

英国と日本の省エネルギーに関する法制度と 政府政策の比較分析、および省エネ実践の統計分析

法学部 法律学科 浅野 美代子

“The Comparison on policies of the Climatic Change and the Energy Acts of Japan and the UK, and the corresponding Statistical Data Analysis of their Energy-saving Consciousness and Actions by the Hybrid Approach to Neural Networks and Linear Regression.”

Miyoko ASANO

2015年度短期海外研究員として、ウエストミンスター大学（英国）で研究を行った。研究論文は『大東文化大学紀要』第54号<社会科学>, p.103 - p.113, 2016年3月発行に掲載された。ウエストミンスター大学で行った研究について報告を行った。

目次（原論文は英語のため和訳）、および図表を『大東文化大学紀要』第54号<社会科学>, p.103 - p.113 より引用する。

目次

はじめに

- 1 省エネ法と経済による日英比較
 - 1-1 日英の省エネ関連法の比較 (the Energy Act 2011 and The Climate Act 2008)
 - 1-2 日英の省エネ施策の比較
 - A) 英国
 - 1-2-A1 The Climate Act 2008 and The Energy Act 2011 (Green Deal)
 - 1-2-A2 家庭のCO₂削減施策と省エネ機器に対する施策
 - 1-2-A3 統計表
 - 1-2-A4 減税や現金還元制度による省エネに対する動機づけ
 - 1-2-A5 まとめ
 - B) 日本
 - 1-2-B1 省エネ法と省令
 - 1-2-B2 省エネ施策とJ-クレジットシステム
 - 1-2-B3 家、自動車、省エネ機器の統計表
 - 1-2-B4 減税や現金還元制度による省エネに対する動機づけ (エコポイント)
 - 1-2-B5 電力ピークの平準化政策
 - 1-2-B6 英国・日本のエネルギー消費
 - 1-2-B7 まとめ
 - 2 アンケート分析
 - 2-1 概要 (アンケートの実施期間と場所、内容、件数)
 - 2-2 統計分析
 - 2-2-1 質問I, II & III 解析結果 (ヒストグラム、散布図、多変量解析、回帰分析、ニューラルネットワークと線形回帰分析によるハイブリッド解析法による)
 - 2-2-2 質問IV自由回答分析
 - 2-3 まとめ
 - 3 結論
 - 4 今後の課題

おわりに

参考文献

はじめに

国連気候変動枠組条約の京都議定書に基づく1997年の第3回気候変動枠組条約（COP3、京都会議）では、世界の政策として、CO₂削減が開始された。

英国は、世界で初めて2005年に取引所を開設し、2008年の気候変動法の世界初の法律を制定し、温室効果ガスの排出量を、1990年レベルの80%を2050年までに達成することを宣言。

1997年の京都議定書では、日本の目標に貢献するために、公的排出削減（CER）などの排出削減は1995年の6%への削減義務1.6%百万トン（CO₂換算値）を日本に課した、実際に、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）は、2006年度から2014年度にかけて、97,493,021トン（CO₂換算値）のクレジットを取得しなければならないと報告した。

省エネルギー削減目標を達成するためには、日本と英国は、住宅用の省エネルギープログラムを実施することが不可欠である。本稿では、エネルギーの家庭利用、関連する法律・政策・制度の違い、省エネルギー行動や省エネ意識に焦点を当て、日英共通アンケートを実施してデータ分析を行った。

1 省エネ法と経済による日英比較

1-1 日英の省エネ関連法の比較 (the Energy Act 2011 and The Climate Act 2008)

1-2 日英の省エネ施策の比較

A) 英国

1-2-A1 The Climate Act 2008 and The Energy Act 2011 (Green Deal)

英国では、2011年に省エネルギー法が改正されて（The Energy Act 2011）、パイプライン法1962、消費者信用法1974、賃貸法1977、ガス法1986、住宅法1988、電気法1989、ウェールズ法1998、ユーティリティ法2000、持続可能なエネルギー法2003、住宅法2004、気候変動と持続可能な開発法2006、建築物のエネルギー実績2007、エネルギー法2008が改正された。The Energy Act 2011, framework regulations (Framework Regulation), practice provisions (Code of Practice); energy conservation consultant (Assessor Specifications) など改正された、PAS 2030 はすべてのグリーンディールインストーラが作業しなければならない基準であり、全体的な枠組みが作成された。

この枠組みは、家主が変更されても次の家主を引き継ぐという黄金のルールがあるためPAYS (Pay-As-You-Save) システムの登場が実現できた。日本版PAYSシステムは英国を模したものであり、低炭素社会戦略センター (LCS) が対策を立案して日本で提案。「家庭部門におけるエネルギー効率改善を促す政策設計に関する国際研究ワークショップ— 英国低炭素社会戦略センター (LCS) のグリーンディール政策から学ぶ。」【5】参照。

1-2-A2 家庭のCO₂削減施策と省エネ機器に対する施策

マイクロジェネレーション認証スキーム (MCS) は、省エネ・気候変動省 (DECC), およびビルディング・リサーチ・ファンデーション (BRE) が所有しており、マイクロジェネレーション・テクノロジーの基準に照らしてグローバルな製品とインストーラを認証している。

また、家庭の省エネルギー改修や、マイクロ発電（太陽熱や地熱のヒートポンプ、小型水力発電などの小型風力発電）には補助金制度がある。これらのうち、グリーンディールの方針には、家の省エネルギーによる改築が組み込まれている。マイクロジェネレーションに関連する統計表を表1示す。

1-2-A3 統計表

Table1. Micro-generation Statistics

Date	2009	2010	2011	2012	2013
Technology					
Air source Heat Pump	103	1,342	3,684	7,515	9,705
Biomass	34	158	659	1,278	1,392
Exhaust air source heat pumps	0	28	163	127	14
Grand Source Heat pumps	466	943	1,467	2,088	1,324
Micro CHP (Micro Combined Heat and Power)	0	124	330	112	31
Micro Hydro	0	18	37	12	1
Small wind	89	586	969	2,178	409
Solar PV	1,181	24,352	205,488	167,776	103,185
Solar Keymark	219	1,874	3,476	4,621	3,027
Solar Thermal	172	468	1,646	1,591	1,610
Grand Total	2,264	29,893	217,919	187,298	121,198

Source: International Research Workshop on Policy Design to Induce Energy Efficiency Improvements within the Household Sector - Learning from the Green Deal Policy in the UK - Abstract, Centre for Low Carbon Society Strategy (LCS), September, 2014. This International Research Workshop was held on 24th February, 2014.

1-2-A4 減税や現金還元制度による省エネに対する動機づけ

日本にも同様の補助金制度がある。表2(a)は、2014年度板橋区の新エネルギー・省エネルギー機器補助金を示している。また、表2(b)は、日本における自動車と新エネルギー・省エネルギー機器補助金制度の実績を示している。補助金制度がない年は、空白表示されている。板橋区の人口は約540万人で、日本全体では約1億2,000万人であるのに対し、

英国の人口は2013年には6,400万人と推定されている。

英国の2014年予算は200百万ポンドで、これには、グリーンディール・スキーム (Green Deal Scheme) であるCashback制度の125百万ポンドが含まれている。2015年予算は19.2百万ポンドと予測されている。

Table2. (a) Micro-generation Statistics in Itabashi City.

Technology	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 Solar (PV)	9	6	8	10	10	24	35	30	31	25	84	127	232	274	176	111
2 Solar water heating	3	31	6	2	4	1	0	0	0	3	4	2	2	2	1	1
3 Residential fuel cell systems (Fuelcell)																
4 Storage battery system for housing																15
5 HRM																77
6 Secondary plant																0
Gas power generation water heater								0	18	24	18	4	0			
CO2 refrigerant heat pump								43	40	39	118	85	101			
Latest heat recovery type water heater								86	70	107	120	80	227			
Grand Total	12	37	14	12	14	25	35	159	151	178	346	325	595	349	295	347

Table2. (b) Micro-generation and Cars Statistics in Japan

Technology	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 Solar (PV)	12,219	20,872	28,191	38,282	46,796	64,718	92,046	96,921	101,614	87,644	144,677	208,654	288,871	278,029	208,332	131,382
2 Solar water heating																
3 Residential fuel cell systems (Fuelcell)																
4 Storage battery system for housing																
5 HRM																
6 Secondary plant																
Gas power generation water heater						4,400	6,500	13,408	18,400	37,000						
CO2 refrigerant heat pump						19,000	149,200	241,000	309,000							
Latest heat recovery type water heater						192	1,151	64	714	89	1,484	6,511	9,183	17,814	25,112	
Grand Total	12,219	20,874	28,191	38,282	46,796	83,812	150,798	320,311	411,827	307,734	156,271	226,814	298,014	318,043	233,414	131,382

Source: Japan Photo-Club Energy Association (JPEA), Fuel Cell Association (FCA), New Generation Vehicle Promotion Council (NGVPC) Report of the Fuel-Cell Policy on Fuel-Cell Vehicle Development, Comp. Tokyo Gas 8/11/2014, JAPAN GAS ENERGY COOPERATION Website. Author has created the Table from source.

1-2-A5 まとめ

日本では、住宅制度とは別の返済の仕組みがある。英国は金利が高いため、家族世代でその変化に対応することができ、将来の利用も期待できる。

Table3. History of The Energy Conservation Law

Year	Law	Title
1975	Enforced	The Energy Conservation Law
1980	Regulation	Notification of 1980
1992	Regulation	Housing 1992 edition regulations (strengthening)
1993	Regulation	Non-residential 1993 edition regulations (strengthening)
1998	Enforced	Revised Energy Conservation Law
1999	Regulation	Energy-saving standard 1999 version of Regulations (strengthening)
2003	Notification	Energy efficiency standards for non-residential buildings (2000m ² over)
2005	Notification	Energy efficiency standards for buildings (2000m ² over)
2009	Regulation	Top runner standards for household appliances, equipment, automobiles etc., 26 items in total
2010	Notification	300m ² over residual building Notifiable system
2013	Regulation	Energy-saving standard 2013 version of Regulations
2013	Enforced	Measures on the improvement of performance such as energy consumption equipment
2013	Enforced	The Toprunner Program
2014	Enforced	Review of the criteria that was triggered by the issuance of ISO50001
2014	Enforced	Simplification of the online application process (1)
2014	Enforced	Simplification of the online application process (2)

Source: Author has created this table.

B) 日本

1-2-B1 省エネ法と省令

日本ではPAYSという制度はない。しかし、国内クレジットシステムとJ-VERを持っている。“オフセットクレジット (J-VER)” 制度。2013年には、これらのシステムすべてが「J-クレジット」システムとして移行された。また、省エネルギー協力により授与されるポイントなどのシステムもある。エコカー、省エネルギー設備、省エネルギーラベル制度の補助金がある。省エネ電化製品を購入時点で得られるエコポイントシステムがあった。優遇税制、住宅エコポイント制度もあり、また、毎年、家庭内のエコ診断システムも実施されている。

すべての地方自治体が省エネルギーを行い、住民の省エネ教育やアンケートによる省エネルギー活動の分析を行っている。

また、環境省が毎年行っている「世帯エネルギー評価プロジェクト」も実施され、3年前に8,000世帯、2013年には15,000世帯の評価が行われた。また、会社がピーク時に電力分散に協力したときのポイントなども、同じ仕組みで運営されている。

次節では、省エネルギー法と地球温暖化対策法とその省令、J-クレジット制度の施策、住宅・不動産・自動車の統計税金のインセンティブ、住宅のための税金救済、キャッシュバックバウチャー (エコポイントバウチャー) など議論する。

Table4. Economic, Energy law and Policy History.

Year	Law/Policy	Title
1970s	Energy Policy	(1) Responding Oil crisis
1973	Energy Policy	First Oil shock
1979	Energy Policy	2nd Oil shock
1979	Enforced	The Energy Conservation Law
1980s	Energy Policy	(2) Promoting regulatory reform (since 1990s)
1980	Regulation	Notification of 1980
1992	Regulation	Housing 1992 edition regulations (strengthening)
1993	Regulation	Non-residential 1993 edition regulations (strengthening)
1990s	Energy Policy	(3) Coping with global warming issues (since 1990s)
1997	COP3	Kyoto Protocol adopted (COP3)
1998	Enforced	Revised Energy Conservation Law
1999	Regulation	Energy-saving standard 1999 version of Regulations (strengthening)
2000s	Energy Policy	(4) Enhancing resource security (since 2000s)
2000s	Energy Policy	(5) Current Basic Energy Plan
2002	Energy Policy	Basic Act on Energy Policy enacted
2003	Energy Policy	Basic Act on Energy Policy established (revised in 2007 and 2010)
2003	Notification	Energy efficiency standards for non-residential buildings (2000m ² over)
2005	Energy Policy	Kyoto Protocol came into effect
2005	Notification	Energy efficiency standards for residential buildings (2000m ² over)
2005	Notification	Energy efficiency standards for non-residential buildings (2000m ² over)
2006	Enforced	Global warming Countermeasure Law
2008	Scheme	Domestic credit scheme
2008	Notification	Greenhouse Gas Emissions Calculation and Reporting System (Global Warming Law)
2008	Scheme	VER (Verified Emission Reduction) (J-VER)
2009	Regulation	Top runner standards for household appliances, equipment, automobiles etc., 26 items in total
2010	Notification	300m ² over residual building Notifiable system
2010	COP16	COP16, COP/MOP8 (Cancun)
2012	Energy Policy	Kyoto Protocol the first commitment period end
2013	Regulation	Energy-saving standard 2013 version of Regulations
2013	Enforced	Measures on the improvement of performance such as energy consumption equipment
2013	Regulation	Top runner standards for household appliances, equipment, automobiles etc., 26 items in total
2013	Scheme	J-Creditive have integrated domestic CDM and the J-VER system which was renewed into the J-Credit
2014	COP17	COP17, COP/MOP18 (Lima)
2014	Enforced	Review of the criteria that was triggered by the issuance of ISO50001
2014	Enforced	Simplification of the online application process (1)
2014	Enforced	Simplification of the online application process (2)
2014	Enforced	Low-carbon eco-city law
2015	Scheme	Kyoto mechanisms credit end

Source: Author has created this table.

1-2-B2 省エネ施策とJ-クレジットシステム

前節では、省エネルギーに関する法律と政府の条例の概要について述べた。この節では、省エネルギー対策を検討する。

- ①届出制度：新築工事の全てと再建工事の一部に通知が必要であり、実際、ほとんどすべてのビルダーが作成。
- ②機器のラベル付けシステム：消費者は電力の性能を知ることができる。
- ③トップランナープログラム：トップランナープログラムとして26台の機器を導入し、2013年には、2台の機器を追加28台の機器になっている。

2008年11月に環境省が策定したオフセットクレジット（J-VER Scheme、Japan-Verified Emission Reduction）は、国内プロジェクトによる温室効果ガスの吸収源による削減/除去によるクレジットの検証スキームである。J-VERスキームを活用することにより、個人、企業、地方自治体などによるカーボンオフセットのための資金は、森林管理の国内プロジェクト提案者を支援し、地場産業を活性化するように指示することができる。

J-VER制度を統合するために、2013年のJ-クレジット制度、国内クレジットおよび京都クレジット統合が開始された。京都議定書では、各国の温室効果ガスの削減が京都クレジットによって確立された。これらのすべての手段は、目標が達成されない場合、未使用国からの排出量取引を実施することによって補うための仕組みが存在する。2006年から2014年にかけて、合計9,749万3,021トン（CO₂換算）のクレジットが得られた。表5に示す。2013年にCO₂削減を目標とする国内クレジットは、J-クレジットシステムに統合された。2008年の結果を表6および表7に示す。

Table5. Summary of the Offset Credit J-Ver(December, 2013)

J-VER system which was renewed into the J-Credit Scheme.

Project type	Registration number	Verification amount (10000 CO2 ton)
Emission reduction	137	52.5
Forest Sink	113	10.6
Total	250	63.1

Source: http://www.j-ver.go.jp/document/j-ver_generalization_jpn.pdf

Table6. Statistics of the Domestic Credit.(Sumarized Until 2013)

Domestic Credit System which was renewed into the J-Credit Scheme.

1.Registration number		2.Verified for the Co2 Emission Project		3.Verified for the Domestic credit Project		4. Large companies use	
Number	1,638	Number	1,466	Number	1,319	Used Domestic Credit	46
Co2 Emission in 2013(10000 Co2 ton)	81	Co2 Emission in 2013(10000 Co2 ton)	72	Verified the Domestic poroject	150	Rasio for all of the Yartification	31%
Sumarized Co2 Emission iuntill 2013 (Co2 10000ton)	196	average of one program	500	Rasio for all of the Co2 emission	86%		
		Sumarized Co2 Emission iuntill 2013 (Co2 10000ton)	175				

Source: http://www.mizuho-ir.co.jp/publication/contribution/2013/san_kan1302.html

Table7. Statistics in the J-Credit 2014.

Registration Verification	2014						Accumulated until 2014					
	Registration			Verification			Registration			Verification		
Project	Normal	Program	Total	Normal	Program	Total	Normal	Program	Total	Normal	Program	Total
J-Credit	41	41	82	5	11	16	67	35	102	5	14	19
J-VER			0			6			0			7
Domestic Credit	0	0	0	16	5	21	0	0	0	19	6	25
Total	41	41	82	21	16	43	67	35	102	24	20	51

Registration Verification	2014						Accumulated until 2014					
	Registration			Verification			Registration			Verification		
Project	Normal	Program	Total	Normal	Program	Total	Normal	Program	Total	Normal	Program	Total
J-Credit	11.1	3.2	14.3	0.1	21.8	21.9	19.3	168.5	187.8	0.1	23.7	23.8
J-VER			0.0			0.3			0			0.3
Domestic Credit	0.0	0.0	0.0	1.9	35.8	37.7	0	0	0	2.4	36.0	38.4
Total	11.1	3.2	14.3	2.0	57.6	59.9	19.3	168.5	187.8	2.5	59.6	62.4

Source: 2015/3/31 J-Credit system management business Report

http://www.meti.go.jp/medi/_lib/report/2015fy/000029.pdf

1-2-B3 家、自動車、省エネ機器の統計表

自宅の省エネルギーを進めていくためには、省エネルギー改修や省エネルギー設備を導入する必要がある。しかし、それは非常に高価で希望があっても簡単には判断できない。そのための施策として、補助金制度がある。

板橋区における省エネ対策資金総額を表2に示す。省エネルギー設備や家庭修繕には、エコポイントという形での補助

金も与えられている。これは一種のキャッシュバックバウチャーである。

1-2-B4 減税や現金還元制度による省エネに対する動機づけ（エコポイント）

住宅ローンを減らすために家庭で省エネルギーを進めるため、所得税や子供たちへの贈与税を減らすなどの措置が講じられている。

1-2-B5 電力ピークの平準化政策

家庭の電気使用平準化のために、夜間電力の使用、蓄電池利用など考慮されている。同じく、企業でも省エネルギー行動のポイントシステムを行っている。J-クレジットシステム「プログラムタイプ」では、複数家庭において家庭用太陽光発電を設置するだけでなく、HEMSによる電力使用の可視化も含むクレジットシステムが実施された。

1-2-B6 英国・日本のエネルギー消費

英国や日本のエネルギー消費は減少していない。しかし、持続可能なエネルギーの発生が促進されれば、削減価値の目標を高めることができる。RENEWABLESの持続可能エネルギー（ISEP）へのエネルギーシフトのイメージを図2に示す。グリーンハウスガス（GHG）の排出量は、持続可能なエネルギーの発生を促進することによってゼロレベルに削減される。エネルギーの実際の消費のベースは、持続可能なエネルギーの発生に依存して変化する。総エネルギー消費の削減は、1990年レベルの80%にする必要はないが、この論理は英国・日本では議論されていない。しかし、エネルギー消費の削減は、指定された国家政策の目標レベルに到達するために重要である。

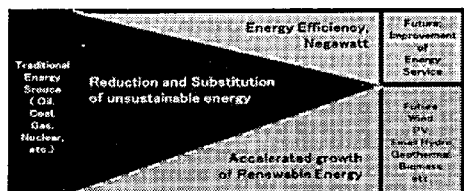


図2. JAPAN STATUS REPORT 2014、エグゼクティブサマリー、1: エネルギープロフィール、持続可能エネルギー政策研究所（ISEP）【6】。

1-2-B7 まとめ

住宅部門のCO₂は削減されずに増加している。補助金制度、エコポイント制度など、省エネルギー教育分析で、削減がどれだけ可能かをまづ必要がある。世帯数の増加や電気製品の増加が予測されるため、将来的に基本方針が必要となる。J-クレジットは、既に機能の整ったシステムであるため、期待されるシステムである。

これとは対照的に、英国のPAYSシステムは、初期投資費用を伴わないシステムであるが、実際には7%の金利で長期借入金を借り入れるシステムである。英国は、省エネルギー改修の移行判断に寄与するシステムを持っている。日本では、省エネルギー設備の設置に伴う電気代0円の住宅がある。英国では長い間、家を建て替えない、移動することさえ難しい。

日本では、電力使用を平準化するにあたって、地域の支持が非常に有効であり、すでに十分なIT技術を持っている。このピーク使用量を利用する必要がある。

2 アンケート分析

2-1 概要（アンケートの実施期間と場所、内容、件数）

過去の日本の省エネアンケートがどのようにして行われたのかを調査を行った。その結果、各都市や一部の大学は研究機関で実施されていた。地球温暖化防止の仕事として、住民のためのアンケートを行うべきである。それと同時に、私たちは、板橋区アンケート実施についてヒヤリングを行った。毎年行っているアンケートと、省エネ教育の情報を得ることができた。板橋区から3種類のアンケートを受け取り、以前のアンケートを調査し、新しいアンケートを作成した。これらのアンケート（参考文献を参照）を参考にして作成された。アンケートはすべて省エネルギー対策ではあり、省エネ意識分析ではなかった。本論文では、日本と英国における省エネ行動と省エネルギー意識を同時に分析し、法律、政策、省令が省エネルギー意識を向上させるかどうかを分析を行った。省エネ運動、国際的な規制（京都議定書のような）との関係に基づいている場合もありうる。諸国に対処しながら二酸化炭素の排出制限を保つべきである。

アンケートは、個人データ、居住データ、省エネルギーと省エネ実践行動、オープン/フリーアンケートの4つの部分で構成されている。22のアンケート質問で構成され、79のイエス/ノー回答からなる。英国の3つの高等学校の教職員、英国72件と、信州大学と大東文化大学の学生、板橋区役所有志からで、日本169件の回答を得た。

2-2 統計分析

2-2-1 質問I, II & III結果分析（ヒストグラム、散布図、多変量解析、回帰分析、ニューラルネットワークと線形回帰分析によるハイブリッド解析法による）

省エネ意識を調べるためには、最初に「ニューラルネットワークと線形回帰分析のハイブリッド法」を用いる。入力変数と目的変数を選択する。2002年に浅野、椿、吉澤により「ニューラルネットワークと線形回帰へのハイブリッド法」が提案された。【1】

(1) 入力変数。

エネルギー意識を説明するための入力変数を選択する必要がある。最初に、住居データ5変数、4つの省エネルギー質問、5つの省エネ実践行動の変数から選択された合計14の変数を選択した。次に、さらに変数選択する前に、ヒストグラムと2次元集計表をチェックして、14変数から、8変数が変数選択された。

1. 家での役割 (子供、親、祖父母、独立した人、その他)、
2. あなたと何人住んでいますか？
3. 年齢層 (10-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50またはそれ以上)。
4. 「グリーンディール」について聞いたことがありますか？
5. Q1_ 省エネルギーの方法を知っていますか？
6. Q2_ 「Pay-As-You-Save」について聞いたことがありますか？
7. Q3_ 省エネラベルについて聞いたことがありますか？
8. Q4_ あなたは省エネの世界的なマークを知っていますか？

(2) 目的変数。

目的変数は、省エネルギー行動回答の加重平均とする。70ティック(イエス・ノー)を持っているので、最初に、エネルギー節約アクションとして、目的の変数にとって重要なアクションについての変数を選択する必要がある。70からいくつかの変数を使用して、省エネアクションモデルを作成、次に、ヒストグラム、相関行列、2次元クロス表と回帰分析で分析を行った。70変数の中で、8変数を選択。

1. Q11 電球をLEDに変えましたか？
2. Q12 冷蔵庫のドアを開けるとすぐにエネルギーを節約できますか？
3. Q15 あなたの住居に複数の人が同じ風呂水を使用していますか？
4. Q5 あなたは省エネ車を持っていますか？
5. Q6 あなたの家族は省エネの車を持っていますか？
6. Q20 あなたの家/部屋で水を加熱するために家電や暖房器具を使用していますか？
7. Q21 あなたは家/部屋を暖めるために家電や暖房器具を使用しますか？
8. Q22 家/部屋を暖房するためにあなたの住居を変更(または改造)しましたか？

重み成分は「はい」数の逆数を用いた。ニューラルネットワーク解析はRシステム【3】のnnet関数によって解析される。3層フィードフォワード型ニューラルネットワーク分析を利用する。隠れ層のユニット数は2で、出力層は線形ユニットとして8-2-1フィードフォワード型3層ニューラルネットワークとする。隠れ層の最初の出力値を選択する。「ニューラルネットワークと線形回帰のハイブリッド法」の結果を表8に示す。そして、Asano-Bhattacharyya Graph【2】【3】を図2に示す。

日本・英国同時アンケート結果は、法律、教育および情報から得られる省エネ意識が、省エネ実践行動を引き出させることを示した。

Table8. Result of the Hybrid Approach to Neural network and Linear Regression

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.71435
R Square	0.51101
Adjusted R Square	0.44093
Standard Error	0.16131
Observations	72

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	9	1.6859	0.1873	7.1592	0.000605
Residual	62	1.6132	0.0260		
Total	71	3.2992			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.1848	0.0201	9.2005	0.0000	0.1446	0.2249	0.1446	0.2249
Status in your residence	0.0042	0.0205	0.0579	0.9540	-0.0498	0.0412	-0.0398	0.0422
How many people live with you	-0.0025	0.0206	-0.1378	0.8909	-0.0439	0.0383	-0.0439	0.0383
Age group	0.0440	0.0213	2.0653	0.0480	0.0014	0.0565	0.0014	0.0565
Have you heard of 'Green Deal'?	0.0030	0.0247	0.1223	0.9031	-0.0463	0.0524	-0.0463	0.0524
Q1_ Do you know how to Energy-saving?	0.0427	0.0198	2.1585	0.0348	0.0032	0.0823	0.0032	0.0823
Q2_ Have you heard of 'Pay-As-You-Save'?	-0.0152	0.0252	-0.6038	0.5482	-0.0656	0.0352	-0.0656	0.0352
Q3_ Have you heard of the 'Energy-Saving Label'?	-0.0150	0.0270	-0.5542	0.5814	-0.0689	0.0379	-0.0689	0.0379
Q4_ Do you know the worldwide mark for energy saving?	0.0071	0.0252	0.2801	0.7804	-0.0434	0.0575	-0.0434	0.0575
The 1st Output value of the middle layer	1.7052	0.3074	5.5526	0.0000	1.0913	2.3191	1.0913	2.3191

ニューラルネットワークの隠れ層2つの線形回帰分析、通常の8入力変数線形回帰分析、およびニューラルネットワークおよび線形回帰へのハイブリッド法の3つの回帰の結果を比較する。結果を表9と表10に示す。ニューラルネットワークおよび線形回帰に対するハイブリッド法のモデルは、モデル正確さ、および解釈可能な両方を有する。

中間層の2つの変数の最初の変数、住人の人数とQ3が負であり、他はプラス係数であることを図10に示す。中間層の第1変数の中間層の係数は1.7554であり、第2変数は0.078である。これは、第2変数が小さな役割であることを意味する。

Table 9. The comparison of three linear regressions.

Model	Input variables	Multiple R	Standard Error	AIC	interpretation
Neural Network: Middle - Output layer	2	0.6791	0.1605	-186.9	
Linier Regression	8	0.5175	0.1958	-168.7	
A Hybrid Approach to Neural Networks and Linear Regression Analysis	9	0.7149	0.1613	-172.8	✓

Table 10. The coefficient of the three layered feed forward neural network.

Input variables of input layer	The 1st output variable of the middle layer	The 2st output variable of the middle layer	The outut value of middle layer	
Intercept	-41.574	15.305	Intercept	0.1324
Status in your residence	9.552	12.626	The 1st output variable of the middle layer	1.7554
How many people live with you	-18.097	9.526	The 2st output variable of the middle layer	0.0780
Age group	3.762	5.525		
Have you heard of 'Green Deal'?	7.246	14.193		
Q1_Do you know how to Energy-saving?	3.441	9.997		
Q2_Have you heard of 'Pay-As-You-Save'?	8.472	1.620		
Q3_Have you heard of the 'Energy-Saving Label'?	-10.999	12.419		
Q4_Do you know the worldwide mark for enery saving?	1.580	-14.652		

2-2-2 質問Ⅳ自由回答分析

72人の回答の中の10人が意見を記入、すべてが省エネルギーの重要性のコメントであった。

2-3 まとめ

ニューラルネットワークと線形回帰分析のハイブリッド法を用いた解析では、法律、教育、情報から得られた省エネルギー意識が省エネルギー実践行動を導くことが言えた。

Asano-Bhattacharyya グラフは、モデルの解釈と各入力変数の役割を知るために有用な方法である。

3 結論

法律、教育、情報から得られた省エネルギー意識は、省エネルギー実践活動を引き起こす要因である。このための省エネルギー教育、情報と知識を得ることが必要である。省エネルギー教育は、より多く効果的に実行されるべきである。また、家庭の省エネルギーシステムを、より多くの住宅で受け入れる必要がある。

4 今後の課題

他の統計分析と比較して、深層学習（ディープラーニング）、射影追跡、構造方程式モデリングなどの強力なデータ分析方法に、提案解析法を組み込むことが可能かどうかの研究を行う。

データが時系列データの場合、Asano-Bhattacharyya Graph では、チェンジポイントなどの時系列の動きが解析される、一方、クロスセクションデータを解析する場合には、固有知識が必要であるので、現場のデータ・アナリストと協働して、解析を行う。

最後に、提案解析法を用いてデータ分析する解析手順の確立を行う。

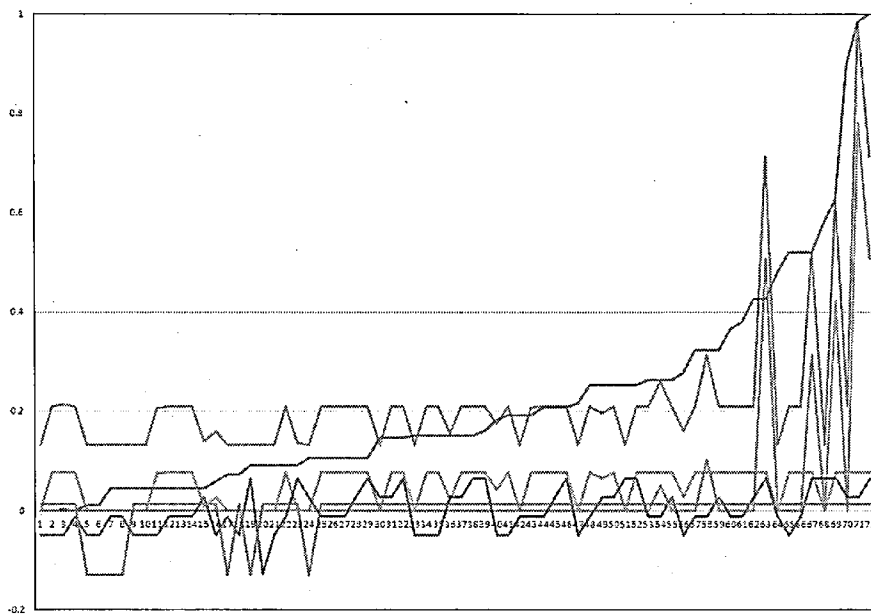


Fig. 2 Asano-Bhattacharyya Graph ordered the value of Target variable.

Predictive value of Neural Network (0.1) Q1+Q2+Q3+Q4+Q5+Q6+Q7+Q8+Q9+Q10+Q11+Q12 (0.11)
 H1 (0.755) H2 (0.078)
 Age Group (0.044) Q2_Energy-saving (0.6427)

おわりに

皆様の協力で本研究を行うことができました。皆様に厚く御礼申し上げます。特に海外研究を受け入れて頂いた Westminster University; Dr. Alexandra Psarrou, Head of the Department of Computer Science, および 2005 年海外研究指導教授で共同研究者 Professor Pijush Bhattacharyya、アンケートを実施して下さったロンドンの 3 つの高校の先生、板橋区資源環境部環境戦略担当課の皆様、河野康成先生（立教大学・本学）、および大学生（信州大学・大東文化大学）に感謝いたします。

板橋区資源環境部環境戦略担当課様には、板橋区の環境関連施策を説明頂きました。また、板橋区実施アンケート結果のご提供いただきました。

アンケート質問作成には、法律学科ノエル・ウイリアム教授に協力いただきました。ありがとうございました。

参考文献

- [1] Asano, M., Tsubaki, H., Yoshizawa, T. (2002). Effectiveness of neural networks to regression with structural changes, *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 18, 189-195.
- [2] Miyoko Asano, Pijush Bhattacharyya, Hiroe Tsubaki, and Marco K. W. Yu (2007), *Web-based Hybrid Approach to Neural Networks and Linear Regression Analysis and its Applications*, *The International Symposium for Business and Industrial Statistics (ISBIS2007)*, Argos, August, 18-20th.
- [3] Miyoko Asano, Pijush Bhattacharyya, Hiroe Tsubaki, and Marco K. W. Yu (2007), *Data Analysis by the Hybrid Approach to Neural Networks and Linear Regression*, *The 56th Session of the ISI International statistical Institute (ISI2007)*, Lisboa, August, 22-29th.
- [4] R Core Team (2015). *R-A language and environment for statistical computing*. R-Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- [5] *International Research Workshop on Policy Design to Induce Energy Efficiency Improvements within the Household Sector - Learning from the Green Deal Policy in the UK - Abstract (2014)*, Centre for Low Carbon Society Strategy (LCS).
- [6] *The RENEWABLES JAPAN STATUS REPORT 2014, EXECUTIVE SUMMARY (2014)*, Institute for Sustainable Energy Policies (ISEP). URL <http://www.isep.or.jp/en/>