

緊急雇用創出推進事業実施要領に基づく

# 新エネルギーの熱利用分野に関する基礎調査業務 報告書

平成 25 年 11 月

北 海 道



## 目 次

1. 調査の概要	1
(1) 調査の趣旨	1
(2) 調査の内容	1
(3) 調査の方法・期間	2
(4) 調査項目	4
① 自治体アンケート調査	4
② 民間事業者アンケート調査	7
③ 製造メーカー等アンケート調査	9
④ 製造メーカー等ヒアリング調査	10
(5) 使用単位	10
2. 熱利用分野等の導入状況調査	11
(1) 本道における導入実績	11
(2) エネルギー種別毎の導入実績	12
3. 熱利用分野等の導入計画調査	14
(1) 本道における導入計画量	14
(2) エネルギー種別毎の導入計画量	15
4. 民間事業者における導入意向調査結果	17
5. 道内における今後の導入見込み	19
(1) アンケート調査	19
(2) ヒアリング調査	27
① ソーラーシステム振興協会	27
② 燃料電池普及促進協会	28
③ A社（燃烧機器製造メーカー）	29
④ B社（暖房機器販売業者）	30
⑤ C社（エンジニアリング）	31
6. 熱利用分野等の導入量推計手法	32
(1) エネルギー換算方法	32
(2) 発熱量換算方法	32
(3) エネルギー種別毎の推計手法	35
① 太陽熱	35
①-1 集熱器での利用	35
②-2 ソーラーウォールでの利用	36
② 水温度差、地熱（熱水利用）	36
②-1 ヒートポンプ等での利用	36
②-2 融雪槽での利用	41
③ 排熱、空気熱	42
③-1 一般施設での利用	42
③-2 地下鉄廃熱での利用	43

④ 地中熱	46
⑤ 雪氷冷熱	49
⑤-1 雪氷貯蔵での利用	49
⑤-2 ヒートパイプでの利用	50
⑥ バイオマス熱利用、廃棄物熱利用	50
⑥-1 ボイラー、コージェネレーションでの利用	50
⑥-2 ゴミ焼却場での利用	57
⑦ バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	58
⑧ バイオガスプラント	61
⑨ コージェネレーション	64
⑩ 燃料電池	67
(4) 算出方法一覧 (参考)	68
① 発熱原単位	68
② 単位換算	68
③ 熱供給量算出	70

## 1. 調査の概要

### (1) 調査の趣旨

道内における「新エネルギーの熱利用分野（以下「熱利用分野」という。）」については、固定価格買取制度の対象外であることや、熱利用の実態は大きいと考えられるが把握できる実態が少ないことなどから精度の高いデータが少ない。

しかし、道内では暖房需要など熱利用分野の裾野が広く、新エネルギーの導入促進に向け基礎的な利用実態や開発・導入動向などの把握状況が必要となるとともに、「北海道省エネルギー・新エネルギー促進行動計画」の目標数値において、国の政策動向を踏まえるうえで、詳細な検討を行うためのデータを収集し、導入動向の把握及び導入量や実現可能性の推計に必要な基礎調査を行った。

### (2) 調査の内容

調査としては、「熱利用分野等に関する実態等を把握するための調査」「熱利用分野等に関する導入計画等を把握するための調査」「熱利用分野等の導入実現可能性の推計手法の構築のための調査」の3つを行った。

「熱利用分野等に関する実態等を把握するための調査」では、道内における熱利用分野（太陽熱、水温度差、排熱、地中熱、地熱（熱水利用）、雪氷冷熱、バイオマス熱利用、廃棄物熱利用）及びコージェネレーション、燃料電池の平成23年度及び24年度の導入状況（施設、供給性能、供給実績量など）について、道内自治体と導入が想定される道内民間事業者に対しアンケート調査を実施し、収集データを整理した。また、熱利用分野及びコージェネレーション、燃料電池の施設稼働状況や利用資源量、処理量など定量的に計測可能な情報も収集し、熱利用分野等の種別毎の導入量を推計するための手法を構築し、平成23年度及び24年度の推計導入量を算出した。

「熱利用分野等に関する導入計画等を把握するための調査」では、道内における熱利用分野及びコージェネレーション、燃料電池の導入計画を把握するために、道内自治体と導入が想定される道内民間事業者に対しアンケート調査を実施し、市町村独自の導入計画及び道内民間事業者の導入計画について、収集データを整理した。また、熱利用分野及びコージェネレーション、燃料電池の道内外製造メーカー等の民間企業や団体に対して、道内への導入戦略に係る状況について、アンケート調査やヒアリング調査を実施し、収集データを整理した。

「熱利用分野等の導入実現可能性の推計手法の構築のための調査」では、上記2つの調査で収集したデータをベースとして、道内における熱利用分野及びコージェネレーション、燃料電池のポテンシャルのうち、実現可能な導入量の推計に必要な手法等を構築した。

	自治体アンケート調査	民間事業者アンケート調査	製造メーカー等アンケート調査	製造メーカー等ヒアリング調査
熱利用分野等に関する実態等を把握するための調査	○	○		
熱利用分野等に関する導入計画等を把握するための調査	○	○	○	○
熱利用分野等の導入実現可能性の推計手法の構築のための調査	○	○	○	○

### (3) 調査の方法・期間

#### ① 自治体アンケート調査

「熱利用分野等に関する実態等を把握するための調査」「熱利用分野等に関する導入計画等を把握するための調査」のために、道内自治体に市町村内の公共施設と自治体で把握している民間事業施設の状況に関する調査票を送り回答を求めた。自治体で状況を把握し切れない民間事業施設については、電話で調査協力を依頼し、確認事項のFAX送信などにより確認を行った。

道内自治体への調査は、平成25年8月26日から平成25年8月30日に電話による協力依頼後メールによる調査票送信を行い、平成25年11月12日をもって全市町村からの調査票回収を終了した。

調査対象	道内179市町村
調査内容	市町村内の公共施設と民間事業施設の平成23、24年度における熱利用分野等の導入状況、平成25年度以降の状況並びに導入計画。
調査票送信	平成25年8月26日～平成25年8月30日
調査終了	平成25年11月12日をもって、全市町村からの調査票回収終了
回収率	100%

#### ② 民間事業者アンケート調査

「熱利用分野等に関する実態等を把握するための調査」「熱利用分野等に関する導入計画等を把握するための調査」のために、導入が想定される道内民間事業者に導入実績と導入計画、今後の導入意向に関する調査票を発送した。

熱利用分野等の設備を導入している可能性がある業種として、病院、スポーツ施設、高齢者福祉施設、宿泊施設、ショッピングセンター、エネルギー管理指定工場等を対象とし、これに自治体調査でリストアップされている民間コージェネレーション導入事業者を加えたものから重複分を削除して2,049件を抽出し調査票を発送した。自治体調査でリストアップされている民間コージェネレーション導入施設については、自治体調査でのデータ把握は難しいと思われることから、民間事業者調査においても対象とした。

民間事業者へのアンケート調査は、平成25年10月1日から平成25年10月23日に調査票を発送し、平成25年11月15日までの回収データを集計分析した。

調査対象	病院、スポーツ施設、高齢者福祉施設、宿泊施設、ショッピングセンター、エネルギー管理指定工場等（重複削除分）、民間コージェネ利用施設（重複削除分）に2,049票
調査内容	平成23、24年度における導入状況、平成25年度以降の状況並びに導入計画、今後の導入意向。
調査票発送	平成25年10月1日～10月23日
回収数	718票（回収率35%）

発送先	抽出資料等	発送日	発送数
病院	「北海道医療機能情報システム」 ホームページ	10月1日	562
スポーツ施設	インターネット検索	10月1日	82
高齢者福祉施設	「北海道老人福祉施設協議会」 ホームページ	10月1日	369
宿泊施設	道内観光協会ホームページ、旅行 会社（るるぶトラベル、じゃらん 等）ホームページ	10月1日	584
ショッピングセンター	「日本ショッピングセンター協会」 ホームページ	10月17日	159
エネルギー管理指定工場等（※重複 削除分）	「エネルギー管理指定工場等」一 覧表	10月10日	178
民間コジェネ（※重複削除分）	既存自治体調査	10月23日	115
計			2,049

※病院、スポーツ施設、高齢者福祉施設、宿泊施設、ショッピングセンター発送先との重複分を削除した

### ③ 製造メーカー等アンケート調査

製造メーカー等に熱利用分野等の設備機器に係る北海道市場への評価や普及課題、今後の伸び率等に関する調査票を発送した。

発送先としては、熱利用分野等に係る全国の主な設備メーカー、システム設計業者、施工業者などから187件の民間企業を抽出した。

製造メーカー等への調査は、平成25年10月10日に調査票を発送し、平成25年11月13日までの回収データを集計分析した。

調査対象	設備メーカー、システム設計業者、施工業者など187件
調査内容	熱利用分野等の設備機器に係る北海道市場への評価や普及課題、今後の伸び率等
調査票発送	平成25年10月10日
回収数	69票（回収率37%）

発送先種別	抽出資料等	票数
太陽熱	「一般社団法人ソーラーシステム振興協会」ホームページ、 「日本ガス体エネルギー普及促進協議会」ホームページ	20
ヒートポンプ	「一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター」ホームページ	17
地中熱	「特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会」ホームページ	82
バイオマス	ペレット温風器メーカー、ボイラーメーカーなどのインター ネット検索	26
燃料電池	「一般社団法人 燃料電池普及促進協会」ホームページ、イ ンターネット検索	6
コージェネレーション	「一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利 用センター」ホームページ	27
バイオガспラント	インターネット検索	9
計		187

#### ④ 製造メーカー等ヒアリング調査

製造メーカー等アンケート調査の回答者から抽出した数件の民間企業と熱利用分野等の設備機器の普及促進協会に、熱利用分野等の設備機器に係る北海道市場への評価や普及課題、今後の伸び率等の詳細についてヒアリング調査を行った。

ヒアリング調査は、平成 25 年 11 月 1 日から平成 25 年 11 月 8 日に実施した。

調査対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製造メーカー等アンケート調査の回答者の内 3 件</li> <li>・ ソーラーシステム振興協会</li> <li>・ 燃料電池普及促進協会</li> </ul>
調査内容	熱利用分野等の設備機器に係る北海道市場への評価や普及課題、今後の伸び率等
調査期間	平成 25 年 11 月 1 日～平成 25 年 11 月 8 日

#### (4) 調査項目

##### ① 自治体アンケート調査

##### 1) 利用新エネルギー種別

調査対象とする利用新エネルギーとしては、太陽熱、水温度差、排熱、地中熱、地熱（熱水利用）、雪氷冷熱、バイオマス熱利用（固形燃料、液体燃料、バイオガス）、廃棄物熱利用、コージェネレーション、燃料電池のほか、空気熱、バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造を加えた。

利用新エネルギー	概要	
太陽熱	太陽熱温水器やソーラーウォールなどによる太陽熱の利用。	
水温度差	廃湯、下水処理水、未処理下水、工場の冷却排水、地下水、海水、湖水などの水を熱源とし、ヒートポンプ等で採熱する熱利用。	
排熱	排気を利用し、ヒートポンプで採熱する熱利用。	
地中熱	地中に掘削した縦穴（ボアホール）などに採熱用のチューブを通し、ヒートポンプで採熱する熱利用。	
地熱（熱水利用）	温泉熱水を熱源とし、ヒートポンプ等で採熱する熱利用。	
雪氷冷熱	雪、氷、人工凍土などの冷熱利用。	
バイオマス熱利用	固形燃料、液体燃料	バイオマス固形燃料（木質ペレット、木質チップ、木質ブリケット、バーク、木屑、バイオコークスなど）、バイオマス液体燃料（BDF、バイオエタノールなど）を燃料とするボイラーやコージェネレーション（熱も回収利用できる発電機）による利用。
	バイオガス	バイオガスを燃料とするボイラーやコージェネレーション（熱も回収利用できる発電機）による熱利用。 バイオガスは、牛ふん尿、豚ふん尿、鶏ふん、羊ふん、下水汚泥、し尿、生ゴミ、食品加工残渣、工場有機排水、ビール粕、焼酎粕などをメタン発酵させて生成。
廃棄物熱利用	廃棄物固形燃料（RDF、RPF、乾燥汚泥、可燃ゴミ、廃タイヤ、廃プラスチック、廃棄菌床など）、廃棄物液体燃料（廃油、再生油など）を燃料とするボイラーやコージェネレーション（熱も回収利用できる発電機）による利用。	
コージェネレーション	コージェネレーション（熱も回収利用できる発電機）を用いた熱利用。ただし、バイオガスを燃料とするものは上記「バイオガスプラント」に、燃料電池は下記「燃料電池」に区分。	
燃料電池	コージェネレーション機能を有する燃料電池による熱利用。ただし、バイオガスを燃料とするものは「バイオガスプラント」に区分。	
空気熱	外気を利用し、ヒートポンプで採熱する熱利用。	
バイオマス燃料製造	バイオマス固形燃料、液体燃料の製造。	
廃棄物燃料製造	固形燃料、液体燃料の製造。	



## 2) 熱用途

利用新エネルギーの熱用途について確認した。熱用途としては、以下のものを例示した。

利用新エネルギー	熱用途
太陽熱	給湯、暖房、プール加温など
水温度差	給湯、暖房、冷房、乾燥、栽培温室、養殖温水、プール加温、浴槽加温、融雪、ロードヒーティングなど
排熱	
空気熱	
地中熱	
地熱（熱水利用）	
雪氷冷熱	冷房、冷蔵、冷熱栽培、雪山による貯雪など
バイオマス熱利用	給湯、暖房、乾燥、浴槽加温、プール加温、栽培温室、融雪、ロードヒーティング、地域熱供給、バスやトラックなどの運輸燃料（BDF、バイオエタノールなど）
廃棄物熱利用	
バイオガスプラント	給湯、暖房、処理場での汚泥乾燥、栽培温室など ※通常、バイオガスプラントの維持システムとしてメタン発酵槽の加温が行われているが、これ以外の熱用途。
コージェネレーション	給湯、暖房、冷房、融雪
燃料電池	※実証試験での運転など熱利用を伴わないものは対象外。

## 3) 稼働状況、設置年度

稼働状況（稼働中、休止、廃止、閉店、廃業、計画中の案件、設置工事中の案件など）や設備の設置年度を確認した。

## 4) 熱利用施設規模

熱利用施設の床面積など、施設規模を確認した。施設規模としては以下のものを例示した。

・冷暖房・給湯利用施設床面積	・融雪面積	・プール面積	・浴室床面積
・養殖水槽規模	・栽培ハウス面積		

## 5) 年間熱供給量

熱利用施設における新エネルギーによる年間熱供給量について、分かる場合は回答を求めた。

熱量の単位としては、kℓ 灯油/年、kℓ 重油/年、kℓ 原油/年、GJ/年、MJ/年、Gwh/年、kWh/年、Gcal/年、Mcal/年、kcal/年、t 蒸気/年など、適宜記入してもらった。

## 6) 採熱状況

採熱状況として、採熱源、採熱規模を確認した。

利用新エネルギー	採熱源	採熱規模
太陽熱	（太陽熱）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽熱集熱器（m<sup>2</sup>）</li> <li>・ソーラーウォール（m<sup>2</sup>）</li> </ul>
水温度差利用 地熱（熱水利用）	廃湯、下水処理水、未処理下水、工場の冷却排水、地下水、海水、湖水、温泉熱水など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・採熱水入口温度（℃）</li> <li>・採熱水出口温度（℃）</li> <li>・採熱水年間利用量（m<sup>3</sup>/年）</li> </ul> ※融雪のために雪を直接投入する場合 <ul style="list-style-type: none"> <li>・投雪水温度（℃）</li> <li>・年間利用水量（m<sup>3</sup>/年）</li> </ul>
排熱	排気	

空気熱	外気	—
地中熱	地中に掘削した縦穴（ボアホール）など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボアホール深さ（m）</li> <li>・ボアホール本数（本）</li> <li>・底部温度（℃）</li> </ul>
雪氷冷熱	雪、氷、人工凍土	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年間利用雪氷量（t/年）</li> <li>・雪山貯雪量（t）</li> <li>・ヒートパイプ（本）</li> <li>・蓄氷量（t/年）</li> </ul>

## 7) 採熱設備

採熱のためにヒートポンプ等の仕様を確認した。

利用新エネルギー	設備種別	設備規模	成績係数	年間消費電力
水温度差	ヒートポンプ	出力（kW）	成績係数	消費電力（kWh/年）
地熱（熱水利用）	熱交換器	出力（kW）	—	消費電力（kWh/年）
排熱	ヒートポンプ	出力（kW）	成績係数	消費電力（kWh/年）
空気熱				
地中熱	ヒートポンプ	出力（kW）	成績係数	消費電力（kWh/年）

## 8) 利用燃料、製造燃料

燃料の利用や製造が行われているものについては、燃料種別、燃料の原料、年間の利用量や製造量について確認した。

利用新エネルギー	利用または製造している燃料	バイオマス燃料、廃棄物燃料の原料	年間利用量 年間製造量
バイオマス熱利用 バイオマス燃料製造	バイオマス固形燃料（木質ペレット、木質チップ、木質ブリケット、バーク、木屑、バイオコークスなど）、バイオマス液体燃料（BDF、バイオエタノールなど）、バイオガスなど	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木屑、おが粉等</li> <li>・間伐材、林地残材等</li> <li>・稲藁、もみ殻、農業残渣</li> <li>・牛ふん尿、豚ふん尿、鶏ふん、羊ふん尿</li> <li>・下水汚泥、し尿</li> <li>・生ゴミ、食品加工残渣</li> <li>・工場有機排水</li> <li>・ビール粕、焼酎粕</li> <li>・廃食油</li> </ul> など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・t/年</li> <li>・Nm<sup>3</sup>/年</li> <li>・kℓ/年</li> </ul> など
廃棄物熱利用 廃棄物燃料製造	廃棄物固形燃料（RDF、RPF、乾燥汚泥、可燃ゴミ、廃タイヤ、廃プラスチック、廃棄菌床など）、廃棄物液体燃料（廃油、再生油など）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可燃ゴミ</li> <li>・廃プラスチック</li> </ul> など	
コージェネレーション	重油、軽油、灯油、都市ガス、LPG、天然ガス、メタノール、など	—	
燃料電池	天然ガス、LPG、メタノール、ナフサ、石炭ガス化ガス、水素、有機ハイドライド、灯油、軽油、ガソリン、バイオガスなど	—	

※コージェネレーションでバイオガスを燃料とするものは、「バイオガスプラント」に、燃料電池のコージェネレーションとしての利用は「燃料電池」に区分。

※燃料電池でバイオガスを燃料とするものは「バイオガスプラント」に区分。

### 9) 燃料利用設備の状況

バイオマス熱利用やコージェネレーション、燃料電池における設備と規模、効率について確認した。

利用新エネルギー種別	燃料利用形態	設備と規模	総合効率	発電効率
バイオマス熱利用	熱利用のみ	ボイラー (kW、kcal/h、 t 蒸気/h、MJ/h)	% (ボイラー効率 を意味する)	—
	発電と熱利用	コージェネ (kW) 燃料電池 (kW)	%	%
コージェネレーション	発電と熱利用	コージェネ (kW)	%	%
燃料電池	発電と熱利用	燃料電池 (kW)	%	%

## ② 民間事業者アンケート調査

### 1) 新エネルギーの熱利状況

太陽熱、温泉熱（温泉熱水、廃湯など）、水温度差（下水、冷却排水、地下水、海水、湖水など）、空気熱（外気、排気など）、地中熱、コージェネレーションの利用状況（利用している、利用していない）や今後の意向（検討中、計画あり、利用しない、分からない）について確認した。

自治体調査で十分把握可能な雪氷冷熱利用、バイオマス熱利用、廃棄物熱利用や、一般的に導入が行われていない燃料電池については調査対象外とした。

### 2) 太陽熱利用設備について

太陽熱を利用している場合は、以下の項目を確認した。

設備機種	・太陽熱温水器    ・ソーラーウォール など
熱用途	・給湯    ・暖房    ・プール加温 など
設置年度	設備の設置年度
設備規模	太陽熱集熱器などの面積合計 (㎡)
熱供給量	設備の年間熱供給量 (単位は適宜)

### 3) 温泉熱利用設備について

温泉熱を利用している場合は、以下の項目を確認した。

採熱源	・温泉熱水    ・温泉廃湯 など
熱用途	・給湯    ・暖房    ・冷房    ・乾燥    ・栽培温室    ・養殖温水 ・プール加温    ・浴槽加温    ・融雪    ・ロードヒーティング など
用途規模	・熱利用施設の床面積 (㎡)    ・浴室床面積 (㎡)    ・プール面積 (㎡) ・養殖水槽容積 (m3)    ・栽培ハウス面積 (㎡) ・融雪・ロードヒーティング面積 (㎡) など
設備機種	・ヒートポンプ    ・熱交換器
設置年度	設備の設置年度
設備規模	設備の出力合計 (kW)
設備効率	ヒートポンプの成績係数
消費電力	年間消費電力 (kWh/年)    年間稼働日数 (日/年)    日当たり稼働時間 (時間/日)
採熱規模	入口温度 (℃)    出口温度 (℃)    年間利用量 (m3/年)
熱供給量	設備の年間熱供給量 (単位は適宜)

#### 4) 水温度差利用設備について

水温度差を利用している場合は、以下の項目を確認した。

採熱源	・地下水 ・海水 ・湖水 ・下水 ・冷却排水 など
熱用途	・給湯 ・暖房 ・冷房 ・融雪 ・ロードヒーティング など
用途規模	・熱利用施設の床面積 (m <sup>2</sup> ) ・融雪・ロードヒーティング面積 (m <sup>2</sup> )
設備機種	・ヒートポンプ ・熱交換器
設置年度	設備の設置年度
設備規模	設備の出力合計 (kW)
設備効率	ヒートポンプの成績係数
消費電力	年間消費電力 (kWh/年) 年間稼働日数 (日/年) 日当たり稼働時間 (時間/日)
採熱規模	入口温度 (°C) 出口温度 (°C) 年間利用量 (m <sup>3</sup> /年)
熱供給量	設備の年間熱供給量 (単位は適宜)

#### 5) 排気、空気熱利用設備について

排気や空気熱を利用している場合は、以下の項目を確認した。

採熱源	・排気 ・外気 など
熱用途	・給湯 ・暖房 ・冷房 ・融雪 ・ロードヒーティング など
用途規模	・熱利用施設の床面積 (m <sup>2</sup> ) ・融雪・ロードヒーティング面積 (m <sup>2</sup> )
設置年度	設備の設置年度
設備規模	設備の出力合計 (Kw)
設備効率	ヒートポンプの成績係数
消費電力	年間消費電力 (kWh/年) 年間稼働日数 (日/年) 日当たり稼働時間 (時間/日)
熱供給量	設備の年間熱供給量 (単位は適宜)

#### 6) 地中熱利用設備について

地中熱を利用している場合は、以下の項目を確認した。

熱用途	・給湯 ・暖房 ・冷房 ・融雪 ・ロードヒーティング など
設置年度	設備の設置年度
設備方式	ボアホール方式 (垂直型、水平型)
利用熱源	ボアホールの 深さ (m) 底部地温 (°C) 本数
設備規模	ヒートポンプの出力 (kW)
設備効率	ヒートポンプの成績係数
消費電力	年間消費電力 (kWh/年) 年間稼働日数 (日/年) 日当たり稼働時間 (時間/日)
熱供給量	設備の年間熱供給量 (単位は適宜)

#### 7) コージェネレーション熱利設備について

コージェネレーションを利用している場合は、以下の項目を確認した。

設備用途	・暖房 ・給湯 ・温水加温 ・融雪 など
設備機種	・ディーゼルエンジン ・ガスエンジン ・ガスタービン ・蒸気タービン など
設置年度	設備の設置年度
設備規模	設備の出力合計 (kW)
設備効率	発電効率 (%) 総合効率 (%)
利用燃料	・A重油 (kℓ /年) ・軽油 (kℓ /年) ・灯油 (kℓ /年) ・都市ガス (m <sup>3</sup> /年) ・L P G (t/年) など
熱供給量	設備の年間熱供給量 (単位は適宜)

### ③ 製造メーカー等アンケート調査

#### 1) 扱っている設備機器

扱っている主な「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」を確認した。  
設備機器としては、以下のものを想定した。

・太陽熱温水器	・ソーラーシステム	・ソーラーウォール	・ヒートポンプ
・温泉熱利用システム	・雪氷熱利用システム	・地中熱利用システム	・バイオマスボイラー
・バイオガспラント	・コージェネレーション	・燃料電池	など

#### 2) 業種

「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」について、どのような業種として扱っているかを確認した。  
業種としては、以下のものを想定した。

・製造	・販売	・システム設計	・施工	など
-----	-----	---------	-----	----

#### 3) 設備機器の北海道シェア

扱っている「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」について、北海道市場をどのように評価していかの指標の一つとして北海道シェアを確認した。

#### 4) 今後の北海道市場の規模

扱っている「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」について、一般的に見て今後の北海道市場の規模の伸び率、縮小率の感触を確認した。

#### 5) 北海道市場における今後の有望部門

扱っている「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」について、今後の北海道市場における有望部門を確認した。  
有望部門としては、以下のものを想定した。

・宿泊施設	・医療施設	・ショッピング施設	・スポーツ施設	・工場	・農業施設
・漁業施設	・地域熱供給施設	・公共施設	・家庭	・オフィスビル	など

#### 6) 北海道市場における今後の有望用途

扱っている「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」について、今後の北海道市場における有望用途を確認した。  
有望用途としては、以下のものを想定した。

・給湯	・居室の暖房	・居室の冷房	・温水プールの加温	・温泉浴槽の加温
・産品や製品の乾燥	・温室栽培の暖房	・養殖温水の加温	・融雪	・雪氷熱利用倉庫
・冷熱栽培	・地域暖房	・地域冷房	など	

#### 7) 北海道における普及課題

扱っている「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」について、普及を進めて行くうえでの課題を確認した。

## 8) 行政への要望など

扱っている「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」について、普及を進めて行くうえでの課題に対する行政への要望や意見を確認した。

### ④ 製造メーカー等ヒアリング調査

調査では、以下の項目についてヒアリングを行った。

●扱っている設備機器	・扱っている主な「新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器」の概要について
●今後の普及規模拡大の可能性	・上記設備機器の北海道市場の特徴と、市場としての有望性、市場規模（導入普及規模）拡大の可能性について
●現在の普及分野と今後、有望と思われる普及分野	・上記設備機器の北海道市場における現在の普及分野と、今後、有望と思われる熱用途や導入施設部門について
●普及課題	・今後、北海道における、上記設備機器の導入促進課題について
●行政への要望や意見	・上記の導入促進課題への対応における、行政への要望や意見について

### (5) 使用単位

利用熱エネルギーの単位については、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」が計量法の考えに従い、国際的に計量基準を統一することと、各種計量器の正確さを維持するためのトレーサビリティの維持を主な目的とした国際単位系（SI）を採用していることに倣い、エネルギー量単位(J: ジュール)を用いた。

## 2. 熱利用分野等の導入状況調査

「導入実績を把握するための調査」としては、自治体アンケート調査、民間事業者アンケート調査を実施し、以下の項目を確認した。

### ●自治体アンケート調査

調査対象	道内179市町村
調査内容	市町村内の公共施設と民間事業施設の平成23、24年度における熱利用分野等の導入状況。
調査票送信	平成25年8月26日～平成25年8月30日
調査終了	平成25年11月12日をもって、全市町村からの調査票回収終了
回収率	100%
調査項目	・利用新エネルギー種別 ・熱用途 ・稼働状況、設置年度 ・熱利用施設規模 ・年間熱供給量 ・採熱状況（熱源、規模） ・熱設備（種別、規模、年間消費電力など） ・利用燃料、製造燃料 ・燃料利用設備の状況（燃料種別、利用形態、設備規模、利用効率）

### ●民間事業者アンケート調査

調査対象	病院、スポーツ施設、高齢者福祉施設、宿泊施設、ショッピングセンター、エネルギー管理指定工場等（重複削除分）、民間コージェネ利用施設（重複削除分）に2,049票
調査内容	平成23、24年度における導入状況。
調査票発送	平成25年10月1日～10月23日
回収数	721票（回収率35%）
調査項目	・設備機種 ・熱用途 ・用途規模 ・設置年度 ・設備規模 ・利用熱源 ・設備効率 ・消費電力 ・採熱規模 ・熱供給量

#### （1）本道における導入実績

本道における熱利用分野（太陽熱、水温度差、排熱、地中熱、地熱（熱水利用）、雪氷冷熱、バイオマス熱利用、廃棄物熱利用）及びコージェネレーション、燃料電池の導入実績は、平成23年度計が15,970,817 GJ、平成24年度計が16,058,807 GJとなり、平成24年度は平成23年度に比べ87,990 GJ、1%の増加となった。

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
太陽熱	5,780	6,379	599	1.10
水温度差	1,754,663	1,829,355	74,692	1.04
排熱	60,923	60,923	0	1.00
地中熱	15,788	20,484	4,696	1.30
地熱(熱水利用)	684,529	724,537	40,008	1.06
雪氷冷熱	37,476	38,554	1,078	1.03
バイオマス熱利用	2,806,631	2,853,450	46,819	1.02
廃棄物熱利用	5,529,717	5,289,574	-240,144	0.96
コージェネレーション	5,075,310	5,235,552	160,242	1.03
kW集計	51,824,922	52,213,551	388,629	1.01
うち燃料電	0	0	0	
計	15,970,817	16,058,807	87,990	1.01

## (2) エネルギー種別毎の導入実績

### ① 太陽熱

太陽熱の導入実績は、平成 23 年度計が 5,780 GJ、平成 24 年度計が 6,379 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 599 GJ、10%の増加となった。

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
太陽熱	5,780	6,379	599	1.10

### ② 水温度差

水温度差の導入実績は、平成 23 年度計が 1,754,663 GJ、平成 24 年度計が 1,829,355 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 74,692 GJ、4%の増加となった。

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
水温度差	1,754,663	1,829,355	74,692	1.04

### ③ 排熱

排熱の導入実績は、平成 23 年度計が 60,923 GJ、平成 24 年度計が 60,923 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ変化はなかった。

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
排熱	60,923	60,923	0	1.00

### ④ 地中熱

地中熱の導入実績は、平成 23 年度計が 15,788 GJ、平成 24 年度計が 20,484 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 4,696 GJ、30%の増加となった。

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
地中熱	15,788	20,484	4,696	1.30

### ⑤ 地熱（熱水利用）

地熱（熱水利用）の導入実績は、平成 23 年度計が 684,529 GJ、平成 24 年度計が 724,537 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 40,008 GJ、6%の増加となった。

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
地熱(熱水利用)	684,529	724,537	40,008	1.06

### ⑥ 雪氷冷熱

雪氷冷熱の導入実績は、平成 23 年度計が 37,476 GJ、平成 24 年度計が 38,554 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 1,078 GJ、3%の増加となった。

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
雪氷冷熱	37,476	38,554	1,078	1.03



⑦ バイオマス熱利用

バイオマス熱利用の導入実績は、平成 23 年度計が 2,806,631 GJ、平成 24 年度計が 2,853,450 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 46,819 GJ、2%の増加となった。

GJ

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
バイオマス熱利用	2,806,631	2,853,450	46,819	1.02
木質系バイオマス	1,699,339	1,790,350	91,011	1.05
BDF	13	6	-7	0.46
乾燥汚泥	796,823	742,960	-53,863	0.93
バイオガス	310,456	320,133	9,678	1.03

⑧ 廃棄物熱利用

廃棄物熱利用の導入実績は、平成 23 年度計が 5,529,717 GJ、平成 24 年度計が 5,289,574 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 240,144 GJ、4%の減少となった。

GJ

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
廃棄物熱利用	5,529,717	5,289,574	-240,144	0.96
製紙スラッジ	342,837	302,805	-40,032	0.88
廃材	156,152	135,723	-20,429	0.87
可燃ゴミ	2,503,031	2,388,626	-114,404	0.95
RDF、RPF	2,472,499	2,406,812	-65,687	0.97
再生油、廃油	15,370	15,334	-36	1.00
廃タイヤ、廃プラスチック	39,828	40,273	445	1.01

⑨ コージェネレーション

コージェネレーションの導入実績は、平成 23 年度計が 5,075,310 GJ、平成 24 年度計が 5,235,552 GJ となり、平成 24 年度は平成 23 年度に比べ 160,242 GJ、3%の増加となった。このうち、燃料電池についての導入実績は平成 23 年、24 年度とも本調査では見られなかった。

GJ

	平成23年度	平成24年度	平成23,24年度差	平成24/平成23
コージェネレーション	5,075,310	5,235,552	160,242	1.03
kW集計	51,824,922	52,213,551	388,629	1.01
うち燃料電	0	0	0	

### 3. 熱利用分野等の導入計画調査

「導入計画量を把握するための調査」としては、自治体アンケート調査、民間事業者アンケート調査を実施し、以下の項目を確認した。

#### ●自治体アンケート調査

調査対象	道内179市町村
調査内容	市町村内の公共施設と民間事業施設の平成25年度以降の状況並びに導入計画。
調査票送信	平成25年8月26日～平成25年8月30日
調査終了	平成25年11月12日をもって、全市町村からの調査票回収終了
回収率	100%
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画新エネルギー種別</li> <li>・熱用途</li> <li>・設置計画年度</li> <li>・熱利用施設規模</li> <li>・年間熱供給計画量</li> <li>・採熱計画（熱源、規模）</li> <li>・熱設備（種別、規模など）</li> <li>・利用燃料、製造燃料</li> <li>・燃料利用設備（燃料種別、利用形態、設備規模、利用効率）</li> </ul>

#### ●民間事業者アンケート調査

調査対象	病院、スポーツ施設、高齢者福祉施設、宿泊施設、ショッピングセンター、エネルギー管理指定工場等（重複削除分）、民間コージェネ利用施設（重複削除分）に2,049票
調査内容	平成25年度以降の状況並びに導入計画、今後の導入意向。
調査票発送	平成25年10月1日～10月23日
回収数	721票（回収率35%）
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備機種</li> <li>・熱用途</li> <li>・用途規模</li> <li>・設置計画年度</li> <li>・設備規模</li> <li>・利用熱源</li> <li>・設備効率</li> <li>・採熱規模</li> <li>・熱供給計画量</li> </ul>

#### （1）本道における導入計画量

本道における熱利用分野（太陽熱、水温度差、排熱、地中熱、地熱（熱水利用）、雪氷冷熱、バイオマス熱利用、廃棄物熱利用）及びコージェネレーション、燃料電池の導入計画量（平成25年度以降）は、平成24年度の導入実績量の1%に相当する174,737 GJであった。

	平成24年度	計画案件	GJ 計画/平成24
太陽熱	6,379	152	0.02
水温度差	1,829,355	36,309	0.02
排熱	60,923	3,343	0.05
地中熱	20,484	3,559	0.17
地熱（熱水利用）	724,537	10,545	0.01
雪氷冷熱	38,554	2,731	0.07
バイオマス熱利用	2,853,450	107,647	0.04
廃棄物熱利用	5,289,574	0	0.00
コージェネレーション	5,235,552	10,450	0.002
kW集計	52,213,551	867	0.00002
うち燃料電	0	0	
計	16,058,807	174,737	0.01

## (2) エネルギー種別毎の導入計画量

### ① 太陽熱

太陽熱の導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 2%に相当する 152 GJであった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
太陽熱	6,379	152	0.02

### ② 水温度差

水温度差の導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 2%に相当する 36,309 GJであった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
水温度差	1,829,355	36,309	0.02

### ③ 排熱

排熱の導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 5%に相当する 3,343 GJであった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
排熱	60,923	3,343	0.05

### ④ 地中熱

地中熱の導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 17%に相当する 3,559 GJであった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
地中熱	20,484	3,559	0.17

### ⑤ 地熱（熱水利用）

地熱（熱水利用）の導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 1%に相当する 10,545 GJであった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
地熱(熱水利用)	724,537	10,545	0.01

### ⑥ 雪水冷熱

雪水冷熱の導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 7%に相当する 2,731 GJであった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
雪水冷熱	38,554	2,731	0.07

⑦ バイオマス熱利用

バイオマス熱利用の導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 4 %に相当する 107,647 GJ であった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
バイオマス熱利用	2,853,450	107,647	0.04
木質系バイオマス	1,790,350	70,348	0.04
BDF	6	0	0.00
乾燥汚泥	742,960	0	0.00
バイオガス	320,133	37,299	0.12

⑧ 廃棄物熱利用

廃棄物熱利用の導入計画量（平成 25 年度以降）は、なかった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
廃棄物熱利用	5,289,574	0	0.00
製紙スラッジ	302,805	0	0.00
廃材	135,723	0	0.00
可燃ゴミ	2,388,626	0	0.00
RDF、RPF	2,406,812	0	0.00
再生油、廃油	15,334	0	0.00
廃タイヤ、廃プラスチック	40,273	0	0.00

⑨ コージェネレーション

コージェネレーションの導入計画量（平成 25 年度以降）は、平成 24 年度の導入実績量の 0.2%に相当する 10,450 GJ であった。このうち、燃料電池についての導入計画は本調査では見られなかった。

	平成24年度	計画案件	計画/平成24
コージェネレーション	5,235,552	10,450	0.002
kW集計	52,213,551	867	0.00002
うち燃料電	0	0	

#### 4. 民間事業者における導入意向調査結果

「民間事業者における導入意向を把握するための調査」としては、民間事業者アンケート調査を実施し、以下の項目を確認した。

##### ●民間事業者アンケート調査

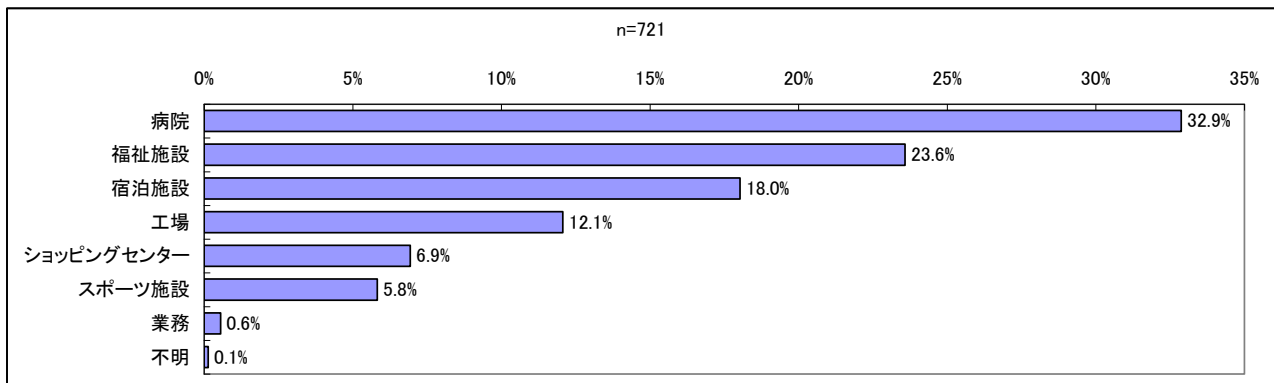
調査対象	病院、スポーツ施設、高齢者福祉施設、宿泊施設、ショッピングセンター、エネルギー管理指定工場等（重複削除分）、民間コジェネ利用施設（重複削除分）に2,049票
調査内容	各種新エネルギーの現在の利用状況、今後の導入意向。
調査票発送	平成25年10月1日～10月23日
回収数	721票（回収率35%）
調査項目	・現在の利用状況      ・今後の利用意向

##### ① 回答者属性

導入意向について調査した民間事業者調査における回答者は、「病院（32.9%）」が最も多く、「福祉施設（23.6%）」「宿泊施設（18.0%）」と続く。

【回答者属性】

病院	237	32.9%
福祉施設	170	23.6%
宿泊施設	130	18.0%
工場	87	12.1%
ショッピングセンター	50	6.9%
スポーツ施設	42	5.8%
業務	4	0.6%
不明	1	0.1%
n=		721

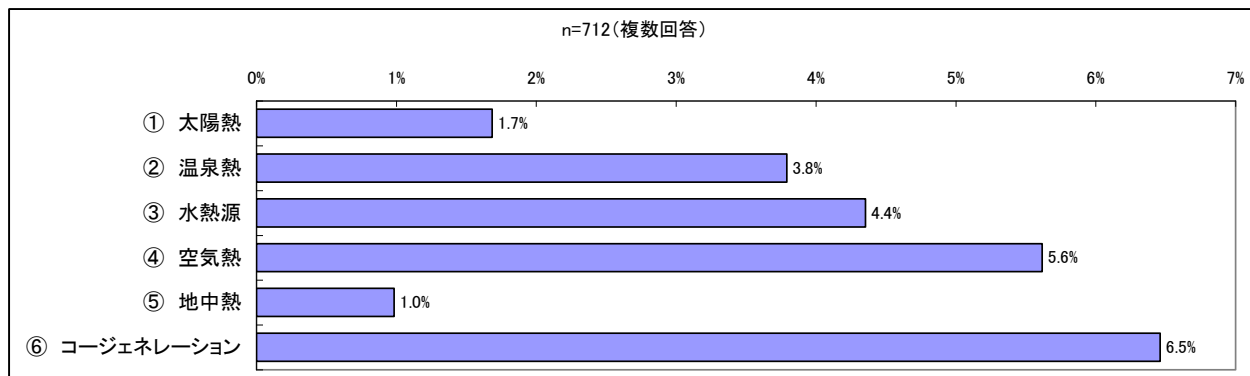


##### ② 現在の状況

熱利用分野等の現在の利用状況で、最も利用率が高いのは「コージェネレーション（6.5%）」であり、「空気熱（5.6%）」「水熱源（4.4%）」「温泉熱（3.8%）」と続く。

### 【現在の利用状況】

	1.利用している	
① 太陽熱	12	1.7%
② 温泉熱	27	3.8%
③ 水熱源	31	4.4%
④ 空気熱	40	5.6%
⑤ 地中熱	7	1.0%
⑥ コージェネレーション	46	6.5%
n= 712		



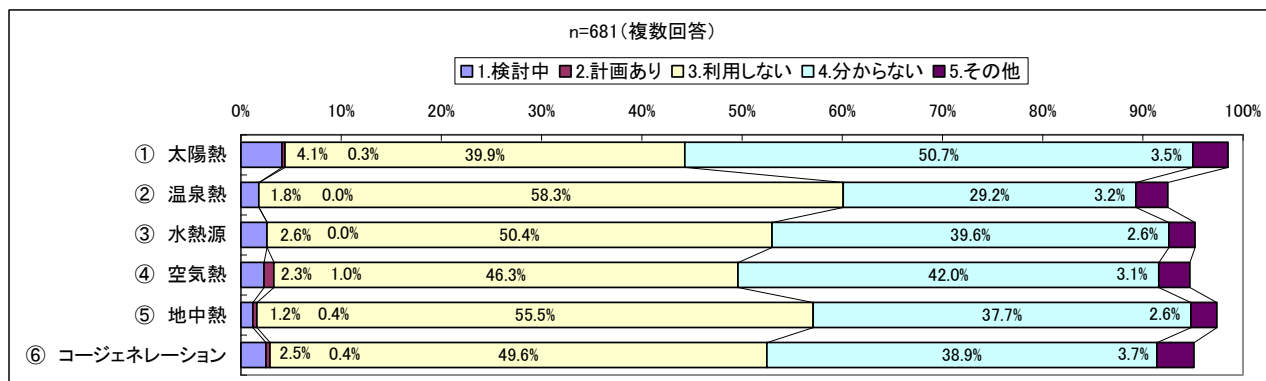
### ③ 今後の意向

導入意向について、「①太陽光」から「⑥コージェネレーション」のどれかに回答した者は681件であり、これを母数とした導入意向の選択率は、どのエネルギーにおいても「検討中」と「計画あり」を合わせた意向が5%未満と低く、「利用しない」が39.9~55.5%と高い状況にある。一方、「分からない」の選択率も29.2~50.7%と高いことから、今後、これを選択した階層が導入意向を示すような施策が求められる。

### 【今後の導入意向】

	1.検討中	2.計画あり	3.利用しない	4.分からない	5.その他	n
① 太陽熱	28	2	272	345	24	681
② 温泉熱	12	0	397	199	22	681
③ 水熱源	18	0	343	270	18	681
④ 空気熱	16	7	315	286	21	681
⑤ 地中熱	8	3	378	257	18	681
⑥ コージェネレーション	17	3	338	265	25	681

	1.検討中	2.計画あり	3.利用しない	4.分からない	5.その他	1~5を選択
① 太陽熱	4.1%	0.3%	39.9%	50.7%	3.5%	98.5%
② 温泉熱	1.8%	0.0%	58.3%	29.2%	3.2%	92.5%
③ 水熱源	2.6%	0.0%	50.4%	39.6%	2.6%	95.2%
④ 空気熱	2.3%	1.0%	46.3%	42.0%	3.1%	94.7%
⑤ 地中熱	1.2%	0.4%	55.5%	37.7%	2.6%	97.4%
⑥ コージェネレーション	2.5%	0.4%	49.6%	38.9%	3.7%	95.1%



## 5. 道内における今後の導入見込み

### (1) アンケート調査

製造メーカー等アンケート調査を実施し、以下の項目を確認した。

#### ●製造メーカー等アンケート調査

調査対象	設備メーカー、システム設計業者、施工業者など187件
調査内容	熱利用分野等の設備機器に係る北海道市場への評価、普及課題
調査票発送	平成25年10月10日
回収数	69票（回収率37%）
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>扱っている設備機器</li> <li>業種</li> <li>設備機器の北海道シェア</li> <li>今後の北海道市場の規模</li> <li>北海道市場における今後の有望部門</li> <li>北海道市場における今後の有望用途</li> <li>北海道における普及課題</li> <li>行政への要望など</li> </ul>

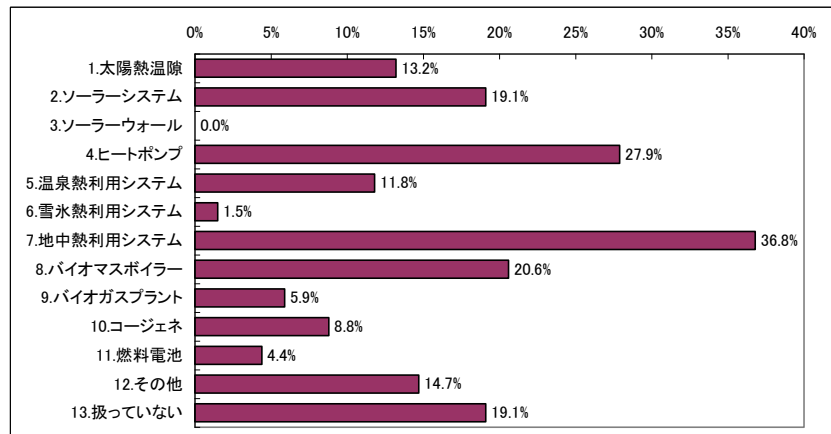
#### ① 回答者の属性

##### 1) 回答者が扱っている設備機器

回答者が扱っている新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器は、「地中熱利用システム（36.8%）」が最も多く、「ヒートポンプ（27.9%）」「バイオマスボイラー（20.6%）」「ソーラーシステム（19.1%）」と続く。

【回答者が扱っている設備機器（複数回答）】

1.太陽熱温床	9	13.2%
2.ソーラーシステム	13	19.1%
3.ソーラーウォール	0	0.0%
4.ヒートポンプ	19	27.9%
5.温泉熱利用システム	8	11.8%
6.雪氷熱利用システム	1	1.5%
7.地中熱利用システム	25	36.8%
8.バイオマスボイラー	14	20.6%
9.バイオガспラント	4	5.9%
10.コージェネ	6	8.8%
11.燃料電池	3	4.4%
12.その他	10	14.7%
13.扱っていない	13	19.1%
n=		68

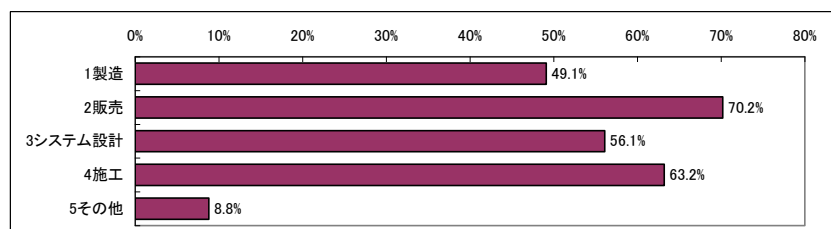


##### 2) 回答者の業種

回答者の業種は、「販売（70.2%）」が最も多いが、「施工（63.2%）」「システム設計（56.1%）」「製造（49.1%）」と、偏りの少ないものとなった。

【回答者の業種（複数回答）】

1製造	28	49.1%
2販売	40	70.2%
3システム設計	32	56.1%
4施工	36	63.2%
5その他	5	8.8%
n=		57



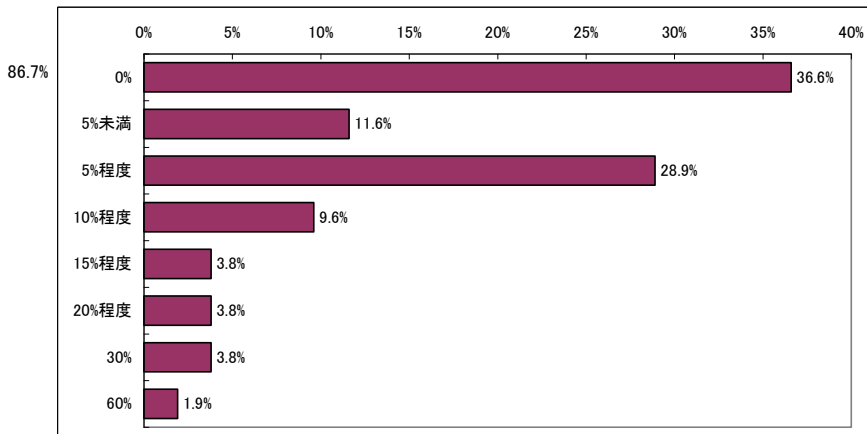
### 3) 回答者の北海道シェア

北海道市場に対する回答者の評価指標の一つとして、新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器の北海道シェアは「0%」が36.6%と最も多く、「5%未満(11.6%)」「5%程度(28.9%)」「10%程度(9.6%)」を合わせたものが8割強を占めている。

【回答者の北海道シェア】

0%	19	36.6%
5%未満	6	11.6%
5%程度	15	28.9%
10%程度	5	9.6%
15%程度	2	3.8%
20%程度	2	3.8%
30%	2	3.8%
60%	1	1.9%
n =		52 100.0%

1%	2	3.8%
1.5%	2	3.8%
2.5%	1	1.9%
3%	1	1.9%

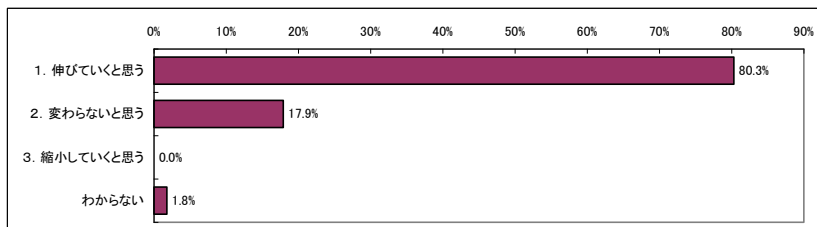


### ② 今後の北海道市場の動向

回答者が扱っている新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器の今後の北海道市場の伸びについて、「伸びていくと思う」が80.3%となっている。

【回答者が扱っている設備機器の今後の北海道市場の動向】

1. 伸びていくと思う	45	80.3%
2. 変わらないと思う	10	17.9%
3. 縮小していくと思う	0	0.0%
わからない	1	1.8%
n =		56 100.0%



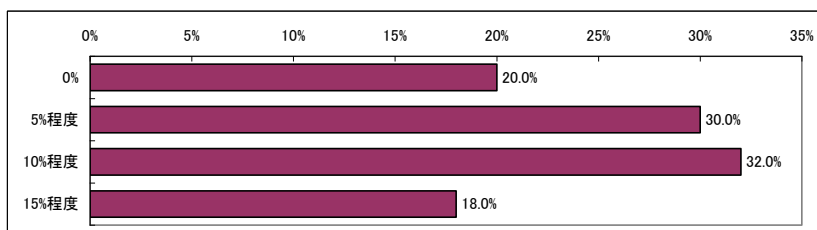
### ③ 北海道市場の伸び率

回答者における新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器の北海道市場の伸び率の感触は、「10%程度」が32.0%と最も多く、「5%程度(30.0%)」「0%(20.0%)」と続き、これらの回答を平均すると7.4%となった。

【回答者が扱っている設備機器の今後の北海道市場の伸び率】

0%	10	20.0%
5%程度	15	30.0%
10%程度	16	32.0%
15%程度	9	18.0%
n =		50 100.0%

0%	10	0.0%
5%	15	75.0%
10%	16	160.0%
15%	9	135.0%
計	50	370.0%
平均		7.4%



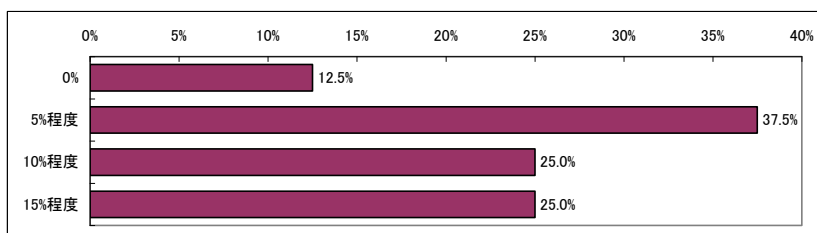


### 1) 太陽熱温水器の北海道市場の伸び率

太陽熱温水器の北海道市場の伸び率の感触は、「5%程度（37.5%）」が最も多く、平均すると8.1%となった。

【太陽熱温水器の今後の北海道市場の伸び率】

0%	1	12.5%
5%程度	3	37.5%
10%程度	2	25.0%
15%程度	2	25.0%
n =		8 100.0%
0%	1	0.0%
5%	3	15.0%
10%	2	20.0%
15%	2	30.0%
計	8	65.0%
平均		8.1%

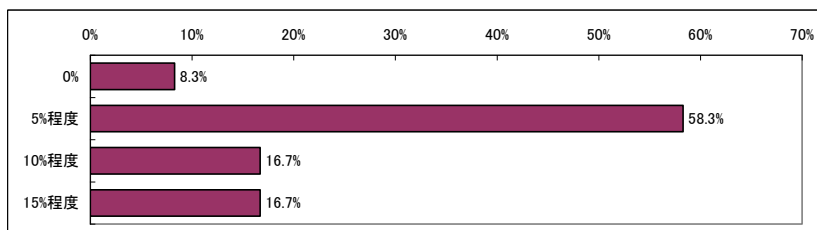


### 2) ソーラーシステムの北海道市場の伸び率

ソーラーシステムの北海道市場の伸び率の感触は、「5%程度（58.3%）」が最も多く、平均すると7.1%となった。

【ソーラーシステムの今後の北海道市場の伸び率】

0%	1	8.3%
5%程度	7	58.3%
10%程度	2	16.7%
15%程度	2	16.7%
n =		12 100.0%
0%	1	0.0%
5%	7	35.0%
10%	2	20.0%
15%	2	30.0%
計	12	85.0%
平均		7.1%

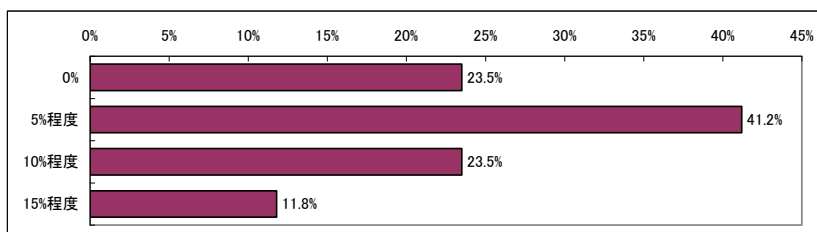


### 3) ヒートポンプの北海道市場の伸び率

ヒートポンプの北海道市場の伸び率の感触は、「5%程度（41.2%）」が最も多く、平均すると6.2%となった。

【ヒートポンプの今後の北海道市場の伸び率】

0%	4	23.5%
5%程度	7	41.2%
10%程度	4	23.5%
15%程度	2	11.8%
n =		17 100.0%
0%	4	0.0%
5%	7	35.0%
10%	4	40.0%
15%	2	30.0%
計	17	105.0%
平均		6.2%

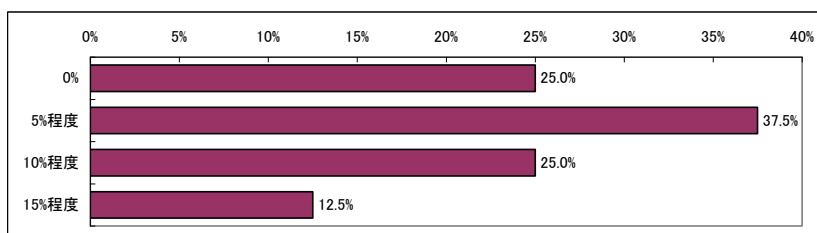


#### 4) 温泉熱利用システムの北海道市場の伸び率

温泉熱利用システムの北海道市場の伸び率の感触は、「5%程度（37.5%）」が最も多く、平均すると6.3%となった。

【温泉熱利用システムの今後の北海道市場の伸び率】

0%	2	25.0%
5%程度	3	37.5%
10%程度	2	25.0%
15%程度	1	12.5%
n =		8 100.0%
0%	2	0.0%
5%	3	15.0%
10%	2	20.0%
15%	1	15.0%
計	8	50.0%
平均		6.3%

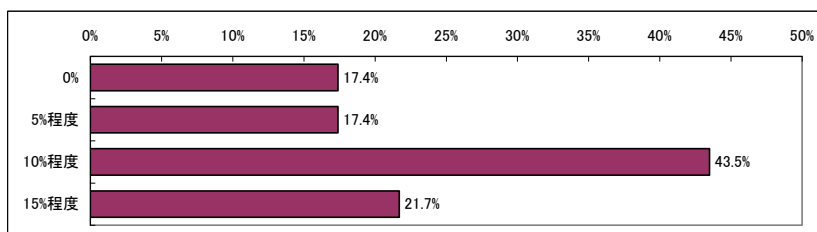


#### 5) 地中熱利用システムの北海道市場の伸び率

地中熱利用システムの北海道市場の伸び率の感触は、「10%程度（43.5%）」が最も多く、平均すると8.5%となった。

【地中熱利用システムの今後の北海道市場の伸び率】

0%	4	17.4%
5%程度	4	17.4%
10%程度	10	43.5%
15%程度	5	21.7%
n =		23 100.0%
0%	4	0.0%
5%	4	20.0%
10%	10	100.0%
15%	5	75.0%
計	23	195.0%
平均		8.5%

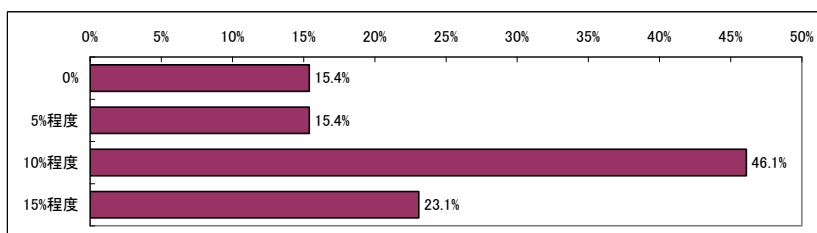


#### 6) バイオマスボイラーの北海道市場の伸び率

バイオマスボイラーの北海道市場の伸び率の感触は、「10%程度（46.1%）」が最も多く、平均すると8.8%となった。

【バイオマスボイラーの今後の北海道市場の伸び率】

0%	2	15.4%
5%程度	2	15.4%
10%程度	6	46.1%
15%程度	3	23.1%
n =		13 100.0%
0%	2	0.0%
5%	2	10.0%
10%	6	60.0%
15%	3	45.0%
計	13	115.0%
平均		8.8%



### 7) バイオガスプラントの北海道市場の伸び率

バイオガスプラントの北海道市場の伸び率の感触は、回答数が少なく、「0%」「5%程度」「10%程度」とも同等となり、平均すると7.5%となった。

【バイオガスプラントの今後の北海道市場の伸び率】

0%	1	25.0%
5%程度	1	25.0%
10%程度	1	25.0%
15%程度	1	25.0%
n =		4 100.0%
0%	1	0.0%
5%	1	5.0%
10%	1	10.0%
15%	1	15.0%
計	4	30.0%
平均		7.5%

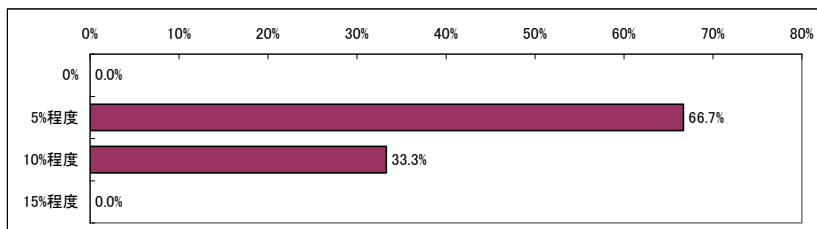


### 8) コージェネレーションの北海道市場の伸び率

コージェネレーションの北海道市場の伸び率の感触は、「5%程度（66.7%）」が最も多く、平均すると6.7%となった。

【コージェネレーションの今後の北海道市場の伸び率】

0%	0	0.0%
5%程度	4	66.7%
10%程度	2	33.3%
15%程度	0	0.0%
n =		6 100.0%
0%	0	0.0%
5%	4	20.0%
10%	2	20.0%
15%	0	0.0%
計	6	40.0%
平均		6.7%

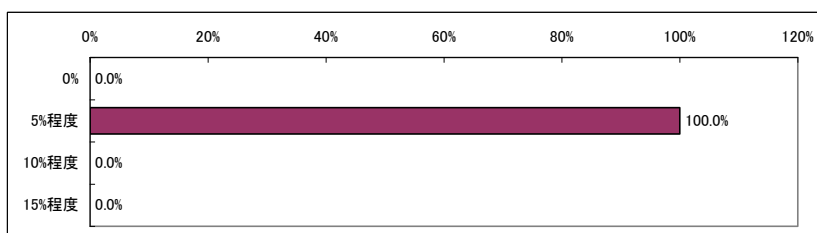


### 9) 燃料電池の北海道市場の伸び率

燃料電池の北海道市場の伸び率の感触は、「5%程度（100%）」となった。

【燃料電池の今後の北海道市場の伸び率】

0%	0	0.0%
5%程度	2	100.0%
10%程度	0	0.0%
15%程度	0	0.0%
n =		2 100.0%
0%	0	0.0%
5%	2	10.0%
10%	0	0.0%
15%	0	0.0%
計	2	10.0%
平均		5.0%

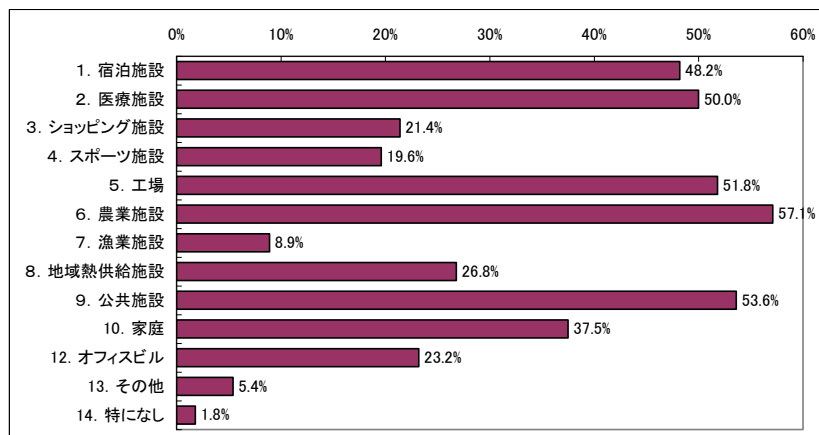


#### ④ 北海道市場における今後の有望部門

回答者が扱っている新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器の北海道市場における今後の有望部門は、「農業施設（57.1%）」が最も多く、「公共施設（53.6%）」「工場（51.8%）」「医療施設（50.0%）」「宿泊施設（48.2%）」と続く。

【回答者が扱っている設備機器の北海道市場における今後の有望部門（複数回答）】

1. 宿泊施設	27	48.2%
2. 医療施設	28	50.0%
3. ショッピング施設	12	21.4%
4. スポーツ施設	11	19.6%
5. 工場	29	51.8%
6. 農業施設	32	57.1%
7. 漁業施設	5	8.9%
8. 地域熱供給施設	15	26.8%
9. 公共施設	30	53.6%
10. 家庭	21	37.5%
12. オフィスビル	13	23.2%
13. その他	3	5.4%
14. 特になし	1	1.8%
n =		56

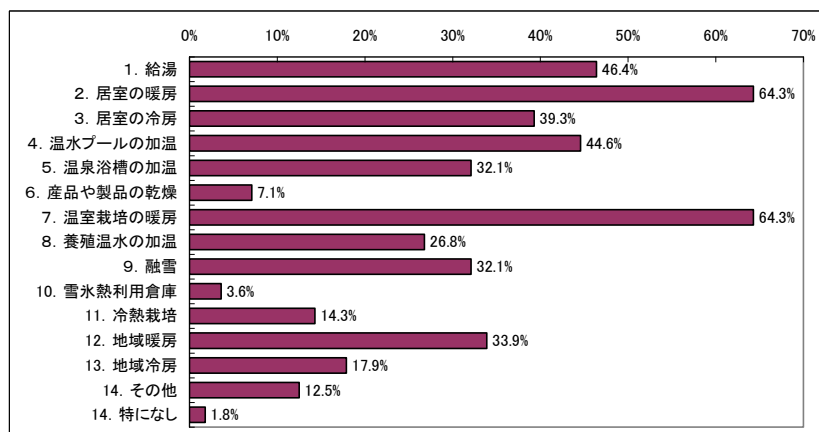


#### ⑤ 北海道市場で有望と思われる熱用途

回答者が扱っている新エネルギーの熱利用分野等に係る設備機器の北海道市場で有望と思われる熱用途は、「居室の暖房（64.3%）」「温室栽培の暖房（64.3%）」が最も多く、「給湯（46.4%）」「温水プールの加温（44.6%）」と続く。

【北海道市場で有望と思われる熱用途（複数回答）】

1. 給湯	26	46.4%
2. 居室の暖房	36	64.3%
3. 居室の冷房	22	39.3%
4. 温水プールの加温	25	44.6%
5. 温泉浴槽の加温	18	32.1%
6. 産品や製品の乾燥	4	7.1%
7. 温室栽培の暖房	36	64.3%
8. 養殖温水の加温	15	26.8%
9. 融雪	18	32.1%
10. 雪氷熱利用倉庫	2	3.6%
11. 冷熱栽培	8	14.3%
12. 地域暖房	19	33.9%
13. 地域冷房	10	17.9%
14. その他	7	12.5%
14. 特になし	1	1.8%
n =		56



## ⑥ 北海道における普及課題

普及課題としては、全般に「コスト低減」「認知度向上」「助成拡大」が多いが、各エネルギーでの特長的なものとしては、太陽熱の「夏期熱需要創出」、ヒートポンプの「運転電力の安定供給」、地中熱の「利用先の集積」「土質、水理データの整備」、バイオマスボイラーの「原料確保」「燃焼効率向上」「モニター制度設立」「需要確保」、コージェネレーションの「熱の融通」「燃料価格低減」、燃料電池の「凍結対策」などが見られる。

エネルギー種別	課題	内容
全般	コスト低減	イニシャルコストが高い
	認知度向上	認知度が低い
	助成拡大	経済成長率が低迷している道内では、市町村も民間も設備投資力は弱い。そのような中、普及を進めていく為には、公的補助金の導入がポイントになる。
太陽熱	夏期熱需要創出	寒い地域での太陽熱利用は、暖房目的が増えると思うが、夏場に熱をあまらせることになる
	公共施設での導入	需要拡大は、重要な課題であり、コストダウンは勿論のこと、業界の活性化、新技術開発などによる自立化と国の支援と地方自治体等による公共施設への積極的な導入を行えば、需要拡大に繋がる。
	助成拡大	補助金の拡充が必要
	長期ローン構築	性能が良い商品でも、購入の際はためらう方が多い。光熱費(使用量等)が落ちた金額のみで購入できる長期的なローン融資等があると、購入が伸びると思われ(一般的に性能が良ければ高くなる)
	用途開発	新分野の市場開発は課題であり、家庭用中心の給湯システムから業務用や産業用等の用途への利用、寒冷地や降雪地での新しい利用法の開発等による新分野開拓の実現を行えば、市場開発に繋がる。
ヒートポンプ	コスト低減	安価な組み合わせ。装置の軽量化。
	コスト低減	民間レベルでは費用面(設計、施工、機器代金)で、減価償却期間が長い。
	助成拡大	施設園芸農家に対する補助
	助成拡大	補助金制度の充実が一番の課題になると思います。
	地域特性への対応	北海道という地域特性及び気象条件等を考慮し、システムを構築しなければいけない。
	運転電力の安定供給	本州との「冷暖房」「ニーズ」における満足度・再生エネルギーの「認知度」「期待度」「需要」。化石燃料から再生エネを起こす場合、電力需要が逆に増えるがその為の電力会社、行政の対策、対応は～
	運転電力の安定供給	電気の安定供給が課題であると考えます。
	認知度向上	昭和50年代中途に、道内(旭川)で地下水利用システムの試験を行なったが、その後地下水の有効利用については進まずにいたが、ここに来てようやく地下の熱に対する意識の高揚が見られるが、まだまだ認識の度合いが低い。昼夜間および季節間を問わず、通して有効に活用できる地下水に対するアピールを増やしたいと考える。
	認知度向上	道が中心となって、今後の道内での新エネルギーを検討してメーカー情報や実例状況、問題点等を探る必要があると思います。1. 市場が見えない=提案ができない 2. 施工、サービス業社=代理店が無い 3. 商品を知ってもらうチャンスが無い
	熱効率向上	地中熱、温泉熱利用に関しては、ヒートポンプによる熱交換による利用が考えられるが、効率的に問題がある。
地中熱	コスト低減	地中熱の熱源側のローコストオペレーション
	コスト低減	コストの低減(導入時の負担、ランニングコスト)
	コスト低減	欧州・北米・中国で一般化している割に、日本で一般化しにくい理由があると思っております。Uチューブの埋設施工価格が極端に高いので、実施しにくいと思われます。実施件数が少なく、土質に関係なくL=100mを前提に設計検討をするためと思います。今後の課題として、地中熱利用システムは電力使用量を半減させる唯一のシステムと思いき、地下水が豊富な日本では、地中熱の利用を促進すべきだと思います。適正で施工しやすい深さに設定すれば、現状の価格の半減はすぐ可能だと思います。
	利用先の集積	多額の投資をする場合の人口集中度合
	土質、水理データの整備	地中熱利用を行なう場合の土質状況、水理的状況の調査が十分に進んでいない
	認知度向上	導入に向けてのPR
	認知度向上	札幌市の地中熱利用への取組みが全国水準に比べかなり遅れている事。北海道だけでなく全国的にもまだ認知度が低いこと。
	認知度向上	ハイブリッドドレーン工法を実証実験を行っているので、今後普及を考えている。

エネルギー種別	課題	内容
バイオマスボイラー	コスト低減	バイオマスボイラーはランニングコストでは重油焚ボイラーよりも安いですが、どうしてもインシヤルコストが高い為に、普及のさまたげになっています。輸送の面でも余計にコストがかかる。雪がつもる為、燃料となる木材の保管場所にも屋根を設置しなければならないと言う話を聞いた事がある。
	コスト低減	バイオマスボイラーはインシヤルコストが高いため、導入のハードルが高い。
	コスト低減	設備機器の製造コストは、石油焚き、ガス焚き製品と比較し非常に割高であり、いかに販売価格を低く抑えるかも大きな課題です。
	原料確保	弊社製品が対象としているバイオマス燃料は木質ペレットが主体です。木質ペレットの価格を低く抑えること、並びに安定供給の確保が課題です。
	原料確保	再生可能エネルギー(特にバイオマス)の原料は多くあるが、入手の困難さもある。バイオマス原料の確保
	認知度向上	バイオマスエネルギーの普及活動。PR(知ってもらう)。地域全体での取り組み。
	燃焼効率向上	木を100~200ミクロンのパウダーにし、直噴燃料させるもので、現在は和歌山県御坊市・新宮市にパウダ製造機が導入され、近隣の公共温泉施設にて、加温給湯に利用されています。パウダー化することで、燃焼効率が上昇し、また着火・消化が容易となります。パウダー製造時の原料投入時に水分率が30%以下が望ましいことから、前処理等による脱水が課題です。尚、熱利用側設備に特に大きな問題はありませんが、木質パウダー燃料としての認知度が低いことから、普及が遅いことが現在のネックです。
	モニター制度設立	農業用暖房として、モニター施設も検討願いたい。
	燃料供給範囲	燃料供給範囲
	需要確保	蒸気・電力需要家の確保
	燃料保管	木材等のバイオ燃料の集約・保管
コージェネ	助成拡大	補助金の活用拡大(コージェネ仕様による補助金) etc.
	熱の融通	熱の融通
	燃料価格低減	燃料(重油、ガスetc.)の価格の値下げ
燃料電池	凍結対策	氷点下での運転停止時の凍結対策など温暖な地域との気候差に関する技術的課題

## (2) ヒアリング調査

アンケート回答者のうちの3件のほか、ソーラーシステム振興協会、燃料電池普及促進協会にヒアリング調査を行い、以下の項目の詳細を確認した。

### ●製造メーカー等ヒアリング調査

調査対象	・製造メーカー等アンケート調査の回答者の内3件 ・ソーラーシステム振興協会 ・燃料電池普及促進協会
調査内容	熱利用分野等の設備機器に係る北海道市場への評価や普及課題、今後の伸び率等
調査期間	平成25年11月1日～平成25年11月8日
調査項目	・扱っている設備機器 ・今後の普及規模拡大の可能性 ・現在の普及分野と今後、有望と思われる普及分野 ・普及課題 ・北海道行政への要望や意見

### ① ソーラーシステム振興協会

#### 1) 北海道内における太陽熱利用設備機器の普及規模

・北海道における設備機器の設置実績累計は、統計を開始した昭和57年10月から平成24年度までで、①戸建住宅ソーラーシステム6,900件、②業務用等ソーラーシステム330件、③太陽熱利用温水器9,166件となっている。

#### 2) 今後の普及規模拡大の可能性

・北海道内における太陽熱利用システム(ソーラーシステム、太陽熱温水器)の今後の普及規模拡大の可能性は、効果的な政策誘導がなければ、当面ほぼ横ばいの状況が続くとみている。  
・一般に、北海道が積雪・寒冷地であることから太陽熱利用システムに対する関心が低いのかもしれないが、導入のポテンシャルは、国内の他の地域と比べても十分な可能性を有している。  
・積雪や凍結に対応した機器や地域に合った施工方法を導入することでトラブルを未然に防ぎ、機器を有効利用することにより、普及拡大が進むものと考えられる。  
・北海道の道央、道東地域を中心とした比較的日射量の多い地域に太陽熱利用システムの普及拡大の可能性はある。

#### 3) 現在の普及分野と今後、有望と思われる普及分野

・現在は、戸建住宅、業務用ともにあまり普及は進んでいないが、今後、北海道でも業務用として、給湯、暖房を利用する宿泊施設、医療施設、スポーツ施設、工場、農業施設、漁業施設、公共施設など、多方面の施設に普及拡大の可能性はある。  
・特に業務用としては、スポーツ施設、給食センター、老人福祉施設、医療機関など温水の使用量が多い施設、また、農業用ハウスの暖房や土壌加温などにも適している。  
・また、集合住宅向けのシステムについても東京都などでは政策誘導が始まっており、戸建住宅と共に今後、普及の可能性が大きい。

#### 4) 普及課題、北海道行政への要望や意見

a) 全国的には以下の課題がある。

・再生可能エネルギー全般にいえることではあるが、設備機器設置に伴う初期投資の負担が大きいことが問題になる。初期投資の負担分をいかに、ランニングコストの削減で回収できるかが重要になってくる。



- ・太陽熱利用システムは、熱媒体の循環駆動部分など、導入後のメンテナンスが軽微なものであり、機器の耐久性もすでに一定の評価を受けていることから、設備機器普及拡大のためには、初期投資の負担をいかに軽減するかが重要な課題となってくる。
- ・太陽熱利用システムの今後の普及拡大においては、長野県、静岡県など普及が進んでいる地域に見られるように、地域メーカーの自治体やユーザーへの働きかけが大きく影響していると思われる。地方自治体の補助制度を含め、再生可能エネルギーの選択肢として「太陽熱利用」をユーザーが導入しやすい仕組みや情報を、各自治体及びメーカー・施工業者が積極的に提供していく必要がある。
- ・国の普及拡大の補助事業としては太陽熱利用システムに特化したものはなく、業務用の再生可能エネルギー熱利用アイテムの一つとして補助制度が用意されているにすぎない。

b) 北海道では特に、以下の点が課題となっている。

- ・積雪寒冷地であることを考慮すると、太陽熱利用システム設置時に積雪対策や凍結対策が必要になるため設備導入時のコストが他の地域に比べて割高になることがある。
- ・地域、季節によって日照条件が大きく異なることが考えられる。

c) 今後、北海道での設備機器普及拡大のためには、以下が重要となる。

- ① 国の政策誘導だけでなく、地方自治体でも独自の補助制度を設ける。
- ② 太陽熱利用システムが積雪寒冷地でも十分活用できることを、これまでの実証事例などを踏まえてPRする。
- ③ 上記のPRも含め、道内各地域ごとの気象条件や、熱エネルギー用途に対し、最適な太陽熱利用システム（水式・空気式ソーラーシステム、太陽熱温水器の選択、架台の利用など設置方法の工夫など）の提案ができるようにする。

## ② 燃料電池普及促進協会

### 1) 北海道内における設備機器の普及規模

- ・国の民生用燃料電池導入支援補助金による家庭用燃料電池（エネファーム）の導入状況については、平成 21 年度から実施しており、北海道におけるこれまでのエネファームの普及規模、普及状況は以下となっている。

年 度	H21	H22	H23	H24
交付決定台数	10	26	30	29
都市ガス仕様	0	0	24	26
LP ガス仕様	10	26	6	3

### 2) 今後の普及規模拡大の可能性

- ・北海道内におけるエネファームの今後の普及規模拡大の可能性は、ほぼ横ばいの状況が続くとみている。しかし、上記の普及状況からも読み取れるように利用ガスが LP ガスから都市ガスにシフトしており、都市ガスの普及が設備普及拡大のカギの一つになるのではないかと。

### 3) 普及課題、北海道行政への要望や意見

- ・エネファームの普及が進んでいる首都圏、関西圏では、東京ガス、大阪ガスが自社製品についての広告活動を活発に行っており、住宅メーカーでも新聞、雑誌などを通じてエネファームの普及を図っている。
- ・東京都では都、区、市町村単位でも独自にエネファームの購入・設置に対する補助事業を行っ



ており、こういった地方自治体による補助事業も必要と考えられる。

- ・また、補助事業の予算が確保できないといった場合でも、広島市の「住まいのガイド」（市が発行している市民のための住まいに関する情報冊子）のようにエネファームに関する情報を掲載し、普及促進を図るという方法も考えられる。
- ・エネファームは、従前の家庭用ボイラーと比べ、価格がかなり割高なことから、これまで使用していたボイラーの買い替えよりも、新築の家での購入がかなり多いと思われ、全国的にみると買い替え3～4割に対して、新築時の購入が6～7割と思われる。また、基本的に外に設置するが、この点については北海道でも仕様上、特に問題はないと考えられ、比較的、土地代の安価な北海道では、戸建住宅の新築が進みやすいことから、今後普及の可能性があると考えられる。一方、利用ガスは都市ガスが多いことから、インフラ整備の進むことがカギになると考えられる。

### ③ A社（燃焼機器製造メーカー）

#### 1) 扱っている設備機器の概要

- ・創業以来、バーナーの製造メーカーとして、国内では圧倒的なシェアを持ち、バーナーを核とした数々の熱機器を製造しており、ペレット燃料を使用した燃焼機及び熱機器の製造・販売も行っている。

#### 2) 現在の普及分野と今後、有望と思われる普及分野

- ・当社の製品の北海道市場における普及分野については、以下の様に考えている。

分野	熱用途	対象部門	対象製品
生活環境関連	暖房 融雪 空調	一般家庭 一般事務所 小規模集会所など	温水ボイラ 温風器 吸収式冷房器
一般産業用	蒸気処理 温水加温 温室加温	工場関連 スポーツクラブ 園芸用ハウスなど	貫流ボイラ 大型温水ボイラ 園芸用温風機

- ・有望と思われる分野は、水産品や農産品（そば、ビートなど）の加工分野（熱処理工程、乾燥工程など）、温室栽培の土壌加温、公共施設などの融雪である。

#### 3) 普及課題、行政への要望や意見

- ・木質ペレットの低コスト化と安定供給、ペレット製造プラントのイニシャルコスト・ランニングコストの低減が課題になると考えている。この問題を解決するには、地産地消の一連の流れのなかで、燃料となる木材の確保から地域での熱利用までのサイクルを構築する仕組みづくりが必要と考えている。大規模導入、小規模導入の適材適所を地産地消の中で考えるべきである。
- ・また、ボイラー関連業界内の課題とも言えるが、当社としてはペレットバーナーを用いた温水ボイラーなどの製造も行いたいだが、大手ボイラーメーカーに各種バーナーをOEMとして供給している立場から、他のOEM供給企業との競合が少ない製品分野を手掛けるしかなく、ペレット貫流式蒸気ボイラーの製造しか行っていない。業界において開発意欲を発揮できる仕組みが必要である。
- ・宮崎県では、当社が現地で製造した木質ペレットを使用し、当社製造のハウス加温用ペレット温風機を実験的に地元の農家に導入している。県が、当社製品の農家への目標販売価格を設定

するなど、製品開発に地域の産（林業、農業、製造業）、学（大学、農業高校）、官（県、市、町）が一体となって協力をしてくれている。また、ペレット温風機のメンテナンスなどは地元 JA の職員が、これまでのトラクターや農業機器のメンテナンス技術の蓄積を活かし、担当してくれている。農家のハウス加温機については全国的に大手のメーカーがシェアを寡占している状況にあり、新たにペレット温風機などのハウス加温機の導入普及を図るには、行政を含めた地元関係者の協力が必要である。

- ・また、新潟県、秋田県などでは、当社のペレットボイラーを地域施設などの融雪に導入していただいております。公共施設での導入の普及拡大においては重要なものとなっている。
- ・国内のペレット関連機器を製作している企業の多くは地場の小さな企業であり、ペレット関連機器の性能についてもまちまちと思われる。また、燃料となるペレットも、なかには建築廃材などを含んだ安価なものが出回っており、ペレット機器故障などの原因にもなっている。現在、日本木質ペレット協会で、木質ペレットの品質規格が整備されているが、適性規格の燃料を安価に流通させることや、ペレット関連機器の性能保証も必要ではないかと考えている。

#### ④ B社（暖房機器販売業者）

##### 1) 扱っている設備機器の概要

- ・農用機器とともにビル、工場、学校などに温風暖房機、ボイラーなども販売している。

##### 2) 現在の普及分野と今後、有望と思われる普及分野

- ・製品A（温泉水や地下水などを利用した暖房、冷房用の熱交換器）については、北海道内での販売が好調。用途は雪氷冷熱を利用した冷房で、3年程前 JA（A）に4台、今年JA（B）に12台、それぞれ米保管庫に納品している。また、C町だったと思われるが、他社のペレットボイラーと併用した室内暖房器（温風送風機）を数台納品している。
- ・製品B（施設園芸用ヒートポンプ）と製品C（施設園芸用木質ペレット焚き温風暖房機）の販売は、本州方面では、今年度、燃油高騰に対する政府の補助対象（本体購入費用の1/2補助と思われる）となっていることから非常に好調な売り上げとなったが、北海道では、外気温が低いいため、製品Bでは十分な熱を補完できず、費用効果が期待できないため売り上げが良くない。
- ・製品D（ヒートポンプを併用した重油冷暖房機）については、比較的新しい製品であり、1台あたりの価格も高い（200万円以上）ため、まだ全国的に売り上げは少ない。
- ・製品C（ペレットハウスボイラ）は、燃料となるペレットの単価が高く、ボイラーの灰のかきだしなど日常のメンテナンスが複雑であり、稼動するまでの準備運転に時間がかかるなど、いろいろな問題もあり全国的になかなか売り上げに結びつかない。
- ・北海道市場において今後も有望と思われる導入施設部門は、農業施設、漁業施設などであり、上記施設部門において有望と思われる熱用途は、温室栽培の暖房、冷熱栽培、雪氷熱利用倉庫などである。

##### 3) 北海道における普及課題

- ・製品A（熱交換器）については、今後も雪氷熱の利用など、北海道での主力商品になると考えている。
- ・製品B（施設園芸用ヒートポンプ）については、COP 効率の向上や容量を大きくするなど、北海道向けの特別仕様（寒冷地向仕様）製品の製作を検討している。
- ・ペレット関連機器については、本体購入に対する補助金なども必要だが、まず燃料であるペレットの価格を抑える必要があると思われる。
- ・また、現在、当社の農用機器の販売は、多くの場合、ハウス栽培農家の買い替え需要を対象としており、販売台数の大きな伸びも望めないことから、価格を下げるのが難しく、普及促進

が難しい。

- ・なお、北海道での農用機器の販売では、新しい機種を購入に関して他の地域と比べ、より慎重であると感じられる。もちろん、初期投資としても高額なものではあるが、ロコミなどで一定の評価が得られるまでは、なかなか購入が進まないようにも感じられる。

#### 4) 行政への要望や意見

- ・施設園芸農家に対する補助として、農用機器購入時の一部補助のほか、ペレット関連機器については、燃料となるペレット購入への補助も必要と思われる。
- ・施設園芸農家のための新規販売ルートの確保とその安定化、また、商品となる農作物に対して付加価値を高められるようにするための援助などが必要と思われる。施設園芸農家の収入増と安定が続かなければ新規の設備機器の購入が進まないものと思われるため、行政には、そのための施策を是非進めて欲しいと考えている。

### ⑤ C社（エンジニアリング）

#### 1) 実施業務の概要

- ・当社では、エンジニアリングとして、温泉水廃熱利用ヒートポンプ、空気熱源ヒートポンプシステム、下水熱利用ヒートポンプシステムなどを業務分野としているが、北海道営業所では主な実績として温泉水廃熱利用ヒートポンプ事業がある。

#### 2) 現在の普及分野と今後、有望と思われる普及分野

- ・北海道市場では以下の3件の実績がある。
- ・A温泉利用協同組合に温泉排水熱を利用したヒートポンプを導入することで大幅な省エネを実現している。
- ・B市では、温泉を熱源とした圧縮式ヒートポンプにより、健康施設の空調、給湯から床暖房まで幅広い活用を実現している。
- ・ヒートポンプシステムについては札幌市にあるオフィスビルに1台納品している。
- ・北海道市場における今後の有望分野は、医療施設、公共施設であり、有望な熱用途は施設の暖房・冷房、地域の暖房・冷房システムと考えている。

#### 3) 北海道における普及課題

- ・当社エンジニアリング部門の得意分野としては、①下水熱利用ヒートポンプシステム、②温泉水廃熱利用ヒートポンプ、③空気熱源ヒートポンプシステムなどがあるが、①と③については地域熱供給施設等の大規模施設を対象としたものであり、現在、北海道内ではこのような事業は検討していない。また②についても、特に当社として検討している事業はない。
- ・現在、当社における北海道内での熱利用分野に関する取扱件数がわずかであり、当社の得意としているエンジニアリング事業や主力製品と道内市場でのニーズが異なっている部分も大きい。そのため、具体的な普及課題は特に思いつかないが、当社における今後の熱利用分野エンジニアリング事業の導入先としては、温水を一定量使用する施設として医療機関、公共施設などの空調システム（暖房・冷房）が考えられることから、そういった施設への普及を図りたいと考えている。

## 6. 熱利用分野等の導入量推計手法

### (1) エネルギー換算方法

- ・熱量の集計単位としては「J」を用い、「kcal」「kWh」などからの単位換算は、以下により行うものとする。

[熱 量]				○換算記号					
J (ジュール)	kcal (キロカロリー)	BTU (英国熱量単位)	kWh (キロワットアワー)	P	ペ	タ	10 <sup>15</sup>	1,000兆	
1	2.38889×10 <sup>-4</sup>	9.47813×10 <sup>-4</sup>	2.77778×10 <sup>-7</sup>	T	テ	ラ	10 <sup>12</sup>	1兆	
4,186.05	1	3.968	1.16279×10 <sup>-3</sup>	G	ギ	ガ	10 <sup>9</sup>	10億	
1,055.06	0.2520	1	2.928×10 <sup>-4</sup>	M	メ	ガ	10 <sup>6</sup>	100万	
3,600,000	860.0	3.415	1	k	キ	ロ	10 <sup>3</sup>	1,000	
				-	-	-	10	1	
				m	ミ	リ	10 <sup>-3</sup>	1,000分の1	
				μ	マイ	ク	ロ	10 <sup>-6</sup>	100万分の1
				n	ナ	ノ	10 <sup>-9</sup>	10億分の1	
				p	ピ	コ	10 <sup>-12</sup>	1兆分の1	

(注) 1 BTUは、1ポンドの水を1°F上げるのに必要な熱量。

体積表示に使用される状態を表す記号

N (ノルマル): 0°C、1atm: 乾燥状態

S (スタンダード): 60°F、14.7psi、水蒸気飽和状態

温度 °C (摂氏) = (°F (華氏) - 32) × 5/9

天然ガス 1m<sup>3</sup> (LNG) ≒ 593m<sup>3</sup> (Gas)

1 ton (LNG) ≒ 1,400m<sup>3</sup> (Gas) = 52.15 × 10Scf

出所：北海道エネルギー概況（平成21年度）

### (2) 発熱量換算方法

- ・熱量の調査票回答では、石油換算、重油換算、灯油換算などによるものも多く、「J」換算には独立行政法人経済産業研究所「総合エネルギー統計の解説/ 2010年度改訂版」の標準発熱量を用いるものとする。

エネルギー源	固有単位	2005年度改訂	2000年度改訂	1999年度以前	それ以前の改訂
[石 炭]		(MJ)	(MJ)	(MJ)	年度 (MJ)
石 炭					
輸入原料炭	kg	29.0	28.9	31.8	31.8
コークス用原料炭	kg	29.1	29.1	—	—
吹込用原料炭	kg	28.2	28.2	—	—
国産原料炭	kg	—	—	32.2	1965迄 31.8 1955迄 31.4 1945迄 31.0
輸入一般炭	kg				—
輸入一般炭	kg	25.7	26.6	26.0	26.0
発電用輸入一般炭	kg	25.7	—	—	—
COM	kg	36.2	36.2	—	—
CWM	kg	20.9	20.9	—	—

国産一般炭	kg	22.5	22.5	24.3	24.3
坑内堀	kg	23.2	23.2	—	—
露天掘	kg	18.7	18.7	—	—
輸入無煙炭	kg	26.9	27.2	27.2	27.2
国産無煙炭	kg	—	—	18.0	18.0
亜炭	kg	17.2	17.2	17.2	17.2
石炭製品					
コークス	kg	29.4	30.1	30.1	30.1
コールタール	kg	37.3	37.3	—	—
練豆炭	kg	23.9	23.9	23.9	23.9
コークス炉ガス	m <sup>3</sup> -N	21.1	21.1	20.1	20.1
高炉ガス					
高炉ガス	m <sup>3</sup> -N	3.41	3.41	3.35	3.35
発電用高炉ガス	m <sup>3</sup> -N	3.66	—	—	—
転炉ガス	m <sup>3</sup> -N	8.41	8.41	8.37	8.41
[石油]					
原油					
原油	l				
精製用原油	l	38.2	38.2	38.7	1980迄 38.9 1970迄 39.3 1960迄 39.1 1955迄 38.9
発電用原油	l	39.4	39.4	—	(精製用に同じ)
瀝青質混合物	kg	30.0	29.8	—	—
NGL・コンデンセート	l	35.3	35.3	33.9	33.9
石油製品					
LPG	kg	50.8	50.2	50.2	50.2
純プロパンガス	kg	51.2	51.2	—	—
ナフサ	l	33.6	34.1	33.5	33.5

エネルギー源	固有単位	2005年度改訂	2000年度改訂	1999年度以前	それ以前の改訂
ガソリン	l	34.1	34.1	35.2	35.2
プレミアム	l	35.1	35.1	—	—
レギュラー	l	34.5	34.5	—	—
ジェット燃料油	l	36.7	36.7	36.4	36.4
灯油	l	36.7	36.7	37.3	37.3
軽油	l	37.7	38.2	38.5	38.5
A重油	l	39.1	39.1	38.9	38.9
B重油	l	40.2	40.2	40.2	40.2
C重油					
一般用C重油	l	41.9	41.7	41.0	41.0
発電用C重油	l	41.2	41.2	—	—

潤滑油	l	40.2	40.2	40.2	40.2
その他重質石油製品	kg	40.9	42.3	42.3	42.3
アスファルト	kg	40.9	41.9	—	—
オイルコークス	kg	29.9	35.6	35.6	35.6
製油所ガス	m <sup>3</sup> -N	44.9	44.9	39.3	39.3
[天然ガス・都市ガス]					
天然ガス					
輸入天然ガス(LNG)	kg	54.6	54.5	54.4	54.4
国産天然ガス	m <sup>3</sup> -N	43.5	40.9	41.0	41.0
炭鉱ガス	m <sup>3</sup> -N	16.7	16.7	36.0	36.0
都市ガス					
都市ガス	m <sup>3</sup> -N	44.8	41.1	41.9	41.9
4A~7C供給	m <sup>3</sup> -N	20.1	20.4	—	—
12A・13A供給	m <sup>3</sup> -N	45.6	45.9	—	—
LPG直接供給	m <sup>3</sup> -N	100.5	100.5	—	—
[電力・熱]					
電 力					
電力消費時発生熱量	kWh	3.60	3.60	3.60	3.60
発電端投入熱量	kWh	8.81	9.00	9.42	1970迄 9.63 1965迄 9.84 1963 10.0 1962 10.7 1961 11.1 1960 11.3 1959 11.5 1958 12.6 1957 13.4 1956 14.0 1955 15.1 1954 16.1 1953 17.4
受電端投入熱量	kWh	9.63	9.91	—	—
熱					
(産業用)蒸気	kg	2.68	2.68	—	—

エネルギー源	固有単位	2005年度改訂	2000年度改訂	1999年度以前	それ以前の改訂
[再生可能・未活用エネルギー]					
自然エネルギー					
固体バイオマス燃料	kg	15.0	—	—	—
液体バイオマス燃料	l	23.9	—	—	—
未活用エネルギー					
黒 液	kg	13.2	12.6	12.6	12.6
廃 材	kg	16.3	16.7	16.7	16.7
廃プラスチック(含RPF)	kg	29.3	29.3	—	—
RDF	kg	18.0	18.0	—	—
廃棄物ガス	m <sup>3</sup> -N	23.4	23.4	—	—



(3) エネルギー種別毎の推計手法

① 太陽熱

①-1 集熱器での利用

- ・太陽熱利用量の算出方法は、NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」などにあるように、下記式により算出できる。

$$a = (b \text{ [MJ/m}^2\text{]} \times c \text{ [m}^2\text{]} \times d) \text{ [MJ]}$$

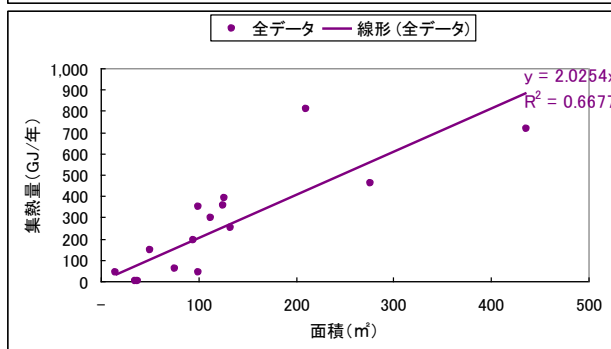
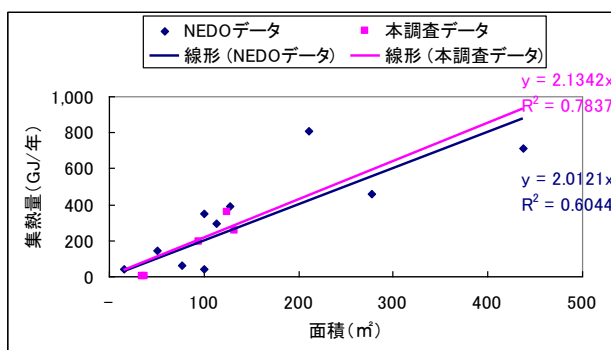
- a : 集熱量[MJ]
- b : 傾斜面日射量[MJ/m<sup>2</sup>]
- c : 集熱器面積[m<sup>2</sup>]
- d : 集熱効率

- ・上記式により算出する場合、調査票回答者において集熱器傾斜面日射量を求めるための集熱器の方位や傾斜角、集熱効率などの回答を求めることは負担が大きく回答率の低下をまねくおそれがあるので、本調査では独自の算出方法として、既存データと本調査データから集熱器面積と集熱量の相関式に集熱器面積を投入して算出する。
- ・NEDO「新エネルギーデータ集 2000 年度版」と本調査データで求めた太陽熱集熱器による熱供給量と集熱器面積の相関式は以下となる。

$$a = (b \text{ [m}^2\text{]} \times c (2.0254) ) \text{ [GJ]}$$

- a : 年間集熱量[GJ]
- b : 集熱器面積[m<sup>2</sup>]
- c : 相関式の係数  
(NEDO「新エネルギーデータ集 2000 年度版」と本調査データから算出)

- ・NEDO「新エネルギーデータ集 2000 年度版」のデータで求めた相関式の係数と本調査データで求めた相関式の係数はほぼ等しいものとなっており、熱供給量の算出は両方のデータを合わせて求めた相関式の係数を用いるものとする。



## ②-2 ソーラーウォールでの利用

- ・ソーラーウォールの熱供給量は、メーカー資料から求めた面積当たりの熱供給量にソーラーウォール面積を投入して算出する。

$$a = (b [m^2] \times c (1.15) [GJ/m^2]) [GJ]$$

a : 年間集熱量[GJ]

b : 集熱器面積[m<sup>2</sup>]

c : 単位面積当たり年間集熱量 1.15[GJ/m<sup>2</sup>] (メーカー資料より作成)

札幌市における試験データによれば、25m<sup>2</sup>のソーラーウォールの年間集熱量は6,875×10<sup>3</sup>kcalであることから、単位面積当たりの集熱量は1.15GJ/m<sup>2</sup>とする。

25	m <sup>2</sup>
6,875	10 <sup>3</sup> kcal
275	10 <sup>3</sup> kcal/m <sup>2</sup>
4.18605E-06	GJ/kcal
1.15	GJ/m <sup>2</sup>

出所：メーカー資料より作成

## ② 水温度差、地熱（熱水利用）

### ②-1 ヒートポンプ等での利用

- ・地下水、廃湯等の水熱源や温泉熱水からヒートポンプ等で採熱する場合、算出方法の優先順位は、「採熱水の入口・出口温度差と採熱水量による算出」「ヒートポンプの消費電力による算出」「ヒートポンプの出力による算出」「熱利用施設面積による算出」の順とする。

#### 1) 採熱水の入口・出口温度差と採熱水量による算出

- ・ヒートポンプによる温度差エネルギー量は、NEDO「新エネルギーガイドブック2008」などにあるように、下記式により算出することができる。

$$a = (b [m^3] \times c (1000) [kg/m^3] \times d (4.186) [kJ/kg \cdot ^\circ C] \times e [^\circ C]) [kJ]$$

a : 利用可能熱量[kJ]

b : 利用可能水量[m<sup>3</sup>]

c : 比重 水の場合 1000[kg/m<sup>3</sup>]

d : 定圧比熱 水の場合 4.186 [kJ/kg・°C]

e : 利用温度差 機器への出入口温度差[°C]

- ・熱源となる地下水、廃湯等の水熱源や温泉熱水がヒートポンプや熱交換機に流入するときの入口温度、流出するときの出口温度、採熱水量（流入量）が分かる場合は、これらの値を上記式が意味する考え方に当てはめ下記式により熱供給量を算出する。

$$a = ((b [^\circ C] - c [^\circ C]) \times d [m^3] \times e (1) [t/m^3]) \times f (4.186) [MJ/t \cdot ^\circ C] [MJ]/1000) [GJ]$$

$$= ((b [^\circ C] - c [^\circ C]) \times d [m^3] \times 0.004186 [GJ/m^3 \cdot ^\circ C]) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

b : 採熱水入口温度[°C]

c : 採熱水出口温度[°C]

d : 採熱水年間利用量[m<sup>3</sup>]

e : 水の比重 1 [t/m<sup>3</sup>]

f : 水の低圧比熱 4.186 [MJ/t・°C]

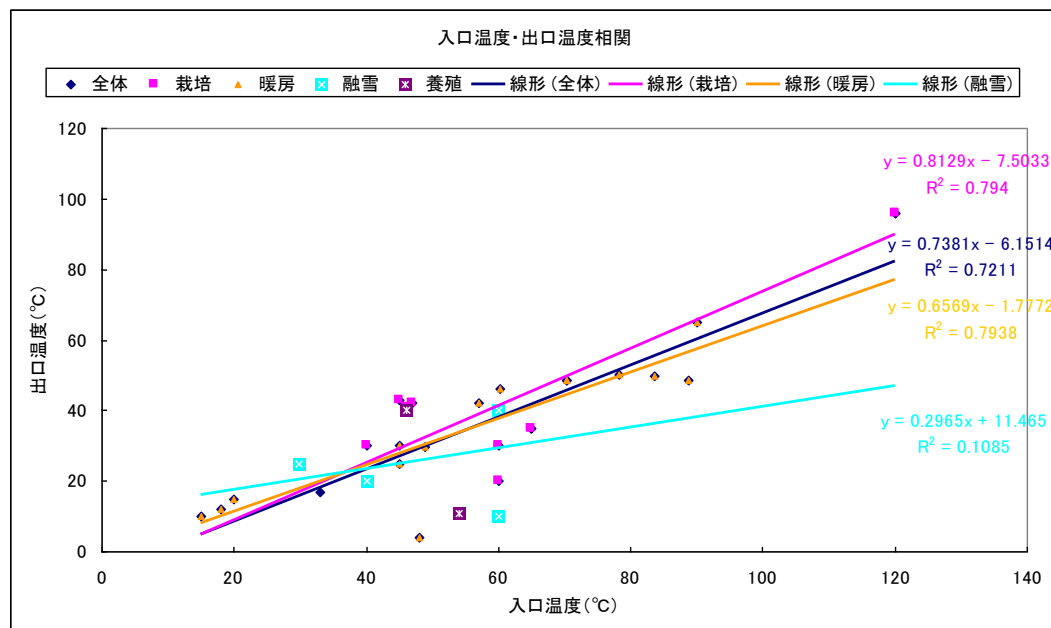


- また、出口温度が不明の場合は、本調査独自の算出方法として、本調査データで求めた入口温度と出口温度の相関式に入口温度を投入して出口温度を算出する。

$$c = (0.7381 \times e [^{\circ}\text{C}] - 6.1514) [^{\circ}\text{C}]$$

e : 入口温度[ $^{\circ}\text{C}$ ]

- 入口温度と出口温度の相関式は、熱用途別に求めると、融雪を除き類似した傾向となり相関性も高いが、融雪については相関性が低いため、用途別とせず、高い相関性が確保できている全用途から求めたものを用いるものとする。



出所：本調査データにより作成

## 2) ヒートポンプの消費電力による算出

- 「採熱水の入口・出口温度差と採熱水量による算出」ができない場合で、ヒートポンプの消費電力が分かる場合、熱供給量は消費電力に（ヒートポンプの成績係数（COP）- 1）を乗じて算出する。
- NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」などにあるように、ヒートポンプを稼働させるためのエネルギーを電力として1単位投入することで通常3～5単位のエネルギーを熱として利用することができる。
- この考え方により、熱供給量は下記式により算出する。

$$a = ((b [\text{kWh}] \times (c - 1)) [\text{kWh}] \times 3600000 [\text{J/kWh}]) [\text{J}] / 1000 / 1000 / 1000) [\text{GJ}]$$

$$= (b [\text{kWh}] \times (c - 1)) [\text{kWh}] \times 3600 \times 10^{-6} [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 年間消費電力[kWh]

c : ヒートポンプの成績係数（COP）（3～5）

分からない場合は本調査データの平均値である 3.5 と想定する。

## 3) ヒートポンプ等の出力による算出

- 「採熱水の入口・出口温度差と採熱水量による算出」「ヒートポンプの消費電力による算出」ができない場合で、ヒートポンプ等の出力が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の

現状 —2007 年版」データで求めた設備出力と熱供給量の相関式に設備出力を投入して熱供給量を算出する。

- 相関式は、熱用途別（暖房・給湯・浴槽加温、農業でのハウス暖房、水産で養殖槽加温、プール加温、融雪など）に使い分けるものとする。

$$a = ( (b \times c \text{ [kW]}) \text{ [kL 石油代替]} \times d \text{ (35.87) [GJ/kL 石油]}) \text{ [GJ]}$$

a : 年間熱供給量[GJ]

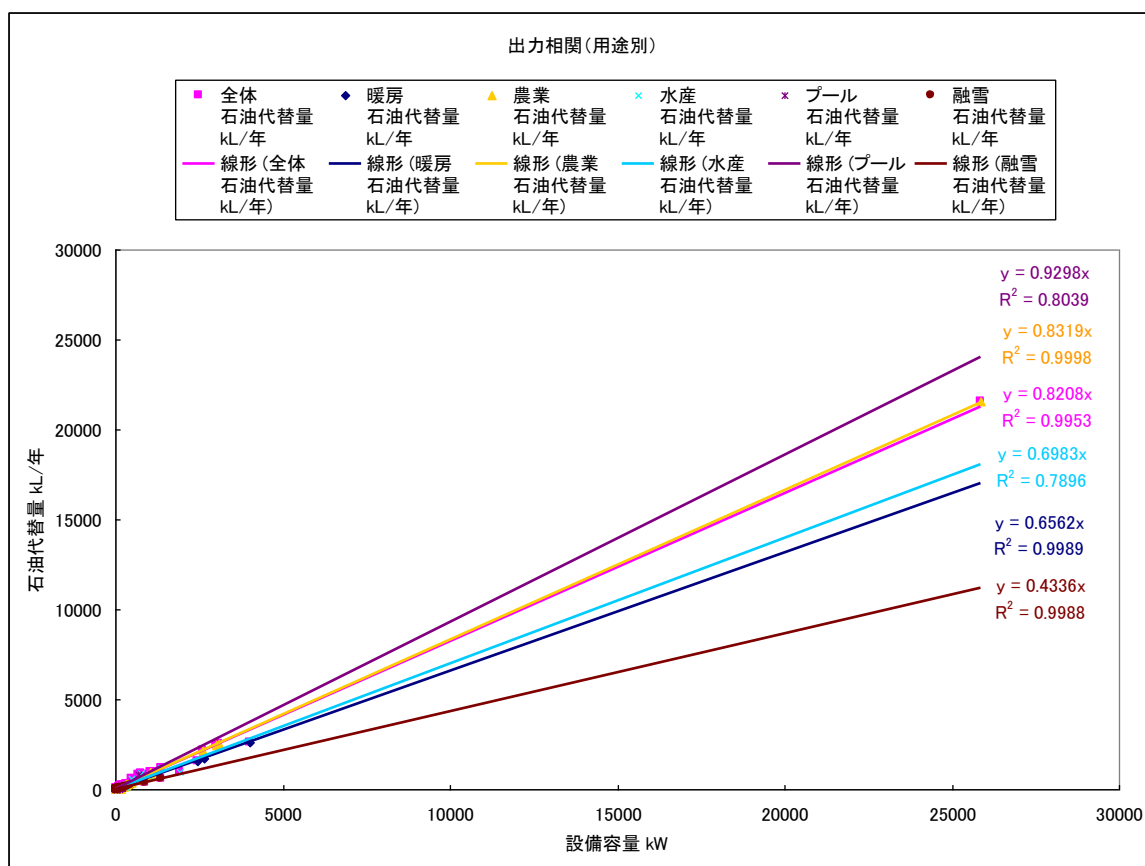
b : 相関式の係数

全用途では 0.8208、暖房・給湯（浴槽加温を含む）では 0.6562、農業では 0.8319、水産では 0.6983、プール加温では 0.9298、融雪では 0.4336 を用いる。

c : ヒートポンプまたは熱交換器の出力[kW]

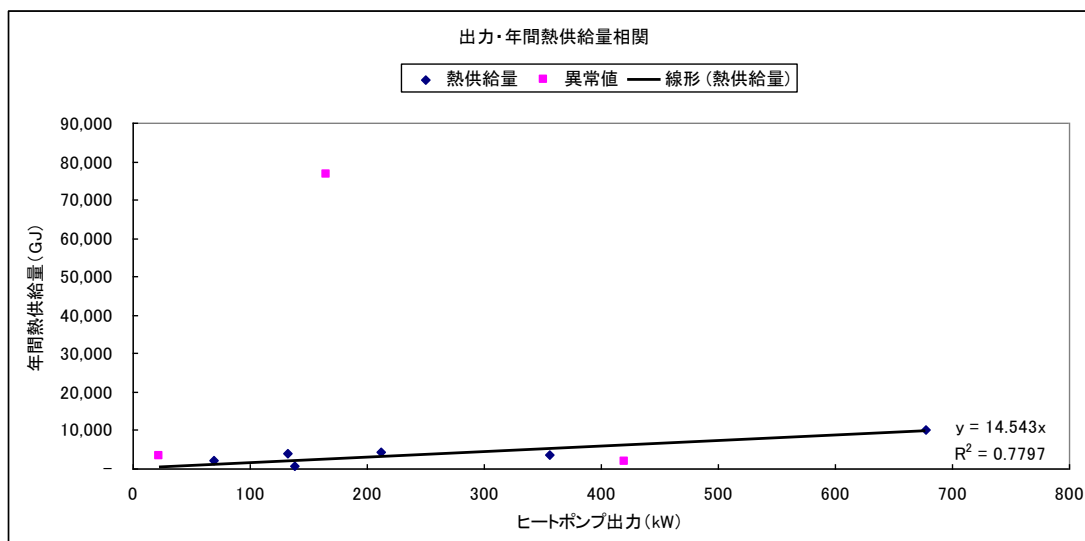
d : 石油の発熱原単位 35.87[GJ/kL 石油]

（地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状（2007 年版）」）



出所：地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状（2007 年版）」データより作成

- 相関式は、本調査においてはデータ数が少なく、用途別に求められないことから、地質研究所のデータで求めた相関式を用いることとする。
- 因みに、本調査データを用いた近似式は、以下となる。



出所：本調査データにより作成

#### 4) 熱利用施設面積による算出

- 地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所では、利用温泉の入口・出口温度と利用量から単位時間あたりに使用する熱供給量が求められない場合は、以下の式により熱供給量を算出している。なお、1日の利用時間と年間の利用日数が不明の場合は、稼働率(%)を用いて計算している。

$$a = b [m^2] \times c [J/m^2 \cdot h] \times d [h/日] \times e [日]$$

a : 熱供給量[J]

b : 設備規模[m<sup>2</sup>]

c : 単位熱負荷 [J/m<sup>2</sup>・h]

d : 1日の利用時間[h/日]

e : 年間の利用日数[日]

利用形態	単位熱負荷 [J/m <sup>2</sup> ・h]	稼働率 [%]
暖房	259,535	56
農業	627,908	71
水産	2,637,212	100
プール	1,661,862	48
融雪	418,605	37

- 「採熱水の入口・出口温度差と採熱水量による算出」「ヒートポンプの消費電力による算出」「ヒートポンプ等の出力による算出」ができない場合で、熱利用施設の面積が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状 —2007年版」データで求めた熱利用施設面積と熱供給量の相関式に熱利用施設面積を投入し熱供給量を算出する。
- 相関式は、熱用途別（暖房・給湯・浴槽加温、農業でのハウス暖房、水産で養殖槽加温、プール加温、融雪など）に使い分けるものとする。

$$a = ( ( b \times c [m^2] ) [k\ell \text{ 石油代替}] \times d (35.87) [GJ/k\ell \text{ 石油}] ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

b : 相関式の係数

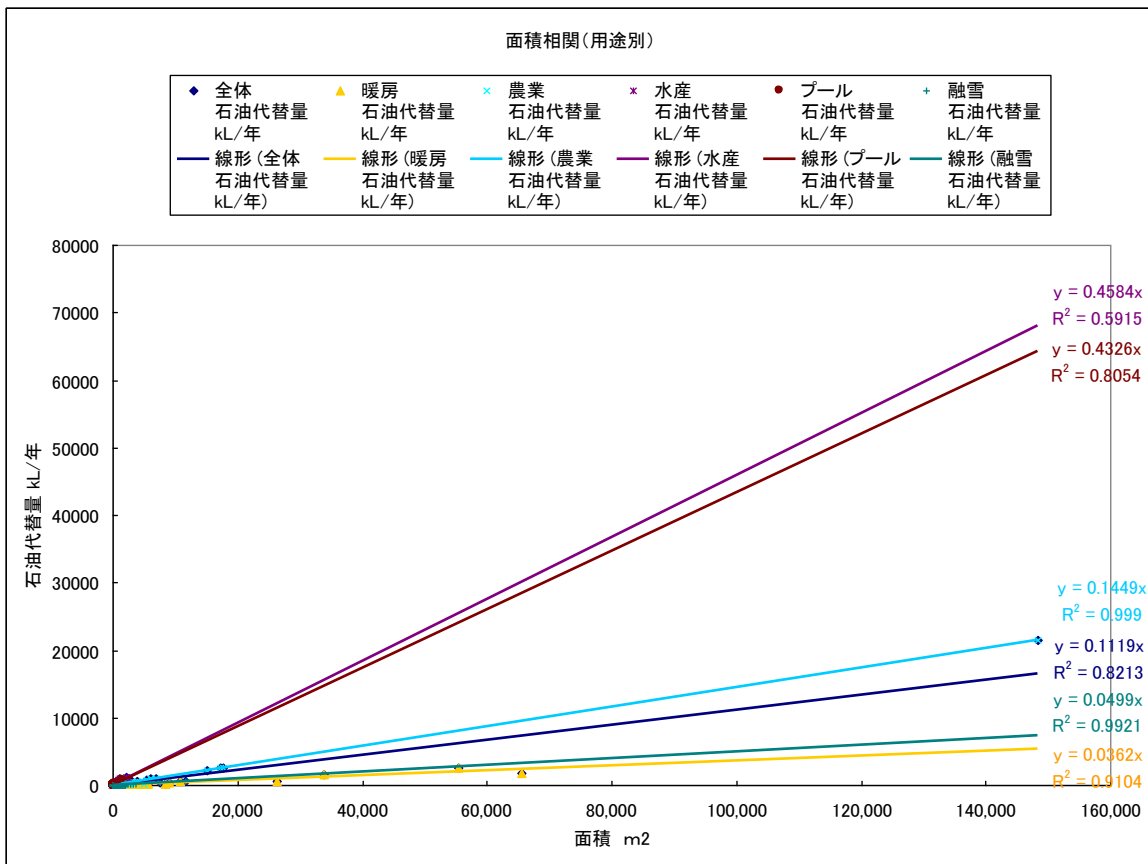
全用途では 0.1119、暖房・給湯（浴槽加温を含む）では 0.0362、農業では 0.1449、水産では 0.4584、プール加温では 0.4326、融雪では 0.0499 を用いる。

c : 熱利用施設面積 [m<sup>2</sup>]

ただし、施設面積としては暖房などが行われていない部分は含まない。

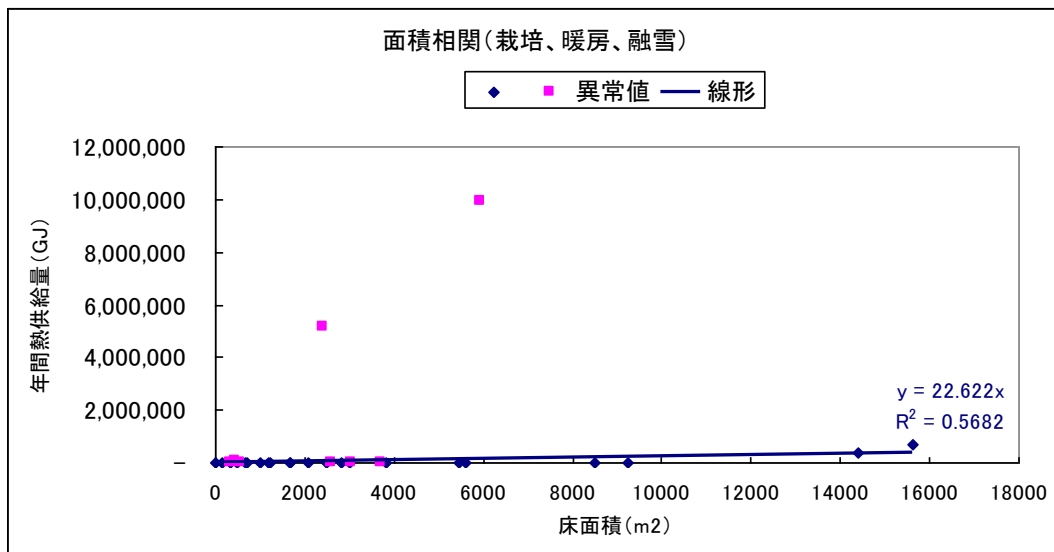
d : 石油の発熱原単位 35.87[GJ/kℓ 石油]

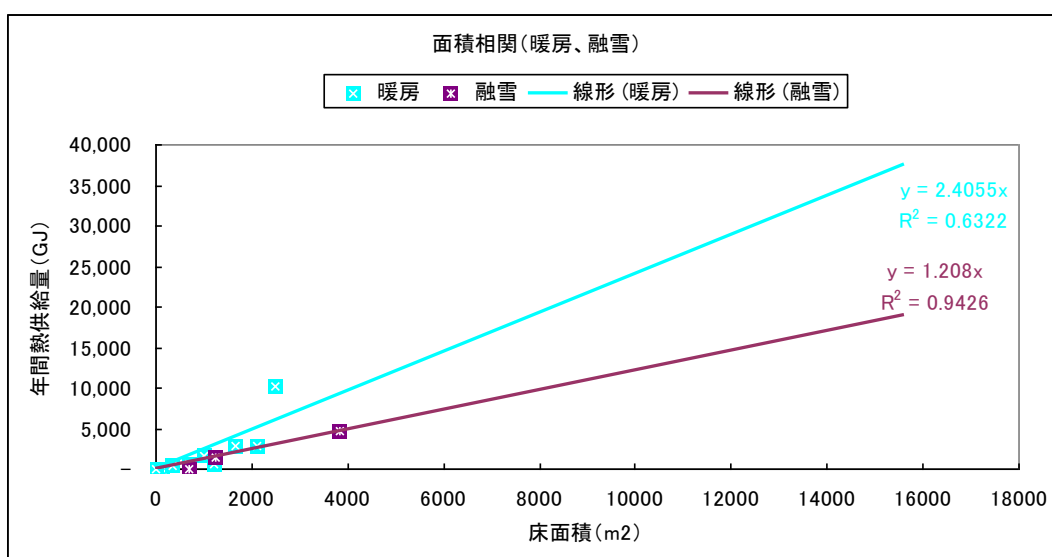
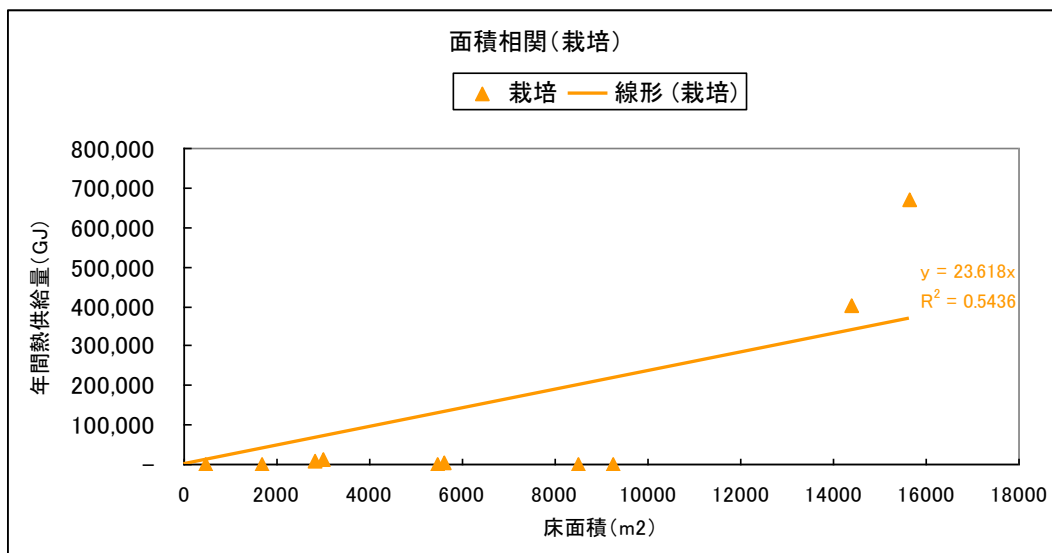
(地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状(2007年版)」)



出所：地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状(2007年版)」  
データより作成

- ・相関式は、本調査におけるデータ数が少ないため、地質研究所のデータで求めたものを用いることとする。
- ・因みに、本調査データを用いた近似式は、以下となる。





出所：本調査データにより作成

## ②-2 融雪槽での利用

- 融雪槽などに雪を直接投入して融雪する場合の熱供給量は、本調査独自の算出方法として、投雪した雪の融解熱量により算出する。
- ただし、雪を m<sup>3</sup> から t に換算する場合は m<sup>3</sup> に 0.5 を乗ずるものとする。(媚山元室蘭工業大学教授による)

$$a = ( ( b [t] \times d (334.88) [MJ/t \cdot ^\circ C] ) [MJ] / 1000 ) [GJ]$$

$$= ( b [t] \times 0.33488 ) [GJ]$$

$$b = ( 0.5 [t/m^3] \times c [m^3] ) [t]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 投雪量[t]

c : 投雪量[m<sup>3</sup>]

d : 氷の融解熱 334.884 [MJ/t] (80kcal/kg)

### ③ 排熱、空気熱

#### ③-1 一般施設での利用

- 施設の排気熱や外気の空気熱からヒートポンプで採熱する場合、算出方法の優先順位は、「ヒートポンプの消費電力による算出」「ヒートポンプの出力による算出」「熱利用施設面積による算出」の順とする。

##### 1) ヒートポンプの消費電力による算出

- ヒートポンプの消費電力が分かる場合、熱供給量は消費電力に（ヒートポンプの成績係数（COP）－1）を乗じて算出する。
- NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」などにあるように、ヒートポンプを稼働させるためのエネルギーを電力として1単位投入することで通常3～5単位のエネルギーを熱として利用することができる。
- この考え方により、熱供給量は下記式により算出する。

$$a = ( ( b [\text{kWh}] \times ( c - 1 ) ) [\text{kWh}] \times 3600000 [\text{J/kWh}] ) [\text{J}] / 1000 / 1000 / 1000 ) [\text{GJ}]$$

$$= ( ( b [\text{kWh}] \times ( c - 1 ) ) [\text{kWh}] \times 0.0036 ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 年間消費電力[kWh]

c : ヒートポンプの成績係数（COP）（3～5）

分からない場合は本調査データの平均値である 3.5 と想定する。

##### 2) ヒートポンプの出力による算出

- 「ヒートポンプの消費電力による算出」ができない場合で、ヒートポンプの出力が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、本調査データで求めたヒートポンプの出力と熱供給量の相関式にヒートポンプの出力を投入して年間消費電力を算出し、これに（ヒートポンプの成績係数（COP）－1）を乗じて熱供給量を算出する。

$$a = ( b [\text{kW}] \times c ( 3227.9 ) \times ( d - 1 ) ) [\text{kWh}] \times 3600000 [\text{J/kWh}] ) [\text{J}] / 1000 / 1000 / 1000 ) [\text{GJ}]$$

$$= ( b [\text{kW}] \times ( d - 1 ) \times 11.620440 ) [\text{GJ}]$$

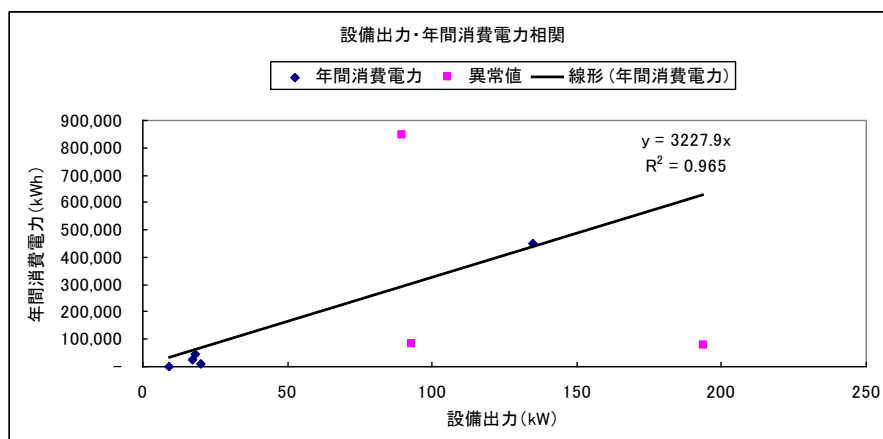
a : 年間消費電力[kWh]

b : ヒートポンプ出力[kW]

c : 相関式の係数 3227.9

d : ヒートポンプの成績係数（COP）（3～5）

分からない場合は本調査データの平均値である 3.5 と想定する。



出所：調査回収データより作成

### 3) 熱利用施設面積による算出

- ・「ヒートポンプの出力による算出」ができない場合で、熱利用施設の面積が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状 —2007 年版」データで求めた熱利用施設面積と熱供給量の相関式に熱利用施設面積を投入し熱供給量を算出する。
- ・相関式は、熱用途別（暖房・給湯・浴槽加温、農業でのハウス暖房、水産で養殖槽加温、プール加温、融雪など）に使い分けるものとする。

$$a = ((b \times c [\text{m}^2]) [\text{k}\ell \text{ 石油代替}] \times d (35.87) [\text{GJ}/\text{k}\ell \text{ 石油}]) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

b : 相関式の係数

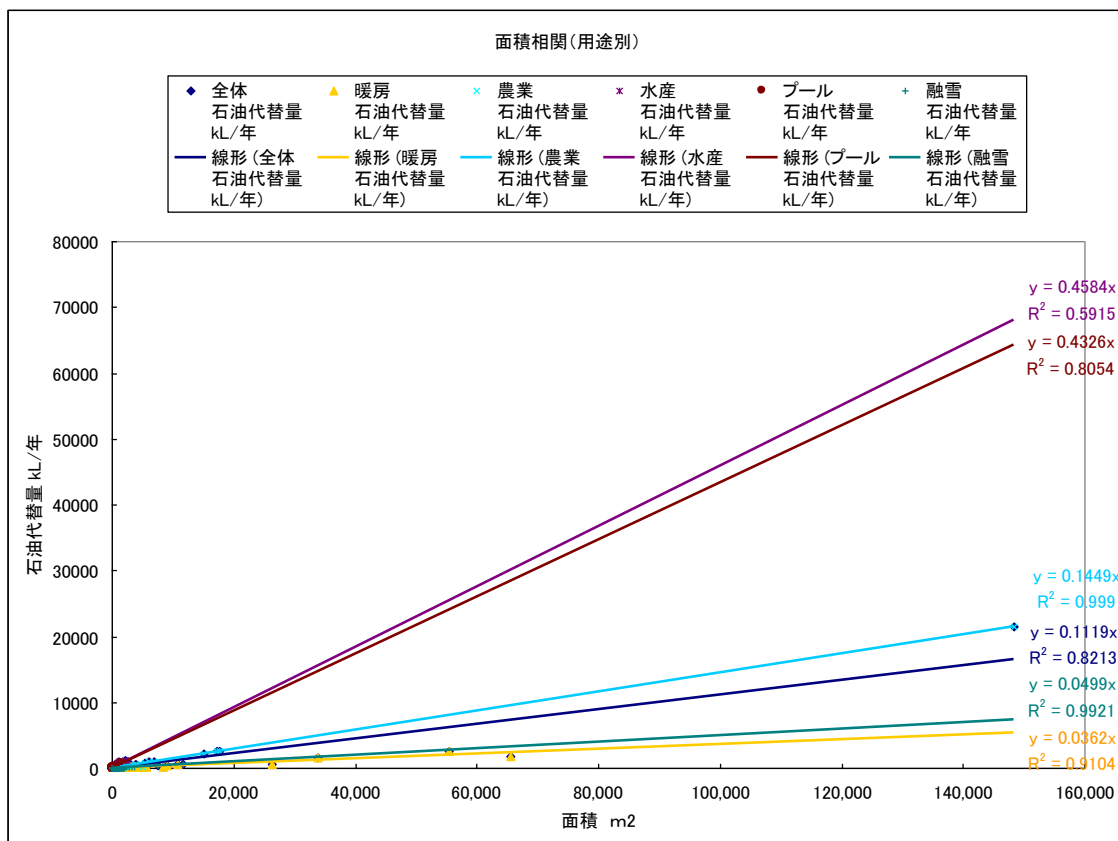
全用途では 0.1119、暖房・給湯（浴槽加温を含む）では 0.0362、農業では 0.1449、水産では 0.4584、プール加温では 0.4326、融雪では 0.0499 を用いる。

c : 熱利用施設面積 [m<sup>2</sup>]

ただし、施設面積のうち暖房などが行われていない部分は含まない。

d : 石油の発熱原単位 35.87[GJ/k $\ell$  石油]

（地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状（2007 年版）」）



出所：地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状（2007 年版）」  
データより作成

### ③-2 地下鉄廃熱での利用

- ・地下鉄廃熱利用については、平成 16 年度「省エネルギー・新エネルギー促進行動計画フォローアップ調査業務」での推計方法を踏襲する。

【地下鉄廃熱賦存量】

		換気量 [m <sup>3</sup> /h]	回収可能熱量 [Gcal/年]	時間平均 回収熱量 [Mcal/h]	灯油換算 (年間) [kl/年]
南北線	合計	473,040	4,599.7	681.2	513.9
	1駅当たり	43,004	418.2	61.9	46.7
東西線	合計	1,122,120	10,911.0	1,615.9	1,219.1
	1駅当たり	59,059	574.3	85.0	64.2
東豊線	合計	785,443	7,637.3	1,131.0	853.3
	1駅当たり	56,103	545.5	80.8	61.0
未設置駅の合計		873,456	8,493.1	1,257.8	949.0
全駅の合計		2,380,603	23,148.0	3,428.1	2,586.4
未設置駅の平均		48,525	471.8	69.9	52.7
全駅の平均		54,105	526.1	77.9	58.8

出所：札幌市「札幌市地域新エネルギービジョン（平成12年2月）」

- ・「札幌市地域新エネルギービジョン（平成12年2月）」によれば、地下鉄駅での年間廃熱利用量は23Tcal、回収システム未設置駅（18駅）の賦存量は8.4Tcalである。
- ・回収システムは、東西線の新さっぽろ延長時から導入が開始され、それ以前の開通駅である南北線・麻生～平岸と東西線・琴似～白石は北34条、札幌、大通、すすきのを除き設置されていない。
- ・札幌、大通、すすきのは札幌エネルギー供給公社との複合システムにより地域冷暖房に利用されており、当ビジョンでは賦存量を3駅あわせて0.5Gcal/hと算出しているが、札幌市交通局「地下鉄廃熱利用と駅舎の冷房化」によれば、夏期は3.4Gcal/h（大通：2.1Gcal/h、札幌：0.7Gcal/h、すすきの0.6Gcal/h）、冬期は2.2Gcal/h（大通：1.8Gcal/h、札幌：0.4Gcal/h、すすきの0.1Gcal/h）の回収熱量があるとされている。
- ・当ビジョンの賦存量推計では、ヒートポンプの日運転時間を18.5時間、稼働日数を365日と設定している。
- ・以上の要件を整理すると下表となる。

	路線区分集計			設置・未設置区分集計		賦存量 合計
	南北線	東西線	東豊線	未設置駅 の賦存量	設置駅 の賦存量	
賦存量（Gcal/年）	4,600	10,911	7,637	8,493	14,655	23,148
路線駅数（地上駅は含まない）	13	19	14	—	—	46
賦存量算出駅数（注）	11	19	14	18	26	44
1駅当たり賦存量（Gcal/年）	418	574	546	472	564	526
設置駅数	3	9	14	—	26	26
1駅当たり回収効率（Gcal/時）	0.0619	0.085	0.0808	0.0699	0.0835	0.0779
日運転時間	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
稼働日数	365	365	365	365	365	365

注：南北線大通駅は賦存量算出駅数に含まれておらず、東西線大通駅と東豊線大通駅に合わせて算出していると思われる。

上記集計の内、都心部3駅地域冷暖房

回収効率（Gcal/時）	0.500
賦存量（Gcal/年）	0.5（Gcal/時）×18.5（時間）×365（日） 6,753



都心部3駅地域冷暖房を除く設置駅の利用合計

賦存量(Gcal/年)	7,902	14,655-6,753
設置駅数	21	設置駅26-(東西線大通駅、南北線大通駅、南北線さっぽろ駅、東豊線さっぽろ駅、南北線すすきの駅の5駅)
1駅当たり(Gcal/年)	376	7,902(Gcal/年)÷21(駅)

地下鉄建設年次

	南北線	東西線	東豊線
1971年(昭和46年)	北24条～真駒内		
1976年(昭和51年)		琴似～白石	
1978年(昭和53年)	麻生～北24条		
1982年(昭和57年)		白石～新さっぽろ	
1988年(昭和63年)			栄町～豊水すすきの
1989年(平成元年)	地下鉄廃熱利用による地域冷暖房システム稼働		
1994年(平成6年)			豊水すすきの～福住
1999年(平成11年)		琴似～宮の沢	

駅設置状況

南北線				東西線				東豊線			
設置	未	導入		設置	未	導入		設置	未	導入	
11	3	8		19	9	10		14	14	0	
麻生		1		宮の沢	1	1999		栄町	1	1988	
北34条	1			発寒南	1	1999		新道東	1	1988	
北24条		1		琴似		1		元町	1	1988	
北18条		1		二十四軒		1		環状通東	1	1988	
北12条		1		西28丁目		1		東区役所	1	1988	
				円山公園		1		北13条	1	1988	
				西18丁目		1					
				西11丁目		1					
さっぽろ	1	1989						さっぽろ	1	1989	
大通	0	1989		大通	1	1989		大通	1	1989	
すすきの	1	1989									
中島公園		1		ハセンター前		1		豊水すすきの	1	1988	
幌平橋		1		菊水		1		学園前	1	1994	
中の島		1		東札幌		1		豊平公園	1	1994	
平岸		1		白石		1		美園	1	1994	
南平岸				南郷7丁目	1	1982		月寒中央	1	1994	
澄川				南郷13丁目	1	1982		福住	1	1994	
自衛隊前				南郷18丁目	1	1982					
真駒内				大谷地	1	1982					
				ひばりが丘	1	1982					
				新さっぽろ	1	1982					

- ・都心部3駅地域冷暖房を除く1駅あたりの年間平均熱利用量は376Gcalとなり、各路線での利用熱量は下表となる。

路線開通時期と設置駅状況

	導入	設置駅数	回収熱量(Gcal/年)
地下鉄南北線(北34条)	1998年以前	1	376
地下鉄東西線(南郷7丁目～新さっぽろ)	1982	6	2,258
地下鉄(さっぽろ、大通、すすきの)	1989	3	18,907
地下鉄東西線(発寒南～宮の沢)	1999	2	753
地下鉄東豊線(栄町～豊水すすきの)	1988	7	2,634
地下鉄東豊線(豊水すすきの～福住)	1994	5	1,881

④ 地中熱

- ・地中熱からヒートポンプで採熱する場合、算出方法の優先順位は、「ボアホールの深さと本数による算出」「ヒートポンプの消費電力による算出」「ヒートポンプの出力による算出」「熱利用施設面積による算出」の順とする。

1) ボアホールの深さと本数による算出

- ・ボアホールの深さと本数が分かる場合は、北海道大学地中熱利用システム工学講座「地中熱ヒートポンプシステム」による近似式を用いて算出する。

$$a = ( ( b [W] \times c [時/日] \times d [日/年] ) [Wh/年] \times ( g - 1 ) / g$$

$$b = ( ( e [m] \times f [W/m] \times ( g / ( g - 1 ) ) ) \times h [本] ) [W]$$

$$\downarrow$$

$$a = ( ( ( e [m] \times f [W/m] \times ( g / ( g - 1 ) ) ) \times h [本] ) [W] \times c [時/日] \times d [日/年] ) [Wh/年] \times ( g - 1 ) / g$$

$$= ( ( e [m] \times f [W/m] \times h [本] ) [W] \times c [時/日] \times d [日/年] ) [Wh/年]$$

$f = 35 \quad g = 4 \quad c \times d = 2590$  時間 (札幌市におけるシステム事例)  
とすると、

$$a = ( ( ( ( e [m] \times 35 [W/m] \times h [本] \times 2590 [時間] ) [Wh]/1000 ) [kWh]$$

$$\times 3600000 [J/kWh] ) [J] / 1000 / 1000 / 1000 ) [GJ]$$

$$= ( 0.32634 \times e [m] \times h [本] ) [GJ]$$

- a : 年間利用熱量[Wh/年]
- b : 暖房最大負荷[W]
- c : 日当たり利用時間[時/日]
- d : 年間利用期間[日/年]
- e : ボアホール深さ[m]
- f : 30～40 [W/m]
- g : ヒートポンプ成績係数
- h : ボアホール本数

2) ヒートポンプの消費電力による算出

- ・「ボアホールの深さと本数による算出」ができない場合で、ヒートポンプの消費電力が分かる場合、本調査独自の算出方法として、熱供給量は消費電力にヒートポンプの(成績係数(COP) - 1)を乗じて算出する。
- ・NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」などにあるように、ヒートポンプを稼働させるためのエネルギーを電力として1単位投入することで通常3～5単位のエネルギーを熱として利用することができる。
- ・この考え方により、熱供給量は下記式により算出する。

$$a = ( ( b [\text{kWh}] \times ( c - 1 ) ) [\text{kWh}] \times 3600000 [\text{J/kWh}] ) [\text{J}] / 1000 / 1000 / 1000 ) [\text{GJ}]$$

$$= ( ( b [\text{kWh}] \times ( c - 1 ) ) [\text{kWh}] \times 0.0036 ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 年間消費電力[kWh]

c : ヒートポンプの成績係数 (COP) (3~5)

分からない場合は北海道大学地中熱利用システム工学講座「地中熱ヒートポンプシステム」の近似式にならい、4と想定する。

### 3) ヒートポンプの出力による算出

- ・「ボアホールの深さと本数による算出」「ヒートポンプの消費電力による算出」ができない場合で、ヒートポンプの出力が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、年間稼働時間を想定して年間消費電力を算出し、これに(成績係数(COP) - 1)を乗じて年間熱供給量を算出する。
- ・ただし、本調査における出力の回答値が加温能力(出力×成績係数)の値である可能性があることから、年間熱利用量は出力(回答値)を成績係数で除し、年間稼働時間を乗じた値に(成績係数(COP) - 1)を乗ずるものとする。
- ・年間稼働時間は、北海道大学地中熱利用システム工学講座「地中熱ヒートポンプシステム」(札幌市におけるシステム事例)から2590時間と想定する。

$$a = ( ( ( b [\text{kW}] / c ) \times ( c - 1 ) \times 2590 [\text{時間}] ) [\text{kWh}] \times 3600000 [\text{J/kWh}] ) [\text{J}] / 1000 / 1000 / 1000 ) [\text{GJ}]$$

$$= ( ( ( b [\text{kW}] / c ) \times ( c - 1 ) ) [\text{kWh}] \times 9.324 ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : ヒートポンプの出力[kW]

c : ヒートポンプの成績係数 (COP) (3~5)

分からない場合は北海道大学地中熱利用システム工学講座「地中熱ヒートポンプシステム」の近似式にならい、4と想定する。

### 4) 熱利用施設面積による算出

- ・「ボアホールの深さと本数による算出」「ヒートポンプの消費電力による算出」「ヒートポンプの出力による算出」ができない場合で、熱利用施設の面積が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、暖房・給湯については、本調査データで求めた熱利用施設面積と熱供給量の相関式に熱利用施設面積を投入して熱供給量を算出する。

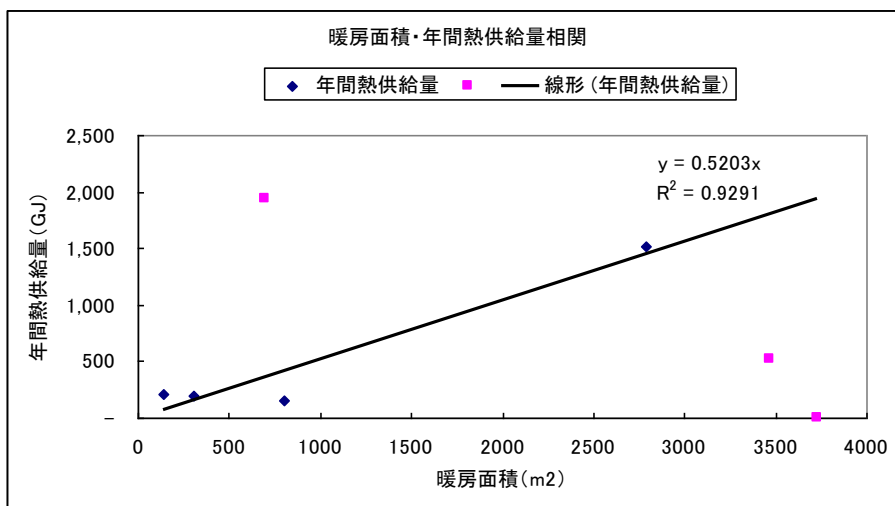
$$a = ( b ( 0.5203 ) \times c [\text{m}^2] ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

b : 相関式の係数 0.5203

c : 熱利用施設面積 [m<sup>2</sup>]

ただし、施設面積のうち暖房などが行われていない部分は含まない。



出所：調査回収データより作成

- ・暖房・給湯以外の用途については、本調査データがないので、地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状 —2007年版」データで求めた相関式に施設面積を投入し熱供給量を算出する。

$$a = ( ( b \times c [m^2] ) [k\ell \text{ 石油代替}] \times d (35.87) [GJ/k\ell \text{ 石油}] ) [GJ]$$

a：年間熱供給量[GJ]

b：相関式の係数

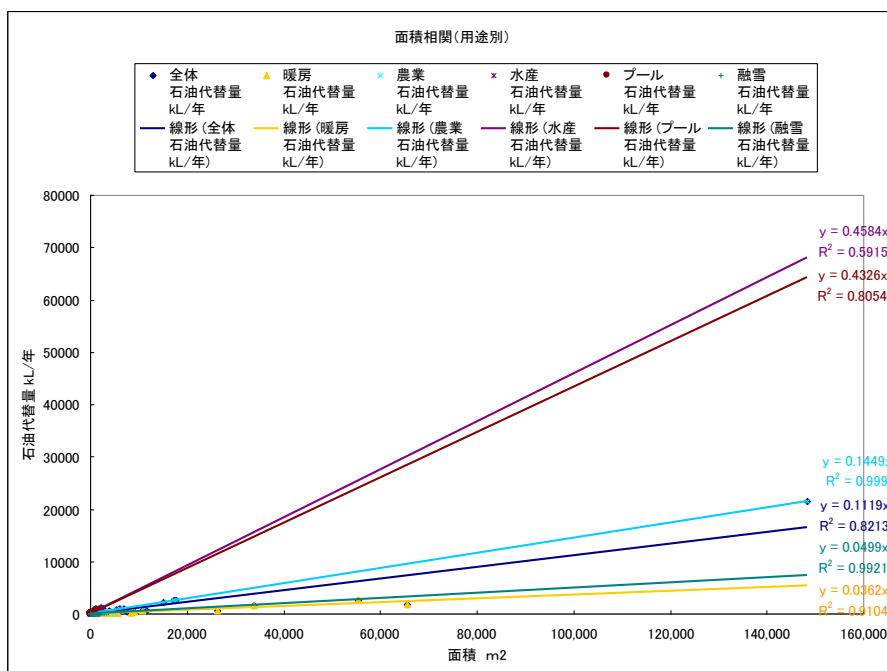
農業では 0.1449、水産では 0.4584、プール加温では 0.4326、融雪では 0.0499 を用いる。

c：熱利用施設面積 [m<sup>2</sup>]

ただし、施設面積のうち暖房などが行われていない部分は含まない。

d：石油の発熱原単位 35.87[GJ/k $\ell$  石油]

(地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状 (2007年版)」)



出所：地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状 (2007年版)」データより作成

## ⑤ 雪氷冷熱

### ⑤-1 雪氷貯蔵での利用

- 雪氷の熱供給量は、「総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会（2000年）」などで用いられている媚山元室蘭工業大学教授の算出方法にり、貯雪氷量の重量に原油換算係数を乗じて算出する。

$$\begin{aligned} a &= ( ( ( b [t] \times c (9.695) [\ell \text{ 原油換算}/t] ) [\ell \text{ 原油換算}] \times d (38.2) [\text{MJ}/\ell] ) [\text{MJ}] \\ &\quad /1000) [\text{GJ}] \\ &= ( b [t] \times 0.370349) [\text{GJ}] \end{aligned}$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 貯雪氷重量[t]

c : 原油換算係数 9.695[ $\ell$  原油換算/t]

(「総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会（2000年）」)

d : 原油発熱原単位 38.2[MJ/ $\ell$ ]

- 貯雪重量が分からず、貯雪庫の容積が分かる場合は、媚山元室蘭工業大学教授による貯雪庫容積利用率（0.9）と雪の容積当たり重量（0.5t/m<sup>3</sup>）を乗じて貯雪重量を算出する。

$$\begin{aligned} b &= ( d [m^3] \times e (0.9) \times f (0.5) [t/m^3] ) [t] \\ \downarrow \\ a &= ( ( ( d [m^3] \times e (0.9) \times f (0.5) [t/m^3] ) [t] \times c (9.695) [\ell \text{ 原油換算}/t] ) \\ &\quad [\ell \text{ 原油換算}] \times g (38.2) [\text{MJ}/\ell] ) [\text{MJ}] /1000) [\text{GJ}] \\ &= ( d [m^3] \times 0.16665705) [\text{GJ}] \end{aligned}$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 貯雪氷重量[t]

c : 原油換算係数 9.695[ $\ell$  原油換算/t]

(「総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会（2000年）」)

d : 貯雪氷庫容積[m<sup>3</sup>]

e : 貯雪庫容積利用率 0.9 媚山元室蘭工業大学教授による

f : 雪の容積当たり重量 0.5[t/m<sup>3</sup>] 媚山元室蘭工業大学教授による

g : 原油発熱原単位 38.2[MJ/ $\ell$ ]

- 雪を野積にしてシートなどで被覆断熱している場合、本調査では、容積利用率（0.9）は乗せず、容積当たり重量（0.5t/m<sup>3</sup>）のみを乗じて貯雪重量を算出するものとする。

$$\begin{aligned} b &= d [m^3] \times f (0.5) [t/m^3] \\ \downarrow \\ a &= ( ( ( d [m^3] \times f (0.5) [t/m^3] ) [t] \times c (9.695) [\ell \text{ 原油換算}/t] ) [\ell \text{ 原油換算}] \\ &\quad \times g (38.2) [\text{MJ}/\ell] ) [\text{MJ}] /1000) [\text{GJ}] \\ &= ( d [m^3] \times 0.1851745) [\text{GJ}] \end{aligned}$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 貯雪重量[t]

c : 原油換算係数 9.695[ $\ell$  原油換算/t]

(「総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会（2000年）」)

d : 貯雪容積[m<sup>3</sup>]

f : 雪の容積当たり重量 0.5[t/m<sup>3</sup>] 媚山元室蘭工業大学教授による

g : 原油発熱原単位 38.2[MJ/ℓ ]

## ⑤-2 ヒートパイプでの利用

- ・ NEDO「雪氷冷熱エネルギー導入ガイドブック」データではヒートパイプ1本当たりの人工凍土生成量は8.07t/本であり、これにより算出する。
- ・ 因みに、本調査データ（2件）でも人工凍土生成量は8.075 t/本、8.069 t/本となっている。

$$a = ( ( ( b [本] \times e (8.07) [t/本] ) [t] \times c (9.695) [\ell \text{ 原油}/t] ) [\ell \text{ 原油}] \times 38.2 [MJ/\ell ] ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( b [本] \times 2.98871643 ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : ヒートパイプ本数

c : 原油換算係数 9.695[ℓ 原油換算/t]

(「総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会(2000年)」)

d : 原油発熱原単位 38.2[MJ/ℓ ]

e : ヒートパイプ製氷能力 8.07[t/本]

NEDO「雪氷冷熱エネルギー導入ガイドブック」データより算出

## ⑥ バイオマス熱利用、廃棄物熱利用

### ⑥-1 ボイラー、コージェネレーションでの利用

- ・ バイオマス燃料や廃棄物燃料をボイラーやコージェネレーションで利用する場合、算出方法の優先順位は、「燃料利用量による算出」「ボイラー出力による算出」の順とする。

#### 1) 燃料利用量による算出

- ・ バイオマス燃料や廃棄物燃料をボイラーで利用する場合の利用可能熱量は、NEDO「新エネルギーガイドブック2008」などにあるように、下記式により算出できる。
- ・ また、コージェネレーションで利用する場合は、熱利用効率は総合エネルギー効率から発電効率を減じたものであり、これを下記式におけるボイラー効率に読み替えて算出できる。

$$a = ( b [kg] \times c [kJ/kg] \times d ) [kJ]$$

a : 利用可能熱量[kJ]

b : 燃料重量[kg]

c : 発熱原単位[kJ/kg]

d : ボイラー効率

- ・ ボイラーやコージェネレーションの燃料利用量が分かる場合は、上記式の考え方から、利用燃料の発熱量を求め、これにボイラー効率やコージェネレーションの熱利用効率を乗じて算出する。

$$a = ( b [GJ] \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ] \\ b = ( e \times f ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 年間発熱量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定(本調査データによる)

- 総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)
- d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0
- e : 燃料利用量[t/年など]
- f : 発熱原単位[MJ/t など]

・燃料の発熱原単位としては、以下の値を用いる。

【主な燃料の発熱原単位】

区分	燃料	発熱原単位
バイオマス燃料	林産資源 (木質ペレット等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 18.835 (16.74~20.93) MJ/kg (NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)</li> <li>・ 製材端材、チップ等の重量換算 0.45~0.5 t/m<sup>3</sup> (北海道立総合研究機構 林産試験場「北海道の製材工場及びチップ工場における廃材の産出・利用調査」)</li> </ul>
	下水汚泥	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 16.74 MJ/kg (4,000 kcal/kg) (札幌市「汚泥等燃料化調査」(北海道立総合研究機構 工業試験場技術指導)) (北海道立総合研究機構 工業試験場「下水汚泥の燃料化技術の開発」では高位発熱量 18 MJ/kg)</li> </ul>
	BDF	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 40.19 MJ/kg</li> <li>・ 重量換算係数は 0.886t/ k<math>\ell</math> (メーカー等データを参考に想定)</li> </ul>
	バイオエタノール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 21.22 MJ/ <math>\ell</math> (5,070 kcal/ <math>\ell</math>) ( (財) 日本エネルギー経済研究所「バイオマス生産利用技術に関するフィジビリティ調査」)</li> </ul>
	バイオコークス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 17.79 MJ/kg (4,000~4,500kcal/kg) (近畿大学バイオコークス量産実証実験センター確認)</li> </ul>
廃棄物燃料	RDF	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 25.12 (16.74~33.49) MJ/kg (NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)</li> </ul>
	RPF	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 25 MJ/kg (日本 RPF 工業会で品質の目安としている高位発熱量)</li> </ul>
	再生油	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 43.12 MJ/kg (10,300 kcal/kg) (NEDO「北海道新エネルギー導入データ集 2000 年度版」、(株)道央油化センターのデータ)</li> <li>・ 比重 0.88 (メーカー等データを参考に想定)</li> </ul>
	廃タイヤ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 29.30 MJ/kg (7,000 kcal/kg) (NEDO「寒冷地における廃棄物利用エネルギーシステム構築促進調査」)</li> </ul>
	廃プラスチック	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 29.3 MJ/kg (資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の解説/ 2010 年度改訂版」)</li> </ul>
	製紙スラッジ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 7.1 MJ/kg (本調査ヒアリング)</li> </ul>
	黒液	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 13.2 MJ/kg (本調査ヒアリング)</li> <li>※集計においては対象外とする。</li> </ul>
	可燃ゴミ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 7.33 (4.19~10.47) MJ/kg (NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)</li> </ul>

※ 出展資料での cal 単位は J 単位に換算した。



### 1) -1 林産資源重量による算出

$$a = ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 18.835 ) [MJ/kg] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 18.835 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)  
総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[t]

f : 発熱原単位 18.835 (16.74~20.93) [MJ/kg]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

### 1) -2 林産資源容積による算出

$$a = ( ( ( e [m^3] \times g ( 0.45 ) [t/m^3] ) [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 18.835 ) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [m^3] \times 8.47575 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)  
総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[m<sup>3</sup>]

g : 製材端材、チップ等の比重 0.45 [t/m<sup>3</sup>]と想定  
(北海道立総合研究機構 林産試験場「北海道の製材工場及びチップ工場における廃材の産出・利用調査」では0.45~0.5t/m<sup>3</sup>)

f : 発熱原単位 18.835 (16.74~20.93) [MJ/kg]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

### 1) -3 下水汚泥重量による算出

$$a = ( ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 16.74 ) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 16.74 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)  
総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[t]

f : 発熱原単位 16.74[MJ/kg] (4,000 kcal/kg)  
(札幌市「汚泥等燃料化調査」(北海道立総合研究機構 工業試験場技術指導))  
(北海道立総合研究機構 工業試験場「下水汚泥の燃料化技術の開発」では高位発熱量18MJ/kg)



#### 1) -4 BDF重量による算出

$$a = ( ( ( e [\text{kg}] \times f (40.186) [\text{MJ/kg}] ) [\text{MJ}] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

$$= ( e [\text{kg}] \times 0.040186 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定※(本調査データによる)  
総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[kg]

f : 発熱原単位 メーカー等データを参考に40.186[MJ/kg]と想定

#### 1) -5 BDF容積による算出

$$a = ( ( ( e [\text{k}\ell] \times g (0.886) [\text{t/k}\ell] ) [\text{t}] \times f (40,186) [\text{MJ/t}] ) [\text{MJ}] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

$$= ( e [\text{k}\ell] \times 35.604796 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定(本調査データによる)  
総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[kℓ]

g : BDFの比重 メーカー等データを参考に0.886[t/kℓ]と想定

f : 発熱原単位 メーカー等データを参考に40,186[MJ/t]と想定

#### 1) -6 バイオエタノール容積による算出

$$a = ( ( ( e [\text{k}\ell] \times 1000 ) [\ell] \times 21.22 [\text{MJ}/\ell] ) [\text{MJ}] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

$$= ( e [\text{k}\ell] \times 21.22 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定(本調査データによる)  
総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[kℓ]

f : 発熱原単位 21.22[MJ/ℓ] (5,070 kcal/ℓ)

( (財) 日本エネルギー経済研究所「バイオマス生産利用技術に関するフィジビリティ調査」)

### 1) -7 バイオコークス重量による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (17.79) [MJ/kg] ) [MJ] ) / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 0.01779 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)

総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[t]

f : 発熱原単位 17.79[MJ/kg] (4,000~4,500kcal/kg)  
(近畿大学バイオコークス量産実証実験センター確認)

### 1) -8 RDF重量による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (25.115) [MJ/kg] ) [MJ] ) / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 25.115 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)

総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[t]

f : 発熱原単位 25.115 (16.74~33.49) [MJ/kg]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

### 1) -9 RPF重量による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (25) [MJ/kg] ) [MJ] ) / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 25 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)

総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[t]

f : 発熱原単位 25 [MJ/kg] (日本RPF工業会で品質の目安としている高位発熱量)

### 1) -10 再生油容積による算出

$$a = ( ( ( e [k\ell] \times g (0.88) [t/k\ell] ) [t] \times 1000 ) [kg] \times f (43.12) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 37.9456 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)

総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[kℓ]

g : 再生油の比重 メーカー等データを参考に0.88[t/kℓ]と想定

f : 発熱原単位 43.12[MJ/kg] (10,300 kcal/kg)  
(NEDO「北海道新エネルギー導入データ集 2000年度版」、(株)道央油化センターのデータ)

### 1) -11 廃タイヤ重量による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (29.30) [MJ/kg] ) ) [MJ] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 29.30 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)

総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[t]

f : 発熱原単位 29.30[MJ/kg] (7,000 kcal/kg)  
(NEDO「寒冷地における廃棄物利用エネルギーシステム構築促進調査」)

### 1) -12 廃プラスチック重量による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (29.3) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

$$= ( e [t] \times 29.3 \times ( c [\%] - d [\%] ) ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)

総合効率 分からない場合、コージェネで70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

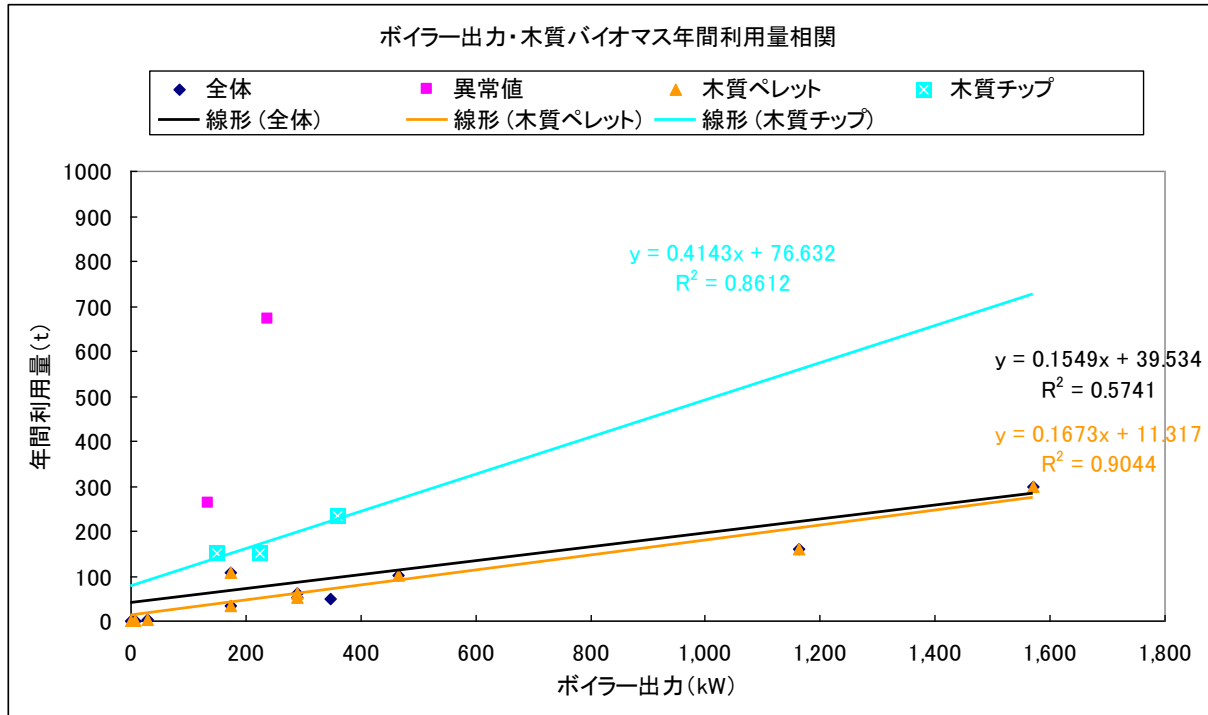
d : 発電効率 分からない場合、コージェネで11%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)  
ボイラーの発電効率は0

e : 燃料利用量[t]

f : 発熱原単位 29.3[MJ/kg]  
(資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の解説/ 2010年度改訂版」)

## 2) ボイラー出力による算出

- ・「燃料利用量による算出」ができない場合で、ボイラー出力が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、本調査データで求めたボイラー出力と燃料利用量の相関式にボイラー出力を投入して木質ペレットや木質チップの利用量を算出し、これらの発熱量を求め、これにボイラー効率を乗じて熱供給量を算出する。
- ・ボイラー出力と燃料利用量の相関式は、以下となる。



出所：本調査データより作成

### 2) -1 木質ペレットボイラー出力による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 18.835 ) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 \times c [\%] ) [GJ]$$

$$e = ( 0.1673 \times g [kW] + 11.317 ) [t]$$

$$\downarrow$$

$$a = ( ( ( 0.1673 \times g [kW] + 11.317 ) [t] \times 1000 [kg] \times 18.835 [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 \times c [\%] ) [GJ]$$

$$= ( ( 0.1673 \times 1000 \times 18.835 / 1000 \times g [kW] + 11.317 \times 1000 \times 18.835 / 1000 ) \times c [\%] ) [GJ]$$

$$= ( ( 3.1511 \times g [kW] + 213.1557 ) \times c [\%] ) [GJ]$$

a：年間熱利用量[GJ]

c：ボイラー効率 分からない場合は80%と想定（本調査データによる）

e：燃料利用量[t]

f：発木質ペレットや木質チップ発熱原単位 18.835（16.74～20.93）[MJ/kg]  
（NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」）

g：ボイラー出力[kW]

## 2) -2 木質チップボイラー出力による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (18.835) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 \times c [\%] ) [GJ]$$

$$e = ( 0.4143 \times g [kW] + 76.632 ) [t]$$

↓

$$a = ( ( ( 0.4143 \times g [kW] + 76.632 ) [t] \times 1000 [kg] \times 18.835 [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 \times c [\%] ) [GJ]$$

$$= ( ( 0.4143 \times 1000 \times 18.835 / 1000 \times g [kW] + 76.632 \times 1000 \times 18.835 / 1000 ) \times c [\%] ) [GJ]$$

$$= ( ( 7.8033 \times g [kW] + 1443.3637 ) \times c [\%] ) [GJ]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

c : ボイラー効率 分からない場合は80%と想定 (本調査データによる)

e : 燃料利用量[t]

f : 発木質ペレットや木質チップ発熱原単位 18.835 (16.74~20.93) [MJ/kg]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

g : ボイラー出力[kW]

## ⑥-2 ゴミ焼却場での利用

- 可燃ゴミの熱利用は焼却場で行われており、焼却熱の一部により蒸気を生成して、暖房、給湯、融雪、発電機タービンの駆動などを行っているため、熱供給量については、本調査独自の算出方法として、本調査データで求めた可燃ゴミ利用量と熱供給量の相関式に可燃ゴミ利用量を投入して算出する。
- 相関式は、熱用途別 (暖房・給湯の組み合わせ、暖房・給湯・融雪の組み合わせ、暖房、給湯、融雪のどれかで利用) に使い分けるものとする。

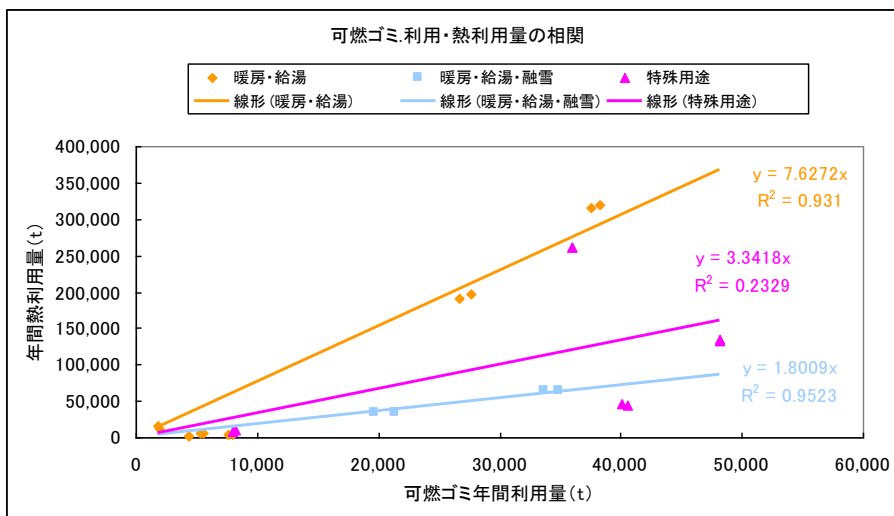
$$a = ( b \times c [t] ) [GJ]$$

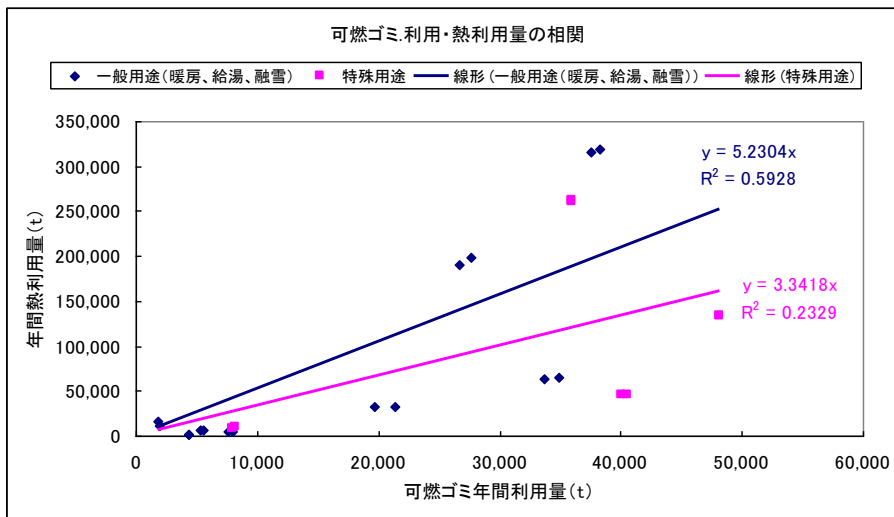
a : 年間熱利用量[GJ]

b : 相関式の係数

暖房・給湯の組み合わせ利用では 7.6272、暖房・給湯・融雪の組み合わせ利用では 1.8009、暖房、給湯、融雪のどれかで利用の場合は 5.2304

c : 可燃ゴミ年間利用量[t]





※特殊用途では、一般的用途（暖房、給湯、融雪のどれかで利用）の他に、消化タンク加温、プール加熱などが加わっている。

出所：本調査データより作成

### 1) 暖房・給湯で利用している場合

$$a = (b (7.6272) \times c [t]) [GJ]$$

- a : 年間熱利用量[GJ]
- b : 相関式の係数 7.6272
- c : 可燃ゴミ年間利用量[t]

### 2) 暖房・給湯・融雪で利用している場合

$$a = (b (1.8009) \times c [t]) [GJ]$$

- a : 年間熱利用量[GJ]
- b : 相関式の係数 1.8009
- c : 可燃ゴミ年間利用量[t]

### 3) 一般的用途（暖房、給湯、融雪のどれかで利用）と想定した場合

$$a = (b (5.2304) \times c [t]) [GJ]$$

- a : 年間熱利用量[GJ]
- b : 相関式の係数 5.2304
- c : 可燃ゴミ年間利用量[t]

## ⑦ バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造

・バイオマス燃料や廃棄物燃料を製造している場合、熱供給量は燃料製造量に発熱原単位を乗じて算出する。

### 1) 林産資源重量による算出

$$a = ((e [t] \times 1000) [kg] \times f (18.835) [MJ/kg] / 1000) [GJ]$$

$$= (e [t] \times 18.835) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]
- e : 燃料製造量[t]
- f : 発熱原単位 18.835 (16.74~20.93) [MJ/kg]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

## 2) 林産資源容積による算出

$$a = ( ( ( e [m^3] \times g (0.45) [t/m^3] ) [t] \times 1000 ) [kg] \times f (18.835) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ]$$
$$= ( e [m^3] \times 8.47575 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[m<sup>3</sup>]

g : 製材端材、チップ等の比重 0.45 [t/m<sup>3</sup>]と想定  
(北海道立総合研究機構 林産試験場「北海道の製材工場及びチップ工場における廃材の産出・利用調査」では0.45~0.5t/m<sup>3</sup>)

f : 発熱原単位 18.835 (16.74~20.93) [MJ/kg]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

## 3) 下水汚泥重量による算出

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (16.74) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ]$$
$$= ( e [t] \times 16.74 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[t]

f : 発熱原単位 16.74[MJ/kg] (4,000 kcal/kg)  
(札幌市「汚泥等燃料化調査」(北海道立総合研究機構 工業試験場技術指導))  
(北海道立総合研究機構 工業試験場「下水汚泥の燃料化技術の開発」では高位発熱量 18MJ/kg)

## 4) BDF重量による算出

$$a = ( ( e [kg] \times f (40.186) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ]$$
$$= ( e [kg] \times 0.040186 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[kg]

f : 発熱原単位 メーカー等データを参考に 40.186[MJ/kg]と想定

## 5) BDF容積による算出

$$a = ( ( ( e [k\ell] \times g (0.886) [t/k\ell] ) [t] \times f (40,186) [MJ/t] ) [MJ] / 1000 ) [GJ]$$
$$= ( e [k\ell] \times 35.604796 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料利用量[kℓ]

g : BDFの比重 メーカー等データを参考に 0.886[t/kℓ]と想定

f : 発熱原単位 メーカー等データを参考に 40,186[MJ/t]と想定

## 6) バイオエタノール容積による算出

$$a = ( ( ( e [k\ell] \times 1000 ) [\ell] \times 21.22 [MJ/\ell] ) [MJ] / 1000 ) [GJ]$$
$$= ( e [k\ell] \times 21.2232735 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[kℓ]

f : 発熱原単位 21.22[MJ/ℓ] (5,070 kcal/ℓ)

( (財) 日本エネルギー経済研究所「バイオマス生産利用技術に関するフィジビリティ調査」)

### 7) バイオコークス重量による算出

・本調査での利用回答はなかったが、算出する場合は以下の式を用いる。

$$a = ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 17.79 ) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( e [t] \times 0.017790713 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[t]

f : 発熱原単位 17.79[MJ/kg] (4,000~4,500kcal/kg)  
(近畿大学バイオコークス量産実証実験センター確認)

### 8) RDF重量による算出

$$a = ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 25.115 ) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( e [t] \times 25.115 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[t]

f : 発熱原単位 25.115 (16.74~33.49) [MJ/kg]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

### 9) RPF重量による算出

・本調査での利用回答はなかったが、算出する場合は以下の式を用いる。

$$a = ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 25 ) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( e [t] \times 25 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[t]

f : 発熱原単位 25 [MJ/kg] (日本RPF工業会で品質の目安としている高位発熱量)

### 10) 再生油容積による算出

・本調査での利用回答はなかったが、算出する場合は以下の式を用いる。

$$a = ( ( ( e [k\ell ] \times g ( 0.88 ) [t/k\ell ] ) [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 43.12 ) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( e [t] \times 37.9423572 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料利用量[kℓ]

g : 再生油の比重 メーカー等データを参考に0.88[t/kℓ]と想定

f : 発熱原単位 43.12[MJ/kg] (10,300 kcal/kg)

(NEDO「北海道新エネルギー導入データ集 2000年度版」、(株)道央油化センターのデータ)

### 11) 廃タイヤ重量による算出

・本調査での利用回答はなかったが、算出する場合は以下の式を用いる。

$$a = ( ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f ( 29.30 ) [MJ/kg] ) ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( e [t] \times 29.30 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[t]

f : 発熱原単位 29.30[MJ/kg] (7,000 kcal/kg)

(NEDO「寒冷地における廃棄物利用エネルギーシステム構築促進調査」)



## 12) 廃プラスチック重量による算出

- ・本調査での利用回答はなかったが、算出する場合は以下の式を用いる。

$$a = ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (29.3) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( e [t] \times 29.30 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[t]

f : 発熱原単位 29.3[MJ/kg]

(資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の解説/ 2010年度改訂版」)

## 13) 可燃ゴミ重量による算出

$$a = ( ( e [t] \times 1000 ) [kg] \times f (7.33) [MJ/kg] ) [MJ] / 1000 ) [GJ] \\ = ( e [t] \times 7.33 ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

e : 燃料製造量[t]

f : 発熱原単位 7.33 (4.19~10.47) [MJ/kg]

(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

## ⑧ バイオガスプラント

- ・バイオガスプラントにおける熱供給量の算出方法の優先順位は、「バイオガス利用量による算出」「設備出力による算出」の順とする。

### 1) バイオガス利用量による算出

- ・NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」などにあるように、バイオガスの熱エネルギー量は、バイオガス発生量に発熱原単位を乗じて算出するが、発生したバイオガスの一部は発酵槽の加温に消費されるため、本調査ではこれを考慮し、バイオガス利用量にプラント効率を乗じたガス量に発熱原単位を乗じて発熱量を求め、これにボイラー効率やコージェネレーションの熱利用効率を乗じて熱供給量を算出する。

$$a = ( ( b [Nm^3] \times c (25.12) [MJ/Nm^3] ) [MJ] / 1000 \times d (60\%) \\ \times ( e [\%] - f [\%]) ) [GJ] \\ = ( b [Nm^3] \times 0.015072 \times ( e [\%] - f [\%]) ) [GJ]$$

a : 年間熱供給量[MJ]

b : バイオガスの年間利用量[Nm<sup>3</sup>]

c : バイオガスの発熱原単位 25.12[MJ/Nm<sup>3</sup>]

(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

d : プラント効率 60%と想定する。

NEDO「北海道バイオガスエネルギー利用ガイド」のモデル計算によれば、発酵槽の加温に消費される熱量は、利用バイオガス熱量の38%と設定していることから、本調査ではプラント効率を60%と想定する。

e : ボイラーやコージェネの総合効率

分からない場合、コージェネで70%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

ボイラーで80%と想定(本調査データによる)

f : コージェネの発電効率

分からない場合、コージェネで35%と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

ボイラーの発電効率は0

### ●バイオガスの発生量

- ・バイオマス投入量からバイオガス発生量を求めるときは、以下の原単位を用いる。

バイオマス種別	バイオガス発生原単位	出所
牛ふん尿	50m <sup>3</sup> /t	NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」
豚ふん尿	30m <sup>3</sup> /t	
鶏ふん	0.1m <sup>3</sup> /kg	
生ゴミ	100～220m <sup>3</sup> /t	NEDO「北海道バイオガスエネルギー利用ガイド」

### ●し尿汚泥バイオガス発生量

- ・し尿処理場におけるバイオガス発生量は、環境省資料などにより把握する。

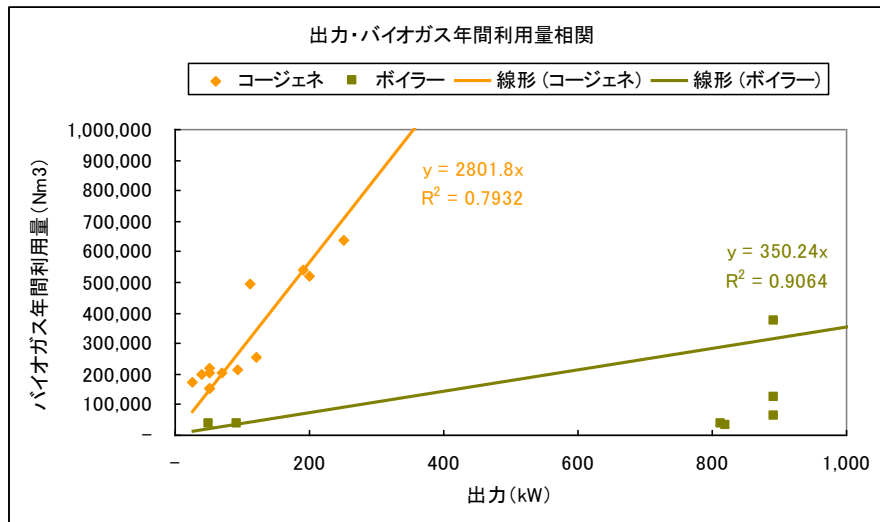
地方公共団体名	施設名	年間処理量				メタンガス	
		し尿 (kl/年度)	浄化槽汚泥 (kl/年度)	その他 (kl/年度)	計	発生量 (m <sup>3</sup> /年度)	発生原単位 m <sup>3</sup> /kl
砂川地区保健衛生組合	砂奈浦衛生センター	2,354	897		3,251	1,500	0.46
美瑛町	美瑛町浄化センター	1,723	2,674		4,397	26,567	6.04
川上郡衛生処理組合	川上郡衛生処理組合し尿処理施設	6,913	1,441		8,354	31,860	3.81
川上郡衛生処理組合	川上郡衛生処理組合し尿処理施設	6,913	1,441		8,354	31,860	3.81
羊蹄山麓環境衛生組合	羊蹄衛生センター	5,886	5,374		11,260	37,862	3.36
夕張市	夕張市平和し尿処理場	7,225	1,485		8,710	43,096	4.95
南宗谷衛生施設組合	南宗谷汚泥再生処理施設	2,285	1,247	1,332	4,864	65,879	13.54
登別市	し尿処理場	8,721	4,925		13,646	70,450	5.16
釧路市	新野処理場	22,130	4,003		26,133	98,276	3.76
西天北五町衛生施設組合	西天北クリーンセンター	3,127	1,842	700	5,669	128,761	22.71
十勝環境複合事務組合	中島処理場	39,840	17,081		56,921	212,083	3.73
計		107,117	42,410	2,032	151,559	748,194	4.94

出所：環境省資料より作成

[http://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fwww.env.go.jp%2Frecycle%2Fwaste\\_tech%2Fippan%2Fh18%2Fdata%2Fseibi%2Fcity%2F01.xls](http://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fwww.env.go.jp%2Frecycle%2Fwaste_tech%2Fippan%2Fh18%2Fdata%2Fseibi%2Fcity%2F01.xls)

### 2) 設備出力による算出

- ・「バイオガス利用量による算出」ができない場合で、バイオガスを燃料とするボイラーやコージェネレーションの出力が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、本調査データで求めたこれらの出力とバイオガス利用量の相関式に出力を投入してバイオガス利用量を算出し、これに発熱原単位を乗じて熱量を求め、これにボイラー効率やコージェネレーションの熱利用効率を乗じて熱供給量を算出する。
- ・ボイラーやコージェネレーションの出力とバイオガス利用量の相関式は、以下となる。



出所：本調査データより作成

## 2) -1 コージェネ出力による算出

$$a = ( ( b [\text{Nm}^3] \times c (25.12) [\text{MJ}/\text{Nm}^3] ) [\text{MJ}] / 1000 \times d (60\%) \times ( e [\%] - f [\%]) ) [\text{GJ}]$$

$$b = ( g [\text{kW}] \times 2801.8 ) [\text{Nm}^3]$$

↓

$$a = ( ( ( g [\text{kW}] \times 2801.8 ) [\text{Nm}^3] \times c (25.12) [\text{MJ}/\text{Nm}^3] ) [\text{MJ}] / 1000 \times d (60\%) \times ( e [\%] - f [\%]) ) [\text{GJ}]$$

$$= ( 42.2287296 \times g [\text{kW}] \times ( e [\%] - f [\%]) ) [\text{GJ}]$$

- a : 年間熱供給量[MJ]
- b : バイオガスの年間利用量[Nm<sup>3</sup>]
- c : バイオガスの発熱原単位 25.12[MJ/Nm<sup>3</sup>]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)
- d : プラント効率 60%と想定 (「バイオガス利用量による算出」を参照)
- e : コージェネの総合効率  
分からない場合、70%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)
- f : コージェネの発電効率  
分からない場合、35%と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)
- g : コージェネ、ボイラー出力[kW]

## 2) -2 ボイラー出力による算出

$$a = ( ( b [\text{Nm}^3] \times c (25.12) [\text{MJ}/\text{Nm}^3] ) [\text{MJ}] / 1000 \times d (60\%) \times e [\%]) [\text{GJ}]$$

$$b = ( g [\text{kW}] \times 350.24 ) [\text{Nm}^3]$$

↓

$$a = ( ( ( g [\text{kW}] \times 350.24 ) [\text{Nm}^3] \times c (25.12) [\text{MJ}/\text{Nm}^3] ) [\text{MJ}] / 1000 \times d (60\%) \times ( e [\%] - f [\%]) ) [\text{GJ}]$$

$$= ( 5.27881728 \times g [\text{kW}] \times e [\%]) [\text{GJ}]$$

- a : 年間熱供給量[MJ]
- b : バイオガスの年間利用量[Nm<sup>3</sup>]
- c : バイオガスの発熱原単位 25.12[MJ/Nm<sup>3</sup>]  
(NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」)

- d : プラント効率 60%と想定 (「バイオガス利用量による算出」を参照)
- e : ボイラー効率  
分らない場合、ボイラーで80%と想定 (本調査データによる)
- g : コージェネ、ボイラー出力[kW]

## ⑨ コージェネレーション

- ・ コージェネレーションによる熱供給量の算出方法の優先順位は、「使用燃料量による算出」「出力による算出」の順とする。

### 1) 使用燃料量による算出

- ・ NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」などにあるように、コージェネレーションは燃料の発熱エネルギーを機械の運動エネルギーに変換して発電すると同時に、熱エネルギーも回収して利用するシステムであり、熱利用効率は総合効率から発電効率を減じたものであることから、使用燃料量が分かる場合は、燃料の発熱量に熱利用効率 (総合効率と発電効率の差) を乗じて算出する。

$$a = b \times c \times (d [\%] - e [\%])$$

a : 年間熱供給量

b : 年間燃料利用量

c : 燃料の発熱原単位

都市ガス : 44.8 [MJ/m<sup>3</sup>]、LPG : 50.8 [MJ/kg]、天然ガス : 43.5 [MJ/m<sup>3</sup>]

A重油 : 39.1 [MJ/l]、C重油 : 41.9 [MJ/l]

灯油 36.7 [MJ/l]、軽油 : 37.7 [MJ/l]

d : 設備の総合効率[%]

e : 設備の発電効率[%]

- ・ 総合効率や発電効率は、ガスエンジン、ディーゼルエンジン、ガスタービン、蒸気タービンなどの機種により異なるため、機種別に想定する。

	ガスエンジン	ディーゼルエンジン	ガスタービン	蒸気タービン
総合効率	72.5 (65~80) %と想定	67.5 (60~75) %と想定	75 (70~80) %と想定	70%と想定
発電効率	35 (28~42) %と想定	36 (30~42) %と想定	27.5 (20~35) %と想定	11%と想定

出所 : NEDO「新エネルギーガイドブック2008」より作成

### 1) -1 都市ガスのガスエンジンでの利用

$$a = ( ( b [\text{m}^3] \times c (44.8) [\text{MJ}/\text{m}^3] ) [\text{MJ}/1000] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

$$= ( 0.0448 \times b [\text{m}^3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱供給量[GJ]

b : 年間燃料利用量[m<sup>3</sup>]

c : 燃料の発熱原単位 44.8[MJ/m<sup>3</sup>]

d : 設備の総合効率

分らない場合は 72.5 (65~80) %と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

e : 設備の発電効率

分らない場合は 35 (28~42) %と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

### 1) -2 都市ガスのディーゼルエンジンでの利用

$$a = ( ( ( b [m^3] \times c (44.8) [MJ/m^3] ) [MJ]/1000 ) \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$
$$= ( 0.0448 \times b [m^3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]  
b : 年間燃料利用量[m<sup>3</sup>]  
c : 燃料の発熱原単位 44.8[MJ/m<sup>3</sup>]  
d : 設備の総合効率  
分らない場合は 67.5 (60~75) %と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)  
e : 設備の発電効率  
分らない場合は 36 (30~42) %と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)

### 1) -3 天然ガスのガスエンジンでの利用

$$a = ( ( ( b [m^3] \times c (43.5) [MJ/m^3] ) [MJ]/1000 ) \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$
$$= ( 0.0435 \times b [m^3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]  
b : 年間燃料利用量[m<sup>3</sup>]  
c : 燃料の発熱原単位 43.5 [MJ/m<sup>3</sup>]  
d : 設備の総合効率  
分らない場合は 72.5 (65~80) %と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)  
e : 設備の発電効率  
分らない場合は 35 (28~42) %と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)

### 1) -4 A重油のガスエンジンでの利用

$$a = ( ( ( ( b [k\ell ] \times 1000 ) [\ell ] \times c (39.1) [MJ/\ell ] ) [MJ]/1000 ) \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$
$$= ( 39.1 \times b [m^3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]  
b : 年間燃料利用量[kℓ ]  
c : 燃料の発熱原単位 39.1[MJ/ℓ ]  
d : 設備の総合効率  
分らない場合は 72.5 (65~80) %と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)  
e : 設備の発電効率  
分らない場合は 35 (28~42) %と想定  
(NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)

### 1) -5 A重油のディーゼルエンジンでの利用

$$a = ( ( ( ( b [k\ell ] \times 1000 ) [\ell ] \times c (39.1) [MJ/\ell ] ) [MJ]/1000 ) \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$
$$= ( 39.1 \times b [m^3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]  
b : 年間燃料利用量[kℓ ]  
c : 燃料の発熱原単位 39.1[MJ/ℓ ]

- d : 設備の総合効率  
 分からない場合は 67.5 (60~75) %と想定  
 (NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)
- e : 設備の発電効率  
 分からない場合は 36 (30~42) %と想定  
 (NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)

#### 1) -6 C重油のディーゼルエンジンでの利用

$$a = ( ( ( ( b [k\ell ] \times 1000 ) [\ell ] \times c (41.9) [MJ/\ell ] ) [MJ]/1000 ) \times ( d [\%] - e [\%] ) ) ) [GJ]$$

$$= (41.9 \times b [m3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]  
 b : 年間燃料利用量[kℓ ]  
 c : 燃料の発熱原単位 41.9 [MJ/ℓ ]  
 d : 設備の総合効率  
 分からない場合は 67.5 (60~75) %と想定  
 (NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)
- e : 設備の発電効率  
 分からない場合は 36 (30~42) %と想定  
 (NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)

#### 1) -7 C重油の蒸気タービンでの利用

$$a = ( ( ( ( b [k\ell ] \times 1000 ) [\ell ] \times c (41.9) [MJ/\ell ] ) [MJ]/1000 ) \times ( d [\%] - e [\%] ) ) ) [GJ]$$

$$= (41.9 \times b [m3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]  
 b : 年間燃料利用量[kℓ ]  
 c : 燃料の発熱原単位 41.9 [MJ/ℓ ]  
 d : 設備の総合効率  
 分からない場合は 70%と想定  
 (NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)
- e : 設備の発電効率  
 分からない場合は 11%と想定  
 (NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)

#### 1) -8 灯油のガスエンジンでの利用

$$a = ( ( ( ( b [k\ell ] \times 1000 ) [\ell ] \times c (36.7) [MJ/\ell ] ) [MJ]/1000 ) \times ( d [\%] - e [\%] ) ) ) [GJ]$$

$$= (36.7 \times b [m3] \times ( d [\%] - e [\%] ) ) [GJ]$$

- a : 年間熱供給量[GJ]  
 b : 年間燃料利用量[kℓ ]  
 c : 燃料の発熱原単位 36.7[MJ/ℓ ]  
 d : 設備の総合効率  
 分からない場合は 72.5 (65~80) %と想定  
 (NEDO「新エネルギーガイドブック 2008」)
- e : 設備の発電効率  
 分からない場合は 35 (28~42) %と想定

## 2) 出力による算出

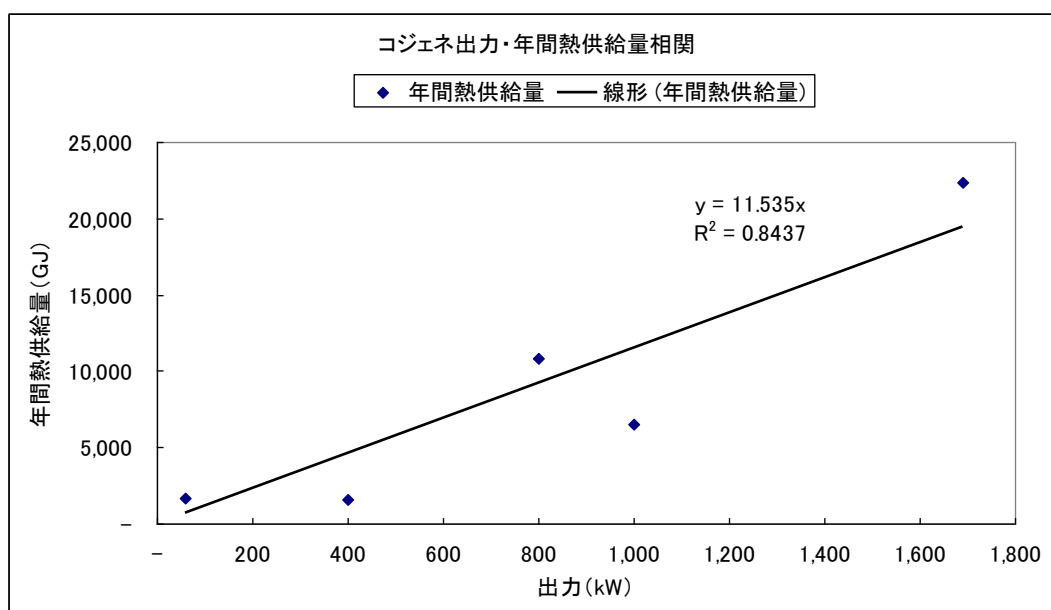
- ・「使用燃料量による算出」ができない場合で、コージェネの出力が分かる場合は、本調査独自の算出方法として、本調査データで求めたコージェネの出力と熱供給量の相関式にコージェネの出力を投入して熱供給量を算出する。

$$a = (b (11.535) \times c [\text{kW}]) [\text{GJ}]$$

a : 年間熱利用量[GJ]

b : 相関式の係数 11.535

c : コージェネ出力[kW]



出所：本調査データより作成

## ⑩ 燃料電池

- ・本調査において、燃料電池による熱利用は見られなかったが、熱供給量の算出方法としては、燃料電池もコージェネレーションであることから、コージェネレーションと同様に、使用燃料量から発熱量を求め、熱利用効率（総合効率と発電効率の差）を乗じて算出する。

$$a = b \times c \times (d [\%] - e [\%])$$

a : 年間熱供給量

b : 年間燃料利用量

c : 燃料の発熱原単位

都市ガス：44.8 [MJ/m<sup>3</sup>]、天然ガス：43.5 [MJ/m<sup>3</sup>]、灯油 36.7 [MJ/ℓ]

d : 設備の総合効率 りん酸形の場合 70 (60~80) %と想定

e : 設備の発電効率 りん酸形の場合 38 (36~40) と想定

(NEDO「新エネルギーガイドブック2008」)

(4) 算出方法一覧 (参考)

発熱量換算方法、エネルギー種別毎の推計手法を整理すると、以下の一覧表となる。

① 発熱原単位

燃料種別	発熱原単位	出所
原油	38.2 GJ/kℓ	総合エネルギー統計の解説/ 2010 年度改訂版
灯油	36.7 GJ/kℓ	総合エネルギー統計の解説/ 2010 年度改訂版
軽油	37.7 GJ/kℓ	総合エネルギー統計の解説/ 2010 年度改訂版
A重油	39.1 GJ/kℓ	総合エネルギー統計の解説/ 2010 年度改訂版
蒸気発生熱量	2.68 GJ/t	総合エネルギー統計の解説/ 2010 年度改訂版
石油の発熱量	35.87 GJ/kℓ	地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所「北海道における地熱・温泉利用の現状 (2007 年版)」
BDF重量	0.886 g/cm <sup>3</sup>	メーカー等データ
BDF発熱量	40.186 GJ/t 35.60 GJ/kℓ	メーカー等データ
バイオガス発熱量	0.02512 GJ/m <sup>3</sup>	NEDO「北の大地 自然エネルギーとの共存」
雪冷熱換算	0.37035 GJ/t	「総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会 (2000 年)」 (9.695 ℓ 原油/t)

② 単位換算

変換種別	単位換算	換算式
エネルギー単位	GJ←Gcal	$\left( \left( \left( \text{【Gcal】} \times 1000 \times 1000 \right) \text{ [kcal]} \times 4186.05 \text{ [J/kcal]} \right) \text{ [J]} / 1000 / 1000 / 1000 \right) \text{ [GJ]}$ $= \left( \text{【Gcal】} \times 4.18605 \right) \text{ [GJ]}$ $4.18605 = 1000 * 1000 * 4186.05 / 1000 / 1000 / 1000$
エネルギー単位	GJ←GWh	$\left( \left( \left( \text{【GWh】} \times 1000 \times 1000 \right) \text{ [kWh]} \times 3600000 \text{ [J/kWh]} \right) \text{ [J]} / 1000 / 1000 / 1000 \right) \text{ [GJ]}$ $= \left( \text{【GWh】} \times 3600 \right) \text{ [GJ]}$ $3600 = 1000 * 1000 * 3600000 / 1000 / 1000 / 1000$
燃料換算単位	GJ←kℓ BDF	$\left( \left( \left( \text{【kℓ BDF】} \times 0.886 \right) \text{ [t]} \times 40,186 \text{ [MJ/t]} \right) \text{ [MJ]} / 1000 \right) \text{ [GJ]}$ $= \left( \text{【kℓ BDF】} \times 35.60 \right) \text{ [GJ]}$ $35.60 = 0.886 * 40186 / 1000$
燃料換算単位	GJ←kℓ 軽油	$\left( \left( \left( \text{【kℓ 軽油】} \times 1000 \right) \text{ [ℓ]} \times 37.7 \text{ [MJ/ℓ]} \right) \text{ [MJ]} / 1000 \right) \text{ [GJ]}$ $= \left( \text{【kℓ 軽油】} \times 37.7 \right) \text{ [GJ]}$ $37.7 = 1000 * 37.7 / 1000$
燃料換算単位	GJ←kℓ 原油	$\left( \left( \left( \text{【kℓ 原油】} \times 1000 \right) \text{ [ℓ]} \times 38.2 \text{ [MJ/ℓ]} \right) \text{ [MJ]} / 1000 \right) \text{ [GJ]}$ $= \left( \text{【kℓ 原油】} \times 38.2 \right) \text{ [GJ]}$ $38.2 = 1000 * 38.2 / 1000$



燃料換算単位	GJ←kℓ 重油	$\left( \left( \left( \left[ \text{kℓ 重油} \right] \times 1000 \right) [\ell] \times 39.1 [\text{MJ}/\ell] \right) [\text{MJ}] / 1000 \right) [\text{GJ}]$ $= \left( \left[ \text{kℓ 重油} \right] \times 39.1 \right) [\text{GJ}]$ $39.1 = 1000 \times 39.1 / 1000$
燃料換算単位	GJ←kℓ 石油	$\left( \left( \left( \left( \left[ \text{kℓ 石油} \right] \times 1000 \right) [\ell] \times 8570 [\text{kcal}/\ell] \right) [\text{kcal}] \times 4186.05 [\text{J}/\text{kcal}] \right) [\text{J}] / 1000 / 1000 / 1000 \right) [\text{GJ}]$ $= \left( \left[ \text{kℓ 石油} \right] \times 35.8744485 \right) [\text{GJ}]$ $35.8744485 = 1000 \times 8570 \times 4186.05 / 1000 / 1000 / 1000$
燃料換算単位	GJ←kℓ 灯油	$\left( \left( \left( \left[ \text{kℓ 灯油} \right] \times 1000 \right) [\ell] \times 36.7 [\text{MJ}/\ell] \right) [\text{MJ}] / 1000 \right) [\text{GJ}]$ $= \left( \left[ \text{kℓ 灯油} \right] \times 36.7 \right) [\text{GJ}]$ $36.7 = 1000 \times 36.7 / 1000$
燃料換算単位	GJ←t 蒸気/年	$\left( \left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) [\text{kg}] \times 2.68 [\text{MJ}/\text{kg}] \right) [\text{MJ}] / 1000 \right) [\text{GJ}]$ $= \left( \left[ \text{t} \right] \times 2.68 \right) [\text{GJ}]$ $2.68 = 1000 \times 2.68 / 1000$
燃料換算単位	GJ/年←m <sup>3</sup> ハイガス	$\left( \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 25.12 [\text{MJ}/\text{m}^3] \right) [\text{MJ}] / 1000 \right) [\text{GJ}]$ $= \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 0.02512 \right) [\text{GJ}]$ $0.02512 = 25.12 / 1000$
ボイラー出力	kW←MJ/h	$\left( \left( \left[ \text{MJ} \right] \times 1000 \times 1000 \right) [\text{J}] \times 2.77778 \times 10^{-7} [\text{kWh}/\text{J}] \right) [\text{kWh}]$ $= \left( \left[ \text{MJ} \right] \times 0.74444504 \right) [\text{kWh}]$ $0.74444504 = 2.68 \times 1000 \times 1000 \times 2.77778 \times \text{POWER}(10, -7)$
ボイラー出力	kW←Mcal/h	$\left( \left( \left( \left[ \text{Mcal} \right] \times 1000 \right) [\text{kcal}] \times 1.16279 \times 10^{-3} [\text{kWh}/\text{kcal}] \right) [\text{kWh}] \right)$ $= \left( \left[ \text{Mcal} \right] \times 1.16279 \right) [\text{kWh}]$ $1.16279 = 1000 \times 1.16279 \times \text{POWER}(10, -3)$
ボイラー出力	kW←t 蒸気/h	$\left( \left( \left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) [\text{kg}] \times 2.68 [\text{MJ}/\text{kg}] \right) [\text{MJ}] \times 1000 \times 1000 \right) [\text{J}] \times 2.77778 \times 10^{-7} [\text{kWh}/\text{J}] \right) [\text{kWh}]$ $= \left( \left[ \text{t} \right] \times 744.44504 \right) [\text{kWh}]$ $744.44504 = 1000 \times 2.68 \times 1000 \times 1000 \times 2.77778 \times \text{POWER}(10, -7)$
雪重量	t←m <sup>3</sup> /年	$\left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 0.5 [\text{t}/\text{m}^3] \times 0.9 \right) [\text{t}]$ $= \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 0.45 \right) [\text{t}]$ $0.45 = 0.5 \times 0.9$ <p>※ 媚山元室蘭工業大学教授による</p>

### ③ 熱供給量算出

エネルギー種別	熱供給量単位	算出式
①太陽熱利用	GJ/年←m <sup>2</sup> パネル	(【m <sup>2</sup> 】×2.0254) [GJ]
①太陽熱利用	GJ/年←m <sup>2</sup> ソーラーウォール	(【m <sup>2</sup> 】×1.15[GJ/m <sup>2</sup> ]) [GJ]
②水温度差利用、地熱(熱水利用)	GJ/年←△℃・m <sup>3</sup>	$\left( \left( \left( \left[ \text{℃入口} \right] - \left[ \text{℃出口} \right] \right) \times \left[ \text{m}^3 \right] \right) \times e \right. \\ \left. (1) \left[ \text{t/m}^3 \right] \right) \times f (4.186) \left[ \text{MJ/t} \cdot \text{℃} \right] \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \\ \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left( \left[ \text{℃入口} \right] - \left[ \text{℃出口} \right] \right) \times \left[ \text{m}^3 \right] \times 0.004186 \right) \\ \left[ \text{GJ} \right]$ <p>0.004186=4.186/1000</p>
	℃出口←℃入口	(【℃】×0.7381-6.1514) [℃]
②水温度差利用、地熱(熱水利用) ③排熱、空気熱 ④地中熱	GJ/年←kWh消費	$\left( \left( \left( \left[ \text{kWh消費} \right] \times \left( \left[ \text{成績係数} \right] - 1 \right) \right) \left[ \text{kWh} \right] \times \right. \right. \\ \left. \left. 3600000 \left[ \text{J/kWh} \right] \right) \left[ \text{J} \right] / 1000 / 1000 / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kWh消費} \right] \times \left( \left[ \text{成績係数} \right] - 1 \right) \times 0.003600 \right) \\ \left[ \text{GJ} \right]$ <p>0.003600=3600000/1000/1000/1000</p>
②水温度差利用、地熱(熱水利用)	GJ/年←kW出力(水・熱/全用途)	$\left( \left( 0.8208 \times \left[ \text{kW} \right] \right) \left[ \text{k} \ell \text{石油代替} \right] \times 35.87 \left[ \text{GJ/k} \ell \right] \right) \\ \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kW} \right] \times 29.442096 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>29.442096=0.8208*35.87</p>
②水温度差利用、地熱(熱水利用)	GJ/年←kW出力(水・熱/暖房・給湯)	$\left( \left( 0.6562 \times \left[ \text{kW} \right] \right) \left[ \text{k} \ell \text{石油代替} \right] \times 35.87 \left[ \text{GJ/k} \ell \right] \right) \\ \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kW} \right] \times 23.537894 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>23.537894=0.6562*35.87</p>
②水温度差利用、地熱(熱水利用)	GJ/年←kW出力(水・熱/農業)	$\left( \left( 0.8319 \times \left[ \text{kW} \right] \right) \left[ \text{k} \ell \text{石油代替} \right] \times 35.87 \left[ \text{GJ/k} \ell \right] \right) \\ \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kW} \right] \times 29.840253 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>29.840253=0.8319*35.87</p>
②水温度差利用、地熱(熱水利用)	GJ/年←kW出力(水・熱/水産)	$\left( \left( 0.6983 \times \left[ \text{kW} \right] \right) \left[ \text{k} \ell \text{石油代替} \right] \times 35.87 \left[ \text{GJ/k} \ell \right] \right) \\ \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kW} \right] \times 25.048021 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>25.048021=0.6983*35.87</p>
②水温度差利用、地熱(熱水利用)	GJ/年←kW出力(水・熱/プール)	$\left( \left( 0.9298 \times \left[ \text{kW} \right] \right) \left[ \text{k} \ell \text{石油代替} \right] \times 35.87 \left[ \text{GJ/k} \ell \right] \right) \\ \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kW} \right] \times 33.351926 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>33.351926=0.9298*35.87</p>

②水温度差利用、 地熱（熱水利用）	GJ/年←kW 出力 （水・熱/融雪）	$(0.4336 \times \text{【kW】}) \text{ [k}\ell \text{ 石油代替]} \times 35.87 \text{ [GJ/k}\ell \text{ ] )}$ [GJ] $= (\text{【kW】} \times 15.553232) \text{ [GJ]}$ $15.553232 = 0.4336 \times 35.87$
②水温度差利用、 地熱（熱水利用） ③排熱、空気熱	GJ/年←m2 面積 （全用途）	$(0.1119 \times \text{【m}^2\text{ ]}) \text{ [k}\ell \text{ 石油代替]} \times 35.87 \text{ [GJ/k}\ell \text{ ] )}$ [GJ] $= (\text{【m}^2\text{ ]} \times 4.013853) \text{ [GJ]}$ $4.013853 = 0.1119 \times 35.87$
②水温度差利用、 地熱（熱水利用） ③排熱、空気熱	GJ/年←m2 面積 （暖房・給湯）	$(0.0362 \times \text{【m}^2\text{ ]}) \text{ [k}\ell \text{ 石油代替]} \times 35.87 \text{ [GJ/k}\ell \text{ ] )}$ [GJ] $= (\text{【m}^2\text{ ]} \times 1.298494) \text{ [GJ]}$ $1.298494 = 0.0362 \times 35.87$
②水温度差利用、 地熱（熱水利用） ③排熱、空気熱 ④地中熱	GJ/年←m2 面積 （農業）	$(0.1449 \times \text{【m}^2\text{ ]}) \text{ [k}\ell \text{ 石油代替]} \times 35.87 \text{ [GJ/k}\ell \text{ ] )}$ [GJ] $= (\text{【m}^2\text{ ]} \times 5.197563) \text{ [GJ]}$ $5.197563 = 0.1449 \times 35.87$
②水温度差利用、 地熱（熱水利用） ③排熱、空気熱 ④地中熱	GJ/年←m2 面積 （水産）	$(0.4584 \times \text{【m}^2\text{ ]}) \text{ [k}\ell \text{ 石油代替]} \times 35.87 \text{ [GJ/k}\ell \text{ ] )}$ [GJ] $= (\text{【m}^2\text{ ]} \times 16.442808) \text{ [GJ]}$ $16.442808 = 0.4584 \times 35.87$
②水温度差利用、 地熱（熱水利用） ③排熱、空気熱 ④地中熱	GJ/年←m2 面積 （プール）	$(0.4326 \times \text{【m}^2\text{ ]}) \text{ [k}\ell \text{ 石油代替]} \times 35.87 \text{ [GJ/k}\ell \text{ ] )}$ [GJ] $= (\text{【m}^2\text{ ]} \times 15.517362) \text{ [GJ]}$ $15.517362 = 0.4326 \times 35.87$
②水温度差利用、 地熱（熱水利用） ③排熱、空気熱 ④地中熱	GJ/年←m2 面積 （融雪）	$(0.0499 \times \text{【m}^2\text{ ]}) \text{ [k}\ell \text{ 石油代替]} \times 35.87 \text{ [GJ/k}\ell \text{ ] )}$ [GJ] $= (\text{【m}^2\text{ ]} \times 1.789913) \text{ [GJ]}$ $1.789913 = 0.0499 \times 35.87$
②水温度差利用、 地熱（熱水利用）	GJ/年←t 投雪	$(\text{【t】} \times 1 \text{ [t/m}^3\text{ ]} \times 334.88 \text{ [MJ/t}\cdot\text{°C]}) \text{ [MJ]/1000}$ [GJ] $= (\text{【t】} \times 0.33488) \text{ [GJ]}$ $0.33488 = 334.88 / 1000$

③排熱、空気熱	GJ/年←kWh 消費 ←kW 出力 (空気熱)	$\left( \left( \left( \text{【kW 出力】} \times 3227.9 \times \left( \text{【成績係数】} - 1 \right) \right) \right) \right) \left[ \text{kWh 消費} \right] \times 3600000 \left[ \text{J/kWh} \right] \left[ \text{J} \right] / 1000 / 1000 / 1000$ $= \left( \text{【kW 出力】} \times \left( \text{【成績係数】} - 1 \right) \times 11.620440 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $11.620440 = 3227.9 \times 3600000 / 1000 / 1000 / 1000$
④地中熱	GJ←Wh/年←ホールの	$\left( \left( \left( \left( \text{【深さ】} \times 35 \left[ \text{W/m} \right] \times \text{【本数】} \times 2590 \left[ \text{時間} \right] \right) \right) \right) \left[ \text{Wh} \right] / 1000 \right) \left[ \text{kWh} \right] \times 3600000 \left[ \text{J/kWh} \right] \left[ \text{J} \right] / 1000 / 1000 / 1000$ $= \left( \text{【深さ】} \times \text{【本数】} \times 0.32634 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $0.32634 = 35 \times 2590 / 1000 \times 3600000 / 1000 / 1000 / 1000$
④地中熱	GJ/年←kWh消費 ←kW出力(地中熱)	$\left( \left( \left( \left( \text{【kW 出力】} / \text{【成績係数】} \right) \times \left( \text{【成績係数】} - 1 \right) \times 2590 \left[ \text{時間} \right] \right) \right) \left[ \text{kWh 消費} \right] \times 3600000 \left[ \text{J/kWh} \right] \left[ \text{J} \right] / 1000 / 1000 / 1000$ $= \left( \left( \text{【kW 出力】} / \text{【成績係数】} \right) \times \left( \text{【成績係数】} - 1 \right) \times 9.324 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $9.324 = 2590 \times 3600000 / 1000 / 1000 / 1000$
④地中熱	GJ/年←m2面積 (地中熱/暖房・給湯)	$\left( 0.5203 \times \text{【m2】} \right) \left[ \text{GJ} \right]$
⑤雪氷冷熱	GJ←t雪氷/年	$\left( \left( \left( \left( \text{【t】} \times 9.695 \left[ \ell \text{ 原油換算} / \text{t} \right] \right) \right) \left[ \ell \text{ 原油換算} \right] \times 38.2 \left[ \text{MJ} / \ell \right] \right) \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \text{【t】} \times 0.370349 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $0.370349 = 9.695 \times 38.2 / 1000$
⑤雪氷冷熱	GJ/年←m3雪(貯雪庫)/年	$\left( \left( \left( \left( \left( \text{【m3】} \times 0.9 \times 0.5 \left[ \text{t} / \text{m3} \right] \right) \right) \left[ \text{t} \right] \times 9.695 \left[ \ell \text{ 原油} / \text{t} \right] \right) \right) \left[ \ell \text{ 原油} \right] \times 38.2 \left[ \text{MJ} / \ell \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \text{【m3】} \times 0.16665705 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $0.16665705 = 0.9 \times 0.5 \times 9.695 \times 38.2 / 1000$
⑤雪氷冷熱	GJ/年←m3雪(シート)/年	$\left( \left( \left( \left( \left( \text{【m3】} \times 0.5 \left[ \text{t} / \text{m3} \right] \right) \right) \left[ \text{t} \right] \times 9.695 \left[ \ell \text{ 原油} / \text{t} \right] \right) \right) \left[ \ell \text{ 原油} \right] \times 38.2 \left[ \text{MJ} / \ell \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \text{【t】} \times 0.1851745 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $0.1851745 = 0.5 \times 9.695 \times 38.2 / 1000$
⑤雪氷冷熱	GJ/年←ヒートパイプ	$\left( \left( \left( \left( \left( \text{【本数】} \times 8.07 \left[ \text{t} / \text{本} \right] \right) \right) \left[ \text{t} \right] \times 9.695 \left[ \ell \text{ 原油} / \text{t} \right] \right) \right) \left[ \ell \text{ 原油} \right] \times 38.2 \left[ \text{MJ} / \ell \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \text{【本数】} \times 2.98871643 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $2.98871643 = 8.07 \times 9.695 \times 38.2 / 1000$

⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←t 林産資源	$\left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times \left( 18.835 \right) \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{t} \right] \times 18.835 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $18.835 = 1000 \times 18.835 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←t 林産資源	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←m3 林産資源	$\left( \left( \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 0.45 \left[ \text{t/m}^3 \right] \right) \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times \left( 18.835 \right) \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 8.47575 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $8.47575 = 0.45 \times 1000 \times 18.835 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←m3 林産資源	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←t 下水汚泥	$\left( \left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times 16.74 \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \times \left( c \left[ \% \right] - d \left[ \% \right] \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{t} \right] \times 16.74 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $16.74 = 1000 \times 16.74 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←t 下水汚泥	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←kg B D F	$\left( \left( \left( \left[ \text{kg B D F} \right] \times 40.186 \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] \right) / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $= \left( \left[ \text{kg B D F} \right] \times 0.040186 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $0.040186 = 40.186 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←kg B D F	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←kℓ B D F	$\left( \left( \left( \left[ \text{k} \ell \text{ B D F} \right] \times 0.886 \right) \left[ \text{t} \right] \times 40,186 \left[ \text{MJ/t} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] \right) / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{k} \ell \text{ B D F} \right] \times 35.604796 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $35.604796 = (0.886 \times 40186) / 1000$
	GJ/年（設備効率）←kℓ B D F	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←kℓ バイオエタノール	$\left( \left( \left( \left[ \text{k} \ell \right] \times 1000 \right) \left[ \ell \right] \times 21.22 \left[ \text{MJ} / \ell \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] \right) / 1000 \left[ \text{GJ} \right]$ $\left( \left[ \text{k} \ell \right] \times 21.22 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $21.22 = 1000 \times 21.22 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←kℓ バイオエタノール	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0

⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←t <sup>ハ</sup> イコークス	$\left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times 17.79 \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000$ $\left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{t} \right] \times 0.01779 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $0.01779 = 1000 \times 17.79 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←t <sup>ハ</sup> イコークス	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←tRDF	$\left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times \left( 25.115 \right) \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000$ $\left[ \text{GJ} \right]$ $\left( \left[ \text{t} \right] \times 25.115 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $25.115 = 1000 \times 25.115 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←tRDF	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←tRPF	$\left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times \left( 25 \right) \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000$ $\left[ \text{GJ} \right]$ $\left( \left[ \text{t} \right] \times 25 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $25 = 1000 \times 25 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←tRPF	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年（設備効率）←kℓ再生油	$\left( \left( \left( \left[ \text{kℓ} \right] \times 0.88 \right) \left[ \text{t} \right] \right) \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times 43.12 \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000$ $\left[ \text{GJ} \right]$ $\left( \left[ \text{kℓ} \right] \times 37.9456 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $37.9456 = 0.88 \times 1000 \times 43.12 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←kℓ再生油	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←t廃タイヤ	$\left( \left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times 29.30 \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $\left( \left[ \text{t} \right] \times 29.30 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $29.30 = 1000 \times 29.30 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←t廃タイヤ	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用 ⑦バイオマス燃料製造、廃棄物燃料製造	GJ/年←t廃プラスチック	$\left( \left( \left( \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times 29.3 \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $\left( \left[ \text{t} \right] \times 29.30 \right) \left[ \text{GJ} \right] = A$ $29.30 = 1000 \times 29.3 / 1000$
	GJ/年（設備効率）←t廃プラスチック	$\left( A \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ ※ ボイラーの場合、発電効率は0

⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用	GJ/年（設備効率）←t 木質ペレット ←kW ボイラー	$\left( \left( \left( \left( \left[ \text{kW} \right] \times 0.1673 + 11.317 \right) \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times \left( 18.835 \right) \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \times \left[ \text{総合効率} \right] / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left( 3.1511 \times \left[ \text{kW} \right] + 213.1557 \right) \times \left[ \text{総合効率} \right] / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $3.1511 = 0.1673 \times 1000 \times 18.835 / 1000$ $213.1557 = 11.317 \times 1000 \times 18.835 / 1000$
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用	GJ/年（設備効率）←t 木質チップ ←kW ボイラー	$\left( \left( \left( \left( \left[ \text{kW} \right] \times 0.4143 + 76.632 \right) \left[ \text{t} \right] \times 1000 \right) \left[ \text{kg} \right] \times 18.835 \left[ \text{MJ/kg} \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \times \left[ \text{総合効率} \right] / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left( 7.8033 \times \left[ \text{kW} \right] + 1443.3637 \right) \times \left[ \text{総合効率} \right] / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $7.8033 = 0.4143 \times 1000 \times 18.835 / 1000$ $1443.3637 = 76.632 \times 1000 \times 18.835 / 1000$
⑥バイオマス熱利用、廃棄物熱利用	GJ/年←t 可燃ゴミ（暖房・給湯）	$(7.6272 \times \left[ \text{t} \right]) \left[ \text{GJ} \right]$
	GJ/年←t 可燃ゴミ（暖房・給湯・融雪）	$(1.8009 \times \left[ \text{t} \right]) \left[ \text{GJ} \right]$
	GJ/年←t 可燃ゴミ（一般用途）	※暖房、給湯、融雪のどれかで利用と想定 $(5.2304 \times \left[ \text{t} \right]) \left[ \text{GJ} \right]$
⑧バイオガスパラント	GJ/年（設備効率）←m3 バイogas ←kW ボイラー	$\left( \left( \left( \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 25.12 \left[ \text{MJ/m}^3 \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \times 60\% \right) \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 0.015072 \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $0.015072 = 25.12 / 1000 \times 0.6$
⑧バイオガスパラント	GJ/年（設備効率）←m3 バイogas ←kW コージェネ	$\left( \left( \left( \left( \left[ \text{kW} \right] \times 2801.8 \right) \times 25.12 \left[ \text{MJ/m}^3 \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \times 60\% \right) \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kW} \right] \times 42.2287296 \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $42.2287296 = 2801.8 \times 25.12 / 1000 \times 0.6$
⑧バイオガスパラント	GJ/年（設備効率）←m3 バイogas ←kW ボイラー	$\left( \left( \left( \left( \left[ \text{kW} \right] \times 350.24 \right) \times 25.12 \left[ \text{MJ/m}^3 \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \times 60\% \right) \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} = 0 \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( \left[ \text{kW} \right] \times 5.27881728 \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $5.27881728 = 350.24 \times 25.12 / 1000 \times 0.6$

⑨コージェネレーション	GJ/年←m <sup>3</sup> 都市ガス (ガゼンジン)	$\left( \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 44.8 \left[ \text{MJ}/\text{m}^3 \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 0.0448 \times \left[ \text{m}^3 \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 72.5    【発電効率】 35 とすれば、</p> $= \left( 0.0168 \times \left[ \text{m}^3 \right] \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $0.0168 = 44.8 / 1000 * (72.5 - 35) / 100$
⑨コージェネレーション	GJ/年←m <sup>3</sup> 都市ガス (ディーゼルエンジン)	$\left( \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 44.8 \left[ \text{MJ}/\text{m}^3 \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 0.0448 \times \left[ \text{m}^3 \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 67.5    【発電効率】 36 とすれば、</p> $= \left( 0.014112 \times \left[ \text{m}^3 \right] \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $0.014112 = 44.8 / 1000 * (67.5 - 36) / 100$
⑨コージェネレーション	GJ/年←m <sup>3</sup> 天然ガス (ガゼンジン)	$\left( \left( \left[ \text{m}^3 \right] \times 43.5 \left[ \text{MJ}/\text{m}^3 \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 0.0435 \times \left[ \text{m}^3 \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 72.5    【発電効率】 35 とすれば、</p> $= \left( 0.0163125 \times \left[ \text{m}^3 \right] \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $0.0163125 = 43.5 / 1000 * (72.5 - 35) / 100$
⑨コージェネレーション	GJ/年←kℓ A重油 (ガゼンジン)	$\left( \left( \left( \left[ \text{k}\ell \right] \times 1000 \right) \left[ \ell \right] \times 39.1 \left[ \text{MJ}/\ell \right] \right) \left[ \text{MJ} \right] / 1000 \right) \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 39.1 \times \left[ \text{k}\ell \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 72.5    【発電効率】 35 とすれば、</p> $= \left( 14.6625 \times \left[ \text{m}^3 \right] \right) \left[ \text{GJ} \right]$ $14.6625 = 1000 * 39.1 / 1000 * (72.5 - 35) / 100$



⑨コージェネレーション	GJ/年←kℓ A重油 (ディーゼルエンジン)	$\left( \left( \left( \left[ \text{k}\ell \right] \times 1000 \right) \left[ \ell \right] \times 39.1 \left[ \text{MJ}/\ell \right] \right) \right) \left[ \text{MJ}/1000 \right] \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 39.1 \times \left[ \text{k}\ell \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 67.5 【発電効率】 36 とすれば、 = (12.3165 × 【m3】) [GJ]</p> $12.3165 = 1000 \times 39.1 / 1000 \times (67.5 - 36) / 100$
⑨コージェネレーション	GJ/年←kℓ C重油 (ディーゼルエンジン)	$\left( \left( \left( \left[ \text{k}\ell \right] \times 1000 \right) \left[ \ell \right] \times 41.9 \left[ \text{MJ}/\ell \right] \right) \right) \left[ \text{MJ}/1000 \right] \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 41.9 \times \left[ \text{k}\ell \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 67.5 【発電効率】 36 とすれば、 = (13.1985 × 【m3】) [GJ]</p> $13.1985 = 1000 \times 41.9 / 1000 \times (67.5 - 36) / 100$
⑨コージェネレーション	GJ/年←kℓ C重油 (蒸気タービン)	$\left( \left( \left( \left[ \text{k}\ell \right] \times 1000 \right) \left[ \ell \right] \times 41.9 \left[ \text{MJ}/\ell \right] \right) \right) \left[ \text{MJ}/1000 \right] \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 41.9 \times \left[ \text{k}\ell \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 70 【発電効率】 11 とすれば、 = (24.721 × 【m3】) [GJ]</p> $24.721 = 1000 \times 41.9 / 1000 \times (70 - 11) / 100$
⑨コージェネレーション	GJ/年←kℓ 灯油 (ガスエンジン)	$\left( \left( \left( \left[ \text{k}\ell \right] \times 1000 \right) \left[ \ell \right] \times 36.7 \left[ \text{MJ}/\ell \right] \right) \right) \left[ \text{MJ}/1000 \right] \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$ $= \left( 36.7 \times \left[ \text{k}\ell \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \right) \left[ \text{GJ} \right]$ <p>【総合効率】 72.5 【発電効率】 35 とすれば、 = (13.7625 × 【m3】) [GJ]</p> $13.7625 = 1000 \times 36.7 / 1000 \times (72.5 - 35) / 100$
⑨コージェネレーション	GJ/年←kW コージェネ	$\left( 11.535 \times \left[ \text{k}\ell \right] \right) \left[ \text{GJ} \right] \times \left( \left[ \text{総合効率} \right] - \left[ \text{発電効率} \right] \right) / 100 \left[ \text{GJ} \right]$