新潟大学大学院自然科学研究科環境科学専攻
社会基盤・建築学コース（建築系）修士論文梗概　平成 24 年度

# 家庭用燃料電池による電力需要のピークカットに関する研究

市川　裕幸
指導教員　赤林伸一教授

## 1　研究目的

IT 化による電力需要の増加や震災による電力不足により、住宅においても電力消費の抑制が求められている。2013 年 1 月時点で、東京電力管内及び東北電力管内では震災の影響でベース電力の大半を賄っていた原子力発電所の全面停廃止や、水害による水力発電所の一部停止等で、火力発電によりピーク電力に加えベース電力の大部分を補わなければならない状況となっている。そのため冬季、夏季における電力需要ピーク時に電力需給逼迫が発生することが懸念される。電力は蓄電が困難であり、安定的な電力供給を行うためにはピークの時間帯の電力消費量を抑制し、電力需要を平準化することが重要となる。又、現時点で火力発電設備の平均発電効率は約 42%､送配電､所内ロスを含めると約 37%程度とされ、発電効率は近年、上昇し続けているが、一次エネルギーの約半分以上が大気中及び海中に放出され続ける限り、飛躍的な一次エネルギー利用の高効率化は望めない[文 1)]。

一方、1973 年比で見ると 2007 年時点で民生部門のエネルギー消費量の増加率は他部門に比べ最も大きく、住宅におけるエネルギー消費の低減も増々求められている。そこで、住宅においても電力のピークカットだけでなくエネルギー消費を削減するためにも、エネルギー供給システムの見直しによる高効率化が求められる。一次エネルギー消費の抑制手法の一つとして家庭用燃料電池コージェネレーションシステム（以後家庭用 FCCGS）による自家発電が挙げられる。このシステムは都市ガスなどを改質し燃料となる水素を取り出し、空気中の酸素と反応させて発電した上で、発電時の廃熱を給湯・暖房に利用することで一次エネルギーの利用効率を向上させ、省エネルギー効果も期待されている。しかし、電力と熱エネルギーを同時に発生させるため、両者のエネルギー発生量の相違や消費が発生する時間帯の違いが問題となる。

更に、福島第一原発の事故を受けて、国民的に原子力発電の有無を見直す機運が高まっており、国民の過半数が将来的に原子力発電に頼らない電力の供給を望んでいることがマスコミ等で報道されている。原子力発電を停止した場合、これを代替する電源としてどの様な電源が適当なのかを検討することは重要な課題であり、現在の電力会社の主流である LNG を燃料とするコンバインド型のガスタービンだけでなく、分散型の発電機である燃料電池を多数配置した場合の一次エネルギー削減量やピークカット効果を検証し、代替の電源として検討することは極めて重要であると考えられる。

本研究では、東日本大震災前後の発電構成・電力供給量において、東京電力管内及び東北電力管内の戸建及び集合住宅に家庭用の固体高分子形燃料電池（以後 PEFC）及び固体酸化物形燃料電池（以後 SOFC）を多数設置し、稼働時間、出力を時刻別に変化させ稼働させた場合の一次エネルギー削減量、$CO_2$ 削減量、ランニングコスト削減量を求め、電力需要のピークカット効果及び分散型電源としての導入効果の評価を行うことを目的とする。

## 2　住宅の計算条件

### 2.1 対象地域

対象地域は東北電力管内及び東京電力管内とし、給水温度等の算出には各都県庁所在地[※1]の値を代表値として用いる。

### 2.2 世帯数・一世帯当たり世帯人員数

震災前直近の平成 22 年（2010 年）国勢調査[文 2)]の住宅形態別の世帯数、世帯人員数データを基に、東北電力管内及び東京電力管内の世帯数で加重平均した一世帯当たりの世帯人員数をそれぞれ算出する。

東北電力管内の一世帯当たりの世帯人員数[※2]は戸建住宅３人、集合住宅２人、東京電力管内の一世帯当たりの世帯人員数[※2]も戸建住宅３人、集合住宅２人となる。一方、住宅世帯数は東北電力管内では戸建住宅約 304 万世帯、集合住宅約 105 万世帯、東京電力管内では戸建住宅約 889 万世帯、集合住宅約 942 万世帯である。

### 2.3 対象住宅種別・仕様

図 1 に計算対象住宅モデル平面図を示す。戸建住宅の対象住宅モデルは日本建築学会住宅用標準問題モデル[文 3)]、集合住宅は片廊下型板状タイプの中間階・中間住戸モデルとする。尚、熱損失係数は戸建住宅 2.57W/(m$^2$・K)、

集合住宅 2.20W/(m²・K) である。

### 2.4 生活スケジュール

生活スケジュール作成には生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE[文4)]（以後 SCHEDULE）を用いる。2.2 で設定した世帯人員数を基に、戸建住宅は３人（夫婦＋小学生）、集合住宅は２人（夫婦のみ）とし、電力ピークが発生する冬季及び夏季平日の在室パターン、照明及び各種機器（テレビ等）の電力消費スケジュールを作成する。

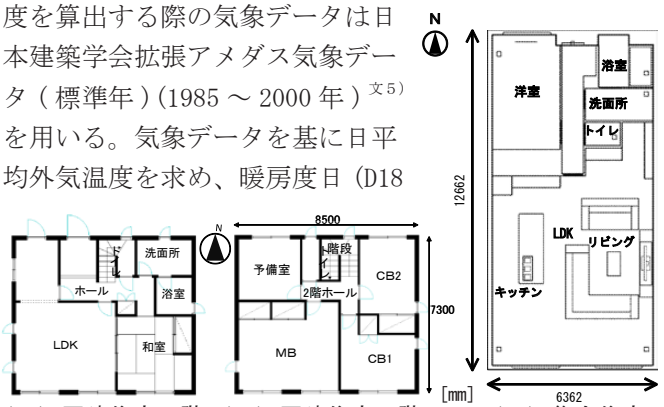
### 2.5 熱負荷計算と電力消費スケジュール

表１に対象住宅の空調・換気条件、図２に夏季平日における各電力管内の電力消費スケジュールを示す。年間時刻別熱負荷計算には熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS Ver.16 を使用し、各対象地域における各対象住宅の時刻別の冷暖房負荷を算出する。建物データは 2.3 で規定したデータ、気象データには、日本建築学会拡張アメダス気象データ（標準年）[文5)] の対象 16 地域（東北電力管内７地域＋東京電力管内９地域）の年間時系列データ、照明･各種機器発熱データは 2.4 で算出したデータを用いる。但し空調スケジュールは SCHEDULE を使用せず、空調は在室時空調とし冷暖房温度、冷暖房期間を TRNSYS で設定する。冷暖房に使用するエアコンの冷暖房平均 COP を３とし、算出した冬季・夏季の最大負荷日の冷暖房負荷を 2.2 で設定した地域ごとの世帯数で加重平均した値を基に、空調時の時刻別消費電力を求め 2.4 で算出した照明・各種機器電力消費スケジュールに加算し、各電力管内の冬季・夏季電力消費スケジュールを求める。

### 2.6 給水温度・給湯量・給湯スケジュール

表２に各電力管内毎の給水・給湯条件を示す。給水温度を算出する際の気象データは日本建築学会拡張アメダス気象データ（標準年）(1985 ～ 2000 年）[文5)] を用いる。気象データを基に日平均外気温度を求め、暖房度日（D18-18）を算出し地域区分[文6),7)] を行う。又、月平均外気温を求め、地域区分毎の回帰式[文7)] を基に月毎の平均給水温度を算出し、2.2 で特定した地域ごとの世帯数で加重平均する。算出した月平均給水温度及び表２に示す世帯人数別日給湯量[文8)] を基に、給湯温度（60℃）における月別日給湯量を算出する。

図３に東北電力管内夏季平日における戸建住宅の給湯スケジュールを示す。又、作成した給湯条件及び５分毎の給湯スケジュール[文7)]（湯量 40℃換算）を基に給湯温度（60℃）におけるスケジュールを作成する。




（１）戸建住宅１階　（２）戸建住宅２階　（３）集合住宅

図１　計算対象住宅モデル平面図

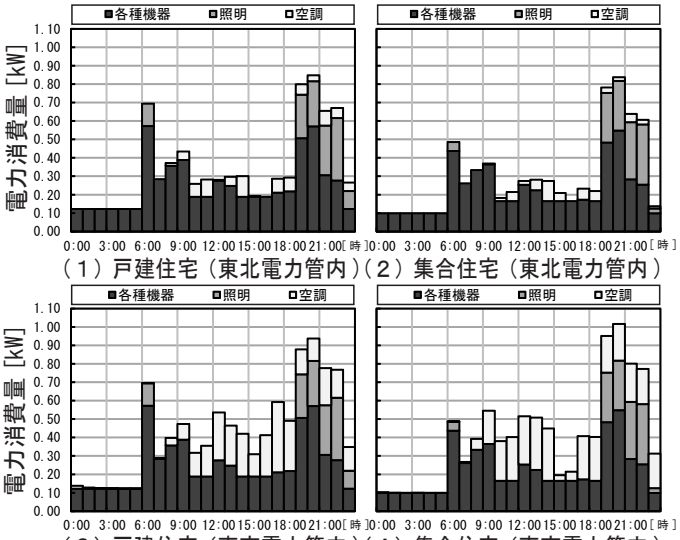
表１　対象住宅の空調・換気条件

| | | | |
|---|---|---|---|
| 空調条件（在室時空調） | 冷房 | 設定温度 | 28[℃] |
| | | 期間 | ６月～９月 |
| | 暖房 | 設定温度 | 20[℃] |
| | | 期間 | 11月～３月 |
| 換気回数 | | | 0.5[回/h] |
| 台所レンジフード排気風量 | | | 300[m³/h] |

## 3　一般電気事業者の計算条件

### 3.1 発電設備の概要

表３に東北電力及び東京電力の発電設備容量[文9)～文11)]、図４に発電機種類別受電端一次エネルギー換算係数を示す。発電機種類別受電端一次エネルギー換算係数は、発電機の稼働順位を水力、原子力、火力、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




（１）戸建住宅（東北電力管内）（２）集合住宅（東北電力管内）

（３）戸建住宅（東京電力管内）（４）集合住宅（東京電力管内）

図２　各電力管内の電力消費スケジュール（夏季平日）

表２　各電力管内毎の給水・給湯条件

| 給水・給湯条件 | | 東北電力管内 | | 東京電力管内 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | １月 | ８月 | １月 | ８月 |
| 月平均給水温度[℃] | | 4.0 | 21.0 | 6.3 | 25.0 |
| 日給湯量[文8)] (40℃)[ℓ/日] | 戸建住宅 | 399.4 | | | |
| | 集合住宅 | 267.4 | | | |
| 日給湯量 (60℃)[ℓ/日] | 戸建住宅 | 256.8 | 193.5 | 251.6 | 172.6 |
| | 集合住宅 | 171.5 | 130.1 | 167.1 | 113.8 |

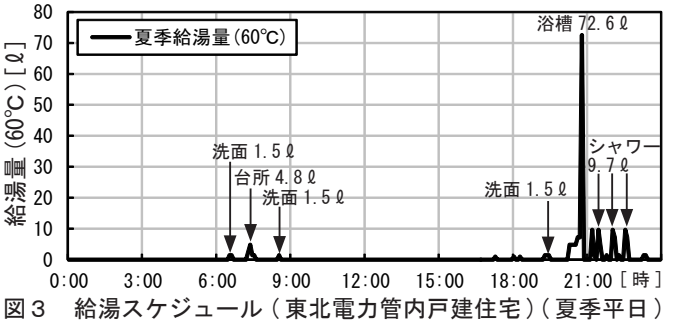



図３　給湯スケジュール（東北電力管内戸建住宅）（夏季平日）

ると仮定し、発電効率及び総合ロス（送配電ロス、所内ロス､変電所ロス）を基に発電容量で加重平均し求める。

### 3.2 電力供給量データ

図５に東北電力管内及び東京電力管内の東日本大震災前後の冬季・夏季最大ピーク日における電力供給量、図６に冬季・夏季最大ピーク日における発電電力量構成比を示す。東北電力管内の 2008 年４月１日から 2012 年 12 月 31 日までの一時間毎の電力供給量実績データ[文12]、及び東京電力管内の 2008 年１月１日から 2012 年 12 月 31 日までの一時間毎の電力供給量実績データ[文13]を基に、震災前後の冬季（11 月～３月）、夏季（６月～９月）の最大電力供給量発生日を特定しそれぞれピーク日[※3]とする。又、震災前後冬季・夏季最大ピーク日の日積算発電量において石油系汽力発電の占める発電電力量構成率の上昇割合は、東北電力管内で冬季 19 ポイント、夏季９ポイント、東京電力管内で冬季７ポイント、夏季４ポイントとなる。

## 4 原単位・料金体系の計算条件

### 4.1 一次エネルギー換算値及び $CO_2$ 排出原単位

表４に東北電力管内及び東京電力管内の計算における一次エネルギー換算値、表５に $CO_2$ 排出原単位を示す。

表３　東北電力及び東京電力の発電設備容量

| 発電設備容量［万kW］ | 火力 | | | 内燃力 | 水力 | 揚水 | 原子力 | 再生可能エネルギー | 総計 | 原発無し計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 石炭 | LNG・天然ガス系 | 石油系 | | | | | | | |
| 東北電力 | 320 | 341 | 405 | 8 | 197 | 46 | 327 | 23 | 1668 | 1340 |
| 東京電力 | 200 | 2411 | 1448 | 5 | 218 | 681 | 1731 | 3 | 6697 | 4966 |

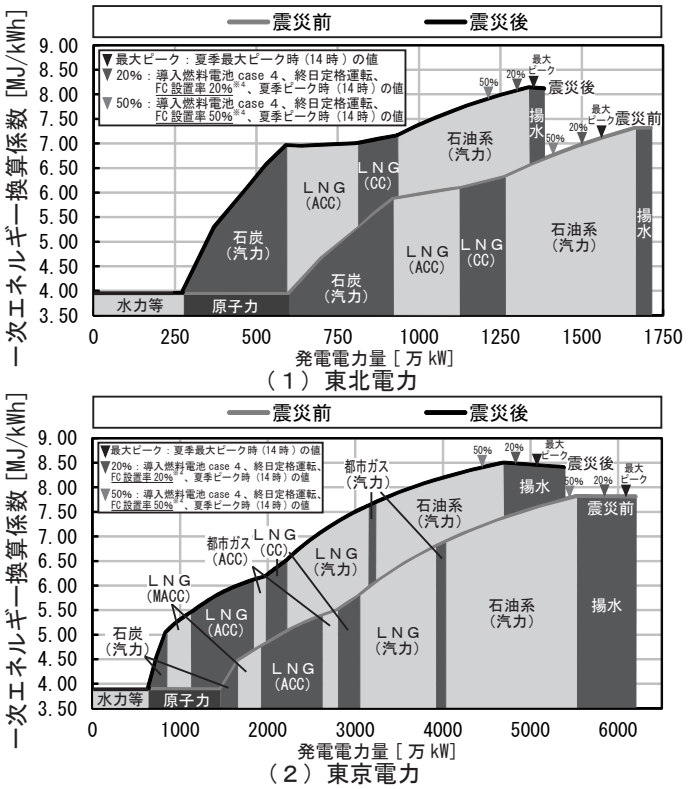
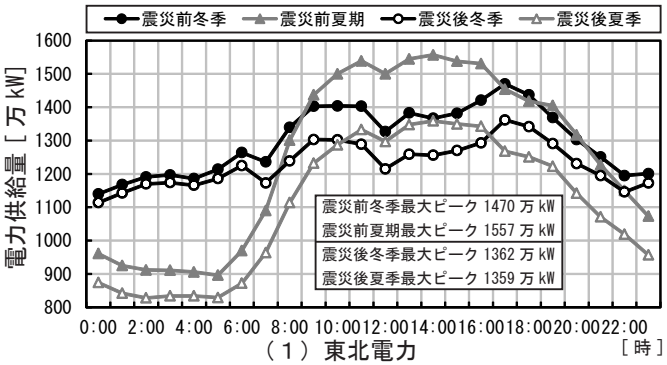



図４　発電機種類別受電端一次エネルギー換算係数

一次エネルギー換算値は省エネ法の火力平均値[文14]と、東北電力及び東京電力の震災前後の年間総発電量及び汽力発電の年間燃料消費量[文15),16)]の実績値から算出した[文17]全電源平均値、及び時刻別一次エネルギー換算値を計算対象とする。

又、$CO_2$ 排出原単位は電力は東北電力及び東京電力の震災前後の事業者別排出係数[文18]と、火力平均需要端排



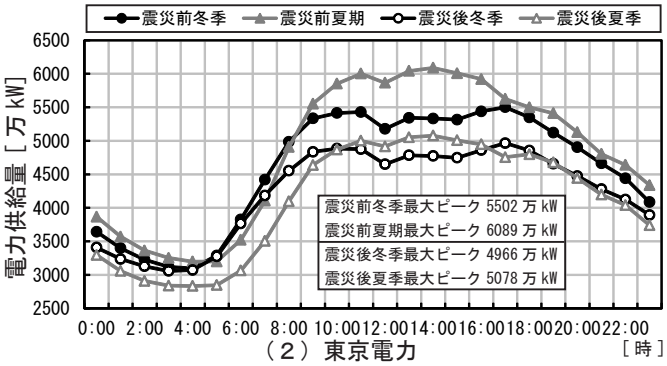




図５　冬季・夏季最大ピーク日における電力供給量

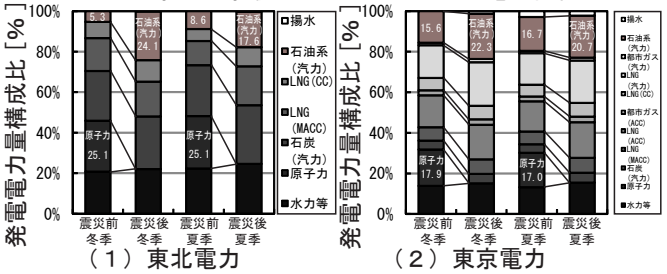



図６　冬季・夏季最大ピーク日における発電電力量構成比

表４　一次エネルギー換算値（HHV 基準）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 電力 | 省エネ法火力平均値 | | 昼間（８～22時） | 9.97 MJ/kWh |
| | | | 夜間（22～８時） | 9.28 MJ/kWh |
| | 全電源平均値（全日） | 東北電力管内 | H20年度 | 6.04 MJ/kWh |
| | | | H23年度 | 8.17 MJ/kWh |
| | | 東京電力管内 | H20年度 | 6.58 MJ/kWh |
| | | | H23年度 | 7.88 MJ/kWh |
| 都市ガス | 北陸瓦斯標準発熱量 | | | 45.0 MJ/Nm$^3$ |
| | 東京瓦斯標準発熱量 | | | 45.0 MJ/Nm$^3$ |

表５　$CO_2$ 排出原単位

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 電力 | 事業者別排出係数 | 東北電力管内 | H20年度 | 0.340 kg-$CO_2$/kWh |
| | | | H23年度 | 0.546 kg-$CO_2$/kWh |
| | | 東京電力管内 | H20年度 | 0.332 kg-$CO_2$/kWh |
| | | | H23年度 | 0.463 kg-$CO_2$/kWh |
| | 火力平均需要端排出係数 | | | 0.690 kg-$CO_2$/kWh |
| 都市ガス | 北陸瓦斯$CO_2$排出係数 | | | 2.310 kg-$CO_2$/Nm$^3$ |
| | | | | 0.185 kg-$CO_2$/kWh |
| | 東京瓦斯$CO_2$排出係数 | | | 2.290 kg-$CO_2$/Nm$^3$ |
| | | | | 0.183 kg-$CO_2$/kWh |

出係数[文19)]を計算対象とする。

### 4.2 各種料金体系

表６に東北電力管内及び東京電力管内における電気及び都市ガスの料金プランを示す。電気料金プランは東北電力及び東京電力の従量電灯Ｂ料金プラン及び時間帯別電灯（夜間８時間型）料金プラン[文20),21)]の従量料金を計算対象とする。尚、逆潮流時の売電料金は昼間（７～23時）はそれぞれの料金プランの従量料金、夜間（23～７時）は時間帯別電灯（夜間８時間型）料金プランの夜間買電料金と同等に設定する。又、都市ガス料金プランは、東北電力管内は北陸瓦斯、東京電力管内は東京瓦斯の一般契約料金プラン及び家庭用コージェネレーション契約料金プラン[文22),23)]を計算対象とする。

## 5 家庭用 FCCGS の計算条件

表７に計算対象の家庭用 FCCGS の性能、図７に SOFC の部分負荷時各種能力曲線を示す。セルスタックの種類は固体高分子形（PE）と固体酸化物形（SO）の２種類とする。PEFC は熱電比 1.25、SOFC は熱電比 0.93 である。又、SOFC は定格発電出力が 0.70kW と 1.50kW の２ケースとする。電主運転時は図７の部分負荷時能力曲線を用いて計算を行う。

## 6 計算フロー及び計算ケース

表８に家庭用 FCCGS の計算 case、表９に原単位・料金体系の計算 case を示す。設定した各種計算条件を基に、震災前後の各電力管内戸建及び集合住宅において導入された燃料電池種別の５case 及び SOFC の運転方法５case の計算 case で家庭用 FCCGS を稼働させる。時刻別に算出した二次エネルギー消費量を基に、各一次エネルギー換算値の８case、各 $CO_2$ 排出原単位の２case、各料金プランの２case の計算 case 及び都市ガスの原単位・料金体系で一次エネルギー消費量、$CO_2$ 排出量、ランニングコストを計算し、それぞれの日積算削減量を求め比較・評価を行う。

尚、PEFC は日給湯需要量を超えない範囲（発停止は１回／日とする）での稼働とし、SOFC は表８に示す運転方式での稼働とする。又、家庭用 FCCGS の稼働時の余剰電力は逆潮流※5させ、日給湯需要量を満たした後の余剰熱はラジエータ（ファンの消費電力 4.8W）で大気に放出する。

比較対象住宅（以降比較住宅）及び家庭用 FCCGS 設置住宅（以降 FC 住宅）の住宅種別・仕様、住宅電力消費スケジュール、給水・給湯データは同様とし、両住宅共に冷暖房はエアコン（冷暖房平均 COP ３）、給湯は比較住宅は高効率ガス給湯器（熱効率 95%）、FC 住宅は家庭用FCCGS（湯量不足時にはバックアップボイラー（熱効率

表６　電気及び都市ガス料金プラン

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 電気 | 従量電灯料金 | | 東北電力管内 | 16.81 円/kWh |
| | | | 東京電力管内 | 18.89 円/kWh |
| | 時間帯別電灯料金 | 昼間（７～23時） | 東北電力管内 | 19.86 円/kWh |
| | | | 東京電力管内 | 23.15 円/kWh |
| | | 夜間（23～７時） | 東北電力管内 | 8.41 円/kWh |
| | | | 東京電力管内 | 11.82 円/kWh |
| 都市ガス | 一般契約料金 | | 東北電力管内 | 10.20 円/kWh |
| | | | 東京電力管内 | 10.71 円/kWh |
| | 家庭用燃料電池契約料金 | | 東北電力管内 | 6.96 円/kWh |
| | | | 東京電力管内 | 9.16 円/kWh |

表７　家庭用 FCCGS の性能

| 燃料電池定格能力 | | PEFC | SOFC-Ⅰ | SOFC-Ⅱ |
|---|---|---|---|---|
| 効率[%] | 発電 | 36 | 42 | 42 |
| | 熱回収 | 45 | 39 | 39 |
| | 総合 | 81 | 81 | 81 |
| 出力[kW] | 発電 | 0.75 | 0.70 | 1.50 |
| | 熱 | 0.94 | 0.65 | 1.39 |
| 稼働時ガス消費量[kW] | | 2.08 | 1.67 | 3.57 |
| 起動時消費量[kW] | 電気 | 0.5 | － | |
| | ガス | 0.5 | － | |
| 起動到達時間[min] | | 50 | － | |
| 貯湯温度[℃] | | 60 | | |
| 貯湯タンク容量[ℓ] | | 200 | | |
| 余剰熱放出時ファン消費電力[W] | | 4.8 | | |
| バックアップボイラー熱効率[%] | | 95 | | |

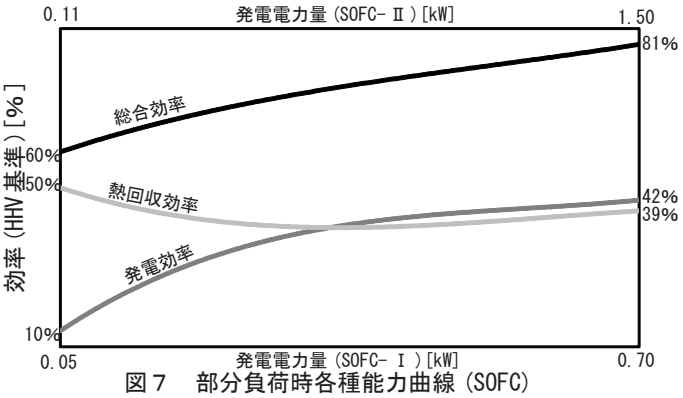



図７　部分負荷時各種能力曲線（SOFC）

表８　家庭用 FCCGS の計算 case

| 家庭用FCCGS計算case | | | 燃料電池種類 PEFC | SOFC-Ⅰ | SOFC-Ⅱ | 運転方法 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 燃料電池導入case | case１ | 戸建 | ○ | | | 熱主定格運転 |
| | | 集合 | ○ | | | 熱主定格運転 |
| | case２ | 戸建 | ○ | | | 熱主定格運転 |
| | | 集合 | | ○ | | case A～case E |
| | case３ | 戸建 | ○ | | | 熱主定格運転 |
| | | 集合 | | | ○ | case A～case E |
| | case４ | 戸建 | | ○ | | case A～case E |
| | | 集合 | | ○ | | case A～case E |
| | case５ | 戸建 | | | ○ | case A～case E |
| | | 集合 | | | ○ | case A～case E |

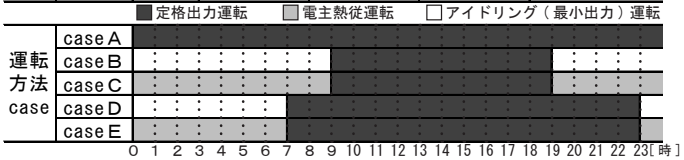



表９　原単位・料金体系の計算 case

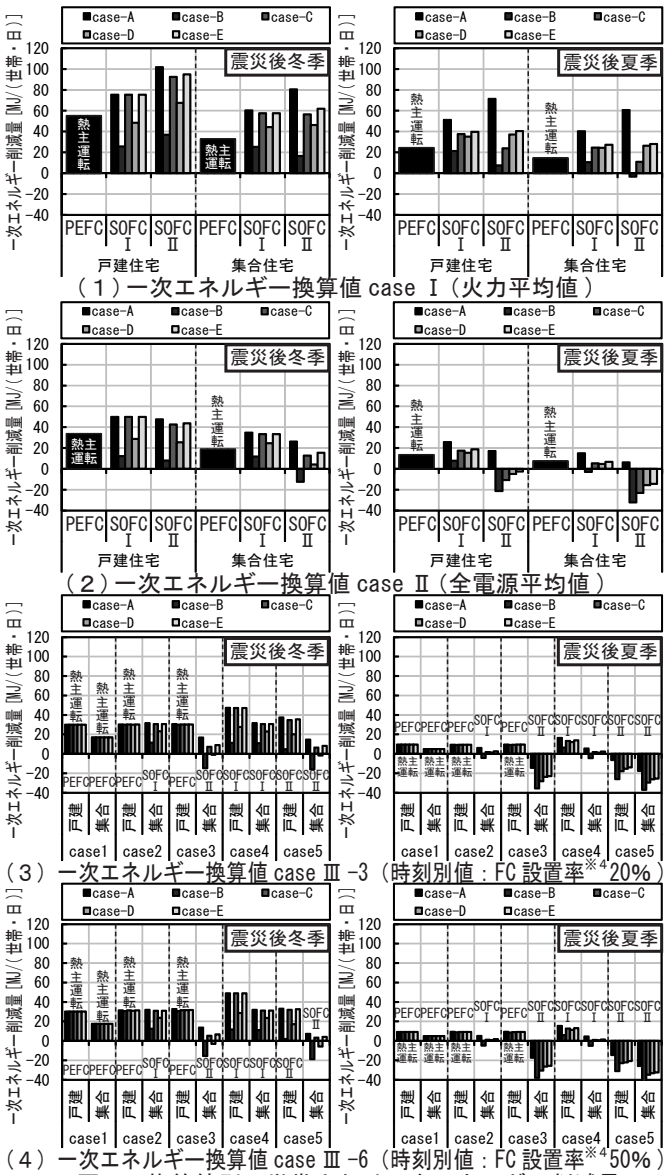
| 原単位・料金体系case | | | 計算条件 |
|---|---|---|---|
| 一次エネルギー換算値case | case Ⅰ | | 火力平均値（昼間9.97MJ/kWh、夜間9.28MJ/kWh） |
| | case Ⅱ | | 全電源平均値（対象地域・震災前後毎の値） |
| | case Ⅲ-1 | 時間帯別値（対象地域・震災前後・季節毎に設定） | 総世帯数に対する**家庭用FCCGSの総稼働台数の割合５%**時の値 |
| | case Ⅲ-2 | | 総世帯数に対する**家庭用FCCGSの総稼働台数の割合10%**時の値 |
| | case Ⅲ-3 | | 総世帯数に対する**家庭用FCCGSの総稼働台数の割合20%**時の値 |
| | case Ⅲ-4 | | 総世帯数に対する**家庭用FCCGSの総稼働台数の割合30%**時の値 |
| | case Ⅲ-5 | | 総世帯数に対する**家庭用FCCGSの総稼働台数の割合40%**時の値 |
| | case Ⅲ-6 | | 総世帯数に対する**家庭用FCCGSの総稼働台数の割合50%**時の値 |
| $CO_2$排出原単位case | case Ⅰ | | 事業者別排出原単位（対象地域・震災前後毎の値） |
| | case Ⅱ | | 火力平均需要端排出係数（0.690kg-$CO_2$/kWh） |
| 料金プランcase | case Ⅰ | | 時間帯別電灯料金（対象地域毎の値） |
| | case Ⅱ | | 従量電灯料金（対象地域毎の値） |

95%）で補う）で行うものとする。

## 7 計算結果

### 7.1 一次エネルギー削減量の比較

図８に東北電力管内震災後の換算値別一世帯当たり一次エネルギー削減量、図９に東北電力管内震災後夏季ピーク日における導入燃料電池 case ４、終日定格運転、総世帯数に対する家庭用 FCCGS の総稼働台数の割合 20%及び 50%の時の電力供給量構成及び一次エネルギー換算係数、図 10 に日平均発電効率（HHV 基準）を示す。一次エネルギー換算値別では、現行法の火力平均値ではほぼ全ての運転方式で一次エネルギーは削減される。一方で、東北電力の全電源平均値及び時刻別値では夏季給湯需要の小さい集合住宅において、定格発電出力の大きい SOFC- Ⅱではほぼ全ての運転方式で一次エネルギーは増加する。運転方式別では、日平均発電効率の高い運転方式 case Ａ（終日定格運転）の一次エネルギー削減量が最も多く、日平均発電効率の低い運転方式 case Ｂ（ピーク時定格・他アイドリング運転）の一次エネルギー削減量が最も少ない。燃料電池種類別では、定格出力の小さい PEFC 及び SOFC- Ⅰではほぼ全ての運転方式で一次エネルギーは削減される為、燃料電池導入 case １、case ２、case ４の組合せでは運転方式 case Ｂ（ピーク時定格・他アイドリング運転）を除き一次エネルギーは削減される。季節別では、給湯需要の大きい冬季で一次エネルギー削減量が多い。地域別では、東北電力管内の方が給湯需要が大きいため一次エネルギー削減量は多い。家庭用 FCCGS の設置率※4別では、FC 設置率※4の上昇による時刻別の一次エネルギー換算係数の減少に伴い、一次エネルギー削減量は減少する。



（１）一次エネルギー換算値 case Ⅰ（火力平均値）

（２）一次エネルギー換算値 case Ⅱ（全電源平均値）

（３）一次エネルギー換算値 case Ⅲ -3（時刻別値：FC 設置率※4 20%）

（４）一次エネルギー換算値 case Ⅲ -6（時刻別値：FC 設置率※4 50%）

図８　換算値別一世帯当たり一次エネルギー削減量
（東北電力管内震災後）

### 7.2 $CO_2$・ランニングコスト削減量の比較

図 11 に東北電力管内震災後の原単位別一世帯当たり $CO_2$ 削減量、図 12 に東北電力管内震災後の料金プラン別一世帯当たりランニングコスト削減量を示す。排出原単位別では全ての運転方式で $CO_2$ は削減されるが、震災後夏季においては削減量は少ない。料金プラン別では、夏季集合住宅 SOFC- Ⅱでは従量電灯料金プランの場合、運転方式 case ４及び case ５を除きランニングコストは増加する。

## 8 まとめ

①震災前後冬季・夏季最大ピーク日の日積算発電量において石油系汽力発電の占める発電電力量構成率の上昇割合は、東北電力管内で冬季 19 ポイント、夏季９ポイント、東京電力管内で冬季７ポイント、夏季４ポイントとなる。

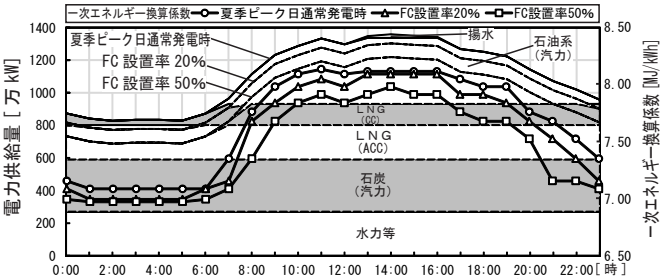


図９　FC 稼働時電力供給量構成及び一次エネルギー換算係数
（東北電力管内震災後夏季ピーク日、導入燃料電池 case ４、終日定格運転）
（FC 設置率※4 20%、50%）

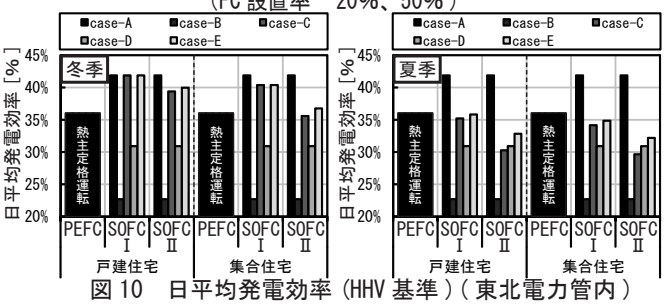


図 10　日平均発電効率（HHV 基準）（東北電力管内）

②現行法の火力平均値ではほぼ全ての運転方式で一次エネルギーは削減される。一方で、東北電力の全電源平均値及び時刻別値では夏季給湯需要の小さい集合住宅において、定格発電出力の大きい SOFC- Ⅱではほぼ全ての運転方式で一次エネルギーは増加する。

③運転方式別では、終日定格連続運転方式 case Aの一次エネルギー削減量が最も多く、ピーク時間帯（ 9時～ 19 時）のみ定格、他時間帯はアイドリングの運転方式 case Bの一次エネルギー削減量が最も少ない。

④燃料電池種類別では、定格出力の小さい PEFC 及び SOFC- Ⅰではほぼ全ての運転方式で一次エネルギーは削減される為、燃料電池導入 case 1、case 2、case 4の組合せでは運転方式 case B（ピーク時定格・他アイドリング運転）を除き一次エネルギーは削減される。

⑤季節別では、給湯需要の大きい冬季で一次エネルギー削減量が多く、地域別では、東北電力管内の方が給湯需要が大きいため一次エネルギー削減量は多い。

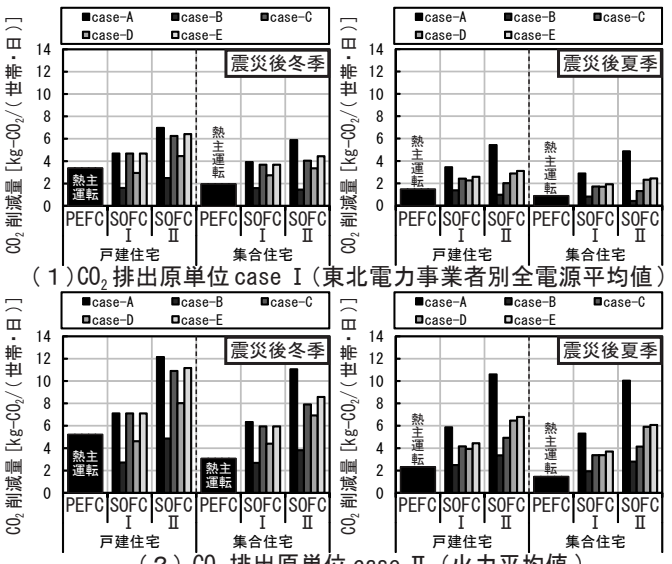
⑥家庭用 FCCGS の設置率別では、FC 設置率の上昇による時刻別の一次エネルギー換算係数の減少に伴い、一次エネルギー削減量は減少する。

⑦排出原単位別では全ての運転方式で $CO_2$ は削減されるが、震災後夏季においては削減量は少ない。料金プラン別では、夏季集合住宅 SOFC- Ⅱでは従量電灯料金プランの場合、運転方式 case 4及び case 5を除きランニングコストは増加する。

**注**

※1　東北電力管内は青森市、盛岡市、仙台市、秋田市、山形市、福島市、新潟市の 7 都市。東京電力管内は水戸市、宇都宮市、前橋市、さいたま市、千葉市、新宿区、横浜市、甲府市、富士市の 9 都市。但し、東京電力管内において静岡県は富士川以東のみを電力供給管轄地域としているため、代表都市として富士川以東の市町村で世帯数、世帯人員数ともに最大[文2)]である富士市を対象都市とする。

※2　東北電力管内の一世帯当たりの世帯人員数は戸建住宅 3.1 人、集合住宅 1.8 人、東京電力管内の一世帯当たりの世帯人員数は戸建住宅 2.8 人、集合住宅 1.9 人である。




（1）$CO_2$ 排出原単位 case Ⅰ（東北電力事業者別全電源平均値）

（2）$CO_2$ 排出原単位 case Ⅱ（火力平均値）

図 11　原単位別一世帯当たり $CO_2$ 削減量
（東北電力管内震災後）

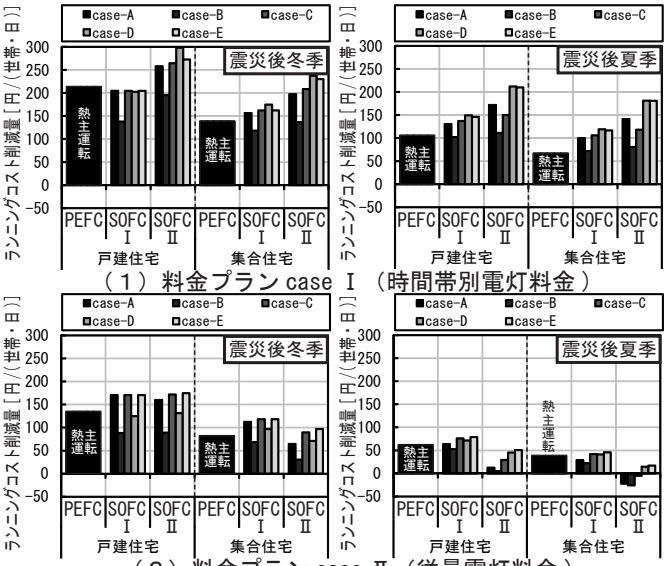
※3　東北電力管内の最大電力供給量発生日（震災前ピーク日）
冬季：2011 年 1 月 20 日（木）17 時…1470 万 kW
夏季：2010 年 8 月　5 日（木）14 時…1557 万 kW
東北電力管内の最大電力供給量発生日（震災後ピーク日）
冬季：2012 年 2 月　2 日（木）17 時…1362 万 kW
夏季：2012 年 8 月 22 日（木）14 時…1359 万 kW
東京電力管内の最大電力供給量発生日（震災前ピーク日）
冬季：2008 年 1 月 23 日（水）17 時…5502 万 kW
夏季：2008 年 8 月　8 日（金）14 時…6089 万 kW
東京電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 1 月 20 日（金）17 時…4966 万 kW
夏季：2012 年 8 月 30 日（木）14 時…5078 万 kW

※4　総世帯数に対する家庭用 FCCGS の総稼働台数の割合

※5　逆潮流とは自家発電により発電した余剰電力を系統電力側に逆流させるを言う。
現状では，家庭用 FCCGS の余剰電力は系統連系規定[文24)]により逆潮流出来ない。

**参考文献**


文 1）赤林，坂口，市川：全電化住宅とガス併用住宅を対象としたエネルギー消費及び $CO_2$ 排出量に関する研究　その 3 家庭用燃料電池を使用した戸建住宅との比較，日本建築学会北陸支部研究報告書，第 54 号，pp259-262，2011．7
文 2）総務省統計局：平成 22 年国勢調査
文 3）宇田川光弘：標準問題の提案　住宅用標準問題，日本建築学会環境工学委員会熱分科会第 15 回シンポジウムテキスト，1985
文 4）空気調和衛生工学会：住宅消費エネルギー計算法委員会
文 5）赤坂ら：日本建築学会編　拡張アメダス気象データ（標準年）(1985 ～ 2000 年），2000.12
文 6）建築環境・省エネルギー機構：住宅事業建築主の判断基準　2 章地域区分
文 7）建築環境・省エネルギー機構：住宅事業建築主の判断基準　6 章給湯設備のエネルギー消費量に関する評価方法
文 8）前，高須ら：住宅における給湯日消費量の季節・短期変動，日本建築学会環境系論文集，No.622，pp.73-80，2007.12
文 9）東北電力：概要　主な発電所
文 10）東京電力：火力発電所・水力発電所・原子力発電所一覧表（平成 23 年 3 月末現在）
文 11）一般社団法人電力土木技術協会：水力発電所データベース
文 12）東北電力：過去の実績データのダウンロード
文 13）東京電力：過去の電力使用実績データ
文 14）経済産業省：エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則　別表第三（第四条関係）（昭和 54 年 9 月 29 日通商産業省令第 74 号）
文 15）経済産業省資源エネルギー庁：電力統計調査　2-(5) 発受電実績（一般電気事業者）4-(1) 汽力発電（一般電気事業者）
文 16）電気事業連合会：電力統計
文 17）経済産業省資源エネルギー庁総合エネルギー統計検討会事務局：2005 年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について，平成 19 年 5 月
文 18）環境省：平成 20 年度及び平成 23 年度の電気事業者（一般電気事業者及び特定規模電気事業者）ごとの実排出係数及び調整後排出係数等
文 19）環境省：中央環境審議会地球環境部会　目標達成シナリオ小委員会　中間取りまとめ，平成 13 年
文 20）東北電力：電力供給約款及び選択約款　時間帯別電灯 A，平成 24 年 7 月 1 日実施
文 21）東京電力:電力供給約款及び選択約款　低圧供給Ⅰ．時間帯別電灯［夜間 8 時間型］，平成 24 年 9 月 1 日実施
文 22）北陸瓦斯：一般ガス供給約款及び選択約款　家庭用コージェネレーション契約，平成 24 年 11 月 3 日実施
文 23）東京瓦斯：一般ガス供給約款－東京地区等及び家庭用選択約款　家庭用燃料電池契約－東京地区等，平成 24 年 12 月 1 日実施
文 24）社団法人日本電気協会系統連系専門部会:系統連系規程［2011 年 追補版（その 1）］


（1）料金プラン case Ⅰ（時間帯別電灯料金）

（2）料金プラン case Ⅱ（従量電灯料金）

図 12　料金プラン別一世帯当たりランニングコスト削減量
（東北電力管内震災後）