

Title	環境調和型金属製錬プロセスの要素技術の開発に関する研究
Author(s)	北村, 寿宏
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3132545
DOI	10.11501/3132545
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	北 村 寿 宏
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 3 5 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 7 月 7 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	環 境 調 和 型 金 属 製 錬 プ ロ セ ス の 要 素 技 術 の 開 発 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 原 茂 太 (副 査) 教 授 確 井 建 夫 教 授 柴 田 俊 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、今後ますます重要性を増すことが予測されている地球環境問題に対処するための金属製造プロセス、とくに、エネルギー消費や廃棄物の排出による環境負荷の大きな製錬工程における要素技術の開発に関する研究成果をまとめたもので、序論、本論3章および結論の5章よりなっている。

第1章は序論であり、環境調和型金属製錬プロセス開発の必要性ならびに本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、廃棄物の発生量やエネルギー消費量を極力低減し、現行の鉄鋼製造プロセスを効率的に運用するために不可欠な要素技術の開発経過とその適用した結果について述べている。具体的には、(1)鉄鋼製錬でのスラグ-メタル間反応を記述できる数学モデルとこのモデルを用いて、溶銑予備処理における精錬剤の使用量を最小化する操作方法、(2)2次精錬での脱ガス反応モデルと、2次精錬における真空脱ガス操業の確立、および(3)このような精錬プロセスの最適化のための数学モデルと計算機シミュレーションの有効性を述べている。

第3章では、炭酸ガスによる地球温暖化への対応技術として、 10^4 K程度のAr-H₂またはAr-CH₄熱プラズマ中へ酸化物を供給することにより金属を製造するプロセスを提案し、その基礎的な研究結果とともにこのプロセスの実用化の可能性について論じている。

第4章では、廃棄される金属スクラップの再利用のためのプロセスとしてAlについて取り上げ、Al-塩素燃料電池による発電とAlCl₃製造・精製およびAlCl₃より金属Alの電解採取という電気化学サイクルを利用したシステムを提案している。その中で最大の課題であるAl-塩素燃料電池の発電特性について検討し、このプロセスで高効一率発電が可能であることおよびスクラップ中の不純物成分であるCuやFeのようなAlより貴なる金属元素は塩化されずに分離出来ることを明確にし、本提案システムの実用化の可能性を示している。

第5章では、本研究により得られた成果を総括するとともに、地球環境問題に対応する金属製錬プロセスとして必要な今後の課題とその展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

近年、地球規模での環境問題がさまざまな局面で取り上げられており、国際政治の場においても重要な課題となっている。地球環境の問題は、今後の地球人口の急激な増加と大量生産-大量消費および廃棄という社会システムの中では、ますます顕在化するものと考えられる。金属製造に関わる産業領域は、この物質社会において大きなウェイトを占めており、生産-消費-廃棄の各段階で地球環境調和をめざす金属リサイクルプロセスを含む要素技術を開発することとそれを利用した社会循環システムを確立することが急務であると考えられる。

本研究は、金属製錬プロセスに関して、このような視点から研究を進めた成果をまとめたものである。その主要な成果は以下の通りである。

(1) 金属製錬プロセスの中でも中核となる鉄鋼製造プロセスの省資源化と省エネルギー化のために、反応プロセスの諸現象をモデル化した数学モデルを構築し、実存の溶銲予備処理過程や脱炭、脱窒プロセスに適用してその有用性を確認している。この数学モデル開発の手法は他の金属製錬プロセスにも応用の可能性を包含しており、計算機シミュレーションに基づく製錬プロセス最適化手法の基礎を与えている。

(2) 酸化物鉱石を原料とする多くの金属製錬プロセスでは、多くの場合炭素系材料を還元剤および燃料として用いているが、炭素材料より発生する炭酸ガスは地球温暖化の一原因と考えられている。炭酸ガスの発生を伴わない製錬技術として水素系還元剤と熱プラズマ利用した新製錬プロセスの提案を行っている。Ar-CH₄熱プラズマを利用すると鉄鉱石やクロム鉱石の金属への還元が可能であること、またその反応機構を詳細に検討し、その機構を明らかにしている。

(3) 金属系素材は使用の後廃棄されても、利用可能な化学エネルギーを内包することに着目し、これを有効に利用した新リサイクルプロセスの提案を行っている。具体的にはアルミニウムスクラップのリサイクルプロセスを取り上げ、電気化学サイクルによるスクラップ回生システムの可能性を明確に示している。この提案は、示唆に富んでおり、実験的な裏付けとも相まって実用化が大いに期待される。

以上のように、本論文は金属製錬分野において産業エコロジーの概念を導入した、既存の製錬プロセスの最適化と廃棄資源の回生技術の方向性を強く示唆するものであり、材料開発工学、特に金属製錬工学分野の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。