

非線形回帰分析による世界各国の貧困の決定要因の解析

田辺 和俊 鈴木 孝弘

■ 要約

近年、国家間の貧富の原因として提案されている「地理説」、「文化説」、「制度説」等の仮説を検証するために、貧困率を目的変数とし、各種指標を説明変数として線形回帰分析を行い、貧困の決定要因を探索する研究が行われている。しかし、既往の研究では解析対象の国や説明変数の範囲が限定的であり、十分な検証がなされていない。本稿では、160カ国の貧困率と36種の説明変数を用い、非線形回帰分析手法の一つのサポートベクターマシンにより解析し、貧困の決定要因を探索する実証研究を試みた。その結果、11種の要因によって160カ国の貧困率を回帰決定係数0.857という高い精度で再現できた。また、11種の決定要因の中では、「制度説」に関連した要因5種の貧困率への寄与がきわめて大きく、国家の貧困には政治・経済制度が最も重要であることを実証した。

■ キーワード

貧困率、決定要因、地理説、文化説、制度説、非線形回帰分析、サポートベクターマシン

I はじめに

2013年4月に発表された世界銀行による最貧困調査の結果では、1日1.25ドル未満で暮らす最貧困層が1981年には途上国の半分であったが、2010年には21%に減少した。しかし、1.25ドルという貧困線は世界の最貧国10~20カ国の平均であり、中所得国や高所得国の基準（1日2ドル）未満で暮らす人の数は途上国では43%もいる。特にサブサハラアフリカ諸国では逆に最貧困層が増加傾向にあり、今も世界の最貧困層の3分の1以上を占めている。貧困を生み出す要因は国々や地域によって様々であり、その国の経済、政治、社会、文化、歴史、地理等の諸要因が複雑に絡み合っている。

国家間の貧富差の原因探求という課題についてはこれまで多くの経済学者の研究があり、「地

理説」「文化説」「無知説」「制度説」等、幾つかの仮説が提案されている。「地理説」は国の地理、環境、資源等の条件が貧困原因になっているとする。これにはMontesquieu (1748) の気候要因仮説、Diamond (1997) の熱帯・温帯と農業との関連仮説、Sachs (2005) の熱帯病要因仮説が含まれる。「文化説」は貧困の原因をその国の文化、宗教、倫理、価値観によるとするものであり、Max Weber (1904) の宗教仮説が含まれる。「無知説」は貧困国の貧困原因を支配者の無知・偏見によるとする。現在、国際機関による貧困国への援助が失敗している原因がこの説に基づいているためとされている (Acemoglu and Robinson 2012)。「制度説」は、豊かな国では自由な経済と整備された法律・政治の制度が経済発展をもたらすが、貧困国は専制政治体制や収奪的経済が貧困を生み出すとする (Burnside and Dollar 2000; Easterly, Levine

and Roodman 2003, 2004; Chen and Ravallion 2004; Acemoglu and Robinson 2012)。政府主導の開発投資、産業およびインフラ政策の推進が経済的発展をもたらしたとするAllen (2011) のBig Pushもこの仮説に含まれる。しかし、これらの仮説で提出されている貧富要因以外に多数の要因が関係するとの研究がある (Sachs 2005; Allen 2011)。

そこで、これら既往の仮説を検証し、貧富の要因を解明するために、国家の貧富を表す指標を目的変数とし、幾つかの指標を説明変数として回帰分析 (OLS) を行い、決定要因を探索する研究が行われている。この際の目的変数として国民1人あたりの国内総生産 (GDP) を用いた研究は多く (Durlauf et al. 2004)、また、所得格差 (ジニ係数) についても非常に多くの研究がある (Atkinson and Brandolini 2009)。それに比べて貧困率を解析した研究は少ない (Haughton and Khandker 2009)。その理由としては、貧困率には所得と分配の二つの要因が関係しており、さらに説明変数との関係がきわめて複雑であると考えられているからである (Burnside and Dollar 2000)。

しかも、それらの先行研究には以下の問題点がある。第1は1国の貧困率を解析した研究が大多数であり¹⁾、複数の国の貧困率を一括して解析した研究が少ないことである²⁾ (Bourguignon 2002; Moller et al. 2003; Agénor 2004; Belanger and Gauci 2008; Adeyemi et al. 2009; Sepulveda and Martinez-Vazquez 2011; Wieser 2011; Nosheen et al. 2012)。この原因としては、貧困の構造あるいは決定要因は国情による違いが大きく、複数の国を通しての決定要因の分析は困難と考えられているからであろう。

第2は先行研究では説明変数がきわめて狭い範囲の指標の中から選定されていることである。貧困の決定要因を大別すると、GDP等の経済的要因、政治体制や政府の安定性等の政治的要因、教育費等の教育要因、医療費等の健康要因、人口や国土面積等の地理的要因の5分野に分けられる。これ

までの研究では1分野あるいは2分野の少数の説明変数の中から決定要因を探索したものがほとんどであり³⁾、多種多様な説明変数を用いて解析した研究は見当たらない。

第3は先行研究では回帰分析手法として目的変数と説明変数との間に線形関係を仮定するOLSが用いられていることである。しかし、ジニ係数とGDPとの間の逆U字曲線関係 (Kuznets 1955) のように、一般には貧困率と各種の説明変数との間に線形性を仮定することには問題がある。そのため、OLSを用いた先行論文では貧困率の実測値と予測値との回帰決定係数が低く、国家間の貧困率の差が十分に説明できていない。そこで、非線形回帰分析手法がOLSより有効と考えられるが、その1つとして人工ニューラルネットワーク (ANN) がある。ANNはOLSと異なり、目的変数と説明変数間の関係式を予め仮定する必要がなく、あらゆる相関関係の解析が可能である。しかし、ANNは過学習や局所解等、多くの問題があるため、最適なモデルの構築が難しいことが指摘されている。

一方、サポートベクターマシン (SVM) はカーネルと呼ぶ非線形関数を用いて写像した後、線形解析を行うことによりANNと比較して飛躍的な高速処理が可能である。また、最適解が一義的に求まるため、ANNで深刻な局所解の問題がない。さらに、SVMではOLSと異なり、説明変数間の相関が高い場合 (多重共線性問題) でも解析可能である。また、説明変数間の交互作用が想定される場合、OLSではそのような交互作用項 (cross-term) を説明変数に追加する必要があるが、SVMではその必要はない。このようにSVMは目的変数と説明変数間、および説明変数間の自由度の高い解析が可能であるが、これらの利点はカーネル回帰および2次の正則化手法の採用によるものである (赤穂 2008)。このようにSVMはOLSより多くの利点があるため⁴⁾、データ解析手法として現

時点では最も有効な方法とされている。

本稿では、150カ国以上の貧困率と30種以上の説明変数との相関をSVMにより解析する大規模実証研究を行った。貧困の決定要因の分析にSVMを適用した研究は近年、報告がある（Senf and Lakes 2012）が、対象が限定的であり、貧困の決定要因に関して本稿のような精密かつ大規模なデータ解析を行った先行研究は見当たらない。

II 使用したデータと解析方法

1. 各種変数のデータ

貧困率⁵⁾のデータは世界銀行(WB)、国連(UN)等のホームページから160カ国の最新値⁶⁾を入手し、クロスチェックにより信頼性を確認した。160カ国には先進国36、途上国124カ国が含まれ、世界中の各地域の国が網羅され、また、貧困率3.8%のマレーシアから80%のチャド、ハイチ、およびリベリアまで広範囲の国が含まれている⁷⁾。したがって、この160カ国の貧困率の解析から得られる貧困の決定要因はかなり一般性のあるものになると期待できる。160カ国を貧困率によって低貧困・中貧困・高貧困・最貧困の4群⁸⁾、および地域別⁹⁾に分類すると表1のようになる。ヨーロッパは低貧困、アジアは中貧困、アメリカは高貧困、アフリカは最貧困の国が多く、貧困率と地域には明確な関連が見られる。この関連性は上記の「地理説」の成立の可能性を示唆する。この160カ国の貧困率を解析する場合、先進国と途上国、あるいは地域別に分割して解析する方法も考えられる。しかし、本稿では貧困の決定要因としてできるだけ一般性の高い結果を得ることを目的としたので160カ国を一括して解析した。

表1 解析した160カ国の貧困率と地域別の分類（括弧内は貧困率%）

地域	低貧困国 (3.8-14)	中貧困国 (14-26)	高貧困国 (26-41)	最貧困国 (41-80)	計
アジア	7	18	13	3	41
ヨーロッパ	24	11	1	0	36
アフリカ	2	4	12	32	50
アメリカ	6	6	12	5	29
オセアニア	1	1	2	0	4
計	40	40	40	40	160

一方、説明変数としてとりあげるべき指標を選定することにはかなりの困難がある。なぜなら、貧困の原因は結果と相互に関連し合っているため明確に区別することが難しく、また、多数の要因が複雑に階層的に関連し合っているからである。そこで、先行論文等において貧困の決定要因とされていること、および世界の多数の国についてデータが入手可能であること等の理由から、表2に示す36種の指標を採用し、それらの最新データを用いた。この内、政府の安定性等の政治的指標としては客観的な数値データが存在しないので、WBのWorld Governance Indicatorsの6種の指標を採用した。また、格付け（長期国債の格付け）はその国の経済および政治の安定性を示す指標とみなせるが、AAA、BB、C等の記号で表示されているので、前報（田辺他 2013）の方法により数値化した。これら各指標を国家の貧困に関する仮説のどれに該当させるかについては必ずしも明確ではないが、先行論文等を参考に表2のように分類した¹⁰⁾。これらの指標の内、国民1人当たりの数値が算出できるものはその数値を用いた。また、金額単位の指標（GDP、GpC等）はすべて米ドルで統一した。

表3に示した記述統計量からわかるように、指標の中には分布の偏りが大きいものがあるので、対数等を用いてできるだけ均一に分布するよう変換した後、数値0と1の間に規格化して解析に用いた。紙面の関係からこれら指標36種間の相互相関係数は割愛せざるを得ない。

表2 用いた変数とその定義, 単位, 該当仮説および主なデータ源

変数	定義と単位	該当仮説	主なデータ源
貧困率	貧困線以下の国民の比率 (%)		WB, UN
緯度	国全体の平均緯度 (絶対値)	地理説	CDF
気温	国全体の年平均気温 (摂氏度)	地理説	CIA
雨量	1人当たりの年平均雨量 (10^3 mm)	地理説	WB
海岸線	海岸線距離 (10^3 km)	地理説	WB
エイズ	15歳以上人口におけるエイズ感染率 (%)	地理説	WB, UN
マラリア	10万人当たりのマラリア死者数	地理説	WB, UN
災害	World Risk Index	地理説	UN
農地	1人当たりの農地面積 (10^3 m ²)	地理説	WB
農業	従事者1人当たりの農業付加価値 (10^3 \$)	地理説	WB
石油	1人当たりの石油生産量 (10^3 bbl/day)	地理説	CIA
人口増加率	人口の年間増加率	文化説	WB, UN
出生率	1,000人当たりの年間出生数	文化説	WB
死亡率	1,000人当たりの年間死亡者数	文化説	WB, UN
人口密度	単位面積当たりの人口 (/km ²)	文化説	WB, UN
都市人口率	都市域に居住する人口の比率 (%)	文化説	WB, UN
労働力率	15歳以上人口に対する労働人口比率 (%)	文化説	WB, UN
失業率	失業者数の対労働力人口比率 (%)	文化説	WB, UN
女性労働率	女性雇用の対人口比率 (%)	文化説	WB
IQ	知能検査指数	文化説	WB
リテラシ	15歳以上人口における識字率 (%)	文化説	Eutimes
大学進学率	大学入学者数の対入学相当年齢人口比率 (%)	文化説	WB, UN
GDP	国内総生産 (購買力平価) (10^6 \$)	制度説	WB, UN
GpC	1人当たりのGDP (10^3 \$)	制度説	WB, UN
対外債務	1人当たりの累積対外債務 (10^3 \$)	制度説	WB
FDI	1人当たりの海外直接投資 (10^3 \$)	制度説	UN
格付	長期国債格付	制度説	S&P, MDY, Fitch
経済自由度	Index of Economic Freedom	制度説	Heritage
WGI/VA	Voice and Accountability	制度説	WB
WGI/PT	Political Stability & Absence of Violence/Terrorism	制度説	WB
WGI/GE	Government Effectiveness	制度説	WB
WGI/RQ	Regulatory Quality	制度説	WB
WGI/RL	Rule of Law	制度説	WB
WGI/CC	Control of Corruption	制度説	WB
軍事費	1人当たりの軍事支出 (\$)	制度説	WB
医療費	1人当たりの医療支出 (10^3 \$)	制度説	WB
教育費	1人当たりの教育費支出 (\$)	制度説	UN

WGI : World Governance Indicators, 6項目の定義は次の通り¹⁸⁾。①Voices and Accountability (国民の声 (発言力) と説明責任) : 国民の政治参加 (自由かつ公正な選挙など)、結社の自由、報道の自由があるかどうか。②Political Stability and Absence of Violence (政治的安定と暴力の不在) : 国内で発生する暴動 (民族間の対立を含む) やテロリズムなど、制度化されていない、あるいは暴力的な手段により、政府の安定が揺るがされたり、転覆されたりする可能性がどれだけあるか。③Government Effectiveness (政府の有効性) : 行政サービスの質、政治的圧力からの自立度合い、政府による政策策定・実施への信頼度、政府による (改革への) コミットメント。④Regulatory Quality (規制の質) : その国の政府が、民間セクター開発を促進するような政策や規制を策定し、それを実施する能力があるかどうか。⑤Rule of Law (法の支配) : 公共政策に携わる者が社会の法にどれだけ信頼を置いて順守しているか。特に契約の履行、警察、裁判所の質や、犯罪・暴力の可能性など。⑥Control of Corruption (汚職の抑制) : その国の権威・権力が一部の個人的な利益のために行使される度合い。汚職の形は大小を問わず、また一握りのエリートや個人の利害関係による国家の支配も含む。

表3 用いた変数の記述統計

変数	平均	標準偏差	最小	最大	歪度	貧困率との相関係数
貧困率	29.7	18.3	3.8	80.0	0.69	
緯度	26.4	17.1	0.2	63.9	0.29	-0.632
気温	18.4	7.6	0.1	29.5	-0.59	0.521
雨量	0.6	2.0	0.0	18.0	6.56	0.129
海岸線	4.3	17.5	0.0	202.1	9.65	-0.173
エイズ	2.0	4.6	0.0	27.7	3.87	0.428
マラリア	14.6	30.0	0.0	132.5	2.17	0.650
災害	7.3	4.2	0.6	28.0	1.53	0.404
農地	1.6	4.1	0.0	39.6	6.40	0.079
農業	8.6	14.2	0.1	65.8	2.15	-0.480
石油	21.8	67.8	0.0	459.7	4.81	-0.199
人口増加率	1.4	1.1	-0.7	6.0	0.45	0.604
出生率	22.8	10.9	8.2	50.9	0.56	0.808
死亡率	9.1	3.6	1.6	17.4	0.55	0.415
人口密度	121.2	184.3	1.9	1305.4	4.00	-0.169
都市人口率	55.3	22.3	10.7	97.4	-0.13	-0.532
労働力率	64.0	10.4	41.4	89.1	0.20	0.418
失業率	12.7	11.5	1.0	68.6	2.26	0.412
女性労働率	53.0	14.8	14.0	85.9	-0.37	0.271
IQ	84.5	11.3	63.0	106.0	-0.20	-0.754
リテラシ	81.8	19.7	22.4	99.9	-1.11	-0.625
大学進学率	32.0	26.5	0.8	102.4	0.63	-0.659
GDP	0.4	1.5	0.0	15.1	7.33	-0.217
GpC	14.4	15.2	0.4	88.3	1.60	-0.632
対外債務	0.0	0.3	0.0	4.1	12.07	-0.142
FDI	8.3	23.0	0.0	237.8	7.21	-0.300
格付	0.5	0.3	0.1	1.0	0.51	-0.642
経済自由度	58.9	12.3	0.0	82.6	-1.40	-0.437
WGI/VA	-0.1	1.0	-2.2	1.6	0.03	-0.429
WGI/PT	-0.2	0.9	-2.7	1.4	-0.36	-0.467
WGI/GE	-0.1	1.0	-1.7	2.2	0.52	-0.669
WGI/RQ	0.0	1.0	-2.2	1.9	0.19	-0.581
WGI/RL	-0.1	1.0	-1.9	2.0	0.64	-0.638
WGI/CC	-0.1	1.0	-1.7	2.4	0.92	-0.534
軍事費	30.1	47.4	0.0	294.1	3.70	-0.392
医療費	1.0	1.5	0.0	7.7	2.27	-0.498
教育費	78.0	89.8	1.1	459.5	1.66	-0.611

2. 非線形回帰分析による解析

本稿ではSVMを用いて160カ国の貧困率と36種の指標のデータを解析した。SVMのソフトウェアはLIBSVM ver. 3.11 (Chang and Lin) の回帰機能 (カーネル関数はRBF) を用いた。36種の指標の中から決定要因を探索するためには、SVMモ

デルと説明変数の最適化が必要である。前者の最適化としては、LIBSVMのg (RBFカーネルのgamma) およびc (cost) の2種のパラメータを最適化する必要がある¹¹⁾。また、後者については感度分析法 (Tanabe et al. 2013; 田辺他 2013; 田辺・鈴木 2014) を採用し、各説明変数について目的変数に対する感度を計算し、感度が最も低い説明変数を順次削除しながらSVM解析を行い、目的変数の実測値と予測値との平均二乗誤差 (RMSE) が最小となる説明変数の組み合わせを探索した。そこで、交差検証法と感度分析法を組み合わせた以下の手順により決定要因の探索を行った。

- (1) 全データを10群に分割し、第1群を予測セットとし、その他の群をまとめて学習セットとする。
- (2) 全指標を用い、学習セットについてLIBSVMのパラメータgとcをグリッドサーチして最適条件を探し、このモデルに予測セットの指標を入力して貧困率の予測値を求める。
- (3) 第2群以下を予測セットとして以上の操作を繰り返す、全データのRMSEを算出する。
- (4) 次に、各指標の感度を求めるために、感度を求める指標の値は全データで実際の数値に設定し、その他の指標の値は全データでそれぞれ平均値に設定したデータを予測セットとしてモデルに入力し、全データの出力値を求める。
- (5) 当該指標の設定値を説明変数、出力値を目的変数とする単回帰分析を行い、回帰直線の傾きをその指標の感度とする。
- (6) 全指標の中で感度の絶対値の最も小さい指標を取り除き、以上の操作を繰り返す。
- (7) 指標とパラメータg、cの組み合わせの中で、全データでのRMSEが最小になる指標の組み合わせを貧困の決定要因とする。

Ⅲ 結果と考察

以上の方法により160カ国の貧困率を用いて36種の説明変数の中から決定要因を探索した結果、11種の変数において貧困率の実測値と予測値とのRMSEが最小になった。その最適モデルではRMSEは7.00、 R^2 は0.857となり、160カ国の貧困率が全体として高い精度で再現できた¹²⁾。

同じデータを用いてOLSで解析（変数選択は逐次減少法を採用）すると R^2 は0.653と、SVMの結果と比べてかなり低くなり、また、途上国だけでなく、先進国でも誤差が大きくなった。SVMとOLSの違いは決定要因にも表れている。表4に示すように、SVMの場合は決定要因が11種であるのに対し、OLSでは14種であり、また、両法で決定要因となった8種の感度¹³⁾と偏回帰係数の数値はほとんど相関がない。さらに、OLSでの要因の中にはSVMの感度がきわめて低いものが多数みられる。また、OLSを用いている先行研究でも R^2 は0.323～0.581の範囲であり、本稿のOLSの結果より低い¹⁴⁾。

以上の結果を総括すると、先行研究で良好な結果が得られない原因は、貧困率と各種の説明変数の関係は非線形性が高いが、少数の説明変数を用いてOLSで解析していることにあると考えられる。これに対し、本稿ではSVMを用いて多数の候補説明変数の中から決定要因を探索する方法により、OLSを用いた場合より良好な結果が得られ、貧困の決定要因の探索法として本稿の有効性が実証されたといえる。

表4 説明変数36種の感度、決定要因11種（太字）の貧困率への寄与率、およびOLSの偏回帰係数

	説明変数	該当仮説	感度	貧困率への寄与率 (%)	OLSの偏回帰係数
1	WGI/RL	制度説	-0.488	38.90	-0.641
2	WGI/VA	制度説	-0.335	18.26	0.146
3	人口増加率	文化説	0.231	8.72	0.430
4	教育費	制度説	-0.192	6.04	-0.237
5	農地	地理説	0.198	6.42	0.226
6	GDP	制度説	-0.187	5.73	-1.494
7	女性労働率	文化説	-0.174	4.96	-0.295
8	GpC	制度説	-0.155	3.90	
9	エイズ	地理説	0.150	3.66	
10	死亡率	文化説	0.105	1.80	0.321
11	出生率	文化説	0.100	1.62	
12	失業率	文化説	0.065		
13	気温	地理説	-0.058		
14	格付	制度説	-0.056		
15	都市人口率	文化説	-0.054		
16	軍事費	制度説	-0.052		
17	リテラン	文化説	-0.051		
18	農業	地理説	0.051		
19	労働力率	文化説	0.048		0.163
20	緯度	地理説	-0.047		
21	石油	地理説	-0.046		
22	IQ	文化説	-0.043		
23	雨量	地理説	0.041		0.302
24	WGI/CC	制度説	-0.032		0.225
25	対外債務	制度説	-0.031		
26	医療費	制度説	-0.030		0.754
27	WGI/GE	制度説	-0.026		
28	経済自由度	制度説	-0.026		
29	人口密度	文化説	-0.026		0.903
30	FDI	制度説	-0.024		
31	海岸線	地理説	-0.016		
32	大学進学率	文化説	-0.015		
33	WGI/RQ	制度説	-0.012		0.178
34	WGI/PT	制度説	-0.008		
35	マラリア	地理説	-0.007		
36	災害	地理説	0.006		

SVMで得られた決定要因に基づいて、既往の「地理説」、「文化説」および「制度説」の成立の可否、あるいは相対的な重要度を検証する。決定要因11種の感度の2乗から推算した貧困率に対する寄与率は表4ようになる。第1に注目すべきは、11種の決定要因の中で、WGI/RL、WGI/VA、教育

費等の「制度説」に対応すると考えられる要因が5種を占め、これらの寄与率を合計すると73%にも達する点である。特に、1位のWGI/RL (Rule of Law) と2位のWGI/VA (Voice and Accountability) の寄与率の合計だけで全体の57%にも達するという結果は、国家の貧困には経済・政治制度が最重要であるとするAcemoglu and Robinson (2012) の仮説を支持する。これに対して、Sachs (2005) はサブサハラアフリカ諸国の経済成長率と統治能力の相関を調べ、統治能力の高い国ほど成長率も高いが、その相関はそれほど強くないとしているが、これはSachsがサブサハラアフリカの最貧国を対象にしたためであると考えられる。

次に寄与率の大きな仮説は人口増加率、女性労働率等の4種の要因が対応する「文化説」であり、これらの寄与率の合計は17%になる。貧困国は出生率や人口増加率が高い国が多いことはよく知られており、Sachs (2005) も貧困の原因として挙げた8つの要因の中で特に出生率や人口増加率の影響が大きいとしている¹⁵⁾。本稿で人口増加率(感度順位3位)や出生率(11位)、さらに、女性労働率(7位)が決定要因に含まれるという結果は彼の指摘とよく一致する。一方、Acemoglu et al. (2001) は宗教や文化に関する指標を用いてOLSを行ったが、有意な結果は得られなかったとしている¹⁶⁾。

最後が「地理説」であるが、該当する農地およびエイズの2要因の寄与率の合計は10%にすぎず、この仮説の国家貧困への影響は小さいといえる。感度5位の農地(国民1人当たり)の感度が正であり、また、決定要因には入らなかったが18位の農業付加価値(従事者1人当たり)の感度もやはり正であることから、農業の依存度の高い国ほど貧困率が高いことになる。この結果は、現在、世界には米国、フランス、オーストラリア等、農業大国といわれる国は貧困率が低いという事実と矛盾しているように見える¹⁷⁾。しかし、これらの国は

例外的で、その貧困率の低さは工業化によるものであり、世界中で農業依存度の高い国々は貧困率の高い国が多く、世界全体平均では貧困率に対する農業関連指標の感度は正になると解釈される。また、Diamond (1997) が提案した熱帯・温帯と農業との関連仮説については、それに対応する指標として、緯度、気温、雨量を説明変数に取り上げたが、これらはどれも決定要因とはならず、貧困率には寄与していない。以上の結果は、産業革命以前の世界では地理的条件が農業生産に重大に影響し、それが当時の国家の貧富の原因になったが、現代では工業やサービス業の方が重要であり、したがって「地理説」の影響はきわめて低いというAcemoglu and Robinson (2012) の指摘と一致する。また、エイズは決定要因に入ったが、マラリア(感度順位35位)は貧困率にはほとんど寄与してなく、Sachs (2005) の熱帯病要因仮説を支持しない。

IV 結論

本稿では160カ国の貧困率と36種の説明変数との相関を非線形回帰分析手法であるサポートベクターマシン(SVM)により解析し、感度分析法を用いて36種の説明変数の中から貧困の決定要因を探索した。その結果、11種の要因で160カ国の貧困率が高い精度($R^2=0.857$)で再現できた。さらに、それら要因の感度に基づいて、国家間の貧富格差に関する既往の仮説を検証すると、国家の政治・経済制度の重要性を唱える「制度説」に対応する要因が73%と最も大きな寄与を占め、ついで「文化説」の17%、「地理説」の10%の順になることが判明した。

しかし、本稿の結論の一般性については、さらに大規模のデータを用いた検証が必要であろう。すなわち、世界中で貧困率のデータは200近い国・地域について存在するので、このような多数の国・

地域について各種の指標が揃えられれば、本稿よりさらに大規模な検証が可能になる。

また、貧困率の決定要因、特に制度説に関連する要因が貧困率に影響する経路を因果構造モデルに基づいて解析する必要がある。前記のように、貧困要因は国の経済、政治、社会、文化、歴史、地理等の諸要因が複雑な階層構造を形成すると考えられている。このような問題に対するアプローチとして共分散構造分析手法による因果構造モデルの解析があり、貧困問題について適用研究がある (Biewen 2002; 駒村・道中・丸山 2011)。このような因果構造を考慮した貧困率の決定要因の分析は本研究の結果の展開として重要なテーマであり、今後の検討課題である。

投稿受理 (平成25年12月)

採用決定 (平成26年8月)

注

- 1) 日本の貧困率を解析した研究としては、小塩 (2010)、山田 (2010)、馬・マッケンジー (2012)、森山 (2012) 等がある。
- 2) 最多の国の貧困率を解析しているのはWieser (2011) の65カ国である。
- 3) 最多の説明変数を検討しているのはBelanger and Gauci (2008) の14変数である。
- 4) SVMでは、データ数が非常に大きくなる (例えば数千件以上) とOLSより計算時間がかかることと、回帰式をOLSのように簡潔に表現できないことが欠点である。
- 5) 貧困率の定義は種々あるが、本稿で用いる相対的貧困率は、各国の貧困線以下で暮らす貧困層の比率 (Head-count-ratio) である。
- 6) 2013年2月1日時点。
- 7) 最新データで世界で最も貧困率の低い国は台湾の1.2%であるが、この国の幾つかの指標が欠落しているため、解析できなかった。
- 8) 4群に分けた貧困率の境界値に理論的な根拠はなく、ここでは所属する国の数が同じになるように設定した。
- 9) 地域の分類は国連による。
- 10) 「無知説」に対応する指標としては、適当な数値データが見当たらず、また、「無知説」に該当する指標を用いている先行研究が見当たらなかったため、

採用できなかった。

- 11) SVMの原理や記号・用語の意味については大北 (2005)、小野田 (2007)、阿部 (2011) を参照されたい。
- 12) 日本の貧困率は実測値15.7%に対し、予測値は14.5%で、よく再現されている。ただし、先進36カ国は予測誤差が小さい (RMSE: 2.39) が、途上124カ国は誤差が大きい (RMSE: 7.85)。この原因は幾つかの途上国の誤差がさわめて大きいためであり、特に、ハイチ、ホンジュラス、チャド、リビアの4カ国ではRMSEの3倍以上の誤差がある。したがって、これら誤差の大きな途上国については、使用した貧困率あるいは指標の一部のデータが疑わしい可能性がある。
- 13) 先行研究ではデータの全てを用いてOLSを行い、当てはめ誤差から R^2 を算出しているが、本稿では前記のように交差検証法で R^2 を算出しているため、本稿の方が低くなる。
- 14) 本稿で採用した感度分析法で求まる感度は、当該変数のみ変化させた時の目的変数の変化量から算出しているため、その変数の純粋な影響度を表している。
- 15) ただし、彼のこの記述は回帰分析を行った結果に基づくものではない。
- 16) ただし、彼らの回帰分析における目的変数は国民1人当たりのGDPであり、貧困率を目的変数とした解析は行っていない。
- 17) 農地面積 (国民1人当たり) では160カ国中、オーストラリア2位、米国33位、フランス92位であり、農業付加価値 (従事者1人当たり) ではフランス4位、米国6位、オーストラリア10位であり、貧困率では (低い方から) フランス7位、米国39位、オーストラリア46位である。
- 18) JICA研究所『指標から国を見る—マクロ経済指標、貧困指標、ガバナンス指標の見方—第4章ガバナンス指標の見方』(2008) より引用。

参考文献

- 阿部重夫 2011 『パターン認識のためのサポートベクトルマシン入門』 森北出版。
- Acemoglu, D. Johnson, S. and Robinson, J. A. 2001. "The colonial origins of comparative development: an empirical investigation." *American Economic Review* 91: pp.1369-1401.
- Acemoglu, D. and Robinson, J. A. 2012. "Why nations fail: the origin of power, prosperity, and poverty." Profile Books: ダロン アセモグル・ジェイムズ A ロビンソン・鬼澤忍 (訳) 2013 『国家はなぜ衰退するのか、権力、繁栄、貧困の起源』 早川書房。

- 研究雑誌』619巻, pp.77-89.
- Nosheen, M. Iqbal, J. Parveen, S. and Aslam, T. 2012. "Determinants of poverty (cross country evidence)." *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business* 4 (1) : pp.559-570.
- 小野田崇 2007 『サポートベクターマシン』 オーム社.
- 大北剛 (訳) 2005 『サポートベクターマシン入門』 共立出版.
- 小塩隆士 2010 『再分配の厚生分析：公平と効率を問う 第9章 子供の貧困の経済的帰結』 日本評論社.
- Sachs, J. D. 2005. "The end of poverty: how we can make it happen in our lifetime." Penguin: ジェフリー ザックス・鈴木主税・野中邦子 (訳) 2006 『貧困の終焉 2025年までに世界を変える』 早川書房.
- Senf, C. and Lakes, T. 2012. "Comparing support vector regression and statistical linear regression for predicting poverty incidence in Vietnam." Gensel, J. et al. (eds.), *Bridging the Geographic Information Sciences, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, pp.251-265.
- S&P, Standard and Poor's Sovereigns Rating List, <http://www.standardandpoors.com/ratings/sovereigns/ratings-list/en/us>, accessed 2013/2/1.
- Sepulveda, C. F. and Martinez-Vazquez, J. 2011. "The consequences of fiscal decentralization on poverty and income equality." *Environment and Planning C: Government and Policy* 29: pp.321-343.
- 嶋村紘輝 1980 「個人間所得分配の不平等」『早稲田商学』285巻, pp. 39-66.
- Tanabe, K. Kurita, T. Nishida, K. Lucic, B. Amic, D. and Suzuki, T. 2013. "Improvement of carcinogenicity prediction performances based on sensitivity analysis in variable selection of SVM models." *SAR QSAR Environ Res* 24: pp.565-80.
- 田辺和俊・栗田多喜夫・西田健次・鈴木孝弘 2013 「サポートベクター回帰を用いた158カ国の国債価格付けの再現」『情報知識学会誌』23巻, pp. 70-91.
- 田辺和俊・鈴木孝弘 2013 「サポートベクターマシンを用いたエコロジカル・フットプリント値の決定要因の分析」『日本エネルギー学会誌』92巻, pp.1207-1213.
- UN, United Nations Development Program Human Development Report, <http://hdr.undp.org/en/>, accessed 2013/2/1.
- USGS, U.S. Geological Survey, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/myb.html>, accessed 2013/2/1.
- WB, World Bank World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/indicator>; World Bank Global Development Network Growth Database, <http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/0,,contentMDK:20701055~pagePK:64214825~piPK:64214943~theSitePK:469382,00.html>, accessed 2013/2/1.
- Weber, Max 1904. "Die protestantische Ethik und der 'Geist' des Kapitalismus." : マックス ヴェーバー・大塚久雄 (訳) 『プロテスタンティズムの倫理と資本主義の「精神」』 岩波書店.
- Wieser, C. 2011. "Determinants of the growth elasticity of poverty reduction: why the impact on poverty reduction is large in some developing countries and small in others." Australian Institute of Economic Research Working Papers 406/2011.
- 山田篤裕 2010 「高齢期の新たな相対的貧困リスク」『季刊社会保障研究』46巻, pp.111-126.
- (たなべ・かずとし 東洋大学客員研究員)
(すずき・たかひろ 東洋大学教授)