—」『病院管理』Vol.31 No.1、日本病院管理学会、33-39。
- ・森川正之 (2010) 「病院の生産性—地域パネルデータによる分析—」『RIETI Discussion Paper Series』10-J-041、独立行政法人経済産業研究所、1-27。
- ・山本俊 (2020) 「公立病院の経営効率性は改善しているのか？—未利用病床数に対する裁量の限定を考慮した DEA による検証—」『青森中央学院大学研究紀要』第33号、青森中央学院大学、1-16。
- ・Cooper, W. W., L.M. Seiford, and K. Tone (2007) *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Second Edition, Springer, pp 177-213.
- ・Fuji, A. and Ohta, M. (2010) “Stochastic cost frontier and cost inefficiency of Japanese hospitals: a panel data analysis,” *Applied Economics Letters* , Vol. 6, pp. 527-532.
- ・Thompson, R. G., Langemeier, L. N., Lee, C., Lee, E. and Thrall, R. M. (1990) “The Role of Multiplier Bounds in Efficiency Analysis with Application to Kansas Farming,” *Journal of Econometrics*, Vol. 46, pp. 93-108.
- ・Thompson, R. G., Singleton, F. D., Thrall, R. M. and Smith, B.A. (1986) “Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas,” *Interfaces*, Vol. 16, pp. 35-49.

(青森中央学院大学 経営法学部 准教授 やまもと しゅん)