

超臨界流体部会 *NEWS LETTER*

No.15 (Jul. 2012)

大学時代、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る。

最近、この化学工学のアプローチが必ずしも明確でなくなり、研究内容だけみると、応用化学と化学工学の差が無くなってきているように思う。産学間の乖離が進み、産業のニーズが昔に比べ掴みづらくなっていることが一因であろうが、大学や国研の評価法も大きな影響を与えているように思う。論文数はもちろん、高インパクトファクターの雑誌への投稿、論文の引用数、H-Indexなどが評価基準となっている。オリジナリティの高い研究を行うことに異論は無い。しかし、並行して、化学工学のアプローチも活かしたいものであるが、その意識が薄れつつあるように思う。新規性や目新しさを強調するあまり、社会、産業の本質的なニーズを十分に吟味せずに、お題目だけニーズ志向と称して研究設定していないか、自ら反省しつつ、化学工学的方法論を再度考えてみたい。

24年前、東北大学にきた時、はじめて超臨界の研究に出会った。超臨界CO₂抽出・分離や相平衡の研究であった。それまで小生が行ってきた研究は、石炭変換、CVDを中心とする反応工学、装置工学だったから、「超臨界流体」と「反応」の「掛け算」の研究を提案した。今でこそ、超臨界研究の中心的テーマの一つとなっているが、当時は、世界的にもほとんど報告がなかったので、全てが「目新しい」研究となった。石炭、重質油の分解反応から始め、それをバイオマス、廃棄物プラスチックの分解へと研究展開した。また、触媒反応、有機合成との「掛け算」の研究も行った。超臨界水熱合成は、実は、「超臨界反応」「CVD」・「超臨界反応」(1991年世界化学工学会議で初めて発表した論文は“Chemical Supercritical fluid Deposition”)であった。全て、新規な視点の論文として評価され、引用回数もH-indexの値も、化学工学分野では高い方である。しかし、今振り返ると、社会の本質的なニーズを十分に議論して研究設定していたかいうと、必ずしも全てがそうではなかった。

超臨界反応技術が新たなアプローチということで、産業界からも興味を持って頂いた。共同研究の中で、幸いにして、様々な視点から従来技術の問題点や、企業のニーズを知る機会を得た。ナノ粒子関連の技術については、各企業が想定する最終製品や目的、応用分野は大きく異なっているのだが、それらに共通の、本質的なニーズを抽出することができた。「ナノ粒子の主な応用分野は、溶媒に分散させ塗布・印刷したり、高分子と混練りしてハイブリッド材料を加工することにあるが、すぐに凝集してしまい、その操作に支障がでる。有機分子と結合したナノ粒子が合成できれば。」であった。つまり、社会、産業の求めている、共通のブレイクスルーポイントが、有機修飾ナノ粒子合成にあることに気がついた。従来法は、大量の有機溶媒を用いるし、低濃度でしか対応できない。超臨界場では、有機分子と水溶液とが均一相で混合するため、有機無機複合ナノ粒子を高濃度で(実用的に意味のある)合成できる可能性がある。研究の結果、ようやく、この技術も実用化へとつながった。

調べてみると、この分野は一兆円を超える大きなマーケットサイズがあり、社会に大きなインパクトをもつ産業基盤技術となりそうである。現在、70社近い企業が新規産業技術基盤確立のためのコンソシアムに参画している。これだけ多くの企業が有機修飾ナノ粒子の分散液や高分子ハイブリッド材料を使い始めると、必要となるのは、石油化学と同様、ナノコロイダル系の物性そして相平衡の評価である。本質的なニーズの抽出を行えば、大学での「サイエンス研究の種」も創出すると思う。

今更ながら、学生時代に教えて頂いた、化学工学の方法論、そして産業、社会のニーズにこたえる技術の重要性を認識するに至った。産学の連携を進めることで、産業・社会に潜む本質的なニーズ・課題を抽出し、それを解決する科学を確立していけば、化学工学は益々社会に貢献する重要な学理となっていくものと思う。

第6回 SFC 研究会報告

2012年2月3日（金）に開催された第6回 SFC 研究会に参加しました。今回は震災があり、約1年延期されての開催でした。参加者は50名程度、内40名以上が企業関係者であり、7件の発表がありました。

化学工学会超臨界部会が初めて協賛することになり、筆者が化学工学会超臨界部会の紹介も行いました。この研究会は新規的なテーマを報告するだけでなく、SFCの情報交換がメインテーマであり、もう一つの目的はSFCに対する高圧ガス保安法の規制緩和を行うために活動しています。

国立医薬品食品衛生研究所の坂本先生からは製薬の工程管理技術にSFCが入る可能性について、講演がありました。アメリカ食品医薬品局（FDA、Food and Drug Administration）がICH 日米EU医薬品規制調和国際会議のq8-10に製造、製品の品質が提唱されています。その中でプロセス解析光学（PAT、Process Analytical Technology）は、製造プロセスを設計し解析し管理するための有力な方法論であり、開発段階から実生産に至るまでを見通した品質保証システム（Total Quality System）を実践していく上で重要な道具となります。現状は非破壊検査の分光法が主流だが、正確さを問うならば、クロマトグラフィーは有望です。ただし、リアルタイムリリースなので、次の工程に行く前に検証しなければなりません。迅速なSFCが導入する可能性があるが、保持時間の安定性、カラムの劣化等の問題を打破する必要があると仰っていました。

アステラス製薬の中田様からはSFCの開発化合物の代謝物の測定について、発表がありました。生体に投与された薬物の多くは、体内で、吸収され、組織に分布し、代謝され、排泄されるという過程をたどります。それぞれの英語の頭文字をとってADMEと呼ばれるこれらの過程での薬物の濃度変化を解析する研究を薬物動態研究と言います。FDAから代謝物の管理について、ガイダンスが出たこともあり、重要になってきました。現状はLC/MSで単離、精製してNMRで構造を決定しています。問題は酸化部位が修飾できないので、推定物質を全部生成しなければならないこと、逆相HPLCで分離が悪いことがあります。SFCを使用することでそれらの問題を解決できる可能性があり、一例として、クロピドグレル（抗血小板薬）の代謝物の分離を報告されました。

ダイセル中国のファン社長が中国におけるSFCの状況について、発表がありました。中国では法的規制が無く、SFEは漢方医薬、天然物抽出に使用されており、工業化実績も豊富にあります。SFCはキラル化合物の分割に使用しており、現状では新薬開発まで行っている。今後も政府の方策もあり、SFCの拡充する可能性は高いと仰っていました。

日本分光の岩谷様が天然物のSFEとその抽出物のSFCでの分取を行った例で、ローズマリーの有効成分の抽出、精製を紹介しました。

アステラス製薬の山下様は、去年にニューヨークで行われたSFC2011の参加報告、大阪大学の馬場先生は、高圧ガス保安法の法規に対して、SFCでHPLCカラムの使用する方法について、発表がありました。

回数を増すごとに参加者人数（特に製薬メーカー）が増えており、SFC分野が拡充すると思われます。SFCに対して、初めて聞く人も多かったので、SFCの勉強会を今年の8月に大阪大学で行う予定です。SFC研究会自体は来年の2月に開催予定です。

詳しくはSFC研究会のホームページ（<http://sfc-forum.org/>）を参照してください。

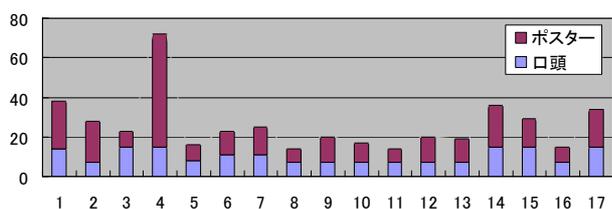
堀川愛晃（日本分光）

10th International Symposium on Supercritical Fluids (ISSF2012)報告

ISSF2012は2012年5月13-16日に、カリフォルニア州サンフランシスコのHyatt Regency San Franciscoにて開催されました。Symposium ChairはUniversity of ArkansasのJerry King先生、Program ChairはVirginia Commonwealth UniversityのMark McHugh先生、発表件数439(うち口頭発表179件)、参加国数42ヶ国、日本からは49件の発表(口頭発表17件、うちKeynote Lecture3件)がありました^{※1}。シンポジウムのテーマは”The Versatility of Supercritical Fluid Technology”で、発表は基礎物性、材料合成からバイオマスの反応まで多岐に渡るものでした。講演は14日からの3日間で、初日の基調講演はGerd Brunner先生(Hamburg University of Technology,独)が超臨界流体を用いた抽出のプロセスについて話されました。二日目はYoun-Woo Lee先生(Seoul National University,韓)が韓国における超臨界流体を用いたプロセスの研究と実用化例について話されました。最終日にはVal Krukoni先生(Phasex社,仏)が”Where Are We Today: May 2012?”というタイトルで、70-80年代から現在までの超臨界を使った技術の変遷を、超臨界CO₂によるコーヒー豆からのカフェイン抽出プラントの写真やAngewante Chemieの超臨界に関する記事等を使ってご紹介されました^{※2}。発表は連日、朝9時近くから夕方5時過ぎまであり、1日目と2日目はその後2時間ほどポスター発表の時間が設けられ活発な討論が行われました。

講演内容の内訳を図1に示します。従来からある scCO₂ による天然物抽出(4)、熱水(1,3,6,12)・scCO₂(3,6,8,11)中の反応およびバイオマス変換、水熱合成(17)、材料合成(5,7,10,14,15)のほか、アルコールや混合溶媒を使った研究報告が増加し、実際の工業プロセスに関する講演(3)、超臨界クロマトの発表(13)があり、また CO₂-イオン液体混合系について一つのセッションが組まれる(16)といった特色がみられました。一ヶ国あたりのポスターも含めた発表件数では、開催地がアメリカだったこともあり、アメリカが最多で(77件)、次いで日本(49件)、ブラジル(36件)、フランス(28件)、ドイツ(24件)、中国(23件)と続きます。アジア・南米からの参加者が増え、研究者の層が厚くなったことが伺えます。1991年開催の2nd ISSF (Boston)の冊子^{※3}によると、口頭70件、ポスター77件、参加国22ヶ国(ほぼ欧米で日本から12件)、講演内容のうち分離・抽出と基礎物性がそれぞれ3割を占め、反応と材料が各1割、残りはプロセスシミュレーション等であり、今回と比べると変化している様子がわかりますが、当時から既にCO₂中のポリマー・超臨界クロマト・材料合成等が研究されており、研究は継続だとあらためて思い知らされます。筆者個人的には、今回はじめて Eckert 先生、Krukoni 先生等、お名前だけは知っていた先生方を拝見できて、この方々が超臨界研究の重要な一端を支えてこられたのかと思うと、それだけで十分参加する価値がありました。

最後に蛇足ですが、国際学会の主な目的は、同じ関心をもつ海外の方や普段交流がない方との交流にあります。もう一つの大事な楽しみといえば、現地のおいしいものを食べることに、エクスカージョンなど打ち解けた雰囲気での皆様との交流です。今回のエクスカージョンはサンフランシスコ湾のクルーズでした。次回の ISSF は韓国で開催予定です。宜しくお願い致します。



1 Biomass and Energy-Related Conversion, 2 Thermodynamics, 3 Industrial Applications of Critical Fluids, 4 Natural Products, 5 Polymers, 6 Reactions in Critical Fluids, 7 Materials Applications, 8 CO₂ Remediation, 9 Novel Experimental Technique, 10 Biomedical, 11 Green Chemistry, 12 Process Design and Economics, 13 Separation Processes, 14 SCF Particle/Film Technology, 15 Pharmaceutical, 16 SCF-Ionic Liquid, 17 Hydrothermal Processing and Inorganic Materials

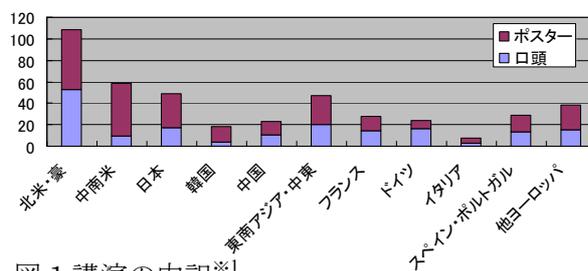


図1 講演の内訳^{※1}



写真1 学会エクスカージョンの様子^{※4}

今回のエクスカージョンは、夕方、学会会場近くの小さな船着場から出発して、カリフォルニアキューブにワイン等を味わい夜景を眺めながらゴールデンゲートブリッジまで巡回するというコースでした。写真は大島研の皆さんと信州大の内田先生です、右奥に見える白い塔のある島はアルカボネも収監したというアルカトラズ島(映画で有名)とその収容所です。

由井和子 (中央大理工)

※1 学会プログラムと”Addendum to the program”より算出。詳細は学会ウェブページ <http://www.issf2012.com/>を御覧下さい。※2 学会の Proceedings にも写真があります。※3 Proceedings の preface より抜粋。過去のプログラムの一部は <http://www.isasf.net/> から閲覧できます。J. Supercrit. Fluids の ISSF 特集号の Preface(vol. 37, p.271, vol. 44, p.259, vol. 53, p.1)にも関連記事があります。※4 写真提供: 林瑠美子様(東京大学・環境安全本部)

第 11 回サマースクール「次世代を担う超臨界流体研究者」のご案内

場所：クロス・ウェーブ船橋

千葉県船橋市本町 2-9-3

TEL 047-436-0111

FAX 047-436-0112



定員 60 名 (7/4 迄にお申し込み下さい)

参加費 (宿泊費、懇親会費を含まない)

部会員、協賛会員 両日 10,000、1 日のみ 5,000

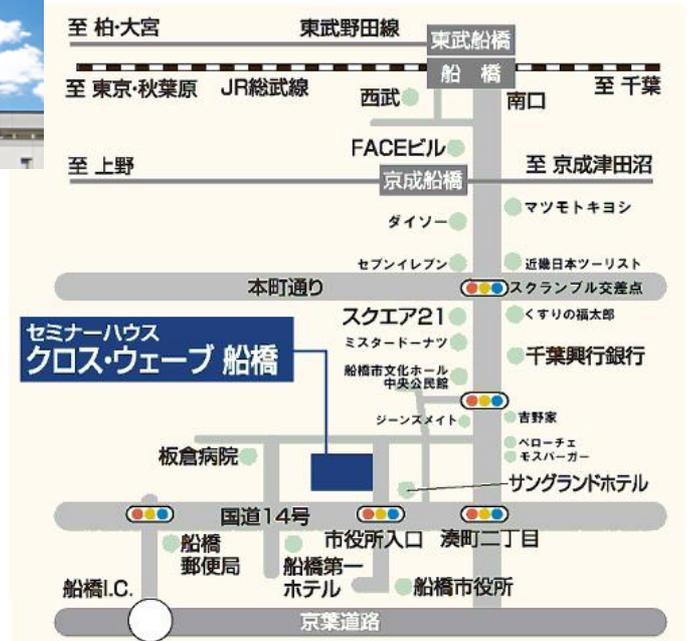
非部会員 両日 13,000、1 日のみ 6,500

学生 両日 5,000、1 日のみ 2,500

宿泊費 (一律：相部屋) 5,000

懇親会 一般 (部会員、非部会員) 5,000

学生 2,500



2012 年 8 月 1 日 (水)

13:00-13:25 受付

13:25-13:30 開会挨拶

13:30 「藻類バイオマスの利活用に向けての超臨界流体抽出」 大田 昌樹 (東北大学)

14:15 「超臨界二酸化炭素+医薬物質系の平衡物性推算とドラッグデリバリーシステムの作製」 下山 裕介 (東京工業大学)

休憩 (10分)

15:10 「電子デバイスへの応用を目指した超臨界流体を用いた薄膜作製技術 (SCFD)」 百瀬 健 (東京大学)

15:55 「超臨界 CO₂ を用いた VOC 吸着剤・有機用エアフィルタの再生技術」 中野 一樹 (ダイダマン)

休憩 (10分)

16:50 「高温高压を利用した材料合成 圧力、温度範囲をどこまで広げるか」 小倉 俊幸 (日油)

17:35-17:45 諸連絡

18:30-20:30 懇親会

20:30- 2 次会 (ホテル内の無料談話室確保 (酒類持込可))

2012 年 8 月 2 日 (木)

7:00-8:30 朝食

9:00 「高温高压水を用いたバイオマスの有効利用」 相田 卓 (東北大学)

9:45 「高品質酸化ナノ粒子のオンデマンド製造を目指したマイクロ流体デバイス開発」 陶 究 (産業技術総合研究所)

休憩 (10分)

10:40 「混合・流体操作に着目したマイクロリアクターの設計手法」 青木 宣明 (東北大学)

11:25 「超臨界水中の酸化・分解反応に対する水の役割の解明とそのアプローチ」 林 瑠美子 (東京大学)

12:10- 諸連絡、閉会挨拶

参加希望者は 所属・氏名・会員種別 (部会員/協賛会員/非部会員/学生)・参加日 (両日/1日目/2日目)・宿泊の有無・懇親会参加の有無 を下記連絡先までご連絡下さい。

産業技術総合研究所 川崎 慎一郎

TEL 022-237-3038 FAX 022-237-5224 shin-ichiro-kawasaki@aist.go.jp

受賞者リスト

超臨界流体部会事務局に届け出のあった平成 23 年度の受賞者リストを掲載致します。受賞された方はおめでとうございます。

岩切 真澄（熊本大学大学院自然科学研究科）

受賞名：The Supergreen 2011 Best Poster Award

タイトル：Reaction behavior of sulfur-containing compounds in supercritical water

平成 23 年 8 月

大場千聖，大田昌樹，佐藤善之，猪股宏（東北大学大学院工学研究科付属超臨界溶媒工学センター）

受賞名：分離技術会年会 学生賞

タイトル：紫外可視分光法に基づく新規装置によるフラボノイド類の昇華圧の測定および推算

平成 23 年 6 月

大場千聖，大田昌樹，佐藤善之，猪股宏（東北大学大学院工学研究科付属超臨界溶媒工学センター）

受賞名：化学系学協会東北大会 優秀ポスター賞

タイトル：紫外可視分光法に基づく新規装置開発と希少成分の昇華圧測定

平成 23 年 9 月

坂部 淳一（信州大学大学院工学系研究科物質工学専攻）

受賞名 平成 23 年度化学工学会札幌大会 学生賞銀賞

タイトル 超臨界溶体急速膨張（RESS）法による薬物のナノ粒子創製と粒子設計技術の開発

平成 23 年 8 月

坂部 淳一（信州大学大学院工学系研究科物質工学専攻）

受賞名 平成 23 年度日本化学会 東海支部長賞

タイトル 超臨界溶体急速膨張法によるテオフィリンのナノ粒子設計技術と結晶成長挙動

平成 24 年 3 月

鷺坂 将伸（弘前大学大学院理工学研究科）

受賞名 日本油化学会 進歩賞

タイトル 超臨界二酸化炭素中における機能成分子集合体の構築に関する研究

平成 23 年 4 月

鷺坂 将伸（弘前大学大学院理工学研究科）

受賞名 日本油化学会 オレオサイエンス賞

タイトル 超臨界二酸化炭素中での界面活性剤の自己組織化挙動

平成 23 年 6 月

佐古 猛、岡島 いづみ（静岡大学）

受賞名：平成 23 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門)

タイトル：超臨界・亜臨界流体を用いる地球環境保全技術の研究

平成 23 年 4 月

清水太一，大田昌樹，佐藤善之，猪股宏（東北大学 工学研究科 化学工学専攻）

受賞名：第 9 回宮城化学工学懇話会先端化学発表会 最優秀発表賞

タイトル：多孔性シリカ複合触媒調製のための超臨界担持法の利用

平成 23 年 9 月

西島 正道（信州大学工学部物質工学科）

受賞名 平成 23 年度日本化学会 東海支部長賞

タイトル 固体共溶媒効果を利用した超臨界溶体急速膨張法によるテオフィリンのナノ粒子創製技術の開発

平成 24 年 3 月

根路銘 葉月（熊本大学大学院自然科学研究科）

受賞名：分離技術会年会 学生賞

タイトル：超臨界貧溶媒を用いた β -カロテン微粒子の製造

平成 23 年 6 月

根路銘 葉月（熊本大学大学院自然科学研究科）

受賞名：The Supergreen 2011 Best Poster Award

タイトル：Micronization of beta-carotene using supercritical anti-solvent process

平成 23 年 8 月

富田 果林（熊本大学工学部物質生命化学科）

受賞名：第 22 回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会 ポスター賞

タイトル：超臨界二酸化炭素を用いたヘンプシードオイルの抽出および成分の定性・定量分析

平成 23 年 7 月

藤井 竜也（信州大学大学院工学系研究科物質工学専攻）

受賞名 化学工学会第 43 回秋季大会超臨界流体部会主催シンポジウム 学生賞

タイトル 超臨界溶体急速膨張法によるアントラセン薄膜創製に対する薄膜形成部条件の影響

平成 23 年 9 月

松田 知子（東京工業大学 大学院生命理工学研究科）

受賞名 資生堂女性研究者サイエンスグラント

タイトル 二酸化炭素を材料とする酵素を用いる有機合成反応の開発 グリーンバイオイノベーション

平成 23 年 6 月 2 日

三浦 千佳（一関工業高等専門学校 物質化学工学科）

受賞名 日本エネルギー学会 第7回バイオマス科学会議 ポスター賞

タイトル キッチン系バイオマスの酵素糖化に及ぼす高温高压水処理の影響

平成24年1月

村上 香菜子（熊本大学大学院自然科学研究科）

受賞名：第22回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会 ポスター賞

タイトル：高压二酸化炭素中でのエレクトロスピンニングによるナノファイバー調製

平成23年7月

村上 香菜子（熊本大学大学院自然科学研究科）

受賞名：The 24th International Symposium on Chemical Engineering Poster Award

タイトル：Fabrication of Nanofibers by Electrospinning in Sub and Supercritical Carbon Dioxide

平成23年12月

百瀬 健（東京大学大学院工学系研究科）

受賞名：平成23年度化学工学会 研究奨励賞(内藤雅喜記念賞)

タイトル：超臨界流体を用いた金属薄膜堆積プロセスの構築

平成24年3月

百瀬 健（東京大学大学院工学系研究科）

受賞名：化学工学会 CVD 反応分科会 平成23年度若手奨励賞

タイトル：超臨界 Cu 薄膜堆積プロセスの体系的理解に基づくウェハスケール反応器設計

平成23年9月

百瀬 健（東京大学大学院工学系研究科）

受賞名：ADMETA Poster Award 2011 (Advanced Metallization Conference 2011: 21st Asian Session)

タイトル：Mass Production Reactor design for Cu Interconnects on 12-inch Wafers Using Supercritical Fluid Deposition

平成23年9月

山川 洋亮（木村化工機株式会社）

受賞名 日本粘土学会 論文賞

タイトル 亜臨界水処理による石炭灰由来 Na-P1 型ゼオライトの転換及び表面改質

平成23年9月

吉田 絵里（豊橋技術科学大学大学院工学研究科）

受賞名：塗装工学編集委員長賞（日本塗装技術協会）

タイトル：超臨界二酸化炭素中での高分子の自己組織化を利用した機能性高分子微粒子の開発

平成23年5月

編集後記

東日本大震災から1年が経過し、本年度よりニュースレターを年2回の発行に戻してお届け致します。今年も、竜巻が発生したり、季節はずれの台風が来たり、自然の恐ろしさを感じております。自然を完全に予測したり制御したりするのは人間の手に余ることなのかもしれませんが、自然をうまく利用することは可能ではないでしょうか。超臨界流体部会は、水や二酸化炭素という自然界に溢れている物質を上手に利用するスペシャリストの集団であり続けたいと切に願います。

今後とも、超臨界流体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。

編集担当：相澤 崇史（産業技術総合研究所）
児玉 大輔（日本大学）

行事予定

第23回超臨界流体部会 部会集会（主催）

日時：2012年9月19日（水）時間場所未定

詳細は、8月中旬以降に部会ホームページ(<http://www2.scej.org/scfdiv/>)をご参照ください。

第53回高圧討論会

主催 日本高圧力学会

共催・協賛 超臨界流体部会ほか47学協会（予定）

日時 2012年11月7日(水)–9日(金)

会場 大阪大学会館（大阪大学豊中キャンパス・大阪府豊中市）

講演申込締切 7月12日（木）

詳細は日本高圧力学会のホームページ(<http://www.highpressure.jp/>)をご参照下さい。

事務局連絡

後藤部会長が4月1日付で熊本大学から名古屋大学に異動になりましたので、変則的に次のような体制で運営しています。

化学工学会超臨界流体部会 事務局（庶務担当）

〒464-8603 名古屋市千種区不老町

名古屋大学大学院 工学研究科 化学・生物工学専攻

後藤研究室 宮川恵子

TEL: 052-789-3392

FAX: 052-789-3389

e-mail: keiko.miyagawa@apchem.nagoya-u.ac.jp （宮川）

mgoto@nuce.nagoya-u.ac.jp （後藤）

また、部会員宛のメールは、信州大学内田先生（uchida@shinshu-u.ac.jp）より送付しています。