

Suzuka National College of Technology

SNCT News Letter

鈴鹿高専技術便り

第3号

産学官共同研究推進協議会発足2年目を迎えて思うこと

鈴鹿高専産学官共同研究推進協議会
推進委員会副委員長 小倉 弘 幸



昨年10月1日、産学官共同研究推進協議会の事実上の旗揚げともなる第1回産学交流フォーラムが本校で開催され、ほぼ2年目を迎えました。皆様のご理解とご支援によりまして、約40件の技術相談を受け、このうち数件は受託研究、共同研究へと発展しその成果が着々と得られています。

さて、我国の昨年のGDP成長率がゼロパーセントとしてもその額はざっと500兆円でこの規模は英、独、仏三カ国を合わせたGDPにほぼ匹敵すると言われています。この中で製造業の占めるシェアは24パーセントで最も大きいのです。この理由は、日本製品には日本からしか供給できない独占的なものが多くなっているからだと言われています。もう4年前になりますが、新居浜にある住友化学の工場でプラント爆発がありました。このとき世界中の半導体メーカーが慌てました。それは半導体用のエポキシ樹脂の69パーセントをここで造っていたからです。阪神淡路大震災の時も西神工業団地の神戸製鋼所工場が破壊されました。ここでは、航空機の操縦用計器盤に使われ、航法のデータやエンジンの状態を示す液晶パネルのシェアを独占していたため、世界中で大変な騒ぎになったそうです。こんな話はいくらでもあります。

やはり、物造りにはシェアを独占できるような技術を確立することが必要なことだと思います。

そんなことは無理だ、とおっしゃる向きは次のようなエピソードがありますので参考にしてください。

東北ムナカタと言う会社は今でこそテレビのプラスチック・キャビネット製造で日本でもトップクラスの会社ですが、大型電卓を製造している時代に、急遽、製品がダウンサイジングして大失敗をしたそうです。その後、工場敷地に建て売り住宅を建てて売ったり、社長自ら納豆を売り歩いて一年間なんとか食いつないだそうです。そのうちいい仕事が徐々に入るようになって、何とか立ち直ったと言うことですが、そこには「意あれば通ず」の理念が有ったわけです。そういう社長の積極的な姿勢は現在の仕事にも反映されています。例えば、この会社で使っているテレビキャビネットの射出成型機は非常に小さいそうです。通常、成型機には鉄の金型が用いられていますが、金型の設計をするときは、前もって金型の中のプラスチックの流れをコンピューターシュミレーションするわけです。

(次ページに続く)

目次

副委員長挨拶 (副委員長 小倉弘幸)	1
技術相談あれこれ (委員長 斉藤正美)	2
研究者紹介 (藤松孝裕、伊藤 明)	4
記事 (産学共同研究「地域診療所における受付支援システムの構築」 田添文博)	10

ところが、実際にはどうもおかしいと言う直感が社長にあったようで、金型内のプラスチックの流れをビデオカメラで撮影しました。

すると、シュミレーションよりはるかに低い圧力でプラスチックが流れたそうです。それなら、金型は鉄である必要はない、アルミでいいじゃないか。アルミなら成型も楽だし、機械も小さくすることができる。

ちょっとした疑問からシェアを独占するような機械を作り出したのですが、会社がまづくなったら自分で納豆を売り歩く、おかしいと思ったら金型の中を覗くといった思い切った決断力と言うか行動力は蘇生力や体力を生み出すものだと思います。

ここで一言申し添えるなら、金型の中をビデオカメラで覗く研究はある大学の助教授と一緒に行ったそうです。やはり、産学共同の一つのエキザンプルがここにもあるのです。

どうでしょうか、意あれば通ずる精神で我々と共に、産学連携によりシェアを独占するようなものを造ろうではありませんか。

技術相談あれこれ

鈴鹿高専産学官共同研究推進協議会
推進委員会委員長 斉 藤 正 美



産学連携活動を本格的に開始した平成11年7月から平成12年3月までの9か月の間に約40件の技術相談がありました。この数字が多いのか少ないのか判断しかねていますが、以前よりも格段に増えたことは確かです。この数字が産学連携の意識と活性度を表すバロメータのひとつであることは間違いなさそうです。相談内容は多様であり、それに応じて答えの出し方も異なってきます。学内での処理方法が確立するまでは若干の混乱もあり、相談された企業にご迷惑をおかけしたこともありました。また初めて相談にこられた方から、どのような経過で技術相談が行なわれ、どのように解決していくのか、あるいはどの程度費用がかかるのかなどのご質問も受けました。技術相談がどのような形で進展していくのか、また収束していくのかは内容に応じて違いがありますので、ここではいくつかのパターンに分けてご紹介したいと思います。

1. 本校における技術相談受付・処理システム

本校ではインターネット上でも技術相談事業の案内を出していますので、電話等による問い合わせがあれば「技術相談申込書」をお送りして、まず書面による相談をしていただくことになっています（SUZUKA産学交流会会員企業であれば、この用紙を鈴鹿商工会議所でもらうこともできます）。

技術相談用紙はまず本校庶務課に届き、その内容が技術相談対応役である5名の推進委員会メンバーに電子メールで送られます。5名は異なる技術分野の研究者で構成されており、それぞれがメールの内容を見て互いに連絡を取り合い、全学の教官の中から相談相手にふさわしい研究者を選んで相談担当者として依頼をします。同時に5名のうちの1名（相談担当者が推進委員会のメンバーであれば本人）が処理責任者となり、相談が完結するまでフォローする役割を担います。同時に、相談月日、テーマ名、相談担当研究者名、処理責任者名等が庶務課の管理表に記載され、滞りのないよう推進委員会委員長と副委員長が随時目を通すことになっています。

「申込書」に記載された相談内容だけでは詳細がわからない場合がほとんどです。どのような情報がどの程度必要なのか、何を狙いとしているのかなど現実に即した回答をするにはやはり相談者と直接連絡をとり、電話でやりとりするか、来校していただいて面談を行う方が確かです。相談担当者が決まり次第、とにかく連絡して直接お話をうかがうことになっています。

2. 技術相談の流れ

(1) 主に情報や資料を提供する場合

相談内容が本校研究者がすでに知っているか、または短時間に計算したり調査したりして回答できる場合はその結果を伝えて相談が完了します。もちろん、それに対する質疑応答も可能です。また、相談内容が学外の研究者の方がふさわしいと判断した場合は、他大学の専門家を紹介する場合があります。このような情報提供業務は地域企業へのサービスとして原則無料としております。

(2) 新しい課題に直面した場合の技術相談

企業内で対応に困っている技術内容、あるいは目的ははっきりしているがその対策がわからない場合などに関する相談もあります。このような場合は、専門分野に近い研究者と一緒に考えて良い知恵が得られるよう協力しています。その中から新しい技術が出てくる可能性もあります。費用云々以前の問題です。

(3) 簡単な試験や測定を伴う場合

本校にある装置や測定器を使用してデータ等をとる必要がある技術相談については、提供された試料等についてのデータを採取し、結果についての質疑応答を行ないます。この場合、試験の前処理や薬品類の消耗など実験や測定にかかる実費をいただくこともあります。要は、このような相談を通して技術交流を深め、つぎの共同研究等に結び付けられればという気持ちで取り組んでいます。

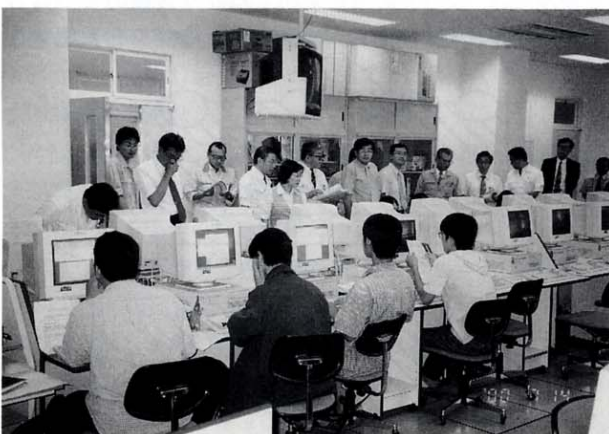
(4) 新規技術の開発を伴う場合

現在世の中には存在しない技術、あるいは新たに開発した方がよい技術を含むような技術相談の場合は、十分話し合いをした上で研究開発の内容、範囲、期間、役割等を取り決めて研究を開始します。この場合、話し合いの上で研究費の額等を決定し、共同研究、受託研究、奨学寄付金のいずれかの形で学校に納付していただくことになっています。昨年7月から新たに2件の実施例があります。

(5) 新規技術の事業化等を目的とする場合

企業だけで資金的対応ができる場合は(4)に準じて取り組みますが、多大な開発費用が予想される場合は、三重県、文部科学省、通産省等の補助金、研究助成金等を産学共同研究という形で申請し、採択された場合に共同研究を実施します。このタイプについては昨年7月から1件の成功例があります。また、採択はされませんでしたでしたが申請はしたという例は3件です。

以上、すべてのパターンを網羅していないかも知れませんが、これまでに経験した技術相談の分類を試みてみました。まず産学間の技術交流、人的交流が必要です。気軽に声をかけていただければ、できるかぎりの対応をいたします。鈴鹿高専の技術相談システムをおおいに利用していただければ幸いです。



企業関係者への学校説明会

液体の微粒化機構に関する研究

(液浸法を用いた噴霧粒径測定のアレコレ)



藤松 孝裕 (FUJIMATSU Takahiro)

機械工学科

所属学会：日本機械学会

日本混相流学会

日本液体微粒化学会

可視化情報学会

その他

研究分野

機械工学・熱工学,

応用物理学・工学基礎・表面界面物性

キーワード

液滴の合体・分裂・蒸発, 微粒化技術,

液体微粒子, 粒径測定, 表面, 界面

使用・応用分野

1. 内燃機関, ボイラー用燃焼器および各種バーナ等の混合器の形成と燃焼
2. 家庭用各種スプレー, 噴霧塗装, 加熱材料の噴霧冷却
3. アトマイズ法を用いた金属超微粉の量産
4. 化学, 薬品, 食品工業における粉末製造やカプセル技術 等

1. はじめに

私は、機械工学科の熱工学実験室に所属しており、岡田修教授のもとで研究に取り組んでいます。本研究室に所属する学生数は、専攻科学生4名と本科5年生4名の計8名(平成12年度)であり、図1に示すような7種類の研究課題について、実験を遂行しています。その研究課題の中で今回紹介させていただくのは、「液体の微粒化機構」に関する研究テーマであり、以下にその概要および今後の問題点等を述べます。

2. 研究概要

液体噴霧を形成する液体微粒子や混相流中の粒径およびその分布の迅速・正確な計測技術は、液体の微粒化を

応用した各種工業機器の性能解析、効率向上のために非常に重要であり、機械工学の分野のみならず、化学工学および材料工学など幅広い工業的分野で渴望されています。したがって噴霧の特性を正確に知ることは極めて重要であります。噴霧の特性は噴霧液滴の平均的な大きさ、粒度分布、噴霧全体の形状、時間的な成長過程、空間的な流量分布などがありますが、特に液滴群の大きさを表わす平均粒径と粒度分布は重要な項目であります。しかしながら、現象が高速でかつ複雑であるため、未解決な問題を多く含んでいます。

これまでの粒径測定については、液浸法、痕跡法、沈降塔法などの研究報告がなされており、最近では、レーザー光を用いた測定法による粒径測定の研究も行われています。この光学的方法は、測定対象に非接触であり、短時間に多くの情報が得られるなどの利点を有していますが、正確な粒径測定を行なうためには随時データの妥当性を確認する必要があります。この標準的な確認法として液浸法がしばしば用いられています。

液浸法は、受け止め液を塗布したガラス板あるいは容器内に噴霧液滴を捕集し、捕集された液滴を顕微鏡で拡

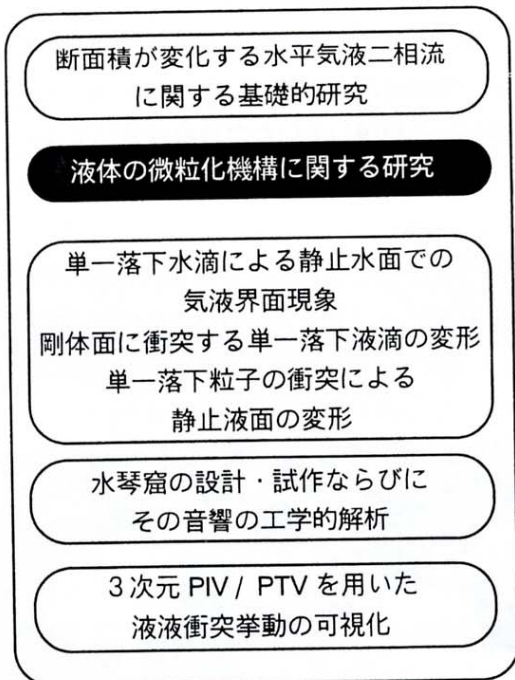
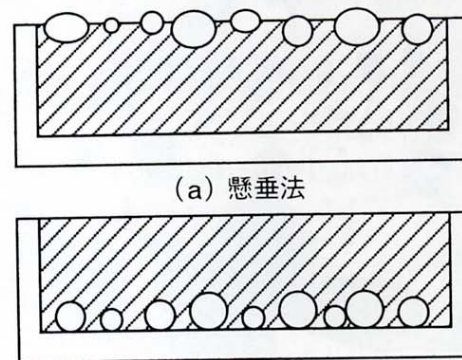


図1 熱工学実験室研究課題 (平成12年度)



(a) 懸垂法

(b) 沈殿法

図2 液浸法の測定方法の違い

大撮影して噴霧粒径などを算出する方法であり、図2に示すように、噴霧液滴の保持方法の違いにより、懸垂法と沈殿法に大別されます。

図2(a)のように懸垂法は、捕集された噴霧液滴を受け止め液面に懸垂させる方法であり、受け止め液中にゆっくりと捕集された液滴が沈んでいくように、受け止め液の密度は、液滴の密度よりわずかに小さいことが望まれます。また、受け止め液の粘度は、 $10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$ 程度のものが多く用いられていますが、受け止め液が高速の噴霧流に吹き飛ばされないように、粘度の大きい受け止め液が用いられた例も報告されています。

他方、沈殿法は、図2(b)に示すように、捕集した噴霧液滴を受け止め液の底に素早く沈める方法であります。このため、受け止め液は、捕集される液滴よりも密度が小さく、また、粘度が小さいことが必要であります。 $0.85 \text{ mm}^2/\text{s}$ の受け止め液を用い、良好な結果が得られたと報告された例もあります。この方法は、捕集した液滴が空気に触れていないため、蒸発をある程度防止できるという利点があります。

このように、受け止め液の種類や性質の違いによって、測定手法も変わってきます。そこで、受け止め液が満たすべき条件は、次のようなものが考えられます。

- ① 噴霧液滴に対して不溶性であること
- ② 表面張力が噴霧液滴より小さいこと
- ③ 密度が噴霧液滴より小さいこと
- ④ 噴霧液滴に対して粘度が適当であること
- ⑤ 噴霧液滴とのコントラストが明確であること
- ⑥ 物理的、化学的に安定であること
- ⑦ 毒性がないこと

その他、入手が簡単であることや安価であることなども望ましい条件であります。

しかしながら、一見容易そうに見えるこの方法にも、まだ多くの問題点(例えば、①捕集時に複数の液滴が衝突合体して大きな液滴となる、②捕集装置を挿入した際に微細な液滴の一部が気流に乗って逃げてしまう、③表面張力の小さい液滴の場合、受け止め液に衝突した時に分裂して複数の小液滴になる等)が残されており、不用意に行なうと誤った結果を得てしまう恐れがあるので、少し詳しく説明します。

3. 液浸法の検討

今回の報告では、供試流体に水と空気を用いた超音波加湿器から生成される噴霧液滴を対象に、シリコン油で受け止める場合の検討結果について述べます。

図3は、噴霧捕集器の詳細を示しています。外枠①は上部に4mmの円孔②が設けられた円管であり、外枠の内側には、シャッター③と捕集棒④が挿入されており、シャッターには円孔⑤が設けてあります。ストッパー⑥を解除することにより、シャッターが図中左からバネ⑦の力によって右へ移動し、外枠の円孔②とシャッターの円孔⑤が一致した際に噴霧液滴はシリコン油を塗布した捕集

棒の受け止め部⑧(開口面積4mm×8mm、深さ1.5mm)に捕集されます。なお、シャッター開放時間 T_s は、バネ⑦とおもり⑨により、 $T_s = 8 \text{ ms} \sim 453 \text{ ms}$ の範囲で調節できるようになっています。

捕集された噴霧液滴群の平均液滴径等は、受け止め部⑧に捕集された噴霧液滴の映像を光学顕微鏡とCCDカメラを介して映像化し、パソコンに入力することで算出されます。なお、平均液滴径の算出には、噴霧液滴の蒸発および合体の現象を考える際に有用である次式で定義されるザウター平均径 D_{32} (捕集された噴霧液滴の表面積に対する体積の割合)を採用しました。

$$D_{32} = \Sigma (n_i D_i^3) / \Sigma (n_i D_i^2)$$

ここで、 D_i は噴霧液滴の粒径を、 n_i は液滴数をそれぞれ示しています。

(1) 適切な受け止め液の動粘度

図4は、ザウター平均径 D_{32} に及ぼす受け止め液の動粘度 ν_T の影響を、測定方法に懸垂法($10^3 \text{ mm}^2/\text{s} \leq \nu_T \leq 5 \times 10^4 \text{ mm}^2/\text{s}$)および沈殿法($1 \text{ mm}^2/\text{s} \leq \nu_T \leq 5 \times 10^2 \text{ mm}^2/\text{s}$)を用いた場合について示しています。シャッター開放時間 $T_s \leq 89 \text{ ms}$ において、 D_{32} は ν_T の値および懸垂法・沈殿法の区別なくほぼ一定の値を示しています。しかし $T_s > 89 \text{ ms}$ の場合、 $\nu_T < 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$ (沈殿法)では、 D_{32} の値は ν_T が増加するにつれて減少します。これは、受け止め液の動粘度が小さいほど、噴霧液滴の衝突によって受け止め液の変形および揺籃が生じ、液滴の浮遊・移動が容易になり、液滴間の合体が生じたものと思われます。一方 $\nu_T \geq 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$ (懸垂法)において、 D_{32} の値は ν_T とともに増加しています。これは、 ν_T が大きいほど捕集さ

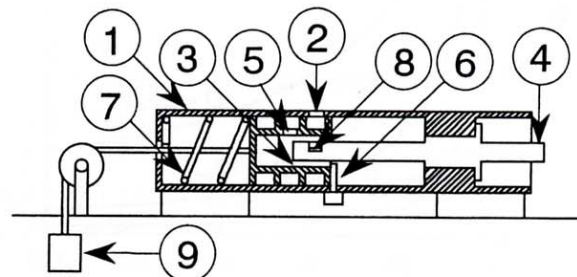


図3 噴霧捕集装置の概略図

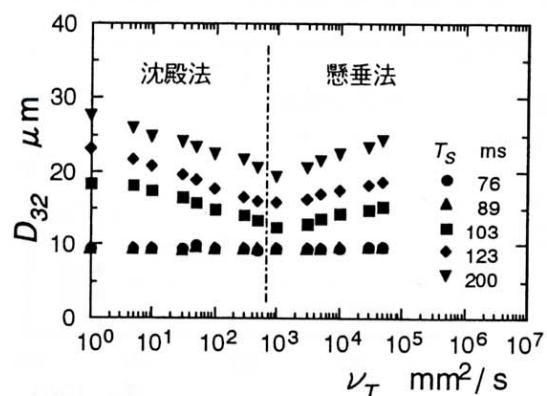


図4 ザウター平均径に及ぼす受け止め液の動粘度の影響

れた液滴が受け止め液中に沈むのに要する時間が長くなるため、受け止め液面に存在する液滴間で合体が生じたものと思われます。

以上のことから、測定方法に無関係に、シャッター開放時間が小さい範囲では噴霧液滴の合体に及ぼす受け止め液の動粘度の影響は大きくないが、シャッター開放時間が大きい範囲では受け止め液の動粘度の増加が、噴霧液滴の合体を生じさせる一つの要因になること、および受け止め液の動粘度に適切な値 ($\nu_T = 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$) が存在することがわかります。

(2) 捕集器挿入による微細液滴の逃げ

慣性衝突の理論によると、速度 u_A の気流に追従する直径 D の液滴が外径 d_s の円筒に衝突する効率 η は、次式で与えられます。

$$\eta = \lambda / (0.885 \lambda + 1), \quad \lambda = u_A \rho_L D^2 / (9 \mu_A d_s)$$

ここで、 ρ_d は粒子密度、 μ_A は空気の粘度であり、 λ は慣性衝突パラメータと呼ばれています。いまこの式を用いて $u_A = 9.0 \text{ m/s}$ 、空気の温度を 20°C とした場合の η を求めると、図5のようになります。円筒径が大きくなるにつれて、微細液滴が捕集されにくくなることがわかります。その傾向は、 $D = 5 \mu\text{m}$ の結果に見られるように、液滴径が小さいほど著しくなります。したがって、

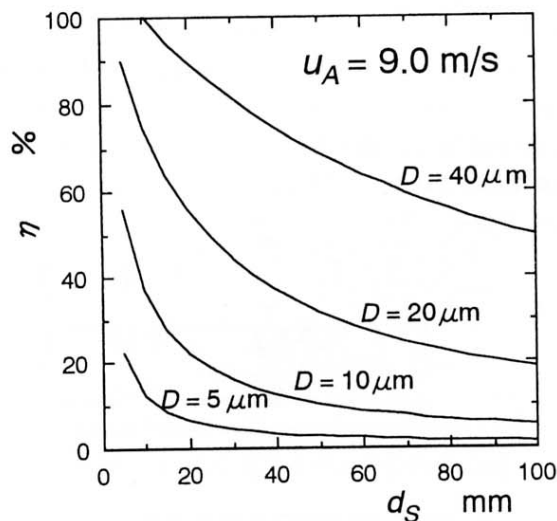


図5 噴霧捕集装置の直径に対する捕集効率の変化

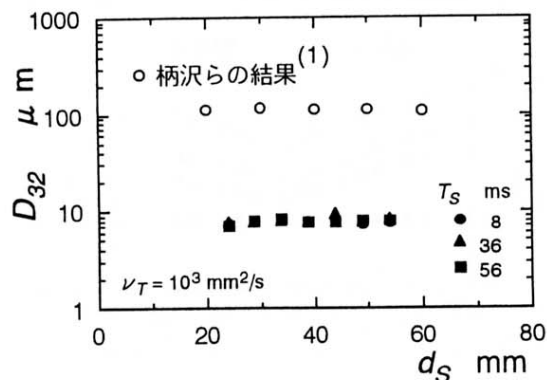


図6 ザウター平均径に及ぼす噴霧捕集装置の直径の影響

円筒径の噴霧捕集器を挿入することにより、微細液滴の逃げの影響が問題になり、測定結果にも大きな影響を与えることが考えられます。

図6は、噴霧捕集器の外径 d_s に対するザウター平均径 D_{32} の変化について柄沢ら⁽¹⁾の結果とともに示したものです。本実験結果について、受け止め液面での噴霧液滴の合体の影響が少ないシャッター開放時間 T_s が $8 \sim 56 \text{ ms}$ では、 d_s の変化による D_{32} への影響がほとんどみられないことがわかります。

一般的には、噴霧捕集器を噴霧流中に挿入することにより、微細液滴の一部は捕集されていないため、噴霧捕集器の直径はできるだけ小さいことが望まれますが、図6に示すように、シャッター開放時間の小さな範囲では、噴霧捕集器の外径変化によるザウター平均径 D_{32} への影響は極めて少ないことが確認できます。

(3) 噴霧液滴の合体の影響

局所捕集液滴数は、単位面積当たりの受け止め液面に捕集される液滴数のことであり、この数が多いに多いと捕集された液滴は合体し、正確な粒径測定ができなくなります。逆に、捕集される液滴を少なくすれば、液滴間に生じる合体の頻度は激減しますが、測定効率も悪くなります。

図7は、ザウター平均径 D_{32} に及ぼす局所捕集液滴数 δ_L の影響について示しています。図には、超音波加湿器、二流体ノズルおよび回転噴孔による実験結果が示されています。超音波加湿器の場合、局所捕集液滴数 δ_L が2500程度までは、 δ_L の増加に伴い D_{32} はあまり変化しませんが、 $\delta_L > 2500$ では急激に D_{32} は大きくなる傾向を示します。これは、 δ_L の増加によって、受け止め液面の液滴数が増加したために、その液滴間で合体が起こったものと考えられます。それゆえ、 δ_L の値を $\delta_L < 2500$ に設定すれば、液滴間での合体の影響は非常に小さくなります。

しかしながら、噴霧液滴の発生装置が異なる場合、すなわち、生成される噴霧液滴径が異なる場合、図7に示されるように、局所捕集液滴数の最大値は三者三様であるため、正確な平均液滴径を知るためには、生成される噴霧液滴の直径に対する局所捕集液滴数の最大値（回転

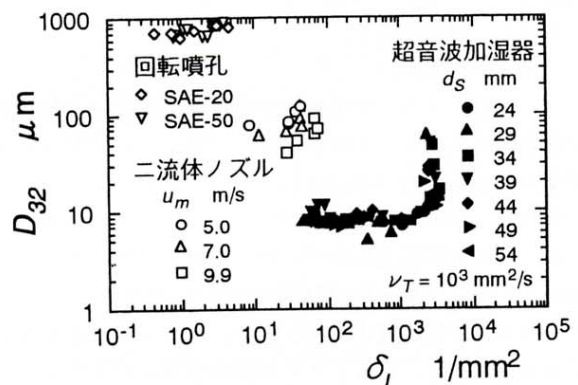


図7 ザウター平均径に及ぼす局所捕集液滴数の影響

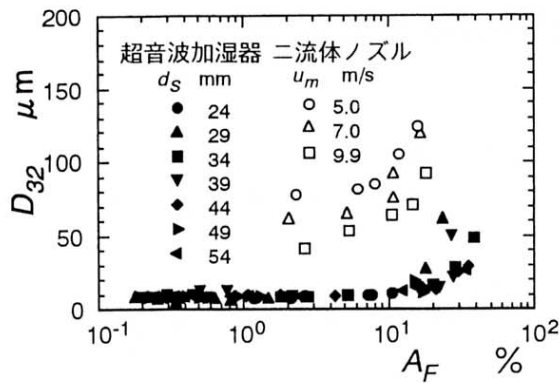


図8 ザウター平均径に及ぼす面積比の影響
($\nu_T = 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$)

噴孔の場合は $\delta_L < 2$ 、二流体ノズルの場合は $\delta_L < 30$ ）を知る必要があります。

そこで、噴霧液滴の合体の影響について、捕集される液滴の個数でなく、捕集される液滴の面積で議論することが望ましいと考え、面積比（測定面積に対する捕集液滴面積の割合）を用いることにしました。

図8は、ザウター平均径 D_{32} に及ぼす面積比 A_F の影響について示しています。超音波加湿器において、 $A_F < 10\%$ の場合、 D_{32} は $10 \mu\text{m}$ ではほぼ一定ですが、 $A_F > 10\%$ の場合、 D_{32} は急激に大きくなる傾向を示しています。一方、二流体ノズルの場合、 A_F の値が $5 \sim 10\%$ の領域から、 D_{32} は急激に大きくなる傾向を示しています。この傾向は2種類の噴霧発生装置において、 $A_F < 5\%$ であれば、噴霧液滴の合体の可能性は非常に小さいことを示唆しています。

また、図9は、局所捕集液滴数 δ_L と面積比 A_F との対応関係を示しています。 δ_L の値は、 A_F の増加とともに増加し、二流体ノズルから生成された噴霧液滴に関しては $\delta_L = 30 \sim 70$ で、また超音波加湿器から生成される噴霧液滴に関しては $\delta_L = 2000 \sim 3000$ で一定値に達しています。これは、受け止め液面に存在する液滴数には、限界値があることを示しており、さらに多数の液滴が存在しようとしても合体が生じて、個々の液滴径が大きくなるため δ_L の値は増加せずに、捕集される噴霧液滴の面積が増加し、 A_F だけが増加の傾向を示しているものと思われます。すなわち、測定面積内において、噴霧液滴の数に上限が存在するため、 δ_L で議論する際には測定対象となる噴霧液滴の直径を知る必要があり、その直径に応じた δ_L の値を考慮して測定しなければなりません。

一方、面積比 A_F において議論する場合、局所捕集液滴数 δ_L が増加しなくなった後も A_F の値は増加するという結果から、また、図8に示したように、2種類の噴霧器から生成される直径の異なる噴霧液滴の場合においても A_F の値が 5% 以内であれば合体の影響は少ないという結果を併せて考えると、噴霧液滴の合体の影響の有無を知るためには、 δ_L よりも A_F の方がより合理的かつ効果的であると考えられます。

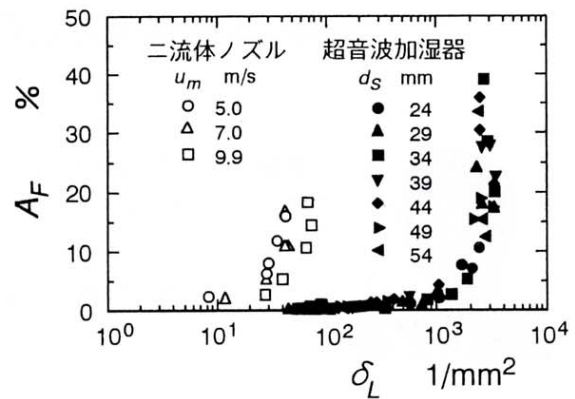


図9 面積比と局所捕集液滴数の対応関係
($\nu_T = 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$)

4. おわりに

現在、国立高専も大学と同じように社会から大きな変革を求められており、私たち工学系の研究室では研究成果の技術移転や産学共同による技術開発等が望まれています。このように、近年では、学校機関の社会への貢献が期待されていますが、研究室で行っている地味な基礎実験をおろそかにはできません。私たちや学生の知的好奇心のもとに独創性の高い研究を行うことで、その研究成果が新技術の開発・発展に寄与することが望ましいことですが、現実には、簡単なことではありません。今後、同じような問題を共有できる研究者、技術者、経営者と、技術交流の場で情報交換を行うことによって、問題点や克服すべき検討課題が明らかになれば、研究の幅も広がっていくものと思います。

今回は、本研究室で行っている研究課題の1つである「液体の微粒化機構に関する研究」の一部について紹介しました。紙面の都合上、説明不足の点もありますが、この研究課題に関する研究成果の詳細は、以下の文献(2)から文献(5)に説明してあります。最後に、今回の報告が、この技術便りの読者の方々にとって何らかの参考になり、各人が持っている自己技術の新たな展開に結びつけば幸いです。

文 献

- (1) T. Karasawa and T. Kurabayashi, Proc. of the 2nd ICLASS, 1982, 285.
- (2) 藤松・田中・岡田, 第4回微粒化シンポジウム講演論文集, 1995, 95.
- (3) 藤松・伊藤・岡田, 第7回微粒化シンポジウム講演論文集, 1998, 109.
- (4) O. Okada, ほか3名, Proc. of the 6th ICLASS, 1994, 406.
- (5) T. Fujimatsu, O. Okada and H. Fujita, Proc. of the 7th ICLASS, 1997, Vol. 2-918.

半導体中の点欠陥評価に関する研究



伊藤 明 (ITO Akira)
電子情報工学科
所属学会：応用物理学会
電子情報通信学会

研究分野
電気電子工学・電子電気材料工学
キーワード
半導体, 不純物, 点欠陥, 評価技術
Windowsプログラミング

使用・応用分野

1. 半導体中の点欠陥評価技術
2. 電圧－電流特性, インピーダンスの周波数特性測定
3. 過渡応答現象の測定
4. Windowsを用いた外部機器制御プログラミング開発

1. “10年ひと昔”

技術の進歩の早さには、目をみはるものがあります。とりわけ、コンピュータ（電子計算機）の世界は、一月単位で技術更新がなされている感があります。13年程前には、1メガバイト（MB）のハードディスク（HD）を購入するのに、約一万円が必要でした。現在では1ギガバイト（GB）のものが購入できます。ギガとメガの関係は、表Iに示してあります。西洋の単位系は、 10^3 倍毎に呼び方が変わっていきます。1G=1,000Mとなります。比較のために、日本など東洋の国での単位の

呼び方も表中に示してあります。

メモリをはじめとする集積回路（IC）の低価格化は、半導体製造プロセスの技術発展の下に達成されてきたのです。これらのハードウェアの向上により、より多くのデータと複雑な計算処理が実現化されてきました。「10年ひと昔」は、桁違い（10倍）ではなく、おおよそ3桁（1,000倍）もの違いを引き起こしているのです。

2. 半導体とは

「金属のような電気を流しやすい導体とガラスのよう

表I. 「数を表す単位」

東洋の単位 (単位の名前と意味)	数	西洋の単位 (単位の名前と意味)
不可思議（フカシギ）：考えても奥底を知り得ないこと	1 E 64	
	1 E 18	エクサ（E）：ギリシャ語の数詞で6
京（ケイ）：都という意味から大きいこと	1 E 16	
	1 E 15	ペタ（P）：ギリシャ語の数詞で5
兆（チョウ）：数が多い	1 E 12	テラ（T）：怪物
	1 E 9	ギガ（G）：巨人
億（オク）：数が多い	1 E 8	
	1 E 6	メガ（M）：大量
万（マン）：数が多い	1 E 4	
千（セン）：これだけで十分	1 E 3	キロ（K）：ギリシャ語の数詞キリオイ
毛（モウ）：きわめて細く小さいもの	1 E - 3	ミリ（m）：ラテン語のミリア
微（ビ）：かすかなもの	1 E - 6	マイクロ（μ）：少量
塵（ジン）：鹿の群が走って土埃があがるさま	1 E - 9	ナノ（n）：こびと
漠（バク）：広々して果てしないさま	1 E - 12	ピコ（P）：きつつき
（シュウ）：少しの間	1 E - 15	フェムト（f）：ケルト語の15
刹那（セツナ）：きわめて短時間	1 E - 18	アト（a）：ケルト語の18
六徳（リクトク）：六つの徳（知・仁・聖・義・忠・和）	1 E - 19	
清浄（セイジョウ）：滑らかで汚れのないこと	1 E - 21	

な絶縁体の、中間ぐらいの抵抗率を持つ物質」のことを、半導体と一般的には定義されています。厳密には、この定義は曖昧な物です。例えば、純粋なシリコン（硅素）は抵抗率が非常に大きく、ほぼ絶縁体とみなせます。シリコンの中に、電子を提供する不純物（ドナー）と電子を受け取る不純物（アクセプタ）を混ぜると、電気を運ぶもの（キャリア）が発生します。いわば「電気のもと」となる不純物を、意図的にその量をコントロールしながら加えると、シリコンの抵抗率は金属とほぼ同じくらいに変化します。半導体は、抵抗率とキャリアの性質を不純物の添加により制御可能な材料ということが出来ます。

シリコンは、その純度が「イレブンナイン」と言われています。純度＝99.99999999%と、9が11個並ぶほど高純度です。不純物を入れる前の材料が“汚い”と、ごくわずかの不純物を意図的に添加しても、設計したとおりの電氣的な振る舞いをしてくれません。半導体は、“綺麗好き”なのです。埃がほとんどない“清浄な部屋”（クリーンルーム）内で半導体素子が形成されるのもこのためです。

3. 半導体評価法のあれこれ

半導体の中に含まれる不純物や結晶を構成する原子配列の乱れを、欠陥と呼んでいます。この欠陥は、ほとんどの場合、電氣的特性に悪影響を及ぼします。この欠陥を評価する方法には、さのざまな方法があります。それらの特徴を活かし、複数の評価方法を組み合わせ、相補的な使用が理想的であるとされています。

不純物原子の特定を行うには、2次イオン質量分析法（SIMS）やX線光電子分光法（XPS）などがあります。結晶構造の乱れを調べるには、電子顕微鏡があります。原子間の距離の変位は、X線回析があります。以上の代表的な評価システムは、本校（鈴鹿高専）内の施設にあります。これらの特徴は、その物理的原因や実態を、直接あるいは間接的につかみやすいといった特徴があります。しかしながら、多くの場合、その測定感度は数%～0.1%程度であり、半導体内のキャリアの密度に比べたら圧倒的に高密度な欠陥しか評価できません。

電氣的な特性に影響を及ぼす欠陥は、約1/1,000,000～1/100,000,000程度の測定感度が必要になります。こ

のような測定感度を持っている評価法に、半導体の接合容量を用いた評価方法があります。この測定方法は、定量的に厳密な評価が可能です。しかしながら、高感度に測定ができるのですが、その欠陥の原因については情報を提供してくれません。例えば、赤外吸収（IR）や電子スピン共鳴（ESR）などの測定方法との組み合わせにより、その欠陥の原因について知見が得られます。

4. 接合容量の電圧変化とキャリア放出

接合に階段状電圧パルスを加えると、接合容量が過渡応答を示します。この過渡応答は、半導体内に含まれている欠陥によるものです。欠陥からのキャリアの放出は、その欠陥のエネルギー準位と捕獲断面積、測定温度の関数となります。通常、液体窒素（-196℃）から100℃付近までの間で温度掃引し、データ処理を行い実験します。

ここ数年の個人計算機（パソコン）の性能の飛躍的な向上により、実験データをアナログ／デジタル変換し、高度な数値計算処理を行うことが可能となりました。現在研究室で開発しているデジタル測定システムでは、正確に数十μ秒間毎にデータを取り込み、データ処理を行うことがプログラムで出来ます。データ容量は1MBとなることもあります。“一昔前”のパソコンではとても考えられない性能です。しかしながら、1つの中央処理装置（CPU）を擬似的にマルチCPUとして用いている為に、一定時間間隔の制御に関して問題があります。外部ボード上のタイマを利用した割り込み処理により実現しています。マイクロソフト社のWindowsを用いたプログラムは、従来のMs-Dosに比べ複雑化しており、初心者にとっては敷居が高く感じられるかもしれません。

5. これから

半導体評価システムは、通常一台、数百万円から数千万円します。「装置産業」と呼ばれることもあるようです。近年富にその性能著しいパソコンを道具として使い、今までにない半導体評価システムの開発に取り組んでいきたいと考えております。また、今後、新たな分野にも挑戦し続けていきたいと思っています。

産学共同研究「地域診療所における受付支援システムの構築」

電子情報工学科 田 添 丈 博



産学共同研究の積極的な推進を背景として、地域診療所との共同研究を行ないました。研究内容は、診療所の受付業務を支援するコンピューターシステムを構築することです。診療所から受付業務の問題を挙げて、我々がそれらの問題を軽減するコンピューターシステムを提案、構築します。そのシステムを実際の受付業務に使用しながら、完成度を高めていくという流れになります。本共同研究の目的は、診療所の受付業務の効率化と、我々の実践的なソフトウェア開発のノウハウ蓄積、教育にあります。

診療所の受付方法には来院受付と電話予約の2通りあり、また担当者も複数人であるために、診察待ち患者の状態を把握することが困難であるという大きな問題がありました。我々の提案はその状態をコンピューターの画面に表示することであり、人数や待ち時間が一目でわかるシステムを構築することです。

システムの画面の一例を図1に示します。画面左が患者の待ち状態を表し、来院／電話の別、待ち時間、名前が一目でわかるようになっています。また、待ち時間が30分、60分とたつとボタンの色が

1来 69分 鈴鹿 一郎
2電 53分 鈴鹿 二郎
6電 41分 鈴鹿 六郎
8来 52分 新患 9034
9電 20分 鈴鹿 八郎
10電 予約 鈴鹿 九郎
11電 予約 鈴鹿 三郎
12来 0分 鈴鹿 五郎
13来 0分 鈴鹿 四郎

来院		再診	
14			
7	8	9	
4	5	6	
1	2	3	
0	取消		
受付			

図1 受付支援システム

青から黄、赤と変化し、担当者の注意を引く工夫もなされています。画面右が入力部分となり、本来はタッチモニターでの使用を推奨しているのですが、マウス、キーボードでも入力できるようになっています。入力項目は来院／電話の別、再診／新患の別、診察券番号だけです。コンピューター内部のデータベースが診察券番号を名前に変換します。

受付支援システムはWindows98のパソコン上にVisual Basic言語で構築されました。開発期間はおおよそ半年、現在は実際の受付業務に導入されて安定動作を続けています。

ソフトウェアの共同研究について、我々の開発能力はプロのレベルと比較して、やや劣ることを認めざるをえません。それは開発にかかる期間などに現れてきます。しかしながら、ソフトウェアには導入教育という側面もあり、教育機関のノウハウを十分に活かすことができます。また本共同研究は学生の卒業研究も兼ねていました。学生にとっては実践的なソフトウェア開発の機会に恵まれて、何にも代えがたい貴重な経験になったように思います。この点については診療所の方々の大いなる理解がベースにあり、あらためて感謝しています。

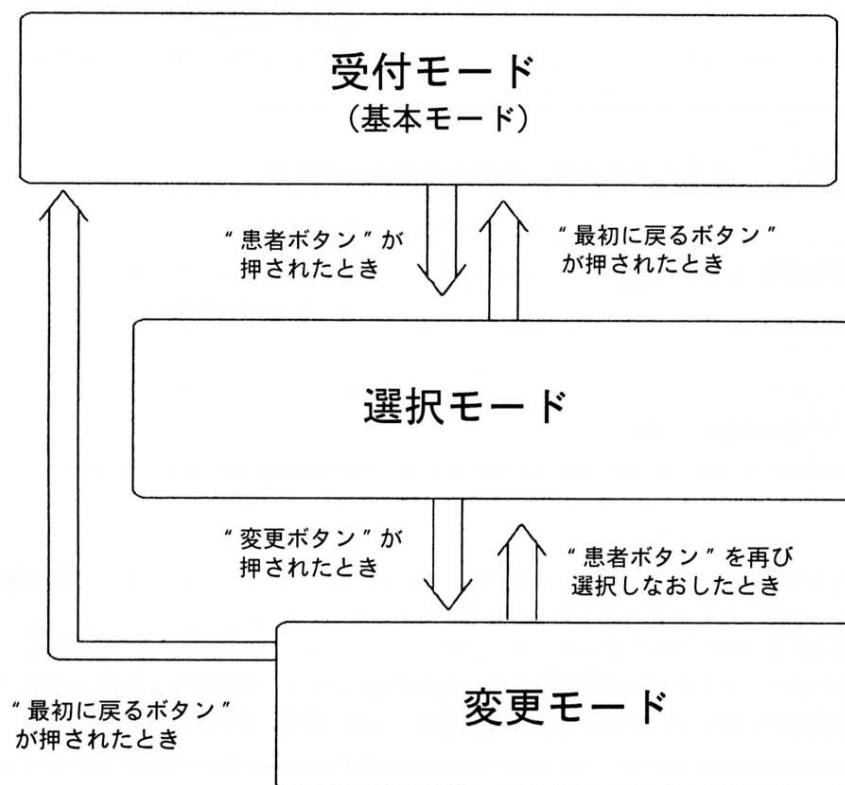


図2 システムの3つのモード

お知らせ

お問い合わせ・ご質問・ご要望は下記までお願いします。

〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町 国立鈴鹿工業高等専門学校庶務課庶務係

TEL 0593-68-1711 FAX 0593-87-0338 E-mail : jim3@jim.suzuka-ct.ac.jp

鈴鹿高専オープンカレッジパートⅠ（三重県教育委員会、鈴鹿市教育委員会後援）

7月24日（月）～25日（火）

やさしいエレクトロニクス教室（第1回）

8月2日（水）～3日（木）

身のまわりのおもしろ化学実験

7月25日（火）～26日（水）

環境にやさしい材料教室

8月28日（月）

機械工学のひとこま（第1回）

7月26日（水）～27日（木）

やさしいエレクトロニクス教室（第2回）

8月29日（火）

機械工学のひとこま（第2回）

鈴鹿高専オープンカレッジパートⅡ（三重県教育委員会、鈴鹿市教育委員会後援）

9月9日（土）10:00～16:00

ロボット相撲

NCマシンによる切削加工

楽しい電気遊学会

わくわく電子情報ワールド

親子実験教室

セラミックコーティングと遊ぼう

体験インターネット

微細世界の案内

親子ふれあいスポーツコーナー

鈴鹿高専公開講座（三重県教育委員会、鈴鹿市教育委員会後援）

7月15日（土）

インターネット活用講座

11月18日（土）

たたらで作ろう鉄と鋼

ー実践的材料歴史学への誘いー

8月19日（土）、26日（土）

ホームページ職人になろう

ーホームページ作成の基礎と応用ー

編集後記

昨年度より発足した本校の産学官共同研究推進協議会も2年目の活動に取り組んでおります。本協議会の発足に伴い発行した「SNCT News Letter」もおかげさまで第3号を送り出すに至りました。

今年度はより一層実のある活動を目指してスタッフ一同取り組んでいきたいと思っております。今号でも、本校の教育研究活動状況を広く公開する目的で、本校教官の研究者紹介等や共同研究の経過などを掲載しました。この「SNCT News Letter」が産学官共同研究推進の一助になれば幸いです。（M. K）

SNCT News Letter 第3号 平成12年7月印刷 平成12年7月発行

編集 国立鈴鹿工業高等専門学校産学官共同研究推進協議会

発行 国立鈴鹿工業高等専門学校

三重県鈴鹿市白子町（〒510-0294）TEL 0593-68-1711 FAX 0593-87-0338 <http://www.suzuka-ct.ac.jp/>

印刷 東写真工芸株式会社