

5-2 分散型エネルギー源のポテンシャル評価に関する基礎研究

鈴置保雄・加藤丈佳（名古屋大学）

1. 研究の目的と概要

地域における各種の分散型エネルギー源の賦存量を算定し、地域メッシュ地図に基づき分布図を作成する。分散型エネルギー源としては、変電所排熱、下水道水エネルギー、木質系バイオマスなどの未利用エネルギーだけでなく、サーマルリサイクルによるエネルギー回収とマテリアルリサイクルによる物質回収の両方が可能な一般廃棄物も対象とする。また、コージェネレーションシステム（CGS）や太陽電池（PV）システム等の分散型電源についても、地域の需要家情報に基づき潜在的な導入可能量を算定する。さらに、将来の大量導入が期待される固体高分子型燃料電池を用いた住宅用 CGS については、数世帯における温水需要の実測データを用いて省エネルギー性、経済性を評価する。

2. フェーズ の成果

2-1. 目的及び目標

分散型電源として期待される固体高分子型燃料電池を用いた住宅用のコージェネレーションシステム（CGS）について、普及のための技術開発目標、コスト削減目標を明確化することを目的として、数世帯における温水需要の実測データを用いて省エネルギー性、経済性を評価する。温水需要の量的・時間的変動に対するバックアップボイラの温水供給割合や貯湯槽における損失を算定し、実運用時の省エネルギー性を評価する。また、文献調査に基づき PEFC の年間生産台数と設備コストとの関係を定式化し、従来システムに対する住宅用 CGS の経済性の評価を行う。

2-2. 方法及び結果

2-2-1 温水需要の実測

2000年6月から名古屋市域に居住する3世帯を対象として、給湯器の排気口にサーミスタを設置し、排気温度をサンプリング間隔1分間で測定した。排気温度の急激な変化から温水需要の有無を判定し、さらに、温水流量、給湯器の設定温度および別途測定した市水とから温水需要の熱量を算定した。以下の検討では、3世帯の中で最も温水需要の大きい世帯のデータを用いる。

算定した温水需要は非常にパルス的であり、大きなピーク値を持つ。例えば、温水の設定温度が高く市水温度が低い1月の場合、単位時間あたりの温水需要は27kJ/sec（またはkW）であり、一般的な世帯の電力需要と比較して1桁大きな値である。また、年間の温水需要は、全国の世帯平均の約2倍であった⁽¹⁾。

2-2-2 住宅用 CGS の省エネ性・経済性の評価モデル

住宅用 CGS として図1に示す設備構成を想定した。PEFCは発電効率：35% 温水回収効率：40%であり、温水出力の温度は80とした。この温水は70で貯湯槽に蓄えられ、貯湯槽では貯湯量に応じて0.01%/minの放熱損失が発生するとした。また、PEFC発電電力の系統への逆潮流は可能とした。住宅用

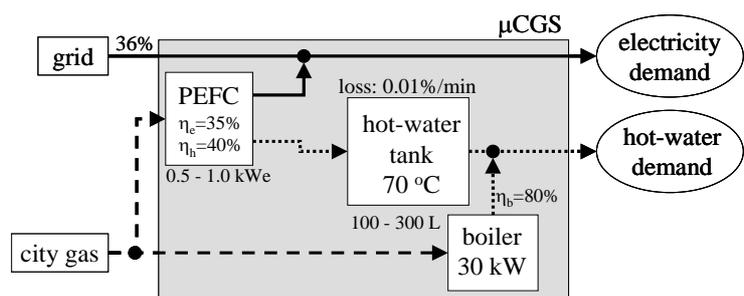


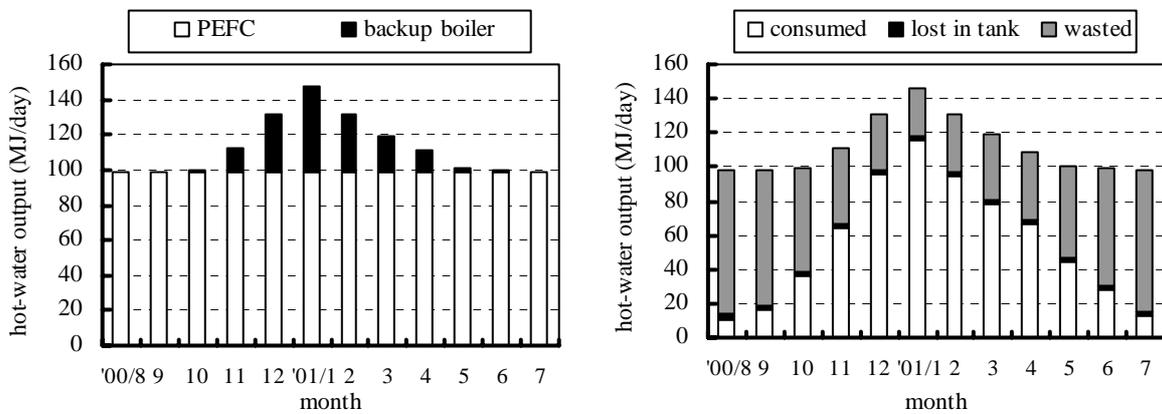
図1 住宅用 CGS の設備構成の想定

OCS の運転パターンとしては、一般のユーザが運転・管理すること、PEFC本体や改質器の寿命を考慮して、最も単純な 24 時間一定出力の連続運転を想定した。

各構成機器の設備容量について、それぞれ以下の様に想定した。PEFCの発電機容量は、温水需要が季節や日によって大きく異なるのに対して一定出力で 24 時間連続運転することを考慮して、0.5 kW \times 24h ~ 1.0kW \times 24h を想定した。図 1 に示すように、貯湯槽からの温水供給が不足する場合にバックアップボイラが直接温水需要を満たせるように、バックアップボイラの容量を 30kWとした。貯湯槽は 100L、200 L および 300L の 3 種類を想定した。なお、本研究では対象世帯の電力需要は考慮していないため、住宅用 OCS 導入世帯の一次エネルギー消費量を算定することはできない。ただし、逆流された電力が住宅用 OCS を導入しない他の需要家で消費されたと考えることにより、従来システムに対する一次エネルギーの削減量を算定することは可能である。

2 - 2 - 3 温水需給の内訳

2000 年 8 月～2001 年 7 月の毎日異なる温水需要パターンに対して、PEFCとバックアップボイラからの温水供給割合、供給された温水のうちで実際の利用分と廃棄分との割合を算定した。PEFC: 1.0kW \times 24h、貯湯槽：100L の場合の結果を図 2 に示す。同図(b)に示す様に、供給された温水の廃棄が毎月行われている。この理由は、温水需要の少ない夏期や中間期については、PEFC が 24 時間一定出力で連続運転しているため、本質的に需要よりも供給の方が大きいためである。しかし、温水需要の大きい冬期では、PEFC からの温水供給は需要よりも小さく、バックアップボイラが稼働しているにも関わらず、需給の時間的なアンバランスによって供給された温水の廃棄が行われている。



(a) 供給側

(b) 需要側

図 2 温水の供給および利用の内訳 (PEFC: 1.0kW \times 24h、貯湯槽容量: 100L)

PEFC が 24 時間連続運転する場合に夏期や中間期に廃棄される余剰温水を削減するためには、小容量の PEFC を用いればよい。そこで、PEFC 容量を変化させ、PEFC とバックアップボイラからの温水供給割合、供給された温水のうちで実際の利用分と廃棄分との割合を算定した。貯湯槽：100L の場合の結果を図 3 に示す。PEFC 容量を小さくすることにより、同図(b)に示すように廃棄される温水を削減できる。しかし、冬期においてバックアップボイラからの温水供給量が増加する。このため、同図(a)に示すように、年間の温水供給の内訳は、貯湯槽：100L で PEFC: 1.0 kW \times 24h の場合は PEFC: 88% バックアップボイラ: 12% であるのに対し、PEFC: 0.5 kW \times 24h の場合にはバックアップボイラの供給割合は 30% となる。PEFC からの温水供給割合を高め、廃棄される温水を削減するためには、PEFC の部分負荷運転

や DSS 運転が有効である。本研究では、最も簡単な運転パターンとして 24 時間一定出力を想定しているが、今後、一般のユーザが用いることができる情報のみで簡単に運転設定を行った場合でも、効率的な DSS 運転を行うことができるような制御アルゴリズム等の検討を行う必要があると考えられる⁽²⁾。

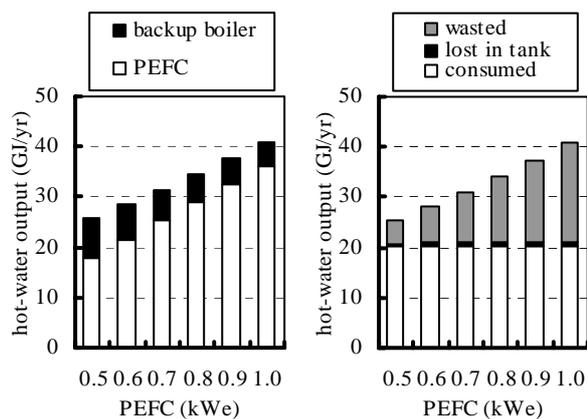
2 - 2 - 4 省エネルギー性

前節で示した温水供給の内訳から、検討対象世帯への温水供給に関する住宅用 CGS の一次エネルギー消費量および比較として系統電力と給湯器からなる従来システムにおける一次エネルギー消費量を算定した。図 4 に PEFC 容量による年間の一次エネルギー消費削減量の変化を示す。図 3 に示したように、PEFC 容量が大きくなると夏期に廃棄される温水が増加するが、冬期にバックアップボイラからの温水供給を削減できるため、PEFC 容量が大きくなると年間の一次エネルギー消費削減量も増加する。ただし、貯湯槽：100L の場合には、温水需給の時間的アンバランスによって冬期でも廃棄される温水が多いため、PEFC 容量を大きくしても一次エネルギー削減量はあまり増加しない。したがって、一次エネルギー消費削減量の観点からは、検討対象世帯では、200L 程度の貯湯槽が必要であると考えられる。

2 - 2 - 5 経済性

本研究では、年間生産量の想定が異なる 2 種類の試算例⁽³⁾⁽⁴⁾を用いて、全世界での年間の生産台数の関数として PEFC の設備コストを想定した。この値は、PEFC を構成するセル、改質器およびインバータの各コストを含む。例えば、1.0 kW_e の PEFC が年間 30 万台生産される場合、設備コストは約 29 万円/kW_e となる。また、PEFC の年間の維持管理コストを設備コストの 3% とした。PEFC 以外の構成機器であるバックアップボイラと貯湯槽は十分に成熟した技術である。そこで、現在市販されているガス給湯器と電気温水器の定価の調査を行い、回帰分析によって定価と容量との関係を算定し、バックアップボイラおよび貯湯槽の単価をそれぞれ 4000 円/kW および 300 円/L と設定した。また、買電単価とガス単価は、現状を考慮して、それぞれ 21.78 円/kWh と 123.4 円/Nm³ と想定した。なお、住宅用 CGS の発電電力の余剰分は電力系統に逆潮流できるとしているが、その際の売電単価については、住宅用 CGS に最も有利な場合として買電単価と同額の場合について検討した。

住宅用 CGS の従来システムに対する電力と都市ガスの使用量の変化から、可変費の削減額を算定した。その結果、逆潮流電力の売電単価が買電単価と同じ場合であっても、5 月～10 月の半年間は住宅用 CGS を導入した場合の方が可変費は高くなった。これは、上述の様に、本研究では住宅用 CGS の運転パターンとして最も単純な 24 時間一定出力を想定しており、夏期には廃棄される熱が非常に大きい



(a) 供給側 (b) 需要側

図 3 PEFC 容量による温水の供給および利用の内訳の変化

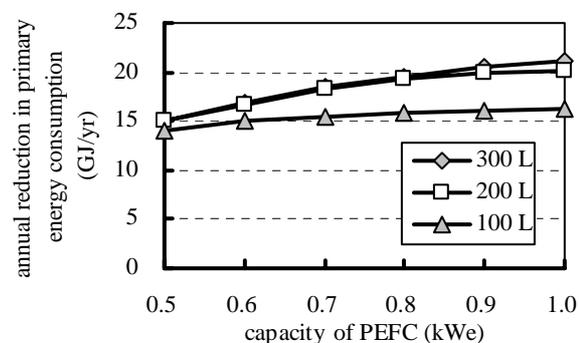


図 4 PEFC 容量による従来システムに対する一次エネルギー削減量の変化

ため、特に、貯湯槽：100Lの場合には、温水需給の時間的アンバランスによって冬期でも廃棄される温水が多く、可変費の削減額は非常に小さかったためである。このため、これらの月も住宅用 CGS を運転すると、年間の可変費は従来システムよりも高くなる。

そこで、本研究では、可変費が増加する月は住宅用 CGS を運転せず、系統電力とガス給湯器によって電力・温水供給を行うと想定し、PEFC 容量による年間の可変費削減額の変化を算定した。結果を図 5 に示す。前節で示したように、貯湯槽：100L の場合、PEFC 容量が大きくなって廃棄される温水が増加しても、一次エネルギー削減量はあまり変化しなかった。これに対し、貯湯槽：100L の住宅用 CGS の可変費削減額は、PEFC 容量が大きくなるのに伴って低下している。また、貯湯槽：200L の場合でも、PEFC：0.7kW までは PEFC 容量が大きくなると可変費削減額は増加するが、さらに PEFC を大きくすると可変費削減額は逆に減少する。これは、受電端のみで発熱量あたりの電力単価はガス単価よりも高いが、一次エネルギー換算した場合には逆に電力単価の方が低くなり、一次エネルギー的に有利となる場合でも、経済的には不利となる場合があるためである。

さらに、上述の設備コスト想定値と前節で示した可変費削減額とから、従来システムに対する住宅用 CGS 導入による年経費の削減額を算出した。なお、各機器の年経費を算出する際、耐用年数を PEFC では 10 年、バックアップボイラと貯湯槽では 15 年と想定し、これらを単純回収年数として年経費率をそれぞれ 10.0% および 6.7% と想定した。貯湯槽：200L の場合の結果を図 6 に示す。同図に示すように、PEFC が年間 300 万台規模で生産されると、PEFC：0.8 kW 以下の場合に従来システムに対して住宅用 CGS の年経費が削減された。このとき、PEFC の単価は 11 万円/kW ~ 14 万円/kW 程度であり、バックアップボイラ等を含めたトータルコストは 21 万円 ~ 22 万円である。この値は、現在目標とされている 50 万円の約 2 分の 1 であった。

住宅用 CGS では従来システムの 2 倍以上の都市ガスを消費している。このため、ガス会社は、住宅用 CGS の需要家に対して通常よりも安い都市ガス料金を設定しても、年間の都市ガス販売額は従来システムを利用する需要家の場合よりも大きくなる可能性がある。そこで、都市ガス料金を変化させ、住宅用 CGS の年経費を算定し

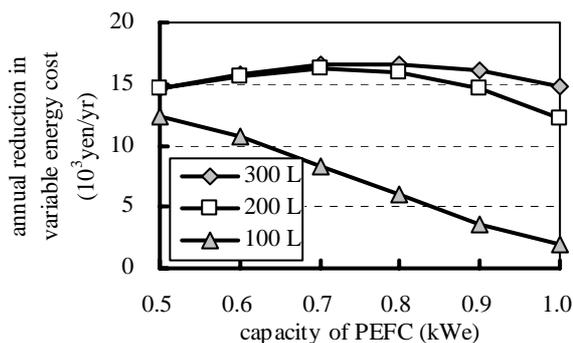


図 5 PEFC 容量による可変費削減額の変化

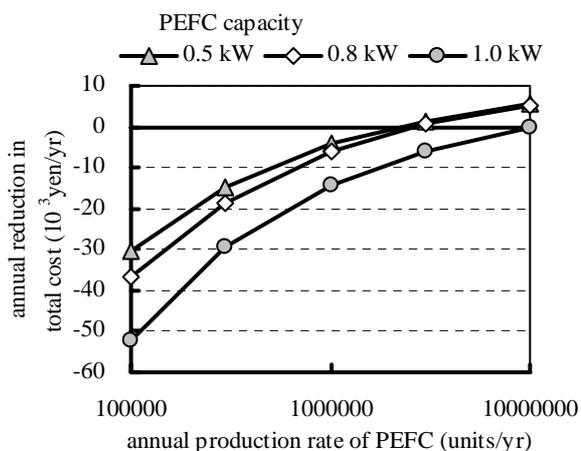


図 6 従来システムに対する住宅用 CGS 導入による年経費の削減額

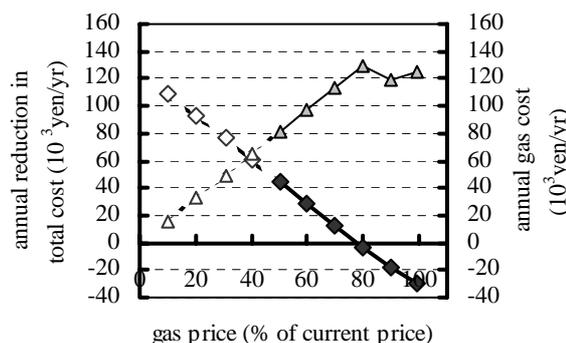


図 7 都市ガス料金に対する年間コストの変化

た。PEFCの年間生産台数が10万台の場合の結果を図7示す。都市ガス料金が通常料金の70%になれば、PEFC単価が23万円/kWの場合でも住宅用CGSの年経費は従来システムよりも安くなった。このとき、需要家における年間の都市ガス費用は従来システムの場合よりも大きいため、ガス会社にとっても不利益とはならない。このように、住宅用CGSの導入によって従来システムに対して一次エネルギー消費量を削減できる場合、住宅用CGSの導入拡大のために安いガス料金を設定することは、省エネルギー性の観点だけでなく、住宅用CGSを導入する需要家とガス会社双方の経済性の観点からも有効となる可能性があると考えられる。

2 - 3 . 考察及びフェーズ のまとめ

民生部門における分散型電源として大規模導入が期待されるPEFCを用いた住宅用CGSの省エネルギー性、経済性について、温水需要の実測データに基づき検討を行った。その結果、温水需要の時間的・量的な変動により、住宅用CGSから回収した温水が余剰となる一方で、バックアップボイラからの温水供給が必要になるような状況があることを確認した。また、住宅用CGSの省エネルギー性や経済性を適切に評価するためには、このような状況を考慮すべきことを示した。さらに、将来的なPEFCの大量生産に伴うコストの低下や、住宅用CGSユーザ向けの安価なガス料金を設定することにより、経済的にも住宅用CGSの導入が有利となることを確認した。

3 . フェーズ の成果

3 - 1 . 目的及び目標

3-1 で構築中のツールを用いて愛知県の各地域でのサーマルリサイクルによる一般廃棄物1tあたりの一次エネルギー削減効果を統計的に評価する。また、WG1で開発中の「ガス化+燃料電池」に関する評価として、地域の木質系バイオマスの「ガス化+燃料電池」による小規模・分散的なエネルギー利用が石炭火力における混焼による大規模・集中利用に対して有利となるバイオマスの収集範囲を評価する。WG2で検討中のメタン発酵装置付の厨芥汚泥水処理システムについても、名古屋市への導入による省エネルギー効果を統計的に評価する。さらに、愛知県におけるコージェネレーション(CGS)や太陽電池(PV)システムに関する潜在的な導入可能量、変電所排熱や下水道水エネルギー賦存量を算出し、地域メッシュ地図に基づき分布図を作成する。

3 - 2 . 方法及び結果

3 - 2 - 1 サーマルリサイクルの省エネルギー効果に関する統計的評価

3-1 で構築したマテリアル・サーマルリサイクル技術の最適導入算定ツールにおいて、マテリアルリサイクル製品供給量の上限值を0と設定することにより、一般廃棄物のサーマルリサイクルのみによる一次エネルギー削減量を算定できる。そこで、愛知県内の76個の2次メッシュ(10kmx10km)を対象として、従来型のごみ発電システムによる発電と熱供給による一次エネルギー削減量を統計的に評価した。なお、熱供給によって暖房および給湯需要が賄われるとし、熱供給の候補地域として、以下の3ケースを想定した。

ケース1：人口最小の500mx500mの1メッシュのみ(人口が0人のメッシュを除く)

ケース2：人口最大の500mx500mの1メッシュのみ

ケース3：暖房と給湯の年間需要が一番多い25メッシュ(2.5kmx2.5km)

愛知県内の76個の2次メッシュについて、構築したツールを用いて、一次エネルギー削減量最大化の観点から各ケースにおける熱供給導入の有無(ケース3については、実際に熱供給が行われるメッシュの選択)を算定した。各地域におけるサーマルリサイクルによる一般廃棄物1tあたりの一次エネ

ルギー削減量を図8に示す。ケース1においては、いずれの地域でも熱需要が小さいため、ごみ発電所で発生した熱はほとんどが利用されない。そのため、ごみ1tあたりの一次エネルギー削減量のほとんどが発電によるものであり、地域差はほとんど見られなかった。ケース2においては、名古屋市の近郊地域や地方の小都市等において熱供給対象範囲のメッシュにおける需要家数が増えて、熱需要が大きくなるため一次エネルギー削減量が大きくなった。これは、ごみの収集範囲が10km×10kmから得られる熱の発生量と500×500mの範囲における熱需要とがうまくバランスが取れていることを示している。ただし、この様なメッシュでは一般廃棄物の量が少ないため、このケース2の様に熱供給を行ったとしても、一次エネルギー削減量が大きくなる一般廃棄物は全体の20%程度である。ケース3においては、熱供給の対象範囲が広がったため、ケース1やケース2の様に500m×500mでは熱が余ってしまった名古屋市において有効に熱が利用できる結果となり、愛知県全体としてのごみ1tあたりの一次エネルギー削減量が大きく改善された。なお、ごみの収集範囲10km×10kmにおいて、1日のごみ量が20tを下回る全ての地域では、ごみ発電からの熱供給量が熱の輸送損失と比較して小さいため、熱供給が行われなかった。

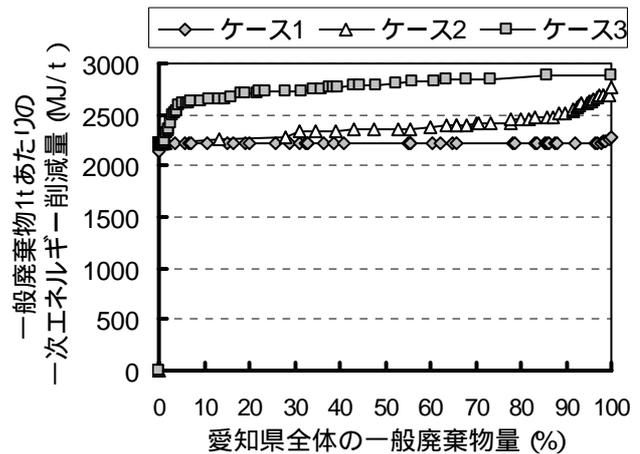


図8 各地域におけるサーマルリサイクルによる一般廃棄物1tあたりの一次エネルギー削減量

なメッシュでは一般廃棄物の量が少ないため、このケース2の様に熱供給を行ったとしても、一次エネルギー削減量が大きくなる一般廃棄物は全体の20%程度である。ケース3においては、熱供給の対象範囲が広がったため、ケース1やケース2の様に500m×500mでは熱が余ってしまった名古屋市において有効に熱が利用できる結果となり、愛知県全体としてのごみ1tあたりの一次エネルギー削減量が大きく改善された。なお、ごみの収集範囲10km×10kmにおいて、1日のごみ量が20tを下回る全ての地域では、ごみ発電からの熱供給量が熱の輸送損失と比較して小さいため、熱供給が行われなかった。

3-2-2 地域の木質系バイオマスのサーマルリサイクル

木質系バイオマスとして製材所廃材、果樹剪定枝、街路樹剪定枝および里山における落葉・落枝を検討対象とし、省エネルギー性の観点から碧南石炭火力における混焼とWG1で開発中のガス化+燃料電池システムとの比較を行い、ガス化+燃料電池による小規模・分散的利用の方が効率的となるような木質系バイオマスの量を評価した。碧南石炭火力が愛知県の沿岸中心部に位置することを考慮して、木質系バイオマスの排出量の調査対象地域を愛知県、岐阜県、三重県および静岡県とし、文献調査に基づき、各市町村から排出される各木質系バイオマスの排出量を算定した⁽⁵⁾⁻⁽¹⁵⁾。なお、各木質系バイオマスの発熱量については、含水率0%乾量基準)の木質系バイオマスの高位発熱量原単位18,837kJ/kg(4,500kcal/kg)を基準として、含水率に応じて低位発熱量を算定した。碧南石炭火力までの片道輸送距離に対する木質系バイオマス(製材所廃材、果樹剪定枝、街路樹剪定枝)の排出量を図9に示す。同図に示すように、碧南石炭火力から100km~150kmの比較的近い地域から多くの木質系バイオマスが排出されることがわかる。

次に、木質系バイオマスの輸送に必要なトラック延べ台数を算出し、トラックの燃費を3km/Lと想定して、碧南石炭火力へのバイオマスの輸送に必要なエネルギーを算出した。なお、製材廃材の輸送については、4tトラック(輸送能力:10m³/台)を用い、製材廃材のかさ密度を実績に基づき0.06~0.29とした。その他木質系バイオマスの輸送については、剪定枝粉碎処理車(輸送可能量:1.6t/台)を想定し、木質系バイオマスの輸送時のかさ密度を0.1t/m³と想定した。

輸送エネルギーを考慮して、木質系バイオマスを発電効率40%の石炭火力において混焼した場合の一次エネルギー削減量を算定した。また、輸送エネルギーを考慮せず、各市区町村においてガス化+MFCにおいてエネルギー利用した場合の一次エネルギー削減量を算定した。両者の比較により、

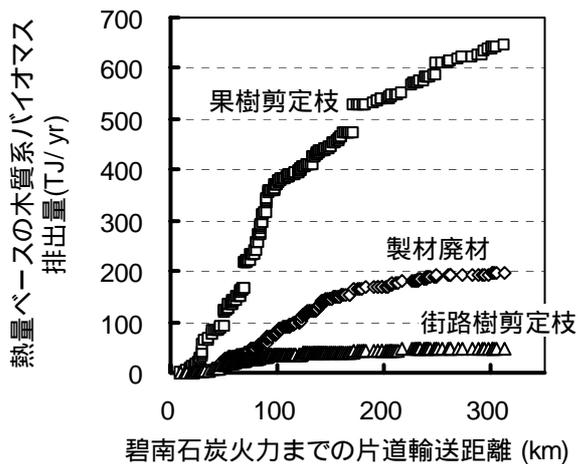


図9 木質系バイオマス排出の分布

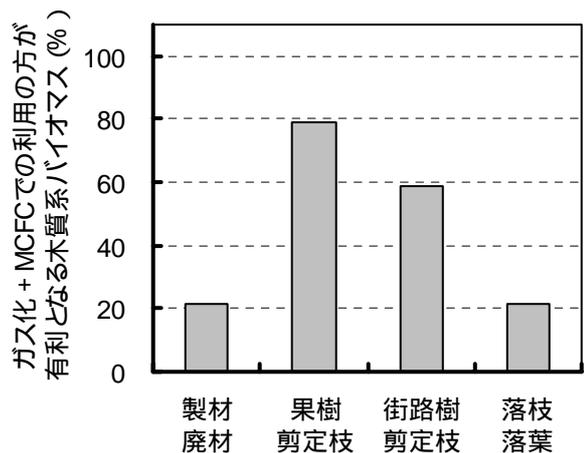


図9 ガス化 + MCFCの方での利用の方が省エネとなる木質系バイオマスの割合

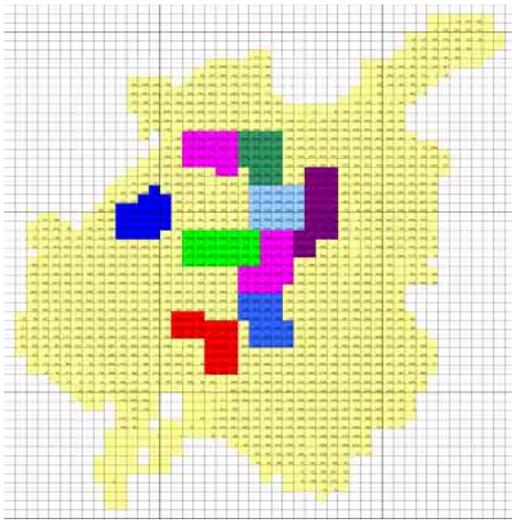
ガス化 + MCFCにおいてエネルギー利用した方が効率的となる木質系バイオマスの割合を図10に示す。碧南石炭火力までの輸送距離が113km以上になると、ガス化 + 燃料電池の方が木質系バイオマスの利用による一次エネルギー削減効果が大きくなる。その結果、例えば、果樹剪定枝の場合、東海4県における排出量の80%は、小規模・分散的なガス化 + 燃料電池の方が効率的にエネルギー利用できることがわかった。

3 - 2 - 3 厨芥と汚泥の再資源化技術の省エネルギー性

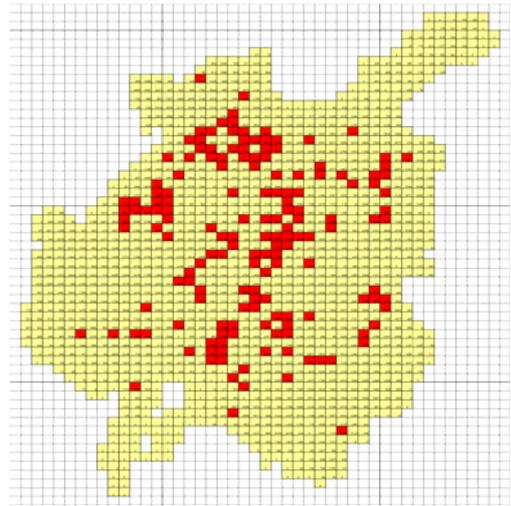
WG2で開発中の厨芥汚泥水処理・メタン発酵システムの省エネルギー性について、統計的な評価を行った。本システムは、厨芥類をディスポーザで粉砕し、汚泥と共に下水道で輸送し回収した排出物をメタン発酵によってエネルギー回収を行う。2万戸7万人規模を想定したシステムでは、メタン発酵による消化ガスによる発電量(効率40%)は3,820kW/日(そのうち、1,060kW/日は所内電力として消費する)となり、ディスポーザの消費電力は300kW/日、排水高度処理に伴う消費電力は4,200kW/日になる。

WG2で想定している7万人規模のシステムを名古屋市に導入する場合、適応可能なエリアは図11(a)に示すように12ヶ所であり、人口30.0%(約650,000人)、総面積20.0%が対象となることがわかった。従来の下水処理場での消費電力量の実績値は名古屋市全体で253GWh/日である。本システムを名古屋市の12ヶ所に導入するとシステム全体での消費電力は50.4MWh/日となる。これにより、従来処理場での消費電力量は215.6MWh/日に減少するため、全体として名古屋市全体では消費電力は13MWh/日だけ増加する。但し、本システムでは厨芥、汚泥のメタン発酵システムによる発電電力(効率40%)33.1MWh/日を考慮すると本システムの消費電力は従来よりも小さくなる。しかしながら上記システムでは、ディスポーザで粉砕した厨芥類を汚泥と共に5km²以上の広域から収集する必要性があり、衛生面への影響が懸念される。

仮に、0.25km²(500m×500m四方)のエリアで3,000人以上の人口を有する地域を対象とする小規模水処理システムを想定し、名古屋市における適用可能性を検討した。適用可能エリアを図11(b)に示す。3,000人規模の小規模システムの場合、ディスポーザで粉砕した厨芥類を0.25km²のエリアから収集すればよいが、局地的に高密度の需要地域が限られるため、適用可能なエリアは人口25.8%(約548,000人)、総面積12.0%となり、7万人規模のシステムよりも若干小さくなった。



(a) 70,000 人規模の場合



(b) 3000 人規模の場合

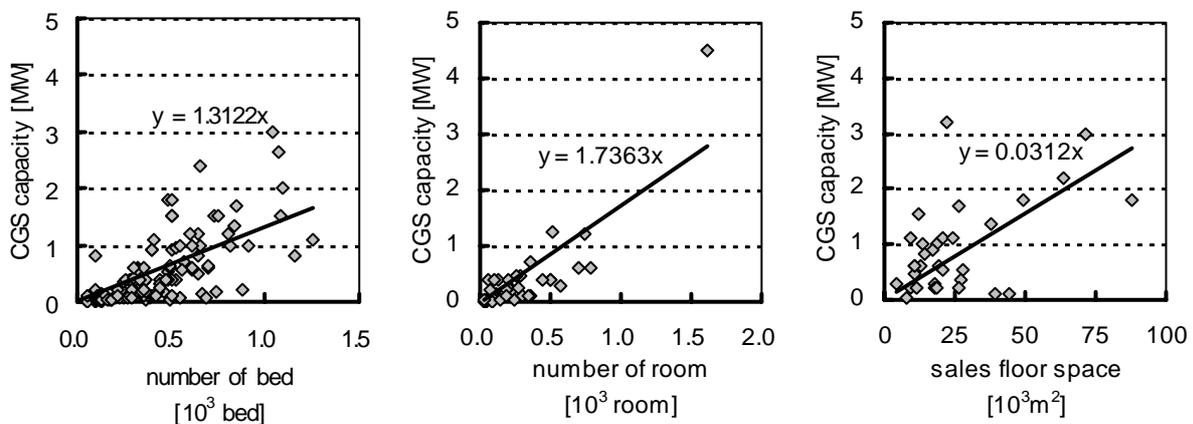
図 11 名古屋市における厨芥汚泥水処理・メタン発酵システムの適用可能エリア

また、小規模システムの消費電力について、他の高度水処理技術におけるスケールメリットを参照して算定した結果、104MW/日となった。この場合、従来処理場での消費電力量 229MW/日を含む名古屋市全体としての消費電力は 80MW/日だけ増加し、メタン発酵による発電電力 16.6MW/日で賄いきれないことがわかった。

以上の結果、本システムの導入条件を考える場合、大規模なシステムでは広域から収集する際の衛生面の対策、小規模なシステムを導入するには小規模化に伴う効率低下を小さくすること必要性があると考えられる。

3 - 2 - 4 民生用 CGS の導入ポテンシャル

住宅用 CGS および業務用 CGS の導入ポテンシャルを算定した。住宅用 CGS の導入ポテンシャルについては、一戸建、長屋建および共同住宅の住宅種別によらず、世帯人員が 3 人以上の住宅に CGS が導入されるものとし、世帯人員によらず一律に 1kW として算定した。一方、業務用 CGS の導入ポテンシャルについては、病院、ホテルおよび店舗の 3 業種を対象として、全国における CGS 導入済みの施設における CGS 容量と施設規模との相関に基づき算定した。



(a) 病院

(b) ホテル

(c) 店舗

図 12 既設 CGS 容量と施設規模との関係

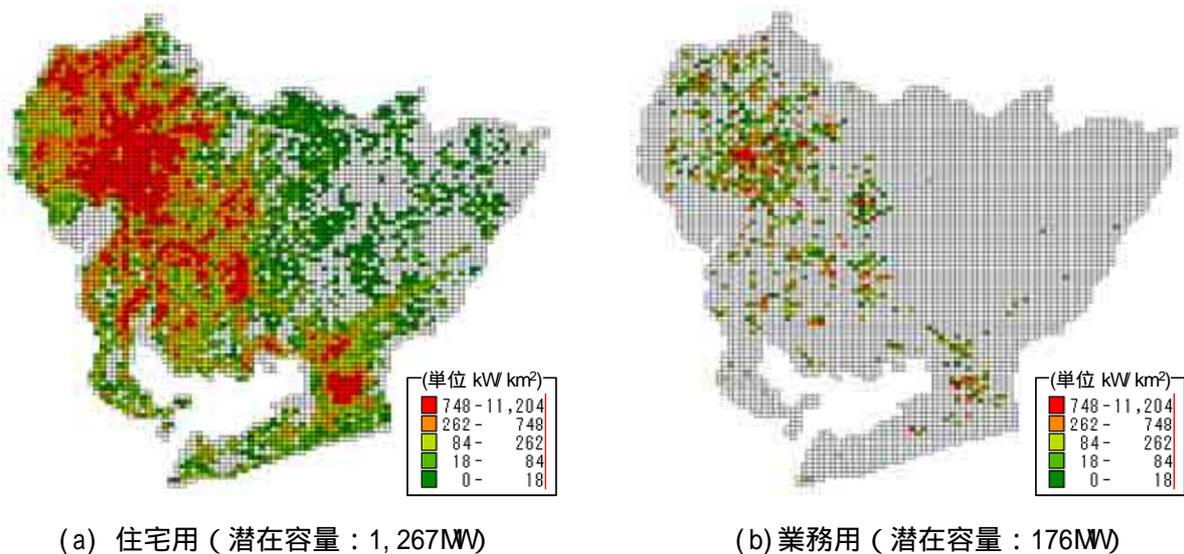


図 13 愛知県における OGS 導入潜在容量の分布

病院、ホテルおよび店舗の施設規模としては、それぞれベッド数、客室数および売場面積を用いて、図 12 に示すように OGS 容量と施設規模との相関を算定した⁽¹⁶⁾⁻⁽¹⁷⁾。その結果に基づき、愛知県内の OGS 未導入の全ての施設について売場面積などの施設規模を調査し⁽¹⁸⁾⁻⁽²⁴⁾、図 12 に示した相関式を用いて導入可能容量を算出した。その結果、愛知県全体の住宅の OGS 導入可能容量は計 1,267MW 業務部門 3 業種では計 178MW となった。また、各施設の住所から、対応するメッシュ毎に OGS 導入可能容量を算定した。図 13 に OGS の導入可能性の分布図を示す。住宅や業務施設が多い名古屋市域や地方都市の中心部において OGS の導入可能容量が大きい。

3 - 2 - 5 未利用エネルギー賦存量

未利用エネルギーとは、河川水・下水等の温度差エネルギー（夏は大気よりも冷たく、冬は大気よりも暖かい水）や、工場等の排熱といった今まで利用されていなかったエネルギーである。本研究では、未利用エネルギーとして下水処理水エネルギーと変電所における排熱エネルギーに着目し、愛知県内の賦存量を算定した。

愛知県内の 38 ヶ所の下水処理場について、1 日の処理能力、1 日の処理量、年間処理量を調査した。その結果、下水処理場の 1 日の処理能力は愛知県全体で 2,877,075m³/日、愛知県全体の 1 日の処理量は 1,729,101 m³/日であった。下水の温度を夏場（8 月）で 25℃、冬場（1 月）で 15℃ とし、名古屋市の平均気温に比例して下水温度は変化すると想定して他の月の下水温度を算定した。次に、名古屋市の平均気温との温度差によって下水処理水の未利用エネルギー賦存量を算定した。その結果、年間の下水処理水エネルギーは 12,697 TJ となった。この値は、愛知県における一年間の一次エネルギー供給量 1,509,890 TJ の 0.84% に相当する。各下水処理場の未利用エネルギーが損失等を考えずに全て回収・利用できるものと想定すると、平均的な一世帯当たりの最終エネルギー消費量 47.0 GJ/世帯に対して下水処理水エネルギーの賦存量は約 20,000 世帯分に相当することがわかった。ただし、実際には、熱供給損失や需給の時間的アンバランスなどを考慮すると、有効に利用可能な下水処理水エネルギーは同図の値よりも大きく減少すると考えられる。

絶縁油を介して変電所排熱を回収し、ヒートポンプの温熱源として利用することが可能である。適用例として、中部電力のビル地下に設置された松ヶ枝変電所では、地中ケーブルの冷却水排熱と伴に変圧器排熱を回収し、ビル内の空調等に利用している。そこで、愛知県内の 359 ヶ所（総容量 58,134,000

kVA)の変電所を対象として、排熱エネルギー賦存量を算定した。まず、電圧階級 6.6kV、66kVおよび154kVの変圧器の定格時の無負荷損および負荷損から、各電圧階級の変圧器の単位容量あたりの無負荷損および負荷損を算定した。それらの値に各変圧器の容量を考慮して、変電所排熱エネルギーを算定した。その結果、愛知県全体としての変電所排熱エネルギーの賦存量は、年間 5,437 TJ であり、愛知県における一年間の一次エネルギー供給量の 0.36%であった。また、下水処理水エネルギーの場合と同様に、各変電所の排熱エネルギーが何世帯分の最終エネルギー消費量に相当するかを算定した。その結果、変電所 1ヶ所あたりから回収可能な排熱エネルギーは、最大 5,733 世帯分、最小 16 世帯分の最終エネルギー消費量に相当することがわかった。ただし、賦存量が大きい変電所は、三河地区の需要家密度が小さい所に存在するので、実際に供給・利用可能な賦存量は非常に小さいと考えられる。

3 - 3 . 考察及びフェーズ のまとめ

WG1およびWG2における開発技術について、統計的な評価により、適用可能な範囲やその効果を示すことができた。また、各種分散型のエネルギー源についても、地域情報を用いて導入ポテンシャルを算定し、分布図として示すことができた。

4 . 成果の達成度

民生用の分散型電源として大規模導入が期待される住宅用 OGS について、省エネルギー性や経済性の観点から、状況によっては大規模導入の可能性があると示した。また、民生需要家に関する統計情報に基づき、地域における各種の分散型エネルギー源の導入ポテンシャルを算定することができた。なお、分散型電源の導入ポテンシャルについては、本報で示した OGS 以外にも、PVシステムについても地域的な導入ポテンシャルの算定を試みたが、地域メッシュ統計データからの相関によって算定するための原単位について適切な値を設定することができず、引き続き検討を要する。

5 . 今後の課題

分散型電源の導入ポテンシャルについては、地理的な制約下での導入ポテンシャルを評価したのみである。より現実的な導入ポテンシャルを明らかにするためには、競合技術間でのシェア配分などの経済的な制約や、電力系統への影響による技術的な制約を考慮する必要がある。また、算定した分散型エネルギー源の導入ポテンシャルが、循環型環境都市の構築にどのように反映されるべきであるかについて、具体的な提案が必要である。

【文献】

- (1) 日本エネルギー経済研究所編：「エネルギー・経済統計要覧 2002」，（財）省エネルギーセンター，p. 83 (2002)
- (2) 杉原，加藤，鈴置，辻：「翌日給湯負荷の情報設定を考慮した住宅用燃料電池の起動停止アルゴリズム」，エネルギー資源学会 第 19 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集，pp. 251-256 (2003)
- (3) C. E. (Sandy) Thomas, Brian D. James and Franklin D. Lomax, 「Analysis of Residential Fuel Cell Systems PNGV/Fuel Cell Vehicles」, Proc. of the 2000 U.S. DOE Hydrogen Program Review, pp. 756-784 (2000)
- (4) T. G. Kreutz and J. M. Ogden, 「Assessment of Hydrogen-Fueled Proton Exchange Membrane Fuel Cells for Distributed Generation and Cogeneration」, Proc. of the 2000 U.S. DOE

Hydrogen Program Review pp. 785-827 (2000)

- (5) 平成 13 年群馬県木質バイオマス検討会報告書
- (6) 農林水産省 H P ; <http://www.naff.go.jp/toukei/sokuhou/data/seizai2002/seizai2002.pdf>
(2003/11/28)
- (7) 伊神, 村田 : 「製材工場における木質残廃材の発生と利用」, 森林総合研究所報告, pp. 111-114
(2003)
- (8) 木材工業ハンドブック
- (9) 辻, 藤井, 安藤, 山吉, 船岡 : 「植物資源の活用循環系を創造するための三重県をモデル地域とした検証」, 三重県工業技術総合研究所研究報告 No. 24 (2000)
- (10) 農林水産省 H P :
<http://www.tdb.naff.go.jp/toukei/a02smenu?TokID=D003&TokKbn=B&TokID1=D003E2001-010>
(2003/11/28)
- (11) 佐野, 三浦 : 「木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究」, 第 22 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, pp. 329-334 (2003)
- (12) 自然環境研究センター : 植生調査ファイル第 1 版(1993)
- (13) M Suzuki, N Goto, A Sakoda; Simplified dynamic model on carbon exchange between atmosphere and terrestrial ecosystems, Ecological Modelling, 70 (1993) 161-194
- (14) 有機質資源化推進会議 : 有機廃棄物資源化大辞典, 農山漁村文化協会 (1997)
- (15) 原田 : 「森林・木材由来の未利用資源の現状」, 木材工業, Vol. 54, No. 8, pp. 356-360 (1999)
- (16) 柏木, 他 : 「天然ガス コージェネレーション計画・設計マニュアル 2000」, 日本工業出版 (2000)
- (17) 社団法人日本ガス協会 : 「平成 8 年度都市ガスコージェネレーション導入実績集」(1997)
- (18) 厚生問題研究会 : 「全国病院名鑑」(2002)
- (19) オータパブリケーションズ : 「日本ホテル年鑑 Part1 東日本編」(1992)
- (20) オータパブリケーションズ : 「日本ホテル年鑑 Part2 西日本編」(1992)
- (21) デパートニュース社 : 「百貨店調査年鑑」(1998)
- (22) 日本ショッピングセンター協会 : 「ショッピングセンター名鑑」(1994)
- (23) 商業界 : 「日本スーパー名鑑 店舗編上」(1998)
- (24) 商業界 : 「日本スーパー名鑑 店舗編下」(1998)