

## 南海トラフ巨大地震における中・長期的な 電力需給ギャップ推計方法の一試案

A Draft on The Estimation Method for Mid and Long Term Power  
Supply and Demand Gap after The Huge NANKAI Trough Earthquake

関西大学大学院 社会安全研究科

寅屋敷 哲也

Graduate School of Safety Science,  
Kansai University

Tetsuya TORAYASHIKI

関西大学 社会安全学部

河田 恵昭

Faculty of Safety Science, Kansai  
University

Yoshiaki KAWATA

### SUMMARY

In March 2012, the Cabinet Office, government of Japan published a new model of the Huge NANKAI Trough Earthquake, and it is assumed that the seismic motion will be bigger and tsunami will be higher than traditional model. Therefore, the need of disaster preparedness to avoid such mega-risk is becoming more important than ever in Japan. Since the Great East Japan Earthquake, Japan's economic activities and people's lives have been distressed due to the shortage of mid and long term power supply. From this aspect, it is needless to mention that the shortage of power supply is one of the critical issue for achieving recovery and reconstruction after the disaster. Hence, in order to avoid repeating the same power supply problem in the future when the Huge NANKAI Trough Earthquake hit Japan, estimating post-disaster power supply and demand throughout the mid and long term beforehand is crucially important. Thus, in this draft, a new method of estimating post-disaster power supply and demand gap throughout nine months is shown.

### Key words

power supply and demand gap, shortage of mid and long term power supply, the Huge NANKAI Trough Earthquake

### 1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災の影響によって東北電力、東京電力の管轄における多くの火力発電所や原子力発電所が稼働停止を余儀な

くされた。以降、中長期的な電力不足が社会的に大きな問題となっている。東京電力管内においては電力需給が逼迫した発災後の2011年3月14日から、計画停電が実施されることとなった<sup>(1)</sup>。計画停電は東京電力が1951年に設立して

から初めての事態であった<sup>[1]</sup>。さらに、福島第一原子力発電所の事故の影響によって、我が国の原子力発電所の安全性を再検討するために、段階的に原子力発電所の稼働を停止し、一時的に我が国すべての原子力発電所が止まる事態となった。そのため、電力需要がピークに達する2011年の夏季においては、電力需給ギャップが生じることが予想され、電力使用制限令が出される事態となった<sup>[2]</sup>。

東日本大震災においては、電力を生み出す発電所自体が短期的または中長期的に稼働できない事態が問題となったため、火力発電所や原子力発電所が海溝型の巨大地震後にできるだけ電力供給を継続させるための新たな対策が今後は必要となる。

また、2012年3月には内閣府が、東日本大震災を踏まえ、南海トラフ巨大地震の新たなモデルを公表<sup>[2]</sup>し、8月に被害想定<sup>[3]</sup>が出された。さらに、2013年3月には、ライフライン被害における電力に関する被害想定が公表された<sup>[4]</sup>。しかし、この想定は、電線や電柱、変電所の機能停止から停電軒数を算出しており、発電所の被害の影響が全く考慮されていない。そうすると、電力が不足することによる計画停電や節電等の影響を減じるための対策を進めることはできない。

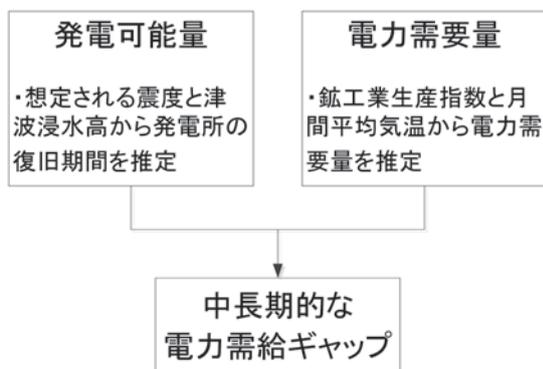


図1 電力需給ギャップの推計イメージ

そこで、本論文では南海トラフ巨大地震が発生した場合、被災発電所の復旧期間と被災地域の電力需要の両者を予測するというアプローチから中長期的な電力需給ギャップを算出するための方法を提案することを目的とする。電力需給ギャップ推計のイメージを図1に示す。

本研究は、従来のような電力の送配電設備の被害に注目するのではなく、発電所の被害のみに注目し、災害後の電力需給量を予測するという点では新しい試みである。

## 2. 発電可能量の推計

南海トラフ巨大地震の被害想定を用いて、発生した際の稼働停止する発電所と復旧期間を決定し、発災後1年間の発電可能量を推計する。利用する被害想定データはすべて内閣府の南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループにより公表された、強震特性が陸側、津波ケース③を用いることとする<sup>[3]</sup>。

### 2.1 推計条件

南海トラフ巨大地震によって被害を受ける可能性のある発電所を持つ、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力の7電力会社管轄域を対象とする。なお、算出に用いる発電所はすべて一般電気事業者と卸電気事業者、卸供給事業者が所有するものに限る<sup>[4]</sup>。

まず報告されている各市町村の想定震度と津波浸水高のデータから発電所の復旧期間を決定するための指標を東日本大震災における事例を参考に作成する。

#### (1) 火力発電所

東北電力と東京電力管轄域における東日本大震災において被害が生じた火力発電所の所在地における震度と津波浸水高の関係から、それら

発電所の復旧期間をまとめたものを表1に示す。津波浸水高については、発電所所在地の地面からの浸水の高さを採用している。なお、震度と津波浸水被害から発電所の復旧期間を予測するための被災発電所のサンプルは、震災時に稼働していた発電所にすべて統一することにする。また、原町火力発電所は、震災直後に福島第一原発事故の影響で2011年3月15日から4月21日まで屋内退避区域に指定されていたこと等により復旧が遅れたこともあり、物理的な被害の影響のみではないことには留意する必要がある。

表1より、津波浸水被害が有る場合と無い場合では、被害による復旧期間への影響が異なると考えられるため、復旧期間の指標は津波浸水の有無によって分けることとする。

まず、津波浸水被害が無い場合は、震度によって決定する。表1中のNo.14~28から復旧期間を決定する指標を作成するが、震度6強と7の指標がないため推定を行う。推計式を作成するために震度をダミー変数に変換する。ダミー変数は、震度4以下の場合は影響がほとんどないため、0と置き、震度5弱を1、震度5強を

表1 東日本大震災時稼働中であった被災火力発電所の復旧期間<sup>(5)(6)</sup>

	No	発電所	系列	震度	浸水高 (m)	復旧期間 (日)
津波浸水有	1	原町火力	1号機	6弱	13.0	777
	2	仙台火力	4号機	6弱	5.0	334
	3	広野火力	2号機	6弱	4.0	122
	4		4号機			125
	5	新仙台火力	1号機	6弱	3.0	291
	6	新地	2号機	6強	3.0	283
	7	勿来	7号機	6弱	1.5	285
	8		9号機	6弱	0.4	111
	9	常陸那珂火力	1号機	6弱	1.0	65
	10	鹿島火力	2号機	6弱	1.0	27
	11		3号機			26
	12		5号機			28
	13		6号機			40
津波浸水無	14	鹿島共同	1号機	6弱	無	36
	15		3号機			88
	16	東扇島火力	1号機	5強	無	13
	17	八戸火力	3号機	5強	無*	9
	18	千葉火力	2号1軸	5強	無	1
	19	大井火力	2号機	5弱	無	2
	20		3号機			6
	21	能代火力	1号機	5弱	無	2
	22		2号機			3
	23	酒田共同火力	1号機	5弱	無	1
	24		2号機			3
	25	秋田火力	2号機	5弱	無	1
	26		3号機			1
	27		4号機			1
	28	五井火力	1号機	5弱	無	1

※八戸火力発電所は0.5mの浸水が報告されているが、津波による発電所の被害は皆無だったため無としている。

2, 震度6弱を3, 震度6強を4, 震度7を5と置いた。そして, No.14~28の震度ダミーと復旧期間の関係から①式の1次近似式を作成した。(切片 = 0,  $R^2 = 0.584$ ).

$$D_s = 21.333S - 18.833 \quad \dots\text{①}$$

$D_s$ : 津波浸水無の発電所の復旧期間 (日)  
 $S$ : 震度ダミー

No.14~28の震度5弱, 5強, 6弱毎の復旧期間の平均を算出すると, 2, 8, 62 (日) であり (小数点は四捨五入), これらを復旧期間の指標とする。しかし, 6弱についてはサンプル数が2つであることと, No.9~13のように震度6弱で津波を有している発電所が62日よりも復旧期間が短いことから, 震度6弱については①式から算出された値を指標とする。震度6弱, 6強, 7について①式から推計したところ, それぞれ, 45, 66, 88であった (小数点は四捨五入)。以上の方法によって作成した発電所の復旧期間の指標を表2に示す。

表2 津波浸水無の発電所復旧期間の指標

震度	4以下	5弱	5強	6弱	6強	7
復旧期間(日)	0	2	8	45	66	88

次に, 津波浸水被害が有る場合の復旧期間の指標を決定する。表1中のNo.1~13の発電所の復旧日数を被説明変数, 震度ダミーと津波浸水高を説明変数として②の重回帰式を作成した ( $R^2 = 0.648$ )。津波浸水高については, 計算する上ですべて1以上に統一するために単位をcmに変換することとする。

$$D_t = 75.737S + 0.522h - 176.677 \quad \dots\text{②}$$

$D_t$ : 津波浸水有の発電所の復旧期間 (日)  
 $h$ : 津波浸水高さ (cm)

$S$ : 震度ダミー

以上より, 津波浸水被害が無い場合の発電所の復旧期間を予測する際は表2を適用し, 津波浸水被害が有る場合の発電所の復旧期間は②式から算出する。②式において, 計算結果が負になった場合は, 表2を適用することとする。発災時の火力発電所の設備利用率は, 直後に発電可能な火力発電所の総出力に過去5年間の設備利用率<sup>(7)</sup>を用いて直後の発電可能量とし, 1週間後には設備利用率を1として算出した。

## (2) 原子力発電所

原子力発電所の稼働状況については, 今後の政府の原子力政策の方針によって大きく変わる可能性があるため, 本稿執筆時点 (2013年4月13日) で稼働中である大飯原子力発電所3, 4号機のみ稼働しているという状況で算出を行った。

## (3) 水力発電所

水力発電所については, 東日本大震災において発電への影響は少なからずあったものの, ほとんどの発電所が翌日に稼働したことから, 算出には水力発電所は影響なしとした。設備利用率は過去5年間の平均<sup>(8)</sup>を用いた。

## (4) その他の発電所

その他の発電所に関しては発電量が少ないため, 算出には考慮しないこととした。

## 2.2 推計方法と結果

南海トラフ巨大地震によって被害を受ける可能性のある7電力会社管轄域における全火力発電所において所在する市町村の想定震度<sup>(9)</sup>と想定津波高の平均<sup>(10)</sup>を算出に用いる。算出には浸水高を指標としていることから, 想定津波高の

表 3 南海トラフ巨大地震における電力会社管轄域別の推定発電可能量

発生 から の期間	東京電力		中部電力		北陸電力		関西電力		中国電力		四国電力		九州電力	
	発電可能量 (万 kW)	総発電 可能量 との比												
直後	2304.6	0.419	483.2	0.161	339.3	0.555	1002.7	0.361	270.5	0.204	109.5	0.157	662.0	0.350
2日	3605.0	0.655	551.6	0.184	354.9	0.580	1002.7	0.361	366.3	0.277	109.5	0.157	1016.2	0.538
8日	5505.7	1.000	551.6	0.184	611.7	1.000	1257.7	0.452	598.0	0.452	109.5	0.157	1558.2	0.825
1ヶ月	5505.7	1.000	551.6	0.184	611.7	1.000	1257.7	0.452	598.0	0.452	109.5	0.157	1558.2	0.825
2ヶ月	5505.7	1.000	551.6	0.184	611.7	1.000	1670.20	0.601	738.0	0.558	109.5	0.157	1558.2	0.825
3ヶ月	5505.7	1.000	2417.4	0.806	611.7	1.000	2305.94	0.829	1297.8	0.980	109.5	0.157	1609.2	0.852
4ヶ月	5505.7	1.000	2417.4	0.806	611.7	1.000	2305.94	0.829	1323.7	1.000	109.5	0.157	1888.7	1.000
5ヶ月	5505.7	1.000	2417.4	0.806	611.7	1.000	2305.94	0.829	1323.7	1.000	109.5	0.157	1888.7	1.000
6ヶ月	5505.7	1.000	2417.4	0.806	611.7	1.000	2359.94	0.849	1323.7	1.000	254.1	0.363	1888.7	1.000
7ヶ月	5505.7	1.000	2417.4	0.806	611.7	1.000	2359.94	0.849	1323.7	1.000	254.1	0.363	1888.7	1.000
8ヶ月	5505.7	1.000	2417.4	0.806	611.7	1.000	2359.94	0.849	1323.7	1.000	254.1	0.363	1888.7	1.000
9ヶ月	5505.7	1.000	2723.2	0.908	611.7	1.000	2359.94	0.849	1323.7	1.000	254.1	0.363	1888.7	1.000
10ヶ月	5505.7	1.000	2913.2	0.971	611.7	1.000	2390.57	0.860	1323.7	1.000	254.1	0.363	1888.7	1.000
11ヶ月	5505.7	1.000	3000.7	1.000	611.7	1.000	2390.57	0.860	1323.7	1.000	254.1	0.363	1888.7	1.000

平均から発電所の所在地の標高<sup>(11)</sup>を差し引いて浸水高とする。そのため、発電所所在地における詳細な想定浸水高ではないことには留意する必要がある。そして、①式と表2に示す指標を用いて、対象とする全火力発電所の想定震度と想定浸水高の組み合わせから、復旧期間の推計を行った。

### (1) 電力会社管轄域別の結果

発電可能な原子力、水力発電所の総出力量と試算した火力発電所の推定復旧期間から、直後、2日、8日、1ヵ月～11ヵ月後における発電可能量を各電力会社管轄域別に算出した結果を表3に示す。

発災から2ヵ月間に発電可能量が厳しくなるのが、四国電力と中部電力であり、総発電可能量に占める発電可能量が2割程度となる。さらに、関西電力、中国電力においても、2ヵ月後でも5、6割程度になる見込みである。東京電力や北陸電力は、直後には少し影響が生じるものの、1週間ではほぼ通常に戻ることが分かる。

### (2) 被災発電所別の結果

次に、被害が軽微な東京電力と北陸電力管轄域を除いた電力会社管轄域における被災発電所別の推定復旧期間の結果を表4に示す。表4より、関西電力の御坊火力発電所が708日であり、最も復旧期間を要することが分かる。この地域では津波と震度が巨大になる傾向があり、影響を軽減するための対策は喫緊の課題である。

また、四国電力においては、1年以上の復旧期間を要する火力発電所が、坂出火力発電所を除いてすべてであり、厳しい状態が続くことが分かる。

## 2.3 東日本大震災との比較

ここでは、南海トラフ巨大地震によって影響

を受ける火力発電所の総出力量と東日本大震災時の喪失出力量の比較を行う。

表5より、特徴的なことは震度6強以上にさらされる火力発電所の総出力量が東日本大震災の22.3倍であるということであり、揺れによる影響が大きくなることが予想される。さらに、津波の影響を受ける火力発電所の総出力量も6.3倍と比較的大きい割合である。発電所被害は揺れによる影響よりも津波による影響の方が大きいことから、南海トラフ巨大地震においては、東北地方と比較してより多くの電力消費地に影響を受けることを踏まえると、電力不足の問題は東日本大震災と比較して大きくなることが予想される。

## 2.4 発電可能量の推計方法の課題

本章における推計方法の課題を述べる。本推計方法は、地震の揺れと津波による物理的被害のみから被災発電所の復旧期間を予測する推計方法を行った。しかし、発電所の復旧期間を決める要因はそれだけではない。個別発電所の地震や津波対策、火力発電所の種類や建設年数等、考慮すべき点は残る。また、東日本大震災の被災発電所の復旧期間を推計に用いたが、南海トラフ巨大地震の場合、中部地方、関西地方の大都市圏が広域に渡って被災するため、東日本大震災と比較して発災から中長期的にかなり経済活動の停滞が予想される。さらに、前節で述べたように被災する発電所の量が東日本大震災よりも非常に多くなることも影響し、発電所の復旧に係る資源を確保することがかなり困難になることが予想できる。そのことを踏まえると、今回の推定復旧期間の結果はおそらく楽観的であると考えられる。

表4 南海トラフ巨大地震における被災火力発電所別の推定復旧期間

地域	電気事業者	火力発電所	総出力 (万 kW)	推定復旧 期間(日)	地域	電気事業者	火力発電所	総出力 (万 kW)	推定復旧 期間(日)
中部	一般	尾鷲三田	87.5	312	中国	一般	大崎	25.9	103
		渥美	190.0	286			水島	78.1	66
		新名古屋	305.8	244			玉島	120.0	66
		知多	396.6	88			岩国	85.0	66
		西名古屋	119.0	88		その他	倉敷共同	61.8	66
		碧南	410.0	88			福山共同	84.9	66
		知多第二	170.8	88			竹原	130.0	66
		武豊	112.5	88		一般	柳井	140.0	45
		川越	480.2	66			三隅	100.0	8
		四日市	126.1	66			下松	70.0	8
		上越	119.0	2			新小野田	100.0	2
							下関	57.5	2
		関西	一般	御坊		180.0	708	一般	大分
海南	210.0			348	新大分	229.5	93		
その他	和歌山共同		30.6	280	その他	大分共同	51.0	77	
一般	関西国際空港 EC		4.0	178		一般	川内	100.0	8
その他	高砂		50.0	163	新小倉		180.0	2	
一般	堺港		200.0	71	菟田		73.5	2	
	多奈川第二		120.0	66	豊前		100.0	2	
	姫路第一		150.7	66	荅北		140.0	2	
	姫路第二		165.0	66	その他	戸畑共同	89.1	2	
	南港		180.0	45		一般	唐津	87.5	0
	相生		112.5	45	松浦		70.0	0	
	赤穂		120.0	45	相浦		87.5	0	
	宮津エネルギー ギー研究所		75.0	8	その他	松島	100.0	0	
舞鶴	180.0	8	松浦	200.0		0			
四国	一般	阿南	124.5	484	※電気事業者の分類は一般電気事業者を一般とし、 それ以外はすべてその他としている				
		橋湾	70.0	437					
	その他	橋湾	210.0	437					
	一般	西条	40.6	437					
坂出		144.6	158						

表5 南海トラフ巨大地震と東日本大震災における火力発電所の喪失出力量の比較

火力発電所の喪失出力量 (万 kW)	5弱以上	5強以上	6弱以上	6強以上	津波影響
南海トラフ地震	9436.1	6464.6	5567.2	4458.3	7016.5
東日本大震災	3782.9	2549.5	1667.1	200.0	1122.1
比率	2.5	2.5	3.3	22.3	6.3

### 3. 電力需要量の推計

被災後の電力需要は需要側の被害状況に依存し、多くの場合需要量が減少する。そのため、南海トラフ巨大地震後の電力需要変化率を算出し、想定電力需要量を決定する。

#### 3.1 推計の考え方

東日本大震災の実績を参考に、南海トラフ巨大地震後の電力需要変化率を推計する。家庭や企業、自治体等さまざまな主体が電力を日々使用している。各主体によって電力の使用量が違うため、正確に電力需要量を予測するためには、それぞれの需要変化率を算出する必要がある。しかし、入手可能なデータが限られることから、電力の大口需要家である製造業を対象として、都道府県別に1ヵ月毎のデータが公表されている鉱工業生産指数（IIP）の前年同月比<sup>(12)</sup>を代表値として電力需要の変化率と考えることとする。

本研究では、電力需要変化モデルを東日本大震災と同等のモデルにするため、東日本大震災後の節電による影響が含まれていることには留意する必要がある。

#### 3.2 電力需要変化モデル

まず、電力需要変化率をIIPの前年同月比として捉える上で妥当な指標かについて確認するために、東日本大震災後の電力需給の前年同月比と比較を行う。

2011年3月から2012年2月までの1時間毎の電力需給実績のデータを用いて、各月における1時間毎の需給実績の前年同月比の平均を算出した<sup>(13)</sup>。都道府県別のIIP前年同月比を電力会社管轄域毎にまとめるために、電力会社管轄域に占める都道府県別のGDP比（2009年度）をIIP変化率の比と捉え、東京電力管轄域と東

北電力管轄域のIIP前年同月比を算出した。東北電力管轄域におけるIIPの前年同月比と電力需給実績の前年同月比の比較を図2、東京電力管轄域を図3に示す。

図2、3から、夏の気温が上昇する季節において誤差が大きくなっているが、それ以外では誤差が小さいことが分かる。おそらく、夏の節電要請によって両電力会社管轄域では製造業のみならず、非製造業、自治体、家庭さまざまな主体で節電を実施したことがIIPの前年同月比には反映されていないことが予想できる。つまり、東日本大震災後の需要変化モデルを作成するためには、節電実績分の誤差を修正する必要がある。

そのため、2011年3月から2012年2月まで

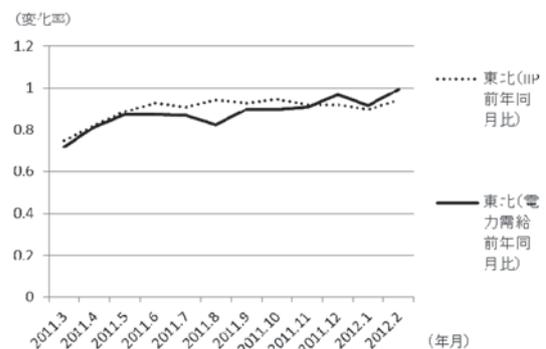


図2 東北電力管轄域におけるIIP前年同月比と電力需給前年同月比の比較

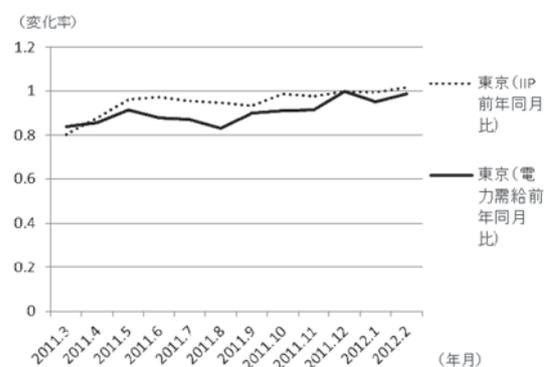


図3 東京電力管轄域におけるIIP前年同月比と電力需給前年同月比の比較

の両電力会社管轄域における月間平均気温と IIP 前年同月比を説明変数（N = 24）とし、電力需給前年同月比を被説明変数として、③の重回帰式を作成した。以降、電力需給前年同月比を電力需要変化率、IIP 前年同月比を IIP 変化率と捉えることとする

$$R_{PS} = 0.862R_{IIP} - 0.004T + 0.142 \quad \dots \textcircled{3}$$

$R_{PS}$ ：電力需要変化率

$R_{IIP}$ ：電力会社管轄域における IIP 変化率

$T$ ：電力会社管轄域における月間平均気温

調整済み決定係数は 0.800 であり、推計値は統計的にある程度有意であると考えられる。そのため、③式において、東日本大震災における電力需要変化モデルを IIP 変化率と月間平均気温を用いて表すこととする。

### 3.3 IIP 変化率の推計条件

南海トラフ巨大地震後の被災都道府県における IIP を推計するために、東日本大震災後の被災都道府県における 1 年間の各月における IIP 前年同月比を用いる。東日本大震災で被災した東北電力と東京電力管轄域の都道府県において、震度範囲に占める製造業従業員数の割合（以下、製造業従業員率）と津波浸水域に占める人口の割合（以下、津波人口率）を算出し表 6 に示す。震度範囲に占める製造業従業員率は、都道府県内の市町村における震度と製造業従業員数の関係から都道府県毎に震度範囲（6 強以上、6 弱、5 強、5 弱、4 以下）毎に求めた<sup>(14)</sup>。また、津波人口率は、都道府県毎の推定浸水域に占める人口の割合と総人口の関係から求めた<sup>(15)</sup>。そして、震度範囲に占める製造業従業員率と津波人口率を説明変数、被災後当月～11 ヶ月後までの IIP の前年同月比を被説明変数として重回帰式を作成する。本来ならば、津波浸水域

における製造業従業員数の割合を用いるべきであるがデータを取得するのが困難であるため、津波人口率で算出することとした。表 6 に示した震度範囲に占める製造業従業員率と津波人口率毎に各都道府県の割合を標準化した値を説明変数として重回帰式を作成する。なぜ説明変数毎に標準化を行うかという、割合のまま説明変数に使用すると、以下に説明するが説明変数を最終的に 3 つに絞るため、説明変数に 0 が多い都道府県はうまく推定できなくなってしまうからである。

さらに、東北電力と東京電力管轄域の都道府県における東日本大震災発生後 1 年間の IIP 前年同月比を表 7 に示す。これらを被説明変数とし、表 6 における 6 つの標準化した説明変数の中から、説明変数間の多重共線関係が大きくなるように震度範囲に占める製造業従業員数の割合から 2 つに絞り、それらと津波人口率の 3 つの組み合わせを説明変数として重回帰式を作

表 6 東京電力・東北電力管轄域の都道府県における東日本大震災の震度範囲に占める製造業従業員率と津波人口率

都道府県	震度範囲に占める製造業従業員率					津波人口率
	6 強以上	6 弱	5 強	5 弱	4 以下	
宮城県	0.391	0.469	0.119	0.020	0	0.143
茨城県	0.238	0.493	0.267	0.002	0	0.014
福島県	0.163	0.500	0.307	0.016	0.014	0.036
栃木県	0.313	0.114	0.529	0.044	0	0
青森県	0	0	0.310	0.106	0.585	0.012
岩手県	0	0.346	0.461	0.137	0.056	0.082
秋田県	0	0	0.251	0.233	0.516	0
山形県	0	0	0.200	0.544	0.256	0
新潟県	0	0	0	0.024	0.976	0
群馬県	0	0.052	0.571	0.274	0.103	0
埼玉県	0	0.001	0.429	0.449	0.120	0
千葉県	0	0.030	0.413	0.491	0.066	0.006
東京都	0	0	0.224	0.611	0.165	0
神奈川県	0	0	0.171	0.509	0.320	0
山梨県	0	0	0.096	0.461	0.443	0

表7 東京電力・東北電力管轄域の都道府県における東日本大震災後1年間のIIP前年同月比

都道府県	鉱工業生産指数前年同月比											
	2011年										2012年	
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
宮城県	0.516	0.541	0.683	0.663	0.670	0.718	0.726	0.726	0.747	0.786	0.783	0.845
茨城県	0.675	0.697	0.981	1.098	0.979	1.009	0.989	1.049	1.050	1.067	1.019	0.992
福島県	0.620	0.741	0.845	0.922	0.919	0.911	0.954	0.989	0.924	0.923	0.955	0.950
栃木県	0.703	0.732	0.866	0.942	0.920	0.886	0.848	0.981	0.905	0.863	0.900	0.900
青森県	0.743	0.793	0.807	0.995	0.944	1.002	0.988	1.063	1.074	1.011	0.928	1.045
岩手県	0.675	0.887	0.901	0.931	0.904	0.922	0.863	0.874	0.845	0.862	0.922	0.949
秋田県	0.854	0.949	1.067	1.007	0.941	0.985	1.019	1.037	1.036	0.963	0.951	1.028
山形県	0.891	0.986	1.024	1.011	1.008	1.109	0.946	0.937	0.883	0.891	0.846	0.859
新潟県	1.001	1.000	1.007	1.075	1.055	1.055	1.047	1.050	1.007	1.022	0.935	0.967
群馬県	0.744	0.867	0.890	0.928	0.941	0.933	0.921	0.995	1.005	1.055	1.053	1.068
埼玉県	0.884	0.944	1.022	0.978	0.952	0.960	0.944	0.965	0.911	1.019	0.999	1.052
千葉県	0.901	0.915	0.992	1.012	0.958	0.934	0.899	0.935	0.923	0.834	0.851	0.872
東京都	0.800	0.866	0.940	0.925	0.952	0.956	0.963	0.995	1.006	1.037	1.056	1.059
神奈川県	0.772	0.938	0.974	1.044	0.951	0.925	0.869	0.994	0.959	0.973	0.906	1.007
山梨県	0.958	0.996	1.076	0.981	0.978	0.936	0.967	0.990	0.991	1.009	0.942	0.913

表8 IIP変化率を予測するための回帰式

IIP	回帰式										R <sup>2</sup>
IIP <sub>0</sub>	-0.042	R <sub>6+</sub>	+	0.044	R <sub>4</sub>	-	0.052	R <sub>t</sub>	+	0.782	0.665
IIP <sub>1</sub>	-0.089	R <sub>6+</sub>	+	0.016	R <sub>4</sub>	-	0.027	R <sub>t</sub>	+	0.857	0.790
IIP <sub>2</sub>	-0.032	R <sub>6+</sub>	-	0.024	R <sub>5+</sub>	-	0.058	R <sub>t</sub>	+	0.938	0.539
IIP <sub>3</sub>	0.049	R <sub>6-</sub>	+	0.034	R <sub>4</sub>	-	0.100	R <sub>t</sub>	+	0.967	0.709
IIP <sub>4</sub>	-0.033	R <sub>6+</sub>	-	0.023	R <sub>5+</sub>	-	0.061	R <sub>t</sub>	+	0.938	0.806
IIP <sub>5</sub>	-0.041	R <sub>6+</sub>	-	0.026	R <sub>5-</sub>	-	0.048	R <sub>t</sub>	+	0.949	0.544
IIP <sub>6</sub>	-0.043	R <sub>6+</sub>	-	0.043	R <sub>5-</sub>	-	0.050	R <sub>t</sub>	+	0.930	0.668
IIP <sub>7</sub>	-0.021	R <sub>6+</sub>	-	0.045	R <sub>5-</sub>	-	0.077	R <sub>t</sub>	+	0.972	0.876
IIP <sub>8</sub>	-0.027	R <sub>6+</sub>	-	0.041	R <sub>5-</sub>	-	0.064	R <sub>t</sub>	+	0.951	0.597
IIP <sub>9</sub>	-0.025	R <sub>6+</sub>	-	0.027	R <sub>5-</sub>	-	0.051	R <sub>t</sub>	+	0.954	0.305
IIP <sub>10</sub>	-0.015	R <sub>6+</sub>	-	0.018	R <sub>5-</sub>	-	0.036	R <sub>t</sub>	+	0.936	0.106
IIP <sub>11</sub>	-0.036	R <sub>6+</sub>	-	0.024	R <sub>5-</sub>	-	0.022	R <sub>t</sub>	+	0.967	0.133

IIP<sub>0</sub>: 発災当月の予測 IIP 変化率, IIP<sub>n</sub>: n ヶ月後の予測 IIP 変化率  
 R<sub>6+</sub>: 震度 6 以上に占める製造業従業員数の割合 (標準値), R<sub>6-</sub>: 震度 6 弱, R<sub>5+</sub>: 震度 5 強,  
 R<sub>5-</sub>: 震度 5 弱, R<sub>4</sub>: 震度 4 以下, R<sub>t</sub>: 津波人口率

成する。それらの中で最も決定係数が高い式を、当月～11 ヶ月後までの IIP 変化率を予測する 12 の回帰式に決定し表 8 に示す<sup>(16)</sup>。

ここで、9 ヶ月後以降の IIP 変化率を予測するための回帰式の決定係数が著しく低下するた

め、8 ヶ月後までの IIP 変化率を算出することとする。

### 3.4 南海トラフ巨大地震後の IIP 変化率の推計

次に、南海トラフ巨大地震における被災都道

府県に対して、震度範囲に占める製造業従業員率と津波人口率を求めた。震度範囲に占める製造業従業員率は、表6の算出方法と同様である<sup>(17)</sup>。ここでの津波人口率については、想定されている津波浸水面積に対して、各都道府県の人口密度を掛けることで津波人口率とした<sup>(18)</sup>。求めたデータを表9に示し、これらを震災後の推定IIP変化率を算出するための説明変数の材料とする。

ここで、東日本大震災における震度範囲に占める製造業従業員率と津波人口率と南海トラフ巨大地震におけるそれぞれの値を相対的な数値で表すために、表9に示すデータと表6に示すデータを含めて説明変数毎に標準化を行った。それら標準化された値を説明変数として、作成した回帰式に当てはめ、南海トラフ巨大地震後の各都道府県の当月～8ヶ月後におけるIIP変化率を求めた。求めた推定IIP変化率を表10に示す。

### 3.5 平均気温のモデル

被害が最悪となる場合を想定するため、南海トラフ巨大地震が起きる年が2010年並の猛暑の年として、2010年度の平均気温データ<sup>(19)</sup>を用いる。都道府県毎の2010年度の月間平均気温と表10の予測IIP変化率を③式に当てはめ電力需要変化率を算出する。本論文では、最終的に算出する需給ギャップは東日本大震災と同様に、南海トラフ巨大地震が3月に発生した場合を想定したものにするために、当月のIIP変化率に3月分の気温補正值を加えるようにした。

### 3.6 電力会社管轄域別の電力需要変化率

都道府県別の電力需要変化率を電力会社管轄域別の電力需要変化率にまとめるために、都道府県別の電力消費量のデータを用いて、各電力会社管轄域に占める各都道府県の電力消費量の

表9 南海トラフ巨大地震の被災都道府県における想定震度範囲に占める製造業従業員率と津波人口率

都道府県	想定震度範囲に占める製造業従業員率					津波人口率
	6強以上	6弱	5強	5弱	4以下	
茨城県	0	0	0	0.349	0.651	0.001
栃木県	0	0	0	0.331	0.669	0
群馬県	0	0	0	0.892	0.108	0
埼玉県	0	0	0.357	0.641	0.002	0
千葉県	0	0	0	0.603	0.397	0.003
東京都	0	0	0.444	0.555	0.000	0.000
神奈川県	0	0.044	0.484	0.472	0	0.003
新潟県	0	0	0	0.107	0.893	0
富山県	0	0	0	0.869	0.131	0
石川県	0	0	0.086	0.755	0.159	0
福井県	0	0	0.978	0.022	0	0
山梨県	0.416	0.385	0.160	0.039	0	0
長野県	0.058	0.290	0.534	0.107	0.0105	0
岐阜県	0.143	0.350	0.461	0.045	0	0
静岡県	0.711	0.237	0.052	0	0	0.004
愛知県	0.925	0.060	0.015	0	0	0.009
三重県	0.885	0.115	0	0	0	0.011
滋賀県	0.526	0.474	0	0	0	0
京都府	0.481	0.355	0.164	0	0	0
大阪府	0.424	0.574	0.001	0	0	0.016
兵庫県	0.400	0.443	0.155	0.002	0	0.002
奈良県	0.829	0.171	0	0	0	0
和歌山県	0.996	0.004	0	0	0	0.022
鳥取県	0	0	0.834	0.166	0	0
島根県	0	0	0.629	0.310	0.061	0
岡山県	0.612	0.212	0.171	0.006	0	0.002
広島県	0.333	0.541	0.126	0	0	0.001
山口県	0.077	0.118	0.491	0.314	0	0.002
徳島県	1.000	0	0	0	0	0.028
香川県	0.939	0.061	0	0	0	0.014
愛媛県	1.000	0	0	0	0	0.005
高知県	1.000	0.000	0	0	0	0.016
福岡県	0	0	0.128	0.776	0.096	0.000
佐賀県	0	0	0.010	0.853	0.137	0
長崎県	0	0	0.238	0.361	0.402	0.004
熊本県	0	0.051	0.390	0.059	0	0.000
大分県	0.064	0.614	0.322	0	0	0.007
宮崎県	0.723	0.270	0.007	0	0	0.012
鹿児島県	0	0.276	0.616	0.103	0.005	0.005

表 10 南海トラフ巨大地震の被災都道府県における推定 IIP 変化率

都道府県	南海トラフ地震におけるの推定 IIP 変化率								
	当月	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後	4ヶ月後	5ヶ月後	6ヶ月後	7ヶ月後	8ヶ月後
茨城県	0.925	0.965	1.004	1.039	0.973	0.985	0.960	0.995	0.976
栃木県	0.930	0.967	1.006	1.045	0.977	0.988	0.964	1.001	0.981
群馬県	0.827	0.929	1.006	0.965	0.931	0.936	0.877	0.910	0.898
埼玉県	0.808	0.922	0.970	0.950	0.951	0.960	0.916	0.951	0.935
千葉県	0.873	0.945	0.998	0.992	0.946	0.956	0.915	0.946	0.932
東京都	0.806	0.922	0.961	0.948	0.957	0.967	0.929	0.963	0.947
神奈川県	0.800	0.918	0.950	0.948	0.957	0.969	0.936	0.968	0.952
新潟県	0.971	0.983	1.006	1.076	0.995	1.009	0.999	1.037	1.014
富山県	0.831	0.931	1.006	0.968	0.933	0.938	0.881	0.914	0.902
石川県	0.836	0.933	0.997	0.972	0.942	0.949	0.899	0.933	0.918
福井県	0.807	0.922	0.909	0.950	1.002	1.017	1.013	1.051	1.026
山梨県	0.758	0.817	0.952	1.049	0.962	0.967	0.959	1.023	0.991
長野県	0.802	0.908	0.948	1.026	0.990	1.002	0.992	1.033	1.009
岐阜県	0.790	0.886	0.947	1.040	0.987	0.998	0.991	1.038	1.012
静岡県	0.714	0.737	0.926	0.994	0.928	0.927	0.920	0.999	0.963
愛知県	0.676	0.676	0.895	0.923	0.892	0.890	0.881	0.966	0.930
三重県	0.677	0.684	0.897	0.931	0.892	0.892	0.883	0.964	0.930
滋賀県	0.745	0.789	0.958	1.071	0.955	0.957	0.951	1.023	0.989
京都府	0.750	0.800	0.946	1.041	0.959	0.963	0.957	1.025	0.992
大阪府	0.720	0.795	0.926	1.026	0.921	0.935	0.929	0.974	0.951
兵庫県	0.755	0.818	0.948	1.053	0.961	0.967	0.961	1.022	0.992
奈良県	0.709	0.712	0.930	0.994	0.927	0.922	0.914	1.005	0.965
和歌山県	0.637	0.642	0.857	0.851	0.850	0.854	0.844	0.918	0.888
鳥取県	0.807	0.922	0.923	0.950	0.990	1.004	0.990	1.027	1.005
島根県	0.818	0.926	0.944	0.958	0.979	0.990	0.968	1.004	0.984
岡山県	0.731	0.765	0.929	0.997	0.943	0.943	0.936	1.011	0.977
広島県	0.765	0.836	0.960	1.084	0.970	0.978	0.972	1.030	1.000
山口県	0.793	0.900	0.944	0.970	0.965	0.976	0.953	0.991	0.971
徳島県	0.623	0.634	0.841	0.824	0.834	0.841	0.830	0.897	0.871
香川県	0.664	0.667	0.884	0.904	0.879	0.879	0.870	0.951	0.917
愛媛県	0.677	0.662	0.901	0.926	0.897	0.891	0.881	0.976	0.937
高知県	0.652	0.649	0.873	0.879	0.868	0.868	0.858	0.940	0.906
福岡県	0.824	0.928	0.992	0.961	0.939	0.946	0.894	0.928	0.914
佐賀県	0.832	0.931	1.005	0.969	0.934	0.940	0.883	0.917	0.904
長崎県	0.872	0.945	0.973	0.990	0.964	0.977	0.951	0.983	0.966
熊本県	0.806	0.922	0.966	0.961	0.998	1.013	1.006	1.043	1.020
大分県	0.784	0.898	0.951	1.077	0.980	0.997	0.993	1.027	1.005
宮崎県	0.693	0.723	0.907	0.964	0.903	0.908	0.900	0.968	0.938
鹿児島県	0.796	0.916	0.932	0.999	0.982	0.999	0.989	1.020	1.000

表 11 電力会社管轄域別の南海トラフ巨大地震後の電力需要変化率

管轄域	電力需要変化率								
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
東京電力	0.828	0.897	0.909	0.889	0.857	0.859	0.845	0.899	0.908
中部電力	0.719	0.728	0.857	0.879	0.827	0.822	0.828	0.918	0.917
北陸電力	0.827	0.900	0.917	0.885	0.858	0.855	0.840	0.896	0.910
関西電力	0.736	0.771	0.874	0.936	0.841	0.837	0.847	0.924	0.926
中国電力	0.771	0.822	0.883	0.920	0.863	0.859	0.865	0.939	0.944
四国電力	0.670	0.653	0.826	0.819	0.788	0.777	0.782	0.880	0.878
九州電力	0.791	0.865	0.898	0.898	0.857	0.857	0.846	0.902	0.914

割合を算出した<sup>(20)</sup>。その割合と前節で算出した都道府県別の電力需要変化率を用いて電力会社管轄域別の電力需要変化率とした。

以上の推計方法に従い、求めた電力需要変化率を表 11 に示す。電力需要が直後に最も落ち込むのは四国電力であり、次に中部電力と続く。やはり、発電所の被害が大きい地域においては、需要の減少量も大きいということが予想される。

### 3.7 想定電力需要量

各電力会社における 2010 年度の各月の月間最大電力需給実績<sup>(21)</sup>と表 11 の対応する月の電力需要変化率を掛けたものを想定電力需要量とした。

### 3.8 電力需要量の推計方法の課題

本章における推計方法は、南海トラフ巨大地震後の電力需要の変化を東日本大震災による被害データと電力供給の実績から推計している。そのため、東日本大震災後の節電の影響によって IIP が減少した部分は、特に東京電力管内では大きかった可能性がある。そこで、節電の影響を取り除いた場合の IIP の減少率を予測することができれば、改善されると考えられる。

また、表 11 において、電力需要変化率は被害が小さい東京電力や北陸電力では、時間が経過する毎の電力需要の回復が被害の大きかった電

力会社よりも遅いことが分かる。このような被害が小さい地域における電力需要の変化をうまく推計することができなかった原因は、おそらく本推計方法に用いた説明変数のみでは、推計材料として乏しいということが考えられ、より詳細な推計方法が必要となる。

## 4. 電力需給ギャップ

第 2 章で推計した発電可能量と第 3 章で推計した電力需要量を用いて、各電力会社別の電力需給ギャップを推計する。電力需要量は時間によって変化するが、ここで示すのは対応する時期における最大電力需要量である。

### 4.1 電力会社管轄域別の電力需給ギャップ

電力会社管轄域別に電力需給ギャップの推計結果を表 12 に示し、それぞれの地域に生じる影響を考察する。

東京電力管轄域においては、発生直後に想定最大需要量に対し 1740 万 kW の供給不足が生じる可能性があるが、1 週間以内に電力需給は元通りになることが想定される。以降は安定的に電力が供給できる。

中部電力管轄域においては、直後から約 2 ヶ月もの間、1000 万 kW 程度の供給不足が生じることが想定され、需給ギャップの比率が 3 割程度の極端な需給ギャップとなる。

表 12 南海トラフ巨大地震における電力会社管轄域別の電力需給ギャップ

発生 からの 期間	東京電力		中部電力		北陸電力		関西電力		中国電力		四国電力		九州電力	
	受給 ギャップ量 (万kW)	受給 ギャップ比												
直後	-1740	0.570	-1098	0.306	-62	0.846	-757	0.570	-489	0.356	-201	0.353	-410	0.617
2日	-440	0.891	-1030	0.349	-46	0.885	-757	0.570	-393	0.482	-201	0.353	-56	0.948
8日	1461	1.361	-1030	0.349	211	1.525	-502	0.715	-161	0.788	-201	0.353	486	1.453
1ヶ月	1535	1.387	-902	0.380	225	1.583	-396	0.761	-103	0.852	-160	0.407	533	1.519
2ヶ月	1621	1.417	-1173	0.320	244	1.664	-191	0.897	8	1.011	-219	0.334	494	1.464
3ヶ月	1150	1.264	378	1.185	205	1.505	-95	0.961	418	1.475	-290	0.274	336	1.264
4ヶ月	581	1.118	255	1.118	163	1.363	-152	0.938	360	1.373	-328	0.250	456	1.319
5ヶ月	493	1.098	206	1.093	141	1.300	-222	0.912	311	1.307	-343	0.242	397	1.266
6ヶ月	977	1.216	312	1.148	179	1.413	-24	0.990	389	1.416	-162	0.610	545	1.406
7ヶ月	1619	1.417	525	1.277	232	1.611	313	1.153	500	1.607	-121	0.677	732	1.632
8ヶ月	1244	1.292	505	1.264	195	1.468	281	1.135	450	1.514	-129	0.664	709	1.602

北陸電力管轄域においては、直後は62万kWの供給不足が生じる可能性があるが、1週間以内に電力需給が元通りになることが想定される。以降は安定的に電力が供給できる。

関西電力管轄域においては、直後に757万kWの電力供給不足が生じ、7か月後程度までの電力供給不足が生じる。しかし、需給ギャップの比率としては、直後は約6割となるが、徐々にギャップの割合は回復し、それ程大きなギャップの比率にはならない。しかし、6か月間という長期的に需給ギャップが生じる原因として考えられることは、関西電力管内では原子力発電の割合が高いにもかかわらず、現在の稼働中の大飯原子力発電所3、4号機のみしか稼働できない状況においてはそもそも電力需給に余裕がないということが影響していると考えられる。

中国電力管轄域においては、直後に489万kWの供給不足が生じ、2ヶ月後には解消されることが想定される。ただ、1週間後までは需給ギャップの比率は35%~50%であり、極端に供給力が不足する。

四国電力管轄域においては、直後に201万kW

の供給不足が生じ8ヵ月経過しても解消されず、夏季にはさらに供給不足が拡大する。需給ギャップの比率としても2割~4割程度の時期が長期間続き、極端な需給ギャップが生じることが分かる。この8ヵ月間という長期間において代替の電力供給量を確保する必要が生じる。

九州電力管轄域においては、直後に410万kWの供給不足が生じ、1週間後には解消されることが想定される。以降は安定的に電力が供給できる。

#### 4.2 考察

我が国には周波数の電力系統が50Hzと60Hzの2つに分かれており、北海道電力、東北電力、東京電力においては50Hz、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、沖縄電力においては60Hzとなっている。50Hz系統と60Hz系統では直接相互に電力を供給することができず、供給するためには周波数変換所を通さなければならない。我が国の周波数変換所の変換能力は現在約100万kWである<sup>(22)</sup>。そうすると、南海トラフ巨大地震によって発電

所に全く影響のない北海道電力、東北電力からの電力供給が制限される。東京電力においては、直後には電力需給不足が生じるものの、1000万kW程度の電力供給能力に余裕が生じるため、被害が大きい電力会社に対して電力供給可能な潜在性を持っている。しかし、それでも周波数の違いが障壁となって電力供給に制限がされるため、100万kWを大きく超える量の電力を融通することができない。

すると、60Hzの周波数域の電力会社間で応援を実施することが基本となるが、60Hz周波数域において南海トラフ巨大地震により発電所に全く影響のない電力会社は沖縄電力を除いて存在しない。沖縄電力から九州や本土に電力を供給する送電設備はないため、実質影響を受ける電力会社間のみで応援をする必要がある。60Hz周波数域の中で最も被害が軽微な北陸電力においては、直後を除いて約200万kWの供給能力の余裕があるものの、電力の大消費地である中部電力管内において2ヵ月間不足する1000万kWを補うにはあまりにも少ない。さらに、北陸電力と九州電力を除いたすべての電力会社が短期的または中長期的に電力の応援供給を必要とすることになる。そのため、南海トラフ巨大地震が発生した場合にいかにして電力会社間の電力の融通を行うかという方針と、そもそも発電所自体に被害を生じさせず、被害が生じても早期に電力供給を再開させるための対策を平時から戦略的に実施していく必要性が示された。

ただ、電気事業者は南海トラフ巨大地震後に備えて組織単独でこの巨大リスクを減じることは極めて困難であると考えられる。そのため、電力供給事業全体を見据えた電力の中長期的な電力不足リスクの軽減を目的として、政府が主導的にリスクに応じたエネルギーの分散化や多様化の設計と推進、さらには電気事業者の災害対策や事業継続計画（BCP）に関与できる体制

が必要である。なぜならば、電力が中長期的に不足することは我が国の経済に大打撃を与えかねない大問題となる可能性が高いからである。すなわち、電力の中長期的な不足が及ぼす影響として、被災地の生活や復旧に対する影響のみならず、国全体の経済に対する影響を詳細に検討するべきであるといえる。

## 5. おわりに

本モデルにおいて提示した、南海トラフ巨大地震後の中長期的な電力需給ギャップの推計方法を用いると、被害を受ける可能性のある7電力会社管轄域で時期別にどの程度の電力需給ギャップが生じるかを把握でき、今後の南海トラフ巨大地震において生じる可能性のある電力不足リスクを軽減するための計画を策定する上での一助になると考えられる。算出における詳細な部分の改良すべき点は残るが、本モデルの応用によって、中長期的な電力不足問題を解消するための1つの方法論に位置付けられることが期待できる。

## 謝 辞

本研究を進める動機づけやご助言をしていただいたNHK大阪放送局の鈴木伸元氏、本推計方法に至るまでの前段階の研究を進めていただいた関西大学社会安全学部4回生の井口美咲氏、南諒介氏、藪中響氏にはここに謝意を示させていただきます。

## 注

- (1) 計画停電は東京電力供給エリアの1都8県の市町村を5グループに分け、需給状況に応じて午前6時20分から午後10時まで各グループ3時間ずつ順番に停電する。2011年4月8日には計画停電の終了宣言が出された。
- (2) 政府は2011年4月28日に、企業、家庭とも一律15%程度の節電目標を掲げ、大口需要家に対しては電気事業法に基づく使用制限令を発動する方針とした。
- (3) 想定された地震の強震特性は以下のケース検

- 討された。
- ①中央防災会議による東海地震，東南海・南海地震の検討結果を参考に設定した基本ケース
  - ②基本ケースの強震動生成域をやや東側に設定した東側ケース
  - ③生成域をやや西側に設定した西側ケース
  - ④生成域を最も陸域側に設定した陸側ケース
- また津波については，大すべり域等の設定を変化させた全11ケースが検討されている。その中で本研究では，陸域で被害が大きくなる陸域ケース，関西地域で津波被害が大きくなるケース③を用いた。
- (4) 一般電気事業者は北海道電力，東北電力，東京電力，中部電力，北陸電力，関西電力，中国電力，四国電力，九州電力，沖縄電力の電力会社10社のことを指す。卸電気事業者は200万kWを超える発電設備を有し，一般事業者に対して電気を供給する事業者のことを指す。卸供給事業者は200万kW以下の事業者のことを指す。
  - (5) 震度と津波浸水高に関しては，報告書<sup>[5][6]</sup>を引用した。また，報告書に記載されていない場合，震度については気象庁発表の市町村別震度を参照した。
  - (6) 各発電所の復旧期間に関しては，東北電力と東京電力のホームページで公表されているニュースリリースと報告書<sup>[5][6]</sup>を参照した。
  - (7) 資源エネルギー庁のホームページで公表されている電力調査統計：<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/denryoku/result-2.htm> (2013年4月13日確認)の2-(4)発電設備利用率の2006年から2010年のデータを参照した。
  - (8) (7)と同様である。
  - (9) 内閣府防災のホームページ：[http://www.bousai.go.jp/nankaitrough\\_info.html](http://www.bousai.go.jp/nankaitrough_info.html) (2013年1月10日確認)で公表されている報道発表資料一式(平成24年8月29日発表)における資料1-6市町村別最大震度一覧表を参照した。
  - (10) (9)と同様のホームページにおける資料1-3市町村別平均津波高一覧表<満潮位>を参照した。
  - (11) 国土交通省国土地理院のホームページで試験公開されている標高がわかるWeb地図：[http://www.gsi.go.jp/johofukyu/hyoko\\_system.html](http://www.gsi.go.jp/johofukyu/hyoko_system.html) (2013年4月13日確認)において，各発電所の所在地から標高を割り出した。
  - (12) 東北電力と東京電力管内の都道府県のホームページで公表されている2011年3月から2012年2月までのIIPの前年同月比を算出できる。
  - (13) 東北電力と東京電力のホームページで公表されている2010年度と2011年度における1時間毎の需給実績のデータを用いた。
  - (14) 経済産業省大臣官房調査統計グループによる平成22年工業統計表「市町村編」：<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyou/result-2.html> (2013年4月13日確認)を参照し，各市町村の製造業従業員数のデータから東京電力・東北電力管内の市町村の製造業従業員数と想定震度の関係からその割合を算出した。
  - (15) 総務省統計局における東日本大震災関連情報のホームページ：<http://www.stat.go.jp/info/shinsai/> (2013年4月13日確認)を参照し，東日本太平洋岸地域のデータ及び被災関係データから都道府県毎の推定浸水域にかかる人口と人口総数から，人口に占める推定浸水域に係る人口の割合を算出した。
  - (16) 揺れによる影響と津波による影響からIIPを予測することを踏まえ，揺れの影響を表す東日本大震災の震度範囲に占める製造業従業員の割合は，6強以上，6弱，5強，5弱，4以下の合計は1となるため全てを用いず，この中から2つと，津波の影響を表す津波人口率はいずれにも含めることとした。これらの組み合わせの中で決定係数が最も高い組み合わせを決定した。
  - (17) (14)と同様の資料を参照し，各市町村の製造業従業員数のデータから，南海トラフ巨大地震の被災市町村の製造業従業員数と想定震度の関係からその割合を算出した。
  - (18) (9)と同様のホームページにおける資料1-4都道府県別市町村別浸水面積一覧表から，各都道府県の人口密度を用いて各都道府県の津波浸水域における人口割合を求めた。
  - (19) 気象庁のホームページで公表されている過去の気象データ検索：<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2013年4月13日確認)から2010年度における各都道府県の平均気温を参照した。
  - (20) 独立行政法人経済産業研究所のホームページ

で公表されている都道府県別エネルギー消費統計：<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/energy/index.html>（2013年4月13日確認）から各都道府県における電力使用量を参照した。

（原稿受付日：2013年 1月 14日）

（掲載決定日：2013年 4月 19日）

（改訂稿受付日：2013年 11月 6日）

（改訂稿掲載決定日：2013年 11月 27日）

- (21) (7) と同様のホームページにおける 2- (2) 月間最大電力（一般電気事業者）から各電力会社の 2006 年から 2010 年の月間最大電力のデータを参照した。
- (22) 我が国の周波数変換所は、新信濃変電所（最大 60 万 kW）、佐久間周波数変換所（最大 30 万 kW）、東清水変電所（最大 10 万 kW）である。

### 参考文献

- [1] 電気新聞（2011）. 東日本大震災の記録 社団法人日本電気協会新聞部 p301.
- [2] 南海トラフの巨大地震モデル検討会（2012）. 南海トラフの巨大地震による震度分布・津波について（第一次報告）：[http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai\\_trough/1st\\_report.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai_trough/1st_report.pdf)（2013年1月10日確認）
- [3] 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（2012）. 南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）：[http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taistai\\_nankaitrough/pdf/20120829\\_higai.pdp](http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taistai_nankaitrough/pdf/20120829_higai.pdp)（2013年1月10日確認）
- [4] 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（2013）. 南海トラフ巨大地震の被害想定（第二次報告）のポイント ～施設等の被害及び経済的な被害～：[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku\\_wg/index.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/index.html)（2013年4月13日確認）
- [5] 一般社団法人火力原子力発電技術協会（2012）東北地方太平洋沖地震火力発電所の被害と復旧調査報告書.
- [6] 土木学会 エネルギー委員会 新技術・エネルギー小委員会（2013）東日本大震災におけるエネルギー施設（火力・水力・送変配電・ガスの被害状況と今後への展開について 報告書（中間報告））：<http://committees.jsce.or.jp/enedobo/node/11>（2013年4月13日確認）