

早稲田応用化学会報

昭和56年3月 発行

早稲田応用化学会

巻 頭 言	化学への期待	1
	岩城副会長	
総 説	大気汚染の問題	2
	柳沢 三郎	
	無機発熱体の研究	6
	吉田利三郎	
研究室紹介	城塚研究室 (化学工学)	11
トピックス	燃 料 電 池	17
	川 村- 剛	
	米国における C ₁ 化学研究機関を訪問して	18
	菊 地 英 一	
随 想	右 脳 革 命	23
	大 前 研 一	
職場だより	千代田化工建設株式会社	24
会員だより	28
会 務 報 告	29
学生部会	応 化 展	30
	新井守彦・小岩一郎	
	応化早慶戦	31
	真 野 利 男	
「編集後記」	32

巻 頭 言

化学への期待

副会長 岩城謙太郎



いわゆる会員名簿を手に入れるとまず自分の名前の所在を確かめるのが人情だろうから当然早稲田応用化学会名簿の送達を受けたときも自然のなりゆきで自分の所在を確かめるためにパラパラと頁をめくったがその名前を全会員名分150頁のうち初めの15頁の所に発見して今更ながら時の流れに感慨を禁じ得なかった。古い順に並べて全体の10%の中に存在するということはまさに少数派であり異邦人である。ここ数年応化の教室を訪問してもなにかしら他郷にまぎれ込んで来た感じがするのは在学中(昭和17年)の親しみのある旧校舎から移転した為とばかり思っていたがこれは校舎の新旧のためではなく既に母校出身者の10分の1という数字はまさに歴史のギャップであり他の大多数の会員との見方考え方にズレがあるのも致し方あるまいと達感させられた。青春の三カ年を燃焼し尽くした思い出の学部や校舎は遠いものになって仕舞った。当時は核の分裂が実験室から実用(主に軍事)に移る段階にあって学問の最先端に居たが、ここ数年細胞融合の話題に核は学術的課題の席を譲った。核分裂、核融合は物理学の世界で展開したが細胞融合は広範な各領域を糾合する生命科学の領域であり化学がその中で大きな役割をもつに至った。遺伝子組み替えの技術の進歩からDNA(デオキシリボ核酸)が俄かに脚光を浴びて来た。遺伝子の仕組みが明確になってその応用はまだ緒についたばかりかと思っていたが、すでに特許の申請もありこの実用化が新しい科学の大きな頁をつくることは遠いことではないようだ。これは生物学と物理学とがリンクした活動の成果であろうが生物学、物理学、化学が既に個々の学問ではなくなった証左でもあろう。わが愛する早大応化に系累をもつ我々は、他学問との接触をますます濃くして生命科学の一翼を担う情熱を高めたいものである。我々より一世代前の先人の青春は空中窒素の固定技術に化学の黎明を感じたに違いないが、近代の生命化学は遺伝子の組み替えで空中窒素を固定する細菌を生み、又大腸菌の遺伝子組み替えで夢の薬品インターフェロンの量産化の見通しが立ったといわれている。人工合成の微生物の生産は従来の化学合成の領域をどう変えて行くか想像も出来ない。さらに光合成の実用化は地球人最大の関心事であるエネルギー問題の解決の端緒を開くかも知れない。又石油石炭以外の資源の問題についても資源のリサイクル、再利用に化学の果たす役割も大変大きい。現在の花形産業は電子工業であり、その心臓部であるI,Cの生産は九州地区が国内生産の40%を占めて日本のシリコンバレーとして世界の注目を浴びているが、その立地条件となったのは清浄な環境、質の高い労働力(特に女子)更に大型機の発着できる飛行場に近いということであるが、東北や北海道でもありうるこの立地条件に特に九州が飛躍しているのは北部九州を中心とした化学工業の歴史と技術がこの近代産業のI,C生産を支えている大きな因子の一つであるということはまことに我々化学を志す者にとって愉快な一事である。

電子工業の指向するのはスピードの点でシリコン素子は在来コンピューターの1,000倍の作動スピードを与えているが、ジョセフソン接合などの新素子はピコ秒(1兆分の1秒)のスピードを誇るという。これも化学と物理の合作である。この十年化学は多少旧弊のそりをまぬがれなかったが新知見は急速に花開く時代を呼んだ。しかしわが愛する早稲田応化の関連諸氏はいたずらに華やかな化学応用の実用技術にまどわされることなく黙々と基礎学問の勉強をおこたってはならないし、又構造された理論の解明やその軌跡をたどることは“研究”ではなく学習であることを感銘されて創意の世界に生きてほしいと思うのである。

総 説

大気汚染の問題

— 根拠が十分でない運動による世論の是正 —



柳 沢 三 郎

19世紀に欧米に興った工業は大気汚染を齎し、我が国においてもその急速な発展と共に問題となった。しかし昭和40年頃をピークとして改善が進み、SO_x (硫黄酸化物SO₂ + SO₃)による四日市ぜんそくは高煙突化の終了した昭和43年にはその患者発生数はゼロになった。又SO₂ (環境基準濃度0.04 ppm)は年々低下し昭和52年には全国平均0.02 ppmを下回り、NO₂ (環境基準0.04 ~ 0.06 ppm)も全国平均0.03 ppm程度の横ばいである。CO (環境基準8時間平均20 ppm, 24時間平均10 ppm)、浮遊ばいじん (環境基準、1時間0.2 mg/m³, 日平均0.01 mg/m³)、オキシダント (環境基準、1時間0.06 ppm)はいずれも世界中で最も厳しい基準値である。にも拘らず大気汚染に悩んでいる国が多い中で、基準値以下に保つことに成功した不思議に思われている世界で珍しい国がわが日本国なのである。

その原因は、日本の環境基準は欧米諸国の1/2~1/3の厳しい濃度に決められ、且つ法規制されていることが特色である。さらに健康補償法賦課金徴収制度があり、SO_x、NO_x共にS (硫黄)の量によって徴収金額が決められるためSO₂排出濃度はさらに減少の一途を辿っている。1978年のわが国の脱硫設備数は米国50欧州5に対し1000以上あり、また脱硝設備数に至っては欧・米ともゼロに対しわが国は60ある。そのため設備施設と維持経費に毎年2兆円をかけてきた。

以上を考えると、日本の環境対策は合理的な部分と、若干不合理な部分もある。わが国は法律がよく守られる

国柄である点が中南米諸国と若干異なり、又欧米諸国は大気汚染規制に罰則をつけず自主規制に委せている点がわが国と異なっている。わが国も欧米諸国もマスコミや住民の意見も汚染に対して厳しいものもあるが、日本のようにマスコミが一方向的に住民側に味方し、科学的な真実を曲げ、誤った世論を作り上げるようなことは少ない。従って環境政策が科学的根拠よりも世論によって政策決定が大きく影響されるようなことがないことが日本の場合と異なる。「国土が狭いから基準を厳しくすべきである」という主張は一見妥当のように思われがちであるが、大気汚染はどここの国においても局所的現象であり、国土の広い狭いに拘らずヒトが吸入する汚染物質の濃度は汚染物質が大気中に拡散した結果の濃度そのものであり、国土の狭さによってより厳しくする理由は存在しないのである。科学的根拠を示さず被害を大きく書き、正しいことは記事にしようとししないマスコミの報道が世論を作り、又特定の政党が住民運動をおこし、学者委員に対し圧力をかけることにより基準値を厳しくするよう世論として環境基準審議に影響を与え、又科学的内容の講演会に鉢巻纏で乱入妨害し公正な意見を封じ込めようとし、又ゴネ押しによって健康補償金を少しでも増額させるため環境基準値を厳しくするよう運動し、その圧力団体は全国的に連携しその結束は固い。このような現象は日本だけの特徴のようで、外国には見られないことである。

ここに環境基準の内容を大気中の汚染物質の化学機構から考えてみたい。

2. 環境基準の内容

動物およびヒトに対する実験データから判定し、人体に影響が認められなくなるガス濃度に安全率をかけて決めた濃度を環境基準値とし、これを元にして各種の規制

理学博士

慶応義塾大学 工学部教授

が行なわれる。汚染の人体影響を判定する方法にはいろいろあり、どの現象を影響の大きさの物差しにしたらよいか問題であるが、中央公害対策審議会の専門委員会答申に書かれているように、6カ月以上咳・痰の持続する現象によって判定することを一応の日安としている。この判定法は各種汚染度の地域に居住する個人から聴取した結果を集計する方法であるから個人の意志・感情が入れば誤差を生じ、又咳・痰の原因成分が多成分共存する場合どの成分によるものかを的確に把握し難い欠点がある。

豚などヒトより弱い動物（ヒトより寿命の短い動物）に対してNO₂により病理組織学的影響の認められている最低濃度は0.5 ppmである。肺内に侵入したインフルエンザウイルスなどの病原体を殺す働きをしている大食細胞がNO₂によりその働きが低下するとか、又病原体を不活性化するインターフェロンを作る能力をNO₂が低下させるとかいわれている影響は、NO₂が0.5ppm以上の濃度のときの試験結果である。

生化学的影響としては、肺の脂質、蛋白質、グルタチオン等に対するNO₂の酸化力は、酵素の活性増加となって自己保護が行なわれるが、この酵素の活性増加を計ると、同濃度のO₃による場合の $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{30}$ で小さい¹⁾。

また中性KI溶液からI₂を遊離させる力もNO₂はO₃の $\frac{1}{2}$ しかないことは、大気中のオキシダント測定において、反応式



において、大気中のNO₂、NOがKIを酸化して生成されるI₂を差引いてO₃値を補正する補正係数が、実測からNO₂、NOそれぞれ0.20、0.11であるという補正式 $Ox(\text{補正值}) = Ox(\text{測定値}) - [0.20(NO_2) + 0.11(NO)]$ によって求めることが実測の結果から定められていることからいえることである。

このようにNO₂の酸化力はO₃より遥かに小さいのに、オキシダントの環境基準に比べてNO₂の環境基準に厳しい値をとっていることは科学的に矛盾している。

次に発がん性について、SO₂が水にとけて生じるSO₃²⁻イオンはセミカルバゾン等と結合して変異原性物質(mutagen)になる。変異原性とは細胞に突然変異をおこす性質であるので発がん性のおそれがあるというものである。しかし、発がん性物質(carcinogen)は必ず変異原性物質であるが、変異原性物質は必ずしも発がん性物質にはなり得ない。

変異原性を計る方法は、疑がわしい物質を添加してサルモネラ菌の突然変異数を数えて求める試験法であり、Ames testと呼ばれている。

この方法で判定するとSO₃²⁻と結合したセミカルバゾン等の変異原性が、Mn²⁺イオン、ごぼう、キャベツ等の野菜ジュースや牛乳等を加えると簡単に消えることがわかってきた。

又大気中でNO₂とアミンが反応してできるといわれるニトロサミンは太陽光で分解し易いともいわれている。これに比べて胃の中で焦げた焼魚・焼肉中のアミン類と野菜の中の亜硝酸からできるニトロサミンは大量である。しかしこのニトロサミンは、ビタミンC、キャベツジュース、ミカン、C²⁺イオン等を加えると簡単に変異原性が消えることがわかってきた。即ち生野菜やミネラルを摂取すると発がん性を無くすることができるということになる。近年米国におけるがん発生の減った理由が、朝食に果物や野菜ジュースを十分に摂る習慣が定着した結果といわれている。肉類を食べたら野菜も同時に食べなければならぬことは昔からよく知られていることである。

又先に述べたNO₂の弱い酸化性もビタミンA、ビタミンC、特にビタミンEを食べると脂質の酸化は防止できることがわかっている。日本人の栄養が良くなり、身長も伸び、寿命も世界一になったのは、大気汚染の減少よりも経済力の増大のためであろう。

以上のように大気中のNO₂の発がん性に対する影響については、環境基準に折込むほどの確実な理由を整えることができない。

3. 体内のSO₄²⁻及びNO₃⁻の無害性

ヒトの血清中のSO₃²⁻イオンの正常値は9~11 ppmである。これは液体中の濃度であるからガス体に直すと大量のSO₂量となる。このほか爪・毛髪をはじめ含硫黄蛋白質は人体の貴重な構成成分であり、メチオニン、シスチン、リジン等は必須の栄養成分であり、魚肉、畜肉、大豆等の蛋白質にはSが含まれている。又フェレドキシンの例もあるようにSは生物のNの取入れに重要な役割を持つ元素である。

ブドウ酒の中にSO₃²⁻が300 ppmも含まれて長年毎日飲んでも健康に悪いことはない。海水中にはSO₄²⁻が2600 ppmの大量含まれているが魚はその中で育ち、その魚を人間が食べ、又海で人間が泳いでも健康に悪い影響はない。

点眼薬はZnSO₄の5%水溶液でSO₄²⁻イオン5万ppmを含むが眼にしみない。MgSO₄は緩下剤として1回20~30gを服用する。この量は大気中のSO₂の環境基準0.04ppmの空気を1日2万ℓ吸入した中に含まれる2.5mgのSO₄²⁻イオンの10万倍当量を飲むことになるが、下剤として以外に人体に害はない。即ちSO₄²⁻イオンは人

体に全く害がないことがわかる。

以上述べたことは、化学、応用化学、農芸化学、薬学を専攻した者にとってはわかりすぎるほど当然なことである。

硫酸 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 、硝安 (NH_4NO_3) は同様に無害であって、肥料として結晶をじかに植物の葉の上に撒いても葉が変色することもない。

ラットに大量の酸化窒素ガスを含む空気を吸入させると、血液中には大部分が安定な NO_3^- イオンの形となり、 NO_2^- の形になるものは極く僅かである²⁾。又ラットに大量の NaNO_2 塩を食べさせても血液中では NO_3^- イオンとなり、 CO -ヘモグロビンとちがって、 NO -ヘモグロビンは殆んど生成されないことがわかっている²⁾。 NO は大気中に NO_2 と共存しているが NO_2 に比べて毒性が少ないために環境基準の対象から除かれたのである。

注射液のビタミン B_1 は硝酸チアミンの水溶液である。ビタミン B_1 100 mg注射液中には32mgの NO_3^- イオンが含まれている。これが注射液として発売を許可されるための試験としての第1テストは、この10倍量を動物に注射して試験する。次に第2テストは人間の志願者に同じく10倍量の注射をする。異常がなければ第3テストとして一般の人に注射し、無害と判定されたのち初めて発売許可となる。10倍量は NO_3^- イオン 320 mgである。大気中の NO_2 の環境基準 0.04 ~ 0.06 ppmの平均値 0.05 ppmの空気を1日2万ℓ吸入した中の NO_2 量は2 mgであるから、環境基準量の120倍当量を血液中に注射しても害がなかったわけである。ビタミン B_1 注射は今日まで約半世紀にわたって使用されているが何の事故も聞かれていない。

以上言わんとするところは、陰イオンは無害であること、即ち一旦血液中に入った SO_4^{2-} NO_3^- は相当多量であっても、その大部分がイオンに解離しているにも拘らず、人体には全く害がないことである。

大気中の SO_2 、 NO_2 は次項に述べるように、呼吸器粘膜で粘液にとける時の酸の強さが問題なのである。

4. 硫酸・硝酸の酸イオン (H^+) の刺激

硫酸は濃度が高いほどその水蒸気圧は小さい。純水の水蒸気圧は温度が上がると高くなる。しかし気温が高くても湿度の高い日と低い日がある。硫酸の濃度による水蒸気圧とこれと等しい大気中の相対湿度(R.H.)との関係を見ると、R.H.80%の水蒸気圧は、25%硫酸の水蒸気圧と等しく、又R.H.20%の水蒸気圧は59%硫酸の水蒸気圧と等しく、平衡状態になる。即ち大気中に放出された硫酸ミストはその時の空気のR.H.が80%と高くても25%硫酸という高濃度を保って空气中に安定である。従っ

て微滴でも、このミストを多量に吸込むと、水に濃硫酸を加えると発熱するように、気管粘膜上に多数の局所的炎症状の炎症をおこし、咳・痰が出る。又吸入が長期にわたれば喘息となる。即ち酸の濃度が原因となる。

酸性の雨が眼にしみることが報道されたことがあるが、実験的に眼に酸を滴加した結果によると、酸イオン濃度がpH 3 (即ち H^+ イオン 0.001N)までは眼にしみないことがわかっている³⁾。0.5N硫酸はその500倍5万ppmの酸イオンを含むから眼に入れたら危険であるが、0.5N硫酸亜鉛液は5万ppmの硫酸イオンを含み点眼しても眼にしみない。同じ量の硫酸イオンを含んでいても酸イオンを殆んど含んでいないからである。

酸イオンはアンモニア (NH_4OH)で中和すれば水を生じ ($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)、酸イオンの刺激はなくなる。このことは、1950年頃のロンドンスモッグ事件で、人間は5千人もの死亡者の増加があったのにアンモニア臭のある豚小屋の豚は助かったことからよく理解できる。又猿を硫酸カルシウムの粉じんを含ませた空気の中で2年間飼育しても全く健康であったという実験報告もある⁴⁾。教師は黒板に書いたチョークの粉を常に吸込んでいるがこの粉も硫酸カルシウムであり、これが健康に有害であった例は聞いておらない。むしろ結核の石灰沈着に効果があったことは聞いたことがある⁵⁾。

大阪市の調査によれば、市民の住居内の窒素酸化物濃度が、厨房のバーナーやガス暖房器からの発生のため全平均値が NO_2 0.16 ppm、 NO 0.6 ppmで、環境基準値の4倍の濃度が報告されている。室内のアンモニア濃度については、ロンドン市の住居内で平均値 0.05 ppm⁶⁾、都内の事務室、会議室では仕事時間中で0.019 ~ 0.209 ppm⁷⁾であり、日本全国の大気中濃度は環境庁の昭和51~53年間のデータをみると平均 0.015 ppm (最高 0.07 ppm)である。ヒトは成人1人当たり1日 0.297 gの NH_3 を呼気から吐出し、運動すると発汗や衣服からの2次発生が加わりその数倍に出る⁸⁾。ガス暖房器からの NO_x 濃度の高い住居内は、同時にヒトからの NH_3 濃度も高いので、吸気の際、気管や肺胞の粘膜上で、 NO_x がとけてできる HNO_2 と HNO_3 の酸イオンを HN_4OH が中和し無害にするため住民の健康が守られているのである。

アンモニアの臭いの感知限度は2 ppm⁹⁾程度であるから、住居内、事務室、会議室はとくにタバコの煙の中の大量のアンモニア (100 ~ 330 μg /cigarette)¹⁰⁾のため NH_3 濃度は増すが感知限度濃度以下で臭いはない。アンモニアが人体に有害になる濃度は100 ppm (1日8時間労働許容濃度)¹¹⁾の高濃度であり、その原因はその水酸イオン (OH^-)の濃度である。

5. 対 策

硫黄を含む燃料は石炭（S分3%）と重油（S分0.5%）であり、ガソリン、灯油および航空機燃料は日本の規格では硫黄を含まない。煙突から排出される硫酸化物のうち約95%がSO₂で残りの約5%がSO₃である。この割合は燃焼温度と供給空気量により変る。SO₃からの硫酸ミストは100%近い酸イオンを生じ、SO₂からの亜硫酸は12%が解離し酸イオンを生じる。亜硫酸は大気中で酸化され一部硫酸に変るが、硫酸・亜硫酸の合計の酸イオンが刺激の原因となる。

窒素酸化物は硫酸化物ほど水に対する溶解速度が大きくないので上気道よりも気管枝・肺胞への侵入量が硫酸化物よりも大きいといわれているが、呼吸器粘膜上で硝酸と亜硝酸になる（2NO₂+H₂O→HNO₃+HNO₂）。

一塩基酸の硝酸は二塩基酸の硫酸の半分の酸イオン量しか出さず、又亜硝酸は硝酸の200分の1しか酸イオンを解離しないので、窒素酸化物全体の酸イオンによる毒性は硫酸化物全体の約1/2ということになる。この理由でNO₂の環境基準値はSO₂のその2倍の値にすれば諸外国の値に近づき妥当と考えるものである。

以上は、筆者が産業構造審議会のNO_x汚染防止対策の元となった実地調査「窒素酸化物汚染予測手法開発研究」の委員長をつとめ、同審議会専門委員ならびに窒素酸化物判定条件を審議した中央公害対策審議会専門委員をつとめた者としての意見である。

わが国は脱硫技術も優れ年々SO₂は減少しているが、脱硝技術は施設経費が膨大となり苦心の多い技術であるのみならずNO_xは熱エネルギー増加と共に年々微増の傾向が見られる。そこで汚染が基準値を超え警報が発せられる前に一時的に少量のNH₃を同時排出して中和し無害にする方法を提案したい。

筆者はさらに、各種の相対湿度におけるNO₂とNH₃のバッグ内実験からNO₂+NH₃→N₂+2H₂Oの反応速度定数K=10⁻⁵ppm⁻¹・sec⁻¹を測定し、大気中のNO₂はNH₃により徐々に分解するNO₂の自然消失を見出した。

地球の大気中に発生するNH₃は年間12億tあり、その殆んどが生物の分解から生じる。人工的発生によるNO_xは0.5億tで少ないが、大気汚染は地域的な現象であるから、地球上広く薄められたNH₃の濃度の方がNO_xより大幅に低いので、汚染で酸性になりすぎた地域は支障ない限り中和されることが望ましい。またNH₃はO₃と反応して光化学スモッグを消失させることは鍵谷が報告している。NH₃の放出は汚染防止のため一時的に行なうものであるが、河川に1ppm以上のNH₃を齎さないよう予め拡散と気象から計算したアセスメントに従い目的地域において行なうものであり、地球的にも何ら不都合は起らない。

文 献

- 1) H. Watanabe, O. Fukase " Combined effects of nitrogen oxides and ozone on mice." Symposium on Environmental Chemistry, Reprint of papers, Symposia Vol. 9(1)180 (1979) 渡辺, 深瀬: 大気汚染ニュース No. 99-100, P. 10 (昭和52年3月)
- 2) K. Yoshida, M. Imai, K. Kasama, M. Kitabatke: "Studies on metabolic fate of nitric oxide with ¹⁵N", Symposium on Environmental Chemistry, Reprint of papers, Symposia Vol 9(1) 182 (1979)
- 3) 安藤淳平教授 私信
- 4) McFarland: Scientific seminar on automobile pollutants, EPA-600/9-75-003 Feb. (1975)
- 5) 中土井 隆: 生活衛生, 21(5) 153 (1977)
- 6) G. L. Holbrow: J. Oil Colour Chemist's Association 45 710 (1962)
- 7) 森 正樹: 電気化学計器(株) 報告
- 8) D. Owens, A. Rossano: Design procedures to control cigarette smoke and other air pollutants, ASHREA Transactions, Vol. 175, No. 2097
- 9) 環境庁の悪臭防止法値 (1~5 ppm)
- 10) Geomet Inc. "The Status of Indoor Air Pollution Research, P. 77 (1976) [EPA-Contract No. 68-02-2292]
- 11) S. Yanagisawa, T. Shirai, Y. Shichi, S. Fukushima H. Katayama, Y. Lee, K. Whang: 5th International Clean Air Congress, October 20~26, 1980, Buenos Aires P. 17

総 説

無機発熱体の研究



吉田利三郎

はじめに

最近鉄粉系発熱体適用製品である加温袋通称百円カイロが一種のブーム商品としてとりあげられ、今冬は異常気象の関係もあろうが1億5千万袋以上の生産販売が予測されている。これは筆者が発熱体の概論と将来性に関し報告した中の、同商品の将来性需要量を遥かに上回る成長である。発熱体に関する開発及び改良研究が盛んになって来たことは、特許の出願件数の増加や市販品の調査結果などより推定及び確認可能である。しかし未だ多数の未解決基本問題、生産技術、生産設備の改良などを抱えていることも事実であり、将来新規製品の開発と現製品の品質及び性能の向上が期待出来ると推定している。ここで無機発熱体の概要、研究の現状、問題点、将来性、研究の指向性について知見の一端を述べ会員の皆様の参考に供したい。

1. 発熱体の概要と問題点

現在実用に供されている無機発熱体は鉄粉系、酸化カルシウム系、硫化ナトリウム系がある。鋳型、溶接に利用されているテルミットはその組成より鉄粉又はアルミニウム系発熱体に属するが、使用時に外部より着火又は加熱が必要であり本稿では除外する。

1. - 1. 鉄粉系

鉄粉系発熱体の特徴は発熱組成物の主剤に鉄粉が使用されていることである。発熱原理は鉄粉の水、空気による酸化反応熱である。組成物の発熱残渣のX線回析結果より FeOOH 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 が同定されている。主な発熱機構は酸素消費型の鉄の腐蝕に類似しているがMackay⁴⁾が図示したごとくその機構は極めて複雑である。鉄粉の

		八木、鉄粉の試作		フランス製	
		使用量(g)	配合比(%)	使用量(g)	配合比(%)
主	鉄	205	炭素4.1%含有	205	炭素3.7%含有
	副	2.8	29.04	1.5	15.78
副	酸化マンガン	2.8	29.04	2.1	22.10
	塩化アンモニウム	3.2	33.14	3.9	41.05
	酸化亜鉄	8	82.9	1.5	15.78
和	ポリウレタンフォーム	0.4	0.41	—	—
	水分	—	—	5	5.26

表1 鉄粉系加温袋の組成

加温袋への適用を試みたのは筆者の知る限り20年前八木らがフランス製カイロを参考にして、航空機塔乗員の洋上遭難時救命用への適用が最初であろう。表1に当時の組成を示す。組成上より今日市販の加温袋と比較すると、鉄粉の種類が異なり鑄鉄粉が使用されていること、鉄粉の組成比が大きいこと、使用時に海水を添加する理由より保水剤の検討がされていない事などが挙げられる。現市販の加温袋の組成はメーカーにより異なり、主剤に鉄粉30~50% (重量比)、副剤に炭素物質食塩、水、保水剤、保温剤(蓄熱剤)酸化促進剤より構成されている。上述のように鑄鉄粉から現使用の還元鉄粉、マトマイズ鉄粉、スポンジ鉄粉などに変更された理由は定かでないが、多分静電複写キャリア用、粉末冶金用、電極用など高品位鉄粉が加温袋へ転用されたものと推定している。写真1は還元鉄粉の電子顕微鏡写真である。写真より明らかごとく表面積が大きく、ポーラスな形状は鉄の酸化反応及び未反応機残渣減少上より好ましく、かつ鉄粉表面は還元されており発熱体用として適材と言える。現市販の加温袋は形態により二種類あり、組成物の主剤

東洋インキ製造(株)技術研究所 主席研究員
昭和31年早稲田大学理工学部応用化学科卒業(新6回)

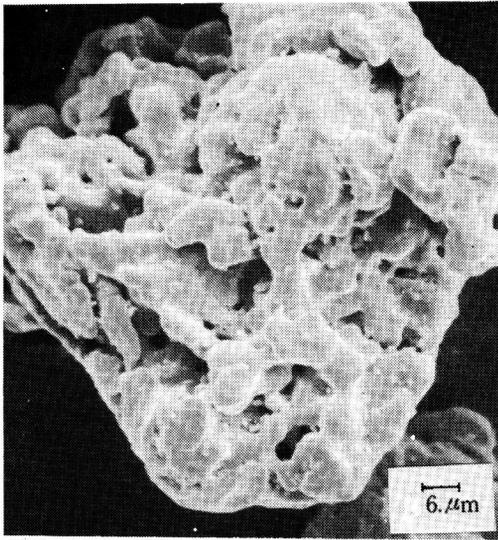


写真1 加温用鉄粉表面の電子顕微鏡写真

と副剤との混合物を通気孔を有する袋中に充填包装し、更に空気不透過性フィルムにて外包装されている一成分系適品と、組成物中の鉄粉又は水のいずれかを他組成物と区分して別々に収納し使用時に混合する二成分系商品³⁾である。両者の特長については既報中で詳論したので省略するが、一成分系商品の欠点として指摘していた貯蔵安定性^{6), 7)}に関し最近改良が報ぜられている。これは鉄粉表面をアルカリ処理またはアルカリ物質を組成中に添加する事により、水素の発生を低減し貯蔵性を向上させるものである。アルカリ処理の適用上の注意点として過剰処理が挙げられる。即ち過剰処理により鉄粉表面の生成皮膜が厚過ぎると酸化反応の開始が遅れ、開封後商品は長時間放置しないと発熱せず不良商品とみなされる恐れがある。しかしアルカリの種類添加量濃度、処理時間などの検討によりこれらの不良事故は避けられよう。

加温袋用包装材料の材質、構造、発熱特性との相関々係³⁾に関しては既報を参照されたい。また保水剤、蓄熱剤に関しては紙面の都合上別の機会に詳論したい。

加温袋の発熱温度の測定方法は、静置法と実際に商品を装着する実装法が採用されている。静置法は既報のホットプレート上で温度を測定する方法であり測定誤差も少ない。しかし発熱酸化反応中鉄粉は酸化水合物の生成の為、体積膨張し凝固する。組成物中の鉄粉の成分比により異なるが一般的には静置法においては発熱開始後8~10時間に凝固が認められ、鉄粉の均一な酸化反応は進行しない。商品を実際に装着した場合、組成物は適当に混合され凝固物の破壊が起り従って静置法と比較して発熱温度も高く発熱継続時間は長い。

実装法の代替測定法の確立が望まれている。

1.-2. 酸化カルシウム

酸化カルシウム系発熱体はCaOと水との反応熱を利用したものである。

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 - 15.2 \text{ Kcal/mol} - (1)$
CaOの適用商品としてくん煙剤の初期熱添としておよび

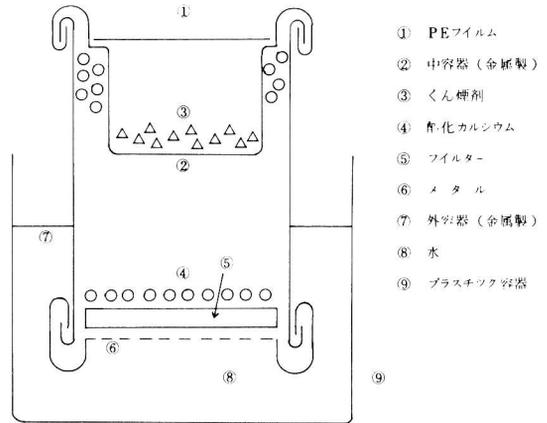
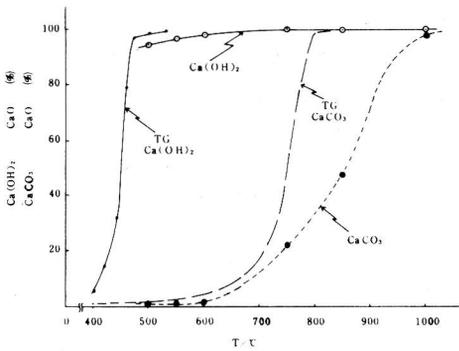


図1 くん蒸殺虫剤の断面図

食品加熱添が挙げられる。前者は図1にその構造を示す。後者は文献上各種構造が紹介されているが、実商品として筆者が確認したのはイタリー製のシチュー類の保温容器が唯一である。構造は極めて簡単であり、アルミニウム箔製皿の下に紙箱があり、箱中にCaOと水の袋が収納され、使用時に糸を引いて破袋発熱させる。CaO発熱体の特長は発熱組成物が安価であり比較的短時間に多量な熱を利用出来る点である。しかし欠点として熱制御がむずかしく、かつCaO自体の吸湿性があげられる。CaOの吸湿性改良に関しては木村らの部分炭酸化による方法¹²⁾が提案されている。しかし実務上はCaOの品種の選定、包装材料、貯蔵及び取扱方法の検討により市販品を使用することが出来る。御承知のごとくCaOはCaCO₃の焼成により得られるが、焼成温度により吸湿度は異なる。この吸湿度は表面活性度と称し、4N-HClの中和滴定によりHClの消費量にて種別化されている。しかしこの種別化は熟練を要するのでCaO選定に際し活性度をメーカーと相談し、規定する必要がある。高温焼成品通称硬焼品は空气中で取扱っても短時間ならば吸湿は少ない。CaO中のCa(OH)₂の含有量分析はJIS K 8410にもその規定がない。しかし筆者らの実験結果によるとCa(OH)₂ 5%以下の品に対してはCa(OH)₂とCaCO₃の分解温度の差を利用し、550℃にて焼成しその加熱減量より、またCa(OH)₂ 5%以上に対してはX線回折法によりCaO/Ca(OH)₂の回折強度比より求めると簡便である。図2に加熱温度とCa(OH)₂、CaCO₃の分解率の関係を示した。



サンプル量: 5g
 加熱時間: 60分
 TGA測定条件: Rate 20°C/min

図2 加熱温度とCa(OH)₂, CaCO₃の分解率の関係

カーボンブラック	表面積 ^{a)} (m ² /g)	pH	検分量 (%)	混合物の発熱量 (-ΔH/KJ)
試料 1 ^{b)}	460	2.5	21	2.03
試料 2 ^{c)}	240	2.7	15	1.24
試料 3 ^{d)}	100	4.5	5	0.78

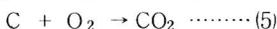
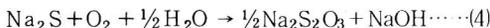
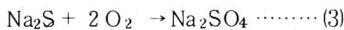
- a) BET法によるN₂吸着量より換算
- b) チヤネル高級カラーカーボンブラック
- c) チヤネル中級カラーカーボンブラック
- d) チヤネル中級カラーカーボンブラック
- e) Na₂S(無水) 0.6g + カーボンブラック 0.3g
- f) 反応熱量計により空気が供給量16.0mLにて測定

表2 カーボンブラックの物性と混合物の発熱量測定結果

13)
 なお藤井のCaO + H₂O ⇌ Ca(OH)₂(可送的水和～脱水反応)を利用したエネルギーサークルの排熱回収などへの適用は興味ある実験であるが詳細は割愛する。

1. - 3. 硫化ナトリウム系

14)
 硫化ナトリウム系発熱体は筆者らが炭化鉄の合成研究^{15), 16), 17)}中に発見した発熱現象を研究展開したものであり、^{1), 2)}主剤はアルカリ金属硫化物、アルカリ金属多硫化物又はこれらの含水塩と炭素あるいは炭化鉄から構成され酸素ないし空気と接触することより発熱する。即ち発熱原理の観点から硫化ナトリウムの酸化反応熱の利用に属する。硫化ナトリウムの酸化に関して浅野は850℃以上で加熱することにより硫化ナトリウムは空気酸化され、ガス状の二酸化イオウと酸化ナトリウムになると報告している。¹⁹⁾組成物の発熱残渣のX線回折、定量分析及び硫化ナトリウムとカーボンブラックの混合物の発熱反応の研究結果より下記反応を推定している。



硫化ナトリウムはNa₂S・9H₂O, Na₂S・5H₂O, Na₂S・xH₂Oの三種類が市販されている。Na₂S・xH₂Oは平均2.8 mol 内外の結晶水を含有しており、X線回折の結果より各種水和物の複合物である。硫化ナトリウム無水塩は現在製造されていない。しかし実験室規模ではNa₂S・xH₂Oを原料とし250～300℃にて加熱することにより調整可能である。図3は硫化ナトリウムおよび炭素物質の混合物、図4は硫化ナトリウムと炭化鉄混合物の発熱量測定結果である。測定結果より明らかなごとく炭素物質としてダイヤモンド粉を使用した場合発熱は認められ

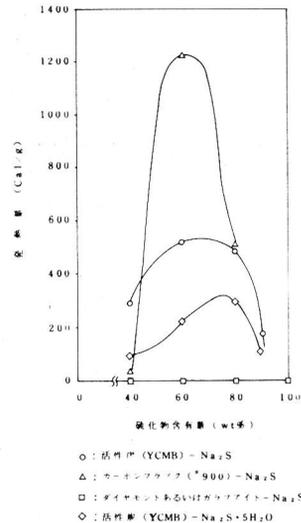


図3 炭素物質-硫化物混合物の発熱量

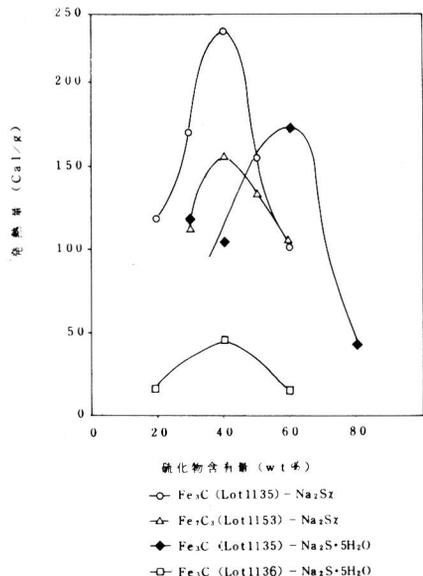


図4 炭化鉄・硫化物混合物の発熱量

ず、無水塩とカーボンブラックの混合物は高発熱量が得られる。即ち硫化ナトリウム及び炭素物質の種類と混合比は酸化反応に影響を与えていることが解る。硫化ナトリウム炭化鉄との混合物の場合も同様に炭化鉄の種類、混合比により熱量は異なる。炭素物質として物性の既知な市販カーボンブラックを使用して酸化反応を検討した結果カーボンブラック表面に存在する官能基例えばCOOH, Phenol 基などの種類、量が酸化反応に関与していることが判明した。表2は物性の異なるカーボンブラック三種類と無水塩との混合物の発熱量測定結果である。なお図

空気供給量 (ml/min)	発熱時間 (min.)	全酸素量 (ml)	熱量 (-JH/KJ)
169	220	7251	4.56
400	116	9588	5.79
720	55	8157	6.82
1400	22	6344	10.31

(註) 試料・・・カーボンブラック0.8g+無水硫化ソーダ1.6g

表3 発熱量と反応熱量計に供給した空気量との関係

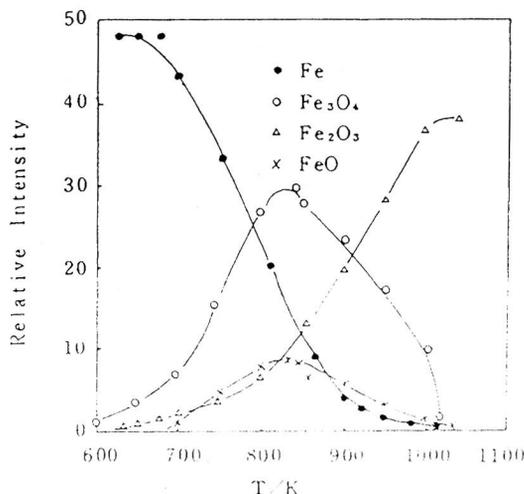
4中のFe₃Cとは紺青を窒素雰囲気中800℃、30分間熱分解して得られた合成セメント²⁰⁾であり、Fe₇C₃は紺青とNa₂SO₄の混合物の熱分解生成物である。Fe₃Cの表面は一部グラファイト化している事が電子線回折結果より確認されており、約10% (重量比) の遊離炭素 (非晶質) で覆われている。この非晶質炭素の構造については現在ESCAにより解析を行っているがFe₃Cの調整条件により市販カーボンブラックと類似な構造も得られており、硫化ナトリウムの酸化反応に対しカーボンブラックと同様な機構で関与しているものと推定している。

上記のごとく硫化ナトリウム無水塩は工業材料として製造されていないが、こと代替として既存発熱組成物であるCaO及び鉄粉²²⁾を使用し新しい複合発熱組成物の開発を試みた。

Na₂S・xH₂O 18%, 炭素物質18%, CaO22%, 鉄粉42% (重量比) を窒素雰囲気中にて混合した組成物は空气中で激しく発熱する。組成物の発熱残渣のX線回折、定量分析結果などより上記(2)~(5)の反応以外に下記反応が推定される。



Kopilofの硫化ナトリウムの状態図より明らかのごとく硫化ナトリウムは結晶水の附加モル数により融解温度は異なる。Na₂S・xH₂Oの場合T.G.A.の結果より68℃にて



昇温速度 12.5K/分

X線 --- CO-Kα, 30KV, 35mA

時間 --- 1秒, フルスケール: 200 cps

図5 鉄粉酸化の高温X線回折結果

て融解し、約230℃にて恒量になる。又、鉄粉の高温X線回折結果(図5)より370℃前後でFeの相対強度は下がる。これらの結果より発熱機構を推定してみる。

即ち発熱組成物中のNa₂S・xH₂Oと炭素物質は酸素と反応し発熱を開始し68℃において融解を始める。結晶水の一部は直ちにCaOと反応する。組成物の温度が上昇するとNa₂S・xH₂Oの結晶水の離脱及び酸化は一層促進される。一方鉄粉の酸化も進行するが370℃前後で着火する。炭素の燃焼により発生したCO₂はCa(OH)₂と反応しCaCO₃(発熱反応)を生成する。発熱組成物中に温度測定用センサーを挿入し測定した結果、組成物は最高700~720℃まで達した。組成物の発熱量は約0.63 kcal/gである。

1), 2)
硫化ナトリウム系発熱体は既報のごとく温湿布、くん蒸殺虫剤の加熱源として使用されその他の適用が試みられている。硫化ナトリウム系の発熱体の商品化に際し透気量の決定は重要課題の一つである。表3はカーボンブラックと無水硫化ナトリウム混合物に供給する空気量を変えて熱量を測定した結果である。表3より明らかのごとく単位時間当りの空気供給量により発熱時間は異なっている。換言すれば発熱体の組成は利用温度発熱継続時間などを考慮して、透気量との相関々係にて決定される。

2. 発熱体の将来性と研究指向性

既報のごとく無機発熱体の将来性展開性に関して、既存エネルギーの代替利用としてではなく、発熱体の特性を生かした独自の新規用途を開発すべきであるという筆者の基本的な考え方は変わっていない。加熱袋に例示された徹底的なコスト低減と性能向上の為の基礎応用両面にわたる研究、生産設備の改良は今後も継続されよう。紙面の都合上割愛した副材料例えば保水剤、蓄熱剤包装材料などの研究も課題としてとりあげられている。発熱体の適用の多様化に伴い新規発熱体の開発が試みられることが予測されるが、発熱体の複合化の研究は単一発熱組成では困難な要求発熱特性を得る為一層推進されるであろう。最近シリカゲルに代り食品の鮮度保持に酸素吸収剤として鉄粉系発熱体の類似組成物が使用されているが、これは無機発熱体の適用の多様化と可能性を示唆する一つの事例である。

むすび

本稿は昭和55年9月24日の特別講演にもとづき若干の補足追加をした。浅学のため内容不足の点御容赦願ひ上げるとともに会員各位の御教授御批判を仰ぎたい。

終りに講演開催に当りいろいろ御配慮いただいた長谷川肇主任教授はじめ諸先生方及び硫化ナトリウムの研究、炭化鉄合成研究を進めるに際し終始御指導賜った理工学部長加藤忠蔵教授、草川隆次教授、大坂敏明助教授に深謝の意を表します。

文 献

- 1) 吉田利三郎 化学と工業 31 94 (1978)
- 2) 吉田利三郎 NETSU 5 87 (1978)
- 3) 吉田利三郎 繊維と工業 36 286 (1978)
- 4) A. J. Mackay "Reactivity of Solid" ed. JH De Bore, Elsevier Pub. Co 1961 P. 571
- 5) 八木順次, 長尾正弘, 防衛庁技報 154号 (1965)
- 6) 田浦宮子 特開昭 55-52377 (1980)
- 7) 田浦照親 特開昭 55-56180 (1980)
- 8) 熊木喜八郎 特公昭 35-10470 (1970)
- 9) レディ・テンブコーブ 特開昭 50-75993 (1975)
- 10) ベバリー・ダグラス 特開昭 48-99370 (1973)
- 11) エドワードクリンノン・ライアン
特公昭 36-6991 (1971)
- 12) 木村重廣他4名 鉄と鋼 64 240 (1978)
- 13) 藤井石根 第15回熱測定討論会講演要旨集
(1979) 頁28
- 14) R. Yoshida, K. Kaiho, Y. Ida, T. Hirose
USP 4093424 (1978) 他英独仏など合計6ヶ国特許
- 15) 吉田利三郎他3名 第76回日本金属学会
春期大会にて発表 (1975)
- 16) 吉田利三郎他3名 第77回日本金属学会
秋期大会にて発表 (1975)
- 17) 吉田利三郎他3名 第78回日本金属学会
秋期大会にて発表 (1976)
- 18) 浅野豊司 工・化 74 791 (1971)
- 19) 吉田利三郎, 有川晶, 海保恵亮, 小川修
NETSUSOKUTEI 8 2-5 (1981)
- 20) 吉田利三郎, 海保恵亮, 井出勇作,
日本金属学会に投稿中
- 21) 吉田利三郎, 海保恵亮, 井出勇作, 山口伝治郎
未発表
- 22) 吉田利三郎他5名 第15回熱測定討論会 (1979)
にて発表, 日本熱測定学会に投稿中
- 23) N. I. Kopylov, J. Inorg. Chem. (USSR)
13 529~532 (1968)

研究室 紹介

城塚研究室

(化学工学)



化学工学は米国で誕生した。その発展の歴史は、「日本の化学百年史」17章化学工業（水科，城塚，森）（東京化学同人1978年）に示されているが，次のようになる。

- 第1期（1915～25） 単位操作導入による誕生
- 第2期（1925～35） 物質およびエネルギー収支
- 第3期（1935～45） プロセス制御と化学熱力学
- 第4期（1945～55） 反応工学の発展
- 第5期（1955～65） 輸送現象，プロセス動特性，システム工学，計算機技術の導入

この化学の変遷は当研究室の研究姿勢の背景であり，その展開の一役を担って来た。この紹介を通し，その一部を披瀝しながら，将来の展望を考えてみる。

当研究室においては，古くは，昭和20年代末における脈動抽出塔の設計研究に端を発し，以来拡散操作，成分分離工学，反応工学などの化学工学における様々な分野について数多くの研究を多岐に渡って展開してきた。

また，近年は，昨今のエネルギー事情にかんがみ，この問題解決へ向けて，化学工学的立場からの接近を図っている。ここで，各年代毎の研究を振り返ってみると共に，現在行なっているテーマに関しては，若干の結果も合わせて述べることにする。

1. 当研究室で行なわれた研究の推移

昭和30年代

- 脈動流中の異相界面における移動現象とその応用に関する研究
定常流に対して，脈動流中の固体壁からの物質移動，熱移動と脈動の派幅波長との相関についての研究を行なった。
- 脈動充填塔，脈動多孔板塔等の脈動の作用機構およびその設計法に関する研究
充填層粒子より脈動流への物質移動・熱移動などの基礎的な研究から，核燃料再処理プロセスに用いる脈動充填塔，脈動多孔板塔等の設計に至るまで，一連の研究を行なった。
- 膜分離技術の研究
多孔質炭素隔膜，高分子膜等によるガスの拡散分離および分離塔の設計に関する研究を行なった。これらは核燃料サイクルやウラン濃縮などを目指した研究であった。

昭和40年代～50年代前半

- 異相界面の物質移動，液滴気泡現象に関する研究
液滴の生成，移動，消滅現象やオリフィス板による液滴分散などの流体力学的諸研究や，円筒レンズ

シュリーレン法による滴内物質移動速度の追跡などの基礎的研究を行なった。

●固体抽出に関する基礎的研究

多孔性媒体における有効拡散係数、多孔板抽出塔の動特性、連続相流体の混合特性等に関する一連の研究を行なった。上記2テーマは、以後平田教授に受け継がれた。

●晶析機構の基礎研究と晶析装置設計に関する研究

結晶成長、晶析速度の測定等の基礎的な研究から、分級層型および攪拌槽型晶析装置の設計法に至るまで一連の研究を行なった。このテーマは、以後豊倉教授に受け継がれた。

●反応を伴う物質移動に関する研究

層流境界における一次不可逆反応の解析や、それに伴う非定常物質移動に関する研究を行なった。

●多孔板抽出塔の動特性に関する研究

多孔板抽出塔の過渡応答、気液接触多孔板塔の逆流現象、ガス偏流現象などの動特性に関する一連の研究を行なった。

●超高压反応の反応機構と装置設計の研究

プラズマ反応装置に対するアプローチ、火炎分解型熱分解装置、火炎の安定性、液中燃焼法等燃焼機構及び反応装置に関する一連の研究を行なった。このテーマは、以後酒井教授に受け継がれた。

●光化学反応装置の設計に関する研究

紫外線から広く可視光、太陽光を用いた光化学反応装置の設計法について、光塩素化反応、光重合反応、光増感反応を取り上げ研究を行ない、近年は混式太陽電池の研究等に引き継がれている。

●起泡分離法に関する研究

起泡分離法を用いた分離技術開発、界面活性剤の吸着速度、除去法、共存イオン効果等の一連の研究を行ない、現在は吸着剤-イオン浮選相乗分離法による海水中ウラン回収プロセスの研究に引き継がれている。

●非ニュートン流体系における液滴生成に関する研究

非ニュートン流体中のニュートンジェット、ジェットからの液滴生成、連続液滴の変形等の一連の研究を行なった。

2. 現在行なっている研究テーマの紹介

2-1 充填層内の物質移動、熱移動現象に関する反応工学的研究(昭和55,56年度文部省科研費〔一般研究B〕助成による)

多孔性の固体触媒反応では、物質移動・熱移動速度が活性化エネルギー、反応次数、選択性、被毒現象に及ぼす影響は大である。また、触媒自体が“生き者”の様な存在であるが故に、層内の挙動をいかに的確に把握するかが、工業用反応装置設計を目指す工学者にとり、重要な課題である。当研究では、(1)充填層内の動特性研究、(2)触媒活性迅速測定法の開発研究、(3)C₁化学における各種合成反応の工学的研究、(4)高温水蒸気による流通系反応研究等のテーマに取り組んでいる。その中から、(1)(2)について簡単に紹介を加える。

触媒反応試験法の技術開発は、ガスクロマトグラフィーの進歩に伴い急速に発展した。そこで、必然的に短時間でしかも少ない試料から、触媒活性の迅速測定を試みる気運が生じた。ここで登場するのが“Microcatalytic technique”であるが、この手法の最大の特徴は、従来の定常操作とは異なり非定常下での動的測定により情報収集を行なう点にある。化学反応装置の特性を知る上で、“動的測定法”は、化学工学の分野において均相系装置内における混合拡散特性の測定、固相間と流体相間の分配平衡の各成分の差異を利用した分離法として頻繁に用いられている。ここで、従来の研究の基本姿勢としては、吸着成分、反応成分の粒子内部の細孔における拡散や吸着速度、反応速度の累積結果として過渡特性が現われ、充填層内部での挙動は、いわゆる“ブラック・ボックス”として扱い、それらを考究する手段として測定を行なってきた。しかし、元来極めて複雑な様相を呈する充填層において、入口出口の変化だけを基に層内挙動を把握するのは非常に困難であり、曖昧な点も数多い。そこで、熱電対を直接充填層内に挿入し、濃度変化に伴う熱破過曲線を測定して、反応機構や各種速度定数を算出する試みがなされた。

熱応答型パルスリアクターの一例をFig.1に示す。反応管はステンレス製で、充填層の内径は4 mm、層の中央中心位置に0.32 mmφ C. A. 熱電対が2本挿入してある。解析的に得られたNi-Al₂O₃ 触媒におけるベンゼンの吸脱着反応の熱曲線がFig.2であるが、これは非定常破過吸着帯の移動パターンを相対的に表わし、発熱領域は吸着過程の影響が主で、熱ピーク高を過ぎると脱着過程と放熱過程が優先してくることが明らかとなり、実験結果と良い一致を得ている。化学反応を伴う場合の熱破過曲線をそれぞれの入力(㉑インパルス、㉒矩形パルス)について示したものがFig.3であるが、吸脱着過程と比較することにより、層中の反応挙動はベンゼン分子のAl₂O₃の吸脱着過程にNi表面での水添反応が生じていることが明らかとなり、吸脱着過程は平均滞留時間を増す効果がある。熱応答法を組み入れた中高圧パルス反応装置のフローシートをFig.4に示した。加圧下でパルス法の実験を行なうには、従来の手法とは異なり、反応管内の流路と濃度検出部分の流路とを分離させ、流出濃度の一部分をサンプリングする方式を採る必要がある。すなわち、3のサンプリンググループに満たした合成ガスを、8の2つの高圧用四方バルブの同時切換えにより高圧H₂気流中に導く。このパルスが10のリアクターを通過し、13で減圧された

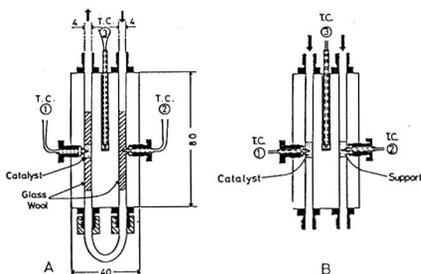


Fig. 1 Pulse Microreactor
(A: Single Pass System, B: Double Pass System)

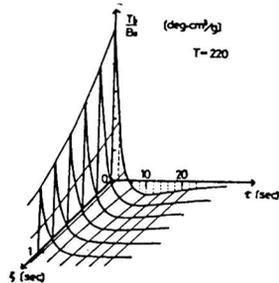


Fig. 2 Theoretical thermal Figure

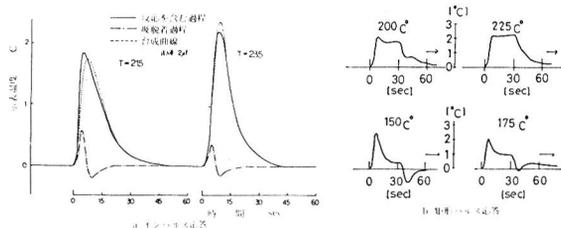


Fig. 3 実験で得られた熱波形

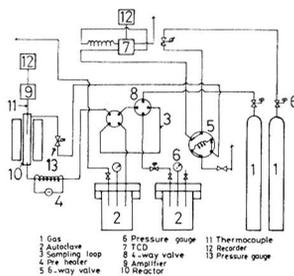


Fig. 4 Flow sheet of high pressure pulse micro method

後5の六方バルブで一部をサンプリングし、7のT. C. D.で分析するものである。同装置によるNi-SiO₂ 触媒でのメタン化反応を行なった結果、見掛けの活性化エネルギーは合成ガスの混合比一定の場合、全圧に依らず一定値(約15~17 Kcal/mol)を得ている。

熱電対応答法の応用として様々な知見を得る試みが成されているが、以下にその例を記す。すなわち、(1)吸脱着、反応過程における反応機構の推定、(2)吸脱着及び反応速度定数等の各種装置設計因子の算出、(3)充填層内伝熱機構の推定、(4)矩形パルス法による流通法との対応比較、(5)スタートアップ、シャットダウン時における装置安定性の評価、等である。

2-2 微粉吸着剤-イオン浮選相乗分離を用いた海水中ウランの回収プロセス研究(昭和53, 54年文部省科研費〔試験研究(2)〕助成による)

原子力発電の重要なエネルギー源であるウランは、我が国では、そのほとんどを輸入に頼っている。それ故に、海水中に含まれる微量ウランの回収は、新エネルギー源開発の重要課題といえることができる。従来、海水中ウラン回収においては、チタン酸、その他のチタン酸系複合吸着剤による吸着法、イオン交換樹脂などを用いた吸着法、アルミニウム塩などを用いた共沈法、リン酸型界面活性剤を用いた起泡分離法、単細胞緑藻などのソウ類による生体濃縮法などの種々の研究が行なわれてきた。しかし回収法、回収率など多くの問題点が存在した。現在では、吸着量、ウランの選択吸着性の面からチタン酸(TiO₂・

nH₂O)を吸着剤として用いる方法が最も有効かつ一般的である。ウランのチタン酸への吸着量は、粒径の逆数に比例することが示されており、粒径を小さくすることにより大きな吸着量を得ることができるが、現在用いられているポンプカラム法やスラリー型の装置では、吸着剤の目づまり、流失などの吸着剤回収法に問題が生じ、粒径を小さくするには限度がある。

そこで、当研究室では、チタン酸を“微粉化”すること、および水溶液中の極微量成分の濃縮に有効なイオン浮選法を用いることにより、吸着量、吸着速度を増大させることに成功した。更に、吸着剤懸濁液より、微粉チタン酸を浮選によって効率よく回収することも可能とした。以上三つのプロセスを複合することにより、海水中ウランの回収を従来の方法と比較して、極めて有効かつ迅速に行なえることが明らかになってきている。

起泡分離装置をFig.5, 6に示す。Flotation Cell は破泡液受皿としての塔上部、塔本体、そしてガラス焼結多孔板を装備した塔底部より成り、塔底部から発生した気泡は、上昇しながらまず DBS を吸着する。この気泡のまわりの DBS 層に、液本体中のウラン錯イオンが吸着し、その後チタン酸粒子がこの気泡に衝突し、この粒子を安定な形で付着する。そしてそのまま塔内を上昇し、塔頂で気泡が破泡する

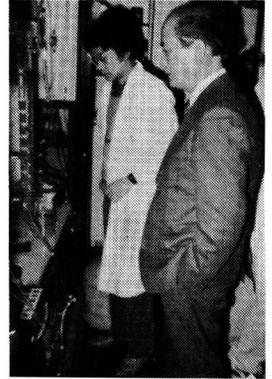
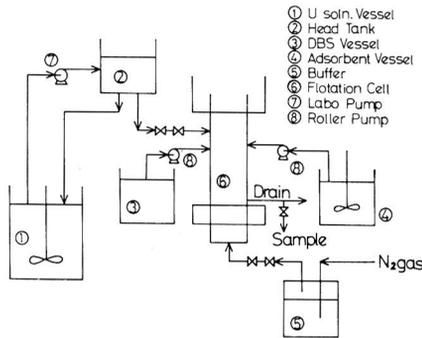
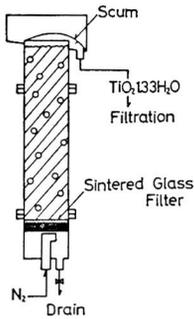


Fig.5 Apparatus of flotation. Fig.6 Flow sheet of flotation system

ことにより、チタン酸粒子は沈降するが、次に別の気泡と衝突し付着するという現象を繰り返して、ウランを吸着するという機構を持つ。

吸着剤懸濁液分攪拌槽による吸着量経時変化の結果をFig.7に、起泡塔を用いた相乗分離法の結果をFig.8に示した。平衡に達するには攪拌法の場合、純水-U系、Mg-U系で48時間、Na-U系、人工海水-U系では330時間を要した。海水中に含まれるウラン以外のイオンは、ウランのチタン酸への吸着過程における大きな妨害因子となることが攪拌法実験で確認されたが、相乗法の場合は、いずれの場合

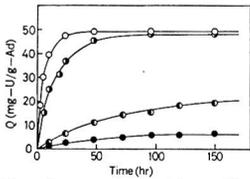


Fig.7 Uranium adsorption-time curves (batct system)

○: pure water + U, □: Mg²⁺ + U, △: Na⁺ + U, ◇: artificial sea water + U

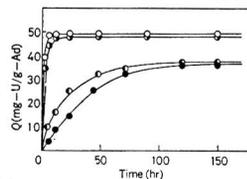


Fig.8 Uranium adsorption-time curves (combind process system).

Symbols are the same as those shown in Fig. -7.

も短い時間で平衡に達した。この他にも、浮選によってチタン酸粒子が回収可能となることも相乗法の有効性の一つとしてとりあげられる。なお、海水中ウランのテストプラントが香川県仁尾町に25億円の予算で、通産省のナショナルプロジェクトの規模で建設が進められており、城塚は、設計委員長として協力している。

2. - 3電気化学反応における装置設計に関する基礎測定に関する研究(文部省科研費[エネルギー特別研究]問題検討委員会テーマ)

電気化学反応は電極表面で起こる不均一相反応であるため、電解槽は本来二次元的である。従って、低電流密度で操作しなければならない場合には、電解槽単位体積当りの処理量が小さくなる難点がある。そこで、電気化学反応装置の三次元化が注目をあびている。種々の電解槽について、単位体積当りの電

table 1. 電極の比表面積

電 解 槽	単位容積当りの面積 (cm ² /l)
filter-press 式電解槽	0.97
隔膜を有する filter-press 式電解槽	0.35
Hooker 隔膜法食塩電解槽	0.037
Capillary-gap 電解槽	4
充填床式電極	75
流動床式電極	75
炭素繊維電極	200 ~ 500
bipolar 充填床式電解槽	20

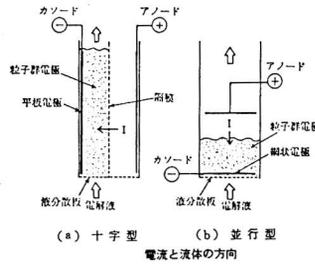


Fig. 10. レドックス・フローセル

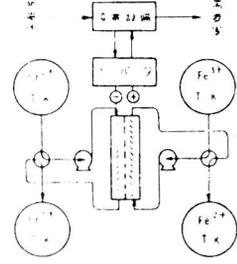


Fig. 9. 電流と流体の方向

極表面積の比較を table 1 に示す。流動層電極などの三次元電極は、従来の電解槽に比べ著しく大きな比表面積を有しており、単位体積当りの処理量を増大させることが可能となる。電解槽の設計を行なうためには、槽内の物質と電荷の移動速度を得る必要がある。三次元電極では、現象が複雑であるが、電極相を一定の電気伝導を有する均相流体とみなした二相モデルの適用が行なわれている。ただし、通常の接触反応装置における二相モデルとは異なり、電解槽内の電流と電位の分布も考慮しなければならないため、Fig. 9 に示す様に、電流方向と電解液の流れ方向も問題となる。レドックスフローセルは、電力需要の平坦化を目的とする電力貯蔵用二次電池である。二組のレドックス対の酸化還元反応を組み合わせたもので、原理図は Fig. 10 に示した通りである。当面の課題として、(1)イオン交換膜の選択性と抵抗、(2)電極触媒の探索、(3)電解槽の特性解明があげられるが、当研究室では、特に(3)の三次元電極における基本的な反応速度論的パラメータの測定と、電極特性モデルとの合致を試み、電解槽設計における基本的問題の解決に取り組んでいる。流動層電極は、流れによる固体粒子層の流動化と、それによる自由表面の増大をはかるもので、利点として、粒子の連続供給、排出が可能であること、粒子の相互運動による self-Cleaning 効果がある、などがあげられる。従って、実装置としては、金属の電析などに有効である。現在、フェロシアン化カリウム-フェリシアン化カリウム系による流動層の基本的な特性実験を行っており、固定層電極と同様に、電解槽の設計を目指している。三次元電極の特徴である単位体積当りの処理量が大いという利点は、廃水処理、希薄な金属イオンの回収など、低濃度の系に有効であり、上述した一連の研究は、そのプロセス開発の一端を成すものと期待される。

石油の代替エネルギーとして、太陽エネルギーは次代の柱の一本と見なされている。従来の半導体太陽電池が固体であるのに対し、チオニン-鉄系湿式太陽電池は、光吸収媒体として色素を用いた溶液系の電池である。原理は光酸化-還元反応系における、明状態と暗状態の電気化学ポテンシャルの差を利用したものである。現在、薄層型電池、高濃度型電池と改良を重ねて、流通系電池の実験を進行中である。変換効率 0.236% を得ているが、この値は半導体太陽電池と比較すると、コスト当りで見た場合、大容量の電池では対抗可能な値である。

2-4 石炭に注目した COM および液化反応の基礎的研究 (文部省科研費 [エネルギー特別研究] 問題検討委員会テーマ)

COM とは、Coal Oil Mixture の略であり、油に石炭を混合し石炭の流体化を試みる技術であり、石炭液化、ガス化よりも早期実用化可能であるとして注目されている。実用化の問題点として、COM 中の石炭の沈降分離が挙げられ、現在、石炭の長期分散状態を得るため界面活性剤の研究が盛んである。当研究室では、石炭の長期均質分散を意図して、添加剤の探索を行なっている。油は主に中東系 C 重油、石炭は中国大同炭 (-200 mesh 73%) を用い、これに第 3 物質を添加し、均質分散に与える影響を安定性指数 (Stability Index) の値で評価している。安定性指数とは、採取 COM の石炭濃度を仕込み石炭濃度で割った値である。従って、沈降管の上中下の値が共に 1 に近い程、沈降の起きない安定な COM であると言える。結果の一例を table 2 に示すが、ハ

table 2. 添加剤と安全性指数

Additive Conc. (%)	A/L. Vac.		Ml. Vac.		Ml. C.O.		Kerosene		Liq. Paraff.	
	10	25	5	25	5	25	5	25	5	25
Top	0.74	0.92	0.50	0.87	0.46	0.66	0.33	0.04	0.47	0.25
Middle	0.90	0.93	0.92	1.02	0.96	0.88	1.20	1.12	0.82	0.98
Bottom	1.26	1.01	1.28	1.08	1.24	1.42	1.33	1.25	1.38	1.39

Benzene Conc. (%)	Water		Methanol		Ethanol		Acetic acid		
	5	25	5	15	4	15	7	15	
0.36	0.07	0.60	0.47	0.88	0.99	0.76	1.06	0.74	1.02
1.16	1.01	0.92	1.03	0.94	0.99	1.04	1.05	1.01	1.03
1.28	1.06	1.27	1.08	1.22	1.03	1.32	1.06	1.18	1.03

ンドリング面から、エタノール、酢酸が有効であることが判明した。今後、油に不溶で、親水性基を有する有機化合物の中から、適当な添加剤を見出すことが期待できるものと思われる。

石炭液化反応は一般的にFig.11のような過程で進められる。微視的にも巨視的にも、性質・構造の異なる有機化合物であり、種々の無機物も含有している石炭の液化反応を行なう場合は、化学種の明確な化学反応に比べて非常に複雑である。現在は、回分式オートクレーブを用いた高圧示差熱分析 (DTA) 装置による熱解析を行ない反応機構の推定を試みている。DTA装置を用いた実験の特徴は、反応器内の昇温時、降温時におけるDTA曲線を得ることにより、熱解析によっても速度論的データの知見を得ることが可能である点である。しかし、石炭液化反応は複雑な反応機構を有するため、最適反応モデルの提案と実験の確証が不可欠な要素であり、この方針の下で研究を進めている。

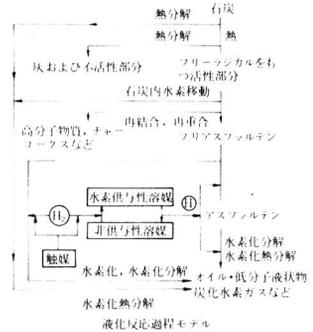


Fig.11. 液化反応過程モデル

2-5 資源循環の観点から故紙の再利用に注目した脱インクプロセスの開発研究 (昭和 53, 54, 55 年度 文部省科研費 [環境科学特別研究(1)] 助成による)

木材資源の不足と、故紙処理技術の進歩から故紙の再利用が、省資源、省エネルギー、廃棄物処理などの観点からも強調されている。ここ数年、我が国の故紙回収率が40%前後と世界的トップレベルであることもその表れと言えよう。今後は、故紙の再利用のため故紙繊維が繰り返し使われることも考えられる。そこで必要となってくるのが、故紙からの脱インクである。脱インク操作は大別して2つの方法が行なわれており、1つはwashing法、もう1つはflotationと呼ばれるものである。ここで、前者はパルプスラリーに大量の水を加え洗滌する方法で、主にアメリカで行なわれている。一方、後者は装置内に気泡を吹込むことにより脱インクを行なうもので、我が国では、環境破壊の観点からflotation法が注目されている。本研究室では、同法の基礎的操作条件の測定、脱インク装置の開発研究を行なっている。

flotation法により脱インクを行なうには、まず新聞紙等の故紙に水、漂白剤、安定剤、補集剤などの化学薬品を加え、パルプをスラリー状にする。このパルプスラリーを起泡塔にて脱インクを行なわせる。漂白剤として H_2O_2 、安定剤として水ガラス、補集剤としてオレイン酸を使用しており、白色度向上に影響の大きいpH調節剤としてNaOHをパルピング時に加えている。またflotation時には起泡剤としてノニオンH 220で界面活性を行ない、気泡の安定、インク粒子排出作用を行なう。

結果の一例をFig.12, 13に示した。Fig.12はflotation時におけるノニオン濃度に対する白色度変化、Fig.13はパルプロス変化のグラフである。この結果からも、製品である製精紙の白色度を高めるためノニオン量を増すと、パルプロスが増すという、プロセスを確立するうえで大きな障害を生ずることがわかる。しかしオレイン酸の濃度を高めることで、パルプロスを極端に減らすことが可能である。現在、基礎測定に基づいた流通系装置についても併行して実験を行なっており、白色度、パルプロス共に良好な結果を得ている。

3. エネルギー化学工学の体系

「エネルギー」は現在我々が直面している最も重要な課題である。化学工学あるいは化学技術者が、このエネルギー問題に取り組む方向、領域を探索、展開する使命を負う学問が「エネルギー化学工学」(1981年出版予定)である。エネルギーの開発とその発展の歴史は、人類発展の歴史そのものであり、産業革命以降の発展は、特にエネルギー消費の巨大化をまねいた。従って、ほとんどの産業あるいは工学が、何らかのエネルギー課題と取り組んだ成果であり、その発展を目指したものであることは言うまでもない。エネルギー化学工 (27 ページ中段へつづく)

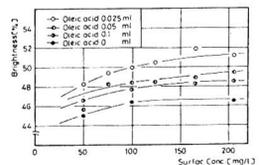


Fig.12. ノニオン濃度に対する白色度変化

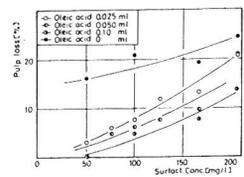


Fig.13. ノニオン濃度に対するパルプロス変化

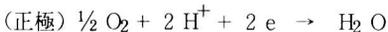
燃料電池

川村 剛

私達の身の回りには電池は、乾電池に代表される1次電池と鉛電池やニカド電池などの2次電池とに限られており、燃料電池は宇宙船用のような特殊な用途を除くとまだ実用化に成功していない。先にあげた1次および2次電池は「電気のため池」であって、貯えられた電気を使い切った後は、新品を買って求めるか充電をしなければならない。これに対し燃料電池は、燃料と酸化剤が供給され、原理的には永久に電気エネルギーを生み続けることのできるもので、エネルギー変換器または発電器と称すべき性質のものである。燃料電池を、熱機関を用いた、発電機と比較したとき最大の特徴は、熱エネルギーを経由しないので燃焼反応の自由エネルギーを100%電気エネルギーに変換できることである。さらに運転中の騒音や排気ガスの問題もほとんどない。

燃料電池の原理そのものは、他の多くの電池と同様に、前世紀初頭に見出されたのであるが、燃料および酸素を反応させる電極触媒に安価で高活性なものが少ないこと、およびそのために反応性の高い水素やヒドラジン以外の燃料の使用が困難なことなどが実用化を遅らせた原因と思われる。近年になって宇宙船用の電源として燃料電池が再認識され、大規模な研究開発が行われた結果、電極触媒など電池構成材料に関する知識が高まり、さらにエネルギー資源枯渇に対する危機感から燃料電池の民需への適用が真剣に検討されるようになってきた。

燃料電池の型は、用いる燃料や電解質によって多くの種類のもので研究されているが、ここでは、代表的な水素酸素電池を例にとってその構成と発電原理について説明させていただく。水素および酸素の電極上の反応は、



である。これらの反応を電極上で進行させるためには触媒活性と電導性が共に高い材料が必要である。水素極用の触媒としてはPt等の貴金属、Ni、Co、WC、CoP₃、Ni₃Bなど、酸素極用としてはPt、Ag、NiO-LiO、Na_xWO₃などが知られている。電極の構造は、触媒とテフロン微粒子とから成る厚さ1mm前後のシート状のものである。テフロンは触媒粒子の結合と電極を疎水性にする役割を担っている。2枚の電極の間に電解液を入れたような構造で電池が構成され、電極の外側にガス室を

設け、それぞれに水素または空気(酸素)を流す。電極は疎水性になっているので、電解液は細孔内にわずしかしみ込まず、そこに気相-固相(触媒)-液相から成る3相界面が形成され反応の場となる。電解液はKOHを用いたアルカリ型と硫酸またはリン酸を用いた酸性型とに大別される。アルカリ型は分極が比較的小さく、また腐食性が弱いので材料面の制約が少ないが、空気中のCO₂により電解液が汚染される問題がある。このため民需を目的とした電池では主として酸性型が研究されている。

水素酸素電池を運転する場合、起電反応で生成する水と、多孔性電極を通して蒸発する水とのバランスをとるために電池温度、供給ガスの流量や湿度などの制御、および未反応水素の回収など多くの補助システムが必要で、したがって全体のシステムも大きくした方が有利である。また温度が高い方が反応性も高まるので、現在研究の主力は数MWオーダーの出力を持ち、約180℃で運転される濃厚リン酸型の開発を目標としている。

一方、水素以外の燃料としてはヒドラジン、メタノールなどが研究されている。これらは液体燃料であるため貯蔵が容易で移動電源の燃料として適している。ヒドラジンは反応性に富むのでNi、COなど安価な触媒を使える利点があるが、燃料価格が高いためブイ、潜水艇などの特殊用途に限られている。メタノールは低価格で魅力的な燃料であるが、反応性に乏しく、Pt-Sn、Pt-Ruなどの貴金属触媒を用いねばならない。安価で高活性な触媒の開発が望まれる。

以上述べた水溶液電解質の他に熔融炭酸塩(LiCO₃+NaCO₃+KCO₃, 約600℃)や固体電解質(ジルコニア、セリアなど、800~1000℃)を用いた電池が研究されているが紙数の関係で割愛させていただく。

燃料電池は将来のエネルギー源の多様化に応えられる技術として今後ますます重要なものになると考えられる。これを成功させるためには電気化学、触媒化学、材料科学およびシステムなど広範な分野の研究者の協力が必要である。

㈱日立製作所 中央研究所第二部
(昭和41年卒・新16回)

米国における C₁化学研究機関を訪問して



菊地 英一

昨年11月より通産省の新しい大型プロジェクト「C₁プロジェクト」が開始された。これを機会に海外の研究状況を調査することにし、10月5日から22日まで石油化学関連企業およびエンジニアリング会社数社の人達と、C₁化学の技術開発を行っている米国の研究機関を訪問した。本誌の編集からこの視察の旅行記を依頼されたので、この機会にわが国と米国のC₁化学に関する研究に対する考え方の相違や、米国での研究状況など、この旅行での体験を基に紹介してみたい。

C₁プロジェクトといっても読者一般にはなじみが薄いかもしれないので、簡単に解説してみよう。わが国の石油化学は、石油の軽質留分であるナフサを分解して得られるエチレンやプロピレンなどのオレフィンを中間原料として成立している。しかし近年石油価格の上昇および石油資源の重質化の傾向が顕著となってきた。これらに対処するため、石炭、タールサンドピッチューメン、オイルシエールなど未利用炭素資源や重質油をエネルギーあるいは化学工業原料として有効利用するための技術開発が社会的、行政的に強く要請されている。そこで日本化学工業協会はC₁化学、すなわち一酸化炭素と水素の混合ガス（合成ガス）またはメタノールを原料とする炭素数2以上の各種基幹誘導体の新合成法の研究開発について、通産省工業技術院の昭和55年度大型プロジェクトのテーマとして申請を出し、工業技術院をはじめ各方面への働きかけを広く行なってきた。その結果昨年11月に、エチレングリコール、エタノール、酢酸と

いったエチレン誘導体および炭化水素（とくにエチレン、プロピレン）を対象にして大型プロジェクトがスタートした。

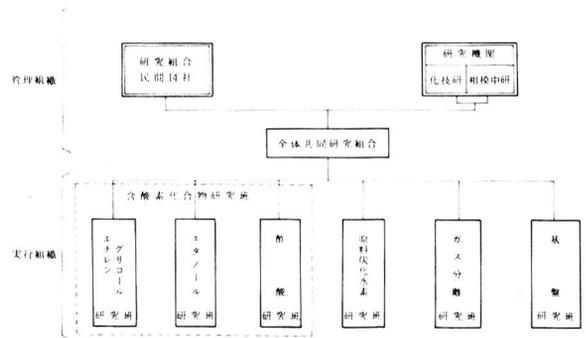


図1 C₁プロジェクト研究組織図

C₁プロジェクトの研究組織を図1に示す。C₁プロジェクトには、含酸素化合物と原料炭化水素の新しい合成法のほかに、原料ガスの製造（調査）、ガスの分離精製も含まれている。

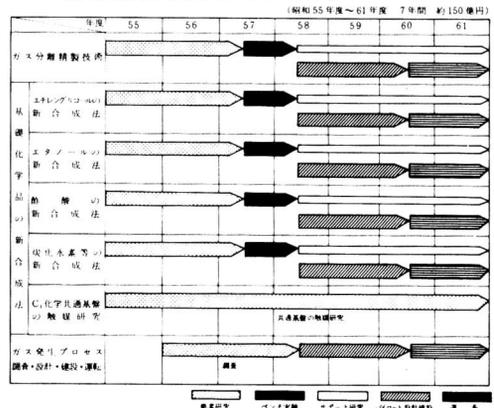
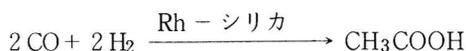
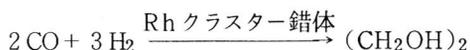


表1 C₁プロジェクト全体計画

本プロジェクトは表1に示すように、55年11月から62年10月までの7年間を予定している。研究開発を共同で行なうという試みはこれまでもあるが、このような基礎的な探索段階から民間の企業が企業間の壁を取り払って共同研究するというのは初めてのものである。

C₁化学の反応では、炭素原子と炭素原子が触媒表面で接触的に1つずつ結合していくので、特定の炭素数の化合物を選択的に合成することは難しい。巧妙な作用機構を備えた触媒を見つけなければならない。触媒の探索がこのプロジェクトの成功の鍵となる。現段階では表2に示すような触媒

タノールを合成するための、Rhを主体とする触媒の特許を1973年頃から続々と発表して注目を集めてきた。



そのほかにもこの分野の特許を出願している企業数は10社を越えている。これらの中から我々の訪問を許可してくれる研究機関を選ぶ作業を6月頃から始めた。今回の視察の目的は米国の化学者、化学技術者とのミーティングをとおしてC₁化学研究の現状と将来の見通しについて討論すること。C₁化学に不可欠な高圧実験や触媒の調製と活性試験等の装置設備の見学である。C₁化学は最新の研究課題であり、また触媒が重要な研究対象となっているため、なかなか訪問の許可が得られなかったが、わが国のC₁プロジェクトの説明とわが国における研究の情報提供を交換条件に交渉を重ね、10カ所程の研究機関から許可を得ることができた。以下にそのなかからおもな訪問先について紹介する。

まず最初に訪れたのはCaliforniaのSanta ClaraにあるCatalytica Associatesであった。この会社は触媒と触媒プロセスに関するコンサルタントを主な業務としており、特定な問題、たとえばC₁化学とかゼオライトをとりあげて解説や評価を行ないレポートを発行している。1件約1万ドルの契約だそうだ。したがってわが視察団は彼らにとってだいじなお客様になる。5日の夜到着したSanta Claraのホテルの部屋には副社長のDr. Gartenの名前で果物籠が届けられていた。

翌朝社長のDr. Cusumano、副社長のDr. GartenとDr. Levyに迎えられCatalyticaを訪問した。社長、副社長といっても35~40才、新進気鋭の触媒学者たちである。Senior staffは全部で9名で、ほとんどがExxonなどの研究所から移籍してきた。Stanford大学のProf. Boudartが顧問をしている。自分の所には大した実験装置はもっていないが、

	反応圧力 (atm)	反応温度 (°C)	一酸化炭素 利用率(%)	空時収量*1	
				Rh系触媒 使用時	非Rh系触媒 使用時
エチレングリコール合成	500以下	300以下	60以上	250以上	100以上
エタノール 合成	気相法	150以下	350以下	60以上	200以上
	液相法	500以下	300以下	—	50以上
	ホモロゲ ーション	350以下	250以下	80以上	—
酢酸合成	100以下	300以下	70以上	300以上	180以上
炭化水素合成	100以下	400以下	60以上	—	70以上

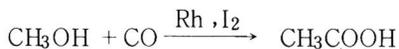
*1 (生成物g/触媒g/時間hr)

*2 エチレン、プロピレンの合計値

表2 触媒性能の目標値

性能の目標値が掲げられている。これまで発表されている特許などによるとC₂化合物の合成にはRh触媒が有効であろうとされている。しかしRhは高価な上に、産出量が少ないため、できるならばRh以外に優れた触媒を開発することが望まれる。そこで目標値もRh触媒と非Rh触媒の場合との2本立てになっている。

C₁化学の研究では、米国はわが国よりかなり先行している。Monsanto社はメタノール法酢酸合成を1970年には完成しており、わが国でもダイセル社が工業化している。

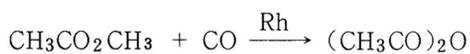


またMobil Oil社はZSM-5型という特異的な結晶構造のゼオライトを開発して、メタノールから高オクタン価ガソリン(芳香族炭化水素)を製造するMTGプロセスのパイロット試験まで終了している。さらにUnion Carbide社(UCC)は合成ガスからそれぞれエチレングリコール、酢酸、エ

Stanford 大学等の装置を利用して、依頼された触媒の分析や物性測定を行なったりしている。将来研究設備も整えるつもりだと説明していた。

中立的な立場から米国における C₁ 化学の研究とその背景や技術的評価を聞かせてもらった。石油価格の高騰、石油資源の減少、厳しくなる環境規制（廃棄物の極小化）などが動機となって、米国においても C₁ 化学の技術開発には本気で取り組んでいる。合成ガスの原料としては、量的に豊富でかつ産地が偏在していない石炭が最も有望と考えているようだ。

特許を基にいろいろな C₁ 化学の技術的、経済的評価も行なっており、そのいくつかを披露してくれた。UCC のエチレングリコール合成は現在の 10³ ~ 10⁴ 倍の反応速度が必要である。エタノール合成触媒としてはフランスの IFP の触媒が、メタノール合成の現行技術に匹敵する活性を有しており最も有望だが、問題は触媒活性の寿命であろう、等々である。また石炭からの合成ガスだけで化学品を合成する米国では最近のプラントを 1983 年に完成すべく Tennessee Eastman 社が計画しているとのことであった。これは Monsanto 社のメタノール法酢酸合成技術およびこれと類似の酢酸メチルへの一酸化炭素挿入反応を利用した無水酢酸の合成プロセスである。



スケジュールの都合で 3 時間たらずの滞在であったが、コーヒブレイクには全スタッフが参加して活発なディスカッションとなった。この間 Catalytica 側は我々の質問に終始フランクに回答してくれ、大変有意義な訪問であった。

つぎに訪れたのは Mobil Research & Development Corp の Central Research Division である。Princeton の田園情緒あふれる場所にある。ここでは Dr. Weisz の手厚いもてなしを受けた。彼は昨年 7 月東京で開かれた国際触媒会議で特別講演をした、ゼオライト等の分野で著名な触媒学者である。昨夏の国際会議での日本側のすばらしい運営に対するお礼であると言って、この日一日の我々の訪問に対して深大なる配慮をしてくれた。

Mobil 社は 1950 年代に石油のクラッキング用ゼオライト触媒を開発した。それ以後同社はゼオライト触媒の研究に絶えず努力を続け、その用途を拡充してきた。その成果として今日形状選択性 (shape-selective) ゼオライトと呼ばれる独特の細孔構造をもつ ZSM-5 型ゼオライトを発見したといつてよいであろう。

このゼオライトの C₁ 化学の分野での応用は、前述したようにメタノールからのガソリン製造である。触媒固定床式プロセスはパイロット試験が終り、触媒 1 kg あたり 8 t のメタノールを処理し、200 日の触媒寿命が確認され、ニュージーランドで実プラントを建設する計画が決ったそうである。触媒再生の容易な流動床式プロセスはパイロット試験中である。現在この研究所では、メタノールからではなく、合成ガスから直接ガソリンを合成するための触媒研究が行われていた。1 つは ZSM-5 型ゼオライトとメタノール合成触媒との複合効果を、他の 1 つは ZSM-5 型ゼオライトと Fischer-Tropsch 合成 (脚注) 触媒との複合効果をねらったものである。

朝 10 時から 4 時頃までミーティングと実験設備の見学をさせてもらった。プロセス研究は Paulsboro の研究所で行なっており、ここでは基礎研究だけを行なっているため、実験装置や設備は大学のそれとほとんど同じであった。ミーティングでの話題は予想していたとおりゼオライトで終始した。ゼオライトのことなら何でも答えるという自信がありありと伺えた。

Pittsburgh では Department of Energy (DOE) の Energy Technology Center を訪問した。ここは昔 Bureau of Mines と呼ばれ、その後 ERDA と改名され、現在の名称に至っている。ここでの C₁ 化学関連の調査対象は石炭のガス化 (Synthane プロセス) と Fischer-Tropsch 合成である。

Synthane プロセスは 1961 年に研究が開始された加圧流動床ガス化法で、1975 年に 75 t/d のパイロットプラントが完成した。1978 年 11 月まで

(注)

Fischer-Tropsch とは一酸化炭素の接触水素化により炭化水素を合成する反応である。

実験が行われたが、その後中止されている。中止の理由は、企業が興味を示さなかったこと、流動床内で極部発熱によりクリンカができるなどプロセス上の問題があったこと等の説明があった。

C₁化学関係の実験設備を見学したが、ここでは主としてマイクロリアクターを用いた Fischer-Tropsch 合成の研究が行われていた。Bureau of Mines 時代 Dr. Anderson を中心として、本合成に関する莫大な研究がなされたが、その伝統を受け継いで窒化鉄触媒やラネー鉄触媒を用いた合成が研究されていた。また Mobil 社と同様、各種ゼオライトと Fischer-Tropsch 合成触媒との複合触媒により合成ガスからのガソリン製造を研究していた。

またここでは Dr. Fu が流暢な日本語で、DOE の研究開発費援助の方針などについて語ってくれた。Dr. Fu はたびたびの来日で視察団の中にも面識のある者がいたこともあって、公式の訪問が終ったあと再び我々と合流し、食事をともにしながら米国のエネルギー政策全般について説明してくれた。ここで詳述するには紙幅に余裕もないが、昨年の燃料協会誌12月号に掲載された Dr. Fu の記事にも一部触れられているので御関心のある読者は参照いただきたい。

UCC は全世界でも最も C₁ 化学の開発研究において熱心な企業の1つである。米国内に4つの研究所を有しているが、その1つ West Virginia Technical Center で C₁ 化学関連の研究が行われている。South Charleston にあるこの研究所には scientist 1600 名を含めて 3600 名の研究員がいるとのこと。1960 年から C₁ 化学の研究を始め、現在さらにこの分野の研究には力を入れているようだ。実験室見学を含めて約7時間の訪問であったが、その大半の時間を使って自社の研究開発の状況について説明してくれた。ここでの現在の主な C₁ 化学の研究内容は、合成ガスからエチレングリコール、酢酸およびエタノールの合成、メタノールのホモロゲーション（エタノールの合成）およびこれらに関連する合成ガス中の不純物の分析や分離精製である。

Rh 触媒によるエチレングリコールの合成は1971

年に開始した。3500 気圧という高圧下で微量のエチレングリコールが生成したのが初めてだそう。その後新しい溶媒、促進剤の改良研究を行い、現在はより高性能な触媒の開発を目指して有機金属錯体の基礎的な研究が主となっているとの説明があった。この液相均一系での触媒の作動状態は Rh のアニオン性カルボニルクラスター錯体であるため、この活性状態をいかに保つかが重要な研究課題となっている。

酢酸やエタノールの合成はシリカに担持した Rh 系触媒を用いて不均一系で研究されている。気相合成であるため、ステンレス製の反応管の内壁に銀メッキして管壁の影響を小さくしている。ステンレスの鉄と一酸化炭素が容易に鉄カルボニルを生成するためである。この研究グループでは触媒の活性、選択性を高めるための研究が中心であるようだ。

これらの合成には、いずれも Rh を主体とする触媒が用いられている。前述したように Rh は高価な上に産出量が少ない。また最近では自動車の排気ガス浄化触媒に使用されるため、その資源の将来性が心配される。この点を UCC の研究者に質問してみた。彼らの考えでは、回収技術が進歩したので量的にはあまり心配していない。産出地（ソ連、南ア共和国）に信頼性がないことの方がより重要な問題とのことだ。

高圧実験室を見学したが、さすがに歴史が長いだけあって、他社の装置にくらべると、いかにも使い込んだという感じである。オートクレーブ式の反応装置が4基とベンチスケールの流通反応装置が作動していた。この自慢は 1000 気圧まで耐える赤外高圧セルで、反応中の Rh カルボニルクラスター錯体の存在はこの装置で確認された。

そのほかにも Celanese Research Co. (Summit), Air Product & Chemicals (Allentown), Ethyl Corp. (Baton Rouge), Tenneco Chemicals (Houston), Chevron Research Co. (San Francisco) などを訪問した。紙数がそろそろ尽きたので割愛するが、各社とも C₁ 化学の研究に大変熱を入れているのがうかがえた。

ところで米国企業の C₁ 化学に対する考え方を聞いてわが国のそれとはだいぶ異なるように感じた。わが国の C₁ プロジェクトの基本的考え方の 1 つは、原料転換への対応というリスクの高い未来技術を開発するには 1 社のみで大きな組織を作るとは難しいので、国家プロジェクトにしようということにある。この観点からは、経済性を考えると炭化水素（原料オレフィン）よりも、まず含酸素化合物の合成が指向される。しかし別の考え方から炭化水素合成も選ばれている。それは万一石油の供給がとだえた場合には、この技術により代替炭素源からエチレンやプロピレンをつくり、既存の石油化学プロセスに送り込めば石化製品の供給が続けられるという、ナショナル・セキュリティの役目を果しうるからである。自国に石油を産する米国には、少なくとも後者の考え方はない。C₁ 化学はあくまで経済性（原料転換）の問題である。米国の石油化学企業は資本が豊かであることもあり、企業の利益につながる研究は独立的にまかなっていくべきで、国家は援助しないというのが政府の建前のようなのである。

また C₁ プロジェクトは探索的な研究から始めねばならないという性格のプロジェクトで、わが国にもあまり例をみない国家プロジェクトである。DOE の Dr. Fu の言をかりると「探索研究は大学、公立研究機関がやり、企業に金を出して探索研究をやらせることはなく、C₁ プロジェクトのような探索研究段階でのプロジェクトは米国では不可能」とのことである。

しかしわが国の C₁ プロジェクトに対しては、訪問した各社とも一律に強い関心を示した。ミーティングの半分近くの時間は、このプロジェクトの内容に対する質問と討論に費やされた。この米国側の強い関心がなければ、今回の視察団は実現しなかったであろう。

ところで、これまで化学系の国家プロジェクトは他の分野にくらべて非常に少なかった。技術立国を自称するわが国の技術ポテンシャルを高めるために、是非ともこの C₁ プロジェクトが成果をあげ新しい化学系プロジェクトへの道を切り開いてくれることを期待して筆を擱くことにする。

早大理工学部応用化学科教授
(昭和 39 年卒・新 14 回)

富井先生ご永眠

本会名誉会員富井六造先生には、去る 1 月 24 日夕刻 93 歳のご高齢をもって老衰のため永眠されました。

先生の我が応用化学科に残されましたご業績は燦として輝き、今日の隆盛に貢献されるどころ誠に大きなものがございました。

ここに謹んで哀悼の意を表しご冥福をお祈り申し上げます。

会員名簿 に余部があります。

会員名簿（1981 年版）はこのほど完成し、お申込者には近日中にお手許へお届け致します。予約前金制をとっておりましたが、念のため余部を若干作ってありますので、ご希望者は頒価 2,000 円を添えてお申込み下さい。

送金方法は郵便振替（用紙は郵便局にあります）が最も便利です。

本会の振替口座番号は

東京 9 - 62921 番 です。

『右脳革命』

大前 研一

この4月に表題の本を翻訳出版することになっている。もともと自分で書いたものしか出さない主義を貫いてきたので、翻訳本の出版は恥と心得ているが、この本は特例扱いをしようと決心した。原著者はアメリカの、町の発明家トーマス・ブレクスリーという人で全く無名の作家である。自らエンジニアとしてデジタル電話や露出計などの発明を手がけてきたのであるが、途中から、なぜ或人だけに発明の才や創造性があるのだろうか、と考え、遂に大脳生理学の最新の研究にまで入り込んでしまったのである。原著「THE RIGHT BRAIN」というのは英語でかけことばになっていて、「右脳」という意味と「良い頭」という両方の意味をもっている。この本が1980年に出版されたとき、私の勤めているマッキンゼー社の米国事務所から私のところに早速送られてきた。それは当社では私が創造性ある仕事を手掛けてきており、クリエイティブ、というのが私の代名詞のようになっているからである。私は小説や雑誌はもとより経営書も全く読まない（本当は頭が混乱して読めない、と言った方がよい）のであるが、この本だけはなぜか相性がよかった。まず妻に読ませて大意を講釈させたところ予想した通り右脳の発達した人が創造性に富んでいる、という内容である。またその範囲も科学、スポーツ、音楽、教育と広範にわたり誠に面白い。さっそく自分で読んでみることにし、同時に著者に手紙を書いて日本での翻訳権を私にしてくれること、出版社を私の出版社であるプレジデントに指定すること、を要請した。こうして自分で自分を追い込んでおいてから翻訳にとりかゝった。もちろん多忙な身であるので下訳を使ったが、難解な英語であるので全く役に立たなかった。やむを得ず正月休みを返上して本格的な訳出を行なった次第である。このあとのスケジュールとしては、出版を快諾してくれた著者との対談を2月に行ない、同時に龍角散社長の藤井康男さんとの対談も盛り込んで冒頭に述べたように4月出版、という手順になっている。藤井さんは知る人ぞ知る右脳経営者で、社長室にグランドピアノを置き、社員による龍角散オーケストラをバックにモーツァルトのピアノ協奏曲をこなす怪物である。また「音楽脳で考える」という本をプレジデント社から出しており、要するに創造性と音楽との相関を以前から主張しておられるのである。こ

の音楽を司るのが右脳であるので、ブレクスリーと基本的には同じ主張をしつづけてきた、という奇縁で、私は両者と対談することにしたのである。かく言う私も在学中は早稲田大学交響楽団で大いに学生生活をエンジョイし、卒業後もMITに留学した昭和42年まで新交響楽団の首席クラリネット吹きを勤めていたのである。要するに、なぜブレクスリーや藤井さんが好きかと言えば、「我田引水」なのである。

ところで、肝心の本の内容であるが、ひとことと言えば言語や論理思考を司る左脳がのさばり過ぎて、折角映像、視覚思考の右脳が誰にもあるのに、これをおさえつけてしまう。従って、創造性を発揮したり、スポーツや芸術に秀でようと思えば、もっと右脳を解放してあげなくてはならない、というものである。右と左の脳の間には脳梁といわれる細い神経元が何本も通っているが、これがちょうどフルイディックス（流体素子）を用いた整流器のようにできていて、一方が思考意識を持っている時には、他方は意識から閉ざされてしまう。従って左脳にのさばられると右脳には出番がなくなるのである。

ところで、我々は幼稚園以来のつめ込み教育の結果、左脳ばかりを使う癖がついてしまっている。理屈やおしゃべりは1人前であるが、どうも創造力や芸術性となると心寒い。折角の理屈も素材に斬新性がなければご利益（りやく）も薄くなろう、というものである。アインシュタインは子供のころなかなかしゃべるようにならなかったが、これがむしろ幸いして、左より右が先に発達するきっかけとなったと考えられる。要は幼時から一方的に左を肥大化しないで、むしろ右にも育つ機会を十分に与える、ということなのである。こうした意味で、理屈に頼らないテニス、ゴルフ、スキーなどが「インナースポーツ（内面のスポーツ）」として運動界に革命を起し、学校教育も左右バランスをとるよう革命的な変貌を遂げる。また、会社における採用や昇進も左脳型重視から右脳型重視に変わる。これが今後急速に広がる（と、私が初夢で見た）「右脳革命」なのである。乞ご期待。

マッキンゼー・アンド・カンパニー
日本支社長
(昭和40年卒・新15回)

職場だより

千代田化工建設株式会社

1980年9月イラン、イラクの両国は、国境紛争から端を発してついに交戦状態に入りました。互いの空軍により両国内の製油所が爆撃されてその建設のために駐在していた当社のプロジェクトのメンバーは一旦帰国を余儀なくされました。

イランではI J P C、イラクでは北方の製油所のビックプロジェクトに参加、遂行していたのでこの交戦は当社に少なからぬ混乱を呼んだ訳です。

この戦争がこう着状態に入った1980年12月、ナイジェリアのカドナの製油所(10万バレル/日)が当社の手により納期通りに完成し、3年越しのビックプロジェクトが成功裡に終了しました。カドナといえばアフリカ西海岸中部にあるナイジェリアの首都ラゴスから約1000キロメートル内陸の都市。ここにラゴスの港を経由して鋼材40万トントラックなどにより陸送したり、最盛期にはナイジェリア人を合わせて、この地に7,300人も

の人間が集結してこの工事が進められました。

1981年の新春ベネズエラの製油所建設のプロジェクトが当社に決まったことが新聞に報じられました。ベネズエラといえば日本からはるかかなたの地球の裏側。こんな所まで仕事に行くのかとの感を深くします。

当社の海外のプロジェクトはこの他に、サウジアラビア、オーストラリア、エジプト、トルコ、台湾などの国で大小さまざまなものが遂行中であります。このように、当社においても世界中の国々に広くプロジェクトが発生するのが最近の傾向です。以前は国内の製油所の建設が主で海外の仕事がとれるのが珍しく、新聞などに大々的に報じられたものでした。

最近の当社のプラント海外受注状況を以下の表に示しました。(本年1月日経産業新聞からの抜粋です。)

プラント輸出～ただいま商談中

日経産業新聞(昭56年1月)より抜粋

地域	プラント機種	商談年月日	規模(億円)	企業名	備考
アラブ首長国連邦	アンモニア・尿素	昭55年7月	450	千代田化工・三菱商事	アンモニア1,000トン/日 尿素1,500トン/日
エジプト	潤滑油	昭55年2月(内定)	150	千代田化工・三菱商事	
キューバ	ガソリン製造装置	昭55年4月	150	千代田化工・三菱商事	
シンガポール	重質油分解装置	昭55年2月	211	千代田化工	モービルオイル・シンガポール向け
台湾	テレフタル酸	昭55年9月	220	千代田化工・三井物産	
ベネズエラ	石油精製	昭55年12月	2,000	千代田化工・三井物産	10万バレル/日重質油分解装置など

エンジニアリング産業はハングリービジネスと呼ばれることもあります。世界中のあらゆる国々に入りこみ、ところかまわず、相手かまわず、そしてソフトウェアでもハードウェアでも何でも売りこもうとするビジネスだからでしょうか？

一度（ひとたび）プロジェクトの引合いがあると、国内外のエンジニアリング各社は激烈な競合入札を行いません。石油精製プラントや、肥料、エチレン、アロマなどを製造する石油化学プラントを設計製作するエンジニアリングは今や高度に発達し、競合する会社も数多くなったからです。

他社と競合しない、商売になる新しいテクノロジーを求めて各々のエンジニアリング会社が研究開発に志向するものこの為です。当社も過去においていくつかの研究開発を成功させて参りました。

ナフサからアセチレンの製造、脱アルキルによるベンゼンの製造、パラキシレンの製造、最近では、排煙脱硫（サラブレッド法）、アスファルト分解などです。

当社で特徴的なのは、研究開発が顧客（石油精製会社や石油化学会社など）と共同開発の形態をとることです。又、シーズを育成するのに10年、などというケースは少なく、顧客側からニーズ、シーズが提供されることが多い訳です。

昨今のエネルギー危機に当り、代替エネルギーとしての石炭、オイルシェル、重質油利用の方向に新しい研究開発の芽が伸びていくと思いますが現在では、通産省大型プロジェクトで重質油分解によるエチレンの製造や、ピッチガス化による還元ガス製造が大きなパイロットプラント（或いはデモンストレーションプラント）で行われております。

当社のアウトライン

簡単に述べます。

昭和23年創立、以降、石油精製プラント、石油化学プラント、公害防止プラントの設計、建設を手がけて参りました。

現在では資本金64億円、社員約3,300名、年商約2,000億円です。

鶴見にエンジニアリングのオフィスがあり、ここを本拠として、東京三田に役員、営業、などのオフィスがあります。川崎に製缶工場と研究所、更に子安には総合研究所があります。

千代田応化会

さて例年6月ごろになりますと、“応化会のみなさまへ”などという案内状がまいこみ、応用化学科OBのパーティが開かれます。これは4月入社した新入生を歓迎するのが名目ですが、実は各職場に散った先輩後輩のよりよいコミュニケーションの場であります。

今井さん（後出）の乾杯に始まりなごやかな夕べを過ごします。

最近では応化卒の新人が少なく、資源工学科の方々の入社が増えました。そして応化卒と同じ部門で仕事をする関係もあり、応化会メンバーとなっております。

分野をわかり易く区切って、応化会メンバーがどのように分散しているか、以下の表に示します。

エンジニアリング	10名（3名）
研究開発	8名（2名）
技術管理	8名（1名）
プロジェクト	3名（0）
	計29名（6名）

（ ）内は資源工学科卒

社内の仕事はこれ以外にも営業、購買、人事、経理、などいくつもありますが、わが応化会の人々は上の4つの区分けにはまってしまう。又プロジェクトと設計の間は割に人事往来が多いので、現時点での区分けでは表のようになるということです。

エンジニアリングの分野では

さてエンジニアリングの分野の人から紹介を始めます。以前は化工部部長として今井昇（昭26）がこの分野で活躍しておりましたが後述する指導本部に転出されてから、一番の古手が細田昌生課長（昭36）です。石油精製のプロセスの設計が担当です。又皆様おなじみの石油学会「ペトロテック」の編集員としても活躍しております。

同じこの課に直接に設計の業務を行なっている藤間銀次郎(昭45)が居ります。中堅どころで元気に多忙な仕事をこなしています。

ガスプロセスの設計部門に井上太平(昭41年)、松本治(昭48修)が居ります。天然ガスやガス化プロセスの精製部などの設計を行なっています。兩人共、同じ課にいます。

この設計の仕事から現場での建設に到るまでに数々のエンジニアリング業務があります。二見厚(昭38年)は石油化学プラント、主として肥料のプラントのエンジニアリングが専門です。今は中近東の肥料プラントの仕事をしています。中世憲治(昭46年)、新田治彦(昭47修)はやはり同じく中近東の石油精製プラントのエンジニアリングを行なっています。

この分野はプロジェクトに非常に近い立場にあるので現場出張、応援が多いところです。本文が出版されるころにはこの中の誰かが勤務場所が変わっているかも知れません。

研究開発の分野では

研究開発部門では、2カ所に分れているのは前記した通りですが、川崎では公害、環境、子安では石油特に重質油のプロセスの研究開発が行われています。

亀岡洋次(昭39)は永年排煙脱硫の研究を行なっていましたが、最近ではそのセールスの仕事に転向し、渡米しシアトルの関連会社に出向して元気に活躍しております。同じ渡米中の人に小野崎正樹(昭50修)がおります。石炭の液化ガス化の方向の研究をするために、現在はモルガンタウンのウェストバージニア大学に留学、研鑽を重ねています。

熊谷昭(昭51修)は入社以来排煙脱硫の研究を続けておりましたが、最近ではその基本設計に従事、活躍しています。公害の研究で水処理プロセスの開発を行なっているのが栗間昭典(昭45)で、川崎の研究所で活躍しています。

研究開発の応化勢が殆んど公害防止の開発であります。最近に子安研に転向した永井実(昭52修)だけが、重質油のアップグレーディングの研究開発に携わっております。従来この方面で速水、

新田らが研究を行なっていましたが、技術管理、或いはエンジニアリングの方面に変わりました。

プロジェクトでは

プロジェクトは固定した組織ではありません。設計、エンジニアリングの畑の人達はその都度アサインされて2~3年特定のプロジェクトに参加するという形態をとります。従ってここでは現在プロジェクトの仕事をしている3名を紹介し

ます。伊藤正勝(昭25)、我々の応化会の大ベテランです。古くから国内外のプロジェクトに参加し、現場の経験も豊富です。最近では中近東のプロジェクトに関係しておりますが、オフィスでプロジェクトを管理する立場にあります。小松和敏(昭43)は前記したナイジェリヤのカドナの石油精製のプラントの建設に参加していました。暫く現場に居ましたが、最近帰国しました。同じくカドナに仲佐保洋(昭48修)も勤務、試運転に携わっていましたが終了して帰国しました。本年も又同地に出掛ける予定で準備中です。

技術管理の分野では

最後に技術管理の分野について述べます。社内では指導本部と呼ばれていますが、これは社内各部に対し、主として技術的なサポート(サービス)をする本部です。多様化している社内機構に対応して、サポートの範囲も非常に幅広くなっております。

本部の元締め立場で今井昇本部室長(昭26)が居ります。永い間設計部門に居りましたが、数年前から転向しました。この本部の運営、つまり当社の技術管理の運営や、社内外の各種委員会に参加するなど幅広く活動しています。直属に、久野雅也(昭41)がおります。本部長室の業務を行い今井室長をサポートしています。

平野迪生(昭24)は特許部門のベテランで社内から発生する特許の申請の業務や、クレーム処理など、親切に面倒を見てくれます。

研究開発部門からまわった速水清之進課長(昭34)は、資料管理を担当しております。社内外のリポート、図書、図面などの管理がその

役目です。化工論文誌のエジターなどの社外活動をしております。ハリキリボーイの前島哲夫課長(昭37)は入社以来、プロセス設計のための数多くのコンピュータプログラムを作成して来ましたが、彼の作成したCAPSなる大規模なシステムは社内で広く利用されております。最近では企画室(三田)の方も兼務となりました。

河野敏彦(昭44修)、入社後はプロセス設計にしておりますが、最近、安全管理の分野で活躍しております。

最後に

紙面の一部をさいて我々の仲間、資源工学科の諸氏を紹介させていただきます。

エンジニアリング関係で杉修平(昭47)、

池沢章(昭51修)、木村俊三(昭54)、研究開発関係で会田弘(昭54)、亀田孝雄(昭55)技術管理関係で田中純一郎(昭53)が活躍しております。

最後に、古き良き時代に営業部次長として活躍されました中曽根莊三氏(昭21)は、十数年前に退社されました。日商岩井から今では三興製作所の役員に入りました。

昭和20~30年代の入社の方々、何かとよく世話になりました。この紙面を借りてお礼を申し上げます。

(この記事は速水(まとめ)、二見、永井、木村で作成しました)

(16ページより)

学の流れについて表わすと、次のようになる。

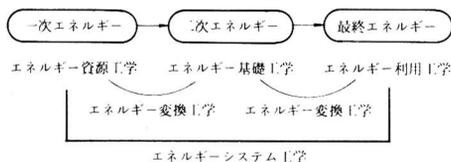
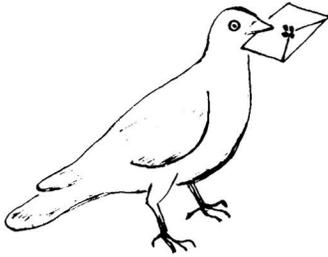


table 3. エネルギー-化学工学の関連分野

	関連する学問分野	関連するテーマ
エネルギー-資源	エネルギー-経済学 資源開発工学 地質工学 海洋工学 未来工学	エネルギー-需給フロー 化石燃料 水資源 木質エネルギーとバイオマス エネルギー-評価 脱石油
エネルギー-製造	◦均相系反応工学 ◦異相系反応工学 ◦燃焼反応工学 ◦発電工学 ◦石油精製工学 ◦原子力工学	流体化燃料 発熱量 複合発電 水素エネルギーシステム メタノール燃料 核燃料サイクル
エネルギー-変換	◦熱化学反応 ◦熱力学 ◦電気化学反応工学 ◦光化学反応工学 ◦生物化学工学 ◦化学平衡論	自由エネルギー-変化 エネルギー-貯蔵 エネルギー-輸送 噴産資源 自然エネルギー ソフトエネルギー-ハス
エネルギー-利用	◦伝熱工学 ◦熱力学 ◦省エネルギー-技術 ◦エクセルキ-解析 ◦環境工学 ◦プロセス解析	低レベル熱エネルギー 高効率熱交換 有効エネルギー 廃棄物の回収利用
エネルギー-システム	エネルギー-経済学 エネルギー-フロー-解析 ◦システム解析 ◦最適化手法 ◦ダイナミック・プログラミング	ライフサイクルエネルギー 資源リサイクルシステム サバイバルテクノロジー 新コンビナート産業構造 ローカルエネルギー-システム

エネルギー-化学工学に関連する周囲の学問分野とその課題について、table 3に示す。◦印は個別には、従来から化学工学で扱ってきた分野である。これらをエネルギーの利用と評価という観点から体系化することにより新しい化学工学が構築されるものとする。考える次第である。

(城塚 正記)



会 だ り 員 よ

学生時代に全く知識のなかった印刷インキの仕事にたずさわってはや20年を越えてしまいました。今でこそ「印刷インキとは……」などと後輩に向けてえらそうに講釈していますが、はじめの数年、いや10年ぐらいは、こんな訳の分らぬ、経験だけが頼りといったものは他にあるのだろうかといった疑問の毎日でした。

そんな中で今まで印刷インキというのは、典型的なファインケミカルの一つであると漠然と考えて居りましたところ、流通経済大学の春日井先生の「ファインケミカル論（早稲田応用化学会報、昭和55年3月号）にぶつかり、本当にびっくりしました。この論文によりますと印刷インキはまさに「スペシャルティケミカル」そのものといった感があり、25項目にわたるスペシャルティケミカルの特徴は、ひょっとしたら印刷インキのことを頭に置いてお書きになったのではと思われる様です。

ちょうど新入社員の教育が始まる頃でしたので早速、この「ファインケミカル論」を教材に使わせていただきました。さらに目下、編集集中の社内教育テキストにも拝借させていただくつもりで居ります。

先日、本当に久しぶりに応化にお邪魔しました。4年間もお世話になりながら御無沙汰ばかりですが、常日頃早稲田と応化の発展を心から祈って居ります。

田村正義（昭和33年卒・新8回）
大日本インキ化学工業株東京工場
平凸版インキ技術グループ長

応用化学会報11月号にて工場見学記を見ました。工場見学というと九州、北海道が多いようですが、我が四国も数少ない工場ながら持味の違うコンビナートも有り、一見に値すると思います。どこかのグループが計画してみませんか？ 坂出のコンビナートをご案内します。

服部英昭（昭和40年卒・新15回）
三菱化成工業株 坂出工場 化工2課長

小生1978年9月より、米国ニュージャージー州にあるエクソン・リサーチ社に2年間出向し、同社が全力をあ

げて開発を行なっているドナー法石炭液化プロセスの仕事に従事してまいりました。現在、同プロセスは250 TON/Dayのパイロットプラントが、米国テキサス州ベータウンに建設され、1980年6月末にその運転が開始され、約2年半の予定で順調に稼働しております。

小生の仕事の分野は、このパイロットプラント（ECLP：EXXON COAL LIQUEFACTION PILOT PLANT）の、設計、運転計画フォローアップ、及び各種問題点の解決であり、約500億円かけた同計画の中心に2カ年間参加出来た事は、非常に幸運な事と思っております。

さて、当時ニュージャージー州 エクソン・リサーチに、早大応化を出た者が、東亜燃料工業から出向している者の約半分を占めており、遠く米国の地でWASEDAの名前を広めてまいりました。最年長は、39年卒の平中勇三郎氏（城塚研）で、42年卒植村（城塚研）、45年卒原宗一郎（村井研）、46年卒の橋本正明（城塚研）と続いておりました。各自、全く違った分野で仕事をしておりましたが、時々全員集まって、近くのバーで帰りがけに飲む会を行なっておりました。その他にゼネラル石油精製より出向の沢降正氏（48年卒、城塚研）が、プランニングにおり、非常ににぎやかなニュージャージー州の2年間を過ごす事が出来ました。

植村政彦（昭和42年卒・新17回）
東亜燃料工業株 新事業開発室

早稲田にはもう3年もご無沙汰しておりますが、母校の所沢への一部移転のマスコミ報道を耳にし、時代の移り変わりを感じています。町の人と共に歩んで来た、雑然とした早稲田も消えて……。

さみしいですね。

佐藤秀行（昭和53年卒・新28回）
松下電器産業株

会 務 報 告

編集委員会

日 時 11月13日(木) 午後6・00～8・40
 会 場 大隈会館 2階 3号室
 出席者 8名(総員10名の中)
 議 案 1. 会報11月号の批判(反省)
 2. 会報56年3月号の編集企画

運営資金ご寄付

根岸祐二(新3回) 1口 10,000円 9月3日
 堀切正人(新27回) 2口 20,000円 11月1日

運営資金寄付募集は昨年3月末日をもって一応締切りでしたが、その後もなおご寄付下さる方があり、お蔭をもちまして本年1月末現在下記のような高額に達しました。

ご厚志に対しまして、本誌上をもって改めて厚く御礼申し上げます。

(累計) 455人 1,642口 1,642万円

ご逝去

稲 生 米 吉(旧15回) 昭和55年4月5日
 清 水 克 徳(新29回) 昭和55年5月1日
 樋 口 健 二(旧23回) 昭和55年5月7日
 小 畑 和 夫(新7回) 昭和55年8月9日

矢 崎 清(旧20回) 昭和55年9月28日
 吉 田 重 三(旧26回) 昭和55年10月8日
 大久保 総一郎(燃3回) 昭和55年11月9日
 上 野 至(旧3回) 昭和55年11月21日
 住 田 賢(新23回) 昭和56年1月16日
 富 井 六 造(名誉会員) 昭和56年1月24日



会費をお納めください

1月から郵便料が値上げされ、会報の郵送料が大幅に増えることになりました。上の図をご覧ください。会費未納分が多いため、間もなくこんな状態に追い

こまれそうです。このまゝでは会報をお届けすることができなくなります。会費は全ての会員が確実にお納め下さい。

学生部会

応化展

応用化学科3年 新井 守彦
小岩 一郎

昨年の11月、早稲田祭と時を同じくして、第27回理工展が、7.8.9日の3日間理工学部キャンパスにおいて開催されました。応用化学科でも、学生部会の行事として多数の参加者を得て「応化展」として参加いたしました。今回のテーマは、「無電解メッキ」「固定化酵素」「活性汚泥法」の3つを採り上げて、展示発表し、また昨年と同様に喫茶店を設けました。

応化展のための準備活動は、前期中にテーマを決めて、参加者をつくり、夏休みに入ってから予算のための広告集めを行ないました。各テーマは、昨年と同様に工業化学の中から2つ、化学工学の中から1つを選び、各研究室の御協力を得て、それぞれの研究の発表展示及びデモンストレーション実験を行ないました。今回は、昨年より1部屋



多く4教室が取れましたので、各テーマと喫茶店に1教室ずつ使うことができました。今回は、ラジオなどで理工展の宣伝を積極的に行なったこともあってか、例年に較べ初日から多数の見学者の方々が御来場下さいました。テーマの内容が専門的であったために、一般の方々には、理解しにくいところもあったようですが、私達の説明を熱心に聞いて下さっていたようです。無電解メッキの実験では、見学者の方が自分で実際にメッキができるということで人気があったようでした。

理工展は、他のお祭りムードの学園祭と異なり研究発表などの学科展を中心としたものなので、ムズカシイ、ワカラナイと言ったようなイメージがあるようです。早稲田祭では、キャンパスに人があふれているのに、理工展では、人影もまばらであるというのは、上記のような理由によるものだと思います。学科展の良い所を残しながら、一般の方々が気軽に来られるような理工展、これが今後考えるべき課題であると思います。

応化展は、ソフトボール大会、オリエンテーションなどととともに、学生部会の行事なのですが、応用化学科の学生であってもあまり関心が無いようです。また学生部会の存在そのものについても知らない人もいます。応用化学科は、1学年150名という大所帯のために、早慶戦やサークル活動を通じて早稲田の学生であることを意識しても、漠然と授業に出席し化学の勉強をしたということだけでは、応用化学科の学生であると感じることは、あまりないと思います。応化展では、活動を通じて、縦横の関係を持てる良い機会ではないかと思っています。今後オリエンテーション、ソフトボール大会、応化展などの活動に関心を持っていただければと思っています。

最後ではありますが、誌面にて、応化展のために広告を提供して下さいました各企業、先輩の方々、また到らない私達を御指導して下さいました各研究室の先生、先輩方に厚く御礼を申し上げます。

応化早慶戦 (ソフトボール)

応用化学科M1 真野 利男



構内の落ち葉が目につき、秋の深まりを感じる11月1日、本部安部球場で慶応義塾大学-早稲田大学応用化学科対抗ソフトボール大会が開かれました。この早慶ソフトボール大会は、両校の間で数年前から始められた行事で、主催は毎年交代で行なわれ、今年は早稲田側の番です。そういうところもあって、今年も昨年に続いて優勝をと意気込んでいました。

例年、我が早稲田側は、この早慶戦の前に学生各チームによる応化ソフトボール大会（毎年、参加チームは研究室チームを含め20以上あります）を行ない、その勝者がここに出場することになっています。ところが今回は応化ソフトボール大会が雨のため流れてしまい、おまけにその後の期間が少なかったこともあって、一年生から大学院生までの幅広いメンバーによる学生チームが急きょ結成され、この試合に臨むことになりました。教職員チームは非常に強力との前評判でしたが、学生チームは大丈夫だろうか？という不安もあります。でもそこは早稲田マン。腹を決めてやるしかない！

午後1時、学科主任の長谷川先生による挨拶と始球式ののち、まず学生チームによる試合が開始されました。試合は、珍プレーも交じえながら、白熱した、そして楽しい雰囲気にながに進められました。やはり早稲田側は急造チームのためか、チームプレーがうまくいかず、練習不足（当日の

朝1時間のみ）ということも手伝って、予想通りというべきか残念ながら2チームとも惜敗という結果となりました。こうなると、このあとの教職員チームによる試合は大変です。多くの学生の声援の中で、いよいよ注目の一戦が始まりました。早稲田側は豊倉-平田両先生による名バッテリー、逢坂先生、西出先生、職員の方々と切札の長谷川先生による強力陣です。これに対する慶応側は、日比野先生を中心とした精鋭揃いで、両者とも相ゆずらずの好ゲームが展開されました。前半は早稲田が多少優勢でしたが、学生の声援が足らずか、結果は慶応側の後半の猛攻で、7対4の逆転負けとなりました。残念！

教職員チームの試合終了後、会場を安部球場近くの本部生協食堂に移し、夕方から交歓会が催されました。まずは長谷川先生と慶応、須網先生による挨拶、そして乾杯です。このビールが、うまい！しばし歓談の後、今回の優勝、準優勝の発表が行なわれ、前回慶応側で製作して頂いた優勝杯と賞状が、慶応義塾応用化学科主任、須網先生に手渡されました。そして昨年の優勝杯に対して今回こちらで用意させて頂いた準優勝の楯が長谷川先生に手渡されました。そしてこれに続き、試合で大活躍なさった慶応大学の日比野先生に殊勲賞ならぬ酒勲賞が、優勝こそ逸したもののやはり大活躍して頂いた平田先生に残念賞が贈られました。今回の交歓会には、篠原・森田先生をはじめ多くの先生方に御出席頂き、会は質素ながらも盛り上がり、エールの交換が行なわれ、相互のなお一層の発展を約束して、なごやかに無事終わることが出来ました。

大きな青空の下で運動し、両校の親睦を深めるこの早慶ソフトボール大会は大変有意義なものだと思います。今後も末永く続くことを希望致します。最後に、この誌面をお借りしまして、種々の雑用までも心良く引き受け、至らない私どもを御指導して下さいました長谷川先生、平田先生、ご多忙の所を出席して下さいました先生方。共にこの行事に対し協力してくれた村田君と、藤城君、桃木君、間瀬君をはじめとする多くの学生諸君に厚く御礼申し上げます。

編集後記

工作上、医師 (Medical Doctor) とのつき合いが多いが、医師の働き振りのすごさには敬服する。医局では教授の登校時間が早いと、教授以下は必ず、教授より先に登校し、回診の準備をするとのことである。小生と親しい某女子医大某教授は8時前には回診を開始するそうであり、また某大学医学部某教授は、朝6時には登校すると聞く。それに引換え、吾々工学部の教師陣は実に優雅な生活をしていることになる。それより優雅なのが、教授より堂々と遅く来る学生達である。これについては、十二分に反省してもらわなければならない。

この様によく働くMDと研究上の打合わせで会うにはわれわれ工学部の常識を打ち破る必要がある。6時か7時にお会いしましょうと言えば、吾々は夕方の6時か7時をすぐ連想するが、それがさにあらず、朝の6時か7

時を意味している。また10時か11時にお会いしましょうと言えば、吾々は朝の10時か11時を連想するが、それが夜の10時か11時である。したがって彼らにとっては、朝日をさましてから夜寝るまでが仕事なのである。就寝中でさえ、急患や患者の容態の急変で起こされる事さえある。この様な多忙な連中とのつき合いには最初は苦労したが、最近では慣らされ、朝日をさましてから夜寝るまで仕事と割り切って生活している。この様な私とつきあわされる学生達は実に気の毒ではあるが、これも教育の内と信じている。

ただ最近になっても苦痛なのは酒のつきあいである。MDは酒が実に強い。また夜に強い。朝の2、3時まで飲んで、次の朝は立派に仕事に従事している。このtoughさはどこから来ているのであろうか。医者の不養生とも言える。2、3時までのつきあいが近いだけに気のめいる毎日である。

(酒井清孝 記)

会報 編集委員会

会員名簿 完成

昨春来作成作業を進めて参りました会員名簿(1981年版)は、このほどようやく完成にこぎつけました。

その間会員の皆様や会社人事担当係の絶大なご協力、又、賛助広告をご掲載下さいました諸会社に対しまして、誌上をもって厚く御礼申し上げます。

今、作業の後を振り返って最も強く感じますのは、立派な会員名簿を整備するための最大要件は、変動(住所、勤務先、役職など)があった場合正確、迅速にご通知を会員の皆様から頂くということです。どうぞご協力をお願い致します。

なお、今回からコンピューターによる印刷方式を採用しましたので、今後の作業は従来より遥かに容易になるものと思います。

委員長	長谷川 肇
副委員長	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 卓治
〃	川島 親史

早稲田応用化学会報
昭和56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256
編集人 長谷川 肇・酒井 清孝
発行人 宮脇 正章
印刷所 大日本印刷株式会社