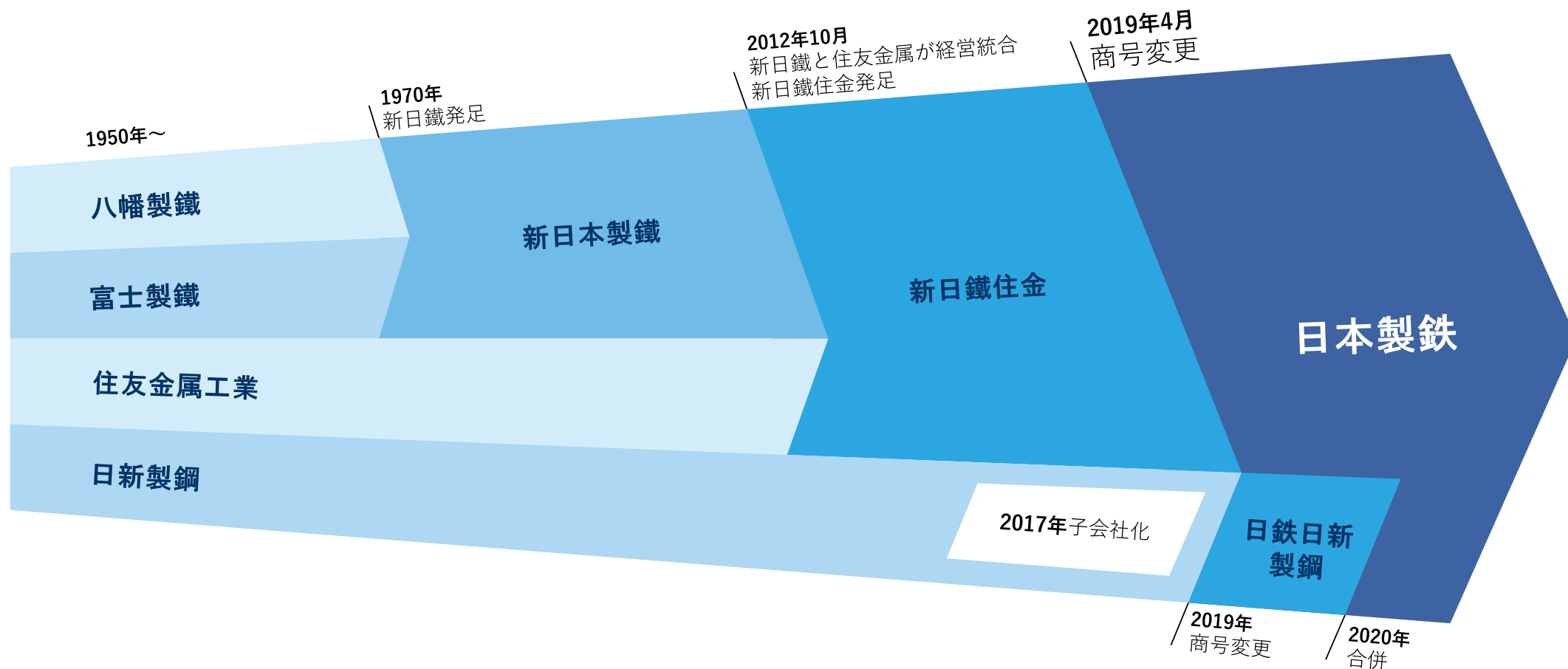




日本製鉄における 数理・データサイエンス・AI活用事例 ～サーキュラーエコノミーとの接点を考える～

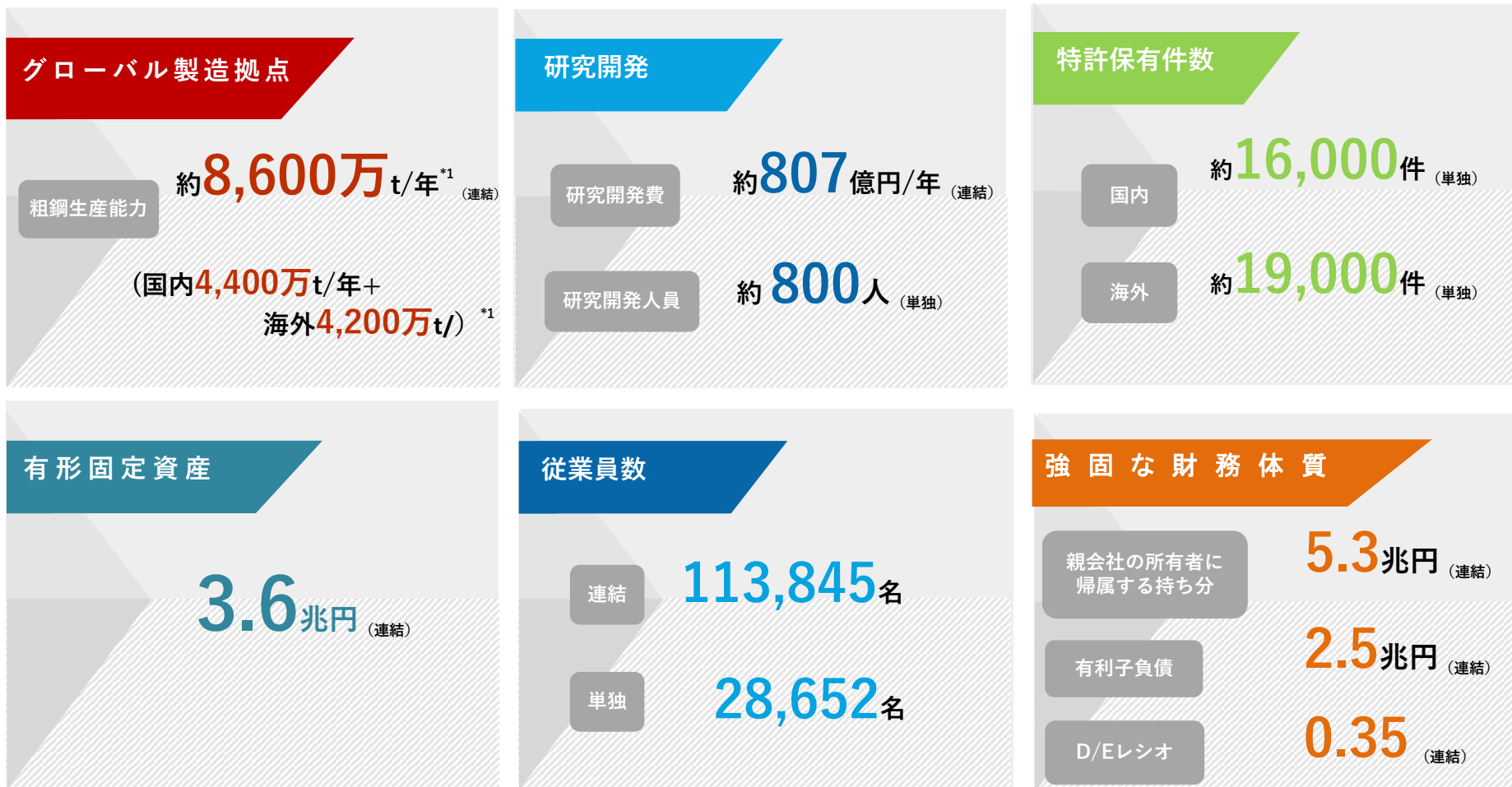
日本製鉄株式会社 情報システム部
伊藤邦春

日本製鉄の沿革



日本製鉄グループ°

日本製鉄グループは、需要の成長するインドやASEAN地域、世界最大の市場である中国等のアジア地域を中心に、上工程からの一貫製鉄拠点能力を拡大しています。



*1. 2025年6E その他2024年度

日本製鉄の事業内容



製鉄事業
売上 7兆8743億円



エンジニアリング事業
(日鉄エンジニアリング(株))
売上 4,004億円



ケミカル&マテリアル事業
(日鉄ケミカル&マテリアル(株))
売上 2,691億円



システムソリューション事業
(日鉄ソリューションズ(株))
売上 3,393億円

技術開発本部



REセンター(富津)



尼崎研究開発センター



波崎研究開発センター



厚板・建材



薄板



棒線



鋼管



交通産機品



チタン

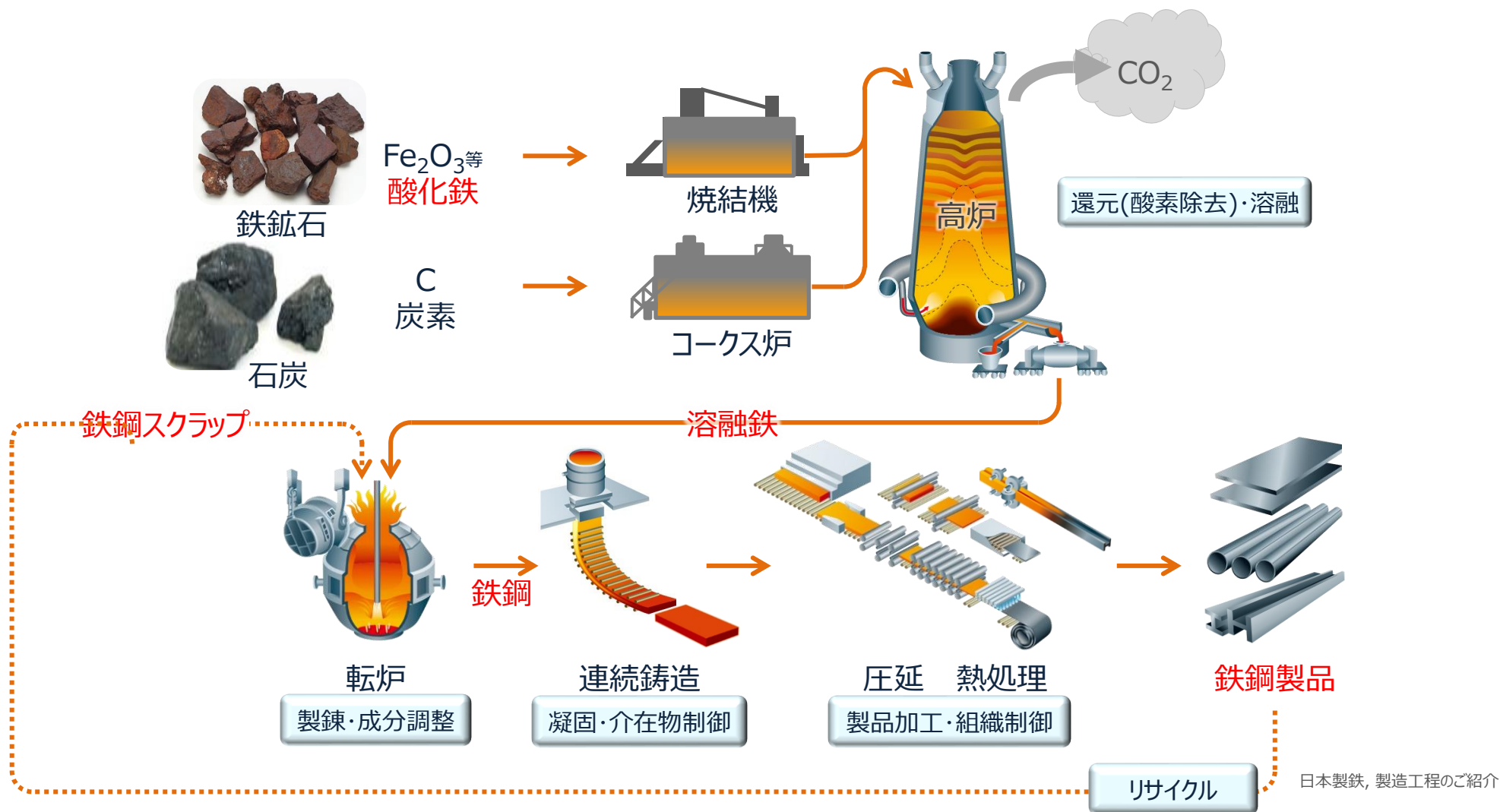


ステンレス

2024年度実績

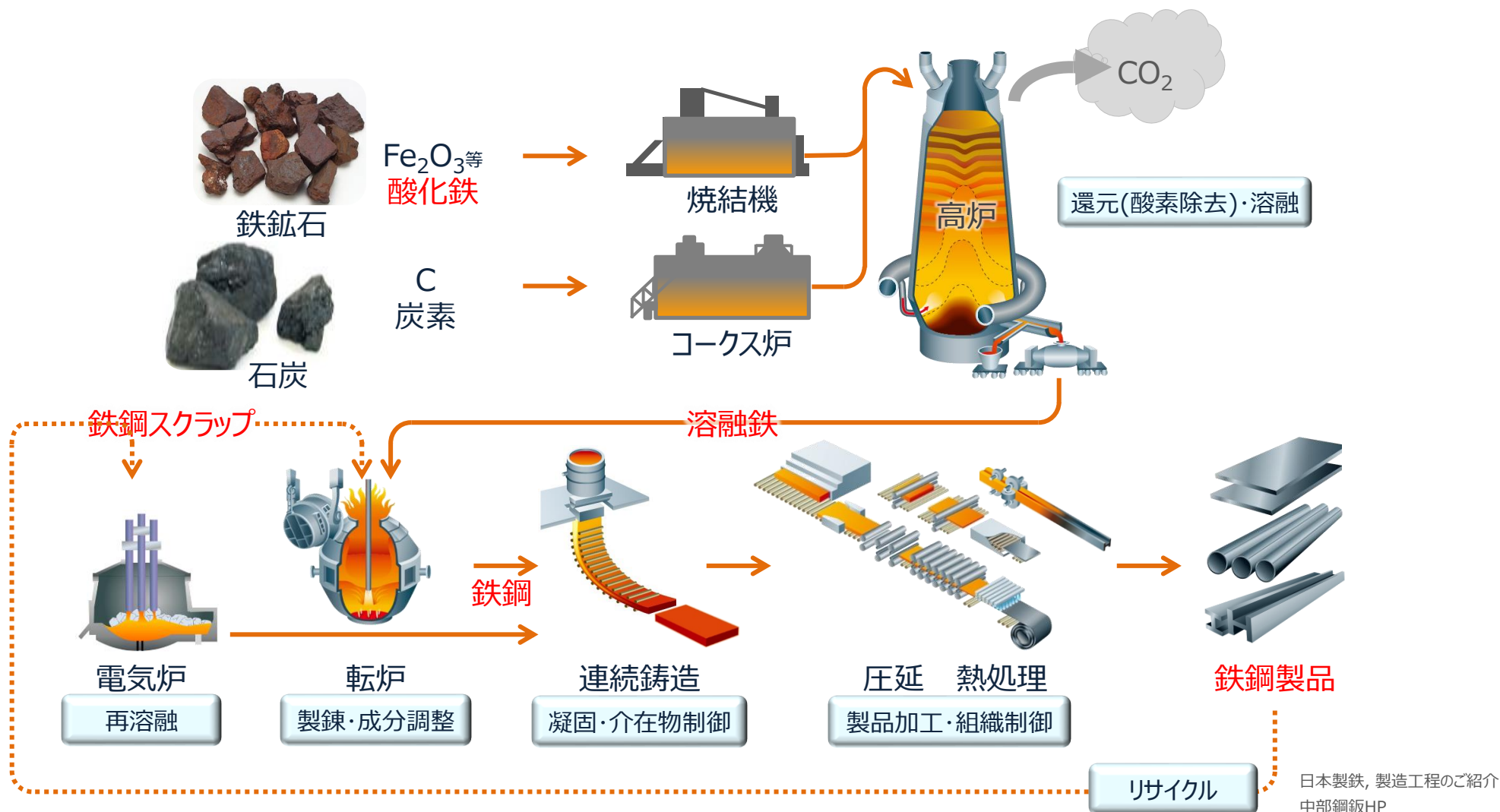
鉄鋼製造プロセス

5



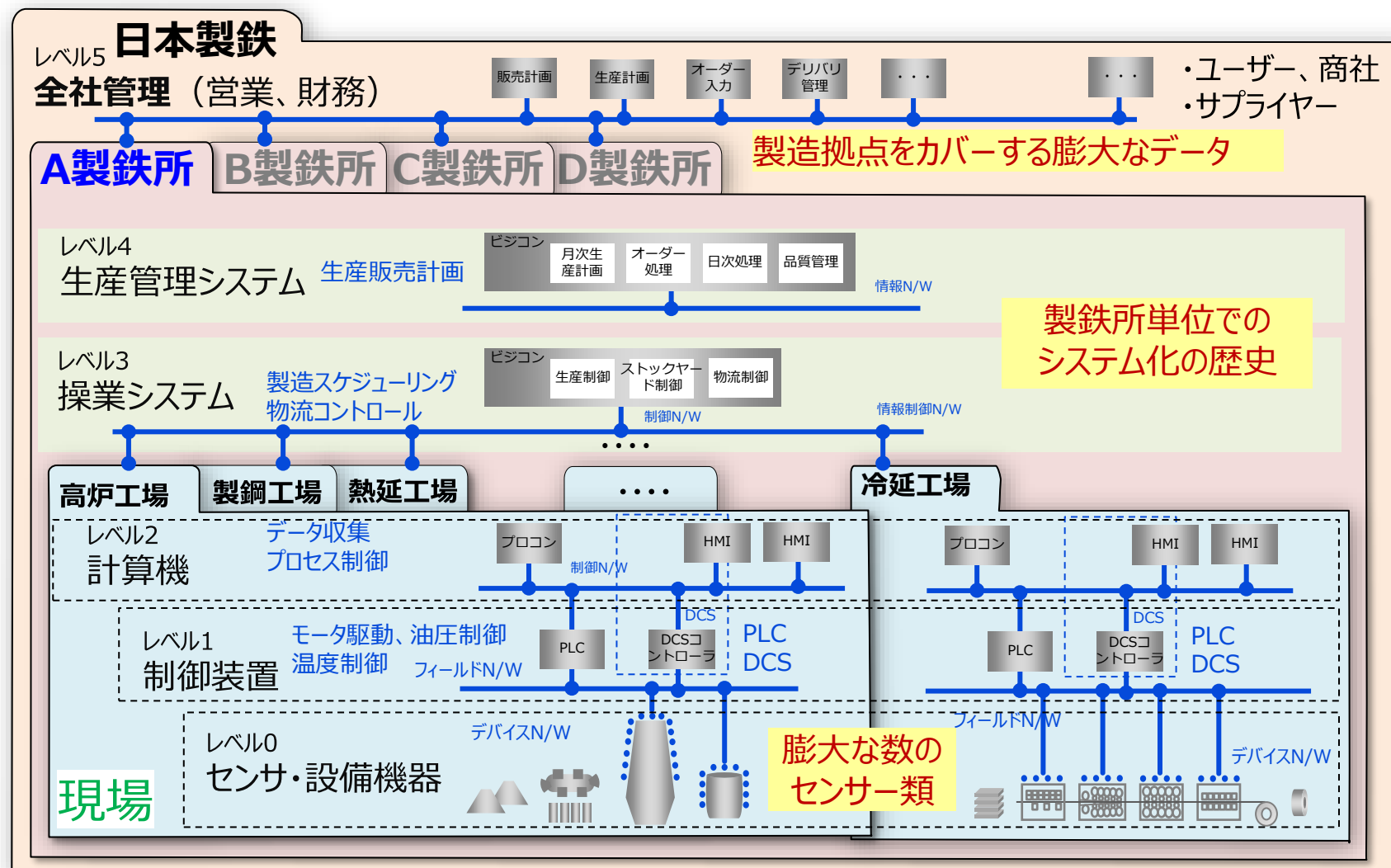
鉄スクラップのリサイクル

6



スマート工場実現に向けた 数理・データサイエンス・AI活用事例

日本製鉄の生産システム構造（多層データ構造）



蓄積したデータ資産の利活用

’60年代から積極的にITを取入れ、分野別には有益なビッグデータ資産あり。

- ✓ 蓄積されたデータを横断的に結合
- ✓ 課題解決や意思決定に利活用する

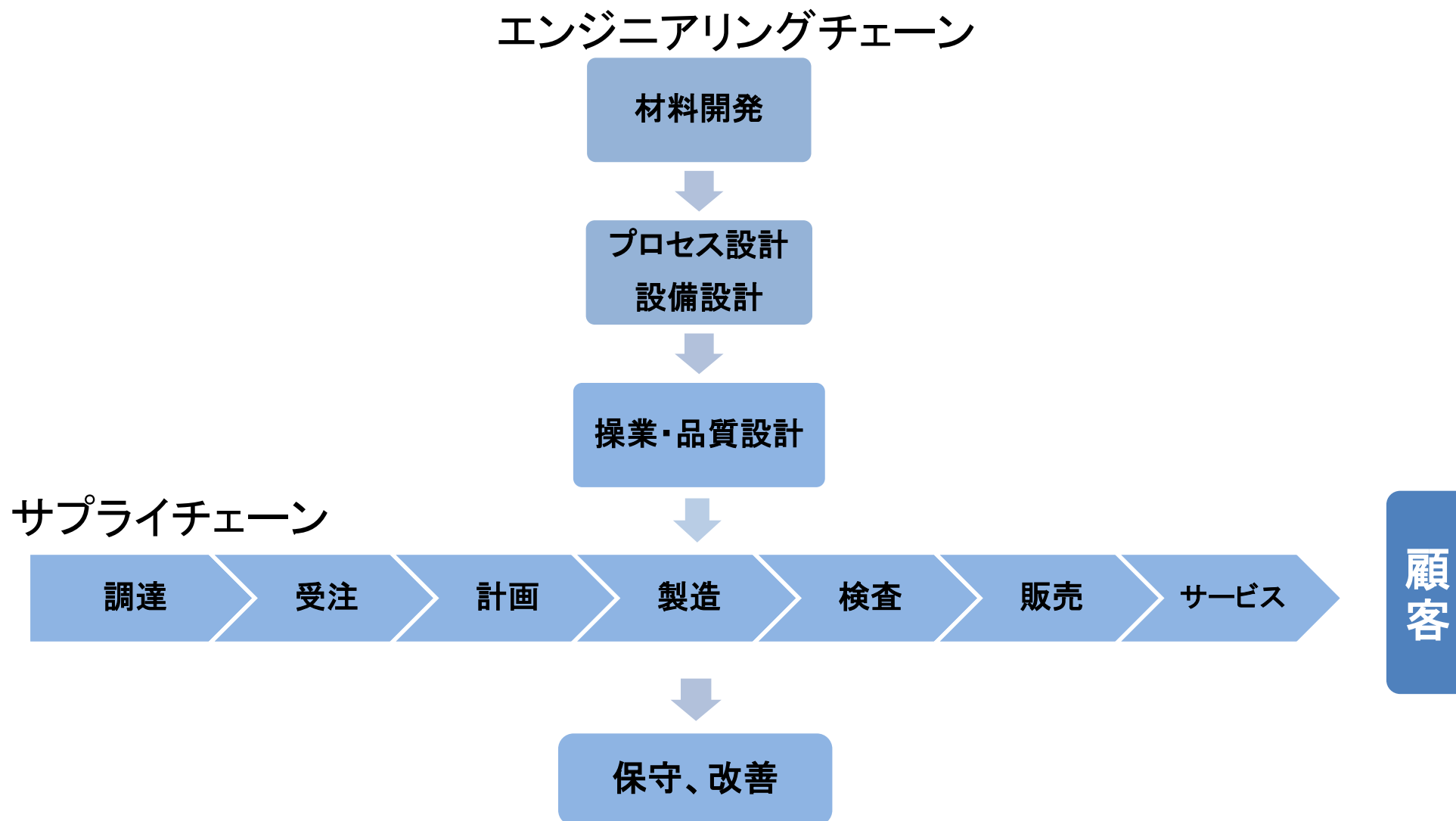
	1960年代	1970～80年代	1990年代	2000年代	2015～20年	20年～
当社 システムの 基本構造	メインフレーム (バッチ)	メインフレーム (オンライン)	分散系 (オープン化)	WEB系	Cloud	MicroService
ITの進歩	・パンチカードリーダ ・バッチ処理	・ダム端末装置 ・リアルタイム思考	・高性能サーバ ・ネットワーク普及 ・画面表現性/操作性向上	・WEB技術進化 ・大容量/高速処理サーバ ・セキュリティ強化	・IoT(Wareable) ・Indutrie4.0 ・BigData ・AI(拡張知能)	・ローコード開発 ・量子コンピュータ ・AI(人工知能)
主要事例	▲IBM7070導入(1961) 	★経営統合(新日鉄) ▲操業オンライン導入 ▲SCM導入	▲生産スケジュールシステム	■NSSOL発足 ▲統合サーバ導入	★経営統合(新日鉄住金) ▲解析基盤(NS-DIG)	▲全社データ基盤 ★日鉄日新との合併 ▲AI実行基盤(AI-E)
IT導入 の狙い	省力化・効率化					
取り扱いデータ	数値データ (キロ～メガバイト) → 文書データ (メガバイト) → 画像 (テラバイト) → 動画 (ペタバイト)					

蓄積資産を大きな力に変え、ものづくりの改革にチャレンジ！

幅広いデータサイエンス・AI適用フィールド

10

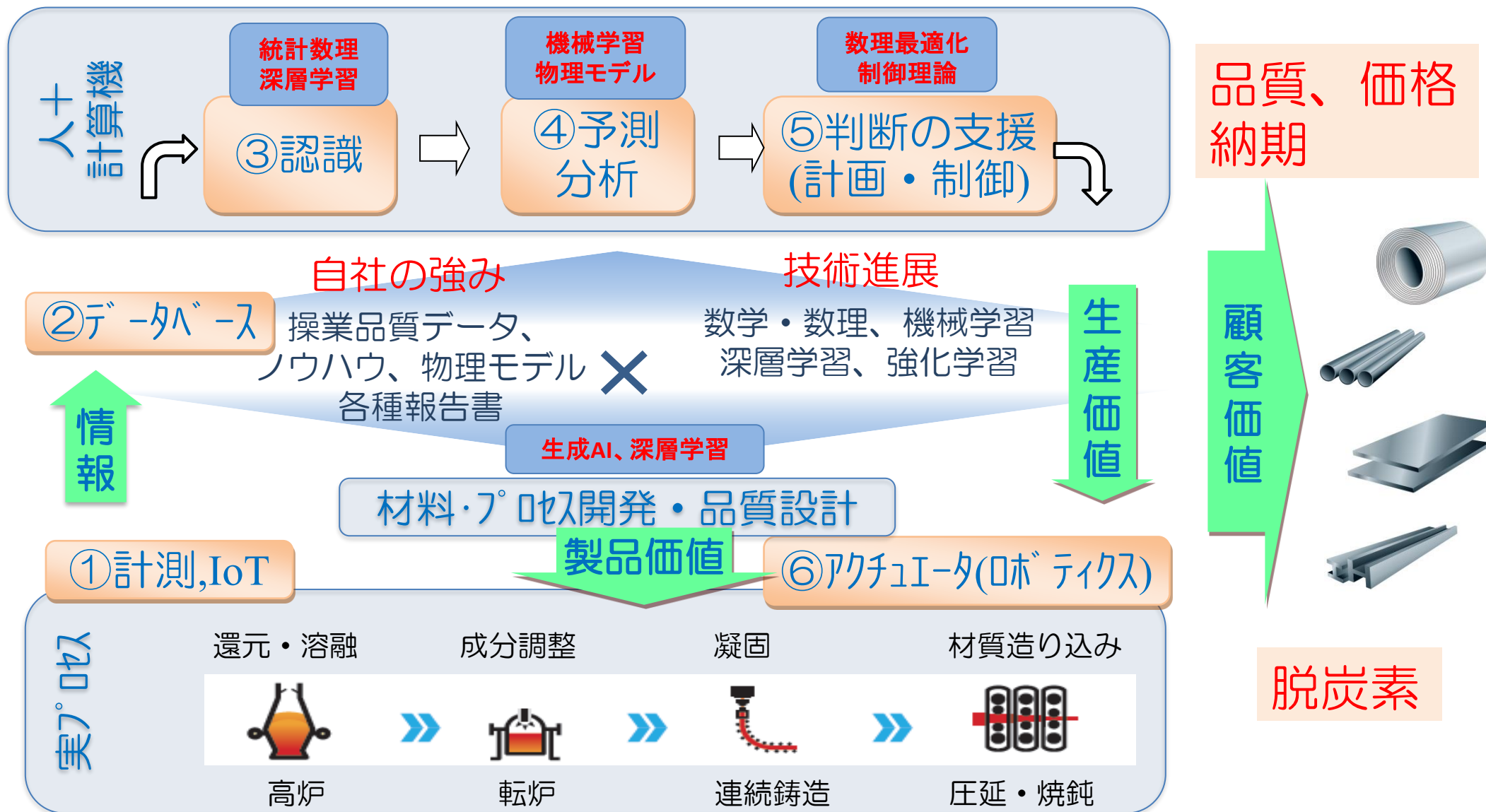
サプライチェーンからエンジニアリングチェーンまで、幅広い技術適用フィールドが自社内にあり、業務部門、操業部門、設備部門、システム部門、研究部門などの関係者が連携してものづくり改革の実現に取り組んでいます。



スマート工場実現に向けた先進IT活用視点

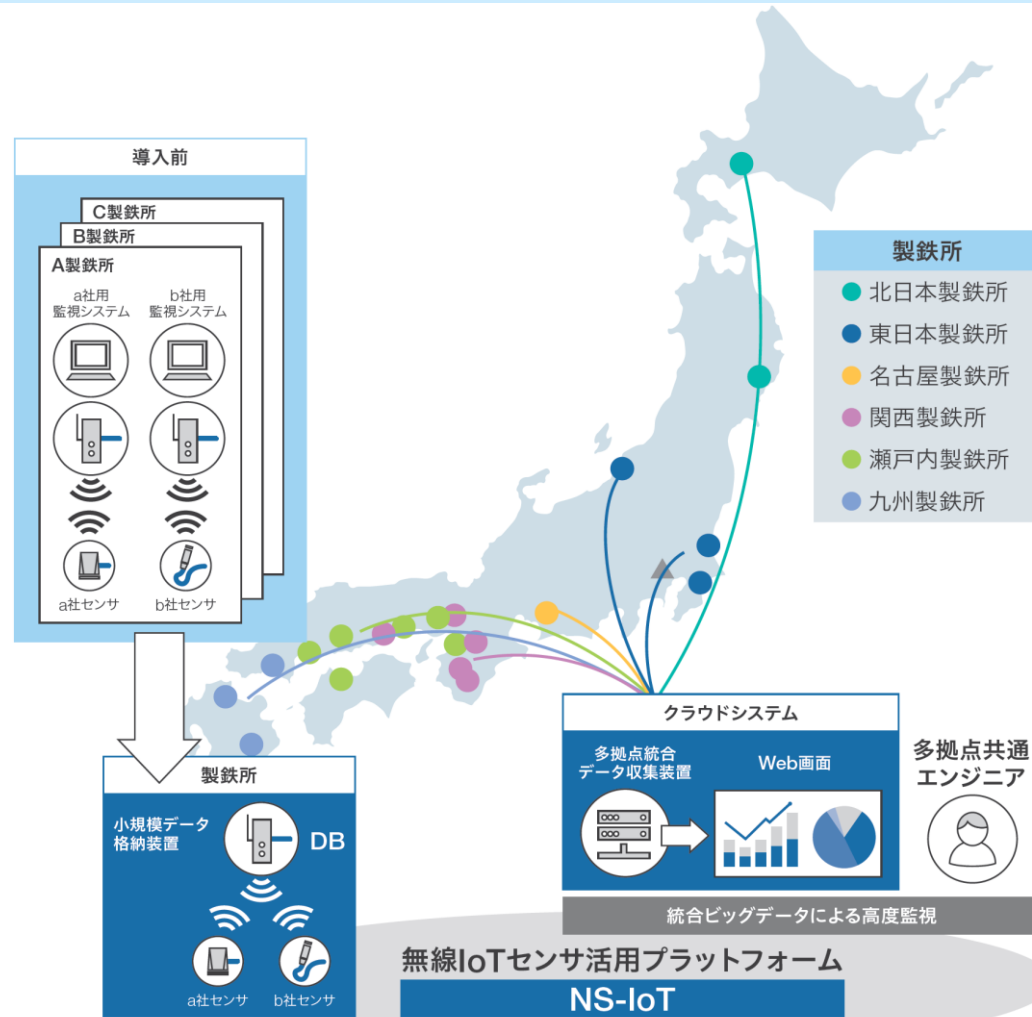
11

競争力ある新たなビジネスモデル（目指す姿）の下で、自社固有の強みと世の中の先進ITを生かした技術開発により、生産・製品・顧客価値の向上を目指します。



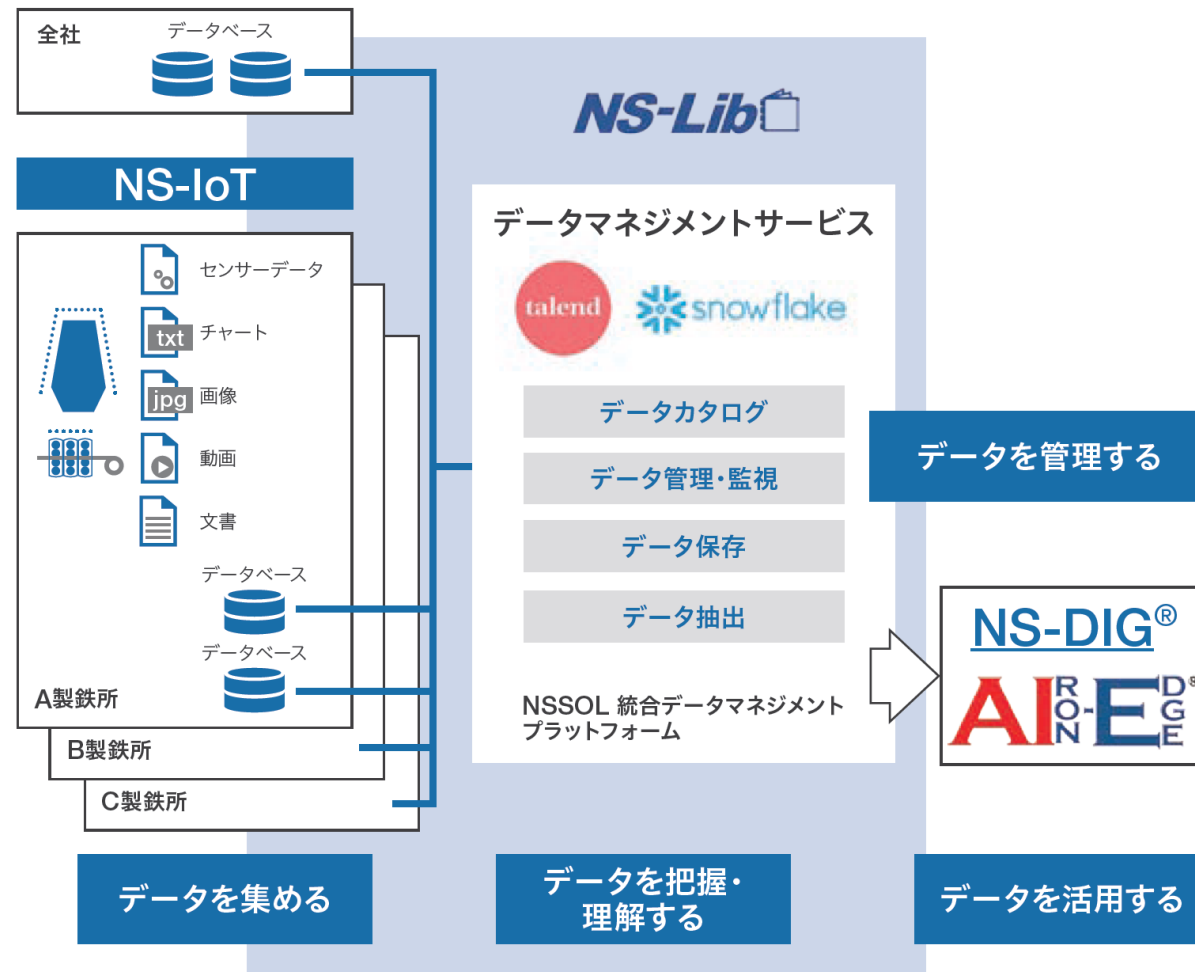
①IoT ～無線IoTセンサ活用プラットフォーム～

LPWA(省電力長距離無線通信)とクラウド技術を用いて、各製鉄所製造拠点データを一元管理する無線IoTセンサ活用プラットフォーム「NS-IoT」を構築



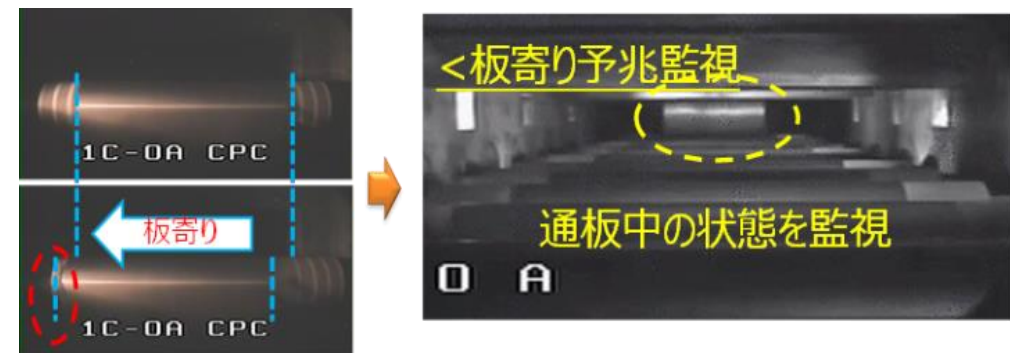
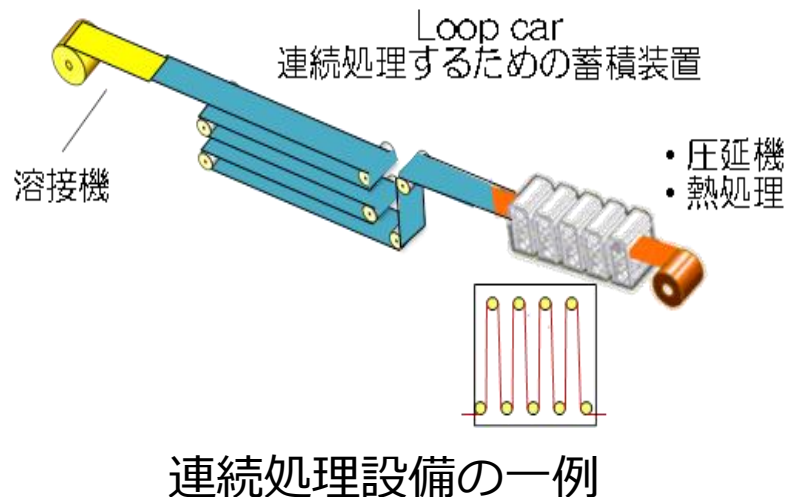
②データ管理 ～統合データプラットフォーム～

注文，生産計画・指示，製造等のデータの品質管理と活用促進を狙いとした統合データプラットフォーム「NS-Lib」を構築．経営レベルから現場第一線まで同じデータを元にした迅速で高度な意思決定・課題解決を実現しています。



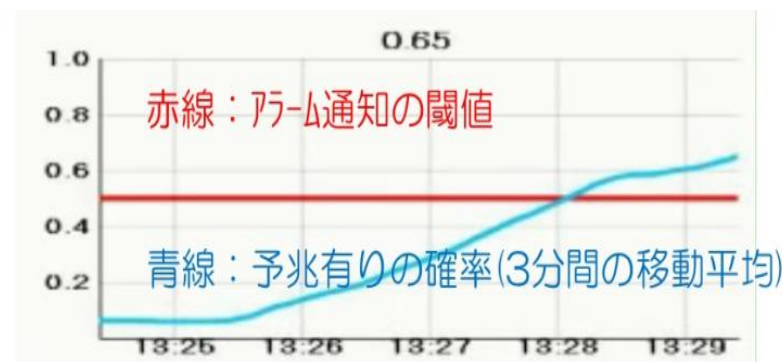
③認識 ～製品搬送状態異常予兆監視～

連続処理設備での搬送中の板寄りは板破断のリスクがある。搬送中の板寄り現象をカメラ画像を通じて人が監視していましたが、常時監視は困難でした。深層学習モデルを用いて板寄りの発生確率を予測し、リアルタイムで現場に表示する仕組みを構築しました。現場オペレータと同レベルで検知が可能です。



0-ル端まで寄った例

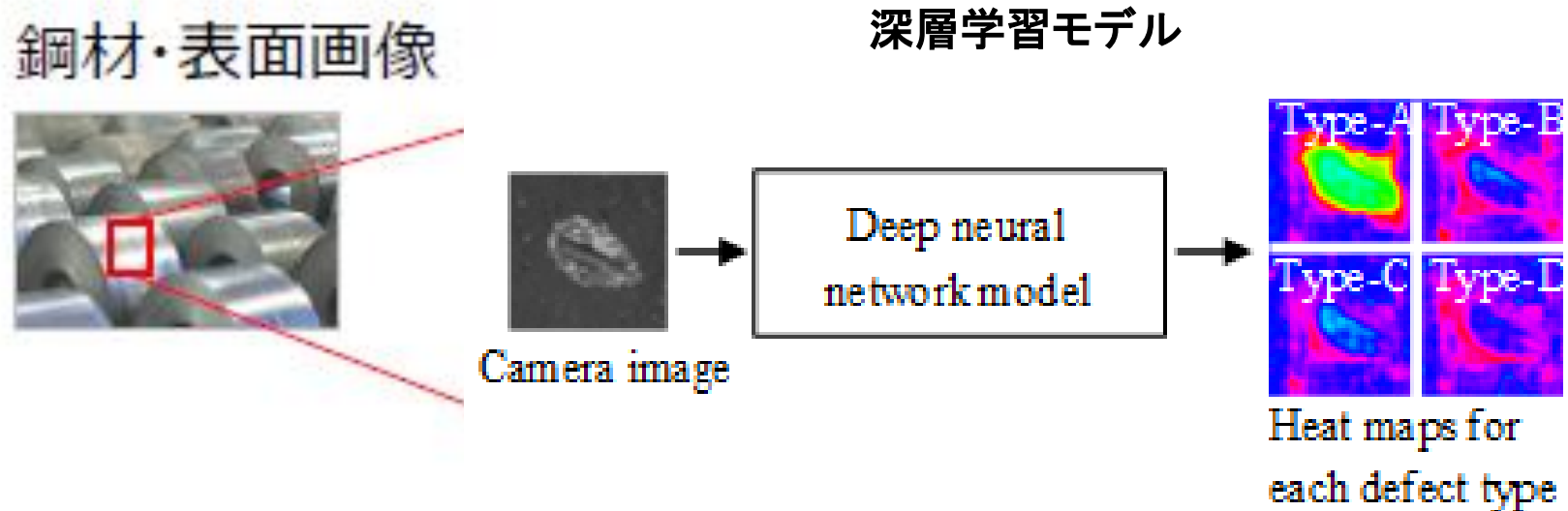
搬送中の板寄り現象



板寄り予兆検知の一例

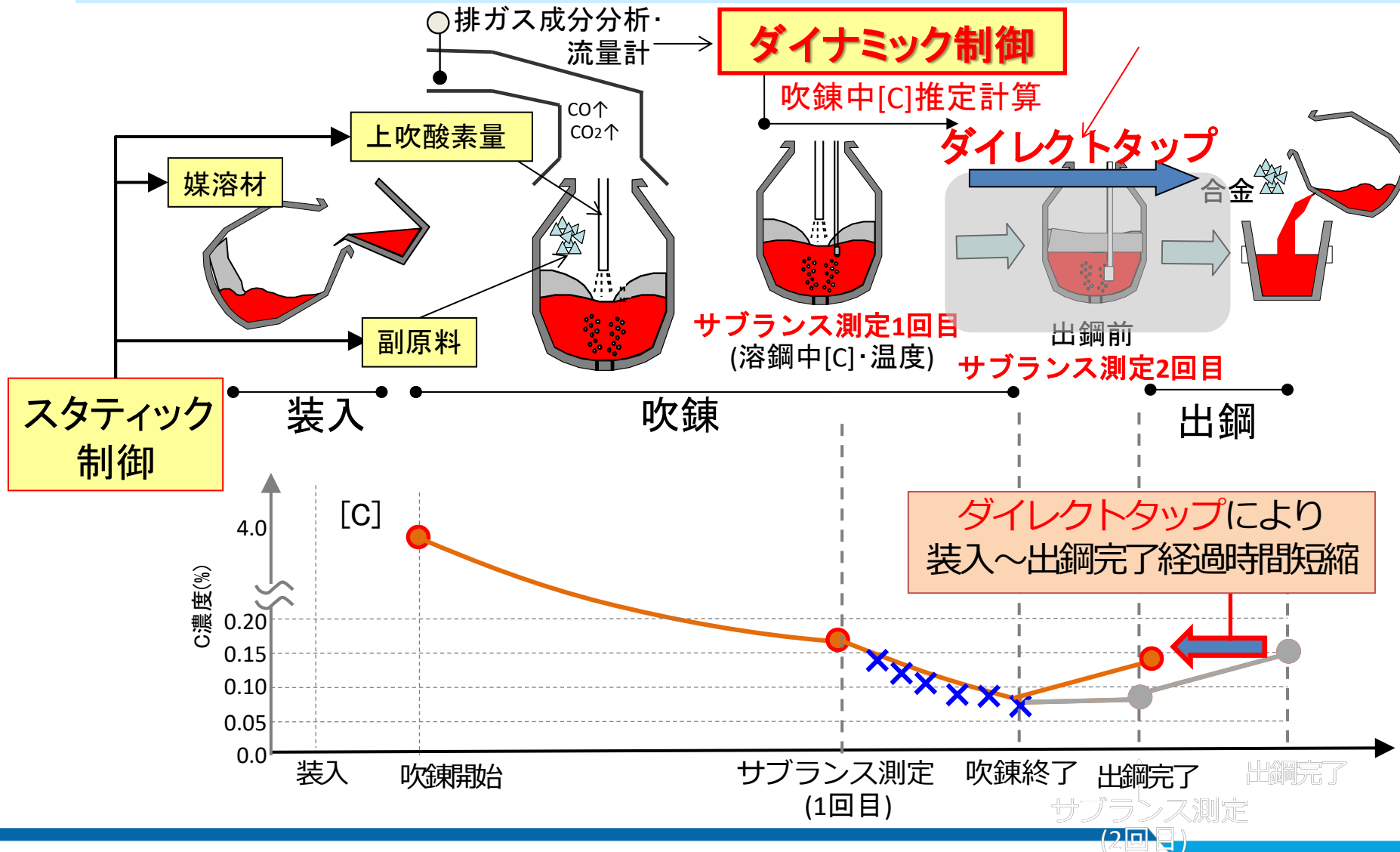
③認識 ～鋼板表面検査装置の開発～

鋼材の表面検査では、目視検査に加え表面検査装置の導入を進め、品質管理の高度化と業務効率化を推進してきました。従来のルールベース手法は工程ごとの個別開発が必要で非効率でした。そこで深層学習を適用し、全国製鉄所の画像データを活用した高精度な欠陥検出・判定技術を開発しています。



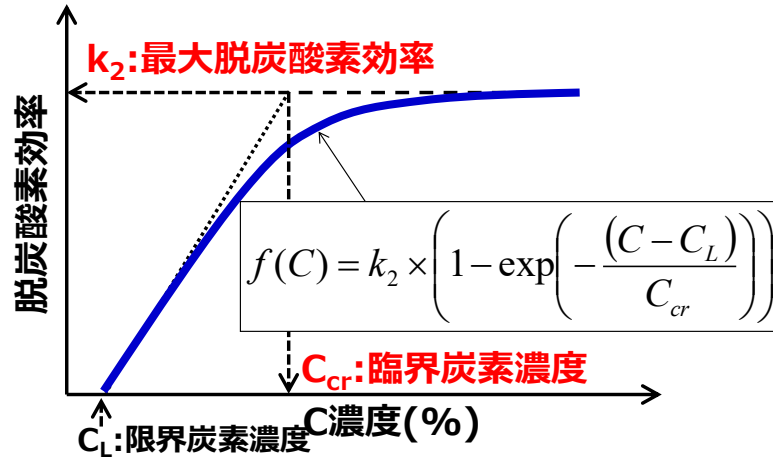
④ 予測 ～転炉吹錬ダイナミック制御～

排ガス成分の変化から，サブランス測定 1 回目以降の炭素濃度を逐次推定し，目標値になったら酸素を吹き止める．炭素濃度推定モデルの高精度化により，2 回目の測定を省略する（ダイレクトタップ）．



④ 予測 ～転炉吹錬ダイナミック制御～

炭素濃度と脱炭酸素効率の関係から酸素収支式を導出し、そのパラメータを過去実績データに基づく回帰モデルで推定。推定精度向上を確認。



溶鋼中炭素濃度と脱炭酸素効率の関係



酸素収支式

物理モデル

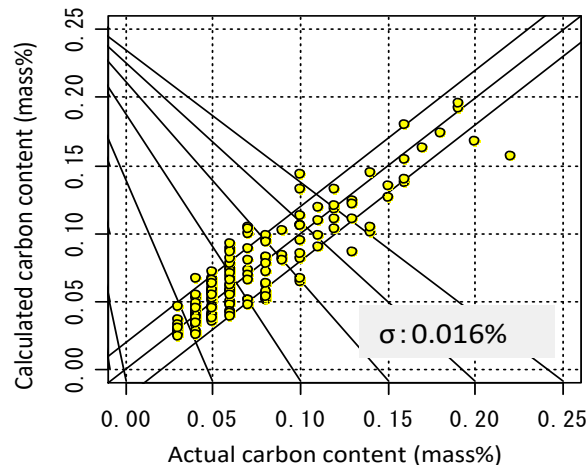
$$\Delta O_2 = \frac{C_{cr}}{k_2} \left(\frac{1}{C_{cr}} (C_{SL} - C_{EP}) + \ln \left(\frac{1 - \exp(-(C_{SL} - C_L)/C_{cr})}{1 - \exp(-(C_{EP} - C_L)/C_{cr})} \right) \right)$$

パラメータ

機械学習モデル

$$C_{cr} = \sum_{i=1} \alpha_i \times X_i + \alpha_0 \quad k_2 = \sum_{i=1} \beta_i \times X_i + \beta_0$$

過去の操業実績データから C_{cr} , K_2 を推定

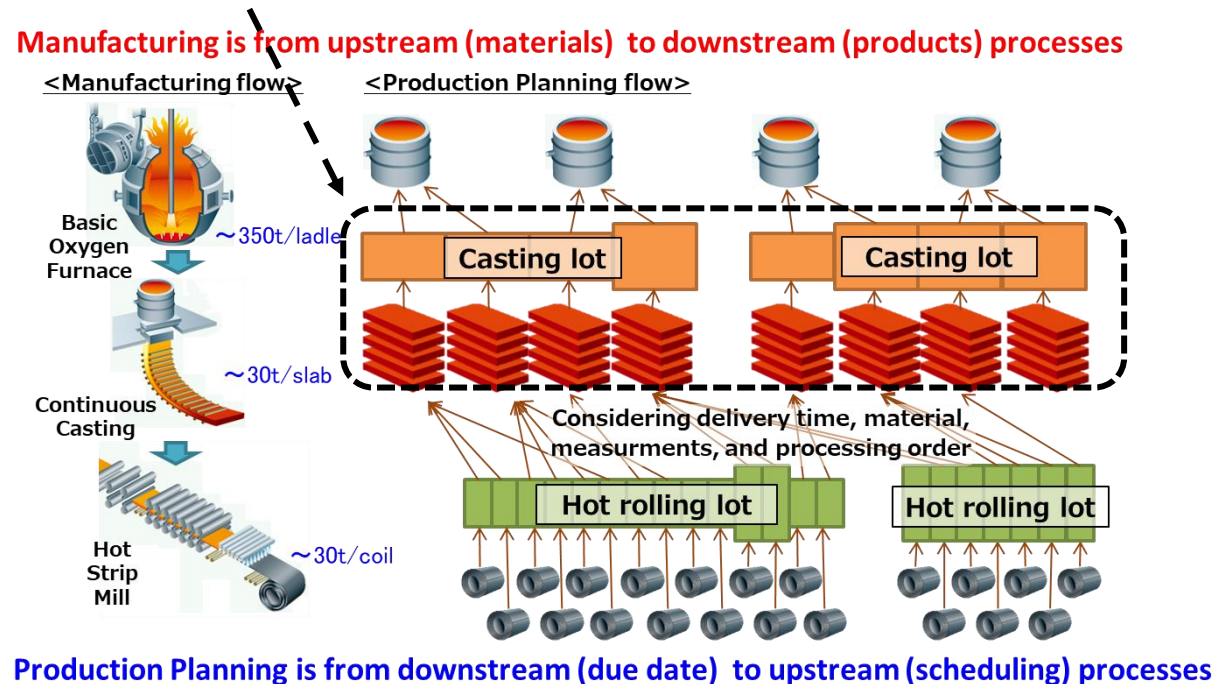


吹止め炭素濃度の推定精度が十分であることを確認

⑤判断の支援（最適化） ～連続鋳造機生産計画最適化～

生産計画業務は、各工程で製造条件や、納期を守りつつ、各注文の各工程での処理タイミングを決定する業務です。製品の製造条件はさまざまであり、納期も異なるため、品質、コスト、納期のバランスをとった工程一貫での生産計画を立てることは難しく、熟練者のノウハウに依存していました。そこで、数理最適化技術を活用して短時間で製鋼工程におけるスケジュール最適化技術を開発しました。

キャスト枠設計業務：小ロット多品種注文を製造ロット単位にまとめる業務



継ぎ目屑部の10%削減、業務時間の70%短縮を達成

デジタルツイン事例 ～鉄鋼物流可視化・解析・予測～

19

- 工程間でモノの滞留や材料不足が発生しないようにスムーズに製品／半製品を下流工程に搬送すること、すなわち物流を整流化することが重要
- 製鉄所内で収集・蓄積した物流データをもとに、過去～現在までの物流を計算機上に再現し、将来物流をシミュレーションできる物流デジタルツインプラットフォームGeminant※を開発

※Geminant 日鉄ソリューションズ（株）と共同開発



Input data according to the pre-defined model

You can build twins that can be viewed on the Web without having to create individual screens.

Real Data

Geminant Data Model

Input Geminant and arbitrary attributes in Key-Value format

Past > Present

Twins that can be viewed

examples

Human & Material Data

id: yard1
type: yard
latitude: 10
longitude: 20
altitude: 0

id: crane1
type: crane
latitude: 10
longitude: 20
altitude: 10

Operation Data

id: yard1
type: outlane
time: 2021/03/09 11:00:00
volume: 1000

id: crane1
time: 2021/03/09 11:00:00
latitude: 10
longitude: 21
altitude: 10

Support analysis from various perspectives based on the common data model.

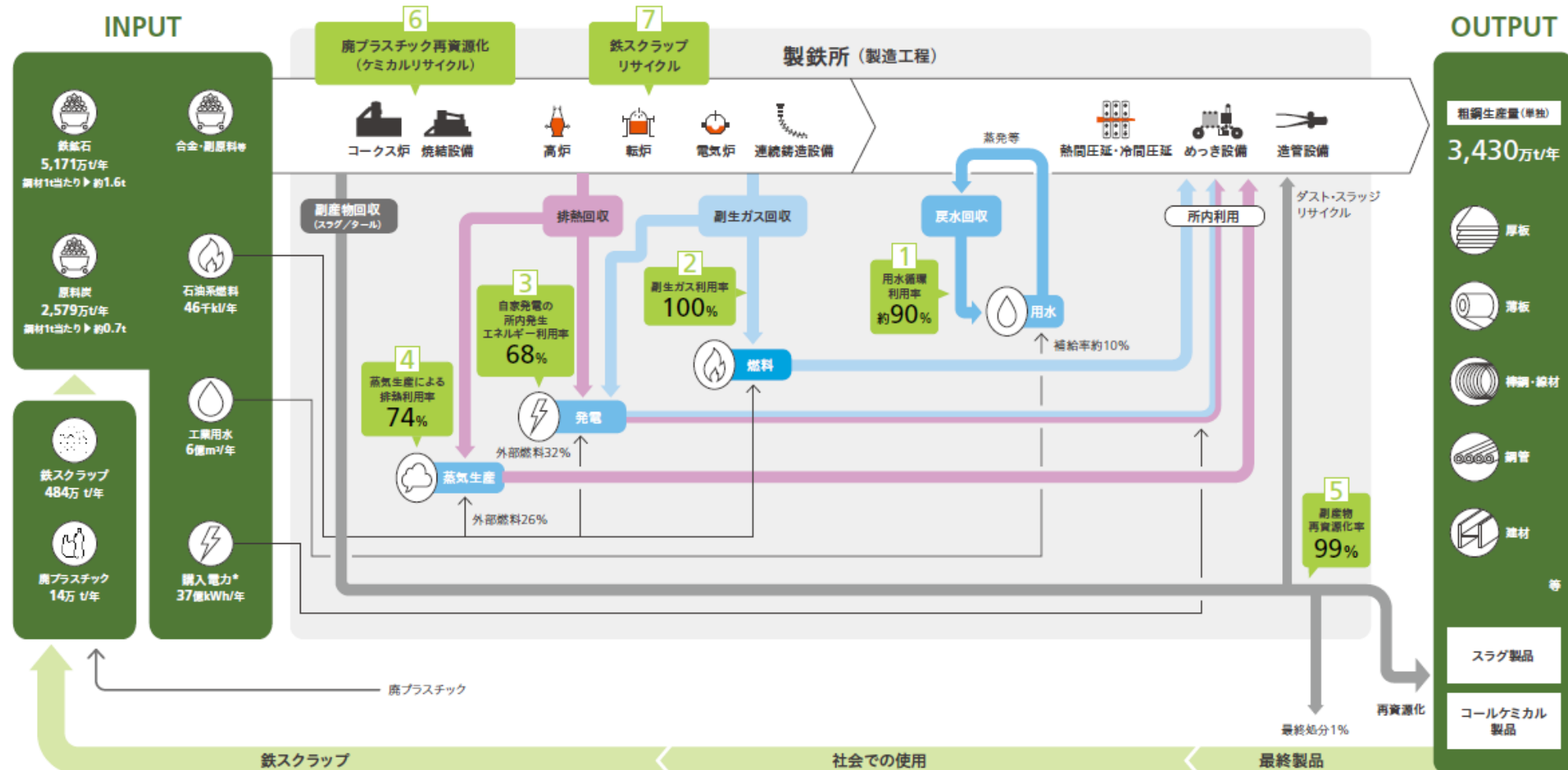
サーキュラーエコノミーへの取り組み

エネルギー・マテリアルバランス

鉄の製造工程を活用し、環境負荷の少ないゼロエミッションの実現や社内発生物の循環利用にとどまらず、社会や他産業で発生する廃棄物の再資源化に取り組んでいます。

廃プラ累計処理量(2000～2024年度)約423万トン

鉄スクラップ使用実績484万トン(2024年度)



出典: 日本製鉄(株)統合報告書2025より

廃プラスチックのケミカルリサイクル

容器包装リサイクル法に基づき一般家庭から回収された廃プラスチックを、コークス炉を使ったケミカルリサイクル法により100%再資源化しています。地域におけるサーキュラーエコノミーに寄与しています。



出典：日本製鉄(株)
統合報告書2025より

鉄スクラップのリサイクル ～既に全量循環～

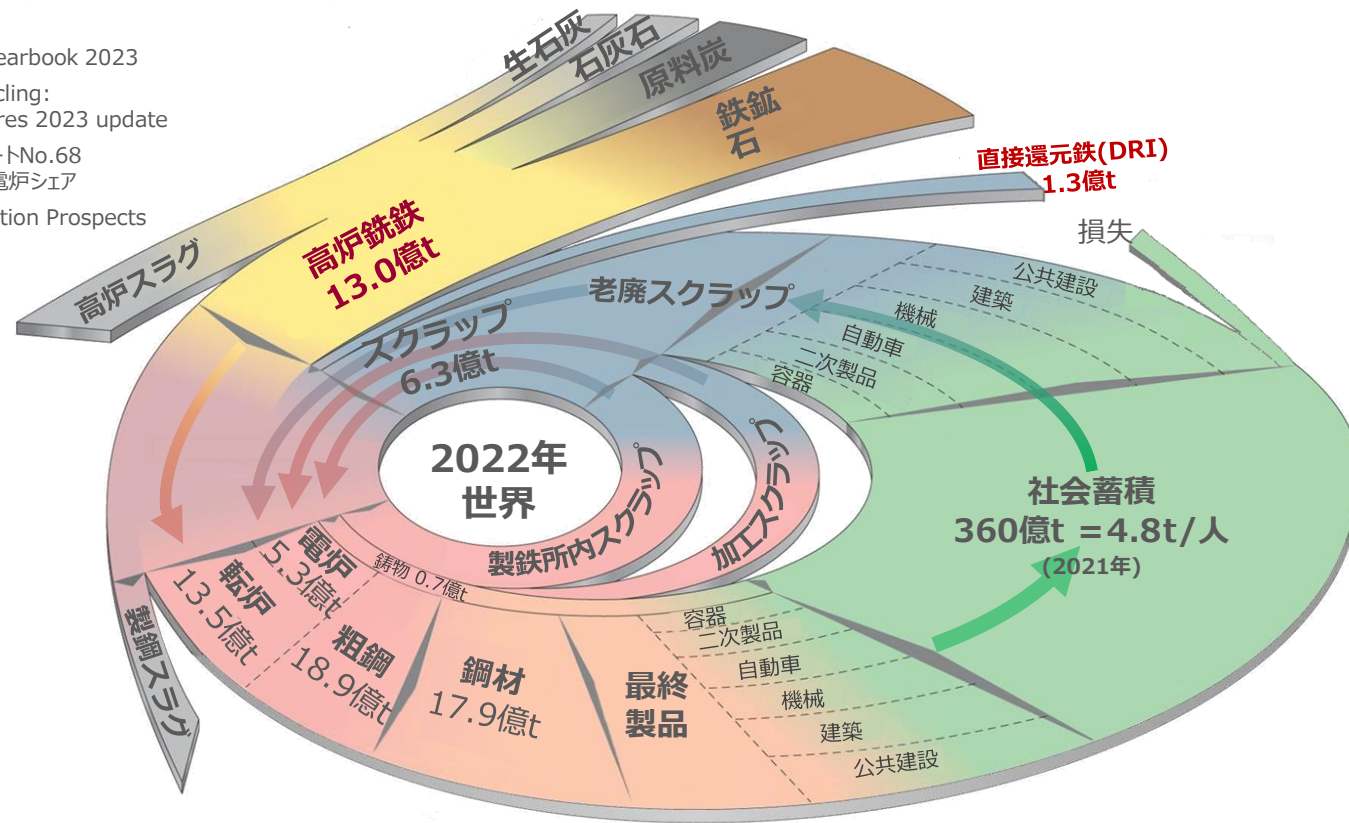
- ・鉄スクラップは既に還元済みの貴重な資源であり、すでに全量が循環しています。
- ・スクラップ発生は今後も増加しますが、世界の鉄鋼需要は満たせず、鉄鉱石からの製造（高炉等）は今後も当面必要です。
- ・スクラップ利用率向上はスクラップの取り合いになり、CEにもGXにも資するわけではありません。

worldsteel, Steel Statistical Yearbook 2023

Bureau of International Recycling:
World Steel Recycling in Figures 2023 update

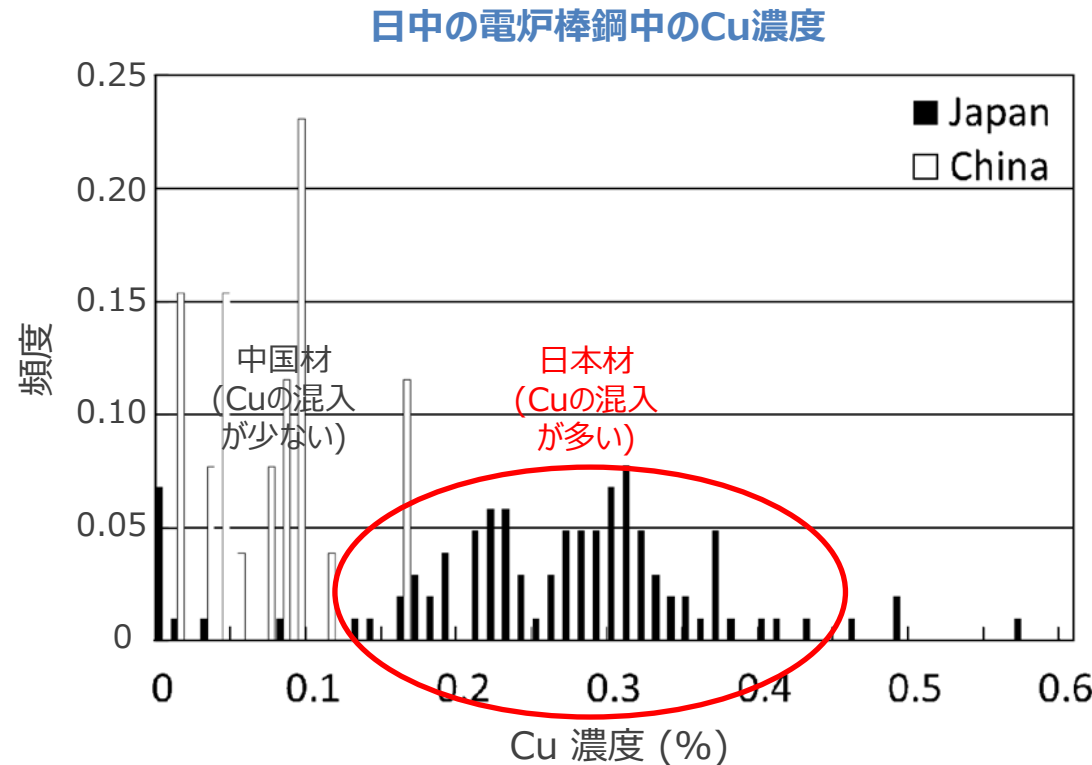
鉄リサイクル・リサーチ, 調査レポートNo.68
21年末の世界鉄鋼蓄積量推計と電炉シェア

United Nations, World Population Prospects



鉄スクラップのリサイクル ～量より質が重要～

鉄は製造段階できれいにできますが、銅や錫など取り除けない元素があります。これらはトランプエレメント(TE)と呼ばれ、スクラップから混入すると、鋼中に残留し、鉄鋼製品の品質に悪影響を与えます。鉄の品質バラツキを管理し、きれいに使いまわすことが日本、世界にとって重要です。



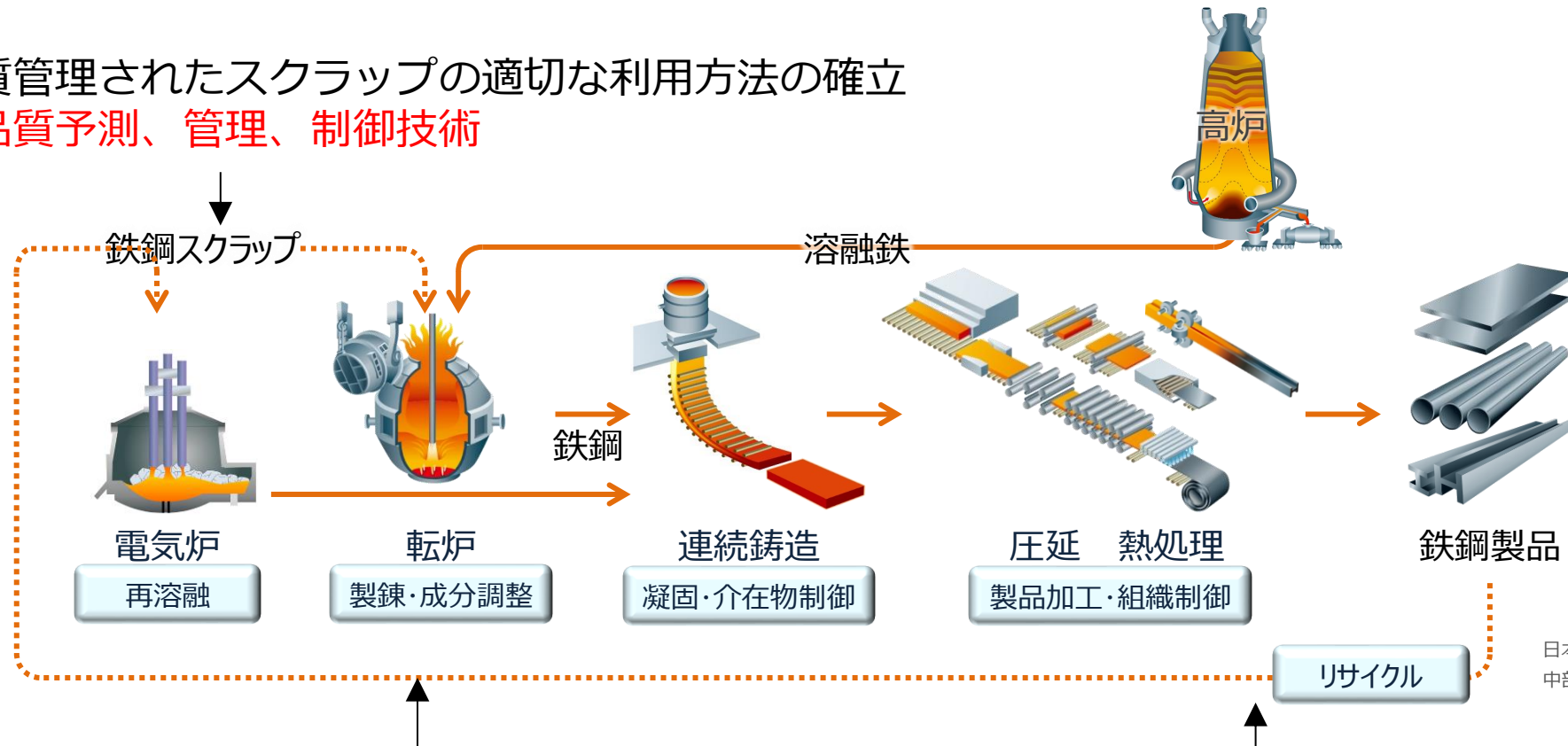
日本はスクラップ中に銅が蓄積してきている

醍醐, 鉄鋼材における不純物元素濃度の日中間比較, 鉄と鋼, Vol. 100 No. 6, 756 (2014)

資源循環社会の実現に向けて ～先進ITの活用視点～²⁵

- ・ 先進ITの活用先を工場から企業全体、さらには社会全体へ展開していく。
- ・ 鉄のCEにおいては、長期にわたって、鉄の品質を確保することが重要です。

品質管理されたスクラップの適切な利用方法の確立
→品質予測、管理、制御技術



日本製鉄，製造工程のご紹介
中部鋼板HP

TE成分が多くても認識できれば問題なし。ばらつきが課題
→画像AIによるスクラップの状態可視化、異物除去技術

物流最適化

**日本製鉄グループは
常に世界最高の技術とものづくりの力を追求し、
優れた製品・サービスの提供を通じて、
社会の発展に貢献します。**

ご清聴ありがとうございました。