

水素製鉄による排出水を活用した高炉の新たな活用方法

A new way to utilize blast furnaces using wastewater from hydrogen steelmaking

佐藤信治<sup>1</sup>, ○富永玲央<sup>2</sup>,  
Shinji Sato<sup>1</sup>, \*Reo Tominaga<sup>2</sup>

"Iron is the foundation of a nation," emphasizing its crucial role in our lives and industry. However, Japan's steel industry faces decline, losing market share to China and India since its peak in the 1960s. The industry is also a major contributor to carbon emissions, requiring significant facility reductions. Some companies are considering industry consolidation. For instance, the blast furnace in Kawasaki, Kanagawa, symbolizing the Keihin Industrial Zone for nearly a century, ceased iron production on September 16, 2023. This left 4,000 employees unemployed and led to protests. To address these challenges and promote carbon neutrality, we propose reactivating the blast furnace and transforming it into a green infrastructure hub.

1. はじめに

“鉄は国家なり”という言葉があるように、鉄は生活に必要不可欠な物質として、人々の生活を支えてきた産業のインフラである。そして、今後も生活を支える存在であるべきだと考える。しかし、国内の鉄鋼業界は衰退の危機に迫られている。1960年代、アジアの先進国として日本の鉄鋼業界は一時代を作ったが、中国やインドの発展に伴い、次第にシェアが奪われていった。さらに、鉄鋼業は産業全体に対する二酸化炭素の排出量が全体の40%を占めるほど、深刻な状況にあり、“大規模な設備削減”の必要性に迫られている。こうした流れを受けて、なかには“業界再編”を示唆・実行する鉄鋼メーカーが現れるほど、国内鉄鋼業界の現状は著しく深刻である。

をもって、100年余り続いた高炉による鉄の生産が終了し、跡地の利用方法が検討されている。また、高炉で働く従業員4000人が職を奪われることから、高炉休止を反対しているデモ団体が活動しているほど状況は深刻である。そこで、高炉を再稼働させ、カーボンニュートラルの推進に伴う新たなグリーンインフラの拠点となるような施設を提案する。

2. 計画背景

2.1 環境を破壊し続ける高炉

現在、高炉法・直接還元法・電炉法という3つの製造法が普及している。この中でも高炉法が最も効率の良い製造法として主流である。高炉法は、主な原料となる鉄鉱石とコークス（石炭）を高炉で加熱することで鉄を生産することが可能である。しかし、鉄1tにつき2t余りの二酸化炭素を排出してしまうことが問題となっている。

2.2 未来の製鉄技術

二酸化炭素排出問題を解決する取り組みとして、水素を用いた“高炉水素還元技術”という製鉄技術が注目されている。この技術では、鉄鉱石と水素を吸熱反応させることで、二酸化炭素ではなく、水を排出することができる。これによって、高炉から排出される二酸化炭素を約30%の削減することが可能である。

粗鋼生産量の推移〔日本鉄鋼連盟調べ〕

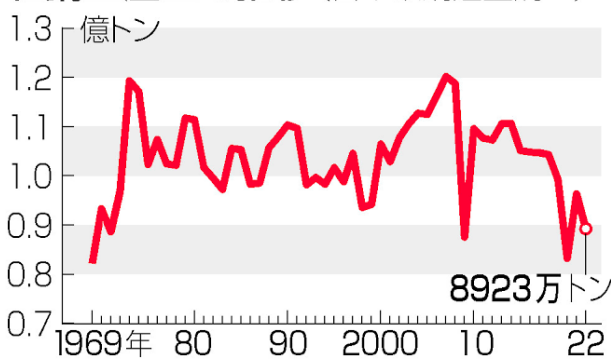


Figure 1. Planned site [1]

神奈川県川崎市川崎区扇島に位置する高炉もその一つである。ここは1936年にJFEスチール東日本製鉄が製鉄高炉を設置し、今日まで約100年京浜工業地帯のシンボルとして築いてきた。しかし、2023年9月16日

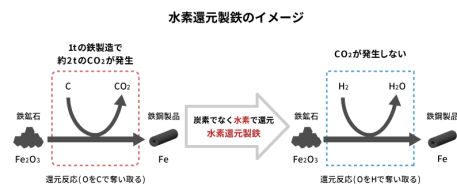


Figure 2. Structure of ironmaking [2]

1: 日大理工・教員・海建 Department of Oceanic Architecture and Engineering, College of Science and Technology, Nihon University.  
2: 日大理工・院(前)・海建 Department of Oceanic Architecture and Engineering, College of Science and Technology, Nihon University.

### 3. 基本計画

#### 3.1 排出水の利用

本計画では、休止した京浜高炉を水素還元製鉄技術によって再稼働させ、製鉄によって排出される水を利用した高炉周辺の緑化や親水空間などの複合施設を設提案する。

#### 3.2 排出水の量

高炉水素還元製鉄では、1tの鉄鉱石から約700kgの鉄と350kgの水が生成される。扇島には高炉が2設置されており、1日の鉄の生産量はおよそ1.5万tであるため、単純計算でおよそ7,500tの水が排出される。

### 4. 建築計画

#### 4.1 計画敷地

神奈川県川崎市扇島地区に位置するJFEスチール東日本製鉄所内の第二高炉を計画敷地とする。ここは製鉄所撤退後、水素拠点の開発予定地として注目されている敷地である。社会からの注目の集まる製鉄所で本計画を行い、ケーススタディとして全国各地の製鉄所へと普及させていくことを目的とする。



Figure 3. Planned site [3]

#### 4.2 導入施設

水素還元製鉄によって発生する排出水を使用し、製鉄所内に人を誘致するための複合施設を提案する。生産量が低下している製鉄産業に対し、複合施設の導入によって新たに収益を生む。高炉からは排出水以外に余熱や高炉スラグが発生する。これらの排出物を再利用した施設を導入する。

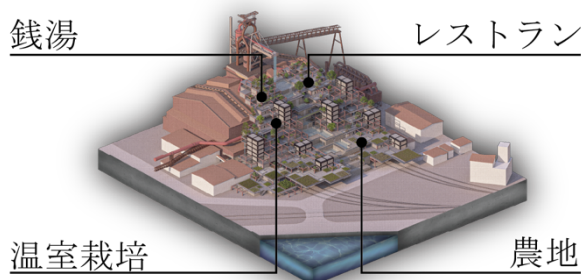


Figure 3. Overall plan

#### 4.4 断面計画

炉に最も近い上層部には比較的高温の余熱を利用する銭湯やレストランを設け、中層部には温室栽培所や宿泊施設を設けることで程よい温度を保つ。

低層部には高炉スラグの排出場を設け、鉄分を豊富に含んだ高炉スラグを肥料として利用することのできる農地を設ける。比較的大きな農地は企業用農地として製鉄所が管理運営する。小さな農地は来客者が利用できる賃貸農地として機能する。農業を返したコミュニティにより、今まで閉ざされていた製鉄所を公共的製鉄所として街に開放する。

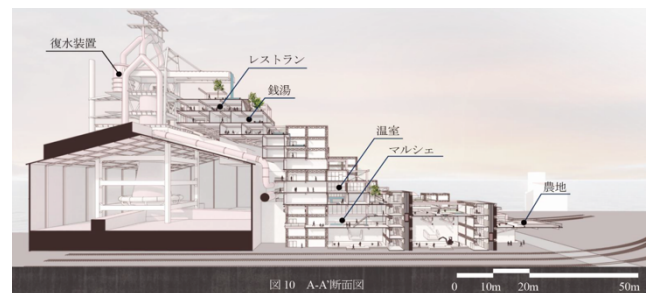


Figure 4. Cross section view

#### 4.4 建築概要

所在地:神奈川県川崎市川崎区扇島7

主な用途:製鉄所

敷地面積:22,500 m<sup>2</sup>

建築面積:20,000 m<sup>2</sup>

延床面積:3,000 m<sup>2</sup>

### 5. 参考文献

[1] 22年の粗鋼生産、2年ぶり減＝自動車回復遅れ  
—日本鉄鋼連盟

<https://sp.m.jiji.com/article/show/2884256>

(参照 2023年1月23日)

[2] 水素を使ったCO2排出量実質ゼロの革新的な製鉄プロセスの実現へ

<https://green-innovation.nedo.go.jp/feature/iron-steelmaking/>

(参照 2023年8月8日)

[3] Wikipedia 扇島

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%89%87%E5%B3%B6>

(参照 2023年9月22日)