

先進素材開発解析システム全国国際共同利用専門委員会

委員長 渡辺 隆司（京都大学・生存圏研究所）

1. 共同利用施設および活動の概要

京大大学生存圏研究所先進素材開発解析システム(Analysis and Development System for Advanced Materials, 以下 ADAM と略) は、「高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム」、「超高分解能有機分析サブシステム」、「高分解能多元構造解析システム」から構成される実験装置であり、平成 23 年度後期から共同利用設備としての運用を開始した。本設備は、世界唯一の多周波マイクロ波加熱装置、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置 (FT-ICR-MS)、無機用および有機用電子顕微鏡などからなる複合研究装置であり、マイクロ波加熱を用いた新材料創生、木質関連新材料の分析、その他先進素材の開発と解析などに用いられる。本装置は研究所のフラグシップ共同研究「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」推進のための中核研究装置としても使われる。

高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム

マイクロ波信号発生器、2.14GHz 帯、650W 進行波管増幅器、2.45GHz 帯 1kW、マグネトロン発振器、5.8GHz 帯 600W マグネトロン発振器、800MHz~2.7GHz 帯、250W GaN 半導体増幅器、アプリケーション、スペクトラムアナライザ、他



高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム

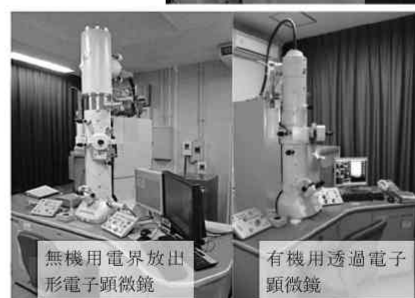
超高分解能有機分析サブシステム

1. フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置 (FT-ICR-MS) (ブルカー・ダルトニクス製)
2. 多核核磁気共鳴装置 λ -400 (日本電子製)



高分解能多元構造解析システム

1. 無機用電界放出形電子顕微鏡 (200kV FE-TEM) (日本電子製)
2. 有機用透過電子顕微鏡 (120kV TEM) (日本電子製)
3. 比表面積/細孔分布測定装置 アサップ 2020 (島津-マイクロメトリックス製)



第3回 先進素材開発解析システム(ADAM)

シンポジウムの開催

平成 25 年 11 月 18 日に第 3 回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウムを、ミッション 2 および生存圏フラグシップ共同研究の活動紹介のためのシンポジウムと合同の形式で開催した。



2. 共同利用研究の成果

2.1 代表的な研究成果

課題番号 03 電磁場励起非平衡反応場に関する基礎研究

マイクロ波加熱下では、マテリアル内に微視的に非平衡温度場が観測される。これは様々な特異な化学反応挙動の原因となることが予想されるが、その観測は難しい。これは、マイクロ波加熱下では直流電流の検出、安定温度の決定が困難なためである。そのため、これより生じる現象は「マイクロ波効果」や「非熱効果」という曖昧な認識で表現されている。この状況を回避することを目的とし、加熱・電気工学の観点よりこれを説明するための理論骨子を提案した。今年度は、「マイクロ波による多体金属粒子の加熱」及び「サーマルランナウェイ」と呼ばれる熱暴走を表現する理論を提出し、これの実測との比較から同理論の運用限界を報告した(学術雑誌論文:1)。また、この理論の工学的応用として、従来法では加熱が困難なアスベスト含有スレート瓦を迅速に無害化する技術を開発した(環境省、フラッグシップ研究との連携)。これらは優れた発明としてメディアに紹介され(テレビ・新聞:1-2)、ADAMの協力を得て提案された理論の幅広い工学的応用性を示す。

2.2 学術雑誌に公表された論文

Kashimura, K., N. Sabelstrom, K. Imazeki, K. Takeda, M. Hayashi, T. Mitani, N. Shinohara and K. Nagata, Quasi-Stable Temperature of Steady State of Hematite by Microwave Heating, *Chemical Engineering & Processing*, 76, 1-5, 2014.

Yanagawa, M., K. Kashimura, M. Hayashi, M. Sato, T. Mitani, N. Shinohara and K. Nagata, Control of Hot Spots for Continuous Microwave Iron Making -Effects of Ore-Carbon Mixture Rotations on Refractory and Pig Iron Production-, *International Journal of Materials Engineering and Technology*, 9, 119-134, 2013.

Hayashi, M., K. Takeda, K. Kashimura T. Watanabe and K. Nagata, Carbothermic Reduction of Hematite Powders by Microwave Heating, *ISIJ International*, 53, 1125-1130, 2013.

Oshida, K., M. Murata, K. Fujiwara, T. Itaya, T. Yanagisawa, K. Kimura, T. Nakazawa, Y. A. Kim, M. Endo, B.-H. Kim, K. S. Yang, Structural Analysis of Nano Structured Carbon by Transmission Electron Microscopy and Image Processing, *Applied Surface Science*, 275, 409-412, 2013.

Tsubaki, S., K. Oono, T. Ueda, A. Onda, K. Yanagisawa, T. Mitani, J. Azuma, Microwave-assisted Hydrolysis of Polysaccharides over Polyoxometalate Clusters. *Bioresource Technology*, 144, 67-73, 2013.

堀越智, マイクロ波照射光触媒による迅速水処理技, 静電気学会誌, 印刷中, 2014.

Horikoshi, S., N. Serpone, Role of Microwaves in Heterogeneous Catalytic Systems, *Catal. Sci. Technol.*, in press.

Horikoshi, S., N. Serpone, On the Influence of the Microwaves "Thermal and Non-thermal

Effects in Titania Photoassisted Reactions", *Catal. Today*, in press.

Horikoshi, S., Matsuzaki, S. Sakamoto, N. Serpone, Efficient Degassing of Dissolved Oxygen in Aqueous Media by Microwave Irradiation and the Effect of Microwaves on a Reaction Catalyzed by Wilkinson's Catalyst, *Radiation Phys. Chem.*, 97, 48-55, 2014.

Uesaka, A., M. Ueda, A. Makino, T. Imai, J. Sugiyama, S. Kimura, Morphology Control between Twisted Ribbon, Helical Ribbon, and Nanotube Self-Assemblies with His-Containing Helical Peptides in Response to pH Change, *Langmuir*, 30, 1022-1028, 2014.

Ueda, M., A. Makino, T. Imai, J. Sugiyama, S. Kimura, Versatile Peptide Rafts for Conjugate Morphologies by Self-assembling Amphiphilic Helical Peptides, *Polymer Journal*, 45,509-515, 2013.

Tsubaki, S., M. Hiraoka, S. Hadano, H. Nishimura, K. Kashimura, T. Mitani, Functional Group Dependent Dielectric Properties of Sulfated Hydrocolloids Extracted from Green Macroalgal Biomass. *Carbohydrate Polymers*, 107, 192-197, 2014.

2.3 著書

Horikoshi, S., N. Serpone, (Eds. and Author), *Microwaves in Nanoparticle Synthesis – Fundamentals and Applications*, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2013.

堀越智 (編著), 萩行正憲, 高野恵介, 田中拓男, 上田哲也, 図解 メタマテリアル, 第1および6章, 日刊工業新聞社, 2013.

堀越智 (編著), 滝澤博胤, 篠原真毅, マイクロ波化学, 三共出版, 2013.

堀越智, 技術シーズを活用した研究開発テーマの発掘, マイクロ波化学を活用した研究開発テーマの発掘, 技術情報協会, 第9章2節, 2013.

Horikoshi, S. and N. Serpone, *Photo-Electrochemistry & Photo-Biology for the Sustainability*, Chapter 4 (2013) (Editor: S. Kaneco), Union Publisher.

2.4 学位論文

島田武, セルロース類の構造化を利用した階層的多孔質炭素の調製, 筑波大学大学院数理物質科学研究科修士論文.

2.5 受賞

マイクロ波によるアスベスト無害化とダイオキシン発生, 環境研究総合推進費モデル事業選出, 行政刷新会議ワーキンググループ「新仕分け, (2013/ 11/ 16)」分 資料2/3

Sato, M., J. Fukushima, K. Kashimura, T. Mitani, K. Nagata, D. Agrawal, Thermodynamics on MW Processing with Non-Thermal Effects, 2GCMEA, Rustam Roy Award.

丸山沙織, 樽井淳, 王玉, 川本純, 栗原達夫, 低温菌 *Shewanella livingstonensis* Ac10 による金属還元機構の解析, 第14回極限環境微生物学会年会・ポスター発表賞受賞, 2013年10月26日.

鷺見卓也, 堀越智, 極性・非極性混合溶媒におけるマイクロ波加熱の特徴, 日本電磁波エネルギー応用学会・2013年度 JEMEA ベストペーパー賞優秀賞, 2013年9月2日.

鷺見卓也, 堀越智, マイクロ波加熱を利用したナノ粒子合成の特徴, 色材協会 2013 JSCM Most Accessed Paper/Review Award, 2014年2月26日.

2.6 テレビ、新聞、解説記事等

週刊環境循環新聞, 震災廃棄物をマイクロ波処理, 平成25年3月11日.

日本テレビ, 震災から2年、がれき処理の現状 (ズームイン!! サタデー), 平成25年3月1日.

樫村京一郎, 篠原真毅, マイクロ波による環境調和型金属精錬, ケミカルエンジニアリング, 2013年11月号.

樫村京一郎, マイクロ波加熱と材料プロセッシング, 金属, アグネ技術センター, 2013年8月号 特集.

2.7 特許

畑俊充, 5398775, 燃料電池用電極触媒, 特許登録, 2013年11月1日.

2.8 国際会議発表

Tsubaki, S., M. Hiraoka, T. Ueda, A. Onda, J. Azuma, Rapid hydrolysis of *Ulva* spp. by microwave irradiation with polyoxometalate cluster, 3rd International Conference on Algal Biomass, Biofuel & Bioproducts, Toronto, Canada, June, 2013.

3. 共同利用状況

ADAM は平成23年度後期から共同利用を開始し、15件の共同利用課題を採択し、24年度は18件、25年度は20件となった。

年度	17	18	19	20	21	22	23	24	25
採択課題数	-	-	-	-	-	-	15	18	20
共同利用者数 **	-	-	-	-	-	-	86 学内 53 学外 33	101 学内 58 学外 43	101 学内 57 学外 44

** 研究代表者および研究協力者の延べ人数

4. 専門委員会の構成及び開催状況

4.1 専門委員会の構成

渡邊隆司 (京都大学・生存圏研究所)
福島和彦 (名古屋大学・生命農学研究科)
二川佳央 (国土館大・理工学部)
飯尾英夫 (大阪市大・理学研究科)
松村竹子 (ミネルバライトラボ)
岸本崇生 (富山県立大・工学部)
木島正志 (筑波大学・数理物質科学研究科)
杉山淳司 (京都大学・生存圏研究所)
篠原真毅 (京都大学・生存圏研究所)
今井友也 (京都大学・生存圏研究所)
畑俊充 (京都大学・生存圏研究所)
三谷友彦 (京都大学・生存圏研究所)

4.2 専門委員会の開催状況

平成25年11月18日に第3回先進素材開発解析システム(ADAM)共同利用専門委員会を開催した。