

# 技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発	課題名 近未来のライフスタイル変化を考慮したトータル・デマンドの予測手法の技術開発
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>本研究では、都市居住者の生活行為を確率的に予測することで居住者個々の行動のばらつき、外界気象条件の確率的揺らぎを考慮し、所謂、積み上げ法により、各住戸、住棟、街区、都市域全体で生じるユーティリティのデマンドを高時間分解能で予測する技術を開発した。すなわち、任意の属性を持つ都市居住者のある1日の生活スケジュールを15分分解能で多数サンプル生成する確率予測モデルの構築し、これを基礎にした動的熱負荷、給湯需要、電力・ガス・水需要予測を完全連成させた予測大系トータル・ユーティリティ・デマンド予測モデル <b>Total Utility Demand Prediction System (TUD-PS)</b> の構築した。また、<b>TUD-PS</b> のサブモデルとしての住宅における空調発停イベントの確率モデルおよび換気モデルの構築した。以上を統合化することで、<b>TUD-PS</b> を適用してある街区のユーティリティデマンドの実際的省エネルギー方策およびライフスタイル変容の影響によるユーティリティデマンド将来シナリオを提案した。</p> <p>(2) 実施期間</p> <p>平成21年度～平成22年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <p>技術開発に係った経費 5,933.94千円                      補助金の額 2,966.97千円</p> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・九州大学（大学院総合理工学研究院都市建築環境工学研究室・教授 谷本 潤）</li><li>・九州大学（大学院総合理工学研究院都市建築環境工学研究室・准教授 萩島 理）</li><li>・株式会社構造計画研究所（CEO 服部正太）</li><li>・株式会社構造計画研究所（創造工学部 脇山宗也）</li></ul> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>発表した論文</p> <p>(1) 萩島理, 谷本潤, 池谷直樹, 光安清次郎; 生活スケジュールの多様性を考慮した負荷計算に基づく集合住宅の熱負荷の確率密度関数, <b>空気調和・衛生工学会論文集 No.184</b>, pp. 11-18, 2012.7.</p> <p>(2) Tanimoto,J., Hagishima,A., Iwai,T., Ikegaya,N.; Total utility demand prediction for multi-dwelling sites by a bottom-up approach considering variations of inhabitants' behavior schedules, <b>Journal of Building Performance Simulation, In Press</b>, 2012.</p>	

- (3) 谷本潤,萩島理; 住棟・街区など多住戸系への適用を前提にした居住者の生活スケジュールの多様性を考慮した包括的ユーティリティデマンド予測手法, **日本建築学会環境系論文集** 76 (660), pp.141-149 2011.2.
- (4) Tanimoto,J., Hagishima,A.; State Transition Stochastic Model for Predicting Off-to-On Cooling Schedule in Dwellings as Implemented using a Multilayered Artificial Neural Network, **Journal of Building Performance Simulation** 5 (1), 45-53, 2010.
- (5) 谷本潤,萩島理,諫山由紀子,岩井雄志; 居住者の生活スケジュールの多様性を考慮した包括的ユーティリティデマンド予測手法を適用した集合住宅における熱負荷特性に関する検討, **空気調和・衛生工学会論文集** No.161, pp.35-40, 2010.8.
- (6) Tanimoto,J., Hagishima,A; Total Utility Demand Prediction System for dwellings based on stochastic processes of actual inhabitants, **Journal of Building Performance Simulation** 3 (2), 155-167, 2010.
- (7) Tanimoto,J., Hagishima,A; Total utility demand prediction based on probabilistically generated behavioral schedules of actual inhabitants, **Proceedings of 11th International Building Performance Simulation Association (IBPSA) Conference**, CD-ROM, 2009.7.
- (8) 岩井雄志,谷本潤,萩島理; 居住者の生活スケジュールの多様性を考慮した包括的ユーティリティデマンドの予測手法を適用した集合住宅における熱負荷特性に関する基礎的検討, **空気調和・衛生工学会論文集** No.149, pp.59-63, 2009.8.
- (9) 谷本潤,萩島理; 階層型ニューラルネットワークを適用した住宅における冷房開始確率モデルの構築, **日本建築学会環境系論文集** 74 (642), pp.937-942, 2009.8.

## 2. 評価結果の概要

### (1) 技術開発成果の先導性

現在行われている2次側ユーティリティデマンドの推定は、原単位法と云われる時系列データに基づく推定法に依っている。時系列原単位は、実在する街区等、ある広がりを持つエリアにおける観測データから求められたもので、サンプル特性に依存したバイアスは避け得ないが、信頼性はそれなりに担保された推定値であると云える。しかし、消費イベントの詳細に立ち入らない **black-box** モデルである時系列原単位による推定では、例えば、住棟や街区の人口構成が変容した場合、省エネ意識の高まりに伴って空調設定温度が変化した場合、高効率の家電機器、エアコンが一層普及した場合、節水型の水栓が一層普及した場合等々のデマンドを外挿的に推定することは不可能である。また、高時間分解能も期待出来ない（例えば、燃料電池適用のフィージビリティには分単位の時間分解能が欲しい）。居住者の生活スケジュールによる確率性を考慮した電力、水、熱等のユーティリティを15分の時間分解能で積み上げ法で予測する手法は邦内外を見渡しても TUD-PS があるだけで、それを拡張するとの本提案は他に類例を見ない試みである。上記した応用フェイズの、特に「メニュー提示」に関しては、震災後多くの類似した研究提案があるが、居住者の行動揺らぎの確率性を考慮することなしに、精度の高いピークデマンドを予測することは不可能であり、その点でも本研究技術開発成果の独自性が主張し得る。

### (2) 技術開発の効率性

本技術開発は九州大学大学院総合理工学研究院・都市建築環境工学研究室と株式会社構造計画研究所との緊密な連携のもとに行われた。前者が開発の主體的任務を負い、後者がモデル検証のデータの取得などを行い、両セクターの適切な役割分担のもとに研究開発が遂行されたと考える。よって、全般には技術開発は効率的に遂行されたと思量される。ただし、主体の前者組織における自己資金の準備が必ずしも十全とは言えなかったため、本成果を GUI 指向エンドユーザー向けパッケージソフトウェアに構成し、市場化を睨んだアウトプットにまで至らなかった点を反省点として上げる。

### (3) 実用化・市場化の状況

本技術開発で構築した TUD-PS を GUI 指向コンピュータツールアッセンブルすることで、最終成果を公知に供する。最終的に開発されるツールは、既往にない住戸ごとの生活スケジュールのばらつきを考慮したユーティリティデマンド予測が高精度に可能になるので、家庭用コージェネレーション (H-CGS) 等の個別分散型ソフトエネルギー技術の実際的適用、一般普及に際する設計支援に大きなインパクト効果が期待される。実用化および市場化に向けた現況に関しては、東北大震災以降、夏期、冬期の最大電力デマンドが可能供給量に迫り、電力供給事情逼迫が社会問題化する中、一層、本技術開発の重要性が増していると考えられる。社会の潜在需要を十分に把握した上で、本技術開発の最終アウトプットを形にしていけることが重要だと認識している。

### (4) 技術開発の完成度、目標達成度

(現時点における技術開発の成果の完成度、目標達成度について記載してください。(補助終了後に独自の開発等により進展している事項などもあれば公表できる範囲で記載してください。))

初期の技術開発目標、すなわち、TUD-PS の開発の完成と将来シナリオに関する検討に関しては目標を達成したと考える。ただし、前項にも述べた最終出力形としての GUI 指向コンピュータツール化の完成にまで至らなかった点は遺憾とするところである。研究開発終了時点の提出報告書の段階から、学術レベルでかねてより大きな関心を持たれていた確率熱負荷に関して、その特性は適切な normalize を施せば、建物熱特性や住まい方などに依存しない普遍的関係があることを見出し、大きなインパクトを学会に付与した(論文リスト(1))。現在この成果を brush-up し英文ジャーナルで発表すべく準備中である。

### (5) 技術開発に関する結果

#### ・成功点

高時間分解能ユーティリティデマンドを bottom-up アプローチから確率予測するとの本研究開発の独自アイデアがオリジナルに富んでいたことに尽くされる。

#### ・残された課題

前記した TUD-PS の GUI 指向コンピュータツール化の完成およびジャーナル論文以外の形での本成果の海外向け情報発信が上げられる。なお、後者については International Building Performance Simulation Association の前会長であるオランダ・アイントホーフエン工科大学のヤン・ヘンセン教授のもとに、平成 24 年 7 月より、谷本が客員教授として滞在する機会があり、国際共同研究のフレームについて準備を始めたところである。

## 3. 対応方針

### (1) 今後の見通し

自己資金及びファンディングを獲得しながら、残された課題に応ずるべく努力を傾注していく。