

図1

滴定法(容量法)

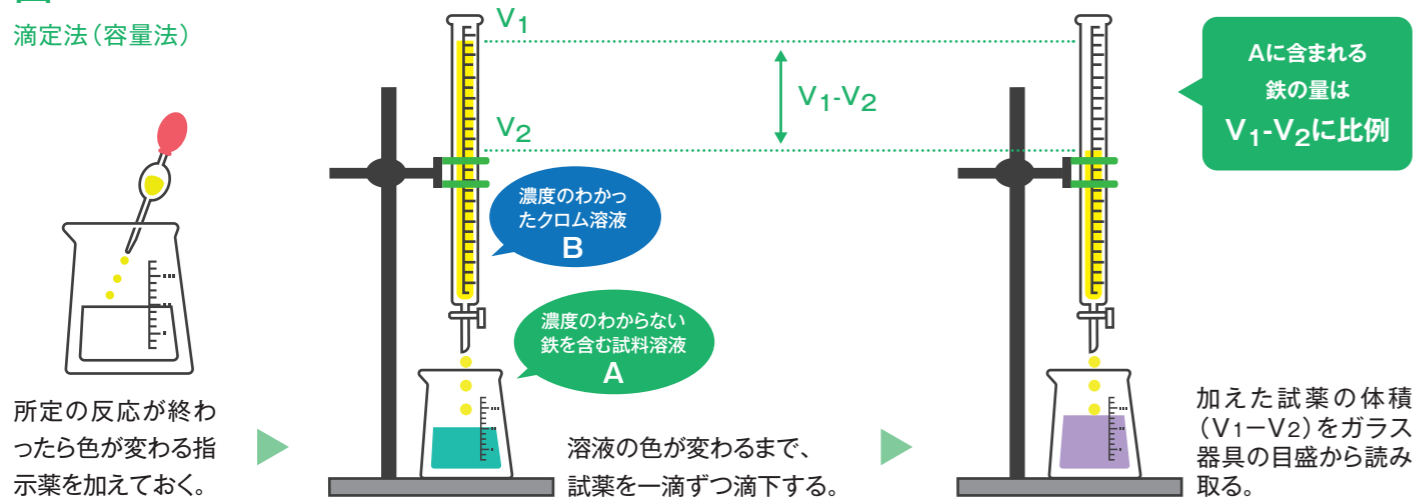


図2

ICP発光分光分析法

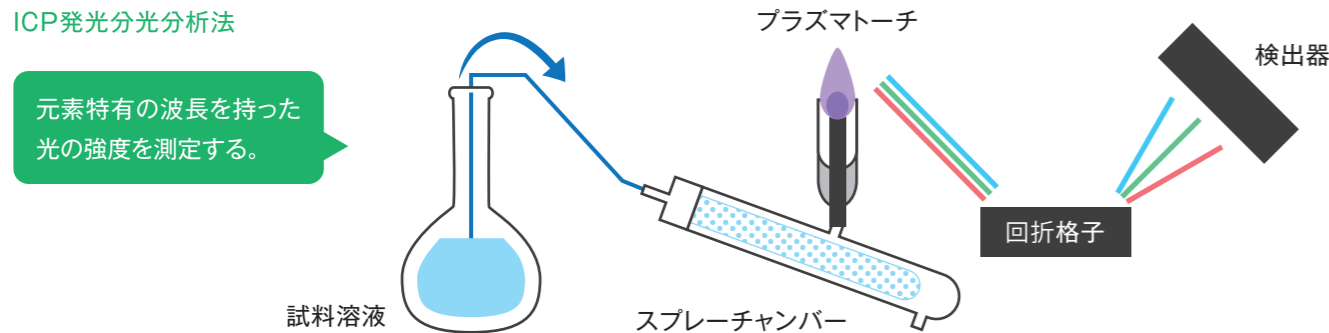


表1

製鉄プロセスと試験・分析 ※この表は、連載第1回目の製鉄プロセスの図ともリンクしていますので、併せて御覧ください。

製鉄プロセス	目的	分析対象
■ 原料 鉄鉱石、石炭、石灰石など	原料の成分・特性分析 / 粉塊混合物の粒度分布の測定、成分分析、水分測定、反応性試験等を行うことで、原料の受け入れ検査および焼結鉱やコークスの品質分析を行っています。	・鉄鉱石、副原料などの成分 ・石炭類の水分・灰分・揮発分など
■ 製鉄工程 焼結炉、コークス炉、高炉など	鉄及び鋼の成分分析 (JIS G1201) / 出荷する製品(薄板、厚板、形鋼、線材、鋼管等)は、製鉄、製鋼、圧延、表面処理を経て製造されます。各工程において正しく製造されているかを確認するために成分分析を行っています。成分分析結果は、製造部門にフィードバックされて工程管理に用いられます。また、品質保証値としてお客様に提供されます。	・溶鉄の成分 ・高炉ガスの成分 ・高炉スラグの成分
■ 製鋼工程 転炉、二次精錬、連続製造など		・溶鋼の成分 — 工程管理・品質保証のため ・製鋼スラグの成分
■ 圧延・表面処理工程 板圧延、表面処理、鋼管圧延など		・圧延・熱処理時の介在物
■ 製品出荷 薄板、厚板、H形鋼、線材、鋼管など	製品の材質評価 / 製造された製品の品質保証として材質評価(機械試験、組織観察、腐食防食試験、非破壊検査等)を行い、合格した製品が出荷されます。	・出荷時の成分(異材排除のため)

表2

分析方法

	分析方法 (JIS G1201)	特徴
化学分析方法 (一部を除き溶液にして測定)	・重量法、滴定法(容量法) ・吸光光度分析法、原子吸光分析法 ・ICP発光分光分析法 ・赤外線吸収法、熱伝導度法	精確(絶対値が正確でばらつきが小さい) 高感度・高精度 高感度・多元素分析 ガス成分の高感度分析が可能
機器分析方法 (固体のまま分析)	・蛍光X線分析法 ・スパーク放電発光分光分析法	迅速、多元素分析

今回紹介する方法

製鉄プロセスと「分析」との関わり

今回は、試験・分析のうち、「分析」についてお話しします。ここでいう分析とは、どんな成分がどれだけ含まれているかを調べる(定量すること)ことで、その目的には原料の評価、製造部門へのフィードバック(工程管理)、品質保証などがあります(表1)。中でもこの連載のテーマである「品質保証」では、鉄鋼材料の硬さや粘さといった機械的性質も、炭素、ケイ素、マンガン、リン、硫黄などの成分に影響されるため、鋼種ごとに日本工業規格(JIS)などを満たす必要があります。分析は重要な役割を担っているのです。

分析方法(表2)もJISで規定されていてJIS G1201によると、化学分析方法と機器分析方法とがあります。一部の方法を除くと、一般に化学分析方法では試料を酸やアルカリで溶液化して測定します。試料調製に時間はかかりますが、鉄鋼材料は均一ではなく、成分の偏りや介在物と呼ばれるアルミナなどの異物も混じっていますので、溶液化してから分析する方が不均一さの影響を受けにくいという利点もあります。一方、機器分析方法では、試料を固体のまま測定できるので、たとえば製鋼工場から送られてきた取鋼試料(溶けた鋼を採取して固めたもの)を数分以内に測定して製造部門にフィードバックするといったことが可能です。目的に応じ、

て方法が使い分けられますが、ここでは、化学分析方法について具体的に紹介していきます。

化学分析方法について

化学分析方法はさらに、①天秤や目盛の付いたガラス器具を用いて重さや体積を測る重量法・滴定法、②精密な分析装置を用いて特定の化学成分の発光等の信号強度を測定する方法とに分類されます。それぞれどのように分析するかを代表的な2つの例で見いきましょう。

① 精確な滴定法

例として、鋼材ではありませんが、鉄鉱石に含まれる全鉄量を調べる方法(JIS M8212)について説明します。この方法は、溶液化した試料の中の鉄分を、滴定法という方法で定量するものです。分析値が原料価格にも影響するので、精確さ(絶対値が正確で、ばらつきが小さいこと)が求められます。滴定法は、所定の反応が終わると溶液の色が変化する現象を利用したものです。定量の仕方を用いて説明します。濃度のわからない鉄を含む試料溶液Aに、事前に調製した濃度のわかっていた試薬(ここではクロム溶液)Bを一滴ずつ滴下していくと、途中で溶液の色が青緑色から紫色に変化します。これは、Aの中にあつた鉄とBの中にあつたクロムとの所定の反応が終わったことを示しています。つまり、Aに含まれていた鉄の量は、加えたBの体積($V_1 -$

V_2)とクロムの濃度から計算することが可能です。滴定法は、体積を測定することにより定量するので、容量法とも呼ばれています。滴定法では熟練の技術者になると、色が変わりそうなことを素早く察知して、二分の一滴とか、三分の一滴といった微妙な量の試薬を加えて、たとえば67.89%というように4桁の精度を出すことができます。複雑で時間がかかりますが、それだけ精確な分析ができるのです。まさに匠の技が詰まっていて、これをなんとか若い世代に伝承したり、自動化したりという試みもなされています。

② 微量元素や多元素を測定できる ICP発光分光分析法

容量法では、正確でばらつきが小さい分析が可能です。微量の元素や多元素の定量ができません。鉄鋼製品では微量の添加元素も製品の機械的性質に影響を与えるため、品質保証のためには、多元素を高感度で測定できる分析法が必要です。代表的な例としてICP(誘導結合プラズマ)発光分光分析法

トレーサビリティと化学分析

最後に、トレーサビリティという概念をご紹介します。これは、「遡ることができる」という意味で、計量値が、キログラム原器のような国家または国際的なレベルの共通の基準にまで遡れるということです。重量法や容量法では、天秤の精度やガラス器具の目盛をきちんと校正すればよいことは直感的にわかりませんが、精密装置で測定する場合は、正確に値付けされた認証標準物質(certified reference material, CRM)を標準試料として使うことで共通の基準が得られます。トレーサビリティを確保し、規格を忠実に守ることで、誰がいつどんな方法を使って測定したかによらず、分析値を相互に比較することができます。NISTは規格に則って、正確な分析値を提供することで、鉄の品質保証において重要な役割を担っているのです。

今回のテーマは、鉄の製造環境を守るです。