NEWS LETTER

2017 March

巻頭言:15年目を迎えた分離プロセス部会

第7代部会長の上江洲先生の後を受けて、第8代部会長を拝命いたしました。初代部会長の中尾先生をはじめとして、歴代の部会長、幹事ならびに部会員の皆様が14年間にわたり築きあげてこられた化学工学会の最大規模の部会をさらに発展させるため尽力する所存です。皆様のご支援をどうかよろしくお願いいたします。

で存知のように分離プロセス部会には、膜工学分科会、固液分離分科会、蒸留分科会、吸着イオン交換分科会、および抽出分科会が設置されており、これら5つの分科会が独自の活動を行うとともに、協力して化学工学会秋季大会における「部会シンポジウム」、「部会ポスターセッション」、「実用分離技術ポスターセッション」を運営しております。また、「分離プロセス基礎講座」、「最新技術講座」、「講演および見学会」からなる部会行事を定期的に開催し、分離プロセス部会員および化学工学会会員はもちるんのこと、分離プロセスに関わる多くの研究者・技術者・学生の皆様に自己研鑽の場を提供しております。これらのシンポジウムならびに部会行事は、部会創設当時の幹事の方々により企画され、今日にいたるまで多くの方々の献身的なご支援により継続して開催されてきたものです。今後とも、部会員の皆様のご支援をお願いするとともに、これらの内容につきまして忌憚のないご意見をお寄せいただければと思います。

さて、2016年6月のニュースレターの巻頭言で、JST研究開発戦略センターの永野様が、「わが国の分離の科学技術は、化学系、金属系、ライフ・バイオ系とで、専門家間に壁があり、連携・融合を促進する相互のコミュニケーションが不足しているようです。しかしこれからの分離工学は、より横断的且つグローバルでなければなりません。」との貴重なご指摘をしておられます。個々の研究者・技術者レベルでは、多くの方々が分野を越えた連携をしておられることと思います。分離プロセス部会もこれまで、化学工学会の他の部会との合同シンポジウムならびに他の学協会との共催行事を数多く開催してきております。今後、それらを引き続き実施するとともに、15年目を迎えた当部会が上記の「相互のコミュニケーション」の核となるように皆様とともに取り組んで参りたいと思います。

分離プロセス部会長

大阪府立大学

岩田 政司



特別寄稿

京都大学物質-細胞統合システム拠点

気体の分離科学と技術

北川 進

19世紀の産業革命により人類は多量のエネルギーを消費する技術を創始した。まず、人々はエネルギー源として石炭(固体)を用いた。20世紀は石油(液体)の時代と言われ、石油の枯渇が懸念となっている21世紀は、天然ガス、バイオガスなどの気体が重要な役割を担う時代と言える。すなわち、固体の時代から、液体を経て気体の時代に移行している。この先は資源として空気などのユビキタス気体を用いる時代となることが予測される。一方、気体は拡散しやすく、混合物になりやすい、濃度が薄い、見えないなど極めて扱いにくい物質の形態である。気体の運搬、貯蔵、変換には、高圧、極低温という極めてエネルギーを消費する方法が必要であった。これを常温、低圧、低エネルギーというマイルドな条件で操作する科学・技術の開発が望まれる。いいかえれば人類が扱うエネルギーおよび物質資源について、扱いやすい固体から、少し扱いにくい液体を経て、最も扱いが困難な気体が残ったと言える。まさに科学、技術をより発展させてこの課題に対処しなければならない。

空気中の窒素を用いアンモニアの工業生産を実現したハーバーとボッシュの偉大な業績は私たちの未来を展望する上で「どこにでもある気体から素材をつくる社会を実現する道」のヒントを与えてくれる。すなわち地下資源に依存しない技術の開発が決定的に重要であり、大きなイノベーションを生むことを教える。気体、特に空気(二酸化炭素、酸素、窒素など)や水(雨、湖沼、海)は世界に遍く平等に存在し、燃料や化学製品を構成する基本元素 (C, H, O, N)を含む。この地下資源に頼らないサイエンスと技術を開発、展開することは人類の将来だけでなく地球環境を考える上でも極めて重要である。2100年には世界の人口はまさに120億人になるとの予測も為されていることを考えると、私たちは子孫が安心して暮らせるよう「科学と技術」の贈り物をしなければならない。

喫緊の問題として、人類の近い将来において炭素資源、エネルギー資源としての石油の枯渇がある。一方、メタンは 10 の 15 乗トンの埋蔵量があり、二酸化炭素はユビキタス気体である。この気体資源の分離、貯蔵、運搬、有用物質への変換を行う科学、技術の確立は大変重要である。特に混合気体中の極めて薄い濃度の気体(例えば空気における400 ppm濃度組成の二酸化炭素)、性質が酷似した混合気体(一酸化炭素と窒素、酸素とアルゴン、二酸化炭素とアセチレン等)などは、現状の材料、プロセスにより低エネルギーでマイルドな条件での分離は困難である。蒸留などの分離プロセスを行う化学産業の消費するエネルギーは世界のエネルギーの10-15%を使っている(Nature, 2016,532,435)と指摘されており、今後ますます低炭素社会に向けた活動において革新的分離技術は必要とされている。ここでは、画期的な性能を持つ多孔性材料が大いに貢献するであろう。さらに分離された気体を濃縮、貯蔵する上でも不可欠である。私が提案したいのは一見、相容れないような領域間の融合であり、それを産み出すための共同研究の促進である。分離技術において、固体・液体・気体三相共存ドメイン、無機と有機のハイブリッド、ナノとマクロの中間(すなわちメゾ領域)等々、材料だけでなく複雑で手がつけられていない領域に入り込んでいくパイオニアが必要である。すなわち、今後若手を育成するのに求められるのは、一研究室内で満足して「閉じた」研究を進める姿勢ではなく、異分野融合を企図し、国内のみならず世界に目を向けて共同研究の輪を広げる姿勢である。そしてその研究を推進する組織力と指導力を培うことが重要と考えられる。分

離の分野は、化学、物理、機械など多岐にわたる領域で大いに期待されるだけに、領域、国を超えた共同研究が益々活発化することを期待したい。

活動報告

化学工学会第81年会国際シンポジウム 「ミクロ多孔膜の新しい展開 —Recent developments of micro-porous membranes—」 2016/3/15 於 関西大学

産業化した分離膜プロセスの実例と、新規な膜や膜材料をテーマとして、国際シンポジウムを開催した。 日本で世界に先駆けて実用化したゼオライト膜の、中国におけるスケールアップや実用化研究に関する最新の話題を始めとして、省エネルギーな分離プロセスやグリーン化学プロセスの基盤となり得る革新的な分離膜に関する最新の研究成果の講演を頂いた。シンポジウムにおいては、海外から2名、及び、国内から1名の招待講演者、ならびに4名の国内からの依頼講演者に講演を頂いた。具体的なプログラムは以下の通りである。





【招待講演】

Zhu Mei-Hua先生(中国、Jiangxi Normal大学)

Zeolite membranes - large-scale application in China -

Pera-Titus Marc先生(フランス、CNRS/Solvay China)

Porous Inorganic Membranes for CO2 capture: Present and Prospects

北川進先生 (京都大学)

Chemistry and Application of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks

【依頼講演】

喜多英敏先生 (山口大学)

Carbon membranes for gas and liquid separation

都留稔了先生 (広島大学)

Nano/subnano-porous membranes for expanding applications: design and evaluation of porous structures

松山秀人先生(神戸大学)

Tough ion gel membrane for CO2 capture

山村忠文先生(三井マシーナリーサービス(株))

Industrial application of zeolite membranes

無機多孔質膜として初めて実用化したゼオライト膜の日本、及び、中国での状況の報告から、新たしい膜やMOFを始めとした新規な膜材料に関するご講演を頂き、100名以上の方々にご参加頂きました。化学工学会、及び、分離プロセス部会からは、招聘者の旅費などのご支援を頂きました。改めて御礼申し上げます。また、講演頂いた先生方、ご参加いただいた方々、ならびにご協力を賜りました皆様に厚く御礼申し上げます。

神戸大学 吉岡 朋久

第13回基礎講座「固液分離工学 —基礎と応用—」 2016/7/15 於 名古屋市工業研究所

分離プロセス部会では、分離プロセスの基礎理論を平易に解説することを目的として「分離プロセス基礎講座」を毎年開催しています。第13回基礎講座では、第1回、第4回、第8回に続き「固液分離プロセス」を対象としました。この分野で活躍する4人の講師により講義が行われ、豊富な図と演習問題が配置された115ページのテキストが配布されました。講師および主な講義内容は以下の通りです。

- 1. 固液分離の前処理・後処理
- 1.a 沈降・浮上操作, 凝集操作(9:50~10:50)

単一粒子・粒子群・界面の沈降,沈降曲線,沈降速度式,凝集のメカニズム,凝集試験方法,沈降・凝集 装置,浮上分離法 など

名古屋大学 向井 康人 氏

1.b 圧搾脱水, その他の後処理(11:00~12:00)

圧搾脱水のメカニズム,圧搾理論, 1 次・2 次圧密過程,濾過圧密,電場による圧密,圧搾装置,濾過ケークの洗浄・通気脱水 など

大阪府立大学 岩田 政司 氏

2. 濾過操作-豊富な例題で学ぶ濾過の原理- (13:00~14:30)

Ruthの定圧濾過速度式,定速濾過速度式,濾過ケークの圧縮性,濾過試験法および評価法,沈降を伴う濾過,閉塞を伴う濾過 など

名古屋大学 入谷 英司 氏

3. 遠心分離(沈降・濾過・脱水) - 遠心分離の理論と実際- (14:40~16:10)

遠心分離装置,遠心沈降理論および速度式,遠心沈降機の設計,遠心濾過理論および速度式,遠心脱水理論,遠心分離機の高機能化・自動化 など

三菱化工機 河端 敏夫 氏

4. 固液分離装置の選定-実際の選定基準- (16:10~16:40)

濾過機・遠心分離機の分類、固液分離機の選定、装置選定基準のレビュー、ラボスケール小実験及び実機

試験 など

三菱化工機 河端 敏夫 氏

講座の参加者数は46名であり、第1回、第4回、第8回と同様に関東から九州に至る広い地域から以下に 示す多様な背景の方々が講座に参加されました。

- ・出身:大学院卒73%, 大卒24%, 高専卒2%
- ・専門:化学工学25%,化学系33%,機械系15%,電気系0%,その他25%
- ・経験年数:入社後5年以内39%、6~10年12%、11~20年39%、21年以上9%
- ・職務:装置運転8%,装置設計18%,試験・研究48%,その他21%

受講の目的は、「業務に必要な知識の習得」が82%で最も多く、次いで「自己啓発」が12%、「社内教育の一環として」が5%でした。講義内容に関するアンケートでは、理解度については「十分理解できた」もしくは「だいたい理解できた」と答えた方が63%、「あまり理解できなかった」と答えた方が34%、難易度については「難しすぎた」と答えた方が17%、「やや難しい」と答えた方が56%、「普通である」と答えた方が26%でした。満足度については「満足した」もしくは「ほぼ満足した」と答えた方が併せて80%、「やや不満だ」「不満だ」と答えた方が18%でした。

参加者の意見・要望の中には、「基礎的でない、学問的すぎる」、「基礎にしては難しい」等の意見がある一方で、「固液分離全体に対し知識を深めることができた」、「参考書を読んでも分からなかったことが、数式や理論の説明を聴き深く学べた」、「普段感じている傾向を数式で考察するきっかけを得た」等の意見もみられ、改善すべき点と評価できる点がそれぞれ見受けられました。

第1回,第4回,第8回に続く今回も参加者のスペクトルが広く,受講者全員に満足していただくことは難しいと改めて実感しましたが,おおむね好評であったと考えております。また,休憩時間や講座終了後に質問者が列をなす光景がみられ,「固液分離に関する分離プロセス基礎講座」のニーズを実感しました

名古屋大学 向井康人、大阪府立大学 岩田政司

化学工学会第48回秋季大会 分離プロセス部会関連シンポジウム 2016/9/6-2016/9/8 於 徳島大学常三島キャンパス

化学工学会第48回秋季大会(2016年9月6~8日、徳島大学常三島キャンパス)において、秋季大会の改革に伴いシンポジウムが3種類に再構成され、分離プロセス部会では、下記の様に特別シンポジウムおよび部会横断型シンポジウムのそれぞれ1件を共催し、8件の部会シンポジウムを主催した。

SP-1 【特別シンポジウム】分離工学イノベーション(第1日目,基調講演1件,招待講演9件 オーガナイザー:松田一夫 (科学技術振興機構), 永野智己 (科学技術振興機構),中岩勝(産総研),松田圭悟(山形大) ST-15 【部会横断型シンポジウム】 水処理における分離技術の新展開(第3日目, 展望講演1件, 一般講演15件)

オーガナイザー:中井智司(広島大),岩田政司(大阪府立大)

SY-57 【分離プロセス部会シンポジウム】 (1) 口頭発表(第1日目,優秀論文賞講演2件,一般講演17件)

オーガナイザー:塩盛弘一郎(宮崎大),久保田富生子(九州大)

SY-58 【分離プロセス部会シンポジウム】 (2) ポスターセッション(第2日目, 52件)

オーガナイザー:塩盛弘一郎(宮崎大),久保田富生子(九州大)

SY-59 【分離プロセス部会シンポジウム】 (3) 実用分離技術ポスターセッション(第2日目,4件)

オーガナイザー: 塩盛 弘一郎(宮崎大), 久保田富生子(九州大)

SY-60 【分離プロセス部会シンポジウム】 (4) 粒子・流体系分離プロセスの新たな展開(第1日目,展望講演2件,一般講演17件)

オーガナイザー:片桐誠之(名古屋大)

SY-61 【分離プロセス部会シンポジウム】 (5) 抽出・イオン交換・吸着の最新動向(第2,3日目,一般 講演16件)

オーガナイザー:塩盛 弘一郎(宮崎大),中村秀美(奈良高専),久保田富生子(九州大)

SY-62 【分離プロセス部会シンポジウム】 (6) 分離膜・膜プロセスの研究開発の最前線(第2,3日目,一般講演22件)

オーガナイザー:赤松憲樹(工学院大)

SY-63 【分離プロセス部会シンポジウム】 (7) 脱水分離プロセスの省エネルギー化を目指す膜、蒸留プロセスの展開(第2日目 招待講演4件)

オーガナイザー:原 伸生(産総研), 松田圭悟(山形大)

SY-64 【分離プロセス部会シンポジウム】 (8) 膜産業技術セッション2016 (第1日目, 一般講演9件) オーガナイザー: 松方正彦(早稲田大学), 松山秀人(神戸大), 野村幹弘(芝浦工大)

昨年度に続く秋季大会の改革により、例年とは異なるシンポジウム構成とスケジュールでシンポジウムの募集が行われたが、部会幹事や分科会代表の皆様のご協力により様々な企画をご提案いただいた。その結果、各部会の中で最も多くの部会シンポジウムを開催することとなった。それぞれの部会シンポジウムでは上記のように多くの講演発表があり、各会場で活発な議論が行われ盛況であった。ST-15「部会横断型シンポジウムー水処理における分離技術の新展開」は、環境部会との共催であり、上水処理や下水、排水処理における分離技術に加え、省エネルギーやエネルギー回収など総合的な技術開発の講演発表が行われ、水処理技術の発展に分離プロセス部会が深く関わり貢献していることが感じられた。SY-64「膜産業技術セッション2016」は、企業の膜分離技術の紹介を主体とし、講演とコミュニケーションタイムを組み合わせたシンポジウムで、産業界との連携が図れる貴重な機会となっている。SY-58「分離プロセス部会ポスターセッション」およびSY-59「実用分離技術ポスターセッション」は、開催にあたり全ての分科会とオーガナイザーの皆様のご協力をいただいた。部会関連のシンポジウムと時間帯がほとんど重ならない

形で実施でき、ポスター会場には多くの参加者が集まり、盛況であった。企画、プログラム編成等の準備から当日の運営に至るまで、オーガナイザーをはじめとする関係の皆様に大変お世話になりました。この場をお借りして御礼申し上げます。

分離プロセス部会ポスターセッション 実用分離技術ポスターセッション

2016/9/7 於 徳島大学

化学工学会第48回秋季大会中に「分離プロセス部会ポスターセッション」および「実用分離技術ポスターセッション」の2つのポスターセッションを開催した。プログラムでは、発表時間を14:00~16:00とし、13:00からの1時間程度をポスター審査のための時間として設けた。「分離プロセス部会ポスターセッション」では、53件および企業の研究発表を対象とした「実用分離技術ポスターセッション」は、4件の発表申込があった。このうち49件が学生賞の審査対象であった。一方、審査員は、分離プロセス部会幹事と分科会からの推薦者に発表学生の指導教員および分離プロセス部会会員を加えた計36名にお願いし、1つの発表に対して3人が審査にあたるようにし、5件程度を審査するようにした。審査員の確保や発表件数の増加については引き続き、部会全体でのサポートをお願いしたい。対象となる発表に対して、①発表の分かり易さ、②研究のオリジナリティ・価値・重要性、③質疑応答の態度と質問への対応の3項目について審査を行った。「分離プロセス部会ポスターセション」での学生賞については得点で上位9名に、また「実用分離技術ポスターセッション」では企業からの2つの発表とも優秀と評され、ポスター賞を授与した。受賞者は下表の通りである。全ての分科会とオーガナイザーの皆様のご協力により部会関連のシンポ

ポスター賞受賞者の皆さん



	第48回秋季大会:	分離プロセス部会ポスターセッション ポスター賞受賞者 (敬称略)
講演番号	発表者(所属)	講演題目
IP202	大浦 琴音 (芝浦工大)	水素透過ゼオライト膜の製膜方法の検討
IP205	鈴木 健太 (山形大院理工)	C3 splitterを対象とした蒸留-膜ハイブリッドプロセスの操作・設計条件に 関する検討
IP215	田村 恭祐 (山口大院理工)	リグニン前駆体への鉄添加が分子ふるい炭素膜性能に与える影響
IP218	田中 裕大 (神戸大院工)	浸透圧発電プロセスにおける中空糸膜モジュールの膜性能および構造の最 適化
IP229	Moghadam F. (神戸大院工)	Development of tough gel membrane containing a CO2 reactive ionic liquid by casting method
IP240	坂東 健太 (東大院工)	自己熱再生型凍結乾燥プロセスの開発
IP244	久保田 将矢 (京大院工)	一方向凍結を利用した粉末活性炭のハニカム状成形
IP245	野澤 賢 (鹿大院工)	樹脂繊維充填層を用いたO/Wエマルションの油分分離
IP250	与那嶺 元樹 (神戸大院工)	逆浸透膜表面に修飾された機能性ポリマーの構造が微生物付着性に及ぼす 影響
IP254	谷口 賢晃 (SAC)	需要変動対応型 酸素製造装置の開発
IP255	志村 芙美 (東レ)	バイオマス変換用途向け膜プロセス開発

ジウムと時間帯が重ならない形で実施でき、ポスター会場には多くの参加者が集まり、盛況であった。審査員をお引き受けいただいた36名の方々および関係の皆様に心より御礼申し上げます。また、オーガナイザーの不手際により、審査委員の承諾の連絡をいただきながらも審査委員をお願いしていなかった先生方には心よりお詫び申し上げます。今後もご協力下さいますようお願い申し上げます。

第48回秋季大会 部会セッションオーガナイザー 宮崎大学 塩盛弘一郎

特別シンポジウム

分離工学イノベーション

2016/9/6 於 徳島大学

平成28年9月6日,徳島大学にて開催された化学工学第48回秋季大会に於いて特別シンポジウム「分離工学イノベーション」を開催した(主催:化学工学会,科学技術振興機構研究開発戦略センター,協賛:新エネルギー・産業技術総合開発機構。オーガナイザー:JST・松田一夫氏,永野智己氏,産総研・中岩勝氏,山形大/産総研:松田圭悟。)。本シンポジウムは,マルチスケールな物質の分離を対象に異分野融合による社会・産業へのイノベーションの創発の目的として開催された。研究分野としては比較的華やかさ少ないと言われる「分離」を対象にしたにも関わらず,シンポジウムに参加頂いたオーディエンスは数百名にのぼり,有意義なディスカッションが展開され,イノベーション創発に繋がる第一歩となったと思われる。シンポジウムのパンフレットが以下にアップされているので参照頂きたい。また,CRDS殿のFacebookに当日の様子、戦略プロポーザルがアップされているので併せて参照頂ければ幸甚である。

https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=904393296371635&id=170314426446196&substory_index=0 http://www3.scej.org/meeting/48f/pages/documents/SP-1_flyer.pdf?font=s



特別シンポジウムオーガナイザー 山形大学/産総研 松田圭悟

第13回講演会及び見学会

PSAを利用した水素精製設備と高炉見学

2017/1/24 於 (株)神戸製鋼所 加古川製鉄所

平成29年1月24日,(株神戸製鋼所・加古川製鉄所にて第13回分離プロセス部会講演会及び見学会を開催した。今年度の講演会及び見学会は,吸着・イオン交換分科会が担当ということで,(株神戸製鋼所が水素・燃料電池社会の構築に向けて開発した改質ガスからCOを選択的に吸着除去できる化学吸着剤を適用した水素精製プロセス,鉄鋼一貫体制の最大の製鉄所である加古川製鉄所の高炉を見学させて頂くとともに、新進気鋭の若手の先生方に水素貯蔵材料のホットな話題について講演頂いた。

当日は、風雪による大幅な電車の遅れで、開催が心配されたが、15名の参加を得て無事に開催することができた。まず、分科会代表中村からの開会挨拶の後、京都大学の高見剛先生に「革新的1次元空間を利用した水素吸蔵能」と題して講演頂いた。先生は元々超電導材料の開発を目指して研究を続けておられたが、常温、常圧下で偶然新しい物質

C12H12CuN2O4を合成された。この新物質は既存物質には無い1次元空間が含まれており、この部分に理



想的なエネルギー源として注目されている水素を吸蔵でき、しかも、その室温吸蔵量は、類似構造体の中で世界最高値を記録した画期的なものであった。吸着の分野では最近金属有機構造体(MOF)を用いた CO2の固定等の研究が盛んに行われているが、いろいろと新しいMOFが開発されれば、その用途も大きく 発展するであろうと期待を抱かせるような非常に興味深い講演であった。

2番目は、「水素社会に向けた触媒添加Ti系水素貯蔵合金の開発とその応用展開」という演題で関西大学の近藤亮太先生に講演頂いた。高被毒耐性Ti系水素貯蔵材料や軽量かつ操作性に優れたMg系水素貯蔵材料の開発に関する講演であったが、先生は博士課程は医科学の分野で生体材料の研究をされており、金属材料に生体材料での知識と経験を活かしたこれからの新しい材料開発を予感させるものであった。

最後は株式会社神戸製鋼所の半谷広央氏に「神戸製鋼所における水素PSA装置の開発」という題目で講演頂いた。燃料電池の被毒成分であるCOを高容量・高選択的に吸着可能な吸着剤を用いて吸着剤容量を低減することで、停止時のCO拡散が少なく、再起動時直後からCOリークの少ない水素を供給可能である水素PSAプロセスの紹介、改質器と固体高分子形燃料電池(PEFC)スタックの間にCO吸着除去器と水素精製・水素貯蔵用として機能する水素吸蔵合金(MH)を配置し、必要な電力に応じてMHから純水素をPEFCに供給できるCOA-MIBシステムの紹介が行われた。

見学会は加古川製鉄所の高炉紹介ビデオを見た後に、見学服に着替え、バスにて加古川製鉄所内にある原料ヤード→H2-PSA→CO-PSA→高炉(操作室)の見学をさせて頂いた。加古川製鉄所は敷地面積約510へクタールもの広大な敷地を持つ(株)神戸製鋼所最大の銑鋼一貫製鉄所である。その中にあって、日ごろあまり見る機会のないPSA装置は思いのほかコンパクトで、高性能な装置であり印象深いも



のであった。一方、1970年に稼働した鉄鉱石とコークスから銑鉄を製造する高さ100 mにも及ぶ3基の高炉は製鉄所のシンボルというばかりではなく、ある意味日本産業の象徴であるが、その大きさには圧倒されるものがあった。最近は日本の鉄鋼メーカーの高炉も休止するものが増えつつあるが、いつまでもその灯を消すことなく稼働し続けて欲しいものである。

今回、(株)神戸製鋼所・加古川製鉄所様のご協力の下、水素貯蔵材料に関する3件の講演とPSAを利用した水素製造プロセスと高炉の見学を行いました。ご協力頂きました関係各位に厚く御礼申し上げます。

奈良高専 中村秀美