

# 東日本大震災後の電力供給不足に対する産業部門のレジリエンスの分析

梶谷 義雄<sup>1</sup>・横松 宗太<sup>1</sup>・多々納 裕一<sup>1</sup>・安田 成夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 京都大学 防災研究所 (〒660-0011京都市宇治市五ヶ庄無番地)  
E-mail:kajitani@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

本研究では、2011年夏の関東地域における電力不足を対象に、企業の適応行動とその効果について、各企業の対応状況の報告事例や関東地域の経済統計を用いた実証的な検討を行う。この際、生産量を確保しながらどの程度電力使用量削減が行われたかをレジリエンス（外的ショックに対する抵抗・回復特性）の指標として定義し、時系列モデルによる計量化を行う。得られた指標値に基づき、過去の関連する調査との比較分析、適応行動の定着化や変容の分析、被害の波及影響計量化モデルへの反映方法の観点から考察を行う。

**Key Words :** power shortage, resilience, Great East Japan Earthquake, industrial sector

## 1. はじめに

東日本大震災後に発生した電力供給量の不足は、我が国の市民生活や企業活動に短期・長期の様々な影響を及ぼしている。特に、2011年の夏場において、東北ならびに関東地域では電力不足が深刻な状態となり、電気事業法第27条による電気の使用制限が大口需要家に対して発令される事態となった。これに対し、各企業は生産の前倒し、休日へのシフトの変更、省エネ型の電灯への更新などの様々な対応を行うことで、ピーク需要の削減に関する目標を達成した。各企業の努力によって、生産への影響や追加費用の発生を可能な限り低減するように適応行動が行われたものと考えられる。本研究では、この種の適応行動のタイプを被害影響の抵抗・回復能力（レジリエンス）の観点から整理するとともに、短期・長期でレジリエンスがどのように変化したかを各企業の報告事例、生産量、電力需要統計データ等に基づき分析する。

## 2. 企業の適応行動について

経済産業省・資源エネルギー庁の調査<sup>1)</sup>によると、各事業所の具体的な取り組みとその効果に関する事例が紹介されている。たとえば、大口需要家である汎用樹脂及び合成ゴムの事業所における取り組みでは、休日・夜間のシフトや6月中の前倒し生産を実施し、昨年度のピーク

需要に対して、25%の電力使用量削減を達成している。これに伴い、18億円のコストがかかったものの、結果として9億円の損失回避（通常の操業を行ったなら失われた売上げ）がなされたことが報告されている。

基本的に、電力需要は気温や生産量に大きく影響を受ける。図1は関東地域における大口電力需要と鉱工業生産指数の関係を2008年3月から2011年10月までプロットしたものである。電力需要は大口需要家のみを対象としたものであって全産業を対象としていないが、鉱工業生産指数と明確な関係を有していることが分かる。ただし、図1では、2011年3月以降のデータとそれ以前のデータで大きな違いが見られない。電力不足に対しては、生産の減少によって対応せざるを得ない状況が発生

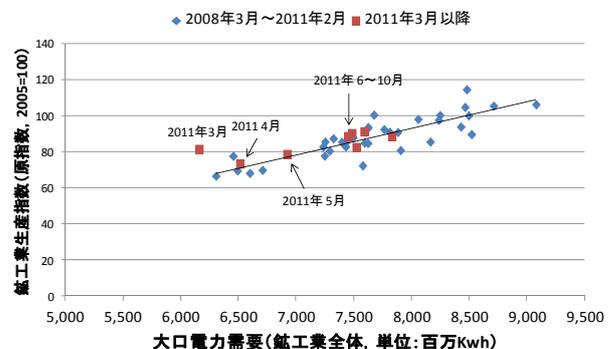


図1：大口電力需要と鉱工業生産指数の関係  
(関東地域，気温補正等なし)

するものと考えられるが、各社において前掲の企業のように費用対効果の高い対応がなされたものと推察される。

### 3. エネルギー需要の時系列モデル

生産量とエネルギー需要の関係を分析するために、以下の時系列モデルを用いる。まず、基本モデルとして、電力需要 $E(t)$ と生産量 $Y(t)$ の関係を以下の式で表す。

$$E(t) = a + bY(t) + \Gamma(t) + \Xi(t) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

ここで、 $\Gamma(t)$ ：気温による影響、 $\Xi(t)$ ：季節性の影響をそれぞれ表す。 $\Gamma(t)$ としては、既往研究を参考に以下の2つの関数を検討する。

(折れ線型関数)

$$\Gamma(t) = \begin{cases} \alpha - \beta_1 T & (T \leq \gamma) \\ \alpha + \beta_2 T & (T > \gamma) \end{cases} \quad (2)$$

(二次関数)

$$\Gamma(t) = \alpha + \beta_1 T + \beta_2 T^2 \quad (3)$$

ただし、 $T$ は気温を表す。

また、季節性のモデル $\Xi(t)$ は以下の3つの関数を考慮する。

(ダミー変数)

$$\Xi(t) = \sum_{s=1}^{12} \eta_s D(t), \text{ where } D(t) = \begin{cases} 1 & (\text{if } \text{mod}(t) = s) \\ 0 & (\text{if } \text{mod}(t) \neq s) \end{cases} \quad (4)$$

(フーリエ級数)

$$\Xi(t) = \sum_{i=1}^k a_i \sin(i \frac{2\pi}{K} t) + \sum_{i=1}^k b_i \sin(i \frac{2\pi}{K} t) \quad (5)$$

$(K = 12, t = 1, \dots, 12)$

(SARIMAモデル)

$$\Xi(t) = \alpha_s \Xi(t-s) - \alpha_{2s} \Xi(t-2s) \dots - \alpha_{ps} \Xi(t-ps) - \beta_s u(t-s) - \beta_{2s} u(t-2s) \dots - \beta_{ps} u(t-ps) \quad (6)$$

$$u(t) = \gamma_1 u(t-1) + \gamma_2 u(t-2) + \dots + \gamma_q u(t-q) + e(t) + \delta_1 e(t-1) + \delta_2 e(t-2) + \dots + \delta_q e(t-q)$$

以上、式(1)をベースに、気温の影響に関する2種類の関数、季節性に関する3種類の関数の組み合わせのうち、最も統計的な適合度が高い関数を選択するアプローチを取る。なお、AIC(赤池情報量基準)に基づいた結果では、式(3)(2次関数)と式(4)(ダミー変数)の組み合わせが最も適合度が高いモデルとなった。

図2は、得られた時系列モデルを基に、気温と季節性の影響を取り除いた場合における鉱工業生産指数と大口電力需要の関係を示している。気温データとしては、東京地域における月別の平均最高気温を用いる。図1とは異なり、2011年3月の震災発生以降の月では、少ない電力使用量で高い生産量を達成していることが明らかに

分かる。一方、図3は単位電力投入量あたりの生産量の変化を前年同月比で比較したものである。2011年3月以降は、前年と同じレベルを示す1よりも小さな値をとっており、震災直後から電力投入量に対してより効率的な生産がなされたことなされていたことが分かる。6~8月の夏場においては一層の効率化がなされており、その傾向は、節電の要請が解除された9月、10月においても続いているように見受けられる。より長期的な時系列による分析が必要となるが、各企業において、節電型システムが長期的に定着している可能性が考えられる。

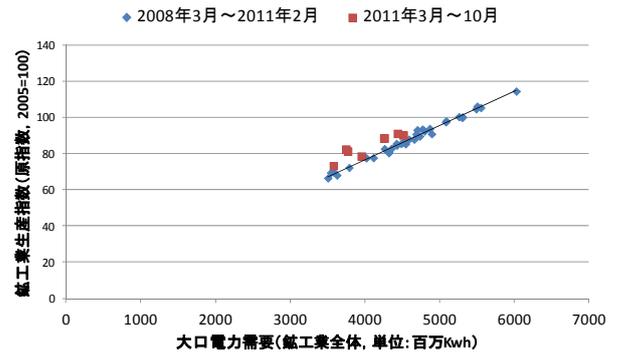


図2：大口電力需要と鉱工業生産指数の関係  
(関東地域、気温補正、季節調整済み)

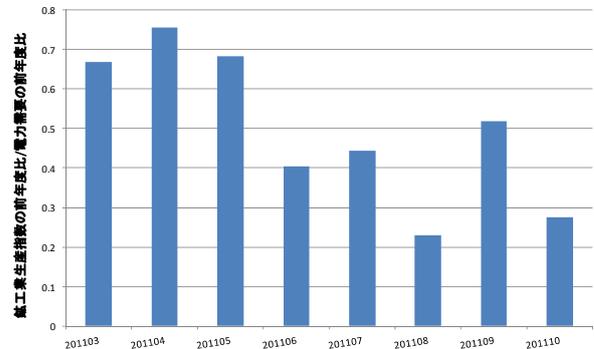


図3：月別の電力投入量に対する生産量の変化  
(対前年同月比)

その他、産業別の分析、生産関数の分析、地域別の分析等のレジリエンスの特性に関する分析については講演時に譲る。

#### 参考文献

- 1) 資源エネルギー庁：夏期の電力需給対策のフォローアップについて(大口・小口・家庭)，2011年10月14日。
- 2) 大橋和彦，金村宗：天候デリバティブによる電力会社のリスク管理，Working paper, 一橋大学, 2006.

(2012.5.7 受付)