家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

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）

佐藤広基
指導教員　赤林伸一教授

家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

1 研究目的
2 研究概要
3 ランニングコストの算出
4 家庭用FCCGSの種類と性能
5 解析case
6 解析結果
7 まとめ

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、原子力発電所の大半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。

現時点で火力発電設備の受電端での平均発電効率は約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（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。

図　家庭用燃料電池コージェネレーションシステム外観(固体酸化物形燃料電池)

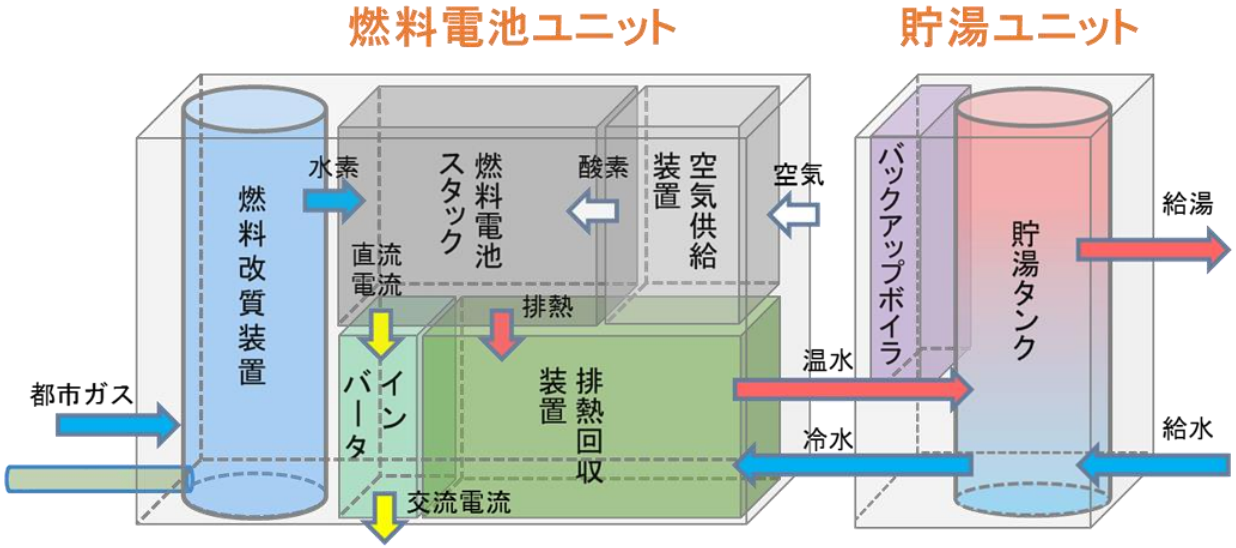


図　家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの構成

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。

※１　全世帯の約１割程度を普及目標とする。
また、2020年度において140万台の普及を目標としている。

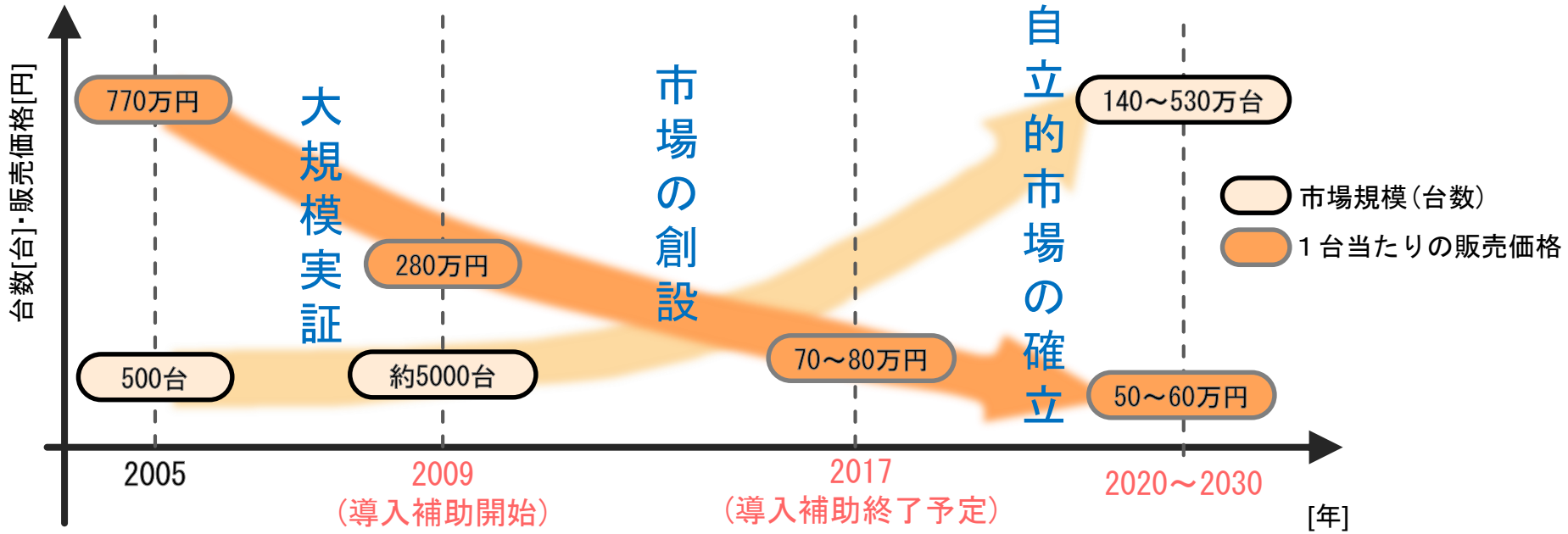


図　家庭用燃料電池の価格低下と普及のシナリオ
出典：資源エネルギー庁

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。

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

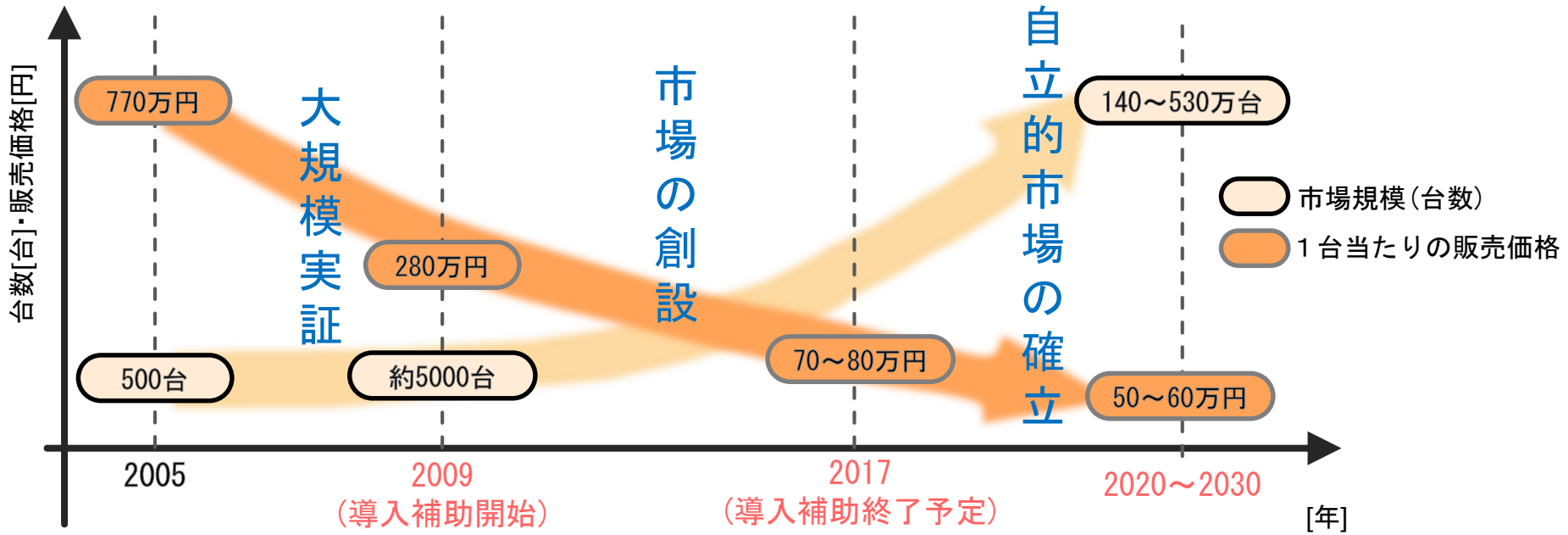


図　家庭用燃料電池の価格低下と普及のシナリオ
出典：資源エネルギー庁

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SOFCで約195万円、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。

※２　本体価格の他、設置費用、補助金などを含めた総額。

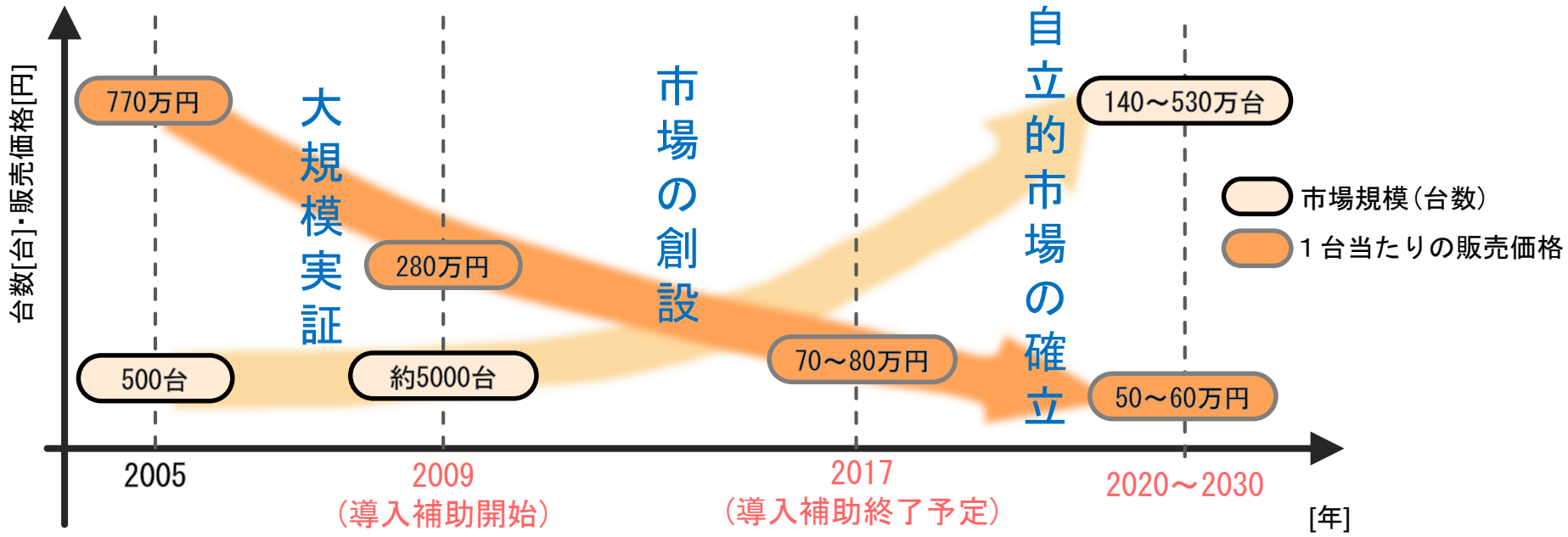


図　家庭用燃料電池の価格低下と普及のシナリオ
出典：資源エネルギー庁

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（FC住宅）における固体酸化物形燃料電池（SOFC）及び固体高分子形燃料電池（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う。

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

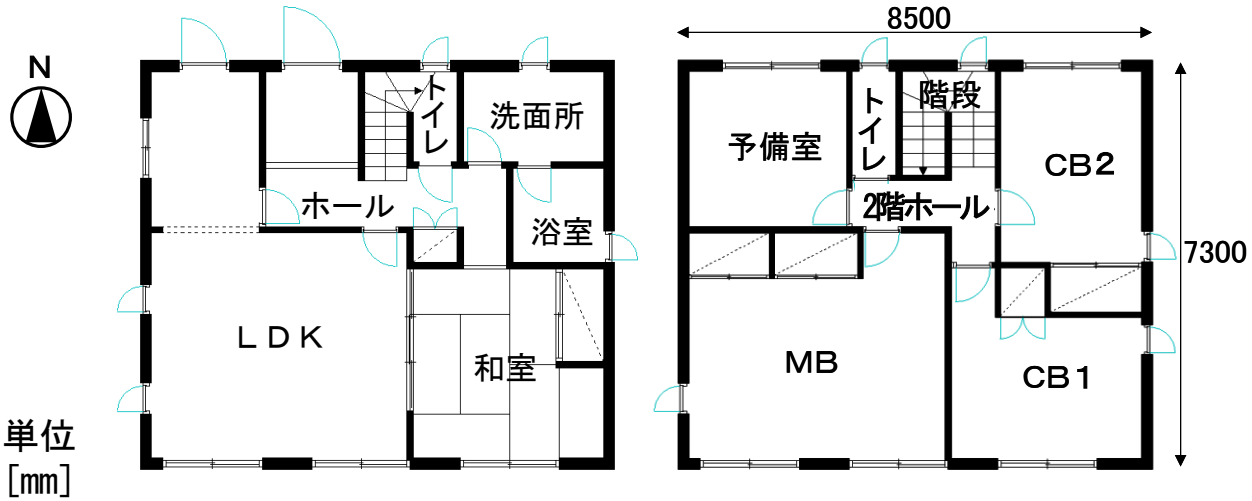
イニシャルコストと算出したランニングコストから家庭用FCCGSのライフサイクルコスト評価を行い、導入を促進させるための料金設定やイニシャルコストの検討を行うことを目的とする。

家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

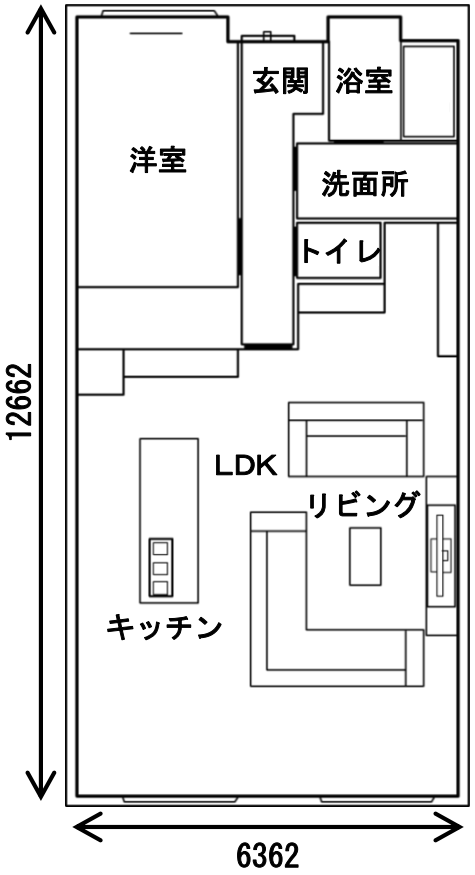
1 研究目的
2 研究概要
3 ランニングコストの算出
4 家庭用FCCGSの種類と性能
5 解析case
6 解析結果
7 まとめ

■解析対象地域
沖縄県※３を除く46都道府県の戸建住宅及び集合住宅とし、ランニングコストの算出は各都道府県単位で行う。

※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。



（１）　戸建住宅１階　　（２）　戸建住宅２階

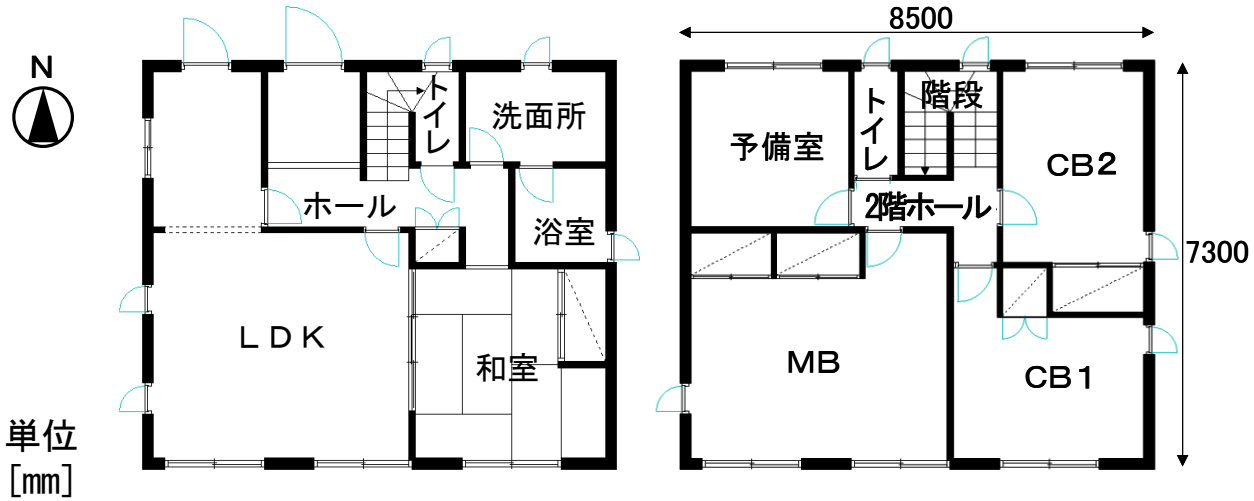


（３）　集合住宅

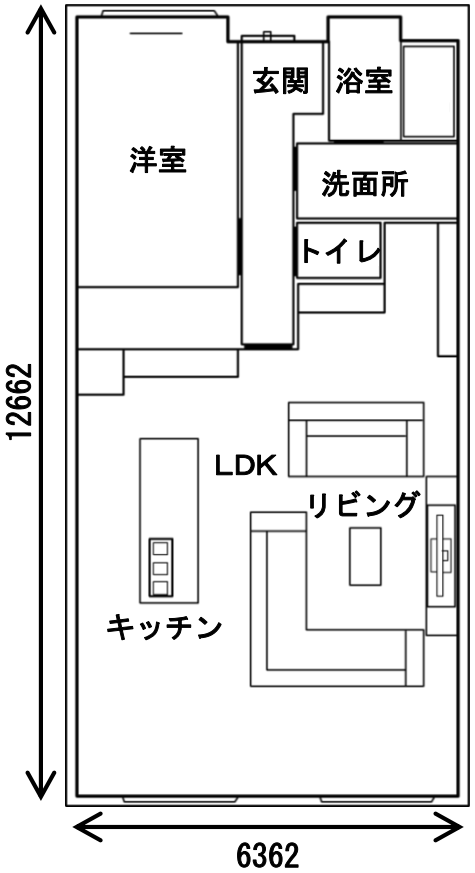
図１　住宅モデル平面

■解析対象住宅
戸建住宅：日本建築学会住宅用標準問題モデル文２）
　　熱損失係数：2.57W/(m^2・K)
集合住宅：片廊下型板状タイプの中間階・中間住戸モデル
　　熱損失係数：2.20W/(m^2・K)

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



（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

■生活スケジュール：生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE文３）

世帯人員数
・戸建住宅：①４人（夫婦+小学生+中学生）　②３人（夫婦+小学生）
・集合住宅：①３人（夫婦+小学生）　②２人（夫婦のみ）

冬季・夏季・中間期の平日・休日についての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。

文３）　空気調和衛生工学会：住宅消費エネルギー計算法委員会

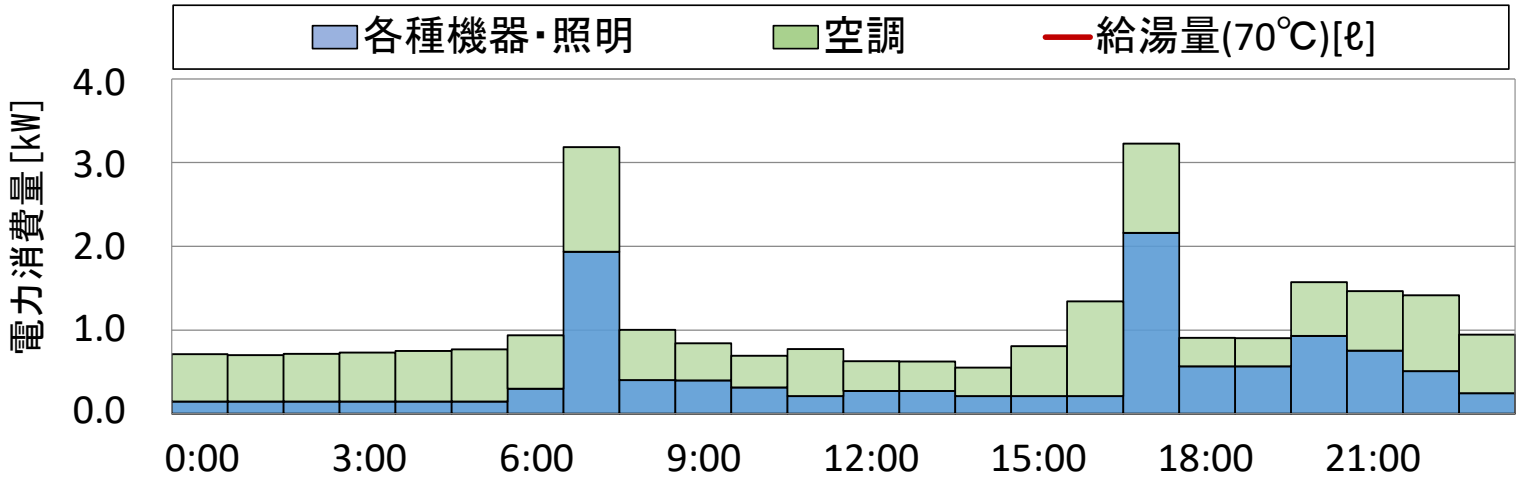


図　電力消費スケジュールの一例
（東京都、冬季最寒日：2013年１月５日（土）、戸建住宅：３人）

■熱負荷計算:熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS Ver.16

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、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。

文４）　気象庁：http:www.jma.go.jp/index.html

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。

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]

■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５]の給水温度推定式を基に、日平均給水(水道水)温度を算出する。算出した給水(水道水)温度及び使用湯量(40℃)における日給湯量[文６]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。

文５）　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６）　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

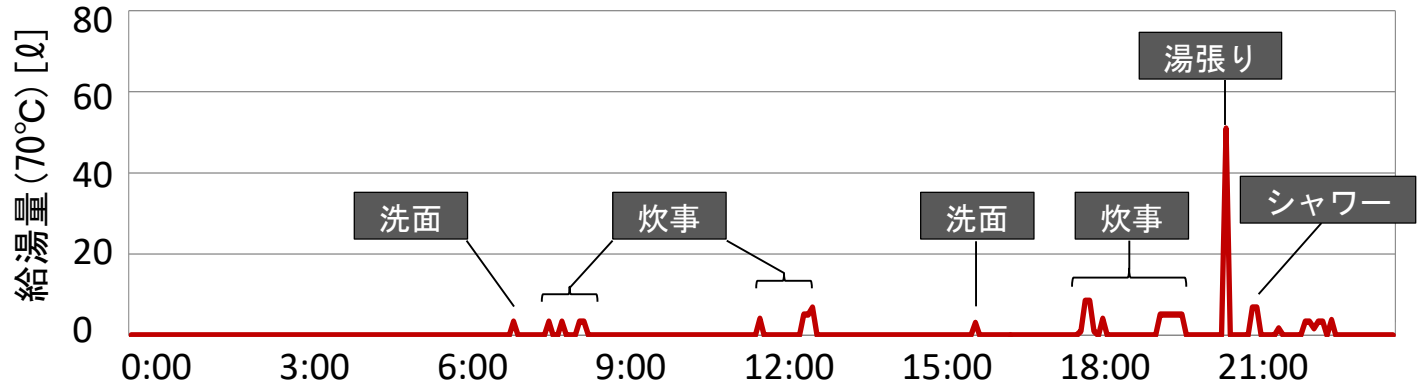


図　給湯スケジュールの一例
(東京都、冬季最寒日：2013年１月５日(土)、戸建住宅：３人)

家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

1 研究目的
2 研究概要
3 ランニングコストの算出
4 家庭用FCCGSの種類と性能
5 解析case
6 解析結果
7 まとめ

電気料金は日本国内の一般電気事業者９社の料金プランを適用する。又、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、本研究では契約アンペア数は40Aとし、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。

※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。

表２　東京電力及び東北電力の電気料金プラン

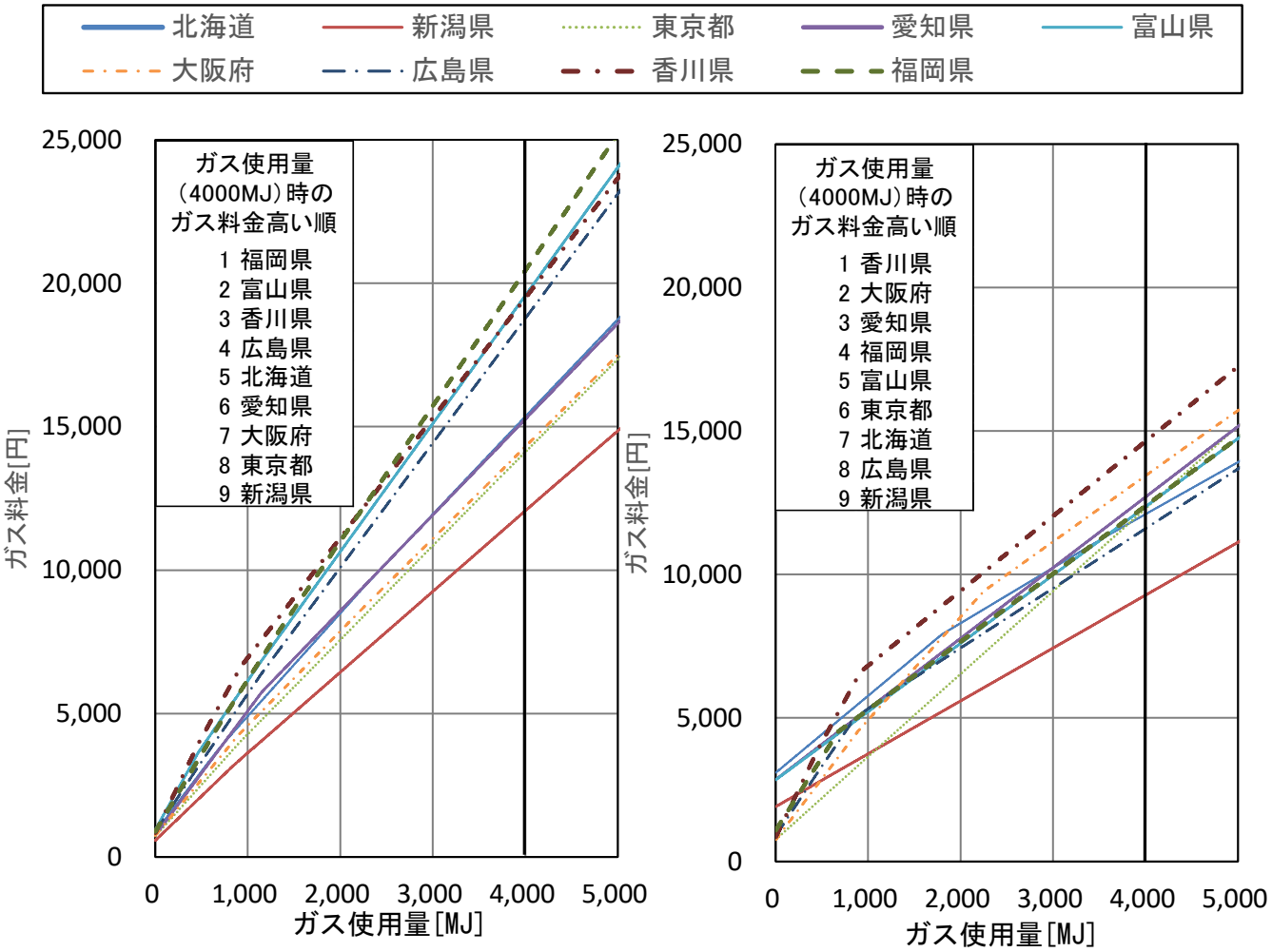
一般電気事業者		東京電力		東北電力	
区分		単位	料金単価[円]	単位	料金単価[円]
基本料金	10A	1契約	280.80	1契約	324.00
	15A	〃	421.20	〃	486.00
	20A	〃	561.60	〃	648.00
	30A	〃	842.40	〃	972.00
	40A	〃	1123.20	〃	1296.00
	50A	〃	1404.00	〃	1620.00
	60A	〃	1684.80	〃	1944.00
電力量料金	0～120kWh	1kWh	19.43	1kWh	18.24
	121～300kWh	〃	25.91	〃	24.87
	301kWh～	〃	29.93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

※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の条電力は系統連系規定により逆潮流出来ない。

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



（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

ガス料金は家庭用FCCGS設置住宅(FC住宅)と家庭用FCCGSを導入せず、ガス給湯器※６を使用する住宅(一般住宅)で異なる料金設定のため、FC住宅にはFC住宅用ガス料金プランを、一般住宅には一般住宅用ガス料金プランを適用する。

※６　本研究では、高効率ガス給湯器(熱効率95%)とする。

家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

1 研究目的
2 研究概要
3 ランニングコストの算出
4 家庭用FCCGSの種類と性能
5 解析case
6 解析結果
7 まとめ

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。

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		160	25
	設置費用[万円]		20		20	3
	補助金[万円]		40		35	—
	導入価格[万円]		195		145	28

※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。

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９）により交付されるものを考慮する。

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		160	25
	設置費用[万円]		20		20	3
	補助金[万円]		40		35	—
	導入価格[万円]		195		145	28

※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。

文９）一般社団法人　燃料電池普及促進協会　webページ：http://fca-enefarm.org/

SOFCは24時間運転し続けるものとし、PEFCは起動条件及び停止条件に従い運転を行う。

SOFC導入住宅は給湯需要を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。

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。

家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

1 研究目的
2 研究概要
3 ランニングコストの算出
4 家庭用FCCGSの種類と性能
5 解析case
6 解析結果
7 まとめ

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(年平均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。

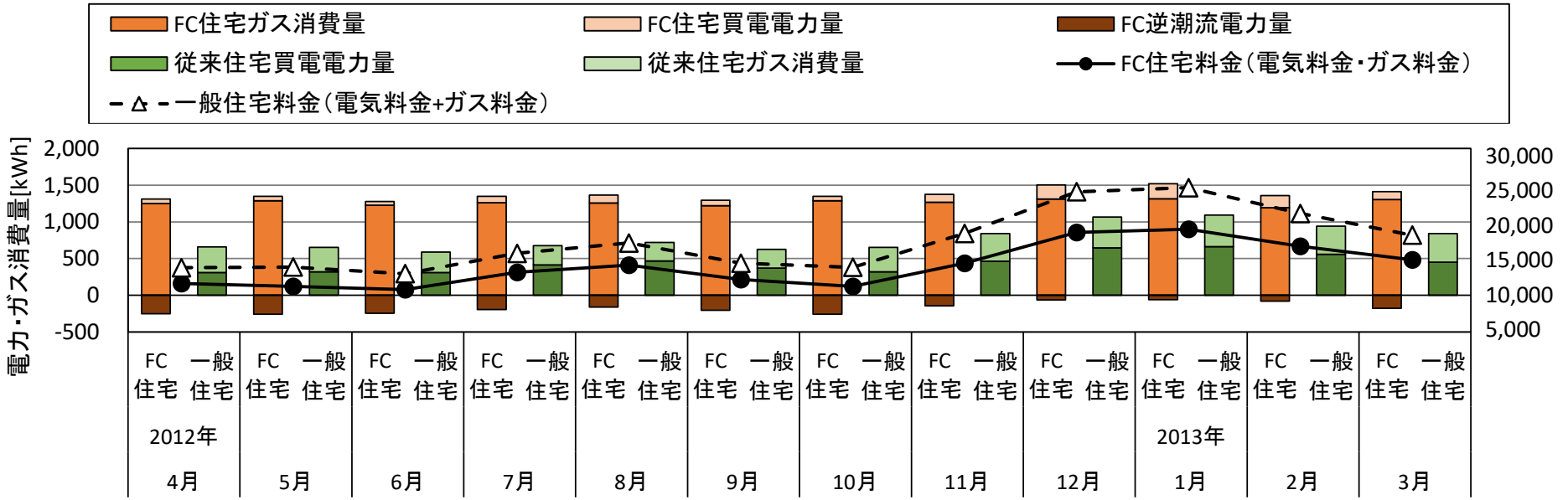
表７　解析case

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

家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

1 研究目的
2 研究概要
3 ランニングコストの算出
4 家庭用FCCGSの種類と性能
5 解析case
6 解析結果
7 まとめ

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。

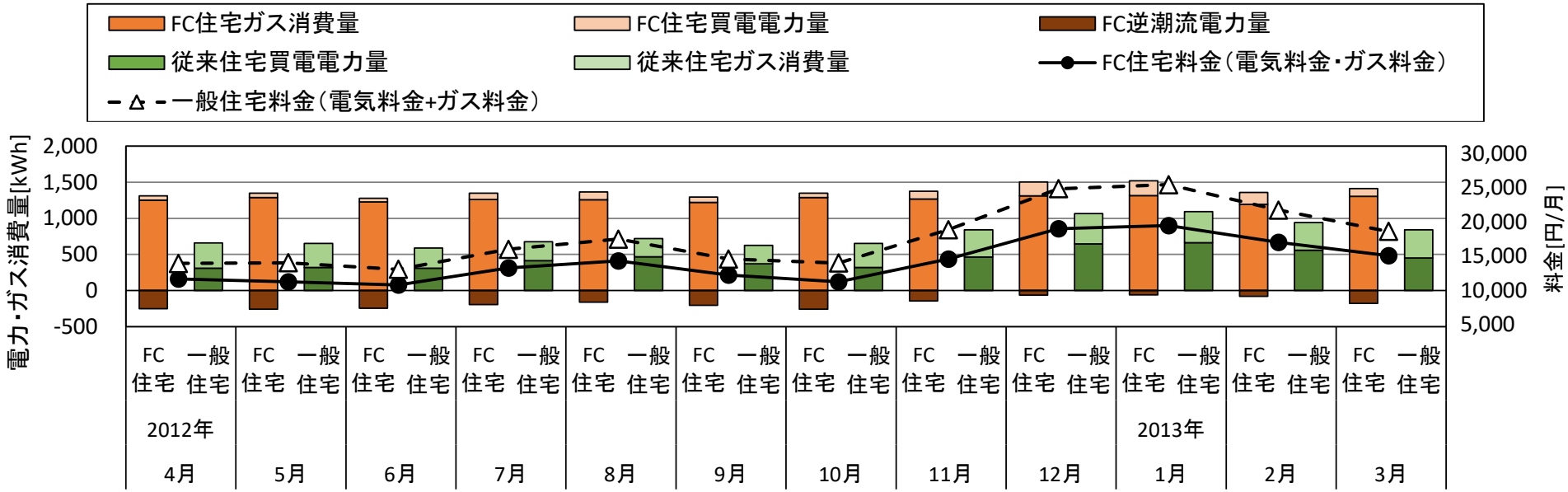


（１）東京都

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）
（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)）

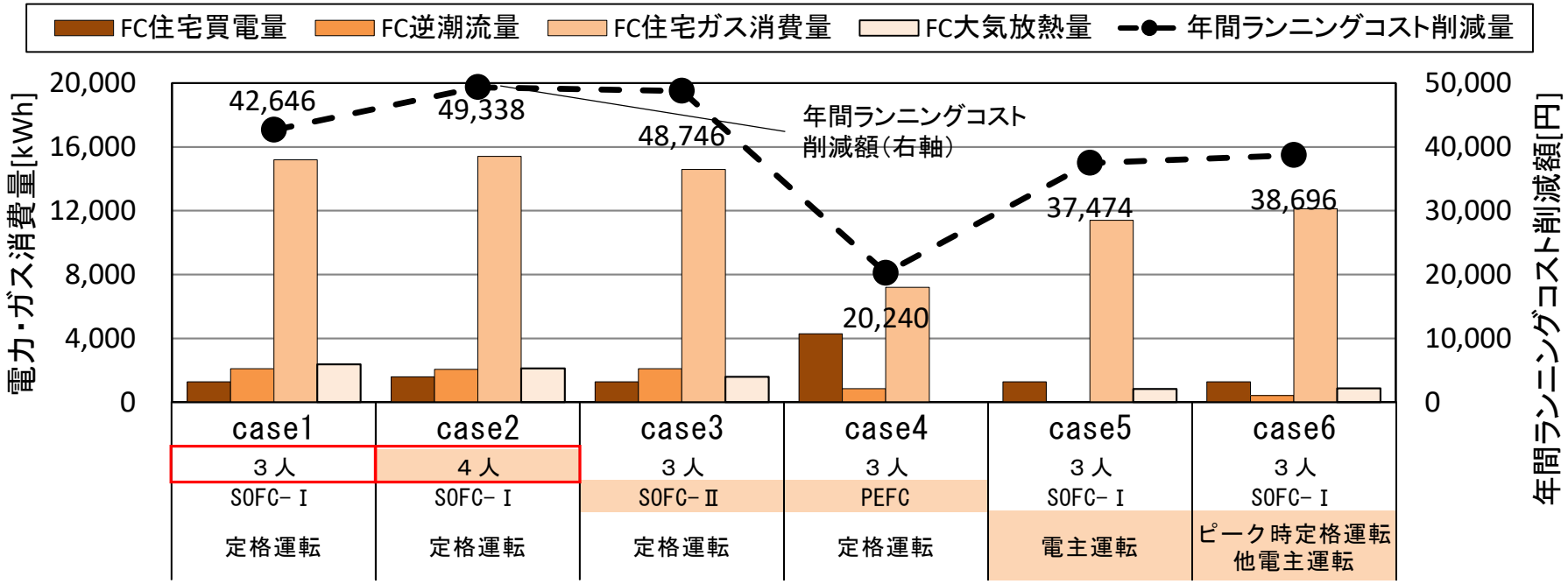
FC住宅では燃料電池の発電により買電電力量が少なくなる為、一般住宅で買電電力量が多い、冬季(11～３月)、夏季(６～９月)、中間期(４、５、10月)の順にランニングコスト削減額が多い。

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。



（１）東京都

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）
（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)）

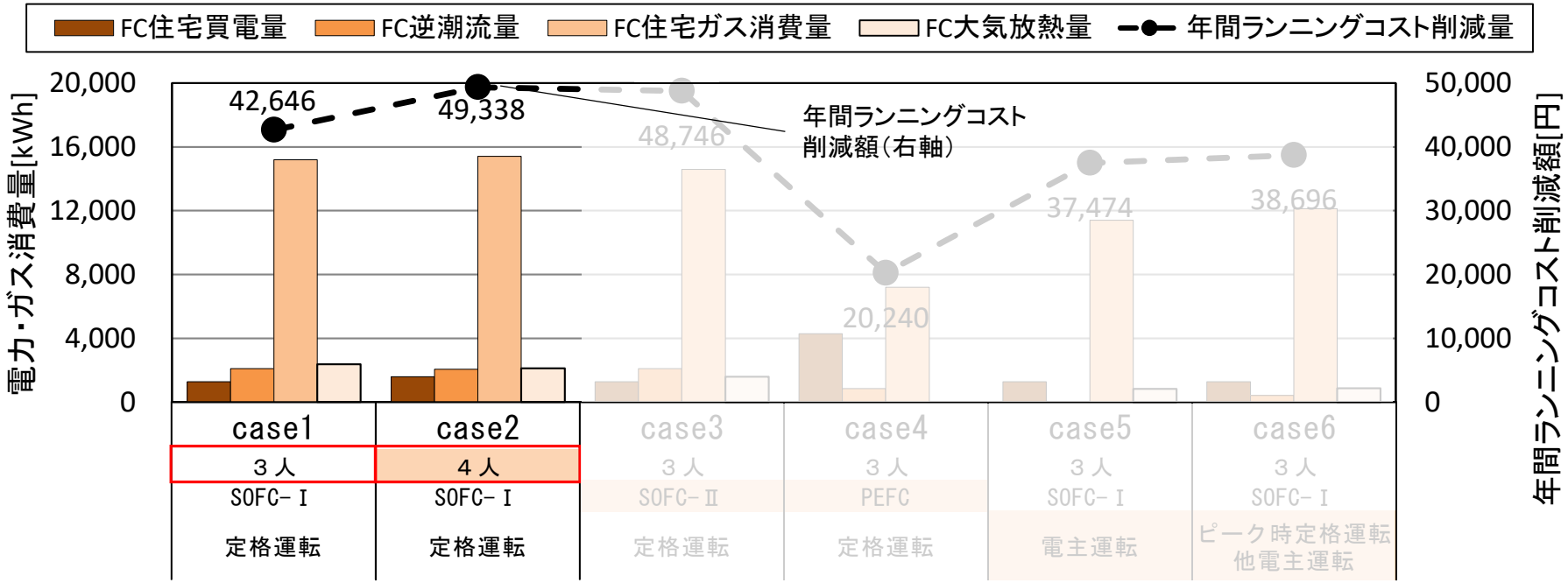


（１）戸建住宅

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

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。

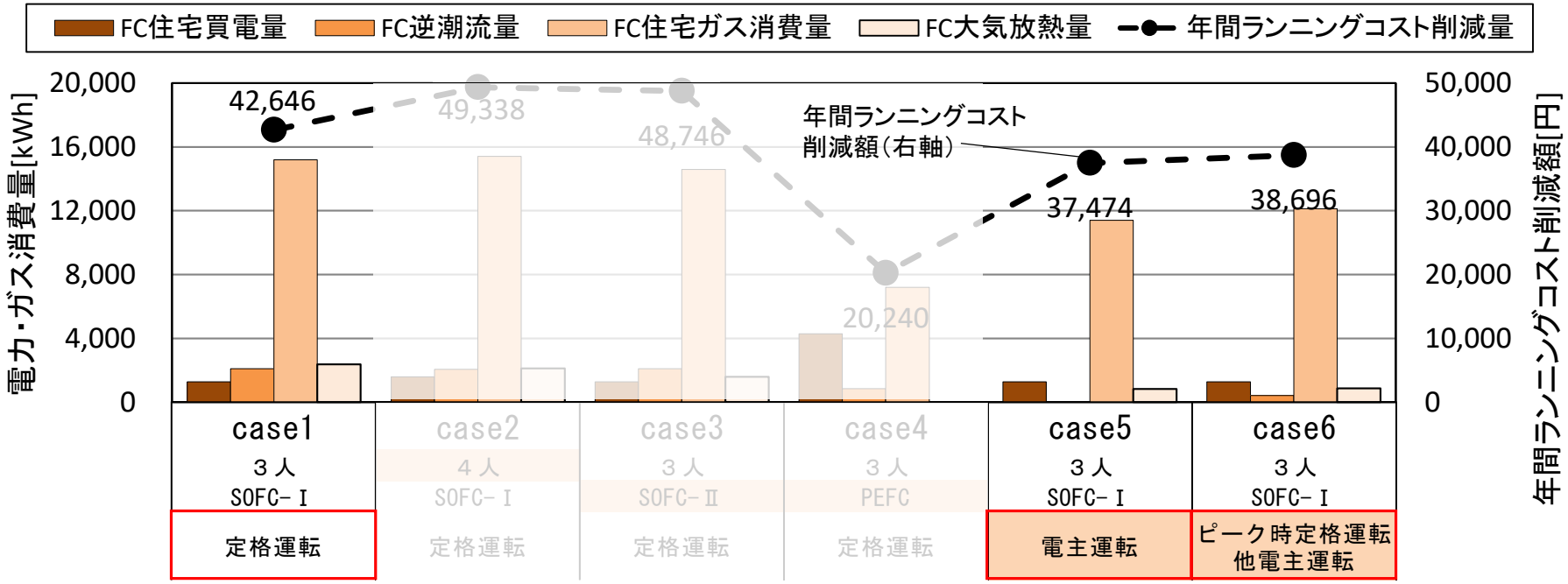
今回の解析caseではcase2が最も年間ランニングコスト削減額が多く、年間で約５万円削減される。



（１）戸建住宅

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

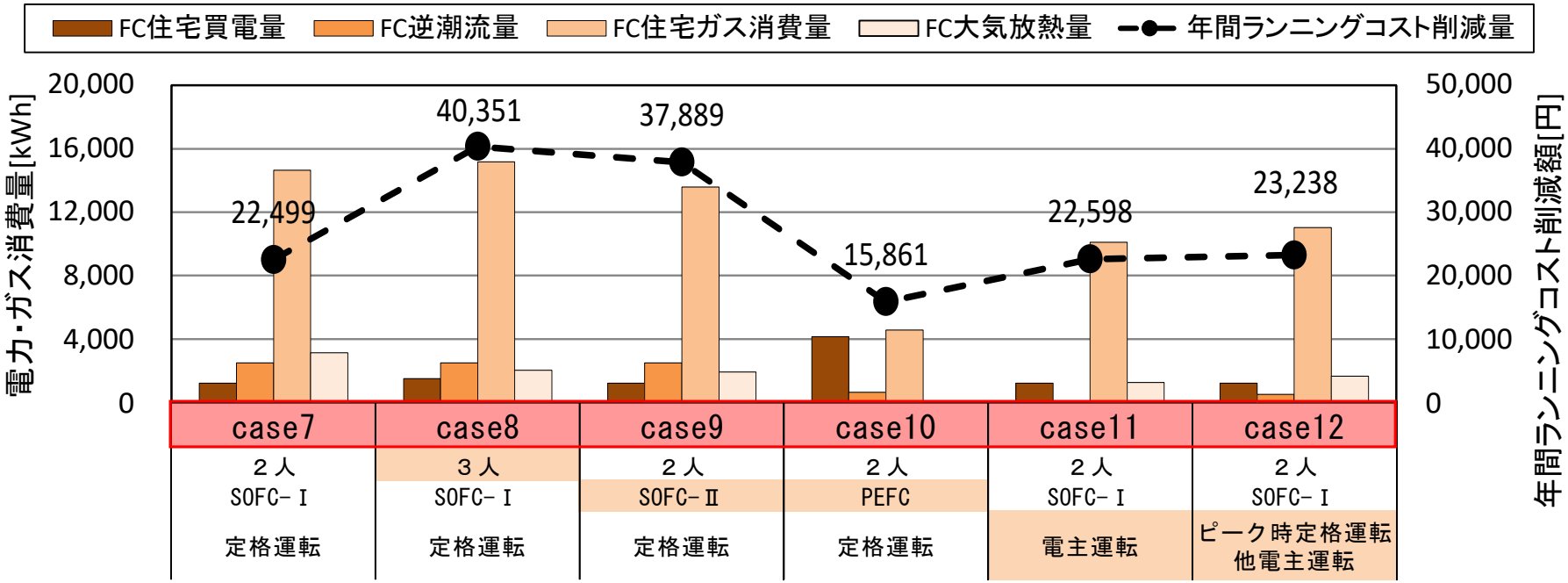
家庭用FCCGSの運転条件の違い(case1, 5, 6)で比較すると、case1では逆潮流電力量が比較的多いため、年間ランニングコスト削減額が３caseの中で最も多くなる。



（１）戸建住宅

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

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%に)減少する。



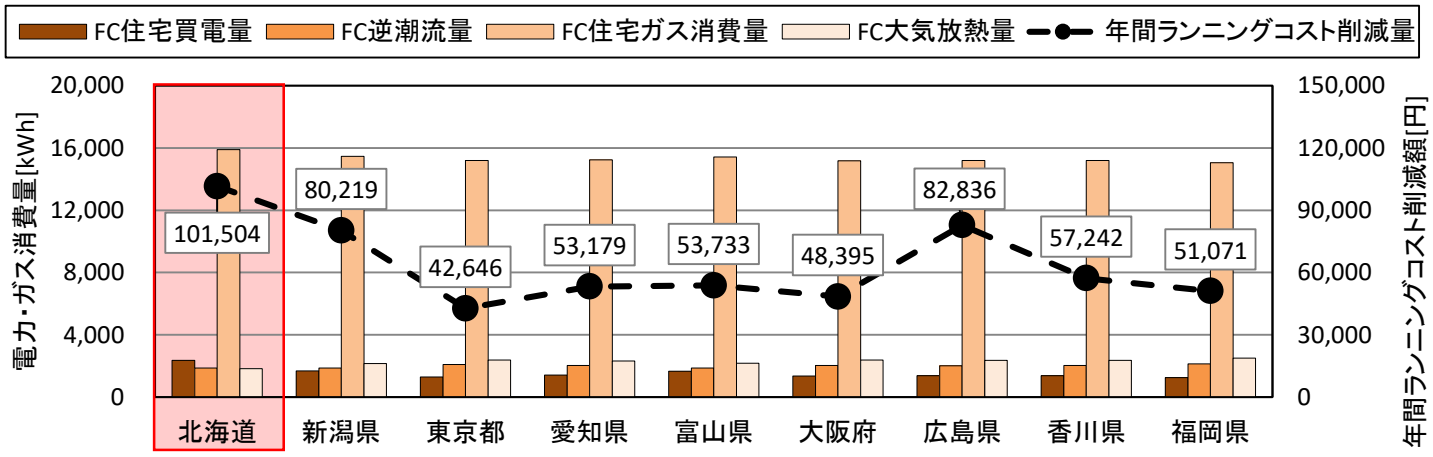
（２）集合住宅

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

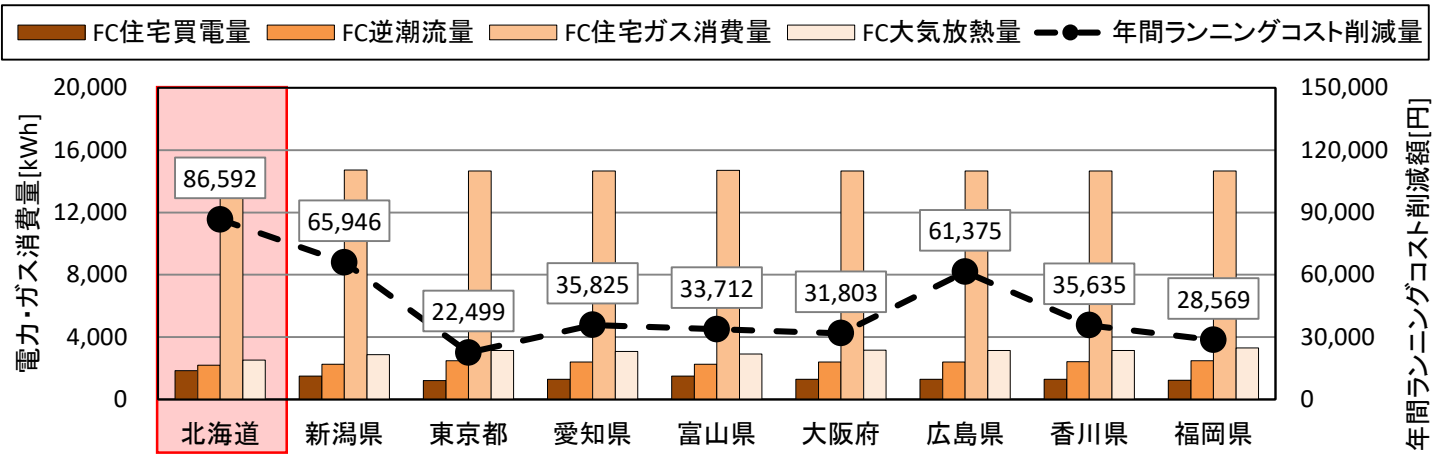
東京都では現状の料金設定(caseA)の場合、減価償却するためにはSOFC-Ⅰ・Ⅱでは約35～40年、PEFCでは約60年かかる。caseBでは約13～18年、caseCでは約11～21年、caseDでは約７～11年で減価償却が可能となる。耐久年数(10年)までに減価償却(caseE)するためにはSOFC-Ⅰを約70万円、SOFC-Ⅱを約77万円、PEFCを約48万円とする必要がある。

表８　東京都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)
イニシャルコスト	SOFC-Ⅰ	195.0万円	195.0万円	80.0万円	60.0万円	70.6万円
	SOFC-Ⅱ	195.0万円	195.0万円	80.0万円	60.0万円	76.7万円
	PEFC	145.0万円	145.0万円	70.0万円	50.0万円	48.2万円
	高効率ガス給湯器	28.0万円				
年間ランニングコスト削減額	SOFC-Ⅰ	4.3万円	12.7万円	4.3万円	4.3万円	4.3万円
	SOFC-Ⅱ	4.9万円	12.8万円	4.9万円	4.9万円	4.9万円
	PEFC	2.0万円	6.7万円	2.0万円	2.0万円	2.0万円
減価償却までの年数	SOFC-Ⅰ	39.2年	13.1年	12.2年	7.5年	10.0年
	SOFC-Ⅱ	34.3年	13.0年	10.7年	6.6年	10.0年
	PEFC	57.8年	17.5年	20.8年	10.9年	10.0年



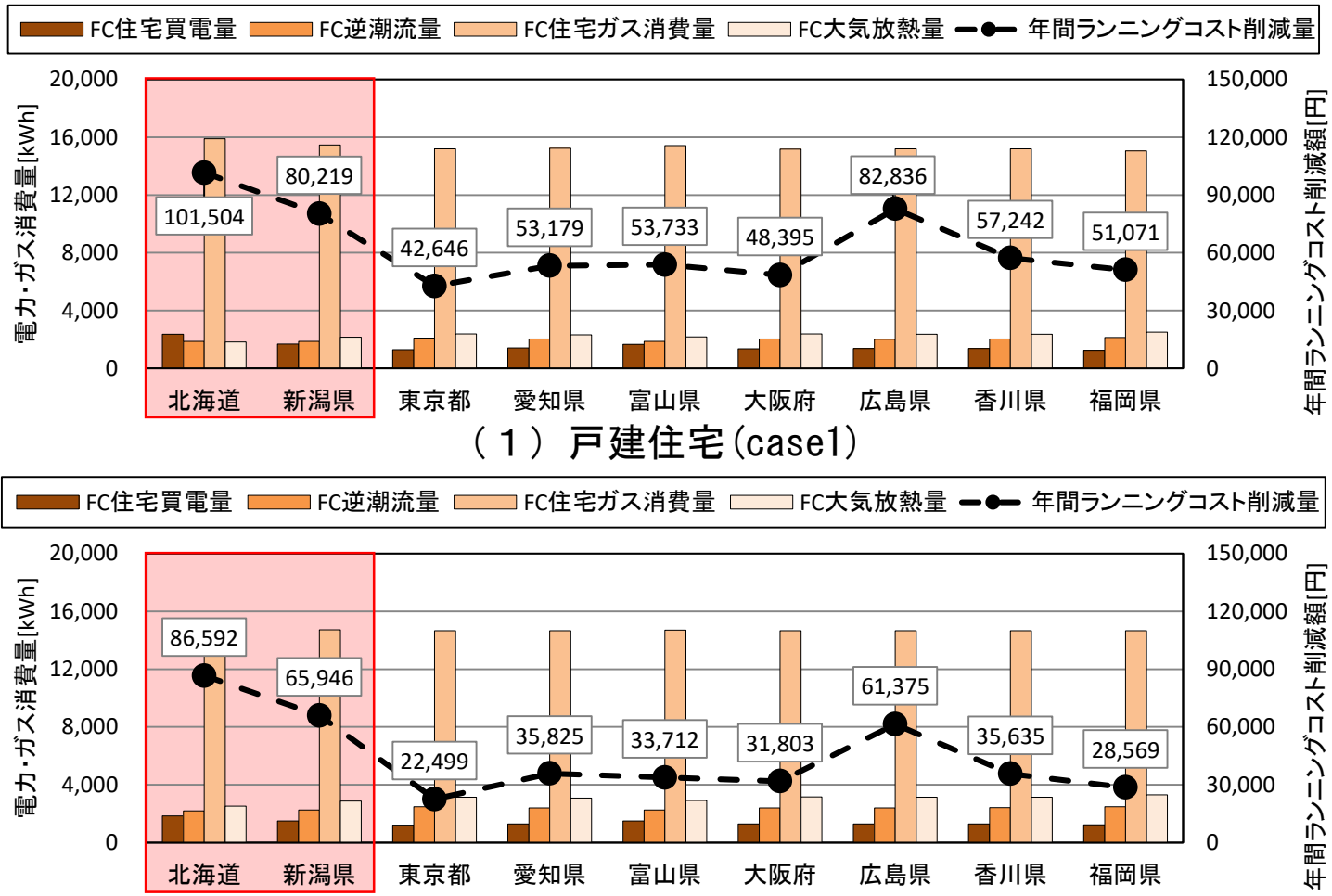
（１）戸建住宅(case1)



（２）集合住宅(case7)

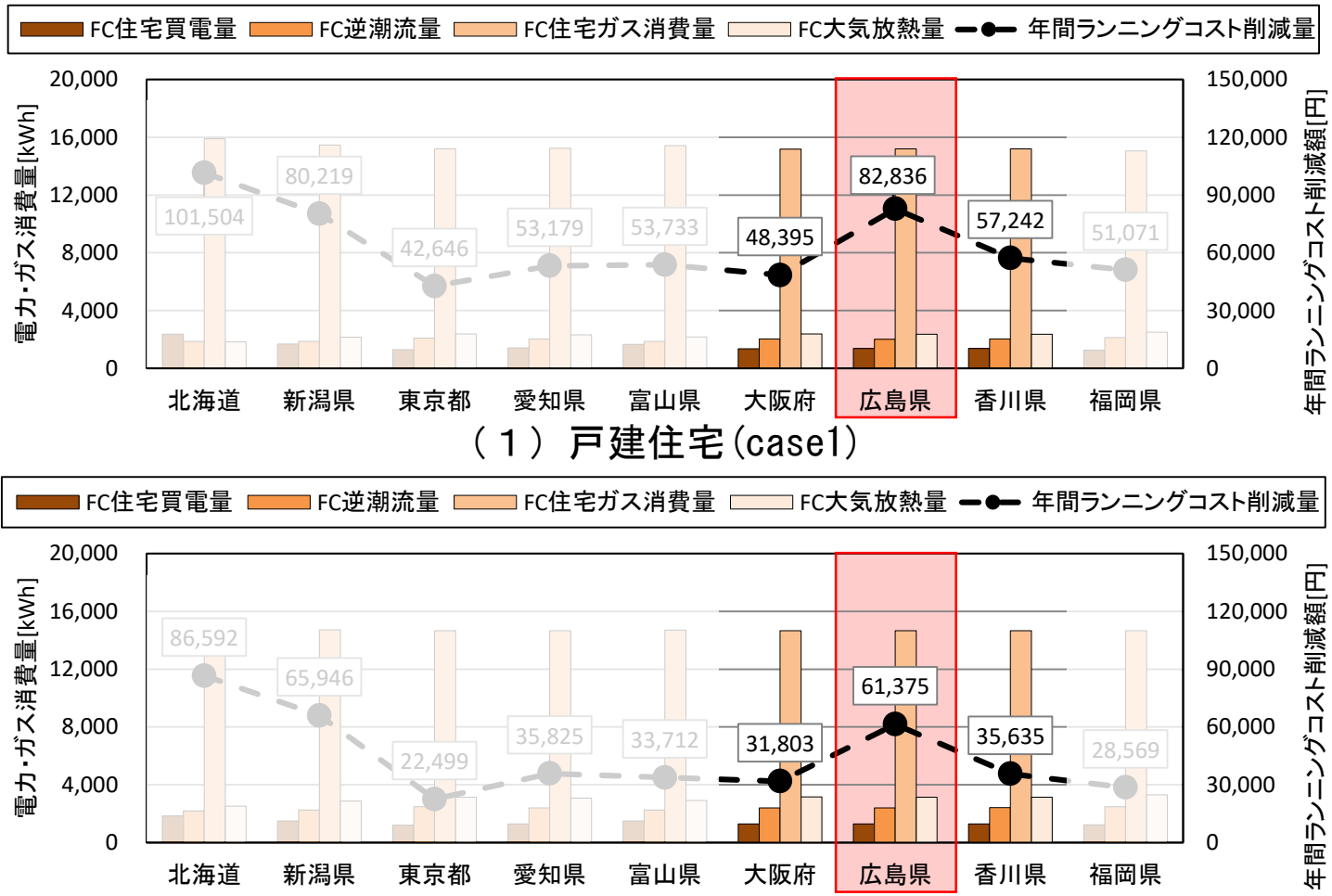
最も年間ランニングコストの削減額が多い県は、北海道であり、戸建住宅で約10万円、集合住宅では約９万円削減される。

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)）



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。

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)）



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。

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)）

家庭用燃料電池のライフサイクルコストに関する研究

1 研究目的
2 研究概要
3 ランニングコストの算出
4 家庭用FCCGSの種類と性能
5 解析case
6 解析結果
7 まとめ

■case1における年間の解析結果
①FC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。

■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。

■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。

■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。