

〈海外共同研究〉

環境保全に関する日本と中国の効果的技術移転

Effective Transfer on Environmental Technology

between Japan and China

高橋礼二郎

Reijiro TAKAHASHI

東北大学素材工学研究所 助教授

Institute for Advanced Materials Processing,

Tohoku University, Associate Professor

Air pollution in China caused by coal consumption as a fuel has been remarkably progressing with economical growth in recent years. Effective technology transfer between Japan and China was investigated by the international co-operative research group for environmental protection in China. Fruitfull results on effective technology transfer were obtained from the co-operaive research through field works, academic information exchanges, fundamental researches and opening of academic symposiums each others.

1. 研究目的

1980年以降の中国における経済成長はめざましく、1978-93年の工業生産の伸び率は14.2%にもなっている。この高度成長の結果として環境汚染物質や廃棄物の排出量が著しく増大した。中国における石炭の消費量は世界の32%（1993年）にあたり、最大の消費地域である。しかも、中国の石炭は硫黄含有量が高いため、硫黄酸化物のみならず、窒素酸化物、煤塵による大気環境汚染が深刻である。汚染源の大きさからして、日本への影響はもとより、将来にわたって、地球的規模での環境に及ぼす影響は計り知れない。日本鉄鋼業で環境対策のために開発された代表的技術として、排煙脱硫・脱硝技術、 NO_x 、 SO_x を発生させない焼結鉍製造技術などがある。一方、日本東北大学研究グループによるセメント結合塊成化プロセスも有効と考えられる。しかし、中国には独自の体制があり、これらの技術を直接移転しても効

果が上がるとは限らない。

本研究ではこれまで研究交流を進めてきた中国各地の研究者と共同で、石炭使用に伴う環境汚染の現状調査、適切な基礎研究と環境対策技術などの研究を行い、効果的技術移転に関する研究を総合的に進めていくことを目的とした。

2. 研究経過

2-1 研究グループの結成

研究を進めるにあたり、以下の研究グループを組織し相互に交流・情報交換しながら研究を進めていくことにした。メンバー（○印：グループリーダー）および主な研究課題は以下のとおり。

東北大学研究グループ（日本、仙台市）

○高橋礼二郎（素材工学研究所、助教授）

八木順一郎（素材工学研究所、教授）

秋山 友宏（宮城工専、助教授）

課題：1）クリーンエネルギーと鉄鉄の同時

生産システムの研究

2) コークス充填層による鉄スクラップ溶融の研究

東北大学研究グループ (中国、沈陽市)

○王 文忠 (鋼鉄冶金系、教授)

沈 峰満 (鋼鉄冶金系、教授)

課題: 1) 高炉への微粉炭吹込み燃焼助材としてのMnダストの利用

2) 高炉ガスによる鉄カ-パドの製造

中日友好環境保全中心研究グループ (北京市)

○周 澤興 (環境科学院、副院長)

高 金和 (保全センター、工程師)

課題: 1) 循環流動層による工業排気ガス脱硫処理の研究

浙江大学研究グループ (杭州市)

○戎 順熙 (化学工程系、教授)

陳 紀忠 (化学工程系、副教授)

施 耀 (環境研究所、教授)

課題: 1) 排水処理技術の基礎と応用の研究

2-2 現地調査ならびに研究交流

日本-中国両研究グループは以下の時期に相互に両国を訪問し、現地調査と研究交流を実施した。

1) 日 時: 平成9年6月3日~13日

渡航者: 高橋礼二郎、秋山友宏

訪問先: 中日友好環境保全センター (中国環境科学院、北京)、中国科学院化工冶金研究所、冶金工業部鋼鉄研究総院 (以上、北京) 臨汾鋼鉄、安泰治煉廠、五麟公司、太原鋼鉄公司、山西省經濟貿易委員会 (以上、山西省) 東北大学 (沈陽)、鞍山製鉄所 (鞍山)

2) 日 時: 平成9年6月25日~7月6日

渡航者: 八木順一郎

訪問先: 浙江大学 (杭州)、東北大学 (沈陽)、鞍山製鉄所 (鞍山)、冶金工業部鋼鉄研究総院 (北京)

3) 日 時: 平成10年2月13日~2月21日

訪問者: 王 文忠、沈 峰満

訪問先: 東北大学素材工学研究所、東北大学工学部金属工学科、住友金属工業 (株)、鹿島)、名古屋大学工学部

4) 日 時: 平成10年11月5日~11月14日

訪問者: 周 澤興、高 金和

訪問先: 東北大学素材工学研究所、国立資源・環境研究所 (筑波)

5) 日 時: 平成11年2月24日~3月2日

訪問者: 戎 順熙、陳 紀忠、施 耀、呂徳偉

訪問先: 東北大学素材工学研究所、東北大学工学部金属工学科、金属博物館 (仙台)、東京大学工学部化学工学科

2-3 研究交流学術シンポジウムの開催

中国研究グループの日本訪問に際して、東北大学において研究交流国際学術シンポジウムを3回開催して報告集を作成した。その日程、課題、講演内容は以下のとおり、

2-3-1 第1回シンポジウム開催

日時: 平成10年2月16日

課題: 鉄鋼業の環境保全に関する日本と中国の効果的技術移転 - 日本東北大学と中国東北大学 (沈陽市) 研究グループの研究 -

講演:

1) 国際共同研究プロジェクトの視点、組織、研究計画 (高橋)

2) 銑鉄とクリーンエネルギー同時生産システムの研究 (高橋、秋山、八木)

3) コークス充填層による鉄スクラップ溶融の研究 (張、高橋、八木)

4) 鉄生産における理論最小エネルギー (秋山、高橋、八木)

5) 中国における鉄生産の概要 (王、沈、王、趙)

6) マンガンダストの高炉吹込み微粉炭の燃焼助材としての利用 (沈、王、趙)

2-3-2 第2回シンポジウム開催

日時：平成10年11月6日

課題：鉄鋼業の環境保全に関する日本と中国の効果的技術移転

講演：

- 1) 中日国際共同研究プロジェクトの進捗状況 (高橋)
- 2) 鉄鉄とクリーンエネルギー同時生産システムの研究 (高橋、秋山、八木)
- 3) 固体鉄への浸炭と溶融挙動 (張、龔、八木)
- 4) 微粉炭に対するMn系酸化物の助燃効果 (沈、彭、趙、王)
- 5) 二粒子循環流動層による排煙脱硫の研究 (金、周)
- 6) 中国における環境科学技術研究機関ならびに生態環境問題およびその対策 (周、金)
- 7) 中国山西省の鉄鋼業による環境汚染 (高橋、大村、張、川原)
- 8) 中国山西省におけるコークス製造と大気汚染 (東北大学 (仙台市) 中国環境問題研究会; 張立波、趙樹海)

2-3-3 第3回シンポジウム開催

日時：平成11年2月25日

課題：中国鉄鋼業がもたらす環境問題の現状と効果的技術移転のための基礎研究

講演：

- 1) 国際共同研究プロジェクトの視点、組織、進捗状況 (高橋)
- 2) 冶金廃棄ガス、ダストおよびスラグの再資源化について (沈)
- 3) 含硫黄、含砒素金鉱石の予備処理 (許)
- 4) Technology for Waste Water Treatment in China (戎)
- 5) Advanced Oxidation Approaches for Waste Water Treatment (施)
- 6) Oxidation of Organic Compounds in Supercritical Water (陳)
- 7) 製鉄プロセスにおけるCO₂排出抑制 (八木)
- 8) エクセルギー関連の最近の話題 (秋山)

- 9) コークス充填層による製鉄ダスト溶解の数学的モデル (張)
- 10) 中国山西省におけるコークス製造と大気汚染 (大村)
- 11) 中国鉄鋼業の岐路 (川端)

3. 研究成果

得られた研究成果は前述の3冊の報告書に詳しくまとめられている。主な成果を要約すれば以下のようなになる。

3-1 クリーンエネルギーと鉄鉄の同時生産システムの研究 (東北大学、仙台市)

この研究の概念図は図1のように示され、本プロジェクト研究の根幹となる主要テーマである。結果として、本研究は“中国鉄鋼業がもたらす環境汚染とその対策”のために極めて有効であることが確認された。特に、山西省は中国最大の石炭生産地で、小型高炉で鉄鉄も生産しているため、著しく環境が汚染されており、本システムが最も有効で、今後実現に向けの一層の取り組みが必要である。

石炭 鉄鉱石

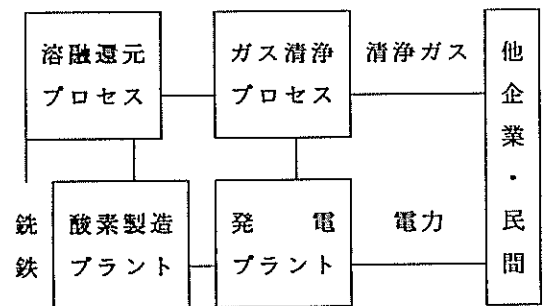


図1 クリーンエネルギーと鉄鉄の同時生産システム

3-2 コークス充填層による鉄スクラップの溶解の研究 (東北大学、仙台市)

炭材内装鉄屑ブリケットの反応速度、固体鉄

への浸炭速度と溶解現象などの基礎研究を実施したあと、コークス充填層による鉄スクラップの溶解に関する数学的モデルを構築して、種々のケーススタディを行っている。

3-3 高炉への微粉炭吹込み燃焼助材としてのMnダストの利用(東北大学、沈陽市)

微粉炭燃焼基礎実験によりMnO₂の助燃効果が大きいことを見出している。高炉ガスによる鉄カーバイドの製造研究は継続中。

3-4 循環流動層による工業排気ガス脱硫処理の研究(中日有効環境保全中心)

循環媒体である大粒子径の砂と吸着媒体である小粒子径の生石灰で構成する二粒子循環流動層(CFB)により脱硫実験を実施した。反応は以下の順序で進行する。



$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
SO₂の高効率回収が可能で、砂と石灰の分離も容易であることを見出している。

3-5 排水処理技術の基礎と応用の研究(浙江大学)

浙江大学は排水処理技術に関する研究が進んでいる。酸化処理、臨界水利用技術などの研究成果は本研究プロジェクト“クリーンエネルギーと銑鉄の同時生産システム”における排水処理に応用されていくだろう。

3-6 中国山西省におけるコークス製造および製鉄業による環境汚染の実態

山西省の現地(非解放区を含む)調査ならびに省政府との意見交換により、山西省の経済、製鉄業、環境汚染の実態が明らかとなり、本プロジェクト研究の必要性を強く認識した。

本研究では主に中国鉄鋼業がもたらす環境汚染の実態を調べ、その対策技術として“クリーンエネルギーと銑鉄の同時生産システム”を提案し、関連する基礎研究などを実施した。

本システムを具体化するにあたり、大量に発生すると予測される脱硫処理後の硫酸カルシウム(CaSO₄)の有効利用を考えること、例えば、肥料および土壌改良剤としての利用などである。さらに畜産業とのかかわり、他産業との関連、経済効果分析などの研究も必要である。

以上の観点から、グループ構成員としては新たに農業、畜産、経済などの分野の研究者を加えてプロジェクト研究を推進していくことにより実りある成果が期待できる。

発表論文

共同研究者も含めれば多くの研究論文が発表されているが、研究代表者関連の最近の主な発表は以下のとおり。

[1] 高橋礼二郎、張興和、八木順一郎：中国山西省鉄鋼業による環境汚染の現状と対策、日本鉄鋼協会第138回秋季講演大会発表予定

(1999年11月、金沢)

[2] 張興和、高橋礼二郎、八木順一郎：廃棄物高温溶融炉の数値解析、日本鉄鋼協会第138回秋季講演大会発表予定(1999年11月、金沢)

[3] P.R.Austin, H.Nogami, J.Yagi: Computational Investigation of Scrap Charging to the Blast Furnace, ISIJ Inter., Vol.38(1998), pp.697-703

[4] R.Takahashi, X.Zhang and J.Yagi: Reaction Rate of Oxidized Iron-Scrap Briquette with Pulverized Coke in Nitrogen Atmosphere, 2nd International Congress on the Science and Technology of Ironmaking and 57th Ironmaking Conference Proceedings (Mar.1998, Toronto), pp.1229-1236

4. 今後の課題と発展