

4-2.3 家庭と業務の統合

以上で作成した家庭部門と業務部門の需要家を、ここで地域別に統合する。想定した地域分類は、用途地域⁵³⁾の考え方が参考となるのでこれを採用する。

(1) 用途地域

用途地域とは、都市計画法第8条により定められている地域地区のひとつであり、住居、商業、工業など市街地の大枠としての土地利用を定めるもので、第一種低層住居専用地域など12種類がある。表4-50～51に、用途地域に基づく地域分類とその概要を掲載する。ただし、工業系は除く。

表 4-50 用途地域に基づく地域分類(住居系)

用途地域の種類	概要	詳細
①第一種低層住居専用地域	低層住宅の専用地域	2～3階建て以下の低層住宅のための良好な住環境を保護するための住居系の地域。一戸建ての住環境としてはもっとも優れている。住宅以外に建てられるのは、高校以下の学校、図書館、銭湯、診療所、老人ホーム、保育所など。併用住宅の場合は、住居部分が全体の2分の1以上で、店舗等の広さが50平米以内に限られる。建物の高さを10mまたは12m以下に抑える絶対高さ制限がある。
②第二種低層住居専用地域	小規模な店舗の立地を認める低層住宅の専用地域	主に低層住宅のための良好な住環境を保護するための住居系の地域。建築できる建物の種類や高さ制限は第一種低層住居専用地域とほぼ同じ。唯一の違いは小規模な飲食店や店舗などの建築が可能なこと。具体的には2階以下で床面積が150平米以内で、日用品の販売店、食堂、学習塾その他の各種サービス業を営む店舗。パン屋・豆腐屋など自家製造販売の場合は、作業場の面積が50平米以内。
③第一種中高層住居専用地域	中高層住宅の専用地域	中高層住宅のための良好な住環境を保護するための住居系の地域。低層住居専用地域のような絶対高さ制限がないので、容積率に応じて4階建て以上の中高層マンションなどが建築できる。飲食店や店舗は2階建て以下で床面積500平米以内ならOK。大学や病院、2階以下で床面積300平米以内の独立車庫も建築可能。ゴルフ練習場・パチンコ屋などの遊戯施設、ホテルなどの宿泊施設は不可。
④第二種中高層住居専用地域	必要な利便施設の立地を認める中高層住宅の専用地域	主に中高層住宅のための良好な住環境を保護するための住居系の地域。建築できる建物の種類は第一種中高層住居専用地域と同様。ただ、飲食店や店舗の床面積が第一種中高層住居専用地域の500平米以内から1500平米以内に拡大している。また、2階建て以内なら専用の事務所ビルも建築可能。パン屋、米屋、豆腐屋、菓子屋などの食品製造業で、作業場の床面積が50平米以内の工場も建てられる。
⑤第一種住居地域	大規模な店舗、事務所の立地を制限する住宅地のための地域	大規模な店舗やオフィスビルなどの建築を制限する住居系の地域。床面積が3000平米以下なら、階数にかかわらず飲食店や店舗、事務所などが建築できる。ボーリング場やゴルフ練習場、ホテル、旅館なども可。税務署、郵便局、警察署、消防署などは建物の規模に関係なく建築可能。また、マージャン屋、パチンコ屋、カラオケボックスなどの遊戯施設は規模にかかわらず建築できない。
⑥第二種住居地域	住宅地のための地域	住居系の地域だが、大規模な飲食店、店舗、事務所などの建築も可能。階数や床面積の制限はない。カラオケボックス、パチンコ屋などの遊戯施設、畜舎、自動車教習所も建てられる。作業場が50平米以下なら、小規模な食品製造業に加えて、危険性や環境悪化のおそれが少ない工場も建築可能。ただし、劇場や映画館、キャバレー、ダンスホール、営業用倉庫など建築できないものもある。

⑦準住居地域	自動車関連施設などと住宅が調和して立地する地域	大きく分けると住居系の地域だが、主に道路沿いに指定したエリアで、自動車車庫や150平米以内の自動車修理工場などの自動車関連施設との調和を図ることを目指している。パーキング付ファミリーレストランや大型物販店、ショールームなど、いわゆるロードサイドビジネスが展開するイメージ。また、客席部分の床面積の合計が200平米以下の小劇場やミニシアターも建築できる。
--------	-------------------------	--

表 4-5 1 用途地域による都市の分類(商業系)

用途地域の種類	概要	詳細
⑧近隣商業地域	近隣住宅地の住民のための店舗、事務所などの利便の増進を図る地域	商業系の地域で「近商地域」と略される。近隣の住宅地の住民に日用品などの販売を行うことを主な目的にした商業施設、そのほかの業務の利便を増すために定められた地域で、マンション、商業・オフィスビルなどが混在している。客席部分が200平米以内の小劇場、作業場の床面積の合計が300平米以内の自動車修理工場、小規模な危険物の貯蔵施設も建築できる。風俗営業店は不可。
⑨商業地域	店舗、事務所などの利便の増進を図る地域	主に店舗や事務所などの利便を増進するために定められた地域。容積率が最大1000%で、20階建て以上の超高層ビルも建てられる。また、キャバレー、ダンスホールなどに加えて、個室付浴場、ストリップ劇場などの風俗営業店が唯一認められた用途地域。危険性や環境悪化のおそれが少なく、作業場の床面積が150平米以内の工場も建築できる。住環境としてはあまり良くない。

(2) 本研究における地域分類

以上の用途地域を基に、本研究では9通りの街区を設定する。各需要家の割合を表4-52の通り設定した。なおこの割合は、需要家の大分類ごとに床面積を1000m²に揃えた状態での床面積の割合としている。ただし家庭部門は、表中の数字1単位あたりで20世帯分としている(1世帯の平均居住面積を50m²と仮定)。それぞれの地域は計10万m²の面積を想定することになる。この広さは、東京ドーム(46755 m²)2個分強であり、多品質エネルギーネットワークが実証実験されている面積規模と比較して現実的である。

また、大分類ごとの需要家は、その大分類に所属する需要家の平均値とする。水色が網がけしている部分は床面積割合が20以上であることを示す。9通りの地域それぞれに特徴を持たせるよう、やや極端な需要家構成とした。

表 4-5 2 本研究における地域分類割合表

面積割合(%)		家庭部門→		業務部門→										割合100
		核家族	単独世帯	会社事務所	小売業	飲食店	宿泊施設	サービス業	教育機関	集会所等施設	医療機関	製造小売業	その他	
住居系	①第一種低層住居専用地域	25	20	0	0	0	0	0	50	5	0	0	0	100
	②第二種低層住居専用地域	20	20	0	5	5	0	5	35	5	0	0	5	100
	③第一種中高層住居専用地域	20	15	0	15	5	0	0	20	0	25	0	0	100
	④第二種中高層住居専用地域	20	25	30	10	10	0	5	0	0	0	0	0	100
	⑤第一種住居地域	15	15	10	5	5	35	5	0	0	0	0	10	100
	⑥第二種住居地域	10	15	10	5	15	10	15	10	5	0	5	0	100
	⑦準住居地域	5	5	25	25	20	10	5	0	0	0	5	0	100
商業系	⑧近隣商業地域	0	10	5	15	0	0	15	0	20	15	20	0	100
	⑨商業地域	0	0	15	0	25	15	20	0	10	0	10	5	100

(3) 地域ごとの需要値一覧

ここでは、以上で分類した地域ごとに、需要別・品質別・時間別の需要値を示す。あわせて、それぞれの特徴を簡単に述べる。

① 用途地域 1 (第一種低層住居専用地域)

用途地域 1 は、核家族世帯が 500 世帯、単独世帯が 400 世帯、教育機関が 50 千 m^2 、集会所等施設が 5 千 m^2 で構成される地域である。主に、家庭と学校等による地域を想定している。冷暖房需要では比較的品質がばらけている。暖房需要は、朝と夜に現状品質のピークがあるが、これは家庭によるものが大きい。一般電力需要と給湯需要は、朝と夜にピークを迎える。冷房需要と給湯需要の絶対量は少なく、主に家庭によるものである。

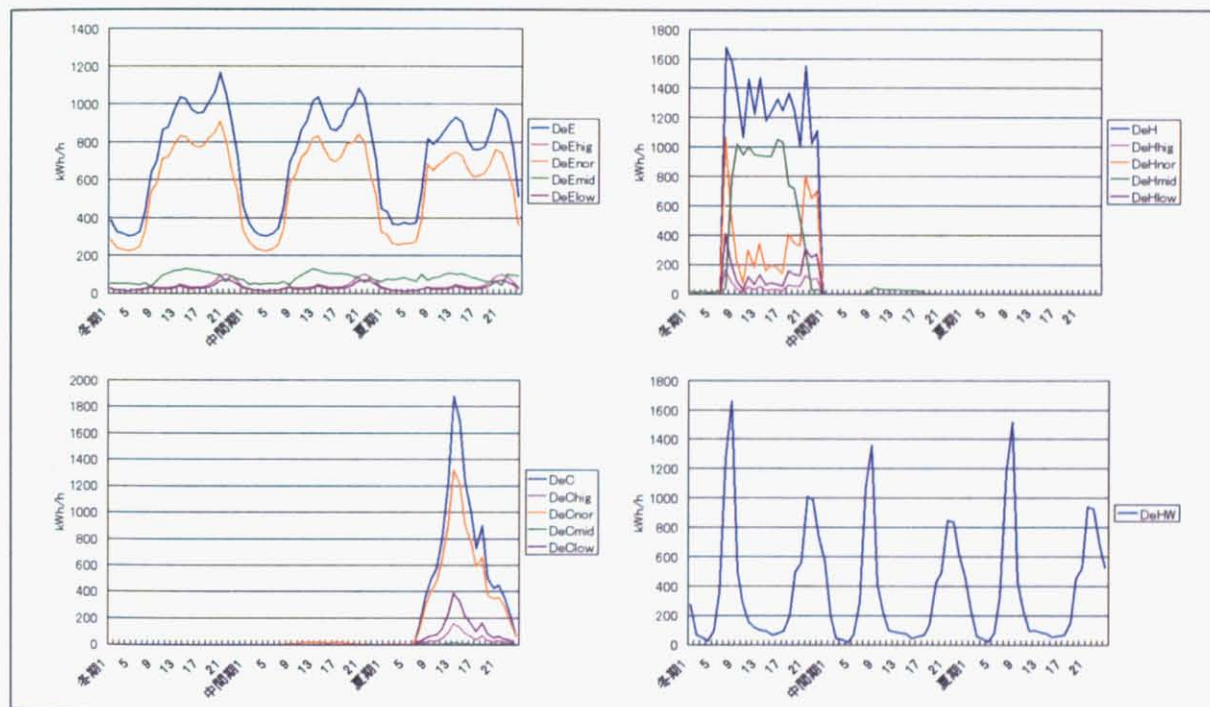


図 4-63 品質別時間別需要値_用途地域 1
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

② 用途地域 2(第二種低層住居専用地域)

用途地域 2 は、核家族世帯が 400 世帯、単独世帯が 400 世帯、小売業が 5 千 m^2 、飲食店が 5 千 m^2 、サービス業が 5 千 m^2 、教育機関が 35 千 m^2 、集会所等施設が 5 千 m^2 、その他が 5 千 m^2 で構成される地域である。家庭と教育機関を中心とし、商店等をいくつか含む地域を想定している。業務部門需要家が増加したため、一般電力は昼間のピークが長めに継続する。暖房需要は飲食店・サービス業の影響がやや強く、朝と夜に現状品質のピークを迎えるが、家庭部門の需要と組み合わせられることにより全品質合計需要値はなだらかな変動となっている。冷房需要は現状品質が大半を占めており、これは業務部門需要家の影響が大きい。給湯需要が昼間にもピークがあるが、これは飲食店・サービス業の影響が大きい。

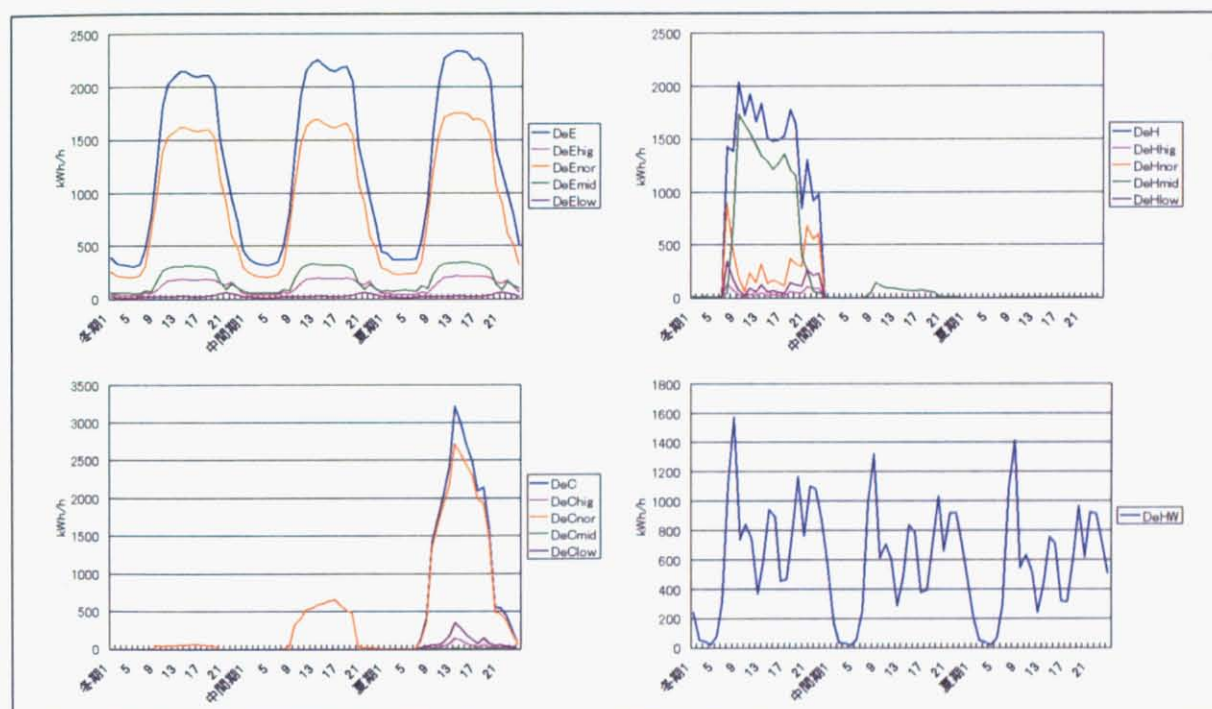


図 4-64 品質別時間別需要値_用途地域 2
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

③ 用途地域3(第一種中高層住居専用地域)

用途地域3は、核家族世帯が400世帯、単独世帯が300世帯、小売業が15千 m^2 、飲食店が5千 m^2 、教育機関が20千 m^2 、医療機関が25千 m^2 で構成される地域である。主に、家庭と大学と付属病院等による地域を想定している。医療機関の存在により、一般電力需要のうち高品質の占める割合が他の地域よりも多い。暖房需要は午前中にピークがある。冷房需要の多い業務部門需要家が集まっており、現状品質が大半を占める。給湯需要は午前に大きなピークがあり、医療機関の影響が大きい。

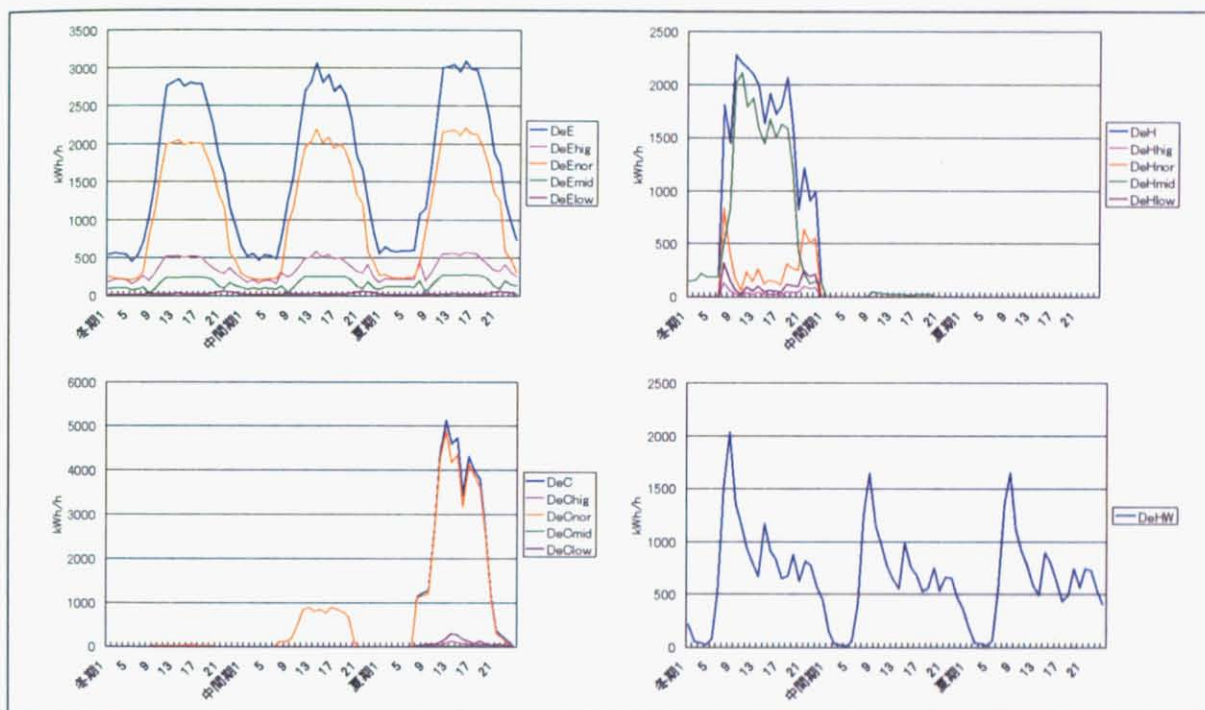


図 4-65 品質別時間別需要値_用途地域3
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

④ 用途地域 4 (第二種中高層住居専用地域)

用途地域 4 は、核家族世帯が 400 世帯、単独世帯が 500 世帯、会社・事務所が 30 千 m^2 、小売業が 10 千 m^2 、飲食店が 10 千 m^2 、サービス業が 5 千 m^2 で構成される地域である。家庭(主に単独世帯)と会社・事務所を中心とし、商店等をいくつか含む地域を想定している。一般電力需要は業務部門需要家による需要値がほぼ同じ規模で組み合わせられており、強く平滑化されている。暖房需要は朝 10 時前後に大きな中品質のピークがあり、事務所へ出社した際に一斉に暖房需要が発生することが確認できる。冷房需要は、冷房需要の多い業務部門需要家が集まっている地域であるためほとんどが現状品質である。給湯需要は、飲食店・サービス業の影響を強く受け、朝・昼・夜の三回ピークを迎える。

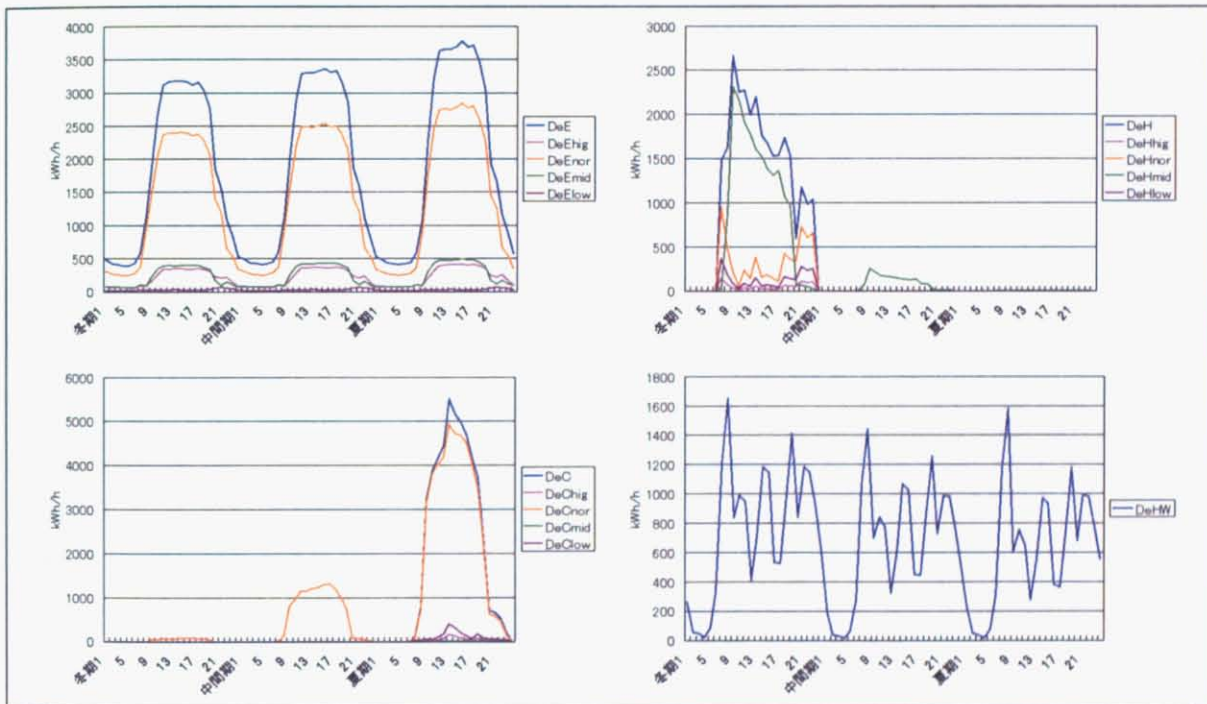


図 4-66 品質別時間別需要値_用途地域 4
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

⑤ 用途地域 5 (第一種住居地域)

用途地域 5 は、核家族世帯が 300 世帯、単独世帯が 300 世帯、会社・事務所が 10 千 m^2 、小売業が 5 千 m^2 、飲食店が 5 千 m^2 、宿泊施設が 35 千 m^2 、サービス業が 5 千 m^2 、その他が 10 千 m^2 で構成される地域である。宿泊施設を中心とし、家庭や会社・事務所、商店等をいくつか含む地域を想定している。一般電力需要、暖房需要、冷房需要ともに多くの需要家構成により平滑化されているが、深夜時間帯にも需要が一定量存在することが特徴である。また給湯需要は日中常に高く、かつ夜間にも一定の需要が存在し、宿泊施設の影響が大きくでている。

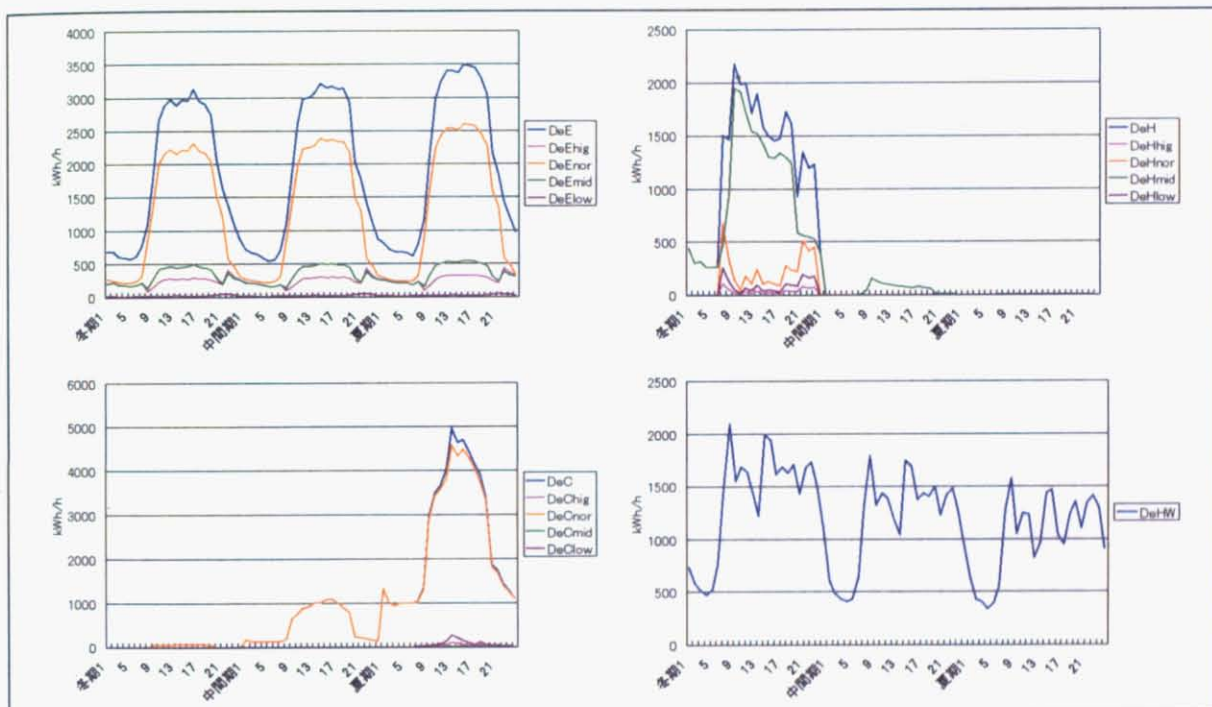


図 4-67 品質別時間別需要値_用途地域 5
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

⑥ 用途地域 6 (第二種住居地域)

用途地域 6 は、核家族世帯が 200 世帯、単独世帯が 300 世帯、会社・事務所が 10 千 m^2 、小売業が 5 千 m^2 、飲食店が 15 千 m^2 、宿泊施設が 10 千 m^2 、サービス業が 15 千 m^2 、教育機関が 10 千 m^2 、集会所等施設が 5 千 m^2 、製造小売業が 5 千 m^2 で構成される地域である。飲食店、サービス業、家庭、宿泊施設、会社・事務所等、様々な職種が比較的ばらついて含まれている地域を想定している。一般電力需要は需要変動が緩和されたため非常になだらかである。業務部門需要家が比較的多く含まれるため、暖房需要、冷房需要はそれぞれ中品質、現状品質がほとんどを占める。飲食店・サービス業の比率が高く、給湯需要は朝・昼・夜の三度のピークが比較的目立つ。

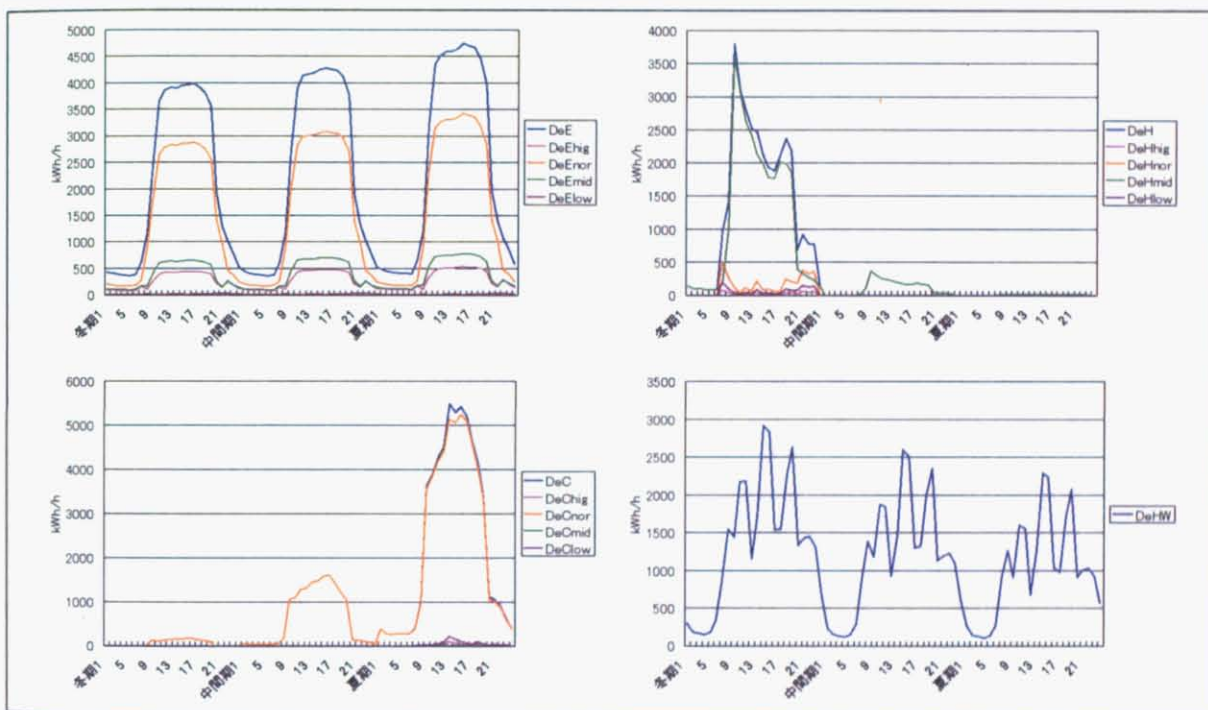


図 4-68 品質別時間別需要値_用途地域 6
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

⑦ 用途地域 7 (準住居地域)

用途地域 7 は、核家族世帯が 100 世帯、単独世帯が 100 世帯、会社・事務所が 25 千 m^2 、小売業が 25 千 m^2 、飲食店が 20 千 m^2 、宿泊施設が 10 千 m^2 、サービス業が 5 千 m^2 、製造小売業が 5 千 m^2 で構成される地域である。会社・事務所、小売業、飲食店を中心とした、家庭や宿泊施設等もいくつか含む地域を想定している。一般電力需要は強く平滑化されている。業務部門需要家の影響を受け、暖房需要はほぼすべてが中品質であり、冷房需要はほぼすべてが現状品質である。用途地域 6 と比べ給湯需要が最も高いサービス業の割合が少し減ったため、給湯需要は朝、昼、夜と 3 回ピークがあるもののその絶対量は用途地域 6 の約 6 割である。

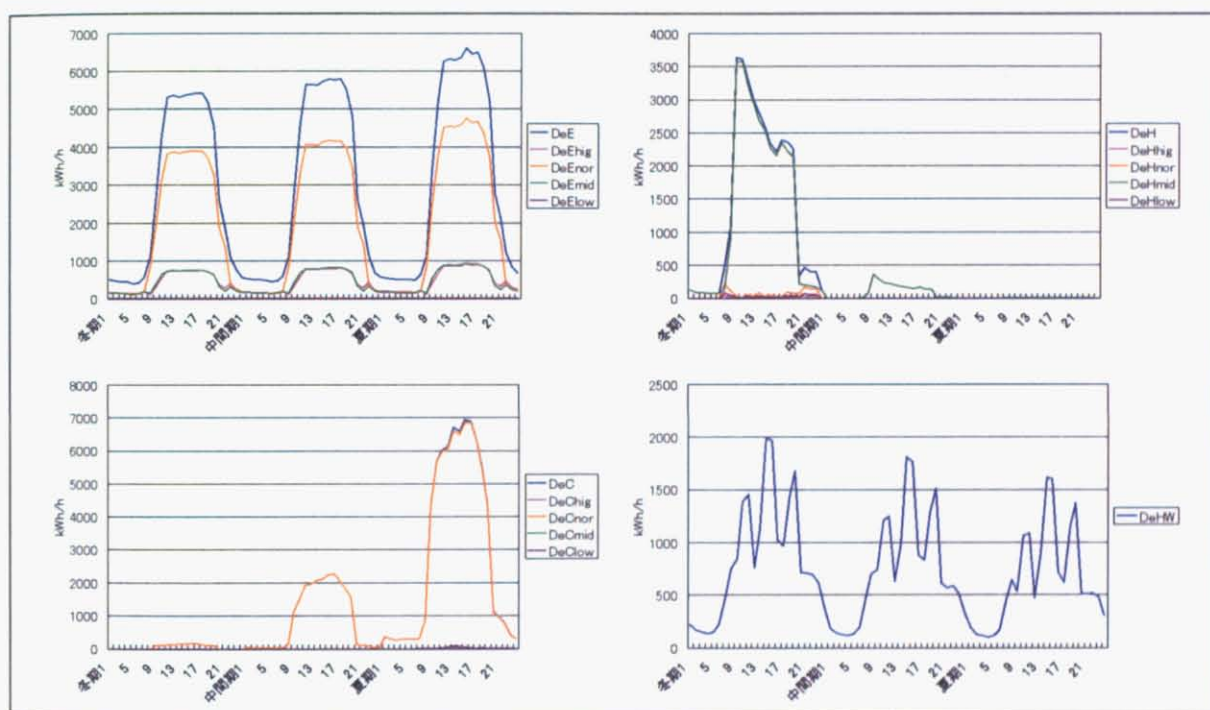


図 4-69 品質別時間別需要値_用途地域 7
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

⑧ 用途地域 8 (近隣商業地域)

用途地域 8 は、単独世帯が 200 世帯、会社・事務所が 5 千 m²、小売業が 15 千 m²、サービス業が 15 千 m²、集会所等施設が 20 千 m²、医療機関が 15 千 m²、製造小売業が 20 千 m² で構成される地域である。集会所等施設、製造小売業を中心とした、医療機関や小売業を含む地域を想定している。一般電力需要は医療機関を含むため比較的高品質の割合が多い。冷暖房需要は業務部門需要家がそれぞれほぼ同一割合で組み合わせられており、平滑化効果が大い。家庭の効果はほとんど見られず、冷暖房需要の品質はほぼ単一である。給湯需要は、サービス業の影響が強く示されており一日三回のピークが確認できる。

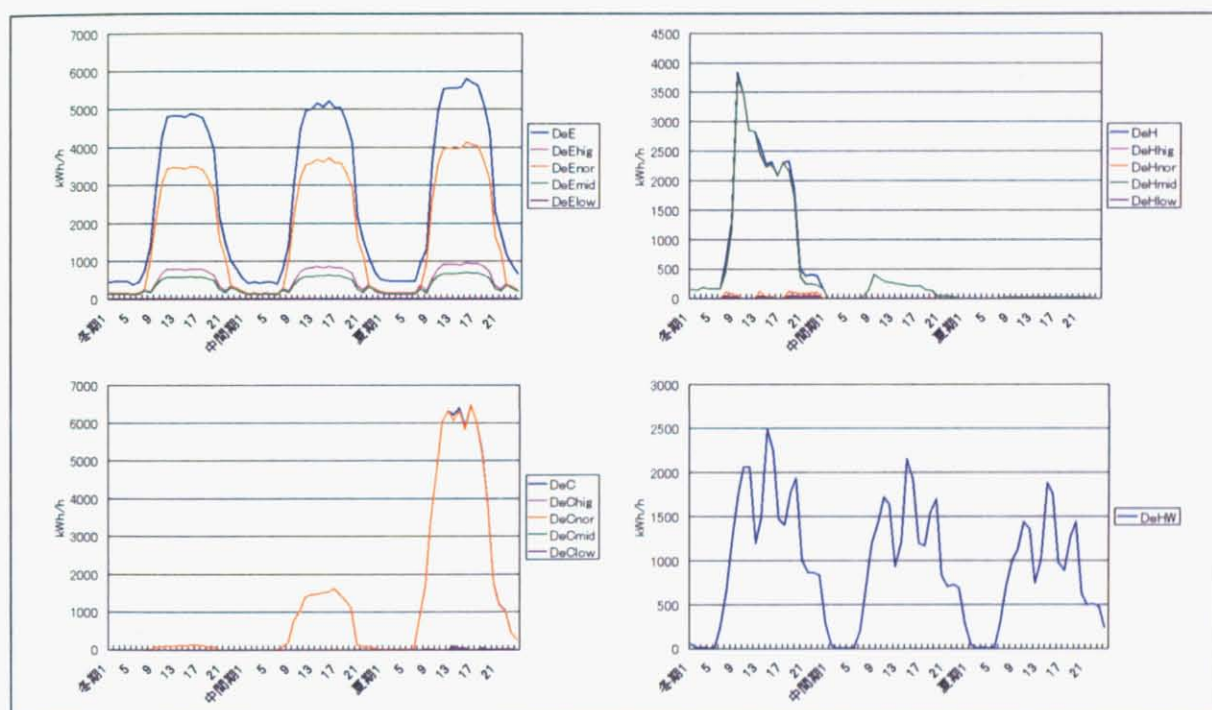


図 4-70 品質別時間別需要値_用途地域 8
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

⑨ 用途地域 9 (商業地域)

用途地域 9 は、会社・事務所が 15 千 m^2 、飲食店が 25 千 m^2 、宿泊施設が 15 千 m^2 、サービス業が 20 千 m^2 、集会所等施設が 10 千 m^2 、製造小売業が 10 千 m^2 、その他が 5 千 m^2 で構成される地域である。飲食店、サービス業を中心とした、宿泊施設や会社・事務所等を含む地域を想定している。多くの種類の需要家から構成され、一般電力需要は平均化・平滑化がなされている。家庭が存在しないため暖房需要は中品質、冷房需要は現状品質がすべてを占める。給湯需要は飲食店・サービス業の影響が強く見られる。宿泊施設もいくつかあるため、夜間にも需要が一定量存在する。

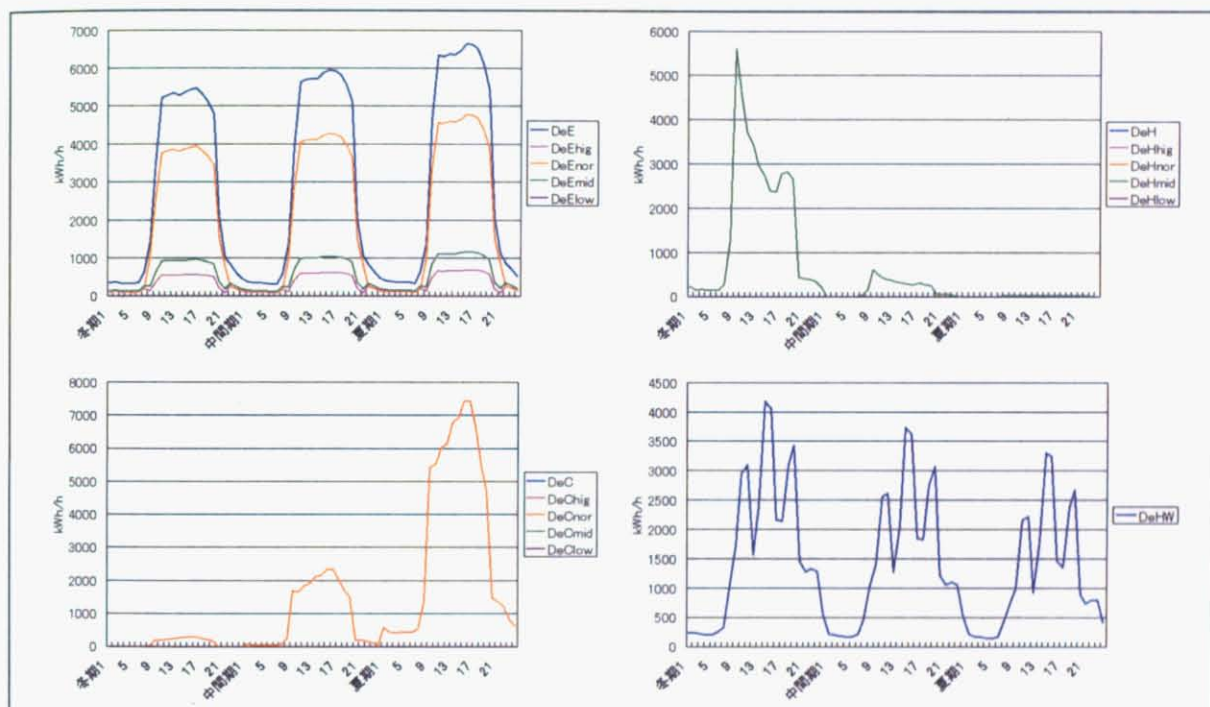


図 4-71 品質別時間別需要値_用途地域 9
(左上:一般電力需要、右上:暖房需要、左下:冷房需要、右下:給湯需要)

4-3. 供給モデルの作成

ここでは、シミュレーションに使用するための供給システムをモデル化する。

4-3.1 系統

系統では、各需要家が単体(あるいはごく小規模なネットワーク)で電力・ガス各会社と契約する形態を想定する。以下、想定した契約形態について述べる。

(1) 電気料金

3-4.3.2.(3) 6)と同じく、高圧季節別時間帯別電力・契約電力 500kW 未満の契約とする。想定している需要家がそれぞれごく小規模なネットワークを形成し(あるいは業務用ビルが単独で)、それぞれが電力会社と契約している形を想定する。

(2) ガス料金

ガス料金は、電気料金とは異なり、それぞれの需要家は家庭用の電力契約を締結しているものとした。

ここでは簡単のため、ガス料金は以下の通りとする⁵⁴⁾。本来であれば、地域ごとに需要家の数を想定して契約規模・契約者数等を設定するべきであるが、各地域にはガス会社との契約者が 100 者いるとし、基本料金を 100 倍して考慮する。

地域 1～地域 9 は、給湯需要の幅が 26 千 m³/月～89 千 m³/月程度であり、100 で割れば 260m³～890m³となる。この幅では、下の料金体系が最もよく当てはまる。

・ガス従量価格(円/kWh)	:9.875 (=112.46 円/m ³)
・ガス基本料金(円/月)	:2,499×100(契約者数)

(3) 太陽光発電・風力発電

本体価格の 5 割分を、系統との連系費用として上乗せする。この連系により、現状・中・低品質への調整が可能であるとする。ここからさらに高品質に高める場合は、高品質発電量に対して電気料金の 0.2 倍分が上乗せされれるとする。4-4.1.(2)でその構造について記述している。

4-3.2 多品質エネルギーネットワーク

3-4.3.2.にて多品質エネルギーネットワークの構造はモデル化されているため、本項でもそれを使用する。ただし、想定した発電機やネットワークの規模が異なるため、その変更部分だけここで記述する。

(1) 発電機の規模と台数の設定

発電機の種類と最大台数は表4-53の通りとし、感度分析を通して変化させない。

表 4-5 3 想定する発電機の種類、規模、最大台数

発電機	発電規模	最大台数
GE(ガスエンジン)	500kW	4
	1000kW	2
DE(ディーゼルエンジン)	800kW	4
	1000kW	2
PV(太陽光発電)	12kW(100m ²)	20
WP(風力発電)	600kW	2

発電機の種類を上表の数値にした理由は、天然ガスを燃料とする発電機を2種、A 重油を燃料とする発電機を2種、それぞれ同等の規模で考慮することが、発電機選択問題では妥当であると判断したことによる。台数は、すべての発電機を使用した場合にほぼすべての需要を満たすことができる程度(系統からの購入がゼロで済む程度)を目安とした。PV、WPについては、第3章と同じく最大電力需要の1割程度を目安とした。

(2) 自然エネルギー機器の設定

太陽光発電は、第2章と同様の設定を用いた。

風力発電は、具体的な機器性能データより、回帰的に算出することとした。規模は600kWの規模を想定した。風速 $x(\text{m/s})$ と発電量 $y(\text{kWh/h})$ の関係は、東伊豆町風力発電所⁵⁵⁾より、下式の通り回帰的に求めた ($N=24$)。

$$y = 27.806x + 55.994 \quad (R^2 = 0.7096)$$

以上の回帰式を元にした発電単価は、6.72 円/kWh となる。これは、日本風力発電協会³⁹⁾と比較しても大きく外れてはおらず、妥当な数値であると言える。

風力発電の回帰図は、図4-72に示す通りである。

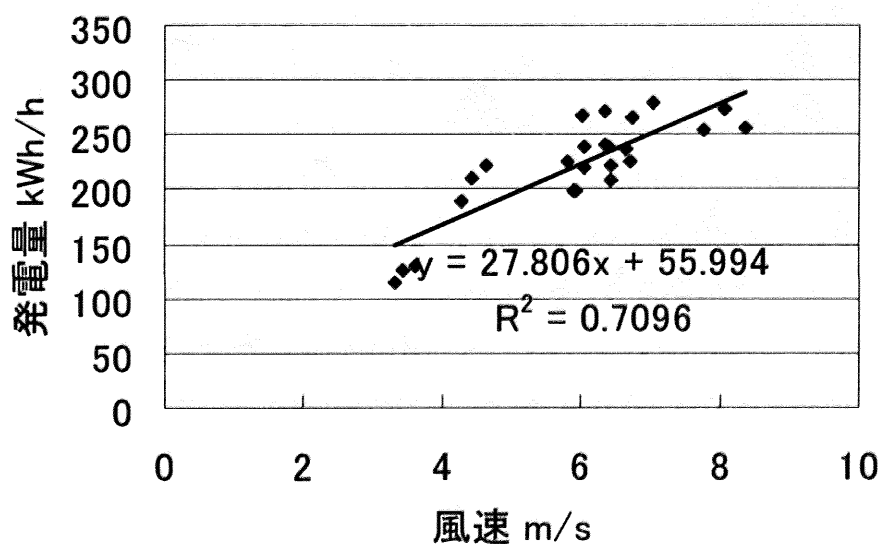


図 4-72 風力発電の回帰図

(3) コストの設定

ネットワークの規模が大きくなったため、ガス料金と電気料金が多少変更となった。
また、A 重油料金を新たに設定した。料金の詳細 4) 56) 57) は下に示す通りである。

・ A 重油料金(円/kWh)	:2.377
・ ガス従量価格(円/kWh)	:3.438 (=39.15 円/m ³)
・ ガス基本料金(円/月)	:113,715+420.71×(契約最大時間流量)+ 5.78×(契約最大需要月使用量)
・ 電力従量料金(円/kWh)	:ピーク時間:11.65、昼間時間:11.10(夏季) / 10.05 (その他季)、夜間時間:6.95
・ 電力基本料金(円/kW)	:1510

(4) CO₂ 排出係数の決定

燃料(天然ガスと A 重油 58)と購入電力 59)の CO₂ 排出係数を、以下の通り設定した。

・ 天然ガス排出係数(kg-CO ₂ /kWh)	:0.1823
・ 石油(A 重油)排出係数(kg-CO ₂ /kWh)	:0.2493

表 4-5 4 購入電力(平均 CO₂ 排出原単位) (単位:kg-CO₂/kWh)

夏期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
平均CO2排出原単位 (送電端需要ベース)	0.205	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.209	0.289	0.325	0.325
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
平均CO2排出原単位 (送電端需要ベース)	0.320	0.323	0.317	0.315	0.318	0.320	0.329	0.317	0.294	0.263	0.247	0.230
冬期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
平均CO2排出原単位 (送電端需要ベース)	0.218	0.189	0.189	0.189	0.189	0.189	0.189	0.199	0.255	0.309	0.325	0.322
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
平均CO2排出原単位 (送電端需要ベース)	0.327	0.305	0.332	0.331	0.329	0.326	0.320	0.326	0.312	0.283	0.260	0.243
春秋期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
平均CO2排出原単位 (送電端需要ベース)	0.211	0.205	0.207	0.197	0.187	0.201	0.193	0.186	0.236	0.286	0.307	0.306
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
平均CO2排出原単位 (送電端需要ベース)	0.302	0.297	0.303	0.301	0.302	0.293	0.287	0.301	0.300	0.285	0.267	0.248

(5) 品質調整方法の設定

3-4.1.3.で各品質の品質対策を設定した。ここで、補償用の分散型電源と鉛蓄電池の容量を定める。

このシミュレーションでは、追加する分散型電源として、GE500kW を想定した。その台数は、その品質の最大電力需要の1割の規模となるように算出して設定する。追加する鉛蓄電池は、100kWh のものを数台想定した。その台数は、その品質の最大電力需要の1割の規模となるように算出して設定する。

ただし鉛蓄電池について、PV、WP 生産された電力を現状品質・高品質に高める場合は、その品質の最大電力需要の3割の規模となるように算出した。

(6) その他の設定

系全体の購入電力量の上限を設定し、ケースにより2000～5000kW とした。具体的には表4-55の通りである。この上限値の目安は、一般電力需要の最大電力需要程度として定めた。

表 4-55 用途地域別購入電力量の上限

購入電力量の上限	2000	3000	4000	5000
用途地域	1, 2	3, 4, 5	6	7, 8, 9

(7) 発電単価、発電原単位の考察

モデルの妥当性を確認するため、現状品質の生産における発電単価・原単位、発電単価・原単位を算出した。結果、GE500 の総合単価が 18.6 円/kWh、GE1000 が 15.6 円/kWh、DE800 が 13.6 円/kWh、DE1000 が 12.8 円/kWh であり、概ね現状を再現できているとみなせる。

計算手法として注意すべき点を述べる。CGS にかかる各機器の初期費用は、蒸気量等の出力規模(kW)を基に算出するが、等モデルで扱っている蒸気量等は各 CGS すべての量を一括して計算している。しかしここで費用単価として考えるべき出力規模は、各 CGS に対する出力規模であるため、当モデルで算出される全出力規模を CGS 台数(ここでは 12)で除することで求めている。

ただしこの値は、蒸気吸収式冷凍機の全出力規模を 50MWh、蓄熱層の全出力規模 30MWh として算出した。また、電気料金もガス料金も基本料金を考慮していない。また、分散型電源の配電線費、地代も考慮していない。

表 4-5 6 供給設備ごとの発電単価・原単位、熱単価・原単位

			発電		熱	
			発電単価 (円/kWh)	発電原単位 (kg-CO2/kWh)	熱単価 (円/kWh)	熱原単位 (kg-CO2/kWh)
CGS※1	GE500	30%	17.270	0.250	25.000	0.361
		70%	10.253	0.237	13.087	0.302
		100%	8.543	0.228	10.016	0.267
	GE1000	30%	14.739	0.250	18.809	0.319
		70%	9.048	0.237	10.267	0.269
		100%	7.642	0.228	8.006	0.239
	DE800	30%	14.121	0.342	18.346	0.444
		70%	8.058	0.324	9.297	0.374
		100%	6.601	0.312	7.027	0.332
	DE1000	30%	13.576	0.342	16.455	0.414
		70%	7.788	0.324	8.420	0.350
		100%	6.395	0.312	6.395	0.312
購入電力※2		1~8,23~24	6.950	0.196		
※2 夏期の時間帯平均値。		9~13,17~22	11.100	0.301		
		14~16	11.650	0.318		
ガス暖房					3.387	0.182
購入電力暖房		1~8,23~24			2.172	0.061
COP 3.2		9~13,17~22			3.469	0.094
		14~16			3.641	0.100
ガス給湯					3.763	0.203
購入電力給湯		1~8,23~24			1.738	0.049
COP 4.0		9~13,17~22			2.775	0.075
		14~16			2.913	0.080

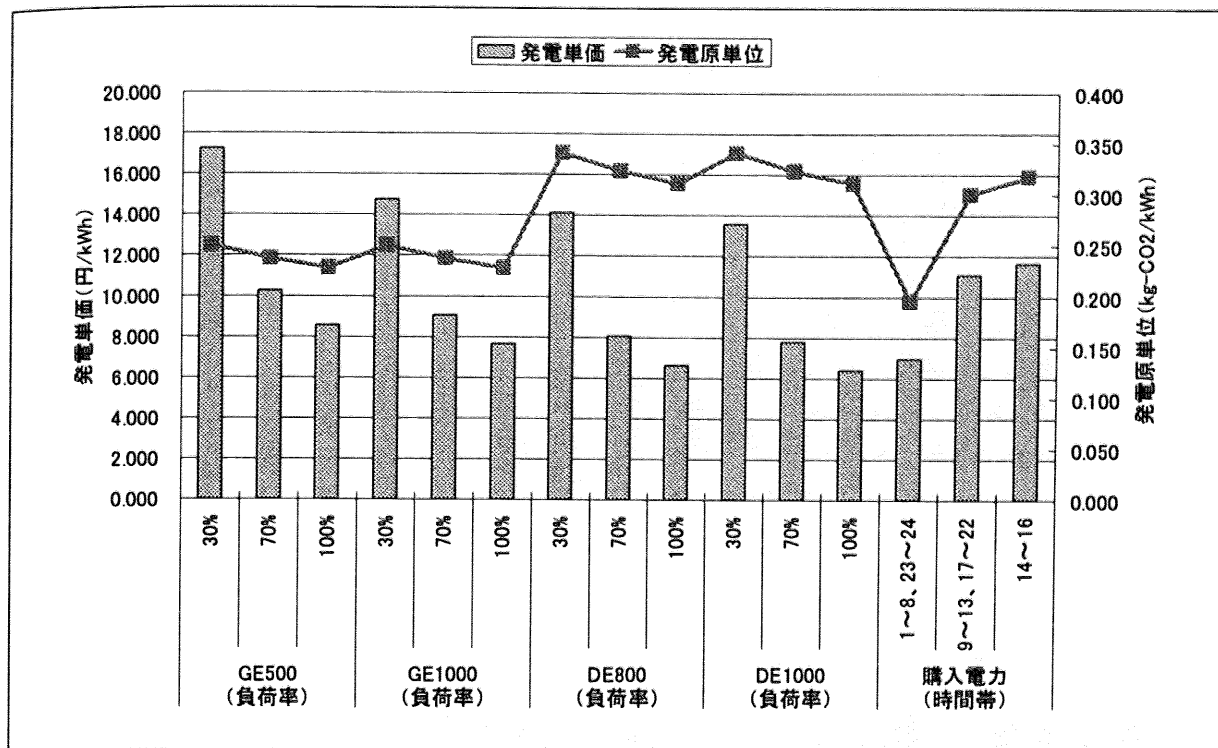


図 4-73 供給設備ごとの発電単価(円/kWh)と発電原単位(kg-CO₂/kWh)

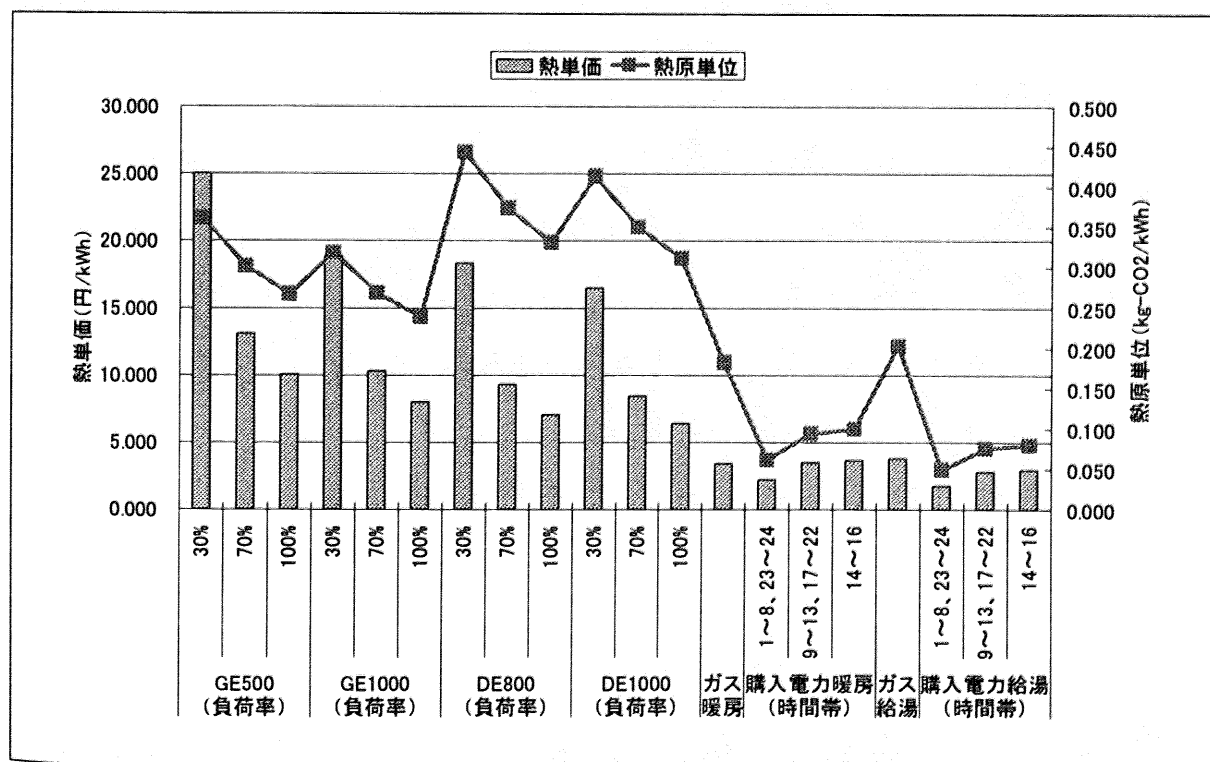


図 4-74 供給設備ごとの熱単価(円/kWh)と熱原単位(kg-CO₂/kWh)

4-4. シミュレーション

4-4.1 目的と全体像

(1) モデルの全体像

ここでシミュレーションするモデルの概要を図4-75に示す。第3章のモデルとは多少異なり、各品質同時に需給が行われる。排熱利用による冷暖房はすべての品質に適用可能とし(つまり高品質)、今回品質分解の対象としなかった給湯は現状品質でのみ需給可能であるとする。

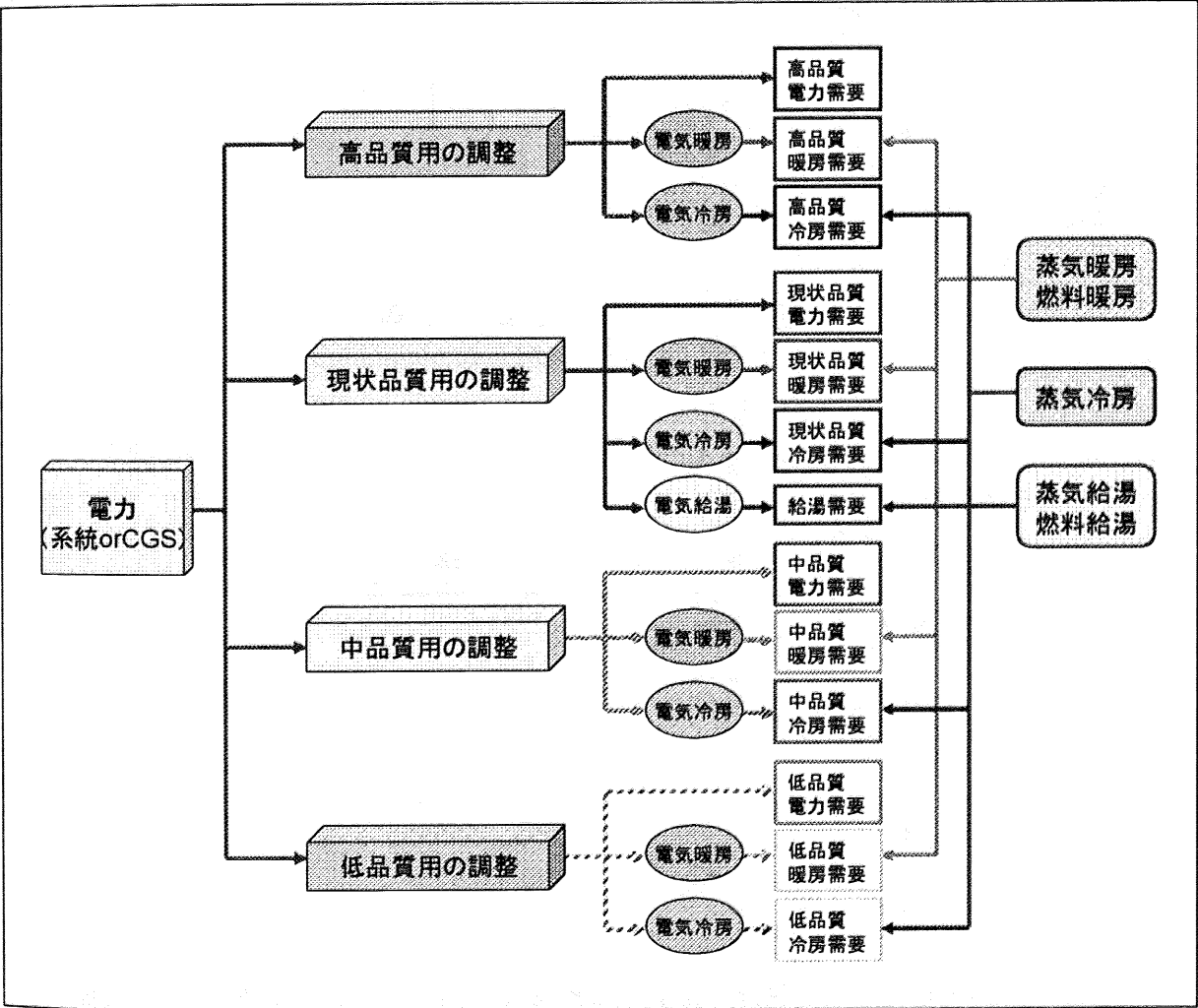


図 4-75 需給計画のイメージ

(2) 系統と多品質エネルギーネットワークの構造イメージ

系統の需給構造と、多品質エネルギーネットワークの需給構造を図4-76に示す。系統ではPV、WPは一度系統に接続するため相応の接続料を考慮する⁶⁰⁾。接続料は本体価格の0.5倍分と想定する。多品質エネルギーネットワークでは、各品質それぞれでネットワークが構築されているため、各種分散型電源はそれぞれの品質に生産エネルギーを流すという構造を想定する。

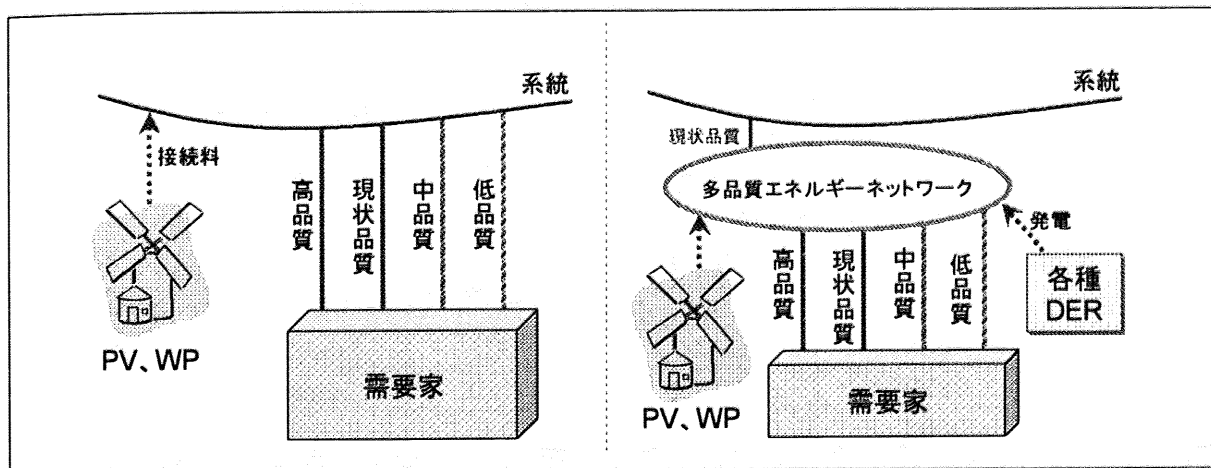


図 4-76 需給構造のイメージ(左:系統、右:多品質エネルギーネットワーク)

(3) 目的と方法

シミュレーションの目的は、多品質エネルギーネットワークがもつ環境的・経済的な効果を、用途地域の違いごとに定量化することである。地域間比較方法は図4-77に示すとおりである。環境性と経済性の観点から地域ごとに系統と比較する。

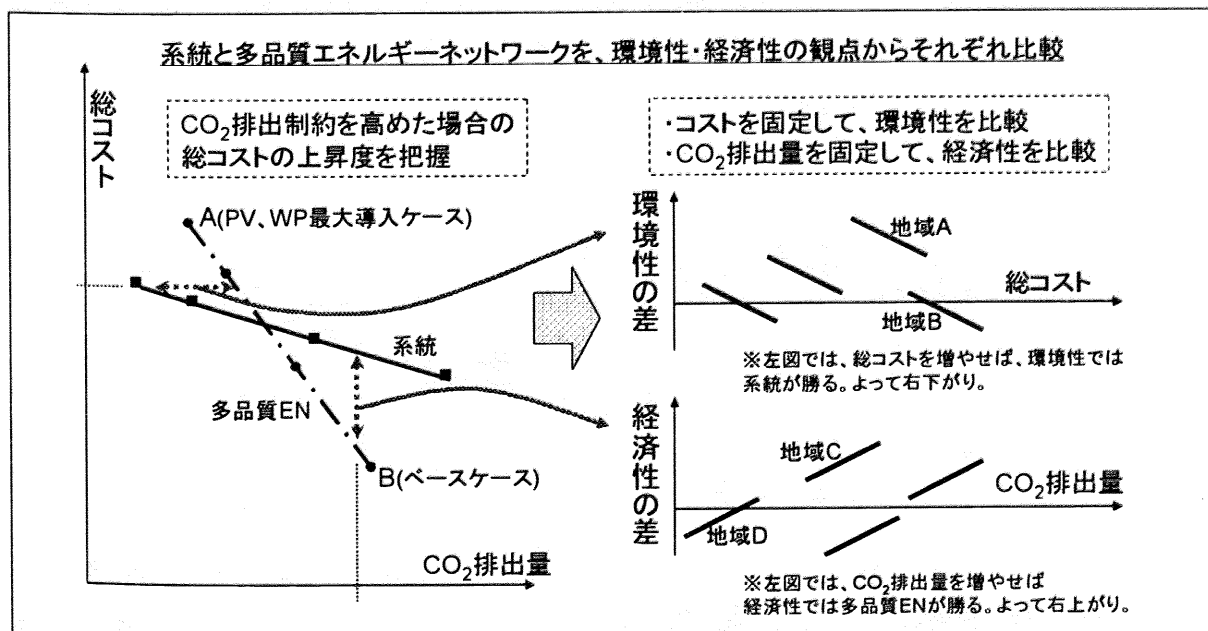


図 4-77 地域間比較方法のイメージ

4-4.2 シミュレーションの結果一覧

ここでは、シミュレーション結果を詳述する。CO₂ 排出量制約を強めていった場合に総コストがどのように増加(減少)していくかを確認した。

以下、用途地域 5 の結果を例としてシミュレーション結果と具体的な需給構造の考察を示し、それ以外の用途地域についてはシミュレーション結果のみを示すこととする。

4-4.2.1 用途地域 5 (第一種住居地域)の結果例

(1) シミュレーション結果

多品質で需給計画をシミュレーションした結果を以下に示す。

表 4-57 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 5
(上段:多品質エネルギーネットワーク(多品質 EN と表現)、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	8700	7300	6000
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	10079	8700	7300	6000
総コスト(万円/15years)	453140	477660	570220	739350
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	7220	5894	5800
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	7307	7220	5894	5800
総コスト(万円/15years)	647890	651917	741026	751548
PV の台数	0	0	5	19
WP の台数	2	2	2	2

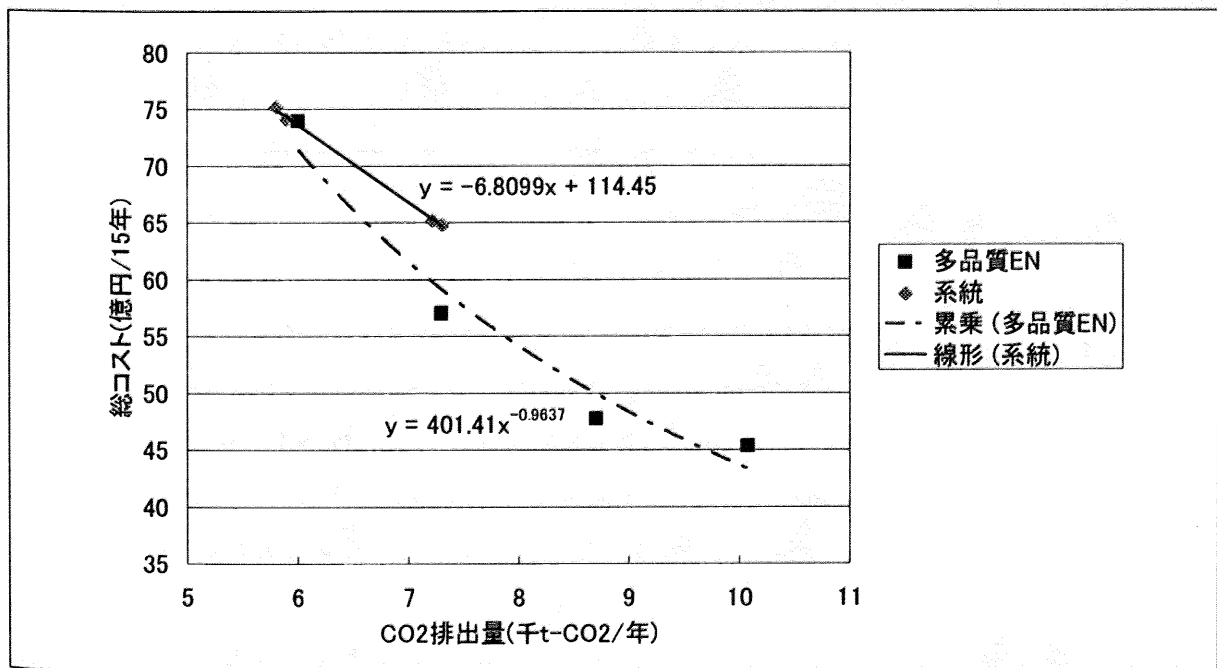


図 4-78 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 5

(2) 多品質エネルギーネットワークの需給構造考察

図 4-6 8 より、CO₂ 排出量と総コストの関係はトレードオフ関係にあると考えられる。特に多品質エネルギーネットワークでは、CO₂ 排出量制約が高まった場合に発電機構成の変化が顕著である。ここでは最適化された需給構造を示し、どのような運用計画となっているかを確認する。また 4 つある品質すべては表示せず、4 品質の合計値のみを示す。

① 一般電力需給

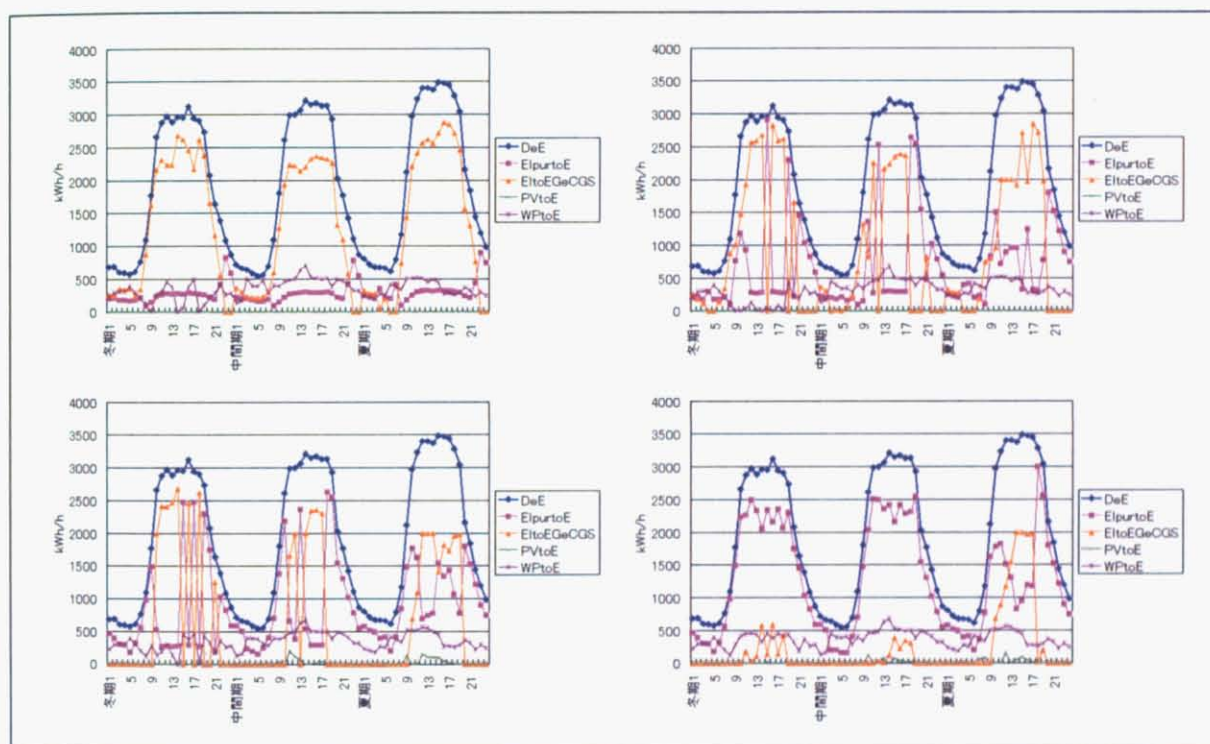


図 4-7 9 一般電力需要供給(左上:制約無し、右上:8700、左下:7300、右下:6000)

一般電力の需給構造において特徴ある点は以下の通りまとめられる。CO₂ 排出量制約が強まるにつれ、CGS 発電が購入電力に推移する様を確認できる。夏期は電気料金がいため CGS 発電も最大電力需要の 5 割強を賄っている。グラフの凡例は、DeE(一般電力需要)、ElpurtoE(購入電力による一般電力供給)、EltoEGeCGS(CGS 発電による一般電力供給)、PVtoE(太陽光発電による一般電力供給)、WPtoE(風力発電による一般電力供給)である。

- ・ CO₂ 排出量制約が強まるにつれて、CGS 発電(EltoEGeCGS)が購入電力(ElpurtoE)に代替されている。
- ・ CO₂ 排出量制約が最大の点では、CGS 発電はピーク時のベース電源として供給して

いる。

- ・ CO₂ 排出量制約が無い点では、購入電力は特に夜間に使用されている。
- ・ CO₂ 排出量制約にかかわらず、風力発電は常に稼働している。

② 暖房需給

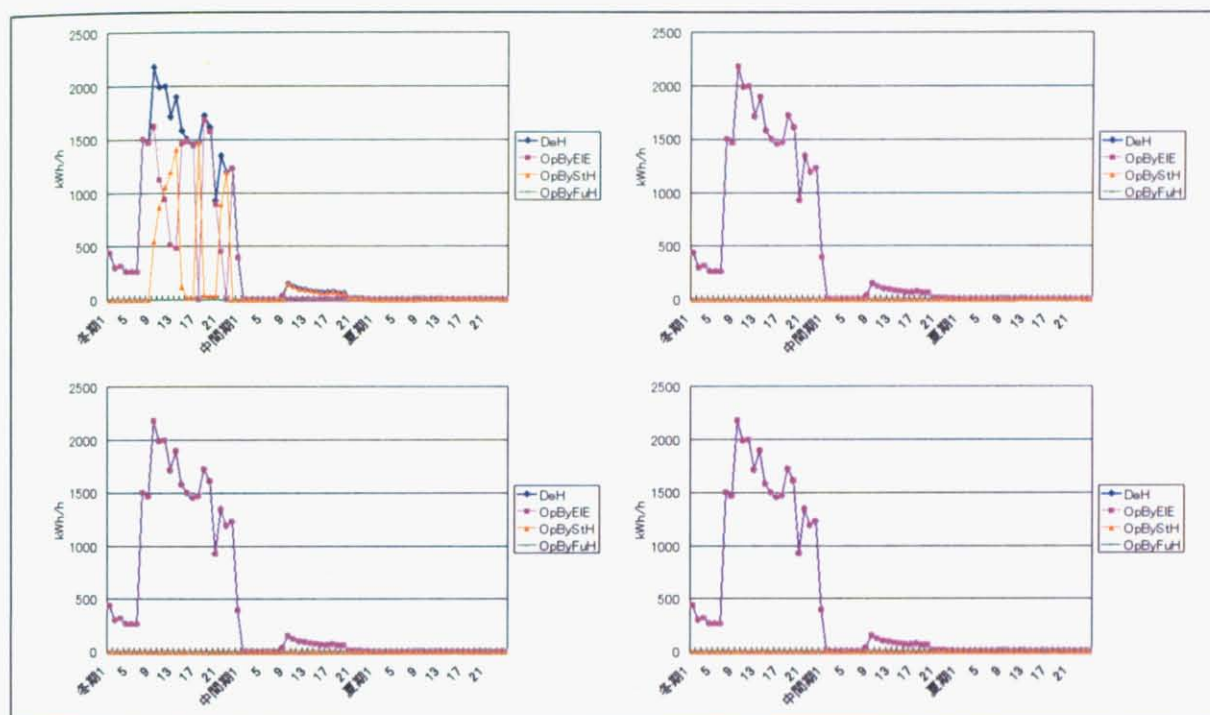


図 4-80 暖房需要供給(左上:制約無し、右上:8700、左下:7300、右下:6000)

暖房の需給構造において特徴ある点は以下の通りまとめられる。電気暖房(COP:3.2)の方が、蒸気暖房(効率:1)よりも選択されやすい結果となった。電気暖房の元となる電力は購入電力の場合と CGS 発電の場合が考えられるが、CO₂ 排出量制約が強まるにつれて購入電力による電気暖房の割合が増すと考えられる。グラフの凡例は、DeH(暖房需要)、OpByElH(電力による暖房供給)、OpByStH(CGS 排熱利用による暖房供給)、OpByFuH(燃料燃焼による暖房供給)である。

- ・ CO₂ 排出量制約が強まるにつれて、蒸気暖房が電気暖房に代替される。
- ・ 燃料暖房は選択されない。

③ 冷房需給

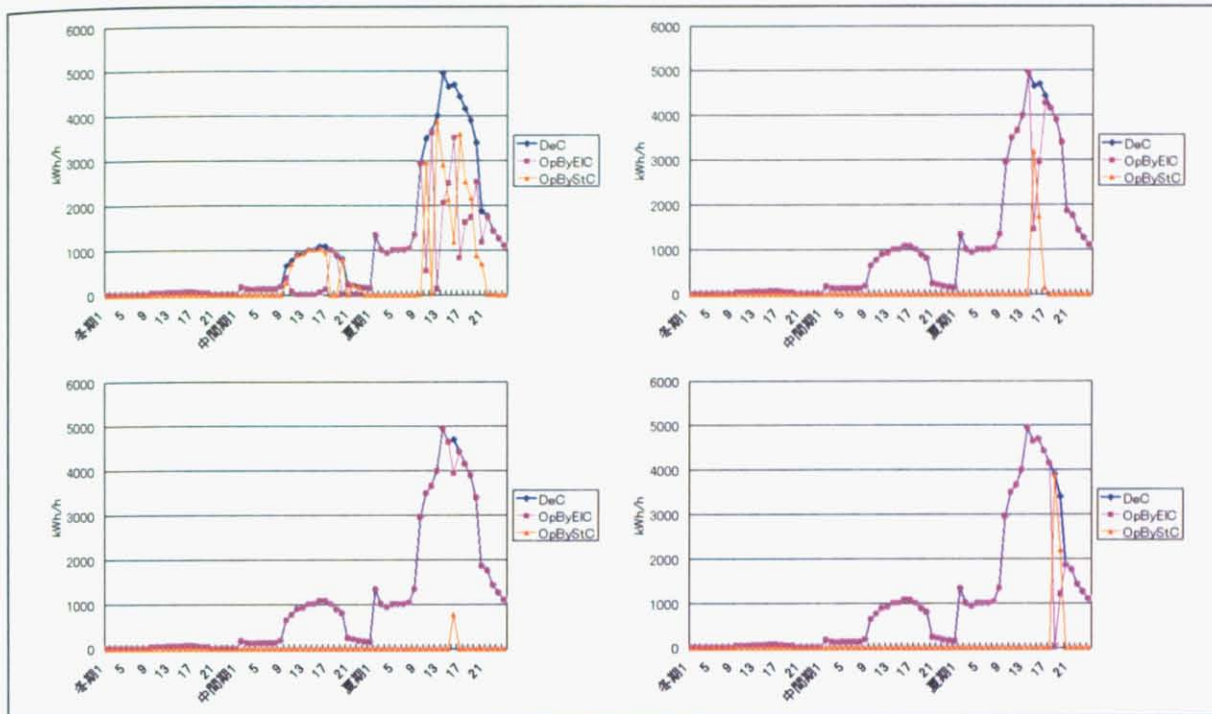


図 4-8 1 冷房需要供給(左上:制約無し、右上:8700、左下:7300、右下:6000)

冷房の需給構造において特徴ある点は以下の通りまとめられる。CO₂ 排出量制約が強まると、CGS の稼働は抑えられているが、夏期のピーク時は電気料金がいため排熱利用がより促進されている。グラフの凡例は、DeC(冷房需要)、OpByEIC(電力による冷房供給)、OpByStH(CGS 排熱利用による冷房供給)である。

- ・ CO₂ 排出量制約が強まるにつれて、蒸気冷房は電気暖房へ代替されるが、完全には代替されない。
- ・ CO₂ 排出量制約が無い点では、主に昼間において CGS と購入電力がほぼ同量の熱供給をしている。
- ・ 蒸気冷房は、主に冷房需要がピークの時に使用される。

④ 給湯需給

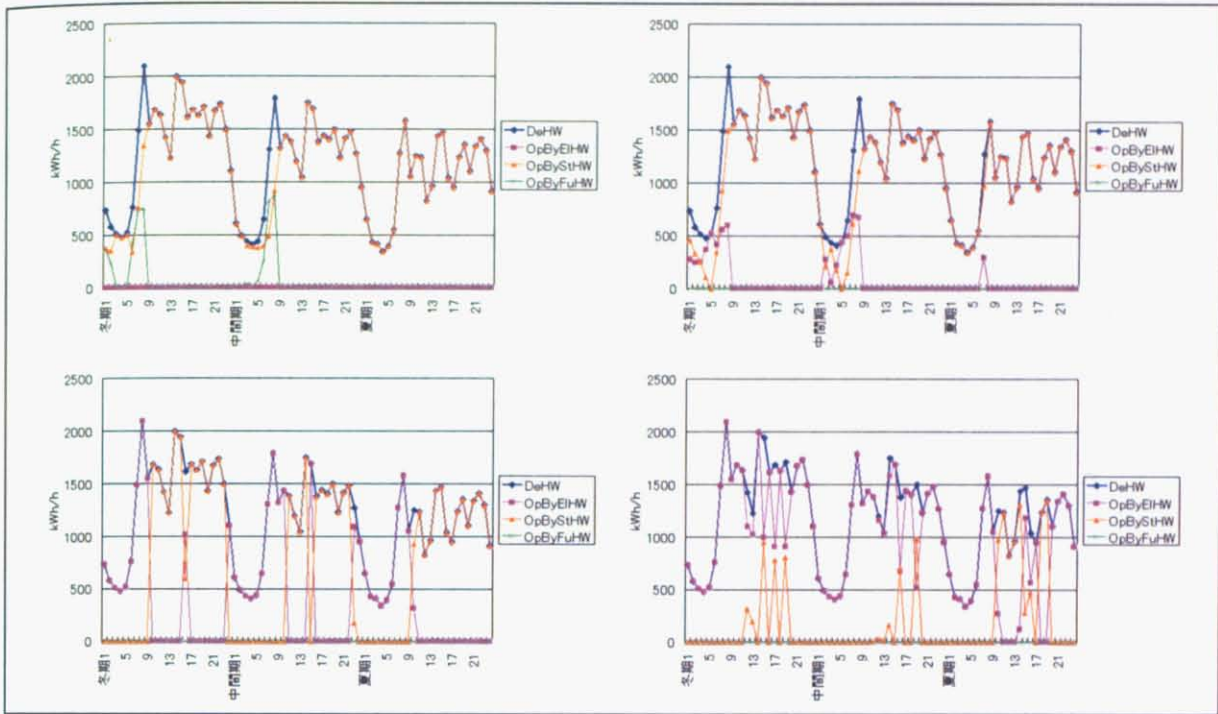


図 4-8 2 給湯需要供給(左上:制約無し、右上:8700、左下:7300、右下:6000)

給湯の需給構造において特徴ある点は以下の通りまとめられる。CO₂ 排出量制約が強まるほど電気給湯による供給が増えているが、安価な深夜電力から先に代替されている様子が見てとれる。また CO₂ 排出量制約が最大の点では、電気料金の高い夏期のピーク時等には排熱給湯も使用されている。また CO₂ 排出量制約が無い点では、早朝は CGS 排熱だけでは熱量が間に合わずガス給湯が使用されていることも確認できる。グラフの凡例は、DeHW(給湯需要)、OpByElHW(電力による給湯供給)、OpByStHW(CGS 排熱利用による給湯供給)、OpByFuHW(燃料燃焼による給湯供給)である。

- ・CO₂排出量制約が強まるにつれて、蒸気給湯は電気給湯に代替される。
- ・この場合、深夜時間帯から先に電気給湯に代替されている。
- ・CO₂排出量制約が最大の点では、蒸気給湯は主にピーク時に使用される。
- ・CO₂排出量制約が無い点では、早朝にガス給湯が使用される。

⑤ 蓄熱層

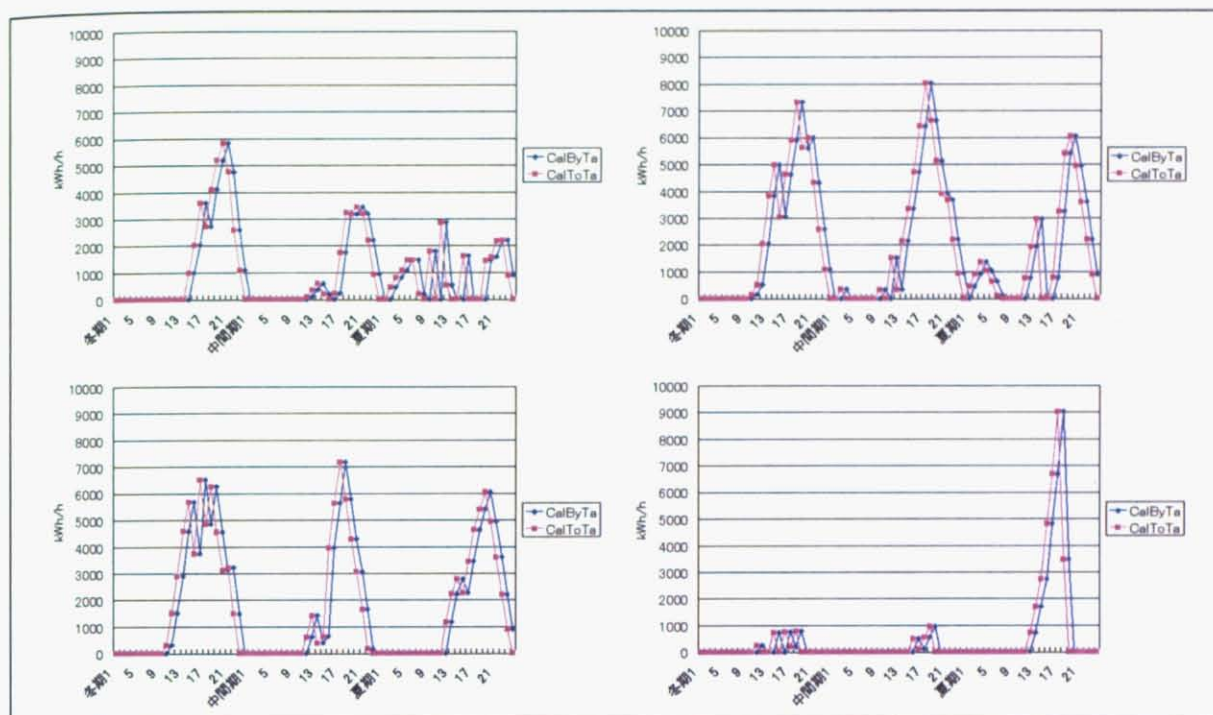


図 4-83 蓄熱(左上:制約無し、右上:8700、左下:7300、右下:6000)

蓄熱の構造において特徴ある点は、以下の通りまとめられる。蓄えた熱量の時間別推移が概ね三角形になっており、午前中に貯めた熱を午後から夜間にかけて使い切るという流れになっている。グラフの凡例は、CalByTa(蓄熱層からの熱量供給)、CalToTa(蓄熱層への熱量)である。また、当モデルでは24時(冬期の24時)、48時(中間期の24時)、72時(夏期の24時)には蓄熱層内に貯められた熱を0にする設定としている。

- ・ 蓄熱層容量のピークは正午付近である。
- ・ CO₂排出量制約が最大の点では、冬期・中間期では蓄熱槽容量が小さくて済む。

⑥ CO₂ 排出量

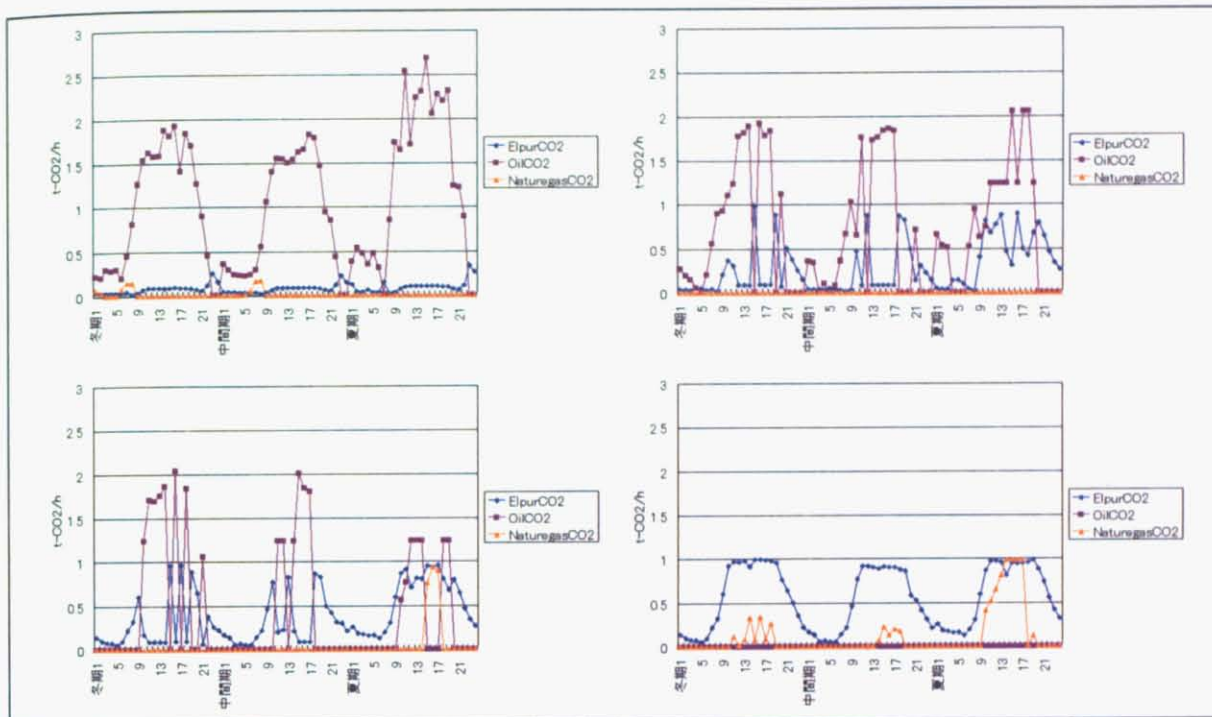


図 4-84 CO₂ 排出量 (左上: 制約無し、右上: 8700、左下: 7300、右下: 6000)

CO₂ 排出量の構造において特徴ある点は、以下の通りまとめられる。CO₂ 排出量制約が強まるほど、より CO₂ 排出原単位の低い電源・燃料へのシフトが見られる。グラフの凡例は、ElpurCO₂(購入電力による CO₂ 排出量)、OilCO₂(A 重油による CO₂ 排出量)、NaturegasCO₂(天然ガスによる CO₂ 排出量)である。

- ・ CO₂ 排出量制約が強まるにつれて、CGS 燃料が A 重油から天然ガスへ代替されている。
- ・ CO₂ 排出量制約が強まるにつれて、購入電力がベースとして使用され、CGS 機器が負荷変動にあわせた稼働をしている。
- ・ CO₂ 排出量制約が強まる場合、深夜電力が比較的早く導入されている。

⑦ 部分負荷率

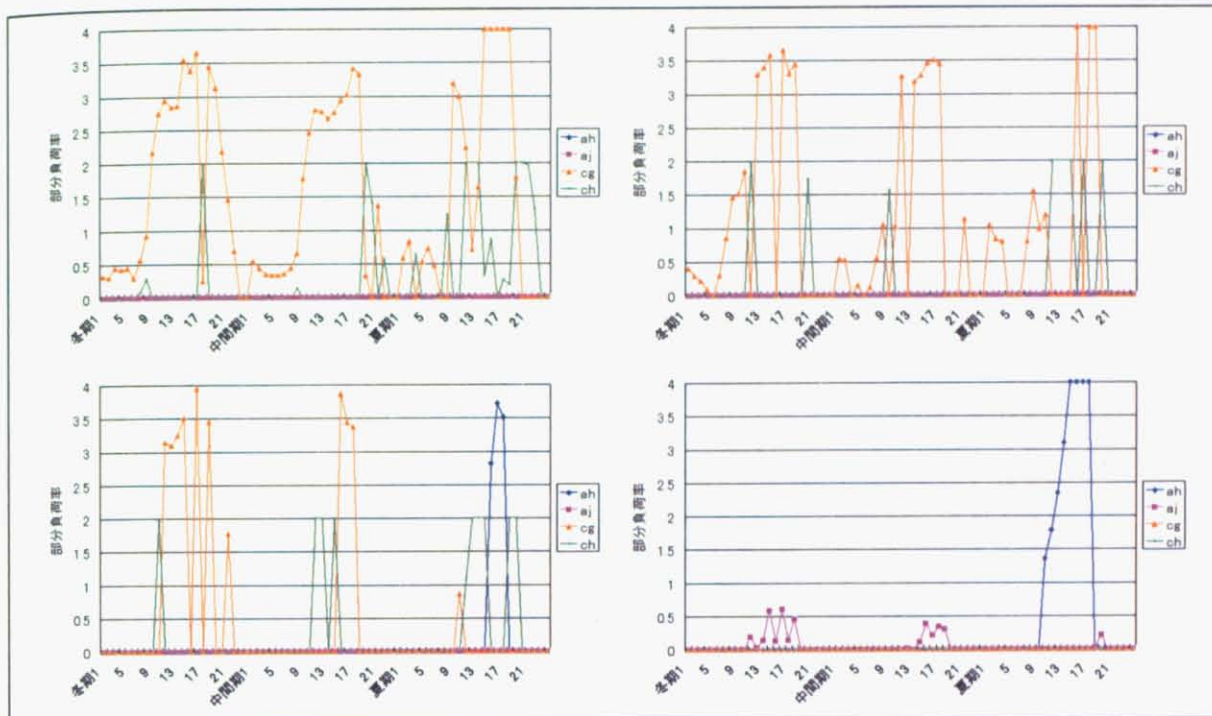


図 4-85 機器の部分負荷率(左上:制約無し、右上:8700、左下:7300、右下:6000)

機器の部分負荷率の構造において特徴ある点は、以下の通りまとめられる。大きくディーゼルエンジンからガスエンジンに代替されていくことが確認できた。グラフの凡例は、ah(GE500kW)、aj(GE1000kW)、cg(DE800kW)、ch(DE1000kW)である。

- ・CO₂ 排出量制約が強まるにつれて、特に夏期において、A 重油機器(DE)から天然ガス機器(GE)へシフトしている。
- ・CO₂ 排出量制約が強まるにつれて、ベース電源が購入電力となるため CGS は負荷変動に応じた稼働をしている。
- ・当モデルでは部分負荷率はその変動制約を設けていないため、短時間の負荷変動が大きく示された。

4-4.2.2 全用途市域についての結果一覧

以上が、用途市域5についての結果例であった。以下、他の用途地域について、結果のみを示す。図4-86～87は、9つの地域をひとつに表現したグラフであり、規模の違いが確認できる。

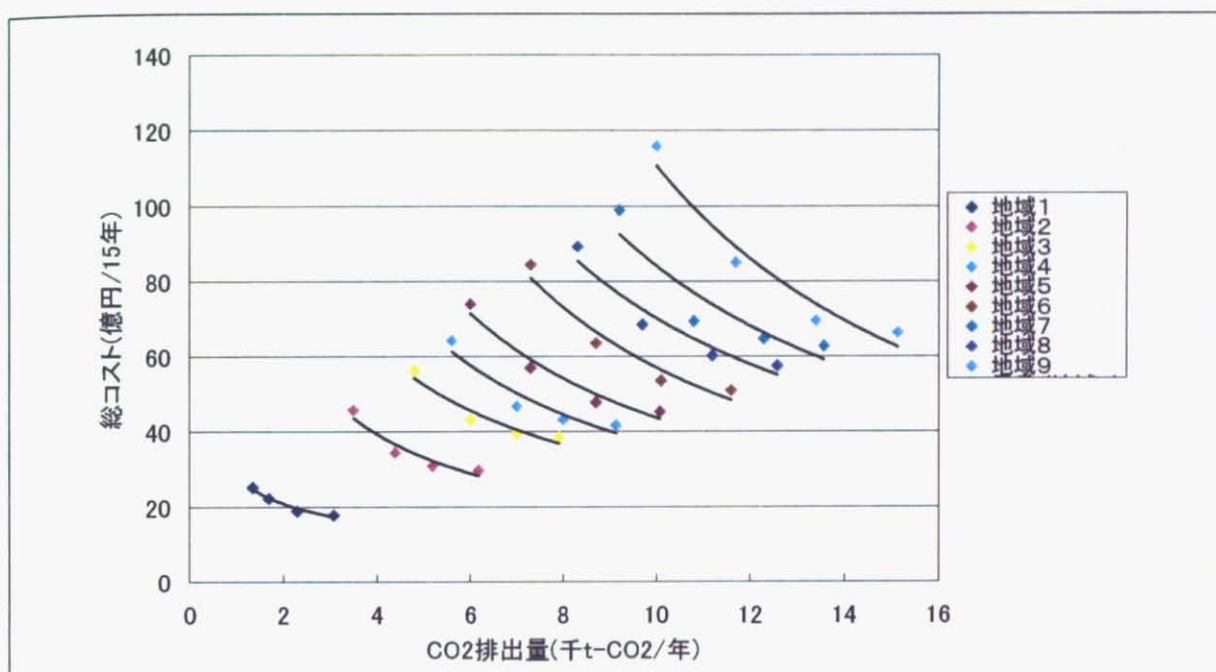


図 4-86 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_全地域(多品質 EN)

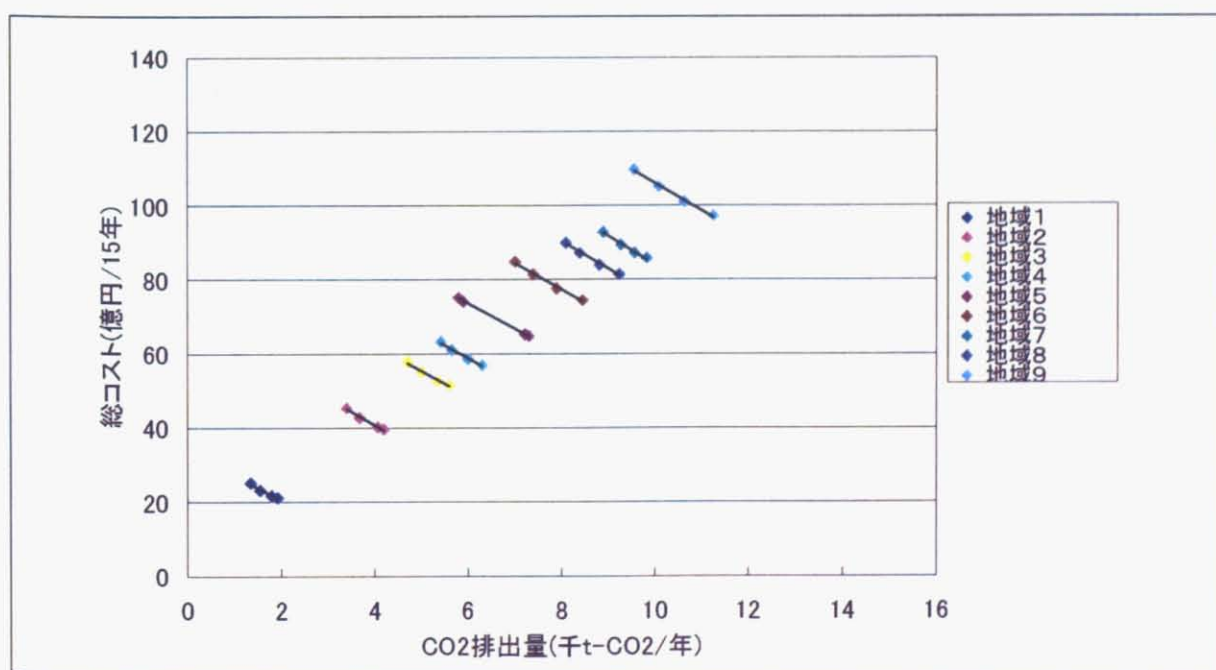


図 4-87 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_全地域(系統)

(1) 用途地域 1 (第一種低層住居専用地域)

表 4-58 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 1
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	2300	1700	1350
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	3082	2300	1700	1350
総コスト(万円/15years)	177030	188272	221765	251070
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	1800	1550	1350
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	1934	1800	1550	1350
総コスト(万円/15years)	211500	216835	231634	251455
PV の台数	0	0	0	19
WP の台数	2	2	2	2

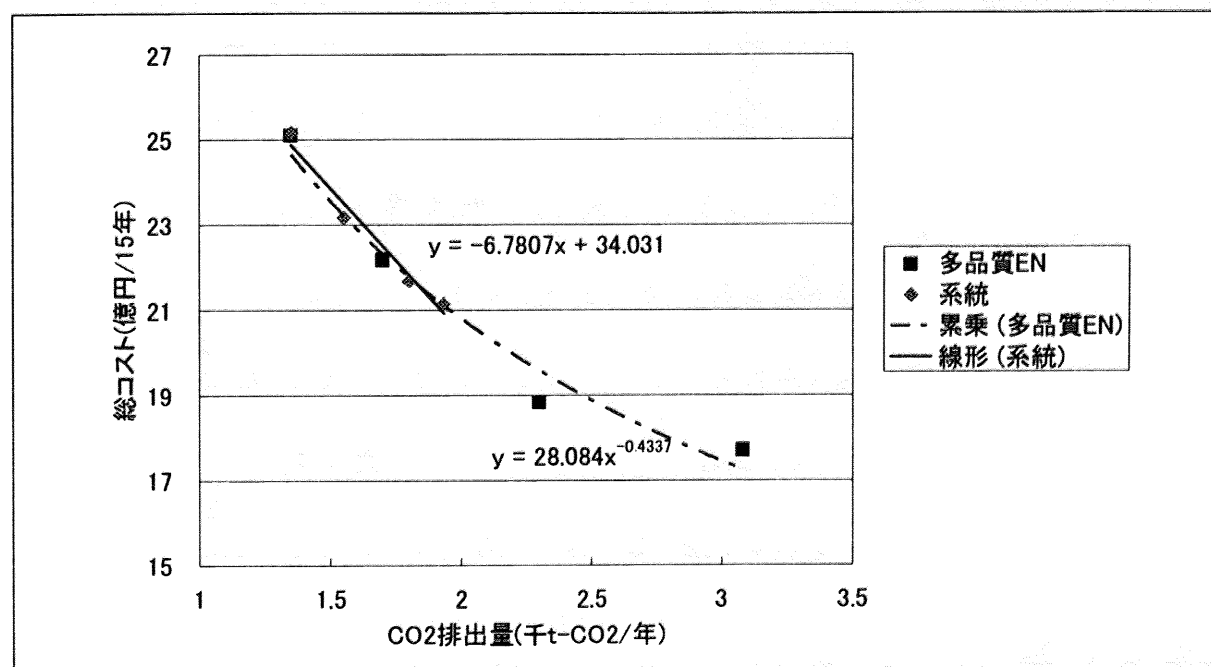


図 4-88 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 1

(2) 用途地域 2 (第二種低層住居専用地域)

表 4-59 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 2
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	5200	4400	3500
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	6177	5200	4400	3500
総コスト(万円/15years)	296760	308907	344197	457380
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	4070	3680	3400
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	4205	4070	3680	3400
総コスト(万円/15years)	396160	401662	427011	452880
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

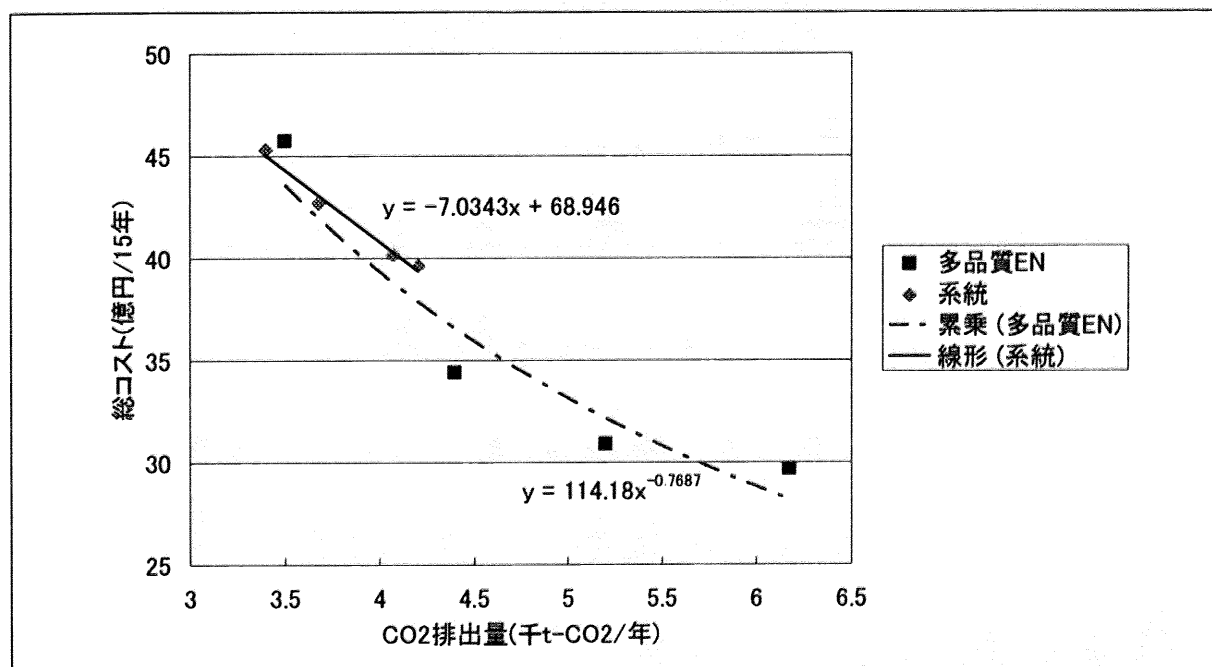


図 4-89 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 2

(3) 用途地域 3 (第一種中高層住居専用地域)

表 4-60 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 3
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	7000	6000	4800
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	7907	7000	6000	4800
総コスト(万円/15years)	384070	395124	430706	562330
PV の台数	0	0	2	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	5350	5000	4710
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	5600	5350	5000	4710
総コスト(万円/15years)	514870	526406	550938	577643
PV の台数	0	0	0	18
WP の台数	2	2	2	2

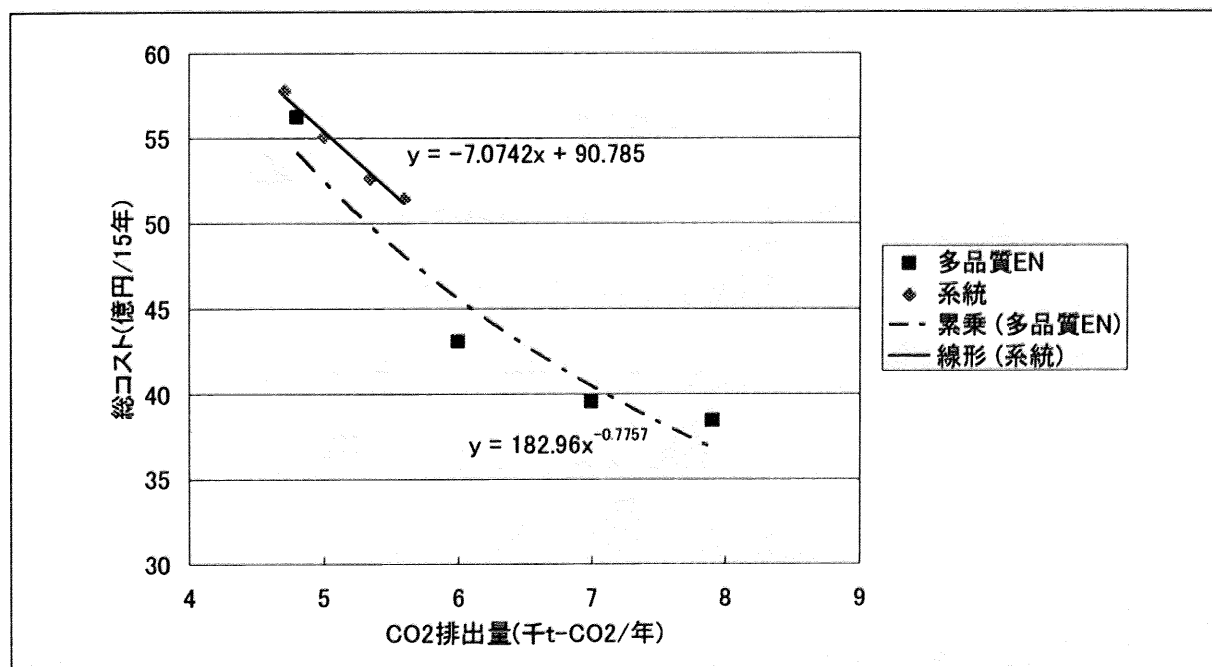


図 4-90 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 3

(4) 用途地域 4 (第二種中高層住居専用地域)

表 4-6 1 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 4
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	8000	7000	5600
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	9135	8000	7000	5600
総コスト(万円/15years)	417330	432004	467109	642220
PV の台数	0	0	7	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	6000	5650	5420
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	6313	6000	5650	5420
総コスト(万円/15years)	569500	585023	610682	632412
PV の台数	0	0	0	16
WP の台数	2	2	2	2

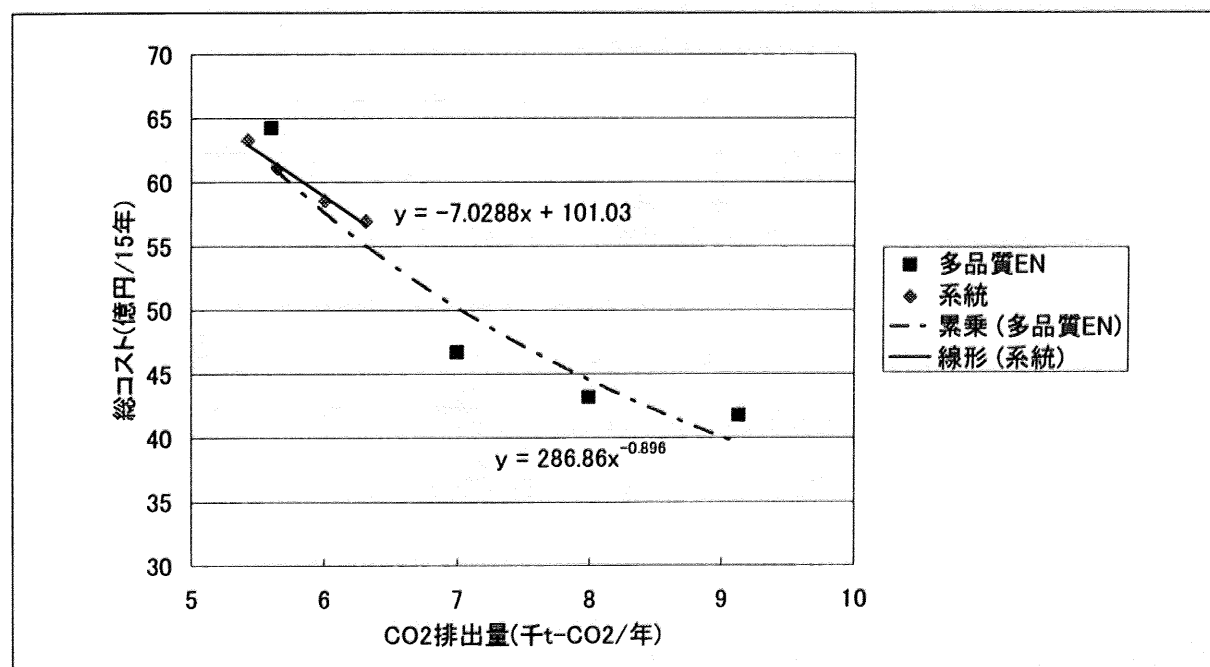


図 4-9 1 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 4

(5) 用途地域 6 (第二種住居地域)

表 4-6 2 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 6
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	10100	8700	7300
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	11609	10100	8700	7300
総コスト(万円/15years)	509630	535344	635689	843990
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	7906	7400	7010
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	8467	7906	7400	7010
総コスト(万円/15years)	743670	775912	813575	848565
PV の台数	0	0	0	18
WP の台数	2	2	2	2

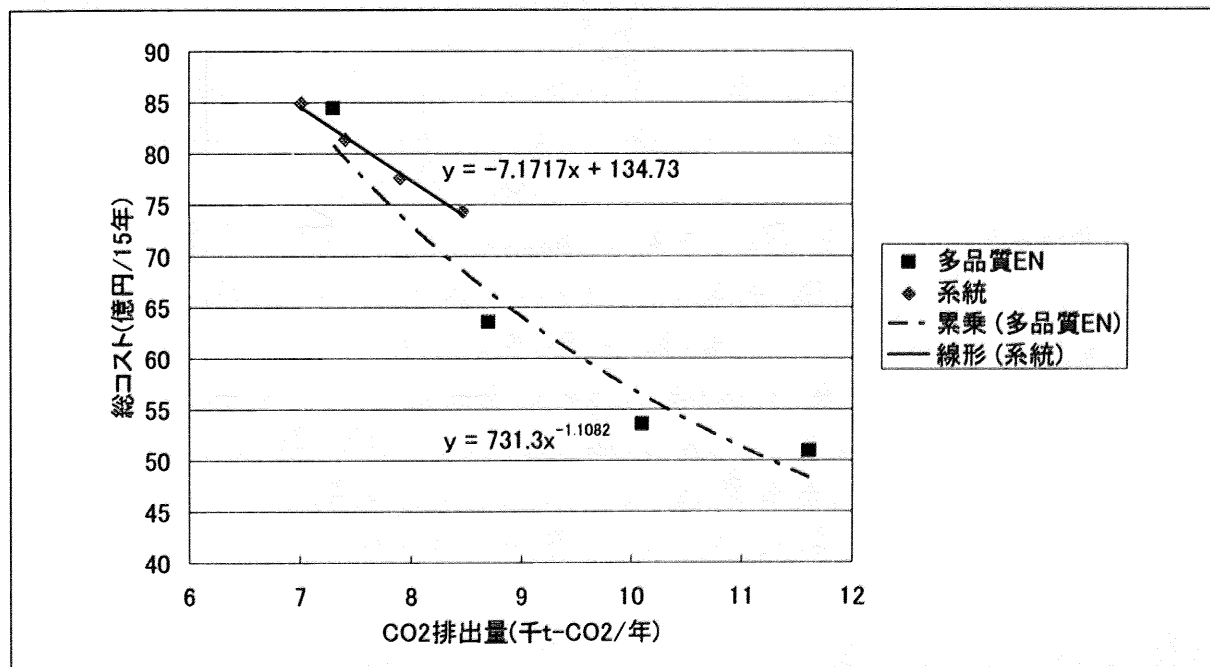


図 4-9 2 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 6

(6) 用途地域 7 (準住居地域)

表 4-63 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 7
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	12300	10800	9200
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	13575	12300	10800	9200
総コスト(万円/15years)	627010	647148	694199	988260
PV の台数	0	0	4	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	9580	9290	8900
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	9845	9580	9290	8900
総コスト(万円/15years)	857530	872073	893300	927615
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

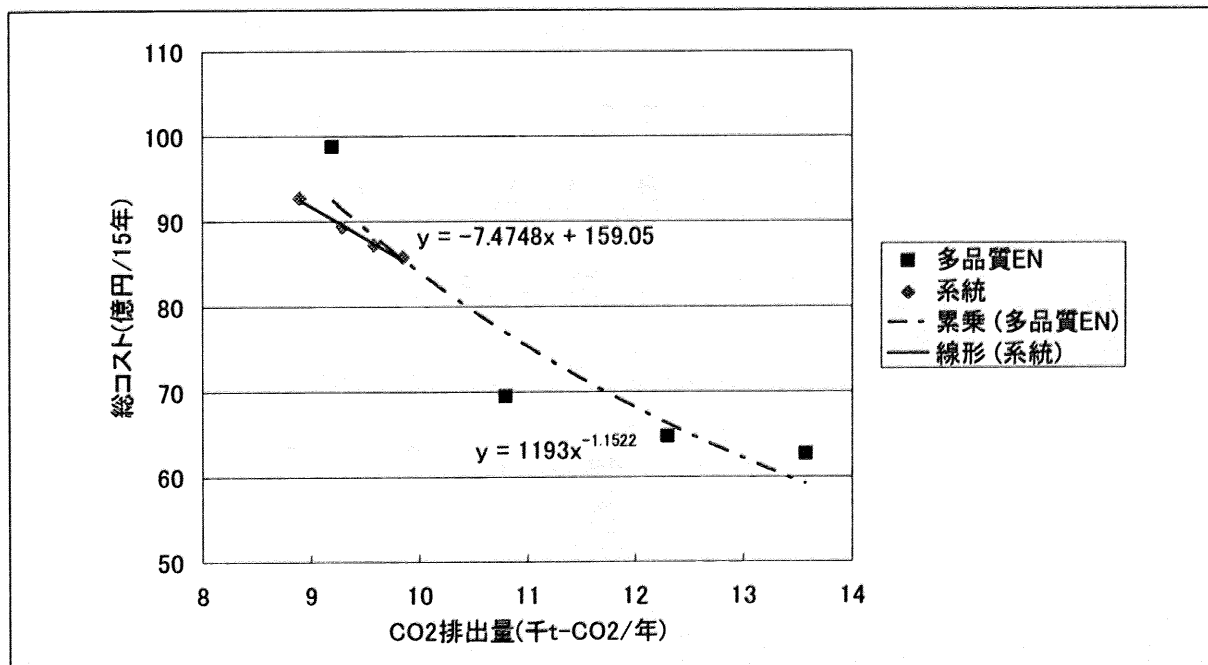


図 4-93 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 7

(7) 用途地域 8 (近隣商業地域)

表 4-6 4 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 8
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	11200	9700	8300
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	12583	11200	9700	8300
総コスト(万円/15years)	575540	602537	684683	892390
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	8830	8400	8100
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	9254	8830	8400	8100
総コスト(万円/15years)	813590	839086	871232	898903
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

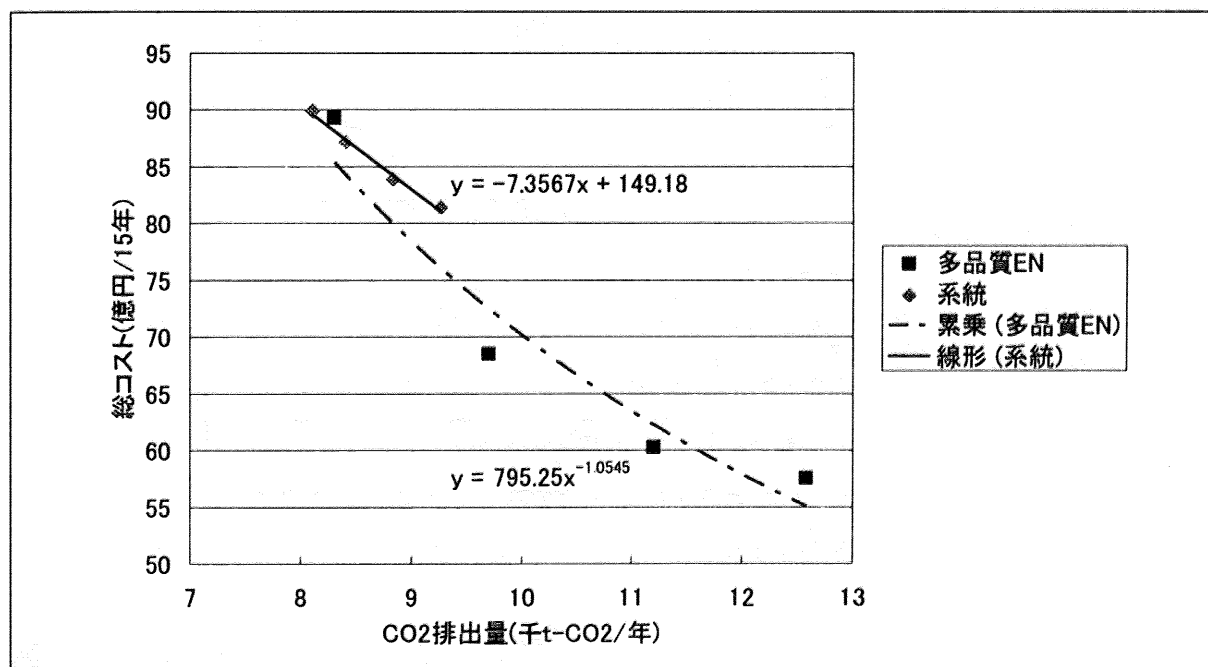


図 4-9 4 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 8

(8) 用途地域 9 (商業地域)

表 4-65 多品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 9
(上段:多品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

多品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	13400	11700	10000
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	15136	13400	11700	10000
総コスト(万円/15years)	662880	694936	850943	1158300
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	10650	10100	9570
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	11276	10650	10100	9570
総コスト(万円/15years)	971680	1009721	1050674	1096427
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

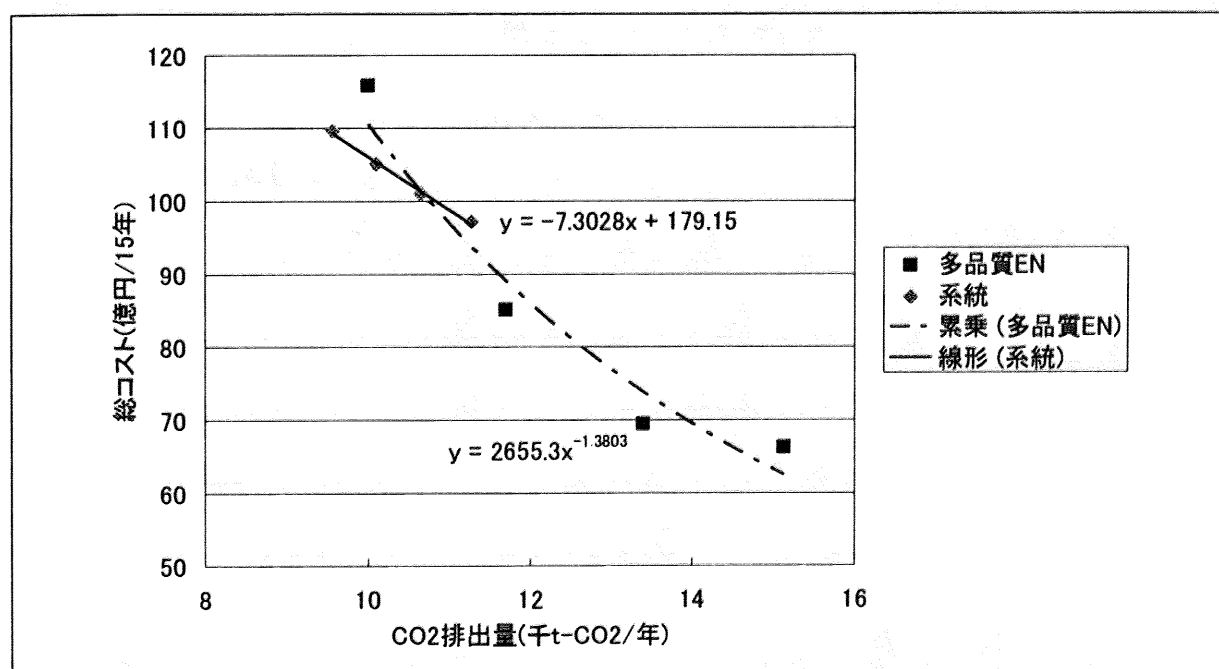


図 4-95 多品質需給計画シミュレーション結果の散布図_用途地域 9

4-4.3 シミュレーション結果の分析

以上で、各用途地域における系統と多品質エネルギーネットワークそれぞれの環境性・経済性のトレードオフを定量化した。ここでは、この中でどの地域が多品質エネルギーネットワークの効果を優位的に示しているかを把握するため、3通りの評価を試みる。環境性の評価、経済性の評価、そして統合評価である。

(1) 環境性評価

系統と多品質エネルギーネットワークの CO₂ 排出量の差を地域ごとに比較する。

図 4-9 6 がその結果である。横軸は総コストであり、縦軸はその総コストにおける両供給システムの CO₂ 排出量の差を示す。中央の水平赤点線は差がゼロである境界を示し、これより上方は多品質エネルギーネットワークがより CO₂ 排出量が少なく、下方は系統がより少ないことを示す。定義域は系統による需給が成り立つ点として示している。

多品質エネルギーネットワークが環境性においてより効果的である地域は順に、地域 5 (第一種住居地域)、地域 6 (第二種住居地域)、地域 8 (近隣商業地域)であった。これらの地域は比較的需要家がばらついているため品質のばらつきや負荷平準化が見られる。

ただし、場合によっては環境性がマイナスになってしまう地域もあり、それは地域 9 (商業地域)、地域 4 (第二種中高層住居専用地域)などであった。

地域 7 (準住居地域)では、どの場合でも系統の方が環境性が高いという結果となった。

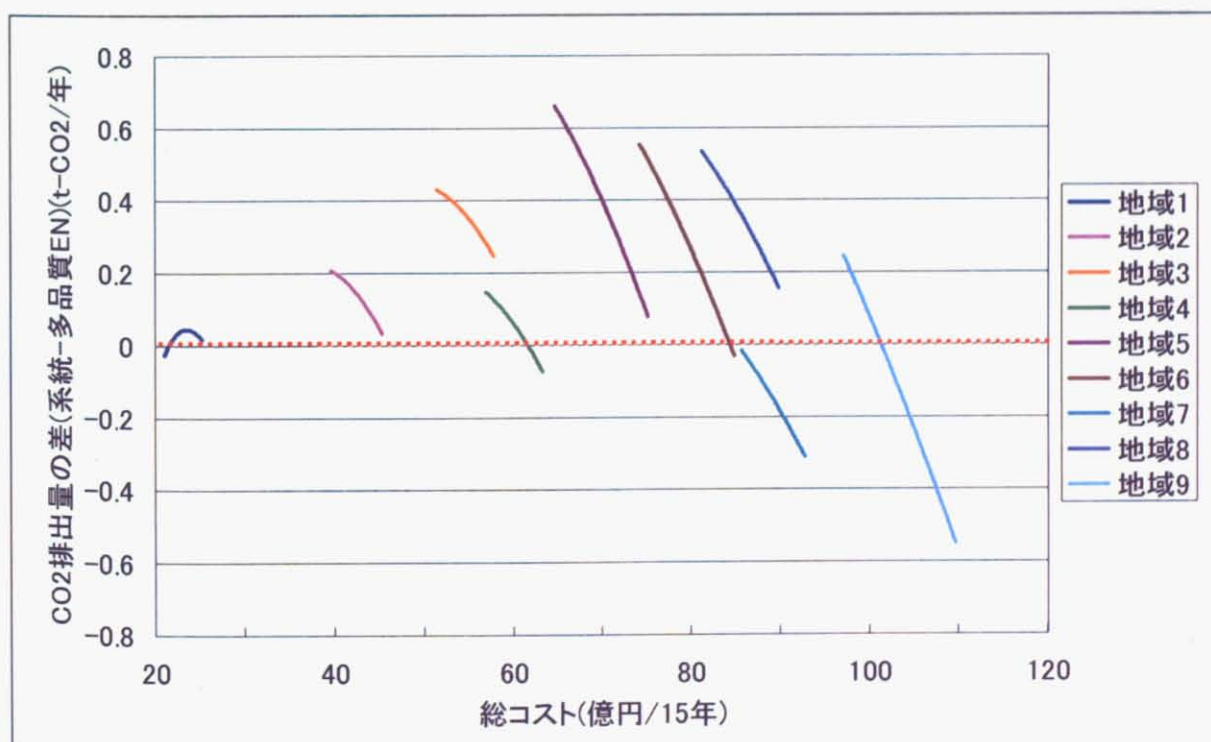


図 4-9 6 地域別 CO₂ 排出量の差 (系統-多品質 EN)

(2) 経済性評価

次に、系統と多品質エネルギーネットワークのコスト差を、地域ごとに比較する。

図4-97がその結果である。横軸はCO₂排出量であり、縦軸はその排出量における両供給システムの総コストの差を示す。中央の水平赤点線は差がゼロである境界を示し、これより上方は多品質エネルギーネットワークがより安価で、下方は系統がより安価であることを示す。定義域は、系統による需給が成り立つ点として示している。

多品質エネルギーネットワークが経済性においてより効果的である地域は順に、地域5(第二種住居地域)、地域6(第一種住居地域)、地域8(近隣商業地域)であった。

ただし、場合によっては経済性がマイナスになってしまう地域もあり、それは地域9(商業地域)、地域4(第二種中高層住居専用地域)などであった。

地域7(準住居地域)では、どの場合でも系統の方が経済性が高いという結果となった。全般的に、環境性評価とほぼ同様の順位となった。

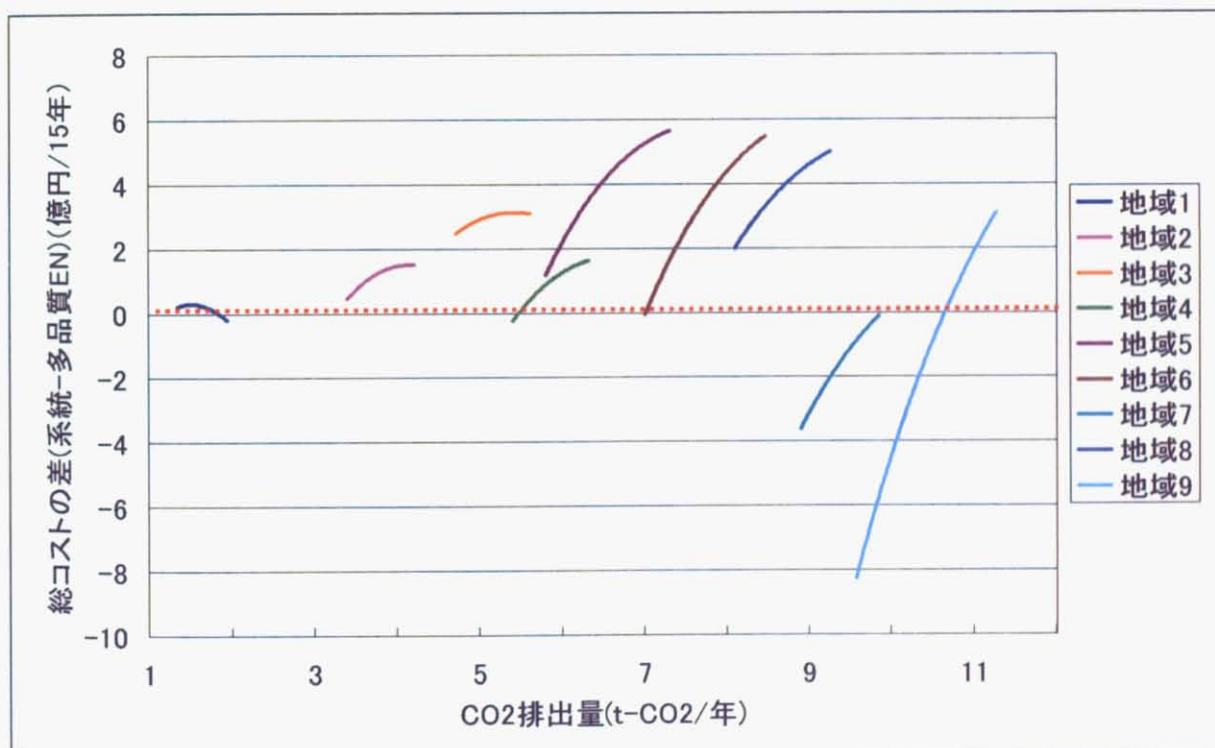


図 4-97 地域別総コストの差(系統—多品質 EN)

(3) 統合評価

環境性を高めた場合の経済性の比較分析結果を示す。ここでは、系統における制約ゼロの点をベースラインとし、そこからさらに 10%の CO₂ 排出量制約を設けた場合の総コストの差として示している。図 4-98 に環境性・経済性のトレードオフとベースラインの位置を示し、図 4-99 に CO₂ 排出量制約と総コスト増減割合を示す。

CO₂ 排出量制約を高めた場合の方が多品質エネルギーネットワークが不利となっているが、これは電化が進むことによるヒートポンプの増加や蓄熱層の容量拡大による初期費用増加が原因として考えられる。

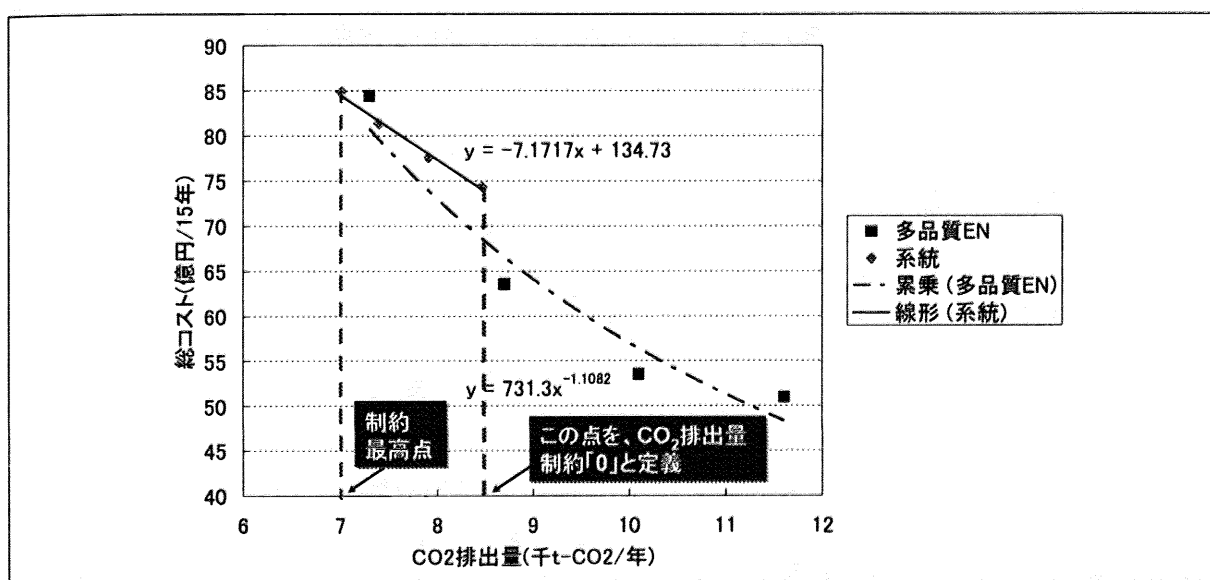


図 4-98 環境性・経済性のトレードオフとベースラインの位置

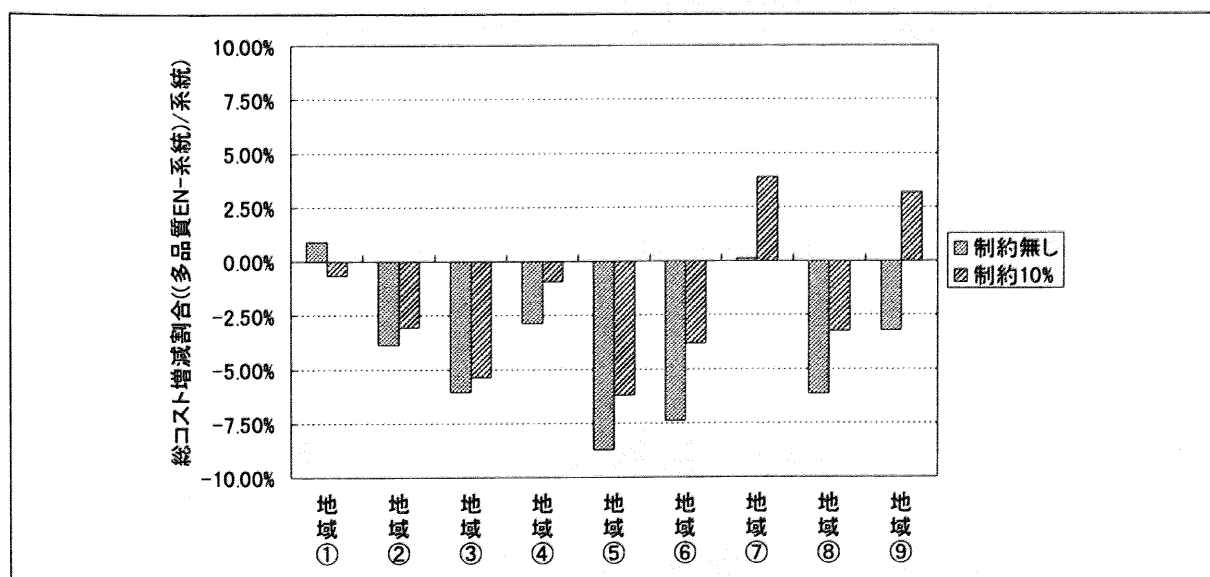


図 4-99 CO₂ 排出量制約と総コスト増減割合

4-4.4 分析のまとめと考察

本シミュレーションでは、まず地域ごとに最適なエネルギー供給構造が異なるということを定量的に示した。系統による通常の供給で環境的・経済的に得をする地域もあれば、条件次第では多品質エネルギーネットワークの方が得である地域も存在した。またそれは、CO₂排出量制約や総コスト制約の程度により異なることも示した。

本シミュレーションで想定した地域は、ボトムアップで細かく作成された需要値を積み上げて地域としているため、どの要因が多品質エネルギーネットワークの効果をより発揮させるに至ったかを一概に示すことは難しい。しかしながら、環境性・経済性共に多品質エネルギーネットワークが優位であることを示した地域(特に地域5、地域6、地域8)は一定の特徴を有しており(地域を構成する需要家の種類が比較的ばらついている、求める品質が比較的多様である)、ここに「より多様な需要家が存在し、より複数の品質を求める地域ほど、多品質エネルギーネットワークは環境的・経済的に効果的である」という一定の結論を得ることができよう。

また、地域4、地域7、地域9では多品質エネルギーネットワークの効果を発揮することが難しいことも示された。この原因としては、多品質エネルギーネットワークの効果が低いことと、系統の効果が高いことの2つが考えられる。これらの地域の特徴としては、4つの需要のうちのある需要の短時間での変動が大きいということがひとつ挙げられる。CGS 電熱併給の効果は、電力と熱の使用時間が近くかつ量のバランスもとれているときに発揮されるといえる。したがって例えば給湯需要のみが短時間で大きく変動すれば、CGSでは比較的高コストの電気給湯やガス給湯を用いることになる。系統からの供給においては需要の時間変動は大きな問題とならないため、両供給システムを比較すると多品質エネルギーネットワークの方は効果がより発揮されにくいということになるだろう。

4-4.5 (参考)単品質での需給シミュレーション

以上の分析では、需給エネルギーを多品質に分解した場合を想定して系統と多品質エネルギーネットワークの効果を比較した。ここでは参考として、同じ地域においてエネルギー品質を分解せず全て現状品質で需給が行われた場合に、環境性・経済性のトレードオフが地域ごとにどのような形で示されるかを明らかにする。またこの結果を多品質の場合と比較し、品質を分解することの便益(損失)を測ることとする。

(1) 用途地域 1 (第一種低層住居専用地域)

エネルギーネットワークでは単品質・多品質ともに大きな変化は見られないが、系統では多品質の方が経済性が高まっている。

表 4-66 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 1
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	2300	1700	1350
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	3117	2300	1700	1350
総コスト(万円/15years)	175890	188611	221710	251462
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	1820	1550	1350
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	1934	1820	1550	1350
総コスト(万円/15years)	213610	218049	233768	253574
PV の台数	0	0	0	19
WP の台数	2	2	2	2

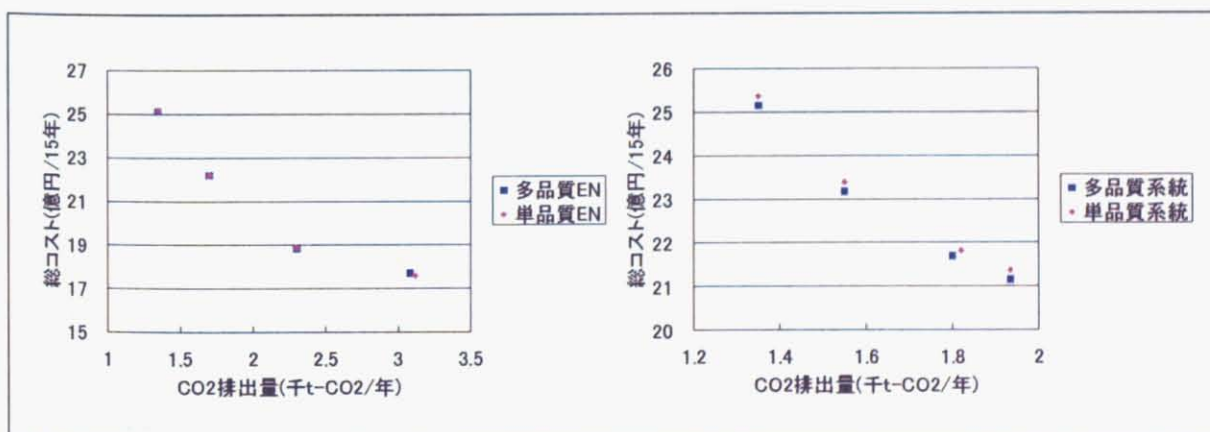


図 4-100 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 1

(2) 用途地域 2 (第二種低層住居専用地域)

エネルギーネットワークでは若干単品質の方が経済性が高いが、系統では多品質の方が経済性が高まっている。

表 4-67 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 2
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	5200	4400	3500
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	6264	5200	4400	3500
総コスト(万円/15years)	293202	307863	343207	453827
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	4080	3680	3400
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	4205	4080	3680	3400
総コスト(万円/15years)	397466	402516	428335	454203
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

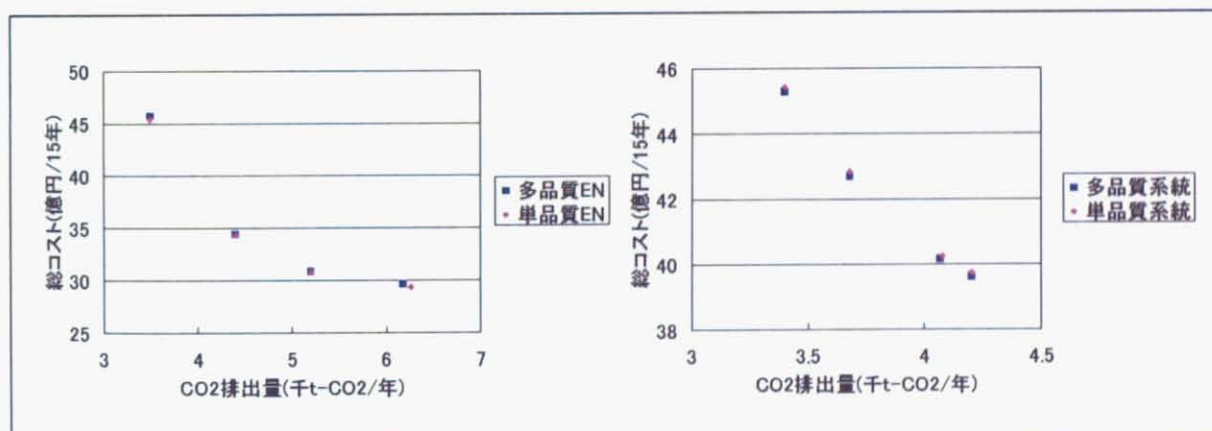


図 4-101 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 2

(3) 用途地域 3 (第一種中高層住居専用地域)

エネルギーネットワークでは若干多品質の方が経済性が高いが、系統では多品質の方が経済性がやや大きく高まっている。

表 4-68 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 3
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	7000	6000	4800
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	8059	7000	6000	4800
総コスト(万円/15years)	370020	390023	428101	558547
PV の台数	0	0	5	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	5350	5000	4710
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	5600	5350	5000	4710
総コスト(万円/15years)	509080	520629	545161	571864
PV の台数	0	0	0	18
WP の台数	2	2	2	2

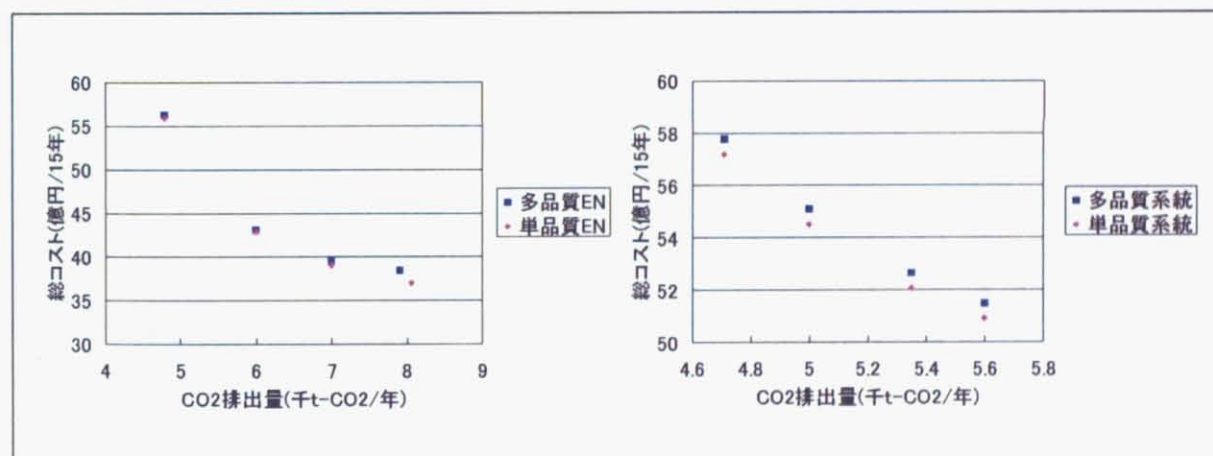


図 4-102 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 3

(4) 用途地域 4 (第二種中高層住居専用地域)

エネルギーネットワーク、系統ともに、単品質・多品質に大きな変化は見られない。

表 4-69 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 4
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	8000	7000	5600
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	9222	8000	7000	5600
総コスト(万円/15years)	409374	426957	465447	637501
PV の台数	0	0	0	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	5950	5650	5420
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	6313	5950	5650	5420
総コスト(万円/15years)	568864	587932	610076	631804
PV の台数	0	0	0	16
WP の台数	2	2	2	2

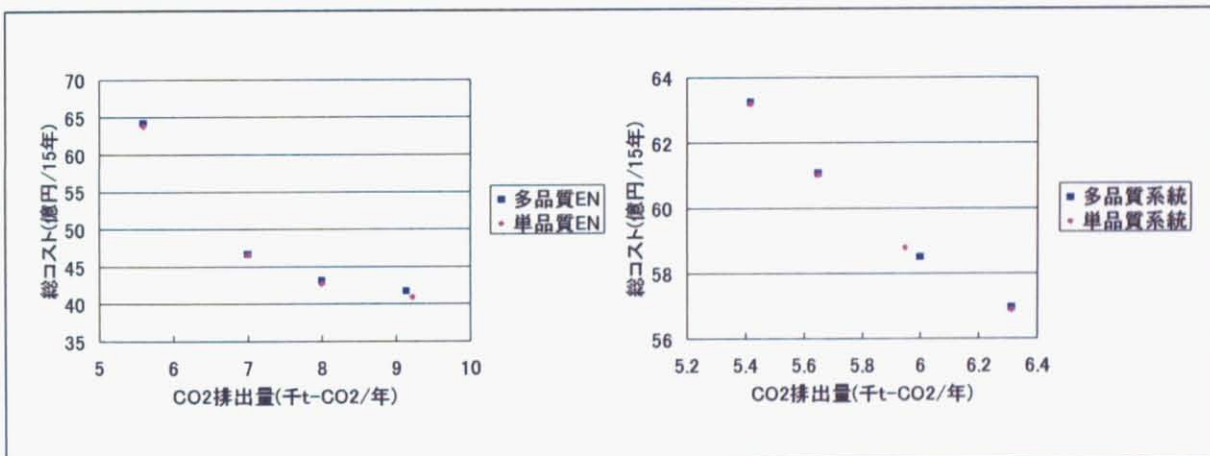


図 4-103 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 4

(5) 用途地域 5 (第一種住居地域)

エネルギーネットワーク、系統ともに、単品質・多品質に大きな変化は見られない。

表 4-70 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 5
(上段:単品質エネルギーネットワーク(単品質 EN と表現)、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	8700	7300	6000
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	10292	8700	7300	6000
総コスト(万円/15years)	442139	477270	562214	740778
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	6700	6200	5800
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	7307	6700	6200	5800
総コスト(万円/15years)	648210	679523	716226	751885
PV の台数	0	0	0	19
WP の台数	2	2	2	2

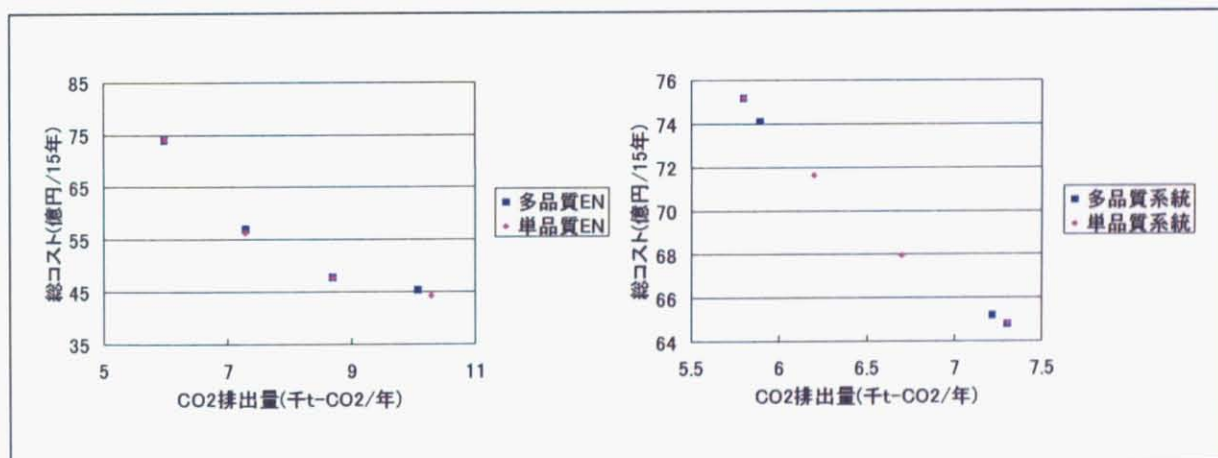


図 4-104 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 5

(6) 用途地域 6 (第二種住居地域)

エネルギーネットワーク、系統ともに、単品質・多品質に大きな変化は見られない。

表 4-7 1 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 6
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	10100	8700	7300
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	11923	10100	8700	7300
総コスト(万円/15years)	499876	534929	627662	844108
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	7900	7400	7010
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	8467	7900	7400	7010
総コスト(万円/15years)	743718	776437	813666	848655
PV の台数	0	0	0	18
WP の台数	2	2	2	2

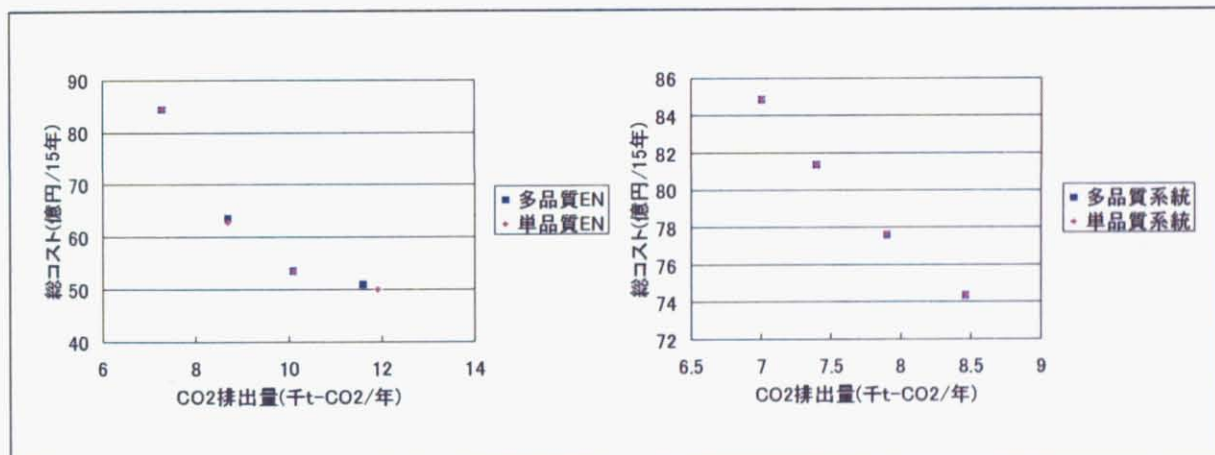


図 4-1 0 5 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 6

(7) 用途地域 7 (準住居地域)

エネルギーネットワークでは単品質・多品質ともに大きな変化は見られないが、系統では多品質の方が経済性が高まっている。

表 4-7 2 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 7
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	12300	10800	9300
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	13564	12300	10800	9300
総コスト(万円/15years)	620233	644878	696686	928288
PV の台数	0	0	7	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	9580	9290	8900
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	9845	9580	9290	8900
総コスト(万円/15years)	852885	867470	888696	923008
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

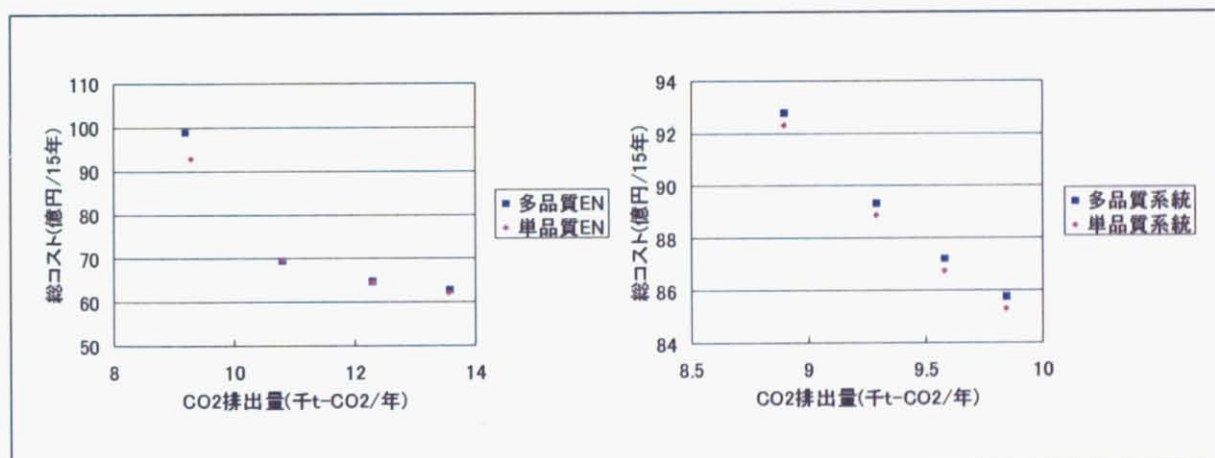


図 4-1 0 6 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 7

(8) 用途地域 8 (近隣商業地域)

エネルギーネットワークでは単品質・多品質ともに大きな変化は見られないが、系統では多品質の方が経済性が高まっている。

表 4-7 3 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 8
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	11200	9700	8300
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	12811	11200	9700	8300
総コスト(万円/15years)	566090	599018	677189	885199
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	8800	8400	8100
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	9254	8800	8400	8100
総コスト(万円/15years)	806578	834267	864235	891904
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

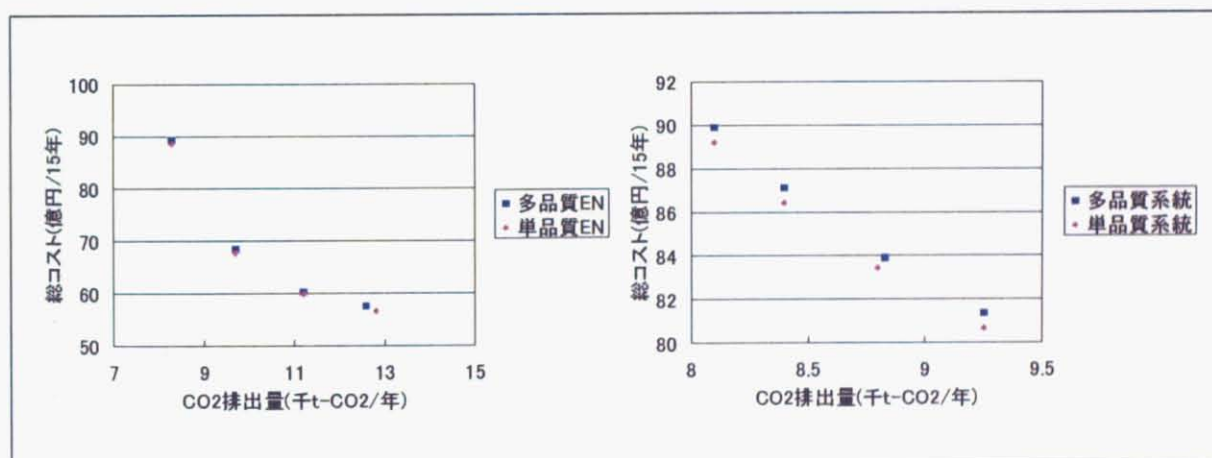


図 4-1 0 7 単品質と多品質の比較 (左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 8

(9) 用途地域 9 (商業地域)

エネルギーネットワーク、系統ともに、単品質・多品質に大きな変化は見られない。

表 4-7 4 単品質需給計画シミュレーションの結果表_用途地域 9
(上段:単品質エネルギーネットワーク、下段:系統)

単品質 EN CO ₂ 排出量制約	無し	13400	11700	10000
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	15312	13400	11700	10000
総コスト(万円/15years)	653892	694305	841260	1170662
PV の台数	0	0	20	20
WP の台数	2	2	2	2
系統 CO ₂ 排出量制約	無し	10750	10000	9570
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /year)	11276	10750	10000	9570
総コスト(万円/15years)	972728	1003594	1059498	1097541
PV の台数	0	0	0	17
WP の台数	2	2	2	2

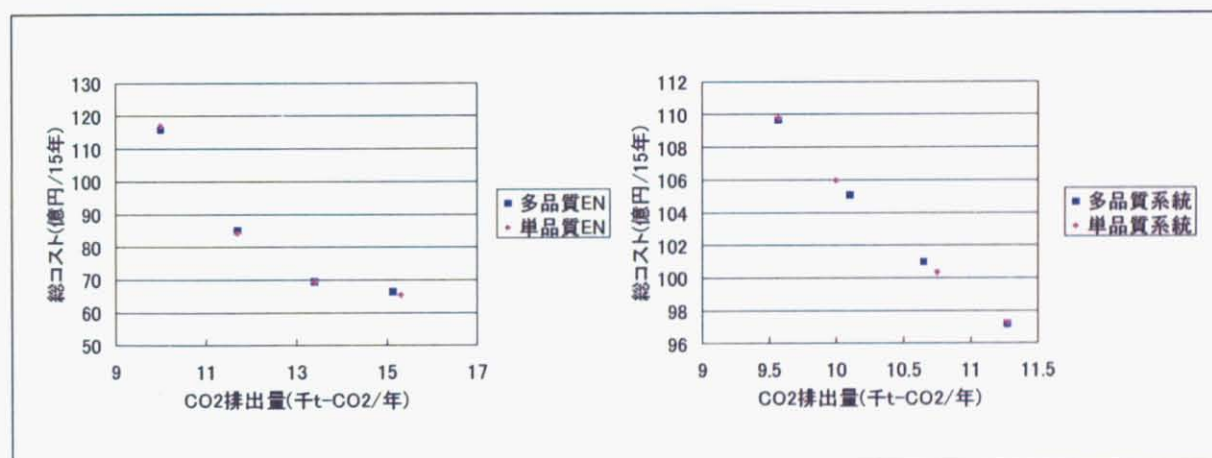


図 4-108 単品質と多品質の比較(左:エネルギーネットワーク、右:系統)_用途地域 9

(10) 単品質での需給シミュレーションのまとめ

エネルギーネットワークでは、単品質と多品質の違いは大きくは現れず、若干多品質の方が経済性において優位である程度の結果であった。しかし系統では多くの地域において多品質の方が経済性において優位である結果が見られた。これは系統の方が中・低品質供給による損失(それぞれ 0.1 倍、0.2 倍の電気料金が削減されている)よりも、高品質供給による便益(0.2 倍の電気料金が追加されている)の方が大きいという結果を示している。エネルギーネットワークでは発電機本体による供給品質は低品質が基本であり、高品質に高めるに従って追加機器が増えていく設定となっているが、高品質に高める場合に用いている SVC 価格が大きく影響しており、中品質から現状品質に高めるために追加する鉛蓄電池の価格が比較的小さな影響しかもたらさなかったと考えられる。よってエネルギーネットワークでは多品質に分解することの効果があまりみられなかったと予測できる。これは、仮に鉛蓄電池の価格が大きな影響をもたらす場合はエネルギーネットワークにおいて現状品質を供給することは高コストとなり単品質供給には不向きとなり、仮に SVC が低価格であれば高品質供給が比較的安価になり多品質供給に適するという推測に基づく。

4-5. 本章のまとめと今後の課題

本章では、地域による需要特性の違いを考慮した多品質エネルギーネットワークの効果を測定し、従来の系統と環境性・経済性の観点から比較検討を行った。そのために、家庭部門と業務部門の需要家を詳細にモデル化し多品質に分解した。また、系統と多品質エネルギーネットワークそれぞれの供給モデルを改めて構築した。そして、用途地域分類に基づいた地域別シミュレーションを重ねた

結果、目的とする CO₂ 排出量や総コスト、それから地域により、多品質エネルギーネットワークが効果を発揮する場面とそうでない場面があることが分かった。一概に効果のある地域の特徴を述べることはできないが、より需要家や需要品質もばらつく場合に多品質エネルギーネットワークの効果が高くなるだろうという推測が得られた。

今後の課題としては、業務部門需要家にも第2章同様のアンケートを実施することが挙げられる。アンケートにより各品質のエネルギーに対する支払意思額の分布が求まれば、第3章の社会的厚生分析に業務部門需要家も組み込むことが可能となり、用途地域別の比較も容易かつ説得力のあるものになる。ただしこの場合、業務部門需要家は業態・地域等により結果が非常にばらつくことが想定されるので、多品質エネルギーネットワークを導入検討とする地域に集中してアンケートを行うなど、実現化を想定した研究とすることが望ましい。

また、家庭部門の冷暖房需要、各用途地域を構成する需要家の割合、そして供給システムの契約形態や発電機構成等では、厳密さを欠く点もいくつか見られる。研究にかかる時間・労力との兼ね合いにより本研究では省略する部分も多々あったが、これらをより精密かつより現実的なデータとしてそろえることで、より説得力のある研究成果として発信できるであろう。

環境性・経済性の分析では、結果から逆算して感度分析を行う必要があるだろう。エネルギーネットワークを中心としたまちづくりそのものを詳細にモデル化したため、その需要家集団のどの特徴・要素がどの程度結果に影響を与えているのかを多変量解析等により把握すれば、今後の具体的施策への一定の示唆が期待できよう。

さらに、多品質のエネルギー需給を考える場合、仮に現状品質に不満を有している需要家が多ければ多品質に分解することの効果はより顕著に現れるであろう。ただし本研究では、現状の電力品質・電気料金にすべての需要家が満足していると仮定している(第2章のアンケートでは現状の電力品質に対する支払意思額は調査していない)。今後の課題として、現状品質・価格への意見の定量化も挙げられよう。

4-6. 本章の参考文献

- 46) 社団法人空気調和・衛生工学会 住宅設備委員会 住宅のエネルギーシミュレーション小委員会; 住宅における生活スケジュールとエネルギー消費, 空気調和・衛生工学会シンポジウム, (2000)
- 47) 財団法人建築環境・省エネルギー機構; SMASH For Windows Ver.2, (2000)
- 48) 齊藤周; 消費者選好を考慮した民生家庭部門におけるエネルギー需要予測と省エネ政策の評価, 東京大学大学院新領域創成科学研究科修士論文, (2006)
- 49) 山越啓一郎, 石谷久, 松橋隆治, 吉田好邦; 経済性を考慮したコージェネレーション普及規模の推計, 第 23 回エネルギー資源学会研究発表会講演論文集, (2003)
- 50) 泰康範ほか 5 名; 発生時刻と継続時間を考慮した年停電の影響度評価, 土木学会論文集, No.717/I-61, pp.107-117, (2002)
- 51) IAE; 新電力ネットワーク実証研究 新電力ネットワーク技術に係る総合調査(経過報告) 第二部品質別電力供給システム実証研究に係わる調査(経過報告), (2006)
- 52) 浅野浩志, 高橋雅仁; 競争環境下における電力供給信頼度に対する業務用需要家の受入補償額(WTA)の推定, 電気学会全国大会, (2002)
- 53) 神戸市都市計画総局 土地利用
<http://www.city.kobe.jp/cityoffice/33/landuse/> (アクセス日 2007.1.20)
- 54) 東京ガス株式会社 一般料金 東京地区料金表 D(204m³をこえ 512m³まで) (平成 19 年 1 月検針分から平成 19 年 3 月検針分に適用)
<http://home.tokyo-gas.co.jp/userguide/ryo-kin/menu.html> (アクセス日 2007.1.22)
- 55) 静岡県東伊豆町 東伊豆町風力発電所
<http://www.town.higashiizu.shizuoka.jp/tsukuri/fuuryoku/operation.html>
(アクセス日 2007.1.20)
- 56) 東京電力株式会社 電気需給約款 [特定規模需要(特別高圧)]・特別高圧季節別時間帯別電力 A・契約電力 1 万 kW 未満
<http://www.tepco.co.jp/e-rates/custom/shiryoku/yakkan/jukyut-j.html>
(アクセス日 2007.1.20)
- 57) 東京ガス株式会社 東京地区等 産業用 B 契約料金 コージェネレーションシステムパッケージ割引
http://eee.tokyo-gas.co.jp/ryokin/tanka_tokyo.html (アクセス日 2007.1.19)
- 58) 環境省 温室効果ガス排出量算定方法検討会 エネルギー・工業プロセス分科会; エネルギー・工業プロセス分科会 統合報告書, 平成 18 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会(第 1 回) 資料 3・1, (2006)
- 59) 岡村智仁, 松橋隆治, 吉田好邦, 長谷川秀夫, 石谷久; 排熱と太陽熱の有効利用による都市ガス利用システムにおける CO₂ 削減効果, 電気学会論文誌 B, Vol.123-No.8,

918-926, (2003)

60) 資源エネルギー庁; 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン, (2004)

第5章. 結論

第1章の序論では、民生部門における温室効果ガスの排出削減対策の重要性を述べた。特に注目されている対策として多品質エネルギーネットワークを挙げ、その様々な可能性を定量的に評価することを本研究の目的とした。

第2章のアンケートでは、本研究で独自に実施したアンケートの全容を述べた。5家電(テレビ、エアコン、冷蔵庫、照明、PC)について、5品質(高品質、中品質、低品質、環境中品質、環境低品質)について支払意思額・受入補償額を尋ねた。2段階2肢選択方式 CVMを採用し、得られた支払意思額分布に対してダブルロジットを用い最尤法にて近似した。この分野では新しいトビットモデルの適用も試みた。各家電・各品質について支払意思額・受入補償額の中央値を求め、年種別、環境知識別、在宅時間別、停電許容度別に属性別分析も行った。

第3章の社会的厚生分析では、社会的厚生の考えに基づいた多品質エネルギーネットワークの価値を相対的に評価した。第2章の結果として得られた支払意思額分布を5家電について統合して需要曲線を作成した。供給曲線は系統と多品質エネルギーネットワークそれぞれについて求め、系統の電気料金は現状の電気料金と比べて高品質は1.2倍、中品質は0.9倍、低品質は0.8倍の電気料金で供給されると仮定した。多品質エネルギーネットワークはまず費用関数をGAMSのコスト最小化シミュレーションにて求め、それを微分して長期限界費用曲線を求めた。1つの需要曲線と2つの供給曲線を同一グラフ上で表現し、それぞれの社会的厚生を求め、ブレイクイーブンとなる点も求めた。結果、全品質において系統の方が社会的厚生は上回るという結果となったが、各種補助政策等を考慮すれば多品質エネルギーネットワークにも勝機は生まれ、特に高品質においてそれは大きかった。

第4章の民生部門統合分析では、家庭部門と業務部門の需給構造をモデル化し、地域別の経済性・環境性の違いを評価した。需要モデルは一般電力需要、暖房需要、冷房需要、給湯需要の4種を考慮し、それぞれ1時間間隔で求めた。家庭部門はアンケート結果を、業務部門は既存論文の結果を用いて品質分解した。地域として住居系・商業系の9通りの用途地域を考慮し、各地域に需要家を分類した。多品質エネルギーネットワークと系統を導入し、多品質エネルギー需給が為されると仮定した上で両供給システムの効果を環境的・経済的な観点から評価した。結果、地域によって多品質エネルギーネットワークの効果を発揮する場合としない場合があり、より需要品質や需要家そのものがばらついている時ほど効果を発揮するが、電熱需要のバランスが悪い場合はその効果を発揮するのは難しいことが示された。

本研究では、「現状のエネルギー需給構造には無駄がある」との仮説のもと、それを示すべく論理を構成した。結果、エネルギーの品質が低くなることに對し、ある一定の需要が確保されることが分かった。それに対する供給システムも提案し、その効果を定量化した。

文明はいつか必ず終焉する。問題はその終焉のしかたである。地球温暖化やエネルギー資源の枯渇が加速する今、これまで無意識に享受してきたこの高品質な生活が今後も永遠に続くかのように社会が動き時間が過ぎれば、必ずその終焉を悲劇的な形で迎えることになるだろう。どのように地球と共生し、どのように現在の向上一辺倒な社会から資源循環型の社会へと軟着陸するか。本研究がそのための一助となれば、筆者にとってこれ以上の幸はない。