

別紙 1 - 1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 MIATTO Alessio

論 文 題 目

Societal metabolism of non-metallic minerals

(非金属資源を対象とした社会の物質代謝に関する研究)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科教授 谷川寛樹

委 員 名古屋大学大学院環境学研究科教授 森川高行

委 員 オーストラリア連邦科学産業研究機構教授

名古屋大学大学院環境学研究科客員教授

SCHANDL Heinz

論文審査の結果の要旨

本研究は、「社会に蓄積された非金属資源の物質代謝」の解明を試みたものである。天然資源の保護及び循環利用の促進は、世界の経済社会において活発となっているが、人口増加に伴い大量の天然資源を必要とし、一人あたりの資源消費量は増加傾向である。非金属資源の採掘は、過去 40 年で 25%から 45%へとシェアを拡大し、数年後には 50%を越すと予測されている。非金属資源は、世界において広く活用されているにも関わらず、幅広く使用される一般性及び、各地に賦存することによる低い取引価格のため、開発の不確実性にさらされた資源のひとつである。また非金属資源は、建築物と社会基盤であるマテリアルストックの形で、社会の物理的な基盤として投入・蓄積・廃棄されている。環境から社会経済システムへ投入される物質の需要が不断として増加傾向にあり、結果として開発の経済コスト増大と同様に自然生態系に有害をもたらす可能性がある。これらの評価手法について、環境システム工学、環境科学、産業エコロジー、環境経済学等が既往の学術領域としてあげられるが、ある時点での断面の評価に着目した分析が多く、長期的視点に立って物質代謝を比較・検討した研究は十分ではない。本論文では、世界における非金属資源の投入量・蓄積量・排出量について、物質代謝の傾向を明らかにすることで、世界各国のマテリアルストック・フローを評価する事を目的としている。

第 1 章では、持続可能性に資する各国の取組を整理し、マテリアルフロー分析、ライフサイクルアセスメント評価などの解析手法を精査し、本研究の位置づけと学術的価値を定めた。統計情報では補足が十分ではない非金属資源の物質フローおよびストックに着目し、マルチスケールレベルで非金属資源消費量の定量的な評価の重要性を提示した。

第 2 章では、建設に関わる非金属資源の利用について、国際的な枠組みにおける傾向を明らかにした。建設資材として投入されたセメント、アスファルト、レンガの消費量に関する統計書を活用することで、各国における非金属資源の年間消費量を把握する推計手法を検討した。その結果、近年においては、既往研究とほぼ同程度との結果が得られた一方、過去の年代においては、一貫して過小推計となる傾向がみられた。結果の差異については、推計手法の相違による影響が大きいことが示された。

第 3 章では、実際の各国統計データを用いて、マクロスケールでの物質ストック・フローモデルの精緻さを評価し、建築物の耐用年数及びマテリアルストックの推計を行った。また、廃棄率曲線に関する複数の分布関数形状に対する感度調整により、非金属資源の廃棄物量発生ポテンシャルを推計した。ストック推計結果は、不確実性の幅が存在するが、既往研究と比較して妥当な結果である事が示

された。他方、分布関数の形状に大きく影響を受けることから、廃棄物量は±50%程度に推計結果の幅があることが明らかとなった。

第4章では、米国における1905年から2015年までの道路ネットワーク拡大に伴うマテリアルストック・フローのモデル構築を行った。道路網の整備拡張、計画された維持管理、及び道路種に応じた資材投入原単位に関する統計を活用することで、建設部門のサブカテゴリーにおけるマテリアルストック・フローを推計するために、道路ネットワークモデルを構築した。道路は土石の採掘場もしくは着工・廃棄に関わる廃棄物に大きく依存しており、リサイクル利用に関してはこの20年程度で道路サイドの許容量が飽和することが示された。

第5章では、本研究の成果により、物質ストック・フロー研究上の学術的価値に加え、資源循環利用に関する政策立案者に価値があることを示した。前者は、本論文により新たに構築されたモデルを全ての国や地域に適用することが可能であり、また建築物の耐用年数や道路に関わる建設資材の循環利用など局所的な特徴をモデル化することで、対象となる国・地域の現実的かつ具体的な非金属資源の物質代謝を得られる点である。後者は、物質代謝をモデル化したことによる資源消費の将来予測と、21世紀における建築物から発生する膨大な量の非金属資源廃棄物を適切に活用する方策を提示する点である。

以上のように、本研究は、世界における非金属資源の投入量・蓄積量・排出量について、物質代謝の傾向を明らかにすることで、世界各国のマテリアルストック・フローの評価手法の構築を行っており、環境システム工学に学術上寄与するところが多い。よって、本論文の提出者である MIATTO Alessio 君は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと判定した。