

**「環境調和型製鉄プロセス技術の開発/
水素還元活用製鉄プロセス技術開発(STEP2)」
(前倒し事後評価)**

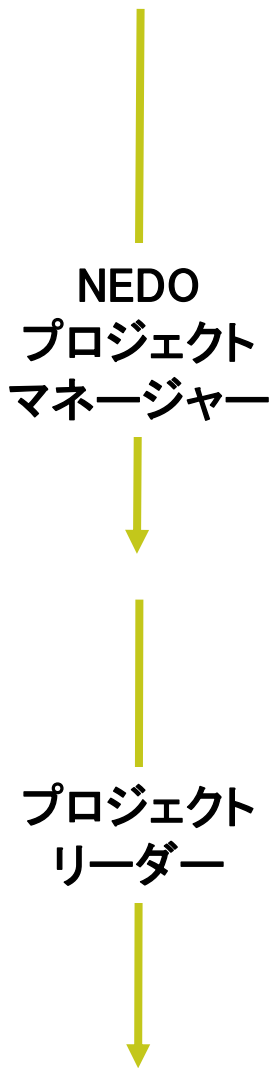
(平成25年度～平成29年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

環境部

平成29年9月13日



1. 事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

2. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

3. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取り組み

4. 成果の実用化に 向けた取り組み及び見通し

- (1)成果の実用化に向けた戦略
- (2)成果の実用化に向けた具体的取り組み
- (3)成果の実用化の見通し

NEDO
プロジェクト
マネージャー

プロジェクト
リーダー

1. 事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

2. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

3. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取り組み

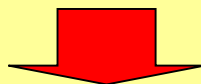
4. 成果の実用化に 向けた取り組み及び見通し

- (1)成果の実用化に向けた戦略
- (2)成果の実用化に向けた具体的取り組み
- (3)成果の実用化の見通し

◆事業実施の背景と事業の目的

社会的背景

地球温暖化対策は世界的課題



抜本的CO₂排出抑制、省エネ技術の必要性

事業の目的

高炉からのCO₂排出量を30%削減し、2030年までに初号機を実用化できる技術を確立する。



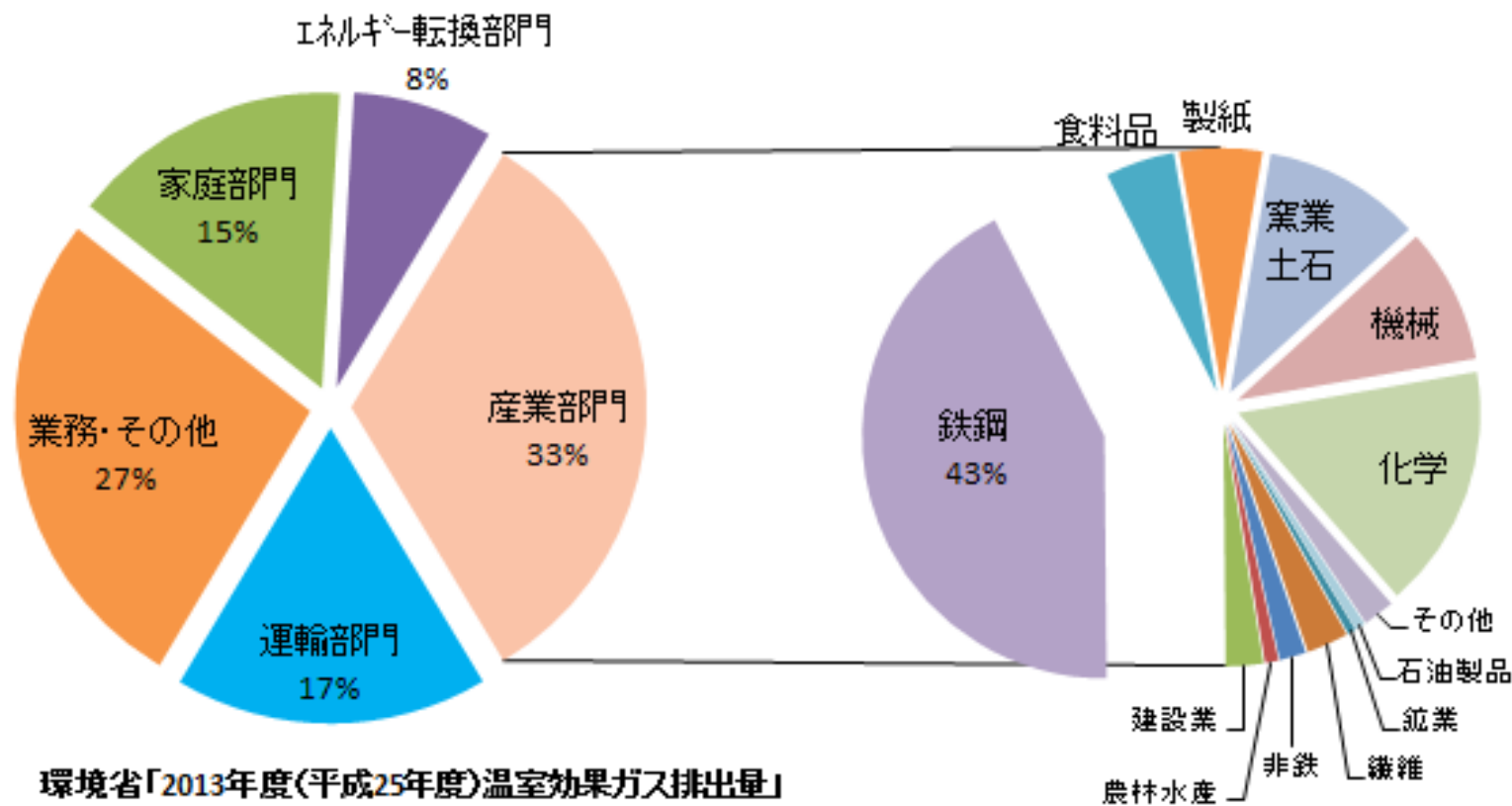
- 1) コークス改良、コークス炉ガス改質水素による鉄鉱石還元技術開発
- 2) 未利用排熱を活用した高炉ガスからのCO₂分離回収技術開発

◆事業実施の背景と事業の目的

我が国のCO₂排出量の14%は鉄鋼業から

日本全体のエネルギー起源CO₂排出量に占める各部門の割合

産業部門のエネルギー起源CO₂排出量に占める各業種の割合

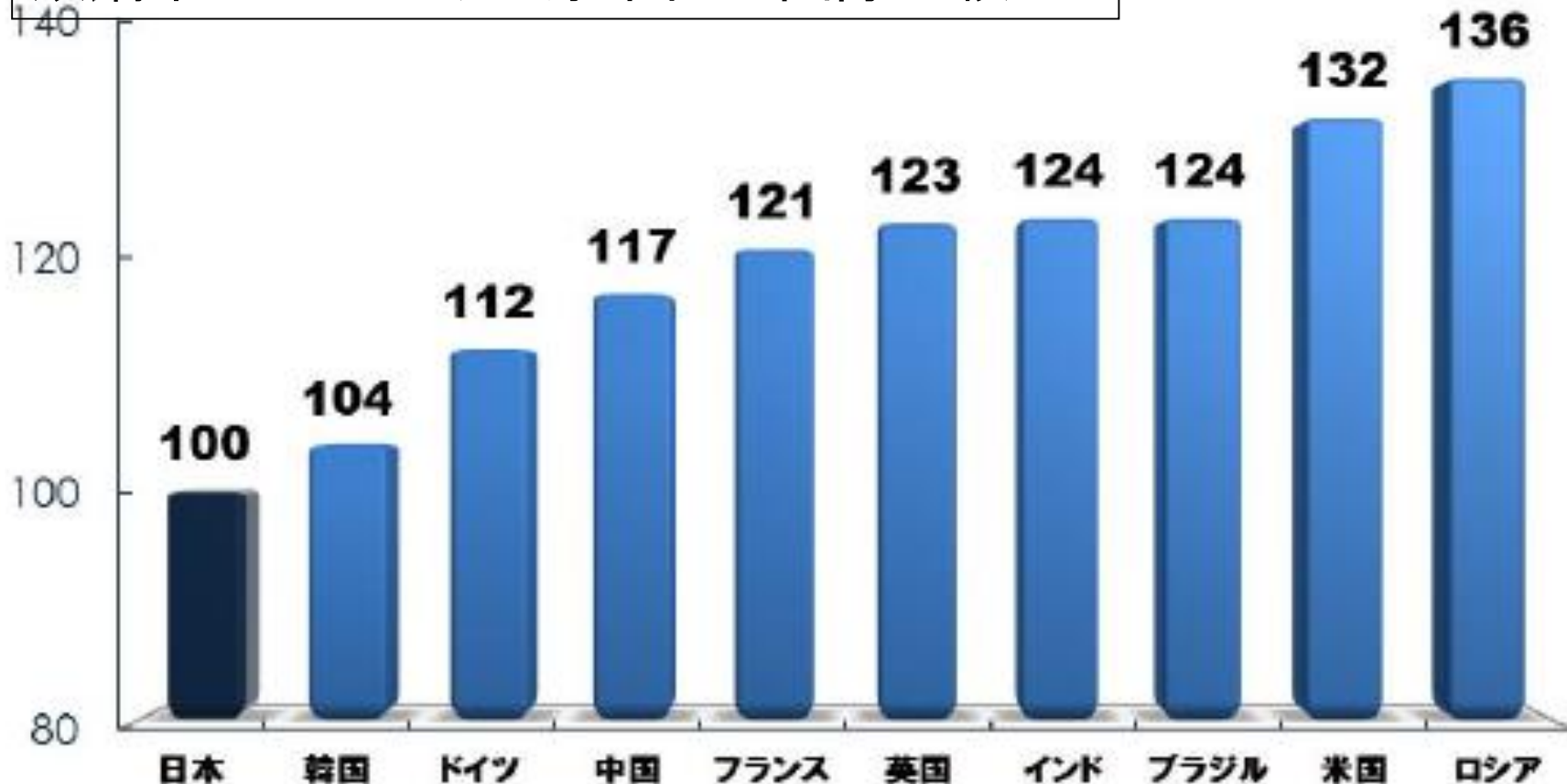


環境省「2013年度(平成25年度)温室効果ガス排出量」
「温室効果ガスインベントリオフィス」より作成

◆事業実施の背景と事業の目的

日本の鉄鋼産業は、世界トップレベルの効率性

鉄鋼業のエネルギー原単位の国際比較



鉄鋼業(高炉・転炉法)のエネルギー原単位の国際比較
出典:「2010年時点のエネルギー原単位の推計」RITE、2012年9月発表(指数化は鉄鋼連盟)

◆鉄鋼業のエネルギー消費量削減ポテンシャルの国際比較

日本の省エネポテンシャルは世界最小のため、延長線上の開発の伸び代少ない



鉄鋼業のエネルギー消費量削減ポテンシャルの国際比較

出所:『Energy Technology Perspective 2014』国際エネルギー機関(2014年5月発表)

注:棒グラフ(左軸)はBAT(Best Available Technology)を適用した場合のエネルギー消費量の削減ポテンシャル 丸印(右軸)は粗鋼トン当たりの削減ポテンシャル

◆国内外の研究開発の動向と比較

世界中で製鉄プロセスに関する技術開発が進行中

Phase-1: シーズ技術の評価・基礎研究(2008年をターゲット)

Phase-2: パイロットプロジェクト(2008年～)



北米プログラム

鉄鉱石の電気分解など基礎研究(大学との連携)が中心

南米プログラム

バイオマス など

欧州

*Ultra Low CO2 Steelmaking
ULCOS

高炉ガスからCO2分離とガスリサイクルなど低炭素鉄鋼製造、熔融還元などが中心テーマ、EU域内の国際的な連携

韓国プログラム

日本プログラム 鉄連(JISF)

CO₂分離・貯留や水素製造などセクターを超えたテーマも含む

豪州プログラム

◆政策的位置付け

様々なエネルギー政策により、革新技術開発に着手

■ Cool Earth-エネルギー革新技術計画(平成20年3月)

全世界の温室効果ガス排出量を現状に比べ2050年までに半減を目指す
この実現に向け、CO₂を大幅に削減可能とする21技術のひとつとして選定

■ エネルギーイノベーションプログラム基本計画(平成21年4月)

超燃焼システム技術 <環境調和型製鉄プロセス技術開発>

- ・最終的な技術開発目標として製鉄プロセスにおけるCO₂排出量を30%削減することを目指し、2050年までに実用化する。
- ・研究開発期間:2008年度~2017年度

■ エネルギー基本計画(平成26年4月)

エネルギー基本計画に基づき策定されたエネルギー関係技術開発ロードマップのひとつとして選定

◆技術戦略上の位置付け

エネルギー革新技術マップの中で、革新的製鉄プロセスが取り上げられる

— 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術 —

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



*EMS : Energy Management System、HEMS : House Energy Management System、BEMS : Building Energy Management System

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆エネルギー関係技術開発ロードマップ

長期的ロードマップに基づき研究開発を遂行

当該技術を必要とする背景

○製鉄業は我が国の中核産業の一つであり、世界最先端の省エネ型産業でもある。現行の製鉄プロセスは連続化・ガス再利用等の既存プロセス型省エネ技術は導入済みで、世界最高水準のエネルギー効率を誇っている。しかし、鉄鋼業が排出するCO₂の約7割は高炉プロセスで発生していることから、高炉プロセスについての抜本的な技術開発による大幅なCO₂の削減が喫緊の課題。技術的ハードルが高く、長期の技術開発が必要であり、一社単独では実現出来ないため鉄鋼業界として推進している。

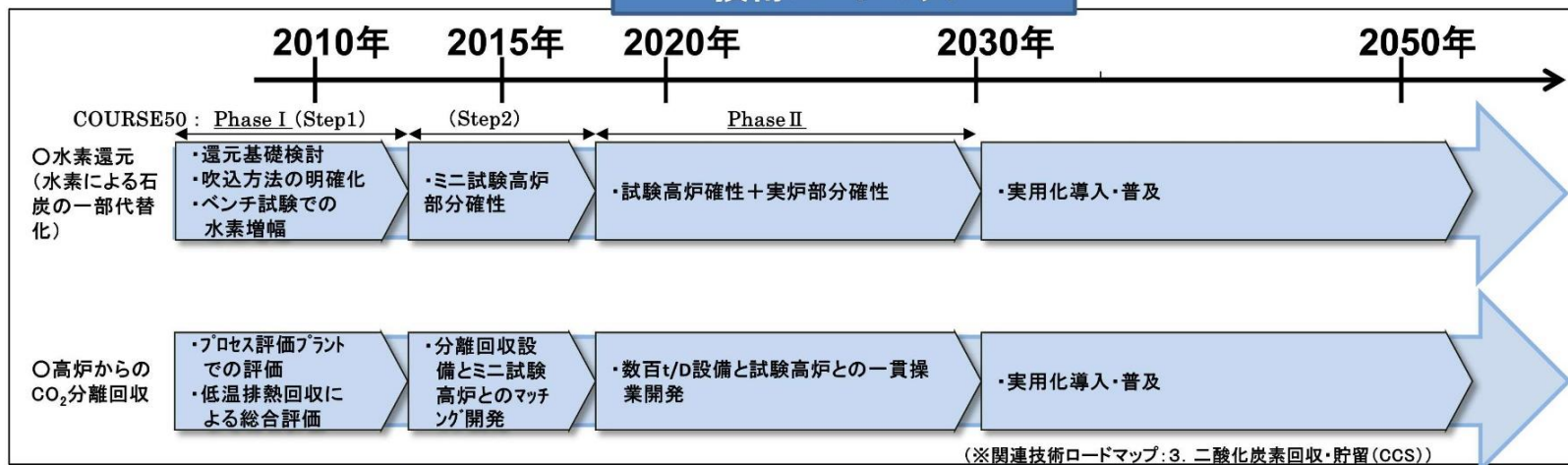
当該技術の概要及び我が国の技術開発の動向

○(1)コークス製造時に発生する高温の副生ガスに50%程度含まれる水素を活用し、コークスの一部代替に当該水素を用いて鉄鉱石を還元する技術の開発、(2)CO₂濃度が高い高炉ガスからCO₂を分離するための新たな吸収液の開発、物理吸着技術の開発、製鉄所内の未利用低温排熱を利用した新たなCO₂分離・回収技術の開発を実施。
 ○CCSはCO₂分離・回収・貯留の一連の技術。高炉ガスからのCO₂分離・回収については、独自に開発を行っている一方で、貯留については、発電所の排ガスからのCO₂貯留と共通の技術を利用予定。

導入に当たっての制度的制約等の社会的課題

○CO₂貯留に関するインフラ整備と実機化に経済合理性が確保されることが前提。

技術ロードマップ



備考(海外動向、他の機関における取組)

○米国、EU、豪州では、新規フラッシュ製鉄プロセスや、炉室内への鉄鉱石の直接投入プロセスの開発、代替燃料の開発等に取り組んでいるが、いずれも研究段階か、資金不足などにより中断している。実用化に向けた取組の段階にあるのは、日本だけである。

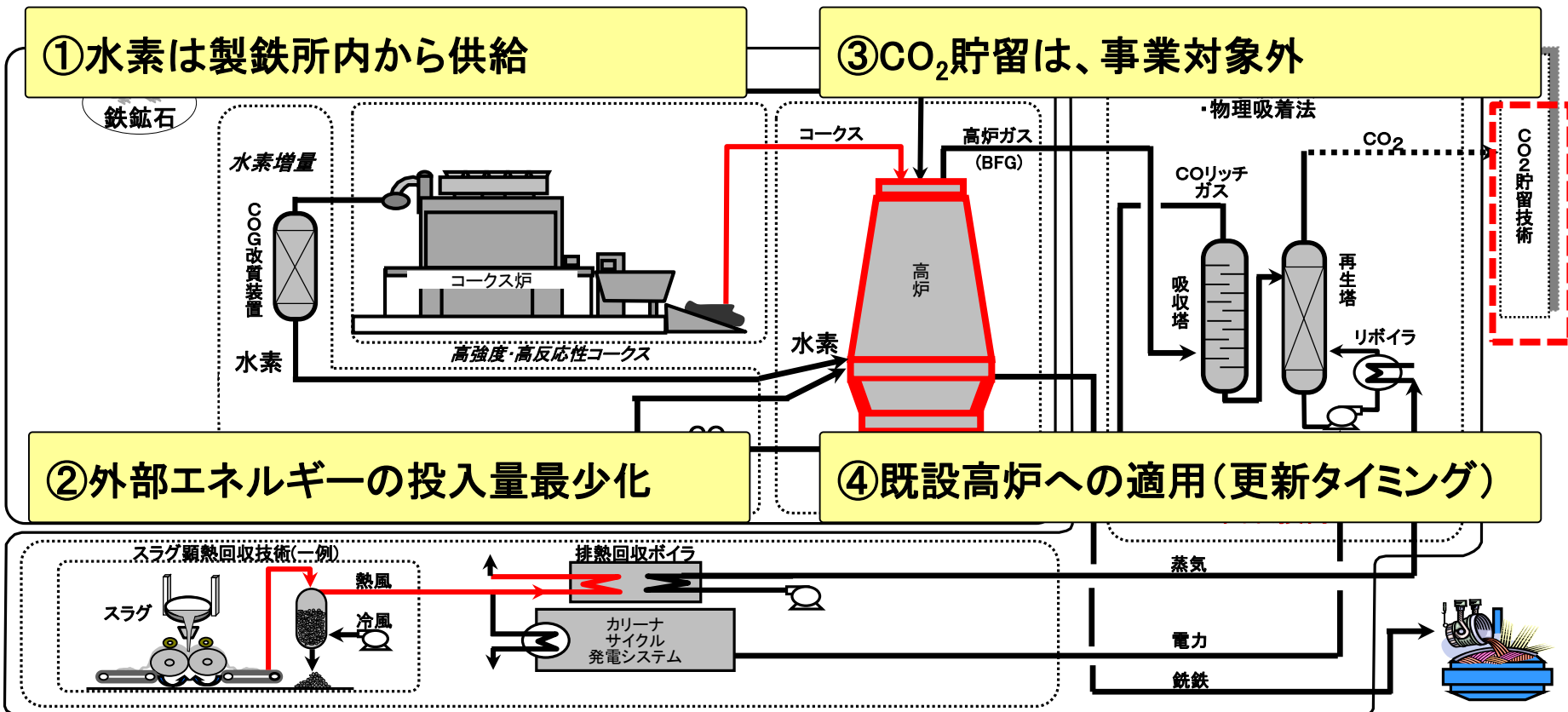
◆ COURSE50事業の目的と前提条件

目的

高炉からのCO₂排出量を30%削減し、2030年までに初号機を実用化できる技術を確立する。

①水素は製鉄所内から供給

③CO₂貯留は、事業対象外



②外部エネルギーの投入量最少化

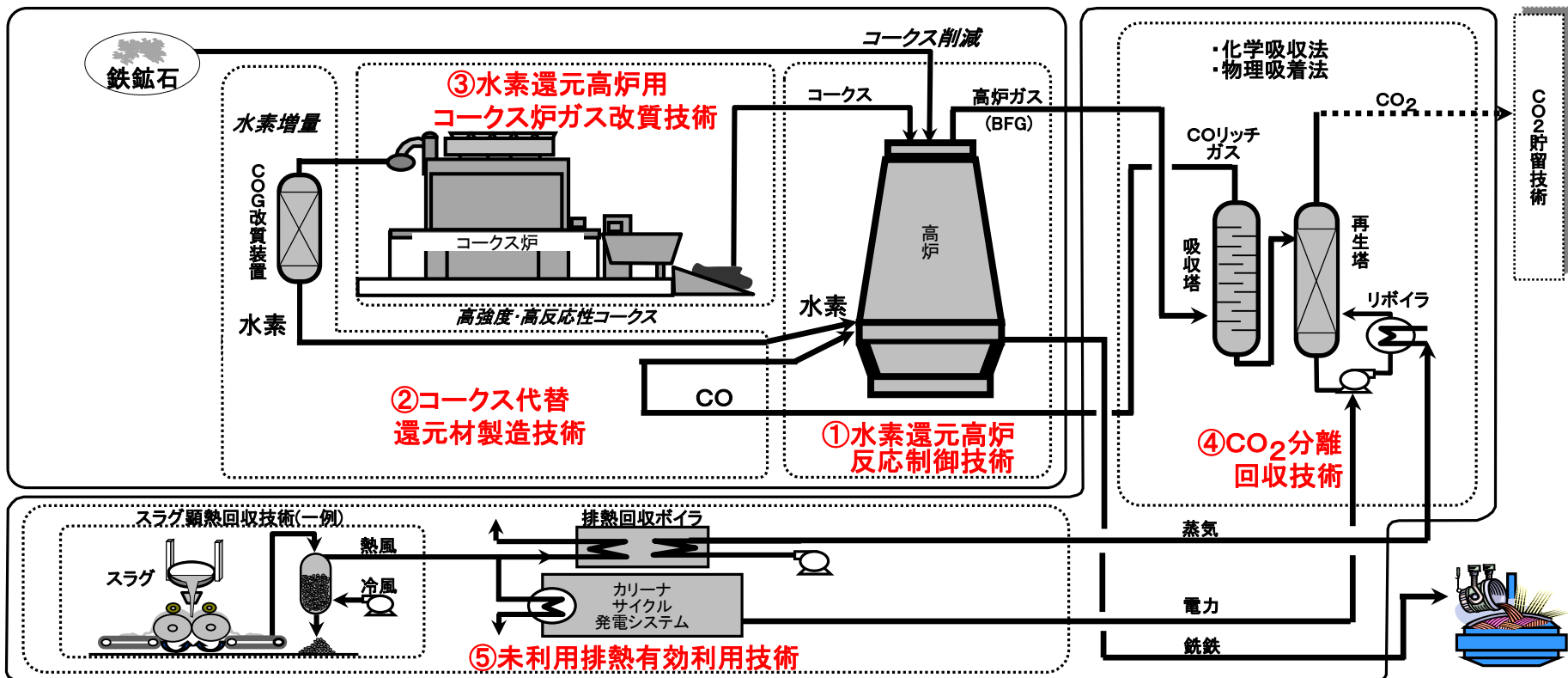
④既設高炉への適用(更新タイミング)

◆ COURSE50事業の概要

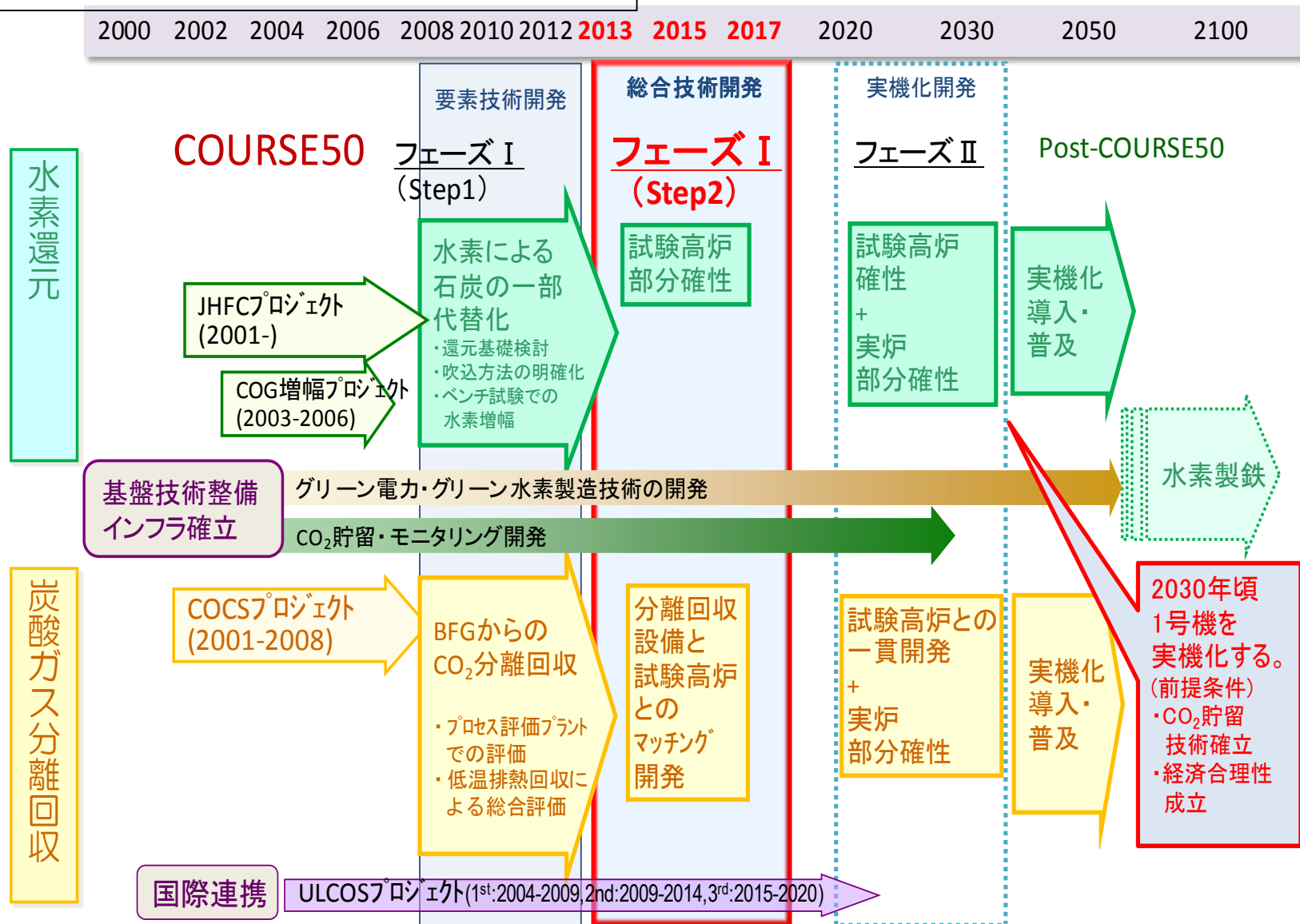
1) ②コークス改良、③コークス炉ガス改質水素による①鉱石還元技術

2) ⑤未利用排熱を活用した高炉ガスからの④CO₂分離回収技術

-10%
-20%
CO₂排出量の約30%削減



◆実機化までのスケジュール



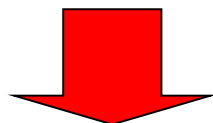
◆NEDOが関与する意義

鉄鋼業としての抜本的なCO₂削減技術の開発は、

- 地球温暖化対策のための中長期的視野から必要
- 国のCO₂削減のための政策として必要
- CO₂分離回収は、エネルギー増加を招くため新たな技術との組み合わせが必要など、コスト増の要因となり、民間の開発インセンティブが働きにくい

+

- 研究開発の難易度: 非常に高
- 投資規模: 非常に大 = 開発リスク: 非常に大



民間の能力を活用してNEDOが資金負担を行うことにより
研究開発を推進すべき事業

◆実施の効果（費用対効果）

●インプット

➤プロジェクト費用の総額

①想定360億円

(2008-2017実績 260億円
2018-2027想定 100億円)

●アウトカム

➤コスト削減効果予測(2050年)

②計1兆6,000億円

(800億円/年×20年)

➤市場規模

③18兆円

➤CO₂削減効果

4,990万ton/年

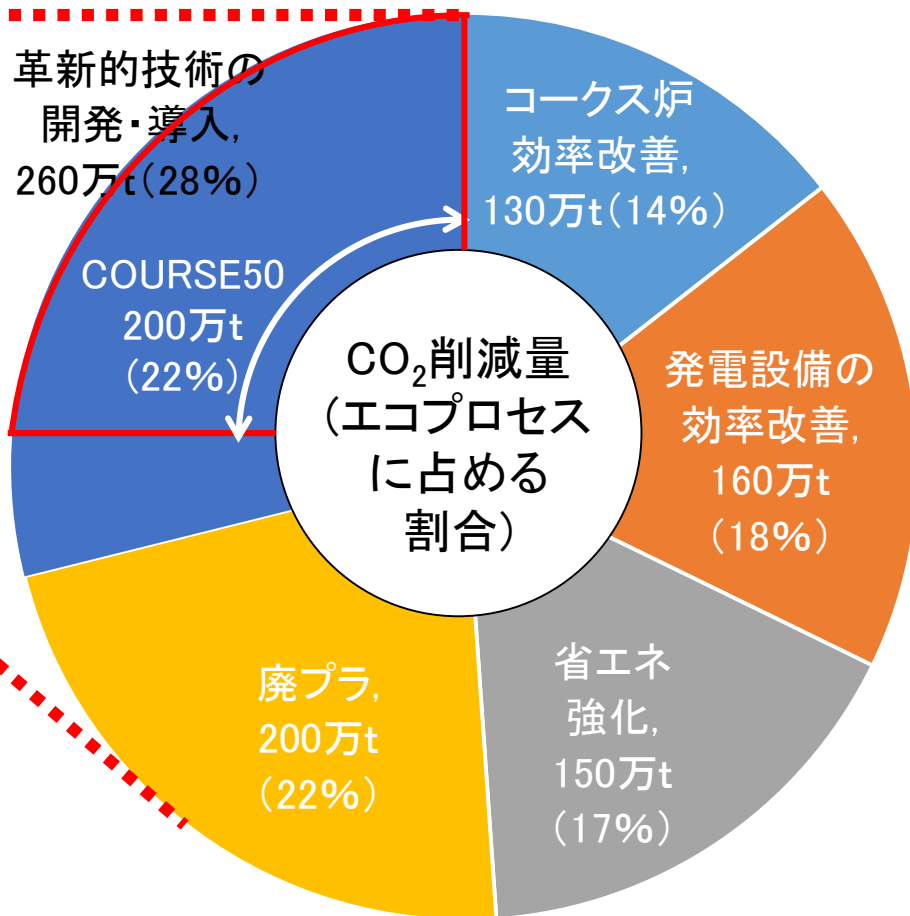
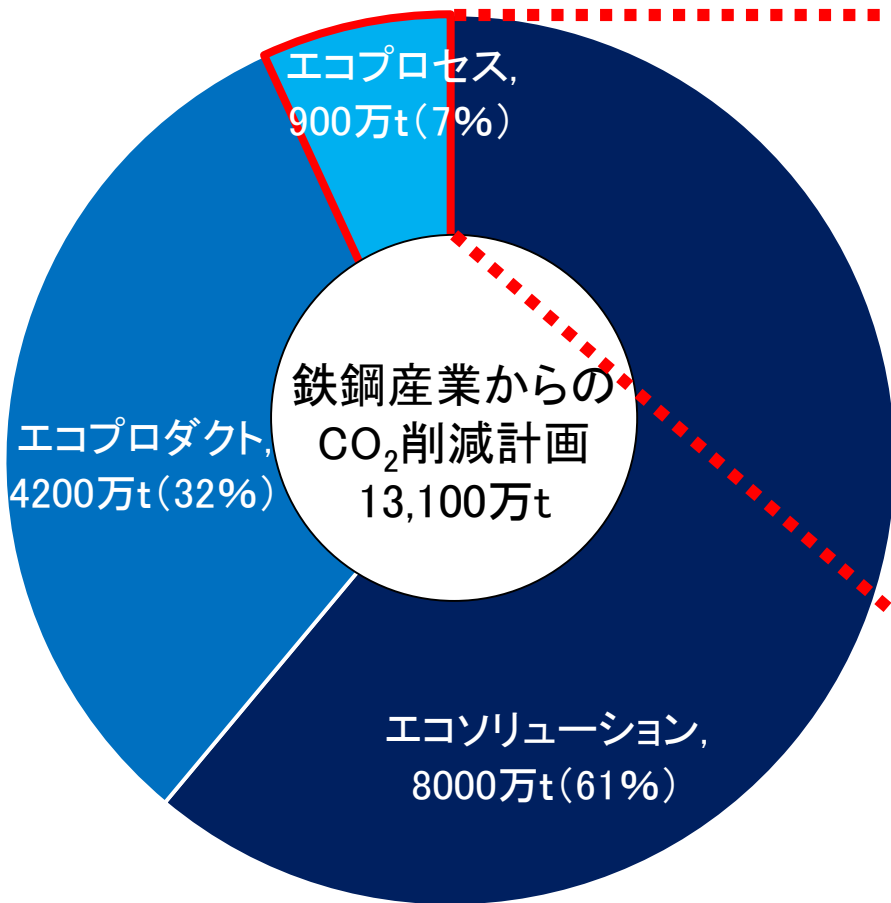
●金銭価値換算で540倍の費用対効果は妥当と言える

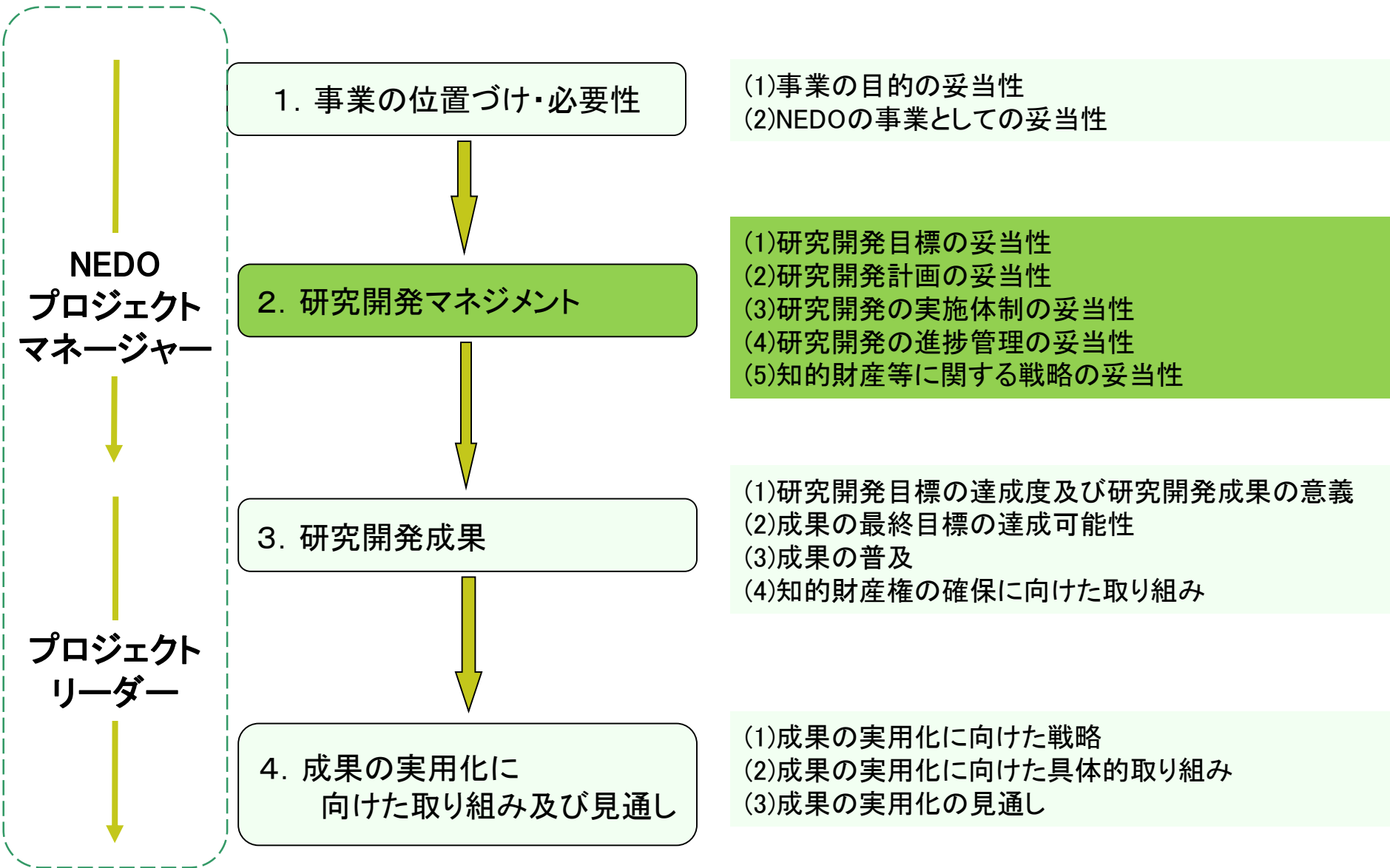
(②16,000 + ③180,000) / ① 360

◆実施の効果:社会的なインパクト

COURSE50事業は、**低炭素社会実行計画**の一翼を担う

2030年度 低炭素社会実行計画フェーズⅡ





◆事業の目標

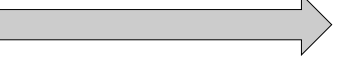
項目	【中間目標】	【最終目標】
(a) 高炉からのCO ₂ 排出削減技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・水素還元の効果을最大限とするための技術をラボレベルで検討し実現性、有効性に対するめどを得て具体的な実証試験の計画を立案する。 ・12m³規模試験高炉の建設を完了させる。 ・触媒を用いてCOGに含まれるタールや炭化水素を水素に改質する技術において高炉への吹き込みガス用としての改質反応の最適化、改質触媒の活性劣化対策技術の確立を図る。 ・メタン改質等の総合的に改質向上に資する要素技術のめどを得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・12m³規模試験高炉により高炉からのCO₂排出量を削減する技術を確立する。
(b) 高炉ガス(BFG)からのCO ₂ 分離回収技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂分離回収コスト2,000円/t-CO₂を実現可能な技術の充実を指向し再生温度、分離回収エネルギーの低減などの技術開発のめどを得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高炉ガス(BFG)からのCO₂分離回収コスト2,000円/t-CO₂を可能とする技術を確立する。

◆ 研究開発のスケジュール

世界最大規模の試験高炉にて試験操作を行い、CO₂排出低減効果を検証

2008 2013 2018 2030 2050

フェーズ I ステップ1 (2008-2012)



水素による鉄鉱石還元と高炉ガスからのCO₂分離回収等の要素技術開発

[事業費:100億円]

フェーズ I ステップ2 (2013-2017)



12m³試験高炉を主体とした「水素還元とCO₂分離回収を統合した総合技術開発」

[事業費:160億円規模]

2014～: 試験高炉 建設開始
2016～: 試験高炉 操作・データ取得



フェーズ II
実用化開発

初号機 国内全高炉

実用化・普及

※CO₂貯留に関するインフラ整備と実機化に経済合理性が確保されることが前提

高炉関連設備の更新タイミングを踏まえ、2050年頃までに普及を目指す 19/26

◆プロジェクト費用

サブテーマ名	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	計
①鉄鉱石還元への水素活用技術の開発	452	288	100	119	43.9	1,002.9
②コークス炉ガス(COG)改質技術の開発	406	572	538	336	153.2	2,005.2
③コークス改良技術開発	225	113	123	208	106.1	775.1
④CO ₂ 分離・回収技術開発	322	185	241	169	59.4	976.4
⑤未利用排熱活用技術の開発	176	225	100	75	23.7	599.7
⑥試験高炉によるプロセス評価技術開発	979	3,588	3,600	1110	1040.7	10,217.7
⑦全体プロセスの評価・検討 (内新規技術創出研究)	115 (103)	108 (96)	88 (79)	83 (75)	60.5 (55)	454.5 (408)
計	2,675	5,079	4,790	2100	1487.5	16,131.5

(百万円)

◆ 研究開発の実施体制

NEDO

凡例 : 会議体

技術検討委員会

プロジェクトリーダー(PL)
新日鐵住金(株) 荒木製鉄技術部長

日本鉄鋼連盟

アドバイザー: 茅 陽一 東京大学名誉教授

COURSE50委員会 (日本鉄鋼連盟内)
委員長 : 新日鐵住金(株) 藤野副社長
副委員長 : JFEスチール(株) 渡辺常務執行役員

NEDO委託事業対象

実施者(委託先)
(株)神戸製鋼所 
JFEスチール(株) 
新日鐵住金(株) 
新日鐵住金エンジニアリング(株) 
日新製鋼(株) 

サブテーマ7
全体プロセス評価・検討

- 試験高炉WG
- プロセス評価WG
- 新規技術創出WG

企画・運営会議

知財会議

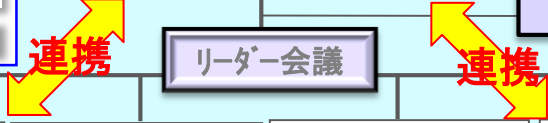
対外報告企画

アドバイザーボード

成果報告会

サブテーマ進捗会議

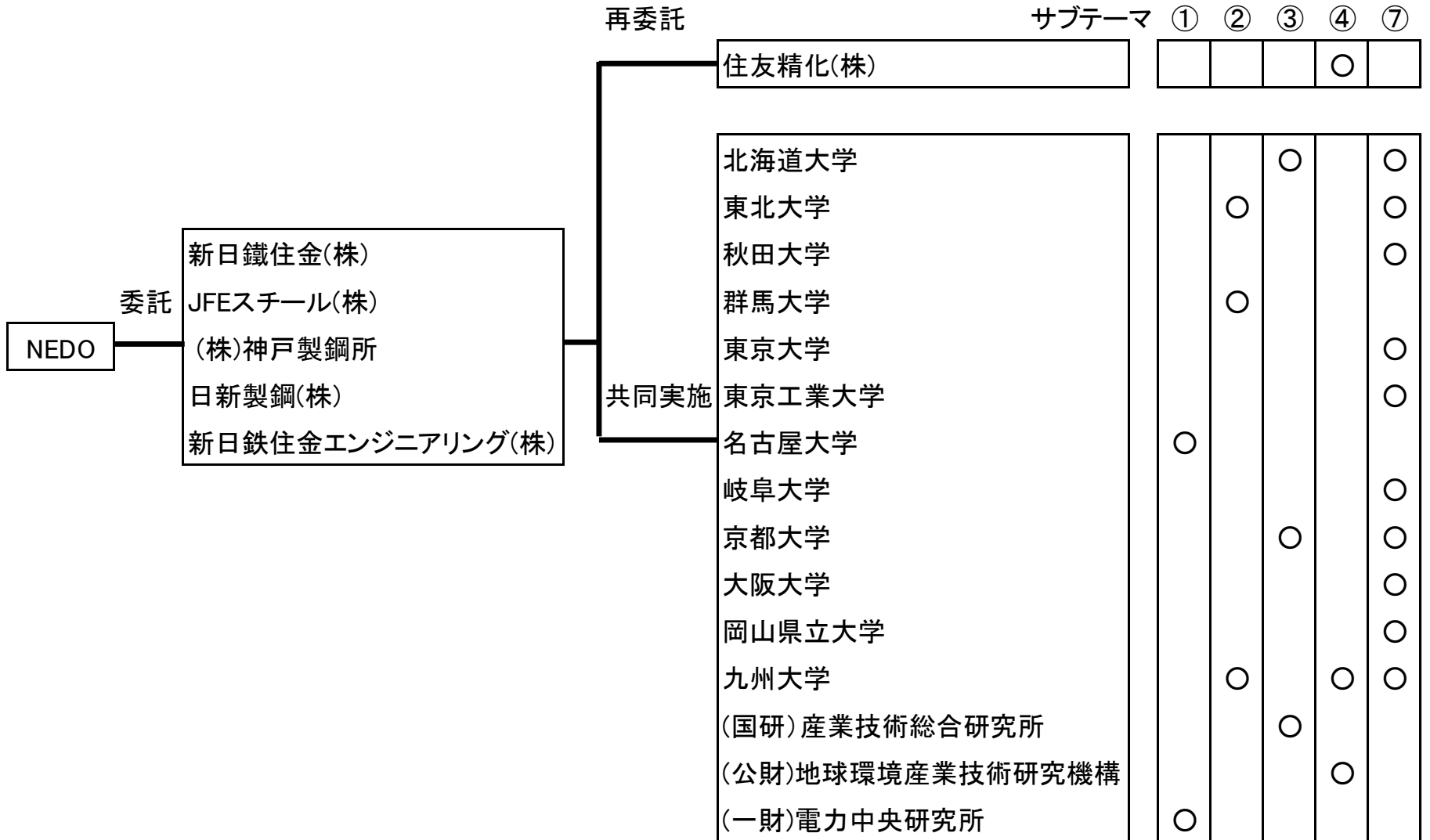
リーダー会議



<p>サブテーマ1 鉄鉱石還元への水素活用技術</p> <p>担当者会議</p>	<p>サブテーマ2 COG改質技術</p> <p>担当者会議</p>	<p>サブテーマ3 コークス改良技術</p> <p>担当者会議</p>	<p>サブテーマ4 CO₂分離・回収技術</p> <p>担当者会議</p>	<p>サブテーマ5 未利用顕熱回収技術</p> <p>担当者会議</p>	<p>サブテーマ6 試験高炉によるプロセス評価技術</p> <p>担当者会議</p>
---	---	--	---	---	---

◆ 研究開発の実施体制

革新技術の強みを生かし、現象把握の弱みを補うために、大学等に再委託



◆ 研究開発の進捗管理

技術検討委員会にて、外部委員より**技術面**と**実用面**に関して助言をいただく

目的

専門的知見を有する外部有識者から、目標達成に向けたコメント、助言を得て、効率的な研究開発を行う

委員リスト

委員長	亀山名誉教授	東京農工大学
委員	伊藤教授	早稲田大学
	小野崎理事	(一財)エネルギー総合工学研究所
	小林教授	東北大学
	巽シニアコーディネータ	国際石油開発帝石株式会社
	月橋教授	東京大学大学院
	長坂教授	東北大学大学院

内容(例)

- 2回／年 NEDO主催で開催
コメント例
- ・ 定量的なマイルストーンを設定すること
 - ・ 長期の事業であり、外部環境の変化に合わせて事業を進めること
 - ・ 確立した技術があれば、製鉄以外の分野でも実用化する様検討すること
 - ・ 高炉内の現象のシミュレーション技術を、リスク、トラブル予見に活用できないか

↓
今後の研究開発に活用

◆ 動向・情勢の把握と対応

世界でも製鉄プロセスにおける**革新的技術開発**が立ち上がり、**動向を監視中**

ULCOSプロジェクト

The Ultra-Low Carbon Dioxide Steelmaking

内容:
 欧州において、高炉ガスからのCO₂分離・貯留(CCS)および脱CO₂ガスの高炉利用技術を開発し、CO還元率の向上

現状:
 技術的、及び経済的問題により延期

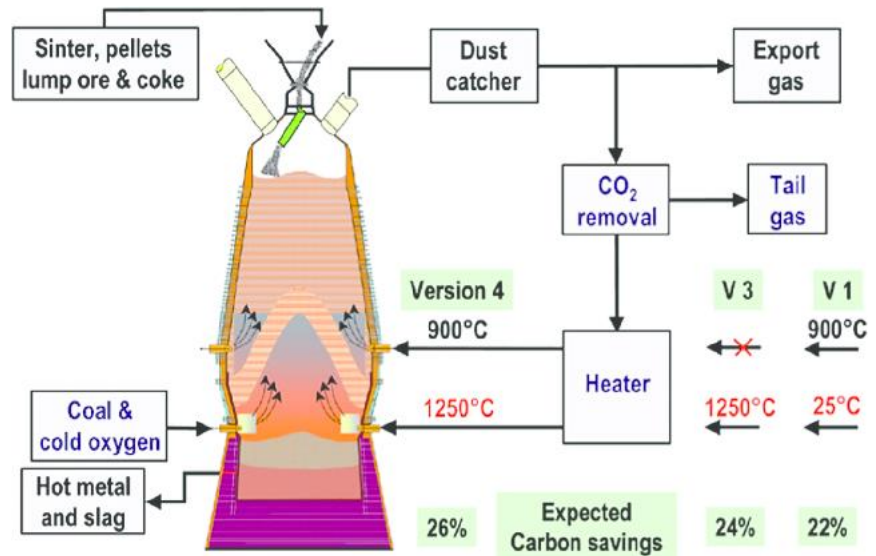
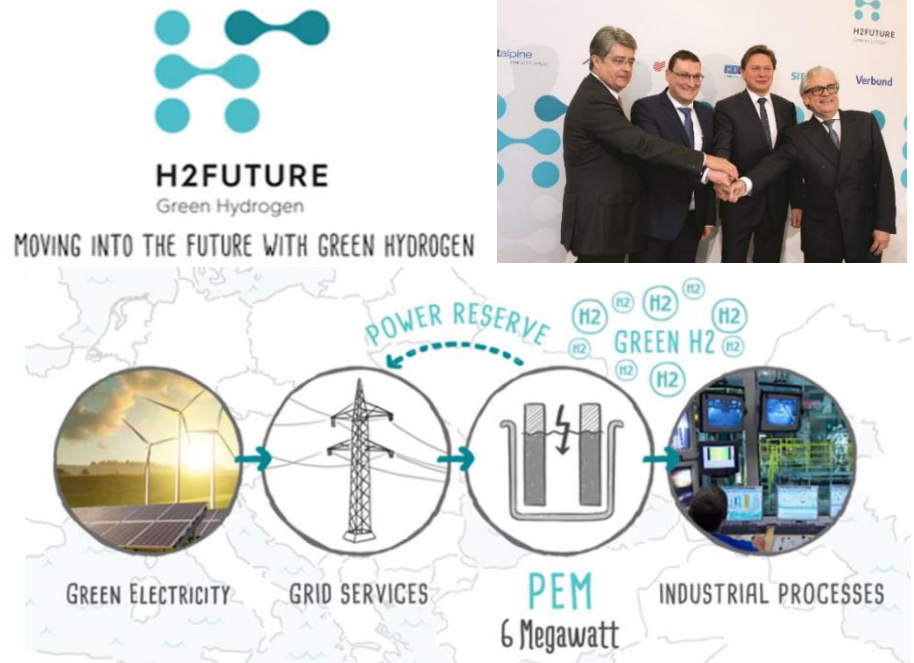


図 ULCOS設備の概要

グリーン水素プロジェクト

内容:
 再生可能エネルギー由来の電力から生成した水素を高炉に注入

現状:
 2017年2月から 開始



出展: H₂ future公式サイト

◆ 中間評価結果への対応

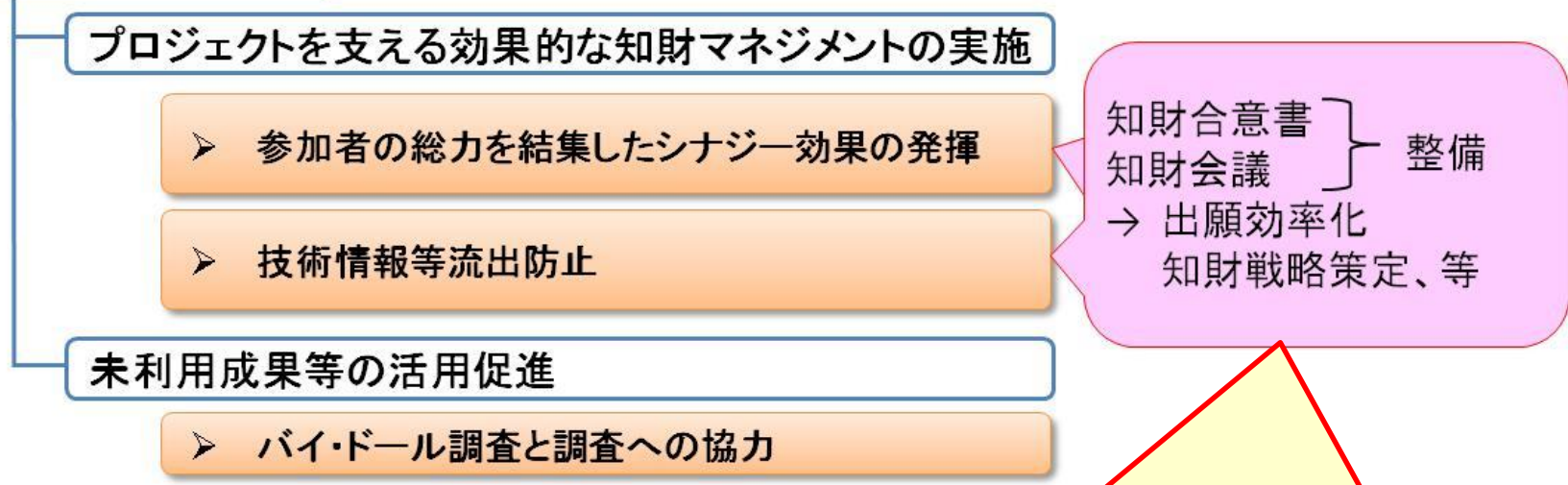
中間評価での指摘事項を以後の事業に反映し、**方向修正済み**

項目	指摘事項	対応方針
研究開発マネジメント	製鉄所内の排熱回収技術に関しては、対象とする製鉄所によってロケーションが異なるが、オールジャパン体制の利点を生かして、国内の製鉄所の排熱回収能力を把握しておくことや、各社社内の関係部署への理解促進を進めておくマネジメントも、実用化の上で重要になると思われる。	<p>基本計画の全体プロセスの評価・検討を、「国内の製鉄所の排熱回収能力を加味した代表的な国内製鉄所をモデルとし、製鉄プロセス全体の最適化を検討し、製鉄所からのCO2排出量30%削減を可能にするための総合的な評価、検討を行う」に修正する。</p> <p>なお、本プロジェクトのために設置した、委託先各社の経営陣が出席するCOURSE50委員会を通じ、事業成果等の周知を図っているが、引き続き更なる理解促進に努める。</p>
成果の実用化に向けての取り組み及び見通し	SG3、4、5などでの成果は実用化に近く、既存の高炉あるいは製鉄プロセス以外にも適用可能な技術として積極的に展開すべきであり、2030年を待たずとも一部実用化済みになるよう、推進されることを期待する。	<p>基本計画の成果の普及において、以下に修正する。</p> <p>「得られた研究開発成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとし、製鉄プロセス以外への早期実用化が見込まれる技術については、技術の横展開を後押しする。」</p> <p>なお、引き続き成果普及のための調査等に努める。</p>

◆ 知的財産権等に関する戦略

- ① NEDO知財方針を適用し、知財合意書、知財会議を整備
- ② 知財会議で各サブテーマ毎の知財戦略を策定
- ③ 基本特許を出願

NEDO知財方針の概要



- ・ 出願手順等を定め、出願効率化
- ・ 海外出願を含めた出願の是非、出願内容等を審議。
- ・ 実用化が相当先である技術に対して、安易に出願を行わないよう、出願戦略を議論。
- ・ 海外への技術流出防止を意識した知財戦略を構築。