

J F Eグループインベスターズ ミーティング
（J F Eグループ 環境経営ビジョン 2050 説明会）
2021年5月25日開催 質疑要旨

Q. カーボンリサイクル高炉の仕組みや特徴について改めて説明してほしい。カーボンリサイクル高炉と CCU を組み合わせればカーボンニュートラルを実現できるのか。

A. カーボンリサイクル高炉とは、高炉から排出されるガス中の CO₂を、グリーン水素を使用してメタンに変換し、還元材として高炉に吹き込む技術である。この結果、鉄鉱石の還元に必要なカーボンがリサイクルされ、総合的に排出される CO₂を削減することができる。

水素を還元材として用いる場合は、吸熱反応により熱が不足した場合に還元反応が阻害される事が課題である。一方、カーボンリサイクル高炉で還元材として用いるメタンは高炉内部の燃焼領域では発熱反応を起こすため、炉が冷えるという課題に対しては、水素よりも有利になる。

また、カーボンリサイクル高炉では純酸素を吹き込むことにより、従来の高炉プロセスでは空気に含まれる窒素の加熱に使っていたエネルギーをメタンの加熱に使うことが可能となり、メタン吹込み量の最大化が図れる。なお、酸素高炉化により、高炉ガス中の窒素が含まれないことになり、排ガス量は約 1/2 になる。

カーボンリサイクル高炉技術において、メタネーションによるカーボンリサイクルのみでは、CO₂排出量をゼロにすることはできないが、CCU（CCS も含む）の活用により、カーボンニュートラルを目指している。

CCU によって製造したメタノールが化学製品として社会に供給可能か、コストが見合うのか、等の課題はあるが、前述のメタネーション技術・純酸素技術・CCU 技術を融合すれば、一つの高炉プロセスにおいて完全なるカーボンニュートラルを実現できる可能性を秘めていると認識している。

Q. COURSE50 や Super-COURSE50 等、カーボンニュートラルに向けて様々な技術が検討されている中で、技術開発の複線的なアプローチに関して、考え方を教えてほしい。

A. COURSE50 は水素系ガスの吹き込みによって高炉本体での CO₂削減率 10%、CCS により 20%削減し、合計 30%の CO₂削減を目標としている。水素還元は吸熱反応であるため、吹き込み量には限界がある。Super-COURSE50 では外部水素を加熱してから吹き込むことにより、高炉本体での CO₂削減率の向上を狙っている。このように、COURSE50 や Super-COURSE50 と、カーボンリサイクル高炉は異なる技術であるが、どちらが優位であるかの実証を含め、主要なプロセスである高炉における様々な超革新的技術の適用は必要であり、それぞれ検討すべき技術である。

また、それぞれの技術の組み合わせも検討すべき項目である。JFE スチールでは、高反応性のコークスであるフェロコークスの導入により、高炉での還元材使用量を削減し、製鉄プロセスにおける CO₂排出量の約 10%削減を目指しており、現在、福山地区のフェロコークスの中規模製造設備で実証実験を推進している。カーボンリサイクル高炉とフェロコークスを組み合わせることによる CO₂削減量についても、プロセス開発における確認すべき項目の一つと考えている。

さらに、カーボンリサイクル高炉に、鉄鉱石の代替物として還元鉄を装入した場合の CO₂削減量についても実機で検証していかなければならない。

2050 年カーボンニュートラルについては、現時点での確固たる解は無く、フェロコークス、COURSE50 をはじめ、Super-COURSE50 と合わせてカーボンリサイクル高炉も日本鉄鋼業界として複線的に開発していくべき技術であると考えている。

Q. 2050 年カーボンニュートラルに向けた技術開発においては様々な課題があるが、他社や他組織との共同開発に関する方針を教えてください。

A. 一企業では資金面、マンパワー面でも限界があるため、他社とも共同で技術開発を進めていく。JFE スチールでは、まず、カーボンリサイクル高炉（メタネーション含む）とそれに付随する CCU の技術開発に注力していく方針であるが、メタネーション技術については国内の反応器メーカーの協力を得ながら開発を推進し、CCU 技術については RITE と共同開発していく。カーボンリサイクル高炉に関連する技術については、今後、共同開発していくか否かも含めて幅広く議論していくことになると考えている。

電気炉技術活用における高級鋼製造の課題については、個社として仙台製造所において既に保有している自動車用特殊棒鋼製造技術を活用して研究開発を進めていく。さらに、自動車用鋼板への電気炉鋼適用に関しては、米国最大の電気炉メーカーである NUCOR 社と

の合弁会社 NJSM (NUCOR-JFE STEEL MEXICO) において、電気炉鋼の原板を使用した高級自動車用鋼板の製造について検討していくことで、高級鋼への電気炉鋼適用限界を下げしていく可能性を探っていきたい。

また、現時点での水素直接還元技術の課題は、高品位鉱石しか使用できないことにある。JFE スチールでは大手原料サプライヤーである BHP 社と技術開発に関する覚書を締結した。BHP 社と協業で、低・中品位原料の新たな原料処理技術を開発し、直接還元用原料として戦力化する取り組みを進めている。安価で大量な水素供給インフラの整備に関しても、政府支援や社会との連携が必須と考えている。

Q. カーボンリサイクル高炉での CO₂削減量は、グリーン水素を前提として計算しているのか？

A. グリーン水素を前提として CO₂削減量を計算している。

Q. カーボンリサイクル高炉を、カーボンニュートラルを実現するための技術の主軸に据えた理由を聞かせてほしい。またメタネーション技術と酸素高炉化は、JFE 独自の技術なのか教えて欲しい。

A. JFE スチールは高炉・転炉法で高級鋼を製造・販売しているが、電気炉や直接還元法に転換して高級鋼を製造することはハードルが高いと考えている。そこで、まずは現状の高炉・転炉法でカーボンニュートラルを実現する方法が無いかと検討してきた結果、カーボンリサイクル高炉技術が有望であるという認識に至った。

メタネーション技術は JFE 独自のものではなく、反応器メーカーの協力を得ながら開発を進めていく事になる。一方、酸素高炉化は JFE 独自の技術であり、炉内のガスの流れと反応のシミュレーションの解析による炉体の形状設計などが開発のポイントになる。

Q. 電気炉プロセスについて、スチールプラントック社や仙台製造所があることによる JFE の強みについても教えて頂きたい。

A. 電気炉については、JFE スチール仙台製造所や JFE 条鋼姫路製造所でスチールプラントック社のエコアークを使用しており、製造現場で品質・生産性向上を図ってきた。現状は最大の電気炉でも高炉・転炉法と比較して生産性が約 30%低位であるが、今後の電気炉の生産性向上について、JFE スチールとスチールプラントック社で協力し、グループ内で開発・設計していく事が出来るのは強みと考えている。また米国の電気炉メーカー NUCOR 社との合弁であるメキシコ NJSM 社で自動車用の亜鉛メッキ鋼板を製造しており、高級鋼材

への電気炉素材の適用についても開発していく事ができるのも強みである。

Q. 洋上風力発電のモノパイルおよび O&M(オペレーション&メンテナンス)市場について、現状の国内同業他社の動向や競合環境、さらには JFE エンジニアリングの 400 億円程度の投資の回収期間について教えて欲しい。

A. モノパイルについては、今のところ国内同業他社には参入の動きは見られず、競合するのは欧州勢のみと認識している。O&M については国内の洋上風力発電はこれから本格的に建設されていくという状況であり、具体的な検討はこれからという事になるが、O&M の中心は風車の部分になると想定しており、メーカーとの提携を検討していく。

設備投資の回収期間については、設備仕様、市場の動向、販売価格・コスト等を詰めているところであり、現時点では回答は控えたい。

Q.カーボンリサイクル高炉における CO₂ のリサイクル率を教えて欲しい。

A. CO₂ のリサイクル率は今後実証していく事になるが、現時点でのシミュレーションでは 30%程度のリサイクル率を見込んでいる。これをさらに上積み出来るかは今後実証していく。

Q. 転炉のスクラップ比率を現状の 12~15%から 20%以上に高めていくタイミングおよびその場合スクラップの外部購入する必要があるか否か、また全ての転炉に適用するのかについても教えて欲しい。

A. 転炉でのスクラップ利用促進技術である、カーボンフリー燃料を活用したバーナーは、7 次中期期間中に研究開発を行う。まず特定の地区の転炉で開発し、その結果を評価したうえで全社への展開を検討するため、全ての転炉に適用する場合でも 2025 年度以降になる。また自社発生スクラップだけを使用する場合、スクラップ比率は 12%程度が最大であり、それ以上の比率を達成するには外部から購入する必要がある。現状国内では年間約 2,800 万トンのスクラップが流通し、国内では消費しきれず、800 万トンは輸出されている。JFE スチールがスクラップ比率を高める事が出来れば、貴重な資源を国内で消費するという国の方針に沿うことにもなり、集荷体制やサプライチェーンの整備をグループ内で取り組んでいる。

Q. メキシコ NJSM 社について、スクラップ 100%の電気炉素材を用いて亜鉛メッキ鋼板を製造するのか、それとも現状 NUCOR 社が製造しているように、還元鉄を配合した素材

を使う事になるのか？

A. 自動車用鋼板を、スクラップを 100%用いた電気炉素材で製造するのは現時点では困難である。米国での電気炉による自動車用鋼板の場合、大部分が銑鉄、還元鉄等の純度の高い冷鉄源を用いて行われている。なお、メキシコ NJSM 社は、品質が最も厳しい熔融亜鉛メッキ鋼板を製造しており、100%スクラップの素材では現時点では難しいと認識している。

Q. リサイクル率 30%程度というのは、酸素高炉化は前提になっている値か否か確認したい。

A. 酸素高炉化を前提にした値である。

Q. カーボンリサイクル高炉で CO₂ 削減目標を高炉単体で 30%とした根拠を教えてください。

A. カーボンリサイクル高炉は、熱補償面で有利な酸素とメタンを活用するのが特徴だがやはり限界はある。現状の高炉法は銑鉄 1 トンの生産に対し、コークスを約 350 kg、微粉炭を約 150 kg用い、高炉下部の炉熱低下による凝固を防いでいる。カーボンリサイクル炉では、酸素とメタンを用いることによりコークスの投入量が減るので、限界を超えると炉が冷えるという高炉で最も怖いトラブルが予想される。こうした点を踏まえ、シミュレーションでの熱計算の結果、一旦 CO₂ 30%減という試算をした。今後千葉に建設を検討している 150m³の小型試験高炉でこのシミュレーション結果の妥当性を実証していく予定である。

Q. 電気炉鋼の不純物について何が主な阻害要因なのか、JFE スチールが高級鋼以外の製造を電気炉に転換していく可能性があるのかについて教えてください。

A. 電気炉で高級鋼を製造する上で最大の阻害要因は、スクラップに混入する銅や錫等の元素である。高級鋼はこうした元素の含有量の上限値が厳しく、また現状では電気炉でも転炉でもこれらの元素を除去できない。従って高級鋼の製造には、鉄鉱石から製造された不純物の少ない冷鉄源が必要になる。一方で高級鋼以外では電気炉素材の適用は十分考えられる事であり、JFE スチールでも、電気炉で製造可能な製品の解析も済んでいる。将来的に電力コストの低下、スクラップのサプライチェーンの整備および、最大の課題である生産性向上が達成されれば、電気炉で製造できる製品は増えてくると認識している。

Q. 洋上風力発電における各事業会社の事業内容とシェア 50%を獲得する際のモノパイルの市場規模の想定や、JFE の競合他社に対する優位性について教えてください。

A. 洋上風力発電については、JFE エンジニアリングはモノパイル設計・製造を担い、JFE

スチールはモノパイル用の厚くて且つ溶接効率の高い大単重鋼板を供給する。JFE 商事は鋼材・加工製品のサプライチェーン構築や、台湾・東南アジア等に進出する際の情報提供等を行っていく。O&M では、グループ全体でノウハウを持ち寄り、シナジーを発揮していく方針である。モノパイルの市場規模は、2024 年度頃の立ち上げ期で約 10 万トン/年、2027 年頃から 16 万トン/年規模となり、2030 年代に入り、水深が深い案件も増えていき 20 万トン/年を想定している。その 50%のシェアの獲得で、JFE エンジニアリングとしては、8～10 万トン/年を目指す。

洋上風力の基礎構造については、現状は秋田沖の案件等も欧州からの輸入材が使用されているが、今後は JFE エンジニアリングの日本近海での海洋構造物やジャケット生産の実績や台風や地震等も考慮した設計能力が期待されると思う。また、欧州からの輸入の場合、輸送コストが高く、輸送トラブルが生じた際のダメージも大きいいため、JFE スチールが製造する素材から一貫製造することで、生産性と安定供給の観点で優位に立つ事が可能と考えている。

以上

本資料は、金融商品取引法上のディスクロージャー資料ではなく、その情報の正確性、完全性を保証するものではありません。また、提示された予測等は説明会の時点で入手された情報に基づくものであり、不確定要素を含んでおります。従いまして、本資料のみに依拠して投資判断されますことはお控え下さいますようお願い致します。本資料利用の結果生じたいかなる損害についても、当社は一切責任を負いません。