



大規模地震とリスクについての一考察
～電力会社とその他企業の分析～

野方 大輔

Working Paper Series Vol.FY2017-03

2017年6月

このWorking Paper の内容は著者によるものであり、必ずしも本センターの見解を反映したものではない。なお、一部といえども無断で引用、再録されてはならない。

佐賀大学経済学部
地域経済研究センター

〒840-8502 佐賀市本庄町1番地

Consideration about large-scale earthquake and risk: Analysis of electric power companies and other companies[¶]

Daisuke NOGATA *
Faculty of Economics, Saga University

Abstract

The Tohoku Earthquake of March 11, 2011 caused an accident at Fukushima Daiichi nuclear plant. After the earthquake occurred, the electricity supply was restricted. As a result, the earthquake affected not only electric power companies but also many other companies. In order to capture the impact of the Tohoku Earthquake, I estimate the risk for electric power companies and other companies using the stock price data. As a result of the analysis, I found that the risk of the electric power company had increased significantly after the earthquake. However, it was found that there was no significant change in the risk of electric companies that do not own nuclear power plants. In other companies, the risk of companies with affiliated business related to electric power systems had increased. After the earthquake, both the electric power industry and non-electric industry risks had increased, but the degree of increase in risk is higher in the electric power industry.

Key Words: Large-scale earthquake, Nuclear power plants, Electric Power Company, Risk

[¶] This work was supported by Center for Regional Economic Studies, Faculty of Economics, Saga University (grant-in aid for independent study). I would like to thank Mamoru Matsumoto (Associate Professor, Faculty of Economics and Business Administration, the University of Kitakyushu) for his valuable comments. All remaining errors are mine.

* Faculty of Economics, Saga University, 1 Honjo-machi, Saga, 840-8502, Japan
E-mail: nogata@cc.saga-u.ac.jp

大規模地震とリスクについての一考察 ～電力会社とその他企業の分析～[†]

佐賀大学経済学部 野方 大輔*

要旨

2011年3月11日の東日本大震災は、福島第一原子力発電所の事故を引き起こした。その後、電力供給の制約等が行われ、電力会社のみならず多くの経済主体の活動にも影響が及んでいる。本論文では、このような震災のもたらした影響をとらえるにあたって、電力会社とその他の企業の株価データを用いてリスクの計測を行う。その結果、震災以降に電力会社のリスクが大幅に上昇していることが分かった。しかしながら、電力会社のなかでも原子力発電所を所有していない企業のリスクについては、有意な変化がみられないことが分かった。また、電力会社以外の企業においてもリスクが上昇していた。そのなかでも、電力システム関連のビジネスを行うグループ会社を傘下に持つ企業に特に大きな影響が出ていたことがわかった。電力業界も電力以外の業界のどちらにも、震災以降にリスクの上昇がみられるが、電力業界の方がリスクの上昇度合いが高かった。

キーワード：大規模地震、原子力発電所、電力会社、リスク

[†] 本論文は、佐賀大学経済学部地域経済研究センター自主研究プロジェクト研究助成の助成を受けて行った研究成果である。2016年12月21日のCRES Workshopにおいて、松本守先生（北九州市立大学）に大変貴重なコメントを頂いた。ここに記して感謝いたします。なお本論文に残る誤謬は全て筆者の責任です。

* 〒840-8502 佐賀市本庄町1番地 佐賀大学経済学部 准教授 野方大輔
E-mail: nogata@cc.saga-u.ac.jp

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震¹（東日本大震災）は、福島第一原子力発電所事故を引き起こし、日本の社会に大きな影響を及ぼした。これ以降、震災被害の状況が、公的機関を中心として詳細に整理されている（佐々木・藤田(2012)、内閣府(2012)、復興庁(2016)など）。テレビや新聞記事等を通じて、こうした震災被害の調査結果の一部を見聞きすることも少なくない。一方、東日本大震災がもたらした影響をリスクの側面から分析しようとする研究も存在している。Kawashima and Takeda (2012)は、電力会社を対象として、福島第一原子力発電所事故の各企業の株価に与えた影響を調査している。その結果、事故後に電力会社のリスクが全体的に上昇していること、原子力発電所を所有する電力事業者の株価が、原子力発電所を所有していない事業者のそれに比べて急激に低下していること等を示している。このように関連研究では、震災前後で原子力発電所を所有する電力会社のリスクが大きく変化したことが示されている。

ただし、震災の影響を受けているのは電力会社だけではない。内閣府(2011)では、震災後の電力供給の制約やサプライチェーンの寸断等によって、さまざまな企業の経済活動に影響が及んだことが指摘されている。こうした震災の波及的影響を通じて、電力会社以外の企業においても震災以降にリスクが変化している可能性がある。したがって、電力会社だけでなく、様々な企業を含めてリスクの把握を行っておく必要がある。それでは、電力会社やその他の様々な企業が存在するなかで、果たしてどのような企業でリスクが大きく変化していたのであろうか²。本論文はこの点を整理することを目的としている。本論文では、このような問題意識のもとで、電力会社とその他の企業を含めて、震災前後におけるリスクの変化を検証することにする。

自然災害のなかでも社会に大きな影響を与えうる震災リスクを分析することは、それぞれの企業が自然災害に対するリスクマネジメントの必要性や優先順位を考えていくうえで、重要と考えられる。

本論文の構成は次のとおりである。第2章では本論文で用いる分析手法についての説明を行い、第3章では電力会社や他の企業のリスクが東日本大震災の2011年3月11日の前後でどのように変化したのかを分析し、第4章で結論を述べる。

2. 分析手法

本論文では、株価から震災前後における企業のリスク変化を読み取る。仮に株式市場がセミストロング・フォームの情報効率性をもつとすれば、企業の株価の動きから当該銘柄に対する震災の影響をうかがい知ることができる。セミストロング・フォームの効率性とは投資に関するあらゆる公開情報（たとえば企業の財務諸表、GDP、金利、為替など）に対して、

¹ この名称は地震そのものを指しており、これによって引き起こされた災害を東日本大震災と呼んでいる。

² 一般には、電力会社のような厳しい規制を受ける産業はその他の産業に比べると競争制限的で、リスクが低いと考えられる（Norton(1985)など）。

株価が即座に反応することをいう。

このような情報効率性のもとでは常に公開情報が株価に反映されているため、株価をみることで、投資家が当該銘柄企業の経営状態をどのように考えているのかを知ることが可能である。大規模地震のイベントが生じて企業に何らかの影響があるとすれば、その点を株価の動向から読み取ることができる。なお、ここで株価を扱う際には、株価動向そのものではなく、株価を株式投資収益率データの形に変換し、それぞれの企業の震災リスクをみることになる。

本論文では、震災の生じた 2011 年 3 月 11 日前後のリスク変化を検証するにあたり、単にそれぞれの企業の収益率の標準偏差をみるというだけでなく、震災前後でのシステムティック・リスク（以下、 β と呼ぶ。）の変化にも注目する。

この理由として、分散投資を行うことでリスクが軽減されるため、分散投資を行う投資家にとっては β が重要なリスク指標になること、先行研究でも β がリスク指標として用いられていることなどがあげられる。また、企業の β の変化を検証する際には、マーケット・モデルを基に推計されることが多い。(Buckland and Fraser(2001)、Norton(1985)など)。このため、本論文でもマーケット・モデルを用いて、各社の β の推計を行なうこととする。なお、マーケット・モデルは次の①のように示される。

$$R_{it} = \text{定数項} + \beta_i R_{mt} + \text{確率項} \dots \text{①}$$

ここで、 R_{it} は銘柄 i の t 時点の株式投資収益率、 R_{mt} は t 時点のマーケット・ポートフォリオの収益率を示している。 β_i は銘柄 i のシステムティック・リスクを表わし、本論文で注目するリスク指標となる。

また本節では、マーケット・モデル①に震災発生時点以降を 1 とするダミー変数を加えた以下の式②も用いて、 β の変化を観察する。

$$R_{it} = \text{定数項} + \alpha_j D_j + \beta_i R_{mt} + \beta_j D_j R_{mt} + \text{確率項} \dots \text{②}$$

ここで、 D_j は震災のイベントを表わすダミー変数で、震災以降を 1、それ以外の期間をゼロと設定する。したがって、定数項の変化は α_j で表わされる。 D_j と R_{mt} の積 ($D_j R_{mt}$) は β_i の変化を表わすマーケット・ポートフォリオ収益率（本論文では、TOPIX の収益率として考える）の傾きのダミー変数で、震災イベント j 以降を 1、それ以外の期間をゼロとする。したがって、震災イベント j の β に対する効果は β_j の係数とその統計的な有意性によって示される。

3. 実証分析およびデータ

3.1. データ

本論文ではマーケット・モデル推計の際に日次株式投資収益率データを用いる。データは『株価 CD-ROM2016 年版』（東洋経済新報社）から入手した。株価データは2011年3月11日の震災前後1年（2010年3月11日～2012年3月9日）のものを使用する。分析対象は、各地域の電力会社（一般電気事業者）10社とそれらと企業規模の近い企業10社とする。その10社の選択にあたっては、企業データベースサービス「eol」から得られた電力各社の総資産額を基準にマッチングを行った。具体的には、分析期間における株価データが入手できる企業のうち、電力会社10社と2009年時点で総資産額の最も近い企業でマッチングしている³。その結果、表1に示されている企業が選ばれた。電力会社と資産規模の条件の近い企業には製造業が多く見受けられる。震災後の電力供給制約は、製造業の生産活動にも影響を与えた可能性がある。

表1 電力会社と電力以外の企業の一覧

| 電力 | [業種(東証)] | 総資産[百万円] | 電力以外 | [業種(東証)] | 総資産[百万円] |
|-------|----------|------------|-------------|----------|------------|
| 東京電力 | 電気・ガス業 | 13,203,987 | ソニー | 電気機器 | 12,866,114 |
| 関西電力 | 電気・ガス業 | 7,116,632 | 住友商事 | 卸売業 | 7,137,798 |
| 中部電力 | 電気・ガス業 | 5,299,976 | 東芝 | 電気機器 | 5,451,173 |
| 九州電力 | 電気・ガス業 | 4,054,192 | 三菱重工業 | 機械 | 4,262,859 |
| 東北電力 | 電気・ガス業 | 3,918,574 | JFEホールディングス | 鉄鋼 | 3,918,317 |
| 中国電力 | 電気・ガス業 | 2,781,990 | ブリヂストン | ゴム製品 | 2,808,439 |
| 北海道電力 | 電気・ガス業 | 1,607,027 | 王子製紙 | パルプ・紙 | 1,614,047 |
| 北陸電力 | 電気・ガス業 | 1,411,859 | IHI | 機械 | 1,412,421 |
| 四国電力 | 電気・ガス業 | 1,383,190 | 旭化成 | 化学 | 1,368,892 |
| 沖縄電力 | 電気・ガス業 | 365,299 | ブラザー工業 | 電気機器 | 365,990 |

出所：筆者作成

3.2. 実証分析

3.2.1. 東日本大震災の前後1年の収益率の標準偏差の比較

本節では、電力会社と電力以外の企業の震災前後のリスク変化を把握するにあたって、まず2011年3月11日の震災前後1年間の期間における株式投資収益率の標準偏差の変化を見ることとする。結果は、表2に示している。

³ 電力以外の企業をサンプルとして抽出する際には、金融・保険、製薬、航空輸送、鉄道、トラック輸送、バス、電信電話事業、たばこ産業といった規制の影響を受ける産業を除外している。

表2 震災前後における電力会社と電力以外の企業の収益率の標準偏差の変化

| 電力 | 2010.3.11- 2011.3.10 | 2011.3.11- 2012.3.9 | 変化率 | 電力以外 | 2010.3.11- 2011.3.10 | 2011.3.11- 2012.3.9 | 変化率 |
|--------|-------------------------|------------------------|------|-------------|-------------------------|------------------------|-----|
| 東京電力 | 0.010 | 0.078 | 667% | ソニー | 0.018 | 0.025 | 37% |
| 関西電力 | 0.008 | 0.026 | 206% | 住友商事 | 0.018 | 0.020 | 11% |
| 中部電力 | 0.009 | 0.025 | 169% | 東芝 | 0.017 | 0.028 | 68% |
| 九州電力 | 0.008 | 0.024 | 203% | 三菱重工業 | 0.016 | 0.021 | 27% |
| 東北電力 | 0.008 | 0.036 | 349% | JFEホールディングス | 0.018 | 0.027 | 55% |
| 中国電力 | 0.008 | 0.021 | 150% | ブリヂストン | 0.016 | 0.018 | 15% |
| 北海道電力 | 0.009 | 0.022 | 142% | 王子製紙 | 0.014 | 0.017 | 23% |
| 北陸電力 | 0.010 | 0.022 | 125% | IHI | 0.022 | 0.025 | 16% |
| 四国電力 | 0.010 | 0.020 | 106% | 旭化成 | 0.016 | 0.021 | 36% |
| 沖縄電力 | 0.013 | 0.016 | 22% | ブラザー工業 | 0.018 | 0.023 | 24% |
| 電力業界平均 | 0.008 | 0.024 | 200% | 電力以外の業界平均 | 0.013 | 0.018 | 38% |

出所：筆者作成

まず、震災前における電力会社と電力以外の企業の収益率の標準偏差を観察すると、電力会社のリスクは比較企業よりも低い。たとえば、個別企業同士で比べると、資産規模の最も大きい東京電力の収益率の標準偏差が 0.010 ほどなのに対し、ソニーのそれは 0.018 である。電力業界平均と電力以外の業界平均の収益率の標準偏差を比べても、同様の傾向がみられる。これらは、電力業界のもともとのリスクの低さを示唆しているといえよう。しかしながら、震災前に非常に低かった電力業界のリスクが、震災後に大幅に上昇している。たとえば、東京電力、東北電力の収益率の標準偏差は、震災前に比べてそれぞれ 667%、349% 上昇しており、この 2 社リスクの上昇率は他に比べて著しく高い。この 2 社のリスクの高さには、地震による津波被害や原発事故が大きく影響していると考えられる。他の電力会社についても、(沖縄電力を除いて) 収益率の標準偏差の上昇率は 100% を超えている。また、電力会社の場合、資産規模の大きな企業ほど、震災後におけるリスクが大きくなっているように思われる。

一方で、電力以外の企業で震災前から震災後にかけて、大きなリスクの上昇がみられるのは、東芝、JFE ホールディングスであり、この 2 社の収益率の標準偏差は、それぞれ 68%、55% と大きく上昇している。その他の電力以外の企業については、総じてリスクは上昇しているものの電力会社ほど大きな上昇は見られない。

電力業界平均と電力以外の業界平均を比較すると、電力業界では収益率の標準偏差が 200%、電力以外の業界では 38% の上昇となっており、両者のリスクの上昇率には、5 倍ほどの差がある。したがって、電力会社のリスクの上昇率は、電力以外の企業のそれに比べて大幅に高くなっていると考えられる。ただし、沖縄電力の収益率の標準偏差については、震災後もあまり大きくなっておらず、同じ資産規模をもつ電力以外の企業に比べても、低いことには留意すべきである。沖縄電力は、一般電気事業者の中では唯一原子力発電所を所有しておらず、Kawashima and Takeda(2012)が指摘したように、原子力発電所の有無が各社のリスクに影響を与えていると考えられる。

3.2.2. 東日本大震災の前後1年の β の比較

本節では、電力会社と電力以外の企業のリスクの変化を検証するにあたって、2章の①式を用いて、震災前後1年の β を比較分析する。結果は表3に示している。

表3 震災前後における電力会社と電力以外の企業の β の変化

| 電力 | 2010.3.11- 2011.3.10 | 2011.3.11- 2012.3.9 | 変化率 | 電力以外 | 2010.3.11- 2011.3.10 | 2011.3.11- 2012.3.9 | 変化率 |
|--------|-------------------------|------------------------|------|-------------|-------------------------|------------------------|------|
| 東京電力 | 0.239 | 1.526 | 540% | ソニー | 1.226 | 1.253 | 2% |
| 関西電力 | 0.224 | 0.736 | 228% | 住友商事 | 1.292 | 1.159 | -10% |
| 中部電力 | 0.285 | 0.638 | 124% | 東芝 | 1.108 | 1.613 | 46% |
| 九州電力 | 0.260 | 0.756 | 191% | 三菱重工業 | 1.189 | 1.175 | -1% |
| 東北電力 | 0.279 | 1.460 | 423% | JFEホールディングス | 1.204 | 1.509 | 25% |
| 中国電力 | 0.279 | 0.632 | 126% | ブリヂストン | 0.967 | 0.946 | -2% |
| 北海道電力 | 0.223 | 0.671 | 201% | 王子製紙 | 0.703 | 0.661 | -6% |
| 北陸電力 | 0.331 | 0.655 | 98% | IHI | 1.390 | 1.500 | 8% |
| 四国電力 | 0.287 | 0.564 | 97% | 旭化成 | 1.137 | 1.207 | 6% |
| 沖縄電力 | 0.279 | 0.407 | 46% | プラザー工業 | 1.247 | 1.199 | -4% |
| 電力業界平均 | 0.269 | 0.805 | 200% | 電力以外の業界平均 | 1.146 | 1.222 | 7% |

出所：筆者作成

表3の電力会社についてみると、震災後に β が著しく高くなっているのは、東京電力の1.526、東北電力の1.460であり（上昇率はそれぞれ540%、423%）、 β の値が1を超えている。このように、 β が1以上を示すということは、マーケット・ポートフォリオよりも大きな値動きをしていることを意味しており、東京電力と東北電力では、震災後に非常に高いリスクが生じたことを示している。他の電力会社の β も1は超えていないものの、震災前から震災後にかけての β の上昇率で見れば、100%から200%近くの企業が多い。たとえば、震源地からは地理的に離れている九州電力においても、 β が191%と急上昇しており、原子力発電所を所有している電力各社への影響は相当なものであったことがうかがえる。これらの結果は、先ほどの収益率の標準偏差でみた結果（表2）と同様の傾向である。

一方、電力以外の企業においては、表3（ β ）と表2（収益率の標準偏差）で、結果が若干異なっている。震災後、収益率の標準偏差に関しては、全ての企業で上昇していたが、 β に関しては、あまり上昇していない企業が多く、なかには β が低下している企業も存在している。

電力と電力以外の業界平均を比較すると、電力業界では大幅な β の上昇がみられる（上昇率200%）のに対し、電力以外の業界ではほとんど β は上昇していない（上昇率7%）。なお、沖縄電力の β は、震災前に比べて上昇しているものの、これらの企業の中では最も低い。

3.2.3. 東日本大震災による β の変化の検定

前節でみた結果が、統計的有意性をもつのかを確かめるにあたって、以下では、先述したマーケット・モデル（震災以降のダミー変数を加えた第2章②式）を用いて、 β の変化の検定を行うこととする。分析結果は表4.1（電力会社）、表4.2（電力以外）に示している。

表 4.1 震災前後における電力会社の β の変化の検定

| | | β | $\beta_{11/3/11-}$ | α | $\alpha_{11/3/11-}$ |
|------------------------------|----------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 東京電力 n=491, Adj R2=0.07 | 係数 t値 | 0.239 (0.75) | 1.287 *** (3.24) | 0.000 (-0.13) | -0.005 (-1.08) |
| 関西電力 n=491, Adj R2=0.15 | 係数 t値 | 0.224 ** (2.16) | 0.512 *** (3.93) | 0.000 (0.07) | -0.001 (-0.80) |
| 中部電力 n=491, Adj R2=0.13 | 係数 t値 | 0.285 *** (2.74) | 0.354 *** (2.71) | 0.000 (-0.29) | -0.001 (-0.33) |
| 九州電力 n=491, Adj R2=0.20 | 係数 t値 | 0.260 *** (2.78) | 0.496 *** (4.23) | 0.000 (-0.26) | -0.001 (-0.64) |
| 東北電力 n=491, Adj R2=0.32 | 係数 t値 | 0.279 ** (2.20) | 1.181 *** (7.40) | 0.000 (-0.05) | -0.002 (-0.78) |
| 中国電力 n=491, Adj R2=0.17 | 係数 t値 | 0.279 *** (3.20) | 0.353 *** (3.22) | 0.000 (-0.25) | 0.000 (0.07) |
| 北海道電力 n=491, Adj R2=0.17 | 係数 t値 | 0.223 ** (2.50) | 0.448 *** (4.00) | 0.000 (0.04) | -0.001 (-0.74) |
| 北陸電力 n=491, Adj R2=0.17 | 係数 t値 | 0.331 *** (3.66) | 0.325 *** (2.86) | 0.000 (0.15) | -0.001 (-0.60) |
| 四国電力 n=491, Adj R2=0.14 | 係数 t値 | 0.287 *** (3.24) | 0.277 ** (2.49) | 0.000 (-0.01) | 0.000 (0.02) |
| 沖縄電力 n=491, Adj R2=0.10 | 係数 t値 | 0.279 *** (3.45) | 0.128 (1.27) | -0.001 (-0.80) | 0.000 (0.26) |
| 電力業界平均 n=491, Adj R2=0.22 | 係数 t値 | 0.269 *** (2.92) | 0.536 *** (4.65) | 0.000 (-0.18) | -0.001 (-0.77) |

注：*** 有意水準 1%、** 有意水準 5%、* 有意水準 10%

表 4.1 の震災以降の β の変化を表す $\beta_{11/3/11-}$ の t 値をみると、ほとんどの電力会社において震災前から β が有意に上昇している。電力業界平均でも、同様に、その変化は顕著に表れている。

このように東日本大震災以降に東京電力や東北電力だけでなく、電力会社全体でリスクが上昇している理由としては、次のような要因が考えられる。震災にともなう各地での原子力発電所の相次ぐ停止によって、火力発電に使う化石燃料の輸入が増え、電気料金が上昇したこと（日本経済新聞 2015 年 6 月 1 日）。また、2011 年の震災以降、それまで電力会社の電源構成の多くの割合を占めていた原子力への依存度が年々減少していることも挙げられるだろう。東京電力によれば、電力各社の電源構成のうち原子力の割合は、2010 年に 29% で LNG/LPG と同じくらい大きかったが、2012 年には 2% まで減少している⁴。ただし、沖縄電力に関しては、震災後における β は有意にゼロと異なる。表 2、表 3 でみてきた震災

⁴ 東京電力「エネルギー別発電電力量構成比（含他社受電・電力 10 社）」
(URL:<http://www.tepco.co.jp/corporateinfo/illustrated/electricity-supply/output-energy-source-10-j.html>)

前後の収益率の標準偏差や β の変化は電力会社の中ではあまり大きくなかったが、表 4.1 の検定によって、統計的には沖縄電力の β は変化していなかったことがわかった。これには、Kawashima and Takeda(2012)でも示されたように、原子力発電所の所有の有無が関連していると考えられる。

表 4.2 震災前後における電力以外の企業の β の変化の検定

| | | β | $\beta_{11/3/11-}$ | α | $\alpha_{11/3/11-}$ |
|-----------------------------------|----|-----------|--------------------|----------|---------------------|
| ソニー n=491, Adj R2=0.50 | 係数 | 1.226 *** | 0.027 | -0.001 | -0.001 |
| | t値 | (13.21) | (0.23) | (-0.61) | (-0.58) |
| 住友商事 n=491, Adj R2=0.65 | 係数 | 1.292 *** | -0.133 | 0.001 | 0.000 |
| | t値 | (19.71) | (-1.62) | (1.08) | (-0.15) |
| 東芝 n=491, Adj R2=0.62 | 係数 | 1.108 *** | 0.505 *** | 0.001 | -0.001 |
| | t値 | (13.08) | (4.75) | (0.62) | (-0.91) |
| 三菱重工業 n=491, Adj R2=0.64 | 係数 | 1.189 *** | -0.014 | 0.000 | 0.001 |
| | t値 | (17.96) | (-0.17) | (0.12) | (0.86) |
| JFEホールディングス n=491, Adj R2=0.59 | 係数 | 1.204 *** | 0.305 *** | -0.001 | 0.001 |
| | t値 | (13.82) | (2.78) | (-1.42) | (0.38) |
| ブリヂストン n=491, Adj R2=0.49 | 係数 | 0.967 *** | -0.021 | 0.001 | 0.000 |
| | t値 | (13.28) | (-0.23) | (0.84) | (0.30) |
| 王子製紙 n=491, Adj R2=0.30 | 係数 | 0.703 *** | -0.042 | 0.000 | 0.001 |
| | t値 | (9.27) | (-0.44) | (-0.08) | (0.62) |
| IHI n=491, Adj R2=0.60 | 係数 | 1.390 *** | 0.110 | 0.001 | -0.001 |
| | t値 | (15.69) | (0.99) | (1.48) | (-0.60) |
| 旭化成 n=491, Adj R2=0.64 | 係数 | 1.137 *** | 0.071 | 0.001 | -0.001 |
| | t値 | (17.34) | (0.86) | (1.11) | (-0.67) |
| ブラザー工業 n=491, Adj R2=0.54 | 係数 | 1.247 *** | -0.049 | 0.001 | -0.001 |
| | t値 | (14.98) | (-0.46) | (1.03) | (-0.80) |
| 電力以外の業界平均 n=491, Adj R2=0.92 | 係数 | 1.146 *** | 0.076 ** | 0.000 | 0.000 |
| | t値 | (43.58) | (2.30) | (1.12) | (-0.56) |

注：*** 有意水準 1%、** 有意水準 5%、* 有意水準 10%

表 4.2 の震災以降の β の変化を表す $\beta_{11/3/11-}$ のt値をみると、表 2(収益率の標準偏差)、表 3(β)で当該リスクの高かった2社(東芝、JFEホールディングス)に関しては、やはり有意な β の上昇が認められる。東芝については、電力システム関連のグループ会社が複数ある。また、JFEホールディングスについても、グループ会社が発電設備素材の製造等を行っており、電力との関りが他の企業よりも深いように思われる。こうした電力と関わりのあるビジネスは、震災の影響を大きく受けると投資家が判断し、結果的に2社のリスクが大きく上昇したのかもしれない。その他の企業では有意な変化がみられないが、業界平均でみれば、震災以降の β が正で有意となっている。

表 4.1 と表 4.2 の結果より、震災以降に電力業界も電力以外の業界のどちらにもリスクの上昇が認められるが、電力業界の方が震災以降のリスクの上昇幅が大きいことがわかった。また、東京電力、東北電力に至っては β が民間に匹敵するほどに高まっている。

4. おわりに

本論文では、東日本大震災によって電力会社および電力会社以外の企業に生じたリスクを株式投資収益率データから検証してきた。その結果、原子力発電設備に直接的被害を受けた東京電力や被災地の東北電力のリスクを大幅に上昇させただけでなく、震源地から離れている他の電力会社のリスクも大幅に増加させていたことが明らかになった。ただし、原子力発電所を所有していない沖縄電力に関しては、リスクが上昇しておらず、震災の影響があまりみられなかったといえる。この結果は Kawashima and Takeda (2012) と整合的である。今後も、震災のような自然災害リスクに対しては、一つの電源、原子力に依存しすぎない分散型の電力供給構造の構築を進めていくことが、重要であろう。また、電力以外の企業のなかでも、電力システム関連のグループ会社のある企業については、震災以降にリスクが上昇していた。また、電力以外の業界平均でもリスクが上昇している。したがって、電力以外の業界であっても自然災害リスクには、適時適切に対応していく必要があるだろう。

ただし、本論文では日次の株式投資収益率データをもとに企業のリスクを導出していたため、次のような問題が生じている。

ここでの推計では β を一定としたものになっているが、 β は安定的ではなく変動している可能性がある。その場合、マーケット・モデルの確率項に自己回帰プロセスを仮定した ARCH や GARCH を使用した推計（たとえば、Grout and Zalewska (2006)）やカルマンフィルタによる推計が必要になる。こうした課題を踏まえ、今後は電力会社の震災リスクについて分析の追加を行いたいと考えている。

参考文献

1. 佐々木崇徳・藤田成隆 (2012) 「衛星リモートセンシング技術による東日本大震災被害状況の解析」『平成 24 年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集』, pp. 1243-1246
2. 内閣府 (2011) 『平成 23 年度 年次経済財政報告』
3. 内閣府 (2012) 『平成 24 年版防災白書』
4. 復興庁 (2016) 『全国の避難者等の数』
5. Buckland, R., and P. Fraser (2001) “Political and regulatory risk: Beta sensitivity in U.K. electricity distribution.” *Journal of Regulatory Economics* 19 (1), 5-25.
6. Grout, P. A., and A. Zalewska (2006) “The impact of regulation on market risk.” *Journal of Financial Economics* 80, 149-184.
7. Kawashima, S., and F. Takeda (2012) “The effect of the Fukushima nuclear accident on stock

prices of electric power utilities in Japan” *Energy Economics* 34, 2029–2038

8. Norton, S. W (1985) “Regulation and systematic risk: The case of electric utilities.” *Journal of Law and Economics* 28, 671-686.