

日本イオン交換学会 ニュース レター

J A I E

No. 6

April 1989

目 次

1. 日本イオン交換学会への名称変更に合わせて	阿部光雄.....	2
2. 日本イオン交換研究会第4回総会議事録		3
3. 日本イオン交換学会会則・役員名簿・会計報告		4
4. 第4回イオン交換セミナーのお知らせ		9
5. 日本イオン交換学会第5年会のお知らせ		9
6. 日本イオン交換学会の編集業務について	富田 功.....	10
7. イオン交換樹脂を利用した酵素の固定化	酒井重男.....	11
8. 企業だより		
i) 日本たばこ産業株式会社海水総合研究所		20
ii) 荏原インフィルコ株式会社		21
iii) 日軽化工株式会社蒲原工場		22
9. 国際学会開催のお知らせ		24
10. 第4回日本イオン交換研究発表会報告		24
高井信治・伊藤 剛・大井健太・三宅通博・小野寺嘉郎		
11. 事務局から		28
12. 新会員名簿		29
	編集後記	30

事務局 : 152 東京都目黒区大岡山2-12-1

日本イオン交換学会

(東京工業大学 理学部 化学科

阿部(光)研究室内)

Office of Secretary :

Japan Association of Ion-Exchange (JAIE)
in M. Abe Lab. Department of Chemistry,
Tokyo Institute of Technology,

2-12-1, Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152, JAPAN

1989年4月15日発行

日本イオン交換学会への名称変更へ寄せて

会長

阿部光雄

(東京工業大学理学部教授)

日本イオン交換研究会発足の準備会が昭和60年4月5日に山梨大学において行われ、同年5月31日に設立総会が行なわれ正式に発足した。以後、3ヶ年半にわたる活動の成果は関係学協会において高い評価を受けていると同時に国際的にも知られて来ていると思われる。

昨年初期以来、会員の間から「理工学を基礎として、この分野の科学・技術を飛躍的に発展させる」ためには「日本イオン交換学会に名称を変更し、本会の活性化と質の向上を一層企むべきである」という声が高まり、ワーキンググループ(妹尾会長、片岡、阿部両副会長、田中(龍)、富田、鈴木(喬)、甘楽、高見沢、神崎各理事一当時)を作り、数回に亘って検討しました。さらに、昨年8月3日白樺湖畔で行なわれた、第3回イオン交換セミナーにおいて出席された諸理事ならびに会員からの意見を伺った。更にワーキンググループで会則を起案すると共に、昨年9月25日の理事会で修正を加え、翌日の総会において、「日本イオン交換研究会」から「日本イオン交換学会」に名称を変更することが満場一致で採択された。(3頁参照)

この事は会員の皆様のご努力と熱意の賜であり、より質の高い機能性材料の発展への熱い思いが名称変更への道を作ったのではないのでしょうか。

奇しくも、年号が平成元年に改たまり、昭和の基盤の上に立って、心を新たに一展の発展を目ざしている。このような折に、会長に選ばれたことは誠に光栄であると同時に身がひきしまる思いです。時代を作るのは人間であり、会を作っているのは会員であります。本会をより一層発展させるために役員はじめ皆様の一層のご尽力をお願い申し上げます。

1850年英国のJ.T.WayとH.S.Thompsonによって、土壌のイオン交換が発見されて以来、土壌、天然や合成ゼオライトのイオン交換研究が盛んになり、硬水の軟化などに用いられるようになったのが第一期といえるのではないだろうか。

第2期は第2次世界大戦を界にして、各種のイオン交換樹脂が研究され、分析化学、分離化学、水精製、糖類への応用として現在でも広く用いられている。イオン交換膜やキレート機脂などの数多くの研究がなされ、一見イオン交換研究は一つの成熟した分野でこれ以上の発展が期待できないような気運すらあった。これが「今さらイオン交換?」といわしめた理由ではないだろうか。

こういう状態のとき、新しい考え方がないと、衰退の途をたどることになるのではないだろうか? 私は現時点のイオン交換は丁度第3期初期にあるという認識の上に立っている。

すなわち、従来のイオン交換は水溶液化学の延長線上にあって、濃厚な電解質溶液とみなし、それからの違いとしてとらえる考え方がある。これは本質的にあやまりではないが、それでは解決できない面が数多くあり、新しい理論の発見が重要な課題である。従来はすべてのイオンに対して交換可能な機能が追求されて来たが、最近では、特定なイオンに対して高い選択性をもつことに研究者の関心が移ってきているほか monodispersed イオン交換機脂のように高い技術を必要とする交換樹機脂製造法が開発されている。

新しい機能性をもつ交換体の発見は直ちに新しい科学・技術に繋がっていく。この新機能性イオン交換体はエネルギー、エレクトロニクス、バイオテクノロジーなどの先端科学・技術に欠くことの出来ないものになりつつある。「イオン交換を用いることによってより付加価値の高いものに変換する」という基本理念には変わりがないが、より高度により選択的になってくるのが考えられる。

この意味においても、本学会が果たすべき役割は大きいと共に益々発展していかなければならないと思う。

日本イオン交換研究会

第4回総会議事要録

日 時：昭和 63 年 9 月 26 日(月)11:30~12:20
会 場：東京大学生産技術研究所 3階第一会議室
出席者：157名(内出席者61名,委任状96名)

議事に先立ち,高井信治理事(第4回日本イオン交換研究発表会実行委員長:東京大学生産技術研)および妹尾学議長(本会会長:東京大学生産技術研究所)より挨拶があった。

【議事録】

1号. 昭和 62 年度事業報告の件:

鈴木喬理事(庶務理事代行:山梨大学工学部)より昭和 62 年度事業について以下のように報告があった。

i) 会員数(昭和 62 年 12 月 31 日現在)

個人会員 236 名(法人会員登録者を含む)

法人会員 11 社

(旭化成工業,旭硝子,荏原インフィルコ,オルガノ,栗田工業,東亜合成化学工業,東京有機化学工業,日本たばこ産業海水総合研究所,日本錬水,三井東圧化学,三菱化成)

ii) 第 2 回イオン交換セミナーの開催

日 時：昭和 62 年 7 月 16 日(木)~17 日(金)

場 所：東京工業大学(大岡山キャンパス)本館 4 階第 1 会議室

実行委員長：大矢晴彦(横浜国立大学工学部)

参 加 者：86 名

登録者：70 名

講 師：8 名

その他：8 名

協賛学会：化学工学協会,電気化学協会,日本海水学会,日本化学会,日本原子力学会,日本分析化学会,日本膜学会,日本薬学会)

iii) 第 3 回イオン交換研究発表会の開催

日 時：昭和 62 年 10 月 1 日(木)~2 日(金)

場 所：京都工芸繊維大学中棟 4 階 401 号室

実行委員長：川端成彬(京都工芸繊維大学工芸

学部)

参加登録者：119 名

協賛学会：化学工学協会,高分子学会,電気化学協会,日本海水学会,日本化学会,日本原子力学会,日本分析化学会,日本膜学会,日本薬学会,ゼオライト研究会

iv) ニュースレターの発行

No.3(昭和 62 年 6 月 10 日発行)

2号. 会計報告の件

i) 昭和 62 年度収支決算報告について

資料に基づき,神崎愷理事(会計担当:東京工業大学理学部)より昭和 62 年度収支決算について説明があった。次いで田中龍夫理事(監査担当:昭和薬科大学)より,監査の結果当会計報告が正確妥当であった旨報告があり,審議の結果了承された。

ii) 昭和 63 年度予算案について

資料に基づき,神崎愷理事(会計担当)より昭和 63 年度予算案について,予算案の提示があり,審議の結果了承された。

3号. 昭和 63 年度事業中間報告の件

鈴木喬理事より昭和 63 年度事業について以下のような中間報告があった。

i) 第 3 回イオン交換セミナーの開催

日 時：昭和 63 年 8 月 3 日(水)~5 日(金)

場 所：昭和薬科大学諏訪校舎(白樺湖畔)

実行委員長：鈴木喬(山梨大学工学部)

参 加 者：72 名

登録者：(企業関係)30 名

(大学官庁関係)21 名

講 師：8 名

若人の会関係：13 名

(延べ人数)

ii) ニュースレター No.4 および No.5 の発行

(No.4:昭和 63 年 1 月 31 日発行)

(No.5:昭和 63 年 9 月 20 日発行)

富田功理事(編集担当:お茶の水女子大学理学部)より昭和 62 年 12 月発行予定の No.4 が昭和 63 年 1 月 31 日に発行された旨報告があり,了承された。

4号. 昭和 64 年(平成元年)度事業計画承認の件

鈴木喬理事より昭和64年(平成元年)度事業計画について以下のような予定が報告がされた。

i) 第4回イオン交換セミナーの開催

日 時：平成元年7月27日(木)～28日(金)
場 所：東京工業大学大岡山キャンパス
(本館4階第一会議室)

実行委員長：板垣孝治(三菱化成総合研究所)

ii) 日本イオン交換学会第5年会の開催

日 時：平成元年9月28日(木)～30日(土)

場 所：熊本大学工学部

実行委員長：江川博明(熊本大学工学部)

i) ニュースレター(学会誌)の発行について

昭和64年(平成元年)度のニュースレター(学会誌)の発行について富田功理事(編集担当)より、昭和64年(平成元年)度は2回発行予定である旨報告があった。

5号. 役員移動について

鈴木喬理事より、佐藤章(オルガノ)理事転出にともない、その後任を鳴門智(オルガノ中央研究所)氏が引き継ぐ旨申し出があり、前日の昭和63年度第1回理事会において承認された旨報告があり、了承された。

6号. 昭和64, 65年度(平成元年, 2年)役員選出の件

妹尾学議長より、理事会により推薦された次期(昭和64, 65年度(平成元年, 2年))役員の名簿(別紙)が提示され、満場一致で承認された。続いて新役員により、次期会長に選出された阿部光雄氏(現副会長：東京工業大学理学部)が妹尾学議長より紹介され、満場一致で承認された。

阿部光雄氏が次期会長としての抱負を述べるとともに、昭和64年1月1日から施行される予定の日本イオン交換学会会則第4, 7条に基づき、片岡健氏(大阪府立大学工学部)、田中龍夫氏(昭和薬科大学)および板垣孝治氏(三菱化成総合研究所)に副会長の委嘱、および(イオン交換学会)会則第8条に基づき、菅野卓治氏(東北大学名誉教授)、佐藤章氏(㈱東京科研顧問)、杉田静雄氏(崎戸製塩㈱顧問)および吉野論吉氏(東京大学名誉教授)に参与の委嘱を行なうとの提案があり、了承された。

7号. 日本イオン交換学会への名称変更および会則変更の件

阿部光雄副会長より、日本イオン交換学会への名称変更、およびそれに伴う会則の変更(別紙)について説明があり、審議の結果昭和64年1月1日より「日本イオン交換学会」へ名称を変更することおよび新会則が決定された。

日本イオン交換学会会則

(名称)

第1条 本会は、日本イオン交換学会(英文: Japan Association of Ion-Exchange, 略称 JAIE) という。

(目的)

第2条 本会は、イオン交換の研究開発に携わる会員の連絡提携の場となり、情報や意見の交換を通じて相互に交流し、この分野の科学・技術を飛躍的に発展させることを目的とする。

(事業)

第3条 本会は、前条の目的を達成するため、次の事業を行う。

- (1) 研究発表会、セミナー、講演会、シンポジウム、見学会等の開催
- (2) 学会誌等の編集、発行
- (3) 本分野に関する国内外の学協会との交流

(役員)

第4条 本会に役員として会長1名、副会長3名、理事若干名、および監事を置く。

2. 役員任期は2年とする。

(総会)

第5条 総会は少なくとも年1回これを開催し、事業報告、決算、予算、事業計画、会則の変更等重要事項を決定するとともに、理事および監事の選任を行う。

(理事会)

第6条 本会に理事会を置く。理事会は、会長、副会長および理事をもって構成する。

2. 会長は必要と認められた場合、理事会を開催することが出来る。

3. 理事会は、本会の運営に関する大綱を検討し、その結果を総会に提案するものとする。

(役員選任および職務)

第7条 会長は、理事会において選出するものとする。

2. 会長は、本会を代表し、会の運営に当たる。
3. 副会長は、理事の中から会長が委嘱する。
4. 副会長は、会長の職務を補佐、代行する。
5. 理事は、会長を補佐し、本会の運営（企画、庶務、会計、編集など）を分掌する。
6. 監事は、本会の会計および業務執行状況を監査する。

（前会長・顧問・参与）

第8条 本会に前会長、顧問および参与を置くことができる。

（会員）

第9条 会員は、本会の趣旨に賛同する個人および法人とする。

個人会員は、氏名および所属を本会に登録する。

法人会員は、代表会員の氏名および所属を1名以上5名以内で本会に登録する。

（会計）

第10条 本会の経費は、会費、寄付金等をもって支弁する。

年会費	(1)個人会員	年額	3,000円
	(学生)	年額	1,000円
	(2)法人会員	年額	100,000円

2. 本会の事業年度は、毎年1月1日に始まり、12月31日に終わる。

（事務局）

本会の事務局の所在地は、下記の通りとする。

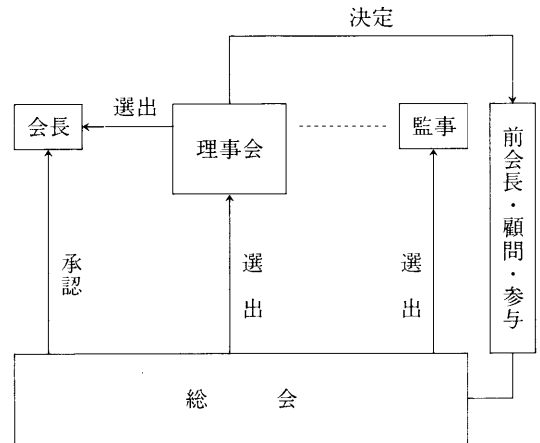
〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1
東京工業大学理学部化学科

阿部（光）研究室

電話 03-726-1111 内線 2221

この会則は、昭和64年1月1日より施行する。

以上



役員選出方法の図解

【日本イオン交換学会平成元年、2年度役員】

会長：阿部光雄（東工大・理）

副会長：片岡健（阪府大・工）

田中龍夫（昭和薬大）（総務委員長兼任：
庶務、会計所轄）
板垣孝治（三菱化成）

理事：鈴木橋（山梨大・工）（組織委員長）

井上泰（東北大・工）（企画担当）

大矢晴彦（横国大・工）（企画担当）

尾方昇（日本たばこ）（企画担当）**

加藤秀樹（東亜合成）（企画担当）

高井信治（東大生研）（企画担当）

高見沢行雄（東京有機）（企画担当）

甘楽和夫（旭化成）（企画担当）

豊島邦彦（三井東圧）（企画担当）

藤木良規（無機材研）（企画担当）

松下武志（日本錬水）（企画担当）

協博彦（九大・工）（企画担当）

富田功（お茶大・理）（編集委員長）

伊藤剛（三菱化成）（編集担当）**

上松敬禧（千葉大・工）（編集担当）

岡本眞實（東工大・原子炉）（編集担当）

小林貞雄（三井東圧）（編集担当）

鈴木敏重（東北工試）（編集担当）

田中良修（日本たばこ）（編集担当）

初鹿敏明（山梨大・工）（編集担当）**

川端成彬（京都工織大・工芸）（庶務担当）

佐藤利夫（昭和薬大）（庶務担当）**

辻正道（東工大・理）（庶務担当）

神崎愷 (東工大・理) (会計担当)
 川口明廣 (神奈川工試) (会計担当)
 高島昭三 (栗田工業) (会計担当)
 井川学 (神奈川大・工)
 石井恒司 (旭硝子) **
 井上勝利 (佐賀大・理工) **
 尾崎智 (荏原インフィルコ)
 小野寺嘉郎 (東北工試) **
 垣花秀武 (上智大・理工)
 加藤俊作 (四国工試) **
 君塚英夫 (長崎大・教養)
 鳴門智 (オルガノ)

平野忠夫 (日軽化工) **
 御園生誠 (東大・工)
 監 事 : 糸井滋 (膜プロセス)
 江川博明 (熊本大・工)
 (あいうえお順(項目別))
 (** : 新任理事)
 ◎前会長 : 山辺武郎 (東京大学名誉教授)
 妹尾学 (東京大学生産技術研究所教授)
 ◎参 与 : 菅野卓治 (東北大学名誉教授)
 佐藤章 (㈱東京科研顧問)
 杉田静雄 (崎戸製塩(株)顧問)
 吉野諭吉 (東京大学名誉教授)

昭和 62 年度会計報告書
 (昭和 62 年 1 月 1 日～昭和 62 年 12 月 31 日)

◎ 財 産 目 録 (昭和 62 年 12 月 31 日)

単位：円		
科 目	内 訳	金 額
資 産 の 部		
現 金 預 金	銀行預金、郵便振替	2,430,976
現 金		998
未 収 会 費	個人会費	31,000
合 計		2,462,974
負 債 の 部		
前 受 け 会 費	63 年度以降経過会費	3,000
合 計		3,000
正 味 財 産		2,459,974

◎ 貸 借 対 照 表 (昭和 62 年 12 月 31 日)

単位：円		
科 目	金 額	
資 産 の 部		
現 金 預 金	2,430,976	
現 金	998	
未 収 会 費	31,000	
合 計	2,462,974	
負 債 の 部		
前 受 け 会 費	3,000	
合 計	3,000	
正 味 財 産		
剰 余 金	2,459,974	
前期繰越収支差額	1,578,017	
今期収支差額	881,957	
合 計	2,459,974	
負債と正味財産の合計	2,459,974	

◎ 収 支 決 算 書

単位：円			
科 目	子 算 額	決 算 額	差 異
収 入 の 部	5,308,017	5,247,836	▽ 60,181
会費収入	1,730,000	1,624,200	▽ 105,800
法 人 会 費	1,200,000	1,199,200	▽ 800
個 人 会 費	510,000	414,000	▽ 96,000
学 生 会 費	20,000	11,000	▽ 9,000
事業収入	2,000,000	2,040,250	40,250
第 2 回セミナー	1,000,000	1,374,000	374,000
第 3 回研究発表回	1,000,000	666,250	▽ 333,750
雑 収 入	0	5,369	5,369
要旨集販売、利息、他	0	5,369	5,369
前期繰越収支額	1,578,017	1,578,017	0
支 出 の 部	5,308,017	5,247,836	▽ 60,181
事 業 費	2,900,000	2,477,722	▽ 422,278
会 議 費	200,000	159,476	▽ 40,524
ニュースレター 3 号	400,000	412,000	12,000
第 2 回セミナー	1,000,000	1,048,803	48,803
第 3 回研究発表会	1,000,000	654,645	▽ 345,355
講演会費	300,000	202,798	▽ 97,202
事務費等	700,000	310,140	▽ 389,860
事 務 費	0	77,020	77,020
交 通 費	300,000	124,400	▽ 175,600
通 信 費	400,000	102,270	▽ 297,730
雑 費	0	6,450	6,450
予 備 費	130,000	0	▽ 130,000
前期繰越収支差額	1,578,017	1,578,017	0
今期収支差額	—	881,957	881,957

剰余金処分計算書

単位：円

今期収支差額	881,957
前期繰越収支差額	1,578,017
合計	2,459,017
これを次の通り処分する。	
次期繰越収支差額	2,459,974

◎科目別細目

単位：円

現金預金等	2,431,974
現金預金	2,430,976
第一勧業銀行大岡山支店 (#1165484)	825,956
郵便振替 (東京 8-196269)	1,228,020
郵便振替 (東京 3-119845)	377,000
現金	998
未収会費	31,000
個人正会費 (10名)	30,000
学生会費 (1名)	1,000
前受け会費	3,000
個人正会費 (1名)	3,000
会費収入	1,624,200
個人正会費 (138名)	414,000
学生会費 (11名)	11,000
法人会費 (12社)	1,199,200
(800円は振込手数料)	
第2回イオン交換セミナー収入	1,374,000
参加登録費, 他: 70名分	
第3回日本イオン交換研究発表会収入	666,250
参加登録費, 懇親会費, 他: 115名分	
雑収入	5,369
要旨集販売, 利息, 他	
会議費	159,476
総会, 理事会, 各種実行委員会	139,056
編集委員会	20,420
ニューズレター3号発行費	412,000
印刷費	368,000
依頼原稿料	44,000
第2回イオン交換セミナー経費	1,048,803
運営費, 講師料, 要旨集印刷費, 他	
第3回日本イオン交換研究発表会経費	654,645
運営費, 要旨集印刷費, 他	
事務費	77,020
文具等	

交通費 124,400

編集委員会, 各種実行委員会, 等

通信費 102,270

郵便料金など

雑費 6,450

振替手数料, 研究発表会準備費等

以上

以上の通り相違ありません。

昭和63年9月14日

日本イオン交換研究会

会計理事 廿楽和夫 印

会計理事 川口明廣 印

会計理事 神崎愷 印

上記監査の結果, その正確妥当であることを認めます。

昭和63年9月20日

日本イオン交換研究会

会計監事 田中龍夫 印

会計監事 御園生誠 印

第2回イオン交換セミナー決算報告書

単位：円

◎収入の部

1. 会費収入

学生: $5,000 \times 6 = 30,000$

大官: $15,000 \times 19 = 285,000$

企会: $22,000 \times 45 = 990,000$

小計 1,305,000

2. 広告収入

60,000

小計 60,000

3. 要旨集販売収入

9,000

小計 9,000

総計 1,374,000

◎支出の部

1. 会場使用料

16,120

2. 謝礼 (講師, 実行委員長, 座長)

$25,000 \times 8 = 200,000$

$10,000 \times 1 = 10,000$

$2,000 \times 8 = 16,000$

小計 226,000

3. 交通費

$2,000 \times 5 = 10,000$

$3,000 \times 2 = 6,000$

$27,000 \times 1 = 27,000$

$45,000 \times 1 = 45,000$

小計 88,000

4. 講師登録費返却分		
	22,000×1=	22,000
	15,000×1=	15,000
	小 計	37,000
5. 印刷費		
	要旨印刷費	220,000
	手数料	12,000
	振込手数料	600
	小 計	232,600
6. 懇親会費		240,000
7. 会議費		70,700
8. 謝礼(看板, 他)		21,630
9. アルバイト料		91,000
10. 雑費		25,753
	総 計	1,048,803

◎総収支		
	収 入:	1,347,000
	支 出:	1,048,803
		+ 325,197

第3回日本イオン交換研究発表会決算報告

単位: 円

◎収入の部		
参加登録費: 予約・会員 (83名(×3,000))		249,000
予約・非会員 (10名(×5,000))		50,000
当日・会員 (8名(×4,000))		32,000
学生・会員 (18名(×1,000))		18,000
懇親会費:	57名(×5,000)	285,000
要旨集販売代金:		32,250
	総 計	666,250

◎支出の部		
会場使用料:		5,881
要旨集代金:(内振込料 600円)		156,000
懇親会費:		296,160
講演謝礼:		20,000
雑費:		65,175
アルバイト料:		78,000
会議費:		33,429
	総 計	654,645

◎総収支		
	収 入:	666,250
	支 出:	654,645
		+ 11,605

◎講演会費【Z.Matejka 教授 招待経費】

単位: 円

1. 宿泊費	43,398
2. 交通費	111,070
3. 食事代	7,380
4. 来日一時金	20,000
5. 講演料	20,000
6. 雑費	950

合 計 202,798

昭和63年度収支予算案 (昭和63年1月1日~昭和63年12月31日)

単位: 円

科 目	63年度予算	62年度予算	差 異
収入の部	6,619,974	5,308,017	1,311,957
会費収入	1,560,000	1,730,000	▽ 170,000
法人会費	1,100,000	1,200,000	▽ 100,000
個人会費	450,000	510,000	▽ 60,000
学生会費	10,000	20,000	▽ 10,000
事業収支	2,500,000	2,000,000	500,000
セミナー	1,700,000	1,000,000	700,000
研究発表会	800,000	1,000,000	▽ 200,000
雑収入	100,000	0	100,000
前期繰越			
収支差額	2,459,974	1,578,017	881,957
支出の部	6,619,974	5,308,017	1,311,957
事業費	3,600,000	2,900,000	700,000
セミナー	1,700,000	1,000,000	700,000
研究発表会	800,000	1,000,000	▽ 200,000
ニュースレター発行費	800,000	400,000	400,000
会議費	100,000	200,000	▽ 100,000
講演会費	200,000	300,000	▽ 100,000
事務費等	460,000	700,000	▽ 240,000
事務費	100,000	0	100,000
通信費	150,000	400,000	▽ 250,000
交通費	150,000	300,000	▽ 150,000
雑費	60,000	0	60,000
予備費	100,000	130,000	▽ 30,000
前期繰越			
収支差額	2,459,974	1,578,017	881,957

第四回イオン交換セミナーおよび日本イオン交換学会第5年会のお知らせ 主催日本イオン交換学会

協替：日本化学会、日本分析化学会、電気化学協会、化学工学協会、
高分子学会、日本薬学会、日本原子力学会、日本海水学会、
日本膜学会、ゼオライト研究会、環境科学会、日本吸着学会

①第四回イオン交換セミナー

日時 7月27日(木)～28日(金)
会場 東京工業大学(大岡山キャンパス)
本館4階第一会議室(東京都目黒区大岡山2-12-1)
電話 (03)726-1111 内線2221

参加申込締切 7月7日(金)、(定員100名先着順)

第1日(7月27日)9時20分から
ブローグ イオン交換とハイテク産業(三菱化成)板垣孝治

講義I イオン交換の基礎(九大理)脇博彦

講義II 電気透析の理論と応用(横浜国大工)大矢晴彦

- 1 電子産業用超純水の製造(栗田工業)矢部江一
- 2 イオン交換膜法による食塩電解(旭化成)宮崎隆哉
- 3 海水中の希少金属採取(四国工試)大井健太
- 4 懇親会

第2日(7月28日)9時30分から

5 醸造工業におけるイオン交換精製法(味の素)川喜田哲也

6 イオン交換を利用したバイオセパレーション(雪印乳業)熊澤栄太郎

7 医療材料としてのイオン交換体(武蔵工大工)西野忠

8 医薬工業におけるイオン交換精製法(明治製菓)魚谷和道

9 キレート樹脂によるレアメタルの分離と精製(東北工試)鈴木敏重

参加費 (セミナー費、講演テキスト代費、懇親会費を含む)：個人会員：会社関係25,000円、大学官庁関係18,000円、学生会員8,000円、非会員33,000円。

参加申込方法：葉書大の用紙に、①氏名、②会員番号(所属学会を明記)、③勤務先名、④勤務先所在地、⑤職名、⑥電話番号を記入して下記申込先に

お送り下さい。

参加費支払方法：郵便振替(東京2-155043イオン交換セミナー係)でお送り下さい。
申込先：〒227横浜市緑区鴨志田町1,000 三菱化成総合研究所化成成品研究所
伊藤剛(電話(045)963-3222)

②日本イオン交換学会第5年会

日時：平成元年、9月28日(木)～30日(土)
会場：熊本大学工学部(附属工学研究機器センター2階)

(〒860熊本市黒髪2-39-1 TEL 096-344-2111)

討論主題：「新材料・新機能」

講演申込締切：6月16日(金)

- (1) 講演題目、発表者氏名、(講演者に○印)、
- (2) 申込者氏名、
- (3) 申込者連絡先(所属、所在地、郵便番号、電話番号)、
- (4) 200字程度の要旨(プログラム編成用)、
- (5) 英文による講演題目・所属・氏名、をB5版用紙に記載のうえ、下記宛にお申し込み下さい。
- (6) 斬新なものであれば概発表も可。

講演要旨締切：9月1日(金)

申込者には執筆要領を送付致します。講演時間は1件12分程度の子定。発表はOHPに限ります。
参加申込締切：9月1日(金)

氏名、勤務先、連絡先住所(郵便番号、電話番号)、会員番号(本会会員)または所属学会(協賛学会の会員)を明記し、参加費を郵便振替(東京3-119845、名義：日本イオン交換学会年会係)にて払込の上、お申し込みください。

参加費用(要旨集1部を含む)：

会員4,000円、学生1,000円、会員外5,000円(予約外は1,000円増し)。

要旨集のみ：会員4,000円、会員外5,000円。

懇親会：9月28日(木)、会費5,000円。

野外教室：9月30日(土) エスカレーション(魅力の阿蘇路、参加費：6,000円、(参加者が少ない時中

止の場合あり)及びゴルフ会(阿蘇カルデラの中で
[阿蘇ゴルフクラブ: TEL 09673-5-0211]参加費:
2,000円、プレー費:18,000円)
申込先:〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工

業大学理学部化学科 阿部研究室 気付 日本イオン交
換学会第5年会係
(TEL 03-726-1111,内線 2221)

日本イオン交換学会の編集業務について

編集委員長 富田 功

日本イオン交換研究会のニューズレターは、1985年11月に創刊号を発行して以来、1988年9月まで第5号を数えている。第6号は、今回日本イオン交換学会ニューズレターとして継続されることになった。

学会への移行にともなって、ただちに学会誌を発行しようという意見が出てくるのは当然で、ワーキンググループや編集委員会で何度かこのことが議題になった。学会誌である以上は、報文を掲載したい、また発行の頻度も少なくとも年3回程度として速報性をもたせたい、等の考えが次々に出され、そのための財政的な裏付けがあるか、また審査制度を採用することにもなる事務量の増大にどう対処するか等、具体的な検討が続けられた。

その結果、1988年12月の第5回ワーキンググループの会で、1989年1年間は、準備期間として、これまで通りニューズレターを発行することとし、この期間に編集委員会が中心となって学会誌の態様を確定すべく細かい検討をしていこう、という方針がうち出された。

編集委員会は今後、この大きな課題に取り組むため、新たな決意をもって再出発することになる。個人的な見解であるが、ニューズレターで行って来た総説的記事の掲載は今後も続ける方針で進み、一般報文掲載のための投稿規定や審査システムの検討を第一に考えたい。たとえば、日本化学会の欧文誌は、

我が国の化学学術誌としては世界的に広い購読者層をもつ月刊誌であるが、投稿から掲載まで平均6ヶ月という比較的早い編集期間が売り物となっている。イオン交換学会の会員が本学会の学会誌に投稿されることはもう手を挙げて歓迎すべきことであるが、仮に6ヶ月以上の編集期間(発行時期を含めて)がかかれば、質の高い論文を維持していくことが困難となる可能性がある。さらに、審査制度は必要だが、その判定基準をどこに置くのか、となると、質の向上と掲載数の維持の狭間に立って、誰の目にも合格点という編集ができるかどうか、今から頭の痛いことである。

専任の事務局員の居ない本学会では、ニューズレターの編集業務でも、現会長の阿部光雄先生はじめ、神崎、辻両博士に多大の御迷惑をおかけしてきた。学会誌へ移行するに際して前述のように事務量の増加が予想されるので、この点でも解決すべき点が多い。新編集委員会は、イオン交換の領域でなるべく広い分野をカバーできるよう、できるだけ専門の異なる会員で構成されている。このことがプラスに機能するよう今後の活動に力を注いでいきたい。

以上やや取り越し苦勞的な感想をまじえて述べたが、会員諸兄姉の編集委員会に対する御助言、御叱正がいただければ幸いである。

イオン交換樹脂を利用した酵素の固定化

酒 井 重 男

オルガノ株総合研究所

1.はじめに

酵素は生物が生産する触媒で、その本体は蛋白質からできている。従って、一般には水に溶けるため、一度使うと反応系から分離することが困難で、今迄は再利用されずに捨てられることが多かった。所が最近、バイオテクノロジーの発展により酵素の不溶化、即ち固定化の技術が開発され酵素の再利用が可能になってきた。

酵素反応の特徴は一般の化学反応に比して方向性がよく副反応生成物も少ない。しかし、反応が緩和であるため長時間を要するものが多い。また、価格は酸、アルカリに比して高価であり、熱、酸、アルカリ、有機溶媒に対して不安定で失活し易い欠点も持っている。従って、これらの多くの弱点を補うために開発されたのが固定化技術である。

酵素の固定化方法には種々あり、大きく分けて担体結合法、架橋法、包括法の3つがある。さらに、担体結合法はイオン結合法、共有結合法、物理的吸着法に分けることができる。そして、イオン交換樹脂を固定化担体として用い、酵素を固定化する場合は担体結合法のいずれかの方法が用いられる。

次に、イオン交換樹脂が固定化担体に用いられる利点としては固定化が簡単である、物理的強度が大で長期間の使用に耐えられる、リアクター形式としては充填層形が多く、装置化が容易である、担体の繰返し使用が可能であったなどが挙げられる。

2.イオン交換樹脂の選定

イオン交換樹脂を固定化担体を選び酵素を固定化しようとする場合、先づどの樹脂を選定するかが問題になってくる。そこで、どの樹脂を選定するかは酵素の種類にもよるので、一概に言えないが一般的な選定の目安について述べる。

1)樹脂の構造

酵素は蛋白質であるので分子量が大きく、また酵素の種類により数万から数十万と大きく異なる。しかも、イオンに比し分子量が極端に大きいため、樹脂の構造によって酵素の吸着量は大きく影響される。

樹脂の母体は合成法によってゲル形、ポーラス形、

MR形（巨大網目状構造）などの構造に分かれる。ゲル形樹脂はスチレンとジビニルベンゼン（以下DVBと略す）を触媒と分散剤との共存下において共重合させると三次元網目構造を持つゲル形重合体が形成される。この際、架橋剤であるDVBの添加量が少なればマイクロポアの孔径は大きくなり、多くなればなる程マイクロポアの孔径は小さくなる。この重合体に官能基を導入するとイオン交換樹脂ができる。なお、孔径は液体窒素を用いるBET法でも測定することができない大きさである。

ポーラス形樹脂は特殊な重合法で合成したのち官能基を導入したものである。スチレンとDVBを共重合するとゲル化点に到達し網目が形成されるが、有機溶媒が存在すると生成された共重合体は膨潤され、拡大されるので、この共重合体の網目は殆んどからまり合いのない大きな空間もっている。膨潤によって形成された網目の穴はゲルポロシティと呼ばれる。

MR形は巨大網目状の共重合体に官能基を導入した樹脂である。単量体と架橋剤を共重合する際、水に不溶で単量体と架橋剤をよく溶解し、かつ生成した共重合体を十分に膨潤することができる高沸点の有機溶媒を加えて重合し、重合後、有機溶媒を除去する。この重合体の内部構造は、ゲルポロシティを持つ上に、多くのマイクロポアを持っている。表1にMR形のイオン交換樹脂の細孔構造を示す¹⁾。

表2にグルコースイソメラーゼを固定化した時の種々なイオン交換樹脂に対する吸着量を示す²⁾。表2より陽イオン、陰イオン交換樹脂共ゲル形樹脂においては酵素は全く、或は殆んど吸着されない。これは前述したようにゲル形樹脂はマイクロポアしかもっていないため、酵素がポアの中へ入って行けないためと考えられる。次に、ポーラス形とMR形を比べると強及び弱陰イオン交換樹脂共、MR形の方が酵素吸着量大きい。これはMR形のマイクロポアの違いによるためと考えられる。また、I形強塩基性陰イオン交換樹脂においてアンバーライトIRA-900よりもアンバーライトIRA-904の方がグルコースイソメラーゼの吸着量大きいのは表1に示したように孔径の違いによるものと考えられる。

表1 MR形のイオン交換樹脂の細孔構造

樹脂	表面積 ($\frac{m^2}{g}$)	最高孔容積における孔半径 (nm)	細孔半径の範囲 (nm)	見かけ密度 ($\frac{g}{ml}$)	骨格密度 ($\frac{g}{ml}$)	全細孔容積		総交換容量 ($\frac{meq}{g}$)	水分含有率 (%)
						($\frac{ml}{ml \cdot 樹脂}$)	($\frac{ml}{g \cdot 樹脂}$)		
MR形樹脂		8							
200C	54.8	8	6~30	0.982	1.527	0.357	0.363	4.8	49
Amberly t試作樹脂	125.5	8	2~40	0.795	1.359	0.416	0.523	3.5	44
IRH-93	32.4	37.5	17~75	0.576	1.096	0.475	0.826	4.8	50
IRA-900	18.4	17.5	14~22	0.891	1.136	0.216	0.242	4.4	62
IRA-904	46.9	37.5	21~120	0.555	1.114	0.502	0.906	2.6	60
IRA-911	71.3	8	7~30	0.836	1.237	0.324	0.388	2.7	44
IRC-50	1.8	80	20~200	1.263	1.359	0.171	0.152	10.2	45
ゲル形樹脂									
IR-120B	0.1	None	None	1.483	1.488	0.003		4.6	46
IRA-401	0.1	None	None	1.136	1.131	0.004		4.0	56

表3 GMAポリマーの性状

粒径	水分含有率	総交換容量	細孔容積	比表面積($\frac{m^2}{g}$)
(mm)	(%)	($\frac{meq}{ml}$)	($\frac{cc}{g}$)	>100Å >500Å
0.4	57~60	>1.0	>1.0	>50 >30

所で、著者らは表2に示したような従来のイオン交換樹脂と異なり、酵素固定化用担体とし全く新しい親水性のMR形樹脂を開発した。本担体はメタアクリル酸グリシジルに架橋剤としてジメタアクリル

酸エチレングリコールを重合させたポリマー(以下GMAと略す)で官能基とし種々なアミン、例へばジメチルアミン、トリメチルアミン、トリプロピルアミン、ジメチルアミノエチルアミン、ジエチルアミノエチルアミンなどを付加することができる。表3にGMAポリマーの性状の1例を示す。表3よりGMAポリマーの平均孔径は約650Åと可成大きく、また500Å以上の孔径の表面積も30 $\frac{m^2}{g}$ 以上と大きく酵素を吸着し易い構造をしている。

図1にGMAポリマーの10倍の顕微鏡写真を示す。図2にGMAポリマーの10,000倍の表面電子

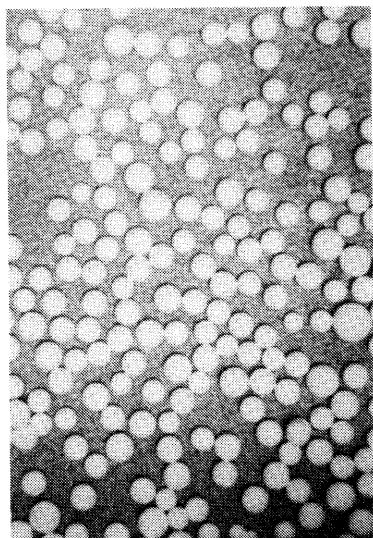


図1 GMAポリマーの顕微鏡写真

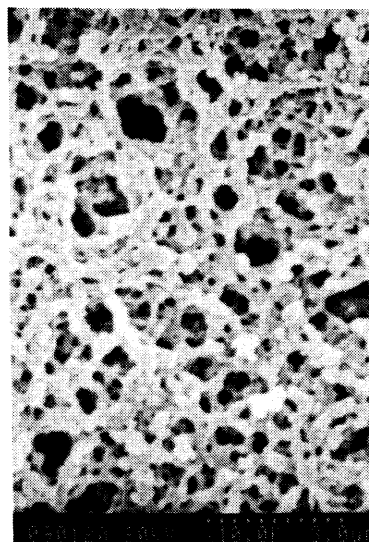


図2 GMAポリマーの表面の電子顕微鏡写真

表2 種々なイオン交換樹脂に対するグルコースイソメララーゼの吸着量¹⁾

分類	基本形	樹脂名	イオン交換基	有効pH範囲	グルコースイソメララーゼ吸着量 (単位/g 湿潤樹脂)
強酸性陽イオン交換樹脂	ゲル形	ダイヤイオン SK1B	-SO ₃ M	0-1.4	0
	ポーラス形	" P K204	"	"	0
	ゲル形	アンバーライト I R118	"	"	0
	"	" I R124	"	"	0
弱酸性陽イオン交換樹脂	ポーラス形	ダイヤイオン WK10	-COOM	5-1.4	0
	巨大網目形	アンバーライト CG50	"	"	0
強塩基性陰イオン交換樹脂 I 形	ゲル形	ダイヤイオン SA11A	-N-(CH ₃) ₃ X	0-1.4	0.4
	"	アンバーライト IRA400	"	"	0
	ポーラス形	ダイヤイオン PA304	"	"	1.0
	"	" PA308	"	"	1.9
	巨大網目形	アンバーライト IRA900	"	"	6
	"	" IRA904	"	"	2.4
	"	" IRA938	"	"	2.1
強塩基性陰イオン交換樹脂 II 形	ゲル形	ダイヤイオン SA21A	-N-(CH ₃) ₂ X C ₂ H ₄ OH	0-1.4	0.4
	"	アンバーライト IRA410	"	"	0.1
	ポーラス形	ダイヤイオン PA404	"	"	2
	ゲル形	アンバーライト IRA411	"	"	0.3
	巨大網目形	" IRA911	"	"	2
	"	アンバーライト IRA68	-N(R) ₂	0-9	0.2
中塩基性陰イオン交換樹脂	ゲル形	ダイヤイオン WA11	-NH(R)	0-9	0.8
弱塩基性陰イオン交換樹脂	"	アンバーライト I R45	-N(R) ₂ -NH(R)-NH ₂	"	1
	ポーラス形	ダイヤイオン WA30	-N(R) ₂	"	9
	巨大網目形	アンバーライト IRA93	-N(R) ₂	"	1.7

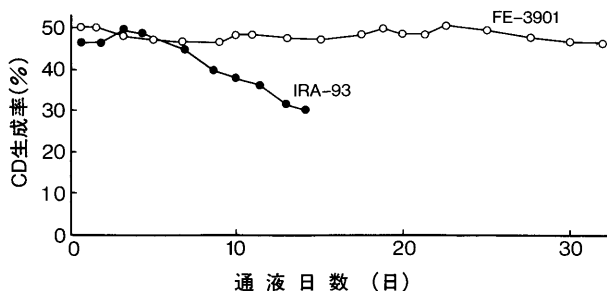


図3 疎水性母体と親水性母体の比較

基質：4% CGTase 液化液

固定化量：FE-3901 1.15 mg蛋白/g-湿潤樹脂

IRA-93 0.88 mg // //

顕微鏡写真を示す。この写真はポリマーの表面を写したものであるが、ポリマーの断面の写真もこの写真と殆んど変わらず、巨大網目状構造をしている。なお、GMA ポリマーに交換基として4級アミンを付加したものをFE-3901,1級アミンを付加したものをFE-4611と言う。

2) 交換基

固定化担体として陽イオン交換樹脂を選ぶか、陰イオン交換樹脂を選ぶかは酵素の性質により決ってくる。即ち、一般に等電点が酸性域の酵素を固定化する時は陰イオン交換樹脂が良く、反対に等電点がアルカリ域にある酵素を固定化する時は陽イオン交換樹脂が適している。

陰イオン交換樹脂の交換基としては表2に示したように1, 2, 3, 4級アミン基が考えられるが、イオン結合固定化を目的とした担体としては4級アミン基または3級アミン基或は1, 2, 3級アミン基の混合の樹脂が対象となる。低級アミン基をもった樹脂によるイオン結合固定化は酵素との結合が弱く脱離し易い。固定化担体としてどの樹脂を選ぶかは酵素の吸着量は勿論であるが、pH や温度に対する安定

性、基質のイオン強度の影響による酵素の脱離、樹脂の有機物汚染などが固定化酵素の性能に大きく影響するので十分に検討する必要がある。

また、固定化に際して交換基を遊離形で使用するか、或は塩形で使用するかも重要で、グルコースイソメラーゼの場合は交換基をCl形, SO₄形, NO₃形, PO₄形の方がOH形より吸着量が可成り大きいと言われている²⁾。

3) 疎水性母体と親水性母体

イオン交換樹脂の母体は現在スチレン系のものが最も多く、次いでアクリル系のものが多い。前者の母体は疎水性であり、後者は親水性である。イオン交換樹脂を固定化の担体として選び酵素を固定化する場合、固定化そのものはスチレン系もアクリル系も材質によって大きな差はないと思われるが、母体が疎水性であるか、親水性であるかによってによって基質の性質にもよるが、固定化酵素のライフに大きく影響することがわかった。即ち、疎水性の担体の場合、固定化酵素に高分子物質を含んだ基質を長

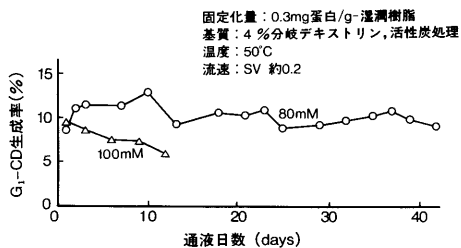


図4 緩衝液濃度とライフ

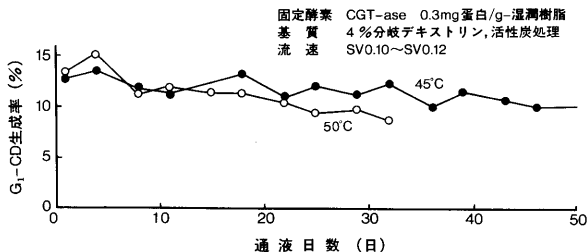


図5 温度とライフ

時間接触し続けると、高分子物質が固定化酵素の担体に疎水結合により吸着される。特にデキストリンのような高分子物質を含んだ糖液では著しい。このような場合、徐々にではあるが高分子物質が樹脂母体のポアーを閉鎖し、基質の拡散を阻害する。従って、固定化酵素の活性があっても酵素反応が低下し性能の低下をきたす。

所が、GMA ポリマーは前述したように非常に親水性に優れ、しかも MR 形であるため高分子物質の吸着が少なく、長時間にわたり優れた性能を発揮することが明らかとなった。次に、疎水性母体の弱塩基性アニオン交換樹脂アーバンライト IRA-93 と親水性母体の強塩基性アニオン交換樹脂 FE-3901 の性能の比較を図 3 に示す³⁾。即ち、両樹脂にサイクロデキストリントランスグルカノフェラーゼ（以下 CGTase と略す）をイオン結合で固定化し、各々カラムに充填し、馬鈴薯澱粉の 4% CGTase 液化液の基質を温度 50°C、通液速度 S V 1~2 で通液し、サイクロデキストリン（以下 CD と略す）の生成率の性能を比較したものである。図 3 から明らかなようにアンバーライト IRA-93 は 1 週間を過ぎた頃から急速に性能が低下したのに対し、FE-3901 は基質に含まれる高分子による汚染も殆んどなく、優れた性能を示している。

3. 固定化法

1) イオン結合法

イオン結合法はイオン交換基をもつ水に不溶性の担体に酵素をイオンの結びつけて固定化する方法である。

イオン結合を起させる担体としてはイオン交換樹脂やイオン交換基をもつ高分子の多種類などが用いられる。この方法は次に述べる共有結合法に比べ操作が簡単で、その処理も緩和なため、活性中心のアミノ酸残基の変化が少なく、比較的活性の高い固定化酵素がえられることが多い。操作としてはイオン交換樹脂を酸またはアルカリで再生した後、使用する酵素の安定な pH の緩衝液を用い緩衝化を行う。次に固定化担体に対し一定量の酵素を加え、一定時間接触させると容易に酵素は固定化される。本固定化法の特徴は固定化酵素を長時間使用し、性能が低下した時、強電解質溶液を用い容易に酵素を脱離することができる点である。酵素が脱離されると酵素を再び固定化し、担体を繰返して使用することができる。しかしながら、イオン交換樹脂の種類によってはイオン結合のみでなく、次に述べる物理的な吸着も関与している場合があり、特に強い疎水結合で吸着された場合、酵素の脱離が完全に行なわれないこともある。本固定化法の欠点としては担体と酵素の結合力が共有結合など化学結合に比べ弱いため、緩衝液の種類や pH の影響を受けやすく、イオン強度の高い状態で反応を行うと担体から酵素が脱離し

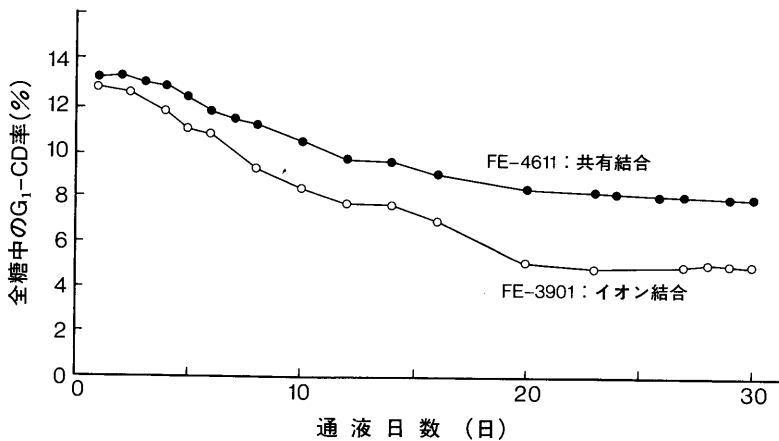


図 6 共有結合とイオン結合の比較

基質：4%分岐デキストリン

固定化量：FE-4611 0.31 mg蛋白/g・湿潤樹脂

FE-3901 0.56 // //

増えるが担体との結合は非常に安定している。特に、基質の電解質濃度が高い場合や通液温度が高い場合に、その差が顕著に現れる。

実例として耐熱性の *Bacillus stearothermophilus* 菌が生産する CGTase を FE-3901 にイオン結合法で、FE-4611 に共有結合法で固定化した。これら固定化酵素を各々カラムに充填し、これに 80 mM 酢酸緩衝液 (PH 6) に溶解した 4 % 分岐デキストリンを温度 60°C、通液流速 SV 0.2 で通流し、両者の性能を比較した。その結果を図 6 に示す。図 6 より共有結合法は通液温度が 60°C と高温にもかかわらず安定した G1-CD 生成性能を示していることがわかる。

所で FE-4611 にはもう一つの優れた利点をもっている。即ち、FE-4611 は前述したように 1 級アミン基にグルタルアルデヒドを付加し、それに酵素を結合しているため、固定化酵素の活性が低下した時、酵素の脱離が容易で再固定することができる。脱離は劣化した固定化酵素に 2~5 % のアルカリ溶液を加え、40~50°C で 1~2 時間接触させると、酵素はグルタルアルデヒドと共に脱離してくる。本担体は前述したように親水性であるため、酵素の母体への疎水結合も少なく殆んど完全に酵素は脱離することができる。

図 7 は FE-4611 にグルコースアミラーゼを固定化し、それをカラムに充填し、10 % マルトース溶液を pH 5、温度 50°C 流速 SV 5 で通液し、グルコースの生成率を調べると共に、再生固定化酵素の評価を行った。図 7 より明らかなように再生固定化酵素は新品固定化酵素と殆んど変わらない性能を示している。なお、酵素の吸着、脱離の再生テストを数回繰り返したが、殆んど性能の低下は認められなかった。

3) 物理吸着法

物理吸着法は酵素蛋白質を不溶性の担体に物理的に吸着させて固定化する。従って、固定化操作はイオン結合法とほぼ同じで簡単であるが、一般的にはイオン結合に比べて担体との相互作用が弱いので、酵素が担体から脱離し易い欠点がある。しかし、酵素蛋白質の活性中心の破壊あるいは高次構造の変化が少ないと考えられるので、酵素にうまく合った担体が見出せば良い方法である⁵⁾。

しかし、スチレンとジビニルベンゼンを母体としたイオン交換樹脂を担体に使用し酵素を固定した場合、酵素との疎水結合が強いと、性能が低下した固定化酵素を強電解質で再生しても、中々完全には

酵素が脱離しないことがあるので注意が必要である。

4. 実例

1) グルコースの異性化

現在、稼動している固定化酵素のバイオリクターにおいて、装置規模また製品の生産性でも最も大きいのがグルコースイソメラーゼであるといえる。これに使用されている固定化酵素は架橋法や担体結合法など種々な方法で固定化されているが、ここではイオン交換樹脂を用いたイオン結合法について述べる。

MR 形強塩基性陰イオン交換樹脂アンバーライト IRA-904 にグルコースイソメラーゼを吸着させるに当り、先ずイオン交換樹脂をカラムに充填し、pH 8.0 に調整した 0.01 MgCl₂ 溶液を流速 SV 1~3 で流し緩衝化する。次に、グルコースイソメラーゼ溶液を流速 SV 1~3 で流し、湿潤樹脂 1g 当り約 500 単位のグルコースイソメラーゼを吸着させる。これにグルコース濃度 45~50 % 溶液 pH 約 8、温度 60°C、SV 0.5~1.0 で通液することにより、連続的にフラクトース濃度 42~45 % の異性化糖溶液をうる事ができる。図 8 に固定化バイオリクターへ 45 % グルコース溶液を SV 0.6、温度 60°C で通液した時の運転結果を示す。

なお通液日数の増加と共にグルコースイソメラーゼ活性は低下するか、フラクトース生成量が約 1/2 に減少した所で、グルコースイソメラーゼの再固定が行なわれ、担体は繰り返し使用することができる。

また石松ら^{6),7)}はグルコースの異性化用に新しい担体を開発し実用化している。即ち、スチレンと 2-ビニルピリジン及びジビニルベンゼンでブロック重合してえたポリマーをメチルプロマイドで 4 級化し陰イオン交換樹脂をえる。これを水に懸濁分散させ、それに 30~60 メッシュの多孔性粒状珪藻土を加え風乾し担体を製造する。これにグルコースイソメラーゼの酵素菌体を吸着させる。但し、最近では珪藻土は使用されていない。このように調整した固定化酵素をカラムに充填し、これに約 50 % グルコース溶液を pH 7.0~8.0、温度 60~65°C、通速約 1.0 で通液しフラクトースへの異性化を行う。その結果、60 日間以上の連続運転で異性化率約 47 % のフラクトース生成をえている。

2) G1-CD の製造

G1-CD は図 9 に示したように CD にグルコースが 1 個付いた分岐デキストリンで、主に α , β , γ 3 つのタイプが存在する。溶解度は表 4 に示したよう

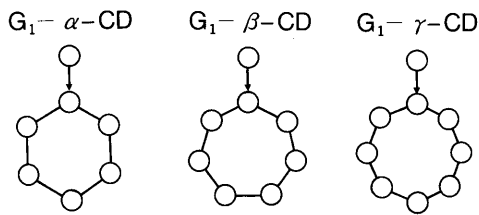
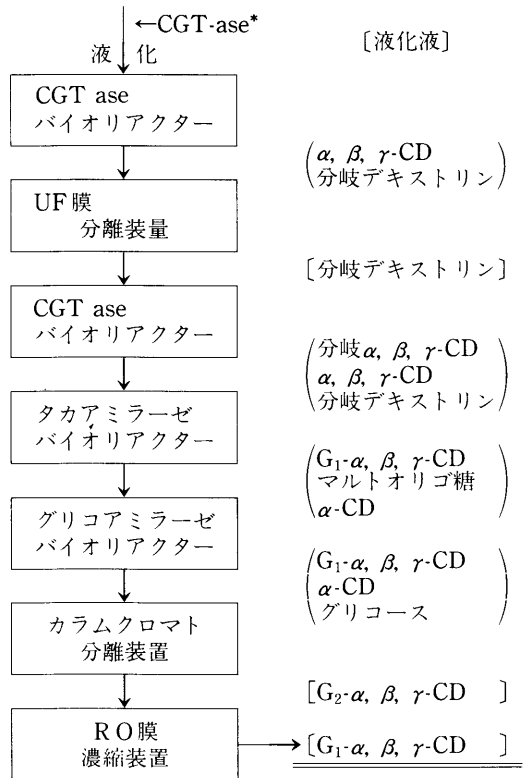


図9 グルコシルー CD

表4 種々なCDの溶解度⁸⁾

CD	Glucose unit	Solubility(mmol/ml×10 ²)		
		25°C	40°C	55°C
α-CD	6	18	21	47
G ₁ -α-CD	7	80	103	119
G ₂ -α-CD	8	24	35	54
G ₃ -α-CD	9	107	122	137
β-CD	7	1.6	3.1	4.4
G ₁ -β-CD	8	77	77	133
G ₂ -β-CD	9	104	104	122
G ₃ -β-CD	10	94	94	110
γ-CD	8	20	43	64
G ₁ -γ-CD	9	98	101	118
G ₂ -γ-CD	10	94	94	114
G ₃ -γ-CD	11	85	85	104

に G1-CD の方が CD より大きく、特に有機溶媒によく溶けるようになるので用途の拡大が期待できる。G1-CD は CD と同様、特殊な包接機能を有し、フレーバー成分の保持、特異臭のマスクング、苦味の除去、酸化の防止、風味のマイルド化など食料の高付加価値化が可能である。G1-CD の製造工程を図10に示す。即ち、モチトウモロコシ澱粉に耐熱性 CGTase を作用させ液化する。この液化液を CGTase バイオリアクターで反応させると約 50% の CD が生成される。次に UF 膜分離装置により CD と分岐デキストリンに分離し、CD を系外に取り出して G1-CD の基質となる分岐デキストリンをうる。さらに、この分岐デキストリンを CGTase バイオリアクターで反応させると 10 数% の G1-CD が生成されると共に非分岐の CD も生成され、未反応の分岐デキストリンは残存する。次に、この気質をタカアミラーゼバイオリアクターで反応させると、G1-CD はそのまま残存じ、大部分の CD と分岐デキストリンは分解されてマルトオリゴ糖になる。α-CD は多少分解されるが残存する。さらに、この反応液を気質としてグリコアミラーゼバイオリアク



*CGT-ase = *B. stearrowtherophilus* 菌が生産する Cyclodextrin Glucanotransferase

図10 G₁-CD 製造工程

ターで反応させると、マルトオリゴ糖はグルコースに分解され G1-CD と α-CD が残存する。この反応液をオクタデシルシラン分離剤を用いたクロマト分離装置により G1-CD を分離し、イオン交換樹脂で精製を行った後、濃縮し製品とする。

次に、この製造工程の中の分岐デキストリンを気質とした CGTase バイオリアクターのパイロットプラントの運転結果を述べる。担体として FE-4611 を用い前述した共有結合法により耐熱性 CGTase (0.56 mg 蛋白/g 湿润樹脂) を固定化した。装置は 20l 規模の充填層リアクターを用い、基質として 4% 分岐デキストリンを使用し、通液流速 SV 0.16、温度 50°C、pH 6 で連続運転を行った。その結果を図 11 に示す。反応生成物としては G1-CD、G1-G1-CD の外、相当量の非分岐 CD など (α, β, γ 形 CD) が生成される。図 11 より分岐 CD の生成率は初期段階で約 16%、その後、徐々に減少していった約 80 日で半減期となり、非常に良好な結果が得られた。

3) マルトオリゴ糖の製造

中久喜ら^{9),10),11)}は *Ps.stutzeri* NRRLB-3387 の変異株由来の 1,4- α -D-glucan maltotetrahydrolase を合成吸着樹脂ダイイオン HP-50 に物理吸着で固定化しマルトテトラオース(G4)を製造した。

担体はスチレンとジビニルベンゼンを母体とした疎水性ポリマーで、粒径 30~50 メッシュ、表面積 49 m²/g・樹脂、孔径 50~2,000 Å で平均孔径は 900 Å である。固定化は担体を 2.0N NaOH, 2.0N HCl, エタノール、水の順に洗浄し、最後に 0.1M 磷酸緩衝液 (pH 7.0) で緩衝化する。これに湿潤担体 10 g 当り酵素 20 ml (200 IU/ml) を加え、室温、120 ストローク/分で振とうしながら 1 時間反応させ固定化を行った。

次に、この固定化酵素をカラムに充填し、基質として 20% 濃度の α -アミラーゼ 液化澱粉 (DE 7~8) を温度 45°C、通液流速 SV 2 で連続運転を行った。その結果、G4 生成率は 40~50% で半減期は約 190 日と非常に良好な結果がえられた。

5. あとがき

バイオテクノロジーの新技術としては遺伝子組換、細胞融合、バイオリクターの 3 種が代表になっているが、この中、既に大規模に実用化され、また新しい研究のもとに次々と実用化レベルに達しつつあるのが、バイオリクターによる物質の連続生産分野

であると思われる。そこで実際に固定化酵素の担体にイオン交換樹脂を利用する場合について、イオン交換樹脂の特性と選択の目安及び固定化法、さらに実際に実施されている 2, 3 の例について紹介した。今後、益々バイオテクノロジーの発展と共に幅広い分野で微生物、酵素の利用は増加していくものと考えられ、バイオリクターのもつ重要性はさらに高くなっていくであろう。本文がこれからバイオリクターを研究される方々に、少しでも参考になれば幸いと思う次第である。なお、本文には食品産業バイオリクターシステム技術研究組合で行った研究の一部も含まれている。

文 献

- 1) 久山宏ほか, 化学と工業, 21, 1468 (1968)
- 2) 長谷川詩郎, 田村正紀, 後惣一郎, 特許公報, 昭 57-1997
- 3) 原耕三, 酒井重男ほか, 第 71 回精糖技術研究発で発表 (1987)
- 4) 吉田収作, 山本直澄, 酒井重男, 日本農芸化学会, 昭和 63 年度講演要旨集, 1988, P 427
- 5) 千畑一郎編, 固定化酵素, P 44, 講談社 (1975)
- 6) 石松義章, 特開昭 50-6774
- 7) 石松義昭, 特開昭 50-44688
- 8) Hizukuri et al, *Chem. Pharm. Bull.* 36, 2176 (1988)

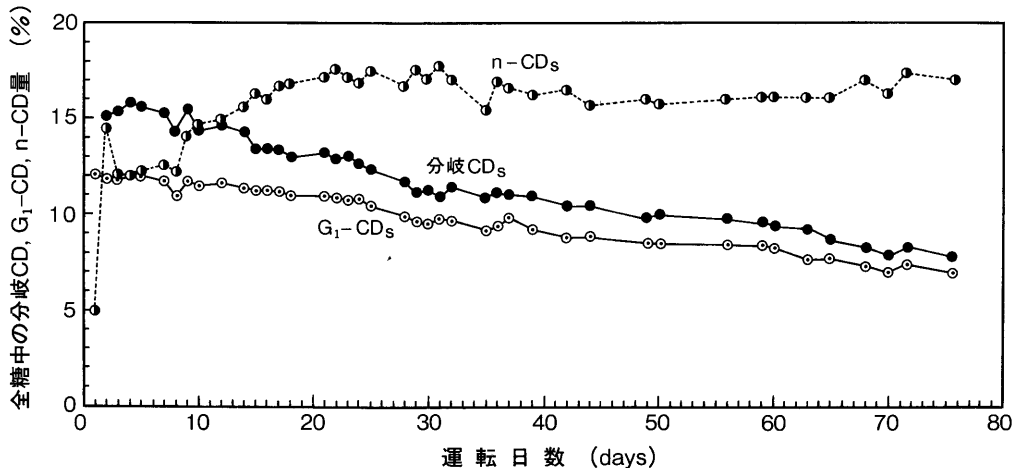


図 11 固定化 CGTase パイロットリアクターの運転結果
固定化担体 FE-4611
CGTase 酵素 *B. Stearothermophilus*
酵素充填量 20 L
基質 4% 分岐デストリン
反応条件 SV=0.16 (h⁻¹), 50°C, pH. 6

9) 中久喜輝夫, 吉田雅浩, 木村隆志, 緒方正文, 昭和60年度日本澱粉学会 (1985)

10) 中久喜輝夫, 吉田雅浩, 木村隆志, 緒方正文, 昭和

和60年度日本醸酵工学会 (1985)

11) T.Kimura, M.Ogata, M.Yoshida and

T.Nakakuki, *Biotch. and Bioeng.*32,670 (1988)

〈企業だより〉

日本たばこ産業株式会社海水総合研究所

塩は生活必需品であるばかりではなく人体に必要不可欠の物質です。海水中に溶存する無尽蔵の資源は人類に大きな夢を与えてくれます。日本たばこ産業株式会社海水総合研究所は我国唯一の塩に関する研究機関です。当研究所は昭和63年4月に従来の小田原試験場から名称を変更し、塩および海水資源の採取さらにその有効利用を目標として研究活動を進めることになりました。以下に海水総合研究所の歴史の概要を簡単に紹介します。

第2次世界大戦直後、日本は製塩設備を含むほとんど全ての工業施設を空襲により失いましたが、水力発電施設は幸にも被害をまぬがれました。そこで電力を用いる効率的な製塩法として加圧式製塩法が注目され、その実用化を進めるため昭和24年4月に大蔵省専売局製塩試験場（のちの防府製塩試験場）小田原分場が設立されました。2ヶ月後大蔵省専売局が公共企業体の日本専売公社として発足すると同時に、同分場は日本専売公社小田原製塩試験場として第一歩を踏み出しました（日本専売公社は昭和60年4月に民営化され、日本たばこ産業株式会社が発足した）。加圧式製塩法については古くから研究されていましたが、当時用いられていた往復動型圧縮機は送風量が少なく、低効率でトラブルが絶えませんでした。そこでこれに代って回転型圧縮機を開発することが重要と考えられたのです。試験場開設と同時にターボブローによる加圧式製塩法の本格的試験が着手されました。この試験結果に基づき、昭和27年にはパイロットプラント（小名浜工場、年産1万トン）が建設されました。さらにその後、新日本化学、崎戸製塩、北陸製塩において加圧式が実施されました。

加圧式製塩法の開発は小田原製塩試験場設立当時の大きな目標でありましたが、その後の研究開発の歴史を見るといくつかの展開があります。その1つとして「塩の品質に関する研究」があげられます。昭和27頃から製塩法は従来の入浜式塩田法から枝条架並用流下式塩田法へ全面的に転換し、この結果塩田の生産性は飛躍的に向上し、労働力の節減が可

能となりました。しかし、製塩コストは国際水準と比較して著しく高く、そのため生産性の低い製塩企業の整理および国内塩の生産制限が実行されるようになりました。この事情を反映し、あとで述べるイオン交換膜法の開発に加えて、小田原製塩試験場においても昭和32年頃から国内生産塩の用途拡大および品質向上を目標とした試験が行われるようになりました。粗粒子塩あるいはフレーク塩の製造、塩による除雪または融氷試験は前者の例であり、乾燥機あるいは除鉄機の開発、塩の固結防止法の開発は後者に属するものです。

一方、枝条架並用流下式塩田法への転換によって製塩技術は大幅に改良されましたが、製塩コストはなお輸入塩コストにくらべて著しく高い状況は変わりませんでした。ここにおいて製塩工業をより高度な産業とするための技術として浮かび上がってきたのがイオン交換膜電気透析法です。この技術は昭和27年米国において塩水の脱塩法として初めて発表されたものです。その後本法についての試験と検討が進むにつれて、本法を海水濃縮法として利用することの有利性が確かなものとなり、これの成否は将来の塩業のあり方を支配するものと考えられました。日本専売公社も早くから本法に注目し、ソーダメーカーも輸入原塩に代りうる原料採取法として関心を持ち、小田原製塩試験場では昭和30年頃に実験が着手されました。この実験によりイオン交換膜法の有効性が確認されるとともに、製塩コストの推定が行われました。また本法を塩業界に導入するに当り、当試験場の実験結果が判断基準として決定的な役割を果たしました。

以上述べたように、小田原製塩試験場は塩業近代化を進めるための中心的試験研究機関としての役割を果たしてきました。海水総合研究所はその役割を今後も引続き担い続けますが、その中で製塩コストの低減を基礎としつつ塩の付加価値向上と用途拡大および海水資源の利用に関する研究にも取り組むことにしています。（田中良修）

荏原インフィルコ株式会社

当社は、水と空気を扱って70年の歴史をもつ(株)荏原製作所と、米国の水処理業界のトップメーカ、インフィルコ社との合弁で昭和31年1月に設立されました。

当初は近代的な浄水場や工業用水の浄水設備の建設が主流で、アクセレータ[®]を中心とした高速凝集沈澱装置やグリーンリーフ[®]・フィルタを中心とした急速ろ過装置の開花期をへて、現在では環境保全のトータルエンジニアリング企業として、総合環境衛生装置の計画・設計から建設までを一貫して行っています。

活動分野は、1)浄水・用水処理として、上水道、工業用水道、産業用水施設、2)水質汚濁防止として、下水道処理、中水道、産業廃水処理、高度処理や汚泥処理施設、3)廃棄物処理として、ごみ処理、ごみ埋立地浸出液処理、し尿処理、高速堆肥化、産業廃棄物処理施設、4)悪臭防止として各種脱臭装置、5)自動制御・測定・分析機器、6)水処理薬品やイオン交換樹脂、など多岐にわたっています。

ここでは、これら各分野のうちイオン交換に関する技術として、

- イオン交換樹脂および水処理薬品の販売
 - 純水製造装置(2B3T, 3B4T, 4B5Tなど)
 - 超純水製造装置
 - 小形純水装置(非再生形)
 - 復水前処理装置(電磁フィルタ)
 - 復水脱塩装置(ニューミドレックス[®])
 - 膜分離装置(海水淡水化、かん水脱塩)
 - 電解次亜塩素酸ナトリウム生成装置
- 等に豊富な経験を生かし、独自の技術からなる装置を各方面に納入しています。

中でも、新しい技術に関するもの二・三紹介します。

1) モノスフェア樹脂と復水脱塩装置；

新しい樹脂、モノスフェア形イオン交換樹脂(グウエックス650Cおよび550A)は均一粒径で耐摩耗性に優れる、などの大きな特長をもち注目されています。

この樹脂の登場により、新しい復水脱塩装置“ニューミドレックス”が当社技術陣と開発陣の共同研究の結果誕生した。

すなわち、従来困難だった再生時のアニオン樹

脂とカチオン樹脂の完全分離が出来かつクラッド除去能力をアップ出来たことで、処理水質のグレードアップが可能となりました。

と同時に、水質評価として重要なNa, Cl, イオンの微量分析が当社独自の方法で確立でき定量限界もNaはフレイムレス原子吸光法により0.002ppb, Clはイオンクロマトグラフィ法で0.02ppbまで可能で、すでに多くの分析依頼をうけている状態です。

2) 向流再生式純水装置；

従来の順流式に代り再生効率が高いため運転経費が安く、さらに高純度の処理水が得られ、原水水質の変動にも強いなどの特長をもった本装置が主流になり、当社でも電力産業の補給水製造、工場のボイラ用水や電子産業の超純水製造二次処理などに多く採用されています。

3) 膜分離装置；

膜を用いる分離技術の進歩に伴い、その応用分野も広がっています。

当社は、逆浸透膜を海水淡水化の他に、純水装置の前処理として1次脱塩とか有機物除去のため半導体工業の超純水製造装置に用いています。

4) 復水前処理装置“電磁フィルタ”；

従来のプレコートろ過機に代るものとして、また高温高压のブロー系にも使用できる磁気分離技術を応用した画期的なフィルタです。

当社は一早くこの技術に着目し、米国のラサ・マグネティック社と技術提携後、社内での基礎実験および実証試験をへて、今日数件の納入実績があります。

一方、研究体制は常に新しい高度な技術開発を追求するため、関連会社として独立した(株)荏原総合研究所と委託研究または共同研究の形で、イオン交換樹脂の有機汚染対策、膜分離技術の応用や超純水における新しい殺菌技術などをメインテーマに即応または開発研究の形で取組んでいます。

また、長期テーマとしては「食品産業のハイセパレーションシステム技術研究組合」などの公的研究にも参加し、分離・精製技術の開発に努めています。サービス体制は、当社の関連会社、荏原インフィルコ・エンジニアリング・サービス(株)が当社納入の各種装置のアフターサービスを全面的に扱って、ユー

ザが安心して運転できますように定期点検他の要求に迅速に対応しております。

今後とも、日々進歩する技術を駆使し、省エネルギー

一、省スペースの装置や運転と維持管理の簡素化プロセスの改良・改善を図ると共に、更なる開発、技術革新に邁進する所存です。(尾崎智)

日軽化工(株)蒲原工場

I. 工場所在地

静岡県庵原郡蒲原町の富士川河口の西側に位置し、富士山の眺望のすばらしい所にある。

また、蒲原町は「みかん」「さくらえび」の産地として、全国的に有名である。気候は温暖で冬季でも雪が降ることは、めったにない。

II. 工場の沿革

日本軽金属(株)は、昭和14年に設立されアルミニウム精錬専門の会社であり、ボーキサイトを東南アジアから輸入し、清水工場でバイヤー法によりアルミナを製造し、蒲原工場ではアルミナをホール・エール法で電気分解してアルミニウム金属を製造していた。

バイヤー法は、ボーキサイト中の水酸化アルミニウムをカセイソーダで溶解抽出処理して、純度の高いアルミナを製造するプロセスであり、多量のカセイソーダ(約100 kg/t-Al₂O₃)を使用する。

そこで、昭和26年にアルミナ製造用のカセイソーダを賄う為に、水力の自家発電を持っている蒲原工場内に建設された。

昭和34年にカセイソーダ製造工場は、日軽化工(株)蒲原工場として分離独立し、当初はアルミナ製造用に全量のカセイソーダを供給、塩素は、当時隣接して建設された日本ゼオンに塩化ビニールの原料として出荷していた。(日本ゼオンは昭和39年に蒲原より撤退)

III. カセイソーダ製造方法の変遷と原料塩

昭和26年の工場建設当時は、水銀法でスタートしたが昭和50年頃水俣水銀公害事件が発生し、急遽昭和51年に隔膜法に転換した。

この方法は電解時の電力原単位(2,800 KW/t-NaOH)も悪く、電解槽で造られるカセイソーダ濃度が薄い為に、濃縮エネルギーコストが非常に高い(≒3.5 t-steam/t-NaOH)、更に製品のカセイソーダ純度が悪く、精密化学工業での使用に適さない。従って用途が非常に狭い範囲となる。

そこで、昭和58年に新たに開発されたIM法、即ち、電力原単位もよく、品質も良い製品が得ら

れるイオン交換膜法(旭化成の技術)に再転換し現在に至っている。

又、原料塩は海水から製造されたオーストラリア、メキシコ塩を使用している。

IV. 現在の工場概要と主要製品等

(i) 従業員

営業部門は昭和61年に、開発部門は昭和62年に日本軽金属(株)に合併し、工場従業員は約110名で4組3交替で工場を運転している。

(ii) 主要製品

カセイソーダ、液化塩素、合成塩酸、さらし液、次亜塩素酸ソーダ、圧縮水素、ポリ塩化アルミニウム、塩化第二鉄液、塩化ベンゾイルをはじめとする有機塩化物。

(iii) マーケット

カセイソーダ、塩素の大口需要家の一つは製紙会社である。工場に隣接して富士市があり、富士山系の豊富な地下水を活用して、大昭和製紙(株)を始めとして、大小合わせて約200社の製紙会社がある。

製紙工場では、不純物溶解剤、漂白剤、又、排水の中和剤、水の浄化剤として、カセイソーダ、塩素及び塩素化合物、塩酸、ポリ塩化アルミニウム等を多量に使用する。

又、近隣には、薬品、農薬、食品、プラスチック、セラミックス、繊維関連会社等に多種多様な企業があり、当工場製品を使っていたいでいる。

当工場は静岡県に存在する唯一のカセイソーダ製造工場であり、上記工場群が近隣に立地しており、当工場製品をお使いいただく上で、大変有利な立地条件にある。

関連会社として、イハラニッケイ(株)が工場に隣接し、主に農薬の中間体を製造しており、当工場から原料の塩素をパイプで供給している。ポリ塩化アルミニウム、塩素関連製品は、静岡県内の多数の浄水場はもとより東京都、神奈川県等の浄水場でも飲料水の浄化剤、殺菌剤に使用していただいている。

有機塩化物は有機顔料、難燃繊維関連会社に納入している。

V. 工場の増設と規模

日本軽金属(株)グループには、安価なアルミニウム、塩素がある。これを有効活用して会社の為に役立つものはないかと、色々検討した結果、無水塩化アルミニウムを製造することに決定し、現在、工場を建設中である。

無水塩化アルミニウムは、有機化学反応、顔料、酸化チタン（塩素法）製造時の触媒として多量に使用されている。

国内の無水塩化アルミニウムの需要は約12,000 t/Yであるが当面5,000 t/Y程度の能力でスタートする。

無水塩化アルミニウムの製造に伴ない、これに必要な塩素を賄う為、食塩電解槽も増設工事中である。

増設工事は夏迄に完了し、工場能力は60,000 t-NaOH/年となる。国内のカセイソーダー製造工場は35社47工場あり、当工場は中位の規模である。

VI. 今後の展開

本年4月1日付で日本軽金属(株)と合併し、日本軽金属(株)蒲原ケミカル工場として発足することが予定されており、合併の目的は、①水力発電の有効利用であり、②新しい情報の収集力向上、③お客様へのキメ細かいサービスの向上、である。蒲原ケミカル工場は、日本軽金属(株)の唯一の純化学工場であり、プロヒットセンターの一つに育つことを期待されている工場である。

今後たえず進歩する社会のニーズに対応した製品の開発、製造、販売を通して、住みよい社会づくりに役立つよう、鋭意努力することにより合併の目的を達成したい。(平野忠夫)

国際学会開催のお知らせ

- 1) Symposium on Ion-Exchange
April 9-14, 1989, Dallas, Texas, USA
American Chemical Society Meetingにおける Division of Industrial and Engineering の一分野として開催
○ Synthesis · Fundamentals · New Product and Novel Materials · Water Treatment · Recycle and Reclamation of Hazardous Material · Biological and Pharmaceutical Separations · Food Processing · Mining and Hydrometallurgy · Novel Processes
Conference Secretariat
○ Dr. Bill Harris, Functional Polymers Research, 1604 Building, Dow Chemical Company, Midland, MI 48674
○ Dr. Dennis Clifford, Univ. Houston, Univ. Park Environmental Engineering, Houston, TX 77004
- 2) ION-EX'90
July 9-11, 1990, The North East Wales Institute, Wrexham, CLWYD, UK
Instrumental Developments, Environmental Analysis, Inorganic Analysis, Organic Analysis, Development of New Materials, Biological Analysis, Ion-Exchange Membranes, Ion-Exchange Chromatography, Ion Chromatography & Associated Technique, Fundamental Studies, Applications in Nuclear Industry, Pharmaceutical Analysis
○ ION-EX'90 Conference Secretariat, Faculty of Research and Innovation, The North East Wales Institute, Connah's Quay, Deeside, Clwyd CH5 4BR, UK
(連絡者: 阿部光雄)
- 3) International Symposium on Inorganic Phosphate Material '91 Tokyo
24-26 July 1991 Tokyo (Japan)
主催: 無機リン化学研究会
場所: 東京都立大学新キャンパス (八王子)
内容: 基礎化学, 機能材料, 含リン化合物, 環境化学など
連絡先: 東京都立大学工学部工業化学教室
〒158 東京都世田谷区深沢 2-1-1,
(Tel 03-717-0111)
金 沢 孝 文
(連絡者: 鈴木喬)
- 4) 日本・中国合同イオン交換会議 (検討中)
我が国と中国のイオン交換・イオン交換膜・電気透析に関する研究・技術の交流し会議, シンポジウムなどを1990年秋を目途に進めようという中国海水淡水化再処理学会石松会長の要請に答えて, 本学会の国際化の第一歩として, 準備会を設けて検討中。(連絡者: 片岡健)

なお, イオン交換に関係ある国際学会開催の情報があればお寄せ下さい。(事務局)

第4回日本イオン交換研究発表会報告

去る9月26日~9月27日東京大学生産技術研究所(港区六本木7-22-1)において、第4回日本イオン交換研究発表会が開催された。2日間で約101名の参加者があった。特別講演は遠路英国よりM.J. Hudson氏が来られ、東大生研と共催で、行われた。懇親会はすぐ近くの健保会館でおこなわれ多数の参加があり盛会であった。尚その会場において、東大

生研よりM.J. Hudson氏の講演にたいし感謝をあらわすため感謝状および記念のメダルが渡された。今回は熊本で行われることが決まり会を閉じた。
(東大生研: 高井信治)

【第1日午前】

冷たい雨が降りしきる中、講演開始時には100名

近い参加者を集めて、今年の研究発表会が東京大学生産技術研究所第一会議室で開始された。初日午前中は無機イオン交換体に関する発表が4件、有機イオン交換体に関する発表が3件および特別講演が1件という構成であった。

他の研究会や学会では、自分に興味がある発表だけ聴講するものが多いという傾向が見られる中で、本会では、参加者の殆ど全てが自分の専門であるとかかわらず、熱心に聴講討議することを狙いとしている。そのもくろみは今や完全に地についた感があり、発表に対して、非常に専門的なものから全く違う立場に立った質問に至るまで、内容的にも学問的にも種々雑多な立場からの質疑応答が活発に行われた。

講演は9時より開始された。前半の無機イオン交換体に関する発表は、無機イオン交換体の合成から評価、解析に至るまでの内容を含んでおり、特にリチウムイオンの選択性吸着剤に関するものが3件と集中した。

選択性を上げる為に、製造時にチタンイソプロポキシドと水酸化リチウムから水熱処理でチタン酸リチウムを調整し、得られた無機多孔体からリチウムイオンを除去する事により、無機イオン交換体中にリチウムイオンのメモリーを残した交換体を製造し、その挙動を解析した研究結果の発表（東工大：阿部氏ら）、炭酸リチウムと酸化チタンからチタン酸リチウムを合成する場合の調整温度条件によりリチウムに対する選択性が変化する現象とX線による解析結果の報告（東北工試：小野寺氏ら）、およびスピネル型を保持した λ -二酸化マンガンのイオンふるい効果によるリチウムイオンの吸着挙動を化学分析、X線分析及び電極電位の測定により解析し、リチウムイオンの交換が酸化還元反応により進行する事を明らかにした報告（四国工試：大井氏ら）など興味深いものであった。

また、無機多孔質体の製造としてはアンモニウムカチオンを無機層間化合物にインターカレートし、焼成することにより、耐熱温度も高く、メソポアの比表面積も848 m²/grと無機体としては非常に大きな多孔体を製造する方法の興味深い報告があった（東北工試：鳥居氏ら）。

引き続き有機のイオン交換体に関するセッションが行われた。皮きりの発表はイオン交換樹脂の表面特性を把握する為に、基礎的な事項を明らかにしようというものであり、多価のイオンで置換したス

ルホン酸型陽イオン交換樹脂（ナフィオン、アンバーライト 200 c）が各種溶媒を吸収する時の湿潤熱を測定するという、余り研究の行われていない分野での貴重な報告であった（山梨大：井口氏ら）。

また、昨年に続き、キレート樹脂関連の研究も活発であり、今年はイミノ二酢酸またはアミノ基を官能基として有するキレート樹脂（Lewatit TP-207、スミキレート MC-10）の金属吸着挙動の報告があった。この方面の研究は数多く行われているが、市販されているキレート樹脂の吸着挙動の解析を綿密に行った例は比較的少なく、その意味に於て非常に示唆に富むものであった（いずれも佐賀大：井上氏ら）。

午前中最後のセッションは本研究会では比較的取上げられることの少なかった蛋白質の分離についての特別講演であった。バイオテクノロジーの進歩に伴い、蛋白質などの生理活性物質の分離が近年盛んに研究されている中で、の好企画といえよう。蛋白質のクロマトグラフィー一般に関する総説的な説明から始まり、その為のサンプル調整方法、クロマト条件の最適化、クロマト理論、更に進んで工業化プロセス、最近の動向と非常に興味深い講演であった（ファルマシア：河崎氏）。

これらの全ての発表を通して、討議時間内での活発な質疑応答の他に、発表者を休憩時間に困るでの討議もあちこちに見られ、不明な点の質問から、各人の見解披露に至るまでなごやかな中にも、すこしでも何かを得ようとする雰囲気は満ちあふれ、有意義な発表会であった。

この研究も本年で四回を重ねるに至っているが、回を重ねるに従い、知己の輪がひろがり、互いの研鑽に有意義な会となりつつあるように思われる。お世話された方々に改めて深く感謝いたしたい。

（三菱化成：伊藤剛）

【第1日午後】

イオン交換研究発表会の特色であるスパイラル方式—無機系と有機系イオン交換体の発表を交互に行う方式—による発表も4年目を迎え、講演者、聴衆ともに抵抗なく受け入れ定着したように思われた。この方式は無機から有機、基礎から応用にわたる広い領域を短時間に議論するため散漫となる危険性を孕むが、本研究発表会はイオン交換という同一の基盤にたっており、焦点の定まった多彩な議論が展開され有意義に感じられた。

第1日午後における有機系イオン交換体に関する

講演は、特別講演を含め8件であった。午後一番にはイギリスのHudson氏による特別講演が行われた。チオール基、ポリアミン基、N-オキサイド基などの官能基を有する選択的イオン交換樹脂(キレート樹脂)の基礎および応用について平明な英語でゆっくりと講演されたので、英語の苦手な筆者も最後まで興味深く聴くことができた。

キレート性イオン交換樹脂によるホウ素同位体分離に関する発表が三菱化成の福田氏からなされ、N-メチルグルカン型樹脂の同位体分離係数が強塩基性樹脂より高いことが報告された(No.12)。同位体分離は将来におけるイオン交換体の重要な応用分野と考えられ、今後の展開が期待される。イオン交換樹脂による生体成分の吸着に関連する発表が2件行われた。熊本大学の杉井氏は、種々の長さのスペーサを導入した陰イオン交換樹脂による胆汁酸の捕集挙動について発表した(No.19)。胆汁酸類の捕集にはイオン性官能基だけでなくステロイド骨格部分も関与しているものではないかと推察している。三菱化成の伊藤氏は、陰イオン交換樹脂による牛血清アルブミンの吸着特性に関する詳細な検討結果を報告した(No.20)。生体成分の吸着は、通常のイオン交換吸着、キレート吸着反応以外に疎水性相互作用、水素結合、立体的効果が関与するため極めて複雑であるが今後の重要な課題であると感じられた。弱酸性高分子電解質ゲルの錯形成平衡に関する基礎的な解析法が九大・ニューヨーク州立大の宮島氏から報告された(No.14)。ゲル相の金属イオン濃度をドナン平衡モデルで計算すると妥当な錯生成定数が得られることが報告された。

工学的な視点からの発表が3件あった。東大・日大の久保田氏から多波長検出器を用いたイオン交換クロマトグラフィーによる陰イオンの定量・定性分析結果が報告された(No.11)。昭和薬大・旭化成・日本たばこの小暮氏は、イオン交換電気透析法における赤潮の動態について発表し、透析に伴って陰膜への赤潮成分の付着と限界電流密度の低下が起こることを報告した(No.13)。また、栗田工業の小島氏からは混床式純水製造装置に換わる上向流式純水製造装置に関する性能試験結果の報告がなされた(No.18)。いずれも実用的見地から示唆に富む発表であった。

無機イオン交換体に発表は6件であった。反応速度に関する1件を除いては全て層状の化合物に関するものであった。

東北大学の山崎氏は、含水酸化スズにおけるコバ

ルトイオンの同位体交換反応速度の解析結果を発表した(No.15)。交換体中に三種類の吸着種を仮定することにより、多くの興味深い知見が得られている。速度論的解析は基礎および応用の両面にわたって重要な手法と考えられ今後の発展が期待される。

東北工試・無機材研の林氏は、結晶質チタン酸繊維による地熱水からのセシウム吸着性を発表し、他のバルク成分の濃度が高い酸性地熱水からでもセシウムの選択採取が可能であることを報告した(No.8)。他の4件の発表は、いずれも山梨大学のグループによるものであり、同大学で活発な研究の行われている様子が伺えた。熊田氏は、層状構造を有する $\text{HTaWO}_6\text{nH}_2\text{O}$ のアルカリ土類金属イオンとのイオン交換挙動および加熱処理挙動を層間隔の変化及び含水率の変化と関連させて発表した(No.9)。層間隔の変化は吸着種のイオン半径と深い関連があることを見出している。吉川さんは、 200°C 以上の比較的高温における $\text{Na}_2\text{W}_4\text{O}_{13}$ の一価陽イオン交換挙動を発表した(No.10)。カリウムイオンでみられた特異な交換挙動が興味深く思われた。この場合にも、吸着種のイオンサイズが大きな影響を及ぼすことが報告された。山口氏は雲母系化合物の陽イオン交換特性に関する研究の一環として、ゲルマニウム型テニオライトを遷移金属イオンでイオン交換処理した試料の脱水特性について発表した(No.16)。Cu型とした試料では面間隔の異なる2つの水和層が共存し、脱水挙動が他のものと大きく異なることを報告した。岩谷氏は、水熱合成法で得たトバモライトによる第一遷移金属イオンのイオン交換特性について発表した(No.17)。反応速度およびイオン交換等温線など基礎的に重要なデータについての報告がなされた。

以上の14件の発表から、有機系イオン交換体では応用の多彩さに特徴があり、無機系イオン交換体では材料の多様さに特徴があると感じられた。両者の特徴を生かしつつ相互の交流を図ることにより、今後さらに実り多い成果が得られるものと期待された。

(四国工業技術試験所：大井健太)

【第2日午前】

再び会場を東京に移し、東京大学生産技術研究所で、第4回日本イオン交換研究発表会が、「高機能の展開」というテーマで行われた。第1日目夜、健保会館で行われた懇親会には、多数の会員や特別講演をされたM.J.Hudson教授が参加され、盛大に行われた。2日目午前中は12件の研究発表が行われた。そ

の内訳は、無機イオン交換体の反応および合成 8 件、キトサン樹脂 2 件、装置 2 件であった。

No.21 の金子氏ら（東工大・理）と No.22 の Chitrakar 氏ら（東工大・理）の発表はアンチモン酸系化合物のイオン交換に関する報告であった。前講演では、Ti と Sb のモル比の異なる合成アンチモン酸チタンを用いて、Al-Ga および Al-In の分離に成功したことが述べられ、印象的であった。次の講演では、 LiSbO_3 からの結晶質 HSbO_3 の合成とそのリチウムイオンに対する強い選択性（メモリー効果）について報告された。 HSbO_3 の結晶構造との関連性等、今後の進展が期待される。

No.23 の佐々木氏ら（無機材研）と No.24 の小松氏ら（無機材研）の発表は、チタン酸繊維のイオン交換に関する報告であった。前講演は、ルビジウムおよびセシウムイオンとの交換特性についてであり、交換反応機構が構造化学的立場から矛盾なく説明されることは興味深い。次の講演は、高温、高圧下におけるコバルトイオンとの交換特性についてであり、 100°C で最大交換量を示し、それ以上の温度では交換量が徐々に減少するが、 250°C においても交換能を持つことが述べられた。

No.25 および 26 の吉田氏ら（阪府大・工）の発表は、キトサン樹脂による蛋白質の吸着に関する報告であった。前講演では、第 4 級アンモニウム基を導入した強塩基性架橋キトサン樹脂は架橋キトサン樹脂より飽和吸着量および選択性が向上し、蛋白質の吸着剤として使用可能であることが述べられた。次の講演では、架橋キトサン樹脂は濃厚食塩水中からの蛋白質吸着分離剤として有効であることが述べられた。安価な蛋白質吸着分離剤の開発が期待される。

No.27 の松井氏ら（旭化成工業・KS 製造開発）と No.28 の恵藤氏ら（栗田工業）の発表は、装置に関する報告であった。前講演では、初心者でも簡単に使えるようにカートリッジ式に工夫された電気透析による卓上脱塩機の紹介とその性能について述べられた。次の講演では、逆浸透装置と電気脱イオン交換装置とを組み合わせることにより、連続で導電率 $0.1\sim 1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ の水の製造が可能である非再生型連続イオン交換システムの紹介と運転結果について述べられた。

No.29 の長谷川氏ら（東京農工大・工）の発表は、2 ナトリウム型リン酸ジルコニウム中のナトリウムと遷移金属イオンとのイオン交換特性に関する報告であり、遷移金属イオンに対する選択性がほぼ 3 種（銅

と亜鉛、マンガン、コバルトとニッケル）に大別されることは興味深い。その要因について今後の進展が期待される。

No.30 の島津氏ら（千葉大・工）と No.31 の上松氏ら（千葉大・工）の発表は、触媒担体としてのヘクトライトへのインターカレーションに関する報告であった。前講演では、種々のパラジウム錯体の導入による層空間サイズは、アルキンの部分水素化選択性に影響を及ぼすことが述べられた。次の講演では、鎖長の異なるアミノ基の導入後、酢酸パラジウムを層間に固定化した層間固定化金属錯体触媒による水素活性を検討した結果、層構造が触媒過程に関与することが述べられた。また、この触媒の分子認識の可能性についても報告された。認識機能を有する材料開発が期待される。

No.32 の小野寺氏ら（東北工試）の発表は、28 面体型スメクタイトによる 200°C までの水熱条件下でのリチウムイオンの吸着に関する報告であり、耐熱性の高いリチウム吸着剤として使用可能であることが述べられた。午前中の発表では、高温、高圧下でのイオン交換に関するものが 2 件あり、無機イオン交換体の特長を生かす研究として今後が期待される。

第 1 日目と同様に 2 日目も雨であったが、朝からほぼ満席で活発な討論が行われ、大変有意義な研究会であった。お世話された実行委員長高井信治先生初め諸先生方に改めて感謝したい。

（山梨大学工学部：三宅通博）

【第 2 日午後】

2 日目の発表は、日本化学会の第 57 秋季年会の初日と重なったせいもあり、参加者数は時間が経つにつれて減りはしたものの、午後の発表も盛会で多くの参加者による活発な討論がなされ、本研究会に寄せる研究者の関心の高さがうかがえた。13 時から始まった午後の発表は、4 セッションから成り、途中 15 分間のコーヒープレークを挟み閉会までの約 4 時間の間に、それぞれ 6 件のイオン交換樹脂に関する発表と 8 件の無機イオン交換体に関する報告が、スパイラル方式で交互に行われた。

午後の第 1 セッションは、井上氏ら（佐賀大）のキトサン樹脂による金属の吸着 (33) でスタートした。この新規の交換樹脂は、バイオ新素材として注目されているキトサンにエピクロロヒドリンを架橋剤として用い樹脂化したもので、各種の 2 価、3 価金属イオンを吸着することから、今後、Ga(III) や In(III) な

どの稀少金属の分離や微量不純物の除去などへの応用が期待される。また、粒状イオン交換樹脂によるクラッド鉄除去性能のエージング効果 (34) と除去機構 (35) に関する 2 つの報告で、天野氏ら (東電, 東芝, NAIG, 荏原) は、除去性能とカチオン樹脂の使用年数との間に正の直線相関が成立することを示し、エージング効果とは、カチオン樹脂の不可逆膨潤によるクラッドの溶解、取り込み能力の増加に因ると推論した。これまで有機、無機交換体を問わず、エージングによるマイナス面だけしか考えていなかった筆者にとり、大変興味深い内容であった。

次のセッションでは、4 件の無機イオン交換体に関する発表があった。まず、谷沢氏ら (ライオン(株)分析センター, 山梨大) は、ステインの着色原因を明らかにする目的で、水酸アパタイトと鉄イオンの反応特性 (36) を調べたところ、酸性条件下においても鉄イオンが水酸アパタイト中に交換吸着することを見出した。このことは、系によっては酸性領域でもアパタイトの結晶構造が保持され得ることを示すもので、利用面のみならず生体関連分野においても多くの示唆を含む非常に重要な結果と思われる。一方、望月氏ら (山梨大) は、アパタイトの柔軟な構造に着目し、 PO_4^{3-} 基の一部を SiO_4^{4-} 基で置換することで、元のアパタイトと異なる交換特性をもつシリコアパタイト (37) を得た。組成変換による新機能性創製の研究として興味深い。続いて、東工大の阿部研究室のカーン氏、エルーナガール氏らによる無機イオン交換体に関する英語による 2 件 (38, 39) の発表があった。ともに同研究室がこれまでに蓄積してきている無機イオン交換体の体系化に資する質の高い研究であった。

第 3 セッションでは、3 件の交換樹脂に関する発表があった。片岡氏ら (阪府大, 京都工繊大) は、先に同氏らが開発した N-ベンジル-4-ビニルピリジニウム型樹脂によるアルキルベンゼンスルホン酸塩類の除去 (40) についての実用化試験結果を報

告したが、除去、溶解ともに好結果が得られ、実排水への適用が期待される。また、川口氏ら (神工試) は、電気透析の脱塩室に球状イオン交換樹脂を充填するといったユニークな方法で、それぞれの脱塩法のもつ欠点を見事に解決している (41)。宮崎氏ら (九大) は、イオン交換樹脂内部での錯形成反応 (42) といった難問に取り組み、イオン交換樹脂自身に錯生成反応を高める作用があることを周到かつ鮮やかな実験手法で示し、さらに、この錯化増進現象を架橋度との関連で定量的に説明した。

最終セッションでは、無機イオン交換体に関する 4 件の報告があった。吉村氏ら (山梨大, ワコーエンタープライズ) は、製紙スラッジ (PS) の機能性イオン交換体化 (43) について報告し、 PS-NaOH-SiO_2 系の水熱処理 (150~200°C) により、広い条件範囲で NH_4^+ 交換能を有する方沸石が生成することを示した。また、鈴木氏ら (山梨大, 山梨工技センター) による火山灰土壌を用いたリンイオン除去に関する報告 (44) は、この方法が十分に実用化し得るものであることを印象づけるとともに、同氏らの研究手法は、天然資源を活用する際の一つの手本となろう。研究会の最後は、阿部、神崎両氏ら (東工大) によるハイドロタルサイトに関する 2 件の報告であった。Cu を含むハイドロタルサイト様化合物の合成 (45) では、常圧下における上記化合物の水溶液系からの合成条件が、X 線回折、熱分析などにより詳細に検討され、さらに、各種の無機アニオンの選択性を明かとした。一方、神崎氏は、Mg-Al 系、Cu-Al 系の上記化合物への有機アニオンの交換挙動を炭素数の異なる飽和カルボン酸の場合について検討し (46)、溶媒の影響および層間でのカルボン酸の存在状態について報告した。両者の報告は、イオン交換能をもつ層状化合物の層間を二次元的な反応場として利用しようとする研究者にとっても大変興味深いものであると思われた。

(東北工業技術試験所：小野寺嘉郎)

〈編集局から〉

3 月 16 日 (木)、先進材料科学・技術研究会 (Advanced Materials Science and Engineering Society, 略称 AMSES) が創立された。会長堂山昌男 (名古屋大教授)、副会長宗宮重行 (帝京大教

授)、長谷川正木 (東大教授)。事務局 神奈川県川崎市高津区坂戸 100-1 (株) ケイエスピー (KSP Inc.) 内 電話 044(811)2001 FAX 044(822)0033