

# 超臨界流体部会 *NEWSLETTER*

No.35 (Dec. 2022)

2021年度より当部会の副部会長を拝命し、2年の月日が経とうとしています。これまで粉骨砕身してきたつもりですが、期待された役割を果たせたかどうか自信がありません。しかし、渡邊賢部会長、中原光一副部会長をはじめとして部会幹事や部会会員の皆様のおかげで、何とか務めてこられたと深く感謝しております。残り僅かな任期ですが引き続き宜しくお願いいたします。今回、巻頭言を初めて書かせていただくことになりましたが、さて何を書こうかとこれまでの諸先輩の34報の巻頭言を改めて読み返してみました。これらには、超臨界流体研究や部会の在り方に対して私が日頃から抱いている想いが書かれており、皆様に過去の巻頭言を是非とも再読頂きたく、今回はこれらに基づいた寄稿とすることにしました。初代部会長の幸田清一郎先生（現 東京大学名誉教授）の巻頭言（No.1）に、我々が忘れてはならないお言葉が書かれています。「超臨界流体、その工学研究は、まさに化学工学の全分野にわたっているといっても過言ではない。これまでの化学工学の進展をモデルとしつつ、それらを取り込んで超臨界流体化学工学を作り上げるのが本部会に課せられた責務であろう。」。当部会は、2001年に設立されましたが、当部会の源流は1982年に設置された「新しい状態方程式の開発に関する研究会（状態方程式研究会）」となります。その後、この研究会を母胎とした「超臨界流体高度利用研究会（1987年発足）」から「超臨界流体高度利用特別研究会（1990年発足）」を経て、2001年に化学工学会で3番目の部会として発足した経緯があります。部会設立の経緯については、第9代部会長の古屋武先生（産業技術総合研究所）の寄稿（No.25）と渡邊賢先生の寄稿（No.32）をご参照ください。状態方程式研究会の発足を現部会の始まりと捉えれば、今年は40年目の節目の年となります。この40年もの長きの間、我々は高圧物性研究から始まった超臨界流体研究に邁進してきましたが、幸田先生が21年前に期待された「超臨界流体化学工学」の構築に近づいたのでしょうか？ 私は、自戒も込めて当部会の発足時に先人が思い描いていた技術発展、学問としての組織化・系統化の進捗速度に比べて、現状は不十分といわざるを得ないと思っています。超臨界流体化学工学の定義を明確にすることは難しいですが、第7代部会長の阿尻雅文先生（東北大学）のお言葉を借りれば、『化学工学は、「社会・産業のニーズを把握し、本質的課題を明らかにした上で、プロセス・システムを中心とした総合的視点で解決する方法論」と学んだ。そして解決・新規発想の提案としては、「発想の演算」が役に立つ。これが、社会に貢献する化学工学のアプローチであり、そこに化学工学の本質があると思っています。（No.15より）』となり、この化学工学を超臨界流体化学工学と置き換えれば、我々が目指すべきものが見えてくると考えます。SDGsが目指す脱炭素社会という言葉に代表される持続可能・循環型の産業・社会システムの構築が求められる昨今、超臨界流体技術は現在の技術革新のキーテクノロジーの一つであることは間違いないでしょう。しかし、これに対して日本が、超臨界流体部会が貢献できるかどうかは、まさに今の我々次第であることも当然でしょう。今こそ、当部会は超臨界流体化学工学の構築を目指すべきだと考えます。そのためにも、当部会のあるべき姿についての第4代部会長の佐古猛先生（静岡大学）と阿尻先生の次の一文は今でも重要な提言だと思います。「超臨界流体技術に対する疑問や指摘に的確に対応し、期待を現実に変えていくためには、超臨界流体部会の強化が重要です。産学官の研究者、ユーザー、装置メーカー、行政の人達が集まる部会こそが、超臨界流体技術の進む方向や解決すべき課題と方策を話し合い、人材と情報の交流を最も効率よく行うことができる場といえます。（No.6の佐古先生の巻頭言より）」。「今、必要なのは、産と学との連携を推進する場の形成・再構築の場であろう。産が学の基礎研究・サイエンス研究の「種」を産み出していくことにもなるし、そのソリューションにより産業技術基盤が確立すれば、多くの産業への直接の貢献が可能となる。このスパイラルアップ型の相互関係こそが、ソリューションエンジニアリング、実学としての化学工学そのものだと思う。部会活動が少しでもそれに貢献できればと思っている。また、その場を若手の研究者の飛躍の場として頂ければとも思う。（阿尻先生のNo.17の巻頭言より）」。

我が国の超臨界流体技術の発展を考えると、忘れてはならない企業人（技術者）である相澤智氏（株式会社AKICO 会長）が、去る9月11日に永眠されました。相澤氏は、我が国の超臨界流体研究の創生期から高圧装置開発で多大な貢献をされ、多くの技術を可能にしてきた方です。恐らく、超臨界流体関係の研究室にはAKICO製の薄緑色の装置が一台はあるのではと思います。私も学生時代に最初に扱ったのがAKICO製の流通型装置であり、そのときに相澤氏に初めてお会いしました。それ以来30年近く公私ともに大変お世話になりました。相澤氏の優しい笑顔、共に過ごした楽しかった思い出など有りし日の思い出は尽きません。ここに、超臨界流体技術への多大なるご功績をたたえ、相澤氏への尊敬と感謝をささげ、心からご冥福をお祈り申し上げます。

超臨界流体部会・副部会長 内田 博久（金沢大学）

## 第 21 回サマースクール報告

2022 年 9 月 5 日（月）の 13 時より、超臨界流体部会第 21 回サマースクールを開催させていただきました。新型コロナウイルス感染拡大の影響でオンライン開催が続いた昨年及び一昨年に比べて今年は状況も落ち着きを見せ始めたことから、今回のサマースクールはオンサイト・オンラインのハイブリッド形式で開催することができました。オンサイトは東北大学東京分室会議室（東京都千代田区）を会場として講師 3 名及び学生 4 名を含む 17 名、オンラインは zoom 形式で学生 11 名を含む 22 名、計 39 名の皆様にご参加いただきました。今回は、「エネルギー・環境問題に挑戦する超臨界流体・CO<sub>2</sub>分離貯留技術」と題して、エネルギー分科会で企画させていただきました。超臨界流体がエネルギー利用や環境問題の解決に様々な技術分野で貢献していること、また昨今の地球温暖化の原因物質の一つであり、超臨界状態でもよく用いる CO<sub>2</sub> の分離貯留に関する技術に触れるという趣旨で、本分野で大変ご活躍をされている秋田大学・長縄 成実先生、公益財団法人地球環境産業技術研究機構・薛 自求先生、名古屋大学・町田 洋先生の 3 名の先生方にご講演いただきました。

本会は、まず始めに、渡邊 賢 部会長にご挨拶ならびにサマースクールの歴史をご紹介いただきました。その後、長縄 成実先生には、「超臨界地熱資源開発における技術的課題」と題し、地熱資源についての説明や世界の超臨界地熱資源開発の動向、地熱井掘削による鋼管の腐食やその対策等についてご講演いただきました。次に薛 自求先生には、「物理化学的視点から地下深部への超臨界 CO<sub>2</sub> 圧入を考える」と題し、CO<sub>2</sub> の地中貯留に関連して地下に圧入された CO<sub>2</sub> 挙動のモニタリング等に関する解析や、CCS の社会実装等についてご紹介いただきました。また町田 洋先生には、「CO<sub>2</sub> 分離回収技術の材料とプロセスからの省エネ化検討」と題し、現在の CO<sub>2</sub> 分離技術や、先生がこれまでに研究されてきた CO<sub>2</sub> 吸収剤並びに現在開発を進めている相分離型省エネルギー CO<sub>2</sub> 吸収剤及び吸収プロセス等についてお話いただきました。いずれのご講演におきましても活発な質疑がなされ、熱気あふれる講演会となりました。

3 件の講演が終了した後、休憩をはさみ、学生交流会を開催しました。本会にはオンサイトで 4 名、オンラインで 5 名の計 9 名の学生が参加しました。始めに自己紹介や研究テーマ、研究のアピールポイント等をパワーポイントを用いて各自 2 分程度で紹介し、その後のフリートークでは、お互いに研究室の様子や実験の進め方等について情報交換を行っていました。学生交流会は初めての試みで、どのようになるか少なからず心配もありましたが、実際に行ってみると予定していた 1 時間があっという間に過ぎるほどで、ここ 2 年ほど学会での発表もオンライン形式が続いていたことから、他大学の学生同士の交流の場が持てて良かったのではと感じました。

今回も以前のような 1 泊 2 日の合宿形式の開催はできず、半日のみの開催となりましたが、大変有意義な半日となりました。貴重なご講演を賜りました 3 名の講師の先生に対し、この場を借りて心より御礼申し上げます。最後に、本年度のサマースクールの企画・運営に多大なるご協力およびご尽力を賜りました、エネルギー分科会



の佐藤 剛史先生（宇都宮大学）、林 瑠美子先生（名古屋大学）、秋月 信先生（東京大学）、川崎 慎一郎先生（産業技術総合研究所）、超臨界流体部会事務局の野中 利之先生（東北大学）、大田 昌樹先生（東北大学）に心より感謝申し上げます。

学生交流会後のスナップショット

岡島 いづみ（静岡大学）

## 国際会議報告：

### 13<sup>th</sup> International Symposium on Supercritical Fluids (ISSF2022)

2022年5月15~18日に、カナダ・モンリオールの Centre Sheraton Montreal Hotel にて、13th International Symposium on Supercritical Fluids (ISSF2022)が開催されました。

皆さんご存じのように ISSF は3年ごとに、ヨーロッパ、北米、アジアの持ち回りで開催される、超臨界分野の代表的国際会議の一つであり、前は2018年にフランスで開催、パンデミックにより開催が1年延期されていましたが、今年、カナダで、対面での開催となりました。パンデミック以降、モンリオールで開催された初の国際会議であるとのアナウンスがあり、Organizing Committee の多大なる尽力があったことが伺えました。久々の超臨界分野の対面式国際会議ということもあり、会場内外で旧交を温めている様子が多く見受けられましたし、発表者と聴講者がセッション後に議論を深める場があるのは対面会議ならではの良さを改めて感じました。

今回の会議では、“Supercritical fluids for Industry 4.0” をテーマとし、世界が直面する環境・経済・社会課題を解決する持続可能なプロセスの開発において、超臨界流体の果たすべき役割が議論されました。特徴的であったのは、3件の Plenary Lecture (Erdogan Kiran 先生, Elisabeth Baden 先生, Youn-Woo Lee 先生)、14件の Keynote Lecture に加えて、Case Study として、世界各国 (英国 Lester 先生、日本 後藤先生、ドイツ Weidner 先生、フランス Aymonier 先生) における、超臨界流体を利用した技術の実用化事例紹介がなされたことです。超臨界流体研究が実用化に確実に結びついていく様子を実感できました。

超臨界流体部会が Gala partner となった Gala night (写真1) は2日目の夜に開催され、モンリオールを流れるセントローレンス川を船で移動しながら、船内で、モンリオールの夜景と美味しい料理、パフォーマーの演技、また参加者との会話を楽しみました。最後は有志によるダンスもあり、会場は大盛り上がりでした。

閉会式において、ISASF (International Society for the Advancement of Supercritical Fluids) の President が Elisabeth Baden 先生から、Feral Temelli 先生に引き継がれることがアナウンスされ、また、アジアで行われる次回 ISSF で再会することを皆で約束しました (写真2)。



写真1 Gala night の様子



写真2 会場の様子 (閉会式)

筈居 高明 (東北大学)

# 化学工学会第 53 回秋季大会シンポジウム

## 「超臨界流体部会シンポジウム」報告

化学工学会第 53 回秋季大会が、オンライン／オンサイト（信州大学長野工学キャンパス（長野市）併用として、令和 4 年 9 月 14 日（水）～16 日（金）に開催されました。新型コロナウイルス感染の拡大防止に十分留意しながらも、超臨界流体部会シンポジウムもオンライン／オンサイト開催となりました。

今回は、バイオマス分科会から、分科会長・川尻聡（(株)竹中工務店）、副分科会長・長田光正（信州大学）、同・佐々木満（熊本大学）の 3 名がオーガナイザーを務めました。招待講演 3 件、展望講演 1 件、優秀論文受賞講演 1 件、注目講演 1 件、一般講演 36 件の研究発表があり、初日こそ午後からでしたが、二日目、三日目は朝から夕方まで会期 3 日間のほぼ全ての時間を使っての開催となりました。

招待講演は、オフィスフジワラ代表の藤原俊六郎先生より「水熱分解技術を利用した循環型農業への展望」、東京大学・秋月信先生の「未利用資源の活用に向けた高温高压水プロセスの研究」、東北大学・中安祐太先生の「水熱炭化前処理を活用したバイオマス由来電極材料の創成」についてそれぞれご講演頂きました。

展望講演では、宇都宮大学・佐藤剛史先生より「未利用地域バイオマスの有効利用に向けた水熱処理および高压二酸化炭素抽出の適用」についてご研究の紹介を頂きました。優秀論文賞を受賞された東北大学・大田昌樹先生からは「二酸化炭素-エタノール-ホップエキス系における高压気液平衡比測定と相関」というタイトルでご講演頂きました。さらに注目講演として、東京工業大学の小林生成さんより「高压 CO<sub>2</sub> 粉碎法による COVID-19 治療薬成分の共結晶形成」についてご紹介頂きました。

また本シンポジウムでは、前秋期大会同様に優秀な発表をされた学生会員の方に学生賞が贈呈されました。今回は 34 名の対象者から、静岡大学・藤井 美月さん、東京大学・王 咏旭さん、東京理科大学・吉田 成秀さん、東京工業大学・小林生成さん、東京工業大学・谷越 陽さんの 5 名が受賞されました。表彰式では、超臨界流体部会・渡邊部会長より受賞者が発表され、オンライン／オンサイトの双方向で表彰と受賞コメントをやり取りするなど新しいコロナ後のニューノーマルを体現するような雰囲気で行われました。表彰状は、後日、郵送にて受賞者の皆様に贈呈いたしました。学生賞の審査では、多くの部会員の皆様にご協力頂きましたことをこの場をお借りして感謝申し上げます。



コロナ禍のため、久しぶりに対面での学会となりましたが、やはり対面でのやり取りはいいものだと思えました。本会をオーガナイズするに当たり、信州大学での開催ということで、長田先生には、殆ど全ての準備を進めて頂きました。心より感謝申し上げます。

川尻 聡（竹中工務店）



## 亜臨界水によるナイロン6のモノマー化

静岡大学大学院 総合科学技術研究科 藤井 美月

この度は、化学工学会第53回秋季大会の超臨界流体部会シンポジウムにおいて学生賞を頂き、大変光栄に存じます。以下、私の研究について簡単にご紹介させていただきます。

ナイロン6はエンジニアリングプラスチックや繊維素材として幅広く用いられています。廃棄物の処理方法として、環境の観点からモノマーに分解して回収するケミカルリサイクルが注目されていますが、実用化するには原料回収効率の向上や分解反応の制御などの課題点があります。そこで本研究では、ナイロン6の亜臨界水加水分解の反応速度を測定し、全体の反応経路を詳細に検討しました。Fig.1に反応機構モデルと速度解析結果を示します。ランダム分解型の解重合反応に、2種類のモノマーのε-カプロラクタムとε-アミノカプロン酸の間の可逆反応や、ナイロン6から直接ε-カプロラクタムを生成するバックバイティング反応を考慮した反応機構を考えました。この反応機構を基に反応速度定数を定め、一次反応モデルで表される反応速度式を用いて反応速度解析を行ったところ、ナイロン6の分解率や各生成物の収率の時間変化を良好に表すことができました。今後はさらなる反応機構の解明と反応条件の緩和を目指し、触媒効果等について検討を進めます。

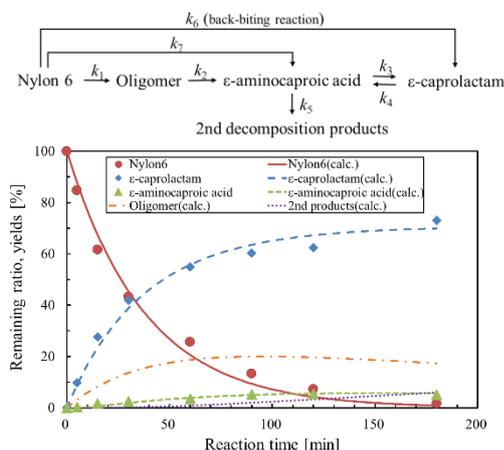


Fig.1 ナイロン6の亜臨界水加水分解反応機構と反応速度解析結果

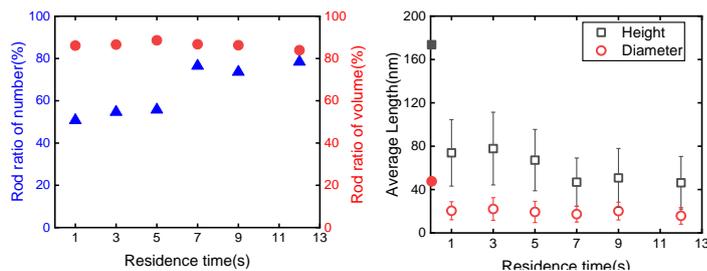


## 二段反応器を用いた連続式水熱合成における酸化亜鉛微粒子の合成

東京大学大学院 王 咏旭

この度は、化学工学会第53回秋季大会の超臨界流体部会において学生賞を頂き、大変光栄に存じます。以下に、私の研究について簡単にご紹介させていただきます。

亜臨界・超臨界水を利用した微粒子合成では、粒子合成における核生成と成長の過程を個別に制御することで、粒子形状やサイズの制御性を高めることが期待されます。本研究は、一段目と二段目で温度を変化させた二段反応によって生成する、ZnO ナノ粒子の形状（ロッド状または球状）とサイズを明らかにし、またそれらの滞留時間依存性を解明することを目的としました。一段目の反応条件を400℃、30MPa、0.050s、酸性条件とし、二段目の反応条件を300℃、30MPa、1~12s、塩基性条件とした実験において、Fig.1に示すように、ロッド粒子の体積割合は滞留時間によらず80~90%である一方、ロッド粒子の個数割合は時間とともに増加しました。またFig.2に示す通り、各粒子の平均高さは時間とともに減少しました。これらの傾向より、ロッド粒子が高さの方向で二つ以上に分かれた可能性が考えられます。加えて、二段目で小さいロッド粒子が新たに生成した可能性が考えられます。



(左) Fig. 1 二段反応で合成したロッド粒子の体積割合と個数割合 (右) Fig. 2 二段反応で合成したロッド粒子の平均高さと平均直径



## 可塑化プロセスにおける粘度変化を利用した

### ポリ塩化ビニル発泡体の調製

東京理科大学大学院 吉田 成秀

この度は、化学工学会第 53 回秋季大会において学生賞を頂き、大変光栄に存じます。本賞を励みに、より一層研究に精進していければと思います。以下、私の研究について簡単にご紹介させていただきます。

ポリ塩化ビニル(PVC)は石油資源の消費量が少なく、加工性や耐久性に優れております。また、発泡体は緩衝性や断熱性に優れています。本研究では、これらの性質を併せ持った PVC 発泡体の調製を目的としています。

超臨界二酸化炭素 (scCO<sub>2</sub>) を発泡剤として用いた PVC 発泡体を調製することにより、scCO<sub>2</sub> がもつポリマーへの可塑化効果や、ポリマーへの溶解度の高さから、発泡体の調製に成功しました。また本発表では、PVC の持つ熱可塑化プロセスに注目しました。PVC・可塑剤混合物はゾル状混合物ですが、一定温度まで加熱してから冷却すると熱可塑性プラスチックの挙動を示し、温度により粘度が変化します。減圧（発泡）段階における粘度を変化させ、その際の発泡形態について比較しました (図 1)。結果として、粘度を変化させることにより発泡形態の制御が可能であることがわかりました。

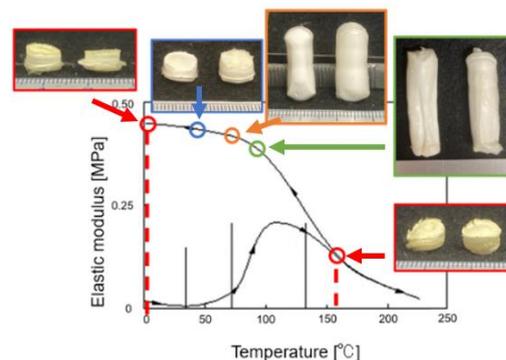


図 1 PVC 粘度変化と PVC 発泡体の様子



## 高圧 CO<sub>2</sub> 粉砕法による COVID-19 治療薬成分の共結晶形成の研究

東京工業大学大学院 物質理工学院 小林 生成

この度は化学工学会第 53 回秋季大会の部会シンポジウムにおいて学生賞を頂き大変光栄に存じます。今回の受賞を励みに一層研究に精進していきます。以下、私の研究についてご紹介させていただきます。

本研究では、高圧状態の超臨界二酸化炭素(scCO<sub>2</sub>)を媒体とし、ビーズ粉砕によるメカノケミカル効果を導入した共結晶形成プロセスを構築することを目的としました。本プロセスを利用することで、共結晶の安全かつ高速な形成が期待されます。医薬物質には Niclosamide(NCL)を用い、共有体には Theophylline(TPL)を用いました。

大気圧下または scCO<sub>2</sub> 下での、粉砕条件と出発物質(無水物 or 水和物)が共結晶形成に与える影響を検討しました。代表的な結果を Fig.1 に示します。水和物の原料物質(図中で H と記入)を用いた場合は、用いない場合と比べ、高い共結晶形成収率を示す傾向でした。水和物では、水和水が scCO<sub>2</sub> への溶解を通じて脱離し、原料物質の結晶構造が緩和・不安定化されることで、共結晶の形成が促進されたと考えられます。また、メカノケミカル効果による局所エネルギー場の形成が、水和水の脱離と結晶構造の緩和を更に促進している可能性も考えられました。

今後は、この手法を他の原薬にも適用し、共結晶の収率を増加させることができるかを検討していきたいと考えています。

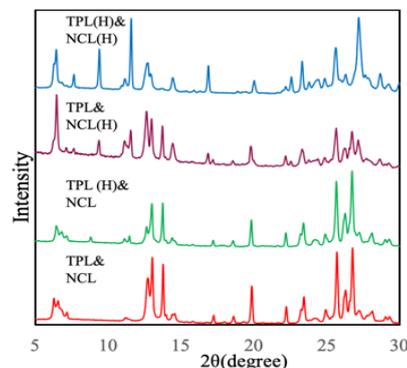


Fig. 1 出発物質が生成物の XRD 結果に与える影響

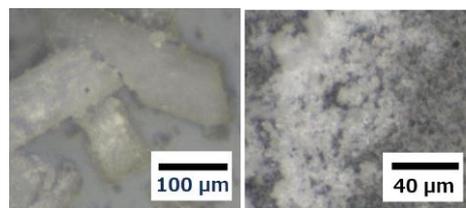


## 高圧カスイングを利用した CO<sub>2</sub> 封入型分子結晶の形成と微粒化

東京工業大学大学院 物質理工学院 谷越 陽

この度は、化学工学会第 53 回秋季大会において学生賞を頂き、大変光栄に存じます。以下、私の研究について簡単にご紹介させていただきます。

本研究では、「高圧カスイングを利用した CO<sub>2</sub> 封入型分子結晶の形成と微粒化の同時達成」を試みました。多くの薬剤において、その水溶性が低いことが問題とされていますが、本研究グループの以前の研究において、scCO<sub>2</sub> と接触させることで薬剤が CO<sub>2</sub> 分子を取り込んで相転移し、水溶性向上も可能であることが見出されました。一方で、さらなる溶解性の向上が求められるため、本研究では、CO<sub>2</sub> 分子の封入と微粒化を同時に達成することで、安全かつ簡便に Enoxacin(ENX)の体内における溶解性を改善することを目指しました。ENX を 20MPa で scCO<sub>2</sub> と 1 時間接触させ、1 度減圧した後に再度 20MPa で 1 時間接触させるという高圧カスイング条件で、2 時間連続で 20MPa の scCO<sub>2</sub> と接触させた条件と同様に、相転移が起こることを粉末 XRD によって確認しました。また、熱重量測定からも、CO<sub>2</sub> の放出挙動が確認されました。さらに高圧カスイングを行った結果、Fig.1 に示すように、結晶が小さくなり、比表面積が増大しました。この微粒化により、高い溶解量を保つことも確認しました。今後は、メカニズムの解明を進めると共に、他の薬剤に対しても溶解性の向上を実現していきたいと考えています。



高圧カスイング無し 比表面積: 1.84 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>      高圧カスイング有り 比表面積: 3.65 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>

Fig. 1 ENX 粉末の形態観察結果と比表面積

## 編集後記

本号は巻頭言を内田 博久 副部長にお願いいたしました。これまでの全 34 報に渡る巻頭言を振り返り、先達のお言葉を今一度見つめ直されており、今後の超臨界流体部会が進む方向性に多くの示唆を与えてくれる内容でした。また、岡島 いづみ エネルギー分科会長には第 21 回サマースクール、笹居 高明 材料・合成分科会長には ISSF2022、川尻 聡 バイオマス・天然化合物分科会長には第 53 回秋季大会部会シンポジウムをご報告いただき、さらに学生賞受賞者から研究内容の紹介や受賞の慶びを伝えていただきました。お忙しいところご協力いただいた先生方・学生の皆様に改めて御礼申し上げます。

ご要望・ご批判・お気づきの点等ございましたら編集担当までお気軽にご意見をお寄せください。今後ともよろしくお願いいたします。

編集担当：織田 耕彦（東京工業大学）  
宇敷 育男（広島大学）

## 行事予定

### ○ 化学工学会第 88 年会

会 期：2023 年 3 月 15 日(水)～3 月 17 日(金)

開催地：東京農工大学 小金井キャンパス / GOING VIRTUAL(オンライン)のハイブリッド開催

講演申込期限：2022 年 12 月 22 日

要旨提出期限：2023 年 2 月 15 日

参加登録：2023 年 1 月開始予定

URL：<http://www3.scej.org/meeting/88a/>

### ○ 19th European Meeting on Supercritical Fluids (EMSF2023)

会 期：2023 年 5 月 21 日～5 月 24 日

開催地：Budapest, Hungary

要旨提出期限：2023 年 1 月 31 日

要旨後期提出期限（ポスターのみ）：2023 年 3 月 31 日

URL：<https://emsf2023.com/>

## 事務局連絡

超臨界流体部会では、会員の皆様方に4つの分科会（基礎物性、バイオマス・天然化合物、材料・合成、エネルギー）のいずれかにご所属いただいております（2つ以上所属いただいても構いません。またそれに伴う会費等の変動はございません）。分科会登録がお済みでない方は、所属を希望される分科会を事務局までお知らせ下さい。また、若手研究者や技術者、大学院生のご入会も大歓迎です。併せてよろしくお願い申し上げます。

国内・国際会議やセミナー、公募など会員宛配信情報がありましたら事務局宛にお寄せください。

化学工学会 超臨界流体部会 事務局

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区 6-6-11-406

東北大学大学院 工学研究科・渡邊研究室

超臨界流体部会 庶務（総務）担当 野中 利之

TEL&FAX: 022-795-5872

E-mail: [toshiyuki.nonaka.e8@tohoku.ac.jp](mailto:toshiyuki.nonaka.e8@tohoku.ac.jp)

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区 6-6-11-403

東北大学大学院 工学研究科/環境科学研究科

超臨界流体部会 庶務（会計）担当 大田 昌樹

TEL&FAX: 022-795-7282

E-mail: [otam@tohoku.ac.jp](mailto:otam@tohoku.ac.jp)