

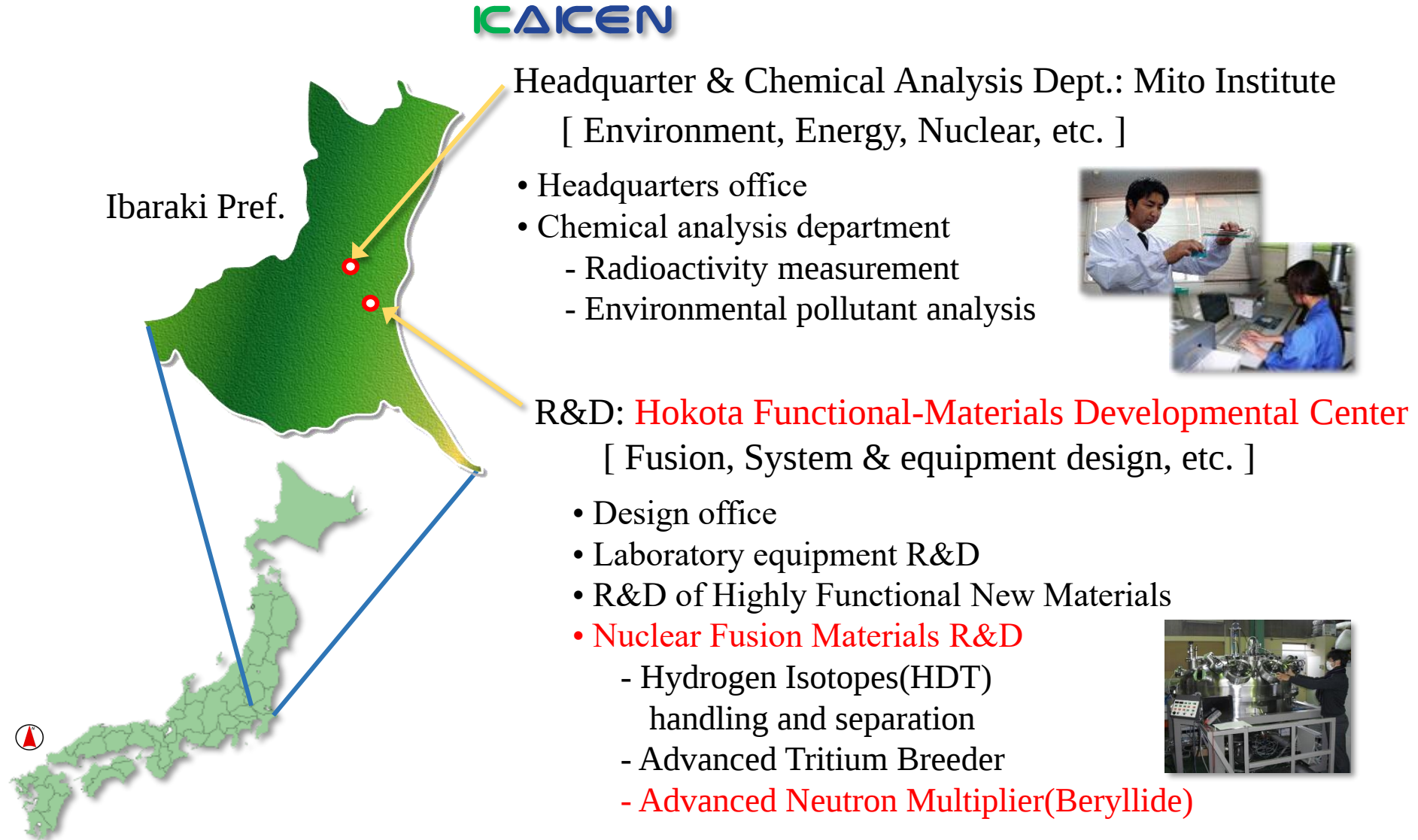
化研の核融合技術へのアプローチ

KAKEN's approach to nuclear fusion technology



株式会社化研
川上 智彦

- 1) 化研の事業紹介（H-3, Li, Be）
- 2) 核融合関連技術開発としてBe精製技術（QSTとの共同研究開発）
- 3) Be精製技術を活用した今後の発展的展望（MiRESSO活動）



受託試験・研究・開発 Research&Development

材料の性能評価や耐久性試験、新材料・新技術の研究開発などの受託を行っています。
試験装置製作から試験、考察、新たなご提案まで一貫したサービスで幅広いニーズに対応します。



- ◆新規材料の試作・開発・評価
- ◆核燃料再処理に係る試験研究
- ◆新規分析技術の研究開発
- ◆不純物除去技術の開発
- ◆腐食評価試験・解析
- ◆特殊ガス等回収試験・評価
- ◆物質特性可視化試験・評価
- ◆各種性能評価試験・解析
- ◆材料挙動試験・調査



セシウム・ストロンチウム除染剤

装置・設備の製作 / 販売 SystemEngineering

材料の評価用試験装置、化学実験装置、新規材料製造設備などさまざまな装置設備の製作を手掛けてきました。経験豊富なスタッフが1台1台お客様のニーズを形にします。



サンプリング装置

- ◆アスベストサンプラー
- ◆トリチウム / カーボンサンプラー
- ◆ダストサンプラー



製作例

- ◆放射性廃液処理装置
- ◆ルテニウム発生装置
- ◆小型海水電解装置
- ◆気液混合過程可視化試験装置
- ◆放射性診断薬回収試験装置
- ◆フィルタ性能効率試験機
- ◆巡回流動可視化試験装置
- ◆電気電解透析試験装置

核融合関連製品

- ◆ベリライド焼結装置
- ◆ベリライド溶解装置
- ◆ベリライド真空置換型焼結装置
- ◆回転電極式微小球製造装置
- ◆可搬型トリチウム連続捕集装置
- ◆高感度トリチウムガス測定装置
- ◆トリチウム電解装置



技術力

私たちは迅速で正確な測定技術と最新の設備で
お客様の多様なニーズにお答えします。

ひとつ先の ご提案

開発力

登録資格

放射性同位元素等使用許可 水使第 176 号
放射性同位元素の販売業 水販第 31 号
核燃料物質 使用許可 22 文科科第 8548 号
濃度にかかわる計量証明事業 茨城県第 10 号 (濃度)
作業環境測定機関事業登録 茨城県第 08-9 号 (全作業場)
建築物飲料水水質検査業登録 茨城県 18 水保第 1 号
毒物劇物一般販売業登録 水第 636 号 (水戸研究所)
毒物劇物一般販売業登録 第 177 号 (機能材料研究所)
毒物劇物製造業登録 第 169 号 (機能材料研究所)

有資格者

博士 (理学 1)
技術士 (1)
環境計量士 (3)
第一種作業環境測定士 (3)
第一種公害防止管理者 (水質) (5)
第一種公害防止管理者 (大気) (2)
公害防止管理者 (ダクト) (2)
公害防止主任管理者 (1)
第一種衛生管理者 (7)
第一種放射線取扱主任者 (4)

建築物環境衛生管理技術者 (1)
エックス線作業主任者 (8)
有機溶剤作業主任者 (7)
特定化学物質等作業主任者 (6)
甲種危険物取扱主任者 (6)
石綿作業主任者 (4)
特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者 (9)
毒物劇物取扱責任者 (14)
衛生工学衛生管理者 (2)

放射線 / 原子力 Radioisotope

県内でも数少ない放射性物質取扱管理区域を有しています。また、各種計測装置を取りそろえ、放射線に関する専門知識を持つ有資格者が信頼性のあるデータをご提供します。

- ◆放射能分析及び移行調査
- ◆放射性同位元素を用いた試験及び技術開発
- ◆廃炉処理に関するインベントリー調査
- ◆放射性廃棄物処理技術開発
- ◆放射線源の製造・販売

放射線管理区域設置主要機器

Ge 半導体検出器 (γ線測定用)
低エネルギー X、γ 測定装置 (X-γ線測定用) (LEPS)
低バックグラウンドガスフローカウンター (β線測定用)
NaI 検出器 (γ線測定用)
GM 検出器 (β、γ線測定用)
ZnS 検出器 (α線測定用)
液体シンチレーションカウンター (LSC) (β線測定用)
表面増感型 α線ベクトルメータ (SSR) (α線測定用)
GM サーベイメータ (β、γ線測定用)
電離箱サーベイメータ (β、γ線測定用)
プロポーションアルサーベイメータ (α線測定用)
原子吸光度計 (AA)
分光光度計 (UV/VIS)
X線回折装置 (XRD)
誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS)
低バックグラウンド α/β線自動測定装置 (LBC)



分析サービス Chemical Analysis

これまでに培った技術と最新の機器で信頼性の高いサービスをご提供します。住みやすい環境、住みやすい地球のために分析技術で貢献します。

主要機器

世界 X 線分析装置 (エネルギー分散型)
高周波プラズマ発光分析装置 (ICP-AES)
高周波プラズマ質量分析装置 (ICP-MS)
原子吸光度分析装置 (AA)
分光光度計 (UV-VIS)
イオンクロマトグラフ (IC)
高速液体クロマトグラフ (HPLC)
ガスクロマトグラフ (GC) 検出器: ECD, FID, TCD, PID
ガスクロマトグラフ - 質量分析装置 (GC-MS)
フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR)
粒度分布測定装置 (レーザー回折式)

X線回折装置 (XRD)
走査型電子顕微鏡 (SEM)
エネルギー分散型 X 線分析装置 (EDX)
実体顕微鏡
デジタルマイクロスコープ
金顕微鏡 (倒立顕微鏡)
位相差顕微鏡
パーソナル画像解析システム
音波制御型グロブボックス
真空置換型雰囲気制御炉



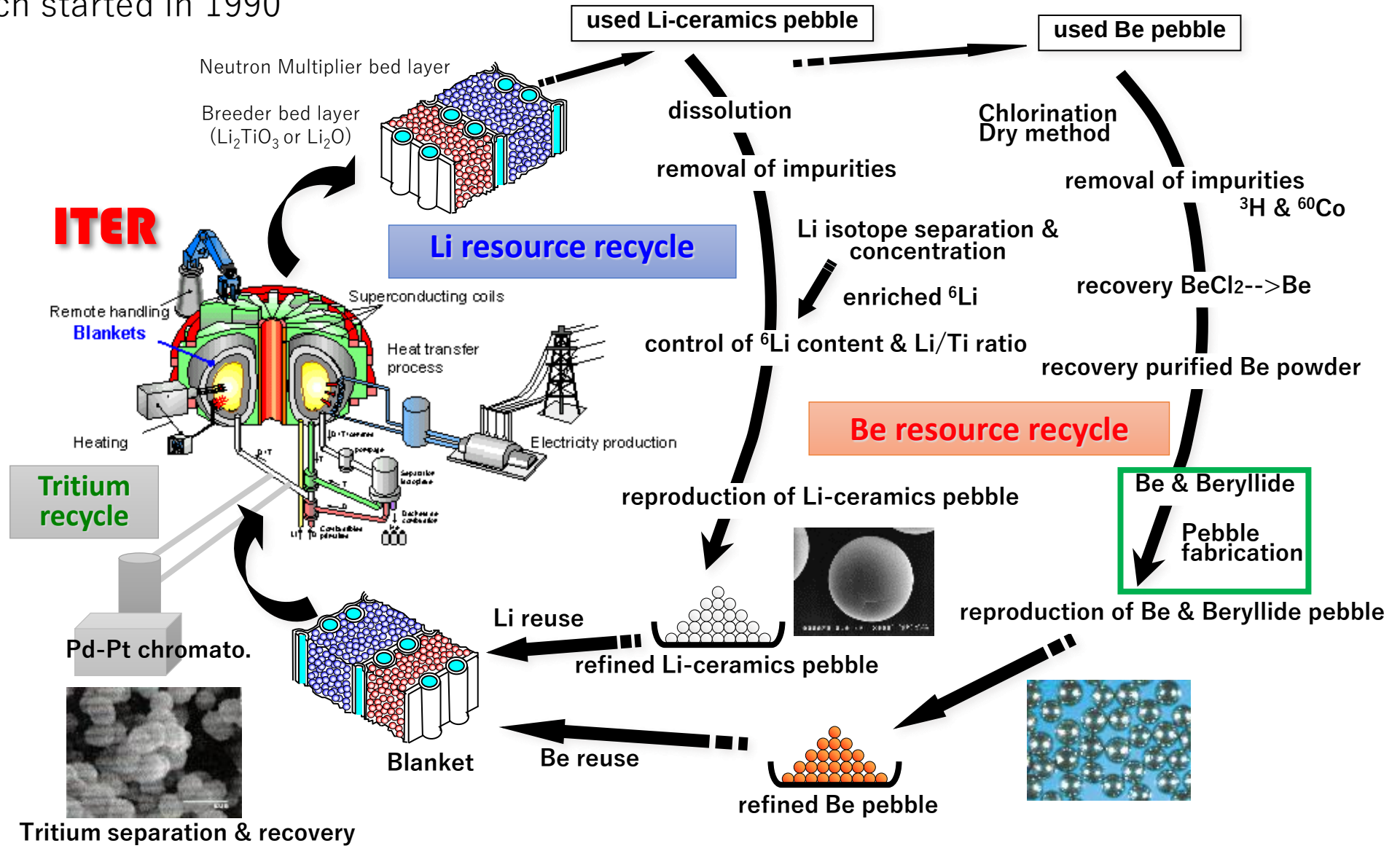
環境分析

- ◆アスベスト分析
- ◆土壌分析
- ◆有害物質の分析
- ◆水質分析
- ◆建築物飲料水水質分析
- ◆廃棄物分析

機器分析

- ◆形態観察
- ◆表面状態分析
- ◆構造解析
- ◆有機化合物分析
- ◆無機化合物分析

Research started in 1990



Tritium(^3H)/Li/Be Resource Recycle System

トリチウム捕集装置へ展開



固体吸着式HTO捕集装置 HTOS-11

- 特長**
- トリチウム捕集効率95%以上
 - ハンドリング性の良いVFA用マウント設計
 - 一定流量に自動コントロール可能
 - シリカゲルを容易に交換可能

装置仕様

捕集ガス・流量	空気、0.1~2.0 L/min
流量制御	電子マスフロー
捕集時間	連続1年間
カラムの交換性	1ヶ月に1回
捕集方法	シリカゲルによる吸着脱離方式
カラム寿命	使用2年
電源	100V/2A
本体	防塵設計、ステンレス製
寸法	縦径: W501×D501×H801
重量	70kg以下



冷凍式HTO捕集装置 KHDCT-40-02

- 特長**
- 「ダスト・ヨウ素捕集装置」「ダスト・ヨウ素+トリチウム捕集装置」の2つのモードが選択できます。
 - 各種捕集装置の1連の動作を全自動で行います。
 - ガス捕集装置は、設定している流量で自動制御します。
 - 捕集装置時の各データはUSBメモリで簡単に収集できます。
 - 停電した場合の自動復旧機能を有しています。

装置仕様

捕集方法	冷却捕集方式 (アルミ合金製冷却器2基搭載)
捕集効率	≥70% (温度20℃、相対湿度50%以下にて)
サンプリング流量	トリチウム: 2L/min ダスト・ヨウ素: 40L/min
捕集流量範囲	トリチウム: ~100000.0L ダスト・ヨウ素: ~999,999.999L
冷却器	アルミ合金製 冷却能力20kW/基
冷却器最大捕集時間	最大168時間/基
装置質量寸法	825×550×1230、90kg
解凍質量寸法	430×610×230、16kg
冷却器質量寸法・重量	353×302×974、44kg



HTO回収装置 HTOR-11

- 特長**
- 水分回収率95%以上 (40℃水温度10℃にて)
 - ハンドリング性の良いVFA用マウント設計
 - タイマー設定により自動でヒーターOFF

装置仕様

カラム再生温度	約100℃
再生ガス・流量	窒素 (純度: 99.999%以上)、200mL/min程度
再生本数	1本ずつ
再生時間	4h以上
水分回収	冷却器によるコールドトラップ
電源	100V/10A
本体	オープンラック、ステンレス製
寸法	縦径: W546×D605×H877以下
重量	70kg以下



加圧冷凍式HTO捕集装置 KHAD-20

- 特長**
- 捕集水分量を温度検計で調整する機能あり
 - 圧力、流量低下時のポンプ異常時に補助ポンプに自動切り替え、捕集量を確保
 - 廃棄物ガス中のトリチウムを捕集可能なシリカゲルフィルター (オプション) あり
 - ケミカルフィルター (オプション) 設置時に補助のケミカルフィルターに自動切り替え

装置仕様

捕集ガス・流量	空気、約20 L/min
流量制御	デジタル流量計
捕集時間	連続1ヶ月
捕集方法	エアドライブによる加圧冷凍方式
電源	100V/7A
本体材質	アルミ製
寸法	縦径: W550×D550×H850
重量	60kg以下

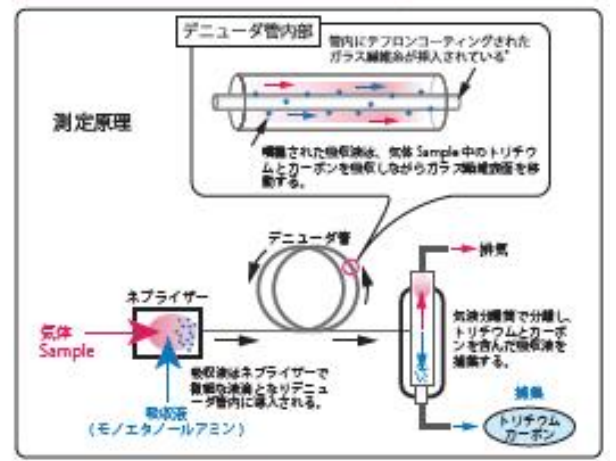


H/Cサンプラー KHCS-101

- 特長**
- 大気の大気汚染に影響されません。
 - ³H及び¹⁴Cを同時に捕集できるので、計測サンプル数が1/2となり、高価なシンチレータ等のコストと廃棄物発生量を低減できます。
 - 吸収液を直接計測するので作業時間を短縮できます。
 - 片手で持ち運びできるハンディタイプです。

装置仕様

運転モード	AUTO mode/手動 mode/CLEANING mode
ガス吸引方法	ネブライザー・デニューダ方式
吸収液	モノエタノールアミン
捕集効率	³ H-90%、 ¹⁴ C-95%
吸引液注入(吸引)量	4.0~5.0 ml (大気30L捕集時)
サンプリング流量	2.0 L/min
捕集流量範囲	0.1~999.9L
本体重量	約 9kg
本体寸法	W230×D310×H190



中空糸方式トリチウム除去装置 HFTR-01

- 特長**
- 大気環境中の水素気状トリチウム水を高分子中空糸膜により分離捕集します。
 - メンテナンスが少なく、連続的に運用することが出来ます。
 - 真空ポンプを併用することで、概圧でトリチウム水の分離が可能で、低圧でトリチウム水の分離が可能です。
 - 中空糸サイズ、膜点、圧力のバランスで位置の処理流量を選択できます。
 - スペース効率が高く大流量の処理に向いています。

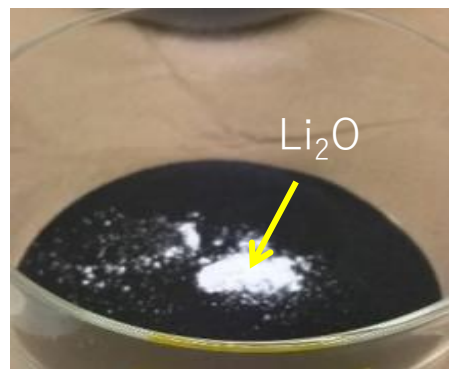
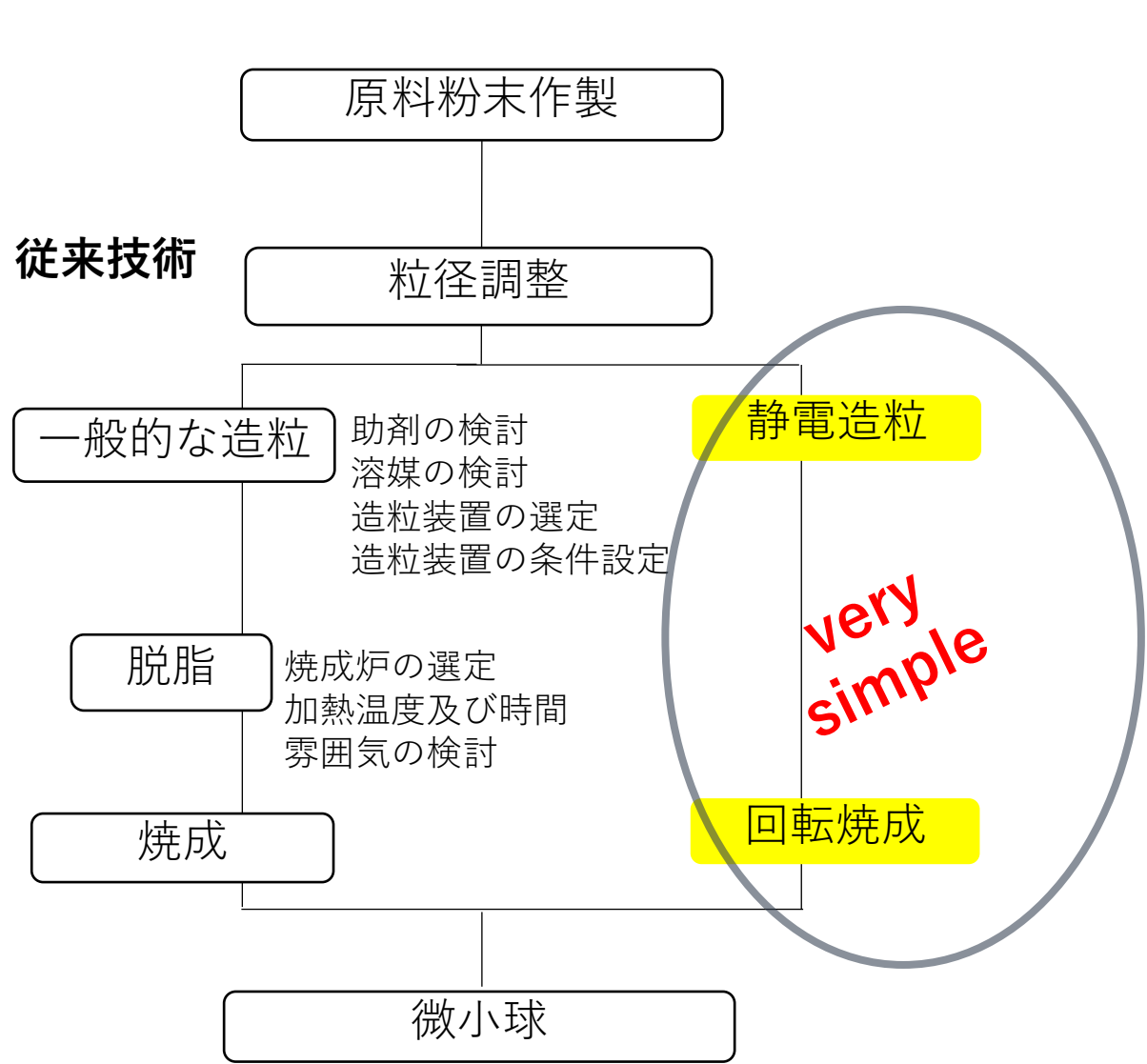


装置仕様

膜モジュール	特殊高分子中空糸膜L160 D90
膜面積 (M ²)	約100
運転温度	-300~+400℃
脱気乾燥後温度	-20℃以下
出口空気流量	50L/min以上
脱気乾燥後空気流量	50L/min以上
脱気-70℃の場合	50L/min
脱気-15℃の場合	~2m ³ /min



5 リチウム粒子生産 (Fusion material ; Li_2TiO_3 , Li_2O)



溶剤・添加剤なし



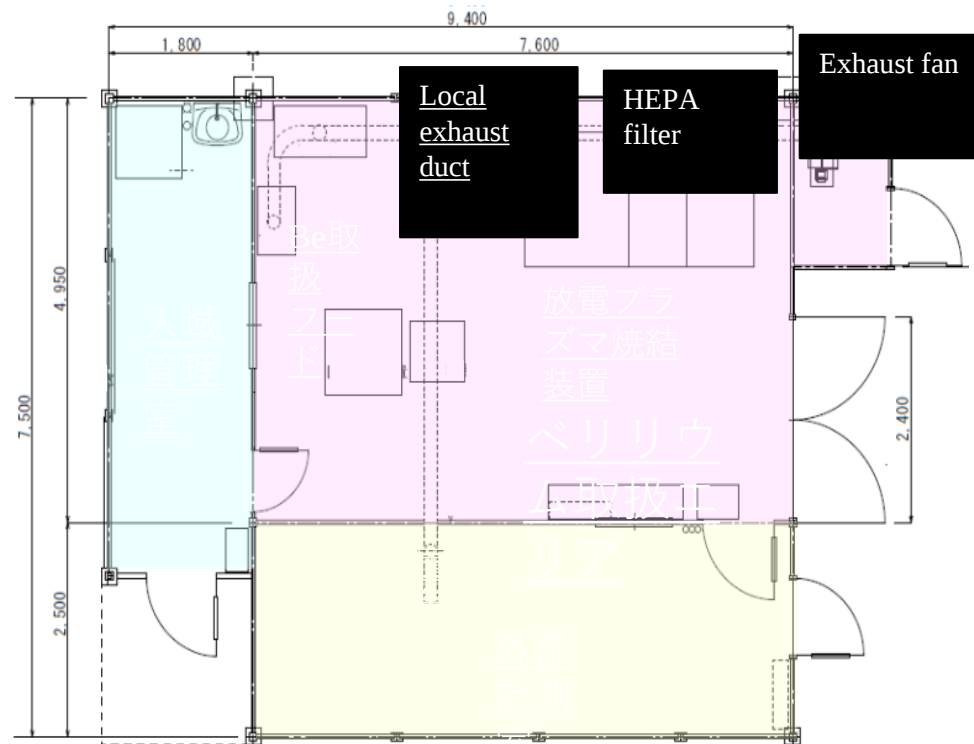
静電造粒



回転焼成

静電造粒による微小球の製造

6 ベリリウム取扱施設 (Beryllium handling facilities)



ベリリウム室間取

附帯設備



局所排気装置



放電プラズマ焼結装置
Spark Plasma Sintering[SPS]
apparatus



雰囲気真空制御炉

Rotating Electrode Production method

プラズマ焼結ベリライドロッド 製造装置



KE-Pas-III



During sintering



Be₁₂Ti rod

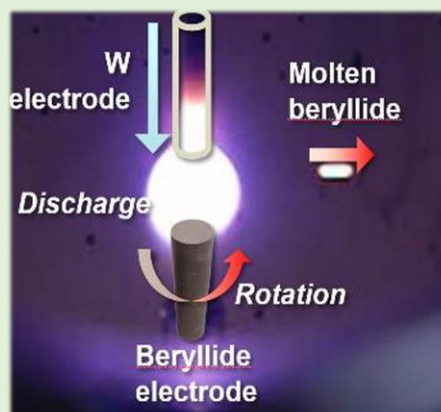
回転電極式微小球製造装置



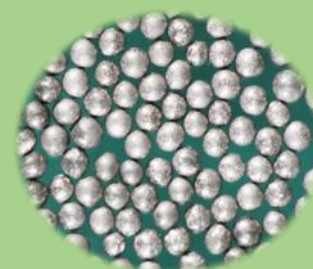
KREP-1000 D:1000mm



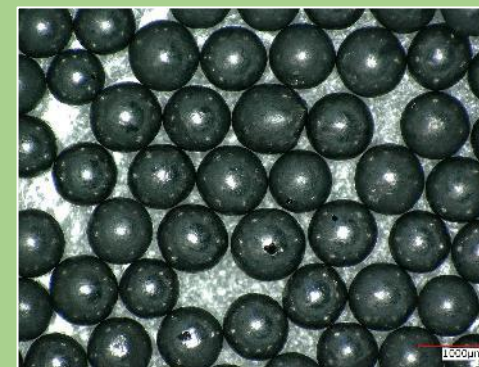
KREP-1500 D:1500mm



Be₁₂Ti pebble

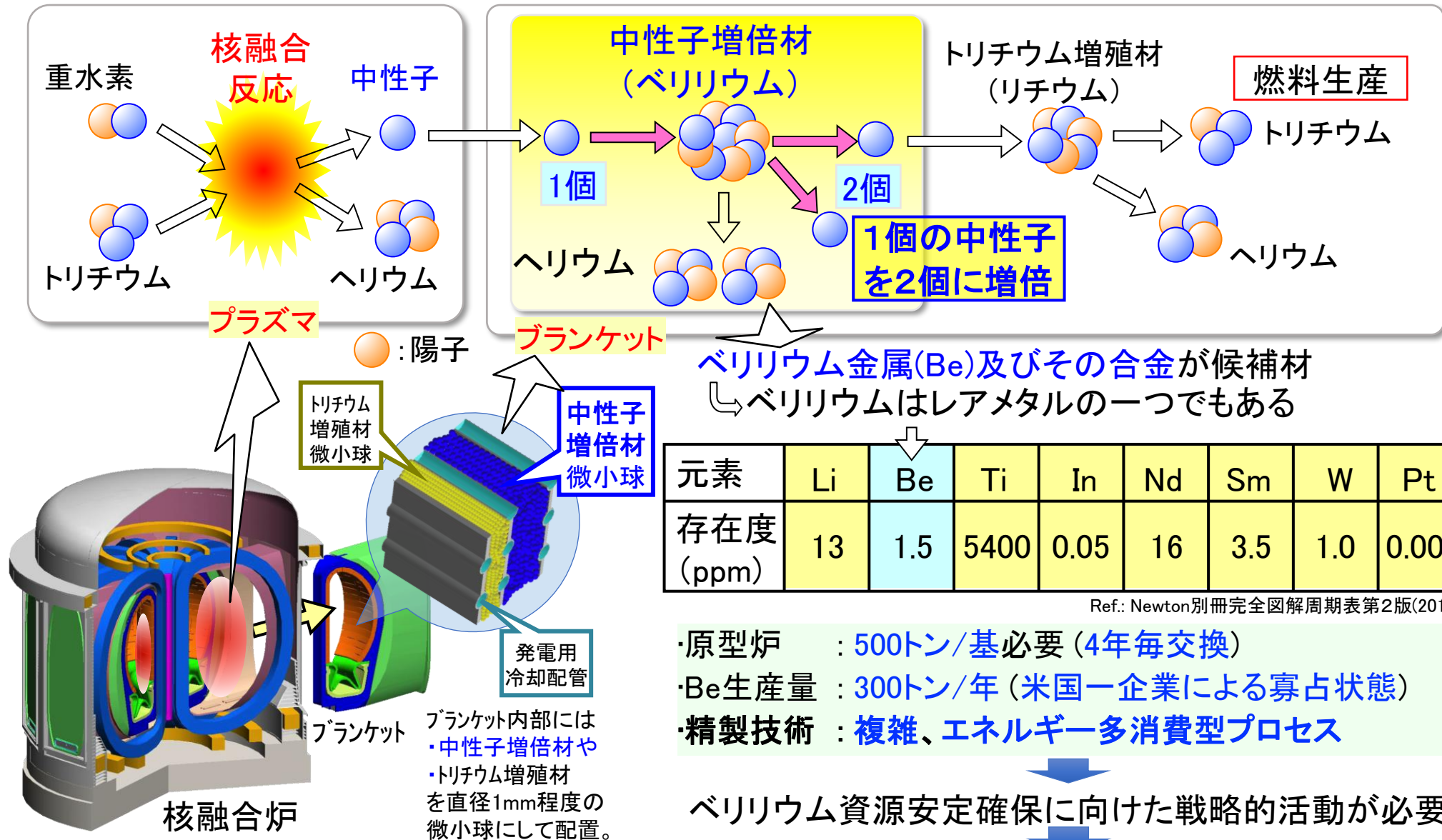


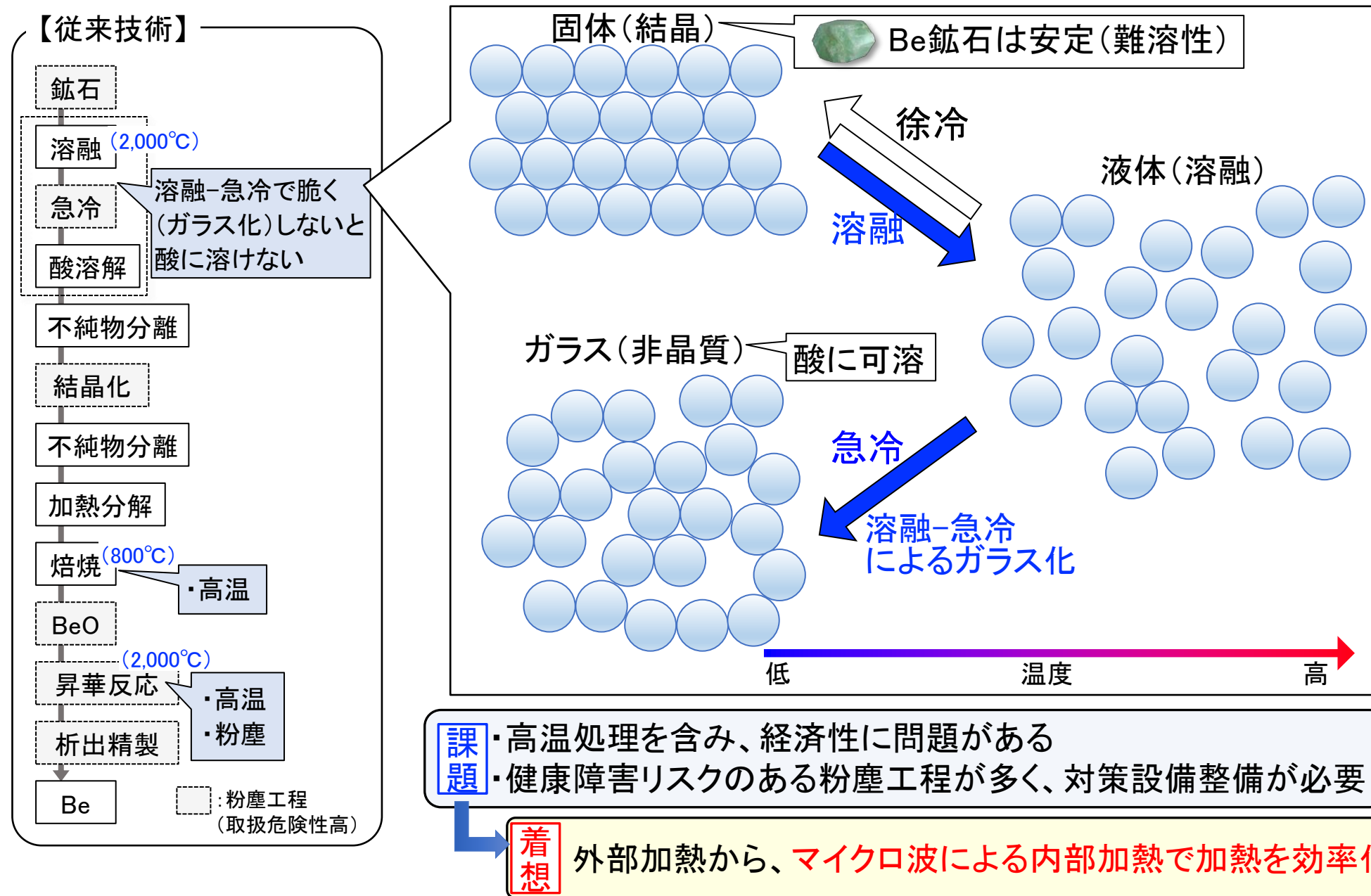
highly purity
beautiful form

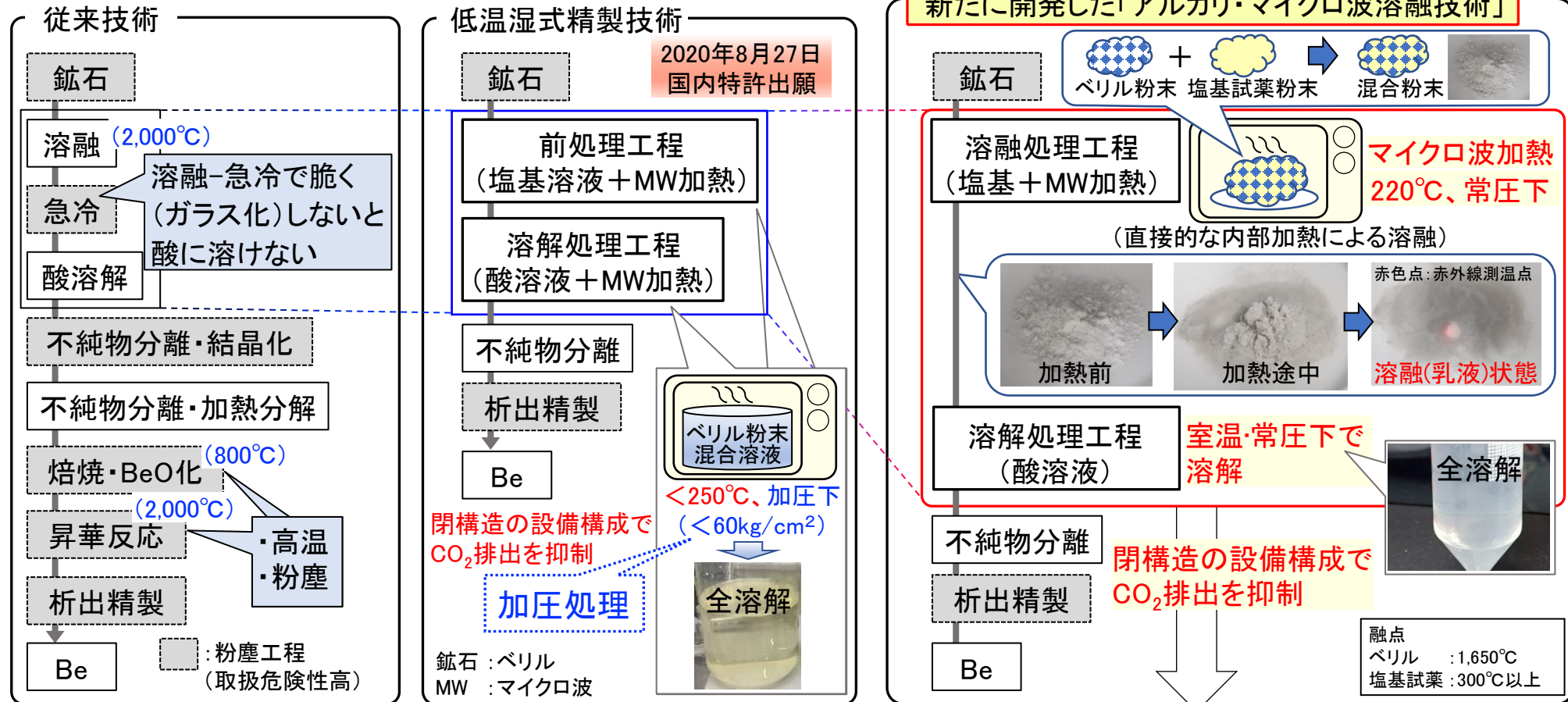


Internal void and high cost

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-

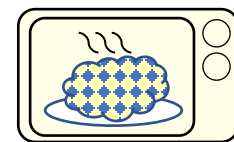
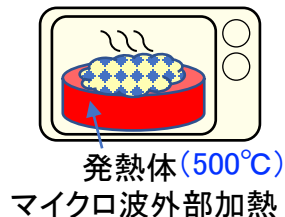






既存のアルカリ溶融技術の発展

アルカリ溶融技術は、通常電気ヒーター等による間接的な外部加熱。マイクロ波加熱もあるが、発熱体を介した外部加熱(500～1,100℃)で直接的な内部加熱ではない。



マイクロ波内部加熱による
加熱効率向上を図る

実験装置規模での溶解プロセス消費電力比較

- 1) 従来技術の2,000℃溶融に対し、**1/1,000**のエネルギーで溶融。
- 2) 500℃の外部加熱に対し、**220℃**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。
- 3) 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。
- 4) 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

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

-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 技術部長
	アルコニックス株式会社(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

有限鉍物資源を省エネ・CO₂排出抑制
で精製・リサイクル



有限鉍物資源の循環型社会を実現する拠点ビジョンを構想

核融合発電の実現によるエネルギー源のカーボンニュートラル化社会実現への貢献

- ・経済・環境性に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

↓ 2035年までに

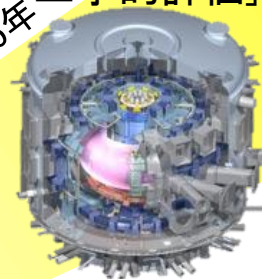
核融合原型炉の建設移行判断

- ・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

2035年

[科学的及び
工学的評価]

2025年



ITER
熱核融合実験炉

[科学的評価]



JT-60SA
プラズマ実験装置

石油・石炭などの
化石燃料由来のエネルギー源

★
建設移行判断

2050年代



DEMO

核融合原型炉

核融合発電の社会実装による
エネルギー源のカーボンニュートラル化

ポストSDGs時代への貢献

[工学実証、経済性評価]



変電所

本体棟

冷凍機棟

蒸気タービン

ホットセル