

## 【個別特集】

# 完全無灰炭（ハイパーコール）の非鉄金属冶金用途に関する調査 海外出張報告

NEDO 技術開発機構 環境技術開発部  
矢内 俊一

## 1. はじめに

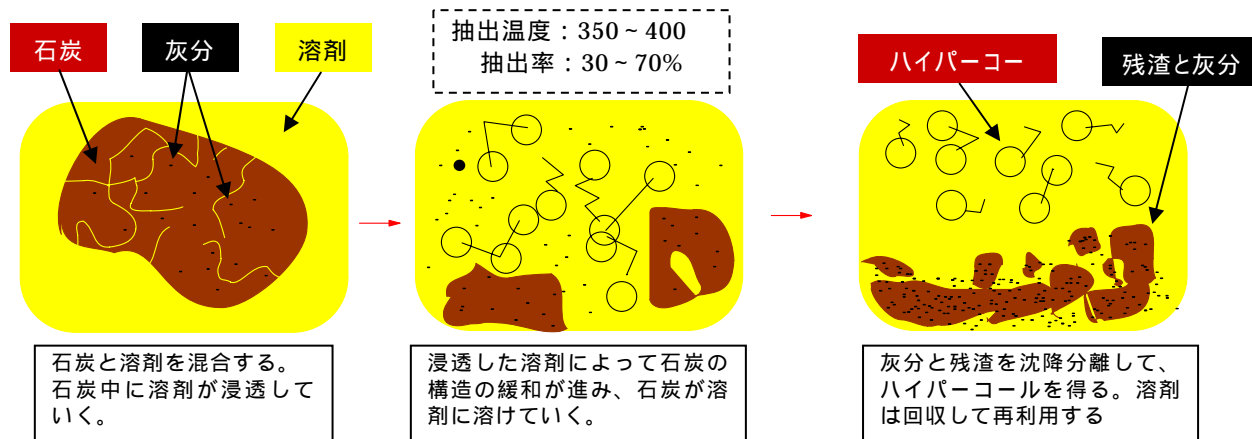
石炭は、石油や天然ガスと比較して埋蔵量が豊富であること、埋蔵する地域に偏在性が少ないこと、あるいは単位発熱量当たりの価格が他のエネルギーと比較して安価であることなどから、我が国でも重要な基幹エネルギーとして利用されている。一方、石炭には無機物が含まれていることから燃焼させると灰分が残り、灰処理等の後処理が必要となることから利用に際して好ましくない特徴も有していた。したがって、無機物を完全に除去した石炭を製造することができれば、環境問題に大きく貢献できるのみならず、石炭の新たな利用方法も開拓できると考えられる。

NEDO 技術開発機構 環境技術開発部では、石炭から無機物をほぼ完全に除去（200ppm 以下）技術開発を実施している（ハイパーコールプロジェクト）。今回は、そのハイパーコールの新たな利用方法について調査するために、オーストラリアの研究所 HRL Technology Pty Ltd.を訪問する機会を得たので、その概要を報告する。

## 2. ハイパーコールとは

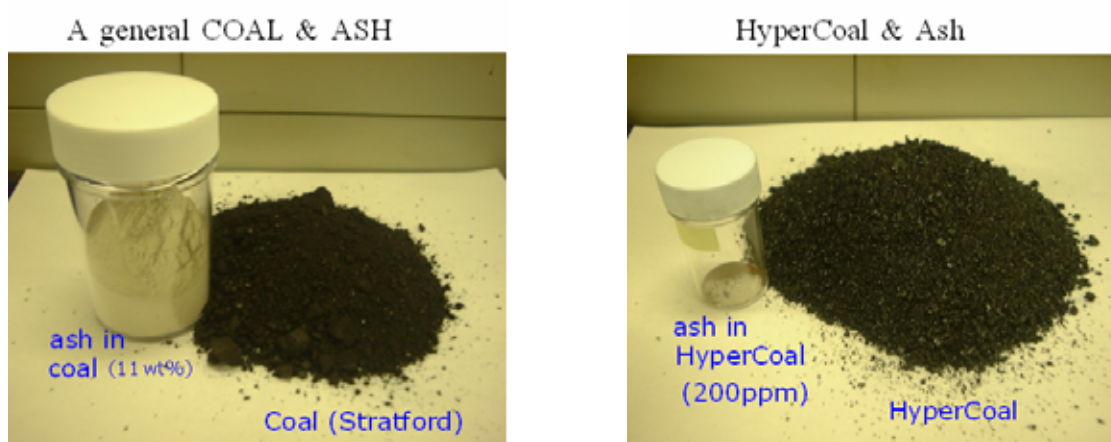
はじめに、「ハイパーコールとは何か？」について説明したい。石炭は植物を起源としており、地中に埋蔵される過程で、温度や圧力の影響を受け、徐々に炭化が進み変化したものである。したがって、石炭中には、もともと植物に含まれていたミネラル分（無機物）と植物が堆積する過程で混入した土壌（無機物）が含まれる。ハイパーコール技術は、これらの無機物をほぼ完全に除去し、有用な有機物のみの石炭を得る技術である。

ハイパーコール技術のイメージを下図に示す。



まず、石炭と溶剤を混合する。石炭は高分子有機化合物であるが、その分子同士が複雑にからみあっており、常温では溶剤にほとんど溶出しない。ところが、温度を上げて行くと溶剤が徐々に石炭に浸透し、それによって石炭の構造が緩和されて石炭が溶剤に溶けていく。350～400 の条件下では、石炭の種類にもよるが、石炭中の有機物の30～70%が抽出される。溶剤に溶けたハイパーコールと残渣および灰分を重力沈降によって分離し、溶剤を取り除くとハイパーコールが得られる。

下に示す写真は、ストラッドフォード炭（灰分量約11%）とそれから得られたハイパーコール（灰分量約200ppm）を示したものである。灰分量の違いは一目瞭然と言えよう。



（写真提供：株式会社神戸製鋼所）

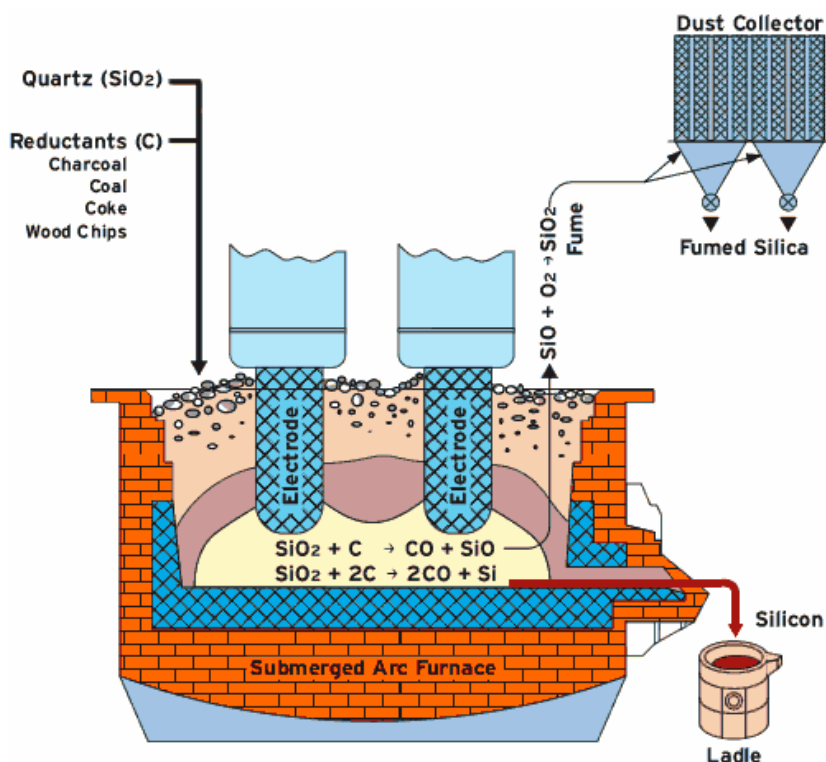
### 3. ハイパーコールの非鉄冶金用途に関する調査

石炭の主な利用方法として、燃焼させて熱を回収する方法と酸化物を還元するための還元剤として使う方法がある。前者の代表的な例は石炭火力発電所であり、後者の代表が製鉄所における高炉である。高炉へは、石炭を事前に蒸し焼きにしてコークスにしたものが装入され、鉄鉱石（酸化鉄）の還元に使われる。高炉の底部では、還元されて溶融した鉄の相と鉄以外の金属等を含むスラグ相に分離して排出される。コークス中の灰分（もともと石炭中にあった灰分）はスラグ相に取り込まれるため、高炉では石炭中の灰分の存在は問題とならない。しかしながら、シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）の還元過程ではスラグ相が形成されないため、不純物はシリコン（ $\text{Si}$ ）相の中に取り込まれる。したがって、還元剤中に含まれる不純物が製品であるシリコンの品質に影響を与えることになる。

西オーストラリア州にあるシムコア社（Simcoa Operations Pty Ltd.）では、年間32,000トンのシリコンを生産しているが、灰分の少ない還元剤が必要であるため、還元剤の一部に木炭を使用している。一方、環境保護の観点から、木炭を使わないようにとの圧力も受けており、同社は灰分の低い還元剤を模索している。したがって、ハイパーコールのような灰分を含まない石炭が、このような産業で利用できる可能性は

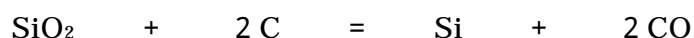
高く、木炭に使う木材の伐採も押さえることができるため、環境問題にも貢献できる可能性を有している。

次に、シリカ ( $\text{SiO}_2$ ) を還元してシリコン ( $\text{Si}$ ) を製造する方法について説明する。下図のような電炉に石英 ( $\text{SiO}_2$ ) と還元剤 (木炭、石炭、コークス、木材片等) を入れ、高温 ( $\sim 2,000$ ) にする。



(資料提供：HRL Technology Pty Ltd)

電炉内では下式にしたがって、石英がシリコン ( $\text{Si}$ ) にまで還元される。



前述のように、この電炉内ではスラグ相が形成されないため、原料 (石英と還元剤) 中の不純物はシリコンに取り込まれることになり、高品質のシリコンを得るためには高純度の石英と還元剤 (木炭や石炭) が必要となる。この還元剤として必要な要件としては、低灰分であることの他に、反応性が高いこと (高い還元性能を有していること) 強い強度を有していること、および電気伝導度が低いこと等が必要となる。今後、ハイパーコールについて、試験を含めた検討も行い、このような分野への適用性についても検討を加えていく予定である。

#### 4. 今回の訪問先等に関する情報

今回訪問した HRL Technology Pty Ltd と西オーストラリア州でシリコン生産を行っている Simcoa Operations Pty Ltd の所在地およびホームページのアドレスを下記に示す。

**【HRL Technology Pty Ltd.】**

677 Springvale Road, Mulgrave, Victoria 3170, Australia

<http://www.hrlt.com.au/>

**【Simcoa Operations Pty Ltd.】**

Marriot Road, Wellesley, Western Australia 6321, Bunbury WA 6231, Australia

<http://www.simcoa.com.au/>

以 上