電力の一次エネルギー消費原単位に関する研究

一般電気事業者を対象とした時刻別一次エネルギー消費原単位の解析

大澤美紀

指導教員　赤林伸一教授

Akabayashi Lab.

研究目的

我が国の民生部門のエネルギー消費量の増加率は1973年比で見ると、2011年時点で他部門に比べ最も大きく、家庭部門におけるエネルギー消費の削減が強く求められている。

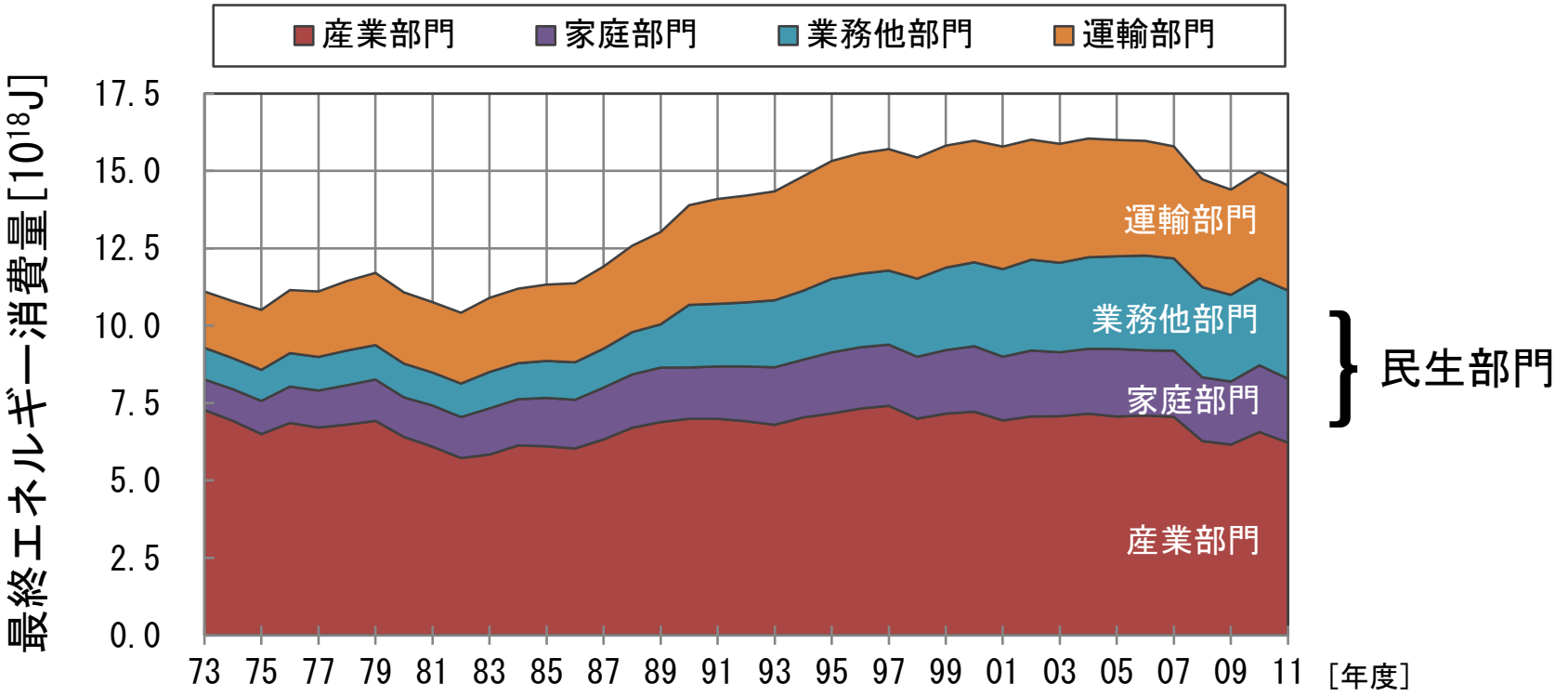

図　最終エネルギー消費量の推移と部門毎の構成比

研究目的

省エネルギー効果を評価する電力の一次エネルギー消費原単位は、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）において定められている火力発電所平均値[MJ/kWh]※１が国内で唯一の指標である。

「地球温暖化対策の推進に関する法律」（温対法）では、CO_2排出原単位の算出に全電源平均値※２を用いている。

※１　火力発電所平均値：年間に火力発電所が発電に使用する燃料消費量を火力発電の総発電量で除した値。
…9.97[MJ/kWh]（昼間）、9.28[MJ/kWh]（夜間）

※２　全電源平均値：年間に火力発電所が発電に使用する燃料消費量を全電源の総発電量で除した値。
…5.67[MJ/kWh]（2011年度、関西電力管内）

研究目的

法的な指標として施行されている二つの原単位でそれぞれ異なる算出方法が用いられており、ダブルスタンダードとなっている。

省エネ法　火力発電所平均値 [MJ/kWh] ＝ 年間に火力発電所が発電に使用する燃料消費量 / 火力発電の総発電量

↕

温対法　全電源平均値 [MJ/kWh] ＝ 年間に火力発電所が発電に使用する燃料消費量 / 全電源の総発電量

研究目的

法的な指標として施行されている二つの原単位でそれぞれ異なる算出方法が用いられており、ダブルスタンダードとなっている。

実態に即した妥当性のある一次エネルギー消費原単位を検討することは、今後の我が国のエネルギーベストミックスを確立する上でも重要な課題である。

省エネ法　火力発電所平均値 [MJ/kWh] ＝ 年間に火力発電所が発電に使用する燃料消費量 / 火力発電の総発電量

↕

温対法　全電源平均値 [MJ/kWh] ＝ 年間に火力発電所が発電に使用する燃料消費量 / 全電源の総発電量

研究目的

本来、系統電力の一次エネルギー消費原単位は、発電設備の稼働状況により時々刻々と変化する。

- 各電力会社の発電設備を調査し、各発電機の稼働順位を設定する。
- 設定した稼働順位と各電力会社が公開している電力供給量実績値から、その時刻に稼働している発電機を特定する。
- 発電効率に総合ロス※３（所内ロス+送配電ロス+変電ロス）を考慮した受電端発電効率を算出することで、年間の受電端時刻別一次エネルギー消費原単位を求める。

※３　電気事業連合会が年度毎に公表している値を基に見込んでいる。

研究目的

本来、系統電力の一次エネルギー消費原単位は、発電設備の稼働状況により時々刻々と変化する。

火力発電所平均値、全電源平均値と比較し、実態により即した新たな一次エネルギー消費原単位を検討する事を目的とする。

績値から、その時刻に稼働している発電機を特定する。

- 発電効率に総合ロス※３（所内ロス+送配電ロス+変電ロス）を考慮した受電端発電効率を算出することで、年間の受電端時刻別一次エネルギー消費原単位を求める。

※３　電気事業連合会が年度毎に公表している値を基に見込んでいる。

解析概要

解析対象…日本国内の沖縄電力を除く
一般電気事業者※４９社

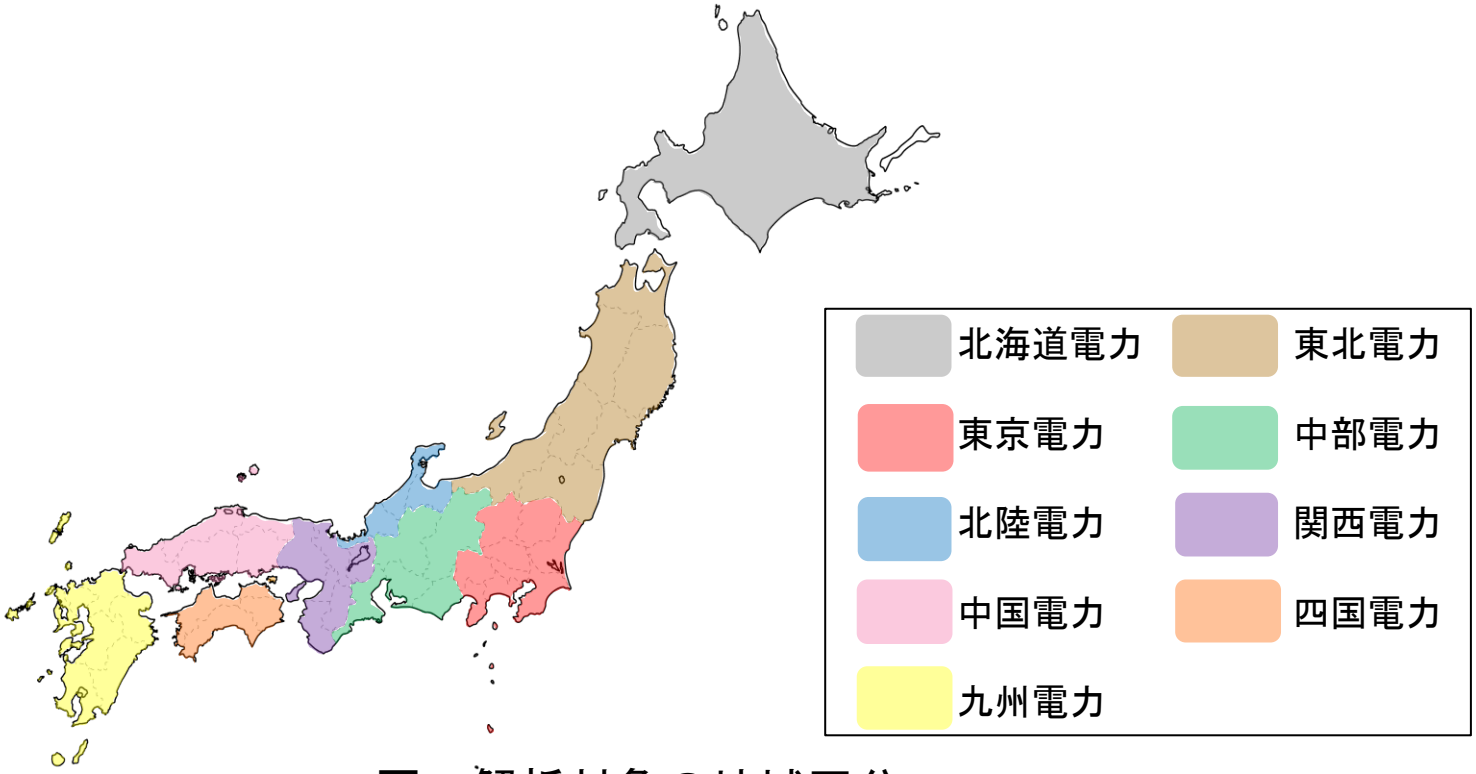

図　解析対象の地域区分

※４　一般電気事業者：電気事業法により一般（不特定多数）の需要に応じて電気を供給する者。
現在は、北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、
四国電力、九州電力、沖縄電力の計10電力会社が該当する。

電力供給量実績値

関西電力管内の2008年１月１日から2013年４月30日までの一時間毎の電力供給量実績値を基に、震災前後の冬季・夏季の最大電力供給量発生日を特定し、それぞれピーク日※５とする。

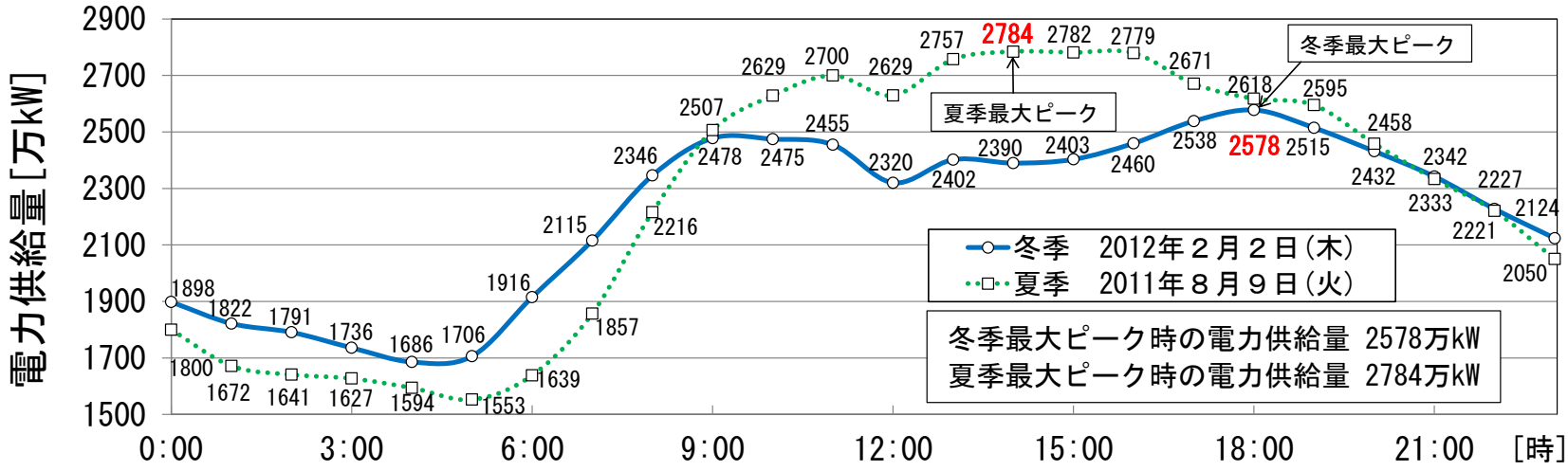

図１　震災後の各ピーク日の電力供給量実績値(関西電力管内)

※５　関西電力管内の最大電力供給量発生日(震災前ピーク日)
　　冬季:2011年２月14日16, 17時…2665万kW、夏季:2010年８月19日14時…3095万kW
　　関西電力管内の最大電力供給量発生日(震災後ピーク日)
　　冬季:2012年２月２日18時…2758万kW、夏季:2011年８月９日14時…2784万kW

発電設備の概要

表１　一般電気事業者９社の発電設備容量

一般電気事業者［万kW］	火力			水力	揚水	原子力	再生可能エネルギー	緊急設置電源	総計	原発無し計
	石炭	LNG・天然ガス系	石油系							
北海道電力	241	171	181	81	100	207	3	15	998	791
東北電力	68	438	1004	195	46	466	23	76	2315	1849
東京電力	460	3498	1211	218	681	1731	3	104	7906	6175
中部電力	410	1947	951	198	466	500	3.9		4475	3975
北陸電力	290	42	231	193	0	175	1.2		932	758
関西電力	180	1117	1080	328	492	977	2	7	4182	3206
中国電力	316	217	409	99	212	540	0.8		1793	1253
四国電力	125	224	94	96	69	202	0.7		809	607
九州電力	424	489	468	192	230	685	31		2519	1834

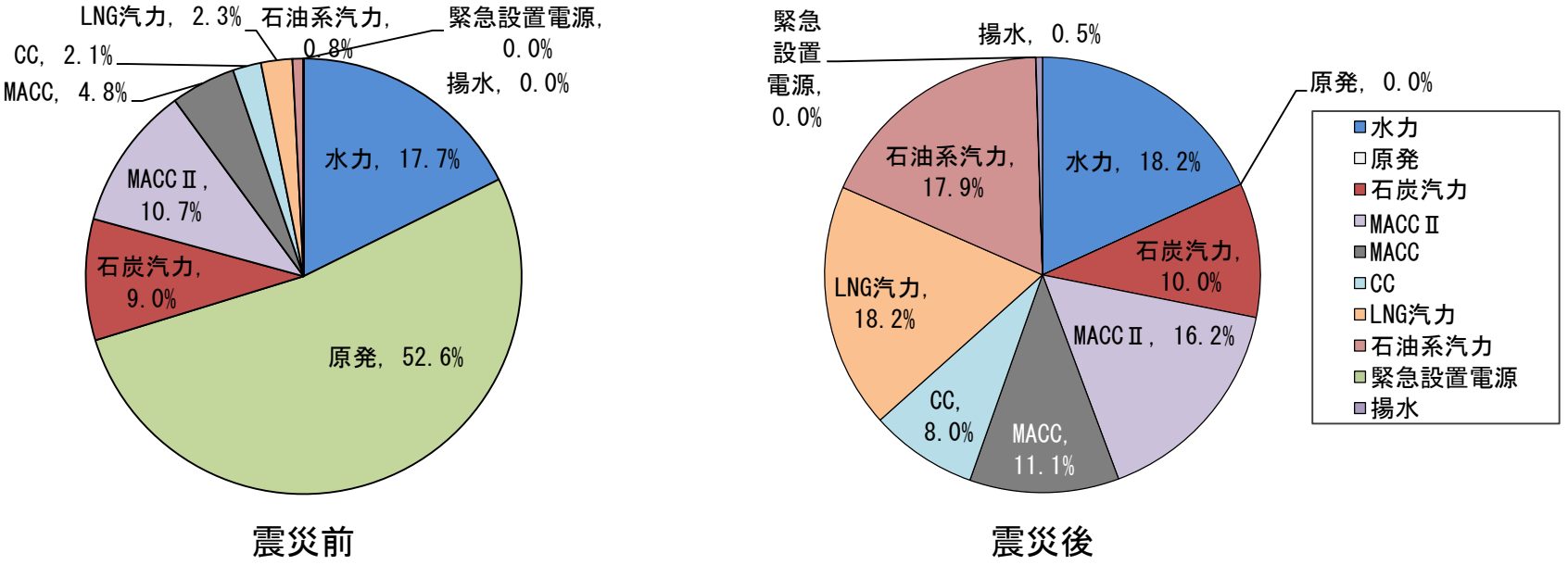

図２　震災前後の実際の発電電力量構成比（関西電力管内）

発電設備の概要

震災前後の年積算発電量で一次エネルギー消費原単位の大きい石油系汽力発電の占める発電電力量構成率は、17ポイント増加する。関西電力管内では、原子力発電が停止した為、震災前後において火力発電が全体の電力構成に占める比率は29.8%から81.4%に増加している。

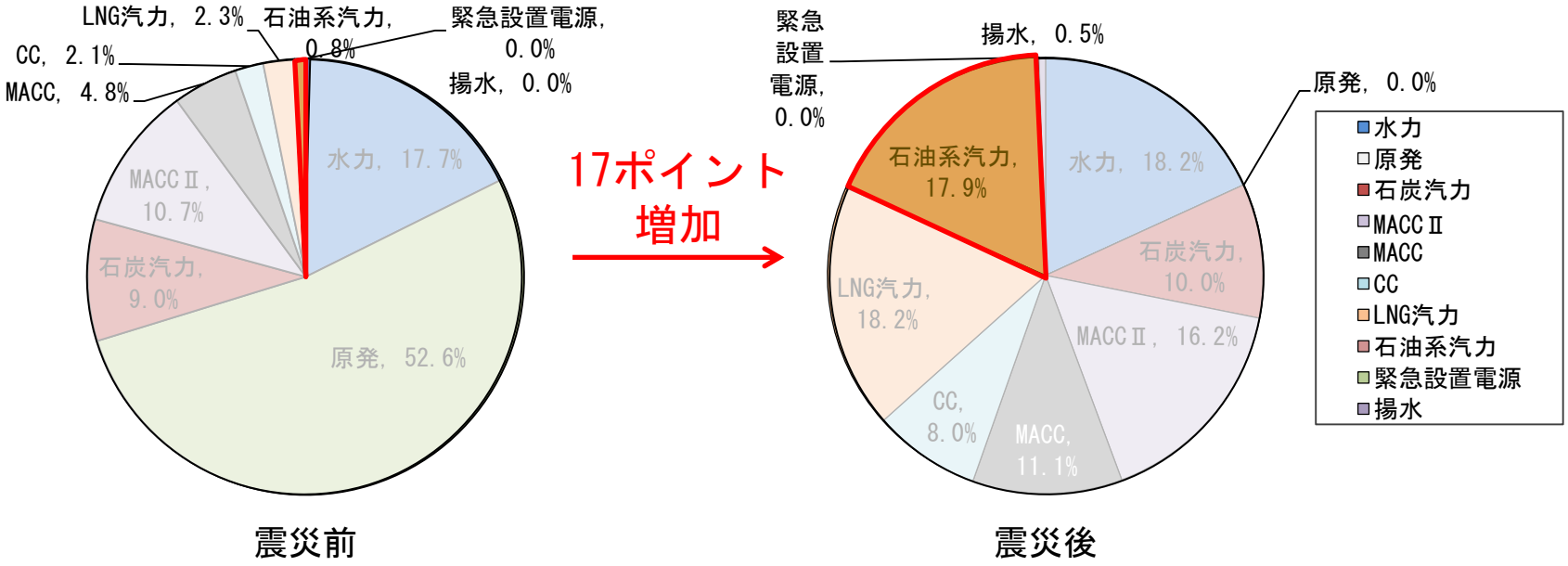

図２　震災前後の実際の発電電力量構成比(関西電力管内)

発電設備の概要

震災前後の年積算発電量で一次エネルギー消費原単位の大きい石油系汽力発電の占める発電電力量構成率は、17ポイント増加する。関西電力管内では、原子力発電が停止した為、震災前後において火力発電が全体の電力構成に占める比率は29.8%から81.4%に増加している。

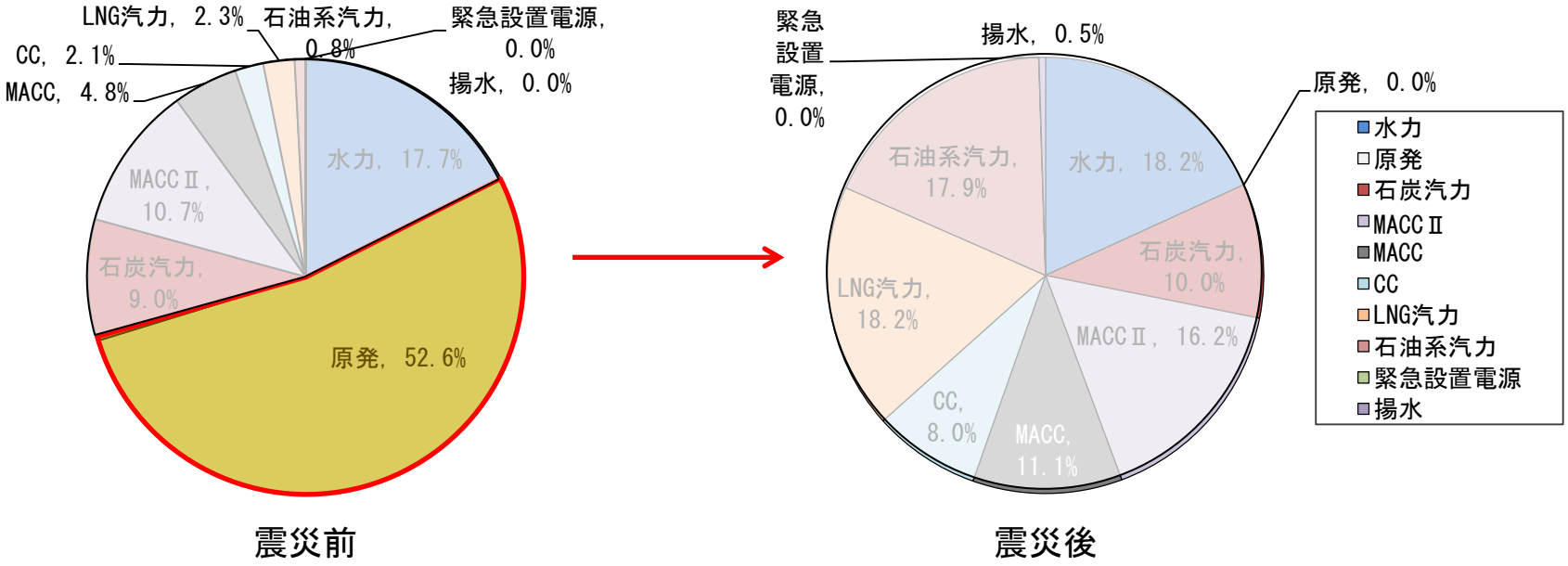

図２　震災前後の実際の発電電力量構成比(関西電力管内)

発電設備の概要

震災前後の年積算発電量で一次エネルギー消費原単位の大きい石油系汽力発電の占める発電電力量構成率は、17ポイント増加する。関西電力管内では、原子力発電が停止した為、震災前後において火力発電が全体の電力構成に占める比率は29.8%から81.4%に増加している。

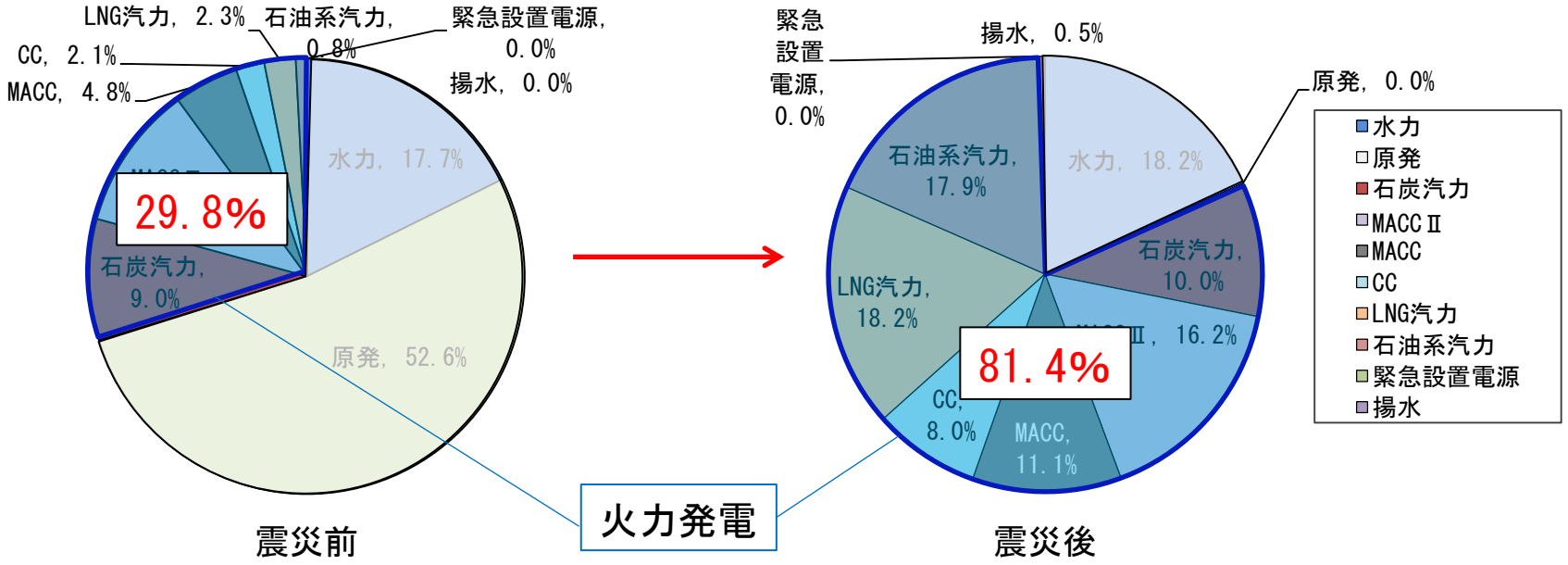

図２　震災前後の実際の発電電力量構成比(関西電力管内)

解析概要

総発電電力と受電端一次エネルギー消費原単位は、発電機の稼働順位をベース電源である①水力※６、②原子力※６から、③火力、④揚水と設定し、火力では低発電単価、高発電効率の順に発電機が稼働すると仮定する。

※６　水力発電及び原子力発電の発電端一次エネルギー消費原単位は０[MJ/kWh]としている。

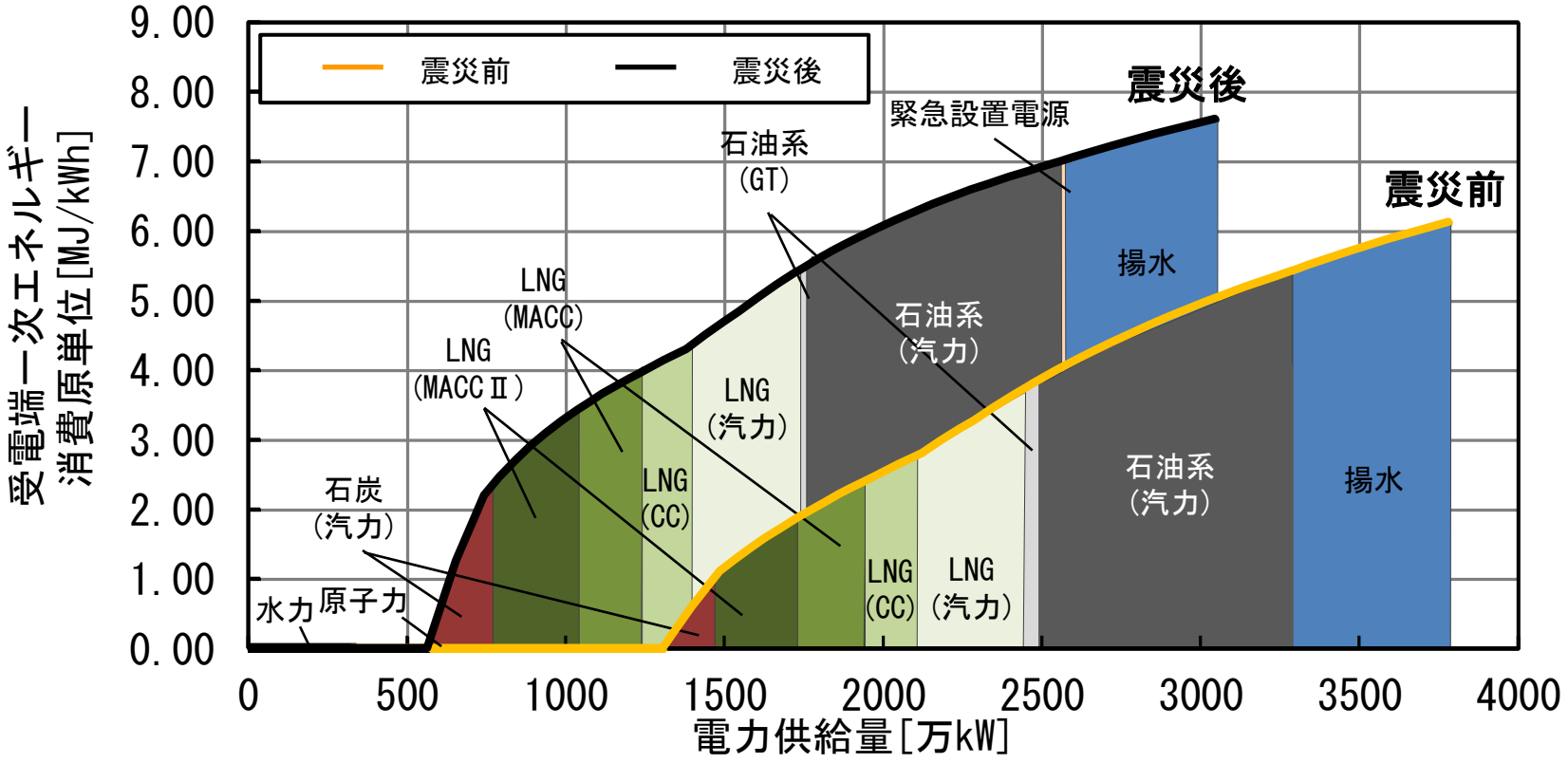

図３　総電力供給量と受電端一次エネルギー消費原単位(関西電力)

解析概要

総発電電力と受電端一次エネルギー消費原単位は、発電機の稼働順位をベース電源である①水力※６、②原子力※６から、③火力、④揚水と設定し、火力では低発電単価、高発電効率の順に発電機が稼働すると仮定する。

発電効率及び総合ロスを基に受電端発電効率を算出し、発電設備容量で加重平均することで、各時刻の系統電力の電力供給量に対する受電端時刻別一次エネルギー消費原単位を算出する。

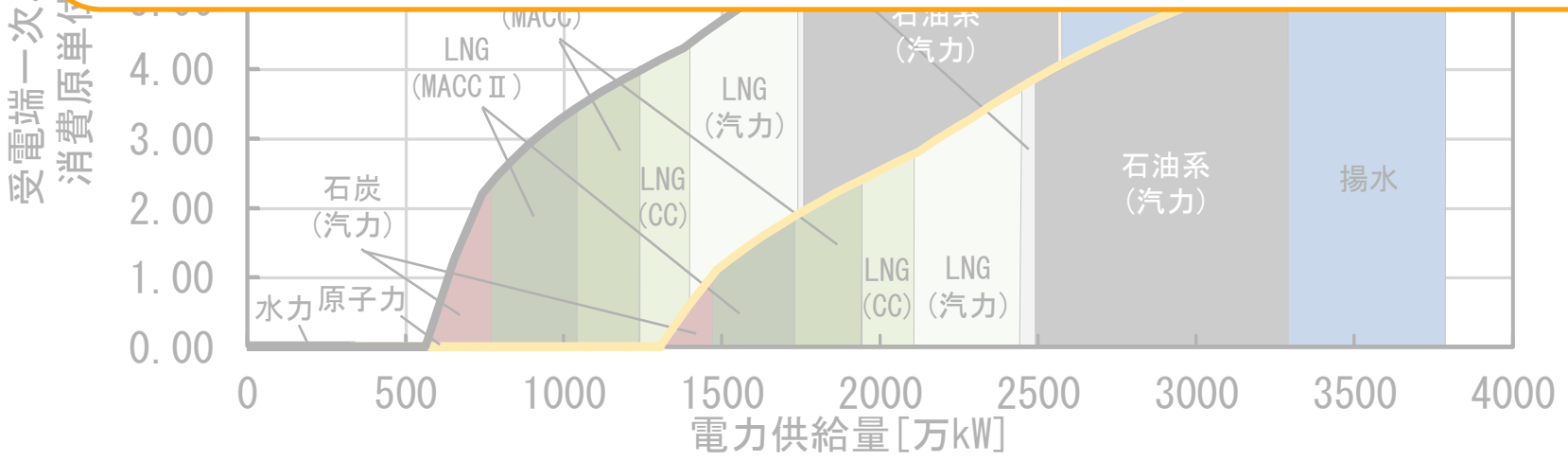

図３　総電力供給量と受電端一次エネルギー消費原単位(関西電力)

解析結果

時刻別一次エネルギー消費原単位は電力供給量の比較的少ない中間期及び休日に小さく、電力供給量の比較的多い冬季・夏季及び平日に大きくなる。

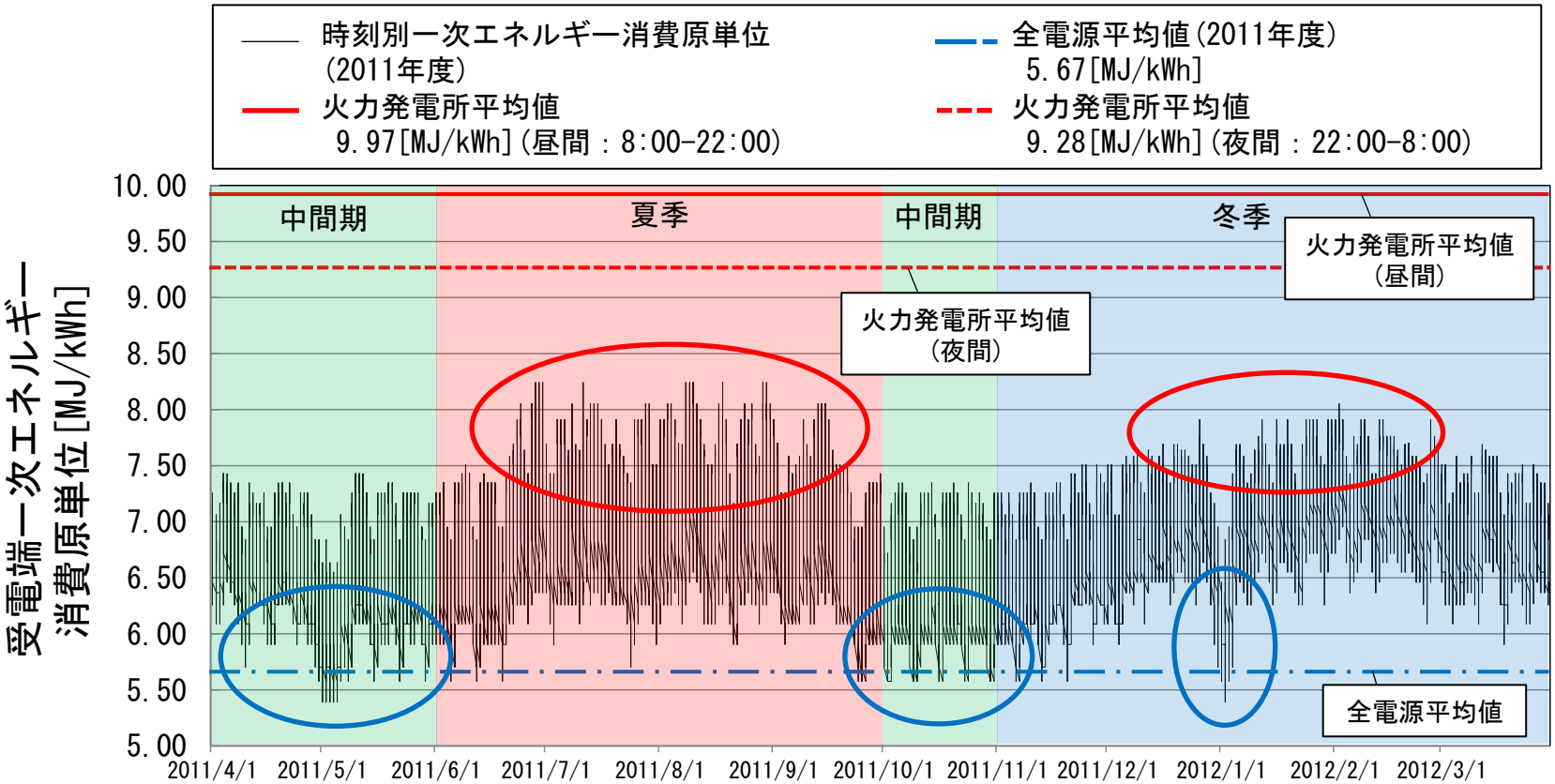

図４　受電端時刻別一次エネルギー消費原単位の年推移
(震災後(2011年度)、関西電力)

解析結果

震災後各ピーク日の受電端時刻別一次エネルギー消費原単位は火力発電所平均値と比較して、夏季では最大2.82[MJ/kWh](夜間)、2.39[MJ/kWh](昼間)、冬季では最大2.44[MJ/kWh](夜間)、2.27[MJ/kWh](昼間)少なくなる。

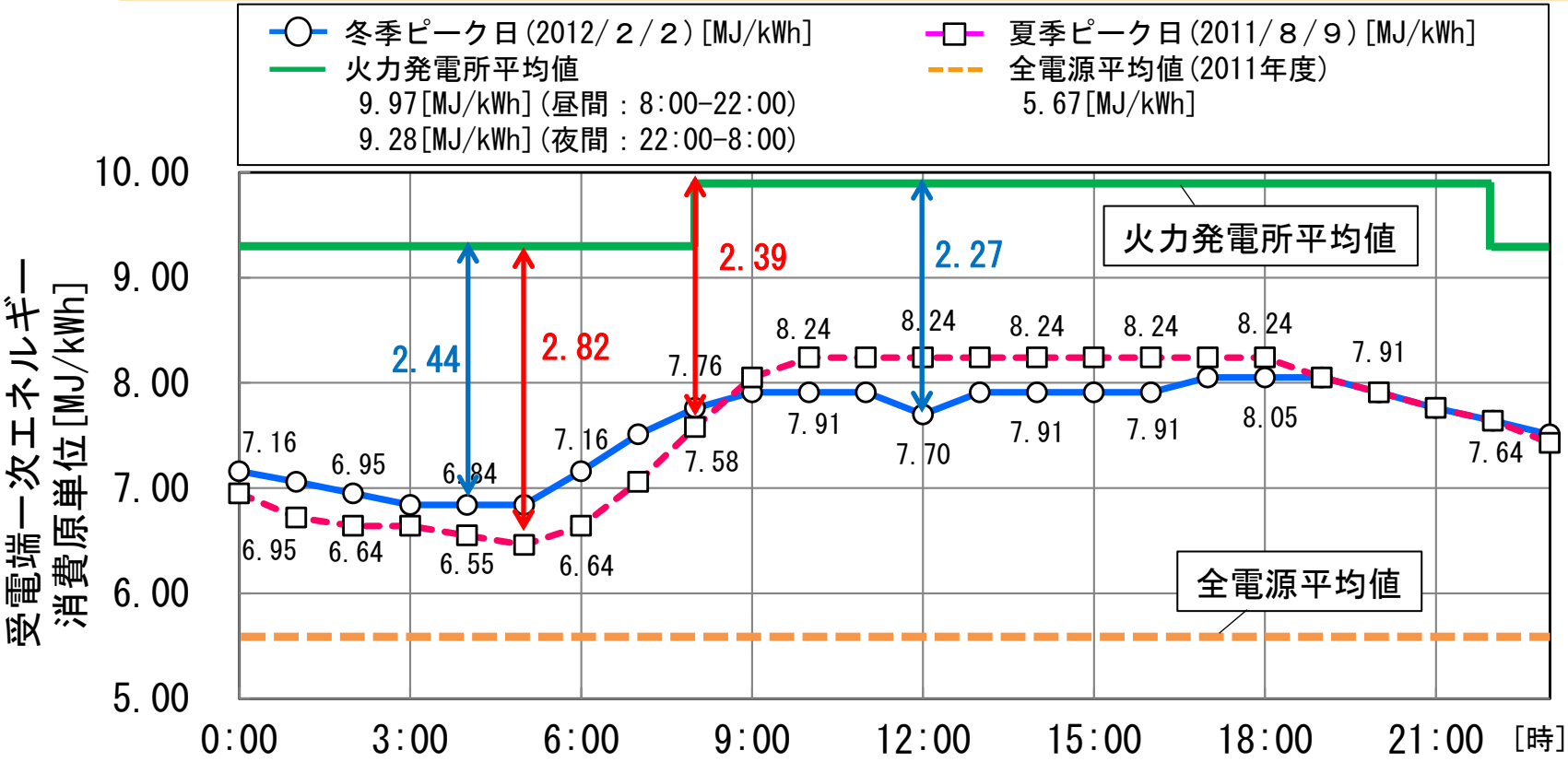

図５　受電端時刻別一次エネルギー消費原単位の日推移
(震災後(2011年度)、冬季・夏季ピーク日、関西電力)

解析結果

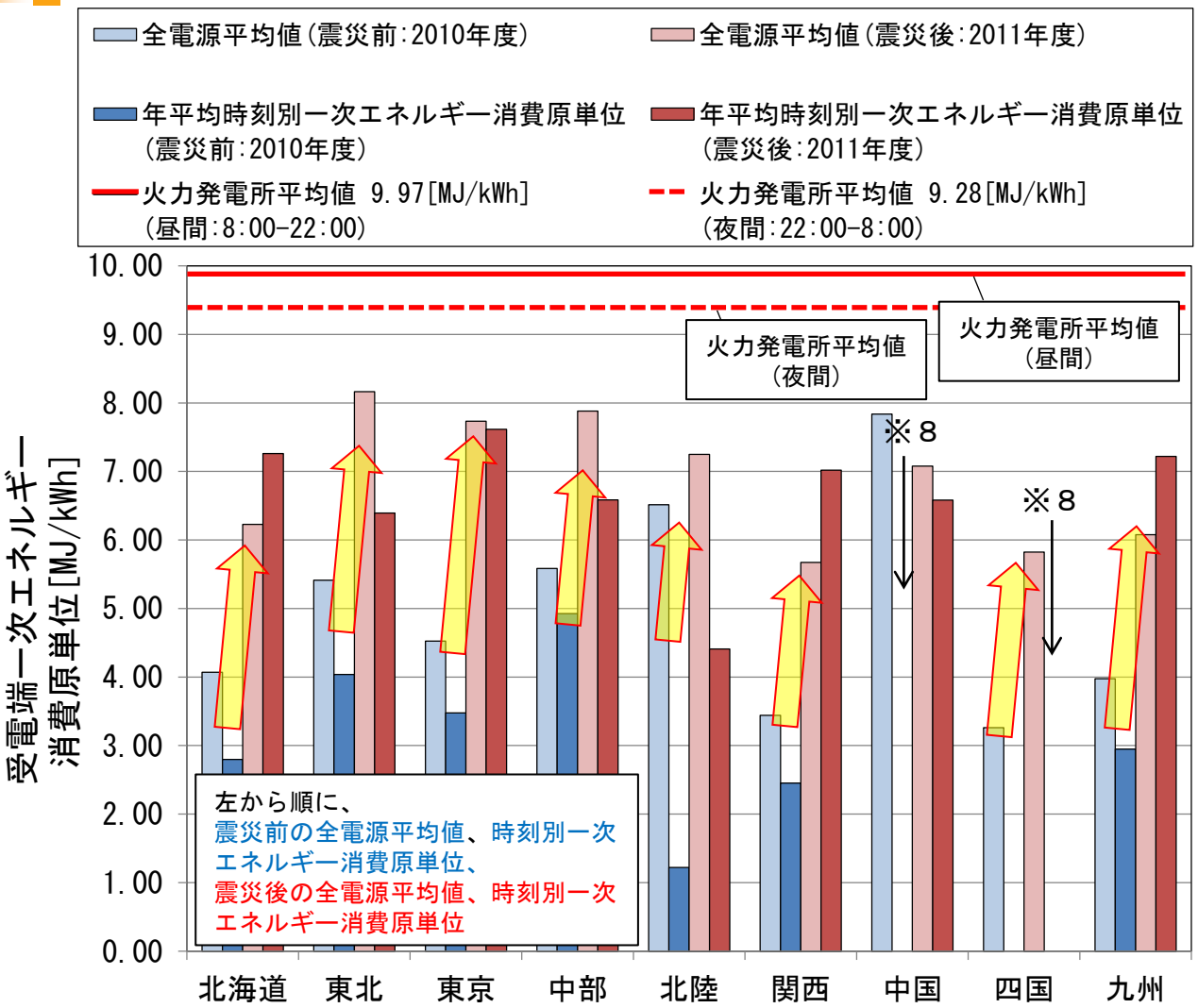

図６　火力発電所平均値、一般電気事業者９社の全電源平均値及び時刻別一次エネルギー消費原単位(年平均値)※７

９電力会社における全電源平均値及び時刻別一次エネルギー消費原単位(年平均値)は震災前後で1.5～４[MJ/kWh]程度増加する。

これは原子力発電が停止し、相対的に一次エネルギー消費原単位の大きい石油系汽力発電の稼働率が増えた為と考えられる。

※７　時刻別一次エネルギー消費原単位の年平均値は、各時刻における時刻別一次エネルギー消費原単位をその時刻における電力供給量実績値により加重平均して年平均値を求めている。

※８　該当年度の電力供給量実績値が未公表の為、時刻別一次エネルギー消費原単位は算出できない。

解析結果

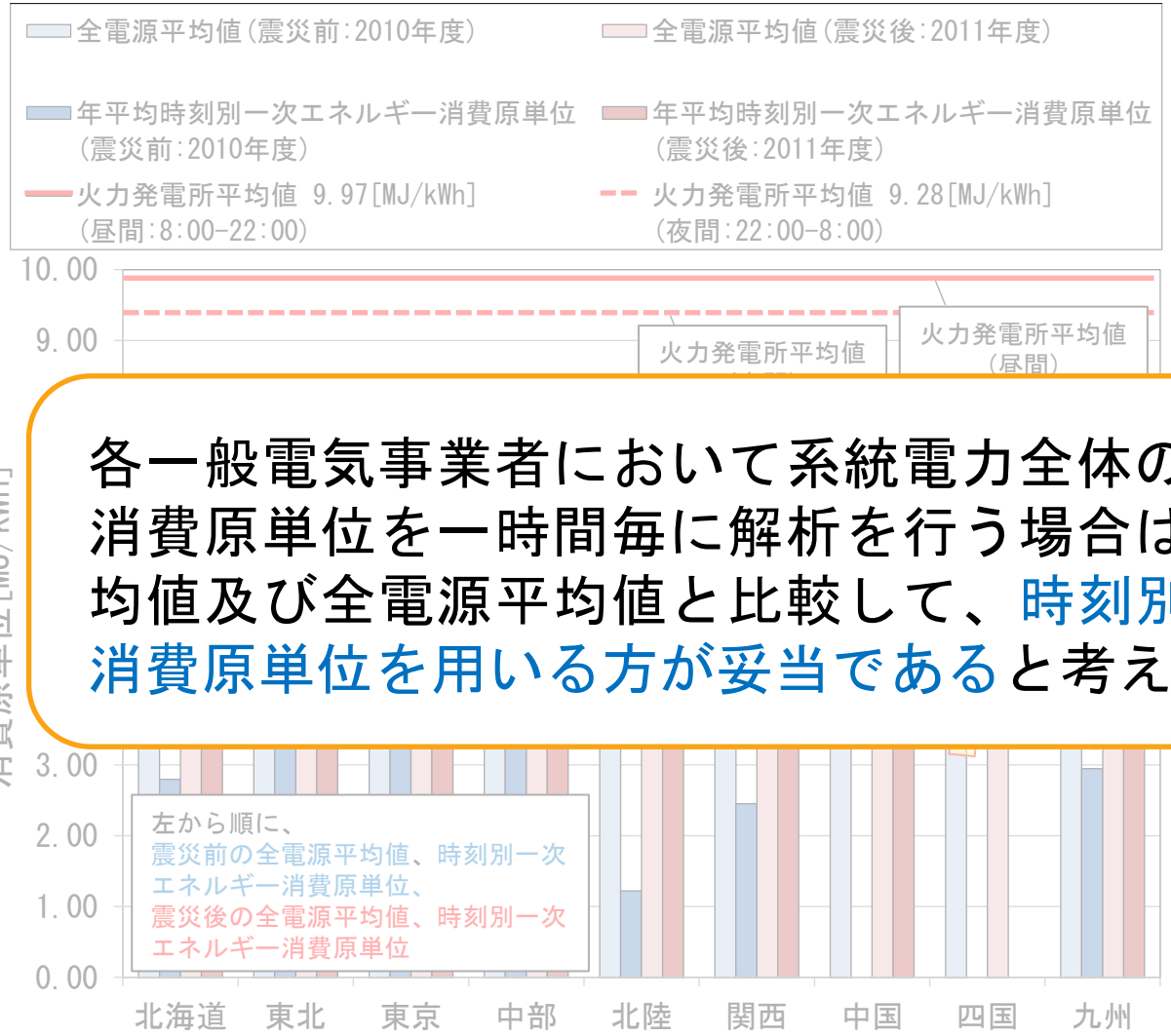

図６　火力発電所平均値、一般電気事業者９社の全電源平均値及び時刻別一次エネルギー消費原単位(年平均値)※7

各一般電気事業者において系統電力全体の一次エネルギー消費原単位を一時間毎に解析を行う場合は、火力発電所平均値及び全電源平均値と比較して、時刻別一次エネルギー消費原単位を用いる方が妥当であると考えられる。

９電力会社における全電源平均値及び時刻別一次エネルギー消費原単位(年平均値)は震災前後で1.5倍増

的に一次エネルギー消費原単位の大きい石油系汽力発電の稼働率が増えた為と考えられる。

※７　時刻別一次エネルギー消費原単位の年平均値は、各時刻における時刻別一次エネルギー消費原単位をその時刻における電力供給量実績値により加重平均して年平均値を求めている。

※８　該当年度の電力供給量実績値が未公表の為、時刻別一次エネルギー消費原単位は算出できない。

まとめ

①関西電力管内では、震災前後において火力発電が全体の電力構成に占める比率は29.8%から81.4%に増加している。

②９電力会社における一次エネルギー消費原単位は震災前後で1.5～４[MJ/kWh]程度増加する。

③例えば、コージェネレーションシステムである家庭用燃料電池の一次エネルギー削減量を一時間毎に解析を行う場合、時刻別一次エネルギー消費原単位を用いる方が妥当であると考えられる。