

日本MRS ニュース

|||| やあ こんにちは |||||



うちだ ぎいちろう
内田 儀一郎 氏

私のプラズマと電池研究の架け橋 MRS-J

名古屋大学 大学院工学研究科 教授 ^{うちだ ぎいちろう} 内田 儀一郎

助教に採用されプラズマテレビの開発に携わり MRS-J の年次大会ではじめて奨励賞を頂きました。現在も会場となっている横浜開港記念館での受賞で、大変に嬉しかったことを鮮明に覚えています。現在は縁あって MRS-J の理事の一人として運営に携わっていることに感慨もひとしおです。

ご存じのように MRS-J は毎年 700 人以上が集う年會を横浜を中心に開催しています。昨年度の第 35 回年會は北九州での開催でした。この年會の利点は約 20 の各シンポジウムが柔軟に會議を運営できる点です。例えば次世代の若手の先生や海外の注目研究者を基調講演や招待講演者として広く招集することができます。また各シンポジウムのテーマは自由に設定でき、「材料と DX 連携」など旬なテーマにフォーカスできます。このシンポジウムでは、オーソドックスなテーマはもちろんのこと、進行中のプロジェクトの研究成果や提案予定の次世代テーマまで広く社会に発信できる場に利用できます。また期間中は金属材料から有機材料、酸化物材料、カーボン、材料プロセス、インフォマティクスまで幅広い材料科学シンポジウムがほぼ並行で開催され、他の学会を主戦場としている研究者が一同に集まる異分野交流の絶好の機会となっています。

私は現在、プラズマ材料プロセスを用いた電池ナノ材料研究に取り組んでおりますが、“プラズマ”、“材料”、“電池”をつなぐ架け橋的な會議として MRS-J 年會、MRM 国際會議を有効に活用させて頂いております。電池研究ですが 2019 年に旭化成フェローで名城大学教授でもある吉野彰先生が Li イオン電池の開発でノーベル賞を受賞し、太陽電池と並んで化学電池にも大変な注目が集まりました。今では Li イオン電池は皆さんの必須アイテムとなっています。私は幸運にも今年の 3 月までの 7 年間、名古屋の名城大学に在籍する機会に恵まれ、Li イオン電池研究に取り組むことができました。専門のプラズマを操り電極を設計し作製するという実験スタイルで活動し、成果を吉野先生の前でゼミ発表しコメントを頂くという貴重な機会を頂きました。このようなノーベル賞受賞者に身近に接する機会を多々頂き、暗黙知、非認知能力などのいわゆる内面的な人間力に大きな気づきがあった次第です。

ご存じのように Li イオン電池は、電気化学を学問の軸として材料、電気、化学の要素を含んだ複合的デバイスです。材料内部では Li イオンが行き来し、その都度、材料 / 電解液の界面で電子の授受を伴う化学反応がくり返し起こり、約 4 V という高い起電力で長時間エネルギーを供給できます。私は 1) 材料工学の観点から Li を大容量に貯蔵できる半導体ナノ材料の探索、2) 電子工学の観点から電子を効率的に取り出すための新たな電極構造の探索、3) 化学の観点から界面での反応メカニズムの制御に取り組みました。その結果、独自のプラズマ材料プロセスで直径 10-20 nm 程度のナノ構造をもつ Si などの半導体ポーラス電極をバインダー（有機接着剤）なしの単一工程で作製し、さらにその半導体層をカーボンや Li 酸化物で挟み込む負極構造を新しく提案できました。材料はあらゆる産業分野を支える基盤であり、量子コンピューティング、半導体デバイス、物質変換、エネルギー、環境など最先端分野の発展を支えています。近年は使用した材料を再生させ再利用する物質循環の概念が広まり、材料研究の重要な柱となっています。

この物質循環をも包含する多様な材料分野の専門家が一堂に集まり、最新の研究成果を横断的に深く議論する MRS-J は、材料科学の深化に地球規模で貢献していると考えています。学生や若手研究者の MRS-J へのお誘いを皆様にお願ひするとともに、引き続きご指導を何卒よろしくお願い致します。

目次

- 01 やあ こんにちは
私のプラズマと電池研究の架け橋 MRS-J
内田 儀一郎
- 02 研究所紹介
株式会社 KRI
解析研究センター
研究員 湯浅 俊郎
- 04 研究トピックス
温和な水熱反応の活用
法政大学経済学部
教授 山崎友紀
- 07 ご案内
- 08 To the Overseas
Members of MRS-J
- 08 編集後記

■研究所紹介

(株) KRI・解析研究センター紹介 ～分析評価の「駆け込み寺」をめざして～

株式会社 KRI 解析研究センター 研究員 湯浅 俊郎 ゆあさ としろう

1. 概要・沿革

(株) KRI・解析研究センターの前身である大阪ガス(株)・分析センターは1961年の大阪ガス(株)・総合研究所開設時に設置された分析部門に端を発している。その後幾度かの改組・改称を経て、1999年4月に大阪ガスの100%子会社で日本唯一の民間受託研究会社である(株)関西新技術研究所(英語社名: Kansai Research Institute) にテクノサービス部・分析評価センターとして移管された。

その後、関西新技術研究所は商号を(株) KRI に改称し、分析評価センターも改組に伴い、材料解析研究センター、次いで解析研究センターと改称し、現在に至っている。

その間50年以上に渡り、ガス事業における上流から下流(製造→供給→消費)全てに関わる各種製品、部品、部材などの分析評価を主として行ってきたが、近年は大阪ガスグループ外の企業・法人などからも様々な分析評価案件を受注するに至っている(年間約1500件以上)。

ガス事業に係る設備や製品、部材は木材も含め、樹脂や金属類などの材料が多様な組み合わせで用いられており(図1)、それらが長期的に様々な環境および条件下で使用されることが多いため、不具合の発生の仕方も多様かつ複雑になっている。また、一旦不具合が発生すれば、火災などの重大事故につながる可能性が高い場合もある。

そのため、それらのトラブルに対して、迅速に対応して原因を突き止めるだけでなく、どのように対策すべきかという見解も求められる経験を数多く重ねてきたため、

- 材料の劣化 / 機能発現メカニズムの解明
- 数十年以上の耐久性評価
- 安全 / 信頼性のある材料選定

への対応力については、特に同業他社に比べて優位性を持っていると考えている。

2. 組織構成・体制

本稿執筆時点(26年4月)では、解析研究センター(総員27名)は先端解析室(13名)とソリューション解析室(9名)の2つの室から構成されている。

先端解析室は機器分析による材料分析と、水・ガスなどの成分分析などを主に実施している。保有設備についてはトラブル対応に重点化しており、「不具合の見える化」をテーマにFE-EPMA、マッピング対応のFT-IRおよびラマン分光装置、X線CT、温度可変XRDを主力設備としている。成分分析についてはGC-MSやIC、ICPなど微量分析に注力している。

ソリューション解析室は、金属材料の物性評価、腐食防食に関する分析や試験のほか、ラボや製造現場等における測定・計測系の構築および、そこから得られたデータのAI活用による有用データの抽出や、異常検知のシステムづくりなどの支援を行っている。

ただし、室の壁にとらわれることなく、個々の依頼内容に適したメンバーがプロジェクトを組み、ワンストップで顧客ニーズに応える体制になっている(図2)。さらに、必要であれば社内他部署の材料・エネルギー技術関連の研究者とのコラボや、放射光施設をはじめとする外部機関・専門家との協力なども利用して課題解決にあたれることも強みである。

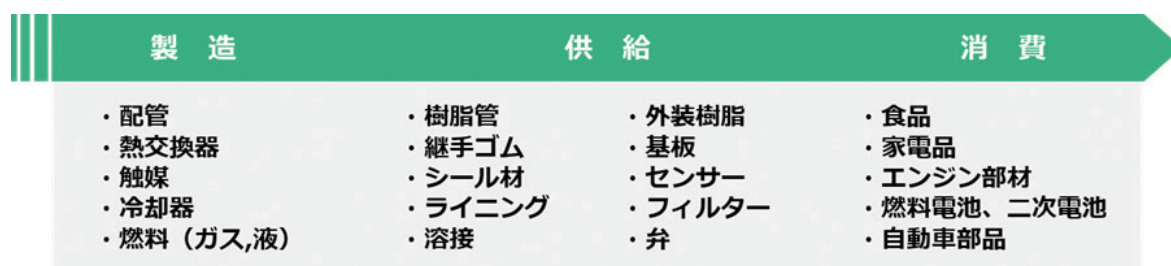


図1. ガス事業に係る製品や部材の例



図2. KRI 解析研究センターの内部体制

3. 最近の注力技術に関するトピックス

近年、KRI 解析研究センターでは、樹脂材料の長持ち研究(劣化解析・寿命予測)、X線CT法による非破壊での材料・製品の内部可視化および画像解析による定量的・客観的評価、ラボ・製造現場でのデータ計測・AI活用支援などに注力しており、以下に代表的な事例を示す。

・温水配管用ポリエチレン (PE) 材料の耐久性比較評価

温水配管に使用されるポリエチレンは、銅イオンの存在が劣化に大きく影響することを見出している。そこで、材料の異なる3種のPE管を銅イオン添加した加圧温水中で耐久加速試験を実施し、IR マッピングによりPE管断面の酸化状態を測定した。

材料Aは2000時間で顕著な劣化が始まり、Bは2000時間後には目立った劣化が見られなかったが、2500時間後には一挙に劣化が進行していた。Cでは8000時間経過後も、劣化は内表面・外表面付近にはほとんどまわっており、Cがもっとも耐久性が高いことが示され、この試験・評価方法が材料選定に有効であることが確認された(図3)。

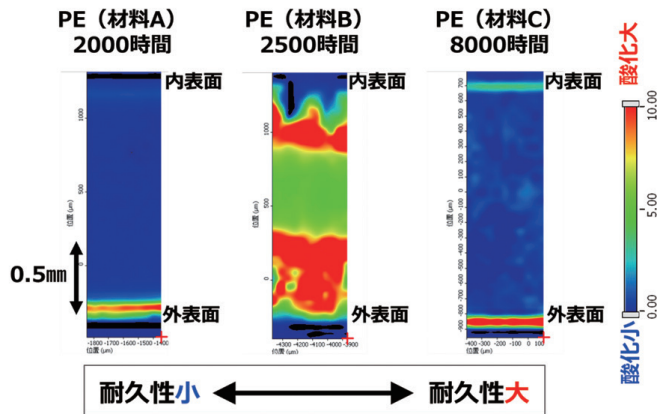


図3. 温水配管用ポリエチレン (PE) の耐久性比較評価

・X線CTを用いた強化プラスチックの非破壊内部評価

C/GFRP等の強化プラスチックにおいて、添加された繊維やフィラーの密度や配向は材料強度や機能性に大きく影響する。X線CTでの内部形態の可視化は従来から行われてきたが、そこに画像解析を加えることで、繊維の本数や形状、充填率、配向性の分布などの見た目の印象だけでなく定量的な情報が引き出せるようになっている。また、応力負荷状態でのX線CT像撮影から、FRPが破壊する起点を可視化し、強度向上のための構造改善策が提案できる可能性も広がった(図4)。

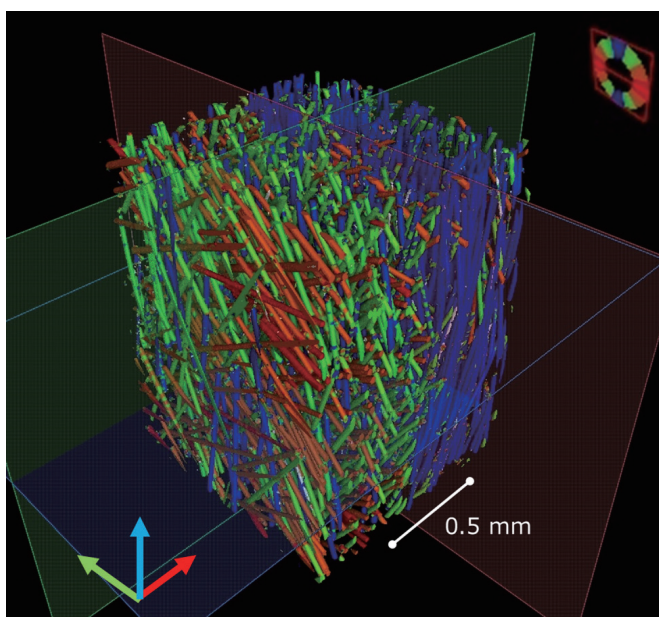


図4. 放射光X線CTで撮影されたCFRP中の炭素繊維の配向性評価

・少ない手持ちデータでもAI活用やDX推進を可能にする手段の提案

AIや機械学習はデータ量が少ないと計算が進まなかったり、過学習を起こすなどの問題がある。しかしながら、データ量が限られている場合にも対策次第ではAI活用などができる可能性がある。例えば、文書データを単語に分割して数値化することや、入力とデータベースにある単語を照合・処理する、適切な特徴量を設定するなど計算モデル側を工夫したり、実測とシミュレーションの組み合わせやデータ拡張・転移学習といったデータ側を工夫することができたりする。クライアントの手持ちデータ量に応じた最適な手法を提案する(図5)。

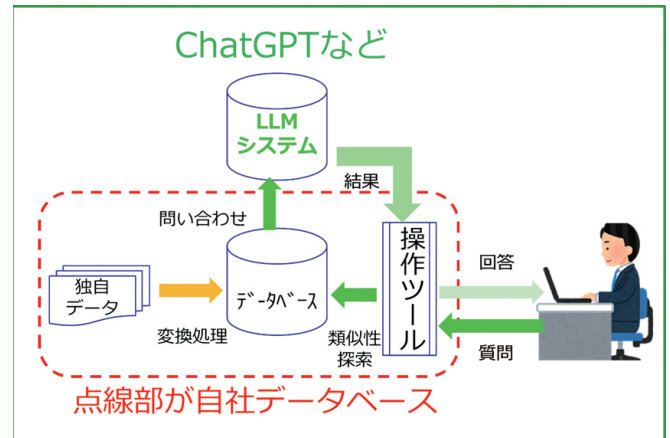


図5. 少ないデータ量でもAI・機械学習活用を可能にする工夫の例

4. まとめ

KRI解析研究センターは延べ60年以上に渡る実務経験、最新の分析評価技術、社内外の人的ネットワークなどを駆使して、様々な顧客の難度の高い材料・製品・部材・計測・解析などに関する技術課題に应运してきた。今後もこれらの強みをさらに伸ばして、単に分析結果を出すだけではなく、「材料/部材/製品の問題解決に関する駆け込み寺」という立ち位置を目指している。本稿を読まれてご興味を持たれた方は、お気軽に問合せ頂きたい。



■ 連絡先

株式会社 KRI 解析研究センター
研究員 湯浅 俊郎
大阪市此花区西島 5-11-151
Daigas イノベーションセンター 2F
TEL: 06-6466-4555 e-mail: yuasa@kri-inc.jp

■ 研究トピックス

温和な水熱反応の活用

やまさき ゆき
法政大学経済学部教授 山崎 友紀

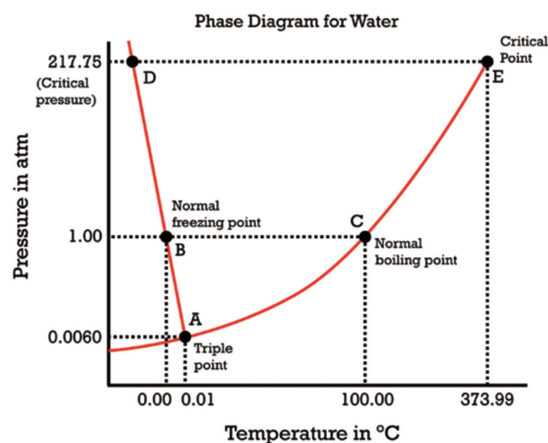
1. はじめに

水熱科学の歴史は長く^[1]、鉱物合成、特に水晶の単結晶育成^[2]が水熱条件下で実施され始めてから100年以上も経っている。その他、酸化亜鉛、エメラルド、ダイヤモンドなどの合成にも水熱反応場は応用されており、天然の結晶と遜色ない、あるいはそれよりも純粋なものを水熱合成することが可能である。1970年代後半ごろに深海底での熱水噴出孔が発見されてから、生命の起源と熱水の関わりに関する議論が深まり、水熱反応技術は有機物合成や分解へも応用されるようになってきた。水熱反応技術は「湿式燃焼」や「超臨界水」という名前を経て、し尿や汚泥の分解を可能にし、さらには生化学的兵器の分解、ダイオキシンやフロン分解へと対象分野も広がり^[例え3]、近年ではPFAS類の分解にも利用され始めている。そして無機ナノ粒子合成に対しても低温領域から超臨界温度に至るまで水熱反応場が活躍している。

筆者は山崎重明^[4]、山崎伸道^[5]の流れを継ぎ、亜臨界条件の低温領域での水熱反応の活用を試みている。本稿では水熱反応の基礎について解説し、応用事例の一部として本研究室で汎用している回転軸付き電気炉を用いた有機ハロゲン系化合物の脱ハロゲン化反応や繊維状チタニア粒子の合成、さらには水熱ホットプレス装置を用いた固化体合成技術について簡単に紹介する。

2. 水熱反応とは

水熱反応すなわち高温高压の水（水蒸気および水溶液を含む）の科学については国際蒸気性質委員会（IAPWS: The International Association for the Properties of Water and Steam）が長年データベースを蓄積しており、その理解と普及に貢献している。IAPWSのデータベースの中で、水の相図（例えばPT曲線など）は関数化されており、便利に使うことができる^[例え6]。変数は密度や比体積にすることで対象とする研究に応じて相図を活用することができる。純水を例にとって気液二相が共存する場合を考えると図1で示されるように、水蒸気圧すなわち反応容器の中の

図1 水のPT曲線の例^[7]

圧力は温度でのみ決まることになる。言葉を変えると、温度を上げると自動的に圧力が上がる仕組みがあり、オートクレーブ（自動窯）の名前の由来となっている。

水熱反応は、基本的に系の中の圧力が水蒸気圧によって制御されるため、密閉容器の中でのみ実現することができる。このことから水熱反応は「閉鎖系」とであると言われる。ごく簡単に水熱反応を実現するためには、完全密閉系の容器に液体の水を入れてオープンなどの熱源により外部からオートクレーブ内部を加熱する方法がある。完全密閉系を実現できるのであれば、簡易的にガラス封管やステンレス管にSwagelok[®]などの接手で封入したものを反応容器として使ってもよい。または図2のような本研究室で採用しているオートクレーブを図3のようにオープンに入れて実施してもよい。急速加熱を実現するにはIH（誘導加熱）を用いる手法もあるがオートクレーブの材質がIH対応の必要がある。

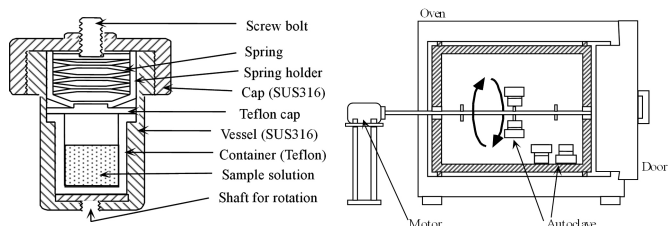


図2 テフロン内張り式オートクレーブ

図3 回転軸付き強制滞留式電気炉

水熱反応の様子を理解するため、反応容器の内部を簡素化したイメージを図4に示した。オートクレーブの中の液相（水または水溶液）と気相の状態から、水熱反応場は気相（蒸気）のみの条件、気相と液相が共存する条件、または液相のみの条件、と大きく分けて3つに区別することができる。それに加えて攪拌の有無またはその手法、共存させる物質、反応容器内部の材質は形状などによっても、反応場を多様化させることができる。攪拌条件は反応容器内を強制的に均一にすることができるため、反応の対象にもよるが、見かけの反応速度や生成物の化学的な性質にも大きく影響を与えることが多い。攪拌方法については回転軸を用いる方法、ロッピングモーションを使う方法、または図3のように回転軸を利用した攪拌方法などがある。液相を水熱反応場に用いたPVCの脱塩素化反応などにおいては回転攪拌の効果が大きく、生成物の形状や組成の均一化にも役立つ。

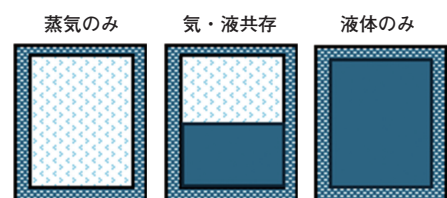
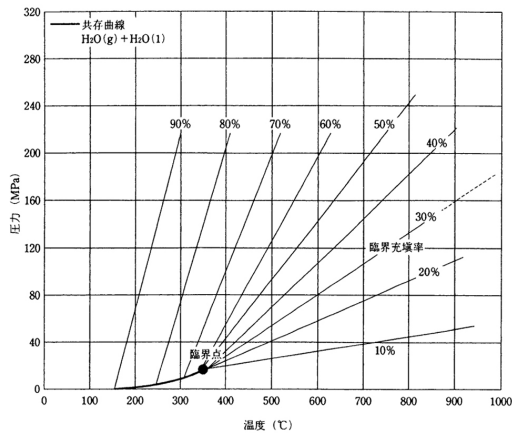


図4 水熱反応場のイメージ

と気相の状態から、水熱反応場は気相（蒸気）のみの条件、気相と液相が共存する条件、または液相のみの条件、と大きく分けて3つに区別することができる。それに加えて攪拌の有無またはその手法、共存させる物質、反応容器内部の材質は形状などによっても、反応場を多様化させることができる。攪拌条件は反応容器内を強制的に均一にすることができるため、反応の対象にもよるが、見かけの反応速度や生成物の化学的な性質にも大きく影響を与えることが多い。攪拌方法については回転軸を用いる方法、ロッピングモーションを使う方法、または図3のように回転軸を利用した攪拌方法などがある。液相を水熱反応場に用いたPVCの脱塩素化反応などにおいては回転攪拌の効果が大きく、生成物の形状や組成の均一化にも役立つ。

一方で、気相のみの場合には乾燥蒸気（飽和水蒸気圧以下）を用いた反応場にすることも可能である。乾燥蒸気の特性を利用して植物などからの特定成分の抽出などに応用可能である。

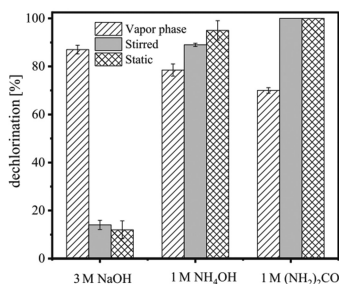
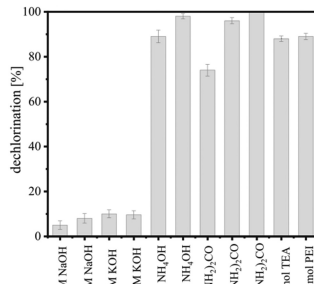
このように様々な水熱反応場を提供できるが、図5を用いて系内

図5 純水の温度-圧力-密度の関係^[1]

の圧力制御について言及しておく。上述のように、系内の圧力は水蒸気圧によって制御されるものの、系内に封入する液体（水または水溶液）の充填率に応じて系内の圧力が変わりうる。つまり、液相と気相の割合によっては、飽和水蒸気圧よりも低くも高くもなる。図5の各線は臨界密度（密度＝液体の充填率）を示している。密度のイメージとしては、図4の中央に示したような全体に対する液相の比率と理解してよい。特に高温になればなるほど臨界密度の値が小さくなっており二相が共存できる幅が小さくなることを意味する。臨界密度を超えると、水の膨張によって著しく系内圧力が大きくなることが図から読み取れる。このように臨界密度を超えると系内の圧力が急激に上がり、容器が破裂して爆発するなどのリスクが急激に上がることになるため、水熱反応の準備においてはこの液体の充填率が一つ大きな注意点となる。一方で、系内の気相を封入ガス等によってパージ、充填するなどによって、系内の圧力を飽和水蒸気圧よりも高く制御することも可能である。

3. 有機ハロゲン系化合物 (PVC) の反応例

図6および図7にPVCの脱塩素化を目的とした水熱反応の事例を示す^[8]。図2の反応容器に各塩基触媒（ここではNaOH、アンモニア、尿素）存在下、粉末状PVCを仕込み、水熱反応によって脱塩素化を試みた。図3の電気炉を利用し、蒸気相での反応（Vapor: 反応容器にPTFEの皿を設置）、攪拌を伴う気液共存での反応（Stirred）、気液共存下攪拌を伴わない反応（Static）、のそれぞれで1時間反応させた場合の反応率（脱塩素化率）が図6に示されている。加えて図7は攪拌を伴う気液共存での反応（Stirred）における、塩基触媒の効果の比較の結果を示す。本研究室では従来報告されていたPVCのNaOHによる脱塩素化に必要な反応温度

図6 PVCの各水熱反応場における脱塩素化率を3種類の塩基触媒（NaOH, NH_4OH , $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ）を用いて比較した結果（反応温度 230°C、反応時間 1 h）^[8]図7 PVCの脱塩素化における塩基触媒の効果の比較（反応温度 230°C、反応時間 1 h）^[8]

や時間などについて、反応場や塩基触媒の種類、さらには共溶媒などの共存物質を工夫することで、大幅に水熱反応条件を温和にできることを見出した。例えばNaOHだけを用いた場合に100%の脱塩素化率を得るためには、反応温度 250°Cで3時間などの反応時間を要するのに対して、我々は180°C、1時間で脱塩素化反応を完結できることを見出した^[9]。実廃棄物中のPVCの脱塩素化技術の確立を目指し、水熱条件下における様々な共存物質の反応への影響や効果についても検討した。中でも共溶媒と塩基触媒の組み合わせの効果などにより、効率的に反応を進行させることができることを見出した。

昨今のプラスチックに関する問題やサーキュラーエコノミーの観点から、PVC、臭素系難燃剤、フッ素系樹脂などのハロゲンを有する樹脂の適切な処理とリサイクル方法が強く求められている。温和な水熱反応であっても、有機物中のハロゲン原子を無害なハロゲン化物イオンに転換できることから、水熱反応が有機ハロゲン系化合物を安全に処理する技術のひとつとして期待できる。本研究室では、建築系プラスチック廃棄物などの夾雑物の多い多種類プラスチック混合物中のPVCの脱塩素化についても取り組んでおり^[10]、蒸気または水溶液を用いた温和な水熱反応によって効率よく脱塩素化できる手法を見出している。水熱条件下において、炭化水素系樹脂類は化学的に基本的には変化せず、加水分解による完全脱ハロゲン化、また一部のエステル系化合物などのモノマー・オリゴマー化だけが進行する反応場を作ることができる。

4. 無機化合物への応用例

水熱反応あるいはソフト溶液プロセスによってさまざまな無機化合物の合成が試みられている中で、図2および図3の装置を活用した事例を一部紹介する。本研究は大阪公立大学中平教授との共同研究で実施したものである。チタニア粒子（Anatase）あるいは金属チタンをNaOH水溶液中で回転攪拌をしながら110°Cほどの水熱条件下にさらすと、図8に示されるような繊維状で多孔質の化合物が得られることが分かった。TEM観察によりその繊維状の生成物は直径数nmのナノチューブであること、XRDによりその結晶構造が $\text{H}_2\text{Ti}_4\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ であることがわかった^[11]。工夫をするとナノチューブの中に白金粒子を封じ込められることや、ナノチューブを後述の水熱ホットプレス法または水熱蒸気養生（図9）によりナノおよびマイクロな多孔質バルク体にできることを示した^[12]。

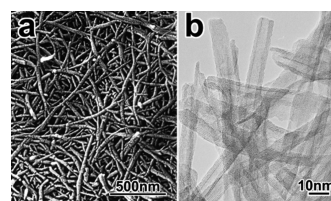


図8 チタン粉末から得られたナノチューブの (a) SEM像および (b) TEM像（110°C、20時間）

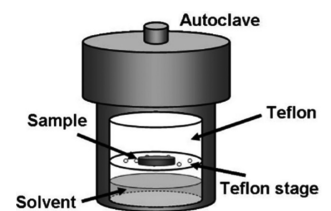


図9 水熱蒸気養生のためのオートクレーブ内部のセッティング

5. 水熱ホットプレス

水熱ホットプレス法は、山崎重明・山崎伸道らによって考案された技術である^[1, 13]。焼結が無機系粉末を高温で焼き固める方法であるのに対して、水熱ホットプレス法は比較的低温の水熱条件下で無機系粉末に機械的な圧搾を加えることによって焼結と同様に固化体をつくることのできる手法である。水熱ホットプレス法によって、ケイカル系の建築材料の合成^[14]、生体無機材料の合成^[15]、焼却灰や鉄鋼スラグなど重金属溶出を化学的に結晶内への閉じ込め

[16]、核廃棄物の固化ならびに放射性同位体元素の封じ込め [17]、などが可能となっている。図 11 は中平・山崎らによって粉末ゼオライトを出発原料として合成された透明バルク体の写真である [18]。粉末重量に対して 17 wt% の 5M NaOH を添加してよく混練したのち 150℃、2 時間 40 MPa の水熱ホットプレス条件で合成したものである。この透光性ゼオライトバルク体の TEM 観察の結果、粒界にアモルファス相がなく、原料粒子の 3 次元ネットワーク構造が保持されていること、BET 測定により、比表面積が 800 m²/g と原料粉末の 842 m²/g から大きく減じていないことなどがわかった。

水熱ホットプレス技術は、添加剤として、有機系または無機系のバインダー、触媒、化学反応剤などを活用することで、組成の制御、結晶系の制御、強度の制御、粒子表面の化学修飾、表面溶解析出による自己バインディング効果、様々な化学物質の封じ込め、緻密化または多孔質化などと、多様に固体を機能化できる技術としての可能性を秘めている。昨今、大量処理が求められている放射性同位体元素を含む土壌や廃棄物についても、水熱ホットプレス法を用いてその封じ込めが可能であることから、それらをレンガ状ブロックとして路盤材や建築材として活用することも不可能ではない。

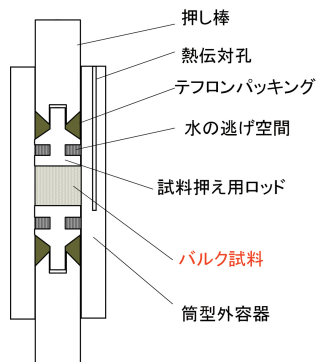


図 10 水熱ホットプレス用オートクレーブ



図 11 水熱ホットプレス法により得られた透光性のバルク化 Y-ゼオライト

6. おわりに

以上、これまでに紹介した事例は水熱プロセスの応用のごく一部に過ぎないが、水熱反応技術は密閉系である点で環境への負荷は非常に小さく、産業界の廃熱などの効率的な利用などによってさらに持続可能な技術として普及することを期待する。

参考文献

- [1] 水熱科学ハンドブック、水熱科学ハンドブック編集委員会編、技報堂出版、1997.7
- [2] 大友惇、「水熱育成法 とくに人工水晶について」、鉱物学雑誌、1968 年 8 巻 6 号 p. 383-396
- [3] J.W. Tester, H.R. Holgate, F.J. Armellini, P.A. Webley, W.R. Killilea, G.T. Hong and H.E. Barner, "Supercritical Water Oxidation Technology: A Review of Process Development and Fundamental Research," in Emerging Technologies in Hazardous Waste Management III, D. Tedder and F.G. Pohland (eds.), ACS Symposium Series #518, Chapter 3, American Chemical Society, Washington, DC (1993) .
- [4] 山崎重明、「高熱水に於ける石灰による加里長石の分解並に加里の溶出反応に就いて」、高知大学研究報告・自然科学 / 高知大学 編 1 (1) , 19-27, 1951-03 他
- [5] Komarneni, S., Lan, X. Professor Nakamichi Yamasaki: in memoriam. J Porous Mater 32, 2039–2040 (2025) . <https://doi.org/10.1007/s10934-025-01876-w>
- [6] Revised Release on the IAPWS Formulation 1995 for the Thermodynamic Properties of Ordinary Water Substance for General and Scientific Use, <https://iapws.org/public/documents/k3PSK/IAPWS95-2018.pdf>
- [7] CK-2 Foundation, CK-12 Chemistry for High School, 13.20 Phase Diagram for Water <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-chemistry-flexbook-2.0/section/13.20/primary/lesson/phase-diagram-for-water-chem/>
- [8] 山崎友紀、細川さとみ、ダグラス・ホンゴウイ、「ポリ塩化ビニルの水熱反応挙動における反応場の影響」、廃棄物資源循環学会論文誌, Vol. 34, pp. 30-43, 2023
- [9] 山崎友紀、細川さとみ、ホンゴウイ ダグラス、「ポリ塩化ビニルの水熱脱塩素化反応における共存物質の影響」、廃棄物資源循環学会論文誌別刷, Vol. 37, pp. 1 - 15, 2026
- [10] 山崎友紀、細川さとみ、ダグラス・ホンゴウイ、新家慶剛、「ポリ塩化ビニルの水熱脱塩素化反応における建築系廃プラスチック類の影響」、法政大学多摩研究報告, No.40, p.17-23 (2025)
- [11] T. Kubo, W. Kato, Y. Yamasaki, and A. Nakahira, "Synthesis of Nanotubular Titanate from Titanium Using Hydrothermal Treatment", Key Engineering Materials Vols. 317-318 (2006) pp. 247-250
- [12] A. Nakahira, T. Kubo, and Y. Yamasaki, "Microstructural Control of Mesoporous Bulk Composed of TiO₂-Derived Titanate Nanotubes", ACS Appl. Mater. Interfaces, 2010, 2, 4, 1136–1140
- [13] 山崎 伸道, 水熱化学の進歩, 粘土科学, 1995-1996, 35 巻, 3 号, p. 93-99
- [14] 山崎伸道、西岡守、柳沢和道、叶原悟司、「水熱条件下におけるシリカの固化」、窯業協会誌、1984, 92 巻, 1063 号, p. 150-152
- [15] 井奥 洪二, 甲斐 登起雄, 西岡 守, 柳沢 和道, 山崎 伸道, 水熱ホットプレス法により作製した生体活性ガラスセラミックス, 日本化学会誌 (化学と工業化学), 1991, 1991 巻, 10 号, p. 1408-1412
- [16] 山崎友紀、森山美果、辻本総一郎、白波瀬彰彦、久保田晃平、「水熱反応を利用したスラグや飛灰中の重金属の溶出制御」、法政大学多摩研究報告 23, pp.99-109, 2008 年 3 月
- [17] K. Yanagisawa, M. Nishioka, and N. Yanmasaki, "Immobilization of Low-Level Radioactive Waste Containing Sodium Sulfate by Hydro-thermal Hot-Pressing", Journal of Nuclear Science and Technology, 26 (3) , pp.395-397 (1989)
- [18] A. Nakahira, S. Takezoe, Y. Yamasaki, Y. Sasaki, and Y. Ikuhara, "Synthesis and Evaluation of Bulky Y-Zeolites by Hydrothermal Hot-Pressing Method", J. Am. Ceram. Soc., 90[8], pp. 2322–2326 (2007)



■ 連絡先

法政大学経済学部教授 山崎友紀
〒194-0298 東京都町田市相原町 4342
TEL : 042-783-2642
e-mail : yyuki@hosei.ac.jp

ご 案 内

■第36回日本MRS年次大会

— 最新マテリアル研究が拓く持続可能な未来 —

主 催：日本MRS (<http://www.mrs-j.org/>)

後 援：横浜市

日 時：2026年12月7日(月)～9日(水)

会 場：横浜市開港記念会館、産業貿易センタービル
(神奈川県横浜市)、他

形 態：対面形式で実施予定

シンポジウム一覧(★は国際シンポジウム)

A-1: 計算機シミュレーションによる先端材料の解析・機能創成

A-2: 先端計測・計算と極限環境による遷移金属化合物の新物質
創製と機能開拓

A-3: 機能性セラミックス材料：合成・評価と応用展開 ★

A-4: イオンビーム技術によるマテリアルイノベーションの躍進 ★

B-1: 水素科学技術連携研究会

B-2: プラズマ物質循環：非平衡反応場が拓く新たな循環プロセス

B-3: 同位体分離が拓くフュージョンエネルギー：材料・プロセス
開発の新展開

B-4: エコものづくりセッション

C-1: 自己組織化材料とその機能 XX

C-2: 先導的スマートインターフェースの確立

C-3: ソフトマテリアルサイエンス

C-4: ナノカーボンマテリアルの機能と応用

D-1: プラズマライフサイエンス ★

D-2: WISED 2026: ウェアラブルおよび体内埋め込み型センサー
と電気化学デバイス ★

D-3: 有機イオントロニクス — 持続可能な社会に向けたエネル
ギー・環境&バイオデバイスの新展開 —

D-4: Nano-biotechnologies on Interfaces ★

E-1: 金属材料のプロセスと機能性

E-2: 先端プラズマ技術が拓くナノマテリアルズフロンティア ★

E-3: 持続可能な社会に向けたナノ材料のグリーンプロセッシング ★

E-4: 社会実装材料研究シンポジウム

S: 持続可能な未来を創造するマテリアルズ・イノベーション
(ポスター)

詳 細：<https://www.mrs-j.org/meeting2026/jp/>

重要期日

講演申込：6月1日(月)～7月31日(金) 15:00

参加登録開始：8月21日(金)

早期参加登録 締切：9月18日 15:00

事前参加登録(オンライン) 締切：11月10日(月) 15:00

Abstract WEB 公開：12月1日(火)

問合せ：日本MRS年次大会事務局

〒231-0006 神奈川県横浜市中区南仲通 3-35

横浜エクセレントⅢ 4F-D1

E-mail: meeting2026@mrs-j.org

■共催・協賛・公募

▽電気化学セミナー A「初心者のための電気化学測定法－基礎編」

主 催：電気化学会

協 賛：日本MRS 他

日 時：2026年6月19日(金)～2026年7月2日(木)

詳 細：<https://www.electrochem.jp/seminar/>

▽データ駆動型材料科学研究会 2026年夏季年会

主 催：データ駆動型材料科学研究会

協 賛：日本MRS 他

日 時：2026年7月6日(月)～2026年7月7日(火)

場 所：オンライン

詳 細：[https://sites.google.com/view/soddms/activities/
events/2026-7-6](https://sites.google.com/view/soddms/activities/events/2026-7-6)

▽オンライン教育講座「イオンビームを用いた材料解析技術の基礎と
応用」

主 催：日本金属学会

協 賛：日本MRS 他

日 時：2026年7月15日(水)～2026年7月16日(木)

場 所：オンライン

詳 細：https://jimm.jp/event/online/2025/group_002.html

▽第2回 データ駆動型材料科学 入門 基礎講習会

主 催：データ駆動型材料科学研究会

協 賛：日本MRS 他

日 時：2026年7月29日(水) 9:00～18:00(受付開始 8:40)

場 所：京都大学 東京オフィス(対面形式)

詳 細：[https://sites.google.com/view/soddms/activities/
events/2026-5-29](https://sites.google.com/view/soddms/activities/events/2026-5-29)

▽公益財団法人国際科学技術財団 2027年平成記念研究助成

応募期間：募集中～2026年7月31日(金)

詳 細：https://www.japanprize.jp/subsidy_yoko.html

▽名城大学理工学部化学・物質学科ナノ材料分野 助教・准教授
公募

応募期間：募集中～2026年7月31日(金)

詳 細：<https://www.meijo-u.ac.jp/employ/mac01.html>

▽19th International Symposium on Material – Hydrogen Systems

主 催：材料－水素系国際シンポジウム国内運営委員会

協 賛：日本MRS 他

日 時：2026年10月25日(日)～2026年10月30日(金)

場 所：仙台

詳 細：<https://mh2026.jp/>

▽公開シンポジウム「大型プロジェクトによるバイオマテリアル研究
開発」

主 催：日本学術会議材料工学委員会・同バイオマテリアル分科会

協 賛：日本MRS 他

日 時：2026年11月10日(火) 9:00～11:30

場 所：神戸国際会議場(兵庫県神戸市中央区港島中町 6-9-1)

詳 細：[https://smartprocess.or.jp/contents/cooperation/pdf/
symposium_1110.pdf](https://smartprocess.or.jp/contents/cooperation/pdf/symposium_1110.pdf)

▽ICRP-12/ SPP-44

主 催：ICRP-12 国際組織委員会

協 賛：日本MRS 他

日 時：2026年11月30日(月)～2026年12月3日(木)

場 所：金沢文化ホール

詳 細：<https://smartconf.jp/content/icrp12/>



To the Overseas Members of MRS-J

■A Bridge Between My Plasma and Battery Research MRS-J.... 1

Professor, Giichiro Uchida

Graduate School of Engineering, Nagoya University

I was hired as an assistant professor and worked on the development of plasma display panels, and I fortunately received my first Encouragement Award at the MRS-J Annual Meeting. It is particularly moving for me to now be involved in the organization of MRS-J as a member of the board of directors. I am currently engaged in research on battery nanomaterials using plasma material processes, and have a fruitful discussions in the MRS-J Annual Meeting and the MRM International Conference as a bridge connecting plasma, materials, and batteries. I would like to invite students and early-career researchers to join MRS-J.

■KRI Analysis Research Center 2

Researcher, Toshiro YUASA

Analysis Research Center, KRI Inc.

KRI Analysis Research Center is the analytical division of KRI Incorporated, Japan's only private contract research organization.

As an analytical center, it has a history spanning more than 60 years, including its time as part of Osaka Gas corporation, and has primarily conducted analyses of various materials, products, and components related to the gas industry.

Due to experiences accumulated over more than 50 years, the latest analytical and evaluation technologies, and a network of internal and external experts, the center possesses particular strengths in troubleshooting analyses. In recent years, it has received numerous requests for analysis and evaluation even from companies outside the Osaka Gas Group.

■Applications of Mild Hydrothermal Processes..... 4

Professor, Yuki YAMASAKI

Faculty of Economics, Hosei University

Hydrothermal reaction technology enables the decomposition of human waste and sludge, and its applications have expanded to include the degradation of biochemical warfare agents, dioxins, and chlorofluorocarbons (CFCs). In recent years, it has also been applied to the decomposition of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). Furthermore, hydrothermal reaction systems have played an important role in the synthesis of inorganic nanoparticles over a wide temperature range, from low-temperature conditions to supercritical regions.

The author has been investigating the application of hydrothermal reactions in the low-temperature subcritical region. As examples of these applications, this paper briefly introduces the dehalogenation of halogenated organic compounds (such as PVC) using an electrically heated reactor equipped with a rotating agitation shaft, the synthesis of fibrous titania particles, and solidification technology employing a hydrothermal hot-pressing apparatus.

編集
後記

エネルギー安全保障やカーボンニュートラルの実現が世界的な課題となる中、再生可能エネルギーを最大限に活用し、持続可能な社会を構築するためには、関連材料の研究開発がますます重要になっています。日本 MRS においても、このような社会的要請に応える革新的な材料研究が一層活発に展開されることを期待しております。最後に、本号の趣旨にご賛同いただき、ご多忙の中にもかかわらず貴重な原稿をご執筆いただいた先生方ならびに、本号の刊行にご尽力いただいた事務局の皆様、心より感謝申し上げます。
(籠宮 功・木口 崇彦)

©日本MRS ©一般社団法人 日本MRS 事務局 〒231-0006 横浜市中区南仲通3丁目35 横浜エクセレントⅢ 4階D1

<http://www.mrs-j.org> Email : general-inf@mrs-j.org

2026年日本MRS ニュース編集委員会 第38巻 第2号 2026年6月20日発行

委員長: 明石 孝也 (法政大学 akashi@hosei.ac.jp)

副委員長: 籠宮 功 (名古屋工業大学)

委員: 鮫島 宗一郎 (鹿児島大学大学院)、大谷 忠 (東京学芸大学大学院)、狩野 旬 (岡山大学大学院)、新國 広幸 (東京工業高等専門学校)、寺迫 智昭 (愛媛大学大学院)、松田 晃史 (東京科学大学)、寺西 義一 (東京都立産業技術研究センター)、木口 崇彦 (公立小松大学)、田村 友幸 (名古屋工業大学)

顧問: 西本 右子 (神奈川大学)、岩田 展幸 (日本大学理工学部)、岸本 直樹 (国立研究開発法人物質・材料研究機構)、小林 知洋 (国立研究開発法人理化学研究所)、寺田 教男 (鹿児島大学大学院)、小棹 理子 (湘北短期大学)、松下 伸広 (東京科学大学)

編集・構成: 一般社団法人日本MRS 印刷・出版: 秋巧社