

「環境低負荷型の社会システム」
平成7年度採択研究代表者

柏木 孝夫

(東京農工大学工学部 教授)

「自立型都市をめざした都市代謝システムの開発」

1. 研究実施の概要

本プロジェクトでは、環境負荷の排出を抑えた都市は省エネルギーやリサイクルによりエネルギーや素材などの投入を削減する都市であり、その意味で自立であるとの考え方にに基づき、それを実現する都市代謝システムのあり方の確立およびそのための関連技術の開発を目的としている。ここでは、都市代謝システムをエネルギー、素材・水、緑地・都市計画、ライフスタイルの観点から捉え、各々の技術やシステムを検討するのみならず、これらのサブシステムと都市のGISデータベースを統合し環境低負荷型の都市計画を支援するための都市シミュレータを実現することをめざしている。これまで低温熱利用技術、ローエネルギーハウスや水処理技術、廃棄物分別技術などの要素技術開発、緑地評価手法、LCA評価手法の開発などを進めるとともに、都市シミュレータのプロトタイプを製作し具体的なイメージ作りを図ってきた。

都市シミュレータはデータベースに加え、エネルギーサブモデル、廃棄物サブモデル、水利用サブモデル、水文サブモデル、交通サブモデル、緑地評価サブモデル、熱環境サブモデルなどから構成される。各サブモデルを統合化することにより、ある政策がもたらす影響を多角的な観点から定量的に把握できる。都市シミュレータはパソコン上に実現され、計算結果が空間的にグラフィック表示できインタラクティブな政策評価が可能となっている。

2. 研究実施内容

(1) エネルギー関連テーマ

- ・線形計画法のパッケージを用いることなく最適解を導出するため、コジェネレーションシステムの線形モデル解析解に基づき、一次燃料消費を最小化する最適解を得るアルゴリズムをExcel上を実現した。
- ・2段型吸着冷凍機の実験装置により性能を計測した結果、50 程度の熱源に対してCOP=0.3~0.4の性能が実現できることを示した。
- ・非結像フレネルレンズを用いた集光装置の性能を実験的に明らかにするとともに、太陽電池の出力増強に応用した。

- ・吸水性高分子ゲルを蓄熱材として用いた水蒸気排気式氷蓄熱システムについて、実験により蓄熱ユニット充填法の効果を調べた。その結果、大きさの異なる大小2種類の球状ゲルを充填した場合、IPF69%で比表面積も大きく、安定した冷水が得られることが示された。また、解氷時の挙動をシミュレーションすることにより、従来型の氷蓄熱に比べ2倍の冷熱取り出し速度が実現できること、設計条件・運転条件の与える影響を明らかにした。

- ・ローエネルギーハウスの屋根にソーラーハイブリッドコレクタを設置し、その性能および省エネルギー効果を評価した。また、地盤を利用した冷房、地下水槽を利用した季節間蓄熱の実験を行った。

- ・ローエネルギーハウスにおける室内空気質の測定、温熱環境の測定、パッシブ換気方式の評価を行った。

- ・地下帯水層を利用した長期蓄熱の性能を実験により明らかにした。また、帯水層蓄熱を組み合わせた複合型エネルギーシステムの数値解析により、約20%の高い一次エネルギー削減効果を持つことを示した。

(2) 廃棄物・水関連テーマ

- ・雨水流出解析モデルを改善し、中間・基底流出量を計算できるようにした。また、土地利用に加え地面状態を考慮することによってより実際に近い挙動を再現できた。

- ・上水～中水～下水にわたる水利用を評価するためのモデルを開発した。本モデルにより中水道の形態の違いが水消費量に与える影響を定量的に算出することができる。

(3) 緑地・都市計画関連テーマ

- ・緑地アメニティとして公共緑地の緑被率およびアクセシビリティを指標としたサブモデルを作成した。また、景観評価の観点から八王子市内の道路景観写真から緑視率を算出し、緑視度を指標とするモデルを提案した。

- ・都市内熱環境を解析するモデルについて、八王子市における実測結果と計算結果を比較することにより、一界面モデルの妥当性を明らかにした。

- ・ハイブリッド自動車の都市内走行に関するシミュレーションを行い、従来型ガソリン自動車に比べエネルギー消費率が20%程度小さいことを示した。また、回生ブレーキの効果を評価した。

- ・交通部門における省エネルギー施策の効果を八王子周辺エリアを対象にして評価した。その結果、ハイブリッド自動車の導入が燃料消費削減効果20%以上と最も効果的であり、道路整備による効果等は小さいことが示された。バス等公共交通への転換や土地利用の高度化、職住近接化などは2～4%程度と効果は大きくない。

(4) 都市シミュレータ関連テーマ

- ・コジェネレーションシステムの最適挙動を計算するエネルギーサブモデルを実装した。対象エリアを指定すればGISデータベースに基づいて負荷を推定し、システムの最適挙動および省エネルギー効果を計算できる。
- ・熱環境サブモデルを実装した。通常の熱環境モデルと異なり、数分程度の計算時間で八王子市全体の空間的温度分布を求めることができる。
- ・GISデータから都市内の土地利用状況として、建物を箱形状で表現し3次的に表示できるように改良した。

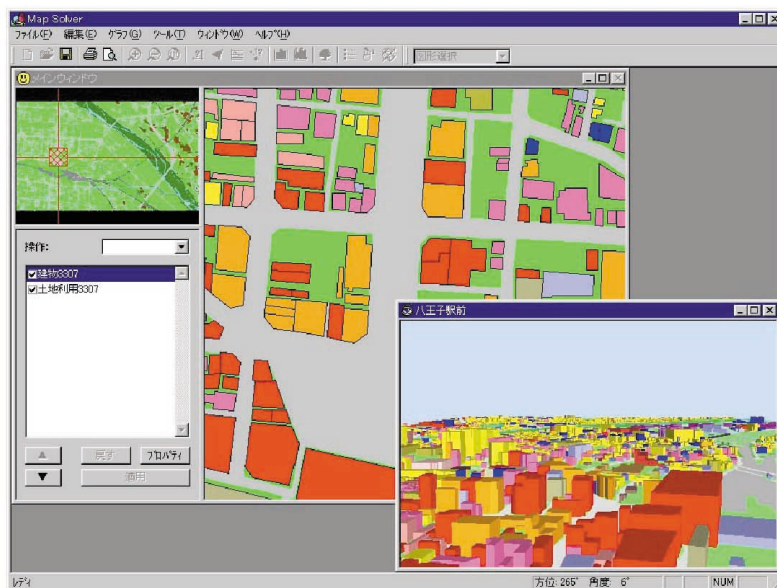


図1 都市シミュレータ画面例（土地利用状況の2次元および3次的表示）

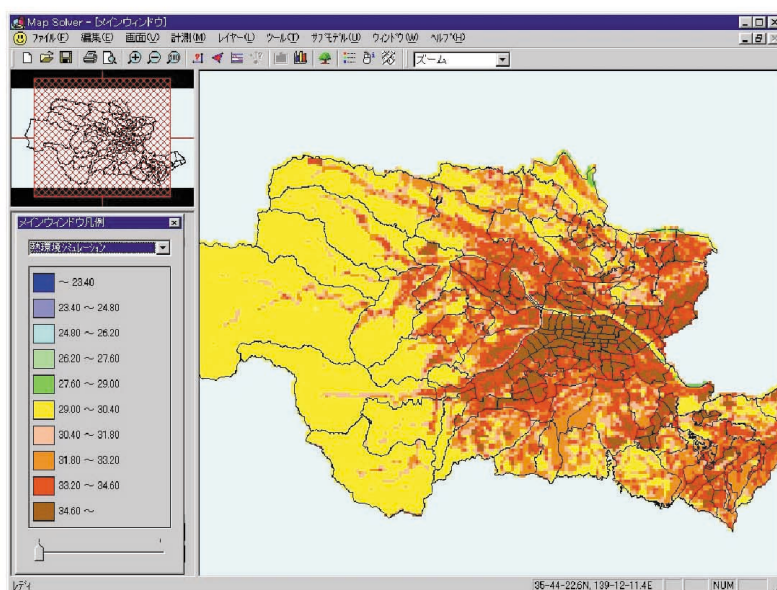


図2 熱環境シミュレーション結果表示例（地表面温度分布）

3 . 主な研究成果の発表 (論文発表)

【エネルギー関連】

Y. T. Kang ,A. Akisawa ,T. Kashiwagi ,Experimental Correlation of Combined Heat and Mass Transfer for NH₃-H₂O Falling Film Absorption , International Journal of Refrigeration , Vol.22 , No.4 (1999) , 250-262

Y. T. Kang , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Visualization and Model Development of Marangoni Convection in NH₃-H₂O System , International Journal of Refrigeration , Vol.22 , No.8 (1999) , 640-649

Y. T. Kang ,Y. Fujita ,A. Akisawa ,T. Kashiwagi ,Combined Heat and Mass Transfer under Different Inlet Subcooling Modes during NH₃-H₂O Falling Film Absorption Process , RAES99 , Proceedings of the Renewable and Advanced Energy Systems for the 21st Century , April 11-15 (1999)

Y. T. Kang , H. Kazuno , K. Ono , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Visualization of NH₃-H₂O Absorption Processes Using Holographic Interferometer , Proceedings of PSFVIP-2 , May 16-19 (1999)

K. C. A. Alam , B. B. Saha , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Numerical Investigation of Heat and Mass Transfer in a Reactor of Silica Gel-Water Cooling System , Third International Conference on Fluid Mechanics and Heat Transfer , December 15-16 (1999) , 262-269

K. C. A. Alam , B. B. Saha , J. Leutz , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Investigation of Heat and Mass Transfer in Silica Gel-Water Adsorption System with Plate Fin Heat Exchangers , Proceedings of the 20th International Congress of Refrigeration , IIR/IIF (1999)

B. B. Saha , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Adsorption Refrigeration Cycles for Low Temperature Waste Heat Recovery , Proceedings of the 20th International Congress of Refrigeration , IIR/IIF (1999)

B. B. Saha , A. Akisawa , T. Kashiwagi , K. C. Ng , H. T. Chua , Non-Regenerative Multi Stage and Regenerative Multi-Bed Adsorption Cycles for Low-Temperature Waste Heat Recovery , Proceedings of Symposium on Energy Engineering in the 21st Century (SEE 2000) , Vol. 3 , January 9-13 (2000) , 1145-1152

R. Leutz , A. Suzuki , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Design of a Nonimaging Fresnel Lens for Solar Concentrators , Solar Energy , Vol. 65 , No. 6 (1999) , 379-387

R. Leutz ,A. Suzuki ,A. Akisawa ,T. Kashiwagi ,Shaped Nonimaging Fresnel Lenses , Journal of Optics A: Pure and Applied Optics , Vol. 2 , No. 2 (2000) , 112-116

R. Leutz , A. Suzuki , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Nonimaging Fresnel Lens

Concentrators for Photovoltaic Applications , Proceedings of the International Solar Energy Society (ISES) Solar World Congress , July 4-9 (1999) , 358-366

R. Leutz , A. Suzuki , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Nonimaging Fresnel Lens Concentrator - The Prototype , Proceedings of the First International Power and Energy Conference (INT - PEC) , November 30 - December 3 (1999)

R. Leutz , A. Suzuki , A. Akisawa , T. Kashiwagi , Developments and Designs of Solar Engineering Fresnel Lenses , Proceedings of Symposium on Energy Engineering in the 21st Century (SEE 2000) , Vol. 2 , January 9-13 (2000) , 759-765

【ローエネルギーハウス，中長期蓄熱】

濱田靖弘・落藤 澄・長野克則・中村真人・横山真太郎・永坂茂之：自然エネルギーをハイブリッドに活用したエネルギー自律型住宅に関する研究(第1報) 建築・設備計画および実験住宅の建設，空気調和・衛生工学会論文集，73(1999-4)，pp.105-115

濱田靖弘・横山真太郎・中村真人・落藤 澄・長野克則：自然エネルギーをハイブリッドに活用したエネルギー自律型住宅に関する研究(第2報) 実験住宅における運転実績とその評価，空気調和・衛生工学会論文集，76(2000-1)

Yasuhiro Hamada, Kiyoshi Ochifuji, Makoto Nakamura and Katsunori Nagano: Energy Balance of Low Energy House with Ground Source Heat Pump in Hokkaido , The 34th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference Proceedings(Aug., 1999) , 1/1(CD-ROM)2667

Yasuhiro Hamada, Kiyoshi Ochifuji, Katsunori Nagano, Makoto Nakamura and Shintaro Yokoyama: Hybrid Utilization of Renewable Energy in an Energy-efficient House in Hokkaido , Proceedings of the 7th International Symposium on Building and Urban Environmental Engineering and Management(Oct., 1999) , pp.53-60

【緑地関連】

大政謙次，戸部和夫，細見正明，吉田舞奈，小林瑞穂（2000）緑地のオゾン収着機構の実験的検討Ⅰ植物と土壌のオゾン収着速度の解析，環境科学会誌，13(1),33-42.

細見正明（2000）ダイオキシン汚染土壌の浄化技術，化学工学，64(39)、135-137.

細見正明（2000）水生植物による水質浄化能力（分担執筆），河川生態環境評価法（玉井信行、奥田重俊、中村俊六 編著），東京大学出版会，124-134.

細見正明（2000）湿地生態系の保全と活用（分担執筆），環境修復のための生態工学（須藤隆一 編著），講談社サイエンティフィック，167-190.

【LCA，ライフスタイル関連】

谷川寛樹（和歌山大学），都市構造物に関連したマテリアルストックの推計・評価に関する研究，第28回環境システム研究論文発表会，東北大学，1999/10/30-31．

上野賢仁（熊本工業大学），都市熱環境モデルを利用した空調エネルギー需要の空間分布推計，第28回環境システム研究論文発表会，東北大学，1999/10/30-31．

中川慎司（九州大学），循環型社会構築を目指した都市生活排水・廃棄物処理システムの統合的評価の視点，第28回環境システム研究論文発表会，東北大学，1999/10/30-31．

Hiroki Tanikawa(Wakayama UNIV.), THE ESTABLISHMENT OF ESTIMATION AND EVALUATION SYSTEM FOR THE MATERIAL STOCKS EMBODIED IN URBAN CIVIL INFRASTRUCTURES, The 4th International Conference on ECOMATERIAL, Gifu, Japan, Nov.10-12, 1999.