

## 2005 年度 フローインジェクション分析研究懇談会

### 各 賞 受 賞 者

2005 年度 JAFIA の各賞受賞者が下記の通り決定し、2005 年 10 月 7 日（金）に高知開館にて開催の第 46 回フローインジェクション分析講演会において表彰されました。

受賞者の方々の栄誉を称え、ますますのご健勝とご研究のご発展をお祈り致します。

#### (1) FIA 学術賞

木羽 信敏 氏（山梨大学大学院医学工学総合研究部）

業績「固定化酵素を用いる化学発光検出フローインジェクション分析法の高感度化、高機能化に関する研究」

本水 昌二 氏（岡山大学大学院自然科学研究科理学系）

業績「フローインジェクション法を用いる微量化学分析」

#### (2) FIA 技術開発賞

島川 勝之 氏（株式会社ダイアインストルメンツ）

服部 一彌 氏（株式会社 HME）

業績「フローインジェクション分析法を採用した自動分析装置の開発」

（フローインジェクション分析褒賞委員会）

2005年度日本分析化学会・フローインジェクション分析研究懇談会  
フローインジェクション分析学術賞

本水昌二君  
Shoji MOTOMIZU  
岡山大学大学院自然科学研究科教授



1944年岡山県に生まれる。1966年岡山大学理学部化学科卒業、1968年岡山大学大学院理学研究科化学専攻修了。同年岡山大学理学部助手、1985年同助教授、1992年同教授、2005年4月同大学自然科学研究科教授（配置換え）、現在に至る。1973年「ニトロソ化合物によるコバルトの抽出平衡と吸光光度定量」の研究により、京都大学理学博士。1983~1984年アメリカ合衆国アリゾナ大学博士研究員。1975年日本分析化学会奨励賞、2000年ワルシャワ大学メダル、2001年日本分析化学会賞受賞。1994~2004年度フローインジェクション分析研究懇談会委員長。

【業績】フローインジェクション法を用いる微量化学分析

本水昌二君は、多年にわたり、フローインジェクション分析法 (FIA) に関する基礎・応用面における研究を進め、FIA を用いる微量/超微量化学分析の分野で精力的研究を行い、幾多の有用な成果を挙げた。特に、高感度化学分析法開発とその実際的な応用を目指し、装置開発、検出反応系の開発、前処理システム開発を手がけ、実際分析への応用研究を進めてきた。以下に主な研究業績の概要を述べる。

(1) FIA 装置開発に関する研究

FIA 研究開始当初、我国では HPLC 用プランジャー型ポンプを用いる研究が主流であったが、脈流が大きく、その低減化に苦労していた。そこで、FIA に適するポンプの探索を続け、ストローク当たりの吐出量が小さく、しかも交互に吐出する国産のダブルプランジャー型ポンプを 1983 年に見出し、初めて FIA に利用した[1]。この種のポンプでは、混合が迅速・効率的に行なわれ、高感度化に好都合で、反応コイルの 150℃ 程度の加熱、更には流路にカラム等を装着しても問題とならない。耐有機溶媒にも優れ、FIA 溶媒抽出法を大きく進展させた。以後、この種のポンプが我が国では主流となり、汎用されるに至った。この送液原理に基づくマイクロフロー-FIA を開発した[2]。バッテリー駆動/携帯型 FIA を開発し、オンサイト分析を可能にした[3]。

(2) FIA 用オンライン前処理装置の開発

溶媒抽出用微量相分離器を開発し[4,5]、界面活性剤[6]、アルカリ金属イオン[7]の高感度定量に利用した。ガス透過装置の開発を行い[8]、接着剤を用いない二重構造のガス拡散装置の開発に成功し、二酸化炭素、アンモニアの選択的高感度定量を可能にした[9-11]。硫酸イオン測定のために、硫酸バリウム沈殿反応促進用カラムを開発し、高感度化を達成した[12]。アルカリ金属分離用シリカゲルカラム[7]、硝酸イオン還元用微小カラム開発[13]、低圧水銀ランプ/紫外線照射装置による硝酸イオンの還元[14]、有機態リン化合物、窒素化合物の酸化分解を行なった[15]。クロマトメンブレンセルを用いて、大気汚染物質の

二酸化窒素、二酸化硫黄、ホルムアルデヒド等の捕集/高感度定量を可能とした[16-18]。

(3) FIA 用高感度検出反応系の開発

イオン会合反応を利用する陰イオン、陽イオン界面活性剤[19-22]、リン、ケイ素[23-25]、アルカリ金属イオン/クラウン錯体[6]の応答等を開発した。ホウ素、亜硝酸及び硝酸イオン、アンモニアなどの高感度蛍光検出系を開発した[26-31]。

(4) オンライン固相捕集/誘導結合プラズマ質量分析法、発光分析法

誘導結合プラズマ質量分析法、発光分析法のための簡便なオンライン前処理装置を開発し、海水、河川水中の微量・超微量金属イオンの定量、ヒ素 (III) と (V)、クロム (III) と (VI) のスピーシエイションを可能とした[32]。

以上、本水昌二君は多年にわたり、FIA による化学分析の高度化を目指し、幾多の微量・超微量化学分析法の開発に成功し、FIA 研究の発展に大きく貢献するところ顕著なものがある。

[フローインジェクション分析褒章委員会]

文献

- 1) 分析化学, 33, 116 (1984). 2) 分析化学, 47, 375 (1998). 3) 分析化学, 48, 477 (1999). 4) Anal. Sci., 2, 493 (1986). 5) Anal. Chim. Acta, 220, 275 (1989). 6) Anal. Sci., 3, 265 (1987). 7) Analyst, 113, 743 (1988). 8) Anal. Chem., 59, 29 (1987). 9) 分析化学, 36, T81 (1987). 10) 分析化学, 36, T132 (1987). 11) 分析化学, 48, 253 (1999). 12) Talanta, 64, 1147 (2004). 13) 分析化学, 47, 375 (1998). 14) Anal. Chim. Acta, 308, 406 (1995). 15) Anal. Sci., 14, 941 (1998). 16) Anal. Sci., 20, 113 (2004). 17) Talanta, 57, 1342 (2002). 18) Talanta, 67, 1014 (2005). 19) 分析化学, 38, T143 (1989). 20) Anal. Sci., 7, Suppl., 301 (1991). 21) Mikrochim. Acta, 106, 67 (1992). 22) Anal. Chim. Acta, 261, 471 (1992). 23) Talanta, 30, 333 (1983). 24) Analyst, 112, 295 (1987). 25) Talanta, 66, 332 (2005). 26) 分析化学, 32, 458 (1983). 27) 分析化学, 33, 116 (1984). 28) 分析化学, 34, 518 (1985). 29) Talanta, 33, 729 (1986). 30) Anal. Chim. Acta, 193, 343 (1987). 31) Talanta, 60, 1277 (2003). 32) Talanta, 66, 529 (2005).

2005年度 日本分析化学会フローインジェクション分析研究懇談会  
フローインジェクション分析学術賞

木羽 信敏 君  
Nobutoshi KIBA  
山梨大学大学院医学工学総合研究部



1943年石川県に生まれる。1972年名古屋大学大学院工学研究科博士課程満了。1973年山梨大学工学部講師。1975年同助教授。1998年同教授。2003年同大大学院医学工学総合研究部教授(改組)、現在に至る。1985年6月より2年間米国インディアナ大学博士研究員。

〔業績〕 固定化酵素を用いる化学発光検出フローインジェクション分析法の高感度化、高機能化に関する研究

化学発光反応を用いる分析法は高感度だが、選択性に乏しく、反応が迅速に進行・減衰するため、バッチ法では再現性が悪い。酵素は基質特異性が極めて高いので、目的成分の選択的検出に有用な試薬である。化学発光検出法と酵素法とを組み合わせたFIA法により、簡便迅速、高精度で高感度な選択性の高い分析が可能となる。さらに、固定化酵素として用いることにより流路数の削減と酵素の繰り返し利用が可能となるが、その実用性は固定化酵素の寿命によって決まる。木羽信敏君は、連続流れ系で安定な固定化酵素の調製とそれらを用いる化学発光検出FIA法の高感度化、高機能化の研究を行ってきた。以下にその概要を示す。

#### 1. 固定化酵素充填リアクターの設計

各酵素に最適な担体に、各種固定化法によりフローシステム中で長時間安定に使用でき、かつ高効率な固定化酵素リアクターの製作を試みた。酸化酵素[1-12]、脱水素酵素[13-24]、加水分解酵素[11,25,26]を単独又は同時固定化し、安定性の高い高性能酵素リアクターを製作し、D-グルコース[1,5,22]、D-フルクトース[16]、ショ糖[25]、オリゴマルトース[15]、オリゴガラクトース[3,18]、D-マンニトール[16]、D-ソルビトール[17]、1,5-アンヒドログルシトール[27]、D-キシロース[17]、グリセリン[13]、L-リンゴ酸[20]、3-ヒドロキシ酪酸[21]、尿酸[6,5]、L-アラニン[14]、L-チロシン[2,4]、L-グルタミン酸[8]、L-リシン[10]、L-フェニルアラニン[2,23]、L-分岐鎖アミノ酸[2,24]、ヒスタミン[6,9]、コリン[6,11]、アセチルコリン[11]、NADH[12]の特異的なFIA法を提案した。

#### 2. 脱水素酵素基質の化学発光検出FIAシステムの開発

脱水素酵素を用いる酵素法では、補酵素NAD/NADHの増減を吸光法で、より高感度には蛍光法で、検出する。NAD/NADHを補酵素とするほとんどの脱水素酵素反応が塩基性溶液中ですばやく進行することとNADH酸化酵素及びレミノール化学発光反応が塩基性で高効率に進行することを利用した化学発光検出FIAシステムを開発し、fmolオーダーの3-ヒドロキシ酪酸[21]、D-グルコース[22]、L-分岐鎖アミノ酸[28]、L-リンゴ酸[20]、

グリセリン[13]の高感度定量法を提案した。

#### 3. 多成分同時計測用フロースルーセンサの開発

酵素反応をフローセル中で進行させる化学発光検出フロースルーセンサを提案し、尿酸センサ[7]、ヒスタミンセンサ[9]、分岐鎖アミノ酸センサ[24]を組み込んだ一回路FIAシステムを開発した。次に、化学発光反応が素早く進行し、減衰することを利用して、フローセル内で、酵素反応と化学発光反応を逐次進行させる多成分同時計測フロースルーセンサを提案し、尿酸とL-グルタミン酸[8]、D-グルコースと3-ヒドロキシ酪酸[29]、コリンとアセチルコリン[11]の二成分同時定量用一回路FIAシステムを開発した。さらに、尿酸、L-グルタミン酸、L-リシンの三成分を同時に定量できるフロースルーセンサシステム[10]を構築した。

以上、木羽信敏君のフローシステムに適合した固定化酵素の調製とそれらの化学発光検出FIA法への適用と高度化、高機能化に関する研究はFIAのみならず分析化学全般の進歩発展に寄与するところ顕著なものがある。

〔フローインジェクション分析表彰委員会〕

#### 文献

- [1] Talanta, 31, 131(1984).
- [2] J.Chromatogr., 303, 396(1984).
- [3] J.Chromatogr., 463, 183(1989).
- [4] Anal.Chim.Acta, 224, 133(1989).
- [5] Anal.Chim.Acta, 269, 187(1992).
- [6] Anal.Chim.Acta, 354, 205(1997).
- [7] Anal.Sci., 16, 1203(2000).
- [8] Anal.Sci., 17, 929(2001).
- [9] Anal.Sci., 17, 1161(2001).
- [10] Anal.Chem., 74, 1269(2002).
- [11] Anal.Sci., 19, 1647(2003).
- [12] Anal.Chim. Acta, 298, 129(1994).
- [13] Talanta, 43, 1761(1996).
- [14] Anal.Chim. Acta, 239, 307(1990).
- [15] J.Chromatogr., 537, 443(1991).
- [16] Anal.Chim.Acta, 243, 183(1991).
- [17] Anal.Chim.Acta, 248, 367(1991).
- [18] J.Chromatogr., 549, 127(1991).
- [19] Anal.Chim. Acta, 256, 221(1992).
- [20] Talanta, 42, 1751(1995).
- [21] Anal.Chim.Acta, 290, 357(1994).
- [22] Anal.Sci., 11, 605(1995).
- [23] Talant, 44, 131(1997).
- [24] Anal.Chim. Acta, 375, 65(1998).
- [25] 分析化学, 42, 649(1993).
- [26] Talanta, 42, 449(1995).
- [27] Anal.Chim.Acta, 271, 47(1993).
- [28] Anal.Chim.Acta, 311, 71(1995).
- [29] Anal.Sci., 19, 1203(2003).

2005年度 日本分析化学会フローインジェクション分析研究懇談会  
フローインジェクション分析技術開発賞

島川 勝之

K atsuyuki SHIMAKAWA

(株) ダイアインストルメンツ

服部 一 彌

Kazuya HATTORI

(株) HME

島川勝之君:

1966年 一橋大学卒業, 同年三菱化成工業(株)(現三菱化学)入社。三菱モンサント化成 石油添加剤, 海外部, III-V 族化合物半導体, など担当のうち, 1999年(株)ダイアインストルメンツに転任現在に至る。

服部一彌君:

1977年 武蔵工業大学中退。同年服部鍍金工業所入社。1991年 (株)HME 設立 代表取締役就任。2002年 FIA 事業参入, ダイアインストルメンツ向け OEM 供給開始

ロム分析装置は, 土壤溶出液中の六価クロムを



【業績】

フローインジェクション分析法を採用した自動分析装置の開発

1. 水質汚濁防止法に関わる分析装置の開発上市  
水質汚濁防止法に関わる分析装置として全りん分析装置, 全窒素分析装置, 硝酸・亜硝酸分析装置, アンモニア性窒素分析装置を開発上市している。これらの装置は下記に示す定量下限を保証すると共に企業などでの実用分析を考慮し, フロー内での分解・測定結果の自動処理を可能にしたシステムも併せて開発した。

分析項目	定量下限
全りん	10 ppb
全窒素	10 ppb
硝酸・亜硝酸性窒素	5 ppb
アンモニア性窒素	10 ppb

その他, 水質分析用の専用装置としてシリカ, ヒドラジン, 鉄分析用のフローインジェクション分析装置を開発した。これらの装置も今後市販化が予定されており, 有用性が期待される。

2. 土壤汚染対策, RoHS指令に関わる分析装置  
土壤汚染対策に関わる分析装置として六価クロム分析装置を開発上市している。この六価ク

ロム分析装置は, 土壤溶出液中の六価クロムをジフェニルカルバジド吸光光度法で選択的に測定する装置である。定量下限: 5 ppb, 測定時間: 50 検体/時間の性能を有し, 溶出液をセットすれば試料の注入からデータ処理までの一連操作を自動的に行うシステムも開発されている。又, 本システムは2006年7月より施行される欧州のRoHS指令の六価クロム測定にも応用されている。

3. オンライン分析装置

フローインジェクション分析装置としてオンライン測定システムへの開発上市も行なっている。一例としては化学工場の生産プロセス管理の為にサンプリング・希釈・分解・吸光光度検出・データ処理・上位プロコンへのデータ送信を完全自動化したフローインジェクション法による全自動分析装置を開発した。本システムは24時間オンラインで工場の安定操業の為に実動している。

以上, 島川君, 服部君により共同開発されたフローインジェクション法を導入した自動分析装置は水質汚濁防止, 土壤汚染用分析装置として市販され, 多くの企業の環境管理, プロセス管理に導入・利用されている。また, さらに迅速・簡単な自動分析装置の技術開発を行っている。同分析法及び実用分析化学の発展に貢献するところ顕著なものがある。

(フローインジェクション分析褒賞委員会)