

論文題目

時間・社会・地理因子を考慮した資源循環シミュレーション手法の開発と そのコンクリート材料分野への適用

氏名 藤本 郷史

建設分野は多様な環境問題を抱えている。温暖化ガスの削減は業界全体の問題である。個別の構造物の環境性能向上は勿論重要だが、既存のストックの運用こそが今後の動向を左右する。業界全体としてどう取り組むべきか、という社会的考察が求められている。廃棄物問題は、日本国内における深刻な課題である。なかでも高度成長期に建設された RC 構造物の解体は近く大きな問題となると予測されている。一方で高品質再生骨材をはじめとする技術的取り組みも進んでいる。新技術の普及速度と需要バランス、経済性、工場立地性という複合的な評価が求められている。

一方で、既存の LCA ツール・環境評価指標は、建設分野の抱える社会的・都市的な視点による環境評価を実行できない。本来、単体の工業製品、単体の製造プロセスを評価対象としていたからである。評価対象となる資源循環のモデル化の時点で、社会因子、時間因子、地理因子といった重要な環境要因を排除してしまったものが大半である。本研究では、「社会的な因子」「時間的な因子」「地理的な因子」を考慮した資源循環シミュレーションシステム EcoMA の開発を行った。この開発を通じて、従来は考慮できなかった資源循環の社会経済的な挙動・変動を明らかにし、都市・社会レベルでの環境評価の枠組みを構築した。

第二章では社会因子についてマルチエージェントシステムを用いてモデル化を行い、EcoMA に実装した。市場における価格競争や交渉についてはエージェント同士のメッセージ交換に拠りモデル化した。各企業・自治体の運営方針がマテリアルフローに直接与える影響については、原材料選定戦略としてモデル化した。モデルを用いて加熱すりもみ型高品質再生骨材の実用化のコンクリート廃棄物抑制効果について検討し、EcoMA のイベントモデルが環境負荷の社会的側面の検討に有用であることを示した。経済状況や経営戦略にある仮定を置くことで、現状の社会問題に対して解決策が提示できる可能性を示した。

第三章ではグラフ理論とイベントモデルを用いて時間因子についてモデル化を行い、EcoMA に実装した。需要と廃棄に関する社会的な変化についてはイベントモデルを用いて実装を行った。また、経済的情勢の変化については、GV エージェントがメッセージを発することにより、PL エージェント、TR エージェントの戦略が変わることにより実装した。モデルを用いて建築物の長寿命化のコンクリート廃棄物抑制効果について検討し、EcoMA のイベントモデルが環境負荷の時間的側面の検討に有用であることを示した。本来、時間的側面の検討には、マイクロ経済的な経営戦略、技術開発速度など時間的な意思決定の変動に関する全産業的な調査が不可欠である。他の産業分野も含めて環境負荷に関して時間的側面に焦点をあてた実地調査はほとんど行われていない。これは既存の環境評価手法自体がそう

した実地調査データを活用できるモデルと機能をもっていなかったからである。本研究は、今後全産業的に必要になる環境負荷の時間的評価において基盤的なシステムとなりうる。

第四章では、地理因子についてモデル化を行い、EcoMA に実装した。既存の統計資料との対応を目的としてセル分割により空間をモデル化した。距離算出については直線距離からの算出モデルとした。提案した地理分布モデルを用いて生コンの協同販売システム、生コンとセメント会社の資本系列関係が輸送距離・輸送環境負荷に与える影響について検討した。現状のシステムには輸送コスト面で改善の可能性があることが示された。地理的側面の検討には、工場の規模の偏在や渋滞による遅延、用途地域といった都市計画的要素が重要となる。特に、再生骨材のような新規材料工場を何処に導入するかというのは非常に大きな制約条件が与えられる。EcoMA ではそうした複雑な社会的制約を同時に盛り込める。本項における地理因子のモデル化は、今後の都市政策的な提案を行うための基盤となるものである。

Appendix では、各検討に用いられた聞き取り調査、文献調査の結果を示した。建設分野、道路分野、コンクリート材料分野におけるインベントリを構築し、工場・企業スケールでの分析として整理した。これらの調査成果は、現時点のコンクリート材料分野においては先駆的なデータベースである。

第五章では結論として本システムの今後の可能性を提示した。廃棄物のリサイクル・リユースにおける需給バランス、特にリサイクル材料同士の需給バランスは、本システムの有用性を発揮できる分野である。商習慣を契機として材料の調達経路が変わる、あるいは調達材料が変わるといった状況であれば、EcoMA は有効な評価ツールとなり得る。新材料が地域社会に与える環境・経済インパクト評価においては、マルチエージェントシステムによる個別の工場についても需給バランス分析が重要となる。EcoMA では任意の地理的分布を持つ需要発生モデルを導入可能でありサプライチェーンのアンバランスさや建設ストックの分布を評価できる。コンパクトシティや職住分離といったコンセプトの政策的試行の観点からも本システムは有用である。