

# GXの推進に伴い製造プロセス等を転換する 産業における働き手のスキルガイド

---

2026年4月



# 前提の整理

本スキルガイドでは、各業界における原料転換や燃料転換の内容と各転換によって生じる業務への影響を、以下のように整理する

業界	転換類型	転換内容 ※灰色は、変化する設備		転換による業務への影響				
		転換前	→	転換後	安全管理	品質確認	設備オペレーション	設備保全
鉄鋼	原料 転換	鉄鉱石・石炭 高炉	→	鉄スクラップ・還元鉄 電炉	電炉における溶解作業特有の火傷、爆発、感電などのリスクを防ぐ安全対策が必要	鉄スクラップでは、不純物の混入防止への対応業務が必要	高炉のオペレーションを行っていた従業員が、電炉のオペレーション（電源操作・測温・排滓・サンプリング）を行う必要	高炉の設備保全を行っていた従業員が、電炉の設備保全を行う必要
		(ナフサ) (-)	→	廃プラスチック 油化設備	プラスチックを扱う上で、廃棄物や可燃物としての管理が必要	廃プラスチックから生成されるリサイクルナフサの品質を見定める業務が必要	油化設備のオペレーションを行う必要	油化設備の設備保全を行う必要
化学	燃料 転換	化石燃料 ナフサ分解炉の化石燃料用のバーナー・配管設備	→	水素・アンモニア ナフサ分解炉の水素・アンモニア用のバーナー・配管設備	水素・アンモニアを安全に取り扱うにあたり、危険物としての管理業務が必要	水素・アンモニアに合わせた温度管理や燃焼状況の確認が必要	(大きな影響なし)	水素・アンモニア用のバーナーや配管設備に沿った検査項目での設備保全を行う必要
紙パルプ		石炭 石炭ボイラー	→	ガス ガスタービン	燃料ガスを扱う上で、ガスの危険性を把握した上での管理が必要	燃料ガスの使用に伴う生成物の品質維持のためのスキルが必要	ガスタービン及びガスタービンに付随するその他の設備のオペレーションのためのスキルが必要	ガスタービン及びガスタービンに付随するその他の設備を保全するためのスキルが必要
セメント		石炭 ロータリーキルンの石炭用のバーナー・配管設備	→	ガス ロータリーキルンのガス用のバーナー・配管設備	ガスを安全に取り扱うにあたり、危険物としての管理業務が必要	(大きな影響なし)	ガスに合わせた温度管理や燃焼状況の確認が必要	ガス用のバーナーや配管設備に沿った検査項目での設備保全を行う必要

# 目次

前ページにて整理した業務への影響によって、現場労働者に影響が想定されるスキルを整理する  
各スキルの詳細に関しては、右記に記載の該当ページにて説明する

業界	転換 類型	転換内容 ※灰色は、変化する設備		転換による影響が想定されるスキル ○：転換による影響が想定されるスキル 無印：転換による影響が想定されないスキル											該当 ページ		
		転換前	→	転換後	安全管理			品質確認		設備オペレーション			設備保全				
					標準 作業 ・ 緊急 時対応	原料 ・ 燃料 管理	発 生 物 取 扱	サン プ リ ン グ	品 質 分 析	生 産 設 備 操 作	現 場 で の 手 動 操 作	重 量 物 運 搬	日 常 点 検	デ ー タ 分 析		専 門 保 全	
鉄鋼	原料 転換	鉄鉱石・石炭 高炉	→	鉄スクラップ・ 還元鉄 電炉	○	○	○		○	○			○		○	○	P6
化学		(ナフサ) (-)	→	廃プラスチック 油化設備	○	○		○	○	○	○			○	○		P19
	化石燃料 ナフサ分解炉の化 石燃料用のバー ナー・配管設備	→	水素・ アンモニア ナフサ分解炉の水 素・アンモニア用の バーナー・配管設備	○	○			○									P27
紙パルプ	燃料 転換	石炭 石炭ボイラー	→	ガス ガスタービン	○	○	○	○		○	○		○	○		P33	
セメント		石炭 ロータリーキルンの 石炭用のバーナー・ 配管設備	→	ガス ロータリーキルンの ガス用のバーナー・ 配管設備	○	○				○					○		P41
コラム   現場労働者の人手不足の解消に向けて																P48	

# 各項目の定義

項目	項目内容	詳細説明
転換対象物	取扱物	各業界で製品を製造するために必要となる、原料や燃料を指す
	設備	各業界で製品を製造するために使用する生産設備や付帯設備、また原料や燃料を運搬するための機械を指す
業務内容	安全管理	原料や燃料を安全に扱うために、適切なルールに従い、管理する業務を指す
	品質確認	原料や燃料、また各製造工程における生成物の品質を確認するために、サンプリング・分析する業務を指す
	設備オペレーション	製造に際し必要となる生産設備、現場オペレーション、運搬等に使用する機械を操作する業務を指す
	設備保全	製造に際し必要となる設備・機械を安全かつ正常に使用するための日常点検や修繕といった、保全業務を指す
スキル	標準作業・緊急時対応スキル	新たな原料や燃料を扱う上で求められる安全ルールや緊急時の初期動作に適切に対応できるスキルを指す
	原料・燃料管理スキル	受け入れた原料や燃料の品質を確認し、正しく管理するスキルを指す
	発生物取扱スキル	製造過程で危険物が発生する場合、危険物を正しく取り扱うことができるスキルを指す
	サンプリングスキル	原料や燃料、生成物の品質を確認するために、正しくサンプリングを行うことができるスキルを指す
	品質分析スキル	製造の各工程で作られる生成物の品質を分析し、求められる質を確保するスキルを指す
	生産設備操作スキル	生産工程における主設備や付帯設備等を操作するスキルを指す
	現場での手動操作スキル	現場で人の手によって動作が求められる機械や設備を操作するスキルを指す
	重量物運搬スキル	クレーンやフォークリフト、コンベアシステム等の原料や燃料を運搬するための機械を操作するスキルを指す
	日常点検スキル	従業員が日常的に設備や機械の点検を行い、安全に操作するための保全を行うスキルを指す
	データ分析スキル	設備の動作中に取得・監視するデータについて、記録・分析することで設備の異常などを確認するスキルを指す
専門保全スキル	生産設備等に改修が必要になった際に、専門業者に依頼するまでの初期対応を実施するスキルを指す	

# 本資料の見方

本スキルガイドは、各業界の各転換類型ごとに、以下の3ページをベースにした構成としている

①

製造プロセス転換の内容および  
製造プロセス転換による業務への影響

②

製造プロセス転換による業務とスキルへの影響

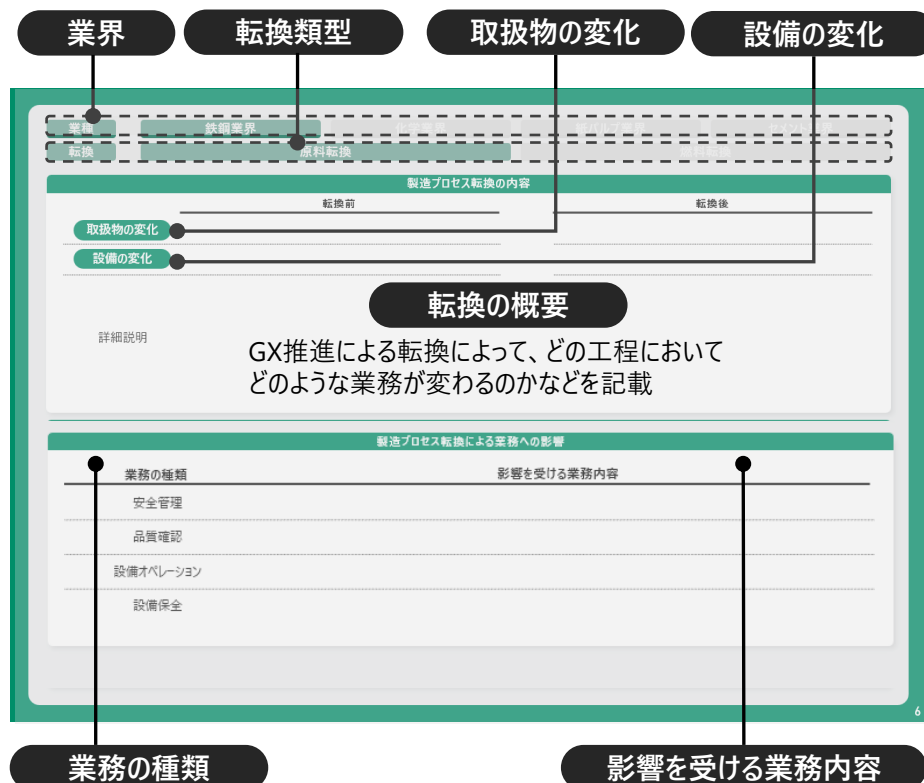
③

従業員に必要な移動やリスクリングの説明

※③はスキル項目ごとに作成しているため、複数枚に渡る

①

製造プロセス転換の内容および  
製造プロセス転換による業務への影響



現場業務を4区分  
にて記載  
「安全管理」  
「品質確認」  
「設備オペレーション」  
「設備保全」

影響を受ける業務内容を  
簡潔に記載

# 本資料の見方

## ② 製造プロセス転換による業務とスキルへの影響

製造プロセス転換による業務への影響			
業務内容	影響を受ける業務内容	スキル	詳細説明
安全管理	▶	標準作業・緊急時対応スキル	<b>変化するスキルの詳細説明</b> GX推進による転換によって求められるスキルの変化を詳細に記載
		原料・燃料管理スキル	
品質確認	▶	発生物取扱スキル	
		サンプリングスキル	
設備オペレーション	▶	品質分析スキル	
		生産設備操作スキル	
設備保全	▶	現場での手動操作スキル	
		重量物運搬スキル	
		日常点検スキル	
		データ分析スキル	
		専門保全スキル	

### 求められるスキル

現場労働者に求められるスキルを記載  
「標準作業・緊急時対応スキル」「原料・燃料管理スキル」「発生物取扱スキル」  
「サンプリングスキル」「品質分析スキル」  
「生産設備操作スキル」「現場での手動操作スキル」「重量物運搬スキル」  
「日常点検スキル」「データ分析スキル」「専門保全スキル」

## ③ 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

業務の種類	
安全管理	品質確認
従業員に必要な移動やリスクリングの説明	
求められるスキル	<b>変化するスキルの詳細説明</b>
知 Xxx	実 Xxx
<b>必要な移動やリスクリングの説明</b> 現場労働者に求められる知識やスキル、実務の詳細内容を記載	

### スキルの種類

現場労働者に求められるスキルの種類を2区分にて記載  
「知」：知識  
「実」：実務

# 鉄鋼業界 | 原料転換

業種

鉄鋼業界

化学業界

紙パルプ業界

セメント業界

転換

原料転換

燃料転換

## 製造プロセス転換の内容

## 転換前

## 転換後

## 取扱物の変化

鉄鉱石・石炭

鉄スクラップ・還元鉄

## 設備の変化

高炉

電炉

## 詳細説明

高炉を用いた製鋼法は、鉄鉱石を還元し、溶鉄を作る製鉄工程である。具体的には、高炉に鉄鉱石（焼結鉱）、石炭（コークス）、石灰石を装入し、高温状態において還元反応を引き起こす。高炉は熱やガス圧力の状況を把握するセンサー等のシステムで稼働を操作する。高炉は、24時間稼働が原則であり、日常的な点検や監視が重要となる。

電炉を用いた製鋼法は、スクラップを溶かし、鉄を作る製鉄工程である。具体的には、製造製品の品質に合わせてスクラップ配合を変えつつ、スクラップヤードから電炉に移動させ、電極間に発生するアーク熱で溶解させる。電炉は、バッチ運転をすることが多く、次の溶解作業に入る前に、消耗した電極の継ぎ足し作業や炉内で溶損した耐火物の熱間での補修作業をすることが必要である。

## 製造プロセス転換による業務への影響

## 業務の種類

## 影響を受ける業務内容

安全管理

電炉における溶解作業特有の火傷、爆発、感電などのリスクを防ぐ安全対策が必要

品質確認

鉄スクラップでは、不純物の混入防止への対応業務が必要

設備オペレーション

高炉のオペレーションを行っていた従業員が、電炉のオペレーション（電源操作・測温・排滓・サンプリング）を行う必要

設備保全

高炉の設備保全を行っていた従業員が、電炉の設備保全を行う必要

製造プロセス転換による業務とスキルへの影響

業務内容	影響を受ける業務内容	スキル	詳細説明
安全管理	電炉における溶解作業特有の火傷、爆発、感電などのリスクを防ぐ安全対策が必要	標準作業・緊急時対応スキル	電極交換や電源管理などの標準作業や電炉特有の緊急時対応スキルが必要になる。
		原料・燃料管理スキル	電炉にて鉄スクラップを扱う場合、高炉にて鉄鉱石を扱う場合とは異なる法令や法律に従い、適切な認可を持ち管理するスキルが必要になる。
		発生物取扱スキル	鉄鉱石由来のダストなど一部の有害物質の扱いが不要になる。一方で、鉄スクラップ由来の有害な電炉ダスト（Electric Arc Furnace Dust）が発生するため、法令や法律に従い適切に処理するスキルが必要となる。
品質確認	鉄スクラップでは、不純物の混入防止への対応業務が必要	サンプリングスキル	—
		品質分析スキル	電炉にて鉄スクラップを溶解する際、鉄スクラップ由来の不純物が混入しやすいため、不純物の混入の有無を見極めるための分析を行うスキルが必要である。
設備オペレーション	高炉のオペレーションを行っていた従業員が、電炉のオペレーション（電源操作・测温・排滓・サンプリング）を行う必要	生産設備操作スキル	電炉や電炉を操業するために必要な電源システムの操作スキルが必要となる。
		現場での手動操作スキル	—
		重量物運搬スキル	鉄スクラップをスクラップヤードから運び出し、電炉へバケットで装入するためのクレーンを操作するスキルが必要となる。
設備保全	高炉の設備保全を行っていた従業員が、電炉の設備保全を行う必要	日常点検スキル	—
		データ分析スキル	電炉における電流・電圧検出器や電極（アーク）制御などのデータを把握し、異常を判断するスキルが必要となる。
		専門保全スキル	電炉における設備データ（冷却水温度・作動油温度・耐火物損耗など）を把握し、故障防止や炉の改修判断を行うスキルが必要である。

従業員に必要な移動やリスクリングの説明

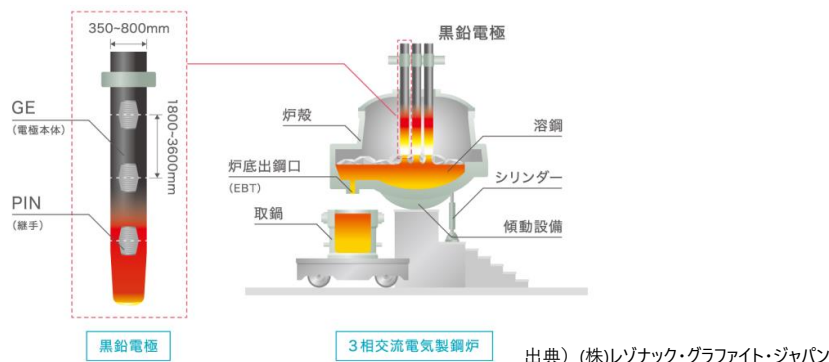
求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
 電極交換や電源管理などの標準作業や電炉特有の緊急時対応スキルが必要になる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
 電炉にて鉄スクラップを扱う場合、高炉にて鉄鉱石を扱う場合とは異なる法令や法律に従い、適切な認可を持ち管理するスキルが必要になる。

- ✔ 発生物取扱スキル  
 鉄鉱石由来のダストなど一部の有害物質の扱いが不要になる。一方で、鉄スクラップ由来の有害な電炉ダスト（Electric Arc Furnace Dust）が発生するため、法令や法律に従い適切に処理するスキルが必要となる。

知

現場の作業内容と必要なスキル



**電極交換や電源管理などの標準作業**  
 電炉は電極によって電気を流しているが、特に先端において昇華や酸化による消耗が想定される。そういった背景を踏まえ、現場では以下のような標準作業が求められる。

- ・電極消耗メカニズムを理解し折損・異常摩耗の兆候を把握
- ・電極接続/保管/交換作業の標準化
- ・電力投入量、アーク長、電極位置の調整判断
- ・高電圧設備の危険性と安全意識

**電炉特有の緊急時対応スキル**

電炉は高炉の時と異なり、電極折損時の操業対応スキルが求められる。また、必ずしも全員が電気関係の資格を保有する必要はないものの、緊急時の対応として、停電/瞬停時の対応手順を理解する必要がある。

実

現場での実務対応

標準手順書（イメージ）

対象設備名：○○

作業名：○○

工程名：○○

承認	確認	作成

番号	項目	作業内容
1	電極接続/保管/交換	電極接続を確認し、適切に保管/交換を行うこと 適切な判断を行う上で、上長に報連相を行い・・・
2	電極折損時の操業対応	電極折損時に必要な初動対応を実施すること。 必要な初動対応とは・・・
...	...	...

現場労働者に求められるスキル  
 電極交換や電源管理などの標準作業といった作業は、オペレーターによる操業上の安全に関わる作業となるため、現場のオペレーター等が使用する標準手順書に落とし込むことが想定される。

実際に現場のオペレーターは、標準手順書に基づいた日常的な点検業務等を通じて、電炉特有の事象への理解を深め、実務能力として習得する。

従業員に必要な移動やリスクの説明

求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
 電極交換や電源管理などの標準作業や電炉特有の緊急時対応スキルが必要になる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
 電炉にて鉄スクラップを扱う場合、高炉にて**鉄鉱石を扱う場合とは異なる法令や法律**に従い、**適切な認可**を持ち管理するスキルが必要になる。
- ✔ 発生物取扱スキル  
 鉄鉱石由来のダストなど一部の有害物質の扱いが不要になる。一方で、鉄スクラップ由来の有害な電炉ダスト（Electric Arc Furnace Dust）が発生するため、法令や法律に従い適切に処理するスキルが必要となる。

知

遵守すべき主な法令や法律

名称	概要	原料転換における影響
廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）	廃棄物の適正な処理、保管、収集、運搬、再生、処分を目的とした法律。	亜鉛や鉛を含有するダストは特別管理産廃になるため、法令や法律を遵守した処理を行う必要がある。
電気事業法	電気事業の運営を適正化し、電気工作物の保安を確保するための法律。	特別高圧を取り扱う作業による保安規程の制定・届出が必要である。
放射性同位元素等の規制に関する法律	放射性同位元素の使用、販売、廃棄などを規制し、放射線障害を防止することを目的とする法律。	輸入スクラップや解体スクラップに「放射線源」が混入していないかを確認する必要がある（放射線検知）。
大気汚染防止法	工場や事業所から排出または飛散する大気汚染物質について、種類や施設規模ごとに排出基準が定められている法律。	スクラップ溶解により発生するばい塵やダイオキシンを基準値以下に低減し、発生量を届出する必要がある。

実

事業運営に必要となる主な認可

名称	概要
廃棄物処理法	産業廃棄物処理計画届出 マニフェスト管理届出 委託契約書整備
電気事業法	自家用電気工作物の届出 保安規程の制定・届出 電気主任技術者の選定
放射性同位元素規制	廃棄物該当性判断 放射線検査体制の届出
大気汚染防止法	ばい塵発生施設設置届 ダイオキシン類測定 定期測定・記録保存
労働安全衛生法	安全管理体制構築 リスクアセスメント（感電防止措置他） 各種作業主任者選任
消防法	危険物届出 消防計画届出

※本資料作成時の情報となります。必ず最新の情報をお確かめください。

## 従業員に必要な移動やリスクの説明

## 求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
電極交換や電源管理などの標準作業や電炉特有の緊急時対応スキルが必要になる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
電炉にて鉄スクラップを扱う場合、高炉にて鉄鉱石を扱う場合とは異なる法令や法律に従い、適切な認可を持ち管理するスキルが必要になる。

- ✔ 発生物取扱スキル  
鉄鉱石由来のダストなど一部の有害物質の扱いが不要になる。一方で、**鉄スクラップ由来の有害な電炉ダスト（Electric Arc Furnace Dust）が発生するため、法令や法律に従い適切に処理するスキルが必要となる。**

## 知

## 電炉ダストとは

## 電炉ダストとは

電炉ダストとは**電炉で鉄スクラップを溶解する際に発生する有害物質のこと**である。

電炉ダストは、廃棄物処理法において「爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有する廃棄物」\*として、特別管理産業廃棄物に指定されている。

\*出典) 東京都環境局, “特別管理産業廃棄物とは”,  
[https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/resource/industrial\\_waste/special\\_management/plan/plan/](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/resource/industrial_waste/special_management/plan/plan/), 2025年5月21日

## 電炉ダストの成分

電炉ダストの成分は、**電炉で鉄スクラップを溶解する際に発生する亜鉛などの金属**である。

原料転換後の原料となる鉄スクラップが廃家電や廃自動車から生成される場合、亜鉛メッキ鋼板が含まれることが多い。その場合、電炉ダストに含まれる酸化鉄にも亜鉛が含まれることが想定される。また、鉄スクラップの元の製品次第で、塩化物やダイオキシン類などの有害性のある有機物も含まれる可能性がある。

## 実

## 電炉ダストの処理方法

## 電炉ダストの廃棄物処理法の取り扱いと処理方法

廃棄物処理法上では、電炉ダストは特別管理ばい塵に指定されており、排ガス集塵のバグフィルターで捕捉することが必要である。また勝手な埋め立てや社内処理は禁じられている。ダストには有価金属が含まれているため、単なる埋め立てではなく、**ダスト処理設備による有価金属の回収か、専門業者による資源化を行う必要がある。**

## 現場労働者に求められる業務～電炉ダストのリサイクル～

一方、電炉ダストには亜鉛が含まれており、亜鉛の重要なリサイクル源となる。しかし、亜鉛精錬の原料にするには亜鉛含有率が低いことなどから、**電炉ダストのままでは亜鉛精錬メーカーには受け入れられない。**

## 現場労働者に求められるスキル

- ・電炉ダストを排ガス集塵のバグフィルターで外部に漏らさない。
- ・電炉ダストのリサイクル処理は亜鉛濃度によるが、マニフェストを付けて外部の専門業者に処理を委託する。その場合、**電炉ダストの前処理（亜鉛濃度別にダストの分別を実施、塩素源の遮断、水分管理等）を実施する。**
- ・あるいは、**自社で電炉ダスト処理設備を開発し、亜鉛含有ダストを濃縮処理し原料化する。**

## どのような人物が本業務に従事することが想定されるか？

下記2つの経験を持った人が望ましい。

- ①製鋼のご経験者（ダストの発生メカニズムがわかる方）
- ②副産物処理を担当されたことがある方

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

- 求められるスキル
- 品質分析スキル  
電炉にて鉄スクラップを溶解する際、**鉄スクラップ由来の不純物が混入しやすい**ため、**不純物の混入の有無を見極めるための分析を行う**スキルが必要である。

## 知

## 想定される不純物

## 鉄スクラップに混入が想定される不純物

どのような製品から生成された鉄スクラップかによって、含有する不純物は異なる。また、不純物によって、鉄鋼材への影響も異なることが想定される。

元素名	鉄に及ぼす影響
銅	連続铸造時、および圧延時に表面に集まって割れの要因になる。精錬による除去は不能である。
錫	銅と同様のメカニズムで割れの原因となる。銅と共存すると危険度が増大する。
ヒ素	銅と同様のメカニズムで割れの原因となり、銅よりさらに有害な元素である。冷間加工性を悪化させる。
鉛	連続铸造時に断裂などの操業トラブルを引き起こす。一度にかなりの量が投入されれば、酸化蒸発し操業トラブルを引き起こし、人体に有害。炉内で比重分離し、炉底の耐火物を損傷させる。
リン	鋼中で偏析し易く、鋼材を脆化させる。
硫黄、ニッケル、クロム、モリブデン	高温・低温での延性を低下させる。鋼の溶接性を悪化させる。

出典) 伊藤秀夫,「鉄鋼のリサイクルと不純物元素」,「表2 不純物元素の鋼に及ぼす影響」,  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1989/48/2/48\\_2\\_132/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1989/48/2/48_2_132/_pdf), 1996年11月26日

## 実

## 品質確認の方法



出典) 大同特殊鋼株式会社

現場労働者に求められる業務スクラップ受入の段階で、**不純物が混入しやすいスクラップ内容物を見極め、あらかじめ排除**する。スクラップ銘柄別に不純物混入実績を整理し、再発防止に役立てる。不純物が溶解後に混入した場合は電炉・二次精錬で不純物を低減する。

## 現場労働者に求められるスキル

現場労働者が品質を判断するにあたり、以下の2つのスキルが想定される。

- 電炉で出鋼後のサンプルを採取し、それを分析室で分析して不純物の有無を確認する。
- 成分結果に従い電炉出鋼後の二次精錬で不純物を低減する。

## どのような人物が本業務に従事することが想定されるか？

- ✓ 高炉や製鋼のオペレーション業務の従事者
- ✓ 二次精錬における小型の電炉のオペレーション業務の従事者

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

- ✔ 生産設備操作スキル  
電炉や電炉を操業するために必要な電源システムの操作スキルが必要となる。
- ✔ 重量物運搬スキル  
鉄スクラップをスクラップヤードから運び出し、電炉へバケットで装入するためのクレーンを操作するスキルが必要となる。

## 知

## 操作する機械・設備



出典) 中部鋼鉄株式会社  
提供

電炉（炉体）

鉄スクラップを溶解する電炉の操作オペレーションは、高炉の操作オペレーションと異なるスキルが求められる。

電炉の運転には、**電炉溶解の定常作業（材料装入、電源投入、測温・サンプリング・出鋼）**と、**非定常作業（消耗電極つぎ足しや出鋼後の熱間補修作業）**を行うスキルが求められる。

電炉（電源システム）

電炉は瞬時に大きな電力を必要とする設備であり、タップ切替により電圧・電流値をコントロールする。電炉内での変動負荷が激しいため、アークの安定化を図るために、オペレーターは**電流のアンバランスを防止するスキル**が必要である。

## 実

## 操作方法

現場労働者に求められる業務・スキル～炉体～

現場の実務では、定常作業（スクラップ装入・電源投入・出鋼）と非定常作業（電極つぎ足し・熱間補修）などを、**安全作業マニュアルに基づいて作業するスキル**が必要である。

現場労働者に求められる業務・スキル～電源投入と炉内監視

現場の実務では、主管制御装置や炉用監視盤といった設備を操作することが求められる。実際には、アークの安定化を図り迅速に溶解するスキルを、現場で身につけることが求められる。

また、電炉内の状況を監視し冷却水の漏洩や耐火物溶損を定点管理するスキルは、現場で習得することが求められる。

**安全作業の順守は最も重要であり、爆発危険物（密閉物や多量の水分）を事前に取り除くことや、炉内からの溶鋼の突沸で被災しないように炉内の状況を観察するスキル**が求められる。

## 従業員に必要な移動やリスクの説明

## 求められるスキル

- ✔ 生産設備操作スキル  
電炉や電炉を操業するために必要な電源システムの操作スキルが必要となる。
- ✔ 重量物運搬スキル  
鉄スクラップをスクラップヤードから運び出し、電炉へバケットで装入するためのクレーンを操作するスキルが必要となる。

## 知

## 鉄スクラップを扱う機械・設備



出典) 住友重機械工業株式会社より提供

## 「リフマグクレーン」とは

「リフマグクレーン」とは、鉄スクラップを扱う際に使用される、スクラップ用リフティングマグネットが付いたクレーンのこと。本作業を行うのは、各現場のフィールドオペレーターであり、石炭受け入れ時とは異なる機械操作が必要となる。

## 「リフマグクレーン」で行われる業務

業者より受け入れた大量のスクラップは、工場内にあるスクラップヤードに運び入れられ、「リフマグクレーン」で運び出される。鉄スクラップは、製造製品の品質要求に合わせて、配合され、バケットと呼ばれる金属製の器で電炉に装入される。

## 実

## 操作方法

## 現場労働者に求められるスキル

## ～「リフマグクレーン」を操作するための資格～

現場労働者がリフマグクレーンを操作するために必要となる資格は、以下の2点。いずれも、各企業や一般社団法人が実施する運転技能講習を受講することにより取得可能。

- 小型移動式クレーン運転技能講習または移動式クレーンの特別教育  
吊上荷重1.0～5.0 t 未満であれば前者、吊上荷重0.5～1.0 t 未満であれば後者の資格が必要
- 車両系建設機械運転技能講習  
マグネット専用機であれば推奨、マグネット兼用機であれば取得が必須

## 現場労働者に求められるスキル～「リフマグクレーン」を操作する実務～

上記資格を取得後、現場の実務では、現場システムのコンピュータ\*により指示された装入重量に従い作業する。

\*配合コンピュータ：製品の成分規格に応じた装入物の種類と装入量を指示するもの。不純物防止や配合コストについて考慮されていることが多い。

出典) コベルコ建機（日本サイト）、  
“Dr.KOMENTEニュース リフマグ付油圧ショベルの運転に必要な資格と検査”、  
<https://www.kobelco-kenki.co.jp/service/shsupport/komente/0908.html>、2009年8月

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

## ✔ データ分析スキル

電炉における電流・電圧検出器や電極（アーク）制御などのデータを把握し、異常を判断するスキルが必要となる。

## ✔ 専門保全スキル

電炉における設備データ（冷却水温度・作動油温度・耐火物損耗など）を把握し、故障防止や炉の改修判断を行うスキルが必要である。

## 知

## 必要な検査項目・知見

電炉の設備保全で見るとべきデータ

電炉の設備保全を実施するにあたっては、高炉の際には設備保全の検査項目として重要視されていなかった項目についても、より詳細な実態を把握することが求められる。

具体的には、トランス内部での異常検知（トランス巻線の保護や短絡異常）、電炉本体の異常（冷却水温度上昇や水漏れ、耐火物溶損など）については、電炉特有の重要な設備管理項目となる。

電炉の改修対応等で必要な知見

電炉の改修が必要となった際には、高炉とは異なり電気に関する知見が必要である。

具体的には、電気主任技術者を選定し、自主保全として改修作業を行う。専門業者に委託する大規模な改修が必要となった場合、専門業者と協働して作業を行い、改修作業に対する経験を蓄積することが必要となる。

## 実

## 設備保全の実施方法

現場労働者に求められる業務・スキル～データ分析～

基本保全業務は、設備マニュアルに従い、機械・電気技術オペレーターが習得する。

現場の実務では、機械・電気の熟練者が毎日設備監視盤や設備データを記録しながらスキルを身につけていく。特に故障した時の計器盤の数値や異音などの事象を経験して再発を防止することが必要である。

また、設備保全オペレーターは現場で電炉を運転しているオペレーターと協働して、現場溶解作業で起きる事象と設備データのつながりを習得して保全のスキルを向上させていくことが必要である。

現場労働者に求められる業務・スキル～改修対応～

電炉改修作業では、高炉設備と異なり、電極昇降制御装置や電極制御（アーク制御）を新たな項目として管理し、適宜改修を実施する必要がある。電流・電圧検出器で測定される電流のアンバランスや油入トランスの油中ガス分析を行い、設備故障を防止するスキルが求められる。

また、老朽化した真空遮断器（VCB）などの安全装置を保全するスキルも必要である。

### GX推進に関する取組の内容

	転換前	転換後	新たな取扱物の特徴
取扱物の変化	微粉炭	ブラックペレット（BP）	<ul style="list-style-type: none"> <li>【発熱量と成分】一般的に発熱量についてはBPは高炉用石炭と比べて劣後する。またアルカリ成分などの微量成分についても高炉操業や溶銑・スラグ成分への影響に注意が必要。</li> <li>【粉碎性】石炭用粉碎機で粉碎可能だが、石炭よりも粉碎後粒度が粗くなる可能性がある。</li> <li>【発熱】ブラックペレットは炭化処理によって発熱しにくくなることは期待されているが、石炭との対比ではリスクは残存する。</li> <li>【管理】屋外ヤードでの管理が可能であるが、強度が低く搬送途中で粉化しやすい。</li> </ul>
設備の変化	—	—	
詳細説明	製銑工程では、銑鉄を生成する際に石炭を粉碎した微粉炭を高炉羽口から吹き込む。	微粉炭を一部バイオマス原料に代替することで、CO <sub>2</sub> 排出量の削減を実現する。	

### GX推進に関する取組による業務への影響

業務の種類	影響を受ける業務内容
安全管理	BP特有の発熱性、発塵を考慮した散水、管理温度の設定などのヤード管理方法の策定と教育が必要
品質確認	微量成分による溶銑・スラグ成分の管理方法は鉄鉱石、石炭と同様であり、変化はしないと想定。ただし、従来よりも微量成分の装入量が増加するリスクはあるため、管理(配合調整)の徹底は必要
設備オペレーション	BPの使用や管理に伴い、新たな設備の導入が必要となれば「新規業務の発生」となるため、作業標準の作成と教育が必要
設備保全	既存設備については追加的な対応は生じないと想定される。ただし、BPの使用や管理に伴い新たな設備の導入時は設備保全が必要

鉄鋼業界における、電炉への転換  
以外のGX推進に関する取組

## 高炉でのHBI活用

### GX推進に関する取組の内容

	転換前	転換後	新たな取扱物の特徴
取扱物の変化	鉄鉱石(焼結鉱など)	HBI	<ul style="list-style-type: none"> <li>【主成分】鉄鉱石に含まれる鉄分は60%前後かつ酸化鉄が主成分であり、M-Feは含まれていない。一方で、HBIは約85%がM-Feであり、高炉での還元に必要なエネルギーが不要になるため、高炉でのCO<sub>2</sub>排出原単位を低減することが可能になる。</li> <li>【管理】HBIはヤード保管中にM-Feから酸化鉄への再酸化が起こりやすく、再酸化の際に発生する水素や発熱にも留意が必要である。</li> <li>【性質】HBIは、単位当たりの重量が大きいことや、M-Fe成分が主であるため固いこと、鋭い形状で取り扱いに注意が必要となる場合があることも特徴である。</li> </ul>
設備の変化	-	-	
詳細説明	<p>製鉄工程では、<b>銑鉄の原料に鉄鉱石および鉄鉱石を焼成して製造した焼結鉱、ペレット鉱</b>などが使われる。</p>	<p><b>金属鉄 (M-Fe) の割合が高いHBIの利用により、CO<sub>2</sub>排出量の削減を実現する。</b></p>	

### GX推進に関する取組による業務への影響

業務の種類	影響を受ける業務内容
安全管理	HBIパイル内の温度上昇に対して、ヤード管理方法の策定と教育が必要。温度上昇はHBIの再酸化に起因し、再酸化の管理の一環として、入荷時の粒度測定とそれに応じた管理が必要
品質確認	HBIパイル内の温度上昇と同一の対応になるが、HBIのCO <sub>2</sub> 削減効果発揮の観点でもヤード管理方法の策定と教育が必要
設備オペレーション	通常の鉄鉱石を搬送するベルトコンベアには、ベルト保護の観点から鉱石に混入した金属片(異物)を除去するための金属探知機(以下金探)と除去装置が付いているが、HBIは常に金探を作動させてしまう。そのため、HBI搬送時は金探を機能停止にするか(ただしベルト切断リスクあり)、通常の鉱石とは別ラインの設置か、どちらかの対応が求められる
設備保全	高炉装入装置や搬送設備などの既存設備の損耗速度など、設備影響調査とその結果に基づく設備保全の標準化が必要。また、別ライン設置時はその設備の保全が必要

## 鉄鋼業界における、電炉への転換 以外のGX推進に関する取組

# 水素還元による製鉄

### GX推進に関する取組の内容

#### 高炉を用いた水素還元

##### 転換前

石炭

##### 転換後

水素またはメタン

##### 取扱物の変化

##### 設備の変化

－（高炉）

－（高炉）

##### 詳細説明

製鉄工程では、高炉に鉄鉱石（焼結鉱）、石炭（コークス）、石灰石を装入し、高温状態において還元反応を引き起こす。

鉄鉱石を還元させるために使用する石炭の一部を水素、またはメタンに代替することで、CO<sub>2</sub>排出量を大幅に抑制する。

#### ① 所内水素を活用した水素還元技術

コークス炉ガス中に含まれる水素（所内水素）を活用して鉄鉱石を還元する技術や、製鉄所で発生する未利用廃熱を利用し高炉排ガスからCO<sub>2</sub>を分離回収する技術等により、外部からの追加エネルギー等を出来るだけ使用しないで、製鉄プロセスから排出されるCO<sub>2</sub>を30%以上削減する技術のこと。

#### ② 外部水素や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を活用した低炭素化技術

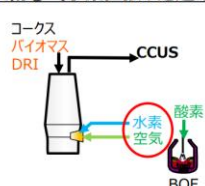
多量の水素を吹き込む高炉法における水素還元技術、コークス代替等としてバイオマスや還元鉄等を活用する技術、高炉排ガスから回収したCO<sub>2</sub>の還元剤等への利活技術等、あらゆる低炭素化技術を組み合わせたアプローチによって高炉法において製鉄プロセスから排出されるCO<sub>2</sub>を50%以上削減する技術のこと。

#### 製鉄プロセス 技術の種類

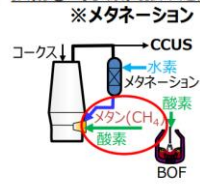
##### 従来型高炉技術



##### 技術①（水素直接吹き込み）



##### 技術②（水素間接吹き込み）



#### 直接水素還元技術・

#### 還元鉄等を活用した電炉・電気溶融炉の技術開発

##### 転換前

石炭

高炉

##### 転換後

水素

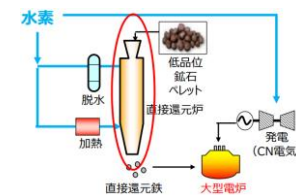
電炉・電気溶融炉

製鉄工程では、銑鉄の原料に鉄鉱石および鉄鉱石を焼成して製造した焼結鉱、ペレット鉱などが使われる。

石炭を使わず水素だけで低品位の鉄鉱石を還元する。また、製造した還元鉄を電炉/電気溶融炉で溶解し、高級な鉄鋼製品を製造する。

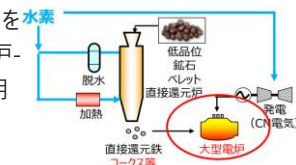
#### ① 直接水素還元技術

製鉄プロセスからのCO<sub>2</sub>排出量の削減のために、コークスを原料とする高炉法に代わる方法として、低品位鉄鉱石の利用を前提に、水素を利用する直接還元技術のこと。



#### ② 直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術

低品位鉄鉱石の利用を前提に、生産性や競争力を維持しつつ既存の高炉-転炉プロセスを直接還元鉄-電炉プロセスに置き換えるため、直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術のこと。



#### ③ 直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術

低品位の鉄鉱石の水素直接還元-電気溶融炉-転炉一貫プロセスにより、高炉法プロセスを代替し得る生産効率を実現するとともに、生成する鉄の不純物の濃度を高炉法並みに制御する技術のこと。また、電気溶融炉において副生するスラグを国内セメント用途向け品質に制御する技術のこと。

出典）・国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構, “グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト 2025年度 WG報告資料”, 2025年4月16日  
 ・同上, “「グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト」に係る公募について”, 2021年9月15日,  
 ・（画像引用） 経済産業省, “「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性”, 2021年8月

## 化学業界 | 原料轉換

業種

鉄鋼業界

化学業界

紙パルプ業界

セメント業界

転換

原料転換

燃料転換

## 製造プロセス転換の内容

## 転換前

## 転換後

## 取扱物の変化

ナフサ

廃プラスチック

## 設備の変化

ナフサ分解炉

(ナフサ分解炉の前処理設備である) 油化設備

## 詳細説明

最初の工程として、ナフサを受け入れて組成・不純物を検査・管理し、脱硫・脱水・加熱などの前処理を行ってクラッキング炉へ供給できる状態に整える工程がある。ナフサ分解炉を含めた製造工程の一連の設備は自動化が進んでいるが、日常的な点検作業や修繕が必要になった際の保全業務は必要となる。

廃プラスチックからリサイクルナフサを生成する工程が追加で行われる。具体的には、廃プラスチックを細かく砕き異物を除去した後に加熱し、気化したガスを液体に戻すことで、液化を実現させる。また、塩素を取り除く等精製工程を踏むことで、ナフサと同質の品質に整える必要がある。上記作業を行う油化設備も自動化されているが、定期的な点検や保全作業が必要となることは不変である。

## 製造プロセス転換による業務への影響

## 業務の種類

## 影響を受ける業務内容

安全管理

廃プラスチックを扱う上で、廃棄物や可燃物としての管理が必要

品質確認

廃プラスチックから生成されるリサイクルナフサの品質を見定める業務が必要

設備オペレーション

油化設備のオペレーションを行う必要

設備保全

油化設備の設備保全を行う必要

製造プロセス転換による業務とスキルへの影響

業務内容	影響を受ける業務内容	スキル	詳細説明
安全管理	廃プラスチックを扱う上で、廃棄物や可燃物としての管理が必要	標準作業・緊急時対応スキル	廃プラスチックによる <b>産業廃棄物火災のリスクへの理解</b> が求められ、 <b>リスクを理解した上での現場業務・緊急対応</b> が必要となる。
		原料・燃料管理スキル	廃プラスチックを扱う場合、 <b>廃棄物を扱うための法令や法律</b> に従い、 <b>適切な認可・資格</b> を持ち管理するスキルが必要になる。
		発生物取扱スキル	—
品質確認	廃プラスチックから生成されるリサイクルナフサの品質を見定める業務が必要	サンプリングスキル	廃プラスチックから生成される <b>熱分解油</b> の品質を検査するために、 <b>手作業でサンプリングを行う</b> 必要がある。
		品質分析スキル	廃プラスチックを溶解する際、 <b>廃プラスチック由来の不純物</b> が混入しやすいため、 <b>品質を見極める</b> スキルが必要になる。
設備オペレーション	油化設備のオペレーションを行う必要	生産設備操作スキル	<b>廃プラスチック油化装置の操作スキル</b> が必要となる。
		現場での手動操作スキル	<b>操作盤では検知できない外観検査、異物混入、匂いの確認</b> などは、現場労働者による対応が必要となる。
		重量物運搬スキル	—
設備保全	油化設備の設備保全を行う必要	日常点検スキル	<b>油化設備の構造を理解し、定められた項目に従い、油化設備を点検する</b> スキルが必要となる。
		データ分析スキル	油化設備では、 <b>固体である廃プラスチックを溶解させる工程</b> があり、 <b>溶解状況などを見極めるデータ項目</b> が必要となり、 <b>稼働時の異常を判断する</b> スキルが求められる。
		専門保全スキル	—

## 従業員に必要な移動やリスクの説明

## 求められるスキル

- ✓ 標準作業・緊急時対応スキル  
廃プラスチックによる**産業廃棄物火災のリスクへの理解**が求められ、**リスクを理解した上での現場業務・緊急対応**が必要となる。
- ✓ 原料・燃料管理スキル  
廃プラスチックを扱う場合、廃棄物を扱うための法令や法律に従い、適切な認可・資格を持ち管理するスキルが必要になる。

## 知

## 想定されるリスク

## 廃棄物を扱うことによる変化

転換前に扱う原料は「製品」であり品質が安定しているが、廃棄物（廃プラ等）は何が含まれているか不明な状態である。廃棄物にもグレードはあるが、製品とは異なり**品質のばらつきが大きい**ことが特徴となる。特に、可燃性の廃棄物である場合に、**安全性のグレード管理**が最重要となる。

## 想定されるリスク

廃棄物処理法に則った正しい分別がされていないことを主な原因として、廃プラスチックを含めた**産業廃棄物からの火災が発生するリスク**が想定される。具体的には、「プラスチックや木材などの可燃物に水分が含まれ、微生物の作用で発酵熱が蓄積すると、内部温度が上昇し自然発火に至る」\*ケースなどが考えられる。

\*出典) 新西工業株式会社,「産廃メディア」,「産業廃棄物火災はなぜ起きる?現場分別と対策」, <https://sanpai-media.com/column/6430>, 2025年12月19日

## 現場労働者に求められる業務

現場で働くオペレーター等にとっては、日常的に廃プラスチックの管理状況を確認し、安全面に十分に配慮した業務遂行が求められる。また、転換前の原料と比べて、**廃棄物の受け入れハードル**が高くなる。具体的には、根拠法となる「廃棄物処理法」に基づき、「廃棄物処理施設技術管理者」の配置が必須になる。加えて、危険物であるナフサを生成するプロセスであるため、「危険物取扱者」の資格も必要となる。

## 実

## 現場での実務対応

## 標準手順書（イメージ）

対象設備名：○○

作業名：○○

工程名：○○

承認	確認	作成

番号	項目	作業内容
1	囲いの設置	保管場所の周囲に囲いが設けられていること
2	保管場所の掲示	必要な事項を表示した掲示板を従業員が見やすいところに設けること
3	屋外での保管	産業廃棄物を屋外で保管する場合は、以下のようにすること…
…	…	…

現場労働者に求められるスキルリスクへの対応として、現場監督者や産業廃棄物処理施設技術管理者が認識している産業廃棄物の保管方法を、現場のオペレーター等が使用する**標準手順書に落とし込む**ことが想定される。

実際に現場のオペレーターは、標準手順書に基づいた日常的な点検業務等を通じて、火災リスクへの理解を深め、リスクへの対応スキルを身につける。ただし、**状態管理や温度管理において、従来とは異なる厳格な手順書が必要**である。特に火気厳禁のエリア管理など、可燃性廃棄物を扱う上での基礎的な安全基準がベースとなる。

## 従業員に必要な移動やリスクの説明

## 求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
廃プラスチックによる産業廃棄物火災のリスクへの理解が求められ、リスクを理解した上での現場業務・緊急対応が必要となる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
廃プラスチックを扱う場合、**廃棄物を扱うための法令や法律**に従い、**適切な認可・資格**を持ち管理するスキルが必要になる。

## 知

## 遵守すべき主な法令や法律

名称	概要
廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）	廃棄物の適正な処理、保管、収集、運搬、再生、処分を目的とした法律。
消防法（指定可燃物）	火災の予防、警戒、鎮圧を通じて国民の生命、身体、財産を保護することを目的とした法律。
資源有効利用促進法・循環型社会形成推進基本法	廃棄物の発生抑制や3R（リデュース・リユース・リサイクル）を推進し、環境負荷の少ない社会を作るための法律。
大気汚染防止法・ダイオキシン類対策特別措置法	工場や自動車からの排出ガス等を規制し、大気汚染による健康被害や環境悪化を防ぐ法律。
水質汚濁防止法	工場や事業場から河川・湖・海などへ排出される水の汚染物質を規制する法律。
労働安全衛生法	職場で働く人の安全と健康を確保し、労働災害を防止するための基準や責任体制を定めた法律。
高圧ガス保安法	高圧ガスによる災害を防止するため、高圧ガスの製造・貯蔵・販売・移動・消費などを規制する法律。

## 実

## 事業運営に必要となる主な認可

名称	概要
産業廃棄物処理施設技術管理者	廃棄物処理法第21条の規定に基づき、一般廃棄物や産業廃棄物などの処理施設に設置が義務付けられている技術管理者のことを指す。施設の運転や運転時の監視・監督や定期保守点検や必要な措置の実施等の業務を担う。廃プラスチック類の破碎や焼却に関わる場合、破碎・リサイクル施設技術管理士や産業廃棄物焼却施設技術管理士といった認定証を取得することが求められる可能性があるが、廃棄物処理施設の種類や処理能力によって必要となる認定証が異なるため、担当自治体と相談することが必須である。
産業廃棄物マニフェスト（産業廃棄物管理票）	マニフェスト（産業廃棄物管理票）とは、排出事業者が産業廃棄物の運搬又は処分を外部に委託する際に交付する伝票を指す。この管理票により、産業廃棄物の処理状況を把握・確認することができる。

なお、産業廃棄物を受け入れる企業には近隣住民への説明責任が発生する場合がある。

※本資料作成時の情報となります。必ず最新の情報をお確かめください。

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

## ✔ サプリングスキル

廃プラスチックから生成される熱分解油の品質を検査するために、手作業でサプリングを行う必要がある。

## ✔ 品質分析スキル

廃プラスチックを溶解する際、廃プラスチック由来の不純物が混入しやすいため、品質を見極めるスキルが必要になる。

## 知

## 熱分解油とは/想定される不純物



出典) 環境エネルギー株式会社

熱分解油とは

熱分解油とは、原料となる廃プラスチックを選別・洗浄・粉碎した上で、熱分解炉にて生成される油である。

この工程で生成された状態では、**不純物が多い状態のため、リサイクルナフサするための精製工程が必要**となる。

## 実

## サプリング及び品質確認の方法

現場で求められる業務

製品原料であれば供給メーカーが品質責任を持つが、**廃棄物の場合は受入側が責任を持って分析・判断しなければならない**。研究所や現場にてサンプルを採取し、分析機器を用いて品質を見極める必要がある。必要な機器として、X線分析装置や分光分析装置など、化学系で一般的に用いられる測定法への投資が必要である。大企業であれば研究所が機能を担う場合が多いが、現場レベルでも品質確認が求められる。分析自体は機器を用いれば短時間で判明するが、サンプルの代表性などのリスクを考慮し、複数の分析手法（X線、赤外線など）を組み合わせることで念入りに行うことが通例である。

現場で求められるスキル

現場労働者が品質を判断するにあたり、以下2つのスキルが想定される。

- ・生成した**熱分解油**や**リサイクルナフサの色**や**におい**において、**品質を判断**する。廃棄物は性状が一定ではないため、データ分析だけでなく、現場作業員の目視や嗅覚による判断が極めて重要になる。これらは、熟練者の経験に頼る部分が大きく、一朝一夕には身につかないため、OJTを通じて徐々に習得していく必要がある。
- ・**サンプルから分析した数値・データを通じて、品質を確認**する。分析担当者は、サプリングされたものをマニュアルに従って装置にかける業務が主となる。ただし、廃棄物はサンプルの採取場所やタイミングによって成分が変わるため、「サンプルの代表性」をどう担保するかが難しい。

熱分解油に混入する不純物

熱分解油にはあらゆる不純物が含まれており、生成物に悪影響を及ぼす。

不純物	主な影響
酸素化合物	エネルギー密度の低下など
アルデヒド・フェノール類	固体化の進行など
高分子量ポリマー	高粘度化など
水分	発熱量の低下など
有機酸	腐食性の高まりなど

## 従業員に必要な移動やリスクの説明

## 求められるスキル

- ✔ 生産設備操作スキル  
廃プラスチック油化装置の操作スキルが必要となる。
- ✔ 現場での手動操作スキル  
操作盤では検知できない外観検査、異物混入、匂いの確認などは、現場労働者による対応が必要となる。

## 知

## 操作する機械・設備



出典) 環境エネルギー株式会社

## 廃プラスチック油化装置

廃プラスチックからリサイクルナフサを生成するには、まず原料となる廃プラスチックを粉砕した後に加熱炉に投入し、加熱・溶解する。溶解することで、熱分解された気化ガスが発生するので、そのガスを冷却することで、油が生成される。この油のうち、塩素を取り除く等精製工程を踏むことで、ナフサと同質の品質に整ったものがリサイクルナフサとなる。この一連の流れを担うのが、廃プラスチック油化装置である。

## 実

## 操作方法

## 現場労働者に求められる業務

通常、油化設備は操作盤による自動オペレーションとなる。原料となる廃プラスチックの粉碎、加熱、脱塩素などの精製工程が行われるが、すべて自動で運転され、必要に応じて操作盤で管理することが求められる。本システムを操作し、管理することがDCSオペレーターの業務の1つである。また、中央操作盤での操作自体は一般的な化学プラントと大差ないが、原料受け入れ段階での「入口管理」に多くの人員と注意を割く必要がある。ロットごとの外観検査、異物混入、匂いの確認などは、操作盤では検知できないため人が行う。プラント稼働中も、原料性状の変化により停止や故障のリスクがあるため、数時間の運転であっても常時監視が必要である。

## 現場労働者に求められるスキル

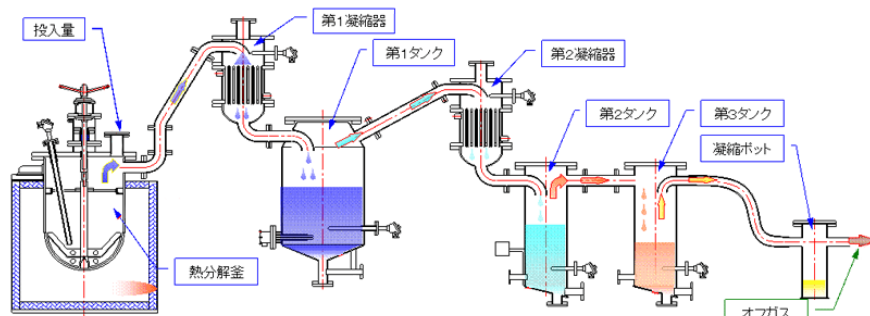
現場に必要なスキルは、メーカーから提供される取扱説明書と試運転を通じて習得する。実際の廃棄物サンプルを用いた試運転にメーカーが立ち会い、運転ノウハウを引き渡す形が一般的である。立ち上げ初期は、スペック外の原料投入によるトラブルやメーカー想定外の挙動（メーカー責任か運用責任かの切り分けが問題となる場合もある）が発生しやすく、現場は試行錯誤することで正常運転のためのスキルを身につける。

## 従業員に必要な移動やリスクの説明

- 求められるスキル
- ✔ 日常点検スキル  
油化設備の構造を理解し、定められた項目に従い、油化設備を点検するスキルが必要となる。
  - ✔ データ分析スキル  
油化設備では、固体である廃プラスチックを溶解させる工程があり、溶解状況などを見極めるデータ項目が必要となり、稼働時の異常を判断するスキルが求められる。

## 知

## 設備の構造理解と必要な検査項目



出典) 三峰工業株式会社

## 油化設備の構造理解

油化設備の日常点検を実施するにあたっては、熱分解槽、改質触媒装置、バーナーといった設備構造を理解し、適切な点検を実施することが必要となる。

## 油化設備の設備保全で見べきデータ

油化設備の設備保全を実施するにあたっては、ナフサ分解炉では設備保全の検査項目として挙がっていなかった項目についても、より詳細な実態を把握することが求められる。具体的には、塩素や硫黄、微量金属などの不純物が含まれるため、触媒の劣化や設備の腐食が早まるリスクがある。これらは目に見えないため、データトレンド（温度、圧力、流量）の監視頻度を高める必要がある。

## 実

## 設備保全の実施項目・方法

## 現場労働者に求められる点検項目

以下の項目について、設備の点検を行うことが求められる。下記項目以外にも、日常点検では、異音、発熱、ボルトの緩みなどを、定期保全では、分解清掃、触媒交換、気密性確認などを点検することが想定される。

機器	点検項目
熱分解槽	外見・損傷箇所の異常点検
	法令点検
改質触媒装置	外見・損傷箇所の異常点検
	配管接続の点検
...	...

## 現場での点検方法

まずは、メーカー提供の取扱説明書に記載されている点検項目がベースとなる。加えて、現場独自の設備の「癖」を集めた事例集や、原因分析フローチャート等を整備して対応するケースがある。

## 化学業界 | 燃料轉換

業種

鉄鋼業界

化学業界

紙パルプ業界

セメント業界

転換

原料転換

燃料転換

## 製造プロセス転換の内容

## 転換前

## 転換後

## 取扱物の変化

化石燃料

水素・アンモニア

## 設備の変化

ナフサ分解炉稼働時の化石燃料用の付帯設備  
(化石燃料用のバーナーや配管設備)ナフサ分解炉稼働時の水素・アンモニア用の付帯設備  
(水素・アンモニア用のバーナーや配管設備)

## 詳細説明

主な原料であるナフサを改質・転化させるために稼働するナフサ分解炉は、稼働の主なエネルギー源に化石燃料を使用している。

ナフサ分解炉を稼働させる際のエネルギー源を水素・アンモニアに転換するため、水素・アンモニアのためのバーナーや配管設備などの操作が必要となる。また、設備のオペレーションや保全においても、水素・アンモニアの取扱の危険性を理解した上での対応が求められる。

## 製造プロセス転換による業務への影響

## 業務の種類

## 影響を受ける業務内容

安全管理

水素・アンモニアを安全に取り扱うにあたり、危険物としての管理業務が必要

品質確認

水素・アンモニアに合わせた温度管理や燃焼状況の確認が必要

設備オペレーション

(大きな影響なし)

設備保全

水素・アンモニア用のバーナーや配管設備に沿った検査項目での設備保全を行う必要

製造プロセス転換による業務とスキルへの影響

業務内容	影響を受ける業務内容	スキル	詳細説明
安全管理	水素・アンモニアを安全に取り扱うにあたり、危険物としての管理業務が必要	標準作業・緊急時対応スキル	水素・アンモニアによる <b>火災等のリスクへの理解</b> が求められ、 <b>リスクを理解した上での現場業務・緊急対応</b> が必要となる。
		原料・燃料管理スキル	水素・アンモニアを扱う場合、 <b>水素・アンモニアを扱うための法令や法律</b> に従い、 <b>適切な認可・資格</b> を持って管理できるスキルが必要になる。
		発生物取扱スキル	—
品質確認	水素・アンモニアに合わせた温度管理や燃焼状況の確認が必要	サンプリングスキル	—
		品質分析スキル	水素・アンモニアを扱うことでナフサ分解炉内の <b>燃焼速度や状態確認のポイントが変わる</b> ため、 <b>燃焼状態を見極めるスキル</b> が必要になる。
		生産設備操作スキル	—
設備オペレーション	(大きな影響なし)	現場での手動操作スキル	—
		重量物運搬スキル	—
		日常点検スキル	—
設備保全	水素・アンモニア用のバーナーや配管設備に沿った検査項目での設備保全を行う必要	データ分析スキル	(参考) 公害防止法や環境アセスメントに基づく窒素酸化物 (NOx) や硫黄酸化物 (SOx) の排出管理等の規制値の遵守は、基本的に企業の責任の下、プラント設備 (脱硝・脱硫装置) 側で自動的に制御される。そのため、現場作業員が手動で調整したり、排出量をコントロールしたりする業務は基本的には発生しない。
		専門保全スキル	—

従業員に必要な移動やリスクの説明

求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
 水素・アンモニアによる**火災等のリスクへの理解**が求められ、**リスクを理解した上での現場業務・緊急対応**が必要となる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
 水素・アンモニアを扱う場合、**水素・アンモニアを扱うための法令や法律に従い、適切な認可・資格を持って管理できるスキル**が必要になる。

知

想定されるリスク

想定されるリスク

水素・アンモニアにおけるリスクに、**激しい可燃性**がある。液化水素には激しい可燃性があり、アンモニアにはかなり強い急性の毒性がある。一方で、水素に毒性は認められていない。具体的には、発がん性や生殖毒性といった慢性毒性を有するとは評価されていない。

参考) 塩沢 文朗 (NPO法人 国際環境経済研究所) ,“水素、アンモニアのリスクと管理”, [https://ieei.or.jp/2025/03/shiozawa\\_20240317/](https://ieei.or.jp/2025/03/shiozawa_20240317/), 2025年3月17日

現場労働者に求められる業務

特に、**水素の「拡散性・爆発性」**や**アンモニアの「毒性（劇物）」**に対する**深い理解と警戒が必要**である。

現場で働くオペレーター等は、日常的に水素・アンモニアの管理状況を確認し、十分に安全面に配慮した業務遂行が求められる。また、水素は漏洩検知時の初期対応が重要であり、アンモニアは高压ガスとなるため法律に則った適切な取り扱いに注意を払う必要がある。

実

現場での実務対応

標準手順書（イメージ）

対象設備名：○○

作業名：○○

工程名：○○

承認	確認	作成

番号	項目	作業内容
1	正常作業	液体アンモニア受入れ 充填作業等の作業
2	緊急措置	停電時の対応 貯蔵タンク破損時の対応
...	...	...

現場労働者に求められるスキル  
 リスクへの対応として、現場監督者や登録容器等製造業者・登録特定設備製造業者が認識している水素・アンモニアの管理方法を、現場のオペレーター等が使用する**標準手順書に落とし込む**ことが想定される。実際に現場のオペレーターは、標準手順書に基づいた日常的な点検業務等を通じて、火災等リスクへの理解を深め、リスクへの対応スキルを身につける。

従業員に必要な移動やリスクリングの説明

求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
 水素・アンモニアによる火災等のリスクへの理解が求められ、リスクを理解した上での現場業務・緊急対応が必要となる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
 水素・アンモニアを扱う場合、**水素・アンモニアを扱うための法令や法律**に従い、**適切な認可・資格**を持って管理できるスキルが必要になる。

知

遵守すべき主な法令や法律

名称	概要	燃料転換における影響
高圧ガス保安法	高圧ガスによる災害を防止し、公共の安全を確保するために制定された法律。	高圧ガスを充てんするための容器の製造又は輸入をした者は、高圧ガス保安協会等が行う容器検査を受け、これに合格したものととして刻印又は標章の掲示をされているものでなければ、当該容器を譲渡し、又は引き渡してはならない。
労働安全衛生法	労働者の健康や安全を守り、快適な労働環境を整備することを目的に制定された法律。	アンモニアは、大量漏洩により急性中毒を引き起こすおそれがある「第3類物質」に指定されている。これにより、漏洩防止措置や、漏洩時の退避・救護体制の整備が義務付けられている。
毒物及び劇物取締法	急性毒性による健康被害を防ぐために、毒物や劇物の製造、販売、取扱いを規制する法律。	アンモニアを含む製剤が意図的に添加されていれば、その濃度に関わらず毒物劇物に該当する。毒物及び劇物取締法に基づく登録・許可・届出は、都道府県等の自治体で受け付けている。

実

事業運営に必要となる主な認可

名称	概要
毒物劇物取扱責任者	毒物及び劇物取締法第7条第1項によって、毒物又は劇物を製造、輸入、販売する場合には、同法に基づく登録が必要となる。毒物又は劇物の製造業、輸入業、販売業には専任の「毒物劇物取扱責任者」を設置し、毒物又は劇物による保健衛生上の危害防止に当たる必要がある。
高圧ガス製造保安責任者	(詳細はp37参照)

なお、現場では有資格者であることをヘルメットや腕章で明示し、資格者以外には扱わせない等の厳格な運用が行われることが多い。

※本資料作成時の情報となります。必ず最新の情報をお確かめください。

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

## ✔ 品質分析スキル

水素・アンモニアを扱うことでナフサ分解炉内の**燃焼速度や状態確認のポイントが変わる**ため、**燃焼状態を見極めるスキル**が必要になる。

## 知

## 温度管理や状態確認のポイント

## 化石燃料と水素の燃焼における違い

水素は化石燃料と比較して「燃えやすい」燃料であることが特徴である。この性質により、化石燃料と比べて燃焼速度が上昇することで、**火炎面が上流側に移動する“逆火”と呼ばれる現象**が発生しやすくなる。逆火が発生すると、ノズル等が高温に晒されるため、損傷が発生する。

## 化石燃料とアンモニアの燃焼における違い

アンモニアについては、燃料燃焼によるNOxの**発生抑制が課題**となる。また、アンモニアは燃焼速度が遅く火炎温度が低いため、**発電に必要な熱量の確保が課題**となる。

さらに、ガスタービン燃焼器における火炎の状態を比較すると、化石燃料や都市ガスと比べて、アンモニアが含まれる場合は火炎が長くなるという特徴がある。

## 実

## 燃焼状態の見極め方法

## 現場で求められる業務

燃焼プロセスは設備メーカーが適切に設計・納入するため、現場オペレーターの操作負担は化石燃料使用時と大きく変わらない。また現実的には専焼は難しく、**混焼（水素・アンモニアが10-20%程度）から始まるケースが多い**ため、現場業務の大きな変更は生じない。

## 現場で求められるスキル

現場労働者が燃焼状態を判断するにあたり、以下の2つのスキルが想定される。

- 燃焼状態の色や炎の形等を目で見て、燃焼状態を判断
- 分析室にて燃焼状態をあらわす**数値・データを通じて**、燃焼状態を確認

ただし、炎の色や形を見るといった監視業務は従来より行っていたものであり、注意すべき観点はいくつか変化するものの、これまでに習得したスキルを活かして、水素・アンモニアの燃焼状態を見極める力をOJTで身につける想定である。

## 紙パルプ業界 | 燃料転換

業種

鉄鋼業界

化学業界

紙パルプ業界

セメント業界

転換

原料転換

燃料転換

## 製造プロセス転換の内容

## 転換前

## 転換後

## 取扱物の変化

石炭

ガス

## 設備の変化

石炭ボイラー

ガスタービン

## 詳細説明

石炭を燃焼させた熱を利用して蒸気・電気を作る装置。木質チップをパルプにするパルプ化工程や、パルプをシート状にして脱水し、蒸気によって乾燥させる抄紙工程などで必要な電気と蒸気を獲得するために、石炭を燃焼させている。

都市ガス・天然ガス等を燃やして電気を作る装置。左記の工程に必要な電気はガスタービンで作ることができるものの、蒸気は生成することができない。そのため、ガスタービンが発電後に排出する排気ガスを排熱回収ボイラーに通し、蒸気を作り出している。

## 製造プロセス転換による業務への影響

## 業務の種類

## 影響を受ける業務内容

安全管理

燃料ガスを扱う上で、ガスの危険性を把握した上での管理が必要

品質確認

燃料ガスの使用に伴う生成物の品質維持のためのスキルが必要

設備オペレーション

ガスタービン及びガスタービンに付随するその他の設備のオペレーションのためのスキルが必要

設備保全

ガスタービン及びガスタービンに付随するその他の設備を保全するためのスキルが必要

製造プロセス転換による業務とスキルへの影響

業務内容	影響を受ける業務内容	スキル	詳細説明
安全管理	燃料ガスを扱う上で、ガスの危険性を把握した上での管理が必要	標準作業・緊急時対応スキル	ガスによる火災・一酸化炭素中毒等のリスクへの理解が求められ、リスクを理解した上での現場業務・緊急対応が必要となる。
		原料・燃料管理スキル	ガスを扱う場合、ガスを扱うための法令や法律に従い、適切な認可・資格を持ち管理するスキルが必要になる。
		発生物取扱スキル	排気ガスが高温になるため、高温エリアの把握、温度管理、断熱エリアを管理できるスキルが必要になる。
品質確認	燃料ガスの使用に伴う生成物の品質維持のためのスキルが必要	サンプリングスキル	メーカー仕様・要求に沿った項目でのガスサンプリングによって、定期的にガス発熱量を把握できるスキルが必要になる。
		品質分析スキル	—
設備オペレーション	ガスタービン及びガスタービンに付随するその他の設備のオペレーションのためのスキルが必要	生産設備操作スキル	ガスタービンやガスタービンコージェネレーションといった設備を操作するスキルが必要となる。
		現場での手動操作スキル	異常発生時の非常停止操作、非常停止すべき異常・故障について理解するスキルが必要になる。
		重量物運搬スキル	—
設備保全	ガスタービン及びガスタービンに付随するその他の設備を保全するためのスキルが必要	日常点検スキル	ガスタービンを点検するスキルが必要となる。
		データ分析スキル	日常の運転データを分析し、設計値、運転管理値と比較し、性能の低下や異常の予兆を発見するスキルが必要となる。
		専門保全スキル	—

従業員に必要な移動やリスクの説明

求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
 ガスによる**火災・一酸化炭素中毒等のリスクへの理解**が求められ、**リスクを理解した上での現場業務・緊急対応**が必要となる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
 ガスを扱う場合、ガスを扱うための法令や法律に従い、適切な認可・資格を持ち管理するスキルが必要になる。
- ✔ 発生物取扱スキル  
 排気ガスが高温になるため、**高温エリアの把握、温度管理、断熱エリアを管理できるスキル**が必要になる。
- ✔ サンプリングスキル  
**メーカー仕様・要求に沿った項目でのガスサンプリング**によって、**定期的にガス発熱量を把握できるスキル**が必要になる。

知

想定されるリスク

想定されるリスク

燃料供給設備としてLNGタンクやサテライトタンクを設置する場合、**LNG等のガスは、可燃性ガスかつ高圧ガス（深冷液化ガス）である**という特徴がある。可燃性のガスは、爆発下限界及び爆発上限界等の化学的性質や、高い引火性を有する。また、深冷液化ガスは、凍傷又は負傷するおそれ、眠気やめまいを引き起こす可能性がある。  
 燃料供給を都市ガスで行う場合、**都市ガスは中圧で取扱いが容易なガスであるが、可燃性ガスかつ無色透明であることから、引火・火災の恐れ**がある。また、換気不良等が原因で一酸化炭素中毒が発生する可能性があり、頭痛・吐き気・意識不明等の症状が起きうる。  
 そのため、現場で働くオペレーター等はこれらのリスクを理解し、業務を遂行することが求められる。

現場労働者に求められる業務

発電設備全体の安全管理は、電気主任技術者が管理責任を負う。発電設備内のガス燃料設備は、ボイラー・タービン主任技術者が責任を負う。業務としては、**高温となる排気ガスの管理が重要**となる。具体的には、高温エリアの把握、温度管理、断熱エリアの管理が求められる。  
 加えて、安全管理かつ製品の品質に関わる業務として、ガスサンプリングの業務が発生する。本業務はメーカー仕様・要求に沿った項目で行うことが想定され、定期的にガス発熱量を把握することが必要となる。

実

現場での実務対応

標準手順書（イメージ）

対象設備名：○○

作業名：○○

工程名：○○

承認	確認	作成

番号	項目	作業内容
1	正常作業	ガスの受入れ
		充填作業等の作業
2	緊急措置	停電時の対応
		貯蔵タンク破損時の対応
...	...	...

標準手順書への落とし込み

リスクへの対応として、電気主任技術者、ボイラー・タービン主任技術者が規定している保安規程と、メーカーから提出され、試運転で確認された操作手順に基づき、現場のオペレーター等が使用する**標準手順書に落とし込むことが**想定される。

現場労働者の習得方法

現場のオペレーターは、標準手順書に基づいた日常的な点検業務等を通じて、火災等リスクへの理解を深め、リスクへの対応スキルを身につける。  
 発電設備の試運転にオペレーターやメンテナンス員が立ち会い、実際に操作しながら実務を学ぶ。また、メーカーが作成した取扱説明書/操作説明書をもとに、実際のマニュアルに展開する。

従業員に必要な移動やリスクの説明

求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
 ガスによる火災・一酸化炭素中毒等のリスクへの理解が求められ、リスクを理解した上での現場業務・緊急対応が必要となる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
 ガスを扱う場合、**ガスを扱うための法令や法律**に従い、**適切な認可・資格**を持ち管理するスキルが必要になる。
- ✔ 発生物取扱スキル  
 排気ガスが高温になるため、高温エリアの把握、温度管理、断熱エリアを管理できるスキルが必要になる。
- ✔ サンプリングスキル  
 メーカー仕様・要求に沿った項目でのガスサンプリングによって、定期的にガス発熱量を把握できるスキルが必要になる。

知

遵守すべき主な法令や法律

実

事業運営に必要となる主な認可

名称	概要
電気事業法 ※LNG設備を自社で設置し、発電設備のみに供給する場合	電気事業の運営を適正化し、電気工作物の保安を確保するための法律。 (電気主任技術者やボイラー・タービン主任技術者を選任し、その下で業務をすることが求められる。)
高圧ガス保安法 ※LNG設備を自社で設置し、発電設備以外にもガス供給する場合	高圧ガスによる災害を防止するため、高圧ガスの製造・貯蔵・販売・移動・消費などを規制する法律。

高圧ガス保安法における区分

規模による区分	区分条件
第一種製造者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理能力 (1日あたり：300m<sup>3</sup>以上)</li> <li>・保安検査の受検義務あり (年1回)</li> </ul>
第二種製造者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理能力 (1日あたり：300m<sup>3</sup>未満)</li> <li>・保安検査の義務なし (届出のみ)</li> </ul>

※本資料作成時の情報となります。必ず最新の情報をお確かめください。

高圧ガス保安法に基づき必要な認可

規模による区分	届出関係 (一部抜粋)	
第一種製造者	設置許可申請 (事前)	工事着工前に、都道府県知事に申請、認可が必要。
	完成検査 (工事後)	試験結果・安全検知等の作動確認。合格後、使用が可能。
	危害予防規程の届出	緊急連絡体制や防災訓練の実施などを届け出る義務がある。
第二種製造者	都道府県知事への届出など	

高圧ガス保安法に基づき必要な資格

役割名	必要資格	主な役割
保安管理技術者	甲種 (機械・化学)	保安に関する技術的な事項を統括管理する責任者
保安係員	甲種・乙種 (機械・化学)	日常的な運用・点検を指揮監督
保安主任者	甲種・乙種	管理技術者を補佐し、現場との連携・橋渡しをする役割

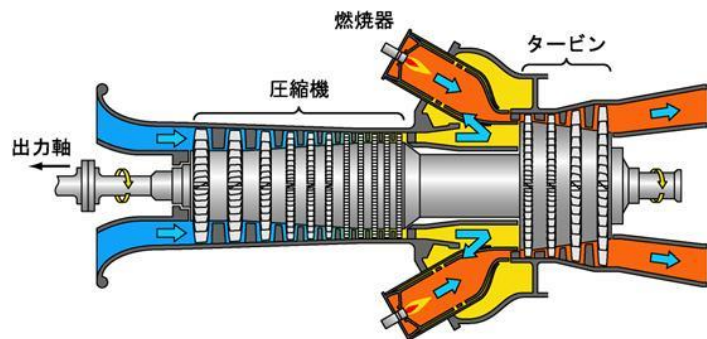
## 従業員に必要な移動やリスクの説明

## 求められるスキル

- ✓ 生産設備操作スキル  
ガスタービンやガスタービンコージェネレーションといった設備を操作するスキルが必要となる。
- ✓ 現場での手動操作スキル  
異常発生時の非常停止操作、非常停止すべき異常・故障について理解するスキルが必要になる。

## 知

## 操作する機械・設備



出典) 公益社団法人日本ガスタービン学会

## ガスタービン

ガスタービンとは、ガスの勢いでタービンを回して動力を得るエンジンである。まずは空気を吸い込み、圧縮した後、その空気にガスを吹き込むことで燃焼ガスが発生する。そのガスの勢いによってタービンが回転する。その後、排気ガスが排出される。

## ガスタービンコージェネレーション

ガスタービンコージェネレーションとは、ガスタービンからの電力と熱回収蒸気発生器(HRSG)からの蒸気を利用し、エネルギー損失を抑えることを可能にする機械である。

## 実

## 操作方法

## 現場労働者に求められるスキル

ガスタービンは直接操作をすることはなく、中央操作室でのDCS画面やガスタービンの制御システムの画面を監視し、遠隔で操作を行う。

以下のような操作が行われる。

- ・起動準備が確立していることの確認。
- ・発電出力設定値、モード（発電一定or 受電一定）起動時間の確認。
- ・起動指令（手動orタイマー）ボタンの確認。
- ・時刻、曜日、再確認。
- ・起動時の異音、振動有無確認。
- ・負荷上げ（0-100%）時のRate確認。
- ・各所温度、圧力の監視。

※停止時は逆の操作を行う

また、現場ごとに非常停止すべき異常・故障の内容を把握し、異常発生時の非常停止操作の方法について理解する必要がある。

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

- ✔ 日常点検スキル  
ガスタービンを点検するスキルが必要となる。
- ✔ データ分析スキル  
日常の運転データを分析し、設計値、運転管理値と比較し、性能の低下や異常の予兆を発見するスキルが必要となる。

## 実

## 点検内容・方法

## ガスタービンの点検項目の一例

※メーカーから、日常点検、週・月次点検の項目が記載されているユーザー点検項目とその要領に関する資料が提供される。

作業名	作業の目的	作業名	作業の目的
パッケージ点検	機器の取付状態や油漏れの有無、潤滑油油量の確認、不具合の兆候、痕跡がないか目視確認	点火栓点検	点火栓の中心電極、外側接地電極に損傷や溶損が無いこと、また実動作により点火状態が正常であることを確認
燃料噴射弁点検	カーボン堆積による燃料噴射角度のバラツキ軽減	機関潤滑油点検	潤滑油性能の適正維持を目的に3年を目安に交換し、使用済品の色相や汚損状態、異物混入有無を確認
モーター類点検	健全性の確認として、絶縁抵抗測定を実施し電気特性における劣化の有無を確認・判断	ガスタービン減速機 - 発電機間の軸芯点検	ガスタービン減速機 - 発電機間の軸芯と回転軸が運転状態で同一線上に位置するよう芯のずれが許容値内であることを確認。また調整が必要な場合には軸芯調整を実施
燃焼器点検	本点検での燃焼器開放により、燃焼器外筒・内筒・頭部翼の健全状態を確認	スターターモーター点検	モーターの健全性確認として整流子（コンミター）とブラシとの接触状態、異物有無、摩耗の確認
フィルタ類点検	潤滑油の劣化や回転部品の摩耗等による目詰まりを防止するためフィルタエレメントの目視点検と交換の実施	保護装置点検	専用シミュレータを用いて実際に機関が運転している状態を模擬で再現し、発電装置の安全装置（保護装置）動作を確認
ドレン弁点検	本点検ではドレン内部の閉塞と、弁の傷等により運転中に圧縮空気が過度に漏れていない等を確認	...	...

出典）株式会社IHI原動機，“非常用発電設備 ガスタービン”，  
[https://www.ihico.jp/ips/cs\\_main/niiigata/mente\\_gt.html](https://www.ihico.jp/ips/cs_main/niiigata/mente_gt.html)

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

- ✔ 日常点検スキル  
ガスタービンを点検するスキルが必要となる。
- ✔ データ分析スキル  
日常の運転データを分析し、**設計値、運転管理値と比較し、性能の低下や異常の予兆を発見するスキル**が必要となる。

## 知

## データ分析の観点

ガスタービンの設備保全におけるデータ分析の観点

ガスタービンの設備保全にあたっては、ガスタービンが新品もしくはオーバーホール直後の状態の運転データをベースラインとし、**日々のデータとの乖離を確認する。**

具体的には、以下のような観点での分析が想定される。

- ・燃料消費量、高位発熱量、発電電力量から、発電効率を算出し、性能異常が無いことを確認する。
- ・吸気・排気温度と発電電力の関係や冷却水、潤滑油温度・圧力管理については、設計値（ヒートバランス、運転管理値）との比較で傾向を管理し、監視する。
- ・異常を感知した際には、異音、振動などを計測して不具合箇所を特定することが求められる。

## 知

## 必要な知識

データ分析に際しては、**ガスタービンに関する知識・付帯設備の知識・物理学に関する基礎知識・データ分析の知識が必要**である。また、現場労働者は、以下のような数値・単位のデータを見て判断することが想定される。

知識	詳細
ガスタービンの知識	ガスタービンの動作に関する知識
	ガスタービンの構造・性能に関する知識
	ガスタービンにおける各部品の役割
付帯設備の知識	圧力計の特性や制御システムの連動
	計装・制御工学の知識
物理学の知識	熱力学・流体力学の知識
データ分析の知識	統計学の知識
	データハンドリングの知識

## 【関連する数値・単位】

燃料消費量Nm<sup>3</sup>/h、高位発熱量MJ/Nm<sup>3</sup>、発電電力量kWh、発電効率%、吸気・排気温度°C、発電電力kWh、冷却水・潤滑油温度°C、圧力管理Mpa など

# セメント業界 | 燃料転換

業種

鉄鋼業界

化学業界

紙パルプ業界

セメント業界

転換

原料転換

燃料転換

## 製造プロセス転換の内容

## 転換前

## 転換後

## 取扱物の変化

石炭

ガス

## 設備の変化

ロータリーキルン稼働時の石炭用の付帯設備  
(石炭用のバーナーや配管設備)ロータリーキルン稼働時のガス用の付帯設備  
(ガス用のバーナーや配管設備)

## 詳細説明

石灰石や粘土を粉末状にする原料工程の次に、粉末状の原料を中間製品であるクリンカにするための焼成という工程が行われる。この焼成工程において利用されるロータリーキルンには、稼働のエネルギー源として主に石炭が使用されている。

ロータリーキルンを稼働させるエネルギー源をガスに転換するためには、ガスのためのバーナーや配管設備などの操作が必要となる。また、設備のオペレーションや保全についても、ガスの取扱における危険性を理解した上での対応が求められるようになる。

## 製造プロセス転換による業務への影響

## 業務の種類

## 影響を受ける業務内容

安全管理

ガスを安全に取り扱うにあたり、危険物としての管理業務が必要

品質確認

(大きな影響なし)

設備オペレーション

ガスに合わせた温度管理や燃焼状況の確認が必要

設備保全

ガス用のバーナーや配管設備に沿った検査項目での設備保全を行う必要

製造プロセス転換による業務とスキルへの影響

業務内容	影響を受ける業務内容	スキル	詳細説明
安全管理	ガスを安全に取り扱うにあたり、危険物としての管理業務が必要	標準作業・緊急時対応スキル	ガスによる <b>火災等のリスクへの理解</b> が求められ、 <b>リスクを理解した上での現場業務・緊急対応</b> が必要となる。
		原料・燃料管理スキル	ガスを扱う場合、 <b>ガスを扱うための法令や法律</b> に従い、 <b>適切な認可・資格</b> を持ち管理するスキルが必要になる。
		発生物取扱スキル	-
品質確認	(大きな影響なし)	サンプリングスキル	-
		品質分析スキル	-
設備オペレーション	ガスに合わせた温度管理や燃焼状況の確認が必要	生産設備操作スキル	ガスを扱うことでロータリーキルンの <b>燃焼速度</b> や <b>状態確認のポイント</b> が変わるため、 <b>燃焼状態を見極めるスキル</b> が必要になる。
		現場での手動操作スキル	-
		重量物運搬スキル	-
設備保全	ガス用のバーナーや配管設備に沿った検査項目での設備保全を行う必要	日常点検スキル	-
		データ分析スキル	ガスを扱う場合、 <b>石炭燃焼時とは設備保全の検査項目</b> が変わるため、 <b>新たな分析スキル</b> が必要となる。
		専門保全スキル	-

## 従業員に必要な移動やリスクの説明

## 求められるスキル

- ✔ 標準作業・緊急時対応スキル  
ガスによる火災等のリスクへの理解が求められ、リスクを理解した上での現場業務・緊急対応が必要となる。
- ✔ 原料・燃料管理スキル  
ガスを扱う場合、ガスを扱うための法令や法律に従い、適切な認可・資格を持ち管理するスキルが必要になる。

## 知

## 想定されるリスク

## 想定されるリスク

ガスは、可燃性ガスかつ高圧ガス（深冷液化ガス）であるという特徴がある。可燃性のガスは、爆発下限界及び爆発上限界等の化学的性質や、高い引火性を有する。また、深冷液化ガスは、凍傷又は負傷するおそれ、眠気やめまいを引き起こす可能性がある。現場で働くオペレーター等はこれらのリスクを理解し、業務を遂行することが求められる。

## 現場労働者に求められる業務

現場で働くオペレーター等は、以下のような安全管理への対応を行う。

安全管理	説明
保安検査 (年1回)	都道府県や指定検査機関（高圧ガス保安協会など）にて実施する。
定期自主検査 (年1回以上)	有資格者の指導の下、事業者が実施する。検査記録が5年間保持される。
日常点検	ガス漏れや圧力異常等、安全装置の作動確認が必要である。作業員レベルで毎日作業前に実施する。

上記のように有資格者の設置が必要となるため、有資格者を中心に安全管理を実施する。なお、ロータリーキルン設備がある工場の多くは大規模設備に該当し、有資格者の設置が必要となる。

## 実

## 現場での実務対応

## 標準手順書（イメージ）

対象設備名：○○

作業名：○○

工程名：○○

	承認	確認	作成

番号	項目	作業内容
1	正常作業	ガスの受入れ 充填作業等の作業
2	緊急措置	停電時の対応 貯蔵タンク破損時の対応
...	...	...

現場労働者に求められるスキル  
現場監督者や高圧ガス製造保安責任者が認識しているガスの管理方法を、現場のオペレーター等が使用する標準手順書に落とし込むことが想定される。  
現場でオペレーターとして業務する従業員は、標準手順書に基づいた日常的な点検業務等を通じて、火災等リスクへの理解を深め、リスクへの対応スキルを身につける。

手順書以外のスキルの習得方法  
有資格者の指導の下で勉強会や現場でのOJT等が実施される。対象の国家資格の取得なども有効な手段である。  
また、同業他社との事故・ヒヤリハット事例の共有、日常点検の担当者の固定化を避けるための配置転換、写真等での緊急時対応の見える化などが実践されている。

従業員に必要な移動やリスクリングの説明

求められるスキル

- ✓ 標準作業・緊急時対応スキル  
 ガスによる火災等のリスクへの理解が求められ、リスクを理解した上での現場業務・緊急対応が必要となる。
- ✓ 原料・燃料管理スキル  
 ガスを扱う場合、**ガスを扱うための法令や法律**に従い、**適切な認可・資格**を持ち管理するスキルが必要になる。

知

遵守すべき主な法令や法律

名称	概要
高圧ガス保安法	高圧ガスによる災害を防止するため、高圧ガスの製造・貯蔵・販売・移動・消費などを規制する法律。

高圧ガス保安法における区分

規模による区分	区分条件
第一種製造者	・処理能力（1日あたり：300m <sup>3</sup> 以上） ・保安検査の受検義務あり（年1回） ※ロータリーキルン設備がある工場はほぼ該当
第二種製造者	・処理能力（1日あたり：300m <sup>3</sup> 未満） ・保安検査の義務なし（届出のみ）

※本資料作成時の情報となります。必ず最新の情報をお確かめください。

実

事業運営に必要となる主な認可

高圧ガス保安法に基づき必要な認可

規模による区分	届出関係（一部抜粋）	
第一種製造者	設置許可申請（事前）	工事着工前に、都道府県知事に申請、認可が必要。
	完成検査（工事後）	試験結果・安全検知等の作動確認。合格後、使用が可能。
	危害予防規程の届出	緊急連絡体制や防災訓練の実施などを届け出る義務がある。
第二種製造者	都道府県知事への届出など	

高圧ガス保安法に基づき必要な資格

役割名	必要資格	主な役割
保安管理技術者	甲種（機械・化学）	保安に関する技術的な事項を統括管理する責任者
保安係員	甲種・乙種（機械・化学）	日常的な運用・点検を指揮監督
保安主任者	甲種・乙種	管理技術者を補佐し、現場との連携・橋渡しをする役割

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

## ✔ 生産設備操作スキル

ガスを扱うことでロータリーキルンの**燃焼速度や状態確認のポイントが変わるため、燃焼状態を見極めるスキル**が必要になる。

## 知

## 温度管理や状態確認のポイント

石炭とガスの燃焼速度の違い

石炭は固体である一方、ガスは気体であるため、**燃焼速度はガスの方が速い**という特徴がある。

石炭とガスの燃焼状態の違いと意識すべき項目

石炭とガスでは、燃焼状態にも違いが生じる。現場労働者は、以下の違いを理解し、燃焼状態を把握するスキルが求められる。

- ・**炎の形状・長さ**：石炭よりも炎が短く、太くなりやすい。炎が短くなることで、キルンの入り口やバーナー先端部に負荷がかかりやすいので注意が必要となる。
- ・**炉内の温度分布**：石炭時に比べて炉内の温度分布がバーナー寄りになり、ピークの温度が高くなりやすいため注意が必要である。
- ・**着火点の変化**：石炭に比べて、バーナーに近い位置・ノズル直後で着火することになる。これによるリスクとして、着火が早すぎることによる焼損や、それに伴うノズル自体へのダメージが考えられる。

意識すべき項目	説明
空気量の調整	空気量を調整することにより、炎自体を物理的に奥へ押し出し、長い炎を作る。
旋回流の調整	旋回を弱めると炎は伸び、強めると短く広がる特性がある。これらを利用し燃焼状態の調整を図る。
多孔ノズル等の利用	設備改善に繋がるが、導入時にはその運用も含めて知識・操作等の周知が必要となる。

## 実

## 燃焼状態の見極め方法

燃焼状態の見極めに重要な観点

具体的な観点	説明
目視	石炭と違って目視だけでの判断では限界がある。対面のレンガの赤み具合やノズル先端と火点の距離等（離れすぎていないか）を確認する方法がある。
データによる把握	石炭に比べて低過剰空気量での燃焼が可能であるが、酸素及び一酸化炭素（CO）の瞬時の発生が懸念されるため、COの発生が不完全燃焼の目安となる。 サーマルNOxが発生しやすくなり、NOxの発生を局所的な高温箇所の発生の目安にすることができる。
振動と音	燃焼速度の関係で異常燃焼が起こると炉内空気と共鳴して重低音の振動が発生する。

現場で求められるスキルの取扱物による違い

取扱物	求められるスキル
石炭	石炭の除去やバーナーの清掃は力仕事や経験が必要となる。異常発生時は、黒煙等の目に見える変化を確認し、適切な対応が必要となる。
ガス	目に見えない圧力計等の数値の変化から炉内の状況を判断・対応するため、論理的判断及び自動制御等の調整などの機器知識が必要となる。一度の異常が重大事故につながるため、数値の僅かなずれや異音など目には見えないリスクに瞬時に対応できるスキルが必要である。

## 従業員に必要な移動やリスクリングの説明

## 求められるスキル

## ✔ データ分析スキル

ガスを扱う場合、**石炭燃焼時とは設備保全の検査項目が変わるため、新たな分析スキル**が必要となる。

## 知

## 必要な検査項目・知見

ガスに変わること意識すべき観点

ロータリーキルンにおけるガス用のバーナーや配管設備の設備保全では、石炭燃焼時とは異なる観点での注意が必要である。具体的には、石炭は固体であり設備の管への物理的な損傷などを確認することが重要であるが、ガスは固体ではなく配管や設備内を通り抜けるため、異なった観点での対応が求められる。

主な重点項目（物理的）

取扱物	検査項目
石炭	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンベアやバーナーノズルの摩耗</li> <li>・バルブ等の物理的な動作確認</li> <li>・炉内の灰やクリンカの状況の把握と除去</li> </ul>
ガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配管やフランジ部からの漏洩</li> <li>・火炎検知器の感度やバーナー焼損の有無</li> <li>・緊急遮断弁の動作確認</li> <li>・耐火物の局所過熱の有無</li> </ul>

ガス特有の新しい管理項目

- ・**蒸発器の出口温度**：低いままだと配管やパッキン等に異常が発生する可能性があるため、LNGが十分にガス化できる状態かを確認する。
- ・**ガス検知器の数値**：0%が当たり前であるため、わずかでも検知した場合には、迅速かつ適正な対応が必要である。

## 実

## 設備保全の実施方法

現場労働者に求められる業務

ガスによる適切な燃焼を行うために、日常的に設備に異常はないかを確認する**データ分析業務**が必要となる。また、現場での実務は、まずはメーカーから配布されるマニュアルに基づいて**検査を行う**ことが想定される。

現場労働者に求められるスキル

左記の項目について日常的な点検業務が行われるが、労働者の意識改革が重要である。石炭と同様ではあるが、1つの異常が重大事故につながることをしっかりと教育する必要がある。特にデータ管理やインターロック動作等は緊張感を持った対応が求められる。  
現場労働者が**設備に関する『正常』な状態を把握することが、最も重要**である。正常な状態を知ること、異音や振動、その他の異常にいち早く対応できる。

## コラム | 人手不足の解消に向けて

## 人材会社 のご見解

グリーンタレントハブ株式会社  
代表取締役 井口 和宏

## 企業紹介

脱炭素領域に特化した総合人材サービス企業。人材紹介事業として、これまでに数多くの脱炭素に関わる人材の転職を支援してきた。また、グリーン・リスクリング事業として、持続可能な社会の実現に資するスキルを身につけるための教育・研修を提供した実績を持つ。

### 転職市場におけるグリーン人材の動向

#### グリーン人材市場の現状

「グリーン人材」を「脱炭素社会の実現に関わる人材」と広く定義した場合、ビジネスサイドや技術サイド、コーポレートサイド（広報、人事など）も該当する。当然ながら、本スキルガイドにて触れている現場労働者も「グリーン人材」である。

現状、これらのグリーン人材に関する採用市場は非常に盛り上がりを見せており、転職希望者数に対して求人数が多い売り手市場となっている。

#### 雇用流動性が上がらない2つの「壁」

一方で日本は他国と比べて雇用流動性が低いとされているが、ここではその要因となる2つの「壁」を取り上げる。

1点目に、「年齢の壁」である。かつて問題視されていた「転職限界35歳説」は崩れてきているが、履歴書に年齢や性別を書かない米国と異なり、日本では年齢によって移動可能性が大きく変わってしまう状況にある。

2点目に、「言語の壁」である。労働力が不足している場合の対処法として外国人労働力の活用が検討されるが、英語話者の受け入れ態勢が十分ではない日系企業もいまだに多く残る印象である。この場合、企業は人材不足であるのに労働者を確保できない状況になりかねない。

### 特に不足が懸念される人材像と課題

#### 現場での活躍が求められる、電気関係の資格保有者

現場での人材不足となる職種としてまず思い当たるのが、電気主任技術者である。経産省も警鐘を鳴らす通り、2030年時点で電気主任技術者が数千人規模で不足すると見込まれている\*。欧米でも同様であるが、電源関連のエンジニアの高齢化とリタイアが進む一方で若手が少ないため、人材不足が広がっている状況である。

また、発電所などのプラントではほぼ必ず必要となる職種が、電気工事施工管理技士である。しかし、GX推進による再生可能エネルギー業界の成長に合わせて、業界横断的に将来的な人材不足が懸念されている。

\*出典) 経済産業省「電気主任技術者制度について」“電気主任技術者の需給見通し”令和5年3月31日

#### 量的課題だけではない、質的課題

上記の2つの職種は業界共通的に必要となる人材ではあるが、例えば火力発電所と再生可能エネルギー業界の発電所では必ずしも必要なスキルが一致するとは限らない。

そのため、各企業が必要人材を確保できるように、OJTや外部研修など、スキルギャップを埋めるリスクリングの仕組みが必要となる。

### テクニカルスキル以外の重要な観点

人材の移動に際しては、テクニカルスキル以外にも重要な観点が存在する。

#### 企業側：課題解決力

事業推進をする上で必ず直面する「課題」に対して取り組む力が重要となる。本社機能であればビジネス展開における新規開拓などが想定しやすい。一方で、現場労働者であればカイゼン活動などが想定される。現場で起こりうる未知の課題に対し、前向きに取り組むことができるのかは重要な観点となるのではないかと。

#### 求職者側：社会貢献性の高さ

これまで多くの転職者を支援してきたが、転職に至るマインドセットは多様である。年収、業務内容、勤務地など様々な要因が挙げられるが、最も想定されやすいのは年収かもしれない。

しかし、必ずしも年収が移動のインセンティブになるとは限らない。近年では、「次世代へ地球をつなぐことへの責任感」といった社会的意義への共感が大きな要因となった転職事例も少なくない。さらに、年収が下がる場合でも自身のスキルを社会に活かしたいという思いで移動を決断するケースも見られる。

人材獲得を望む企業にとっては、自事業の社会貢献性の高さをアピールすることが、有効な手段の1つとなるかもしれない。

## 別産業 のご見解

# 株式会社パワーエックス

## 企業紹介

岡山に自社工場を持ち、国産の大型蓄電池の製造・販売を手掛ける。最先端の設備を備えた量産体制のもと、蓄電池製品の組み立てから出荷までを一貫して実施しており、安全で高品質な製品を、安定的かつ低コストで提供することを目指している。

### 現場労働者として求める人物像

#### 電気関係に知見を有する労働者

岡山工場における現場労働者においても、品質管理、設備保全、生産計画といった基本的な業務機能は、一般的な製造業と変わらない。ただし、蓄電池の製造・販売を行うため、当然、製造・検査部門において、特に電氣的な知識を持つ人材が必要不可欠である。

具体的には、電気工学出身のエンジニアなど、**検査不適合やトラブルが発生した際、現場で即座に原因を考察し対応できる人材**を製造ラインの中に配置することが望ましい。

#### 自力で設備保全を行うスキルを持つ、または、そういったスキルを会得する意欲のある労働者

設備保全を行う現場労働者には、**トラブル発生時に原因を特定し、自ら手を動かしてある程度修理できる実践的な能力を求めている**。生産ラインの制御や良否判定を行うPLC（プログラマブルロジックコントローラ）を単に設置できるだけでなく、コードを記述し、トラブルシューティングまで行える人材が望ましい。その理由は、PLCの故障や不明点が生じた際にメーカーや保守業者を呼ぶタイムロスを避けるためである。

### 現場労働者の確保・育成に係る課題や取組

#### 求める人物像が確保できずとも運営できるライン設計上の工夫

電気関係に知見を有する労働者は、採用市場での不足感が強い。対応策として、低圧電気取扱の講習さえ受ければ業務に従事できるといった、**高度な電気資格がなくても生産が可能になるようなライン設計上の工夫**を施している。

#### 実際の課題解決を通じた育成

OffJTでの学習も必要であるが、やはり**現場の課題を実際に解決するプロセスこそが最大の学び**である。立ち上げ期の工場には課題が山積しているため、優先順位をつけて若手に解決させる機会を与えている。こうした実戦経験を通じて、人材のスキルアップを図る方針である。

#### 業界の認知度低下と国への期待

かつて日本は世界最先端の電池技術を有していたが、産業競争の中で外資企業に市場を奪われ、技術者も流出した。そういった背景も含め、現在は産業としての認知度が低い印象がある。

国内産業としての蓄電池が成長するために、半導体産業のように、蓄電池も国家戦略として注力し、**産業としての認知向上と技術者育成が支援**されることが望ましい。

### 人材の確保・育成に向けた重要な観点

#### 労働環境の革新

建築家の妹島和世氏による設計で「未来の工場」をテーマに設計された弊社の岡山工場は、**従来の工場が持つマイナスのイメージを払拭した環境づくりを行っている**。具体的には、明るく、空調が効いた工場とし、専用デザインのユニフォームを採用するなど、労働環境の改善に徹底的にこだわっている。このことが、採用枠に対して十分すぎるほどの応募を頂く理由の1つであると考えている。

将来的には、作業をさらに細分化・簡易化し、短時間勤務の人材も働きやすい仕組みを構築したい。これにより、労働力人口が減少する中でも採用の裾野を広げることが可能となる。

#### 社会的意義への共感

弊社は「蓄電池で日本の新しいエネルギーインフラを支える」という明確な社会的意義を掲げており、これに共感して志望する人材が多い。「自分の仕事が社会貢献につながる」「家族に誇れる職場である」といった要素が入社や定着の動機となっており、実際に、立ち上げて約3年が経つ岡山工場において、退職者はいまだ0人である。

## 別産業 のご見解

## 株式会社JERA 技術経営戦略部 藤田 知成

## 企業紹介

燃料上流開発から発電所現場でのO&Mまで、エネルギーバリューチェーンの上流から下流まで幅広く事業を行う。日本に26か所の火力発電所を抱えるなど、国内で大型発電事業を行うほか、海外での発電事業や再生可能エネルギーによる発電事業も行っている。

### 現場労働者として求める人物像

#### 国内の火力発電所で機能維持を行う現場労働者

弊社における「現場労働者」は、国内の火力発電所のO&M（オペレーション・アンド・メンテナンス）・エンジニアリング部門の技術者が該当する。具体的な現場工事は協力会社に委託しているため、弊社の社員は発電所全体を見て安定操業が可能のように管理・監督を通じて、「作業環境の安全確保」と「作業内容の品質担保」を行うことが使命となる。

また弊社は国内に26カ所もの発電所を抱え、発電所の場所は点在しているため、各拠点の所長を中心に、自工場の運営を責任を持って行うことも、現場労働者の役割の一つである。

#### 火力発電に必要な労働者に加え、水素・アンモニアや洋上風力に関わる専門性を持つ人財

弊社は事業統合以前から電気事業を行っているため、社内の人財としてもノウハウとしても、電気・機械分野の知見を有する人財は比較的多い。

しかし近年、水素・アンモニアといったゼロエミッション燃料や洋上風力といった再生可能エネルギーに関する事業推進が必要となり、電気・機械系に加えて、化学系、土木建築系のバックグラウンドを持つ者の必要性が増してきている。

### 現場労働者の確保・育成に係る課題や取組

#### 企業の根幹事業である火力発電を担う現場労働者の不足

現場を支える労働力・人財が不足しているという課題認識は社内でも共通している。データセンター等により電力需要が増大することなどを背景に、弊社の根幹である火力発電において、現場の事業運営を担う人が圧倒的に不足している。

#### 現場に必要な人数を抑えるための「予防策」

例えば、天候によって太陽光発電では十分な発電ができない場合、火力発電設備が急激な焚き上げを行うなどで過酷な負荷をかけられるケースが想定される。それらが故障の原因となり、さらに人手が必要になるといった事態が起こりうるため、「故障をいかに減らすか」という予防策を重視している。

#### 海外拠点での人財育成

国内の労働市場だけではいずれ限界が来るとの危機感もあり、2025年9月にフィリピンに発電技術の人財開発拠点を開設した。単なる外国籍人財受け入れではなく、グローバルにエネルギー業界で活躍できるO&M技術者の育成を目的としている。

もともと海外発電事業のポートフォリオに入っていた出資先企業と順調な事業運営ができていたという背景があり、事業投資だけでなく人財育成においても協業することが可能になった。

### 人財の確保・育成に向けた重要な観点

#### 業界によって共通する知識の観点と、業界によって大きく異なるビジネスモデルの観点

火力発電の現場労働者が、水素・アンモニア発電や洋上風力といった他分野へ移行する場合、「発電機を回して発電する」といった原理・原則としての知識は、発電業界共通と考えることができる。

一方で、ビジネスモデルは発電方式によって大きく変わる。取り扱う設備によって、収益構造や注力すべき管理ポイントが異なるため、火力発電所の技術者をそのまま風力発電の技術者として、同じ人財像の枠組みで語られることはあまりない。

弊社における現場労働者は、作業現場の管理・監督を行う人財を指す。また、発電所の所長クラスは、担当する発電所の業績やコスト管理に責任を持っており、単なる作業管理以上のマネジメント能力が求められる。

そういった人財にとっては、各現場のビジネスモデルを理解することが必要不可欠である。また、事業環境変化が著しい昨今、現場力を維持し続けるには所長のみ理解していればよいといった話ではなく、現場の管理・監督を行うすべての現場労働者に求められるスキルである。

## 別産業 のご見解

### 株式会社INPEX

再生可能エネルギー・電力ソリューション事業本部

国内事業ユニット  
地熱事業グループ 木嶋  
風力事業グループ 若田

## 企業紹介

石油・天然ガス、水素・アンモニア、CCS・CCUS、再生可能エネルギーといったさまざまなエネルギーに関する開発等の事業推進を行う。現在、国内地熱発電では北海道や秋田県で、国内風力発電については長崎県で、事業開発・推進を行っている。

※以下、**風力** とタグのあるコメントについては、事業開発として出資する案件の関係者等を通じて把握している内容となる。

### 現場労働者として求める人物像

#### 地熱 建設現場と掘削現場で活躍する多様な人材

建設現場では、電気主任技術者やボイラー・タービン主任技術者のほかに、プロジェクトマネージャー、施工管理者、地下の貯留層評価者などの人材が所属する建設部と、総務/経理、資材・調達/コストコントロール等の役割を担う人材が所属する総務部、全体の安全管理を担う労働安全衛生（HSE）部がある。掘削現場では、全体を統括するプロジェクトマネージャーのほかに、土木工事、掘削、地質、検層等を担当する人材の他、建設現場と同様にコストやHSEを管理する人材がいる。

現場では、必ずしも自社社員が現場監督を担い現場作業は協力会社に依頼するという体制を敷いているわけではなく、事業進捗や現場の状況によって現場人材のバランスは変わる。

#### 風力 洋上風力発電事業における、船舶を効率的に運用するための人材

陸上と洋上における一番の大きな違いは、現場までのアクセスである。特に洋上風力発電事業については、このアクセスに関する人材が重要である。

洋上風力発電事業における保守業務では、電気主任技術者や現場の作業員に加え、作業/施工船、資材運搬船、人員輸送船、漁船等の、海上現場の船舶の運航指揮・調整を行うマリン・コーディネーションの役割が重要となる。

### 現場労働者の確保・育成に係る課題や取組

#### 地熱 風力 現場労働者を各発電地域で確保することの難しさ

電気主任技術者やボイラー・タービン主任技術者をはじめとした現場人材を、各地域で確保することが難しい。発電地域は、都心部から離れた場所になることも多く、社内人材も簡単には配置転換できず、また現地採用も十分ではない。風力においては、将来案件に備えて、地元空港への広告出展や体育館のネーミングライツ取得による認知度向上や現場労働者の住環境の整備を検討して、人材確保に備えている。

#### 地熱 将来的な育成担当者の不足とその対応

現場労働者の年齢構成としては、高齢化が進んでおり、将来的に人材の育成を担当する人材の不足も懸念される。当然、現場労働者を十分に確保できることが理想であるが、無人化・省力化への取組も必要になるかもしれない。

#### 風力 海外での事業経験を国内に還元する取組

海外現地に若手を送り込み、現場で必要なチームの編成、スケジュールや予算作成、トラブル対処法などのノウハウを獲得している。ただ、事業開発の人材を送っているため、現場作業の知見は詳細には獲得できないが、まずは全体感を掴み現場をマネジメントできる人材を育成している。

また海外拠点において海外人材を採用し、海外事業で培った知見を定期的にフィードバックしてもらう取組も行っている。

### 人材の確保・育成に向けた重要な観点

#### 地熱 業界横断的な人材育成の重要性

現場労働者の人材育成はOJTが中心になるが、OffJTの取組も当然重要である。

地熱の分野では、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が「地熱資源開発研修カリキュラム」を開催しており、社員も参加することで、地質調査や掘削技術、発電設備に関する知見を身につけている。他に、日本地熱協会（JGA）が人材育成のため定期的に情報連絡会・技術交流会・見学ツアーを開催し、人材の裾野拡大に資する取組を行っている。

このように勉強会、見学会、事業者間の意見交換の場などが設定されていることは、業界全体の人材育成として素晴らしいと感じている。

#### 地熱 直接的に現場の人材確保に繋がるような、実務能力を獲得する場の重要性

北海道の白糠町には、「掘削技術専門学校」という、地熱発電に関わる掘削技術を学べる学校がある。学生が現場実務で使える技術を獲得でき、企業への高い就職率を誇ると聞いている。

地熱という特定の分野の現場で必要となる能力を獲得する機会が、広く開かれた「学校」という形で存在することは、業界全体の人材育成・確保に大きく役立っているはずだ。

参考 | 政府による支援メニューについて

本スキルガイドで取り上げた業務やスキルの変化等に関連して、スキル習得やリスキリング等のための政府の支援策・制度を紹介する。(2026年4月時点)

名称	制度概要	支援概要
<p><b>人材開発支援助成金【厚労省】</b></p> <p>HP：  <a href="https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/koyou/kyufukin/d01-1.html">https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/koyou/kyufukin/d01-1.html</a></p>	<p><u>事業主等が雇用する労働者に対して計画に沿って訓練を実施した場合や、教育訓練休暇等の制度を導入し、その制度を労働者に適用した場合に、訓練経費や訓練期間中の賃金の一部等を助成する制度。</u></p> <p>※このうち「<u>事業展開等リスキリング支援コース</u>」では、新規事業の立ち上げなどの事業展開やDX・GX化等に伴い必要となる知識及び技術を習得させるための訓練が助成対象。</p>	<p>① <b>人材支援育成コース</b>            ……経費の45%～100%（大企業は30～45%）、賃金1人当たり800～1,000円（大企業は400～500円）/時を助成</p> <p>② <b>人への投資促進コース</b>            ……経費の45%～75%（大企業は45～60%）</p> <p>③ <b>事業展開等リスキリング支援コース</b>            ……経費の75%（大企業は60%）、賃金1人当たり1,000円（大企業は500円）/時を助成</p>
<p><b>教育訓練給付金【厚労省】</b></p> <p>HP：  <a href="https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/jinzaikaihatsu/kyouiku.html">https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/jinzaikaihatsu/kyouiku.html</a></p>	<p>労働者の主体的な能力開発やキャリア形成を支援するため、<u>厚生労働大臣の指定を受けた教育訓練を受講・修了する等一定の要件を満たした方に対し、その費用の一部を支給する制度。</u></p> <p>※給付金制度は、そのレベルなどに応じて3種類あり、それぞれ給付率が異なる。</p>	<p>① <b>一般教育訓練給付金</b>            ……教育訓練経費の20%（上限10万円）</p> <p>② <b>特定一般教育訓練給付金</b>            ……教育訓練経費の最大50%（上限25万円）</p> <p>③ <b>専門実践教育訓練給付金</b>            ……教育訓練経費の最大80%（年間上限64万円）</p>