

## 第 4 部

## 化学・金属・材料

新素材・電子材料・バイオエンジニアリングなどの先端産業，人類の生存にかかわる環境科学・エネルギー工学などの基礎となる学問分野を担当している第4部は，大別すると化学系と金属系の研究室からなり，化学系はさらに無機・物化系，有機系，分析・化工系の3つにグループ化して運営されている。

新しい機能を持つ物質や素材の合成・製造法の開発とその利用，物質・材料の化学的・物理的構造の解析や機能の解明，機能性物質を用いた新しいプロセスの開発，環境計測や環境改善技術の開発など，物質・材料に関する基礎的な研究から応用に至る幅広い研究が行われている。

10年前には，各研究室がそれぞれ限定された専門分野の範囲内で研究テーマを選択する傾向が強かったが，最近では，分野にはとらわれないこととなり，先端的な研究を指向するようになってきている。例えば，現在セラミックス関係を研究テーマとして取り上げているところが5研究室あり，情報を交換しつつ研究をすすめている。下図に最近の研究課題をまとめた。

また，第4部に関連のある生研内のセンターとして，複合材料技術センター（昭和51～60年度），計測技術開発センター（昭和48年度～），先端素材開発研究センター（昭和61年度～）がある。複合材料センターは1，2，4，5部が，計測センターは4，5部が，また，先端素材センターは2，4部がメンバーを送り込み協力しながら研究を進めている。第4部の関連する大型研究としては，「省資源のための新しい生産技術」「広域環境計測に関する研究」が生研内の申請研究として行われた。また，「環境科学特別研究」「人間環境系の変化と制御」の課題

のもとに，文部省科学研究費の総括班が第4部に置きかれ，全国の研究者数100人を擁する研究の中心としての機能を果たしている。

大学院教育に関しては，第4部には常時50～60名程度のかなり多数の大学院学生が在籍し，工学系研究科の重要な役割を分担している。さらに，受託研究員，研究生などを数多く受け入れ，社会人教育にも貢献している。

過去10年間の第4部における教官の退官，着任，配置替等は次のとおりである。なお，職名は退官・辞職時あるいは1988年11月1日現在のものである。

1980年 今岡教授退官，西川教授退官，新井教授着任，七尾助教授昇任，堤助教授昇任。

1981年 堤助教授豊橋技術科学大学へ転出，木瀬講師筑波大学へ転出，茅原講師昇任。

1982年 館教授退官，原教授退官，林教授本郷から着任，高井講師昇任，佐々講師昇任後転出。

1983年 熊野谿教授退官，高橋浩教授没，瓜生教授本郷から着任，森助教授昇任，佐藤助教授昇任後長崎総合科学大学へ転出，小川講師昇任，茅原講師明治大学へ転出。

1984年 新井教授退官，前田助教授着任，小川講師本郷へ転出。

1985年 渡辺助教授着任，會川講師昇任，篠田講師昇任，岩元講師昇任，工藤正博講師昇任。

1986年 早野教授退官，木村教授本郷へ転出，篠田講師成蹊大学へ転出，工藤正博講師辞任。

1987年 井野教授本郷へ転出，鋤柄教授辞任，山本講師着任，荒木講師昇任。

1988年 齊藤教授本郷へ転出，工藤教授着任。

## 最近の第4部研究課題

## 材料関連

先端金属，半導体，複合材料，機能性高分子，有機機能物質，セラミックス，非晶質，超微粒子，薄膜，製造プロセス，材料解析，表面処理，分離膜，触媒，エネルギー材料

## 環境関連

環境改善，環境計測，分離化学

## バイオテクノロジー関連

人工臓器，細胞培養，バイオセンサー，医療診断，医薬開発，遺伝物質

## 妹尾・岩元 研究室 (有機機能材料・有機材料化学)

教授 妹 尾 学 (昭和41年度~)

講 師 岩 元 和 敏 (昭和60年度~)

有機工業化学の発展の基礎となる諸課題を、とくに物理有機化学的手法などを用いて解決することを目的とし、研究を進めてきたが、最近10年間は物質・材料の立場に立ち、分離機能、輸送機能、反応場機能などを中心に新しい機能を示す材料の開発を進めるとともに、非線形化学反応系が示す非平衡機能を中心に化学反応の機能開発についても、積極的に研究を進めている。以下、最近の成果を中心に、本研究室の研究の流れについて述べる。

## (1) 膜輸送・分離機能に関する研究

本研究室の流れの淵源の一つにイオン交換膜に関する研究があり、現行のイオン交換膜法食塩製造法の確立に大きく貢献した。荷電膜の動的機能についても研究を進め、両極性複合イオン交換膜が顕著な整流効果を示すこと、イオン交換膜-溶液界面において直流電圧印加の条件で電流発振現象を起こすことなどを見いだした。また、中和透析法と呼ばれる新しい膜プロセスを開発した。

膜材料および膜プロセスに関する研究はさらに広範に展開され、たとえば相溶性をもたない2種の高分子から、両親和性のブレンド化剤を用いて安定なブレンド膜をつくる方法を開発し、新しい型の気体透過膜を合成した。またポリL-グルタメート、ポリL-ロイシンなどポリアミノ酸膜が生体適合性ととも生体内分解性をもつことに着目し、医薬徐放性膜としての利用を考え、ポリマー組成や孔径を制御することによって、目的に適合する徐放性膜の合成方法を詳細に検討した。さらに液膜系においてアルブミンによる長鎖脂肪酸やステロイドホルモンの促進輸送を解明し、またこれをミミックする合成系として種々の両親媒性物質がつくるミセルの輸送特性を測定し、適切な設計により種々の疎水性物質を水相輸送により分離しうる可能性を示した。

## (2) 反応場機能に関する研究

化学反応が有用物質生産の方法であることは言うまでもないが、化学反応を分子過程としてみるとき、付随してさまざまな過程が起こり、動的エネルギー変換や動的秩序形成など重要な機能性を示す。化学反応場の機能として、まず電極反応を取り上げ、ヘキサメチルリン酸トリアミド中でアルカリ金属イオ

ンを電解すると溶媒和電子を生成することを確認し、プロトン溶媒との組み合わせにより選択的電解還元の方法を開発した。また規制された電解重合により電極金属表面に重合体皮膜が形成されることに注目し、これを利用する金属表面処理法を開発した。さらに溶媒と触媒を含めた意味で化学反応場の機能に着目し、反応場の特性と反応場規制の相関を統一的に解明するために、相間移動触媒を用いる二相系反応やミセル、逆ミセル反応の研究を行い、二相系でのニトロンの生成を見だし、また界面活性剤存在下でラジカル重合が著しく促進されること、逆ミセル系においてペルオキシダーゼの酵素活性が高められることなどを見だし、逆ミセル中でのポリペプチドの秩序形成との関連などを究明した。

## (3) 非平衡機能に関する研究

本研究室の研究を支える理論的基礎の一つに熱力学がある。とくに非平衡状態の特性解析のために熱力学の手法の拡張を企てている。まず、不可逆過程の熱力学を膜輸送に適用し、エネルギーの動的変換過程として膜輸送プロセスの統一的理論を構築した。またヒステシスなどの履歴現象を非平衡熱力学の立場から解明し、さらに化学反応がもつ非線形性に注目し、化学反応系が示す動的秩序形成について、理論と実験の両面から広範な研究を進めている。すなわち、実験的にはミセル系でのけい光の振動現象、沈殿反応に伴うパターン形成を見だし、その機構を解析し、また窒素系化学振動として初めての例である過マンガン酸塩-亜硝酸塩系化学振動を設計、構築した。一方、理論的には非線形化学反応のモデル系について、絶対不斉合成の可能性を見だし、また能動輸送、記憶効果など化学反応の非線形非平衡機能を生かした研究を進め、さらに非線形化学反応系の時間的发展として、カオスへの過程を詳細に検討した。

研究室の活動にあたり、木瀬秀夫講師 (現筑波大)、田中貞良助手 (現小田島特許事務所)、鳥羽山満助手 (現職訓大)、岩元和敏講師、大島隆一助手 (現ICIジャパン)、佐藤瑠枝官 (現神工試)、丹波弘子技官、李清技官の協力を得た。

## 齊藤・篠田 研究室 (触媒反応工学・分子触媒工学)

教授 齊藤 泰和 (昭和50年度~)

講師 篠田 純雄 (昭和60年度)

有機化合物中の水素溶解量は一般に極めて小さく、液相脱水素反応で生成する水素は、反応媒質から気相へと自律的に排除されるため、標準ギブス自由エネルギー変化が正であっても有機化合物の液相脱水素反応は進行する。そのような特質に着目し、ケミカルヒートポンプへの応用、太陽エネルギーの利用、アルカンからの水素生成について研究を行った。

## 1. 新しいケミカルヒートポンプの開発

ケミカルヒートポンプは、物質の化学変化に伴う熱の出入りを利用し、低温の熱を吸い上げ高温側に放出する熱機関である。80°C程度の低品位熱は多量に放出されるものの利用しにくく、それを200°Cに昇温すれば利用範囲は大きく広がる。地熱や工場廃熱の回収・再利用は、なかでも重要な課題である。当研究室では、水素化・脱水素可逆反応を用い、分離仕事によって昇温する新しいケミカルヒートポンプを開発している。

アセトンの水素化反応は化学平衡の制約から上限はあるけれども高い温度で反応熱を放出し、2-プロパノールは液相脱水素触媒をうまく選ぶと、低い温度で反応熱と蒸発熱を吸収しながらアセトンと水素に変化する。しかも2-プロパノールとアセトンは容易に蒸留分離できるため、2-プロパノールはアセトン気相水素化反応で生成しても液相脱水素反応の進行中に蒸発したものも、凝縮により連続的、選択的に液相反応器に戻される。その結果、環境温度の冷

却源を用意すれば、80°Cの熱を200°Cに昇温することが可能になる。本システム開発の鍵は、良い液相脱水素触媒が握っている。ガス中蒸発法調製の微粒金属ニッケルが優れた触媒特性を示すことがわかった。

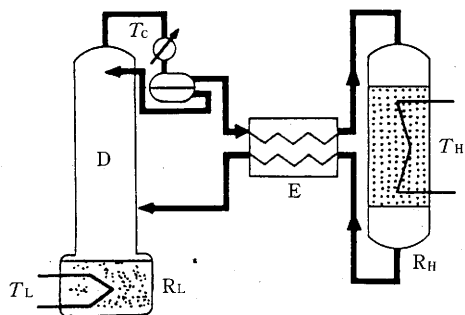
2. 液相光脱水素触媒による太陽エネルギーの利用  
スズ(II)配位イリジウム(III)錯体は暗反応条件でも光照射下でも2-プロパノール脱水素活性を示し、12.0に及ぶ量子収率を与えた。脱水素触媒反応サイクルは光の関与を必要としないから、吸熱反応で化学エネルギーを蓄積するのに、量子収率の上限はない。光のもつエネルギー $h\nu$ を化学エネルギー $\Delta H$ に変換する際、量子収率 $\Phi$ が十分大きければ、式(1)に定義されるエネルギー変換効率 $\eta$ もまた1より大きくなる。

$$\eta = \Phi \Delta H / h\nu \quad (1)$$

光のもつエネルギーを低品位熱で補うことになるので、太陽エネルギーの光と熱を複合利用する、新しい化学変換・貯蔵方式となる。

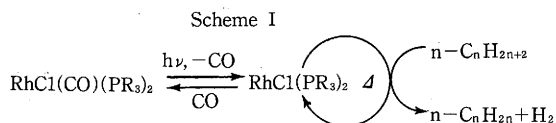
## 3. 錯体の光触媒作用によるアルカンの脱水素反応

$\text{RhCl}(\text{CO})(\text{PR}_3)_2$ 錯体をMLCT励起光照射下に置き、配位不飽和な $\text{RhCl}(\text{PR}_3)_2$ を定常的に溶存させると、溶媒のアルカンから水素と対応するアルケンが生成し、反応速度は $\text{PMe}_3$ 配位錯体でノナンに対し $1404\text{h}^{-1}$  (132°C)に達した。活性化エネルギー値はさまざまで、 $\text{PMe}_3$ 配位と $\text{PPh}_3$ 配位錯体でそれぞれ23と129 $\text{kJ mol}^{-1}$ であった。注目されるのは、反応速度がMLCT励起光強度に対し1次の依存性を示すことである。光はCO配位子の脱離に使われ、アルカン脱水素触媒サイクルには関与しないと結論される。実際、アルカン脱水素反応のエンタルピー変化に匹敵する大きな活性化エネルギーや、アルケンの添加で反応速度が抑制される事実は、その機構でよく理解される。合成化学的にもエネルギー化学的にも、興味深い触媒反応といえよう。



RH: 気相発熱反応器,  $T_H$ : 高温回収温度  
 RL: 液相吸熱反応器,  $T_L$ : 低品位熱温度  
 D: 蒸溜塔, E: 熱交換器,  $T_C$ : 除熱冷却温度

図1 2-プロパノール/アセトン/水素系ケミカルヒートポンプシステムの模式図



## 増子 研究室 (表面処理工学)

教授 増子 昇 (昭和49年度~)

本研究室は1974年に、江上・明石研究室の後を受けて発足した。現在の職員は、虫明克彦助手、井上健助手である。前回の30周年誌発行後に、そこに記載の仕事の中で、膜法ソーダ電解における電流効率の解析に対して、日本ソーダ工業会技術常任委員会から表彰(1979)、また複合材料の電解共析出における捕捉関数の提案について、金属表面技術協会論文賞(1980)を受けた。今回の記録の中では、軽金属学会論文賞(1982)、伸銅技術研究会技術論文賞(1984)の受賞があり、さらに長年にわたる啓蒙活動「確率統計論的手法による腐食評価法の発展」によって、腐食防食協会技術賞(1985)を受賞した。

## 1. マクロな不均一系の電気化学

イオン溶液接合部で生ずる液間電位差および電流場における溶液内電位差の腐食系における役割を系統的に解析し、濃度差を駆動力とする腐食電池について、新しい概念として液間電位差効果を定着させた。増田正孝博士(現九州大学助教授)の協力を得た。

## 2. アルミニウム合金の腐食

アルミニウム-鉄合金中の金属間化合物のアノード溶解(軽金属学会論文賞受賞;1982)の研究から始めて、アルミニウム合金材料における種々の合金元素の挙動を溶解再析出効果を中心に解明した。この研究で使った錯化剤による鉄の再析出抑制の手法は、実用的な表面処理技術に取り入れられている。世利修美博士(現室蘭工業大学助教授)の協力を得た。

## 3. メタノール酸化触媒電極

工業電解の省エネルギー化技術に関する研究の一環として、硫酸亜鉛電解へのメタノール燃料電池アノード反応の直接応用を計るために、チタン基体表面にPt-Ir-Ru 3元素系の触媒を熱分解法で化成処理した電極を開発した。虫明助手が担当した。

## 4. チタンの硫酸溶液中での活性化過程

硫酸溶液中でのチタンの自己活性化過程について皮膜電気量 $Q_0$ および平均溶解速度 $i_0$ の2つのパラメーターを用いる評価法(微小電流重畳法)を考案し、環境条件の変化に伴うチタンの不動態の安定性の変化を調べた。黄雲碩博士(元大学院学生、韓

国)の協力を得た。

## 5. 銅合金の脱成分腐食感受性の評価

黄銅材料の自然環境における腐食事例を契機として、脱成分腐食感受性の評価に関する基礎研究(伸銅技術研究会技術論文賞受賞;1984)を行った。井上助手が担当した。我々の研究を基盤にして「黄銅棒の脱亜鉛腐食試験方法(日本伸銅協会技術標準)」が生まれている。

## 6. 非晶質合金薄膜の耐環境性評価

腐食の発生と進行の二つの過程を分離して、それぞれの過程における支配的な因子を解明するとともに、結果として得られる腐食パターンに対してフラクタル概念による整理を行った。

## 主要論文

- 1) 増子, 虫明; ニッケル-アルミナ分散めっきにおけるアルミナ粒子の析出過程; 金属表面技術 31, 523 (1980)
- 2) M. Masuda, N. Masuko; Effect of Liquid Junction Potential on Galvanic Current; Boshoku Gijutu, 31, 385 (1982)
- 3) 世利, 増子; アルミニウム鉄合金中の金属間化合物のアノード溶解; 軽金属32, 303 (1982)
- 4) 増子, 井上; 黄銅の脱亜鉛腐食感受性の評価; 伸銅技術研究会誌 23, 67 (1984)
- 5) N. Masuko, T. Inoue, T. Kodama; A Fault Tree Analysis of Corrosion Failure of Free Cutting Brass; Proc. 9th Int. Con. Met. Cor., 2, 286 (Toronto-1984)
- 6) N. Masuko; Localized Corrosion Enhanced by Liquid Junction Potential; Proc. U.S.A.-Japan Seminar on Corrosion, 89 (1985 Nikko)
- 7) N. Masuko; Applications of Extreme Value Statistics to Corrosion Testings; Special Seminar of Korean Inst. of Metals, (1985, Seoul)
- 8) K. Mushiake, N. Masuko; Electrocatalytic Anodes for Zinc Electrowinning by Methanol Depolarization Process; Met. Rev. MMIJ, 2, No. 2, 35 (1985)
- 9) 黄, 虫明, 増子; 硫酸溶液中における不動態チタンの自己活性化; 日本金属学会誌 51, 356 (1987)
- 10) 増子; 非晶質合金薄膜の腐食形態; 第35回腐食防食討論会講演集C-212, 393 (1988)

## 石田・佐々 研究室 (応用放射線材料学)

教授 石田 洋一 (昭和41年度~)

講師 佐々 紘一 (昭和57年度)

放射線を利用した材料の微細組織のキャラクターゼーションがこの研究室の主要課題である。メスバウア効果、オートラジオグラフィなど放射性同位元素を用いた原子レベルの状態分析をその主内容としていたが、電子顕微鏡の分解能が向上したので、この技法により原子レベルの構造観察、特に材料内部の界面をその対象として行うようになった。

## 1. 結晶粒界の構造と不純物偏析の研究

(昭和41年度~)

結晶粒界の研究は、当研究室発足時から継続した研究である。石ケン泡や金属粒子の単分散コロイドを模型として観察した時代から高分解能電子顕微鏡による実物観察の時代へと研究が進んだ。観察する材料も金属から半導体、セラミックスなど材料の時代を担う立役者のそれへと展開した。不純物元素偏析の研究もメスバウア効果からオージェ分析、分析電頭へと局所分解能の向上を追って変遷した。

## 2. メスバウア効果による格子欠陥の研究

(昭和41年度~昭和58年度)

原子空孔およびその集合体とメスバウア核との相互作用の研究が各種合金系について行われた。

## 3. トリチウム透過電頭オートラジオグラフィ

(昭和57年度~)

ステンレス鋼、Ni-Ti合金などの内部界面へのトリチウム捕捉を室温や液体窒素温度で検出した。

## 4. 非晶質合金の研究 (昭和57年度~61年度)

$\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{P}_{14}\text{B}_6$ , Pa-Si, Co-Zr等各種の非晶質合金を高分解能電頭により評価し多くの合金が極微細な結晶を含むことを示した。

## 5. ナノ結晶材料の研究 (昭和62年度~)

極微細結晶の集合体であるPdやFeを高分解能電子顕微鏡で観察しながら加熱し、内部歪みの緩和と結晶粒成長の過程を検討した。

## 6. 人工超格子積層界面の構造研究

(昭和58年度~)

化合物半導体GaAs/AlAsや金属Mo/Sb, Mo/Al積層膜の界面を高分解能電子顕微鏡で評価した。

## 7. セラミック・メタル接合界面の研究

(昭和59年度~)

チタンを含有する銀ロウによる窒化ケイ素のロウ

接、ニオブ・アルミナ系、ニッケル・窒化ケイ素系等の固相接合を行い接合界面の構造を高分解能電頭により解析した。

## 8. 高温超伝導セラミックの内部界面構造の研究

(昭和62年度~)

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ 系と $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ 系の結晶粒界や積層不整を高分解能電子顕微鏡で観察し、測定された超伝導特性の変化と比較して、この焼結体が臨界電流を低くしている機構を探っている。

## 主要論文

- 1) 石田, 岡本, 蓮: The Observation of Grain Boundary Structure and Studies of Boundary Diffusion in Colloid Crystals; *Acta. Metal.* 26 (5) 651, (1978)
- 2) 石田, 小沢, 市野瀬, 佐々: Mossbauer Studies of Solute Atom Associated with Lattice Defects in Metals; *J. de Physique.* C2 (2) (1979)
- 3) 石田 (洋), 石田 (秀), 高良, 市野瀬: Determination of the Burgers Vector of a Dislocation by Weak-Beam Imaging in a high Voltage Electron Microscope; *Phil. Mag.* A42 (4) 453, (1980)
- 4) 石田, 森, 橋本: Molecular Dynamical Calculation of Crack Propagation in Segregated Grain Boundaries of Iron; *Surface Science.* 144 (6) 253 (1984)
- 5) 石田, 森: Theoretical Studies of Segregated Internal Interfaces; *J. de Physique.* 46 (C4) 465, (1985)
- 6) 石田, 宮沢, 森: Determination of the Burgers Vector of an Isolated Boundary Dislocation by Weak-Beam High Voltage Electron Microscopy; *Phil. Mag.* A53 (1) 131 (1986)
- 7) 石田, 市野瀬: High Resolution Electron Microscopy of Amorphous Alloys; *J. Electron Microsc.* 34 (4) 266 (1986)
- 8) 石田: Transmission Electron Microscope Observation of Grain Boundary Structure; *Trans. Japan Inst. Metall.* 27 (Supplement) 33 (1986)
- 9) 石田, 森, 市野瀬: Atomic Structure of Interfaces Examined by High Resolution Electron Microscopy, Visual Models and Calculation; *Fundamentals of Diffusion Bonding*, 48, 109 Elsevier (1987)
- 10) 石田, 高橋, 森, 岸尾, 北沢, 笛木, 川崎: High Resolution Electron Microscopy of Grain Boundaries in High-Tc  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ; *J. Electro. Microscopy*, 36 (4) 251 (1987)

## 瓜生 研究室 (高分子材料化学)

教授 瓜生 敏之 (昭和58年度~)

(1) 瓜生研究室は昭和58年7月瓜生教授が東大工学部から昇任移転して出来た。Ziegler-Natta重合法で製造されるビニル重合系のポリオレフィン類から興ったポリマー立体規則性研究は、未解決の問題が多くあり、また工業的に重要であった。この立体規則性重合を糖類の開環重合に適用して、種々の立体規則性多糖を合成することが研究室の初めのテーマであったし、現在も続いている。応用面として、生理活性すなわち抗凝血性多糖の合成を行った。合成多糖の硫酸化はさらにエイズ薬としての硫酸化多糖へと発展している。生理活性多糖の合成によって昭和61年高分子学会賞を受賞した。

昭和58年当時大学での研究が始まったばかりのサーモトロピック高分子液晶の合成研究に着手した。高分子鎖をうまく配列させた高分子は超高強度・高弾性率の繊維、樹脂あるいは大型表示素子などの用途をもつ。固体高分解能NMR装置が入り、液晶高分子の固体構造がある程度明確に調べられた。その結果、棒状高分子であるスパーサー付芳香族ポリエステルは適当な成形機を使って主鎖の配列を行わせると、高強度成形品を作れることが見いだされた。

機能性高分子の一つとして光導電性高分子の研究を行った。カルバゾール基含有ポリマーは適切な構造設計をすると、電荷の移動度の大きいポリマーを得ることができた。ポリマー構造を変えることによって光導電機構を調べた。

低エネルギー型電子線を使って高分子材料を作る研究を進めた。電子線透過力の弱い低エネルギー型装置は、機能性をもった薄いフィルムなどを直接製造することが可能と考えられたので、その実用化を研究した。硬い表面をもったフィルムは、重合時に架橋を起こさせることにより得ることができるので、

ハードコートフィルムが作れるようになった。

## (2) 研究テーマ

a) 生理活性多糖の合成 (昭和58年度~昭和63年度)。無水糖の開環重合により得られる合成多糖を硫酸化して、高い抗凝血性をもつ多糖および高い抗エイズウイルス活性をもつ多糖を得ている。

b) サーモトロピック芳香族ポリエステル合成 (昭和58年度~昭和63年度)。溶融時に液晶になる芳香族ポリエステルを作り、その液晶性、固体構造、引張強度、熱的性質などにつき調べた。超電導NMR装置を駆使して固体構造を解明した。サーモトロピック芳香族ポリアミドの合成も行っている。

c) 光機能性ポリマーの合成 (昭和58年度~昭和63年度)。電荷の高移動度のカルバゾール基をもつポリマー、およびシナモイル基をもつ合成多糖から高感光性ポリマーを得た。二種の光機能性ポリマーの相分離を利用して、光メモリー材料となるフィルムの合成が可能となった。

d) 低エネルギー型電子線照射による高分子材料の合成 (昭和58年度~昭和63年度)。機能性をもつ薄膜材料を作った。

## (3) 主要論文 昭和58年度~昭和63年度の間に54報 (うち45報英文) 発表。

○T. Uryu et al., J. Am. Chem. Soc., 105, 6865 (1983).

○K. Hatanaka et al., J. Med. Chem., 30, 810 (1987).

H. Nakashima et al., Jpn. J. Cancer Res., 78, 1164 (1987).

○T. Uryu et al., Macromolecules, 21, 378 (1988). 共著, 「ポリマー材料」, 東京大学出版会, 昭和59年. 共著, "Models of Biopolymers by Ring-Opening Polymerization", CRC Press, New York, in press.

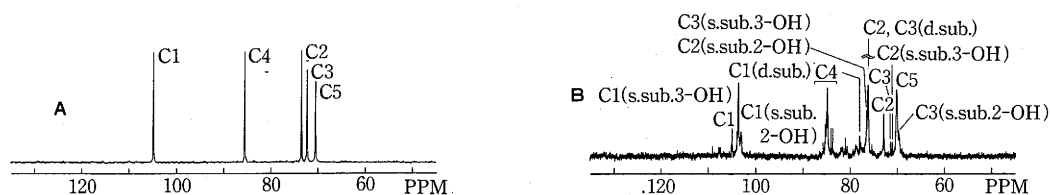


Fig. <sup>13</sup>C NMR spectra of (A) (1→5)-α-D-ribofuranan and (B) sulfated (1→5)-α-D-ribofuranan

## 白石・荒木 研究室 (有機合成化学・有機反応化学)

教授 白石 振作 (昭和45年度~)

講師 荒木 孝二 (昭和61年度~)

有機合成化学の使命は、新しい反応の開拓と新しい物質の創製である。一方、材料化学においては、物質の化学構造と物性 (機能) との相関の解明は永遠の課題である。

当研究室では、主として複素環化合物を研究対象とし、材料化学的な立場に立脚して、有機合成化学的研究を展開している。現在のスタッフは、上記2名の教官と高山俊夫技官 (工博) であり、研究室発足以来今までに、小川昭二郎博士 (現お茶の水女子大学助教授)、松本和正技官 (現コニカ株式会社)、時田那珂子技官 (退職) などの協力を得た。過去10年間における主要な研究内容は次のとおりである。

## 1. 成環付加反応

複素五員環化合物の合成法として有用な反応である1,3-双極成環付加反応について、ニトリルオキシドやニトロンと置換p-ベンゾキノン類との反応に関して詳細な検討を加えた。付加の位置および配向選択性の支配因子をFMO理論と実験とから明らかにすると共に、付加体の化学的性質を検討し、新しい環転換反応を見いだした。ニトリルオキシドがキノン類の炭素-炭素二重結合部位に付加したイソキサゾリン誘導体は、塩基や酸による特異な環転換反応を行い、ベソゾイソキサゾール誘導体やイソキサゾール環の縮環したカテコール誘導体を生成する。得られたカテコール誘導体はフジツボの幼虫に対して活性を有し、有機防汚剤などへの応用の可能性を示した。

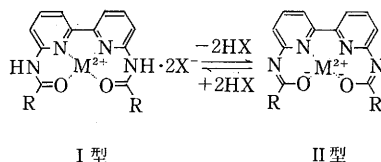
これらの研究は、芳香族炭化水素の化学的有効利用の点で有用であり、また新しい生理活性物質の開拓にも有用なものである。

## 2. 新しい複素環配位子の合成と錯体の分子機能

6,6'-ジアミノ-2,2'-ピピリジンの簡便な合成法を開拓し、その物性を詳細に検討した。それをもとに、化学修飾により新しい配位子の分子設計を行い、種々の金属錯体を合成し、その機能開発を行っている。

一方のアミノ基の長鎖アルキル化により、液膜を介しての、水素イオン濃度差を駆動力とする金属イオンの選択的かつ登り坂輸送媒体となることを明らかにした。さらに、両方のアミノ基をアシル化する

ことにより、 $N_2O_2$ 型の配位子として働き、遷移金属イオンとの間で2種の異なる錯体を形成することを示した。中心金属ならびにR残基の違いにより



種々の分子機能を示すことを明らかにした。R =  $C_6H_5$ のII型のコバルト錯体は、スーパーオキシド型と考えられる酸素付加体を生成し、耐久性のある効率的な酸素化反応触媒となること、Rを長鎖アルキルにすることにより液晶性を示す錯体が得られること、などを明らかにした。

## 3. 糖類と遷移金属イオンとの相互作用とその応用

グルコースやフルクトースなどの糖類が、FeやMnなどの遷移金属イオンと位置選択的に錯形成する結果、その系に光照射を行うと選択的な光分解反応が起こることを明らかにした。ヌクレオチドやヌクレオシドと遷移金属イオンと相互作用についても検討を進めている。

## 4. その他

複素環化合物のプロトトロピーを分子機能に結びつけるための合成化学的検討を進めると共に、三級アミン類の反応、フタロシアニン類の新合成法の開拓などを行っている。

## 主要論文

- 1) An Account of the Site- and Regio-selectivity in the Reaction of Nitrile Oxides with Substituted p-Benzoquinones by FMO Theory: Bull. Chem. Soc. Jpn., 57, 1643 (1984)
- 2) The Extraction and Transport of Metal Ions by 6,6'-Diamino-2,2'-bipyridine Derivatives: J. Chem. Soc., Dalton Trans., 1985, 373
- 3) Structures and Properties of Divalent Metal Complexes of an  $N_2O_2$  Type Ligand, 6,6'-Bis (benzoylamino)-2,2'-bipyridine: Bull. Chem. Soc. Jpn., 61, 2767 (1988)
- 4) Catalytic Action of Iron and Manganese Ions in the Photochemically-induced Oxidation of d-Fructose with Atmospheric Oxygen: Bull. Chem. Soc. Jpn., 59, 229 (1986)

## 鈴木(基) 研究室 (環境・化学工学)

教授 鈴木 基 之 (昭和44年度~)

最近10年の研究概要を示す。現在は川島博之助手、藤井隆夫、鶴達郎両技官、大学院学生に加え、茅原一之、岡田光正両研究員などの協力者を得ている。

## 1. 吸着工学に関する基礎研究

吸着操作の設計上の重要因子である粒子内拡散について、活性炭上の表面拡散の吸着量依存性<sup>B-46)</sup>、ガス系における2成分系吸着の粒子内拡散<sup>B-60)</sup>、拡散速度の違いによるガス分離に用いるための分子ふるいカーボンのマイクロ孔調整等の検討を行った。

高圧・低圧の繰り返しによるガスのバルク分離法であるPSA(圧力スイング吸着)における、有効な物質移動抵抗の評価法の提案<sup>B-51)</sup>、PSAの挙動解析のための数値シミュレーション<sup>B-50)</sup>を試みると同時に、動的定常状態におけるカラム内の吸着量分布を推算する簡易モデルを提案した<sup>B-69)</sup>。

吸着の応用として海水中に存在する低濃度ウランの吸着回収資源化に関する化学工学的検討<sup>B-86)</sup>、太陽熱を利用する吸着冷房の開発研究<sup>B-84)</sup>を行った。

## 2. 水処理に関する研究

物理化学処理としては、水中の有機物の処理を行うことを目的として過酸化ニッケル<sup>D-50)</sup>、活性炭素繊維の利用を検討している。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の処理法として、天然ゼオライト(クリノプチロライト)によるイオン交換除去<sup>B-62)</sup>、複合吸着剤によるNH<sub>4</sub><sup>+</sup>・PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>の同時除去の可能性を示した。

生活排水の小規模処理法として、土壌浄化法、酸化池法について実験的検討と、数理モデルを用いた挙動解析を行った<sup>B-85)</sup>。

生物脱リン法に関して、好気・嫌気雰囲気下の脱リン菌のリンの過剰摂取・放出の速度論的研究を行い、リン回収プロセスの検討を行っている。

## 3. 水環境のモデル化

汚濁都市河川中の物質循環過程を定量化し、収支モデルを構築した。浅い河川における自浄・自濁の機構の検討を行った。このモデルにより、受水域に対する河川の負荷の評価が可能である<sup>D-41)</sup>。

湖沼の水質変化モデルとの組み合わせで、河川流域における水質管理を行う手法を提案した。

## 4. バイオテクノロジーに関する研究

線維芽細胞の固体表面における付着・伸展現象を

支配する因子の解明、血しょう中の血液凝固因子の分離について工学的な検討を行っている。

## 5. MOCVDの反応工学

ガリウム砒素を例としてIII-V属化合物半導体の化学蒸着によるエピタキシャル結晶成長機構について、化学工学的な検討を行った<sup>B-93)</sup>。

## 主要論文

- B-46) Suzuki, M. & T. Fujii; Concentration Dependence of Surface Diffusion Coefficient of Propionic Acid in Activated Carbon Particles; A.I.Ch.E. Journal, 28, 380-385 (1982).
- B-50) Chihara, K. & M. Suzuki; Simulation of Nonisothermal PSA; J. Chem. Eng. Japan, 16, 53-61 (1983).
- B-51) Nakao, S. & M. Suzuki; Mass Transfer Coefficient in Cyclic Adsorption and Desorption; J. Chem. Eng. Japan, 16, 114-119 (1983).
- B-60) Suzuki, M., M. Hori & K. Kawazoe; Surface Diffusion of Two Component Organic Gases on Activated Carbon; Fundamentals of Adsorption, 619-628 (1984).
- B-62) Suzuki, M. & K.-S. Ha; Equilibrium and Rate of Ammonium Ion Exchange by Clinoptilolite, J. Chem. Eng. Japan, 17, 2, 139-145 (1984).
- B-69) Suzuki, M.; Continuous Counter-current-flow Approximation for Dynamic Steady State Profile of PSA, A.I.Ch.E. Sympo, Series, 81, No 242, 67-73 (1985).
- B-86) M. Suzuki, T. Fujii, S. Tanaka, et al.; One Million Fold Concentration of Uranium in Sea Water by Adsorption and Long Column Desorption Using Amidoxime Resin; Fundamentals of Adsorption, 48, (1986).
- B-84) A. Sakoda & M. Suzuki; Simultaneous Transport of Heat and Adsorbate in Closed Type Adsorption Cooling System Utilizing Solar Heat, J. Solar Energy Eng., 108, 239 (1986).
- B-85) M. Suzuki, H. Kawashima & T. Kawanishi; Numerical Simulation of a Soil Filtration Treatment Based on Balance; Wat. Sci. Tech, 18, 391-396 (1986).
- B-93) M. Sato & M. Suzuki; Growth Rate of GaAs Epitaxial Films Grown by MOCVD; J. Electrochem. Soc., 134, No. 6, 1540-1547 (1987).
- D-41) 鈴木, 川島: 水質汚濁研究, 4, 73-79 (1981).
- D-50) 鈴木, 藤原: 過酸化ニッケルを用いた水中有機物の処理: 水質汚濁研究, 5, 341-347 (1982).



## 大蔵 研究室 (複合材料工学)

教授 大蔵 明 光 (昭和48年度～)

10年の時限立法で設置された複合材料技術センターは昭和60年度で終り、新たに昭和61年度より「先端素材開発研究センター」が発足した。このセンターの機能複合材料部門を担当し、金属系複合材料用素材および複合材料の製造技術と性質について研究を行ってきた。研究室は張東植助手(特別研究員)と本田紘一教務技官で、それぞれ研究を分担している。なお大蔵教授は昭和57年9月から1年間、米国テラウエア大学客員教授として招聘され、当大学の大学院の講義および研究指導を行った。また昭和60年6月から3ヶ月間米国テラウエア大学、M. Taya教授が外国人招聘研究者として複合材料の破壊に関する研究に参加、昭和60年9月から1年間、中国北京航空材料技術研究所、金成山技師が政府派遣研究員として当研究室のC/C複合材の開発に参加、昭和62年5月から1年間、ワシントン大学研究員、M.G. Jenkins博士が外国人招聘研究者としてC/C複合材の破壊挙動に関する研究に参加、昭和62年9月から1年間、韓国檀国大学、韓貞璉教授は韓国政府派遣研究員として複合材の開発研究に参加した。このように国際交流の面でも大きく貢献している。

## 1. 炭素繊維強化金属系複合材料に関する研究 (昭和54～)

構造、性質の異なるPAN系、Pitch系炭素繊維を用いて、イオンプレーティング法によりAl、Mg、Ti等の金属を被覆し、高温において処理し界面に生成する金属間化合物の構造、性質について研究している。研究成果の一部は次世代金属・複合材料協会の主要課題として実用化研究が進められている。

## 2. ボロン繊維の製造と複合材料への応用研究 (昭和54年～)

直接通電加熱したタングステン線表面に塩化硼素を水素還元法により析出被覆し、ボロン繊維を連続的に製造する技術を開発した。この技術は既に企業でパイロットプラントとして実施されている。現在は連続BN被覆の基礎研究と、B/Al、B/Ti、複合材の界面挙動に関する研究を実施している。

## 3. SiC繊維強化複合材料の製造と性質に関する研究 (昭和63年～)

CVD法によって製造したSiC繊維を用いてTi基複

合材を製造し、界面反応、特性について研究している。

## 4. 炭素および炭素繊維強化炭素複合材料の開発研究 (昭和56年～)

C/C、SiC/C系複合材料の開発研究で、既に成果の一部は企業化研究に発展している。また宇宙航空機材料としても検討され、成果の利用が計られている。

## 主要論文

- 1) J. Inagaki, Y. Terasawa, E. Nakata and A. Okura: Mechanical Properties of Carbon Fiber Reinforced Aluminum Composites, Japan-USSR Symposium Proc. (1979) p. 37
- 2) A. Okura: Mechanical Properties of Carbon Fiber Reinforced Al Composites, ICCM 3 Proc. (1980) p. 9
- 3) K. Motoki and A. Okura: Formation of Intermetallic Compound in Composite Materials, ICCM 4 Proc. 2 (1982) p. 1221
- 4) H. Asanuma and A. Okura: Fabrication of Carbon Fiber Reinforced Al Composites by Roll Diffusion Bonding Method, ICCM 4 Proc. 2 (1982) p. 1435
- 5) T.W. Chou, A. Kelly and A. Okura: Fiber Reinforced Metal Matrix Composites, Composites 16 (1985) 3 p. 187
- 6) A. Okura and K. Motoki: Rate of Formation of Intermetallic Compound in Al Matrix Carbon Fiber Composites, Composites Science and Technology 24(1985) p. 243
- 7) A. Okura and K. Sakai: Diffusion of Fiber Reinforced Al Composites, ICCM 5 Proc. (1985) p. 797
- 8) T.S. Chang and A. Okura: Manufacture of Carbon Carbon Composite by Using Fine Coke and its Properties, ASTM (1986) p. 425
- 9) K. Honda and A. Okura: Research on Fabrication of B/Al Composites, ASTM (1986) p. 457
- 10) T.S. Chang and A. Okura: Fabrication of Carbon-Carbon Composites by Using Carbon Fiber Impregnated with Resin and Their Mechanical Properties, Trans. ISIJ 27 (1988) 3 p. 229
- 11) M.G. Jenkins, J. Mikami, T.S. Chang and A. Okura: Effect of Fiber Content on the Fracture Resistance of Carbon/Carbon Matrix Composites, SAMPLE Journal May/June (1988) p. 32

## 二瓶・工藤 研究室 (物質情報工学・環境計測化学)

教授 二瓶 好 正 (昭和51年度~)

講師 工藤 正 博 (昭和60年度)

本研究室はこの10年間、早野研究室、渡辺研究室と共に第4部環境計測化学部門を担当してきた。昭和51年12月の発足後、昭和60年まで工藤正博講師が在籍したが、現在は教授二瓶好正、助手篠塚則子、助手尾張真則、教務系技官河合潤により構成されている。本研究室は、物質情報工学の立場より、固体表面・界面のキャラクタリゼーションと、微小局所における物質情報解析の方法論の研究を行うと共に、環境計測化学への応用を行うなど、新原理に基づく化学計測・評価技術の開発と応用に関する研究を行っている。

### 1. 高性能光電子分光装置の開発と応用 (昭和51年~)

X線光電子分光法 (XPS) は、現在最も有力な固体表面解析法の一つとして知られている。本研究室では、国内における第1号超高真空XPSの設計試作を行った後、電算機制御型位置敏感検出システムによる高感度化、走査型電子顕微鏡・オージェ電子分光器・低速電子線回折装置などとの複合化<sup>1)</sup>などの試作を経て、高性能角度分析型X線光電子分光装置を完成させた。この装置は次の項目で述べる光電子回折効果の発見と利用を可能とした点で重要な役割を果たした。また、これら一連の試作装置により、半導体・酸化物・高分子・合金・金属など多くの材料のキャラクタリゼーションに応用しつつ表面化学状態分析など、方法論的検討を行っている。

### 2. X線光電子回折法の開発と応用 (昭和53年~)

角度分解能を高めたXPS装置により、単結晶試料の光電子スペクトルを測定すると、光電子の放出角度に依存したスペクトル強度の異方性が観測される。本研究室ではこの現象が光電子の結晶中での回折現象に起因するものであり、その角度分布パターンから、光電子放出原子の結晶中での位置 (サイト) に関する情報が得られることを明らかにした<sup>2)</sup>。また、この方法をX線光電子回折法 (XPED) と命名し、その特徴を明らかにするための基礎的研究を進めると共に、工学的応用の開拓、測定装置の改良を進めてきた。XPED法の工学的応用として、①半導体表面構造の解析、②化合物半導体金属界面の解析、③半導体結晶へのイオン衝撃損傷の定量的評価、

④不均一系触媒の金属担体相互作用の検討<sup>3)</sup>、⑤複合酸化物の表層構造解析などの研究を行った。また、XPEDパターンの測定時間を大幅に短縮することを旨として、光電子回折装置の開発も行った。

### 3. 収束イオンビームを用いた高感度局所分析法の開発 (昭和59年~)

本研究室では、ガリウム収束イオン源を用い、高い空間分析能を有する走査型イオン顕微鏡 (SIM) とサブミクロン2次イオン質量分析装置 (SIMS) を試作完成させた<sup>4)</sup>。工業材料の微小領域における高感度分析法を確立することを目的として基礎的検討を行うと共に、環境中のサブミクロン粒子の化学組成分析に応用しつつある。

### 4. 表面・局所分析法の環境化学情報計測への応用 (昭和57年~)

人間活動に起因する環境変化を定量的に把握すると共に、これを安全でかつ、許容できる範囲内で安定に保つ方策を探求するためには、環境中の物質に関して、目的に合った情報を正確に取得するための方法の開発が必要不可欠である。

本研究室では、新しい質の環境化学情報を提供することを目的として、表面・局所分析法を用いた有害汚染物質の化学状態分析、石炭フライアッシュの表面局所分析、大気浮遊粒子状物質の発生源解析のための新しい方法論の開発などを行っている。

#### 主要論文

- 1) "Characterization of Solid Surfaces by Means of Combined Electron Spectroscopy (XPS-SEM-MicroAES)" M. Kudo, et al, Proc. Japan Acad. 54 Ser. B (4), 183 (1978)
- 2) "Photoelectron Diffraction Effects in XPS Angular Distribution from GaAs(110) and Ge(110) Single Crystals" M. Owari, et al, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom., 22, 131 (1981)
- 3) "Estimation of Low-Energy Ion Bombardment Damage on GaAs(001) Surface by X-Ray Photoelectron Diffraction" Y. Sekino, et al, Japan. J. Appl. Phys., 25 (6), 538 (1986)
- 4) "High Spatial Resolution Secondary Ion Mass Spectrometry with Parallel Detection System" Y. Nihei, H. Satoh, et al, J. Vac. Sci. & Technol. A5, 1254 (1987)

## 林 研究室 (焼結材料学)

教授 林 宏 爾 (昭和57年度~)

当研究室は、林が昭和57年6月に工学部より転任し、発足した。粉末の製造と焼結ならびに焼結材料の作製、組織、特性に関する問題を解明し、特性向上を計りうる指針等を得るための研究を行っている。明智清明助手 (昭和57~58年, 現, 住友電工), 浅沼博助手 (昭和59~60年, 現, 千葉大工), 徳満和人助手 (昭和63年~), 板橋正雄技官 (昭和57年~) 等の協力を得てきている。林は昭和58年に粉体粉末冶金協会研究功績賞, 昭和63年に日本金属学会功績賞 (金属加工部門) を受賞した。

1. 難還元性酸化物を生じる金属粉の焼結<sup>1)</sup>

(昭和57~59年度)

難還元性の酸化物を生じる金属粉の酸化速度に及ぼす雰囲気温度, 溶媒の種類などの影響および焼結特性と酸化量との関係を明らかにした。

2. 被覆硬質合金の性質<sup>2)</sup> (昭和57~59年度)

表面にTiCなどの硬質物質をCVD, PVDで被覆した切削工具用超硬合金について, 被膜や被膜/合金界面の組織, 被膜の性質, 被覆合金の強度などを, 被覆条件などとの関係で明らかにし, 耐摩耗性と共に強靱性に優れる被覆合金の作製を可能とした。

3.  $\text{Si}_3\text{N}_4$ セラミックスの強度<sup>3)</sup> (昭和58年度~)

各種の耐熱構造, 耐摩耗材料などとして注目されている $\text{Si}_3\text{N}_4$ セラミックスの強度を, 焼結助剤の種類と作製条件との関係で調べ, 結果を従来認識されていなかった粒相相ドメインの寸法や破壊の起源などの因子に注目して解析し, 種々の知見を得ると共に強度の大幅な向上を実現した。

4. 超微粉の焼結による微細粒材料の作製と特性評価<sup>4)</sup> (昭和59年度~)

金属超微粉 (粒径 $0.02\mu\text{m}$ ) の焼結により母相結晶粒が極微細な材料を作製する条件の探索および材料の特性評価を行っている。Fe超微粉については, 粒度が $0.08\mu\text{m}$ , 硬さが600Hvの焼結体が得られることや, 緻密化機構などを明らかにした。

5. 射出成形用金属粉の焼結<sup>5)</sup> (昭和61年度~)

形状が複雑な焼結部品を作りうる射出成形法に用いられる金属微粉について, 焼結により完全緻密化を達成するための原理を見いだす仕事を行っている。空隙孤立化後の緻密化に対しては, 還元反応の平衡

ガス圧が重要な役割を果たすことを指摘した。

6. セラミックスと金属の接合<sup>6)</sup> (昭和61年度~)

セラミックス/金属接合体の作製条件や強度評価法を検討すると共に接合体強度に及ぼすセラミックスの焼結助剤組成や予圧縮の影響などを調べ, 接合体の実用化における2, 3の問題を解明した。

7. 複合合金粉の作製<sup>7)</sup> (昭和61年度~)

アトマイズ法によってセラミックス粒子を金属マトリックス中に均一分散させた複合粉を作製するためには, セラミックスとマトリックス間の密度差を小とすると共にマトリックス粒度を小とする必要があることなどを示した。

以上の外に, 機械的かく拌法によるアモルファス粉末の作製, 低熱膨張複合材料の作製などの研究を昭和63年度から開始した。

## 主要論文

- 1) 林, 板橋: ボールミルによって粉碎した $\text{TiH}_2$ 粉の酸化量の測定, 粉体および粉末冶金, 31 (1984), 80, ほか2編。
- 2) H. Suzuki, K. Hayashi et al: Transverse Rupture Strength of WC-Co Cemented Carbide Coated with Titanium Nitride by PVD Process, Trans. JIM, 25 (1984), 885, ほか6編。
- 3) K. Hayashi and A. Yamakawa: Room Temperature Strength and Microstructure of  $\text{Si}_3\text{N}_4$ - $\text{Y}_2\text{O}_3$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  Ceramics, Materials Science and Engineering, A 105/106 (1988), 175, ほか13編。
- 4) K. Hayashi and H. Kihara: Sintering of Ultrafine Metal Powder, Sintering '87, edited by S. Somiya, Elsevier (1988), 255, ほか5編。
- 5) K. Hayashi, Lim Tai-Whan and M. Itabashi: Complete Densification of Cu Sintered Compact by Addition of Fe Powder, Modern Development in Powder Metallurgy, vol. 18 (1988), 287, ほか2編。
- 6) Y. Miyazawa, E. Suzuki and K. Hayashi: Effect of Pre-Compression on Strength of Ceramic/Steel Joint, Joint of Metals and Ceramics (1989), submitted to MRS.
- 7) H. Asanuma, M. Hirohashi and K. Hayashi: Fabrication of Uniform Ceramic-Alloy Composite Powder by Combination of Equalization of Those Density and Rapid Solidification, Composite and Corrosion/Coating of Advanced Materials (1989); submitted to MRS.

## 安井 研究室 (機能的セラミックス)

助教授 安井 至 (昭和50年度～)

昭和55年4月に今岡教授の退官に伴い、同研究室助手長谷川洋、技官山崎敏子、同坂村博康の3名が当研究室に移籍し、職員計4名で運営していたが、山崎技官は昭和59年に退官した。なお、この10年間に在籍した大学院学生は、修士課程17名、博士課程4名であった(執筆時在籍中を含む)。

研究テーマは、ガラスに関するものが主体であり当初酸化物ガラスの構造解析に関するものが主であったが、研究対象は徐々に酸化物からフッ化物などの特殊組成ガラスへ、また、形状もバルク状のものから薄膜状のものへと変化した。解析手法に関しても、当初は試行錯誤的な方法であったが、コンピュータシミュレーションや分子軌道法計算を導入したモデル作成法へと改良されてきた。また、高エネルギー物理学研究所の中性子回折装置を利用した構造解析を開始した。このほかに、ガラスの内部摩擦の研究、ガラスの結晶化の研究などを行った。

昭和60年に先端素材開発研究センターが発足し、その材料設計部門を分担することになり、ファクトデータベース、AI手法の応用による材料設計を主題とした研究を開始した。ガラスに関してはガラス生成の判定、ガラス組成の最適化など、セラミックスに関しては、セラミックスの生成相の予測システムなどを対象とした。これら研究に関しては、センターの項で述べる。

### 1. 特殊組成ガラス・アモルファスの構造解析 (昭和54年度～)

当初酸化物ガラスを対象とした研究を行っていたが、シリケート系の酸化物に関してはおおむね終了し、フッ化物系を対象とした研究を行った。フッ化物ガラスは次世代の光ファイバーの候補として検討されているガラス系で、このガラスを安定化する研究の基礎として構造情報が必要とされていた。続いて、酸化物ではあるが、より複雑な構造をもつとされているホウ酸系のガラスの構造を対象とし、X線ではホウ素の構造情報を得ることができないため、中性子線を利用した解析を始めた。さらに、機能的薄膜である酸化タングステンをとりあげ、アモルファス薄膜の構造解析を試みた。特殊な光学系を持ったX線回折装置を使用し、その強度補正の理論

的な解析を行って、構造情報を得られる段階まで進歩した。

### 2. ガラス・非晶質構造のコンピュータシミュレーションに関する研究 (昭和57年～)

X線などの構造解析を補完する目的で、分子動力学、分子軌道法を利用した構造シミュレーションを開始した。はじめにフッ化物系で検討し、続いてホウ酸系のガラスを検討した。後者は共有結合性が強く、これまで一般に用いられている2体ポテンシャルを使用した計算では十分な結果を得ることができなかったものであるが、疑似3体ポテンシャルを導入し、図1に示すようなマクロアニオンを算出することに成功した。

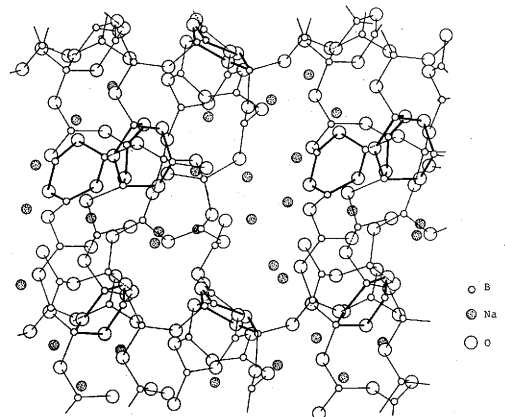


図1. 分子動力学計算によって得たホウ酸系ガラスの構造

### 3. ガラス中のアルカリイオンに関する研究 (昭和54年～)

ガラスの内部摩擦とイオン伝導度を測定することによって、ガラス中のアルカリイオンの存在状態に関する情報を得るものであり、特に混合アルカリ効果に関して新たな情報を得ることができた。

#### 主要論文 (各1編のみ)

- 1) H. Hasegawa, I. Yasui: J. Non-Cryst. Solids 95 & 96 201-208 (1987)
- 2) Hiroyuki Inoue, Noriali Aoki, Itaru Yasui: J. Am. Ceram. Soc., 70, [9] 622-627 (1987)
- 3) 坂村博康, 安井 至: 窯業協会誌, 93, [12] 781-785 (1985)

## 七尾 研究室 (機能的合金学)

助教授 七尾 進 (昭和55年度~)

金属を主体とした機能材料素材を作成し、その原子構造、電子構造と物性に関して基礎的な研究を行っている。研究スタッフは、七尾助教授のほか、増田正孝助手 (昭和58年~昭和62年)、渡辺康裕技官 (昭和60年~)、桜井吉晴助手 (昭和63年~) である。七尾助教授は昭和60年度に渡米し、客員助教授としてペンシルバニア大学材料工学科にて約1年間の研究活動を行った。

本研究室の主たる研究テーマは次のとおりである。

## 1. 超急冷Al-Ti合金の研究

電解コンデンサの性能向上のブレイク・スルー技術として、アルミニウム電極材に誘電率の大きいチタンを合金化することを発案し、液体急冷法により、十分な靱性を持った高濃度のチタン (2-10 at. %Ti) を含むアルミニウム・チタン合金薄帯を作成することに成功した。この材料の酸化皮膜のCV積 (容量と耐電圧の積) はアルミニウム電極材料の場合より20%~50%よい値を示しており、近い将来、工業的量产が開始される見通しである。

## 2. 超格子半導体のエピタキシャル成長過程と界面構造の研究

第3部榊研と協力して、MBE成長させた超格子の構造を、主として高エネルギー研究所のシンクロトロンX線を用いた精密X線解析により研究しており、各界面における成長中断と超格子構造の関連について重要な知見を得ている。

## 3. アモルファス金属の構造と照射効果の研究

X線回折および時間分解摂動角相関 (TDPAC) を用いてアモルファス合金の原子構造と物性の関連を調べてきた。その成果の一つは、アモルファス合金の原子構造は、剛体球のランダムな充填構造で表される部分と結晶相の構造を乱したモデルで表される部分の重ね合わせとして考えることができることを明らかにしたことである。また、アモルファス合金の照射効果の研究においては、Fe-B系アモルファス合金は粒子線照射に対して通常の結晶金属の10倍以上もの耐性を示すことを見いだした。

## 4. 準結晶合金の構造と物性の研究

結晶にもアモルファスにも属さない新しいカテゴリーの新相として、話題となっている準結晶合金に

ついて、Al-Mn系等の準結晶相を作成し、原子構造と物性を調べてきた。Al-Mn系およびAl-Mg-Cu系、Al-Li-Cu系においては、6次元超空間から3次元空間への射影によって作成した我々のモデル (複数) が、X線回折測定から求めた二体分布関数および高分解能電顕像を極めてよく再現し、現実的なモデルとして最適であることを示した。

## 5. 光ディスク用薄膜合金の研究

相変化型光ディスク材料について、Sb-Se系を中心に熱的特性、原子構造の研究を行っており、この系ではSb<sub>2</sub>Se<sub>1</sub>組成において、熱安定性、書き込み読み取り特性、消去特性など実用に耐える優れた諸特性を示すことを見いだした。

これに併せて、Tb-Fe系およびTb-Fe-Co系の光磁気ディスク薄膜についても、原子構造および磁気構造の研究を行っているが、さらに精度のよい情報を得るべく、理研グループに協力して高エネ研のARリングに新しいX線磁気散乱測定用ポートの建設を行っている。

## 主要論文

- 1) Y. Sakurai, Y. Watanabe, S. Nanao and T. Iwashita: Local Hafnium Environments in a Cu<sub>57</sub>Hf<sub>43</sub> Amorphous Alloy Detected by TDPAC, J. Phys. F16 (1986) L265-L270.
- 2) S. Nanao, W. Dmowski and T. Egami: Structure of Al-Mn-Cr-Si Quasicrystals Studied by Pulsed Neutron Scattering, Phys. Rev., B35 (1987) 435-440.
- 3) 増田正孝, 田中良和, 渡辺康裕, 七尾進, 望月隆: 急冷Al-Ti合金の陽極酸化皮膜の構造, 日本金属学会誌, 3 (1988) 336-342.
- 4) S. Nanao, Y. Tanaka, Y. Sakurai, C. Kokubu, Y. Watanabe, M. Masuda and I. Yasui: Pair Distribution Function in Icosahedral Al-Mn-Si Alloy, J. of Materials Sci. and Engrg. 99 (1988) 427-430.
- 5) Y. Sakurai, C. Kokubu, Y. Tanaka, Y. Watanabe, M. Masuda and S. Nanao: The Structure of Icosahedral Al-Mg-Cu Alloy, J. of Materials Sci. and Engrg. 99 (1988) 423-426.
- 6) Y. Watanabe, Y. Sakurai, Y. Tanaka, S. Koshihara, M. Masuda and S. Nanao: Self-Ion Irradiation Effects in Amorphous Fe<sub>80</sub>B<sub>20</sub> and Ni<sub>50</sub>Zr<sub>50</sub> Alloys, Trans. JIM 29 (1988) 81-84.

## 森 研究室 (応用放射線材料学)

助教授 森 実 (昭和57年度~)

当研究室は昭和58年3月1日に筆者が講師に昇格させていただき発足いたしました。研究室に籍を置いた者は現在まで6名と少ないために専門分野を一にする石田研究室と共同研究しているテーマが多くあります。主として行っているものは各種放射線を用いた、材料の構造、物性の研究であり、特に粒界、界面の構造と性質に注目しています。放射線の中でも電子線という意味で透過電子顕微鏡を用いた粒界、界面の研究が一番大きなテーマです。弱ビーム電子線干渉稿法という手法を開発しこれを粒界構造の解明に適用した研究は元技官(現工学部助手)の宮沢薫一君が担当したものです。これは電子線をブラッグ条件から少し外して撮像すると干渉稿が結晶の歪を表す性質を利用して粒界構造を明らかにしようというものです。粒界をはさむ双方の結晶に共通な回折条件にすることと、極めて良好な平滑な電顕観察用薄膜を作成するという条件が必要となります。現在このテーマを引き継いでいる院生は平滑な試料を作るための新しい手法の開発で苦労しております。もう一つの透過電子顕微鏡を用いたテーマは酸化物超伝導体の構造についてのものです。これは現在博士課程3年の高橋裕君の発案によるもので、試料を作成し、電気抵抗測定で性質の保証された試料を用い、その構造、主として粒界構造や長周期構造を透過電子顕微鏡観察によって解明しております。酸化物超伝導体はc軸方向に異方性を持っています。粒界としてはc面を粒界面に持つことがままあります。このような構造の場合の粒界近傍での乱れのみられる範囲や、この種の粒界特有な性質を知ることは焼結して材料を作る場合には材料の性質を決定する重要な要素であると思われるので、今後この方向で研究を進める方針でいます。

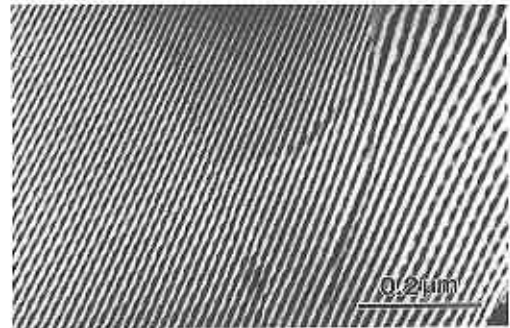
$\gamma$ 線を用いた研究としてはメスバウアー効果の応用があります。これは結晶粒界に偏析したメスバウアー核種の状態を調べるものです。例えば単結晶銀蒸着膜2枚の間に放射性メスバウアー核種をはさみ、単結晶膜を方向制御して張り合わせて試料を作成し、粒界の構造と偏析下元素の状態を求めるなどの研究を行ってきています。

一方、これらの実験結果を裏付けるものとして、

粒界構造と状態の計算を行っています。動力学的手法で粒界構造をもとめ、粒界破壊の追跡を行っています。また、この構造をもとにして、分子軌道法により偏析のある粒界の結合状態の計算を行っています。

これらの研究と同時に本研究室では生研における放射性同位元素とX線の管理の実際面を担当しております。これは佐藤(乙丸)研究室から引き継いだものです。佐藤(乙丸)研究室は、昭和58年12月に佐藤乙丸助教授が長崎総合科学大学に転出するまで短い間でしたが研究とともにこの業務を行ってきました。

佐藤(乙丸)研究室では放射性同位元素の工業利用の研究を行ってきました。主なテーマは後方散乱 $\gamma$ 線に対するもので、後方散乱 $\gamma$ 線の測定によって厚みやコンクリート中の鉄筋の位置測定や、コンクリートからの後方散乱 $\gamma$ 線低減のための表面材の研究を行ってきました。これらの知見の実際への応用として、地中配管の欠陥の検出を試みました。もう一つのテーマはオートラジオグラフィで各種線源の写真乳剤に対する感度を測定しました。



Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-O超伝導体中の巨大変調構造

## 主要論文

- 1) Fundamentals of Diffusion Bonding; Elsevier Amsterdam 109 (1987)
- 2) J. of Electron Microscopy; 36, 251 (1987)
- 3) Proc of JIMIS-4, Supplement of Trans. JIM; 27, 361 (1986)
- 4) J. of Microscopy; 142, 163 (1986)

## 相馬・前田(正)研究室 (金属資源工学)

教授 相馬胤和 (昭和58年度~59年度)

助教授 前田正史 (昭和59年度~)

## 相馬胤和研究室

(1) 相馬教授が昭和58年に赴任した。工学部金属工学科と併任であった。製鉄に関する基礎的研究を主に行った。当初職員は、助手 桑野芳一、教務系技官 鈴木吉哉、技官 辻英太、松崎幹康、呉平男、時田敏夫、事務官 福尾博子が在籍した。昭和58年に呉が辞職。また昭和59年に鈴木が工学部に、松崎が当所試作工場に、配置換えになった。

(2) 千葉の試験溶鉱炉付帯設備を利用した研究を主体に行った。研究テーマは以下のようなものだった。

- ① 石炭のガス化ならびに溶融還元に関する研究
- ② コークスの組織判別とその定量化に関する研究
- ③ スペクトル分析によるSiO<sub>2</sub>ガスの同定に関する研究

これらの研究を行いつつ、昭和58年には、『試験高炉を用いた高炉プロセスに関する研究』を、東京大学生産技術研究所大型共同研究成果概要第4号として、出版した。内容は、試験高炉の意義と役割、主要設備、操業管理用設備、各種試験および測定装置、操業とその成果および今後の展望である。

## 前田正史研究室

(1) 前田正史講師が昭和59年、相馬教授の後任として着任した。当時の職員は、助手 桑野芳一、技官 辻英太、時田敏夫、事務官 福尾博子であった。昭和60年に福尾が、工学部金属工学科に配置換え、辻が定年退職した。同年、技官として池田貴が採用になった。前田は、60年助教授に昇任した。また、昭和63年に桑野が定年退職した。現在、前田、時田と池田が在籍している。

(2) 鉄鋼精錬にとどまらず、高温の金属精錬全般、高温化学センサーの開発を目的としている。研究テーマは大きく分けて、以下のとおりである。

## 1) 高純度シリコンの製造プロセスの開発

高純度SiO<sub>2</sub>を出発原料とすれば、還元法を工夫することにより、6N程度のシリコンが製造できる可能性がある。これまでSiO<sub>2</sub>と炭素を混合し、SiO<sub>2</sub> (一酸化ケイ素) ガスとSiC (炭化ケイ素) の生成速度を、1500—2200℃の範囲で測定した。さらに、生成したシリコンに混入する炭素の除去を試み、

10ppm以下にすることが可能であった。実際に同手法を用いて、太陽電池用シリコンを製造し、太陽電池を作成したところ、13%の光電変換効率を達成し、大量生産法としては最も優れた技術となった。

## 2) 赤外分光を用いた高温センサーの開発

高温反応のプロセスモニターは大変困難な技術の一つである。1500—2000℃で反応しているガスの化学種と組成を即時に知ることができれば、半導体製造過程や鉄鋼精錬工程の効率化が容易にはかれる。水冷プローブ内に赤外光ファイバーとZnSeレンズをマウントした物を作成した。FTIR内に特別な外部光源導入光学系を設置して、このプローブにより得られる赤外光を分光装置内に導いた。CO、SiO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oの定量が可能になった。これは現在燃焼炉、焼結炉、CVD炉の反応管理に応用されつつある。

また、二原子分子ガスの振動回転スペクトルから、温度を測定することも試みている。高温ガスの温度は輻射、伝熱の影響を受け、一般に大変困難である。本法は、直接ガス分子の運動状態から推定する方法で、有用であると考えられる。

## 3) 鉄鋼精錬に関する研究

鉄鋼関連の研究としては、高クロム含有超合金中空素の溶解速度つまり空素の拡散係数と、溶解度の測定を、1600℃で0.1mgの変化量を検知できる装置を開発し、熱重量法で行っている。

同様な装置で、スラグ中の炭酸ガス溶解度の測定により、塩基度の指標にすることを目的に、溶融スラグの炭酸ガス溶解度も測定している。CaO-CaF<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>系スラグを中心に、さまざまな添加物の影響を調査している。また、溶融銀と、同スラグの間のイオウの平衡を用いて、サルファイドキャパシティーの測定も行っている。

機械振動を利用した反応促進法の開発も、水モデルを用いて行っている。

## 渡辺(正) 研究室(環境計測化学)

助教授 渡辺 正(昭和60年度~)

当研究室は昭和60年3月に発足し、二瓶研究室とともに環境計測化学部門を担当している。昭和61年3月より、渡辺が計測技術開発センターに配置換のため第4部は兼任となった(構成員については計測技術開発センターの項参照)。

当研究室では、生体系の有する高度な物質認識機能、物質輸送機能、エネルギー変換機能などを分子レベルで解析し、その知見を化学計測素子・エネルギー変換素子等の設計開発につなげることを主眼とした諸研究を行っている。

1. 光合成反応中心の分子構築に関する研究<sup>1~4)</sup>

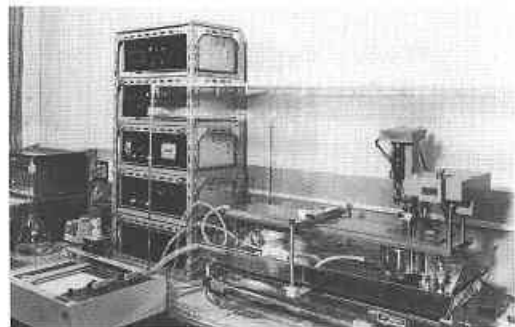
(昭和60年度~)

高性能の超微小分子素子である光合成反応中心の構成分子のうち光プロセスを担うクロロフィル類に注目し、機能単位あたりの分子構成・存在サイトについて、一部は国内外の生化学研究者との共同研究により詳細な計測化学的検討を行っている。最近、反応中心Iのごく近傍に新規なクロロフィル誘導体が必須部品として機能していることを確認した。また、重金属イオンなど外来化学ストレスが光合成機能に及ぼす影響についても、微細藻類の培養を通じて分子レベルでの検討を開始している。

2. 光合成色素の物理化学的挙動に関する研究<sup>5~7)</sup>

(昭和60年度~)

上記の研究を補足強化するため、クロロフィル類の生体外での反応挙動・分子間会合挙動などを検討している。前者についてはエジマー化、中心金属の挿入脱離、酸化分解の速度論的パラメータの集積、後者についてはLB膜技術による「反応中心モデル」の合成とキャラクタリゼーションを行っている。



LB膜作製装置

3. 物質認識輸送膜の開発<sup>8~9)</sup>(昭和61年度~)

イオンを特異的に認識する物質をキャリアーとして含む液体膜によるイオン輸送に関し、膜内拡散律速モデルに基づいた解析を行い、速度論的パラメータを決定した。さらに、高度の分子認識輸送機能を持つ複合固体膜の実現を目指して、クラウンエーテルをLB膜または化学修飾法により表面修飾した多孔質ガラス膜の試作を行い、イオン認識輸送膜としての特性を検討している。

4. イオンセンサーの開発<sup>10~11)</sup>(昭和61年度~)

半導体電極の表面電導度変化を出力情報とする新しい電界効果型半導体トランスデューサを開発し、化学センサーへの応用を検討した。酸化スズ電極と各種陽イオン感応性高分子膜を組み合わせたイオンセンサーを試作した。さらに、クラウンエーテルをLB法または化学修飾法で表面修飾した電極も作成し、そのイオン認識機能を検討している。

## 5. 酵素の単離精製手法の開発(昭和62年度~)

植物生理上の役割が未解明の酵素クロロフィラーゼの単離法と基質特異性を検討している。

## 主要論文

- 1) T. Watanabe, et al.: *Biochim. Biophys. Acta*, 807, 110-117 (1985).
- 2) T. Watanabe, M. Kobayashi et al.: *FEBS Lett.*, 191, 252-256 (1985).
- 3) 渡辺 正, 小林正美: *日本化学会誌*, 1988, 383-395.
- 4) M. Kobayashi, T. Watanabe et al.: *Biochim. Biophys. Acta*, 936, 81-89 (1988).
- 5) T. Watanabe et al.: *Coord. Chem. Rev.*, 64, 207-224 (1985).
- 6) T. Watanabe, H. Mazaki, M. Nakazato: *Biochim. Biophys. Acta*, 892, 197-206 (1987).
- 7) M. Kobayashi, T. Watanabe, A. Struck, H. Scheer: *FEBS Lett.*, 235, 293-297 (1988).
- 8) S. Yoshida, S. Hayano: *J. Membr. Sci.*, 26, 99-106 (1986).
- 9) S. Yoshida, S. Hayano: *J. Am. Chem. Soc.*, 108, 3903-3907 (1986).
- 10) Y. Okawa et al.: *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 61, 1175-1179 (1988).
- 11) S. Yoshida et al.: *Chem. Lett.*, 1989, 243-246.



## 高井 研究室 (分離化学)

助教授 高井 信治 (昭和57年度~)

物質の分離精製, 特に精密分離について, 分離機能を持つ材料の設計および評価を行うことを主題としている。研究の対象として採り上げて来たものは, ウラン, 稀土類元素, アルカリ金属, アルカリ土類金属のほかハロゲン化合物などの無機物質と, 生体関連物質や生理活性物質など広い範囲にわたりいずれも, 工業的, 医学的に要求の大きいものである。

研究は, 松島美一研究員 (共立薬科大学教授), 福井康裕研究員 (東京電機大学教授), 大野隆研究員 (千葉大学助教授), 内田千城協力研究員 (芝浦工業大学助教授) の協力を仰いでいる。

### 1. クロマトグラフィー (昭和57~)

各種の高速液体クロマトグラフィーの充填剤の設計およびその機能化について研究を行った。中でも本研究室が世界に先がけて開発した, ポーラスポリマーは, バイオテクノロジー分野において, 物質の分離精製に大きく寄与し, 我が国はこれを世界中に供給している。また, 生体液 (尿, 血液等) を高速液体クロマトグラフィーで分析し, 得られた結果から多変量解析法を用いて試料中に存在する物質について, 物質間の相関を求め, 生体内における種々の現象を把握するシステムを作った。これにより種々の疾患を判断する支援機器の設計を行った。

高速液体クロマトグラフィーは, これまで物質の存在は明らかにされたが, ピークからその性質までは判断できなかった。そこで, これらを同時に明らかにする検出器の設計および応用について検討した。2次元クロマトグラムのほか, 多波長クラマトグラム, 等高線などから, 物質の性質のみならず, 分離の純度についても明らかにできるプログラムの開発を行い世界的にその有用性が認められた。

その他, 短時間で分離分析を行う目的で, 多孔質ガラスの機能化を行い, 従来の高速液体クロマトグラフィーよりさらに短時間で結果の得られる超高速液体クロマトグラフィーを開発し, 1ピーク10秒程度のクロマトグラフィーの開発に成功した。その他炭素吸着剤, チタン酸吸着剤などについても検討を行っている。

### 2. 海水ウランの採取 (昭和57~)

海水中に溶存するウランを効率よく採取できる吸

着剤の設計を行った。多くのキレート能を持つ吸着剤の中でアミドキシム基を持つものが最も秀れていることを明らかにした。また工業的に利用することを目的として, 吸着剤基体についても基礎的検討を行い, 親水性, 孔径分布などが, 吸着能に大きく寄与していることを明らかにした。なお, この吸着剤は現在世界で知られているもののうち, 最も秀れたものの一つである。

### 3. 人工臓器に関する研究 (昭和57~)

人工臓器, 特に人工腎臓, 人工肝臓について, 機能設計を主に行った。人工腎臓については, 透析膜材料の設計のほか, 製膜条件についても検討を行い平膜, 中空糸膜の試作を行い血液透析に良い性能を持つことを明らかにした。また, 将来装着型, 体内埋込型をめざして, そこに使用される材料の設計を行った。吸着剤としては, 各種機能性ポーラスポリマーのほか, 熱硬化性樹脂から生体適合性の良い高性能のチャコールの試作に成功した。また, きわめて特殊な例として故高橋浩教授と共同でポンプなどを全く必要としないで使用できるチャコールの試作に成功し, 動物実験でその性能を確認した。また, 血中の尿素の除去については, 永い間未解決にされていたが, シリカアルミナ系の無機質アンモニア吸着剤とウレアーゼを組み合わせてペレット状の尿素吸着剤の試作に成功した。

人工肝臓については, チャコールの機能のほか, ビリルビン吸着剤として機能性ポーラスポリマーを試作し, 動物実験で有用性が認められ, 臨床知見を進めており, その効果が明らかにされた。

#### 主要論文

- 1) N. Takai et al.: High Performance Liquid Chromatography of Peptide on a Macroreticular Cation Exchange Resin Application to Peptide Mapping of Bence-Jones Peptides. *Analytical Biochem.* 122 2 417-425 (1982)
- 2) T. Dohi, N. Takai et al.: Multiwave Simultaneous Detection System for High Performance Liquid Chromatography J. The Faculty of Engineering 37 2 479-489 (1983)
- 3) T. Hirotsu, N. Takai et al.: Selective Elution of Uranium from Amidoxime Polymer 1 Separation Science and Technology 22 7 1725-1736 (1987)

## 工藤 研究室 (無機機能材料)

教授 工藤 徹一 (昭和63年度～)

当研究室は、昭和63年9月、工藤が日立製作所中央研究所から本所教授に任用されて発足した。工藤のこれまでの研究経歴を基礎として、以下の無機機能材料の研究を取り上げる予定である。

### 1. 固体電解質

固体内のイオン輸送現象を構造化学的な立場から研究し、新しい固体電解質、あるいは混合伝導材料を開発する。同時に、これらの電池、センサ、エレクトロクロミック素子への応用も基礎的に検討する。

### 2. 高導電性複合酸化物材料

新しい構造をもつ一連の複合酸化物を合成し、その電子構造と電気的物性について系統的に研究する。

### 3. 無機レジスト材料

過酸化ポリタングステン酸素無機レジストはきわめて高い解像性を有する (写真, 主要論文 1 より)。感光メカニズム等の研究により、感度、解像性を高め、実用的なナノメートルソグラフィに道を拓く。



a)



b)

(写真の説明)

ポリタングステン系無機レジストを用いて作成した微細パターン (電子線描画二層法)

a) 0.3 $\mu$ m L&S, b) 0.2 $\mu$ m 角柱

### 主要論文 (日立在勤中)

- 1) T. Kudo, A. Ishikawa, H. Okamoto, K. Miyauchi, F. Murai, K. Mochiji and H. Umezaki: Spin-Coatable Inorganic Resists Based on Novel Peroxo-polyniobotungstid Acids for Bilayer Lithography, *J. Electrochem. Soc.* 134, 2607 (1987)
- 2) T. Kudo: A new heteropolyacid with carbon as a heteroatom in a Keggin-like structure, *Nature* 312, 537 (1984)
- 3) T. Kudo, H. Obayashi and T. Gejo: Electrochemical Behavior of the Perovskite-Type  $Nd_{1-x}Sr_xCoO_3$  in an Aqueous Alkaline Solution, *J. Electrochem. Soc.* 122, 159 (1975)
- 4) 工藤徹一, 笛木和雄: 固体アイオニクス, 講談社サイエンティフィク (1986年)

## 會川 研究室 (工業物理化学)

講師 會川 義寛 (昭和60年度～)

### (1) 研究室の特色, 沿革, 研究の経緯

当研究室は昭和60年に発足。61年から62年にかけて會川がスタンフォード大学 (応用物理) に滞在。63年から北里研と協力関係に入っている。

### (2) 研究テーマ名, その解説

#### 1. 電子材料化学 (昭和61年度～)

電子材料の物性を, その構成要素である元素の個性と直接関連づけるべく電子材料化学的研究を行うとともに, 材料バルクの物性と表面の物性ととの相関の検討を行っている。

#### 2. 生体電気化学 (昭和63年度～)

中医学の経絡の概念を電気化学的手法によって検討している。特に, 人体バルクの状態と表面の状態との相関, 表面に摂動を加えることによるバルクの状態の変化などを検討している。

### 主要論文

- 1) 會川義寛: 界面とその電気的性質, *電気化学*, 54, 530 (1986) .
- 2) Y. Aikawa: Cole-Cole Plot, *J. Metal Fin. Soc. Jpn.*, 39, 415 (1987) .
- 3) 會川義寛: 半導体の電子構造, *生産研究*, 40, 215 (1988) .

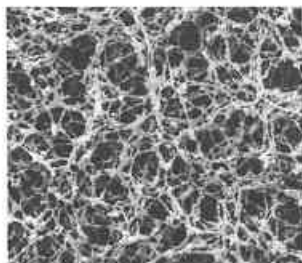
## 山本 研究室 (微粒子制御工学)

講 師 山 本 英 夫 (昭和61年度~)

当研究室は昭和62年3月に新たに開設された。それまでは工学部で粉体工学を10数年担当してきた。現在の専門は微粒子制御工学である。研究の対象はもちろん粒子である。星くずから超微粒子まで粒子と名の付くものは何でも相手にする。本所に移ってからは、従来までの粉体工学に静電気工学の手法を取り入れ、各種(超)微粒子の制御技術の開発を進めている。現在、主として次の課題にとりくんでいる。

## 1) 静電成膜法による微細孔を有するセラミック膜の作製と評価:

静電成膜法とは当研究室が62年度から開発を進めているまったく新しい原理に基づく多孔質セラミック膜の作製法である。写真はこの方



法で作製した窒化珪素膜のSEM写真である。CVD法で生成した超微粒子が繊維状に焼結した、3次元網目構造の特殊な膜構造をしており膜分離をはじめとして種々のアプリケーションが期待されている。

## 2) 超微粒子の生成と制御:

CVD法による各種超微粒子の合成法とその応用のための粒径制御、静電分離、静電分散などの制御技術の開発。現在、放電化学的方法による新しい超微粒子製造法の開発も進めている。

## 3) 粉粒体の静電気現象の解明とその応用

静電気力による微粒子制御技術の確立を目指した、帯電機構の本質的解明、新たな粒子荷電手段の開発、電界中の荷電粒子の力学的挙動の解析などの基礎的研究とその応用。現在は、高分子粒子の衝突帯電機構を理論的解析と実験から解明しつつある。

## 4) 表面改質による微粒子の分散性の向上

## 5) 微粒子の新しい粒度評価技術の開発

## 今岡 研究室 (無機工業化学)

教授 今岡 稔 (昭和24年度~54年度)

今岡研究室は、教授今岡稔、助手長谷川洋、技官山崎敏子、同坂村博康の4名の職員で運営されていた。昭和55年、今岡教授退官にともない、職員は全員安井研究室に移籍した。

主たる研究テーマは、ガラスの基礎科学であったが、特に、ガラスの生成に関する研究、ガラスのX線構造解析、ガラスのレオロジー、ガラスの理論強度、ガラスの硬度などに関心があった。これらのうち、X線構造解析、ガラスの硬度については、安井研究室と共同研究を行ったものであり、安井研の項で記述する。

ガラスの生成に関する研究は、今岡研のライフワークとでも言うべき研究で、3種の酸化物を取り扱っているが、これらをどのような割合で混合し熔融冷却したときにガラスが生成するかを実験的に確認するものであり、これらの成果は、生研報告7冊にまとめられており、産業界においても、新しいガ

ラス組成を探索するときの指針になるものとして高く評価されている(今岡・山崎)。

ガラスのレオロジーの研究は、主として内部摩擦を取り扱ったものである。ガラスの内部摩擦はガラス中でのアルカリイオンの状態に関する情報を含んでいるので、これを解析し、ガラス構造との関連をつけようとするものである。シリケート系、ゲルマネート系などを中心に、10数報の論文にまとめられている(今岡・坂村)。

ガラスの理論強度に関する研究。実用的なガラスの強度は表面の傷のために理論値の5-10%程度であると言われている。理論的な強度とガラス構造との関連を求めるために、真空中でガラス繊維の製造から強度測定まで行う装置を組み立て、研究を行い、ガラスの強度劣化に対する水分の影響を定量的に評価した(今岡・長谷川)。

## 西川 研究室 (金属材料学)

教授 西川 精一 (昭和24年度~54年度)

金属材料の各種相変態に伴う構造変化、物性変化の研究を行ってきた。研究対象は主として非鉄金属材料、特に銅合金、アルミニウム合金、鉛合金などであったが、新たにアモルファス合金も加わった。現象としては、急冷された非平衡状態の合金の分解過程が中心テーマであり、反応速度論より拡散の研究も行った。1979-1980年の研究報告を次に列挙してその内容の大略を示す。

### 主要論文

- 1) S. Nishikawa and K. Nagata: Aging and Reversion Phenomena of Cu-Co Alloy, Rept. Inst. Industrial Science, The University of Tokyo, 27, No. 6, 1979
- 2) K. Kawano, H. Ino and S. Nishikawa: Fe Atom Position in F.C.C.  $\beta$ -La Phase, Journal de Physique, Colloque C2, Supplement au n°3, Tome 40, Mars 1979, P. C2-621-623
- 3) K. Yamaguchi, S. Nanao, H. Ino and S. Nishikawa: The Initial Stage of G.P. Zone Formation in Aluminium Alloys by Means of Positron Annihilation, Proc. 5th Int. Conf. Positron Annihilation (Japan, 1979), 9A-11-3, P. 133-136
- 4) S. Nishikawa and K. Nagata: Aging and Reversion Phenomena of Cu-Fe Alloy, Rept. Inst. Industrial Science, The University of Tokyo, 28, No. 2, 1980
- 5) K. Nagata and S. Nishikawa: Aging and Reversion Phenomena of Cu-Ti Alloy, Rept. Inst. Industrial Science, The University of Tokyo, 29, No. 4, 1981
- 6) 長田和雄, 梅津清, 西川精一: 一方向析出による合金材料の機能化に関する研究—Al-4%Cu合金の応力下時効, 生産研究, 32, No. 3, 1980
- 7) 七尾進, 松崎明博, 徳満和人, 井野博満, 西川精一: 非晶質合金の構造と時効, 生産研究, 32, No. 3, 1980
- 8) 西川精一: 金属材料と35年—大学における研究教育生活アラカルト, 生産研究, 32, No. 12, 1980

## 木瀬 研究室 (有機工業化学)

講師 木瀬 秀夫 (昭和52年度~55年度)

新しい有機機能性材料の合成、有機化合物と生体構成物質との相互作用の研究を行ってきた。また、高効率、高選択性化学反応系の開発と応用のために多相反応系における有機化学反応の基礎的研究を行った。妹尾研究室と緊密な協力の下に研究を行った。

### 1. イリド化合物に関する研究 (昭和46~55年度)

- a. 窒素、硫黄およびリンイリドの構造と結合状態をIR, NMR, XPS等で解明するとともに、イリドの塩基性と反応性における特性を明らかにした。
- b. 配位子としてのイリドの性質を明らかにした。たとえば、Pa(II), Pt(II), Cu(I), Cu(II)との錯体を合成し、その構造と配位結合の性質を分光学的に解析した。また、これらの錯体の熱および光反応について研究した。
- c. イリド化合物の機能性材料への応用として、

イリド液晶を開発し、その構造と相転移挙動の関係を明らかにした。また、イリドと電子受容体から電荷移動錯体を合成し、その構造と有機導電性物質としての性質を検討した。

### 2. 多相系有機化学反応 (昭和48~55年度)

- a. ミセルおよび逆ミセルの構造を主に分光学的方法で解明し、有機化合物との相互作用を検討した。さらに補酵素、ATPなどの生理活性物質のミセル系における溶存状態と化学反応の特性を研究し、生体反応場のモデルとしての特徴を明らかにした。
- b. 相間移動触媒反応によるカルベン、ニトロレンの発生とその反応性に関する基礎的研究を行った。また応用研究として、アセトンと塩化プレニルから医薬、香料の原料である6-メチル-5-ヘプテン-2-オンの合成を行い最適条件を求めた。また多糖をベースとする新しい固定化相間移動触媒を開発した。

## 館 研究室 (鉄鋼製錬工学)

教授 館 充 (昭和42年度~56年度)

鉄鋼の製・精錬に関する基礎的、応用的諸問題に関する研究をめざし、試験溶鉱炉による製鉄プロセスの本質の解明に重点をおいてきた。

研究課題としては高炉高温域における物質挙動、特に原・燃料の熱間性状や性質改善、炉内の固液試料採取および温度測定、スペクトル分析による金属元素の高温域における挙動、ホットモデルによる燃焼帯の解析に関する研究等をおこなってきた。また鉄鋼の科学・技術史に関する研究をこの分野にとって不可欠の一環として位置付けてきた。

研究室の構成は、大蔵助教授(複合材料技術センター)が兼務で協力関係にあり、桑野助手、中沢、辻、鈴木、時田、中村、本田、張、松崎、呉の各技官と福尾事務官であったが、昭和53年4月から本田一技官が大蔵研へ配置換となった。昭和57年4月館教授退官にともない、鉄鋼製錬工学部門は工学部相馬教授が併任となった。なお中沢技官が昭和59年

4月退官し、鈴木技官は昭和59年1月工学部金属工学科、鉄冶金学講座(佐野研究室)へ、中村成子技官は昭和57年5月、同じく金属工学科、冶金熱力学講座(後藤研究室)へ、福尾事務官は昭和60年4月同じく金属系教室、事務室へ、また呉技官は昭和58年9月;中国、北京鋼鉄学院へ、松崎技官は昭和59年4月当研究所、試作工場へ、張技官は昭和57年4月大蔵研へそれぞれ配置換あるいは転職した。研究課題のなかから主なものを列挙する。

### 1. コークスの高温性状に関する研究

①成形コークスの熱間性状に関する研究、②コークス組織成分の選択反応に関する研究

### 2. コールドペレットの高温性状に関する研究

①コールドペレットの性状改善に関する研究

### 3. 高炉高温域における諸現象について

①炉内金属元素のスペクトル分析、②SiO<sub>2</sub>の還元挙動、③ホットモデルによる燃焼帯の研究

## 原(善) 研究室(金属加工学)

教授 原 善四郎 (昭和24年度~56年度)

合金粉や複合材料粉の瞬間抵抗焼結法, 焼結現象, 鑄鉄粉の粉末冶金などに関する基礎および開発研究を行った。明智清明助手 (現, 住友電工), 板橋正雄技官 (現, 林研究室) らが研究を分担した。

### 1. 合金粉と複合材料粉の抵抗焼結に関する研究<sup>1)</sup> (昭和36~56年度)

瞬間通電抵抗焼結法により, ボロン繊維などをチタンまたはアルミニウムの母相中に分散させた複合材や, チタン合金粉, 鑄鉄粉などの緻密焼結体を作製するための条件およびその組織と性質を調べた。

### 2. 金属粉の焼結現象<sup>2)</sup> (昭和49~56年度)

球形金属粉の自由充填集合体の焼結過程に対して, 粒子の再配列が重要となることなどを示した。

### 3. 鑄鉄粉の粉末冶金<sup>3)</sup> (昭和54~56年度)

鑄鉄の切粉を粉末冶金用粉として再利用する場合の材料学的問題を検討した。析出黒鉛の形状が合金

強度に大きく影響することなどを解明した (中川研究室との共同研究)。

#### 主要論文

- 1) K. Akechi and Z. Hara: Electrical Resistance-Sintering of Titanium Metal, Alloys and Composites, Titanium '80, Science and Technology, The Metallurgical Soc. of AIME, 3 (1981), 3255. ほか6編。
- 2) K. Akechi and Z. Hara: Structure of Sintering Necks in Compacts of Spherical Silver Powder, Powder Metallurgy International, 11 (1979), 58. ほか4編。
- 3) K. Hanawa, K. Akechi, Z. Hara and T. Nakagawa: Nodular Graphite Formation in P/M Products from Cast Iron Swarf Powder and Fe-Si-C Mixed Powders, Trans. JIM, 21 (1980), 765. ほか5編。

## 熊野谿 研究室 (材料有機化学)

教授 熊野谿 従 (昭和49年度~57年度)

設計, 合成した高分子の分子あるいは電子機能に関連した物理的性質を測定し, 材料機能と分子の化学構造の関係を体系づけ新素材開発の基礎研究を行った。その分野は耐久性<sup>1)</sup>, 電気導伝性<sup>2)</sup>および耐衝撃性<sup>3)</sup>高分子である。メンバーは大島隆一助手, 山内芳雄技官, 大学院学生, 研究生, 宮腰哲夫 (明大助教授), 陳劉旺 (台湾大教授), 杜子民および張伶俐 (武漢大副教授) の諸氏が在籍し活躍された。漆の超耐久性<sup>1)</sup> 未知の漆の材料科学を確立し生物系でのウルシオールおよびウルシオール, セミキノンの酵素および非酵素反応によるウルシオールの酸化重合の機構, 耐久性構造 (粒子構造, 自己再生機能, 表層の物理および化学的耐酸化構造), またアジアの漆成分 (フェノール, 多糖など) の分布, 水分子の漆膜中の状態等の解析を行い漆の機能-耐久性高分子の合成化学, および亜細亜ウルシ文化圏確立構想を展開している。

#### 主要論文

- 1) Y. Yamauchi, et al, J. Chromatogr. 214 343 (1981); 243 71 ('82); Y. Du, et al, Phytochemistry, 25 2212 ('86). R. Oshima et al, Carbohydr. Res. 127 43 ('84), J. Org. Chem. 50 2613 ('85). J. Kumanotani, Polymer Application of Renewable Resource Materials ('83) p 225; Renewable Resource Materials, Plenum, N.Y. ('86), p 163. J. Kumanotani et al, Proceedings 12, International Conference in Organic Coatings (Athens, '86), p 195; Superdurable Oriental Lacquer Films, ACS Polym. Mat, 59 278 ('88).
- 2) R. Oshima et al, J. Polym. Sci, 22, 2047 and 3135 ('84); 23, 787 and 9 II ('85); 25, 2343 ('87), N. Ohno et al, Makromol. Chem. 182 739 ('81); Polym. J. 11 947 ('80).
- 3) N. Matsumoto et al, J. Polym. Sci. Chem. 18 1665 ('80); Phys., 19 689 ('81).

## 高橋 研究室 (無機工業化学)

教授 高橋 浩 (昭和43年度~57年度)

助教授 堤 和 男 (昭和54年度~55年度)

当研究室は工業材料として重要な粉体の表面化学的特性を明らかにし、新たな材料開発のための設計指針を得ることを目的に研究を行った。特に、熱量測定による粉体表面特性の解析は中心テーマの一つで、粘土鉱物、固体触媒、無機充填剤、そのほか、各種吸着剤および炭素質材料などを対象としている。

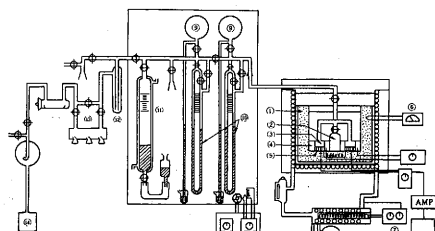
## 1. 熱量測定による粉体表面特性の解析(43-57年)

熱量測定による固体、特に粉体表面の研究は固体と気体、固体と液体の相互作用を解明する上で重要な情報を与える。微粉体を液体中に浸漬すると固体表面の消失とともに固体-液体界面の生成が起こり、そのエネルギー変化に対応する熱が観測される。この浸漬熱は分散力、分極力および液体の永久双極子と固体表面電場の相互作用の和で表されるので発熱量から粉体の表面電場強度が求まる。n-ヘプタン、塩化ブチル、1-ニトロプロパンを溶媒としたシリカゲルの浸漬熱から表面電場は水酸基量に依存すること、n-ブタノールやジアゾメタンによる表面改質によって安定な疎水表面が形成されることがわかった。

## 2. 微分吸着熱測定による固体酸触媒の酸性質評価と触媒作用に関する研究 (44-57年)

固体酸触媒の酸性質を明らかにすることは高活性、高選択性触媒の設計において重要である。固体酸性度の測定法として従来からアミン滴定法、その他各種の方法が考案されているが、おのおのに一長一短がある。本研究室では固体酸を有する粉体表面にアンモニアが吸着した際の発熱量を直接測定するため、ガス吸着量測定系と高感度熱量計を備えた吸着熱測定装置を設計・試作し、各種固体酸触媒の酸性質評価を行ってきた。微量のアンモニアガスをパルス的に導入し、その時の発生熱を暫時測定することによって、固体表面上の酸強度分布を求めることができる。シリカ・アルミナよりH型ゼオライトは多くの強酸点を持つこと、クメン分解よりトルエン不均化のほうが強酸点を必要とし、およそ100kJ/mol以上の吸着熱に対応する酸点が有効に働くことなど、固体酸触媒の作用機構を考えるうえで有益な情報が得られた。本装置はさらに改良を加え、現在は400°Cまでの測定が可能となっている。固体酸触媒

以外では、Ca<sup>2+</sup>イオン交換A型ゼオライトのN<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>吸着選択性に対するエネルギー的考察、Cu<sup>2+</sup>交換Y型ゼオライトにCOを吸着させたときに起こるCu<sup>2+</sup>イオンの移動現象など固体化学的にも興味深い事実が見いだされた。



SCHEMATIC DRAWING OF GAS ADSORPTION CALORIMETER

- 1: constant temperature bath, 2: gas reservoir, 3: sample cell,  
4: standard electric heater, 5: thermomodule, 6: thermometer,  
7: thermocontroller, 8: compressor, 9: gas holder,  
10: Hg manometer, 11: gas burette, 12: liq. N<sub>2</sub> trap,  
13: oil diffusion pump, 14: rotary pump.

## 3. 新規ゼオライトの合成 (54-57年)

ゼオライトは通常分子径 (0.4-0.8nm) ほどの細穴を持つ結晶であり、吸着剤および形状選択的触媒として特異な機能を有する。本研究室では

- 1) 資源の有効利用の立場から、粘土、シリカーアルミナを付加価値の高いゼオライトに変える。
- 2) ゼオライトの水熱生成機構の解明。
- 3) 新規な細孔構造を有するゼオライトの設計。

の観点から合成を行ってきた。特に、55年以降、メタノールからガソリン留分を合成するためのペンタシル型ゼオライトの合成を開始し、組成、温度、時間など詳細に検討した結果、再現性の高い合成条件を確立することができた。

## 4. 炭素質材料に関する研究 (43-57年)

炭素は吸着剤や高分子マトリックスの強化材として広く利用されている。本研究室では炭素質表面とマトリックスとの相互作用が複合材の強度を支配する要因としてとらえ、炭素質の表面特性についてガス吸着量の測定、浸漬熱測定から検討した。さらに、炭素質表面の酸化、還元あるいは有機基による修飾など表面改質を試み、吸着特性やマトリックスとの親和性が表面官能基の種類および数に関係することを明らかにした。活性炭を水素還元すると表面官能基は水素原子で置き換えられる結果、極めて疎水的となり、水溶液中に溶存する微量フェノールを効率よく吸着除去できることがわかった。

## 茅原 研究室(吸着工学)

講師 茅原 一之(昭和56年度~57年度)

化学工学部門の一研究室として、鈴木基之研究室より独立し、吸着工学と環境化学工学に関連した研究を行った。研究は鈴木研究室との緊密な協力の下に行われた。

## 1. 圧力スイング吸着によるガス分離の研究

混合ガスの分離に圧力スイング吸着法が用いられるが、この手法に対する理論的解析として、数値計算シミュレーション、また実験検討を行い本手法の適用性を検討した<sup>1),2),4)</sup>。

## 2. 分子ふるい活性炭のガス吸着速度の調整

分子ふるい活性炭への吸着速度はガス種により差異があり、分離操作に用いられるが、その効率の上昇のための分子ふるい活性炭の高温での炭化水素処理を検討した<sup>3),4),5)</sup>。

## 3. 粉末炭と懸濁物質の凝集による水処理

粉末炭の溶存有機物吸着能力に加えて、表面荷電調整によるヘテロ凝集能力の付与を検討した<sup>6)</sup>。

## 主要論文

- 1) K. Chihara and M. Suzuki: Simulation of Nonisothermal Pressure Swing Adsorption, *J. Chem. Eng. Japan*, **16**, 53 (1983).
- 2) K. Chihara and M. Suzuki: Air Drying by Pressure Swing Adsorption, *J. Chem. Eng. Japan*, **16**, 293 (1983).
- 3) K. Chihara, Y. Sakon and M. Suzuki: Control of Micropore Diffusivities of Molecular Sieving Carbon, *Proc. Int. Symposium on Carbon*, 435 (1982).
- 4) K. Chihara, Y. Sakon and M. Suzuki: Air Separation by Modified Molecular Sieving Carbon, *Proc. IIIrd PACHEC*, vol. 1, 180 (1983).
- 5) 茅原, 鈴木: 分子ふるいカーボンの超マイクロ孔内拡散, *分離技術*, **11**, 139 (1981), **11**, 298 (1981) および**12**, 95 (1982).
- 6) M. Suzuki and K. Chihara: Heterogeneous Coagulation of Organic Colloid and Powdered Activated Carbon, *Wat. Res.*, **22**, 627 (1988).

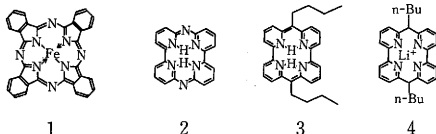
## 新井 研究室(芳香族合成化学)

教授 新井 吉衛(昭和54年度~58年度)

講師 小川 昭二郎(昭和58年度)

新井研究室では特殊機能をもつ芳香族化合物の合成と利用を主なテーマとしてフタロシアニン(Pc)類の触媒としての利用の検討を行った。更に、Pc類似構造の含窒素芳香族大環状化合物の合成を行いその興味ある特性を見いだした。

まずPcの触媒作用を検討したところ、環境上問題のある塩化アルミニウムに替わるFriedel-Crafts反応用触媒として有効であることを見いだした。すなわちアルキルベンゼンのアシル化反応に対し、Fe(II)およびFe(III)-Pc(1)が高い活性を示し、少量の触媒で反応が進むこと、触媒の回収が容易なこと、分枝アルキル基の異性化が起こらないことなど塩化アルミニウムにない特長を有することがわか



り公害問題にも寄与すると思われる。

当研究室ではまた、Pc類似構造をもつ種々の含窒素大環状化合物の合成を行ったが、ピリジン環を環状に配置した2および3は完全共役構造と部分共役構造との間の互変異性を示し色が可逆的に変化することを見いだした。またこれらはリチウムイオンを極めて選択的に捕捉することがわかった。とくに3はリチウムイオンを取込むことにより赤色から無色への変化(3→4)が起こることから、選択的比色剤としての利用が期待された。

## 主要論文

- 1) 新井吉衛: 研究室の計画と設計 丸善
- 2) 新井吉衛, 小川昭二郎: 旭硝子工業技術奨励研究報告, **43**, 82 (1983)
- 3) S. Ogawa, R. Narushima and Yoshie Arai: *J. Am. Chem. Soc.*, **106**, 5760 (1984)



## 早野 研究室 (環境計測化学)

教授 早野 茂夫 (昭和38年度~60年度)

研究室発足当初より、電気化学的手法による界面活性剤ミセル水溶液と疎水性染料との相互作用に関する研究を主軸としてきたが、この7年間は、さらに界面活性剤ミセルへの染料の可溶化ならびにイオンの液膜輸送の速度論的研究および窒素酸化物の電気化学的分析法に関する研究を行ってきた。

1) 窒素酸化物の分析法に関する研究<sup>1)</sup>

(昭和48年度~54年度)

大気汚染物質としてその環境中での削減が急務とされる窒素酸化物の簡便で精度の高い分析法の開発を目指した。吸収液にジメチルホルムアミドを用い、濃縮吸収された窒素酸化物を電気化学的に検出する方法により、吸収効率が100%に近く、窒素酸化物が直接定量できる分析法を確立した。

2) 界面活性剤ミセルへの染料の可溶化速度に関する研究<sup>2)</sup> (昭和51年度~55年度)

染色過程における染料のダイナミックな挙動を解

明するために、カチオン界面活性剤ミセル水溶液への酸性染料の可溶化速度をストップフロー法によって測定した。主として、対イオンの種類による可溶化速度の変化、添加物の可溶化加速効果、速度定数へのミセル表面電位の影響等の基礎的知見を得た。

3) 液膜のイオン輸送に関する研究<sup>3)</sup>

(昭和56年度~60年度)

イオノホアやクラウンエーテルによるイオンの高選択的液膜輸送系に関して、油水界面における速度と平衡定数との関係を詳細に検討し、輸送機構と最適輸送機能を持つキャリアーの特性を明らかにした。

## 主要論文

- 1) N. Shinozuka and S. Hayano, *Talanta*, **28**, 319-322 (1981).
- 2) Y. Miyashita and S. Hayano, *J. Colloid & Interface Sci.*, **86**, 344-349 (1982).
- 3) S. Yoshida and S. Hayano, *J. Membr. Sci.*, **11**, 157-168 (1982).

## 鋤柄 研究室 (工業物理化学)

教授 鋤柄 光則 (昭和48年度~61年度)

当研究室では主として光化学と電気化学の複合する領域の基礎的および応用的研究を行ってきた。昭和54年度以降は、特に半導体・溶液界面における電子移動に関して、新しい現象や測定法、解析法を中心として研究を行った。

(1) 半導体微粒子分散系の光応答<sup>1)</sup> (昭和54年度~昭和61年度): 溶液中の半導体微粒子の光による帯電、その電荷量と電位の測定、光電気泳動と散逸構造の形成、画像表示への応用等。

(2) 半導体トンネル電極<sup>2)</sup> (昭和54年度~昭和61年度): 高濃度にドーブした半導体電極と溶液界面のトンネル電流の測定と解析、電子移動反応の再配置エネルギーの測定、励起分子の酸化電位 (pseudo-potential) の測定等。

(3) 半導体電極と溶液の界面状態<sup>3)</sup> (昭和56年度~昭和61年度): 界面状態の測定法、電子移動に伴う過渡的表面状態の測定、光ドーピング等。

(4) その他: 脂質2分子膜小胞系の相転移、棒状高分子溶液系の相転移、ゲスト・ホスト型液晶表示、光化学療法、空乏層を利用するFET型化学センサー等に関する研究。

## 主要論文

- 1) *J. Phys. Chem.*, Vol. 83, 2854-2858 (1979); *Bull. Chem. Soc. Japan*, Vol. 55, 654-659 (1982); *J. Phys. Chem.*, Vol. 91, 1173-1177 (1987)
- 2) *Bull. Chem. Soc. Japan*, Vol. 55, 2820-2826 (1982); *J. Electroanal. Chem.*, Vol. 134, 11-35 (1982); *Chem. Phys. Lett.*, Vol. 104, 253-257 (1984); *日写誌*, Vol. 49, 404-410 (1986)
- 3) *Chem. Phys. Lett.* Vol. 96, 366-370 (1983); *J. Appl. Phys.*, Vol. 54, 2526-2532 (1983); *J. Electrochem. Soc.*, Vol. 131, 1832-1838 (1984); *J. Electroanal. Chem.*, Vol. 185, 47-60 (1985); *J. Electrochem. Soc.*, Vol. 135, 363-367 (1988)

## 木村 研究室 (環境化学工学)

教授 木村 尚史 (昭和52年度~61年度)

### (1) 研究室の特色, 沿革, 研究の経緯

木村研究室では選択透過性を有する膜を用いる気体および液体混合物の分離に関する研究を行った。本研究室は昭和52年, 生研におられた河添教授が工学部に移られ, 代わりに木村が工学部から配置換えしてできた研究室であり, 昭和61年に木村が再び工学部に配置換になるまで9年間, 研究活動を行った。

### (2) 研究テーマ名, その解説, 経過

#### 1) 逆浸透法の輸送現象に関する研究

(昭和52年度~昭和60年度)

逆浸透膜により塩類が排除され, 分離, 濃縮が行われているが, その分離機構に関する定量的な研究は行われておらず, またその膜構造が非対称であり, 実験研究も困難であった。我々は対称性膜を作り, この膜による逆浸透実験のデータと, 拡散, 分配係数, 含水率などの測定結果とを合わせて研究し, その分離機構の解明を行った。また実用上において重要となる膜面でのスケール発生に関しても研究を行い, スケール防止剤の効果などについても研究を行った。その成果は当時の大学院学生岡崎素弘の博士論文としてまとめられ, 主要雑誌にも投稿された<sup>1)</sup>。

#### 2) 限外ろ過法に関する研究

(昭和52年度~昭和61年度)

限外ろ過法はコロイド, タンパク質等の分離濃縮に利用されているが, 実用に当たっては装置能力の著しい低下が起り, その輸送現象も複雑なためにその原因究明や効果的な対策をたてることもできなかった。我々は逆浸透膜の劣化についての研究を行ってきたが, これをさらに発展させて, 限外ろ過膜の性能評価に始まる基礎的な研究から始めて, ゲル層の研究を含めてその複雑な輸送現象を解析していった。その1連の研究は当時大学院の学生であった, 中尾真一によって学位論文としてまとめられ, また主要学術雑誌に投稿された<sup>2)</sup>。

#### 3) ダイナミック膜に関する研究

(昭和52年度~61年度)

コロイドを多孔膜でろ過することにより作製するダイナミック膜は, 作製も容易であり, 90°C以上の

高温に耐えるため実用上も重要な膜であり, この膜の作製条件, 性質などについて研究した。その結果, 製膜条件を制御することにより, 広範囲な性能の膜が作製できることが判明し, さらに大型モジュールとして開発が進められている。

#### 4) 膜によるトリチウムの分離濃縮に関する研究

(昭和53年度~昭和60年度)

膜を用いるガス分離法は多くの研究がなされ, 本研究室においても以前から研究に取り組んできたが, 今回の研究はパラチウム膜を用いた水素同位体の分離, とくにトリチウムの分離濃縮について研究した。パラチウム膜内の溶解, 拡散を測定して, その同位体効果を求め, 核融合炉において重要となる, トリチウムの分離濃縮プロセス設計のための基礎資料とした<sup>3)</sup>。

#### 5) パーペーパレーション法の研究

(昭和55年度~昭和61年度)

逆浸透法で分離濃縮が困難な有機溶質の分離の方法として, 膜を透過させて蒸発させて分離するパーペーパレーション法があり, エタノールの分離濃縮などに注目されている。我々は各種の膜を用いて実験した結果, 膜には水選択透過性とアルコール選択透過性の2種類があることを見だし, これを組み合わせるにより, 希薄なアルコール水溶液から, アルコールを濃縮することが可能であることを示した<sup>4)</sup>。

### 主要論文

- 1) M. Okazaki & S. Kimura, J. of Chem. Eng. Japan, 17 192 (1984).
- 2) S. Nakao & S. Kimura, ibid, 14, 32 (1981).
- 3) 鈴木, 木村, 日本原子力学会誌, 26, 999 (1984).
- 4) 木村, 野村, 「膜」, 8, 177 (1983).

## 井野 研究室 (合金物性学)

教授 井野 博 満 (昭和48年度~62年度)

本研究室は、1972年7月、大阪大学基礎工学部 (物性物理工学科) より井野が講師として着任し、発足。74年4月七尾進助手を迎え、西川精一教授の研究室と密接に連携しつつ、研究を進めてきた。七尾研究室の独立と西川教授の退官にともなって、長田和雄助手、梅津清技官を迎え、長田助手の退官後は、市野瀬英樹助手、その後、徳満和人助手が着任した。1987年5月、井野が工学部金属材料学科へ転任し、1988年1月の併任解除とともに解散した。徳満助手は林研究室へ、梅津技官は増子研究室へ移った。

合金物性学とは、材料科学の一環として、金属・合金の諸物性を研究する分野である。金属・合金の原子的、電子的構造は、合金の種類・組成・熱処理によって実にさまざまに変化し、それが物性に反映され、合金の有用さと面白さの起原となっている。本研究室の特色は、その合金の選択と作製法を、従来の実用合金や通常の熱処理法に限定せず、 $10^6\text{K/秒}$ オーダーの冷却速度を実現できる液体急冷法に早くから着目し、さまざまな新しい合金系 (希土類元素を主体とした磁性合金やアモルファス合金、準結晶合金など) にそれを適用し、その構造と物性の解明を行ってきたことである。これは、構造材料主体の金属材料学から、多様な機能性材料の開発へ向かった時代の流れともマッチしたものであった。そのほか、鋼のマルテンサイト変態の原子論的研究、メスバウアー分光法の金属学への応用において多くの成果を上げてきたことも記しておきたい。

以下、主な研究テーマを列記する。

- (1) 液体急冷法による新合金の研究
- (2) アモルファス化プロセスによる希土類・鉄基礎石合金の研究
- (3) アルミニウム合金準結晶の研究
- (4) 鋼のマルテンサイト変態の原子論的研究
- (5) スパッタ法による鉄・カルコゲン薄膜の研究
- (6) 合金の相変態に関する理論的および実験的研究
- (7) メスバウアー分光法の金属学への応用

受賞：日本金属学会功績賞 (金属物理部門)，  
1983年4月。

## 主要論文・著書

- 1) H. Ino, T. Ito, S. Nasu and U. Gonser: A Study of Interstitial Atom Configuration in Fresh and Aged Iron-Carbon Martensite by Mossbauer Spectroscopy. *Acta Met.* 30. 9 (1982)
- 2) 徳満和人, 田中彰博, 井野博満: 非晶質Pd-Si合金の結晶化過程と雰囲気の影響, *日本金属学会誌*, 47, 10, 814 (1983)
- 3) 井野博満: 鋼のマルテンサイト中での炭素原子位置, *日本金属学会会報*, 24, 5, 386-394 (1985)
- 4) 長田和雄, 井野博満: 液体急冷Fe-B合金の構造と時効挙動, *日本金属学会誌*, 49, 6, 402-410 (1985)
- 5) K. Chiba, K. Tokumitsu and H. Ino: Sputtered Amorphous Fe-Te Films: Structural and Electrical Studies, *J. Appl. Phys.* 60, 3, 1019-1024 (1986)
- 6) K. Edagawa, H. Ino, S. Nasu, K. Kimura, S. Takeuchi, T. Shinjo, K. Koga, T. Shimizu and H. Yasuoka: Local Magnetic Moment in Al-Mn Based Quasicrystals, *J. Phy. Soc. Jpn.*, 56, 8, 2629-2632 (1987)
- 7) H. Ino, K. Edagawa, K. Kimura, S. Takeuchi and S. Nasu: Local Atomic Configuration Studied by Mossbauer Spectroscopy and Crystallographic Texture in Al-Mn Based Quasicrystals, *Mater. Sci. Forum* 22-24, 437-452 (1987)
- 8) K. Tokumitsu, H. Ino and K. Chiba: Study of the structure of Fe-Te sputtered films by Mossbauer effect, *J. Mater. Sci. Lett.*, 6, 497-500 (1987)
- 9) 井野博満, 枝川圭一: アルミニウム合金準結晶の構造, *軽金属*, 37, 8, 554-562 (1987)
- 10) 中島俊雄, 喜多英治, 井野博満:  $\text{Fe}_{100-x}\text{B}_x$  ( $10 \leq X \leq 35$ ) 非晶質合金の結晶化過程と磁気的性質および $\alpha\text{-Fe}$ へのBの強制固溶状況, *日本金属学会誌*, 51, 4, 263-270 (1987)
- 11) T. Nakajima, E. Kita and H. Ino: Crystallization Process and magnetic properties of  $\text{Fe}_{100-x}\text{B}_x$  ( $10 \leq X \leq 35$ ) amorphous alloys and supersaturated state of boron in  $\alpha\text{-Fe}$ , *J. Mater. Sci.* 23, 1279-1288 (1988)
- 12) 永山勝久, 井野博満, 白鳥紀一, 斉藤直昭, 中川康昭, 喜多英治: アモルファスFe-Nd 2元合金の磁性, *日本金属学会誌*, 52, 3, 251-258 (1988)
- 13) 井野博満, 村山和郎, 鯉沼秀臣, 七尾 進: アモルファス材料 (材料テクノロジー第20巻) 東大出版会 (1985)