

再生可能・未利用エネルギーの 活用技術について

東京都環境科学研究所 調査研究科
研究員 藤原 孝行

本日の発表内容

- 1 再生可能エネルギー、未利用エネルギーとは
- 2 メタン発酵によるバイオマスエネルギー利用に関する研究
- 3 清掃工場排熱の地域利用に関する調査研究
(中央区の事例)
- 4 水素エネルギーの活用
- 5 今後の調査研究

再生可能エネルギーとは、

「エネルギー源として永続的に利用することができると認められるもの」太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、大気中の熱その他の自然界に存する熱、バイオマス。

再生可能エネルギーは、

資源が枯渇せず繰り返し使え、発電時や熱利用時に地球温暖化の原因となる二酸化炭素をほとんど排出しないエネルギー。

未利用エネルギー

未利用エネルギーとは、

工場などからの排熱エネルギー、下水や河川などの温度差エネルギー、廃棄物エネルギーなど、これまであまり利用されていなかったエネルギーの総称。

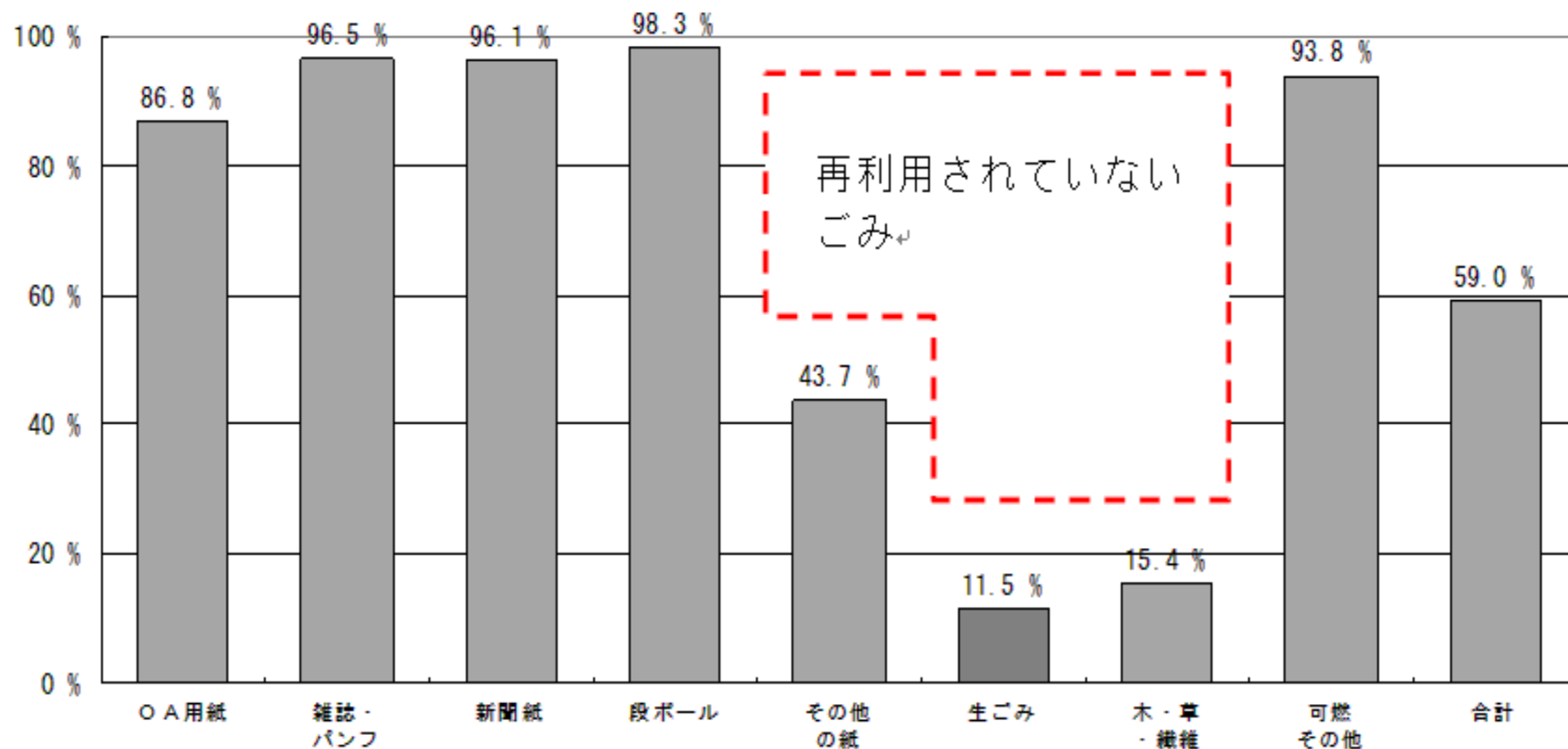
排熱エネルギー	温度差エネルギー	廃棄物エネルギー	その他エネルギー
工場排熱 変電所排熱 地下鉄・地下街からの排熱	下水 河川水 地下水 海水	ごみ焼却 汚泥焼却	雪氷熱 地熱

メタン発酵によるバイオマスエネルギー利用 に関する研究

発表引用資料

乾式メタン法による都市型バイオマス研究 （環境省委託研究H20-22）
未利用エネルギーに関する調査委託報告書 （中央区委託調査H24）

バイオマスエネルギー利用の考え方



事業系可燃ごみの再利用率

資料：「平成 17 年度東京 23 区再利用計画書のまとめ（H18.2 東京二十三区清掃協議会）」より作成

メタン発酵方式の特徴

湿式メタン発酵方式

原料: 高含水率バイオマス
厨芥類、家畜糞尿、有機性汚泥、
脱水汚泥、汚水等

残渣形状: 液状残渣
含水率90%~



乾式メタン発酵方式

原料: 低含水率バイオマス
厨芥類、紙類、剪定枝葉、
有機性汚泥、脱水汚泥、水等

残渣形状: 固形状残渣
含水率60%~85%



乾式メタン法による都市型バイオマス研究実証実験施設 (環境省委託研究)



実証実験施設全景



乾式メタン発酵槽



原料投入



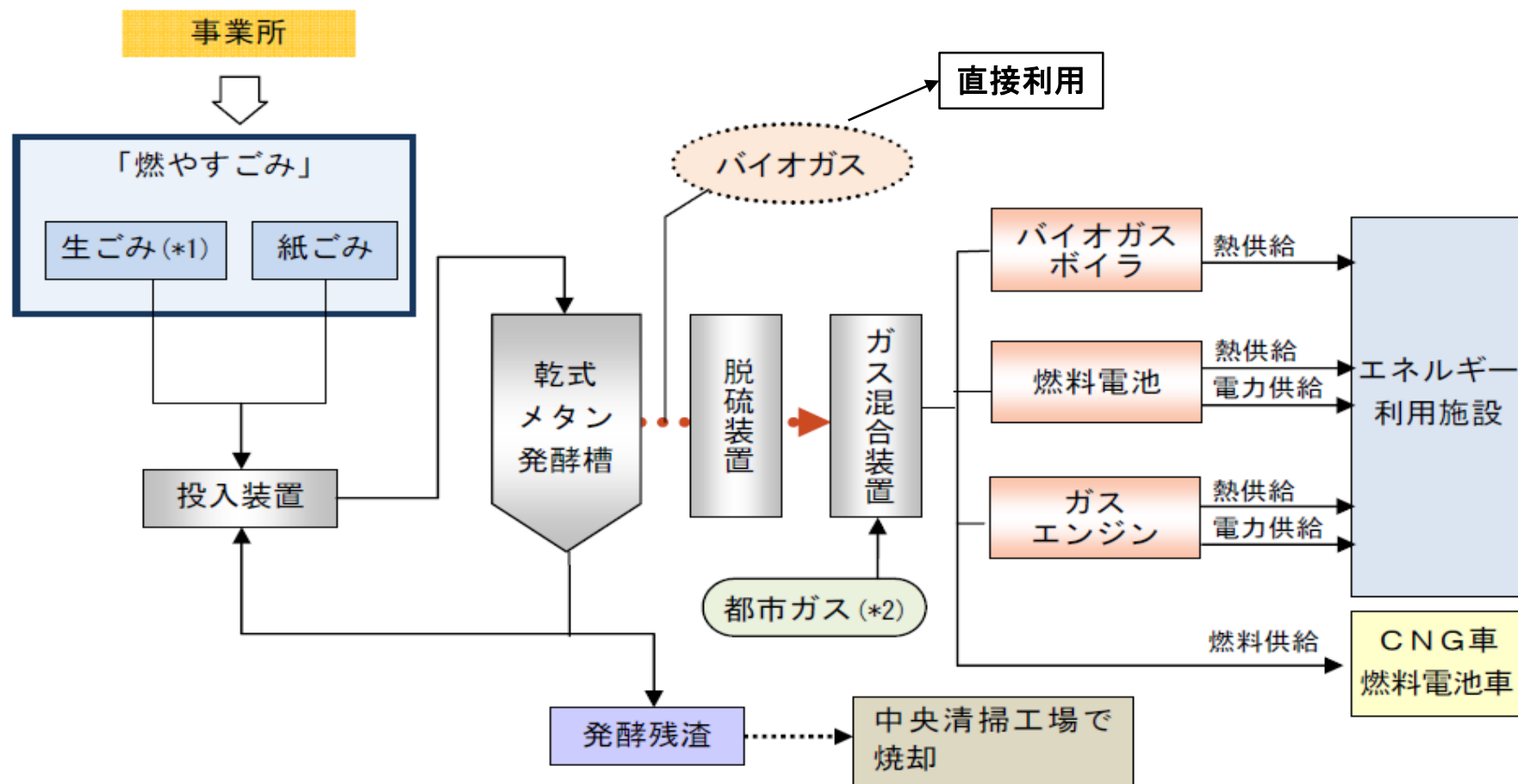
コンテナ内の原料

バイオマス資源の利用と回収に関する可能性検討 (中央区委託調査)

- ① 家庭から発生するごみは事業所から発生するごみに比べてメタン発酵の不適物の割合が高いこと、
- ② 中央区では生ごみや紙ごみの90%以上は事業所から排出されていること、
- ③ コスト面でのメリットなどのインセンティブがあれば新たなごみ処理スキームの受容性が高いと考えられること等から、

メタン発酵システムでは、
事業所から排出される、生ごみや再利用されていない紙類を処理対象と想定する。

想定したバイオマスエネルギー利用システム (中央区委託調査)



*1: 食品リサイクル法対応の食品廃棄物も含む

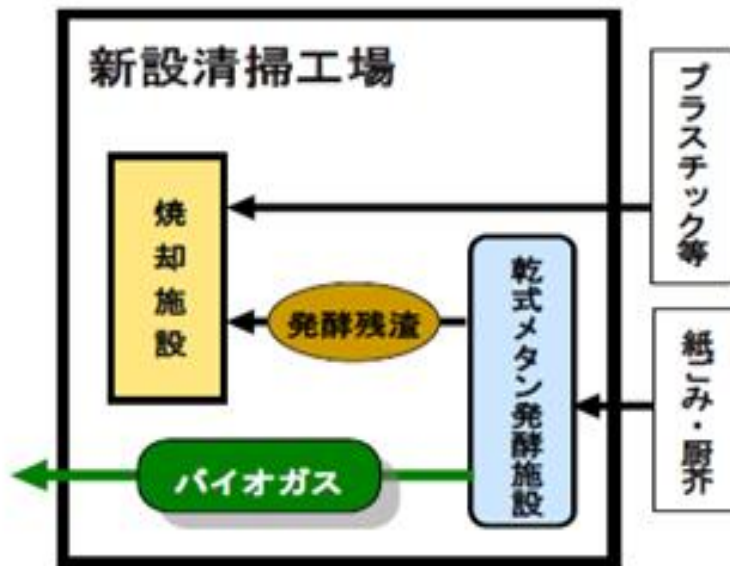
*2: エネルギーの安定供給の確保とガスホルダーレスを図るために都市ガスと混合して利用する

図 システムフロー

メタン発酵施設と清掃工場の連携の考え方(中央区委託調査)

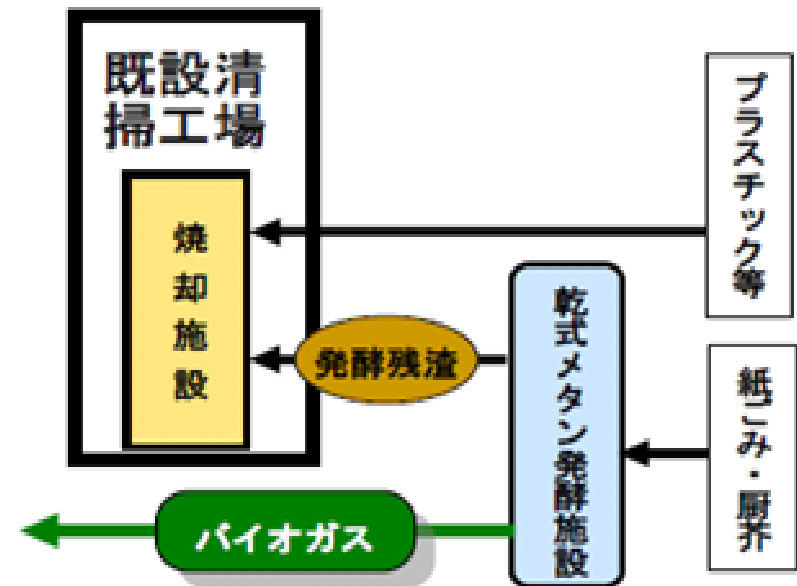
清掃工場一体型

新たに整備される清掃工場に、焼却施設とメタン発酵施設を一体的に整備する。



清掃工場連携型

既設の清掃工場に、新たにメタン発酵施設を併設する。



想定したバイオガスにより得られるエネルギー量 (中央区委託調査)

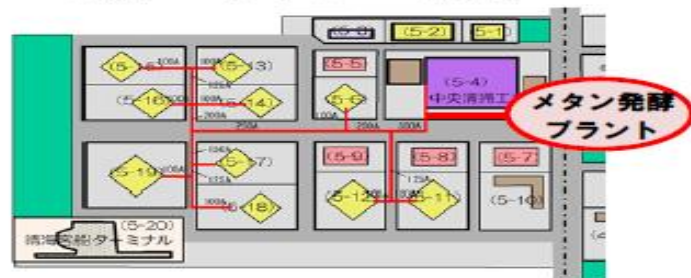
表 バイオガスにより得られるエネルギー量の想定

①メタン発酵対象 ごみ量	②バイオガス 発生原単位	③得られる エネルギー量	④世帯当たり 都市ガス消費量	⑤バイオガスによる 都市ガス代替可能 世帯数
10t/日 (3,650t/年)	346Nm ³ /t	30,310GJ/年	13,464MJ/年・世帯	約2,300世帯
20t/日 (7,300t/年)		60,620GJ/年		約4,600世帯
30t/日 (10,950t/年)		90,930GJ/年		約6,900世帯
備考	環境省委 託研究	① × ② × 24MJ/Nm ³ (バイ オガス発熱量)	2007年の関東地方 における世帯当た り都市ガス消費量	③/④

バイオガスのエネルギー(熱・電力・ガス)利用イメージ (中央区委託調査)

地域熱供給システムへの熱供給

- ・清掃工場排熱利用による地域熱供給システムへの熱やバイオガスの供給



公共施設への熱・電力燃料供給

- ・学校、児童館等への熱・電力・燃料供給
- ・災害時における防災拠点への熱・電力・燃料供給



環境対応車への燃料供給

- ・CNGバス、CNG清掃車等への燃料供給



- ・EV充電スタンドへの電力供給



エネルギー収支、CO2削減効果の検討

(1) エネルギー収支検討結果

清掃工場焼却と比べ、処理規模10t/日では2.9倍の
余剰エネルギーとなる
(バイオガスとして直接利用の場合)

(2) CO2削減効果検討結果

清掃工場焼却と比べ、処理規模10t/日では4.2倍削減
できる
(バイオガスとして直接利用の場合)

<CO2排出係数>

- ・電力CO2排出係数:0.382kg-CO2/kWh(2012年度東京都地球温暖化対策計画書採用値)
- ・都市ガスCO2排出係数:0.0506kg-CO2/MJ(")
- ・バイオガス:0.0494kg-CO2/MJ(メタンガスのCO2排出係数(理論値))

事業性検討と事業スキームの考え方

事業スキーム	特徴
民間事業者が主体となる事業	採算性や周辺条件調整の点で民間事業としては難しい
公共事業 (PFIを含む)	公共公益性を有する事業として公共が中心となって事業化 民間ノウハウ活用の観点からPFI事業も考えられる
地域エネルギー供給事業	熱供給プラントのサブプラントとして位置づける 人的負担の軽減が期待できる

メタン発酵によるバイオマスエネルギー利用研究に関する まとめ

(1) 導入効果

バイオマスエネルギー利用、循環型社会形成等の観点からは意義がある。
また、省エネルギー効果及びCO₂削減効果は、ある程度期待できる。

(2) 経済性

処理規模10t/日の施設で公的支援を受けずに設置、運営すると、単年収支がマイナスとなり、設備投資を回収することができない。
民間が単独で取組む事業として事業化することは困難である。

(3) 導入の課題

民間が単独で事業化することは難しい。
残渣処理、臭気対策等を考慮すると、清掃工場に近接した位置にメタン発酵プラントの設置空間を確保することが必要である。
廃棄物処理法や、都市計画法・建築基準法に基づく立地手続きが必要。

清掃工場排熱の地域利用に関する調査研究（中央区の事例）

発表引用資料

未利用エネルギーに関する調査委託報告書（中央区委託調査H24）

清掃工場の排熱発生場所

① 蒸気復水排熱

② 減湿用冷却水排熱

③ 洗煙污水排熱

清掃工場のしくみ (Descriptions of the Plant)

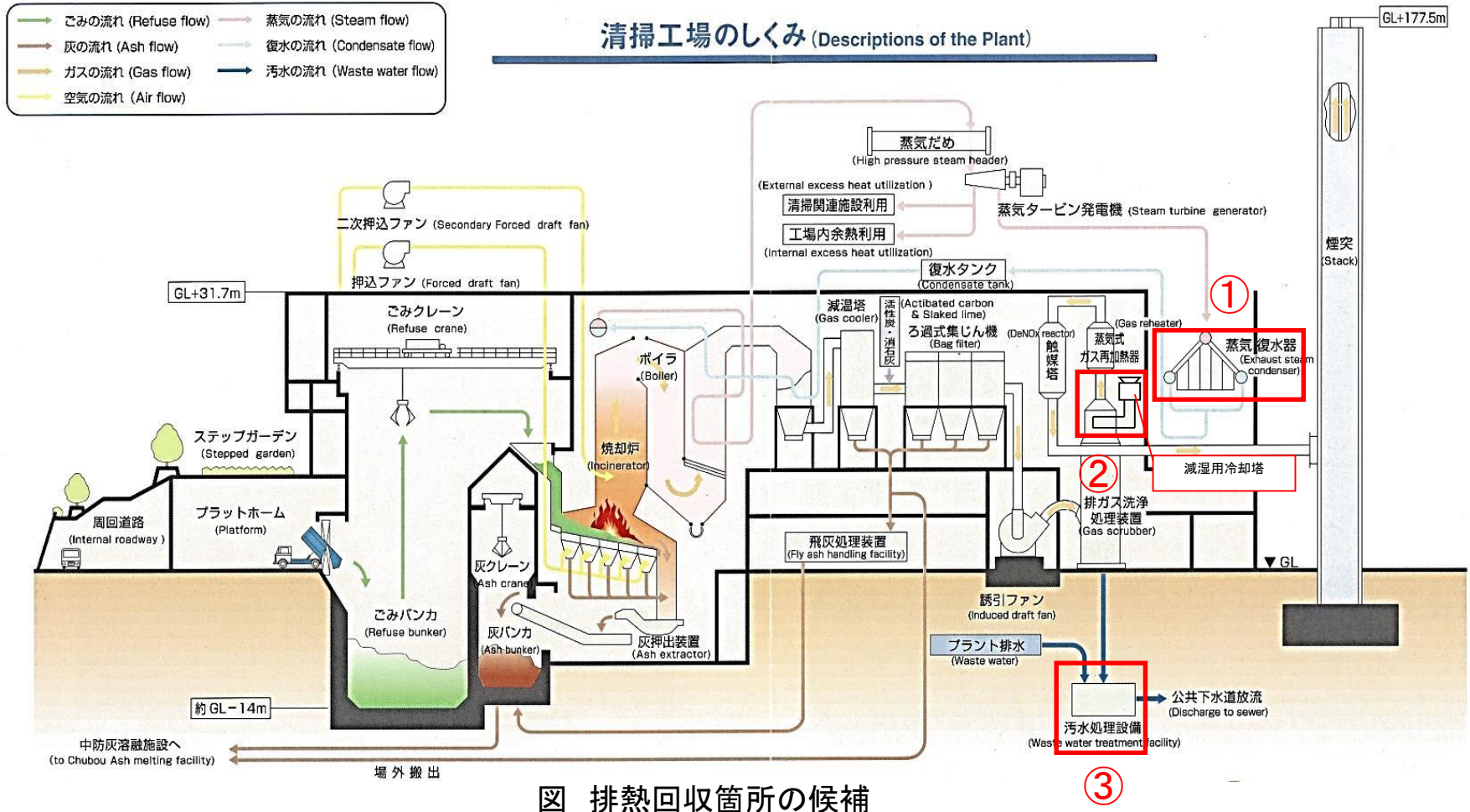
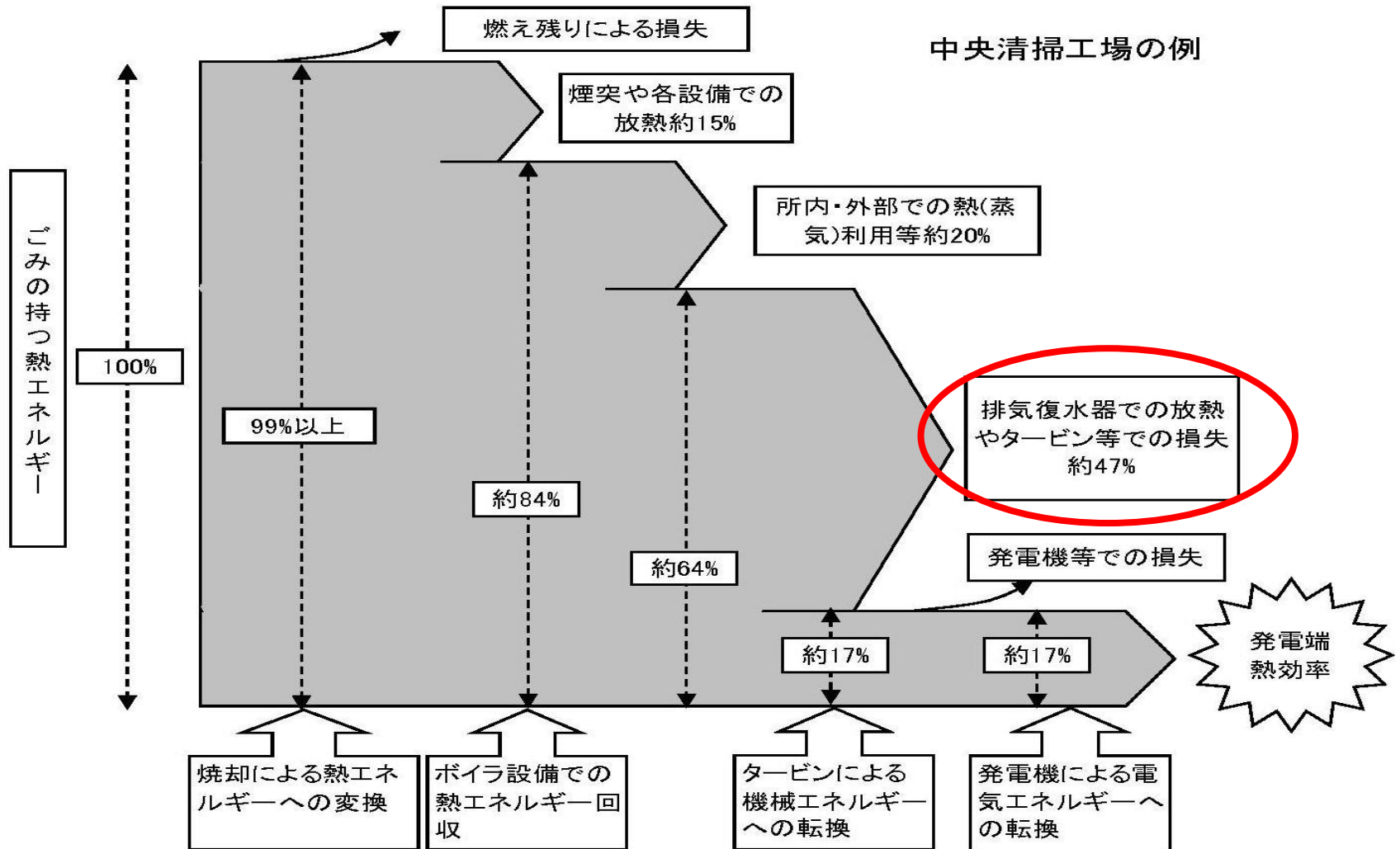


図 排熱回収箇所の候補

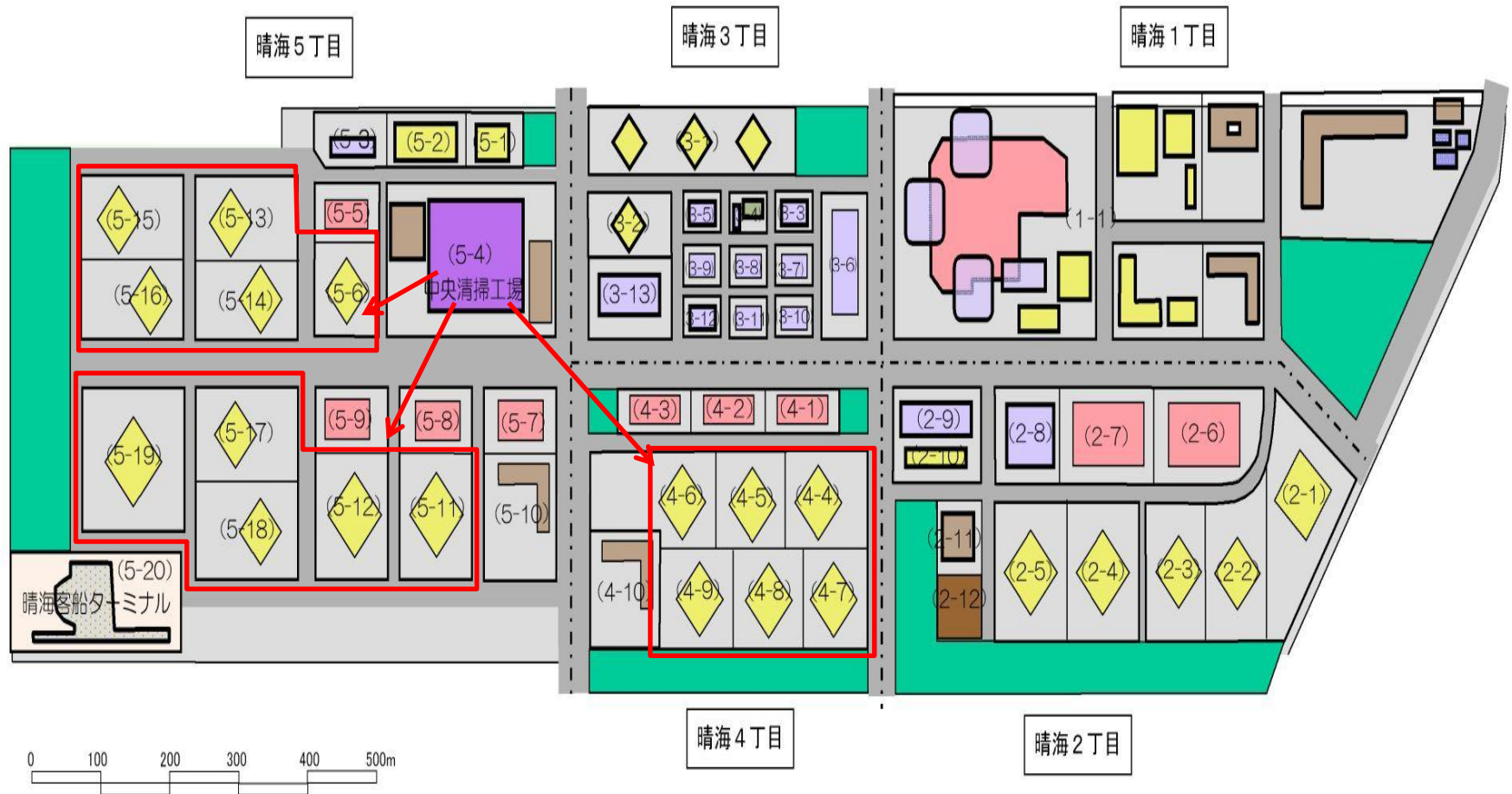
排熱利用の現状

中央清掃工場の例



想定される排熱利用先

低温排熱の供給先として、住宅の給湯、暖房への利用が有望であることから、清掃工場に近接しかつ、新設となる晴海5丁目(7,420戸)、4丁目(4,780戸)の住宅を供給対象として検討を行った。



利用先の熱需要と清掃工場排熱量の比較

熱需要と排熱量の年間値を比較すると左図に示すように年間排熱量が年間熱需要の5倍以上と大きい。しかし、最大値を比較すると右図に示すように5丁目+4丁目の給湯+暖房需要を賄うことができない。

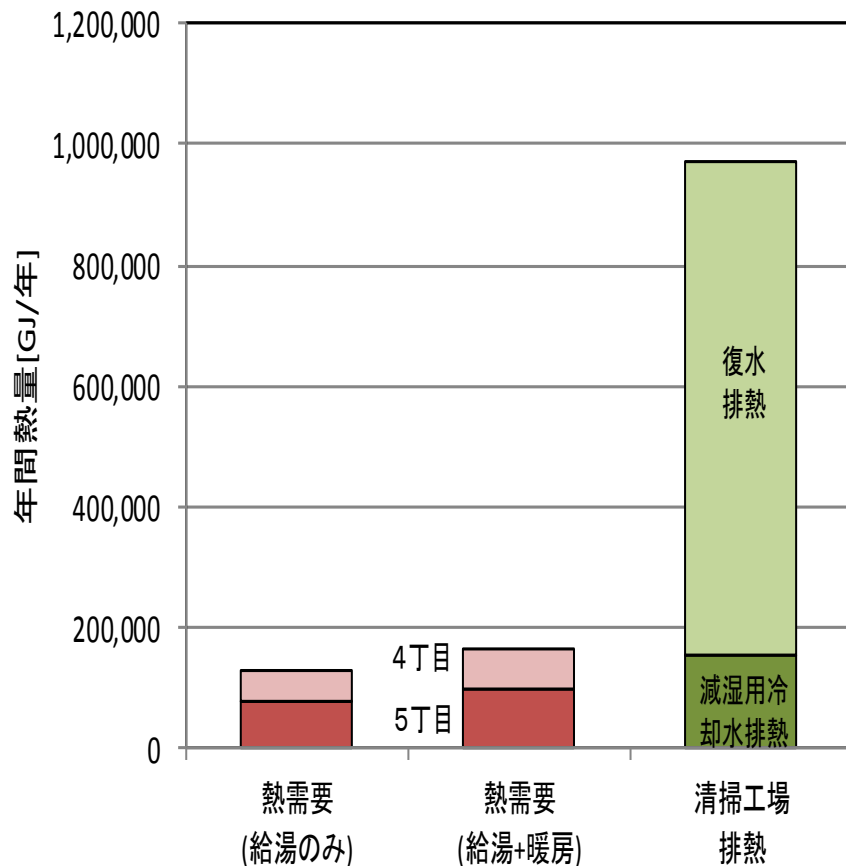


図 年間熱需要と年間排熱量の比較

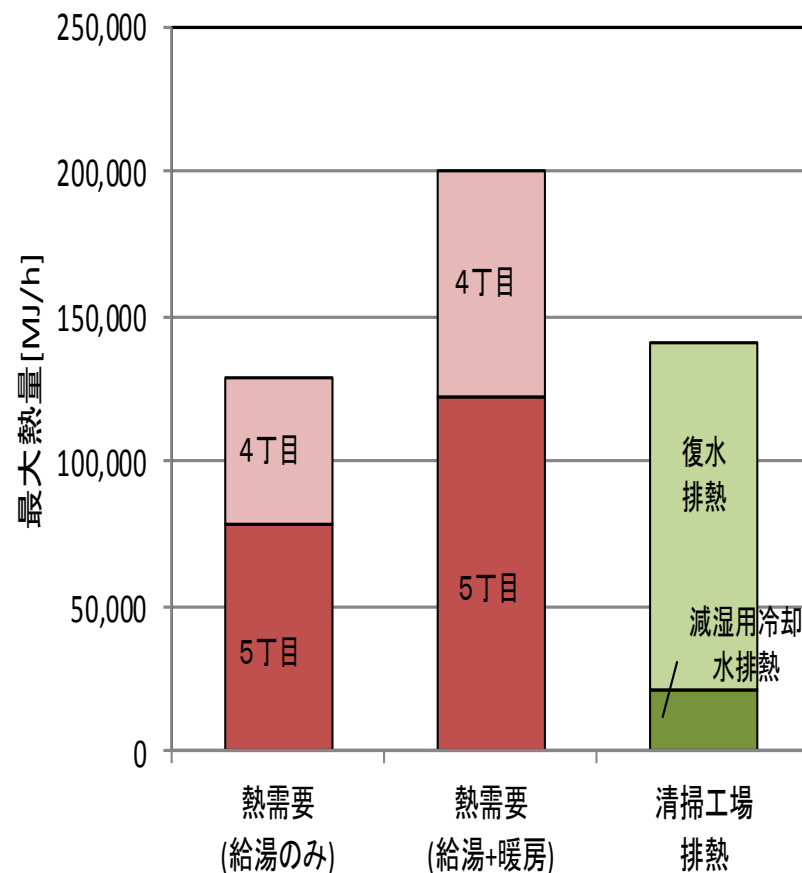
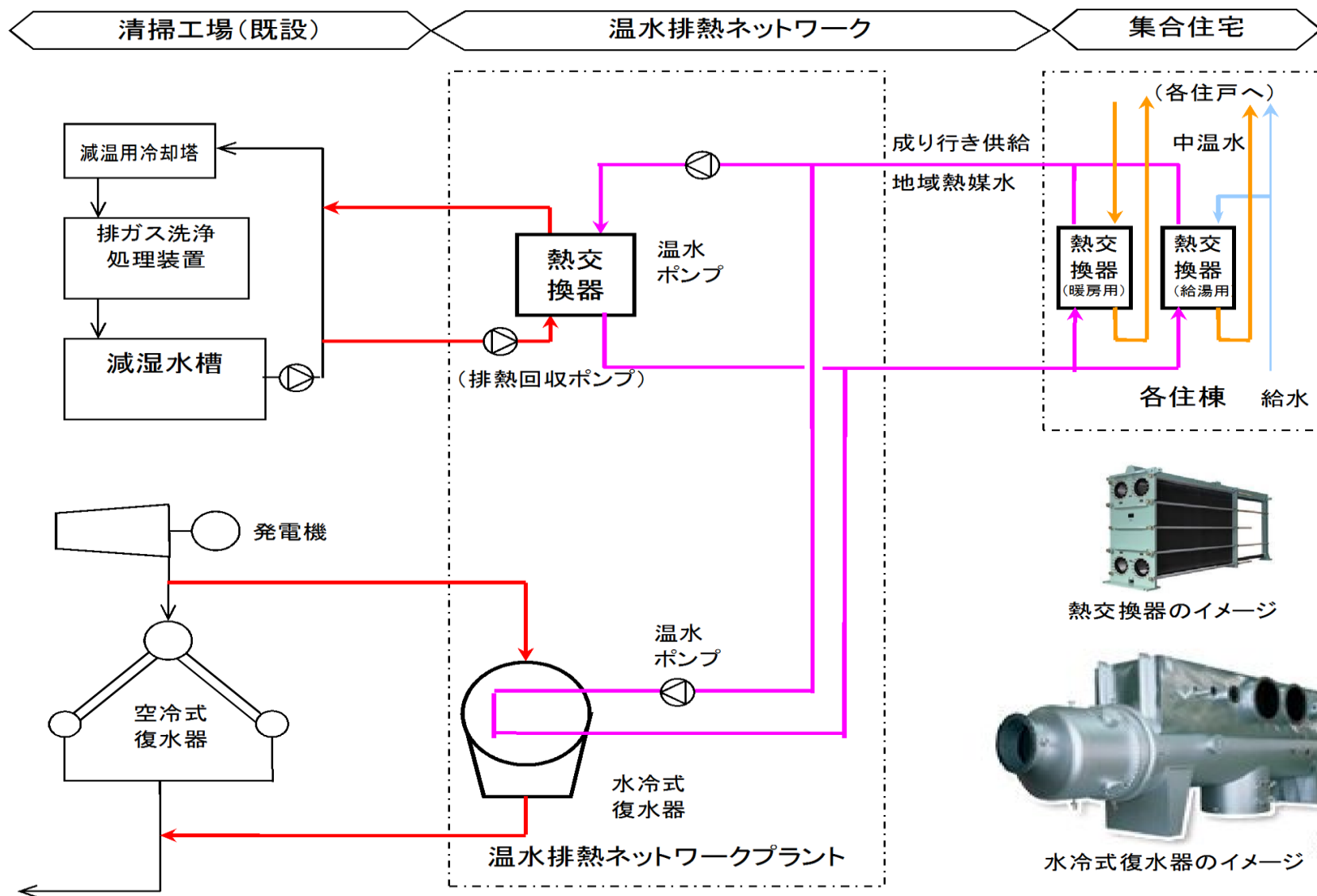


図 最大熱需要と最大排熱量の比較

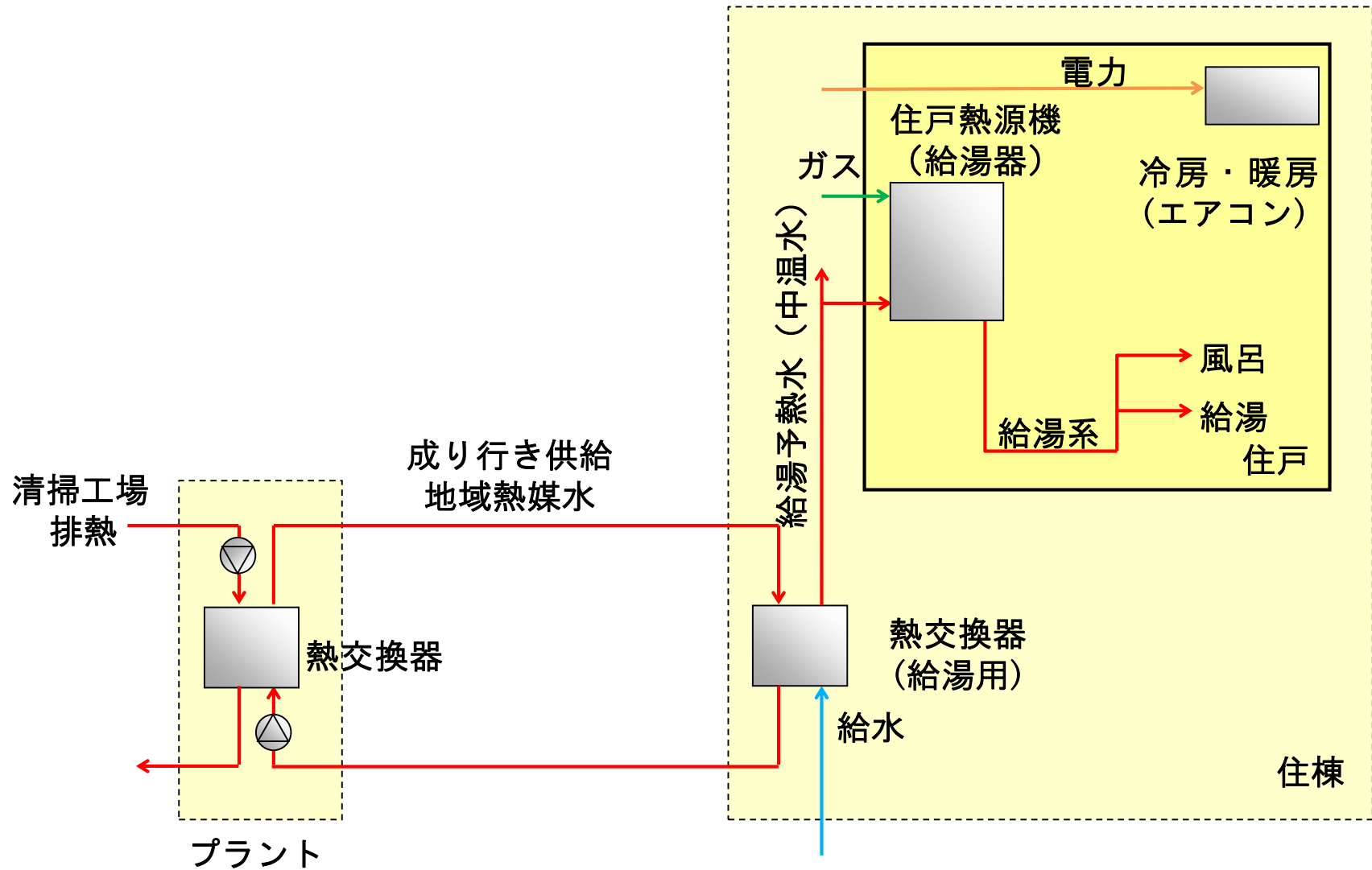
成り行き供給システムと従来型システムの比較

	従来型熱供給システム	成り行き給湯システム
異なる点	100%の補助熱源を持つ	補助熱源なし
供給条件	常に一定の温度で供給	工場の稼働状況により温度は変動
住戸	湯沸し器なし	温度不足には各戸の湯沸し器が補助
事例	光が丘団地、八潮団地	神戸六甲アイランド

成り行きエネルギー利用システムの概要



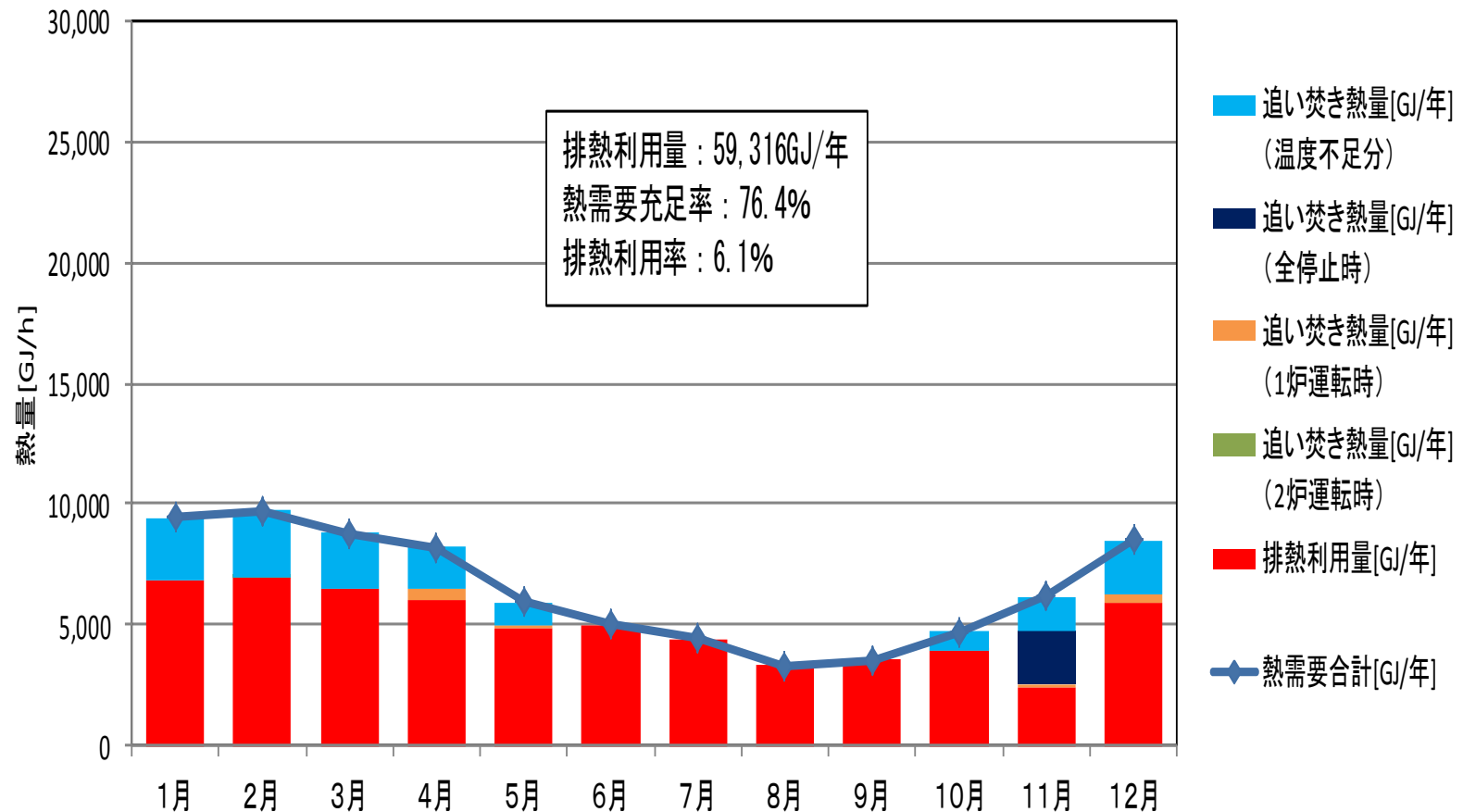
成り行き供給システムの概要



システム計画(検討ケースの設定)

ケース	供給側	需要側	
	熱源種類	エリア・施設	需要種類
ケース1A	減湿用冷却水	5丁目・住宅	給湯のみ
ケース1B	減湿用冷却水	5丁目・住宅	給湯＋暖房
ケース2A	減湿用冷却水 ＋復水排熱	5丁目・住宅	給湯のみ
ケース2B	減湿用冷却水 ＋復水排熱	5丁目・住宅	給湯＋暖房
ケース2C	減湿用冷却水 ＋復水排熱	5＋4丁目・住宅	給湯＋暖房

清掃工場排熱利用想定(ケース1A)

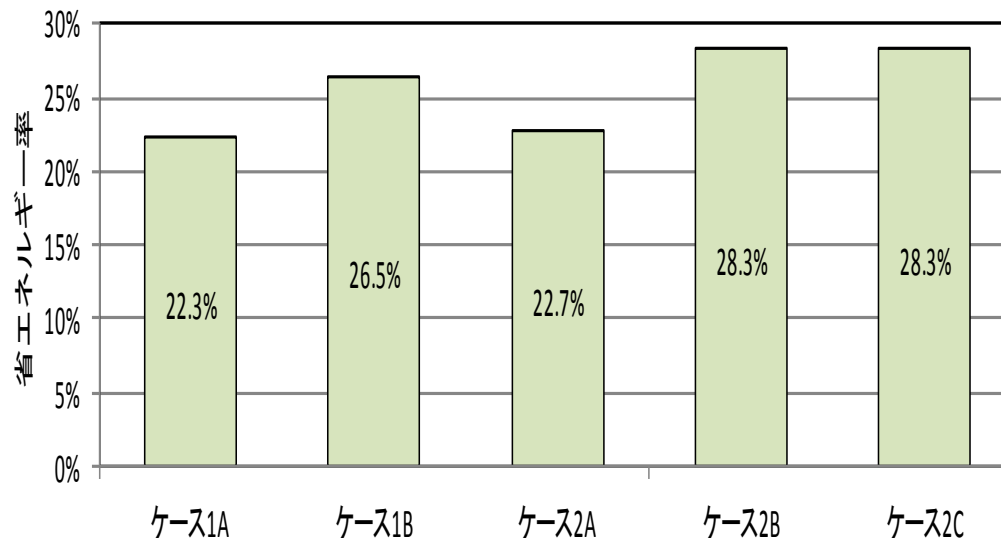


ケース1A

清掃工場排熱の地域利用の効果

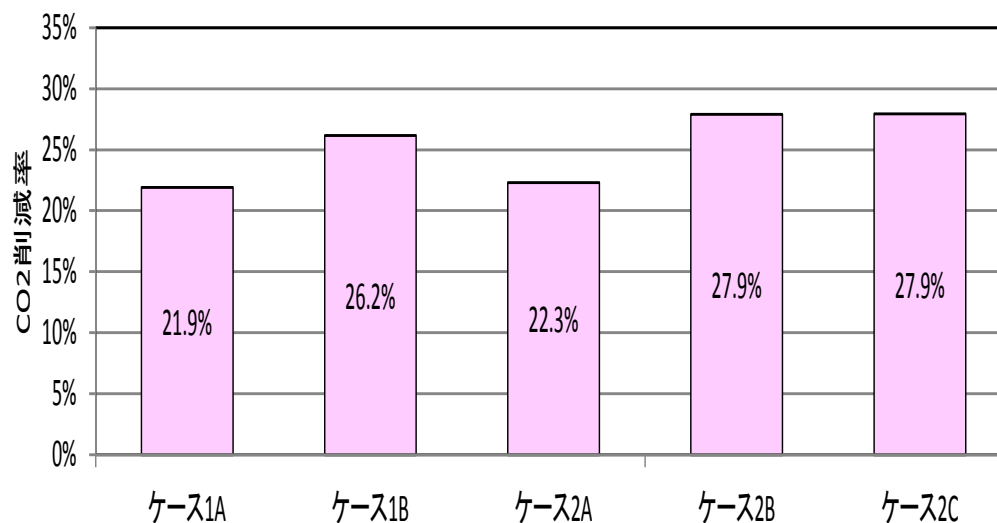
エネルギー削減率

$$= \frac{\text{排熱利用量}}{\text{住宅における全エネルギー使用量}}$$



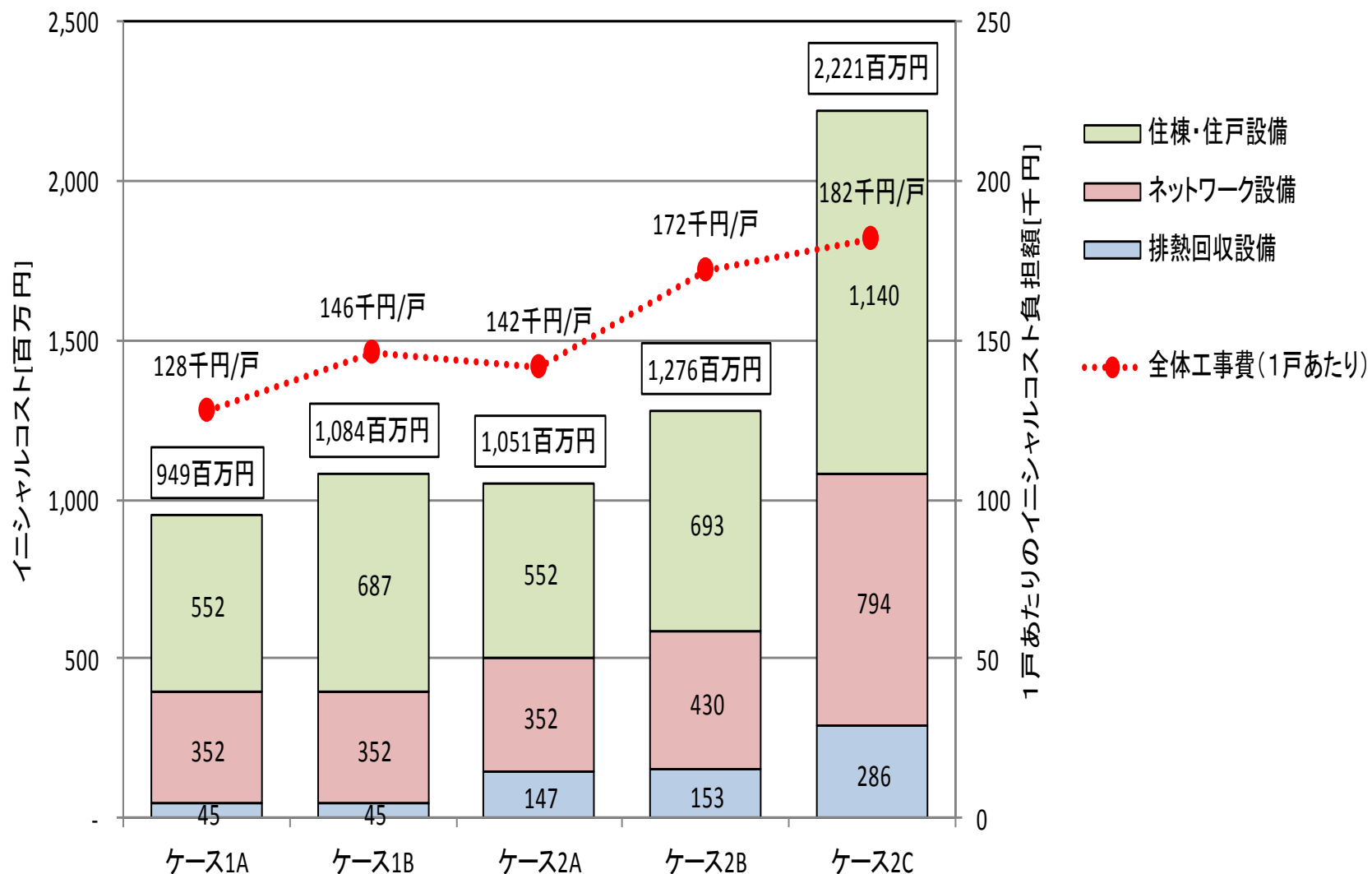
CO2削減率

$$= \frac{\text{エネルギー削減相当CO2排出量}}{\text{住宅における全CO2排出量}}$$



◆ 第二計画期間
(2015～2019年度)
CO2排出係数: 0.489適用

イニシャルコスト試算



導入の課題

① システム計画面

- 今後の集合住宅計画変更に応じた熱需要の想定精度の精査が必要となる。
- 蒸気復水排熱の利用にあたっては、清掃工場側の発電能力への影響を最小限に抑えることが重要で
- 給湯の場合は住棟内での配管が1管(往のみ)で済むが、暖房も加えると更に2管(往復)が必要となり、設備の費用が増加する。

② 事業実施面

- まちづくりに合わせた熱供給事業の実施には、関係者間の合意形成が必要となる。
- 設備の費用負担、管理方法等について清掃工場側との協議・調整が必要となる。

清掃工場排熱の地域利用に関する調査研究 まとめ

未利用のまま大気中に放出されている清掃工場排熱を周辺住宅の給湯等に利用することで、省エネルギー、CO2削減効果が得られることがわかった。

成り行きシステムで考えた場合、技術面、運用面、経済性の観点から勘案すると、減湿用冷却水を利用し給湯用途で供給するケース1Aが最も実現性が高いと見込まれた。

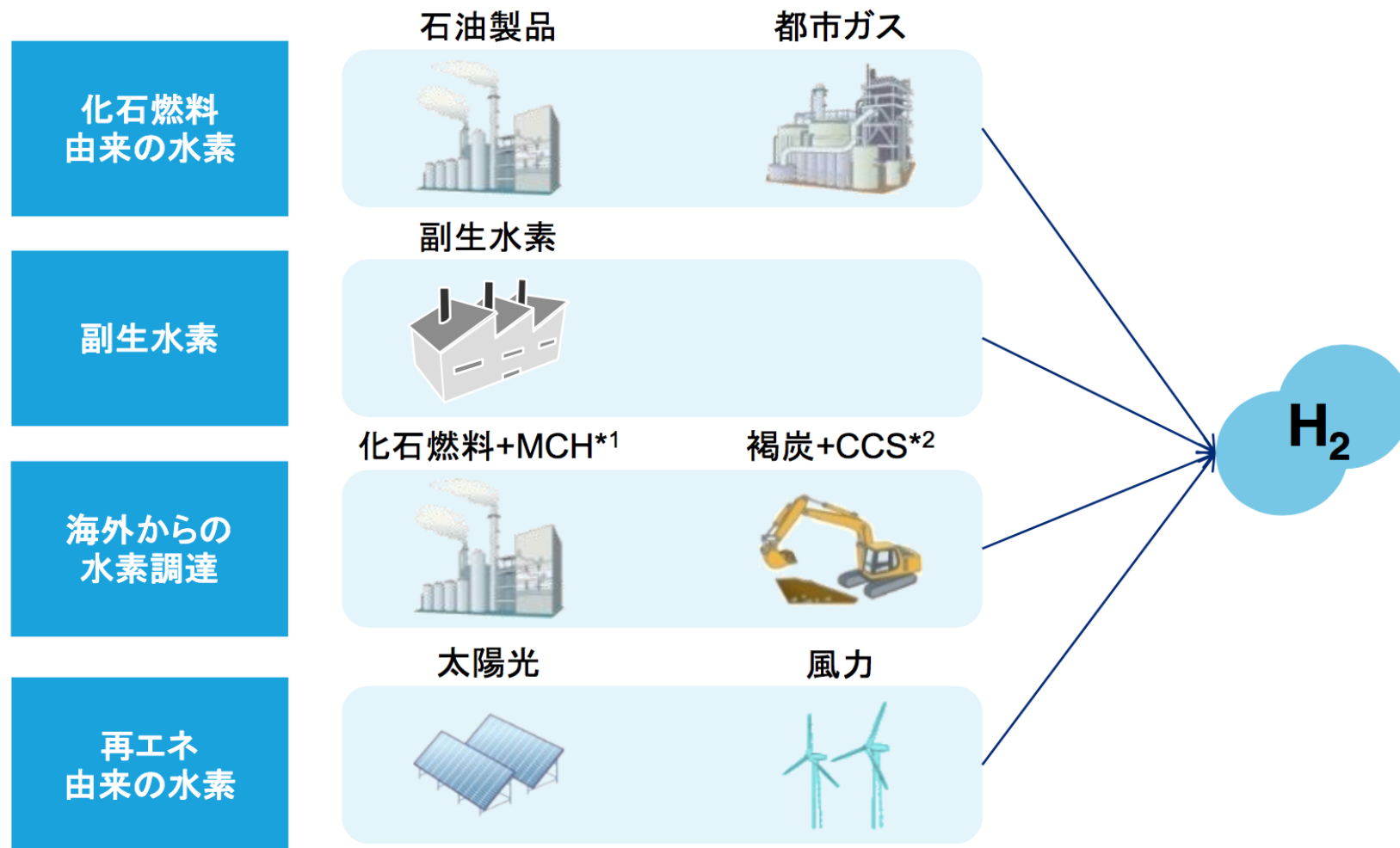
なお、実現に向けては、都市計画上の位置づけや、より詳細な技術的な検討、清掃工場など関係者間の協議・調整を進め、課題を解決する必要がある。

水素エネルギーの活用

発表引用資料

水素社会の実現に向けた東京戦略会議（平成 26 年度）とりまとめ資料

水素の製造方法



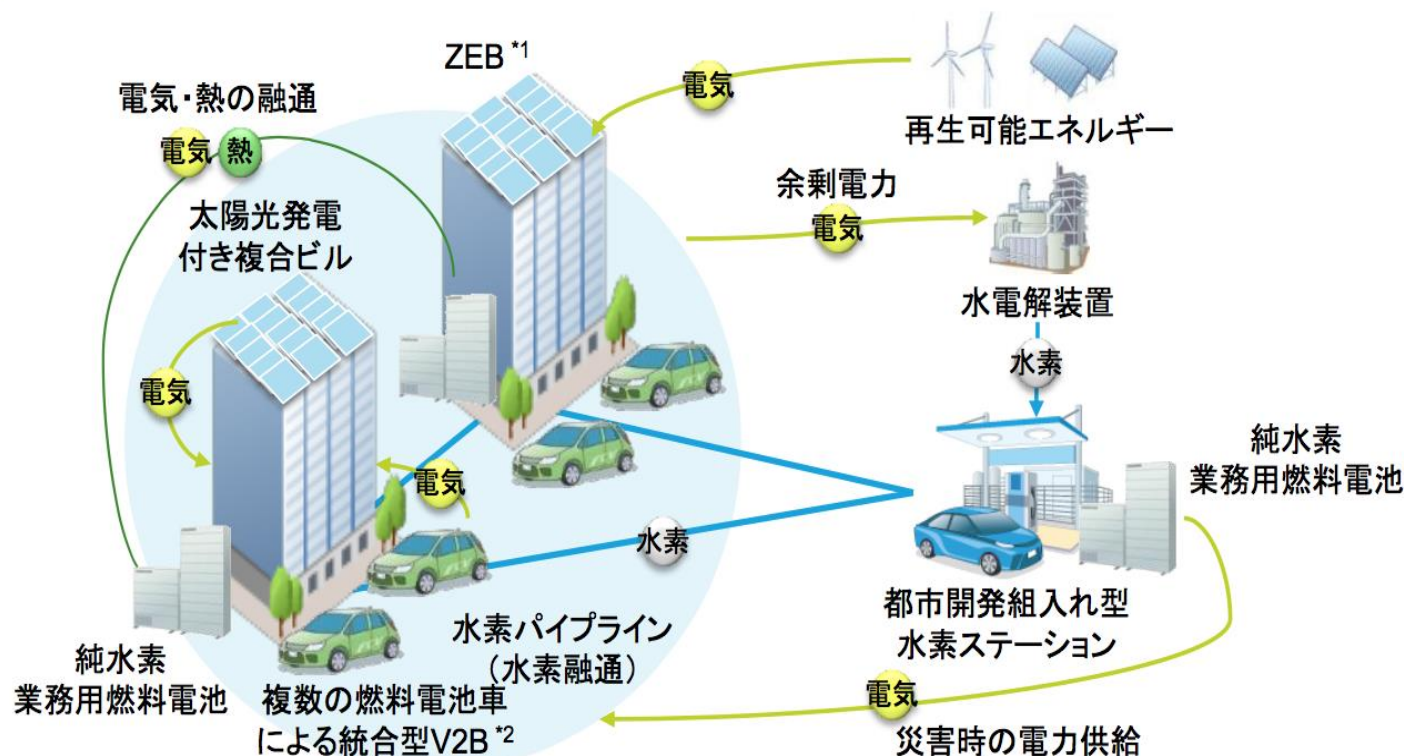
※上記は代表例であり、全てを網羅できていない

*1 MCH(メチルシクロヘキサン):水素とトルエンを結合させ、液体とし、貯蔵・輸送に用いる

*2 CCS:二酸化炭素回収貯留

水素利用社会の想定例(大規模再開発地域)

- ・ 再エネの活用に加え、純水素業務用燃料電池、太陽光発電を導入し、ZEB^{*1}を大規模再開発地域に導入する
- ・ 再エネ電力でCO₂フリー水素を製造し、燃料電池車・純水素燃料電池に供給する
- ・ デマンドレスポンス等の導入と電気・熱・水素の融通により、エリア単位でエネルギー効率を最大化する
- ・ 水素ステーションを都市開発に組入れ、パイプラインで水素を供給する
- ・ 水素ステーションに併設する純水素燃料電池及び燃料電池車を用いたV2B^{*2}による災害時等における電力供給も実現する



^{*1} Net-Zero Energy Building: 省エネ、再エネの活用等により、年間の一次エネルギー消費量を正味(ネット)でゼロとする建築物

^{*2} 「Vehicle to Home」「Vehicle to Mansion」「Vehicle to Building」の略で、自動車から電力を取り出し、分電盤を通じて家庭、マンション、ビルの電力として使用できる仕組み

水素エネルギーの普及課題と東京戦略会議の戦略目標

普及課題		東京戦略会議の戦略目標
1. 水素ステーションの整備促進	・都心部での用地確保の困難性や諸外国に比べて割高な整備費 ・整備費：日本5～6億円、欧米1～2億	・2020年までに35か所(到達時間15分) ・2025年までに80か所(到達時間10分)
2. 燃料電池車・バス普及	・販売価格が高額(現時点で燃料電池車は1,000万円を切る程度)	【燃料電池車】・2020年までに6千台 ・2025年までに10万台 【燃料電池バス】・2020年までに100台以上
3. 燃料電池普及拡大	・家庭用燃料電池の更なる普及拡大と業務・産業用燃料電池の市場投入	【家庭用】・2020年までに15万台 ・2030年までに100万台 【業務・産業用】 ・2017年までに高効率モデル市場投入 ・2020年以降本格普及
4. 安価な安定供給体制の構築	・水素価格が高額(100円/Nm3程度)	【燃料電池車・バス向け】 ・2020年までにHVの燃料代と同等以下 【水素発電向け】 ・2020年代後半までに水素価格30円/Nm3
5. 安全性の社会的受容性向上	・水素に対して漠然と危険なイメージを持っている人が多い	・水素の安全性やリスクに関する情報を提供(普及活動・セミナー・パンフレット)
6. 法規制	・商業地域等における水素保有量に上限(建築基準法施行例) ・行動との保安距離がガソリンスタンドより長い(一般高圧ガス保安規則)	—

再生可能エネルギー・未利用エネルギーの活用技術

特に、エネルギー消費の最適化に水素エネルギー
の利用技術

都内で利用可能な未利用エネルギー利用に関する調
査研究

東京都環境科学研究所では、今後も再生可能・未利用エネ
ルギーの活用技術について調査研究を進めていく予定です

ご清聴ありがとうございました