

# 気泡塔ニュースレター（第2号）

2003年3月23日発行

【第35回秋季大会での活動報告】 秋季大会（神戸大学：9月18～20日）における活動について報告する。気泡塔に関係した展望講演（部会企画）が1件、研究発表（気泡塔分科会企画）が16件あった。

展望講演（V117）は徳島大学の土屋活美先生による「気泡流の時空間挙動とその階層性」であった。界面における局所流れの非線形現象の解明が、信頼性の高い気泡塔設計を行うために如何に重要であるかを最近の研究に立脚して解説された。研究発表の部では、気泡生成や界面現象に関する基礎的な研究から廃水処理やバイオに関係した応用的な研究までの幅広い分野の研究発表がなされた。このうち太田先生の研究発表（U207）が「**第1回粒子・流体プロセス部会賞**」を受賞した。研究発表を簡単に紹介する：気泡生成（U201、202）気泡表面での界面現象（U203、U205）、光学的手法による気泡・粒子・物質拡散の計測（U204、U206）数値解析による気泡・液滴の運動解析（U207、U209）気液系攪拌槽の動力伝達（U208）流動（U213、U214、U216）超音波による難分解性物質の分解（U215）伝熱特性（U217）バイオ関連（U218、U219）。

初めての試みとして、秋季大会第1日目（9月18日）に気泡塔サロン（参加者15名）を企画し、講演会と懇親会を行った。講演会は室蘭工大の太田光浩先生に「気液・液々二相流体系における気泡・液滴運動の数値解析」という題目で講演して戴いた。気液間の密度比が1000倍もある液中の気泡運動の数値解析法、特にCLSVOF（Coupled Level Set/Volume Of Fluid）法について詳細に解説して戴いた。その後、素晴らしい夜景が眺められたLANS BOX（神戸大学）に移動して懇親会を行った。

また、気泡塔ニュースレターの創刊号を発刊し、会場において配布した。「気泡塔思い出話（京都大学名誉教授・吉田文武先生）」、「気泡塔研究会略史（山口大学・中尾勝實先生）」などを掲載した。

（気泡塔分科会代表・河越幹男）

【化学工学シンポジウムシリーズ77発刊】 2002年9月19日に神戸大学で開催された第35回秋季大会のシンポジウム「粒子・流体プロセスの基礎と展開」における気泡塔分科会主催セッションでの研究発表をさらに充実させ、**シンポジウムシリーズ77「進展する気泡塔～現象解明と応用～」**として編集しました。また、本分科会が協賛した日本混相流学会「年会講演会2002」が同年7月末に名古屋大学で開催されましたので、気泡塔関係研究も同等に掲載しました。

内容は4部からなり、レビューを含めて21件の研究を収録しています。

第1部では、気泡運動の数値解析や気泡生成など、基礎現象に関する研究を集め、攪拌翼面上の圧力分布や液滴の運動に関する研究も含めました。特に、太田先生の研究は粒子・流体プロセス部会賞を受賞されました。第2部では、気泡特性の測定に関する研究を集めました。気泡合一時間

と気液界面での吸脱着現象の関係、気泡表面の詳細な観測による物質移動現象の解明などが報告されました。また、粒子径、固体やガスのホールドアップ、液流速の測定などについて、新しい測定法が提案されています。第3部では、気泡塔内の流動と伝熱に関する研究を紹介しています。気泡塔の応用範囲の拡大により、高圧系や廃水処理への応用など、様々な状況を想定した流動・伝熱特性の解析がなされています。第4部では、気泡塔の応用に関する研究を集めました。廃水処理、酵素反応器、培養装置などへの応用に関する研究が含まれており、実用化する際の有益な基礎データが示されています。

本シンポジウムシリーズは定価2500円で頒布されています。ご関心のある方は [terasaka@applc.keio.ac.jp](mailto:terasaka@applc.keio.ac.jp) までご連絡下さい。

（慶應義塾大学・寺坂宏一）

【太田先生の「第1回粒子・流体プロセス部会賞」受賞】 太田先生が第35回秋季大会のシンポジウム「粒子・流体プロセスの基礎と展開」において講演された研究「CLSVOF法による気泡運動の数値解析」では、気泡塔のような内部流動の複雑なリアクターの設計や操作において依然重要な知見を与え得る、液相中の気泡運動に関する厳密で高精度な解析結果が提示された。急速に進化しつつあるCFDのうち、より洗練されたLS法とVOF法を組み合わせることにより、数値解析が困難とされる気液系に対して、気泡内部や背後の循環流れはもとより、気泡が形状を変化させながら三次元的に運動して行く様子を的確に再現している。本研究は、気泡の分裂・合一といった気泡塔内のより複雑な現象の解析にも極めて有効で、今後、気泡塔研究の1つの柱となることは明らかであり、今回の受賞は非常に嬉しいことである。

（気泡塔分科会代表・河越幹男）

【MBからMNBの世界へ】 はじめに：マイクロバブル（MB）との出会いを振り返ると、10年も前のことになる。当時は、気泡を小さくすればトータルの表面積が圧倒的に増大することで気体吸収効率が格段に高まるはずだと思って、MB発生装置の開発に取り組んだ。いくつかの偶然や試行錯誤を経て、「M型」と呼ばれる装置ができあがった。早速、難溶性気体であるオゾンの水中溶存化を試みたが、当初の期待ほどには、よいデータをえることができなかった。「なぜだろう？」と思いながら、「この開発は半ば失敗か！」と動揺した。

しばらくして、逆の評価も舞い込んできた。「さすが、MBは、みごとですね！」事情をよく聞いてみると、海水中でMBを発生させていた。当時の私は、海水MBを見たことがなく、すぐに、自分の目で確かめた。水槽は、MB発生後、瞬間に白くなり奥が見えなくなった。「これを言っていたのか！」、「MB、これはすごい！」と思った。

水産養殖への適用： 大学時代の友人が電話をかけてき

た。「赤潮でやられて希望を失っている。なんとかできないか!」これが契機となり、素人ながら広島カキ養殖に取り組んだ。通称「ヘテロカプサ」と呼ばれる赤潮プランクトンと酸欠において、MBの有効性が問われることになったが、前者については、確証がないままのスタートとなった。幸いなことに、「もうだめか」と思われる寸前の状態で雨が降り、前年の大量斃死の再現が回避された。同時に、カキがみごとに成長していることが判明してきた。このとき、MBには、溶存酸素濃度改善のみならず生理活性作用があることに気づき、それを検証するために、カキの血流量を計測した。MBの供給で、カキは約2倍の血流促進を示した。続いて、MBの除菌効果も判明し、これが翌年の広島初の「夏ガキ」出荷に結びついた。

翌年の2000年に、北海道噴火湾でホタテ養殖、その翌年には、三重県志摩町で真珠養殖の改善に取り組み同様の効果を確認した。

MBのサイズ効果：気泡が小さくなることにより、さまざまな固有の物理化学的变化が現れる。これを「サイズ効果」と呼ぶとすると、これがMBにおいても明らかに認められる。MBは、「その発生時において、10~40 $\mu$ m程度の気泡」と定義されるが、そのほとんどは、液体中で収縮・消滅のプロセスをたどる。この過程で起こる物理化学的特性が、生物の生理活性と重要な関係を有しているようである。

今振り返れば、大幅な酸素吸収効率向上の期待よりもはるかに重要な対生物効果が確認されたことになり、上述の心配は杞憂に終わった。より小さい「マイクロ・ナノバブル(MNB)」の世界では、さらに興味尽きない「サイズ効果」現象に出くわすことになるかもしれない。その期待はいよいよ膨らんでいる。

(徳山工業高等専門学校・大成博文)

【汎用流れ解析ソフトRFLOW】RFLOWは、ソルバー、プリ、ポストから成る純国産の汎用熱流体解析ソフトで、非圧縮性流れから圧縮性流れ、非ニュートン流から乱流、均一流から混相流に至る広範な流れを解析することが可能となっている。

RFLOWで気泡塔内の流動解析を行う場合、オイラー的手法(連続体モデル)による混相流解析を実施することが多く、その際、気泡径はユーザが指定することを前提としている。また、乱流モデルとしては、 $k-\epsilon$ モデル等が備わっているが、 $k-\epsilon$ モデルを用いると、現実的な流れ場が得られないことが多いため、通常は、乱流モデルを用いずに解析を行っているのが現状である。一方、RFLOWには、粉体解析にしばしば用いられる離散要素モデル(DEM)が備わっており、気泡の分裂・合一を考慮し、気泡径を解析の中で流動場と連動して求めていく混相流解析についても、トライアル的に実施している。

(株)アールフロー・竹田 宏)

【山口地区におけるセミナー実施報告】2002年10月25日、山口大学工学部(宇部)において山口地区化学工学懇話会との共催で「第14回化学工学研究会-最近の気泡塔の応用と課題-」が開催された。下記の通り企業からの講演を中心に気泡塔の応用に関する貴重な実例が紹介された。1)気泡塔の特性と応用:山口大学工学部 中尾勝貴

氏、2)超高性能散気ディフューザー(パンフ紹介、ビデオ放映)(株)OHR 流体工学研究所 植松秀人氏、3)有機化学反応プロセスにおける気泡塔について:宇部興産(株)石田敏和氏、4)バイオプロセスにおける気泡塔について:(株)日立製作所 村上 聖氏、5)気泡塔による機能性酸化鉄粒子の合成について:戸田工業(株)黒川晴己氏。全国の企業や大学から70名が参加し、講演後の総括討論および懇親会では、講師および学生を含めた参加者の間で活発な意見交換と交流が行われた。

(山口大学・吉本 誠)

【ASCON2002 および2004の関連情報】第8回「流動層・三相反応器に関するアジア会議」(ASCON2002)がタイのChulalongkorn大学で昨年11月3~6日に開催された。日本、台湾、韓国以外の国で初めてのアジア会議であったが、約70人(日10人、タイ10人、台18人、韓29人)が参加した。流動層・三相反応器内の流動、循環、熱・物質移動からガス化、排水処理まで幅広い分野にわたって発表が行われた。また会議終了後、近郊の石油化学工場、歴史的観光ポイント訪問など特別企画も楽しんだ。次回の会議は来年(2004年)秋、台湾の基隆市近くの萬里(Wanli)で開催の予定ですので、詳細がわかり次第ご案内申し上げます。

(静岡大学・内田重男)

【第6回日独気泡塔シンポジウム関連情報】昨年3月にその開催が正式にアナウンスされた第6回日独シンポジウムは、2003年11月11~14日に奈良県新公会堂で、2日目の工場見学(住友金属工業(株)と花王(株)の2社、共に和歌山市湊)を皮切りに、正味2日間の講演・ポスター発表が行われる予定です。既に配布しております“First Circular and Call for Papers”にもありますように、この4月1日がAbstractの締切となっております。皆様、ふるってご提出下さい。なお、今回は第5回までと異なり、シンポジウム講演のうち20件程度を*J. Chem. Eng. Jpn*の特集号に組む予定です。また予算面では、日本学術振興会の日欧科学協力事業(ドイツ)に採用候補として推薦されることになりました。皆様の積極的な参加をお願いします。

詳細は <http://www.applc.keio.ac.jp/~terasaka/bc/>

(徳島大学・土屋活美)

【新入会員の紹介】新しく1人の方が入会されました。

(栗田工業(株)・寺嶋光春氏)東北大学地球工学専攻を修了後入社し現在27歳です。排水の生物処理を中心に装置の開発を行っています。最近、装置の開発や設計へ数値解析の手法を取り入れる検討をしており、汎用CFDコードを使い活性汚泥曝気槽や気泡塔なども解析しています。どうぞ宜しくお願いします。

【入会のお勧めと方法】気泡塔分科会では新入会員を歓迎しています。会員になりますと「気泡塔」に関連した様々な企画や情報が提供されます。化学工学会の正会員または学生会員であれば会費は無料です。手続きは簡単ですので、まずは是非ホームページ(<http://www.applc.keio.ac.jp/~terasaka/bc/>)にアクセスして下さい。