

## 論文の内容の要旨

論文題目 LCA 法による素材製造プロセスの CO<sub>2</sub> 排出削減可能性評価

氏 名 成 田 暢 彦

ライフサイクルアセスメント (LCA) におけるデータベース確立のために欠かせない、鉄鋼、非鉄金属、樹脂およびセメントの基礎素材製造までを対象に、各素材製造業のエネルギー構造を反映させつつ、現状の技術レベルでのエネルギー消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出を評価した。さらに、循環型社会の構築を目指した廃棄物のリサイクル、新規技術開発が適用された場合の CO<sub>2</sub> 排出削減、中間製品の貿易拡大による CO<sub>2</sub> 排出削減の可能性を定量的に評価し、目前に迫った京都議定書の削減目標達成に向けた取り組みの在り方を提言した。

本論文は序論と結論を含む 8 章から構成されており、各章の概要は以下のとおりである。第 1 章「序論」では、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出の推移を世界各国のエネルギー需要から分析し、LCA 手法を用いた分析との違いを示すとともに、LCA 評価手法の枠組みを述べ、製品 LCA 評価の重要性をまとめた。

第 2 章「素材の LCA の特徴」では、本論文の特徴であるリサイクルなどの産業連鎖の重要性、素材産業のエネルギー構造の分析手法および世界貿易における素材の位置づけを示し、分析手法の特徴をまとめた。

第 3 章「鉄鋼製品の LCI 分析」では、一貫製鉄および電炉で製造される各種鉄鋼製品のエネルギー構造を統計データをもとに分析し、各鉄鋼製品の CO<sub>2</sub> 排出の推移とエネルギー構造の関係を明らかにした。もっとも大きなエネルギー構造の変化である PCI、廃プラスチック吹き込みによる CO<sub>2</sub> 排出削減効果を定量的に分析し、技術側面からの CO<sub>2</sub> 排出削減の可能性を評価した。さらに、老朽化による供給不足が懸念されるコークスが、輸入によって調達された場合を想定し、世界全体および我が国における削減の可能性を示した。

第4章「非鉄金属の LCI 分析」では、亜鉛、鉛、銅製造までの原料構成、エネルギー構造を分析した。その結果、産業廃棄物が原料に用いられる乾式亜鉛では、金属資源枯渇と CO<sub>2</sub> 排出量がトレードオフの関係にあることを明らかにした。また、鉛、銅製錬では、廃鉛蓄電池や銅スクラップのリサイクル促進が CO<sub>2</sub> 排出量を削減させることを示し、技術側面からの削減の可能性を評価した。さらに、銅製品生産システムを対象に、CO<sub>2</sub> 排出削減のための銅合金スクラップのリサイクルの筋道を提案した。また、我が国で供給が需要を上回っている硫酸に着目し、銅マット輸入による我が国のマスマランス確保と貿易側面からの削減の可能性を示した。

第5章「石油化学製品の LCI 分析」では、製造する工程が種々の産業にまたがり、複雑化している樹脂を対象に、代表的な樹脂ごとの CO<sub>2</sub> 排出量を定量的に評価した。また、PVC の主要原料である塩の電気分解技術の開発による CO<sub>2</sub> 排出削減の可能性を評価し、塩素を含有する二次原料の輸入促進による削減の可能性をまとめた。

第6章「セメントの LCI 分析」では、各種セメントの CO<sub>2</sub> 排出が、上記素材産業の廃棄物を一層利用促進することによって、削減できることを示した。

第7章「素材生産システムの CO<sub>2</sub> 排出削減の可能性」では、本論文の分析手法を総括すると共に、プロセス間リンクに代表される素材産業間の物質循環の重要性を示し、本手法が素材生産システム全体の CO<sub>2</sub> 排出削減の評価にも適用できる可能性をまとめた。また、前章までに得た削減量が、我が国の CO<sub>2</sub> 排出量の約 2%に相当することを示し、今後技術側面ばかりでなく、国内需給を考慮した貿易側面からの削減を考慮する必要性をまとめた。さらに、本 LCA 手法を活用することによるリサイクル規格の標準化、アジア地域における LCI データベース構築の必要性を提言した。

第8章「結論」では、本論文の特徴、手法をまとめてある。

以上のように、本論文ではスクラップ、電炉ダストや廃プラスチックなどの廃棄物を原燃料とするリサイクル技術を推進する場合に、世界および我が国全体での資源消費、エネルギー消費、排出の最小化を図る必要性を示し、現行のリサイクル技術が CO<sub>2</sub> 排出に与える効果を LCA 手法を用いて評価した。その結果、CO<sub>2</sub> 排出削減効果は資源の回収形態（酸化物／スクラップ）や製造業のエネルギー構造に依存するので、エネルギー効率の向上を目指した技術開発のみならず、海外や異業種間のプロセスリンクによる最適化が必要である。本論文で実施した評価手法を幅広く素材生産システム全体に拡張し、分析することによって、注目するシステム全体をとおしての排出量の最小化を目指した指針や施策を提言することが可能である。