

FIA 研究会の思い出 — 研究会創設時から FIA 法の上水試験方法採用まで —

山本 秀雄

元(株)日立製作所計測器事業部科学機器システム本部：(自宅) 274-0821 千葉県船橋市七林町 115-3-107

1. はじめに

1975年 J.Ruzicka と E.H.Hansen により, “Flow Injection Analysis. Part I, A New Concept of Continuous Flow Analysis” と題し FIA の概念が Anal. Chim. Acta, に報告された。

私と FIA との出会い は 1980 年, 福岡教育大学 大島文男教授から “FIA を用いた河川水の分析” のお話をうかがったときであった。失礼ながら “眉唾ではないのか?…” と思うほどうまい話であった。“一度実験室を見にきませんか?…” というお誘いをいただき, 夏の暑い日, 鹿児島本線・赤間駅(当時, 教育大前駅は無かった)で降り, 汗をかきながら長い坂道を登り大学の研究室を訪問した。

1mm φ I.D. の細管内を試料と試薬が流れているうちに拡散・反応が促進され, 水質の湿式分析項目が C.V. 1% 以下の再現性で得られる。迅速な分析と良好な分析値再現性はマジックを見ているような気分であった。強烈な印象であった。実験機はペリスタリックポンプ, 切換バルブ, 1mm φ I.D. テフロンチューブ, 反応槽, フローセルを取付けた分光光度計, 卓上記録計という簡単な構成であった。(先生は細管内の詰りを心配され 0.5mm φ I.D. のチューブは使われなかった)。研究室では環境水中のリン酸イオン, 全リン, アンモニア性窒素, 亜硝酸性窒素, 硝酸性窒素, 全窒素, 陰イオン界面活性剤など多くの実試料を FIA で測定されていた。化学実験室にピーカー, メスフラスコ, ピペットなどが見当たらないのにも驚かされた。1983 年, わが国最初の FIA 専門書<フローインジェクション分析法>が J.Ruzicka, E.H.Hansen(著), 石橋信彦, 与座範政(訳)により, 化学同人から発刊された。これが日本の FIA 普及の始まりでもあった。

上野景平, 喜納兼勇(著)<フローインジェクション分析法>(講談社 1983 年), 高島良正, 与座範政(編)<図説フローインジェクション分析法>(広川書店 1989 年), 黒田六郎, 小熊幸一, 中村洋(著)機器分析実技シリーズ<フローインジェクション分析法>(共立出版 1990 年), 石橋信彦, 今任稔彦(著)<分析化学ハンドブック・フローインジェクション分析>(朝倉書店 1992 年)の成書が発刊された。

1984 年に FIA 研究会が誕生し, 年 2 回の頻度で<Journal of Flow Injection Analysis [1]>(以下, J. of FIA. と略す)が発刊され, 技術論文や文献情報は研究者や分析技術者に重



写真 1: FIA 研究会創設にご尽力された故・石橋信彦教授 (写真提供: 今任稔彦教授)

宝がられ, FIA 普及に大きく貢献された。

<ぶんせき>には, 多くの先生方によって, FIA の解説, 進歩総説, 技術報告などが執筆掲載され FIA 普及の追風となった[2]-[16]。

2. FIA 研究会創設時の思い出

2.1. 研究会事務量の積算依頼

新潟大学で分析化学会第 32 年会が開催された 1983 年, 石橋信彦教授(九大工)は FIA 研究会の創設を計画しておられた。保田和雄副技師長(日立・那珂)を經由し, 研究会運営の年間の事務量と経費積算の依頼があった。研究成果発表の論文誌を年 2 回, 会員交流の場としての機関誌の発行を年 2 回, 研究発表講演会を年 2 回(九州地区で 1 回, 岡山, 大阪, 名古屋, 東京地区などで 1 回)開催する構想であった。

2.2. 事務量 100 人・日/年, 経費 280 万円/年

研究会の事務量は 100 人・日/年, 研究会運営経費は 280 万円/年が必要という試算結果を報告した。

支出内訳は, 論文誌印刷代(2 回)100 万円, 会報誌印刷代(2 回)50 万円, 論文・機関誌の発送費(2 回)20 万円, 講演会会場費 15 万円, 講演要旨集印刷費(2 回)20 万円, 懇親会費(2 回)30 万円, 通信費 10 万円, 会議費 10 万円, 学生アルバイト費・消耗品費 25 万円, 事務局旅費はゼロで積算した。

支出のうち印刷費の占める割合が高く, これを抑える必要があった。低減策は, ①原稿フォーマットを定め版下原稿で投稿, ②論文, 投稿原稿の事前審査制度の採用, ③審査内容を反映した最終版下原稿を再提出いただき, オフセッ

ト印刷する方法を提案させていただいた。効果として、①技術内容の誤植防止、②校正時間の短縮化による事務量の低減、③審査制度により客観的な技術情報が掲載でき、研究会の信頼性向上が図れる重要な内容と考えた。

賄う財源として、年会費 60 万円（会費¥3000、会員 200 名、論文誌・機関誌代を含む）、講演会参加費 36 万円（講演要旨集含む。参加費¥3000、60 名/回、2 回開催）、懇親会参加費 14 万円（参加費¥2000、35 名/回、2 回開催）で、会員から収入のみでは研究会の運営は成り立たず、企業に援助をお願いすることとなった。

賛助会費 110 万円(15 社)、広告代 30 万円 (5~6 社)、講演会付設展示費 30 万円 (5~6 社) の計 170 万円を支援していただく必要があり、石橋教授は上京の度に、研究会設立の挨拶と賛助会員の協力お願いに各企業を訪問された。

機器・試薬企業、団体に賛助会員として協賛頂けるよう FIA 研究会設立趣旨書[17]と研究会会則[18]作成などのお手伝いもさせていただいた。会員募集案内の発送を各社に協力いただき、工学、理学、農学、薬学、医学関連の大学、官庁、民間企業の研究者・分析技術者に研究会への入会案内が配布された。

日立製作所でも技術情報誌、「The Hitachi Scientific Instrument News」の発送時に、研究会設立趣旨書、入会案内書と第 1 回講演会プログラムを同封した。

2.3. 第 1 回講演会は博多で開催

九州大学工学部石橋研究室の皆様のご尽力により 1984 年 1 月 FIA 研究会が発足され、第 1 回 FIA 講演会は 1984 年 2 月 24 日、福岡市の「はかた会館」で開催された。開会の辞で、石橋信彦教授は熱っぽく研究会発足の抱負を語られた。

桐柴恭二教授（岡大理）の「FIA の基礎と応用」、小島次雄教授（京大理）の「酵素を固定化した反応管を用いた FIA」、メーカーからの発表として「FIA のプロセスへの応用」（電気化学計器、中井陽作）、「高圧全溶媒型送液ポンプ PR-4 型を用いたフローインジェクションと応用」（日本分光、関



写真 2：FIA 講演会風景

望)、「FIA における Sandwich 法と Segmented flow 法との補間関係」（日立・那珂、黒石忠文）[19]の 5 つの演題と、「FIA の実用性」と題しパネル討論が実施された。パネラーには石橋信彦教授（九大工）、大島文男教授（福教大）、喜納兼勇部長（同仁化学研）、与座範政博士（九大理）と講師 5 名が加わり、熱気を帯びた講演会であった。

第 2 回 FIA 講演会は小島次雄教授（京大理）のお世話により大阪科学技術センターで開催された。FIA 講演会は軌道にのり、開催地は福岡から、大阪、岡山、広島、名古屋、東京、仙台と、順次西から東へと広がって行った。

2.4. 会誌「J. of FIA」の発行

事務局の最大の業務は会誌の発行であった。「J. of FIA.」には技術論文の他に、FIA の学会情報や文献情報が掲載され研究者や分析技術者に重宝がられ FIA 普及に大きく貢献された。会員にとっては有難い会誌であったが、事務局は原稿執筆を依頼する傍ら、各学会の FIA 口答発表、論文、文献調査など大変な努力が必要であったと思う。「J. of FIA.」発刊に携われた FIA 研究会誌編集委員長の石橋信彦教授と今坂藤太郎助教授（九大工）、今任稔彦博士（九大工）、与座範政博士（九大理）のご尽力によるところが大であった。

当初、会誌「J. of FIA.」[20]と「FIA 研究会会報」[21]は別に発行されていたが翌年「J. of FIA.」に合冊された。J. of FIA. 2 代編集委員長は和田弘子教授（名工大）、3 代編集委員長には河島拓治教授（筑波大）が担当され、4 代編集委員長には酒井忠雄教授（愛知工大）が活躍されている。

「J. of FIA.」の表紙は、佐藤美樹子嬢（九大理）のデザインによるもので、FIA 細管内の反応イメージが力強く表現され研究会の顔となり現在も活躍している。（FIA 講演要旨集の表紙形態も第 1 回講演要旨集を継承されている。多謝。）

2.5. 世話人会組織で中立性を確保

大学、官庁、企業の人々で構成の世話人会が組織された。講演会の昼休み時間に昼食をとりながら、運営報告や次回以降の FIA 講演会プログラム審議や将来方向の確認などが



写真 3：講演会終了後の情報交換の懇親会

世話人会で審議されている。

講演会は開催地の先生方で、講演会の企画からプログラム作成、講演会開催の運営が行われた。講演会終了後、情報交換を目的に懇親会が催され、大先生、若い研究者、企業からの参加の分析技術者、講演会では裏方の研究室の学生さんも参加し賑やかな懇親の場になった。会長の挨拶に引き続き、長老・桐栄恭二教授の乾杯で懇親会の宴が始まるのが常だった。

2.6. 盛んな国際学会への参加・交流

1988年、International Conference on Flow Injection Analysis, Flow Analysis IVが米国ラスベガス市で開催され、石橋信彦教授(九大工)、和田弘子教授(名工大)、桐栄恭二教授(岡大理)、本水昌二教授(岡大理)、酒井忠雄教授(朝日大)、出口俊雄教授(熊本大理)、伊永隆史博士(岡大理)ら10数名の人々が参加された。

1987年5月、第1回中国流動注射分析学術報告会(中国FIA学会講演会)に、鈴木繁喬教授(都立大工)、桐栄恭二教授(岡大理)が参加された。1989年10月、第2回中国流動注射分析学術報告会には、石橋信彦教授(九大工)、和田弘子教授(名工大)が招待講演で参加された。

WCFIA' 92 (Arizona) には、河野拓治教授(筑波大化)が参加された。

国際学会に出席された先生方は、会誌“J. of FIA.”やFIA講演会で会員に報告された。

会誌“J. of FIA.”に海外の研究者からの投稿も増え、国際化の輪が広がっていった。

3. FIA 研究会の発展期

3.1. FIA 法が JIS 一般通則に採用

1987年7月FIA通則原案作成委員会が設置、1988年5月JIS一般通則原案を作成、日本工業標準調査会の審議を経て1989年2月、日本工業規格K-0126-1989が制定された[22]。

FIA通則原案作成委員会は、石橋信彦教授(九大工)を委員長に、川瀬 晃(工技院化技研)、鈴木繁喬(都立大工)、山田正昭(都立大工)、和田弘子(名工大)、黒田六郎(千葉大工)、喜納兼勇(同仁化学研)、伊永隆史(岡大工)、浅野泰一(電気化学計器)、本橋亮一(東亜電波)、木村茂行(日本分光)、保田和雄(日立)氏ら委員22名の先生方が携わり、審議を重ね通則原案が執筆された。交通の利便性で、新丸ビル会議室をご要望されることもあり、お世話させていただいた。

海外では公定分析法化の動きがあるなかJIS K-0126-1989として制定されたことは大変意義深いことであった。

3.2. 研究会の名称変更と活動内容の拡大

第10回講演会は河野拓治教授(筑波大化)のお世話により、1989年1月筑波学園都市研究交流センターで開催された[23]。科学新聞に「第10回FIA研究講演会開く。急速な普及をみせるFIA法」と題し、FIA研究会と講演会の内容が紙面を大きくさいて紹介された[24]。

“フローインジェクション分析研究会”は1990年4月“(社)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”に改組・名称変更、活動内容はさらに拡大していった。

その1は、FIA技術講習会の開催である。分析化学会九州支部では、毎年7月の博多祇園山笠の頃、分析化学講習会で既にFIA技術講習会を実施していた。

FIA研究会主催のFIA技術講習会は、第1回が岡山大学(世話人:本水昌二教授,1992.7)、第2回が名古屋市工業研究所(世話人:酒井忠雄教授,1996.7)、第3回が山梨大学(世話人:山根 兵教授,1999.11)で開催された。



写真4: FIA技術講習会(山梨大1999.11)

大学や企業の研究室から実験装置が持込まれ、実習指導の先生方やメーカー技術者の熱のこもった技術講習会に、受講者は充分満足された講習会であった。

その2は、他研究会との交流である。セパレーションサイエンス講演会は、ガスクロマトグラフ研究懇談会、液体クロマト研究懇談会、イオンクロマト研究懇談会、電気泳動研究懇談会、FIA研究懇談会が共同で、年1回開催されている。

1997年7月、小熊幸一教授(千葉大工)のお世話で開催されたセパレーションサイエンスSS'97(第29回FIA講演会と合同で実施)付設のワークショップ「あなたが測る身近な環境」～市民分析化学講座～と題し、水質分析をテーマに一般消費者にむけて講演会と分析技術の実演が行われた。生活協同組合、市民消費組合の奥様が、清涼飲料水、井戸水、水道水、河川水などを持参し、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素…等の分析が行なわれ、いつもとは変わった雰囲気と賑やかさであった。



写真5：SS'97付設ワークショップ
《あなたが測る身近な環境》

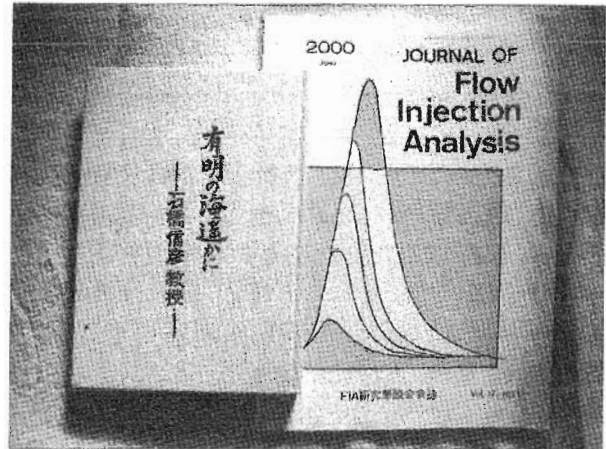


写真6：追悼集“有明の海遥かに〜石橋信彦教授〜”と
研究会誌“Journal of Flow Injection Analysis”

3.3. 突然の石橋信彦教授の訃報

1991年8月、熊本で International Conference on Flow Injection Analysis, Flow Analysis Vが23ヶ国の研究者が参加し開催中、実行委員長の石橋信彦教授が急逝された。

幕張で開催の“91分析機器展”日立グループ纏めで熊本には参加できなかったが、訃報は九州に出張中の日製産業・神道千秋氏から幕張メッセ展示会場に届けられた。耳を疑った。吃驚した。にわかに信じることができなかった。10日程前、先生が上京、新丸ビルにお立寄りになられ、軽い食事をしながら、FIAの将来展望のお話を交わしたばかりであった。

新聞各紙で訃報が報じられた。J. of FIA.[25]、ぶんせき[26]に追悼文が掲載。Analytical Chemistry [27]、Talanta [28]、Analytica Chimica Acta [29]の国際的な分析化学専門誌、3誌にも訃報が掲載された。世界の多くの分析化学者からいかに惜まれていたかの証でもある。九州大学工学部応用物質化学科応用分析化学講座から、多くの人々から惜別の言葉を収録された、p332の追悼集“有明の海遥かに〜石橋信彦教授〜”が発行された[30]。

和田弘子教授（名工大）のお世話で開催された第19回FIA講演会〜石橋信彦先生を偲んで〜は、優しい眼差しの石橋先生の遺影と大きな花が添えられ印象的な講演会であった[31]。

1991年9月FIA研究懇談会会長は、大倉洋甫教授（九大薬）に引継がれた。

3.4. FIA研究懇談会事務局は岡山大学理学部へ

1994年4月、本水昌二教授（岡山大理）にFIA研究懇談会会長と事務局が受継がれた。

第21回講演会は1994年9月、日立製作所 那珂工場 バイオメディカルセンターで開催された[32]。

「麦酒の苦味分析の実試料への応用」（麒麟麦酒・〇佐久間修

三、菊池長次）、「多成分定量用FIA装置による水質分析」（NKK・〇熊田光男、吉川裕泰、小松繁一、船曳佳弘）、「湿式亜鉛精錬工程液中のコバルトの自動分析」（三菱マテリアル・〇林部 豊、佐山恭二）などFIA法を実用化された企業から発表していただいた。実用化のご苦勞が溢れた熱のこもった報告となった。

日立製作所から、反応終点計測の公定分析法とFIA法の両者の利点を兼ねそなえた新しい概念のシングルショットFIA法の発表を行った。「シングルショットFIA法による原子吸光光度法への応用」、「シングルショットFIA法による硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素測定の見直し」、「シングルショットFIA法による接触反応の見直し」の3報である。

分析ソフト開発のテクノリサーチセンターと、計測器製作工場の見学会も催し、多数の方々の参加をいただいた。メーカーを会場にして行なわれた講演会はこれが最初であった。市街地から離れているため昼食は社員食堂でとっていただいた。

3.5. 15周年記念《33回講演会》《表彰》《研究会15年の歴史パネル展》《技術論文集》

1998年12月、FIA研究会創設15周年記念の第33回FIA講演会は、今任稔彦教授（九大工）のお世話により、九州大学国際交流センターで開催された[33]。初めての2日間にわたる講演会で、招待講演2題、特別講演5題、一般講演15題の発表と、研究会として初の表彰がFIA講演会で実施された。

学術栄誉賞は、研究会創設の故・石橋信彦（元・九大工）氏をはじめFIAでご活躍された大倉洋甫（元・九大薬）、黒田六郎（元・千葉大工）、佐藤昌憲（京都工繊大）、鈴木繁喬（元・都立大工）、桐栄恭二（元・岡大理）、山本勇麓（元・広大理）氏に授与された。

学術賞は、与座範政（前・九大理）、河島拓治（筑波大化）、

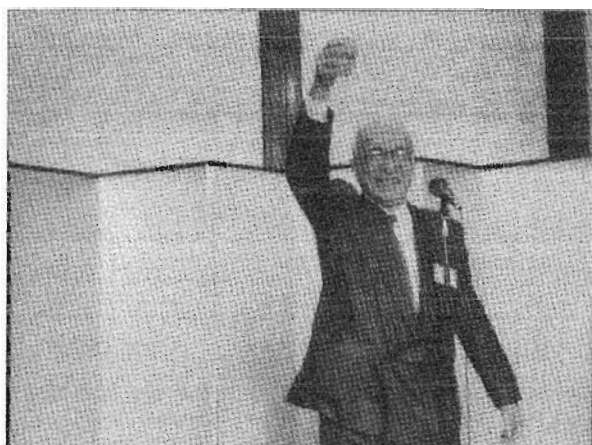


写真7：15周年記念講演会の懇親会で乾杯の音頭をとられる桐栄恭二教授



写真8：15周年記念講演会の懇親会でご挨拶の本水昌二教授(研究会・会長)、司会の今任稔彦教授

和田弘子(名工大)氏に、進歩賞は受田浩之(高知大農), 正留 隆(有明工専), 板橋英之(群馬大工)氏に授与された。

技術開発賞は、讃岐三之助(サヌキ工業)氏と、「FIA を応用した分析の自動化、システム化製品の開発」で、日立製作所計測器事業部の黒石忠文, 前小屋千秋, 平田源蔵, 山本秀雄に授与された。光栄にも日立製作所計測器事業部のメンバーにFIA 技術開発賞をいただき感謝しています。

併設パネル展示「FIA 研究会 15 年の歴史」には、多くの先生方や各社から資料展示に参加された。年度別に、研究会の活動、トピックス、企業の製品開発・技術情報に区分けされたスペースに、1 テーマ A4 用紙 1 枚に纏められた資料が貼られると、講堂の後壁面が日本の FIA 歴史年表になった。15 年の歴史を刻んだ会誌 J. of FIA. と講演要旨集のバックナンバーも展示され、興味深く閲覧される受講者が多かった。

創設 15 周年記念「FIA 技術論文集」は、本水昌二教授(岡大理・FIA 研究懇談会会長)と酒井忠雄教授(愛知工大・J. of FIA 編集委員長)を編集責任者とする先生方のご尽力により発刊された。技術論文は 276 報にのぼり、分析項目毎に編集された大規模な事業となった。

3.6. 上水試験方法にFIA法が採用

FIA 法公定法化促進のため 1996 年夏、公定法化分科会が組織され〔委員長：河野拓治教授(筑波大化), 副委員長：小熊幸一教授(千葉大工), 委員：装置、試薬メーカー、大学、水質分析機関から 10 余名〕、(社)日本水道協会とコンタクトを取った。

ちょうど日本水道協会では、上水分析方法の『非金属分科会 手分析の自動化』の検討が、医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部、名古屋市水道局、福岡県南広域水道企業団、

広島市水道局と機器メーカーで開始されていた。

FIA 研究懇談会公定法化分科会は、1999 年 1 月、FIA 法で対応可能な 15 項目の膨大な資料(分析項目毎に、検量線、再現性、定量限界、濃度範囲、妨害物質、公定法との相関を含むデータなど)を纏め、日本水道協会に報告された。

河川水の実試料を用い、共同実験が実施された。2000 年 1 月「分析化学」に“フローインジェクション分析法による河川水中の亜硝酸イオン及び硝酸イオン定量に関する共同実験”が報告された[34]。

それらの甲斐あって「上水試験方法 2001 年版」に“連続流れ分析法”として FIA 法が採用された。非金属として、フッ素、リン酸イオン、全リン、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性及び亜硝酸性窒素、全窒素、シアン、有機物として、フェノール類、陰イオン界面活性剤の 10 項目であった[35]。

4. 日立のFIA開発

4.1. 多くの独自機能を開発製品に導入

1981 年、黒石忠文、打木英夫、合田淳子らが環境分析項目の FIA 実験に携わった。実験は大島文男教授(福教大)[36]、与座範政博士(九大理)[37]のご指導と助言をいただいた。

1982 年 FIA 装置の試作品が完成し、1983 年 K-1000 形 FIA 装置を商品化した[19][38][40]。装置構成は、2 チャンネルのピストン形ポンプと 4 チャンネルペリスタリックポンプ、16 方切換バルブ[19][39-43]、150℃まで設定の空気恒温槽である。流路はマーキングゾーン流路とサンドイッチ流路を採用した。検出部は既存の HPLC 検出器または光度計にフローセルを、記録計は HPLC のクロマトデータ処理装置または 056 形卓上記録計を奨めた。16 方切換バルブの魔術は

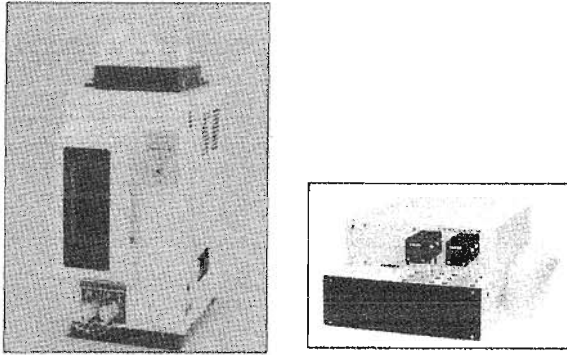


写真9：K-1000FIA装置と原子スペクトル用FIA試料濃縮装置

分析化学会年会[39]やJ. of FIA.[42], FIA講演会[43], 日立テクニカルデータ[41]などで報告した。16方切換バルブの要求が多く単品でも販売した。マーキングゾーン流路では、チューブ内径のばらつきやポンプの流量変化により、試料と試薬の合流のタイミングに影響を受け易く、合流のタイミング調整が必要である。これを解消し再現性向上を図る目的で日立が開発した流路がサンドイッチ流路[19][39][40]である。試料Sと試薬RをR-S-R, またはS-R-Sの順でキャリアー流路内に直列に導入し、試料、試薬は同じ状態で混合・反応され、再現性の良いデータが得られる。また試薬の直前混合が可能のため試薬の安定性保持にも有効である。

4.2. K-1000・分析用技術の資料整備

日立K-1000形FIA装置を広めるため技術資料「フローインジェクション分析ソフトの紹介」[49], 「流れ分析法の紹介」[50]を発行するとともに, 「日立テクニカルデータ」[41][44-48], 「The Hitachi Scientific Instrument News」[36-40][51]にもFIA利用技術を紹介した。

IC, HPLC, GC-MS, UV-VIS, FL, AAS, ICP-AES, FIAなど環境分析に使用される複数機種の利用技術を纏めた120頁の「環境分析～水質ガイド～」[52]も完成し営業担当者から顧客宛届けられ, 分析機器展, 全日本科学機器展でも配布された。見易さを考慮し, 化学種・分析項目ごとに1頁の編集で, 頁の左欄には分析法原理, 流路図, 測定データ, 再現性などの図やデータなどを, 頁の右欄は測定法概要, 分析法の特徴, 装置構成, 測定条件, 分析結果, 定量下限, 再現性, 参考資料を掲載した。

「環境と測定技術」(日本環境測定分析協会)に, 1988年, 「フローインジェクション分析法と環境分析への応用」[53]と題し黒石忠文が執筆し, 1994年「水質基準改正対応・最新の日立科学機器システムと分析例の紹介～金属, イオン, 無機分析の精度向上策と自動化法～」[54]と題し山本秀雄が執筆, 計量証明事業所の水質分析機関へ紹介を行な

った。

4.3. K-1000FIA・顧客は満足。経営的評価は・・・

K-1000FIAは環境分析, 工業分析の分析に良質の再現性ある成果が次々と得られ, 装置をご使用いただいた顧客からの評価は高く満足していただけた。注文毎, 分析法に合わせ絶えず実験を繰り返し, 新たな部品を製作し付加するFIA装置はn倍化(同一図面で製品を量産製作)が困難で, 特別付属品や部品の見込生産が難しく, 長期停滞在庫となる頻度が高く, 経営的観点からはあまり歓迎される製品ではなかった。

『オートサンプラーは多機能で, 本体の必需品となっている。将来の分析機器にはFIAなどの試料前処理機能を装備した機器やシステムが要望される筈』という夢と信念を持っていた。隘路になっている湿式反応の課題に応え, FIA法を活用したシステム化製品の開発にも力を注いだ。

「2価鉄と3価鉄の分別同時分析」, 「シアン化合物の定量と形態分析」, 「めっき液多項目自動分析」[55], 「原子分光分析用試料濃縮装置」[56], 「標準添加法の試料溶液の自動作成」, 「高倍率の試料希釈」, 「測定試料の自動希釈と検量線試料の自動調製」, 「缶水中の多項目水質分析」[57-59], 「麦酒中苦味成分の自動分析」[60]など多くの製品を納入した。その一例を紹介する。

4.4. 2価鉄と3価鉄の分別同時分析

2価鉄と3価鉄分別同時分析を試み, 磁気テープ中の鉄の状態分析[44][45][61][62], ダブルフローセルを利用したFe(II), Fe(III)の同時分析[45][62]をおこなった。1,10-フェナントロリンは2価鉄と安定な錯体を作り, 3価鉄は還元剤で2価鉄に還元し測定する。1回の試料注入で2価鉄と全鉄(2価鉄+3価鉄)の測定が可能となり, この差から3価鉄の量を求めることができる。定量下限 $10\mu\text{g/l}$ (ppb), 相対標準偏差C.V. 1%(0.5ppm $n=10$), 処理能力15~20検体/時の分析ができた。

4.5. シアン化合物の定量分析と形態分析

シアン化合物は, シアン化物イオンやシアノ錯体, 塩化シアン, シアン化水素などの総称で, 自然水中にはシアン化合物はほとんど含まれていないが, めっき工場の排水により汚染されることがある。FIA法による迅速定量分析とHPLC-ポストカラム法による分離分析(形態分析)が1台のシステムで可能である。定量下限は $1\mu\text{g/l}$ (ppb), 相対標準偏差は1.5%(5ppb $n=10$), 処理能力はFIA法30~40検体/時, HPLC-ポストカラム法4検体/時である。通常はFIA側流路で分析しているが, FIAピーク出現時カラムを経由する流路に切替えると形態分析が可能となる[63]。

4.6. めっき浴中のジピリジルの測定

蒸留水に試料をのせ、セグメント部でクロロホルム溶媒と合流させる。合流後抽出コイル中の高分子膜で大部分のクロロホルムが分離されフローセルに入り、抽出されてきたジピリジルを測定する。相対標準偏差 1.5% (100ppm, n=20) の良好な再現性が得られた[46]。

4.7. 夾雑物の除去と試料の自動濃縮

天然水中に存在する微量金属元素の多くは極めて微量で、それらを分析する場合、夾雑物の除去と試料の濃縮操作が必要である。キレート樹脂カラムと組合せるオンライン試料濃縮 FIA/原子スペクトル法は、微量元素の高感度分析が可能となる。試料は細管チューブ内の Chelex100, ムロマック A-1 などのキレート樹脂カラムに吸着され、夾雑物の除去と試料濃縮がおこなわれる。海水試料、環境試料および生体試料などマトリックスの多い試料中の微量元素分析に有効である。

キレート樹脂カラムと組合せるオンライン試料濃縮 FIA/原子スペクトル法が、熊丸尚宏教授 (広島大理), 平田静子 研究員 (中国工業技術研究所) らによって試みられた [63][64]。

日立でも FIA-FLAAS 原子分光分析の高感度化分析を試み Table.1 の通り 11~27 倍の試料濃縮効果が得られ、相対標準偏差 3% 以内の良好な再現性が得られた [47,66,67]。

海水試料に Pb を 5 $\mu\text{g/l}$ 添加し、測定結果 5.3 $\mu\text{g/l}$ 、回収率 106% の良好な値が得られた。多量の塩類を含む試料中の微量元素分析に適応ができた [47]。

また、海水中の Pb の測定を FIA-GFAAS でおこない、定量値 0.4 $\mu\text{g/l}$ の値が得られた [56]。

NBS 標準試料・果樹葉中の Cu, Fe, Pb 元素の回収率はいずれも 96~101% で表示値と良く一致した値が得られ、実試料測定に適応ができた [47]。

ソーダー工業では高濃度塩 (約 30% NaCl) 中の微量元素 (Fe, Ni など) がイオン交換膜を劣化させるため低濃度で管理することが必要である。NaCl 飽和溶液中の微量 Ni をカラム濃縮前処理装置で濃縮とマトリックスを除去、FIA-ICP, FIA-AAS で $\mu\text{g/l(ppb)}$ レベルの分析を行った。

平野義博 (千葉大工) らは、地下水および水道水中の微量 Cd を、FIA-GFAAS で濃縮、溶離、測定、洗浄を 5 分/検体、20~30 倍の濃縮が得られ、シングル pg/l(ppt) レベルの Cd の定量を行なった [68]。

シーケンシャル形 ICP-AES は同軸形ネブライザーを使用しており、通常 FIA-ICP オンライン測定では、単元素測定である。シーケンシャル形 ICP-AES にサイクリックネブライザーを用い、プラズマを点灯状態のまま、洗浄 (TritonX-100 溶液) および試料導入を繰り返し、FIA-ICP による多元素迅速分析を可能にした [69]。

Table 1 FIA/FLAAS による海水試料元素の濃縮効果 [47]

元素	Cd	Co	Cu	Fe	Ni	Pb	Mn	Zn
濃度(mg/l)	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.25	0.1
濃縮(倍)	23	19	27	17	17	20	11	20
再現性	C.V. 3%以内							

装置: K-1000FIA・Z-6000AAS(7レーム)

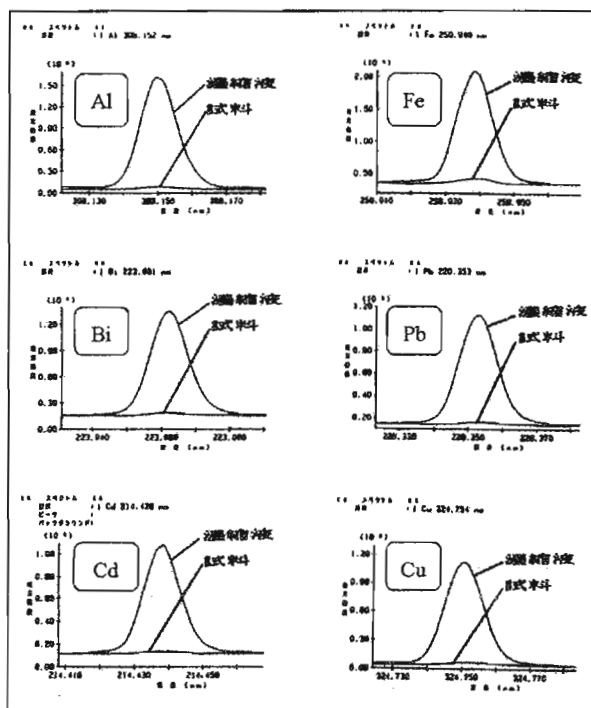


Fig. 1: FIA-ICP の濃縮効果 (Al, Bi, Cd, Fe, Pb, Cu) [70]

ネブライザーの洗浄効果確認試料として Sr 1ppm 溶液を用い、2ml 導入した後、洗浄溶液 TritonX-100 を 3 回 (約 8ml/回) 導入すると Sr 1ppm の試料メモリー効果の影響は無視できた。

濃縮率確認用試料として、メルク社製 ICP 標準液を 1000 倍に希釈した溶液を用い、サイクリックネブライザーを用いた FIA-ICP で多元素測定をおこなったスペクトルプロファイルを示す。約 20 倍の濃縮効果が得られた [70]。

平田静子研究員 (中国工業技術研究所) 執筆の <総説> “フローインジェクション-オンライン-カラム濃縮/原子スペクトル分析法” が、J.of FIA. Vol.17, No.1. に掲載されているのでご一読を奨める。

4.8. 標準添加法の試料の自動調製

正確度の高い分析法として標準添加法が用いられているが、標準添加試料の調製には多大な労力が必要となる。

日本鉄鋼協会の鉄鋼標準試料を用い、鉄鋼中の銅の分析を行ない、検量線法で得た分析値は表示値に較べ低値であったが、FIA/AAS の標準添加法では良好な値が得られた。

標準添加法の試料自動調製と測定は、90 測定/時 (30 検

体/時、n=3)、相対標準偏差2%以下の再現性が得られた。試料と標準添加試料を予め混合する必要や、多くの溶液を準備する必要もない。分析試料への汚染防止、個人誤差の無い秤量、試料取違え防止にも有効である。測定試料と標準溶液を準備するのみで標準添加試料との自動調製と測定の自動化ができる。

4.9. 主成分分析・高倍率の試料希釈

試料を1次サンプルループ(S1)に秤量し、キャリアー溶液により拡散ループ1(L1)で拡散させた後、その試料の一部を2次サンプルループ(S2)で試料溶液を切り取り、拡散ループ2(L2)に導きキャリアー溶液により拡散される。2次サンプルループのCut Time (Injection Time) や拡散ループ1(L1)の長さを変えると希釈倍率が調整できる。

一度の操作で100~10,000倍程度の試料希釈が、40検体/時、相対標準偏差0.5%以下(n=10)で実施ができる[48,72]。

この機能を活用し100mg/l (ppm)の標準溶液から10 μ g/l (ppb)の正確度の高い希釈溶液が容易に調製できる。

4.10. 測定試料の自動希釈、検量線試料の調製

AASネプライザーの吸引量はペリスタリックポンプによる試料の送液量と希釈液の送液量の和になる。測定試料の吸光度が検量線設定域を越えるとペリスタリックポンプの回転が減速され、測定試料の送液量が減じられ希釈液が吸引される。検量線の直線範囲を越えた未知試料は、自動的に希釈溶液で希釈し測定がおこなわれ、自動で希釈倍率を乗じ分析値が得られる。未知試料の濃度域に合わせた検量線を何本も用意すること無く、一度の試料導入で測定ができる。

試料濃度と検量線のポイント数を入力し、同一標準溶液を吸引させるのみで、検量線の試料溶液調製作業と測定、検量線の作成が自動でできる。①熟練した分析技術者の優れた精度と再現性を確保。②密閉系流路内で溶液調整のため試料汚染の一扫。③面倒な標準溶液調製作業を軽減できるなどの効果がある。A-1000/A-2000AASにSIPS-10試料導入ポンプシステムを付加するとこの機能が発揮できる[73]。

5. 今後のFIAへの期待

5.1. 分析値信頼性向上

保田和雄主管技師長(日立・那珂)は分析値の信頼性向上に着目し、“FIA法は分析技術者の熟練度に左右されること無く、再現性を0.4~0.5%に保つことが可能になる。試料への汚染の防止や複数事業所間での室間変動や日差変動などを抑える上で有効な方法である。”とFIAの有効性を説いた[74]。15周年記念のFIA講演会では『化学の度量衡とFIA』

[75]と題し、FIA法を体系的に纏め報告された。

分析値のtraceability(信頼性)やuncertainty(不確かさ)の論議が提起され、proficiency test(技能試験)の重要性が叫ばれていた頃であった。

5.2. 新しい情報知見と分析値の評価策

湿式分析は横軸(原点・基準)であり、機器分析は縦軸の相対分析である。FIA法は基準分析の“ものぐさ”が可能になり、楽をしたいという人間の願望を叶えることになる。教育の場からみると怖い一面もある。ピペetting操作ができない分析技術者が誕生する危険も含んでいる。

反面、熟練した分析技術者が得られない現場では救いの神となる。現状では一企業で用手法の熟練した湿式反応分析技術者を確保することが難しくなり、公的機関が手厚く保護育成する必要な時代がくるかも知れない。

装置の融合による化学形態分析への発展、小形化による野外でのオンサイト分析が可能となる。またモニタリング装置として現場分析に多様化されることにより、分析値信頼性の確保・評価策の確立が必要である。

FIAの公定分析法への採用、精度管理の確立、装置の価格などの課題はあるものの分析機器の変遷をふまえ、ニーズおよびシーズを考慮し予測を試みた。

10年後の市場は約10~50倍に拡大され、装置の二極化が促進され、QC、モニターの需要が大半を占めると推測する。

Table 2 FIA装置の市場とキー技術

用途	規模	キー技術(主な内容)
R&D	1~5	ハード 開発力 (性能・機能)
QC	10~100	分析ソフト オールイン ワンシステム化 (小形化・床面積・オンサイト分析)
モニタ	100~1000	試薬 専用機化 センサー ネットワーク (現場分析・低価格化・精度管理)

規模は台数・指数

Table 3 FIA装置の市場の変遷推移

項目	過去(10年前)	現在	将来(10年後)
市場(台数・指数)	1	10~20	100~1000
構成(%)	100	100	100
R&D	75	50	5
QC	24	35	25
モニター	~1	15	70

FIA は湿式分析では試薬消費量の微量化と、環境に優しい電気化学的な分析が可能である。FIA は実験室からガラス器具を一掃、自動化と快適なラボトリー環境を実現、そしてモニター機器として社会に貢献する事であろう。《FIA 法は分析値の信頼性を向上させ、人、地球の自然環境に優しい分析法》である。

6. おわりに

早いものでFIA研究会設立20周年を迎えようとしている。光栄にも定年退職した私に、“FIA研究会の思い出”の執筆依頼をいただき御礼申し上げます。走馬燈のように蘇える“FIA研究会創設時から、上水試験の公定法化に採用まで”の思い出と、日立製作所勤務時代のFIA開発と余話、今後に期待されるFIAの夢を綴った。

石橋先生が逝去され12年が経ようとしている。先生との出会いにより、より深くFIAとのお付き合いをさせていただき、研究会の節目に色々とお声をかけていただいた。誠実で、繊細さと強靱な牽引力を持たれた石橋信彦先生のお人柄により、FIA研究会が発展・維持できたといっても過言では無いと思う。

先生は、FIA研究会会報 第1巻第1号の巻頭言に、《…(略)… 本会は、講習会あるいは研究報告会を開催するとともに、会誌、会報を発行し会員の皆様のFIA法に関する研究交流、応用面の開発などに寄与し、もってわが国におけるFIA法の進歩と普及に貢献しようとするものであります。…(略)… 一応軌道に乗り、走り出したという感じですが、まだ鈍行並であります。しかし動き始めた以上、目的地に向けて微力ながらかなう限りの努力をしたいと思います。…(略)…》と会発足の趣旨と今後の抱負を述べておられた。

また、Flow Analysis V国際会議開催が日本に決定した喜びと報告を“J. of FIA.” Vol.5, No.1の巻頭言に《…(略)… このようにしてFlow Analysis Vの日本での開催が了承されましたが、これは何と云ってもFIAの研究がわが国で極めて活発であること、またそれがProf. Ruzicka, Prof. Hansenの著書などを通じて、世界中の研究者間に知られていたことによると思われまふ。開催まで、まだ3年ありますが、折角の国際会議です。さらにハード、ソフトの両面にわたって、わが国のFIA研究が大いに発展し、わが国での開催が有意義であったと世界的に評価されるようになりたいものです。…(略)…》と述べられ、緻密な先生のお人柄が偲ばれます。《石橋先生のご趣味はカメラと御旅行でしたね。近況報告で民俗芸能の一端を紹介します。ご覧になってください。》

日立製作所計測器事業部在勤中、分析機器を通して最先端のご研究をされている多くの先生方や分析技術者と交遊

させていただき、サラリーマン生活の貴重な思い出となっています。在勤中、お世話になった数多くの先生方、先輩方、顧客の方々、私の我侭に我慢され支援協力いただいた同僚・後輩の方々に深く御礼申し上げます。

本稿執筆にあたり黒石忠文、打木英夫、富川淳子、白崎俊浩、山本和子、平野義博、照井康氏らから測定データの提供をいただいた。紙面をお借りし感謝の意を表します。

また、本稿執筆の機会を与えていただいた、今任稔彦教授、酒井忠雄教授に厚く感謝いたします。フローインジェクション研究懇談会の益々の発展と、皆様のご活躍、ご健勝をお祈りいたします。

(おことわり：文中の団体名、機関名、所属・役職名は、その時点での呼称で記しています。)

参考文献

- [1] *J. Flow Injection Anal.*, 1~19 (1984.6~2002.12)
- [2] 桐原恭二, “フローインジェクション分析を考える”, *ぶんせき*, **1986**, 591.
- [3] 小熊幸一, “マルチ検出器を用いるフローインジェクション分析”, *ぶんせき*, **1987**, 52.
- [4] 伊永隆史, “フローインジェクション分析法による水質成分の分析”, *ぶんせき*, **1987**, 245.
- [5] 酒井忠雄, “フローインジェクション分析法と溶媒抽出”, *ぶんせき*, **1987**, 260.
- [6] 小熊幸一, “フローインジェクション分析 無機分析への適用”, *ぶんせき*, **1988**, 31.
- [7] 本水昌二, “緩衝液の流を用いるフローインジェクション分析法”, *ぶんせき*, **1988**, 204.
- [8] 小熊幸一, “フローインジェクション分析法”, *ぶんせき*, **1989**, 408.
- [9] 山根 兵, 木羽信敏, “フローインジェクション分析法 有機物への適用”, *ぶんせき*, **1990**, 357.
- [10] 松本 清, “並列カラム法 FIA による食品成分の多成分同時定量”, *ぶんせき*, **1990**, 379.
- [11] 大野典子, “相分離器を用いない溶媒抽出・FIA”, *ぶんせき*, **1990**, 722.
- [12] 善木道雄, “単一検出器による二成分同時定量 FIA”, *ぶんせき*, **1991**, 561.
- [13] 本水昌二, “固相分離法を併用する高感度定量法とフローインジェクション分析法への適応”, *ぶんせき*, **1992**, 387.
- [14] 酒井忠雄, “フローインジェクション分析 無機分析の基礎研究の新しい動向”, *ぶんせき*, **1992**, 549.
- [15] 酒井忠雄, “フローインジェクション分析 無機分析への応用”, *ぶんせき*, **1992**, 903.
- [16] 八尾俊男, “フローインジェクション分析 有機分析への応用”, *ぶんせき*, **1993**, 31.

- [17] FIA 研究会設立趣旨書 (1983).
- [18] FIA 研究会会則 (1983).
- [19] 黒石忠文, 内木英夫, 保田和夫, “FIA における Sandwich 法と Segmented flow 法との補間関係について”, 第 1 回 FIA 講演要旨集 (1984).
- [20] *J. Flow Injection Anal.*, **1**, No.1 (1984).
- [21] *FIA 研究会会報*, **1**, No.1 (1984).
- [22] 日本工業規格一般通則, “フローインジェクション分析法”, JIS K 0126 (1989).
- [23] 第 10 回 FIA 講演要旨集 (1989).
- [24] 科学新聞, FIA 講演会開催 紹介記事 (1989.1.13).
- [25] 桐榮恭二, *J. Flow Injection Anal.*, **8**, 110 (1991).
- [26] 今坂藤太郎, “石橋信彦先生を偲ぶ”, *ぶんせき*, **1992**, 236.
- [27] *Anal. Chem.*, **62**, 1023A (1991).
- [28] *Talanta*, **39**, No.2, p. V (1992).
- [29] *Anal. Chim. Acta*, **256**, 1 (1992).
- [30] 追悼集, “有明の海遥かに～石橋信彦教授～”, 九州大学工学部応用物質化学科応用分析化学講座 (1992).
- [31] 第 19 回 FIA 講演要旨集 (1993).
- [32] 第 21 回 FIA 講演要旨集 (1994).
- [33] 第 33 回 FIA 講演要旨集 (1998).
- [34] 樋口慶郎, 後藤良三, 河島拓治, 小態幸一, 川瀬 晃, 小倉久子, “フローインジェクション分析法による河川水中の亜硝酸イオン及び硝酸イオン定量に関する共同実験”, *分析化学*, **49**, 35 (2000).
- [35] 上水試験方法 2001 年版, 日本水道協会 (2001).
- [36] 大島文男, “フローインジェクション分析法と環境水の分析”, *The Hitachi Scientific Instrument News*, **27**, No.1, 12 (1984).
- [37] 与座範政, 徳笠紀子, 中里哲也, “リン化合物のフローインジェクション分析法”, *The Hitachi Scientific Instrument News*, **33**, No.5, 3 (1990).
- [38] 前小屋千秋, 白土和房, 八野耕明, “接触反応を利用したフローインジェクション分析法による水中の重金属イオンの超微量分析”, *The Hitachi Scientific Instrument News*, **28**, No.1, 13 (1985).
- [39] 黒石忠文, 打木英夫, 合田淳子, 保田和雄, 分析化学会第 32 年会, p.900 (1983).
- [40] 黒石忠文, 打木英夫, 合田淳子, “フローインジェクション分析法”, *The Hitachi Scientific Instrument News*, **27**, No.1, 16 (1984).
- [41] “FIA 用 16 方バルブ”の使用例 その①～その③”, 日立テクニカルデータ, UV-VIS No.50, 52, 54 (1985).
- [42] 黒石忠文, 保田和雄, “FIA 法におけるバルブの魔術”, *J. Flow Injection Anal.*, **6**, 5 (1989).
- [43] 黒石忠文, 内木英夫, “K-1000 形日立 FIA 装置の 16 方切替バルブについて～その①, その②～”, 第 3 回, 第 4 回 FIA 講演要旨集 (1985).
- [44] “鉄の状態分析”, 日立テクニカルデータ, UV-VIS No.48.(1985).
- [45] “フローインジェクション法による 2 価鉄・3 価鉄の同時分析”, 日立テクニカルデータ, UV-VIS No.88 (1988).
- [46] “メッキ浴中のジピリジルの測定(溶媒抽出法)”日立テクニカルデータ, UV-VIS No.49 (1985).
- [47] “FIA-原子吸光システムによる高感度分析”日立テクニカルデータ, AA No.48 (1987).
- [48] “FIA による高倍率の自動希釈分析法・①～③”, 日立テクニカルデータ, UV-VIS No.69～71 (1987).
- [49] 技術資料, “フローインジェクション分析ソフトの紹介”, 日立製作所 計測器事業部 (1988).
- [50] 技術資料, “流れ分析法の応用例; 日立製作所 計測器事業部” (1995).
- [51] 黒石忠文, 網雅子, 打木英夫, “フローインジェクション分析法の新しい応用”, *The Hitachi Scientific Instrument News*, **31**, No.1, 22 (1988).
- [52] “環境分析～水質ガイド～”, 日立製作所 計測器事業部 (1992).
- [53] 黒石忠文, “フローインジェクション分析法と環境分析への応用”, *環境と測定技術*, **15**, No.2, 日本環境分析測定協会 (1988).
- [54] 山本秀雄, “水質基準改正対応・最新の日立科学機器システムと分析例の紹介 ～金属, イオン, 無機分析の精度向上策と自動化～”, *環境と測定技術*, **21**, No.2～Vol.21, No.3, 日本環境分析測定協会 (1994).
- [55] 技術資料, “めっき液分析システム～パーマロイめっき液の自動分析～”, 日立製作所 計測器事業部 (1994).
- [56] 技術資料, “原子分光分析用 FIA 試料前処理装置・応用例の紹介”, 日立製作所 計測器事業部 (1998).
- [57] 技術資料, “水質自動分析計”, 日立製作所計測器事業部 (1992).
- [58] 吉川裕泰, 船曳佳弘, 熊田光男, 大石武, 第 54 回分析化学討論会, ID24, p.265 (1993).
- [59] 吉川裕泰, 講演要旨集, “フローインジェクション法による水質の多項目分析の自動化”, 日立製作所 計測器事業部 (1993).
- [60] 技術資料, “麦酒苦味分析装置”, 日立製作所 計測器事業部 (1994).
- [61] 黒石忠文, 打木英夫, 桑名 勉, 保田和雄, “FIA 法による鉄の形態分析”, 第 45 回分析化学討論会, ID21 (1984).

- [62] 黒石忠文, 打木英夫, 網雅子, “FIA 法による鉄の形態分析”, 第7回 FIA 講演会 (1987).
- [63] 熊丸尚宏, 松尾 博, 岡本泰明, 池田昌彦, *Anal. Chim. Acta*, **181**, 271 (1986); *Anal. Sci.*, **3**, 161 (1987).
- [64] 平田静子, 梅崎芳美, 池田昌彦, *分析化学*, **35**, 106 (1986); *J. Flow Injection Anal.*, **3**, No.1.(1986).
- [65] 黒石忠文, 打木英夫, 網雅子, “FIA によるシアン化合物分析”, 第12回 FIA 講演会 (1989).
- [66] 山本和子, 米谷 明, 内野興一, “FIA-AAS による天然中の微量金属の分析”, 分析化学会第 35 年会, 2E01 (1986).
- [67] 山本和子, 米谷 明, 内野興一, “FIA-AAS における各元素の濃縮率と共存物の影響”, 第 48 回分析化学討論会, 2C05 (1987).
- [68] 平野義博, 中島淳一, 小熊幸一, 照井 康, “FI-GFAAS による環境水中の Cd の定量”, 分析化学会第 61 年会 (2000).
- [69] 黒石忠文, 山本和子, 保田和雄, “フローインジェクション法の ICP への応用①”, 第 50 回分析化学討論会, 2F16 (1989).
- [70] 山本和子, 黒石忠文, 米谷 明, “フローインジェクション法の ICP への応用②”, 第 50 回分析化学討論会, 2F17 (1989).
- [71] 中山佳代子, 前小屋千秋, 保田和雄, “シングルショット FIA 法による原子吸光光度法への応用”, 第 21 回 FIA 講演要旨集 (1996).
- [72] 網 雅子, 打木英夫, 黒石忠文, 内野興一, “FIA による自動高倍率希釈法”, 第 48 回分析化学討論会, 2C04 (1987).
- [73] A-1000/A-2000AAS カタログ (1998).
- [74] 保田和雄, “FIA の昨日, 今日, 明日”, *J. Flow Injection Anal.*, **6**, 113 (1989).
- [75] 保田和雄, “化学の度量衡と FIA”, 第 33 回 FIA 講演要旨集 (1998).
- [76] 保田和雄, “FIA の昨日, 今日, 明日”, *J. Flow Injection Anal.*, **18**, 106 (2001).

追伸, 近況報告   

2000年9月、定年を迎え、会社生活を卒業しました。趣味で神楽、獅子舞、祭など民俗芸能の写真・ビデオ撮影をおこない、第2の青春を謳歌しています。



白川郷・合掌集落で筆者 (2002.5.16)

富山・岐阜の県境の山奥。相倉、菅沼、白川郷の合掌集落が世界文化遺産に登録され、観光客で賑わっている。



五所川原市の『立佞武多(たちねぶた)』(2002.8.5)

1998年復活した祭り。天を突く高さ22m、重さ7tの巨大な『立佞武多』が街を練り歩く。材料は木、針金、和紙。1基あたり、材木は約2t、針金700kg、表面に貼られる和紙は畳600枚以上、電球800個、蛍光灯40本が使用されている。



船橋・飯山満(ハザマ)大宮神社の神楽 (2002.10.23)

私が住んでいる船橋市にも、「二宮神社」、「船橋大神宮」、「高根神明社」、「高根秋葉神社」、「飯山満大宮神社」、「飯山満神明社」で氏子・保存会の人々により、神楽がひっそりと伝承されている。



飛騨・古川町の子供歌舞伎 (2002.4.20)

山奥の飛騨古川にも遅い春がやってきた。桜が満開の広場に豪華絢爛の山車が勢揃いし、山車の舞台では子供歌舞伎や人形からくりが舞われていた。前夜は21時から深夜1時過ぎまで、裸で禪姿の若者達による『起こし太鼓』の大太鼓の音と若者の掛け声が底冷えする山間の街を勇壮に駆けめぐる。