



その情熱で、先端へ

日鉄エンジニアリング

2-(2)-③

リアルハプティクスによるプラント運転現場の革新 ～慶應義塾大学との産学連携の取り組み～

2025年3月17日



古家 秀彦

FURUYA HIDEHIKO

所属 日鉄エンジニアリング株式会社

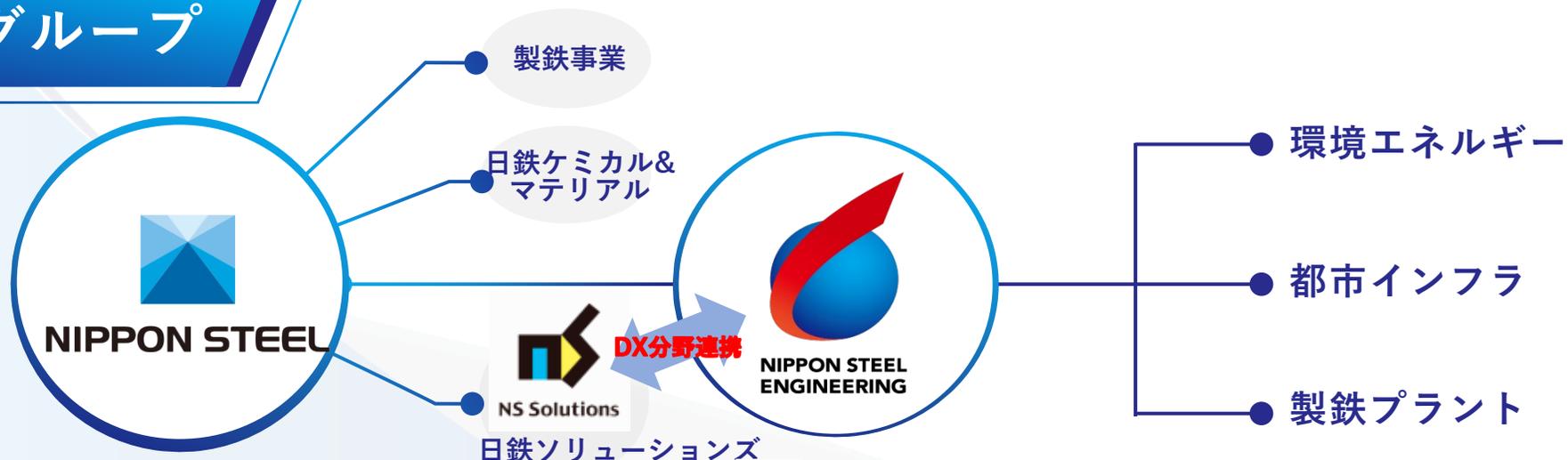
略歴

- H5 : 新日本製鐵入社
- H22 : 制御システム技術センター技術企画室長
- H26 : 技術本部 技術総括部長
- H29 : 北九州技術センター制御技術部長
- R4 : 執行役員
- R5 : 技術統括センター長
- R6 : デジタル・トランスフォーメーションセンター長

会社概要

社名	日鉄エンジニアリング株式会社
設立	2006年(平成18年)7月1日新日本製鐵(現日本製鉄)から分社独立
本社所在地	〒141-8604 東京都品川区大崎1-5-1 大崎センタービル
代表取締役社長	石倭 行人
資本金	150億円
従業員数	単独1,453人 連結4,877人 (2024年3月末現在)
2023年度連結売上高	4,092億円 (2023年度 連結ベース)

日本製鉄グループ



プラントの建設（EPC）から、操業・保守（O&M）まで

製鉄プラント



鉄鋼業の発展を支える設備を世界で建設

環境ソリューション



都市ごみを始め廃棄物の処理や環境浄化のエキスパート

エネルギーソリューション



電力小売・エネルギー供給のエキスパート

海洋



和製オフショアコントラクターとして海外進出

建築・鋼構造



鋼材を利用した特殊建造物の設計・建設
工場や倉庫の建設

新事業 研究開発



鉄を作り・活かす技術からエンジニアリングの可能性を探る

社会・産業の根底を支える多様な事業群

※2023年10月、環境・省エネ設備（CDQ）事業を除く製鉄プラント機能を日本製鉄へ承継

慶應義塾大学との産学連携の体制

リアルハプティクス技術協議会

慶應義塾大学・ハプティクス研究センター

- ・ 知的財産ライセンス
- ・ 技術コンサルティング

モーションリブ（株）

- ・ AbcCoreの提供・販売
- ・ AbcCore周辺機器製作
(通信インターフェース等)
- ・ 技術コンサルティング



NIPPON STEEL
ENGINEERING

- ・ 装置開発・製作

リアルハプティクス、AbcCoreはモーションリブ株式会社の登録商標

実機適用

日鉄エンジニアリングのリアルハプティクスの取り組み

年	慶應義塾大学	日鉄エンジニアリング
2002年	世界に先駆けて鮮明な力触覚伝送に成功	
2011年		大西研究室 (@新川崎) を訪問
		大西先生 A溶融炉を御見学
2013年		溶融炉/酸素洗浄装置の共同研究開始
2014年	ハプティクス研究センター発足	B溶融炉 (処理量130t/d)に専用装置導入
2015年	リアルハプティクス技術協議会発足	C溶融炉 (処理量80t/d)に専用装置導入
2016年	モーシヨンリブ株式会社を設立し、力触覚ICチップ「AbcCore」をベースに事業をスタート	
2020年		双葉町減容化施設 (処理量150t/d)に専用装置導入
2021年	一般財団法人ハプティクス技術協会を設立	D溶融炉に出湯口清掃作業ロボットを実機導入
	リアルハプティクスを産業用ネットワーク CC-Link IE TSN で利用可能に	
2023年	慶應義塾大学、モーシヨンリブ、三菱電機、日鉄エンジニアリングの四者共同研究 <ul style="list-style-type: none"> ・三菱電機製サーボアンプでリアルハプティクスが利用可能に ・リアルハプティクスを搭載した6自由度ヘキサロボット 	
2024年		E溶融炉に出湯口清掃作業ロボット 2台を実機導入

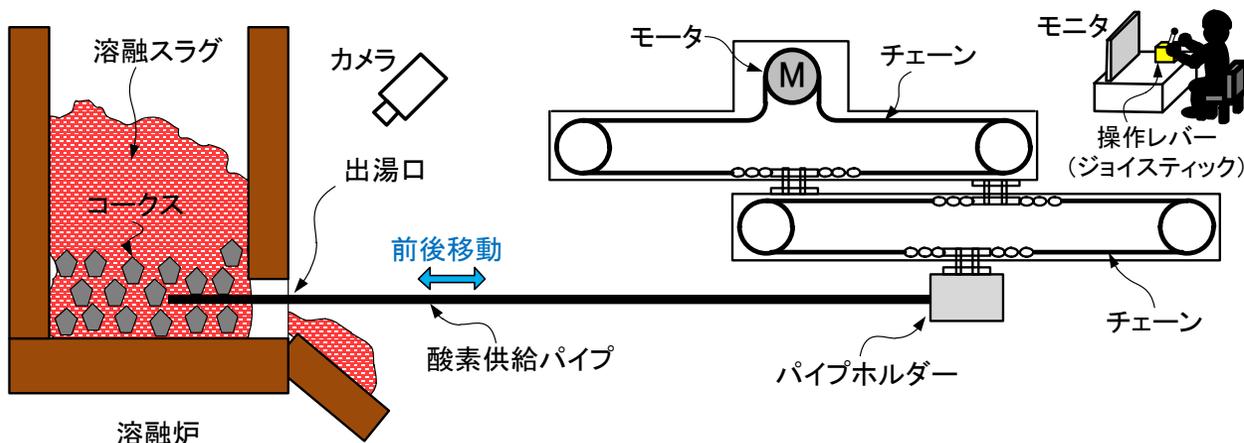
酸素洗浄装置とリアルハプティクスの融合

【酸素洗浄作業】

- ・パイプを炉内に挿入しコークスに酸素を供給
- ・出湯口のカメラ映像を見ながら遠隔手動操作

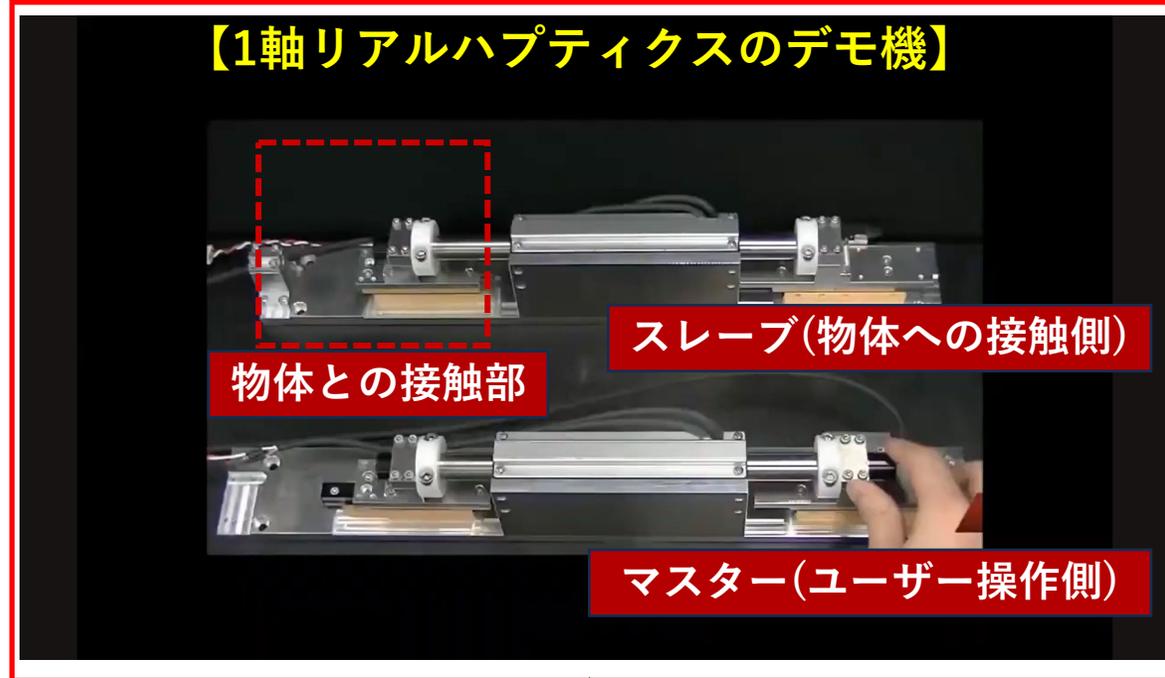
【課題】

- ・パイプ先端位置の把握が困難
 - ⇒ 1500°Cの高温下でパイプが徐々に消耗
- ・炉内状況の把握（コークスとの接触、スラグの粘り）はオペレータの経験と勘
 - ⇒ 出湯口しか視認できないため、炉内状況の把握は困難



従来の酸素洗浄装置

【1軸リアルハプティクスのデモ機】



<https://www.youtube.com/watch?v=iBFn4IY3Bco>

装置構成が酷似

デモ機を体感し、
リアルハプティクス技術の適用が
酸素洗浄装置の課題を解決すると確信

酸素洗浄装置の特徴

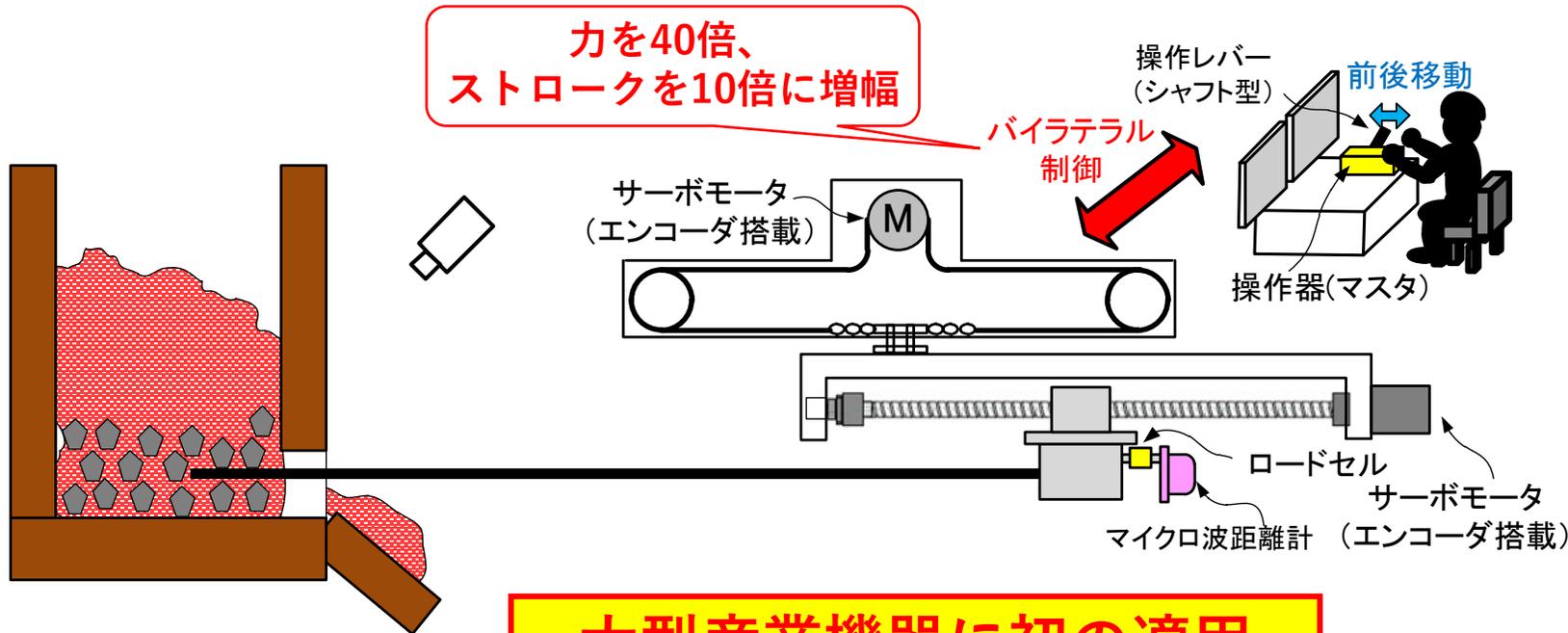
【力触覚適用システムの特徴】

- ・レバー(マスタ)とボールネジ(スレーブ)の適用
- ・高分解能エンコーダ(パイプ位置情報リアルタイム計測)
- ・モニタへの反力表示(感覚&定量データでの視認)
- ・パイプ位置モニター表示(距離計によるパイプ長さ計測)
- ・ロードセルによる反力補正(瞬間的な反力変動の再現)

酸素洗浄装置の仕様

	チェーン部	ボールネジ部
重量	1.2t	1.5t
ストローク	2.8m	2.8m
移動速度	0.4m/s	0.5m/s
モータ容量	1kW	5kW

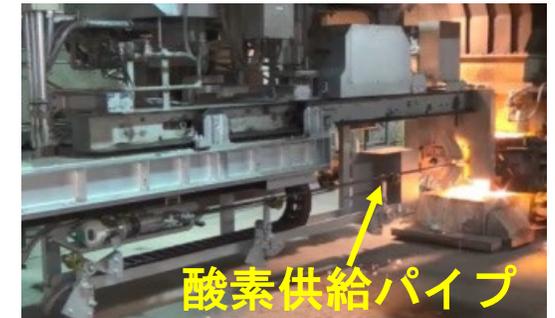
- ・パイプ長さ(初期) : 5.5m
- ・ランスホルダー重量(パイプ含む) : 100kg
- ・押付荷重(最大) : 3kN



大型産業機器に初の適用



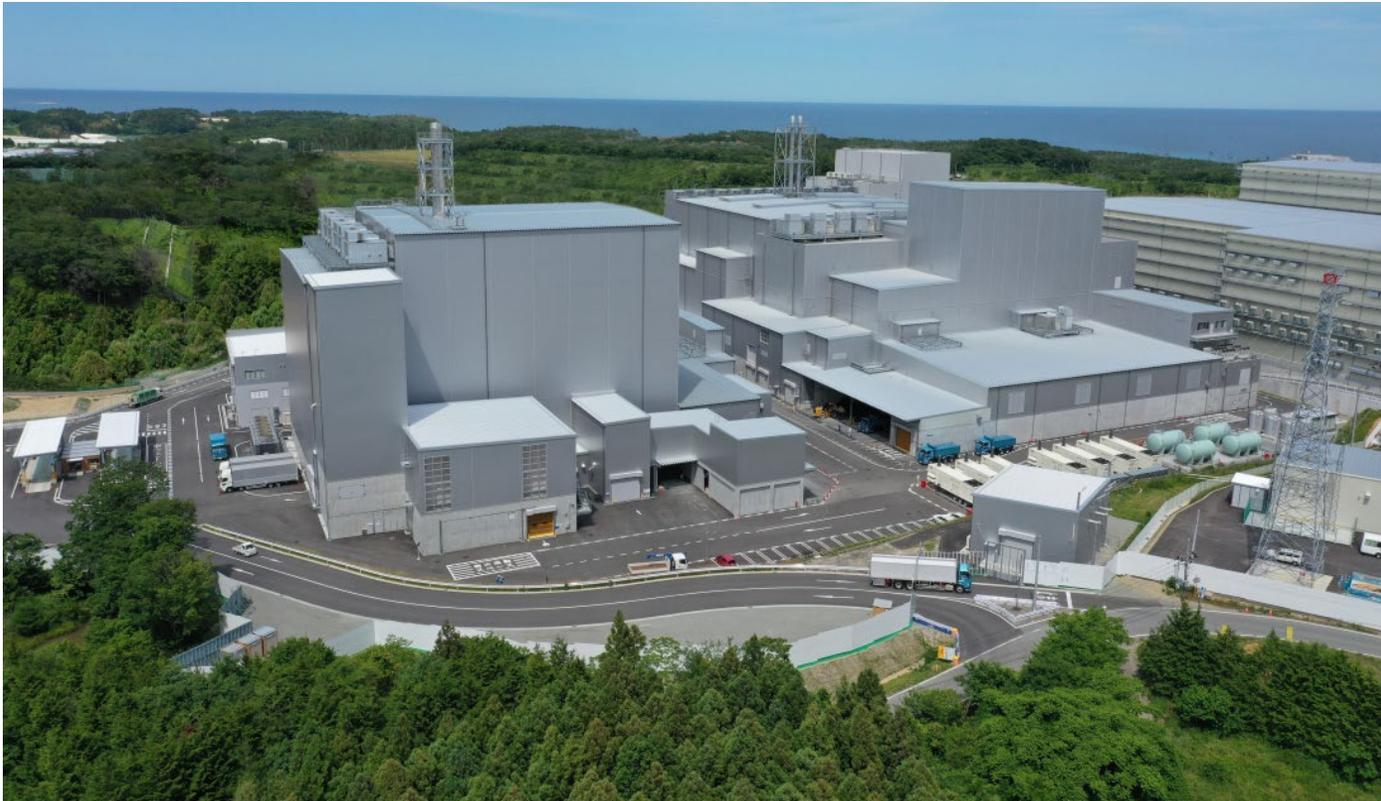
操作器



酸素洗浄装置

双葉町減容化施設（中間貯蔵施設）における廃棄物処理

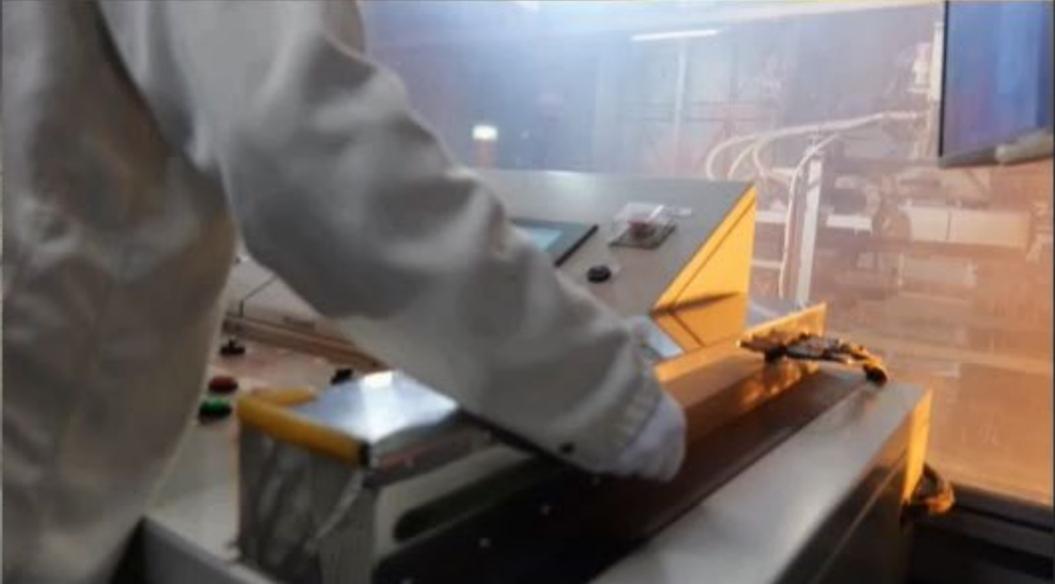
- 1) 処理開始 : 令和2年3月
- 2) 処理能力 : 150t/日 × 1炉
- 3) 処理方式 : シャフト炉式ガス化溶融炉
- 4) 稼働時間 : 1日あたり24時間連続運転
- 5) 焼却対象物 : 中間貯蔵施設予定地内廃棄物
受入分別施設発生残さ、災害廃棄物、除染廃棄物
- 6) 年間処理量 : 45,000t/年



シャフト炉式ガス化溶融炉



- 1 投入間口が大きく **前処理が不要**
- 2 **高温溶融帯**(1700~1800°C)により、多種多様なごみを安定溶融処理
- 3 **高温還元雰囲気**により、放射性Csを揮発させ、安全で高品質のスラグを産出

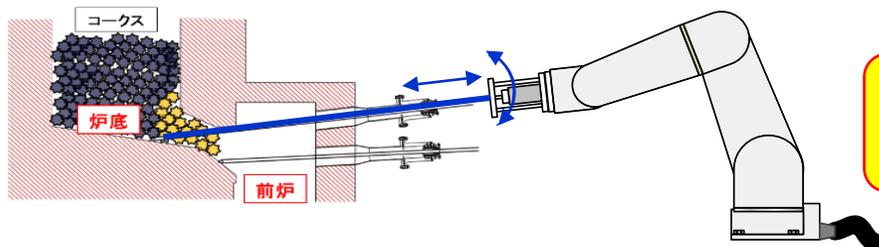


リアルハプティクス技術の適用展開

出湯口清掃作業ロボット

2022FY ENAA エンジニアリング奨励特別賞 受賞

- ・汎用ロボットと1軸アクチュエータの構成
 - ・中央操作室からの遠隔操作
 - ・煉瓦や付着物への接触時の感触を操作機にて把握
- ⇒現場作業員2人を現場での清掃作業から解放
現場からも高評価：「作業環境改善」「費用対効果大」



実機操作中
(2021年～)

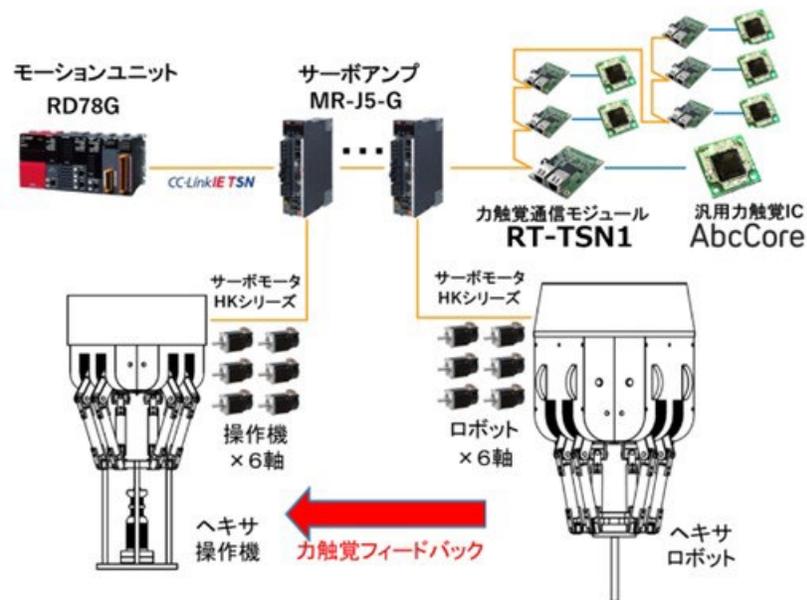
Think Robot® 廃棄物発電設備 炉内清掃作業ロボット



6自由度ヘキサロボット

- ・リンク構造の操作器(マスタ)とロボット(スレーブ)を、汎用サーボアンプとサーボモータで駆動
- ・汎用PLCによるリアルタイム制御を実装

⇒繊細かつ高応答な制御により、人の手首のような動きを実現



まとめと今後の展望

プラント現場へのリアルハプティクス適用

- ・ 酸素洗浄装置
リアルハプティクスの大型産業機器への初の適用
- ・ 出湯口清掃作業ロボット
汎用ロボットを用いた作業の遠隔操作化

リアルハプティクスは、
人材不足や現場作業環境の改善などの課題を解決

あらゆる作業を代替するロボットを開発

**安心・安全で持続可能な社会・
産業インフラの構築に貢献**





ご清聴ありがとうございました。



その情熱で、先端へ

日鉄エンジニアリング

私たちは一歩先を行く技術とアイデアで、
お客様に最適なエンジニアリングソリューションを提供し、
グローバルな社会・産業の発展に貢献します。



