

発表No.A3-07

グリーンイノベーション基金事業／
製造分野における熱プロセスの脱炭素化／
製造分野の熱プロセスの脱炭素化

発表者名 : 佐藤 順一

団体名 : 脱炭素産業熱システム技術研究組合

発表日 : 2025年7月17日 (木)

連絡先 : 脱炭素産業熱システム技術研究組合

URL : <https://dits-center.jp/>

1. 期間

開始 : 2023年9月
終了（予定） : 2032年3月

2. 最終目標

カーボンニュートラル対応工業炉（燃烧炉・電気炉）の社会実装

3. 成果・進捗概要

2023年度～2025年度：委託事業期間

「カーボンニュートラル対応工業炉に関する共通基盤技術」、「工業炉開発の要素技術開発」に取り組んでいる。

⇒事業開始が遅れたことにより当初はスケジュールの遅延が発生したが、遅延を挽回し、おおむねスケジュールどおりに推移している。共通基盤技術、要素技術開発は順調に成果が得られてきている。

一方、燃料供給や工業炉の安全基準に関して、当初想定していなかった課題が浮き彫りになってきた。社会実装に向けてその課題を解決すべく検討を開始した。

■設立目的

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、アンモニアや水素を燃料としたCO₂を排出しないクリーンな工業炉、および電力の逼迫を考慮した受電容量の低減かつ高効率化した電気炉を用いた産業熱システム技術を確立し、その成果の社会実装および普及・促進を目指す。そのため、関係するステークホルダーが協同で、これらに関する共通基盤技術の確立、個々の工業炉技術の確立、燃料供給など周辺技術の確立、ユーザーフレンドリーな技術の確立を図るとともに、これらの技術の規格化、標準化を世界に先駆けて行うことを目的とする。DITS本部はその企画、運営、とりまとめを担当する。

■理事長 佐藤順一（元日本工学会会長、元機械学会会長、元燃烧学会会長）

■設立日 2023年5月11日 （経済産業省認可）

■ 組合構成

- 工業炉のメーカー、ユーザー、燃料供給会社 19 企業
- 国内大学 12 大学、1 国研

中外炉工業、三建産業、ロザイ工業、IHI機械システム、関東冶金工業、富士電子工業、キャタラー、TYK、エア・ウォーター、三井物産、東京ガス、日本製鋼所M&E、UACJ、日本製鉄、JFEスチール、富士電機、東京製綱、リョービ、日産自動車、北海道大学、東北大学、茨城大学、東京大学、名古屋工業大学、京都大学、大阪大学、広島大学、山口大学、九州大学、岐阜大学、名城大学、産業技術総合研究所

1. 事業の位置付け・必要性

- 本事業を実施する背景

工業炉は素材産業、機械産業、自動車産業などのさまざまな産業の熱プロセスに用いられ、CO₂排出量は1.5億トン、我が国の全体の13.5%を占めている。
我が国のカーボンニュートラルを実現するには、工業炉のカーボンニュートラルの実現は必須。

- 研究開発課題

【研究開発項目1】 カーボンニュートラル対応工業炉に関する共通基盤技術の開発

【研究開発項目2】 金属製品を取り扱うアンモニア燃焼工業炉の技術開発



【研究開発項目3】 金属製品を取り扱う水素燃焼工業炉の技術開発

【研究開発項目4】 電気炉の受電設備容量の低減・高効率化に関する技術の開発

2. ターゲットとする工業炉(1)


エネルギー消費量の多い大型燃焼炉を主なターゲットとしつつ、電気炉への対応も視野

■ エネルギー消費量（CO₂排出量）の多い大型炉（鉄鋼加熱炉・プロセス炉、鍛造炉、アルミ溶解炉など）の、燃料をアンモニアまたは水素に転換した燃焼炉を主なターゲットとする。

(例)	鉄鋼加熱炉	鉄鋼プロセス炉	鉄鋼鍛造炉	アルミ溶解炉
外観				
用途	製鉄（熱間圧延工程前のスラブの加熱）	製鉄（薄板の最終段階での性質調整のための加熱）	鉄鋼鍛造（インゴットの熱間鍛造のための加熱）	アルミ素材（スラブを製造するためのインゴット溶解）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型で被加熱材の均一な加熱が求められる（輻射加熱が重要） ● 連続加熱 	<ul style="list-style-type: none"> ● 他炉と異なり、間接加熱式である ● チューブ内という狭小空間での安定燃焼が求められる 	<ul style="list-style-type: none"> ● 急速昇温+温度均一性が必要（輻射加熱が重要） ● バッチ式が主流（炉の熱サイクルの考慮が必要） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 均一な加熱は求められない（溶湯を攪拌するため） ● 火炎・燃焼ガスを直接接触させて加熱
炉内温度	最高 1400°C	最高 950°C	最高 1400°C	最高 1200°C
設備容量	最大 180MW	最大 18MW	最大 9MW	最大 19MW
炉内寸法	11mW x 56mL x 5mH	2.4mW x 16mL x 25mH	8mW x 13mL x 8mH	Φ10m x 5mH

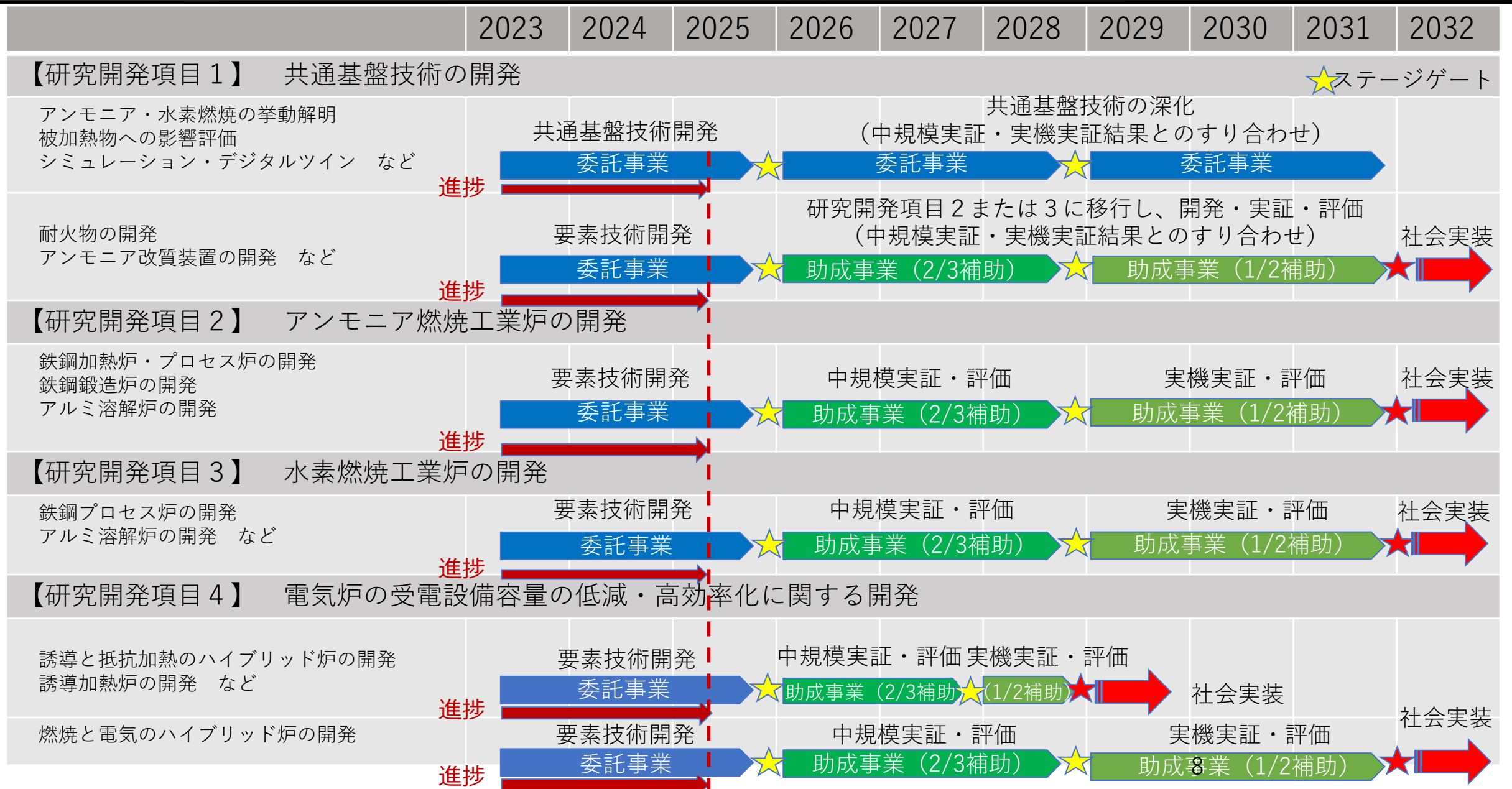
2. ターゲットとする工業炉(2)

- エネルギー消費量は少ないが設置数の多い中小型燃焼炉へは、中小型炉導入への制約条件の少ない技術（ラジアントチューブバーナーやアンモニア改質装置など）の活用を図る。
- 脱炭素化の有力な選択肢である電炉への転換も視野。課題となる電気炉の受電容量低減・高効率化技術等の確立を目指す。

(例)	アンモニアを燃料とするラジアントチューブバーナー	誘導と抵抗のハイブリッド	アンモニア改質装置
外観		 <p data-bbox="1205 758 1467 796">図は誘導装置部</p>	<p data-bbox="1989 444 2175 486">イメージ</p> 
用途	<p data-bbox="392 808 991 896">金属、ガラスの熱処理、焼き付けなど</p>	<p data-bbox="1065 829 1709 872">機械部品の焼き入れなどの熱処理</p>	<p data-bbox="1977 829 2232 872">炉の付帯装置</p>
特徴	<ul data-bbox="377 929 983 1122" style="list-style-type: none"> ● 他炉と異なり、間接加熱式である ● チューブ内という狭小空間での安定燃焼が求められる 	<ul data-bbox="1049 953 1702 1096" style="list-style-type: none"> ● コイルの電磁誘導を利用した誘導炉と電気抵抗を利用した抵抗炉のハイブリッド 	<ul data-bbox="1768 979 2415 1072" style="list-style-type: none"> ● 触媒を用いて、アンモニアから水素へ改質する。
加熱温度、寸法など	<p data-bbox="372 1165 876 1308">加熱温度：最大1000℃ 容量：①150kW、600℃ ②300kW、1000℃</p>	<p data-bbox="1047 1165 1564 1308">加熱温度：600℃程度 寸法： 1~2mW × L 1.8~2.3mL × 高さ1.5 × 2.0mH</p>	<p data-bbox="1768 1165 2211 1258">容量：50~400kW級 寸法：Φ0.3m × 1m以下</p>

3. 研究開発スケジュール

アンモニア・水素燃焼炉は2032年から、電気炉は2029年度からの社会実装を目指す



4. 共通基盤技術の活用

社会・顧客に対する提供価値

(脱炭素を実現した工業炉の実装を通じて)

- カーボンニュートラルに向けて、製造プロセスにおけるCO₂排出量の削減
- グリーンスチール・アルミなどのCN製品製造への寄与

ビジネスモデルの概要 (製品、サービス、価値提供・収益化の方法)と研究開発計画の関係性

技術研究組合 (PJの企画、運営、マネジメント)

共通基盤技術の開発

- 大学、炉メーカー・ユーザー企業等による共通基盤技術の開発

- 燃烧挙動の解明
- 被加熱物への影響解明
- シミュレーション／デジタルツイン技術適用

中規模実証

- 炉メーカー・ユーザー企業等によるチーム毎の応用研究・中規模実証

データ提供・実証結果の分析、基盤技術の応用

実機実証

- 炉メーカー・ユーザー企業等によるチーム毎の実機実証

データ提供・実証結果の分析、基盤技術の応用

基盤技術のブラッシュアップ

脱炭素を実現した工業炉の実装

(PJ終了後、工業炉だけでなく他の熱プロセスの脱炭素化も視野に入れて)

- カーボンニュートラルに向けて製造プロセスにおけるCO₂排出量の削減

技術研究組合

シミュレーション、デジタルツインなどの基盤技術

モデル導入

プラットフォーム管理組織

産業利用プラットフォーム

ライセンス契約

計算委託契約

工業炉メーカー、ユーザー、他産業企業など

工業炉だけでなく他の熱プロセスの脱炭素への貢献

5. 技術研究組合マネジメントに関する留意点

- 大学・国研の理論的研究成果の活用
共通基盤技術を担当する大学・国研と工業炉開発を担当する工業炉メーカーとが相互に研究開発成果をすり合わせることによって、ゲームチェンジテクノロジーを目指す。
- 工業炉ユーザーが保有している知見の活用
工業炉ユーザーの保有している運転ノウハウや被加熱物評価技術を活用することによって、研究開発の成功確率を高め、また早期の社会実装へつなげる。
- 工業炉技術の底上げ
工業炉のユーザー、メーカーは中小企業も多いため、我が国の工業炉技術の開発力の底上げを図る。
- 協調と競争のバランスの確保
協調領域（共通基盤技術）と競争領域（個別の工業炉の開発）が混在しており、研究成果情報の共有と秘匿を適切に区別する。



事業全体を統括する責任者として、強力なリーダーシップと絶妙なバランス感覚を発揮し、日常のマネジメント・モニタリング、知財運営などの活動を主導する。

6. 工業炉に対する要件（1）

(1) 被加熱物に対して有害な影響（空化、水素脆化など）がないこと



(2) 要求された熱プロセス（温度履歴、温度分布）を実現すること



6. 工業炉に対する要件（2）

(3) 安全な運用ができること（火災、爆発、健康被害がないこと）



(4) NO_x, NH₃, N₂Oなどの環境基準を満たしていること

(5) 設備寿命が従来型と同等であること

(6) 設備コストが大幅に上がらないこと

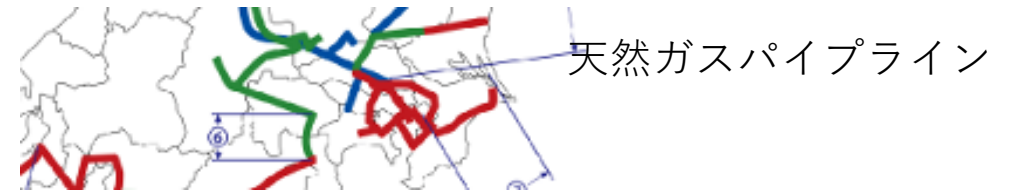
7. 燃料供給システムの要件

- 燃料供給システムの安全な運用（安全性、環境規制）
- 燃料の安定供給（一日当たりの使用量に見合った配送量）

➤ 船舶： 水素（液体）、 アンモニア（液体）



➤ パイプライン： 水素（高圧）、 アンモニア（液体）



➤ 鉄道： アンモニア（液体）



25 トン/台

➤ タンク車（陸送）： 水素（高圧）、 アンモニア（液体）



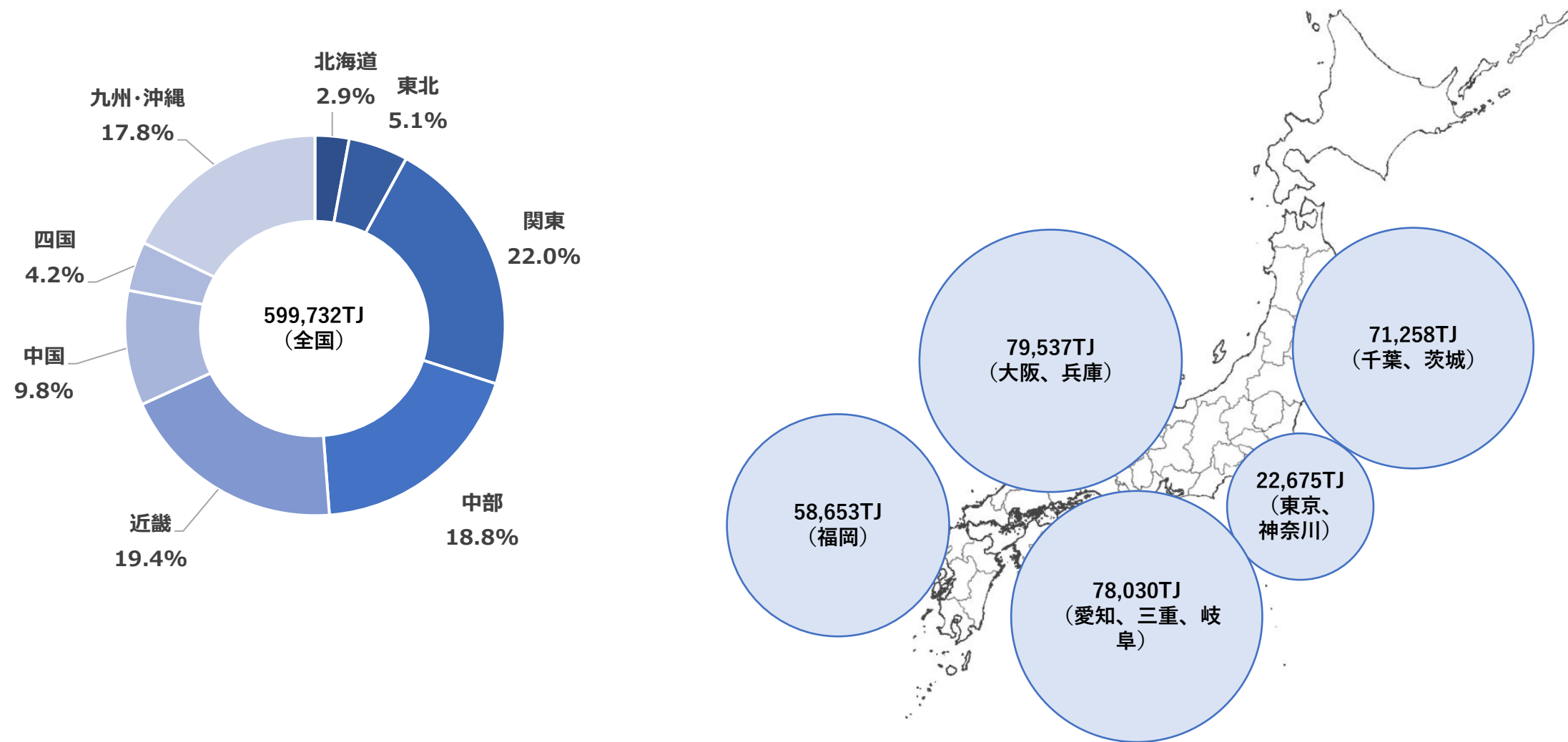
0.25 トン/車



10 トン/車

8. エリア別工業炉状況（工業炉向け燃料消費量）

工業炉ユーザーへのアンケート調査に基づく燃料消費ポテンシャルの推計

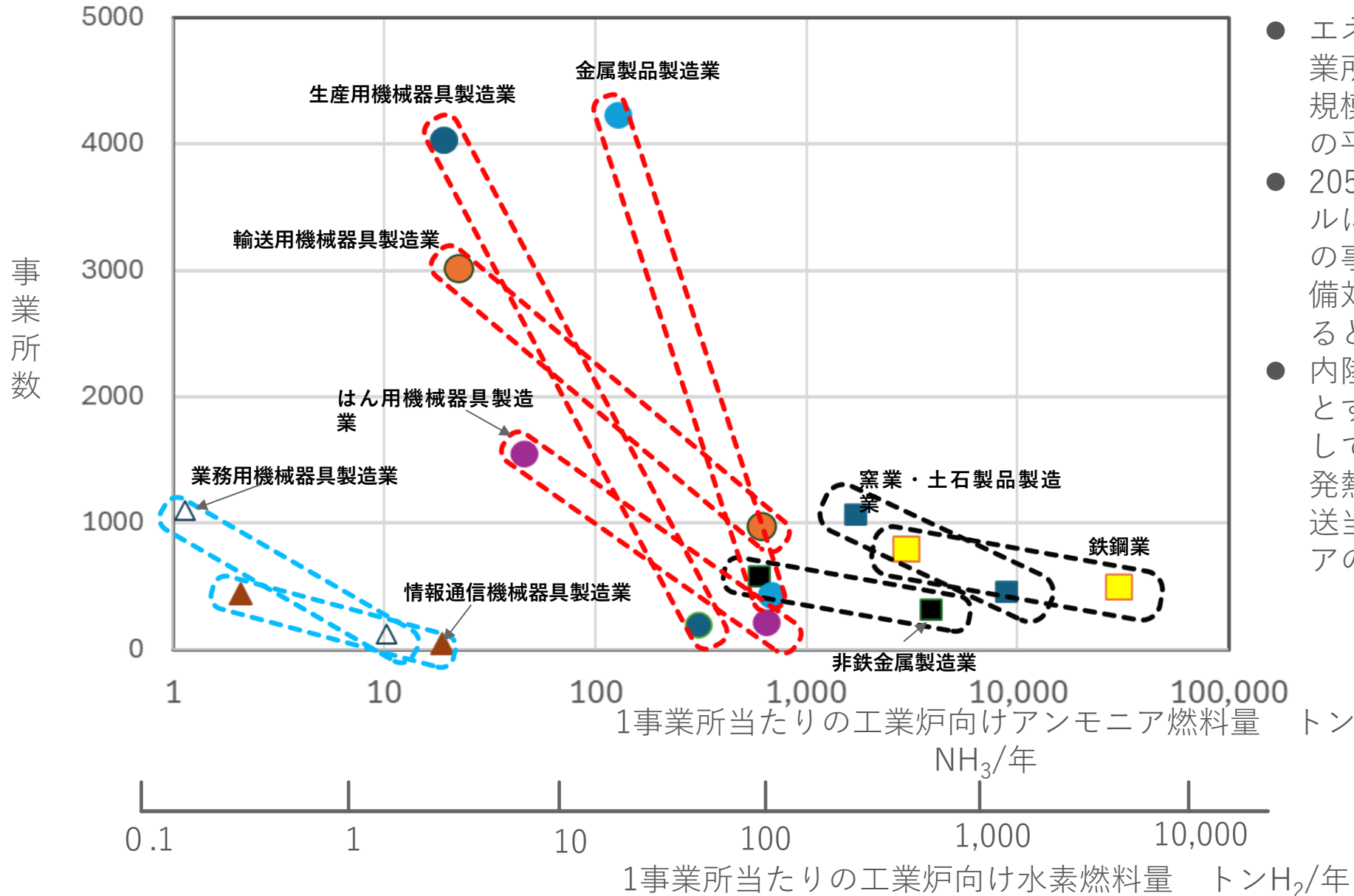


9. 工業炉（燃烧炉）マップ（関東、中京、関西地区）



- 沿岸部の工業地帯のみならず内陸部にも工業炉（燃烧炉）が存在することがわかる

8. 工業炉（燃烧炉）の事業所当たりのエネルギー消費量と事業所数（業種別）



- エネルギー使用量の多い事業所（エネ管）と比較的小規模の事業所（非エネ管）の平均値として表示
- 2050年カーボンニュートラルに向けては比較的小規模の事業所への燃料配送・設備対応等が課題となると想定される。
- 内陸部への配送をタンク車とするとアンモニアと比較して水素の輸送量は少ない。発熱量換算で、水素の一配送当たり輸送量はアンモニアの1/6程度である。

アンモニア：10 トン/車

水素：0.25 トン/車

ご清聴、有難うございました。



脱炭素産業熱システム 技術研究組合

Decarbonized Industrial Thermo-System Center