

## 寺前 紀夫 氏

(Norio TERAMAE)  
(東北大学大学院理学研究科教授)



1948年10月宮崎県に生まれる。1972年東京大学工学部工業化学科卒業。1977年同大学院工学系研究科工業化学専攻博士課程修了。「磁気円偏光二色性に関する研究」により工学博士。1978年東京大学工学部助手。1985～1986年フロリダ大学博士研究員。1987年東京大学工学部講師。1990年名古屋大学工学部助教授。1992年同高温エネルギー変換研究センター助教授。1993年東北大学理学部教授。1995年同大学院理学研究科教授。2003年より清華大学化学系客員教授。1982年日本分析化学会奨励賞受賞。2004年度日本分析化学会副会長。

### 【業績】

#### 表面界面分光計測法と化学センシングシステムの開発

寺前紀夫氏は、表面や界面に関する新規計測法の開発や化学センシングシステムの構築に顕著な業績をあげるとともに、液液界面やナノサイズの空間を反応場とした化学センシングでバルク系とは異なる選択性を発現する成果を挙げ、国際的にも高い評価を得ている。以下にその業績を要約し、紹介する。

##### 1. 分子分光法における新規計測法の開発と応用<sup>1)~17)</sup>

同氏は、フーリエ分光法やレーザーの特性に着目して新規計測法の開発と応用を進め、表面分析法としてFT-IR 光音響分光法を独自の発想で開発し、変調周波数の高いFT-IRにおける特異な光音響信号発生機構を明らかにするとともに、光化学反応解析や高分子材料の表面分析へ応用した。また、HPLCの定性手段としてのhyphnated techniqueへの赤外・ラマンの利用や、赤外領域での円二色性法、複光束熱レンズ法、熱屈折法、全反射レーザー蛍光法による深さ方向分析法など、分子分光法における材料表面・界面情報の計測法開発とその応用に先導的役割を果たした。

同氏は、界面吸着分子の計測に基づき、バルク溶液系とは異なる特異性の発現を開拓した。導電性高分子の電解合成過程をFT-ラマン法により *in-situ* で計測する測定系を構築し、CV, EQCM, SERSを組み合わせて解析した。通常では電解合成しない中性条件下でレーザー照射部位にのみポリマーが形成するという現象を見だし、酸化電位より低電位でモノマーの3量体が電極表面に形成し、その光吸収により照射部位にのみポリマーが生成することを明らかにした。さらに、時間分解FT-SERS測定系の開発による電極表面吸着分子の酸化還元反応の解析など、分子分光法における新規計測法を開拓した。

同氏は、界面選択的な分子分光法の適用により界面事象の解析を進めた。時間分解全反射蛍光法と蛍光プローブ分子とを用いて、液液界面についてその極性を実験的に評価するとともに、油水界面における特異的溶媒緩和過程の存在を明らかとした。

##### 2. 化学センサーシステムの開発と界面特異的分子認識

同氏は、分子運動や分子配向が規制される分析反応場での特異的分子認識能の発現を目指して、光機能性分析試薬の合成と評価を行い、それらの試薬の液液界面やDNA二重鎖内の疎水空間における分子認識能を検討して、バルク溶液系とは異なる特異的分析反応に基づく化学センサーシステムを開発した。

##### イオン・分子認識試薬の開発と機能評価<sup>18)~27)</sup>

同氏は、認識試薬の開発がまだ限られた状況にある陰イオンを主たる分析対象とし、認識に伴い光吸収または蛍光が変化する水素結合能を有する一連の光機能性認識試薬を開発した。蛍光部位とレセプター部位での分子内エキシプレックス形成に由

来する各種化学センサーを開発し、モノマーとエキシプレックスの二波長蛍光検出を実現した。さらに、多元錯体形成に伴う蛍光団間の相互作用を利用した認識情報変換を設計し、蛍光性試薬を新規に合成してピロリン酸イオンやカリウムイオンの選択的検出に成功し、超分子形成による機能発現という化学センサー開発の新たな方向性を創出するなど、学術的にも実用面でも優れた化学センシングシステムの開発に成功した。

##### 界面を反応場とするイオン・分子認識<sup>28)~36)</sup>

同氏は、界面および界面吸着分子に着目して従来の二相分配などのバルク溶液系とは異なる特異性の発現を開拓した。例えば、水素結合性レセプター分子により油水界面における水素結合を介した陰イオン認識を達成するとともに、油相への陰イオン促進移動を世界で初めて実現した。油水界面におけるイオン・分子認識の計測手法として動的界面張力測定を導入し、油水界面において極めて親水的な陰イオンを選択的に認識可能であることを見だし、液液界面分子認識という新たな研究領域を拓いた。また、ナノメートルサイズの一次元チャンネルを有するシリカメソ細孔体を用いた分子合成など、ナノサイズの反応場に関する研究で成果を得た。さらに、生体内で日常的に発生しているDNA内の塩基欠損に着目し、オリゴDNA二重鎖内に塩基欠損部位を人工的に構築し、この疎水の微小空間を利用した核酸塩基認識法を考案した。塩基欠損部位で核酸塩基と水素結合し得る蛍光プローブを各種開発し、塩基欠損オリゴDNA二重鎖を用いた一塩基多型の蛍光検出に成功した。

以上、寺前紀夫氏は分子分光法における新規計測法の開発並びに分子認識試薬の開発を進め、両者を液液界面やナノサイズの微小空間に適用して新規な化学センシングシステムを実現したことは、分析化学の発展に貢献するところ顕著なものがある。

[東北大学名誉教授 大類 洋]

### 文 献

- 1) *Spectrosc. Lett.*, **13**, 117 ('80).
- 2) *Chem. Lett.*, **1981**, 1091.
- 3) *ibid.*, **1982**, 37.
- 4) *Spectrosc. Lett.*, **15**, 175 ('82).
- 5) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **55**, 2097 ('82).
- 6) *Anal. Chem.*, **57**, 95 ('85).
- 7) *Appl. Spectrosc.*, **37**, 797 ('85).
- 8) *Anal. Chem.*, **58**, 761 ('86).
- 9) *Appl. Spectrosc.*, **41**, 164 ('87).
- 10) *Chem. Phys. Lett.*, **264**, 381 ('87).
- 11) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **64**, 755 ('91).
- 12) *Appl. Spectrosc.*, **46**, 529 ('92).
- 13) *Chem. Lett.*, **1993**, 101.
- 14) *ibid.*, **1994**, 511.
- 15) *ibid.*, **1998**, 765.
- 16) *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **72**, 2713 ('99).
- 17) *J. Phys. Chem. B.*, **107**, 4786 ('03).
- 18) *Anal. Sci.*, **13S**, 485 ('97).
- 19) *ibid.*, **14**, 595 ('98).
- 20) *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, 2325 ('98).
- 21) *J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 9463 ('99).
- 22) *ibid.*, **121**, 2319 ('99).
- 23) *Anal. Chem.*, **72**, 5841 ('00).
- 24) *Tetrahedron Lett.*, **42**, 5053 ('01).
- 25) *Nano Lett.*, **1**, 387 ('01).
- 26) *J. Chem. Soc. Perkin 2*, 866 ('02).
- 27) *Org. Lett.*, **4**, 4407 ('02).
- 28) *Chem. Lett.*, **1996**, 469.
- 29) *ibid.*, **1987**, 695.
- 30) *J. Am. Chem. Soc.*, **120**, 11534 ('98).
- 31) *Langmuir*, **15**, 2575 ('99).
- 32) *New J. Chem.*, **26**, 1102 ('02).
- 33) *Analyst*, **128**, 663 ('03).
- 34) *J. Am. Chem. Soc.*, **125**, 8982 ('03).
- 35) *Chem. Commun.*, **2003**, 2960.
- 36) *Tetrahedron Lett.*, **45**, 4273 ('04).

## 平井 昭 司 氏

(Shoji HIRAI  
武蔵工業大学工学部教授)



1945年1月24日生まれ。1968年東京工業大学理工学部化学工学科卒業。1974年同大学院理工学研究科原子核工学専攻博士課程満期退学。1975年「イオン交換クロマトグラフィーと電気泳動法を併用した装置によるリチウム、ナトリウム元素分離並びにリチウム同位体分離に関する研究」により工学博士（東京工業大学）。1974年武蔵工業大学原子力研究所助手。1975年同講師。1980年同助教授。1994年同教授。1998年同工学部教授。1998年度本会関東支部長。1999年度・2000年度本会副会長。1999年度より本会信頼性委員会副委員長。2001年感謝状(本会)。2004年度より日本鉄鋼協会評価・分析・解析部会長。趣味テニス。

### 【業績】

#### 放射性核種をプローブとする超高度分析法の開発とその応用

平井昭司君は、研究用原子炉の平和的有効活用を図るため、原子炉を中性子源とする中性子放射化分析に関し、ハードとソフトの両面から高度化と応用の研究を30余年にわたって意欲的に展開してきた。まず、ハード面においては、放射化分析に不可欠なシステムを高度化し、分析の信頼性向上と効率化ならびに適用性の拡大に専心した。すなわち、放射化システムや測定システムに先端の技術を導入し、高性能かつ高信頼性の $\gamma$ 線スペクトロメトリーシステム、いわゆる「中性子放射化分析一貫システム」を独自に開発・構築し、その活用に精励してきた。その結果、ソフトの面における分析対象分野は大幅に広がり、多くの分野で要求されている微量・超微量元素を高感度・高精度で定量する優れた分析法を次々に開発し、関連する諸分野の研究開発の推進にも多大な貢献をした。その一端は、本学会のアルミニウム標準物質開発における値付けであり、その後の標準物質作製活動の先鞭をつけたものである。このほか、報告された成果の多くは、分析化学の分野はもちろんのこと、多くの関係分野で高い評価を得ている。以下に同君の主要な成果を要約して紹介する。

#### 1. 中性子放射化分析システムの高度化<sup>1)~13)</sup>

研究用原子炉に放射化分析専用の照射設備を創設し、また高性能かつ高信頼性の $\gamma$ 線スペクトロメトリーシステムを開発し、放射化から放射能測定・解析までを一貫して実行できる世界に類のない中性子放射化分析システム、GAMAシステム(1~5号機)を構築した。 $\gamma$ 線測定システムには、高度化した特殊測定機能や大容量試料が扱える自動交換機能を付設し、分析能力を著しく改善させた。さらに、放射化システムでは、気送管システムの自動化、大容量水溶液試料の照射設備の開発、極短寿命核種用高速気送管システムの開発、中性子フラックスモニターの標準化を行い、分析の効率化と分析値への信頼性向上を図り、小型原子炉の機能を最大限に発揮できるようにした。その結果、本システムは他の追随を許さぬ多元素・同時・高感度分析法として高い評価を得るとともに、他の原子炉施設のシステム開発の原型にもなった。

#### 2. 超微量分析への応用研究<sup>14)~35)</sup>

上記システムを利用した超微量元素分析への応用研究では、地球科学・環境科学に関係する大気浮遊塵・土壌・河川水・雨水・岩石等の試料、農学・薬学・医学・栄養学に関連する植物・食物・動物組織等の試料、文化財科学・考古学に関係する鉄・青銅等の遺物試料、化学工業・電子工業・鉄鋼業・軽金属業に関連した製品及び原材料の試料など、幅広い分野の数多くの試料を対象に分析を行い、社会的ニーズに応える微量元素分析法の開発・研究を行ってきた。

本システムでの高い分析信頼性が確保されたことにより、本会を含めて多くの機関における標準物質の認証作業に参画し、本システムが基準分析的な役割を担ってきた。特に、50~60元素を化学的前処理なしで定量できたことは驚異的であり、現在もなお他の分析法の開発の参照として活用されていることは意義深いものがある。

従来の放射化分析において困難とされている数10ml以上の溶液試料の放射化分析を可能にし、河川水やガソリン・軽油中の微量元素を定量し、特に塩素と臭素との濃度比から石油由来の環境汚染の状況を把握する新しい指標元素を見いだすことに成功している。

特定の元素分析の高速化、高感度化、高信頼性化に成功し、社会的関心を強く集めてきた研究の主なものにセレンの定量、ウラン及びトリウム等の定量に関する研究がある。すなわち、照射から解析まで1試料当たり2分間で終了するシステムを開発し、医薬・薬学・栄養学の分野でセレンの生体中での役割の解明に画期的な知見を得ることができた。また、コンピュータメモリー材料中のウラン及びトリウムをサブppbレベルで定量しなければならない状況におかれたとき、放射化学分離操作を組み込み、いち早く分析法を開発し、材料の評価に欠かせない分析法の一つに位置付け、超微量元素を定量する放射能分析の威力を大いに発揮させた。

さらに、貴重な試料を提供する文化財分野の中で、鉄関係遺物の材料評価、鉄生産技術の解明、鉄原料の産地推定等の解明に、従来注目されなかった微量元素に着目し、新たな指標元素を見だし、文化財分野に新風を吹き込み、新しい考古学を拓く道筋をつけた。

以上、平井昭司君の広範囲にわたる分析信頼性確保を目指した中性子放射化分析法の研究は、分析化学の発展に寄与するばかりでなく、微量元素の情報を必要とするあらゆる分野に貢献するところ顕著なものがある。

[千葉大学工学部 小熊幸一]

#### 文 献

- 1) *J. Radioanal. Chem.*, **36**, 525 ('72).
- 2) *Radioisotopes*, **26**, 799 ('77).
- 3) *ibid.*, **27**, 268 ('78).
- 4) *ibid.*, **31**, 229 ('82).
- 5) *ibid.*, **34**, 155 ('85).
- 6) *ibid.*, **34**, 563 ('85).
- 7) *Anal. Sci.*, **3**, 91 ('87).
- 8) *Radioisotopes*, **38**, 315 ('89).
- 9) *ibid.*, **40**, 24 ('91).
- 10) *ibid.*, **42**, 467 ('93).
- 11) *Radioisotopes*, **43**, 41 ('94).
- 12) *ibid.*, **43**, 47 ('94).
- 13) *分析化学*, **49**, 875 ('00).
- 14) *分析化学*, **27**, 435 ('78).
- 15) *Agri. Bio. Chem.*, **43**, 1381 ('79).
- 16) *Radioisotopes*, **29**, 61 ('80).
- 17) *分析化学*, **31**, 67 ('82).
- 18) *Radioisotopes*, **31**, 490 ('82).
- 19) *J. Radioanal. Chem.*, **71**, 7 ('82).
- 20) 日化誌, **1983**, 523.
- 21) 日化誌, **1987**, 1684.
- 22) *Anal. Sci.*, **3**, 193 ('87).
- 23) *Agri. Bio. Chem.*, **51**, 2451 ('87).
- 24) 日化誌, **1987**, 1678.
- 25) *分析化学*, **36**, 856 ('87).
- 26) 同上, **35**, 993 ('86).
- 27) *J. Radioanal. Chem.*, **147**, 69 ('91).
- 28) *分析化学*, **40**, 549 ('91).
- 29) *Anal. Sci.*, **7**, 1255 ('92).
- 30) *ibid.*, **8**, 437 ('92).
- 31) *分析化学*, **42**, 249 ('93).
- 32) アナトリア考古学研究, **2**, 25 ('93).
- 33) *Anal. Sci.*, **15**, 485 ('99).
- 34) *分析化学*, **46**, 223 ('97).
- 35) 鉄と鋼, **89**, 900 ('03).

## 松本和子氏

(Kazuko MATSUMOTO)  
早稲田大学理工学術院教授



1949年10月27日東京に生まれる。1972年東京大学理学部卒業。1977年東京大学大学院理学系研究科博士課程を中退、東京大学理学部助手。同年度「The Crystal Structures of Organo-Heteropoly Molybdates」により理学博士（東京大学）。1984年早稲田大学理工学術院助教授。1989年より同大学教授。2004年より組織換えにより同大学理工学術院教授。1990～92年分子科学研究所客員教授。1992年マサチューセッツ工科大学訪問教授。2004年より名古屋大学客員教授。「分析化学」編集委員、日本分析化学会理事、副会長等を歴任。1984年日本分析化学会奨励賞、1989年日本化学会学術賞、2000年市村学術賞貢献賞受賞。趣味はテニス、音楽鑑賞。

### 【業績】

#### 希土類錯体ラベル剤を用いる超高感度時間分解蛍光検出法の開発

松本和子君は、蛍光性希土類錯体が紫外光励起（～330 nm）、可視光発光（Eu 錯体 615 nm, Tb 錯体 545 nm）という大きなストークスシフトと長い蛍光寿命（数百マイクロ秒から2ミリ秒以上）を持つことに注目し、蛍光性希土類錯体を分析対象のタンパク質や核酸に共有結合でラベルし、時間分解蛍光測定することにより、バックグラウンド蛍光が除去され、従来法より1桁から4桁も検出限界が向上することを見いだした。時間分解蛍光測定が高感度化に有効なことは知られていたが、通常はせいぜい数十ナノ秒の時間幅を時間分解測定するので、バックグラウンドとシグナルの時間的分離が十分ではなかった。希土類錯体のみが持つ長蛍光寿命を利用すると、シグナルとバックグラウンドの分離は極めて効率よく行われ、検出限界は飛躍的に向上する。この原理は、測定試料が血清などのように複雑なマトリックスで高いバックグラウンドレベルを示すときに特に有効に働くため、実用的に極めて有用な方法である。本原理は、イムノアッセイ、DNA マイクロアレイ、SNP（核酸の一塩基多型）解析、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）、キャピラリー電気泳動（CE）などに応用できることを示した。さらに多数の新規希土類蛍光ラベル剤を合成し、各手法に必要な時間分解検出装置を開発した。以下にその主要な成果を要約し、紹介する。

#### 1. イムノアッセイ

新規に開発したユウロピウムラベル剤 BHHCT-Eu<sup>3+</sup> はタンパク質のアミノ基に容易に結合し強い蛍光を発する。あらかじめストレプトアビジン（SA）にラベルしておき、サンドイッチ法でビオチンをラベルした二次抗体に結合させ、時間分解蛍光プレートリーダーで測定することにより、血清中の AFP, CEA, TSH, サイカインなどのタンパク質が 1 ng/ml から 0.1 pg/ml の検出限界で測定できることを示した。特に京都大学医学部との共同研究では、エイズ発症に関連する血清 SDF-1 を世界で初めて定量可能とし、健康者とウイルス感染者の濃度範囲に明確な差があることを見いだした。BHHCT ラベル剤は 335 nm の励起により、その Eu 錯体では 615 nm に、Sm 錯体では 645 nm に蛍光を発する。これは、同一の配位子で中心金属を変えるだけで二色の異なるラベル剤になるという大きなメリットを持つ。このことを利用して血清中の二種のタンパク質を同時測定できることも実証した。

#### 2. 蛍光共鳴エネルギー移動（FRET）を用いる核酸の特定塩基配列の検出

本検出法の原理は次のとおりである。核酸用の新規ラベル剤 BPTA-Tb<sup>3+</sup>（蛍光 545 nm）でラベルした SA を核酸の 5' 末端のビオチンに結合させ、別の核酸には 3' 末端に BPTA-Tb<sup>3+</sup> のアクセプターとなる有機色素 Cy3 を結合させておく。両核酸に対して相補的な塩基配列の核酸が検液中に存在すると、三種の核酸は一本の二重らせんを作り、BPTA-Tb<sup>3+</sup> と Cy3 が近づくため BPTA-Tb<sup>3+</sup> から Cy3 への FRET が起こ

り、紫外光（330 nm）による励起で Cy3（通常は 550 nm 励起）が 570 nm の蛍光を発する。興味深いことに通常は 10 ナノ秒程度の短い蛍光寿命である Cy3 が希土類からの FRET では寿命が数百マイクロ秒になるため、Cy3 の測定で時間分解が可能となり、本法が高感度になることを同君は示した。

#### 3. 時間分解蛍光 DNA マイクロアレイ

BPTA-Tb<sup>3+</sup> はキレート力が相当高く核酸のラベル剤として使用できるが、更に安定性の高いラベル剤として DTBTA-Eu<sup>3+</sup> を開発した。これを用いて DNA マイクロアレイを試作した。そのための時間分解蛍光スキャナーの開発においては特に紫外光励起であり、レンズによる集光に制約があるため、光ファイバーによる励起光（He-Cd レーザー）の斜め照射方式を用いた。生じた可視光（615 nm）の蛍光はゲート付き CCD により検出した。本システムが従来のシステムより広いダイナミックレンジを有しており、優れた検出システムであることを示した。

#### 4. 時間分解蛍光 CE

同君は、通常の CE に使用できる時間分解蛍光検出器を開発し、DTBTA-Eu<sup>3+</sup> をタンパク質にラベルしドデシル硫酸ナトリウム（SDS）-キャピラリーゲル電気泳動（CGE）で分析するシステムを開発した。リソザイム（分子量 14300）から牛血清アルブミン（分子量 66000）の分子量範囲の数種のタンパク質について分子量と泳動時間の間に直線関係が成立し、検出限界は 0.5 nM に達することを示した。

以上、松本和子君は新規希土類蛍光ラベル剤および時間分解蛍光測定装置の開発を通して、生体成分定量の超高感度化に努め、分析化学の発展に貢献するところ極めて顕著なものがある。

〔岡山大学大学院自然科学研究科 本水昌二〕

#### 文 献

- 1) *Anal. Sci.*, **8**, 97 ('92).
- 2) *ibid.*, **9**, 707 ('93).
- 3) *ibid.*, **9**, 723 ('93).
- 4) *ibid.*, **9**, 447 ('93).
- 5) *Chem. Lett.*, **1993**, 597.
- 6) *Anal. Sci.*, **12**, 695 ('96).
- 7) *ibid.*, **12**, 31 ('96).
- 8) *ibid.*, **12**, 215 ('96).
- 9) *Anal. Chem.*, **68**, 2277 ('96).
- 10) *Anal. Biochem.*, **254**, 283 ('97).
- 11) *J. Pharm. Biomed. Anal.*, **15**, 1397 ('97).
- 12) *Anal. Sci.*, **14**, 421 ('98).
- 13) *Anal. Chem.*, **70**, 596 ('98).
- 14) *Anal. Sci.*, **15**, 125 ('99).
- 15) *ibid.*, **15**, 121 ('99).
- 16) *J. Anal. Toxicol.*, **23**, 11 ('99).
- 17) *分析化学*, **48**, 1077 ('99).
- 18) *Anal. Biochem.*, **276**, 81 ('99).
- 19) *Forens. Sci. Int.*, **113**, 345 ('00).
- 20) *Bioconjugate Chem.*, **11**, 827 ('00).
- 21) *Anal. Chem.*, **73**, 1869 ('01).
- 22) *Anal. Sci.*, **17**, 593 ('01).
- 23) *Riken Review*, No. 35, 105 ('01).
- 24) *Anal. Sci.*, **17**, 881 ('01).
- 25) *Nucleic Acids Research Supplement*, No. 1, 105 ('01).
- 26) *Proc. Japan Acad.*, **77**, ser. B, 178 ('01).
- 27) *Talanta*, **55**, 1119 ('01).
- 28) *Anal. Chim. Acta*, **448**, 165 ('01).
- 29) *Anal. Biochem.*, **299**, 169 ('01).
- 30) *Trends in Inorg. Chem.*, **7**, 109 ('01).
- 31) *Bioconjugate Chem.*, **13**, 200 ('02).
- 32) *AIDS Research and Human Retroviruses*, **17**, 587 ('01).
- 33) *Bioconjugate Chem.*, **13**, 200 ('02).
- 34) *J. Chromatogr. B*, **773**, 135 ('02).
- 35) *Anal. Sci.*, **18**, 869 ('02).
- 36) *Chromatography*, **23**, 73 ('02).
- 37) *Inorg. Chim. Acta*, **339**, 292 ('02).
- 38) *Macromolecular Symposia*, **186**, 117 ('02).
- 39) "Metal Ions in Biological Systems", Vol. 40, p. 191 ('03), (Marcel Dekker).
- 40) *Chem. Lett.*, **32**, 492 ('03).
- 41) *Anal. Sci.*, **20**, 245 (2004).

## 岩崎 正 武 氏

(Masatake IWASAKI)  
近畿福祉大学副学長



1930年6月岩手県に生まれる。1953年九州大学医学部薬学科卒業。1958年同薬学研究科博士課程単位習得退学, 1961年薬学博士授与。1958年九州大学医学部付属病院副手, 1960年教務員, 1961年第一薬科大学講師, 1962年助教授, 1975年教授。1983年都築学園理事, 1985年俊英学園理事, 1989年俊英学園東京製図専門学校校長。1998年第一薬科大学定年退職, 1998年第一経済大学教授, 1999年第一経済大学退職, 1999年第一幼児教育短期大学教授・学部長, 2000年第一幼児教育短期大学退職, 2000年近畿福祉大学管理部長, 2004年近畿福祉大学副学長。1981年日本分析化学会理事, 1988年同九州支部長, 2001年本会永年会員。

### 【業 績】

#### 薬学的手法を用いる臨床化学分析の開発と学会への貢献

岩崎正武君は, 第一薬科大学において薬品分析化学の教育に長年携わり, 多数の薬剤師を輩出するとともに, 臨床化学分析における呈色反応機構の解明, 超微量蛍光, 化学発光, 酵素分析法の分野で多くの研究業績を上げた。また, 日本分析化学会において理事, 支部長, さらに支部活動においても講習会を数多く開催し, 分析化学の普及に努めた。以下に, 同君の業績の概要を紹介する。

#### 1. 薬学的手法を用いる臨床化学分析の開発

グルクロン酸のナフトレゾルシノールによる呈色反応 (Tollens 反応) の主呈色反応物質 2 種類を, メチルエーテル化して結晶として単離した。この 2 種類の新色素の構造は, すべての分析データ並びに提案した反応機構と矛盾がないことを示した。また, マンヌウロン酸, ガラクトロン酸が, ナフトレゾルシノールと Tollens 反応及び溶解反応において, グルクロン酸と同じ反応機構で進行することも解明した。

4-アミノ-1,2-ナフトキノンの互変異性を明らかにした。また, 超微量蛍光定量法の採用により, 血清 0.1 mL でヘパリン-Mn 沈殿法で分離した HDL のトータル及びフリーコレステロールの定量を可能にした。一方, Acyl CoA-Cholesterol Acyltransferase の高感度蛍光分析法を研究した。蛍光基質として 3-(*p*-ヒドロキシフェニル) プロピオン酸を使用する生体試料中のグルコース, 尿酸, 遊離及び総コレステロールの酵素ミクロ分析, 高感度蛍光分析法について検討した。さらに, 基質としてオレイン酸コレステロールを使用するコレステロールエステラーゼの hydrolytic 活性, 高感度蛍光分析法について研究した。

Molish 反応の呈色反応機構を解明する目的で, 呈色試薬の 2-メチル-1-ナフトールを用いる方式について検討した。主呈色物質を結晶として単離し, その化学構造を明示するとともに, Molish 反応自体の呈色反応機構を解明した。また, フェニルグリオキサールを使用するプレカラム蛍光誘導体化による生体標本中のグアニンとそのヌクレオシド及びヌクレオチドの HPLC について研究した。

同君は, グアニン塩基に特異的な蛍光及び化学発光性誘導体化試薬フェニルグリオキサールとアデニン塩基に特異的な蛍光誘導体化試薬クロロアセトアルデヒドを組み合わせ, 同一試料中の cAMP 及び cGMP の同時計測を可能にする蛍光誘導体化 HPLC 条件を検討した。その結果, それぞれの最適蛍光波長を用いた蛍光誘導化 HPLC により, 同一試料中の cAMP 及び cGMP の同時定量を可能にした。また, グアニジノ化合物の特異的な蛍光試薬であるベンゾインの蛍光反応液に, 塩基性条件下で DMSO, DMF 及び CH<sub>3</sub>CN などの有機溶媒及び過酸化水素を加えると化学発光が生じることを見だし, その最適反応条件について検討した。その結果, 蛍光法よりも 10 倍程度高

感度な化学発光計測を可能にした。次いで 15 種類のベンゾイン類似試薬についても同様に最適条件下で化学発光定量を行い, 本法の有用性を確認した。さらに, TDM を必要とする抗生物質ストレプトマイシン(グアニジノ基を含有)を試料とし, 化学発光誘導体化 HPLC を構築した。吸光法よりもベースラインが安定し, 選択性に極めて優れていることから, 実用的な高感度測定が行えることを指摘した。一方, 逆相 HPLC において脂肪族アミノ酸の D,L-体分離検出は, カラムから溶出後, 誘導体化して吸光法あるいは蛍光法により実施されている。そこで, 移動相に低濃度の芳香族配位子を導入することにより, 簡単に脂肪族アミノ酸の D,L-体を吸光検出できることも明らかにした。

#### 2. 教育における貢献

岩崎正武君は, 講義テキストのほか, 薬学生が日本薬局方に関して学期試験, 卒業試験, 就職試験, 薬剤師国家試験に際して自由に駆使できるように編纂した問題集, 解説集を多数執筆した。「日本薬局方問題のすべて」, 「無機薬品定性分析」, 「薬学必携問題シリーズ・日本薬局方のすべて」, 「問題を中心とした薬品分析化学」などを出版した。現在まで, 37 年間にわたって教育した薬剤師国家試験合格者は多数に上り, その業績は高く評価される。

#### 3. 日本分析化学会への貢献

日本分析化学会九州支部では, 1960 年から毎年分析技術の向上を目指して分析化学講習会を開催している。岩崎君は, 1961 年から第一薬科大学に勤務し, 講習会の実施に多大の貢献をした。すなわち, 1970 年の第 11 回から始まり, 新校舎が建築された 1978 年後から 1997 年まで 10 回近く開催するとともに, 実行委員を 20 回以上務めるなど, 九州地区の分析技術向上に努めた。

一方, 岩崎君は, 1988 年には九州支部長を務めるなど, 支部の学術活動にも多大の貢献をした。この年には, 第 3 回日中分析化学合同討論会が合肥市で開催され, 九州支部の有力者を中心に, その企画, 立案がなされた。一方, 本部事業に対しては, 支部長, 理事 (1982 年度庶務担当) を務めて, 事業の推進に寄与した。さらに, 常議員, 役員等候補者選考委員などの役職に就任し, 2001 年には本会の永年会員に推戴されている。

以上, 岩崎正武君の薬学的手法を用いる臨床化学分析の開発に関する一連の業績と学会への寄与は, 分析化学の発展に貢献するところ大変に顕著なものがある。

〔東北大学病院薬剤部 後藤順一〕

#### 文 献

- 1) *Chem. Pharm. Bull.*, **10**, 546 ('62).
- 2) *ibid.*, **28**, 3131 ('80).
- 3) *Anal. Chim. Acta*, **165**, 269 ('84).
- 4) *Chem. Pharm. Bull.*, **33**, 1277 ('85).
- 5) *ibid.*, **33**, 2862 ('85).
- 6) *Anal. Sci.*, **10**, 247 ('94).
- 7) *Anal. Chim. Acta*, **287**, 75 ('94).
- 8) *Anal. Sci.*, **13**, 479 ('97).
- 9) “無機薬品定性分析”, (第 3 章) ('79), (廣川書店).
- 10) “問題を中心とした薬品分析化学”, ('91), (廣川書店).

## 深澤 力 氏

(Tsutomu FUKASAWA)  
山梨大学名誉教授



1927年7月東京都に生まれる。1949年山梨工業専門学校卒業。1954年名古屋大学工学部研究生(平野四蔵教授, 宗宮尚行教授の指導を受ける)。1959年名古屋大学工学部助手。1961年名古屋大学より工学博士授与。1963年名古屋大学工学部助教授。1963年鈴鹿工業高等専門学校教授, 1965年名古屋大学工学部助教授(大学院担当)。1969年山梨大学工学部教授。1993年定年退職。1993年山梨大学名誉教授。1964~1969年日本分析化学会中部支部幹事。1964~1994年同会X線分析研究懇談会幹事委員。1970~1972年同会関東支部幹事。1971~1972, 1974~1975年同会常議員。1973年同会関東支部常任幹事。1973年同会理事。1974年進歩総説小委員会委員長。1975~1984年「X線分析の進歩」編集委員。1976~1977年「ぶんせき」副編集委員長。1998年永年会員。

### 【業 績】

#### X線と反応速度を利用する極微量成分分析に関する研究及び学会への貢献

深澤 力君は, 山梨大学工学部, 鈴鹿工業高等専門学校, 名古屋大学工学部等において工業分析化学及びその関連科目の教育を行うとともに, X線分析法の工業分析への応用, 反応速度法の工業分析の応用の研究などを行った。本会においては, その発展の基礎を作る時代に, 本部理事, 「ぶんせき」副編集委員長, 中部支部・関東支部幹事, X線分析研究懇談会幹事委員等としてその運営と発展に尽力した。さらに国際交流に関して, 中国の四川大學, 成都科学技術大學等との学術交流の開始と発展に先導的役割を果たすとともに, タンタル分析 JIS 検討委員会委員, 日本学術振興会 19 委員会委員, 甲府市公害対策専門委員などとして, 多大な社会貢献を果たした。以下に同君の業績の概要を紹介する。

##### 1. X線の分析化学的応用に関する研究

1957年に最新型のX線分析装置が名古屋大学に導入され, その装置の管理運用担当者として選任された。当時は技術的な問題点も多く, 工業分析化学での応用は皆無なので, 実用化の先導的役割を果たした。蛍光X線分析法が化学分離を併用することで微量成分分析に適用可能であることを示し, X線回折法やX線マイクロアナリシスを種々の前処理法と組合わせた化合物分析の研究を積極的に行い, 分析化学における新分野を開拓した。特にX線回折法では多成分系や低濃度の定量・同定のために磁気分離, 重液分離, 顕微鏡下分離, 化学処理を行い, また粒度別の試料採取を行い, 目的成分を濃縮しX線分析を行った。

(1) 砂鉄の研究: 戦後, 我が国の原子力産業の黎明期に, トリウム・ウラン資源に関心が高いことから, 全国の砂鉄を用いて, その中の希土類やトリウムの有無・含有量のみならず, それらの存在状態や共存する特殊鉱物についても明らかにした<sup>1)</sup>。

(2) バネ鋼の砂カミに関する研究<sup>2)</sup>: バネ鋼の製造の際に生じる砂カミはバネの性質に重大な影響を及ぼす。砂カミを化学分析, X線回折, 蛍光X線分析等を用いて, その成因を解明した。

(3) 格子定数法の工業分析化学的応用: 固溶体組成と格子定数との関係を分析化学的に応用した例はなかったので, 基礎的研究から分析への応用の道を開いた。本法により白金-ロジウム合金の組成を測定しその応用性を示した。また低膨張結晶化ガラス<sup>3)</sup>や強磁性酸化鉄試料の化合物分析へも応用した。

(4) 新しいクロム酸鉛カリウムアンモニウム塩の研究: 鉛イオンとクロムイオンの系統的定性分析における沈殿の状態を研究し, 既知の $K_2Pb_2(CrO_4)_2$ と同構造を持つ新しい沈殿が生じることを知った。これらのX線回折図形はJCPDS-Powder Patternに登録された。

(5) 大気粉塵試料への応用: 大気粉塵は極めて複雑な多成分混合物で試料を重液分離法で各比重部分に分けて重量測定後, X線回折分析することにより粉塵の特徴を示せた<sup>4)</sup>。蛍光・回折X線分析, X線マイクロアナリシスにより粉塵の存在状態

や各種の化学的組成, 発生源の同定などの知見を得ることができた。

##### 2. 反応速度法による高感度定量法の開発とその応用

V, Mn, Cu, Mo,  $NO_2^-$ , Fe等の触媒反応を利用する反応速度法による高感度定量方法<sup>5)</sup>を研究し, 学術誌に約32編報告した。本法は感度がよく, 簡便な吸光度計と $\pm 0.5^\circ C$ 程度の恒温水槽以外には高価な装置がいらぬ方法である。反応速度法をフローインジェクション分析(10編)や大気粉塵その他の環境試料の分析にも応用した。

##### 3. 教育実績

約40年間にわたり, 山梨大学工学部, 鈴鹿工業高等専門学校, 名古屋大学工学部, 山梨大学工学研究科等で工業分析化学の講義と実験指導を行うとともに, 名古屋大学, 名古屋工業大学, 三重大学等の大学院非常勤講師のほか, 20数年間にわたる日刊工業新聞社通信教育も担当した。教科書として「大学演習工業分析化学」「機器分析基礎講座」等のX線分析部分を執筆し長く活用された。

##### 4. 学会への貢献

1954年以来の本会正会員(現在永年会員)で, 本部庶務理事, 中部支部幹事, 関東支部幹事・常任幹事, 常議員, 「ぶんせき」副編集委員長, 進歩総説小委員会委員長, X線分析研究懇談会幹事委員及び「X線分析の進歩」編集委員, 年会及び分析化学討論会実行委員等としてその運営と発展に尽力した。さらに, 日本分析化学会編「日本分析化学史」の「X線分析」の項を分担執筆, 中部支部主催「機器分析化学講習会(1966年)」で「蛍光X線分析」を担当, 「第28回最新の分析化学講習会」で「フローインジェクション分析法 4. 反応速度法」を担当するなど, 本会活動に多大な貢献をした。

##### 5. 国際交流の推進その他社会的貢献

1980年頃からスリランカ, インド, 中国, バングラデシュ, ポーランド, エジプト等からの留学生や研究者を積極的に受け入れ, その指導に尽力した。また中国の四川大學や成都科学技術大學等の学術交流の開始と発展に先導的役割を果たした。タンタル分析 JIS 検討委員会, 日本学術振興会 19 委員会, 通産省日本工業標準調査会, 甲府市公害対策専門委員会, 甲府市環境保全審議会, 山梨県環境影響評価研究会等の委員, 山梨県教育委員会高等教育指導嘱託, 窯業協会主催「X線の応用に関する講習会」講師として, 社会的にもその経験を生かした多大な貢献をした。

以上のように, 深澤 力君の本会の発展, 分析化学の教育・研究の進展, 国際交流の推進等への貢献は顕著なものがある。

[JFE テクノリサーチ株式会社 石橋 耀一]

### 文 献

- 1) 工業化学雑誌, **63**, 245 ('60). 2) 同上, **64**, 86 ('61). 3) 分析化学, **22**, 745 ('73). 4) Anal. Chem., **52**, 1784 ('80). 5) Anal. Chim. Acta, **113**, 123 ('80).

## 松下隆之氏

(Takayuki MATSUSHITA)  
龍谷大学理工学部教授



1941年11月大阪府に生まれる。1964年大阪大学工学部卒業。1966年大阪大学大学院工学研究科修士課程終了。1966年大阪大学工学部助手。1976年同大学プロセス工学専攻助手。1983年大阪大学より工学博士授与。1988年大阪大学工学部講師(学内)。1986年米国 Texas A & M University 博士研究員, 1989年大阪大学工学部助教授, 1989年同大学退職, 龍谷大学理工学部助教授, 1992年同大学教授。1989年日本分析化学会近畿支部幹事。1990年同会同支部常任幹事。1992年同会常議員。1996年同会「分析化学」編集委員を歴任, 現在に至る。趣味: 囲碁, 将棋および釣り

### 【業績】

#### 金属キレート合成・機能分析化学的研究と環境分析技術振興への貢献

松下隆之君は, 金属キレート化合物の開発とその分析化学への応用および種々のシッフ塩基配位子をはじめとする有機配位子を有する遷移金属錯体の合成, その反応性と分子構造に関し各種の機器分析手法により, これらを明らかにする研究を行ってきた。一方, 長年にわたり分析化学実験や機器分析化学実験の指導を通じて, 多くの学生に分析化学を教育してきた。また, 日本分析化学会の近畿支部の幹事や本部の役員, 「分析化学」の編集委員として日本分析化学会の発展に寄与している。さらに, 環境分析技術協議会でも委員長を務め, 分析化学の立場から環境保全技術の進展に大いに貢献している。研究業績と教育実績ならびに学協会への貢献は以下のようなものである。

#### 1. カチオン性高分子を用いた金属イオンの高感度吸光光度分析に関する研究

金属イオンの高感度分析法, 中でも吸光光度分析法は簡便なことから, 選択的かつ分子吸光係数の大きい発色試薬の開発が注目され, 特に発色の系に界面活性剤を添加により, 吸光度が著しく増大するいわゆる三元錯体はその優れた効果に注目されていた。同君は, カチオン性高分子であるポリ(ビニルベンジルトリフェニルホスホニウム塩)やポリ(ビニルピリジニウム塩)のカチオン性高分子は単分子でミセルを形成することが可能であり, 低分子量の界面活性剤に比較して低濃度の添加で, 低分子量の界面活性剤に匹敵する吸光度が増大することを見いだした。各種発色色素と La, Be や Al などの系について詳細に検討し, 実証している<sup>1)</sup>。

#### 2. 遷移金属イオンの高選択的抽出試薬の開発

同君は, 大環状テトラアザ配位子に官能基を付与し, 有機溶媒に可溶性のオリゴマーの合成に成功した。このオリゴマー配位子は, ニッケル(II)イオンの共存下で銅(II)イオンを選択的に抽出分離可能であることを見いだしている<sup>2)</sup>。さらに, 対応する単量体の配位子と比較し, 抽出速度が顕著に大きくかつ耐酸性に優れ再使用も可能である。オリゴマー配位子の抽出速度向上は, 高分子化による配位子の局部濃縮効果によるものと結論している。さらに, この配位子をポリスチレンに担持させたキレート樹脂を用いて, 銅とニッケルイオンのカラム分離への応用も報告している。

#### 3. 金属錯体の機能と構造に関する研究

金属含有酵素の中で, 遷移金属イオンは生命活動の源となる酸化還元反応の反応中心として, その酸化数をサイクル的に変化させることで機能している。同君は生体系の反応中心を模倣した低分子量のマンガン錯体を設計・合成し, それらの物性と構造を多岐にわたる機器分析手法を用いて, つぎのようにまとめた。

1) 植物の光合成光化学系 II でのマンガン-酸素発生酵素モデルとしてのマンガン(IV)錯体に関する研究

同君は数多くのマンガン錯体を合成し, それらの反応性と構造を明らかにしてきている。サリチルアルデヒド誘導体とジアミンあるいはモノアミンから誘導される種々のシッフ塩基配位子を用いた塩化物イオンを配位させることにより, シクロロマンガン(IV)シッフ塩基錯体として単離することに成功し, 磁化率, 電気化学測定, 電子スペクトルや赤外線吸収スペクトルなどの測定から, その性質を明らかにした。これら一連のマンガン(IV)錯体はその新規性から赤外線吸収スペクトルデータ集に登録された。さらに, 水と反応し酸素の発生が確認され, 光合成の水の酸化反応にかかわるマンガン酸素発生酵素のモデルとして世界に先駆けて報告している<sup>3)</sup>。不安定なこれらマンガン(IV)錯体の分子構造の解析も成功した<sup>4)</sup>。

2) 過マンガン酸イオンを用いる高原子価マンガン錯体の一段階合成と分子構造解析

過マンガン酸イオンを, アセトニトリル溶液中で種々のシッフ塩基配位子と直接反応させ, ジ- $\mu$ -オキソマンガン(IV)シッフ塩基錯体を単結晶で得ることに成功し, これら錯体の分子構造を解析し, 結合距離と磁化率の反強磁性相互作用のパラメーターとの相関性などについて詳細に議論している<sup>5)</sup>。

3) マンガン錯体を触媒とする有機化合物の酸素酸化反応

一連のマンガン錯体を用いて, アルキルヒドロパーオキシドなどを活性剤とする有機化合物の酸素酸化反応を行い, 触媒反応機構について比較検討している。遊離ヒドロキシラジカルを生成する反応機構とは異なる機構で進行するものと考察している。これらの反応の応用として難分解性ハロゲン化炭化水素の分解触媒の開発に関する研究は, 環境浄化の面からその発展が期待されている。

#### 4. 日本分析化学会への貢献

同君は, 分析化学実験・機器分析化学実験の指導を長年にわたり担当し, 多くの学生に分析化学の基礎と応用について教育してきた。また, 日本分析化学会近畿支部の主催する機器による分析化学講習会でも, 長年にわたり吸光光度分析法や蛍光光度分析法の指導にあたった。日本分析化学会近畿支部の幹事, 常任幹事, 「分析化学」誌の編集委員などを担当, 日本分析化学会年会および分析化学討論会の運営に携わり, 学会の発展に寄与してきた。一方で, 近畿地区における環境分析を業務とする各種の企業, 公共機関ならびに大学などで構成される環境分析技術協議会の委員長に就任し, 同協議会の発展に尽力している。さらに, 同君は, 分析化学に関する4編の教科書を執筆し, 最近では錯体・有機金属化学の教科書も執筆し, 分析化学の発展に貢献している。

以上のように, 松下隆之君の一連の業績は, 分析化学の教育・研究の発展並びに社会的に貢献するところが顕著なものがある。

〔堀堀場製作所 池田昌彦〕

文献

- 1) *Anal. Chim. Acta*, **104**, 145 ('79). 2) *Polyhedron*, **4**(6), 1051 ('85). 3) *Chem. Lett.*, **1981**, 631. 4) *Polyhedron*, **19**(18), 2039 ('00). 5) *ibid.*, **17**(1), 105 ('98).

## 瀬戸 康雄 氏

(Yasuo SETO  
科学警察研究所化学第四研究室長)



1957年4月香川県坂出市に生まれる。1982年東京大学大学院農学系研究科修士課程修了、同年香川医科大学衛生化学教室助手。1985年警察庁科学警察研究所化学第二研究室研究員、1991年主任研究員、1996年化学第四研究室長、現在に至る。1990年に「除草剤パラコートのアセチルコリンエステラーゼ活性阻害機構に関する研究」により農学博士（東京大学）。趣味は走る（10回以上ハーフマラソンに参加）。

### 【業 績】

#### テロ・毒物事件における危機管理のための分析法の開発と普及

多数の被害を引き起こす生物化学テロや大規模毒物事件においては、中毒起因物質の検出・同定が、被害者救命、捜査、犯罪の立証のために求められる。瀬戸康雄氏は、科学警察研究所に入所後、毒物の分析、代謝、毒性に関する研究、東京地下鉄サリン事件や和歌山毒カレー事件等の鑑定、並びに都道府県科学捜査研究所等に対する研修指導に従事し、毒物、化学兵器用剤の高感度分析法の開発・応用、生物化学兵器用剤の現場検知法の開発と普及で優れた業績をあげた。以下に同君の主な業績について説明する。

#### 1. 毒物の分析法の開発と応用

同君は、ヘッドスペース-ガスクロマトグラフィー（GC）法<sup>1)</sup>を活用し、生体試料中の有害ガス、揮発性毒物の高感度、迅速、簡便な分析法を確立した。特に、血液中のシアンに関しては従来手法（吸光光度法）と比較して高感度な検出（感度0.5 ng/ml）を達成し<sup>2)3)</sup>、法中毒学分野で標準的な手法を確立した<sup>4)</sup>。また、シアンの試料中における変化・挙動を解析し、活性酸素が関与するシアンの非特異的生成に関する反応機構を解明している<sup>5)6)</sup>。和歌山毒カレー事件では、当初シアンが検出されたと報道されたが、その後中毒原因は亜ヒ酸と判明した。このシアン誤判定の原因が液体中に高濃度含有されるチオシアン酸の影響であることを明らかにして、生体試料分析における落とし穴に対し警鐘を鳴らした<sup>7)</sup>。他の毒物に関しても先駆的な分析法を開発し<sup>8)9)</sup>、鑑識化学分野において標準となる分析化学的手法を確立し<sup>4)10)11)</sup>、数々の毒物事件の鑑定に用いられている。

#### 2. 化学兵器用剤の分析法の開発と応用

松本・東京地下鉄サリン事件では、世界で初めてサリンが民間人に無差別に用いられたが、同君は、事件発生当初から鑑定業務に携わり、コリンエステラーゼ活性測定法を活用して<sup>12)</sup>被害者のサリン曝露、中毒の証明を行っている<sup>13)</sup>。サリン等の神経ガスは容易に加水分解して水溶性のメチルホスホン酸類（RMPA）になる。同君は、シリル誘導体化GC-質量分析（MS）法を活用してRMPAの検出を行い、サリンの物質的証明に導いた。また、技術的に困難とされる土砂<sup>14)</sup>や生体試料<sup>15)</sup>からのRMPAの定量的抽出法<sup>16)</sup>・分析法<sup>17)</sup>を考案した。さらに、催涙剤等<sup>18)</sup>の化学兵器用剤の系統的GC-MS分析

法<sup>19)</sup>、神経ガスと標的酵素との付加結合物のMS検出法<sup>20)</sup>、神経ガス分解物のキャピラリー電気泳動法、化学兵器用剤および関連化合物の一斉迅速LC-MS分析法、マスタードガスの分解物チオジグリコールの誘導体化GC-MS法<sup>21)</sup>を確立し、化学兵器用剤の分析法開発において学術的に多大の貢献している。最近では、生物毒リシンのMS法を用いた先駆的同定方法も開発している。

#### 3. 生物化学兵器用剤の現場検知法の開発と普及

生物化学テロ事件の危機管理的事後処理には、被害者救命のために早急な原因物質の検知が求められるが、長時間を要する専門機関での分析よりも、初動措置隊が実施する現場検知が重要となる。しかし、現場検知技術に関して科学的な取り組みはこれまでになされなかった。同君は、神経ガス、びらん剤、生物毒素（化学兵器禁止法で特定物質に指定）の現場検知法の開発研究に取り組み、イオンモービリティースペクトロメーター<sup>22)</sup>、表面弾性波検出器<sup>23)</sup>や免疫ストリップ<sup>24)</sup>等の市販現場検知器の性能を科学的に検証し、現場運営上の限界を明らかにして、初動措置隊に対する指針を与えている。さらに、化学テロ取り組みの専門家として<sup>25)</sup>、現場ニーズを捉えた、実際に使える、生物・化学兵器用剤の現場検知法の開発に取り組んでいる<sup>26)27)</sup>。

以上、瀬戸康雄氏の生物化学テロ・毒物事件における危機管理のための分析技術の開発と普及に関する業績は、分析化学の発展のみならず安心安全な社会の構築に貢献するところ顕著なものがある。

〔群馬大学工学部 角田欣一〕

### 文 献

- 1) *J. Chromatogr. A*, **674**, 25 ('94). 2) *Anal. Chim. Acta*, **276**, 247 ('93).
- 3) *Jpn. J. Toxicol. Environ. Health*, **42**, 319 ('96). 4) “薬毒物分析実践ハンドブック”, ('02), (じほう).
- 5) *Arch. Biochem. Biophys.*, **321**, 245 ('95). 6) *Anal. Chem.*, **72**, 5187 ('00).
- 7) *ibid.*, **74**, 134A ('02). 8) *J. Chromatogr. B*, **714**, 215 ('98).
- 9) *Arch. Toxicol.*, **78**, 301 ('04). 10) 鑑識科学, **8**, 1 ('03).
- 11) ぶんせき, **2004**, 201. 12) *Arch. Toxicol.*, **62**, 37 ('88).
- 13) “Natural and Selected Synthetic Toxins”, p. 318 ('99), (ACS).
- 14) *Environ. Sci. Technol.*, **35**, 1823 ('01). 15) *J. Chromatogr. B*, **795**, 123 ('03).
- 16) *Anal. Chem.*, **74**, 4709 ('02). 17) *J. Chromatogr. A*, **891**, 295 ('00).
- 18) *J. Forensic Sci.*, **47**, 44 ('02). 19) 法科学技術, **10**, 49 ('05).
- 20) *J. Chromatogr. B*, **776**, 79 ('02).
- 21) *J. Chromatogr. A*, **1061**, 235 ('04). 22) 鑑識科学, **9**, 39 ('04).
- 23) 分析化学, **54**, 83 ('05). 24) *Jpn. J. Forensic Toxicol.*, **22**, 13 ('04).
- 25) “必携 生物化学テロ対処ハンドブック”, ('03), (診断と治療社).
- 26) *J. Health Sci.*, **50**, 133 ('04). 27) *Sens. Actuat. B*, **108**, 193 ('05).

## 平野 愛弓 氏

(Ayumi HIRANO  
Division of Neurophysiology, National Institute for Medical Research, UK)

1969年10月東京都に生まれる。1993年東京大学理学部化学科卒業、1998年同学大学院博士課程修了。日本学術振興会特別研究員を経て2001年日本大学文理学部助手に就任。2003年9月より英国 National Institute for Medical Research に留学、現在に至る。在学中は梅澤喜夫教授の指導を受け、「A New Electrochemical Method for Evaluating Agonist Selectivities for Glutamate Receptor Ion Channel Proteins」で博士(理学)の学位を得る。現在は、脳内伝達物質を対象とするセンシング法の開発と脳内計測への応用に取り組んでいる。趣味は通販。



### 【業績】

#### 大脳中の情報伝達物質を対象とする分子センシング法の開発

生命科学の進歩により生理活性物質を対象とする分析化学が重要性を増す中で、平野愛弓氏は哺乳類大脳内の情報伝達物質、特に神経伝達物質 L-グルタミン酸及び関連物質のセンシング法の開発と“その場”検出への応用を行い、バイオセンシング法の新たな道を開拓した。以下に同君の主な業績を記す。

##### 1. グルタミン酸受容イオンチャンネルのアゴニスト選択性の新規評価法の開発

哺乳類脳内の神経シナプス後膜に存在するグルタミン酸受容体チャンネルは、中枢神経系の情報伝達系において中心的役割を担う受容体タンパク質である。この受容体に対するチャンネル活性化物質(アゴニスト)間の選択性を評価することは薬物スクリーニング等のために重要である。従来、受容体タンパク質のアゴニスト選択性は、専ら、受容体とアゴニストとの結合能を評価する binding assay によって行われてきた。同君は、受容体チャンネルが結合能のみならず、情報変換能をも有することに着目し、受容体チャンネルを透過するイオン量そのもの(情報変換能)を指標とする新しいアゴニスト選択性の評価法を提案した。すなわち、N-メチル-D-アスパラギン酸(NMDA)受容体イオンチャンネルの4種の分子種( $\epsilon 1/\zeta 1$ ,  $\epsilon 2/\zeta 1$ ,  $\epsilon 3/\zeta 1$ ,  $\epsilon 4/\zeta 1$ )すべてについて、それらをラット脳<sup>1)2)</sup>及び発現系<sup>3)~5)</sup>から抽出、精製した後、人工脂質二分子膜に包埋してシングル及びマルチチャンネル電流の記録を行うことによって、チャンネルを透過するイオン量に基づいてアゴニスト選択性を定めた。その結果、イオン透過量に基づく選択性は受容体とアゴニストとの結合能に基づく選択性に比べて著しく縮まっていること、及び binding assay に基づくアゴニスト選択性と情報変換能(イオン透過量)に基づくアゴニスト選択性の序列は一致しないことを発見し、情報変換能に基づく選択性を評価することの重要性を示した。

##### 2. 脳内 L-グルタミン酸の可視イメージング法の開発

脳内での情報伝達物質のその場測定においては、濃度だけでなく、その物質の空間分布を与える方法論の開発も重要である。イメージング法は、生体組織内のその場で対象物質の空間分布を与える優れた方法論であるが、神経伝達物質のような細胞外物質を対象とするイメージング法は極めて少なく、神経伝達物質 L-グルタミン酸について領野間の分布を可視化できた例はなかった。同君は、酵素(グルタミン酸オキシダーゼとペルオキシダーゼ)固定化膜を用い、その上に脳スライスを置く簡便な手法により、脳スライス内での神経伝達物質 L-グルタミン酸放出の領野間の分布をその場で可視化検知できる方法を提案した<sup>6)</sup>。さらに、その方法を、差分解法を用いることにより、L-グルタミン酸放出をそのフラックスとして時間依存的にイメージングする方法へと展開させた<sup>7)</sup>。実際に、虚血刺

激下における海馬スライス内の L-グルタミン酸放出のイメージングに適用し、虚血時の L-グルタミン酸フラックスが領野ごとに異なることを示すことに成功した。同君の開発した方法によるグルタミン酸のイメージング像は、現在最も優れた空間分解能をもつ方法として国内外から高く評価されている。

##### 3. L-グルタミン酸およびアラキドン酸のその場検出法の開発

ガラスキャピラリーにおける毛管現象に基づいて、脳内溶液の極微量をサンプリングし、高感度、かつ高選択的に L-グルタミン酸を検出する電気化学センサーを提案し、脳内の L-グルタミン酸の放出を領野ごとに測定可能にした<sup>8)</sup>。このセンサーは、サンプリング量が微小なため生体系に与える振動が小さい。一方、アラキドン酸は、逆行性神経伝達物質の候補の一つと言われており、放出されたアラキドン酸を脳スライスのその場で検出できる方法の開発が望まれていた。従来の方は脳全体をホモジネートする破壊分析に基づいていたが、同君は、アラキドン酸が平面脂質二分子膜に相互作用して膜に取り込まれチャンネル状の電流を誘起することを見だし、この現象が高感度(nMレベル)なアラキドン酸センサーの原理となることを示した<sup>9)</sup>。同様な現象は、ガラスキャピラリーの先端(直径約1 $\mu$ m)に切り取った生体膜でも起こることを示し、その事実に基づいて超微小生体膜センサーを構築した<sup>10)</sup>。実際にマウス脳海馬スライスを用いて L-グルタミン酸刺激によって放出されるアラキドン酸濃度を測定し、その濃度が海馬内の領野間で異なることを初めて示した。

このほかにも、DNA中の脱塩基損傷を簡便に検出する電気化学センサーの開発<sup>11)</sup>、数ngレベルのDNA中の損傷を高感度に検出するドットプロット法の開発<sup>12)</sup>、グラミシジンシグナルチャンネルに基づく新しいタイプのイオンチャンネルセンサーの開発<sup>13)14)</sup>、ガラスキャピラリーを利用した動電的サンプリング能を持つセンサーの開発<sup>15)</sup>など、生体関連物質を対象とするセンシング法の開発に成功している。

以上、平野愛弓氏は、バイオセンシング法の新しい可能性を追求するとともに、境界領域の研究に分析化学の観点から積極的に取り組み、今まで適切な測定方法のなかった情報伝達物質のその場検出法を開拓する成果をあげており、分析化学の発展に貢献するところは大きい。

[群馬大学工学部 角田欣一]

### 文 献

- 1) *Biosens. Bioelectron.*, **12**, 425 ('97).
- 2) *J. Pharm. Biomed. Anal.*, **19**, 205 ('99).
- 3) *Biosens. Bioelectron.*, **15**, 173 ('00).
- 4) *Anal. Biochem.*, **283**, 258 ('00).
- 5) *J. Pharm. Biomed. Anal.*, **24**, 453 ('01).
- 6) *Anal. Sci.*, **16**, 25 ('00).
- 7) *Anal. Chem.*, **75**, 3775 ('03).
- 8) *Anal. Sci.*, **19**, 55 ('03).
- 9) *ibid.*, **19**, 191 ('03).
- 10) *Anal. Biochem.*, **329**, 163 ('04).
- 11) *Anal. Sci.*, **17** (supplement), i1379 ('01).
- 12) *Anal. Biochem.*, **332**, 358 ('04).
- 13) *Biosens. Bioelectron.*, **18**, 973 ('03).
- 14) *Anal. Sci.*, **20**, 1217 ('04).
- 15) *ibid.*, **17**, 37 ('01).

## 山口 央 氏

(Akira YAMAGUCHI)  
(東北大学大学院理学研究科助手)



1971年静岡県浜松市生まれ。1995年東北大学理学部化学学科卒業、1997年同学大学院理学研究科化学専攻博士前期課程修了、2000年同学大学院理学研究科化学専攻博士後期課程修了。同年、徳島大学サテライトベンチャービジネスラボラトリー研究員。2002年東北大学大学院理学研究科化学専攻助手。学生時代は寺前紀夫教授の指導を受け、「Development of Surface Second Harmonic Generation Spectroscopy and Characterization of molecules at Solid/Liquid Interfaces」で博士(理学)の学位を得る。徳島大学では三澤弘明教授の指導を受け、主にバイオセンサーチップ開発に関する研究に従事。東北大学移動以降はレーザー分光分析およびナノ構造体の創製と分離分析応用に関する研究を行っている。趣味は海水浴。

### 【業 績】

#### 表面第二高調波発生分光法の開発および機能性界面の創製

混じり合わない二相が接する界面領域はクロマトグラフィーや液液抽出、化学センサーなど多くの分析手法における重要な役割を果たすことから、界面化学に関する研究は分析化学における重要な研究領域として位置づけられる。中でも、界面領域において進行する化学過程の分子論的な理解と制御のためには、界面選択的な分光分析手法の開発並びに機能性界面の設計が重要である。山口 央氏は、第二高調波発生(SHG)分光法による界面キャラクタリゼーション手法を開発し、界面吸着分子の会合状態や分子認識過程の解明に大きな成果を挙げた。また、機能性 DNA 単分子膜の形態変化や分子レジスト効果を利用した新規 DNA 検出手法の創案や、固液界面での界面活性剤自己集合構造を利用したシリカナノチャンネル集合体創製など、新規センシングシステムおよび機能性界面に関して極めて興味ある提案を行った。以下に同氏の主要な業績を記す。

#### 1. SHG 分光システムの開発と界面吸着分子の状態解析<sup>1)~5)</sup>

SHG 分光法は、界面領域でのみ発現する二次の非線形光学現象を利用した界面選択的分光分析手法であり、界面吸着分子の吸着量や分子配向性解析等への応用が行われてきた。同氏は、SHG の入射レーザー波長依存性である SHG スペクトルが界面吸着分子の電子スペクトルに対応する点に着目し、新たに SHG スペクトル測定装置の開発を行った。この装置は、波長可変のレーザーシステムと界面から発生する第二高調波の波長分散特性を補償する自動回転ステージを組み合わせることにより SHG スペクトルを自動的に測定できる特徴を有し、これまでほとんど報告例がなかった界面吸着分子の電子スペクトル解析に成功した。

ヘプタン/水および trimethylsilane (TMS) で疎水化処理した石英/水界面におけるローダミン色素の会合構造を SHG スペクトルで解析したところ、ヘプタン/水界面では in-plane 型会合体が形成されること、TMS 修飾石英/水界面では in-plane 型会合体と sandwich 型二量体が共存し、その割合が TMS 修飾率に依存することを明らかにした。ローダミン色素は、バルク水溶液中で通常 sandwich 型二量体を形成することは知られており、上記の結果は、界面特異的な会合体形成と形成因子に関する知見を与えるものである。また、ヘプタン/水界面に吸着したクラウンエーテル誘導体の会合状態を SHG スペクトル測定により確認するとともに、アルカリ金属イオンとの錯生成によってクラウンエーテル誘導体の分子配向性が変化することを見いだした。さらに、固体基板表面に固定化したチオ尿素型レセプター分子の界面特異的な陰イオン認識挙動など、界面を利用した分子認識化学に関する新たな知見を得ることができた。

#### 2. 機能性界面の創製とセンサー応用<sup>6)~8)</sup>

近年、機能性単分子膜の創製とセンサー応用に関する研究が活発に行われている。しかし、検出感度や操作性の改善など、克服すべき課題は多く残されている。同氏は、固液界面における金ナノ微粒子の微小な位置変動、あるいは単分子膜層の分子レジスト効果という物理現象がバイオセンサーの検出原理として有用であることを実証した。

金ナノ微粒子を先端に結合した一本鎖 DNA 単分子膜を金薄膜上に形成すると、二本鎖形成に伴う金ナノ微粒子の微小位置変動が誘起される。この金ナノ微粒子-金薄膜表面間の微小位置変動によって金薄膜表面での表面プラズモン共鳴 (SPR) が大きく変化することを利用して、SPR 分光法による DNA ハイブリダイゼーション検出感度を3桁以上改善することに成功した。また、DNA 単分子膜の分子レジスト効果を用いた DNA ハイブリダイゼーションの可視化検出が可能であることも実証した。以上の研究は、金属ナノ微粒子の微小位置変動や分子レジスト効果といった物理現象が DNA ハイブリダイゼーション検出に有効であることを明示するとともに、新たな原理に基づくユニークな簡便・迅速な次世代 DNA チップの開発に大きく寄与するものと思われる。

#### 3. 微小流路の創製と分離・分析場への応用<sup>9)</sup>

固液界面で自発的に形成されるシリカ-界面活性剤ナノ複合体集積膜は、界面活性剤ミセルを鋳型として形成されるシリカナノチャンネルの集合体であり、均一な細孔径と高い吸着容量から分離分析場としての応用が図られている。しかし、固液界面で形成されるシリカナノチャンネルのチャンネル方向は界面に平行なため、シリカ-界面活性剤ナノ複合体集積膜を介した物質輸送は従来は困難であった。同氏は、陽極酸化アルミナ膜の円柱状アルミナ細孔を反応場としてシリカ-界面活性剤ナノ複合体を形成させたところ、直径 3.4 nm のシリカナノチャンネルアルミナ細孔壁に沿って自己集積化が起こることを見いだした。また、このシリカ-界面活性剤ナノ複合体を導入したアルミナ薄膜 (ハイブリッド膜) は、シリカナノチャンネルの配向性からナノチャンネルを介した物質輸送が可能であり、しかもナノチャンネル直径を利用した分子サイズ選別能を有することが確かめられ、分離分析場としてのナノチャンネルの重要性を明らかにした。

以上のように、山口 央氏は、界面キャラクタリゼーションのための新しい分光測定装置を開発するとともに、機能性界面の創製と分離・分析への応用に関する独創的な研究を行ってきた。これらの研究成果は、分析化学の発展に貢献するところ極めて大と考えられる。

[納佳化分析センター 美濃部正夫]

#### 文 献

- 1) *Anal. Sci.*, **13** (supplement), 85 ('97).
- 2) *ibid.*, **20**, 1523 ('04).
- 3) *J. Phys. Chem. B.*, **104**, 12091 ('00).
- 4) *ibid.*, **106**, 9906 ('02).
- 5) *Chem. Lett.*, **2003**, 798.
- 6) *ibid.*, **2002**, 190.
- 7) *Jpn. J. Appl. Phys.*, **43**, 2767 ('04).
- 8) *Sens. Actuators, B*, **84**, 283 ('02).
- 9) *Nature Mater.*, **3**, 337 ('04).

## 吉田 秀幸 氏

(Hideyuki YOSHIDA)  
福岡大学薬学部助手



1970年12月宮崎県串間市に生まれる。1993年九州大学薬学部製薬化学科卒業、1995年同学大学院薬学研究科博士前期課程修了。同研究科博士後期課程進学後、1997年中退。同年福岡大学薬学部助手に採用され、現在に至る。山口政俊教授（福岡大）の指導の下、2001年「新規ルミノール誘導体及びルテニウム錯体化学発光法による高感度LC検出システムの開発」に関する研究により博士（薬学）の学位を得る。現在は、健康・医療に貢献するための分析化学的研究として、蛍光及び化学発光法を駆使した生体関連化合物の高感度・高選択的分析法の開発を行っている。趣味は、プロ野球観戦、魚釣り。

### 【業 績】

#### 分子内エキシマー蛍光の発現に基づく誘導体化分析法の開発とその応用

吉田秀幸氏は、蛍光分子間相互作用の一種であるエキシマー蛍光現象を誘導体化法に導入することで、反応性官能基を複数有する化合物の特異的な計測を可能とする「分子内エキシマー蛍光誘導体化法」の概念を見いだした。さらに、同法を多くの生体関連化合物の分析に適用することで、その有効性を実証している。以下に、同氏の主要な研究業績を記す。

##### 1. エキシマー蛍光誘導体化法の原理<sup>1)2)</sup>

多官能性化合物をピレン試薬で誘導体化すると、同一分子内に複数のピレン構造が導入される。これにピレン励起光を照射すると、分子内で励起二量体（エキシマー）が形成され、ピレン通常の蛍光波長（モノマー蛍光；360～420 nm）より長波長側の蛍光（エキシマー蛍光；440～540 nm）を発する。一方、試料中に存在する同じ官能基を一つだけ有する化合物（妨害物質）はモノピレン標識されるので、これらと反応液中に過剰に添加された未反応の蛍光試薬はモノマー蛍光を発する。従って、多官能性化合物に由来するポリピレン誘導体からのエキシマー蛍光を分光計測することにより、①多官能性化合物の特異的検出、②一官能性化合物や蛍光試薬からの妨害の低減、③蛍光波長の長波長化及びストークスシフトの増大による高感度化、を同時に達成することができ、目的成分の簡易計測が可能となる。吉田氏は、この分子内エキシマー蛍光誘導体化法の概念を発見し、その原理に基づいて次に示す化合物の高感度・高選択的分析を可能とした。

##### 2. ポリアミン関連化合物のエキシマー蛍光誘導体化分析

生体中のポリアミン及びアセチルポリアミンは腫瘍マーカーの一種である。これらをサクシンイミド型あるいは酸クロリド型のピレン試薬で誘導体化し、対応するポリピレン誘導体からのエキシマー蛍光を検出することで、ヒト尿中のポリアミン類を簡便に定量することを可能とした<sup>1)3)</sup>。この方法では、生体試料中のモノアミン類のピークが著しく低減し、ポリアミンに対する選択性を格段に向上させることができた。その結果、前処理操作を簡略化でき、また検出感度を大幅に向上させることに成功している。

このポリアミン分析法を改良することで、ヒト尿中の塩基性アミノ酸<sup>4)5)</sup>やラット微小透析液中のヒスタミン<sup>6)7)</sup>を高選択的に計測した。また、エキシマー蛍光誘導体化法を、ポリアミン構造を有する医薬品の血中濃度モニタリングに適用し、良好な結果を得た<sup>8)9)</sup>。

##### 3. フェノール関連化合物のエキシマー蛍光誘導体化分析

酸クロリド型のピレン試薬でフェノール性水酸基をラベル化する手法により、ポリカーボネート樹脂の原料であり内分泌攪乱作用が確認されているビスフェノール A のエキシマー蛍光誘導体化法を開発した<sup>10)</sup>。同法と固相抽出法との組み合わせにより、ポリカーボネート製は乳びんから溶出してくる極微量のビスフェノール A の検出に成功した。さらに、国内で最も大量に使用されている有機臭素系難燃剤成分であるテトラプロモビスフェノール A の簡便な分析法を構築した<sup>11)</sup>。

また、このフェノール分析の条件下でピレン試薬がアミノ基とも反応することに着目し、両官能基を有するカテコールアミン類やセロトニンなどの神経伝達物質も同様にエキシマー蛍光誘導体化が可能であることを見いだした<sup>12)</sup>。

##### 4. カルボン酸関連化合物のエキシマー蛍光誘導体化分析

生体中のジカルボン酸は先天性代謝異常症の診断指標の一つである。カルボキシル基と定量的に反応するヒドラジド型のピレン試薬を用いることで、ジカルボン酸のエキシマー蛍光誘導体化-LC 分析を行うことを可能とした<sup>13)</sup>。また、反応液の蛍光スペクトル分析により、ヒト尿中ジカルボン酸総量を概算することが可能となり、従来のGC-MS法に比べ、迅速なマススクリーニングの可能性が示唆された<sup>14)</sup>。スペクトル分析は、LC 精査分析同様、生体試料中のモノカルボン酸類に妨害されることなく、ジカルボン酸検出に対する高い選択性を維持していた。

さらにこのジカルボン酸計測法を改良し、酸性アミノ酸関連化合物の高選択的分析法を構築した<sup>15)</sup>。

このように、吉田秀幸氏は、極めて独創的な視点から蛍光誘導体化分析法における新しい方法論を創製した。さらに、この概念に基づいて多くの生体関連物質に対する高感度・高選択的解析法を構築することで、その有用性を実証し、今後のライフサイエンス研究への新しいアプローチを開拓した。その独創性と実用性は、分析化学の発展のみならず、生命科学の進展に大きく貢献するものである。

〔東京理科大学薬学部 中村 洋〕  
文 献

- 1) *Anal. Chem.*, **72**, 4199 ('00).
- 2) 薬学雑誌, **123**, 691 ('03).
- 3) *Biomed. Chromatogr.*, **18**, 687 ('04).
- 4) *Anal. Sci.*, **17**, 107 ('01).
- 5) *ibid.*, **20**, 557 ('04).
- 6) *J. Neurosci. Methods*, **127**, 11 ('03).
- 7) *Biomed. Chromatogr.*, **17**, 509 ('03).
- 8) *J. Chromatogr. B*, **774**, 165 ('02).
- 9) *Anal. Sci.*, **20**, 489 ('04).
- 10) *Anal. Chim. Acta*, **488**, 211 ('03).
- 11) *分析化学*, **53**, 1501 ('04).
- 12) *J. Chromatogr. B*, **821**, 88 ('05).
- 13) *J. Chromatogr. A*, **1010**, 37 ('03).
- 14) *Anal. Chim. Acta*, **534**, 177 ('05).
- 15) *分析化学*, **52**, 1113 ('03).