

超臨界流体部会 NEWS LETTER

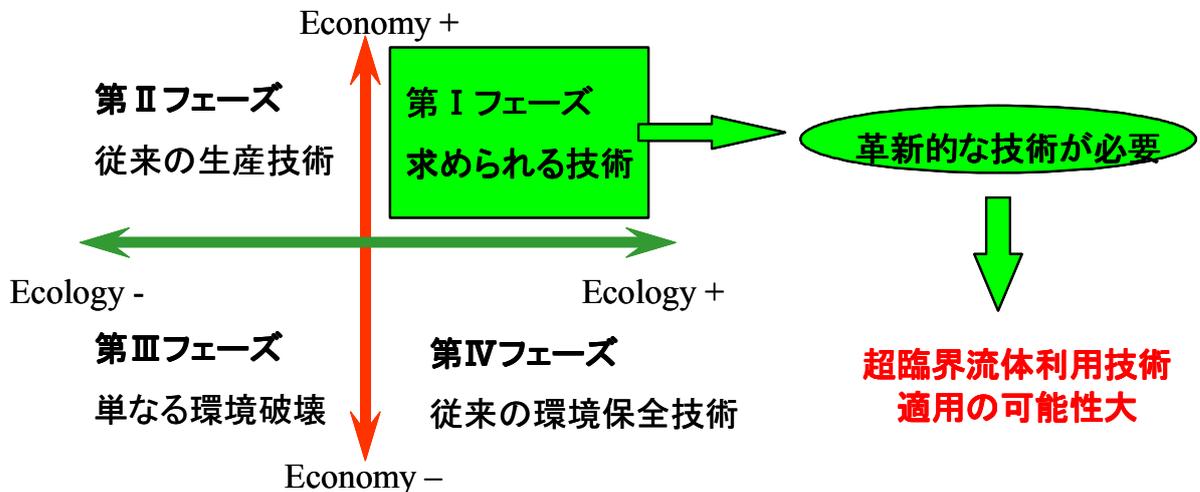
No.8 (2008)

第 I フェーズ技術としての超臨界流体技術

水処理エンジニアリング会社の研究開発部門に長年勤めた後、産業技術総合研究所に移って早5年、つくづく時間の経過が早く感じます。(85歳の私の母でさえいまだに時間の経つのは早いと感じているようです。それに比べ小学校時代は長かったような気が・・・)

大学では卒業研究・修士論文とも酵母菌の最適培養操作条件の探索と、どっぷり生物化学工学の世界にはまりこみ、その影響で最も大きな生物発酵槽である活性汚泥法による水処理に興味を抱き水処理会社に就職しました。ところが当然のことですが、会社では個人の興味より会社全体の開発戦略が優先され、まったく異分野である廃棄物焼却の開発に従事しろとの命で、当時はかなり失望したことを今でも覚えています。しかし、廃棄物処理を始めてみると、それは環境問題の最前線・本質そのものであり、非常にダイナミックでかつ魅力的な最先端の技術が多く、その結果、廃棄物焼却から下水汚泥の高温高压液化へ、さらには難分解性有機物の超臨界水酸化へと開発テーマが広がり、それらが私の超臨界研究の発端となったと思っています。(学生の皆さんは、自分の研究テーマだけに拘らず、広く色々な技術を知る努力をしてください。世界が一変するかもしれませんよ。)

10年ほど前から母校で環境保全全般に関する講義を受け持つようになり、学生達にこれからの技術開発の指針を伝えたいと思っていたときに出会ったのが、中西準子先生(当時、横浜国立大学、現在産業技術総合研究所)の「水の環境戦略(岩波新書)」でした。ご存知の方も多いと思いますが、先生の提唱するフェーズルール(リスク/ベネフィット解析をエコノミ/エコロジ解析と置き換えてポジショニングする方法)は、開発技術を4つのフェーズに分け、第Iフェーズは経済にも環境にも良い技術、第IIは経済には良いが環境に悪い技術、逆に第IVは環境には良いが経済的でない技術、第IIIはどちらも悪い技術、とポジショニングするわけです。紙面の関係で詳細は省略しますが、第IVフェーズ技術である従来の廃棄物処理(end-of-pipe)では十分ではなく、これからの持続的社会的構築のためには、第Iフェーズ技術を優先的に開発すべきというのが先生の主張であり、私も全面的に支持しています。極めて当たり前



の結論ですが、始めは現実的にそんな技術がありえるのかと疑問に思いました。先生は著書の中で第 I フェーズ技術の例として生産工程の改革 (in-process technology) をあげており、ここに超臨界流体技術の出番がまさにある、主役になれると考えました。例えば、超臨界水 (或いは高温高压水) による加水分解を用いれば、従来は廃棄物として費用をかけて処理していたものが、そのプロセスでの或いは他のプロセスの原料となることが可能であり、廃棄物費用に加え原料調達費用が削減、すなわち第 I フェーズ技術となりえる分けです。また著者らは、最近二酸化炭素塗装という技術の開発を始めましたが、これは従来の有機溶剤塗装で使用する希釈溶剤 (シンナー) をすべて二酸化炭素で代替する技術であり、大気中への VOC 揮散が大幅に削減できることに加え、運転コストも低下することが試算されています。これも第 I フェーズ技術であると考えています。ただし、特に超臨界流体技術の場合忘れてはいけないのが、イニシャルコストの問題です。能力はすばらしいけれども装置費が高すぎて採用されないということを私も数多く経験しています。従って、経済性試算には単なる運転コストだけではなく、設備の減価償却費や人件費を必ず考慮すべきと考えます。それでも従来法と比べ、経済性が良いかどうか第 I フェーズ技術かどうかの判断に大きく影響を与えます。いずれにせよ、超臨界流体は第 I フェーズ技術として持続的な発展が可能な社会構築に大きく貢献できる可能性が極めて高いと考えます。超臨界流体部会を中心にして超臨界研究を前向きに積極的に展開していこうではありませんか。持続可能な未来のために！

副部会長 鈴木 明 (産業技術総合研究所コンパクト化学プロセス研究センター・研究チーム長)

超臨界流体国際ミニシンポジウム (ISSF-Fiber 2008) 報告

当部会が協賛した繊維学会超臨界流体研究委員会主催による国際ミニシンポジウム (The 1st International Symposium of Supercritical Fluid in Fiber/Textile Science and Technology, ISSF-Fiber 2008) が平成 20 年 6 月 17 日～18 日に、江戸川区のタワーホール船堀において開催された。日本全国の大学や民間企業から約 60 名が一堂に会し、高分子に関連した世界の超臨界流体技術を討論するに相応しいものであった。

1 日目は 7 つのテーマに関して招待講演が行われた。韓国 Sogang 大学 Yoo 教授より半導体製造でのナノパターンウエハのレジスト除去に関する韓国での超臨界流体技術の現状について紹介された。Yoo 教授は現在、韓国超臨界流体学会の初代会長でもある。続いて独国 Erlangen 大学 Freitag 博士より超臨界 CO₂ による粒子製造および CO₂ 含浸繊維のエレクトロスピンニングについて、豊田中央研究所若山博士より超臨界 CO₂ を用いたポリマー/CaCO₃ のナノ複合材料の調製について講演が行われた。米国 Virginia 工科大学 Kiran 教授からは高密度流体を用いたポリマーのモルフォロジー制御について紹介があり、ポリマー溶液を相分離状態へ到達させる経路により様々な構造の結晶が製造できることが示された。次に今回の実行委員長でもある福井大学堀教授より超臨界 CO₂ を用いた繊維への含浸技術に関する研究が紹介された。染料の含浸技術を基礎とし、ポリエステル繊維への PEG 含浸による親水性の付与や、金属錯体含浸によるメッキなどの材料製造に焦点をあてたアクティビティの高いものであった。米国 North Carolina 州立大学 Montero 博士からは超臨界 CO₂ を用いた熔融紡糸やエレクトロスピンニング技術に関する研究が報告された。最後に熊本大学後藤教授より超臨界流体を利用したプラスチックのケミカルリサイクルに関する自身の研究と、日本における技術動向が紹介された。

今回の招待講演では、繊維の分野にも多く超臨界流体の利用が検討されていることが実感でき、また、

熊本大学・後藤教授のお話から民間企業側も超臨界流体に注目しており、実用化に向けて取り組んでいることが理解できた。

1 日目の締めは近くのレストランで懇親会が開催され、にぎやかに親睦を深めることができ、十分に懇親の実を上げられたと思います。特に海外の講師の先生方は夜遅くまでお付き合いいただき、楽しくお話しさせて頂く事ができました。

2 日目に開催されたポスターセッションでは、20 件の発表が行われた。内容は超臨界流体による含浸技術を中心に発泡や微粒子製造、高分子リサイクルや物性関係であった。高分子に関連した超臨界流体利用技術の最先端の研究が発表され、活発に討論が行われていた。特に海外からの講師は熱心にポスターをご覧になり、盛んに議論を交わしていた。特定のテーマに焦点を充てたこの国際会議は、小規模であるが非常に密度が高く充実したものであった。

末筆ではございますが、お世話いただきました実行委員長の堀先生をはじめとしたオーガナイザーの方々に感謝の意を表すとともに、これからの超臨界流体技術の益々の発展を願って結びの言葉とさせていただきます。

武藤 雄大, 佐藤 善之 (東北大学)



図1 講演中の堀実行委員長



図2 講演中のKiran 教授



図3 懇親会にて挨拶をする Yoo 教授



図4 ポスターセッション

(写真提供：繊維学会超臨界流体研究委員会)

超臨界分野の実験研究における安全指針策定

近年、大学等の研究機関で、実験に伴う事故が多数報告されています。高温高压を扱う超臨界の研究においても、一つ操作を誤ると大きな事故につながりかねない潜在的危険性があることは明らかです。すでに高压ガス保安法などの関連法規は存在していますが、超臨界技術のような先端的研究は、既存の法的規制が念頭においていない対象であることから、本質的な安全管理には、これらの法律の遵守とは別の次元での安全確保姿勢が必要であると考えられます。今後もし、大きな事故が発生したり、事故が頻発するようなことがあった場合には、それ自身が不幸な結果であるだけでなく、これまで以上に厳しい法的制約を受けることが予想され、超臨界分野の研究の継続に著しい支障が生じることが危惧されます。

決して自慢できることではありませんが、私の研究室でも超臨界の実験を行っている際の小さな事故やトラブルはしばしば経験してきました。幸いなことに、いずれも負傷者が出るような大きな事故ではありませんでしたが、これらのアクシデントは、そのたびに研究室内で事例として共有し、原因や対策についてディスカッションすることによって、その後の安全管理における貴重な教材として活かされてきたように思います。超臨界の研究では、例えばガラス器具を使う合成実験のように、実験の教科書に書かれているような安全に関するノウハウが確立しているわけではありません。恐らく、それぞれの研究者や研究室が自らの体験や関連する様々な情報、知恵などを駆使して築いてきた「経験的」安全管理手法に基づいて、安全教育や実験研究指導が行われているのが現状ではないかと推測されます。

このような背景を受けて、先日の超臨界流体部会において、超臨界分野の実験研究における安全指針の策定について提案させて頂き、部会員の皆様にご協力をお願い致しました。この提案は、超臨界分野の専門家集団である部会の安全に対する自主的な取り組みとして、上で述べたような、超臨界分野に関わる研究者が個々に蓄積してきた当該技術の安全確保に関するノウハウや事例を集約し、それらを体系的に整理することによって、専門的観点からの合理的な安全指針の提案や共有化を図ろうとするものです。具体的には、

◎超臨界装置の使用状況に関する調査

各研究室で所有する装置について、大きさや材料、設計上の工夫や対策などをアンケート調査

◎事故・ヒヤリハット事例の収集

超臨界実験における危険事例の収集と共有化

◎実験作業のリスク評価を支援するガイドライン策定

前項の事例をもとにした危険項目の抽出とその対策案

◎法的規制との関係を含めた安全指針の策定

などを考えています。現在、鈴木明氏（産総研）、渡邊賢准教授（東北大）にご協力をお願いして、情報の集め方やまとめ方について、検討を進めているところです。最終的には、教科書やガイドラインなどの形でまとめ、部会にフィードバックできればと考えております。

超臨界分野に限らず、新規な研究は少なからずリスクを伴うものであり、研究の重要性とリスク削減をいかにバランスさせるかは、研究者にとって極めて難しい命題であると思います。このようなバランスを考慮しつつ、コンプライアンスにとどまらない本質的な安全指針を策定することは、当該分野に専門的知識を有する研究者が協力して初めて実現するものであり、この指針によって個々の研究をサポートすることができれば、ひいては研究分野全体の充実と発展にもつながるのではないかと思います。本活動によって安全面での研究基盤を整備し、少しでも安心な実験研究環境が実現できるよう、部会員の皆様のご理解とご協力を頂ければ大変幸いです。よろしくお願いいたします。

平成19年度学協会賞受賞状況

平成19年度における学協会賞受賞状況調査にご協力いただき、ありがとうございました。多くの部会会員各位が日頃の研究成果を発表され、表彰されております。ここに、改めて敬意を表すると共に皆様に報告いたします。なお掲載は、五十音順です。

上野 保 氏 (東成エレクトロビーム株式会社)

・平成19年11月8日

受賞名：ニッポン新事業創出大賞 企業部門 最優秀賞

タイトル：産学官連携による超臨界流体技術の研究開発事業

小野 剛 氏 (日本大学大学院工学研究科博士前期課程)

・平成19年6月8日

受賞名：平成19年度分離技術会年会 学生賞

タイトル：二酸化炭素+酢酸イソプロピル混合物のPVT挙動

後藤 元信 氏 (熊本大学大学院自然科学研究科)

・平成19年6月

受賞名：プラスチック化学リサイクル研究会 研究功績賞

タイトル：超臨界流体を用いたポリエステルの加溶媒分解によるケミカルリサイクル

斉藤 崇 氏 (熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程)

・平成19年7月

受賞名：第44回化学関連支部合同九州大会 ポスター賞

タイトル：亜臨界水中におけるバイオマス構成糖の反応挙動

鷺坂 将伸 氏 (弘前大学大学院理工学研究科)

・平成19年4月

受賞名：日本化学会第87春期年会 優秀講演賞

タイトル：ナノ水滴を複合した超臨界二酸化炭素マイクロエマルジョンの構築

・平成19年12月

受賞名：2007年度材料技術研究協会討論会 ゴールドポスター賞

タイトル：イオン性二量体液晶化合物の液晶相挙動

・平成19年12月

受賞名：第5回素材工学研究 奨励賞

タイトル：水および二酸化炭素を溶媒とした機能性分子集合体の構築

佐古 猛 氏 (静岡大学創造科学技術大学院)

・平成19年11月

受賞名：日経地球環境技術賞

タイトル：亜臨界水を用いたバイオマス廃棄物のエネルギー資源化技術の開発

・平成19年12月

受賞名：平成19年度化学工学会研究賞 内藤雅喜記念賞

タイトル：超臨界メタノールのミクロ溶媒特性の解明と特異的反応制御に関する研究

高橋 英明 氏 (大阪大学大学院基礎工学研究科)

・平成19年11月

受賞名：分子シミュレーション研究会 学術賞

タイトル：量子化学と統計力学の融合による凝縮系の化学過程の自由エネルギー計算と反応機構の解明

高橋 賢 氏（静岡大学大学院工学研究科博士前期課程）

- ・平成19年6月
受賞名：平成19年度分離技術会年会 学生賞
タイトル：木材中の有効成分の亜臨界抽出

田中 雅裕 氏（熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程）

- ・平成19年8月
受賞名：日本食品工学会第8回年次大会 ポスター賞
タイトル：加圧熱水を用いた柑橘果皮の超臨界抽出残渣からのペクチン抽出法の開発
- ・平成19年11月
受賞名：Poster Award (Supergreen 2007 -5th International Symposium on Supercritical Fluid Technology)
タイトル：Separation of Pectin from Citrus junos Flavedo using a Hot-Compressed Water Flow Reactor

椿 範立 氏（富山大学大学院）

- ・平成19年3月
受賞名：日本学術振興会賞
タイトル：石油代替エネルギーに着目した触媒プロセスの開発

中川 尚治 氏（松下電工株式会社）

- ・平成19年10月19日
受賞名：ネットワークポリマー講演討論会 ベストプレゼンテーション賞
タイトル：亜臨界水分解によるFRPの高付加価値化・水平リサイクル技術

林 美佳 氏（東北大学工学部）

- ・平成20年3月
受賞名：化学工学会第10回学生発表会 優秀賞
タイトル：有機溶媒を用いた摘果みかん果皮有効成分の分離・抽出に関する研究

東 秀憲 氏（金沢大学）

- ・平成19年3月
受賞名：Outstanding Paper Award of Journal of Chemical Engineering of Japan 2006
タイトル：Application of association model for solubilities of alkali metal chloride in water vapor at high temperatures and pressures

吉田 絵里 氏（豊橋技術科学大学）

- ・平成19年6月
受賞名：第12回日本女性科学者の会 奨励賞
タイトル：精密ラジカル重合により合成した新規“非両親媒性高分子”のミセル形成法の開拓

吉村 昌弘 氏（東京工業大学）

- ・平成19年4月
受賞名：文部科学大臣表彰 科学技術賞（研究部門）
タイトル：セラミックスにおけるソフト溶液プロセスの研究
- ・平成19年6月
受賞名：第16回日本無機リン化学会功績賞
タイトル：形態制御および位置制御されたアパタイトのソフト溶液プロセスによる作製

Asli YUKSEL 氏（熊本大学大学院自然科学研究科博士前期課程）

- ・平成19年11月
受賞名：Poster Award (Supergreen 2007 -5th International Symposium on Supercritical Fluid Technology)
タイトル：Hydrothermal Electrolysis of Various Alcohols in Sub-critical Water

送 信 票

送信先FAX 022-217-5647

E-mail: i-sato@tagen.tohoku.ac.jp

超臨界流体部会事務局 行

超臨界流体部会 第7回サマースクール
「超臨界流体技術のニュートレンド」

参加申込書

日 時：平成 20 年 7 月 22 日（火） 13:30 ～ 7 月 23 日（水） 12:30

担 当：分離・抽出 WG 田村和弘氏

場 所：熱海ホテルニューフジヤホテル <http://www.newfujiya.com>

〒413-0013 熱海市銀座町 1-16 Tel: 0557-81-0111

交 通： J R 熱海駅より車で約 3 分または徒歩で約 10 分

※ 無料送迎バス（定員 28 名）：

JR 熱海駅 第一ビル前送迎バス発着所 12:30 発

定 員： 60 名

参加費：（宿泊・食費，セミナー資料付）

部会員：¥15,000（宿泊費 5,000+ 参加費 10,000） 学生：¥9,000

非会員：¥18,000（宿泊費 5,000+ 参加費 13,000）

日帰り参加希望の方は事務局にご相談下さい。

*会費は当日集金致します。

* 該当する会費種別を○で囲んでください

- ・部会員
- ・部会学生会員
- ・非部会員
- ・非部会学生会員

参加者氏名 _____

ご所属 _____

ご所属住所 _____

電話番号 _____

E-mail _____

お申込の締切日は 7 月 1 日(火)です。

スケジュール

第1 日目 7 月22 日 (火)

13:00～13:30 受付

13:30～13:40 あいさつ 分離・抽出WG (金沢大) 田村 和弘 氏

13:40～14:30 「超臨界水技術の最新動向」 (大阪府大) 吉田 弘之 氏

14:30～15:20 「アルカリ性熱水を用いた高分子のケミカルリサイクル」 (中央大) 船造 俊孝 氏

15:20～15:30 休憩

15:30～16:20 「超臨界二酸化炭素と高分子成形加工」 (京都大) 大嶋 正裕 氏

16:20～17:10 「超臨界二酸化炭素を用いる微粒子創製技術」 (リコー) 鈴木 章悟 氏

第2 日目 7 月23 日 (水)

9:00～ 9:50 「超臨界流体+ポリマー系の物性と応用」 (広島大) 滝島 繁樹氏

9:50～10:40 「超臨界流体中での表面・薄膜のその場観測」 (山梨大) 近藤 英一 氏

10:40～10:50 休憩

10:50～11:40 「化学分野における省エネ・温暖化施策の方向性」 (経済省) 小田 康太氏

11:40～12:30 「超臨界二酸化炭素冷媒を用いるヒートポンプシステム」

(松下電器産業) 鵜田 晃氏

会場案内

*場 所 : 熱海ホテルニューフジヤホテル <http://www.newfujiya.com>

〒413-0013 熱海市銀座町1-16 Tel: 0557-81-0111 Fax: 0557-81-8052

*交 通 :

※超臨界流体部会用送迎バス 定員28 名 12 : 30 発

場所 : 第一ビル前送迎バス発着所より

◇路線バス : 伊豆東海バス

「熱海駅」 13:10 発 - 咲見町・網代旭町行き → 「本町商店街」 13:14 着下車 1 分

7:00～21:00 まで熱海駅毎時10 分発

◇お車でお越しの場合

《東京方面より》

東名厚木I.C.下車 → 小田原・厚木道路、真鶴道路経由で東京より約90 分

《名古屋方面より》

東名沼津I.C.下車 → 三島・熱函道路経由、沼津I.C.より約 50 分

編集後記

皆様のご協力により、現体制も 2 年目を迎えました。この間、様々な行事を通じて超臨界流体部会の存在感を内外に示すことができているかと思えます。

部会の益々の発展に、皆様のご理解、ご協力、ご支援のほど、よろしくお願い申し上げます。