

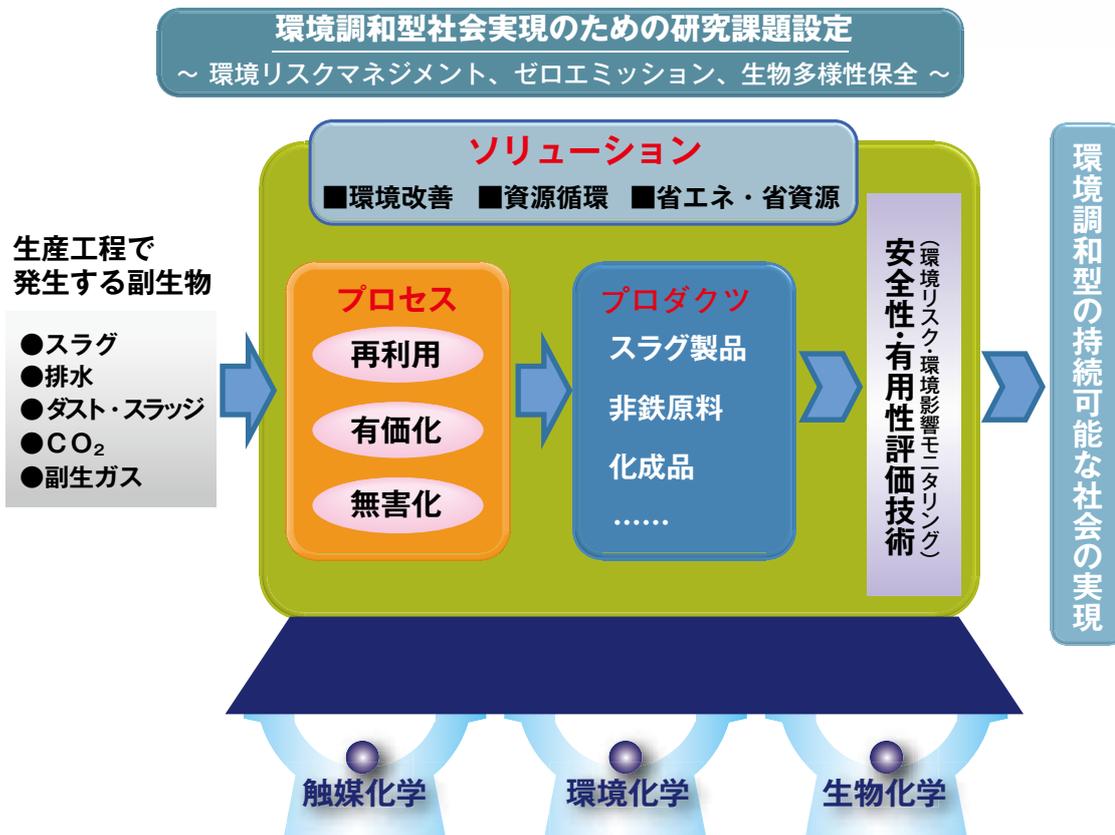
多彩な技術開発で「鉄」を極める(5) 環境技術力でプロセス革新と 製鉄資源の活用を進める

環境先進企業体として
省エネと資源の連関利用に
取り組む

新日鉄では持続可能な循環型社会の実現に向け、環境技術の基盤となる先端的な研究開発に取り組んでいる。その核となる製鉄プロセス革新では、近年、鉄鉱石や石炭などの製鉄原料の劣質化対応や、生産性向上を狙った次世代プロセス技術の開発を進める。また、地球規模の課題であるCO₂排出削減に対しては、2030年の実用化を目指し、鉄鋼業界全体で環境調和型製鉄プロセスの技術開発に挑み、現在まで着実に成果を生み出している。

さらに「製鉄の環境を科学する」という研究方針に基づき、触媒化学、環境化学、生物化学、石炭科学、化学工学、機械工学など製鉄プロセス研究で培った要素技術を発展させ、生産工程で発生する副生物(ガス、スラグ、排水など)を連関利用する技術開発を中心として、改質技術・エネルギー変換技術開発や製鉄資源の最大活用など、環境リスクマネジメント、ゼロエミッション、生物多様性保全に貢献する科学技術基盤の構築に積極的に取り組んでいる(図1)。

図1 環境基盤技術開発への取り組み

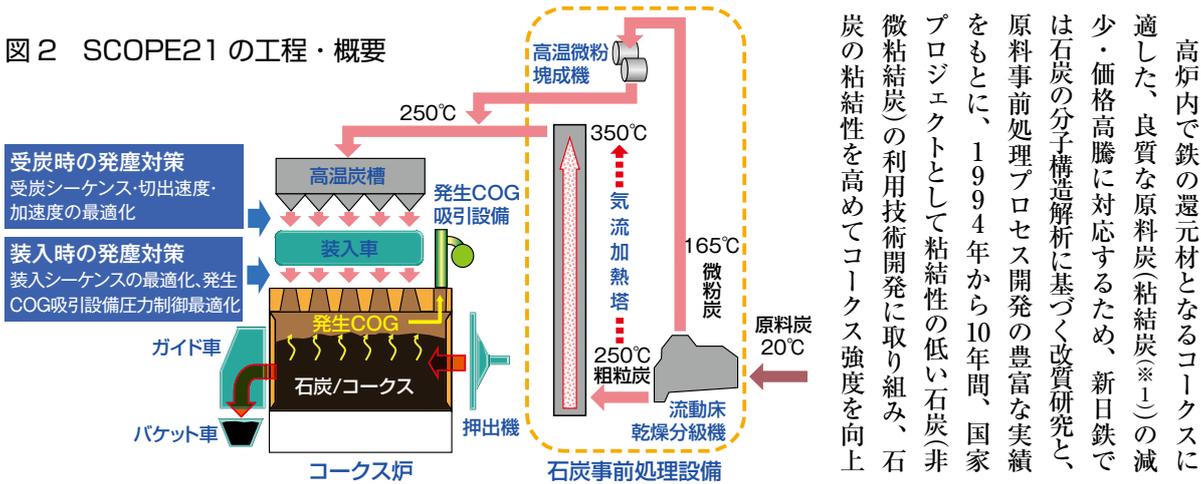


新日鉄では1970年代の石油危機を契機に、プロセス革新や副生ガスの活用、排熱回収、廃棄物(廃プラスチックなど)の有効利用などの取り組みを通じて、今まで製鉄における世界最高レベルのエネルギー効率を実現してきた。そして現在、従来技術を凌駕する次世代プロセスや環境調和型製鉄プロセスの開発、製鉄所を核とした有用資源の最大活用など、環境技術基盤のさらなる拡充・強化を目指している。シリーズ5回目は、環境の時代にふさわしい新たなプロセス開発や、製鉄資源を地球環境保全に活用する取り組みに挑戦する研究者の姿にスポットを当てる。



設備・保全技術センター
プラントエンジニアリング部 (PE 部)
コークス・化成設備技術グループ
山岡 圭 (やまおか・けい)
(化学工学専攻、2006 年入社)

図 2 SCOPE21 の工程・概要



劣質資源に対応する
プロセスで高度な環境技術の
確立を目指す

高炉内で鉄の還元材となるコークスに適した、良質な原料炭(粘結炭※1)の減少・価格高騰に対応するため、新日鉄では石炭の分子構造解析に基づく改質研究と、原料事前処理プロセス開発の豊富な実績をもとに、1994年から10年間、国家プロジェクトとして粘結性の低い石炭(非微粘結炭)の利用技術開発に取り組み、石炭の粘結性を高めてコークス強度を向上



大分製鉄所第5コークス炉(1号機)

させる技術を開発。2008年に大分製鉄所で世界初の次世代コークス製造技術「SCOPE21」(※2)を実機化した(図2)。この技術により非微粘結炭の使用比率上昇と、コークス製造に必要な時間の短縮による生産性向上、大幅な省エネルギー(原油換算で年間10万キロリットル、CO₂換算約40万トン)を達成している。

2006年、実機1号機の着工期に入社し、先例のない高温炭(250°C)の輸送工程における発塵防止対策に取り組んだプラントエンジニアリング部コークス・化成設備技術グループの山岡圭は、そのハンドリングの難しさを語る。

「SCOPE21では、コークス炉に装入する前に石炭を急速に加熱して粘結性を向上させる事前処理を行います。石炭は高温になるほど発塵しやすいため、高温炭槽から装入車への受炭、装入車からコークス炉への装入の際に発塵を防止することが大きな課題でした。また高温に予熱した石炭をコークス炉に装入するため、従来のプロセスと比べて、装入直後の石炭の熱分解ガス(コークス炉ガス(COG))の発生量が多く、発生ガスの吸引状況を制御して炉内圧力を安定化することがも一つの課題でした。大分では工場と一体となって実炉試験を繰り返し、受炭と装入のシーケンス最適化などにより、圧力安定化を図り、これらの課題を解決しました(図2)」

その後、山岡は2013年3月の稼働を目指す実機2号機(名古屋製鉄所)のCOG吸引設備の設計から建設、実機化まで一貫したエンジニアリング業務を担当。現在、発生ガスの圧力変動を制御する手法の確立を目指している。「1号機で得た知見をベースにCOGの吸引設備の構造検討・設計と、コークス炉への装入条件による圧力変動のシミュレーションにより、ガス圧力の安定化を図る制御方法を導き出しました。今後、試運転を経て来年3月までに開発技術の信頼性を高めていきます。また現在、石炭・コークス関連の学会にも出席して世界の最新の技術動向を集めるように努めており、高生産効率かつ省エネルギー型の新プロセスの開発に挑戦していきたいと思えます」(山岡)。

※1 粘結炭 瀝青炭の一つ。空気を遮断したコークス炉で加熱(乾留)すると温度上昇につれて軟化、熔融、固結して多孔質の固体となる性質を持つ石炭で、乾留後の強度が高い

※2 Super Coke Oven for Productivity and Environmental enhancement toward the 21st century



先端技術研究所 環境基盤研究部
主任研究員
中尾 憲治 (なかお・けんじ)
(物性・分子工学専攻、2007年入社)

環境調和型製鉄プロセスで
CO₂削減と新たなエネルギー
供給を目指す

新日鉄では、製鉄プロセスでのCO₂排出削減とCO₂分離・回収を行う新技術の確立を目指す、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「環境調和型製鉄プロセス技術開発プロジェクト(COURSE50)」(※3)に参画。水素濃度を高めたCOGを高炉に装入して鉄の還元を利用しCO₂排出を削減する技術と、高炉ガスに含まれるCO₂を分離・回収する技術の2テーマの開発を進めている(図3)。前者の技術のキーとなる

図3 COURSE50の全体構成と開発テーマ

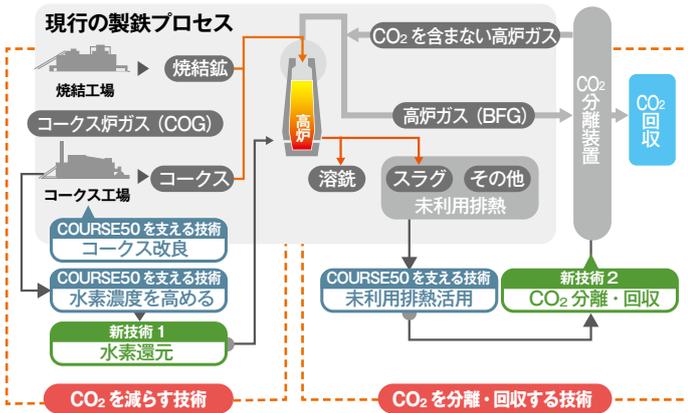
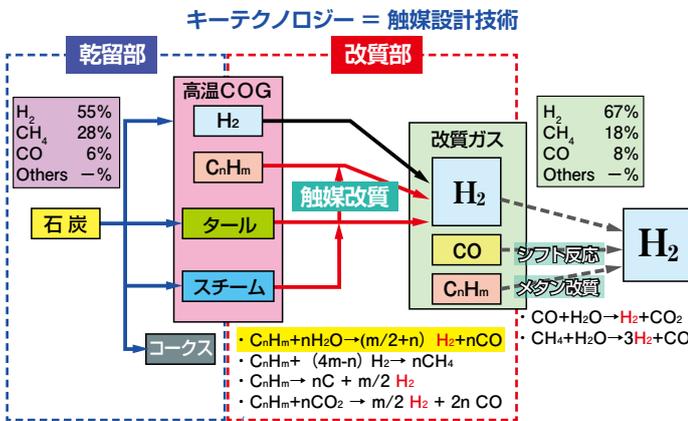


図4 触媒改質による水素増幅概念図



るのが、COGに含まれるタール成分を水素や炭化水素に改質し水素量を改質前の2倍に増やす触媒(ニッケルなどを含んだ金属酸化物)の開発だ。
2011年、触媒研究開発チームに加わった先端技術研究所環境基盤研究部の中尾憲治は、開発ターゲットについて語る。「COGに含まれるタール成分の触媒改質技術開発は、タール成分自身が炭化しやすく水素に変換しにくい物質であることや、COG中に硫化水素をはじめとした触媒機能にダメージを与える成分が高濃度で含まれていることから、従来の触媒の常識では考えられないほど非常にハードルの高いものです。特にタールから析出した炭素による触媒層の詰まり(閉

写真1 触媒



塞)を防ぐことと、硫化水素による触媒の劣化を低減することが大きな課題でした。炭素析出対策では触媒層を物理的に振動させて閉塞を防ぐ技術を開発し、硫化水素対策では触媒の成分設計の最適化を図り、劣化を抑える技術開発に成功しました(図4)(写真1)。
現在、君津製鉄所のベンチプラントでの本試験・評価に取り組み中尾は、石炭の産出地ごとに成分が異なる実際のCOGに対し、スチームによる水分量調整で炭素析出量を低減するなど、触媒反応条件の最適化を目指している。「タールの水素や炭化水素への改質は吸熱反応により起こりますが、従来利用されていなかったCOGの顕熱※4を活かせることも本開発の大きな意義です。また増幅した水素をエネルギー源として社会に供給していくことも可能です。まだまだ道程の長い開発プロジェクトですが、今後は、水素濃度を高めたCOG利用拡大も視野に入れつつ、段階的にスケールアップを目指し、『製鉄所のCO₂排出30%削減』という目標を実現する新プロセス創造の一翼を担っていきたいと思います(中尾)。

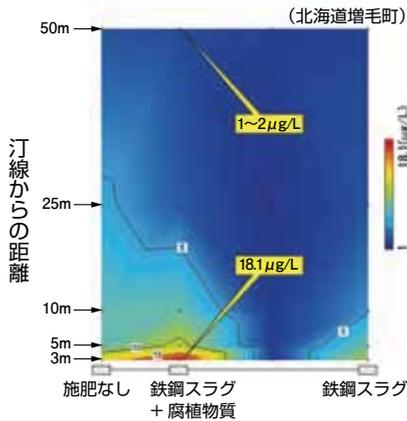
※3 CO₂ Ultimate Reduction in Steelmaking process by innovative technology for cool Earth 50

※4 顕熱 物質の状態を変えずに、温度を変化させるために費やされる熱量



先端技術研究所 環境基盤研究部
主任研究員
小杉 知佳 (こすぎ・ちか)
(水産科学専攻、2009年入社)

図5 海水中の極微量鉄分濃度の分析例



鉄鋼スラグ+腐植物質の施肥ユニットを埋設した場所の近辺で、鉄の濃度が高まり広い範囲に拡散していることを明らかにした

鉄鋼スラグの有用性と安全性を科学的に解明するため、2009年、新日鉄ではRE内に海域環境シミュレーション設備「シーラボ」を開設。干潟や浅瀬を再現した水槽で藻類の生長や色彩への施肥効果を実証している。

製鉄プロセスで生まれる有用資源で海の生物多様性保全に挑む

新日鉄では鉄づくりで生まれる副産物を有用資源として活用する研究開発にも積極的に取り組んでいる。その好例が、鉄分を含有した製鉄スラグと廃木チップを発酵させた腐植土を混ぜた施肥ユニットを海中に埋設し、海藻類が吸収しやすい鉄分を供給する「海の森づくり」だ。この生物多様性保全の取り組みは、北海道増毛町など全国約20カ所以上の実海域での施肥実験で大きな藻場再生効果を実証している。

果を検証する実験を続ける。先端技術研究所環境基盤研究部の小杉知佳は、取り組みについて語る。「のりの色落ちなどの生育異常は、鉄やリン、窒素などの栄養不足が大きな原因です。海中に溶存しやすい鉄分(主に腐植酸鉄)を豊富に含む製鉄スラグと腐植土を混合したユニットと、のりの胞子を付けた網を水槽に設置し、水温はもちろん、微量元素の計測・分析機器を使って海水中の含有元素とその濃度などの水質データを定期的に測定し、生育状況と照らし合わせてユニットの有用性・安全性を確認しました」(写真2)。

写真2 のりの生育状況比較



現在、小杉は、より実海域に近い環境をつくり出し、長期的視点から生態系の変化を検証するとともに、人工干潟の地盤改良や震災復興技術として有効なカルシア改質土など製鉄スラグの付加価値を高める研究にも取り組んでいる。「生物多様性を育む環境創出も含めた幅広い視野から、常に先手を打って、既存技術を凌駕する製鉄スラグの有用性を高めていきたいと思っています。地球温暖化抑制対策として再生した藻場のCO₂吸収効果も期待されていますが、今後も、当社のポテンシャルを活かして、製鉄資源の機能を最大限に引き出す開発に取り組んでいきます」(小杉)。

世界最高レベルの環境技術で製鉄と地球規模の環境課題を解決する

新日鉄における環境技術開発の強みは、リサーチ&エンジニアリング、つまり分子構造解析に基づく石炭改質など、原理原則を追求する基礎研究と、それを自社で実機化し検証できるプロセス研究・設備技術開発の強固な連携体制にある。また長年、世界最大規模の化学反応容器である「高炉」の研究・技術開発を通して培った科学的アプローチによる課題解決力も大きな強みだ。製鉄業のグローバル化が急速に進展する中で、新日鉄では今後、世界トップクラスの環境技術基盤のさらなる拡充・強化に取り組む、世界で生じる環境課題を解決できる幅広い環境ソリューションメニューを揃えて社会貢献を果たしていく。