

機関番号：17401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20560273

研究課題名（和文） 期待効用理論による電力事業価値評価

研究課題名（英文） Asset Estimation of Electric Power Utilities by Expected Utility Theory

研究代表者

宮内 肇 (MIYAUCHI HAJIME)

熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授

研究者番号：20181977

研究成果の概要（和文）：

電力自由化に伴い、電気事業には将来のリスクを評価した投資計画が必要である。事業価値の評価手法として純現在価値法がよく用いられるが、投資家のリスクに対する考え方を考慮できないなどの欠点がある。そこで、投資家の満足度を表す効用関数を用いることでリスクを考慮した事業価値評価ができることを、火力発電事業を対象に示した。さらに、事業の実行非実行のみに着目し、プロビットモデルによる事業価値評価法を開発した。

研究成果の概要（英文）：

Under the deregulation of electric power industries, electric utilities need asset planning considering future risks. Though Net Present Value method (Discounted Cash Flow method) is often employed to estimate investments, the method has disadvantages which can not be considered the risks. Then, we show the asset estimation of a thermal power plant, considering the risks by using the utility function which represents the satisfaction of investors. Furthermore, we have developed the asset estimation method by probit model, which is paid attention to the execution or abandonment of the project.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：電力系統工学

科研費の分科・細目：電力工学・電力変換・電気機器

キーワード：電力自由化、事業価値評価、純現在価値、リスク、効用関数、期待効用理論、回帰分析、プロビットモデル

## 1. 研究開始当初の背景

社会合理性の観点から、これまで電気事業など公益事業には自然独占が認められてきた。しかし、近年公益事業への規制緩和（自由化）が進められている。我が国でも、発電部門に既存の電力会社（一般電気事業者）に

加え、1995年からIPP（Independent Power Producer：独立系発電事業者）の参入が認められ、また、供給（小売）部門も2000年から原則2,000kW以上の需要家を対象とした部分自由化が導入されている。その後2005年からは、小売の自由化範囲を50kW以上の高

圧需要家、すなわち、全需要の6割相当にまで拡大されている。

このように電気事業は今、規制産業から競争環境への転換点にある。しかしながら、電力は社会・産業の必須の基盤であり、電力設備の建設には数年から十数年程度の長期の時間と莫大な建設資金を要する。さらに、一度建設された設備は、数十年のオーダーで運用維持されることが一般的である。すなわち、電気事業は、巨額の投資を何十年という長期にわたって回収する事業形態という特徴をもつ。

事業投資に関わる価値評価法としては、純現在価値法 (NPV 法、割引現在価値法 (DCF 法)ともいう) がよく知られている。これは、事業から得られる将来のキャッシュフローを金利で割り引いて現在の貨幣価値に換算し、それが投資に見合うかを判断する手法である。このように NPV 法は計算も容易であり、規制環境下にある電気事業では電力価格の変動が少なく将来の収益を確実に見込むことができる場合には有効な手法である。

しかし、電力自由化の進展により、電気事業に対する不確実性、すなわち、リスクは増加しつつある。NPV 法ではリスクを考慮して事業価値を正しく評価することができず、また、事業環境の変化にも対応できない。もし NPV 法に代わる適切な事業投資シグナルが存在しなければ、事業者または投資家は、電気事業への投資を手控えることにもなりかねない。投資が手控えられた電力システムは、将来に向けても増加が予想される電力需要に対し、設備が十分に増強されず、徐々に電力システムのもつ余裕を食いつぶし、最終的にはカタストロフィックな崩壊、すなわち、全面停電に至ることが予想できる。

そこで、NPV 法に代わり、事業の将来に生じるリスクが考慮できる事業価値評価手法を新たに開発し、開発された手法が電気事業の事業価値評価に有効であることを示す。

## 2. 研究の目的

不確実性を含む収益価値評価手法として、1960年代末に Merton や Rubinstein らによって、効用無差別価格 (Utility Indifference Price) という概念が提案された。近年になり、この考え方は、天候や不動産など流動性の低い非効率市場におけるリスク分析手法として注目を集めるようになり、リスクを含んだ事業投資の価値評価に本手法を応用し、明確にリスク価値を意識した分析を行う手法が提案されている。

そこで、本研究では、NPV 法に代わる事業価値評価法として、効用無差別価格を用いてリスクを考慮する手法 (UNPV 法: Utility Indifference net Present Value Method) を、電気事業という市場リスクや超長期の不

確実性を負った事業に適用し、その事業価値を評価する。特に火力発電事業に対し、本手法を適用し、有効性について検証することを目的とする。

UNPV 法では効用関数を使用する。効用関数  $u(x)$  は、単位の財  $x$  を消費したときに生じる「満足度」を表わすものであり、電気事業のような巨額の投資を伴う事業では、一般にリスク回避型の効用関数

$$u(x)=1-\exp(-\beta x) \quad (\text{i})$$

を利用する。さらに研究開始当初は、電力システムにおける「満足度」とは供給信頼度に当たると考え、適切な供給信頼度指標を効用として定義した事業価値評価の実現も考えていた。

本研究は経済理論と電力工学の融合であり、得られる成果は、電気事業の事業価値において、リスクを考慮した評価が可能とするものである。電力設備に対する投資シグナルが適切に出されることで、電力の安定供給にも貢献できる。

## 3. 研究の方法

(1) 本研究では、火力発電事業を対象に、UNPV 法による事業価値評価を行う。火力発電を対象としたのは、燃料である石油や天然ガスの価格が市場価格として比較的入手しやすいためである。

本研究を開始する前に我々は、米国東部や日本などの電力市場価格の回帰分析を行っていた。そこで、これらの市場価格を平均回帰モデルで表現するものとした。市場価格の回帰分析は、主に研究代表者の宮内が行ってきており、その結果を元に、研究分担者の三澤と共同で、長期間の市場価格を表す平均回帰モデルを作成した。発電設備に関わるモデル化は宮内を担当した。

(2) 収益である電力市場価格とコストである燃料市場価格の変動をリスクと考え、これら市場価格の平均回帰モデルのパラメータを確率的に変動させてモンテカルロシミュレーションを行い、一試行毎の NPV (ランダムな試行の下で得られた純現在価値 NPV であることから、以下  $RNPV$  と記述する) を求める。NPV 法における純現在価値 NPV は  $RNPV$  の平均、すなわち、次式で与えられる。

$$NPV=E[RNPV] \quad (\text{ii})$$

不確実性のあるリターン  $X$  の価値の考え方の一つに、期待効用理論に基づく効用無差別価格 (Utility Indifference Price) がある。効用無差別価格としての  $X$  の価値は、 $u(0)=x_0$  であるならば、

$$E[u(x_0-v+X)]=u(x_0) \quad (\text{iii})$$

を満たす  $v$  で定義される。この式の意味は、「 $X$  なる不確実なリターンを受け取る権利を得るのに  $v$  だけ支払ったときの期待収益は

0) と言うことである。この意味で  $X$  と  $v$  は釣り合っていると言える。 $X$  の買い手 (投資家) にすれば、 $X$  の価格がこの式で決まる  $v$  の値以下であるならば買う価値を持つ。

本研究で用いている UNPV 法の概略は以下の通りである。 $RNPV$  が確率変数  $\{X_n : n=1, \dots, N\}$  で与えられるとすると、 $RNPV(X)$  と書ける。 $RNPV(X)$  の効用無差別価格を  $X$  の効用無差別純現在価値 (Utility indifference Present Value) と呼び、 $UNPV(X)$  で示す。 $UNPV(X)$  は、式(iv)を満たす  $v$  の値である。

$$E[u(-v + RNPV(X))] = 0 \quad (iv)$$

ここで、 $u(x)$  は式(i)で表される効用関数で、 $u(0)=0$  とする。効用無差別純現在価値  $v$  が正であるならばプロジェクトを実行、負であるならば実行しないと判断する。

研究分担者の三澤が、理論面から UNPV 法を検証し、研究代表者の宮内が、(1)で述べた平均回帰モデルのパラメータを確率的に変化させて、火力発電事業のランダムな  $NPV$ 、すなわち  $RNPV$  を求め、UNPV 法による事業の実行・非実行に関わる検討を行った。電気事業制度に詳しい連携研究者の岡田とともに、本手法の有効性を検証した。

(3) 投資した財に対する満足度を表す効用関数は、そのパラメータの同定が難しく、研究開始当初は、効用関数に代わり、供給信頼度など電力工学に関わる指標に変えて検討を進めていくことを考えていた。しかし、電力工学の分野においては効用関数そのものに対するなじみが薄いこともあり、効用関数を前面に出さずにリスクを考慮する手法を開発する方がよいと考えた。

そこで上記の問題について、研究代表者の宮内と研究分担者の三澤が検討した結果、次のようなプロビットモデルを開発した。プロジェクトを検討する際、多くの条件を検討し、その結果として多数の  $RNPV$  が得られる。プロジェクトの結論としては実行と非実行しか分からないので、実行か非実行 (棄却) まで 2 値化した 2 値変数を被説明変数に、また、多数の  $RNPV$  の平均  $E[RNPV]$  と分散  $V(RNPV)$  を説明変数とするプロビットモデルを作成する。投資家は事業の実行の是非を多数の条件下で検討し決定するには自身のリスクに対する考えに基づくことから、このプロビットモデルは、効用関数を使っていないもののリスクに対する考え方が含まれている。研究代表者の宮内が、(2)で得られた UNPV 法の結果を基に、提案するプロビットモデルの妥当性を検証した。

(4) さらに、研究分担者の三澤が、 $RNPV$  が正規分布しているならば、UNPV 法からプロビットモデルが導けることを理論的に導出した。その結果を基に、市場価格に価格スパイクが

含まれ  $RNPV$  の分布が正規分布からずれる場合、平均・分散の項により高次の項も説明変数として加えることが有効であることを、研究代表者の宮内が火力発電事業のケーススタディを用いて明らかにし、三澤、連携研究者の岡田とともにその結果を確認した。

#### 4. 研究成果

(1) 本研究では、電力価格  $EP$  や燃料価格  $CP$  の不確実性を、1 日の平均価格を表す単純な平均回帰モデルで表現する。1 日の平均市場価格を  $S$  とすると、

$$dS = \alpha (\mu - \ln S) S dt + \sigma S dz \quad (v)$$

ここで、 $\alpha$  は平均回帰率、 $\exp(\mu)$  は市場価格  $S$  の長期価格水準、 $\sigma$  はボラティリティであり、 $\sigma S dz$  がランダム項を表す。

式(v)を離散化し、毎日の電力市場価格  $EP_i$  や燃料市場価格  $CP_i$  を用いて、年間収益  $profit$  は式(vi)で表される。

$$(profit) = \sum_{i=1}^{365} (14 \times (EP_i - H' \times CP_i)) - OMC \quad (vi)$$

ここで、 $H'$  は発電効率を表すとともに、本研究では、電力市場価格や発電モデルに日本のデータを用いているため、原油などの国際取引における為替換算も含んでいる。OMC は、kW あたりの建設コストと年間の運転維持費を表す。

計算に用いたパラメータを表 1 に示す。電力価格の平均回帰モデルのパラメータは、日本卸電力取引所 (JEPX: Japan Electric Power Exchange) が公開している 2005 年 4 月 2 日 ~ 2006 年 10 月 30 日までの JEPX の DA - DT (8 時 ~ 22 時までの平均システムプライス) データから同定した。また、天然ガス価格の平均回帰モデルのパラメータは、2006 年一年間の米国の Hanny Hub のガス市場価格データから同定した。

表 1 シミュレーションに用いたパラメータ

	EP	CP
長期価格水準	10.3 ¥/kWh	6 \$/mmBTU
平均回帰率 $\alpha$	110	20
ボラティリティ $\sigma$	3.3	1.0
時間刻み $\Delta t$	1/365	日
対ドルレート	120	¥/\$
発電効率 $H'$	0.952	¥・mmBTU /(\$kWh)
運転維持費 OMC	9,636	¥/kW 年
建設費 $I$	2.0	$\times 10^5$ ¥/kW
運用期間 $N$	22	年
無リスク金利 $r$	3.0	%

(2) 本研究では、投資期間を 22 年間と想定した LNG を燃料とする新設火力発電施設の事

業価値評価を行っている。簡単のために、電力価格と燃料価格だけを不確実なものとして仮定し、設備の運転維持費や建設期間には不確実性は存在しないものとする。また、建設のためのリードタイムは考えず、建設コストのみを考える。電力市場価格は前日スポット市場で決定され、火力発電設備は、一日のうち8時～22時までの14時間運転されるものと仮定した。発電機の起動停止コストや予備力の確保は考慮せず、運転時の出力は定格と仮定する。

NPV法とUNPV法による事業価値評価の結果を比較する。表2に示すように、不確実性のないモデルと、不確実性を考慮した3つのモデルで比較する。なお、RNPVは1万回のシミュレーションで求めている。表2に示す4つのモデルのうち、モデルIVでは、電力価格の長期価格水準が一定確率でupまたはdownする多期間2項モデルとして表している。長期価格水準の状態移行のup確率 $p$ 、down確率 $q$ はともに0.5とした( $p=1-q$ )。また、その増減量は前年の0.5%と設定している。

表2 シミュレーションケース

	不確実性		
	電力価格	燃料価格	電力長期価格水準
モデルI	×	×	×
モデルII	有	×	×
モデルIII	有	有	×
モデルIV	有	有	有

表3に、シミュレーション結果を示す。UNPVの評価ではリスク回避度 $\beta$ の値を0.01、0.001、0.0001と変えて評価する。 $\beta$ の値が大きいほど、リスクを回避する傾向が大きいことを示している。また、モデルIからモデルIVになるほど、不確実性、すなわち、リスクが増大する。それに従ってRNPVの平均であるNPVは減少する一方、表3には示していないがRNPVの標準偏差は増加する。

モデルIでは不確実性が存在しないため、RNPVは一定である。そのためNPVとUNPVは、リスク回避度 $\beta$ に関わらず同じ値となる。

表3 各モデルの事業価値評価

モデル	NPV [yen]	UNPV [yen]		
		$\beta = 0.01$	$\beta = 0.001$	$\beta = 0.0001$
I	19,900	19,900	19,900	19,900
II	3,170	-15,080	-8,650	1,730
III	8,320	-16,580	-9,210	5,700
IV	8,550	-30,190	-23,300	1,390

モデルIIで、NPVとUNPVを比較とすると、UNPVの事業価値が低く見積もられている。ま

た、UNPVの値はリスク回避度 $\beta$ の値が大きくなる、すなわちリスクを回避するほど、事業価値が減少している。これより、本手法は投資家の事業リスクに対する考え方を反映していると言える。モデルIII、モデルIVについても、モデルIIと同様のことが言える。

以上のことから、リスク回避型の効用関数を持つ投資家は、プロジェクトにリスクが存在する場合、UNPVではより低く評価される。

(3) 既に3(3)で述べたように、プロジェクトを検討する際、多くの条件を検討し、その結果として多数のRNPVが得られる。これより、RNPV(以下 $Z$ と記載する)の平均値 $E[Z]$ と分散 $V(Z)$ 、UNPV法による得られたプロジェクトの採否(実行・非実行)を表す二値変数 $v^*$ からなる一組のデータを作る。ただし、二値変数 $v^*$ は、UNPV法によりプロジェクトが採ると判定されれば $v^*=1$ 、否と判定されれば $v^*=0$ とする。この二値変数 $v^*$ を非説明変数、平均値 $E[Z]$ 、分散 $V(Z)$ を説明変数とし、最尤法により、

$$v = \beta_0 + \beta_1 E[Z] + \beta_2 V(Z) \quad (\text{vii})$$

というプロビットモデル(回帰式)を作成する。 $\beta_0$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ は最尤推定によって得られる回帰係数である。式(vii)が、UNPV法を簡約化したプロビットモデルであり、評価したいRNPV= $Z$ の平均値と分散を代入し、 $v > 0$ であればプロジェクトを実行とすればよい。

式(vii)を導くためには、多数のプロジェクトの検討と採否の結果が必要である。実際のプロジェクトの検討例は入手できないので、(2)の検討結果を用いる。以下の手順で式(vii)を導いた。(1)で述べたパラメータの内、プロジェクトの採否が分かるよう電力価格の長期価格水準を低く設定する。長期価格水準を9.3~9.5yen/kWh、ボラティリティ $\sigma$ を2.5~3.9、平均回帰率 $\alpha$ を90~160の範囲で変化させ、362ケースについてシミュレーションを行った。その結果の一部を表4に示す。各ケースについて20,000個のRNPVを求めている。なおこの検討では、(2)と異なり、円高が進行したため、為替レートを1ドル100円としている。

表4 平均回帰率 $\alpha$ を変えたときのUNPV

$\alpha$	電力価格の長期水準		
	9.3	9.4	9.5
90	-16740.3	-11765.0	-872.95
100	-12215.2	-5497.34	1230.50
110	-8639.72	-993.30	5044.98
120	-6127.18	1683.25	9621.72
130	-3660.02	4223.10	11902.7
140	-1606.14	6265.76	14052.0
150	-662.76	7920.08	13511.4
160	1620.64	9419.47	13042.8

この362ケースから得られるプロビットモデルを式(viii)に示す。

$$\nu = -2.124 + 4.287 \times 10^{-4} E[Z] - 1.2 \times 10^{-7} V(Z) \\ (-4.641) \quad (6.621) \quad (-6.478) \quad (\text{viii})$$

なお、各回帰係数の下のかっこ書きの数値は  $t$  値である。また、この回帰式対数の最大尤度は-38.4953であった。

回帰係数に対する検定を行う。まず、各説明変数の有意性を判定する  $t$  検定を行う。 $t$  分布1%点の値が約2.59であるので、いずれの  $t$  値ともこの値より大きい絶対値であり、説明変数は有意と検定される。また、複数の説明変数の有意性を判定するワルド検定についても、検定統計量は44.2347となり、自由度2の  $\chi^2$  分布1%点である9.210より大きく、ワルド検定でも有意と検定される。

次に、求めたプロビットモデルから得られるプロジェクトの採否が、UNPV法のプロジェクトの採否結果と一致しているかを検証したところ、362ケース中14ケースで一致しなかった。一致しないケースのほとんどは、UNPVの値が0に近いもので、実行の採否が微妙な判断となっているケースである。したがって、プロビットモデルは、プロジェクトの採否に関して、UNPV法とほぼ同じ程度有効であると考えられる。

(4)  $RNPV$  の分布が正規分布からずれた場合に、プロビットモデルの高次項が効果的であることを確かめるため、市場価格にスパイクが含まれるケースを作成した。式(v)の平均回帰モデルで表される市場価格に、モデルの時系列とは全く無関係にある一定確率  $p_s$  で価格が  $m_s$  倍に跳ね上がるとして、価格スパイクを模擬した。このような価格スパイクがあるケースでは  $RNPV$  の期待値  $E[RNPV]$  が収束しにくいため、各ケースについて50,000回の試行により50,000個の  $RNPV$  を求めている。

電力市場価格に価格スパイクがある場合、スパイクの倍率  $m_s$ 、発生確率  $p_s$  が大きいほど、 $UNPV$  の値が大きくなり、逆に、燃料市場価格に価格スパイクがある場合、スパイクの倍率  $m_s$ 、発生確率  $p_s$  が大きいほど、 $UNPV$  の値が小さくなった。これより、UNPV法は、価格スパイクに対するリスクを正しく評価していることが分かる。

電力価格スパイクを含む130ケース、燃料価格スパイクを含む110ケース、計240ケースでプロビットモデルを作成した。(3)で述べた平均と分散の2次までの項からなるプロビットモデルを式(viii)に、平均と分散に加え、4次までの項からなるプロビットモデルを式(ix)に示す。

$$\nu = -0.728 + 3.208 \times 10^{-4} E[Z] - 1.20 \times 10^{-7} V(Z) \\ (-1.948) \quad (6.264) \quad (-5.791) \quad (\text{viii})$$

$$\nu = -0.761 + 9.197 \times 10^{-4} E[Z] - 4.41 \times 10^{-7} V(Z) \\ (-1.147) \quad (4.117) \quad (-4.110) \\ + 7.237 \times 10^{-11} E[(Z - E[Z])^3] \\ (3.553) \\ + 7.215 \times 10^{-16} E[(Z - E[Z])^4] \quad (\text{ix}) \\ (3.870)$$

UNPV法で得られたプロジェクトの採否結果と比較すると、式(viii)の平均・分散までの2次のプロビットモデルでは240ケース中13ケースで相違したのに対し、式(ix)の4次のプロビットモデルでは6ケースであり、より正確にプロジェクトの採否が判定できている。

説明変数の有意性については、式(ix)の定数項の  $t$  値が小さいが、これは、2次までのプロビットモデルである式(viii)では、平均・分散で説明できない部分が誤差として定数項に表れ、そのため定数項が有意となっていたのに対し、4次のモデルでは高次の項で誤差が説明されるために、定数項の有意性が悪くなったと考えられる。理論的にも、 $RNPV$  の分布が正規分布であれば、定数項のない2次のモデルで説明できることから裏付けられる。なお、ワルド検定値は、式(viii)は39.33、式(ix)は17.34で、十分  $\chi^2$  分布1%点よりも大きい値である。

次に、(3)で述べた価格スパイクのない362ケースに対し、4次のプロビットモデルを作成した結果を、式(x)に示す。

$$\nu = -1.694 + 5.220 \times 10^{-4} E[Z] - 1.77 \times 10^{-7} V(Z) \\ (-3.843) \quad (6.228) \quad (-5.832) \\ - 9.484 \times 10^{-12} E[(Z - E[Z])^3] \\ (-0.676) \\ + 3.153 \times 10^{-17} E[(Z - E[Z])^4] \quad (\text{x}) \\ (0.749)$$

UNPV法で得られたプロジェクトの採否結果と比較すると、362ケース中13ケースで一致せず、式(vii)の2次までのプロビットモデルと変わらない。また、式(x)では3次、4次の項に対する  $t$  値が小さく、これらの説明変数が有意とは言えない。

以上のことから、プロビットモデルの3次、4次の高次項は、価格スパイクなどによる正規分布からのずれに有効と言える。

(5) 今後、提案したプロビットモデルを基にリスク感度分析を行うことで、逆に効用関数のパラメータ推定が行えないか検討していきたい。また、本研究では、全てのプロジェクトは投資期間満了日まで実行することを前提にしてシミュレーションを行っているが、実際のプロジェクトでは、期間途中での撤退や延期など、いわゆるリアルオプションを行使することも多く、これらの効果が正しくUNPV法やプロビットモデルで評価されるかどうか、検証したいと考えている。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① Naoki Hirata, Hajime Miyauchi, Tetsuya Misawa, Composition of Probit Model of Simplified UNPV Method, Proceedings of 16th International Conference on Electrical Engineering, 査読有, PM-01, 2010, CD
- ② 竹内裕也、宮内 肇、喜多敏博、電力市場価格のカオス性に関する基礎的検討、電気学会論文誌B、査読有、129巻、2009、pp. 897-904
- ③ N. Nishiyama, A. Mukai, H. Miyauchi, T. Misawa, Regression Analysis of JEPX Market Price, 査読有, OR4-4, 2009, CD

[学会発表] (計10件)

- ① 廣瀬高史、平田直樹、宮内 肇、三澤哲也、UNPV法を簡約化したプロビットモデル高次項の検証、平成23年電気学会全国大会、2011年3月18日、大阪大学(大阪府)
- ② 平田直樹、宮内 肇、三澤哲也、UNPV法の簡約化によるプロビットモデルの構成と検証、平成22年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、2010年9月28日、広島大学(広島県)
- ③ 平田直樹、宮内 肇、三澤哲也、UNPV法の簡約化によるプロビットモデルの構成と検証、平成22年電気学会電力・エネルギー部門大会、2010年9月3日、九州大学(福岡県)
- ④ 西山信行、宮内 肇、三澤哲也、JEPXシステムプライスおよび買い入札量に対する単位根検定、平成22年電気学会全国大会、2010年3月17日、明治大学(東京都)
- ⑤ 平田直樹、宮内 肇、三澤哲也、UNPV法の簡約化によるプロビットモデルの構成、平成22年電気学会全国大会、2010年3月17日、明治大学(東京都)
- ⑥ 平田直樹、宮内 肇、三澤哲也、UNPV法の簡約化に関する基礎的検討、平成21年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、2009年9月15日、早稲田大学(東京都)
- ⑦ 西山信行、宮内 肇、三澤哲也、JEPXシステムプライスに対する回帰分析、平成21年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、2009年9月15日、早稲田大学(東京都)
- ⑧ 西山信行、宮内 肇、三澤哲也、New England電力市場価格における回帰分析、

平成21年電気学会全国大会、2009年3月17日、北海道大学(北海道)

- ⑨ 三澤哲也、UNPV法の簡約化から導かれるプロジェクト評価回帰モデル、Risk Workshop 2009、2009年2月7日、名古屋市立大学(愛知県)
- ⑩ 宮内 肇、今村総司朗、三代純也、三澤哲也、撤退オプションを考慮したUNPV法による発電事業価値評価、平成20年電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会、2008年8月6日、熊本大学(熊本県)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

宮内 肇 (MIYAUCHI HAJIME)

熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授  
研究者番号：20181977

### (2) 研究分担者

三澤 哲也 (MISAWA TETSUYA)

名古屋市立大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：10190620

### (3) 連携研究者

岡田 健司 (OKADA KENJI)

(財)電力中央研究所・社会経済研究所・  
上席研究員

研究者番号：20371205