

# 金属（非鉄金属）

富岡 賢一，林 部 豊

## 1 緒 言

非鉄金属は鉄以外の金属及び合金が対象でありその種類は多い。代表的な金属としては銅，亜鉛，鉛，ニッケル，アルミニウム，スズがある。これらの金属は地金，又は様々な合金の形態で産業に利用されている。

試料採取ならびに調製，試料分解，測定試料の調製は化学分析に伴って必要な操作である。そのうち試料採取に基づく誤差は分析誤差よりも大きいことが一般に知られている。また原材料が入荷して品質査定のために試料採取を行った後，改めて試料を採取することは実情ほとんど不可能である。そのため，試料採取は確実に実施することが求められている。

通常，分析対象物質をそのまますべて分析する場合は少なく，その一部を何らかの方法で採取して分析に用いる。この際，最も重要なことは分析対象を代表するものをサンプリングすることであり，これがなされなければ，いかに正確な分析を行っても，代表性のある分析値が得られず，誤った解釈を与えてしまうことになる。

サンプリングは実際の場面では一般論では論じきれない要素が多く，サンプリングの目的，対象物の性状，形状，量，頻度，取り扱う場所などの様々な状況に応じた，場合ごとの判断に従って処理されなければならない面がある。

サンプリングの方法は通常，次のようなステップによって決められる。

- 1) 目的の明確化
- 2) 必要な精度
- 3) サンプリングの手段
- 4) 試料のまとめ方と調製

いかなるサンプリングも，得られた試料の信頼性が高く，また目的とする精度が維持されなければならないことは言うまでもなく，これは非鉄金属関係でも全く同様である。

Proper Methods for Treatment and Handling of Real Samples—  
Sampling Method for Accurate and precise Analysis (Non-Ferrous Metal Samples).

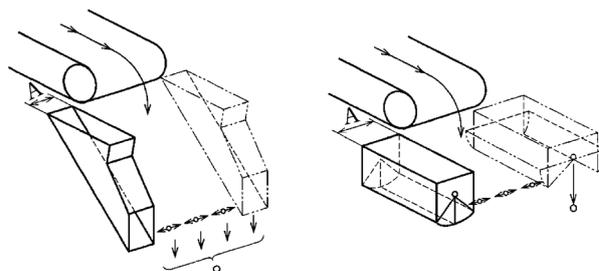


図1 ベルトコンベヤーを適用したサンプル採取法の一例  
(左：カッタシュート形，右：カッタバケット形)

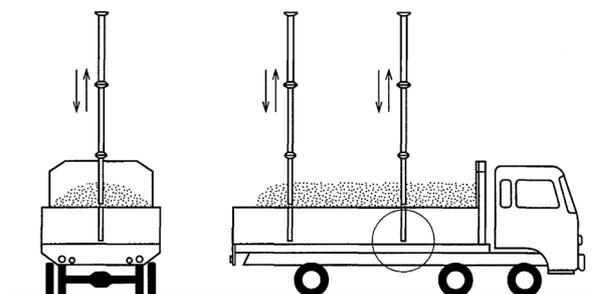


図2 トラックからのサンプリングの一例

精鉱試料のような粉体試料を採取する場合には，JIS<sup>1)</sup>に記載されているように，ベルトコンベヤーを利用し，流れの中からサンプリングする方法(図1)，トラックの荷台からサンプリングする方法(図2)など，代表性を確保する試料採取方法が各種記載されている。また，銅，亜鉛などの硫化鉱物は取り扱い中の酸化などの化学形態変化による質量変化に注意しなければならない。

金属試料の場合には，JIS<sup>2)</sup>に記載のように溶湯サンプリング又は製品抜取サンプリングが行われる。このとき，金属の硬さなどによる試料調製の困難性も克服することが必要である。また金属試料を再熔融した後急冷し，偏析のないインゴットを得る方法もあるが，普通の分析室では実施困難である。

非鉄金属関係の中には高純度物質の品質検査，微量含有物を対象とする検定なども多く，これらのサンプリングではとりわけ汚染を避ける努力がなされている。

加えて，近年盛んに行われているリサイクル関連にお

ける試料採取では、それらが不均一試料であることを鑑み、自動試料採取をすることで、代表性を確保するよう各事業者で工夫を行っている。

このように分析対象物が多品種で多様な形態で存在することが、非鉄金属試料の最大の特徴といえる。その一方で、非鉄金属の試料の取り扱いに言及している学術文献は非常に少なく、分析対象成分の分離分析を中心としているものが多いため試料の取り扱いについて学習の機会が損なわれているのが現状である。

本稿ではこれらの試料採取についての公定法を代表としてわかりやすく紹介していく。

## 2 固体試料の取扱

### 2.1 鉱石等の大量試料からの代表試料の採取

分析対象全体を代表する分析結果を得るには分析対象が十分均一であることが判明していない限り、一般に分析所要量よりはるかに多量の試料をサンプリングする必要がある。精鉱の代表的な試料採取方法として、JIS<sup>1)</sup>が制定されている。

現在では、銅、鉛、亜鉛などの非鉄金属製錬の原料の大部分は浮遊選鉱処理された精鉱の形で輸入されており、陸揚げされる荷役中にサンプリングされる。銅精鉱は、若干の不純分も混入はしているが、いずれも微粒であり、全体としてはほぼ均質でサンプリングしやすいが、一部の金品位の高い精鉱では自然金（粒子状の金）が混入していることもある。このような場合は、試料採取量を出来る限り多くするか、分析の繰り返し数を多くして各分析値を棄却検定等することなく、全平均を分析結果として採用するなど、代表値を得る工夫が必要である。

銅精鉱は、大型ロットに対する自動機器によるサンプリングが主流となってきている。この種のサンプラーではサンプリング操作中の水分のロス及び試料の変質を防ぐことに対して、様々な工夫がなされている。

サンプリング方法の概略を図3に示す。まずロット

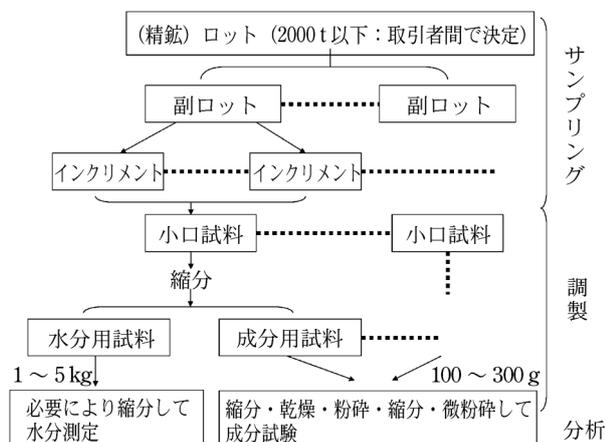


図3 精鉱のサンプリング及び試料調製の概略

を決めることであるが、大半は、精鉱の取引当事者間の契約により決められているので、その取り決め通りにする。ロットが大きい場合は、副ロットに区切り、小口試料を作って処理をする。その後、水分の測定を行い、分析試料調製を実施して分析用試料を得る。

なお、日本は銅、鉛、及び亜鉛等の非鉄金属製錬の原料である精鉱は、ほぼ100%が輸入されている。これらの円滑な取引を実施するためには、国際的なサンプリングや分析法の標準化が重要であり、現在、日本鉱業協会分析部会が日本国内審議団体となり、ISO/TC183 (Copper, lead, zinc and nickel ores and concentrates) において標準化が行われている。

### 2.2 リサイクル原料など

一方で、都市鉱山に代表される使用済み電子機器類(図4)のリサイクルに関しての試料採取は、その試料の不均一性から代表的な試料採取をするよう、各事業者で様々な工夫がなされている。試料採取の代表例としては自動化が挙げられる。その一例として、試料を流れの中、具体的にはベルトコンベアや振動フィーダーを使用し、試料を輸送して連続的に粉砕、縮分を行い、分析用試料とする(図5)。この段階ではまだ、プラスチックと金属の混合物であるため、均一な試料ではなく、この状態で分析を実施するとバラつきが大きくなり、代表的

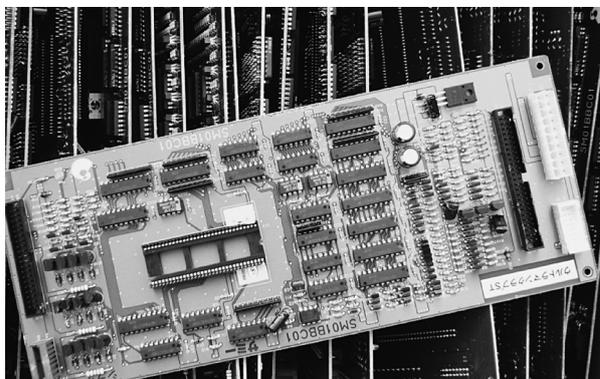


図4 使用済み電子基板の一例



図5 粉砕後の電子基板の一例

表 1 同一 Lot 電子基板の均一化前の分析値例

No.	Au, µg/g	Ag, µg/g	Cu, wt-%
1	202.7	513	21.21
2	80.8	528	21.09
3	113.4	1148	21.54
4	76.2	461	16.63
5	87.8	632	18.52
6	71.2	489	21.32
7	81.1	590	19.66
8	89.9	509	20.33
平均	100.4	608.8	20.0
標準偏差	43.3	224.7	1.7
CV, %	43.1	36.9	8.5



図 6 被覆銅線の一例

な分析値を示すことは困難となる（表 1）。粉碎済み試料を分析用試料とするためには均一化処理を実施する必要があるが、これは各事業者でノウハウがある。

一方で、リサイクル原料に含まれる樹脂については、樹脂中に含まれるハロゲン成分により、金属を製造するときに使用する炉を損傷することが知られており、リサイクル原料中のハロゲン含有を把握しておくことも重要である。樹脂中のハロゲンを分析するための試料調製方法として、凍結粉碎法が挙げられる。試料に対して液体窒素などを冷媒に使用して、粉碎する手法である。例として粉碎前後の被覆銅線を図 6, 7 に示す。凍結粉碎を行うことで、微細な試料が得られる。また、分析例を表 2 に示す。凍結粉碎前ではバラつきが大きく、代表値を示すことが困難であるが、粉碎後ではバラつきが解消され、代表値を得ることができる。



図 7 凍結粉碎後の被覆銅線の一例

銅製錬における銅スクラップではサンプリング、試料調製及び水分測定につき JIS<sup>3)</sup>で規定されている。その方法はまずロットを決め、ロット全体から必要個数、所定の大きさのインクリメントを系統的に採取し、ロットごとにインクリメントをまとめる。その後、必要に応じて（粒度、形状、色調等により）仕分けを行い、仕分けを行った場合はその重量比を求めておく。続いて、必要に応じて切断、粉碎及び縮分を行い、仕分けを行った場合はその重量比で再度合併試料を作成して融解試料を調製する。試料に硫化鉄精鉱を混ぜ、黒鉛坩堝で約 1200 °C に加熱して融解する。この融解物を放冷後に黒鉛坩堝から削り出し、その融解物を 150 µm 以下に微粉碎することで、均一な試料とすることができ、この試料を分析用試料として供する。

表 2 粉碎前後における被覆銅線中の塩素濃度の分析比較例

N	Cl, wt-%	
	粉碎前	粉碎後
1	20.3	17.2
2	11.4	16.9
3	6.0	17.0
4	9.7	17.0
5	11.2	17.2
6	12.6	17.3
7	9.0	17.1
8	13.9	16.9
9	19.1	17.0
10	10.5	16.7
平均	12.4	17.0
標準偏差	4.4	0.2
CV, %	35.7	1.0

### 2.3 地金等の金属試料採取方法

金属試料では地金類、合金類などが対象となるが、製品ではJISや業界規格等で組成がほぼ決まっていること

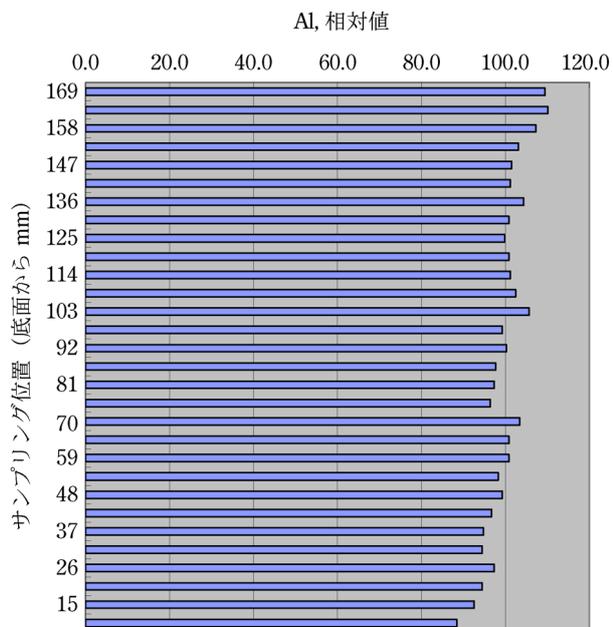


図8 Zn-Al合金の深さ方向分析（配合値を100として規格化，分析法：ICP-AES）

や、比較的均一化されていることなどが鋳石、精鋳の場合と大きく異なる。加えて熔体では固体の場合よりロット内組成が均一化されている場合が多く、一般的に代表的試料を採取しやすい。しかし、必ずしも均一化された状態になく、成分上、偏りのあることが少なくない（図8）。また熔体からサンプルを採取後、熔体の冷却状態によって偏析を生じる場合もある。

地金のように純度の高い金属のサンプリグならびに試料調製については、サンプリグ時の異物混入、金属の変質（例えば、加熱による酸化など）によって純度を落とさないことを、合金などについては合金成分の偏りに留意する。

サンプリグ方法の概略を述べると、たとえば製品インゴットでは、系統的に、5~30個ごとに1個を抜き取り、抜き取った各インゴットは貫通ボーリングして試料を調製する。熔体では熔体から系統的にサンプル熔体をモールドへ流し込み、各試料片はボーリングし調製する。熔体を静かに水中に注ぎ入れ粒状として調製する方法、熔体をくみ取る方法などもある。その他、抜き取った金属をカッターなどで切断し、その切りくずを試料とする方法、パンチしてパンチした試料を炉などで融解し調製する方法などもある。その際、ボーリング操作やカッターでの切断などを激しく行い試料を発熱、酸化させないように注意しなければならない。ボーリングなどの操作を行う場合には、削りくずの大きさにより品質が異なることが多いので、なるべく均一の大きさにするか、ふるいわけを行い、粒度比を求めておき、それぞれ分析したのち算出する、または切削または粉砕により小片とした後混合し、それを縮分する。

ただし、金属試料の試料調製を行う場合には、切削または粉砕に使用する道具からの汚染の恐れがあるため使用する道具の材質を把握しておくことが重要である。また再熔融して試料を調製した場合は容器からの汚染が問題になることがある。

## 2.4 分析試験室における試料採取、取り扱い

### 2.4.1 乾燥

大気中の水分によって試料中の水分が変動して再現性が失われるのを防ぐため、通常、試料採取前に乾燥が行われる。加熱により試料が分解や変質する恐れのないものでは、一般に105から110℃で恒量になるまで乾燥する。水銀など、揮発損失しやすい元素を分析する場合は、低温（例えば65℃）での乾燥を行う場合もある。硫化精鋳など、乾燥をすることにより試料が変質する恐れのある場合は、JISやISOなどの公的規格に記載の方法を採用する。

### 2.4.2 脱脂、エッチング

脱脂、エッチングは試料の表面に付着した油分の除去、または表面汚染の除去のために実施する。主成分を分析する場合は、表面酸化の影響を除去する役割も果たす。詳細は2.6に後述する。

### 2.4.3 粉砕

得られた分析用試料は用いる分析方法に適した形に調製する必要がある。固体試料では均一にするため、粉砕混合する。少量の試料の場合、乳鉢がよく用いられるが、試料より硬く、分析成分を含まない材質を選ばねばならない。硬くない試料で、ケイ素を分析しない時には、めのう乳鉢が使用できる。アルミナ乳鉢はやや硬い試料でもアルミニウムを分析しなければ使用できる。炭化タングステンの乳鉢は非常に硬いので、硬い鋳物試料などの微粉砕に使用できるが、材質にコバルトが添加されている場合があるため、コバルトを分析するときは注意が必要である。樹脂を含むもので粉砕が難しい場合には試料を凍結して粉砕することもある。この場合、金属は粉砕されないため、金属と樹脂の混合物の場合には凍結粉砕を採用するか、分析したい成分によりこの方法の採用の可否を決定する必要がある。

また、振動ミルは効率的な粉砕ができ、炭化タングステン、アルミナ、特殊鋼などの粉砕容器があるが、これらについても粉砕器からの汚染が懸念されるため、使用する粉砕器の材質はあらかじめ把握しておき、使用に適しているか検討が必要である。

### 2.4.4 縮分

多量の採取試料から分析対象を代表する少量の分析試料を得なければならない。この操作を縮分という。液体や気体の試料では均一にしやすいので、縮分は比較的容易であるが、固体試料では均一化しにくいので最終的に得られる分析値に誤差を生じやすい。分析対象のいろいろ

ろな部位から採取した単位試料を合わせ、粉碎混合して大口試料とする。これを縮分する方法には、円錐四分法、インクリメント縮分、二分器による方法などがあるが、インクリメント縮分法は操作が比較的容易であり、また精度が比較的よい。インクリメント縮分法は、大口試料を薄く均一な高さに広げ、20等分以上の区画に分け、各区画からインクリメント用スコップ（底、先端部の平らなスコップ）で無作為に1区画ずつサンプリングして混ぜ合わせて縮分する方法である（図9）<sup>1)</sup>。

また、自動縮分器も広く採用されている。その仕組みとして、大口試料をベルトコンベヤー、または振動フィーダー等に投入し、試料を輸送し、その先に回転縮分機などの縮分器を設置して試料を縮分する方法であ

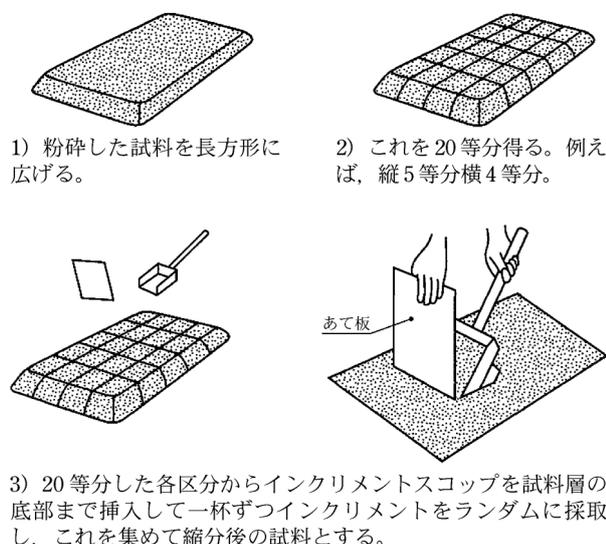


図9 インクリメント縮分法の例

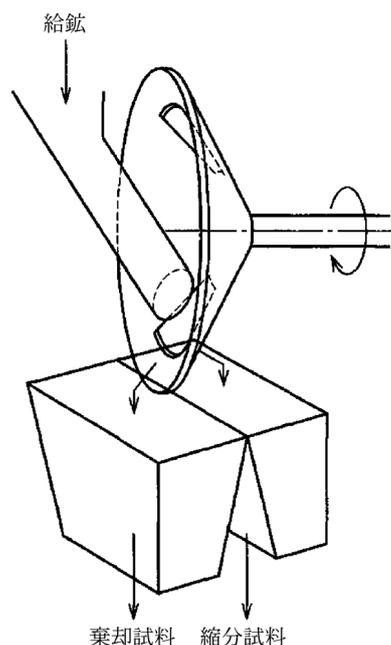


図10 回転式縮分器の一例（スナイダ形）

る。この手法では一般的にインクリメント数がインクリメント縮分法よりも多いため、より代表性の高い試料が得られるとされている。

## 2.5 適切な試料採取量の設定

分析時に採取する試料量は、必要とされる分析精度、定量下限を考慮して決定する必要がある。例えば、主成分分析の場合、滴定法を採用するときは、消費する滴定液が10 mL以上となるように分析方法を設計する。ビュレットからの読みは10 mL以上では10.xx mLまで読むことができるため、有効数字は3~4桁となる。JIS<sup>4)</sup>を例にすると、銅精鉱中の銅含有率が23.4%の場合、試料は0.8 g採取する。この時、銅は187.2 mg採取することになる。滴定液で使用する0.08 mol/L チオ硫酸ナトリウムは1 mLあたり約5 mgのCuを消費することになるため、滴定量としては37.4 mL要することがわかる。ビュレットの正確さから有効数字3桁以上の正確さは確保可能となる。

一方で、不純物分析の場合、あらかじめ目標の定量下限を設定し、最終的に計測したときに計測時の感度が設定した定量下限を満たすように試料採取量を決定する必要がある。例えば成分Aの定量下限を10 µg/gとし、最終液量が100 mL、計測機の成分Aの定量下限が0.1 µg/mLである場合、成分Aは少なくとも10 µg以上採取する必要がある、この場合は試料を1 g以上採取すればよいことになる。

分析値の信頼性は精確さ（真値からの偏りと変動幅）をいかに確保するかであり、様々な誤差の合算によって決まるといっても過言ではない。試料が不均一であるならばサンプリング誤差が誤差の大部分を占める。この場合には試料量を増やすこと、いくつかの試料をとって繰り返し分析を行って（*n*数を増やす）、サンプリング誤差を小さくすることが行われる。但し、微量成分分析を行うときの試料量は一般に少量であり、かつ分析対象元素を汚染するリスクがあることから直接法で行われることが多く、予備均一化によってサンプリング誤差を減ずることができないことを認識しておくことが大切である。

## 2.6 分析前洗浄

試料の表面に付着した油分の除去、または表面汚染の除去のために脱脂、エッチングは実施する。その主な手法の概要を表3にまとめた。エッチング液は主成分金属の性質にあわせ、試料が変質することがないように適切に選定する。合金試料の場合、エッチング液によっては特定の成分のみを選択的にエッチングして組成変動を起こす可能性があるため、金属の基本的な性質を理解しておく必要がある。そのうえで、JISなどの公的規格に詳細は記載されているため、それらを参考にしてエッチング液を選定し、エッチング操作を実施するのが望まし

表3 エッチング方法の一例

元素	前処理	備考
Cu	エタノール or アセトン→酢酸 (1+50) →水→エタノール or アセトン	JIS H 1101
	エタノール or アセトン→塩酸 (1+10) 5分煮沸 or 80℃ 30分加熱→水→エタノール or アセトン	JIS H 1101
	エタノール or アセトン→塩酸 (1+10) →水→還元炭で焼鈍	
Zn	エタノール or ジエチルエーテル	JIS H 1111
Pb	エタノール or ジエチルエーテル→塩酸 (1+10) 5分煮沸 or 80℃ 30分加熱→エタノール or ジエチルエーテル	JIS H 1121
Sn	エタノール or アセトン	JIS H 1141
	エタノール or アセトン→塩酸 (1+5) 5分煮沸 or 80℃ 30分加熱→水→エタノール or アセトン	JIS H 1141 鉄を分析する場合
Ni	エタノール or ジエチルエーテル→塩酸 (1+10) 5分煮沸 or 80℃ 30分加熱→エタノール or ジエチルエーテル	JIS H 1151

い。

### 3 液体試料の取扱（危険な試料の取り扱い）

液体試料では取り扱いに注意すべきものがあるので、その代表例について記載する。

代表的なものとしては濃硫酸がある。濃硫酸を希釈するときは発熱に注意し、攪拌しながら水に対して濃硫酸を少量ずつ加える。逆に、硫酸に水を加えると急激な発熱によって硫酸が飛散する恐れがあるため、硫酸に水を加えることは絶対に避けなければならない。

その他の物質として特殊な例であるがトリクロロシランがあげられる。トリクロロシランは  $\text{HSiCl}_3$  の分子式で表され、その主用途は高純度の多結晶シリコンの原料である。この物質は禁水性物質であり、水を加えると激しく反応し、塩化水素を発生する。

また、三塩化リンも取り扱いに注意を要する物質の一つである。三塩化リンは水と急激に、爆発的に反応して亜リン酸と塩化水素を生成する。また、三塩化リン自体に毒性があるため局所排気設備で取り扱うことが必要である。

危険な試料は水と激しい反応をするものが多く、特に、詳細が不明な試料については安易に水で希釈すると思わぬ反応が生じて怪我をする危険性があり、最悪の場合は命を落とすこともあるため、事前に取り扱う試料の物性を把握しておくことが必要である。希釈剤は水ならば安全、というわけではないのである。組成が不明な試料の場合には、必ず経験者に試料の取り扱い方を相談するなど、不用意に操作を進めないようにすべきである。

反応が不明で全く初めての未知物質の場合は、局所排気設備内で安全を確保したうえで、極少量で用いたい溶媒との反応性を確認するなど、事前試験を実施して安全を確認してから操作を行い、まずはどのような成分が含有されているかを確認するべきである。

### 4 試料の安全な取扱操作の基本

汎用性が高い試薬の中で、フッ化水素酸は極めて危険な試薬である。フッ化水素酸はケイ素を含む試料でよく使用されるが、一部、ジルコニウムやタンタルなどを含む試料にも使用される。使用の際は、保護手袋（フッ化水素酸に耐性のあるもの）、保護メガネを着装し、局所排気設備内で取り扱う。皮膚に付着した場合、重篤な影響があるため SDS に従い適切に処置を行うことが必要である。フッ化水素酸用の軟膏も備えておくことよい。

安全に気を付けなければならない操作の例としてヒ素の蒸留分離<sup>10)</sup>が挙げられる。この方法は鉱石中のヒ素定量方法にて蒸留分離よう素滴定法として規定されている。この方法の要旨は、試料を硝酸、臭化水素酸及び塩酸で分解し、硫酸を加えて加熱濃縮した後に、硫酸の白煙を発生させる。これに塩酸を加えて溶解し、塩化ヒドラジニウム及び臭化カリウムを加えてヒ素を蒸留分離するものである。この操作をするときに、蒸留装置の接続部より蒸気となったヒ素が漏れ出す恐れがある。この時にヒ素の蒸気を吸い込む危険性があるため、この操作を実施するときは局所排気設備で実施する。蒸留装置からの漏れを確認するために、試料の代わりに塩酸を使用し、蒸留操作中にガラス器具の接続部にアンモニア蒸気を近づけ、塩化アンモニウムの白煙が生成するかを目視で確認し、漏れの有無を確認することもできる。

硫化精鉱試料の前処理を行う際、硫化水素が発生する可能性がある。前処理を局所排気設備で実施していなければ、硫化水素を吸い込むこともあるため、硫化精鉱を取り扱う際は、局所排気設備で実施する。

このように、取り扱う試薬の性質、分析する成分の性質、試料の性質をあらかじめ把握しておき、適切な安全対策を講じた上で分析操作を行うことが重要である。基本は、保護メガネ、保護手袋を着装し、局所排気内で作業をすることである。また、状況によっては防塵マスクや防毒マスクなども着装すべきである。ただし、保護具を着装することにより操作性が損なわれ、逆に作業が危険になることもあるので、適切な保護具の着装を心掛けたい。

### 5 結 言

非鉄金属試料の取り扱いについて述べてきたが、大多数はサンプリングに関する事項である。繰り返しになるが、サンプリングにあたっては次のことに注意する。

- 分析の目的を明確にし、目的に合ったサンプリング法を選ぶ
- 分析対象の不均一性や経時変化に注意してサンプリング手法を選ぶ
- サンプリングから分析までの間の試料変化(変質, 損失, 汚染)に注意してその対策を講じる。試料は変化するものである。
- サンプリングは無作為に行う。分析対象が移動する場合には、その間にランダムに、もしくは一定間隔にサンプリングを行うのが良い。
- 十分な数(量)の試料を採取する。
- サンプリング法と条件(日時, 場所)を具体的に正確に記録する。

また、危険な試料の取り扱いや作業について述べさせていただいたが、ここに述べたことはごく一部のことである。実際の作業にて危険を最大限回避する方策を各自で講じて頂きたい。

#### 文 献

- 1) JIS M 8083, 銅, 鉛及び亜鉛硫化精鉱—サンプリング及び水分決定方法 (2001).
- 2) JIS H 0301, 非鉄金属地金のサンプリング, 試料調製及び分析検査通則 (1997).

- 3) JIS M 8082, 銅製錬用銅スクラップ—サンプリング, 試料調製及び水分決定方法 (2015).
- 4) JIS M 8121, 鉱石中の銅定量方法 (1997).
- 5) JIS H 1101, 電気銅地金分析方法 (2013).
- 6) JIS H 1111, 亜鉛地金分析方法 (2014).
- 7) JIS H 1121, 鉛地金分析方法 (1995).
- 8) JIS H 1141, すず地金分析方法 (1993).
- 9) JIS H 1151, ニッケル地金分析方法 (1999).
- 10) JIS M 8132, 鉱石中のひ素定量方法 (1992).



富岡賢一 (Kenichi TOMIOKA)

三菱マテリアル(株)中央研究所 (〒330-8508 埼玉県さいたま市大宮区北袋町一丁目600)。千葉大学大学院自然科学研究科物質工学専攻修士課程修了。修士(工学)。《現在の研究テーマ》非鉄金属原材料, 非鉄金属製品の高感度・高精度・精密分析法に関する研究。



林部 豊 (Yutaka HAYASHIBE)

三菱マテリアル(株)技術統括本部開発部 (〒100-8117 東京都千代田区丸の内3-2-3丸の内二重橋ビル)。千葉大学大学院工学研究科工業化学専攻修士課程修了。博士(工学)。

## 新刊紹介

### 基本分析化学

—イオン平衡から機器分析法まで—

北條正司・一色健司 編著,  
梅谷重夫・森 勝伸・蒲生啓司・西脇芳典 共著

本書は分析化学の初学者を対象として書かれている。前半の章は、溶液と溶液内平衡概論、酸塩基平衡と酸塩基滴定、錯平衡とキレート滴定、溶解平衡とその応用、酸化還元平衡と酸化還元滴定、分配平衡と溶媒抽出、イオン交換平衡、分析データの取り扱い、と分析化学の基本項目からなるが、後半の章はpH測定と電位差分析法、高速液体クロマトグラフィー、イオンクロマトグラフィー、各種分光分析法、蛍光X線分析法、と様々な機器分析法が解説されている。両者を1冊にまとめることでよりコンパクトな学習による効果を狙った書と言えるが、分析化学の専門分野が少しずつ異なる6名の共著者による協調した執筆体制が、本書の構成を可能にしたと考えることができ興味深い。

(ISBN 978-4-7827-0787-6・B5判・259ページ・3,200円+税・2020年刊・三共出版)

### 物理科学計測のための統計入門

—分光スペクトルと化学分析への応用—

河合 潤・田中亮平・今宿 晋・国村伸祐 著

実験から求めた値を正当に評価して報告することは分析化学のみならず、科学計測全般における必須事項の一つである。本書は測定値の取り扱いにおいて不可欠な統計学の概念や解析手法の原理、スペクトルのスムージングや変換などのデータ処理についての入門書である。トピックごとに2~4ページほどの節としてコンパクトかつ必要十分な計算例と図表が掲載されている。入門書の名の通り通読して学習することも可能であるし、良く整備された索引から用語を辿りその定義や用法を確認することもでき、まことに使い勝手の良い構成である。まえがきで述べられているように、筆者らが担当する大学院の講義内容と雑誌の連載解説記事を元に再編されており、初心者にもわかりやすく具体例を交えて解説されている。また、参考文献欄が非常に充実しているのも本書の特徴の一つである。入手困難な文献へのコメントや、数式の導出に関する補遺から、公理の発見から現在まで至る論争を含む歴史や、発見者の生涯までも取り上げられており読み物としても大変充実した内容となっている。データ処理を日常的に行い、解析ソフトウェアを使っているが、“そういえば、この値はどんな計算から出てくるんだっけ?”と不安に思ったときに手に取ると、必ずや助けになる一冊である。

(ISBN 978-4-901496-99-5・A5判・182ページ・2,600円+税・2019年刊・アグネ技術センター)