家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

佐藤　広基
指導教員　　赤林　伸一　教授

1　研究目的

近年、IT 化による電力需要の増加や東日本大震災による電力不足により、電力消費の抑制が求められている。2015 年８月に川内原子力発電所１号機が福島第一原子力発電所事故以降、全国で初めて稼働を再開したが、他の原子力発電所は停廃止しており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。しかし、現時点で火力発電設備の受電端で平均発電効率は約 41％であり、発電効率は年々上昇しているが一次エネルギーの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。

そこで、代替電源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（以下家庭用 FCCGS）による自家発電の導入が考えられる。家庭用 FCCGS は、各家庭で消費される電力の一部を発電により賄うとともに、排熱を給湯などに利用することで総合効率を約 80％に向上させることができる。家庭用 FCCGS は「日本再興戦略」（平成 27 年６月 30 日閣議決定）において 2030 年度までに全国で 530 万台※1 導入することが目標とされている。

既往の研究[文1)] では家庭用 FCCGS が多数普及した場合の我が国全体における一次エネルギー削減効果を明らかにした。しかし、家庭用 FCCGS はイニシャルコストが極めて高価であり、現在の価格※2 は固体酸化物形燃料電池（以下 SOFC）で約 195 万円、固体高分子形燃料電池（以下 PEFC）で約 145 万円となっている。従って、家庭用 FCCGS 導入にあたってはランニングコストを検討し、減価償却年数を考慮したライフサイクルコストについて検討する必要がある。

本研究では家庭用 FCCGS 導入時のライフサイクルコストの算出に必要な日本全国における一般電気事業者の電気料金及び一般ガス事業者のガス料金を調査し、既往の研究[文1)] で算出した家庭用 FCCGS 導入住宅（以下 FC 住宅）における SOFC 及び PEFC の稼働シミュレーションを基に、戸建住宅及び集合住宅の年間エネルギーコストの算出を行い、導入を促進させるための料金設定やイニシャルコストの削減の検討をすることを目的とする。

2　研究概要

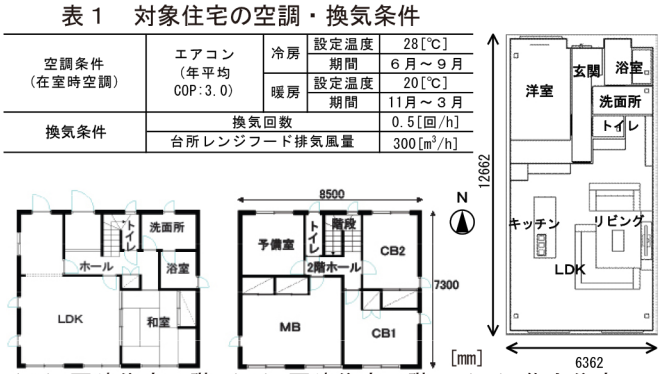
2.1　解析対象地域・住宅：図１に住宅モデル平面を示す。対象地域は沖縄県※3 を除く 46 都道府県の戸建住宅及び集合住宅とする。戸建住宅は日本建築学会住宅用標準問題モデル[文2)] を、集合住宅には片廊下型板状タイプの中間階・中間住戸モデルを用いる。尚、熱損失係数は戸建住宅：2.57[W/(m^2・K)]、集合住宅：2.20[W/(m^2・K)] である。

2.2　生活スケジュール：生活スケジュールの作成には生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE[文3)] を用いる。世帯人員数は戸建住宅では３人及び４人の２パターン、集合住宅では２人及び３人の２パターンとし、冬季・夏季・中間期の平日・休日における在室パターン及び各種機器・照明の電力消費スケジュールを作成する。

2.3　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・換気条件を示す。年間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、各都道府県における各対象住宅の１時間毎の空調負荷を算出する。気象データには気象庁[文4)] が公表している１時間毎の気象データを用いる。但し空調スケジュールは SCHEDULE を使用せず、在室時空調とし空調温度、

表１　対象住宅の空調・換気条件

空調条件（在室時空調）	エアコン（年平均 COP:3.0）	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
換気条件	換気回数			0.5[回/h]
	台所レンジフード排気風量			300[m^3/h]



（１）戸建住宅１階　（２）戸建住宅２階　（３）集合住宅
図１　住宅モデル平面

空調期間を TRNSYS で設定し、１時間当りの電力消費量を求める。2.2 で算出した各種機器・照明電力スケジュールに空調用電力を加算し電力消費スケジュールを求める。

2.4　給湯スケジュール：気象データの外気温度データ及び、IBEC[文4)] の給水温度推定式を基に、日平均給水温度を算出する。算出した給水温度及び使用湯量（40℃）における日給湯量[文5)] を基に、貯湯温度（70℃）での時刻別給湯量を算出し、年間の給湯スケジュールを作成する。

3　ランニングコストの算出

ランニングコストの算出は各都道府県単位で行う。

3.1　電気料金の算出：図２に一般電気事業者による供給需要家数の割合[文6)] を示す。日本では、電気事業法（1964 年公布）の対象となる電気事業として、一般電気事業、卸電気事業、特定電気事業及び特定規模電気事業に分類される。各家庭への電力供給は一般電気事業者により行われる為、本報では日本国内の一般電気事業者９社の電気料金プランの調査を行う。調査を行う電気料金プランは家庭で最も多く契約されている従量電灯プラン※4 とする。尚、本研究では燃料費調整額、太陽光発電促進付加金、再生可能エネルギー発電促進賦課金、口座振替割引は考慮しない。料金プランの一例として、表２に東京電力及び東北電力の電気料金プランを示す。

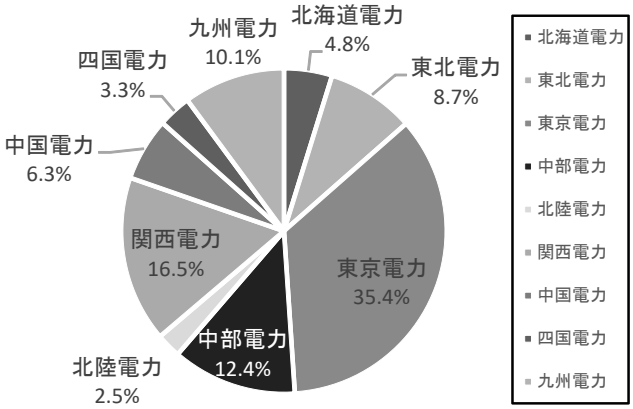


図２　一般電気事業者による供給需要家数の割合[文6)]

表２　東京電力及び東北電力の電気料金プラン

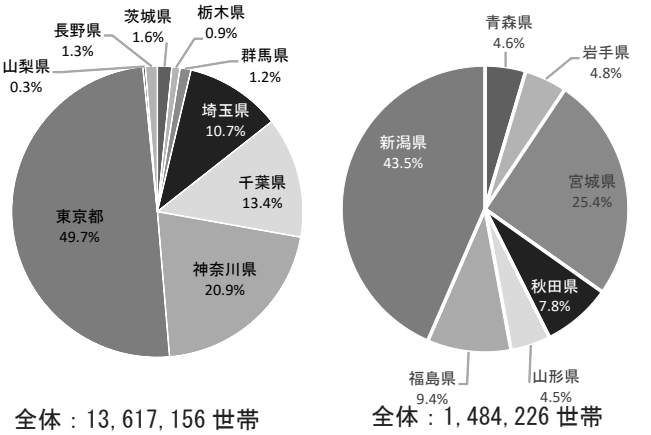
一般電気事業者		東京電力		東北電力	
区分		単位	料金単価[円]	単位	料金単価[円]
基本料金	10A	1契約	280.80	1契約	324.00
	15A	〃	421.20	〃	486.00
	20A	〃	561.60	〃	648.00
	30A	〃	842.40	〃	972.00
	40A	〃	1123.20	〃	1296.00
	50A	〃	1404.00	〃	1620.00
	60A	〃	1684.80	〃	1944.00
電力量料金	0～120kWh	1kWh	19.43	1kWh	18.24
	121～300kWh	〃	25.91	〃	24.87
	301kWh～	〃	29.93	〃	28.75

家庭用 FCCGS による逆潮流※5 電力は一般電気事業者が買取ると仮定し、その際の売電従量単価は買電従量単価と同様とする。各家庭の従量電力料金は月毎の買電電力量と逆潮流電力量の収支から正味の電力消費量を算出し、従量単価を乗算することで算出する。更に、従量料金に契約アンペア数によって決定する基本料金を加算し、毎月の電気料金の算出を行う。

3.2　ガス料金の算出：表３にガス事業の分類[文7)] を示す。各家庭にガスを供給する事業はガス事業法（1954 年公布）の対象となる一般ガス事業及び簡易ガス事業と、液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律（1967 年公布）の対象となる LP ガス販売事業に分類される。LP ガス販売事業者のガス料金は公共料金に含まれず、料金プランを自由に設定できる為、本報では調査対象としない。調査を行うガス料金プラン

表３　ガス事業の分類[文7)]

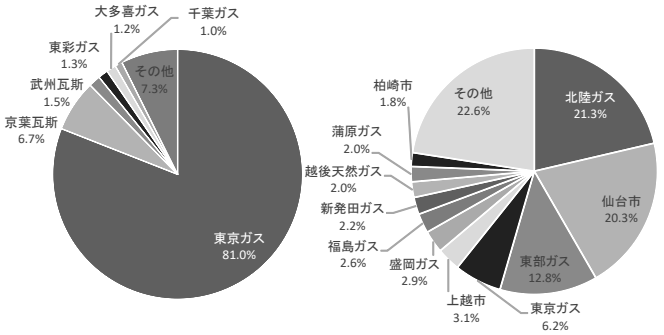
	一般ガス事業	簡易ガス事業	LPガス販売事業
事業者数	205事業者	1,452事業者	21,052事業者
需要家件数	約2,900万件	約140万件	約2400万件
ガス販売量	約363億m^3/年	約1.7億m^3/年	約80億m^3/年



全体：13,617,156 世帯
（１）　東京電力管内

全体：1,484,226 世帯
（２）　東北電力管内

図３　東京電力管内及び東北電力管内における各県の一般ガス事業者の需要家数の割合



全体：13,617,156 世帯
（全 55 事業者）
（１）　東京電力管内

全体：1,484,226 世帯
（全 57 事業者）
（２）　東北電力管内

図４　東京電力管内及び東北電力管内における各一般ガス事業者の需要家数の割合

は沖縄県を除く日本全国の一般ガス事業者である 204 事業者とする。

図３に東京電力管内及び東北電力管内における各県の一般ガス事業者の需要家数の割合を、図４に東京電力管内及び東北電力管内における各一般ガス事業者の需要家数の割合を示す。各都県の一般ガス事業者の需要家数は東京電力管内では東京都が 49.7%（6,774,239 世帯）を占めており、東北電力管内では新潟県が 43.5%（645,231 世帯）を占めている。その中でも東京電力管内では東京ガスが 81.0%（10,703,029 世帯）を占める。東北電力管内では北陸ガスが 21.3%（363,393 世帯）を占め、次いで、仙台市ガス局が 20.3%（345,750 世帯）となる。

ガス料金は FC 住宅と家庭用 FCCGS を導入しないで、ガス給湯器※6 を使用する住宅（以下一般住宅）で異なる料金が設定されているため、一般ガス事業者における一般住宅用ガス料金及び FC 住宅用ガス料金についてそれぞれ調査を行う。尚、本研究では他の設備使用によるセット割引、口座振替割引、原料費調整制度による従量料金の変化は考慮しない。料金プランの一例として、表４に東京都における一般ガス事業者の一般住宅用ガス料金及び FC 住宅用ガス料金を示す。毎月のガス料金は１ヵ月のガス使用量によって変化する基本料金、使用量に従量単価を乗算した従量料金の合計によって算出される。

図５に一般ガス事業者のガスグループ及びガスの単位発熱量を、図６に各電力管内の中で最も一般ガス事業者による需要家数の割合が多い都道府県を代表とした９都道府県（以下代表都道府県）における一般住宅及び FC 住宅を対象としたガス料金を示す。各都道府県内各一般ガス事業者で取り扱うガスグループ、ガスの単位発熱量が異なる為、各都道府県におけるガス料金は一般ガス事業者毎にガス種別で単位発熱量当たりの価格に換算し、各都道府県において一般ガス事業者の需要家数で加重平均することにより算出する。

表４　東京都における一般ガス事業者の
一般住宅用ガス料金及び FC 住宅用ガス料金

（１）　一般住宅用ガス料金プラン

事業者名	区分[m³]	基本料金[円]	従量料金[円/m³]
東京ガス	0～20	724.5	161.17
	21～80	997.5	147.52
	81～200	1165.5	145.42
	201～500	2005.5	141.22
	501～800	6205.5	132.82
	801～	12058.5	125.47
青梅ガス	0～26	745.2	148.91
	27～80	1070.2	136.41
	81～202	1223.8	134.49
	203～	3076.1	125.32
武陽ガス	0～25	524.9	222.12
	26～70	1593.0	179.39
	71～200	2008.8	173.45
	201～	2646.0	170.27
昭島ガス	0～25	678.2	194.65
	26～255	1123.2	176.86
	256～	5744.5	158.73

（２）　FC 住宅用ガス料金プラン

事業者名	区分[m³]		基本料金[円]	従量料金[円/m³]
東京ガス	冬季（12月～4月）	0～20	745.2	165.78
		21～80	1458.0	130.14
		81～	1890.0	124.74
	その他期	0～20	745.2	142.66
		21～	1458.0	107.02
青梅ガス	冬季(12月～4月)	0～	4158.0	85.74
	その他期	0～	3402.0	70.67
武陽ガス	冬季（12月～4月）	0～20	524.9	194.55
		21～70	1987.2	121.43
		71～	3672.0	97.36
	その他期	0～20	524.9	194.55
		21～	2754.0	83.09
昭島ガス	冬季(12月～4月)	0～	3726.0	123.12
	その他期	0～	2862.0	109.43

4　家庭用 FCCGS の種類と性能

表５に家庭用 FCCGS と高効率ガス給湯器の性能と価格を、表６に家庭用 FCCGS の運転条件を示す。家庭用 FCCGS は SOFC の現行及び将来仕様の２機種と PEFC とする。耐久年数は稼働開始からオーバーホールまでの年数（10 年）とする。尚、SOFC 導入住宅は給湯需要を

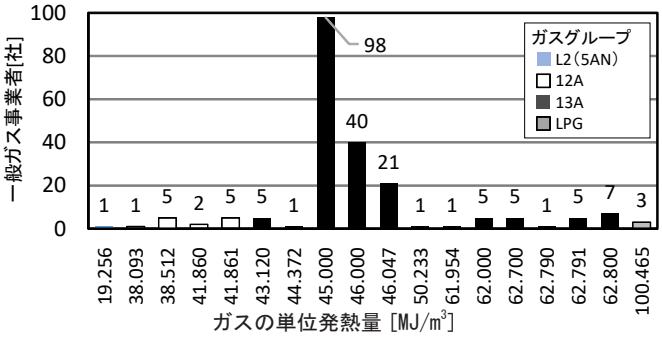
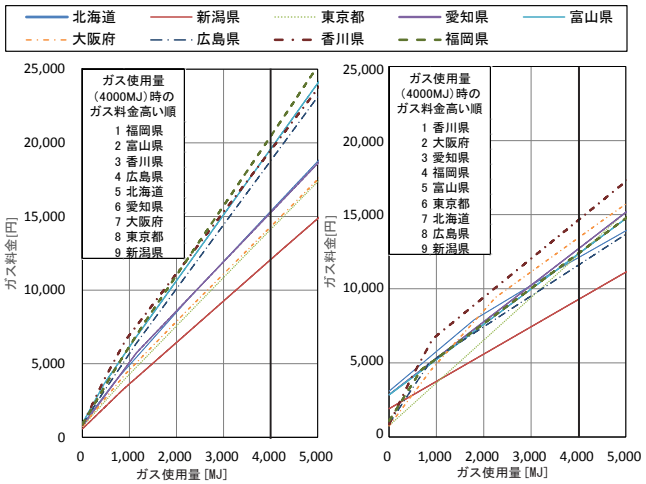


図５　一般ガス事業者のガスグループ及びガスの単位発熱量



（１）一般住宅用ガス料金　　（２）FC 住宅用ガス料金

図６　代表都道府県における
一般住宅及び FC 住宅を対象としたガス料金

満たした後の余剰熱はラジエータ（ファンの出力：4.8W）で大気に放出する。FC 住宅の発電余剰電力は逆潮流させ、湯量不足時にはバックアップボイラ（熱効率：95％）を用いる。家庭用 FCCGS のイニシャルコストは、本体価格（希望小売価格※7）の他に、設置費用、補助金を考慮すると、SOFC は 195 万円、PEFC は 145 万円となる。尚、補助金は平成 26 年度民生用燃料電池導入支援事業文8）により交付されるものを考慮する。

5　解析 case

表７に解析 case を示す。FC 住宅及び一般住宅の住宅種別・仕様、電力消費・給湯スケジュールは同様とする。両住宅共に空調はエアコン（平均 COP:3.0）で行い、給湯は一般住宅は高効率ガス給湯器（熱効率：95％）、FC 住宅は家庭用 FCCGS で賄う。住宅種別、世帯人員数、設置 FC、FC 運転方法を変化させ、FC 住宅の年間エネルギーコストの算出を行う。イニシャルコストと算出したランニング時のエネルギーコストにより家庭用 FCCGS のライフサイクルコスト評価を行う。

表５　家庭用 FCCGS と高効率ガス給湯器の性能と価格

機種			SOFC-Ⅰ（現行仕様）	SOFC-Ⅱ（将来仕様）	PEFC	高効率ガス給湯器（24号）
性能	燃料種類		都市ガス	都市ガス	都市ガス	都市・LPガス
	定格効率（HHV）[%]	発電	42.0	49.6	35.2	—
		熱回収	39.2	27.1	50.6	—
		総合	81.2	76.7	85.8	—
	定格出力 [kW]	発電	0.70	0.70	0.75	—
		熱回収	0.65	0.38	1.08	—
	ガス消費量[kW]		1.67	1.41	2.13	48.4(最大)
	貯湯タンク容量[ℓ]		90	30	147	—
	出湯温度[℃]		70	70	60	70
	バックアップボイラ熱効率[%]		95			
	耐久年数[年]		10			
価格	希望小売価格※7[万円]		215	215	160	25
	設置費用[万円]		20			3
	補助金[万円]		40	40	35	—
	導入価格[万円]		195	195	145	28

表６　家庭用 FCCGS の運転条件

SOFC	①終日定格運転		・定格出力で運転を行う。(逆潮流あり)
	②終日電主運転		・電力需要に追従して運転を行う。(逆潮流なし)
	③ピーク時定格運転他電主運転		・ピーク時(13:00～16:00)は定格出力で運転を行い、それ以外の時間帯は電力需要に追従して運転を行う。(ピーク時:逆潮流あり、その他:逆潮流なし)
	稼動条件		・SOFCは24時間365日運転し続けるものとする。 ・余剰排熱はファンにより大気中に放熱する。
PEFC	①運転時定格運転		・定格出力で運転を行う。(逆潮流あり)
	②運転時電主運転		・電力需要に追従して運転を行う。(逆潮流なし)
	③ピーク時定格運転他電主運転		・ピーク時(13:00～16:00)を定格出力で運転を行い、それ以外の時間帯は電力需要に追従して運転を行う。(ピーク時:逆潮流あり、その他:逆潮流なし)
	共通条件	起動条件	・起動時刻は給湯需要のピークを迎える20:45から稼働時間を逆算し、決定する。 ・発電開始時刻が13時以降になる場合、発電開始時刻は13時とする。
		停止条件	・作湯量が日積算給湯需要を満たした場合、貯湯タンクが満蓄になった場合及び発電時間が20時間に達した場合に発電を停止する。 ・起動停止は１日１回とし、１日当たり4時間は強制的に停止する。

表７　解析 case

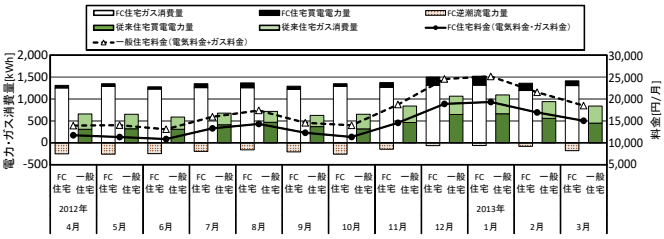
解析case	住宅種別	世帯人員数	設置FC	FC運転方法
case1	戸建住宅	３人	SOFC-Ⅰ	終日定格運転
case2	戸建住宅	４人	SOFC-Ⅰ	終日定格運転
case3	戸建住宅	３人	SOFC-Ⅱ	終日定格運転
case4	戸建住宅	３人	PEFC	運転時定格運転
case5	戸建住宅	３人	SOFC-Ⅰ	終日電主運転
case6	戸建住宅	３人	SOFC-Ⅰ	ピーク時定格運転他電主運転
case7	集合住宅	２人	SOFC-Ⅰ	終日定格運転
case8	集合住宅	３人	SOFC-Ⅰ	終日定格運転
case9	集合住宅	２人	SOFC-Ⅱ	終日定格運転
case10	集合住宅	２人	PEFC	運転時定格運転
case11	集合住宅	２人	SOFC-Ⅰ	終日電主運転
case12	集合住宅	２人	SOFC-Ⅰ	ピーク時定格運転他電主運転

6　解析結果

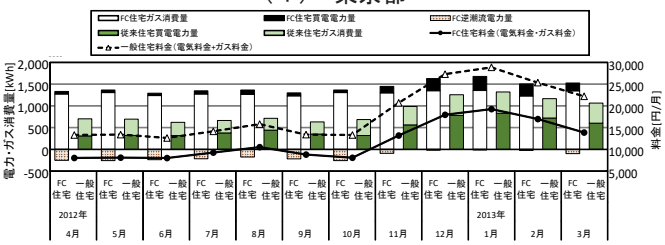
6.1　東京都及び新潟県における年間の解析結果：図７に東京都及び新潟県における一世帯当たりの電力・ガス消費量とランニングコストの月積算値の推移（case1）を示す。SOFC-Ⅰを導入し、終日定格運転を行った場合、一般住宅と比較して燃料電池の稼働によりガス消費量は増加するが、燃料電池の発電により買電電力量は減少し、逆潮流による売電を含めると東京都では１カ月当たり約２千～６千円のランニングコストが削減され、年間ランニングコストが約４万３千円削減される。新潟県では、東京都より FC 住宅用ガス料金が安い為、１カ月当たり約５千～１万円のランニングコストが削減され、年間ランニングコストが約８万円削減される。

東京都と新潟県共に FC 住宅では燃料電池の発電により買電電力量が少なくなる為、一般住宅で買電電力量が多い、冬季（11～３月）、夏季（６～９月）、中間期（４、５、10 月）の順にランニングコスト削減額が多い。又、FC 住宅における逆潮流電力による売電料金は電力消費量の少ない、中間期、夏季、冬季の順に少なくなる。

6.2　東京都における各 case の解析結果：図８に東京都における各 case の電力・ガス消費量と年間ランニングコスト削減額を示す。戸建住宅（case1～6）において、世帯人員数の違い（case1：３人，case2：４人）で比較すると、case2 では case1 と比較して給湯の需要量が多く、燃料電池の大気放熱量が減少し、総合効率が向上するため、年間ランニングコスト削減額は多くなる。



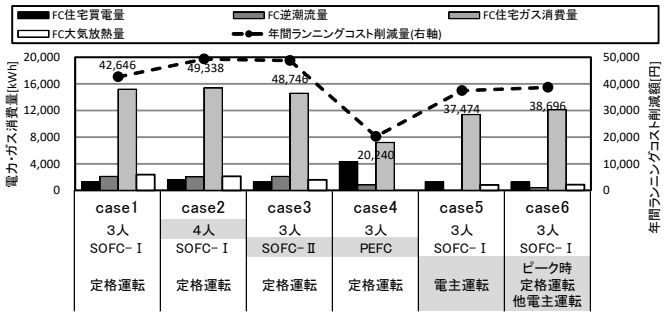
（１）　東京都



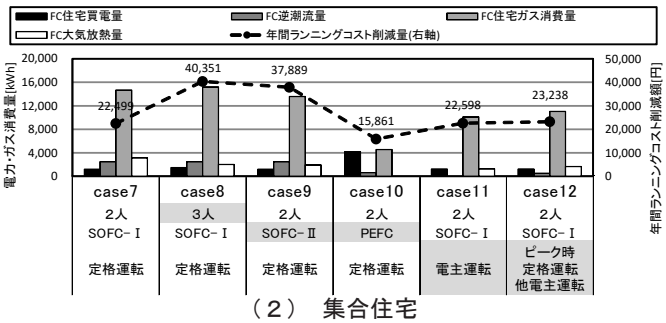
（２）　新潟県

図７　一世帯当たりの電力・ガス消費量と
ランニングコストの月積算値の推移（case1）
（戸建住宅、世帯人員数３人、FC 住宅：SOFC-Ⅰ（終日定格運転）、
一般住宅：高効率ガス給湯器（24 号））

今回の解析 case では case2 が最も年間ランニングコスト削減額が多く、年間で約５万円削減される。家庭用 FCCGS の機種の違い（case1,3,4）で比較すると、発電効率の高い SOFC-Ⅱを用いる case3 が３case の中で最も年間ランニングコスト削減額が多い。又、PEFC の運転による年間ランニングコスト削減額が今回の解析 case の中で最も少なく約２万円である。これは SOFC-Ⅰ・Ⅱと比較して PEFC は作湯量が日積算給湯需要を満たした場合、稼働を停止する為、燃料電池の稼働時間が他の case と比較して短い為である。家庭用 FCCGS の運転条件の違い（case1,5,6）で比較すると、case1 では逆潮流電力量が比較的多いため、年間ランニングコスト削減額が３case の中で最も多くなる。集合住宅（case7 ～ 12）でも戸建住宅（case1 ～ 6）と同様の傾向があるが、全 case で戸建住宅と比較し集合住宅では年間ランニングコスト削減額が約５千～２万円（約 50 ～ 80%）減少する。



（１） 戸建住宅



（２） 集合住宅

図８　東京都における各 case の
電力・ガス消費量と年間ランニングコスト削減額

表８　東京都及び新潟県の戸建住宅において
FC 住宅用ガス料金プランとイニシャルコスト
を変化させた場合の減価償却までの年数（case1,3,4）

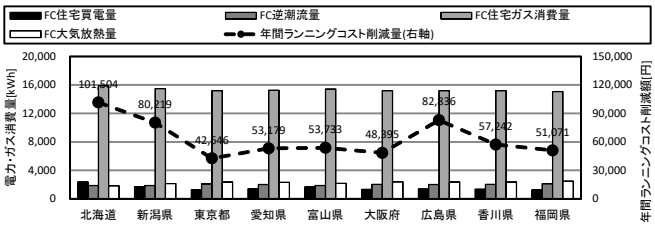
解析case			caseA	caseB	caseC	caseD	caseE
解析条件			現状料金設定	FC住宅用ガス料金プラン半額	イニシャルコスト低下（2016年度の目標値）	イニシャルコスト低下（2030年度の目標値）	イニシャルコスト低下（10年で減価償却）
東京都	イニシャルコスト［万円］	SOFC-Ⅰ	195.0	195.0	80.0	60.0	70.6
		SOFC-Ⅱ	195.0	195.0	80.0	60.0	76.7
		PEFC	145.0	145.0	70.0	50.0	48.2
		高効率ガス給湯器	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
	年間ランニングコスト削減額［万円］	SOFC-Ⅰ	4.3	12.7	4.3	4.3	4.3
		SOFC-Ⅱ	4.9	12.8	4.9	4.9	4.9
		PEFC	2.0	6.7	2.0	2.0	2.0
	減価償却までの年数［年］	SOFC-Ⅰ	39.2	13.1	12.2	7.5	10.0
		SOFC-Ⅱ	34.3	13.0	10.7	6.6	10.0
		PEFC	57.8	17.5	20.8	10.9	10.0
新潟県	イニシャルコスト［万円］	SOFC-Ⅰ	195.0	195.0	80.0	60.0	108.2
		SOFC-Ⅱ	195.0	195.0	80.0	60.0	111.5
		PEFC	145.0	145.0	70.0	50.0	65.8
		高効率ガス給湯器	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
	年間ランニングコスト削減額［万円］	SOFC-Ⅰ	8.0	14.3	8.0	8.0	8.0
		SOFC-Ⅱ	8.3	14.5	8.3	8.3	8.3
		PEFC	3.8	7.6	3.8	3.8	3.8
	減価償却までの年数［年］	SOFC-Ⅰ	20.8	11.7	6.5	4.0	10.0
		SOFC-Ⅱ	20.0	11.6	6.2	3.8	10.0
		PEFC	31.0	15.4	11.1	5.8	10.0

6.3　東京都及び新潟県における減価償却までの年数：表８に東京都及び新潟県の戸建住宅において FC 住宅用ガス料金プランとイニシャルコストを変化させた場合の減価償却までの年数（case1,3,4）を示す。caseA を基準とし、caseB では 3.2 で算出した FC 住宅用ガス料金を半額として年間ランニングコスト削減量を算出する。caseC ではイニシャルコストを 2016 年度の目標値（SOFC-Ⅰ・Ⅱ：80 万円、PEFC:70 万円）とし、caseD ではイニシャルコストを 2030 年度の目標値（SOFC-Ⅰ・Ⅱ：60 万円、PEFC:50 万円）とする。caseE は耐久年数までに減価償却するためのイニシャルコストを算出する。

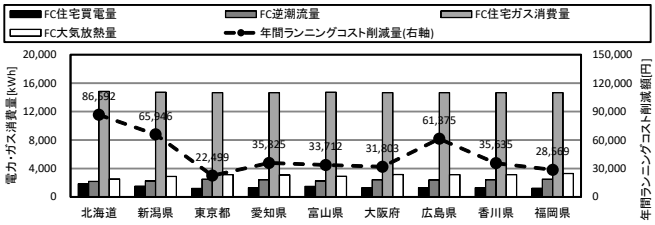
東京都では現状の料金設定（caseA）の場合、減価償却するためには SOFC-Ⅰ・Ⅱでは約 35 ～ 40 年、PEFC では約 60 年かかる。caseB では約 13 ～ 18 年、caseC では約 11 ～ 21 年、caseD では約７～ 11 年で減価償却が可能となる。耐久年数（10 年）までに減価償却（caseE）するためには SOFC-Ⅰを約 70 万円、SOFC-Ⅱを約 77 万円、PEFC を約 48 万円とする必要がある。

新潟県では現状の料金設定（caseA）の場合、減価償却するためには SOFC-Ⅰ・Ⅱでは約 20 年、PEFC では約 31 年かかる。caseB では約 11 ～ 15 年、caseC では約６～ 11 年、caseD では約４～６年で減価償却が可能となる。耐久年数までに減価償却（caseE）するためには SOFC-Ⅰ・Ⅱを約 110 万円、PEFC を約 66 万円とする必要がある。

6.4　全国における解析結果：図９に代表都道府県における電力・ガス消費量と年間ランニングコスト削減額を示す。最も年間ランニングコストの削減額が多い県は、北海道であり、戸建住宅で約 10 万円、集合住宅で



（１） 戸建住宅（case1）



（２） 集合住宅（case7）

図９　代表都道府県における電力・ガス消費量
と年間ランニングコスト削減額
（戸建住宅の世帯人員数：３人、集合住宅の世帯人員数：２人、
FC住宅:SOFC-Ⅰ（終日定格運転）、一般住宅:高効率ガス給湯器（24号））

は約９万円削減される。又、最も削減額が少ない県は東京都であり、戸建住宅で約４万円、集合住宅では約２万円の削減となる。北海道と東京都の年間ランニングコストの削減額の差は約６万円である。

北海道電力管内（北海道）及び東北電力管内（新潟県）では給湯の熱量が多く必要なため、燃料電池の大気放熱量が減少し、総合効率が向上するため、年間ランニングコスト削減額は多くなる傾向がある。又、広島県では電力消費量は大阪府や香川県と比較して年間エネルギーコストに殆ど差がないが、一般住宅用ガス料金が他県と比較して高く、FC 住宅用ガス料金は安い為、年間ランニングコスト削減額が多くなる。

7 まとめ

7.1 case1 における年間の解析結果

① FC 住宅では燃料電池の発電により買電電力量が少なくなる為、一般住宅で買電電力量が多い、冬季（11～３月）、夏季（６～９月）中間期（４、５、10 月）の順にランニングコスト削減額が多い。

7.2 各 case の解析結果

①戸建住宅（case1 ～ 6）において、世帯人員数の違い（case1：３人，case2：４人）で比較すると、case2 では case1 と比較して給湯の需要量が多く、燃料電池の大気放熱量が減少し、総合効率が向上するため、年間ランニングコスト削減額は多くなる。

②今回の解析 case では case2 が最も年間ランニングコスト削減額が多く、年間で約５万円削減される。又、PEFC の運転による年間ランニングコスト削減額（case4）が最も少なく、年間で約２万円である。

③家庭用 FCCGS の運転条件の違い（case1,5,6）で比較すると、case1 では逆潮流電力量が比較的多いため、年間ランニングコスト削減額が３case の中で最も多くなる。

7.3 減価償却までの年数

①東京都において現状の料金設定（caseA）で減価償却するためには SOFC- Ⅰ・Ⅱでは約 35 ～ 40 年、PEFC では約 60 年かかる。

②東京都において耐久年数までに減価償却（caseE）するためには SOFC- Ⅰを約 70 万円、SOFC- Ⅱを約 77 万円、PEFC を約 48 万円とする必要がある。

③東京都においてイニシャルコストを 2030 年度の目標値（SOFC- Ⅰ・Ⅱ：60 万円、PEFC：50 万円）とした場合（caseD）、約７～ 11 年で減価償却が可能となる。

7.4 全国における解析結果

①最も年間ランニングコストの削減額が多い県は、北海道であり、戸建住宅で約 10 万円、集合住宅では約９万円削減される。又、最も削減額が少ない県は東京都であり、戸建住宅で約４万円、集合住宅では約２万円の削減となる。北海道と東京都の年間ランニングコストの削減額の差は約６万円である。

②北海道電力管内（北海道）及び東北電力管内（新潟県）では給湯の熱量が多く必要なため、燃料電池の大気放熱量が減少し、総合効率が向上するため、年間ランニングコスト削減額は多くなる傾向がある。

注釈

※１　全世帯数の約１割程度を普及目標とする。又、2020 年度において 140 万台の普及を目標としている。
※２　本体価格の他、設置費用、補助金などを含めた総額。
※３　沖縄電力は原子力発電設備を所有しておらず、震災前後で発電構成に影響が見られない為、燃料電池の稼働シミュレーションを行っていない。
※４　北海道電力・東北電力・東京電力・中部電力・北陸電力・九州電力は従量電灯Ｂプランを、関西電力・中国電力・四国電力は従量電灯Ａプランを対象とする。
※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事を言う。現状では、家庭用 FCCGS の余剰電力は系統連系規定により逆潮流出来ない。
※６　本研究では、高効率ガス給湯器（熱効率 95%）とする。
※７　SOFC は大阪ガス（http://home.osakagas.co.jp/）の販売する希望小売価格、PEFC は東京ガス（http://www.tokyo-gas.co.jp/）の販売する希望小売価格とする。

参考文献

文１）　赤林ら　「家庭用燃料電池による一次エネルギー削減効果に関する研究　その３」日本建築学会大会学術講演梗概集，2015 年
文２）　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 年
文３）　気象庁：http://www.jma.go.jp/jma/index.html
文４）　建築環境・省エネルギー機構：住宅事業建築主の判断基準
文５）　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 年 12 月
文６）　電気事業連合会　電力統計情報
web ページ：http://www.fepc.or.jp
文７）　ガス事業便覧：平成 26 年度版
文８）　一般社団法人　燃料電池普及促進協会
web ページ：http://www.fca-enefarm.org/
文９）　北海道電力　web ページ：http://www.hepco.co.jp/
電気料金単価は平成 26 年 11 月１日実施単価
文 10）　東北電力　web ページ：http://www.tohoku-epco.co.jp/
電気料金単価は平成 26 年４月１日実施単価
文 11）　東京電力　web ページ：http://www.tepco.co.jp/
電気料金単価は平成 26 年３月１日実施単価
文 12）　中部電力　web ページ：http://www.chuden.co.jp/
電気料金単価は平成 26 年５月１日実施単価
文 13）　北陸電力　web ページ：http://www.rikuden.co.jp/
電気料金単価は平成 26 年６月１日実施単価
文 14）　関西電力　web ページ：http://www.kepco.co.jp/
電気料金単価は平成 26 年６月１日実施単価
文 15）　中国電力　web ページ：http://www.energia.co.jp/
電気料金単価は平成 27 年４月１日実施単価
文 16）　四国電力　web ページ：http://www.yonden.co.jp/
電気料金単価は平成 27 年４月１日実施単価
文 17）　九州電力　web ページ：http://www.kyuden.co.jp/
電気料金単価は平成 26 年３月１日実施単価
文 18）　東京ガス　web ページ：http://www.tokyo-gas.co.jp/
一般住宅用ガス料金単価・FC 住宅用ガス料金単価は平成 27 年 12 月 10 日実施単価
文 19）　青梅ガス　web ページ：http://www.omegas.co.jp/
一般住宅用ガス料金単価・FC 住宅用ガス料金単価は平成 26 年４月１日実施単価
文 20）　武揚ガス　web ページ：http://www.buyo-gas.co.jp/
一般住宅用ガス料金単価は平成 27 年１月 20 日実施単価
FC 住宅用ガス料金単価は平成 26 年 12 月 22 日実施単価
文 21）　昭島ガス　web ページ：http://www.akishimagas.co.jp/
一般住宅用ガス料金単価は平成 26 年４月１日実施単価
FC 住宅用ガス料金単価は平成 26 年６月６日実施単価