

LCとLC/MSの知恵 2023年第1号(通巻第6号) 令和5年6月15日発行 ISSN 2436-1194

LCとLC/MSの知恵

Wisdom for LC and LC/MS

**The Division of Liquid Chromatography
The Japan Society for Analytical Chemistry**



(公社) 日本分析化学会
液体クロマトグラフィー研究懇談会

<https://www.lckon.org/>

LC と LC/MS の知恵

第 6 号
2023 年 6 月

目 次

巻頭言

天才と AI

(LC 研究懇談会委員長、本誌編集委員長) 中村 洋 3

ノウハウ

インジェクタープログラムの活用による利便性とデータ品質の向上

(アジレント・テクノロジー (株)) 林 慶子、熊谷浩樹 6

トピックス

サイエンスに基づいた日本酒の味わいの評価・見える化と消費者への情報提供

((株) 島津製作所¹⁾、立命館大学²⁾、上川大雪酒造 (株)³⁾

松本恵子^{1),2)}、若山健一郎³⁾、國枝里美²⁾、川端慎治³⁾ 17

LC/MS/MS を用いた農産物に含まれる機能性成分網羅的分析のモデル
システムの構築

((株) 島津製作所) 岡本真美、渡邊 淳 26

人生の達人

GC 研究懇談会、CJK シンポジウムとともに

(東京都立大学) 保母敏行 32

編集委員紹介

アフターコロナに向かって

(栗田工業 (株)) 榎本幹司 38

編集委員就任の勧め

(東ソー (株)) 伊藤誠治 40

団体会員紹介

- アミノ酸分析から始まった味の素(株)の分析研究
～創立 70 周年を目前にこれまでの歩みを振り返る～
(味の素 (株)) 岩畑大悟 41
- ハウス食品グループにおける分析化学の取組み
(ハウス食品グループ本社 (株)) 神山和夫 46
- 三菱ケミカルの研究開発を支える LC 技術
(三菱ケミカル (株)) 前中佑太 50
- 出光興産の研究開発における HPLC の活用
(出光興産 (株)) 村上祐子 53

閑話休題

- 第 6 回 LC 懇クロスワードパズル～英単語完成クイズ
(東京理科大学) 中村 洋 57
- 第 5 回 LC 懇クロスワードパズル・正解と当選者発表
(東京理科大学) 中村 洋 58
- 投稿規程と投稿の手引き 59
- 原稿執筆に際する注意 61
- 平仮名／漢字の使い分け等 63
- 2023 年度後半 LC 懇・事業カレンダー 68
- 奥付 69

【巻頭言】

天才と AI / Genius and AI

中村 洋 / Hiroshi NAKAMURA

LC 研究懇談会・委員長、「LC と LC/MS の知恵」・編集委員長 /
Chairman of the Division of Liquid Chromatography
The Japan Society for Analytical Chemistry
Editor-in-Chief of *Wisdom for LC and LC/MS*

大学で助手・助教授を務めていた頃は、月曜日から土曜日は殆ど連日、お茶の水駅から総武線・千葉行きの終電に滑り込み、西千葉にあった官舎に帰宅する生活を繰り返していた。そんな訳で、テレビを楽しむのは日曜・祭日の 1~2 時間だけであった。所が退職すると、自宅に居る日が多い為、テレビを見る機会が多い。毎日の繰り返して、気が付いた事が幾つか有った：①大手民放 5 社に対する印象は、福祉・エンタメ系（日本テレビ）、ドラマ系（フジテレビ）、報道系（TBS テレビ）、ワイドショー・クイズ・推理・刑事系（テレビ朝日）、教育・経済系（テレビ東京）と局により其其色が有り、②総じて民放も NHK も同じ様な人物、テーマを数週間継続して放送する。例えば、最近のテレビに取り上げられている人物は、日本人では WBC で日本の優勝に貢献し MVP に輝いた大谷翔平選手（野球）、20 歳 10 ヶ月で最年少七冠を達成した藤井聡太九段（将棋）、親子心中を図った市川猿之助さん（歌舞伎）、長男に 2 度も足を引っ張られた岸田文雄首相（政界）、外国人では現代のグローバルスターとも言うべきヴォロディミール・ゼレンスキー大統領、ウラジーミル・プーチン大統領、ジョー・バイデン大統領、習近平（シー・チンピン）国家主席、金正恩（キム・ジョンウン）総書記などである。

日本で英雄と称されるのは、古くは源 義経、楠木正成、西郷隆盛など、後に判官最良の伝統を日本人に植え付けた人物達、又、戦国時代には織田信長、豊臣秀吉、徳川家康など時代の覇者が人々の崇拜を受けた。これらの英雄は皆、戦に長け今風に言えば戦の天才である。長い地球の歴史の中で、生物が進化し多様性を獲得して来た様に、人間はもっと短時間に多様性に富む専門分野を創造して来た。見方を変えると、時代の進化が専門領域を増やし、才能を発揮出来る分野が増える分だけ、天才が現れるチャンスも増えて来たと言える。

将棋界の風雲児・藤井聡太氏の急速な成長は、AI（artificial intelligence、人工知能）ソフトとの対戦で技を磨いた賜物と言われている。へぼ将棋では、互

いに数手先までの展開を読めるかどうか精々である。所が、藤井氏は他のプロの棋士よりもずっと先の 32 手迄の読みをしていた事が、先日の渡辺 明名人との名人戦で見せた 107 分の長考で判明した。又、電気通信大学の伊藤毅志准教授らの研究によれば、平均損失（一手指すごとに、どの程度形勢を損ねているかを表す数値。AI との比較である為、棋士の一手はマイナスの値であり、ゼロに近いほど棋力が高い。）は羽生善治九段、渡辺 明九段らのトップ棋士が -40~-50 であるのに対し、藤井聡太七冠は -30 前後であると言う。

一方、米国 OpenAI 社が 2022 年 11 月に開発した ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer) は、質問や要望に対し精度の高い回答を提供する画期的な機能を持ち、文章作成は勿論、作曲、作画など広範囲にその用途を拡大している。身の回りにも、論文や一寸したレポートの作成に ChatGPT を利用している研究者や学生が居られるであろう。しかし、Science 誌によれば 20 個の特徴を手掛かりにして、ChatGPT を作成した文章である事が 99% の確率で検知出来るそうである。盗用と見做されぬ様、適切な引用と ChatGPT 使用の明記を呉呉もお願いしたい。

更に、現状でも AI は人物の顔、声、喋り方をそっくりにする事が可能である。先日も、トランプ前大統領が当局に捕縛される映像や、ゼレンスキー大統領がキエフから避難する前に行っているアナウンス映像に接し、それらが実はフェイクニュースと聞き、本物と思わせる出来栄えに大いに驚かされた。1 週間前には、ターゲットの音声を 15 分程度 AI に学習させた後、第三者が喋った任意の音声をターゲットが喋った様に復元出来る、“声の複製技術” が完成している事を知った。AI の応用展開は正に日進月歩であり、悪用を防ぐ仕組み作りが急務であるが、一方で AI の恩恵を享受したいものである。

例えば、本誌の守備範囲である LC 分析或いは LC/MS 分析についても、現在はオペレーターが検討しなければならない分析条件を、AI が立ち所に正答を与える事が早晚可能になると思われる。即ち、オペレーターが自分でいちいち条件検討をする事無く、試料と分析種の名前をインプットするだけで、AI[®]LC や AI[®]LC/MS などの装置が勝手にカラムの選択から溶離条件の設定、検出法の設定迄を決定し、必要な分析値を提供して呉れる日が、間違い無く到来しそうである。そう成れば、オペレーターは横着して待てば良いだけであり、職を失う危機を迎えるかも知れない。同様に、分析士認証試験の問題作成、採点、当落ラインの線引き、最上段である五段試験受験者との面接と人物評価、これらも何れは AI が遣って呉れそうな気がする。上述した様に、AI にも光と影が有る。AI が進化する程、対極に在る NI (natural intelligence、自然知能) とアナログ的な価値観の重要性を真摯に再認識する必要が有ろう。

さて、四方山話が長くなってしまったが、本号でも各方面から貴重な原稿を

戴き、本誌に掲載する事が出来た。前号から本誌に【人生の達人】欄を新設したが、本号には東京都立大学名誉教授の保母敏行先生をお迎えした。保母先生は GC の専門家として著名であるが、日本分析化学会傘下の分離科学に関連する研究懇談会が相集って 1974 年に結成した“Separation Sciences”の主要な理解者・牽引役として、長年ご一緒させて戴いた。「人生の達人」は様々な方面に居られると思うが、多くの中国人留学生を大切に育て上げ、大成に導いた見事な力量と穏やかなお人柄は、保母先生に理想的な大学教育者像を見る思いである。読者の皆様にも、AI では計り知れない達人の人生観をじっくりと味わって戴ければ幸いである。

2023 年 6 月 10 日 記

<執筆者略歴> 中村 洋 (Hiroshi NAKAMURA)

nakamura@jsac.or.jp

1968 年 東京大学薬学部製薬化学科卒業
1970 年 同・大学院薬学系研究科修士課程修
1971 年 同・大学院薬学系研究科博士課程中退
1971 年 同・薬学部教務職員
1973 年 同・薬学部助手
1974 年 米国 NIH 留学 (2 年間)
1976 年 東京大学薬学部助手復職
1986 年 東京大学薬学部助教授
1994 年 東京理科大学薬学部教授
2015 年 東京理科大学名誉教授



現在の公職

- ◆ (公社) 日本分析化学会・分析士認証委員会委員長
- ◆ 同・LC 分析士認証専門委員会委員長
- ◆ 同・LC/MS 分析士認証専門委員会委員長
- ◆ 同・LC 研究懇談会委員長
- ◆ 同・LC 研究懇談会・電子ジャーナル「LC と LC/MS の知恵」編集委員長
- ◆ 同・生涯分析談話会会長
- ◆ 同・千葉県分析化学交流会会長
- ◆ 同・LC シニアクラブ会長
- ◆ 私立大学環境保全協議会顧問
- ◆ ISO / TC47 国際議長・国内委員長、など

【ノウハウ】

インジェクタープログラムの活用による利便性とデータ品質の向上

Improvement of Usability and Data Quality by Using Injector Program

林 慶子、熊谷浩樹 / Keiko HAYASHI, Hiroki KUMAGAI

アジレント・テクノロジー株式会社 / Agilent Technologies Japan, Ltd

(Received April 13, 2023 ; Accepted April 18, 2023)

1. 要旨

一般的に用いられているフロースルーニードル注入方式では、任意のサンプルバイアルから任意の量をニードル内に吸引し、ニードルが所定の位置に戻るとバルブが動作してサンプルが注入され、分析が開始される。処理済みのサンプルだけでなく希釈溶媒や内標準溶液などをオートサンプラーに準備し、注入プログラム（インジェクタープログラム）を活用する事で、一定比率の希釈や一定量の試薬類の添加などを自動で実施し注入する事が可能になる。

インジェクタープログラムの応用例は多岐に渡り、実験者の利便性の向上やクロマトグラフィーの質の向上に直結する事例が多数有る。本稿では、オートサンプラーを所有しているユーザーが、今直ぐ活用出来るインジェクタープログラムの設定と応用例を示す。

キーワード 自動化 ; インジェクタープログラム ; 希釈 ; 混合 ; 誘導体化

2. 始めに

オートサンプラーのインジェクタープログラムは、カスタムインジェクションプログラムや自動前処理機能として、多くの HPLC ベンダーのオートサンプラーに搭載されている機能の 1 つである。フロースルーニードル注入方式のオートサンプラーでは、計量デバイスがバイアル内の液体を任意の容積で再現性良く計量する為、ループ容量内であれば吸引、吐出、混合や注入などの複数の動作を組み合わせて実行する事が出来、様々な用途に応用可能である。

近年、注目されている分析ラボの自動化、省力化やリモートワーク化と言った効率向上への取り組み、更に実験者の化学物質への暴露などの問題に対する解決策の 1 つとして、インジェクタープログラムによる自動希釈や自動誘導体化処理の活用が考えられる。インジェクタープログラムを使用する事で、作業時間の短縮、ヒューマンエラーの低減や日内及び日間の再現性の高さがメリットとして挙げられる。ここでは、ハイエンドの UHPLC だけでなく、汎用 HPLC においても利用する事が出来る機能を中心に設定例と結果を示す。

3. インジェクタープログラムについて

インジェクタープログラムを使用しない通常の注入では、指定したバイアルからサンプルを「吸引」し、ニードル外側やニードルシートの「洗浄」を行い（洗浄の有無や方法はニードルや機種に依存）、「注入」を実行する。これらは通常、分析メソッドに含まれているので動作を意識する事無く、サンプルバイアルを指定するだけで分析開始する事が出来る。一方、インジェクタープログラムでは、「吸引」「洗浄」「注入」の一般的な動作に必要な機能を所定の順番で追加出来る機能である。インジェクタープログラムで使用出来る機能の例を表 1 に示した。

表 1 インジェクタープログラムで使用出来る機能の例

機能	内容	設定項目
吸引	指定したロケーションから吸引	吸引量、位置、吸引速度、吸引高さ（オフセット）
吐出	指定されたロケーションに移動し、指定された量をニードルから吐出	吐出量、位置、吐出速度、オフセット
混合	インジェクターピストンを前後に動かして、吸引された量をエア中又はシート内で混合	混合容量、位置、速度、繰り返し回数
注入	ニードルをシートに移動し、バルブをバイパスからメインフローパスに切り替え、スタートパルスを生成	
移動	バイアルを [開始] 位置で取得して [終了] 位置に配置	移動元、移動先
待機	オートサンプラーを、指定された時間 (0 ~ 99999 分) の間待機させる	待機時間
バルブ	バルブを指定されたポジションに移動	メインパス、バイパス、他
洗浄	指定された場所でオートサンブラニードルを洗浄	洗浄位置、時間
繰り返し 繰り返し終了	[繰り返し] から [繰り返し終了] 機能迄の前処理 / インジェクタープログラム内の行を指定回数反復	

4. インジェクタープログラムの活用例

アジレント・テクノロジーでは、前身である Hewlett-Packard が 1983 年に発売開始した HP 1090 でインジェクタープログラムが設定可能に成った¹⁾。HP 1090 はフロースルーニードル注入（ラインインジェクト方式）を採用した初めての装置である（図 1）。



図 1 HP 1090

4.1 内標準物質添加の自動化

HPLC や LC-MS のアプリケーションでは、内標準物質を添加して測定する場合がある。例えば、HPLC の内標準法では、キャリブレーションサンプルや濃度未知のサンプルを調製する際に内標準物質を一定濃度と成る様に添加し、内標準物質と標準物質のピーク面積値の比から定量値を求める。手作業による調製では内標準物質を添加済みのサンプル溶液を用意し、バイアル内に十分量を封入する事に成る。これに対し、インジェクタープログラムを活用する場合には、サンプルや内標準物質溶液をオートサンプラーに用意するだけで、注入直前に自動添加してから分析を開始する事が出来る為、省力化のメリットがある。

一方、LC-MS ではマトリックス効果を評価或いは補正するなどの目的で、同位体標識した内標準をサンプルに添加する事が有る。同位体標識した内標準は一般的に高価であり、使用量は最小限である事が望まれる。又、貴重なサンプルを内標準法で定量しなければならない場合も有る。事前に内標準物質を添加する場合には、希釈操作やバイアル容量を考慮すると、実際の注入量よりも多くの液量が必要に成る。所が、インジェクタープログラムでの混合では、サンプルや内標準物質の使用量は注入量と等しいので、ロスが少ない点もメリットである。インジェクタープログラムは内標準添加の他にも、添加回収試験や標準添加法による定量などに応用する事が出来る。

図 2 に、内標準溶液をサンプルに添加し分析を開始するインジェクタープログラムの設定例を示した。1 行目で 9 μL を指定したサンプル位置から吸引し、コンタミネーションを防ぐ為のニードル外側の洗浄を行い、P1-A1 位置から 1 μL の内標準溶液を吸引し、再び洗浄を行った後注入が実行されて分析が開始される。サンプルの位置は、連続分析テーブルやシングルラン分析の際に入力する位置が使用され、内標準物質は任意の位置 (可変の設定も可) から繰り返し吸引されるので、最小限の事前作業で分析を実行する事が可能に成る。図

3 にはインジェクタープログラムによって内標準物質を添加した時のキャリブレーション溶液のクロマトグラムを示した。手作業同様の結果を得る事が可能であった。

機能	パラメーター
吸引	▼ 容量: 9.00 μ L, 吸引元: サンプル, 速度: デフォルト 速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、時間: 3 sec
吸引	▼ 容量: 1.00 μ L, 吸引元: ロケーション "p1-a1", 速度: デフォルト 速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、時間: 3 sec
▶ 注入	▼ 注入

追加(A)	挿入(I)	削除	すべて消去	上へ移動
切り取り	コピー	貼り付け		下へ移動

図 2 インジェクタープログラムによる内標準物質添加の設定例

装置 : Agilent 1260 Infinity II LC システム

データ採取 : OpenLab ODS 2.7

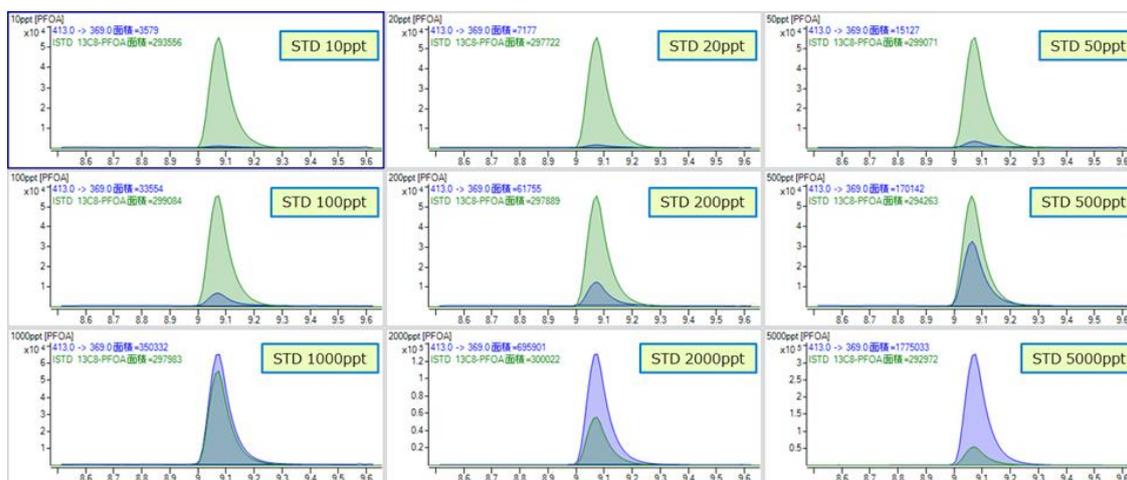


図 3 インジェクタープログラムによる内標準物質添加のクロマトグラム

青 : ターゲットイオン、緑 : 内標準物質

装置 : Agilent 6470B トリプル四重極 LC/MS (LC/TQ) システム

データ採取 : MassHunter Data Acquisition 10.01.

4.2 サンドイッチ注入²⁾

4.2.1 高濃度試料の析出防止

高濃度の試料を大量注入する分析では、サンプル溶媒と移動相の溶解度の違いが原因でトラブルが起こる恐れが有る。例えば、分取精製でジメチルスルホキシド (DMSO) 溶媒にサンプルを高濃度に溶解して注入する場合などでは、析出に注意する必要がある。

オートサンプラーでは通常、ニードルやニードルシートでサンプルが移動相と直接接触するので析出する可能性が高まる。このような場合には、サンプルの前後をプラグ溶媒（サンドイッチ溶媒）で挟み込むサンドイッチ注入によって、サンプルを移動相に接触する事無くカラムまで到達させる事が可能になる。この時のプラグには、サンプルの溶解度の高い溶媒（DMSO など）や少量のエアギャップ（空気）が用いられる。サンドイッチ注入の概念図を図 4 に示す。

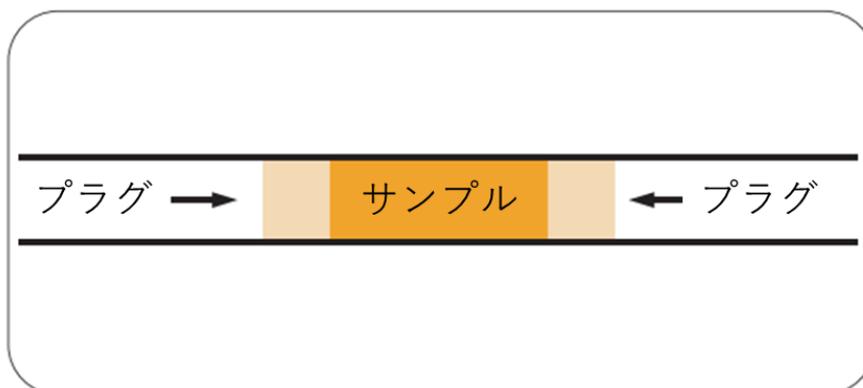


図 4 サンドイッチ注入の概念図

DMSO に溶解したサンプルや高濃度試料の注入では、ポンプのフローパスを独立させ、有機溶媒側をオートサンプラーと接続して析出を防ぎながら注入するインディペンデントフローチャンネル³⁾が有用であるが、LC システムのハードウェアや配管接続を変更する必要があり、簡便に実施する事が難しい。インジェクタープログラムは、分析スケール HPLC のみならず分取システムにおいても使用可能であり、サンドイッチ注入を使用する事で、析出によるシステムトラブル、ピーク形状のフロンティングやテーリングを防ぐ事が可能になる。

他方、サンドイッチ注入の短所としては、サンプルやプラグ溶媒が強溶媒である為、カラム先端でサンプルバンドが広がってしまう事によるブロードなピーク形状、過剰のプラグ容量によるピーク形状の悪化が挙げられる。図 5 には標準注入及びプラグ注入（50 μL 、200 μL ）の比較を示した。過剰のプラグ量（200 μL ）ではピークのフロンティングが起こっており、カラム内径とプラグ溶媒の比率を適切に設定する必要がある。

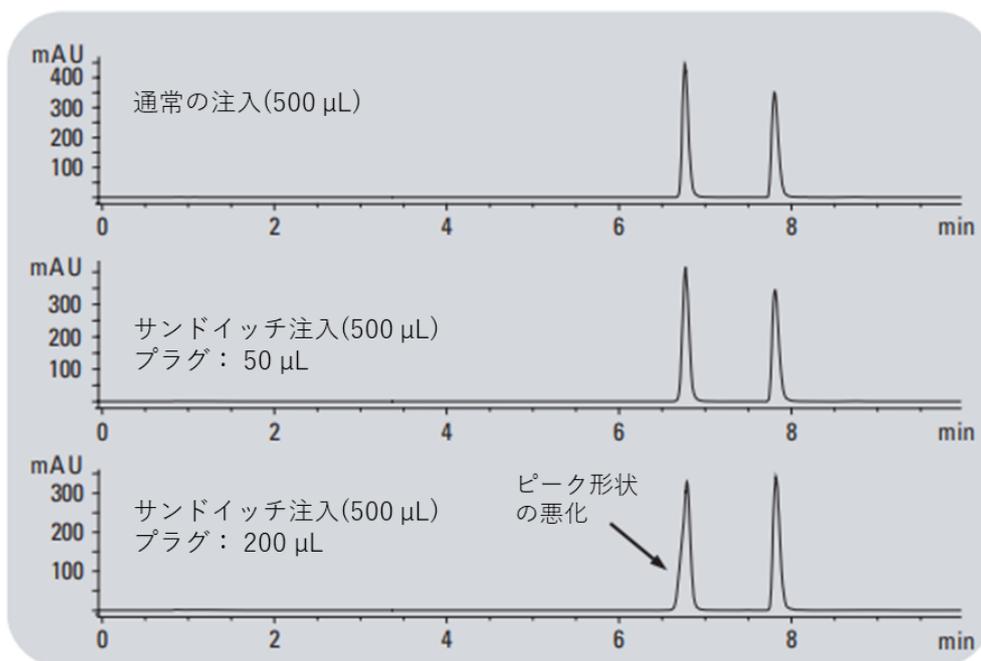


図 5 通常の注入 (上)、プラグ 50 µL(中)、200 µL (下) のクロマトグラム

4.2.2 ピーク形状改善

強溶媒に溶解したサンプルの注入では、ピーク形状の異常が観られる事が有る。図 6 上段に、親水性相互作用クロマトグラフィー (HILIC) の分析に水 100%で調製した試料を注入した例を示した。HILIC では水が強溶媒と成る為、水のプラグに一部が分配される事によりピーク形状が悪化したと考えられる。この様に、試料溶媒の溶媒強度が高過ぎる場合の解決策としては、注入量を減らすか、溶媒強度を下げて再度調製を行う事が有効である。事実、溶媒強度を下げる為に水/アセトニトリル=1/1の溶液でサンプルを再調整した所、ピーク形状の改善とピーク高さの向上が示された (図 6 中段)。この結果から、上段のクロマトグラムで見られたピークの広がりやピーク割れの原因は、カラムの劣化や試料の過負荷ではなく、不適切な溶媒強度が原因であったと考えられる。

別の解決策として、サンプル溶媒は変更せず、サンドイッチ注入によって試料溶媒の溶媒強度を下げる方法が考えられる。図 6 下段のクロマトグラムは、溶媒強度を下げる為にインジェクタープログラム (図 7) でサンプルをサンドイッチ注入した結果である。サンプルの安定性や感度の問題が有り、止むを得ず強溶媒で調製しなければならない場合には、サンドイッチ注入が有用である事が示された。

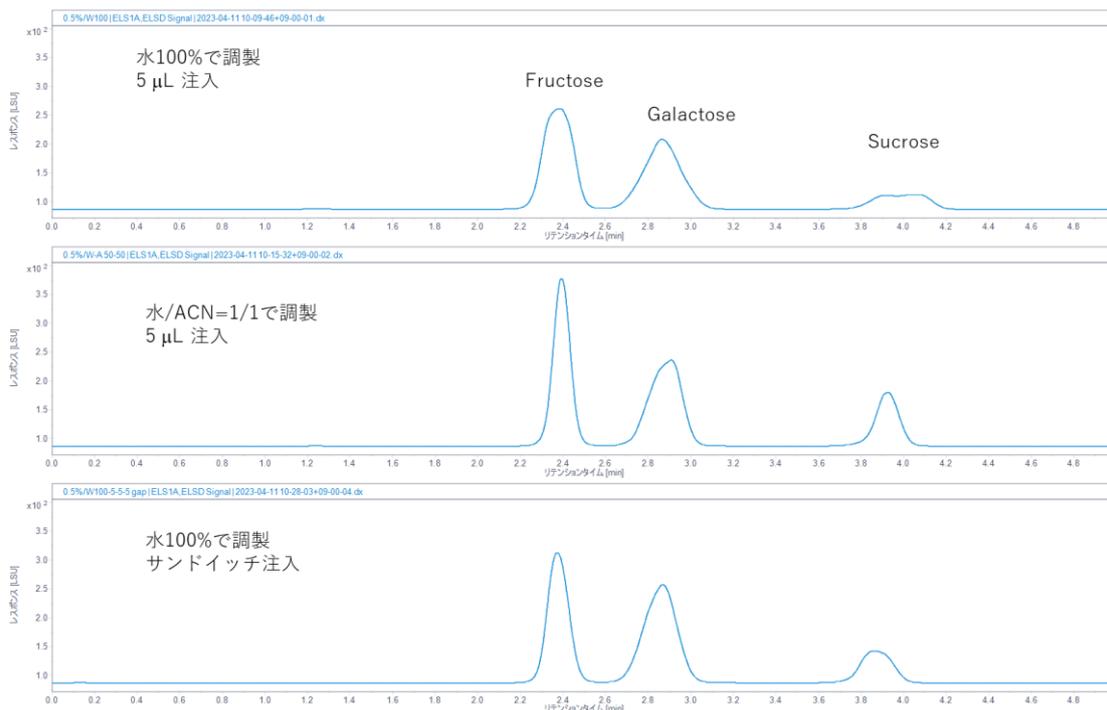


図 6 サンプル溶媒の影響とサンドイッチ注入のクロマトグラム

水で調製した試料（上段）、水/アセトニトリル=1/1で調製した試料（中段）、
 エアーとアセトニトリルでサンドイッチ注入（下段）

カラム：Unison UK-Amino-HT（内径 3.0 mm、長さ 100 mm； 3 μm、 移動相：超純
 水/アセトニトリル=20/80、 流速：0.5 mL/min、 注入：5 μL、 検出：ELSD

機能	パラメーター
▶ 吸引	▼ 容量: 2.00 μL、吸引元: ロケーション "P1-F1"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
吸引	▼ 容量: 1.00 μL、吸引元: エアー、速度: デフォルト速度
吸引	▼ 容量: デフォルト容量、吸引元: サンプル、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: メソッドと同期
吸引	▼ 容量: 1.00 μL、吸引元: エアー、速度: デフォルト速度
吸引	▼ 容量: 2.00 μL、吸引元: ロケーション "P1-F1"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
注入	▼ 注入

図 7 サンドイッチ注入の設定例

P1-F1：アセトニトリル

4.3 キャリブレーション溶液の自動調製⁴⁾

検量線の作成には、キャリブレーション溶液の調製が不可欠である。手作業で調製する場合には労力や時間が掛かるだけでなく、結果は作業者の実験スキルに大きく依存する。キャリブレーション溶液は段階的に希釈した標準試料のセットであるので、インジェクタープログラムで調製を自動化する事が出来る。

オートサンプラーに標準試料原液と希釈溶媒及び空バイアルを準備すれば、インジェクタープログラムによって標準原液を任意の比率で希釈出来る。希釈サンプルの繰り返し希釈によってキャリブレーション溶液のセットを作成する。インジェクタープログラムは、自動分注機や前処理専用装置と比較すると複雑なワークフローに対応する事は出来ないが、単純な希釈操作であれば、オートサンプラー内での前処理と HPLC 分析をシームレスに実行出来るという利点がある。

図 8 に 5 倍希釈の為のインジェクタープログラムを示した。2 行目では 80 µL の希釈液の吸引、3 行目で 20 µL の標準原液の吸引、ニードル洗浄を行った後 (4 行目)、空バイアルに吸引した希釈液と標準原液を吐出する (5 行目)。次に、空気の吐出を繰り返す事でバイアル内の溶液を均一に混合し (6~10 行目) 希釈を行う。希望の希釈倍率に成る様にサンプルと希釈溶媒の比率を変更出来るので、自由度の高い希釈操作が可能である。

機能	パラメーター
吐出	▼ 容量: 最大容量、吐出先: ロケーション "P1-F1"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
吸引	▼ 容量: 80.00 µL、吸引元: ロケーション "P1-E1"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
吸引	▼ 容量: 20.00 µL、吸引元: ロケーション "P1-D1"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、時間: 3 sec
吐出	▼ 容量: 最大容量、吐出先: ロケーション "P1-D2"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
繰り返し	▼ 繰り返し: 3回
吸引	▼ 容量: 最大容量、吸引元: エアー、速度: デフォルト速度
吐出	▼ 容量: 80.00 µL、吐出先: ロケーション "P1-D2"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
吐出	▼ 容量: 最大容量、吐出先: ロケーション "P1-F1"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
繰り返し終了	▼ 繰り返し終了
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、時間: 3 sec
バルブ	▼ バルブ: "メインパス"
待機	▼ 待機: 0.6 min
バルブ	▼ バルブ: "バイパス"

図 8 5 倍希釈の設定例

インジェクタープログラムの自動希釈によるカフェイン溶液の検量線を図 9 に示した。手作業で調製したキャリブレーション溶液の分析で得られた回帰式が $y=27.85x+0.53$ (決定係数 R^2 0.99999) であるのに対し、インジェクタープログラムで調製した試料の分析では $y=27.64x-0.18$ (決定係数 R^2 1.00000) であり、同等の検量線を得る事が可能であった。又、コントロールサンプル (9 mg/L) を作成し二つの検量線で定量した所、得られた定量値の偏差は 1.08 %であった。

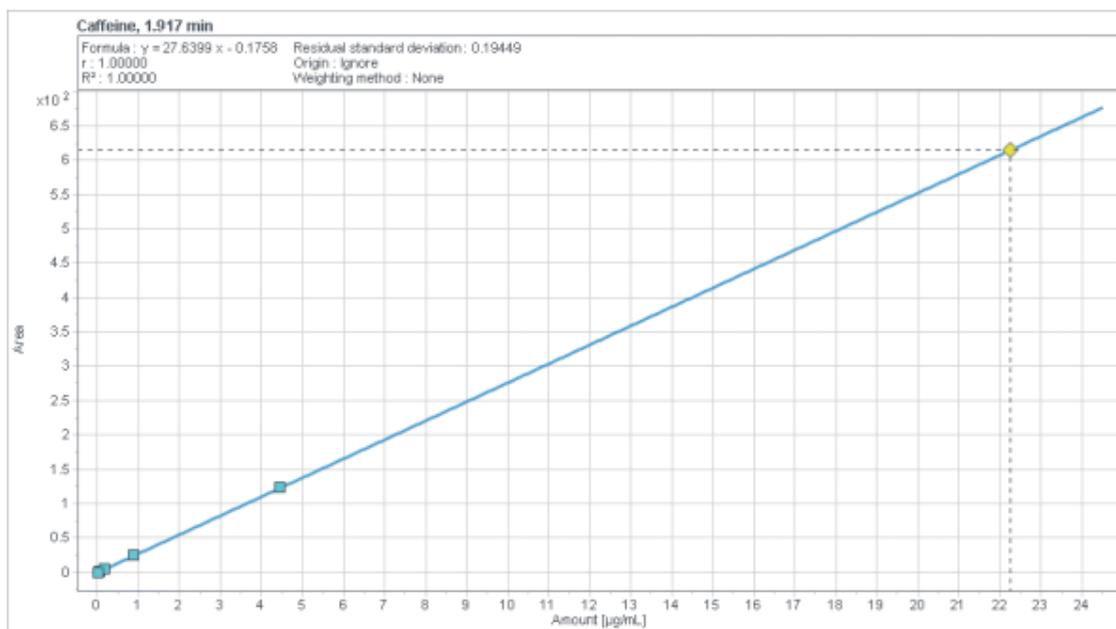


図 9 自動希釈によるカフェイン溶液の検量線
検量線範囲：0.006～20 mg/L

4.4 プレカラム誘導体アミノ酸分析の自動化

アミノ酸は UV 吸収をもたない化合物が多く、逆相分配では保持が弱い為、HPLC では一般的に誘導体化して分析される。プレカラム誘導体分析は、分析開始前にサンプルを誘導体化し HPLC で分析する方法で、手作業で行われる事が多く、誘導体化後のサンプルをオートサンプラーにセットして分析する。アミノ酸のプレカラム誘導体化には様々な方法があるが、 σ -フタルアルデヒド (OPA、1 級アミンを誘導体化) と 9-フルオレニルクロロギ酸メチル (FMOC、2 級アミンを誘導体化) による誘導体化は室温で迅速に反応する為、インジェクタープログラムを使用して自動化する事が可能である。

図 10 に、アミノ酸のプレカラム誘導体化の際のインジェクタープログラムの設定例を示した。誘導体化に必要な試薬はアジレント社製の試薬を使用した。誘導体化試薬は同一バイアルから繰り返し使用される為ロスが少ない点、反応に必要な量だけを吸引する為試薬の使用量が最小限である点、更にはニードル内で反応を行う為容器や消耗品のコストが最小限である点が、インジェクタープログラムによるアミノ酸誘導体化の利点である。誘導体化されたサンプルは全量が直接注入され分析が実施される。

プレカラムアミノ酸自動誘導体化メソッドを使用して、培地中のアミノ酸の定量分析を行った際のクロマトグラムを図 11 に示した⁵⁾。試薬はアンプルを開封後インサート付きバイアルに分注して冷蔵保存する事が出来、経済的である。誘導体化の手順は複雑である事が多く手作業によるミスの可能性も考えられるが、インジェクタープログラムではヒューマンエラーの割合を最小限にする事が出来る。

機能	パラメーター
▶ 吸引	▼ 容量: 2.50 μ L、吸引元: ロケーション "D1F-A1"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、溶媒: "S1"、時間: 2 sec
吸引	▼ 容量: 1.00 μ L、吸引元: サンプル、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、溶媒: "S1"、時間: 10 sec
混合	▼ 混合 容量: 3.50 μ L、混合元: エアー、速度: 最高速度、繰り返し: 5回
待機	▼ 待機: 0.2 min
吸引	▼ 容量: 0.50 μ L、吸引元: ロケーション "D1F-A2"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、溶媒: "S1"、時間: 2 sec
混合	▼ 混合 容量: 4.00 μ L、混合元: エアー、速度: デフォルト速度、繰り返し: 10回
吸引	▼ 容量: 0.40 μ L、吸引元: ロケーション "D1F-A3"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、溶媒: "S1"、時間: 2 sec
混合	▼ 混合 容量: 4.40 μ L、混合元: エアー、速度: デフォルト速度、繰り返し: 10回
吸引	▼ 容量: 16.00 μ L、吸引元: ロケーション "D1F-A4"、速度: デフォルト速度、オフセット: デフォルト
洗浄	▼ 洗浄: フラッシュポート、溶媒: "S1"、時間: 2 sec
混合	▼ 混合 容量: 40.00 μ L、混合元: エアー、速度: デフォルト速度、繰り返し: 8回

図 10 プレカラム誘導体化プログラムの設定例

D1F-A1 : ホウ酸緩衝液、D1F-A2 : OPA、D1F-A3 : FMOC、D1F-A4 : リン酸希釈液

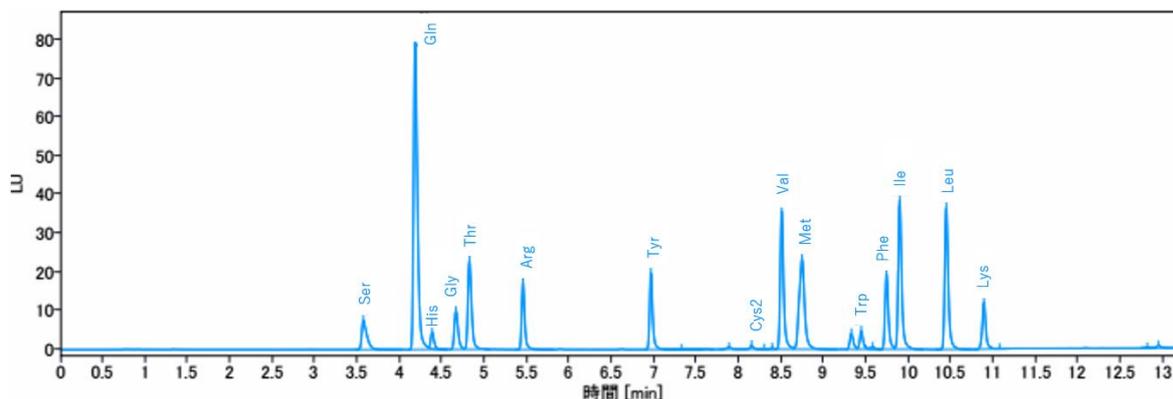


図 11 DMEM 培地の蛍光検出クロマトグラム

まとめ

自動化やリモートワーク化などのニーズの高まりから、オートサンプラーのインジェクタープログラムへの関心が高まっている。通常の注入だけでなく、インジェクタープログラムを活用する事でサンプルへの内標準物質の添加、サンドイッチ注入、検量線の為のキャリブレーション溶液の調製、プレカラム誘導体化分析など多様なアプリケーションにおいて活用出来る。インジェクタープログラムによって、実験者による手作業の軽減、化学物質への暴露の低減、消耗品コストの削減、実験時間の短縮など多くのメリットを受ける事が可能に成る。

引用文献

- 1) R. Schuster, A. Apfel, “A new technique for the analysis of primary and secondary amino acids”, Hewlett-Packard ApplicationNote, 5954-6257 (1986).
- 2) U. Huber, “Injection of high-concentration samples with the Agilent 1100 Series purification system”, Agilent ApplicationNote, 5988-8654EN (2010).
- 3) L. Höniger, F.-Rieck, “Injection of Highly Concentrated Samples Using an Agilent 1290 Infinity II Preparative LC System with Independent Flow Channels”, Agilent ApplicationNote, 5994-0576EN (2019).
- 4) S. Schipperges, “オートサンプラによるピペッティングの自動化”, Agilent ApplicationNote, 5994-1704JAJP (2020).
- 5) 武部静香、田中誠也、内藤厚子、林 慶子、”Agilent 1260 Infinity II Prime LC システムによる高速・高感度アミノ酸分析 “、Agilent ApplicationNote, LC-201812TB-001 (2018).

<執筆者略歴>

林 慶子/ Keiko HAYASHI

2010 年 広島大学大学院生物圏科学研究科博士課程前期修了
2010 年 アジレント・テクノロジー株式会社入社
修士 (学術)



熊谷浩樹 / Hiroki KUMAGAI

1982 年 上智大学大学院理工学研究科化学専攻修了
1982 年 株式会社横河電機製作所入社
2007 年 アジレント・テクノロジー株式会社へ移籍
2000 年 山梨大学大学院工学研究科博士後期課程修了
博士 (工学)



【トピックス】

サイエンスに基づいた日本酒の味わいの評価・見える化と消費者への情報提供

Investigation and Visualization of Taste Characteristics Based on
Science and Introduction to Consumer

松本恵子^{1),2)}、若山健一郎³⁾、國枝里美²⁾、川端慎治

Keiko MATSUMOTO, Kenichiro WAKAYAMA³⁾, Satomi KUNIEDA²⁾,
Shinji KAWABATA³⁾

株式会社島津製作所¹⁾、立命館大学²⁾、上川大雪酒造株式会社³⁾

Shimadzu Corporation¹⁾, Ritsumeikan University²⁾, Kamikawa Taisetsu Sake Brewery³⁾

(Received May 22, 2023 ; Accepted June 4, 2023)

要旨 日本酒はブランドや商品によって味や香り（味わい）が大きく異なり、その多様性は魅力のひとつである。嗜好を左右する味わいは利き酒により評価しているが、日本酒メーカーは「テロワール」を生かして醸した日本酒の味わいの特長を分かり易く伝えたいと考えている。それを科学的根拠に基づきデータで見える化すれば、消費者は嗜好に合った日本酒商品を選択する事が出来る。

本稿では、香気成分と味関連成分を、其其ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）と液体クロマトグラフ質量分析計（LC/MS）にて分析し、複数データの統計解析結果を用いて日本酒の味わいの分布を見える化する試みを報告する。味わいマップが商品のポジショニングに活用出来る事例も併せて紹介する。

キーワード フードミクス；風味；香り；LC/MS；GC/MS；多変量解析

1. 緒言

「土壌、気候、人など、その土地ならではのもの」を意味するフランス語「テロワール」は味わいを決定する要素と考えられ、産地をブランドとする為に使われている。昨今、日本酒は米農家と直接取引して品種、品質や生産量を確保するなど、地元の原料（米、水）や気候を考慮し、多種類が製造されている。

飲用時に日本酒の香りや味、テクスチャー、温度などの要素の組み合わせで人が感じる感覚を「味わい」と呼ぶ。各種調査より半数以上の人々が日本酒購入時に味わいを重視する事が知られている¹⁾。「テロワール」を生かして高い技術によって醸された日本酒の味わいの特長を分かり易く伝える事により、消費者は嗜好に応じて商品を選ぶ事が出来る。

本稿では「味わい」のうち、味として味関連成分、香りとして香気成分の組成や含有量の違いに着目して、3つの酒蔵で醸造された日本酒の味わいの特長の科学的な説明及び見える

化の試みを報告する。

2. 実験方法

2.1 分析に使用した日本酒

北海道に分布する上川大雪酒造の 3 か所の蔵（上川、帯広、函館、図 1）にて、良質な天然水、北海道産の酒造好適米を使用して醸造された 11 種の日本酒を分析に使用した。精米歩合（40-70%）、麴（黄麴/白麴）、米などの醸造条件を表 1 に示す。



図 1 3 か所の酒蔵

表 1 日本酒商品の醸造条件

商品名	蔵	水	麴	米	精米歩合
上川大雪 純米大吟醸	緑丘蔵	軟水	黄麴	きたしずく	40%
上川大雪 純米吟醸				吟風	50%
上川大雪 特別純米				彗星	60%
純米 神川				彗星	70%
山鹿 上川大雪	碧雲蔵	中硬水	白麴	吟風	50%
十勝 純米大吟醸				きたしずく	45%
十勝 純米吟醸				吟風	55%
純米 十勝	五稜乃蔵	軟水	黄麴	彗星	70%
五稜 純米大吟醸				彗星	45%
五稜 純米吟醸				吟風	55%
純米 五稜				彗星	70%

2.2 分析及び解析方法

機器分析は、香気成分は GC/MS、味関連成分は LC/MS を用いて、既報²⁾の分析条件に基づいて実施した。その後、各試料を特徴付けている成分を探索する為に、ひとつひとつの測定値を独立して解析するのではなく、全ての測定値を総合的に取り扱い、その中に或る違いを視覚化する主成分分析を統計解析ソフトウェア eMSTAT Solution™（島津製作所）により行った。

3. 結果と考察

3.1 香気成分の解析

日本酒試料 10 mL を 20 mL HS バイアルに充填・密閉したものを 60 °C で 10 分間加熱後、ヘッドスペースをトラップして GC に導入し香気成分 24 成分を「Smart Aroma Database」を使用して、検出及び同定した。各成分の面積値を使って主成分分析をした。

主成分分析は、多次元的に存在する数多くの情報を効率良く合成して目に見える形に表現する解析手法である。全ての測定値を総合的に取り扱い、視覚的に読み取れる 2 次元に投影する。多次元空間中に違いを最も良く示す新たな座標軸（第 1 主成分 (PC1、X 軸)）を作る。表現し切れなかった残りの情報に対して違いを表現する座標軸が第 2 主成分 (PC2、Y 軸) に成る。

スコアプロット (Score plot) では、プロット位置に近いものは類似していると判断され、特長が近い商品 (或るいは違いが大きな商品) を見付ける事が出来る。又、スコアプロットで見える化した差異に対し、試料中に含まれているどの成分が影響を及ぼしているのかをローディングプロット (Loading Plot) で確認出来る。スコアプロットとローディングプロットとは相対的な位置関係が一致し、大きな差異を生み出している成分は原点から離れた所に位置している成分である。香気成分のスコアプロット (図 2) では、3 種の純米大吟醸が近くに分布している。影響を及ぼしている成分は、ローディングプロット (図 3) よりカプロン酸エチル (ethyl hexanoate) である事が示されている。又、対極に有る山廃 上川は酢酸イソアミル (isoamyl acetate) や酢酸エチル (ethyl acetate)、上川 特別純米はフェネチルアルコール (2-phenylethanol) に特徴付けられている事が分かる。

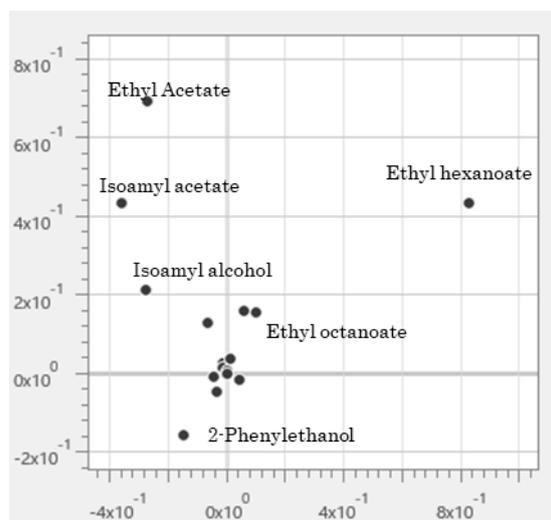
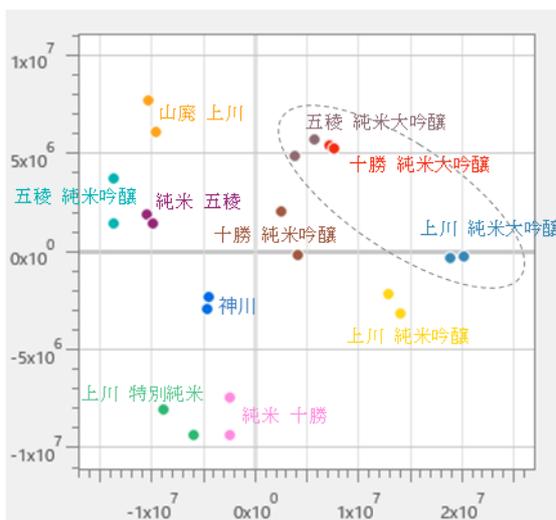


図 2 香気成分のスコアプロット (PCA) 図 3 香気成分のローディングプロット (PCA)

香りは様々な化学物質の複合作用によってもたらされる。商品の香りを特徴付ける成分群を探索する為、3 つ以上のグループ間の差異を解析する分散分析 (analysis of variance : ANOVA) を行った。P-value < 0.05 であった香気成分 (表 2) に着目した。

表 2 商品間で差異の有る香気成分 (P value < 0.05)

化合物名	特徴
カブロン酸エチル (Ethyl hexanoate)	りんご様吟醸香
酢酸イソアミル (Isoamyl acetate)	バナナ様吟醸香
イソアミルアルコール (Isoamyl alcohol)	基調香
イソブタノール (Isobutanol)	基調香
フェネチルアルコール (2 Phenylethanol)	基調香

青りんごや洋ナシなどみずみずしい甘味と酸味を持った果実に例えられるカブロン酸エチル、バナナやメロンなど濃厚な甘味をもった果実に例えられる酢酸イソアミルに由来する香りは吟醸香と言われている。それらの成分は、実際の果実にも含まれている。吟醸香は純米大吟醸、純米吟醸、山廃で多く検出された (図 4)。カブロン酸エチルと酢酸イソアミルの比について、上川 純米大吟醸、十勝 純米大吟醸、上川 純米吟醸はカブロン酸エチルの占める割合が多くより華やかな印象を与える。同程度の香気量であっても、山廃 上川は酢酸イソアミルの占める割合が多く、穏やかな吟醸香と成る。

イソアミルアルコール、イソブタノールや、バラ様の香りを与えるフェネチルアルコールに由来する香りは、口に含んでから感じる基調香と言われている³⁾⁴⁾。清酒の香りを下支えする役割を担っており、山廃、純米酒で多く検出されている(図 5)。吟醸酒でありながら飲み疲れない酒質を目指して醸造条件を設計した五稜 純米吟醸は、カブロン酸エチルは吟醸酒の中で最も少なく (図 4)、基調香は最も多く検出され、狙い通りの香気特性を有している事を確認出来た。

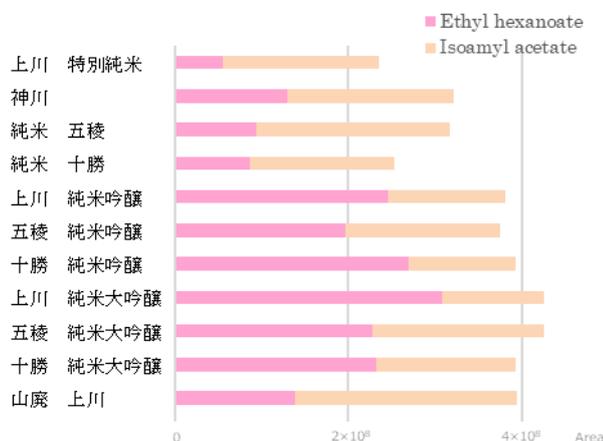


図 4 日本酒 11 種の吟醸香を与える化合物の含有量

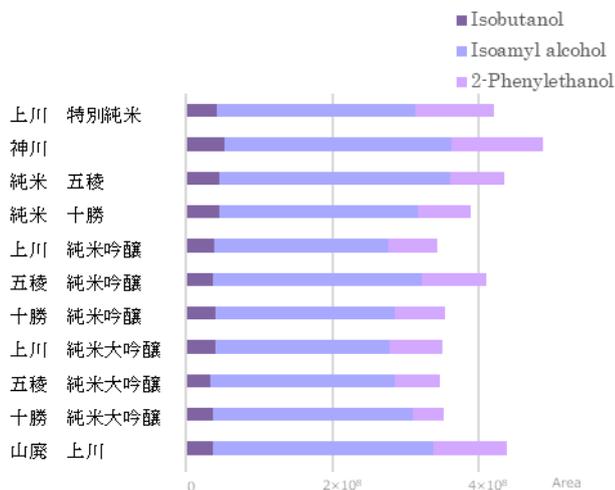


図 5 日本酒 11 種の基調香を与える化合物の含有量

3.2 味関連成分の分析

味関連成分として糖、アミノ酸、有機酸、ヌクレオシド、ヌクレオチド等の親水性代謝物全 151 成分を対象に LC/MS 一斉分析を行い、内部標準物質との面積比に使用して主成分分析を行った。スコアプロットを図 6、ローディングプロットを図 7 に示した。

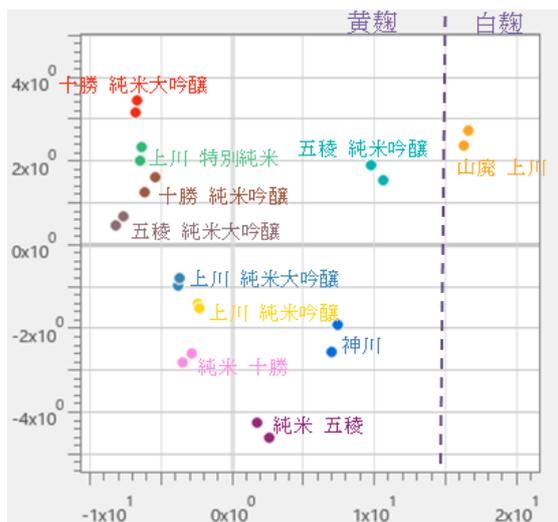


図 6 味関連成分のスコアプロット (PCA)

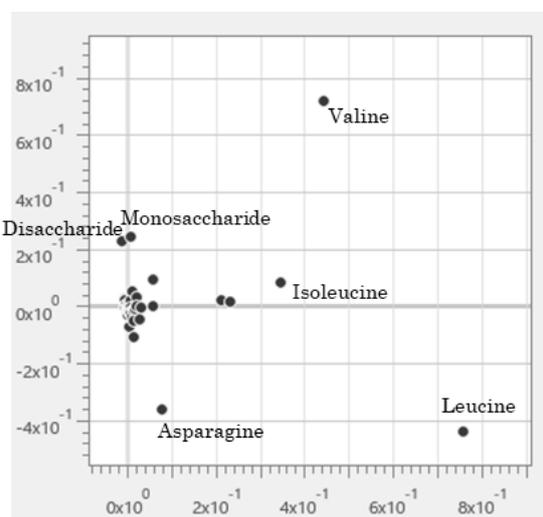


図 7 味関連成分のローディングプロット (PCA)

スコアプロットでは、右側に白麴の山廃 上川が、左側に黄麴の商品群が分かれてプロットされ、麴の違いが表れている。黄麴の商品群をグルーピングし、山廃 上川と差異のある成分を探索した所、山廃 上川には白麴に特有のクエン酸が顕著に多く含まれていた (図 8)。

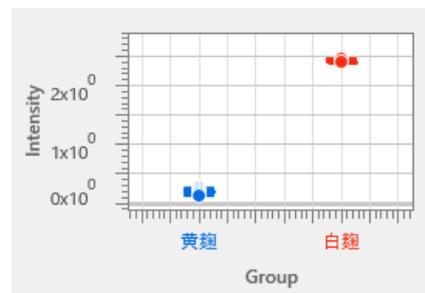


図 8 クエン酸の箱ひげ図

又、同等の精米歩合間でグループが形成され、X 軸上のマイナス方向からプラス方向に向かって、概ね純米大吟醸 (精米歩合小) → 純米吟醸 → 純米酒 (精米歩合大) の順に並んだ。醸造水が中硬水である十勝系 (碧雲蔵) がマイナス側に偏在する一方で、軟水である上川 (緑丘蔵)、五稜系 (五稜乃蔵) は広く分布する傾向が見られた。

図 7 のローディングプロットより、日本酒の味はロイシン等のアミノ酸や糖類、有機酸により特徴付けられている事が分かる。X 軸上のプラス側ほど、アミノ酸の種類と量が豊富で有る事が示されている。ANOVA において、 P -value < 0.05 であった味関連成分(表 3)に着目して、更に詳細な検討を行った。

表 3 商品間で差異のある味関連成分 (P -value < 0.05)

	化合物名	味の特徴
糖	単糖 (Monosaccharide)	甘
	二糖 (Disaccharide)	甘
	三糖 (Trisaccharide)	甘
アミノ酸	アラニン (Alanine)	甘
	プロリン (Proline)	甘
	グルタミン (Glutamine)	甘
	リシン (Lysine)	甘
	グルタミン酸 (Glutamic acid)	酸・旨
	アスパラギン酸 (Aspartic acid)	酸・旨
	イソロイシン (Isoleucine)	苦
	ロイシン (Leucine)	苦
	フェニルアラニン (Phenylalanine)	苦
	ヒスチジン (Histidine)	苦
有機酸	チロシン (Tyrosine)	苦
	バリン (Valine)	苦
	クエン酸 (Citric acid)	酸
	リンゴ酸 (Malic acid)	酸
	乳酸 (Lactic acid)	酸
	コハク酸 (Succinic acid)	酸

単糖は何れの蔵についても、概ね、精米歩合の高い純米酒より、精米歩合の低い吟醸酒、大吟醸に多く含まれていた(図 9)。同程度の精米歩合同士を比較すると、五稜系が多い傾向であった。五稜系は、穏やかな甘味をもつ二糖や三糖も多い事が分かった。

有機酸の含有量の比較を図 10 に示す。有機酸はさわやかさや、ふくよかで濃醇な深みの有る味とも言われるコクに關与する⁵⁾。精米歩合が高いほど有機酸は多く含まれる傾向が有る。

なお、酸味と甘味は相殺し合い、適度の調和が濃味を与えられている⁶⁾。糖類が多い傾向が見られた吟醸酒、大吟醸は、有機酸含量は少な目である為、より甘味が感じられると考えられる。純米 五稜、山麩 上川

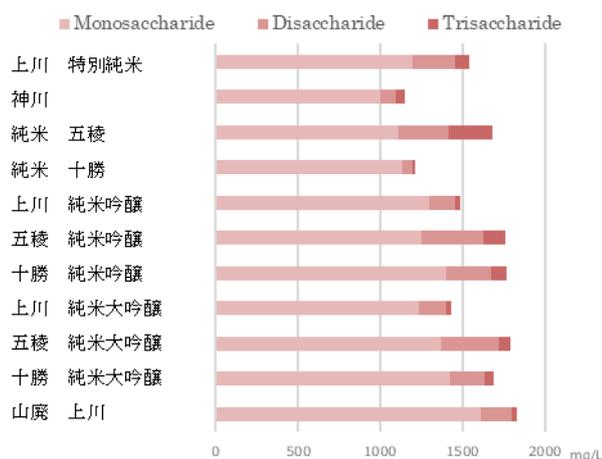


図 9 日本酒 11 種の糖類の含有量

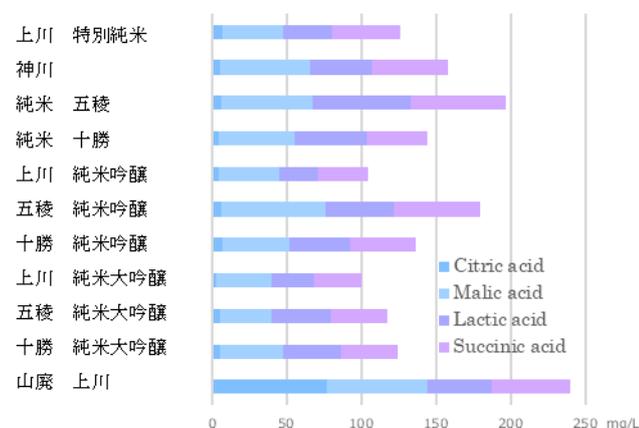


図 10 日本酒 11 種の有機酸の含有量

については有機酸の総量が多く、旨味やコクが強いと言う特長に関連する。又、有機酸の種類により酸味の質は異なり、リンゴ酸、クエン酸は清涼感を伴う酸味、コハク酸は独特の旨味も有する。純米 十勝、山廃上川はすっきりとした爽やかな印象を与えるリンゴ酸がコハク酸より多い傾向が見られた。

アミノ酸の含有量を比較したグラフを図 11 に示す。アミノ酸は量が多いと濃醇さや旨味を強く感じ、少ないと淡麗に感じるとされている。純米酒では神川が、純米吟醸（精米歩合が 50~55%）については五稜 純米吟醸、山廃 上川にアミノ酸が顕著に多く含まれ、より濃醇さや旨味を付与していると考えられる。

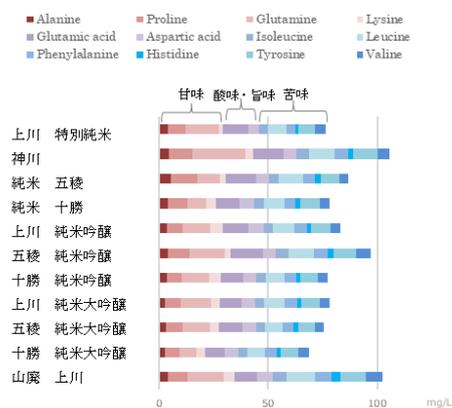


図 11 日本酒 11 種のアミノ酸の含有量

仕込み水の硬度が発酵に影響し、高い（例：兵庫県 灘の水）と発酵が進み易く後味が引き締まった味、低い（例：京都府 伏見の水）場合は発酵が穏やかでまろやかな味に成ると言われている。同一醸造米、精米歩合である純米酒 3 種（神川、純米 五稜、純米 十勝）について比較すると、軟水で醸造した酒の方が有機酸とアミノ酸共に多い結果となり、蔵間の仕込み水の違いが発酵に影響を及ぼし濃醇な酒質と成ったと推測される。

3.3 日本酒商品の味と香りの特長を示す味わいマップ

前項まで味関連成分と香気成分の特長を個別に解説した。日本酒の味わいが味と香りの相乗効果である事を考慮して両者を統合し、味の濃淡、香りの高低を軸とした「味わいマップ」による味わいの特長の見える化を試みた。

味関連成分の主成分分析（図 7）の X 軸（第 1 軸）は主にアミノ酸や有機酸の量やその構成バランスによって特徴付けられている為、味の濃淡を表す軸と言える。又、香りについては鼻を近付けた際に感じる上立ち香成分と、口に含んだ際に鼻孔に抜ける基調香成分が香気成分の主成分分析（図 2）の X 軸（第 1 軸）と関連が見られた為、香り高さ（華やか/穏やか）を表すと考える事が出来る。この 2 軸を用いた味わいマップを図 12 に示す。

味わいマップでは、商品のポジショニングを視覚的に示し、商品間の味の濃淡、香り高さの程度の違いを確認する事が出来る。淡麗で華やかな香りが特長的な上川純米大吟醸から、濃醇で穏やかな香りの山廃上川まで味わいの幅が広く多様な消費者ニーズに応えられる商品ラインナップである事が示されている。

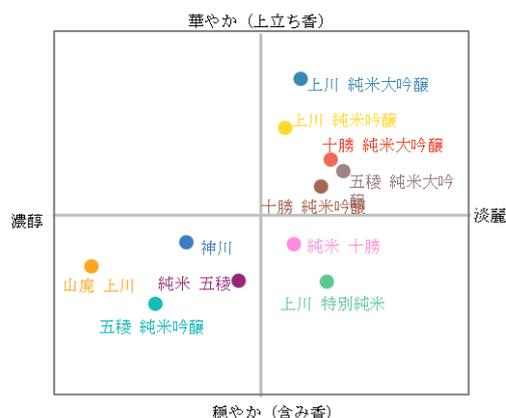


図 12 日本酒味わいマップ

4. 纏め

文献等で特定の味わいと関連が明らかに成っている味関連成分や香り成分を用いて、味わいの特長を見える化する事が出来た。同一商品であっても、醸造米は収穫年により成分組成に幅が有り、今後はそれを反映した味わいマップの更新が望ましい。

本稿では、味関連成分と香り成分の違いに着目して味わいの特長の科学的な説明を試みたが、引き続きテクスチャーなども含めて総合的に味わいを解析して更なる見える化を目指す。

引用文献

- 1) 福島県の日本酒再興戦略～酒どころふくしまの更なるブランド力と知名度向上に向けて～ (2021) .
- 2) 松本恵子、味わいに影響を与える成分の探索及び違いの見える化、島津製作所 Technical report (2022).
- 3) 酒類総合研究所、清酒のにおいと由来について (2011) .
- 4) 秋田 修ら、清酒の香り設計、第29巻、9号、585-592 (1991) .
- 5) 三枝静江ら、平成20～22酒造年度東京都産清酒の呈味に関する特徴解析、東京都農林総合研究センター研究報告、第8巻、35-48 (2013) .
- 6) 菱沼 誠ら、清酒の有機酸、醸造協会雑誌、第61巻、12号、1092-1097 (1966) .

< 執筆者略歴 >

松本恵子 (Keiko MATSUMOTO)

株式会社島津製作所分析計測事業部ライフサイエンス事業統括部
LC ビジネスユニット、修士 (エネルギー科学)、
資格 : LC/MS 分析士初段。



若山健一郎 (Kenichiro WAKAYAMA)

上川大雪酒造株式会社、資格 : 杜氏。



國枝里美 (Satomi KUNIEDA)

立命館大学 食マネジメント学部 教授、日本官能評価学会 理事、
資格 : 専門官能評価士。



川端慎治 (Shinji KAWABATA)

上川大雪酒造株式会社、国立帯広畜産大学 客員教授、拓殖大学
北海道短期大学 客員教授、国立函館工業高等専門学校 客員教授、
資格 : 杜氏。



【トピックス】

LC/MS/MS を用いた農産物に含まれる
機能性成分網羅的分析のモデルシステムの構築／
Construction of Model System for Comprehensive Analysis of
Functional Compounds Contained in Agricultural Products
Using LC/MS/MS

岡本真美、渡邊 淳／Mami OKAMOTO and Jun WATANABE

株式会社 島津製作所／Shimadzu Corporation

(Received June 5, 2023 ; Accepted June 6, 2023)

要旨

高齢化社会が進む日本において「健康に良い食」が重要であり、極めて有望な市場であると考えられている。他方、農業現場や国・自治体では、競争力強化や地方創生の面から、食品の開発や産業拡大したいと言う要望が有る。これらの解決方法の一つとして、近年着目されている食品中の機能性成分の利用が挙げられるが、科学的エビデンスが少ないと言う課題が有る。課題解決の一案として機能性成分の一斉分析が有効であると考えられる事から、戦略的イノベーション創造プログラム第 2 期 (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program, SIP II) にて「農林水産物・食品中の機能性成分の多成分一斉分析メソッドの構築」と言うテーマに取り組んだ。食品に特化した前処理及び LC/MS の分析メソッドを構築する事で、機能性成分約 300 化合物の評価が可能と成った。

キーワード LC/MS/MS ; 一斉分析 ; 機能性表示食品 ; 機能性成分 ; 約 300 化合物

1. 始めに

現代社会において、生活習慣病やストレスの増加、高齢化社会による医療費の増大は、大きな社会課題の一つである。解決策の一つとして「健康に良い食」が重要であり、極めて有望な市場であると考えられている。厚生労働省が認可している特定保健用食品(トクホ)は、生理学的機能などに影響を与える保険機能成分を含んでおり、特定の保険用途に適する旨を表示出来る様に成る事から、1993 年の制度開始から年々申請される食品数や企業数が増え、市場規模が拡大していた。しかし、その申請のハードルの高さから、トクホの市場規模は減少傾向に有った。一方、2015 年 4 月から施行された機能性表示食品制度はスタートし

て以来、申請数と共に市場が 10 倍以上拡大している。近年ではコロナ禍における新生活様式も相俟って、健康面での不安に対する策として機能性表示食品への需要は高まる一方である。

他方、農業現場や国・自治体では、競争力強化や地方創生の面から、機能性成分に着目した食品の開発や産業拡大したいと言う要望が寄せられている。これらの解決方法の一つとして、近年着目されている食品中の機能性成分の利用が挙げられるが、科学的エビデンスを取得する方法が少ないと言う課題が有る。

内閣府が主導する、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP II) 「スマートバイオ産業・農業基盤技術」の中の「食を通じた健康システムの確立による健康寿命の延伸への貢献」(2018~2022 年度) という課題の中で、農林水産物・食品の健康維持・増進効果を解析する「農林水産物・食品健康情報統合データベース」を開発し、企業等が製品開発に活用出来る仕組みを提供し、研究成果の社会実装を行う事を目標の一つとしている。

この様な背景を踏まえ、島津製作所は、一般社団法人日本食品分析センター、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構) と共同研究を行い、「農林水産物・食品中の機能性成分の多成分一斉分析メソッドの構築」と言うテーマに取り組んだ。本稿では、この LC/MS/MS を用いたプロジェクトの取り組みについて報告する。

2. LC/MS/MS を用いた分析手法の構築

2.1 対象食品と機能性成分の選択

ターゲットとする食品は、現代日本人が日常的に摂取している食事で使用している食品と言う視点に立ち、米、大豆、キャベツなど 32 種類を選択した。食品に含まれる機能性成分の種類に応じて適用する分析メソッドを表 1 に纏めた。表 1 において、○が入っている項目については、その食品、その分析手法で測定を行っている。○が入っていない項目は、該当の機能性成分の含有が無い、若しくは期待されない為、測定対象から外した。

表 1 ターゲットと成る食品と適用するメソッドの対応

品目	分析メソッド				
	ポリフェノール	カロテノイド	アミノ酸	一次代謝物	リン脂質
米	○	○	○		○
大豆	○	○	○		○
椎茸	○		○	○	
ジャガイモ	○		○		
ごま		○	○		
かぼちゃ (西洋かぼちゃ)	○	○	○		
人参	○	○	○		
ネギ (根深ねぎ)	○		○		
ごぼう	○		○		
サツマイモ	○		○		
リンゴ	○		○	○	
みかん	○	○	○	○	
ブロッコリー	○	○	○		
タマネギ	○		○		
小松菜	○	○	○		
鮭	○	○	○		
ほうれんそう	○	○	○	○	
なす	○	○	○		
わかめ	○	○	○		
緑茶	○	○	○	○	
大麦	○	○	○		
ピーマン (青ピーマン)	○		○		
トマト	○	○	○		
キャベツ	○		○		
しそ (大葉)	○	○	○		
鶏卵			○		○
小麦		○	○		
大根	○		○		
鶏胸肉			○		
パプリカ	○	○	○		
エダマメ	○	○	○		
レタス	○	○			

2.2 LC/MS/MS メソッドの構築

機能性成分の包括的分析メソッドを構築するに当たり、化学的多様性の有る化合物群を一つのメソッドで分析する事は難しい為、対象化合物の特徴から 5 つ (ポリフェノール、カロテノイド、アミノ酸・ジペプチド、リン脂質、一次代謝物) に分類し、其其に適した LC/MS/MS メソッドを作成した。LC/MS/MS には、定量性能の高い三連四重極質量分析計を用いた。各メソッドが対象とする化合物数の内訳としては、ポリフェノールメソッドの対象が最も多く 147 化合物を含み、次いでアミノ酸・ジペプチドメソッドが 62 化合物、一次代謝物メソッドが 61 化合物、カロテノイド 10 化合物、リン脂質・脂質 10 化合物、と言う様に、5 メソッドで合計 303 化合物を対象とした分析系とした (内標準物質を含む)。

メソッドの構築に当たり、全ての対象化合物は標準品を購入し、最適化を行った。その他、本分析法の特徴として、相対濃度値を算出する為にメソッドごとに内標準物質を選定、各化

化合物のダイナミックレンジの確認などを行った。なお、食品を摂取した際に機能性を示すと考えられる 100 ppb を定量下限と設定した。

2.3 前処理

LC/MS/MS 分析メソッドと同様に、食品や対象化合物の特徴に適した抽出方法を設定した。SIP II プロジェクトの共同研究先である日本食品分析センターにて実施された。大まかな流れを説明すると、食材を凍結乾燥後、対象化合物に適した抽出液を添加し、超音波・振盪抽出する。粗抽出液はフィルターでろ過を行い、乾固・再溶解したものを分析試料とした (図 1)。



図 1 5つの機能性成分グループの前処理メソッド概要

2.4 得られたデータとその活用方法

上述の方法で、各食品に対し対象と成る機能性成分の相対濃度値を取得した。取得したデータは、食品試料 100 mg 中の含有量として換算された。図 2 は、ポリフェノールの分析結

果例を示している。グルコラファニン¹⁾は抗酸化作用や抗炎症作用に関与する化合物であるが、ブロッコリー100 g 中に 0.2 mg 含まれていると言う結果が得られた。この様に、SIP2 プロジェクトを通じ、32 食品と 303 化合物から構成されるマトリックスを得るに至った。現在農研機構を中心に、これらの情報を纏めたデータベースの構築が行われている。本方法・結果は、冒頭で述べた SIP II プロジェクト課題の解決を目標としている為、農林水産物・食品の健康維持・増進効果を解析する「農林水産物・食品健康情報統合データベース」に収載され、別プロジェクトで構築中である腸内マイクロバイオーームデータ等と併せて考察される事で、健康に関与する可能性の有る機能性成分のプロファイリング解析やスクリーニングに活用頂く事を想定している。

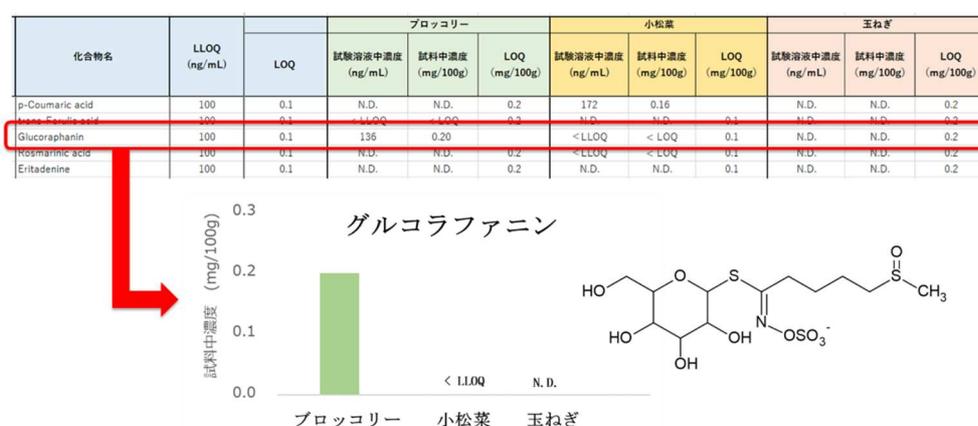


図 2 ポリフェノール分析結果の例

2022 年には、個々人が自分の健康状態を把握して健康維持に適切な食を選択出来る社会システムを構築・提供や、日本の農林水産食品関連産業の振興を目的とした、一般社団法人セルフケアフード協議会 (SCFC、<https://scfc.or.jp/>) が設立された。今後は、上述のデータベースの公開や協議会が支援する認証制度などを利用した健康増進プログラムの推進を通じて、機能性を有する商品開発に活用頂く予定である。

3. 結び

注目が集まっている機能性成分に特化した前処理法及び LC/MS/MS メソッドを構築し、農林水産物・食品に適用した結果、合計 32 食品についての網羅的なデータを取得する事が出来た。今後は、このデータを利用し、パイロットスタディー等と連携した健康増進プログラムの推進や、機能性を有する食品の商品開発への利用が見込まれる。

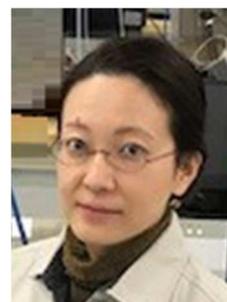
謝辞

本取り組みは、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「スマートバイオ産業・農業基盤技術」(管理法人: 生研支援センター) によって実施されました。

<執筆者略歴>

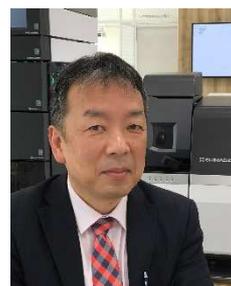
岡本真美 (Mami OKAMOTO)

株式会社島津製作所 分析計測事業部 ライフサイエンス事業統括部
MS ビジネスユニット (〒604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町 1)
LC/MS 分析士三段 横浜市立大学大学院国際総合科学研究科
博士課程 博士 (理学)



渡邊 淳 (Jun WATANABE)

株式会社島津製作所 分析計測事業部 ライフサイエンス事業統括部
MS ビジネスユニット (〒604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町 1)
大阪大学・島津分析イノベーション協働研究所 招聘研究員
LC 分析士初段 京都大学大学院農学研究科修士課程 修士 (農学)



【人生の達人】

GC 研究懇談会、CJK シンポジウムとともに
東京都立大学名誉教授

保母敏行 (Toshiyuki HOB0)



ガスクロマトグラフィー研究懇談会 (通称 GC 懇) は 1958 年 9 月 8 日に第 1 回例会を東京工業大学で開催されたと「創立 30 周年記念誌」(日本分析化学会 1983 年発行)にある。1961 年まで、運営の世話人として荒木 峻 (東京都立大学)、益子洋一郎 (東京工業試験所)、丸山正雄 (中央大学)、竹西忠男 (味の素) の 4 人が担当したとのこと。GC への関心は大変大きく、急速な発展を見せ、例会は盛況であったことが当時の出版物等からも窺える。

一方、60 年代末頃には GC が行き渡った感があり、1977 年末には第 100 回記念会を開催したが、世話人からは懇談会を解消する提案もなされたとのことである。その時幸いにもこの提案は否決され、懇談会は今日も存在している。

筆者は 1968 年に荒木 峻教授の工業分析化学研究室助手としなり、以後分離分析化学の研究を中心に活動してきた。

その間、アメリカ合衆国メリーランド大学に 1974 年秋から出張、滞在した。Cyril Ponnampereuma 教授が率いる Laboratory of Chemical Evolution (LCE) という研究室で、生命の起源に関する研究のサポート的仕事をした。LCE では、そのころ月の石の分析や、火星や木星における生命の誕生の可能性等についての研究が行われており、アミノ酸分析計、GC、GC/MS などが活躍していた。

ちょうどその当時、1976 年の建国 200 年を目指して火星探査船が打ち上げられ、火星上で得られた結果が伝えられた。当時「ぶんせき」誌にこの辺の話題を報告した¹⁾が、探査船には GC/MS が 2 台積み込まれていた。生命に関連した化合物が見いだされたら、GC でアミノ酸の光学異性体を識別するための準備もできていた。アミノ酸を揮発性のジアステレオマーに誘導して通常のカラムで分離する方法である。残念ながらその出番となる証拠は見つからなかったが、興味深い事柄であった。

滞在中 1975 年にイスラエルのワイズマン研究所から E.Gil-Av 博士が来られて、しばらく滞在された。新たに開発されたジアミド型固定相を持参され、その分離特性検討を手伝った。Gil-Av 博士は、光学異性体をジアステレオマーに誘導して通常のカラムで分離する方法に代わり、アミノ酸を揮発性誘導体とし、そのまま GC 分離する手法が可能となる光学活性固定相を初めて開発した人であった。

1976 年に帰国後、Gil-Av 博士とも共同研究を行い、その関連で光学異性体分析法の国際

会議に出席でき、イスラエルを 2 度ほど訪問する機会も得た。Gil-Av 博士のところにはお互いの興味が一致したことから、後輩が博士研究員として招かれたりもした。

その後、自分の興味ばかりか交流した研究者たちの評価等も得て、光学異性体の分離法に関する筆者の研究は、液体クロマトグラフィーやキャピラリー電気泳動法へと広がっていった。

一方、環境分析関連の JIS や標準に関する荒木 峻先生の寄与されたところが大きいためか、後々、関連する JIS の取りまとめ役、さらには ISO/TC 146 Technical committee Air quality にも日本代表として何回か続けて出席した。これらはまた、アメリカでの経験が元になり、知人もでき、世界のいろいろな人との交流にも手掛かりを得られた結果と考える。

そこで、キャピラリークロマトグラフィーの国際学会を始めとして各種国際学会にも出席をする機会が増えた。研究は発想が大事で、いろいろな人や情報に接し、議論をすることが役に立つ。また、研究は成果報告書が掲載許可され、報文となることで一段落する。国際的に行動することは自分等の研究内容の評価を見極め、見聞を広め、研究に大きな刺激を得ることとなった。

筆者が GC 研究懇談会に本格的にかかわるようになったのは、1980 年代、叶多謙蔵（国立衛生試験所）委員長時代に幹事会（現在の運営委員会）のメンバーになってからである。

その後、運営委員としても活動していく中で、1995 年度には委員長を拝命した。委員長の任期は 2 年である。沈滞していた活動も少しずつ出席者も増え、1995 年夏から GC 懇主催で、実習を伴う 3 日間の GC 講習会を毎年行い、出版の企画をするなどいわゆる活性化が進められるようになった。

さらに 2000 年の節目を迎えるにあたり、国際的刺激を得ることを運営委員会で話し合った。筆者の後任の委員長であった竹内正博（都立衛研）氏を先頭に、何人かの会員が 2000 年に台湾訪問を行った。また次の 2001 年には台湾から代表が訪日するといった交流を行った。そんな中、竹内正博氏は海外協力の任務のため日本を離れねばならなくなり、再び委員長を筆者が受け継ぐことになった。

2002 年は、ちょうど GC 研究懇談会の主催する研究会の 250 回を迎える年であった。記念の会や表彰等、行事の内容を決めねばならなかった。一方、筆者の属す都立大では、博士課程を修了し、助手として働いていて、中村 洋先生が関東支部長の時に始められた新世紀賞の最初の受賞者ともなった林 金明（Jin-Ming Lin）さんが北京に帰った。そして、中国科学院の生態環境研究中心という部署に職場を移していた。

そこで上記経験をもとに、GC 研究会の 250 回を記念する行事として、今度は林博士のいる中国北京で研究会を開催することが提案された。林さんを始め、中国へ帰った研究者たち、例えば Yu-Qi Feng (千葉大)、Yunhua Gao (岡山大)、Aijun Tong (明星大)、Xi Chen (京都工芸繊維大) 他の多くの方々が活躍をりはじめていて、参加され易く、またこれらの方々の応援にもなると考えたためでもある。

いろいろと関係者と話し合い、実現した「日中環境分析化学研究会」と銘打った会議は、2002 年 10 月 25、26 日に林さんの所属長であった単 孝全 (Xiao-Quan Shan) 博士を中心に、討論主題を「分離化学と環境分析」として開催された。会場の生態環境研究中心における会議には日本から 21 人、中国から 60 人の参加を得た。前後には日本国際協力事業団 (JICA) から派遣された方々との懇談、生態環境研究中心見学、観光 (26 日) も行い、実り多い日々を過ごした。なお、日本側では筆者が団長、事務局として、また実行委員長として前田恒昭博士 (産総研) があたり、GC 研究懇談会会員の支援のもと参加した。

このころの中国は会計的にも日本側からの援助なしでは、開催が危ぶまれる様子であり、最近の逆転した事情を想像することもできない状態であった。

中国開催で手ごたえを得たところから、さらに活動を広げるべく、2003 年には、GC 生誕 50 周年記念と銘打って、韓国ソウルに 10 月 16 日から 19 日にかけて訪問し、にわか作りの韓国化学会の韓国 GC 研究懇談会と一緒に「日韓分離研究懇談会」を開催することができた。大会会長には、Dong-Sun Lee (李 東宣) 教授 (ソウル女子大学) があたり、Man-Goo Kim 教授、Seung-Woon Myung 博士、Jae-Ho Ha 博士等が事務局や連絡の役を担って下さった。

10 月 17 日に討論主題「生活と GC」のもと、日中韓から各一人ずつの招待講演と一般公演 10 件ほどを含め、展示、懇親会も行い、互いの理解を深めた。18 日には見学会を行い、廃棄物処理場やサッカーワールドカップ会場などを案内された。この時中国からの参加者は林さん一人であった。

これらの経験、相互理解の成果をもとに、2004 年から日中韓 3 国が回り持ちで毎年、研究発表会を開催することが提案された。開催に手を挙げる研究者の多いと考えられる中国では 1 年おきに関き、その間に日本と韓国を交互に入れる案に決まった。さらに国内的には当時毎年開かれていた、セパレーションサイエンスの構成メンバーである、液体クロマトグラフィー、フローインジェクション分析、イオンクロマトグラフィーその他、関連性の深い研究懇談会のメンバーに参加して頂くよう呼び掛けた。

第 1 回は 2004 年に中国北京での開催が提案された。単 孝全 博士を中心に、林 金明 (中国)、筆者 (日本)、李 東宣 (Dong-Sun Lee, 韓国、ソウル女子大学教授) の 3 人が各国のまとめ役となり、10 月 18 日から 21 日の日程で北京友誼会館にて開催する案ができ、これを実現させることができた。日本からは当時分析化学会の寺部 茂会長にも出席し、特別講演をして頂くことができた。日本から 36 人、韓国から 4 人、中国から約 40 人が参加した。実行委員長の前田博士を中心に多方面から財政的な支援も得ての成功であったと考える。特に島津 (中国) からは大きな支持者となって頂き、最近に至っている。

以来、2019 年まで順調に毎年開催されてきた。まとめ役も初期のころとは変わりつつあり、日本でも、2013 年のシンポジウムからは、分析化学会の本部が直接かわる会議としても認められた。最初はよちよち歩きのように見えた中国、韓国の研究者たちも、見違えるような成果を報告するようになり、財政的にも豊かになった様子である。

表 1 にはこれまでに開かれた CJK シンポジウムの歴史を筆者の多少あやふやな記録に基づいてまとめた。なお、GC 懇のホームページの「国際活動」の欄には各会の詳細が記されている。また、表 1 にはシンポジウムのチェアパーソンしか挙げていないが、その裏で若い人々が活躍出来ていることが会を盛り上げてきた要因の一つであることを記しておきたい。

表中、開催期間の長いものと短いものがあるが、長いものは受付時間を初日の夕刻に取り、最終日をエキスカージョンに充てる例が多かったと記憶している。エキスカージョンも地元のメンバーの案内を得て、珍しいものを見聞したり、お国柄を知ったりと、貴重な体験ができ、記憶に残る行事となっている。

シンポジウムの最終日には酒食を共にし、毎回優秀なポスター発表の表彰をして、特に若手の研究者を元気づけてきた。また、同時に日中韓の代表者間での贈り物の交換、サポーター企業からの抽選による景品の贈呈等が行われ、親善を深めていることは、あまり大きくない集会としての特徴である。日中韓以外からの出席者も歓迎されており、顔見知りが増えてゆくことで、国際的な研究者間、研究室間の交流も増しているように聞いている。

筆者にとって、多くの海外出張も日頃訪問できない場所を訪れる絶好のチャンスであり、学会や会議に出席すると同時に見聞を広め、知己を得る幸運にも恵まれた。これらの積み重ねが価値を持つてくることを実感させられた。

残念なことに、次の第 17 回に予定されていた 2020 年の中国青海省でのシンポジウムがコロナ禍により中止された。それ以来開催できず、中断している。最近になって再開を模索する動きもあると聞く。

最後に前回、韓国水原での 2019 CJK シンポジウムの際の集合写真を示す (写真 1)。次回が開催され、ここに写っていない方々も含め、多くの顔が再び集い、さらにこのシンポジウムの輪を広げられることを願っている。

文献

- 1) 保母敏行、ぶんせき、1976、462-464.

< 著者紹介 >

1940 年東京市本郷区に生まれる。1968 年東京都立大学大学院博士課程修了 (工学博士) の後、東京都立大学助手、助教授を経て、1987 年教授、1997 年同大学院教授。この間、1974 年 10 月～76 年 9 月メリーランド州立大学 (U.S.A.) 博士研究員。2004 年定年退職 (名誉教授)。専門は機器分析化学 (分子認識的分離法・検出法の開発)。日本分析化学会では「分析化学」誌編集長、副会長、また、2001 年 ASIANALYSIS VI の Chairperson 等を歴任。その他、日本工業標準調査会委員、化学品審議会委員、ISO/TC146 (大気専門委員会) 国内委員会委員長、各種 JIS 規格の制定・改正・調査等に携わった。「ガスクロ自由自在」(丸善) 他、編著書 20 冊超。

注) 本稿の内容は原文のまま掲載しました (本誌事務局)。

表 1 CJK シンポジウムの歴史

CJK回数	西暦年	会期	開催地	特記事項	会場	Chairperson (s)
第1回	2004	Oct.19-21	北京／中国	第1回CJKシンポジウム	北京友誼会館	Xiao-quan Shan
第2回	2005	Sept.1	千葉／日本	JAIMA SHOW 2005	幕張メッセ	中村 洋
第3回	2006	Sept.14-18	重慶／中国	13日と14日に若手交流会	西南大学	Academic : Yukui Zhang, Symposium::Xiao-quan Shan
第4回	2007	Nov.5-7 (AA), Nov.6-7	濟州島／韓国	ASIANALYSIS IXの特 別セッションとして	Ramada Plaza Jeju,	Dong-Sun Lee, Joeho Ha
第5回	2008	Nov.2-5	廈門／中国		廈門大学	Academic : Yukui Zhang, Benli Huang, Symposium: Benli Huang
第6回	2009	Sept.1-2	千葉／日本	JAIMA SHOW 2009	幕張メッセ	中村 洋
第7回	2010	Oct.31-Nov. 2	武漢／中国		Fengyi Hotel	Jin-Ming Lin
第8回	2011	Oct.31-Nov. 2	濟州島／韓国		Jeju Grand Hotel	Dong-Sun Lee
第9回	2012	Oct.15-18	上海／中国	6th Shanghai International Symposium on Analytical Chemistry (parallel)	Shanghai New International Expo Centre	Erkang Wang、Antonius Kettrup、Jin-Ming Lin
第10回	2013	Aug.23-24	九州／日本	ASIANALYSIS XIIの特 別セッションとして	九大、ハウステンボス	佐藤 博
第11回	2014	Aug.22-25	瀋陽／中国		東北大学/ International Hotel	Jian-Hua Wang
第12回	2015	Oct.13-15	釜山／韓国		Haeundae Grand Hotel,	Joeho Ha
第13回	2016	Aug.24-27	武夷山／中国		Da Wang Ge (大王閣) International Conference center	Jin-Ming Lin(honorary), Xi Chen
第14回	2017	Sept.9-10	東京／日本	日本分析化学会年会内	東京理科大学 葛飾 キャンパス	内山一美
第15回	2018	Nov.30-Dec.3	瀘州市／中国		魏南師範大学(open)、瀘州 市翔祥元山ホテル	Pengyuan Yang, Shunxing Li、Jin-Ming Lin(honor)
第16回	2019	Oct.11-14	水原／韓国		Kyung Hee University (KHU, Global Campus)	Seong Ho Kang
第17回	2020		／中国	コロナ禍 中止		

【編集委員紹介】

アフターコロナに向かって / Toward Post COVID-19

榎本幹司/Kanji ENOMOTO

栗田工業株式会社 /

Kurita Water Industries Ltd.

(Received May 22, 2023 ; Accepted May 23, 2023)

キーワード 環境分析；機器分析；ネットワーク；薬品管理；自動化

2020 年 12 月 15 日の創刊時より、「LC と LC/MS の知恵」の編集委員として参加させて頂いております栗田工業株式会社の榎本です。2016 年より LC 懇の運営委員として、特に最近のコロナ禍では、LC 懇例会もオンライン開催になってしまった為、Web 対策小委員会の小委員長として、オンライン例会の運営のお手伝いをさせて頂いております。LC 懇例会は、2020 年 3 月の第 345 回から 2021 年の 2 月の第 356 回迄、丸 1 年コロナ禍の為に開催中止となった後、2021 年 3 月の第 357 回より、東洋合成工業株式会社の小林宣章様を始めとする小委員会メンバーのご尽力により、オンラインで再開しました。当初はうまく運営出来るかどうか不安でしたが、大きな放送事故？も無く、ほぼ 2 年間、例会や LC&LC/MS テクノプラザなどのオンライン開催での運営を乗り切る事が出来ました。

コロナ禍も漸く出口が見え、9 月より例会も対面での開催の目途が立ち、オンライン例会も一区切りと思っておりましたが、オンライン開催の継続を強く望む声も有り、現在、オンライン開催の継続を模索中ですので、発表迄少しお待ち下さい。長い様で短かった 2 年間、思い起こせば、国内のコロナ禍の発端となったダイヤモンドプリンセス号が横浜港を出港した 2020 年 1 月 20 日の翌日には、第 25 回 LC&LC/MS テクノプラザが横浜で開催され、1 月 22 日には恒例行事の横浜探訪オプションルツアーが有り、中村 洋先生を始め、十数名の参加者と共に横浜港大棧橋付近を散策しておりました。正にニアミスでしたね。

さて、私はこのコロナ禍の最中、2022 年 3 月に定年を迎えましたが、休む間も無く、2022 年 4 月に開設の新しい研究所 Kurita Innovation Hub 【KIH】(図 1) への分析機器



図 1 KIH の外観



図 2 KIH 内 GC、LC 関連の実験室

の移設、立上げに忙殺され、そのまま定年後も引き続き栗田工業に再雇用でお世話になる事に成り、LC 懇の役員も継続、現在に至っております。

ここで私が勤務している KIH について少し触れたいと思います。KIH は、期せずしてコロナ禍の真っ只中での建設開始と成り（2020 年 5 月着工）、必然的に KIH のコンセプトにはコロナ感染対策やウイズコロナの要素も取り入れられる事と成りました。その 1 つが機器分析のネットワーク化です。図 2 に示した実験室内の GC、LC などの分析機器をネットワークで繋ぎ、Agilent 社の Scientific Data Management System (SDMS) である OpenLab ECMXT を介して会社のネットワークと機器分析のネットワークが安全に繋がるシステムを構築しました。これにより、機器分析で得られたデータを会社 PC からネットワークを介して吸い上げる事が簡単で安全に出来る様に成り、コロナ禍で機会の増えた在宅勤務においても有用であるのみならず、業務効率化やデータ漏洩リスク低減に繋がり、将来的なデータインテグリティへの要求にも対応可能なシステムと成っています。

又、IC タグ式薬品管理システム SimpReag（日本コントロールシステム製）を導入し、所内に保有される薬品を一括で自動管理する事で、薬品探索が楽に成ったり、薬品の紛失や盗難を抑止出来る他、薬品使用量の重量管理において、ネットワークに繋がった天秤を用いる事で台帳管理が楽に成るなど、便利なシステムと成っております。

KIH は、国内外のお客様や研究機関との交流・協働によるオープンイノベーションを推進させ、社会・産業の課題を解決するイノベーション創出の加速を目指した、開かれた研究所と成っており、外部からの見学も随時受け付けています。実験室は、図 2 にも示した様なガラス張りとなっており、見学時の視認性を上げるのみならず、実験をする社員の安全確保にも繋がっています。機会があれば、皆様も是非見学にいらして下さい。

今後もこれ迄と同様、LC 懇で得られる最新の情報を弊社の LC 関連の分析技術に展開しながら、弊社の水処理事業を支える分析技術やアフターコロナに向けた機器分析ネットワーク環境の活用、更なる LC 懇の発展に微力ながら貢献して行きたいと存じます。

<執筆者略歴>

榎本幹司 (Kanji ENOMOTO)

- ・1987 年 筑波大学大学院修士課程環境科学研究科修了
- ・1987 年 栗田工業株式会社入社
- ・現職：栗田工業株式会社に在籍し、排水処理技術、土壌・地下水浄化技術、分析技術（主に GC, LC）に従事
- ・分析士資格：LC 分析士三段、LC/MS 分析士三段
- ・その他資格：環境計量士（濃度関係）、土壌環境監理士、土壌環境保全士、土壌環境リスク管理者

Email : k.enomoto15@kurita-water.com



【編集委員紹介】

編集委員就任の勧め／ Invitation to the Editorial Board

of the Journal "Wisdom for LC and LC/MS"

伊藤誠治／Seiji ITO

東ソー株式会社／Tosoh Corporation

(Received May 22, 2023 ; Accepted June 5, 2023)

キーワード オンラインジャーナル；査読；知恵

「LC と LC/MS の知恵」の編集委員として、創刊号発刊当時から携わっている東ソー株式会社の伊藤です。学生当時も光学技術を用いた分析手法に関する研究室に所属していましたが、FIA を主に扱い、HPLC に関しては、隣の実験台に設置してある IC を眺めていた位でした。1993 年の弊社への入社以降、科学計測事業部（現在のバイオサイエンス事業部）発足当時の基幹技術であった HPLC に携わる様に成り、2008 年からは、液体クロマトグラフィー研究懇談会の役員を務めさせて頂いています。その間ずっと、HPLC の多種多様な充填剤や検出器を用いたアプリケーション開発に主に従事しています。

LC 研究懇談会の役員には、例会での講演の他、解説書の執筆や査読等を行う機会がありますが、中でも、特に、このオンラインジャーナルの編集委員としての査読は有用であるものと考えています。解説書とは異なり、ボリュームの有る技術資料（総合論文、報文、技術論文、解説等）に触れる機会が必然的に得られます。HPLC 及び MS の範疇ではあるものの、普通の業務では中々読む機会が無い分野に関する資料に触れる事で、論文検索をサボりがちな自分にとっては、所謂、自己研鑽の様な錯覚のまま読んでいます。確かに、刊行された後の完成原稿を読む事でも知識は得られますが、査読段階での執筆者との遣り取りは、バックグラウンドの知識も得られ、貴重なものであると考えます。

今秋以降、例会は現地開催に戻る手筈が進んでいますが、オンラインジャーナルは、今後も引き続き精力的に原稿募集しています。投稿頂く事に合わせて、編集委員に就任して知識を増やす機会を利用頂く事をお勧めします。

< 執筆者紹介 > 伊藤誠治 (Seiji ITO)

所属：東ソー株式会社バイオサイエンス事業部

カスタマーサポートセンター

LC 研究懇談会：運営委員

分析士資格：LC 分析士五段、LC/MS 分析士二段

E_mail：seiji-ito-pn@tosoh.co.jp



【団体会員紹介】

アミノ酸分析から始まった味の素㈱の分析研究

～創立 70 周年を目前に此れ迄の歩みを振り返る～

**Analytical Research of Ajinomoto Co., Inc.
Started with Amino Acid Analysis**

～Look Back on Our History Towards Our 70th Anniversary～

岩畑大悟

味の素株式会社 バイオ・ファイン研究所

Daigo IWAHATA

Reserch Institute for Bioscience Products & Fine Chemicals,
Ajinomoto Co., Inc.

(Received May 10th, 2023 ; Accepted May 15, 2023)

キーワード アミノ酸分析；70周年；全自動アミノ酸分析計；HPLC

1. 始まりはアミノ酸分析から

味の素株式会社の代名詞、うま味調味料である「味の素®」がグルタミン酸ナトリウムであると言う事はご存じの方も多いかと思います。味の素㈱はこの人体に必須の物質に拘って社名に「あじのもと」を冠し続けると共に、アミノ酸が関わる事業・研究を「アミノサイエンス」と総称し、事業の柱として展開しています。

うま味成分の発見は、今から 115 年ほど前、1908 年に遡ります。当時、東京帝国大学の教授であった池田菊苗博士は、昆布の煮汁から「おいしさを感じる物質」の抽出に取り組みます。そして様々な抽出方法、主成分からの分離方法、結晶化方法を試行錯誤し、昆布だしから「とある有機酸」を結晶化する事に成功しました。この有機酸がグルタミン酸だった訳ですが、実は 1866 年にグルタミン酸自体はドイツで小麦グルテンから発見されてはいたも

この、当時はアミノ酸という存在への理解も実験データも十分ではなく、1930 年代にタンパク質を構成するアミノ酸が全て見付かってから、漸く認知され始めると言う状況でした。この為、「うま味」と言う性質の発見以上に、池田博士がこの「とある有機酸」の分析に苦労した事は想像に難く有りません。分析と言う行為が如何に重要で大変かを示すエピソードだと思います。

さて、うま味を示すグルタミン酸ナトリウムが発見された後、同年、池田博士によって「グルタミン酸塩ヲ主要成分トセル調味料製造法」の特許が申請・取得されます。その事を知った味の素(株)創業者の二代目鈴木三郎助は、池田博士に頼み込んでこの特許の権利を共有し、調味料としてグルタミン酸ナトリウムを製造する許可を得ます。そして、実際に神奈川県逗子に有った工場にて、1908 年の年末に味の素®の製造を開始したのです。但し、この後、うま味調味料と言う新しい価値の製品はそう簡単には世間に受け入れられず、販売が難航したり、風評被害が発生したりと紆余曲折が有るのですが、その辺りは味の素(株)グループ HP に詳細が載っていますので、ご興味の有る方は是非そちらをご覧ください。

[味の素グループの 100 年史 | 社史・沿革 | 味の素グループ \(ajinomoto.co.jp\) :](https://www.ajinomoto.co.jp/company/jp/aboutus/history/story/)
<https://www.ajinomoto.co.jp/company/jp/aboutus/history/story/>

2. 研究所もアミノ酸分析から

うま味調味料として「味の素®」が誕生した後、製造場所は逗子から川崎に変更され、抽出法にて本格的な生産が開始されます。そして 1956 年、川崎工場敷地内に中央研究所が設置されました (図 1)。それ迄も製造設備の改良や原料の変更、副生成物の活用検討等、様々な研究開発が必要だった為、工場には研究スタッフが存在していました。特に二代目社長に就任した鈴木忠治 (二代目鈴木三郎助の弟) は長年製造部門を担当した技術者でもあった為、製造技術の全面的な近代化を進め、「味の素®」の製造体制を強化して大量生産をする方向に舵を切って行きます。この方針を受け、製造法も抽出法から発酵法へとシフトしつつ、「味の素®」の生産を行って来たのですが、1956 年、協和発酵株式会社によりグルタミン酸の革新的な直接発酵法が発表されます。味の素(株)も 1940 年代から発酵法での生産は可能にしていたのですが、その内容はケトグルタル酸を発酵生成物として生産し、更にグルタミン酸に変換するという二段階発酵法でした。この為、より優れた直接発酵法を開発・導入する事が急務と成りました。

一方で、分析部門は中央研究所とは別の組織として同じ 1956 年に設立されました。その組織は総務部分析課。川崎工場で医薬品用アミノ酸の生産を開始した事に合わせた動きであり、中央研究所の設立よりも早くに行われました。又、敢えて他の研究部門や生産部門とは離れた独立した組織とする事で、分析値の公平性を担保しようとする意図も含まれていました。当時の分析業務としてはグルタミン酸分析が最も重要なミッションであり、ワールブルグ検圧計を用いた L-グルタミン酸脱炭酸酵素による定量分析法が使われていました¹⁾。

又、当時としては最新の紫外線可視分光光度計、赤外可視分光光度計、電子顕微鏡の導入実績が記録として残っており、分析研究に力を入れていた事が伺えます。

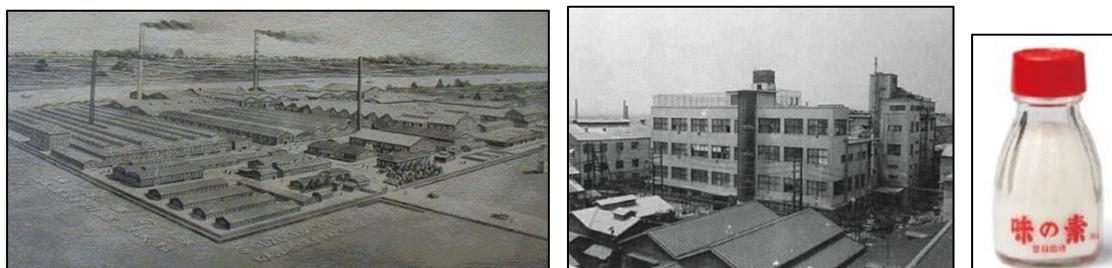


図 1 創業当時の川崎工場 (左)、中央研究所 (中央)、当時の食卓用味の素® (右)

3. 全自動アミノ酸分析計の発展

その後も味の素(株)の分析部門には、1958年に有機元素分析計、発光分光光度計、ガスクロマトグラフィーが導入されており、分析研究が盛んに行われる様になって行きます。その中でも特に1959年には、世界で2号機となるベックマン社製のアミノ酸自動分析計が導入されました(図2)。このアミノ酸自動分析計とは、1958年にRockefeller研究所のStanford MooreとWilliam Stein、そしてDarryl Spackmanによって開発された、陽イオン交換樹脂で分離した後にニンヒドリン試薬と反応させて検出する、クロマトグラフィーを組み合わせたポストカラム誘導体化型の全自動アミノ酸分析計です²⁾。因みに、この全自動アミノ酸分析計の発明により、1972年にMooreとSteinはノーベル化学賞を受賞しています。味の素(株)のアミノ酸分析に対する思い入れの強さが分かるかと思います。

全自動アミノ酸自動分析計は、開発当初には1分析に20時間以上掛かっていましたが、その後、改良が進められて行きます。味の素(株)では1963年に国産初と成る全自動アミノ酸自動分析計KLA-2形(株式会社日立製作所製)を導入しましたが、以降、積極的に(株)日立製作所と共同で全自動アミノ酸分析計の開発に協力して行く事に成ります(図3)。(株)日立製作所の全自動アミノ酸分析計は、KLA-2形からKLA-3形、KLA-3A形、KLA-3B形、KLA-5形、835形、更にL-8500形、L-8800形、L-8900形と続き、現在AminoSAAYAが販売されていますが、何れも味の素(株)はアプリケーション研究等の面で開発に参画しており、完成した装置を社内に導入して来ました³⁾。現在、1分析に掛かる時間は1時間程度に短縮されており、高い精度で多くのアミノ酸を定量出来る事から、世界中の工場ではアミノ酸製品の品質管理に採用されています。

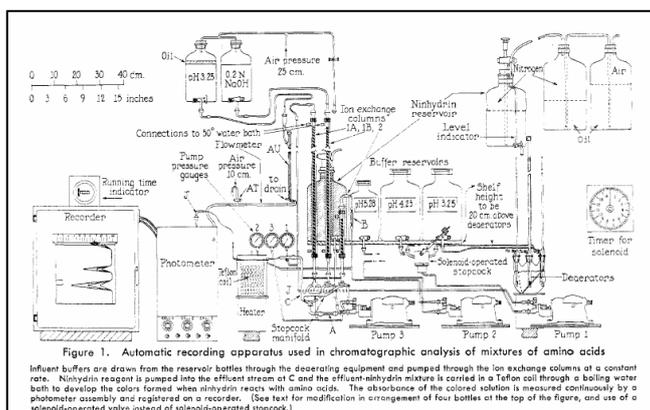


図 2 世界初のアミノ酸自動分析計の構造

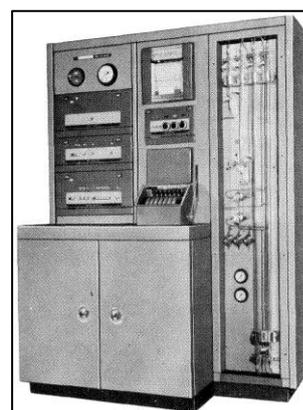


図 3 日立製作所製 KLA-2 形

4. アミノ酸分析法の開発

全自動アミノ酸分析計が各工場にてアミノ酸製品の品質管理に活躍する一方、研究所では、より高感度、より短時間で分析したいというニーズが有りました。そのニーズに応える為、全自動アミノ酸分析計の開発とは別に、HPLC 及び LC-MS による高感度アミノ酸分析法の開発が行われていきます。

2000 年頃、味の素(株)のアミノ酸事業としては、飼料用アミノ酸の生産が非常に盛んに行われていました。動物の身体を構成するタンパク質は 20 種類のアミノ酸で出来ていますが、そのうち数種のアミノ酸は動物体内では合成出来ない事から、配合飼料で補わなければなりません。一般的な飼料原料は必ずしも理想的なアミノ酸バランスではありませんので、不足するアミノ酸を添加し、アミノ酸バランスを整える事で成長を促進したり、窒素排泄を抑えて環境負荷を低減したり、総合的なコストも低減する事が出来ます。当時はこの飼料用アミノ酸の市場ニーズが非常に高く、アミノ酸生産菌の収率向上や培養プロセスの改良が強く求められていました。そのアプローチの一つとして代謝解析/メタボロミクス解析が注目されており、味の素(株)でも他の分析機関に先駆けて高性能な LC-MS/MS を導入すると共に、プレカラムによるアミノ酸の誘導体化法を組み合わせ、アミノ酸代謝に関連したメタボロミクス解析を研究していました⁴⁾。

一方で、アミノ酸の生産性向上の為に開発した高感度アミノ酸分析法は、別の事業にも応用されるようになります。

プレカラムによるアミノ酸の誘導体化法と LC-MS を組み合わせたアミノ酸分析法は、高感度且つ定量性に優れ、しかも既存の全自動アミノ酸分析計よりも短時間で分析する事が可能でした。そこで、更に短時間分析化を図り、測定するアミノ酸を絞って定量性を上げたのが Aminoindex® ([アミノインデックス® | 検査詳細サイト | 味の素株式会社 \(aminoindex.jp\) : https://aminoindex.jp/](https://aminoindex.jp/)) に使われている短時間アミノ酸分析法です。健康な人は血中のアミノ酸濃度が其其一定のバランスに保たれている事に着目し、疾患患者には特有の濃度変動が有る事を実験的に発見・証明しました。現在、これを健康リスク診断

として事業化し、全国の医療機関で受診出来る様に展開しています。

また、分析法だけでなく HPLC についても、株式会社島津製作所と共同で専用装置を開発する事で、誰でも簡単に安定した分析値が得られる様に成りました ([UF-Amino Station : 分析計測機器 \(分析装置\) 島津製作所 \(shimadzu.co.jp\)](https://www.an.shimadzu.co.jp/products/liquid-chromatography/hplc-system/uf-amino-station/index.html) : <https://www.an.shimadzu.co.jp/products/liquid-chromatography/hplc-system/uf-amino-station/index.html>)。

現在、これらのアミノ酸分析法は更に手が加えられ、食品から細胞培養用培地迄、様々な試料の分析に活用されています。膨大な分析データはデータベースとしての価値も生み出し、社内の他の分野にも応用されている為、益々味の素㈱におけるアミノ酸分析の重要性は高まっていると言えます。

5. 終わりに

味の素㈱の分析研究は、会社の成り立ちからも此れ迄の事業分野からも、アミノ酸分析とは切っても切れない関係に有り、アミノ酸関連代謝物に拘った多くの分析系を持っています。それは単純に測定系を導入すれば良いと言うものではなく、サンプルの取り扱い方から分析試液の調製方法、機器のメンテナンス方法に至る迄、此れ迄先人が実施して来た無数の分析実験経験が、ノウハウとして組織力に成っていると言う事も表わしています。今でこそ簡単なプロトコルにまで落とし込まれた実験手順にも、裏には多くの試行と失敗が有って最適化されていると言う事が多々有ります。創立 70 周年と言う歴史を前に、此れ迄繰り返されて蓄積されて来た財産に改めて感謝しつつ、次の成果に向けて、又歩みを進めて行きたいと思います。

引用文献

- 1) 瀬戸寿太郎, *JAPAN ANALYST*, **10**, 260 (1961).
- 2) D. H. Spackman, W. H. Stein, S. Moore, *Analytical Chemistry*, **30**, 1190 (1958).
- 3) 小澤真一, 宮野 博, 伊藤正人, *THE HITACHI SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS*, **58**, 4968 (2015).
- 4) 宮野 博, *BUNSEKI KAGAKU*, **69**, 329 (2020).

< 執筆者略歴 > 岩畑大悟 (Daigo IWAHATA)

味の素株式会社 バイオ・ファイン研究所
名古屋大学大学院工学研究科応用化学専攻 (前期課程) 修了
博士 (薬科学)、内部監査人、LC分析士初段
現在の担当業務: 先端分析研究グループ グループ長
E-mail: daigo.iwahata.8f8@asv.ajinomoto.com



【団体会員紹介】

ハウス食品グループにおける分析化学の取組み

Analytical Chemistry Approach in House Food Group

神山和夫 / Kazuo KOYAMA

ハウス食品グループ本社 / House Food Group Inc.

(Received May 17, 2023 ; Accepted May 19, 2023)

キーワード 食品分析 ; 機能性成分 ; 相対モル感度法

1. 始めに

ハウス食品グループは、1913 年に開業した薬種問屋「浦上商店」を起源とし、以降、カレー、シチューなどの調味料、デザート、スナック、ラーメンなどの家庭用の製品を製造販売して来ました¹⁾。又、業務用製品、外食、海外でも製品・サービスを提供しています。

2. 基礎研究部門での分析化学

当グループの R&D では、原料の栽培・調達に始まり、新製品の開発、製造加工、容器包装の開発などを行っています。私の所属する基礎研究部門では、一連の R&D 領域の中で、技術・現象のメカニズムを明らかにする研究を行っています。分析化学の手法は、クロマトグラフィーによる分離分析、質量分析計や NMR による化学構造の同定、DSC や粘弾性による物性解析、SEM や蛍光顕微鏡による可視的解析などを用いています。生化学の手法では、PCR によるアレルゲンの定量や植物種の同定などを行っています。研究の成果が妥当なものであるかを確認する為、又、研究員のモチベーションの向上の為、学会や論文での発表が推奨されています。

クロマトグラフィー分析の中で LC は最も使用されています。試料は、食品と言う事も有り、脱水、脱脂、除タンパク、脱塩などの前処理を行います。未知物質の探索や標準物質の無い成分の分析では、目的物質の粗精製の為に、オープンカラム、中圧 LC や分取 HPLC を使用します。標準物質の有る分析種の定量では、HPLC や UHPLC とこれらの質量分析計 (MS、MS/MS) を用います。目的物質が広範囲であるノンターゲット分析では、高分解能質量分析計を用います。

分析法は、基礎研究部門だけではなく、製品の設計検証、そして品質管理へと引き継がれて行きます。標準作業手順書 (試験法) の作成、妥当性確認は当然に重要です。私共は、当グループ内の分析部門と協力して、試験法の維持・管理の業務を行っています。又、社会に貢献出来る分析法については、行政や学会と連携して室間再現性試験を行い、公定法とし

て登録される為の活動にも取り組んでいます。

少し話が逸れますが、企業の研究者として、当グループ外での経験を積む事も推奨されています。私自身、2 年半ほど内閣府食品安全委員会事務局に出向する機会を得ました²⁾。食品のハザードの分析法やその結果が、リスク評価とリスク管理でどの様に活用されているのか、広い視点から見つめる事が出来ました。これらの施策を産官学が一体で取り組み、日本国の発信力を高める事の重要性を学ぶ事も出来ました。

3. LC 分析例

私に取り組んでいる、相対モル感度 (Relative molar sensitivity, RMS) 法による LC 定量分析法を紹介します^{3,4)}。ウコンは、カレーの風味や黄色みをもたらす香辛料として、又は機能性成分を表示した保健機能食品として利用されています。ウコンの各種成分は、通常、逆相 LC を用いて分析されますが、標準物質の入手が困難又は高価である事が課題です。

RMS とは、任意のクロマトグラフィー条件下における、単位モル当たりの基準物質 (R) に対する測定物質 (A) の応答比です (式 1)。4-ヒドロキシ安息香酸エチル (HBE) を基準物質、ウコンの機能性成分であるビスクロン (BC) 及びデヒドロジゲロン (DZ) を測定物質としました。これらの混合液を ¹H-NMR 測定及び逆相 LC 測定 (図 1a, b) して RMS 値を得ました。次いで、未知試料であるウコン含有食品に基準物質を添加した検液を LC 測定 (図 1c, d) し、式 2 により LC 検液中の BC 及び DZ の濃度、これに試料の希釈率を乗じて試料中の含量を算出しました。

$$\text{RMS} = \left(\frac{\text{LC 面積}_A}{\text{LC 面積}_R} \right) \left(\frac{\text{水素当たりの NMR 面積}_R}{\text{水素当たりの NMR 面積}_A} \right) \quad (1)$$

$$\text{濃度}_A = \left(\frac{\text{LC 面積}_A}{\text{LC 面積}_R} \right) \left(\frac{1}{\text{RMS}} \right) \left(\frac{\text{分子量}_A}{\text{分子量}_R} \right) (\text{濃度}_R) (\text{純度}_R) \quad (2)$$

RMS は、BC_{240 nm} / HBE_{240 nm} では 0.69、DZ_{340 nm} / HBE_{240 nm} では 1.31 でした。応用例として、市販のウコン含有の飲料 14 製品を LC 測定しました。具体的には、試料に基準物質 HBE を添加した検液を測定する RMS 法、並びに、BC 及び DZ の検量線の作成を必要とする絶対検量線法の両法にて BC 及び DZ の含量を求めました。「RMS 法による含量」/「絶対検量線法による含量」の傾きは、BC では 0.995、DZ では 1.02 であり、両方法で同等の含量が得られました。

当グループ内の 4 試験室にて本法の室間再現性を確認しました。ウコン含有の飲料 1 製品、錠剤 1 製品について、各試験室にて LC 測定した結果、これら試料及び測定物質についての試験室内の相対標準偏差 RSD_F は 0.7~1.7%、試験室間の相対標準偏差 RSD_R は 2.0~7.3% でした。「RMS 法による含量」/「絶対検量線法による含量」は、BC では飲料で 1.00、錠剤で 0.973、DZ では飲料 1.00、錠剤 0.968 であり、両方法で同等の含量が得られました。本 RMS 法は、ウコン含有食品中の機能性成分の日常的な LC 測定において、測定物質の標

準試薬を要しない簡便な分析法として、品質管理などでの活用が期待されます。

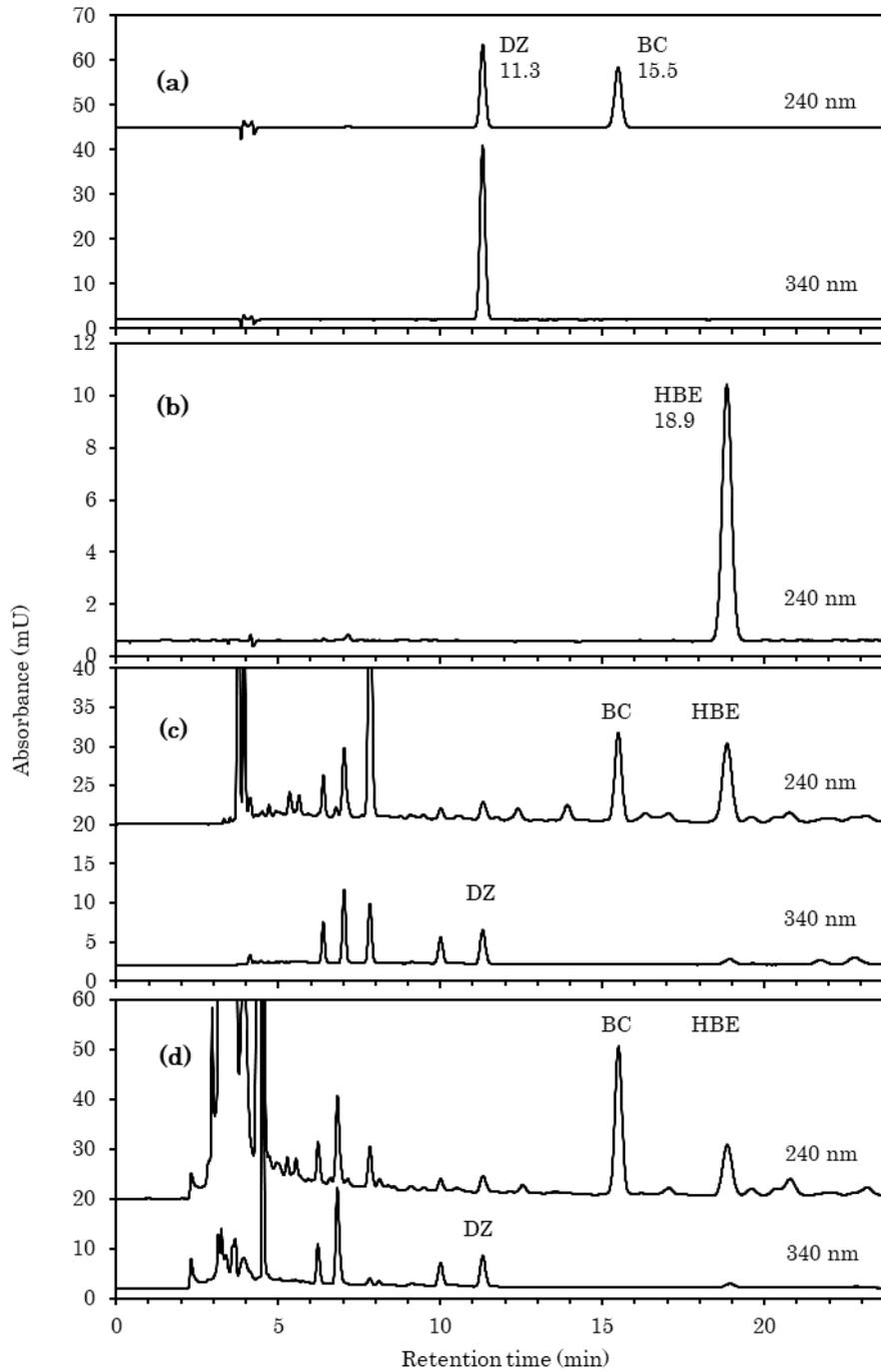


図 1 ウコン成分の HPLC/UV クロマトグラム

(a) ビサクロン (BC) 及びデヒドロジنگロン (DZ)、(b) 4-ヒドロキシ安息香酸エチル (HBE)、(c) ウコン含有の飲料、(d) ウコン含有の錠剤食品

RMS 法は、ウコン含有成分に限らず、天然物の分析化学に普及して行く事が期待されます。RMS 法は、内標準法の一つですが、測定物質と内標準物質（基準物質）の検出器の出力信号の強度比が、NMR による水素数比で紐付けされている事が特徴です。この為、入手し難い測定物質は、分析法の開発時では、NMR 測定と LC 測定で分離可能な最低限の純度で済みます。日常の分析では、測定物質と NMR は不要であり、RMS 値と安価な内標準物質を添加して LC 測定するだけで済む為、分析のトータルコストを抑える事が出来ます。今後、天然物、特に農林水産物から新たな機能性成分が発見され、産業利用される際の品質管理として、RMS 法が利用されて行く事でしょう。近年、RMS 法の公定法の整備が、先生方のご尽力により、定量 NMR 法と並んで進められています。クロマトグラフィーのオペレーターにとっても RMS 法が身近に成ると期待しています。

4. 終わりに

食品原料の調達から、加工食品の製造加工、お客様の利用場面まで、製品の品質を担保する為に、科学的な根拠が必要であり、分析化学はその一翼を担っています。食品は、無数の微小物質から高分子の混合物です。LC、LC/MS の他、種々の分析技術を組み合わせ得たデータを考察する事は、食品の分析者にとっての醍醐味でもあります。今後も、新たな分析技術を開発し、お客様に喜んで戴ける製品の開発や品質保証に貢献して行きたいと考えています。

引用文献

- 1) ハウス食品グループ本社ホームページ, <https://housefoods-group.com/>
- 2) 神山和夫, LC と LC/MS の知恵, **2**, 137-139 (2021).
- 3) K. Koyama, H. Sasako, Y. Higashi, H. Ichikawa, A. Nagoya, T. Hirao, *Food Hyg. Saf. Sci.*, **63**, 202-209 (2022).
- 4) 神山和夫, 第 376 回液体クロマトグラフィー研究懇談会要旨集 (2022).

<執筆者略歴>

神山和夫 (Kazuo KOYAMA)
ハウス食品グループ本社株式会社
研究開発本部 基礎研究部
LC 分析士二段、LC/MS 分析士二段、
博士 (薬学)

右写真
ハウス食品グループ千葉研究センター



【 団体会員紹介 】

三菱ケミカルの研究開発を支える LC 技術／

LC techniques employed to expedite the R&D process at MCC

前中佑太／Yuta MAENAKA

三菱ケミカル株式会社／Mitsubishi Chemical Corporation

(Received May 16, 2023 ; Accepted May 26, 2023)

キーワード 三菱ケミカル ; MCI GEL™ ; R&D 戦略 ; 高分子分析

1. 「KAITEKI の実現」を目指して

三菱ケミカル株式会社は 2017 年 4 月に、三菱化学、三菱樹脂、三菱レイヨンの統合により発足しました。16 もの事業所・工場を持つ三菱ケミカルでは、素材から機能商品と言った多種多様な製品を通して、有らゆる産業の基盤を支えると共に、社会課題の解決に貢献するソリューションを提供しています。グループ理念の“私たちは、革新的なソリューションで、人、社会、そして地球の心地よさが続いていく KAITEKI の実現をリードしていきます。”と言った Purpose の達成に向け、事業活動を行っています。多岐に渡る製品を持つ弊社には MCI GEL™を主とする HPLC 用充填カラム・充填剤メーカーとしての側面を持ちますが、(図 1)、本稿では、LC、LC/MS ユーザーとして R&D について簡単に紹介させていただきます。



図 1 MCI GEL™ : HPLC 用製品

2. Science & Innovation Center

三菱ケミカルは R&D 戦略・知財戦略・事業戦略を「三位一体」で運営し、R&D と知財を経営戦略と整合させる事により事業化のスピードアップを図っています。R&D 拠点は 10 拠点有り、其其の特徴技術を活かし製品開発を行っています。中でも横浜市青葉区に在る Science & Innovation Center は、サイエンスに立脚した基礎研究を中心に担い、中長期を視野に、社内外とのコミュニケーションを図りながら、イノベーションの創出に取り組んでいます。昨年完成した新研究棟 (図 2、図 3) では、最新鋭のデジタル設備の導入により、研究開発の高速化、効率化を図ると共に、グローバルなハブとして、顧客やパートナーとのコラボレーションを生み出し、ソリューションを提供して行きます。



図 2 【新研究棟外観】 ©GRAFILM



図 3 【新研究棟内部】 ©GRAFILM

https://www.mitsubishichem-hd.co.jp/news_release/01372.html

3. テクノロジープラットフォーム (TPF)

研究開発における多様な技術群を 12 のテクノロジープラットフォームに集約し、サイエンスの深掘りとテクノロジーの強化・技術者の育成を目的として活動しています (図 4)。著者が所属する分析物性 TPF においては分析技術の拡充、深耕、先端技術の獲得により三菱ケミカル及びグループ各社の事業発展への貢献をその活動の目的としています。本研究懇談会に団体会員として登録させて



図 4 MCC のテクノロジープラットフォーム

頂いているのも、LC 及び LC/MS 技術の深耕を目的としています。LC を用いた事業貢献は製品の品質保証に近いものから、最先端の開発品や競合品の分析まで幅広く、取り扱う材料も素材から機能商品等多岐に渡ります。例えば高分子材料の分析などでは、種々の溶離液を用いた SEC-LS/DP 測定や、LCCC や GEPC を用いた樹脂組成分布の評価、それらを組み合わせて評価する 2D-LC 分析を取り入れています^{2) 3)}。又、前処理として分取 LC なども活用しています。勿論、樹脂に含まれる多種多様な添加剤分析においても LC、LC/MS は欠かせません。LC の検出器として NMR を用いて樹脂共重合体組成の分析など行った例も有ります⁴⁾。

上記の様に弊社の研究開発に LC は欠かせないものです。引き続き LC、LC/MS における技術動向の把握に努め、KAITEKI の実現に向けた製品開発の一助として行きます。

引用文献

- 1) イオン交換樹脂・分離精製用樹脂 専門サイト MCI GEL™充填剤ページ。
https://www.diaion.com/products/hplc_packed_columns_and_packing_media/index.html
- 2) 第 368 回 液体クロマトグラフィー研究懇談会要旨集 (2022).
- 3) 第 26 回 高分子分析討論会講演要旨集、p.63 (2021).
- 4) 理研シンポジウム：分子構造解析 2019: MS と NMR の基礎と実践 (2019).

< 執筆者略歴 >

2012 年大阪大学工学研究科生命先端工学専攻 修士課程修了。 同年三菱化学株式会社（現三菱ケミカル株式会社）入社。 入社以来有機構造解析に従事。 現在三菱ケミカル株式会社 ポリマーズ&コンパウンズ/MMA ビジネスグループ 戦略企画本部 イノベーション&ビジネス開発部 PCMMA 研究推進室 分析物性大阪 Gr



【団体会員紹介】

出光興産の研究開発における HPLC の活用／
Application of HPLC in Idemitsu Kosan R&D

村上祐子／Yuko MURAKAMI

出光興産株式会社 次世代技術研究所

Advanced Technology Research Laboratories, Idemitsu Kosan Co.,Ltd.

(Received May 22, 2023 ; Accepted June 5, 2023)

キーワード HPLC ; LC/MS ; 添加剤

1. 出光興産の事業と研究開発

出光興産は 1911 年に 出光商会 として石油販売業を開始後、燃料油、潤滑油、アスファルト、石油・ガス開発、再生可能エネルギー、石炭、石油化学、電子材料などの事業をグローバルに展開しています。そして、出光興産の研究開発では、暮らしを豊かにする為のエネルギーや高機能材料の開発に取り組んでいます。

コーポレート研究を担う次世代技術研究所は、地球環境・社会との調和に向けた GHG (Greenhouse Gas) 削減・資源循環への貢献を目指して、市場ニーズを先取りし、社会の環境変化に素早く対応する為の革新的な技術開発に取り組んでいます (図 1)。特に、有機材料及び無機材料の設計・合成、触媒の設計・合成、複合化技術、バイオ技術、物性・素子評価を技術プラットフォームとして、機能性高分子、電子材料、電池材料、環境への調和の 4 つの分野の研究開発と、それらを支える基盤技術 (分析・解析・計算科学) の強化に注力しています。

筆者が所属する解析技術センターは、出光グループの共通基盤部門として、高度で特色の有る分析・解析技術を駆使しながら、研究・生産・販売現場が抱える技術的な課題を迅速に解決しています。特に重要なミッションが、重要課題である材料の「本質究明」を行い、事業競争力強化に貢献する事です。クロマトグラフィー技術は、複雑な組成物を分離した上で成分の情報を得る事が出来る為、高機能材料の性能発現メカニズムや、劣化メカニズムの解明において非常に重要な役割を果たしています。

本報では、高機能材料のうち樹脂を例として取り上げ、材料分析におけるクロマトグラフィー技術の活用方法について紹介致します。

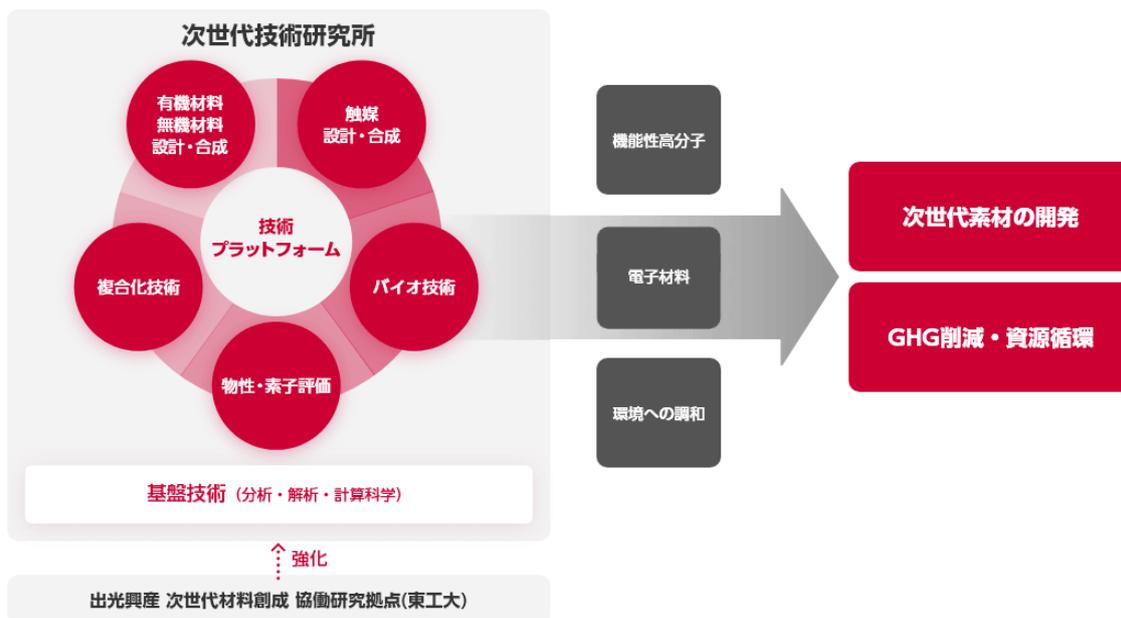


図 1 次世代技術研究所の研究領域

2. HPLC による樹脂中の添加剤の定量

現代の私たちの生活において、樹脂は「必要不可欠」と言って良いほど身の回りに多く存在しています。強度や耐熱性に優れるエンジニアリングプラスチックの 1 つであるポリカーボネート (PC) がその代表例であり、スマートフォンケースや車のヘッドランプなど様々な所で使われています。要求性能を満たす材料を開発する為には、樹脂そのものの特性に加えて、種々の添加剤を適切且つ適量配合する事が必要と成ります。従って、生産後の材料に含まれる添加剤量を把握する事は、品質管理の観点だけでなく、想定外のトラブルに対して迅速に原因究明を行う為に非常に重要であると言えます。

実際の分析では、図 2 の様なスキームによって事前にポリマーと添加剤を分離した上で、HPLC による測定を行います。事前に分離したとしても、HPLC の測定溶液中には樹脂のオリゴマー成分が残存する為、如何に前処理でオリゴマー成分を減らせるか、オリゴマー成分と目的物である添加剤を分離するかが分析における重要なポイントと成ります。

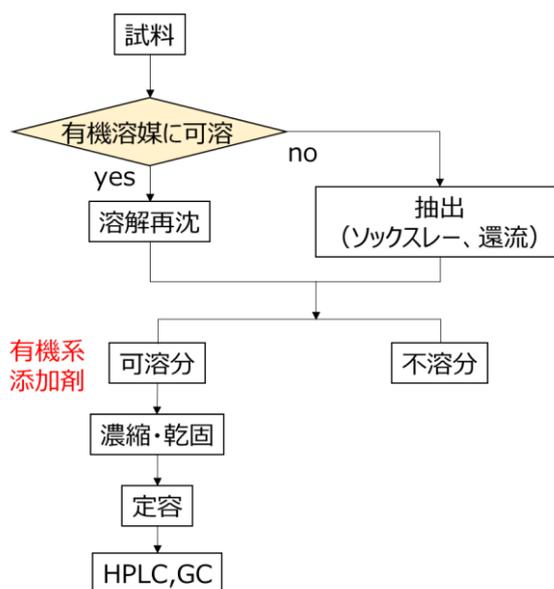


図 2 樹脂の分析スキーム

3. LC-PDA-MS による変色物質の構造解析

樹脂において常に課題と成るのが「劣化」です。樹脂は、熱や紫外線など様々な要因によって劣化が促進されます。劣化は材料の性能低下だけでなく、変色（特に黄変）による製品の外観悪化を引き起こす為、この原因を明らかにする事と、変色を抑制する事が材料開発の大きな課題と成っています。

変色成分は非常に微量であり、本成分のみを単離する事は非現実的である為、NMR や IR による構造解析は適用困難です。それに対して LC-PDA-MS は、成分を分離しつつ UV スペクトルや分子量情報を把握する事が出来、更に LC-MSMS によるフラグメント解析を行う事で部分構造の情報が得られる為、微量の変色成分の解析に非常に有効です。

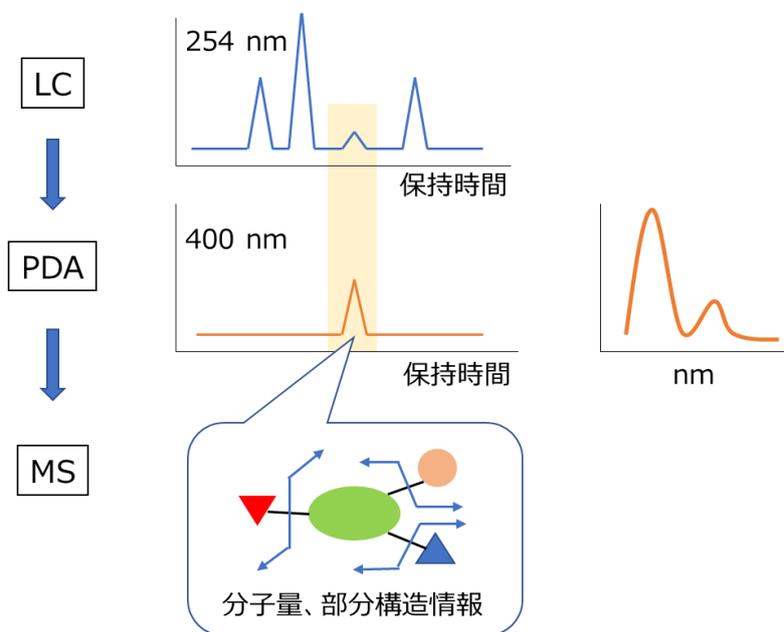


図 3 LC-PDA-MS による変色成分の分析イメージ

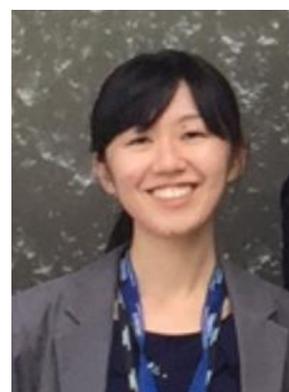
材料の変色要因は使用環境において様々であり、又配合されている添加剤の種類や組み合わせによっても複数のメカニズムが考えられる為、上記の分析結果のみでは解明出来ないケースも少なく有りません。変色メカニズムの解明には、材料の組成や使用環境、配合されている添加剤の役割を把握し、総合的に解釈する事が重要と成ります。

4. 終わりに

以上、簡単ではありますが、出光興産の樹脂開発における HPLC 活用の一部について紹介致しました。クロマトグラフィー技術、樹脂の分析共に、比較的長い歴史の中で技術の開発、深耕が進められて来た分野であると思います。しかし、材料に求められる性能が高まるに連れて、材料組成がより複雑に成り、従来の前処理方法や HPLC 条件では分離出来ない事も増えて来ていると日々感じています。そういった中で、GPEC や 2D-LC、SFC などの新たな分離技術の開発も進んでおり、今後の技術発展に大変期待しています。そして、現在の技術も深めつつ、最新技術の適用も検討する事で、より良い高機能材料の開発に貢献したいと考えています。

<執筆者略歴> 村上祐子 (Yuko MURAKAMI)

- ・ 2014 年 3 月 上智大学大学院理工学研究科
修士課程修了
- ・ 2014 年 4 月 出光興産株式会社入社
樹脂の組成分析、構造解析を中心とした
業務に従事
- ・ LC 研究懇談会事業委員
- ・ LC 分析士二段



【閑話休題】

第 6 回 LC 懇パズル ～ 英単語完成クイズ

以下の 1～4 は英単語を示しています。ヒントを参考にして、平仮名のマスにアルファベットを 1 文字ずつ入れて英単語を作り、答の英単語を完成させて下さい。正解者を抽選の上、2 名に記念品を贈呈します。

(出題者: 中村 洋)

1	あ	い	き	い	V	こ	よ	こ	け	N				
2	か	H	く	け	M	さ	あ	け	G	く	さ	お	H	え
3	よ	お	い	か	あ	く	け	よ	か	け	お	え		
4	い	き	い	か	あ	く	け	き	え	よ	こ	よ		
答	さ	お	お	き	い	よ								

- ヒント
- 1 アルファベットの大文字 2 文字で略記される家電
 - 2 混合物を分離する技法の一つ
 - 3 光のスペクトルを研究する学問
 - 4 水から水素を取り出す事も出来ます

応募方法 ①記念品の送付先住所、②氏名、③LC 懇個人会員番号、④答え、を明記し下記応募先に **2023 年 9 月 15 日(金)**迄にメールでご応募下さい。

正解と当選者の発表 LC 懇ホームページ(9 月中)と本誌第 7 号(2023 年 12 月発行)

応募先 CWP 係 (E-mail: nakamura@jsac.or.jp)

第 5 回 LC 懇クロスワードパズル ~ アルファベット略号・尻取りクイズ

正解発表

本誌第 5 号 (2022 年 12 月 15 日発行) で出題したアルファベット略号・尻取りクイズの略号は、以下の通りです。与えられた 49 文字のうち、使われなかった文字は「B」ですので、正解は「X=B」です。残念ながら、正解者はおられませんでした。(出題者: 中村 洋)

A	D	E	F	I	P	S	1	9			8		7
B	D	E	F	L	P	S				14			
C	D	E	F	L	P	S						13	
C	D	E	G	M	R	T	2	10	15	X	17		
C	D	E	I	O	S	T				16			
C	D	F	I	O	S	T				11		12	6
D	E	F	I	O	S	U	3			4		5	

E	D	D	E	L	L	C
S	D	F	F	F	O	C
I	S	F	T	M	T	A
I	S	F	X	P	T	P
S	D	E	E	P	D	U
O	G	S	S	D	D	I
O	R	C	C	E	E	I

「LC と LC/MS の知恵」 投稿規定 (2023 年 6 月 15 日)

本誌は、(公社)日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会(LC懇)が発行するオープンアクセス電子ジャーナル(掲載料無料)で、LC、LC/MS 或いは関連手法に関する有らゆる内容を対象とします。本誌に掲載される原稿は、投稿を募集するジャンルと投稿を募集しないジャンルに大別されますが、何れも 2 審制(主査と副査)による審査を経る必要が有ります。当面は年間に 2 回(秋季と春季)発行しますが、軌道に乗り次第、年間発行回数を増やす予定です。

投稿を募集するジャンル

専門性が特に高い以下のジャンルの論文で、新しい知見を含み、且つ、速報を詳報として発表する場合を除き、ジャーナルに未発表のものに限ります(カッコ内は A4 サイズ 1 枚を 1 行 40 文字、36 行に設定した時の最大原稿枚数)。

- ・ **報文** (基礎又は応用に重点を置いた論文で、独創性・新規性が有り、且つ、価値有る事実或いは結論を含むもの。15 枚)
- ・ **ノート** (内容が断片的であるが、新しい知見を報告するもの。10 枚)。
- ・ **技術論文、ノウハウ** (技術又はノウハウに重点を置いた論文で、有用性を示す事実或いは結論を含むもの。10 枚)。
- ・ **速報** (速やかに報告すべき内容を含む論文。後に詳細を報告する事が出来る。6 枚)

投稿を募集しないジャンル

- ・ **総合論文** (著者の研究業績を体系的に記述した論文。20 枚)
- ・ **解説** (重要な装置、技術、手法等の基礎或いは応用についての要点を解説。10 枚)
- ・ **シリーズ「試料分析の定石とコツ」** (試料の取り扱い方、分析法等を具体的に解説。10 枚)
- ・ **トピックス** (学会・行政などの動向や新しい手法・技術に関する紹介。6 枚)
- ・ **先達に学ぶ** (学識経験者による教訓・人生訓、6 枚)
- ・ **提言** (建設的な主張や意見。6 枚)
- ・ **団体会員紹介** (LC 懇団体会員からの紹介記事。6 枚)
- ・ **会員動向** (LC 懇個人会員からの近況報告。6 枚)
- ・ **新会員・新役員紹介** (LC 懇個人会員・新任役員紹介。4 枚)
- ・ **閑話休題** (クロスワードパズルなど、2 枚程度)
- ・ **LC 懇事業カレンダー**、など

「LC と LC/MS の知恵」投稿規定

1. 代表著者は、LC 懇の個人会員又は LC 懇団体会員の所属である事。
2. 投稿原稿には、所定の**投稿カード (ppt)** を添付し、必要事項を明記する。
3. 投稿論文（速報を除く）には、要旨（日本語 400 字程度で必須。英語 200 語程度は任意）を本文の前に配置し、**要旨の下に 1 行空けてキーワード**（英文要旨の場合は **Keywords**）と記し、全角で 2 文字分空けてキーワードを 3~6 個セミコロンで区切って記載する。
4. 投稿原稿は、日本語で書き、その形式は「投稿の手引き」に従う。
5. 原稿は、本誌編集委員会宛にワード版で電子メール (nakamura@jsac.or.jp) への添付で送付する事とし、編集委員会到着の日を受付日とする。
6. 原稿の採否は、編集委員会が決定する。編集委員会は、字句その他の加除修正を行い、或いは著者にそれを要求する事が出来る。
7. 原稿の修正などの為に、編集委員会から原稿を返却された場合は、1 か月以内に編集委員会に返送する事とし、これより遅れた場合は新しい投稿として取り扱う。
8. 本誌に掲載された論文等についての著作権は、LC 懇に属する。

「LC と LC/MS の知恵」投稿の手引き

1. 日本語は MS 明朝、英数字は Century で入力し、フォントサイズ (FS) は原則として何れも 10.5 とする。
2. 1 枚目の左上に原稿のジャンルを【 】内に記す (FS:12、強調文字)。例【報文】
3. 表題（強調文字、FS : 14）、氏名（強調文字、FS : 12）、所属（FS : 12）は何れも日本語と英語で表記し、**要旨** (FS : 10.5)、本文 (FS : 10.5) の順に配置する。
4. 和文には「句読点 (、。)」、英文には「カンマとドット (,.)」を使用する。
5. 図表には夫々通し番号を付け、本文中に配置する。
6. 本文中の引用文献には算用数字に丸カッコの右側を付けて上付きとし、その全てを末尾に番号順に配置する。
7. 国際単位系 (SI) の単位を使用し、クロマトグラフィー、LC/MS 及び関連する分野の用語については JIS に準拠する。
8. 原稿末尾に、< **執筆者略歴** >を記載する。略歴には分析士資格を含める（例えば、分析士資格 : LC/MS 分析士二段、無し、取得予定、○○分析士○段手続き中等）。
9. 著者全員の顔写真（カラー、横 10 文字、縦 7 行が標準）を< **執筆者略歴** >に配置。
10. 投稿先 : **投稿カード (ppt)** に必要事項を記入し、原稿と共に「LC と LC/MS の知恵」編集委員会宛、ワード版 (5 MB 以内) で電子メール (nakamura@jsac.or.jp) に添付する。
11. その他については、「分析化学」誌の最新の「投稿の手引き」に準拠する。

原稿執筆に際しての注意点

1. 図表の内容は、略号 (m/z 等) 以外は化合物・溶媒名等も含め、日本語で作成する。
2. 図や表の番号とタイトルとの間は、ドットを記入せず全角で 1 文字分を空ける。
(誤) 図 1. 構造式 → (正) 図 1 構造式
(誤) 表 1. 周期表 → (正) 表 1 周期表
3. 本文中では化合物名、方法名などは日本語で表記し、英語表記が必要な場合は丸括弧内に全て小文字で記す。
(例) 液体クロマトグラフィー (liquid chromatography, LC)
質量分析 (mass spectrometry, MS)
クエン酸 (citric acid)
4. 略号は基本的には全体を大文字、固有名詞は第 1 文字のみ大文字とする。
 - ・ポリテトラフルオロエチレン (polytetrafluoroethylene, PTFE)
 - ・カーkland (Kirkland)
5. 本文中における式の記載方法は、以下の通りとする。
(正) $A + B = C$ (1)
(誤) $A + B = C$ 式 1
(誤) $A + B = C$ 式(1)
但し、本文中で引用する場合は、(1) 式や式 (1) ではなく、式 1 とする。
6. 物理定数を示すアルファベットは斜体とする。
(誤) pKa → (正) p*Ka*
(誤) N, W, R → (正) *N, W, R*
7. 数字と単位の間は半角空けて記述する。
(誤) 254nm → (正) 254 nm
(誤) pH2.5 → (正) pH 2.5
8. pH や p*Ka* の値にはイコール (=) を使用せず、半角を空けて数字を記入する。
(誤) pH=2.5 → (正) pH 2.5

9. m/z の表記においては、 m と z は斜体にし、 z と数値との間は半角を空ける。
(誤) m/z 254 → (正) m/z 254
(誤) $m/z=254$ → (正) m/z 254
(誤) $m/z254$ → (正) m/z 254
10. カラムの表記法は、カラム名 (内径、長さ ; 粒子径) とする。
(例) Sunflower ODS (内径 4.6 mm、長さ 100 mm; 粒子径 3 μm)
11. 移動相の組成表記法は、溶媒 A / 溶媒 B (40 / 60, v / v) の体裁とし、スラッシュの前後は半角スペースを空ける。
12. 混合溶媒の記載順序は、使用モードにおける強溶媒 / 弱溶媒の順とする。
(逆相分配クロマトグラフィーでは) アセトニトリル / 水 (30 / 70, v / v)
(順相分配クロマトグラフィーでは) 水 / アセトニトリル (20 / 80, v / v)
13. pH 緩衝液の表記法は、濃度と緩衝液名をこの順序で記載し、続けてカッコの中に pH 値を記載する。
(誤) 0.1 mol/L pH7.0 リン酸緩衝液
(正) 0.1 mol/L リン酸塩緩衝液 (pH 7.0)
14. 少ない数を数える場合も漢数字ではなく、アラビア数字で表記する。
(誤) みかんを一個 → (正) みかんを 1 個
(誤) タコ八匹 → (正) タコ 8 匹

(2022 年 6 月 22 日 文責 : 中村 洋)

平仮名／漢字の使い分け等

1. 漢字表記とする主な例

	平仮名		漢字
ア行	(例を)あげる	→	(例を)挙げる
	あてはめる	→	当て嵌める
	あらかじめ	→	予め
	あらわす	→	表す
	あらわれる	→	現れる
	(～が)ある	→	(～が)有る
	あるいは	→	或いは
	ある人が～	→	或る人が～
	いく	→	行く
	いずれ(も)	→	何れ(も)
	いただく	→	頂く
	いま	→	今
	いわゆる	→	所謂
	うまい	→	巧い、上手い
	うる、(～し)うる	→	得る、(～し)得る
	える、(～し)える	→	得る、(～し)得る
	おおむね	→	概ね
	おおよそ	→	大凡
	おこなう	→	行う
	およそ	→	凡そ
および	→	及び	
カ行	かつ	→	且つ
	かつて	→	嘗て
	きたす	→	来す
	切り替える	→	切り換える
	(～し)きる	→	(～し)切る

	ください	→	下さい
	こえる	→	超える
	こえる	→	越える
	(~の)こと	→	(~の)事
	(~の)ごとく	→	(~の)如く
	ことに	→	殊に
	ことのほか	→	殊の外
	ことにする	→	異にする
サ行	さしずめ	→	差詰め
	さまざまな	→	様々な
	さらす	→	曝す
	さらに	→	更に
	したがって	→	従って
	(~し)やすい	→	(~し)易い
	しれない	→	知れない
	すなわち	→	即ち
	せいぜい	→	精精
タ行	たくさん	→	沢山
	ただし	→	但し
	たとえば	→	例えば
	たどる	→	辿る
	たまたま	→	偶々
	(~の)ため		(~の)為
	近づく	→	近付く
	ちなみに	→	因みに
	つながる	→	繋がる
	できる	→	出来る
	(~の)とおり	→	(~の)通り
	(~の)とき	→	(~の)時

	(~の)ところ	→	(~の)所
	ところが、	→	所が、
	(~と)ともに	→	(~と)共に
	とりわけ	→	取り分け
ナ行	(事象)がない		(事象)が無い
	(~が)なくなる	→	(~が)無くなる
	なかんずく	→	就中
	なぜ	→	何故
	なにゆえ	→	何故
	ならびに	→	並びに
	(~から)なる	→	(~から)成る
	(~と)なる	→	(~と)成る
	(~し)にくい	→	(~し)難い
ハ行	(~の)ばあい	→	(~の)場合
	(~の)はず	→	(~の)筈
	はなはだ	→	甚だ
	(~の)ほうが	→	(~の)方が
	(~の)ほか	→	(~の)他
	ほとんど	→	殆ど
マ行	まさに	→	正に
	ますます	→	益々
	まず	→	先ず
	また	→	又
	まで	→	迄 ①
	まんざら	→	満更
	みなす	→	見做す
	みる、みられる	→	見る、見られる
	むろん	→	無論

	もしくは	→	若しくは
	もちろん	→	勿論
	(～を)もつ	→	(～を)持つ ②
	もつとも	→	最も
	もつとも	→	尤も ③
	もつぱら	→	専ら
	(～を)もとに	→	(～を)元に
	もともと	→	元元
ヤ行	(～し)やすい	→	(～し)易い
	(～の)ゆえん	→	(～の)所以
	(～して)よい	→	(～して)良い
	(～の)ように	→	(～の)様に
	(～と)よばれ	→	(～と)呼ばれ
ラ行			
ワ行	わが国	→	我が国
	わかる	→	分かる
	わけ	→	訳
	わたる	→	渡る

- 注釈
- ①次に漢字が続く場合は平仮名とする
 - ②化学では所有、存在などへの変換が適当
 - ③道理である。そうは言ってもの意味

2. 平仮名表記とする主な例

(～の)内、	→	(～の)うち、
毎に	→	ごとに
然し	→	しかし
然るに	→	しかるに

(~)し無い	→	(~)しない
(~では)無い	→	(~では)ない
尚、	→	なお、
(~を)持つ	→	(~を)もつ
良く(~する)	→	よく(~する) ①
(~に)依る	→	(~に)よる ②
(~に)拠る	→	
(~に)因る	→	
(~に)由る	→	

注釈

①しばしば~する意

②正確な使い分けが難しい為

3. その他

蛋白(質)	→	タンパク質
たんぱく(質)	→	
タンパク	→	
除タンパク質	→	除タンパク
バッファ(-)	→	緩衝液
充てん(剤)	→	充填(剤)
充填(剤)	→	
充分	→	十分

(2022年6月22日 文責:中村 洋)

2023年度(2023年3月1日~2024年2月29日)LC研究懇談会・事業カレンダー		
Month	Date	Event
2023年		
1月	1月19日(木)20日(金)	第28回LC & LC/MS テクノブラザ(主催:LC研究懇談会、世話人:中村 洋) Zoomウェビナー
	1月23日(月)	第27回LC研究懇談会特別講演会・見学会(世話人:榎本幹司、栗田工業株式会社 Kurita Innovation Hub)
	1月27日(金)	第379回例会(オーガナイザー:柿田 稔) 講演主題:核酸医薬品の分離分析の現状と課題、将来像
2月	2月22日(木)	第380回例会(オーガナイザー:加藤幸一郎) 講演主題:微量成分分析における定量のコツ
3月		2023年度CERIKロマトグラフィー分析賞募集会告(締切:8月末日)
		2023年LC科学遺産認定推薦募集会告(締切:8月末日)
		2024年液体クロマトグラフィー努力賞募集会告(締切:9月末日)
		2023年POTY賞推薦募集会告(締切:9月末日)
	3月1日(水)	2016年度LC分析士三段試験 → 「第5回LC分析士三段試験解説書」(通算27冊目)メール査読会
	3月20日(月)	2023年度LC分析士初段試験(東京都品川区・五反田文化会館)
	3月23日(木)	2023年度LC分析士二段試験(東京都品川区・五反田文化会館)
	3月24日(金)	第381回例会(オーガナイザー:大塚克弘) 講演主題:環境分析の展望 ~環境分析を見渡すと~
	3月28日(火)	2023年度LC/MS分析士初段試験(東京都品川区・五反田文化会館)
	3月30日(木)	2023年度LC/MS分析士二段試験(東京都品川区・五反田文化会館)
4月	4月26日(水)	(公社)日本分析化学会 第12回定時総会
	4月27日(木)	第382回例会(オーガナイザー:川口 研) 講演主題:クロマトグラフィー用試料前処理技術の基礎と応用
5月	5月10日(水)	2023年度LC分析士三段試験(東京都品川区・五反田文化会館)
	5月16日(火)	2023年度LC/MS分析士三段試験(東京都品川区・五反田文化会館)
	5月19日(金)	第19回生涯分析談話会(富山大学・五福キャンパス、協賛:LC研究懇談会) 第83回分析化学討論会(5/20-21)
	5月25日(木)	第383回例会(オーガナイザー:坂本和則) 講演主題:HPLC、LC/MSの基礎知識
6月	6月5日(月)	2023年度LC分析士四段試験(東京都品川区・日本分析化学会会講室)
	6月6日(火)	2023年度LC分析士五段試験(東京都品川区・日本分析化学会会講室)
	6月12日(月)	2023年度LC/MS分析士四段試験(東京都品川区・日本分析化学会会講室) 2023年度LC/MS分析士五段試験(東京都品川区・日本分析化学会会講室)
	6月15日(木)	電子ジャーナル「LCとLC/MSの知恵」第6号発行
	6月20日(火)	第384回例会(オーガナイザー:伊藤誠治) 講演主題:LC及びLC/MS分析における装置と関連技術の発展
	7月	7月19日(水)
8月	8月1日(火)	2015年度LC/MS分析士初段試験 → 「第5回LC/MS分析士初段試験解説書」(通算28冊目)メール査読会
9月	9月13日(水)	第20回記念生涯分析談話会(熊本城ホール、協賛:LC研究懇談会) 日本分析化学会第72年会(9/13-15)
	9月15日(金)	第386回例会(オーガナイザー:中村 洋) 講演:HILICにおける分析種の溶出挙動とアプリケーション(伊藤誠治)
	9月20日(水)	第387回例会(オーガナイザー:岡橋美貴子) 講演主題:臨床検査におけるHPLC、LC/MSの活用
	9月27日(水)-29日(金)	HPLC & LC/MS講習会2023(主催:LC研究懇談会、五反田文化会館)
10月	10月12日(木)	2023年度分析士会総会・研修講演会(五反田文化会館、主催:分析士会、協賛:LC研究懇談会、後援:LCシニアクラブ)
	日程未定	第388回例会(オーガナイザー:清水克敏) 講演主題:未定
11月	日程未定	第389回例会(オーガナイザー:合田竜弥) 講演主題:未定
	11月25日(土)	第16回千葉県分析化学交流会(世話人:齋藤敦子、東邦大学キャンパス、後援:LC研究懇談会)
	日程未定	第28回LC研究懇談会特別講演会・見学会
	日程未定	LC- & LC/MS-DAYS 2023(主催:LC研究懇談会)
12月	日程未定	LCシニアクラブ 2023
	12月15日(金)	電子ジャーナル「LCとLC/MSの知恵」第7号発行
	日程未定	第390回例会(オーガナイザー:大貫隆史) 講演主題:未定
2024年		
1月	1月18日(木)19日(金)	第29回LC & LC/MSテクノブラザ(主催:LC研究懇談会、世話人:川口 研)
	日程未定	第391回例会(オーガナイザー:村上祐子) 講演主題:未定
2月	2月1日(木)	2016年度LC/MS分析士二段試験 → 「第5回LC/MS分析士二段試験解説書」(通算29冊目)メール査読会
	日程未定	第392回例会(オーガナイザー:橋田 規) 講演主題:未定

(作成責任:中村 洋)

編 集 委 員 会

編集委員長	中村 洋	(東京理科大学)
編集委員	伊藤誠治	(東ソー株式会社)
	榎本幹司	(栗田工業株式会社)
	大塚克弘	(ムラタ計測器サービス株式会社)
	岡橋美貴子	(特定非営利活動法人病態解析研究所)
	熊谷浩樹	(アジレント・テクノロジー株式会社)
	竹澤正明	(株式会社東レリサーチセンター)
	三上博久	(株式会社島津総合サービス)

へ	ん	し	ゆ	う	こ	う	き
伊藤誠治		榎本幹司		大塚克弘		岡橋美貴子	
今号も、ご愛読及び御投稿頂き有難う御座いました。紹介記事にも書きましたが、皆さん、編集委員の役得を利用してみませんか。		今回は、編集委員紹介を投稿させていただきましたのでそちらもぜひご覧下さい。		6月になり雨が多くなります。休みの日に外出出来ない時など、本ジャーナルを読んで頂けると嬉しいです。		次号発行迄には対面式の研究懇談会例会も再開されそうです。次号へのご投稿、例会へのご参加、お待ちしております。	
熊谷浩樹		竹澤正明		中村 洋		三上博久	
徐々に増えてきた対面での活動に、この電子ジャーナルの記事がお役に立てば幸いです。		皆様のご尽力により第6号が発行できました。心より感謝申し上げます。次号に向けて是非ご応募をお願いいたします。		日本の人口減少が気になります。何処を見ても出来高が一時より下がっています。LC懇話会はギアを上げて発信力を高めて行きましょう。		コロナ禍の中で誕生した本誌も通巻6号を迎え、本年9月からは対面での例会再開予定です。益々力が入ります。	

LC と LC/MS の知恵 2023 年第 1 号 (通巻第 6 号)

2023 年 6 月 15 日発行 (©2023, 無断複写・転載厳禁)

編集責任者 中村 洋 (E-mail: nakamura@jsac.or.jp)

発行所 〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2

五反田サンハイツ 304 号

(公社) 日本分析化学会・液体クロマトグラフィー研究懇談会

The Division of Liquid Chromatography

The Japan Society for Analytical Chemistry (JSAC)