

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Material stock accumulation in society: modeling, forecasts, and socio-economic drivers

社会に蓄積されたマテリアルストック：モデリング・将来予測・社会経済要因

氏 名 FISHMAN Tomer

論 文 内 容 の 要 旨

建築物や社会基盤として社会に蓄積されている物質（以下、マテリアルストック）は、住居・交通・コミュニケーションなど先進国の人間活動に不可欠なサービスを提供している。環境から社会経済システムへ投入される物質の需要は増加傾向にあり、資源逼迫による経済コスト増大と同時に、資源の大量採取・廃棄により自然生態系へ重大な影響を与えている。本研究は、長期間にわたるマテリアルストックの蓄積傾向と関連したマテリアルフローの動態を検討する。さらに、ストック成長の将来予測に用いる確率論的手法の構築、歴史的傾向の分析、蓄積傾向をもたらす社会経済的な決定要因の分析を行う。

第 1 章では、マテリアルストックとマテリアルフローに関連した概念について整理し、特に建設系資源を対象として、各国のマテリアルストックの蓄積傾向とその要因分析に関する本研究のフレームワークを示す。

第 2 章では、既存研究を整理し、マテリアルストック・フロー理論に関する最先端の手法を纏めた。特に、産業エコロジーや環境経済学の学問領域における本研究の位置づけを明確にし、社会経済のメタボリズム研究とマテリアルストック・フロー分析の最新成果が詳細に示した。既存研究の多くはフローに着目しており、ストックにも着目した研究は少なく、ある単一の素材や、狭い領域及び短期的な内容に限定的である。加えて、マテリアルストックと経済活動の関係を検討する研究や、蓄積傾向の要因を分析した研究は存在しない。そのため、詳細かつ時系列のマテリアルストックデータの整備を行い、蓄積傾向の要因を明らかにすることが必要である。

第 3 章では、システム上の境界に触れつつ研究全体を通じた分析の枠組みについて説明する。本論文の大きな柱は、マテリアルストックの定量化・勘定と蓄積傾向の分析である。

第4章では、本研究で実施したマテリアルストック勘定について、分析手法、分析データ、分析結果、及び考察を示す。国レベルのマテリアルストックを推計するトップダウン手法を示した。物質投入量データと耐用年数の統計など外生変数を用いて、マテリアルストック、排出量、及び蓄積純増について毎年のデータを本モデルにより算出する。本モデルを用いて、日本とアメリカのケーススタディを行った結果、1930年から2005年にかけて、日本は9億2千万トンから387億トンに、アメリカは110億トンから1075億トンに増加したことが明らかになった。さらに、ARIMA(自己回帰和分移動平均モデル)に基づく時系列分析を用いた確率論的予測を行う。このモデルにより日本とアメリカについて比較を行った結果、ARIMAを用いる予測が有効な方法である事を明らかにした。44ヶ国と世界全体の将来予測を行い、蓄積パターンと外部からの影響により、ただ4種の成長パターンが国の大小に関係なく全ての国に当てはまることが明らかになった。さらに、マテリアルストックの蓄積傾向について、数学的な微分や積分等を用い、その水準、速度、加速度の関係を表現することができた。

第5章では、本研究で実施した蓄積傾向の分析について、その手法、データ、結果、及び考察を示す。まず、第4章の結果を詳しく分析することで、日本の一人あたりマテリアルストックがアメリカの水準まで近づいており、一人あたり300トンを超えていることが示された。次に、IPATの枠組みを用いた要因分析を行い、異なる成長段階のマテリアルストックの増大に対して、人口の影響、及びストック生産性を比較する。ここでは、アメリカ、日本、及び都道府県について詳細な分析を実施する。本章では、パネル回帰分析を用いて、日本の各都道府県におけるマテリアルストック蓄積に対する人口と経済活動の相関性を分析する。その結果、経済活動、特に第三次産業が主要な成長要因であり、県によっては人口増加が蓄積傾向に対して反作用を与えることを明らかにした。

第6章では、4章及び5章の研究の総論とまとめに続き、全体のまとめと結果の解釈、政策提言と制約、及び今後の研究について記載する。本研究では、国レベルの時系列マテリアルストック勘定の新しい手法が考案され、さらに将来予測を行い、その適応性が認められた。人口、経済及びマテリアルストックの関係を定量化することで、再現性の高い結果を示すことができた。今後の展望として、より詳細な空間的解像度をもつデータベースを用いることで、各要因の相互作用を考慮したマテリアルストックの成長要因を明らかにすることが期待される。本研究で開発した、過去の蓄積傾向と将来の政策を分析する経験論的ツールは、どの国や地域でも適用可能である。