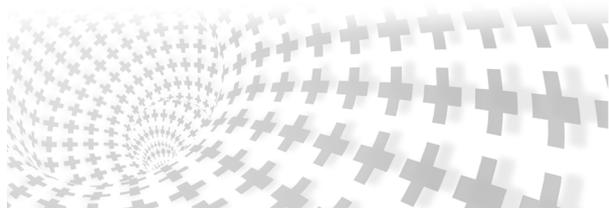


こんにちは



競走馬理化学研究所を訪ねて

〈はじめに〉

令和初の正月明け早々に、JR 宇都宮駅及び東武宇都宮駅の西方にある公益財団法人競走馬理化学研究所を訪問した。周囲には、日本中央競馬会（JRA）馬事公苑宇都宮事務所や日本装蹄協会装蹄教育センターなど馬に関連する機関が多数存在している。

〈競走馬理化学研究所の沿革と業務〉

本研究所は、1963年にJRA競走馬保健研究所（現競走馬総合研究所）の分室として設置され、公正な検査には独立した組織が好ましいという観点で、1965年に財団法人として設立された後、2011年からは公益財団法人として活動している。本研究所は、競馬における薬物の使用規制、馬の個体識別、家畜及び農畜産物等に係る理化学的検査及び研究を行い、もって競馬に対する国民の信頼の増進に資するとともに、学術の振興に寄与するために活動を行っている。検査と研究は、薬物等の化合物を対象とする薬物分析部と遺伝子等を対象とする遺伝子分析部の二つの部門で行われている。競馬の公正確保のため、競走馬の薬物規制及び血統登録に関する検査・研究事業を中心に、競走馬の生産者や飼料業者等からの依頼に応じた検査も行っている。本研究所は1983年3月に本誌の「こんにちは」で紹介されているが、今回は東京都世田谷区にあった移転前の研究所（2002年に移転）と東京競馬場の紹介であったため、今回は移転後の宇都宮の研究所を紹介する。

〈薬物分析部〉

競馬はレースの公正を保証するために、各レース終了後に尿もしくは血液を採取し、薬物検査を行っている。通常、血液と比較して尿は薬物濃度が高く、服用から時間が経過した薬物を検出することが可能であるため、検体は基本的に尿が用いられるが、尿が採取できなかった

競走馬は血液を採取して検査を行っている。本研究所は、競走馬の薬物検査を行う国内唯一の機関であることから、中央競馬及び地方競馬において開催される北海道から九州まで日本各地の競馬場から、年間で約44000検体が集まっている。中央競馬は基本的に週末にレースが開催されることもあり、毎週月曜日に多数の検体が到着するそうである。レース終了後に採取された検体は競馬場でそれぞれA検体とB検体に分割されており、研究所に到着すると、A検体はすぐに検査を始めるが、B検体は封緘が施された容器ごと敷地内にある別棟の冷蔵庫で厳重な管理のもと保管され、A検体から薬物が検出・同定された時に、専門家の立ち合いの下で再検査される。現在、薬物検査における分析装置は主にGC-MS及びLC-MS/MSが用いられている。GC-MSを使用する尿の検査法では、初めに尿検体は固相抽出により分画抽出され、各分画をGC-MSで分析するスクリーニング検査を行う。禁止されている薬物が検出された場合は、主にLC-MS/MSで分析している確認検査によりその薬物の同定が行われている。GC-MSによるスクリーニング検査では、平日の日中に固相抽出による前処理を行い、翌朝までにすべての検体の分析が終了する工程となっている。毎日200件以上の検体を分析するた



写真1 薬品分析部の前処理作業エリア



写真2 薬品分析部の分析機器室

め、前処理装置やGC-MSは同じ装置が10数台設置されていた。今回の訪問が、午後から夕方であったため、当日に行う前処理操作はすべて終わり、見学した時は翌日の検査に備えて準備作業が行われていた。一方で、二つの分析機器室の中では、10数台のGC-MSが薬物の分析を並行して行っていた。一つの装置に問題があっても検査を行えるように、同一の装置を複数台所有し、必要に応じて週末にメンテナンスするなど、検査業務が滞ることがないように万全な体制が構築されていた。

競走馬の薬物規制は、日本では競馬法に則り競馬主催者によって禁止薬物が指定されている。フランスはフランスギャロの規定で「体内に自然に存在し得ない物質はすべて禁止」、イギリスは英国競馬統括機構の規定で「あらゆる医薬品・サプリメントの使用が禁止」となっている。競馬の国際化に対応するため、海外で規定されている範囲の薬物の検出が可能となるよう、本研究所では、LC-HRMS等を利用した広範囲な化合物の分析法を開発している。本研究所で最新の高感度な質量分析装置を使用した場合、従前の分析技術では検出されなかった微量の薬物や環境中の化合物がレース後の競走馬の尿から検出されることもあるが、一部の化合物は国際的な許容値等が規定され、許容範囲以下の場合には陽性と判定されない。また、研究所の保管庫には現在1600種以上の化合物の標準品が保存され、検出された薬物等の確認検査や定量試験をすぐに行えるように、各化合物は秤量・調製した状態で冷蔵庫等の中で保管されていた。

アスリートが治療目的で使用した医薬品や補助食品の中に、意図せずドーピング関連物質が混入しており、問題になるという事故が起こっている。競走馬においてもこのような事故を防ぐために、本研究所では競走馬用の飼料等の検査を行い、競走馬に使用する飼料等に禁止薬物が混入されていないことを確認していた。

〈遺伝子分析部〉

遺伝子分析部は、サラブレッドの血統登録のための検査、競走能力や疾病に関連する遺伝子の同定、遺伝子ドーピングの検査法開発などを担当している。

サラブレッドは、17世紀頃のイギリスでアラブ系品種及び英国在来系品種を交配させて競馬による育種選抜を経て作出された品種であり、1791年以来より血統登録が行われている。サラブレッドは、必ずサラブレッドと認められた両親の子供でなければならず、さらに、その繁殖においては人工授精などの人為的な方法による交配は認められていない。そのため、すべてのサラブレッドには血統書が存在し、祖先を正確にたどることができる。

国内で生まれたサラブレッド（7000頭/年）の血統登録は、生産者がジャパン・スタッドブック・インターナショナル（JAIRS：サラブレッドの血統登録団体）に依



写真3 DNAの抽出のためのサラブレッドの鬣（毛根付き）を裁断する作業



写真4 競走馬理化学研究所の皆さんと著者（右端が上原，左端が加藤）

頼して、出生したサラブレッドの鬣（たてがみ）を採取し、本研究所に送付する。ヒトの法医学検査にも使用されるマイクロサテライトマーカーによる親子判定検査を行い、その結果を基にJAIRSが血統登録し、晴れてサラブレッドと認められる。国内で生産あるいは海外から輸入されたすべてのサラブレッドは、本研究所で血統登録あるいは確認のための検査を受けなければならない。

サラブレッドは長年にわたって血統情報が整備されているため、競走能力に関連する遺伝子探索などの遺伝学的研究に適している。生涯獲得賞金額を指標としてゲノム網羅的に原因遺伝子を探索するゲノムワイド関連解析（GWAS）により、筋抑制因子であるミオスタチン遺伝子が同定された。競馬は、レースによって競走する距離が異なり、短いレースは1000 m程度で、長いレースは3000 mを超える。同遺伝子の遺伝型の相違は、競走馬の距離適性（短距離、中距離、長距離適性）と関連することが明らかになった。

このような遺伝情報は的確に利用されれば問題無いが、最近では、ゲノム編集競走馬といった新たな公正競馬の脅威である遺伝子ドーピングも懸念され、これに向

けた検査法開発にも取り組んでいる。

〈おわりに〉

競馬の公正確保のための検査が正確に行われていることを保証するため、研究所では、日常的な検査業務に加えて、それぞれの部門が外部機関の認証や技能試験を受けていた。薬物分析部は日本適合性認定協会（JAB）から ISO/IEC 17025 試験所として認定され、遺伝子分析部は国際動物遺伝学会（International Society for Animal Genetics, ISAG）による国際比較同定試験（Comparison Test）に参加し、毎回最高の評価を得ている。これらの認定証や評価結果が、研究所の壁に掲載されていた。

本研究所の優れた検査体制によって、今では年間数件程度しか禁止薬物が検出されていないそうである。これは、本研究所が、正確で確実な検査を行っているためと考えられる。今回は、大学教員2名による訪問であったが、自分たちの職場と比較して、恵まれた検査環境（広さ、設備、資金など）に圧倒され、ため息をつくばかりであった。

正月明けの忙しい時期に、今回の訪問をご承諾下さり、長時間にわたりご説明頂きました薬物分析部の山田雅之課長、遺伝子分析部の柗裕永課長、戸崎晃明専門役、総務部の稲村愼一課長に厚く御礼申し上げます。

〔昭和大学 加藤 大〕
〔宇都宮大学 上原伸夫〕

新刊紹介

プラズマ分光法による環境試料の分析 ICP, DCP, MIP 分析の基礎と実例

宮崎 章・藤森英治・田中 敦・吉永 淳 著

誘導結合プラズマ（ICP）の特長を利用した発光分析や質量分析は、今や無機分析のスタンダードとも言える汎用的機器分析法である。しかし ICP 以外にも実用的なプラズマがあることは、深い専門書以外ではあまり解説されていない。本書では、ICP を主軸としながら、直流プラズマ（DCP）やマイクロ波誘導プラズマ（MIP）についても原理と特性からそれらの応用例までが簡潔に記されている。また ICP 質量分析（ICP-MS）についても概要が記載されているのは有り難い。大気や水、土壌・底質から生体試料まで、環境試料のメインストリームがサンプリングから試料処理、研究事例を含めて章毎に解説されている。更に ISO, ASTM や JIS などの標準規格についても言及されていて、現代の無機系環境分析の概要と研究事例を知るにはもってこいの好著である。

(ISBN 978-4-86707-000-0・B5判・264ページ・5,600円＋税・2020年刊・アグネ技術センター)

バージ・ドリーセン 化学入門

J. Burdge・M. Driessen 著、小澤文幸 訳

一般化学や基礎化学の教科書は数多いが、どれを講義で使うとより効果的か頭を悩ませている大学教員は少なくないだろう。アメリカの州立大学で長く一般化学の教鞭をとっている2名によって書かれた本書は、2020年に翻訳版として出版されたが、数式の使用を最小限にしたりカラーの写真やグラフィックを多用したりして、初めて化学を学ぶ学生に化学の基礎概念

を平易に伝えられるよう工夫されている。また原著の副題にもなっている、‘atoms first approach’ という原子の構造と性質を元に化学を理解する概念を提唱していて興味深い。すなわち、原子の性質と周期性から化合物の形成過程を解説し、更にそれらの性質と反応に話を進める試みである。例題も多く配置されており、身近な化学の話題がコラムとして挿入されているのもうれしい。講義用、自学用、図書配備用、どれでも薦められる好著である。

(ISBN 978-4-8079-0982-7・B5変判・160ページ・2,200円＋税・2020年刊・東京化学同人)

分析化学実技シリーズ 機器分析編 18 バイオイメージング

(公社)日本分析化学会・編
小澤岳昌 著

細胞や動植物個体内の分子の動きを直接観察するバイオイメージングは、基礎生命科学研究にとどまらず、医学、創薬、農学など、様々な分野で活用されている。本書籍は、基礎から最新の話題や、さらには未来展望を、初心者向けに図表を多く、分かりやすく簡潔に解説している。Chapter 1はバイオイメージングの基礎、Chapter 2は顕微鏡の基本原則、Chapter 3は蛍光イメージング、Chapter 4は発光イメージング、Chapter 5はラマンイメージング、Chapter 6はイメージングの未来展望について記載されている。光シート型蛍光顕微鏡やラマンイメージングなどの最新の話題に加えて、著者が考えるイメージング材料やプローブ開発などの未来展望を含めて、100ページ程度にまとめてあり、数時間で読むことができる。そのため、これからバイオイメージングを始める方のみならず、バイオイメージングの最近の動向に興味のある会員諸氏にとっても非常に有益な書籍であると考えられる。

(ISBN 978-4-320-04457-9・A5判・115ページ・2700円＋税・2020年刊・共立出版)