

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－中国 研究交流）

1. 研究課題名：「環境調和型高効率廃棄物燃焼・熱分解／ガス化技術に関する共同研究」
2. 研究期間：平成23年9月～平成27年3月
3. 支援額： 総額 14,740,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	成瀬 一郎	名古屋大学エコトピア科学研究所	教授
研究者	義家 亮	名古屋大学大学院工学研究科	准教授
研究者	植木 保昭	名古屋大学エコトピア科学研究所	助教
研究者	三浦 隆利	東北大学大学院工学研究科	名誉教授
研究者	青木 秀之	東北大学大学院工学研究科	教授
研究者	齋藤 泰洋	東北大学大学院工学研究科	助教
研究期間中の全参加研究者数 23名			

相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Hong Yao	State Key Laboratory of Coal Combustion, Huazhong University of Science and Technology	Director, Professor
研究者	Xian Li	State Key Laboratory of Coal Combustion, Huazhong University of Science and Technology	Professor
研究者	Xiaowei Liu	State Key Laboratory of Coal Combustion, Huazhong University of Science and Technology	Associate Professor
研究者	Daiqing Zhao	Guangzhou Institute of Energy Conversion, The Chinese Academy of Science	Director, Professor
研究者	Yong Chen	Guangzhou Institute of Energy Conversion, The Chinese Academy of Science	Professor
研究者	Hongyu Huang	Guangzhou Institute of Energy Conversion, The Chinese Academy of Science	Professor
研究期間中の全参加研究者数 17名			

## 5. 研究・交流の目的

本共同研究では、都市ゴミのさらなる有効利用に関する研究、焼却炉にて生成する各種環境汚染物質の生成・抑制技術に関する研究ならびに焼却炉内の反応や焼却システムの解析を、実験室レベルのみならずパイロットレベルの装置を用いて実施するものである。具体的には、両国にて、様々な種類の都市ゴミの燃焼および熱分解／ガス化特性を解明する。とくに中国では、日本でこれまでに開発されてきた新焼却技術を参照し、中国にて都市ゴミを有効利用するための新たな指針も提案する。つぎに、HCl や微量成分を含有している微粒子のような環境汚染物質の生成挙動についても検討し、それらを制御できる主要な因子の解明も行う。また、都市ゴミ焼却炉の総合エネルギー変換効率を向上させるためには、炉内に設置されている熱交換用伝熱管の表面で生じている灰付着の問題も解決しなければならない。加えて、両国において、環境調和型高効率焼却炉を開発するためには、炉内あるいは焼却システム全体で生じている現象を理論解析することも重要であり、これらの課題を両国の各研究機関で共同研究する。

## 6. 研究・交流の成果

### 6-1 研究の成果

本共同研究プログラムでは、以下の内容について共同研究を遂行した。

- 1) 都市ゴミの燃焼および熱分解／ガス化特性と機構解明に関する基礎研究
- 2) HCl および微量成分を含む微粒子の生成挙動解明と排出制御技術の開発
- 3) 廃液燃料の微粒化技術の開発と焼却過程でのすす粒子生成機構の解明
- 4) 廃棄物焼却炉内で生じている伝熱管表面での灰付着や腐食現象の解明
- 5) 環境調和型高効率焼却炉開発のためのシステム提案

まず、中国側にて、中国の主要都市部および山村部におけるゴミの排出状況や処理状況の調査を行い、データベース化した。その上で、代表的な都市ごみ組成を基に模擬ごみを試作し、その模擬ごみの基礎的な燃焼および熱分解／ガス化特性とその機構解明を行った。つぎに、HCl および微量成分を含む微粒子の生成挙動解明と排出制御技術の開発については、模擬ごみを電気加熱式ドロップチューブ燃焼炉で燃焼させ、生成する微粒子の分級捕捉や捕捉材添加による微粒子の排出制御を試みた。

日本側の廃液燃料の微粒化技術の開発と焼却過程でのすす粒子生成機構の解明では、粘性燃料の微粒化機構の解明を行った上で微粒化技術の提案を行い、また、廃油燃焼過程を想定したすす粒子の生成機構を実験および数値解析的に解明した。また、廃棄物焼却炉内で生じている伝熱管表面での灰付着や腐食現象に関しては、灰付着と腐食との相互関係を界面反応科学の観点から解明した。なお、この知見によって、伝熱管表面での化学腐食を

制御する技術開発の必要性が見いだされた。

中国における廃棄物収集システムでは、多くの場合、日本のような多種にわたる分別は行われていなかった。それ故に、前処理の負担増や燃焼効率の悪化をもたらすことを明らかにした。よって、中国側にとって、共同研究や施設見学等で得られた知見は、中国における廃棄物行政への助言や、焼却炉の設計・運転を含めた焼却システムの効率化に波及するものとする。一方、日本側にとっては、中国での廃棄物焼却技術や環境防除技術に関する技術協力や学術的な交流に寄与できるものと自己評価する。

本共同研究プログラムでは、上述の各研究項目を実施したほか、都市ゴミの有効利用に関する研究開発共同体制も構築した。そのために、本プログラムでは、人材交流、情報交換とともに各研究機関で有している実験施設や研究ツールの相互利用も行った。また、各研究機関によって得られた研究成果は、国際学術誌への投稿や国際会議への発表も行った。

## 6-2 人的交流の成果

両国間で、教員および学生相互の密な研究交流が適い、3編の国際学術雑誌への共同執筆が成し遂げられたことは意義深い。また、両国から参加した学生諸君にとって、中国の文化、日本の文化、それぞれの特徴を実感できる交流が実施できたと自己評価する。学生であるので、この人材交流の成果が、目に見えるまでになるには長期間を要するかもしれないが、彼らにとって必ずや有意な交流になったものと確信する。

日本側にとっては研究交流的な人材交流となると、一般的に、教員同士の研究交流が主となる。しかし、この JST によるプログラムは大学院の学生についても登録することによって交流が許可され、この制度が、参加した学生に大変有意義になったと考えている。さらに、当該事業を端緒として、廃棄物焼却炉内伝熱管の化学腐食防止技術の開発を他大学および企業と共同で着手することになった。

中国側では、廃棄物ではなく石炭ではあるものの、低品位な石炭の有効利用の観点から研究交流すべく、中国国内のプロジェクトに申請された。このように、すでに密な研究交流を実施している。

7. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

論文 or 特許	<ul style="list-style-type: none"> <li>・論文の場合：著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI」</li> <li>・特許の場合：知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等</li> </ul>	特記 事項
論文	Huan Liu, Quang Zhang, Hongyun Hu, Ruxi Xiao, Aijun Li, Yu Qiao, Hong Yao, Ichiro Naruse, Dual role of conditioner CaO in product distributions and sulfur transformation during sewage sludge pyrolysis, Fuel, 134, 514-520, 2014, 10.1016/j.fuel.2010.09.019	
論文	Hong Yao, Ichiro Naruse, Using sorbents to control heavy metals and particulate matter emission during solid fuel combustion, Particuology, 7, 477-482, 2014, 10.1016/j.partic.2009.06.004	
論文	Hongyun Hu, Zhang Xu, Huan Liu, Dunkui Chen, Aijun Li, Hong Yao, Ichiro Naruse, Mechanism of chromium Oxidation by alkali and alkaline earth metals during municipal solid waste incineration, Proceedings of the Combustion Institute, 35, 2, 2397-2403, 2015, 10.1016/j.proci.2010.07.080	
論文	Kiminori Ono, Aki Watanabe, Kazuki Dewa, Yoshiya Matsukawa, Yasuhiro Saito, Yohsuke Matsushita, Hideyuki Aoki, Okiteru Fukuda, Takayuki Aoki, Togo Yamaguchi, Detailed kinetic analysis of the impact of nucleation behavior and particle size distribution on the configurations of carbon nanoparticles, Journal of Nanoparticle Research, 16, 2519, 2014, 10.1007/s11051-014-2519-7	
論文	Joseph H. Kihedu, Ryo Yoshiie, Yoko Nunome, Yasuaki Ueki, Ichiro Naruse, Counter-flow air gasification of woody biomass pellets in the auto-thermal packed bed reactor, Fuel, 117, 1242-1247, 2014, 10.1016/j.fuel.2013.07.050	