

分析機器解説シリーズ(113)

- ◆ラボ日常における測定技術上の概念とその意味(熱分析を例にして)
【第2部: 測定の不確かさ】 P1
メトラー・トレド株式会社
ラボラトリーシステム事業部熱分析グループ 白井 敏紀
- ◆平成22年度産学官連携支援事業補助事業報告 P5
- ◆お知らせ P7
- ◆中央分析センター(筑紫地区) 装置利用状況 P8
- ◆中央分析センター伊都分室 利用状況 P8

分析機器解説シリーズ(113)

ラボ日常における測定技術上の概念とその意味(熱分析を例にして) 【第2部: 測定の不確かさ】

メトラー・トレド株式会社 ラボラトリーシステム事業部熱分析グループ
白井 敏紀

1 はじめに

本稿の第1部では、測定誤差、精密さ、正確さ、精度、真値、真値として認められた値(認証値)の概念とそれがラボ日常にとって持つ意味を検討しました。第2部では、測定の不確かさをどのように評価するかを検討します。加えて、不確かさの分析が何故、分析方式に属するかについてその論拠を報告します。

2 測定の不確かさとは何か

測定誤差の原因を特定し、然るべき対策を講じるためには、測定誤差を系統誤差と偶然誤差とに分けることが有意となります。しかし、今日では、これらの誤差を区別するのではなく、測定結果の精度に関わる要因の総和で考察する方法が一般的になっています。この総和を不確かさ、または測定の不確かさと呼びます。ここで語られるのは、分析方式の各ステップ(例えばサンプル準備)での不確かさ、そして、それらを合成した全体の不確かさです。本論が広く掘りどころとするのは、Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)¹に基づくコンセプトです。この1993年刊行の手引書と1995年のその校

訂版の中に測定の不確かさについて次の記述があります。

「測定の結果の不確かさは、測定量の値についての正確な知識の不足を反映します。測定の結果というのは、認識された系統的影響の修正後も依然として、偶然の働きによる影響と系統的影響に関する結果の修正の不備から生じる不確かさに基づいて評価された測定量の値のことで、この測定の結果は、可能性として知らないうちに測定量の値の極近くに位置し、その結果、無視できる程度の誤差を持つだけです。それでもなお、それが大きな不確かさを含む可能性があるので、測定の不確かさを不明な誤差と混同しないことが望ましいのです。」

定義から、不確かさはその時々々の測定結果のクオリティの定量的尺度であることが判ります。これを利用して、測定結果の信頼性を評価することができます。また、このコンセプトにおいて不確かさは、測定結果そのものに起因する不確かさだけでなく、サンプリング、サンプル準備、環境の影響、実験パラメータ、測定の熟練度、および結果の評価に関連のある不確かさも対象となります。

3 測定の不確かさの原因は何か

不確かさのコンセプトにおいて系統誤差と偶然誤差は区別しませんが、不確かさの原因はそこに留まっています。本稿の第1部ですでに詳述されていますが、もう一度、測定の不確かさの主な原因をあげておきます。それはメソッドの影響（メソッド・バイアス）、装置の影響、サンプリング、サンプル調製、測定環境、実験パラメータ、評価方法、時間依存性、測定者の未熟さ、ケアレスミスです。

4 どのようにして測定の不確かさを求めるか

測定の不確かさの評価は、どんな場合でも、有資格の測定技術者が実行しなければなりません。有資格とは、分析方式のすべての部分ステップを理論的に良く知っていて、それを実践できることを言います。

CITAC / EURACHEM Guide 2000 に倣って下記の手順で測定の不確かさを求めることを推奨します。

1. 測定量を指定する

始めに、どんな測定量を求めるものとするか、また、必要に応じて測定値から最終結果をどのように算出するかについて報告します。また、サンプル準備についても正確に記述します。そして、結果の不確かさを最大限どの程度受け入れることができるかを限定します。

2. 分析方式を特徴づけ、不確かさの原因を特定する

分析方式の全てのステップを詳細に説明する必要があります。説明は標準作業手順書（SOP）で構いません。特に、サンプル材料、サンプル準備、使用される装置および器具類、測定方法のパラメータ、環境条件、評価方法、測定者などの主要な影響を検討し、これらについて不確かさの個々の原因を特定します。一般に、この作業は「特性要因図」を用いて行われます（図1を参照）。

不確かさの原因に対し、付帯する更なる原因が存在する場合は、分岐を書き加えます。こうして不確かさのすべての原因を網羅した細かい枝を張った模様（「魚の骨図表」）が出来上がります。

3. 不確かさへの関与を数量化する

特定された各原因の不確かさがどのように全体に寄与するかを評価します。そのために、各原因の反復測定によって得られた標準偏差を利用します。しかしながら、実際には不確かさの原因を直接測定できないケースも多く、例えば、サンプル準備（裁断、熱接触など）から生じる不確かさ、測定装置と関連する不確かさなどがあります。こうしたケースでは、経験値、生産データ、または文献からのデータで間に合わせます。ときには、許容される最大値と最小値から不確かさを見積もるのも有用です。

熱分析では、測定曲線の定量的評価の結果が接線、ベースライン、傾きのどれを選択するかによって違ってくることがあります。この不確かさを見積もるためには、例えば評価パラメータ（接線、ベースライン、傾きなど）を変え、得られる測定結果のばらつきから相応の標準偏差を不確かさとして評価することができます。

4. 組み合わせられた測定の不確かさと拡大された測定の不確かさ

様々なステップについて査定された不確かさを今度は1つの組み合わせられた不確かさにまとめます。互いに依存していない不確かさの場合、全体の不確かさは、二乗された不確かさの総和からの根に相当します。その答は、組み合わせられた標準不確かさです。



図1 特性要因図。矢印は「～に関与する」を意味する。

この標準不確かさは、標準偏差に相似し、個別測定で正確な測定結果が68%の確率で見出される範囲を表します。これは、測定値の±偏差の形で、すなわち、測定値を中心として対称形の値幅として表されます。

例：142 ± 0.5

備考：個々の不確かさが互いに依存している場合（すなわち、相異なる測定量が互いに影響し合う場合）は、組み合わされた不確かさを求めるために分散分析の法則を使用します。

割り当てられた不確かさの原因をその大きさ順に並べます。重要でない不確かさ、すなわち、小さい不確かさは無視して構いません。

また、測定の不確かさを総じて拡張不確かさの形で表すことはよくあります。これは、合成された不確かさに包含係数 k_c （上乘せ係数とも言う）を乗じることによって得られます。拡張不確かさは、測定値が拡大係数によって限定されたある確率（=上乘せ確率 P_c ）で位置するインターバルを意味します。拡大係数 $k_c = 2$ の時 P_c は95%、 $k_c = 3$ の時 P_c は99%となります。

測定の不確かさを標準不確かさの代わりに拡張不確かさで表そうとする場合は、上乘せ確率も付記しなければなりません。

例：142 ± 1.0 ($P_c = 95\%$)

測定の不確かさの見積りは、バリデーションプロセスにおける重要なステップです。そこで、見積られた不確かさを分析方式にとって最大限許容される不確かさと比較するのです。出された要求を分析方式が満たしていない時は、不確かさに関与する最重要の項目を適当な方策、例えば、より慎重を期す、測定の回数を増やす、より慎重に評価をするなどの方策によって減らさなければなりません。分析方式がそれでもまだ要求を満たさない時は、適宜、他の方式に変えなければなりません。この代替の方式についても、自明のことながら、不確かさの査定が必要となります。

5. 測定の不確かさを査定する手順を明確に文書化する

測定の不確かさの分析は、下記の点を含むプロトコルに記

録しておかなければなりません。

題目

主旨説明

すべての部分ステップを含む分析方式全体の簡単な説明

すべての不確かさの原因のリストアップ

部分ステップにおける不確かさの見積り

個々の不確かさの見積りの根拠

拡張された測定の不確かさと上乘せ係数

全測定結果

場所、日付

測定技術者および独立した専門家の名前と署名

不確かさに関与するものを特定するために使われた情報（製造者仕様書、以前に行われた測定のデータ、一般的経験、基準物質の証明書など）の源を明示しなければなりません。

二人目の独立した専門家も、測定の不確かさの査定を行い、自身の得た結果を測定技術者と検討することが望ましいです。この検討により、方式の隠れた困難を極めて早い時点で簡単に発見し、結果的に回避することができます。測定の不確かさを過小評価すると、結果を過信することになり、逆に、不確かさを過大評価すると、分析方式の有用性まで疑ってしまいかねません。

備考：欧州規格 DIN EN 45001（検査ラボの運営に関する一般規準）に則して自らの検査作業または校正作業を行うラボについては、特別な規則が適用されます。

例：ガラス転移温度と限界値

測定値を、仕様書または規則書において定められた限界値と比較することはよくあります。その場合、DSCで測定された硬化後の接着剤のガラス転移温度 T_g は指針の通り少なくとも180 でなければならないと仮定します。更に、2つの生産ロットAおよびBからの1つずつのサンプルについてDSC測定を行ったところ、 T_g 値がそれぞれ184（ロットA）、176（ロットB）になったと仮定します。

ここで、これらの結果について測定の不確かさを考慮しなければ、生産ロットAは十分に硬化したものと（ T_g が限界値より上）と格付けされ、生産ロットBは十分に硬化しなかったもの（ T_g が限界値より下）としてはねられることになるでしょう。このような関係が図2にシナリオ1として描かれています。

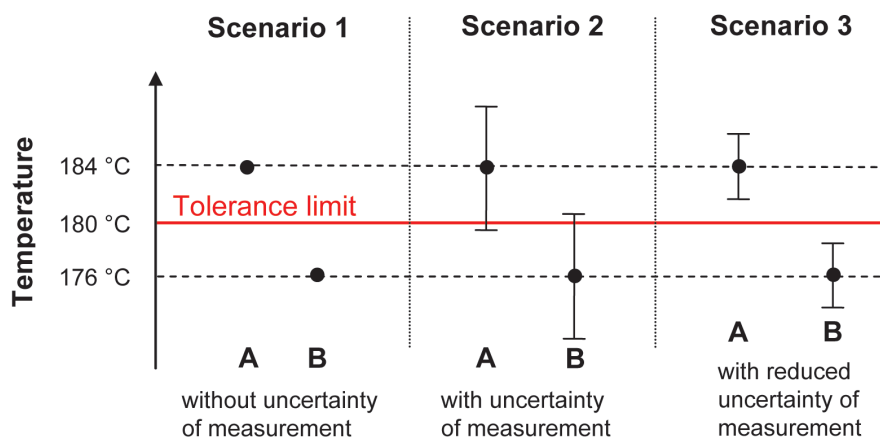


図2 限界値要件に近い測定結果についての判定の助けとしての測定の不確かさ

測定値は限界値より上であっても下であってもとにかく限界値の近くにあるので、生産ロットが要件を満たしているか否かは極めて不確かで、判定を誤る危険があります。

ガラス転移温度の不確かさが ± 5 ($k_\sigma = 2$) であると仮定します。統計的視点から見れば、この場合、両方のロットは、所要の最小ガラス転移温度 180 をもって一貫していません(図2のシナリオ2)。ガラス転移温度の不確かさを ± 3 ($k_\sigma = 2$) に縮減することに成功すれば(図2のシナリオ3)、ロットAは要件を95%の確率で満たさず、ロットBも同じく要件を95%の確率で満たしません。測定結果に割り当てられた測定の不確かさは、この場合、測定結果が明らかに所与の限界より上にあるか下にあるか、または、要件が辛うじて満たされるのかどのようにしても満たされないのかを認識できるようにする重要な助けとなります。

例：サンプル形体の不確かさと弾性係数の不確かさ

梁の長さについては、複数回の測定により次の平均値と標準偏差が生じます。

- 長さ l : 70mm \pm 0.1mm (張間長さ)
- 幅 b : 7.2 \pm 0.1mm
- 高さ h : 1.3 \pm 0.05mm

梁の3点曲げに関する形状係数 G は、次の通り算出されます。



求めようとしているのは、形状係数の標準偏差 s_G です。この標準偏差は、ガウスの誤差伝播の法則を使って次の通り算出されます。



ここで f_k は互いに依存しない測定量 l , b および h で、 $s_{f_i}^2$ はその分散量です。これらから形状係数 G は、



$G = 5420\text{mm}^{-1} \pm 630\text{mm}^{-1}$ ($\pm 11.6\%$) と得られます。そして、形状係数の不確かさから生じる弾性係数の測定の不確かさは同様に $\pm 11.6\%$ ($P_C = 68\%$) となります。ここで留意すべきは、 $\pm 11.6\%$ はサンプル形状の不確かさによってのみ生じる不確かさであることです。

例：DSC測定による融解エンタルピーの不確かさ

ここではDSCを使ってサンプルの融解エンタルピー [J/g] を求める時の不確かさを見積もります。主要な影響量として、サンプル準備、方法パラメータ、測定装置および評価方法を考察します。これら主要な影響量の各々について個々の不確かさの原因を特定し、特性要因図の中に描きます(図3を参照)。

そして表1には、各ステップで見積もられた不確かさが示してあります。この場合、測定の標準不確かさは



となります。

このような手法は、わずかに不純物を含む医薬用原料の融解ピークにも当てはまります。他の材料の場合、不確かさはこれよりより大きくなる(例えばポリマーの場合)、あるいは小さくなる(例えば、純物質の場合)ことがあります。

図3 DSC測定により融解エンタルピーを求める際の不確かさの原因を特定するための特性要因図

表 1

原因	測定の不確かさ
サンプル質量	±20 μg (例えば、秤の再現性) ; サンプル質量約 10mg → ± 0.2%
サンプルパン中へのサンプル充填	無視できる
サンプルパンとの熱接触	±0.5% (概算)
発熱速度	無視できる
ガス	} 同等条件下で調整される場合、無視できる
ガス流量	
校正	±1.5% (校正物質の不確かさ)
積分限界線	} ±3% (反復評価の統計値)
基線タイプ	

5 結 論

不確かさの分析の根拠を明らかにし、分析の結果を文書化するのが、プロの測定技術者の仕事です。得られた結果から、分析者は、測定方式の信頼性、能率および最適化の可能性についての価値ある情報を受け取ります。測定の不確かさのデータを持たない測定結果は、厳格に言えば、信頼性を欠き、説得力を持ちません。測定の不確かさを見積もることは、分析方式の検証における1つの重要ステップでもあります。

文 献

- [1] Validation in Thermal Analysis, Mettler Toledo, 2008
 [2] Leitfaden für die Angabe der Unsicherheit beim Messen. Deutsche Übersetzung des GUM, 1. Auflage,

1995, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin-Wien-Zürich.

- [3] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. ISO, Geneva, Switzerland 1993 (ISBN 92-67-10188-9).
 [4] Ermittlung der Messunsicherheit bei analytischen Messungen. EURACHEM/CITAC Leitfaden, Übersetzung der zweiten Auflage von: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Published on behalf of EURACHEM by Laboratory of the Government Chemist: London, 1995, ISBN 0-948926-08-2.
 [5] Taylor, B. N.; Kuyatt, C. E.: Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results; NIST Technical Note 1297, National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, MD, 1994.

平成22年度 産学官連携支援事業補助事業報告

(1) 九州大学分析センターでは、「先端研究施設共用イノベーション創出事業」(平成19年度)、「先端研究施設共用促進事業」(平成20、21、22年度)【講習機能を備えた大学先端分析施設・機器の産業利用仕組みの構築】を行っています。本事業の趣旨は、大学の先端分析機器を企業へ開放し、各種問題解決に活用することです。また、分析機器セミナーや講習会を行い、技術者のスキルアップも行うことです。

(2) 本事業では、情報を九州大学中央分析センターや共用ナビ(文科省)のホームページに掲載しました。また、大学の産学連携本部とも協力し、本事業の広報を行うとともに、パンフレットの作成・配付(1,500部)基礎分析セミナーや講習会案内(1,915部)地域商工会への説明や産業ビジネスフェアでの展示などを行い、本事業の広報を行いました。ま

た、利用ニーズが見込まれる企業100社を対象に直接訪問することにより、企業が抱える技術的問題点について相談を受け、分析センター所有機器の説明、本事業の紹介・利用提案を行いました。

平成22年度は23件(新規利用拡大14件、トライアルコース9件)の課題を採択し実施しました。申請企業は金属、鉄鋼、半導体、建設、資源開発、原子力、自動車、化学、製薬、食品などの業界に渡っています。課題選定は以下の基準に基づいて行いました。

- 分析センター所有分析装置の有効利用が図れるもの。
- 地場産業がかかえる技術上の問題解決に寄与できるもの。
- 平和利用に使われるもの。
- 社会正義に反しないもの。
- 技術者のキャリアアップにつながるもの。
- 経済的なインパクトがあるもの。

(3) 平成22年度利用実績

施設名	本事業における利用実績
X線光電子分光分析装置	351時間
オージェ電子分光分析装置	9時間
蛍光X線分析装置	154時間
X線分析顕微鏡	11時間
走査型電子顕微鏡EDX	2時間
高分解能走査電子顕微鏡	12時間
誘導結合プラズマ質量分析装置	10時間
フーリエ変換赤外分光光度計	6時間
総計	555時間

平成22年度機器別共用状況

装置名	共用状況
X線光電子分光分析装置 トライアルユース7件 有償利用8件	本装置は物質内部の電子状態や化学結合状態、電荷分布、表面の原子配列分布、面分析や深さ方向分析をする装置であり、材料を扱う分野では必須の分析機器であるため、依頼件数が最も多かった。本装置は超高清浄真空での高感度、高分解能装置であるため、施設共用技術指導員1名を雇用し、専任助教とともに依頼分析はもとより、利用者に対して分かりやすい操作方法・データ解析説明などについての支援も行った。課題では、各種材料の表面界面深さ方向解析を行い、金属（材料の表面分析、アルミ材変色原因の解明）、電気・半導体（価数測定による環境評価、各種基板の界面構造解析、シリコンエピタキシャル膜の不良原因解明）、化学（溶融炉飛灰中の鉄形態評価）、建設（活性炭の硫化物イオンの酸化吸着評価）、原子炉材料（ジルコニウム合金の腐食特性評価）などの各産業分野における高機能材料の高度化、基盤技術の改善に貢献した。
オージェ電子分光分析装置 トライアルユース1件	本装置はオージェ電子分光により超微小領域の元素分析をする機器である。また付属のアルゴンイオン銃はスパッタ能力にも優れているため（スパッタ速度はX線光電子分光装置付属のイオン銃よりも数十倍速い）、比較的厚い（数100nm～数μm）多層膜構造材料の深さ方向組成分析に適している。本装置は超高清浄真空での高感度、高分解能装置であるため、専任助教が利用者に対して分かりやすい操作方法、データ解析等について支援を行った。課題では、ダイヤモンド構造とグラファイト構造から構成されるアモルファス構造を取り、それらの構成比率によって特性が変化するダイヤモンドライクカーボン（DLC）の局所微量元素分析を行った。この材料は、常温で大面積に堆積することができ、その耐摩耗性、高硬度、耐薬品性そして電気的特性から工業分野での展開が期待されており、課題解決により半導体製造の基礎工程における信頼性、品質の向上に貢献した。
誘導結合プラズマ質量分析装置ICP-M 有償利用1件	本装置は百万分の1から一千万分の1の微量元素を検出できる質量分析装置である。課題では、企業で製造する数々の化学物質（アミド硫酸、しゅう酸ナトリウム、フタル酸水素カリウム、尿素、硫酸アンモニウム、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸水素カリウムおよび精製水）の微量重金属不純物を特定した。これにより、化学・製薬産業分野への高純度化学物質製造過程の精密化へ向けての波及効果が期待される。
X線分析顕微鏡 有償利用1件	本装置は蛍光X線を検知し、材料の元素分布を2次元的にマッピングする分析機器である。課題では、ICを固定している鉛フリーハンダの溶け具合を非破壊的に元素特定し、面分析を行った。これにより、半導体製造の基礎工程における信頼性、品質の向上に貢献した。
蛍光X線分析装置 有償利用1件	本装置は蛍光X線を検知し、非破壊で試料の無機元素の組成情報が得られる分析機器である。 課題では、プラスチック中の微量ハロゲン元素（Cl、Brなど）の定性・定量分析を行った。これにより、義務化されている環境規制物質測定用イオンクロマトグラフィーの前処理回収率を測定する試料の開発、製造方法確立に寄与した。

装置名	共用状況
走査型電子顕微鏡 SEM-EDX トライアルユース 1件	本装置は、通常の電子顕微鏡による表面観察と極微小領域のピンポイント元素分析とを兼ね備えた機器である。 課題では、高純度サファイア単結晶作成のための希少金属イリジウムるつぼの表面観察と不純物分析を行い、サファイアの結晶成長条件とるつぼとの相関関係を解明した。これにより、半導体分野で将来有望なサファイア基板の大量製造工程の基礎研究に貢献した。
赤外分光光度計 FT-IR 有償利用 2件	本装置は、物質からの赤外線を分光することにより、その分子振動状態から分子種を特定する分析機器である。 2課題はそれぞれ、材質の同定および生産条件の異なる金属材料表面の不純物成分の特定を行い、これにより、生産条件を決めるデータが得られ、品質改善に寄与することができた。
高分解能走査電子顕微鏡 FE-SEM 有償利用 1件	本装置は高分解能走査電子顕微鏡であり、倍率を60万倍まで拡大できる。課題は、陽極酸化被膜という特殊な材料について、その極微小空洞を高倍率で観察し、その形状と直径の分布を詳細に観察した。これにより極微小空洞の陽極酸化処理条件依存性が判明し、半導体製造基礎工程の品質の改善に寄与した。

(4) 基礎分析セミナー12回、X線光電子分光分析装置実習講習会10回を開催しました。

(5) 平成22年度からは利用にあたり料金が発生することになりました。

企業からの有償利用は14件、809,700円でした(トライアルユース9件は無料です)。そのうち、補助対象外経費244,503円(これは運営交付金に充当)を除いた565,197円を本事業の消耗品費、雑役務費として使用しました。

なお、外部からの機器利用料金は右表の通りです。

設備名	利用料
オージェ電子分光分析装置 (JAMP-7800F)	28,700円/件
X線光電子分光分析装置 (AXIS-165)	21,700円/件
超伝導核磁気共鳴装置 (Varian INOVA)	18,100円/件
電子線マイクロアナライザー (EPMA)	46,000円/件
誘導結合プラズマ質量分析装置 (Agilent7500c)	5,300円/時間
X線分析顕微鏡 (XGT-5000)	2,200円/時間
蛍光X線分析装置 (EDX-800)	1,600円/時間
走査型電子顕微鏡 (SS-550)	1,000円/時間
技術指導料	10,000円/時間

お知らせ

NMR (Varian社製 INOVA500) のコンピュータ系を更新しました。

更新項目	旧	新
OS	Unix	Linux RedHat v.5.1
NMR soft	VnmrJ	VnmrJ 2.2D
RAM	512	2G
ハードディスク	70G	160G

なお、測定項目は以下の通りです。

1次元測定	2次元ホモ測定	2次元ヘテロ測定
水素	COSY	HSQC
炭素	GCOSY	GHSQC
フッ素、リンなど	DQCOSY	HMQC
事前照射 (Presat)	GDQCOSY	GHMQC
T1 測定	NOESY	HMQCTOXY
T2 測定	ROESY	GHMQCTOXY
Dept	TOCSY	HSQCTOXY
Apt		GHSQCTOXY
		2D-DOSY

中央分析センター（筑紫地区）装置利用状況（平成22年度）

センター（筑紫地区）所管機器名	件数	時間
高周波2極スパッタ装置（SPF210HRF）	22	193
エスカ表面分析装置（AXIS165）	142	524
原子間力顕微鏡（Nano Scope IIIa）	3	9
顕微赤外分光分析装置（MFT2000）	6	24
超高感度示差走査熱量計（DSC6100）	38	66
高感度示差走査熱量計	4	22
オージェ電子分光分析装置（JAMP7800F）	8	19
核磁気共鳴装置	260	840
レーザー粒径解析装置（LPA300）	94	155
赤外分光分析装置	10	15
計	587	1867

中央分析センター伊都分室 利用状況（平成22年度）

伊都分室所管機器名	件数	時間
超伝導核磁気共鳴吸収装置（JNM-ECP400）	1,693	1,242
ICP質量分析装置（Agilent7500c）	14,473	831
X線回折計（XD-D1）	132	120
X線回折計（MultiFlex）	1,572	1,340
X線分析顕微鏡（XGT5000）	45	16
蛍光X線分析装置（EDX-800）	420	109
エネルギー分散型X線分析装置（電顕付属）（Genesis2000）	821	1,007
走査型電子顕微鏡（SS-550）	572	544
走査型電子顕微鏡（JSM-6701F）	497	498
電子線3次元粗さ解析装置（ERA-8900）	33	86
走査型プローブ顕微鏡（Dimension-3000）	37	41
フーリエ変換赤外分光光度計（FT/IR-620）	1,704	1,125
フーリエ変換赤外分光光度計（FT/IR-700）	76	27
熱分析システム（SSC5200）	281	812
イオンコーティング装置（JFC-1600）	490	80
イオンコーティング装置（IB-3）	224	38
顕微レーザーラマン分光装置（ARAMIS）	294	428
超高分解能電界放出型走査型電子顕微鏡（SU8000）	555	576
低真空分析走査型電子顕微鏡（SU6600）	346	985
フラットミリング装置（IM-3000）	116	50
イオンミリング装置（E-3500）	9	22
カーボンコータ（SC-701C）	178	43
走査型プローブ顕微鏡（DimensionIcon）	158	220
計	24,726	10,240

部局管理機器名	管理	件数	時間
超伝導核磁気共鳴吸収装置（AV-300M）	人工酵素化学	784 / 12	199 / 12
高性能X線光電子分光解析装置（ESCA5800）	ナノ組織化学	156 / 121	411 / 182
固体高分解能NMR（JNM-CMX300）	応用無機化学	- / 128	- / 689
超高分解能走査型電子顕微鏡（S-5200）		64 / -	36 / -
イオンスパッタ装置（E1030）		371 / -	34 / -
レーザー顕微鏡（VK-8500）	機能組織化学	- / 59	- / 64
動的二次イオン質量分析装置（SIMS4000）		- / 1	- / 1
ICP発光分光分析装置（OPTIMA3100RL）	バイオプロ セス化学	- / 20	- / 58
原子吸光分光光度計（AA-6700）		- / 11	- / 27
磁化率測定装置（MPMS-XL7TZ）	極低温実験室	7 / 32	318 / 601
計	内部利用	1,382	998
	他部門利用	384	1,634

九州大学中央分析センターニュース

第113号 平成23年6月30日発行

九州大学中央分析センター（筑紫地区）
〒816-8580 福岡県春日市春日公園6丁目1番地
TEL 092-583-7870 / FAX 092-593-8421

九州大学中央分析センター伊都分室（伊都地区）
〒819-0395 福岡市西区元岡744番地
TEL 092-802-2857 / FAX 092-802-2858

ホームページアドレス <http://www.bunseki.cstm.kyushu-u.ac.jp>