

21. 大都市圏におけるローカルなエネルギー環境インフラ・システムの 導入可能性評価に関する研究

Local Environmental Energy Infrastructure Systems and Study for their Their Implementation Effects

*盛岡 通

*藤田 壮

*吉田 登

Tohru MORIOKA *

Tsuyoshi FUJITA *

Noboru YOSHIDA *

ABSTRACT; In order to utilize wasted heat energy in urban areas, it is important to design DHC supply system which meets the characteristics of demand sectors. The authors attempt to show urban infrastructure systems to improve energy consumption efficiency in urban areas. Based on a survey for energy characteristics of the Kansai Region, seven sub-systems are presented which reduce urban activity loads from urban activities for the regional environment as well as for the global one. First, the authors show seven urban energy infrastructure patterns to realize efficient energy consumption from different sources, after identifying energy consumption flow of the region. Followingly characteristics of those systems are compared. Finally the authors made preliminary analysis for the implementation of environmental infrastructure system in districts neighboring power generation plants.

KEYWORDS; Wasted heat energy, District heating and cooling, Environmental Infrastructure, Power plants

1. はじめに

地球温暖化問題への取り組みとしては、経済的手段による化石燃料の消費抑制や代替エネルギーへのシフトの推進とともに、都市のエネルギー消費効率の改善が重要な課題となる。本研究では大都市圏全体の総合的なエネルギー利用効率を高めるために、エネルギーの流れの各段階において有効利用のためのサブシステムの導入を想定する。すなわち、圏域全体の基幹システムの構成を抜本的に変革するのではなく、現在のエネルギー供給利用システムを尊重しつつ、多様な部分システムとしてのエネルギー環境インフラの導入することを考える。

本研究では都市圏におけるトータルのエネルギー循環を見て、ポテンシャルの高いかたちで排熱が存在するエネルギー結節点を6つ抽出する。利用可能な賦存エネルギー源として発電所賦存熱、工場排熱、自家発電排熱、ゴミ焼却工場排熱及び下水処理水、海水及び河川水、輸送機関からの排熱に注目して、賦存熱源タイプごとにエネルギー回収及び活用装置としてのエネルギー環境インフラのパターンを検討する。すなわち、次の6つのサブシステムである。①火力発電所エネルギー変換効率向上型モデル、②迷惑施設グレードアップ型モデル、③環境調和コミュニティ工場型モデル、④熱と電気のアーバンミックス型モデル、⑤自然エネルギー利用型モデル、⑥電気自動車のまちモデル。さらに、関西圏域の都市立地型発電所周辺地区について、地区の熱需要との比較から未利用エネルギー活用の特性を定量的に検討することにより、環境インフラ

*大阪大学工学部環境工学科

Department of Environmental Engineering, Osaka University

システム導入のための課題を明らかにする。

2. 関西圏の都市活動とエネルギー供給

山地と大阪湾に挟まれた狭隘な平野部に都市施設が稠密に立地する地勢条件と、石油やガスのエネルギー資源を海外からの受け入れに依存していることなどから、関西圏域はエネルギー供給を周辺地域における大規模施設による効率的供給の形態をとっており、この基本的構造は日本の諸都市だけでなく、多くの先進国各都市に共通しており、都市環境の改善が緊急の課題となりつつあるアジア諸国の各都市においても今後一般的になることが見込まれる。

図1に関西圏のエネルギーの流れとそのボリュームを「系外電力」「水力・原子力」「石油系燃料」「非石油系燃料」という資源から、「業務系」「生活系」「運輸系」の最終需要および「排熱」まで描いた¹⁾。

省エネルギーを、エネルギーの流れの各段階におけるエネルギー活用のサブシステムとしてとらえると、エネルギー「レベルの格差の生じるポイント」にそれを利用する都市および人間活動のシステムを構築することで、圏域全体としての総合エネルギー効率を高めることができる。これは集中大規模か分散小規模かという対立的設定ではなく、むしろ基幹システムの構成に影響を与える多様な部分システムの導入と考える。

レベルの格差が発生する「すきま」に存在する未利用エネルギーとしては、発電所排熱、工場排熱、自家発電の排熱、焼却工場の排熱、下水処理水、海水・河川水、輸送機関からの排熱などがある。これらを都市排熱によるヒートアイランド現象の発生源としてではなく、エネルギー有効活用の結節点と考える。このうち清掃工場、下水処理場について、施設ごとに賦存熱量の分布を算定したものが図2である。

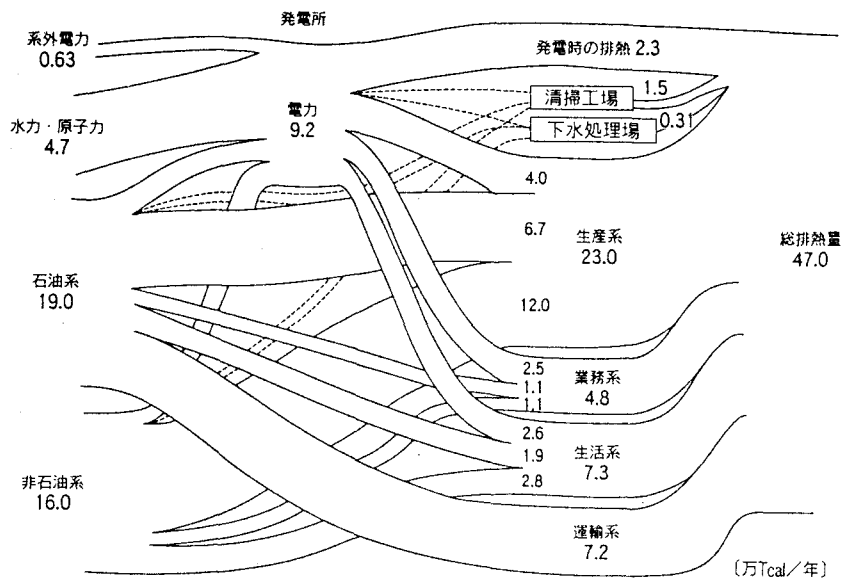
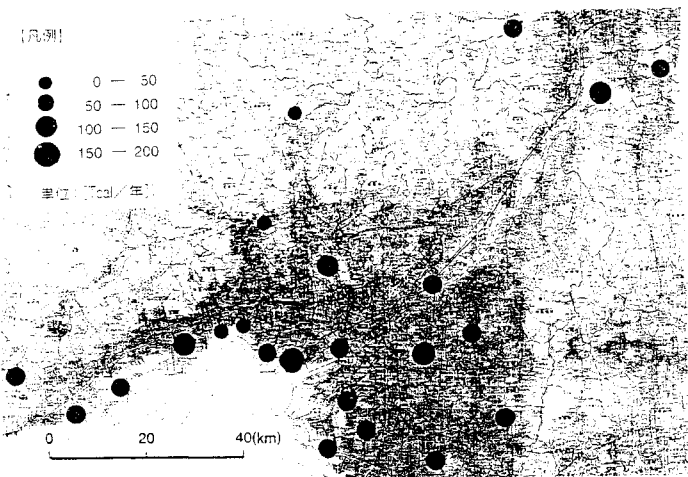
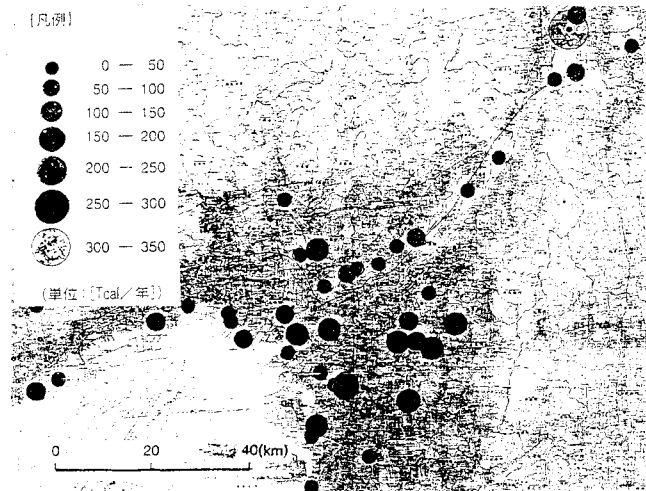


図1 関西圏の熱エネルギー収支フロー



(1) 清掃工場の賦存エネルギー



(2) 下水処理場の賦存エネルギー

図2 関西圏域における清掃工場と下水処理場の未利用エネルギー分布

未利用エネルギー源となる施設の多くは、利用主体となる人口と都市活動が集中する都市部に近接してで

はなく、大都市圏の周縁部に位置することが多い。

2. 6つのエネルギー環境インフラ・システム

トータルエネルギー・メタボリズムから、未利用エネルギー有効活用の6つ結節点を抽出した（図3）。この6つのポイントにおいて、エネルギー回収および活用装置としてのエネルギー環境インフラ・システムの構造を明らかにする。このエネルギー環境インフラを圏域スケールで系統的に整備することで総合的なエネルギー効率は飛躍的に改善され、持続可能性の高い都市圏域を実現することができる。それぞれの未利用エネルギー結節点に対応したエネルギー環境インフラ・システムの構造は表1の通りである¹⁾。

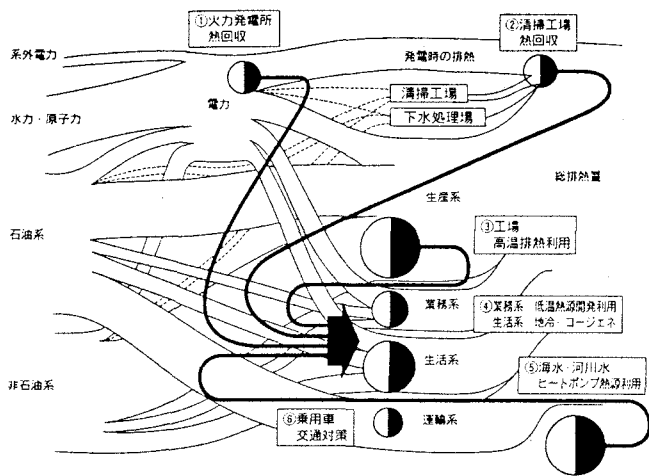


図3 未利用エネルギー有効利用の結節点

表1 エネルギー環境インフラ・システムのパターン

環境インフラシステム	特 性	構造イメージ
①エネルギー変換効率向上型モデル(工・パワー・パーク)	都市圏の中に発電所(火力)を配して発電時のエネルギーを有効活用し、持続可能性、域内自立性を高めるモデル	既存都市集積(住居系地域)と工業系再開発構想(工業系地域)の間に、化石燃料燃焼発電所と熱供給のネットワークが形成される。交流・展示・スポーツ機能の集積も示されている。
②迷惑施設グレードアップ型モデル(ヒートサイクル・タウン)	下水処理場の賦存熱や清掃工場の排熱を活用した熱供給により、迷惑施設を転じて快適サポ-ト施設とする「まちの形成」をはかるモデル	地下化された下水処理場と焼却工場からの熱供給が、都市拠点の形成に貢献する。住居系と工業系の両方から熱が供給される。
③環境調和コミュニティ工場型モデル(工・ファクトリー・パーク)	工場で利用してなおかつ余る高温排熱の余剰エネルギーを地域で隣接する工場、公共施設、住宅・業務施設等に供給するモデル	産業機能共存型と複合都市開発の両面から、工業系地域と住居系地域の間にエネルギーの供給ネットワークが構築される。
④熱と電気のア-バンミックス型モデル(コ-ジェネ・タウン・センター)	清掃工場の回収熱とコ-ジェネレーションにより、民生および業務用に冷暖房・給湯あるいは地域冷暖房をおこなうモデル	業務系施設の立地と、既存ゴミ焼却場の建替整備が、単位都市活動あたりのエネルギー消費量を小さくし、高速自動車道と連携する。
⑤自然エネルギー利用型モデル(グリーン・エネルギー・パーク)	冬は大気より暖かく夏は冷たい性質をもつ海水・河川水をヒートポンプの熱源として利用することで、高効率な冷暖房・給湯を行うモデル	新規開発及び再開発エリアにおいて、下水処理場と河川水や海水を熱源とする熱供給施設が設置される。
⑥電気自動車のまちモデル(工・モビ-ル・タウン)	モビリティや生活の快適さ、物流の調整などを考慮した、電気自動車为主役となるまちのモデル	自動車専用道路、電気自動車ネットワーク、駅前施設、幹線自動車道路、鉄道線、高速自動車道が統合されたまちの構造を示す。

炭酸ガス排出量が少なく、なおかつ都市活動が要求するエネルギーの質に応じたベスト・ミックスをはかる策をとりつつ、圏域の安全なエネルギー供給を実現するには、これらのエネルギー環境インフラのサブシステムの導入による、エネルギー供給の安定化と持続可能性の改善の地域スケールでの実現が圏域全体に波及する構図を考える。このとき、地域や地区のインフラ・システムが社会実験的な効果を生み、それが周辺に波及しつつ圏域全体をより適切な都市構造へと誘導するようなトータルシステムを描く必要がある。その特性は分散した希薄な低質のエネルギーを圏域の多くの場所で、程度の差はあっても最大限に取り込むことである。コストの高さや実現上の困難度は、化石燃料由来とは別の目的を設定することで軽減し、同時並行的に目標達成を追求する²⁾。

3. エネルギー環境インフラ施設の導入にむけての検討

今後の都市再開発や地域開発において、エネルギー環境インフラを積極的に導入することが長期的には持続可能性の高い圏域の形成につながる。それぞれのインフラシステムを支えるための技術の多くは実用可能な水準まで開発が進み、その稼働効率や経済性は今後も改善されることが期待されており、むしろ未利用エネルギー源施設と需要施設の立地の乖離がシステム整備の最大の支障となる。

表2 都市立地型火力発電所周辺でのエネルギー需要特性

	最大熱需要量 合計 [Gcal/hr]	熱需要密度 量 [Gcal/yr*ha]	発電所周辺地区の熱需要量 [Tcal/yr]	抽気蒸気の利用可能熱量 [Tcal/yr]
A発電所	1.4	3	9.2	70
B発電所	7.8	37	6.5	70
C発電所	13.2	35	2.5	36
D発電所	74.0	191	110	23
地域冷暖房事業導入 地区平均(33ヶ所)	41.0	3000		

実際に関西圏で稼働している火力発電所での賦存熱エネルギー有効活用の可能性を検討した。すなわち、関西圏の4つの都市立地型火力発電所について、周辺1kmの市街地を供給対象と仮定した場合の「最大熱需要量」と「熱需要密度」を推定して、国内で地域冷暖房が実際に導入されている33地区の平均値と比較したものが表2である⁴⁾。すでに地域冷暖房事業が導入されている区域と比べると、熱需要の総量よりもむしろ需要密度がはるかに低い水準を示すことがわかる。また、抽気蒸気方式での利用可能量は周辺市街地の需要量に比べて十分な規模をもっていることが多いことから、「火力発電所エネルギー変換効率向上型モデル」を都市基盤として導入を進めるためには基盤整備と需要施設を組み合わせた一体的な開発が必要といえる。

おわりに

圏域全体のエネルギー負荷を低減するには、需要供給の地域的な乖離が環境インフラシステム導入と推進の課題となる。システムの特性をふまえて未利用エネルギーの利用可能性を定量的に示すとともに、システムの効率性と負担の公平性等を満たす整備・運営システム、計画システムの構築を今後の課題とする。

註と参考文献

1)盛岡通「エコ・省エネ型の代謝と環境基盤形成」地球環境関西フォーラム都市環境分科会編『持続可能な関西都市圏づくり』,1994.

2)発電所の賦存熱エネルギー有効利用に向けての検討の指針は盛岡・藤田(1995)で提示している。盛岡通・藤田壮「環境負荷を軽減する都市エネルギー施策とその社会的受容性についての考察」,土木計画学講演集, No7, pp.487-490(1995).

3)発電所周辺の熱需要については、大阪市の用途別建物床面積と国土地理院発行の細密数値情報(100mメッシュ)から500mメッシュ単位の用途別床面積を推定して、IBECの原単位を用いて熱需要特性値を算定した。地域冷暖房事業導入地区の調査は日本熱供給事業協会資料と事業者へのヒアリング調査による。

4)上田大輔「土地利用特性を考慮した未利用エネルギー利用可能性評価に関する研究」,大阪大学大学院環境工学専攻修士論文,1995.