



鉄 鋼 分 析

X線回折法の利用

高 山 透

1 はじめに

鉄鋼材料は自動車や家電製品用部品、建築材料、各種プラント設備など、様々な用途に使われている。求められる性能は各製品によって強度、韌性、成形性、溶接性、切削性、耐食性といった特性のほか、下地の素材に起因した塗装後の鮮映性なども必要なスペックに挙げられる場合がある。こうしたユーザーの種々のニーズに対応していくため、鉄鋼メーカーでは製鋼工程における精錬、鑄造技術の改善を図り、さらに加工熱処理プロセスにおける高度な温度、圧延制御の技術革新を進め、また少人数化、無人化での工程管理により、鉄鋼製品の高い特性維持と低コスト化を実現させてきた。

このような鉄鋼材料において、他の分野と同様、その製品性能の発現機構や不具合を理解し、次の開発や現場トラブルに対処していくため、種々の分析、解析技術が用いられている。それらの手法の中でもX線回折法は不可欠な評価手法として多目的に活用されている。X線回折による測定のため、鉄鋼製品の製造時に副次的に生成される酸化物（スケール）の同定、鉄鋼材料の母材結晶の集合組織調査、鋼板表面に耐食性を付与する目的で施されるめっきの配向性、種々の腐食環境下で生成した錆の分析など、その対象とともに多岐に渡る¹⁾。もちろん、X線回折のデータだけで解析結果が満足できる場合は少なく、X線マイクロアナライザーや透過電子顕微鏡などの他の機器分析、解析手法と併用されることのほうが多い。また、分析値の根幹となる化学的分析手法も重要であり、鉄鋼材料の分析にとどまらず、広い分野で世界的に「標準化」の活動が進められていることは周知のことであろう。しかし、一つの分析手法から鉄鋼材料を見たときに、何がなされているのか、どのようなことができるのか、ということに視点を置き、本進歩総説では1999年後半から2002年前半における鉄鋼材料へのX線回折法活用の進歩について概説する。

なお、一般的な鉄鋼材料の分析に関しては、最近、日本鉄鋼協会の機関誌「ふえらむ」に掲載された入門講座を学会部門である評価・分析・解析部会が2001年3月に「入門鉄鋼分析技術²⁾」として冊子にまとめ、また日本鉄鋼協会の生産技術部門である分析技術部会からは2002年2月に技術資料集として「鉄鋼の製造のための分析解析技術³⁾」が発行されており、さら

に鉄鋼材料の微細構造解析に関するレビュー⁴⁾も2002年4月に出ているので参照されたい。

2 定性分析

通常のX線ディフラクトメーターによる定性分析は多種多様に行われている。これは回折パターンのデータベース（Powder Diffraction File, International Centre for Diffraction Data 出版）が豊富で、各装置メーカーが提供している解析ソフトウェアの充実により、比較的容易にX線回折パターンから結晶相を同定できるためであろう。したがって、分析対象としては、原料である鉄鉱石そのものや高温還元処理後の鉄鉱石⁵⁾、連続鑄造時の鑄型（モールド）内で鋼の酸化防止のために使用される種々のフラックスとSiO₂などの添加剤との反応生成物⁶⁾、電析Zn-Mn合金めっきの組成および加熱による結晶構造変化⁷⁾、ステンレスを低温でプラズマ窒化処理した場合の反応生成物⁸⁾、Fe-1.5 mass% Si鋼の高温水蒸気酸化による生成物⁹⁾など、製鉄所での上工程から下工程、さらにはユーザーサイドでの使用環境などを模擬した場合の広範囲に渡る。また、結晶相の同定ができれば回折X線ピーク位置から格子定数が求められるので、金属不足型酸化物のウスタイト（Fe_xO, x < 1, NaCl型構造）の還元に伴う格子定数変化を求めた例もある¹⁰⁾。ここでは幾つかの事例を紹介しながら、定性分析法としてのX線回折の活用状況に触れることにする。

2.1 析出物、介在物

鋼中の析出物や介在物は、鉄鋼製品の強度、韌性などの諸特性を大きく左右する。このため、X線回折法によって析出物、介在物の同定が行われることが多い。特に金型鋼、耐熱鋼での適用例が最近は多いようである。ただし、鋼の高清浄化に伴って介在物は減少しており、また析出物は元来マイクロロイニングとして少量添加された元素から生成する。このため、高輝度の放射光を用いて高炭素鋼線（コードワイヤー）の熱処理による炭化物（u-Fe₃C）の析出挙動を直接測定した例¹¹⁾はあるが、通常は鉄鋼材料を直接X線回折法で調べようとしても、析出物、介在物を検出することは困難である。そこで、鋼を電解して析出物、介在物を浮遊回収する電解抽出分離法が適用されている¹²⁾。電解には従来種々の溶液が用いられてきたが、鋼の表面に不動態皮膜を生成させない非水溶媒系の10% AA系（10% アセチルアセトン-1% 塩化テトラメチルアンモ

ニウム-メタノール) 電解液を用いるのが一般的になっているようである。金型鋼や耐熱鋼で電解抽出-X線回折の手法が多用される理由は、種々の熱処理やクリープ試験(一定温度で応力を付加する耐熱試験)で鋼中析出物の形態が変化する場合があり、それが脆化などの特性に影響するためである。例えば、熱間成形用金型に使用される中炭素 5 mass% Cr-1.6 mass% Mo-0.6 mass% V 鋼中の析出炭化物が加熱時間が長くなるに従って V_4C_3 から V_4C_3 と $M_{23}C_6$ (MはCrなどの金属成分)の混合に変わっていくことが明らかにされている¹³⁾。

2.2 斜入射法

X線の試料表面への斜入射テクニックを用いた測定も種々適用されている。比較的薄い1 μm 以下の表層皮膜や微量試料を同定することがその目的である。例えば、低温イオン浸漬法で固体潤滑皮膜を付与した鋼の極表面の硫化鉄を同定したり¹⁴⁾、Fe-Cr合金¹⁵⁾や耐熱ステンレス鋼¹⁶⁾の極表面酸化皮膜の同定を行ったり、電解抽出した析出物の量が少ないため、回収した析出物を石英基板上に付着させて測定したりしている¹⁾。

2.3 in situ 測定

最近の技術動向として、in situ X線回折測定の幾つかの試みが挙げられる。その場の動的変化を測定したいというニーズが高いためである。例えば、高温X線回折装置により、Yをイオン注入した種々の鋼の低酸素分圧下での酸化挙動を追った報告がある¹⁷⁾。また、加熱に2本の赤外線導入型ヒーターを使い、荷重を加えた状態で加熱した後に冷却して、Fe-Ni合金をオーステナイト相(f.c.c.構造。以下、他の元素を含有した場合もg-Fe相と呼ぶ)からフェライト相(b.c.c.構造。以下、同様にa-Fe相と呼ぶ)へ変態させた場合の外部応力による変態挙動の違いを調査した例もある¹⁸⁾。さらに、真空中で加熱して冷却中の極低炭素鋼におけるg-Fe相からa-Fe相への変態挙動を見たり¹⁹⁾、加熱/冷却の熱処理、引張/圧縮の機械的処理などが行える装置の開発²⁰⁾なども行われている。一方、実験室レベルの装置ではなく放射光を用い、低炭素鋼をイオン窒化しながらイメージングプレート(IP)で回折X線を検出し、窒化鉄の生成挙動を調査したり²¹⁾、X線トポグラフィ法によって方向性電磁鋼板の二次再結晶粒の動的観察が行われている²²⁾。

3 定量分析

鉄鋼材料においては残留g-Fe相の直接比較法による定量分析が従来から行われてきた¹⁾。これは、熱履歴や加工によってCの固溶形態が変化し、上述のa-Fe相、g-Fe相に加え、マルテンサイト相(b.c.t.構造。以下、a-Fe相と呼ぶ)などが生成し、材料強度などの特性に大きく影響を及ぼすためである。このほか、最近では内標準物質を用いた錆の定量分析も種々展開が図られているので、その概要を述べる。

3.1 残留オーステナイト相の定量

前述したように、残留g-Fe相は機械的特性に大きく影響するため、特に最近では超微細粒鋼(スーパーメタル)²³⁾などについて求められることが多い。この残留g-Fe相の定量には結

晶配向の影響を低減するため、a-Fe相もしくはa-Fe相とg-Fe相の複数の回折X線ピークを用いて回折X線強度をランダム化することが多くなってきている¹⁾。また、この場合、g-Fe相中のC濃度もg-Fe相そのものの特性を表す指標となるため、回折X線ピーク位置から格子定数を求め、その値からg-Fe相に固溶したC濃度の概算が試みられることが多い。例えば、残留g-Fe相の変態誘起塑性(TRIP)を活用したプレス成形性に優れた複合組織鋼で残留g-Fe相の定量とg-Fe相中C濃度の概算が行われ、材料の強度-深絞りバランスと比較されている²⁴⁾。このほか、ばね用鋼では深さ方向に残留g-Fe相の量を求めるため、鋼線を溶去してX線回折測定が行われたり²⁵⁾、オーステナイト系ステンレス鋼中の加工誘起a-Fe相(ステンレス鋼の場合はNi、Crなどを含有)の種々の定量方法について比較し、a-Fe相が5%以下ではX線回折による定量が困難であることを指摘した報告もある²⁶⁾。また、歯科矯正用のステンレス鋼線の横断面試料と縦断面試料をX線回折法で測定した場合、非常に強い結晶配向のため、a-Fe相を定量するときはX線照射面積などを補正する必要があることも報告されている²⁷⁾。後述する集合組織のところにも例が出てくるが、このような断面試料の調製など、種々の測定目的で試料調製方法が工夫されることも多い。

3.2 錆などの定量

鉄錆は一般的には脆く、鉄鋼製品の欠点と考えられがちだが、表層あるいはその近傍に安定な保護性の錆を形成させることで腐食の進行を遅らせることも考えられており、耐熱性鋼として橋梁を始めとする多くの構造物に使用されている。この耐熱性鋼に生成する錆の分析法としては赤外吸収分光法やラマン散乱分光法など、多くの手法が使われている²⁸⁾。その中でもX線回折法は多形(同素体)の分離ができるため、重要な技術として多く使われる。錆の成分としてはa-FeOOH(ゲーサイト)、b-FeOOH(アカガナイト)、g-FeOOH(レピドクロサイト)、 Fe_3O_4 (マグネタイト)、非晶質などがあり、実際に2.5から18年間使われていた橋梁の各種部位から錆を採取し、内標準物質としてZnOを用い、検量線法で定量分析した報告がある²⁹⁾。この錆の定量分析は、内標準物質の選定や試料調製方法、X線回折測定条件などにより大きく影響を受けることが考えられたため、腐食防食協会のさびサイエンス研究会では研究活動の一つとして1997年10月より共通の試料を用いたラウンドロビンテスト(参画機関7団体)を実施している³⁰⁾。このほか、Znめっき鋼板などで製造された自動車において、実際に使用された後(5から11年)にボディに発生した錆を、内標準物質に CaF_2 を用いて定量分析を行った例もある³¹⁾。また、錆ではないが、基盤鉄源として炭化鉄を用いる新しい製鋼プロセスが考えられており、鉄鉱石から高収率で炭化鉄を生成する反応実験で得た試料の定量分析を行っているところもある³²⁾。この場合も成分として酸化鉄が含まれるが、このほかに金属Fe、u- Fe_3C (斜方晶)、x- Fe_3C (単斜晶)、遊離炭素などを含む混合体であるため、回折X線ピーク強度から各成分濃度を概算するだけではなく、全炭素濃度を化学分析で得て、差分を遊離炭素濃度としている。

4 結晶配向

鉄鋼製品の a-Fe 相や g-Fe 相の結晶配向は、自動車用鋼板の加工性や電磁鋼板の磁気特性などに影響を与えるため、結晶の集合組織解析や配向状態の調査が重要となる。前述のように a-Fe 相の定量分析には悪影響を及ぼすが、逆に集合組織を持たせることで鉄鋼材料としての性能を改善させることもできる。そこで、ここでは結晶配向の評価方法の進展について示す。

4.1 集合組織解析

集合組織（極点図）を得る方法は従来（Schulz の反射法など）と大きく変わらないが、形状制限のあった試料や深さ方向の集合組織変化の調査が試みられるようになった。例えば、コードワイヤーの直径は数 mm から数百 μm になるが、この縦断面あるいは観察したい箇所を切り出して並べ、張り合わせた試料を作製して a-Fe 相の集合組織を測定したり³³⁾、ケイ素鋼板の再結晶挙動は板厚方向で異なるため、最表面から順次 HF を含む H_2O_2 溶液中で化学研磨して測定を繰り返したり³⁴⁾、種々検討されている。一方で、従来の極点図を描くだけではなく、反復級数展開法により結晶方位分布関数（ODF）を計算し、集合組織を三次元表示することも多くなってきた³⁵⁾。また、X 線回折法だけではなく後方散乱電子回折法（EBSP）³⁶⁾を併用し、より微小な結晶方位解析を行う場合も増えてきた³⁷⁾。さらに特殊なものとして、高温 X 線回折装置（4 軸ゴニオメーターに設計した高温ステージを配置）を用いて、a/g 変態点より高い温度域（g 域）で in situ 集合組織解析を極低炭素鋼に適用した報告もある³⁸⁾。

4.2 反射ラウエ法や配向指数など

配向の評価方法として、X 線背面反射ラウエ法が適用される場合もある。例えば、各種電析皮膜と Fe 基板の解析に用いられ³⁹⁾、高 Cr フェライト鋼のクリープ試験材の回折斑点解析から a-Fe 相の結晶方位差を求めたりしている⁴⁰⁾。また、Zn めっき鋼板の場合、簡易に通常の X 線回折測定を行い、特定の結晶面の回折 X 線強度がランダム試料の強度比からどれだけ増減しているかを計算（目的の回折 X 線のピーク強度を測定した全回折 X 線のピーク強度の和で割った値と比較）することもしばしば行われる。これは配向指数と呼ばれている。例えば、電気 Zn めっき鋼板の外観（白色度、光沢度）と Zn（六方晶）の c 軸（0002）面の配向指数との相関を調査した報告がある⁴¹⁾。このほか、ラミネート鋼板のポリエチレンフィルム⁴²⁾の 2 軸配向を評価するため、単純に（100）面の回折 X 線強度だけを測定、比較した例もあるが、X 線回折装置の線源の強度変動を考慮して、測定ごとに同一のラミネート鋼板の測定も実施して強度補正を行っている⁴²⁾。

5 残留応力解析

鉄鋼材料に熱処理や浸炭処理、窒化処理、加工などを行った場合、残留応力が材料表面に残存する。この残留応力は鋼の疲労破壊靱性などに影響を及ぼすため、冷間工具鋼⁴³⁾、自動車用高周波焼入れシャフト材⁴⁴⁾、レーザー突き合わせ溶接継手⁴⁵⁾などで測定が行われている。また、4~6 mm 厚のトラッ

クフレーム用熱延高張力鋼板の打ち抜き穴の端面について、微小部 X 線回折装置で残留応力分布を測定した例もある⁴⁶⁾。さらに、残留応力解析のための回折 X 線ピークの検出にはシンチレーションカウンターのほか、位置敏感型比例計数管（PSPC）が用いられることが多かったが、最近では IP が用いられることも多くなり、低角回折線の測定を可能にするように X 線入射方向、試料および IP の配置が検討された報告もある⁴⁷⁾。残留応力解析への IP の利用は増加傾向にある。

6 結晶子の大きさと内部歪み

回折 X 線ピークの半値幅から、結晶子の大きさと格子歪みを求めることも一般的に行われている。例えば、Cr-W-V-Ta 添加型の耐熱鋼について、クリープ試験に伴う a-Fe 相の回折 X 線ピークの半値幅変化を調べ、クリープ変形 1% を境に a-Fe 相の結晶子の大きさの変化が不連続になる原因が、材料組織の急激な変化に対応している⁴⁸⁾。また、極低炭素鋼のガス浸炭処理温度の違いによる a-Fe 相の（222）回折 X 線ピークの半値幅変化を調査し、a/g 変態点以上の温度で浸炭処理を行うと、転位密度の増加および組織の微細化が生じるとした報告もある⁴⁹⁾。一方、Fe ばかりではなく高温でのコークスの反応に伴う炭素結晶子の大きさの変化を求め、コークスの種類によって炭素結晶子の成長様式が異なることが指摘されている⁵⁰⁾。しかし、この結晶子の大きさや内部歪みを求める方法は鉄鋼材料の特性にとって重要な情報を与えてくれるが、分析技術的には従来と大きく変化していないのが現状のようである。

7 まとめ

鉄鋼材料への X 線回折法の活用に関し、定性、定量分析から結晶配向など、最近の進歩を紹介した。もちろん、X 線回折法の鉄鋼材料への最近の適用事例を網羅できたとは言えないであろうが、概観を述べることはできたと思う。

定性分析に関しては、今後も回折パターンのデータベースが追加され、さらに充実してくるであろうし、述べてきたように測定する試料表面の方向を考慮した試料調製方法を工夫することも増えてくるように考えられる。また、定量分析においては標準物質の選定が試料ごとに問題となると思われ、標準物質の信頼性（純度、安定性など）も定量精度に影響を及ぼすため、これをいかに決めていくかが重要であろう。結晶配向の評価についてはコンピュータ解析ソフトの充実に伴い、ODF などの表示方法の検討など、データの可視化手段もさらに考案されていくものと思われる。残留応力解析に関しても IP の使用頻度が増えつつ増加してくることが予想され、その測定方法自体の検討も継続されるであろう。X 線が発見されて 100 年以上が経過し、X 線回折法は鉄鋼材料の解析ばかりでなく、学問、種々の産業分野で様々な活用されてきた。しかし、今後も種々の材料に適用していく上で、測定方法、解析方法を適宜考えていく必要がある。また、鉄鋼材料の集合組織解析まで in situ 測定³⁸⁾が行われるようになり、今後の in situ 測定の展開が期待される。そのためにも、X 線検出器として感度が高く、短い処理時間を有する PSPC や IP、さらに CCD カメラなどの利用が進むであろうし、高輝度、高エネルギー、細束

ビームの放射光利用が有効な手段になるように考える。一方、他の分析手法も鉄鋼材料に様々な形で適用されており、今後もX線回折法と併用されていくであろう。最初にも述べたようにX線回折の結果だけで満足がいく結論を導き出すことは難しい。どのような分析手法を用いれば何がわかり、何をすべきか、目的や問題に応じて使い分けていくことが肝要であろう。

文 献

- 1) 高山 透：第36回X線分析討論会講演要旨集，p. 99 (2000).
- 2) 日本鉄鋼協会評価・分析・解析部会編“入門鉄鋼分析技術”：(2001)，(日本鉄鋼協会)。
- 3) 日本鉄鋼協会分析技術部会編：日本鉄鋼協会分析技術部会技術資料集“鉄鋼の製造のための分析解析技術”，(2002)，(日本鉄鋼協会)。
- 4) S. Suzuki：ISIJ Inter.， 42 S93 (2002).
- 5) 前田敬之，福本泰洋，清水正賢：鉄と鋼， 87 327 (2001).
- 6) J.-W. Kim, Y.-D. Lee, H.-G. Lee：ISIJ Inter.， 41 116 (2001).
- 7) Y. Tsuchiya, S. Hashimoto, Y. Ishibashi, T. Urakawa, M. Sagiya, Y. Fukuda：ISIJ Inter.， 4Q 1024 (2000).
- 8) Y. Sun, X. Y. Li, T. Bell：J. Mater. Sci.， 34 4793 (1999).
- 9) 福本倫久，前田 滋，林 重成，成田敏夫：鉄と鋼， 86 526 (2000).
- 10) 稲見 隆，鈴木 鼎：鉄と鋼， 86 571 (2000).
- 11) 山口浩司，河部 望：材料とプロセス， 13 537 (2000).
- 12) 高山 透：特殊鋼， 43 No. 5, 14 (1999).
- 13) 向田行宏，柴田 尚，小野秀三，石黒 徹：鉄と鋼， 86 472 (2000).
- 14) N. Zhang, D.-M. Zhuang, J.-J. Liu, B. Li, K. Tao, X.-D. Fang, M.-X. Guan：Surf. Coat. Tech.， 1321 (2000).
- 15) D. Treheux, H. Jaffrezic：Mater. Tech.， 88 61 (2000).
- 16) 福田國夫，河端良和，佐藤 進，藤平武師，柳沼 寛，塩川隆：材料とプロセス， 12 1181 (1999).
- 17) E. Caudron, H. Buscaill：Corrosion Sci.， 43 1477 (2001).
- 18) H. Yada, C.-M. Li, H. Yamagata：ISIJ Inter.， 4Q 200 (2000).
- 19) A. Bodin, L. Woning, J. Sietsma, S. van der Zwaag：ISIJ Inter.， 42 94 (2002).
- 20) 川崎製鉄，理学電機：日特許，P3027074 (2000, 1, 28).
- 21) J. N. Feugeas, J. D. Hermida, B. J. Gomez, G. Kellermann, A. Craievich：J. Phys. D.， 32 2228 (1999).
- 22) 牛神義行，中村修一，竹林重人，鈴木 茂：材料とプロセス， 14 1188(2001).
- 23) 横田智之，白神哲夫，佐藤 馨，新倉正和：鉄と鋼， 86 479 (2000).
- 24) 長坂明彦，杉本公一，小林光征，小林義一，橋本俊一：鉄と鋼， 87 607 (2001).
- 25) 綾田倫彦，井上和雄，辻 伸泰，齋藤好弘：鉄と鋼， 85 605

- (1999).
- 26) 政木清孝，越智保雄，松村 隆：材料試験技術， 45 314(2000).
- 27) R. W. Cheary, Y. Ma-Sorrell：J. Mater. Sci.， 35 1105 (2000).
- 28) 三澤俊平：材料とプロセス， 13 434 (2000).
- 29) 原 修一，鹿島和幸，岸川浩史，幸 英昭，三澤俊平：鉄と鋼， 87 43 (2001).
- 30) 中山武典，紀平 寛，塩谷和彦，幸 英昭，竹村誠洋，山下正人，西村俊弥：材料とプロセス， 13 446 (2000).
- 31) S. Fujita, H. Kajiyama：ISIJ Inter.， 4Q 200 (2000).
- 32) 林 昭二，井口義章：鉄と鋼， 86 641 (2000).
- 33) K. Shimizu, N. Kawabe：ISIJ Inter.， 41,183 (2001).
- 34) 島津高英，新井 聡，酒井知彦，椿野晴繁：鉄と鋼， 88 155 (2002).
- 35) 田頭孝介，六辻利彦，遠藤 剛：鉄と鋼， 86 466 (2000).
- 36) 奥田金晴，坂田 敬，K. Eloit, 古君 修，小原隆史：鉄と鋼， 85 633 (1999).
- 37) 梅澤 修：熱処理， 41 248 (2001).
- 38) G. Bruckner, G. Gottstein：ISIJ Inter.， 41, 468 (2001).
- 39) 仲井清真，大森靖也：材料とプロセス， 14 1214 (2001).
- 40) 角屋好邦，志水悦郎：鉄と鋼， 86 189 (2000).
- 41) 中野博昭，大上 悟，岩井正敏，秋山徹也，福島久哲：鉄と鋼， 86 584 (2000).
- 42) 岩下寛之，森田俊一，田中厚夫：鉄と鋼， 87 175 (2001).
- 43) 塩谷大地，堀川淳弘，深浦健三，横山嘉彦，砂田久吉，戸部昌幸：材料とプロセス， 13 526 (2000).
- 44) 越智達朗，蟹澤秀雄，渡邊忠雄：鉄と鋼， 86 830 (2000).
- 45) 皆木亜由美，戸梶恵郎：鉄と鋼， 86 51 (2000).
- 46) 富田邦和，塩崎 毅，占部俊明，大澤紘一：鉄と鋼， 87 557 (2001).
- 47) 佐々木敏彦，吉田久隆，広瀬幸雄：X線材料強度に関するシンポジウム講演論文集， 36 201 (2000).
- 48) 田村 学，江阪久雄，篠塚 計：材料とプロセス， 14 657(2001).
- 49) 須藤正俊，脇川師丞，奥野勝宏，塚谷一郎：鉄と鋼， 87 600 (2001).
- 50) 柏谷悦章，高畑雅博，石井邦宜，山口一良，内藤誠章，長谷川博：鉄と鋼， 87 259(2001).



高山 透 (Toru TAKAYAMA)
住友金属工業㈱総合技術研究所 (〒660-0891 兵庫県尼崎市扶桑町1-8)。大阪大学大学院理学研究科修士課程修了。博士(工学)。現在の研究テーマ X線，電子線を用いた鉄鋼材料の解析。主な著書“鉄鋼の製造のための分析解析技術”(共著)(日本鉄鋼協会)。趣味 読書。

Q & A 欄の質問募集

Q & A 欄の質問を募集しています

<応募要領> 実際に分析を行っている現場等での分析法や分析技術に関する質問を200字以内でお寄せください。氏名，住所，電話番号を明記ください。掲載の場合には原則として質問者及び回答者の名前を記載いたしますが，希望により匿名も可とします。質問内容に応じて回答を公募することもあります。

採用の可否は編集委員会にご一任ください。
採用分には粗品を進呈いたします。
質問の送付先・問い合わせは下記へ。

〒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

(社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

[電話：03-3490-3537]