

研究種目： 特定領域研究  
研究期間： 2006～2010  
課題番号： 18070002  
研究課題名（和文） 新規マイクロ波加熱法の高度利用による環境・省エネルギー・  
材料プロセスの開発  
研究課題名（英文） Utilization of New Microwave Heating Methods to Environmental  
Technology, Energy Saving and Materials' Advanced Processing.  
研究代表者 吉川 昇 (YOSHIKAWA NOBORU)  
東北大学・大学院環境科学研究科・准教授  
研究者番号： 70166924

研究分野：循環材料プロセス学

科研費の分科・細目：

キーワード：マイクロ波、環境技術、材料プロセス、省エネルギー、廃棄物

#### 1. 研究計画の概要

最近になって解明されてきた、マイクロ波特有の加熱現象を高度に利用して、その学理を検討した上で、材料プロセッシングや廃棄物処理等の環境技術応用の開発をする。

#### 2. 研究の進捗状況

マイクロ波照射装置に関しては、ほぼ設備が完了した。これらを用いて、積極的な基礎/応用研究を行っている。これらの状況に関して、以下詳説する。

(1) 金属生産過程で発生する廃棄物の処理：鉄鋼スラグのような複合酸化物内においては、MWを吸収し加熱されやすい酸化物が含まれている。これを選択加熱・肥大化後、破碎分離を行うため、結晶相の優先加熱条件と肥大化の関係を調べた。これにより含Ti鉄鋼スラグの破碎を容易にする可能性を見出した。また酸洗スラッジなど水和化合物の処理への新規適用を行なった。この方法により、有効な脱水の手法を開発し、有価金属含有物のリサイクルの前処理工程を検討した。

(2) 都市ゴミ焼却灰の熔融固化処理：MWの電場による低温度域の誘電加熱昇温により電気伝導度を増加させた上で、MWの磁場を利用して誘導加熱熔融を行う。この電磁場複合プロセスによる焼却灰、飛灰の熔融固化(減容、有害元素固定化)の高効率化を実現化する。この目的でソーダ石灰ガラスへの金属粉末添加によるマイクロ波加熱挙動に関し詳細な知見が得られた。

(3) 適切な周波数利用、マイクロ波電場・磁場の適切利用による金属・セラミックス材料の高品位高効率プロセス化：

マイクロ波は迅速なセラミック焼結、材料合成や結晶化が可能である。本研究では、微視的非熱平衡、及び特殊反応性を利用して、特殊な微細組織を有する新規機能材料作製や表面処理法を開発する。たとえば、金属薄膜のマイクロ波磁場を利用した加熱処理を行うと加熱効率が高い事を見出し、ゾルゲル法で作成したPZTを含む多層膜における金属膜の加熱により迅速にPZTを結晶化する事に成功した。

#### 3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

新規マイクロ波加熱法の基礎と応用に関しては、研究が進んでおり学術論文の発行や特許出願に至っており、ある程度達成できているが、種々の加熱処理に対する最適周波数の選択とその検討に関しては、残された期間において更に検討を進めて行く必要が有ると考えられる。

#### 4. 今後の研究の推進方策

代表者の研究室で設備した装置以外は、他の分担研究者や公募研究者などと連携の上で当初目的を達成するように考えている。

また、本補助金で行った研究成果を基に実用化を図るための次のステップを検討している。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 21 件)

1. N. Yoshikawa, H. Wang, K. Mashiko and S. Taniguchi, "Microwave heating of Soda-Lime Glass by Addition of Iron Powder". J. Mater. Res., 査読有り, **23**[6], (2008), 1564-1569
2. Z. J. Wang, Z. P. Cao, Y. Otsuka, N. Yoshikawa, H. Kokawa and S. Taniguchi, "Low temperature growth of ferroelectric lead zirconium titanate thin films using the magnetic field of low power 2.45GHz microwave irradiation". Appl. Phys. Lett. 査読有り, 92, (2008), 222905-1-222905-3]

[学会発表] (計 25 件)

1. 吉川昇、曹自平、D. V. Louzguine、謝国強、谷口尚司、「 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ のマイクロ波加熱による組織変化」、日本金属学会/日本鉄鋼協会共同セッション、平成 21 年 3 月 30 日、東京工業大学
2. 吉川昇、石塚悦子、佐々木遥、谷口尚司、「電磁波エネルギー利用鉄鋼・環境プロセッシング」、日本鉄鋼協会、平成 20 年 9 月 25 日、熊本大学

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

名称：マイクロ波を用いた含水有価金属含有物の脱水方法

発明者：吉川昇、轟秀和、谷口尚司、岩崎和夫、増子健一、斉藤洋一

権利者：東北大学、YAKIN 川崎

種類：特許権

番号：特願 2009-012929

出願年月日：平成 21 年 1 月 23 日

国内外の別：国内

○取得状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

[その他]