

# 熱エネルギーの合理的 利用とは

東京農工大学大学院

秋澤 淳

# アウトライン

- 熱エネルギーの性質
- 熱の多段階利用 = ヒートカスケーディング
- 発電における多段階利用 = コージェネレーション
- 熱から冷熱を作る = 熱駆動冷凍機
- 再生可能熱の利用促進の仕組み作り

# 熱エネルギーの性質

- **熱力学の第一法則**

- エネルギーは保存される

- **熱力学の第二法則**

- 自然には、熱は高温側から低温側に移動する
- 熱を100%動力に変えることはできない

# 熱を無駄なく使う

- ”無駄”の意味は？
- 無駄にしないで全部使う ... 何を？
  - 熱のエネルギーを ..... 量
  - 熱のエクセルギーを ..... 質
- エクセルギーって何？

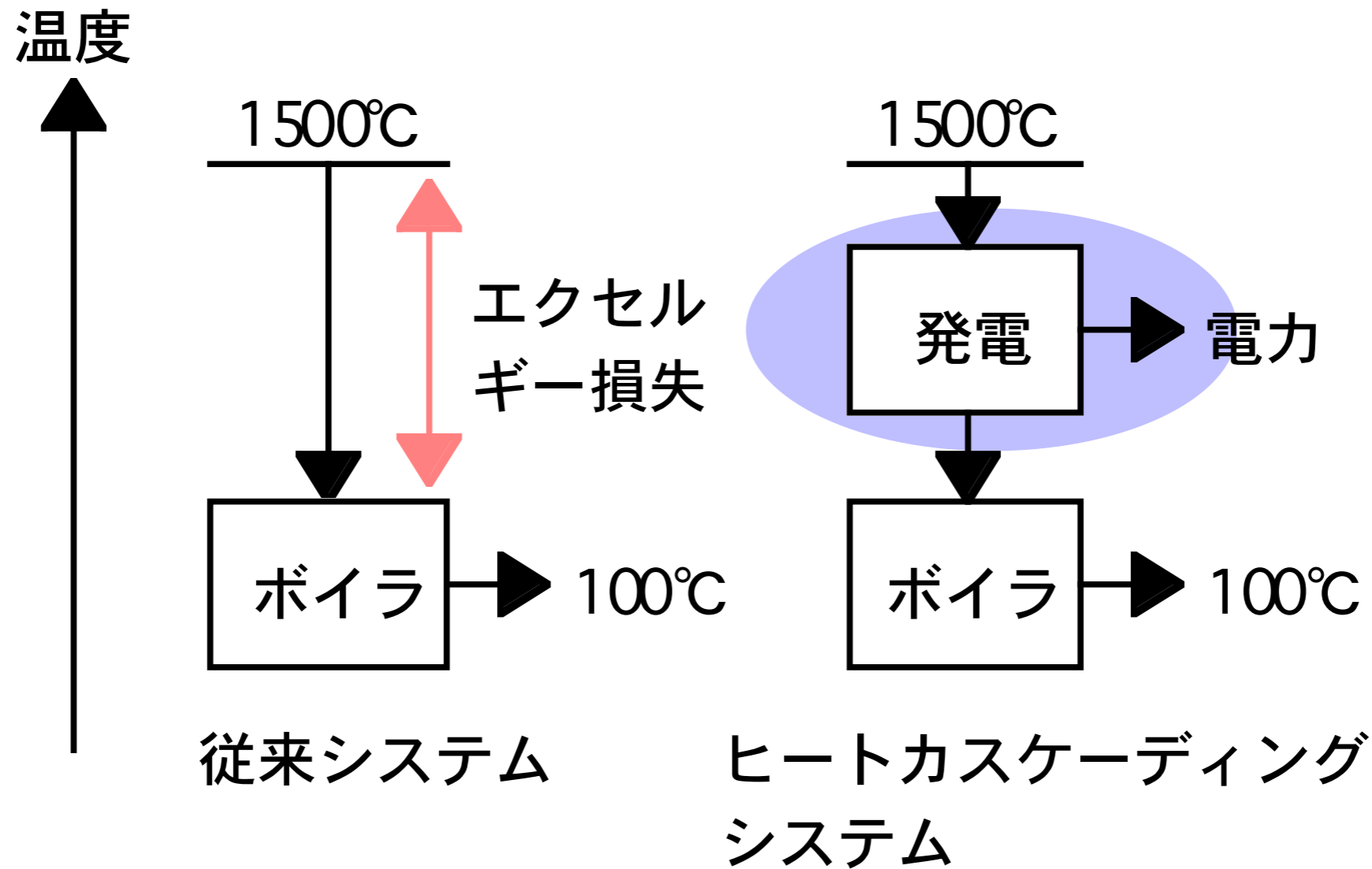
# 熱の質を考える

- エクセルギーとは「**熱が生み出せる最大の動力**」のこと
- 温度が高いほど動力を生み出せる
- 環境温度に近いほど動力を作れない
- 「**温度**」が**熱の質**を表している

# 質問：何が無駄になっている のでしょうか

内容	量	質
燃料を燃やしてお風呂を沸かす		
電気ポットでお湯を沸かす		

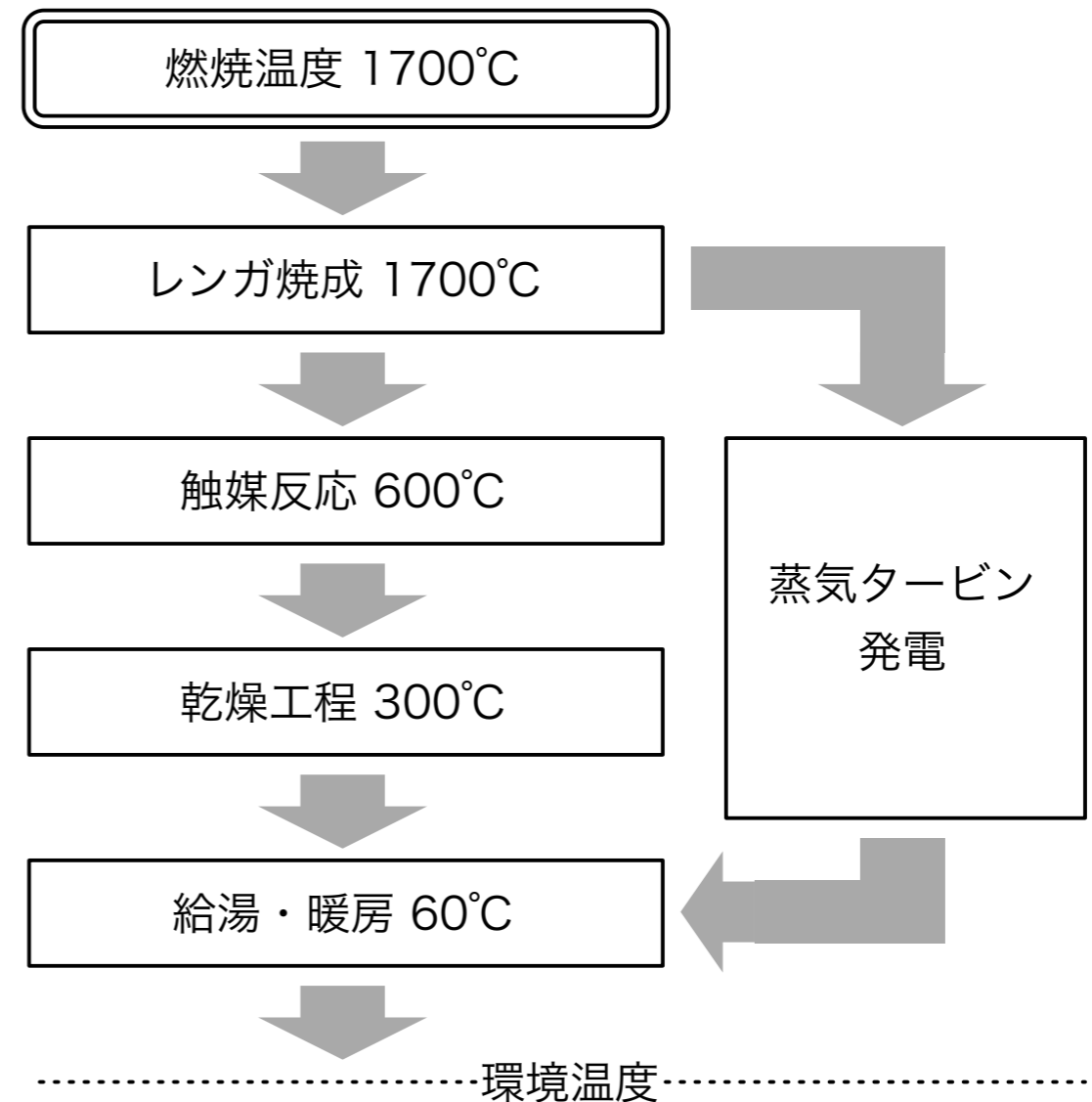
# 質の無駄 = 温度の不整合



- 高い温度の熱を低い温度の熱負荷には使わない

# 熱の合理的利用とは

- 熱を奪うと熱媒の温度が低下する
- 熱を使うたびに温度が下がるのに合わせて、温度に見合った熱負荷に供給する

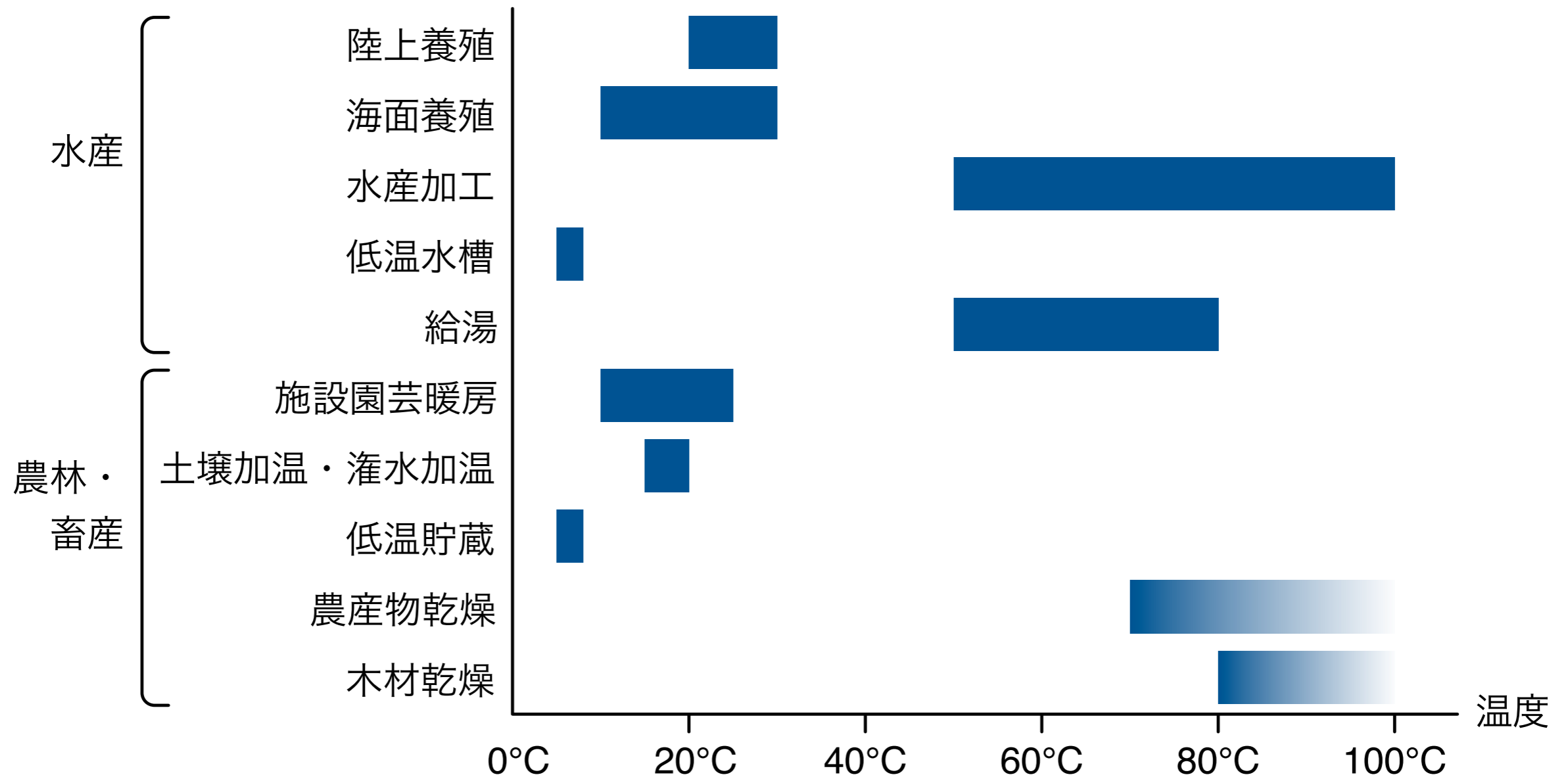


熱の多段階利用 = ヒートカスケーディング



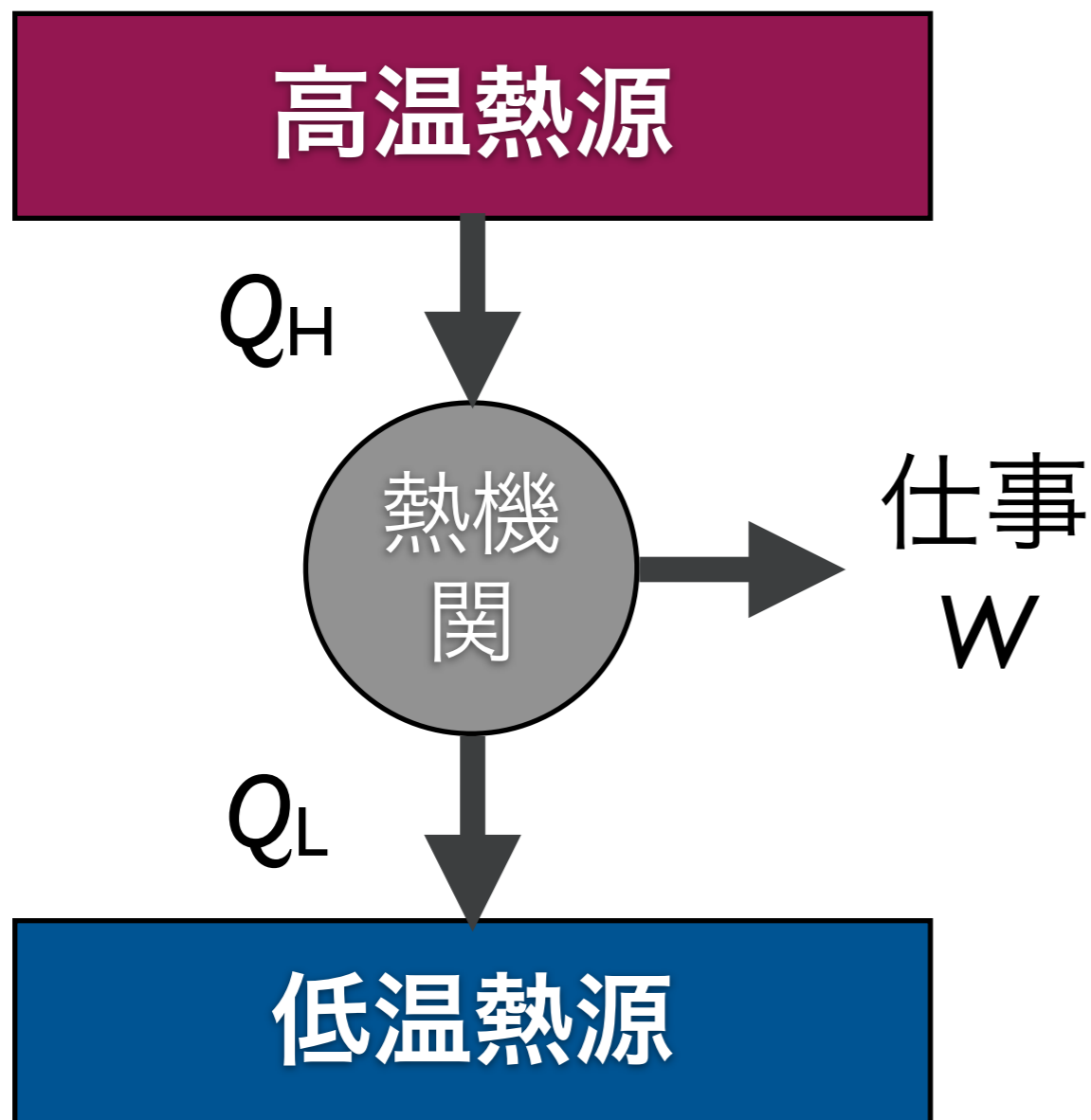
# 熱利用温度

データ出所：バイオマス技術ハンドブック



- 100°C以下の熱利用とマッチングがとれた熱供給が課題

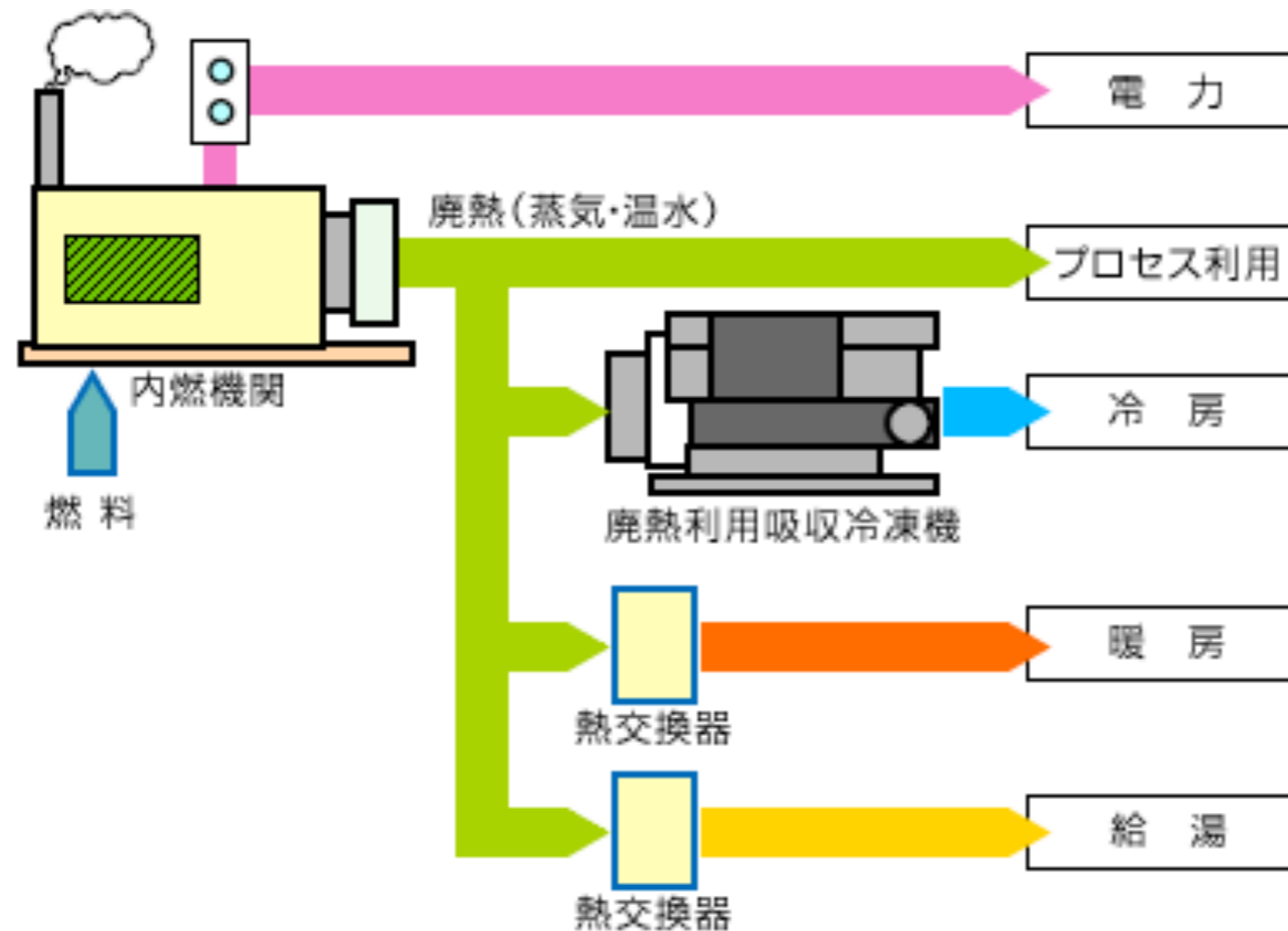
# 熱機関



- 熱力学第二法則
  - 熱をすべて動力に変換することは不可能
- 発電の際には必ず排熱を低温熱源に捨てる
  - 発電所の温排水
  - エンジンのラジエータ

# コージェネレーションシステム

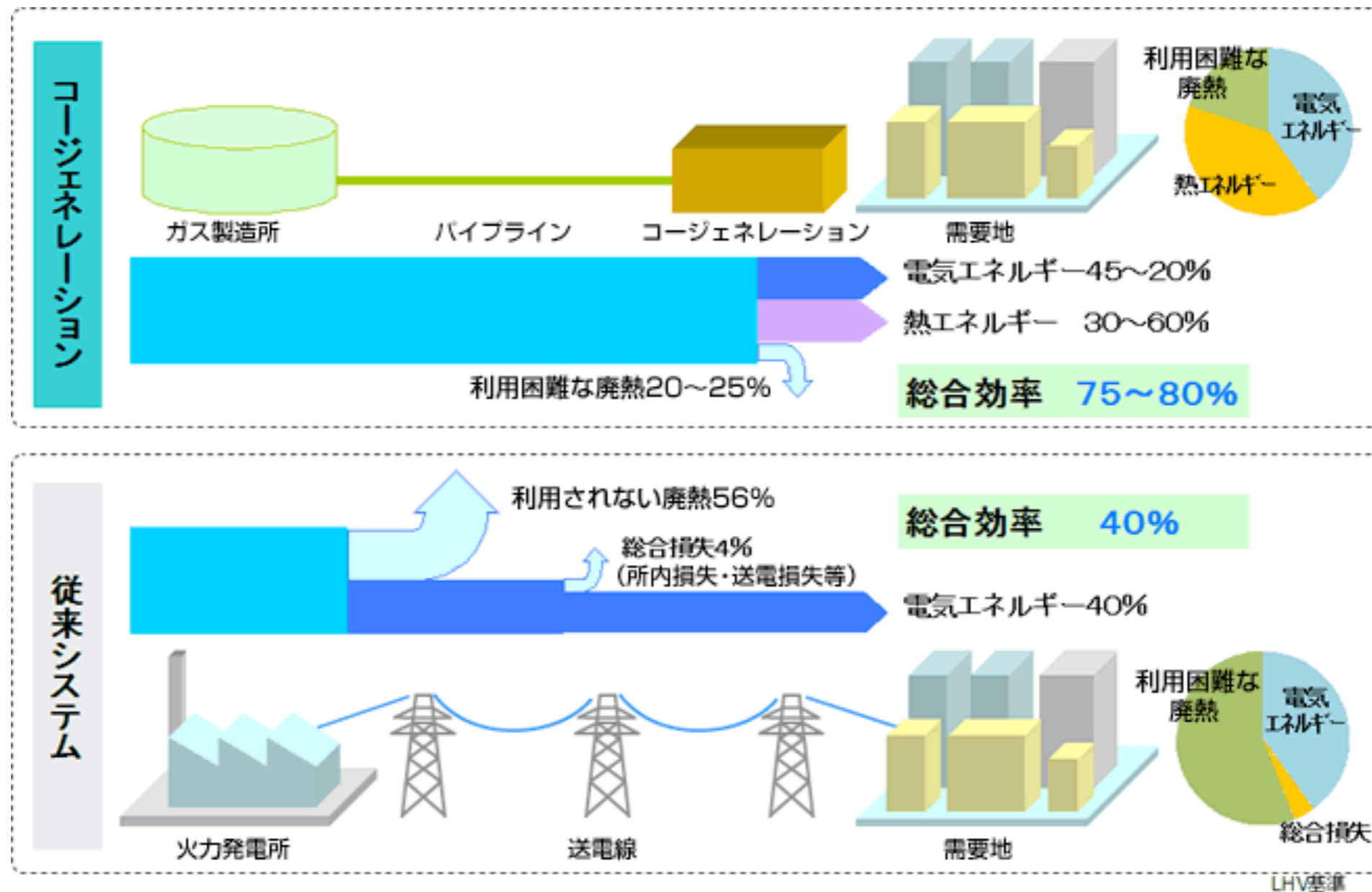
出所：コージェネ財団ホームページ, <http://www.ace.or.jp>



- 低温熱源の温度を上げて，排熱も利用可能にする

# 分散型エネルギー源

出所：コージェネ財団ホームページ, <http://www.ace.or.jp>



- 熱も使う地産地消化により省エネになる

# 大規模なコージェネレーション (デンマーク)

コペンハーゲン郊外に立地する焼却プラント

- ごみ焼却熱から電力と同時に熱も供給するシステム
- コペンハーゲンでは熱導管を通じて市街地への熱供給が実現
- 日本では排熱を面的に利用する「面的利用」の議論が進められている

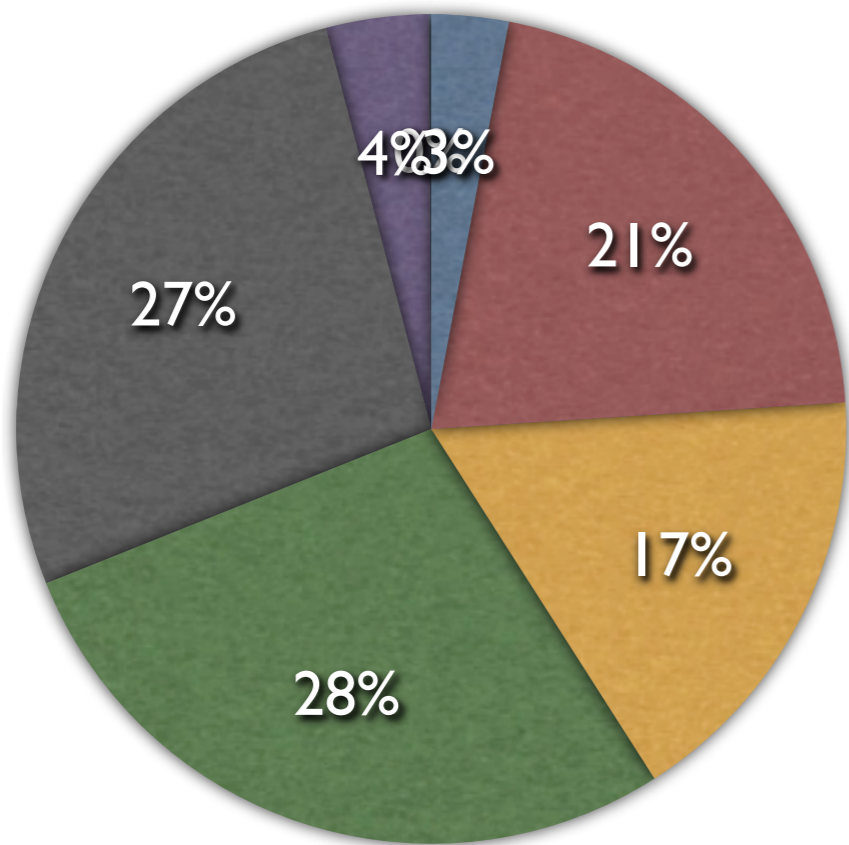


わらも焼却燃料に利用

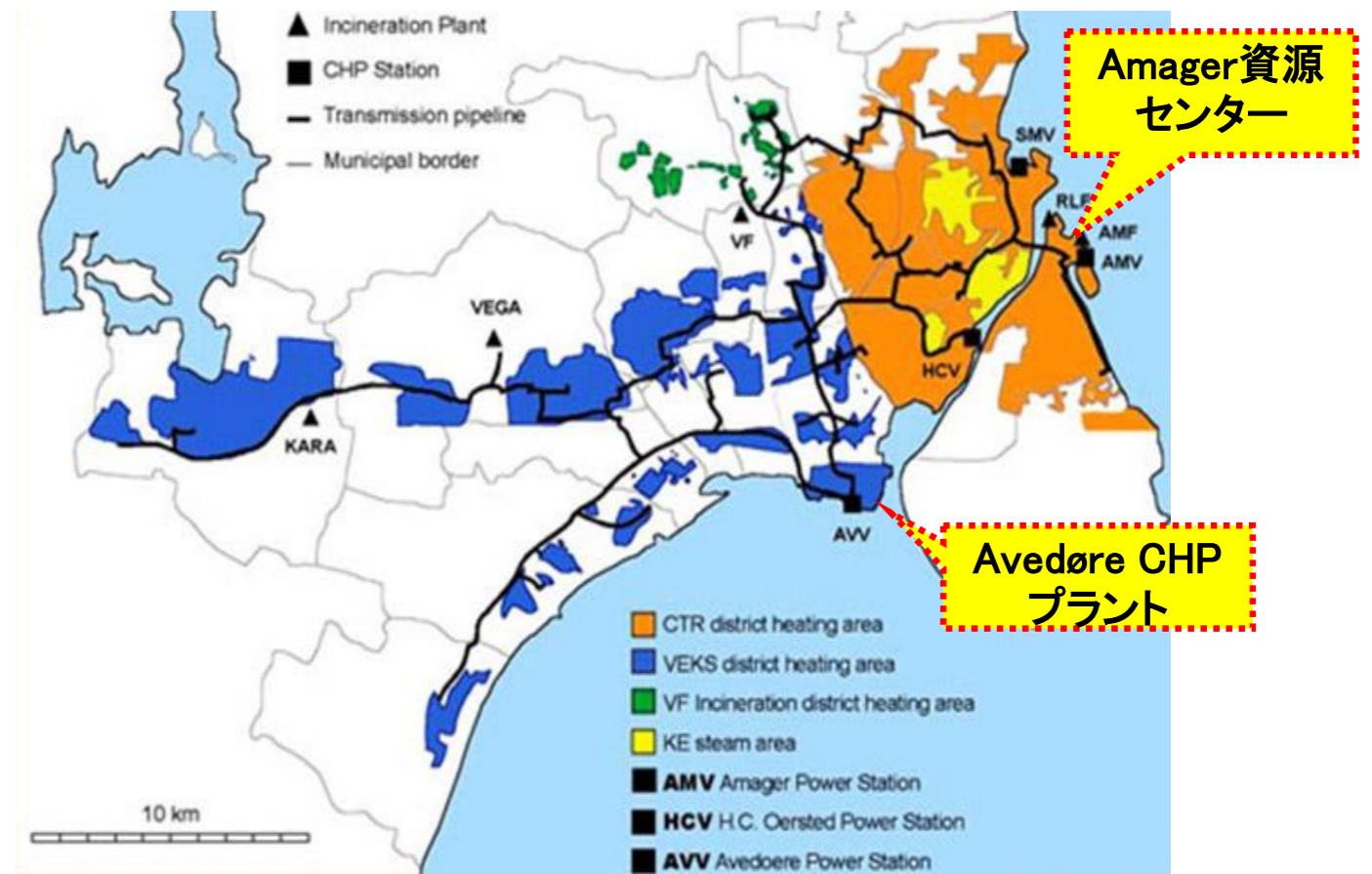
# デンマークの地域熱供給

## コペンハーゲンの地域熱供給ネットワーク

- 産業排熱
- 廃棄物
- 再生可能エネルギー
- 天然ガス
- 石炭
- 石油
- ヒートポンプ



地域熱供給の熱源構成



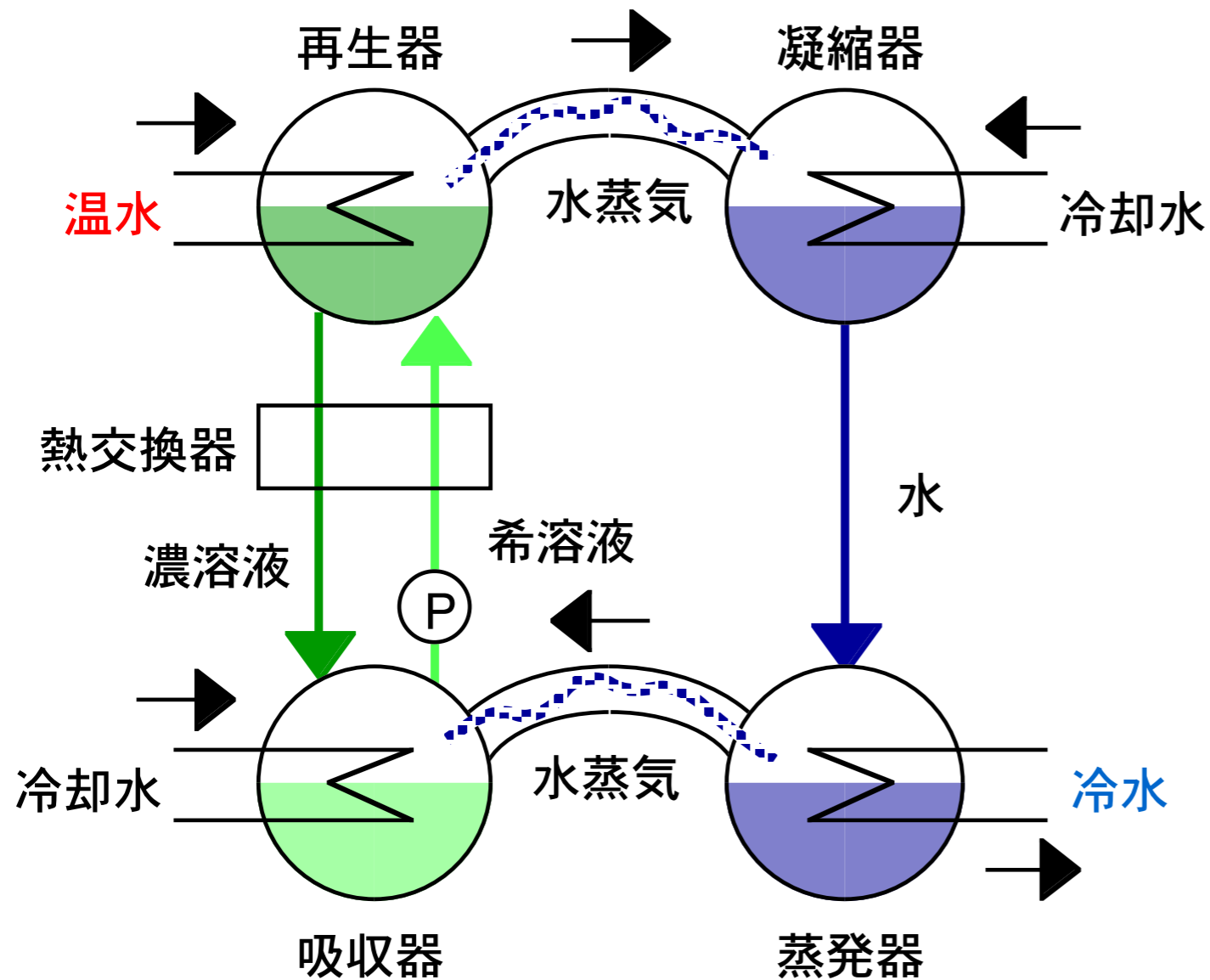
出所：CTR社資料

- 1980年代から再生可能エネルギー熱源を増やしてきた

# 熱から冷熱を作る

- 熱駆動冷凍機
  - 熱を主たる作動源とし，冷熱を発生する技術
- 代表例
  - 吸収冷凍機：90°C以上
    - 液体吸収溶液（LiBr水溶液）を利用
  - 吸着冷凍機：70～80°C
    - 固体吸着材（シリカゲル）を利用

# 吸収冷凍機の基本構成



水-LiBr系の吸収冷凍機の構成

- 冷媒 (水)
- 蒸発器で蒸発熱を奪い、冷水を発生する
- 吸収溶液
- 冷媒を吸収し再生器に輸送する
- 再生器で加熱されて冷媒を放出



# 木質ペレット焚き吸収冷凍機

檜原町

浜松市天竜区役所

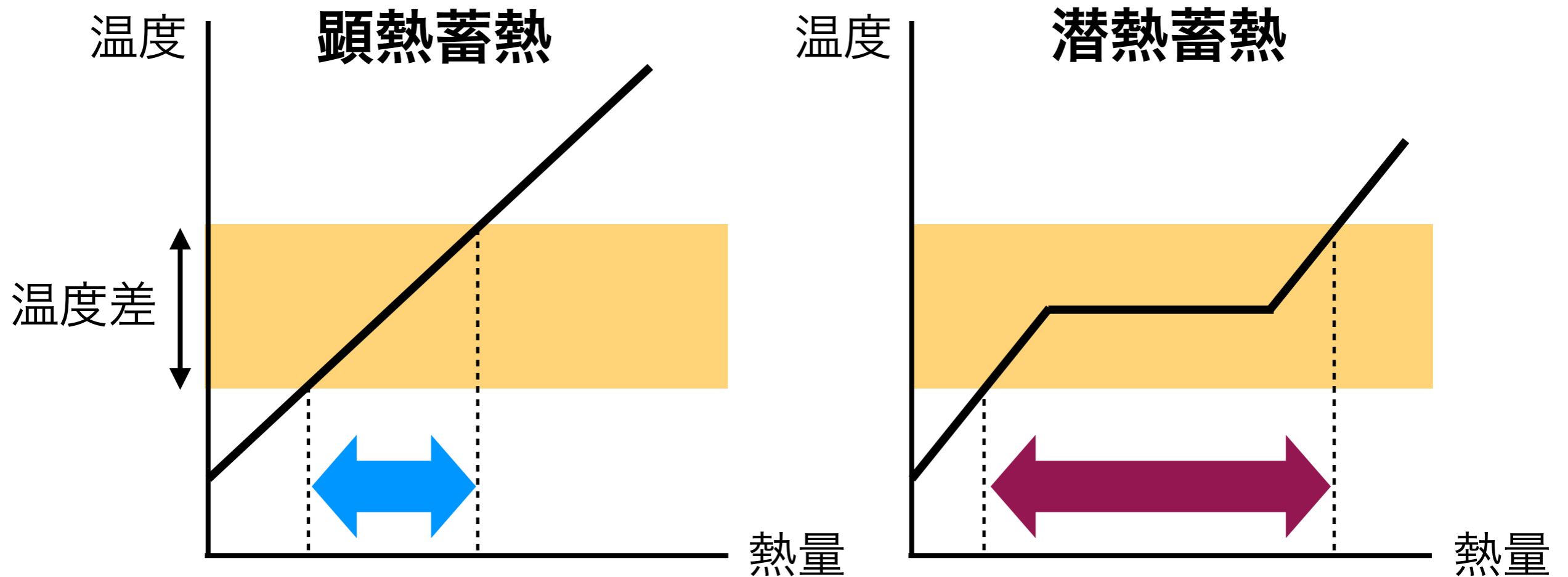


- 熱駆動冷凍機は熱源に様々な燃料を選べる

# 熱利用における課題

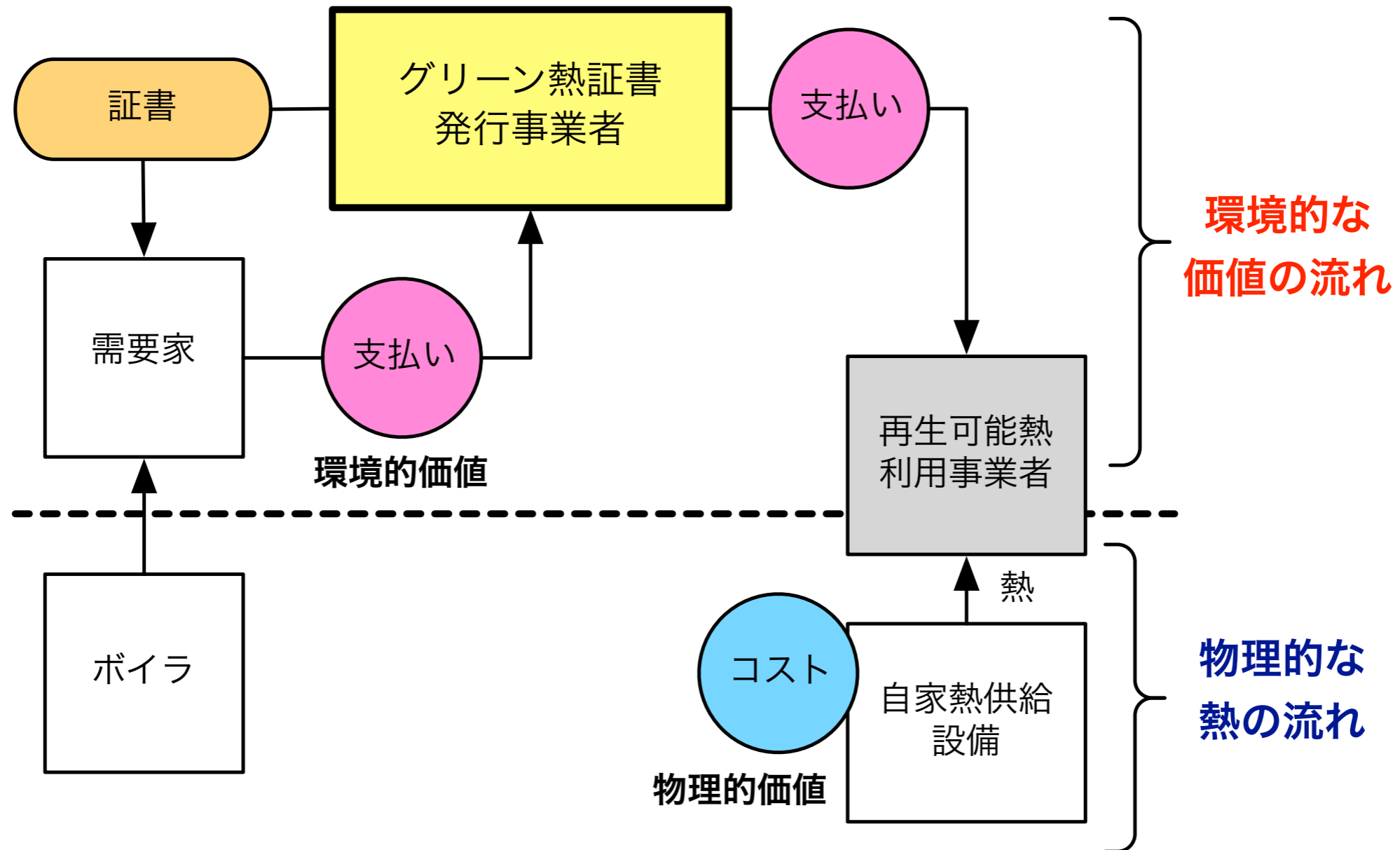
- コージェネレーションは電力と熱を同時に生産する
- 電力に合わせて運用すると熱の過不足が生じる  
→ **蓄熱による調整**
- 再生可能熱エネルギーの利用を促す仕組み作りが必要
- **グリーン熱証書**
- **熱負荷の見える化**

# 顕熱蓄熱と潜熱蓄熱



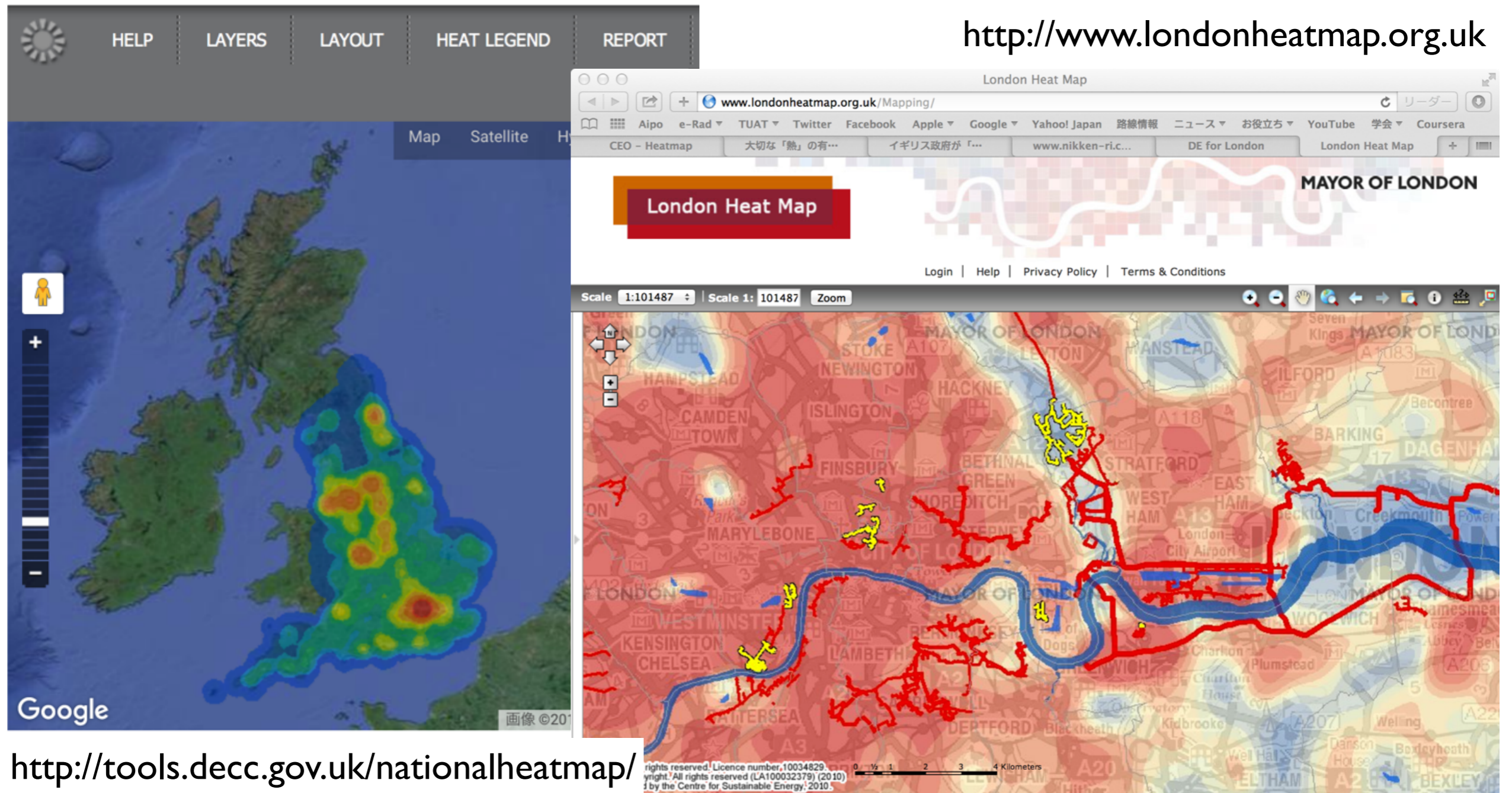
- 潜熱蓄熱は同じ温度差に対して蓄えられる熱量が大きい

# グリーン熱証書の仕組み



- 環境価値の分離によって事業者は再生可能熱利用の経済性を改善

# 熱負荷の見える化



- イギリスでは熱負荷を地図上にマップ化し、公開している

# まとめ

- 熱エネルギーは温度（質）を考慮して，適正な需給のマッチングを図ることが重要
- 熱を多段階に利用して，質の損失をできるだけ低減する
- 熱駆動冷凍機によって，温熱から付加価値の高い冷熱を作り出すことも可能
- 再生可能熱の利用を促進する仕組み作りが求められる