

未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発

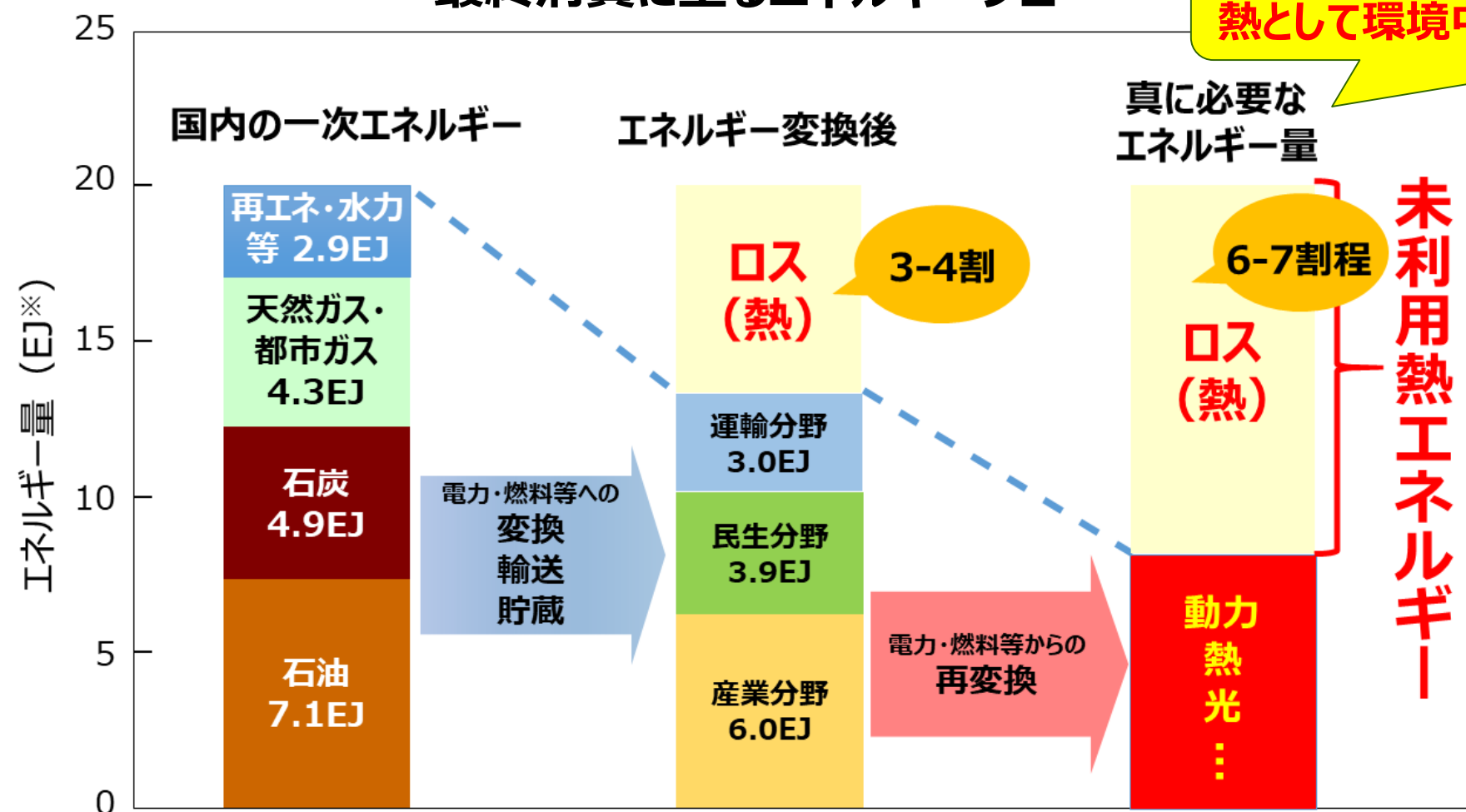
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部
プロジェクトマネージャー（特定分野専門職） 岩坪 哲四郎



未利用熱 …… 一次エネルギーの大半が熱として排出される

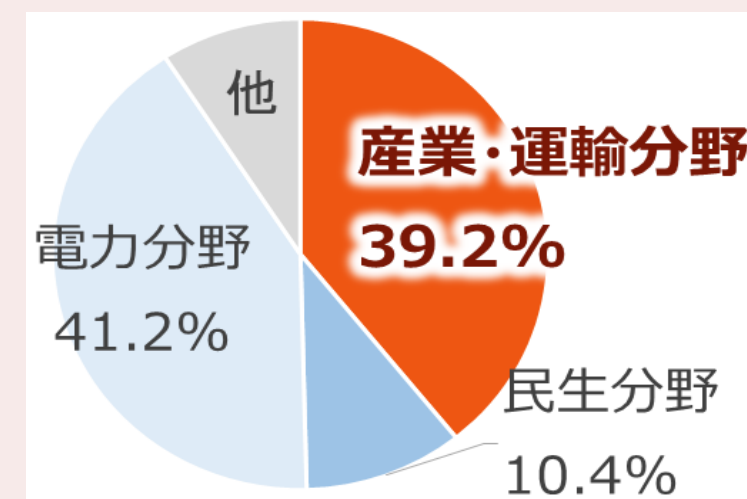
- 一次エネルギーの大半は有効活用できておらず、エネルギーの大部分（うち約 4 割が産業・運輸分野）が未利用熱として捨てられている & CO₂ として排出されている。
- ➡ 一次エネルギーの 9 割を輸入に頼り、その金額が16兆円にも上るとともに、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す上で、この未利用熱をいかに減らすかが、我が国にとっては重要な課題。

日本における一次エネルギー供給から
最終消費に至るエネルギーフロー



産業・運輸等の分野で、一次エネルギーの大半が熱として環境中に排出される（未利用熱エネルギー）

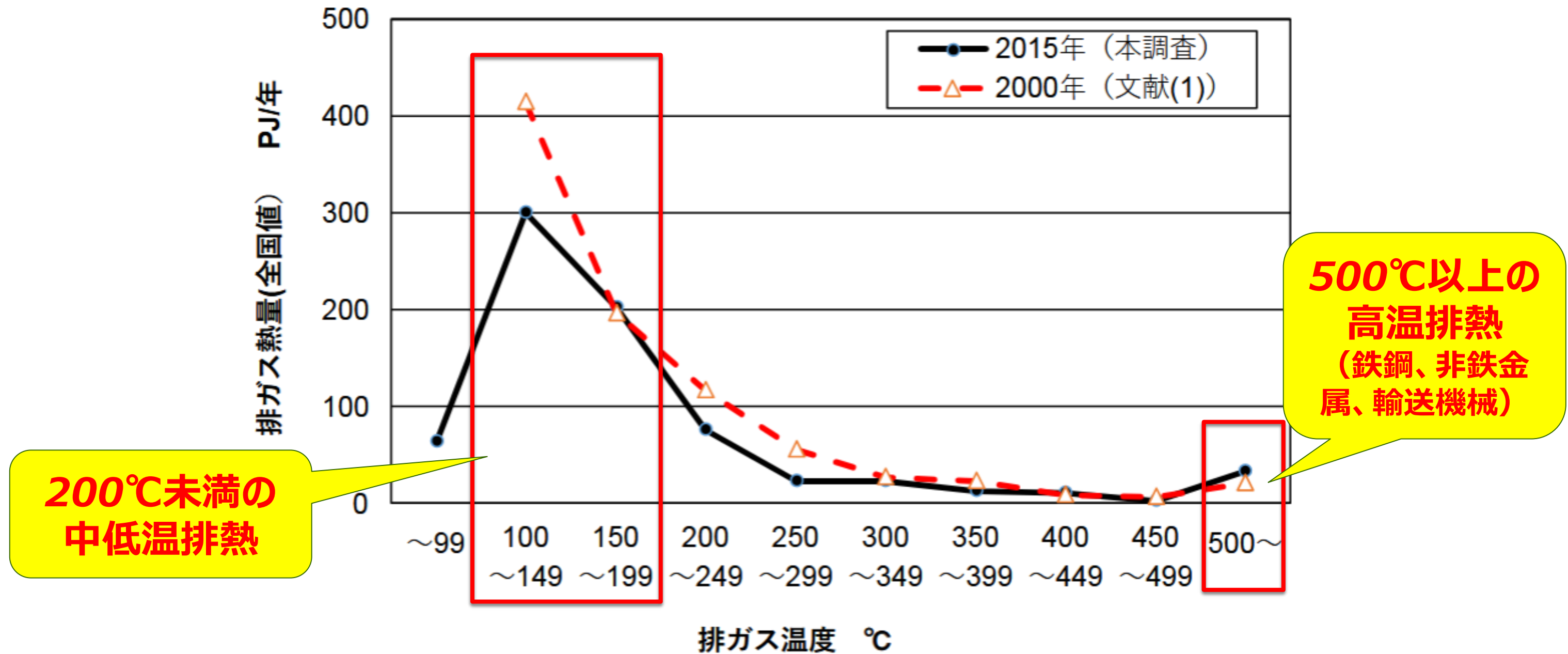
エネルギー最終活用時点のロスの約 4 割が産業・運輸分野



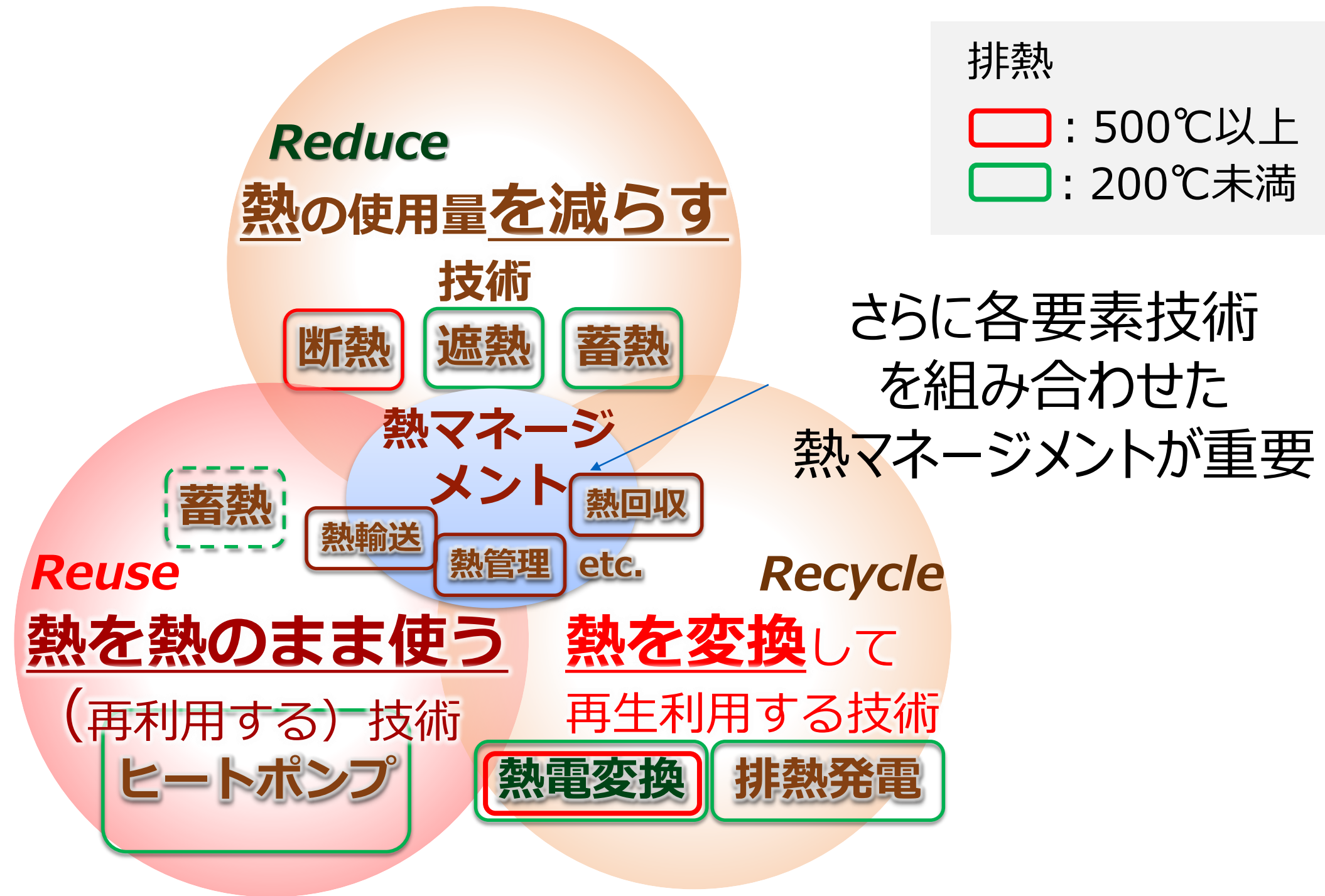
※EJ=10¹⁸ ジュール

出典：資源エネルギー庁 令和元年度（2019年度）エネルギー需給実績（速報）を基にNEDO作成

- 200℃未満あるいは500℃以上の熱の多くが使われずに環境中に捨てられており、この傾向は約15年間変わらない。



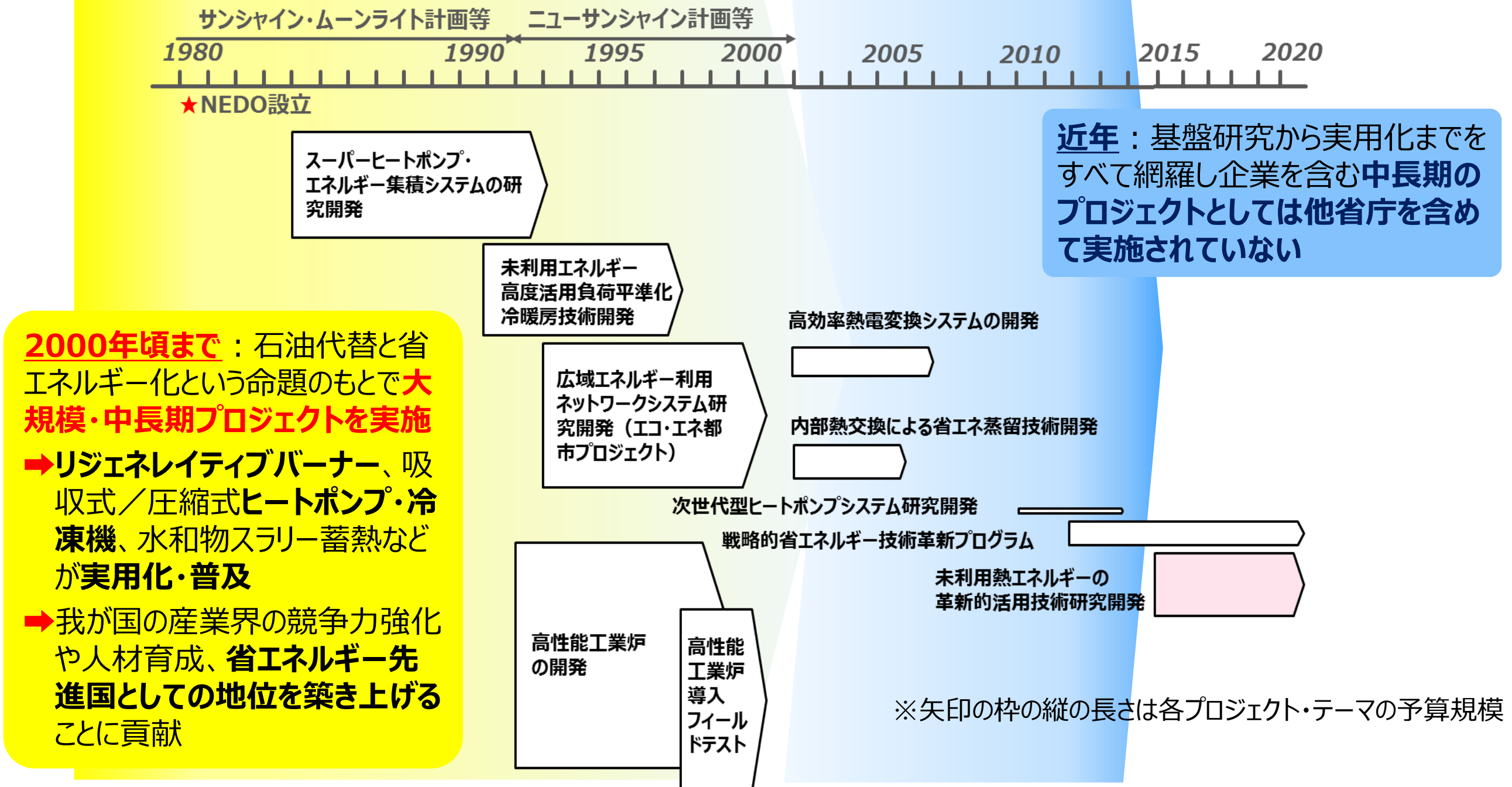
熱の3 R (Reduce, Reuse and Recycle)



熱の3 Rに関するこれまでのNEDOの主な研究開発プロジェクト

- 我が国のイノベーションの創出の大半を担う企業における研究開発が、近年短期化かつ短視野化し、**抜本的なイノベーションを生み出す可能性を秘めた未利用熱の有効利用に関する中長期的研究への投資は特に少なくなっている。**

例：NEDOにおける未利用熱の有効利用に関する主な研究開発プロジェクト



- 欧州を中心に熱利用プロジェクトが加速化しており、全欧州規模でのフレームワークプログラムである“Horizon 2020”では**熱利用に関する100%補助プロジェクト事業に、年間あたり10億円以上の予算が投じられている。**
- 熱利用技術を網羅的に扱うようなプログラムは実施されていない。



- ✓ 国家発展改革委員会：「石炭のグリーンで高効率な利用と新型省エネ技術」の実施計画を発行
➡ 工場の余剰熱回収(主に高温排熱) が重点的研究開発の対象に
- ✓ 中国国家自然科学基金委員会（NSFC） 予算による熱電変換に関する基礎研究も活発に実施

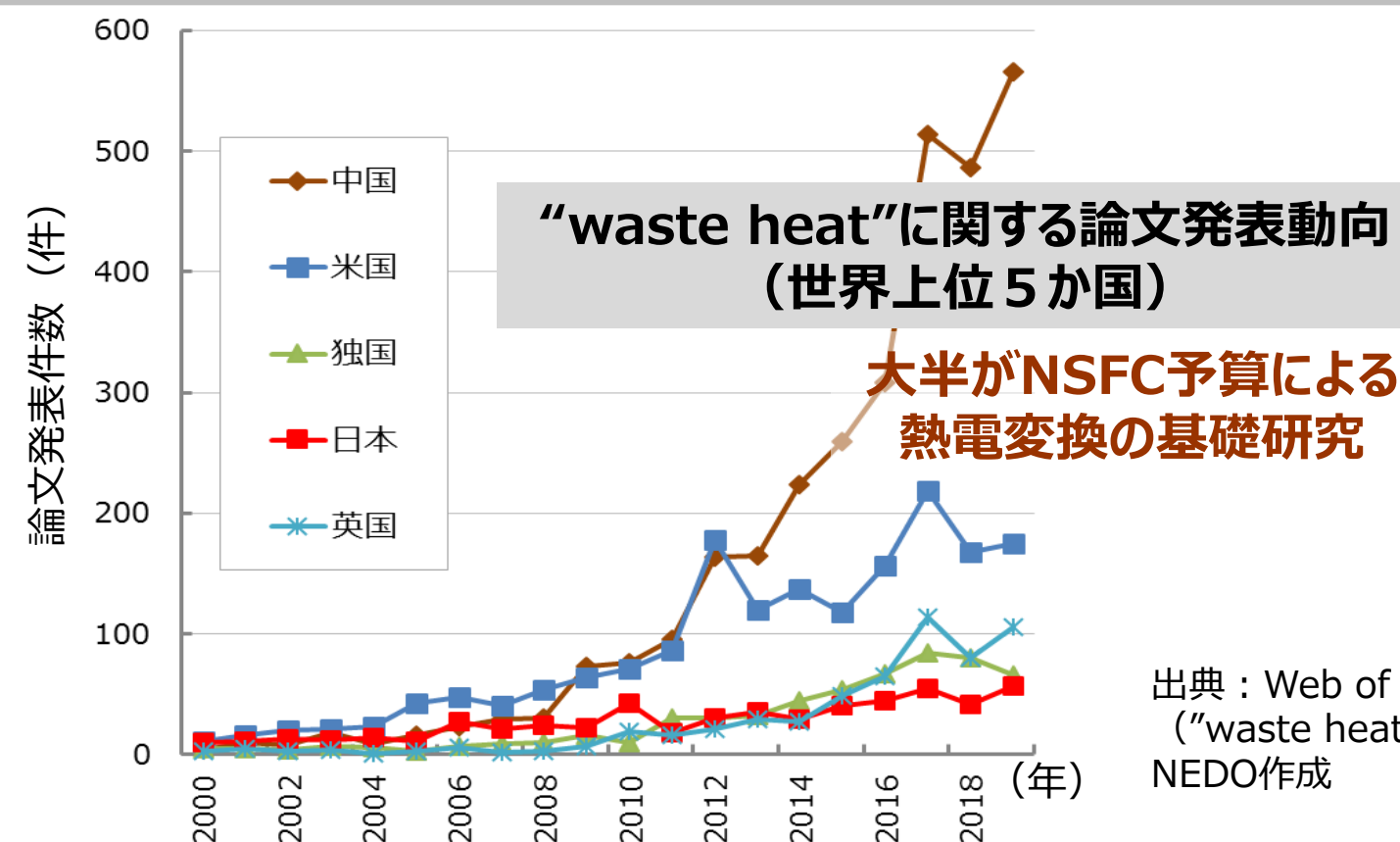


- ✓ DOE Advanced Manufacturing Office： 先進製造の実現のため、ポリマーコンポジット材料を用いた新しい熱交換器、マクロチャネル熱交換器の気液二相流の流動挙動解析、排熱回収システムのシミュレーションベースの設計と最適化等の研究開発を実施
- ✓ DARPA, NASA JPL： 熱エネルギーハーベスタとして熱電変換材料の開発を活発に実施（テルル系化合物、ハーフホイスラー系、スクッテルダイト系、CNT：目標変換効率6～11%）



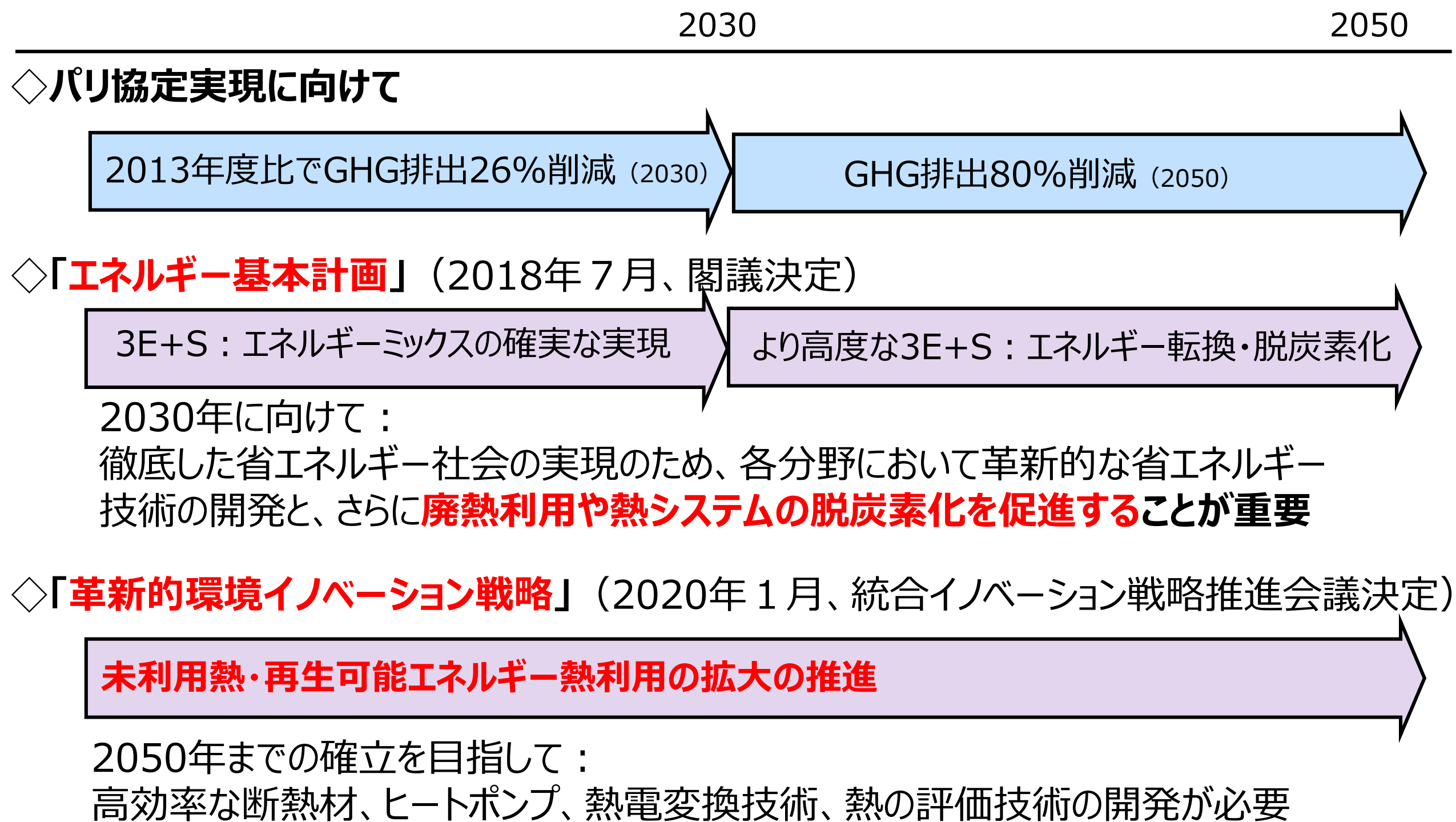
- ✓ EUヒート・ロードマップ
産業から排出される未利用熱に着目して、その地域熱供給への接続を含め、未利用熱の利活用をさらに推進する方針を示している（2012～）

- ✓ 欧州委員会（EC）の研究資金助成プログラムHorizon 2020
2014～2015年、2016～2017年、2018～2020年に実施されている作業プログラムの中で、排熱利用等の熱マネジメント技術関連の公募枠が設定されている。
蓄熱や熱電変換を中心に、未利用熱の活用に関する研究開発が活発に実施されている。



出典：Web of Science検索
("waste heat") 結果を基に
NEDO作成

- 我が国の中長期的なエネルギー・環境目標の実現に向けて、熱の効率的利用をはじめ省エネルギーの推進が求められている。



「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」プロジェクト

- 未利用熱エネルギーを効果的に、①削減（**Reduce**：断熱、遮熱、蓄熱）、②再利用（**Reuse**：ヒートポンプ技術）、③変換利用（**Recycle**：熱電変換、排熱発電）するための技術開発（**熱の3R**）と、④これらの技術を一体的に扱う**熱マネジメント**技術を産学官連携により中長期的・重点的に実施。
- ➡ 古くから研究開発の行われている当該分野の技術について、**未来の省エネルギーに向けたフロンティアとして革新し、2030年で原油換算で600万kL/年程度以上の省エネを目指す。**



実施期間：2015年度～2022年度

プロジェクトURL：

https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100097.html

プロジェクトリーダー（PL）**小原春彦氏**
産業技術総合研究所
理事 エネルギー・環境領域 領域長

協議

NEDO

技術委員会

PL、実施者、外部有識者

委託・助成

委託

未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合（TherMAT）



Reduce

- ①断熱：美濃窯業、AIST
- ②遮熱：東レ、AIST（2017年度末で卒業）
- ③蓄熱：パナソニック（2019年度末で卒業）、
トヨタ自動車（2018年度末で卒業）、
三菱ケミカル、AIST（2017年度末で卒業）

⑦熱マネージメント

マツダ、マレリ、
日本エクスラン工業
アイシン精機、AIST
パナソニック
トヨタ自動車（2018年度末で卒業）

企業：15
研究所(AIST*)：1
財団(JRCM**)：1

* AIST:
産業技術総合研究所
** JRCM:
金属系材料研究開発センター

Reuse

④高温ヒートポンプ
(助成)：
前川製作所
三菱重工サーマルシステムズ

④高効率冷凍機：
日立ジョンソンコントロールズ空調、
日立製作所
(2017年度末で卒業)

Recycle

⑤無機熱電変換：
安永、日本サーモスタット
古河機械金属
日立製作所
古河電気工業
AIST（2017年度末で卒業）

⑤有機熱電変換：
富士フイルム、AIST（2017年度末で卒業）

⑥排熱発電：パナソニック（2019年度末で卒業）

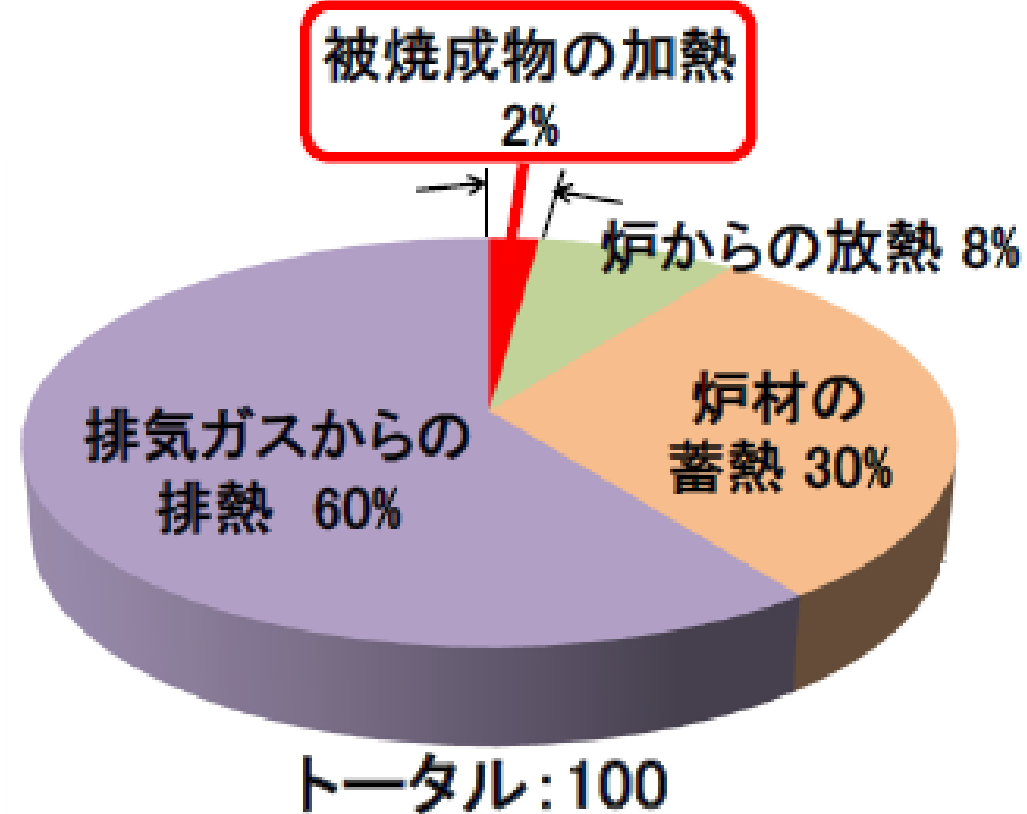


早稲田大学・岡山大学・大阪大学・東京大学・東海国立大学機構・東北大学・山口東京理科大学・
物質材料研究機構・山口大学・九州大学・佐賀大学・九州産業大学（11大学1研究機関）

小規模研究開発

要素技術の探索・育成

98%のエネルギーが利用されずに
廃棄されている

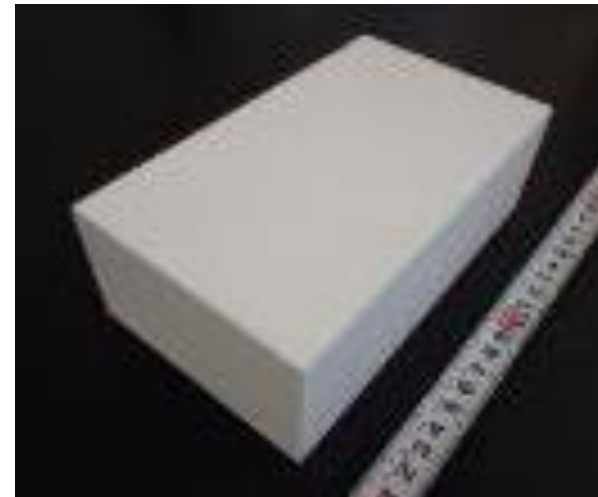


従来のセラミックス向け焼成炉（バッチ式）の
エネルギー収支（使用温度1500℃）

高性能断熱材



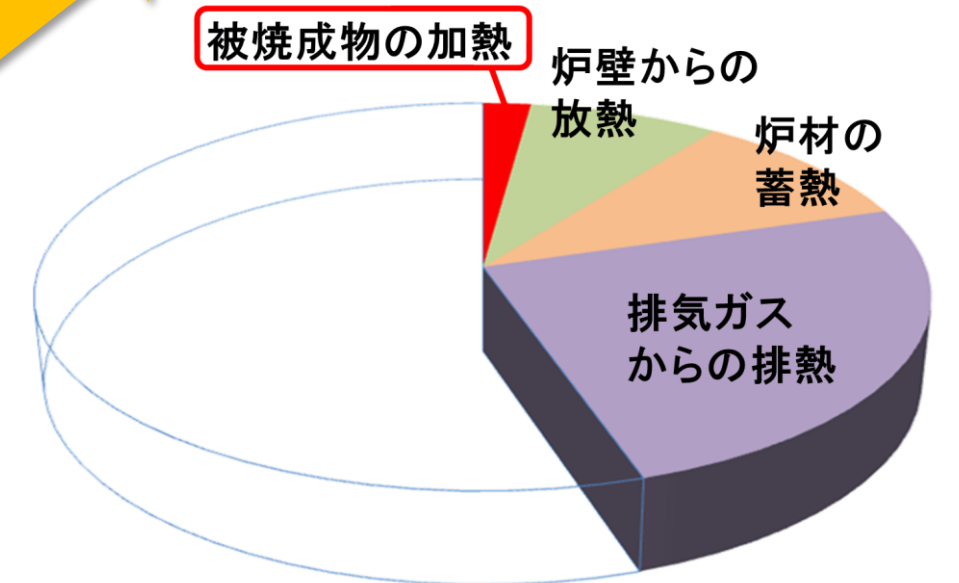
- ・小型電気炉への施行で、使用電力量を**60%削減**（従来比）
- ・高温状況下(**1500℃以上**)で、**世界最高水準の耐熱性、強度を実現したファイバーレス断熱材**



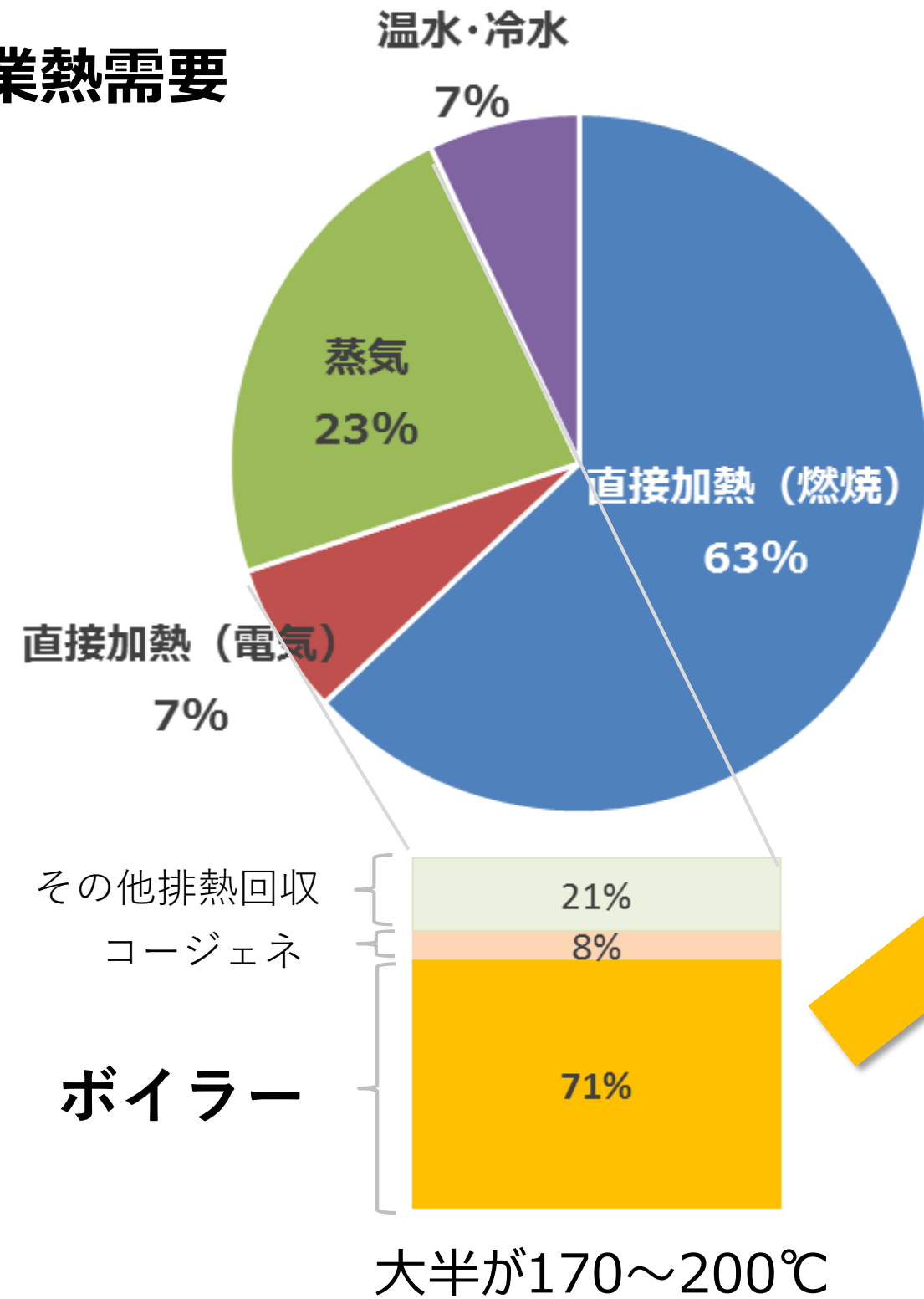
美濃窯業株式会社、
産業技術総合研究所



従来比50%以上の未利用熱を削減



産業熱需要



最終目標：

100℃レベルの排熱を利用し200℃供給、COP3.5以上

高温ヒートポンプ利用でボイラ蒸気に比べて、1.75倍以上高効率化

◆ REMARK

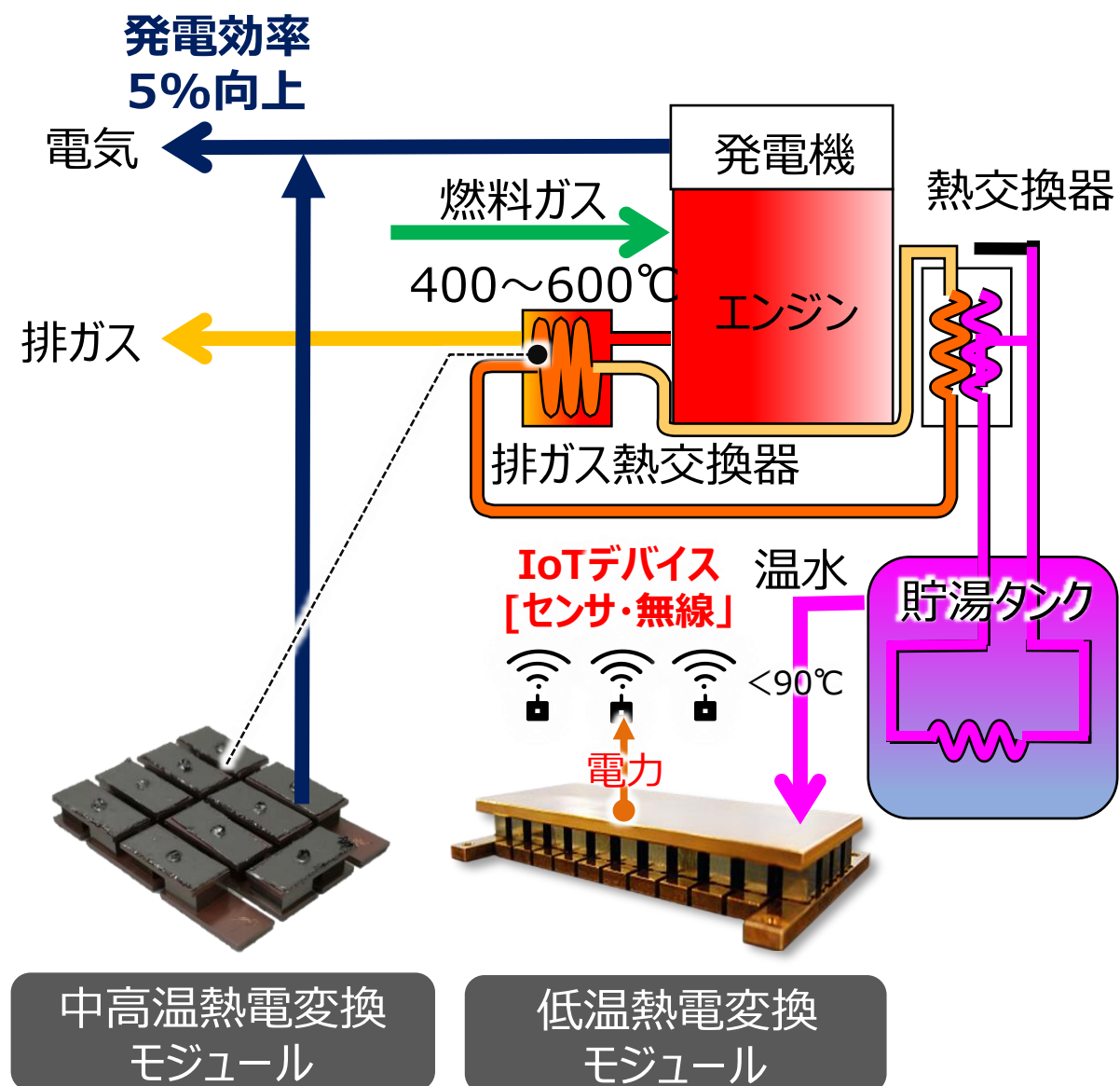
・80℃レベルの排熱を利用し
160℃供給、COP3.5以上

高温ヒートポンプ試作機



前川製作所、三菱重工サーマルシステムズ、他

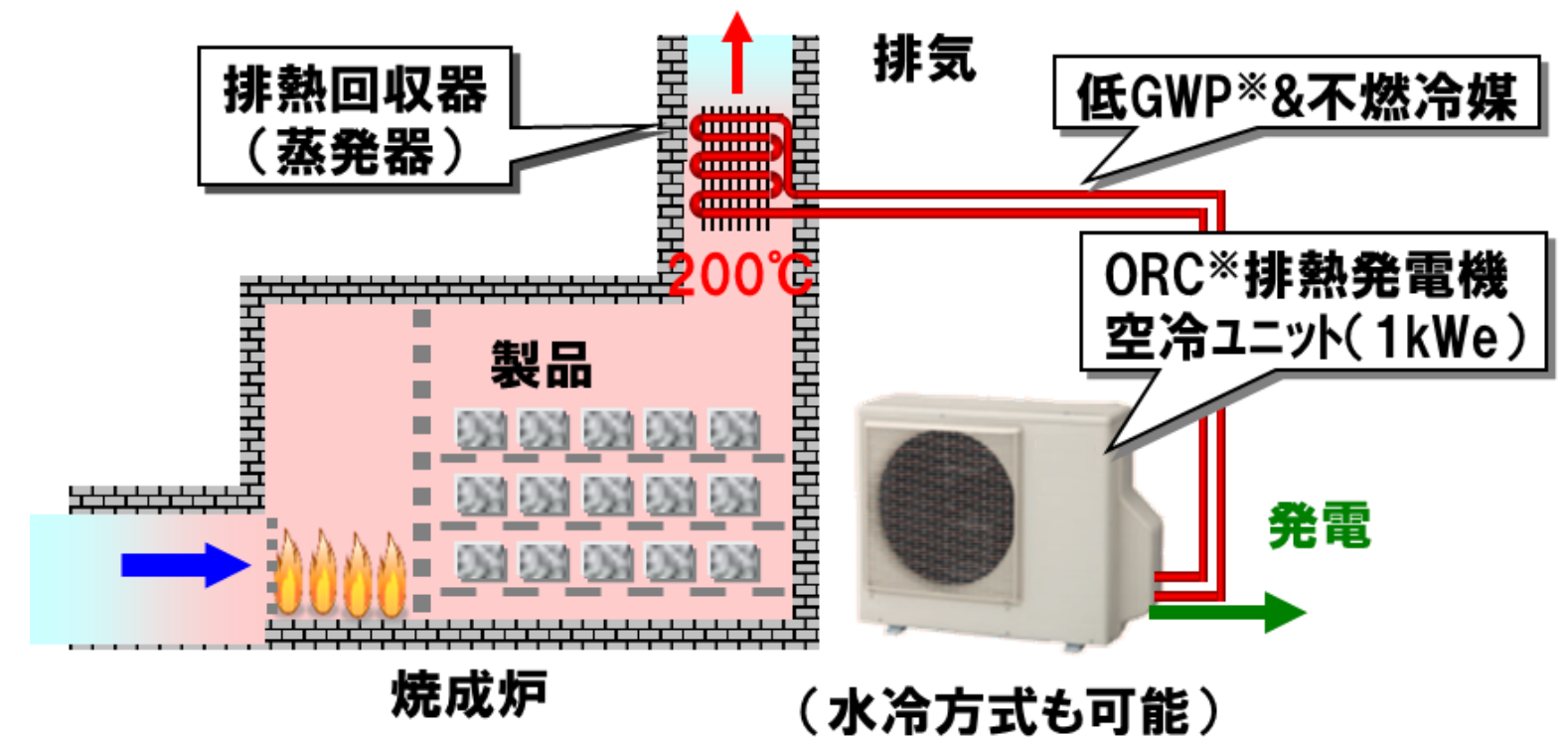
分散電源とシステム総合効率向上に向けた取組例



株式会社日立製作所

200℃以下の中低温排熱を活用した排熱発電

世界最高効率の1kWe小型発電システムを確立



※) GWP: 地球温暖化係数、ORC: オーガニックランキンサイクル

パナソニック株式会社

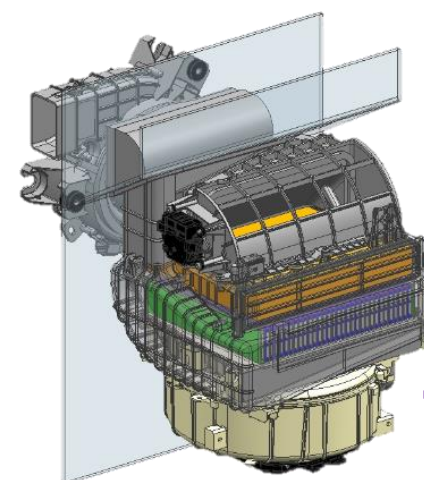
複数の研究テーマの最終目標をハイブリッド車に導入した際の燃費改善効果をGamma Technologies社のGT-SUITEを用いて推計。
夏季条件で約30%、冬季条件では約13%の燃費改善の見込み。

HV自動車：冬場の熱分析

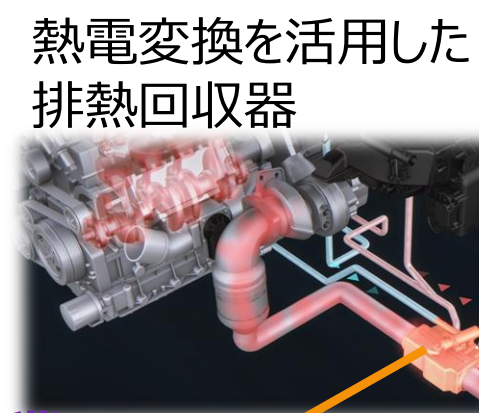


- ◆ 走行に必要なエネルギーは投入エネルギーの2割程度
- ◆ 熱回収により大幅な改善が可能

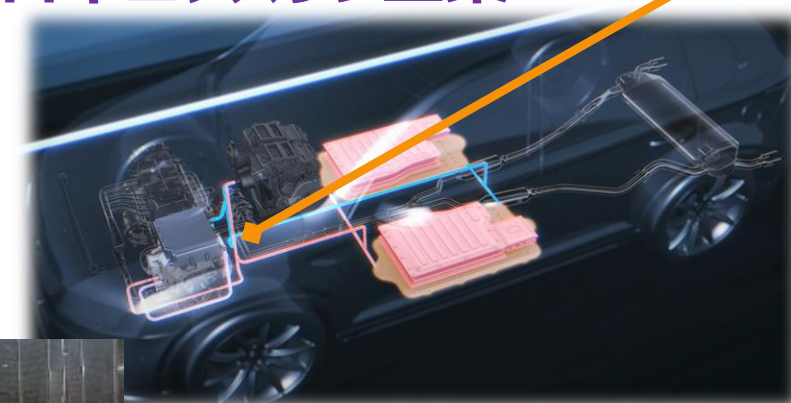
自動車用空調の省エネルギー化、車両熱流れの計測解析技術/自動車の熱流れモデルの構築、等



省エネ空調、
湿度交換技術



マレリ株式会社
日本エクスラン工業



車両全体熱マネージメント



熱流れの計測解析技術の開発/
電気駆動車の計測実施/
自動車の熱流れモデルの構築

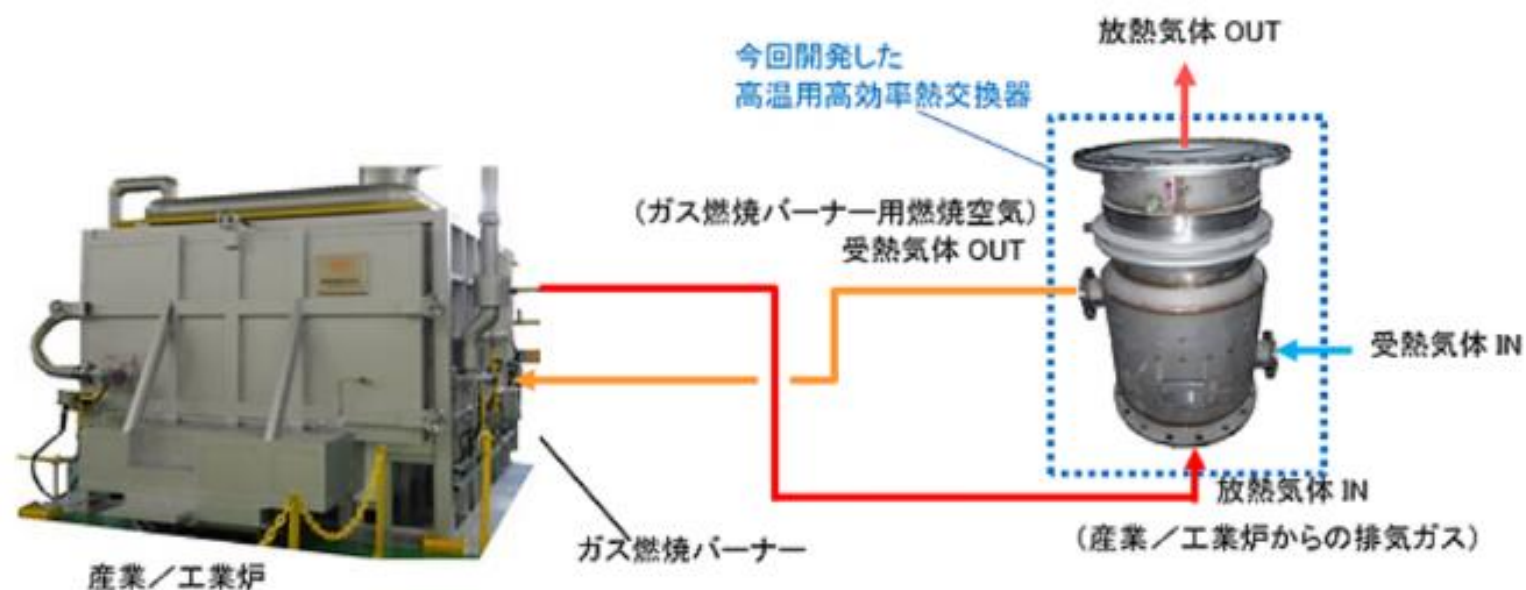
マツダ株式会社

未利用熱を従来比3倍の性能で回収可能な 高温用高効率熱交換器を実用化（2015年度）

- ・1300℃の耐高温性能
- ・従来に比べ3倍の性能で未利用熱を回収



高温炉に
設置可能



高温炉（～1300℃）

美濃窯業株式会社

従来比2倍の未利用熱回収性能の 冷凍機を実用化（2017年度）、事業化（2019年度）



温水熱の利用温度をより低温域
まで拡大

95℃の温水排熱について、従来は
75℃までの熱しか回収できなかったところを、より低温域の51℃まで熱回収

開発した一重効用ダブルリフト
吸収冷凍機「DXS」

2019年度以降、ドイツ等に導入、商用運転を開始

導入先	導入国	用途	熱源温水	冷凍能力	台数	導入時期
事務所ビル	ドイツ	業務用空調	95→65℃	630kW	3	2019年
機械工場	ドイツ	産業用空調	90→55℃	1,407kW	1	2020年
大学病院	ポーランド	業務用空調	65→57℃	300kW	1	2020年

日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社

NEDOのミッション

- エネルギー・地球環境問題の解決
- 産業技術力の強化

NEDOにおける未利用熱研究開発の推進方針



未利用熱の活用、**省エネルギー**技術のタネを育成・実用化・社会実装へ

すべてのエネルギーは
最終的に
熱になる

