

SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS

HITACHI

MARCH
VOL.42

2000
No.2

目次

巻頭言

「遺伝子」とうまく付き合う方法はあるのか

柘植 新……………1

報文

アズキ、インゲンマメ、ラッカセイおよびダイズから得た餡のテクスチャーと顕微鏡的構造

田村咲江 山本奈美……………3

解説

P-5000形ICP質量分析装置の紹介と水質分析への応用

白崎 俊浩 坂元 秀之

照井 康 奥本 豊治……………11

H-7500における試料自動検索システム

中澤 英子 長沖 功

小林 弘幸……………15

新製品紹介

・S-2600H形

走査電子顕微鏡発売……………9

・M-9000形 新型GC/MSの紹介……………9

・U-4100形 分光光度計の紹介……………9

・日立LaChromシリーズ液体クロマトグラフL-7485形蛍光検出器の紹介……………9

ラウンジ

ミツバチとプロポリス

中村 純……………10

学会発表ミニファイル……………18

トピックス

・日本分析化学会

第48年会開催さる……………14

・CITAC'99分析信頼性国際会議

つくばで開催される……………20

・分析機器展・科学機器展

開催さる……………20

巻頭言

「遺伝子」とうまく付き合う方法はあるのか

How to get along well with genes ?

柘植 新*



昨年(1999年)の暮れに、シシリー島(イタリア)に偉え立ち目下噴煙を上げているエトナ山の麓のカタニアという街で開かれた European Polymer Federation 主催の学会(Mass Spectrometry of Polymers)に参加した。その帰路に機内サービスで、一日遅れの毎日新聞(12月5日付け朝刊)が配布された。ほぼ一週間の旅で日本語の活字に飢え始めており、干天の慈雨とばかり読み始めたが、コラム「余録」の一文に、はたと釘付けになった。そこには、これまで私が確たる裏を取ることもできず漠然と煩悶し続け、ときには自分のことを棚に上げて、あちこちで、全く感性的に口走ったり、書き散らしてきたある事象が、遺伝子レベルで「立証」されつつあることが、記述されていた。少々長くなるが、その「余録」の一部を以下に引用させていただく。

「[新しいものに挑戦していく日本人が少ないのは、遺伝子レベルで規定されているためかもしれません]。雑談の中で大阪大学学長の岸本忠三さんがこうもらった▲免疫学の世界的権威の勘は正しかったらしい。最近刊行された「孫正義大いに語る!!」(PHP研究所)で、はみ出し者が現れにくい原因として孫さんは「悲しいことですが最近の研究でDNAの問題が本当にあることがわかってきたんです」と語っている▲I型^{アイ型}の遺伝子は冒険心おう盛で変わったタイプ。S型は慎重、まじめで信頼性が高い。米国の研究所が調べた結果、I型遺伝子を持つ日本人は1.8%。IとSのミックスが30%で、残りの70%近くがS型のまじめ人間だった。一方米国はI型、IとSのミックス、S型が三分の一ずつだったという。後略]

リ筆者注: IとSは対立遺伝子を指し、ヒト染色体ではII、ISおよびSSの組み合わせがあり、上記の文中でI型およびS型としているのは、それぞれII型およびSS型、両者のミックスとはIS型を意味している。

さっそく、時差ボケもまだ醒めやらぬ翌日に、本屋に行き、専門外で日頃は疎遠だった「生物学」のコーナーで手頃な(と思われる)解説書を数冊買い求めた。口の悪い同僚から「病膏盲だ」と冷やかされつつも、理解できそうなどころだけを拾い読みして、上述した「余録」の行間を埋める努力をしてみた。おぼろ気ながらわかってきたことは、そこで述べられている遺伝子の分布もある限られた母集団についての統計例の一つであり、細かい数値にはこだわるべきではないだろうが、どうも最近の分子生物学や遺伝学は、その辺りにまで触手を伸ばしている

* 名古屋大学大学院工学研究科 教授 工学博士

ようであり、「余録」に記述されていることは、総体としては信憑性かなりありそうである。何事に付け懐疑的な筆者がそう思い始めた「学習経過」を少し紹介しよう。

ヒトの場合、22対の常染色体と男女を区別しているX、Y性染色体で構成されるゲノムは、たった4種類の塩基の組み合わせで書かれたものであるが、約30億もの「暗号文」を内蔵しており、それらの全容は解明途上にあるものの、染色体上には10万種類に及ぶ遺伝子が乗っかっていると推定されている。そして、すでに少なからぬ数の個々の遺伝子や、複数の遺伝子が連携した多因子遺伝子などが染色体上での場所も特定され、具体的な形質や病気などの発現にどう関わっているのかの解明も進んでいるようである。昨今よく耳にする「遺伝子診断」や「遺伝子治療」などはその成果の一端を医療へ応用したものである、とのこと。

こう書いてくると、「だから『病膏肓だ』といったのだ……」という同僚の忠告が遠くで反響しているのが聞こえそうだ。とはいえ、「断じてヒトは単なる遺伝子が支配する機械ではない」、「遺伝子なんかには屈服させられては、たまったものではない」と叫んでいるだけでは、済まされないものがありそうだ。では、どのように遺伝子と付き合ったらよいのだろうか。まだ、確とは自分の腑にも落ちてはいないが、私の心許ない「学習経過」の紹介をもう少し続けよう。

実は、(幸いなことに)遺伝子だけでヒトの形質がすべて決まってしまうのではないらしい。双子のそれぞれについて発現してくる諸形質の経年変化と諸遺伝子との詳細かつ系統的な対応研究などから、大まかにいってヒトの諸形質の三分の二は(残念ながら)ほぼ遺伝子の支配下にあるらしいが、(救いがあるのは)残り三分の一は環境的要因で諸機能発現が、かなり大幅な変化をしているようである。さらに、ヒトの染色体上に乗って世代間の旅を続けているどの遺伝子も、「宿主」の生活習慣や置かれている環境などの諸因子とも関係し、確率的には不断に突然変異を被っており、長い時間スケールでは、良くも悪くも変化を遂げながら、次世代に引き継がれて進化に寄与していることもわかっている。

さすれば、前述したI型やS型などの統計を忌避したり、逆に民族的な宿命論で自己嫌悪に陥ったりするのではなく、むしろ開き直って、そうした気質分布をもった人達で構成されていることが統計的に示唆している「現実」を正面から受け止めるのが得策ではないだろうか。そして、個々人の段階でも、さらにあらゆる集団(小は家族から大は国家に至る)の中でも、無意識の内にも「はみ出し者」を排除し、創造性の芽を摘んでしまい易い性癖を大勢が保有していることを常に認識した上で、環境因子が遺伝子の

よりよい方向での発現を促し、遠い将来に向けて少しでもよりましな遺伝子を育むように仕向けるべく、生活習慣を変革していく努力をすることこそが最も現実的な対応ではないだろうか。さし当たり、こうした統計も真摯に受けとめて、「角を矯めて牛を殺す」類の愚行を重ねた産物でもある、現今のすべての教育制度や受験制度の抜本的な見直しを断行する勇気をもつことが、遺伝子対策上からも急務の一つであるような気がしてならない。

ここで述べた環境因子が遺伝子に作用する場を意識的に活用して、民度を活性化する努力を、一刻も早く開始しないと、次世代そして次々世代では、前述のI型・S型のみならず、他の遺伝子も世代と共に、劣化の度を深め、創造性の尊重と育成を源泉としているはずの「科学技術創造立国」などは「絵に書いた餅」に帰する、いやそうさせてはならないなど、とめどない瞑想を巡らせている。

結びにかえて：遺伝子に負けるなホモサピエンスここにあり

著者略歴

柘植 新 (1939年2月1日生)

[所属・専攻]

名古屋大学大学院工学研究科・応用化学専攻

[専門]

分析化学・高分子構造解析

[学歴・職歴]

1962年3月 名古屋大学工学部応用化学科卒業

1964年3月 名古屋大学大学院工学研究科応用化学専攻修士課程修了

1964年4月 三菱化成工業(株)中央研究所勤務(1965年2月依願退職)

1965年4月 名古屋大学助手(工学部)

1970年3月 工学博士(名古屋大学)

1971年8月～1973年7月

ノースカロライナ大学(アメリカ)博士研究員

1975年2月 名古屋大学助教授(工学部)

1981年3月 名古屋大学教授(工学部)、現在に至る

[受賞歴]

1971年11月 日本分析化学会奨励賞受賞

1979年5月 高分子学会賞受賞

1987年4月 日本化学会学術賞受賞

1995年9月 日本分析化学会賞受賞

報 文

アズキ、インゲンマメ、ラッカセイおよびダイズから得た
餡のテクスチャーと顕微鏡的構造Comparative Study of the Textural Properties and Microstructure of “An” Paste Prepared from
Azuki Bean, Kidney Bean, Peanut and Soybean

田村 咲江* 山本 奈美*

1. はじめに

マメ類は、含有成分からデンプンを多く含むアズキやインゲンマメ等と、脂質を多く含むダイズ、ラッカセイ等に大別されるが、ラッカセイは成熟後も脂質以外にデンプン粒を含有しているところがダイズとは異なっている^{1) 2)}。

著者等は、煮熟したラッカセイの組織構造をダイズ、インゲンマメと比較検討した³⁾。その際にラッカセイやダイズについても、インゲンマメと同様に煮熟後の子葉組織では細胞が単離しやすい傾向を認めている。このことからラッカセイやダイズからも餡を調製することができるのではないかと考えた。

従来製餡に適したマメはデンプン含有量の多いものとされてきているが⁴⁾、餡は餡粒子の集合体であり⁵⁾、餡粒子は煮熟・磨砕により分離した個々の細胞⁶⁾であることから、デンプン含有の有無に関わらず細胞単位に分離したものは餡として用いることが可能であると考えた。そこでアズキ、インゲンマメ、ラッカセイ、ダイズの4種類のマメから餡を調製して、そのテクスチャーと官能特性を調べ、マメの種類によって餡の性質が顕著に異なることを認めた。このことには原料マメの組織の構造的特性も関与しているのではないかと考えられた。

一般に食品のテクスチャーと顕微鏡的構造とは深い関係があることが認められているので^{7) 8)}、本研究では、光学顕微鏡、低真空走査電子顕微鏡（低真空SEM）及びクライオ走査電子顕微鏡（クライオSEM）を用いて多角的に餡の顕微鏡的構造を調べ、テクスチャーや官能特性と餡粒子の構造との関係を明らかにすることを目的として検討した。

2. 実験材料及び方法

(1) 実験材料

実験材料は北海道産アズキ (*Vigna angularis*, 大納言)、北海道産インゲンマメ (*Phaseolus* L., 中長うずら)、千葉県産ラッカセイ (*Aradhis hypogaea* L., 千葉半立)、北海道産ダイズ (*Glycine Max* (L.) Merr., 鶴の子) (いずれも当該年度産) を4℃の暗所に貯蔵し、随時供試した。

(2) 餡の調製法

原料マメ100gを蒸留水(20℃)に20時間浸漬した後、新たな4倍量の蒸留水を加えて加熱した。沸騰後2回の洗切り処理を行い、その後は家庭用圧力鍋に移して加熱した。圧力鍋による加熱時間及び消火後の蒸らし時間は予備実験によりマメが十分に磨砕できる硬さに達するように設定し、加熱時間はラッカセイ20分、アズキ、インゲンマメ及びダイ

ズは5分、蒸らし時間はラッカセイ、ダイズは5分、アズキ、インゲンマメは3分とした。その後家庭用ミキサーで30秒間磨砕した後、毛製こし器を用いてこしたものを布袋に集めた。これに一定の加重を与えて脱水したものを生餡とした。

練り餡は、蒸留水100mlにグラニュー糖50gを溶解した糖液に生餡100gを加えて、一定の火力で150gまで練り上げて調製した。

(3) テクスチャーの測定

試料を直径31mm、高さ16mmの円柱状に成形し、レオナー(山電 RE-33005)を用いて粘性と付着性を測定した。測定条件は、プランジャー：直径16mmの円柱状、クリアランス：3mm、入力電圧：1V、試料台速度：0.5mm/secとした。

(4) 官能検査

20～24才の学生44名を対象とし、練り餡を試料として「味の好ましさ」「粘り」「口どけ」「ざらつき」「風味」の5項目について、5段階評点法で行った。結果は、二元配置分散分析法により検定した。また、それぞれの評価の理由を自由記述させた。

(5) 餡粒子の観察

1) 光学顕微鏡観察

二種類の方法で光学顕微鏡観察を行った。まず試料である餡をそのままヨウ素ヨウ化カリウム溶液とスタンIVによって二重染色した後、スライドガラスに載せて検鏡した⁹⁾。その他に餡粒子の内部構造を観察するために、透過電顕観察用標本作製法に従ってエポキシ樹脂に包埋して⁹⁾、厚さ1μmの切片をトルイジンブルー染色を行った後検鏡した。

なお、写真の掲載は省略したが、超薄切片を作製して、クエン酸鉛と酢酸ウラニルで染色したものを透過電子顕微鏡(日立 H-300)でも観察した。

2) 低真空SEM観察

生餡、及び練り餡を前処理することなく-10℃のクールステージ付低真空SEM(日立 S-2460N)により15kV、30Paで観察した。

3) クライオSEM観察

試料を液体窒素で凍結後、クライオ装置付高真空モードSEM(日立 S-2460N)に入れ、常法により-90℃で表面の氷晶を昇華させた後に10kVで観察した。

(6) 餡粒子の形状の測定

各餡粒子の形態的特徴を数値化して比較するために、光学顕微鏡写真からカメラ入力して、画像解析処理により餡粒子の円形度、絶対最大長(長径)及び対角幅(短径)を

* 広島大学 学校教育学部

求めた。画像解析ソフトはマックスコープ Ver.1（三谷商事）を用い、それぞれ3枚の写真から150個の餡粒子を処理した。

3. 結果及び考察

（1）デンプンの存在と餡粒子の形状の比較

四種類のマメを原料とする生餡にヨウ素ヨウ化カリウムとスタンⅣによる二重染色を行った後、スライドガラスに載せて光学顕微鏡で観察した像を図1に示した。

アズキとインゲンマメの餡では、粒子内に均一に濃いヨウ素反応が見られたが、ラッカセイ餡では粒子内にヨウ素反応を示す部分とスタンⅣ好染部分が観察され、デンプンと脂質の存在が明らかであった。ダイズ餡ではヨウ素反応は陰性で、デンプンの存在は全く認められなかった。ラッカセイ餡はアズキ・インゲンマメのようなデンプンを含む餡と脂質を含むダイズ餡との両方の性質を持つものと考えられた。

これらの餡粒子の形状を客観的に把握して比較するために画像解析を行い、円形度、絶対最大長及び対角幅を求めた結果を表1に示した。

ラッカセイの円形度は、アズキやインゲンマメとほぼ同程度であり、これらの形と類似していることが確認された。しかし、ラッカセイの絶対最大長と対角幅はこれら二種類のマメに比べて小さく、粒子のサイズは小さいことがわかった。一方ダイズでは、円形度が著しく低く、対角幅が極端に小さく餡粒子の形状の違いが明らかであった。

（2）テクスチャー特性

四種類のマメから調製した生餡、練り餡の粘性と付着性をレオナーにより測定した結果を図2に示した。

生餡の粘性は、アズキとインゲンマメにおいてはごく小さく、ラッカセイとダイズではかなり大きい値を示した。練り餡では、アズキとインゲンマメの粘性の値が顕著に増大した。これに対してラッカセイとダイズでは、生餡の値とほぼ

表 1. 生餡粒子の形状

	円形度	絶対最大長 (μm)	対角幅 (μm)
アズキ	0.855 ± 0.053	133.88 ± 25.23	98.70 ± 14.74
インゲンマメ	0.868 ± 0.050	129.63 ± 27.60	99.84 ± 21.99
ラッカセイ	0.835 ± 0.060	99.84 ± 23.25	72.48 ± 16.22
ダイズ	0.546 ± 0.149	133.17 ± 41.46	44.76 ± 8.94

平均値 $\pm$ SD (n=150)

同等であった。

付着性は、生餡ではいずれのマメも高い値を示さなかったが、練り餡にするとラッカセイとダイズがともに高い値を示した。一方、アズキとインゲンマメの練り餡の付着性は比較的低い値であった。

（3）官能検査の結果

四種類のマメを原料とする生餡から調製した練り餡の官能検査の結果を図3に示した。

「味の好ましさ」では、アズキが「慣れている」「くせがない」等の理由から最も好まれたが、その他のマメもプラス側の評価を受けており、餡として好ましいものとして認識された。「口どけ」はアズキとダイズの間で5%の有意差が認められるものの、いずれも口どけがよいと評価された。「粘り」では、粘りの強いラッカセイ・ダイズと、粘りを感じないアズキ・インゲンマメに大別され、両者の間には1%の危険率で有意差が認められた。図2に示したテクスチャー測定においては、いずれの餡も粘性には大差はないことから、官能検査における「粘り」の評価は、餡の付着性の値に大きく影響されたものと考えられた。「ざらつき・なめらかさ」の項目では、インゲンマメは他の三種類のマメに比べて有意にざらつきが大であると判断された。餡のざらつきには餡粒

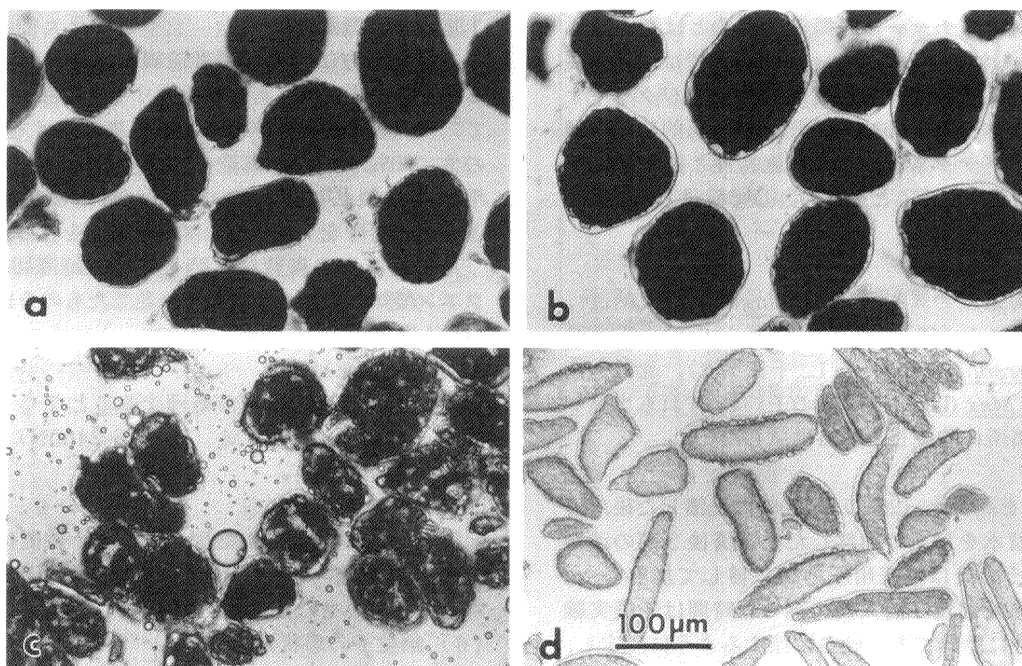


図1 ヨウ素ヨウ化カリウムとスタンⅣで染色した生餡粒子の光学顕微鏡像
a: アズキ; b: インゲンマメ; c: ラッカセイ; d: ダイズ。

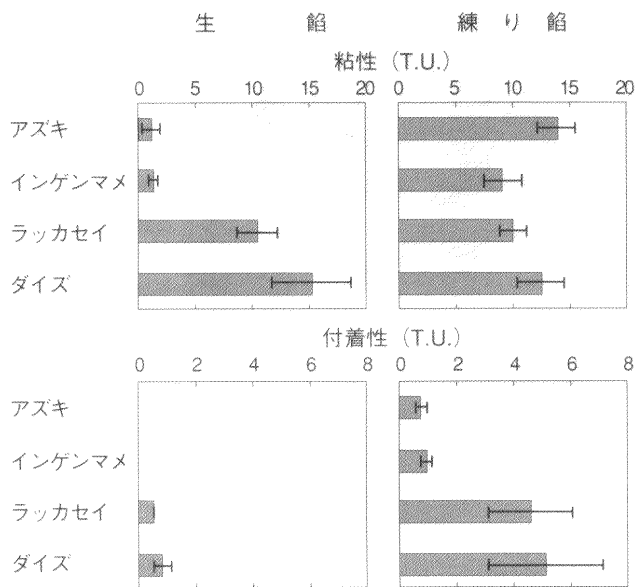


図2 生餡と練り餡のテクスチャー特性

子の大きさが影響すると思われるが、形状がほぼ同等で同じくデンプンを含む餡であるにもかかわらず、インゲンマメの餡はアズキ餡に比べてざらつきが大きいと判断された。ラッカセイでは、アズキやインゲンマメに比べて餡粒子が小さいことがなめらかさと関係するが、それに加えて図1cに示すように油滴が餡粒子の外にも存在しており、この餡粒子外に存在する脂質がさらに餡になめらかさを与え、ざらつきを感じにくくしていると考えられた。ダイズ餡では、表1に示したように円形度が小さく細長い形をしていることもなめらかさと関係があるものと考えられた。「風味」はアズキとインゲンマメの間で有意差が認められたものの、いずれの餡も風味がよいと評価された。特にラッカセイは、アズキに次いで評価が高かった。ラッカセイ特有の風味は餡に加工した場合でも十分に保持されていることが、風味について高い評価を得た原因と考えられる。

(4) 餡粒子の内部構造と表面構造の観察

1) 内部の構造

エポキシ樹脂に包埋して厚さ1 μm の切片にした後に光学顕微鏡で観察した四種類の生餡粒子の内部構造を図4に示した。いずれもマメの煮熟により隣接する細胞の細胞壁が中層で分離して個々の単細胞に分離していた^{10)~12)}。アズキとインゲンマメの餡粒子では、これまで報告されているように⁹⁾、内部に膨化したデンプン粒が不定形をなすタンパク質成分に囲まれて存在していた。煮豆の組織で見られたように³⁾、これらの餡粒子の貯蔵タンパク質は球形を失い、連続してデンプンを取り囲んでいた。しかし、両者の餡粒子では細胞壁に大きな相違が認められた。アズキの餡粒子では、透過電子顕微鏡写真から計測すると、約1 μm 程度のほぼ均一な厚さの細胞壁で包囲されているのに対して、インゲンマメの餡粒子では部分的に細胞壁の厚みに極端な相違がみられ、薄い部分はアズキの餡粒子と変わらないが、厚い部分では5 μm もの厚みがあった。これまでに観察した生のインゲンマメの子葉組織において、子葉細胞同志が接着している部分の細胞壁は薄く、3~4個の細胞からなる細胞間隙に面した部

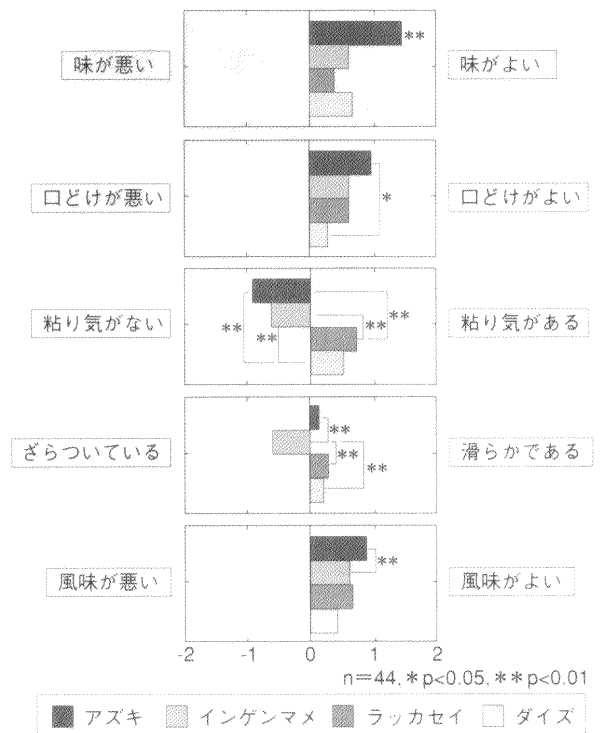


図3 練り餡の官能評価

分の細胞壁は著しく肥厚しているのが観察されている⁹⁾。この構造は餡になっても残存していることがわかった。このような細胞壁の肥厚部は餡粒子に張りを与え、官能検査(図3)においてインゲンマメ餡はざらつきが大であると評価される結果をもたらしたものと考えられる。この細胞壁の肥厚部は細胞内部に張り出しており、外部は平滑な面を形成しているように観察された。

ラッカセイの餡粒子の内部には、上記二種類の餡粒子と同様に糊化デンプン粒がタンパク質成分に囲まれて存在する部分と、不定形をなした脂質が多量に貯溜している部分が存在した。これに対してダイズの餡粒子では貯蔵タンパク質は球状のまま存在し、その周囲には脂質が小さい脂質滴となって存在しており、ラッカセイとは大きく異なった形態を示した。さらにラッカセイの場合、細胞壁に著しく薄い部分(原形質連絡の存在する場所であることを透過電子顕微鏡で確認している)が頻繁に観察され、餡の調整時にそこから脂質が餡粒子の外部にも流出していると推察された。ダイズの場合では細胞壁に極端に薄い部分は見られないうえに、たとえ細胞壁が破損しても出ていく脂質滴は小さいものと考えられた。

2) 表面の構造

生餡粒子を液体窒素で凍結後、クライオSEMに入れて表面に付着した氷晶を-90℃で昇華させた後に観察したクライオSEM像を図5に示した。アズキとインゲンマメの餡粒子では、球面をした平滑な表面をしており、小さな突起状の構造が点在している様子が観察された。この突起は隣接する細胞間に通路として存在した原形質連絡の部分が細胞間の分離により引き剥がされて生じたものと推察される。

これまでにインゲンマメ類の餡や煮熟後のライママメのSEM像が報告されているが^{10), 13) ~ 15)} 試料作製条件に問題が

U.D.C.

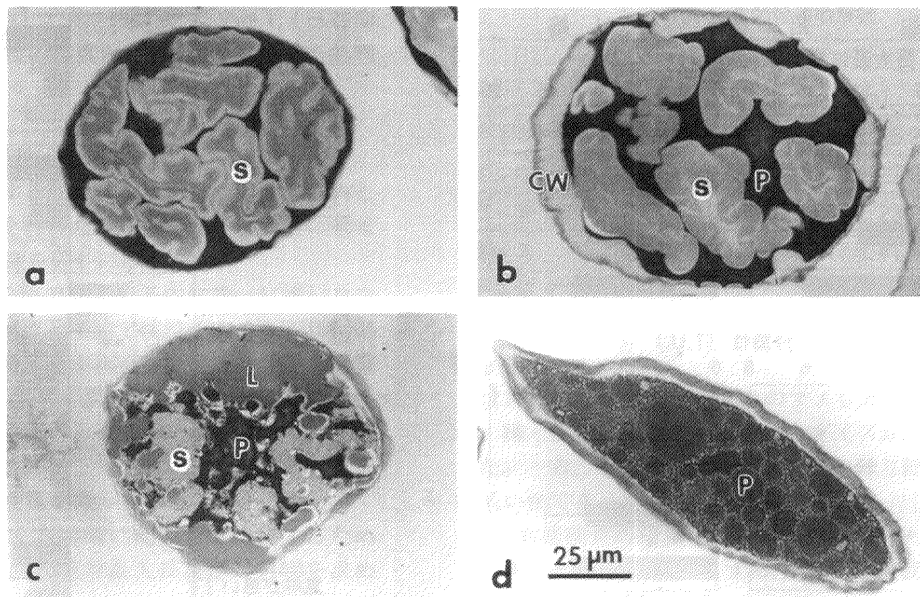


図4 エポキシ樹脂包埋切片をトルイジンブルー染色した生餡粒子の光学顕微鏡像
a:アズキ; b:インゲンマメ; c:ラッカセイ; d:ダイズ. CW,細胞壁, L,脂質, P,タンパク質, S,デンプン.

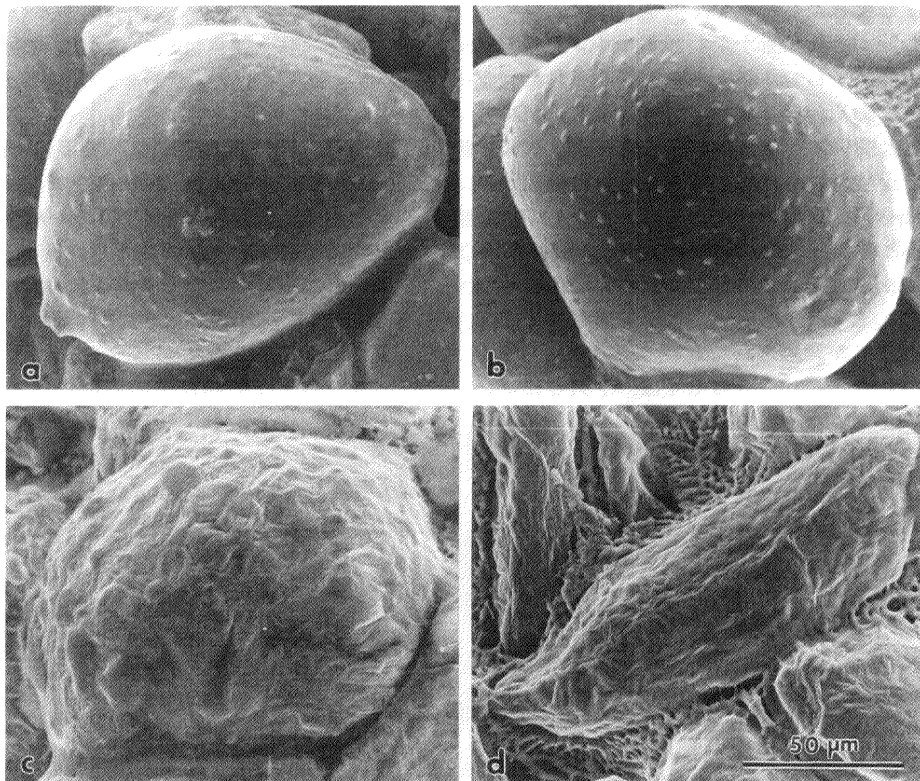


図5 クライオSEMにより観察した生餡粒子
a:アズキ; b:インゲンマメ; c:ラッカセイ; d:ダイズ.

あるためか、餡粒子の表面に凹凸や著しい皺を生じていた。クライオSEM観察では、そのような凹凸や皺は観察されなかった。

一方ラッカセイとダイズの餡粒子では、図5cと5dに示すように表面にやや凹凸が見られ、表面に張りが認められなかった。これは両者が流動性をもつ脂質を含有しているためで、これらの脂質滴が緩衝物となって餡の感触をやわらげ

て、なめらかさの評価を高くしていると考えられる。

3) 低真空SEMで観察した生餡

四種類の生餡を-10℃のクールステージ付低真空SEMに入れ、30Paの真空度で観察したものを図6に示した。いずれの餡粒子も若干の収縮が見られ、アズキとインゲンマメの餡粒子では表面に点在する原形質連絡の跡が突起してその間に皺をなして観察された。ラッカセイでは深い窪みとして観

察された。さらに興味深いことには、いずれの餡にも餡粒子間に存在する物質の乾固したと考えられる像が観察された(図中矢頭)。特にダイズでは顕著に観察された。これは細胞壁から溶出したペクチン質を主体としたものであると推察される¹³⁾。高真空モードのSEMで観察する場合、固定・脱水・金コーティング等の前処理の過程でこれらの餡粒子間に存在する物質はなくなるために、これまでにその観察は報告されていない。このような餡粒子の表面に存在する物質と餡の粘性や付着性が関係するものと考えられる。

4) 低真空SEMで観察した練り餡

図7は、四種類の練り餡をクールステージ付低真空SEMで観察したものである。練り餡では餡粒子間に流動性のある物質が豊富に存在するのが観察された。テクスチャー測定において生餡よりも練り餡の方が粘性の値が高い傾向にあったのもうなずける。特にラッカセイの練り餡では、餡粒子を取り巻く物質に多数の脂質滴(図中矢頭)が観察されている。このことはラッカセイの練り餡の官能検査結果において風味が強く、なめらかであると回答されたことと関係があると考えられる。

四種類のマメの餡はそれぞれの特徴を持ちながら、いずれも官能検査により風味の点で好まれている。従来より餡としての利用が一般には少ないラッカセイやダイズも、それぞれのテクスチャーや官能特性を活かせば、餡としての新たな利用の可能性をもっているといえる。

4. 要約

アズキ、インゲンマメ、ラッカセイ、ダイズの四種類のマメから調製した生餡と練り餡について、テクスチャーの測定

と官能検査を行い、光学顕微鏡、クライオ走査電子顕微鏡、低真空走査電子顕微鏡による餡及び餡粒子の形態観察と合わせてそれらの特徴を考察した。主な結果は次の通りである。

(1) 餡のテクスチャー測定における粘性の値は、生餡ではラッカセイとダイズが高く、練り餡ではいずれの餡も高い値を示した。付着性はラッカセイとダイズの練り餡において高い値を示した。

(2) 餡の官能検査で「味の好ましさ」は、アズキ餡が最も高い値を示したが、その他の餡もプラス側の評価を受けた。インゲンマメ餡では「ざらつき」が最も大で、粘性はラッカセイとダイズが大であった。「風味」の良さでは、食べ慣れたアズキ餡に次いでラッカセイ餡が高い評価を受けた。

(3) ラッカセイから得た餡粒子は、アズキ、インゲンマメの餡粒子に比べて円形度では大差ないが、若干小型であった。ダイズの餡粒子は長径短径の差が著しく、子葉細胞本来の形態を保持していた。

餡粒子のクライオSEM観察によると、アズキ、インゲンマメの餡粒子は球状であるのに対して、ラッカセイとダイズの餡粒子は張りのない形を示し、これらの表面構造の差は餡粒子の形状と相まってなめらかさの評価に影響するものと考えられた。切片の光学顕微鏡観察からは、デンプンや脂質、タンパク質の存在状態や細胞壁の性状に差があることがわかった。

(4) 生餡と練り餡の低真空SEM観察により、餡粒子間に存在する物質の状態を観察することができた。これらは粘性や付着性に関係すると考えられた。またラッカセイ餡では、餡粒子外に脂質が洩れ出ているのが観察され、これが風味の良さと粘性に関与していると考えられた。

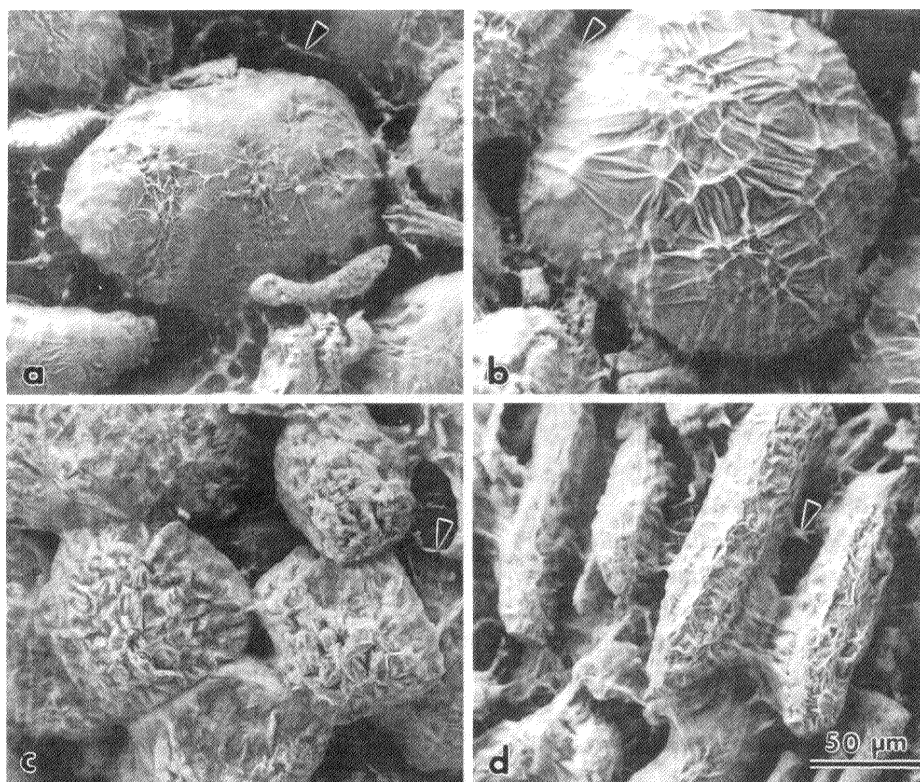


図6 低真空SEMで観察した生餡粒子

a:アズキ; b:インゲンマメ; c:ラッカセイ; d:ダイズ。餡粒子間に物質(矢頭)の存在が認められる。

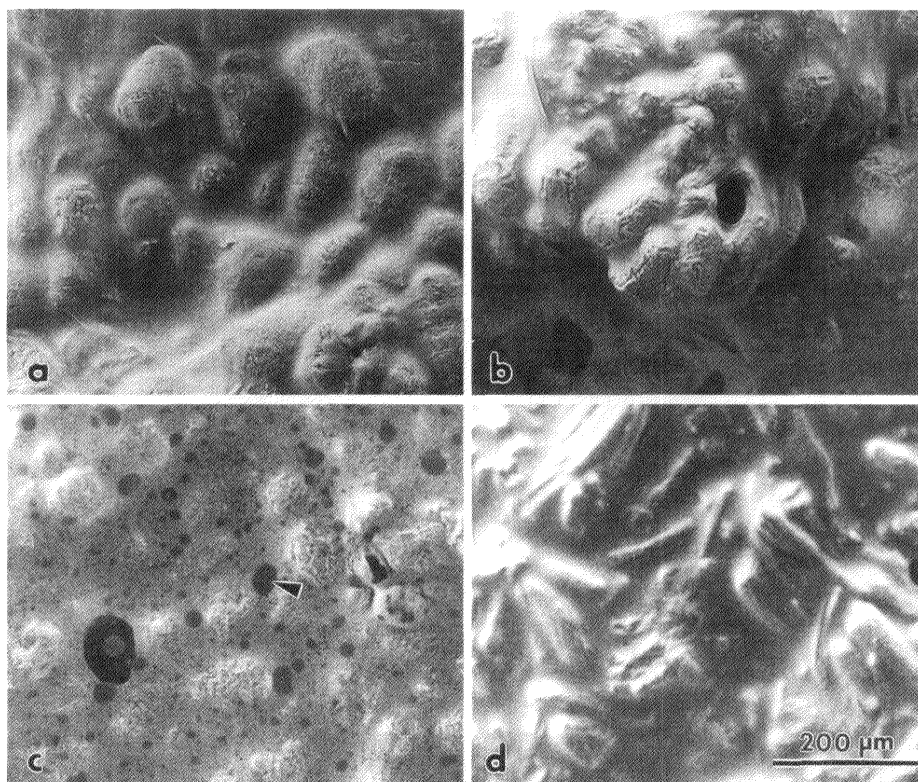


図7 低真空SEMで観察した練り餡

a:アズキ；b:インゲンマメ；c:ラッカセイ；d:ダイズ。餡粒子間に物質が豊富に存在する。
ラッカセイ餡では粒子の外に脂質滴（矢頭）が存在するが、ダイズ餡では見られない。

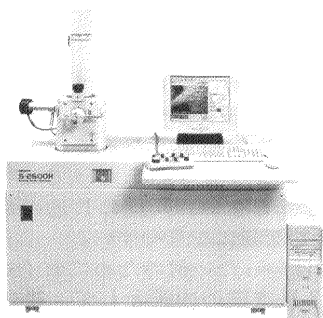
引用文献

- 1) 松本エミ子, 市川収, 星野忠彦: 豆類の食品組織学的研究 (第1報) 貯蔵細胞の水煮による影響について, 家政誌, 17, 331-336 (1966)
- 2) 田村咲江, 山本奈美, 白神澄二: ゴマ・ダイズ・ラッカセイ子葉細胞の登熟による微細構造の変化, 広島大学学校教育学部紀要 第II部, 19, 143-152 (1997)
- 3) 山本奈美, 田村咲江: 煮熟したラッカセイのテクスチャー, 組織構造および官能特性 — ダイズ・インゲンマメとの比較 —, 家政誌, 50, 313-321 (1999)
- 4) 日本調理科学会編: 総合調理科学事典, 光生館, 東京, 87-88 (1997)
- 5) 畑井朝子: あん粒の形成, 『家政学事典』((社)日本家政学会編), 朝倉書店, 東京, 509 (1990)
- 6) 渡辺篤二, 高妻洋子: 小豆餡の食品化学的研究 (第1報) 小豆餡中のタンパク質及びデンプンの性状, 共立女子大家政学部紀要, 28, 29-39 (1981)
- 7) Stanley, D.W. and Tung, M.A.: Microstructure of food and its relation to texture. In Rheology and texture in food quality (deMan, J. M., Voisey, P.W., Rasper, V.F. and Stanley, D.W., eds.), AVI Publishing Co., Westport, CT., 28-78 (1976)
- 8) 山野善正: 食品のテクスチャーの評価, 日食工誌, 44, 83-92 (1997)
- 9) 田村咲江: 食品組織に関する実験, 『調理学実験』(川端晶子, 大羽和子編), 学建書院, 東京, 19-48 (1990)
- 10) Rockland, L.B. and Jones, F.T.: Scanning electron microscope studies on dry beans. Effects of cooking on the cellular structure of cotyledons in rehydrated large lima beans, J. Food Sci., 39, 342-346 (1974)
- 11) Sefa-Dedeh, S., Stanley, D.W. and Voisey, P.W.: Effects of soaking time and cooking conditions on texture and microstructure of cowpeas (*Vigna unguiculata*), J. Food Sci., 43, 1832-1838 (1978)
- 12) 渡辺篤二, 高妻洋子, 渡辺圭子: 小豆餡の食品化学的研究 (第2報) 小豆の煮熟 (加熱) による餡粒子形成について, 共立女子大家政学部紀要, 28, 41-50 (1981)
- 13) Hahn, D.M., Jones, F.T., Akhavan, I. and Rockland, L.B.: Light and scanning electron microscope studies on dry beans: intracellular gelatinization of starch in cotyledons of large lima beans (*Phaseolus lunatus*), J. Food Sci., 42, 1208-1212 (1977)
- 14) 渡辺篤二, 小林理恵子, 渡辺圭子, 道川恭子: インゲン類を原料とする餡の性状 — 各種インゲン類による生餡の調整, 共立女子大家政学部紀要, 35, 9-17 (1989)
- 15) 道川恭子, 小林理恵子, 渡辺篤二: 大白花を原料とする餡の特性 — 特に大手亡との比較, 日食工誌, 39, 663-670 (1992)

(本報文は、日本家政学会誌Vol.50, No.4に掲載されたものに一部手を加えたものである)

新製品紹介

S-2600H形 走査電子顕微鏡発売



S-2600H形走査電子顕微鏡

Windows NT[®] 対応のパソコンを搭載したコンパクトな新型走査電子顕微鏡 S-2600H形をこのたび発売した。新たにファンクションタブコントロール方式のGUIを採用することにより、観察条件などの煩わしい設定なしで初めての方にも簡単に操作することができる。また、画像ファイリング機能およびレポート作成機能を標準搭載し、データ管理・活用を容易にした。さらに3次元コンピュータグラフィックによる動画解説とあわせメンテナンスを簡単にした。17型CRTモニターに加えて、15型LCDモニターも選択可能とし、省スペース化とあわせ省エネルギー化を図ることができた。

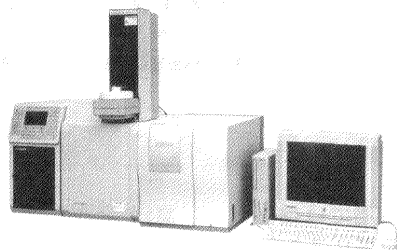
SEMの専門知識を持たない初心者でも使いやすいため、製造現場での品質管理などのほか、大学・高校などの教育用やSEM入門用としても最適である。

■主な仕様

電子銃：Wヘアピンフィラメント
分解能：4.0 nm
試料寸法：最大50 mm径
大きさ：1300(幅)×1000(奥行き)×1500(高さ)mm

(伊藤祐博 記)

M-9000形 新型GC/MSの紹介

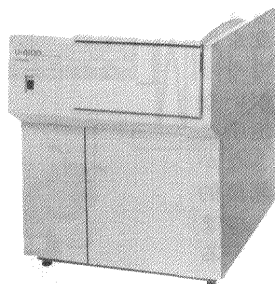


M-9000形外観

最近「環境ホルモン」など環境汚染物質に対する社会的関心が高まり、これらを高感度に分析するニーズが増大している。M-9000形GC/3DQMSシステムは、(1)フェムトグラムオーダーの成分を定量する高感度、(2)高速ライブラリ検索機能によりの確に未知試料を同定する優れた定性能力、(3)環境試料の抽出、濃縮を従来の半分の時間で行なう固相マイクロ抽出の搭載、(4)夾雑成分の除去、構造解析に有効なMS/MS機能、(5)試料の前処理から報告書の作成まですべて行える日本語操作環境を特長とし、環境分析のニーズに応える。

(谷川建一 記)

U-4100形 分光光度計の紹介



U-4100形分光光度計

ガラス、レンズ、プリズムなどの光学材料の評価を行うU-4100形分光光度計を製品化し、平成11年11月9日より販売を開始した。本製品は、高感度積分球や、超大形試料室の組み合わせに

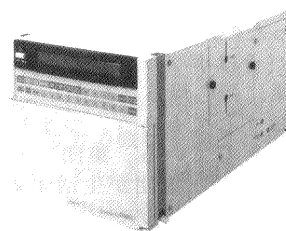
よって、半導体の高集積化にともなう露光波長の短波長化、液晶の大画面化などの多様化するニーズに迅速に対応するシステムの構築を可能にした。

U-4100形分光光度計により、波長175nmからの測定が可能であり、また微小試料(2mm×2mm)から300mm径ウェーハまでの測定が可能である。

さらに、オプションのレポートジェネレータによりユーザのフォーマットにあわせた報告書が作成可能である。

(江島佳定 記)

日立LaChromシリーズ 液体クロマトグラフ L-7485形蛍光検出器 の紹介



L-7485形蛍光検出器

このたびLaChromシリーズL-7485形蛍光検出器を開発し販売を開始した。本機は、光源部の集光に大口径の楕円面鏡を採用することで光源の効率を改善し、世界最高レベルの感度を実現した。また、分光器のスリットを標準のものとは幅広の高感度スリットとの2段切替とし、さらに高感度を求めるニーズにも対応可能である。このようにL-7485形は徹底した高感度化設計により、製薬・バイオ・環境といった、今後ますます高い検出感度を必要とされる分野に最適な蛍光検出器である。

(秋山 秀之 記)

ラウンジ



ミツバチとプロポリス

Honeybees and Propolis

中村 純*

ミツバチの「プロポリス」は今や健康食品市場では揺るぎない地位を築いている。この数年間でプロポリスを知った日本人の数はうなぎ登りに増えたが、それがミツバチの生産物という認識は追いついていない。ミツバチ研究者を名乗る以上、この状況は傍観できず、ミツバチの視点からのプロポリス研究に踏み込んだが、プロポリスはあまりに広大な未開の地であった。

プロポリスの本体は植物が分泌する粘着性の樹脂状物質である。ポプラなどごく限られた植物がプロポリスの原料供給源となることが知られている。この分泌物には大量のフラボノイドが含まれ、害虫による食害や吸汁害を防ぎ、また紫外線から芽を保護する効果がある。殺菌効果や防カビ効果も確認され、植物の防御物質であることにはちがいない。なぜミツバチはこんなものを集めるようになったのか？

ミツバチはポプラの枝からかきとった原料塊を後肢につけて巣に持ち帰る。しかしこの塊を自分でははずせず、仲間にはずしてもらふ。つまりプロポリス利用は集団生活を前提としている。集団にとって伝染病は最も恐ろしい災厄となり、集団が生活する巣はクマから細菌まで、すべての害敵にとっておいしい餌になる。強力な国家として集団を維持し、巣を守るために、ミツバチは高度な社会を発達させ、集団防衛システムを用意する必要があったろう。プロポリス利用もそのひとつとして長い進化の過程で得られたものにちがいない。

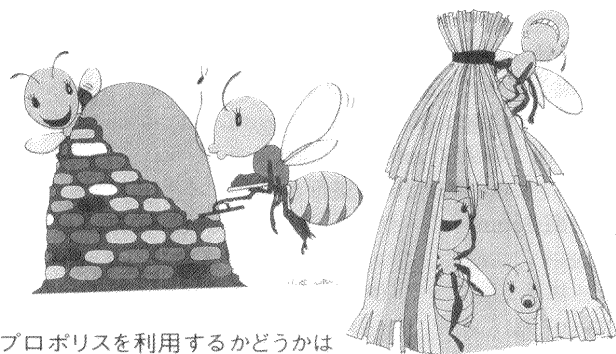
そのミツバチの巣はきちんと空調管理され、幼虫や蛹のいる巣の温度は35℃に保たれる。この精度は人間の体温調節以上で、寒ければハチミツを燃料に飛翔筋を震動させて熱を出し、暑ければ扇風し、あげくは打ち水までする。最も暖かい場所で育つ卵や幼虫は乾燥に弱く、その周囲のやや温度の低い場所で熟成されるハチミツは湿度が高いと吸湿してしまう。ミツバチは温度を調節しながら、高温のところで高湿度、低温のところで低湿度を保つといった複雑で気の遠くなるような湿度調節までやっている。この暖かく湿った巣の中に、ミツバチがいなくとすぐにかびる花粉や発酵しやすいハチミツが随所に貯えられている。まるでインキュベータ内の培地さながらの環境にもかかわらずミツバチの巣は驚くほど無菌的で、めったなことでは病気が蔓延しない。それは、つまりプロポリスの抗菌作用が最大限に効果を発揮しているからと教科書的な説明がつく。なるほど。

ところが、ここまできてプロポリスの効果に水を差すミツバチが登場する。プロポリスを利用するミツバチはセイヨウミツバチで、旧世界西側の原産。旧世界の東側にはトウヨウミツバチ(日本には亜種のニホンミツバチが生

息)が分布し、なぜかこのミツバチはプロポリスに頼らない。それでは、巣の中で病気が発生しやすいのではと心配になるが、国際的に法定伝染病指定となっている「腐蛆病」の災禍に陥るのはセイヨウミツバチだけでトウヨウミツバチは感染させても罹らない。両種に共通の病気の多くはセイヨウミツバチで深刻になりやすい。

だとしたら、プロポリスはいったい何のためにセイヨウミツバチの巣にあるのか？ 巣空間の内張として、換気の効率を上げ、水漏れ、害虫の侵入を防ぎ、あるいは冷氣や日光などを遮断するなど物理的な用途だろうか。答は今のところミツバチだけが知っている。イラストは、ひとつの仮説。セイヨウミツバチは厳しい冬を越すために大量の蜜を貯え、蜂の数も多い。巣も当然大きくなる。巣への投資と執着が大きくなり、プロポリスを使って補強して長持ちさせる。巣の耐久年数は確かに長い。方やトウヨウミツバチは熱帯でのらりくらりと生活する。蜜がなくても厳しい冬はないし、かえって大きな巣は害敵にねらわれやすい。巣はこじんまり作り、事情が悪くなれば未練なくさっさと捨てて移住する。巣への投資が小さい分、プロポリスまでは手を出さない。ヨーロッパのレンガ造りとアジアの木造家屋の文化的背景を想起させる。もっともこの仮説には落とし穴がある。熱帯アフリカに住むアフリカミツバチはプロポリスを集めるが定住性は低い。またニホンミツバチは冬が厳しいにもかかわらず巣を捨てる習性を失わない。負け惜しみでしかないが、仮説を立てては捨て、新たに考えをめぐらすのもミツバチ研究の醍醐味なのである。

さて、結局プロポリスには効果がないのかと落胆する方がいても困るので弁護する。ミツバチの求めているものはちがうが、明らかにプロポリス中に人や動物に効果のある成分が含まれているのは事実だ。天然物の多くがそうであるように、特殊なものには特殊なものが含まれやすい。求めるものは異なってもプロポリスはプロポリスなのである。



プロポリスを利用するかどうかは住宅への投資の問題？

(左：セイヨウミツバチ、右：トウヨウミツバチ)

(イラスト 吉村雅楽)

* 玉川大学学術研究所 ミツバチ科学研究施設
講師 農学博士(玉川大学)

解 説

P-5000形ICP質量分析装置の紹介と水質分析への応用

Model P-5000 ICP-MS and it's water quality analysis

白崎 俊浩*** 坂元 秀之*
照井 康** 奥本 豊治**

1. はじめに

ICP質量分析装置(ICP-MS)は、高感度、多元素迅速分析が可能で、環境をはじめとして半導体、医学薬学分野等で元素の極微量分析に利用されている。しかし、利用される分野や試料の種類等の多様化に伴って、イオン源に用いるアルゴンあるいは試料中に含まれるマトリックス成分、また両者の複合成分によって生成される分子イオンのスペクトル干渉により、目的元素の正確な分析が行えないといった問題が顕在化している。

平成11年6月に販売を開始したP-5000形ICP-MSは、イオン源にアルゴンプラズマを用い、質量分析部にイオン閉じ込め形の多機能三次元四重極質量分析計^{2) 3)}(以下3DQMS)を搭載している。P-5000形は、より高い信頼性で目的元素を分析するといった日立の一貫したコンセプトのもと、多機能3DQMSを質量分析部として採用し、分子イオンによるスペクトル干渉を抑制することを実現した。ここでは、P-5000形ICP-MSの測定原理、3DQMSが特長として持つ機能を用いた分子イオンのスペクトル干渉抑制効果を中心に解説し、最後に河川水相当のマトリックス成分を含んだTrace Elements in Water (NIST SRM 1643d)の分析例について示す。

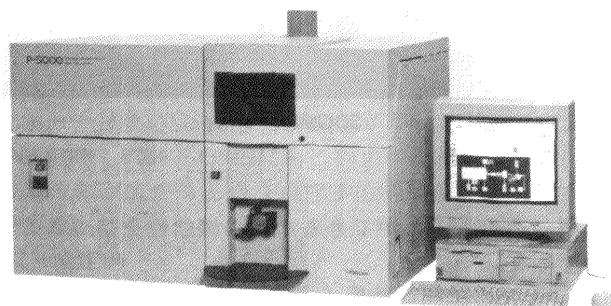


図1 P-5000形ICP-MS

2. 測定原理

P-5000形ICP-MS(図1)は、イオン源に27MHzのアルゴンICPを用い、質量分析部にはイオンを閉じ込めることが可能な3DQMSを搭載した。装置の概略を図2に示した。P-5000形は、従来から使用されている四重極質量分析計(以下QMS)を分析部として持つICP-MS(ICP-QMS)と比べ測定原理の基本的な点で変わりはないが、目的イオンのみを選択的に3DQMS内に閉じ込める事ができること、また、およそ3秒程度まで特定のイオンを3DQMS

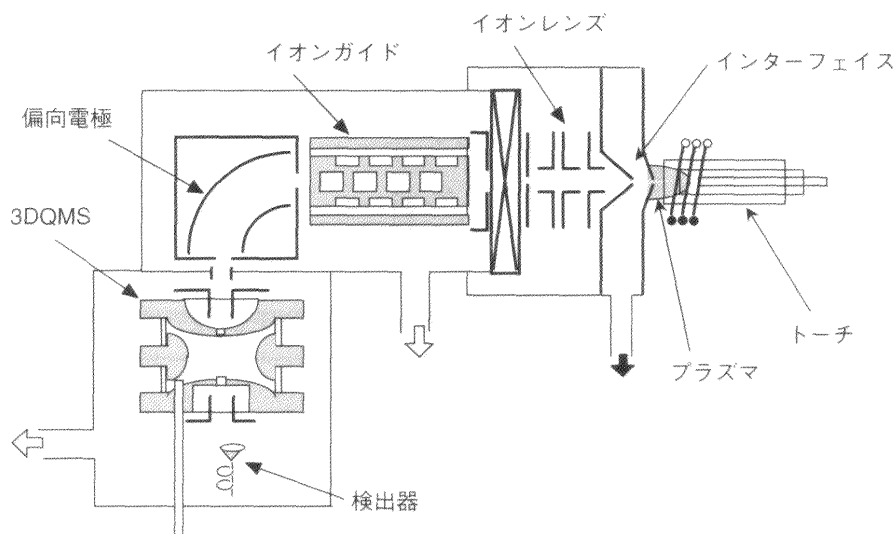
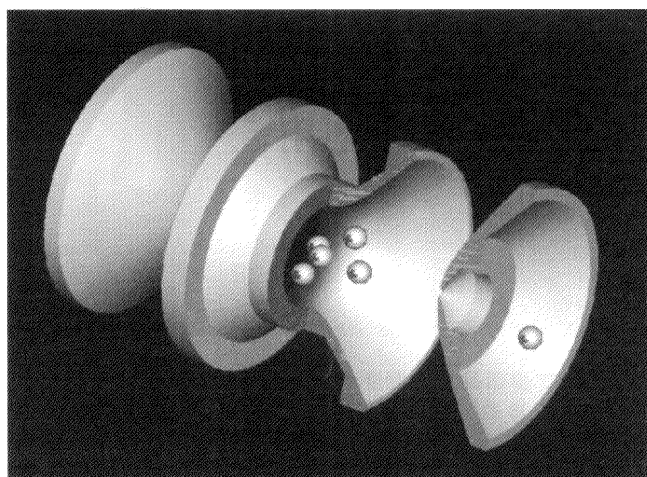


図2 P-5000形ICP-MS装置概略図

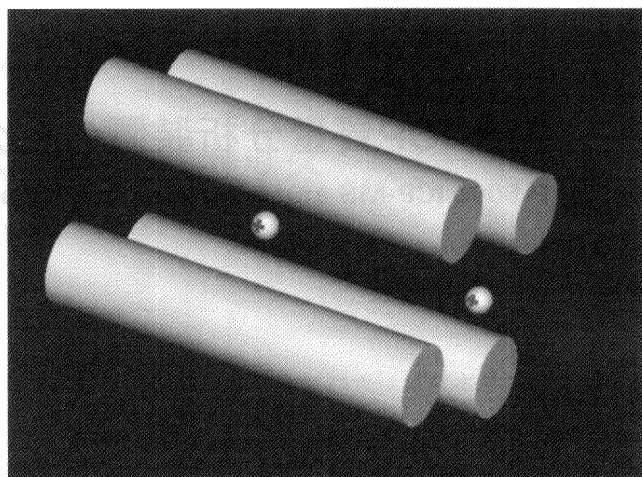
* (株)日立サイエンスシステムズ テクノリサーチセンタ

** (株)日立製作所計測器グループ 環境システム本部 設計部

*** (株)日立サイエンスシステムズ テクノリサーチセンタ 理学博士



3DQMS



四重極質量分析計

図3 ICP-MSで用いられている質量分析部

内に閉じ込めることができるなどの機能性を持つことが特長である。

3. 3DQMSの機能と特長

QMSは、図3の右に示したような構造をしている。双曲線電場内を安定した軌道をとるイオンだけが通過し、その他のイオンは排除されることを利用して目的元素の計測を行なう³⁾。一方、P-5000形に搭載した3DQMSは図3の左に示したような構造をしている。回転双曲面のリング電極と、それを左右に挟んだエンドキャップ電

極からなる構造をしており、イオンをこれらで形成される空間電場内に閉じ込めることができる。また、イオンの閉じ込め効率を向上させるために、この空間内にヘリウムガスを導入している。ヘリウムは、3DQMS内に閉じ込められた分子イオンを開裂させる効果も合わせ持つ。両質量分析計を比較すると、QMSは、イオンを選別するいわゆるフィルター的な役割しか担っていない。これに対して、3DQMSは、(1) イオンの選択的閉じ込め、(2) イオンの選別、(3) 分子イオンの開裂、(4) 分子イオン

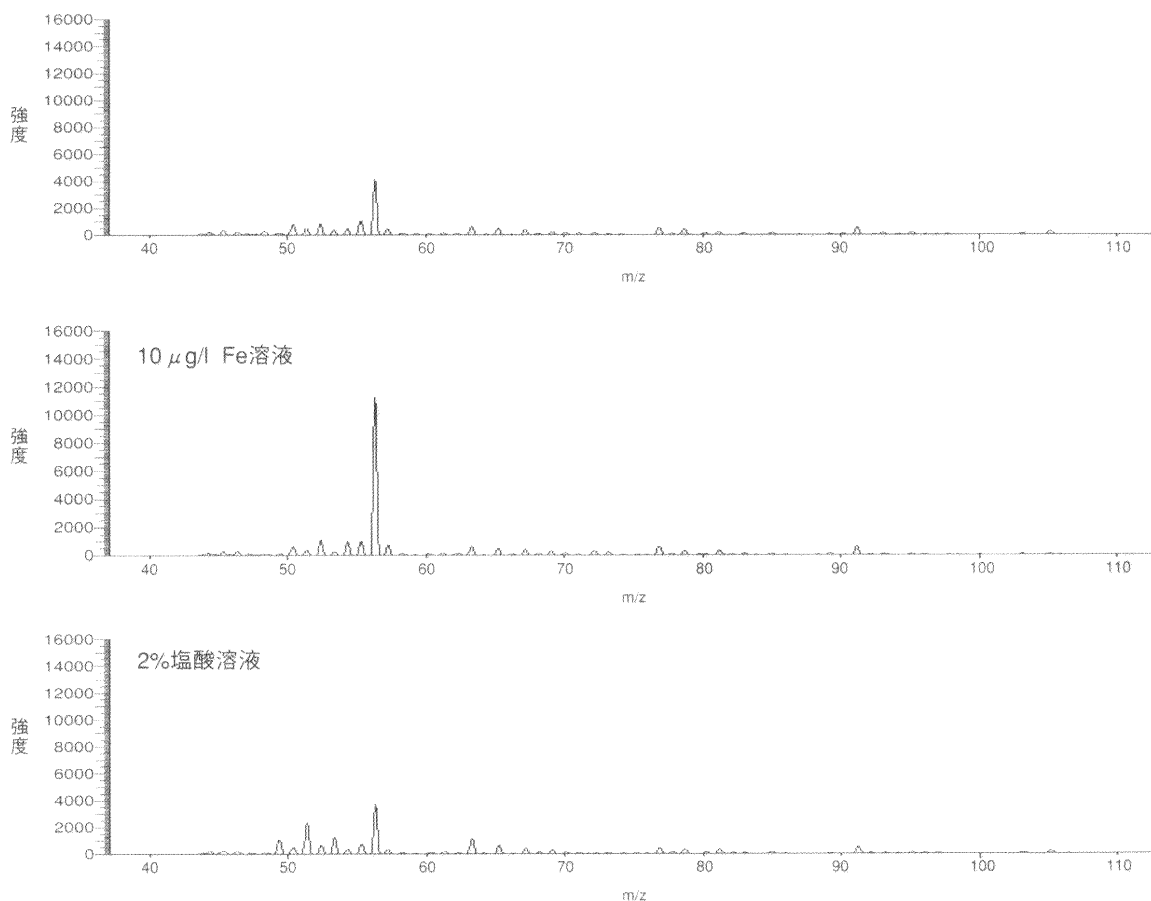


図4 純水、10 µg/l Fe溶液、2%塩酸溶液の質量スペクトル

の選択的開裂（MS/MS機能）などを行う事ができる多機能質量分析計と位置づけられる。(3), (4)については後述する。

4. 分子イオンの開裂によるスペクトル干渉の低減

4. 1 ヘリウムによる自然開裂効果

P-5000へ純水、鉄10 $\mu\text{g/l}$ 溶液および2%塩酸を導入した時の m/z 44から110までの質量スペクトルを図4に示す。従来のICP-QMSでは、 $m/z=56$ や80に $^{40}\text{ArO}^+$ 、 $^{40}\text{Ar}_2^+$ （それぞれ $^{56}\text{Fe}^+$ 、 $^{80}\text{Se}^+$ と重なる）といった巨大な分子イオンの生成が認められる。これに対してP-5000は ArO^+ の生成量が、鉄換算濃度でおおよそ5-7 $\mu\text{g/l}$ 程度、 Ar_2^+ についてもセレン換算濃度で0.1-1 $\mu\text{g/l}$ 程度の生成量となっており、ICP-QMSに比べて1-2桁程度分子イオンの生成量が低い。これは、3DQMS内に導入されているヘリウムと ArO^+ 、 Ar_2^+ が衝突し、これらが開裂あるいは電荷交換反応することによる。3DQMS内におけるヘリウムと分子イオン間の衝突のエネルギーは、5eV以上と見積もられ、これよりも結合エネルギーの低い分子イオン(ArO^+ :0.31eV、 Ar_2^+ :1.21eV、 ArCl^+ :2eV)は、3DQMS内で開裂する。図4に2%の塩酸をP-5000へ導入した時の質量スペクトルを示したが、 $m/z=75$ に ArCl^+ ($^{75}\text{As}^+$)の生成も認められない。したがって、 ^{75}As 、 ^{80}Se はAr由来のスペクトル干渉が低く正確な分析が期待される。また、 ^{56}Fe についても、水道関連の試料を測定対象とした場合、バックグラウンドレベルは規制値300 $\mu\text{g/l}$ と比較して十分低く、信頼性の高い分析が可能である。

4. 2 MS/MS機能による分子イオンの選択的開裂

MS/MS機能は、3DQMS内に閉じ込められたある軌道上を周回するイオンに対して、緩やかな高周波を印加することによって分子を開裂する方法で、分析にこれを利用するには2通りの用い方がある。以下に例を示す。

(1) 目的元素が、酸化物など分子イオンを生成しやすく、これを開裂させて目的元素を本来の m/z にて分析する場合

に用いる。イットリウムの酸化物をMS/MS機能にて開裂した例を図5に示す。 $m/z=105$ のYOを3DQMS内に閉じ込め（図5上段）、緩やかな高周波を印加して、これを開裂させて ^{89}Y を測定した（図5下段）。

(2) ある m/z において、分子イオンが目的元素に対してスペクトル干渉を起こす場合、この分子イオンを開裂させ、干渉を抑制することによって目的とした元素をのみを検出するときに用いる。 $m/z=56$ の ArO^+ を開裂させ ^{56}Fe を3DQMS内に残して分析する方法がこの応用として考えられる。この方法を適用した場合の $m/z=56$ の ArO^+ の強度は、ヘリウムによる自然開裂時の強度と比較して2割程度低くなり、S/N比の向上が認められる。今後は、更に効率の良い開裂条件を検討していく。

ここで示したMS/MS機能は、3DQMSの特長的な機能であり、ICP-QMSはもちろんコリジョンセル（反応）セルを搭載したICP-QMSにもこのような機能はない。分析手段の幅が広がるという点で本方法は非常に有用な手法である。

5. 測定例

水道水や河川水などとマトリックス組成の類似したTrace Elements in Water (NIST 1643d) を分析した。図6に検量線の一例を、定量結果を表1に示した。なお、セレンの定量の際にはMS/MS機能を用いている。定量値は、保証値と良く一致している。

6. まとめ

P-5000形ICP-MSの測定原理、3DQMSが特長として持つ機能を用いた分子イオンのスペクトル干渉抑制効果を中心に解説し、最後に河川水相当のマトリックス成分を含んだTrace Elements in Water (NIST SRM 1643d) の分析例について示した。P-5000形は、多くの機能を持った3DQMSを搭載しており、これを用いることによって分析方法の幅が広がり、より多様な試料の分析に応用されることが期待される。

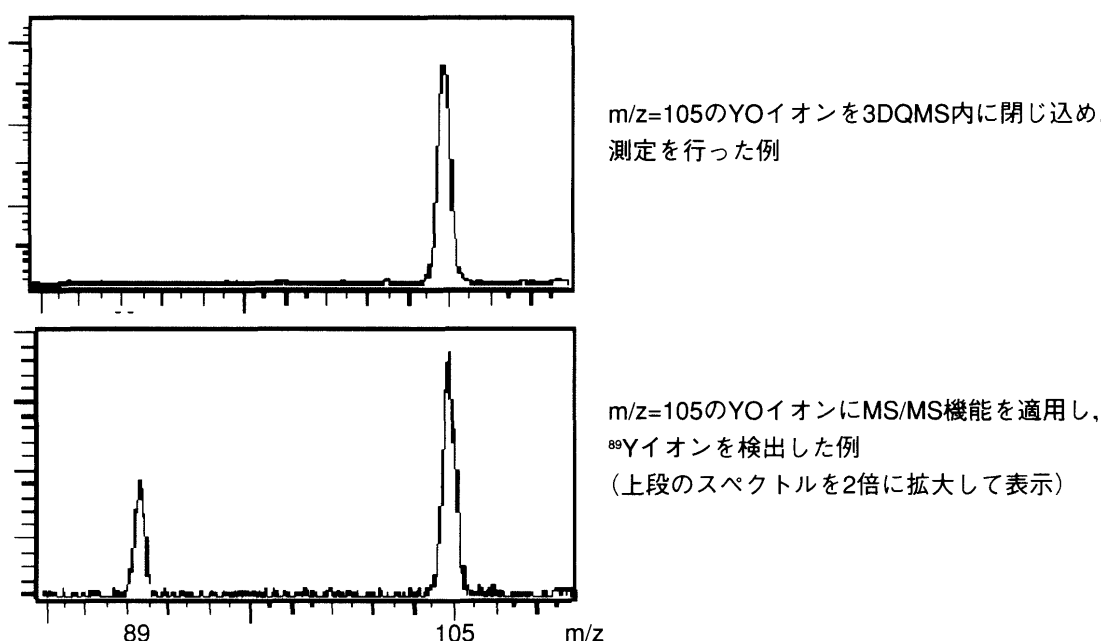


図5 MS/MS機能を活用し測定を行った例

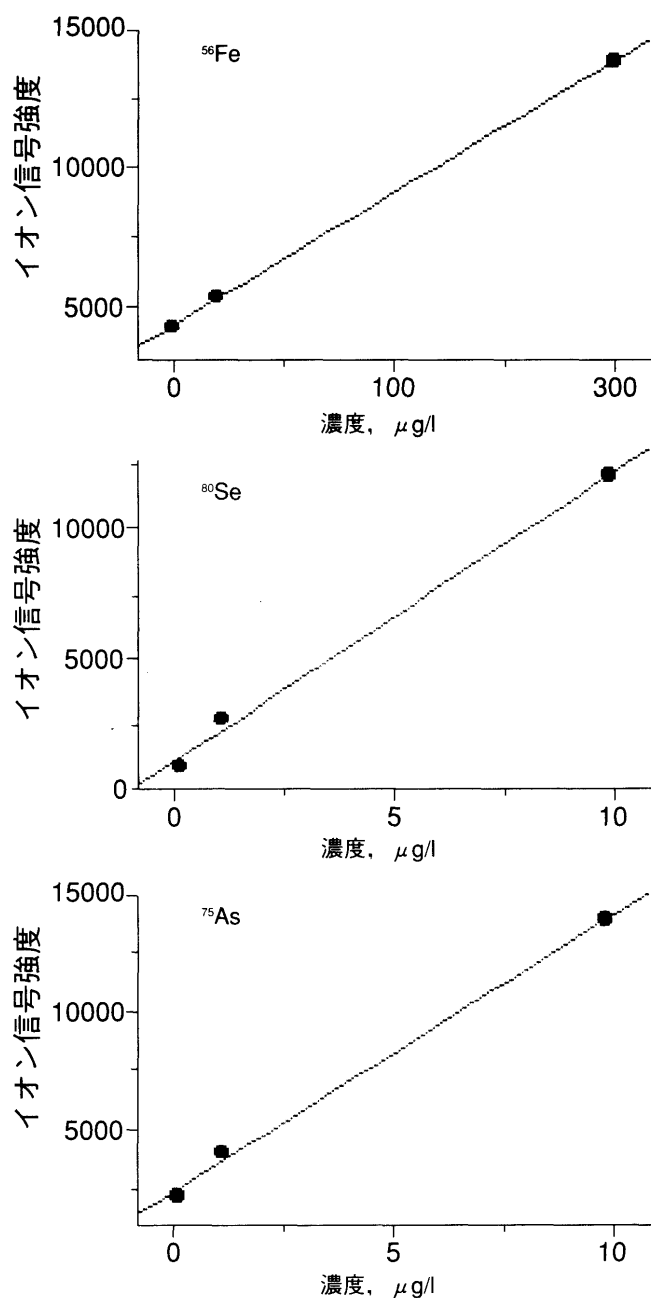


図6 検量線作成例

表 1. Trace Elements in Water (NIST SRM 1643d) の分析結果

元素	分析値 μg/l	保証値 μg/l
^{56}Fe	88.2	91.2±3.9
^{75}As	56.5	56.02±0.73
^{80}Se	11.6	11.43±0.17

文献

- 1) 河口広司, 中原武利編: “プラズマイオン源質量分析” (1994), (学会出版センター).
- 2) G. C. Eiden, C. J. Barinaga, and D. W. Koppenaal: J. Am. Soc. Mass Spectrom., 7, 1161-1171 (1996).
- 3) 丹羽利充編: “最新のマススペクトロメトリー” p25-p26. (1995), (化学同人).

Topics

日本分析化学会第48年会 開催さる

日本分析化学会第48年会(99年9月8日~9月10日)が甲南大学にて開催された。総発表件数669件, 参加登録者数1340名と盛会で、特に環境分析, 原子スペクトル分析, 液体クロマトグ

ラフィ関連の発表に多くの聴講者集めた。日立は、イオン閉じ込め方式の3DQMSを用いたICP-MS(4件)およびAPCI-3DQMSに関する発表を行った。ICP-MSは、妨害分子イオン生成の抑制機構や実試料への分析適応例などを発表し活発な討論がなされた。また、APCI-3DQMSは、有機塩素化合物を取り上げ、夾雑成分由来の妨害をMS/MS機能を用いて目的成分を信頼性高く測定する方法について発表した。いずれも新しい概念をもった質量

分析計の特長を活かした測定技術に関するもので、分析技術の幅を広げるといった点で高く評価された。また、学会から分析化学の発展に貢献したとして、日立関連事業所から有功賞を6名が受賞した。

(白崎 俊浩 記)

H-7500における試料自動検索システム

Automated specimen search system for the H-7500 transmission electron microscope

中澤 英子* 長沖 功** 小林 弘幸**

1. はじめに

透過電子顕微鏡（TEM）における作業の大半は、グリッドに載せた広汎な視野の中から目的の試料を探すことに費やされる。Windows搭載のBio-TEM H-7500（図1）ではPCによる試料ステージの制御や観察位置のメモリ機能など多種の便利な機能を標準装備することによって、操作性の向上を図ってきた。今回は、一連の試料検索作業の軽減を目的として開発された試料自動検索システムについて紹介したい。

2. 試料自動検索システム

2.1 システムの構成と主な仕様

H-7500の試料自動検索システムはウイルスなどの微小な粒子の検索を自動的に行うために開発されたシステムである。本システムはTEM本体ならびにTVカメラ、画像処理用PCとで構成されている（図2）。TVカメラで撮影されたTEM像はNTSC信号として画像処理用PCに入力、記憶される。同時にその画像の観察条件、例えば加速電圧や倍率、XY座標による試料位置などもPCに保存される。本システムの主な仕様を表1に示す。

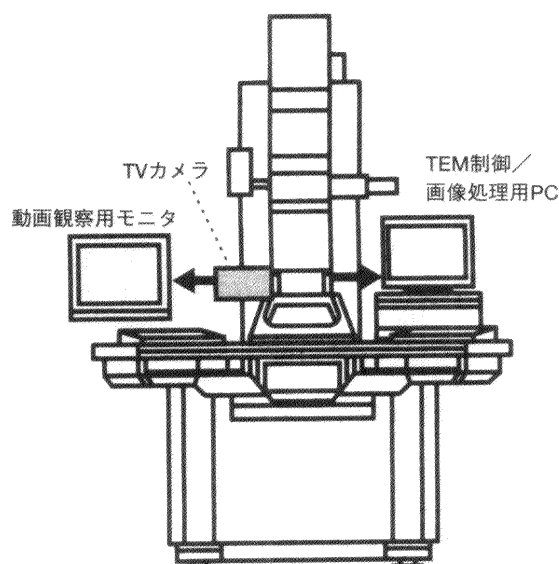


図2 試料自動検索システムの構成

表1. 試料自動検索システムの主な仕様

項目	仕様
適応倍率	×8000以上
検索対象の粒子径	10nm以上
画像サイズ（容量）	640×480ピクセル（約300kB）
画像データ	140kB（TIFFフォーマット、圧縮）
画像取込み時間	約1秒/フレーム
TVカメラ	リアルタイム方式（TVレートスキャン）

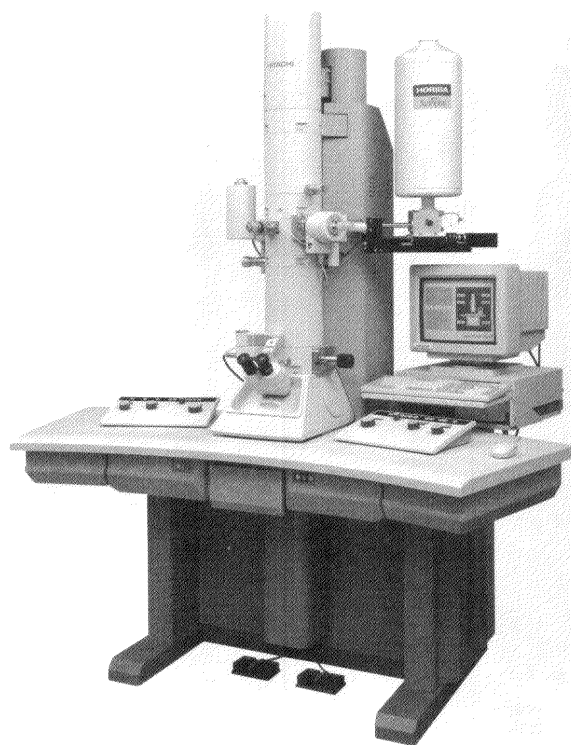


図1 H-7500透過電子顕微鏡の外観

2.2 自動検索の手順

実際の検索操作手順のフローチャートを図3に示す。まずTEM本体PCモニタ上の制御画面から検索開始の指示を行い、露出量や撮影時間など観察や撮影に必要な条件を設定する。次に検索範囲を設定し、さらに検索対象となる粒子の大きさに合わせた画像パラメータ（粒径、楕円率など）を設定する。以上の条件設定後、試料ステージの移動と、TV画像の取込みが自動的に行われる。画像の取込みが終了すると、PCによる粒子の判定と計数が自動的に行われ、その結果が表示される。必要に応じてその視野をフィルムや高解像度カメラで撮影することもできる。これら一連の検索作業が指定した全範囲について自動的に行われる。

2.3 応用例

図4はネガティブ染色したフェリチンの検索例である。フェリチンは鉄を含む複合タンパク質の一種で、粒径約10nmの蛋白殻とその中心に位置する径約5.5nmのミセルで構成される。ここに示した例は、コアの明瞭な粒子のみを

*（株）日立サイエンスシステムズ テクノリサーチセンタ 医学博士

**（株）日立製作所計測器グループ

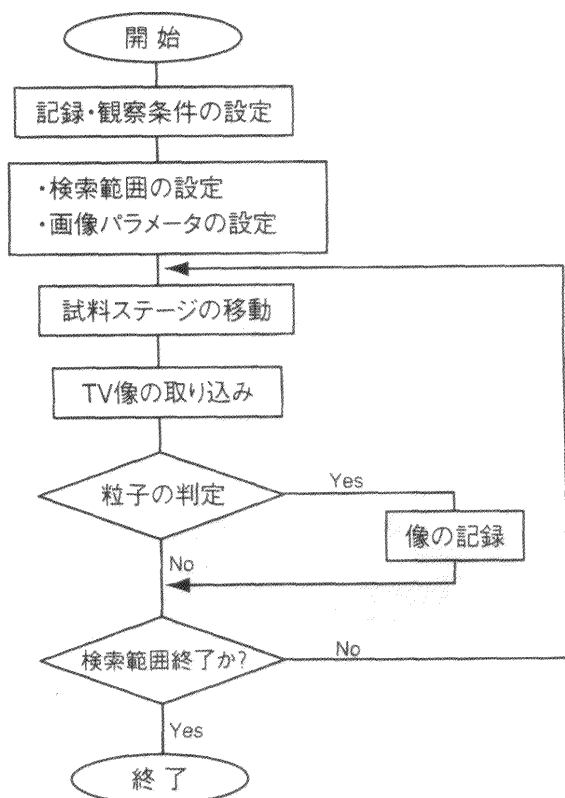


図3 自動検索のフローチャート

検索するよう画像パラメータを設定して自動検索した結果である。約90%の粒子について目的の粒子がカウントされている。

図5はグルタミン合成酵素についての自動検索例である。ネガティブ染色したグルタミン合成酵素は径17～18nmのほぼ球形の粒子である。この検索例では正しい形状のものだけが検出されており、粒径的にはほぼ同じものでも、形状の異なる粒子はカウントされていない。

図6にヒトから検出された小型球形ウイルス（SRSV）での検索例を示す。径約30nmの粒子に的を絞って検索した結果、孤立したウイルスはすべて検出されている。

3. まとめ

H-7500の試料自動検索システムとその2、3の応用例について紹介した。

本システムは、ウイルスなど微小な粒子の検索を自動的に行うものであるが、これはPC制御TEMによって初めて可能となった技術であり、TEM操作の大半を占める視野探しを自動化できる実用上のメリットは大きい。また本システムは単に一連の検索作業の軽減に有効であるというだけでなく、本システムを用いて機械的に探索することによって、視野全体を万遍なく、余すことなく探すことで、検索もれなどの人的な要因を排除でき、より高い精度での検索が可能となる。

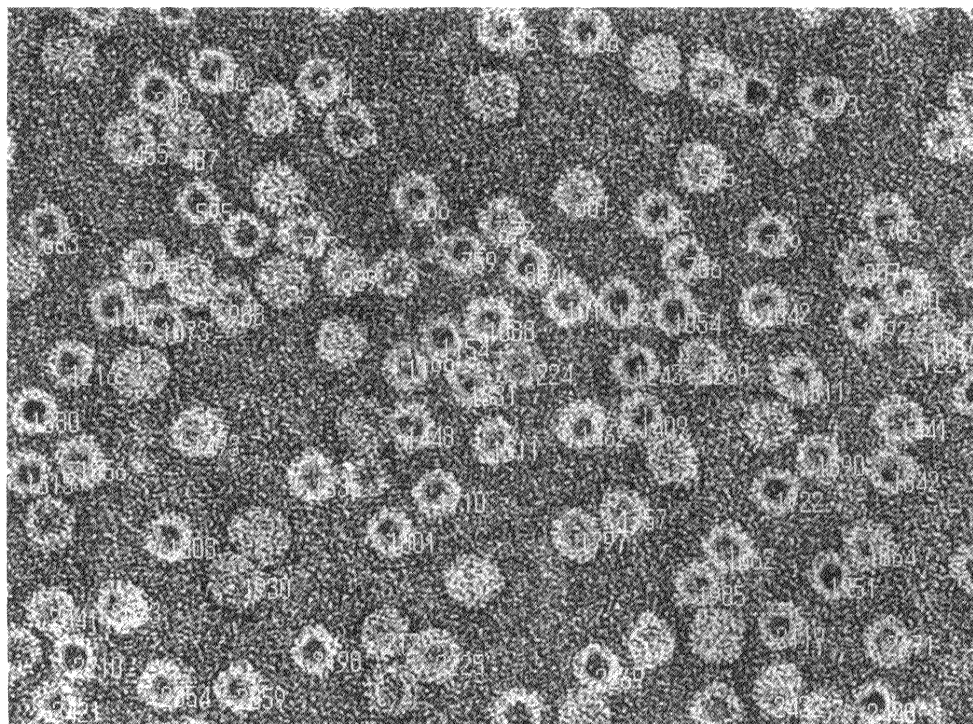


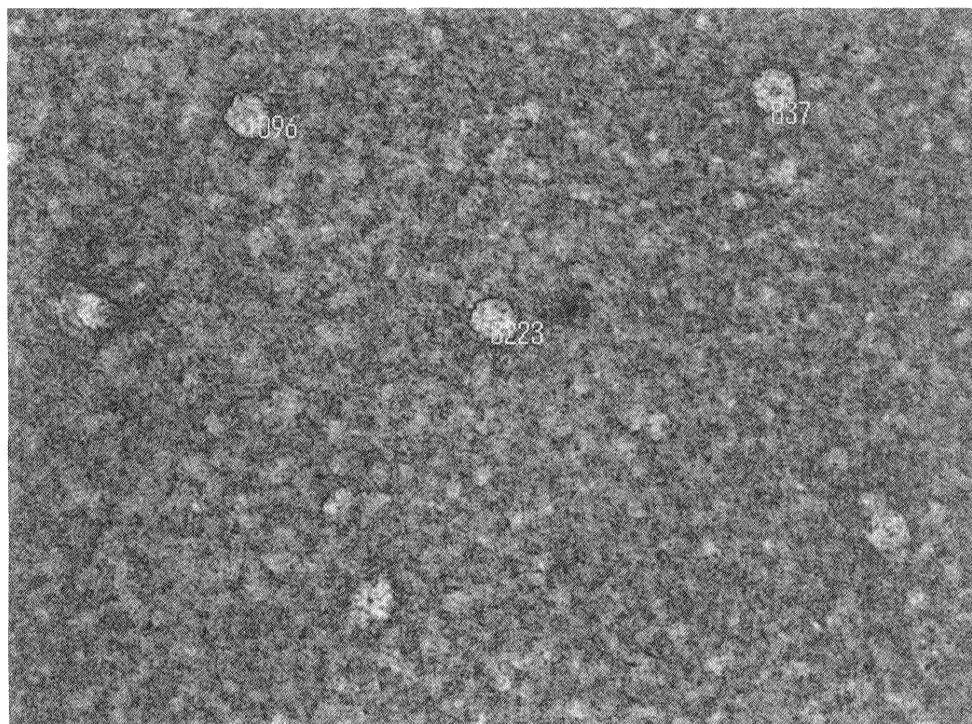
図4 フェリチン（ネガティブ染色）自動検索例

検索された粒子（この場合はコアの明瞭な粒子）がマークされる。

数値はその粒子のシリアル番号である。

加速電圧：100kV，観察倍率：50,000倍

a



b

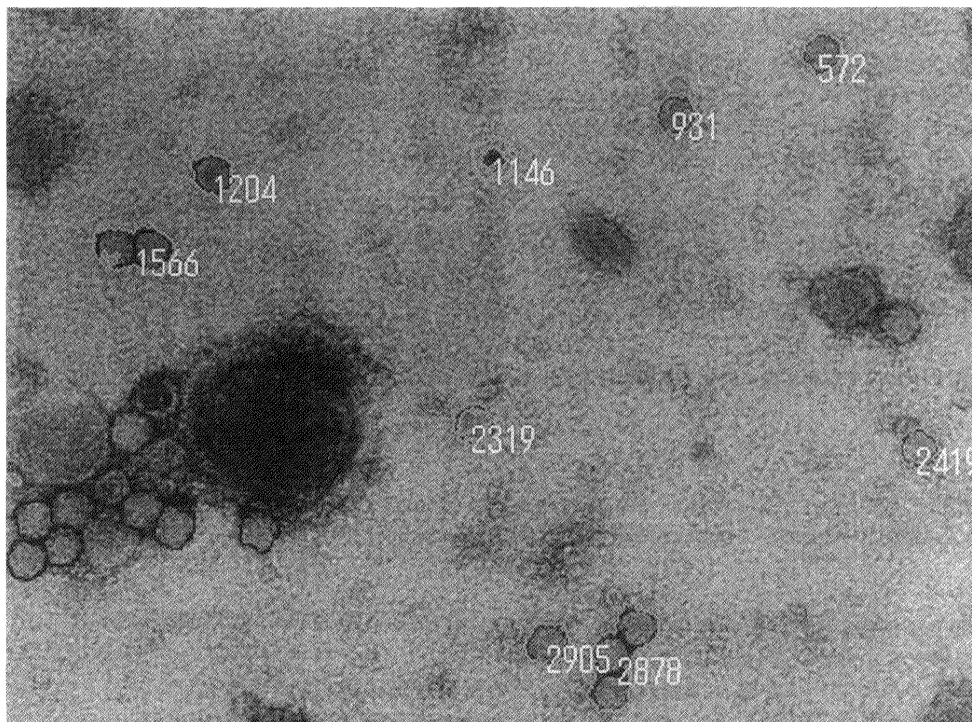
Obj.#	Diameter(ave)	Radius Ratio
837	17.48736	2967103
1096	15.67591	1.733585
3223	16.22525	1.517670

図5 グルタミン合成酵素（ネガティブ染色）自動検索例

(a) 検索画像, (b) 計測結果

加速電圧：100kV, 観察倍率：50,000倍

a



b

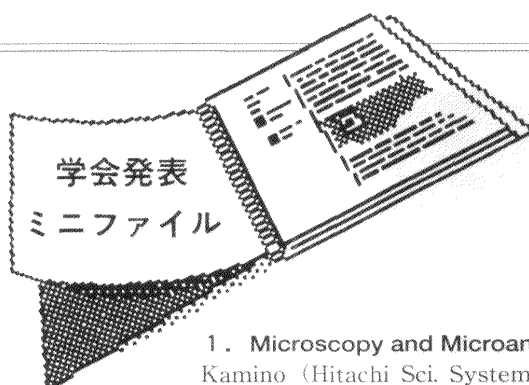
Obj.#	Area	Diameter(ave)
572	632	38.37316
931	852	39.38536
1146	1044	36.62910
1204	1416	42.16957
1566	2460	60.88596
2319	816	36.05239
2419	456	38.11187
2878	2052	76.30366

図6 SRSVの自動検索例

(a) 検索画像, (b) 計測結果

加速電圧：100kV, 観察倍率：40,000倍

(試料ご提供：国立感染症研究所 宇田川悦子先生)



内野興一 (株式会社日立サイエンスシステムズ)

1. Microscopy and Microanalysis (1999.8/3~6, USA)

Kamino (Hitachi Sci. Systems) et al.: A method for site-specific characterization using a dedicated FIB system combined with analytical TEM

集束イオンビーム加工観察装置 (FIB) による透過電子顕微鏡 (TEM) 用試料作製において、これらの装置に共用可能な試料ホルダとTEMの走査透過 (STEM) 像および二次電子 (SEM) 像観察機能を用いて、サブミクロン以下の位置精度で薄膜加工する手法を開発した。この手法を用いて、鉄合金中の直径約10nmの球状介在物を含む部位を正確に薄膜化し、その原子レベルの構造観察およびX線分析に成功した。

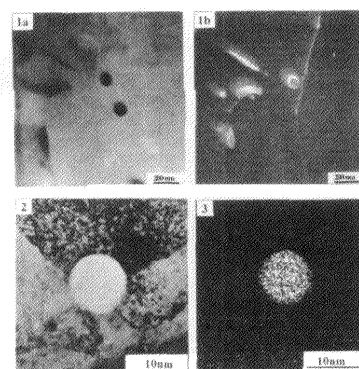


図1 鉄合金中の微少な球状介在物のTEM像

2. International Symposium on Electron Microscopy in Medicine and Biology (1999.8/31~9/3, Korea)

Ueki (Hitachi Sci. Systems) et al.: Application of H-7500 120kV TEM for biological studies

H-7500形透過電子顕微鏡 (TEM) に走査透過 (STEM) 像観察装置およびエネルギー分散型X線分析装置 (EDX) を装着したトータルシステムの開発コンセプトや特長などを紹介した。さらに、医学・生物分野への応用例として、人工関節を取り付けた慢性関節リウマチ患者の皮膚病変組織中に鉄、ニッケルなどの長さ0.1 μm 以下の微粒子が散在することをEDX分析により確認した筑波大学医学部との共同実験例を挙げた。

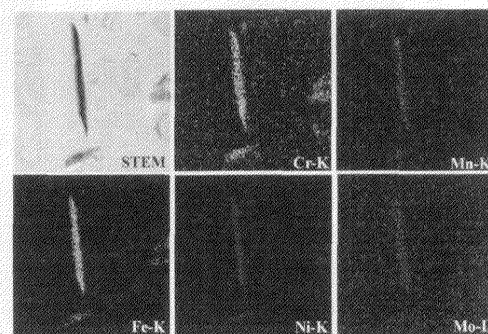


図2 ヒト皮膚病変部に散在する微粒子のX線像

3. SCAN TECH '99

佐藤 (日立・計測器グループ) : シュノーケルレンズの理論

渡邊 (日立サイエンスシステムズ) : 薄膜試料のSTEM観察について

4. 第15回分析電子顕微鏡討論会 (1999.9/16~17, 工学院大学)

小池 (日立・計測器グループ) : FIB試料の最近の進歩

朝山 (日立・半導体グループ) : 半導体不良解析における分析電子顕微鏡の応用

黒田 (日立サイエンスシステムズ) : トライボッドポリシャーによる電子材料の精密研磨法

今野 (日立サイエンスシステムズ) : マイクロサンプリング法の応用

5. 日本金属学会1999年秋期大会 (1999.11/20~22, 金沢工業大学)

上野 (日立サイエンスシステムズ) : 技術開発賞受賞講演・高湿高分解能材料解析技術の開発

6. 日本分析化学会第48年会 (1999.9/8~10, 甲南大学)

大和田 (日立・計測器グループ) : 新形ICP質量分析計の機能と特長

橋本 (日立・中央研究所) : APCI-3DQMSを用いた燃焼排ガスのリアルタイム計測

高田 (日立・中央研究所) : イオントラップ型ICP-MSを用いた元素分析

照井 (日立・計測器グループ) : プラズマ三次元四重極質量分析計の基本特性とその適用

坂元 (日立サイエンスシステムズ) : プラズマ3DQMSにおける妨害分子イオンの除去方法の検討

プラズマ質量分析法において、目的元素と同じ質量数の分子が干渉することがある。 ^{80}Se に対する $^{40}\text{Ar}_2^+$ はその典型例である。MS/MS機能によって $^{40}\text{Ar}_2^+$ を2つに開裂させて干渉の解消を試み、認証標準物質 (NIST) を用いて分析値の信頼性を確かめた。

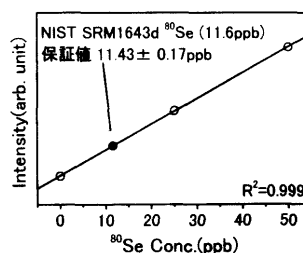


図3 NIST SRM1643d中のSeの定量結果

7. 第8回環境科学討論会 (1999.7/7~9, 北九州市)

白崎 (日立サイエンスシステムズ) : プラズマイオン源質量分析法による環境試料中の微量元素分析

岩淵 (日立サイエンスシステムズ) : 還元カラムを用いるニトロアレン分析法

環境汚染物質としてニトロアレンが注目され始めている。アミノアレンに還元して蛍光検出する方法が有望であり、専用の還元カラムを開発し、分析条件を検討した。認証標準物質 (NIST) を用いて分析値の信頼性を確かめた。

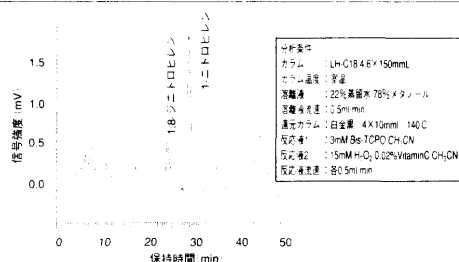


図4 ディーゼル排ガス試料 (NIST製) 分析例

8. 第10回クロマトグラフィー科学会議記念大会 (1999)

甲田 (日立サイエンスシステムズ) : HPLC-プラズマ質量分析法による有機金属化合物の高感度分析

9. 第16回イオンクロマトグラフィー討論会 (1999.11/18~19, 東京)

甲田 (日立サイエンスシステムズ) : イオンクロマトグラフィーによる不分離ピークのデコンボリューション

ナトリウムは自然界に比較的多く存在し、リチウムやアンモニウムとのクロマトグラムの重なりが分析精度の低下に繋がりがやすい。Exponentially Modified Gaussian 関数を用いてクロマトピークの分離を試み、精度の改善を確認した。

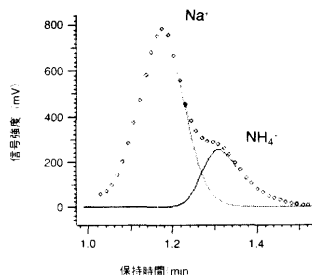


図5 ピークデコンボリューション結果

10. 日本臨床検査自動化学会第31回大会 (1999.9/9~10, 神戸国際会議場)

斎藤 (日立サイエンスシステムズ) : 検体ランダム投入に対応したタイムスタンプ付シュミレーション

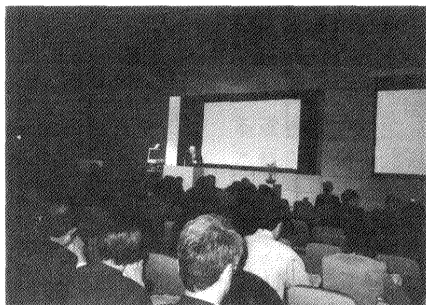
11. 研究論文, 学術報告

山本 (日立サイエンスシステムズ), 他: 「黒鉛炉原子吸光法による経腸栄養剤及び尿中セレンの定量」分析化学, Vol.48, No.11 (1999)

内野 (日立サイエンスシステムズ), 他: 「計測の信頼性, 2000年の意味と意義」エレクトロニクス, 11月号, オーム社 (1999)

Topics

CITAC'99分析信頼性 国際会議つくばで 開催される



会議風景

'99年11月9日から11日までCITAC (Co・Operation on International Traceability in Analytical Chemistry) が、つくば国際会議場で開催された。基調講演のほか、ポスター発表が100件あり、また参加者は約280人と盛会であった。海外からは、アメリカ、オーストラリア、オランダなど16カ国から、約40名の参加があった。分析の不確かさ (Uncertainty)、トレーサビリティ、試験所認定など、これからの分

析に必要な精度保証の問題について熱心な討論がなされた。

日立グループからは、保田和雄氏が、基調講演の中で原子吸光度計の不確かさを、またポスター発表では伊藤正人氏が液体クロマトグラフィ、今井恭子氏が自動分析装置についての不確かさについて各々発表を行った。

(原田勝仁 記)

分析機器展・科学機器展 開催さる

'99分析機器展が99年9月1日から3日間幕張メッセにて開催され、また第17回科学機器展が11月9日から4日間インテックス大阪にて開催された。

分析機器においては、日立グループテーマ "Hitachi Analytical Solution 子供達の未来を守るために" を掲げ、人々の健康と環境保全に貢献する製品を、目的分野別にコーナーを設け展示した。

健康に関係の深い分野としては、医薬品、生化学コーナーを設けた。ここでは、LC/3DQMSを使用したコンビナトリアルケミストリー用高速精製・確認システム、高速液体クロマトグラフおよび各種ソフトウェア、DNA分析



科学機器展の日立ブース

用光度計に注目が集った。環境関連では、環境ホルモン、水質コーナーを設けた。ここでは新形ICP-3DQMS、GC/3DQMSが最も注目を集めた。また、テーマコーナーではICP-3DQMSなどの新製品を中心とした発表を行い、毎回たくさんの来場者で賑わった。

科学機器展では、分析展と違ってICP-3DQMS、GC/3DQMS、新形分光光度計などの新製品を中心とした展示を行った。また、テーマコーナーでは分析機器展と同じく、日立のテーマと新製品の紹介を行った。2年に一度の関西最大の展示会であり、特に目的意識の高いたくさんのお客様の来場をいただいた。

(越 裕之 記)

日製産業株式会社

北海道支店 電話 札幌 (011) 221-7241
東北支店 電話 仙台 (022) 264-2211
筑波支店 電話 土浦 (0298) 23-7391
関西支店 電話 大阪 (06) 6366-2551

本社 電話 東京 (03) 3504-7211
横浜支店 電話 横浜 (045) 451-5151
北陸営業所 電話 金沢 (076) 263-3480
中部支店 電話 名古屋 (052) 583-5841
京都営業所 電話 京都 (075) 241-1591

四国営業所 電話 高松 (0878) 62-3391
中国支店 電話 広島 (082) 221-4514
九州支店 電話 福岡 (092) 721-3501

〈編集後記〉

いよいよ二千年紀 (ミレニアム) がスタートしました。この年末、年始は、所謂「Y2K問題」に振り回されて、紅白歌合戦や初詣どころではなく、ゆっくり年末年始を過ごせなかった方もたくさん居たのではないのでしょうか。

それにしても、10年以上前から心配されてきたY2K問題が最先端技術であるPC (パソコン) のソフトウェアによるとはなんと皮肉な事です。幸いにも、些細な問題はさて置き大きな問題が起きなかったとの事で、関係者の事前からの努力の結果と言えるでしょう。

新たなミレニアムにおける第一号として本SIニュースを皆様のお手元にお届け致します。小誌も最先端の科学技術の一部を担うと言う自負のもとに、今後とも小誌がみなさまの良きパートナーとなるよう編集員一同新たな気持ちで勤めてまいります。

(加藤 記)

■インターネットホームページ

○(株)日立製作所計測器グループ
<http://www.hitachi.co.jp/Div/keisokuki>

○日製産業(株)
<http://www.nisseisg.co.jp>

■本ニュースに関するお問い合わせは、下記、または、日製産業株式会社の上記各事業所へご連絡ください。

○(株)日立サイエンスシステムズ
テクノリサーチセンター
〒312-0033 茨城県ひたちなか市毛882番地
電話 (029) 273-2111(代)

○日製産業(株)
科学システム販売促進部
〒105-8717 東京都港区西新橋1-24-14

電話 (03) 3504-7811 (ダイヤルイン)
FAX (03) 3504-7756

HITACHI
SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS
MARCH, 2000 VOL. 42 NO. 2

発行 平成12年3月10日
発行人 柴田 史雄
編集人 加藤 義昭
発行 株式会社日立製作所計測器グループ
〒100-8220
東京都千代田区丸の内1-5-1(新丸ビル)
電話 (03) 3214-3122(直通)
印刷 日立印刷株式会社