

早稲田応用化学会報

昭和57年3月 発行

早稲田応用化学会

巻頭言	夢追わず	1
	菅井 副会長	
総説	イオン交換膜法食塩電解技術の進歩	2
	上田 忠雄	
	イオン交換膜技術の進歩	8
	小淵 康利	
随想	境界を考える	13
	福島 健重	
トピックス	フロンティア軌道理論	14
	宮崎 智雄	
	「化学展」を終えて	15
	保坂 幸尚	
	全自動透析システムの開発	16
	酒井研究室	
研究室紹介	豊倉研究室（化学工学）	18
職場だより	〔東亜燃料工業株式会社	22
	〔東燃石油化学株式会社	
会員だより		26
クラス会	応化14日会	29
学生部会	応化展	30
旅		31
会務報告		32
「編集後記」		表紙 3

巻 頭 言

夢 追 わ ず

副会長 菅 井 康 郎



終戦の翌年、軍隊から復員して学部へ入学した時、最初の有機化学の時間に担当の武井助教授——後に病を得て早世されたが——からポリメリゼーション（重合）という新しい言葉を習って、さすがは大学だと内心得意になっていたのを思い出す。ところが、それから10年もたつたないうちに、幼稚園の園児でさえも、この重合を意味する「ポリ袋」とか「ポリばけつ」とかを平気で日常用語として使うようになった。これにはがっかりしたが、考えてみれば、私たちの分野である石油化学関連産業の技術革新がこんなにまで私たちの日常生活に変化をもたらしたといえよう。

その後の化学工業界のみならず、あらゆる産業界の技術革新による新製品の開発は、当の私たちも目を見張るものばかりだった。F2.8以上の明るいレンズ、小型トランジスタラジオ、カラーテレビ、新幹線、電車……、どれをとっても、それが出現した時の驚きを忘れることができない。こうして私たちの生活はうるおい、日本は高度成長の時代に入ったことはご存じのとおりである。

ところが、80年代の現在は口を開けば技術革新の時代とはいふものの、エレクトロニクスとそれに関連する機械分野以外は、もはや行き着く所まで到達したという感が深い。どの産業でもこれ以上の大きな進歩発展はないと思っている。わが化学工業界も決して例外ではないことを銘記すべきであろう。私の会社は和歌山市で染料料の中間体を専門に製造している中企業だが、ご他聞に洩れずここにも不況の嵐が吹き捲っている。特に輸出部門はすっかり国際競争力を失って、米国市場を席卷していたかつてのわが社の花形商品も、いまではすっかり色褪せた感じである。これも高度成長時代の高いツケが回って来たものと思っている。

話題を転ずるが、私は20年近くの前を買い替えて、某先生主宰、地元の新聞社協賛の「川柳初歩教室」の選者を頼まれている。月一回の開講に、主としてお年寄りの生徒さん方が醸し出す和気あいあいの雰囲気は、なかなか楽しいものだ。先日今年の干支にちなんで「犬」という宿題を出したところ、秀作ではないが

野良犬ももとはペットのなれの果て

というのがあった。主人が転居して置き去られた犬を詠んだのだろうが、「なれの果て」では夢がなさ過ぎるとして

野良犬がもとのペットの夢を追う

と訂正して採用した。これはあくまでも詩的に、そしてリリカル（叙情的）に添削をしたものだが、実は私の真情としては、私自身への戒めとして

野良犬がもとのペットの夢追わず

としたかったところである。

いま私たちはぬくぬくとした高度成長のペットの時代から一転して不況の嵐の吹きすさぶ戸外へ放り出された野良犬である。生きてゆくためには、いたずらに過去の夢を追っているわけにはゆかぬ。餌を探さねば餓死するのみである。ゴミ箱を漁っても遅く生きてゆかねばならぬ。こんな心境で餌を漁っている昨今である。一企業者の苦衷をご理解いただければ幸いである。

（スガイ化学工業株式会社社長・本会関西支部長）

総 説

イオン交換膜法食塩電解技術の進歩

上 田 忠 雄



はじめに

わが国の塩素、アルカリ製造プロセスは水銀環境汚染問題に端を発して、48年末からこれまでの主流であった水銀法から隔膜法へと転換を余儀なくされ53年末に第1次転換が終了した。現在か性ソーダ生産量（54年約321万t/年）の約67%が隔膜法で生産されている（約215万t/年）。

この製法転換が行われようとする1972年に Dupont 社が Perfluoro carbon を骨格とする陽イオン交換膜 Nafion[®] を発表し、以来これを電解用隔膜として使用するイオン交換膜法（1M法と略す）プロセスの開発が、わが国でも積極的に進められ、今や水銀法、隔膜法に対し第三のプロセスとして成長した。1M法は水銀問題、製品品質問題を解決するばかりでなく、設備投資の節減、省エネルギープロセスとして、前二法より優れており、1985年を目標とする第2次転換のプロセスとして、また隔膜法から1M法への変換を含めて、今後の塩素、アルカリ製造プロセスの主流となることに間違いない。

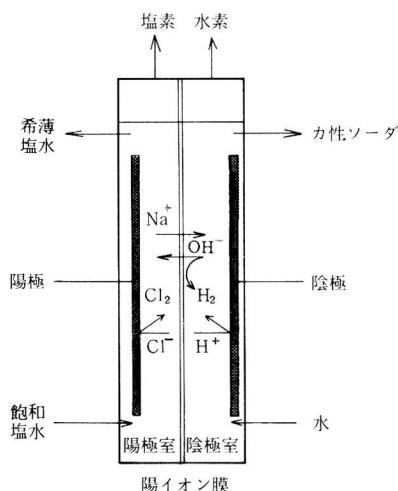
さて本稿では、1M法技術、そして1M法を中心として開発されている新しい技術について現在の姿を紹介し今後の方向を考えてみたい。

1. 1M法プロセスの概要

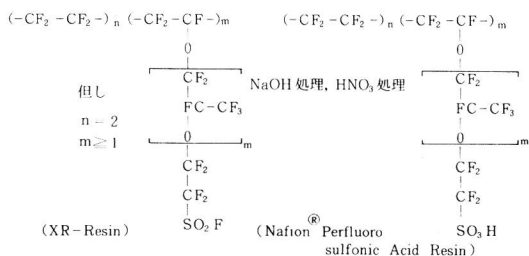
1M法の電解システムは第1図に模型的に示すように陽イオン選択的透過性膜（以下膜と略す）で陽極室と陰極室に仕切り、飽和塩水を陽極室に、水を陰極室に供給しながら電圧を印加すると塩素イオンは陽極で放電し塩素ガスとなって放出され、ナトリウムイオンのみが膜を通過して陰極室に運ばれ、陰極室内で水が分解して生じた水酸イオンと反応してか性ソーダとなり、同時に陰極面から水素イオンの放電による水素ガスが発生する。陰極室に注入する水の量を調節することによって、所定濃

旭電化工業株式会社技術部参事，工学博士（東京大学）。

昭和26年3月早大理工学部応用化学科卒業（旧制32回）



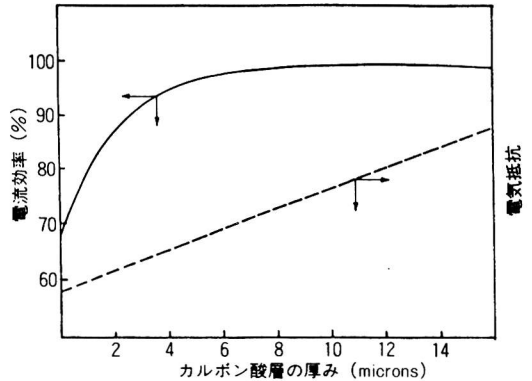
第1図 1M法システム模型図



第2図 Nafion[®] レジンの構造

度（工業的にはNaOH=20～35wt%）のか性ソーダを取り出す方法である。第1図に示した単一電解槽を普通“Unit cell”と呼び、工業電解槽ではこの“Unit cell”を幾つもフィルタープレス型に連結して多室型電解槽（Stack cell）に構成して運転する。1M法の電解性能に関係する諸因子の中で、特に使用する膜の性能が基

本であって、(1)高濃度のか性ソーダを高い電流効率で得られること、(2)電気抵抗が小さいこと、(3)化学的ないし機械的にかつ長期間にわたって安定であること等が要求される。今日広く使用されている膜は1972年に開発されたDupont社 Nafion[®] に代表される Perfluoro carbon Polymer を骨格とするものである。Nafionは当初宇宙衛星の燃料電池用に開発され Perfluoro sulfon 酸型の膜であった。この構造は第2図に示すように Tetrafluoro ethylene (TFE) と Perfluoro sulfonyl ethoxy vinyl ether (PSEPEVE) と共重合で X R レジンを原料とし、これをフィルム状に熔融成型したのち、加水分解して Sulfone 酸型の交換基としたレジンである。この Sulfone 酸型の膜はたしかに水和ナトリウムイオンに対する透過性や塩素ガスに対する耐久性に優れ、食塩電解用隔膜として要求をある程度満たすものであったが、交換基が強酸性であるため、陰極で生成するか性ソーダの濃度が高くなると、陰極室から陽極室に向かって水酸イオンの逆透過が著しくなり、陰極電流効率が低下する欠点があった。その後この問題に対していろいろと工夫改良が行われ、アルカリ側に面する表面の Sulfonyl fluoride を Ethylene diamine, Methyl amine によって Sulfonamide としたバリヤー層を設けて電流効率低下を防ぐ膜も開発された。一方わが国においても、1972年 Dupont 社の発表後、1 M 法プロセス及び膜に関する研究開発が各社によって積極的に進められ、中でも旭化成、徳山曹達及び旭硝子の三社では Dupont 社膜の改良や独自に膜を合成成膜するなど、また工業的規模による実証運転をも行ってそれぞれのプロセスを完成させた。Dupont 社においても、Diamond Shamrock 社との



化学処理により製造されたパーフロロカルボン酸とスルホン酸の2層膜のCOOH層の厚みと電流効率、電気抵抗の関係

第3図

共同で、さらに高性能の膜の開発が進められ、今日では旭化成 Aciflex、徳山曹達 Neosepto-C、旭硝子 Flemion、Dupont 社 Nafion 901、905 と呼ばれる膜が開発されている。これらの膜はそれぞれに特徴をもったものではあるが、共通する点は① Perfluoro carbon polymer であること、②交換基として、必ず Carbon 酸の弱酸基か、あるいは Sulfone 酸基と共存させていることで、例えばアルカリ側に対向する膜の表面 5～10 μ 程度の厚みを Sulfone 酸基から Carbon 酸基に変換して複合膜構造とし、水酸イオンの逆透過を防いで高電流効率を確保し、強酸性である Sulfone 酸基によって電気抵抗を小さく保ち、高電流密度の運転を可能とするように工夫されている。(第3図)

第1表 メーカー別 1 M 法の性能比較 (カタログ公表値)

メーカー		旭 化 成	旭 硝 子	徳 山 曹 達	Diamond Shamrock
電 槽	セルの型式	複 極 式	単 極 式	複 極 式	単 極 式
	電流密度 (A/dm ²)	40	20	25	30
	膜 面 積 (m ²)	2.7	2	2.7	1
	セル数 (セル/スタック)	100 (37t/日)		10～90 (25t/日)	
運 転 条 件	温 度 (°C)	90	90	90	85～90
	か性ソーダ濃度 (%)	21.6	35	27.5	33
	塩水分解率 (%)	60～70	50	40～50	
性 能	ユニットセル電圧 (V)	3.49	3.50	3.5	3.45
	電流密度 (A/dm ²)	40	20	25	30
	電流効率 (%)	93	95	94	95
	*電解電力 (DC・KWH)	2,515	2,500	2,496	2,470
	O ² /Cl ₂ (%)	0.5		0.5	0.5～3.0
	NaCl / 50% NaOH	50	30		40

* 電解電力については昭和55年、電気化学協会ソーダ工業技術討論会(於京都)で、旭化成 2,200、旭硝子 2,300、徳山 達 2,320 の値が報告され、また Diamond Shamrock も 1981 年には 2,220 を目標としているという。

第2表 水銀法、隔膜法、1 M法 プロセスの全所要エネルギーの試算

(NaOHt 当り)

諸 元	方 法	水 銀 法	隔 膜 法	I M 法	備 考
平均セル電圧 (V)		4.5	3.45	3.2	電流密度 水銀法 120 A/dm ²
電 流 効 率 (%)		97	96	94	隔膜法 25 "
電 解 電 力 (DC) (KWH)		3,108	2,408	2,300	I M法 40 "
電 解 電 力 (AC) (KWH)		3,172	2,457	2,347	変換効率98%とする
動 力 (")		80	210	95	
蒸 気 (")		25	650	200	1t 蒸気=200 KWH
合 計 (")		3,277	3,317	2,642	

以上のような開発を経て、今日各社が公表している 1 M法プロセスの性能を比較すると第1表のようになる。各社共電解槽、運転条件などに相違があるけれども、電解に消費される電力原単位は約 2,500 KWH/tNaOH 前後であり、さらに 2,200 ~ 2,300 KWH/tNaOH にいずれも低減されつつある。そして 1 M法の現状水準でプロセス全体に必要とするエネルギーを水銀法、隔膜法と対比して試算すると第2表のような値になる。これから判るように 3つの方法の中では 1 M法がもっとも省エネルギー化されたプロセスであるといえる。

2. 1 M法を中心とする新技術の展開

先に述べたように 1 M法は1972年以来急速に開発され今や新しい工業的製法として注目されるに至ったのであるが、さらに次の段階の技術水準に向けて数々の新技術の展開が進められている。次項以降、これらの新技術を中心に考察を加えて行く訳であるが、技術開発を指向する目的は、いずれも電解消費電力をさらに低減化させることにあり、先の 1 M法では陽イオン膜の開発が主導的であったのに対し、材料開発及び電解槽の工学的設計が主体となっている。

一般に食塩電解における電解消費電力は次式により計算される。

$$E = \frac{26.8}{40} \times \frac{V}{\eta} \times 100,000 = 670 \times \frac{V}{\eta} \times 100 \quad (1)$$

E : NaOHt 当りの所要電解電力 [KWH/tNaOH]

V : 槽電圧 [Volt]

η : 電流効率 [%]

電解電力 E を低くするためには、槽電圧 V を小さく、電流効率 η を大きくする必要があり、先に述べた Nafion を代表する膜の開発が、いずれもこの考え方で進められたことは既に述べた通りである。そこで高性能の膜が与えられて、さらに E を小さくするためには、槽電圧 V が小さくなるように何等かの工夫をする必要がある。一般に槽電圧 V は次式により構成されるから、膜によって与

$$V = E_0 + E_m + I(R_m + R_e) + \pi_a + \pi_c \quad (2)$$

E_0 理論分解電圧

E_m 膜電位

I 電流

R_m 膜抵抗

R_e 溶間抵抗

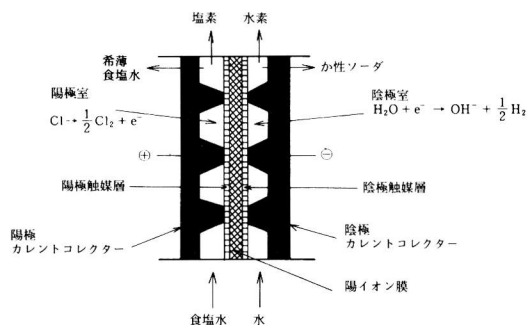
π_a 陽極過電圧

π_c 陰極過電圧

えられる特性値 (E_m , R_m) 以外で操作し得る要因は R_e , π_a , π_c , 及び E_0 である。次項から述べる SPE 法, Zero Gap 法は R_e に対し、活性陰極は π_c に、そして酸素陰極法は E_0 に対して、それぞれ電気化学的ないし電解槽工学的に検討工夫を加え、より低電圧でなし得る食塩電解システムを新たに開発することを目的としているのである。

(1) S P E 法

S P E 法という語は、電気化学反応系に水溶液電解質でなく高分子電解質を使用すること由来し、Solid



第4図 S P E 法食塩電解

Polymer Electrolyte 法の略でS P Eにはイオン交換膜が使用され、一般には溶媒（特に水）を含浸している。

S P E法電解技術は1958年頃よりG E社により宇宙開発用の水電解槽と開発が始められ、今日でも効率の高い水電解槽として重要視されている。またこの他の分野一塩酸電解、水素ガス濃縮、ガスセンサー、有機電解酸化還元などに研究開発が進められている。食塩電解に対する応用開発は1976年からG E社とイタリアのDeNova社の共同で進められている。

S P E法による食塩電解の方法を第4図に示した。S P Eである陽イオン膜はNafion[®]で、その両側の表面には陽極触媒活性層と陰極触媒活性層がほどこされ、これらと機械的接触による集電体（カレントコレクター）で圧着されている。先の第1図の1 M法と比べて構造上の大きな相違は電極の膜に対する位置であり、S P E法では電極と膜とが一体化されていることにある。従って実質的に両極間の溶液抵抗 R_e は零となり、両極間にまたがる抵抗は R_m のみとなっている。このようにS P E法化することによる効果として、概略次の4点を指摘することができるであろう。

- ① 膜一電極の一体化により溶液抵抗がほとんどなくなる。
- ② 一体化した電極は触媒活性の高いもので、両極での過電圧（ π_a , π_c ）が極めて低い。
- ③ 膜一電極の一体化したものを集電体により圧着保持するので、従来1 M法で採用されている膜のバックキングが不要となり、その分だけ膜抵抗（ R_m ）も下げうる。
- ④ 触媒活性電極が膜に均一に結合するため膜に流れる電流の分布が均一化される。

1979年にイタリアのベニスで開催されたDeNora Sy-

第3表 S P E法食塩電解槽の電圧収支
(単位：V)

	S P E法	I M法
理論分解電圧	2.2	2.2
電極・集電体オーム損	< 0.1	< 0.1
触媒電極オーム損	0.1 ~ 0.3	—
膜オーム損	0.5	0.5
電解液オーム損	0.0	0.6 ~ 0.8
陰極過電圧	< 0.1	0.2 ~ 0.4
陽極過電圧	< 0.1	0.1
槽電圧	3.1 ~ 3.4	3.8 ~ 4.1

実験条件： イオン膜：Nafion[®] 315
電流密度：32.4 A/dm² 温度：80~90℃
取得か性ソーダ：15%

mposiumでCoker等の報告によると、1 M法とS P E法による槽電圧収支の内訳は第3表のように与えられている。Cokerの実験に使用されている膜、Nafion[®] 315は低か性ソーダ取得を目的としたもので、ソーダ転換用としては必ずしも十分なものでなく、1 M法の槽電圧自体高い値を示している。しかし同一条件でのS P E法の電圧はたしかに0.6 ~ 0.7 V程下がっており、先の①②の効果が大きく表われている。現在DeNova社では正式な公表はなされていないが、S P E法によるパイロット規模による実証運転が行われている。

S P E法の技術的な特徴である、膜表面に接合されている触媒活性層の電極と集電体（カレントコレクター）については、いろいろと研究が報告されている。

電極となる触媒活性層を膜に接合する方法には、大きく分けて乾式法と湿式法があって、乾式法はG E社によって開発された方法である。陽極側となる活性層は白金族金属の中、Pt、Ru、Irの還元酸化物、特にRuを基体とした(Ru-Ir)酸化物、(Ru-Ir-Ti)酸化物の二元系及び三元系混合物を熱安定化したものが使用されている。陰極側も同様であるが、多くはPt黒が使用されている。湿式法は大工試、京大で研究されている方法で、無電解メッキの手法を応用して、陽極側の触媒活性層にIrを、陰極側にはPtあるいはNiなどの遷移金属を接合している。

集電体は膜表面の触媒活性層に圧着して、外部の陽、陰導体から効率よく給電、集電するための電導体であるが、陽極集電体には、触媒活性電極よりも塩素過電圧の高いPt被覆のNbスクリーン、Ruの酸化物被覆のTiスクリーンなどが使用されている。陰極集電体も同様の考え方により、Niあるいは黒鉛材が使用されている。

以上のようにS P E法は1 M法に対して電流効率よりは槽電圧の低減を意図したもので、現段階では小実験ないしパイロット規模による試験途上の技術であって、工業装置に発展させるためには、電槽構造、スケールアップのための工学的諸問題の解決が求められている。

(2) Zero Gap 法

Zero Gap法というのはS P E法と同様の考え方で、1 M法における溶液抵抗損（ R_e ）をできる限り零にしようとする手段である。 R_e による電圧損失を抑える方法は膜と電極を密着させることにあるが、電解槽内で発生するガスの挙動は日根らの研究で知られているように、電極近傍の気泡抵抗、境膜抵抗に由来する電圧損失は電極と膜との間を流れる電解液の線速度や、電極背面の液の流れによって著しく左右される。一般に電極を膜に接近させると、 R_e による電圧損は減少するが、ある距離以下に近接させると、逆に気泡抵抗による電圧損が顕著に

表われて、槽電圧が上昇することが認められている。そしてこれまでの1M法に関する知見から、電極から発生している塩素ガス、水素ガスの中、陰極側で発生している水素ガス気泡は周囲の高濃度のか性溶液のため、気泡が細かく分散し、電極面からの放散が悪く、また膜面に付着して、気泡抵抗が思いのほか大きいということである。このような状況の下で、電極を膜に密着させて電圧損を低減させる手段として、現在次の三つの手段が発表されている。

- (i) 膜の両面に非電導性で多孔性無機物薄層を設けて電極を圧着する。
- (ii) 膜面（特に陰極側）を機械的手段により粗面化とし、電極を圧着する。
- (iii) 電極形状と電解室の構造を工夫し、攪拌効果を高めて圧着する。

この中i)の方法は1981年旭硝子からAZEC法と名付けられ公表されている。現在同社千葉工場で実証試験が行われているが、実験室データによれば、35%か性ソーダ溶液を製造する場合、40 A/dm²で槽電圧3.0～3.1 V、電流効率93～94%の（従って電解電力2,257 KWH/tNaOH）成績で運転できるといわれている。

(3) 活性陰極

この研究開発は先の(2)式の π_c による電圧損を抑えることを目的とするものである。普通隔膜法や1M法で使用されている陰極材料は鉄である。鉄陰極の水素過電圧は第3表にもあるように0.2～0.4 Vと実測されている。一方鉄陰極に対応する陽極の塩素過電圧(π_a)は、今世紀の技術革新の一つともいわれるDSE[®] (Dimensional Stable Electrode)を代表するチタン表面をRu OxideやPd Oxideで被覆した金属陽極が開発され、すでに水銀法から1M法に至るまで工業的に実用化されている。この金属陽極の π_a は0.03～0.05 Vと実測されている。そこで陰極における π_c が π_a と同様に0.1 V以下に切下げることができれば、現状の1M法の槽電圧をさらに0.3 V近く低減させることも可能となって来る。

現在研究開発が進められている方法を分類してみると、① 従来から使用されている基体金属の表面を活性物質によって修飾する。 ② 基体金属自体を低過電圧の材料に取り換える。 ③ 陰極液中に触媒となる物質を添

加するなどである。これらの方法の中で実用かつ経済的方法として考えられるものは①の方法である。①の基体金属の表面を修飾する手段としては

- 1 基体金属表面を機械的に活性化する。
- 2 表面に活性金属の酸化物層を形成させ修飾する。
- 3 電気鍍金法ないし無電解鍍金法によって表面を修飾する。
- 4 熱分解法により表面を修飾する。
- 5 火炎、プラズマ熔射法により修飾する。

などが検討されている。

旭化成、旭硝子、徳山曹達、昭和電工、PPG、ICI、Diamond Shamrock 等で隔膜法、1M法、水電解の技術開発と関連して鋭意研究が進められているが、これらのうち、1980年に公表された徳山曹達の開発したLH-OC電極（Low Hydrogen Overvoltage Cathode）は、すでに1M法と隔膜法の実用電解槽に装着され長期間にわたって運転されている。LHOC電極は第4表に示すように、従来から使用される軟鉄の表面を、過塩素酸でエッチングした後、Cu + Ni、あるいはNiを電気鍍金法で、さらにPtを熱分解法で被覆したもので、1M法の実用電槽の運転条件の下で0.1～0.2 Vの陰極過電圧を与えるという。

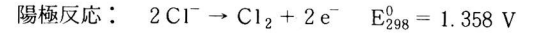
活性陰極が工業用電極として実用化されるための基本的条件として、電極表面の電気化学的特性だけではなく、①高温高アルカリの状態で、長期間にわたって物理的ないし化学的にも安定であり、②電解槽の組立解体時の機械的な衝撃を受けても脱落し難いこと、③電解槽の停電時に起る逆電位現象あるいは送電時の電圧ショックなどに対する電氣的安定性などが要求され、これらの条件を満たした上で経済的に安価であることが望まれる。

(4) 酸素陰極

食塩電解の陰極側に酸素陰極を導入しようとする考え方は、先の(2)式の E_0 理論分解電圧をさらに低減させようとするものである。

すなわち食塩電解の水素陰極反応に替って、酸素（実際には脱炭酸空気）でこれを減極するシステムで、これまでの食塩電解システムと比較すると、

通常の食塩電解



第4表 LHOC電極の性能 (1M法実用電槽による)

No.	製 法		運 転 条 件			過 電 圧
			電密 A/dm ²	NaOH%	温度 °C	
001	前処理	Cu + Ni 電気メッキ	20～30	20～30	85	900日後0.1 V
013	過塩酸	Ni 電気メッキ	"	"	"	360日後0.15 V
552	"	Ni 電気メッキ + Pt 熱分解法	"	"	"	250日後0.22 V

陰極反応： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

$$E_{298}^0 = -0.828 \text{ V}$$

総反応： $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$

$$E_{298}^0 = 2.186 \text{ V}$$

陰極に酸素を導入して減極した場合

陰極反応： $\text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$

$$E_{298}^0 = +0.401 \text{ V}$$

総反応： $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$

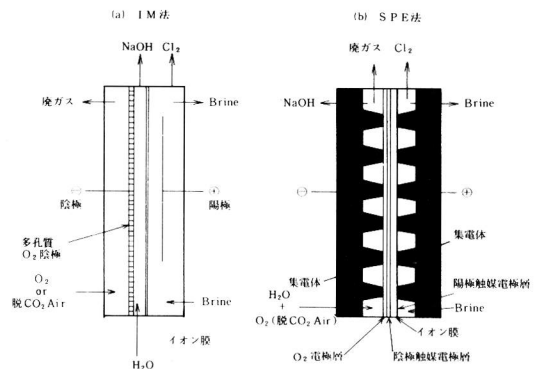
$$E_{298}^0 = 0.957 \text{ V}$$

となり、通常の食塩電解の理論分解電圧 2.2 V を 0.96 V に抑えることができることになる。この電解システムについては1964年 Juda, 筆者らによって、すでに提案されたものであるが実用にたえる酸素電極がなかったからである。今日アポロ宇宙開発やスペースシャトル計画に関係して酸素燃料電池の技術が向上し、活性度の高い酸素電極が開発され、この電解方法がにわかに登場するに至ったのである。

1 M法や先の S P E法にこの酸素陰極を組み込んだ場合の電解槽は第5図に示すように、1 M法の場合は(第5図a)膜に近接して酸素電極おき、膜の反対側にガス室となる空間部を設け、この部分に酸素または脱炭酸空気を送り、電解液中に吹き出さない範囲でガス圧を調節しながら電解を行なう。S P E法の場合(第5図b)には膜と結合している陰極触媒電極層それ自体を酸素陰極とするか、あるいは電極層の外側に酸素陰極となり得る活性物質層を設けて、膜と一体化し集電体で圧着する。酸素は水と一緒に陰極室に供給され、ガス室は特に設けない。陽極側は先の S P E法の構造と変らない。

さて1 M法及び S P E法酸素陰極電解槽の槽電圧については発表されている例が少なく、ある程度推定せざるを得ない。ただ先に示した分解電圧 0.957 V については、Yeager によれば陽極液に15%食塩水、陰極液に30%酸性ソーダ、1 atmの空気 85°Cの条件における実測値として1.08 Vと報告されている。また酸素陰極の O_2/H^+

第5図



第5表 1 M法 S P E法酸素陰極の槽電圧

	1 M 法 O ₂ 陰極	S P E法 O ₂ 陰極
電流密度 (A/dm ²)	30	32.3
分解電圧 (V)	1.08	0.957
陽極過電圧 (V)	0.1	0.142
陰極過電圧 (V)	0.4	0.901
陽極液オーム損 (V)	0.2	0.
陰極液オーム損 (V)	0.2	0.
イオン膜 (V)	0.5	0.7
槽電圧 (V)	2.5	2.7

の過電圧は現在の水素/酸素燃料電池の性能からすれば0.3～0.5 V程度であることを考慮に入れて推定したのが第5表である。先の第3表と比較して判るように S P E法で約0.4～0.7 V、1 M法で約0.6～0.9 Vの槽電圧低下が期待できる。

現在酸素陰極はアルカリ型水素/酸素系燃料電池の電極に開発されている。しかしこれらを食塩電解槽にそのまま適用することは不可能である。例えば燃料電池の電流密度は純酸素を用いて10～20 A/dm²であり、食塩電解では不十分である。燃料電池の電極の大きさは最大10 dm²位であり、食塩電解用に小さすぎる。

米国では Diamond Shamrock 社が Dr Yeager の協力を得て、1 M法酸素陰極について積極的に開発を行っている。日本でも日本電池を始め、二、三の電池メーカーが、ソーダ会社と共同で、研究開発が進められていると聞く。これから5年位先には新しい技術として注目されるに違いない。

あとがき

以上イオン交換膜法と、この技術を中心として、さらに研究開発が進められている新技術を中心に述べた。紙数の関係で電解槽の構造、電解槽設計上の工学的諸問題等については割愛せざるを得なかった。また本稿をまとめるにあたっては数々の参考文献、特許を引用したが、詳細は次の文献にも記載されているので参考にして頂きたい。

1. 電気化学協会ソーダ工業技術討論会要旨集
第4回(1980年)第5回(1981年)
2. 電気化学協会第22回電気化学セミナー(1981年
7月)電気化学の最近の進歩
3. 化学経済 No.1, 89(1982)
4. " No.2, 11(1982)
5. 日本ソーダ工業会 ソーダ工業技術研究会資料
(1981)

イオン交換膜技術の進歩



小 淵 康 利

1. まえがき

近年における膜分離技術の発展は、めざましいものがある。現在、工業的規模で実用化されている膜分離技術には、電気を駆動力とする電気透析・電解透析、圧力で水と懸濁物・コロイド・イオン等を分離する精密濾過法・限外濾過法・逆浸透法、更には濃度差を駆動力とする拡散透析法等があり、これらのプロセスは、相変化を伴わない近年のエネルギー高騰時代にマッチした分離技術として着実な進歩をみせている。

本稿では、これら膜技術の草わけともいえるイオン交換膜技術実用化の現状及び今後の展開について紹介したい。

なお、イオン交換膜及び利用技術に関しては優れた成書^{1) 2)}・総説^{3) 4)}等があるので、本稿の不備を補って戴きたい。

2. イオン交換膜技術発展の経緯

イオン交換膜開発の歴史は長く、そのスタートは1925年 Michaelis のコロジオン膜の研究に始まるとされている。その後1950年の W. Juda, W. A. McRae らによる合成イオン交換膜の発表を契機に、膜技術の開発研究が活発に行われて来

た。その研究の方向は、欧米では、脱塩技術を中心に進められた。

わが国においては、ソーダ工業における戦後の工業塩輸入難に端を発し、海水濃縮による工業塩の製造を目標に開発が進められた。

1960年代に入り性能の優れた重合系イオン交換膜が開発されるに及んで、海水濃縮技術は飛躍的進歩を遂げ、その成果は1960年代後半から1970年代前半にかけて、塩業の膜法製塩への全面転換として実を結んだ。

一方では、この海水濃縮技術をベースに膜利用技術の開発・実用化も平行して行われ、1970年代に入って、塩水の淡水化・分離精製・有価物の回収等の分野で盛んに実用化が進んで来た。

このような背景から、わが国のイオン交換膜技術は世界のトップレベルにあり、膜生産量の大半を賄っている。

そして、イオン交換膜及びその利用技術の進歩は、拡散透析法による硫酸・塩酸更には硝酸の回収⁵⁾、それぞれの特徴を生かした逆浸透或いは限外濾過と電気透析との組合せプロセス⁶⁾、電解隔膜として利用する有機物の電解還元・酸化プロセス⁷⁾、省エネルギーをめざした高温電気透析と、その用途は益々広がっている。

又、イオン交換膜技術発展のベースとなった海水濃縮技術も、近年における一価イオン選択透過

徳山曹達(株) IEMプロセス開発部課長
昭和35年早稲田大学理工学部 応用化学科卒業
(新制10回)

性膜の性能アップ、透析技術のレベルアップは著しいものがあり、現在、省エネ型電槽への転換が始まっており、当初の目標である工業塩の自給も夢ではない所まで到達している。

更に従来のスチレンージビニルベンゼン系膜から、パーフロカーボン系膜が出現するに及んで、食塩電解工業の分野においても、イオン交換膜法電解技術が、水銀法・隔膜法に代替するプロセスとして転換が進みつつある。

3. イオン交換膜及びその用途^{3) 4)}

現在、工業的に用いられているイオン交換膜は、その大部分がスチレンージビニルベンゼン共重合体をベースとする均質膜で、スルホン酸基又は四級アミン基等の強解離性基を固定基としており、機械的強度・寸法安定性を持たせるために、PVC・PP等の合成繊維布を補強材として使用している場合が多い。

その用途は、原理的には、電気エネルギーを用いる電気透析法・電解透析法、溶質の濃度差を利用する拡散透析法に大別され、その代表的用途は第1表に示す通りである。

第1表 イオン交換膜の主な用途

電気透析法	海水濃縮（製塩）
	塩水の淡水化
	産業廃水・下水の脱塩再利用
	メッキ廃液から有価物回収
	有機物と無機塩の分離 （糖類・アミノ酸・ホエー等の脱塩・精製）
拡散透析法	有機酸の精製・濃縮回収
	写真現像液の再生
	各種鉍酸廃液から酸の回収 （HCl・H ₂ SO ₄ ・H ₃ PO ₄ ・HN O ₃ 等）有機合成プロセスにお ける脱酸精製
	電解透析法
電解透析法	食塩電解
	有機物の電解還元・酸化 （マレイン酸からコハク酸の製 造・蔞酸の電解還元等）
	有価金属の電析回収

4. イオン交換膜の工業的利用

4.1 海水濃縮

海水濃縮いわゆる膜法製塩は、「白い革命」とも呼ばれ、1970年前後における国内塩田の膜法製塩への全面転換以来、今日までのイオン交換膜及び透析技術の進歩はめざましく、現在、省エネタイプの電槽に転換が進められている。膜法製塩はイオン交換膜市場の大半を占めており、現在、徳山曹達・旭硝子・旭化成の膜メーカー3社のライセンスよりなる7工場が稼動し、年産120万屯の食塩を製造している。

現在、転換の進みつつある新型電槽は、従来の電槽に比べて

- (i) 電力原単位の大幅な低減
- (ii) 生成かん水濃度の大幅なup
- (iii) 大型化による1槽当りの生産量増加
- (iv) 膜性能の著しい向上
- (v) 薬液洗滌技術の向上

等の改良がなされており、これに伴い海水の前処理も、砂濾過2段処理・砂濾過或いは凝集砂濾過＋カートリッジフィルター等の多段処理が必要となり、又、運転も高度な技術が要求される。現在、崎戸製塩・内海塩業・讃岐塩業・錦海塩業等で新型電槽への転換が進められている。参考までに57/3月に当社（徳山曹達）の納入予定である讃岐塩業向新電槽の概要を第2表に示す。

第2表 TSW-200B型電槽仕様及び性能

項 目		
設計仕様	膜 種	ネオセプタ CIM-AIOKS
	膜組込対数（対 / 槽）	3, 200
	通電面積（m ² ）	2
	電流密度（A/dm ² ）	3. 3
	海水温度（℃）	25
性能	生産能力（T-NaCl / 年・槽）	26, 000
	かん水濃度（NaCl g / l）	200
	透析用電力原単位 （KWH/T-NaCl）	210

透析性能も、これまで濃縮かん水中食塩含量：180 g/l，電力原単位：300 KWH/T-NaCl 程度であったが，新電槽では，第2表の如く，約30％程度のエネルギー消費量の節減が計られている。

そして，透析技術の改良も更に進められており，かん水濃度 200～230 g/l，電力原単位 150 KWH/T-NaCl の可能性も出て来ており，工業塩自給も夢ではない所まで到着している。

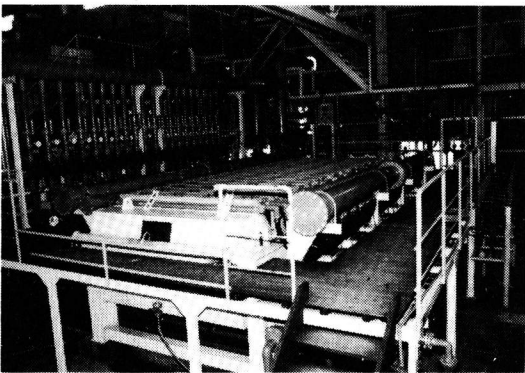


写真1 56/9月納入電槽（讃岐塩業1号機）

4.2 塩水の脱塩（淡水化）

電気透析法による脱塩プロセスは，わが国では，離島の飲料水製造⁸⁾，工場廃水の三次処理⁹⁾，ボイラー用水・下水の三次処理等に実用化されて来た。塩水脱塩の競合技術には蒸発法・逆浸透法・冷凍法等があり，電気透析法は1,000～5,000 ppmの塩水脱塩に適している。第3表に国内メーカーの設置した脱塩設備一覧表を示す¹⁰⁾。参考までに工場廃水の脱塩再利用の実例を写真2，3に示す。写真2はアルミサッシ工場廃水6,000 m³/D

の再生利用の例であり，国内で最大級の脱塩プラントである。写真3は中規模の工場中和排水の脱塩回収装置である。

海水淡水化の分野においては，大型装置は蒸発法，中小型は主として逆浸透或いは電気透析装置が実用化されている。電気透析法は，電気エネルギーを使用して脱塩するために，海水のように塩濃度の高い原水を淡水化する場合，エネルギーコストは必然的に大となる。

近年のエネルギー高騰時代に対処するため，当社では省エネ型電槽を開発し，電力原単位を従来の15～20 KWH/m³から8 KWH/m³までdownする事に成功している¹¹⁾。これは脱塩方法を従来のバッチ式からワンパス方式に改良し，適正な印加電流の採用・フローが極めてシンプル・通電面積1.6 m²の大型電槽等の特徴をもつ。

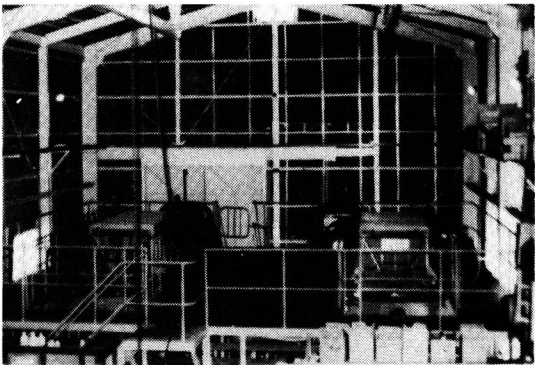


写真2 アルミサッシ工場廃水処理装置

第3表 国内メーカー脱塩設備設置実績

	国 内			国 外		
	容量	プラント 数	基数	容量	プラント 数	基数
蒸 発 法	34,000	27	28	2,882,000	103	236
逆 浸 透	104,000	368	399	57,000	51	61
電気透析	42,000	47	77	18,000	25	30
冷 凍 法	65	3	3	—	—	—
計	180,000	445	507	2,957,000	179	327

(注) 1981年1月現在 (容量 m³/日)

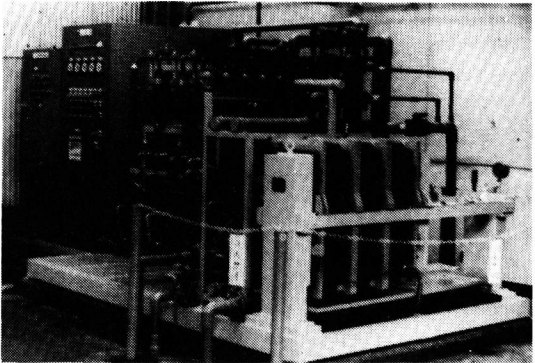


写真3 中和排水脱塩装置

近年、太陽熱を利用した高温電気透析の研究も盛んに行われており、この省エネ型装置を用いて 50℃の海水を淡水化する場合、電力原単位は 6 KWH/m³ まで低下する。今後、高温電気透析は期待のもてる分野である。

4.3 その他の応用

イオン交換膜の用途は益々多様化しており、その特性を生かして食品・医薬品・メッキ工業等の分野を中心に受注が増加している。食品分野においては、チーズホエー・果肉エキス・魚貝類エキス・糖液・醤油等の脱塩装置が、また医薬・メッキ分野では、医薬品中間体の分離・精製、有機酸の回収、Ni・Zn・Sn 等有価物の回収等に利用されている。

またイオン交換膜電解への応用プロセスも、有機電解・金属の電析回収並びに溶解その他多くの分野に利用され、更に弗素系膜の出現によって、時代の脚光を浴びている食塩電解への応用を中心に用途が広がって来た。

今後、より一層の膜性能up、膜種の多様化等により、その特性を生かした応用分野が増加すると思われる。

参考までに、写真4に、雪印乳業(株)に納入したチーズホエー脱塩装置を示した。従来のIER法に比較して処理コストが小さい事、運転管理が容易である事が特徴である。

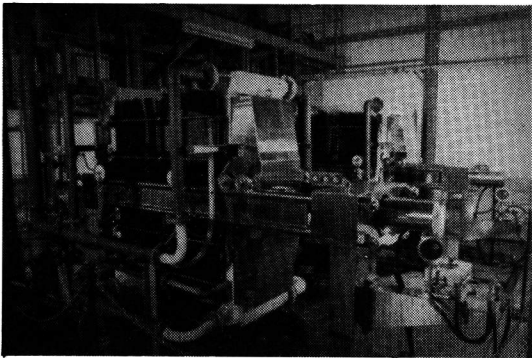


写真4 チーズホエー脱塩装置

4.4 拡散透析⁵⁾

拡散透析法は、溶液の濃度差を利用して溶質の

分離を行なうもので、エネルギーの殆ど不要な分離法である。工業的には金属のエッチング廃酸、銅板・ステンレス等のピッキング廃酸、アルマイト加工廃酸、有機合成プロセスにおける酸の分離、その他各種廃酸の処理に適用されており、その大部分が、硫酸及び塩酸の回収である。写真5に、1981年K社に納入した処理能力 100 l/h の硫酸回収装置の例を示す。

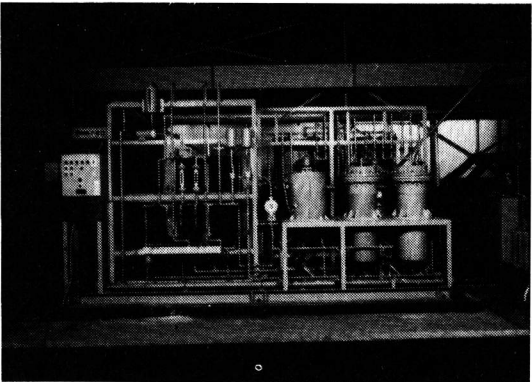


写真5 硫酸回収装置

一般に使用されている拡散透析膜は、スチレンージビニルベンゼン系膜で、耐酸化性に劣るために、これまで主として塩酸及び硫酸系廃酸に適用されてきたが、当社のネオセプタAFNが、硝酸或いは硝弗酸の回収にも充分使用出来る事が実証され、今後、回収メリットの大きいこれらの廃酸

第4表 設計仕様及び経済性

設計仕様	廃酸処理量	1 m ³ /hr
	廃酸組成	HND ₃ : 100 g/l
		HF : 15 "
		F1 : 25 "
	HNO ₃ 回収率	80 %
	HF 回収率	70 "
処理コスト	拡散透析槽	TSD 50-2000 型
	ランニングコスト	194 万円/月
	償却等固定費	132 "
	計	326 "
メリット	酸回収メリット	550 "
	中和剤節減費	138 "
	メリット合計	688 "

回収装置の受注が期待されている。ステンレス鋼板酸洗廃液適用例を第4表に示した。

5. 今後の発展の方向

これまでイオン交換膜技術進歩の状況、工業化の現状を実例を混えながら紹介してきた。近年エネルギーの高騰と公害規制の厳しい状況の中で、イオン交換膜技術は省エネルギー・無公害技術として、その役割は益々多様化してゆくものと思われる。

今後、イオン交換膜の利用が更に期待される分野として、

- (i) イオン交換膜の同符号1価イオンの選択透過性の改良・透析技術のLevel upにより、食料塩分野の改良型への全面転換、並びに工業塩を目標とした技術改良、更にこれら新技術の輸出。
- (ii) 省エネルギー化に伴う、太陽熱・排熱等を利用した造水・廃水処理・分離精製等の分野における高温電気透析。
- (iii) RO・UF等の分離プロセスとの組合せ技術。
- (iv) 複分解・化学反応・電極反応等を応用した有価物の生成、酸・アルカリの生成、或いは有機合成プロセスへの応用。
- (v) イオン交換膜の種類・機能の多様化、性能upによる、その特性を生かした分離・精製分野における新用途。

(vi) エネルギー貯蔵技術としての燃料電池。

等が挙げられ、その用途は、益々拡大するものと思われる。

イオン交換膜の種類・機能は多様化し、他の分離膜と共に生体機能に近い膜に発展してゆくものと考えられ、興味は、はかり知れないものがある。

以上、イオン交換膜技術の概要について述べたが、小生の浅薄な知識では不十分な面が多く、詳しくは、末尾に付した成書・文献等を参考にして戴きたい。

参 考 文 献

- 1) 清水・小坂：イオン交換膜，共立出版
- 2) 山辺・妹尾：イオン交換樹脂膜，技報堂
- 3) 佐田：機能性膜の先端技術，P.223(1981)
シーエムシー
- 4) 妹尾：化学工業，**31**，149(1980)
- 5) 小淵・本村：実務表面技術，81-2(1981)
- 6) 山辺：化学工学，**42**，491(1979)
- 7) Electro Orgnic Synthesis Technology：M. Kranpelt, AIChE Symposium Series 185, **25**，(1979)
- 8) K. Kusakari：Desalination，**21**，45(1977)
- 9) 戸井：造水技術，vol.5, No.3, 43(1979)
- 10) 造水センター：日本メーカー陸上用脱塩設備実績(1981)
- 11) 浦部・谷：造水技術，**6**，67(1980)



境界を考える

福島 健重

「境界」という言葉は、それを考える人の立場によって多様に解釈される。化学の分野では通常「界面」と呼ばれているが、それを取扱う界面化学は化学全体から見ればそれほど広い分野とは考えられていない。しかし日本における界面化学の啓蒙者の一人として知られる鮫島実三郎博士がいみじくも指摘されたように、現実存在するほとんどすべてのものに界面が付随しており、その意味で界面に関する学問は化学に限定されず、もっと広い分野を対象とする界面科学と称しても良いであろう。

界面を除外しては実在する物が考えられない例として、「水」という物質をとり上げて見よう。理論上では「無」の空間にそれ自体で存在すると思えることは可能であるが、現実の物体としては、界面を介して何等かの媒体に取り囲まれているものとしてのみ存在する。このような系の特異性を示すものとして、最初に着目されたのは天然高分子の分散系であり、それがコロイド化学として発足したのはほぼ百年前であるが、年とともに発展をとげ、媒体との親疎を問わず、高分子の単体だけでなく低分子の集合体（ミセル、膜、液晶など）も含まれるようになった。その状況は専門誌の名称が *Kolloid Zeitschrift* (1906) から *J. Colloid Science* (1946) を経て *J. Colloid & Interface Science* (1966) と変遷した経緯からもうかがえる。またその発展に伴い、「界面」は幾何学的な「面」というよりは、物質の濃度勾配、密度分布、電気的多重層、物質粒子の存在確率分布、ポテンシャル場などとしてとらえられる「層」と考えられるようになった。その意味で界面あるいは *interface* という表現よりも、境界（拡がりあるいは *zone* を示す）、*boundary*、*Grenzgebiet* などの表現がふさわしいと思うので、以下では境界という言葉を用いる。

あらゆる実在が境界を伴うということは、言い換えれば「実在するものは不均一系である。」ということである。さきに境界を伴わない「水そのもの」が理論思考では成立し得るように述べたが、それ自身の蒸気の存在を仮に度外視しても、分子あるいは原子の構造を考えればやはり不均一系であり、別の意味での境界が存在する。敢えていうならばわれわれの認識そのものが境界の存在を前提とするのである。

それでは均一系というものは存在しないのであろうか。筆者はこれを次の様に考える。すなわち均一系か不均一系かは認識の条件に依存するということである。その条件の中には、見る者の目的意識、対象の置かれた環境、

観測手段の尺度（スケール）などが含まれる。卑近な例をあげれば、旅行者が風景として見る青空は均一な大気であるが、星を観察する天文学者にとっては光を散乱する不均一系であり、大気汚染を考える公衆医学者にとってはまた別種の不均一系となる。あるいは一区画の平地は、測量士にとっては均一な地面であるが、土木建築家にとっては重要かつ複雑な不均一系となる。すなわち見る者の目的意志によって同一物が均一系か不均一系かを決めている。次に対象の置かれた環境条件とは、例えばディーゼル燃料油を考えて見よう。温暖地でそれは均一な液体であるが、酷寒地では微細なパラフィン・ワックスの結晶が析出して不均一系となる。これは温度という環境条件に依存した例であるが、この場合でも移送の条件によっては均一なニュートン流体として取扱うことができるが、剪断率というタイム・スケールの大小によっては不均一系の非ニュートン流体と見なければならぬ。またワックス結晶の析出および成長と、それらに影響を及ぼす共存物質の結晶面への拡散、吸脱着がいずれも時間に依存するから、そのタイム・スケールと観測のタイム・スケールとの兼ね合いもまた系の性格を決定する条件となる。またこの燃料油系のフィルターが問題になる時は、フィルターのメッシュ（網目の寸法）というスケールが基本的な条件となる。

以上述べたことは、具体的な界面現象の一つのとらえ方に過ぎないが、その中には界面化学をより広い独自の分野「境界科学」として発展させる可能性をも含んでいる。このような発展は、印刷インクや天然ゴムの研究から出発した学問が、今ではレオロジーという一つの学問体系に発展した歴史にその例を見ることができる。しかしこのような学問の分化、専門化は、とすれば学問と実社会とのつながりを弱めることになりかねない。そのギャップを埋めるために、媒介者として「境界技術」を育成・充実することが望まれるであろう。それは界面科学に限らず、他の分野、特に今後ますます発展しやがては分化、独立することの予想される諸分野の境界領域（学際領域）についても考えられ、もっとも広い意味で「境界工学」とでもいうべき技術が生れるかもしれない。そうなれば「境界」という言葉は単なる「術語」の問題としてではなくて、もっと深い考察の対象となるであろうと思われる。

(1981・10・10)

(横浜市シルバーセンター所属 技術コンサルタント、昭和18年卒・旧制24回)

フロンティア軌道理論

宮崎 智雄

フロンティア軌道理論について原稿を依頼されたが、理論を解説するには些か紙面が足りないので、上記理論がノーベル賞の対象となったことに関連して感じたことを述べてその責を果したいと思う。

1981年のノーベル化学賞が京都大学の福井謙一教授と米国コーネル大学のR・ホフマン教授に与えられた。授与された理由は“1960年代のなかばに、両教授は、殆ど同時に、しかもそれぞれが別個に、これまで難解とされていたある種の化学反応の過程がフロンティア軌道の対称性を考慮することにより説明できることを見出した。その理論は、直ちに世界的規模で研究者の間に反響を呼び、1970年以降の化学のあらゆる分野で採用され、たとえば生命の過程を研究する化学者や新薬の開発にたずさわる化学者にも利用されてよき指針を与えた。このように化学反応の理論が実験化学の分野に大きく貢献したことは、化学反応に関するわれわれ人類の理解を大きく一歩前進させたものであり、今後の発展の新しい方向を示唆するものである。”以上がその要点である。

福井教授は1952年分子軌道論の立場から分子のエネルギーの最も高い被占軌道とエネルギーの最も低い空軌道が化学反応の主導的役割を果しているとして、これらの軌道を特にフロンティア軌道と名づけ、その軌道の電子密度をフロンティア電子密度と呼び反応に重要な寄与をしていることを示した。爾来、実験事実との対応あるいは理論の妥当性の裏付けに精力的な研究を続けてこられた。また、1964年には分子軌道の対称性が反応の主体経路を左右することを明かにしてフロンティア軌道理論をさらに確固たるものとした。

ホフマン教授は1963年拡張ヒュッケル法と呼ばれる全価電子を対象とした分子軌道計算法を提案した。この計算法は大型電子計算機の発達と相俟って広く普及した。その後、近似を高めた計算法が実用化される中で拡張ヒュッケル法は極めて粗い近似の計算法ではあるが、分子内の電子状態を簡単にしかも明確に算出する方法として現在でも多くの研究者に利用されている。またホフマン教授はR・B・ウッドワード教授と共に化学反応における立体選択則がフロンティア軌道の相互作用によって極めて合理的に説明できることを示してフロンティア軌道理論の一般性を広く認識させることに貢献した。

さて、フロンティア軌道理論を理解するためにはその

基礎である分子軌道の概念を知っておく必要がある。化学結合の理論は量子力学によって大きく進歩したが、その取り扱いには出発点の異なる二つの方法がある。その一つは原子価結合法（VB法）であり、他方は分子軌道法（MO法）である。この両理論は殆ど同時に発表されたが、まず一般に広く受け入れられたのはVB法であった。それは量子力学以前の定性的な原子価理論になじんでいた化学者にとってVB法の結合模型の方が受け入れやすかったためである。また、結合理論の入門に際しVB法に則って解説されることが多かった。他方のMO法は原子に原子軌道があるように分子には分子軌道があるという理論的には極めて単純なものではあるが、実際に複雑な分子の分子軌道をいきなり想像することは不可能であり、計算によって初めて理解されるようなものであるために実験化学者には親しみにくいものであった。そういった事情を如実に物語るものとして、VB法に基礎をおき原子軌道の混成と共鳴理論を導入して化学結合の理論を体系づけたL・ポーリングにたいし1954年ノーベル化学賞が与えられたが、一方、分子軌道理論の化学への貢献にたいしその功労者であるR・S・マリケンにノーベル賞が与えられたのは10余年も後の1966年であった。この受賞には大型電子計算機の発達と普及が大きく寄与している。乱暴な言い方をすれば、もしも計算機の発達がおそれればそれだけ受賞もおくれたかも知れない。理論的にはVB法とMO法は出発点は異なるが近似を高めていく過程で両理論に基づくそれぞれの結果は互に近づくと解されている。しかし、大型電子計算機が飛躍的に進歩した現在では電子状態の定量的取り扱いにすぐれているMO法の方が重要視されるようになった。そして今回のノーベル賞はMO法の立場をさらに強固なものにした。

今日までにわれわれが経験的に得た化学に関する膨大な知識を整理し理解するには適切な理論体系が必要である。また優れた理論は単に結果を解析するばかりでなく、実験化学にたいし結果を予測し、適切な指針を与えるものでなくてはならない。このような観点から、フロンティア軌道理論は今後の理論の進むべき方向を示唆していると言ってよいであろう。

早稲田大学理工学部応用化学科教授
(昭和21年卒・旧27回)

「化学展」を終えて

保坂幸尚

昨年10月27日より11月23日までの4週間、東京・上野の国立科学博物館において、日本化学会と国立科学博物館の共催による「特別展『未来をひらく化学の世界』」(略称「化学展」)が開かれた。これは、とくに小・中・高校生などを対象に、化学に接する機会を与え、化学に対する正しい理解と関心を啓蒙する目的で行われたものである。

早稲田の応化からは、宇佐美先生と平田先生が実行委員として活躍された。筆者は平田先生が担当された「いのち・環境・化学」のコーナーにおける「環境を守る」のテーマの企画を行った。

展示内容は4コーナーから構成され、単に掲示だけの展示のみならず、入場者に実際に装置を動かしてもらい、また、スタッフとのコミュニケーションを多く取り入れた内容となった。「化学の入口」のコーナーでは、元素の単体の実物などを展示し、物質に対する新鮮なイメージを与え、「ケミカルワンダーランド」では形状記憶合金などの展示があり、遊びを通じての化学への興味付けを行っていた。「いのち・環境・化学」および「資源・エネルギーと化学」の各コーナーは、それぞれの分野の問題を解決する化学の役割を解説する内容であった。

折りよく、準備期間中に福井謙一教授のノーベル化学賞受賞のニュースが飛び込み、早速、解説パネルが作製され、授賞を知らせる電報のコピーなども展示された。11月7日には福井教授も来訪され、見学中の中学生たちと交歓するなごやかな場面もあった。

筆者の担当である「環境を守る」のテーマは、「いのち・環境・化学」のコーナーでの目玉の一つとなった。化学工業は、ともすれば環境破壊の元凶というようなネガティブな見方が席卷し、正当に評価されない点もある。しかし、実際には化学や生物化学が環境浄化に役立っているのだという認識を啓発するために、この小コーナーでは、生活廃水を微生物によって浄化する実験装置や、重金属を含む工場廃水をイオン交換樹脂で処理す

る装置を実際に運転し、環境を守る化学の姿を解説した。また、ビデオ投影によって微生物の顕微鏡観察ができるようにした。さらに、環境をイメージさせるパノラマ模型を設置し、ボタンを押すと雨が降ったり電車が走ったりするような仕掛けにしたところ、低年齢層にも楽しんで見てもらうことができた。このパノラマ模型は、早大鉄道研究会の有志が精力的に製作したものである。なお、「化学と工業」35,〔1〕,32,(1982)に「化学展」の報告記事が書かれているが、ここにパノラマ模型の写真が掲載されている。

今、「化学展」を終えて振り返ってみると、開催初日の前後約2週間は研究室に居るよりも会場に行っている時間の方が長いような状態であったし、また、反省点を数えるときりがない程であるが、大きな展示会の企画を担当してみて、多くの点でよい経験になったと感じている。



小コーナー「環境を守る」のスタッフ一同

入場者数も10万余名を数え、好評、盛会裡に終了することができましたのも、各方面の方々の御協力があったことです。早稲田応化会の会員の方々の御尽力も多く、誌面をお借りしまして厚くお礼申し上げます。(M2, 平田研)

全自動透析システムの開発

峰 島 三千男
竹 沢 真 吾石 川 厚 史
酒 井 清 孝

人工腎臓は1913年アメリカのAbelによって考案されて以来、現在では薬物中毒、腎不全患者の救命・延命に寄与するに至っている。しかし、この人工腎臓治療では患者を延命させることはできても治癒することはできない。従って患者は週3回、1回5時間ずつの治療を一生続ける訳で、患者の社会復帰を考えると、その精神的負担は並々ならぬものと推察される。

これらの負担を完全になくす最良の方法として腎移植がある。これには生体腎移植（腎臓は2つあるがその1つを提供する。）と死体腎移植（死亡直後に移植。生前から登録しておく必要がある。）とがあるが、希望患者数に対して腎臓提供者が極めて少ないのが現状である。特に日本人には屍に傷をつけないという因襲的な国民感情があり、欧米に比べて腎移植の普及が遅れている。

これに対し、筆者らは工学的な立場から人工腎臓を生体腎に近づけるべく努力を払っている。この場合次の様な2つの事柄が問題となる。

1つには尿毒症原因物質が未だ解明されていないことが挙げられる。人工腎臓は生体腎に代って不要となった老廃物や水分とを除去するが、どの物質をどれだけ除去したらよいかという本質的な必要条件が明確にされていない。従ってある特定な物質（例えば尿素、クレアチニンなど）をマーカーとして人工腎臓を設計・開発しているのが現状である。

第2に治療スケジュールが挙げられる。本来人工腎臓は生体腎同様、患者体内に埋め込むか、もしくは人工肛門の様に生体に装着すべきであるが、生体適合性や技術的な面からその実現が遅れている。それゆえ前述の如く現行治療は間歇的に行なわれており、生体腎に比べて短い時間で代行しなければならないことから、頭痛、吐気といった副作用

用を招くケースも少なくない。

さて、次に現在臨床で応用されている人工腎臓の特徴について述べる。大別すると次の血液透析、血液濾過、直接血液灌流に分れる。

血液透析は体外循環させた血液と透析液（電解質・糖などを含んだ血液とほぼ等張な水溶液）とを半透膜を介して間接向流接触させるもので、両流体側の濃度差を推進力として拡散により溶質除去を行う方式である。半透膜の材質には再生セルロース、CAなどが用いられている。

血液濾過は透析膜より透水性のよい膜を用い膜間圧差により溶質及び水分を除去させる方法で、一般に血流量200ml/min に対して80ml/min程度を濾過させる。従って透析液とほぼ同様な組成の補液を濾過後の血液に混入させてから体内へ戻している。また、透析液も流して同様に濾過・補液を行う血液透析濾過も臨床化している。濾過膜としてはPMMA、PS、CAなどスキン層を持つ異方性膜が用いられている。

直接血液灌流は血液を直接吸着塔に通して溶質除去を行う方式で、吸着剤としてはコーティングした活性炭などが用いられている。

溶質除去特性の面からみると、血液透析は膜流速となるため小分子量物質の除去に優れ、一方血液濾過は限外濾過流量および節係数によって決まるため中間分子量物質（以下、M. M.）の除去が比較的良好。直接血液灌流は高価なことから、吸着されない物質もあるため、薬物中毒患者などにしか用いられていない。また血液濾過、血液透析濾過は将来的には有望な方式であるが、国の認可が遅れており、現在の治療はほとんど血液透析が用いられている。

以上人工腎臓治療の現状および問題点について述べてきたが、現在筆者らはこれらの事情をふま

えて近未来的に実現可能と思われる全自動透析システムの開発を進めている。これが実現した暁には人工腎臓治療に要する人件費を大幅に削減できるばかりか、患者が自宅で自己管理しながら透析を行うことが可能となってくる。従って帰宅後の夜間透析も可能となり、昼は正常人と同様な生活を営むことができる。

さて、現在の透析効果は治療前後の血中溶質濃度から判定されており、貧血状態にある患者から血液を頻繁にサンプリングすることはかなりの負担となる。従って実際の透析センターでは月1～2回程度しか採血しておらず、通常は医師の経験による“カン”によって治療が行なわれていると言っても過言ではない。

まして検査に出しても一般に結果は翌日以降にしないと分らないため、透析治療中に制御することは不可能である。

これに対し本システムは、透析液中の溶質濃度から数理モデルにより血液濃度を推算している。従って採血することなく治療効果を判定できるばかりか、ほぼリアルタイムで治療効果を検知することから、フィードバックして操作条件（血流量や透析液流量など）を制御することも可能となってくる。

本システムは大きく分けて感知部、演算部、制御部の3つから構成される。なお、マーカー物質は尿素と、液体クロマトグラフィーによって検出される、正常人血清に見られないM.M相当物質とした。

感知部は尿素の場合、ウレアーゼ酵素を用いてアンモニア化し、電極で測るいわゆるバイオセンサーの形式をとった。一方液クロは逆相クロマトグラフィーであるODSを用いた。このODSでは4mmφ×25cmLのステンレスカラムに約400kg/cm²の圧力でゲルを充填し、200kg/cm²の圧力、約1ml/minの流量で検体を流入させると約10分後UV254nmの波長でMM相当物質を検出することができる。

演算部ではまず感知部で得られた情報をA/D変換を行なったのちマイコンに入力する。マイコンで行う処理ソフトウェアは次の3つのアルゴリズムから成り立つ。

(1) 透析液濃度から血液濃度を推算するアルゴリ

ズム

(2) サンプリングした時点での至適透析とのズレを計算し、補正条件を決定するアルゴリズム

(3) 治療効果を長期的に記憶・管理するとともに、至適透析条件を決定するアルゴリズム

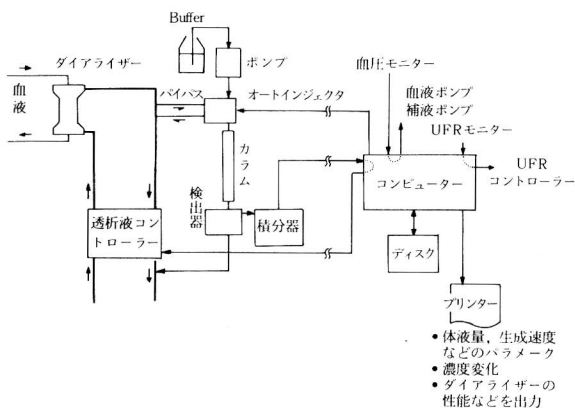
治療中のデータはタイム・クロックにて1分ごとに入力し、至適透析（治療前に過去のデータから決定される目標透析）とのズレを計算し、それを補正するよう制御部へ信号を送る。但し、ある程度データが蓄積しないと演算結果の精度が出ないため、治療開始後30分までは制御は行なわない。

マイコン容量は個人用で48Kbyte程度でよく、治療終了後にその日の治療でのマーカー濃度の経時変化と、患者の長期的濃度変化をプリンターおよびX-Yプロッターにて出力する。同時に治療開始時および終了時のマーカー濃度と操作条件を自動的にディスクに書かせ記憶させる。

制御部では演算部で決定された新しい操作条件をA/D変換器でアナログ化し、電磁弁と電磁流量計にて操作する。

以上簡単に全自動透析システムについて述べたが、現在のところ感知部および演算部についてはほぼ完成しており、後はメーカーの協力を仰いで制御部を作成するばかりに至っている。

しかし、この装置が完成しても治療の準備および後始末の段階に問題が残っているが、このことについても患者が積極的に治療に参加することにより解決できると確信している。



(応用化学科・酒井研究室)

研究室 紹介

豊倉研究室

(化学工学)



研究室の紹介に当って

長老の先生方が大勢活躍されている早稲田大学応用化学の中では、当研究室はまだ新しい研究室で、なじみのない大先輩や卒業生が多いことと思います。また研究室の研究成果については、最近発行された下記二雑誌，“ケミカルエンジニアリング臨時増刊第26巻11号（1981年9月発行）別冊化学工業・Chemical Equipment News”および分離技術 第9巻 33号（1979年9月発行）にそれぞれ、全国大学の化学工学系23教授による“私の研究歴”および化学工学で結晶化（晶析）に関する研究を行っている研究室の“研究紹介”等があり、そこで紹介しているので、ここでは、研究そのものより

- なじみの薄い卒業生に研究室を知っていただくこと。
 - 研究室の卒業生には、その後研究室ではどのような活動をしているか。
 - 在学生対象に、どのような方針で研究室の研究が進められているか。
- 等を中心に紹介する。

研究室と活動の状況

当研究室は、当初より化学工学分野における結晶化の問題をテーマにしている。昭和30年代にこの研究をはじめた当時の化学工学は、化学工業における装置工学の中心的な操作として、なじみのある単位操作に対する体系化がほぼ確立し、それらの操作を基礎現象から攻める新しい研究手法（Chemical Engineering Science）に基づく体系化と、従来あまり研究されていなかった操作についての研究がスタートされた。当研究室では、前者の当時としては新しい研究手法を適用して、新しい操作としての晶析に関する化学工学的研究に着手した。

晶析は、化学工学では、蒸留・ガス吸収・抽出などと同じ拡散現象を主とした単位操作であるが、

- 新しい固相の生成を伴う固・液間操作であること。
- 対象とする溶液の濃度が飽和よりも高い状態であり、その意味では理想溶液に対して提出されている関係性をそのまま適用することができないことが多い。
- 現象の起こる界面では非平衡であること。

など、いくつかの点で、これまで研究されてきた操作と異なる現象で、どちらかといえば研究することがむずかしい分野であった。

一方、化学工業では、再結晶法でもなじみがあるように、高純度物質を収率よく分離生成し得る操作法として、結晶化操作（晶析）は古くから用いられていたが、操作法がむずかしいため、どうしても晶析を採用しなければならないプロセスのみが対象とされていた。

そのような状況のもとでスタートした研究においては、まず工業化への寄与に焦点をおき、晶析装置・操作の設計に有効なあたらしい因子として、C.F.C. (Characteristic Factor of Crystallization :

晶析操作特性因子)を提出し、それによる装置設計法を体系化した。このC.F.C.は当研究室ではじめて提出した概念で、装置型式によって異なるが、ここで定義された無次元過飽和度や無次元粒径のみの関数で表われ、系とか、製品粒径の絶対値には無関係に広く適用できるものである。この設計理論体系の提出によって、国内企業の技術者との交流は活発となり、また昭和41～43年には米国TVA公社・Fertilizer Development Centerとの共同研究、昭和43年からは、アメリカにおける晶析分野の第一人者であるIowa State Univ.のLarson教授やRandolph教授(現在Arizona State Univ.)、ヨーロッパ化学工学連合公認のWorking Party of Industrial CrystallizationのInternational ChairmanであるチェコスロバキアのNyvlt博士らとの交流・情報交換がはじまった。昭和47年春にはLarson教授の来日があり、討論会を企画・開催した。また、同年秋のチェコスロバキヤ・プラハで開催された5th Symposium on Ind. Crystallization(このSympo.はヨーロッパ化学工学連合公認のW.P.I.C.後援の晶析における世界最大のSympo.)、以降、50年のチェコスロバキヤ・ウスチ、53年のポーランド・ワルシャワそして、56年のハンガリー・ブタペストで開催された8th Sympo.まで毎回連続して参加、論文発表をしている。アメリカ・カナダでは、AIChEのSympo.(昭49年)、2nd World Congress on Chemical Engineering(昭56年)の晶析セッションに参加、論文を発表している。これらの学会での発表論文内容は

- 晶析装置設計に関するもの
- 核化現象に関するもの
- 精製晶析に関するもの
- 針状晶等特殊形状の晶析速度に関するもの
- 難溶性物質の沈澱に関するもの

等に分けることができる。

これらの研究発表を通して、オリジナルな研究手法や新しい成果は海外でも評価され、昭和52年～53年にかけては、ポーランドのTech. Univ. of WroctawからDr. Karpinskiが当研究室に1年間滞在し、研究室で独自に考案した2次核化に関する研究手法を修得し、帰国後もその手法を発展させつつ研究しており、昭和56年の8th Sympo.では、それによって得られた成果を発展している。また56年10月よりは、フンボルト交換研究員として、西独のTRW Hoch Schule AachenよりDr. Ulrichを迎え、共同で研究している。これらの外国人研究者とは、研究室学生もすべて英語で話し、討論している。一方逆に、ヨーロッパ、特にイギリス、University College LondonやManchester Univ.の教授からは交流のための若手研究員招へいの申出を受けている。

研究室における研究テーマの設定

大学における研究テーマの設定には、いくつかのパターンがある。すなわち、既成の理論・技術を組み合せて、今日の問題の解決を行なうもの。地道に基礎理論を研究し、その理論を発展させると同時に、その適用できる範囲の今日の問題に関する研究。その他がある。前者は企業研究の対象ともなり、豊富な資金と人材を使って行われたり、国家の政策的な背景のもとで大型プロジェクトとして研究されることが多い。

当研究室では今日の問題を軽視するのではないが、それに振りまわされて、本質的研究をないがしろにしてはならないと考えており、研究テーマの設定には、応用研究であって、そのまますぐ役立つものは原則として対象にはしていない。しかし、今日のテーマに対して関心を持つことは必要と考えており、それに関する研究を展開させるために掘りさげねばならない基礎研究で、いままで進めてきた一連の研究と関連のあるものはテーマとしてとりあげている。この種の情報を得るために種々のプロジェクトには参加しているが、これは、専門技術者に対する助言その他高度のレベルでの参加であって、学生の積極的協力を必要とするものには原則として参加しない。

大学の研究で、ユニークな成果を出すには、

- 発想の新鮮さ
- 基礎の深さ………関連テーマに対するオリジナルなアイディアとそれについての長い研究

○研究テーマに対する態度の柔軟さ

等がテーマの選定に必要と考え実行している。また、化学工学の分野における主な工学的アプローチとして、次の二つの方法を考えている。すなわち、装置やプロセスに関する問題をマクロ的に捕え、この問題を解決することを目的にそれに関連して影響を与える現象を研究し、その成果を組合せてマクロの問題を解決する方法と、個々の基礎的現象を研究し、それらの成果を組み合わせる関連する問題を解決する方法とがある。大学ではよく後者がとられるが、当研究室では前者のアプローチが多い。

研究テーマ

化学工学では、小型のラボテストの成果や理論計算をともに、適切な装置型式を選定し、すみやかに最適設計をして、所望の製品を生産することを一つの目標とする工学である。当研究室では、これを晶析分野で確立することを目的として、晶析装置・操作設計理論の体系化を行っている。設計法については適用対象の範囲、設計されたものの精度によってそのレベルを異にしており、次のように、第1、第2段階を考えている。

○ 第1段階の設計理論

装置内の状態と製品結晶がMSMPR（装置内完全混合状態で装置内と同じ粒径分布の製品が取り出される。）、MSCPR（装置内完全混合、製品は均一粒径）、CSCPR（装置内分級・製品は均一粒径）の理想モデル装置に対する設計理論で、系としては核化速度の制御が容易で、結晶形状が粒径によって変化せず、成長速度のみに着目して提出されたものである。

この理論は工業系に対して適用できることが多く、ある程度の精度を期待することができる。

○ 第2段階の設計理論

第一段階の理論よりさらに適用範囲を広げ、精度を高くするために次のことを考慮したものである。

- a. 理想モデルからづれた製品結晶の粒径分布
- b. 装置内核発生速度
- c. 粒径による結晶形状の変化
- d. 製品結晶純度
- e. 難溶性物質等複雑な晶析現象
- f. 製品結晶の物性的・化学的特性
- g. その他

当研究室では、すでに第二段階について研究を行っており、a～g)のそれぞれについて現象そのものに対する研究をテーマとしてとりあげている。その研究ではその現象を解明すると同時にそのおのおのに影響を与える因子との相関式の提出を目的とし、a～e)の各項目については基礎的研究の成果を得ている。さらにその得られた成果を、設計理論にどのように組み込むかという研究も行なっている。それと同時に企業の実際の問題への適用も試みている。

これらの研究テーマは言いかえると、

○第一段階のモデル一般化の過程

○工業操作で解決しなければならない問題

からとりあげたもので、例えば、前者としては、第一段階の設計理論を広く実用するために、設計に必要な因子の相関線図（化工論文集 3, 48, (1977)）を提出、それをプラントデータに適用して見出された新事実（8th Symp. Budapest, (1981)）を相関するために発展した線図（化工年会(1982. 4)）を提出している。また後者としては回分操作データの解析とその連続装置の開発手法の研究を行なっている。これらの研究は、当研究室の独自の研究成果に基づいたもので、ユニークな結論を得ている。

研究成果の発展

研究室の研究方針は以上のように、必ずしも目先のトピックスを対象にしていけないので、専門外の人にはわかりにくいかも知れないが、研究が進むにつれて

i) 従来むずかしい操作法と考えられ、あまり扱われていなかった晶析操作についての設計理論体系の

確立が近づいてきた。その結果、操作法の特徴が明確になり、広く種々のプロセスに晶析操作が組み込まれるか否かの検討が容易になってきた。これに関心のある研究者・技術者の数も次第に増大してきており、討議の場としての化学工学協会の晶析研究会の活動は活発になってきている。

- ii) これらの研究成果をふまえて、晶析操作法を次のような今日の問題の解決、新技術の開発についての研究が始められている。
- a. 晶析プロセスの効率化（生産性向上）
 - b. 晶析操作と省エネルギーについて
 - c. 高純度物質の生成法としての晶析操作（ファインケミカルプロセスへの展開）
 - d. 高収率プロセスとしての晶析操作（資源の有効利用プロセスへの適用）
 - e. 新製品の製造技術としての晶析操作（セラミックス素材、半導体、その他新製造技術への展開）
 - f. 固相の生成、析出を含む他の単位操作（凝集沈澱、その他）への晶析理論の適用による他操作に関する新しい理論・技術

研究活動に対する学生の寄与

これらのテーマの研究活動に対する研究室大学院・卒論学生の寄与は大きい。それは、単に計画された研究を進めるということだけではなく、新しい理論を提出するうえで重要な研究のオリジナリティでも大いに貢献している。本当に新しいものを研究するということは、従来の理論でその内容を予測することはできず、細心の注意で実験事実をながめ、新しい現象を見出すことが大切である。知識の豊富な経験のある人は、すぐれた研究成果を出すか、その一方では、従来の理論から逸脱すると判断されることを避けることがあり、それが、かえっていままで予測されなかった現象を見逃す羽目になることがある。ところが、何でも新しくみえる学生には、新しい珍現象も従来の理論から予測される現象も同じにみえ、それが新しい現象の発見、新しい理論への発展となることがしばしばある。当研究室でオリジナルに見出された研究成果のなかには、実は4年生や大学院学生が実験中や、データの整理中に気がついた事実に基づいたことも多くある。研究室で関連テーマを20年以上研究し続けていながら、その成果に常に新鮮味が保てることの一つに、実は学生が実験事実 zu 忠実にデータを採取し、それを解析し、検討することによって新事実、新現象を見出してきたものに起因していることもある。

研究室での学生の勉学

学生の研究活動は晶析工学を例として行なうが、以下の各項の修得を目的として、広くどの分野でも活躍できるように勉学している。

- 1) 研究を通して、分野のトップ理論・技術を勉学すると同時に、どのようにして自分が早くトップに到着するかを修得する。
- 2) 研究手法を学び、どのようにして新しいものを生み出すかを修得する。……これは研究生活を通して、学内・学外の研究者・技術者がどのように壁をつきやぶり、新しい理論の組立、新技術の確立に成功してきたかを見聞し、それをどのように生かして成功にむすびつけるかということ。
- 3) 研究に成功する経験を持たせること。……これは将来の研究活動に大きな自信となり、将来の成功のきっかけになるようにする。
- 4) その他、先輩との交流、専門を同じくする外国他大学の先生や学生との交流を通して幅広い勉学をする。

現在の学生は、卒業後、新しいものを創造し得る研究者や技術者になることが期待されている。そのためには、学生は自分の研究を自分の判断で進められるようになることがその第一歩であり、その研究成果が人からも高く評価されるにつれて、研究のむずかしさを知ったうえでの謙虚ななかに自信が持てるようになる。これは新しいものを生み出す資質の育成に大切で、研究室での学生生活の毎日は、この道のうで進めている。

（豊倉 記）

職 場 だ よ り

同窓の皆様には、ますますご健勝のこととお喜び申し上げます。今回は東燃グループに順番が回って来ましたので、簡単にグループの両社と、そこで活躍している応化会員の現況をご紹介しますと思います。

東亜燃料工業株式会社（以下、東燃と略す）は昭和14年、航空機用の燃料と潤滑油の生産を主な目的として設立されましたが、戦後、当時のStandard Vacuum Oil Co. と資本・技術・原油供給・製品販売等の提携を行い、わが国の代表的な石油精製企業の一つとして再出発しました。（この際同社は東燃の株式の半分を取得しましたが、現在はExxon系のEsso Eastern Inc.が25%を、Mobil系のMobil Petroleum Co. Inc. が25%の株式を保有しています。）その後、わが国の経済の発展とともに、常に世界のベストテクノロジーを駆使して事業を発展拡充しながら、新会社設立や資本参加によって石油化学、原油輸送、石油技術の販売、石油資源の開発等の分野にも進出し、現在に至っております。

関係会社には東燃石油化学、東燃タンカー、東燃テクノロジー、東燃エネルギー（米国ニューヨーク市）、日網石油精製、キグナス石油、東日本石油開発等があります。事業所は三工場（和歌山、清水、川崎にありこれ等の合計の原油処理能力は約43万バレル／日）のほかに、石油・石油化学を総合する中央研究所が埼玉県川越市の近郊にあり（東武東上線上新大塚駅下車）、本社は東京のパレスサイドビル内にあります。

東燃石油化学株式会社（以下、東燃石化と略す）は昭和35年設立、川崎地区に日本で第5番目のエチレンセンターとして事業を開始し、日本の石油化学工業の発展と共に成長を続けて来ました。現在、川崎工場（エチレン生産能力50万トン／年、プロピレン、ブタジエン、イソブチレン、2エチ

東亜燃料工業株式会社 東燃石油化学株式会社

ルヘキサノール、イソブタノール、MEK、ポリプロピレン、石油樹脂等を生産）、和歌山工場（ベンゼン、トルエン、O-及びP-キシレン）、及び昭和54年昭和電工より譲渡を受けた千鳥工場（高密度ポリエチレン）の三工場を有し、本社は東京築地の東劇ビル内に、関東地区以西の営業拠点には大阪支店と名古屋営業所があります。

事業の多角化や下流部門への進出も積極的に行われており、関係会社に日本ユニカー（昭和55年系列化した米UCC社との50/50の合弁会社。低密度ポリエチレン等を製造販売）のほか、東興プラスチック（CPPフィルム）、和興化成（ポリプロピレンヤーン）、及び豊科フィルム（昭和56年、東洋紡の合弁で設立、OPPフィルム）があります。

すでに成熟段階に入った石油精製業界にあって東燃は、原油の長期安定的入手、高収益水準の維持及び社会的責任の達成の方針を堅持しております。一方、日本の国際競争力が問われている石油化学業界にあって東燃石化は、競争力ある原料の安定的確保、石油精製事業との最大限のインテグレーション、高付加価値製品の開発及び長期安定利益の確保の方針を重視しております。現在石油供給の一時的な緩和傾向がみられるようですが、石油資源の殆んど全てを外国に依存する日本のエネルギー事情の中において東燃は、石油備蓄、石油資源の開発や石炭液化等の基本戦略を着々と実行に移してきております。東燃は、原油調達の大半を世界第一・第二のメジャーであるエクソンとモービルに依存していますが、日本近辺大陸などの石油資源開発についても自ら手がけるとともに、これ等二社の原油調達事業に協力する姿勢を示しております。またエクソンが米国政府の援助を得て技術開発中の石炭液化プロセスにも、日本側の

幹事会社として協力を続けております。

一方東燃石化は今度、Exxon Chemical Co. と共同で、インドネシアの天然ガスを原料とした同国立地の石油化学事業を推進するため、フィジビリティスタディに入ることも決定致しました。

研究開発・技術開発の面では両社は、石油及び石油化学のあらゆる技術に関し、Exxon Research & Engineering Co. (以下 ERE と略す) との間で総括技術援助契約を結び、世界の技術情報及び必要な技術の提供を受けています。一方、独自の研究開発面では、最近隣接のダイセル研究所施設の譲渡を受けて研究棟と設備が増強された中央研究所を中心に、現在の製品の改良と新技術の開発に努力しておりますが、同時に、新規の戦略分野事業を創造・展開させるための開発研究活動の比重を高めつつあり、堅実な歩みを一步一步続けております。

東燃と東燃石化両社の特徴の一つは、両社が共通して掲げる“石油精製と石油化学事業の最大限のインテグレーション”方針であり、限られたエネルギー・炭化水素資源を最も効果的に利用して燃料及び材料の両面での高付加価値製品をつくり出すと同時に、人的及び物的資源の有効利用を最大限に図っていることです。両社間での人事交流は盛んに行われつつあり、中央研究所は東燃・東燃石化の組織上の区別は全くありません。和歌山工場は東燃が精製と化学の両オペレーションを担当し、川崎工場では両社の従業員が勤務するものの、一工場長の下で重複組織は一切なく合理化、効率化を図っているといった具合です。

“早稲田の応化”の出身者は、東燃、東燃石化、東燃タンカー、東燃テクノロジーの各社において、研究、開発、計画、製造、販売、技術、情報等の企業の最重要分野で、それぞれ第一線部隊に出て活躍しております。人数は本年1月現在で総勢41名に達しますが、(採用時点で東燃21名、東燃石化20名)東燃グループの中には学校別に集まる社風はあまり見られず、いわゆる東燃応化会なるものは未だ公けには結成されておられません。

東亜燃料工業(株)

1. 本 社

最初に製造部門ですが、本社製造部に最も関係の深い東燃タンカー(株)に松田靖彦(燃・昭和26年、以下昭和を略す)が出向し、現在同社管理部長として活躍しています。製造部の第一線で頑張っている製造課長高木章介(35年)は、三工場全体の製油管理の要にあって多忙であり、同製造計画課では、原宗一(47年院)が中期の製造計画を担当する立場にあります。

情報管理部門では、伝統的に多くの早大出身者が管理を担当してきていますが、現在は情報システム室長小田部齊(燃25年)が、東燃と東燃石化全体の情報管理の責任者の立場を長年続け、その部下に同室数理システム課の橋本正明(48年院)が居ります。

製品開発部では、現在の製品の品質改良及び新製品の開発に関して松田誠一郎(32年)が同部員の指揮に当たっています。

数年前に新設された新事業開発室では、山口博(36年)が室のリーダーとして5年後10年後の東燃の新事業を展開すべく活躍しており、その下に米国 E R E で経験をつんだ植村政彦(44年院)と新進気鋭の吉田利彦(55年院)が多忙な日々を送っています。

技術部門では、米国ニュージャージー州にある E R E に従来より多数の応化出身のエンジニアが派遣され、目ざましい成果を挙げてきていますが、現在は東燃テクノロジーに出向している黒田博之(46院)が渡米中です。

2. 清 水 工 場

富士を仰ぐ製油所、清水工場は、東燃グループ内だけでなくエクソン傘下の中でも、最も事故の少ない製油所として有名ですが、その中心的位置に製油部長井上隆(30年)が居り、工場製油部門の陣頭指揮に当たっています。

3. 川 崎 工 場

石油精製のオペレーションには、山田茂(32年)が製油部長の要職にあり、生産・運転管理及び製油技術部門の統括に多忙で、その部下に中林伸彦(52年院)が居り、脱硫装置を担当するエンジニアとして活躍しています。石油化学のオペレーションについては後述します。

4. 和歌山工場

当工場技術部には、E R Eで2年の勤務を終えた平中勇三郎(39年)が居り、工場の省エネプロジェクトを担当するグループのリーダーとして活躍中です。伊藤直之(53年院)と河合正樹(56年院)は潤滑油製造プロセスを担当し、府川博美(54年院)は東燃テクノロジーの仕事を応援しています。

5. 中央研究所

石油関連では、保坂弘毅(38年院)が長年に亘り燃料油の品質改善・改良研究を担当しており、中研における同分野研究のリーダーとして活躍しております。潤滑油関連では、中村良信(45年院)が工場のプロセスエンジニアを経て、燃焼研究に励んでおります。

石油化学関連では、入社以来一貫して化成品の研究を担当してきた金子勝三(37年)は、最近企画管理室に移り、化成品関連の研究企画及び調整業務の責任者として活躍し、西川瑛一郎(44年博)は東燃石化本社で技術開発業務を担当した後中研に戻り、現在化成品関連研究のリーダーとして、触媒開発にとり組んでおります。

新規材料の開発をめざす機能材料グループには、福井慶太郎(49年院)が頑張っています。高分子関係では、宮崎誠(50年院)が川崎工場経験の後ポリマー研究グループに加わり、ポリオレフィンの製造法の研究で活躍中です。最近プロセスエンジニアから商売替えした森省一(50年院)は、心気一転、プラスチックの加工研究に取り組んでおり、新進気鋭の加藤雅之(56年院)はポリマーの構造解析研究に着手、それぞれの分野での活躍が期待されています。

東燃石油化学(株)

1. 本 社

東燃グループの石油化学事業創設時以来、数々の要職を歴任し今日の当社発展に貢献して来た富士三郎(燃21年)は現在、昨年東洋紡との間で設立されたOPP製造会社「豊料フィルム㈱」の取締役として指揮をとっています。宇佐美盛爾(30年院)は、研究・開発部門の基盤確立に当たった後、現在当社の将来を担う樹脂事業の中心、樹脂販売部長の重責にあり、毎日の激務をこなしています。

昨年設置された樹脂営業技術部には、副部長富山哲夫(28年)が居り、樹脂販売を支える技術グループを陣頭指揮し、千鳥工場にある技術サービス室の長も兼務しています。

親会社モービルの化学部門、Mobil Chemical Co.の事業計画部で2年間の勤務を終えた名手孝之(34年)は、総合計画室長代理の立場で会社の長期事業方針の作成・推進や、社内外の関連部門との調整などの仕事に多忙であり、市川嘉紀(38年)は樹脂開発室にあって、新しい加工製品や樹脂素材の開発をめざすプロジェクトを遂行するリーダー的立場で東奔西走しております。川崎工場の主力プラントを習熟した永宮毅久(43年)は、生産管理部で当社の主要化成品の中長期生産計画の作成に当たっています。

2. 川 崎 工 場

環境安全部長、製造部長等多くの工場の要職を歴任した田中守(29年院)は、現在工場次長として工場の製造、技術を統括すると同時に、対外関係の維持に多忙な日々を送っております。技術部には、製造技術課長矢口肇(40年)が化成品製造プロセスの元締めとして活躍中です。部下には永井穰(45年)が工場の石油化学装置の環境保全や公害問題を、村田治雄(47年院)がイソブチレン、MEKなどのC₄関係のプラント関連プロジェクトをそれぞれ責任を持って担当しています。また若い所では、新実勉(53年院)がMEK、荒西康彦(55年院)がナフサクラッキング装置を、そして岡本純一(56年院)が石油樹脂製造装置を、それぞれ毎日のプラント運転をはじめ改良・拡張計画等を担当するプロセスエンジニアとして大いに活躍しています。

また製造部の生産管理部門には石井教夫(41年)がおり、短期生産計画、SD計画等に多忙です。樹脂製造部のポリプロピレン製造技術担当部門では、水上(旧姓田中)春男(46年院)と島田修二(48年院)の両名が活躍中で、ブロックコポリマーを含む新グレード製造装置の建設プロジェクトを担当しています。

以 上

(この記事は、矢口、平中、市川、金子、山口、名手(文責)で作成しました。)

東燃和歌山工場及び東燃石化和歌山工場

わが国の代表的な総合製油所の一つで、みかん畑と紀伊水道に囲まれている。

原油精製能力

187,000 Bbl/日



東燃中央研究所

石油と石油化学の総合的な研究を行う。都の西北、まだ緑の豊かさが残る武蔵野の一角に立つ。

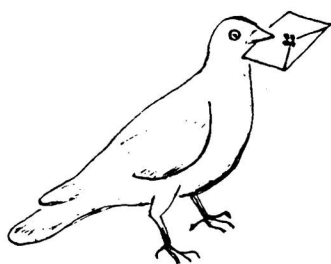
下をA研，右上をB研と呼ぶ。

川崎工場

石油化学コンビナート中核工場と20万バレル製油所が一体となった川崎工場。

左側の運河をはさんだ対岸は、東燃石化千鳥工場。





会 だ り 員 よ

近 況

卒業して26年になろうとしている。
在学年数の6倍に余るこの間、母
校には殆んど足を運んでいない。

しかし、早稲田大学は大層身近に感じられる。それは、
関西応化会（早桜会）の諸先輩によくお世話になった結
果だろうが、早稲田の頃培われたものとともに生きてき
たからだ、とも思いたい。

現在の私は、京都大学の原子炉実験所に勤務するかた
わら、大学院時代を過ごした大阪市立大学の工学部に、
非常勤講師として出向いている。我が子はどの年の違う学
生を前にして、ふと早稲田の頃が脳裡を横切って行っ
たりする。そんな時は、昔に変わぬ学園が、学生だった私
達を擁したまま今もあるような、不思議な錯覚にとらわ
れている。

不正入試事件を知った時の驚きは大きかった。最近、
村井先生の御本を通して事件の詳細・成り行きをさらに
知り、胸に刃物を受ける思いであった。

京大原子炉は、大阪泉南の丘陵地を切り開いた10万坪
の土地に建設されている。発足当初の昭和40年代前半は、
大変な努力にもかかわらず、植樹する後から樹は枯れて
いった。それほど、やせた土地であった。しかし、朽ち
た葉はやがて土壌を肥沃にし、今では桜やさつきの名所
となり、四季折々に自然の美しさを楽しませてしてくれて
いる。早稲田もこの苦しい経験を乗り越え、伝統ある私学
としてさらに発展をつづけて行くことを、祈るような気
持で期待している。

小林慎江（昭和31年卒・新6回）
京都大学 原子炉実験所

主人（岡崎陽夫、新16回卒）は昨年九月末に西ドイツ
のデュッセルドルフに転勤になり、数カ月間下宿住いを

しております。言葉の問題もあり、仕事に慣れるのに悪
戦苦闘している様子です。

私達家族は、転勤と決まった時点で千葉県市原市より
私の実家のある新潟へうつり、また、一月早々から引越
しという事になっております。一年中引越しをしている
気分です。

私の方は暇なので週一回、新潟大学の先生からドイツ
語を習うため新潟大学へ通ったり、年のせいであちこち
故障した箇所の修繕をしたりして準備しております。こ
ちらに帰ってからの子供達の学校の事が少し気になりま
すが、子供達にとってもなかなか得難い経験だと考えて、
行ってくるつもりにしております。

（連絡先）4000 Dusselclort 1 Zieten
Stn 6 F. R. Germany
岡崎紘子（昭和42年卒・新17回）

卒業して14年になりますが、相変らず耐火物の仕事を
やっております。

早稲田で一生懸命身につけた無機化学の知識を生かし
ているのは僅かであり、設計・工事等土木の仕事や営業
的な仕事が殆どです。耐火物は工業炉に用いられている
ため、仕事を通じて殆どの工業を知る事が出来るのが楽
しみです。

机に向っているのは少なく、大半は出張で国内をかけ
ずり回っていますが、そろそろ世界を飛び回るスケール
の事業に成長させたいと思っています。

白川 浩（昭和43年卒・新18回）
日本碍子㈱ 化工機事業部

大学院を修了してから5年になりますが、現在は化学
科の助手として、赤外・ラマン分光法によって不安定分

子種の分子構造を解明する研究を行っております。今年度は、指導教授の高橋先生が一年間海外に出張されたため、大学院・学部学生の研究、学会発表、各種研究補助金の申請など責任の重い日の連続でした。しかし、いろいろな体験が出来、貴重な一年でもありました。日曜日、3才になった子供と近所の公園で遊んでいると「おじさん！」と声をかけられ、久しぶりに研究室で徹夜実験をすると疲労がとれず、以前と大きく変化した学生気質を認識せずに大声を出すなど“中年時代、ただいま進行中”といった昨今です。

金子典夫（昭和49年卒・大22回）

早大理工学部 化学科助手

早いもので、二人がお世話になった鈴木研を出てからそろそろ5年の月日が流れようとしています。折にふれ、早稲田のことを懐かしく想い出しております。

さて、近況ですが、私は現在東大大学院薬学系研究科（薬品合成化学教室、大野雅二教授）、家内（玲子-旧姓上田・新27回卒）は東工大大学院に在籍しております。私は生理活性天然物の合成、家内は電気化学的還元反応の機構研究をしております。

昨年の夏休みには知人、先輩を訪ね、Harvard (Corey), Yale (Danishefsky), UCLA (Baiser) などの研究室を回り、いろいろと activate されると同時に、語学力の無さを痛感いたしました。今年は二人で英会話の勉強をしようかなどと思っております。

そのうち二人で早稲田に遊びに行こうと思っています。

藤田かがり（昭和50年卒・新25回）

東大大学院薬学系研究科

「化学のきれいな高校生に、化学が面白くなるような本を作りたい」と、勤めて2年8カ月……仕事に少々の本練を残しつつも娘が1歳になるので、近く退職しようと思っています。家庭と仕事の両立って本当に難しいけれど、今後は独立した編集者を目指して頑張るつもりです。

岩田利枝（昭和54年卒・新29回）

株式会社 文理

応用化学会の会員諸君、本当に長い間御無沙汰致しております。私は旧制第28回の卒業生（昭和22年9月卒）で、昨年9月第9回国際原子分光学会議に出席の為に26年ぶりで訪日しました。その折恩師篠原功先生のお宅を訪問し、10月初めに母校を訪れました。その日はあい

く雨の降りしきる悪天気でゆっくり回る暇がなかったが、母校の変らざる姿、大隈銅像や大隈会館と大きく変わった姿、理工学部の高層ビルの偉容を眼のあたりにし、昔の恩師のお元気に姿に接して感無量でした。又学部（応化）と学院（第一早高L組）のクラスメートが連合して盛大な歓迎会を開いて下さり、諸君の心のこもった挨拶や思い出話を耳にし、共に校歌“都の西北”，応援歌“紺碧の空”を唱いながら、34年前の早稲田の杜での学生生活が思い出されて懐旧と感慨と感謝の念が胸に渦まき思いがしました。

私は1956年に当地大連に来て、それから今までずっと当市にある中国科学院大連化学物理研究所（旧名石油研究所）に勤めています。

大連市は国内40大都市の一つで鋼鉄、ディーゼル機関車、組立て機械、石油精製、肥料、染料、紡績、塗料、各種電気機械、電子製品等重工業、軽工業の栄えた都市です。当地は又国内でも名高い避暑地であり、夏は30°Cを越す日が通計10日もない位です。当地には日本時代の建物が数多く残っており、東京より一カ月遅れの4月中旬から5月上旬にかけて桜や八重桜が咲きほこります。当市は又有数の港町で世界各国から貨客船が出入し、各国の観光客特に日本人の観光客が多く日本商社の常駐機関もあります。当市は日本の北九州市と姉妹都市の関係を結んでいるので両市間の往来が多く、昨年は当市で北九州工業展覧会が開かれて人気を呼びました。

私の勤務先の研究所は旧満鉄の中央研究所を受け継ぎ、50年代は石油研究所と名のり、Fischer-Tropsch 法石油合成、石油の精製加工とそれらに関係のある触媒と触媒反応の研究や分析化学、ケミカルエンジニアリングの研究が主でした。60年代に入り、国家建設事業の発展に伴って、基礎理論の研究を強化するため現在の所名に変えました。

私共の研究所には11の研究室があり、現在は次の五つの分野の研究を行っています。

1. 触媒の理論と応用の研究

- 触媒の表面の物理化学と吸着状態の研究；
- 石油系炭水化物転換用の触媒；
- 生物窒素固定の化学シミュレーションの研究；

2. クロマトと分析化学の研究

- 各種のクロマトの新しい固定相と高性能分離カラムの研究；
- クロマト定性定量の規律の研究；
- フーリエ赤外、紫外、マス、X線、原子吸光、発光、核磁気共鳴、電気化学分析等の機器分析の

研究;

3. 化学反応のミクロダイナミックスの研究

今後予定している研究は

——反応分子のエネルギーの各量子状態間に傳わるメカニズム

——散乱メカニズムの理論分析

4. ケミカルプロセスの研究

——化学反応のケミカルエンジニアリングの研究;

——界面分離技術;

——海水の淡水化に用いる逆浸透技術の研究;

5. 実験装置の研究

研究室の実験手段の自動化とコンピューター化を促進するため、新しい機器の開発と測定技術の研究。

ここ数年来、私共の研究所は世界各国の研究機関との学術交流を図っており、研究員や留学生を派遣すると共に国外から学者を迎えており、日本の各大学側では東大、京大、東北大、九大、東工大等の各教授が学術講演や見学に來られました。まだ母校の方が見えていないのが、大変残念です。母校の教授や会員諸君の御來訪を心からお待ちしております。

林 鉄錚（昭和22年卒・旧28回）

留学生の見た日本の大学教育

1980年4月に早稲田大学に入ってから、いつのまにか二年間が経ちました。ここをもうじき離れると思うとたいへん名残惜しく思います。

100年の歴史を持っている早稲田大学は、日本だけでなく、中国でもよく知られている有名な大学で、ここで勉強できて大変うれしく思います。

2年間の大部分の時間を酒井研究室で過ごして、とても深い印象を受けました。研究室はたいへん人が多く賑やかですが、学生達は、このような広くないところで昼夜人腎臓と液中燃焼の開発と研究を進めています。研究成果は次々に出て来ます。学生達は朝早く来て、夜遅くまで一生懸命実験をやります。ときどき徹夜することもあり、とても感動させられました。

学生達は勉強中難しい問題にぶつかると、先生に尋ねるのではなく、まず自分でよく知恵を絞っています。彼らは「勉強は自分でしなければならぬ、先生とか他人に頼ってはいけません。」とよく言います。わたしも、この考え方に大賛成です。そのほか、研究室で毎週文献ゼミや、実験報告会があり、先生から教えていただいた

り、皆さんお互いに討論したり、とても良い勉強になります。

学生達は、学部から大学院の研究室に入って、修士課程や博士課程で勉強します。これは学生達自身の研究能力を養成するのに大変役立ちます。大学院で修士は四年生を指導し、博士は修士を指導します。教授は大変忙しく、個人的に具体的な指導をする暇をなかなか見つけにくいので、学生達は互いに助け合って、一つの研究室だけで一つの学校のようになります。

この二年間、私は学部の授業に出席したことがあります。学生達の先生に対する礼儀はあまり良くなく、自分の都合によって来たり来なかったりします。授業中に眠ったり、小説を読んだり、机の上に漫画を書いたりすることがたびたびあります。私には大変不可解なことです。たくさんのお金を払っているのですから、よく精を出して勉強しないともったいないでしょう。当然、一生懸命勉強する人もいます。しかし大部分の人が大学の四年間を愉快地遊んで過ごします。そうしないと後は遊ぶチャンスがないように考えています。ある人は、この期間を利用していろいろな経験をしたり、将来のことを考えたり、恋人を作ったりします。これも大収穫であると思う人もいることでしょう。

一般的に言えば、大学に入ると努力するしないにかかわらず卒業出来るようです。しかし私は、残念なことにこれでは大学が充分に利用されていないと思います。

日本における大学卒業生が多すぎるせいであるかもしれませんが、卒業してからすべての人が就職できるとは限りません。たとえ仕事があっても、研究室で勉強した内容とは全く関係のない仕事の場合は、時間と人材の浪費があると思います。

資源が少ないし、技術先進国として先駆者のない日本では、いかに有効に大学を利用して世界一流の多くの人材を養成することが出来るかが、日本の大課題であると考えます。

2年間酒井研究室において、酒井清孝教授をはじめ、研究室の皆さんからいろいろと教えていただいて、心から感謝いたします。最後に、早稲田大学と酒井研究室の発展を心からお祈りします。

岳 鶴齡（中国進修生・酒井研）

私は2、3年前から今日の日本の経済成長と大学教育という問題についていろいろ考えていました。その理由としては社会のエリートを育成する大学が社会の発展、特に経済の発展にどういう風に影響を及ぼしているかと

いう点に興味を持ったからです。

ヨーロッパのある外交官が著書の中で「ある国の印象をうまく書くには、とにかくその国に入って数週間生活してから、初めの印象が後でくる情報によってうすくなる前にその国を出て行くのが一番だ」と述べているのを読んだことがあります。その意味で、私が初めて日本の大学生と付き合い合った時の記憶では、アメリカの大学生達のように確実な目的意識を持って大学に入学したのではなく、学力社会のシステムの中で他の人より社会において自分の欲求を多く充足するための生活手段だけではないかという疑問でした。もちろん韓国の大学教育も日本と同一な社会構造による同一な傾向がありますが、教育と社会という観点からみると韓国と日本とは大きい差があるようです。たとえば韓国の企業が新入社員を募集する時、大部分の会社は大学での専攻に立脚し、いわゆる一本づりの採用方法であるのに対して（米国の場合も同じ）、日本の企業の場合は大学での専攻とは関係ないトロール式採用方法を採用していることだと思います。企業では、大学でどんな教育を受けたかは別として各会社の基本方針により社内教育し、個性は企業精神に吸収

され、いわゆる企業マンガ誕生するのです。このことは大学教育と社会の断絶を生むことになるのではないかと指摘する人もいます。

しかしながら、自分なりに考えてみると日本の大学教育の特徴は、集団主義社会への進出のための準備段階として重要な意味を持っていると思います。大学生達は4年間の自由な服装を、会社の訪問とともに短髪、紺色の背広に変えることができるようになるなども、その一つの理由ではないでしょうか。いろいろな例がありますが、その中で一番日本的な発想だと思うのは大学でのゼミです。教授を中心にして先輩、後輩がみんな一つの組織を形成し、研究、討論、旅行を通じてその組織のメンバーがゼミの伝統と名誉を考えながら組織内の各人の役割を果たすようになっていく。これは日本の大学教育が学問的な知識人を創出することではなく、日本という特殊な社会組織内での優秀な一人の社会人を作り出す役割を果たしている点で重要な意味があるのではないかと思います。

金 永宣（韓国留学生・宇佐美研）

応化14日会（新制第6回クラス会）

57年1月14日、26回目のクラス会を新宿で催しました。今年も篠原先生の御出席を戴き、29名の賑やかなもので、それぞれ二次会へ散っていきました。

このクラス会の名前は、毎年1月14日に集まることから付けられています。27年春に入学した我々は、「学遊両立」を志す者が多く、何かという集まっていましたが、28年から29年の1月14日、つまり成人式の前夜にクラス会を開き、禁酒（建前として）を解かれて大いに飲んだものです。それが発端でこの1月14日のクラス会を在学中から続けていますので、通算すれば28回か29回になるはずですが、一応昭和31年春卒業として算えています。クラス会の日が決まっているのは予定がとり易く、引越して通知遅れでも誰かに場所を確認すれば良いということになります。

さて当日は篠原先生から、在学当時お世話になった諸先生方の御様子、各研究室の御動静などについて御丁寧な説明を伺い、心が安まる思いが致しました。出席者各人の近況報告は、バラエティーに富み、景気観測、業界

動向的なものから、御子息の入試、早い人では就職の話も飛び出し、米国にいる松崎君（三菱商事）や吉原君（日製産業）の活躍ぶり、酒量、血圧、頭髪の変化（中には篠原先生を追い越した人も）と乱れるばかりでした。異色なのは門脇君（古河電工）で詰将棋名誉八段、既に研究書を数冊出し、テレビにも数回出ています。いずれにしてもそれぞれ責任ある身で活躍されていました。

また最近話題の光ファイバー、バイオ関連、コンピュータ関連、ロボット化などの新技術について篠原先生はじめクラスメートから啓蒙を受け、今年は何か新しい事をやろうという気が起ってくるのも正月に開く14日会の効用の一つと考えています。

当日の出席者を記しますと次の通りです（敬称略）

石井、板橋、伊藤、岩岡、乾、宇井、小川、門脇、川上、木下、久保、清水、辻野、友田、西野（実）、原、半田、広瀬、藤本、宮本、矢田、谷津、山岸、山田、吉田、米山、若林、津富。（津富 正孝 記）

学 生 部 会

応 化 展

応用化学科3年 前川 敏彦

昨年の11月6日から8日にかけて、例年の如く早稲田祭と並行して理工学部キャンパスにおいて、第28回理工展が開催されました。応用化学科も“応化展”として参加致しました。今年は、“ C_1 化学”と題して、原料の点から始め、反応機構、さらに実際の装置、応用についてまで、一つの大きな流れとしてとらえてみました。実験としては、最近注目されている新触媒“ZSM-5”を合成し、その触媒を用いて、メタノールから高オクタン価ガソリンを製造してみました。現在の省エネルギーという社会事情を反映してか、この実験はなかなか好評でありました。

——ガソリンを作ることが難しいということを実感に感じた。今の世の中石油は全くムダなく使えるというが、その資源の減少には、私も少なからず関心を持っている。(以下略)

——これは見学にこられた方の感想の一つです。このように少しでも興味を持って頂けて僕たちもうれしく思いました。

ところで、応化展には化学を専門とされている方も、そうでない方も数多くみえます。一人でも

多くの人達に理解して頂くために、今回、従来の3テーマから思い切って1テーマにしぼってみました。化学を専門とされない方々にとって専門用語を用いた説明というのは、“よくわからない”といった感じ、そして“化学は難しい”となりかねません。しかしながら、現代社会における問題や、話題となっている事柄を、大きな視点でとらえておくことは重要なことではないでしょうか。一方化学を専門とされている方々には、未熟ながら我々の知る限り細部への説明をさせて頂きました。

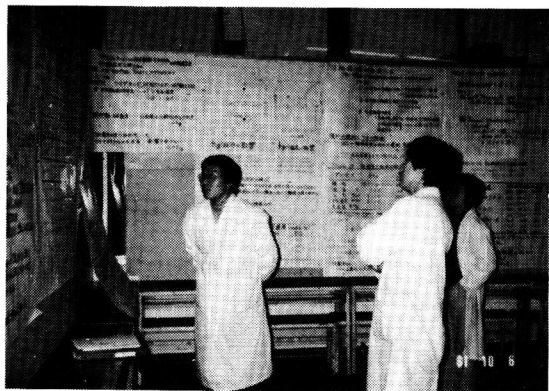
しかし1テーマだけでは少々物足りないという感じは否めなかったことも事実でした。

「いかにして多くの人に理解してもらえるか」これは、今後も続く課題と思われます。

応用化学科は、1学年140名という大所帯のため縦のつながりに欠けています。このため、学生会でも、新入生オリエンテーション、応化ソフトボール大会、そして応化展を開催しております。今回も新しく縦の関係が形成されたようです。又学部1,2,3年生は、研究室とは普段あまり縁がありません。特に1年生は専門科目が3科目しかありませんので、どうしても応化の学生であるという自覚に欠けるのではないのでしょうか。僕は、1年生の時に応化展に参加して、研究室で試薬を秤量したことがあります。たったこれだけのことですが、すぐく感激したことを覚えています。そして自分が応化の学生であると初めて自覚しました。この感激は是非とも1・2年生には味わってもらいたいものです。このように応化展には大きなメリットがあります。しかし一方、どうしても学科展の宿命か、一般の方になじみが薄いのです。

今後、応化展がその長所を保ちつつ、かつ参加者の自己満足で終わってしまわないよう、そしてよりオリジナリティーのあるものへと発展することを願います。

最後に、この誌面にて、広告を提供して下さいった各企業、先輩の方々、また直接御指導下さった先生方、大学院生の方々に厚く御礼申しあげます。





船で南海に遊ぶ

半年程前からにわか視力低下がひどくなってきたので、冬期休暇中は何か目を休める良い方法はないかと考えていたところ、折よく「グァム・サイパン船の旅」募集広告が目についたので早速応募した。約2週間ラジオ、テレビ、新聞から隔絶されて青海原を友とする、そんな生活が最良と思えたからである。ところが結果的には後述のようにレジャー参加が多くて、どうやら所期の目的は程遠いものになってしまったようである。

往復8日間は船中生活なので、さぞかし退屈するかと聞きやテニス、ゴルフ、水泳、体操、ダンス、映画、落語、歌謡教室、占い教室、モデル撮影、麻雀、囲碁、将棋……etc、とても退屈するどころではない。これらを総合して“洋上レジャー大学”と呼び、講師陣は中村八大（歌謡）、小島武夫（麻雀）、渡辺功（テニス）、石井千枝（ゴルフ）などそうそうたる顔ぶれである。

かつて国際見本市船として名を馳せた「さくら丸（13,000トン）」は540名の客を乗せて一路南下する。小笠原が近づくころブルーに水が満たされ、上甲板は甲羅乾しの人々で埋まる。やがて左舷間近に硫黄島が見えてくる。海岸には幾つもの沈没船が赤錆びた残骸をさらし、波が打ち寄せて白い水しぶきを上げている。摺鉢山の山腹は砲爆撃で打ち砕かれ、未だに崩れた岩肌を見せたままである。しかし、果てしなく広がるベタなぎの青い美しい海を眺めていると、ここで死闘が繰返されたとはどうしても信じられない。

島影が夕闇の中に消えるころ、甲板上で洋上慰霊祭が催された。船長以下乗客のおよそ半数が上甲板に集まって黙禱を捧げ、この海域で身内を失った3人（私もその1人）が代表して焼香し、他の方々は菊花を海に投じて涙しつつ祖国防衛に殉じた多くの同胞の霊を慰めた。実は予想もしていなかったこの催しが、今回の旅行を一層有意義なものにしてくれたことに対し深く感謝している。

グァム島アブラ港に碇泊中の船上で元旦の初日の出を拝み、さて足の向くまま気の向くままに首都アガニアの街を歩けば、何とまァ驚いたことに日本人ばかり。年中そうではあるまいが現地人チャモロ族ちらほら、欧米人がちらほら。日本からのお客様を無視しては到底この島の経済は成り立ちそうにない。だから現地人は老いも若

きも日本語が実に達者で、しかも愛想の良いことこの上なく、ショッピングにも英語は殆ど必要ない。島内では米ドルしか通用しないと事前に聞かされていたが、日本円で結構ですという店が大半。それはそうでしょう、でなければ販売競争敗北必至の状況なんだから。

海外でしばしば見受ける光景が、でっかい態度で札びらを切っている日本の中年男。無教養丸出し、成り上がりむき出しで何とも鼻もちならない。

タモン湾と南部のココス島で半日ずつ海水浴を楽しんだが、エメラルド色の美しい海の底には真黒い大きなナマコが無数に居て、食いつかないとはいえないかにも無気味で、興をそぐことおびたしい。その上砂浜にはサンゴの殻が散乱していて、素足ではケガをするのも又興覚めに輪をかける。その憎いサンゴもボートの底からガラス越しに眺めると素晴らしい美しさで、名も知らぬ熱帯魚の群れが様々な形をしたサンゴの間を縫って泳いでいる情景は、龍宮城もかくやとばかり我を忘れて見惚れる。

グァムを夜半に出港するとロタ島で夜が明けテニアン島で朝日が顔を出す。そしておよそ1時間後にサイパンに接岸する。ここは北マリアナ連邦に属し、税関手続などで2時間を費してやっと上陸。この島は今なお戦禍の跡も生々しく、日本軍司令部跡の洞窟前には赤錆びた戦車や太砲が幾つも散在している。37年前私が扱った同型の12匁高射砲が2門残っていて、懐かしさに思わず駆けよってあちこちで回したものである。そこからゼロ戦滑走路を距てた程近い海岸が有名なバンザイ岬で、絶壁の遥か下方は荒波が岩をかんで大きなしぶきを噴き上げており、ここからとび下りれば命の助かろうはずはない。追いつめられてこの断崖上に立った数百の同胞の悲痛な胸中を偲び、しばし熱涙の頬を伝うを禁じ得なかった。

サイパンの浜辺はナマコが殆ど居なくて実に快適、思う存分泳ぐことができた。何時の日か再びここで泳いでみたいと思う。

それからまた4日間の船旅（レジャー大学で猛勉強）の後晴海埠頭へ帰港した時、平和な日本ではその日埠頭前で消防出初式の最中であつた。

宮脇正章（有志会員・事務局長）

「化学」ということば

英語のケミストリー（Chemistry）に日本語でなぜ化学という字があてられたか、その理由は明らかではない。

化学という言葉が使われる以前は、舍密（セイミ）という言葉が広く使われていた。それは徳川時代に化学という学問が蘭学の一部として日本に伝わってきたとき、化学という意味のオランダ語「シェミー」（ドイツ語の Chemie と同じ）をそのまま音訳して舍密（セイミ）の字をあてたものである。天保10年（1839年）に宇田川榕菴が書いたわが国最初の化学教科書は「舍密開宗」と名づけられているが、明治に入ってから明治元年の大阪舍密局、明治3年の京都舍密局の設置など、近代化学工場には舍密が使われている。明治30年には大阪舍密工業株式会社が設立され、コークスの生産を行なってきた。同社は、大正14年6月に大阪瓦斯に合併されたが、その後は大阪瓦斯舍密工場として舍密の名がそのまま残されてきた。

化学という言葉が最初に使われたのは、万延元年（1860年）に摂津三田の藩医川本幸民が、ドイ

ッ人シュトゥットハルト原著のオランダ語の化学書をもとにして書いた『化学新書』といわれる。

また、『宇都宮氏経歴談』という書物によると、尾張の藩士宇都宮三郎が文久3年（1863年）に開成所（洋書調所）の頭取であった林大学頭に、製煉所を化学所と改称するように進言している。その理由として「シナでは化学と称しており『化学入門』という書物がある。これによれば『重学（物理学）の力は物性を変えずと雖も化学の力能く物性を変ずるを以て化学と名づく』とある…」と説明している。この進言で製煉所が化学所と改められたと伝えられているが、『化学入門』という文献が残されていないので、この話の真偽のほどはあまりはっきりしていない。

なお、英語のケミストリーから「ケ学」という意味で「化学」の字をあてたという説もあるが、はなはだ疑問である。

（出所） 日本化学工業協会

『日本の化学工業戦後30年のあゆみ』

会 務 報 告

役 員 会

日 時 56年11月19日(木) 午後5・45～6・50

会 場 大隈会館 3階 3号室

出席者 15名

- 議 案
1. 高齢会員会費免除承認の件
 2. 本会創立60周年記念事業の件
 3. 業務担当理事の報告
 4. そ の 他

編集委員会

日 時 56年11月19日(木) 午後6・50～8・10

会 場 大隈会館 3階 3号室

出席者 8名

- 議 案
1. 会報11月号に対する批判（反省）
 2. 会報57年3月号の編集企画

有志会員新加入

長島 義悟 三井造船㈱ 技術開発本部

野田 勝嗣 静岡大学工学部

学 内 消 息

菊地 英一教授 昭和56年度燃料協会賞受賞
（昭和57年1月27日）

ご 逝 去

御所 譲吉 （旧20回） 昭和56年11月18日

街風 輝雄 （新16回） 昭和56年11月23日

武田 貞親 （工4回） 昭和56年12月31日

編集後記

筆者は会計担当理事の立場で編集委員に加わっているにすぎないので、本誌の編集には殆んど貢献しておりません。編集後記は本誌本号の編集に関係があることを書くのが本来の目的であるとすれば、筆者は執筆者として誠に不適格であります。編集委員が交替で執筆することによって番がまわってきました。

わが応化はこの3月には学部から約80名、大学院から約60名の諸君を社会に送り出すことになりました。筆者は酒井先生と共に、4年生のクラス担任ということで就職業務にも関係しましたが、本年は求人が非常に活発で高度成長時代を思い出させる程であり、その点では学生諸君も恵まれていましたし、私共も全く苦労がありませんでした。しかしその半面、熱心に求人して下さった多くの企業に対して、ご要望に沿えなかったという事態が発生しましたが、学生数に制限があることでもあり、また、以前のように原則として1社1人という制限を設

けることも、現在では諸般の事情によって困難になっておりますので、お許しいただくより途がありません。

このような状況になったのは、石油ショック以来多くの企業が採用を控えていたことや、新製品の開発競争が激化したことに原因がありましょうが、企業がいかに若い優秀な頭脳とバイタリティーとを切実に求めているかを、ひしひしと感じることができました。また、わが応化に対する各企業の評価が非常に高いことも心強い限りでしたが、これは入試がむずかしいことや、教育・研究の内容が充実していることにもよりましょうが、多数の卒業生の皆さんが各職場で立派な活躍をしていて下さることが、最大の原因であると思われます。その意味でも、新卒業生諸君の後輩に対する責任は重いといえますので、それぞれの道で大いにがんばって下さることを切に希望しかつ期待します。本号がたまたま3月に出る予定ですので、新卒業生諸君に対するお願いと期待をこめて、編集後記にかえさせていただきます。

(鈴木晴男 記)

会報 編集委員会

お知らせ

大正12年5月に我が応用化学会が創立されて、今年丁度60周年になります。

記念行事については、先般来役員会において種々検討されており、未だ最終計画は出来上がりませんが、次の事項は一応内定致しました。

1. 記念式典を今秋に開催する。
2. 会報の記念特大号(58年3月)を発行する。
3. 行事資金の調達
 - (1) 今回は寄付募集は行わない。
進んで寄付のお申出であるものは有難くお受けする。
 - (2) 会報記念号に賛助広告掲載をお願いする。

計画決定後、改めて詳細をお知らせします。

委員長	酒井清孝
委員	鈴木晴男
"	山本明夫
"	平田彰
"	吉富末彦
"	太田政幸
"	逢坂哲弥
"	林卓冶
"	川島親史

早稲田応用化学会報
昭和57年3月発行
発行所 早稲田応用化学会
東京都新宿区大久保3-4-1
早稲田大学理工学部内
電話 03(209)3211 内線5221
編集人 酒井 清孝
発行人 宮脇 正章
印刷所 大日本印刷株式会社