

プロジェクト名： 環境調和型プロセス技術の開発／
フェロコークス技術の開発

プロジェクト実施者：

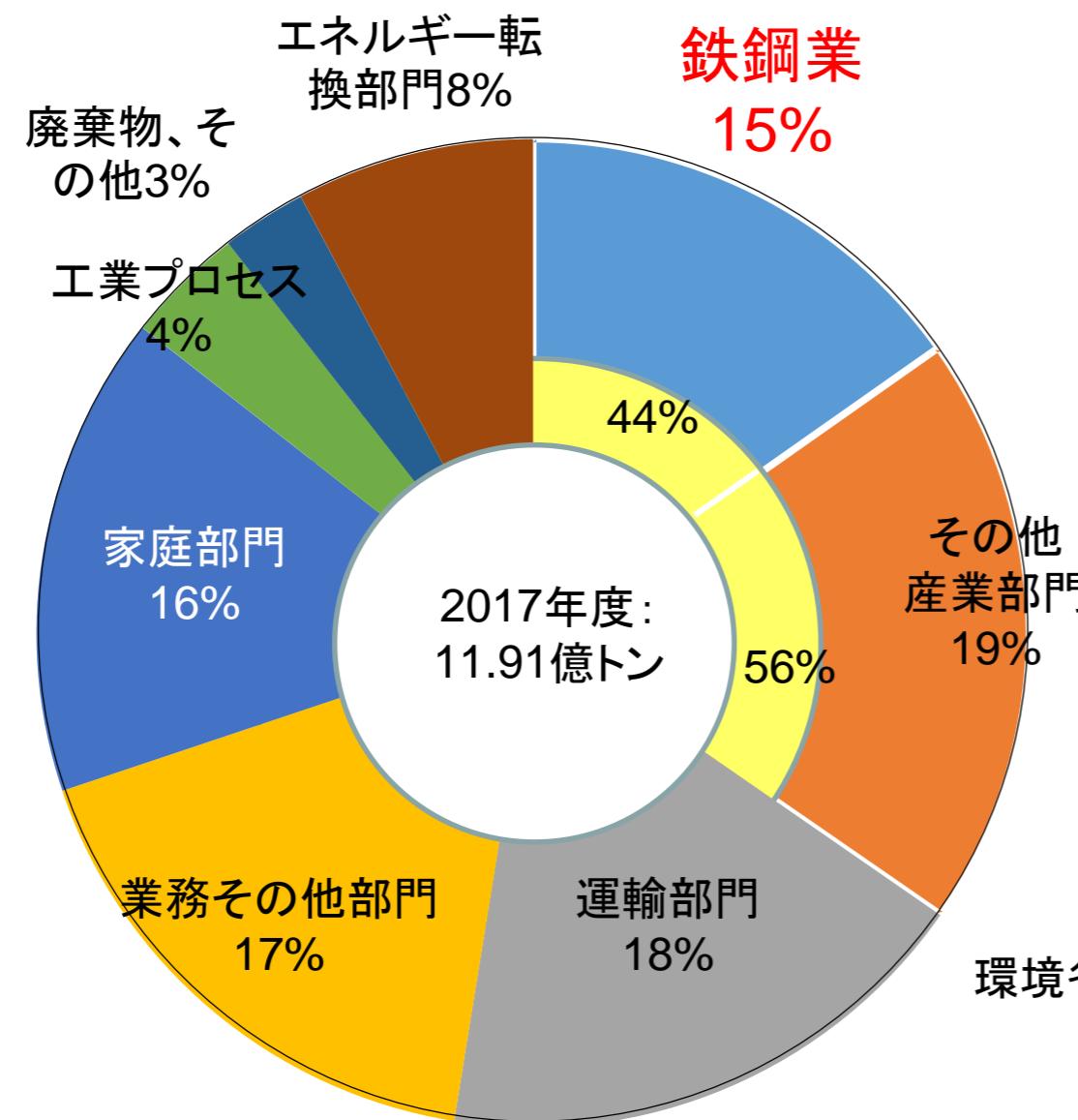
JFEスチール株式会社
株式会社神戸製鋼所
日本製鉄株式会社

プロジェクト実施期間：

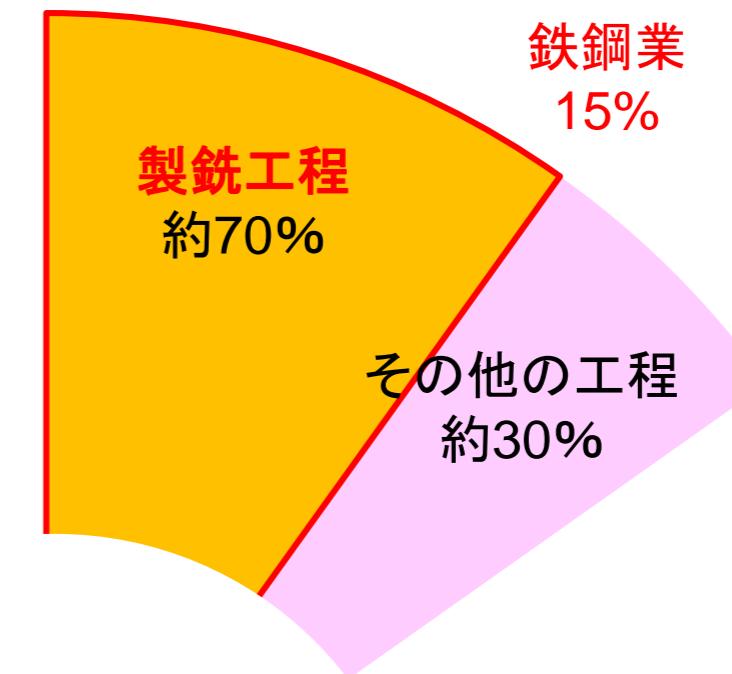
2017年6月～2023年2月



●国内製造業における産業別のCO₂排出量割合



鉄鋼1.81億トン



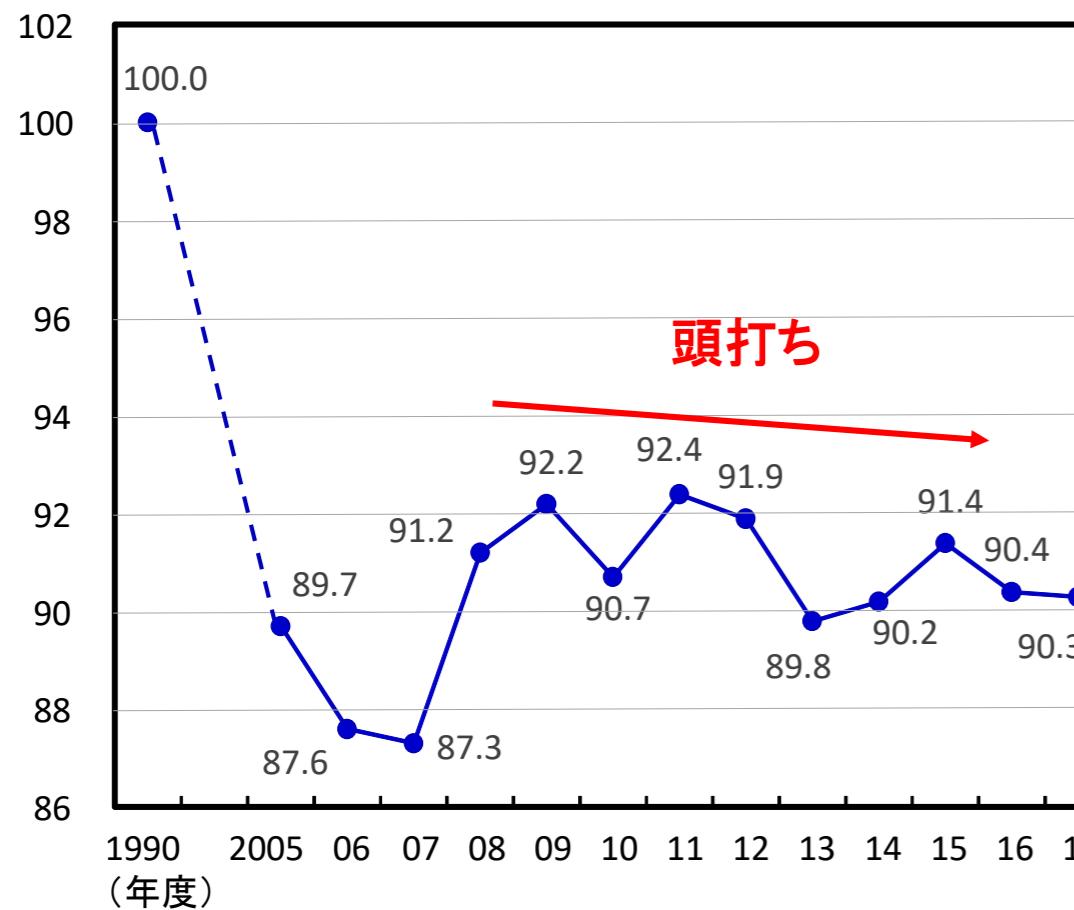
環境省「2017年度(平成29年度)の温室効果ガス排出量(速報値)について」より作成

高炉法による製鉄プロセス(製銑工程)で発生するCO₂排出量の削減は喫緊の課題

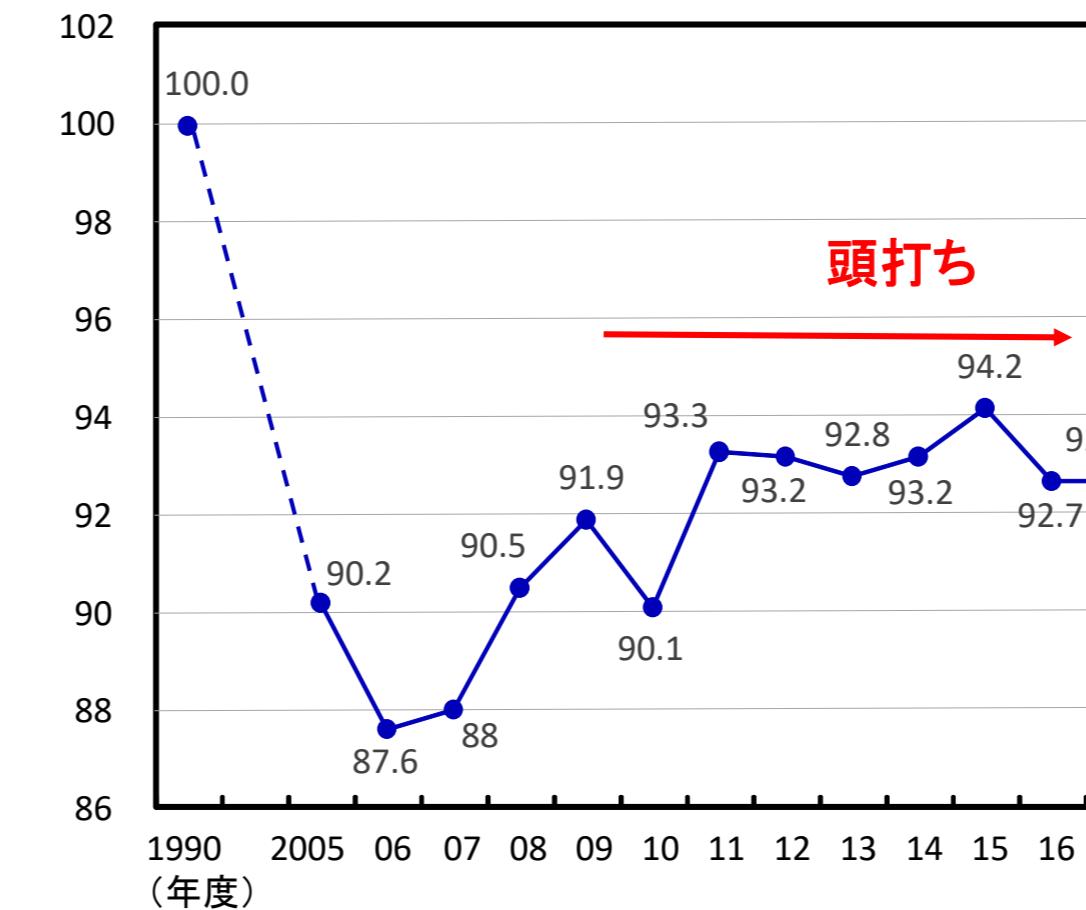
1-1.研究開発の背景

● 鉄鋼業におけるエネルギー消費・CO₂発生の推移

エネルギー原単位(1990年度基準)



エネルギー起源CO₂原単位(1990年度基準)
(毎年度のクレジット反映後の電力係数を反映)



日本鉄鋼連盟: 低炭素社会実行計画実績報告
2019年1月16日 一般社団法人 日本鉄鋼連盟

我が国鉄鋼業の省エネルギーは極限→革新的製鉄プロセス技術開発が必要

省エネルギー技術戦略2016

製造プロセス省エネ化技術サブシート（革新的製鉄プロセ

技術概要

我が国鉄鋼業は産業部門全体のエネルギー消費の25%を占めるエネルギー多消費型産業であるものの、既に排熱回収利用等の省エネ設備の導入により、製鉄プロセスにおいて世界最高水準の原単位を達成している。エネルギー削減ポテンシャルは世界で最も低いが、世界の近代製鉄を支えた高炉法の革新を促し、更なる高炉効率の向上を図ることで省エネを着実に推進する。具体的には、高炉内還元反応の高速化・低温化機能を発揮するフェロコークス(低品位炭と低品位鉄鉱石の混合成型・乾留により生成されるコークス代替還元剤)及びその操業プロセスの開発と、従前燃料として使用されていた副生コークスガスを還元に適する仕様に改質し、高炉にて還元剤として使用することと二酸化炭素濃度が高い高炉ガスから二酸化炭素を分離するため、製鉄所内の未利用低温排熱を利用した新たな二酸化炭素分離・回収技術の開発を進める。

技術開発動向

国家プロジェクトとしては、「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」が終了し、革新的な高炉原料であるフェロコークスの製造プロセスについて、パイロット規模での基盤技術が確立され、引き続き実用化に向けた検討が進められている。また、「環境調和型製鉄プロセス技術開発」は継続中であり、水素還元技術については、スウェーデンの試験高炉を使用する事で、鉄鉱石水素還元の可能性を確認した。更に水素還元技術確立の為、新日鐵住金・君津製鐵所において、試験高炉を建設準備中である。又、未利用排熱活用高炉ガスCO₂分離回収技術等では、CO₂濃度が高い高炉ガスからのCO₂を分離するため、新たな化学吸収法や物理吸着法の開発等が進められているが、効率良く未利用排熱を活用するための要素技術(ケミカルヒートポンプ技術及び、相変化物質による蓄熱・熱輸送技術等)の開発が課題となっている。これまで、モデル製鉄所排熱状況の整理と排熱回収技術シーズ調査を完了し、CO₂分離回収可能量・コストの検討を実施したほか、実機の製鋼スラグから顕熱を回収するベンチ設備を製作し、製鋼スラグ顕熱回収の可能性を確認した。また、カリーナ発電システムの熱効率改善と低コスト化の可能性を明確化した。

資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発については、2020年代初頭までに研究開発を行い、その後実機高炉への実証的導入を経て、2025年以降の本格的な導入普及を目指す。

環境調和型製鉄プロセス(水素還元技術および未利用排熱活用高炉ガスCO₂分離回収技術等)については、2020年台後半までに研究開発を行い、その後実用化研究を経て、2030年頃の1号機実機化を目指す。その後は、高炉改修のタイミングを踏まえつつ導入普及を図る。

波及効果

資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発も環境調和型製鉄プロセス(水素還元技術および未利用排熱活用高炉ガスCO₂分離回収技術等)のいずれの技術も、省エネルギーと同時にCO₂削減に寄与する。長期的にはCCS技術を組み合わせることによりCO₂排出量抑制を図ることができる。

また、還元剤としてのコークス使用量が減少するため、エネルギー安定供給の確保にも寄与する。早期実用化のために、これらの技術開発を加速的に実施することで、国際競争力の維持・強化にも寄与する。

1-2.研究開発の目的、目標

○革新的製鉄プロセス技術開発

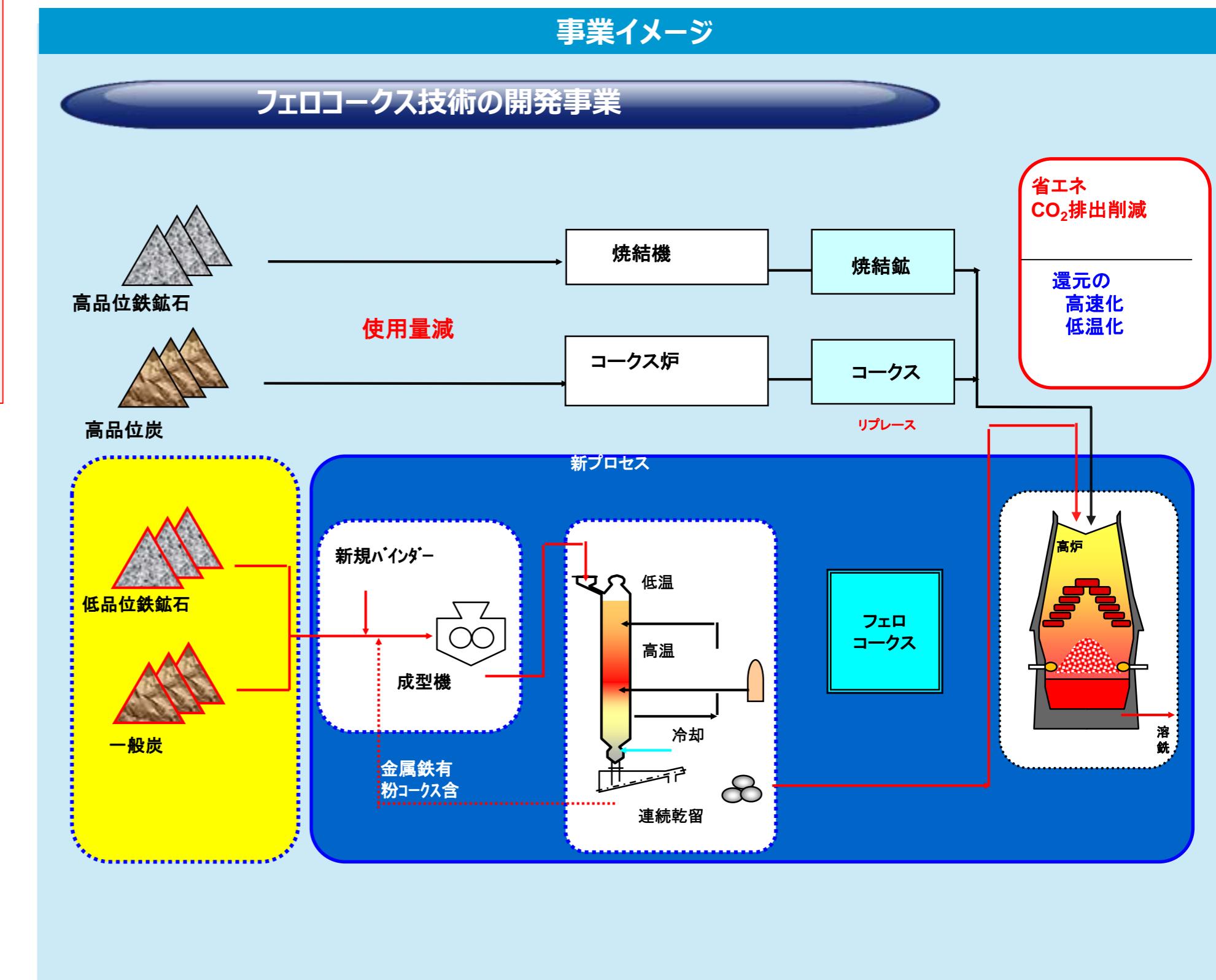
- ✓ 通常のコークスの一部を「フェロコークス(一般炭と低品位鉄鉱石の混合成型・乾留により生成されるコークス代替還元材)に置き換えて使用することで、フェロコークス中の金属鉄が還元反応の触媒となり、還元材比の大幅な削減が期待でき、CO₂排出削減、省エネに寄与する。(高炉1基当たりの省エネ効果量は原油換算で約3.9万kL/年)。
- ✓ 2030年頃までに最大で5基導入を目指す。(但し、導入が想定される製鉄所において、LNG等供給インフラの整備と経済合理性の成立が前提)

鉄鋼連盟「低炭素社会実行計画」

基本計画

- ✓ アウトプット目標:(2022年度)
省エネルギー効果 10%
- ✓ アウトカム目標:(2030年頃)
省エネルギー効果量(原油換算量):19.4万kL/年
CO₂削減量:82万トン/年
約280億円/年の経済効果
※1,500t/d規模の実機5機の導入を想定(2030年頃)

事業イメージ



1-2.研究開発の目的、目標



● 実機化までのシナリオ

- 1) パイロット試験炉(30トン/日規模)による要素技術の確立(完了)
- 2) 中規模設備(300トン/日規模)による工業化課題の克服(本事業)
 - ・設備の安定操業技術・設備の耐久性実証
 - ・5000m³クラスの高炉(1基)でのフェロコークスの長期使用、省エネ効果の検証(10%) (シミュレーション含)
 - ・**実用性が認められれば、研究開発補助金制度に則り、そのまま工程化(2023年以降)**
- 3) 実機設備(900～1500トン/日規模)で設備・操業、高炉使用技術の最適化検討、設備・操業コスト及び使用エネルギーの評価

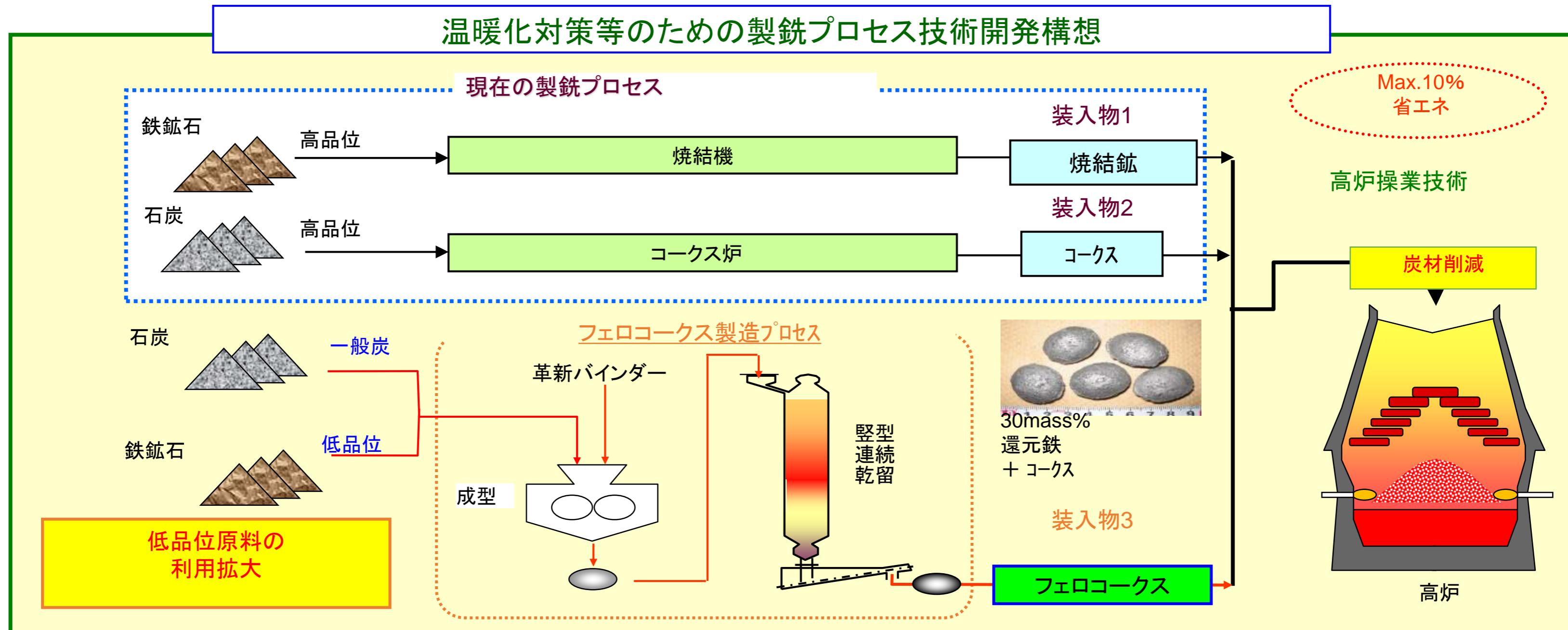
※付帯インフラ(LNG供給等)の整備を前提に、2030年には最大で5基程度の導入を目指す。

2-1.研究開発体制

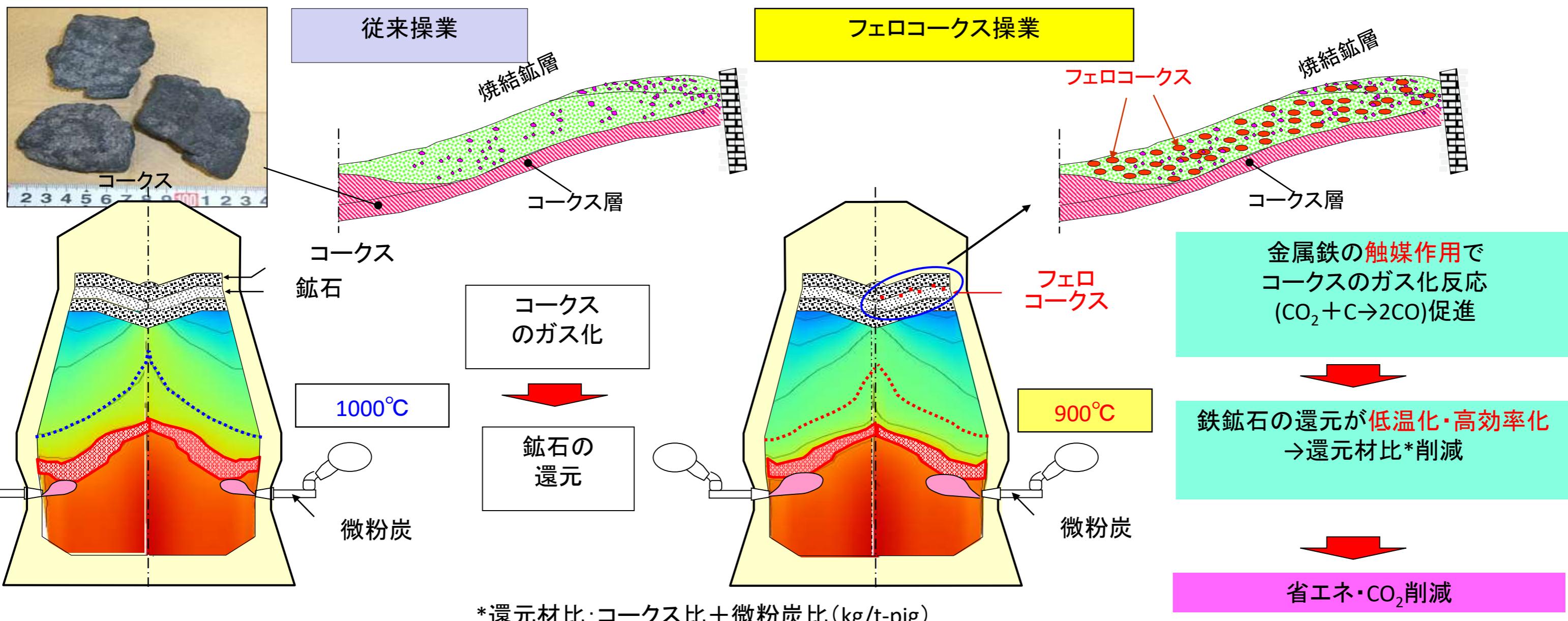
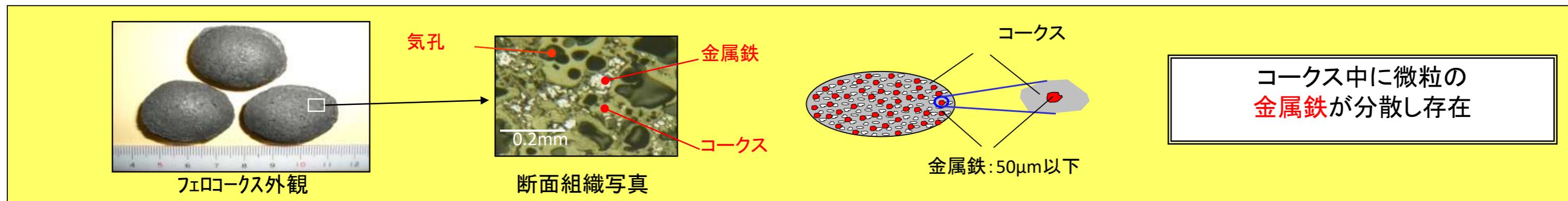


2-2.研究開発内容

革新的塊成物による省エネ+資源対応力強化（低品位製鉄原料の利用拡大）



2-2.研究開発内容



2-2.研究開発内容

研究開発項目① フェロコークス製造
中規模設備(300t/d)での製造技術実証

一般炭
低品位鉱石

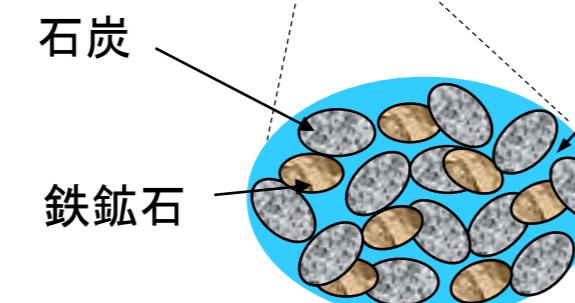
研究開発項目②一般炭、低品
位原料使用時の製造技術

ラボ・中規模設備での一般炭
を使用した成型技術の確立

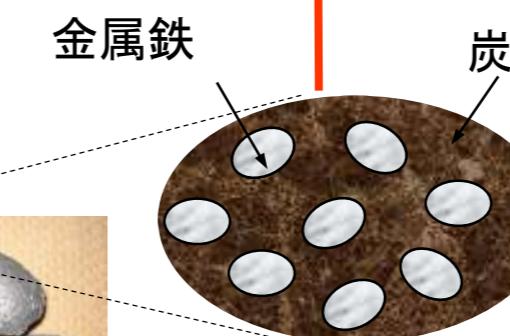
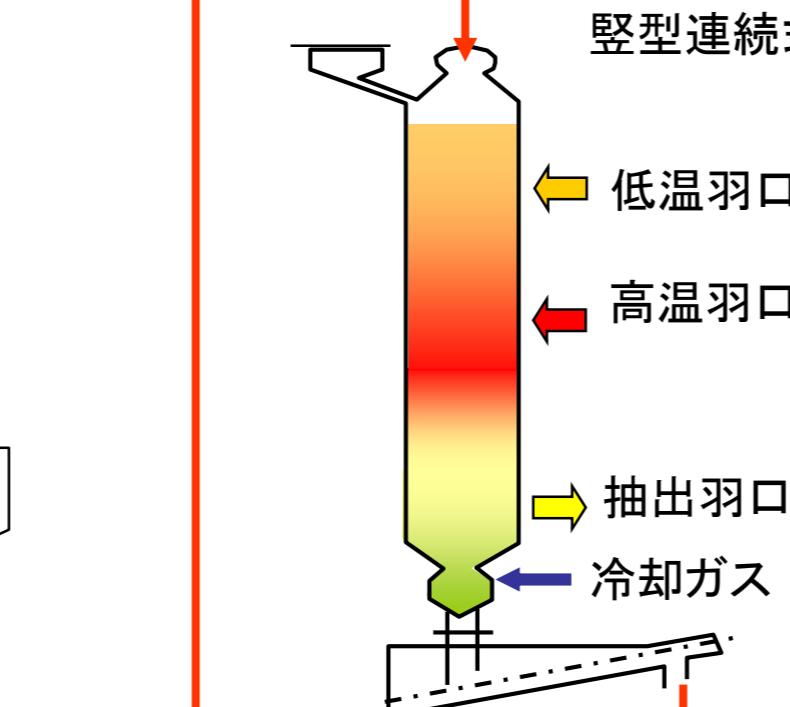
研究開発項目④
新バインダー強度発現実証

液体バインダー：
数kg製造と評価

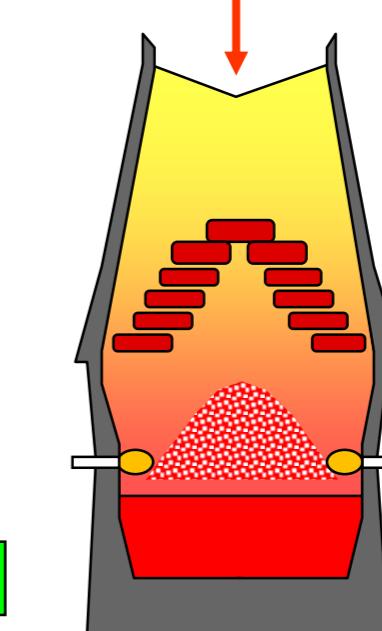
固体バインダー：
数tオーダー製造と評価



新規バインダー 長期操業試験を行い、設備能力・耐久性の確認



フェロコークス



研究開発⑤フェロコークス
導入効果の検証

フェロコークスの長期使用効果検証
(実証・シミュレーション試算)

製鉄工程における省エネ効率10%の検証

本事業では、下記5項目の開発を行う。

①中規模設備での製造技術実証

- ①-1 ラボ・中規模設備での比重・粒度が異なる原料の均一混合技術の確立
(固体3種類、液体1種類の混合)
- ①-2 複数本羽口を有する中規模設備での乾留技術の確立

②一般炭、低品位原料使用時の製造技術

- ・ラボ・中規模設備での一般炭を使用した成型技術の確立

③大型高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証

- ・長期操業試験を行い、設備能力・耐久性の確認

④新バインダー強度発現実証

- ・新バインダーの開発（液体バインダー：数kg製造と評価、固形バインダー：数tオーダー製造と評価）

⑤フェロコークス導入効果の検証

- ・製鉄工程における省エネ効果10%の検証

3-2.今後の展望

技術開発項目	担当	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	
①中規模設備での製造技術実証	JFE 東北大				100t/d	200t/d	300t/d	
②一般炭、低品位原料使用時の 製造技術	JFE			設計、建設			製造実証	
③実高炉でのフェロコークス長 期使用、効果検証	JFE		ラボスケール成型・乾留試験					
④新バインダーの強度発現実証	神鋼 東北大	<固体>	ラボ検討	試作製造		高炉使用・評価		
		<液体>	性状分析・基礎調査	試作製造		評価		
⑤フェロコークス導入効果の検 証の確認	日本 製鉄 九大		実験室規模 サンプル評価			実プロセス検討		
						中規模設備 サンプル評価		

ご清聴ありがとうございました。