

地域発省エネ・脱炭素技術による産業創出: 低温精製技術の発展・適用

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
量子エネルギー部門 六ヶ所研究所

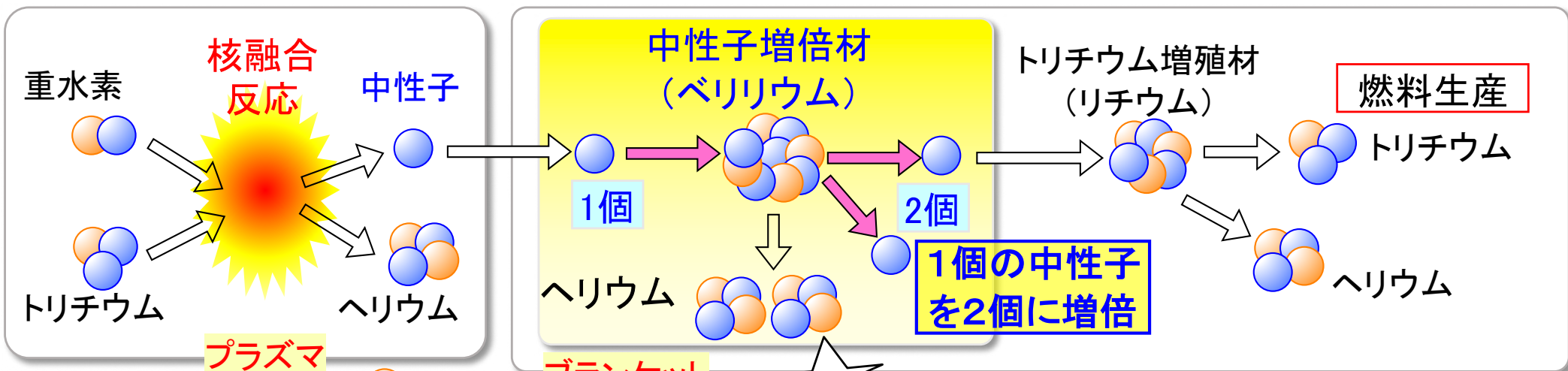
中道 勝



技術説明

化学処理とマイクロ波加熱による低温精製技術

新低温金属精製技術開発の背景 -核融合炉におけるベリリウム利用-



ベリリウム金属(Be)及びその合金が候補材
↳ ベリリウムはレアメタルの一つでもある

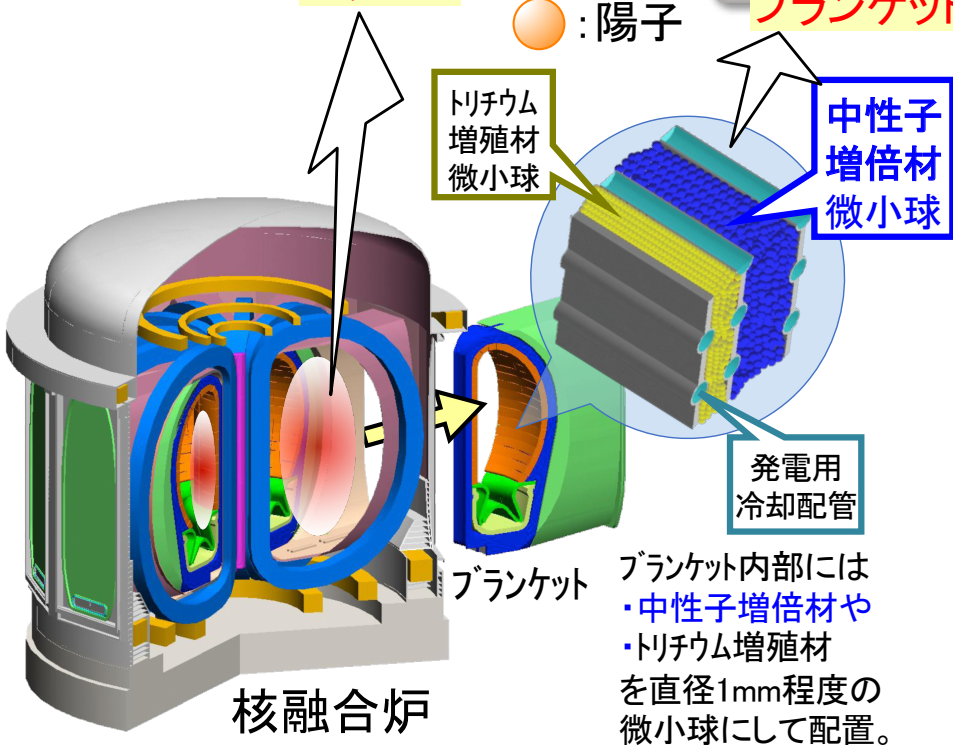
元素	Li	Be	Ti	In	Nd	Sm	W	Pt
存在度 (ppm)	13	1.5	5400	0.05	16	3.5	1.0	0.001

Ref.: Newton別冊完全図解周期表第2版(2010)

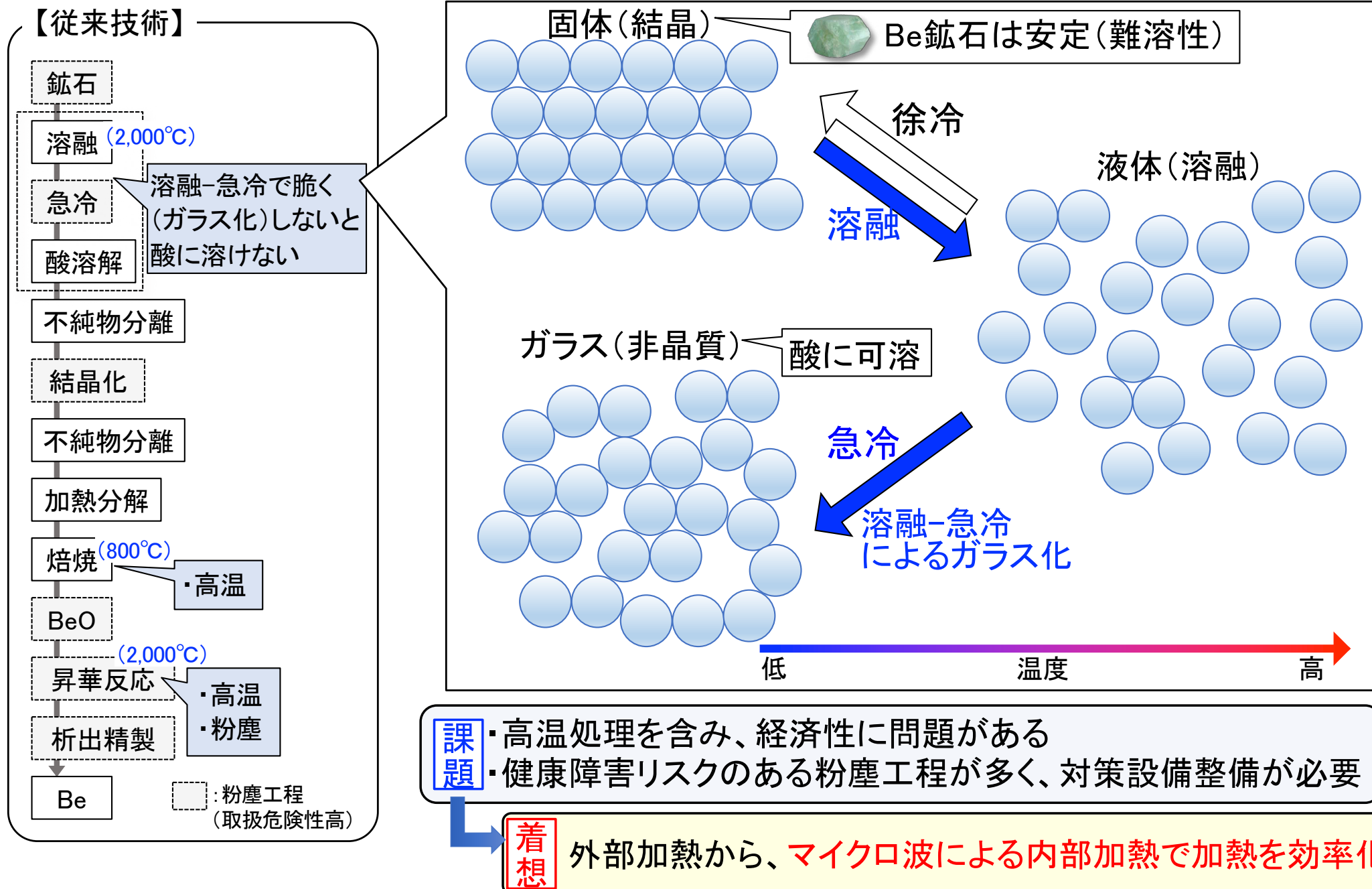
- ・原型炉 : 500トン/基必要 (4年毎交換)
- ・Be生産量 : 300トン/年 (米国一企業による寡占状態)
- ・精製技術 : 複雑、エネルギー多消費型プロセス

ベリリウム資源安定確保に向けた戦略的活動が必要

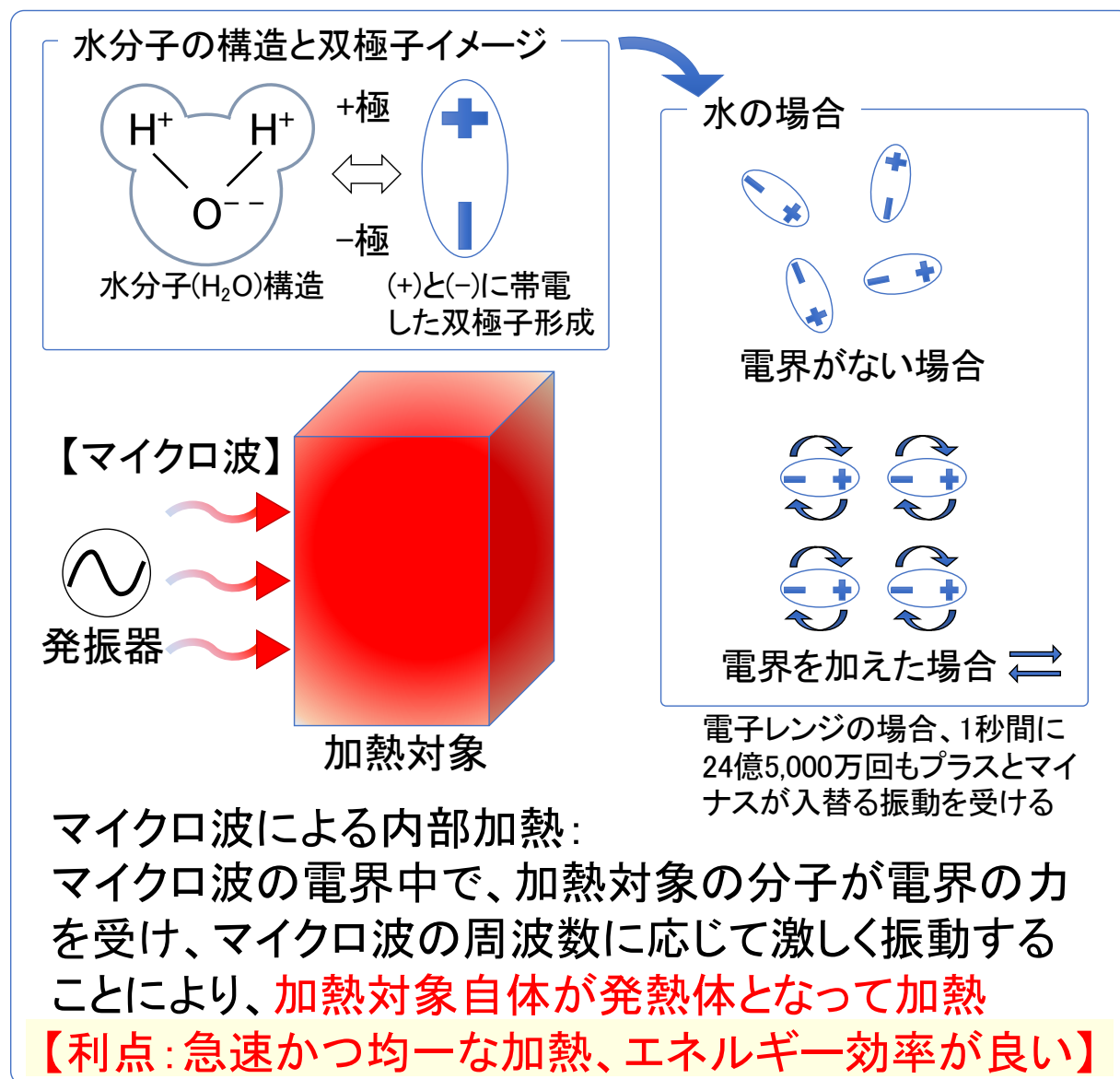
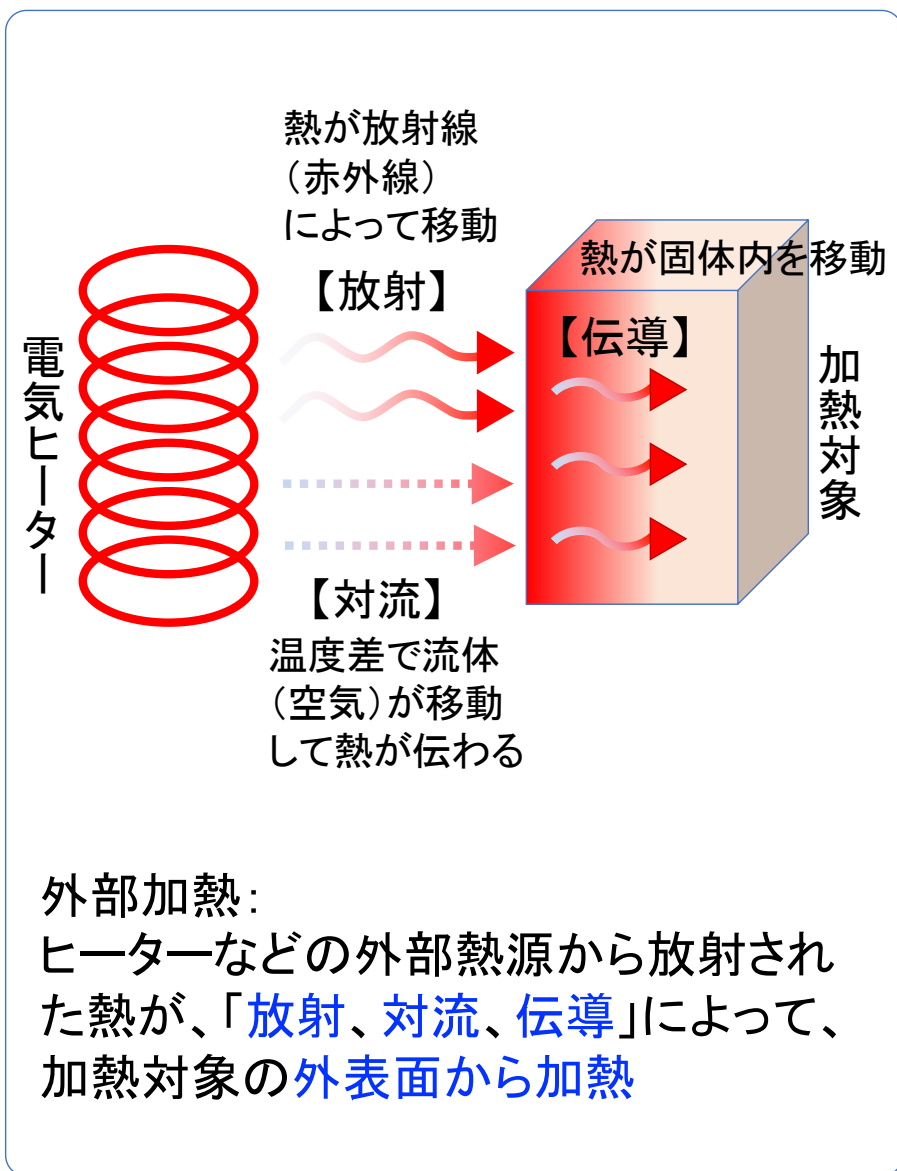
経済性に優れた新たな精製技術開発に着手



ベリリウム精製の従来技術(外部加熱によるエネルギー多消費型プロセス)

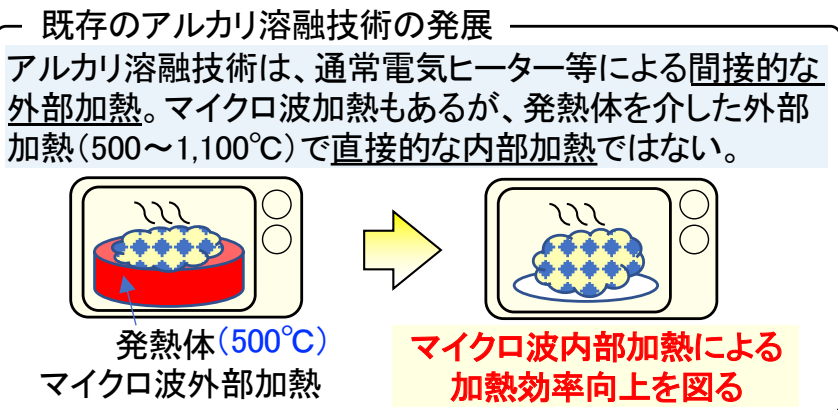
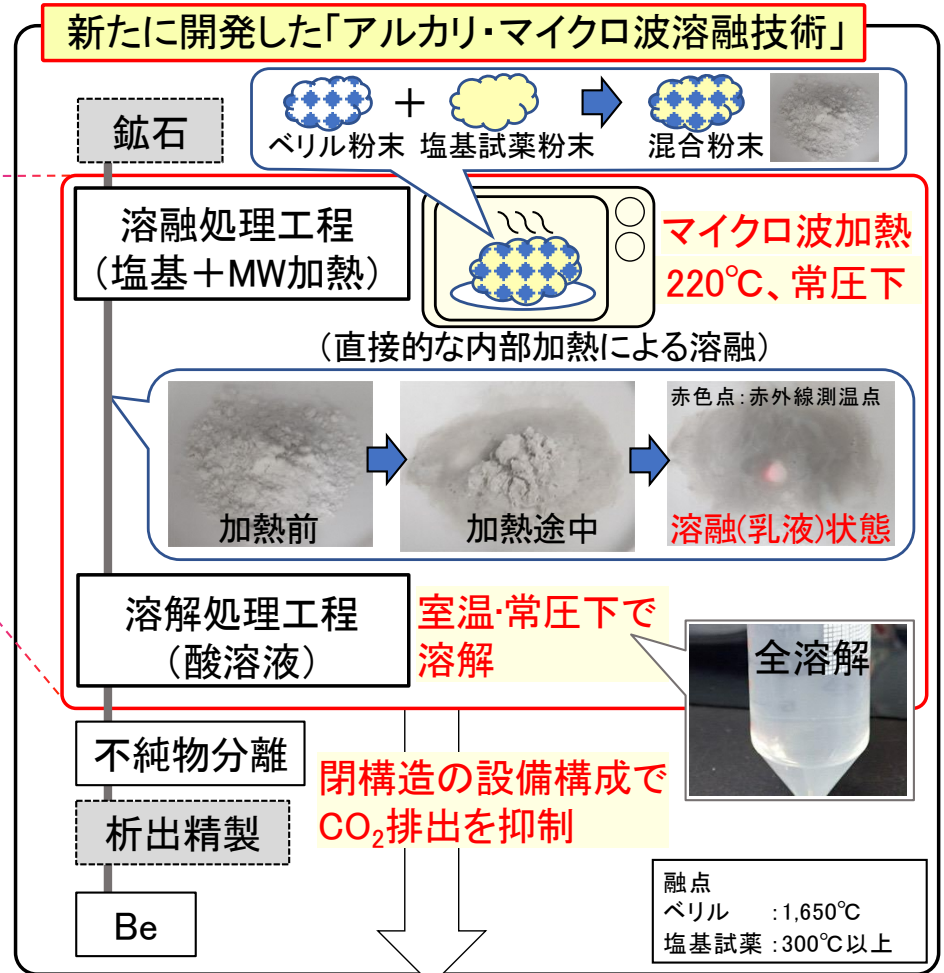
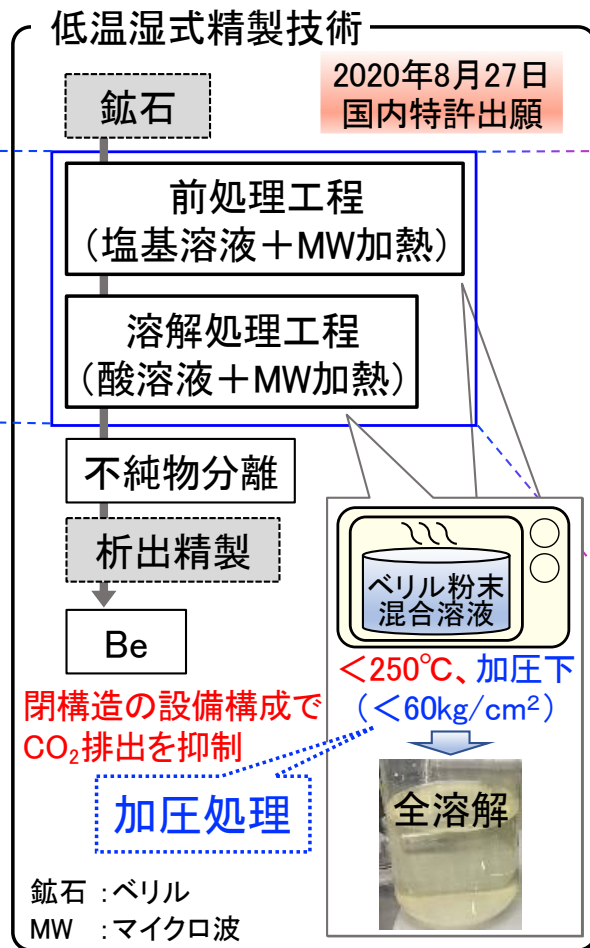
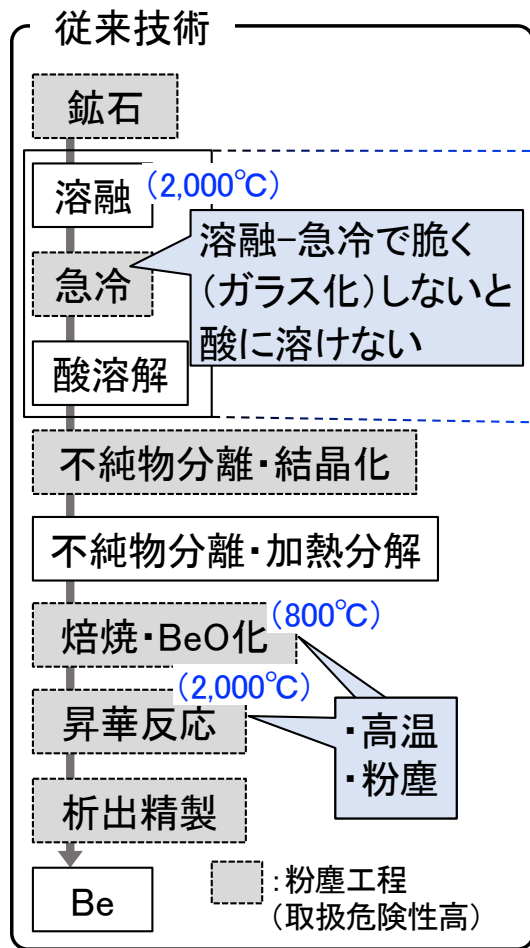


外部加熱と、マイクロ波による内部加熱の違い(マイクロ波加熱の利点)



鉄やマグネシウム精製の還元工程で、マイクロ波加熱利用例があるが $1,000^\circ\text{C}$ 以上と高温

→ 高温の溶融処理ではなく、化学的な溶解処理による精製、その熱源にマイクロ波加熱利用を提案



実験装置規模での溶解プロセス消費電力比較

- 従来技術の2,000°C溶融に対し、1/1,000のエネルギーで溶融。
- 500°Cの外部加熱に対し、220°Cと反応促進効果が認められ、30パーセントのエネルギーで溶融が可能。
- 低温湿式精製技術に対して、常圧下処理により設備整備を低減。
- 閉構造の設備構成でCO₂排出を抑制し、安全取扱が可能。

2021年3月10日国内特許出願

マイクロ波の産業利用例

マイクロ波加熱の応用

環境

- ・有害物質の分解・無害化
- ・プラスチックの油化・固化
- ・ごみ焼却・排ガス処理など

医療

- ・殺菌
- ・加温治療
- ・血管治療・切断など

食品

- ・殺菌、加工、解凍
- ・濃縮・乾燥など

フィルム・紙・印刷

- ・薄膜形成
- ・電子配線の焼成
- ・接着剤選択乾燥
- ・インク・塗料乾燥など

農業

- ・土壌の殺菌
- ・有害物の抽出・分解など

木材

- ・木材の乾燥
- ・接着・曲げ加工など

マイクロ波化学の応用

無機化学

- ・機能材合成
- ・ナノ材料合成
- ・接合・焼成・か焼
- ・製錬・冶金
- ・乾燥など

有機・高分子化学

- ・急速材料・錯体合成
- ・選択的反応合成
- ・溶媒・触媒無し反応
- ・ゴムの加硫・発泡
- ・高分子合成など

触媒化学

- ・不均一・均一触媒合成
- ・高品質触媒合成など

生化学

- ・酵素反応
- ・DNA染色など

分析化学

- ・成分抽出・濃縮
- ・酸・塩基処理
- ・高速濃縮・分解など

*)堀越智編「よくわかる電磁波化学」より

マイクロ波加熱技術は、産業規模での事業実績を有しており、実用化に向けては、**スケールアップの段階的な実証**は必要だが、**産業規模拡大への技術的な課題はない**。

QSTとマイクロ波化学株式会社(MWCC)との共同プレス発表(R4.1.20)

- ・QSTとMWCCは、化学処理とマイクロ波加熱を組み合わせ、**レアメタルの新たな省エネ精製技術の実証試験**に向け、共同研究契約を締結しました。
- ・実証試験では、事業規模のプラント設計に必要な、**スケール効果や種々の金属・鉱石への適用性を検証**します。
- ・**熱利用製造プロセスの省エネ・CO₂削減化**を進めている各種産業への技術移転を通して、**カーボンニュートラル化へ、そして、持続可能な開発目標(SDGs)の達成に貢献**。



緑柱石 ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$)

外部資金活動
共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)
育成型

COI-NEXT

MiRESSO

COI-NEXT for **Mineral Recycling System and Society**
Driven by Innovative Refining Technology

革新的精製技術が駆動する有限鉱物資源循環システム共創拠点 (MiRESSO)

- 脱炭素社会を支える有限鉱物資源の供給安定性の確保
及び環境親和型の技術革新と駆動人材育成ネットワークの構築 -

- | | | |
|-----------|---------------------------------|----------------------|
| 代表機関 | : 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構(QST) | |
| | プロジェクトリーダー | : 中道 勝 |
| | 副プロジェクトリーダー | : 太田 星 (NGKからの客員研究員) |
| | 拠点の全体管理を担う組織責任者 | : 林 巧 |
| 参画機関(大学等) | : 国立大学法人 東北大学 金属材料研究所(東北大) | : 笠田 竜太 教授 |
| [研究開発責任者] | 一般財団法人 国際資源開発研修センター(JMEC) | : 藤井 昇 上席調査主幹 |
| | 国立大学法人 北海道大学 大学院工学研究院(北大) | : 廣吉 直樹 教授 |
| | 国立大学法人 京都大学 エネルギー理工学研究所(京大) | : 向井 啓祐 助教 |
| | 国立大学法人 東京大学 大学院工学研究科(東大) | : 高谷 雄太郎 准教授 |
| | 学校法人 千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター(千葉工大) | : 藤永 公一郎 上席研究員 |
| 参画機関(企業等) | : 日本ガイシ株式会社(NGK) | : 千葉 広樹 技術開発部長 |
| [実施責任者] | 株式会社化研(化研) | : 川上 智彦 技術部兼開発部長 |
| | アルコニクス株式会社(アルコニ) | : 市橋 匠 専門部長 |
| | 青森県エネルギー総合対策局(青森県) | : 清川 秀一 課長代理 |
| | 新むつ小川原株式会社(SMO) | : 野口 卓記 部長 |

COI-NEXT

MiRESSO

COI-NEXT for **Mineral Recycling System and Society**
Driven by Innovative Refining Technology

革新的精製技術が駆動する有限鉱物資源循環システム共創拠点 (MiRESSO)

-脱炭素社会を支える有限鉱物資源の供給安定性の確保
及び環境親和型の技術革新と駆動人材育成ネットワークの構築 -

代表機関

: 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構(QST)

プロジェクトリーダー

: 中道 勝

副プロジェクトリーダー

・大田 星 (NGKからの客員研究員)

参画機関(大学等)
[研究開発責任者]

ロゴと愛称(ミレツソ)について

英語タイトル(COI-NEXT for **Mineral Recycling System and Society** Driven by Innovative Refining Technology)より

頭文字を選定し、「ミレツ」とリサイクル（繰返し音楽記号）を音楽的図案で表現しました。

(arranged & designed by 笠田教授) 部長

参画機関(企業等)
[実施責任者]

アルニックス株式会社(アルニ)

: 中橋 匠 専門部長

青森県エネルギー総合対策局(青森県)

: 清川 秀一 課長代理

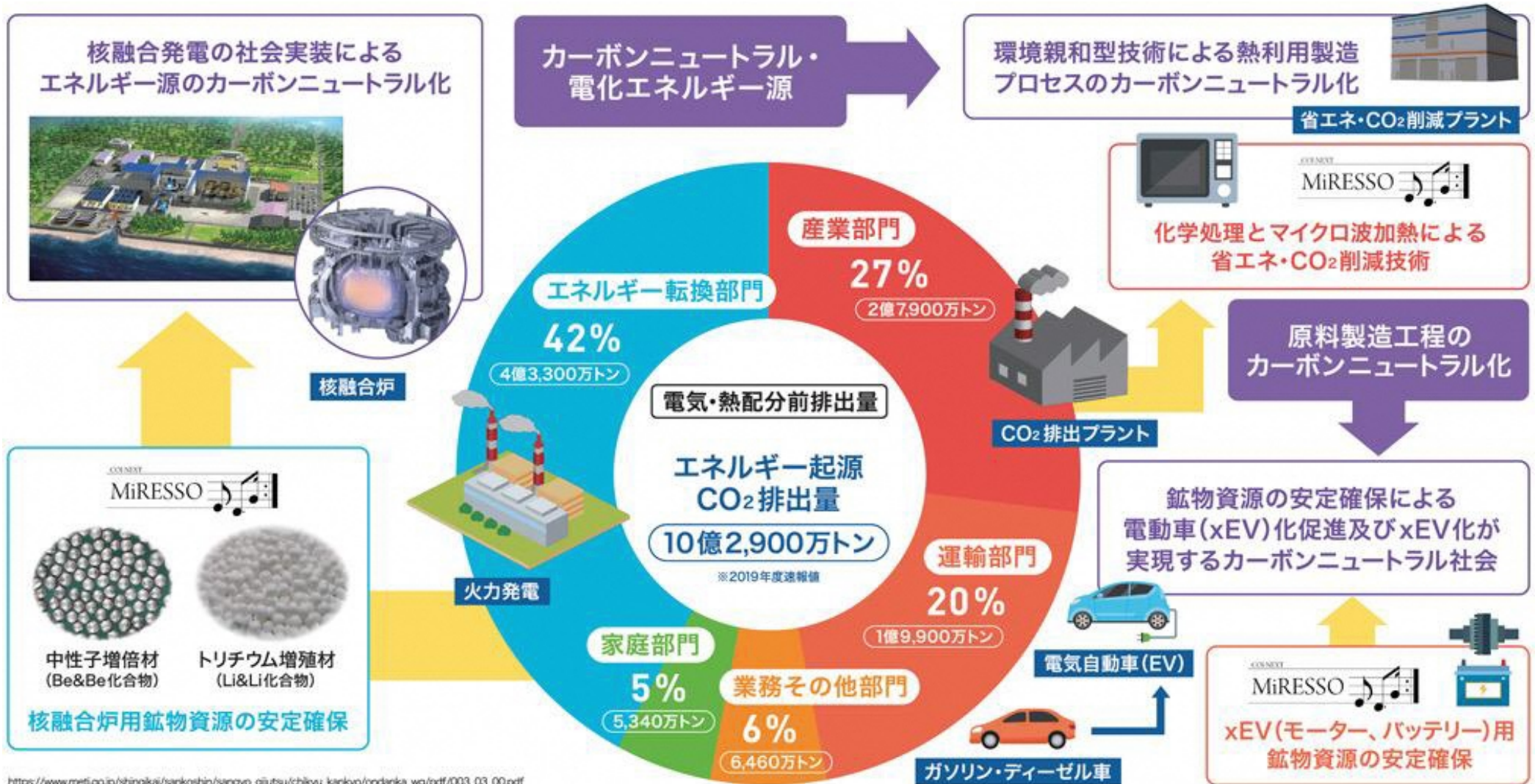
新むつ小川原株式会社(SMO)

: 野口 卓記 部長

脱炭素社会に向けた環境親和型の技術革新による貢献

デザイン思考ワークショップ等によるビジョン深掘りを通じ、目指すべき最終的な将来像として、人類にとっての最大の危機である「地球変動(プラネタリー・バウンダリ)」克服を志向

本拠点として取り組む必要性
脱炭素社会の実現(カーボンニュートラル化)に向けた、高CO₂排出領域であるエネルギー転換部門、産業部門及び運輸部門における抜本的排出削減及びその活動を駆動する人材の育成



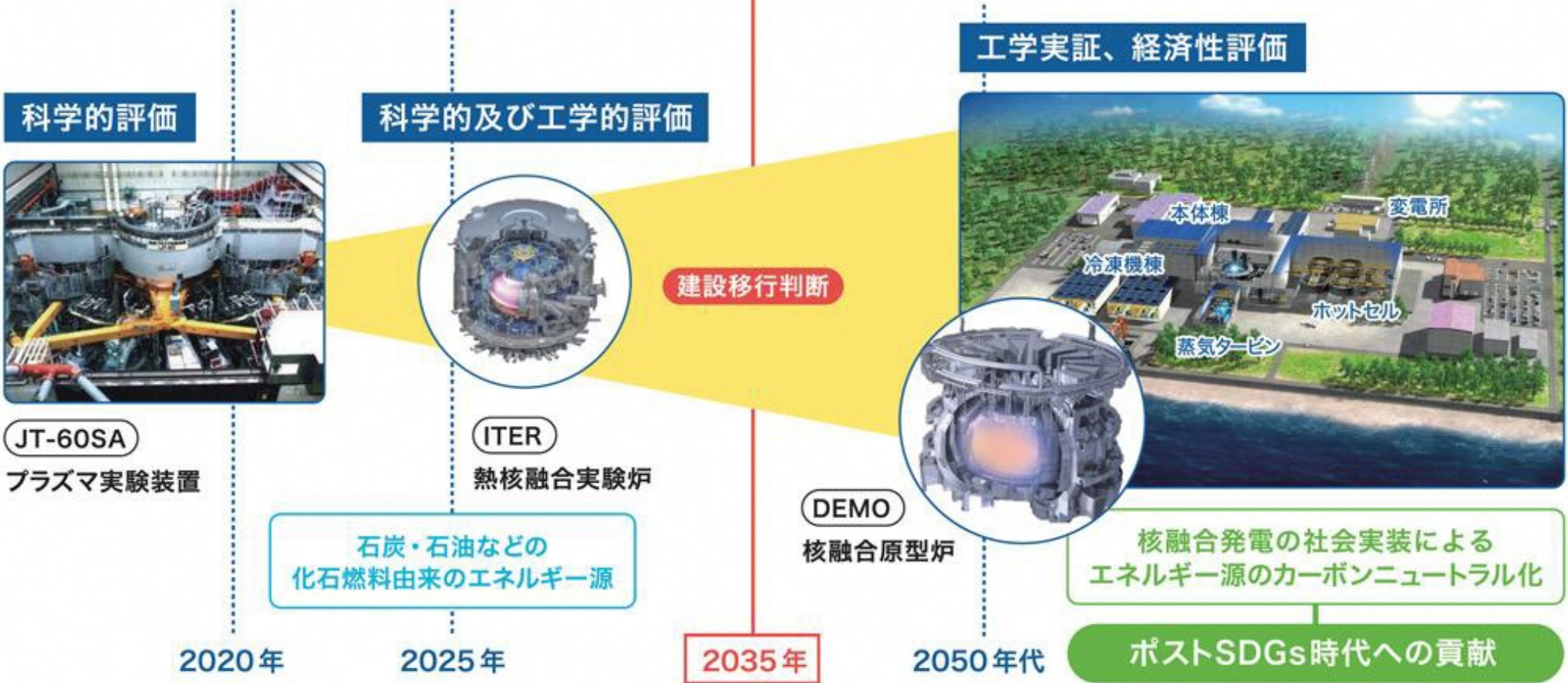
政府方針

- ・カーボンニュートラルのエネルギー源として、「次世代の安定供給電源の柱」として位置づけ重点政策化
- ・閣議決定の成長戦略実行計画を基盤に、政権公約に核融合を国を挙げて推進することを明文化
- ・「新しい資本主義実現会議」において核融合研究開発を緊急提言

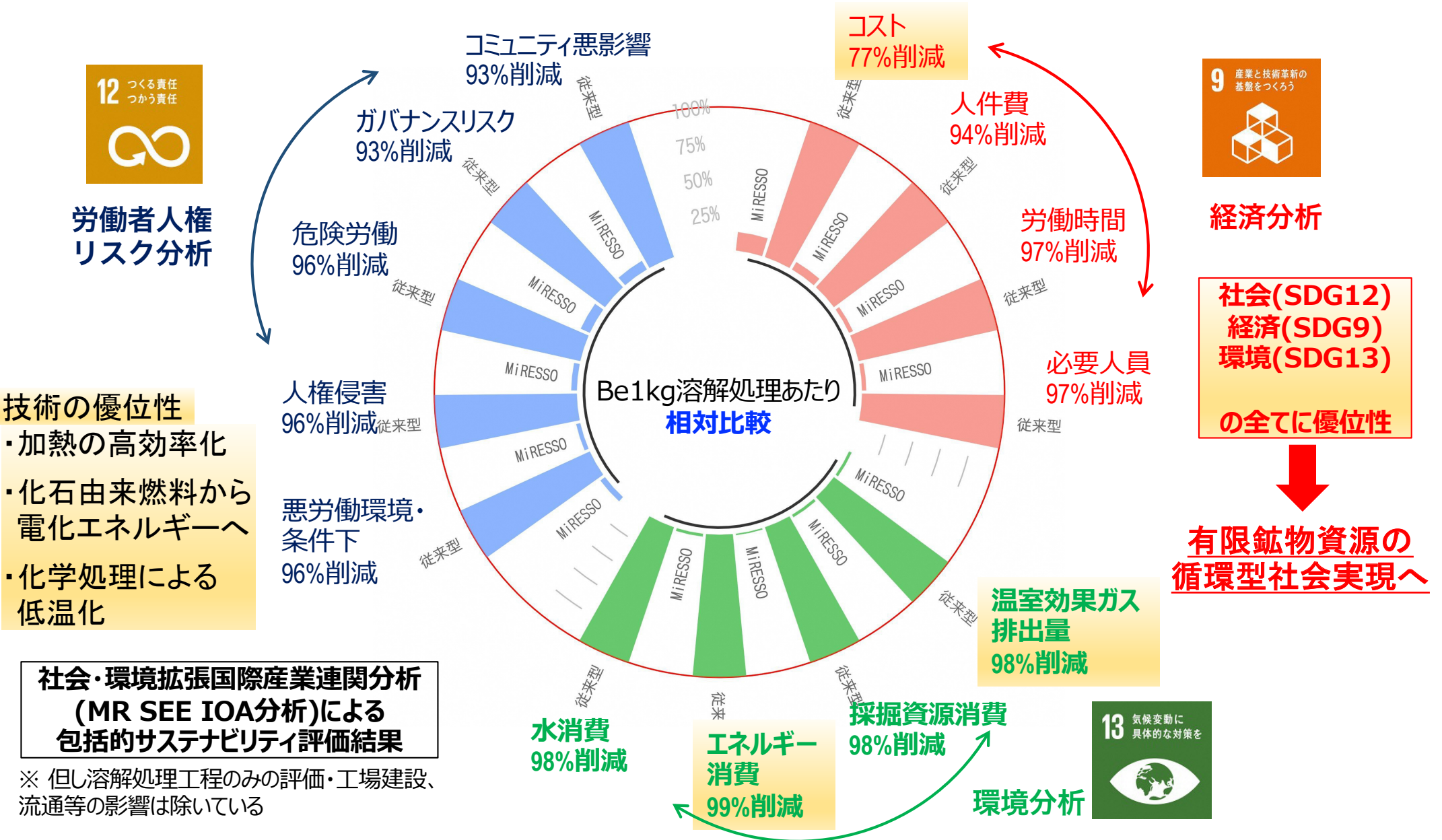
- 経済・環境性の精製技術の社会実装
- 新たなサプライチェーン構築
- 価格競争市場原理の構築
- 材料価格の適正化

- 核融合原型炉の建設移行判断**
- 建設及び運転維持に向けた資源確保
 - 建設及び維持コスト評価

本活動は原型炉建設に不可欠な各種鉱物資源の安定供給を可能とし、本計画の根幹を支える

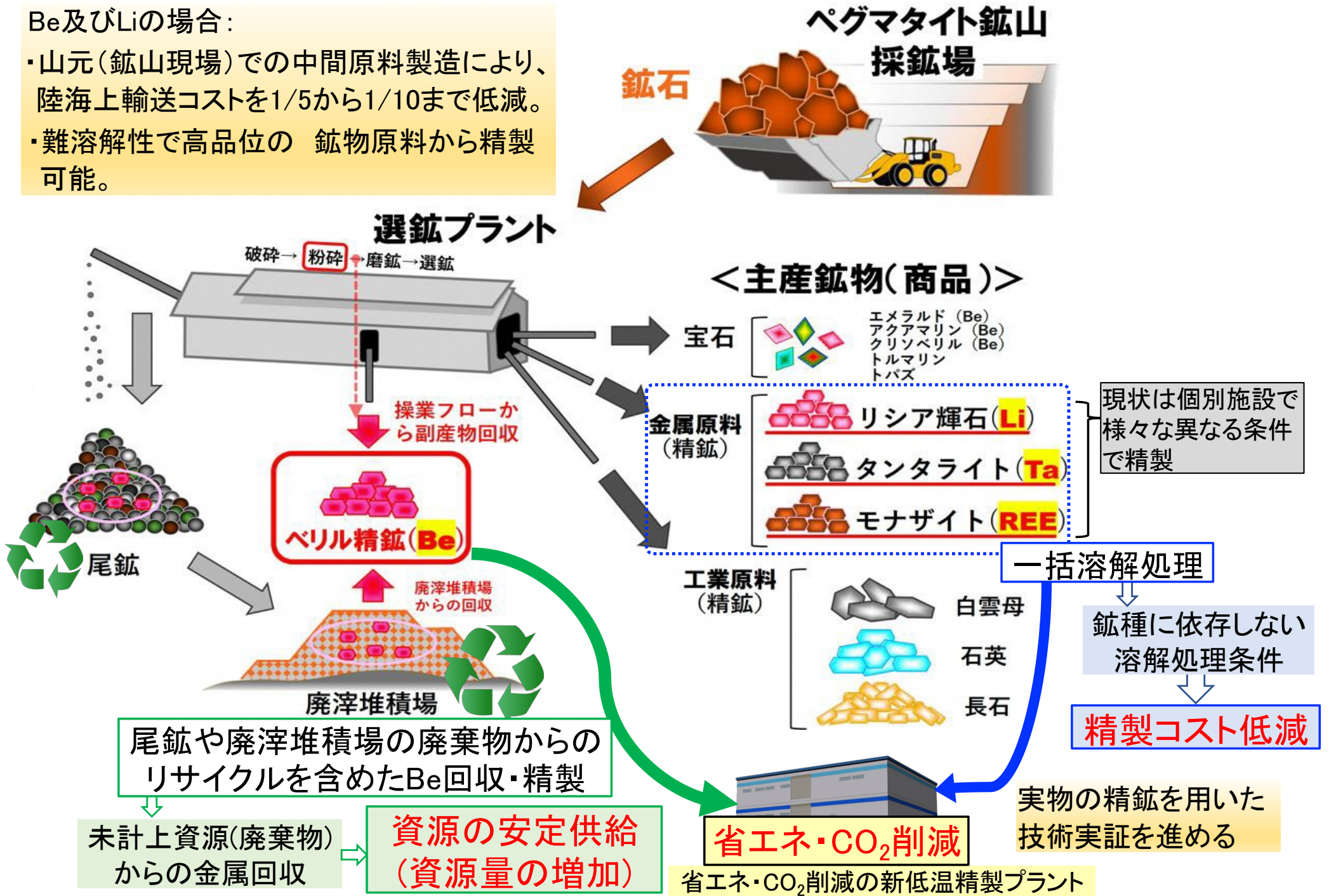


国連ガイドライン(2020)並びにISO14040に基づいた包括的サステナビリティ評価の結果、本プログラムが提案する革新的低温精錬はSDGsへ貢献の観点から極めて大きなインパクトを有する事が確認された。



Be及びLiの場合:

- ・山元(鉱山現場)での中間原料製造により、陸海上輸送コストを1/5から1/10まで低減。
- ・難溶解性で高品位の 鉱物原料から精製可能。



有限鉍物資源を省エネ・CO₂排出抑制
で精製・リサイクル

