

工学研究科電気工学専攻システム工学領域



研究室紹介

辻 毅 一 郎*

1. 都市のエネルギーシステム

昨年京都で開催されたCOP3(気候変動枠組み条約第3回締結国会議)で一般の関心を集めることとなった温暖化ガス排出削減問題に象徴されるように、近年世界的にエネルギー資源の有効利用や地球環境の保全への関心が高まり、わが国においても二酸化炭素排出の抑制を達成するための具体的方策が求められていることは周知の通りである。いわゆる石油危機後、わが国の生産部門ではあらゆる努力の結果、エネルギー需要の伸びが実質的に抑制されてきたが、家庭・業務商業・運輸部門では住宅事情の改善やライフスタイルの変化など生活水準の向上に伴ってエネルギー需要が増加し続けている。これらが集中する都市において、エネルギーシステムをどの様に形成すべきかと言う問題は、いわゆる持続可能な社会の構築の基礎となる研究課題である。私たちの研究室は上に掲げた領域名にもあるようにシステム工学の方法論と実際問題への適用に関する研究を行っているが、都市のエネルギーシステムはその柱の一つとなっている。

1.1 都市エネルギーシステムの計画

都市においてどのようなエネルギーシステムを構成するのが省エネルギーや環境へのインパクトの軽減と言った観点から望ましいのか。私

たちはシミュレーションモデルや数理計画モデルを作成して解析を行い、望ましい都市エネルギーシステムを探求している。例えば、電動ヒートポンプを利用した氷蓄熱システムなどを導入し都市全体を電化(全電化住宅のイメージを都市に拡大したもの)するとどうなるか、あるいは都市全体にコージェネレーションシステムを徹底的に導入するのはどうか、太陽光発電の実質的な寄与はどの程度かなどの問題に答えようとしている^{1,2)}。さらに、エネルギー供給事業が、従来の電力会社や都市ガス会社とは全く別に行えるものと想定すれば、種々の事業形態が考えられる。それらの社会的得失について解析する必要もある。

1.2 エンドユースデマンドの分析とモデル化

都市エネルギーシステムの策定を行う上で、冷房・暖房などの最終用途別需要(エンドユースデマンド)の推定が必須である。私たちは人間のエネルギー消費活動を詳細にモデル化し、そのモデルを用いて対象地域のエネルギー需要の推定を行うとともに、将来の生活水準の向上、ライフスタイルの変化、住宅建設技術の向上などが、エネルギー需要の空間的・地理的分布にどんな影響を及ぼすかを解析し、真に効果的な省エネルギー方策を提案することを目指している。都市全体の省エネルギーや環境へのインパクトの軽減を考えると、供給側の高効率化だけではどうも不十分で、需要家側における省エネルギーも必要不可欠なのである。エンドユースデマンドモデルの検証には最終用途別需要の実測データが重要な役割を果たす。私たちは住宅を対象とした計測を今年度から実際に行う計画を立てており、需要家の協力が得られることを切に願っている。

1.3 都市エネルギー計画支援システムの開発

私たちが行ういわゆるシステム工学的方法は、

*Kiichiro TSUJI
1943年9月18日生
1966年3月大阪大学工学部電気工学科卒業
1968年3月同大学院修士課程修了
1973年6月ケースウェスタンリザーブ大学大学院博士課程修了
現在、大阪大学大学院工学研究科電気工学専攻、教授、Ph.D., 電力・エネルギーシステム工学
TEL 06-879-7709
FAX 06-879-7713
E-Mail tsuji@pwr.eng.osaka-u.ac.jp



対象を個々の要素を組み合わせたシステムとして捉えてモデル化し、そのモデルを駆使して様々な結論を導く。システム工学の対象となる問題には、実験をすることが難しい場合も多い。モデルの前提条件、その性質、それによる結果が広く一般に理解されるような手だてを講じなければ、モデルにより得られた有意義な結果が社会に利用されていくことは期待できない。そこで、モデル解析の手順を整理・統合してコンピュータ援用計画支援システムの形にまとめ、確立した方法論の実際問題への適用を飛躍的に容易にすることを狙いとした研究を行っている。すなわち計画の対象地域の鳥瞰図による表現や、発電所、配管などエネルギーシステム自体の図形表現、計算結果の多種多様な表現法を活用して視覚化を図り、計画策定が自在にできるような、ユーザーフレンドリーな計画支援システムを構築する。

このような支援システムの開発を積極的に進めることによって、既存あるいは新規の都市における、適切なエネルギー需給システムの計画、

あるいは望ましいシステムへの誘導方策の策定が系統的にかつ定量的に行えるようになるものと大いに期待している。これまでに私たちはエネルギーデータの分析を精力的に行ってきた³⁻⁵⁾が、この時もエネルギーデータ処理システム(EDPS)を開発し分析支援に大いに役立てた実績を持っている⁶⁾(図1参照)。

2. 電力システムの計画・運用・制御

電力システムは、いうまでもなくエネルギー供給ネットワークの最大のものである。またそれ自体が巨大な動的システムでもあり、その動特性の解析はシステム制御の観点からみて非常に興味深い。大規模な電力システムを精度を落とさずに取り扱い可能な程度まで簡略化して表現するための系統縮約や、超伝導エネルギー貯蔵装置による動特性改善については本研究室ですでに多くの成果をあげ⁷⁾、わが国の同方面の研究をリードしてきた。近年では電力も商品の一つとして、米国では小売も行われるようになるなど、電力システムを取り巻く環境が大きく変わ

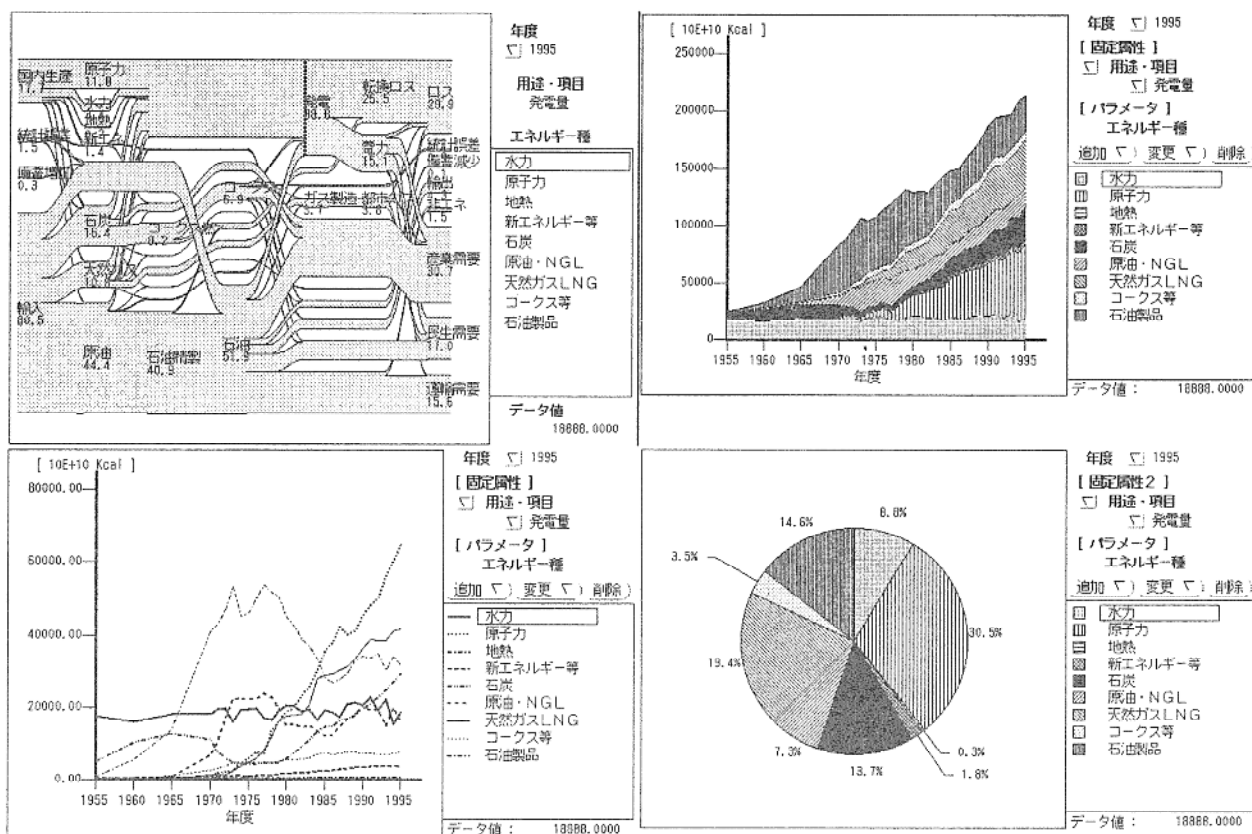


図10 エネルギーデータ処理システムの画面の一例
(左上エネルギーフロー図上の縦線(発電への燃料投入側参照)で指定したデータを異なる様式で表示した例)

りつつある。電力が自由に取引されることになれば電力システムは以前には考えられなかったような需給バランスの下で運用されることとなり、信頼性、安全性の面で複雑な問題が生じる可能性がある。こうした状況の下で電力システムの動特性の解析と制御法の研究は、ますますその重要性を増している。

一方、需要家に密着した配電システムも、太陽光発電やコージェネレーションなどの分散型電源や電力貯蔵の導入とパワーエレクトロニクスの発展に伴ない、従来の配電システムとは全く異なる新しい形になる可能性がある。電力にも品質を考え、品質別の電力供給を行うことも考えられる。この研究はまだ緒についたばかりであるが、今後大いに進展させてゆきたいと考えている。

3. 今後の展開

都市のエネルギーシステムの構築には従来、電力会社や都市ガス会社が携わってきた。今後は都市の需要家がエネルギー需給の問題により強い関心を持ち、理解を深める必要があるだろう。幸いこの方面の研究は電気工学だけでなく建築学や空調・衛生工学、機械工学と言った学際的なエネルギー学(科学研究費補助金の研究分野の一つとなっている)の研究として位置づけられ、急速に進展しつつある。従来に比べ抜本的にエネルギー有効利用が図られ、環境へのインパクトを軽減した環境共生型の都市の具体的なイメージとその構築へ向けての指針が近い将来得られるよう、鋭意研究を進めたいと思っている。

4. 研究室小史

私たちの研究室は当初電気工学第六講座として1969年に創設された。大学院重点化に伴い改組でシステム工学領域と言う名称に改められたが、それまでは組織工学講座といていた。初代担当の藤井克彦教授は生体を究極のシステムと見なして、工学の立場から生物の持つ機能を明らかにすることを目的とした研究を行った。次に担当した鈴木胖教授はシステムのモデリング技法を駆使して、工学システムを始め、エネ

ルギー、資源、環境、地域など広い領域にわたるシステムを対象として様々なモデルを構築し、例えば関西新空港の建設に伴う社会経済的影響の定量的分析評価などを行った。1992年より担当している筆者は、エネルギーシステムの研究でこの流れの一翼を担わせて貰っている。このように研究の対象こそ移り変わっているが、設置以来一貫してシステム工学および制御工学の基本的考え方を適用して、種々の工学的、社会的問題の解決に役立てようという研究が継続されている。

現在の構成は、三谷康範助教授、佐伯 修助手、学部生7人、修士課程7人、博士課程2人、研究生他4人である。

最近の成果

- 1) K. Tsuji : Cogeneration in Urban Areas, International Journal on Global Energy Issues, Vol.7, Nos.3 & 4 (1995)
- 2) 辻 毅一郎：都市エネルギー需給システムのモデル，エネルギー・資源学会編，エネルギー・資源ハンドブック，第7編第5章，オーム社(1996)
- 3) 辻 毅一郎，竹田 功：用途別民生用エネルギー需要の月変動特性，エネルギー・資源，Vol.18, No.5(1997)
- 4) 辻 毅一郎，竹田 功：家庭用電力の地区別需要特性—近畿地域のパネルデータによる分析(その1)，エネルギー・資源，17巻2号(1996)
- 5) 辻 毅一郎，竹田 功：家庭用都市ガスの地区別需要特性—近畿地域のパネルデータによる分析(その2)，エネルギー・資源，17巻2号(1996)
- 6) 稲本高行，小野達也，辻 毅一郎：エネルギーフロー図を利用したエネルギーデータ検索・表示システム，第16回エネルギー・資源研究発表講演会講演論文集，(1997)
- 7) Y. Mitani, T. Uranaka, K. Tsuji : Power System Stabilization by Superconducting Magnetic Energy Storage with Solid State Phase shifter, IEEE Trans. on Power Systems Vol.10, No.3 (1995)