

国際競技力に関する研究の動向
—マクロレベルのオリンピック研究に着目して
The Trend of Research in International Sporting Success:
Review of Macro Level Olympic Study

舟橋 弘晃¹, 間野 義之²

要 旨

本研究では、オリンピックを対象としたマクロレベルの研究に着目し、国際競技力に関する研究の動向を明らかにし、これから期待される研究の方向性を示すことを目的とした。先行研究、および論文検索エンジン「Google Scholar」の引用元検索を用い、42編の論文が抽出され、時系列に沿って社会学、計量経済学、経営工学の3つのタイプに分類された。近年、計量経済モデルにエリートスポーツ政策などのメゾレベルの説明変数が組み込まれてきていることが明らかとなった。その背景には、各国が導入している国定の競技力向上策がある。マクロレベルの研究の精度を向上させるため、およびエリートスポーツ政策立案に寄与する提言を行うために、メゾレベル研究を推進していく必要性が示唆された。

Key words: 国際競技力, オリンピック, マクロレベル, レビュー

¹早稲田大学スポーツ科学研究科

²早稲田大学スポーツ科学学術院

早稲田大学スポーツ科学研究科

〒202-0021 東京都西東京市東伏見 2-7-5 早稲田大学体育教室棟 305

TEL 042-461-1354

E-mail f_hiro1@livedoor.com

受付日：2011年3月11日

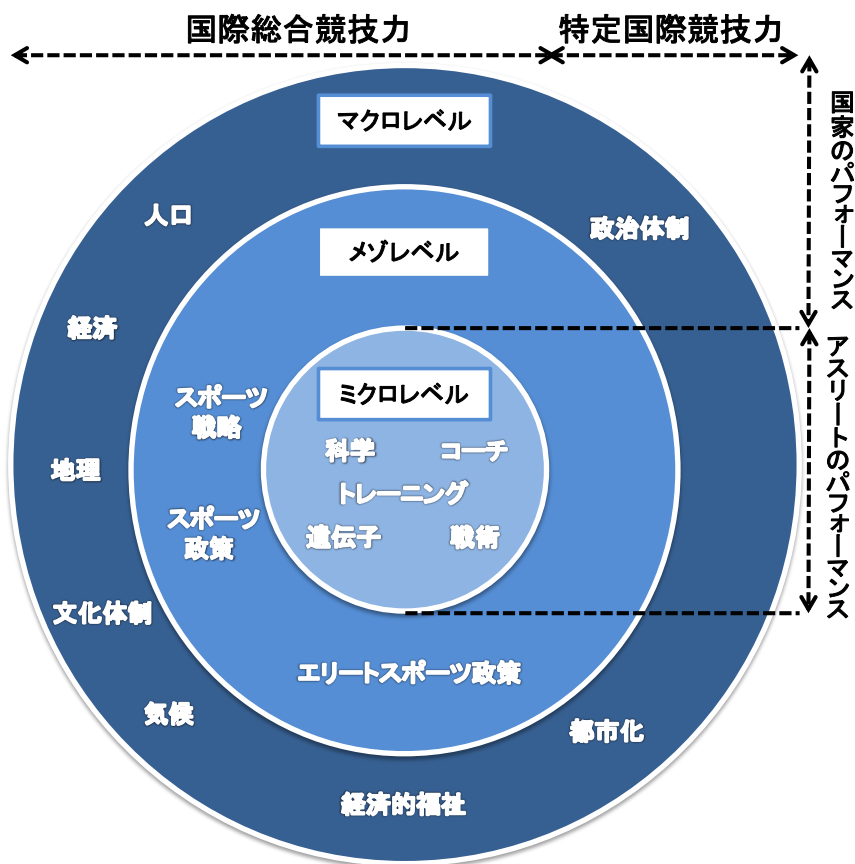
受理日：2011年8月25日

1. はじめに、国際競技力に関する研究領域

過去数十年にわたって、オリンピックをはじめとする国際競技大会における国家間のメダル獲得レースは激化している。オリンピックは世界中のトップアスリートが、各々の才能を競う最高の舞台である。ゆえに、国際友好親善が理念として掲げられているにも関わらず、オリンピックにおける国家のパフォーマンス、つまりメダルを多く獲得することは、多くの国にとって最重要命題の一つとみなされている⁶¹⁾。2008年北京オリンピックまでの4年間で、イギリス政府はエリートアスリートの直接的な支援に約7.5億ポンド(約1,000億円)の予算を計上し²⁵⁾、その結果として、イギリスは金メダル19個、合計49個のメダルを獲得した。オリンピックにおいてメダルを取ることは、

国の威信やアスリートの商業的価値云々だけでなく、一国の経済をも左右する大仕事であり²⁰⁾、2010年に策定されたスポーツ立国戦略においても世界の強豪国に伍する競技力向上は重点戦略の一つに位置付けられている。

国際競技力とは、ある国の競技スポーツ分野の国際競争力を示すものであり、オリンピック競技大会、競技別世界選手権大会等の国際競技大会における競技成績等を指標として表した、国家間を比較しうる相対的競技水準のことである²⁶⁾。国際競技力は、①国際総合競技力(オリンピック、アジア大会、ユニバーシアードにおける競技成績)、②特定国際競技力(FIFAワールドカップにおける競技成績、ツールドフランスの競技成績など)の2つに大別することができる。



De Bosscher et al. (2008), 出雲 (2008) を参考に作成

Fig. 1. Area of study in international sporting success and factors determining individual and national success

国際競技力向上に影響を与える要因は実に様々であり、広範な分野からのアプローチによって研究されている。De Bosscher et al. (2008)¹²⁾はそれらの要因をマイクロ、メゾ、マクロの3レベルに分類している。マイクロレベルとは、個々のアスリートに影響を与えるトレーニング、戦術、科学的サポート、遺伝子の質、およびコーチなどアスリートの周辺環境などである。マクロレベルは、各国のメダル獲得数に影響を与える社会・文化状況、すなわち経済的福祉、人口、地理、気候、都市化の度合い、政治体制、文化体制などを意味する。メゾレベルとは、スポーツ政策や戦略である。以上を考慮すると、国際競技力向上を取り巻く研究領域は Fig. 1 のように示すことができる。

2008年北京オリンピックは302の種目により構成されていた。国際総合競技大会においては、種々異なる数百の種目が大会を構成し、それぞれに対するミクロ的な分析に基づき、国家間のパフォーマンスを分析することは困難である。そのため、Ball (1972)³⁾が指摘するように、国際競技大会、特にオリンピックにおける国家のパフォーマンスの分析に際しては、スポーツに関係するデータではなく、経済学、人口統計学、政治経済学などのマクロレベルの変数が用いられてきている。

マイクロレベルは主に自然科学系の分野で研究が進められている一方で、マクロ、メゾレベルは社会科学に分類され、その中でもマクロレベルは社会学や経済学の分野によって1950年代より研究が積み重ねられてきているが、日本において非常に研究に乏しい領域である。

本稿では、わが国の国際競技力向上に関する研究の発展に寄与するため、オリンピックにおける国際競技力、すなわち国際総合競技力に関するマクロレベル研究の動向を整理するとともに、今後どのような研究が期待されるのか課題と方向性を示す¹⁾。

II. 研究方法

国際総合競技力に関する研究を検索するための方法として、国際競技力を規定する要因についての1956～2003年の主なマクロレベルの研究35編の独立変数一覧をまとめたDe Bosscher et al. (2006)¹¹⁾を参考とした。その中で、閲覧・入手可能であったものから、対象がオリンピックでない研究を除き、2003年までの研究として16編を抽出した。

また、2004年以降の研究論文に関しては、論文検索エンジン「Google Scholar」を用いた。「Google Scholar」を用いたのは、オリンピック研究を検索するための特定のデータベースが存在しないため、分野が特定されることなく、学術専門誌、論文、書籍など、広範囲に渡る学術資料を検索できるデータベースであるためである。加えて、キーワード検索ではヒットしない関連研究を包括的に探すための手段として、引用元検索ができるためである。前述の16編の研究論文を引用している論文を引用元検索し、漏れをなくすために、抽出された論文も同様に検索を繰り返した結果、2004年以降の研究論文として24編が抽出された。なお、扱う研究論文を決定する際に、以下の視点を設定した。

- ① 従属変数、またはアウトプットがオリンピックにおける国際競技力であること
- ② 独立変数、またはインプットがマクロレベルの変数であること

De Bosscher et al. (2006)が扱っていなかった2003年以前の研究2編を含み、最終的に本稿で扱う研究として42編が抽出された。

III. 結果

抽出された論文から、これまでのオリンピックにおける国際競技力に関するマクロレベル研究を時系列的に見ると、42編中32編(76.2%)が「Sport」の語を含まない雑誌、または著書に記載された研究であり、1970年代には社会学の分野でその決定要因に関する研究が盛んに行われている。その後

1990年代からは計量経済学の分野において、統計モデルによるメダル獲得の期待値を算出する研究に移行し、近年では経営工学の分野においてメダル獲得の効率性の比較研究が行われている。これらから社会学、計量経済学、経営工学の3つの観点から、国際総合競技力に関する研究の動向を概説する。

1. 国際総合競技力の社会学研究

Jokl et al. (1956)²⁸⁾の研究は、国家の健康水準や経済水準とオリンピックの成績を分析したマクロレベルの先駆的研究である。異なる競技のメダルの価値を考える上で、異なる競技の結果を均等な尺度で評価できるような方法を用いる必要がある²⁹⁾と考え、1952年ヘルシンキオリンピック出場選手、全4,925人の成績にポイント分配システムⁱⁱ⁾を用いて各国の獲得ポイントを算出している。一人あたりの国民所得、死亡率、および幼児死亡率が各国の獲得ポイントや人口100万人あたりの獲得ポイントと相関関係にあり、良好な社会経済がオリンピックの成績に寄与していることを明らかにしている。

Novikov & Maximenko (1972)⁴⁷⁾は、大会の参加選手数は人口の大小に関係なく決められているため、縦断的な調査による単位人口あたりのポイントや単位人口あたりのメダル獲得数による分析では、正しい評価が行われていないと指摘している。人口と5つの社会経済的指標、すなわち、都市人口の割合、一人あたりの国民所得、摂取カロリー、非識字率、および平均寿命によって、1964年東京オリンピックの参加国を類型化し、参加国の6-5-4-3-2-1のマーケットポイントⁱⁱⁱ⁾の合計との間の相関分析をしている。各国の競技成績の差は、人口と社会経済の発展の不平等性の反映であり、それはトレーニング技術、施設、設備、スポーツ科学、および専門家によるトレーニングを含んでいると結論づけている。

Ball (1972)³⁾は多量の説明変数を用い、より社会的なアプローチで分析している。1964年東京オリンピックにおけるメダル獲得国41カ国のうち36カ国を対象に、3-2-1のメダルマーケットポイン

ト^{iv)}の基準でポイントを与え、ポイントの高群と低群と、55の人口統計学、人類生態学、政治学、および経済学的指標の高群と低群とを2×2のクロスセクションで分析している。その結果、面積、人口、および人口密度などの人口統計学的指標と競技力とは相関がなく、都市化、非識字率、民族と言語の同質性、新聞発行部数などが競技力と相関があることが明らかにされている。さらに、GNPや一人あたりのGNP、財政状態、および経済秩序の経済学的変数はオリンピックにおける成功と強い相関があることが明らかとされている。

1970年代後半は、オリンピックに関する社会学研究の多くがオリンピックの理念に関するものから、オリンピックにおける競技成績に関連する政治・経済的要因を分析するという研究に遷り変わった時期である⁹⁾。それらの多くが相関分析や単回帰法を用い、国家のオリンピックにおけるパフォーマンスに、主として経済的、政治的、および社会的要因が重要な役割を果たしていることを明らかにしている^{19) 31) 34) 47) 52)}。

しかしながら、Colwell (1981)⁹⁾は、先行研究において、「変数の決定に際する明確な根拠」および「変数同士の関係に関する理論的根拠」が考慮された理論的なフレームワークが存在しないことを問題視している。先行研究を精査し、潜在的な国際総合競技力の社会文化的な決定要因を総合的に構造化している (Fig. 2)。国際総合競技力に影響を与えるのは、経済、政治、および社会の3つの側面であり、それぞれが総合的に国際総合競技力に寄与しているというフレームワークを構築している。①利用可能な物的・人的資源が多いほど、潜在的な国際総合競技力は高くなる、②より直接的で迅速な政策が推進されるほど、より効率的な資源動員が行われ、潜在的な国際総合競技力が高くなる、③スポーツの機会集合の入手可能性が高いほど、利用可能な資源の効率的な資源の配分と動員の潜在的発展が起こる、と考察している。



Colwell (1981) を翻訳

Fig. 2. Sociocultural Determinants of Potential for International Sporting Success.

2. 国際総合競技力の計量経済学研究

Gärtner (1989)¹⁷⁾は、日本を含めた26の西欧型民主主義国を対象に、最小二乗法(OLS)を用いて多変量解析をし、人口、GNP、および一人あたりのGNPが1972年ミュンヘン、札幌、1976年インスブルック、モンテリオール、および1988年カルガリーオリンピックにおける各国のメダル獲得数の決定要因であることを明らかにしている。また、生産可能性フロンティア^{v)}を使い、西欧型民主主義国よりも、社会主義国のオリンピックにおけるパフォーマンスが高いことが証明されている。

国際総合競技力を横断的に評価する際は、メダルを一度も獲得したことがない国が多くあり、それらの国にも説明変数が存在することを考慮しなければならない。メダル獲得数という目的変数は最小値ゼロを多く含む打ち切りデータ(censored data)であり、OLSによるメダル推定量²²⁾²⁴⁾⁴²⁾⁴³⁾⁵⁵⁾は、漸近的に低いバイアスがかかりマイナスの数値を推定してしまうため、最適なモデルとは言えない⁵³⁾。そのため、目的変数にゼロという下限が存在することを考慮したトービットモデルがしば

しば利用される¹⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾¹⁶⁾³⁹⁾⁵⁶⁾⁵⁸⁾。その他にも、起こり得る説明変数間の交互作用を考慮にいたる目的変数のロジスティック変換²⁾や、プロビット回帰³²⁾、ポアソン回帰³⁹⁾⁴⁴⁾⁵⁰⁾や負の二項分布回帰³⁹⁾⁵⁰⁾などの計量経済手法を用いた分析も行われている^{vi)}。

統計的なモデルが発展した一方で、経済力と多くの人口を抱えた国が、オリンピックのメダルテーブルの上位に位置するという結論に収束することが多く、そのため、国際総合競技力の決定要因に関する研究と合わせて、国別のメダル獲得予測が頻繁に行われている¹⁾⁶⁾⁷⁾¹⁵⁾²¹⁾²⁴⁾²⁷⁾⁴⁸⁾。

Bernard & Busse (2004)⁶⁾は、当領域で最も引用数が多い研究^{vii)}である。一人あたりのGDPと人口がメダルシェア(メダル獲得数の比率)の重要な決定要因であり、同等の影響力を持っていることを、トービットモデルを用いて明らかにしている。次に、開催国、旧ソ連、計画経済といったダミー変数を加えると、メダル予測モデルのパフォーマンスが上昇することを示している。加えて、前回大会の成績を説明変数に加えると、モデルの適合度がさらに上昇し、一人あたりのGDPや人口とい

った変数よりも影響力が大きいことが明らかにされている。その根拠として、オリンピック選手は複数大会に跨って活躍できる耐久消費財であり、ある大会に対する投資はその次の大会にも影響するということが挙げられている。1996年アトランタオリンピックにおいて5個以上のメダルを獲得した36カ国を対象に、2000年シドニーオリンピックのメダル獲得数を予測し、アメリカの97個を的中させ、22カ国において±3の範囲内の適合を示した。

Shibli & Bingham (2008)⁵³⁾は、1980年代以降の、各国の潜在資源を用いた予測の精度が落ちていることや、マクロ経済学的変数では同国の同種目における男女のパフォーマンスの格差を説明できないことを指摘し、より経営科学的なアプローチによって、2008年北京オリンピックにおける中国のみの金メダル獲得数を予測している新しいタイプの研究を試みている^{viii)}。

3. 国際総合競技力の経営工学研究

統計的なモデルを利用した先行研究は、回帰モデルによって算出される各国のパフォーマンスの期待値に対して、各国の実際のパフォーマンスがどの様であったのかということにフォーカスしているといえる⁵²⁾。また、目的変数がメダル獲得率やメダルシェアであることから、総じて多くのメダルを獲得する国から降順に評価される絶対評価による分析であるという特徴も合わせて持っている。

近年、包絡分析法(Data Envelopment Analysis: DEA)を用いた各国のオリンピックにおける相対的なメダル獲得効率を測定する研究がなされている^{8) 35) 36) 37) 54) 61) 62) 63) 64)}。DEAは、事業体の種々の実績結果を示すデータ(実績評価においては、財政内情報と財務外情報)による客観的な情報のみを用いて、事業体の相対的な効率を測定するノンパラメトリックな方法^{ix)}として提案されており、病院、郵便局、電力、銀行、農業などの分野において適応されてきている⁵⁷⁾。DEAを用いる長所としてインプット変数とアウトプット変数との関連について推定関数形の特定化をする必要がないこと

が挙げられる。加えてDEAは、①どの事業体(当領域の場合は国:DMU)が効率活動を示し、効率的フロンティア(効率活動の集合体である曲線)を形成するのか、および、②どの事業体が非効率性を示し、効率的フロンティアに至るために、インプット変数、アウトプット変数、またはそれらの組み合わせの適切な調整活動が必要なのかを明らかにすることができる⁶²⁾。

Lozano et al. (2002)³⁸⁾は、GNPと人口をインプット変数、金・銀・銅メダル数をアウトプット変数に採用して、メダルの価値が金>銀>銅となるようにウエイト制限をかけ、規模に関して収穫可変(Variable returns to scale: VRS)を想定して、オリンピック過去5大会における各国のパフォーマンスを評価している。

Wu et al. (2009c)⁶³⁾は、Liang et al. (2007)³⁶⁾のDMU間の競争を組み込んだ新たなDEAモデル、ゲームクロス効率モデルをVRSモデルに発展させ、インプット変数に一人あたりのGDPと人口、アウトプット変数にウエイト制限をかけた、金・銀・銅メダル数を採用し、夏季オリンピック過去6大会の各国のパフォーマンスの評価をしている。

Wu & Liang (2010)⁶⁴⁾は、DEAで算出される効率値とは違い、DMUの順序付けや特徴付けを可能とするDEAクロス効率値評価法を用いて、2008年北京オリンピックにおける各国のパフォーマンスを評価している。インプット、アウトプットは先行研究に習い、一人あたりのGDPと人口、金・銀・銅メダル数を採用している。さらに、ベンチマーキングすべきDMUをより明らかにするために、クラスター分析をしている^{x)}。

IV. 課題と今後の研究の方向性

1. エリートスポーツ政策の代理変数

回帰モデルによる人口とGDPによる予測精度は年々落ちてきている⁵⁾との指摘もあり、統制不能であるマクロ経済学的変数だけでは国際総合競技力を説明できなくなっている。De Bosscher et al.

(2006)¹¹⁾や Shibli & Bingham (2008)⁵³⁾は、その一つの理由として、多くの国々が国定のエリートスポーツ政策を実施していることを挙げている。このことを考慮すると、計量経済学モデルの中に各国のスポーツ環境、戦略、政策、つまりメゾレベルの変数を考慮したモデルを検討する必要性は高いと考えられる。

Forrest et al. (2010)¹⁵⁾は、Bernard & Busse (2004)⁹⁾のモデルから前回大会の成績を除き、その代わりに各国のスポーツ予算と次回大会開催国というこれまでの統計モデルでは軽視されてきたスポーツ関連の変数をモデルに用いると、各国のメダル獲得予測値が上昇することを明らかにしている。対象となった127カ国のメダル数のうち、99カ国が±2の範囲内という高い適合を示した($R^2=0.970$)。オーストラリアやオランダなどの経済大国でない国がなぜオリンピックにおいてよい成績を残しているのかという Colwell (1981)⁹⁾のリサーチクエストに対する説明の第一歩と言えよう。

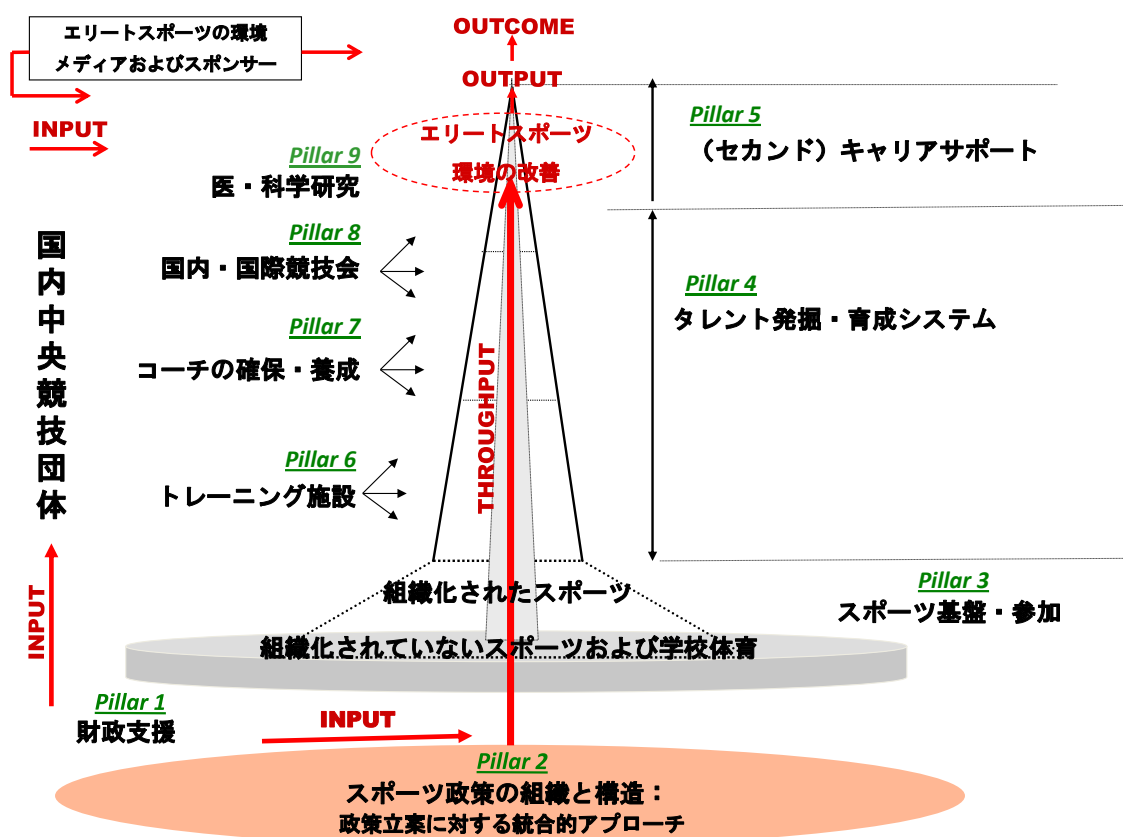
しかしながら、Forrest et al. (2010)¹⁶⁾のデータは各国のスポーツ予算の代理変数として United Nation の国家支出の文化事業費 (Recreational, cultural and religious affairs) を代理変数として用いたものであり、各国のスポーツ予算を正確に捉えたものではない。メゾレベル変数を使った Martin (2005)⁴²⁾や Luiz & Fadal (2010)⁴⁰⁾は International Form on Elite Sport (現在は、International Association High Performance Sports Training Center) が High Performance Center と定めた施設を要する国を1、それ以外を0としたエリートスポーツ政策の代理ダミー変数であり、データの精度が高いとはいえない^{xi)}。各国が本格的に導入しているエリートスポーツ政策がメダル獲得に与える影響はもはや無視することができない。そのため、各国のスポーツ予算、エリートスポーツ予算に関するデータの包括的に収集することや、エリートスポーツ政策を説明できる質の高い代理変数をどのように設定するのかを検討していく必要があることは明確である。

DEA を用いた研究においても、オリンピックにおいて効率的なパフォーマンスを示している国

(効率的フロンティア) が明確になる一方で、結果として、短期間では統制が不能であるマクロ変数の改善を示している。そのため、具体的にどのような政策改善が求められているのかまでは言及できない。ゆえに、マクロレベルの研究の精度を高める上で、制御可能であるメゾレベル変数のインプットを検討していくことは重要であると考えられる。

2. 目的変数、メダルの価値

IOC のメダルテーブルでは金メダル獲得数順にランキング付けがされるため、銀・銅メダルの価値が低く評価されていると言える。一方、多くのメディアはメダルの合計数順にランキングを付けるため、金メダルの価値が低く見積もられている。先行研究においてしばしば、メダルマーケットポイントが用いられている^{39) 40) 45) 46)}が、そのウエイトに科学的な根拠は存在していない。Saaty (2010)⁵¹⁾は、金・銀・銅メダルの価値のウエイトを階層分析法 (Analytic Hierarchy Process: AHP) を用いて量化している。目的変数である各メダルの価値に着目した数少ない経営工学研究である。AHP は、一般には客観的に測定できない不確かなものと思われる感覚情報を、偏った主観に陥ることのない総合判断にまとめ上げる手法である³⁰⁾。金・銀・銅メダルの適切なウエイトは (0.68, 0.23, 0.09) であると考えられている。また、競技種目ごとの価値の違いを考慮するために、全86種目の入場チケットの価格の相対比とウエイト値を掛け、合計値を算出している。その結果、カナダが最もパフォーマンスの高かった国であると結論づけている^{xii)}。AHP は様々な状況に対応したランキング化が可能であり、国際競技大会におけるパフォーマンスや成功に関する、根拠に基づいた多彩な解釈が可能となる。今後は、様々な状況によって算出されたウエイトと、計量経済モデルやDEA とを組み合わせた検討が必要であると考えられる。



De Bosscher et al. (2006) を翻訳

Fig. 3. SPLISS-model: theoretical model of 9 pillars of sports policy factors influencing international success.

V. 終わりに、
メゾレベル研究推進の必要性和現場への応用

オリンピックを主とする国際総合競技力に影響を与える要因を全て考慮すると、マクロレベルの変数は事実上コントロールできない制御不能変数である。社会的な影響を受けて変遷する可能性があるのはメゾレベル変数だけである。各国がメダル獲得のために国定の戦略的アプローチを実施してきている背景を考慮すると、スポーツ政策や戦略と国際総合競技力の関係性を見出すメゾレベルの研究を推進する必要性は高い。しかしながら、メゾレベルの要因に特化した研究は非常に少ない¹¹⁾。2004年よりエリートスポーツ政策や環境の定量的な国際ベンチマーキング研究が欧州を中心に推進されている。エリートスポーツ政策における成功を規定する9つの柱(9 Pillar)から成る SPLISS

(Sports Policy Factors Leading to International Sporting Success) モデル (Fig. 3) が構築され、6カ国によるパイロットスタディが行われた¹³⁾。SPLISS モデルは9 Pillar の充足がエリートスポーツ環境を整え、国際競技力に寄与するというインプット・スループット・アウトプットモデルである。2010年からのフォローアップ研究では、日本も参加国に加わり、約15カ国間のエリートスポーツ政策の定量的なベンチマーク研究が進められている。これまでの、各国のエリートスポーツの政策を質的に調査した研究^{4) 18) 25)}が、説明的・記述的である一方、SPLISS 研究は比較可能な量的な指標と、比較可能な状態に変換した質的な指標の組み合わせ(ミックスリサーチメソッド)を用いた分析¹⁴⁾に基づく調査であり、将来的には同種・同規模の国と評価指標を比べることによって、国際総合競技力の相対的な位置づけがより明確になる。

スポーツ政策の現場においても、政策の客観的な評価が実施しやすくなり、政策立案者にとっての重要資料となるように思える。国際競技力向上の重要性が増している一方で、競技力向上政策やエリートスポーツ政策の評価に関する研究はその需要に追いついていない。メゾレベルの研究を蓄積していくことは、日本のエリートスポーツ環境の整備や国際競技力向上策の確立に貢献できると考えられる。

VI. 参考・引用文献

- 1) Andreff, M., Andreff, W. Economic Prediction of Sport Performances: From Beijing Olympic to 2010 FIFA World Cup in South Africa. *International Association of Sports Economists Working Papers*. 1008: 2010.
- 2) Baimbridge, M. Outcome uncertainty in sporting competition: the Olympic Games 1896-1996. *Applied Economics Letters*. 5(3): 161-164, 1998.
- 3) Ball, D. W. Olympic Games Competition: Structural Correlates of National Success. *International Journal of Comparative Sociology*. 13(34): 186-200, 1972.
- 4) Bergsgard, N. A., Houlihan, B., Mangset, P., Nødland, S. I., Rommetvedt, H. Sport Policy: A *Comparative Analysis of Stability and Change*. 1st Edition, Elsevier, Oxford, 2007.
- 5) Bernard, A. B., Busse, M. R. Who wins the Olympic Games: Economic Development and Medal Totals. *National Bureau of Economic Research working paper*. 7998: 2000.
- 6) Bernard, A. B., Busse, M. R. Who wins the Olympic Games: Economic Resources and Medal Totals. *The Review of Economics and Statistics*. 86(1): 413-417, 2004.
- 7) Bian, X. Predicting Olympic Medal Counts: the Effects of Economic Development on Olympic Performance. *Undergraduate Economic Review*. 2(1): 1-21, 2006. [Online], Available: <http://digitalcommons.iwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=uer> [3 March 2011]
- 8) Churilov, L., Flitman, A., Towards fair ranking of Olympic achievements: the case of Sydney 2000. *Computer & Operations Research*. 33: 2057-2082, 2006.
- 9) Colwell, J. (1981). Sociocultural Determinants of Olympic Success. In J. Segrave, D. Chu. (Eds.), *The Olympic Games in Transition*. Human Kinetics, Champaign, 1981, 242-261.
- 10) Condon, E. M., Golden, B. L., Wasil, E. A. Predicting the success of nations at the Summer Olympics using neural networks. *Computer & Operations Research* 26: 1243-1265, 1999.
- 11) De Bosscher, V., De Knop, P., Van Bottenburg, M., Shibli, S. A Conceptual Framework for Analysing Sports Policy Factors Leading to International Sporting Success. *European Sport Management Quarterly*. 6(2): 185-215, 2006.
- 12) De Bosscher, V., Bingham, J., Shibli, Simon., van Bottenburg, M., De Knop, P. *The Global Sporting Arms Race: An International Comparative Study on Sports Policy Factors Leading to International Sporting Success*. Chapter 2, Meyer & Meyer Sport, Oxford, 2008, 17-24.
- 13) De Bosscher, V., De Knop, P., Van Bottenburg, M., Shibli, S., Bingham, J. Explaining international sporting success: An international comparison of elite sport systems and policies in six countries. *Sport Management Review*. 12: 113-136, 2009.
- 14) De Bosscher, V., De Knop, P., Van Bottenburg, M., Shibli, S., Truyens, J. Developing a methodology for comparing the elite sport systems and policies in six nations. *Sport Management Review*. 24: 567-600, 2010.
- 15) Forrest, D., Sanz, I., Tena, J.D. Forecasting national team medal totals at the Summer

- Olympic Games. *International Journal of Forecasting*. 26: 576-588, 2010.
- 16) Flores, R. J., Forrest, D., Sanz, I., Tena, J, de D. Can Government Buy Olympic Medals? Workshop on 'The economics of the Olympic Games', 2008. [Online], Available: <http://www.docstoc.com/docs/25125679/CAN-GOVERNMENTS-BUY-OLYMPIC-MEDALS> [3 March 2011]
- 17) Gätner, M. Socialist Countries' Sporting Success before Perestroika – and after? *International Review for the Sociology of Sport*. 24: 283-297, 1989.
- 18) Green, M., Houlihan, B. *Elite Sport Development: Policy learning and political priorities*. 1st Edition, Routledge, Abington, 2005.
- 19) Grimes, A., Kelly, W., Rubin, P. A socio-economic model of national Olympic performance. *Social Science Quarterly*. 55: 777-783, 1974.
- 20) 原田宗彦. 日本のメダルの獲得数と投資効果. スポーツ産業学研究. 15 (1) : 11-15, 2005.
- 21) Hawksworth, J. Economic Briefing Paper: Modelling Olympic Performance. Price Waterhouse Coopers. June: 2008. [Online], Available: <http://www.ukmediacentre.pwc.com/imagelibrary/downloadMedia.ashx?MediaDetailsID=1207> [3 March 2011]
- 22) Hoffman, R., Ging, L. C., Ramasamy, B. Public policy and Olympic success. *Applied Economics Letters*. 9(8): 545-548, 2002a.
- 23) Hoffman, R., Ging, L. C., Ramasamy, B. The Socio-Economic Determinates of International Soccer Performance. *Journal of Applied Economics*. 5(2): 253-272, 2002b.
- 24) Hoffman, R., Ging, L. C., Ramasamy, B. Olympic Success and ASEAN Countries: Economic Analysis and Policy Implications. *Journal of Spots Economics*. 5(3): 262-276, 2004.
- 25) Houlihan, B., Green, Mick. *Comparative Elite Sport Development: Systems, Structures and Public Policy*. 1st Edition, Chapter 1, Elsevier, London, 2008, 1-25.
- 26) 出雲輝彦. 日本の競技スポーツ政策. 諏訪伸夫, 井上洋一, 齋藤健司, 出雲輝彦編. スポーツ政策の現代的課題. 初版, 第3章, 日本評論社, 東京, 2008, 111-133.
- 27) Johnson D. K. N., Ali, A. A Tale of Two Seasons: Participation and Medal Counts at the Summer and Winter Olympic Games, *Social Science Quarterly*. 85 (4): 974-93, 2004.
- 28) Jokl, E., Karvonen, M. J., Kihlberg, J., Koskela, A., Noro, L. *Sports in the Cultural Pattern of the World: A Study of the 1952 Olympic Games at Helsinki*. Institute of Occupational Health, Helsinki, 1956.
- 29) Jokl, E. Health, Wealth and Athletics. In Jokl, E. (Ed.), *International Research in Sport and Physical Education*. Thomas, Springfield, 1964, 218-222.
- 30) 木下栄蔵, 大野栄治. AHP とコンジョイント分析. 初版, 第1章, 現代数学社, 京都, 2004, 1-14.
- 31) Kiviahio, P., Mäkelä, P. Olympic success: A sum of non-material and material factors. *International Review of Sport Sociology*. 2: 5-17, 1978.
- 32) Krishna, A., Haglund, E. Why Do Some Countries Win More Olympic Medals? Lessons for Social Mobility and Poverty Reduction. *Economic & Political Weekly*: 143-151, 2008.
- 33) Leeds, M. A. Leeds, E. M. International Soccer Success and National Institutions. *Journal of Sports Economics*. 10(4): 369-390, 2009.
- 34) Levin, N. Why do countries win Olympic medals – some structural correlates of Olympic Games success? *Sociology and Social Research*. 58(4):

- 353-360, 1974.
- 35) Li, Y., Liang, L., Chen, Y., Morita, H. Models for Measuring and Benchmarking Olympics Achievements. *Omega*. 36: 933-940, 2008.
- 36) Liang, L., Wu, J., Cook., W. D., Zhu, J., The DEA Game Cross-Efficiency Model and Its Nash Equilibrium. *Operations Research*. 56(5): 1278-1288, 2007.
- 37) Lins, M. P. E., Gomes, E. G., Soares de Mello, J. C. C. B., Soares de Mello, A. J. R. Olympic ranking based on a zero sum gains DEA model. *European Journal of Operational Research*. 148: 312-322, 2003.
- 38) Lozano, S., Villa, G., Guerrero, F., Cortés, P. Measuring the Performance of Nations at the Summer Olympics Using Data Envelopment Analysis. *The Journal of the Operational Research Society*. 53(5): 501-511, 2002.
- 39) Lui, H. K., Suen, W. Men, Money, and Medals: An Econometric Analysis of the Olympic Games. *Pacific Economic Review*. 13(1): 1-16, 2008.
- 40) Luiz, J., Fadal, R. An Economic Analysis of Sports Performance in Africa. *University of Witwatersrand Working Paper*. 162: 2010.
- 41) Macmillan, P. Smith, I. Explaining International Soccer Rankings. *Journal of Sports Economics*. 8(2): 202-213, 2007.
- 42) Martin, S. G., Arin, K. P., Nitha, P., Chetty, S. Do elite sports system mean more Olympic medals? *Massey University Department of Commerce Working Paper Series*. 5(31): 2005.
- 43) Matros, A. Namoro, S. D. Economic Incentives of Olympic Games. *Working Paper. University of Pittsburgh*. 2004.
- 44) Mitchell, H., Stewart, M. F. A competitive index for international sport. *Applied Economics*. 39(5): 587-603, 2007.
- 45) Moosa, I. D., Smith, L. Economic Development Indicators as Determinants of Medal Winning at the Sydney Olympics: An Extreme Bounds Analysis. *Australian Economic Papers*. 43(3): 288-301, 2004.
- 46) Moorton, R. H. Who Won the Sydney 2000 Olympics?: An Allometric Approach. *The Statistician* 51(2): 147-155, 2002.
- 47) Novikov, A. D., Maximenko, A. M. The Influence of Selected Socio-Economic Factors on the Level of Sports Achievements in the Various Countries: (using as an example the 18th Olympic Games in Tokyo). *International Review for the Sociology of Sport*. 7: 27-44, 1972.
- 48) Phau, W. Predicting the Medal Wins by Country at the 2006 Winter Olympic Games: An Econometric Approach. *The Korea Economic Review*. 22(2): 233-247, 2006.
- 49) Rathke, A., Woitek, U. Economics and the Summer Olympics: An Efficiency Analysis. *Journal of Sports Economics*. 9(5): 520-537, 2008.
- 50) Roberts, Glen. Accounting for Achievement in Athens: A Count Data Analysis of National Olympic Performance. *University of Victoria Econometrics Working Paper*. EWP0602: 2006. [Online], Available: <http://web.uvic.ca/econ/research/papers/ewp0602.pdf> [3 March 2011]
- 51) Saaty, T. Who won the Winter 2010 Olympics? A Quest into Priorities and Rankings. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. 12(1-2): 25-36, 2010.
- 52) Shaw, S., Pooley, J. National success at the Olympic: An explanation. In C. Lessard., J. P. Massicotte., E. Leduc. (Eds.), *Proceedings of the 6th international seminar: History of physical education and sport*. Trois Rivieres, Quebec, 1976, 1-27.
- 53) Shibli, S., Bingham, J. A forecast of the performance of China in the Beijing Olympic Games 2008 and the underlying performance management issues. *Managing Leisure*. 13(3):

- 272-292, 2008.
- 54) Soares de Mello, J. C. C. B., Meza, L. A, da Silva, B.B. A ranking for the Olympic Games with unitary input DEA models. *IMA Journal of Management Mathematics*. 20: 201-211, 2009.
- 55) Stamm, H., Lamprecht, M. Sydney 2000-The Best Game Ever? World Sport and Relationships of Structural Dependency. *Summary of a paper presented at the 1st World Congress of the Sociology of Sport*¹⁾: 2001.
- 56) Suen, W. (Olympic) Games and Economic Behavior. University of Hong Kong Working paper. 1994. [Online], Available: <http://www.econ.hku.hk/~wsuen/ls/games.pdf> [3 March 2011]
- 57) 杉山学. 経営効率分析のための DEA と Inverted DEA : 基本概念と方法論から, 主観的な判断を加味できる応用モデルまで. 初版, 第 1 章, ITSC, 静岡, 2010, 1-12.
- 58) Tcha, M., Pershin, V. Reconsidering Performance at the Summer Olympics and Revealed Comparative Advantage. *Journal of Sports Economics*. 4(3): 216- 239, 2003.
- 59) Togler, B. "La Grande Boucle" : Determinants of Success at the Tour de France. *Journal of Sports Economics*. 8(3): 317-331, 2007.
- 60) Togler, B. The determinants of women's international soccer performances. *International Journal of Sport Management and Marketing*. 3(4): 305-318, 2008.
- 61) Wu, J., Liang, L., Yang, F. Achievement and benchmarking of countries at the Summer Olympic using cross efficiency evaluation method. *European Journal of Operation Research*. 197: 722-730, 2009a.
- 62) Wu, J., Zhou, Z., Liang, L. Measuring the Performance of Nations at the Beijing Summer Olympics Using an Integer-Valued DEA Model. *Journal of Sports Economics*. 11(5): 549-566, 2009b.
- 63) Wu, J., Liang, L., Chen, Y. DEA game cross-efficiency approach to Olympic rankings. *Omega*. 37(4): 909-918, 2009c.
- 64) Wu, J., Liang, L. Cross-efficiency evaluation approach to Olympic ranking and benchmarking. *International Journal of Applied Management Science*. 2 (1): 76-92, 2010.
-
- ⁱ 特定国際競技力に関しては, サッカーは, Hoffman et al. (2002b)²⁵⁾, Macmillan & Smith (2007)⁴¹⁾, Togler (2008)⁶⁰⁾, および Leeds, M. A & Leeds, E. M. (2009)³³⁾らツールドフランスは Togler (2007)⁵⁹⁾を参照.
- ⁱⁱ ポイント分配システム: 競技で優勝した選手に 100 ポイント, 最下位だった選手 0 ポイントを配分する. つまり, 参加選手が 50 人だった場合, 10 位の選手は 80 ポイントを獲得するというポイントの分配方法.
- ⁱⁱⁱ 6-5-4-3-2-1 のマーケットポイント: 各種目の金メダル国に 6 ポイント, 銀 5 ポイント, 銅 4 ポイント, 4 位 3 ポイント, 5 位 2 ポイント, 6 位 1 ポイントを付与する方法.
- ^{iv} メダルマーケットポイント: 各種目の金メダル国に 3 ポイント, 銀 2 ポイント, 銅 1 ポイントを付与する方法.
- ^v 経済 (一国) の生産物・資源を最も効率よく生産したときに得られる生産物の組合せを示すグラフを生産可能性フロンティアと呼ぶ. フロンティア上の点は効率的な生産水準を示す.
- ^{vi} その他にも, アロメトリック式⁴⁶⁾やニューラルネットワーク¹⁰⁾など数学的モデルを用いた分析や Extreme Bounds Analysis を用いて説明変数のロバストネス (安定性) を調べた研究⁴⁵⁾も存在する.
- ^{vii} 被引用件数 93 (2011 年 6 月現在)
- ^{viii} Shibli & Bingham (2008)⁵³⁾の分析によると中国チームの 2008 年北京オリンピックにおける金メダルの予測獲得数は 46 個であった. 実際には, 中国は 51 個の金メダルを獲得した.
- ^{ix} パラメトリックなメダル獲得効率研究として,

確率的フロンティア分析 (SFA: Stochastic Frontier Analysis) を用いた各国のオリンピックにおける成功の生産性の研究 (Rathke & Woitek, 2008) ⁴⁹⁾ が挙げられる。

^x Wu & Liang (2010) ⁶⁴⁾の結果によると、日本がベンチマーキングすべき国は、エストニアであった。

^{xi} Martin (2005) ⁴²⁾のデータでは、エリートスポーツ政策を実行していると定められて国は、カナダ、中国、コロンビア、エクアドル、フィンランド、フランス、アイルランド、韓国、ニュージーランド、北アイルランド、ノルウェー、スコットランド、南アフリカ、スペイン、台湾、アメリカ、ウェールズであった。

^{xii} カナダはメダル獲得合計数では3位(26:14, 7, 5)であったが、Saaty (2010) ⁵¹⁾の分析によると、1位のアメリカ(37:9, 15, 13)や2位のドイツ(30:10, 13, 7)よりもパフォーマンスがよかったということになる。

Appendix 1. List of statistical models, objective variables and explanatory variables.

著者(発行年数)	雑誌・著書名	対象	帰属変数		独立変数							
			モデル・分析法	国際競争力・成功	経済	人口統計	社会経済	地理・気候	大衆・スポーツ文化	メソレベル		
Joki, et al. (1956)	Sports in the cultural pattern of the world	1952 ヘルシンキ	最小二乗法 (単回帰)	ポイント分配システム	一人あたりの国民所得	人口統計	社会経済 死亡率 幼児死亡率 摂取カロリー	死亡率 幼児死亡率 摂取カロリー	都市化 非識字率 新聞の発行部数 宗教 民族の同質性 言語の同質性 西欧 政治的近代化 政治文化 政党制 政治的リーダーシップ	大衆・スポーツ文化	メソレベル	
Bail (1972)	International Journal of Comparative Sociology	1964 東京	クロスセクション	メダルマーケットポイント (3-2-1)	GNP 一人あたりのGNP 財政状態 経済秩序							
Novikov & Maximenko (1972)	International Review of Sport Sociology	1964 東京 1968 マギシコンティ	相関	メダルマーケットポイント (6-5-4-3-2-1)	一人あたりの国民所得	人口	摂取カロリー 平均寿命 非識字率 都市人口の割合 社会主義システム 新聞発行部数 共産主義					
Levin (1974)	Sociology and Social Research	1972 ミュンヘン	相関	メダル獲得数	GDP	人口	面積					
Grimes, et al. (1974)	Social Science Quarterly	1972 ミュンヘン	相関	メダル獲得数	GDP	人口						
Shaw & Pooley (1976)	Proceedings of the 6th international seminar: history of physical education and sport	1972 ミュンヘン	相関	マーケットポイント (6-5-4-3-2-1)	GNP			軍事費		学校で教えている オリンピック競技の数		
Kivihao & Mäkelä (1978)	International Review for the Sociology of Sport	1964 東京	相関	マーケットポイント 人口比相対マーケットポイント (8-7-6-5-4-3-2-1)	一人あたりの国民所得	人口 人口密度		経済体制 宗教 健康管理				
Gärtner (1989)	International Review for the Sociology of Sport	1972 札幌, ミュンヘン 1976 インスブルック モントリオール 1988 カルガリー	最小二乗法 生産可能性フロンティア	メダル獲得数 メダル獲得数	GNP 一人あたりのGNP	人口		共産主義				
Suen (1994)	University of Hong Kong Working Paper	1992 ハルゼロナ	最小二乗法 トーマット	メダル獲得数 一人あたりのメダル獲得数	一人あたりのGDP	人口		共産主義	アフリカ アメリカ アジア ヨーロッパ	競技者/競技数 競技者/参加国数 メダル獲得実績率		
Bainbridge (1998)	Applied Economics Letters	1896~1996 夏季	ロジスティック回帰	メダル獲得率 (ロジスティック変換)								
Condon, et al. (1999)	Computers & Operations Research	1996 アトランタ	ニューラルネットワーク	メダルマーケットポイント (5-3-2-1-1-1-1)	GDP 輸出額			空港の数 死亡率 寿命 鉄道線路の距離和 (旧)ノ連環 計画経済				
Bernard & Busse (2000)	NBER Working Paper	1960~1996 夏季	トーマット	メダル獲得率	GDP	人口			開催国			
Stamm & Lamprecht (2001)	World Congress of the Sociology of Sport Summary of a paper	1964~2000 夏季・冬季	最小二乗法	メダル獲得数	一人あたりのGDP	人口		市民・政治的自由 社会主義	IOC加盟歴			
Hoffmann (2002)	Applied Economics Letters	2000 シドニー	最小二乗法	メダル獲得数	GNP	人口		社会主義	平均気温 温帯 冷帯	開催国 開催経年(1回) 開催経年(2回)		

Appendix 1. List of statistical models, objective variables and explanatory variables.

著者(発行年数)	雑誌・著書名	対象	モデル・分析法	従属変数		独立変数		
				国際競争力・成功	経済	人口統計	社会経済	地理・気候
Lui & Suen (2008)	Pacific Economic Review	1952~2004 夏季	トービット ポアンソ 負の二項分布	メダルマーケットポイント (3-2-1)	GDP	人口	開催国	開催国
		1996~2004 夏季	トービット	メダルマーケットポイント (3-2-1)	GDP	人口	開催国	開催国
		1956~2004 夏季	トービット ポアンソ	メダルマーケットポイント (3-2-1)	GDP	人口	開催国	開催国
		1960~2004 夏季	トービット ポアンソ	メダルマーケットポイント (3-2-1)	GDP	人口	開催国	開催国
Krishna & Haglund (2008)	Economic & Political Weekly	2004 アテネ	最小二乗法	メダル獲得数	人口	開催国	開催国	
			プロビット	メダル獲得数	一人あたりのGDP	開催国	開催国	
J. Flores, et al. (2008)	Workshop on 'The economics of the Olympic Games'	1980~2004 夏季	トービット	メダル獲得率	人口	開催国	開催国	
			トービット	メダルシェア	若年人口	開催国	開催国	
			トービット	メダルシェア	若年人口	開催国	開催国	
Hawthornth (2008)	PricewaterhouseCoopers, Economic Briefing Paper	1988~2000 夏季	最小二乗法	メダルシェア	一人あたりのGDP (購買力平価)	開催国	開催国	
Lui & Fadal (2010)	University of Witwatersrand, Wits Business School, Working Paper	2008 北京	最小二乗法	メダルマーケットポイント (3-2-1)	GDP	開催国	開催国	
M. Andreff & W. Andreff (2010)	International Association of Sports Economists Working Papers	1976, 1988~2004 夏季	トービット	メダル獲得数	一人あたりのGDP (購買力平価)	開催国	開催国	
Forrest, et al. (2010)	International Journal of Forecasting	1992~2004 夏季	トービット	メダルシェア	GDPシェア	開催国	開催国	

Appendix 2. List of DEA models, inputs and outputs.

著者(発行年数)	雑誌・著書名	対象	モデル・分析法		インプット		アウトプット	
			DEA	Zero Sum Gains DEA	GNP, 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数		
Lozano et al. (2002)	Journal of the Operational Research Society	1984~2000 夏季	DEA	Zero Sum Gains DEA	GNP (購買力平価), 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Lins et al. (2003)	European Journal of Operational Research	2000 シドニー	DEA, 自己組織化マップ	DEA, 自己組織化マップ	一人あたりのGDP, 人口, 障害調整平均寿命 (DALE), 子どもの死亡率 (IEOS)	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Churlilov & Filrman (2006)	Computers & Operations Research	2000 シドニー	CAR-DEA, 4グループに分類	CAR-DEA, 4グループに分類	一人あたりのGDP, 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Li, et al. (2008)	Omega	1984~2004 夏季	各競技にウエイト制限を付けた修正 Cross Evaluation DEA	各競技にウエイト制限を付けた修正 Cross Evaluation DEA	定数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Mello, et al. (2009)	IMA Journal of Management Mathematics	2004 アテネ	integrated DEA	integrated DEA	GDP, 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Wu, et al. (2009a)	Journal of Sports Economics	2008 北京	DEA クロス効率	DEA クロス効率	一人あたりのGDP, 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Wu, et al. (2009b)	European Journal of Operational Research	1984~2004 夏季	修正 DEA ゲームクロス効率	修正 DEA ゲームクロス効率	一人あたりのGDP, 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Wu, et al. (2009c)	Omega	1984~2004 夏季	修正 DEA ゲームクロス効率	修正 DEA ゲームクロス効率	一人あたりのGDP, 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	
Wu & Liang (2010)	International Journal of Applied Management Science	2008 北京	DEA クロス効率, クラスタ分析	DEA クロス効率, クラスタ分析	一人あたりのGDP, 人口	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	金メダル数, 銀メダル数, 銅メダル数	

Abstract

**The Trend of Research in International Sporting Success:
Review of Macro Level Olympic Study**

Hiroaki Funahashi, Yoshiyuki Mano

This study examines the trend of researches in nation's Olympics success focused on macro level studies, and discusses the future researches. A review of macro level studies was conducted by a literature analysis and searching electronic databases Google Scholar using "Cited by" link from inception to 3 March, 2011. Eligible articles were classified in 3 groups; sociology, econometrics, and operation research in chronological order. The review shows that meso level explanatory variables have been introducing into the macro level econometrics model as increasing numbers of nations have taken a government-designated strategic approach to the development of medal winning elite athletes. It suggests the ever-increasing importance and demand of the meso level study on international sporting success.

Key words: International Sporting Success, Olympics, Review, Macro Level