

(63) マルチエージェント・シミュレーションを用いた

公共施設の維持管理手法に関する検討

An Asset Management Method of Public Facilities Using Multi-Agent Simulation

矢吹信喜¹・小倉正孝²・福田知弘³・森俊勝⁴・坂上裕信⁵

Nobuyoshi YABUKI, Masataka OGURA, Tomohiro FUKUDA, Toshikatsu MORI, and Hironobu SAKAJO

抄録: 大量の公共施設を維持管理していくために、アセットマネジメントが導入され始めている。しかしながら、施設の更新・修繕と住民の意識や嗜好の変化には、相互作用の関係があるため、十分なシミュレーションを行うことは難しい。そこで、本研究ではマルチエージェント・シミュレーション技術を利用した公的施設管理手法 PAMMAS (Public Asset Management approach using Multi Agent Simulation) を開発した。本システムは種々の維持管理計画を、長期的な視点で施設の経年変化や劣化、住民の嗜好、公的機関の財務状況等を考慮しながら、評価することができる。本システムを東京都調布市のプール施設を対象として、1990年時点でのシミュレーション予測と1990年から2009年の実際の状況とを比較したところ、ほぼ一致することが確認された。

キーワード: アセットマネジメント, マルチエージェント, プール施設, コンジョイント分析

Keywords : Asset management, multi-agent, swimming pool, conjoint analysis

1. はじめに

大量の公共施設を維持管理していくために、アセットマネジメント (AM: Asset Management) が導入され始めている。AMとは、将来的な施設の老朽化や発生する費用を予測し、そうした予測に基づいて的確に施設の補修、更新、廃棄を行う手法の事である。今後、施設が一斉に更新時期を迎えるに際して、人口減少や少子高齢化、維持保全の頻度や規模、利用状況や利用者の満足度など複数の評価軸を考慮した上で最も妥当である施策を実施する事が望ましい。しかしながら、施設の更新・修繕と住民の意識や嗜好の変化には、相互作用の関係があるため、十分なシミュレーションを行うことは難しい。

そこで、本研究ではマルチエージェント・シミュレーション (MAS: Multi Agent Simulation) 技術を用いることとした。MASは、個々の評価対象にルールを持たせる事が可能な「エージェント」を定義し、それらを相互作用させて、全体の振る舞いを包括的に理解する手法である。この手法を用いる事により、施策が社会全体にどのような影響を与えるかを仮想的な社会でシミュレートする事が可能である。本研究では、マルチエージェント・シミュレーション技術を公共施設の維持管理に活用する事により、施設の築年数や劣化

状態に加え、利用者の動向や満足度の変化、自治体財政への影響を考慮した、長期的な観点で様々な対策及び計画を定量的に評価する事の出来るシミュレーションシステム (以降、PAMMAS: Public Asset Management approach using Multi Agent Simulation と呼ぶ) の開発を行った。

2. PAMMAS の概要

PAMMAS では、市町村規模の対象とする地域をシミュレーション上に構築し、その中に「施設エージェント」と「市民エージェント」を配置する。初期設定として、施設エージェントには、利用料金や設備情報などの属性と、劣化状況変化のルールを与えておく。市民エージェントには、性別や年齢や職業などの個人属性と、施設利用行動のルールを与えておく。意思決定者が、施設エージェントに対して、予防保全や事後保全などの様々な補修シナリオを選択し、シミュレーションを開始すると、エージェント同士が相互作用し、終了時点までの経年毎に、利用者数、利用者の満足度、施設維持保全費用等が出力されるといったシステムである。施設エージェントには、利用者が施設を選択する際に参照する代表的な属性を設定し、各属性には水準を設ける。劣化状況の変化をモデル化する際は、AM

1: 正会員 Ph.D. 大阪大学 教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1, Tel: 06-6879-7660, E-mail: yabuk@see.eng.osaka-u.ac.jp)

2: 非会員 修 (工) 元・大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻博士前期課程学生 (現・大阪市)

3: 正会員 博 (工) 大阪大学 准教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

4: 非会員 (株)構造計画研究所 創造工学部

5: 非会員 (株)構造計画研究所 製造 BPR 営業部

手法を用いる。市民エージェントにおける施設利用上の嗜好や行動パターンに関する施設選択モデルの各パラメータを決める際は、適応コンジョイント分析 (Adaptive Conjoint Analysis : ACA) による選択実験を実施する。得られた効用値を用いて、各施設に対する効用値、選択確率、閾値を求める。各施設に対する効用値は、各水準の効用値の和と定義し、閾値は、施設利用に関する質問で、最高水準、中間水準、最低水準の施設を提示し「利用する」か「利用しない」を問い、得られた結果のうち、「利用する」の最低水準と「利用しない」の最高水準の効用値から求めた平均値とする。施設選択確率は、各施設に対する効用値がそれらの合計値に占める割合とする。また、市民エージェントを空間に発生させる際は、国や自治体が提供している人口動態に関するデータを使用し、出生・死亡・人口移動の3項目を変数化する事で人口推移を表現する。なお、PAMMAS は、(株)構造計画研究所が開発した artisoc¹⁾を用いて構築した。

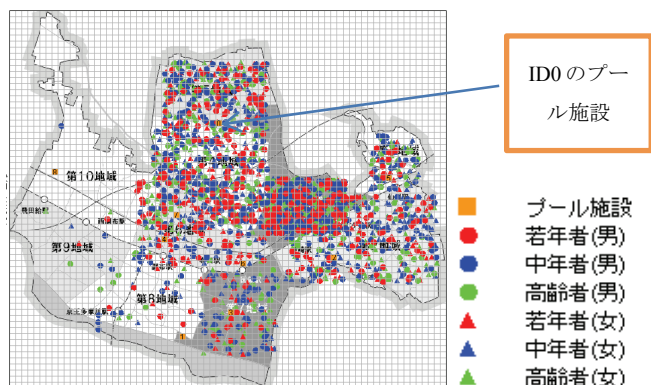


図-1 プールと市民エージェントのマップ

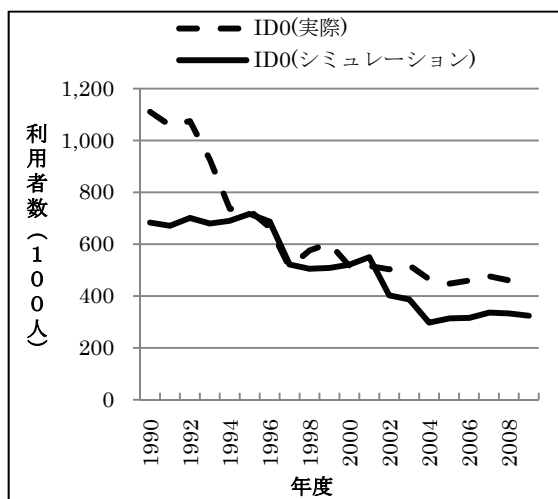


図-2 ID0のプール施設の利用者数の推移

3. PAMMAS の検証

プロトタイプの対象には、調布市を取り上げ、施設

としてはプールを選択した。PAMMAS の開発にあたっては、過去の実際のデータを用いた正誤検証を行い (1990~2009年の20年間)、一定の精度が得られている事を確認した後、将来のシミュレーション (2010~2029年の20年間) を実施した。シミュレーション上の地域には100m四方のセルを東西71個×南北61個配置し、そこに公共プール施設3箇所、民間プール施設5箇所の施設エージェント (ID0~ID4) を配置し、年齢層別の市民エージェントを発生させた (図-1)。劣化状況変化のルールは、既存の小・中学校のプール施設の点検データを用いて作成した劣化予測モデルを設定した。市民エージェントの個人属性や施設利用行動のパラメータを決定するために必要なアンケート調査は、平成23年2月23日~3月7日の期間で実施した。シナリオは、実際の工事を基にした「工事履歴」を適用した。シミュレーションの結果、人口推移については、実際の人口推移と比較して5%以下の誤差となり、利用者数の推移については、25%程度以下の誤差 (図-2) となり、共に高い精度を確保出来ている事が解った。その後、将来のシミュレーションを実行したところ、費用算出モデルにおける課題は残ったものの、施設の劣化予測モデルによるシナリオに限ると、最も望ましいシナリオがどれかを判断する事は可能となり、AMに用いるツールとして、一定の評価を得られた。

4. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- ・マルチエージェント・シミュレーションを活用した、公共施設のアセットマネジメント手法 PAMMAS を提案し開発した。
- ・市民エージェントの人口推移は、実際の人口推移と比較して5%以下の誤差に収まった。
- ・利用者数の推移は、補修シナリオに応じて、増減幅や減少時期に変化が生じるが、過去の実際のデータと比較して、25%程度以下の誤差に収まった。
- ・将来のシミュレーションについては、施設の劣化予測モデルによるシナリオ比較により、最適解を求めるツールとして一定の評価を得られた。

今後の課題は、実施途上のアンケート調査の結果をまとめ、システムの有効性を検証することである。

謝辞: 本研究を進めるにあたり、調布市から多大なるご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 山影進: 人工社会構築指南 artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門, 2007.