研究論文

サポートベクターマシンを用いた所得格差の決定要因の実証分析

Empirical Analysis of Determinants of Income Inequality with Support Vector Machine

田辺和俊^{1*}, 鈴木孝弘²

Kazutoshi TANABE^{1*}, Takahiro SUZUKI²

1 東洋大学現代社会総合研究所

Institute of Social Sciences, Toyo University

〒112-8606 東京都文京区白山5-28-20

E-mail: kazutoshitanabe@jcom.home.ne.jp

*連絡先著者 Corresponding Author

2 東洋大学経済学部経済学科

Department of Economics, Toyo University

〒112-8606 東京都文京区白山5-28-20

E-mail: suzuki@toyo.jp

近年、国家間あるいは各国内の所得格差が幅広い関心を集めている。格差の原因に関する理論的研究はこれまでに数多く行われているが、現実の所得分布を再現する理論モデルは未だ得られていない。所得格差の原因を解明する目的で、所得分配に影響すると考えられる要因を説明変数として回帰分析(OLS)を行い、決定要因を探索した実証的研究が多数報告されている。しかし、これまでは少数の説明変数と線形のOLSのために高い精度のモデルが得られていなかった。本研究では、非線形回帰分析手法の一つであるサポートベクターマシン(SVM)を用いて161カ国のジニ係数(目的変数)と経済、政治、教育、健康、技術分野の57種の説明変数との相関を解析し、感度分析法を用いて57種の変数の中から所得格差の決定要因を探索する実証研究を試みた。その結果、25種の要因によって161カ国のジニ係数を決定係数(R^2)0.795という高い精度で再現するモデルを構築した。また、25種の決定要因の中では政治的要因の寄与が最大であり、次いでGDP等の経済的要因と医療費等の健康要因がほぼ同程度の寄与であることが判明した。

A large-scale regression experiment to analyze the comprehensive determinants of income inequality across many countries has been carried out. A support vector machine (SVM) method was applied to the nonlinear regression analysis of the relation between Gini coefficients (as a dependent variable) of 161 countries and 57 factors (as explanatory variables) in economic, political, educational, health and technology fields. The optimum determinants for the income inequality were searched by

using the sensitivity analysis method as a variable selection technique in SVM. It is found that 25 factors satisfactorily reproduce the Gini coefficients of 161 countries with a high coefficient of determination (R^2) of 0.795. It is revealed that, among 25 determinants, political factors contribute most significantly to the income inequality, while economic factors are next important, and educational factors little contribute to inequality.

キーワード: 所得格差, ジニ係数, 決定要因分析, サポートベクターマシン(SVM)

Income inequality, Gini coefficient, Determinant analysis, Support vector machine (SVM)

1 はじめに

近年, 国家間あるいは各国内の所得格差が幅広い関心を集めている[1-4]. その背景には市場原理主導のグローバル経済の進行による所得格差の拡大がある. 2014年1月, 世界経済フォーラムは, 2014年に世界が直面する最大のリスクは所得格差問題の悪化であると指摘する報告書を発表し, 所得格差リスクは各種のグローバルリスクの中で今後10年間に起こる可能性が最大であり, 重大な損害をもたらす原因になると警告した[5].

2011年9月に米国ニューヨークで発生した所得格差の解消を求めるウォール街占拠運動のスローガン“*We are the 99%*”は米国の上位1%の富裕層の所有資産の増加を表している. 米国のみならず, 世界各国で所得格差が拡大している[6]. 中でも中国は市場経済の導入により所得格差が深刻化しており, ごく最近の調査では全体の1%の富裕層が国内資産の3分の1以上を保有し, 25%の極貧層は1%しか保有していない. その結果, 1980年代にはジニ係数が0.2前後であったが, 2012年には0.73という驚異的に高い数値となった.

経済発展の段階では先進国, 途上国を問わず, 所得格差は不可避な現象である. したがって, 政府の役割は所得格差をできるだけ抑える

よう, 所得再配分を目的として公共投資を行うことであるが, そのためには所得格差の原因を明らかにして格差が国民や社会に与える害を最小限に抑えることが重要である. そこで, 所得格差が生じるメカニズム, 所得分配の決定要因については, これまで多くの理論的研究が行われており[7-11], 所得分布を記述する数理モデルが多数提唱されている[12]. しかし, 現実の所得分布を再現する格差のメカニズム, 数理モデルは未だ得られていない.

これまで提案されている所得分配理論は「確率過程論」「人的資本理論」「制度的理論」「多元要素理論」の4つに大別される[11]. この内, 前3者は個人の能力, 教育, 企業組織等の特定の要因が所得分配, 所得分布を決定するという単独要因理論である. しかし, その他に個人的属性(人種, 性別, 年齢, 家族, 経験, 健康, 運)や社会的属性(人口, 地域, 経済, 政治体制)等, 様々な因子が関連すると考えられ, 単独要因理論では現実の所得分布の再現はきわめて困難である. そこで, 多数の要因, 要素が包括的に所得分配に作用するとする「多元要素理論(multi-factor theory)」[8]が提案された.

近年, 欧米ではこの理論に関連して, ジニ係数を目的変数とし, 所得分配に影響すると考えられる多数の要因を説明変数として重回帰分析(OLS)を行い, それぞれの要因が所得分配

の決定要素としてどの程度重要であるかを統計学的に解明しようとする実証的研究が数多く報告されている。Atkinson and Brandolini [13]はこのような論文27報をレビューしているが、現時点までに発表された論文は100報以上ある。ジニ係数と各種要因との相関を個別に分析した論文や、1国のジニ係数の時系列データを解析した論文は多数あるが、本研究では重回帰分析を用いて多数国のジニ係数の決定要因を分析した先行研究をサーベイした。それらの論文において、解析対象の国の数、説明変数の数と分野、および回帰分析の決定係数(R^2)を表1に、また、それらの論文の表題に含まれているキーワードを集計した結果を表2に示す。

表1の先行研究を総括すると、以下の問題点が見つかる。まず、これまでは限定された分野の説明変数の中から決定要因を分析したものがほとんどであり、広汎な分野の変数を検討した研究はきわめて少ない。所得格差の決定要因は、①GDP等の経済的要因、②政府の安定性等の政治的要因、③教育費等の教育要因、④医療費等の健康要因、⑤その他(人口や国土面積等の地理的要因、情報通信技術(ICT)等の技術的要因等)に分類できる。その中では、表2のキーワードが示すように、経済的要因がこれまで最も多く検討されており、表1に上げた121報の内の119報で用いられている。その内、経済分野の変数のみを用いて格差の決定要因を分析している論文が24報もある。また、教育要因は経済分野に次いで多い72報で用いられており、経済と教育の2分野の要因のみを用いた論文が21報ある。一方、経済、政治、教育、健康、その他の全分野の要因を検討した論文はHuberら[74]とMalinoski [90]の2報のみである。

また、これまでは解析対象の国を限定した研究が多い。先進国のみ、あるいは途上国のみ

のように、比較的少数の国を対象とした研究が多く、先進国・途上国を含む多数国を一括して解析した研究は少数である。この理由には、所得格差の構造あるいは原因は国情による違いが大きく、複数の国にわたる共通の決定要因の分析は困難と考えられていることがあろう。また、各国の所得等の経済データの国際比較には様々な問題点があることも挙げられる[135-138]。さらに、多数の国について各種の指標データを収集する困難さもあろう。しかし、世界各国の所得格差の原因を解明するためには、できるだけ多くの国についてジニ係数のデータを解析することが望ましい。

さらに、先行研究では解析手法として主にOLSが用いられていることがある。OLSでは目的変数(ジニ係数)と説明変数(各種要因)との間に線形関係を仮定するが、ジニ係数とGDPとの間のKuznetsの逆U字曲線関係[139]のように、各種の説明変数について線形性を仮定することには問題がある。そのため、幾つかの変数については、その値の対数、逆数、2乗値等を説明変数に追加してOLSを行った論文も多い[22, 29, 57, 58, 70, 125, 129]。しかし、このような処理を行った変数は限定的であり、目的変数と説明変数との間の非線形性を十分に考慮しているとは言い難い。先行研究は予測精度の面において十分ではないが、非線形回帰手法を利用し、多くの候補説明変数の中から適切に変数を選択することで、先行研究よりも予測精度が高いモデルを作成できる可能性がある。人工ニューラルネットワーク(ANN)[140]は最も一般的な非線形回帰分析手法であり、経済学、経営学分野の各種の問題に適用されている[141-144]。しかし、ANNは多数の局所解の存在、過学習、処理時間の長さ等の難点があり、最適な解を得ることが困難である。

表1 ジニ係数の決定要因分析に関する先行研究の結果

国数	説明変数の数	説明変数の分野					決定係数	著者, 文献
		経済	政治	教育	健康	その他		
22	2	○		○			0.60	Afonso et al. (2008) [14]
88	10	○	○	○		○	0.623	Alderson and Nielsen (1999) [15]
16	14	○		○			0.516	Alderson and Nielsen (2002) [16]
92	12	○	○			○	0.573	Amann et al. (2006) [17]
47	7	○	○	○			0.373	Amendola et al. (2011) [18]
54	10	○		○			0.445	Anyanwu (2011) [19]
16	13	○					n.d.	Bahmani-Oskooee et al. (2008) [20]
61	7	○		○		○	0.8	Banya (1995) [21]
56	10	○	○	○			0.78	Barro (2000) [22]
94	4	○					0.47	Barro (2008) [23]
80	1	○					n.d.	Basu and Guariglia (2007) [24]
36	9	○			○		0.60	Baten and Fraunholz (2004) [25]
64	5	○		○			0.360	Beck et al. (2007) [26]
13	1	○					0.579	Benabou (1996) [27]
57	10	○	○	○		○	0.488	Bhandari et al. (2010) [28]
42	5	○		○			0.46	Binatli (2012) [29]
46	6	○	○	○	○		0.479	Bleaney and Nishiyama (2002) [30]
67	8	○	○	○		○	0.603	Breen and Garcia-Penalosa (2005) [31]
80	4	○					0.71	Bulir (2001) [32]
121	10	○			○		0.529	Calderon and Serven (2004) [33]
51	9	○		○	○		0.482	Calderon et al. (2005) [34]
60	15	○		○	○		n.d.	Calderon and Chong (2009) [35]
39	20	○	○	○		○	0.99	Carter (2006) [36]
10	12	○	○	○		○	0.332	Cassette et al. (2012) [37]
16	3	○					n.d.	Celik and Basdas (2010) [38]
79	2	○					0.06	Chakrabarti (2000) [39]
29	8	○		○			n.d.	Chambers (2007) [40]
55	4	○		○			n.d.	Chambers (2010) [41]
94	11	○		○			0.54	Checchi (2000) [42]
8	5	○		○			0.74	Checchi (2001) [43]
60	5	○		○			0.568	Checchi (2004) [44]
82	14	○		○		○	0.89	Checchi and Garcia-Penalosa (2008) [45]
69	9	○	○	○	○		0.536	Chong (2004) [46]
90	8	○	○	○	○		0.62	Chong and Olivera (2005) [47]
59	10	○	○	○		○	0.597	Chong et al. (2009) [48]
55	5	○		○			0.62	Chu et al. (2000) [49]
66	5	○					0.43	Clark and Lawson (2008) [50]
76	14	○	○	○			0.418	Claus and (2012) [51]
33	12	○	○	○		○	n.d.	Corneo (2011) [52]
18	12	○					0.45	Cornia (2010) [53]
48	12	○	○	○		○	0.87	Crenshaw (1992) [54]
78	18	○				○	0.205	Dastidar (2012) [55]
39	10	○	○				0.71	Daudey and Garcia-Penalosa (2007) [56]
53	5	○	○	○			0.67	Davis and Hopkins (2011) [57]
37	8	○		○			0.8	DeGregorio and Lee (2002) [58]
108	3	○	○				0.323	Deininger and Squire (1998) [59]
51	13	○	○	○			0.57	Dobson et al. (2011) [60]
43	8	○					0.28	Edwards (1997) [61]

23	2	○				0.557	Fawaz (2011) [62]
95	8	○		○	○	0.746	Fielding and Torres (2005) [63]
49	5	○				0.336	Frazer (2006) [64]
81	7	○				0.63	Galbraith and Kum (2005) [65]
37	8	○	○	○		0.77	Gupta et al. (2002) [66]
11	6	○				0.984	Gustafsson and Johansson (1999) [67]
21	5	○	○	○		0.382	Gyimah-Brempong (2002) [68]
19	2	○				0.4	速水 (2000) [69]
59	8	○	○			0.713	Heshmati (2003) [70]
93	21	○		○		0.599	Heshmati (2004) [71]
23	6	○	○	○		0.957	Higgins and Williamson (1999) [72]
17	6	○	○			0.831	Hopkin and Blyth (2011) [73]
18	14	○	○	○	○	0.73	Huber et al. (2006) [74]
51	11	○		○		0.35	IMF (2007) [75]
69	8	○	○			0.56	Iradian (2005) [76]
51	11	○		○		0.35	Jaumotte et al. (2008) [77]
45	8	○				0.902	風神 (2007) [78]
50	14	○	○	○		0.653	Keller (2010) [79]
40	5	○		○		0.31	Knowles (2005) [80]
65	8	○	○	○		0.64	Koechlin and Leon (2007) [81]
16	15	○				0.391	Kollmeyer (2012) [82]
49	4	○	○			0.77	Li et al. (1998) [83]
60	2	○				0.91	Li et al. (2000) [84]
47	8	○	○	○		0.731	Li et al. (2000) [85]
46	7	○		○		0.633	Li and Zou (2002) [86]
71	5	○				0.65	List and Gallet (1999) [87]
38	5	○	○	○		n.d.	Lundberg and Squire (2003) [88]
12	7	○	○			0.73	Mahler (2004) [89]
64	6	○	○	○	○	0.487	Malinoski (2012) [90]
58	2	○				0.56	Mbaku (1997) [91]
80	6	○		○	○	0.81	Milanovic (1994) [92]
18	10	○	○			0.385	Montecino (2012) [93]
21	7	○	○	○		0.73	Muinelo-Gallo and Roca-Sagales (2013) [94]
19	6	○		○		0.35	Mulas-Granados (2005) [95]
88	11	○	○			0.652	Nielsen and Alderson (1995) [96]
35	4	○	○	○		0.243	Odedokun and Round (2004) [97]
83	13	○	○	○		0.623	Papanek and Kyn (1986) [98]
59	2	○		○		0.38	Park (1996) [99]
45	3	○		○		0.578	Park (1998) [100]
15	9	○		○		0.73	Perugini and Martino (2008) [101]
49	3	○		○		0.28	Psacharopoulos (1977) [102]
141	2					0.365	Putterman and Weil (2010) [103]
49	3	○		○		0.240	Ram (1981) [104]
19	2	○				0.77	Ram (1997) [105]
16	4	○				0.06	Ravallion (1995) [106]
51	6	○		○		0.511	Rehman et al. (2008) [107]
13	4	○		○		0.774	Rehme (2002) [108]
69	7	○	○			0.69	Reuveny and Li (2003) [109]
13	5	○		○		0.965	Rodriguez-Pose and Tselios (2009) [110]
45	8	○				0.505	Sarel (1997) [111]
41	6	○		○		0.2	Savvides (1998) [112]

120	10	○				0.563	Schultz (1998) [113]
56	10	○	○		○	0.377	Sepulveda and Martinez-Vazquez (2011) [114]
84	8	○				0.373	Sharifian and Rostamzadeh (2012) [115]
46	4	○			○	0.672	Soares et al. (2012) [116]
34	9	○			○	0.4	Spilimbergo et al. (1999) [117]
49	17	○	○	○	○	0.68	Sylwester (2002) [118]
24	12	○	○	○		0.838	Sylwester (2003) [119]
50	12	○		○		0.694	Sylwester (2003) [120]
78	19		○	○	○	0.704	Sylwester (2003) [121]
29	9	○	○	○	○	0.597	Sylwester (2005) [122]
11	5	○		○		0.35	Szekely and Hilgertt (1999) [123]
10	7	○	○	○	○	n.d.	Szeles (2012) [124]
35	6	○	○			n.d.	Tan and law (2012) [125]
96	2	○				0.029	Thornton (2001) [126]
43	12	○		○		0.787	Tsai (1995) [127]
12	7	○		○		0.965	Tselios (2008) [128]
151	4	○				0.39	Wan (2002) [129]
32	9	○		○		0.78	Winegarden (1979) [130]
62	6	○			○	0.997	山下 (2004) [131]
27	5	○			○	0.383	吉野, 中東 (2001) [132]
102	13	○	○		○	0.581	You and Khagram (2005) [133]
60	17	○	○	○	○	0.52	Zhou et al. (2011) [134]

決定係数: 幾つかのモデルを検証した場合にはその中で最も高いもの. n.d.: データの記載なし.

表 2 先行論文の表題に含まれているキーワードの数

キーワード	論文数	キーワード	論文数	キーワード	論文数
growth	33	freedom / openness	5	regulation	2
economic	27	fiscal	4	remittance	2
education / school	14	investment	3	tax	2
development	13	democracy	2	culture	1
globalization	9	finance	2	ecological	1
trade / trading	8	inflation	2	infrastructure	1
poverty	7	labor / labour	2	technology	1
Kuznets	6	politics / political	2	volatility	1
corruption	5	public spending / social spending	2	welfare	1

一方, サポートベクターマシン (SVM) [145-147] は 1990 年代以降, 開発された新しい非線形回帰分析手法であり, 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。これにより, ANN と比較して飛躍的な高速処理が可能になる。また, SVM では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。そのため, 現在知られている多くの手法の中で最も認識性能に優れた学習モデルの一つであると注目されている。しかし, SVM は経済学, 経営学分野で応用されているが [148-150], 所得格差の決定要因分析に適用した研究は見当たらない。

以上の3点から, これまでは不十分な説明変

数と線形回帰分析の適用のために、ジニ係数の実測値を十分高い精度で再現する回帰モデルが得られてなく、それから導かれる格差の決定要因の信頼性に疑問が残る。したがって、経済、政治、教育、健康、その他の広範な分野の多種多様な説明変数の候補群を用いて多数国のジニ係数を非線形回帰分析し、所得格差の決定要因としてできるだけ普遍的なものを探る包括的研究を行なう必要がある。

そこで本研究では、150カ国以上のジニ係数と50種以上の要因との相関をSVMにより解析し、決定要因を探る実証研究を行った。我々の知りうる限りで、所得格差の決定要因に関してこのような大規模なデータ解析を行った先行研究は見当たらない。

2 方 法

2.1 各種変数のデータ

ジニ係数のデータは世界銀行(WB)、国連、ILO、OECD等、幾つかの公的機関のホームページから入手可能であるが、多数国のジニ係数が一括して入手可能なデータ源として、WBのWorld Development Indicatorsから161カ国のジニ係数の最新値を入手した。ただし、世界各国の所得データの精度、信頼度については多くの問題点があり、国際比較には様々な困難があることが指摘されている[135-138]。したがって、ジニ係数やその他の各種要因のデータはデータ源によって異なることがあるため、本研究では1つの項目のデータは同一のデータ源から入手するようにした。前記の中国の0.73というジニ係数も調査内容が不明なため採用しなかった。161カ国には先進国36、途上国125カ国が含まれ、また、ジニ係数0.25の低格差国から0.67の高格差国まで広範囲に分布している。したがっ

て、このデータの解析から得られる決定要因は普遍性の高いものになると期待できる。

一方、説明変数は先行研究で用いられている各種変数を参考に、表3に示す57種の要因の最新データを入手した。この内、12種が経済、29種が政治、4種が教育、9種が健康、3種が技術的要因であるが、これまでに57種もの変数を一括して用いた研究はない。これらの説明変数の理論的意味づけについてはいずれも先行研究で議論されており、「多元要素理論」の分配要因に対応させると、経済と政治は社会的要因、健康と教育と技術は個人的要因に対応する。

本研究では世界各国の所得格差の普遍的な決定要因を求めることを目的としたので、先行研究で用いられている国別あるいは地域別のダミー変数は用いなかった。以上のジニ係数および各種変数はそれぞれ対数等を用いて最大値1と最小値0の間にできるだけ均等に分布するように規格化した後、解析に用いた。なお、説明変数の記述統計量や変数間の相関係数の記載は紙面の都合上、割愛せざるを得ない。ただし、SVMによる解析ではOLSと異なり、変数間に強い相関がある場合でも解析可能であり、多重共線性問題は発生しない。

2.2 サポートベクターマシンによる解析

SVMのソフトウェアはLIBSVM ver. 3.11 [151]の回帰機能(カーネル関数はRBF)を用いた。SVMにより決定要因を探るためにはモデルと説明変数の最適化が必要である。前者については交差検証法(CVT)を用いてLIBSVMの g (RBFカーネルの γ)および c (cost)の2種のパラメータを最適化した(SVMの原理や記号の意味については文献[151]を参照してほしい)。

表 3 本研究で使用了変数とそのデータ源

分野	変数	データ源*
目的変数	ジニ係数	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI
経済	国内総生産 (GDP, 現在の為替レート換算)	World Bank National Accounts Data, http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD
	国民 1 人当たりの GDP (GpC)	World Bank National Accounts Data, http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD/countries
	経済成長率	World Bank National Accounts Data, http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/countries
	消費者物価指数	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL
	インフレ率	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG
	消費税率	Deloitte, http://www.deloitte.com/view/en_GX/global/services/tax/indirect-tax/f839df2d42fb110VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm
	失業率	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.ZS/countries
	食糧生産指数	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/AG.PRD.FOOD.XD/countries
	国債格付け	Standard & Poor's, Moody's, Fitch, http://www.standardandpoors.com/home/en/us, etc.
	East West Global Index	East West Communications, http://eastwestcoms.com/global_annual_2010.htm
	Globalization Index	Konjunkturforschungstelle Eidgenössische Technische Hochschule Zurich, http://globalization.kof.ethz.ch/
	Index of Economic Freedom	The Heritage Foundation, http://www.heritage.org/index/ranking
政治	軍事費 (対 GDP 比)	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/MS.MIL.XPND.GD.ZS
	兵士数 (対労働人口比)	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/MS.MIL.TOTL.TF.ZS
	殺人件数 (対人口比)	United Nations Office on Drugs and Crime, http://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/IHS-rates-05012009.pdf
	暴力事件数 (対人口比)	World Health Organization, Disease and injury country estimates, http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates_country/en/index.html
	Country Indicators for Foreign Policy (CIFP)**	Country Indicators for Foreign Policy, http://www4.carleton.ca/cifp/
	Corruption Perceptions Index	Transparency International, http://www.transparency.org/policy_research/surveys_indices/cpi/2010
	Press Freedom Index	Freedom House, http://www.freedomhouse.org/report-types/freedom-press
	Worldwide Governance Indicators (WGI)***	World Bank Worldwide Governance Indicators, http://www.govindicators.org
教育	大学進学率	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SE.TER.ENRR
	知能指数(IQ)	The European Union Times, http://www.eutimes.net/2009/11/iq-by-country/
	Education Index	UNDP Human Development Report Office, http://hdrstats.undp.org/en/indicators/103706.html
	Literacy rate	CIA World Factbook, https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2103.html
健康	出生率	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.CBRT.IN
	死亡率	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.CDRT.IN
	平均寿命	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN/countries

	自殺率	World Health Organization, http://www.who.int/mental_health/prevention/suicide_rates/en/
	医療費(対人口比)	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.PCAP/countries
	病床数(対人口比)	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/SH.MED.BEDS.ZS
	医者数(対人口比)	World Health Organization World Health Statistics, http://apps.who.int/gho/data/?vid=92100
	Happy Planet Index	Happy Planet Index, http://www.happyplanetindex.org/learn/download-report.html
	Satisfaction with Life Index	The University of Leicester, http://www2.le.ac.uk/ebulletin/news/press-releases/2000-2009/2006/07/nparticle.2006-07-28.2448323827
技術	インターネット利用者数(対人口比)	World Bank World Development Indicators, http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.P2
	パソコン使用者数(対人口比)	United Nations Statistics Division, Millennium Development Goals Database, http://data.un.org/Data.aspx?d=MDG&f=seriesRowID%3A607
	E-Government rating	Center for Public Policy Brown University, http://brown.edu/Administration/News_Bureau/2006-07/06-007.html

*データ参照はいずれも 2013 年 9 月 1 日. **Democratic Participation, Government and Economic Efficiency, Accountability, Human Rights, Political Stability, Rule of Law, Fragility Index, Authority, Legitimacy, Capacity, Governance, Economics, Security and Crime, Human Development, Demography, Environment, Gender の 17 種.

***Voice and Accountability, Political Stability & Absence of Violence/Terrorism, Government Effectiveness, Regulatory Quality, Rule of Law, Control of Corruption の 6 種.

後者については感度分析法を用いて57種の指標の中から決定要因を探索した. この感度分析法は, 感度を求める当該指標以外の指標はそれぞれ全データでの平均値に固定し, 当該指標のみ実際の数値に変化させた時の予測値の傾きを当該指標の感度とし, その感度(絶対値)の低い指標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)が最小となる指標の組み合わせを決定要因とする方法である. ただし, 変数間の相互作用を無視し, 線形独立性を仮定して求めているので, この方法で求めた感度は1次近似であるが, 著者らは経済, 経営, 環境, 医学分野の様々な問題においてこの方法によるSVMの変数選択の有効性を検証している[152-155]. そこで, 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, その他の群をまとめて学習セットとする.
- (2) 学習セットについてパラメータ g と c をグリッドサーチして最適条件を探す.
- (3) このモデルに予測セットの指標を入力してジニ係数の予測値を求める.
- (4) 第2群以下を予測セットとして以上の操作を繰り返し, 全データのRMSEを算出する.
- (5) 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各国の実際の数値とし, その他の指標の値はそれぞれ161カ国の平均値としたデータを予測セットとしてモデルに入力し, 出力値を求める.
- (6) 当該指標の実際の数値を説明変数, 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.
- (7) 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.
- (8) 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ジニ係数の決定要因とする.

3 結果と考察

以上の方法により57種の説明変数の中から決定要因を探索した結果、25種の変数においてジニ係数の実測値と予測値とのRMSEが最小になった。この25種の決定要因を用いた場合のジニ係数の予測値と実測値の散布図を図1に示す。全体として161カ国のジニ係数が良好な精度で再現されており、交差検証法により求めたRMSEは0.0432、 R^2 は0.795となった。これに対して、100カ国以上を解析した先行研究の R^2 は0.323～0.581の範囲であり、本研究のSVMの方がはるかに統計的に有意な結果を与えることが分かる。

この原因としては解析手法の違いが考えられる。そこでこの違いの効果を検証するために、本研究のデータを用いてOLSで解析し、SVMとの違いを調べた。その際、逐次減少法(F値および標準偏回帰係数が最小の変数を順次削除する方法を採用)により説明変数を最適化し(選択された説明変数は26種)、SVMと同様、交差検証法により R^2 を求めた。得られた R^2 はSVMの場合よりかなり低い0.455となった。ただし、このOLSの R^2 は同程度数の国を解析した先行研究と比べてさほど高くないが、これは先行研究では全データを用いてOLSを行い、 R^2 を求めているのに対し、本研究では交差検証法により R^2 を求めており、回帰モデルの再現性能を厳密に評価しているからである。

ここまでの考察では、各種のモデルの性能を比較する際の尺度として回帰決定係数(R^2)のみを用いて議論してきたが、この方法には異論があるかもしれない。しかし、回帰決定係数以外に回帰モデルの性能を評価できる数値的尺度は見当たらない。また、表1に示したように、所得格差の決定要因を探索した先行論文は100報以上あり、しかも多数のモデルを検討した

論文も多いので、モデルの総数は莫大な数に上る。このような多数の論文の解析方法を詳細に分析し、モデル性能を客観的に評価することはきわめて困難である。そこで、本研究では多数の回帰モデルの性能を比較する尺度として回帰決定係数を使わざるを得なかった。

決定要因25種を含む全説明変数57種について、ジニ係数に対する相関係数と、感度分析により求めた感度との散布図を図2に示す。相関係数と感度とはほとんど相関がなく、相関係数と感度が異符号の変数が多数ある。また、非決定要因(図の●)の中には相関係数(絶対値)がかなり高いにもかかわらず感度が低いものが多い。さらに、決定要因(図の○)と非決定要因とは相関係数が同程度なのに感度が大きく異なるものが多い。このことから、先行研究では、ジニ係数との相関係数の大きさに基づいて指標の影響度を分析している論文が多いが、このような議論の方法には疑問がある。また、説明変数を選択する際、ジニ係数との相関係数に基づいて選定している論文も多いが、この方法ではジニ係数に大きく寄与する要因を見逃す可能性がある。それに対して、本研究では、57種もの説明変数の中から変数選択により決定要因を探索した結果、予測精度の高いモデルが得られ、したがって所得格差の決定要因に関して信頼性の高い結果を得ることができたと言えよう。

決定要因25種の内訳と感度、およびジニ係数との相関係数を表4に示す。多くの決定要因は相関係数と同符号であるが、異符号の決定要因もある。この符号の相違は、OLSの場合に偏回帰係数と相関係数の符号不一致として頻発する問題である。この種の変数は削除すべきという考えもあるが、この問題は下記で考察することにし、ここではこのまま議論を進める。

図1 ジニ係数の実測値とSVMモデルによる予測値の散布図

図2 全説明変数57種のジニ係数に対する相関係数と感度との散布図(○決定要因, ●その他の説明変数)

表 4 決定要因 25 種の内訳, 感度, 寄与率, およびジニ係数との相関係数

	決定要因	分野	感度	寄与率(%)	相関係数
1	医療費	健康	0.404	13.83	-0.315
2	WGI/Rule of Law	政治	-0.385	12.56	-0.419
3	暴力事件数	政治	0.338	9.68	0.583
4	Index of Economic Freedom	経済	0.299	7.58	-0.224
5	CIFP/Environment	政治	-0.286	6.93	-0.315
6	CIFP/Economics	政治	0.285	6.88	0.448
7	消費税率	経済	-0.243	5.00	-0.147
8	Corruption Perceptions Index	政治	0.238	4.80	-0.305
9	国債格付け	経済	0.216	3.95	-0.378
10	食糧生産指数	経済	-0.196	3.26	0.102
11	CIFP/Legitimacy	政治	-0.193	3.16	0.163
12	国内総生産(GDP)	経済	0.178	2.69	-0.337
13	病床数	健康	-0.175	2.60	-0.460
14	殺人件数	政治	0.169	2.42	0.599
15	WGI/Regulatory Quality	政治	-0.158	2.12	-0.368
16	CIFP/Political Stability	政治	-0.139	1.64	0.128
17	大学進学率	教育	-0.135	1.54	-0.446
18	軍事費	政治	0.133	1.50	-0.099
19	死亡率	健康	0.133	1.50	-0.023
20	平均寿命	健康	-0.132	1.48	-0.414
21	CIFP/Gender	政治	-0.115	1.12	0.384
22	経済成長率	経済	0.108	0.99	0.118
23	自殺率	健康	-0.107	0.97	-0.195
24	インフレ率	経済	-0.104	0.92	0.111
25	Literacy rate	教育	-0.102	0.88	-0.432

表 5 決定要因の寄与率の分野別集計結果

分野	決定要因の数	寄与率の合計(%)
経済	7	24.38
政治	11	52.81
教育	2	2.43
健康	5	20.38
技術	0	0.00

各要因の感度 S_i から式(1)

$$C_i(\%) = \frac{S_i^2}{\sum_{i=1}^{25} S_i^2} \times 100 \quad (1)$$

により算出したジニ係数に対する寄与率 C_i を表4に示す。また, 決定要因の寄与率を経済, 政治, 教育, 健康, 技術の5分野別に集計した結果を表5に示す。これらの結果を総括すると, 以下のように本研究と先行研究では異なる

結果が得られていることがわかる。

第一はGDP等の経済的要因の寄与が先行研究と異なり, 非常に低いことである。上記のように, 経済的要因は先行研究121報の内の119報で用いられ, 特にGDPはKuznetsの逆U字関係に関連して非常に多くの論文で検討されている。その結果, 経済的要因が所得格差に最も高い寄与をすると報告されている。しかし, 本研究の結果ではGDPの寄与率は3%以

下で、決定要因25種の中で12位と低く、経済的要因の寄与率の合計も24%程度と低い。

第二は政治的要因の寄与が最大の53%を占めるという結果が目される。政治的要因は先行研究では48報で用いられているが、それらの結論は一致していない。Chong [46]は民主主義指数が所得格差に大きく寄与しているが、Crenshaw [54]およびAmendolaら[18]は政治的要因の寄与はGDPより低いとしている。これら先行研究の結論が一致せず、また、それらのOLSの R^2 が低いことは彼らの結論の信頼性に疑問を抱かせる。

第三は25種の決定要因の中で医療費が最大の寄与を示し、健康要因が寄与率の合計で政治的および経済的要因に次ぐ20%の高さを示している点である。先行研究では健康要因は121報の内のわずか12報でしか用いられてなく、その寄与も低い。たとえば、Szeles [124]は医療費の寄与はGDPやその他の要因よりはるかに低いとしている。

一方、教育要因は25種の決定要因の中で2種のみで、寄与率の合計も2%に過ぎず、ジニ係数への影響は非常に小さい。これに対し、先行研究では教育要因は72報もの多くの論文で用いられ、特に大学進学率は格差への寄与が大きいとされている。たとえば、Barro [22]やChecchi and García-Peñalosa [45]は大学進学率の寄与はGDPと同程度に高いと報告している。しかし、本研究の結果では大学進学率は決定要因には入ったものの、寄与率は2%以下で17位ときわめて低い。

最後はICT等の技術要因が決定要因の中に含まれないという本研究の結果である。これに対し、先行研究では所得格差にある程度寄与すると報告されており、IMF [75]、Jaumotteら[77]、およびCassette [37]はICT関連要因がGDP等と同程度の寄与をなしている。

4 結 論

本研究では世界各国の所得格差の決定要因を探索するため、非線形回帰分析手法であるサポートベクターマシン(SVM)を適用して、161カ国のジニ係数と57種の説明変数との相関を解析し、感度分析法を用いて57種の説明変数の中から決定要因を探索した。その結果、25種の要因で161カ国のジニ係数を高い精度($R^2=0.795$)で再現する回帰モデルが得られ、SVMと感度分析法を用いて多数の説明変数の中から決定要因を探索する本研究の方法の有効性を実証した。決定要因の中では政治的要因の寄与が最大であり、GDP等の経済的要因より大きいこと、医療費等の健康要因の寄与が政治および経済的要因に次いで高いこと、大学進学率等の教育的要因の寄与はきわめて低いことが明らかになった。

しかし、この所得格差への各種要因の寄与の大きさは先行研究とは明らかに異なっている。この違いの原因についての詳しい考察は紙面の関係から割愛せざるを得なかった。また、本研究で求められた所得格差の決定要因の相対的重要性については、所得分配理論、特に多元要素理論に基づいて考察する必要がある。

また、本研究の結果ではGDP等の経済的指標はジニ係数に対する寄与が低く、重要な決定要因とはならなかった。しかし、経済力は教育、医療、福祉等を通じて国民生活の向上に寄与し、所得格差の是正に間接的に寄与することは明らかである。したがって、所得格差と経済社会的要因との関係については、多数の原因と結果が複雑な階層構造を形成すると考えられる[156, 157]。このような階層構造をした因果関係に対するアプローチとしては、

共分散構造分析手法を用いた因果構造モデルの解析があり[158], 格差, 貧困問題に適用されている[159, 160]. また, 上記のように, 本研究で求めた決定要因の中には, 感度と相関係数の符号が異なるものが幾つか存在するが, このような場合には多重共線性といわれる問題があるため, 符号不一致の変数は削除して解析すべきという考えもある. この符号不一致の原因解明にも共分散構造分析手法が有効と考えられる. しかし, 現時点の共分散構造解析は単純な線形モデルに限られており, 非線形モデルへの拡張が望まれる.

本研究で用いたサポートベクターマシンは, 目的変数と説明変数間, あるいは説明変数相互間の相関関係に関して任意性の高い解析が可能であり, 予測モデルとしてはOLSより優れている. しかし, カーネルトリックを用いるため目的変数に対する回帰式がOLSのように簡明に表現できないこと, 得られた結果の統計的有意性の検定法が見つかっていないこと等, 説明モデルとしては欠点がある. また, SVMにおける変数選択については多数の論文が発表されているが, 迅速性の点で実行可能なものは未だない. 迅速かつ高精度の変数選択法が求められる.

これらの問題については今後の研究課題としたい.

参考文献

[1] Diamond, J.: “Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies”, Norton, 1997: 倉骨彰(訳):「銃・病原菌・鉄 1 万 3000 年にわたる人類史の謎」, 草思社, 2000.
 [2] Sachs, J. D.: “The End of Poverty: How We Can Make It Happen in Our Lifetime”, Penguin, 2005: 鈴木主税; 野中邦子(訳):「貧困の終焉 2025 年までに世界を変える」, 早川書房, 2006.
 [3] Allen, R. C.: “Global Economic History:

A Very Short Introduction”, Oxford University Press, 2011: グローバル経済史研究会(訳):「なぜ豊かな国と貧しい国が生まれたのか」, NTT, 2012.

[4] Acemoglu, D.; J. A. Robinson: “Why Nations Fail: The Origin of Power, Prosperity, and Poverty”, Profile Books, 2012: 鬼澤忍(訳):「国家はなぜ衰退するのか, 権力, 繁栄, 貧困の起源」, 早川書房, 2013.

[5] World Economic Forum: “Global Risks 2014. Ninth Edition”, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalRisks_Report_2014.pdf (2014 年 1 月 20 日参照).

[6] 鈴木孝弘; 田辺和俊:「ジニ係数および所得分布に基づく世界各国の所得格差の検証」, 現代社会研究, 10 号, pp. 3-10, 2013.

[7] Atkinson, A. B.: “The Economics of Inequality”, Oxford University Press, 1975.

[8] Lydall, H.: “Theories of the Distribution of Earnings”, In: Atkinson, A. B. (ed.): “The Personal Distribution of Incomes”, George Allen & Unwin, 1976.

[9] Sahota, G. S.: “Theories of Personal Income Distribution: A Survey”, Journal of Economic Literature, Vol. 16, pp. 1-55, 1978.

[10] 青木昌彦:「分配理論第 2 版 第 3 章 個人所得分配論の展望」, 筑摩書房, 1979.

[11] 嶋村紘輝:「個人所得分配の不平等」, 早稲田商学, 285 巻, pp. 39-66, 1980.

[12] Kleiber, C.; Kotz, S.: “Statistical Size Distributions in Economics and Actuarial Sciences”, Wiley, 2003.

[13] Atkinson, A. B.; Brandolini A.: “The Panel-of-countries Approach to Explaining Income Inequality: An Interdisciplinary Research Agenda”, In: Morgan, S. L.; Grusky, D. B.; Fields, G. S. (eds.): “Mobility and Inequality: Frontiers of Research in Sociology and Economics”, Stanford University Press, Stanford, USA, pp. 400-448, 2009.

[14] Afonso, A.; Schuknecht, L.; Tanzi V.: “Income Distribution Determinants and Public Spending Efficiency”, The Journal of Economic Inequality, Vol. 8, pp. 367-389, 2008.

[15] Alderson, A. S.; Nielsen F.: “Income Inequality, Development, and Dependence: A Reconsideration”, American Sociological Review, Vol. 64, pp. 606-631, 1999.

[16] Alderson, A. S.; Nielsen F.: “Globalization and the Great U-turn: Income

- Inequality Trends in 16 OECD Countries”, *American Journal of Sociology*, Vol. 107, pp. 1244-1299, 2002.
- [17] Amann, E.; Aslanidis, N.; Nixon, F.; Waklters B.: “Economic Growth and Poverty Alleviation: A Reconsideration of Dollar and Kraay”, *The European Journal of Development Research*, Vol. 18, pp. 22-44, 2006.
- [18] Amendola, A.; Easaw, J.; Savoia A.: “Inequality in Developing Economies: The Role of Institutional Development”, *Public Choice*, DOI 10.1007/s11127-011-9838-3, <http://ideas.repec.org/p/exe/wpaper/1107.html> (2013 年 9 月 1 日参照).
- [19] Anyanwu, J. C.: “International Remittances and Income Inequality in Africa”, *Review of Economic and Business Studies*, Vol. 4, pp. 117-148, 2011.
- [20] Bahmani-Oskooee, M.; Hegerty, S. W.; Wilmeth H.: “Short-run and Long-run Determinants of Income Inequality: Evidence from 16 Countries”, *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 30, pp. 463-484, 2008.
- [21] Banya, B.: “Income Inequality in Developing Countries”, *The Park Place Economist* 3, 1995, <http://digitalcommons.iwu.edu/parkplace/vol3/iss1/19> (2013 年 9 月 1 日参照).
- [22] Barro, R. J.: “Inequality and Growth in a Panel of Countries”, *Journal of Economic Growth*, Vol. 5, pp. 5-32, 2000.
- [23] Barro, R. J.: “Inequality and Growth Revisited”, *Asian Development Bank Working Paper Series on Regional Economic Integration*, No. 11, 2008.
- [24] Basu, P.; Guariglia A.: “Foreign Direct Investment, Inequality, and Growth”, *Journal of Macroeconomics*, Vol. 29, pp. 824-839, 2007.
- [25] Baten, J.; Fraunholz U.: “Did Partial Globalization Increase Inequality? The Case of the Latin American Periphery, 1950-2000”, *CESifo Economic Studies*, Vol. 50, pp. 45-84, 2004.
- [26] Beck, T.; Demirgüç-Kunt, A.; Levine R.: “Finance, Inequality and the Poor”, *Journal of Economic Growth*, Vol. 12, pp. 27-49, 2007.
- [27] Benabou, R.: “Inequality and Growth”, In: Bernanke, B. S.; Rotemberg, J. J. (eds.): *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 11, pp. 11-92, MIT Press, Cambridge MA, USA, 1996.
- [28] Bhandari, R.; Pradhan, G.; Upadhyay M.: “Another Empirical Look at the Kuznets Curve”, *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*, Vol. 3, pp. 7-19, 2010.
- [29] Binatli, A. O.: “Growth and Income Inequality: A Comparative Analysis”, *Economics Research International*, 2012, pp. 1-7. doi:10.1155/2012/569890, (2013 年 9 月 1 日参照).
- [30] Bleaney, M.; Nishiyama A.: “Economic Growth and Income Inequality”, *University of Nottingham CREDIT Research Paper*, No. 02/28, 2002.
- [31] Breen, R.; García-Peñalosa C.: “Income Inequality and Macroeconomic Volatility: An Empirical Investigation”, *Review of Development Economics*, Vol. 9, pp. 380-398, 2005.
- [32] Bulir, A.: “Income Inequality: Does Inflation Matter?”, *IMF Staff Paper*, Vol. 48, pp. 139-159, 2001.
- [33] Calderón, C.; Servén L.: “The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution”, *The World Bank Policy Research Working Paper Series*, No 3400, 2004.
- [34] Calderón, C.; Chong, A.; Valdés R.: “Labor Market Regulations and Income Inequality: Evidence for a Panel of Countries”, In: Restrepo, J.; Andrea, T. R.; Norman, L.; Schmidt-Hebbel, K. (eds.): “Labor Markets and Institutions”, Chapter 7, pp. 221-279, Central Bank of Chile, Santiago Chile, 2005.
- [35] Calderón, C.; Chong A.: “Labor Market Institutions and Income Inequality: An Empirical Exploration”, *Public Choice*, Vol. 138, pp. 65-81, 2009.
- [36] Carter, J. R.: “An Empirical Note on Economic Freedom and Income Inequality”, *Public Choice*, Vol. 130, pp. 163-177, 2006.
- [37] Cassette, A.; Fleury, N.; Petit, S.: “Income Inequalities and International Trade of Goods and Services: Short and Long-run Evidence”, *The International Trade Journal*, Vol. 26, pp. 223-254, 2012.
- [38] Çelik, S.; Basdas U.: “How Does Globalization Affect Income Inequality? A Panel Data Analysis”, *International Advances in Economic Research*, Vol. 16, pp. 358-370, 2000.

2010.

[39] Chakrabarti, A.: “Does Trade Cause Inequality?”, *Journal of Economic Development*, Vol. 25, pp. 1-21, 2000.

[40] Chambers, D.: “Trading Places: Does Past Growth Impact Inequality?”, *Journal of Development Economics*, Vol. 82, pp. 257-266, 2007.

[41] Chambers, D.: “Does a Rising Tide Raise All Ships? The Impact of Growth on Inequality”, *Applied Economics Letters*, Vol. 17, pp. 581-586, 2010.

[42] Checchi, D.: “Does Educational Achievement Help to Explain Income Inequality?”, *UNU/WIDER Working Papers*, No. 208, 2000.

[43] Checchi, D.: “Education, Inequality and Income Inequality”, *Discussion Paper*, No. DARP 52, 2001.

[44] Checchi, D.: “Does Educational Achievement Help to Explain Income Inequality?”, In: Cornia, G. A. (ed.): “Inequality, Growth and Poverty in an Era of Liberalization and Globalization”, Oxford University Press, Chapter 4, Oxford UK, 2004.

[45] Checchi, D.; García-Peñalosa, C.: “Labour Market Institutions and Income Inequality”, *Economic Policy*, Vol. 23, pp. 601-649, 2008.

[46] Chong, A.: “Inequality, Democracy, and Persistence: Is There a Political Kuznets Curve?”, *Economics and Politics*, Vol. 16, pp. 189-212, 2004.

[47] Chong, A.; Olivera M.: “On Compulsory Voting and Income Inequality in a Cross-section of Countries”, *Inter-American Development Bank Working Paper*, No. 533, 2005.

[48] Chong, A.; Gradstein, M.; Calderon C.: “Can Foreign Aid Reduce Income Inequality and Poverty?”, *Public Choice*, Vol. 140, pp. 59-84, 2009.

[49] Chu, K.-Y.; Davoodi, H. R.; Gupta S.: “Income Distribution and Tax and Government Social Spending Policies in Developing Countries”, *IMF Working Paper*, WP/00/62, 2000.

[50] Clark, J. R.; Lawson, R. A.: “The Impact of Economic Growth, Tax Policy and Economic Freedom on Income Inequality”, *The Journal of Private Enterprise*, Vol. 24, pp.

23-31, 2008.

[51] Claus, I.; Martinez-Vazquez, J.; Vulovic, V.: “Government Fiscal Policies and Redistribution in Asian Countries”, *Asian Development Bank Economics Working Paper Series*, No. 310, 2012.

[52] Corneo, G.: “Income Inequality, Value Systems, and Macroeconomic Performance”, *European Commission Gini Project Discussion Paper*, No. 17, 2011.

[53] Cornia, G. A.: “Income Distribution under Latin America's New Left Regimes”, *Journal of Human Development and Capabilities*, Vol. 11, pp. 85-114, 2010.

[54] Crenshaw, E.: “Cross-national Determinants of Income Inequality: A Replication and Extension Using Ecological-evolutionary Theory”, *Social Forces*, Vol. 71, pp. 339-363, 1992.

[55] Dastidar, A. G.: “Income Distribution and Structural Transformation: Empirical Evidence from Developed and Developing Countries”, *Seoul Journal of Economics*, Vol. 25, pp. 25-56, 2012.

[56] Daudey, E.; García-Peñalosa, C.: “The Personal and the Factor Distributions of Income in a Cross-section of Countries”, *Journal of Development Studies*, Vol. 43, pp. 812-829, 2007.

[57] Davis, L.; Hopkins M.: “The Institutional Foundations of Inequality and Growth”, *Journal of Development Studies*, Vol. 47, pp. 977-997, 2011.

[58] De Gregorio, J.; Lee, J.-W.: “Education and Income Inequality: New Evidence from Cross-country Data”, *Review of Income and Wealth*, Vol. 48, pp. 395-416, 2002.

[59] Deininger, K.; Squire, L.: “New Ways of Looking at Old Issues: Inequality and Growth”, *Journal of Development Economics*, Vol. 57, pp. 259-287, 1998.

[60] Dobson, C.; Rodríguez-Andrés, A.: “Is Corruption Really Bad for Inequality? Evidence from Latin America”, *Journal of Development Studies*, Vol. 47, pp. 959-976, 2011.

[61] Edwards, S.: “Trade Policy, Growth, and Income Distribution”, *The American Economic Review*, Vol. 87, pp. 205-210, 1997.

[62] Fawaz, F. A.: “Spatial Dependence of Income Inequality among Trading Partners”,

Middle East Development Journal, Vol. 3, pp. 215-232, 2011.

[63] Fielding, D.; Torres, S.: “A Simultaneous Equation Model of Economic Development and Income Inequality”, *Journal of Economic Inequality*, Vol. 4, pp. 279-301, 2005.

[64] Frazer, G.: “Inequality and Development across and within Countries”, *World Development*, Vol. 4, pp. 1459-1481, 2006.

[65] Galbraith, J. K.; Kum, H.: “Estimating the Inequality of Household Incomes: A Statistical Approach to the Creation of a Dense and Consistent Global Data Set”, *Review of Income and Wealth*, Vol. 51, pp. 115-143, 2005.

[66] Gupta, S.; Davoodi, H.; Alonso-Terme, R.: “Does Corruption Affect Income Inequality and Poverty?”, *Economic of Governance*, Vol. 3, pp. 23-45, 2002.

[67] Gustafsson, B.; Johansson, M.: “In Search for a Smoking Gun: What Makes Income Inequality Vary over Time in Different Countries?”, *American Sociological Review*, Vol. 64, pp. 585-605, 1999.

[68] Gyimah-Brempong, K.: “Corruption, Economic Growth, and Income Inequality in Africa”, *Economics of Governance*, Vol. 3, pp. 183-209, 2002.

[69] 速水佑次郎:「新版開発経済学 諸国民の貧困と富, 第7章, 所得分配と環境問題」, pp. 187-205, 創文社, 2000.

[70] Heshmati, A.: “The Relationship between Income Inequality and Globalization”, *WIDER*, The United Nations University, 2003.

[71] Heshmati, A.: “Growth, Inequality and Poverty Relationships”, *IZA Discussion Paper*, No. 1338, 2004.

[72] Higgins, M.; Williamson, J. G.: “Explaining Inequality the World round: Cohort Size, Kuznets Curves, and Openness”, *Southeast Asian Studies*, Vol. 40, pp. 268-302, 1999.

[73] Hopkin, J.; Blyth, M.: “What Can Okun Teach Polanyi? Efficiency, Regulation and Equality in the OECD”, *Review of International Political Economy*, Vol. 19, pp. 1-33, 2011.

[74] Huber, E.; Nielsen, F.; Pribble, J.; Stephens, J. D.: “Politics and Inequality in Latin America and the Caribbean”, *American Sociological Review*, Vol. 71, pp. 943-963,

2006.

[75] International Monetary Fund: “World Economic Outlook Globalization and Inequality, Chapter 4, Globalization and Inequality”, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2007/02/pdf/c4.pdf> (2013 年 9 月 1 日参照).

[76] Iradian, G.: “Poverty, Inequality, and Growth in Armenia: Lessons from Cross-country Evidence”, *IMF Working Paper*, WP05/28, 2005.

[77] Jaumotte, F.; Lall, S.; Papageorgiou, C.: “Rising Income Inequality: Technology, or Trade and Financial Globalization?”, *IMF Working Paper*, WP/08/185, 2008.

[78] 風神佐知子:「経済発展と不平等のパネル分析」, 三田商学研究, 50 巻, pp. 217-239, 2007.

[79] Keller, K. R. I.: “How Can Education Policy Improve Income Distribution? An Empirical Analysis of Education Stages and Measures on Income Inequality”, *The Journal of Developing Areas*, Vol. 43, pp. 51-77, 2010.

[80] Knowles, S.: “Inequality and Economic Growth: The Empirical Relationship Reconsidered in the Light of Comparable Data”, *Journal of Development Studies*, Vol. 41, pp. 135-159, 2005.

[81] Koechlin, V.; León, G.: “International Remittances and Income Inequality: An Empirical Investigation”, *Journal of Economic Policy Reform*, Vol. 10, pp. 123-141, 2007.

[82] Kollmeyer, C.: “Family Structure, Female Employment, and National Income Inequality: A Cross-national Study of 16 Western Countries”, *European Sociological Review*, Vol. 0, pp. 1-12, <http://www.esr.oxfordjournals.org/content/early/2012/07/03/esr.jcs060.full.pdf+html> (2013 年 9 月 1 日参照).

[83] Li, H.; Squire, L.; Zou, H.-F.: “Explaining International and Intertemporal Variations in Income Inequality”, *The Economic Journal*, Vol. 108, pp. 26-43, 1998.

[84] Li, H.; Xie, D.; Zou, H.-F.: “Dynamics of Income Distribution”, *Canadian Journal of Economics*, Vol. 33, pp. 937-961, 2000.

[85] Li, H.; Xu, L. C.; Zou, H.-F.: “Corruption, Income Distribution, and Growth”, *Economics and Politics*, Vol. 12, pp. 155-181, 2000.

[86] Li, H.; Zou, H.-F.: “Inflation, Growth, and Income Distribution: A Cross-country Study”,

- Annals of Economics and Finance, Vol. 3, pp. 85-101, 2002.
- [87] List, J. A.; Gallet, C. A.: "The Kuznets Curve: What Happens after the Inverted-U?", Review of Development Economics, Vol. 3, pp. 200-206, 1999.
- [88] Lundberg, M.; Squire L.: "The Simultaneous Evolution of Growth and Inequality", The Economic Journal, Vol. 113, pp. 326-344, 2003.
- [89] Mahler, V. A.: "Economic Globalization, Domestic Politics, and Income Inequality in the Developed Countries: A Cross-national Study", Comparative Political Studies, Vol. 37, pp. 1025-1053, 2004.
- [90] Malinoski, M.: "On Culture and Income Inequality: Regression Analysis of Hofstede's International Cultural Dimensions and the Gini Coefficient", Xavier Journal of Politics, Vol. 3, pp. 32-48, 2012.
- [91] Mbaku, J. M.: "Inequality in Income Distribution and Economic Development: Evidence Using Alternative Measures of Development", Journal of Economic Development, Vol. 22, pp. 57-67, 1997.
- [92] Milanovic, B.: "Determinants of Cross-country Income Inequality: An "Augmented" Kuznets' Hypothesis", World Bank Policy Research Working Paper, No. 1246, 1994.
- [93] Montecino, J. A.: "Decreasing Inequality under Latin America's "Social Democratic" and "Populist" Governments: Is the Difference Real?", International Journal of Health Services, Vol. 42, pp. 257-275, 2012.
- [94] Muinelo-Gallo, L.; Roca-Sagalés, O.: "Joint Determinants of Fiscal Policy, Income Inequality and Economic Growth", Economic Modelling, Vol. 30, pp. 814-824, 2013.
- [95] Mulas-Granados, C.: "Fiscal Adjustments and the Short-term Trade-off between Economic Growth and Equality", Revista de Economía Pública, Vol. 172, pp. 61-92, 2005.
- [96] Nielsen, F.; Alderson, A.: "Income Inequality, Development, and Dualism: Results from an Unbalanced Cross-national Panel", American Sociological Review, Vol. 60, pp. 674-701, 1995.
- [97] Odedokun, M. O.; Round, J. I.: "Determinants of Income Inequality and its Effects on Economic Growth: Evidence from African Countries", African Development Review, Vol. 16, pp. 287-327, 2004.
- [98] Papanek, G. F.; Kyn, O.: "The effect on Income Distribution of Development, the Growth Rate and Economic Strategy", Journal of Development Economics, Vol. 23, pp. 55-65, 1986.
- [99] Park, K. H.: "Educational Expansion and Educational Inequality on Income Distribution", Economics of Education Review, Vol. 15, pp. 51-58, 1996.
- [100] Park, K. H.: "Distribution and Growth: Cross-country Evidence", Applied Economics, Vol. 30, pp. 943-949, 1998.
- [101] Perugini, C.; Martino, G.: "Income Inequality within European Regions: Determinants and Effects on Growth", Review of Income and Wealth, Vol. 3, pp. 373-406, 2008.
- [102] Psacharopoulos, G.: "Unequal Access to Education and Income Distribution", De Economist, Vol. 125, pp. 383-392, 1977.
- [103] Putterman, L.; Weil, D. N.: "Post-1500 Population Flows and the Long Run Determinants of Economic Growth and Inequality", The Quarter Journal of Economics, Vol. 125, pp. 1627-1682, 2010.
- [104] Ram, R.: "Inequalities in Income and Schooling: A Different Point of View", De Economist, Vol. 129, pp. 253-261, 1981.
- [105] Ram, R.: "Level of Economic Development and Income Inequality: Evidence from the Postwar Developed World", Southern Economic Journal, Vol. 64, pp. 576-583, 1997.
- [106] Ravallion, M.: "Growth and Poverty: Evidence for Developing Countries in the 1980s", Economics Letters, Vol. 48, pp. 411-417, 1995.
- [107] Rehman, H. U.; Khan, S.; Ahmed, I.: "Income Distribution, Growth and Financial Development: A Cross Countries Analysis", Pakistan Economic Review, Vol. 46, pp. 1-16, 2008.
- [108] Rehme, G.: "(Re)distribution of Personal Incomes, Education and Economic Performance across Countries", WIDER Discussion Paper, No. 2002/34, 2002.
- [109] Reuveny, R.; Li, Q.: "Economic Openness, Democracy, and Income Inequality: An Empirical Analysis", Comparative Political Studies, Vol. 36, pp. 575-601, 2003.

- [110] Rodriguez-Pose, A.; Tselios, V.: “Education and Income Inequality in the Regions of the European Union”, *Journal of Regional Science*, Vol. 49, pp. 411-437, 2009.
- [111] Sarel, M.: “How Macroeconomic Factors Affect Income Distribution: The Cross-country Evidence”, IMF Working Paper, WP/97/152, 1997.
- [112] Savvides, A.: “Trade Policy and Income Inequality: New Evidence”, *Economics Letters*, Vol. 61, pp. 365-372, 1998.
- [113] Schultz, T. P.: “Inequality in the Distribution of Personal Income in the World: How It Is Changing and Why”, *Journal of Population Economics*, Vol. 11, pp. 307-344, 1998.
- [114] Sepulveda, C. F.; Martinez-Vazquez, J.: “The Consequences of Fiscal Decentralization on Poverty and Income Equality”, *Government and Policy*, Vol. 29, pp. 321-343, 2011.
- [115] Sharifian, A.; Rostamzadeh, M.: “The Investigation of Globalization Effect on Income Inequality”, *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, Vol. 2, pp. 2439-2443, 2012.
- [116] Soares, R. R.; Assuncao, J. J.; Goulart, T. F.: “A Note on Slavery and the Roots of Inequality”, *Journal of Comparative Economics*, Vol. 40, pp. 565-580, 2012.
- [117] Spilimbergo, A.; Londoño, J. L.; Székely, M.: “Income Distribution, Factor Endowments, and Trade Openness”, *Journal of Development Economics*, Vol. 59, pp. 77-101, 1999.
- [118] Sylwester, K.: “Can Education Expenditures Reduce Income Inequality?”, *Economics of Education Review*, Vol. 21, pp. 43-52, 2002.
- [119] Sylwester, K.: “Changes in Income Inequality and the Black Market Premium”, *Applied Economics*, Vol. 35, pp. 403-413, 2003.
- [120] Sylwester, K.: “Enrolment in Higher Education and Changes in Income Inequality”, *Bulletin of Economic Research*, Vol. 55, pp. 249-262, 2003.
- [121] Sylwester, K.: “Income Inequality and Population Density 1550 AD: A Connection”, *Journal of Economic Development*, Vol. 28, pp. 61-82, 2003.
- [122] Sylwester, K.: “Foreign Direct Investment, Growth and Income Inequality in Less Developed Countries”, *International Review of Applied Economics*, Vol. 19, pp. 289-300, 2005.
- [123] Szekely, M.; Hilgertt, M.: “What's Behind the Inequality We Measure: An Investigation Using Latin American Data”, *Inter-American Development Bank Working Paper*, No. 409, 1999.
- [124] Szeles, M. R.: “Re-examining the Relationship between Economic Growth and Inequality in the New Member States”, *Quality and Quantity*, Vol. 2012, pp. 1-15, 2012.
- [125] Tan, H.-B.; Law, S.-H.: “Nonlinear Dynamics of the Finance-inequality Nexus in Developing Countries”, *Journal of Economic Inequality*, Vol. 10, pp. 551-563, 2012.
- [126] Thornton, J.: “The Kuznets Inverted-U Hypothesis: Panel Data Evidence from 96 Countries”, *Applied Economics Letters*, Vol. 8, pp. 15-16, 2001.
- [127] Tsai, P.-L.: “Foreign Direct Investment and Income Inequality”, *World Development*, Vol. 23, pp. 469-483, 1995.
- [128] Tselios, V.: “Income and Educational Inequalities in the Regions of the European Union: Geographical Spillovers under Welfare State Restrictions”, *Papers in Regional Science*, Vol. 87, pp. 403-430, 2008.
- [129] Wan, G. H.: “Income Inequality and Growth in Transition Economies: Are Nonlinear Models Needed?”, *United Nations University WIDER Discussion Paper*, No. 2002/104, 2002.
- [130] Winegarden, C. R.: “Schooling and Income Distribution: Evidence from International Data”, *Economica*, Vol. 46, pp. 83-87, 1979.
- [131] 山下道子:「経済成長と所得格差」, 開発金融研究所報, 21 号, pp. 78-91, 2004.
- [132] 吉野直行; 中東雅樹:「経済発展における社会資本の役割」, 開発金融研究所報, 6 号, pp. 119-140, 2001.
- [133] You, J.-S.; Khagram, S.: “A Comparative Study of Inequality and Corruption”, *American Sociological Review*, Vol. 70, pp. 136-157, 2005.
- [134] Zhou, L.; Biswas, B.; Bowles, T.; Saunders, P. J.: “Impact of Globalization on Income Distribution Inequality in 60 Countries”, *Global Economy Journal*, Vol. 11,

pp. 1-16.

[135] 橋本俊詔:「日本の経済格差—所得と資産から考える」, 岩波新書, 1998.

[136] 太田清:「国際比較からみた日本の所得格差」, 日本労働研究雑誌, 480 号, pp. 33-40, 2000.

[137] Atkinson, A. B.; Brandolini A.: “Promise and Pitfalls in the Use of “Secondary” Data-Sets: Income Inequality in OECD Countries”, *Journal of Economic Literature*, Vol. 34, pp. 771-800, 2001.

[138] Galbraith, J. K.; Kum, H.: “Inequality and Economic Growth: Data Comparisons and Econometric Tests”, *The University of Texas Inequality Project Working Paper*, No. 21, 2001.

[139] Kuznets, S.: “Economic Growth and Income Inequality”, *American Economic Review*, Vol. 45, pp. 1-28, 1955.

[140] 時永祥三:「複雑系による経済モデル分析」, 九州大学出版会, 2000.

[141] Beltratti, A.; Margarita, S.; Terna P.: “Neural Networks for Economic and Financial Modelling”, *International Thomson Computer Press*, London UK, 1996.

[142] Margarita, S.; Terna, P.; Beltratti, A.: “Neural Networks for Economic and Financial Modeling”, *International Thomson Computer Press*, London, UK, 1995.

[143] Creedy, J.; Martin V.: “Nonlinear Economic Models: Cross-sectional, Times Series and Neural Network Applications”, *Edward Elgar Publishing*, UK, 1997.

[144] Simon, S.: “The Impact of Democracy on Economic Growth: A Neural Network Approach”, *Amazon Digital Services*, Seattle, WA, USA, 2011.

[145] Cristianini, N.; Shawe-Taylor, J.: “An Introduction to Support Vector Machine and Other Kernel-based Learning Methods”, *Cambridge University Press*, 2000: 大北剛(訳):「サポートベクターマシン入門」, 共立出版, 2005.

[146] 小野田崇:「サポートベクターマシン」, オーム社, 2007.

[147] 阿部重夫:「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, 2011.

[148] Wang, P. P.: “Computational Intelligence in Economics and Finance”, *Springer*, Heidelberg, Germany, 2003.

[149] Alamili, M.: “Exchange Rate Prediction Using Support Vector Machines: A Comparison with Artificial Neural Networks”, *LAP LAMBERT Academic Publishing*, Saarbrücken, Germany, 2011.

[150] Deng, N.; Tian, Y.; Zhang C.: “Support Vector Machines: Optimization Based Theory, Algorithms, and Extensions”, *Chapman and Hall/CRC*, London, UK, 2013.

[151] Chang, C.-C.; Lin, C.-J.: “LIBSVM—A Library for Support Vector Machines Version 3.11”, <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvmtools/>, (2013 年 9 月 1 日参照).

[152] 田辺和俊; 栗田多喜夫; 西田健次; 鈴木孝弘:「サポートベクター回帰を用いた 158 カ国の国債格付けの再現」, 情報知識学会誌, 23 巻, 1 号, pp. 70-91, 2013.

[153] 田辺和俊; 鈴木孝弘:「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, 93 巻, 12 号, pp. 1205-1211, 2014.

[154] 田辺和俊; 鈴木孝弘:「サポートベクターマシンを用いた世界各国の幸福度の決定要因の実証分析」, 経済分析, 188 号, pp. 44-67, 2014.

[155] 田辺和俊; 鈴木孝弘:「サポートベクターマシンを用いた世界各国の平均寿命の決定要因の実証分析」, 厚生指標, 61 巻 13 号, pp. 23-30, 2014.

[156] JICA:「DATA FILE 世界の貧困」, *monthly JICA*, 2005 年 1 号, pp. 20-21, 2005.

[157] Kaasa, A.: “Factors of Income Inequality and Their Influence Mechanisms: A Theoretical Overview”, *University of Tartu, Faculty of Economics and Business Administration Working Paper Series*, No. 40, pp. 1-48, 2005.

[158] 豊田秀樹; 前田忠彦; 柳井晴夫:「原因を探る統計学 共分散構造分析入門」, 講談社, 1992.

[159] Biewen, M.: “The Covariance Structure of East and West German Incomes and its Implications for the Persistence of Poverty and Inequality”, *IZA Discussion Paper Series*, No. 459, 2002.

[160] 駒村康平; 道中隆; 丸山桂:「被保護母子世帯における貧困の世代間連鎖と生活上の問題」, 三田学会雑誌, 103 巻 4 号, pp. 51-77, 2011.

(2014年9月16日受付)

(2015年3月24日採択)