

サル Sal'ence エンス

3

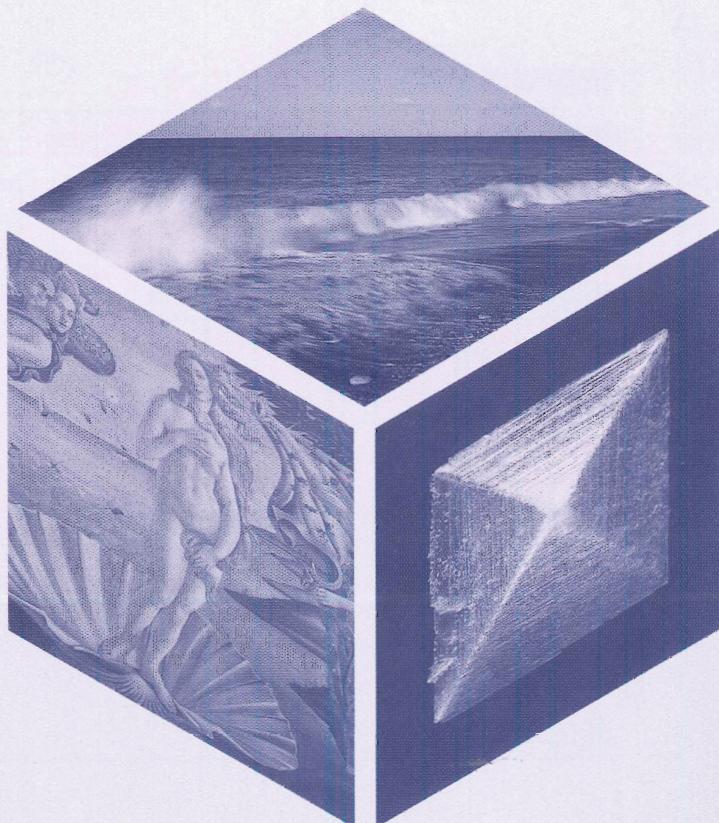
MAR. 2003 No.56

「おいしさの東西比較論」—美味礼賛と無味礼賛— 川端晶子

「Sourirajanと非対称膜の発明まで」 大矢晴彦

「膜」を経験して 斎藤 博

枝条架の源流を探る 加茂 詮



目次

卷頭言 おいしさの東西比較論—美味礼賛と無味礼賛—	1
川端 晶子	
Sourirajanと非対称膜の開発まで	2
大矢 晴彦	
「膜」を経験して	7
斎藤 博	
枝条架の源流を探る	15
加茂 詮	
塩漫筆 大地の方位と「タテとヨコ」	23
塩 車	
第31回評議員会・第35回理事会を開催	27
財団だより	34
編集後記	



川端 晶子

東京農業大学名誉教授

(財)ソルト・サイエンス研究財団
評議員

おいしさの東西比較論 — 美味礼賛と無味礼賛 —

「おいしく食べる」ということは文化現象の一つであり、どういう食べ方をするかはそれぞれの地域や民族によって異なっている。

「美味礼賛」と「無味礼賛」という思想について、前者は西洋的価値観、後者はその対極にある東洋的価値観が示されている。「塩」は世界に冠たる基本調味料であることを念頭におきながら、おいしさの文化を比較する。

美味礼賛

美味礼賛の代表はフランスの食文化である。古代の食べ物と料理は、神話的な儀式によって構成されていた。また、旧約聖書に「地のすべての獣、空のすべての鳥、地に這うすべてのもの、魚は恐れおののいてあなた方の支配に服し、すべて生きて動くものはあなた方の食べ物となるであろう」と書かれている。

西洋料理の主流はイタリアからフランスへと発展し、フランスの十八～十九世紀には古典料理の基礎が確立し、美食の黄金時代となつた。美味礼賛の思想はブリア＝サヴァランの『味覚の生理学』(日本語訳：美味礼賛)

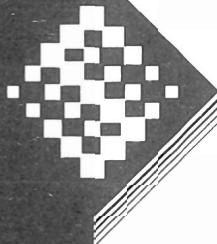
に集約されているといつても過言ではない。本書には、美味についての二十項目の格言、感覚や味覚の定義、食欲、飢え、肥満、羸瘦、死に至るまでの隨想や論考がある。美味が人間の精神的・身体的生活にどのような影響を及ぼすかについて述べられている。

無味礼賛

中国の食の思想の根底には、儒教、道教の宗教的土壤がある。儒教は「敬天思想」と「仁」を基調としている。自然界の諸現象の觀察から導きだした『五行大義』があるが、医食同源や薬食一如の思想にまで発展した。道教は大衆に密着した思考の根源であり、不老長寿の思想が基本姿勢である。日本に眼を転じると、稻作農耕文化に育まれた土壤には、古代から数多くの神々を祭り豊穣を祈る習慣が守られている。また、仏教の伝来からも影響を受けた。

中国の哲学・美学専攻で、パリ大学教授のフランソワ・ジュリアンが、十年前に『無味礼賛』と題するフランス語の著書を出版している。西洋とは相対的な価値観である東洋の「無」について、「無の思想は人々を感覚界の果てへと導き、それを超えたものを実感させる。とくに食べ物の味は直接的・感覚的な接觸を超えたところで、初めて本当の味がわかる」という。味を超えた味わいを重んじる考え方には、中国の唐の時代に生まれているが、それが宗の時代になると一層大きな流れとなって引き継がれ、宗に留学した道元禅師も、こうした深い味わいを尊重する風潮を身につけた。今日、日本における無味礼賛の思想は禅や茶事の食文化に生かされ、和食の真髄でもある。「無味」とは食材そのものの味を生かすことである。

おいしさの文化は各民族・各地域固有の味を大切にする一方で、グローバル化の波は各地域の食文化の融合をも進めている。



Sourirajanと非対称膜の発明まで

大矢 晴彦

横浜国立大学名誉教授

研究運営審議会研究顧問

What's new!

コーヒーマグを片手にもち、椅子の背もたれに深々と沈み込んで、丸い大きな顔のなかのんなつこいまん丸い目をくりくりさせながらSouriの発するこの一言でSourirajanの研究室の一日がはじまる。



1 Sourirajan

Srinivasa Sourirajanは、1923年10月インド（場所の名前は聞いたと思うが忘れた。）の生れ。暑い日には120 F (49 C. なお寒暖計にはこれ以上の目盛はない。) にも達するという。1943年Annamalei大学を卒業し、1953年Bombay大学より博士号を取得後、触媒や吸着剤の表面積を測定するB.E.T.の吸着装置の発明者一人であるBrunauerに招かれて米国にやってきた。高圧での吸着の研究をしており、逆浸透法も高圧操作なので、基本的なところは何もかわらないよ、ということで1956年にCalifornia大学Los Angelsキャンパス (UCLA) に逆浸透法の研究を行うために移った。

さて、Souriは1961年にカナダのオタワ市にあるNational Research Council (国立研究所) のApplied Chemistry Divisionに移った。この時に決めた写真にしめすこの同じ席で1986年に定年を迎えた。ガンとして、25年間席換えには応じなかった。彼は言う：1958年California



自分の席で膜を検査しているSourirajan博士

大学のLos Angelesキャンパスに着任した時に、1つの部屋があてがわれた。次の年には隣の部屋に移された。そして、その次の年には更に一番奥隣の部屋に移された。その部屋の更に奥には部屋がなくて、外へ出る扉があった。そこから出されてオタワへやってきた。だから、私は絶対にこの席から動かない。この研究室の中ですら自分の机の位置は変えなかつた。

Sourirajanは敬虔なヒンズー教徒で、その教えには忠実であった。毎朝ベーダを読んでから研究所へやってくると言っていた。そして菜食主義者である。牛乳はOKだが、卵はダメとくる。シャーベットは食べるが、アイスクリームはダメとなる。日本の精進料理ならばよかろうと考えるが、命ある魚が入っているとダメ。蟹節のダシがいけない。天ぷらの衣に卵を入れるが、これがダメ。というわけで、もう誰も自宅に招待はしないということになる。勿論、卵の入らない衣で揚げた野菜の天ぷらは大好き。あとはカッパ巻き、味の素で味を付けた豆腐料理はOK。京都では湯葉料理を食べてもらった。というわけで、彼が家から持ってくるお弁当は、生の大きなニンジンが4、5本、リンゴ1ヶ、チーズ（牛乳から作るのでOK）が何切れか、そしてパン。それで写真のように太っている。ちょっと不思議な気がする。

2 California州の水事情

Southern Californiaは北と違って乾燥地帯である。東京のディズニーランドとOrange Countyのそれとは、それぞれのアトラクションの入口の光景がまるで異なる。日本では行列する場所に屋根がある。米国では屋根がない。つまり雨は降らないという前提になっていることでも分かる。そこで、コロラド河をフーバーダムで堰き止めミドー湖を作り、ダ

ムの水を遠々と300kmも、それもロッキー山脈を越えてはるばるカリフォルニアまで運んでいる。まずこの水を用いて灌漑を行い、農業を興した。カリフォルニア米をはじめとし、カリフォルニアの名前を付す色々な農産物が日本に輸入されてなじみが深い。しかし、砂漠に水を灌漑して農業を行うとき、水に含まれている塩分および肥料分はどうしても土壤に残る。このため100年以上を経過すると、塩分過剰となって植物が生育しなくなる。このような塩分蓄積の理由により、古代から、砂漠にいくつかの文明が栄え、滅びていった。

カルフォルニア州としては更に大量の水を使ってこの蓄積した塩分を洗い流したい。まず、1つは、コロラド河に注ぐ塩分濃度の高い支流の上流にフーバーダムを位置させ塩分を少くした。1つには海水の淡水化であった。

更に、カリフォルニアの温暖な気候にさそられて多くの人が集まり、また、いろいろな産業も興り1950年代に入り人口が急増してきた。それも場所によっては10倍というオーダーで増加した。もうコロラド河からの水だけではまかないきれない。海水の淡水化は1つの対策である。

3 海水および汽水の淡水化

海水および汽水から安価に淡水をうる方法の研究は、よく知られているように、将来の淡水不足を見越して、1952年米国のナショナルプロジェクトとして発足した。同年7月2日にSaline Water Actが成立し、内務省にOffice of Saline Waterが設置されて研究推進体勢が確立した。

まず、関連する研究者を集めた第1回の会議でいろいろな淡水化の方法が列挙された。ついでながら、このリストには逆浸透法は含まれていない。更に広く提案をつのり、すべてに均一の研究費1000ドル（？）を支給し、研

究成果を集め評価し、ふるいにかけて残った提案に研究費を支給する、というプロセスを進めていった。そして、残った研究テーマの1つが1953年にFlorida大学のReid教授によって提案された¹⁾逆浸透法であった。Florida大学では、いろいろな市販の高分子フィルムをもちいて、水の透過特性と食塩の分離性能を調べた。1957年に発表された研究結果²⁾によると、酢酸セルロースフィルムが食塩を96%以上分離する能力をもっており最良の膜であることがわかった。しかしながら、水の透過流束が極めて小さく、 $6\text{ }\mu\text{m}$ という極薄のフィルムを用いても $3\times10^{-5}\text{cm/s}$ 程度($25\ell/(日\cdot m^2)$)でしかなかった。

一方、Los AngelesのCalifornia大学(UCLA)でも連邦政府とは独立に逆浸透法の研究を進めていた。1958年に発表された結果は³⁾、酢酸セルロース膜で94.4%、 $0.14\times10^{-5}\text{cm/s}$ 、酢酸酪酸セルロース膜で99.2%、 $0.04\times10^{-5}\text{cm/s}$ とともに実用に耐える数値ではなかった。

4 非対称逆浸透膜の発明

そこで、Sourirajan達は透過流束を上げるべく、酢酸セルロース製の古くから市販されている限外濾過膜(Schleichen & Schuell社)をもちいて実験を開始した。透過流束は当たり前だが極端に大きくなる。しかし、食塩を分離してはくれない。

Sourirajanはこう語る。ある日、セーターを洗濯機にかけたら縮んで着られなくなってしまった。洗濯機では温水を使っているから縮んだと考え、限外濾過膜を温水で処理することを試みてみた。そうしたら分離率が上ってきた。しかしながら、分離率を上げると透過流束がへる。いろいろ試みてみたが、分離率91.5%、透過流束 $1\times10^{-5}\text{cm/s}$ より性能を上げることはできなかった⁴⁾。

そこで研究方針を自ら酢酸セルロース膜を

製膜することにした。当然ながら文献調査からスタートする。製膜の歴史からはまず、1800年代の後半に硝酸セルロース(セルロイド)のアルコール溶液(コロジオン)からいろいろなグレードの細孔をもつ膜を製膜できるようになり、1918年にアメリカのSchleicher & Schuell社とドイツのMembranefilter社の両社から“メンブレンフィルタ”、“ウルトラファインフィルタ”という名称で市販されはじめている。セルロイドは加工し易いが燃え易い(白木屋の火事の原因として有名)ということで改良が進められ酢酸セルロースが生まれる。しかし、酢酸セルロースは加工しにくい。この加工しにくい酢酸セルロースから限外濾過膜を製膜する研究を古い仕事ではあるがDuclaux夫人が行っていた⁵⁾。二酢酸セルロースを過塩素酸マグネシウム [Mg(ClO₄)₂]に溶解させてドープ液としキャストし、空気の流動を避けるため蓋をした容器の底に、ほぼ一晩おき水を蒸発させて水と接触させる。更に約2時間放置すると限外濾過膜がえられる。膜の厚さと透過流束の積はほぼ一定値となる。つまり、ほぼ均一な空隙率を持った膜が得られていた。そして、また、過塩素酸マグネシウムの存在下に乾燥した膜はコンゴ赤を阻止することを見出している。

Sourirajanは言う。Duclaux夫人の文献を見出したので会いにいき、(いつも思うのだが本当にフランスまで行ったのだろうか?)いろいろと話を聞いてきて研究の方向を定めたと。そしてDuclaux夫人の方法のトレースから始める。ただ違ったのは酢酸セルロースの良溶媒であるアセトンを主として利用し、これにDuclaux夫人の成果をドッキングさせた点にある。

アセトンの量はドープ液に適当な粘度を与えるように決めなければならない。アセトンと酢酸セルロースの比があまり低すぎると、たいへん粘っこいドープ液となって、均一な厚さの膜を得ることはできない。逆にこの比があまり高い希薄溶液となると、水に浸漬し

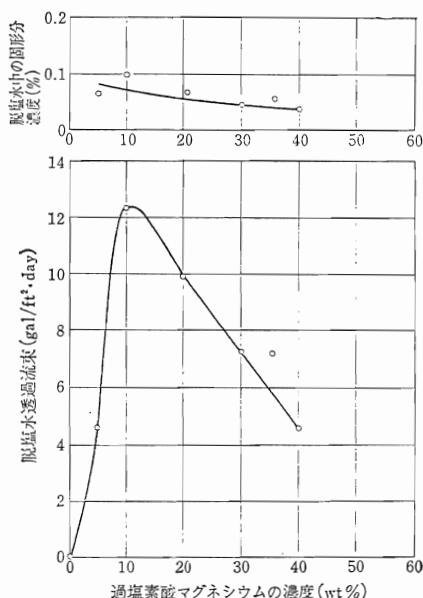


図1 膜性能に及ぼす水溶液中の過塩素酸マグネシウムの濃度
かん水: 3.5%NaCl, 102気圧

たときジエリー状の膜となって使用できなくなる。いろいろなテストを繰り返した結果この比がほぼ3のとき満足すべき膜がえられることがわかった。

さて、Duclaux夫人の溶媒中の過塩素酸マグネシウムの含有量は比較的自由に変えられる。そこで、飽和溶液 [50% Mg(ClO₄)₂] を用いて、酢酸セルロースとの比をいろいろ変えて膜をキャストしたところ、比は1:2が最適であることがわかった。

ついでに過塩素酸マグネシウム水溶液と酢酸セルロースの比を1:2に固定したまま水溶液中のMg(ClO₄)₂の量を変化させた。その結果は図1に示すようにMg(ClO₄)₂をほぼ10%含む水溶液を用いたときに、水の流束が最大となることがわかった。水だけをキャスト液に加えたとき、つまりMg(ClO₄)₂ 0%のときには膜を透過する水の透過はなくなる。

膜をガラス板上にキャストするとアセトンが蒸発して直ちに白濁してくる。アセトンを充分に蒸発させてから水に浸漬した時えられた膜の脱塩性能はいちじるしく損なわれるこ

表 Loeb-Sourirajan膜のキャスト液組成とキャスト条件

高分子酢酸セルロース (E398-3)	22.2%
完全溶媒	アセトン
膨潤剤	水
	過塩素酸マグネシウム 1.1%
キャスト膜厚	0.25mm
環境条件	0~10°C (飽和温度)
蒸発時間	3~4分
浸漬条件	氷水中 1時間以上
熱処理条件	75~82°C温水中 1時間以上

とが分かった。そこで適当時間蒸発させてから水に浸漬することにしたが、再現性がなかなかえられない。そこでキャストするガラス板を入れる箱を上蓋タイプの冷凍保存庫にかけた。(米国では家庭の地下室にこの大型の冷凍庫があり、解体した牛1/4頭分位(4~5軒で1頭買いをする。)を蓄蔵している。これを研究用に転用した。)また、浸漬用の水のバットも冷凍庫に入れた。そうしたら、蒸発時間に対する再現性がよくなった。

脱塩性能のよい膜は0°C以下の雰囲気で3~4分アセトンを蒸発させ(この時、上蓋をする)て氷水に1時間以上浸漬した膜を最低1時間75~82°C、熱水中で熱処理して得られた。これが最初のLoeb-Sourirajan膜の誕生である。その条件は表のようである。彼らは得られた膜が非対称構造となっているということは、この時点では知らなかった。

5 Sourirajanの膜分離機構モデル

Loeb-Sourirajan膜はまず限外濾過膜としてキャストされ、これを熱処理し、収縮させて得られることから、Sourirajanのこの膜の構造、そして膜透過機構に関する考え方は、膜に細孔があると考えることから出發する。ついで

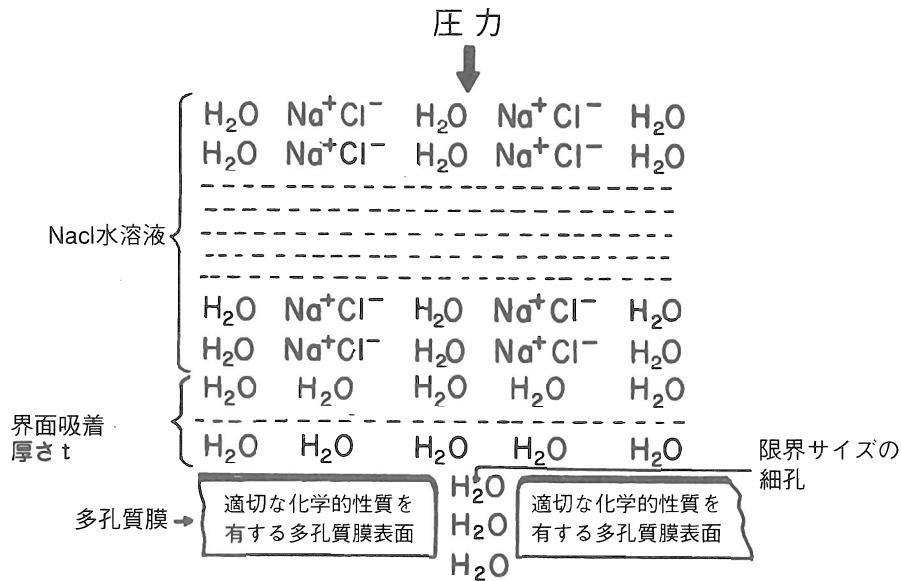


図2 選択吸着—細孔流水機構モデルの概念図

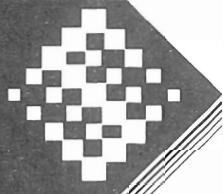
かつての吸着の研究の時の考え方より抜けられないで、水が何層か膜の表面に吸着し、これが細孔に向って流れると考える。つまり図2のようなモデルに行きつく。吸着層の厚さ t の2倍($2t$)以下の直径の細孔があいているならば脱塩性能がでるということになる。しかば、性能のよい膜は細孔が沢山あればよい。ということで研究の方向はいかに多孔性を上げな

がらその細孔径を $2t$ 以下にするということになる。

細孔径を測定するとか、吸着層の厚さを測定するとか、もう少し基礎的な研究があつたらもう少し違った成果が得られたのかも知れない。結局このモデルは一般的に受け入れられていない。

引用文献

- 1) E. J. Breton, Jr., OSW R&DP Report No.16 (1957)
- 2) C. E. Reid and E. J. Breton, Jr., ; J. Appl. Polymer Sci. 1, 133 (1959)
- 3) S. Y. Yuster, S. Sourirajan and K. Bernstein, UCLA Dept. of Eng. Report No. 58-26 (1958)
- 4) S. Loeb and S. Sourirajan, ibid No. 59-28 (1959) など
- 5) M. Amat and J. Duclaux, J. Chim. Phys., 35, 147 (1938)



「膜」を経験して

斎藤 博

(財)造水促進センター
茅ヶ崎研究所主任研究員
元日本専売公社
小田原製塩試験場

1はじめに

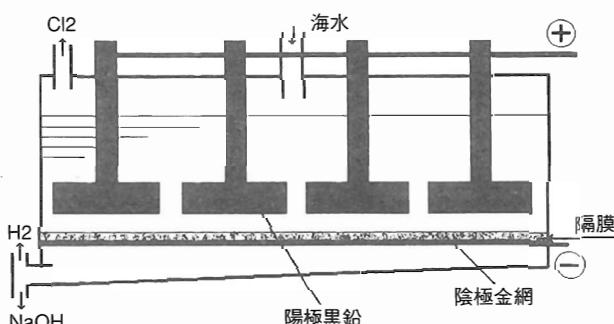
古稀を過ぎ振り返ってみると、52年間も「膜」に関ったまさに「膜人生」であったと思う。そこで、あらためて「膜とは何か」を自分に聞いてみたくなり、短文を書かしていただいた。20年程前に、分離膜装置技術者向けに約100ページの分離膜技術試験資料を纏めたことがあるが、纏めた後から新膜が次々生まれたため調査が追いつかず、そのままにしている。このように、製膜及び膜工学関係技術はニーズの拡大と共に機能を付加しつつ著しい進歩を遂げた。お陰で私も定年を過ぎてなお、仕事を継続させて頂いている。今まで私の取り扱った（遭遇した）膜を大別して経験順に並べると、電気分解用隔膜、イオン交換膜、逆浸透膜、限外ろ過膜（セラミック膜を含む）、精密ろ過膜及びナノ膜などである。計画段階で終わったものにガス分離膜、透過気化膜などもある。専売公社小田原製塩試験場で始めた膜研究から民間に移って膜製造工場の建設、膜装置設計に関わり、膜の用途開発が活発な時期に海水淡水化、IC関連、医薬品製造、食品製造から上下水処理、し尿処理などのプラント建設を行なってきた。膜への思いと同時に若い研究者へ引き継ぐ責任を感じ、浅薄な経験の一端を記述した。

2 隔膜式電気分解

昭和26年3月に小田原製塩試験場に入社した頃、日本の工業界は基礎工業薬品である苛性ソーダ及び塩酸の製造が急務であったようで、原料塩製造の低コスト化を担う塩専売の研究機関は大きな存在であったと思える。また、産業界はプラスチック製品の黎明期であり、特に塩化ビニール樹脂の需要が大きく、輸入

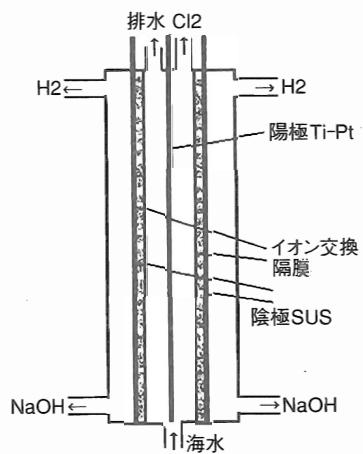
塩の電気分解による塩素の製造が盛んであった。当時、試験場では製塩技術と海水利用技術の研究を2本柱にしていたが、海水利用技術はマグネシアクリンカーの1次製品である水酸化マグネシウムの製造試験にシフトしていた。海水に投入する苛性ソーダはフレーク状ではなく、ドラム缶に詰めた固形品しか入手出来なかつたため、ドラム缶を切り開いて先の尖ったハンマーを振りかざしながら碎いて溶解させたため、全身に苛性ソーダの破片を浴びて作業した。また、溶解液をポンプの代わりにバケツリレーで梯子をかけたタンクに投入したのを覚えている。その後、研究者個々にテーマを課せられ、私には「海水直接電解」が与えられた。この研究を始める前の半年間、民間電解工場の研究所に勉強に行った。そこには、以前原子力委員長をされた若かりし頃の向坊隆先生が来られ、電解槽の化学工学についての講義を聞く機会があり、研究所員からも実験方法を教わった。また、水酸化マグネシウムの製造試験に関連して出向した当時の東京工業試験所など外部の研究者とのコミュニケーションは、その後に逆浸透膜研究グループへの参画に際して大いに役立った。

手作りの実験用隔膜式電気分解槽は約1m角、深さ約30cmのアクリル樹脂槽で、底部に取り付けた金網（陰極）の上に炭酸カルシウムで目を詰めたアスベスト布の隔膜を敷き、その上部に海水を張り込んで陽極室とし、グラファイト電極（陽極）を吊るしている。い



水平型隔膜式電解槽模式図

わゆる水平式電解槽である。電極への導線は直流高電流のためブスバーという厚手の銅板を使用した。隔膜は陰極で生成される苛性ソーダと陽極室の海水を分離するが、塗布した炭酸カルシウムの厚さが薄いと海水が漏洩して苛性ソーダの純度が低下する。苛性ソーダ濃度の調節は陽極面の電流密度（CD）の調節で行なう。海水直接電解では食塩濃度が希薄なため水分解が生じて酸素が発生しやすく、低CDにしたため苛性ソーダの濃度は数%であったと思う。グラファイト電極も戦時中に製造されたもので質が悪く、発生塩素も酸素や炭酸ガスを含むため純度60%程度であったようだ。その後、苛性ソーダ製造をあきらめ、塩素製造にシフトすることにして縦型式電解槽を試作した。その陽極には幅30cm、長さ50cm程度のチタン-白金板を、陰極には孔開きステンレス板を用いた。隔膜はイオン交換隔膜を考えたが、現在のような均質なイオン交換膜ではなく、不均質イオン交換樹脂シートを試作した。シート加工はY社の平塚工場にお世話になり、微粉末にした陽イオン交換樹脂粒とバインダーの粉末塩化ビニールを混合し、小型の2軸加熱ローラーで延伸製膜したが膜抵抗はかなり高かったと思う。縦型電解槽の電気抵抗を小さくするため隔膜、電極間を極力狭めた。生成した塩素の濃度分析は電解工場



縦型隔膜式電解槽模式図

の研究所で戴いた器具を使用した。この器具は長さ300mm程度のガラスピペット状で、塩素ガスを下部から入れ、上下のコックを開めてガスを封じ込め、上から一定量の苛性ソーダ溶液を注入し、上部コックを開けると反応管内で苛性ソーダと塩素が反応して白濁する。多分、その液面を反応管の目盛で読み、塩素濃度を測定する仕組みであったと思う。

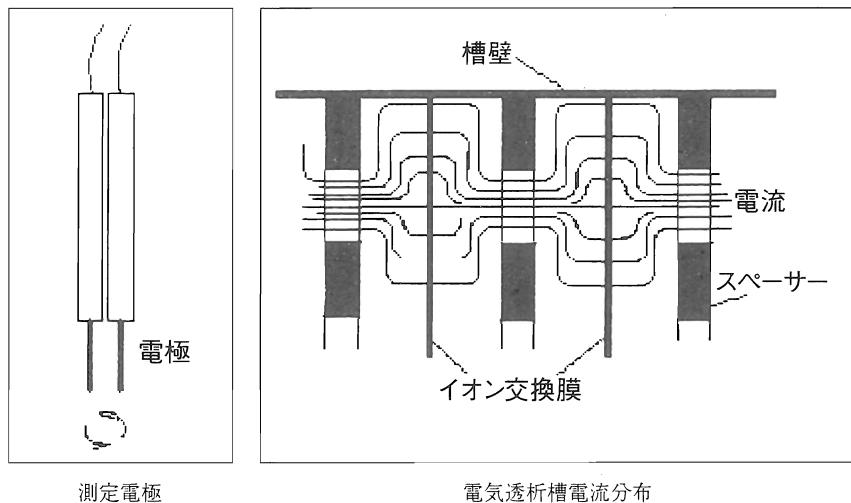
高さ1m程度の塩素吸収塔なども設置して、かなりの量の高濃度塩素を製造した。私はこの実験で始めてイオン交換隔膜らしきものを実験に使用したが、当時は隔膜とは単に陽極液の漏洩を防止するもの程度の認識しかなく、膜のイオン移動現象はその後経験した電気透析などにおいて思考したと思う。実験操作は一人で行ったため危険性は構いなしで、発生した塩素を直接浴びてしまった。海岸に逃げたが眼をやられ、当時の場長のポケットマネーで弱視の眼鏡を買い、以後、眼鏡をかける事になった。ついでに言うと「V型電解槽」と呼称した水銀法電解槽の実験では水銀中に手を入れて作業していたため医者から注意されたこともあった。

3 イオン交換膜電気透析

わが国のイオン交換膜開発に伴って、製塩合理化案が出され、小田原製塩試験場でもイオン交換膜電気透析法のFS（事前検討）を実施することになり、不均質膜を前出のY社の協力で試作した。しかし、膜抵抗を減少させるためのシート加工が難しかったため不均質膜は装置特性試験の段階で終わり、本格的な膜特性試験は均質膜を入手してから実施出来たと思う。電気透析装置の形態は「締付型」と「水槽型」に区分されて試験は行われたが、私は水槽型透析槽内の電流分布に興味を持ち、すだれ状の縦桟式膜間スペーサー（塩ビ板製）を迂回する電流分布を測定した。槽壁に平行

して流れる電流は水流と同じ様に邪魔板のようなスペーサーにぶつかると迂回してスペーサーの裏に回り込むが、迂回する周辺は電流が集合するため高電流密度になる。したがって、膜とスペーサーが接触すると迂回部分の膜面では加水分解による水酸化マグネシウムが生成し、やがて膜が劣化する。そこで、出来るだけ均一な電流分布になるようなスペーサーを試作する目的でスペーサー付近の電流分布を測定した。電圧測定は2本の細い電極棒を区画した各ポイントに差込み、コンパスのようにして回転して最大最小値を測定した。電流は電圧と直角に交差するので、等電圧曲線から等電流曲線を作成した。問題は電極間隔をいかに狭めて高密度の曲線を描くかであり、高抵抗体が入手できず苦労した。おかしなことに、槽壁の曲がり角は水流が渦巻くように電流曲線が円を描くようにみえた。この現象は測定精度が不充分のためであり、電極間隔を更に狭めて精度を上げないと分からぬと思ったが、東工大の先生が「渦流があれば面白い」といったと場長は知らせてきた。水の流れと電気の流れが全く同じとは今でも信じがたい。電気透析膜は液中と膜内のイオン移動速度差及び過電流がトラブルの原因になるため均一電流分布が望ましいが、膜面積が大きくなるとセル間隔の設計は難しくなる。電気透析装置において境膜といわれる膜の近傍のイオン状態は実際どうなっているのか。

通常の装置設計では境膜はマクロ的にみるが、ミクロでみればスペーサーなどの障害があり、液流動や電流は複雑な状態になっているはずである。電気透析装置の設計の難しさは液流動以外にも電流の漏洩と分布の問題が付加されていることがある。膜性能についても現在の装置になるまでには多くの改良がなされている。私は4年前に海水淡水化逆浸透装置から排出される濃縮液を電気透析膜装置に供給し、忘れていた電気透析をなんとか記憶の底から引き出して濃縮実験を行なった。供給水は海水の2倍濃度としてCD；5A/dm²で



塩分濃度21.6%が得られた。10A/dm²では25.2%、12A/dm²で26.4%が得られ、膜面に微細ではあるが食塩の結晶が出来、最近の市販膜の膜と装置を経験してその性能のすばらしさを認識させられた。

4 逆浸透膜

小田原製塩試験場では海水による逆浸透膜特性の研究は1965年頃から始まった。当初の計画では膜特性研究用の実験装置を製作し、膜は市販品がないため外注で試作させることにした。しかし、外注した酢酸セルロース系の膜が容易に完成しないことがわかり、やむなく自作することになった。OSW(米国塩水局)レポートを頼りにLoeb型平膜をトライアンドエラーの繰り返しで試作した。膜に加える圧力を求める試算を行なった結果、100気圧を目標圧力とした。このような膜は現在でも超高压膜と呼ばれるが、思えば、極めて高い目標値としたものである。Loeb型膜は薄い分離層と分離層を支える支持層の二層構造が特徴で、単層均一構造の膜に比べて透過水量が著しく多いため、初めて実用化された型式であったが、膜厚の大部分がスポンジ状の支持

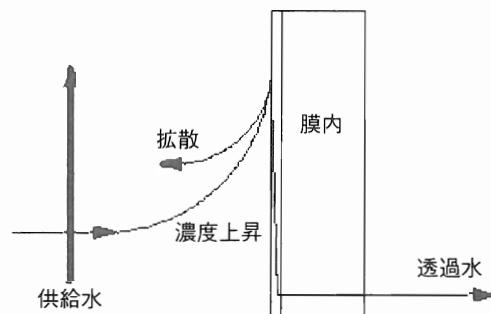
層のため、加圧すると徐々に圧密化が進行し透過水量の経時的減少が起こった。圧密化は現在の高圧用膜でも起こるが透過水量の経時的減少勾配を評価基準にしている。更に、圧密化は供給水温度の履歴にも影響することが分かってきた。実験ではどうしても圧力100気圧の膜特性を測定したいため製膜条件を探索し、真夏に中央研究所の低温室を借りて閉じ籠ったり、逆に実験室にストーブを入れて室温を40℃程度に上げて作業したこともある。結局、製膜最終工程における熱処理の温度制御が全ての工程の条件以上に効果のあることが分かり、最適温度を決めた。これらの研究の間にOSWレポートにおける彼らの製膜室の室温、湿度などの環境を想定したり、議論したり嬉しい日々を送った。また、蒸発グループからは圧密化がある以上、データに信頼性がないと相手にしてもらえなかったり、外部に相談する人もなく苦しい日々を経験した。

昭和47年頃、金沢大学での海水学会ではトピックスとして扱われ、NHKテレビが取材に来て「この膜で海水から飲料水が、膜の反対側からは塩がザクザク採れるようですね」と質問してきた。記者は誰からそのような大きな話を聞かれたのであろうが、何年か後になっても外部の人から「専売の逆浸透研究の目的は海水濃縮であったのですか」と聞か

れたことがある。実験初期に行なった浸透圧の計算や経済試算の結果から海水濃縮は不可能であることは分かっていたが、最初の研究テーマは「海水濃縮」であったのであろう。塩分を濃縮するのに海水中の大量の水を分離しなければならない逆浸透法は、少量の塩分を移動させる電気透析法より不利であることは誰にも分かることである。研究に入る前に担当希望者の募集があり、その場で手を挙げた人は数人いたが、半年後には三人になり、1年後には二人に、そして上司の転勤があつて私一人残された。人の減少理由は、このプロセスが「海水濃縮」には向かないことが分かってきたために辞退されたのではなかろうか。その後は、学会発表でも海水淡水化をテーマとしていたことを明言しておきたい。ただ、始めから耐圧100気圧の超高压用の膜を目指したり、スケール生成について炭酸カルシウムなどの析出を検討する実験を発表したため、外部の人にはそれが誤解の原因になったかもしれない。……と思っていたが民間に移籍直後の「水」業界誌に私の談話として「小田原製塩試験場での研究目的は海水脱塩とその副産かん水の利用であった」と書かれている。研究初期と終期では目的が大分変化してきたらしい。

水力学的に水の流れは静流（層流）や乱流があるが、壁に接する極めて薄い層は静流となり、この域を境膜と呼んでいる。水溶液における膜分離では境膜に濃度勾配が生じる。電気透析の場合、膜中と溶液中のイオン移動速度差によって境膜域に濃度差が生じ、逆浸透膜の場合は透過しない塩分が境膜域で濃縮され、ろ過膜の場合は濁質や高分子物質が堆積する。何れも膜透過に対して抵抗となり膜性能を低下させる。境膜の状態は膜特性やドライビングホースの種類によって異なるが、膜関係者はいかに境膜厚さを小さくするかについて努力してきたのである。境膜を小さくする方法は、簡単に言えば境膜域濃度をバルク濃度（本流の濃度）に近づけるように攪拌

することであるが、例へば、水力学的方法としてバルクの流速を上げるとか、超音波振動を与えるとか、機械的方法としては膜を円盤状にしてバリアブルコンデンサーのように交互に重ねて高速回転し、液を攪拌するとか、さらに、膜間をスポンジでこ擦るなどいろいろ試みられている。水力学的方法は流速を圧力損失が過大にならない範囲で増加させるが、乱流促進材としてネットを膜間に挿入するなどの工夫をしている。また、電気透析の場合も同様であるが、モジュール設計においては膜間流速分布の均一性が要求される。逆浸透膜の境膜域の濃度分極（濃度勾配）概念図はバルクから透過水側までの濃度勾配の断面が示されている。



逆浸透膜濃度分極概念図

供給海水は膜面に向かって濃度上昇し、高濃度の膜面からバルクに向かって濃度差拡散の逆流れを伴うが、実際の膜近傍の濃度変化は複雑になっているはずである。化学工学的解析ではKimura—Sourirajanの理論式を用いるのが常識となっていて濃度分極係数（膜面濃度上昇比率）も求められる。また、装置設計において、係数値に個人差があるのは当然であるが、中にはKimura—Sourirajanの式を無視して濃度分極を否定し、逆浸透装置の設計する人がいるが、それはそれでその人の設計思想であり、プラントなり装置なりが目的通り出来てうまく作動すればよいのである。しかし、境膜とか濃度分極現象の存在は単なる概念ではないことを理解して欲しいと思う。

試験場で連続運転用に試作した膜型式は当時の文献には見られなかった外圧管状形式とした。この形式は高圧用に適していると考え、長さ1m、外径1cm程度のコア（膜を取りつける芯）を管状焼結樹脂で作り、焼結樹脂表面の凹凸から膜破損を防止するためシームレス布でカバーした。その上に膜材料をコーティングして酢酸セルロース系の膜を形成した。この膜で約一年連続運転した結果、6月にバクテリアアタックを経験した。この事故は海水の微生物防止が如何に重要であるかを知るきっかけになった。

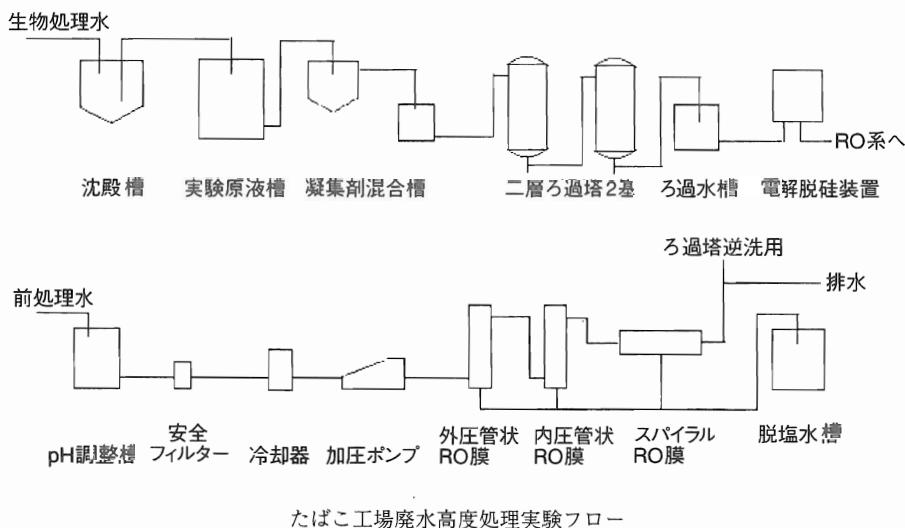
小田原試験場に勤務していた時の最後の研究課題は小田原のタバコ工場で実施した工場排水のリサイクル実験であった。プラントのフローシートは生物処理—凝集沈殿—二層ろ過—（脱珪素電解）—逆浸透（RO）であり、当時としては新規なフローであった。RO膜は当時、国産膜がなく全て外国膜の外圧管状型、内圧管状型、スパイラル型を購入し、シリーズに連結して各形式の膜性能を比較した。実施期間は昭和48年7月から50年7月に亘り、設計、積算見積、入札、建設、運転、データ解析を行ない、逆浸透膜装置解析の勉強に大いに役立った。49年4月から50年9月まで1年6ヶ月の連続運転を行ない、報告書作成まで殆ど一人でこなした経験がその後の私の人生を決

めたとも言える。この報告書は私のバイブルとして現在でも手元におかれている。

5 精密ろ過膜

精密ろ過膜は水中の汚染物質除去を対象にするため、膜種類の中で最も需要が多い。平成4年から厚生省などの企画でMAC-21計画（厚生省関係、大学、企業による21世紀の水道浄水化実験研究で平成4~6年度に実施）の研究が実施され、江戸川河畔の浄水場で浄水プラントメーカー約30社が公開実験を行った。ここでは、国産セラミック膜などの新型膜装置が出現したが、各種の浸漬膜型装置が勢ぞろいしていた。浸漬膜型は減圧ろ過方式で、水槽に浸漬した膜から水を吸引するため低圧で運転される。この方式は生物処理の曝気槽に膜を充填し、生物処理と膜ろ過を兼ねた装置として画期的であり、現在、下水処理などに使用されている。

精密ろ過膜は海水淡化逆浸透装置においても汚染防止のため、逆浸透装置前処理の砂ろ過器に替わる高度な除濁方法として採用され始めている。造水促進センターでは海水淡化逆浸透装置開発終了後の重要な課題として



外圧型精密ろ過膜装置（MF）及び限外ろ過膜装置（UF）の自動化運転を平成7年頃から最近まで約7年間に亘って連続運転し、40,000時間を越えても充分に初期性能を維持している精密ろ過膜を経験した。この間に、適応膜の選定、運転条件、膜の洗浄方法などが開発されたが、同時に海水中の汚染物質の解明や膜の生物付着（バイオファウリング）の研究、そして最後に、膜面に堆積した微生物や濁質の新しい除去方法について実験を行った。微生物はプラント内での増殖というやっかいな問題がある。従来から原海水には殺菌剤や脱酸素剤の投入を行なっているが、塩素系殺菌剤に弱いろ過膜も多くある。通常、精密ろ過膜の洗浄方法は物理的な間欠的自動逆流洗浄（逆洗）を行ない、更に2～3ヶ月毎に有機酸、無機アルカリ、その他による薬品洗浄を行なうが、洗浄のため2日間運転停止しなければならない。そこで、薬品洗浄の頻度を少なくする除濁方法が考えられた。

最近、海水淡水化におけるバイオファウリング研究が進められている。バイオファウリングは海水中の微生物が膜面で増殖し、付着物量を増加させ、膜性能を低下させる現象であり、膜面の微生物を分解もしくは除去する対策が考えられている。逆浸透装置において「酸ショック」とか「浸透圧ショック」と呼ばれる方法が試験されているが、われわれも精密ろ過膜装置において実験を行った。「酸ショック」は装置供給水に無機酸を間欠的に添加して微生物を酸分解させるが、「浸透圧ショック」は低浸透圧の水を間欠的に供給して微生物の細胞膜を浸透圧差によって破壊し、死滅させる方法である。共に効果が認められたが「酸ショック」の方が効果大で、薬品洗浄の頻度を少なくすることが出来た。海水の微生物量に関する値としてATP（Adenosine Triphosphate=アデノシン三リン酸）量を測定しているがATP量は顕微鏡で直接カウントする微生物量と相関があることがわかり、「酸ショック」の効果判定に利用している。

6 限外ろ過

限外ろ過膜が市販された初期には溶液中の高分子分離や含油排水処理などにも使用されたが、高アルカリ洗浄が不可能なため失敗した例が多くあった。このため私は民間会社にいた頃、フランス製の無機系膜を含油排水処理に使用した。カーボンチューブの内面にジルコニアコーティングした外圧管状型膜である。この膜は高温アルカリ液洗浄が可能なため有機系膜にない特徴を持ち、機械油廃水処理に適用させた。このように膜は機能別に選定する必要がある。この膜で成功した応用例を挙げると、電子工業のプリント基盤製造工程から排出される水溶性ドライフィルムの現像廃液処理において、廃液中の高分子物質を濃縮して1/20に減量し、透過液を炭酸ナトリウム溶液に再生回収した。膜処理装置は高価であるが、他のプロセスでは不可能なニーズを探索して成功した例である。ただし、リサイクルプロセスはその工場の生産ラインと直結させるため製品の生産速度と一致させる必要があり、設計段階ではシミュレーションで苦労した。

7 ナノ膜

通常NF膜と呼ばれる膜であり、イオン交換膜のような電荷を持つ特徴がある。例えば比較的低圧（1～2Mpa）の加圧で硫酸イオンの阻止率が高く、硫酸系スケールを除去できるなど、特異な利用方法が考えられる。逆浸透膜淡水化における水回収率を増加させるためナノ膜を前処理に使って脱硫酸カルシウムを行なうことが出来る。ナノ膜の種類は多く、それぞれ特異な特徴を持っているため今後の需要展開が期待されている膜である。

8 膜分離技術の発展

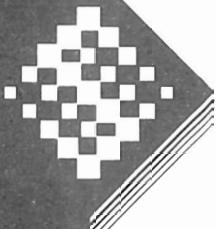
種々の膜について、実際の経験からその特性や問題点などについて述べてきたが、われわれは自然界の動物、植物は勿論、人間の構成要素である「皮膚」や「細胞膜」の作用を単純化した人工膜を作り、工学的に利用してきた。膜分離プロセスは膜の種類によって機械的エネルギーによる水の透過と電気的エネルギーによるイオンの移動という相違はあるが、両者に共通するのは相変化のない単純なプロセスである。自然界の細胞膜に似た極めて薄い人工膜は、私の勤務した機械会社の重役に言わせれば「目に見えない分子を簡単に分離できる不可思議なもの」であって、物の価格を重量単価でしか見積もることのできない彼らには奇異な物体であったに違いない。

始めに経験した隔膜という膜の概念が、高機能の分離膜に至る過程の背景には社会の必然的な進化があるが、「膜」の出現は「半導体」や「超伝導」などの出現に似た革命的驚きで迎えられた。およそ、革命的発明には必ず神秘的な伝説を作るものらしく、逆浸透膜の場合も膜材料の混合を誤った成功したとか、話題が作られた。研究を始めた頃のある日、テレビ局でUCLA（カリフォルニア大学）の内圧管型製膜実験の録画を見た際、UCLAの教授から「女性が膜を引くと成功する」という伝説的説明がされたのを思い出し、小田原試験場にNHKテレビが膜製造方法を取材に来た時、女性が膜を引いたら視聴者に印象が残るだろうと思い、長さ1m、幅30cmの平膜をガラス板上に手作業で引いてもらった。いとも簡単に製膜した後、彼女に膜の両端を持って高く翳してもらい、膜の向こうから若い女性の顔が見えるように演出した。

国産膜が出始めの頃は水の業界ばかりでな

く、他の業界でも膜への関心が高まり、鎌倉にあった大手証券業者のリサーチセンターに多くの企業が膜の将来需要について調査を依頼した。当時は夢のような事業展開が期待され、様々な業種が膜に関係する事業を計画していた。他のリサーチ会社からは膜の研究者にアンケートが送られ、将来予想を書かせられたが、イオン交換膜と同様に研究開発を継続して行なえる企業はそう多いとは思えなかったので、膜製造会社は数社に絞られると返事をしたが、数年内にそれが現実になった。米国のベンチャー企業から技術導入した日本の大手企業が次々と撤退した原因は需要の問題よりも、むしろ、膜機能の将来的な展開が具体的に明らかに出来なかつたためと思う。彼らには「膜」とは何かが分かっていないかったのである。神秘な技術だったので、当時の論文には必ず「将来、膜材質の開発が進めば多方面への実用化が可能となる」と書かれていた。

膜を使った下水処理実験が開始された当時、そのプロジェクトリーダーであった東大の木村教授が「膜がかわいそうだ」と言われたのを思い出す。ひどく汚染した下水に清澄化処理して供給すべき新膜を漬けた気持ちを言われたと思うが私にもよく分かった。長い間、取扱ってきた膜は清潔な環境を与えるべき生物のような存在に見えてくるのである。造水促進センターの茅ヶ崎研究所における過酷な耐久実験では、40,000時間を越えても充分に初期性能を維持している精密ろ過膜を経験し、隔世の感があった。また、逆浸透膜でも最近ではライフが5年と言われるようになっているが、開発初期では考えられないことで、膜本体の改良もあるがメンテナンス技術も著しい進歩を遂げた。全ての生物活動の源泉といわれるATP（前出）まで使って膜面を処理する時代になり、膜分離技術は一層、各方面に浸透していく事を期待したい。



枝条架の源流を探る

加茂 詮

武藏野美術大学名誉教授
日本塩業研究会代表

まえがき

日本塩業史上、枝条架（式濃縮装置）が一般化したのは、昭和27（1952）年～29年にかけての試験結果を得た後、昭和30年頃から46年までの15～16年間のことであった。言うまでもなく一歩（ほんの2～3年）先んじて普及（転換）した流下式塩田と併用して用いられたものであった。採塩（製塩）が何らかの形で人類の生存と同じ歴史をたどったことを考えれば、この枝条架の普及期間は（流下式塩田とともに）あっという間の一瞬のように通り過ぎた。しかしこの期間（方式）は、日本塩田塩業史上大きな意義をもっている。生産力だけで考えてみても、当初の予想をはるかに越えて一挙に2～3倍に増加したからである。

だが今日では、かの浜引作業の織りなす入浜塩田の風物詩（写真一）はもちろん、あの立体感のある流下式一枝条架の塩田風景（写真二）も、だんだんと忘れ去られたものとなりつつある。そこで本稿では、このような枝条架は一体どこからやって来たのだろうか、について、歴史的・文献的に一応の考察をしたあと、少なくとも、その源流の1つと思われるドイツのグラディアヴエルク（Gradierwerk）＝枝条架の実物について、私が実際に探訪した結果を紹介しようというわけである。いわば、“眼でみる枝条架の源流”といったところであろうか。

もちろん枝条架が我が国に入って来た経路や、それに関わった人・文献を実証的に正確に明らかにすることは大事なことであり、私も深い関心をもって追求しているが、今だにどうしてもシーポルトとその周辺にはたどりつくものの、これが日本に枝条架を導入した原本であるというものを探りあてることができないでいる。可能ならば後日を期したいと考えている。同じようにこの点に興味をもたれている諸君のために、そしてできるだけな



写真一 入浜塩田風景（1954＝昭和29年頃）



写真二 流下式塩田と枝条架（1955＝昭和30年頃）

お不明である点を追求して下さる人が出てくることを祈念して、まずは必要最低限度の文献検討からはじめることにしよう。

1. 枝条架の源流をめぐる文献考

この問題についてもっとも広範に整理しているのは、藤井哲博氏の「製塩技術改良と小野友五郎」（『日本塩業の研究』第17集、昭和51年3月、所収）である。中でも枝条架については、IV枝条架法製塩と小野友五郎（同上日本塩業の研究265～294頁）に詳しい。この論

文については、私も必要最低限に文献・資料等の面で協力したが、藤井氏はまず枝条架法という“洋式製塩”を、フランス人のヒギューの著書『費氏塩録』（竹村本五郎訳 高銳一校 農商務省農務局 明治16年2月）に拠って、枝条架は「ドイツ人の医師ピエール・アビトが考案したもので、ドイツでは19世紀に至るまで、ほとんど当初の形のままで実用されていた」としている。ヒギューからさらに追加引用しておけば、この逐次装置（枝条架）は、「1559年にドイツ（日耳曼）のメルスブルの公園内に設立されたのが創始である」という。

なおついでながらヒギュेがあげて

いる古い製塩文献を紹介しておくと、ラテン語で書かれたブリーヌの『博物書』にはじまり、フランス・ノルマンディー州の僧コシエが1843年に発児した『セーメ、アンヘリヨール州昔日工業』、ジェヲルジ、アクリコラの『テレメタリカ（礦物

学）』（1546年、レーヴシク府発児、さらに1657年にも出版）などとなっている。ヒギューの上記の指摘（逐次装置がドイツ人アビトによる考案であり、1559年のメルスブル公園内の設立が創始であること）は、恐らくこのアクリコラの後の方の出版書に述べられているのではないかと察せられるが、必ずしもはつきりしない。

ところが私は、日本の枝条架の源流がドイツにあるに違いないと確信していた点では前記藤井氏と同じであっても、その依拠する文献はいささか異なっている。私の場合は、前記ヒギューの著書も持っていて目を通しては

いたが、これよりも先に出版された一連のオスカー・コルシェルトの著書に依拠していた。発行順序であげれば、1)『製塩法改良の方按』(明治14年2月7日ヲ・コルセルト述、地質調査、報文分析之部第壹冊 農務局地質課 明治14年6月)、2)『化学工業 卷之五 食塩製造篇』(ヲ・コルセルト氏著述 下山順一郎翻訳 明治15年6月)、3)『日本海塩製造論』(農商務省地質調査所、地質調査所明治16年報第貳号ヲ・コルセルト、肥田密三 明治17年6月)、である。

面白いのは、1)では枝条架のことをまだ蒸散屋と呼んでいるのに対して、2)および3)ではじめて“枝条架”という表現が出て来たことである。いまここで日本語表示の“枝条架”という用語がはじめて用いられたのが、いつ、どこで、だれによって、であるのかを実証する余裕がないが、追跡してみるといいと思う。

また、2)においてコルシェルトがドイツのシェーネベック (Schönebeck) の枝条架についてすでに「此装置ハ實ニ巨大ナルモノニシテ…其長サ日本里ノ九町ニ達ス」と紹介しているのは、後述する私自身の体験に照らして興味深い。



写真—3 ドイツ・シェーネベックのグラディアヴェルク (1960年代)

さらに3)においてコルシェルトは、枝条架は「日本ニ於テハ小野某始メテ之ヲ上総其他ノ地方ニ施行セリ…此枝条架蒸発法ハ独乙国ニ於テモ専ラ塩泉ヨリ得ル塩量ヲ富マシメンカ為メニ行フ所ナレトモ今ハ漸ク廃絶セントスルノ勢アリ」と述べており、やや問題をはらんでいる。

すなわちまず、日本で枝条架法をはじめて試みたのは、大々的には明治初期の小野友五郎をもって最初とすることができるとしても、その紹介なり試験的な着手は、それ以前の幕末にすでに日本各地で行われていたということである。その当時は枝条架法のことを、灌水汐法、淋乾法、蒸散法、洋式製塩法などといろいろに呼ばれていて、未だ枝条架という名称は出現していなかった筈である。枝条架という名称を最初に使ったのは、果して小野友五郎なのかオスカー・コルシェルトの訳者の下山順一郎や肥田密三なのか、あるいはその他の誰かなのか興味深い。ついでにいえば、ドイツの枝条架の枝条は、幕末～明治初期までは“梅樹”とか“黒季樹”とかと訳されている「柴、そだ」で、後年私が実見して確かめたところ、「トゲのある欧洲すもものそだ」であったが、日本では入手し易い「竹の枝」

を用いたのは、小野友五郎が最初なのか、それ以前の蘭学者達が先なのかも必ずしも明らかではない。

ただ前記藤井哲博氏の論文に詳しく述べられているように、小野友五郎より前の幕末期に今までいう枝条架のことを翻訳したり試みた人々は、見事にかのシーボルトに収斂するということである。こ

のことは私もつとに、これらの人々、川本幸民、大島高任、伊王野坦、武田斐三郎らの洋式製塩（枝条架）に関する業績を知っていて、きっとシーポルトが持つて来た洋書の中に製塩関係のものがあって、それが原本となつたに違いないと考えていた点で、藤井氏と全く見解を同じくするのだが、どうしてもそれらしき原書に行き当らない。因みに、限られた時間ではあったが、二度にわたりオランダ、ライデン市の「国立民族博物館」および「シーポルト記念館」を訪ねて調査したが、シーポルトが日本から持ち帰った物ばかりで、彼が日本へ持つて行った物は全く見つけることはできなかつた。

つぎに、さしものコルシェルトも、ドイツでの枝条架の将来まで見通すことができず、やがて製塩に使われなくなるとともに“廃絶”されると考えたようだが、事実は必ずしもそうはならなかつた、ということである。写真一3を見て頂きたい。これは先にコルシェルトの著書の中にあげておいた、ドイツのシェーネベックのグラディアヴェルク（Gradierwerk）=枝条架の絵ハガキである。1968（昭和43）年か'69年の10月末に、当時まだドイツ（当時のドイツ民主共和国=東ドイツ）に留学していた友人のM君から、突然舞いこんで来た絵ハガキである。絵ハガキの裏には、「シェーネベック（エルベ）」、「保養の家 ゾルツエルメン=塩泉の意」、「グラディアヴェルク（枝条架）」とドイツ語で印刷してある。私は一瞬電気に打たれたようなショックを受けたのを覚えている。「これぞ枝条架の源泉だ！やっぱりまだあったのだ。」という想いであった。

2. グラディアヴェルグ (枝条架) 探訪

実は私は1966（昭和41）年から67年にかけて、当時の東ドイツ（ドイツ民主共和国=D D R）に留学していた。ライプツィヒ（Leipzig）のドイツ語学校に4ヶ月居た以外はベルリン

(Berlin) のフンボルト (Humboldt) 大学で招待研究員の生活をした。後から思えば、オスカーコルシェルトの出身地やグラディアヴェルクを探し歩けばよかったのにと悔やまれたが、その時は専ら経済学の文献をあさって、塩業史のことには手を出す余裕がなかつた。

帰国後大学の講義やゼミナールを開くのに忙殺されていたが、やがて第4次塩業整備に塩業審議会の専門委員として関係したあと、日本塩業大系の編集責任者を引き受けてから、大学を休んででも塩業（史）に関わる生活となつた。その過程で、コルシェルトに関する資料は日本国内にも私の予想を超えて存在することを知ったが、枝条架についても上述のような文献に出くわしたのであった。前記M君の絵ハガキは、こんな生活のはじまつばかりの時に舞いこんだ大きな刺激物であったが、なかなかドイツを再訪して調査をする機会に恵まれなかつた。

ところが、先の留学からの帰国後13年経つた1980（昭和55）年春になって、思いがけずというより、やむを得ず少し時間をかけて地球を一回りしなければならぬ必要に迫られた。大学での講義で、新しく国際経済論ないし国際関係論をつけ加えて引き受ける必要が生じたからである。日本塩業大系の一応の結末にもまだ調査（資料）不足と未完成の余地が残っていたが、大学にも不義理を重ねていたので、3月から5月にかかる約2ヶ月の長期（海外）出張の命を断ることは不可能な情勢となつた。私はアメリカのニューヨークを皮切りに、ワシントン、ラーレー、プラッセル、パリ、ニース、ハンブルグ、リューベック、ベルリン、アテネ、バンコックの諸都市を回って、世界の主な経済関係の国際機関を訪ねて情報と資料の蒐集につとめたのであった。同時にこの機会に、当時東ドイツ（ドイツ民主共和国）の滞在に約1ヶ月を割き、ベルリンでの大学・国際経済機関の訪問以外に、旧東ドイツの各地を訪ねて、かねての懸案である塩業関係の調査を実行することを企てた。今にして思え

ば当時の東ドイツは絶頂期であったことと、私も日本との国際交流に多少なりとも尽力していたこともあって、東ドイツの外務省は快く私の希望を受け入れてくれただけではなく、日本語のできる若い外務省職員と車までつけて協力してくれた。

私の希望テーマは3つあって、1つはドイツの塩業関係の文献リストの調査、2つはオスカー・コルシェルトの生地をはじめ可能な限りの文献資料の調査、3つはグラディアヴェルク（枝条架）を探訪したい、ということであった。ここでは3つ目のテーマが主題であるので以下に紹介することとした。

(1) ザルツンゲン (Salzungen) の場合

グラディアヴェルクに関しては、上述したように、すでにシェーネベックの存在を知つており興味をもっていたので、東ドイツ側にその名をあげて訪問を要請したが、東ドイツ側は好意的に検討した結果、当時の東ドイツでは南西部のアイゼナハ (Eisenach) の近くにあって、西ドイツにも近い、バード・ザルツンゲン (Bad · Salzungen) の訪問を勧めてくれた。グラディアヴェルクもあるということであったので私にも異論はなかったが、近

くに大きな「カリ工場」があるのも見せてくれたかったのと、ホテルの関係でもあるよう感じられた。

1980（昭和55）年4月8日、まずそのカリ工場を見学したが、地下500m以上（700mであったかも知れない）の下にもぐり、採掘現場の最先端に案内された時、説明者が「この場所の地上はあるいは西ドイツかも知れない」と冗談とも本気ともつかぬことを話したのにまず驚かされた。もう1つ日本人として聞き捨てならなかつたのは、「カリが採りたくて苦労して掘っているのに、同時に岩塩がいっぱい出て来て、捨てどころに困っている」という話であった。私は思わず「タダで拾って日本に送ろうか?!」といつてしまつたので大笑いとなつた。

バード・ザルツンゲンにグラディアヴェルクその他を訪ねたのは翌4月9日であった。バード (Bad) は直訳すれば“温泉”ということになるが、日本の温泉とは趣が違つて、いろんな医学的治療設備を備えた“湯治場”あるいは“治療浴場”というほどの意味だといえる。

写真一4は、バード・ザルツンゲンの絵ハガキである。右上がグラディアヴェルクとなつていることから、日本語でいう“枝条架”を

直接さすよりは、“枝条架のある建物=設備全体”をいい現わす言葉でもあるようだ。右下はその建物の中のまさに“枝条架”であるが、この枝条架にかん水を滴らしている下を、ビニールのマントを着た治療・保養の人々が歩き回つて健康に役立たせているわけである。面白いのは、左下の室内の真中からかん水が噴霧状に噴き出している部屋を、同じくマントを着た人々がかん水の霧を吸入しながら歩き回つて治療して



写真一4 バード・ザルツンゲン (1980年当時)。保養コンサート室 (左上)、グラディアヴェルク (右上)、かん水噴霧室 (左下)、同上の外気吸入設備 (右下)



写真一5 グラディアヴェルクの外気吸入設備（ザルツンゲン1980年当時）

いる光景である。昔は塩泉または地下から汲み上げた塩水を濃縮するために使われていた枝条架が、今では塩水（かん水）治療設備として活用されているのである。この枝条架のかん水吸入設備としての利用ぶりが一層よくわかるのが写真一5である。写真にみえる柴（またはそだ）の束の壁が、日本では、竹の枝でつくった枝条架の本体である。いずれにしても、日本が導入した枝条架よりは、高さといい長さといい巾といい、はるかに規模の大きいものである。

1980年当時に、このザルツンゲンの保養所で入手した説明書によると。枝条架をかん水濃縮に使われなくなった後の、治療・保養の効果について次のように述べている。

「前世紀の初め頃、この柴の壁（枝条架）の側でかん水濃縮人として働いていた人々は、枝条架の側にいることの治療（健康）効果を実証し、医者もまたこのことを、とくに気管支の病に効果があることを確認した」と。

要するにこのザルツンゲンの訪問が、日本の枝条架の源流に違いないと思えるドイツのグラディアヴェルクを、直接自分の目で見、手で触れた最初であった（上述のとおり写真で見ただけの確認はシェーネベックのそれが

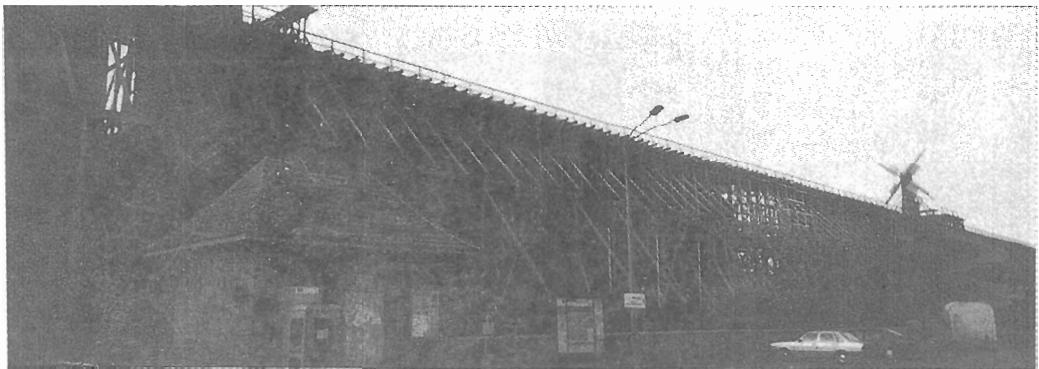
10年以上も前であつたが）。その夜私はホテルのベッドで興奮して寝苦しい一夜を過ごしたことを忘れない。

ところが、思わぬことでこのバード・ザルツンゲンをもう一度訪ねる機会に恵まれた。それは1992（平成4）年9月末に、国際塩業史学会（CIHS）の第2回総会が、東西両ドイツが統一された直後の

ドイツ、しかも旧東ドイツのハレ（Halle）市で開かれることとなり、日本塩業研究会（JSRA）からはじめて代表団が参加するとともに、私が学会報告をすることとなったからである。私はこの学会が終ったあと、ハレからアイゼナッハに移り、12年ぶりにザルツンゲンを訪ねた。私が想像していたとおり、旧東ドイツの崩壊直後の経営問題をかかえて、バード・ザルツンゲンの活気はむしろ12年前よりも衰えてみえた。今頃はどのように変化、もしくは発展しているだろうか、見てみたい気がするがもはや果たせまい。ただこの時私は通訳を含む数人の同行者に、枝条架の源流を見せ、その意義を強調することに夢中になっていたようだ。

（2）シェーネベックの場合

先に述べたように、1992年9月に私はドイツしかも旧東ドイツを訪れる機会を得た。1990（平成2）年春に、ベルリンの壁崩壊後の旧ソ連と旧東ドイツの状況を知るために、モスクワ、レニングラード、ベルリン、旧東ドイツ北部各地を訪れていたが、その現地視察の経験からする予想をもはるかに超えるスピードで、東西ドイツがいっきょに統合まで突き進



写真一6 シェーネベックのグラディアヴェルク（1992年）



写真一7 シェーネベックのかん水保養施設“フォルクスバード・ザルツエルメン”（1990年頃）。上部真中がグラディアヴェルク

んで、からまだ日が浅いドイツとくに東ドイツを訪れるに、私は大きな関心をもっていた。同時に会議の前後に、まずオランダのライデンでシーボルト関係資料を探ること、ハレに非常に近いシェーネベックに立ち寄って、写真でのみ興奮したグラディアヴェルクをぜひ実見すること、会議後ザルツブルクを再訪したいこと、その後ちょっと足を伸ばしてオーストリーのザルツブルグ（Salzburg）とその郊外のハルシュタット（Hallstatt）の塩鉱山を見学したいことを念願した。

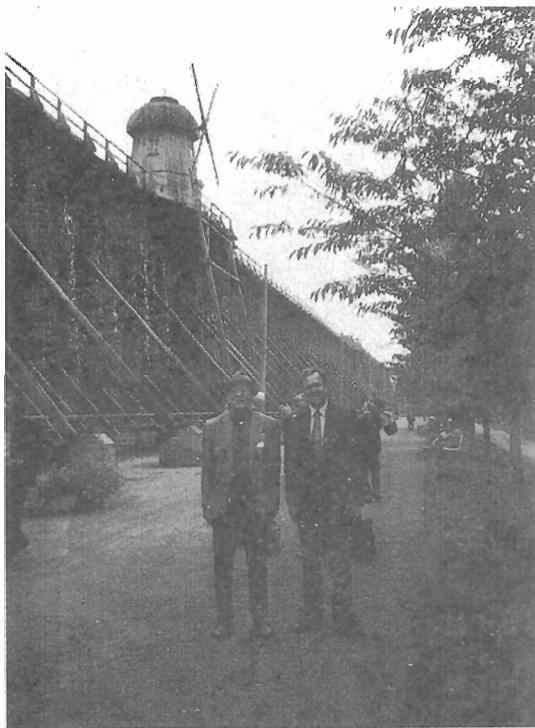
ライデンでのシーボルト調査は、先に触れたように主目的のシーボルトが日本に持ち込んだであろう文献は見出せなかったが、大変興味深いものであった。その後ベルリンを経てシェーネベックへの道のりは、レンタカーで強行したが、旧西ドイツに比べて旧東ドイツの道路整備の遅れの影響もあって、予定よ

りかなり遅れてバード・ザルツエルメン（Bad・Salzelen）に到着したので、かけ足の見学となつた上少し薄暗くさえなってしまった。したがつて写真一6は、写真一3の絵ハガキと同じ方向を意識して撮ったものだが、やや不鮮明なものとなつた。このグラディアヴェルクは、ドイツ、いやヨーロッパ全体の中で最

古・最大のものといわれている。いずれにしてもその意味で、誰が、いつ、どの本で日本に紹介したかはともかく、グラディアヴェルク（枝条架）の源流がこのシェーネベックのこれであるといってよいだろう。今日このグラディアヴェルクは、歴史的記念物としても保存されている。

この建物の端にはめこまれているターフエルには、グラディア・ヴェルクと題して次のように記されている。「それは、塩水（かん水）の濃縮によって、シェーネベックの製塩所のせんごうコストを下げるために、1756～1758年と1763～1765年に建造された。それは本来は1837メートルの長さであったものである。」と。

ところで、先にも触れたように、この1992年当時は、東西両ドイツの統一という一大変革後、日なお浅い時期であるので、管理事務



写真一八 バード・ケッセンのグラディアヴェルク（1992年）。筆者（左）とピアゼッキー氏（右）

所で売っている資料類にも混乱があり、写真一七にみられるように、旧東ドイツ時代の名称のままの絵ハガキも売っている一方で、新しく作ったばかりと思われる資料も売っているという有様であった。どうやら新しい名称も、「Solbad Dr.Tolberg」あるいは「Solbad Salzermen」に変えようとしているようにみえたが、詳しく問い合わせ正す時間がなく管理事務所の閉館を迎ってしまった。しかしこのバードの全容がよくわかるので、写真一七に東ドイツ時代の絵ハガキを掲げることとした。

なお、この1992年のハレでの学会の1日、学会のエクスカーションとして、バード・ケッセン (Bad Kösen) の大きなグラディアヴェルクも見学したので、ドイツの枝条架の源流

の1つという意味でここに写真一八を掲げておく。このバード・ケッセンには、このあと2001（平成13）年5月にドイツ・ワイマール（Weimar）市で開かれた第5回CIHSの総会中の1日にも再訪した。

このほか、1992年の時に古い製塩所の遺跡が、博物館の形で残されている、デューレンベルグも見学したが、グラディアヴェルクはなかったので割愛することとしよう。



おわりに

以上、旧東ドイツの古いグラディアヴェルクや製塩所は4ヶ所とも実地に見学することができた。聞くところによると旧西ドイツ側にも4~5ヶ所ぐらいグラディアヴェルクが残っているそうだが、はっきりと確認したわけではない。

また日本の温泉とはやや異なるが、バード (Bad) と名づけた塩水（かん水）浴場（湯治場）や保養所は、東西合わせてかなりの数に上るようだ。さらに、製塩にかかわる博物館も大小合わせると相当数あると思われる。

しかし、私が以上のような探索を試みて感することは、なぜ日本ではドイツのバード (Bad) や保養所 (Kur) に匹敵するような「かん水または塩水保養所または湯治場」ができるのであろうか、ということである。適度の濃度のかん水または塩水の、医学的効用はそれなりに明らかになっていようし、これからも可能であろう。成功すれば塩の用途・需要を広げ得る事業となろう。塩業関係の業界、諸団体、諸機関が協力して研究してみてはどうであろうか。

塩漫筆

塩車

大地の方位と「タテとヨコ」

江戸の「タテ」方向

天正18年（1590）徳川家康は関東へ移封され江戸城に入った。そうして慶長8年（1603）家康は征夷大将軍となり、江戸幕府を開いた。以来、江戸は世界でも有数の大都市として発展してきた。

この江戸の塩需要を賄ったのは下総行徳の塩浜であった。幕府は家康以来行徳塩浜の育成につとめ、その産塩は小名木川を通じて大川端の「行徳河岸」、さらにその奥の「塩河岸」へと運ばれ、そこに塩問屋街「塩町」が成立了。小名木川は行徳と江戸を、東西一直線に結ぶ運河として開設されたものである。この小名木川と平行して設けられた幹線運河が「豊川」であり、これらと直交して大横川と横十間川が設けられた。江戸の都市計画では、東西方向がタテ、南北はヨコとされている。

江戸城の表玄関。大手門は東に面している。征夷大将軍の称号は中国の古代王朝に由来するもので、「東方の夷族を征定する將軍」である。これを受けてか、江戸城は東方に向って築造されている。

平安京—京の都

古代中国王朝に倣って奈良の都、平城京が造営され、続いて京の都、平安京が造営された。平安京は図-2のように、東西・南北を条里で区分した方形の市街であり、北が上、南が下となっている。天子の御所は北辺の中央に位置し、天子は南面して政事を司る。したがって、中央大路の東側が左京、西側が右京となっている。

平安京は御所が中心となって、（上、中、下）

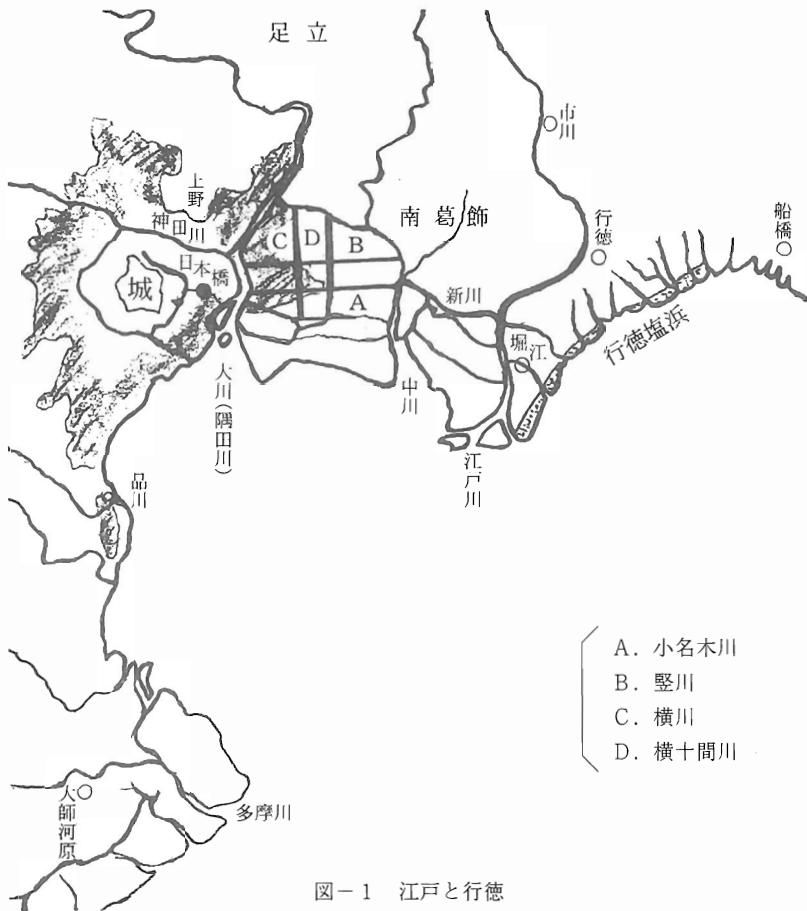


図-1 江戸と行徳

(右、左) の京に区分されている。

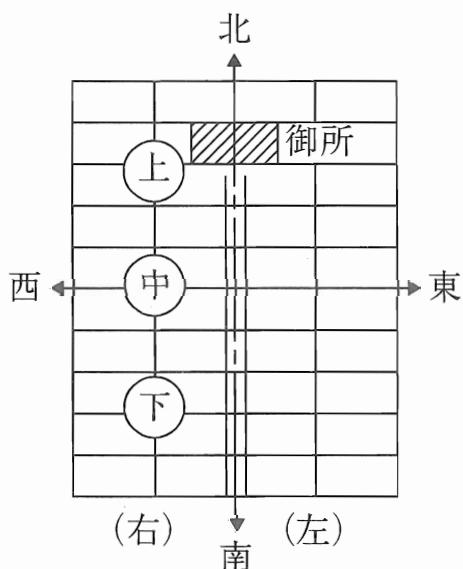


図-2 平安京

古代ポリネシアの方位

人間の時間感覚の始まりは、太陽の運行する1日が単位であり、方向感覚の基準も太陽の移動する東から西への線が軸となる。とくに周囲に何の目標物も見えない大海上で、頼りになるのはお天道様だけである。ポリネシア語で(右)を意味するmatau(マタウ、メテウ)は、また北を意味し、hema(ヘマ)は左および南を示す言葉である¹⁾。

古代ポリネシア人の方位の基準軸は、図-3のように、太陽の動きに合わせて東から西へ向う。したがって、右方向が北、左側が南となった。

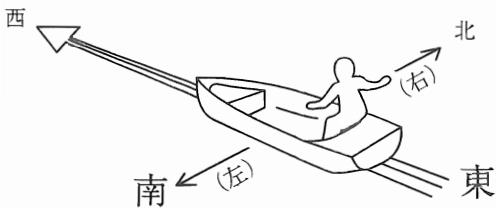


図-3 古代ポリネシア

イギリスでは「北南・東西」

日本、中国は「東西・南北」

日本や中国では、昔から方位を「東西・南北」と総称する。文字の国、中国では字句は縦書きが基本であり、文章は右から左へ書いて行く。読み順もこれに準ずる。

人の方位感覚を四角な紙に書くと図-4のようになる。これを中国流に書く（あるいは読む）と、まず上から縦に東西とし、次に右側から南北と書く。すなわち「東西南北」である。

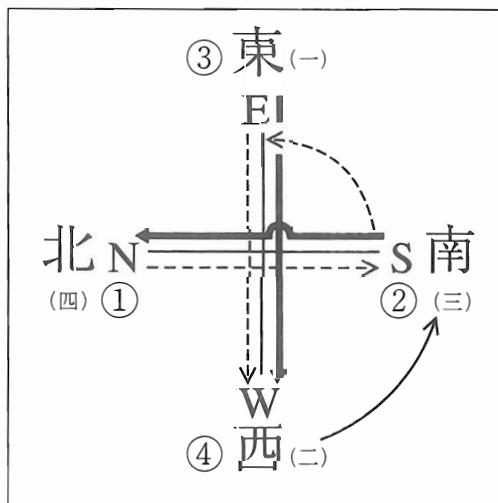


図-4 方位の呼称

ところが、イギリスでは方位のことをふつう、(north, south, east and west) という²⁾。即ち「北南東西」である。英文は左から横書きであり、上から下の行に書いてゆく。読み順も同様である。したがって図-4は、まず左横からnorth-south、次に上からeast-westとなる。「北南・東西」である。

英語だけでなく、ドイツ語でも同じ言い方をする。

近代の地図は、通常、北が上、東西を横にした図-5の様式である。ところが、この図から方位を読むとなると「東西・南北」も「北南・東西」も出て来ない。精々、マージャンの「東・南・西・北」ぐらいであろうか。

人の方位感覚の基は、洋の東西を問わず太陽の運行する「東西」であり、しかもこれが「タテ軸」（すなわち図-4）である。

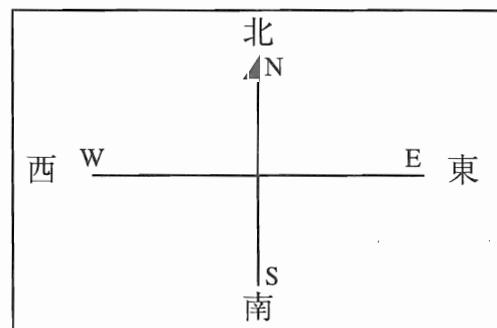


図-5 近代の地図

「トーザイ・東西」

舞台の幕があくと、拍子木をチヨーン・チ

ヨンと打って、「トーザイ・東西」と男が声をはり上げる。別に「南北」をいわなくても、これで会場すべての客に呼びかけているのである。街頭・店頭で広告口上の初めに「トーザイ・東西」とやる、こういった男達を昔か

ら「東西屋」とよんできた。

イギリスの大道芸人は、こんな場合どんな口上を述べるのだろうか？まさか「north-south」、（北南）でもないだろう。

-
- 1) S.H. Elbert ; 「The Pocket Hawaiian Dictionary」(1975)
西沢佑 訳；「ハワイ語—日本語辞典」 千倉書房 (平成2)
 - 2) 「英語中辞典」 旺文社

第31回評議員会・第35回理事会を開催

3月19日、当財団の第31回評議員会及び第35回理事会が、東京・港区の東京プリンスホテルで開催されました。

評議員会では、理事・垣花秀武氏、監事・荒木俊雄氏の辞任にともなう後任理事として石坂誠一氏、後任監事として西田宜正氏の選任について提案が行われ、全員一致をもって決定されました。また、平成15年度事業計画案、同収支予算案などが了承されました。

引き続き、理事会では、平成15年度事業計画案、同収支予算案が審議され、それぞれ原案通り承認されました。また、任期満了にともなう次期評議員の選出（8人の再任と4人の新任）と、柘植秀樹研究運営審議会委員の辞任にともなう後任研究運営審議会委員として中尾真一氏の委嘱などについて、全員一致で提案通り決定されました。なお役員、評議員、研究運営審議会委員等は32・33頁を参照。



第31回評議員会



第35回理事会

平成15年度事業計画書

1. 塩及び海水に関する科学的調査研究の助成

(1)本年度はプロジェクト研究2テーマ（採択件数13件）、一般公募研究49件、特定課題研究4件に対して、総額83百万円の助成を行います。

(2) 助成研究成果のまとめ

平成14年度の助成研究について、発表会を行うとともに、助成研究の成果をまとめた「助成研究報告集」を発行します。

2. 情報誌等の編集・発行

情報誌（「月刊ソルト・サイエンス情報」月刊）及び機関誌（「そるえんす」季刊）を編集・発行します。編集に一層の工夫を加えると共に、内容の充実をはかります。

3. 情報の収集及び調査研究事業

塩及び海水に関する内外の文献・図書・定期刊行物等の収集、調査・研究等を行うと共に、

情報管理システムの充実をはかります。

4. 研究会、講演会、シンポジウムの開催・後援
塩及び海水に関する研究会、講演会、シンポジウム（別紙一）を開催・後援します。

5. 広報活動の充実

インターネットのホームページを充実させ、財団活動の周知をはかります。

6. 関係学会等との関係強化

関係学会や関係団体に対し、加入、情報交換等協力関係を強化します。

7. 効率的業務遂行体制の構築

財団内コンピューターのネットワーク化と、情報を共有することにより、一層の効率的な業務遂行体制を構築します。

平成15年度助成研究を決定 —— 66件を採択 ——

去る3月7日、東京・千代田区KKRホテル東京で開催された第30回研究運営審議会において、平成15年度の助成研究について選考が行われました。選考結果は3月19日に開催された第31回評議員会及び第35回理事会で審議されて、プロジェクト研究2

テーマ（採択件数13件）、一般公募研究49件特定課題研究4件、合計66件が平成15年度助成研究として決定されました。研究領域別助成費及び助成研究一覧は次のとおり。

平成15年度研究領域別助成費

研究領域	区分	課題数(件)	助成費(千円)
1. 理工学	A	5	7,200
	B	7	5,900
	小計	12	13,100
2. 農学	A	6	9,500
	B	8	6,900
	小計	14	16,400
3. 医学	A	6	9,600
	B	12	10,450
	小計	18	20,050
4. 食品科学	A	2	3,400
	B	3	2,650
	小計	5	6,050
小計	A	19	29,700
	B	30	25,900
	小計	49	55,600
プロジェクト研究	食品科学	6	5,600
	理工学	7	9,800
特定課題研究	ソルトゲノミックス	4	12,000
	総計	66	83,000

平成15年度助成研究一覧

番号	表 題	氏名	所 属
1. 一般公募研究			
1	電位ノイズ法を用いた製塩プラント局部腐食モニタリング技術への極 値統計解析手法の適用に関する基礎的研究	井上 博之	大阪府立大学大学 院
2	高吸水性ゲルによるタンパク質溶液の脱塩・濃縮プロセスの開発	入谷 英司	名古屋大学大学院
3	濃厚海水中の主成分ナトリウムの迅速かつ正確定量の基礎となる錯体 系クロモイオノフォアの接触分解反応の機構解明	上原 伸夫	宇都宮大学
4	単分子膜直下のナノ空間でのイオン交換反応の設計と評価	岡田 哲男	東京工業大学大学院
5	製塩および脱塩工程における膜の汚損とその対策に関する研究	角田 出	石巻専修大学
6	食塩結晶の形態制御の原子機構	新藤 斎	中央大学
7	膜におけるイオン輸送に及ぼす高次場の影響に関する研究	谷岡 明彦	東京工業大学大学院
8	膜ファウリングの光洗浄法に関する研究	都留 稔了	広島大学
9	親・疎水性を制御可能なグラフト鎖を有する高選択性陰イオン交換膜 の開発	比嘉 充	山口大学
10	ビタミンB12修飾電極による脱塩素化反応	久枝 良雄	九州大学
11	製塩プラントにおける異種金属接触腐食に及ぼす諸因子の影響解明	八代 仁	岩手大学
12	海水利用の高効率化及び高度化推進のための自動化学分析システム及 び分離除去技術に関する研究	山根 兵	山梨大学
13	アカフジツボ キプリス幼生のセメント腺特異的遺伝子群の同定	岡野 桂樹	秋田県立大学
14	藻類の塩ストレス応答と馴化に関与する適合溶質の生合成	加藤美砂子	お茶の水女子大学大学院
15	ダイズの耐塩性に関する新規遺伝子の分子学的特徴付けと育種素材 としての検討	小島 俊雄	茨城大学
16	好塩性白色腐朽菌 <i>Phlebia</i> sp. MG-60株による底質土壤汚染物質の分 解と浄化機能	近藤隆一郎	九州大学大学院
17	マングローブのプロトプラス培養系開発	笛本 浜子	横浜国立大学大学院
18	海苔養殖に被害を及ぼす珪藻類の大増殖のメカニズム	多田 邦尚	香川大学
19	マガキ浸透圧応答遺伝子の塩分濃度感受性DNAエレメントの同定と その機能解析	豊原 治彦	京都大学大学院
20	海水中に含有する内分泌搅乱物質のペーベパレーション法を用いた濃 縮分離とモニタリングシステムの開発	樋口 亜紺	成蹊大学
21	クラゲ肥料化技術の実用化に関する基礎的研究	福士 恵一	神戸商船大学
22	分子構造に基づく好塩菌酵素の塩適応メカニズムの解明	藤原 健智	静岡大学
23	海洋性藻類由来血管新生抑制多糖類のES細胞分化系における作用	松原 主典	岡山県立大学
24	緩傾斜人工護岸に生育する真正紅藻類の着生微細藻の生理生態学的研究	村上 明男	神戸大学
25	野生稻 (<i>Oryza latifolia</i>) の塩ストレス耐性機構の解明	村山 盛一	琉球大学
26	海洋微生物由来グルタミナーゼの新規耐塩化機構の解明と耐塩性酵素 の分子設計方法の開発	森 陽一	大分大学

番号	表題	氏名	所屬
27	食塩感受性高血圧におけるrelaxinの関与の検討	池谷 直樹	静岡大学
28	食塩摂取により神経分泌細胞上での発現が低下する新規ステロイド結合膜タンパク質の機能に関する研究	浮穴 和義	広島大学
29	ショウジョウバエ突然変異を用いた塩味受容機構の解析	上野 耕平	群馬大学
30	プロスタシンの発現調節機構の解明および食塩感受性高血圧症治療への応用	北村健一郎	熊本大学
31	DASH食の降圧機序：圧-Na+利尿曲線に基づいた解析	木村玄次郎	名古屋市立大学大学院
32	食塩感受性高血圧におけるパラセリン-1の関与	五十里 彰	静岡県立大学
33	生理食塩水中に含まれる各種イオンが初期胚発生にみられる形態形成運動に及ぼす影響の解析	駒崎 伸二	埼玉医科大学
34	幼児の塩分摂取量の調査と塩分摂取に影響する食環境要因の解析	坂田 隆	石巻専修大学
35	遠位尿細管における浸透圧感受性イオンチャネルの陽イオン輸送における役割	鈴木 誠	自治医科大学
36	中枢神経系におけるTRP受容体の浸透圧受容体としての生理的意義とその活性化機構	津嶋 宏美	名古屋市立大学大学院
37	心血管系の食塩感受性が生体のストレス反応とリラクセーション反応に及ぼす影響	中尾 瞳宏	帝京大学
38	食塩感受性高血圧ラットにおける脳内nNOSニューロン核の破壊および回路遮断剤による交感神経抑制回路の解析	西田 育弘	防衛医科大学校
39	食塩感受性高血圧と脳循環動態（脳血流・脳血管径）の解析—遺伝子改变マウスと遺伝的脳卒中ラットを用いた研究—理化学研究所	野口 孝則	理化学研究所
40	クロライド輸送担体(DRA)の発現系の確立並びにその機能解析	林 久由	静岡県立大学
41	カルシウムホメオスタシスの異常と老化	萬谷 博	東京都老人総合研究所
42	非選択性陽イオンチャネルの微量元素透過と細胞の増殖、生存・死に関する分子生理	森 泰生	岡崎国立共同研究機構総合
43	食塩感受性高血圧から心不全への移行、および移行後の心不全の表現系を規定する因子の遺伝子発現レベルにおける検索	山本 一博	大阪大学大学院
44	超微量元素ニッケルの欠乏による食塩感受性高血圧発生機序の解明—ニッケルと環状スクレオチド依存性ナトリウムチャネルの相互作用—	横井 克彦	聖徳大学
45	ダイズおよびコムギタンパク質のプロテアーゼ ⁻ を用いる加水分解反応の塩類添加による高度効率化と新規食品素材の開発	井上 國世	京都大学大学院
46	ジアルグリセロールの乳化特性に及ぼす塩類の影響	大橋きょう子	昭和女子大学
47	甘味タンパク質の味質に及ぼす塩の影響	北畠 直文	京都大学大学院
48	食塩中のミネラル類がかまぼこの食味と弾力に及ぼす影響について	西岡不二男	東京農業大学
49	酵母の耐塩性向上のための基礎研究	前田 達哉	東京大学

番号	表題	氏名	所属
2. プロジェクト研究			
食品 科学	1 食塩が極性多糖類のゲル形成能および塩味強度に及ぼす効果 2 食塩が希釈卵液のゾル・ゲル物性及び塩味強度に及ぼす影響 3 食塩および混合塩が魚肉蛋白質の物性と呈味性に及ぼす影響 4 組織構造と分子構造の面からの食品タンパク質とNaClの相互作用の解析 5 選択的イオン電極を用いた食品の各種イオンの活量測定 6 高分子食品成分と食塩の相互作用の解析	森高 初恵 市川 朝子 田島 真 長野 隆男 吉田 久美 香西みどり	昭和女子大学 大妻女子大学 実践女子大学 愛媛大学 名古屋大学大学院 お茶の水女子大学
理工学	1 結晶の成長速度に及ぼす操作条件の影響 2 食塩晶析装置形式が有効核発生速度と平均結晶成長速度へ及ぼす影響 3 光センサによる晶析装置内結晶核発生速度の測定と制御に関する研究 4 所望製品結晶を生産するための装置形式の選定とその晶析特性に関する研究 5 食塩晶析装置での過飽和溶液内の過剰微小結晶数の制御 6 母液組成による製品結晶品質への影響 7 結晶中の不純物低減を目的とした高効率食塩晶析装置および操作の開発	上ノ山 周 尾上 薫 清水 健司 外輪健一郎 滝山 博志 長谷川正巳 福井啓介	横浜国立大学大学院 千葉工業大学 岩手大学 九州大学大学院 東京農工大学 塩事業センター 姫路工業大学大学院
	3. 特殊課題研究 ソルトゲノミクス		
1 2 3 4	ラン藻の塩誘導性遺伝子および塩シグナル伝達系のミクロアレイ解析 シロイズナズナの塩応答性遺伝子群のDNAアレイによる解析 高血圧症の食塩感受性を規定する因子のゲノム解析 塩味応答のDNAアレイ解析	鈴木 石根 小林 裕和 萩原 俊男 阿部 啓子	岡崎国立共同研究機構 静岡県立大学大学院 大阪大学大学院 東京大学大学院

役 員

平成15.4.1現在
(任期:平成14.4.1~平成16.4.1)

理事長	古橋源六郎	
専務理事	橋本 壽夫	
理事 *	石坂 誠一	財団法人化学・バイオつくば財団理事長
理事	河野 満男	旭化成株式会社常務取締役
理事	正田 宏二	日本醤油協会副会長
理事	杉田 力之	みずほフィナンシャルグループ名誉顧問
理事	鈴木 幸夫	麗澤大学名誉教授
理事	宝来 一徳	社団法人日本塩工業会副会長
理事	堀部 純男	東京大学名誉教授
理事	宮澤 啓祐	塩元壳協同組合副理事長
監事	田村 哲朗	元財団法人塩事業センター副理事長
監事 *	西田 宜正	株式会社みずほ銀行常務執行役員

(注) 理事長、専務理事を除き五十音順。
*印は新たに選任(平成15年3月19日)された理事・監事の方々です。

評議員

平成15.4.1現在
(任期:平成15.4.1~平成17.4.1)

評議員 *	植岡 佳樹	新日本ソルト株式会社代表取締役社長
評議員 *	江口 輝夫	日本食塩製造株式会社代表取締役社長
評議員	沖 仁	日本塩回送株式会社代表取締役社長
評議員	川端 晶子	東京農業大学名誉教授
評議員	北田 進一	日本ソーダ工業会専務理事
評議員	楠目 齊	財団法人塩事業センター常務理事
評議員 *	柘植 秀樹	慶應義塾大学理工学部教授
評議員	中山 了	全日本塩販壳協会会长
評議員	野崎 泰彦	ナイカイ塩業株式会社代表取締役社長
評議員	林 幸男	社団法人日本塩工業会副会長
評議員 *	堀 史郎	塩元壳協同組合副理事長
評議員	柳田 藤治	東京農業大学名誉教授

(注) *印は新任(平成15年4月1日)の方々です。(五十音順)

研究運営審議会委員及び研究顧問

平成15年4.1現在
(任期: 平成14.4.1~平成16.4.1)

会長(工)	豊倉 賢	早稲田大学名誉教授
委員(食)	荒井 総一	東京農業大学教授
委員(医)	今井 正	元自治医科大学副学長
委員(食)	木村 修一	昭和女子大学大学院教授
委員(農)	藏田 憲次	東京大学大学院教授
委員(食)	島田 淳子	昭和女子大学大学院教授
委員(工) *	中尾 真一	東京大学大学院工学系研究科教授
委員(農)	林 良博	東京大学大学院農学生命科学研究科教授
委員(医)	菱田 明	浜松医科大学教授
委員(工)	藤田 武志	(社) 日本塩工業会技術部会委員
委員(医)	村田 紀夫	岡崎国立共同研究機構 基礎生物学研究所教授
委員(医)	森本 武利	神戸女子短期大学学長
研究顧問(工)	大矢 晴彦	横浜国立大学名誉教授
研究顧問(食)	藤巻 正生	東京大学名誉教授
研究顧問(医)	星 猛	財団法人しづおか健康長寿財団理事長

(注) 会長を除き五十音順。*印は新任(平成15年4月1日)の方です。

財団だより

1. 第1回ソルト・サイエンス研究財団主催シンポジウムについて

- | | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1. シンポジウムのテーマ | 「食塩をめぐる食文化と健康」 |
| 2. シンポジウム開催の目的 | 食塩を使う食文化、塩と健康問題、塩と調理等について各分野の専門家による学術情報、知識、その他情報の普及、啓蒙することを目的とする。 |
| 3. 対象者 | 研究者、塩産業関係者、保健師、看護師、栄養士、調理師、その他一般消費者、約450名の参加を予定。 |
| 4. 開催日時と場所 | 平成15年10月16日（木）10時から17時30分まで早稲田大学国際会議場 |
| 5. 講演者と講演題目（仮題） | |
| 食塩嗜好と栄養：食文化の背景にある栄養問題
(10時10分～11時10分) | 昭和女子大学大学院教授
木村修一先生 |
| 食塩と漬物：食塩の働きと食文化的な考察
(11時10分～12時10分) | 全日本漬物協同組合常任顧問
小川敏男先生 |
| 食塩と高血圧
(13時10分～14時10分) | 名古屋市立大学大学院教授
木村玄次郎先生 |
| 減塩の必要性と功罪
(14時10分～15時10分) | 東京栄養食糧専門学校校長
豊川祐之先生 |
| 北米の塩産業の動向と公衆保健栄養問題から見た塩と健康
(15時25分～16時25分) | 米国塩協会理事長
リチャード・ハンネマン氏 |
| ヨーロッパにおける塩と高血圧に関する国民の関心と私見
(16時25分～17時25分) | ヨーロッパ塩生産者協会顧問
パリ・ネッカー病院
ティールマン・デュルック博士 |

2. 第32回評議員会、第36回理事会を平成15年5月23日（金） 東京プリンスホテルにおいて開催予定

平成14年度の事業報告及び収支決算などが審議される予定です。

3. 第15回助成研究発表会を平成15年8月1日（金） 日本都市センターホテルにおいて開催予定

平成14年度助成研究の成果が発表されます。

4. 「助成研究報告書」等の発行（平成14年3月）

平成13年度助成研究69件の成果をまとめた「助成研究報告書」（2分冊）及び「助成研究報告書」（プロジェクト研究）、「助成研究概要」を発行しました。

編集後記

景気低迷が長期にわたり、また米国などによるイラクへの武力行使等、国際情勢も不透明感が増している中、平成14年度は、当財団の資産運用も何とか目標を達成でき研究助成、機関誌の発行等予定通り実行出来ました。

*当財団の研究運営審議会研究顧問の大矢晴彦先生には、インド生まれのSourirajan博士が海水や汽水の淡水化のため発明した「非対称逆浸透膜」についての研究成果や、膜の特徴、また博士のエピソード等紹介して頂きました。最後に先生は選択吸着—細孔流水モデルは一般的に受け入れられていない、もう少しの基礎的研究があつたら……と述べられています。

*52年間元小田原製塩試験場等で「膜」の技術開発に当たっておられた、齊藤博氏に「膜」を経験して振り返っていただきました。数々の実験、操作時のトラブル、事故等、多大の苦労を払われたことを窺い知ることが出来ました、こうした多くの技術者の努力の結集で現在の日本における塩作りが成り立っています（イオン交換膜製塩法）。

*日本で塩作りに輝かし実績を残した枝条架（式濃縮装置）の源流を訪ねて、日本塩業研究会代表加茂詮先生は “ ドイツのザルツンゲンのグラディアヴェルグ ” を自分の目で見て歴史観を踏まえて推測しておられます。ザルツンゲン（枝条架）が現在でも塩水治療設備として活用されているなど大変興味深く読ませていただきました。

皆様からのご意見、ご要望と楽しい記事のご投稿をお待ちしております。

MARCH/2003/No.56

発行日

平成15年3月31日

発 行

財団法人ソルト・サイエンス研究財団
The Salt Science Research Foundation

〒106-0032
東京都港区六本木7-15-14 塩業ビル

電 話 03-3497-5711
F A X 03-3497-5712
U R L <http://www.saltscience.or.jp>