

労働衛生・作業環境測定の総合情報誌

# 作業 環境

Journal of Working Environment

vol. 42

2

2021  
March

**座談会** 新しい測定法開発への挑戦

【有害化学物質の測定・分析法】

しょう脳

## 新しい測定法開発への挑戦

(令和3年1月20日 リモート開催)

- 測定法開発の経験談
- 測定法開発に着手したきっかけ
- 開発過程での試行錯誤
- 開発結果の検証
- 日常業務との両立・調整の工夫と上司からの配慮
- 研究発表会、論文発表などによる成果普及への取り組み
- 今後の予定や関心事

## ■ 作業環境測定機関

出席者

(五十音順)

小笠原英城

(株)東海テクノ  
環境事業本部 四日市分析  
センター 応用ラボ Gr  
おがさわら ひでき

奥野 諭

(一社)長野県労働基準協会  
連合会 松本測定所 所長  
おくの さとし

西野入 修

中央労働災害防止協会 関  
東安全衛生サービスセン  
ター 上席専門役  
にし のりお おさむ

丸山 貴子

(株)環境防災 環境事業部  
まるやま たかこ

## ■ 学識経験者

鷹屋 光俊

(独)労働者健康安全機構  
労働安全衛生総合研究所  
化学物質情報管理研究セン  
ター ばく露評価研究部長  
たかや みつとし

(司会)

阿部 一浩

(株)群馬分析センター  
代表取締役社長  
あべ かずひろ

阿部 本日の司会を仰せつかりました、(株)群馬分析センターの阿部と申します。今回は機関誌『作業環境』では初めてのリモート座談会です。私もこのような形式で行うのは初めてなので慣れないところもあるかと思いますが、よろしくお願いいたします。

本日のテーマは「新しい測定法開発への挑戦」です。作業環境測定は国が定めた標準的手法である作業環境測定基準に準拠して実施することが基本ですが、その一方で、基準自体に「これと同等以上の方法」が認められていますので、法令が機敏に対応できない技術革新にも自らその方法を研究開発することによって迅速に対応でき、また技術革新によらなくても、標準的手法以外の多様な方法が可能となっています。

建前上はこうになっているわけですが、現実には業務が忙しいということがありますし、それほど関心がないということもあるかもしれませんが、なかなか機会が得られないのが実態ではないでしょうか。

ただし、測定士は高度な専門技術でもってお客様に作業環境測定というサービスを提供する以上、常に最新の技術を目指すべきであり、自らの技術の陳腐化を防ぐために常に新しい手法や異なる手法にも関心を持ち、可能であれば挑戦する必要があると考えられます。

本日の座談会は、このような趣旨から、国の委託事業の一環として新しい測定手法に関わられた方や、自主的に測定手法開発に携わられた方にお集まりいただいて、開発に関わられたきっかけや苦労話、失敗談なども含めて、関わってよかったこと、そして開発した手法と経験を今後どのように生かしていくかなどについてお聞きしたいと思います。また、学識経験者からも助言をいただきたいと考えております。

それでは、自己紹介をお願いしたいと思います。

小笠原 三重県にあります(株)東海テクノの小笠原と申します。当社は、作業環境測定以外では

## ■ 新しい測定法開発への挑戦



阿部 一浩氏(司会)

濃度・騒音・振動などの計量証明事業、水道の水質検査や製品分析などを行っております。近年ではセルロースなどのバイオマス関連の分析や試薬管理システムの販売、スジャオノリの陸上養殖を始めるなど、多岐にわたった業務を行っております。

その中で、私は応用ラボグループのグループ長として、測定業務全般の精度管理や、新しい分析項目の開発業務に携わっており、まさに今回のテーマのような業務を行っております。

国による委託事業(平成30～31年度)では、日測協からの依頼により、アクリルアミド、シアン化水素、シアン化物、ペンタクロルフェノールの測定法の開発に携わりました。

奥野 (一社)長野県労働基準協会連合会の奥野と申します。よろしくお願いいたします。

当連合会の事業内容としましては、①各種講習会の開催などの安全衛生教育、②環境測定、③健康診断——の三つを主に行っております。

環境測定につきましては環境測定部という部門があり、長野県内に四つの測定所があり、私は松本測定所の所長を務めております。ほかに長野測定所、上田測定所、諏訪測定所があります。

環境測定部は、作業環境測定をメインとしながらも、小笠原さんと同じく計量証明やアスベスト測定など、環境全般の測定を行っております。

国による委託事業(平成30～31年度)では、日測協からの依頼により、塩素とジアニシジンの測定法開発について携わりました。

西野入 中央労働災害防止協会関東安全衛生サービスセンターの西野入と申します。よろしくお願いいたします。

私は、令和2年4月まで大阪労働衛生総合センターという部署で5年間勤務しておりました。中災防では、作業環境測定は全国主要都市7カ所業務を行っておりますが、そのうち東京と大阪においては、気中の検体や生体試料について、分析を専門に行う部署がございます。大阪ではその部署の管理職として、3,3'-ジクロロ-4,4'-ジア

ミノジフェニルメタン(MOCA)の測定・分析法の開発などに携わりました。

丸山 徳島県の(株)環境防災の丸山と申します。よろしくお願いいたします。普段は作業環境測定機関、水質検査機関として、分析を全般的に行っております。

作業環境測定手法開発では、パラジメチルアミノアゾベンゼン(別名:メチルイエロー)の分析法のまとめを行いました。

鷹屋 (独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所の鷹屋と申します。私どもの法人では労働安全衛生総合研究所は、もともと厚生労働省傘下の二つの安全と衛生の研究が合わさったもので、労働衛生の部門だけに限りませんが、メンタルヘルスや過労死など、化学物質以外の分野についても広く担当している研究所です。

令和2年4月、今年度の初めから厚生労働省が化学物質管理をさらに重点的に行おうということで、化学物質情報管理研究センターという新しい部署を設けて、私はその一部門であるばく露評価研究部の部長を拝命しております。

今の業務は「ばく露」という名前のとおり、作業環境測定だけではなく、個人ばく露測定といった手法も含めまして、労働者の化学物質管理を行うという部署にあります。

私自身が関わった作業環境測定の新しい方法開発に関する仕事として、かつて作業環境測定基準



(キャプチャ画像、以下同じ)  
小笠原英城氏

に高速液体クロマトグラフ分析法や原子吸光分析法が入っていなかった頃や、誘導結合プラズマ発光分光分析法(ICP-AES)を「同等以上のもの」として盛り込む際に、作業環境測定の性能を維持できるかというデータを取る仕事で協力させていただきました。

当研究所では、災害調査の過程で新しい測定手法の研究を行っています。先ほど西野入さんからお話が出たMOCAなどがそれに当たります。このように、作業環境測定機関の皆さんのお仕事の関わり方とは少しスタンスが違うのですが、作業環境における化学物質の測定法に関して日々研究しているということでは、共通点があるのではないかと思います。

阿部 どうもありがとうございました。最後に本日司会を務めさせていただきます(株)群馬分析センターの阿部です。群馬県で、作業環境測定、環境計量証明事業を行っており、ダイオキシン、アスベスト、放射線等の測定も行っています。

私自身は、作業環境測定に携わるようになったのは昭和53年です。ほんの数年前までは、実際に現場で測定を行っていたのですが、現在は会社の経営に携わっております。

国による委託事業(平成30～31年度)で(公社)日本作業環境測定協会からの依頼により、コバルト、ニッケル、ニトログリコール、砒素の測定法研究開発を行いました。

## 測定法開発の経験談

阿部 それでは、本題に入りたいと思います。まず、測定法開発の経験談について披露していただきたいと思います。

小笠原 当社は平成30年度と令和元年度の2年間にわたり測定法の開発業務を行いました。

1年目(平成30年度)はシアン化水素、シアン化物、ペンタクロルフェノールについて行いました。シアン化水素については固体捕集法-吸光度分析法についての検討で、シアン化物は流れ分析法(CFA)について検討しました。また、ペンタクロルフェノールについては固体捕集法-高速液体クロマトグラフ分析法(HPLC)について検討を行いました。

2年目(令和元年度)はアクリルアミドのみですが、こちらは固体捕集法-高速液体クロマトグラフ分析法(HPLC)の開発を行いました。

私自身が分析を実施したわけではありませんが、統括的な立場から測定法開発の担当者を選定し、その担当者と測定法開発のための計画を立て、その遂行状況の確認や管理を行いました。また、困りごとなどがあった場合に相談や助言などを行いました。

奥野 私どもは1年目(平成30年度)に塩素、2年目(令和元年度)にはジアニシジンの依頼を受けまして、測定法の開発に携わりました。私自身は直接分析業務に携わってはおりませんが、管理者として打ち合わせの開催ですとか、必要機材の選定や進捗状況の確認、また、うまくいかなかった場合の対応などを行っていました。

塩素については当初NIOSH(米国立労働安全衛生研究所)の手法を参考にして検討していたのですが、うまくいかない部分でもあったので、JISの排ガス分析方法も踏まえて検討しました。

ジアニシジンについては、先ほどお話のあったMOCAの新しい測定法の情報が入ってきたことから、その方法を踏まえ検討しました。

西野入 私たちは普段、ルーチンの分析に加え、新しい測定法の開発の両方とも日常業務として行っています。そういう意味では、測定法開発もある意味ルーチンのようにになっており、日々通常の分析と、開発業務を並行して進めている状況です。

化学物質の分析については大きく分けて三つあります。まず①厚生労働省からの委託のリスク評価事業があり、こちらは個人ばく露濃度の測定法の開発で、これについて毎年何物質が担当して開発をしています。

次に②リスクアセスメントの義務化以来増えてきたものとして、事業場や大学の研究室などからの特定の物質について個人ばく露濃度を測定したいというご相談に対して測定手法の開発を進めています。

そして③多くはないのですが、作業環境測定法の開発があり、MOCA測定法の開発はこれに該当します。

先述のとおり、すべて通常の分析と併せて毎日のように検討を進めていて、一つの検討が終わりますと検討する事項が幾つも後ろに控えていますので、次から次へと検討をこなしていくという感じで仕事を進めています。

MOCAについては検討する事項があまり多くはなかったので、メインで動いてくれたのは入社1年目の職員です。私はそのマネジメントと、実際の分析に当たって開発の補助を担当しました。

丸山 バラ-ジメチルアミノアゾベンゼンについては、作業環境測定基準では過捕集法-吸光度分析法となっており、『作業環境測定ガイドブック』に掲載されている方法が薄層クロマトグラフ法で分離するという普段使わないようなものだということで、上司から簡単に測定できないかという話がありました。そこで、文献を調べるところから始めて、実際にその方法を元に測定・分析しました。

文献自体はあったので、あまり失敗談というほどのこともなかったのですが、さまざまな検討を



奥野 諭氏

行って、平成29年にその研究成果を発表させていただきました。

阿部 ありがとうございます。当社でも先述のとおりニトログリコールと金属類の測定法開発を担当しました。私自身は、測定士の配分や最終的な報告の確認を行いました。

## 測定法開発に着手したきっかけ

阿部 では今のお聞きしたお話を踏まえまして、測定法開発に着手したきっかけについてお話いただきたいと思います。

小笠原 まず日調協から打診があったのが契機なのですが、測定・分析法の開発を行うことが当社の技術向上にもつながりますし、加えて若手社員の育成機会になることも期待して、この業務を受けることにしました。

実際、それぞれの物質に対し入社1～5年目の若手社員に担当してもらい、それにベテラン社員が助言をしながら、開発業務を遂行しました。この業務を通して、新規測定・分析法の開発をするための手順や、どういった評価基準があつて何をすれば良いのかということを理解してもらう意味で、担当した社員にとっても大変良い経験をさせていただいたと思います。

奥野 日調協から厚生労働省の委託事業ということでお話をいただいて、引き受けるに当たっていろいろと検討させていただきました。とても良



# ■新しい測定法開発への挑戦



西野 入 修 氏

い経験になると思うのですが、日常の業務がとても忙しい状況にあり、働き方改革が叫ばれる時代の中では残業もあまりできませんので、どのように進めたらよいかという点にはとても悩みました。

作業によって分担して分析業務を行っているのですが、少しでもその負担というか影響が少なくなるような物質を希望させていただきました。

**西野入** MOCA 測定法開発の経緯としては、もともと、ある大学の研究室の先生から「ある事業場のばく露調査をしたいので分析をお願いできないだろうか」という相談がありました。そこで、「その事業場でどういった使われ方をしているんですか」といったやり取りをしている中で、MOCA が粒子状とガス状の両方があるのではないかと聞いた話が出てきましたので、「粒子状とガス状があるということでしたら、OSHA（米国労働安全衛生庁）法に準じて測定を行いましょうか」ということになりました。

その後、作業環境測定基準の改正に向け、我々としても分析できるようにどのように対応しているかという話をして、厚生労働省と日測協からも「公表してください」というお話がありましたので、OSHA 法に加え、生体試料の尿中の MOCA でも使っていた分析法の二つを改良して分析法を開発しました。

その中で捕集剤の硫酸含浸フィルターについては、メーカーにお願いして共同開発したという経

緯があります。

**丸山** 先述のとおり、従来のパラ-ジメチルアミノアゾベンゼンの分析方法が、薄層クロマトグラフィーという普段それほどやるような手法ではないので、もう少し簡単にできないかという話があったことがきっかけになりました。加えて、従来法ではベンゼンを使用するので、他の物質を使えないかという話をいただいたこともきっかけです。

**阿部** ありがとうございます。私どもも（公社）日本作業環境測定協会から委託事業のお話があり、その中で開発が可能と思われる物質をお引き受けしたのがきっかけです。

## 開発過程での試行錯誤

**阿部** 次に開発過程での試行錯誤についてお聞きしたいと思います。

新しい測定法を開発するときに、すぐできればいいのですけれども、なかなかそういうわけにもいきません。皆さんもかなり試行錯誤をされたと思います。中でも、うまくいかなかったこともあると思いますので、差し障りのない範囲でお聞かせいただきたいと思います。

失敗がその後どのように役立ったかどうかということがありましたらお聞かせいただければと思います。

**小笠原** 検討段階の話になりますので、失敗例とは言えないかもしれませんが、抽出時間の検討に試行錯誤しました。

具体的には、ペンタクロルフエノールは固体捕集の溶媒抽出になるのですが、回収率試験で、設定濃度が管理濃度より低いレベルでの検討では、15分間の抽出時間で良好な結果が得られました。この条件を採用できるかと思い、管理濃度と同等やその2倍程度の濃度で検討したところ、添加濃度が高くなるにつれて、回収率が低下する傾向が見られました。

これに関しては、抽出時間を長くすることでシ

# ■新しい測定法開発への挑戦

ンプルに解決はできたのですが、やはりこういう検討の場合は一つの濃度だけではなくて、想定される濃度範囲の中で、幅広い濃度における検討が重要です。

また、具体的な話ではないのですが、試験方法のよりどころとして OSHA や NIOSH の分析法を参考にしたのですが、記載されている内容をいかに作業環境測定としての条件に落とし込むかが課題でした。例えば、記載されている吸引速度などをそのまま採用すると、管理濃度の 1/10 以下の濃度を担保するには採取時間が 20～30 分、あるいはそれ以上の時間を要することになります。できる限り 10 分間の採取時間で測定が可能となるように、採取流量の検討や抽出流量について検討を行いました。

先述の抽出時間についてもそうですが、測定する現場に負荷をかけすぎず、精度も担保できる方法を検討するのが苦労したところです。

**奥野** 塩素の測定法開発では、NIOSH の分析方法を元に液体捕集法-イオンクロマトグラフ法で分析しようと試みたのですが、捕集液についてはイオンクロマトで分析のピークがどうしても出なくて、うまくいかないというところがあり、排ガスの JIS の方法で検討いたしました。

JIS 法では下限値が高いのや低いのがいろいろありましたので、そこでもイオンクロマト法につきましては下限値が高く測定には難しいであろうということで、NIOSH 法に戻すかどうかという試行錯誤がありました。最終的には排ガスの JIS の PCP 吸光度法と呼ばれるもので測定をしました。この方法で捕集液で捕集するのに、排ガスの旧 JIS ではメッシュが G2 のものを使っていて、このときメッシュが小さ過ぎたものですから、吸引瓶の口元から吸引液が溢れてしまったというようなことがありましたので、当連合会にある少し大きいメッシュのものを使うなどの失敗がありました。

また、ジアニシジンにつきましては、最終的にはうまくいかなかったのですが、脱着溶媒の変更



丸山 貴子 氏

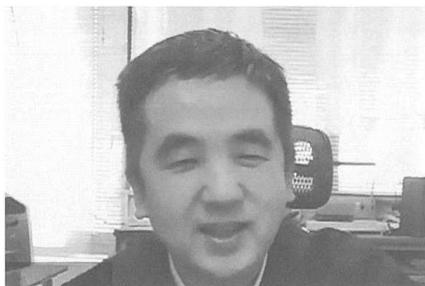
や硫酸含浸フィルターの洗い込みなどいろいろと試してみました。

**西野入** 当協会では通常、先述のとおり、主に厚生労働省からのリスク評価委託事業での個人ばく露濃度測定法の開発が多いのですが、これは日本産業衛生学会許容濃度や ACGIH-TLV を基準に考えまして、その2倍の濃度と基準値の 1000 分の 1 までするよう開発しています。濃度範囲がすごくレンジが広いので、かなり試行錯誤して開発しています。

MOCA についても、ある程度この個人ばく露濃度測定に対応できるように測定法を開発してきたのですが、そこから作業環境測定に適用させるにあたっては、やはり採気量が小さくなる、10 分間で測定できるようにというところで、定量下限をどうやって出していこうかというのが、かなり試行錯誤といえますか、さまざまな検討を行いました。

当初はもう少し定量下限、下まで感度を出せるのではないかなという見込みで開発してきたのですが、なかなかうまく感度が出せないといった状況もあります。

**丸山** パラ-ジメチルアミノアゾベンゼン測定法の文献を探すのが最も苦労しました。その中で、昭和 60 年度に研究されていた広島県の方の文献を見つけ、それを元に高速液体クロマトグラフ（HPLC）で分析をしました。その条件について、移動相の割合を変えたり、抽出の溶媒を



鷹屋 光俊氏

HPLCに合わせるために何種類か検索するのが時間がかかりました。

ただ、HPLCを使用することによって薄層クロマトグラフィーで分離したものを分光光度計で測定するという過程で、2～3時間かかっていたものがおよそ1時間以内で収まるということで、うまくいったとは思っています。

阿部 ありがとうございます。今お話をお聞きしていると、定量下限や分析条件、また、分析を始める前の文献調査で苦労しているようです。

当社でも一昨年、ニトログリコール測定・分析法の開発を行った際、HPLCの分析条件が文献どおりだとなかなかうまくいきませんでした。カラムの長さ、径、圧を変えたりなどで試行錯誤がありました。

また、金属類の分析では誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)を採用しました。計量証明事業部門でICP-MSを使っていたのですが、作業環境測定士はそれまで使っていなかったで、当初は良いデータを取るという熟練度が足りませんでした。そこで、酸濃度を変えたり、ろ過条件を変えるなど何回か試行錯誤がありました。なかなか新しい機械は、扱いが大変なのかなということがあります。

ではここで、これまでのお話を踏まえて、アドバイザーの鷹屋さんからお願いしたいと思いま

## 開発結果の検証

鷹屋 まず皆さん共通として、私たちが同様ですが、海外の労働衛生分野で使われている方法や、国内外の別の分野で使われている方法の二つをよりどころにスタート点を置かれていますね。

既に皆さんから議論が出ていますように、海外の方法は基本的に個人ばく露測定なので、サンプリング時間が長いですね。かつ、その代わり作業者にポンプをつけるという形で、サンプラーが小さいということで、最終的には時間と流量の掛け算で捕集量はほぼ同じになるため分析の後半部分は割と共通に使える部分が多いのですが、前半のサンプリングをどうすればいいのかというのは、非常に悩ましいと思います。

文献について言いますと、私どもは研究所なので、文献を取り寄せるシステムができていますので、短期間に大量のものを取り寄せられるのですが、そういった点は研究機関ではない場合は難しいのかなという印象です。

新しい手法や機器を取り入れるにあたっては、方法がよくないのか、自分が失敗しているのかの区別をつけるまでにそもそも時間がかかります。自分が手慣れた装置や手法で、対象物質だけが違ふとかいう場合は、「ここがおかしい」「あれがおかしい」とわかるのですが、久しぶりに従来の手法を使おうとかということになると、途端に元々の方法がおかしいのか、自分が失敗しているのかわからなくなってしまいます。

文献についても、OSHA、NIOSH、HSL(英国安全衛生研究所)のマニュアルは海外の公定法なので、それなりに評価されているわけですが、ある論文に記述のある方法を採用するとなると、嘘は書いていないのですが、その研究者がもう2～3年もやったノウハウの上でやっと分析できるというような部分も多々あって、大体そのままやってもうまくいかないということがあります。そういった苦労は私たちがいつも感じていること

だし、同じような苦労が実務の場でもあるのだろうなということが、皆さんのお話をうかがっていて強く感じました。

他方、私から興味があって現場の皆さんにお聞きしたいのは、やはりサンプリングについてです。例えば金属の例を挙げますと、例えば酸で溶かしているものをフィルターにスパイクして、そこで回収率を出すとか、そういった部分で分析法をまず固めなければいけないのですが、やはり現場の試料だとそもそもどのように溶かすのかとか、ガスの試料の場合も例えば吸気管に液体の試料をマイクロシリジで打ったところでガスクロの条件は決めていくわけですが、本当にその捕集管が現場できちんと動くという保証はありません。

実際に後半の分析方法の部分は確立したとして、その前のサンプリングの部分が現場の試料に関していかにきちんと働くのかというのが、私たちが研究をしていても非常に悩ましい点ですし、それは皆さん、現場の試料にどう開発された分析法を落とし込んでいくような工夫をされているのかというのは、皆さんからお聞きできるのが楽しみでこの座談会に参加させていただいているという面があります。

奥野 以前に有機溶剤ですと、テドラーバッグで試料採取していたところ、固体捕集でのテストを行ったことがありまして、実際に分析でのさまざまな条件を決めたりしていました。その際もいろいろな試行錯誤があって、なかなか従来の手法を変えることができなかったところもあるのですが、かなり時間をかけたりして検討をしたといった経験はあります。

西野入 分析の方法については、ある程度は自分たちで検討するのですが、行き詰まると手っ取り早くメーカーの人に相談してしまいます。分析機器本体というよりも、カラムの性能などがどういったものがあるのだろうかといったことを相談して、アドバイスしてもらうことが多いです。



Zoom ミーティングで行った

サンプラーも、かなり試行錯誤する部分ではあります。文献を検索してもなかなか当たらない物質、文献自体が20～30年前のものの場合、それでもサンプリング方法はその文献を参考に考えます。

これも自分たちである程度検討はするのですが、限界がきたところで同じように捕集剤メーカーに問い合わせて相談に乗ってもらえることが多いです。その結果で、捕集剤をメーカーと共同開発するというようなことも何件かあります。

阿部 以前は文献も少なかったもので、化学物質の構造を見て、どのように分析するかというところから出発することもあったのですが、最近はどうなのでしょう。構造式でこれは何の分析に向いているのかとか、捕集剤は何がというような、そういうことは学ぶ場があるのでしょうか。

鷹屋 結局は、酸性の物質、アルカリ性の物質、そういった親水性ですとか、物質の構造上極性の部分と非極性の部分の大きいとか、小さいとかといった教科書的な話、そして、西野入さんからお話のあった最後の頼りは分析機器メーカーであったり、捕集剤メーカーであったりということもあります。

私どもも研究所として力不足を感じる点としては、場合によっては海外メーカーからずらっと「この物質に関してはこの型番のやつを使いなさい」とかいうものがありますので、やはりスタート点はそこから始まるということは研究機関であっても実際の測定機関であっても変わらないの

## ■新しい測定法開発への挑戦

ではないかなと思います。

阿部 構造というよりは、過去のデータを調べて、適したものをピックアップするという形になるのでしょうか。

鷹屋 そうですね。複雑な構造というよりは「新しい物質だけど、これはもうどう見てもアミンには違いないから、アミンの分析法からやろう」とか、農業系統であったら農業系統の分析法をずらっと並べるとか、やはりそういったざっくりとした化学物質の分類だけで取りかかります。

阿部 メーカーなどと協力して、過去のデータから判断していくという形ですね。

鷹屋 もう一つ、質問をよろしいでしょうか。

新しく開発した方法に関して、最終的に日測協や厚生労働省に報告して、最終的には公の方法として認められることになります。そのためには、現実に見えるかどうかの検証が必要です。というようなことを言ったうえで、例えばまだ一般的な方法になっていない段階で、実際の現場で、古い方法と新しい方法を両方やってとか、あるいは新しく開発した方法を試させていただくとか、そういったことというのは可能なのでしょうか。それはやはり現場は難しいでしょうか。もしそういったことに関してご経験があったらちょっと教えていただきたいと思います。

阿部 初めに話をさせていただきますが、ニッケルの分析方法については最初に作業環境測定基準に原子吸光分析法が採用されて、その後「同等以上の方法」としてICP-AES、ICP-MSが入ってきたわけです。

私どもでは、ニッケルに関してはハイボリウムエアサンプラーでサンプリングしていましたが、同じ紙で採取したものを原子吸光分析法とICPで半分ずつ2、3回データを取って比較をしました。その結果、有意差はなく妥当性があるということで、現在はICPで分析をしています。このように妥当性の評価をして、切り替えていくという形は取っています。

丸山さんの会社では、分析法を変えるときはど

ういうような対応を取られているのでしょうか。

丸山 有機溶剤に関しては、作業環境測定基準にはガスクロマトグラフとだけ書かれています。が、当社にはGC-MSがありますのでデータを比較することはあります。

阿部 ありがとうございます。西野入さんはいかがでしょうか。

西野入 普段は作業環境測定については『作業環境測定ガイドブック』準拠です。そうではない法定外の物質について検討することが多いので、従来法のようなものと比較検討というのはあまり機会がありません。

ただサンプルによってマトリックスといいますが共存物質が随分異なりますので、そういった点も踏まえて、さまざまな形態の試料について検討を行うことはすごく大事であると思います。

阿部 小笠原さん、分析法を変える時の手順などがありますか。

小笠原 当社は作業環境測定ではそういった経験はあまりないのですが、水質分析での過去の事例を挙げますと、アンモニア性窒素を吸光光度分析法で分析していたのですが、イオンクロマトグラフ法に変更したときがあります。

この時は環境試料、排水、地下水など、多種多様な試料を併行分析しデータを並べて相関性や、過去の蓄積されたデータと比較したうえで試験方法を変更したことがあります。

阿部 鷹屋さん、皆様のご意見をうかがったのですが、妥当性の評価ということに関してはいかがでしょうか。

鷹屋 分析化学というのは全部そうだと思うのですが、ラボの中で閉じているわけではなくて、サンプリングから始まります。一般環境で採取する試料であったら少し多めに取ってきて、文献にある方法と工夫した方法について、実サンプルでの試験ができると思います。しかし、作業環境測定は顧客先にお邪魔して採取した試料で、なかなかそういった新しい方法を試すというのも難しいと思います。

## ■新しい測定法開発への挑戦

と、各社員の1日の分析業務を人ではなくコンピュータが現在受注している試料数や納期などから判断して決めます。

コンピュータの中には分析方法の工程ごとに所要時間や実施担当者などが組み込まれており、それをもとに各自の1日の仕事内容がスケジュールリングされるのですが、研究開発の場合はこれが組み込まれていません。そういった場合は「Aさんが明日、研究開発に3時間費やします」とコンピュータに設定すると、これを考慮し、コンピュータが他の人にAさんが普段実施している分析の一部を振り分けてくれます。

このような方法を取っておりますので、上司が切り盛りし時間の調整をすることなく、円滑に業務を進めることができました。ただ、これを実現するには、一つの分析に対して複数の人が分析操作を実施できればいけません。そのためにマルチ化を進めるなどの対策をしてきました。

このシステムを構築するまではかなり紆余曲折はありまして、コンピュータも万全ではないので、徐々に当社のやり方に合うように試行錯誤しながら、今のシステムを作り上げました。

奥野 当連合会の環境測定部では主に作業環境測定を業務としておりまして、デザイン・サンプリングと分析業務を分担しています。分析につきましては、担当者がそれぞれの物質について分析機器を担当しておりますので、開発事業を引き受けるにあたって、その者が担当する分析をなかなか他の者へ割り当てられないという懸念がありました。他の者も業務を抱えておりますので、どのように割り振るかということがうまくいきませんでした。他者への教育をしてはいますが、あまり進んでいないのが現状です。

分析につきましては技術的な面が多々あるかと思いますが、なかなか簡単に他の者に移すというわけにはいかなくて、試料採取の業務を他の者に分担させるといったことしかできませんでした。

西野入 繰り返しになってしまいますが、開発

新しい方法が検証されるためには十分現場のデータが必要なのですが、現場のデータを使わせてもらうからには、ある程度その方法にある種自信がある状態でないと試すことができないと思います。

先ほどから新しい分析法を開発されるときに、さまざまなご苦労があるというお話をお聞きしてきたのですが、それに加えて最終的な妥当性をどう検証するかということに関して、やはり作業環境測定は特に難しい問題があると私自身もいつも仕事をしていて感じていますし、今日も改めてそのなかかなという感想を持っています。

阿部 やはり評価するのは難しいですね。

日常業務との両立・調整の工夫  
と上司からの配慮

阿部 次は、日常業務との両立・調整の工夫と上司からの配慮などについて、お話ししたいと思います。皆さんの測定機関では、作業環境測定を日々業務として行っているわけですが、今日のテーマである新しい測定の開発や工夫に関しては、その重要性や必要性は認識しているものの、日常の業務の中で開発の時間を確保していくのが、各社とも違う条件ではあると思うのですが、結構大変ではないかと思います。

どのようにすれば日常の業務を行いながら、開発の仕組みを組み入れて、円滑に進めていけるのか、そのご経験についてお聞かせいただければと思います。

鷹屋さんのほうも研究開発が本職だと思いますが、依頼業務や各種委員会などの調整等もやられていると思いますので、鷹屋さんからもお話をお聞きしたいと思います。

小笠原 当社は普段の業務管理方法が少し特殊なので、参考になるかどうかかわからないのですが、お話しします。

当社ではラボの業務に対する生産管理システムを構築しておりまして、それに基づいた業務スケジュールを行っています。簡単にいいます

■新しい測定法開発への挑戦  
 ついても私たちは通常の業務と捉えて取り組んでいます。日々行っている分析と並行して、さまざまな人間が検討に携わっていくということをほぼ毎日やっています。

そうはいっても順調にいくことばかりではないので、社内外を問わず、いろいろな人と話し合いして、1人で抱え込まずに問題を解決していけるように、そんなことを心がけながら、部下の人たちについても進捗を見るなど気をつけて業務を進めているところです。

阿部 期限が完全に切られているから大変ですね。

西野入 締切りのプレッシャーというのも確かにあります。ただ、どうしてもできない場合には、できなかったという報告せざるを得ない場合もあります。

丸山 普段分析する場合は自分で調整して日常業務を行っていますので、今回の研究も自分で調整して、空いた時間にうまくはめ込むことができたので、あまり調整といってもなく、うまく進めることができました。

それぞれ担当の機器があるため、基本的には担当者が取り組んで、行き詰ったときには打ち合わせを行い話し合いながら進めていきます。

阿部 ありがとうございます。当社でも日常業務がありますので、測定士の間である程度どこを分担するかということを決めて、チームで取り組むような形になっています。小笠原さんの会社のように自動スケジューリングシステムというわけにはいかないのですが、皆で調整して行っています。

最後に鷹屋さんからアドバイスをお願いします。

鷹屋 私どもは研究開発が本来業務であるということと、本来の研究は問題発掘型、つまり自分たちの専門性において問題を発掘してきて、内部でこれだけの研究費を使いたいという時間も決めて、大体そのサイクルで、例えば一研究計画だと年単位の研究計画で行います。

その間に例えば厚生労働省から「急遽、この仕事をやってほしい」といった話があると、一番大切なのは専門性なので、専門性を考慮して担当者を決めます。

ただ時として、問題の発生によっては連続して同じ研究者にばかり依頼することになってしまいます。現場で試料を取る場合には、グループ総出で分担するのですが、その際に例えば取ってきたものを最終的に分析する段になると、どうしても一番専門に近い人に負担がかかるので、そうすると本来業務の研究のほうをよく見ないと、本来の業務の業績が少し落ちていくとか、そういうことがあるのをどうコントロールするかということがあります。

小笠原さんのお話は真逆で、管理職は頭をひねって顔色を見ながら、「じゃあ、この部分だけちょっと切り離して別の人にお願ひしようか」と、お恥かしい限りですが、そのような古臭いやり方で管理することになります。

結果的には結局本来の研究開発のペースを落として、時間を捻出して、喫緊の対処しなければいけないような仕事にあたります。どちらも研究開発なのですが、ありていに言うと毎日自転車操業をやっているというような状況です。

阿部 ありがとうございます。弊社の場合は、上司からの配慮ということに関しましては、私は会社の代表として、開発業務は日常のルーチンとは違いますので、査定での評価を高くするというような形で、やる人は大変だけれども、評価してもらえるようにしています。

このあたりの取り扱い方は会社によっても違うと思います。今回のテーマとはそれですが、小笠原さんの会社のような自動スケジューリングシステムについては興味があるところです。

## 研究発表会、論文発表などによる成果普及への取り組み

阿部 では、次は研究発表会での発表や機関誌への論文投稿などによる成果普及への取り組みと

■新しい測定法開発への挑戦  
 うことで、お話を進めていただきたいと思います。

皆さんが開発されたものは、会社や所属機関の財産ではあるわけですが、公益的な観点から見ると広く共有するべきではないかということがあると思います。

今日ご出席していただいた皆さんは、何らかの形で自分たちの成果を公表していますが、委託研究や新規の分析法の開発をしたときに、それを公表することに対してどういう考えをお持ちなのか、お聞かせいただきたいと思います。

小笠原 今回実施した件に関しては、現段階で社外に発表する機会は設けていないのですが、当社の場合は、社内での技術発表会がありまして、今回の開発に携わった者に発表してもらいました。社内とはいえ資料を作成し、人前で話すことで、より一層理解が深まるという意味ではすごく有意義であると思います。

私自身は、分野は異なりますが、水道の水質検査と、食品中の抗生物質の測定方法について学会発表をしたことがあります。そのような場で発表することで、同業他社の方や専門性の高い方からさまざまな質問や意見をいただくことがありますので、異なる視点や自分では気づかなかったことに気づかせてもらえます。そういった面では、社外で発表の機会を持つことはすごく有意義なことだと私は思っています。

また、阿部さんの言うとおり、公益的な観点からも、今回実施した分析法開発について、社外でも発表する機会を設けたいと思います。

奥野 当連合会では北信越支部推薦をいただきまして、令和元年度に塩素の測定・分析法について作業環境測定研究発表会で発表させていただきました。また、MOCAの測定・分析法については、本誌第42巻第2号で論文を掲載させていただいたところです。

研究発表会につきましては、それまで主に発表を聞く立場で参加していましたが、実際に発表する側として参加する場合にはさまざまな準備が必

要になるということがよくわかりました。また研究発表会後は、所属部署で報告する場を設けました。

当初は事前に予行演習をするように考えておりましたが、時間がなくてできませんでした。日常業務の忙しさというのもありまして、やむを得ないところもあったかと思うのですが、もっとしっかり計画を立てておくべきだったと反省しております。

日常の業務だけでは人前で話すということがあまりなかったものですから、発表者につきましてはとてもよい経験になったと思っています。

西野入 開発した方法等について知的財産だという考え方は、20～30年前でしたらそういう考えもあるのとは思うのですが、私たちとしては開発した結果は少なくとも学会発表を行うこと。そして可能であれば英語の論文ははじめ、どんどん論文にして公表していくというのが基本的なスタンズになります。

公表することによって、第三者から開発したものが適正かどうかの評価を受けることもできと思っていますので、必要なことだと思います。

また、開発したものを自分たちのところだけに留めておくということは、改善できる事業場が限られてしまうということにもつながってきます。そういう情報を公表して、一つの事業場でも環境状態がよくなるようになってもらえるというのが最終的な目標だと思っています。

丸山 今回の研究に関しては、平成29年度の岡山で開催された中国支部の研究発表会で発表させていただきました。私自身もあまり外で発表する機会はなく、本当にいい経験になったと思います。

こうした研究が新しい測定方法として、将来的に作業環境測定基準に採用されるとよいと思っています。

阿部 ありがとうございます。公表することとは、公益性ということを考えてやるということだと思います。特に作業環境測定というのは、



## ■新しい測定法開発への挑戦

働いている人の健康に関係しますので、良い測定法があればそちらを採用すべきと思いますし、全体の測定機関のレベルアップにもつながるかと考えられますので良いことだと思います。

古い話になりますが、私も昭和63(1988)年に本誌に「作業環境管理における有機溶剤の嗅覚閾値」(第9巻第4号)という論文を掲載させていただきました。その後各方面から問い合わせをいただきましたし、WHO(世界保健機関)の論文集にも記載されました。結構見ていただいている方がいて、広がりがあったという印象です。

鷹屋さん、何かコメントがございますでしょうか。

鷹屋 私ども研究機関なので、アウトプットが製品という面があり、少しスタンスが違うとは思いますが、いつも感じることは、発表でまとめてみて初めて実は自分が自分自身の仕事を正しく理解していなかったことに気づかされることも多いということです。

もちろん皆さんの事業場の中で、お仕事の中で、いろいろ制限はあるとは思いますが、常に論文でもいいですし、口頭発表でもよいので、発表するとその仕事に関する自分の理解が深まって、次の仕事をさらに良いものにすることにつながると思います。何よりも、先ほどからお話が出ていますように、ほかの人にとっては、ほかの方の開発の結果を知ることができるのは有用な情報なので、発表の機会をどんどん活性化していただければ非常にいいのではないかと考えます。

阿部 ありがとうございます。コロナ禍でなかなかそういう発表会が開催できない状況ではあるのですが、何とか(公社)日本作業環境測定協会には工夫していただいて、発表の場を設けていただければと思います。

## 今後の予定や関心事

阿部 では最後に、測定法の開発や工夫に関する今後の予定や測定に関する現在の関心事項等が

ありましたら、お話をいただければと思います。

今後の予定は別にしても、現在の関心事項として、個人サンプラー測定と溶接ヒューム測定があると思いますが、準備は整っているのでしょうか。

小笠原 当社は比較的早いタイミングで取り組んで、準備をしてきました。

作業環境測定に関する責任者が情報を早く収集して、採取方法、測定方法も含めて社内に展開して検討してきました。このため、現段階で受託できる体制を取ることができております。

奥野 最近になってようやく機材の手配をしたところで、4月からの実施に当たって準備できるように今進めています。

それから今後の予定につきましては、今年度も測定法の開発について日調協から依頼をいただきまして、先日、報告させていただきました。また研究発表会にも参加させていただきたいと考えておりますし、令和元年度の発表の経験を生かしたいと思っておりますので、またぜひよろしく願いいたします。

鷹屋 今年は溶接ヒュームと個人サンプラーについて大きな改正があって、そこが中心になってくるとは思います。

今後は測定機関も法定の測定というよりは、リスクアセスメントに測定機関としてどう関わっていくかということが重要で、そうなる対象物質は法定の物質よりも種類が多いので、それに対して今後測定機関が関わっていけるか。

自主測定なのですぐに測定機関にお願いするという話ではないとは思いますが、いざ測定しようということになれば頼れるのは測定機関ということになると思いますので、そういうときにやはり測定機関のほうとしても法定の物質ではない物質に関して対応できるということが、今後求められていくのではないかと思います。

\* \* \*

阿部 一通り今日の論点についてお話しただ

## ■新しい測定法開発への挑戦

きました。

皆さんのお話を聞かせていただいて、新しい測定技術に関心を持つことの重要性や意義など、例えば開発の途中で失敗があったとしても、その過程で得られるものが大きいというのがよく伝わってきました。

自らの論文発表や支部、分会での事例発表などの経験を振り返ってみますと、発表をするのは苦勞しましたが、さまざまな分析の技術や知識が得られましたので、それによって作業環境測定に長く携わることができたのではないかと考えています。

これからの作業環境を考えますと、最後に鷹屋さんからもお話がありましたように、個人サンプラーによる測定や溶接ヒューム測定、新たな測定物質の追加など、ルーチンの測定だけでは今後は対応できない状況になっているのも事実です。

では、どのようにして対応していくかということですが、やはり測定士の技術力が鍵だと思います。日頃のルーチンの測定だけでなく、新しい測定もすぐの実施できるような技術力が必要だと思います。作業環境測定機関としても新しい測定法開発に挑戦して、測定士のレベルアップを図り、どのような物質にも対応できるような体制づくりが必要であると考えます。

また結果の公表につきましては、業界全体の技術レベルの向上のために必要ですし、そのことによって、作業環境測定機関や作業環境測定士の評価を上げ、業界全体が顧客から信頼されるようになるのではないかと考えられます。

本日の座談会が、測定士の皆さんと、そして各作業環境測定機関の参考になることを期待しまして終了したいと思います。長い間お付き合いいただきありがとうございました。