

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2011～2015

課題番号：23330083

研究課題名(和文) ネットワーク分析手法による地域間比較可能な総合的社会指標構築の研究

研究課題名(英文) Formulation of the comprehensive social indicator for interregional comparison by network analytical method

研究代表者

丸山 幸宏 (MARUYAMA, Yukihiro)

長崎大学・経済学部・教授

研究者番号：30229629

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、多数の連関する事業部門を包含する事業体などの分析において研究が進められているネットワーク包絡分析法(DEA)を用いた地域間比較可能な総合的社会指標の構築可能性について検討を行った。さらに、ネットワークDEAの周辺分野であるネットワーク計画において取り扱う問題の一般化、その一般化された問題として表現できるための条件の導出を行った。これにより、総合的な福祉指標・社会指標を地域間比較に用いる場合、ネットワーク化やリンケージを考慮するにあたっての問題点を明らかにし、理論・手法の発展の方向性を明確化することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have considered the possibilities of formulation of the comprehensive social indicator for interregional comparison by network analytical method, namely, network DEA model, which can deal with intermediate products. Moreover, we have derived necessary and sufficient conditions for the existence of the subclasses of non-deterministic sequential decision processes, strongly representing a given non-deterministic discrete decision process. From these results, we can clear up issues to be taken into account in formulation of the comprehensive social indicator for interregional comparison of the regional revitalization problem by network DEA.

研究分野：社会科学

キーワード：地域経済学 地域福祉指標・社会指標 ネットワーク分析手法

## 1. 研究開始当初の背景

戦後、経済成長が国民の福祉の向上の大前提であった時期には、経済成長の目標である GNP または GDP が福祉指標の中心的地位を占めていたこともあったが、経済指標のみでは、真の福祉水準を測定し得ないとの認識が高まった結果、新しい指標の必要性が主張されるようになった。そして経済指標だけではなく、非経済的な指標にも政策指標としての地位を回復させるべきという要求になっていった。わが国では昭和 45 年頃から様々な指標の開発が進められた。それは大別すれば、一つは非経済的な指標も含めた福祉水準の測定を目的とする客観的な社会指標を開発しようとするものであり、もう一つは GNP などの経済指標の限界を補正して、より福祉指標に近付けようとする NNW (Net National Welfare) である。

この中で、NNW については、それまで国民所得に算入していなかった項目について、国民が享受する便益を擬制的に消費として算入する一方、一部の負の便益をもたらす消費を除去することで、より適切な経済的福祉指標を構成しようとするものである。しかしながら NNW の概念体系には曖昧な部分があることや、加除項目も貨幣的評価が可能なものに限定せざるを得ないといったことが指摘されており、その後の発展には顕著なものはあまり見られない。

これに対して社会指標は「社会あるいは国民生活の諸側面の状態を、経済指標以外に非貨幣的指標を用いて包括的かつ体系的に測定する統計指標体系」(第 10 次国民生活審議会・総合政策部会調査委員会中間報告、昭和 61 年)とされ、(A) 国民の福祉水準の全般的な判定や、(B) 社会報告 (Social Report) の作成を目的とする。これは目的によって指標の内容・体系・規模が異なることを意味する。

これらの状況は社会指標の検討が行われて既に 30 年近い年月が経過しているが、基本的に大きな変化は無いといってもよい。現在、多くの自治体により地域の保健医療指標や福祉指標が公表されているが、当時から指摘された問題点は全く残存したままである。これらは以下の特徴がある。まず(A)の国民の福祉水準の全般的測定は地域間比較や時系列的比較に有用であるが、「指標の総合化」という大問題がある。この問題を回避するため体系を小規模化・簡易化せざるを得ない。またインプット指標(政策指標等)よりもアウトプット指標(達成指標等)を用いて構成することが通常である。

このため現在では(B)の社会報告に相当するものの公表が主であり、その社会報告の作成については、(1)規範的な意味を持たない、(2)数量化不能と(担当者によって)判断されたものも含む、(3)「指標の総合化」を必要とせず優先度の表示は恣意的に示される、(4)アウトプット指標・インプット指標の対応

を必要としない、(5)目標体系内の重複や相互作用に関心を払わない、といった特徴、というよりは問題点をはらんでおり、たとえ何らかの指標値が提示されたとしても定性的な取り扱い、または概括的な資料にとどまる。

これらの問題点については、従来、単純に行政統計の不連続や見落としに原因を求めることが多かったが、最も根本である「指標の総合化」に目を向けた例はほとんど見当たらない。

## 2. 研究の目的

本研究においては、現在、多くの自治体により公表されている地域の福祉指標や社会指標の問題点、すなわち、( )「指標の総合化」を行わず優先度の表示は恣意的に示されること、( ) 目標体系内の重複や相互作用に関心を払わないこと、( ) 一つの尺度で比較が不可能であること、( ) 規範的な目標や政策課題を明らかにできないこと、などに着目し、近年急速にその理論的發展および応用分野の拡大が注目されている、数理科学的なネットワーク分析手法(ネットワーク包絡分析法: Network Data Envelopment Analysis)を導入することにより、地域福祉指標・社会指標の構築に全く新しい概念・手法を導入することを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究においては、上述した「指標の総合化」に着目し、総合的な地域福祉指標・社会指標構築のための全く新しい手法として、数理科学的なネットワーク分析手法(ネットワーク包絡分析法、以下、ネットワーク DEA と略す)を導入し、ネットワーク構造をもつ事業体間(地域間)の効率性比較実験を行い、各地域における政策課題を抽出することを目的とする。

ネットワーク DEA は、多数の連関する事業部門を包含する事業体などの分析において研究が進められており、部門と同時に事業体全体の効率性を測定する手法である。本研究代表者は、丸山・永田(2010)および Maruyama(2009)において、均等に变化できない入出力項目および負値のデータを含む事業体の効率性評価が可能なネットワーク DEA (加法型ネットワークモデル、RAM ネットワークモデル)を構築し、適用可能な分野の拡張を行った。同手法およびその発展型である動的ネットワーク DEA を地域(自治体)評価の手法として導入し、地域間比較可能な総合的指標を導出する。具体的には以下の事を明らかにする。

(a) ネットワーク構造のモデル化: まず、従来の地域福祉指標・社会指標作成手法のサーベイ、地域実態調査を基に、自治体の各主体(住民、各種産業、民間サービス(営利・非営利)事業者、公共サービス事業者、周辺

環境等)をノード化し、各種サービス等をインプット、アウトプットにもつネットワーク構造のモデル化を行い、自治体の内部構造を明らかにする。

(b)モデルの適用および比較実験：次に、モデル化された自治体のネットワーク構造に対して、ネットワーク分析手法として RAM ネットワークモデルおよび動的ネットワーク DEA を適用し、自治体の内部活動(自治体における各主体の活動)の効率性のみならず、その総合的な効率性を測定し、地域間の効率性比較実験を行う。これにより、内部活動における非効率な主体が明らかになると同時に、各自治体の総合的な指標による効率性評価が可能となる。

(c)政策課題抽出：さらに同手法は、非効率な事業体(自治体)に対して、手本とすべき、効率な事業体(自治体)を明らかにし、前者の効率化に向けての指針を提示できるので、その適用により、各地域の非効率性改善(再生計画等)に必要な効率化政策(地域におけるマクロ政策などの政策課題)を明らかにする。

以上の(a)、(b)、(c)を明らかにするため、以下の手順で進める。

(1)福祉指標・社会指標作成のための基礎データの洗い出し、(2)地域の各主体(住民、産業、民間サービス(営利・非営利)事業、公共サービス事業、周辺環境等)をノード化したネットワーク構造のモデル化、(3)実態調査をもとにするベンチマーク用参照モデルの探索およびキャリブレーション、(4)ネットワーク DEA 分析による効率化比較実験、(5)政策課題抽出手法の一般化、(6)福祉指標・社会指標作成のための汎用ツール開発、という一連のネットワーク DEA を用いた「指標の総合化」に関する研究と、並行して行われる、現在も急速に発展を遂げつつあるネットワーク DEA 分析手法の当該対象への適用についての「理論的・手法的開発」の研究、および、「指標の総合化」のための「実態調査」に分かれるが、いずれも相互に関連を持つものである。

#### 4. 研究成果

本研究の期間を通じて得られた成果は、研究の方法で述べた、ネットワーク DEA をはじめとする数理計画的分析手法についての予備的研究、および「指標の総合化」のための「実態調査」に関するものである。以下、年度ごとに成果を述べる。

##### (1) (平成 23 年度)

「指標の総合化」に関する研究の内、(1)福祉指標・社会指標作成のための基礎データの洗い出し、および「理論的・手法的開発」の研究に関する理論的予備研究を集中的に行った。

本研究はネットワーク DEA の現実の地域比

較への適応可能性を中心とするものであるが、周辺分野である各種計画法についても、地域の各主体をノード化したネットワーク構造のモデル化における問題点や限界点を明らかにするために研究する必要がある。研究代表者は、非決定性動的計画法およびそのネットワーク計画問題への応用について研究を進め、次の成果を得た。

・ Non-deterministic monotone sequential decision process and non-deterministic dynamic programming, Y. Maruyama, IFORS (International Federation of Operations Research Societies) (招待セッション講演),メルボルン, オーストラリア, 2011.

本研究では、代表的なネットワーク計画問題である最短経路問題の一般化である、非決定性最適経路問題等としてモデル化できるための必要十分条件を得た。

地域の「実態調査」についての予備調査として山口が成果を得ており、地域における労働問題に関して、福澤が担当し、産業構造に関する予備的研究は藤田が担当し成果を得ている。

##### (2) (平成 24 年度)

引き続き各種計画法の理論的予備研究および実態調査の予備調査を行った。数理計画的分析手法に関する予備的研究として研究代表者の丸山は非決定性動的計画法に関して研究を進め、次の成果を得ている。

・ 丸山幸宏「非決定性オートマトンと非決定性動的計画法について」, 『RIMS Kokyuroku』, 査読なし, 第 1802 巻, 146-152 頁, 2012.

本論文では、目的関数の付随した非決定性オートマトン(非決定性逐次決定過程)および非決定性動的計画法の関係について述べ、さらに、その逐次決定過程の部分クラスである、結合型逐次決定過程を導入した。その応用として非決定性ネットワーク計画問題をはじめ様々な離散的最適化問題のモデル化の条件が得られた。

地域の「実態調査」についての予備調査は分担者の山口が中心に担当し、産業構造に関する予備的研究を藤田が担当し一定の成果を得ている。

##### (3) (平成 25 年度)

昨年度に引き続き研究代表者の丸山は数理計画的分析手法のサーベイを行うと共に周辺分野である各種計画法とくに非決定性動的計画法および非決定性ネットワーク最適化の手法に関して研究を進め、次の成果を得ている。

・ Strong representation of a non-deterministic discrete decision

process, Y.Maruyama, 26<sup>th</sup> EURO(European Conference on Operational Research) (国際学会)(招待セッション講演), ローマ, イタリア, 2013.

本論文では、非決定性離散最適化問題が非決定性単調逐次決定過程により強表現される(モデル化できる)ための必要十分条件を求めた。

地域の「実態調査」についての予備調査を分担者の山口、福澤、藤田が担当し、成果を得ている。

(4)(平成 26 年度)

昨年度に引き続き研究代表者の丸山は数理計画的分析手法として非決定性動的計画法および非決定性離散最適化問題に関して研究を進め、次の成果を得ている。

・ Strong representation theorems for non-deterministic sequential decision processes, Y.Maruyama, IFORS (International Federation of Operational Research Societies) (招待セッション講演), バルセロナ, スペイン, 2014.

本論文では、非決定性離散最適化問題が非決定性強単調逐次決定過程により超強表現される(モデル化できる)ための必要十分条件を求め、非決定性離散最適化問題である卵落とし問題が同過程として表現できることを示した。

地域の「実態調査」についての予備調査は分担者の山口が中心に担当し、特に地域における労働問題に関しては福澤が担当し、産業構造に関する予備的研究は藤田が担当し、成果を得た。

(5)(平成 27 年度)

昨年度に引き続き研究代表者の丸山は数理計画的分析手法として非決定性動的計画法および非決定性離散最適化問題に関して研究を進め、次の成果を得ている。

・ Strong representation theorems for non-deterministic sequential decision processes, Y.Maruyama, 27<sup>th</sup> EURO(European Conference on Operational Research) (国際学会)(招待セッション講演), グラスゴー, イギリス, 2015.

本論文では、非決定性離散最適化問題が非決定性正単調逐次決定過程により超強表現される(モデル化できる)ための必要十分条件を得た。

最終年度である本年度は、数理計画的分析手法の経済分野への応用として、サブサハラアフリカ地域における市場魅力度評価および産業(農業、電気・ガス・水道業、金融業)の全要素生産性分析に関する研究を行った。

さらにその地域経済への応用モデル開発のための予備研究、および実態調査の予備調査を行った。

研究代表者の丸山は、Nganga 氏とともに、まず、サブサハラアフリカ諸国における市場の潜在的魅力度を SWOT 分析および AHP(階層分析法)を用いて、潜在的魅力度の高い上位 20 か国を明らかにし、次の成果を得ている。

・ Market attractiveness evaluation of Sub-Saharan Africa, applying SWOT analysis and AHP methods, P. S. Nganga, Y. Maruyama, Journal of Economics and Economic Education Research, 査読あり, Vol. 16, pp.1-18, 2015.

さらに 20 か国について、DEA(包絡分析法)に基づくマルムクイスト・インデックス(MI)を用いて、2001 年~2011 年における 6 つの産業(農業、電気・ガス・水道業、金融業)の全要素生産性を導いた。さらに、回帰分析法を用いて全要素生産性に対する入力変数の寄与率を明らかにした、次の成果を得ている。

・ Empirical analysis of total factor productivity growth trend in agriculture, financial & business intermediaries and electricity, gas and water sectors : A malmquist index approach and stepwise regression (analysis) of 20 SSA countries, 2001-2011, P. S. Nganga, Y. Maruyama, Journal of International Business Research, 査読あり, Vol. 14, pp.67-82.

山口、福澤、藤田とともにネットワーク DEA モデルの応用として地域経済の連関しあう DMU 間のストリームまで考慮したモデル化のための手法のサーベイを行い、自治体の内部活動(自治体における各主体の活動)を分析対象にした場合の問題点や限界点を明らかにし、データ収集、分析ツールの整備などを平行して進めた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 10 件)

Empirical analysis of total factor productivity growth trend in agriculture, financial & business intermediaries and electricity, gas and water sectors : A malmquist index approach and stepwise regression (analysis) of 20 SSA countries, 2001-2011, P. S. Nganga, Y. Maruyama, Journal of International Business Research, 査読あり, Vol. 14, pp.67-82, 2015.

Market attractiveness evaluation of

Sub-Saharan Africa, applying SWOT analysis and AHP methods, P. S. Nganga, Y. Maruyama, Journal of Economics and Economic Education Research, 査読あり, Vol. 16, pp.1-18, 2015.

丸山幸宏「非決定性強単調逐次決定過程における超強表現定理について」, 『RIMS Kokyuroku』, 査読なし, 第 1939 巻, 238-246 頁, 2015.

福澤勝彦・王晓丹「中国大学生の就職意識と職探し行動 日中の比較」, 『熊本学園大学経済論集』, 査読なし, 第 22 巻第 1-2 合併号荒井勝彦教授退職記念号, 65-92 頁, 2015.

九州ソーシャルビジネス促進協議会編, 山口純哉, 『だから SB はやめられない』, 宮崎文化本舗, 査読なし, 8-36 頁, 2014.

藤田涉「貿易構造の変化による産業構造への影響分析 - 輸出誘発輸入と輸入制約耐性から測る空洞化の進捗」, 『経営と経済』, 査読なし, 93 巻, 1-2 号, 121-200 頁, 2013.

丸山幸宏「非決定性オートマトンと非決定性動的計画法について」, 『RIMS Kokyuroku』, 査読なし, 第 1802 巻, 146-152 頁, 2012.

福澤勝彦「日中国民生活統計データの比較 - 観光支出の動向から -」, 『九州経済学会年報』, 査読あり, 第 50 集, 119-130 頁, 2012.

福澤勝彦, 藤田涉「わが国と東アジアの直接投資・貿易・雇用における相互関係」, 『九州経済学会年報』, 査読あり, 第 49 集, 151-161 頁, 2011.

山口純哉「東日本大震災からの地域経済復興にかかる隘路 - 気仙沼市・石巻市の水産加工業集積を事例に -」, 『経営と経済』, 査読なし, 91 巻, 87-111 頁, 2011.

〔学会発表〕(計 10 件)

Strong representation theorems for non-deterministic sequential decision processes, Y. Maruyama, 27<sup>th</sup> EURO (European Conference on Operational Research) (国際学会)(招待セッション講演), 2015 年 7 月 13 日, グラスゴー, イギリス.

藤田涉、福澤勝彦「対外直接投資の動向：拠点形成と人的資源」九州経済学会第 65 回大会, 2015 年 12 月 5 日, 鹿児島大学文学部(鹿児島市).

Strong representation theorems for non-deterministic sequential decision processes, Y. Maruyama, IFORS (International Federation of Operational Research Societies) (招待セッション講演), 2014 年 7 月 14 日, バルセロナ, スペイン.

福澤勝彦、藤田涉「大学生の就職意識について 日中比較」九州経済学会第 64 回大会, 2014 年 12 月 6 日, 九州大学経済学部(福岡市東区).

Strong representation of a non-deterministic discrete decision process, Y. Maruyama, 26<sup>th</sup> EURO (European

Conference on Operational Research) (国際学会)(招待セッション講演), 2013 年 7 月 2 日, ローマ, イタリア.

藤田涉、福澤勝彦「輸入制約構造と輸出誘発輸入から測る産業構造の変化」九州経済学会第 63 回大会, 2013 年 12 月 7 日, 大分大学経済学部(大分市).

Non-deterministic monotone sequential decision process and non-deterministic dynamic programming, Y. Maruyama, IFORS (International Federation of Operations Research Societies) (招待セッション講演), 2011 年 7 月 14 日, メルボルン, オーストラリア.

福澤勝彦、郝爽、藤田涉「日中国民生活統計データの比較」九州経済学会第 61 回大会, 2011 年 12 月 3 日, 九州産業大学(福岡市東区).

山口純哉「阪神淡路大震災の経験を踏まえた地場産業・中小企業復興の課題」, 日本経済政策学会第 68 回全国大会, 2011 年 5 月 28 日, 駒澤大学(東京都世田谷区).

山口純哉「東日本大震災からの産業復興・まちづくりが抱える隘路」, 日本経済政策学会西日本部会第 88 回大会, 2011 年 11 月 8 日, 熊本学園大学(熊本市中央区).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

丸山 幸宏 (MARUYAMA, Yukihiro)

長崎大学・経済学部・教授

研究者番号: 30229629

### (2) 研究分担者

福澤 勝彦 (FUKUZAWA, Katuhiko)

長崎大学・経済学部・教授

研究者番号: 00208935

藤田 涉 (FUJITA, Wataru)

長崎大学・経済学部・教授

研究者番号: 30264196

山口 純哉 (YAMAGUCHI, Junya)

長崎大学・経済学部・准教授

研究者番号: 40325692