

電力消費の変動の見える化手法の構築と それを用いた実証研究

2017 年 7 月

埼玉大学大学院 人文社会科学研究科 博士後期課程

主指導教員 李 潔 教授

副指導教員 内田 奈芳美 准教授

副指導教員 丸茂 幸平 准教授

副指導教員 田中 恭子 教授

学籍番号 S15GD504

氏名 菅沼 祐一

論文要旨

本論文は、1時間単位でみた電力消費の1日の中での最大値である日最大電力を研究対象とし、電力消費の実績データを用いて、電力消費の見える化の手法を構築するとともに、その手法を用いて2011年度以降におけるその減少動向を分析したものである。

本論文の目的は、①日最大電力の変動を視覚的に直観的かつ簡易に把握する見える化の手法を構築すること、②その手法を用いて、日最大電力の減少動向すなわち節電が進んでいるか否かを考察すること、これら2つである。日最大電力の減少動向の分析にあたっては、①日最大電力の減少率、②日最大電力の気温感応度、これら2つの指標を用いて2011年度以降の動向を明らかにしている。分析対象地域は、東京電力および東北電力の供給管内である東日本地域である。分析は、電力消費が増加する夏期および冬期を対象とし、電力会社の供給管内に相当する地方全体（関東地方、東北地方）、電力会社需要家全体（東京電力、東北電力）、および電力会社の支店単位での実績である県単位で行っている。

2011年3月に発生した東日本大震災等が契機となり、電力需要の抑制に向けた取り組みの一環として電力需給の実績データが公表されてきている。節電の推進に向けて、公表データを用いた各種分析やそこから得られる知見の蓄積が期待されている。しかしながら、節電への意識の希薄化が指摘されている。節電への意識の希薄化を回避し、その意識を引き続き喚起していくには、電力消費の状況、節電の必要性や有用性を定量的かつ直観的に把握できる見える化の取り組みが効果的と考えられる。本論文では、日最大電力の変動を散布図、時系列グラフまたは数値指標として見える化する手法を構築している。

本論文が構築した見える化の手法は、次の3つである。

1つめは、前年度の同月同週同曜日の実績との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分の比率との関係性を描いた散布図より、両者による一次の回帰式を導出し、その回帰式のY切片を日最大電力の減少率とする手法である。Y切片は気温差がなかったとした場合の減少率であり、気温変動による影響を考慮した減少率とみなすことができる。本論文では、この手法を日最大電力の実績データに適用し、その減少率を算出している。この手法を用いた第4章での分析では、①冬期の関東地方では日最大電力の水準が減少してきており、電力需要のピーク時における電力消費の抑制（節電）が進んでいると考えられること、②東北地方の冬期、関東地方および東北地方の夏期については、2012年以降、日最大電力は横這いの水準であり、節電が進んでいることは確認できないこと、これらを明らかにしている。

2つめは、日最大電力の減少率を日単位で算出し、その推移を時系列グラフにより把握する手法である。日単位のデータを用いることから、減少率の推移を時系列グラフにより毎日確認することができる手法である。電力需給が逼迫し電力需要の抑制が必要とされる事態が生じた場合には、この手法により追加的な節電への取組の必要性の有無を確認することができることとなる。既存の日最大電力の減少率の報告は、主として結果報告型であった。本論文では、1つめの手法による夏期または冬期全体を対象とし日最大電力の減少率を算出する結果報告型に加えて期中段階から日最大電力の減少率を把握し、追加的な節電への取り組みの必要性の有無を確認することができる動向把握型の手法を提示している。この手法は、本論文が独自に提案する手法である。

3つめは、前日、前週同曜日、または前年同月同週同曜日の実績との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図より、両者による一次の回帰式を導出し、そ

の回帰式の傾きを日最大電力の気温感応度とする手法である。これにより、気温が 1°C 上昇（または低下）した場合における日最大電力の増減分である気温感応度を散布図より把握することができることとなる。この手法は、より簡易に日最大電力の気温感応度を把握できる手法である。この手法も、本論文が独自に提案する手法である。

目 次

第1章 序論	1
1.1 研究の背景	1
1.2 2012年度以降における節電の定着状況	2
1.3 研究の目的と対象	3
1.3.1 研究の目的	3
1.3.2 研究の対象	3
1.3.3 研究の方法と内容	4
1.3.4 本研究で構築する見える化の手法	5
1.3.5 研究の意義	6
1.4 研究の構成	6
1.5 分析の方法	7
1.5.1 研究対象地域	7
1.5.2 分析対象期間	7
1.5.3 分析単位	9
1.5.4 研究で使用した電力消費の実績データ	10
1.5.5 気温情報の活用方法	12
1.6 分析にあたっての留意事項	15
1.6.1 2010年度以降の天候の報告	15
1.6.2 東日本地域での新電力の需要動向	18
1.6.3 日最大電力の年間推移でみた地方全体と電力会社需要家全体との比較	19
1.6.4 日最大電力の実績データの分析にあたっての留意事項	20
1.7 用語の定義	20
1.7.1 研究の方法関係	20
1.7.2 電力関係	21
1.7.3 気温変動関係	22
1.7.4 データ分析関係	24
第2章 地方全体、電力会社需要家全体、および県単位でみた日最大電力の動向	25
2.1 本章の目的	25
2.2 研究の方法	25
2.2.1 分析対象地域と分析単位	25
2.2.2 分析対象期間	25
2.3 日最大電力の最大ピーク値の年次推移	25
2.3.1 地方全体および電力会社需要家全体でみた日最大電力の最大ピーク値 の年次推移	25
2.3.2 県単位でみた日最大電力の最大ピーク値の年次推移	28
2.4 平日休日別にみた日最大電力の年間推移	34
2.4.1 平日休日別にみた関東地方および東北地方での日最大電力の年間推移	34
2.4.2 平日休日別にみた県単位での日最大電力の年間推移	35

2.4.3	日最大電力の動向が他県と異なる2県(青森県、秋田県)での日最大電力 の年間推移	36
2.5	平日における日最大電力の前年度との比較	37
2.5.1	平日における関東地方での日最大電力の前年度との比較	37
2.5.2	平日における東北地方での日最大電力の前年度との比較	38
2.5.3	平日における県単位での日最大電力の前年度との比較	39
2.6	2011 年夏期における日最大電力の推移	40
2.6.1	2011 年夏期における東京電力需要家全体での推移	40
2.6.2	2011 年夏期における東北電力需要家全体での推移	41
2.7	2011 年度冬期における日最大電力の推移	42
2.7.1	2011 年度冬期における東京電力需要家全体での推移	42
2.7.2	2011 年度冬期における東北電力需要家全体での推移	43
2.8	各種方法で算出した気温感応度の年次推移	44
2.8.1	気温感応度の捉え方	44
2.8.2	夏期および冬期における日最高気温と日最大電力との関係性	45
2.8.3	日最高気温と日最大電力の散布図から算出した気温感応度	49
2.8.4	夏期における気温感応度の年次推移	50
2.8.5	冬期における気温感応度の年次推移	51
2.9	2010 年度以降における気温の動向と日最大電力の動向の関係性	52
2.10	小括	57
第3章	先行研究のレビュー	58
3.1	電力消費の実態や動向に関する研究領域	58
3.2	本章でのレビュー範囲	59
3.3	電力消費の見える化への取組動向	59
3.3.1	見える化による省電力効果の報告事例	59
3.3.2	見える化手法の開発動向	60
3.3.3	電力消費の見える化への取り組みについての考察	62
3.4	電力需要の予測方法	63
3.4.1	電力需要の予測項目と予測で使用する気象情報	63
3.4.2	気温情報の活用方法	63
3.4.3	気温以外の情報の活用可能性の評価	65
3.5	日最大電力の減少率の算出方法	68
3.5.1	日最大電力の減少率の算出状況	68
3.5.2	震災による日最大電力への影響	71
3.5.3	日最大電力の減少率の算出方法の一覧	71
3.6	小括	72
第4章	夏期および冬期の期間全体でみた日最大電力の減少率の見える化	73
4.1	本章の目的	73
4.2	研究の方法	73
4.2.1	本章での見える化の手法	73

4.2.2	分析対象地域と分析単位	73
4.2.3	分析対象期間	74
4.2.4	日最大電力の減少率の算出方法	74
4.2.5	先行研究との相違点	75
4.3	夏期における日最大電力の減少率の動向	76
4.3.1	2011 年夏期における日最大電力の減少率	76
4.3.2	夏期における 2012 年以降の日最大電力の減少率の年次推移	81
4.4	冬期における日最大電力の減少率の動向	86
4.4.1	2011 年度冬期における日最大電力の減少率	86
4.4.2	冬期における 2012 年度以降の日最大電力の減少率の年次推移	89
4.5	小括	92
第 5 章	夏期および冬期における期中段階での日最大電力の減少率の動きの見える化	94
5.1	本章の目的	94
5.2	研究の方法	94
5.2.1	研究の方法	94
5.2.2	本章での見える化の手法	94
5.2.3	分析対象地域	94
5.2.4	期中段階での日最大電力の減少率の算出方法	95
5.3	先行研究のレビュー	96
5.4	夏期における日最大電力の減少率の期中動向	97
5.4.1	2011 年夏期における日最大電力の減少率の期中動向	97
5.4.2	2011 年 6 月における日最大電力の減少率の期中動向	99
5.4.3	夏期における 2012 年度以降の関東地方での日最大電力の減少率の期中動向	101
5.5	冬期における日最大電力の減少率の期中動向	102
5.5.1	2011 年度冬期における日最大電力の減少率の期中動向	102
5.5.2	冬期における 2012 年度以降の関東地方での日最大電力の減少率の期中動向	105
5.6	日単位での日最大電力の減少率の算出結果についての考察	106
5.6.1	減少率の算出に使用するサンプル数による影響についての考察	106
5.6.2	減少率の地域差異についての考察	107
5.7	小括	108
第 6 章	夏期および冬期における日最大電力の気温感応度の見える化	109
6.1	本章の目的	109
6.2	研究の方法	109
6.2.1	研究の方法	109
6.2.2	本章での見える化の手法	109
6.2.3	気温感応度の算出方法	110
6.2.4	分析対象地域と分析対象期間	110
6.2.5	研究で使った電力消費の実績データ	110

6.3	先行研究のレビュー	111
6.4	日最大電力の気温感応度の算出結果	112
6.4.1	前日比較による日最大電力の気温感応度の算出結果	112
6.4.2	前週同曜日比較による日最大電力の気温感応度の算出結果	114
6.4.3	前年同月同週同曜日比較による日最大電力の気温感応度の算出結果	115
6.4.4	気温感応度の算出結果の比較	116
6.4.5	気温感応度の算出結果の年次推移とその比較	117
6.5	日最大電力の気温感応度の算出結果についての考察	119
6.6	小括	121
第7章	結論	122
7.1	はじめに	122
7.2	本研究で構築した見える化の手法	122
7.3	各章での分析による発見事項	123
7.4	得られた知見	124
7.5	政策的含意	128
7.6	将来研究への示唆	128
謝 辞		130
参考引用文献		131

図表リスト

■図リスト

・第1章

図1-1	政府検討会合資料での電力需要の増減要因の検討区分	2
図1-2	政府検討会合資料が提示していた定着した節電の見込み値の年次推移	3
図1-3	日最大電力と節電行動等との関係からみた本研究の対象	4
図1-4	日最大電力と日最高気温との関係性を描いた散布図(群馬県、2012年度)	5
図1-5	気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図(同月同週同曜日比較、群馬県、2011年夏期)	5
図1-6	研究の構成	7
図1-7	期間全体でみたCDD ₂₄ の積算値の年次推移(東京、仙台)	16
図1-8	CDD ₂₄ の日別積算値の年次推移(東京、7～8月、2010-2016年度)	16
図1-9	期間全体でみたHDD ₁₈ の積算値の年次推移(東京、仙台)	17
図1-10	HDD ₁₈ の日別積算値の年次推移(東京、12～2月、2010-2016年度)	17
図1-11	新電力の需要実績とシェアの推移(関東地方、日最大電力ベース)	18
図1-12	新電力の需要実績とシェアの推移(東北地方、日最大電力ベース)	18
図1-13	関東地方と東京電力需要家全体での日最大電力の推移(2011年度)	19

図 1-14 関東地方と東京電力需要家全体での日最大電力の推移(2015 年度)	19
図 1-15 東北地方と東北電力需要家全体での日最大電力の推移(2011 年度)	19
図 1-16 東北地方と東北電力需要家全体での日最大電力の推移(2015 年度)	20

・第 2 章

図 2-1 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(関東地方)	26
図 2-2 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東北地方)	26
図 2-3 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(群馬県)	28
図 2-4 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(山梨県)	29
図 2-5 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東京 23 区)	29
図 2-6 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(関東地方、2012 年度)	34
図 2-7 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(東北地方、2012 年度)	34
図 2-8 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(東京 23 区、2012 年度)	35
図 2-9 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(岩手県、2015 年度)	35
図 2-10 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(青森県、2015 年度)	36
図 2-11 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(岩手県、2015 年度)	36
図 2-12 日最大電力の前年度比較(関東地方、2010-2011 年度)	37
図 2-13 日最大電力の前年度比較(関東地方、2015-2016 年度)	37
図 2-14 日最大電力の前年度比較(東北地方、2010-2011 年度)	38
図 2-15 日最大電力の前年度比較(東北地方、2015-2016 年度)	38
図 2-16 日最大電力の前年度比較(群馬県、2012-2013 年度)	39
図 2-17 日最大電力の前年度比較(群馬県、2014-2015 年度)	39
図 2-18 日最高気温と日最大電力の推移(東京電力需要家全体、2011 年6～10 月)	40
図 2-19 日最大電力の増加時における日最高気温と日最大電力の関係性等の推移(東京電力需要家全体、2011 年6月)	40
図 2-20 日最高気温と日最大電力の推移(東北電力需要家全体、2011 年6～10 月)	41
図 2-21 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(東北電力需要家全体、2011 年6～7月)	41
図 2-22 日平均気温と日最大電力の推移(東京電力需要家全体、2011 年 11 月～2012 年 3月)	42
図 2-23 気温変動と日最大電力との関係性を描いた散布図(東京電力需要家全体、2011 年 11～12 月)	42
図 2-24 日平均気温と日最大電力の推移(東北電力需要家全体、2011 年 11 月～2012 年 3月)	43
図 2-25 気温変動と日最大電力との関係性を描いた散布図(東北電力需要家全体、2011 年 12 月)	43
図 2-26 1時間単位でみた電力消費の推移(東京 23 区、2012 年夏期の最大ピーク発生日)	45
図 2-27 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2010-2011 年夏期)	46
図 2-28 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2011-2012 年夏期)	46

図 2-29 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2013 年夏期)	47
図 2-30 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2010-2011 年度冬期)	47
図 2-31 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2011-2012 年度冬期)	48
図 2-32 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2013 年度冬期)	48
図 2-33 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012 年夏期)	49
図 2-34 日最高気温と日最大電力からみた気温感応度の年次推移(関東地方、夏期)	50
図 2-35 日最高気温と日最大電力からみた気温感応度(関東地方、2013 年夏期)	50
図 2-36 日平均気温と日最大電力の散布より算出した気温感応度の年次推移(関東地方、冬期)	51
図 2-37 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図からみた気温感応度(関東地方、2013 年度冬期)	51
図 2-38 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図からみた気温感応度(関東地方、2016 年度冬期)	52
図 2-39 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2010-2011 年夏期)	53
図 2-40 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2011-2012 年夏期)	53
図 2-41 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2012-2013 年夏期)	53
図 2-42 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2013-2014 年夏期)	54
図 2-43 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2014-2015 年夏期)	54
図 2-44 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2015-2016 年夏期)	54
図 2-45 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2010-2011 年度冬期)	55
図 2-46 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2011-2012 年度冬期)	55
図 2-47 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2012-2013 年度冬期)	55
図 2-48 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2013-2014 年度冬期)	56
図 2-49 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2014-2015 年度冬期)	56
図 2-50 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2015-2016 年度冬期)	56
・ 第 3 章	
図 3-1 電力消費の実態や動向に関する研究領域の類型	58
図 3-2 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2015 年度)	64
図 3-3 曜日別にみた日最大電力の状況(山梨県、2012 年度)	65
図 3-4 4時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)	65
図 3-5 5時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)	66
図 3-6 6時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)	66
図 3-7 7時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)	66
図 3-8 鉱工業生産指数(IIP)の推移	71
・ 第 4 章	
図 4-1 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(群馬県、2010-2011 年夏期)	

-----	75
図 4-2 同月同週同曜日比較による日最高気温と日最大電力の差分との関係性を描いた 散布図(群馬県、2011 年夏期) -----	75
図 4-3 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東京電力需要家全体、2011 年 夏期) -----	76
図 4-4 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北電力需要家全体、2011 年 夏期) -----	77
図 4-5 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(群馬県、2011 年夏期) -----	77
図 4-6 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(山梨県、2011 年夏期) -----	78
図 4-7 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(関東地方、2011 年夏期) -----	78
図 4-8 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北地方、2011 年夏期) -----	79
図 4-9 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東京電力需要家全体、2011 年 6月) -----	80
図 4-10 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北電力需要家全体、2011 年 6月) -----	80
図 4-11 月単位でみた日最大電力の減少率の年次推移(関東地方、夏期、2010 年比) -----	81
図 4-12 月単位でみた日最大電力の減少率の年次推移(東北地方、夏期、2010 年比) -----	82
図 4-13 月単位でみた日最大電力の増減率の年次推移(関東地方、夏期、前年比) -----	82
図 4-14 月単位でみた日最大電力の増減率の年次推移(東北地方、夏期、前年比) -----	82
図 4-15 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(関東地方、2016 年夏期) -----	83
図 4-16 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北地方、2016 年夏期) -----	83
図 4-17 群馬県、山梨県と東京電力需要家全体での日最大電力の減少率の年次推移(夏 期) -----	84
図 4-18 関東地方と東京電力需要家全体での日最大電力の減少率の年次推移(夏期) -----	85
図 4-19 東北地方と東北電力需要家全体での日最大電力の減少率の年次推移(夏期) -----	85
図 4-20 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東京電力需要家全体、2011 年 度冬期) -----	86
図 4-21 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(関東地方、2011 年度冬期) -----	87
図 4-22 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描い た散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(群馬県、2011 年度冬期) -----	87

図 4 - 23 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北電力需要家全体、2011 年度冬期)	88
図 4 - 24 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北地方、2011 年度冬期)	88
図 4 - 25 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の減少率の年次推移(関東地方、冬期)	89
図 4 - 26 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の増減率の年次推移(関東地方、冬期)	89
図 4 - 27 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の減少率の年次推移(東北地方、冬期)	90
図 4 - 28 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の増減率の年次推移(東北地方、冬期)	90
図 4 - 29 気温と日最大電力の関係性(関東地方、2014-2016 年度冬期)	91
図 4 - 30 気温と日最大電力の関係性(東北地方、2014-2016 年度冬期)	91
図 4 - 31 関東地方と東京電力需要家全体でみた日最大電力の減少率の年次推移(冬期)	92
図 4 - 32 東北地方と東北電力需要家全体でみた日最大電力の減少率の年次推移(冬期)	92

・第 5 章

図 5 - 1 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東京電力需要家全体、2011 年夏期)	97
図 5 - 2 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(関東地方、2011 年夏期)	97
図 5 - 3 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東北電力需要家全体、2011 年夏期)	98
図 5 - 4 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東北地方、2011 年夏期)	98
図 5 - 5 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(群馬県、2011 年夏期)	98
図 5 - 6 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(山梨県、2011 年夏期)	99
図 5 - 7 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東京電力需要家全体、2011 年 6 月)	100
図 5 - 8 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東北電力需要家全体、2011 年 6 月)	100
図 5 - 9 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(関東地方、2016 年夏期)	101
図 5 - 10 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(群馬県、2011 年度冬期)	102
図 5 - 11 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(東京電力需要家全体、2011 年度冬期)	103
図 5 - 12 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(東北電力需要家全体、2011 年度冬期)	103
図 5 - 13 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(関東地方、2012 年度冬期)	105
図 5 - 14 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(関東地方、2016 年度冬期)	105
図 5 - 15 算出に用いたサンプル数別にみた日最大電力の減少率の推移(群馬県、2011 年夏期、対前年度比)	106
図 5 - 16 算出に用いたサンプル数別にみた日最大電力の減少率の推移(山梨県、2011 年	

夏期、対前年度比) -----	106
図 5 - 17 分析単位別にみた日最大電力の減少率の推移の比較(2011 年夏期、対前年度比) -----	107
図 5 - 18 分析単位別にみた日最大電力の減少率の推移の比較(2011 年度冬期、対前年度比) -----	107
・ 第 6 章	
図 6 - 1 気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図(関東地方、2016 年夏期) -----	110
図 6 - 2 日最高気温と日最大電力の前日との比較結果の推移(関東地方、2016 年夏期) ----	112
図 6 - 3 日平均気温と日最大電力の前日との比較結果の推移(関東地方、2016 年冬期) ----	112
図 6 - 4 前日比較による日最高気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016 年夏期) -----	113
図 6 - 5 前日比較による日平均気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016 年冬期) -----	113
図 6 - 6 気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016 年夏期、対前週同曜日比) -----	114
図 6 - 7 気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016 年冬期、対前週同曜日比) -----	114
図 6 - 8 前年同月同週同曜日との比較結果(関東地方、2016 年夏期) -----	115
図 6 - 9 前年同月同週同曜日との比較結果(関東地方、2016 年冬期) -----	115
図 6 - 10 3つの方法で算出した日最大電力の気温感応度の年次推移の比較(関東地方、2016 年夏期) -----	116
図 6 - 11 3つの方法で算出した日最大電力の気温感応度の年次推移の比較(関東地方、2016 年度冬期) -----	116
図 6 - 12 日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、夏期) -----	117
図 6 - 13 日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、冬期) -----	117
図 6 - 14 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2013 年夏期) -----	118
図 6 - 15 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2014 年夏期) -----	118
図 6 - 16 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2015 年夏期) -----	118
図 6 - 17 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2016 年夏期) -----	119
図 6 - 18 %値指標でみた日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、夏期) -----	120
図 6 - 19 %値指標でみた日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、冬期) -----	120
・ 第 7 章	
図 7 - 1 本論文の構成 -----	122
図 7 - 2 日最大電力と日最高気温の時系列グラフと両者の関係性を描いた散布図(2011 年 6 月) -----	126

図 7-3 日最大電力の減少率の推移と日最高気温の差分と日最大電力の差分の比率との関係性を描いた散布図(関東地方、2011 年夏期、対前年度比) -----	126
図 7-4 前日比較による日最大電力の差分と日最高気温の差分との関係性を描いた散布図(関東地方、2015-2016 年夏期) -----	127

■表リスト

・第 1 章

表 1-1 分析対象日と比較対象日(2010 年度の同月同週同曜日との比較の場合、夏期) -----	8
表 1-2 分析対象日と比較対象日(前年の同月同週同曜日との比較の場合、夏期) -----	8
表 1-3 分析対象日と比較対象日(前週同曜日との比較の場合、夏期) -----	8
表 1-4 分析対象日と比較対象日(2010 年度の同月同週同曜日との比較の場合、冬期) -----	9
表 1-5 分析対象日と比較対象日(前年の同月同週同曜日との比較の場合、冬期) -----	9
表 1-6 分析対象日と比較対象日(前週同曜日との比較の場合、冬期) -----	9
表 1-7 分析単位 -----	10
表 1-8 電力消費に関する利用可能なデータの一覧 -----	10
表 1-9 研究で使用したデータの一覧 -----	11
表 1-10 分析で使用了日最大電力の実績データの増減要素 -----	12
表 1-11 気温情報の加工を行っている先行研究 -----	13
表 1-12 県庁所在都市等での日最高気温の相関(2016 年夏期) -----	14
表 1-13 県庁所在都市等での日平均気温の相関(2016 年度冬期) -----	14
表 1-14 気象庁による夏(6~8月)の天候の報告 -----	15
表 1-15 気象庁による冬(12~2月)の天候の報告 -----	17
表 1-16 電力消費の実績データの分析にあたっての留意事項 -----	20
表 1-17 気象庁が観測する主な気温指標 -----	22
表 1-18 CDD算出にあたっての基準温度の設定例 -----	23
表 1-19 HDD算出にあたっての基準温度の設定例 -----	23

・第 2 章

表 2-1 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(夏期) -----	27
表 2-2 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(冬期) -----	27
表 2-3 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(関東地方、夏期) -----	30
表 2-4 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東北地方、夏期) -----	31
表 2-5 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(関東地方、冬期) -----	32
表 2-6 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東北地方、冬期) -----	33
表 2-7 気温感応度の算出方法 -----	44
表 2-8 夏期の暑さ、冬期の寒さの状況の推移 -----	52
表 2-9 電力消費の実績データからみた電力消費の実態 -----	57

・第 3 章

表 3-1 省電力効果の算出事例 -----	60
------------------------	----

表 3-2	見える化の目的の種類	61
表 3-3	見える化手法の一覧	61
表 3-4	見える化手法の諸元	62
表 3-5	電力会社による電力需要予測の対象	63
表 3-6	夏期データの分析にあたっての説明変数の例	64
表 3-7	2011 年度の日最大電力の減少率の算出例（夏期）	69
表 3-8	部門別にみた日最大電力の減少率の算出例（夏期）	70
表 3-9	日最大電力の減少率の算出方法の一覧	72
表 3-10	電力消費の実績データの分析にあたっての参考事項	72
・ 第 4 章		
表 4-1	同月同週同曜日比較での比較対象日(2011 年夏期の場合)	74
表 4-2	2011 年夏期における日最大電力の減少率	76
表 4-3	2011 年度冬期における日最大電力の減少率	86
表 4-4	分析単位別にみた日最大電力の減少率の推移(期間全体、2010 年度比)	93
・ 第 5 章		
表 5-1	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(群馬県、2011 年夏期)	95
表 5-2	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(山梨県、2011 年夏期)	95
表 5-3	気温の累積的影響についての先行研究の一覧	96
表 5-4	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東京電力需要家全体、2011 年6月)	99
表 5-5	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東北電力需要家全体、2011 年6月)	100
表 5-6	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東京電力需要家全体、2011 年度冬期)	103
表 5-7	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東北電力需要家全体、2011 年度冬期)	104
表 5-8	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東北電力需要家全体、2011 年度冬期、12～1月に限る)	104
表 5-9	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(群馬県、2011 年度冬期)	104
表 5-10	サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(群馬県、2011 年度冬期、12～1月に限る)	104
・ 第 6 章		
表 6-1	気温感応度に関する指摘事項	111
・ 第 7 章		
表 7-1	把握の時期別にみた日最大電力の見える化の手法	125
表 7-2	夏期における時期別にみた日最大電力の減少率の把握方法	128

第1章 序論

1.1 研究の背景

2011 年 3 月 11 日に発生した地震と津波による被害（東日本大震災）および原子力発電所の事故により、東京電力および東北電力の供給管内では大幅な電力供給不足が生じる事態となった。同年 7～9 月には電力需要のピーク時における電力消費の 15%削減（2010 年実績比、以下「節電目標」と呼ぶ）を求める電力使用制限令（電気使用制限等規則）が発動された。

電力需要のピーク時における電力消費の抑制（以下、「節電」と呼ぶ）に向けて、電力会社各社では電力需給の逼迫状況を数値として随時公表するとともに、過去に遡って電力消費の実績データを自社ホームページ（HP）に掲載^{1, 2, 3, 4}していた。節電が求められていた同年 7～9 月、インターネットの各種ポータルサイトと新聞各紙では、これらの公表データに基づく電力需給の動向や見通しを毎日掲載していた。

電力会社が新たに公表したデータは、次の 3 つであった。1 つは、各電力会社の管内需要家全体でみた 1 時間単位での電力消費の実績値であった。これは、過去に遡ってデータを公表していた。2 つめは、電力会社の管内需要家全体でみた 5 分間隔等での実績値であった。電力会社各社では、翌日、前日実績を HP にて公表していた。3 つめは、概ね県単位に相当する電力会社の支店単位での日最大電力の実績値であった。この支店単位の実績値を会社 HP にて公表していたのは、東京電力と東北電力の 2 社であった。両社では、会社 HP に前日の実績を掲載していた。支店単位での 1 時間単位でみた電力消費の 1 日の中での最大値（以下、「日最大電力」と呼ぶ）の実績値を HP で確認できる状況は、これまでにないものであった。なお、電力会社の供給管内全体に相当する地方全体（例えば、関東地方、東北地方）での日単位でみた電力消費量と日最大電力の実績値については、以前から電力系統利用協議会（2015 年 4 月以降は電力広域的運営推進機関）がデータベースとして協議会 HP⁵で公表していた。この数値は、特定規模電気事業者（以下、「新電力」と呼ぶ）の需要家分も含んだ数値であった。

日最大電力の実績データを誰もが簡易に HP から入手できる状況は、過去も含め初めての状況であった。節電の推進に向けて、公表された電力消費の実績データを用いた各種分析や、分析より得られる知見の蓄積が期待されるところとなっている。

2011 年夏期の節電対策による実績の評価事例をみると、夏期が終了した同年 9 月、東京電力（2011）では、節電対策による効果（日最大電力の減少率）として東京電力需要家全体で対前年比 18%減であったと報告していた。同報告は、最大ピーク発生日の実績から算出した数値であり、気温変動による影響を考慮した数値ではなかった。気温変動を考慮した日最大電力の減少率の報

¹ 東京電力プレスリリース「「電力の使用状況グラフ（当社サービスエリア内）」の掲載開始について（2011 年 3 月 22 日公表）」東京電力ウェブサイト <http://www.tepco.co.jp/cc/press/11032202-j.html>（2016 年 8 月 1 日取得）

² 東北電力プレスリリース「「東北電力でんき予報」のホームページへの掲載について（2011 年 7 月 7 日公表）」東北電力ウェブサイト http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1183366_1049.html（2016 年 8 月 1 日取得）

³ 東京電力「でんき予報」ウェブサイト <http://www.tepco.co.jp/forecast/index-j.html>（2016 年 3 月 30 日まで公表）

⁴ 東北電力「東北電力でんき予報」ウェブサイト <http://setsuden.tohoku-epco.co.jp/graph.html>（2016 年 3 月 30 日まで公表）

⁵ 電力広域的運営推進機関「系統情報サービス」ウェブサイト, <https://www.occto.or.jp/>（2015 年 4 月 1 日より公表）

告としては、公表データを用いて、永富（2011a）、西尾（2011）らが報告していた。これら報告での 2011 年夏期における東京電力需要家全体でみた日最大電力の減少率は、対前年比 14～19% 減の水準であった。東北電力需要家全体でみた日最大電力の減少率も同程度の水準であった。

1.2 2012 年度以降における節電の定着状況

政府検討会合（総合資源エネルギー調査会基本政策分科会電力需給検証小委員会⁶など）では、2011 年春以降、毎春および毎秋の時期に来る電力需要のピーク（夏期および冬期）に対応するためにピーク時の電力需要の予測を行っていた。同予測では、電力需要の増減に関して、①気温変動による影響、②経済活動等による影響（電力小売サービスに新規参入した特定規模電気事業者（新電力）への電力の購入先の変更（離脱）による影響を含む）、③節電による影響（定着した節電を含む）、これらに区分（図 1 - 1）し、その影響を検討していた。

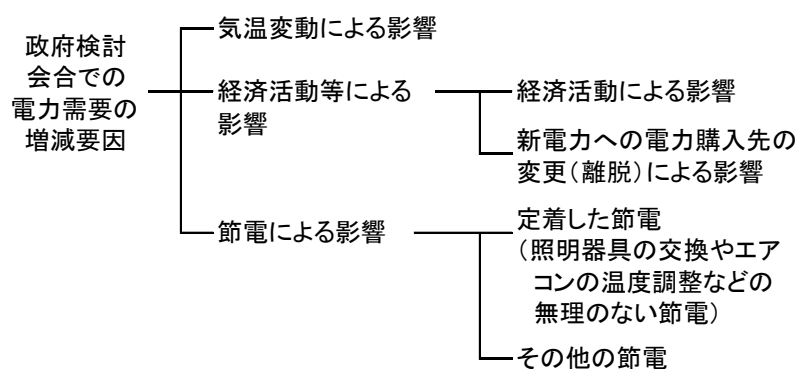
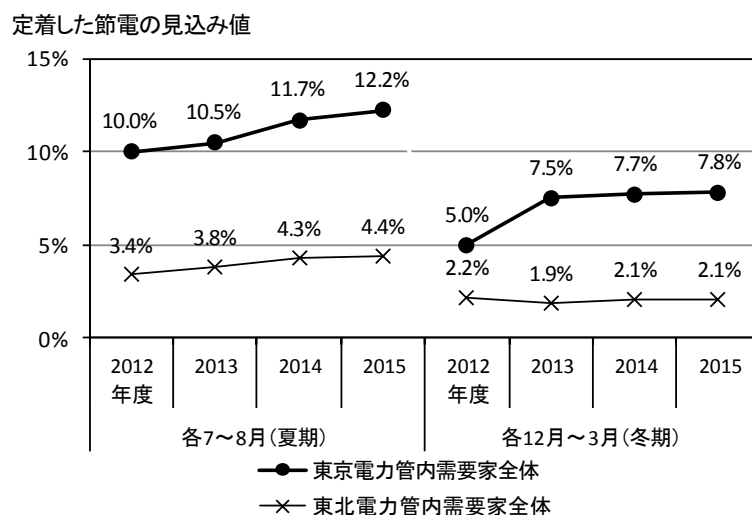


図 1 - 1 政府検討会合資料での電力需要の増減要因の検討区分

上述の政府検討会合では、電力需要の減少分の 1 要素として節電行動の定着（定着した節電と呼んでいる）による効果の見込み値を提示していた。これは、照明器具の交換やエアコンの温度調整（設定温度の緩和）など企業や家庭での無理のない節電を想定したものであった。政府検討会合資料での定着した節電の見込み値の年次推移（図 1 - 2）をみると、概ね夏期、冬期ともに徐々に増加を見込んでいた。東北電力需要家全体での冬期のみ横ばいの見込みであった。この見込み値は、来る電力需要のピークに向けた企業等による節電への取組予定をアンケート調査により把握し算出したものであり、実績に基づくものではなかった。同数値は、前年度の夏期または冬期の日最大電力の減少実績を基準とし、当該年度における節電の実施予定率に前年度と同等の節電の継続予定率を乗じて算出したものであった。このため、節電の定着状況については、実績に基づく評価は定まっていない。2012 年度以降、節電が進んでいるか否かは確認されていない状況にある。

⁶ 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会電力需給検証小委員会ホームページ http://www.meti.go.jp/committee/gizi_8/18.html（2017 年 5 月 10 日確認）



注)2016年度は、夏期および冬期ともに定着した節電の見込み値は、政府検討会合資料には記載されていなかった。

図1-2 政府検討会合資料が提示していた定着した節電の見込み値の年次推移

出所)政府検討会合資料より作成。

1.3 研究の目的と対象

1.3.1 研究の目的

本研究の目的は、1時間単位でみた電力消費の1日の中での最大値である日最大電力について、①その動向を視覚的に直観的かつ簡易に把握する見える化の手法を構築すること、②その手法を用いて、日最大電力の減少すなわち節電が進んでいるか否かを考察すること、これら2つである。日最大電力が減少しているか否か（減少動向）の分析にあたっては、①日最大電力の減少率、②日最大電力の気温感応度、これら2つの指標を用いて2010年度以降における日最大電力の動向を明らかにする。

なお、本研究では、菅沼（2013）、菅沼（2016）、菅沼（2017）での研究成果を内容に組み込んでいる。

1.3.2 研究の対象

本研究では、公表された電力消費の実績データのうち、1時間単位でみた電力消費の1日の中での最大値である日最大電力を研究の対象とした（図1-3）。また、本研究では、この電力需要のピーク時における電力消費である日最大電力（単位はkWである）が抑制されることを節電と呼ぶ。能動的な節電行動による削減分も含めた日最大電力の減少分を研究の対象とした。なお、1日を通じた電力消費量の削減（省電力、単位はkWhである）とは区別している。

震災以前は、電力需要が増大するピーク時の電力消費に関して、需要家側では主として省コスト（電力料金の削減）の観点から検討されていた。2011年における電力需給の逼迫状況の出現により、電力の供給体制等（電源構成等）と節電対策との関係が改めて認識されるようになったことも震災に伴い生じた社会的変化の1つである。各家庭や事業所等の需要家単位で節電を考えることに加えて、電力の供給体制も含めた全体システムとして電力の使用方法を改めて考えることが求められる時代となった。Joskow（2012）は、アメリカにおける電力消費の上位100時間（比

率では 1.1%に相当する) の電力供給のために発電能力の 10～15%を装備する必要が生じていると指摘している。また、依田 (2015) は、ピーク時需要を抑えられれば電気代は 5～10%下げられると指摘している。電力需要のピーク時における節電に取り組むことは、電力事業としての採算性向上にも寄与することとなる。既に電力会社では、個々の需要家とのピーク時における電力消費を抑制する契約の拡大を進めてきている。本研究の対象とした日最大電力は、省エネルギー・省電力の観点に加えて、電力事業の採算性向上の観点からも重要性が増す指標となっている。

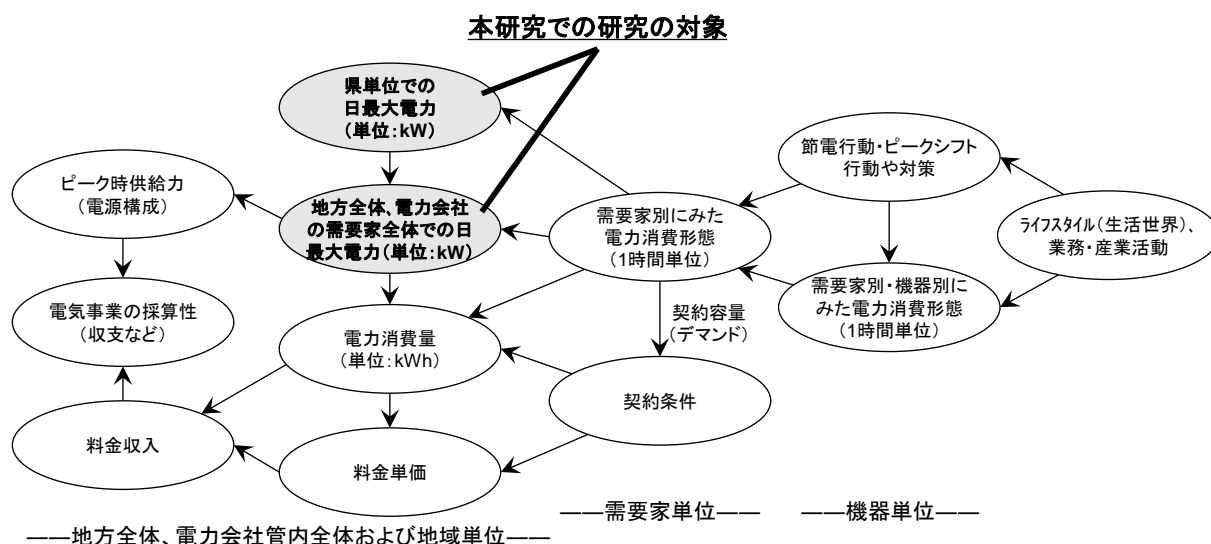


図 1-3 日最大電力と節電行動等との関係からみた本研究の対象

1.3.3 研究の方法と内容

本研究では、日最大電力の実績データを用いて、気温変動による影響を考慮した日最大電力の変動を視覚的に直観的かつ簡易に把握する見える化の手法を提示している。

これまで詳細不明であったものを形式知として捉え直し、より容易に理解できるようにしていく手法の有用性が注目されている。見える化、可視化と呼ばれている。具体的な手法としては、(1) 情報そのものの公開、(2) 文字化・文書化、(3) 数値化・定量化、(4) グラフ化、(5) プロセス図化、(6) イメージ図化、(7) 記号化、(8) ラベル表示、等がある。

電力消費の状況を分かりやすく把握する見える化手法の 1 つとして、気温変動と日最大電力との関係性を散布図で把握する方法がある。この散布図からは、夏期に気温が上昇(冬期は気温の低下)すると日最大電力が増加することが確認できる(図 1-4)。また、その応用型として前年度の同月同週同曜日と比較した気温の差分と日最大電力の差分(または、差分の比率)との関係性を散布図で把握する方法がある(図 1-5)。この散布図での両者の関係性から一次の回帰式を得ることができる。その回帰式の Y 切片は、気温変動を考慮した場合の日最大電力の減少分であり、その回帰式の傾きは、日最大電力の気温感応度と考えることができる。

本研究では、この気温変動と日最大電力の散布図を活用する手法を用いて、2010 年度または前年度の同月同週同曜日(以下、「同月同週同曜日比較」と呼ぶ)、各年度の前週同曜日(以下、「前週同曜日比較」と呼ぶ)、または前日(以下、「前日比較」と呼ぶ)との比較により得られる気温と日最大電力の差分データを用いて、①2011 年度以降における日最大電力および気温感応度の減

少動向を明らかにすること、②日最大電力の減少動向を日単位で把握する方法を構築すること、③その算出結果を基に、2012 年度以降において電力需要のピーク時における電力消費の削減すなわち節電が進んでいるか否かを考察すること、これらを行う。

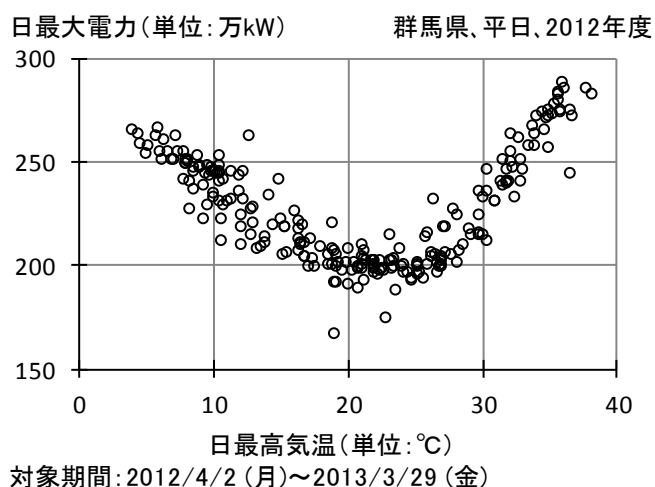


図 1 - 4 日最大電力と日最高気温との関係性を描いた散布図(群馬県、2012 年度)

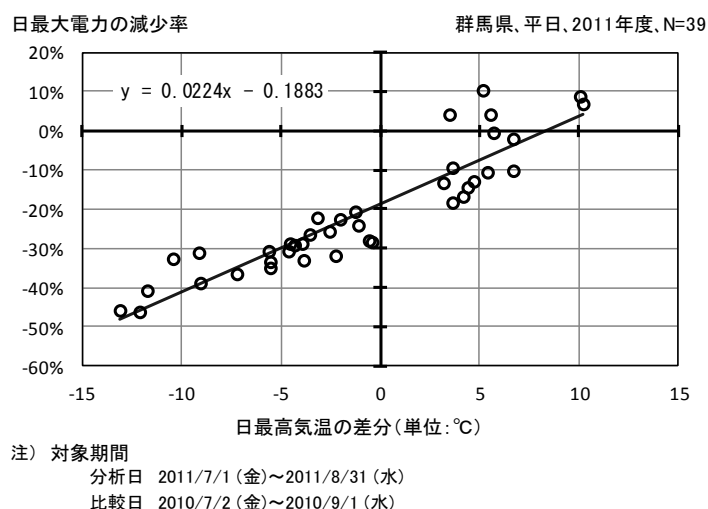


図 1 - 5 気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図(同月同週同曜日比較、群馬県、2011 年夏期)

1.3.4 本研究で構築する見える化の手法

本研究での見える化とは、散布図または時系列グラフを用いて、電力消費（日最大電力）の変動の実態と動向を視覚的にわかりやすく示すとともに、そこより電力消費の変動を代表する指標を数値として導出することを指す。具体的には、①日最大電力は気温変動による影響を大きく受けている実態を視覚的に直観的かつ簡易に把握できるようにすること、②気温の差分と日最大電力の差分の比率との関係性を描いた散布図より得られる一次の回帰式の Y 切片を日最大電力の減少率と見込むこと、③同様に散布図より得られる一次の回帰式の傾きを日最大電力の気温感応度と見込むこと、④日最大電力の減少率の日推移をみることにより日最大電力の変動を把握（動向

把握型) できるようにすること、これらを総称して見える化と呼ぶ。

1.3.5 研究の意義

節電への意識の希薄化が指摘されている(みずほ情報総研 2015)。また、政府検討会合では、2015 年度冬期までは国民生活、経済活動等への影響を極力回避した無理のない形での節電への協力を要請⁷していたが、2016 年夏期以降は電力需給が逼迫しない見込みであったことから節電への協力は求めない状況となっている⁸。今後について、政府検討会合では、2030 年度に向けた徹底した省エネの取組を進めていくことを目標として掲げている。緊急性は低下したが、節電への取り組みは引き続き必要とされる状況にある。節電への取り組みは、緊急的対策の段階から長期的持続的な取り組みの段階に移行している。

節電意識の希薄化を回避し、その意識を引き続き喚起していくには、電力消費の状況、節電の必要性やメリットを定量的かつ直観的に把握できる仕組みを具体化する見える化の取り組みが効果的と考えられる。行動経済学の分野では、Nudge(ナッジ)の概念が有効である分野の1つとして省エネ・省電力の分野を挙げている(Thaler・Sunstein 2009)。Nudge とは、「(注意をひくためにひじで) そっと突く」という原意を持つ言葉であり、「注意を促す」という意味も付与されている。小松・西尾(2013)は、このナッジの概念の省エネルギーおよび省電力分野への応用に向けて、節電・省エネアドバイスの見せ方やエネルギーの見える化のデザインに一層の工夫や改善を重ねていくことが有用であると指摘している。電力消費の見える化への取り組みは、節電の推進に向けた取り組みの1つとして位置付けられる。

本研究は、節電への意識の希薄化の回避に向けて、日最大電力の動向をグラフまたは数値として見える化し、節電の進捗状況を継続的に追跡するものである。また、電力消費の見える化に向けて、そのメニューの豊富化に寄与するものでもある。

1.4 研究の構成

本論文は、全体で7章の構成とした(図1-6)。

第1章の序論では、研究の目的、方法等について記述した。また、電力消費の実績データの分析にあたっての留意事項として、研究で使用した電力消費の実績データの概要、およびその増減要素、新電力への電力の購入先の変更動向等について記述した。

第2章と第3章では、第4章以降での分析にあたって踏まえるべき基礎的事項について整理した。

第2章では、地方全体、電力会社需要家全体、および県単位でみた電力消費の実態と動向について分析した。日最大電力の最大ピーク値の年次推移、平日休日別にみた実態、2011年度の夏期および冬期における日最大電力の推移等を整理した。

第3章では、参考となる先行研究として、電力消費の見える化への取組動向、電力需要の予測方法、および日最大電力の減少率の算出方法についての研究動向を整理した。

第4章以降では、電力消費(日最大電力)の見える化の手法を構築するとともに、その手法を

⁷ 電力需給に関する検討会合「2015 年度冬季の電力需給対策について」 http://www.kantei.go.jp/jp/singi/electricity_supply/ (2017 年 5 月 10 日確認)

⁸ 電力需給に関する検討会合「2016 年夏季の電力需給対策について」 http://www.kantei.go.jp/jp/singi/electricity_supply/ (2017 年 5 月 10 日確認)

用いた分析結果を記述した。

第4章では、同月同週同曜日の実績と比較する手法により2010年度比でみた日最大電力の減少率を算出した。日最大電力が発生した時間帯のみのデータを用いる場合においても日最大電力の減少率を算出することが可能であることを示している。

第5章では、日最大電力の減少率を日単位で把握する期中モニタリングの手法を提示した。この手法を活用することにより、再び電力需給が逼迫する事態が生じた場合には、期中の段階（6月～8月）において追加的な節電への取り組みの必要性の有無を確認することができることとなる。

第6章では、日最大電力を対象とした気温感応度の指標を用いて、2011年度以降におけるその動向を分析した。

第7章では、第4～6章での分析により得られた発見事項、得られた知見、政策的含意、ならびに将来研究への示唆等を記載した。

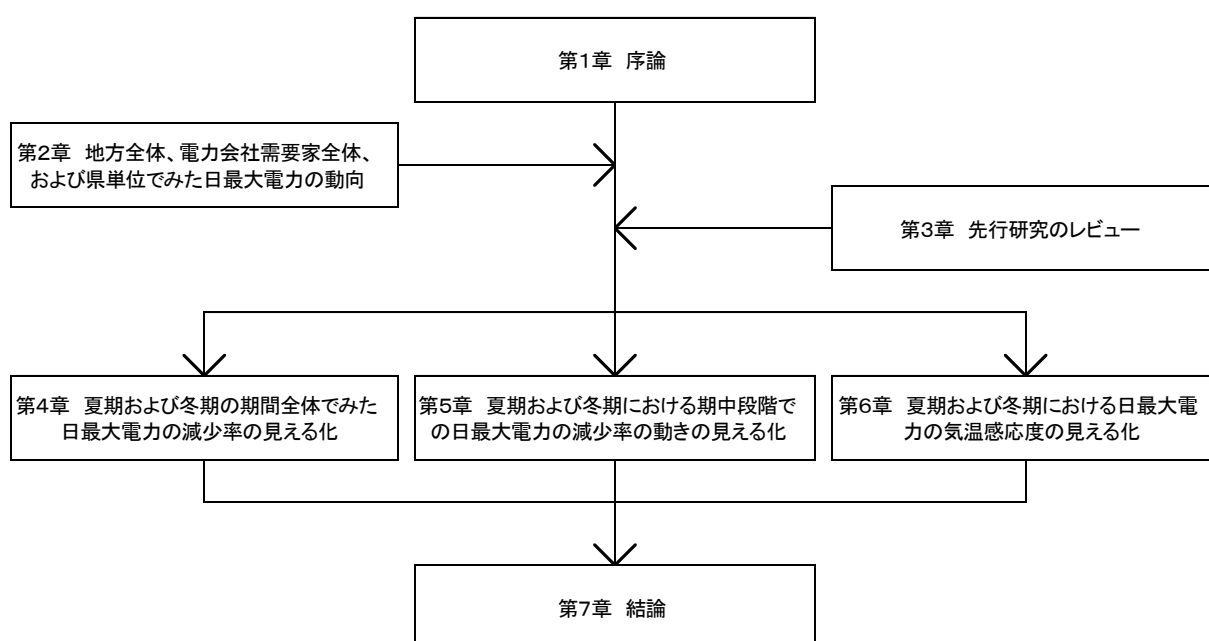


図1-6 研究の構成

1.5 分析の方法

1.5.1 研究対象地域

本研究では、支店単位での電力消費の実績データ（日最大電力）が公表されていた東京電力および東北電力の供給管内である東日本地域を研究対象地域とした。

1.5.2 分析対象期間

分析対象期間は、2010～2016年度とした。比較にあたっての基準年は、前年度または震災前の2010年度とした。

夏期における減少率の算出にあたっては、政府や自治体による節電要請が7月から始まってい

たことを踏まえ、7月から8月末（同月同週同曜日比較の都合により9月第1週のデータを一部含む）までの前年度または2010年度の同月同週同曜日にあたる日のデータを比較対象として使用した。例えば、2011年7月1日（金）と2010年7月2日（金）とで比較した。比較年のデータのいずれかが祝日またはお盆期間の場合には、減少率の算出対象データから除外した。算出にあたって、夏期については土曜、日曜、祝日、およびお盆期間（8月12日～16日）を除いた平日を分析対象とした。冬期における減少率の算出にあたっては、年末年始（12月28日～1月5日）を除いた平日を分析対象とした。土曜、日曜、祝日、お盆期間（8月12日～16日）、および年末年始（12月28日～1月5日）を休日と呼ぶ。

なお、中間期（春期、秋期）については、気温変動による影響は大きくない状況にあり、気温以外の天気等による影響を別途の手法にて分析することが必要と考えられる。このため、本研究では分析の対象とはしていない。

前年度または2010年度の同月同週同曜日との比較（前年同月同週同曜日比較）、同年度の前週同曜日との比較（前週同曜日比較）、および同年度の前日比較にあたっての、分析対象日と比較対象日は下表とした（表1-1～表1-6）。

表1-1 分析対象日と比較対象日（2010年度の同月同週同曜日との比較の場合、夏期）

	分析対象日	比較対象日
2011年度	2011/7/1(金)～8/31(水)	2010/7/2(金)～9/1(水)
2012	2012/7/2(月)～8/31(金)	7/5(月)～9/3(金)
2013	2013/7/1(月)～8/30(金)	7/5(月)～9/3(金)
2014	2014/7/1(火)～8/29(金)	7/6(火)～9/3(金)
2015	2015/7/2(木)～8/31(月)	7/1(木)～8/30(月)
2016	2016/7/1(金)～8/31(水)	7/2(金)～9/1(水)

注) 1. 分析対象日は、8月末までを分析対象期間とする。

2. 比較の都合により比較対象に翌月のデータを含む場合がある。

表1-2 分析対象日と比較対象日（前年の同月同週同曜日との比較の場合、夏期）

	分析対象日	比較対象日
2011年度	2011/7/1(金)～8/31(水)	2010/7/2(金)～9/1(水)
2012	2012/7/2(月)～8/31(金)	2011/7/4(月)～9/2(金)
2013	2013/7/1(月)～8/30(金)	2012/7/2(月)～8/31(金)
2014	2014/7/1(火)～8/29(金)	2013/7/2(火)～8/30(金)
2015	2015/7/1(水)～8/31(月)	2014/7/2(水)～9/1(月)
2016	2016/7/1(金)～8/31(水)	2015/7/3(金)～9/2(水)

注) 1. 分析対象日は、8月末までを分析対象期間とする。

2. 比較の都合により比較対象に翌月のデータを含む場合がある。

表1-3 分析対象日と比較対象日（前週同曜日との比較の場合、夏期）

	分析対象日	比較対象日
2011年度	2011/7/8(金)～8/31(水)	7/1(金)～8/24(水)
2012	2012/7/9(月)～8/31(金)	7/2(月)～8/24(金)
2013	2013/7/8(月)～8/30(金)	7/1(月)～8/23(金)
2014	2014/7/8(火)～8/29(金)	7/1(火)～8/22(金)
2015	2015/7/8(水)～8/31(月)	7/1(水)～8/24(月)
2016	2016/7/8(金)～8/31(水)	7/1(金)～8/24(水)

注) 1. 分析対象日は、8月末までを分析対象期間とする。

2. 比較の都合により比較対象に翌月のデータを含む場合がある。

表 1-4 分析対象日と比較対象日(2010 年度の同月同週同曜日との比較の場合、冬期)

	分析対象日	比較対象日
2011 年度	2011/12/1(木) ~ 2/29(水)	2010/12/2(木) ~ 3/2(水)
2012	2012/12/3(月) ~ 2/28(木)	12/6(月) ~ 3/3(木)
2013	2013/12/2(月) ~ 2/28(金)	12/6(月) ~ 3/4(金)
2014	2014/12/1(月) ~ 2/27(金)	12/6(月) ~ 3/4(金)
2015	2015/12/2(水) ~ 2/29(月)	12/1(水) ~ 2/28(月)
2016	2016/12/1(木) ~ 2/28(火)	12/2(木) ~ 3/1(火)

注) 1. 分析対象日は、2月末までを分析対象期間とする。

2. 比較の都合により比較対象に翌月のデータを含む場合がある。

表 1-5 分析対象日と比較対象日(前年の同月同週同曜日との比較の場合、冬期)

	分析対象日	比較対象日
2011 年度	2011/12/1(木) ~ 2/29(水)	2010/12/2(木) ~ 3/2(水)
2012	2012/12/3(月) ~ 2/28(木)	2011/12/5(月) ~ 3/1(木)
2013	2013/12/2(月) ~ 2/28(金)	2012/12/3(月) ~ 3/1(金)
2014	2014/12/1(月) ~ 2/27(金)	2013/12/2(月) ~ 2/28(金)
2015	2015/12/1(火) ~ 2/29(月)	2014/12/2(火) ~ 3/2(月)
2016	2016/12/1(木) ~ 2/28(火)	2015/12/3(木) ~ 3/1(火)

注) 1. 分析対象日は、2月末までを分析対象期間とする。

2. 比較の都合により比較対象に翌月のデータを含む場合がある。

表 1-6 分析対象日と比較対象日(前週同曜日との比較の場合、冬期)

	分析対象日	比較対象日
2011 年度	2011/12/8(木) ~ 2/29(水)	12/1(木) ~ 2/22(水)
2012	2012/12/10(月) ~ 2/28(木)	12/3(月) ~ 2/21(木)
2013	2013/12/9(月) ~ 2/28(金)	12/2(月) ~ 2/21(金)
2014	2014/12/8(月) ~ 2/27(金)	12/1(月) ~ 2/20(金)
2015	2015/12/8(火) ~ 2/29(月)	12/1(火) ~ 2/22(月)
2016	2016/12/8(木) ~ 2/28(火)	12/1(木) ~ 2/21(火)

注). 分析対象日は、2月末までを分析対象期間とする。

2. 比較の都合により比較対象に翌月のデータを含む場合がある。

1.5.3 分析単位

分析単位は、電力会社の供給管内に相当し新電力の需要家分を含んだ実績である地方全体（関東地方、東北地方）、新電力の需要家分は含まない実績である各電力会社の需要家全体（東京電力需要家全体、東北電力需要家全体）、および電力会社がデータを公表していた電力会社の支店単位とした（表 1-7）。支店単位は、概ね県単位に相当する（以下、「県単位」と呼ぶ）。

地方全体の実績には、新電力の需要家分が含まれている。一方、電力会社需要家全体および県単位の実績には、新電力の需要家分は含まれていないことに注意する必要がある。

関東地方は、東京電力の供給管内に相当する栃木県、群馬県、茨城県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、および富士川以東の静岡県東部である。東北地方は、東北電力の供給管内に相当する青森県、秋田県、岩手県、宮城県、山形県、福島県、および新潟県である。

県単位については、2010 年度における日最大電力の実績値が公表されていた群馬県、山梨県を主たるケースとして分析した。また、東京 23 区については、2011~2016 年夏期における 1 時間単位での電力消費の実績が公表されていることから、必要に応じて分析の対象とした。

電力会社の支店単位での日単位の実績データは、これまでは一般には公表されていなかったことから、支店単位の電力消費実績を分析した先行研究はみられない。

表 1-7 分析単位

区分	分析単位	備考
地方全体	・東北地方 ・関東地方	・新電力の需要家分を含む。
電力会社の管内需要家全体	・東京電力需要家全体 ・東京電力需要家全体	・新電力の需要家分は含まない。 ・2016 年 4 月以降、電力会社 HP でのデータの公表は、されなくなった。
支店単位	・県単位	(同上)
群馬県	—	(支店単位に加えて) ・2010 年度実績(夏期、冬期に限る)が公表されていた。
山梨県	—	(支店単位に加えて) ・2010 年度実績(夏期に限る)が公表されていた。
東京 23 区	—	(支店単位に加えて) ・2011 年以降について、夏期の 1 時間単位での実績が公表されてきている。
その他の地域 (青森県～静岡県 県東部)	—	(支店単位に同じ)

1.5.4 研究で使った電力消費の実績データ

(1) 利用可能な電力消費の実績データ

本研究では、電力広域的運営推進機関（旧 電力系統利用協議会）、電力会社、および地方自治体が HP に掲載していた電力消費の実績データを取得し、分析で使った。電力消費に関する利用可能なデータを一覧化すると表 1-8 となる。

表 1-8 電力消費に関する利用可能なデータの一覧

範囲	公表主体 または 出典	電力消費量 (単位: 万 kWh)		日最大電力 (単位: 万 kW)	電力消費 (単位: 万 kW)	
		月単位	日単位	日単位	1 時間単位	5 分単位等
地方全体	電力広域的運営 推進機関 ^(注1)	○ 協会 HP	○ 協会 HP	○ 協会 HP	○ 協会 HP	—
電力会社の需要 家全体	電力会社	○ 電力会社 HP	○ 電力会社 HP	○ 電力会社 HP	○ 電力会社 HP	○ 電力会社 HP
電力会社の支店 単位(県単位に 相当)	電力会社	—	—	○ 電力会社 HP	○ 電力会社 HP	—
	各地方自治体の 統計書	○ 統計書	—	—	—	—

注) 1. 2015 年 3 月 31 日までは、電力系統利用協議会により公表されていた。

2. データがある場合には、○印を付した。

3. ○印の下に付した記述は、そのデータの情報源である。

4. 震災以降に公表されるようになったデータについては、下線を付した。

5. 2016 年 4 月以降、公表されなくなっているデータには、灰色を付した。

(2) 研究で使用した電力消費の実績データ

電力消費の実績データの分析にあたっては、表 1 - 9 に記載したデータを使用した。

表 1 - 9 研究で使用したデータの一覧

対象地域	公表主体	対象期間	
		2016 年3月まで	2016 年4月以降
地方全体 (関東地方、東北地方)	電力広域的運営推進機関	・電力消費量(万 kWh/日) ・日最大電力(万 kW) ・ピークの発生時間	・1時間単位での電力消費(万 kW)
電力会社の需要家全体 (東京電力需要家全体、東北電力需要家全体)	電力会社	・1時間単位での電力消費(万 kW)	(非公表となる)
県単位 (群馬県、山梨県など)	電力会社 自治体	・日最大電力(万 kW) ・ピークの発生時間	(非公表となる)
東京 23 区 (夏期に限る)	東京都板橋区	・1時間単位での電力消費(万 kW)	(同左)

支店単位でのデータが取得できている期間は、2012 年 1 月～2016 年 3 月である。支店単位での日最大電力のデータについて、電力会社では、自社HPに前日の実績のみ掲載していた。その掲載方法は、データの上書き方式によるものであった。このため、過去の実績については電力会社のHPからデータを遡及取得することはできなかった。

一部の自治体（群馬県、茨城県、神奈川県、山梨県、東京都板橋区など）では、独自に電力会社の地元支店より実績データを入手し各自治体HPに掲載していた。県単位での過去のデータについては、この自治体公表データを用いて補間した。東京都板橋区では、自区HPにて東京 23 区での夏期の実績を 2016 年夏期も引き続き公表していた。

なお、電力会社の管内需要家全体でのデータおよび電力会社の支店単位でのデータは、電力会社HPでは、2016 年 4 月以降は公表されなくなった。

(3) 研究で使用した日最大電力の実績データの増減要素

本研究で使用した電力会社需要家全体および県単位の日最大電力のデータの減少分には、節電による影響（減少）によるものと、需要家による電力の購入先の変更（電力会社からの離脱による減少）によるものとが含まれている。新電力からの電力の購入分は徐々に増加してきており、年次比較にあたっては特に注意する必要がある。

また、東京電力公表の支店単位の日最大電力のデータのうち 2015 年度のみについては、一般家庭等での太陽光発電設備による実績（自家発電分のうちの自家消費分）が反映（上乗せ）されていた。このため、県単位での日最大電力の数値は、前年までと比べて集計範囲が拡大していた。年次比較にあたっては、この点にも注意する必要がある。

一方、東北電力公表の支店単位の日最大電力のデータには、一般家庭等での太陽光発電設備による実績（自家消費分）は加味（上乗せ）されていなかった。

研究で使用した日最大電力のデータの増減要素を列記すると表 1 - 10 となる。

表 1 - 10 分析で使用した日最大電力の実績データの増減要素

減少要素	増加要素
<ul style="list-style-type: none"> ・家電等の機器使用の抑制 ・家電等の使用停止・廃棄 ・省電力型機器への買い換え ・電力の購入先の新電力への変更(電力会社からの離脱) ・自家発電設備または太陽光発電設備による電力の自給 ・家電等の使用時間の変更(ピークシフト) ・ガス・灯油等を燃料とする機器への転換(特に冬期の暖房・給湯用) 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電設備を持つ住宅等からの電力の購入(ただし、東京電力管内の県単位での 2015 年 4 月～2016 年 3 月のデータに限る) ・揚水発電による電力消費

(4) 自治体での電力消費の実績データの活用状況

震災以降に公表されていた支店単位での日最大電力の実績データの活用状況をみると、群馬県⁹、茨城県¹⁰、神奈川県¹¹、山梨県¹²等の自治体では、電力会社の各支店より実績データを入手し、各自治体HPに時系列の表またはグラフで日単位での日最大電力の実績を掲載していた。これらでのデータの活用方法をみると、各季節単位でみた最大ピークベースでの比較および前年の同月同週同曜日との数表形式での比較がなされていた。これらでは、気温情報が併記されている場合があるものの、気温変動による影響を考慮した節電状況に関する情報は加味されていなかった。

1.5.5 気温情報の活用方法

(1) 研究で使用した気温情報

本研究での気温変動と日最大電力との関係性の分析にあたって、気温変動については気象庁観測データを使用した。東京 23 区、東京電力需要家全体および関東地方については東京(東京管区気象台)、東北電力需要家全体および東北地方については仙台(仙台管区気象台)、群馬県では前橋(前橋地方気象台)、山梨県では甲府(甲府地方気象台)での観測値を代表値として使用した。

また、県単位での分析にあたっては、各県庁所在都市の気象台等での観測値を使用した。なお、埼玉県については熊谷(熊谷地方気象台)、多摩地域については府中(アメダス観測値)、静岡県東部については三島(三島特別地域気象観測所)での観測値を使用した。

気温変動の指標は、夏期は日最高気温、冬期は日平均気温を使用した。

⁹ 群馬県「平成 23 年度の節電対策」ウェブサイト, http://www.pref.gunma.jp/cate_list/ct00005413.html (2015 年 12 月 25 日取得)

¹⁰ 茨城県「茨城県内の電力使用状況」ウェブサイト, <http://www.ecoibaraki.net/electricity/> (2015 年 12 月 25 日取得)

¹¹ 神奈川県「神奈川県の電力・節電対策」ウェブサイト, <http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f300515/> (2015 年 12 月 25 日取得)

¹² 山梨県「やまなし省エネ県民運動」ウェブサイト, <http://www.pref.yamanashi.jp/energy-seisaku/syoudenekenminundou.html> (2015 年 12 月 25 日取得)

(2) 気温変動と電力消費との関係性の分析にあたっての課題

電力消費と気温変動との関係性の分析にあたって、先行研究では特定地点（例えば、関東地方の場合には東京、東北地方では仙台）での気温の気象庁観測値を代表値として用いるケースが多い。東京や仙台等の代表都市での気象情報を用いて広域での電力消費の実績データを分析するにあたっては、その代表性の面で懸念があり、気温の設定方法は課題の1つとして指摘されている（灰田・武藤 1996 ほか）。電力消費と気温変動との関係性の分析にあたっての誤差の1要素として、この特定地点の気温情報への依存による影響があることに注意する必要がある。

なお、この点に関して先行研究（灰田・武藤 1996 ほか）では、地域別の電力需要や昼間人口等を用いて気温を加重平均するなどの改良を行っている（表 1 - 11）。しかしながら、本研究では新電力も含めた電力消費の県単位における同一時間帯での実績は不明であることを考慮し、この補正は行っていない。

表 1 - 11 気温情報の加工を行っている先行研究

先行研究	気温情報の加工方法
灰田・武藤(1996)	・電力会社需要家全体を対象とした電力需要の予測にあたって、主要都市(合計9都市)の気象情報を各地域の供給量により加重平均して使用している。
後藤ほか(2004)	・電力会社需要家全体を対象とした電力需要の予測にあたって、地域毎の気温情報を各地域の販売電力量により加重平均して使用している。
水谷ほか(2005)	・電力需要の予測にあたっての多地点の気象情報の活用方法について検討している。 ・報告では、2000～2003年の平日での分析結果が紹介されている。 ・検討時の比較ケースとして下記の指標により支店別(8区分あり)の気象情報(日最高気温)を使用している。 －単純平均 －支店別の電力需要の比率で加重平均
橘高・宮崎(2014)	・関東地方における電力消費の実績の分析にあたって、市町村単位の人口指標で重み付けした平均気温を使用している。 ・重み付けに用いる人口指標としては、昼間人口、夜間人口の指標を使用している。

(3) 県庁所在都市等の気温の相関状況

県単位での分析にあたって使用する県庁所在都市等で観測された日最高気温の都市間での相関を夏期についてみると、東北地方では、関東地方に比べて相関が低い。また、関東地方内では、甲府および三島は、他都市との相関が低い。先行研究では、東北地方または東北電力需要家全体を分析対象とする場合、仙台での観測値を代表値として使用する場合があるが、都市間の気温の相関を考慮すると、仙台での観測値を使用するにあたってはその代表性に懸念が残る。東北地方または東北電力需要家全体での分析にあたっては、この点にも注意する必要がある。

同様に、冬期について日平均気温の指標でみた相関状況をみると、夏期とは異なり、東北地方と関東地方では同程度の状況にある。ただし、甲府および三島は、冬期においても他地域との相関が低い。

以下では、例として直近の 2016 年度における気温の相関の実績を記載した（表 1 - 12、表 1 - 13）。

表 1-12 県庁所在都市等での日最高気温の相関(2016 年夏期)

2016年度、夏期																	
	青森	秋田	盛岡	仙台	山形	福島	新潟	前橋	宇都宮	水戸	熊谷	千葉	東京	府中	横浜	甲府	三島
青森	—																
秋田	0.700	—															
盛岡	0.741	0.800	—														
仙台	0.547	0.386	0.681	—													
山形	0.661	0.614	0.768	0.835	—												
福島	0.490	0.275	0.608	0.905	0.825	—											
新潟	0.486	0.730	0.572	0.474	0.687	0.450	—										
前橋	0.258	0.018	0.403	0.731	0.558	0.763	0.190	—									
宇都宮	0.357	0.184	0.503	0.795	0.621	0.806	0.335	0.926	—								
水戸	0.391	0.192	0.482	0.825	0.647	0.794	0.387	0.805	0.885	—							
熊谷	0.242	0.001	0.387	0.731	0.530	0.770	0.186	0.974	0.943	0.845	—						
千葉	0.248	0.081	0.381	0.717	0.538	0.707	0.233	0.874	0.879	0.859	0.879	—					
東京	0.272	0.045	0.383	0.697	0.546	0.722	0.205	0.912	0.885	0.857	0.921	0.944	—				
府中	0.241	0.029	0.387	0.694	0.518	0.730	0.190	0.926	0.906	0.867	0.943	0.933	0.979	—			
横浜	0.290	0.107	0.394	0.716	0.567	0.727	0.243	0.889	0.873	0.853	0.892	0.944	0.969	0.962	—		
甲府	0.107	0.011	0.246	0.496	0.405	0.496	0.087	0.823	0.733	0.591	0.789	0.729	0.768	0.765	0.755	—	
三島	0.290	0.261	0.500	0.714	0.600	0.650	0.329	0.803	0.831	0.741	0.784	0.835	0.806	0.804	0.847	0.747	—

注) 1. 日最高気温で算出した相関係数の凡例と該当データ数

凡例		東北地方	関東地方	甲府、三島を除く
相関係数 R^2	0.85以上	1	26	26
	0.7~0.85	6	18	2
	0.5~0.7	8	1	0
	0.5未満	6	0	0
データ数		21	45	28

2. 対象期間 2016/7/1 (金)~2016/8/31 (水)

表 1-13 県庁所在都市等での日平均気温の相関(2016 年度冬期)

2016年度、冬期																	
	青森	秋田	盛岡	仙台	山形	福島	新潟	前橋	宇都宮	水戸	熊谷	千葉	東京	府中	横浜	甲府	三島
青森	—																
秋田	0.894	—															
盛岡	0.881	0.958	—														
仙台	0.858	0.924	0.927	—													
山形	0.824	0.924	0.943	0.945	—												
福島	0.800	0.887	0.899	0.956	0.913	—											
新潟	0.790	0.873	0.862	0.898	0.884	0.926	—										
前橋	0.646	0.812	0.813	0.871	0.824	0.902	0.860	—									
宇都宮	0.639	0.763	0.763	0.864	0.782	0.875	0.806	0.935	—								
水戸	0.647	0.757	0.751	0.862	0.764	0.870	0.794	0.903	0.978	—							
熊谷	0.584	0.759	0.770	0.821	0.776	0.861	0.792	0.962	0.939	0.905	—						
千葉	0.589	0.719	0.717	0.813	0.728	0.845	0.778	0.907	0.923	0.928	0.900	—					
東京	0.580	0.725	0.733	0.821	0.743	0.853	0.779	0.929	0.945	0.940	0.937	0.984	—				
府中	0.579	0.726	0.741	0.821	0.741	0.854	0.783	0.935	0.966	0.952	0.949	0.954	0.981	—			
横浜	0.594	0.730	0.735	0.824	0.741	0.848	0.783	0.926	0.934	0.931	0.912	0.988	0.988	0.967	—		
甲府	0.335	0.502	0.509	0.579	0.542	0.621	0.571	0.778	0.828	0.803	0.825	0.759	0.800	0.828	0.771	—	
三島	0.426	0.578	0.589	0.680	0.614	0.706	0.640	0.826	0.884	0.877	0.810	0.868	0.876	0.877	0.882	0.846	—

注) 1. 日平均気温で算出した相関係数の凡例と該当データ数

凡例		東北地方	関東地方	甲府、三島を除く
相関係数 R^2	0.85以上	18	34	28
	0.7~0.85	3	11	0
	0.5~0.7	0	0	0
	0.5未満	0	0	0
データ数		21	45	28

2. 対象期間 2016/12/1 (木)~2017/2/28 (火)

1.6 分析にあたっての留意事項

1.6.1 2010 年度以降の天候の報告

(1) 夏期の天候の報告

電力需要は気温変動による影響を大きく受けており、電力消費の実績データの分析にあたっては、気象動向を確認しておく必要がある。気象庁では、毎年9月上旬にその夏（6～8月）の天候を報告している。2010年から2016年にかけての夏期の報告をみると、2010年夏期の気温は過去最も高い水準であった（表1-14）。翌年以降、2010年を上回る暑さであったとする報告はない。

また、夏期全体でみた暑さについては、CDD（単位は℃・日）により把握することができる。CDD（Cooling Degree Day、冷房度日）は、冷房が必要とされる夏期における冷房需要の指標である。2010年以降における東京、仙台でのCDD24の推移（図1-7）をみると、2011年夏は、前年に比べて暑さは厳しくなかったと考えられる。なお、CDDの算出にあたっての基準とする温度は24℃とし、1時間単位のデータから算出している。

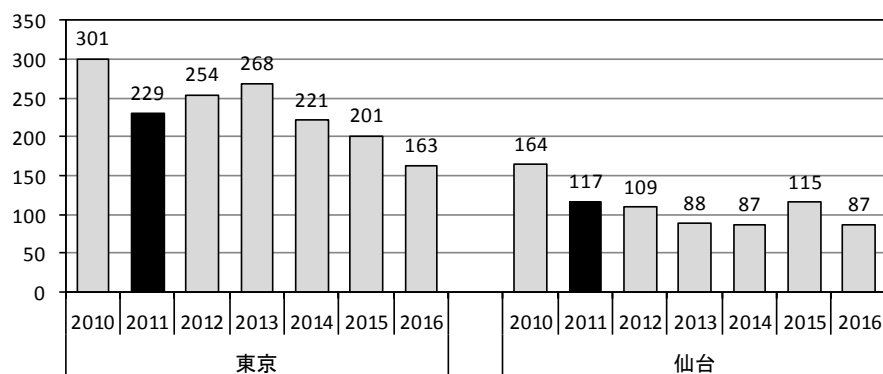
また、日単位でのCDDの推移をみると、2010年夏期は、7～8月全体でみたCDDが最も高く、2010～2016年の中で最も暑さが厳しかったと考えられる。一方、2016年夏期はCDDが最も少なく、暑さは厳しくなかったと考えられる（図1-8）。

表1-14 気象庁による夏(6～8月)の天候の報告

対象年	概要(東日本地域を中心に記載)
2010 年	・夏の平均気温は、北日本から西日本にかけてかなり高く、北日本と <u>東日本は1946年以降で最も高かった。</u>
2011	・夏の平均気温は全国的に高かった。かなり高い時期もあり、気温の変動が大きかった。7月新潟・福島豪雨が発生した。
2012	・北日本から西日本では暑夏となり、猛暑日となった所もあった。
2013	・全国的に高温で、東・西日本、沖縄・奄美ではかなり高かった。
2014	・夏の平均気温は西日本で低かった一方、北日本、東日本、沖縄・奄美で高かった。
2015	・気温の高い時期と低い時期があった東日本では平年並だった。
2016	・全国的に夏の平均気温は高かった。 ・7月の東日本では、月の前半は暖かい空気に覆われて高温だったが、月の後半は冷たく湿った東よりの風の影響で低温となる時期があり、気温の変動が大きかった。

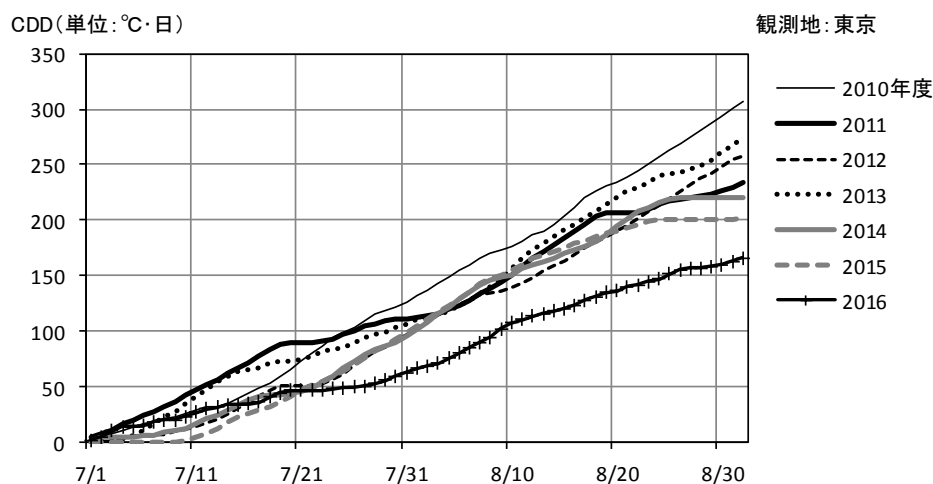
出所) 気象庁「夏(6～8月)の天候」等より作成。

CDD(単位:°C・日)



- 注) 1. 算出対象期間は、各年7/1～8/31である。
 2. 1時間単位の気温を用いて、基準とする温度との差より積算した。
 3. 基準とする温度は、24°Cとした。
 4. 2011年度は、比較のため黒色を付した。

図 1-7 期間全体でみたCDD₂₄の積算値の年次推移(東京、仙台)



注) CDDは、24°Cを基準とし、1時間単位での毎正時気温から算出した。

図 1-8 CDD₂₄の日別積算値の年次推移(東京、7～8月、2010-2016 年度)

(2) 冬期の天候の報告

夏期と同様に、2010 年度から 2016 年度にかけての気象庁による冬の天候の報告をみると、2011 年度は、前年よりも寒さが厳しかった。2011～2014 年度は、4 年連続で寒さが厳しかった(表 1-15)。

冬の寒さについては、HDD (単位は°C・日) により把握することができる。HDD (Heating Degree Day、暖房度日) は、暖房が必要とされる冬期における暖房需要の指標である。東京および仙台でのHDD18の推移(図 1-9)をみると、気象庁報告のとおり、2011 年度はいずれの都市においても前年度に比べHDD18が増加しており、寒さが厳しい状況であった。なお、HDDの算出にあたって基準とする温度は 18°Cとし、1 時間単位のデータから算出している。

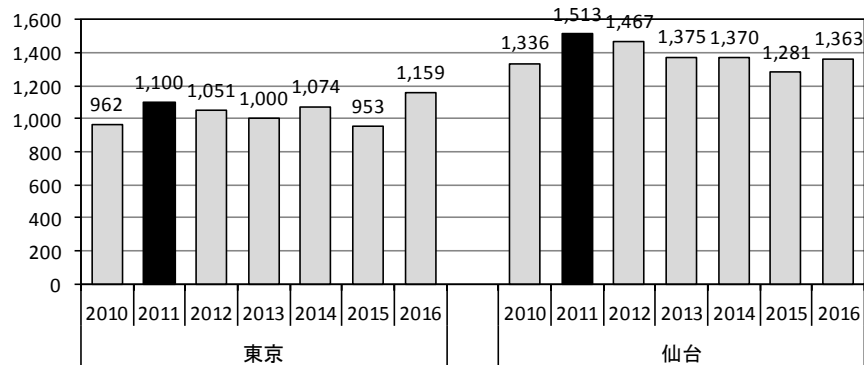
また、日単位でのHDDの推移をみると、2016 年度冬期は、12～2 月全体でみたHDDが最も高く、2010～2016 年の中で最も寒さが厳しかったと考えられる(図 1-10)。

表 1-15 気象庁による冬(12~2月)の天候の報告

対象年度	概要(東日本地域を中心に記載)
2010 年度	・ほぼ全国で気温が低く日本海側では広い範囲で大雪になった。
2011	・冬型の気圧配置が強く寒気の影響を受けやすかったため、北日本から西日本にかけて <u>冬の平均気温が低かった</u> (ここ 10 年間では、北日本では今年が最も低く、 <u>東・西日本では 2006 年冬に次いで低かった</u>)。
2012	・北・東日本では <u>2 年連続</u> 、西日本では 3 年連続の <u>寒冬</u> となった。
2013	・東日本では <u>3 年連続の寒冬</u> となった。
2014	・東日本では <u>4 年連続の寒冬</u> だった。
2015	・冬型の気圧配置は長続きしなかったため、 <u>全国的に気温が高く暖冬</u> となった。特に、東・西日本の冬の気温はかなり高かった。 ・12 月については、全国的に気温がかなり高く、東日本では平年差+1.9℃で 12 月として 1 位の高温(統計開始 1946 年)となった。
2016	・全国的に暖冬となった。東日本以西では冬の後半に低温となる時期があり、気温の変動が大きかった。

出所) 気象庁「冬(12~2月)の天候」より作成。

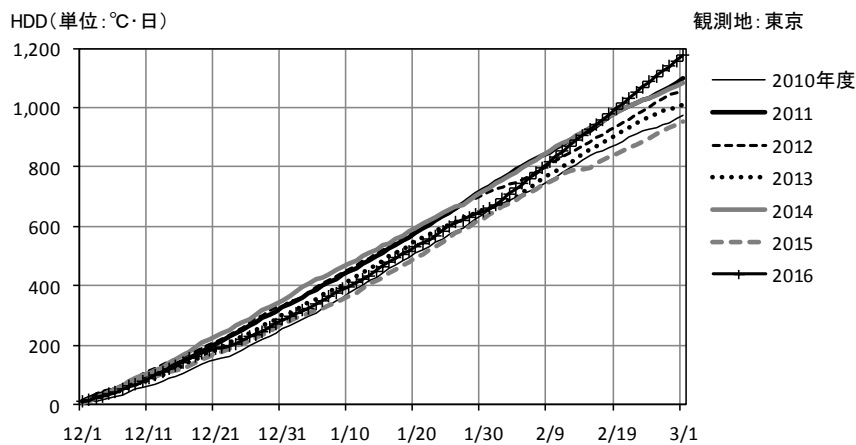
HDD(単位:℃・日)



- 注) 1. 算出対象期間は、各年12/1~2/28、または、2/29である。
 2. 1時間単位の気温を用いて、基準とする温度との差より積算した。
 3. 基準とする温度は、18℃とした。
 4. 2011年度は、比較のため黒色を付した。

図 1-9 期間全体でみたHDD₁₈の積算値の年次推移(東京、仙台)

HDD(単位:℃・日)



注) CDDは、24℃を基準とし、1時間単位での毎正時気温から算出した。

図 1-10 HDD₁₈の日別積算値の年次推移(東京、12~2月、2010-2016 年度)

1.6.2 東日本地域での新電力の需要動向

電力消費の実績データとしては、各電力会社の需要家全体の数値に加えて、電力広域的運営推進機関が公表している新電力の需要家分も含めた電力会社の供給管内全体に相当する地方全体（東北地方、関東地方）の数値が取得できる。この地方全体の実績から電力会社需要家全体での実績を差し引いた数値より新電力の需要家分を算出することができる。なお、両者の日最大電力が生じるピークの発生時間帯は、ほぼ一致している。販売電力量ベースと日最大電力ベース、これら2つの指標で把握することができる。ここでは、日最大電力ベースでみている。

日最大電力ベースでみた関東地方での新電力による販売実績の年次推移（平日に限る、図1-11）をみると、徐々に増加してきていた。2015年度半ばの時点では、東京電力需要家全体に対して12%程度の水準に達していた。震災直後の2011年度期首の時点では4%ほどであり、8%程度増加していた。新電力からの電力購入が増加してきており、減少率の年次比較にあたっては、新電力による需要家分も含んだデータである電力広域的運営推進機関が公表する関東地方での実績値を用いた算出が妥当と考えられる。同様に、東北地方での新電力による実績の年次推移（図1-12）をみると、震災以降、2014年度半ばまでは概ね横ばいであった。比率でみると、東北電力需要家全体に対して1%程度で推移していた。その後は、増加に転じていた。

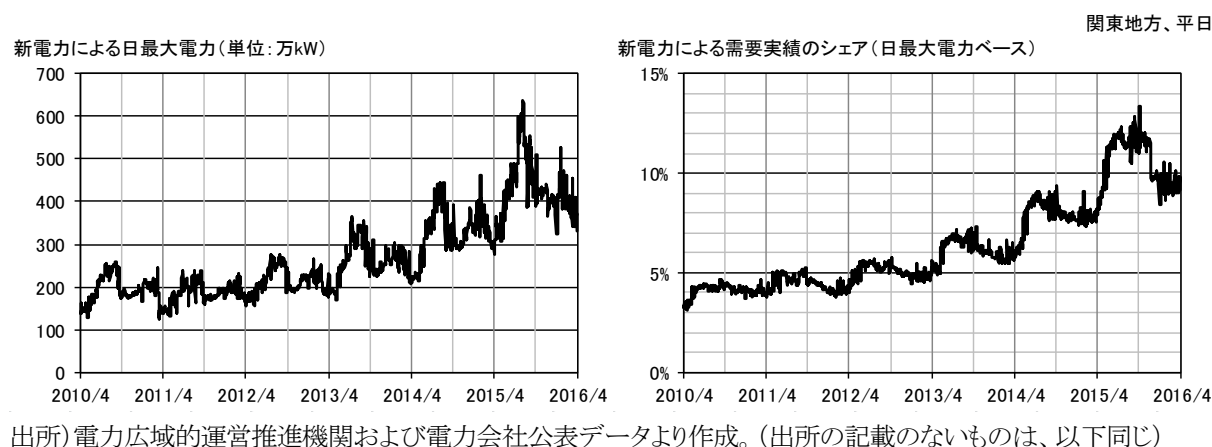


図1-11 新電力の需要実績とシェアの推移(関東地方、日最大電力ベース)

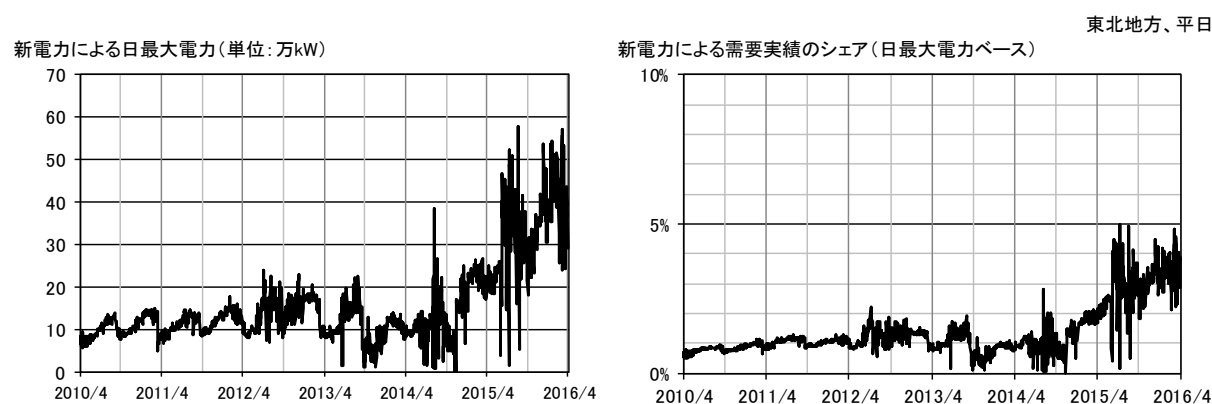


図1-12 新電力の需要実績とシェアの推移(東北地方、日最大電力ベース)

1.6.3 日最大電力の年間推移でみた地方全体と電力会社需要家全体との比較

関東地方および東北地方について、地方全体と電力会社需要家全体でみた日最大電力の推移を比較すると、両者はほぼ同様な動きを示している（図1-13～図1-16）。

上記ならびに2011年度以降における日最大電力の減少分には、新電力への電力の購入先の変更による減少が含まれていることを踏まえ、次章以降での年次比較にあたっては、地方全体を主たる分析対象とする。

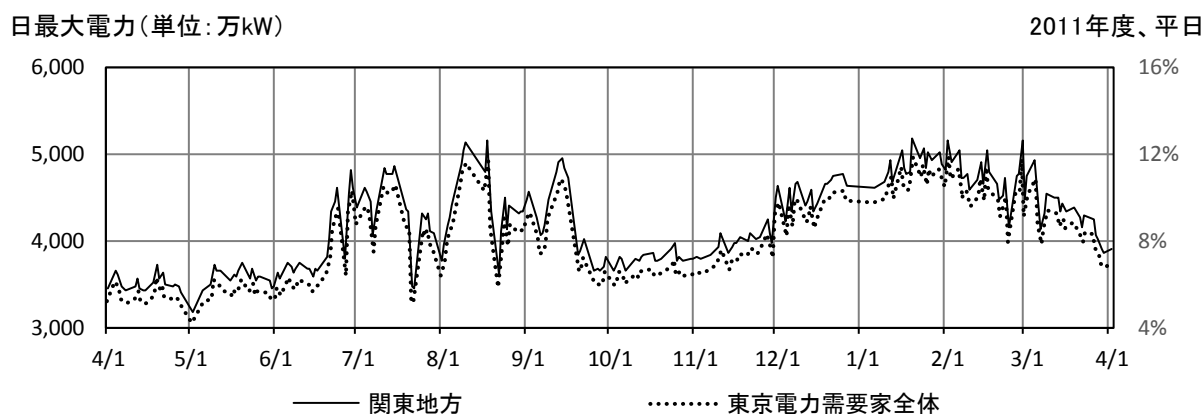


図1-13 関東地方と東京電力需要家全体での日最大電力の推移(2011年度)

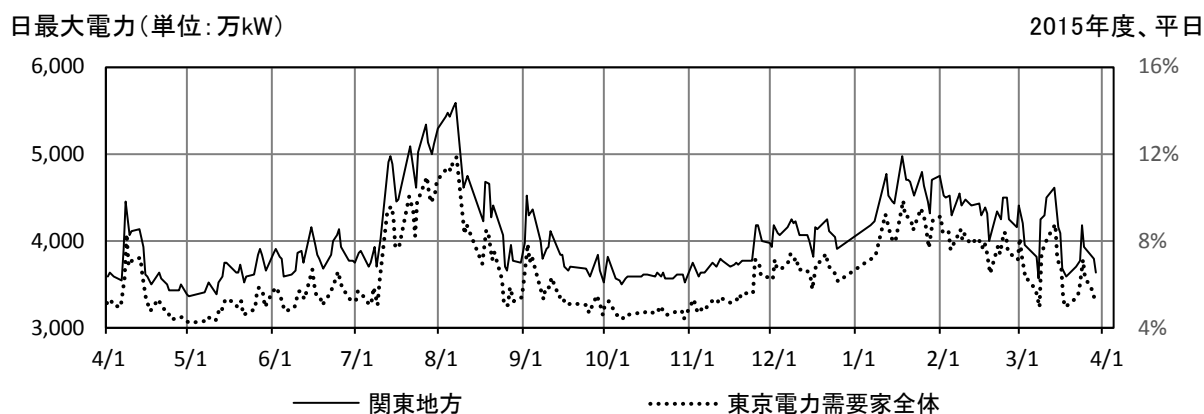


図1-14 関東地方と東京電力需要家全体での日最大電力の推移(2015年度)

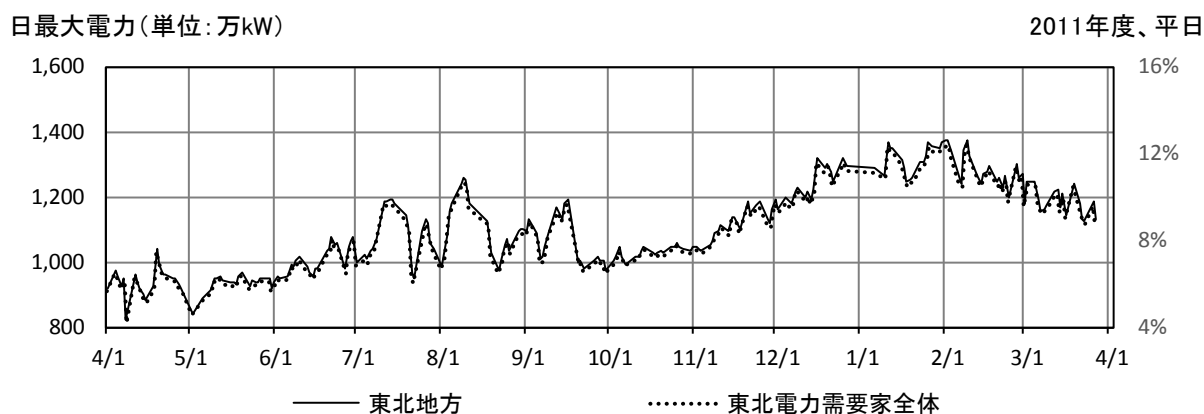


図1-15 東北地方と東北電力需要家全体での日最大電力の推移(2011年度)

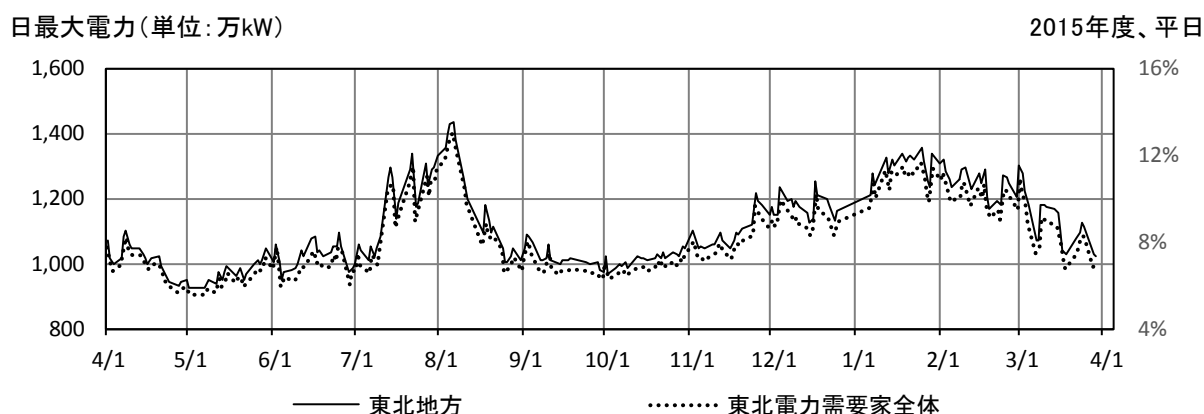


図 1 - 16 東北地方と東北電力需要家全体での日最大電力の推移(2015 年度)

1.6.4 日最大電力の実績データの分析にあたっての留意事項

本節では、第 4 章以降での日最大電力の実績データの分析にあたって踏まえるべき留意事項として、下記を明らかにした(表 1 - 16)。

表 1 - 16 電力消費の実績データの分析にあたっての留意事項

- ・ 関東地方および東北地方ともに、新電力による販売電力量は徐々に増加してきていた。電力消費の実績データの分析にあたっては、新電力への電力の購入先の変更(電力会社からの離脱)による影響を考慮する必要がある。
- ・ 2012 年度以降における年次比較にあたっては、新電力の需要家分も含めた実績である地方全体(関東地方、東北地方)を主たる分析の対象として扱うことが望ましい。
- ・ 新電力による影響が大きくなり始める時期は、電力会社により異なる。東京電力需要家全体では 2013 年度以降、東北電力需要家全体では 2014 年度以降である。
- ・ 新電力への離脱による影響が東京電力および東北電力需要家全体に共通して小さいのは、2012 年度までである。
- ・ 県庁所在都市等の気象観測面で各県を代表する都市の気温の相関をみると、日最高気温でみた東北地方の夏期は、相関がやや低い。日平均気温でみた冬期は、東北地方および関東地方ともに十分に高い。なお、夏期・冬期ともに、甲府、三島での気温は、他の関東地方の都市との相関がやや低い。

1.7 用語の定義

1.7.1 研究の方法関係

・ 東日本地域

本研究では、東京電力および東北電力の供給管内に相当する地域をそれぞれ関東地方(山梨県および静岡県東部を含む)、東北地方(新潟県を含む)と呼ぶ。また、両地方を合わせて「東日本地域」と呼ぶ。

- ・県単位

東京電力と東北電力では、支店単位での日単位でみた日最大電力の実績データを自社HPに掲載していた。支店単位は、概ね県単位に相当する。本研究では、支店単位を「県単位」と呼び、分析単位の1類型とした。

東京電力による公表データでは、東京都内については、東京23区と多摩地域の2つに区分されていた。静岡県内については、富士川以東の東京電力供給管内のみの実績であるため、本研究では「静岡県東部」と呼ぶ。

- ・同月同週同曜日比較、前週同曜日比較、前日比較

本研究では、分析対象年と比較対象年の同月同週同曜日との日最大電力の実績データの比較を行った。本研究では、この比較方法を「同月同週同曜日比較」と呼ぶ。東京電力では、自社HP¹³にて同月同週同曜日の比較日を掲載していた。

また、前週同曜日または前日の日最大電力の実績データと比較する方法をそれぞれ「前週同曜日比較」、「前日比較」と呼ぶ。前日比較にあたっては、平日のみを対象とし、月曜の場合は前週金曜を比較対象とした。

1.7.2 電力関係

- ・日最大電力

本研究では、1時間単位でみた1日の電力消費の中での最大値を「日最大電力」と呼ぶ。公表データの単位は、万kWである。なお、先行研究では、この指標をピーク時電力消費、最大電力需要と呼ぶ場合もある。

- ・省電力

本研究では、1日を通じた中での電力消費量（単位は kWh）を抑制することを「省電力」と呼ぶ。

- ・節電

本研究では、日最大電力を抑制することを「節電」と呼ぶ。1日を通じた電力消費量の削減（省電力、単位は kWh）とは区別している。

- ・減少率

日最大電力の減少分は、需要家による能動的な節電行為のみによるものではないことを考慮し、その減少分の比率を「減少率」と呼ぶ。なお、先行研究では、節電率と呼ぶ場合もある。

- ・電力会社

電力会社という場合、一般に電気事業法が規定する一般電気事業者を指す。本研究でも一般電気事業者を「電力会社」と呼ぶ。

¹³ 東京電力ホームページ <http://www.tepco.co.jp/forecast/html/explain-j.html#diary-list>
(2015/11/3 確認)

- ・新電力

新電力とは、一般電気事業者が有する電線路を通じて電力供給を行う小売自由化部門への新規参入事業者（特定規模電気事業者）の総称である。本研究では、一般電気事業者（電力会社）と区分するために「新電力」の総称を使用する。

- ・電力会社需要家全体

電力の購入は、電力会社から購入する場合と、新電力から購入する場合とに区分される。電力会社からの購入分と新電力からの購入分とを区別するために、本研究では、電力会社から電力を購入する需要家全体を「電力会社需要家全体」と呼ぶ。

- ・気温感応度

電力需要は気温と密接な関係にあることが指摘されてきている（電気事業連合会 2010）。気温が1℃上昇した場合の電力需要への影響は、「気温感応度」と呼ばれている（電気事業連合会 2014）。この定義を踏襲し、本研究では、日最高気温（夏期）または日平均気温（冬期）に対する日最大電力への影響を「気温感応度」と呼ぶ。本研究で分析した気温感応度は、日最大電力を対象とした気温感応度である。単位は、万kW/℃である。

1.7.3 気温変動関係

- ・気温

気象庁が公表する毎正時の気温は、その時刻前1分間における10秒ごとの観測値の平均である。例えば、「12時の気温」として表示されている気温は、11時59分から12時00分に観測された気温の平均である（表1-17）。

表1-17 気象庁が観測する主な気温指標

指標	気温の計測間隔、計測方法等
日平均気温	毎正時の気温(1時～24時の24回)の平均値。
日最高気温	任意の時に観測された気温の最大値。
日最低気温	任意の時に観測された気温の最小値。
1時間単位での気温	毎正時(1時、2時など)における気温の観測値。

出所) 気象庁「天気予報等で用いる用語」等を参考に作成。

- ・日平均気温

気象庁が公表する日平均気温は、1時から24時までの毎正時24回の観測値の平均である。

- ・日最高気温

0時から24時までに観測された気温の中での最高値である。

・CDD

CDDは、Cooling Degree Day の略称である。冷房度日、冷房デグリー・デイと呼ぶ場合もある。冷房が必要とされる夏期における冷房需要の指標である。基準とする温度と気温との差分の積算値である。建築環境・建築設備等の分野で使用されてきている指標の1つである。単位は、℃・日である。日平均気温から算出する方法と1時間単位の毎正時気温から算出する方法が考えられる（表1-18）。本研究では基準とする温度を24℃とし、1時間単位の毎正時気温から算出した。

表1-18 CDD算出にあたっての基準温度の設定例

	基準とする温度 (算出条件)	備考、先行研究での採用例
例1	24℃ (日平均気温が24℃以上)	日平均気温が24℃以上の日を冷房期間とする。「夏季の場合、室内外の温度差はほとんどないため、基準とする温度が保持しようとする温度に相当する」としている(国立天文台1997)。
例2	22℃ (日平均気温が24℃以上)	省エネルギーセンター「エネルギー・経済統計要覧」、西尾・大藤(2012)

注)1. 上記での参考事例は、いずれも日平均気温より算出している。

2. 日平均気温を超える日のみを対象とする

・HDD

HDDは、Heating Degree Day の略称である。暖房度日、暖房デグリー・デイと呼ぶ場合もある。暖房が必要とされる冬期における暖房需要の指標である。算出方法は、CDDと同様に、基準とする温度と気温との差分の積算値である。ただし、基準とする温度は夏期とは異なる場合が多い。単位は、℃・日である。CDDと同様に、日平均気温から算出する方法と、1時間単位の毎正時気温から算出する方法が考えられる（表1-19）。本研究では基準とする温度を18℃とし、1時間単位の毎正時気温から算出した。

表1-19 HDD算出にあたっての基準温度の設定例

	基準とする温度 (算出条件)	備考、先行研究での採用例
例1	14℃ (日平均気温が10℃以下)	日平均気温が10℃以下の日を暖房期間とする。「冬季の場合、暖房以外の熱により室内外の温度差がコンクリート建物で6℃位、木造建物で4℃位あるとされる。このため、基準温度14℃といっても、保持しようとする温度は、コンクリート建物で20℃位、木造建物で18℃位に相当する。」としている(国立天文台1997)。
例2	14℃ (日平均気温が14℃以下)	省エネルギーセンター「エネルギー・経済統計要覧」(各年版)、西尾・大藤(2012)
例3	18℃ (日平均気温が18℃以下)	小島・吉村(1959)、「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準」(2006年告示)での使用値。
例4	20℃	武政・小玉(1992)、「札幌版次世代住宅基準技術解説書」(2013年4月版)での使用値。

注)1. 上記例は、いずれも日平均気温より算出している。

2. データの抽出条件により、日平均気温を超える日のみが対象となる。

1.7.4 データ分析関係

- ・ 相関係数 R^2

回帰式の精度を表す指標の1つである。目的変数の動きが説明変数によってどの程度説明できているかを表す指標である。1に近いほど関係性が強いことを示す。本研究では、相関係数 R^2 と呼ぶ。

- ・ 自由度調整済決定係数 r^2

回帰式の精度を表す指標の1つである。標本データを対象とし、自由度で補正した指標である。1に近いほど関係性が強いことを示す。本研究では、決定係数 r^2 とも呼ぶ。

- ・ t 値

個々の説明変数の係数や定数項による影響の大きさを表す指標(確からしさの度合い)である。絶対値が大きいほど影響が強いことを示す。一般に t 値の絶対値が2より大きい場合、その説明変数は目的変数と関係性ありと判断される。

- ・ p 値

個々の説明変数の係数や定数項の有意確率(偶然である確率)を表す有意水準の指標である。数値が小さいほど係数や定数項が偶然ではないことを示す。

本研究での図表では、p 値が1%未満である場合に***、p 値が5%未満である場合に**、p 値が10%未満である場合に*の記号を付している。

第2章 地方全体、電力会社需要家全体、および県単位でみた日最大電力の動向

2.1 本章の目的

本章では、公表された電力消費の実績データを用いて、地方全体（関東地方、東北地方）、電力会社需要家全体（東京電力需要家全体、東北電力需要家全体）、および県単位での日最大電力の実態と動向を明らかにする。

2.2 研究の方法

2.2.1 分析対象地域と分析単位

分析対象地域は、東京電力および東北電力の供給管内である東日本地域である。分析は、地方全体、電力会社需要家全体、および県単位で行った。

なお、電力会社需要家全体および県単位の数値は、新電力の需要家分は含まない実績である。このため、第1章で記載のとおり、電力会社需要家全体および県単位での実績データの減少分の中には、電力の購入先の新電力への変更（電力会社からの離脱）による電力会社からの購入電力の減少分が含まれていることに注意する必要がある。

2.2.2 分析対象期間

本章での分析対象期間は、2011～2016年度とし、電力消費の実態と動向を散布図または時系列グラフで記載した。なお分析にあたっては、必要に応じて、他年度との差異の有無を確認し記述した。なおグラフでは、得られているデータの制約から、関東地方では2012年度、東北地方では2015年度の実績を例として記載した。

2.3 日最大電力の最大ピーク値の年次推移

2.3.1 地方全体および電力会社需要家全体でみた日最大電力の最大ピーク値の年次推移

2011年以降における夏期の日最大電力の最大ピーク値の年次推移をみると、関東地方、東北地方ともに、2011年は大きく減少した。しかしながら2012年以降は増加に反転し、その後徐々に増加が続いてきていた。なお、直近の2016年は前年に比べ減少となっている。

同様に、冬期についてみると、関東地方では2013年度に増加が見られるものの、2012年度の水準の概ね横這いの状況にある。東北地方では、2015年度に減少がみられるものの概ね微増の状況にある（図2-1、図2-2、表2-1表2-2）。

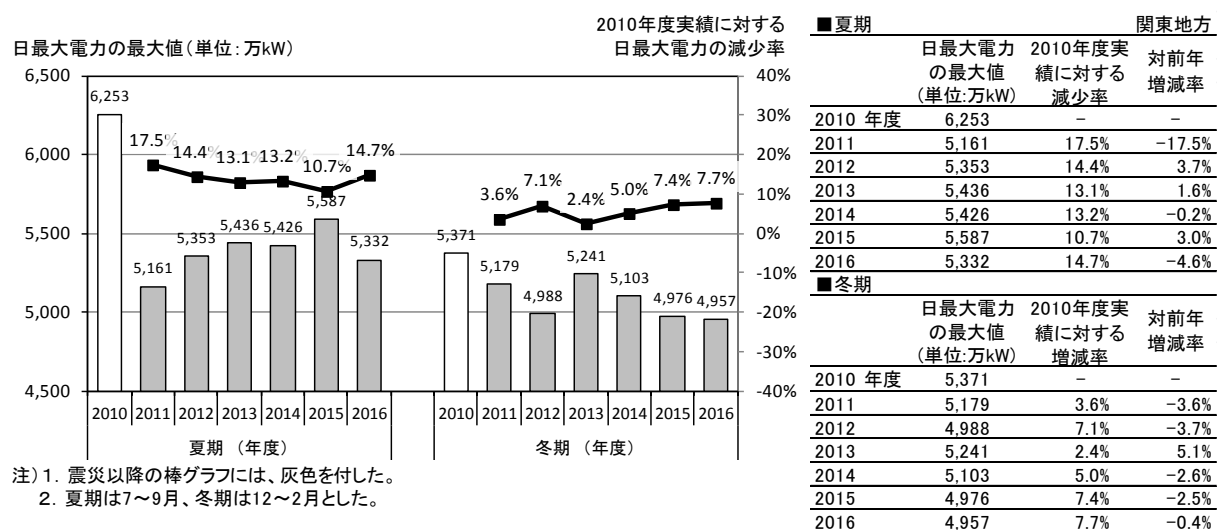


図 2 - 1 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(関東地方)

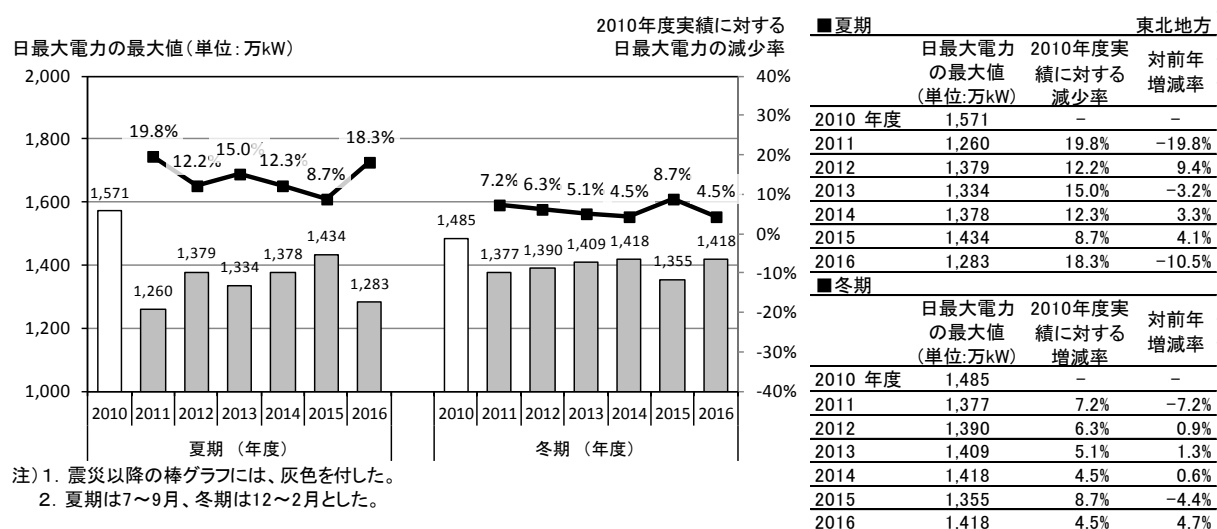


図 2 - 2 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東北地方)

表 2-1 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(夏期)

■関東地方

(単位: 万kW)

夏期(7/1～8/31)	2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
関東地方	6,253	5,161	5,353	5,436	5,426	5,587	5,332
前年度比	-	17.5%	▲3.7%	▲1.6%	0.2%	▲3.0%	4.6%
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/18 木	12/8/30 木	13/8/9 金	14/8/5 火	15/8/7 金	16/8/9 火
東京電力需要家全体	5,999	4,922	5,078	5,093	4,980	4,957	-
前年度比	-	18.0%	▲3.2%	▲0.3%	2.2%	0.5%	-
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/18 木	12/8/30 木	13/8/9 金	14/8/5 火	15/8/7 金	-

■東北地方

(単位: 万kW)

夏期(7/1～8/31)	2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
東北地方	1,571	1,260	1,379	1,334	1,378	1,434	1,283
前年度比	-	19.8%	▲9.4%	3.2%	▲3.3%	▲4.1%	10.5%
ピーク発生日 曜日	10/8/5 木	11/8/9 火	12/8/22 水	13/8/19 月	14/8/5 火	15/8/6 木	16/8/5 金
東北電力需要家全体	1,557	1,246	1,359	1,312	1,355	1,400	-
前年度比	-	20.0%	▲9.1%	3.5%	▲3.3%	▲3.3%	-
ピーク発生日 曜日	10/8/5 木	11/8/9 火	12/8/22 水	13/8/19 月	14/8/5 火	15/8/6 木	-

注) 1. 対前年度比で増加に転じた地域については、灰色を付した。

2. 対前年度比は、減少している場合はプラス、増加している場合はマイナス(▲)で記載した。

表 2-2 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(冬期)

■関東地方

(単位: 万kW)

冬期(12/1～2/29)	2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
関東地方	5,371	5,179	4,988	5,241	5,103	4,976	4,957
前年度比	-	3.6%	3.7%	▲5.1%	2.6%	2.5%	0.4%
ピーク発生日 曜日	11/2/14 月	12/1/20 金	13/2/19 火	14/2/14 金	15/1/30 金	16/1/18 月	17/2/9 木
東京電力需要家全体	5,150	4,966	4,743	4,943	4,667	4,450	-
前年度比	-	3.6%	4.5%	▲4.2%	5.6%	4.6%	-
ピーク発生日 曜日	11/2/14 月	12/1/20 金	13/2/19 火	14/2/14 金	15/2/5 木	16/1/18 月	-

■東北地方

(単位: 万kW)

冬期(12/1～2/29)	2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
東北地方	1,485	1,377	1,390	1,409	1,418	1,355	1,418
前年度比	-	7.2%	▲0.9%	▲1.3%	▲0.6%	4.4%	▲4.7%
ピーク発生日 曜日	11/1/20 木	12/2/2 木	13/1/18 金	14/2/5 水	14/12/17 水	16/1/25 月	17/1/24 火
東北電力需要家全体	1,470	1,362	1,372	1,395	1,393	1,310	-
前年度比	-	7.3%	▲0.7%	▲1.7%	0.1%	6.0%	-
ピーク発生日 曜日	11/1/20 木	12/2/2 木	13/1/18 金	14/2/5 水	14/12/17 水	16/1/25 月	-

注) 1. 対前年度比で増加に転じた地域については、灰色を付した。

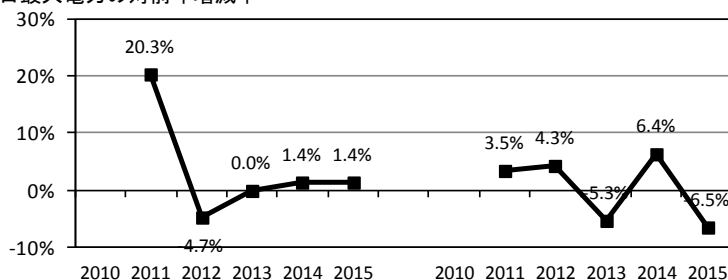
2. 対前年度比は、減少している場合はプラス、増加している場合はマイナス(▲)で記載した。

2.3.2 県単位でみた日最大電力の最大ピーク値の年次推移

県単位での日最大電力の最大ピーク値の年次推移をみると、夏期については、関東および東北の各県では、2012年度、2013年度、および2015年度において前年実績を上回るケースが多かった。冬期についてみると、関東ではどの県でも2013年度に前年実績を上回っていた。東北では、前年実績を上回る県がみられるものの、その年度は異なっていた（表2-3～表2-6）。

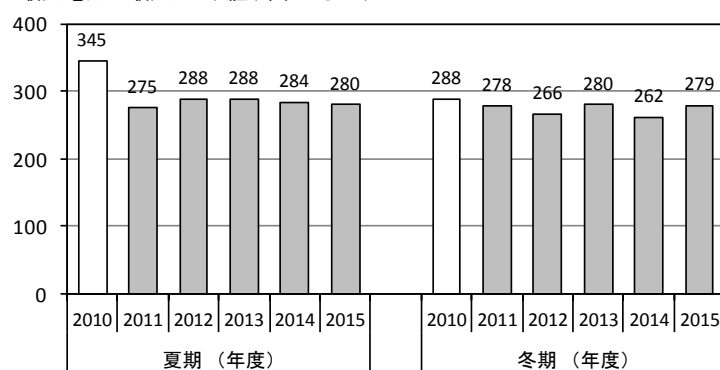
2012年度以降の経年推移をみると、東北では、夏期は増加、冬期は横這い、関東では、夏期は横這い、冬期は減少の状況にある（図2-3～図2-5）。

日最大電力の対前年増減率



群馬県			
	日最大電力 の最大値 (単位:万kW)	2010年度実 績に対する 減少率	対前年 増減率
2010 年度	345	-	-
2011	275	20.3%	▲20.3%
2012	288	16.5%	4.7%
2013	288	16.5%	0.0%
2014	284	17.7%	▲1.4%
2015	280	18.8%	▲1.4%

日最大電力の最大ピーク値(単位:万kW)

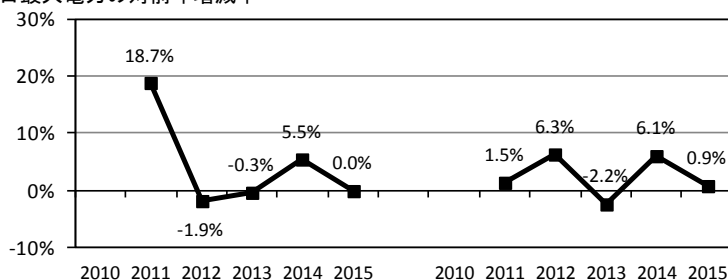


群馬県			
	日最大電力 の最大値 (単位:万kW)	2010年度実 績に対する 増減率	対前年 増減率
2010 年度	288	-	-
2011	278	3.5%	▲3.5%
2012	266	7.6%	▲4.3%
2013	280	2.8%	5.3%
2014	262	9.0%	▲6.4%
2015	279	3.1%	6.5%

- 注) 1. 震災以降の棒グラフには、灰色を付した。
 2. 夏期は7～9月、冬期は12～2月とした。
 3. 空白は、不明である。

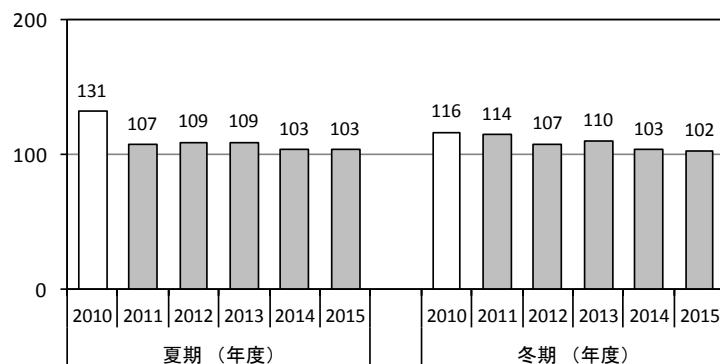
図2-3 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(群馬県)

日最大電力の対前年増減率



■夏期				山梨県
年度	日最大電力の最大値 (単位:万kW)	2010年度実績に対する 増減率	対前年 増減率	
2010 年度	131	-	-	
2011	107	18.7%	▲18.7%	
2012	109	17.2%	1.9%	
2013	109	17.0%	0.3%	
2014	103	21.6%	▲5.5%	
2015	103	21.6%	0.0%	

日最大電力の最大ピーク値(単位:万kW)

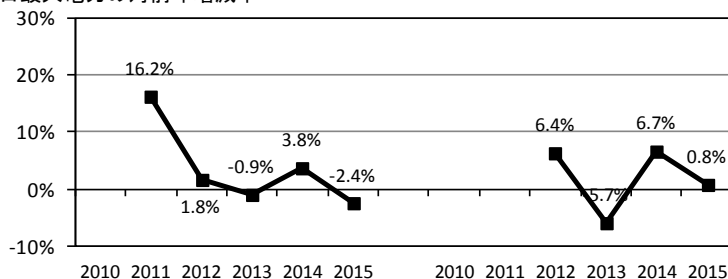


■冬期				
年度	日最大電力の最大値 (単位:万kW)	2010年度実績に対する 増減率	対前年 増減率	
2010 年度	116	-	-	
2011	114	1.5%	▲1.5%	
2012	107	7.7%	▲6.3%	
2013	110	5.6%	2.2%	
2014	103	11.4%	▲6.1%	
2015	102	12.1%	▲0.9%	

- 注) 1. 震災以降の棒グラフには、灰色を付した。
2. 夏期は7～9月、冬期は12～2月とした。
3. 空白は、不明である。

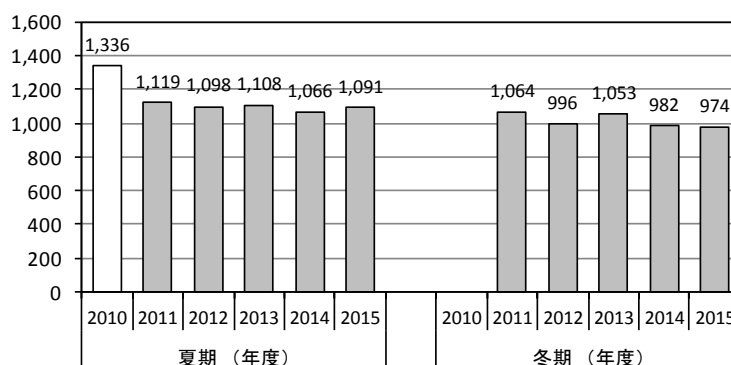
図 2-4 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(山梨県)

日最大電力の対前年増減率



■夏期				東京23区
年度	日最大電力の最大値 (単位:万kW)	2010年度実績に対する 増減率	対前年 増減率	
2010 年度	1,336	-	-	
2011	1,119	16.2%	▲16.2%	
2012	1,098	17.8%	▲1.8%	
2013	1,108	17.1%	0.9%	
2014	1,066	20.3%	▲3.8%	
2015	1,091	18.4%	2.4%	

日最大電力の最大ピーク値(単位:万kW)



■冬期				
年度	日最大電力の最大値 (単位:万kW)	2010年度実績に対する 増減率	対前年 増減率	
2010 年度	-	-	-	
2011	1,064	-	-	
2012	996	-	▲6.4%	
2013	1,053	-	5.7%	
2014	982	-	▲6.7%	
2015	974	-	▲0.8%	

- 注) 1. 震災以降の棒グラフには、灰色を付した。
2. 夏期は7～9月、冬期は12～2月とした。
3. 空白は、不明である。

図 2-5 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東京 23 区)

表 2-3 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(関東地方、夏期)

(単位: 万kW)

夏期(7/1~8/31)	2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
栃木県	343	282	299	285	281	284
前年度比	—	17.8%	▲6.0%	4.7%	1.4%	▲1.1%
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/10 水	12/8/23 木	13/8/19 月	14/8/5 火	15/8/6 木
群馬県	345	275	288	288	284	280
前年度比	—	20.3%	▲4.7%	0.0%	1.4%	1.4%
ピーク発生日 曜日	10/8/24 火	11/8/10 水	12/8/23 木	13/7/11 木	14/8/5 火	15/8/4 火
茨城県	471	399	404	392	386	387
前年度比	—	15.3%	▲1.3%	3.0%	1.5%	▲0.3%
ピーク発生日 曜日	10/8/24 火	11/7/18 月	12/8/23 木	13/7/10 水	14/8/5 火	15/8/6 木
埼玉県	834	700	718	722	720	709
前年度比	—	16.1%	▲2.6%	▲0.6%	0.3%	1.5%
ピーク発生日 曜日	10/8/24 火	11/8/18 木	12/7/27 金	13/7/11 木	14/8/5 火	15/8/7 金
千葉県	703	593	601	614	566	602
前年度比	—	15.6%	▲1.3%	▲2.2%	7.8%	▲6.4%
ピーク発生日 曜日	10/8/16 月	11/8/11 木	12/8/30 木	13/8/11 日	14/8/21 木	15/8/7 金
東京23区	1,336	1,119	1,098	1,108	1,066	1,091
前年度比	—	16.2%	1.8%	▲0.9%	3.8%	▲2.4%
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/18 木	12/8/30 木	13/8/9 金	14/8/5 火	15/8/7 金
多摩地域	400	341	333	344	329	334
前年度比	—	14.8%	2.3%	▲3.3%	4.4%	▲1.5%
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/18 木	12/7/27 金	13/7/11 木	14/8/5 火	15/8/7 金
神奈川県	990	811	847	851	819	828
前年度比	—	18.1%	▲4.4%	▲0.5%	3.8%	▲1.1%
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/18 木	12/8/30 木	13/8/30 金	14/8/20 水	15/8/7 金
山梨県	131	107	109	109	103	103
前年度比	—	18.7%	▲1.9%	▲0.3%	5.5%	0.0%
ピーク発生日 曜日	10/8/24 火	11/8/10 水	12/8/23 木	13/8/9 金	14/8/20 水	15/8/4 火
静岡県東部	199	167	168	172	159	171
前年度比	—	16.1%	▲0.6%	▲2.4%	7.6%	▲7.5%
ピーク発生日 曜日	10/7/22 木	不明	12/8/30 木	13/8/9 金	14/7/24 木	15/8/7 金
東京電力需要家全体	5,999	4,922	5,078	5,093	4,980	4,957
前年度比	—	18.0%	▲3.2%	▲0.3%	2.2%	0.5%
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/18 木	12/8/30 木	13/8/9 金	14/8/5 火	15/8/7 金

注) 1. 対前年度比で増加に転じた地域については、灰色を付した。

2. 対前年度比は、減少している場合はプラス、増加している場合はマイナス(▲)で記載した。

表 2-4 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東北地方、夏期)

(単位: 万kW)

夏期(7/1~8/31)	2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
青森県	150	122	135	131	128	129
前年度比	—	18.7%	▲10.7%	3.0%	2.3%	▲0.8%
ピーク発生日 曜日	10/8/6 金	11/8/7 日	12/9/17 月	13/8/16 金	14/8/4 月	15/8/5 水
岩手県	162	130	144	132	138	148
前年度比	—	19.8%	▲10.8%	8.3%	▲4.5%	▲7.2%
ピーク発生日 曜日	10/8/6 金	11/8/9 火	12/8/23 木	13/8/8 木	14/8/4 月	15/8/6 木
秋田県	142	123	133	123	123	123
前年度比	—	13.5%	▲8.6%	7.5%	0.0%	0.0%
ピーク発生日 曜日	10/9/2 木	11/8/8 月	12/8/22 水	13/8/17 土	14/8/4 月	15/8/6 木
宮城県	290	213	247	248	252	260
前年度比	—	26.6%	▲16.0%	▲0.4%	▲1.6%	▲3.2%
ピーク発生日 曜日	10/7/23 金	11/8/10 水	12/8/23 木	13/8/19 月	14/8/5 火	15/8/6 木
山形県	170	136	149	143	146	151
前年度比	—	20.0%	▲9.6%	4.0%	▲2.1%	▲3.4%
ピーク発生日 曜日	10/8/5 木	11/8/9 火	12/8/22 水	13/8/19 月	14/8/6 水	15/8/6 木
福島県	304	235	251	254	265	271
前年度比	—	22.7%	▲6.8%	▲1.2%	▲4.3%	▲2.3%
ピーク発生日 曜日	10/8/24 火	11/8/10 水	12/8/22 水	13/8/19 月	14/8/5 火	15/8/5 水
新潟県	356	307	325	316	318	320
前年度比	—	13.8%	▲5.9%	2.8%	▲0.6%	▲0.6%
ピーク発生日 曜日	10/8/5 木	11/8/9 火	12/8/22 水	13/8/19 月	14/8/5 火	15/8/6 木
東北電力需要家全体	1,557	1,246	1,359	1,312	1,355	1,400
前年度比	—	20.0%	▲9.1%	3.5%	▲3.3%	▲3.3%
ピーク発生日 曜日	10/8/5 木	11/8/9 火	12/8/22 水	13/8/19 月	14/8/5 火	15/8/6 木

注) 1. 対前年度比で増加に転じた地域については、灰色を付した。

2. 対前年度比は、減少している場合はプラス、増加している場合はマイナス(▲)で記載した。

表 2-5 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(関東地方、冬期)

(単位: 万kW)

冬期(12/1~2/29)		2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
栃木県		301	286	273	279	268	247
	前年度比	—	5.0%	4.5%	▲2.2%	3.9%	7.8%
	ピーク発生日 曜日	不明	12/1/20 金	13/2/6 水	14/1/15 水	14/12/16 火	16/1/25 月
群馬県		288	278	266	280	262	279
	前年度比	—	3.5%	4.3%	▲5.3%	6.4%	▲6.5%
	ピーク発生日 曜日	11/1/13 木	12/1/20 金	13/2/19 火	14/2/14 金	14/12/16 火	16/1/20 水
茨城県		426	398	383	397	377	356
	前年度比	—	6.6%	3.8%	▲3.7%	5.0%	5.6%
	ピーク発生日 曜日		12/2/29 水	1/16 1/18 水 金	14/2/11 火	15/2/5 木	16/1/23 土
埼玉県			683	648	679	654	626
	前年度比		—	5.1%	▲4.8%	3.7%	4.3%
	ピーク発生日 曜日		12/2/2 木	13/1/18 金	14/2/14 金	15/1/21 水	16/1/18 月
千葉県			612	599	631	584	556
	前年度比		—	2.1%	▲5.3%	7.4%	4.8%
	ピーク発生日 曜日		12/2/16 木	13/1/14 月	14/2/8 土	15/2/5 木	16/1/30 土
東京23区			1,064	996	1,053	982	974
	前年度比		—	6.4%	▲5.7%	6.7%	0.8%
	ピーク発生日 曜日		12/1/20 金	13/1/15 火	14/2/14 金	15/1/30 金	16/1/18 月
多摩地域			349	334	349	327	308
	前年度比		—	4.3%	▲4.5%	6.3%	5.8%
	ピーク発生日 曜日		12/2/2 木	13/1/14 月	14/2/14 金	15/2/5 木	16/1/18 月
神奈川県		897	872	854	865	815	766
	前年度比	—	2.8%	2.0%	▲1.3%	5.8%	6.0%
	ピーク発生日 曜日	11/2/14 月	12/1/20 金	13/2/19 火	14/2/14 金	15/2/5 木	16/1/18 月
山梨県		116	114	107	110	103	102
	前年度比	—	1.5%	6.3%	▲2.2%	6.1%	0.9%
	ピーク発生日 曜日	11/1/11 火	12/2/2 木	13/1/18 金	14/2/14 金	14/12/17 水	16/1/21 木
静岡県東部			171	163	170	166	150
	前年度比		—	4.7%	▲4.3%	2.4%	9.6%
	ピーク発生日 曜日		12/1/17 火	13/1/22 火	14/2/14 金	14/12/17 水	16/1/19 火
東京電力需要家全体		5,150	4,966	4,743	4,943	4,667	4,450
	前年度比	—	3.6%	4.5%	▲4.2%	5.6%	4.6%
	ピーク発生日 曜日	11/2/14 月	12/1/20 金	13/2/19 火	14/2/14 金	15/2/5 木	16/1/18 月

注) 1. 対前年度比で増加に転じた地域については、灰色を付した。

2. 対前年度比は、減少している場合はプラス、増加している場合はマイナス(▲)で記載した。

3. 空白は、実績不明である。

表 2 - 6 日最大電力の最大ピーク値の年次推移(東北地方、冬期)

(単位: 万kW)

冬期(12/1～2/29)	2010年度 震災前	2011年度 震災後	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
青森県		147	155	155	146	152
前年度比		—	▲5.4%	0.0%	5.8%	▲4.1%
ピーク発生日 曜日		12/2/3 金	13/1/18 金	14/1/15 水	14/12/15 月	16/1/25 月
岩手県			154	151	151	146
前年度比			—	1.9%	0.0%	3.3%
ピーク発生日 曜日			13/1/18 金	14/2/5 水	14/12/16 火	16/1/18 月
秋田県	142	136	134	135	131	127
前年度比		3.9%	1.6%	▲0.7%	3.0%	3.1%
ピーク発生日 曜日		12/2/2 木	13/1/11 金	14/2/6 木	15/2/10 火	16/1/15 金
宮城県			266	266	260	253
前年度比			—	0.0%	2.3%	2.7%
ピーク発生日 曜日			13/1/18 金	14/2/5 水	14/12/17 水	16/1/18 月
山形県			140	140	142	137
前年度比			—	0.0%	▲1.4%	3.5%
ピーク発生日 曜日			13/2/21 木	14/2/5 水	14/12/17 水	16/1/18 月
福島県			253	267	271	258
前年度比			—	▲5.5%	▲1.5%	4.8%
ピーク発生日 曜日			13/2/6 水	14/2/5 水	14/12/17 水	16/1/20 水
新潟県		332	332	326	323	308
前年度比		—	0.0%	1.8%	0.9%	4.6%
ピーク発生日 曜日		12/2/2 木	12/12/11 火	14/2/5 水	14/12/17 水	16/1/25 月
東北電力需要家全体	1,470	1,362	1,372	1,395	1,393	1,310
前年度比	—	7.3%	▲0.7%	▲1.7%	0.1%	6.0%
ピーク発生日 曜日	11/1/20 木	12/2/2 木	13/1/18 金	14/2/5 水	14/12/17 水	16/1/25 月

注) 1. 対前年度比で増加に転じた地域については、灰色を付した。

2. 対前年度比は、減少している場合はプラス、増加している場合はマイナス(▲)で記載した。

3. 空白は、実績不明である。

2.4 平日休日別にみた日最大電力の年間推移

2.4.1 平日休日別にみた関東地方および東北地方での日最大電力の年間推移

関東地方および東北地方での 2012 年度をケースとした日最大電力の年間推移をみると、平日と休日（土曜、日曜、および祝日等）での差異は簡易に確認することができる。地方全体でみた場合、休日の日最大電力は、1 年を通じて平日を下回る水準にある（図 2 - 6、図 2 - 7）。電力会社需要家全体でみた場合も同様である。

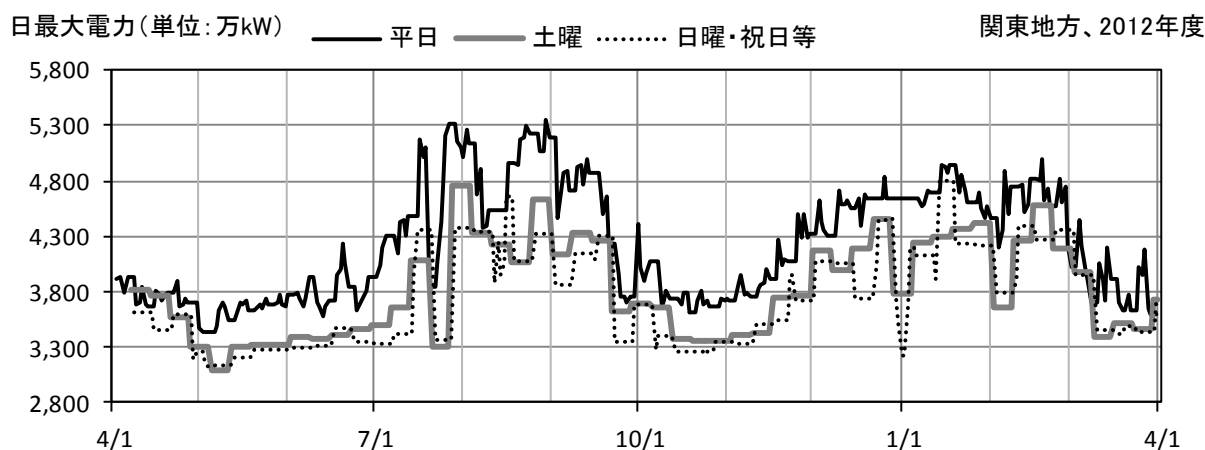


図 2 - 6 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(関東地方、2012 年度)

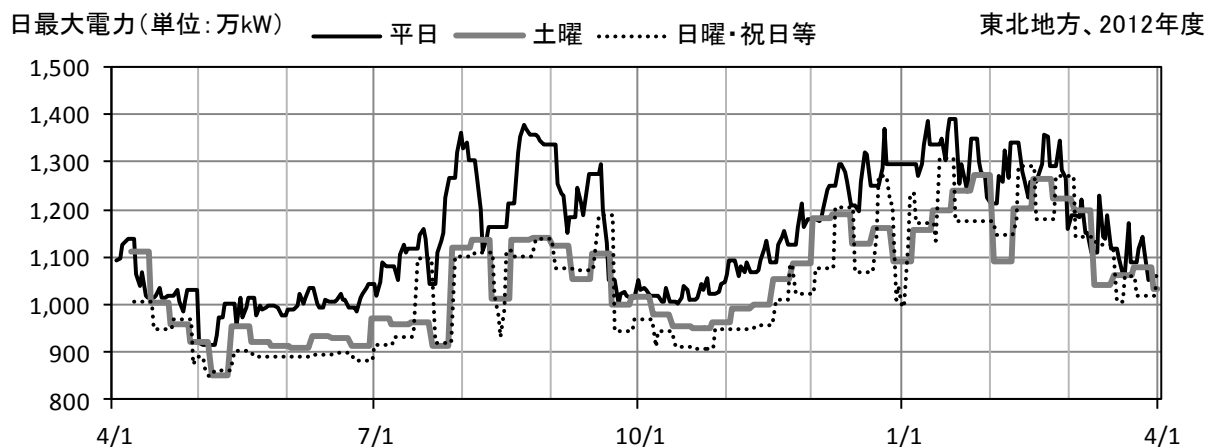
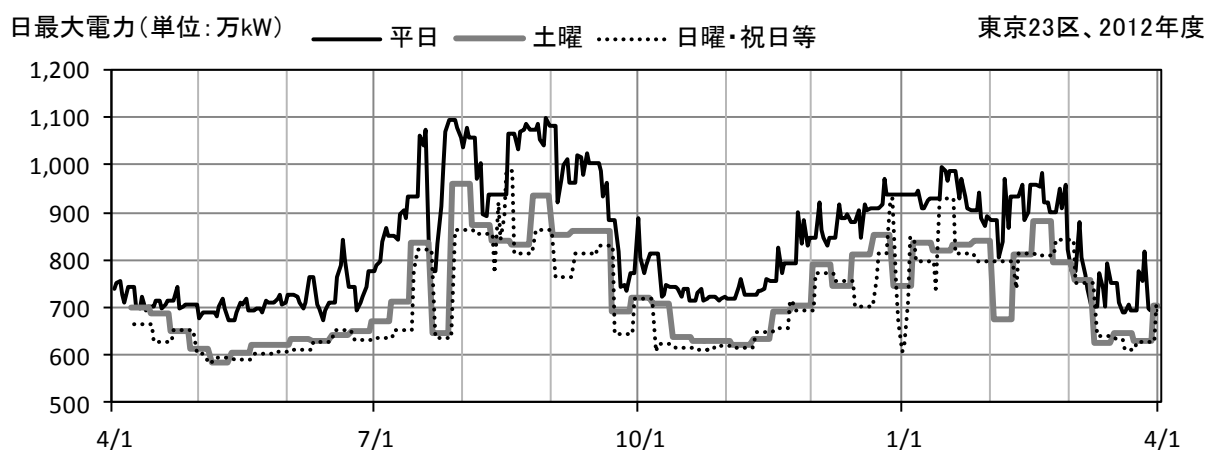


図 2 - 7 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(東北地方、2012 年度)

2.4.2 平日休日別にみた県単位での日最大電力の年間推移

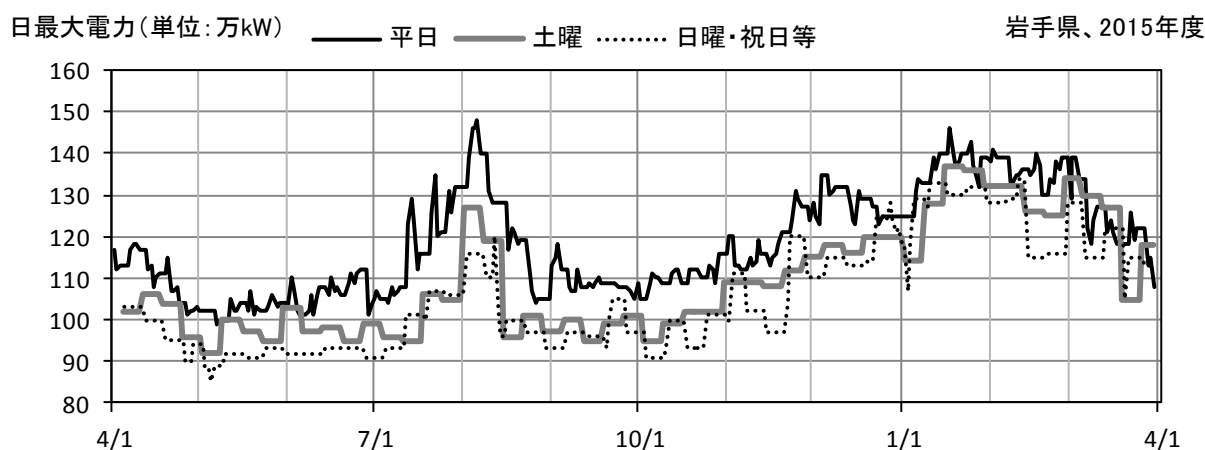
地方全体と同様に、県単位（東京 23 区、岩手県）での 2012 年度または 2015 年度をケースとした日最大電力の年間推移についても、平日と休日での差異は簡易に確認することができる（図 2-9、図 2-8）。

関東および東北の全ての県について 2012 年度または 2015 年度をケースとした日最大電力の年間推移をみると、岩手県以南の全ての県での休日の日最大電力は、1 年を通じて平日を下回る水準にある。ここでは、例として東京 23 区と岩手県を記載した。



注) 関東では、東京 23 区と同様な推移となっている。

図 2-8 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(東京 23 区、2012 年度)



注) 岩手県以南の東北では、岩手県と同様な推移となっている。

図 2-9 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(岩手県、2015 年度)

2.4.3 日最大電力の動向が他県と異なる2県（青森県、秋田県）での日最大電力の年間推移

県単位での2015年度をケースとした日最大電力の年間推移をみた場合、青森県と秋田県では、他県と異なる動きを示していた。

青森県での推移をみると、夏期における日曜・祝日等は平日並みの水準、土曜は平日を下回る水準であった（図2-10）。冬期をみると、休日（土曜、日曜・祝日等）も平日並みの水準であった。5～6月をみると、平日は休日の水準を下回る状況であった。9月においては、日・祝日等は平日を上回る水準であった。秋田県での推移は、青森県と同様であった。

隣接する岩手県での推移をみると、1年間を通じて休日の日最大電力は、平日を下回る水準であった（図2-11）。山形県など岩手県以南の地域も同様であった。

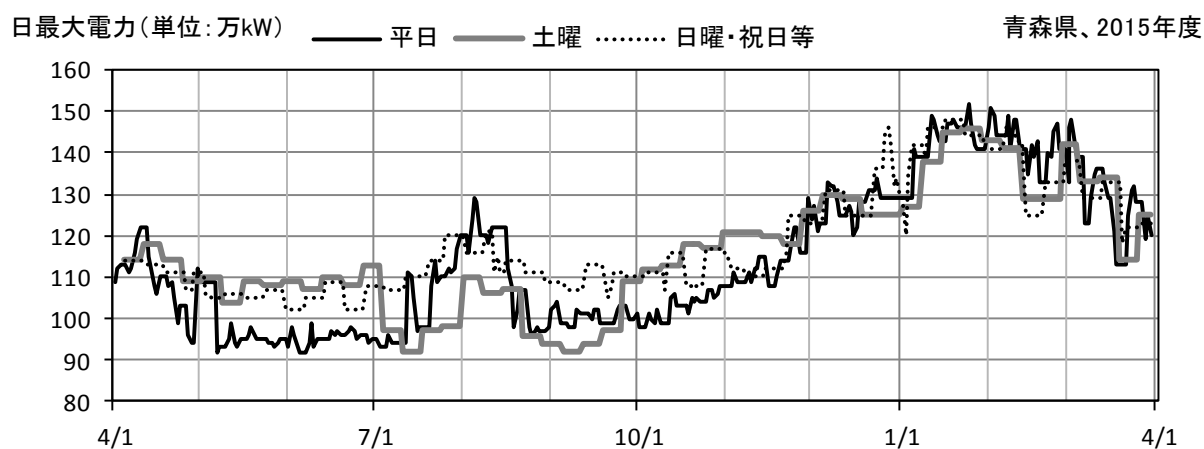


図2-10 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(青森県、2015年度)

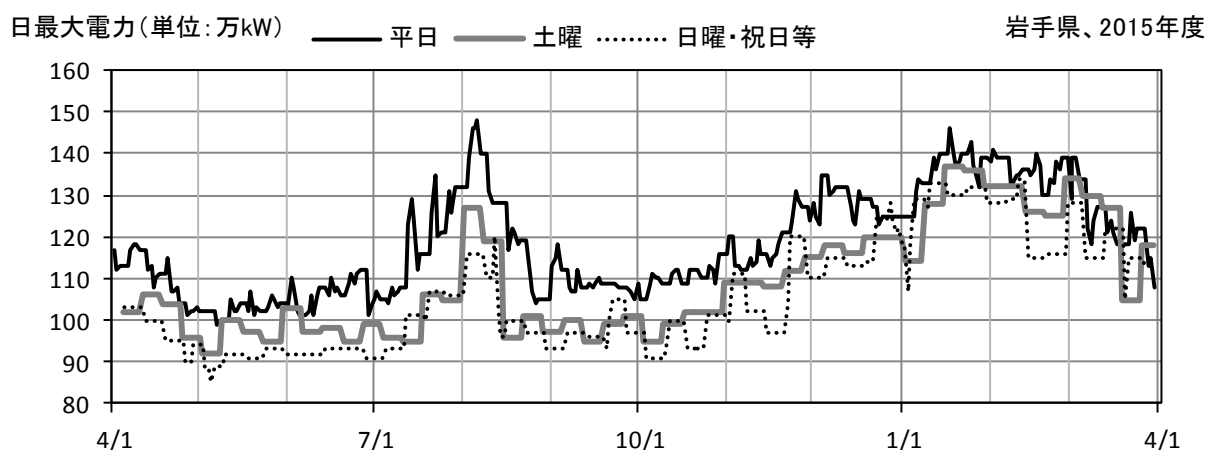


図2-11 平日休日別にみた日最大電力の年間推移(岩手県、2015年度)

2.5 平日における日最大電力の前年度との比較

2.5.1 平日における関東地方での日最大電力の前年度との比較

平日における関東地方での日最大電力の年間推移をみると、震災直後の 2011 年度（図 2-12）については、前年度と比べた日最大電力の減少を容易に確認することができる。2012～2016 年度については、年間推移グラフからは日最大電力の減少は確認できない。2012 年度以降の推移については、ここでは、例として直近の 2015-2016 年度の時系列グラフを記載した（図 2-13）。

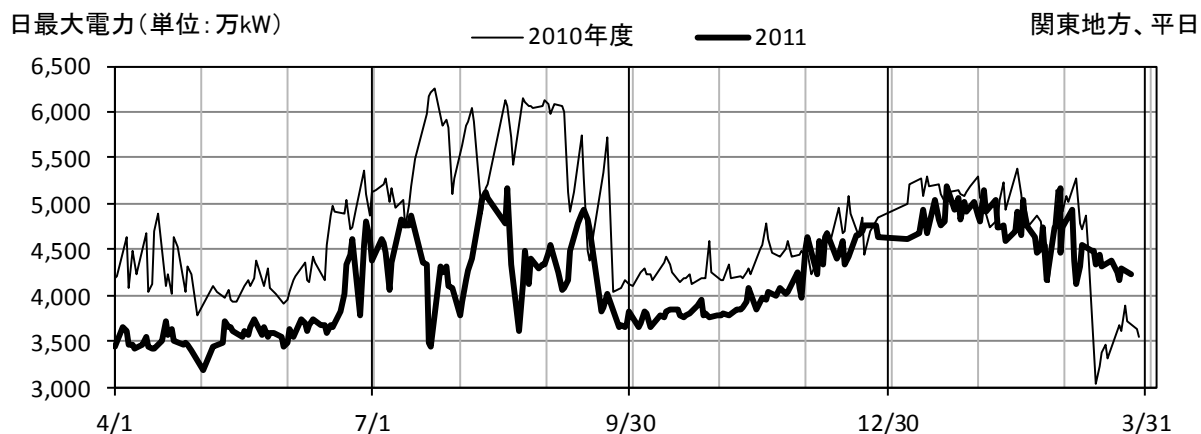


図 2-12 日最大電力の前年度比較（関東地方、2010-2011 年度）

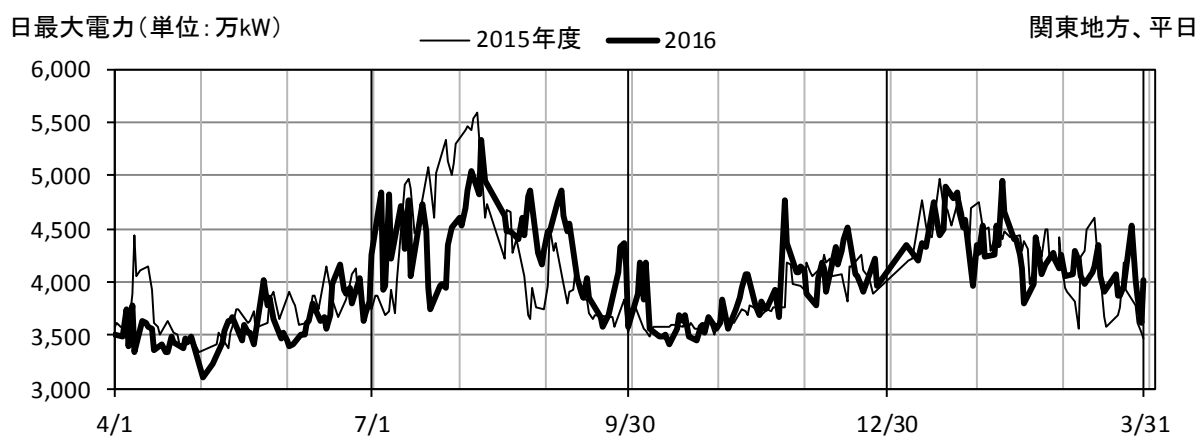


図 2-13 日最大電力の前年度比較（関東地方、2015-2016 年度）

2.5.2 平日における東北地方での日最大電力の前年度との比較

同様に、平日における東北地方での日最大電力の年間推移をみると、震災直後の2011年度（図2-14）については、前年度と比べた日最大電力の減少を容易に確認することができる。2012～2016年度については、年間推移グラフからは日最大電力の減少は確認できない。2012年度以降の推移については、ここでは、例として直近の2015-2016年度の時系列グラフを記載した（図2-15）。

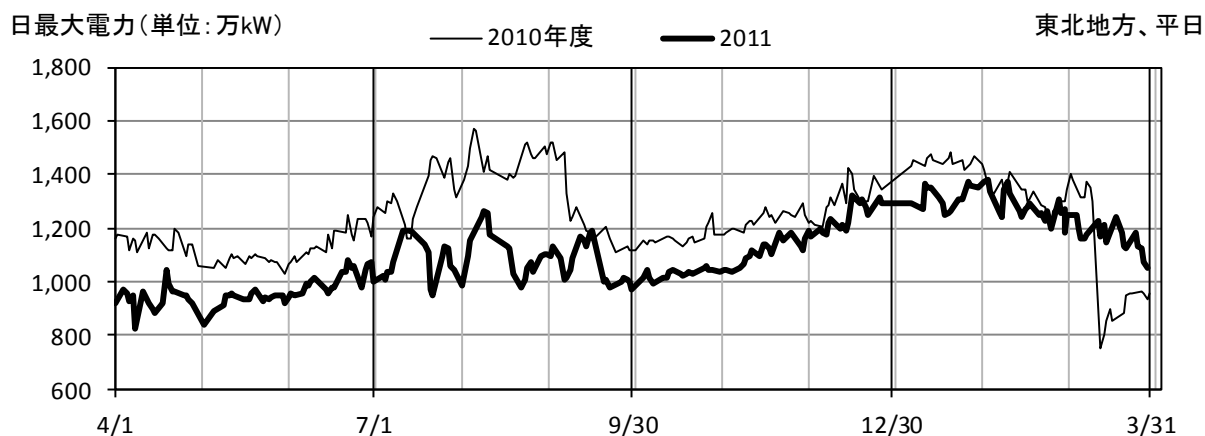


図2-14 日最大電力の前年度比較(東北地方、2010-2011 年度)

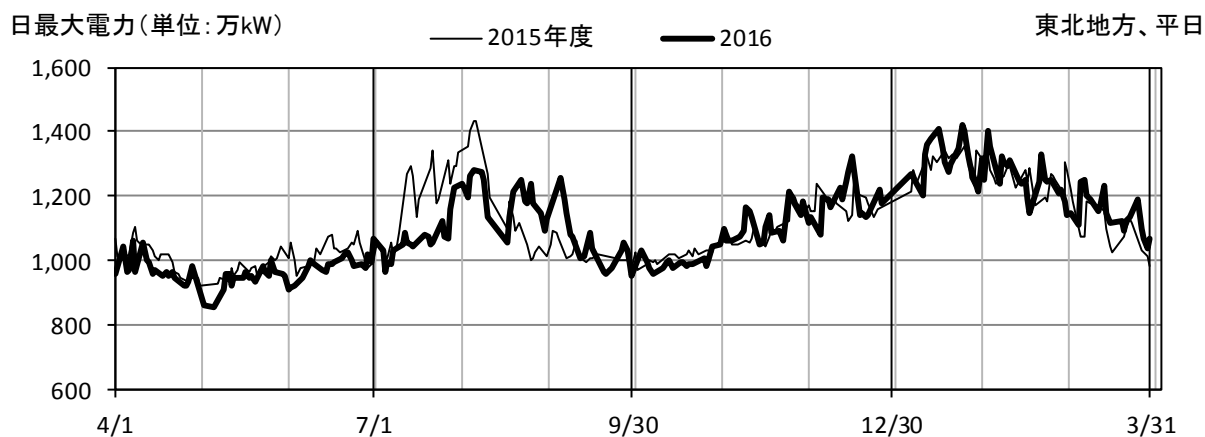


図2-15 日最大電力の前年度比較(東北地方、2015-2016 年度)

2.5.3 平日における県単位での日最大電力の前年度との比較

データが取得できている 2012～2015 年度について、平日における群馬県での日最大電力の年間推移（図 2－16）をみると、年間推移グラフからは日最大電力の減少は確認できない。ここでは、例として 2012-2013 年度、および 2014-2015 年度の時系列グラフを記載した（図 2－17）。他県の年間推移も同様である。

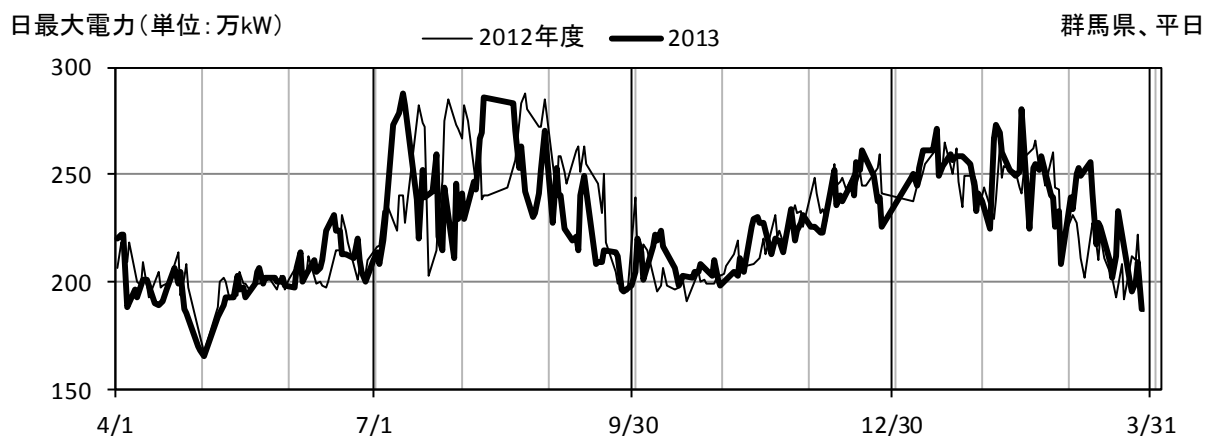


図 2－16 日最大電力の前年度比較(群馬県、2012-2013 年度)

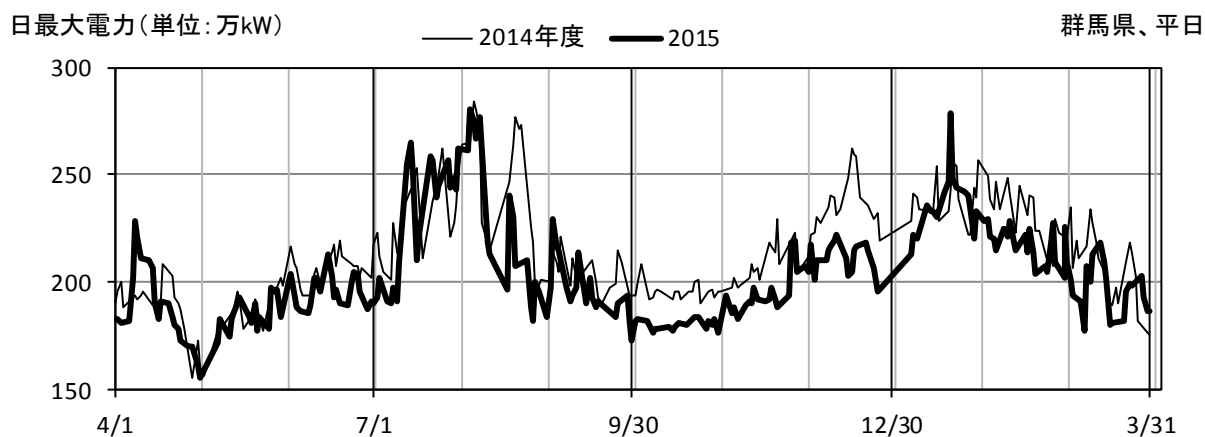


図 2－17 日最大電力の前年度比較(群馬県、2014-2015 年度)

2.6 2011 年夏期における日最大電力の推移

2.6.1 2011 年夏期における東京電力需要家全体での推移

東京電力需要家全体での 2011 年 6～10 月における日最大電力の推移をみると、6 月第 3 週に日最大電力の増加が始まっていた（図 2－18）。日最高気温と日最大電力の散布図をみると、急増期全体でみて 1,000 万 kW に迫る増加の状況であった（図 2－19）。

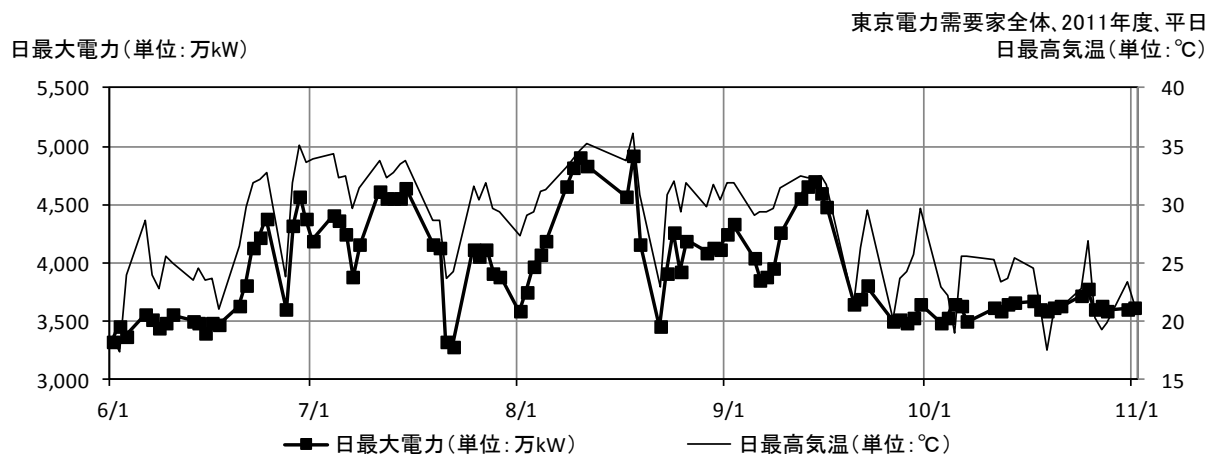


図 2－18 日最高気温と日最大電力の推移（東京電力需要家全体、2011 年 6～10 月）

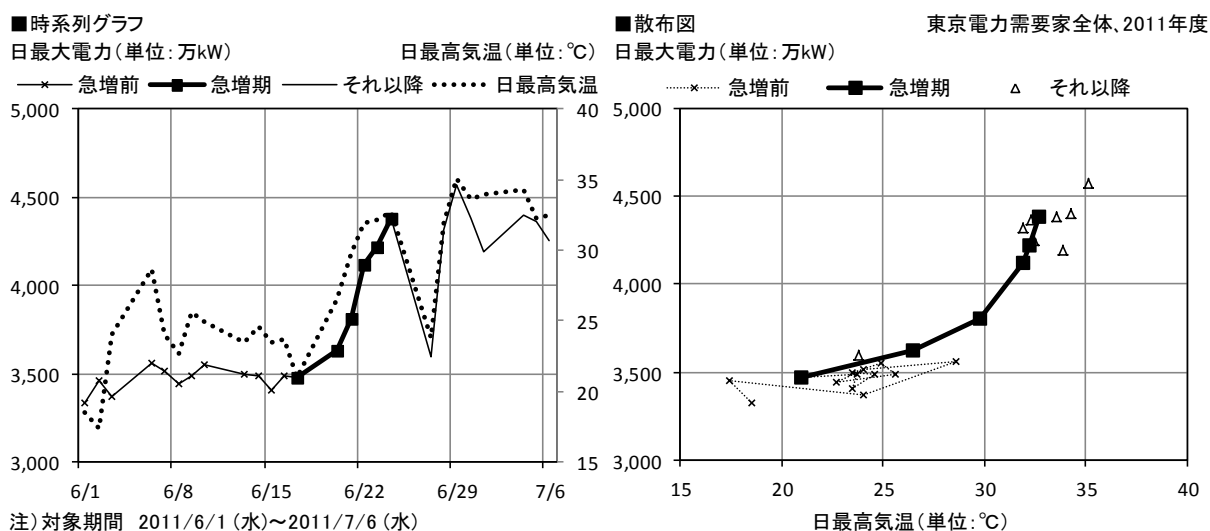


図 2－19 日最大電力の増加時における日最高気温と日最大電力の関係性等の推移（東京電力需要家全体、2011 年 6 月）

2.6.2 2011 年夏期における東北電力需要家全体での推移

同様に、東北電力需要家全体での 2011 年 6～10 月における日最大電力の推移をみると、7 月第 2 週に日最大電力の増加が始まっていた（図 2 - 20）。日最高气温と日最大電力の散布図をみると、急増期全体でみて 200 万 kW 弱増加の状況であった（図 2 - 21）。

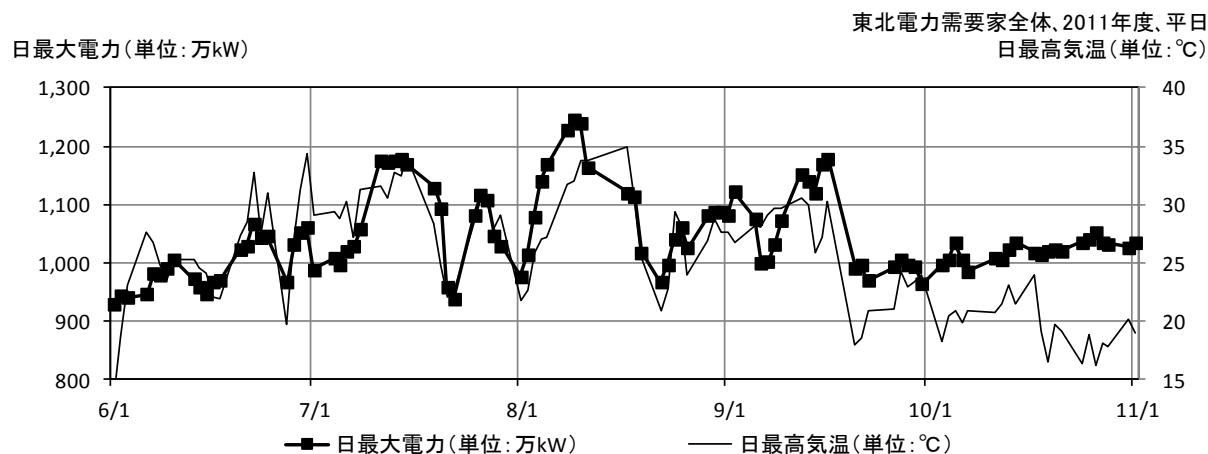


図 2 - 20 日最高气温と日最大電力の推移(東北電力需要家全体、2011 年6～10 月)

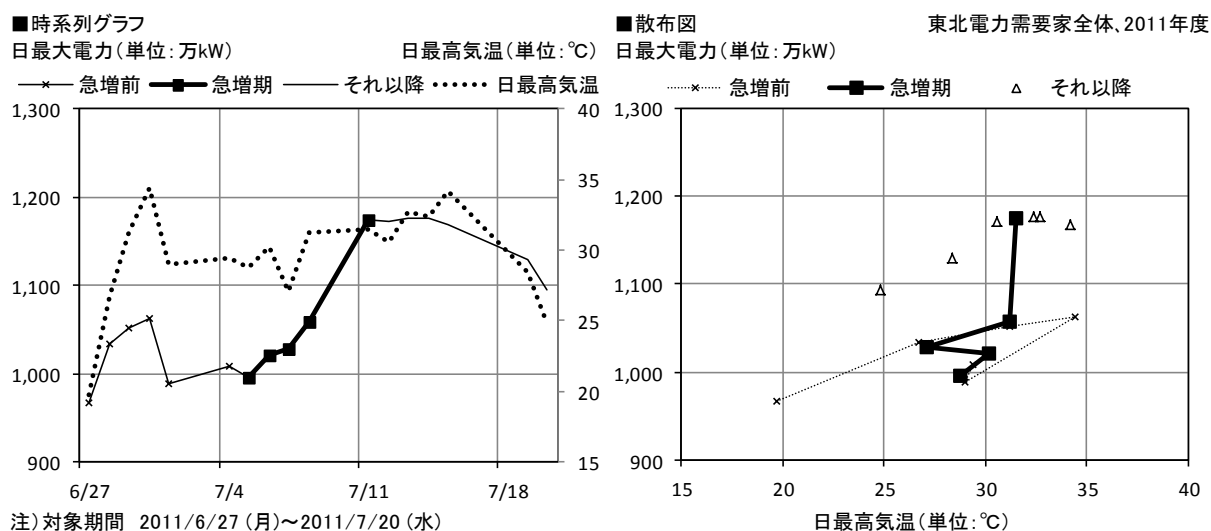


図 2 - 21 日最高气温と日最大電力との関係性を描いた散布図(東北電力需要家全体、2011 年6～7 月)

2.7 2011 年度冬期における日最大電力の推移

2.7.1 2011 年度冬期における東京電力需要家全体での推移

夏期と同様に、東京電力需要家全体での 2011 年度冬期における日最大電力の推移をみると、12 月第 1 週に日最大電力の大幅な増加が生じていた（図 2-22）。また、12 月以降の推移をみると、2 月末までは高い水準であったが、3 月に入ってから徐々に減少の状況であった。日平均気温と日最大電力の散布図をみると、1 日に 500 万 kW 超増加の状況であった（図 2-23）。

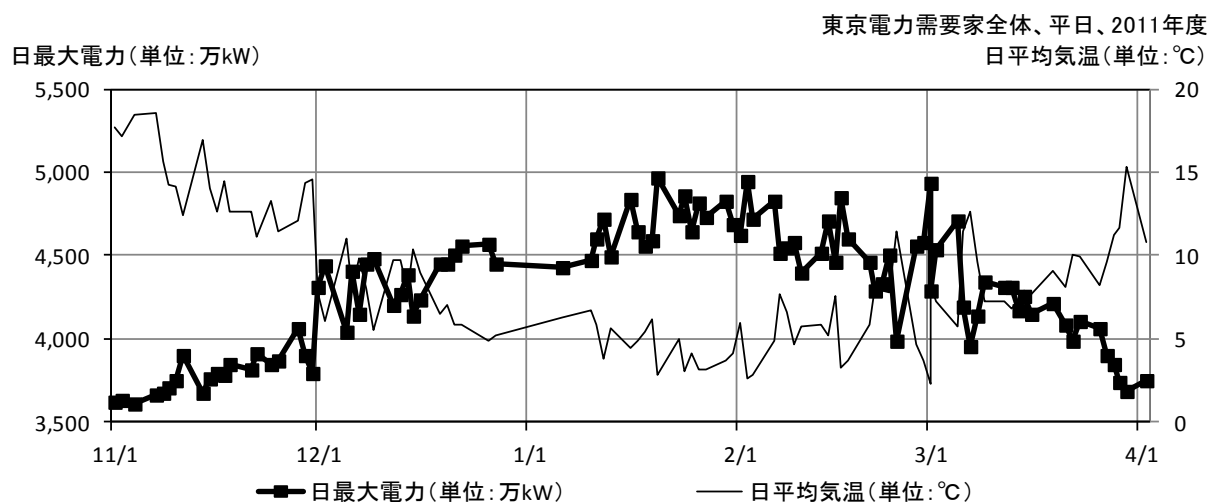


図 2-22 日平均気温と日最大電力の推移(東京電力需要家全体、2011 年 11 月～2012 年 3 月)

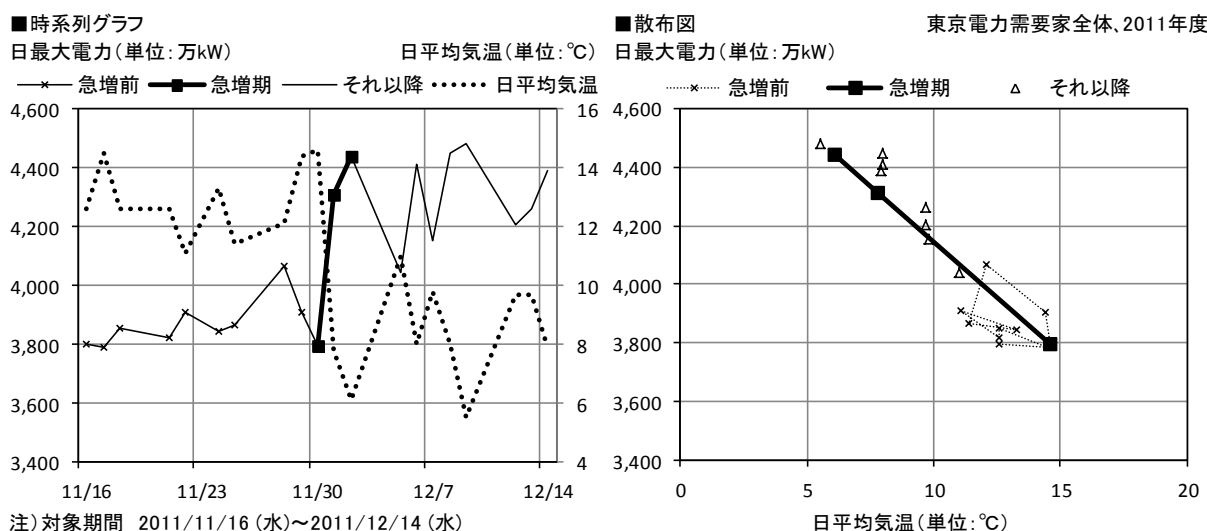


図 2-23 気温変動と日最大電力との関係性を描いた散布図(東京電力需要家全体、2011 年 11～12 月)

2.7.2 2011 年度冬期における東北電力需要家全体での推移

同様に、東北電力需要家全体での 2011 年度冬期における日最大電力の推移をみると、11 月より増加基調にあったが、12 月中旬に 1 日で 100 万 kW 弱の増加が生じていた。また、12 月以降の推移をみると、2 月中旬までは高い水準であったが、その後は徐々に減少の状況であった。(図 2 - 24、図 2 - 25)

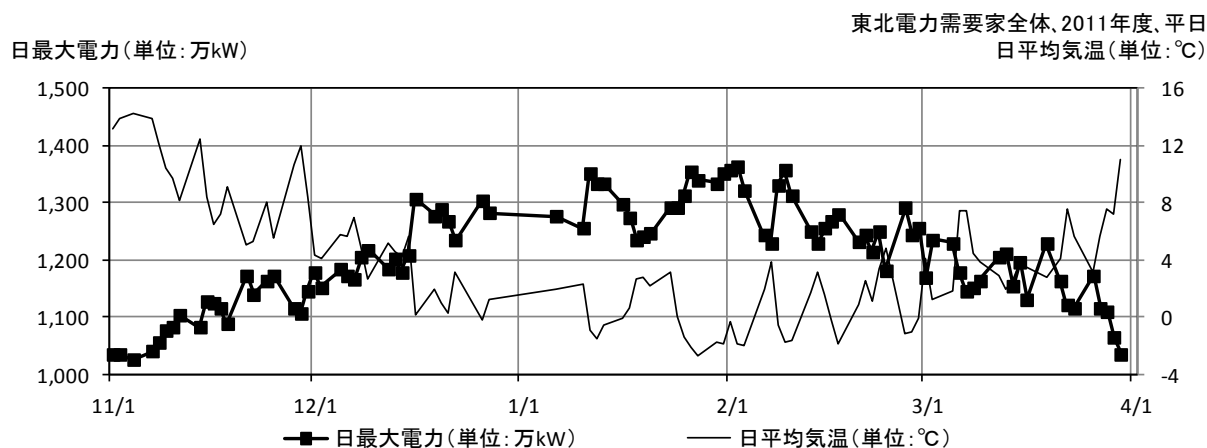


図 2 - 24 日平均気温と日最大電力の推移(東北電力需要家全体、2011 年 11 月～2012 年 3 月)

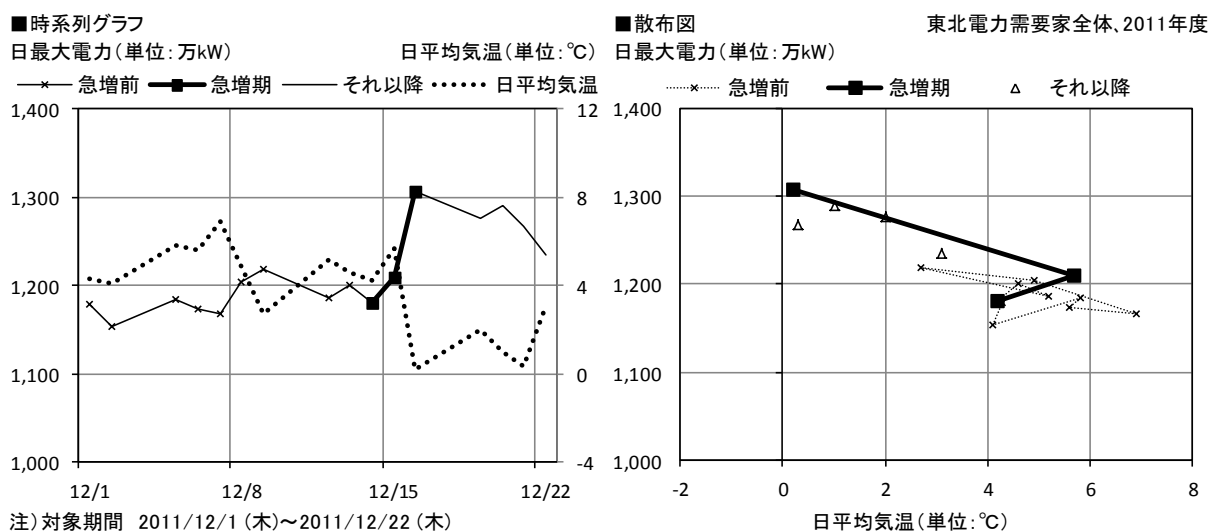


図 2 - 25 気温変動と日最大電力との関係性を描いた散布図(東北電力需要家全体、2011 年 12 月)

2.8 各種方法で算出した気温感応度の年次推移

2.8.1 気温感応度の捉え方

夏期および冬期における日最大電力の気温感応度の捉え方として、当日の動きから算出する方法、気温変動と日最大電力との直接的な関係性（散布図）から算出する方法、および比較日との差異から算出する方法、これら大きく3つの種類がある。これらは、算出に用いる気温の捉え方から気温感応度を区分したものである（表2-7）。

表2-7 気温感応度の算出方法

種類		概要	備考
当日の動きから算出する方法	方法1	日最大電力が生じた時間帯におけるその1時間前と比較した気温の増分に対する電力消費の増分である。	（気温が必ずしも増加するとは限らないことから、本研究では、分析の対象外とした。）
	方法2	日最大電力を被説明変数、日最低気温と1日の気温差(気温の増分)を説明変数とする重回帰分析より得られる1日の気温差の係数を気温感応度とみなす。1日の気温の増分に着目した気温感応度である。 (1日の気温差との関係性より算出)	（本研究では、分析の対象外とした。）
気温変動と日最大電力の散布図から算出する方法	方法3	気温変動と日最大電力の散布図より得られる一次の回帰式の傾きを気温感応度と見込む。 (気温変動と日最大電力との直接的な関係から算出)	先行研究の多くは、この手法で算出している。
	方法4	気温変動と日最大電力の散布図より得られる二次の回帰式を用いて、特定気温(30℃、35℃、38℃)における接線の傾きを気温感応度と見込む。	
比較日との差異から算出する方法	方法5	前日の日最大電力と気温変動のそれぞれの差分との関係性(散布図)より得られる一次の回帰式の傾きを気温感応度とみなす。 (前日との比較より算出)	（本研究独自の手法である。第6章での分析で使用している。）
	方法6	前週同曜日の気温の差分と日最大電力の差分の散布図より得られる一次の回帰式の傾きを気温感応度と見込む。 (前週同曜日との比較より算出)	(同上)
	方法7	前年同月同週同曜日の気温の差分と日最大電力の差分の散布図より得られる一次の回帰式の傾きを気温感応度と見込む。 (前年同月同週同曜日との比較より算出)	(同上)

当日の動きから算出する方法としては、2つの方法が考えられる。

1つは、日最大電力が生じた時間帯におけるその1時間における気温の増分に対する電力消費の増分である（表2-7の方法1）。この場合、電力消費のピークが発生した時間帯において必ずしも気温が上昇するとは限らない点に注意する必要がある。また、東京23区での2012年夏期における日最大電力の最大ピーク発生日における1時間単位でみた電力消費の推移（図2-26）を

みると、ピーク発生時間帯での増分は10万kW程度であり、電力消費の増加は大きくない。このため、この方法は、気温感応度の算出方法としては妥当ではない。

もう1つは、その日の早朝からの気温の増分に対する電力消費の増分である。具体的には、日最大電力を被説明変数とし、日最低気温と1日の気温差（日最高気温－日最低気温）の2つを説明変数とする重回帰分析より得られる回帰式での1日の気温差の係数を気温感応度とするものである（表2－7の方法2）。1日の気温の増分に着目した気温感応度である。

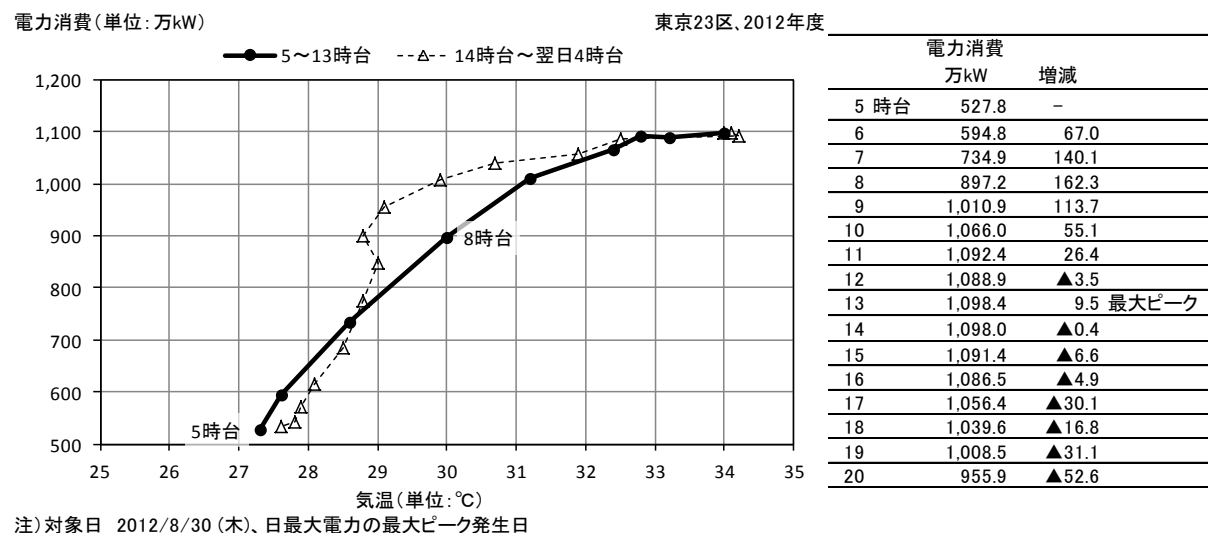


図2－26 1時間単位でみた電力消費の推移(東京23区、2012年夏期の最大ピーク発生日)

気温変動と日最大電力との関係性を描いた散布図から直接的に算出する方法としては、2つの方法が考えられる。

1つは、1日の気温情報の代表値（夏期は日最高気温、冬期は日平均気温）と日最大電力の散布図から1次の回帰式を導出し、その傾きを気温感応度とするものである（表2－7の方法3）。

もう1つは、同様に2次の回帰式を導出し、特定気温における接線の傾きを気温感応度とするものである。本章での分析では、日最高気温が30℃、33℃、38℃の3つで年次比較を行った（表2－7の方法4）。

比較日との差異から算出する方法としては、比較日の設置方法により3つの方法が考えられる。

1つは、前日の実績との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分の散布図から両者の一次の回帰式を導出し、その傾きを気温感応度とするものである（表2－7の方法5）。

他の2つは、前週同曜日または前年同月同週同曜日の実績を比較とするものである（表2－7の方法6, 7）。

2.8.2 夏期および冬期における日最高気温と日最大電力との関係性

先行研究では、日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図から直接的に気温感応度を求める場合が多い。その場合には、気温が穏やかな日（涼しい日）のデータを除外するなどデータの特性を考慮した回帰分析を行い、得られた一次の回帰式の係数を気温感応度としている。

夏期について、関東地方での 2011 年以降の日最高気温と日最大電力の散布図をみると、2011 年度は前年度よりも減少していた。2012 年は、前年よりも増加しており、前年における節電への取り組みの反動による増加と考えられる。2013 年度以降については、散布図からは日最大電力の増減は確認できない（図 2 - 27～図 2 - 29）。

冬期について、関東地方での 2011 年度以降の日最高気温と日最大電力の散布図をみると、いずれの分析単位とも、2011 年度は夏期と同様に前年度よりも減少していた。2012 年度以降については、散布図からは日最大電力の増減は確認できない（図 2 - 30～図 2 - 32）。

これらの傾向は、他の分析単位（東北地方、東京電力需要家全体、東北電力需要家全体、群馬県、および山梨県）のいずれにおいても同様であった。ここでは、代表例として関東地方での実績をグラフで記載した。

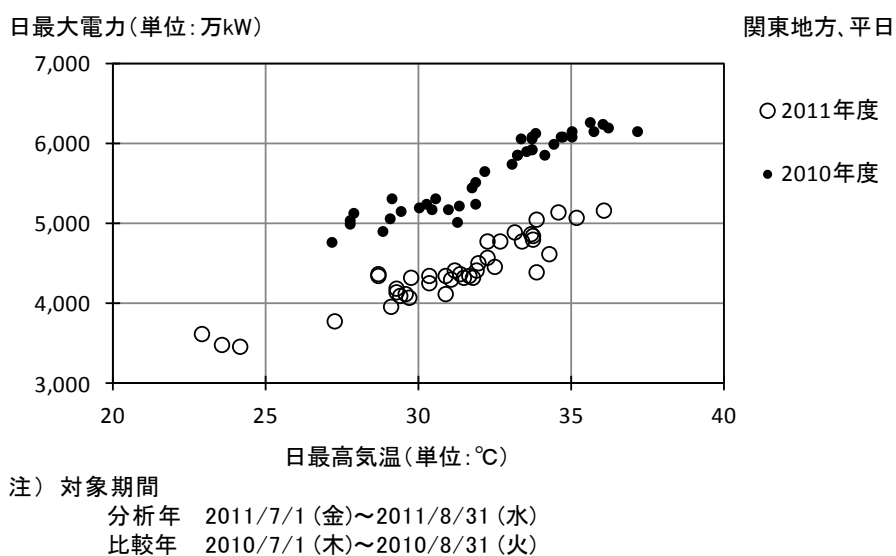


図 2 - 27 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2010-2011 年夏期)

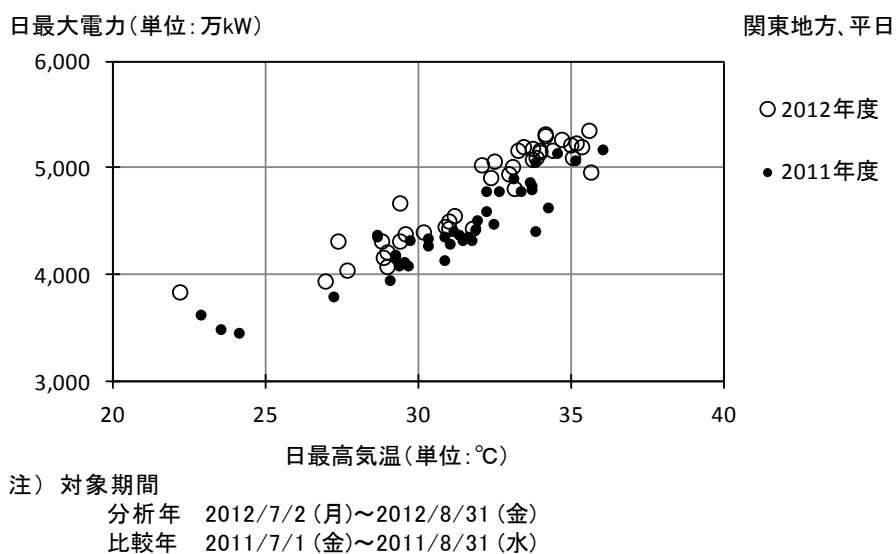


図 2 - 28 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2011-2012 年夏期)

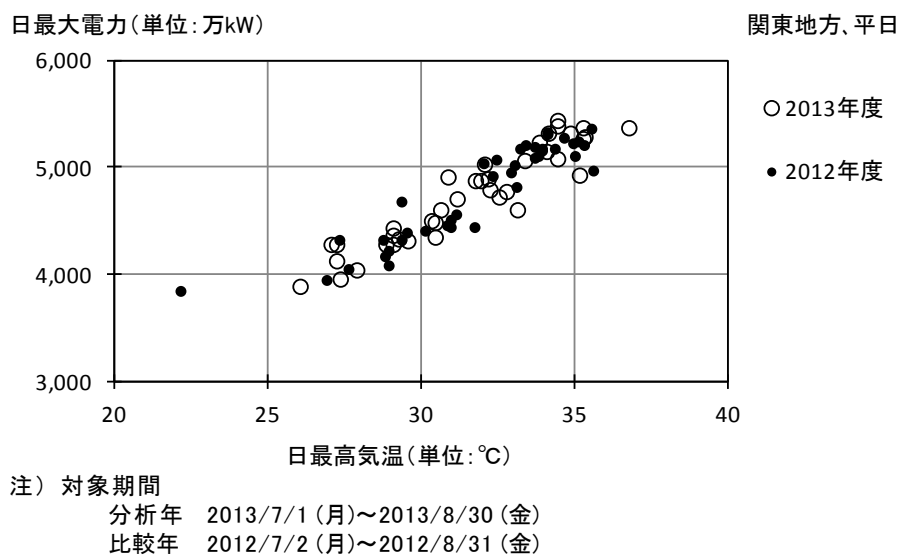


図 2 - 29 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2013 年夏期)

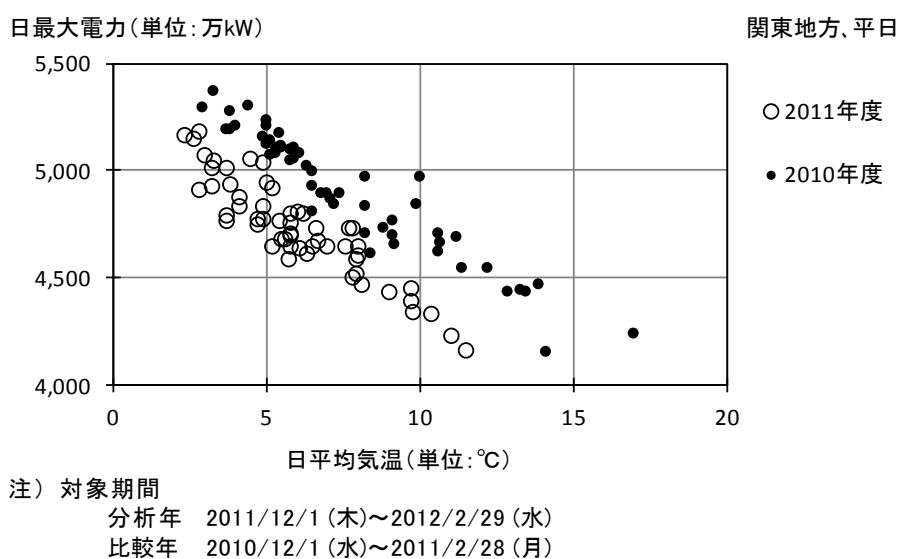


図 2 - 30 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2010-2011 年度冬期)

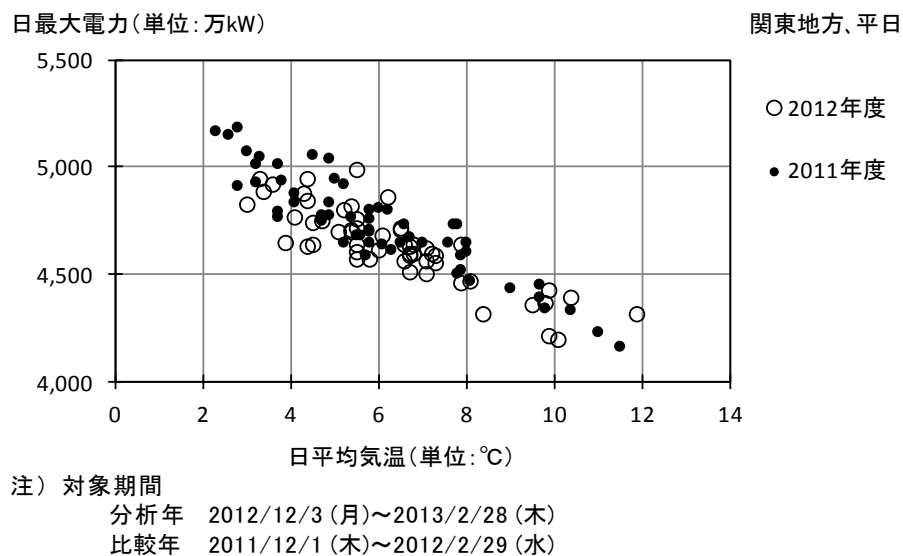


図 2 - 31 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2011-2012 年度冬期)

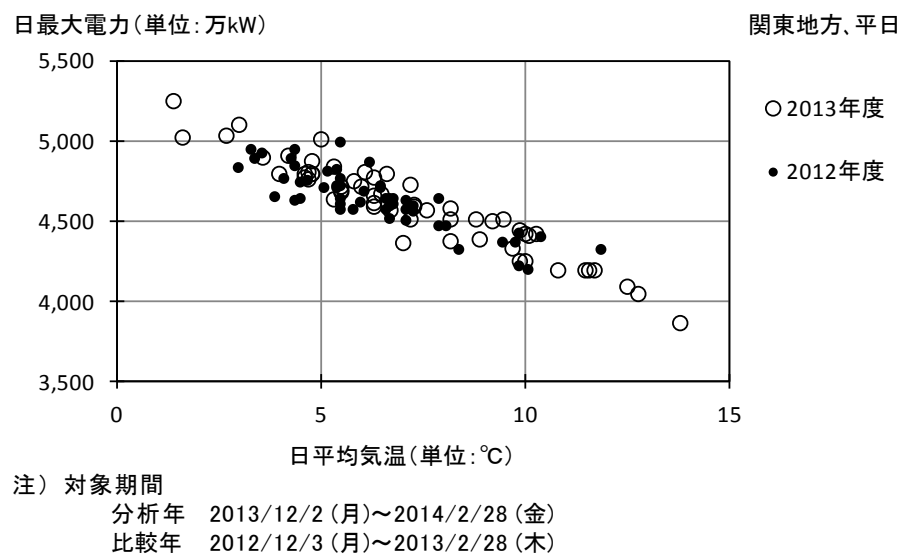
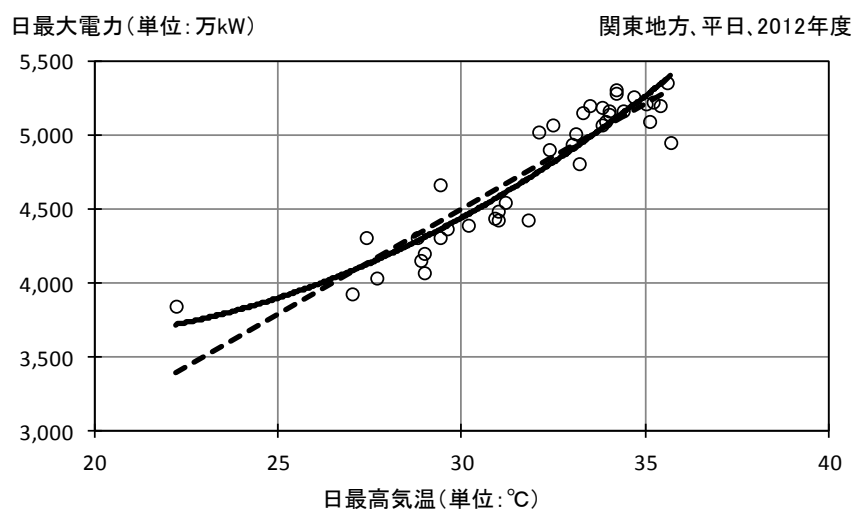


図 2 - 32 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2013 年度冬期)

2.8.3 日最高気温と日最大電力の散布図から算出した気温感応度

関東地方での2012年夏期をケースとしてみた場合、二次または一次の回帰式のどちらも採用可能な分布となっている（図2-23）。一次の回帰式の傾きを気温感応度と考える場合、気温が穏やかな日（涼しい日）のデータによる影響のため回帰式の傾きはやや小さくなり、気温感応度は低めとなる。

表2-7で示した各種の気温感応度の算出方法により算出した結果をみると、二次の回帰式を用いる場合、温度帯域により気温感応度は大きく異なっている。



- 注) 1. 対象期間 2012/7/2(月)～2012/8/31(金)
 2. 実線は二次の回帰式、破線は一次の回帰式である。
 3. 回帰式での傾き(二次は、接線の傾き)

	サンプル数	30°C	35°C	38°C	決定係数 r^2	備考
一次	40	141.37	—	—	0.8428	
二次	40	136.46	192.58	226.25	0.8629	

図2-33 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012年夏期)

2.8.4 夏期における気温感応度の年次推移

夏期における関東地方での日最高気温と日最大電力の散布図から算出した日最大電力の気温感応度の2010年以降の年次推移をみると、年度または温度帯により大きく異なるのが一般的である(図2-34)。ただし、年度によっては一定の気温感応度であった場合もある。2013年夏期は、温度帯を問わず一定の状況であった。2013年夏期の散布図をみると、一次の回帰式の採用が妥当と考えられる(図2-35)。

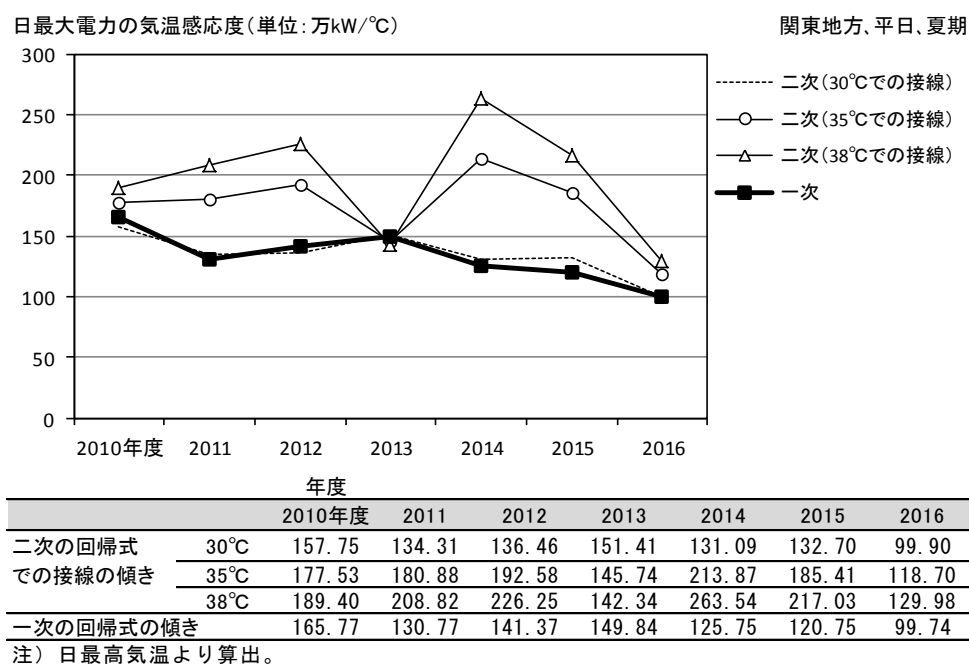


図2-34 日最高気温と日最大電力からみた気温感応度の年次推移(関東地方、夏期)

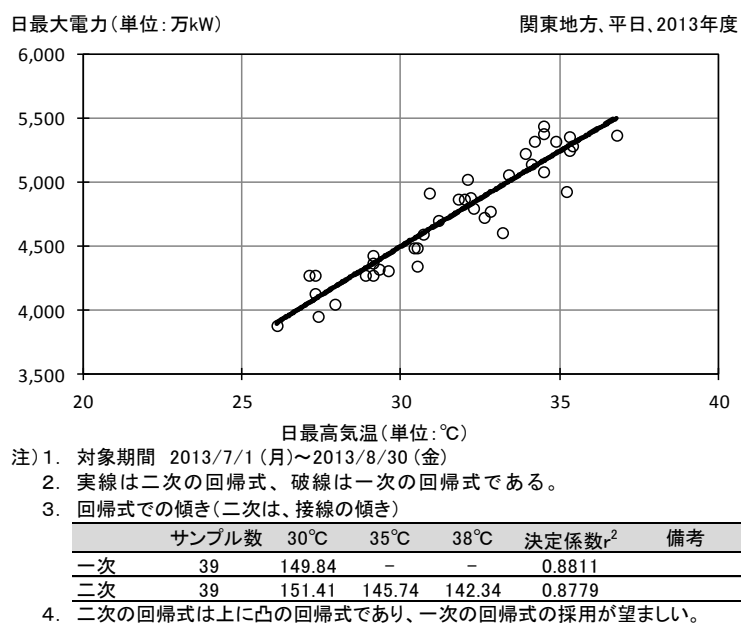


図2-35 日最高気温と日最大電力からみた気温感応度(関東地方、2013年夏期)

2.8.5 冬期における気温感応度の年次推移

冬期における関東地方での日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図から算出した日最大電力の気温感応度の 2010 年度以降の年次推移をみると、2013 年度までは、温度帯を問わず概ね同程度の水準であったが、2014 年度以降は、二次の相関が見られる（図 2-36、図 2-37）。このため、2014 年度以降については、温度帯により大きく異なる結果となっている（図 2-38）。

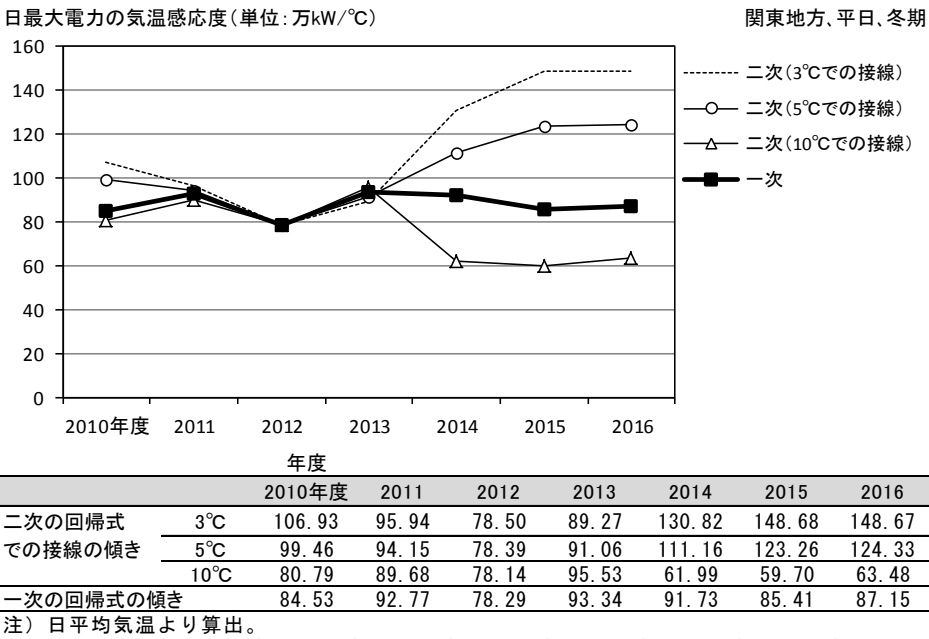


図 2-36 日平均気温と日最大電力の散布より算出した気温感応度の年次推移(関東地方、冬期)

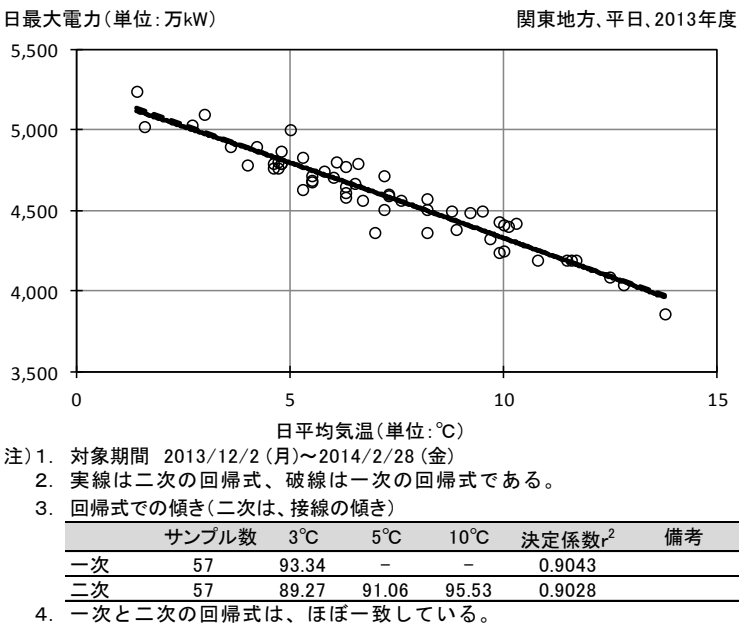


図 2-37 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図からみた気温感応度(関東地方、2013 年度冬期)

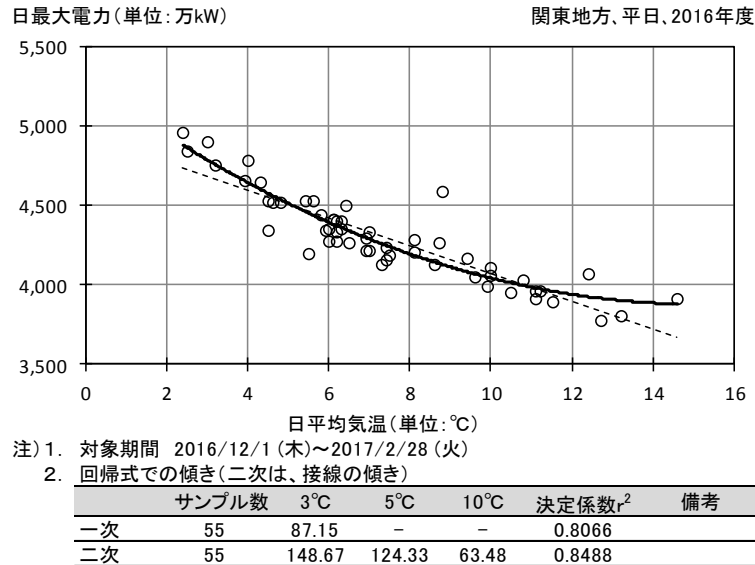


図 2 - 38 日平均気温と日最大電力との関係性を描いた散布図からみた気温感応度(関東地方、2016年度冬期)

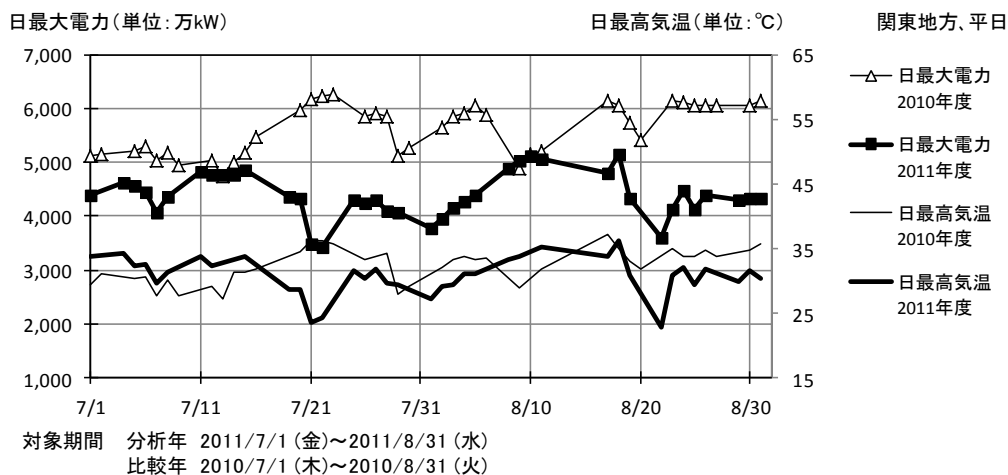
2.9 2010 年度以降における気温の動向と日最大電力の動向の関係性

気象動向と日最大電力の動向の関係性をみるにあたって、前年度実績も含めた気温と日最大電力の時系列グラフにより、日最大電力への気温変動による影響を確認することができる(図 2 - 39 ～図 2 - 50)。年次別にみると、2011 年夏期は 7 月中旬～下旬にかけて日最高気温が低かったこと、2012 年夏期は 7 月下旬で日最高気温が低かったこと、2016 年夏期は 7 月下旬で日最高気温が低かったこと、2015 年冬期は 12 月で日平均気温が高かったこと、これらが確認できる。

第 1 章で分析した CDD または HDD の推移等を踏まえると、2010 年度以降における夏の暑さまたは冬の寒さは、下記の状況であったと考えられる(表 2 - 8)。

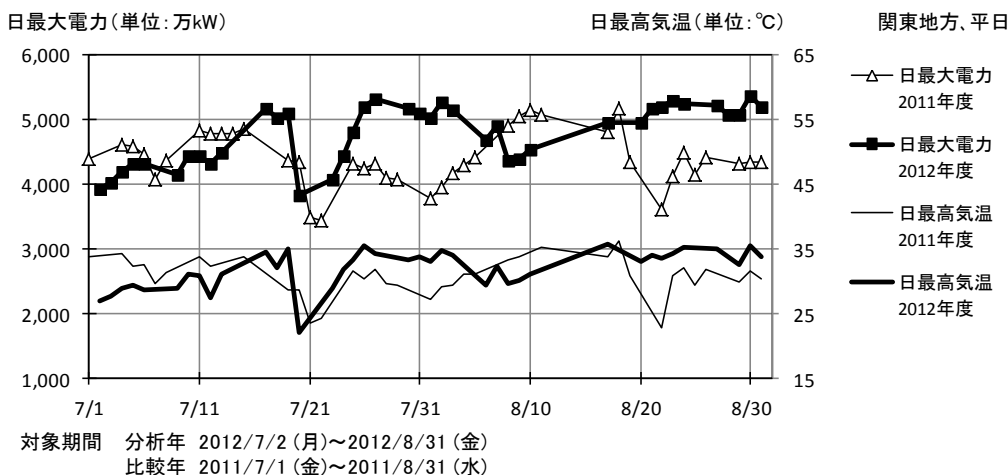
表 2 - 8 夏期の暑さ、冬期の寒さの状況の推移

夏期	<ul style="list-style-type: none"> 震災前の 2010 年夏期の暑さは、厳しかった。 震災直後の 2011 年夏期は、6 月下旬より 7 月までは暑かったが、8 月の暑さは厳しくなかった。 2016 年夏期は、7 月下旬において日最高気温が前年を下回っていた。暑さが厳しくない夏であった。 2011 年度以降の中では、2013 年度夏期が、最も暑さが厳しかった。
冬期	<ul style="list-style-type: none"> 震災前の 2010 年度冬期は、2011 年度以降と比べると、寒さは厳しくない水準であった。 2011～2014 年度は、寒さが厳しかった。 2015 年度冬期は、12 月の日平均気温が前年を上回っていた。2010 年度以降の中では、最も暖冬であった。



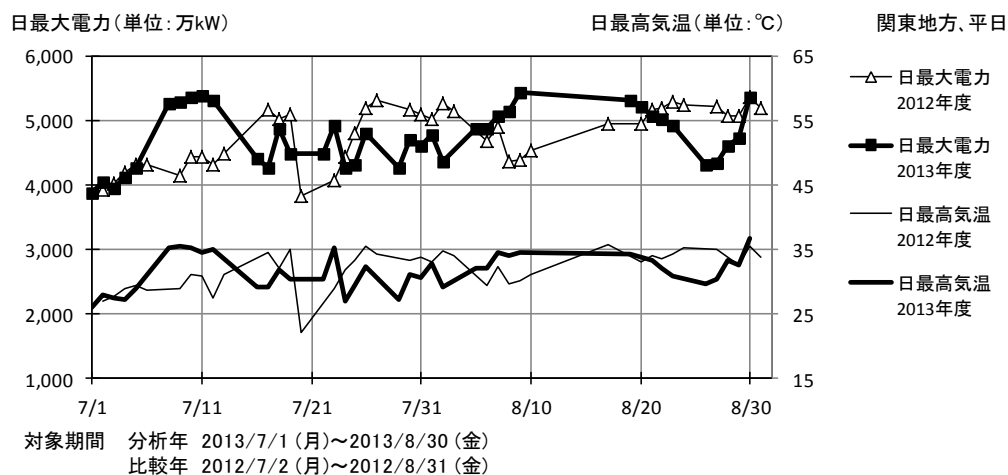
注) 7月中旬～下旬にかけて、日最高気温が前年に比べて低かった。

図2-39 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2010-2011年夏期)



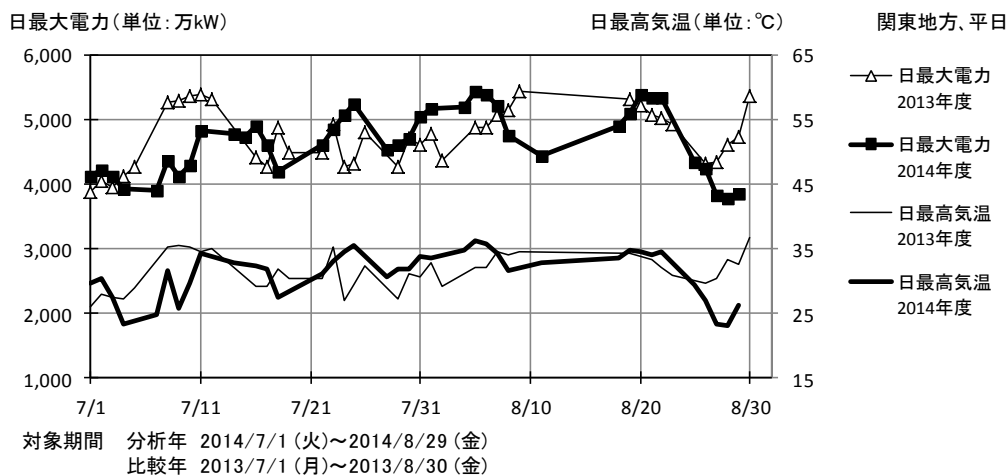
注) 7月下旬は、日最高気温が前年に比べて高かった。

図2-40 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2011-2012年夏期)



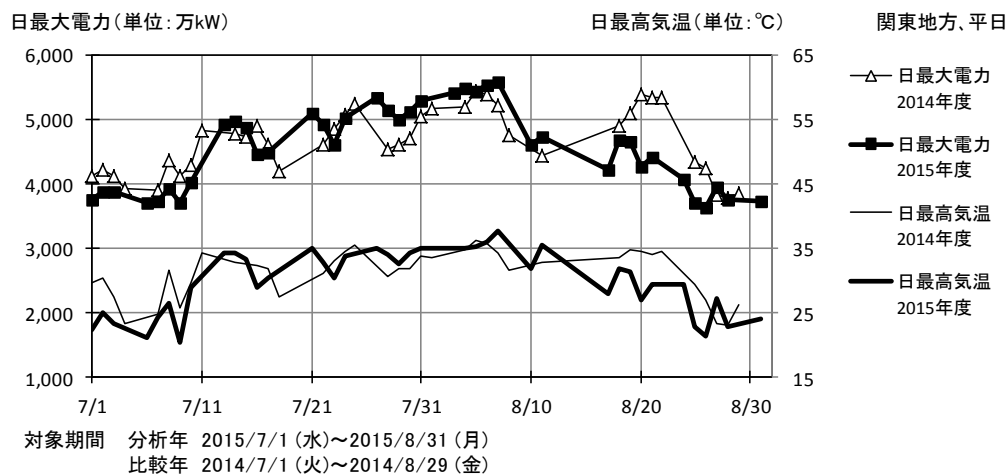
注) 7月上旬は、日最高気温が前年に比べて高かった。

図2-41 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2012-2013年夏期)



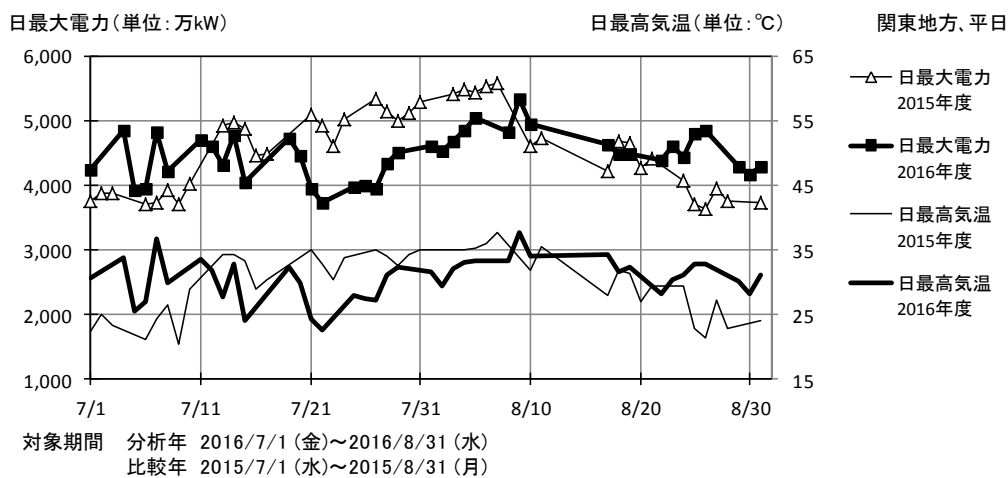
注) 日最高気温は、概ね前年並みであった。

図 2 - 42 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2013-2014 年夏期)



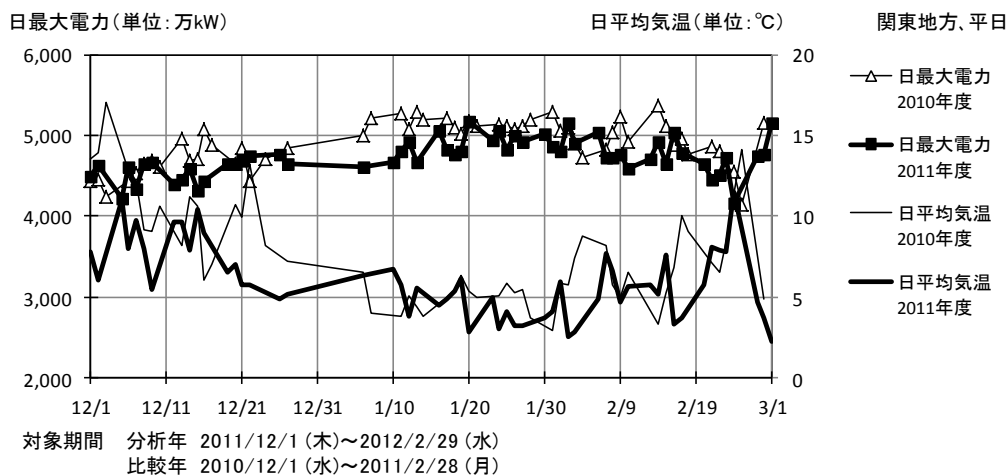
注) 日最高気温は、概ね前年並みであった。

図 2 - 43 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2014-2015 年夏期)



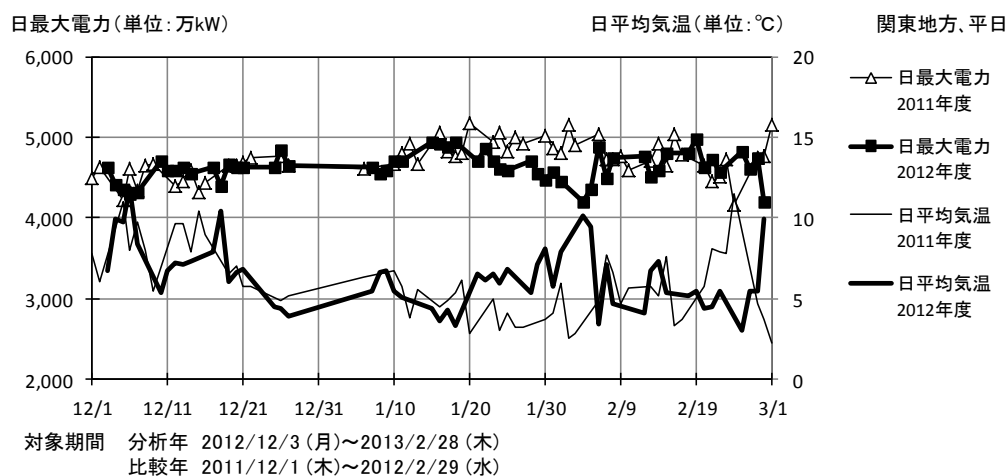
注) 7 月下旬は、日最高気温が前年に比べて低かった。

図 2 - 44 日最大電力と日最高気温の推移(関東地方、2015-2016 年夏期)



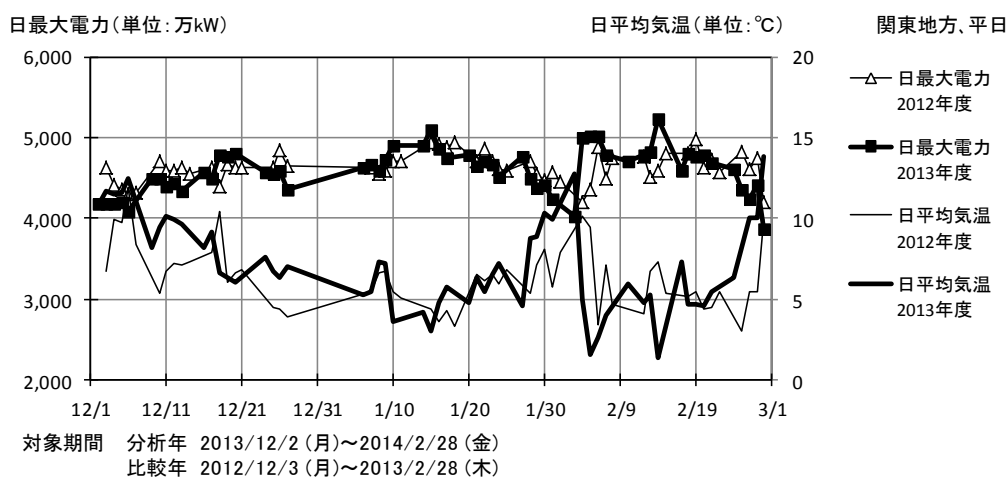
注) 日平均気温は、12月下旬は前年に比べて低かった。

図 2 - 45 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2010-2011 年度冬期)



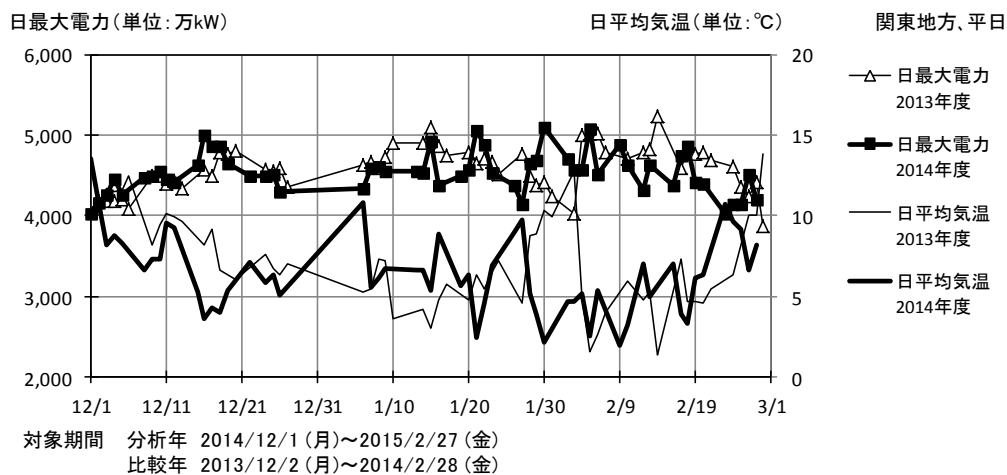
注) 日平均気温は、1月下旬は前年に比べて高かった。

図 2 - 46 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2011-2012 年度冬期)



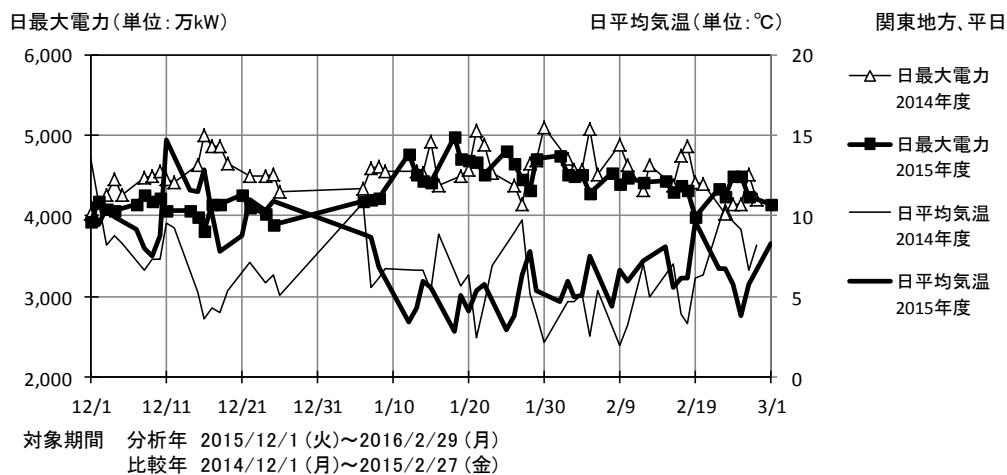
注) 日平均気温は、概ね前年並みであった。

図 2 - 47 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2012-2013 年度冬期)



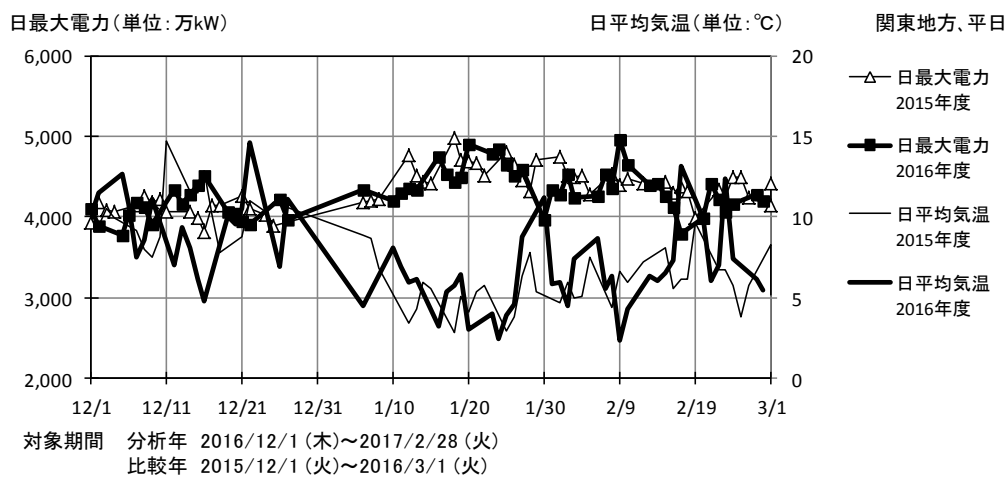
注) 日平均気温は、1月は前年に比べて高かった。

図 2 - 48 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2013-2014 年度冬期)



注) 日平均気温は、12月は前年に比べて高かった。

図 2 - 49 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2014-2015 年度冬期)



注) 日平均気温は、概ね前年並みであった。

図 2 - 50 日最大電力と日平均気温の推移(関東地方、2015-2016 年度冬期)

2.10 小括

本章では、日最大電力の実績データを用いて、地方全体、電力会社需要家全体、および県単位での 2011 年度以降（震災以降）における日最大電力の実態と動向を分析した。分析より、下記事項を明らかにした（表 2 - 9）。

次章以降での分析では、休日の日最大電力は平日の水準を下回る傾向が大半であることを踏まえ、平日を分析対象とした。

表 2 - 9 電力消費の実績データからみた電力消費の実態

- 2011 年度以降における日最大電力の最大ピーク値の年次推移をみると、夏期については、関東地方および東北地方ともに、2011 年は大きく減少したが、2012 年は増加に反転し、その後徐々に増加が続いていた。
- 冬期については、関東地方では横這い、東北地方では横ばいもしくは微増の状況にある。
- 平日休日別にみた日最大電力の動向をみると、休日は平日の水準を下回る状況にある。このため、ピークは平日に生じていることから、分析は平日のみに限定することが可能である。
- 日最大電力の最大ピークが発生する曜日を県単位でみると、夏期の大半は平日であるが、千葉県のみ日曜に最大ピークが発生（2013 年度）していた。冬期の大半は平日であるが、青森県と秋田県のみ土曜または日曜に最大ピークが発生していた。青森県と秋田県では、冬期の電力消費パターンが他県とは異なる状況にある。日最大電力の動向は県単位で異なる場合があり、県単位でみた電力消費の実態の把握と分析が課題である。

第3章 先行研究のレビュー

3.1 電力消費の実態や動向に関する研究領域

電力消費の実態や動向の分析については、数多くの研究が積み重ねられてきている。電力消費の実績データを用いた先行研究を概観すると、その研究対象の規模により研究領域は、①機器・設備単位、②一般家庭も含めた建物・建物群単位、③地区単位、④広域、これら4つに大別される(図3-1)。本研究は、この中の広域での電力消費の実績データを分析対象としたものである。

また、広域での電力消費の実績データを用いた研究領域については、①電力需要の予測、②電力消費の実態・動向の分析、③節電への取組状況の評価、これらに区分される。

広域での電力消費の実態・動向の分析についての先行研究をみると、電力需要の予測を主たる目的とするものが多い。震災以降、電力会社等が公表する実績データを用いた電力消費と気温変動の関係性の分析や電力消費実績の減少動向の分析、節電への取組状況の評価に関する研究が加わっている。

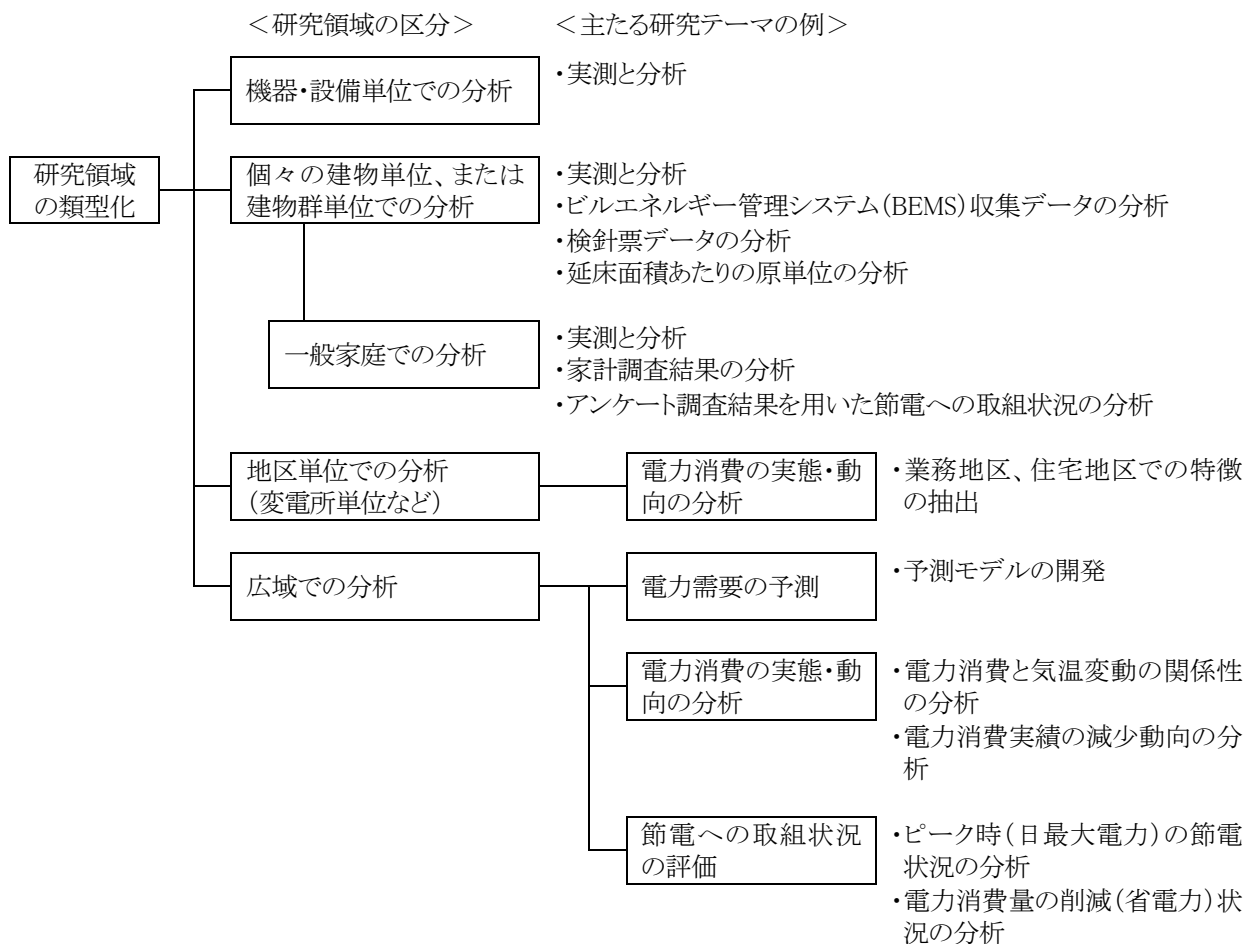


図3-1 電力消費の実態や動向に関する研究領域の類型

3.2 本章でのレビュー範囲

本章では、先述の電力消費に関する研究領域を参考に、電力消費の実績データの活用に向けた見える化への取組動向、電力需要の予測方法、および日最大電力の減少率の算出状況を確認するとともに、そこより電力消費の実績データの分析にあたって参考となる知見を抽出する。

3.3 電力消費の見える化への取組動向

3.3.1 見える化による省電力効果の報告事例

以前から電力消費量を測定するとともに、電力消費の状況をモニター画面等にて数値やグラフ等により随時把握する取り組みが、数多く進められてきている。電力消費量ベースでみた省電力効果は、高いケースでは32%減の場合も報告されている (Petersen et. al 2007)。電力消費に関する情報の提供により節電行動が喚起され、不要な電力消費が回避されることにより大きな効果が得られる可能性がある。このような電力消費の実態をわかりやすく表示しようとする取り組みは「見える化」と呼ばれている。具体的な手法としては、(1)情報そのものの公開、(2)文字化・文書化、(3)数値化・定量化、(4)グラフ化、(5)プロセス図化、(6)イメージ図化、(7)記号化、(8)ラベル表示、等がある。

電力消費の見える化への取り組みを大別すると、①データを計測することによる効果を定量的に把握しようとするもの、②実測したデータに基づき省電力や節電等に取り組んでいくもの、これら2種類がある。

1つめの、電力消費の見える化による効果測定については、電力消費の実態把握も目的としつつ多くの実証実験が行われてきている。これらは、主として電力消費量(単位は kWh)ベースで比較し、省電力効果を定量化している(表3-1)。Darby (2006) は、モニタリングシステムにより電力消費状況をリアルタイムで表示し、電力消費量を意識することによる削減効果は5~15%減という研究結果を報告している。米国 Google 社では、このレポートも参考に、電力消費の削減効果が5~15%あることを踏まえ、一般家庭向けの電力消費量のモニタリングシステムである Google PowerMeter を2009年10月に商品化していた¹⁴。米国 Google 社では、同社が6世帯で実測したところ1ヶ月の電力料金ベースで平均10%の削減効果があったと発表していた。しかしながら同社では、市場での普及が進まなかったことから、2011年9月に同システムの提供を停止している。

日本国内での住宅を対象とした見える化による定量的効果としては、省エネルギーセンター(2009)による対前年比11%減、埼玉県草加市(2009)による対前年比5.1%減、等が報告されている。しかしながらこれらの報告の詳細をみると、各種家電・機器の更新(買い換え)、計測対象期間の差異の補正(日数補正)、気温変動による影響の補正(気温補正)、これらの有無については確認できない状況にあり、定量的な効果としては確定しにくい状況にある。米国での報告も同様である。

2つめの、見える化の手法を活用しつつきめ細かな機器調整(省エネチューニング)による実測データに基づき省エネや節電等への取り組みによる効果を獲得している事例として、工場や事

¹⁴ Google 社ニュースリリース「Empowering the UK with Google PowerMeter」2009年10月27日、<http://blog.google.org/2009/10/empowering-uk-with-google-powermeter.html> (2017/5/1 確認)

務所ビルでの多くの活動が報告されている（栗尾 2012 ほか）。継続的な取り組みにより、より大きな効果が得られたことが報告されている。

表 3-1 省電力効果の算出事例

算出主体	省電力効果	算出方法
Darby (2006)	5～15%	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングシステムにより電力消費状況をリアルタイムで表示し、電力消費量を意識することによる削減効果は 5～15%という研究結果を報告している。 ・使用明細書等を通じた非直接的な方法の場合には、0-10%の範囲であると指摘している。 ・Google 社では、このレポートも参考に、一般家庭向けの電力消費量のモニタリングシステムである Google PowerMeter を 2009 年 10 月に商品化している。
Petersen et. al (2007)	32%	<ul style="list-style-type: none"> ・リアルタイムで電力消費をフィードバックすることにより電力消費量ベースで 32%の省電力が実現されたと報告している。
Fischer (2008)	12%	<ul style="list-style-type: none"> ・電力消費の見える化により 12%程度の省電力効果があったと報告している。
省エネルギーセンター (2009 年)	11% (年比較)	<ul style="list-style-type: none"> ・計測機器(省エネナビ)を設置した家庭での実測結果(10 月～9 月)による。 ・数値は、電力消費量の前年同月に対する月別の削減率の単純平均である。 ・測定期間、実験対象件数は不明である。 ・気温変動による影響は、加味されていない。
草加市 (2009)	5.1% (11～12 月)	<ul style="list-style-type: none"> ・計測機器(省エネナビ)を設置した家庭 11 軒での実測結果による。 ・測定期間は、1998 年 11～12 月。 ・数値は、11 軒での電力消費量の前年同月に対する削減率の単純平均である。 ・気温変動による影響は、加味されていない。 ・計測期間の日数の差異による補正は行われていない模様である。
環境省(三菱総合研究所 2011)	6.2%	<ul style="list-style-type: none"> ・見える化の前後による世帯での省電力効果である。 ・事業者のオフィスでの電力消費量に着目した場合、「見える化」の効果は 3%～9%程度であった。

3.3.2 見える化手法の開発動向

(1) 見える化の目的の種類

電気機器メーカー等では、電力消費データの計測のための機器やサービスの販売を拡充してきている。メーカーカタログ等での見える化に向けた開発内容を類型化すると、その目的としては、①時系列分析、②不具合監視、③オン・オフ管理、④待機電力の定量化、⑤特異値、外れ値監視、⑥節電行動による効果の定量化、⑦電力消費パターンの把握、⑧類似の他の需要家との比較、等がある（表 3-2）。

表 3-2 見える化の目的の種類

目的の種類	見える化の目的例
時系列分析	・時系列でみた推移の把握。 ・昨年、前年同月、および前月実績との比較。
不具合監視	・機器の異常等の不具合の把握。
オン・オフ管理	・外出時、不使用時等における消し忘れの把握とその削減。
待機電力の定量化	・不在時の電力消費量(待機電力)の把握とその削減。
特異値、外れ値監視	・電灯系統での特異値、外れ値の把握。
節電行動による効果の定量化	・エアコンの設定温度の緩和による電力消費の低減量の定量化。
電力消費パターンの把握	・電力消費の恒常的なパターンの把握。
類似の他の需要家との比較	・比較を通じた節電・省電力への動機付け

(2) 見える化手法の一覧

メーカ等が開発した計測技術やグラフ化等の見える化の手法を概観・一覧化すると、表 3-3 に示すような各種の方法が提案されている。また、計測およびデータ通信機能も実装された分電盤が開発されるなど、電力の供給系統別、コンセント単位別の計測も可能となっている。更には、スマートメータ（データ通信機能を備えた電力計）も普及しつつあり、需要家自身による契約単位別のデータの取得も可能となろうとしている。

電力消費データの見える化を目的とした各種の製品およびサービスの開発事例、およびデータ分析より得られた知見をもとに、見える化の具体化に向けた諸元を一覧化すると表 3-4 となる。

表 3-3 見える化手法の一覧

手法の種類	提案例
電力消費の瞬時値の表示	・リアルタイムでの電力消費量の表示 ・不在時などの待機電力による電力消費量の表示
30 分単位での積算電力量のグラフ表示	・デマンド値(電力消費の 30 分単位毎の積算値)の折れ線グラフでの表示
日単位での積算電力量の数値表示	・前日および前年同月同週同曜日との比較
日単位での電力消費量のグラフ表示	・電力消費の時系列推移の折れ線グラフでの表示 ・気温変動と電力消費の関係性の散布図での表示(縦軸に電力消費、横軸に気温変動)
電力の供給力のグラフ表示	・供給予備率(電力消費率) ^{注)} のグラフでの表示
頻度分析	・電灯系統での電力消費量の分布状況の表示
需要家比較	・類似の他の需要家との比較と順位付け
気温データの同時計測	・電力消費量に加えて気温を測定
曜日別比較	・曜日別の電力消費量が比較しやすいように表示

注) 供給予備率とは、電力会社全体で見た電力消費に対する供給力の比率である。電力消費率=1-供給予備率の関係にある。

表 3-4 見える化手法の諸元

計測範囲	施設全体 系統単位 階単位 部屋単位 機器単位 コンセント単位
分析単位	15 分単位 1 時間単位 日単位(平日・休日に区分) 月単位
記載数値	瞬時値(単位: kW) 積算電力量(単位: kWh) システムの閲覧回数 システムの閲覧頻度 気温情報
グラフ形状	時系列グラフ(瞬時値、1 時間単位、日単位、など) 積算値グラフ(30 分間隔、など) 頻度分布 散布図
比較対象	前日比 前週同曜日比 前年同月比 前年同月同週同曜日比
フィードバックの単位	日単位 月単位

3.3.3 電力消費の見える化への取り組みについての考察

電力消費の見える化による電力消費量の削減効果は 5～15%減との報告 (Darby2006) がきっかけとなり、新たな動きが生じていた。米国 Google 社によるシステムの商品化など、電力消費の見える化に関しての各種の実証実験が行われてきた。しかしながら、見える化への取り組みを総括している報告をみると、「総じていえば、“見える化” 機器を設置しただけで、省エネ行動につながるなどの結果は明確には得られなかった。」と指摘している (森口 2010)。

東京大学は、東京 23 区内最大の電力需要家である。同大学では、電力消費の削減に向けて「グリーン東大工学部プロジェクト」を推進してきている。同プロジェクトでは、グラフ等により直感的なわかりやすさを重視したシステムを開発している。同プロジェクトの中で、中島 (2009) は、無駄な電力消費を抽出する方法として、①ベンチマーク (チャンピオンデータ) との比較、②同業または同種の事業所等との比較、③自己の過去との比較、④目標値 (社会的要請数値、組織からの要請数値など) との比較、これら 4 つの方法を提示している。これら方法を用いた検討を通じて無駄な電力消費を特定していくことが有効であると指摘している。

これらの提案や見える化への取り組み事例を踏まえると、個々の需要家単位においては、週単位、日単位、および 1 時間単位での電力消費の実績データから需要家自身での電力消費のパターンを把握し、その中に存在する無駄な電力を特定していくことが電力消費の抑制に向けた主たる検討方向であると考えられる。

即時性の高い電力消費データを計測・収集・管理するビルエネルギー管理システム (BEMS、Building Energy Management System) の企業等への導入が進んでいる。加えて、スマートメータ (データ通信機能を備えた電力計) の普及も始まりつつある。これまでの電力消費状況の見える化にあたっての障壁であったデータの取得が容易となろうとしており、省電力や節電行動を喚起

させるような、より効果的なグラフ化等による見える化の手法が求められている。

しかしながら、見える化の手法の詳細についてみると、そのシステムの画面等を見る限りにおいては、数値表示型の情報提供のレベルにとどまっている。ユーザ（電力の需要家）に対し継続的に省電力や節電を促す仕組みは開発途上にある。

3.4 電力需要の予測方法

ここでは、電力需要の予測にあたって使用されている気温等の説明変数の状況を把握し、日最大電力の実績データの分析方法を把握する。

3.4.1 電力需要の予測項目と予測で使用する気象情報

電力会社では、以前から電気を安定的かつ効率よく需要家に供給するために精度の高い電力需要の予測を業務の一環として行っており、電力需要の予測方法についての研究を蓄積している。電力需要の予測対象を記載したものが表3-5である。予測にあたっては、気象情報（気温、湿度等）および過去の電力消費実績を説明変数とする重回帰分析やニューラルネットワーク等が用いられてきている。予測項目は、日最大電力、日最小電力、1時間単位でみた1日の電力需要（電力負荷曲線）等である。予測項目の中で、供給予備力の確保という観点からは日最大電力の予測が最も重要とされている（灰田 2008）。

電力会社による電力需要の予測方法の詳細をみると、気温に加えて、湿度、天気、曜日情報等が使用されてきている。

表 3-5 電力会社による電力需要予測の対象

予測対象時期	・当日 ・翌日 ・翌々日 ・週間予報 ・1ヶ月予報 ・3ヶ月予報 など
予測対象項目	・1時間単位でみた1日の電力需要（電力負荷曲線） ・日最大電力 ・日最小電力 ・需要比（当日午前 8 時の実績に対する日最大電力の比率。当日午前に、当日の日最大電力を再予測するために使用する。） など
予測に使用する気象情報	・気温 ・湿度 ・天気 ・曜日情報 など

出所) 灰田(2008)ほかを参考に作成。

3.4.2 気温情報の活用方法

(1) 日最大電力と気温の関係性

電力需要が気温変動の影響を受けることは、かねてより指摘されている（電気事業連合会 2010）。気温変動と日最大電力の散布図を描いたものとしては、菅沼（2013）らが報告している。これら

先行研究での散布図をみると、夏期は気温の上昇（冬期は気温の低下）に伴い日最大電力が増加しており、気温変動による影響を考慮する必要があることが確認できる。参考として、関東地方での2015年度実績をみると図3-2となる。

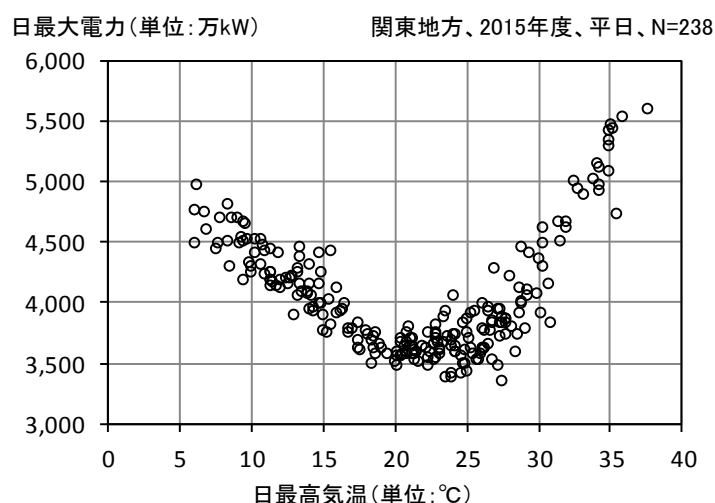


図3-2 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2015年度)

(2) 気温情報の指標

電力消費と気温変動の散布図の分析や電力需要の予測に用いている重回帰式での説明変数をみると、気温情報が主となっているが、その具体的な指標は多様である。日最高気温、日平均気温に加えて、日最大電力を記録したピークの発生時間帯の気温またはその直近気温の平均などが使用されている（表3-6）。夏期について日単位のデータを分析する場合には、日最高気温を使用するケースが多い。

表3-6 夏期データの分析にあたっての説明変数の例

被説明変数	説明変数	先行研究	備考
日最大電力	日最高気温	杉原ほか(2011)	・分析対象は、東京電力需要家全体。 ・2010年度実績と2011年夏期の実績を比較。
		鈴木ほか(2012)	・分析対象は、東京電力需要家全体。 ・2009年7月の日別データを散布図とする。
	当日を含めた5日分の最高気温の平均	関西電力(2015a,b)	・分析対象は、関西電力需要家全体。
電力消費量	日平均気温	小野・森清(1985)	・電力消費量と気象条件の散布図分析を行っている。日最高気温、日最低気温など各種の気象条件を代表する指標のうち、最も相関係数が高い指標は日平均気温であると報告している。
	当該時刻と1～3時間前を含めた4点の平均気温	矢部(2005)	・1時間単位での電力需要の予測で使用。 ・気温の電力需要への影響が、時間的遅れを持つことを考慮している。 ・下記の比較の結果、決定係数 r^2 が最も高いケースであった4点平均の気温を選定している。 －日最大電力が生じた当該時刻の気温 －日最高気温 －1～4時間前の各気温 －1～5時間前までの各平均気温

3.4.3 気温以外の情報の活用可能性の評価

電力需要の予測にあたっては、気温以外の情報も活用されている。ここでは、日最大電力の実績データの分析にあたって、曜日情報、湿度、風速、天気等の活用可能性を確認した。

(1) 曜日情報の活用可能性

電力需要の予測にあたって、曜日情報を考慮している場合がある（田中ほか 1996、灰田・武藤 1996、雪田ほか 2004）。電力需要は、曜日により異なる場合があり、月曜は他の平日に比べて需要が小さいことが指摘されている。しかしながら、夏期における日最大電力の曜日別分布をみるとともに、曜日情報を説明変数とする重回帰分析を行ったが、月曜についての特異な傾向は見いだせなかった（図 3 - 3）。

なお、時間帯別の電力消費の年間推移をみると、月曜は4時台までは日曜並みの水準であり、その後徐々に増加し、7時台からは他の平日並みの水準となっている（図 3 - 4～図 3 - 7）。月曜の早朝は、休日並みの水準であった。電力需要の予測にあたって曜日情報を使用している理由としては、月曜早朝は電力需要の少ないことが考えられる。

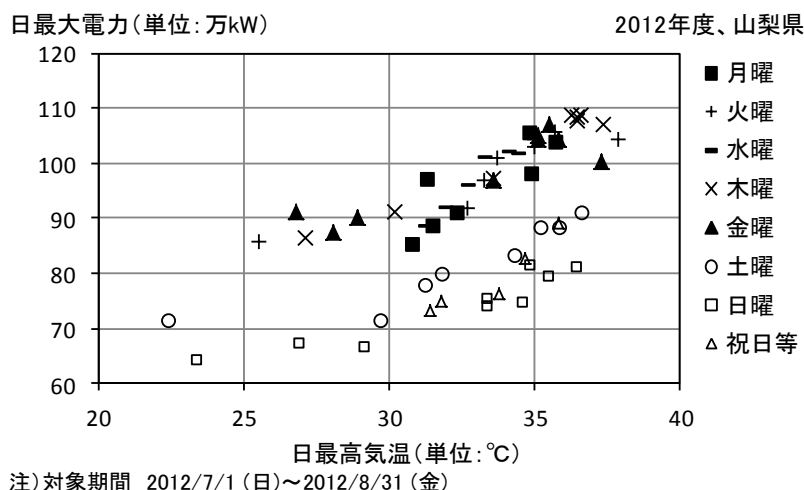


図 3 - 3 曜日別にみた日最大電力の状況(山梨県、2012 年度)

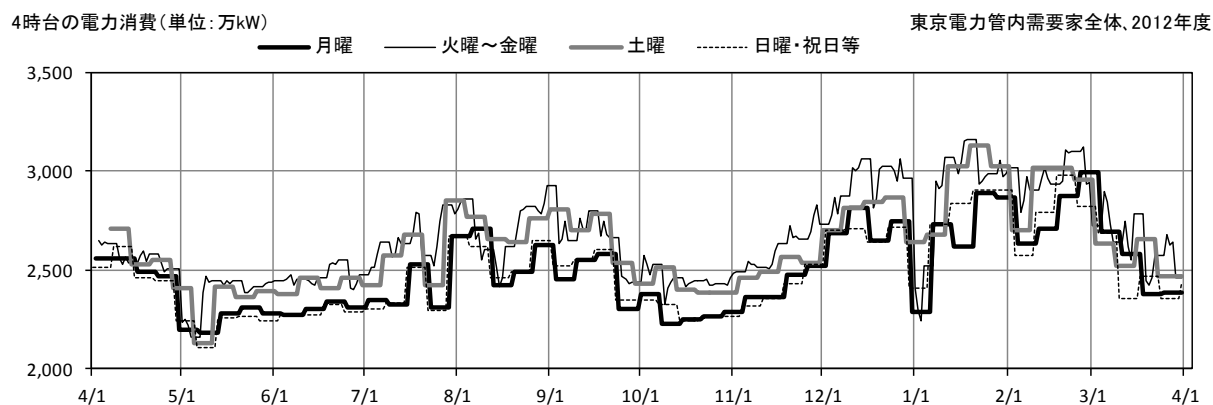


図 3 - 4 4時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)

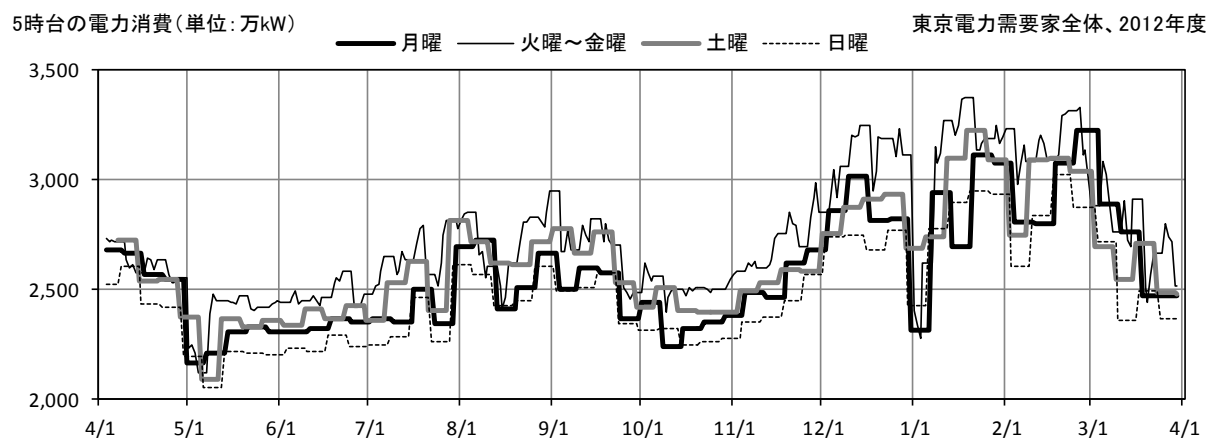


図 3-5 5時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)

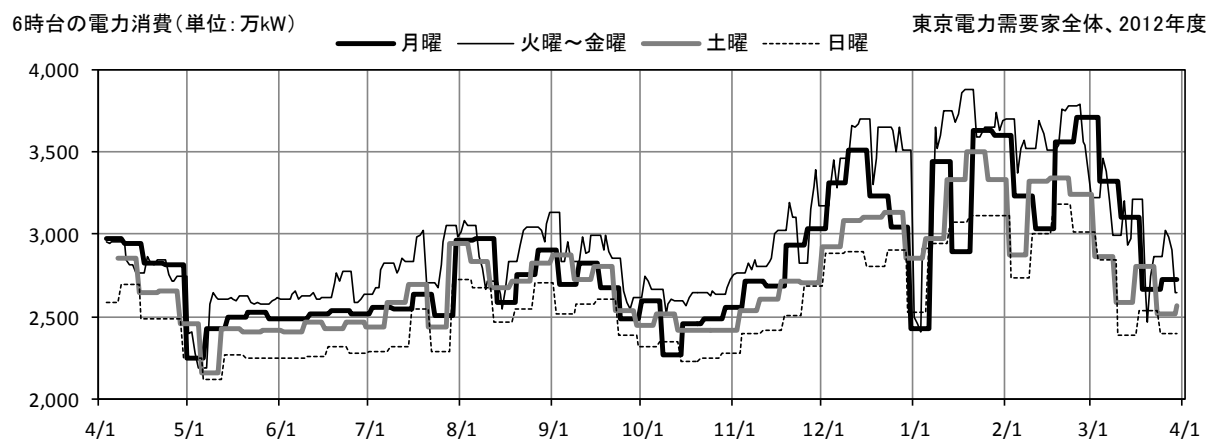


図 3-6 6時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)

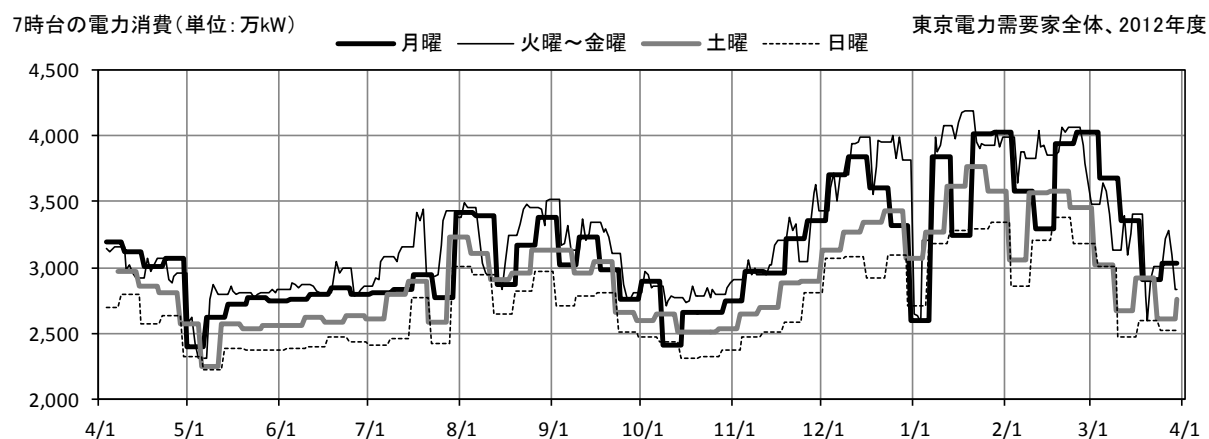


図 3-7 7時台での電力消費の年間推移(東京電力需要家全体、2012 年度)

(2) 湿度情報の活用可能性

高温多湿な日本では湿度が高いほど蒸し暑さが増すことから、湿度は夏期の空調需要（冷房機器稼働）に大きな影響があることが指摘されている（灰田 2008）。また、電力需要の予測にあたって、不快指数や相対湿度の指標を説明変数の 1 つに加えている場合もある（星名・須貝 1999、雪田ほか 2004）。しかしながら、湿度と気温との相関係数 R^2 をみると高い水準にあり、広域を対象とした電力消費の実績データの分析にあたっての追加的説明変数としての利用は不適な状況にある。

(3) 風速情報の活用可能性

風は、体感温度や都市空間での熱の移動に影響を及ぼすことから、冷房需要および暖房需要に影響を及ぼすとされている。電力需要の予測にあたっての説明変数として風の代理指標として風速等を利用する試みがされてきている（灰田 2008）。しかしながら、1 日の平均風速等を追加的な説明変数とする重回帰分析を行ったが、有意な結果は得られなかった。風速情報の活用にあたっては、その指標の選定方法も含めて検討の余地がある。

(4) 天気情報の活用可能性

電力需要の予測にあたって、説明変数として天気情報を使用しているケースがある（星名・須貝 1999 ほか）。天気は、昼の照明需要に影響を与えるものである。天気を代替する指標として全天日射量、雲量などが使用されている。しかしながら、全天日射量、雲量等を追加的な説明変数とする重回帰分析を行ったが、有意な結果は得られなかった。

3.5 日最大電力の減少率の算出方法

3.5.1 日最大電力の減少率の算出状況

(1) 電力会社需要家全体でみた日最大電力の減少率の算出状況

日最大電力の減少率の算出については、電力会社需要家全体を対象とした算出が行われてきている。2011年夏期の東京電力管内での各種節電対策による日最大電力の減少率については、経済産業省（2011）、永富（2011a, b, c, d）、東京電力（2011）、三菱総合研究所（2012）、菅沼（2013）らが報告している（表3-7）。経済産業省（2011）は、日別に前年同月同週同曜日との比較結果を同省HPに掲載していた。永富（2011d）は、前年同月同週同曜日との比較データを用い、気温変動および誤差を考慮すると概ね13～15%減の節電が達成できたと報告していた。

2012年度については、橘高・宮崎（2014）が日最大電力のデータを用いた気温感応度の指標により夏期および冬期の動向を報告している。

なお、2013年度以降の夏期の日最大電力の減少率についての報告はみられない。

(2) 部門別にみた日最大電力の減少率の算出状況

部門別（産業部門、家庭部門など）にみた電力消費の実績データは公表されていないため、推計レベルでの報告が行われてきている（表3-8）。東京電力（2011）では、日最大電力の減少率を需要家別に推計していた。同推計での日最大電力の減少率は、大規模工場等の大口需要家で約29%減、一般の事業所等の小口需要家で約19%減、家庭用で約6%減であった。全体では18%減であった。家庭用では、電力使用制限令が節電目標として掲げた15%減には届かない結果であった。

(3) 地方全体または県単位でみた日最大電力の減少率の算出状況

電力広域的運営推進機関が公表している地方全体での日最大電力の実績データを用いて、地方全体での電力消費の動向を分析している先行研究は見られない。また、電力会社が公表していた支店単位での日最大電力の実績データを用いて、県単位での電力消費および節電の状況を分析している先行研究も見られない。

表 3 - 7 2011 年度の日最大電力の減少率の算出例（夏期）

算出主体	日最大電力の減少率 (2010 年実績比)	備考
< 夏期 >		
東京電力需要家全体		
東京電力(2011)	<div>全体 18%</div> <div>大口需要家 約 29%</div> <div>小口需要家 約 19%</div> <div>家庭用 約 6%</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・大口需要家は、実績に基づく(一部推計あり)。 ・小口需要家、家庭用は、推計による。 ・比較は、下記の日ベースでの効果算出である。 2010 年 7 月 23 日(金)14～15 時 2011 年 8 月 18 日(木)14～15 時
永富(2011 d)	<div>6 月 13.5%</div> <div>7 月 13.9%</div> <div>8 月 14.6%</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・気温変動を考慮している。 ・数値は、前年同月同週同曜日比による。
村上ほか(2011)	17.0%	<ul style="list-style-type: none"> ・日単位での日最高気温と日最大電力の散布図から二次の回帰式を導出し、ここから 25～36℃平均の数値から推計している。 ・温度設定は、冷房需要が増加する 25℃と 2011 年夏期の最高気温 36℃とから設定している。
比護ほか(2011)	15.6%	<ul style="list-style-type: none"> ・気温変動を考慮している。
三菱総合研究所(2012)	18.7%	<ul style="list-style-type: none"> ・日単位での最高気温と日最大電力の散布図から、一次の回帰式を導出(2010 年度と 2011 年度)し、両式から最高気温が 30℃であった場合における日最大電力の減少率を推計している。
兵藤(2012)	<div>15%以上</div> <div>(12～24%程度、図より読み取り)</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースラインとの比較に基づき 2011 年夏期の日最大電力の減少率を算出している。 ・なお、1 時間単位で算出しているため、期間全体での日最大電力の減少率は算出していない。
菅沼(2013)	18.5%	<ul style="list-style-type: none"> ・気温変動を考慮している。
東北電力需要家全体		
永富(2011 d)	<div>6 月 14.0%</div> <div>7 月 13.4%</div> <div>8 月 17.6%</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・気温変動を考慮している。
比護ほか(2011)	15.3%	<ul style="list-style-type: none"> ・気温変動を考慮している。
< 冬期 >		
関西電力需要家全体		
アジア太平洋研究所(2012)	5.1%	<ul style="list-style-type: none"> ・電力消費の実績と気温変動(平均気温)の散布図から、平均気温を説明変数とする二次の回帰式を導出し、そこから日最大電力の減少率を算出している。 ・大阪市の平均気温の最頻度帯(80%以上)である 3～7℃での平均から算出している。 ・比較対象期間は、下記である。 2010 年 11 月 1 日～2011 年 2 月 20 日 2011 年 11 月 1 日～2012 年 2 月 20 日

表 3-8 部門別にみた日最大電力の減少率の算出例（夏期）

算出主体	日最大電力の減少率 (2010 年度実績比)	備考
<夏期> 東京電力需要家全体		
東京電力(2011)	<ul style="list-style-type: none"> ・2011 年の日最大電力の減少率 18%(全体) (内訳) 大口需要家 約 29% 小口需要家 約 19% 家庭用 約 6% 	
永富(2012)	<ul style="list-style-type: none"> ・2011 年の日最大電力の減少率 17%(全体) (内訳) 産業部門 18% (4.9%) 業務部門 21% (8.9%) 家庭部門 11% (3.2%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・14 時時点での推計値である。 ・() 内の数値は、全体の日最大電力の減少率に対する寄与度である。
関西電力需要家全体		
関西電力(2013a)	<ul style="list-style-type: none"> ・2013 年夏期の日最大電力の減少率 全体 約 280 万 kW 減(約 11%減) (内訳) 産業用 約 90 万 kW 減(約 9%減) 業務用 約 130 万 kW 減(約 12%減) 家庭用 約 60 万 kW 減(約 11%減) 	<ul style="list-style-type: none"> ・14～15 時の最大電力を算出対象としている。
関西電力(2014)	<ul style="list-style-type: none"> ・2014 年夏期の日最大電力の減少率 全体 約 320 万 kW 減(約 13%減) (内訳) 大口需要家 約 140 万 kW 減(約 13%減) 小口需要家 約 110 万 kW 減(約 11%減) ----- 産業用 約 115 万 kW 減(約 12%減) 業務用 約 135 万 kW 減(約 13%減) 家庭用 約 70 万 kW 減(約 14%減) 	<ul style="list-style-type: none"> ・14～15 時の最大電力を算出対象としている。 ・サンプルデータを基に、統計値などを用いて推計している。 ・小口需要家は、契約電力 500kW 未満の需要家である。
<冬期> 関西電力需要家全体		
関西電力(2012)	<ul style="list-style-type: none"> ・2012 年 10 月の日最大電力の減少率 (17～18 時) 全体 約 180 万 kW 減(約 9%減) (内訳) 大口需要家 約 75 万 kW 減(約 9%減) 小口需要家 約 70 万 kW 減(約 10%減) ----- 産業用 約 65 万 kW 減(約 9%減) 業務用 約 80 万 kW 減(約 10%減) 家庭用 約 35 万 kW 減(約 7%減) 	
関西電力(2013b)	<ul style="list-style-type: none"> ・2012 年度冬期の日最大電力の減少率 ・9～10 時 全体 約 150 万 kW 減(約 6%減) (内訳) 産業用 約 70 万 kW 減(約 8%減) 業務用 約 50 万 kW 減(約 6%減) 家庭用 約 30 万 kW 減(約 5%減) ----- ・18～19 時 全体 約 150 万 kW 減(約 6%減) (内訳) 産業用 約 60 万 kW 減(約 8%減) 業務用 約 55 万 kW 減(約 7%減) 家庭用 約 35 万 kW 減(約 4%減) 	<ul style="list-style-type: none"> ・サンプルデータを基に、統計値などを用いて推計している。 ・小口需要家は、契約電力 500kW 未満の需要家である。

3.5.2 震災による日最大電力への影響

震災後の電力消費の動向の分析にあたっては、気温変動による影響に加えて震災による影響を考慮することが課題である。企業等による生産活動の動向を把握する指標の1つとして地方別に月単位で公表されている鉱工業生産指数（IIP）がある。比護ほか（2011）は、企業等での生産活動の減少による影響を区分するために、気温に加えてこのIIPを電力需要の推計式の説明変数に追加し、2011年夏期における電力消費の減少動向を分析している。その分析結果をみると、気温変動による影響を除外した日最大電力の減少率は、東京電力需要家全体で15.6%減、東北電力需要家全体で15.3%減であった。また、この日最大電力の減少分のうち生産活動の減少によるものの割合は、東京電力需要家全体では減少分の3%分、東北電力需要家全体では減少分の15%分であったと報告している。2011年夏期における日最大電力の減少は、震災による一時的な需要減よりもそれ以外（気温変動もしくは需要家による節電への取組）による影響が大きかったことがうかがえる。

東北地方でのIIPの推移（図3-8）をみると、回復に遅れがみられるものの2012年2月には関東地方並みの水準にまで達していた。その後は、関東地方と同様な動きで推移していた。2012年度始めの時点においては、東北地方では震災に伴う一時的な生産活動の減少の段階から恒常的な経済活動の段階に移行していたと考えられる。このため、2012年度以降の減少率の算出にあたっては、震災に伴う一時的な生産活動の減少を考慮する必要性は高くはないと考えられる。

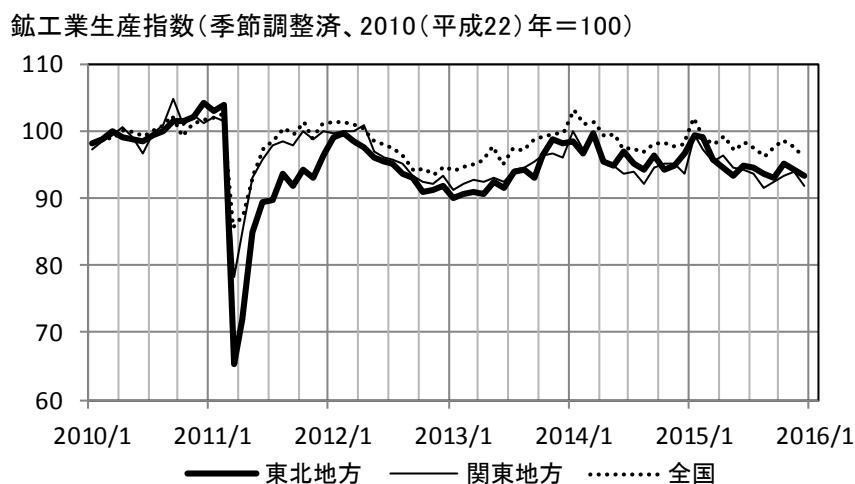


図3-8 鉱工業生産指数(IIP)の推移

3.5.3 日最大電力の減少率の算出方法の一覧

震災後に生じた節電対応への必要性が契機となり、その実績評価の観点から日最大電力の減少率の算出が行われてきている。先述の方法も含め減少率の算出方法を一覧化すると、表3-9に記載のように多様な方法が報告されている。

これらの方法の中で、より直観的に日最大電力の減少動向を把握できる方法として、同月同週同曜日比較の方法（表3-9の方法3）がある。この方法の利点は、比較対象日との気温の差分と日最大電力の差分の比率の散布図から両者による一次の回帰式が得られることである。この回帰式のY切片は、比較対象日との気温差がなかったとした場合の日最大電力の減少率であり、気

温変動による影響を考慮した日最大電力の減少率と見込むことができる。

表 3 - 9 日最大電力の減少率の算出方法の一覧

算出方法	算出例	課題等
方法 1 最大ピークでの比較(日最大電力が最大となった数値での比較)	東京電力(2011)	・最大ピークが発生した1日のデータのみ に依存する。 ・気温変動による影響は反映されない。
方法 2 前年同月同週同曜日との日単位 での比較(気温変動は反映して いない)	経済産業省(2011)	・気温変動による影響は反映されない。 ・期間全体での日最大電力の減少率を算 出できない。
方法 3 前年同月同週同曜日との比較に 気温変動(気温差)を加味して分 析	永富(2011)	・月日のずれによる影響については、別 途検討する必要がある。
方法 4 気温変動(日最高気温など)と電 力消費とを散布図を用いて比較	村上ほか(2011)、 三菱総合研究所 (2012)	・日最大電力の減少率を算出するにあた っては、算出に用いる気温を設定する必 要がある。
方法 5 過去の実績から算出したベース ラインとしての推計値と実績との 比較	比護ほか(2011)、 兵藤(2012)	・過去の実績より基準とするベースライン の推計が別途必要となる。 ・ベースラインの推計そのものに誤差が含 まれる。
方法 6 気温変動(日最高気温など)の 積算値と日最大電力の積算値と の比較	菅沼(2013)	・夏期の分析には有効であるが、冬期の 分析には有効ではないと指摘している (菅沼 2013)。
方法 7 気温変動(日最高気温など)に 加えて、経済活動の影響を加味 して比較	比護ほか(2011)	・経済活動による影響の反映方法につい ては継続的検討課題である。

3.6 小括

本章では、電力消費の実績データの活用に向けた見える化への取組動向、電力需要の予測方法の詳細、および日最大電力の算出方法を確認した。これらの先行研究のレビューから、電力消費の実績データの分析にあたっての参考事項として、下記を確認した(表 3 - 10)。

表 3 - 10 電力消費の実績データの分析にあたっての参考事項

- ・電力消費の実測データの活用に向けた見える化の動向を概観すると、現状では数値表示型等の情報提供のレベルにとどまっており、開発途上の段階にある。電力消費の見える化に向けては、引き続き改善が期待される。
- ・夏期および冬期における日最大電力の実績データの分析にあたっては、気温情報のみで統計的にみて十分な説明力が得られている。
- ・日最大電力の実績データの分析にあたって、日平均または特定時間帯での湿度、風速、曜日、天気(晴天率、雲量)等の気温以外の気象情報を追加的な説明変数として重回帰分析を行ったが有意な結果は得られなかった。
- ・気温変動による影響を考慮した日最大電力の算出方法として、同月同週同曜日比較による方法がある。この手法は、より直観的に日最大電力の減少動向を把握できる手法である。

第4章 夏期および冬期の期間全体でみた日最大電力の減少率の見える化

4.1 本章の目的

本章では、夏期および冬期の期間全体を対象とした日最大電力の減少動向（減少率）の見える化の手法を構築するとともに、その手法を用いて、夏期および冬期における日最大電力の減少率を算出した。なお、電力需要は気温変動による影響が大きいいため、日最大電力の減少率の算出にあたっては気温変動による影響を考慮している。

4.2 研究の方法

4.2.1 本章での見える化の手法

本章での見える化とは、2010 年度または前年度の同月同週同曜日の実績との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分の比率との関係性を描いた散布図により両者の関係性を視覚的に直観的かつ簡易に確認するとともに、散布図より得られる一次の回帰式の Y 切片を日最大電力の減少率と見込むことを指す。

先行研究では、この減少率の指標を節電率と呼ぶ場合もあるが、本研究の対象である日最大電力の減少分は、需要家による能動的な節電行為のみによるものではないことを考慮し、本研究では減少率と呼ぶ。

4.2.2 分析対象地域と分析単位

分析対象地域は、東京電力および東北電力の供給管内である東日本地域とし、地方全体（関東地方、東北地方）、電力会社需要家全体（東京電力需要家全体、東北電力需要家全体）、および県単位を分析単位とした。県単位では、2010 年夏期の実績データが公表されていた群馬県と山梨県をケースとして減少率を算出した。なお、県単位での冬期については、山梨県での 2010 年度のデータは非公表であったため、群馬県のみで分析を行った。

第 1 章で記載のとおり、関東地方での新電力による需要実績のシェアの推移（日最大電力ベース）をみると、2011 年夏期の段階では新電力からの電力購入の増分は大きくなく、離脱による影響はまだ小さかったと考えられる。2012 年度以降をみると、新電力のシェアは徐々に増加していた。同様に、東北地方についてみると、2014 年度半ばまでは新電力の需要実績のシェア（日最大電力ベース）は 1 % 程度の水準であった。その後、徐々に増加していた。この点を踏まえ、2012 年度以降の分析では、地方全体（関東地方、東北地方）を主たる分析対象とした。

分析にあたっては、地方全体の数値は新電力の需要家分も含んだ実績であること、電力会社需要家全体および県単位の数値は新電力の需要家分は含まない実績であること、これらに注意する必要がある。また、第 1 章で記載のとおり、電力会社需要家全体および県単位での実績データの減少分の中には、電力の購入先の新電力への変更（電力会社からの離脱）による電力会社からの購入電力の減少分が含まれていることに注意する必要がある。

4.2.3 分析対象期間

夏期は7～8月、冬期は12～2月を分析対象期間とした。

分析対象年度は2011～2016年度とし、各年度の土曜、日曜、祝日、お盆期間（8月12日～16日）、および年末年始（12月28日～1月5日）を除いた平日を分析対象とした。第2章での分析より、同時期における平日と休日（土曜、日曜、および祝日）を比較すると、休日の日最大電力は平日よりも低い水準にある。この点を踏まえ、分析対象は平日のみに限定した。また、お盆期間および年末年始は休日並みの水準であるため、分析対象から除外した（以下、「休日」と呼ぶ）。

減少率の算出にあたっては、政府や自治体による節電要請が夏期は7月、冬期は12月から始まっていたことを踏まえ、各年の7月1日または12月1日以降の同月同週同曜日にあたる日のデータを比較対象とした（表4-1）。算出対象年度または2010年度のデータのいずれかが祝日、お盆期間、または年末年始の場合には、減少率の算出対象データから除外した。なお、比較の都合により9月または3月第1週のデータが一部含まれる。

表4-1 同月同週同曜日比較での比較対象日(2011年夏期の場合)

2011/7/1 (金)	7/2 (土)	7/3 (日)	7/4 (月)	7/5 (火)	7/6 (水)	7/7 (木)	7/8 (金)	7/9 (土)	7/10 (日)	7/11 (月)	7/12 (火)	7/13 (水)	7/14 (木)	7/15 (金)	7/16 (土)	7/17 (日)	7/18 (月)	7/19 (火)	7/20 (水)	7/21 (木)
2010/7/2 (金)	7/3 (土)	7/4 (日)	7/5 (月)	7/6 (火)	7/7 (水)	7/8 (木)	7/9 (金)	7/10 (土)	7/11 (日)	7/12 (月)	7/13 (火)	7/14 (水)	7/15 (木)	7/16 (金)	7/17 (土)	7/18 (日)	7/19 (月)	7/20 (火)	7/21 (水)	7/22 (木)
2011/7/22 (金)	7/23 (土)	7/24 (日)	7/25 (月)	7/26 (火)	7/27 (水)	7/28 (木)	7/29 (金)	7/30 (土)	7/31 (日)	8/1 (月)	8/2 (火)	8/3 (水)	8/4 (木)	8/5 (金)	8/6 (土)	8/7 (日)	8/8 (月)	8/9 (火)	8/10 (水)	8/11 (木)
2010/7/23 (金)	7/24 (土)	7/25 (日)	7/26 (月)	7/27 (火)	7/28 (水)	7/29 (木)	7/30 (金)	7/31 (土)	8/1 (日)	8/2 (月)	8/3 (火)	8/4 (水)	8/5 (木)	8/6 (金)	8/7 (土)	8/8 (日)	8/9 (月)	8/10 (火)	8/11 (水)	8/12 (木)
2011/8/12 (金)	8/13 (土)	8/14 (日)	8/15 (月)	8/16 (火)	8/17 (水)	8/18 (木)	8/19 (金)	8/20 (土)	8/21 (日)	8/22 (月)	8/23 (火)	8/24 (水)	8/25 (木)	8/26 (金)	8/27 (土)	8/28 (日)	8/29 (月)	8/30 (火)	8/31 (水)	
2010/8/13 (金)	8/14 (土)	8/15 (日)	8/16 (月)	8/17 (火)	8/18 (水)	8/19 (木)	8/20 (金)	8/21 (土)	8/22 (日)	8/23 (月)	8/24 (火)	8/25 (水)	8/26 (木)	8/27 (金)	8/28 (土)	8/29 (日)	8/30 (月)	8/31 (火)	9/1 (水)	

注)土曜、日曜、祝日、およびお盆期間(8月12日～16日)については、灰色を付した。

4.2.4 日最大電力の減少率の算出方法

群馬県をケースとして、夏期における日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図をみると、気温が高くなると日最大電力は増加し、気温が低くなると日最大電力は減少する関係がある。2010年夏期と2011年夏期を比較した場合、2011年は前年を下回る水準で推移していた（図4-1）。

合わせて、前年の同月同週同曜日の実績との日最高気温の差分と日最大電力の差分の比率を比較した場合、傾きが正の一次の相関を観察することができる（図4-2）。この一次の回帰式のY切片は、気温差がなかったとした場合の日最大電力の減少率と考えることができる。

上記を踏まえ、本章では、比較年との同月同週同曜日の実績との日最高気温の差分と日最大電力の差分の比率より日最大電力の減少率を算出した。

なお、本章での同月同週同曜日比較の方法による気温の差分と日最大電力の差分の比率の散布図より導出した1次の回帰式のY切片および傾きのt値はいずれも絶対値が2以上であり、p値はいずれも1%水準で有意であった。

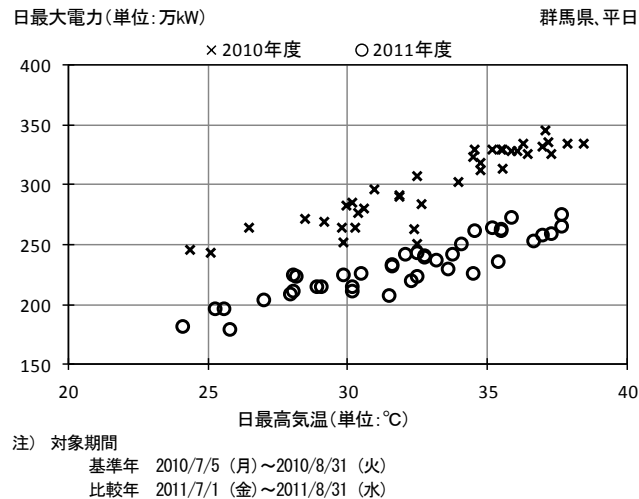


図 4-1 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(群馬県、2010-2011 年夏期)

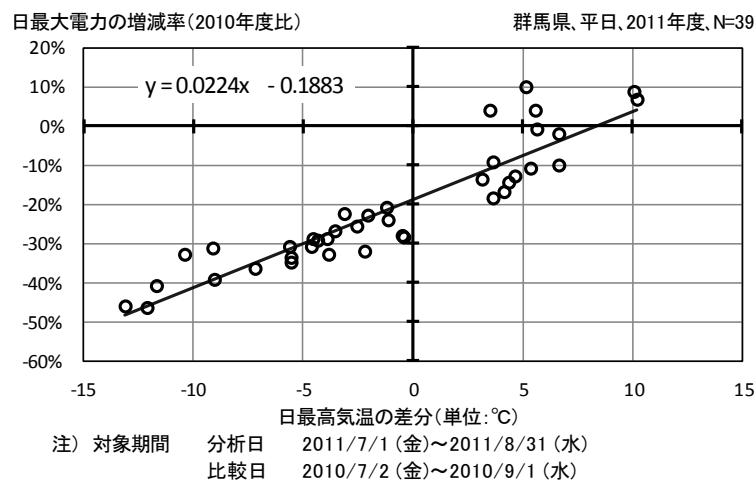


図 4-2 同月同週同曜日比較による日最高気温と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図(群馬県、2011 年夏期)

4.2.5 先行研究との相違点

同月同週同曜日比較による分析を行っている先行研究として永富 (2011 d) がある。永富 (2011 d) は、電力会社需要家全体を対象とし、1 時間単位のデータを用いて月単位 (6～8 月) ならびに昼間 (9～20 時) と夜間 (21～8 時) の 2 区分で分析しているが、本研究では、日最大電力のデータから減少率を算出している。

本章での日最大電力の減少率の算出方法は、①電力消費データに関しては、日最大電力の実績データのみを用いて日最大電力の減少率を算出していること、②地方全体 (関東地方、東北地方) および県単位 (群馬県、山梨県) についても分析対象としていること、③地方全体のケースに限られるが、新電力の需要家分も含めた実績を対象とし減少率を算出していること、④震災直後の 2011 年度に加えて 2012 年度以降も減少率を算出していること、⑤冬期も分析対象としていること、⑥同月同週同曜日比較より得られる日最大電力の気温感応度の指標を用いた分析を行っていること (第 6 章にて分析)、これらが先行研究と異なる点である。電力広域的運営推進機関が公表

している日最大電力のデータも使用することにより新電力の需要家分も含めた地方全体での日最大電力の減少率を把握しており、より幅広い需要家を対象として日最大電力の動向を確認することができている。

4.3 夏期における日最大電力の減少率の動向

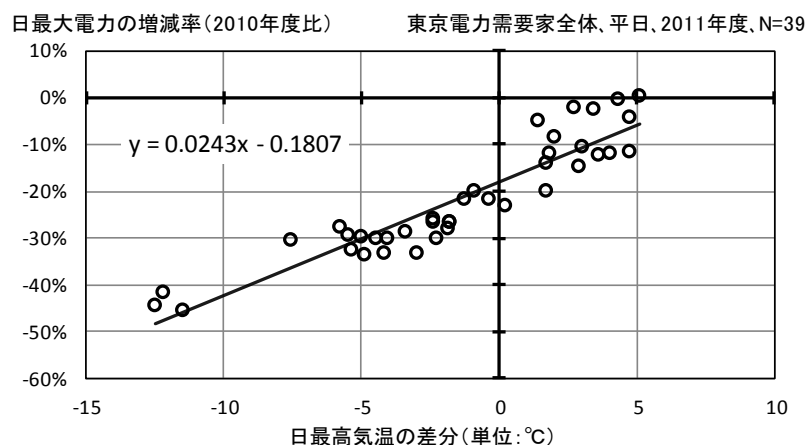
4.3.1 2011 年夏期における日最大電力の減少率

(1) 7～8 月全体でみた日最大電力の減少率

同月同週同曜日比較の方法により 2011 年夏期（7～8 月）の 2010 年比（前年比）でみた日最大電力の減少率は、18～19%減の水準であった（表 4－2）。いずれの分析単位とも、電力使用制限令が求める節電目標 15%減の水準を上回っていた。7～8 月の期間全体でみた場合、節電目標 15%は達成されていた。（図 4－3～図 4－8）

表 4－2 2011 年夏期における日最大電力の減少率

分析単位	2011 年夏期の減少率 (2010 年比)	備考
関東地方 (地方全体)	18%減	図 4－7
東京電力需要家全体	18%減	図 4－3
群馬県	19%減	図 4－5
山梨県	18%減	図 4－6
東北地方 (地方全体)	18%減	図 4－8
東北電力需要家全体	18%減	図 4－4



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.8486

3. t 値、p 値等

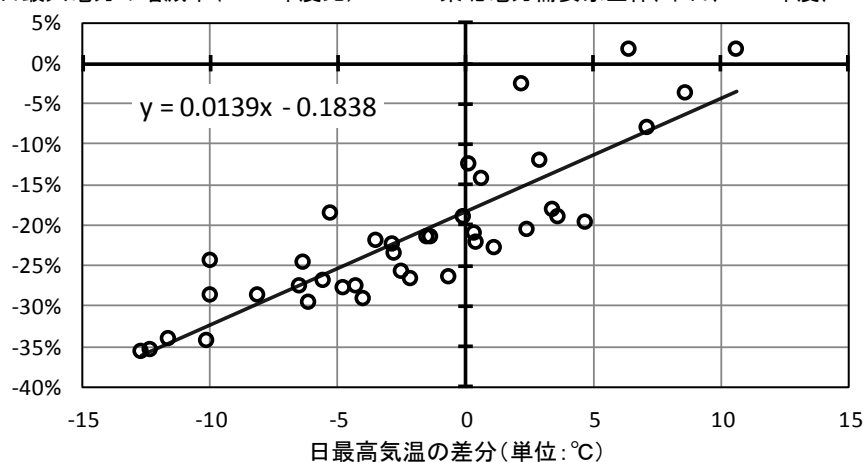
	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.024	0.0017	14.63	0.0000 ***
Y切片	-0.181	0.0080	-22.54	0.0000 ***

***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/7/1 (金)～2011/8/31 (水)
比較日 2010/7/2 (金)～2010/9/1 (水)

図 4－3 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東京電力需要家全体、2011 年夏期)

日最大電力の増減率(2010年度比) 東北電力需要家全体、平日、2011年度、N=39



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.7336

3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.014	0.0014	10.28	0.0000 ***
Y切片	-0.184	0.0083	-22.20	0.0000 ***

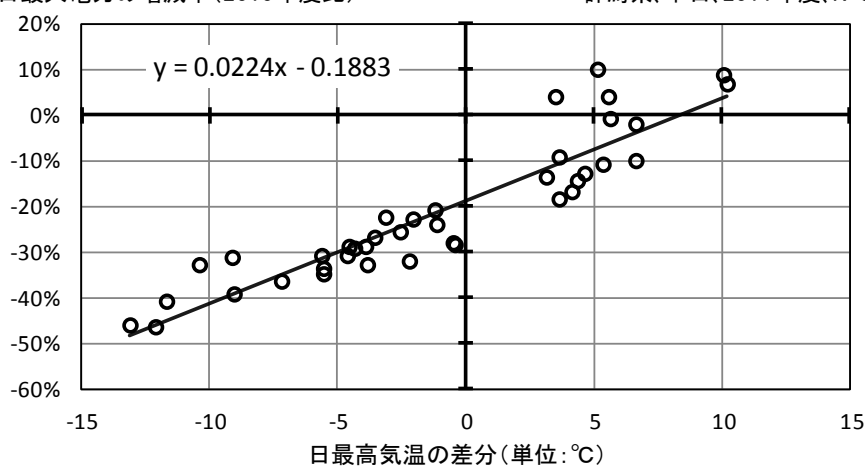
***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/7/1 (金)～2011/8/31 (水)

比較日 2010/7/2 (金)～2010/9/1 (水)

図 4-4 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北電力需要家全体、2011 年夏期)

日最大電力の増減率(2010年度比) 群馬県、平日、2011年度、N=39



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.8379

3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.022	0.0016	14.05	0.0000 ***
Y切片	-0.188	0.0100	-18.87	0.0000 ***

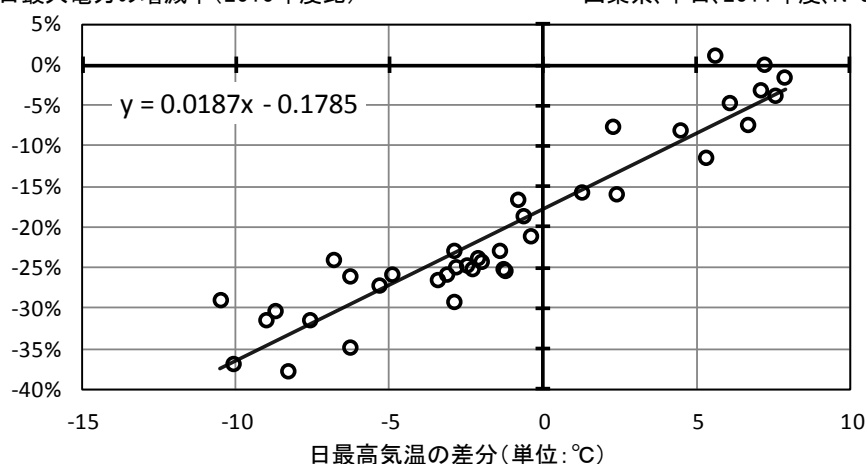
***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/7/1 (金)～2011/8/31 (水)

比較日 2010/7/2 (金)～2010/9/1 (水)

図 4-5 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(群馬県、2011 年夏期)

日最大電力の増減率(2010年度比) 山梨県、平日、2011年度、N=38



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.8778

3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.019	0.0011	16.33	0.0000 ***
Y切片	-0.179	0.0063	-28.40	0.0000 ***

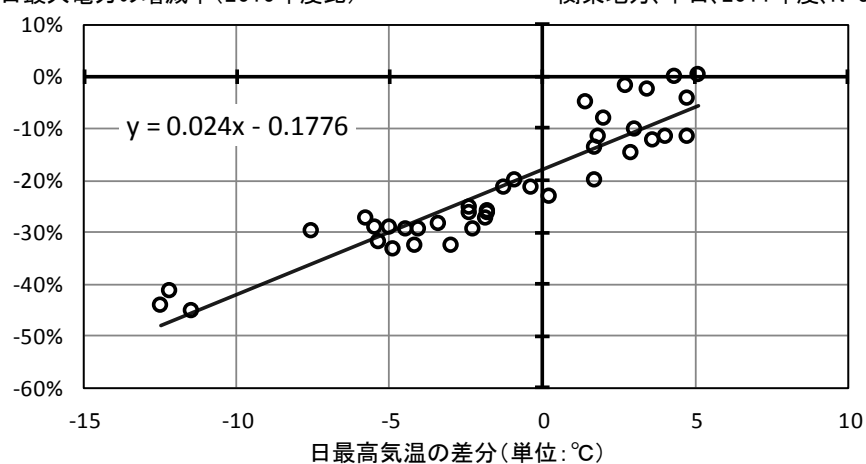
***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/7/4 (月)~2011/8/31 (水)

比較日 2010/7/5 (月)~2010/9/1 (水)

図 4-6 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(山梨県、2011 年夏期)

日最大電力の増減率(2010年度比) 関東地方、平日、2011年度、N=39



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.8505

3. t 値、p 値等

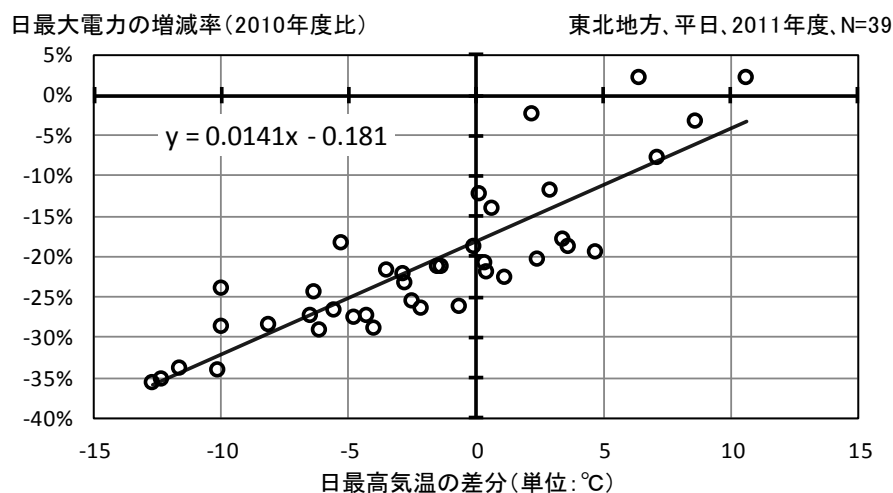
	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.024	0.0016	14.74	0.0000 ***
Y切片	-0.178	0.0079	-22.52	0.0000 ***

***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/7/1 (金)~2011/8/31 (水)

比較日 2010/7/2 (金)~2010/9/1 (水)

図 4-7 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(関東地方、2011 年夏期)



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.7355

3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.014	0.0014	10.33	0.0000 ***
Y切片	-0.181	0.0083	-21.80	0.0000 ***

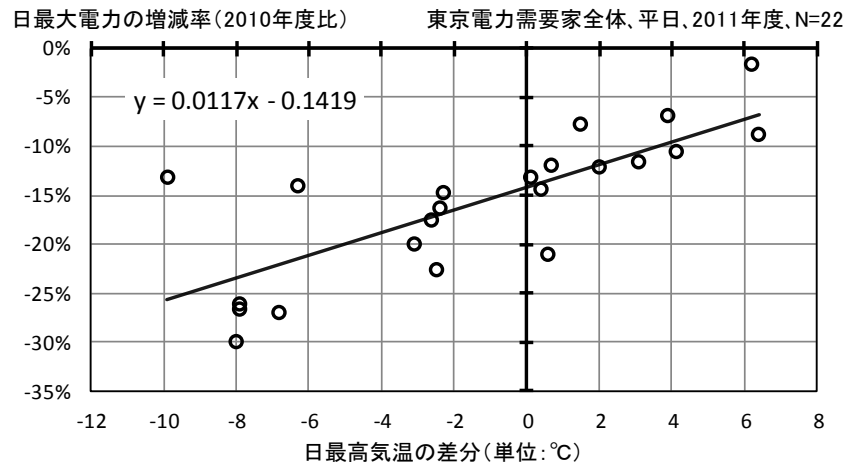
***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/7/1 (金)～2011/8/31 (水)
比較日 2010/7/2 (金)～2010/9/1 (水)

図4-8 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北地方、2011年夏期)

(2) 6月における日最大電力の減少率

節電目標 15%減の対象期間が始まる前(電力使用制限令の発動前)の2011年6月について、同月同週同曜日比較の方法により、東京電力需要家全体および東北電力需要家全体における2010年比(前年比)でみた日最大電力の減少率は、いずれも14%減の水準であった。6月の段階においては、節電目標 15%減の水準を下回る状況であった(図4-9、図4-10)。なお、群馬県と山梨県については2010年6月の実績は得られていないため、6月の分析は行っていない。



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.5717

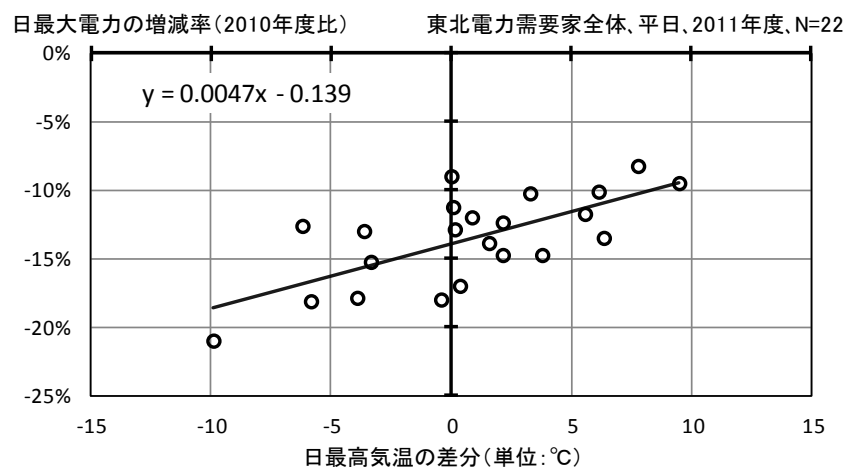
3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.012	0.0022	5.39	0.0000 ***
Y切片	-0.142	0.0107	-13.29	0.0000 ***

***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/6/1 (水)～2011/6/30 (木)
比較日 2010/6/2 (水)～2010/7/1 (木)

図4-9 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東京電力需要家全体、2011年6月)



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.4431

3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	0.005	0.0011	4.21	0.0004 ***
Y切片	-0.139	0.0054	-25.83	0.0000 ***

***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/6/1 (水)～2011/6/30 (木)
比較日 2010/6/2 (水)～2010/7/1 (木)

図4-10 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北電力需要家全体、2011年6月)

4.3.2 夏期における 2012 年以降の日最大電力の減少率の年次推移

(1) 地方単位でみた夏期における日最大電力の減少率の年次推移

直近の 2016 年度までの年次比較が可能であるのは、新電力の需要家分も含んだ実績である地方全体である。2012 年度以降の年次比較にあたっては、地方単位を主たる分析対象とする。

2011 年夏期と同様に、地方全体での 2012 年以降における夏期の日最大電力の 2010 年比でみた減少率は、関東地方および東北地方とも、2011 年はいずれも減少したが、2012 年から 2015 年にかけては概ね横ばいの動きであった（図 4 - 11～図 4 - 16）。

なお、関東地方および東北地方ともに、2010 年比でみた 2016 年夏期の日最大電力の減少率は、増加に転じていた。しかしながら、比較対象を前年の 2015 年実績とした場合の減少率をみると、関東地方では 1.5%減、東北地方では 2.5%減の水準であった。減少率の算出に用いた回帰式の Y 切片の p 値は、いずれも有意水準 1 %は満たさない結果であった。また、第 2 章の分析より 2016 年夏期の暑さは厳しくなかったこと、2016 年夏期に新たな節電対策が講じられていたいたわけではなかったこと、これらのことから、日最大電力の減少率の増加は、気象要因によるところが大きいと考えられる。2012 年以降において、夏期における日最大電力の抑制（節電）が進んでいることは確認できない。

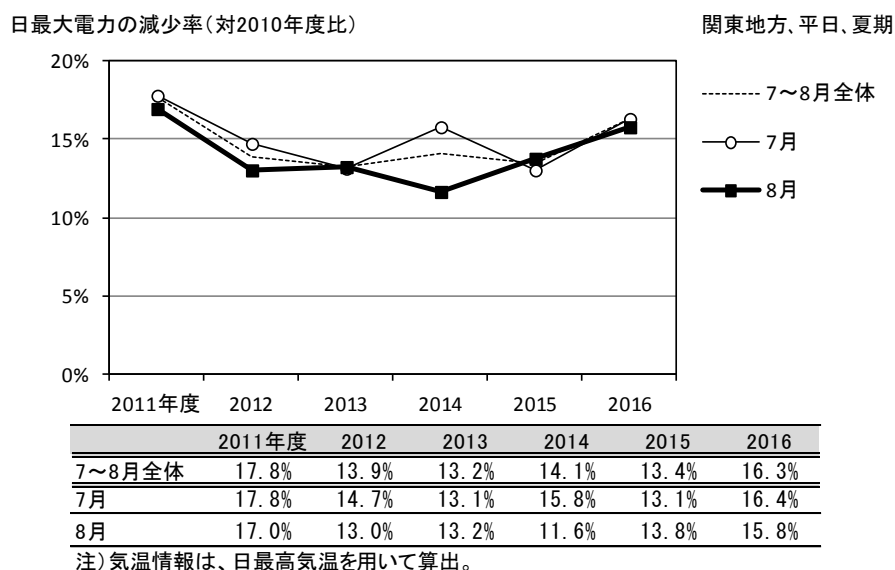
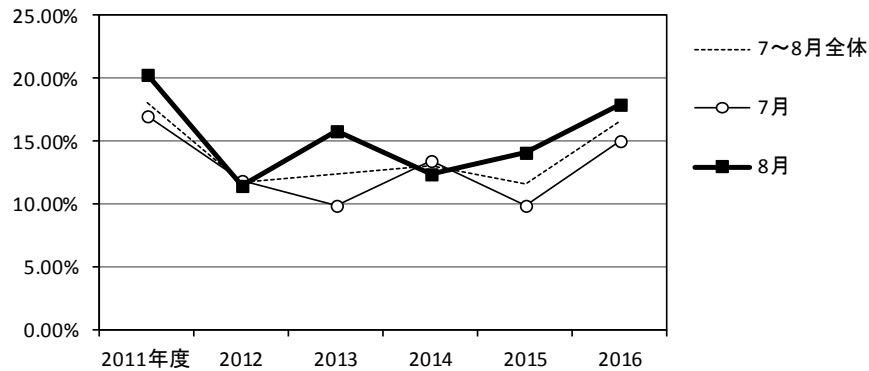


図 4 - 11 月単位でみた日最大電力の減少率の年次推移(関東地方、夏期、2010 年比)

日最大電力の減少率(対2010年度比)

東北地方、平日、夏期



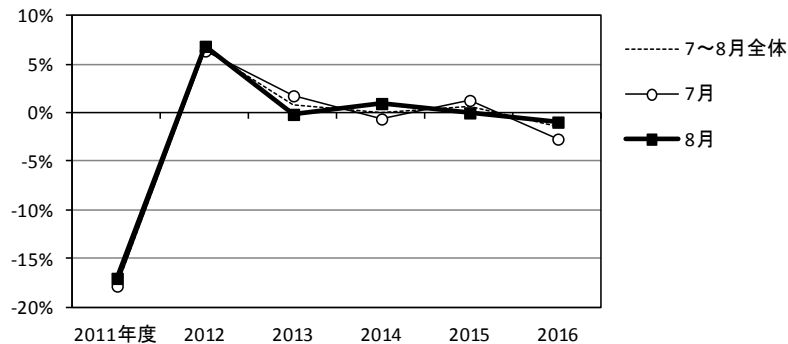
	2011年度	2012	2013	2014	2015	2016
7~8月全体	18.1%	11.7%	12.4%	13.0%	11.6%	16.6%
7月	17.0%	11.8%	9.8%	13.5%	9.8%	15.0%
8月	20.4%	11.4%	15.8%	12.3%	14.0%	17.9%

注) 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

図4-12 月単位でみた日最大電力の減少率の年次推移(東北地方、夏期、2010年比)

日最大電力の増減率(対前年度比)

関東地方、平日、夏期



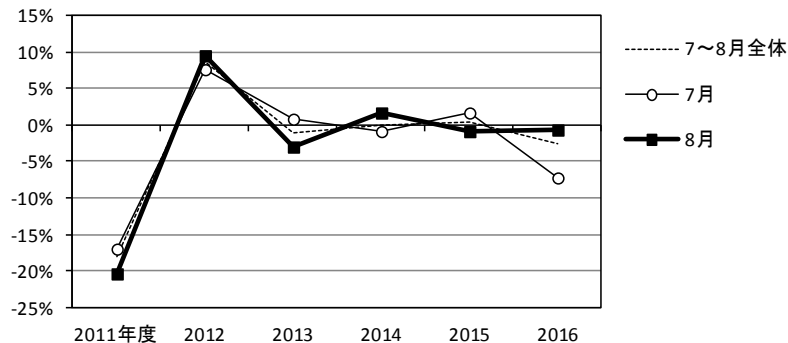
	2011年度	2012	2013	2014	2015	2016
7~8月全体	-17.8%	6.5%	0.9%	0.1%	0.6%	-1.5%
7月	-17.8%	6.3%	1.7%	-0.7%	1.2%	-2.7%
8月	-17.0%	6.8%	-0.2%	1.0%	0.0%	-1.0%

注) 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

図4-13 月単位でみた日最大電力の増減率の年次推移(関東地方、夏期、前年比)

日最大電力の増減率(対前年度比)

東北地方、平日、夏期



	2011年度	2012	2013	2014	2015	2016
7~8月全体	-18.1%	8.8%	-1.0%	-0.1%	0.4%	-2.5%
7月	-17.0%	7.5%	0.7%	-0.9%	1.7%	-7.2%
8月	-20.4%	9.6%	-3.0%	1.7%	-0.8%	-0.8%

注) 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

図4-14 月単位でみた日最大電力の増減率の年次推移(東北地方、夏期、前年比)

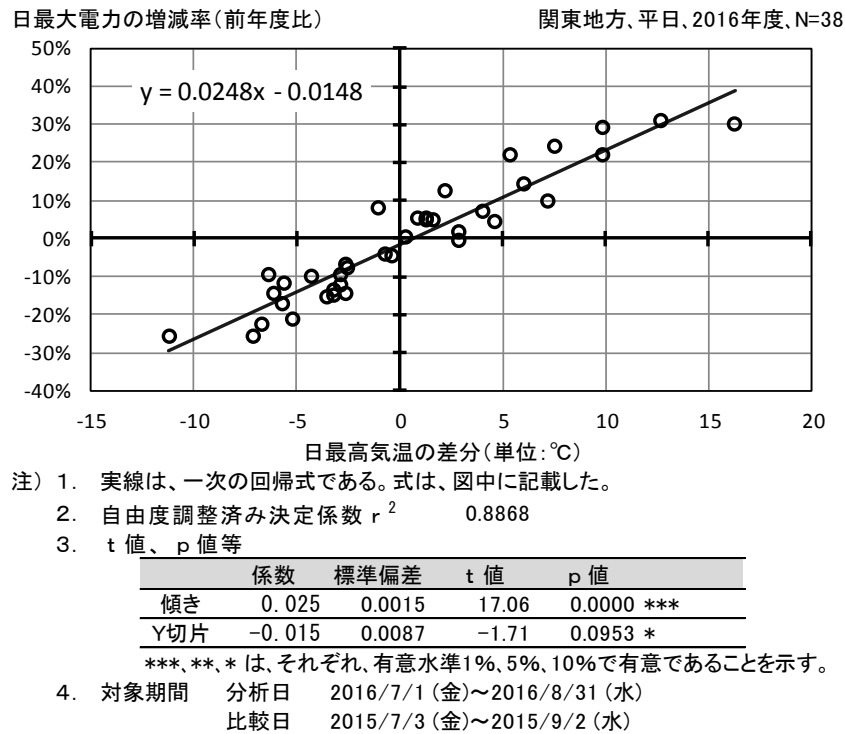


図 4 - 15 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図
 とそれより算出した日最大電力の減少率(関東地方、2016 年夏期)

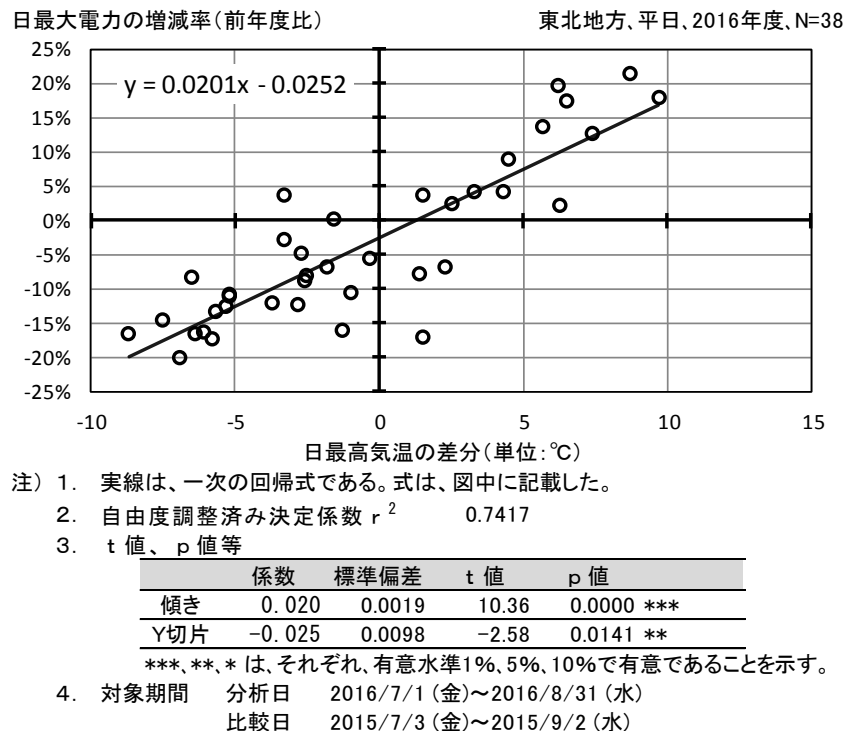
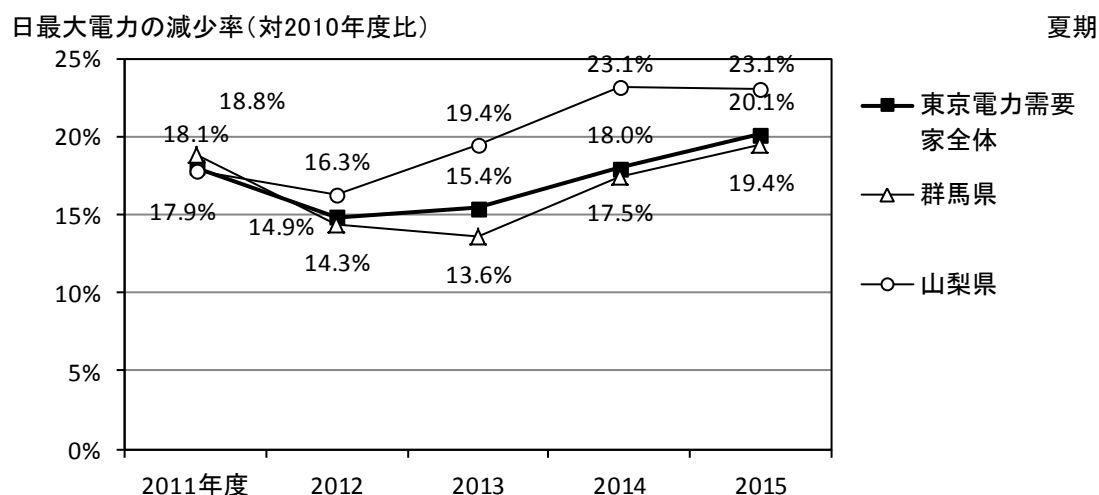


図 4 - 16 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図
 とそれより算出した日最大電力の減少率(東北地方、2016 年夏期)

(2) 県単位でみた夏期における日最大電力の減少率の年次推移

参考として、同様な手法により、群馬県および山梨県での2012年以降における夏期の日最大電力の減少率の年次推移をみると、減少、増加で推移してきている（図4-17）。東京電力需要家全体での減少率と比較してみると、山梨県は東京電力需要家全体の水準を上回る水準にある。一方、群馬県は東京電力需要家全体の水準を下回る水準にある。山梨県においては、新電力への電力の購入先の変更（電力会社からの離脱）が、東京電力需要家全体および群馬県に比べて進んでいる可能性がある。

なお、群馬県、山梨県、および東京電力需要家全体の実績の数値には、新電力の需要家分は含まれておらず、その減少分には新電力への電力の購入先の変更による減少分が含まれていることに注意する必要がある。



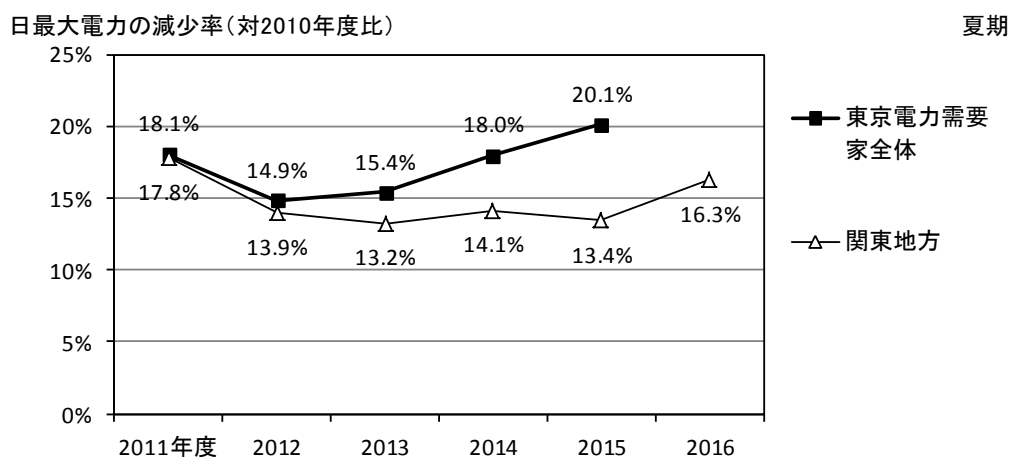
注) 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

図4-17 群馬県、山梨県と東京電力需要家全体での日最大電力の減少率の年次推移(夏期)

(3) 夏期の日最大電力の減少率でみた地方全体と電力会社需要家全体との差異の年次推移

合わせて参考として、新電力の需要家分は含まない実績である電力会社需要家全体での日最大電力の減少率の経年推移をみると、東京電力需要家全体での減少率は、2014年以降、徐々に増加していた。関東地方と東京電力需要家全体との減少率を比較すると差が生じているが、これは新電力への電力の購入先の変更（電力会社からの離脱）による影響と考えられる（図4-18）。

同様に、東北電力需要家全体についてみると、2014年までは東北地方と同水準であったが、2015年は差が生じていた。この差分についても、電力会社からの離脱による影響と考えられる（図4-19）。

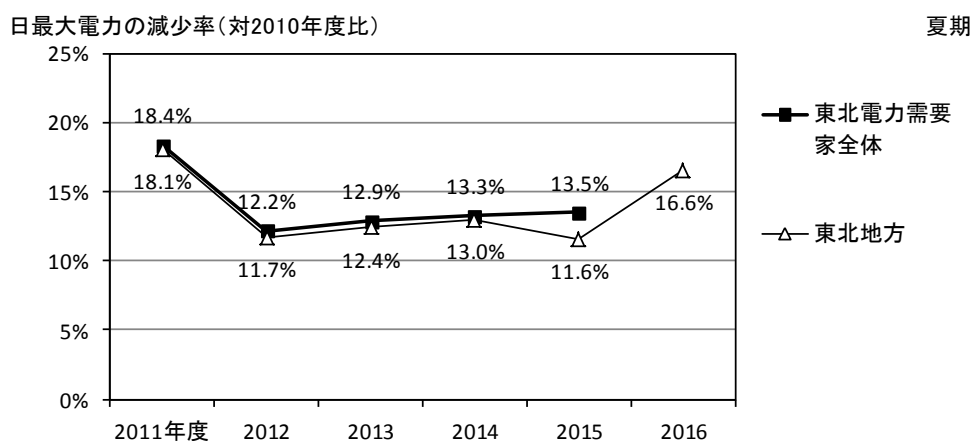


注) 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

注) 1. 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

2. 2016年4月以降、東京電力需要家全体の数値は、公表されなくなっているため、2016年度の東京電力需要家全体での減少率は算出できない。

図4-18 関東地方と東京電力需要家全体での日最大電力の減少率の年次推移(夏期)



注) 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

注) 1. 気温情報は、日最高気温を用いて算出。

2. 2016年4月以降、東北電力需要家全体の数値は、公表されなくなっているため、2016年度の東北電力需要家全体での減少率は算出できない。

図4-19 東北地方と東北電力需要家全体での日最大電力の減少率の年次推移(夏期)

4.4 冬期における日最大電力の減少率の動向

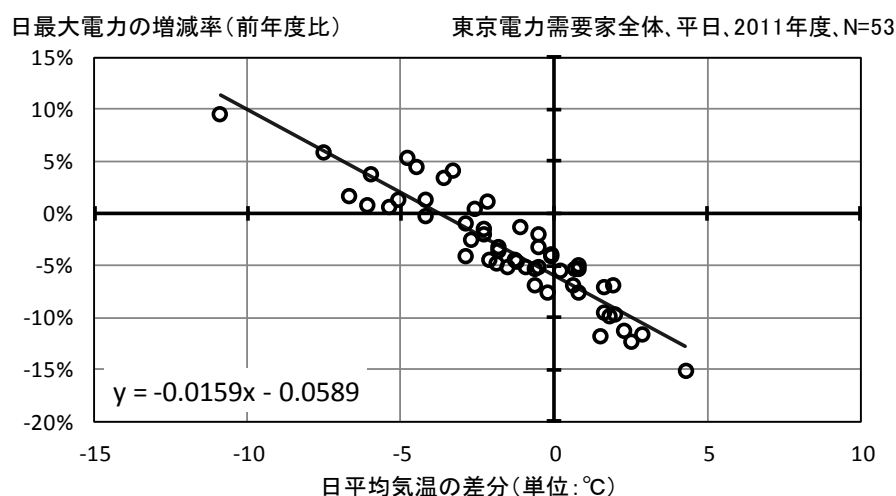
4.4.1 2011 年度冬期における日最大電力の減少率

夏期と同様に、同月同週同曜日比較による対前年度比でみた 2011 年度冬期の日最大電力の減少率は、東京電力需要家全体および関東地方では 6 % 減、群馬県では 5 % 減、東北電力需要家全体および東北地方では 8 % 減の水準であった（表 4 - 3、図 4 - 20～図 4 - 22）。

冬期においても、夏期と同様に同月同週同曜日比較の手法により日最大電力の減少率を算出できる。

表 4 - 3 2011 年度冬期における日最大電力の減少率

分析単位	2011 年度冬期の減少率 (2010 年度比)	備考
関東地方	(地方全体) 6%減	図 4 - 21
	東京電力需要家全体 6%減	図 4 - 20
	群馬県 5%減	図 4 - 22
	山梨県 —	データなし
東北地方	(地方全体) 8%減	図 4 - 24
	東北電力需要家全体 8%減	図 4 - 23



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.8435

3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	-0.016	0.0009	-16.77	0.0000 ***
Y切片	-0.059	0.0031	-18.77	0.0000 ***

***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/12/1 (木)～2012/2/29 (水)
 比較日 2010/12/2 (木)～2011/3/2 (水)

図 4 - 20 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東京電力需要家全体、2011 年度冬期)

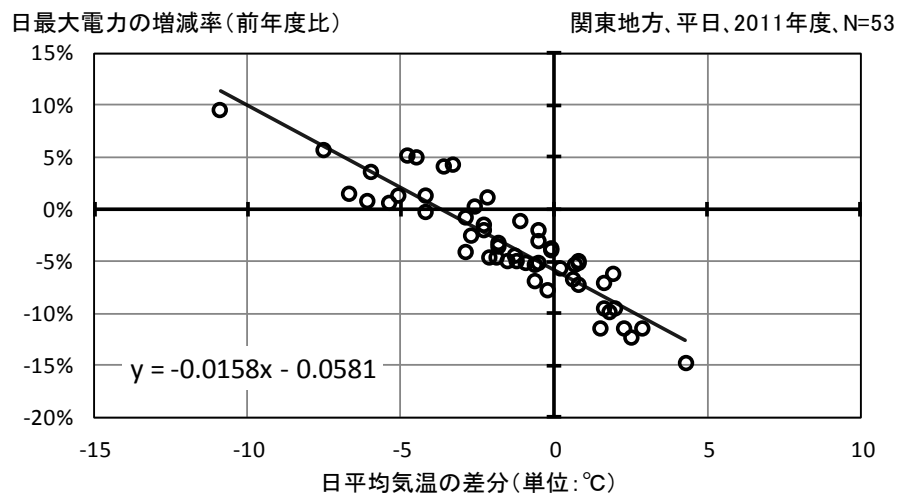


図 4 - 21 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図
とそれより算出した日最大電力の減少率(関東地方、2011 年度冬期)

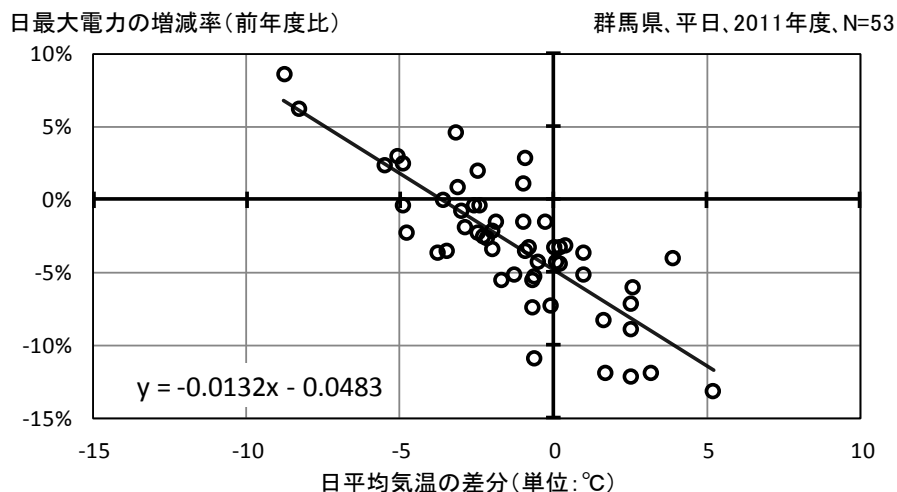
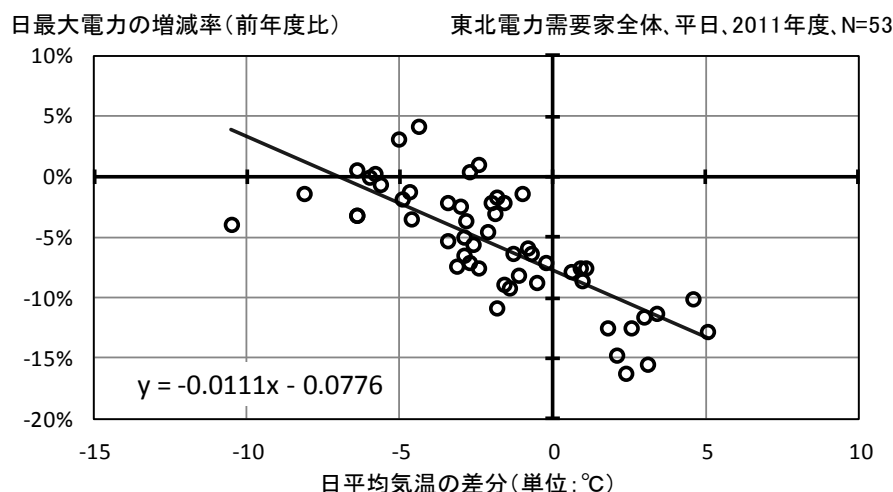


図 4 - 22 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図
とそれより算出した日最大電力の減少率(群馬県、2011 年度冬期)



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.5722

3. t 値、p 値等

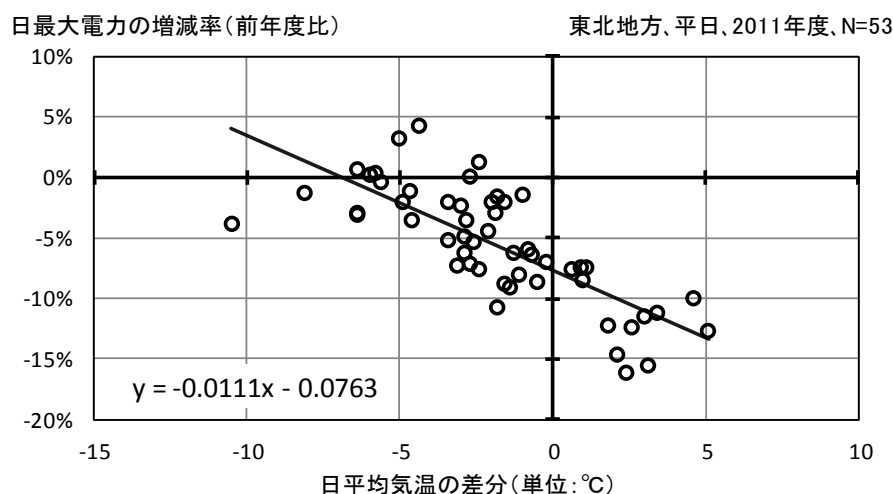
	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	-0.011	0.0013	-8.40	0.0000 ***
Y切片	-0.078	0.0049	-15.69	0.0000 ***

***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/12/1 (木)~2012/2/29 (水)

比較日 2010/12/2 (木)~2011/3/2 (水)

図 4-23 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北電力需要家全体、2011 年度冬期)



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.5721

3. t 値、p 値等

	係数	標準偏差	t 値	p 値
傾き	-0.011	0.0013	-8.40	0.0000 ***
Y切片	-0.076	0.0050	-15.40	0.0000 ***

***、**、* は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間 分析日 2011/12/1 (木)~2012/2/29 (水)

比較日 2010/12/2 (木)~2011/3/2 (水)

図 4-24 同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の増減率との関係性を描いた散布図とそれより算出した日最大電力の減少率(東北地方、2011 年度冬期)

4.4.2 冬期における2012年度以降の日最大電力の減少率の年次推移

夏期と同様な手法により、2012年度以降における冬期の日最大電力の2010年度比でみた減少率をみると、関東地方では増加基調にある。一方、東北地方については、横這いの状況にある（図4-25～図4-28）。

2016年度について2014年度比でみた気温と日最大電力との関係性を描いた散布図をみると、2016年度と2014年度では差が生じており、日最大電力の水準が減少していることが確認できる（図4-29、図4-30）。

参考として、東京電力需要家全体および東北電力需要家全体での減少率の年次推移をみると、いずれも各地方全体の減少率を上回る水準で推移してきている。この差分は、電力会社からの離脱による影響と考えられる（図4-31、図4-32）。

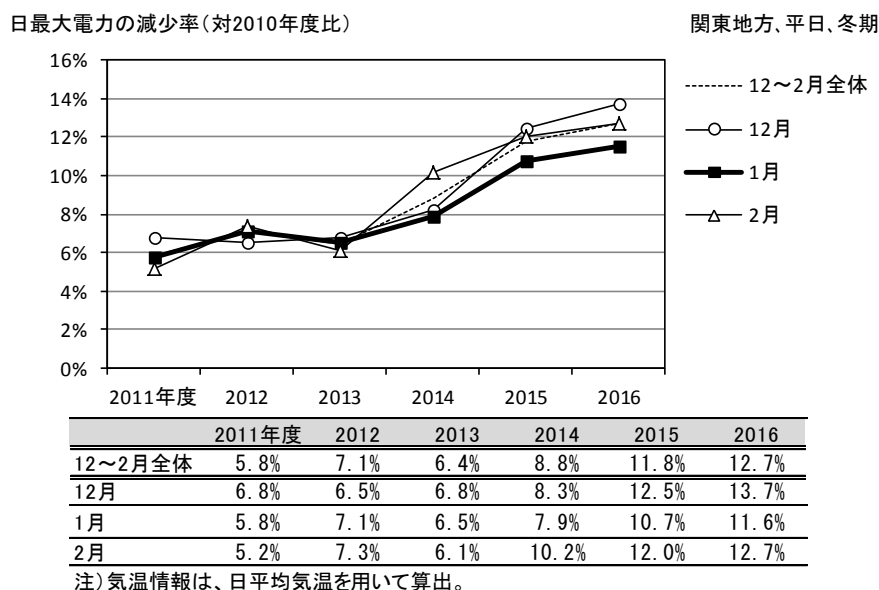


図4-25 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の減少率の年次推移（関東地方、冬期）

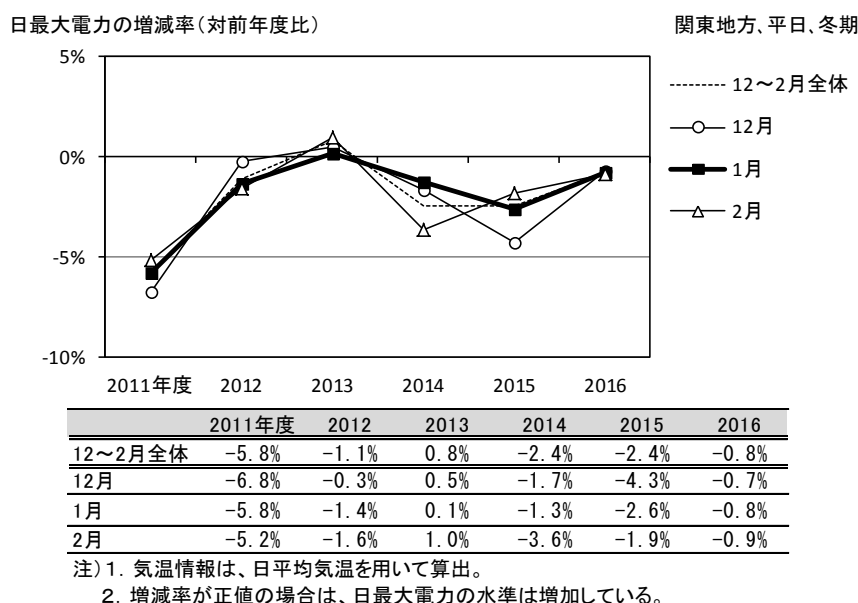
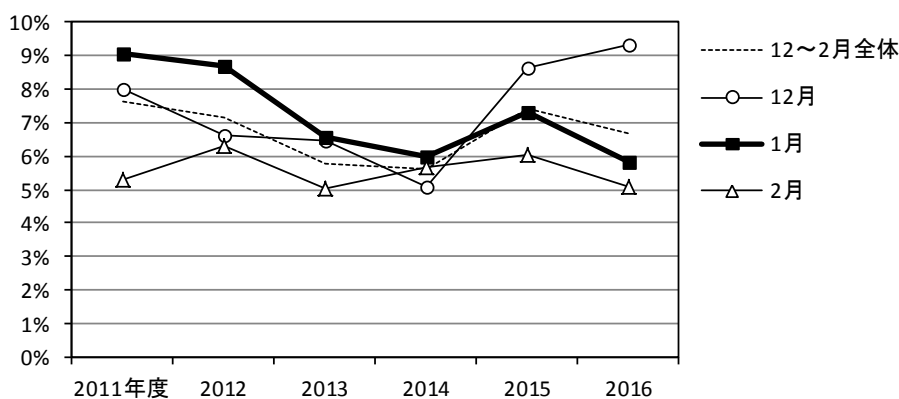


図4-26 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の増減率の年次推移（関東地方、冬期）

日最大電力の減少率(対2010年度比)

東北地方、平日、冬期



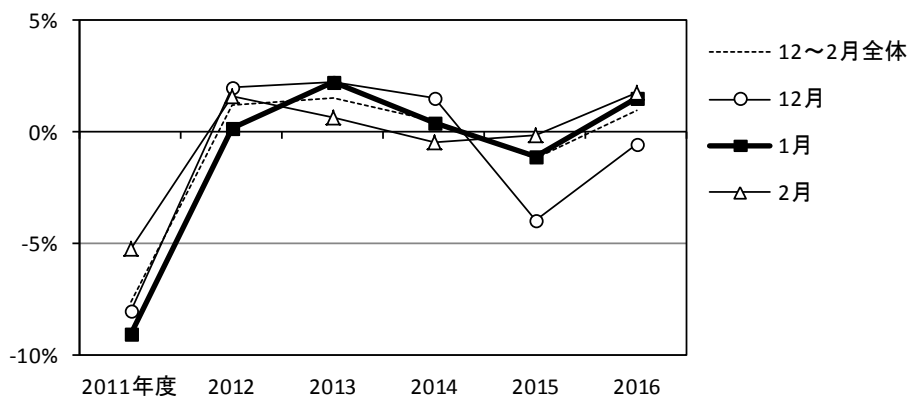
	2011年度	2012	2013	2014	2015	2016
12~2月全体	7.6%	7.2%	5.8%	5.6%	7.4%	6.7%
12月	8.0%	6.6%	6.4%	5.1%	8.6%	9.3%
1月	9.1%	8.7%	6.6%	6.0%	7.3%	5.8%
2月	5.3%	6.3%	5.1%	5.7%	6.1%	5.1%

注) 気温情報は、日平均気温を用いて算出。

図 4 - 27 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の減少率の年次推移(東北地方、冬期)

日最大電力の増減率(対前年度比)

東北地方、平日、冬期



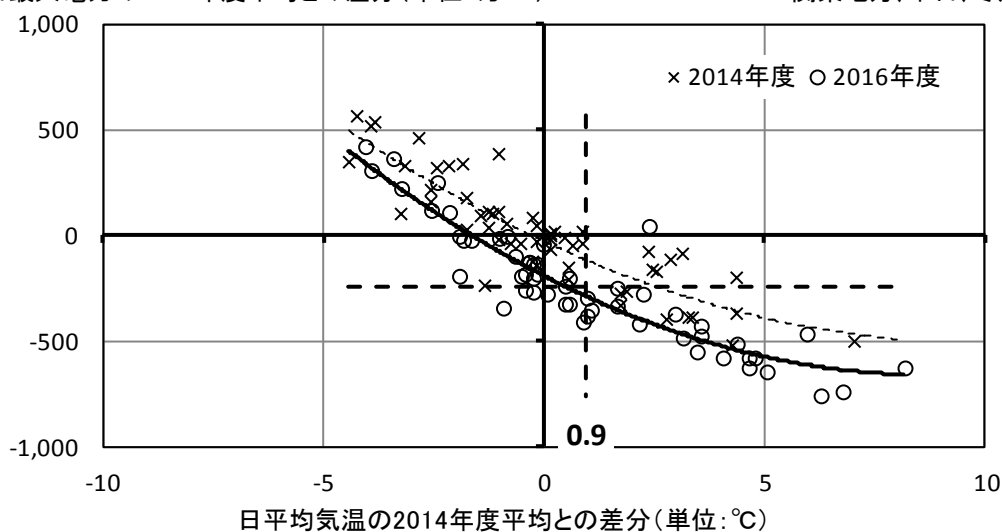
	2011年度	2012	2013	2014	2015	2016
12~2月全体	-7.6%	1.2%	1.5%	0.5%	-1.2%	1.0%
12月	-8.0%	2.0%	2.3%	1.5%	-4.0%	-0.6%
1月	-9.1%	0.2%	2.2%	0.4%	-1.1%	1.5%
2月	-5.3%	1.6%	0.6%	-0.5%	-0.1%	1.7%

注) 1. 気温情報は、日平均気温を用いて算出。

2. 増減率が正値の場合は、日最大電力の水準は増加している。

図 4 - 28 同月同週同曜日比較により算出した日最大電力の増減率の年次推移(東北地方、冬期)

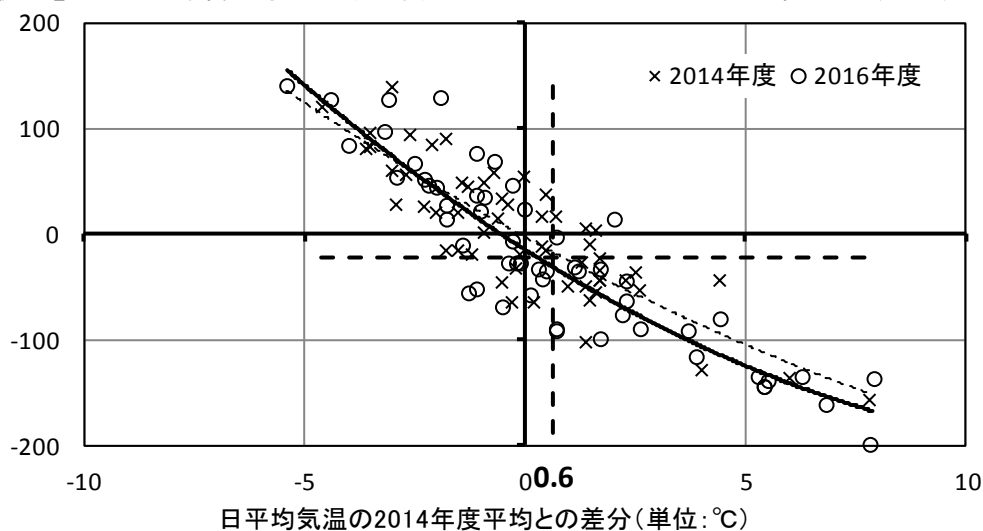
日最大電力の2014年度平均との差分(単位: 万kW) 関東地方、平日、冬期



- 注) 1. 実線は、2016年度の二次の回帰式である。破線は、2014年度の二次の回帰式である。
 2. 太い破線は、2016年度における気温と日最高気温の平均の水準である。
 3. 縦の太い破線の下端の数値は、前年の気温の平均との差分(単位: °C)である。
 4. 対象期間 分析年 2016/12/1 (木)～2017/2/28 (火)
 比較年 2014/12/1 (月)～2015/2/27 (金)

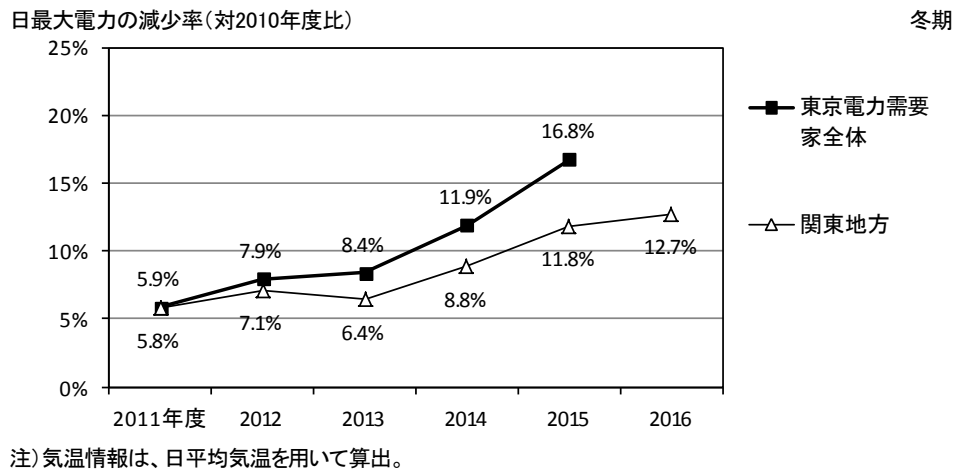
図 4 - 29 気温と日最大電力の関係性(関東地方、2014-2016 年度冬期)

日最大電力の2014年度平均との差分(単位: 万kW) 東北地方、平日、冬期



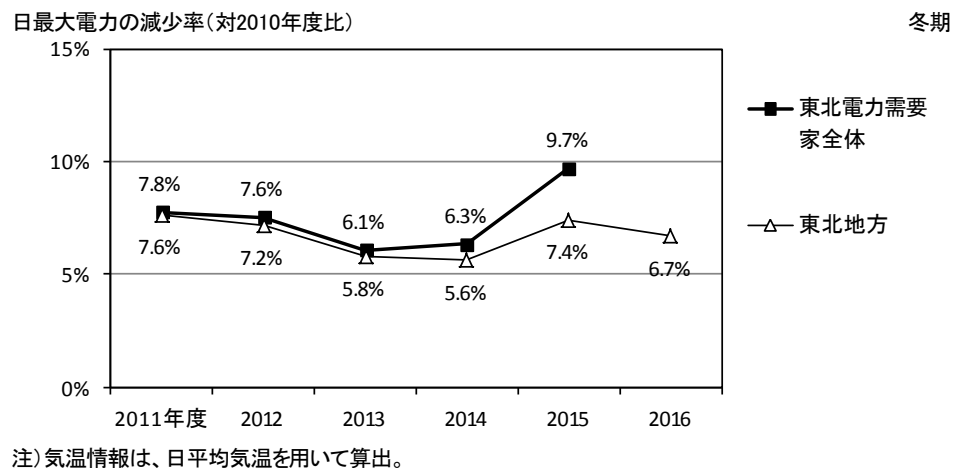
- 注) 1. 実線は、2016年度の二次の回帰式である。破線は、2014年度の二次の回帰式である。
 2. 太い破線は、2016年度における気温と日最高気温の平均の水準である。
 3. 縦の太い破線の下端の数値は、前年の気温の平均との差分(単位: °C)である。
 4. 対象期間 分析年 2016/12/1 (木)～2017/2/28 (火)
 比較年 2014/12/1 (月)～2015/2/27 (金)

図 4 - 30 気温と日最大電力の関係性(東北地方、2014-2016 年度冬期)



- 注) 1. 気温情報は、日平均気温を用いて算出。
 2. 2016年4月以降、東京電力需要家全体の数値は、公表されなくなっているため、2016年度の東京電力需要家全体での減少率は算出できない。

図4-31 関東地方と東京電力需要家全体でみた日最大電力の減少率の年次推移(冬期)



- 注) 1. 気温情報は、日平均気温を用いて算出。
 2. 2016年4月以降、東北電力需要家全体の数値は、公表されなくなっているため、2016年度の東北電力需要家全体での減少率は算出できない。

図4-32 東北地方と東北電力需要家全体でみた日最大電力の減少率の年次推移(冬期)

4.5 小括

本章では、2011年度に加えて2012年度以降も分析対象とし、2010年度または前年度の同月同週同曜日と比較した日最高気温の差分と日最大電力の差分の比率との関係性を描いた散布図から日最大電力の減少率を算出した。散布図を用いることにより、気温変動と日最大電力の関係性を視覚的に直観的かつ簡易に把握する見える化が可能となる。

算出対象は、2010年度実績が得られている地方全体(関東地方、東北地方)、電力会社需要家全体(東京電力需要家全体、東北電力需要家全体)、群馬県、および山梨県とした。算出した日最大電力の減少率は、2010年度実績(または前年度実績)に対する各年度の減少分の比率である。

先行研究では1時間単位のデータを用いて減少率を算出しているが、本章では、得られるデータの制約から日単位での日最大電力の実績データを用いて減少率を算出した。算出結果からは、

日最大電力の実績データのみを用いた場合においても日最大電力の減少率の算出が可能であることが確認できた。2011 年夏期および冬期の減少率の算出結果は、p 値はいずれも 1 %水準で有意であった。

2011 年夏期の日最大電力の減少率（2010 年実績比）は、東京電力需要家全体、東北電力需要家全体とも 18%減、群馬県では 19%減、山梨県では 18%減の水準であった。いずれも電力使用制限令が求める節電目標であった 15%減を上回る結果であった。

同様に、2011 年度冬期の日最大電力の減少率は、東京電力需要家全体では 6 %減、東北電力需要家全体では 8 %減、群馬県では 5 %減の水準であった。冬期においても日最大電力の減少していた。

2012 年度以降の減少率の推移をみると、夏期については、関東地方および東北地方ともに 2012 年は減少し、その後 2015 年までは横ばいであった。2012 年以降、夏期のピーク時における電力消費の削減（ピーク時の節電）が追加的に進んでいることは確認できなかった。

同様に、冬期について、関東地方および東北地方でのその後の減少率の推移をみると、両地方では異なる動きであった。関東地方では、2011 年度以降増加基調にある。直近の 2016 年度冬期の減少率は、関東地方では 13%減の水準であった。一方、東北地方では横這いで推移してきている。直近の 2016 年度冬期の減少率は、7 %減の水準であった。年次比較が可能な関東地方および東北地方等の分析単位での日最大電力の減少率の推移を整理すると、表 4 - 4 となる。

表 4 - 4 分析単位別にみた日最大電力の減少率の推移(期間全体、2010 年度比)

分析単位		日最大電力の減少率	
		2011 年度	2012～2016 年度
夏期	関東地方	18%減	減少の後、横這い
	東北地方	18%減	減少の後、横這い
	群馬県、山梨県	18～19%減	——
冬期	関東地方	6%減	増加
	東北地方	8%減	横這い
	群馬県	5%減	——

注) 1. 2011 年度の電力会社需要家全体での動向は、地方全体と同様であったため、記載は省略した。

2. 2012 年度以降の電力会社需要家全体、群馬県、および山梨県については、新電力への電力の購入先の変更(電力会社からの離脱)による影響が含まれているため、上記表には記載していない。

本章で算出した地方全体での減少率は、新電力の需要家分も含めた一般の需要家全体の数値である。一方、電力会社需要家全体および県単位での減少率は、新電力の需要家分は含まない数値である。このため、これらの分析単位での減少分の中には、電力の購入先の変更（新電力への離脱）によるものも含まれている点に注意する必要がある。

また、本章で算出した減少率は、震災および経済活動の変動による影響、太陽光発電および自家発電設備の新增設による需要家自身による電力の自給分の増加（東北電力、東京電力、および新電力からの購入電力の減少）による影響も含んだ数値であり、需要家による能動的な節電対策や節電行動のみを対象とした数値ではない点にも注意する必要がある。

第5章 夏期および冬期における期中段階での日最大電力の減少率の動きの見える化

5.1 本章の目的

再び電力需給が逼迫した場合も想定し、電力需要が高まる夏期または冬期の期中の段階において、気温変動による影響を考慮した日最大電力の動きを簡易に把握する方法を構築しておくことが有用と考えられる。期中の段階で日最大電力の増減の動きが把握できることにより、安定した電力需給バランスの確保に向けて、追加的な節電への取組の必要性の有無を確認することができることとなる。

本章では、夏期および冬期を対象とし、気温変動による影響を考慮した日最大電力の変動状況を期中の段階において日単位で把握（期中モニタリング）する見える化の手法を構築する。近年、ナウキャストイング（Now-casting）という言葉が使われるようになっている。非常に近い未来や非常に近い過去を予測しようとするものである（Banbura et. al 2013）。本章で構築する手法は、気温変動による影響を考慮した日最大電力の増減を、翌日（早ければ、電力需要のピークが過ぎ、当日の日最大電力が把握できる当日夕方）に把握するナウキャストイングの手法でもある。

5.2 研究の方法

5.2.1 研究の方法

本章では、前年度の同月同週同曜日の実績との比較（同月同週同曜日比較）から気温変動による影響を除外した日最大電力の減少分の比率（減少率）を日単位で算出し、期中の段階における日最大電力の減少率の動向を明らかにする。減少率の算出方法は、第4章で使用した手法と同様である。分析対象期間は、夏期は7～8月、冬期は12～2月とした。

5.2.2 本章での見える化の手法

本章での見える化とは、同月同週同曜日比較から算出する日最大電力の減少分の比率（減少率）について、統計的な説明力のある分析条件のもとで日単位で算出し、時系列グラフとして提示することを指す。このグラフより、前年度の実績に対して日最大電力の水準が減少しているか否かを確認することができることとなる。日単位での減少率の動きを把握できることにより、2011年夏期のような電力需要のピーク時における電力消費の削減目標があった場合には、その目標値との乖離の有無を確認することができることとなる。

5.2.3 分析対象地域

分析対象地域は、2010年度と2011年度における日単位での日最大電力が把握できる群馬県、山梨県、電力会社需要家全体（東京電力需要家全体、東北電力需要家全体）、および地方全体（関東地方、東北地方）とした。また、各年度の土曜、日曜、祝日、お盆期間（8月12日～16日）、および年末年始（12月28日～1月5日）を除いた平日を分析対象とした。

なお、電力会社需要家全体および県単位の数値は、新電力の需要家分は含まない実績であることに注意する必要がある。このため、第1章で記載のとおり、電力会社需要家全体および県単位での実績データの減少分の中には、電力の購入先の新電力への変更（電力会社からの離脱）による電力会社からの購入電力の減少分が含まれていることに注意する必要がある。

5.2.4 期中段階での日最大電力の減少率の算出方法

日最大電力のデータが日単位で得られていることから、日最大電力の減少率の期中段階での動きを把握することが可能である。具体的な算出方法としては、当日を含めた直近数日分のデータのみを用いて減少率を算出する方法が考えられる。この場合、統計的有意さを確保するには使用するデータのサンプル数を多くする必要がある。しかしながら、サンプル数を多くすると減少率の変動は小さくなり、変動が見えにくくなる。このため、算出にあたっては、統計的有意さを確保しつつもできるだけ少ないサンプル数とすることが望まれる。

本章での分析では、2011 年夏期の群馬県および山梨県において、算出する全ての日で p 値が 0.05 以下の条件を満たすサンプル数が 6 の場合を用いて日単位での減少率を算出した。具体的には、当日も含め直近 6 日分のデータから減少率を算出した（表 5 - 1、表 5 - 2）。他の分析単位（東京電力需要家全体、東北電力需要家全体、関東地方、および東北地方）においても p 値が 0.05 以下の条件をほぼ満たしていた。なお、気温の累積的影響についての先行研究をみると、当該日も含めた直近 3 日分または 5 日分のデータを使用しているケースがある（表 5 - 3）。

表 5 - 1 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(群馬県、2011 年夏期)

群馬県、平日	サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数		37	36	35	34	33	32	31	30
うち p値が0.01超であった算出単位数		36	25	9	5	2	0	0	0
うち p値が0.05超であった算出単位数		29	10	3	0	0	0	0	0
うち p値が0.1超であった算出単位数		19	5	1	0	0	0	0	0

注) 1. 対象期間 2011/7/1 (金)～2011/8/31 (水)

2. N=3～5に灰色付している。

表 5 - 2 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(山梨県、2011 年夏期)

山梨県、平日	サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数		36	35	34	33	32	31	30	29
うち p値が0.01超であった算出単位数		35	20	4	2	0	0	0	0
うち p値が0.05超であった算出単位数		27	4	1	0	0	0	0	0
うち p値が0.1超であった算出単位数		14	3	1	0	0	0	0	0

注) 1. 対象期間 2011/7/4 (月)～2011/8/31 (水)

2. N=3～5に灰色付している。

表 5-3 気温の累積的影響についての先行研究の一覧

先行研究	指摘事項と分析方法
灰田・武藤(1996)	<ul style="list-style-type: none"> ・1時間単位での電力需要の予測にあたって、暑さの累積効果を表現するために、説明変数の候補として直近3日間の平均気温、湿度、照度などを検討している。なお、説明変数の候補は、60以上に及ぶ。 ・直近3日間のデータを使用する理由についての記載は、みられない。
西・近本(2012)	<ul style="list-style-type: none"> ・電力会社需要家全体(東京電力、関西電力)を対象とし、1時間単位での電力消費を被説明変数とし、同時刻の気温情報を説明変数として分析を行っている。 ・気温情報は、当日も含めた当日までの5日間の気温情報を用いている。 ・前日までの気温による影響は、一次関数的に減衰していくと指摘している。 ・分析対象は、下記である。 夏期 7～8月(お盆の8/12～16は除く) 冬期 12～1月(正月の1/1～4は除く)
関西電力(2015b)	<ul style="list-style-type: none"> ・電力消費の分析にあたって、その説明変数として、土・日・祝日を除いた電力消費のピークの発生時間帯での当日を含めた直近5日間の平均気温を使用している。 ・直近5日間のデータを使用する理由についての記載は、みられない。 ・9～10時、18～19時の2区分で、時間帯別に分析している。

5.3 先行研究のレビュー

日最大電力の減少率の算出方法に関する先行研究については、第3章に記載している。ここでは、日最大電力の減少動向についての期中段階での報告について記載した。

2011年夏期における東京電力需要家全体を対象とした期中段階での節電状況については、同年7月末までの実績を用いて同年8月初めに西尾(2011)が報告していた。同報告では、2010年における1時間単位でみた電力消費の実績から気温変動による影響を考慮したベースラインを推計し、それとの差異から平日について日別に減少率を算出していた。同報告では、7月に入ってから減少率が節電目標であった15%を下回る日は生じなかったが、7月中旬に15%近くにまで達していたことを報告していた。

5.4 夏期における日最大電力の減少率の期中動向

5.4.1 2011 年夏期における日最大電力の減少率の期中動向

節電目標 15%減の対象であった東京電力需要家全体について、同月同週同曜日比較の方法により算出した日最大電力の減少率の推移を 2011 年 7 月初旬から日単位でみると、減少（悪化）、増加（改善）、減少、増加を経て 8 月末に至っていた（図 5-1）。7 月中旬、8 月下旬の時点では、15%減の水準を下回っていた。一時的ではあったが、減少率が 15%減の水準を下回る状況が出現していた。また、算出した減少率と日最高気温の平均の推移をみると、両者には負の相関が観察される。気温が高い（暑い）と減少率は低下し、気温が低いと減少率が増加していた。

他の分析単位である群馬県、山梨県、東北電力需要家全体、新電力の需要家分も含んだ実績である関東地方、および東北地方についても同様であった（図 5-2～図 5-6）。

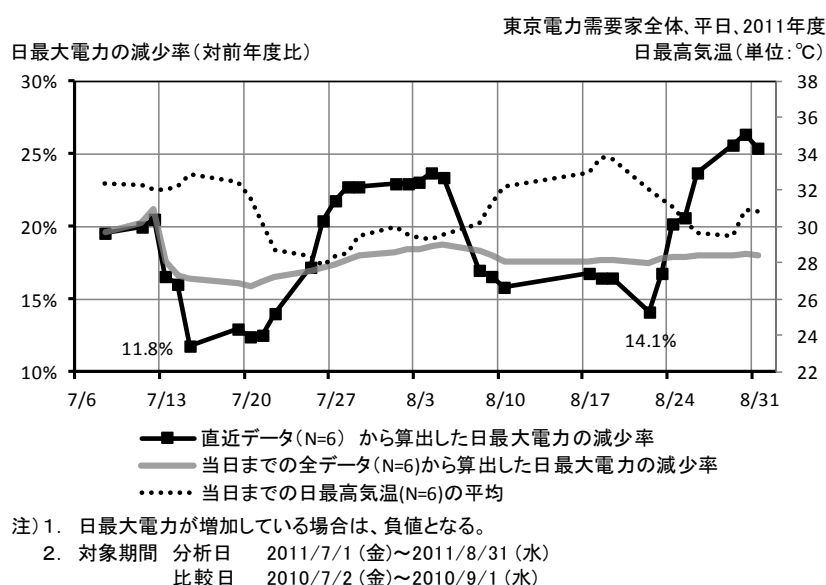


図 5-1 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東京電力需要家全体、2011 年夏期)

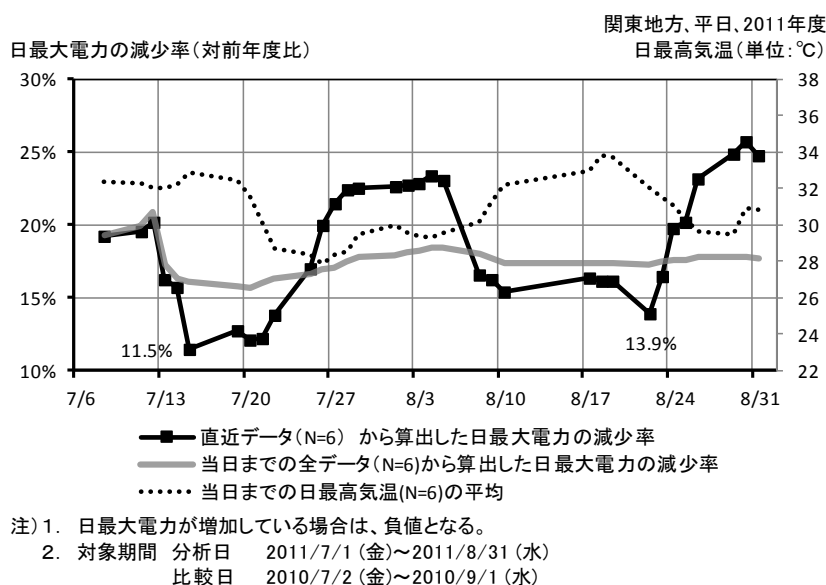


図 5-2 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(関東地方、2011 年夏期)

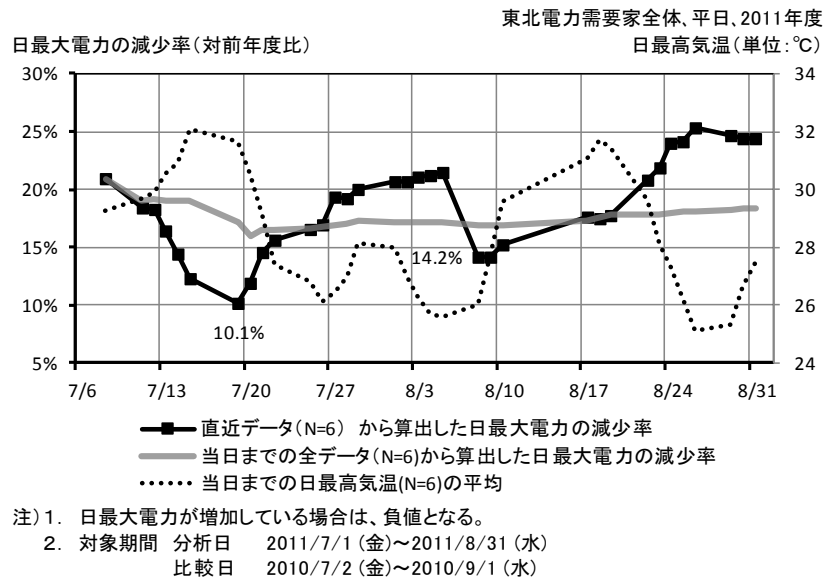


図 5-3 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東北電力需要家全体、2011 年夏期)

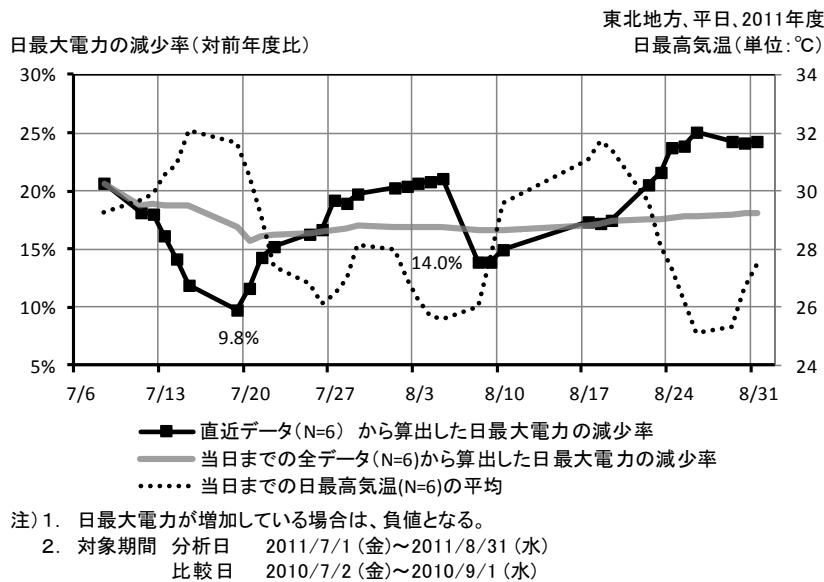


図 5-4 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東北地方、2011 年夏期)

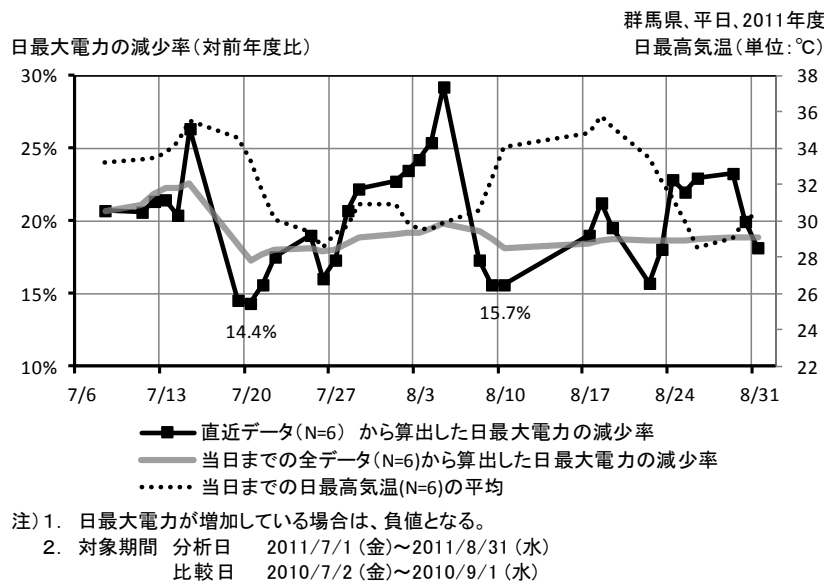


図 5-5 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(群馬県、2011 年夏期)

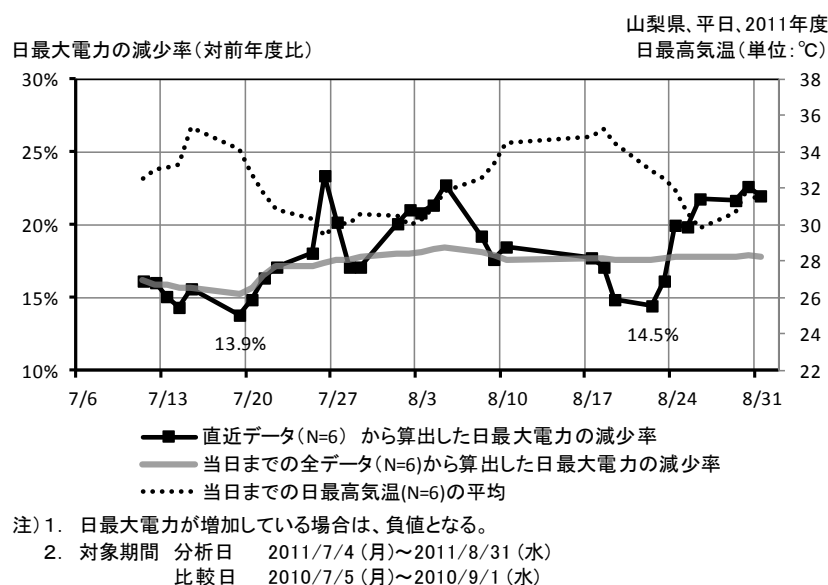


図5-6 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(山梨県、2011年夏期)

5.4.2 2011年6月における日最大電力の減少率の期中動向

電力消費の増加が始まっていた6月を分析対象とし、東京電力需要家全体および東北電力需要家全体を対象として、7～8月と同様に、前年同月同週同曜日比較の方法により日最大電力の減少率を算出した結果、N=6のサンプル数であれば減少率の推移を把握できる結果であった。p値は、いずれの分析単位とも0.05未満の条件を満たしていた(表5-4、表5-5)。

2011年6月における東京電力需要家全体での動きをみると、6月中旬までは15%減の水準を下回っていたが、6月下旬においては15%減の水準を上回る状況であった。6月下旬における気温の上昇に伴い減少率が低下していたことがわかる(図5-7)。東北電力需要家全体でみた場合は、6月下旬までは15%減の水準を下回る状況であった(図5-8)。

表5-4 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東京電力需要家全体、2011年6月)

東京電力需要家全体 サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数	20	19	18	17	16	15	14	13
うち p値が0.01超であった算出単位数	18	7	1	0	0	0	0	0
うち p値が0.05超であった算出単位数	14	1	0	0	0	0	0	0
うち p値が0.1超であった算出単位数	4	1	0	0	0	0	0	0

注) 1. 対象期間 2011/6/1(水)～2011/6/30(木)

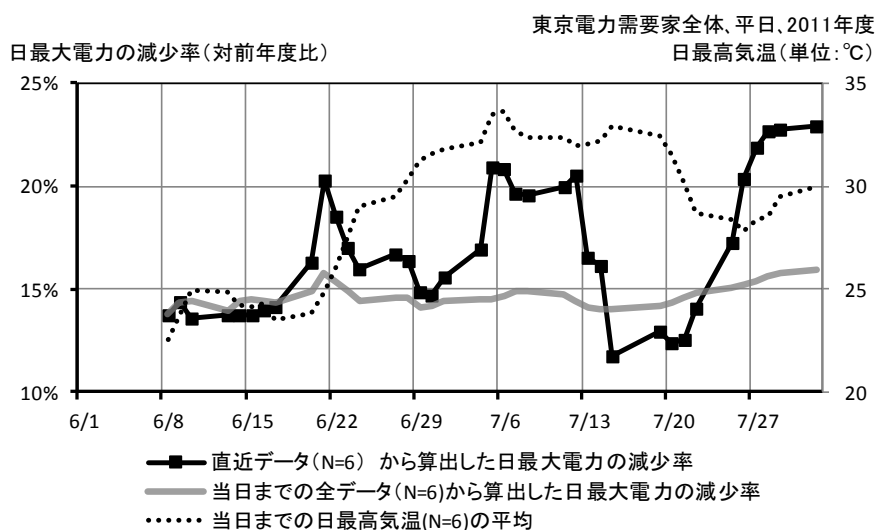
2. N=3～5に灰色付している。

表 5-5 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東北電力需要家全体、2011 年6月)

東北電力需要家全体 サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数	20	19	18	17	16	15	14	13
うち p値が0.01超であつた算出単位数	20	6	0	0	0	0	0	0
うち p値が0.05超であつた算出単位数	14	0	0	0	0	0	0	0
うち p値が0.1超であつた算出単位数	5	0	0	0	0	0	0	0

注)1. 対象期間 2011/6/1(水)~2011/6/30(木)

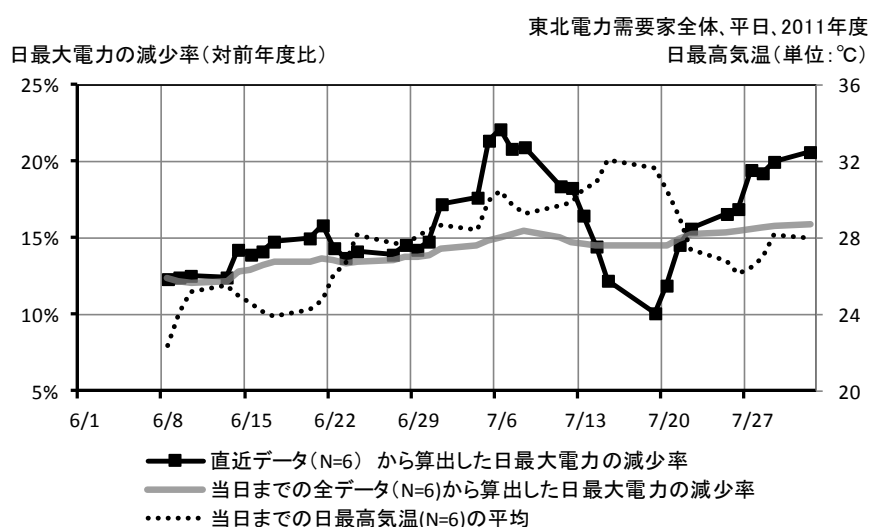
2. N=3~5に灰色付している。



注)1. 日最大電力が増加している場合は、負値となる。

2. 対象期間 分析日 2011/6/1(水)~2011/8/1(月)
比較日 2010/6/2(水)~2010/8/2(月)

図 5-7 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東京電力需要家全体、2011 年6月)



注)1. 日最大電力が増加している場合は、負値となる。

2. 対象期間 分析日 2011/6/1(水)~2011/8/1(月)
比較日 2010/6/2(水)~2010/8/2(月)

図 5-8 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(東北電力需要家全体、2011 年6月)

5.4.3 夏期における 2012 年度以降の関東地方での日最大電力の減少率の期中動向

2012 年度以降についても同様な分析が考えられる。しかしながら、群馬県、山梨県、および東京電力需要家全体の数値には新電力の需要家分は含まれておらず、日最大電力の減少要素として節電以外の事象（電力の調達先の新電力への変更による減少など）による影響も含まれる。この点を踏まえここでは、新電力の需要家分も含んだ数値である関東地方についてのみ分析する。

2012 年度以降における関東地方での同月同週同曜日比較の方法による夏期の日最大電力の対前年比でみた減少率の期中推移をみると、2011 年夏期と同様に気温が高いと減少率が低下し、気温が低いと減少率が増加する動きが観察される。ここでは、例として直近の 2016 年度の推移を記載した（図 5 - 9）。東北地方についても同様な結果となっている。

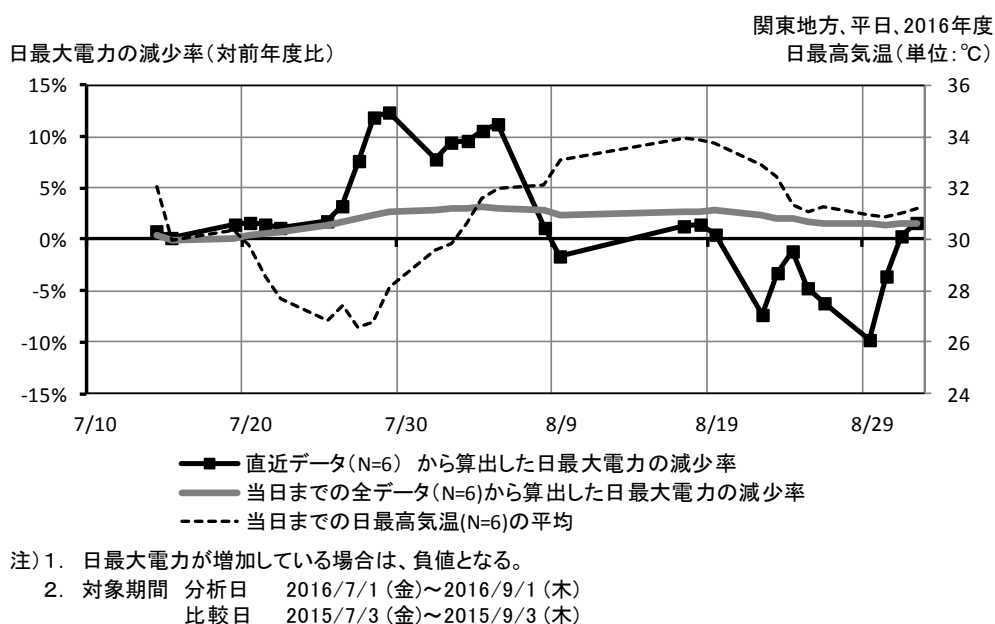


図 5 - 9 日最大電力の減少率と日最高気温の平均の推移(関東地方、2016 年夏期)

5.5 冬期における日最大電力の減少率の期中動向

5.5.1 2011 年度冬期における日最大電力の減少率の期中動向

夏期と同様の分析手法を用いて、群馬県、東京電力需要家全体および東北電力需要家全体における前年同月同週同曜日比較による日最大電力の減少率の期中推移をみると、冬期においても日最大電力の増減動向を把握することができる（図 5-10～図 5-12）。なお、地方単位の動向は、電力会社需要家全体と同様な結果であった。

算出で使用するサンプル数と p 値の関係性（表 5-6～表 5-10）をみると、気温の平均を算出するにあたって使用するサンプル数は 6 であれば、p 値が 0.05 未満の条件を概ね満たせる結果であった。なお、12～2 月全体でみると、群馬県および東北電力需要家全体東北地方では p 値が 0.05 未満の条件を満たせない算出単位が多い結果であったが、12～1 月に限って p 値をみてみると、サンプル数が 6 の場合、いずれも p 値は 0.05 未満の条件を満たせる結果であった。散布図をみると、2 月は、気温変動に比べて日最大電力の増減は小さくなっており、その影響と考えられる。

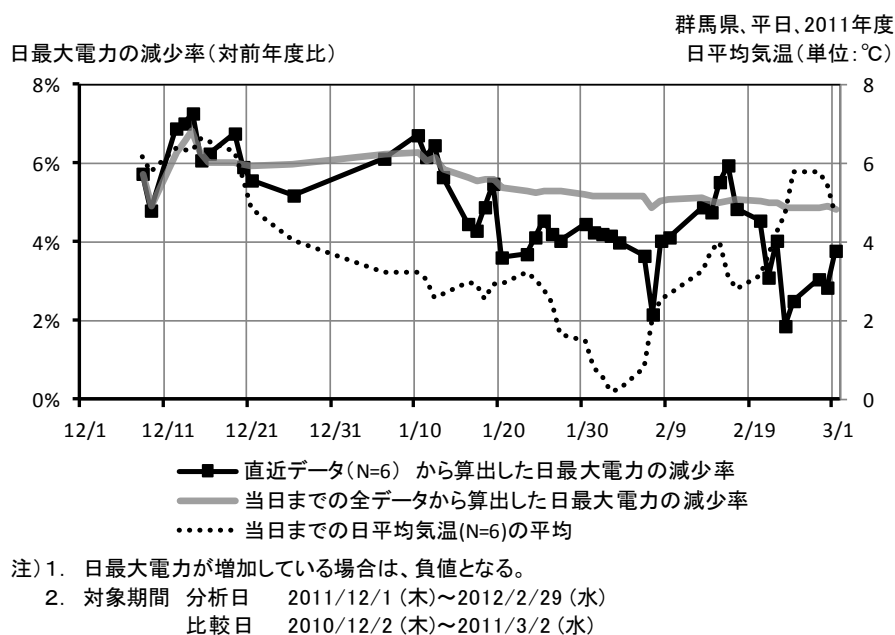


図 5-10 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(群馬県、2011 年度冬期)

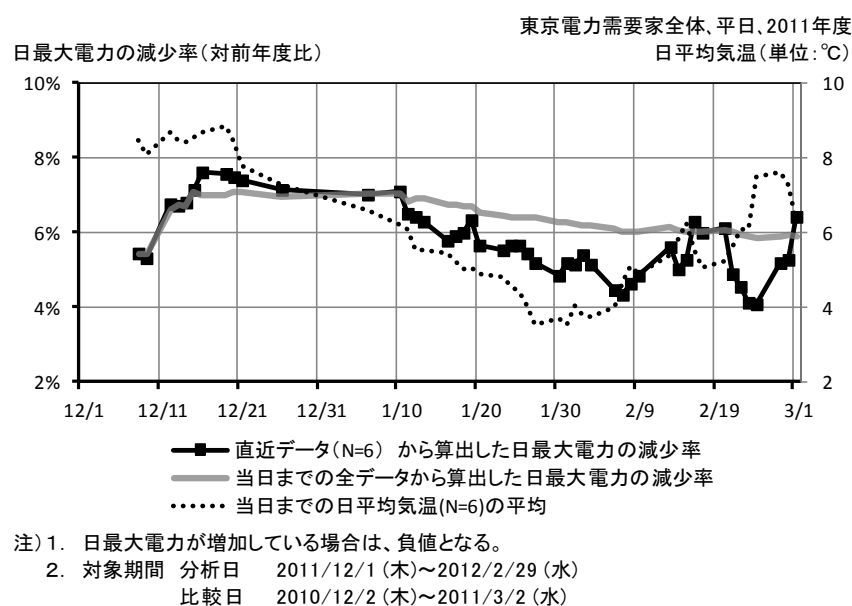


図 5-11 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(東京電力需要家全体、2011 年度冬期)

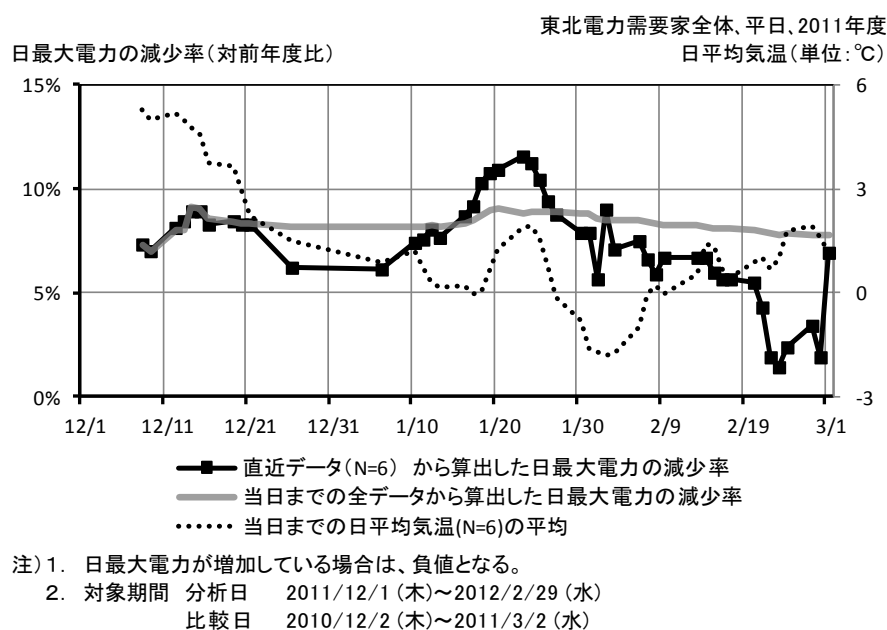


図 5-12 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(東北電力需要家全体、2011 年度冬期)

表 5-6 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東京電力需要家全体、2011 年度冬期)

東京電力需要家全体 サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数	51	50	49	48	47	46	45	44
うち p値が0.01超であつた算出単位数	49	40	24	10	3	0	0	0
うち p値が0.05超であつた算出単位数	39	16	5	0	0	0	0	0
うち p値が0.1超であつた算出単位数	27	4	0	0	0	0	0	0

注) 1. 対象期間 2011/12/1(木)~2012/2/29(水)
2. N=3~5に灰色付している。

表 5-7 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東北電力需要家全体、2011 年度冬期)

東北電力需要家全体 サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数	51	50	49	48	47	46	45	44
うち p値が0.01超であつた算出単位数	49	42	29	15	13	9	5	4
うち p値が0.05超であつた算出単位数	41	26	15	10	6	5	3	2
うち p値が0.1超であつた算出単位数	35	17	10	6	5	4	3	2

注) 1. 対象期間 2011/12/1 (木)～2012/2/29 (水)

2. N=3～5に灰色付している。

表 5-8 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(東北電力需要家全体、2011 年度冬期、12～1 月に限る)

東北電力需要家全体 サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数	31	30	29	28	27	26	25	24
うち p値が0.01超であつた算出単位数	29	22	12	1	0	0	0	0
うち p値が0.05超であつた算出単位数	22	10	2	0	0	0	0	0
うち p値が0.1超であつた算出単位数	17	3	1	0	0	0	0	0

注) 1. 対象期間 2011/12/1 (木)～2012/1/31 (火)

2. N=3～5に灰色付している。

表 5-9 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(群馬県、2011 年度冬期)

群馬県、平日 サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数	51	50	49	48	47	46	45	44
うち p値が0.01超であつた算出単位数	49	46	37	30	18	10	10	6
うち p値が0.05超であつた算出単位数	47	35	22	10	7	5	2	1
うち p値が0.1超であつた算出単位数	40	20	11	7	5	3	2	1

注) 1. 対象期間 2011/12/1 (木)～2012/2/29 (水)

2. N=3～5に灰色付している。

表 5-10 サンプル数とp値の階級別にみた算出単位数(群馬県、2011 年度冬期、12～1 月に限る)

群馬県、平日 サンプル数	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
算出単位数	31	30	29	28	27	26	25	24
うち p値が0.01超であつた算出単位数	30	26	18	15	4	0	0	0
うち p値が0.05超であつた算出単位数	28	16	8	1	0	0	0	0
うち p値が0.1超であつた算出単位数	22	9	2	0	0	0	0	0

注) 1. 対象期間 2011/12/1 (木)～2012/1/31 (火)

2. N=3～5に灰色付している。

5.5.2 冬期における 2012 年度以降の関東地方での日最大電力の減少率の期中動向

夏期と同様に、2012 年度以降における関東地方での日単位でみた日最大電力の減少率の期中推移（図 5 - 13）をみると、2011 年夏期と同様に気温が高いと減少率が低下し、気温が低いと減少率が増加する動きが観察される。下図では、例として 2012 年度および直近の 2016 年度の推移を記載した（図 5 - 13、図 5 - 14）。

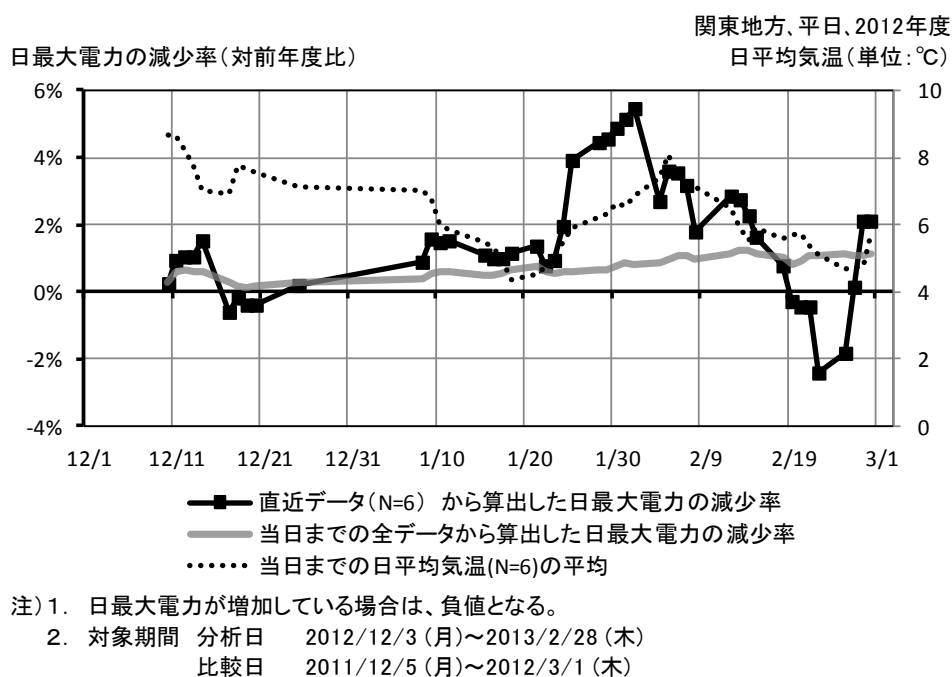


図 5 - 13 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(関東地方、2012 年度冬期)

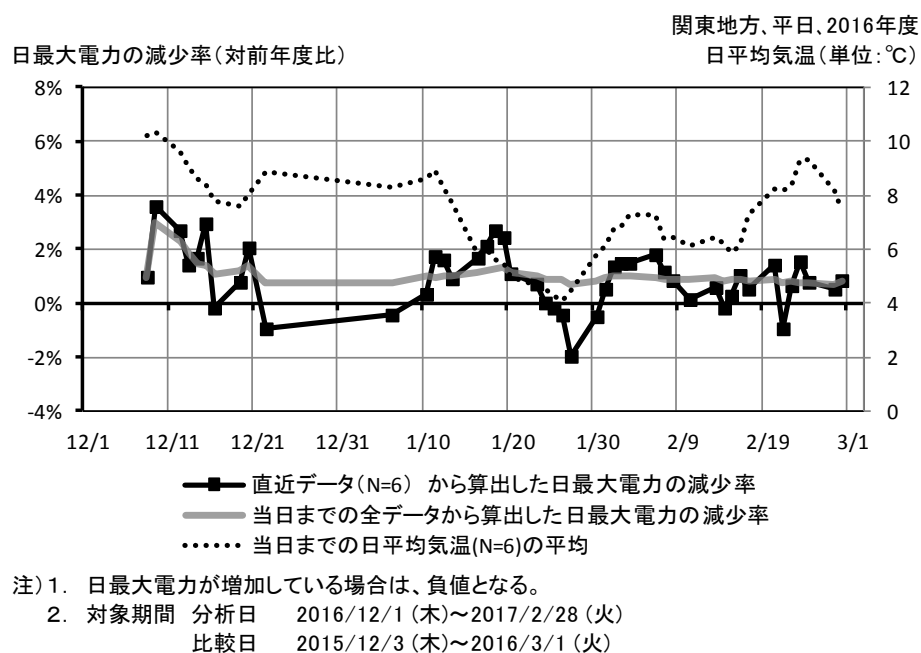


図 5 - 14 日最大電力の減少率と日平均気温の平均の推移(関東地方、2016 年度冬期)

5.6 日単位での日最大電力の減少率の算出結果についての考察

5.6.1 減少率の算出に使用するサンプル数による影響についての考察

本章でのこれまでの分析では、直近6日分のデータを用いて日最大電力の減少率を算出してきたが、ここでは参考として2011年をケースとしてサンプル数を変えて算出した結果においても同様な動きが観察された。減少率が15%減の水準を下回る時期が出現していた（図5-15、図5-16）。N=6以外のサンプル数での減少率の動きをみるとサンプル数による影響を考慮する必要性は高くはない。減少率の動きを簡易に把握するにあたっては、N=6のサンプル数で十分と考えられる。

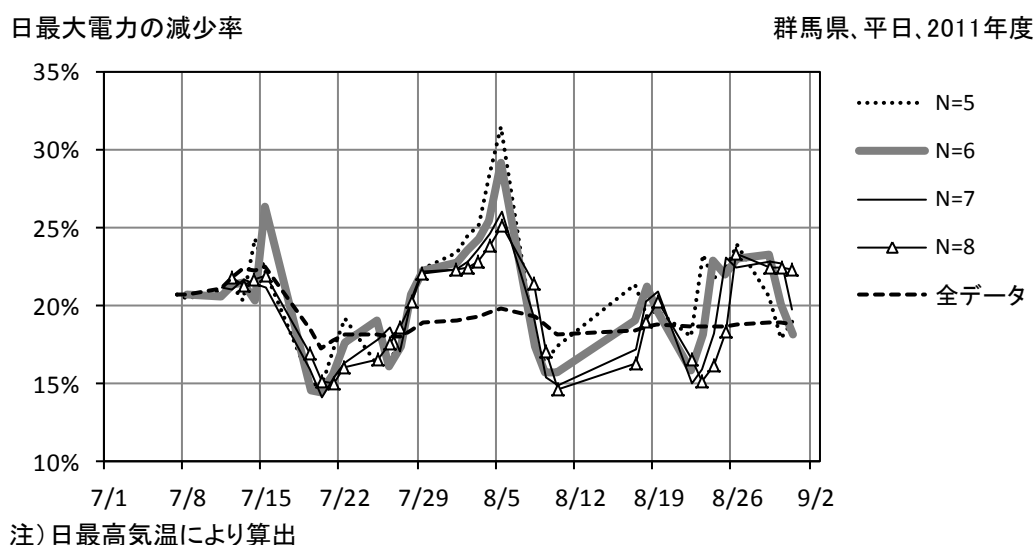


図5-15 算出に用いたサンプル数別にみた日最大電力の減少率の推移(群馬県、2011年夏期、対前年度比)

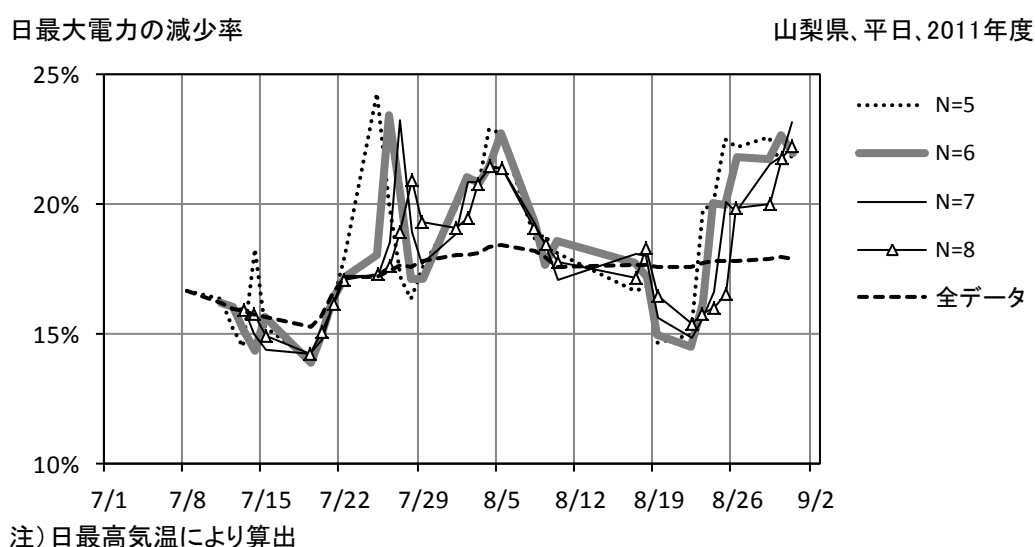


図5-16 算出に用いたサンプル数別にみた日最大電力の減少率の推移(山梨県、2011年夏期、対前年度比)

5.6.2 減少率の地域差異についての考察

日単位で算出した減少率について、東京電力需要家全体、群馬県および山梨県で比較してみると、減少率の水準は異なるが、増減の動きは夏期および冬期ともに同様な傾向にある（図5-17、図5-18）。

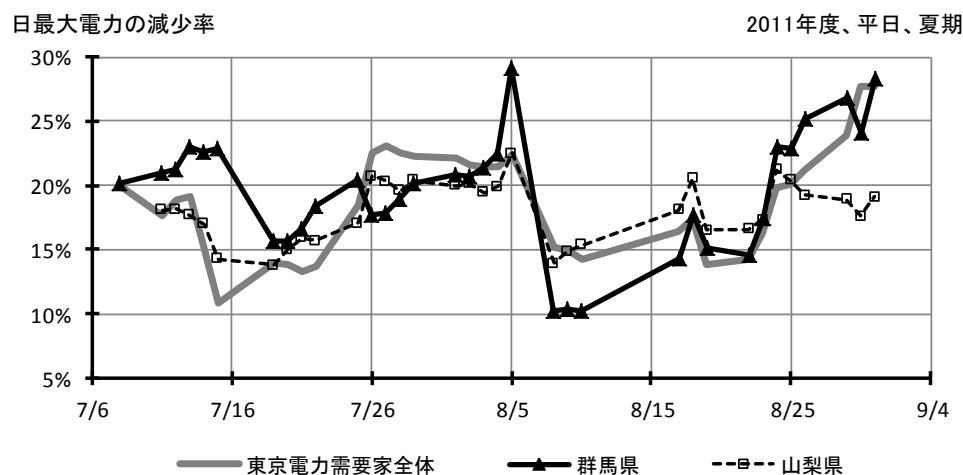


図5-17 分析単位別にみた日最大電力の減少率の推移の比較(2011年夏期、対前年度比)

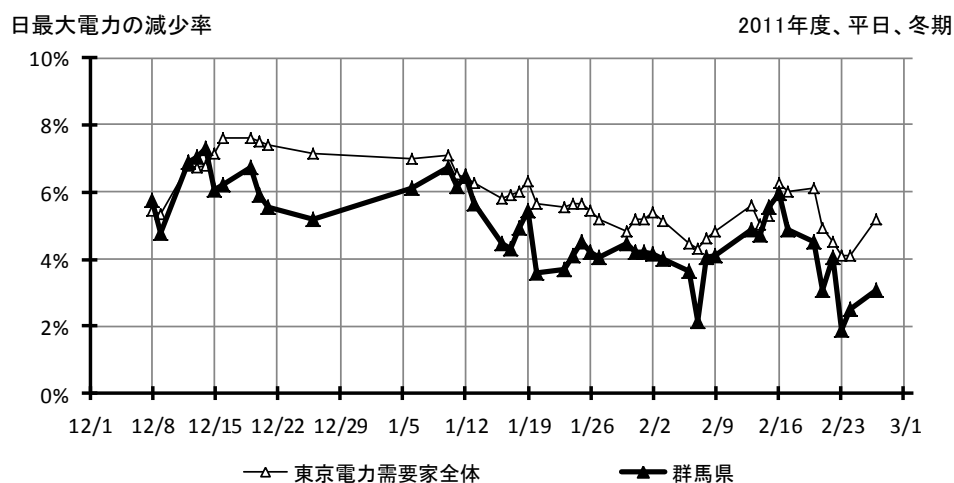


図5-18 分析単位別にみた日最大電力の減少率の推移の比較(2011年度冬期、対前年度比)

5.7 小括

本章では、気温変動による影響を考慮した日最大電力の減少率を期中の段階において日単位で把握する見える化の手法を提示した。同手法は、当日も含めた直近6日分の前年同月同週同曜日との比較結果から減少率を算出するものである。この手法では日単位のデータを用いていることから、減少率の動きを前日（早ければ当日）までの実績を用いて毎日確認（早ければ当日夕方に確認）することができる。再び電力の供給力が不足し電力需給が逼迫する事態が生じた場合には、この手法を活用することによりその逼迫状況への追加的な節電への取り組みの必要性の有無を毎日確認することが可能となる。

第4章で構築した手法により期間全体（夏期であれば7～8月全体、冬期であれば12～2月全体）での日最大電力の減少率の結果を把握することができるが、それに加えて、本章で構築した手法により期中段階での動きも把握できることとなる。

本章で構築した見える化の手法を用いて、2011年夏期（7～8月）における日最大電力の減少率の日単位での動きをみると、東京電力需要家全体では、いずれも7月中旬以降、減少（悪化）、増加（改善）、減少、増加で推移していた。減少率が小さかったのは7月中旬と8月下旬であった。一時的ではあったが、節電目標であった15%減の水準を下回る時期が生じていた。節電目標15%減に対して厳しい局面もある状況であった。

合わせて、2011年夏期における日最大電力の減少率と日最高気温の当日までの6日間の平均との推移をみると、日最高気温の平均が増加すると日最大電力の減少率と低下し、日最高気温の平均が減少すると日最大電力の減少率と増加する動きが観察される。2012年以降も同様な傾向が観察される。電力消費そのものに加えて、日最大電力の減少率も気温変動による影響を受けていることが確認できる。群馬県、山梨県、東北電力需要家全体、新電力の需要家分も含んだ実績である関東地方、および東北地方についても2012年度以降も同様であった。

同様に、冬期について、2011年度（12～2月）における日最大電力の減少率の日単位での動きをみると、いずれの分析単位（群馬県、東京電力需要家全体、東北電力需要家全体、関東地方、および東北地方）とも、気温が低下するとともに減少率が小さくなる動きが観察される。2012年度以降も同様であった。

なお、2016年4月より電力消費の実績データの公表内容が変更されている。東京電力の供給管内の全ての需要家を対象とする関東地方については、引き続き公表されており、本章と同様な分析が可能である。しかしながら、東京電力需要家全体および支店単位での日最大電力の実績データは公表されなくなっており、これらの分析単位について今後は同様な分析はできなくなっている。

第6章 夏期および冬期における日最大電力の気温感応度の見える化

6.1 本章の目的

電力需要は気温変動による影響が大きく、夏期に気温が1℃上昇（冬期であれば低下）した場合の電力消費への影響は、気温感応度と呼ばれている（電気事業連合会 2014）。本章では、日最大電力を対象とした気温感応度を算出する見える化の手法を構築するとともに、その手法を用いて2010年度以降（震災以降）におけるその動向を明らかにする。

6.2 研究の方法

6.2.1 研究の方法

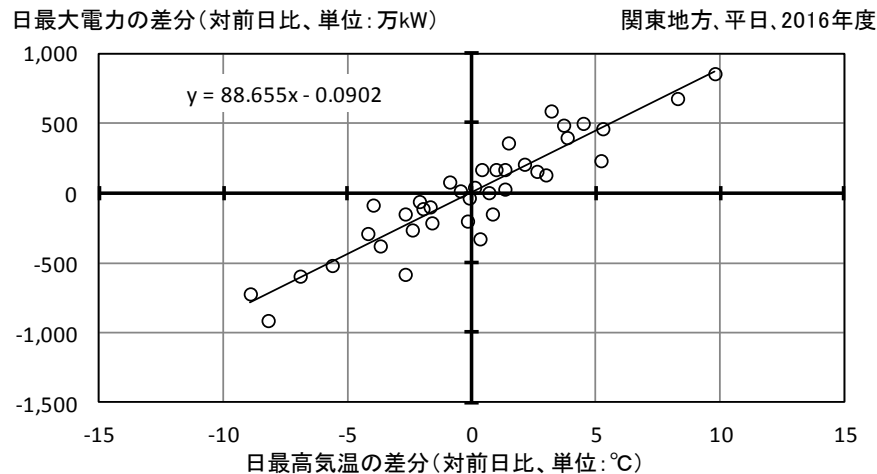
本章では、気温感応度の新たな算出方法として、同年度の前日、前週同曜日、および前年同月同週同曜日との気温と日最大電力の比較から気温変動による影響を考慮した日最大電力の気温感応度を算出する手法を提示するとともに、その手法を用いて2010年度以降（震災以降）における気温感応度の動向を明らかにする。

6.2.2 本章での見える化の手法

本章での見える化とは、前日、前週同曜日、および前年同月同週同曜日との比較により得られる気温の差分と日最大電力の差分の散布図を用いて、視覚的に直観的かつ簡易に日最大電力の気温感応度を算出することを指す。この見える化の手法により、夏期において気温の1℃上昇（冬期であれば低下）があった時の日最大電力の増減分を散布図により数値として把握できることとなる。大型火力発電機1基分の最大出力は100万kW¹⁵であることから、日最大電力の増分を数値として確認できることにより、電力供給にあたっての追加的な発電機の稼働との関係性を把握できることとなる。

本章での日最大電力の気温感応度の算出にあたっては、図6-1のような比較対象日（ここでは、例として比較日を前日としている）との気温の差分と日最大電力の差分の関係性を描いた散布図を活用し、そこから両者による一次の回帰式を導出し、その回帰式の傾きを気温感応度としている。夏期（7～8月）または冬期（12～2月）について期間全体を対象として算出した一次の回帰式の傾きのp値は、いずれの年度においても1%未満の水準にあり有意な結果となっている。一方、一次の回帰式のY切片のp値は大きく、有意な水準ではない。このため、Y切片が0であるか否かは特定できない。

¹⁵ 東京電力ホールディングス（2017）「数表でみる東京電力」での電力供給設備（火力発電所）、東京電力（1996）を参考とする。



注) 1. 実線は、一次の回帰式である。式は、図中に記載した。

2. 自由度調整済み決定係数 r^2 0.8520

3. t値、p値等

	係数	標準偏差	t値	p値
傾き	88.655	6.06	14.63	0.0000 ***
Y切片	-0.090	24.38	0.00	0.9971

***, **, * は、それぞれ、有意水準1%、5%、10%で有意であることを示す。

4. 対象期間: 2016/7/1 (金)～2016/8/31 (水)

図 6-1 気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図(関東地方、2016 年夏期)

6.2.3 気温感応度の算出方法

本章では、前日、前週同曜日、および前年同月同週同曜日との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分の散布図より、両者による1次の回帰式を導出し、その回帰式の傾きを日最大電力の気温感応度とした。この算出方法は、本研究独自の手法である。第4章および第5章での分析で使用した同月同週同曜日比較の方法を参考に、その比較対象を前日、前週同曜日、または前年同月同週同曜日としたものである。なお、前日比較にあたって、月曜の場合は、前週金曜(平日に限る)の実績を比較対象とした。

6.2.4 分析対象地域と分析対象期間

分析対象地域は、新電力の需要家分を含んだ実績であり年次比較が可能な関東地方とした。

分析対象期間は、前章までと同様に、夏期については7～8月、冬期については12～2月とした。また、各年度の土曜、日曜、祝日、お盆期間(8月12日～16日)、および年末年始(12月28日～1月5日)を除いた平日を分析対象とした。

6.2.5 研究で使用した電力消費の実績データ

分析で使用した電力消費の実績データは、前章までと同様に、電力広域的運営推進機関が公表したデータである。

6.3 先行研究のレビュー

先行研究では、気温変動と電力消費との直接的な関係性を踏まえ、両者による一次の回帰式を導出し、その傾きを気温感応度として分析しているケースが多い。また、気温感応度の算出対象としては、①日最大電力を対象とするもの、②各時間帯別の電力消費を対象とするもの、これら2種類がある（表6－1）。

2011年度以降を研究対象とした先行研究をみると、橘高・宮崎（2014）は、平均気温の指標を用いて気温感応度を夏期および冬期の2010～2012年度における動向を報告している。2013年度以降については、日最大電力を対象とした気温感応度についての報告はみられない。

表6－1 気温感応度に関する指摘事項

先行研究	指摘事項と分析方法
環境省(2001)	<ul style="list-style-type: none"> 東京電力管内(1都8県)の夏期(7月の梅雨明け～9月第1週)の日最大電力の気温感応度は約 166 万 kW/℃(概ね 14 時)と報告している。 算出方法についての記載は、みられない。
鳴海ほか(2004)	<ul style="list-style-type: none"> 日最高気温と日最大電力の散布図より、一次の回帰式を導出し、その傾きを気温感応度としている。 算出に用いたデータは、日最高気温が 29℃以上の日である。 分析対象地区は、大阪府内の下記地区である。 <ul style="list-style-type: none"> ー業務用途中心地区 ー住宅用途中心地区 ー住宅・業務用途混在地区
石原ほか(2006)	<ul style="list-style-type: none"> 日最高気温と1時間単位でみた電力消費の散布図より、一次の回帰式を導出し、その傾きを気温感応度としている。 算出にあたっては、電力消費が上昇し始める気温(分岐点温度)を特定し、分岐点温度以上のデータのみから算出している。 分析対象は、下記である。 <ul style="list-style-type: none"> ー福岡市、熊本市の電力供給エリア ー2004年4月～2005年3月
橘高・宮崎(2014)	<ul style="list-style-type: none"> 1時間単位での電力消費と人口(昼間人口または夜間人口)で重み付けした時刻別の平均気温より、一次の回帰式を導出し、その傾きを気温感応度としている。 算出にあたっては、データを高温側(夏期)と低温側(冬期)に2分し、それぞれについて気温感応度を算出している。境界値は、26.9℃である。 分析対象は、下記である。 <ul style="list-style-type: none"> ー東京電力管内需要家全体 ー2010年3月～2013年2月 夏期の9～18時における気温感応度(高温側、平日)は、以下と報告している。 <ul style="list-style-type: none"> ー2010年度 198.9 万 kW/℃ ー2011年度 121.0 万 kW/℃ ー2012年度 147.1 万 kW/℃ 冬期の9～18時における気温感応度(低温側、平日)は、以下と報告している。 <ul style="list-style-type: none"> ー2010年度 98.9 万 kW/℃ ー2011年度 93.0 万 kW/℃ ー2012年度 77.3 万 kW/℃ 夏期の気温感応度は、冬期の2倍程度の水準であったと報告している。

6.4 日最大電力の気温感応度の算出結果

6.4.1 前日比較による日最大電力の気温感応度の算出結果

(1) 気温と日最大電力の前日との比較結果

前日との比較（平日に限る）による気温の差分と日最大電力の差分について、時系列グラフによりその関係性をみると、夏期および冬期のいずれにおいても両者は高い相関がある。夏期は正の相関、冬期は負の相関となる。ここでは例として直近の2016年度を記載した（図6-2、図6-3）。

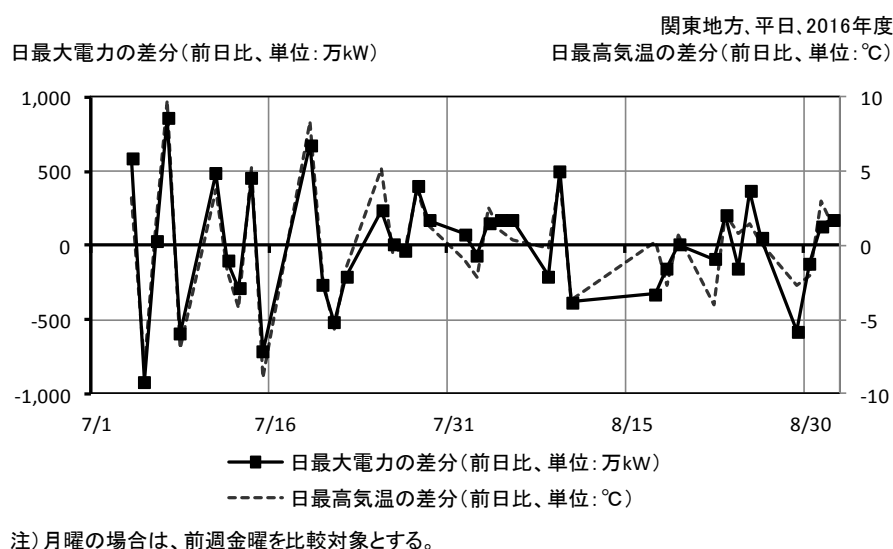


図6-2 日最高気温と日最大電力の前日との比較結果の推移(関東地方、2016年夏期)

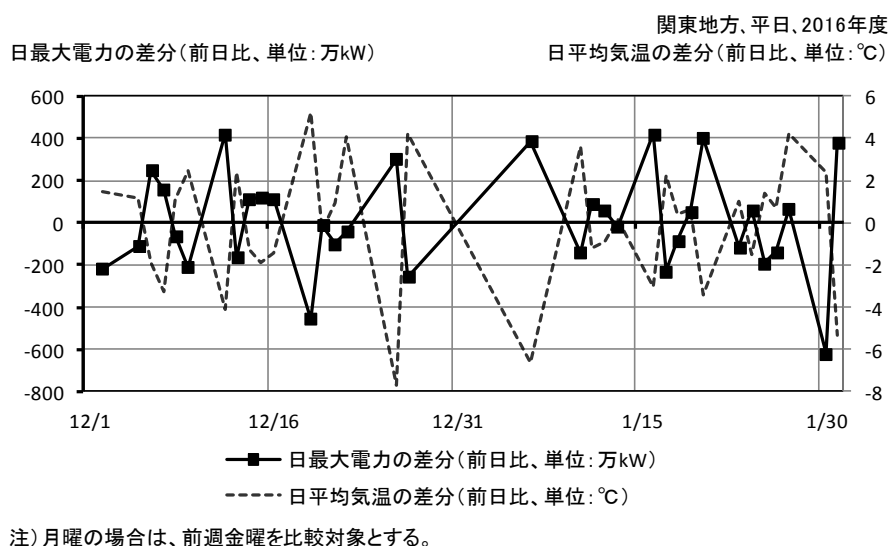


図6-3 日平均気温と日最大電力の前日との比較結果の推移(関東地方、2016年冬期)

(2) 前日比較より算出した日最大電力の気温感応度

前日比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図をみると、夏期、冬期のいずれにおいても、高い相関がある。散布図より得られる一次の回帰式の傾きは、日最大電力の気温感応度と見込むことができる。ここでは、例として直近の2016年度を記載した(図6-4、図6-5)。

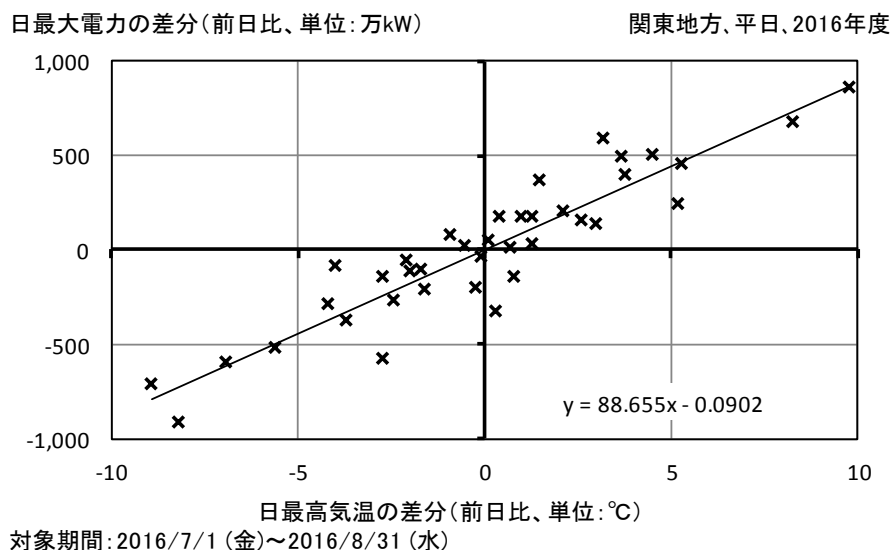


図6-4 前日比較による日最高気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016年夏期)

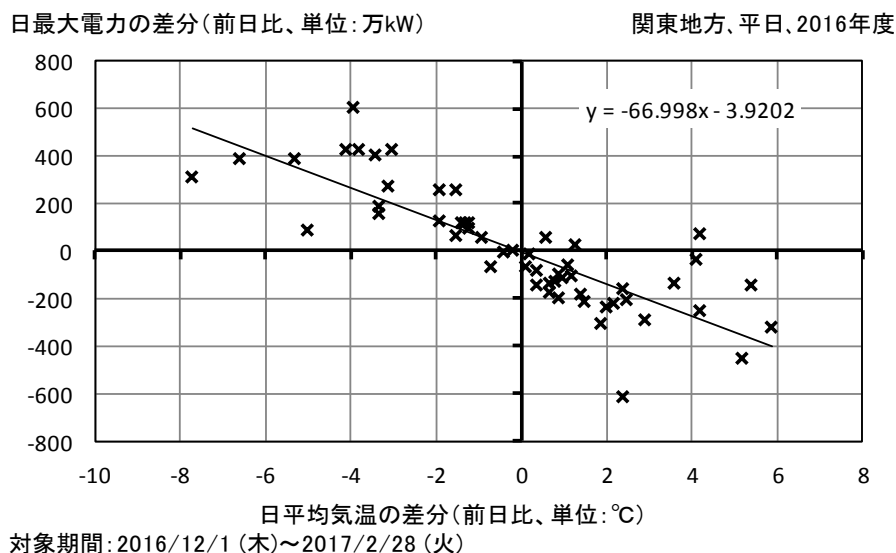


図6-5 前日比較による日平均気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016年冬期)

6.4.2 前週同曜日比較による日最大電力の気温感応度の算出結果

比較対象日を前週同曜日とする前週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図をみると、夏期および冬期のいずれにおいても高い相関が確認できる（図 6 - 6、図 6 - 7）。

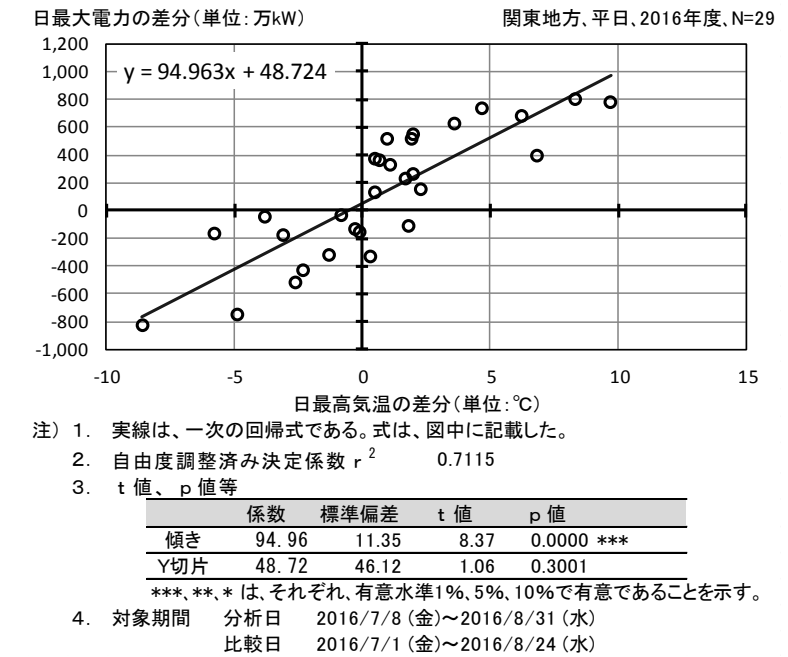


図 6 - 6 気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016 年夏期、対前週同曜日比)

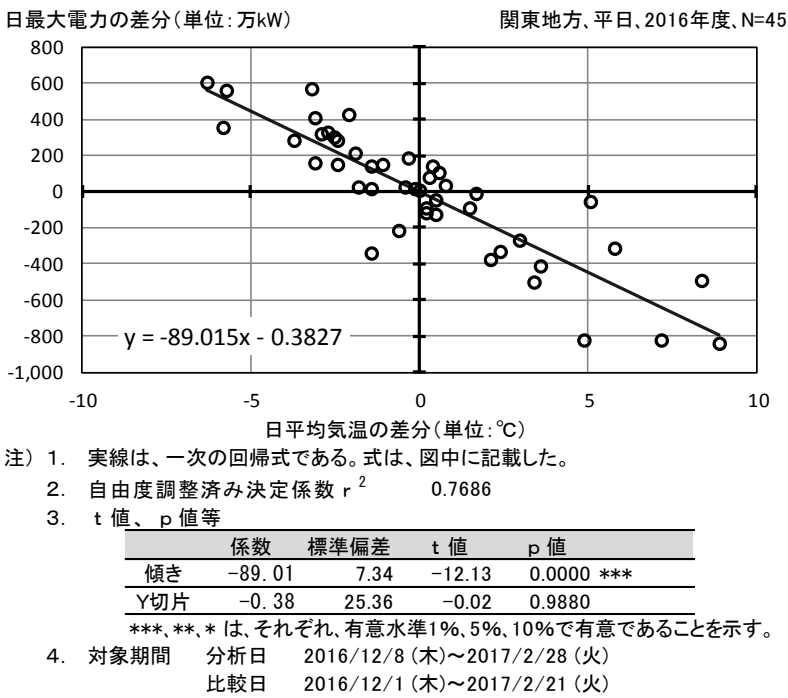


図 6 - 7 気温の差分と日最大電力の差分の散布図(関東地方、2016 年冬期、対前週同曜日比)

6.4.3 前年同月同週同曜日比較による日最大電力の気温感応度の算出結果

第4章および第5章で使用した前年同月同週同曜日との比較が考えられる。前章での手法と異なる要素は、被説明変数の指標を日最大電力の差分（前章では、差分の比率としている）としている点である。

前年同月同週同曜日比較による気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図をみると、夏期、冬期のいずれにおいても、高い相関が確認できる。ここでは、例として直近の2016年度を記載した（図6-8、図6-9）。

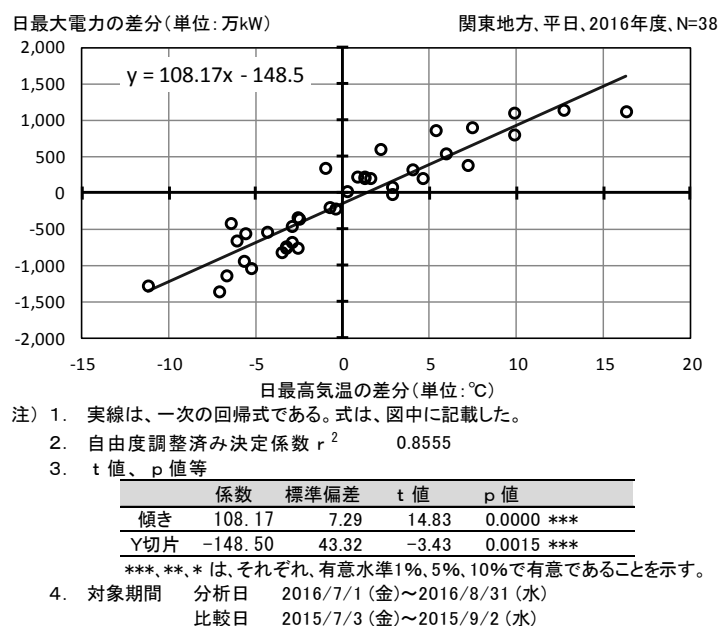


図6-8 前年同月同週同曜日との比較結果(関東地方、2016年夏期)

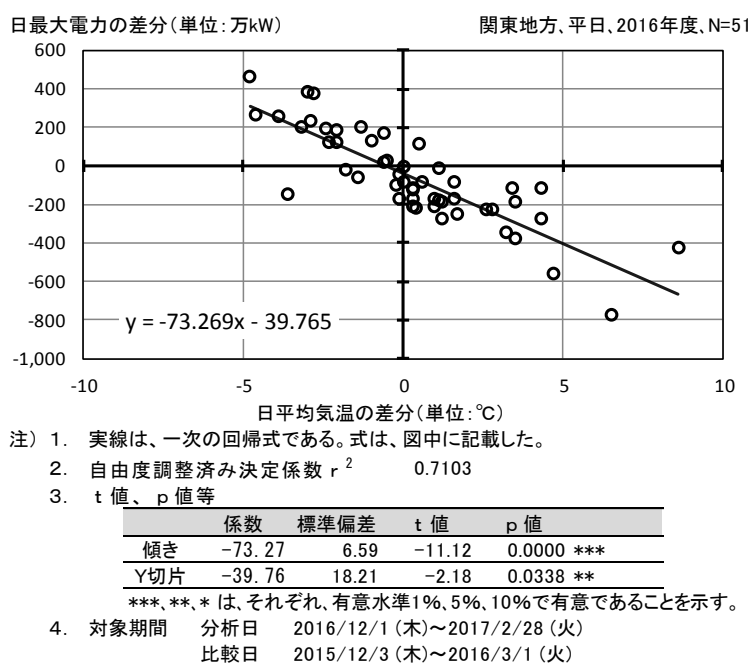


図6-9 前年同月同週同曜日との比較結果(関東地方、2016年冬期)

6.4.4 気温感応度の算出結果の比較

前日比較、前週同曜日比較、および前年同月同週同曜日比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分との関係性を1つの散布図でみると、これら3つの算出方法による差異は、夏期および冬期のいずれにおいても、散布図からは見いだせない状況にある。以下では、例として、2016年度での比較結果を記載した（図6-10、図6-11）。

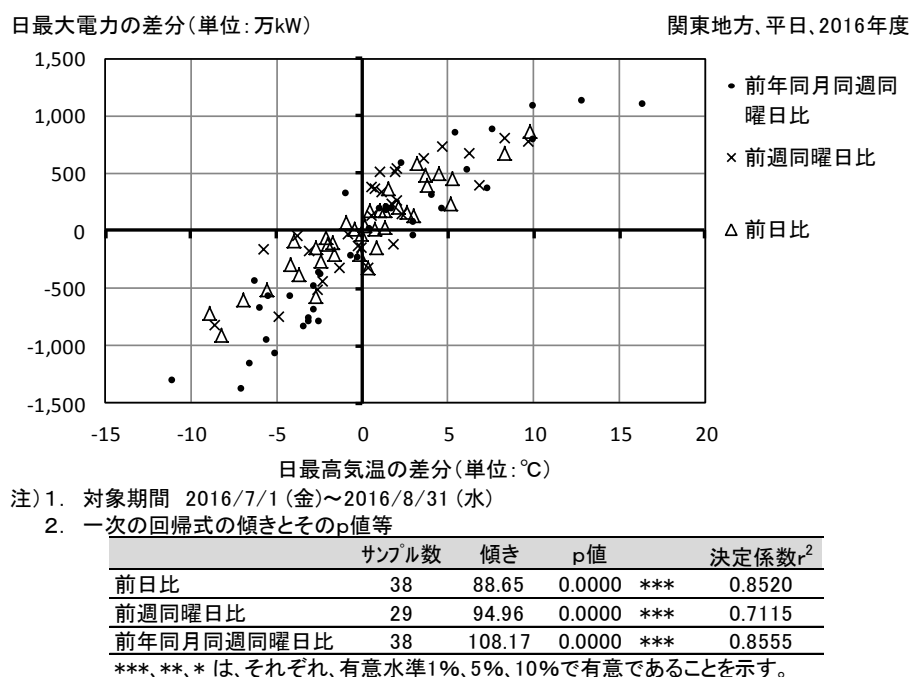


図6-10 3つの方法で算出した日最大電力の気温感応度の年次推移の比較(関東地方、2016年夏期)

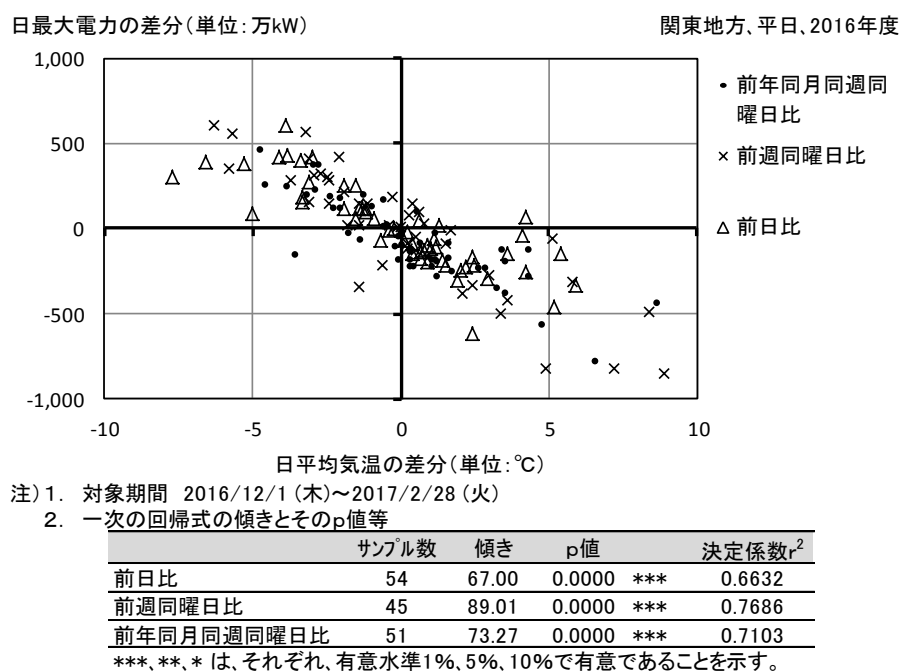


図6-11 3つの方法で算出した日最大電力の気温感応度の年次推移の比較(関東地方、2016年度冬期)

6.4.5 気温感応度の算出結果の年次推移とその比較

前日等との比較より算出した日最大電力の気温感応度の年次推移をみると、夏期については減少もしくは横這い、冬期については横這いの結果となっている（図6-12、図6-13）。

減少の可能性のある夏期について、気温感応度の増減の有無を確認するために、2012年夏期を基準とした気温と日最大電力の散布図による年次比較結果をみると、2013～2015年夏期はいずれも両者による二次の回帰式は同程度の結果となっており、日最大電力の気温感応度の減少は確認できない。また、2016年夏期をみると回帰式の傾きは小さいが、気温分布をみると日最高気温が35℃超であった日数は少なく、暑さは厳しくなかったことにより、回帰式の傾きが大きくならなかったと考えられる。以上を踏まえると、夏期における日最大電力の気温感応度の減少は確認できない状況であった（図6-14～図6-17）。

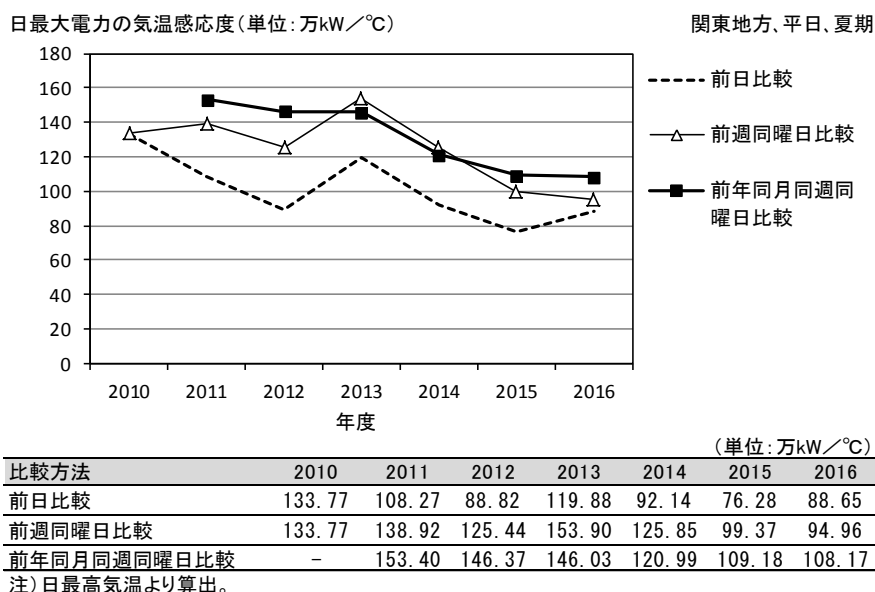


図6-12 日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、夏期)

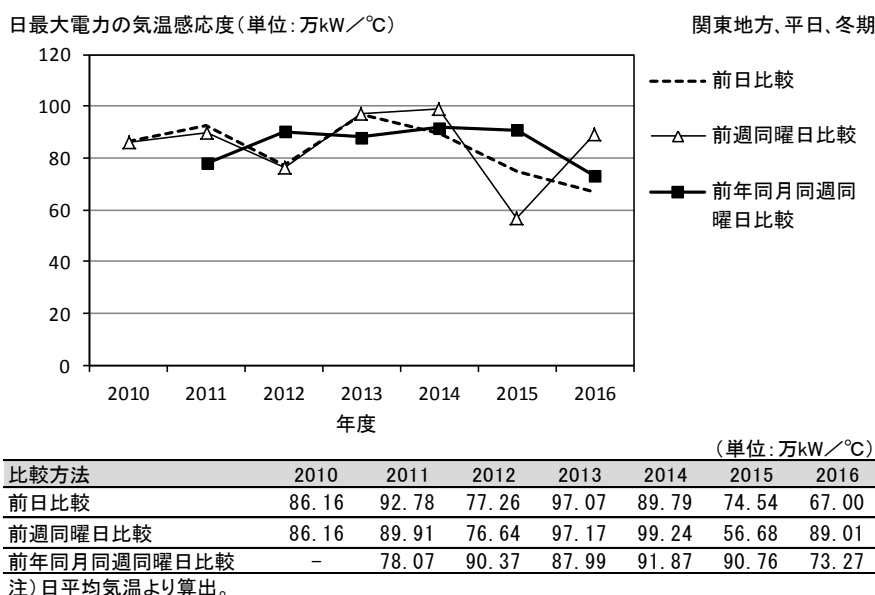


図6-13 日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、冬期)

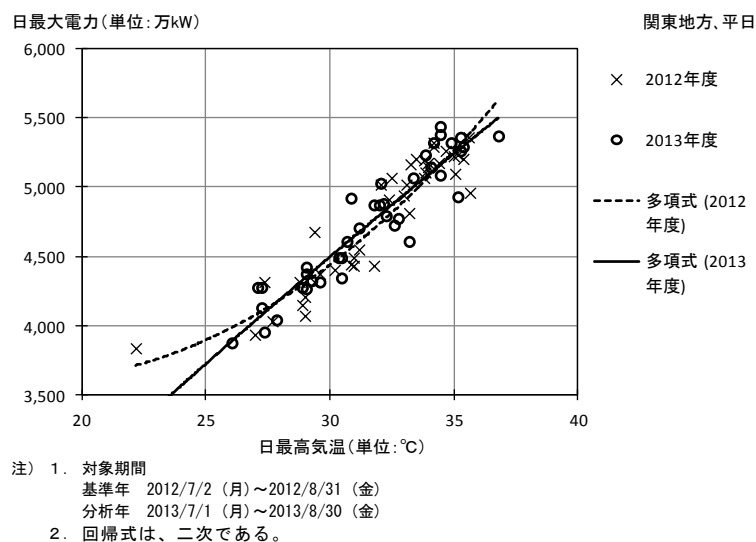


図 6 - 14 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2013 年夏期)

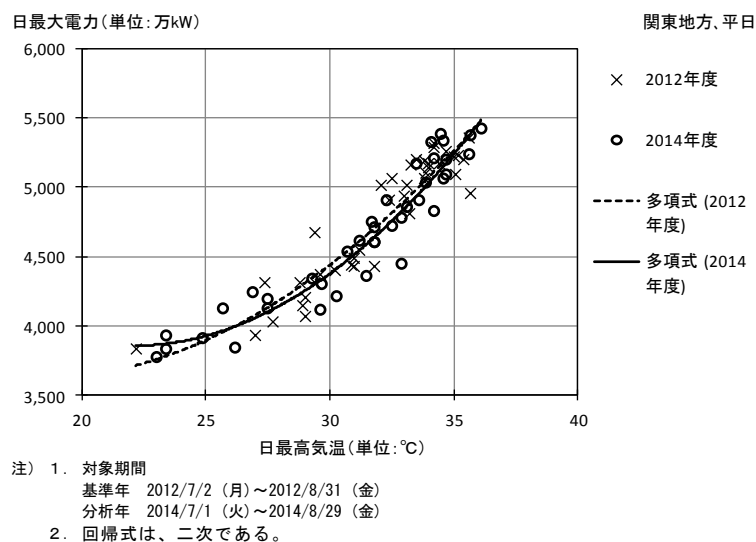


図 6 - 15 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2014 年夏期)

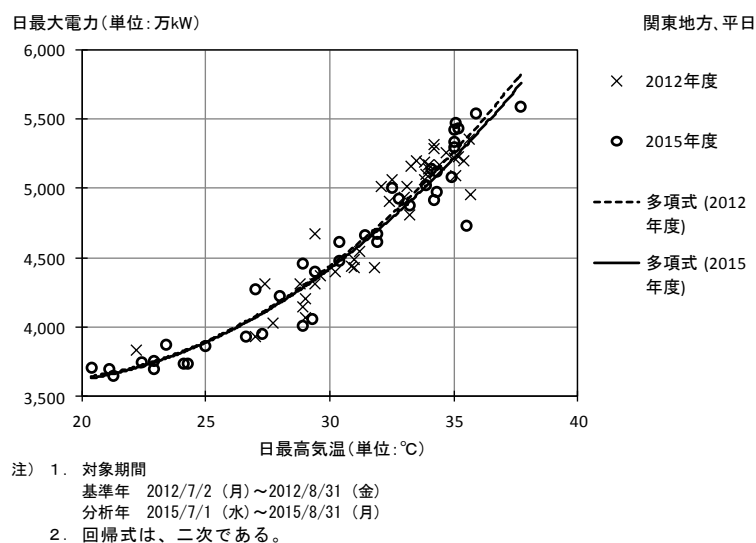


図 6 - 16 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2015 年夏期)

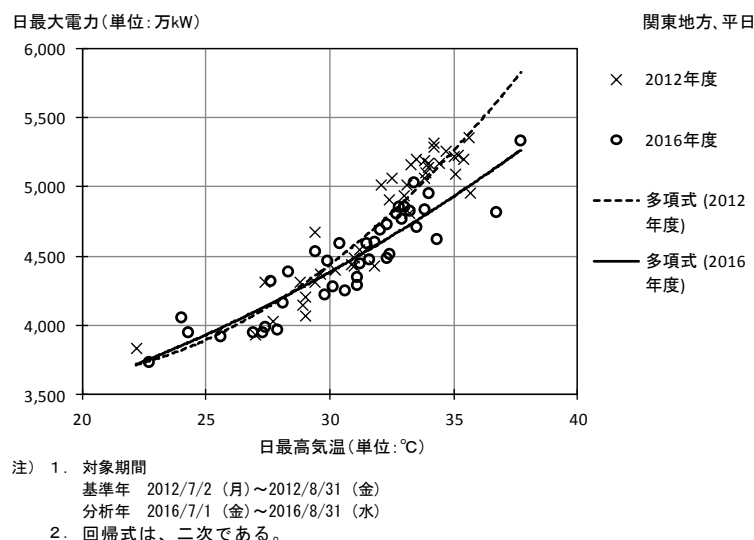


図 6 - 17 日最高気温と日最大電力との関係性を描いた散布図(関東地方、2012-2016 年夏期)

6.5 日最大電力の気温感応度の算出結果についての考察

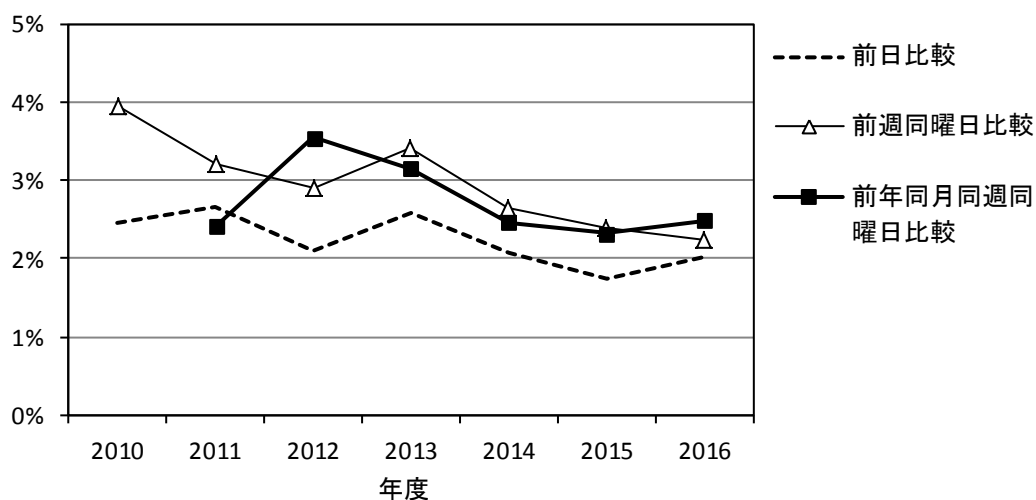
前日比較等の場合、被説明変数を日最大電力の差分とすることに加えて、第4章および第5章で分析したように日最大電力の差分の比率とすることもできる。この場合、気温感応度の単位は $\% / ^\circ\text{C}$ となる。2011年夏期のような%値での節電目標が設定された場合には、その目標値との関係性を把握するにあたって、この指標の活用が考えられる。

上記を踏まえ、%値の指標による気温感応度の年次推移をみた結果、下図の結果であった(図6-18、図6-19)。%値指標でみた日最大電力の気温感応度は、夏期は $2 \sim 3 \%/ ^\circ\text{C}$ 、冬期は 2% 弱の水準であった。先述の $\text{万 kW} / ^\circ\text{C}$ 指標での気温感応度、ならびに大型火力発電機1基分の最大出力は 100 万 kW ¹⁶であることを踏まえると、夏期における日最大電力の気温感応度は、 $100 \sim 150 \text{ 万 kW} / ^\circ\text{C}$ 、比率でみると $2 \sim 3 \%/ ^\circ\text{C}$ 、大型発電機1基強相当分であることが確認できる。冬期における日最大電力の気温感応度は、 $80 \text{ 万 kW} / ^\circ\text{C}$ 程度、比率でみると $2 \%/ ^\circ\text{C}$ 弱、大型発電機1基弱相当分であることが確認できる。

¹⁶ 東京電力ホールディングス(2017)「数表でみる東京電力」での電力供給設備(火力発電所)、東京電力(1996)を参考とする。

日最大電力の気温感応度(単位: %/°C)

関東地方、平日、夏期



(単位: %/°C)

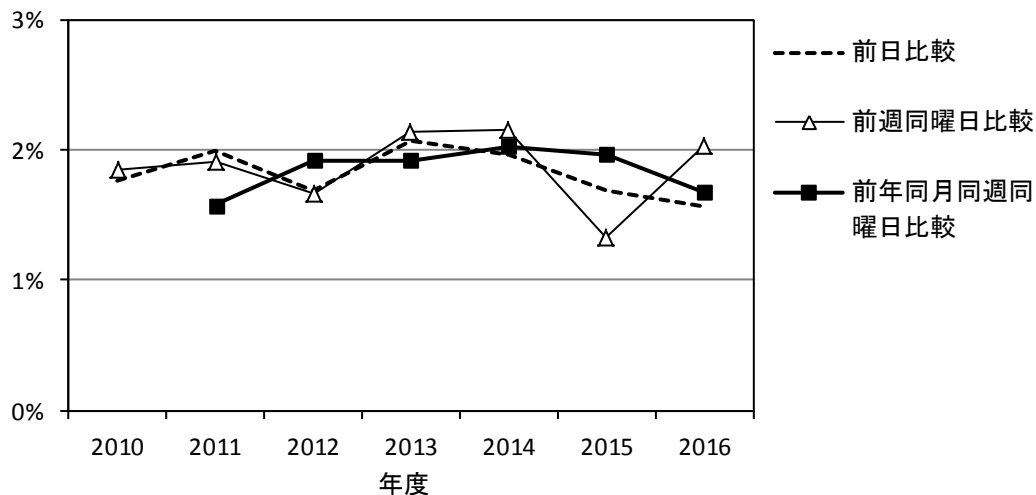
比較方法	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
前日比較	2.47%	2.65%	2.09%	2.57%	2.08%	1.73%	2.01%
前週同曜日比較	3.94%	3.22%	2.89%	3.42%	2.65%	2.40%	2.23%
前年同月同週同曜日比較	-	2.40%	3.54%	3.15%	2.47%	2.33%	2.48%

注) 日最高気温より算出。

図 6-18 %値指標でみた日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、夏期)

日最大電力の気温感応度(単位: %/°C)

関東地方、平日、冬期



(単位: %/°C)

比較方法	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
前日比較	1.76%	2.00%	1.69%	2.08%	1.96%	1.68%	1.56%
前週同曜日比較	1.84%	1.92%	1.66%	2.13%	2.16%	1.33%	2.03%
前年同月同週同曜日比較	-	1.58%	1.92%	1.92%	2.03%	1.97%	1.67%

注) 日平均気温より算出。

図 6-19 %値指標でみた日最大電力の気温感応度の年次推移(関東地方、冬期)

6.6 小括

本章では、気温と日最大電力の関係性から日最大電力の気温感応度を算出する見える化の手法を構築した。本章にて新たに提示した見える化の手法は、比較対象日との気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図より一次の回帰式を導出し、その回帰式の傾きを気温感応度とする手法である。比較対象日は、前日、前週同曜日、および前年同月同週同曜日の3ケースとした。本章では、この手法を用いて、関東地方での2010年度以降における日最大電力の気温感応度を算出した。

第2章では、気温変動と日最大電力との直接的な関係を示す散布図より両者による一次または二次の回帰式を導出し、その回帰式の傾きまたはその接線の傾きより日最大電力の気温感応度を算出している。これら両者の直接的な関係より算出した気温感応度は、夏期および冬期のいずれにおいても、温度帯および分析対象年度により変動が大きい結果であった。気温変動と日最大電力との関係性を分析するにあたっての回帰式は、基本的には二次の回帰式での分析が妥当と考えられるが、年度によっては一次の回帰式の採用も可能な年度もある結果であった。気温変動と日最大電力との直接的な関係から気温感応度の動向を把握するにあたっての代表指標について、特定の手法および特定の温度帯による絞り込みによる選定は困難な結果であった。

そこで本章では、上記の分析結果を踏まえ、気温感応度の新たな算出方法として、前日、前週同曜日、および前年同月同週同曜日の実績との比較により日最大電力の気温感応度を算出する手法を構築した。

本章で構築した日最大電力の気温感応度の見える化の手法を用いて、関東地方での2010年度以降における気温感応度の算出結果をみると、2011年夏期の気温感応度は2010年夏期より減少していた。気温感応度の面でも2011年夏期はその抑制効果が得られていた。

2012年度以降における夏期の動向をみると、2013年度に増加がみられたものの、概ね横這いの結果であった。しかしながら、前述のように日最大電力は気温変動による影響が大きく、その夏の暑さの厳しさの状況によりその数値は大きく変わる状況にある。2016年夏期の日最大電力の減少は、暑さが厳しくなかったことによる影響が大きい可能性がある。本章での分析結果から、夏期における日最大電力の気温感応度が削減されていることは確認できなかった。

同様に、冬期における日最大電力の気温感応度をみると、関東地方においては横這いの状況であった。本章での分析結果から、冬期における日最大電力の気温感応度が削減されていることは確認できなかった。

日最大電力の気温感応度の算出結果をみると、①夏期に日最高気温が 1°C 上昇した場合には、日最大電力の指標でみると $100\sim 150$ 万 $\text{kW}/^{\circ}\text{C}$ 程度の増加があること、②比率の指標でみると $2\sim 3\%/^{\circ}\text{C}$ であること、③大型火力発電機1基分の最大出力は100万 kW であることから、日最大電力が 1°C 増加する場合には、電力消費の増加を見越して大型発電機1基強相当分の追加的な稼働が必要とされること、これらが確認できる。

同様に、冬期についてみると、日平均気温が 1°C 低下した場合には、①日最大電力の指標でみると80万 $\text{kW}/^{\circ}\text{C}$ 程度の増加があること、②比率の指標でみると $2\%/^{\circ}\text{C}$ 弱であること、③大型発電機1基弱相当分の増加が見込まれること、これらが確認できる。日最大電力の気温感応度と電力の供給力との関係を結びつけることにより、電力事業の採算性との関係性を検討することも考えられる。

第7章 結論

7.1 はじめに

本研究では、1時間単位でみた電力消費の1日の中での最大値である日最大電力に焦点を当て、日最大電力の変動を視覚的に直観的かつ簡易に把握する手法（見える化の手法）を構築するとともに、その手法を用いて日最大電力の動向の実証分析を行った。電力需要は気温による影響が大きいため、分析にあたっては気温による影響を考慮している。本論文は、全体で7章の構成とした（図7-1）。

結論である本章では、まず本研究が提示する見える化の手法の内容とその手法を用いた実証分析より得られた発見事項を記述し、次に本研究から得られた知見、政策的含意について述べる。最後に、将来研究への示唆を提示する。

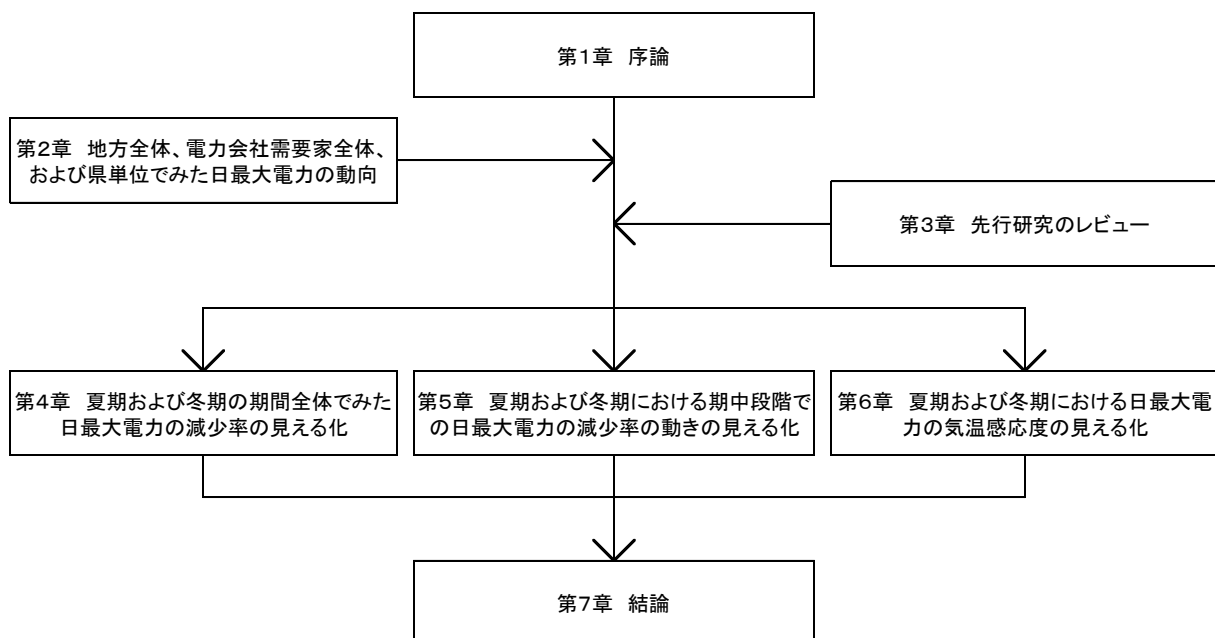


図7-1 本論文の構成

7.2 本研究で構築した見える化の手法

本研究で構築した見える化の手法は、次の3つである。本研究での見える化とは、気温変動による影響を考慮した電力消費（日最大電力）の変動を散布図、時系列グラフ、および数値指標により視覚的に直観的かつ簡易に把握できるようにすることである。

1つめは、前年度の同月同週同曜日の実績との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分の比率との関係性を描いた散布図より両者による一次の回帰式を導出し、その回帰式のY切片を日最大電力の減少率と見込む手法である。この回帰式のY切片は、気温差がなかったとした場合の日最大電力の減少率であり、気温変動による影響を考慮した減少率とみなすことができる。本研究では、この手法を適用し、2010年度比または前年度比でみた日最大電力の減少率を算出している。使用する気温情報は、夏期は日最高気温、冬期は日平均気温とした。

2つめは、上記の手法を当日も含めた直近6日間分のデータに適用し、対前年度比でみた日最大電力の減少率を日単位で算出し、その推移を時系列グラフにより把握する手法である。日単位のデータを用いていることから、日最大電力の減少率の推移を毎日更新し、確認することができる。この手法は、本研究独自の手法である。

3つめは、前日、前週同曜日、および前年度の同月同週同曜日の実績との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図より両者による一次の回帰式を導出し、その回帰式の傾きを日最大電力の気温感応度とする手法である。これにより、気温が1℃上昇（または低下）した場合における日最大電力の増減分である気温感応度を散布図により把握することができる。この手法も、本研究独自の手法である。

7.3 各章での分析による発見事項

・第1章 序論

第1章では、序論として研究の背景、目的等を記載するとともに、日最大電力の実績データの分析にあたって踏まえるべき事項を抽出した。留意事項として、①関東地方および東北地方ともに、新電力による販売電力量は徐々に増加してきており、日最大電力の実績データの分析にあたっては、新電力への電力の購入先の変更（電力会社からの離脱）による影響を考慮する必要があること、②2012年度以降での年次比較にあたっては、新電力の需要家分も含めた実績である地方全体（関東地方、東北地方）を主たる分析の対象とすべきこと、これらを明らかにした。

・第2章 地方全体、電力会社需要家全体、および県単位でみた日最大電力の動向

第2章では、地方全体、電力会社需要家全体、および県単位での日最大電力の実績データの分析を行った。第4章以降での分析にあたっての留意事項として、①関東地方および東北地方全体でみた場合、日最大電力の最大ピークは平日に生じていること、②休日の日最大電力は平日の水準を下回っており、平日のみに絞った分析が可能であること、③2011年度以降における日最大電力の最大ピーク値をみると、夏期は関東地方および東北地方ともに、2011年は大きく減少したが、2012年は増加に反転し、その後は徐々に増加が続いており、日最大電力の最大ピーク値の指標からは節電が進んでいることは確認できないこと、④気温と日最大電力との関係性を描いた散布図より、両者による一次または二次の回帰式を導出し、その回帰式の傾きまたは接線の傾きより日最大電力の気温感応度を算出したが、2011年度以降、その減少は確認できないこと、これらを明らかにした。

・第3章 先行研究のレビュー

第3章では、先行研究のレビューを行った。先行研究のレビューより、①電力消費の見える化への取り組みは開発途上にあること、②地方全体などの広域での日最大電力の実績データの分析にあたっては、気温情報のみで統計的に十分な説明力があること、これらを明らかにした。

日最大電力の実績データを用いた見える化の手法の構築とそれを用いた実証分析は、第4章からである。第4章以降での分析より得られた発見事項は、以下である。

・第4章 夏期および冬期の期間全体でみた日最大電力の減少率の見える化

第4章では、前年の同月同週同曜日との比較による手法を用いて、気温変動を考慮した2010

年度比でみた日最大電力の減少率を算出した。電力使用制限令の対象であった 2011 年夏期における東京電力需要家全体でみた日最大電力の減少率の算出結果は、18%減の水準であった。節電目標であった 15%減を上回る結果であった。東北電力需要家全体、群馬県、および山梨県の減少率は 18~19%減の水準であり、東京電力需要家全体と同様に節電目標であった 15%減を上回る結果であった。

2012 年度以降の日最大電力の減少率の年次比較が可能であるのは、新電力の需要家分も含んだ実績である地方全体（関東地方、東北地方）である。夏期について、2012 年以降における減少率の推移をみると、関東地方および東北地方ともに 2015 年までの減少率は横這いの状況であった。直近の 2016 年夏期の減少率は若干増加していたが、これは夏の暑さが厳しくなかったことによると考えられる。

冬期について、2012 年度以降における減少率の推移をみると、関東地方では増加基調、東北地方では横這いの状況であった。関東地方での冬期については、日最大電力の水準は減少しており、電力需要のピーク時における電力消費の削減（節電）が進んでいると考えられる。

・第 5 章 夏期および冬期における期中段階での日最大電力の減少率の動きの見える化

第 5 章では、第 4 章で構築した前年の同月同週同曜日との比較による手法を用いて、2011 年夏期における期中段階での日最大電力の減少率を日単位で算出した。東京電力需要家全体での算出結果をみると、電力使用制限令が求める 15%減の水準を下回る時期が生じていた。節電目標 15%減に対して厳しい局面もある状況であった。東北電力需要家全体、群馬県、および山梨県も同様であった。

2012 年以降の夏期における日単位でみた減少率の推移をみると、関東地方および東北地方ともに、日最高気温が増加するに伴い減少率が低下している。同様に、2012 年度以降における冬期の減少率の推移をみると、関東地方および東北地方ともに、日平均気温が低下するに伴い減少率が低下している。日最大電力の減少率は、気温変動による影響が大きいことが確認できる。

・第 6 章 夏期および冬期における日最大電力の気温感応度の見える化

第 6 章では、年次比較が可能な関東地方をケースとして、前日、前週同曜日、および前年同月同週同曜日の実績との比較より日最大電力の気温感応度を算出した。夏期における関東地方での日最大電力の気温感応度をみると、2011 年度以降、その減少は確認できなかった。冬期は横這いの状況であった。第 2 章での気温と日最大電力との直接的な関係から算出した気温感応度も同様な結果となっており、夏期および冬期ともに、日最大電力の気温感応度の低下は確認できなかった。

7.4 得られた知見

ここでは、本研究により得られた知見として以下を提示する。

・日最大電力の動向把握にあたって直近 6 日分のデータを用いた分析が有効であること

第 5 章では、期中段階での日単位でみた日最大電力の減少率を算出するにあたって、当日を含めた直近 6 日分のデータを用いて算出している。直近 6 日分のデータであれば、統計的にみて有意な結果を得ることができている。先行研究では、電力需要に対する気温の累積的影響を反映させるために直近 3~5 日分のデータを使用した分析等が行われてきているが、本研究では、日最

大電力の減少率を分析する場合には、直近6日分のデータを用いた分析が統計的にみて有意であることを明らかにした。

・前日比較、前週同曜日比較等による日最大電力の気温感応度の算出手法の提示

第6章では、日最大電力を対象とした気温感応度の新たな算出方法として、前日、前週同曜日、および前年同月同週同曜日の実績との比較より得られる気温の差分と日最大電力の差分より日最大電力の気温感応度を算出する手法を提示している。具体的には、両者の差分の散布図より一次の回帰式を導出し、その回帰式の傾きを気温感応度とする手法である。気温と日最大電力との関係性を描いた散布図から直接的に気温感応度を算出する場合には、算出に用いるデータの範囲の設定等についての検討が別途必要とされるが、前日比較等の手法で算出する場合には、その検討が不要となる。より簡易に、日最大電力の気温感応度を把握する手法を提示している。

・時期別にみた日最大電力の見える化の手法の提示

本研究では、日最大電力のデータを対象として、その変動状況を把握する見える化の手法を提示している。本研究で利用した見える化の手法を一覧化するとともに、把握の時期別に整理すると表7-1となる。用いる手法は時期により異なる。

表7-1 把握の時期別にみた日最大電力の見える化の手法

把握時期	見える化の対象	見える化にあたって使用するグラフ	備考
夏期 6～7月 冬期 11～12月	日最大電力の増加の動きの有無	時系列グラフ 散布図	第3章で記載
夏期 7～8月 冬期 12～2月	日最大電力の減少率の推移(日単位)	時系列グラフ	第5章で記載
夏期 9月(夏期終了後) 冬期 3月(冬期終了後)	期間全体でみた日最大電力の減少率 期間全体でみた日最大電力の気温感応度	散布図	第4章、第6章で記載

節電が課題となった2011年夏期をケースとして、散布図または時系列グラフにより関東地方での日最大電力の変動をみると、以下となる。

まず、6月当初より日最大電力の増加が始まる6月下旬または7月中旬までは、時系列グラフおよび気温と日最大電力との関係性を描いた散布図により、日最大電力の増加の動きを確認することができる(図7-2)。散布図からは、気温の上昇に伴い日最大電力が増加することが確認できる(図7-2の右図)。2011年夏期の実績をみると、増加が始まった6月中旬(6月17日以降)においては、1日で300万kW程度が増加(対前日比)していた。ちなみに、大型火力発電機1基分の最大出力は100万kW¹⁷であることから、大型発電機3基相当分の追加的な電力の供給が必要とされていたこととなる。

¹⁷ 東京電力ホールディングス(2017)「数表でみる東京電力」での電力供給設備(火力発電所)、東京電力(1996)を参考とする。

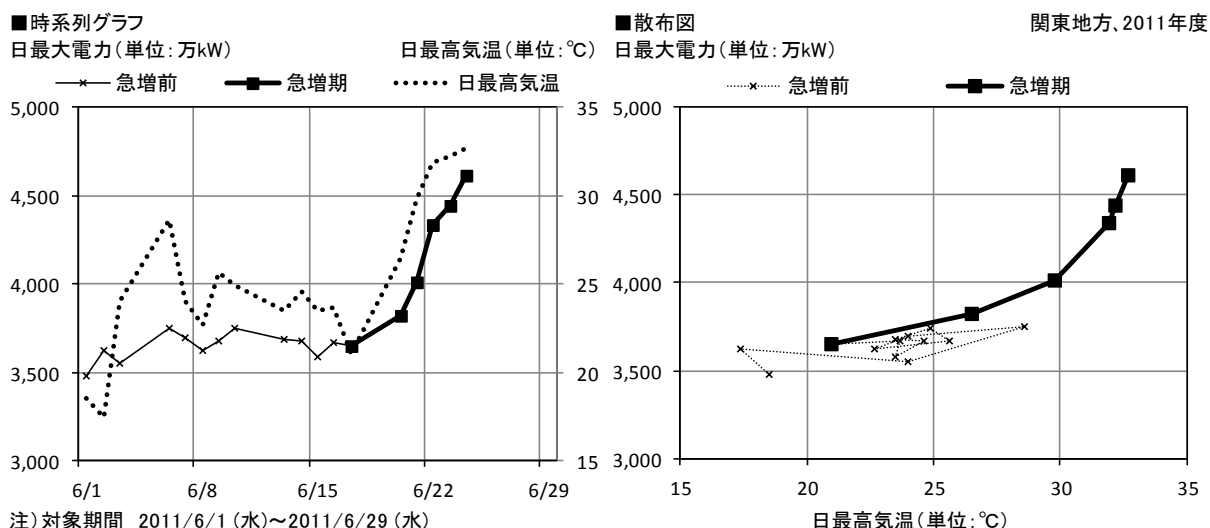


図 7 - 2 日最大電力と日最高気温の時系列グラフと両者の関係性を描いた散布図(2011 年 6 月)

次に、期中の段階においては、前年同月同週同曜日の実績との比較より、対前年度比でみた日最大電力の減少率の動向を日単位で把握することができる(図 7 - 3 の左図)。2011 年夏期における期中の動きをみると、7 月中旬および 8 月下旬において、一時的ではあったが節電目標 15% 減の水準を下回る状況が生じていた。7～8 月全体でみた日最大電力の減少率は、18% 減の水準であった(図 7 - 3 の右図)。7～8 月全体でみると節電目標であった 15% 減の水準を上回っていた。

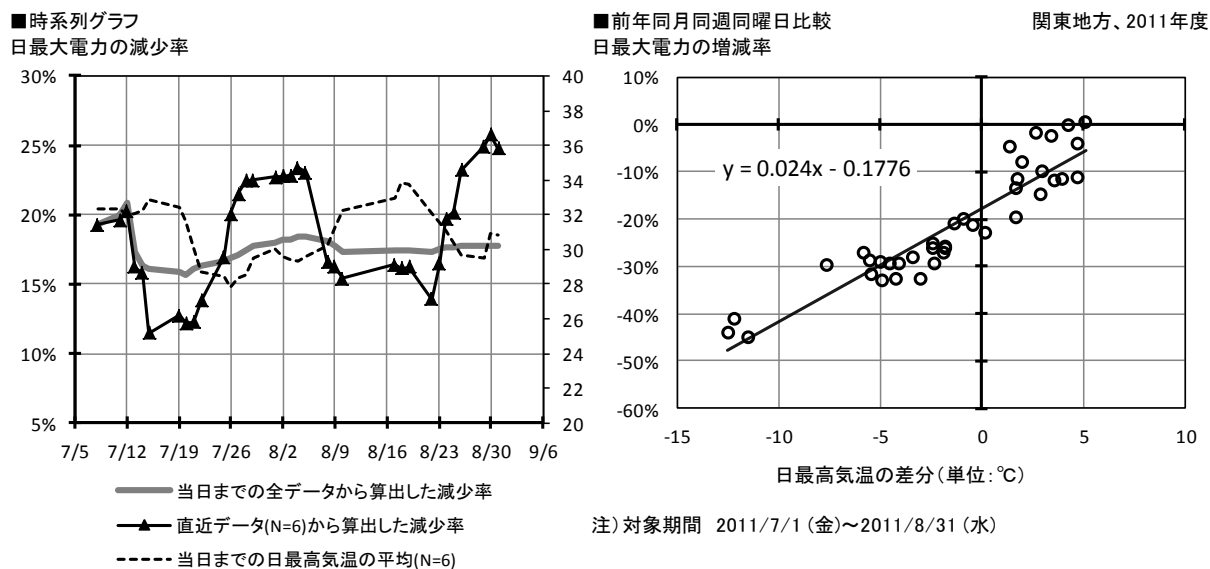


図 7 - 3 日最大電力の減少率の推移と日最高気温の差分と日最大電力の差分の比率との関係性を描いた散布図(関東地方、2011 年夏期、対前年度比)

合わせて、前日比較等による日最高気温の差分と日最大電力の差分との関係性を描いた散布図より、期間全体でみた日最大電力の気温感応度を把握することができる（図 7-4）。前年度実績と比較することにより、日最大電力の気温感応度の変動状況を確認することができる。

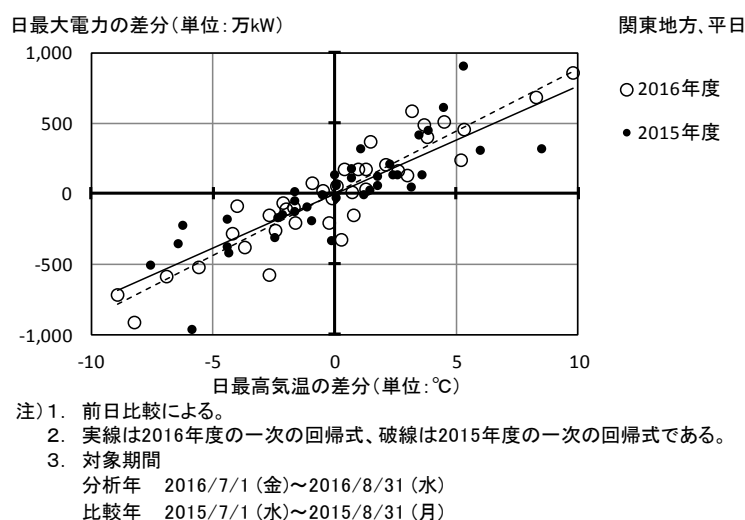


図 7-4 前日比較による日最大電力の差分と日最高気温の差分との関係性を描いた散布図(関東地方、2015-2016 年夏期)

・2012 年度以降における日最大電力の実績データの分析結果からみた節電の状況

第 4 章では、地方全体（関東地方、東北地方）、電力会社需要家全体（東京電力需要家全体、東北電力需要家全体）、および県単位を分析単位として日最大電力の減少率を算出した。このうち、電力会社需要家全体および県単位の実績データには、新電力の需要家分は含まれていない。このため、日最大電力の減少分には、新電力への電力の購入先の変更による減少分が含まれることとなり、節電による減少分以外も含まれることとなる。2012 年度以降の減少率の年次比較は、新電力の需要家分も含んだ実績である地方全体のみが適用可能であることに留意する必要がある。

2011 年度における夏期および冬期の日最大電力の減少率をみると、関東地方および東北地方とも大きく減少していた。加えて、夏期における 2012 年度以降の減少率をみると、両地方ともに 2015 年夏期までは横這いであった。2016 年夏期は、前年比増加であったが、これは暑さが厳しくなかったことによると考えられる。このため、日最大電力の減少（節電）が追加的に進んでいるか否かは確認できない。

冬期についてみると、2011 年度以降、関東地方では日最大電力の減少率の増加が続いており、ピーク時における電力消費の抑制（節電）が進んでいる。東北地方では、日最大電力の水準は横這いの状況にある。冬期における日最大電力の動向は、地方により異なる結果となっている。

以上を総括すると、冬期の関東地方については、日最大電力の減少率が増加しており、節電が進んでいる可能性がある。一方、夏期の関東地方、夏期および冬期での東北地方については、いずれも日最大電力の減少率は横這いの状況にあり、節電が進んでいるか否かは確認できなかった。

7.5 政策的含意

第4章と第5章では、気温変動による影響を考慮した日最大電力の減少率を算出している。両章での分析結果からは、減少率を把握する時期により、日最大電力の減少率の算出方法として2つの方法が利用可能である（表7-2）。夏期の電力需要の増加が始まる6月から8月末までの夏期の期中の段階においては、当日も含めた直近6日分のデータを用いて前年同月同週同曜日の実績との比較から減少率を算出することができる。最終的な7、8月を通じた期間全体での減少率は、夏期が終了した9月初期に、前年同月同週同曜日の実績との比較から把握することができる。冬期についても、夏期と同様に把握することができる。

既存の日最大電力の減少率の報告は、主として結果報告型であった。本研究では、結果報告型に加えて期中段階から日最大電力の減少率を把握し、追加的な節電への取り組みの必要性の有無を確認することができる動向把握型の手法を提示している。既存の期中段階での報告は、電力消費のベースラインを推計し、それとの差異から減少率を算出しているが、本研究が提示する手法は、ベースラインの推計を不要とするものであり、実績データのみから直接的に減少率を算出することを可能としている。仮に、2011年夏期のように電力需給が逼迫し、電力需要の抑制が必要とされる事態が生じた場合には、この手法を活用することにより、期中の段階においてその逼迫状況（減少率）を把握することが可能となり、追加的な節電への取り組みの必要性の有無を判断するにあたっての参考情報を得ることができる。

表7-2 夏期における時期別にみた日最大電力の減少率の把握方法

把握時期	把握方法	備考
6月～8月の期中	・前日（または当日）までのデータを用いて前年同月同週同曜日の実績と比較	第5章参照
9月初期 （7～8月全体を対象）	・7～8月全体のデータを用いて前年同月同週同曜日の実績と比較	第4章参照

7.6 将来研究への示唆

ここでは、将来研究への示唆として以下を提示する。

・県単位での日最大電力の詳細分析

第1章で分析したように、東北地方の県庁所在都市等での気温の相関をみると、日平均気温でみた冬期の相関は高いが、日最高気温でみた夏期は相関が低い状況にある。このため、東北地方全体の分析において仙台での気温の観測値を使用するにあたって、夏期についてはその代表性の点で課題を有している。加えて、第2章で分析したように青森県および秋田県での日最大電力をみると、岩手県以南の地域とは異なる特性を有している。また、関東地方についてみた場合、圏内の県庁所在都市等での気温の相関は、夏期、冬期ともに高い状況にある。ただし、甲府および三島と他都市との相関は、夏期、冬期ともにやや低い状況にある。

上記ならびに電力消費は気温変動による影響が大きいことから、分析に使用する気温情報の代表性の面での課題解消の点からも、地方全体での分析と合わせて、県単位についても同様に詳細な分析が必要と考えられる。例えば、東京23区については、2011年以降、夏期における1時間

単位でみた電力消費の実績データが公表されてきており、その活用が可能となっている。

- ・ 地方全体での 1 時間単位の電力消費の詳細分析

震災に伴い電力需要の抑制に向けた取り組みの一環として電力消費の実績データが公表されてきたが、電力の小売自由化等の市場環境変化により、2016 年 4 月以降、電力消費の実績データの公表範囲は縮小されている。また以前は、電力会社需要家全体の数値をみれば大凡の電力需要の実績と経年変化を確認することができた。しかしながら、新電力への電力の購入先の変更（電力会社からの離脱）の増加の動きにともない、電力会社需要家全体でみた電力消費の減少分は、電力需要の減少によるもののみではなくなっており、年次比較が困難となっている。2017 年 4 月時点で、今後も継続的にデータが取得できるとともに、集計範囲が同一であり年次比較ができるのは、電力広域的利用推進機関が公表する地方全体での 1 時間単位でみた電力消費の実績データに限られる。今後の研究にあたっては、同データの詳細分析を通じた更なる知見の蓄積が期待される。なお、本研究では、日最大電力のみを分析対象としたが、今後の研究領域として地方全体での各時間帯別の電力消費の実績データの分析が考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、主指導として多面的な観点から御指導頂きました李 潔教授に深く感謝しお礼申し上げます。合わせて、内田奈芳美准教授、丸茂幸平准教授、田中恭子教授、ならびに外岡 豊教授には、副指導として御専門の立場から貴重な御助言を頂き深く感謝しお礼申し上げます。加えて本論文は、関連する査読付学会論文の匿名の査読者の皆様を初めとした多くの方々からの各種の指摘があつて完成することができたものです。改めてここに記してお礼申し上げます。

本論文がたどったこれまでの経過を振り返ると、当初は、直観的かつ簡易に電力消費の動きを見える化する手法を具体化したいと考え、研究に着手しました。震災以降、電力消費に関しての様々な研究や実績データが報告される中で、先行研究レビューの一環としてその情報整理を行うとともに、実績データを用いて多様な観点から分析を積み重ねていった結果、論文全体が資料集と化す状況でした。指導教官の皆様との検討会を重ねる中で、論文のタイトル、研究の目的、および論文全体のストーリーの重要性のご指摘頂きました。ご指摘を踏まえ、研究開始当初の目的に立ち返り、論文の構成と内容を大幅に見直し、最終的に論文として取りまとめることができたところです。重ねて、ご指導を頂いた皆さまにお礼申し上げます。

振り返れば、調査研究業務に長年従事してきましたが、業務を通じて得た知見の外部への発表という点では、極めて少ない状況でした。社会人として入学した大学院修士課程での研究成果を学術論文として発表したことにより、外部発表により得られる充実感の存在に気づきました。以来、日常の中で論文執筆を続け、各種の論文を発表してきました。

本論文は、調査研究業務を通じて蓄積してきた各種分析手法を活用しつつ、直観的かつ簡易に電力消費（日最大電力）の変動を把握する見える化の手法を構築したものです。これからも引き続き研究を進めるとともに、論文の執筆を続けていきたいと考えています。

参考引用文献

- Banbura, Marta.; Giannone, Domenico.; Modugno, Michele.; Reichlin, Lucrezia. (2013) *Now casting and the Real-time Data Flow*”, European Central Bank (ECB) Research Paper Series – Working Papers , No. 1564.
- Darby, Sarah. (2006) *The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption, A Review for Defra of the Literature on Metering, Billing and Direct Displays.*, Enviromental Change Institute, University of Oxford.
- Fischer, C. (2008) *Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?*, Energy Efficiency, Vol 1, pp 79-104.
- Petersen, John E.; Shunturov, Vladislav.; Janda, Kathryn.; Platt, Gavin.; Weinberger, Kate. (2007) *Dormitory residents reduce electricity consumption when exposed to real - time visual feedback and incentives*, International Journal of Sustainability in Higher Education.
- Joskow, Paul L. (2012) *Creating a Smarter U.S. Electricity Grid*. Journal of Economic Perspectives, 26(1) pp. 29-48.
- Thaler, R. H.; Sunstein, C. R. (2008) *Nudge : Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*, Yale University Press, London. (遠藤真美訳 (2009) 「実践行動経済学：健康、富、幸福への聡明な選択」 日経 BP 社)
- アジア太平洋研究所 (2012) 「関西今冬の節電の状況」『関西エコノミックインサイト』pp. 20-25.
- みずほ情報総研 (2015) 「節電に対する生活者の行動・意識に関する調査」.
- 石原修・中川正裕・久保隆太郎・馬場敬之 (2006) 「福岡市と熊本市における電力供給量の気温感応度に関する研究」『空気調和・衛生工学会論文集』 空気調和・衛生工学会, pp. 29-35.
- 小野賢治・森清 堯(1985)「夏期電力需要の気象要因分析」『電力経済研究』電力中央研究所, No. 18, pp. 17-40.
- 環境省 (2001) 「平成 12 年度 ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について 報告書」 (<http://www.env.go.jp/air/report/h14-01/>, 2017 年 5 月 21 日最終確認).
- 関西電力 (2012) 「冬の需給見通しについて」『第 9 回 奈良県節電協議会資料 平成 24 年 12 月 5 日』奈良県.
- 関西電力 (2013 a) 「今冬の需要状況等について」『第 11 回 奈良県節電協議会資料 平成 25 年 4 月 9 日』奈良県.
- 関西電力 (2013 b) 「今夏の需要状況について」『第 13 回 奈良県節電協議会資料 平成 25 年 10 月 24 日』奈良県.
- 関西電力 (2014) 「今夏の需要状況について」『第 15 回 奈良県節電協議会資料 平成 26 年 10 月 29 日』奈良県.
- 関西電力 (2015 a) 「今冬の需要状況について」『第 16 回 奈良県節電協議会資料 平成 27 年 4 月 27 日』奈良県.
- 関西電力 (2015 b) 「今夏の需要状況について」『第 17 回 奈良県節電協議会資料 平成 27 年 10

- 月 30 日』奈良県.
- 気象庁「天気予報等で用いる用語」(http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/mokuji.html, 2017 年 3 月 11 日最終確認).
- 気象庁「夏(6~8月)の天候」(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2017 年 3 月 11 日最終確認).
- 気象庁「冬(12~2月)の天候」(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2017 年 3 月 11 日最終確認).
- 栗尾孝(2012)「オフィスビルのエネルギー計測とチューニング」(東京都セミナー資料) (https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/large_scale/attachement/panasonic_shidome.pdf, 2015 年 10 月 19 日最終確認).
- 経済産業省(2011)「各電力会社管内における対前年度日需要について(2011 年 6 月 20 日~9 月 22 日まで)」(<http://www.meti.go.jp/setsuden/electricity.html>, 2015 年 12 月 1 日最終確認).
- 経済産業省・国土交通省告示(2006)「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主及び特定建築物の所有者の判断基準」.
- 国立天文台(1997)「平成 10 年版 理科年表」丸善.
- 小島武男・吉村寅次(1959)「関東・東北地方の暖房度日 D30 18-18 について」『日本建築学会論文報告集』日本建築学会 pp. 1-4.
- 後藤功次・矢部邦明・荒木登(2004)「長期需要予測のための気温感応度推定」『平成 16 年電気学会電力・エネルギー部門大会』電気学会, pp. 21-22.
- 小松秀徳・西尾健一郎(2013)「省エネルギー・節電促進策のための情報提供における「ナッジ」の活用: 米国における家庭向けエネルギーレポートの事例」『電力中央研究所報告』電力中央研究所社会経済研究所, pp. 巻頭 1-3, pp. 1-31.
- 札幌市都市局(2013)「札幌版次世代住宅基準技術解説書」(2013 年 4 月版).
- 省エネルギーセンター「エネルギー・経済統計要覧」(各年版).
- 省エネルギーセンター(2009)「省エネナビ設置の効果」(<https://www.eccj.or.jp/>, 2014 年 5 月 1 日最終確認).
- 菅沼祐一(2013)「気温変動からみたピーク時電力消費の散布図分析と 2011 年夏期の節電効果」『日本地域政策研究』日本地域政策学会, No. 11, pp. 143-151.
- 菅沼祐一(2016)「日最大電力データからみた東日本地域での夏期のピーク時電力消費の減少動向の分析と考察」『環境科学会誌』環境科学会, 29(6), pp. 296-304.
- 菅沼祐一(2017)「節電状況の迅速な確認に向けた日最大電力の減少率のナウキャストニング 2011 年夏期ケースを用いた節電状況の期中モニタリング手法の開発」『経済科学論究』埼玉大学経済学会, 第 14 号, pp. 97-106.
- 杉原美智子・橋本尚之・宮本祐輔・塚田聡・越山修(2011)「「気温から考える今夏の電力需要予測」~これ以上の節電は必要なのか~」『震災関連情報(BEYOND0311)』三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング.
- 鈴木敦士・井上裕史・園山実(2012)「2011 年夏の電力需要予測とその検証(震災復興提言論文)」『三菱総合研究所所報』三菱総合研究所.

- 草加市 (2009)「草加市地域省エネルギービジョン重点テーマ (省エネモニタリングシステムによる省エネルギーの取組み) に係る詳細ビジョン策定調査報告書」.
- 武政孝治・小玉祐一郎 (1992)「AMeDAS データに基づく建築設計用地域気候マップの作成 (1) 気温、日射量、暖房度日による地域気候特性の表示」『日本建築学会学術講演梗概集』日本建築学会 pp. 1017-1018.
- 橘高康介・宮崎ひろ志 (2014)「広域における消費電力の気温感応度 東日本大震災前後の経年変化」『日本建築学会環境系論文集』pp. 891-899.
- 田中英一・長谷川淳・伊藤正義 (1996)「重回帰分析と階層型ニューラルネットによる翌日電力需要予測」『オペレーションズ・リサーチ』日本オペレーションズ・リサーチ学会, pp. 499-503.
- 電気事業連合会 (2010)「FEPC INFOBASE 2010」(<http://www.fepc.or.jp/library/data/infobase/pdf/infobase2010.pdf>, 2017 年 3 月 1 日最終確認).
- 電気事業連合会 (2014)「FEPC INFOBASE 2014」(<http://www.fepc.or.jp/library/data/infobase/pdf/infobase2014.pdf>, 2017 年 3 月 1 日最終確認).
- 東京電力 (1996)「改良型最大電力予測支援システムの開発について」『東京電力プレスリリース』
- 東京電力 (2011)「最大電力発生日の節電効果の試算内訳 (2011 年 9 月 26 日発表)」(http://www.tepco.co.jp/cc/press/etull_j/images/110926d.pdf, 2015 年 9 月 10 日最終確認).
- 東京電力ホールディングス (2017)「数表でみる東京電力」.
- 中島高英 (2009)「クラウド型コンピュータによる消費エネルギーの見える化の実用事例 グリーン東大工学部プロジェクトにおける事例紹介」『電子情報通信学会技術研究報告』電子情報通信学会, 109(351), pp. 7-12.
- 永富 悠 (2011 a)「東京電力管内及び東北電力管内における気温影響を考慮した節電効果に関する試算 (8 月 16 日時点) 2011 年 8 月 16 日発表」『日本エネルギー経済研究所』(http://eneken.teej.or.jp/report_detail.php?article_info_id=4056, 2015 年 9 月 10 日最終確認).
- 永富 悠 (2011 b)「東京電力管内及び東北電力管内における気温影響を考慮した節電効果に関する試算 (9 月 7 日時点) 2011 年 9 月 9 日発表」『日本エネルギー経済研究所』(http://eneken.teej.or.jp/report_detail.php?article_info_id=4024, 2015 年 9 月 10 日最終確認).
- 永富悠 (2011 c)「ピーク時間帯 (9~20 時の節電率)」『朝日新聞』2011 年 9 月 15 日朝刊.
- 永富悠 (2011 d)「東京電力管内及び東北電力管内における気温影響を考慮した節電効果に関する試算」『エネルギー経済』日本エネルギー経済研究所, 37(5), pp. 31-38.
- 永富悠 (2012)「昨夏の節電対策に見る電気事業法第 27 条に基づく電気の使用制限の効果に関する試算」『エネルギー経済』日本エネルギー経済研究所, 38(3), pp. 12-16.
- 鳴海大典・岸本卓也・坂口勝俊・下田吉之・水野稔 (2004)「大阪府域を対象とした電力供給量に関する気温感応度」『空気調和・衛生工学会大会学術講演会論文集』空気調和・衛生工学会, pp. 1071-1074.
- 西尾健一郎 (2011)「節電は進んでいるのか? 東京電力管内における需要減少量の試算」電力中央研究所.
- 西尾健一郎・大藤建太 (2012)「世帯による節電率の差異や各種対策による節電効果の分析」『日本建築学会環境系論文集』日本建築学会, 第 75 巻, 第 679 号, pp. 753-759.
- 西哲平・近本智行 (2012)「東日本大震災後の節電効果および外気温と電力使用の相関の分析」『学

- 術講演梗概集 2012(環境工学 I)』日本建築学会, pp. 707-708.
- 灰田武史 (2008)「需要想定と気象」『日本風工学会誌』日本風工学会, pp. 42-47.
- 灰田武史・武藤昭一 (1996)「重回帰手法に基づいた最大需要予測支援システムの開発」『オペレーションズ・リサーチ』日本オペレーションズ・リサーチ学会, pp. 476-480.
- 比護貴之・高橋雅仁・所健一 (2011)「統計モデルを用いた震災後の東電・東北電管内の節電量の推定」『電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー』電力中央研究所.
- 兵藤哲朗 (2012)「東日本大震災後の東京電力管内電力需要の定量分析 2011 年夏期の節電効果の速報」『運輸政策研究』運輸政策研究機構, 15(1), pp. 20-25.
- 星名昌行・須貝康雄 (1999)「翌日最大電力需要予測のためのニューラルネットワークシステム」『日本機械学会機械力学・計測制御講演論文集』日本機械学会, pp. 605-608.
- 三菱総合研究所 (2011)「平成 22 年度温室効果ガス排出量「見える化」調査委託業務 成果報告書」<http://www.env.go.jp/council/37ghg-mieruka/r0370-03.html> (2015/10/19 確認).
- 三菱総合研究所 (2012)「電力調査統計月報などから見る夏の節電影響総括」.
- 水谷明博・湯川哲也・久世泰人・飯坂達也・松井哲郎・福山良和 (2005)「多地点の気象情報を用いた電力需要予測モデルの検討」『平成 17 年電気学会全国大会論文集』電気学会, pp. 71-72.
- 村上一真・稲田義久・島章弘 (2011)「関西電力・東京電力管内における今夏の節電等の電力需要抑制効果と関西電力管内の今冬・来夏の電力需給見通し」『KISER REPORT』関西社会経済研究所.
- 森口祐一 (2010)「家庭生活における温室効果ガスの見える化」『日本エネルギー学会誌』日本エネルギー学会, pp. 615-622.
- 矢部邦明 (2005)「長期最大電力予測のための省エネの評価」『平成 17 年電気学会全国大会論文集』電気学会, pp. 75-76.
- 雪田和人・加藤慎也・後藤泰之・一柳勝宏・川島靖弘 (2004)「構造的 GA による GMDH を用いた翌日最大電力需要予測」『電気学会論文誌 B (電力・エネルギー部門誌)』電気学会, pp. 355-362.
- 依田高典 (2015)「ピーク時電力どう削減 消費者への働き掛け鍵に」『日本経済新聞(経済教室)』2015 年 9 月 8 日朝刊.