

6-2 建築空間評価システムに関する研究

佐藤 仁美 ((財)科学技術交流財団)

1. 研究の目的と概要

本研究は、都市論WGで提案している循環型環境都市におけるコンセプトタウンのエネルギー収支に関して定量的分析を行うことを目的としている。

具体的には、以下の3つを行った。①都市論WGにて提案している笹島地区における省エネルギー性、環境性の評価、②中部国際空港前島地区におけるエネルギーシステムの提案と評価、③GISデータを用いた省エネルギーシステム導入に関するポテンシャル分析を行った。

2. フェーズIIの成果

2-1. 笹島地区及び中部新国際空港前島地区における省エネルギー性、環境性の評価

2-1-1. 建物用途別のエネルギー負荷原単位と廃棄物排出原単位の収集

建物用途別エネルギー負荷原単位は様々な文献があり、文献によって数値が異なるが、建物用途の種類が多く、 m^2 あたりのデータで統一されていることから、「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」((社)空気調和・衛生工学会)を用いることとする。

廃棄物排出原単位に関しては、学会及び自治体より公表されているが、各建物用途のゴミの種類別データは限られていた。そのため、住宅/事務所/商業施設の3つの用途のゴミ種類別データを、本年度は用いることとした。廃棄物排出原単位のうち住宅/事務所に関しては、住宅からの総廃棄物量を $530g/人 \cdot 日$ 、事務所は $56g/m^2 \cdot 日$ とし、事例により算出したゴミ組成により原単位を作成した。商業系に関しては、いくつかの商業施設の事例から原単位を算出したものを用いた。

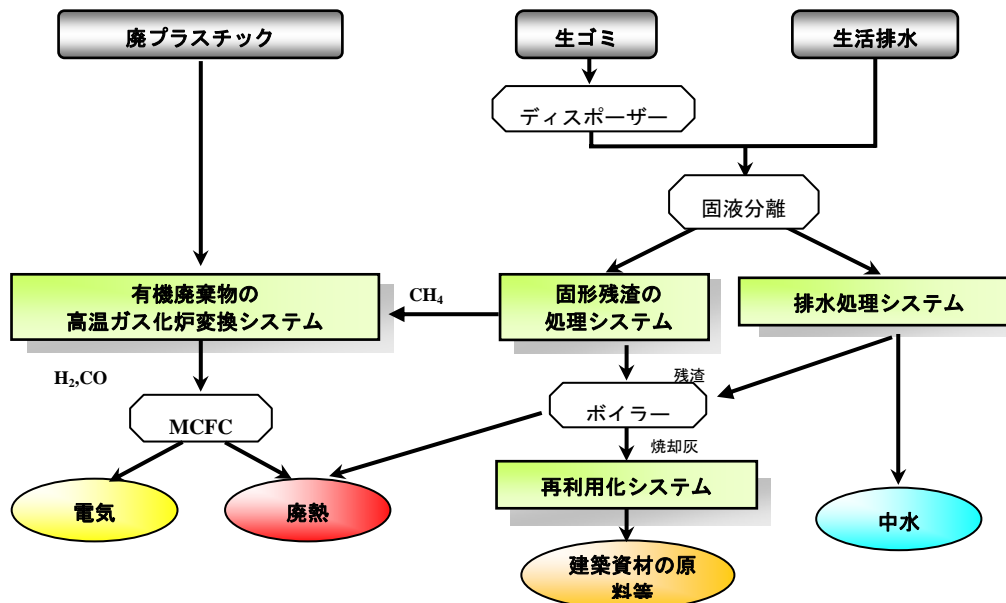


図1 都市廃棄物の資源化・再資源化技術の研究開発グループのシステム

表1 システムについての原単位調査結果

| | 投入物 | 投入量 | 産出物 | 産出量 |
|----------------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------------|
| 高温ガス化変換システム +MCFC | PP, PE | 20kg/h | H ₂ +CO | |
| | 電力 | 18MJ/h | 発電量 | 216MJ/h |
| | | | 排熱量 | 105MJ/h |
| | PET | 20kg | H ₂ +CO | |
| | 電力 | 18MJ/h | 発電量 | 72MJ/h |
| | | | 排熱量 | 33.5MJ/h |
| 固形残渣の処理システム | 生ゴミ | 250g/人・日 | メタン | 13.7Nm ³ /人・日 |
| | ディスポーザー排水 | 5L/人・日 | | |
| | 生活排水 | 200L/人・日 | | |
| | 電力 | 15Wh/人・日 | | |
| | 熱 | 137kJ/人・日 | | |

表2 建物用途と延床面積(笹島地区)

| 区分 | 用途 | 延床面積(m ²) |
|-----|-------|-----------------------|
| 事業系 | 事務所 | 221,000 |
| 商業系 | ホテル | 145,000 |
| | レストラン | 4,000 |
| | 店舗 | 52,000 |
| 住宅系 | 住宅 | 35,000 |
| 合計 | | 457,000 |

表3 年間の廃棄物量(笹島地区)

| | | t/年 |
|-----|---------|-------|
| 事業系 | 生ゴミ | 723 |
| | 廃プラスチック | 271 |
| 商業系 | 生ゴミ | 1,800 |
| | 廃プラスチック | 128 |
| | ペットボトル | 86 |
| 住宅系 | 生ゴミ | 112 |
| | 廃プラスチック | 24 |

表4 建物用途と延床面積(前島地区)

| 区分 | 用途 | 延床面積(m ²) |
|-----|-------|-----------------------|
| 事業系 | 事務所 | 160,000 |
| 商業系 | ホテル | 40,000 |
| | レストラン | 8,000 |
| | 店舗 | 48,000 |
| 住宅系 | 住宅 | 114,450 |
| 合計 | | 370,450 |

表5 年間の廃棄物量(前島地区)

| | | t/年 |
|-----|---------|-----|
| 事業系 | 生ゴミ | 523 |
| | 廃プラスチック | 196 |
| 商業系 | 生ゴミ | 856 |
| | 廃プラスチック | 102 |
| 住宅系 | 生ゴミ | 156 |
| | 廃プラスチック | 55 |

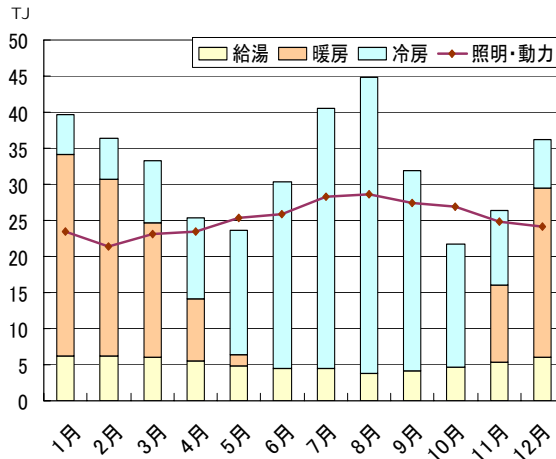


図2 月別負荷(笹島地区)

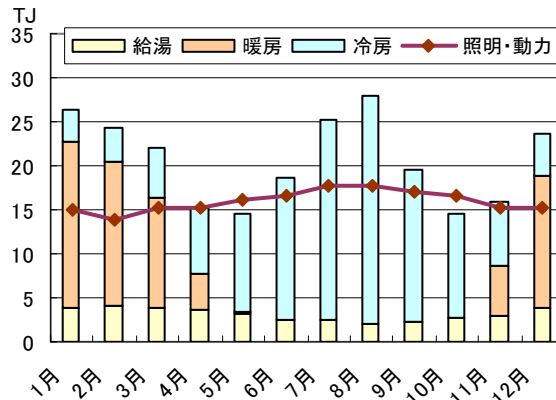


図3 月別負荷(前島地区)

2-1-2. 他のWGの研究技術に関するINPUTとOUTPUTの把握

第5WGにおいて、都市廃棄物の再資源化・再利用化技術の研究開発を行っている各WGの研究技術についてエネルギーとマテリアルの収支をアンケート調査した。その結果をベースに、その他必要なデータを調査回答者に対しての個別ヒヤリングを行うことで、図1に示すシステムについて原単位をまとめた。原単位を表1に示す。

2-1-3. 対象地区の特徴

笹島地区：下層部に商業施設、中層部に事務所ビル、高層部に住宅と用途混合の建物利用を提案している。また、東側と北西側が鉄道、南側が中川運河に囲まれた土地であり、露橋下水処理場が近隣にあるため、下水熱の未利用エネルギーを利用することが可能である。

中部新国際空港前島地区：駅周辺部と高速道路の出入口対象地区の北側にあることから、北側に業務・商業施設を集約させ比較的高密度な土地利用とし、南側に住宅を低密度に配置している。そこで、北側では地域冷暖房を行い、南側は戸別システムとしている。

2-1-4. 対象地区におけるエネルギー負荷と廃棄物排出量

笹島地区と中部新国際空港前島地区ともに、提案した循環型環境都市像から想定される建物用途と延床面積を用いて、月別の負荷原単位が既知の事務所(OA型)、ホテル、飲食店、店舗、住宅の5種類の建物用途ごとの延床面積(笹島：表2、前島：表4)を想定し、月別総負荷を算出した(笹島：図2、前島：図3)。廃棄物排出量に関しては、事業系、商業系、住宅系の原単位(kg/人・日)から月別の排出量を求めた。生ゴミと廃プラスチックの年間の排出量を笹島地区については表3、前島地区については表5に示す。

2-1-5. エネルギー供給方法の設定

笹島地区に関しては、以下の6ケースのエネルギー供給システムについて検討を行った。

case1：従来型エネルギー供給システムの場合(図4)

case2：従来型の地域冷暖房(DHC)システム(図5)

case3：コージェネレーションシステム(CGS)を導入したDHCシステム(図6)

case4：MCFCを用いたCGS型DHCシステム(図7)

case5：地域結集型共同研究事業で研究されている技術を用いた場合のDHCシステム(case4のシステム中のMCFCの燃料に都市ガスの他に廃棄物から取り出した水素やメタン等を用いた場合)

case6：case5+下水熱の未利用エネルギー利用

機器の効率等は図4-7に示すとおりである。

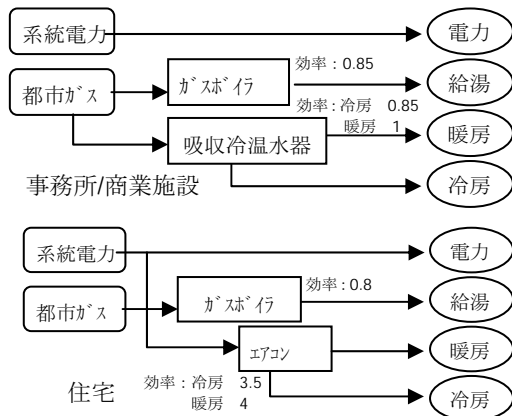


図4 従来型システム(case1)

図5 従来型地域冷暖房システム(case2)

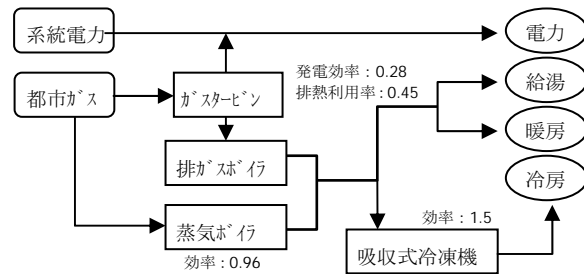


図6 CGSを導入した地域冷暖房システム(case3)

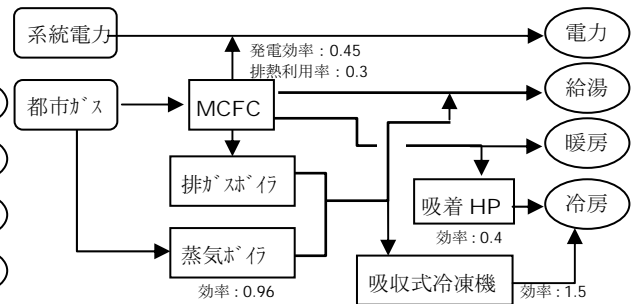


図7 MCFCを用いたCGS地域冷暖房システム(case4)

中部新国際空港前島地区では、case2-case5 では、3-3-1 で述べたように、北側の高密度地区においては DHC システム、南側の住宅地区では従来型システムでエネルギー供給を行う。また、前島地区には下水処理場が近くにないため case6 の検討は行わず、case5-2 として、住宅地区に家庭用燃料電池（固体高分子型）を設置した場合の検討を加えた。

両地区における case5 の場合のシステムイメージを図 8-図 9 に示す。

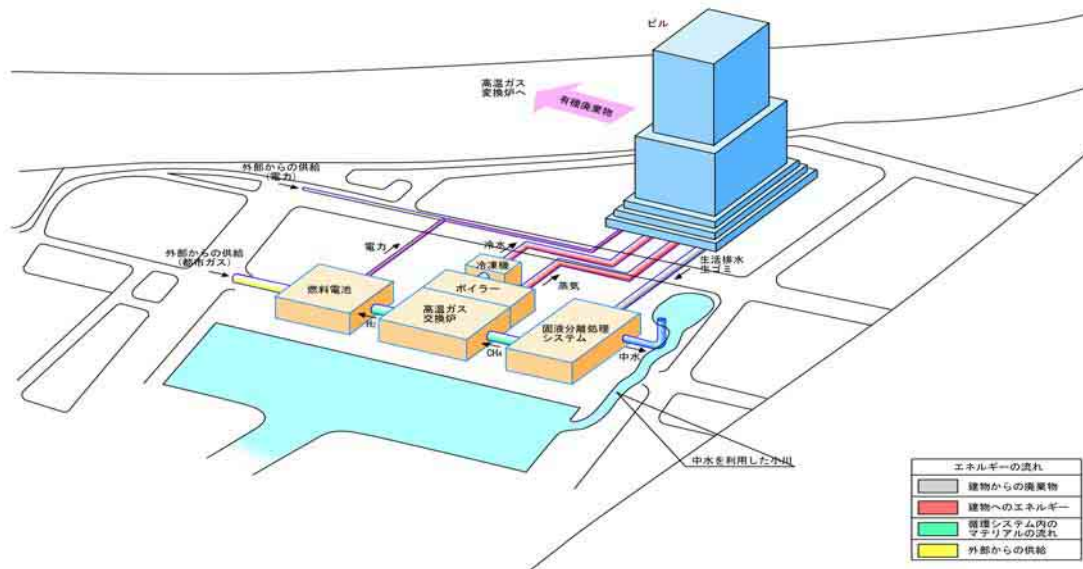


図 8 笹島地区におけるエネルギー供給システムイメージ図

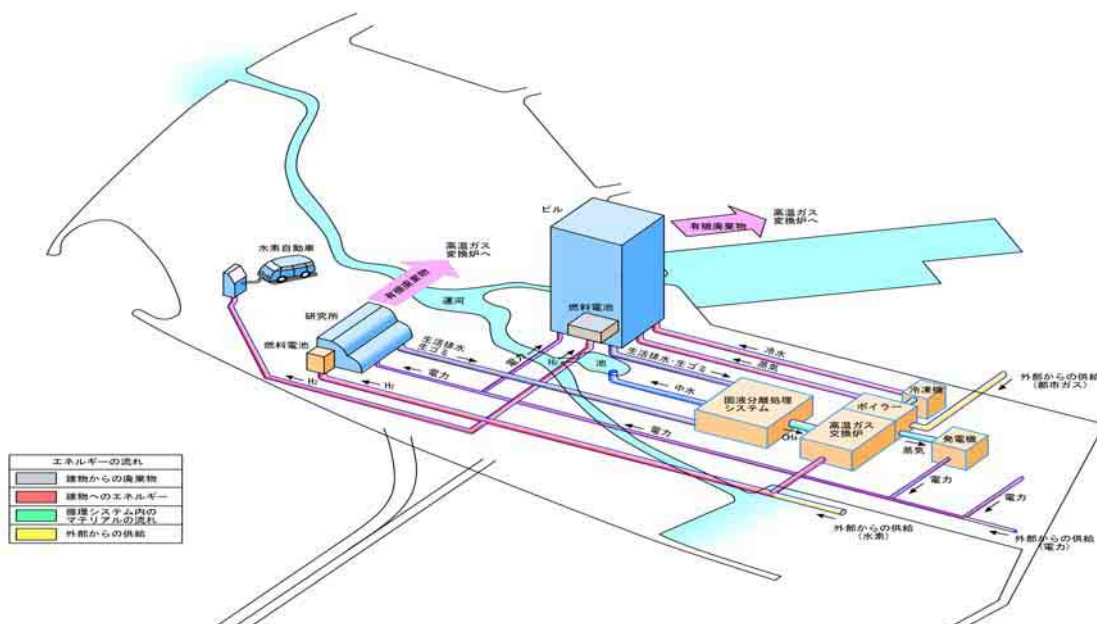


図 9 前島地区におけるエネルギー供給システムイメージ図

2-1-6. 笹島地区における1次エネルギー消費量とCO₂排出量の比較

図10に各ケースの1次エネルギー消費量とCO₂排出量を示す。case1と比較した場合の1次エネルギー消費量削減効果は、case6が31%と最も大きい。廃棄物を燃料として用いた場合の1次エネルギー消費量削減効果は0.5%、CO₂排出量は0.5%(case4とcase5の比較)、下水熱の未利用エネルギー利用による1次エネルギー消費量削減効果は0.2%、CO₂排出量は0.7%(case5とcase6の比較)であった。今回は、笹島地区からの排出物のみによるリサイクルエネルギー利用を検討したが、case5やcase6のシステムでは機器の有効利用の面からも周辺地域からの廃棄物も利用することで、削減効果を上げることができると思われる。

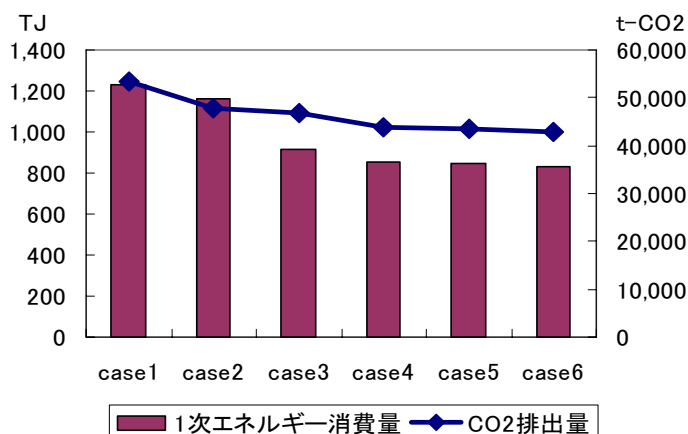


図10 笹島地区における検討結果

2-1-7. 中部国際空港前島地区における1次エネルギー消費量とCO₂排出量の比較

図11に各ケースの1次エネルギー消費量とCO₂排出量を示す。case1と比較した場合の1次エネルギー消費量削減効果は、case5-2が約30%と最も大きい。廃棄物を燃料として用いた場合の1次エネルギー消費量削減効果は0.65%(case4とcase5の比較)と若干ではあるが笹島地区よりも削減率が高くなっている。これは、住宅地区からの廃棄物も利用しているからだと考えられる。住宅地区において従来型システムを用いた場合と家庭用固体高分子型燃料電池を用いた場合(case5とcase5-2)を比較するとcase5-2のほうが、約10%の1次エネルギー削減効果があり、住宅においても、CGSを用いることによる環境負荷低減効果があることが分かった。

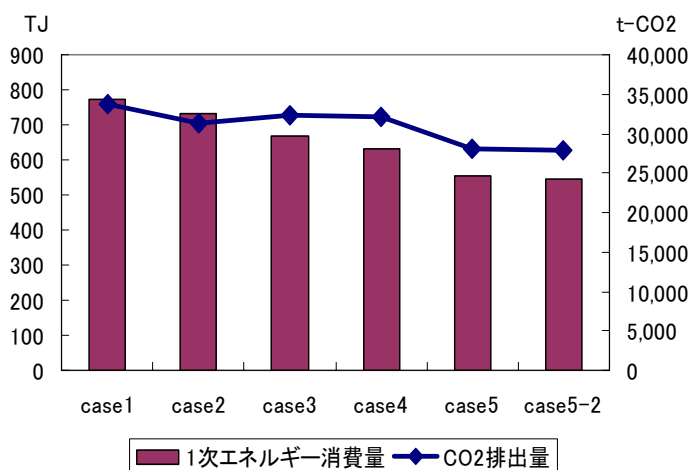


図11 前島地区における検討結果

2-1-8 中部国際空港前島地区における副生水素の利用可能性

2-1-8 中部国際空港前島地区における副生水素の利用可能性

前島地区でのエネルギーシステムの提案として、近隣の製鉄所からは発生する副生水素利用を提案し、副生水素利用ポテンシャルの分析を行った。

製鉄行程中には、コークス炉のほかに高炉や転炉からも副生ガスが発生する。表6に、それぞれの炉から発生する副生ガスの組成を示す。副生ガスのうちコークス炉から発生するガスがもっとも水素の組成が大きいこと、文献1でもコークス炉ガスをターゲットにしていることから、今回はコークス炉ガスから回収できる水素量を算出した。

表6 副生ガス組成 (%)

| 成分 | COG | BFG | LDG |
|-------------------------------|------|------|------|
| H ₂ | 55.6 | 2.9 | 3.0 |
| CO | 5.3 | 21.9 | 70.8 |
| CO ₂ | 2.5 | 21.0 | 8.9 |
| H ₂ O | 2.7 | ～ | 2.7 |
| N ₂ | 4.2 | 54.2 | 13.7 |
| O ₂ | 0.2 | ～ | 0.9 |
| C _m H _n | 30.0 | ～ | ～ |

※) COG：コークス炉ガス、BFG：高炉ガス、LDG：転炉ガス

表7 NSCの製鉄所従業員数 (高炉法一貫製鉄所)

| | 人数 |
|-----|------|
| 八幡 | 3031 |
| 室蘭 | 501 |
| 釜石 | 190 |
| 広畑 | 1089 |
| 光 | 906 |
| 名古屋 | 2741 |
| 境 | 212 |
| 君津 | 3048 |
| 大分 | 1559 |
| 東京 | 100 |

第77期報告書 (<http://www0.nsc.co.jp/kessan/pdf/20020603210205.pdf>)

ここで、文献2によると、粗鋼400万t規模の一貫製鉄所では、コークス炉ガス発生量は約 $8.4 \times 10^8 \text{ Nm}^3/\text{年}$ であり、コークス炉ガス中の水素の量は、上記に示した組成より、約 $4.6 \times 10^8 \text{ Nm}^3/\text{年}$ である。既存プロセスへの影響のない範囲の回収量は、コークス炉ガス中の水素の40%程度と推定されている。また、文献3では、コークス炉ガスの精製行程における高回収化目標を現状の60%から90%まで上げるとしているが、今回は現状の60%とした。

新日鉄(NSC)名古屋製鉄所の粗鋼生産量は、未知のためNSCの全国の製鉄所の従業員数(表7)から、粗鋼生産量を推定した。2002年NSC環境報告書より2002年のNSCの粗鋼生産量は2614万tである。名古屋製鉄所の粗鋼生産量は、540万tとなり、発生するコークス炉ガスは約 $11.2 \times 10^8 \text{ Nm}^3/\text{年}$ となる。発生するコークス炉ガスのうち回収できる量を60%とすると、回収できるコークス炉ガスは、 $6.7 \times 10^8 \text{ Nm}^3/\text{年}$ となる。そのうちの水素の量は、 $3.8 \times 10^8 \text{ Nm}^3/\text{年}$ であるが、既存プロセスに影響のない範囲での回収することとした場合には、回収量は $1.5 \times 10^8 \text{ Nm}^3/\text{年}$ ($4.1 \times 10^5 \text{ Nm}^3/\text{日}$)となる。

文献2によると、同社で最大規模の製鉄所からのコークス炉ガス発生量は、約 $2.0 \times 10^9 \text{ Nm}^3/\text{年}$ とある。そのうちの水素の回収量を計算すると、約 $2.6 \times 10^8 \text{ Nm}^3/\text{年}$ となるため、今回推定した水素回収量は妥当であると考えた。

ここで中部新国際空港前島地区における水素消費量を概算する。

1kwh 発電するのに必要な水素の量は、 $0.564 \text{ Nm}^3/\text{h}$ （燃料電池発電効率 50%のとき）であり、MCFC の発電効率を 45%とすると、必要水素量は、 $0.627 \text{ Nm}^3/\text{h}$ となる。

よって、名古屋製鉄所から回収された副生水素で発電できる量は、以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{発電量 (kwh/年)} &= 1.5 \times 10^8 (\text{Nm}^3/\text{年}) / 0.627 (\text{Nm}^3/\text{kwh}) \\ &= 2.39 \times 10^8 (\text{kwh/年}) \\ &= 2.39 \times 10^8 (\text{kwh/年}) \times (3.6 \times 10^6 (\text{J/kwh})) \\ &= 8.60 \times 10^{14} (\text{J/年}) \rightarrow 8.60 \times 10^5 (\text{GJ/年}) \end{aligned}$$

また、副生水素を燃料電池の原料にした場合の廃熱量は、MCFCの発電効率を 0.45、廃熱回収効率を 0.35 とすると、 $6.69 \times 10^5 (\text{GJ/年})$ 利用可能である。中部国際空港前島地区における必要電力は、 $1.91 \times 10^5 (\text{GJ/年})$ であり、熱負荷（給湯、暖房、冷房）は、 $2.46 \times 10^5 (\text{GJ/年})$ であることから、都市論WGで提案している案に対しては十分な量があることが分かった。

2-2. GISデータを用いた省エネルギーシステム導入に関するポテンシャル分析

2010年までに1990年比で10%のCO₂削減目標を上げている名古屋市を対象として、民生部門のエネルギー消費量を把握し、技術による省エネルギー効果を推定した。名古屋市地域のH13年度建物用途現況データ（屋根面積、建物階数、主用途等）を用いて、積み上げ式で名古屋市全体の民生用のエネルギー消費量を推定した。

建物用途別負荷は、事務所、病院、ホテル、店舗、スポーツ施設、住宅

の6種類の負荷原単位⁴⁾と、別途推定した飲食店の負荷原単位^{5) 6)}に各建築物の延床面積をかけて、照明・コンセント用の電力負荷と給湯負荷、暖房負荷、冷房負荷を算出した。今回用いた建物用途現況データには延床面積のデータがないため、屋根面積に建物階数を乗じたもので代用した。延床面積の割合を図12に示す。また、建物用途現況データのうち主用途を上記の7種類の建物用途に分類して、エネルギー量の推定を行っている。

次に、負荷からエネルギー消費量を算出するために、設備機器の想定を行った。住宅以外の用途については、大阪府の冷熱源機器構成比⁷⁾（表8）を用いた。冷房機器は、水冷式冷凍機、空冷式冷凍機・エアコン、吸収式冷凍機の3種類である。暖房用や給湯用の機器の種類は、未知であるため、冷房機器から表9のように仮定した。冷房では、水冷式冷凍機と空冷式冷凍機・エアコンは電力、吸収式冷凍機はガスを使用する。暖房では、エアコンは電力、ボイラーはガスとし、給湯は全てボイラーでガスを使用した。

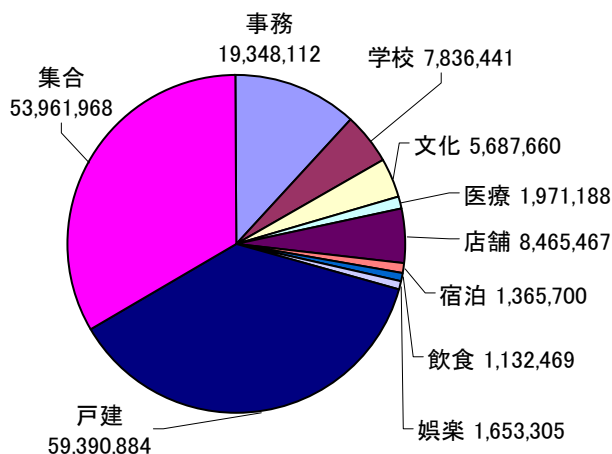


図12 建物用途別延床面積（数値は面積）

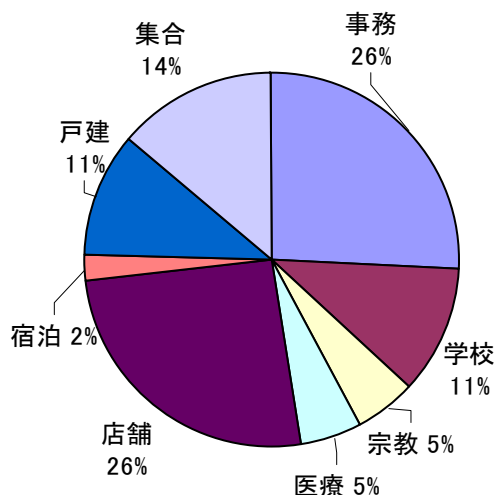


図1-3 1次エネルギー消費量内訳

表9 業務用の機器想定と各機器効率

| | 水冷冷凍機 | 空冷冷凍機・エアコン | 吸収式冷凍機 |
|------|-------|------------|--------|
| 事務所 | 36.6% | 30.6% | 32.8% |
| 学校 | 4.8% | 39.5% | 55.7% |
| 文教施設 | 19.2% | 25.0% | 55.8% |
| 大病院 | 24.5% | 28.8% | 46.7% |
| 医療厚生 | 24.5% | 28.8% | 46.7% |
| 商業 | 63.9% | 12.9% | 23.2% |
| 宿泊 | 20.7% | 13.3% | 66.0% |
| 遊興娯楽 | 19.2% | 25.0% | 55.8% |
| 戸建住宅 | 0.0% | 100.0% | 0.0% |
| 集合住宅 | 0.0% | 100.0% | 0.0% |
| 庁舎建築 | 67.2% | 11.1% | 18.8% |

表8 大阪府の冷熱源機器構成比⁵⁾

| | 機器名 | 効率 | 構成比率 | |
|----|--------|---------|-------|-------|
| 冷房 | エアコン | 2.5 | 100% | |
| | 給湯 | 電気湯沸かし器 | 0.8 | 10.6% |
| | | ガスボイラー | 0.8 | 76.6% |
| 暖房 | 灯油ボイラー | 0.8 | 12.9% | |
| | エアコン | 3 | 48.0% | |
| | ガスヒーター | 0.8 | 9.9% | |
| | 灯油ストーブ | 0.8 | 42.1% | |

表10 家庭用の機器想定と各機器効率

| 冷房 | | 暖房 | | 給湯 | |
|-------------|-----|------|-----|------|-----|
| 機器名 | 効率 | 機器名 | 効率 | 機器名 | 効率 |
| 水冷式冷凍機 | 5 | ボイラー | 0.8 | ボイラー | 0.8 |
| 空冷式冷凍機・エアコン | 3.5 | エアコン | 4 | ボイラー | 0.8 |
| 吸収式冷凍機 | 1.2 | ボイラー | 0.8 | ボイラー | 0.8 |

住宅の設備機器の想定は、東海地方の家庭用用途別エネルギー種別消費原単位¹¹⁾を用いた。冷房は電気が多いので全てエアコンとした。家庭用給湯機器としては、電気湯沸かし器、ガス湯沸かし器、灯油ボイラーがあるが、これらの機器効率はほぼ同じである（本論文では0.8とした）ので、文献8あるエネルギー消費原単位の比率を機器構成比率と考えてそれぞれ、10.6%、76.6%、12.9%とした。家庭用暖房機器については、エアコン、ガスヒーター、灯油ストーブなどが考えられるが、これらは機器によって効率が異なるのでエネルギー消費原単位比率をそのまま機器構成比率とはできない。そのため、エネルギー消費原単位に機器効率を乗じたものを各機器の負荷分担比率と考え、これを各機器の使用割合とした。その結果、エアコン48%、ガスヒーター9.9%、灯油ストーブ42.1%となった。家庭用の機器想定と各機器の効率、構成比率を表10に示す。

上記の方法で得られた結果を、建物用途別の1次エネルギー消費量（1次エネルギー換算値：電気1J→2,61J）として示してものが図13である。建物用途別延床面積のうち約2/3を占めていた戸建住宅と集合住宅は、1次エネルギー消費量では1/4しか占めていない。業務用（家庭用以外のもの）は全体の75%を占めている。業務用のほとんどは事務所と店舗である。

同じ結果を、業務用と家庭用の電気・ガス消費量に分けて集計をし、名古屋市のガス・電力の販売量⁹⁾と比較したものが図14である。全て2次エネルギー消費量で表している。業務用の電力販売量

は、業務用電力販売量を用い、家庭用は電灯電力のうち従量電灯A・Bと従量電灯Cの販売量とした。ガスについては、業務用を商業用、公用、医療用の販売量とし、家庭用は家庭用の販売量とした。表11は販売量と推測した消費量との誤差を示している。

業務用と家庭用をあわせると誤差は小さいが、それぞれの値を見ると、業務用の電力消費量では、推定値が販売量の約2倍となり、家庭用の電力消費量では、推定値のほうが販売量の1/3となった。これは、電気の販売量を業務用と家庭用に分類する際に家庭用は電灯契約をしているものとしたため、小規模の店舗や事務所なども含まれている可能性があるためだと考えられる。ガスについては、合計の誤差は少なかったが、やはり業務用では多少大きくなり家庭用では値が小さくなっている。

建物用途現況データからの積み上げ式で求めた民生用エネルギー消費量は、電力消費量については販売量との差が大きい。技術による省エネルギー効果の算定にも、建物用途現況データを用いるため、省エネルギー効果を比較する場合に、推定した消費量と比較することとする。

太陽光発電機は、現在、戸建住宅で用いられていることが多いので、戸建住宅に3kWの太陽光発電機を設置した場合について検討する。戸建住宅の屋根は寄棟や切妻が多いと思われるため、太陽光発電機を屋根面の片側にだけ設置可能だとする。ここで、3kWの太陽光発電機の大きさは約30㎡であるため、建物用途現況データの屋根面積が60㎡以上の建物にのみ設置すると仮定した。名古屋市域の全戸建住宅のうち約58%の住宅に設置可能であった。年間1戸あたり3282kWhの発電量がある¹⁰⁾とすると、名古屋市市域全体での1次エネルギー削減効果は、4.6%であった。

太陽熱温水器も、太陽光発電機と同様に戸建住宅のみに設置することとする。200Lの標準的なものを設置すると、11815MJ/戸・年の給湯エネルギーが削減可能¹¹⁾である。名古屋市域全体では1次エネルギー消費量にして2.6%の削減効果となった。

名古屋市には、河川水・運河水、下水処理水、ごみ焼却廃熱、変電所廃熱、火力発電所廃熱、冷房廃熱といった未利用エネルギーがあるが、これらを用いることによる省エネルギー効果は、1,253TJ/年と試算されている¹²⁾。これらの未利用エネルギーのうち、河川水・運河水（省エネルギー効果のうちの56.5%）、下水処理水（省エネルギー効果のうちの5.0%）、ごみ焼却廃熱（省エネルギー効果のうちの26.9%）を業務用の建物で用いた場合について、1次エネルギー削減効果を算出した。ここで、河川水・運河水と下水処理水の利用は、水熱源冷凍機や空気熱源冷凍機のエネルギー消費量を減らす効果があるとしており、電力の消費量を減らし、ごみ焼却廃熱は、吸収式冷凍機のエネルギー消費量を減らすことができると考え、ガスの消費量を削減できるとした。その結果、名古屋市市域全体の1次エネルギー消費量のうち2.7%の削減効果が期待できることがわかった。

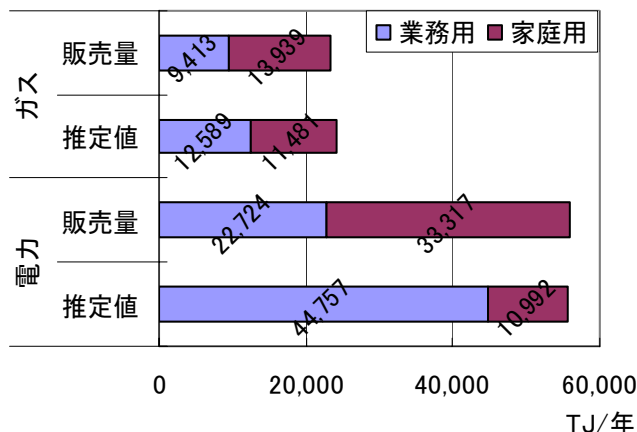


図14 電力・ガスの推定値と販売量

表11 電力・ガスの推定値と販売量の誤差率

| | 業務用 | 家庭用 | 合計 |
|----|-----|------|-----|
| 電力 | 97% | -67% | -1% |
| ガス | 34% | -18% | 3% |
| 合計 | 78% | -52% | 1% |

3. 成果の達成度

都市論 WG にて提案した地区像に対して、エネルギーシステムの検討及びその効果について検討することができた。また、名古屋市全体に対して、未利用エネルギーや自然エネルギー利用によるエネルギー削減効果についても完了している。

4. 今後の課題

廃プラスチックのエネルギー利用や生ごみのメタン発酵等は、省エネルギー効果があることが検証されたが、コストやゴミ処理に関する法規制などの問題がある。今後は、法規制や制度等の検討をしていくことが必要である。

参考文献

- 1) (財)エネルギー総合工学研究所：「水素利用クリーンエネルギー技術 (WE-NET) タスク 1 システム評価に関する調査・研究」、平成 13 年 3 月、pp. 126
- 2) 環境・エネルギー創造研究所 (2003)：http://www.eelc.gr.jp/monthly/pdf/EE_no.10.pdf
- 3) 燃料電池実用化戦略研究会 (2001)：固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用技術開発戦略、2001. 8、p. 14
- 4) (社)日本エネルギー学会編：天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2002, 2002. 4
- 5) (財)日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター：「民生部門エネルギー消費実態調査 (総括編)」、(1995)
- 6) 村上ら：「業務用厨房における各種調理機器の使われ方とエネルギー消費量の解析」空気調和・衛生工学会論文集 No. 69, pp. 37 (1998)
- 7) 下田ら：大阪府におけるエネルギーフローの推定と評価 都市における物質エネルギー代謝と建築の位置づけ その 2、日本建築学会計画系論文集 No. 555、2002 年 5 月、pp. 99-106
- 8) 住環境計画研究所：家庭用エネルギー統計年報 1998 年版, 平成 12. 2
- 9) 統計なごやWEB (<http://www.city.nagoya.jp/>)
- 10) 京セラ HP 発電量計算サービス
<http://www.kc-solar.co.jp/frames/hatsuden.html>
- 11) ソーラーシステム振興協会HP (<http://www.ssda.or.jp/>)
- 12) 坂本、中原、元田：名古屋市域における未利用エネルギーの活用による省エネルギー効果の推計と評価 (第 1 報・エネルギー需要と未利用エネルギー賦存量の推計、空気調和衛生工学会論文集