

世帯としてはエネルギー需要特性を考慮し、2人世帯；夫妻（非高齢，高齢），4人世帯；夫妻+子2人，夫妻+子1人+高齢女性，妻の属性；在宅，勤務を想定した。また，水素エネルギー利用システムは当初，大都市圏で構築される可能性が高いと考えられることから，首都圏，大都市圏の集合住宅居住者に関する統計資料をもとに基本的な構成比率を仮定した。モンテカルロ法による給湯需要，電力需要の推計例を図14，図15に示す。

この手法により、住宅におけるエネルギー需要を固定的に捉えるのではなく、中長期的な入居者の入れ替わりや需要の変化に対する種々のエネルギーシステムの特徴を把握することが可能となった。

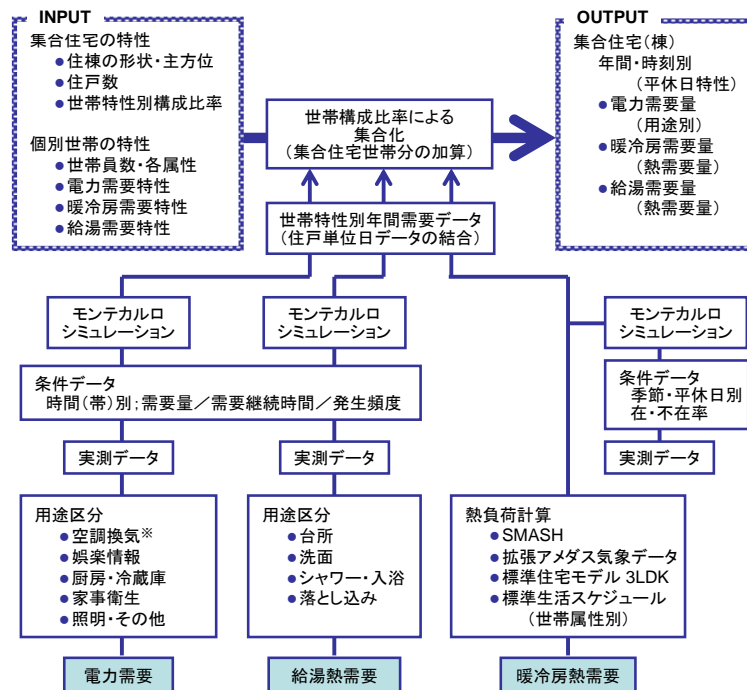


図12 集合住宅住棟のエネルギー需要の推計手法概要

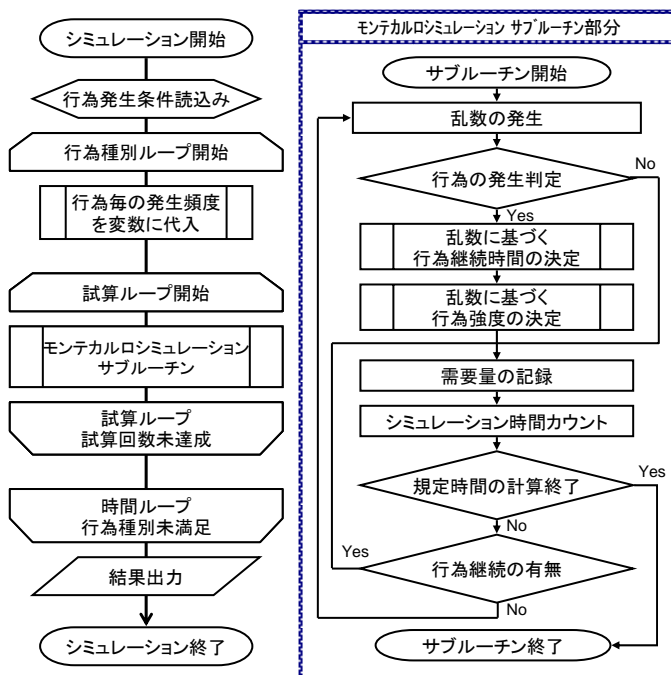


図13 モンテカルロシミュレーションのフロー

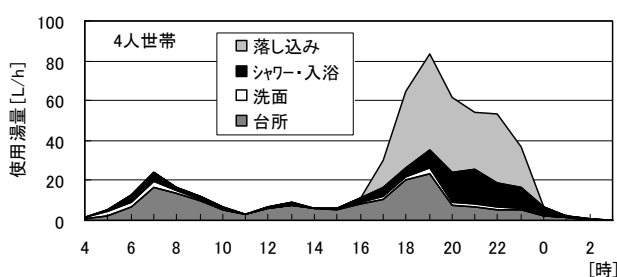


図14 給湯需要に関するシミュレーション結果
(4人世帯, 冬期平日, 40℃換算量)

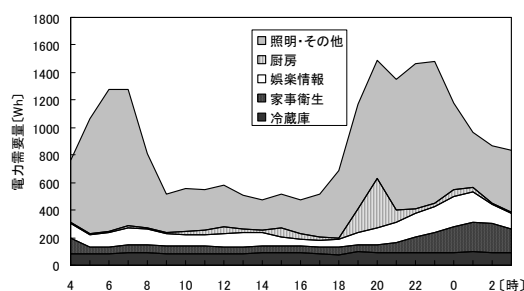


図15 電力需要に関するシミュレーション結果
(4人世帯, 冬期平日)

(2) 各種業務建築におけるエネルギー需要想定手法

熱需要が比較的に多い宿泊施設と医療施設に加えて、構成比率の多い事務所施設及び商業施設を対象としてエネルギー需要データを収集し、新たな原単位を定めた。

収集したデータは、表1に示すような各用途の施設において、BEMS(Building Energy Management System)に記録された毎時データである。

データの整理方法に関しては、ビルによってデータ形式に差異はあるが、原則として実測データを床面積で除したうえで平均化し、月別・曜日別日変動比、最大需要量、年間需要量、年間毎時需要量などを算出してデータベースとした。また、既往のエネルギー需要原単位データ*を整理し、今回の収集データによる値との比較を行なった。データベースの代表的数値を図16に示す。

このデータベースにおいて、最大需要量は設備容量を決定するためのデータとして、毎時需要量は年間のエネルギー需要量または需要量の日変動・季節変動を確認するためのデータとして有用である。また、ユーザーの希望に応じて、収集データの値あるいは既往データによる値を選択して使用することができる。

*①『住宅のコージェネレーションシステム計画ガイド』(財)住宅・建築省エネルギー機構 ②『CGS設計法に関する研究』(社)空気調和・衛生工学会 ③『コージェネレーションシステム設計・計画と評価』(社)空気調和・衛生工学会

表1 各種業務建築におけるエネルギー需要に関する収集データ

ビル名	エネルギー種類	用途内訳	期間 データの形式	項目	備考
Aビル (10,600㎡)	電力	宿泊	2005年4月 ~2006年3月	・電灯コンセント系統 ・一般動力系統	・一般動力はデータの変動が大きい。 ・各月一週間分のみ
(17,400㎡)		商業 (物販)	"	"	"
(2,800㎡)		商業 (食品スーパー)	"	"	"
Bビル (14,000㎡)	電力	業務	2005年4月 ~2006年3月	・電灯コンセント系統 ・一般動力系統	・10/31データ欠落(10月の平日平均で補完)
Cビル (27,400㎡)	電力	医療	2005年1月 ~2005年12月	・電灯コンセント系統 ・一般動力系統	・一般動力はデータの変動が大きい。 ・NAS電池蓄熱(+0.7)
Dビル (82,140㎡)	給湯	宿泊	2005年1月 ~2005年12月	・客室・宴会場フロア(18240㎡) ・客室フロア(15200㎡) ・客室・会議室・フィットネスフロア(15960㎡) ・フロント・テナント・管理フロア(32740㎡)	・貯湯槽補給水量から、給湯エネルギー量を計算

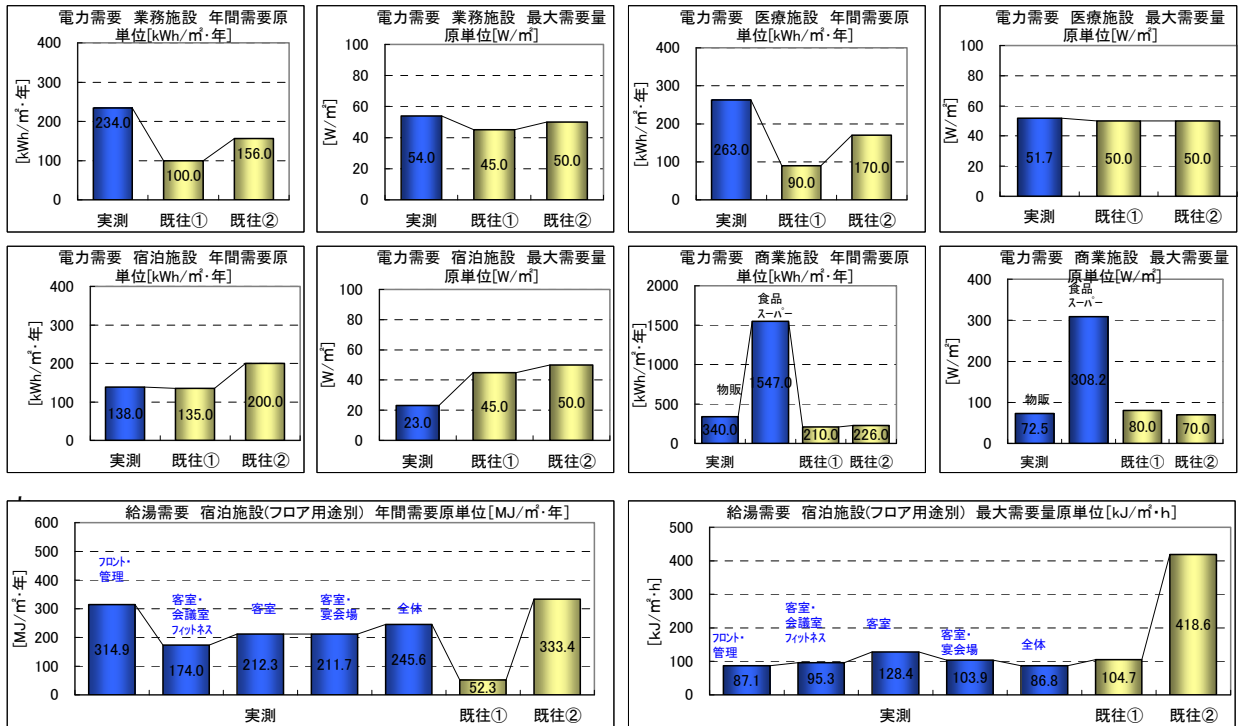


図 1 6 業務建築に関するエネルギー需要原単位

3-3. 代表的地域エネルギーシステムの評価事例

地域的なエネルギー供給システムといっても、対象とする地域は様々であり得る。あまりに低密度広範囲な地域を対象とするよりは、今後において地域水素エネルギー利用システムが初期に適用される可能性の高い大都市圏の地域を想定した検討が望ましい。それであっても、地区属性分類としては表 2 に示す「ニュータウン開発地区」、「新都心開発地区」、「都心再開発地区」、「駅前再開発地区」の 4 分類があり得ると考えられたが、本研究ではまず「ニュータウン開発地区」を前提に評価を進めることとした。既往の地域エネルギーシステムの適用地域に関する情報を分析して、地域（業務・商業・病院・公共施設[延床面積 29 万平米]及び集合住宅[任意に想定]から構成される地域[地区面積約 14 万平米]）を想定した。ただし、建物用途構成及びエネルギー消費構造は比較的自由に想定可能であり、ここでは、表 2 に示した「ニュータウン開発地区」の現状建物用途と延床面積より推定される熱電比（=年間冷温熱需要量÷年間電力需要量）がおよそ 1.3 となることをベースとして、合計建物延床面積が同じとなるように、建物用途と規模を変えることにより、熱電比が大（2.0）、中（1.3）、小（0.8）の 3 つの評価モデルの条件を表 3 のように設定した。これは、建物の用途と規模が変わると、同じ延床面積でも地区全体の熱需要量と電力需要量が変わり、電力と熱を供給するコージェネレーションシステムの適用効果に影響を与えることが予想されるためである。

図 1 7 に既存エネルギーシステムを対象とした評価結果の一例を示す。この評価例は、都市ガス方式による地域エネルギー供給システムを前提として、従来型のガスエンジン発電機によるコージェネレーションシステムを導入した場合の省エネルギー効果を試算したものである。導入する発電機容量を地区全体の最大需要電力との比率（自立電源比率）で 30%、50%、100%と増大させていくと、熱電比小（0.8）モデルでは熱需要量が少なくなるため、排熱利用率は低下し、省エネルギー効果が抑えられる傾向がみられる。

表2 地区属性の分類と規模・特徴

項目	ニュータウン 開発地区	新都心開発地区	都心再開発地区	駅前再開発地区
事業形態	地域熱供給	地域熱供給	地域熱供給	地点熱供給
地区面積	137,000 m ²	68,000 m ²	94,000 m ² (ABC街区) 13,000 m ² (H街区)	5,700 m ²
建物延床面積	278,000 m ²	256,000 m ²	709,000 m ² (ABC街区) 760戸 (H街区)	ビル: 33,000 m ² 住宅: 95戸 (11,800 m ²)
容積率*	203%	376%	754% (ABC街区)	786%
建物用途	業務・商業・病院・ 公共施設	業務・商業・ホテル・ 公共施設	複合施設 (業務・商 業・文化・ホテル・ 放送) + 集合住宅	業務・商業 + 集合住宅
特徴	・低層低密度地区 ・中規模	・中層中密度地区 ・中規模	・超高層高密度地区 ・大規模	・高層高密度地区 ・小規模
モデル地区名称	港北ニュータウン センター地区	立川曙町地区	汐留地区	川崎東田地区
備考	*1 容積率 = 延床面積 ÷ 地区面積 出典: 「熱供給事業便覧 平成17年版」 各熱供給事業者パンフレット 「SIODOME S10-SITE」ホームページ (施設紹介)			

表3 熱電比モデルと建物用途・
規模の推定条件

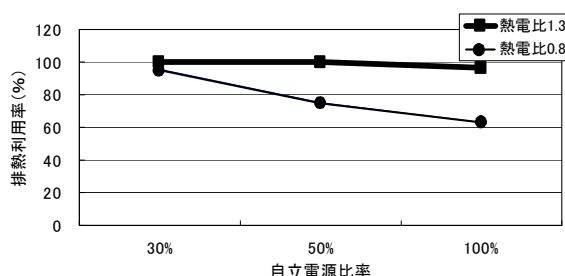
用途	熱電比大 (2.0) モデル	熱電比中 (1.3) モデル	熱電比小 (0.8) モデル
業務延床面積 (m ²)	99,000	73,000	45,000
宿泊延床面積 (m ²)	58,000	10,000	0
商業延床面積 (m ²)	0	122,000	245,000
病院延床面積 (m ²)	53,000	53,000	0
集合住宅延床面積 (m ²)	80,000	32,000	0
合計延床面積 (m ²)	290,000	290,000	290,000

試算における地域エネルギーシステム計画条件一覧

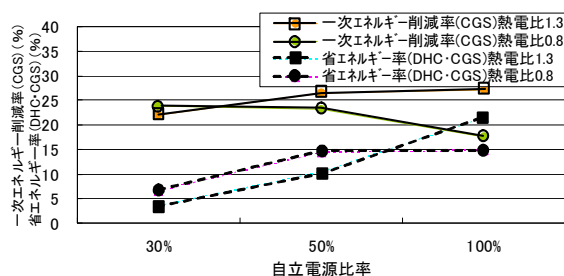
地区条件		熱電比1.3	熱電比0.8
延床面積		29万m ²	29万m ²
建物用途		業務・宿泊・商業 病院・集合住宅	業務・商業
最大需要 (建物側)	電力	17,355kW	22,075kW
	冷熱	110GJ/h	138GJ/h
	温熱	119GJ/h	84GJ/h
年間需要 (建物側)	電力	41,620MWh/年	56,850MWh/年
	冷熱	93,395GJ/年	135,050GJ/年
	温熱	99,760GJ/年	29,640GJ/年
自立電源比率(レベル)		30% 50% 100%	30% 50% 100%

- 注)
 ● 熱電比 = 年間冷温熱需要量 ÷ (年間電力需要量 × 3.6GJ/MWh)
 ● 自立電源比率 = (発電機容量 ÷ 地区最大需要電力) × 100

図17 想定地域条件(左表)に既存の地域エネルギーシステムを適用した場合の評価結果の例



- 自立電源比率 = (発電機容量 ÷ 地区最大需要電力) × 100
 ● 排熱利用率 = (排熱有効回収量 ÷ 排熱回収量) × 100



- 一次エネルギー削減率(CGS) = コージェネ単独の省エネルギー率
(= 一次エネルギー削減率)
 ● 省エネルギー率(DHC・CGS) = 地域熱供給とコージェネ全体の省エネルギー率

3-4. 地域水素エネルギーシステムの特徴と課題・展望

地域エネルギーシステムはまさにインフラストラクチャーそのものであり、短期的というよりは中長期的視点から日本社会全体でそのあり方を合理的に考えていく必要がある。一方、民生用エネルギーの消費構造は、単体建物あるいは家庭単位のエネルギー需要及び需要設備機器の特性の集積した結果であって、建物単体レベルでの様態に大きく影響されるものであり、地域エネルギーシステムのあり方もそうした単体レベルでの知見に左右される側面がある。

建築省エネルギー技術の専門の立場から見れば、建物単体のための省エネルギー性能評価及び設計手法についても盛んに実態把握を伴った研究開発が取り組まれているところであり、そこに地域エネルギーシステムレベルでの省エネルギー研究開発を重ねることが決して容易でないことは論を待たない。しかしながら、構成要素に関する特性が得られるのを待って検討を始めるのでは遅いわけであって、不確定な特性については前提条件を明確にした上で、地域エネルギーシステムとしての特徴を評価することは極めて有意義なことであり、社会的ニーズも大きなものであ

ると言える。

本研究においては、3-1に示した評価手法を活用して、地域水素エネルギー利用システムとともに、従来の分散型システムを含む種々のエネルギーシステムの評価を行って、如何なる構成を有する地域水素エネルギー利用システムが有望であるのか、システムを構成する要素技術に関する如何なる性能向上がシステム性能の向上に必要であるのか、今後より詳細な評価を可能とするためには如何なる研究が必要とされているのか（例えば、未利用水素の量的把握、配管類の最短計画手法、建物用途変更等需要側の変化への適応を可能とする技術、等）の諸点に関して最終的に検討結果をとりまとめた。

燃料電池は、その総合効率の優位性のため、個別建物又は少数建物群への適用は、その耐久性、価格競争力、発電効率が向上するとともに普及が進むであろう。ただし、余剰電力の活用を行うためには電力品質安定性の向上と社会的コンセンサスを取得するための取り組みが不可欠である。その際には、建設コストの観点から、建物へのエネルギー供給媒体を絞ることも議論せねばならない。また、省エネルギーは燃料電池導入のみではなく、そもそもの負荷（暖冷房負荷、照明負荷、給湯負荷、動力負荷、家電やOA機器等）の削減こそまず取り組まなければならない。よく言われるように、エネルギー多消費条件で高効率となるような需給システムでは本末転倒である。

地域スケールでの水素エネルギーシステムについては、その普及に当たってはまず先行して燃料電池の普及による技術の確立が何よりも必要であるとともに、この点に関しても建物の負荷レベルでの省エネルギー技術の徹底した確立が重要と思われる。我が国のように高密度居住の国では太陽電池や風車の立地には制約が存在し、化石燃料に由来しない水素供給量は豊富ではなく、エネルギー媒体を水素に切り替える際に課題となる恐れがあるからである。その段階が何年先に到来するか正確な予測は容易ではないが、そのときの社会では、エネルギー媒体間の競争や、エネルギービジネスとしての動機付けについても新たな構造が必要であろうし、太陽光発電や風車の設置や保守についてもそうしたビジネスに組み込まれる必要性が生じているのではないかと思われ。

3-5. まとめ

本研究の3年間の成果を、3-1から3-4にまとめた。研究成果の中心となる、評価プログラム及びエネルギー需要想定手法については、公開して可能な限り多くの利用者が現れるように今後取り組みと工夫を重ねる必要がある。また、2030年、2050年といった将来を見据えたビジョンの策定や省エネルギー研究開発の集約的取り組みは、国内外において促進されるものと考えられることから、評価プログラムの評価ロジック及びパラメーターに係る更なる検証と信頼性向上が重要であるとともに、都市システムとして実現に向けた具体の計画立案や法規等制度上での支援策の検討も必要と考えられる。いずれにしても、個々の要素技術開発成果をシステムとしてくみ上げ、その省エネルギー、低CO₂排出性能に関する評価を行ないつつより実現に近い解を見出す検討作業が求められていると言える。