

「再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業」

事業原簿【公開】

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部
-----	------------------------------------

—目次—

概要	3
プロジェクト用語集	7
I. 事業の位置付け・必要性について	
1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性	10
1.1 NEDOが関与することの意義	10
1.2 事業の背景・目的・位置づけ	10
II. 研究開発マネジメントについて	
1. 事業の目標	14
2. 事業の計画内容	14
2.1 研究開発の内容	14
2.2 研究開発の実施体制	42
2.3 研究開発の運営管理	46
2.4 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性	49
3. 情勢変化への対応	51
4. 評価に関する事項	51
III. 研究開発成果について	
1. 事業全体の成果	52
2. 個別テーマの成果の概要	54
IV. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	
1. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	66
(添付資料)	
添付資料 1 プロジェクト基本計画	
添付資料 2 事前評価書	
添付資料 3 特許論文リスト	

概要

最終更新日 平成26年11月17日

プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム				
プロジェクト名	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	プロジェクト番号	P11012		
担当推進部/担当者	新エネルギー部/ 主任研究員 生田目修志 (平成25年6月～平成26年10月現在) 主査 太田勝啓 (平成25年1月～平成26年10月現在) 主査 久保俊輔 (平成23年7月～平成25年6月) 主査 天明浩之 (平成23年9月～平成24年3月)				
0. 事業の概要	(1) 概要: 太陽熱利用、雪氷熱利用、地中熱利用システムにおける、グリーン熱証書等の要求に見合う熱量計測方法に係る実証事業を行う。 (2) 事業規模: 7億円(共同研究、NEDO負担率 2/3) (3) 事業期間: 平成23年度～25年度(3年間)				
I. 事業の位置付け・必要性について	政府は、当該事業開始の前年に当たる2010年6月にエネルギー基本計画の二次改定を行い、2020年までに再生可能エネルギーの一次供給に占める割合を10%まで高めるとし、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの利用拡大だけでなく、太陽熱利用等の様々な熱エネルギーの多様化したアプローチが求められていた。 風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギー等の電力利用については、導入支援策の1つとして固定買取制度の運用が検討されていたが、太陽熱、雪氷熱、地中熱(以下、グリーン熱)に関しては、固定買取制度に馴染みにくいことから、グリーン熱供給者に経済的インセンティブをもたらすものとして、グリーン熱の生み出す「環境価値」を「見える化」した、グリーン熱証書制度等の更なる普及が望まれていた。 しかし、グリーン熱として認証されるためには、いくつかの要件を満たす必要があり、中でも熱の計測方法と計測に係るコスト増への対策が喫緊の課題とされている。 本事業は、再生可能エネルギーに対する取り組みを行ってきた実績がありかつ、グリーン熱証書発行に必要とされる計測方法と低コストの計測手法を両立させる実証を中立的な立場にあるNEDOが行うことで、グリーン熱証書並びにグリーン熱の拡大に資するものである。				
II. 研究開発マネジメントについて					
事業の目標	最終目標(平成25年度) 太陽熱利用設備、地中熱利用設備及び雪氷熱利用設備において使用される熱量を低コストかつ20%未満の誤差で計測する技術を確立する。				
事業の計画内容	主な実施事項	H23fy	H24fy	H25fy	
	熱利用設備及び計測機器設置	→			
	実証試験		→		
	計測手法の確立		→		
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位: 百万円)	会計・勘定	H23fy	H24fy	H25fy	総額
	一般会計				
	特別会計(需給)	272	121	69	462
	開発成果促進財源				
	総予算額	272	121	69	462
契約種類: ○をつける (委託) 助成() 共同研究(負担率○)	(委託)				
	(助成)				
	: 助成率△/□ (共同研究) : 負担率2/3	272	121	69	462

開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課 再生可能エネルギー推進室
	プロジェクトリーダー	—
	委託先（*委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載）	1) 太陽熱利用計測技術 太陽熱給湯設備対応熱量計測 東京ガス株式会社 独立行政法人建築研究所 矢崎エナジーシステム株式会社 2) 太陽熱利用計測技術 太陽熱空調設備対応熱量計測 東京ガス株式会社 アズビル株式会社 3) 太陽熱利用計測技術 空気集熱式太陽熱熱量計測 OMソーラー株式会社 独立行政法人建築研究所 4) 地中熱利用計測技術 地中熱システム対応熱量計測 NPO 法人地中熱利用促進協会 J F Eエンジニアリング株式会社 株式会社セブン-イレブン・ジャパン 応用地質株式会社 株式会社角藤 サンポット株式会社 株式会社萩原ポーリング 学校法人北海道尚志学園 5) 地中熱利用計測技術 地中熱管外熱量計測 新日鉄住金エンジニアリング株式会社 6) 雪氷熱利用計測技術 冷風循環設備対応熱量計測 株式会社土谷特殊農機具製作所
情勢変化への対応	震災後に変更されたエネルギー政策を踏まえ、我が国における再生可能エネルギー熱業界全体の俯瞰と、最新の普及の状況・導入可能量の調査を元に、これまでに挙げられている普及課題に対し、深掘りの調査を行い、今後普及拡大に向けて注力すべき再生可能エネルギー熱を明示、導入拡大に向けた具体的な方策、目標を示すことを目的とした調査委託研究を実施した。	
中間評価結果への対応	—	
評価に関する事項	事前評価	平成 22 年度実施 担当部 新エネルギー部 平成 23 年度 NEDO POST3 実施
	中間評価	—
	事後評価	平成 26 年度実施 担当部 新エネルギー部

<p>III. 研究開発成果について</p>	<p>1) 再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 (1) 最終目標（平成25年度） 太陽熱利用設備、地中熱利用設備及び雪氷熱利用設備において使用される熱量を低コストかつ20%未満の誤差で計測する技術を確立する。 (2) 全体の成果 使用される熱量を低コストかつ20%未満の誤差で計測する簡易（機器内部センサー等）計測技術を確立した。</p> <p>2) 個別テーマの成果 (1) 太陽熱利用計測技術 太陽熱給湯設備対応熱量計測 特定計量器をリファレンスとして、下記3種の計測手法を戸建住宅および集合住宅において実負荷もしくは模擬負荷により、全国101件のフィールドで実証試験を実施し、目標値を達成した。 ①簡易計測（外付け簡易熱量計）：安価で計測精度の高い計量器を外付して計測を行い、誤差±10%以内を達成。量産化によるコストダウン見込みを得た。 ②簡易計測（内蔵センサー）：機器の運転制御用のセンサーを用いて、リモコンに表示される計測値に基づく計測を行い、誤差±10%以内を達成。計測器コストは不要との見込みを得た。 ③簡易なし計測（シミュレーション）：気象条件やシステム特性値に基づくシミュレーションの計算値による計測を行い、誤差±20%未満を達成。計測コストは不要との見込みを得た。</p> <p>(2) 太陽熱利用計測技術 太陽熱空調設備対応熱量計測 業務用太陽熱利用冷暖房システムに標準計測機器（リファレンス）及び簡易計測器（超音波熱量計）を組み込み実際の負荷条件のもとで1年以上計測し、誤差±20%未満を達成した。また、計測コスト低減ができる見込みを得た。</p> <p>(3) 太陽熱利用計測技術 空気集熱式太陽熱熱量計測 空気式の太陽熱利用暖房・給湯システムを対象とし、システムに内蔵されている温度センサーやファンモーター運転の指示値を用いて利用熱量を計測する簡易計測手法、ならびにシミュレーションを用いて利用熱量を推測する推定手法二種類の手法を検討し、共に目標値（誤差±20%未満）を達成。また、計測コストは不要との見込みを得た。</p> <p>(4) 地中熱利用計測技術 地中熱システム対応熱量計測 特定計量器等、高精度計量器をリファレンスとして、下記の計測手法による実証試験を実施し、採熱ループでの温度差が極めて小さい一部の物件は誤差が大きくなったが、その他の物件では、全て誤差±20%以内を達成した。また、計測費用については、簡易計測では計測コスト低減ができる見通しを得た。 1) <計測対象の熱媒体が水の場合> ①簡易計測（電磁式流量計、測温抵抗体） ②簡易計測（羽根車式流量計、測温抵抗体） 2) <非水（計測対象の熱媒体が不凍液など）の場合> ①簡易計測（電磁式流量計、熱電対温度計） ②簡易計測（羽根車式流量計、サーミスタ） ③簡易計測（羽根車式流量計、熱電対） ④簡易計測（超音波式流量計、サーミスタ） 3) <推定手法> ①ヒートポンプ圧縮機消費電力とメーカー線図から推定 ②一次側熱媒循環ポンプ消費電力等から一次側熱媒流量を推定し、一次側入出温度差との積から一次側熱量を推定</p> <p>(5) 地中熱利用計測技術 地中熱管外熱量計測 既存設備において、配管工事を伴わずに熱量計測が可能である管外設置型計測センサーによる熱量計測技術開発を実施し、±20%誤差未満を達成した。計測コストは低減できる見通しを得た。 また、ヒートポンプ機内計測値をもとにした熱量推定技術は、地中熱導入済み物件にて従来計測との比較計測を実施し、年間の熱量積算値の計測誤差 20%未満を確認した。コストについては、低減の見通しを得た。</p> <p>(6) 雪氷熱利用計測技術 冷風循環設備対応熱量計測 自然水を雪氷熱源とするアイスシェルター内の利用熱量を温度・湿度・風量から計測する簡易計測手法について実証研究を行い、簡易計測（エンタルピー差法）において、目標値を達成した（誤差±10%以内）。また、コスト低減の見通しを得た。</p>
------------------------	---

	投稿論文	「査読付き」 6 件、「その他」 1 件
	特 許	「出願済」 0 件、「登録」 0 件、「実施」 0 件（うち国際出願 0 件）
	その他の外部発表 （プレス発表等） （集計中）	「研究発表・講演」 5 1 件、「新聞・雑誌等への掲載」 9 件、「展示会への出展」 4 2 件
IV. 実用化・事業化の見通しについて	熱利用計測における低コスト簡易計測システムの信頼性向上を確立し、グリーン熱証書の利用など環境価値の経済価値化に向けた取り組みに貢献できる。また、平成 2 6 年 4 月 1 1 日に閣議決定された「エネルギー基本計画」の中で利用拡大すべき再生可能エネルギーとして、太陽熱、地中熱、雪氷熱等があげられている。本事業にて、上記再生可能エネルギー熱利用の普及拡大への貢献等が期待できる。	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 2 3 年 6 月 作成
	変更履歴	なし

プロジェクト用語集

アイスシェルター

寒冷気候と水を利用し自然氷を作り、水と氷の共存状態（潜熱）を利用して、0℃の冷温を供給するシステム。

一次側熱媒

間接方式の地中熱交換器とヒートポンプの間で熱を移動させる流体（水または不凍液）。

一次側熱量

熱源側の熱量。

簡易計測

計測許容誤差が高精度計測より大きく、低コスト計測器などによる熱量計測。

間接方式

地中熱交換器内を循環する熱媒を介して間接的に地中熱を利用する方式。

吸収冷温水器

吸収力の高い液体に冷媒を吸収させることにより、低圧で冷媒を気化させ、低温を得る冷温水器。

グリーン熱証書

自然エネルギーにより生みだされた熱の環境付加価値を、証書発行事業者がグリーンエネルギー認証センターの認証を得て発行し、「グリーン熱証書」として取引する仕組み。

高精度計測

特定計量器の積算熱量計（JISB7550）による計測またはそれと同等の精度を有する熱量計測。

国内クレジット制度

京都議定書目標達成計画（平成 20 年 3 月 28 日閣議決定）において規定されている、大企業等による技術・資金等の提供を通じて、中小企業等が行った温室効果ガス排出削減量を認証し、自主行動計画や試行排出量取引スキームの目標達成等のために活用できる制度。

瞬時熱量

1 分間隔計測値による単位時間当たりの熱量。

成績係数 (COP)

ヒートポンプが作り出す熱・冷熱量の、消費する電力量に対する割合。例えば電気エネルギー1 に対して 6 の熱が得られれば、COP=6 と表すことができる。

積算熱量

一定期間内の熱量。

積算熱量計

流量計測部、温度差計測部及び熱量演算部がセットになった積算熱量計。

雪氷熱

天然あるいは人工の雪氷、凍土に蓄積された冷熱エネルギーのことで、雪氷を貯雪氷庫等に貯蔵することによって農作物等の冷蔵や冷房に用いられる。利用方法には自然対流方式（氷室型）、冷風循環方式、冷水循環方式がある。

ソーラークーリングシステム

太陽熱によって冷水をつくり、その冷水によってオフィスビルなどの建物を空調するシステム。

太陽熱

天候・季節・時間によって変動する不安定なエネルギーではあるが、利用温度域が広く蓄熱が比較的容易である。このため利用用途は多岐に亘り、利用技術も幅広い。代表的な利用用途・技術として、太陽熱温水器、ソーラーシステムが挙げられる。

地中熱

地下 10～15m 以深の地中温度は年間を通してほぼ一定で、一般にその地域の平均気温に等しい（約 15℃）。地中熱は太陽熱に由来する低温エネルギーであるため発電はできないが、夏季または冬季には気温との温度差が 10～15℃程度存在するため、ヒートポンプの熱源として用いるのが有効である。また、天候等に左右されない安定した熱源であることも大きな特徴である。

地中熱ヒートポンプシステム

ヒートポンプを用いて地中熱を利用するシステム。

地中熱交換器

地中熱を熱媒に移動させるための設備。

超音波熱量計

熱交換器を通過する冷温水の通過流量と、熱交換器の出入り口での配管水温度を計測し、熱交換器で消費される熱量を求める熱量計において冷温水の通過流量の計測に超音波流量計を使用している熱量計。

直接熱交換型冷風循環方式（全空気循環方式）

送風機を用いて、冷熱を供給する貯雪氷装置と冷房・冷蔵対象である貯蔵物のある貯蔵庫等との間でファンを用いて冷風を循環させる方式。

直膨式

地中熱利用ヒートポンプシステムのうち、ヒートポンプの冷媒を直接、熱源側または熱利用側に循環させ採熱、放熱する方式。

特定計量器

取引もしくは証明における計量に使用され、計量法で定められた計量器。

二次側熱量

利用側の熱量。

HEMS

「Home Energy Management System (ホーム エネルギー マネジメント システム)」の略で、家庭で使うエネルギーを節約するための管理システム。

ヒートポンプ

大気や水などから熱を集め、少ないエネルギーで大きな熱エネルギーを利用する技術。圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器の四つの要素から構成される。

不凍液

間接式において、熱媒として使用される液体のこと。水溶液の濃度により凍結温度調整する。通常、塩素系やグリコール系などの主成分に防錆剤などが添加されている。

I. 事業の位置付け・必要性について

I.1 NEDOの関与の必要性・制度への適合性

I.1.1 NEDOが関与することの意義

政府は、当該事業開始の前年に当たる 2010 年 6 月にエネルギー基本計画の二次改定を行い、2020 年までに再生可能エネルギーの一次供給に占める割合を 10%まで高めるとし、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの利用拡大だけでなく、太陽熱利用等の様々な熱エネルギーの多様化したアプローチが求められていた。

風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギー等の電力利用については、導入支援策の 1 つとして固定買取制度の運用が検討されていたが、太陽熱、雪氷熱、地中熱（以下、グリーン熱）に関しては、固定買取制度に馴染みにくいことから、グリーン熱供給者に経済的インセンティブをもたらすものとして、グリーン熱の生み出す「環境価値」を「見える化」した、グリーン熱証書制度等の更なる普及が望まれていた。

しかし、グリーン熱として認証されるためには、いくつかの要件を満たす必要があり、中でも熱の計測方法と計測に係るコスト増への対策が喫緊の課題とされている。

本事業は、グリーン熱証書発行に必要とされる計測方法と低コストの計測手法を両立させる実証を中立的な立場にあり、かつ、再生可能エネルギーに対する取組みを行ってきた実績のある NEDO が行うことで、グリーン熱証書並びにグリーン熱の拡大に資するものである。

I.1.2 実施の効果

実証研究により、低コストで適切な計測手法が検討され、公開されることで、今後のグリーン熱証書の制度設計に寄与するとともに、グリーン熱証書の流通拡大とグリーン熱利用の拡大が見込まれる。また、現在、基準化されていない、地中熱利用についても、これらの成果をもとに、民間団体における基準作成及び地中熱利用の導入拡大に資する。

I.2 事業の背景・目的・位置付け

I.2.1 事業の背景

2010 年 6 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」においては、2020 年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を 10%まで高めるとの目標が設定されていたが、この中で利用拡大すべき再生可能エネルギーとして、太陽熱、地中熱等があげられた。

経済産業省では、太陽熱利用、地中熱利用及び雪氷熱利用を促進するため国内クレジット、グリーン熱証書等を推進しているが、取引の対象となる熱量を低コストで信頼性高く計測する技術が確立し

ていないこともあり、これらの実績は少ない（図 I - 1）。再生可能エネルギーの熱利用を推進するために、熱量を低コストかつ一定の信頼性で計測する技術の確立が求められている。

	～2009	2010	2011	2012	2013	2014 ～
再生可能エネルギー電力	グリーン電力証書(2001～) 認定証書数 269件、3.5億kWh					
	固定価格買取制度(2012～)					
再生可能エネルギー熱	グリーン熱証書(2009～) 認定証書数 61件、3.7億MJ					
NEDOの取組み	本事業(2011-2013)					
	エネルギー基本計画			エネルギー基本計画		

図 I - 1 現在の再生可能エネルギー電力と再生可能エネルギー熱利用の環境

1.2.2 事業の目的、意義

再生可能エネルギー熱利用の普及に一定の寄与をはたすと考えられるグリーン熱証書制度については、熱利用設備から得られ使用した熱量の計測として、グリーン熱証書制度に見合う精度とコストを実現することが重要である。

本事業においては、再生可能熱利用システムにおいて使用される熱量を低コストでかつ一定の精度で計測する手法を、実証試験を通じて確立することを目的としている。

1.2.3 事業の位置付け

再生可能エネルギー熱の利用に関して、豪州の例の様に、機器導入補助金制度や再生可能エネルギー証書のようなインセンティブを与える等の推進支援策がある。例えば、ポルトガルにおいては、初期投資軽減策として、導入補助金他で導入の加速を図ったが、補助金の終了と同時に新規導入量が大幅に低減した。イギリスにおいては、導入補助金とインセンティブ制度により、導入が加速した事例がある（図 I - 2）。

一方、国内においては、再生可能エネルギー熱利用の普及を促進すると考えられる再生可能エネルギー熱利用の価値化について、グリーン電力証書との対比から、現在は特定計量器あるいは同等品の使用による実計測が前提であり、産業・商業・家庭用共に、計測コストが高く、なかなか実用化につながっていない。求められる計測精度を明らかにして、安い計測技術を確立する事が重要課題であるが、利用市場が見通せない中、民間企業での独自の取組みは進んでいない状況であるため、経産省に於いては、エネルギー関係技術開発ロードマップ案の中の「再生可能エネルギー熱利用」の項において、「熱の計量方法の確立と、環境価値を経済価値として取引可能なグリーン熱証書制度の普及推進」を掲げて推進している（図 I - 3）。

		政策動向	計測技術	成果・課題
国外	豪州	機器導入補助金	機器に対し定額補助	
		再生可能エネルギー証書	インセンティブ単価(REC市場価格)×REC	市場価格の不安定性 LRET・SRESの制定
	ポルトガル	機器導入補助金	機器に対し定額補助	補助金終了により新規導入量が大幅に低減
	英国	機器導入補助金	機器に対し定額補助	現在、導入量増加
インセンティブ制度		産業・商業用： インセンティブ単価×利用熱量(実計測) 家庭用： インセンティブ単価×利用熱量(みなし計量)		
国内	日本	再生可能エネルギー熱利用の価値化(グリーン熱証書、J-クレジット等) ・グリーン電力証書との対比から、現在は特定計量器による実計測が前提。 ・産業・商業・家庭用共に、計測コストが高く、実用化につながらない現実。 ・求められる計測精度を明らかにし、安い計測技術を確立する事が最重要課題であるが、利用市場が見通せない中、民間企業での独自の取組みは進んでいない。		

図 I - 2 再生可能エネルギー熱の普及政策及び計測技術に関する国内外の動向

5. 再生可能エネルギー熱利用



エネルギー関係技術開発ロードマップ案

(2014.8 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料より抜粋)

図 I - 3 再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業の位置付け・必要性

II 研究開発マネジメントについて

II.1 事業の目標

平成 25 年度末までに、太陽熱利用設備、地中熱利用設備及び雪氷熱利用設備において使用される熱量を低コストかつ 20%未満の誤差で計測する技術を確立する。

II.2 事業計画の内容

II.2.1 研究開発の内容

II.2.1.1 事業全体の研究開発の内容

本事業の期間は、平成 23 年度から平成 25 年度までの 3 年間とし、共同研究事業（NEDO 負担率：2/3）として以下の研究開発項目を実施する（表 II-1）。

研究開発項目 1) 太陽熱利用計測技術

太陽熱利用設備（太陽熱とボイラー等を併用して給湯や空調などを行う設備）を対象として、当該設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み実際の負荷条件のもとで 1 年以上熱量を実測するとともに、当該設備に予め装備されているセンサーや、設備の仕様、設置されている地域の日射量といったデータを用いて熱量を計測（又は推定）し、実測結果と計測結果を比較検討・評価することで、最終的に低コストかつ 20%未満の誤差の計測技術を確立する。

研究開発項目 2) 地中熱利用計測技術

地中熱利用設備（地中熱をヒートポンプ等を用いて空調・給湯等に利用する設備）を対象として、当該設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み実際の負荷条件のもとで 1 年以上熱量を実測するとともに、当該設備に予め装備されているセンサーや、設備の仕様、設置されている地域の地中温度といったデータを用いて熱量を計測（又は推定）し、実測結果と計測結果を比較検討・評価することで、最終的に低コストかつ 20%未満の誤差の計測技術を確立する。

研究開発項目 3) 雪氷熱利用計測技術

雪氷熱利用設備（雪や氷を利用して一定の空間を冷却する設備）を対象として、当該利用設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み実際の負荷条件のもとで 1 年以上熱量を実測するとともに、当該設備に予め装備されているセンサーや、設備の仕様、設置されている地域の気温といったデータを用いて熱量を計測（又は推定）し、実測結果と計測結果を比較検討・評価することで、最終的に低コストかつ 20%未満の誤差の計測技術を確立する。

表Ⅱ－１ 研究開発目標と根拠

研究開発項目(個別テーマ)	研究開発目標	根拠
① 太陽熱利用計測技術	太陽熱とボイラー等を併用して給湯や空調などを行う設備を対象とし、熱量を簡易計測(又は推定)した結果と、特定計量器等を用いた高精度計測結果(リファレンス)とを比較検討・評価することで、 低コストかつ20%以内の誤差 の計測技術を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 環境価値の経済価値化 <ul style="list-style-type: none"> ・ 環境価値は生成した熱量に準ずるため、生成熱量の適正な計量方法が必要
② 地中熱利用計測技術	地中熱利用設備(地中熱をヒートポンプ等を用いて空調・給湯等に利用する設備)を対象とし、熱量を簡易計測(又は推定)した結果と、高精度計測結果とを比較検討・評価することで、 低コストかつ20%以内の誤差 の計測技術を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 課題 <ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、計量法に則った特定計量器である積算熱量計での熱量計量が必要 ・ 計量器の価格が、高価(数万円から十数万円)
③ 雪氷熱利用計測技術	雪氷熱利用設備(雪や氷を利用して一定の空間を冷却する設備)を対象とし、熱量を簡易計測(又は推定)した結果と、高精度計測結果とを比較検討・評価することで、 低コストかつ20%以内の誤差 の計測技術を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 方策 <ul style="list-style-type: none"> ・ コストと計量精度のバランスを備えた計量 ・ 方法も含めた計測技術の確立が期待される

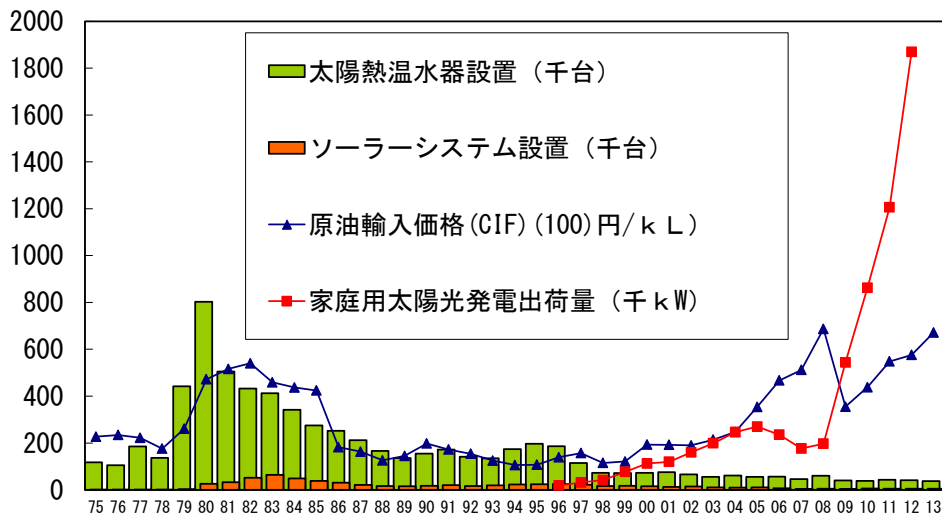
II.2.1.2 研究テーマ毎の研究開発の内容

(1) 太陽熱利用計測技術 太陽熱給湯設備対応熱量計測

(1.1) 背景と目的

再生可能エネルギーの利用は、導入コストや安定供給の面で課題はあるものの環境負荷が小さく、多くが国内調達可能なエネルギーであり、またエネルギー源の多様化や新たな市場・雇用機会の創出といった効果も期待できることから積極的な利用拡大が望まれている。中でも太陽エネルギーに関しては太陽光発電による電気利用が、電力の買取制度など国や自治体の補助政策により近年急速に普及拡大しているが、太陽熱利用に関しては1980年をピークに衰退しつつある（図Ⅱ（1）－1）。太陽熱温水システムの普及が進まなかった背景には機器コストが高い、デザイン性が悪い、認知度が低いことなどが阻害要因としてあげられる。今後、我が国で太陽熱利用の拡大に向けて、グリーン熱証書の利用など環境価値の経済価値化に向けた取組みが必要であるが、熱量計測は特定計量器の熱量計が高価なことや熱量計の検針コストが高いことが課題である。

そのため本事業では、太陽熱利用を対象に使用される熱量を低コストでかつ信頼性の高い精度で計測する手法を確立する。特に見なし計測による環境価値化は、検針およびその後の証書化に係る煩雑な事務費を大幅に削減し、環境価値とすることができることもあり、既に一部の国で施行されていて期待は大きい。今後、太陽熱温水システムの利用拡大とシステムの普及につながるように、環境価値化に向けた安価で精度の高い新たな計測方法を確立することを本事業の目的とする。



図Ⅱ（1）－1 普及の推移

※データ：一般社団法人ソーラーシステム振興協会、
一般社団法人太陽光発電協会

(1.2) 研究開発の概要

本事業においては、以下の3つの計測方法を検証する。なお、全ての計測方法においてリファレンスは特定計量器の熱量計による計測値とする（図Ⅱ(1)－2及び表Ⅱ(1)－1）。

① 簡易計測：外付簡易熱量計による計測方法

特定計量器ではなく、外付けで設置した安価な簡易熱量計による計測手法で、年間利用熱量のリファレンスとの誤差は±10%以内を目標とする。

② 簡易計測：内蔵簡易熱量計による計測方法

従来給湯機器等に内蔵された機器運転制御用センサーを用いて、給湯器リモコンに表示される数値から熱利用量を簡易に計測する手法で、年間利用熱量のリファレンスとの誤差は±10%以内を目標とする。

③ 見なし計測：シミュレーションによる計測方法

システムの仕様や気象データ等地域特性に基づくシミュレーションにより熱利用量を推定する計測手法で、シミュレーションソフトはEESLISMを使用し、年間利用熱量のリファレンスとの誤差は±20%未満を目標とする。

表Ⅱ(1)－1 研究開発目標と根拠

研究開発項目 (個別テーマ)	精度開発目標	コスト目標	根拠
①外付簡易計測 特定計量器ではなく、安価で外付け設置した計量器による計測	特定計量器をリファレンスとして年間太陽熱利用量において誤差±10%以内	リファレンスの概算価格 ↓ 25,000円程度 (ただし、検針事務費用は必要)	計量法に基づく特定計量器の誤差が±5%であり、計量器コスト削減のため誤差を±10%に設定
②内蔵簡易計測 給湯器などに内蔵された機器運転制御用センサーを用いた計測	特定計量器をリファレンスとして年間太陽熱利用量において誤差±10%以内	リファレンスの概算価格 ↓ ゼロ (ただし、検針事務費用は必要)	既に機器運転制御用センサーを用いて、機器に付属するリモコンに計測値を表示するため、機器本体および工事の増減はなし。簡易熱量計測の一つとして誤差は①とおなじ。
③見なし計測 システム仕様や地域特性に基づくシミュレーションによる計測	特定計量器をリファレンスとして年間太陽熱利用量において誤差±20%未満	リファレンスの概算価格 ↓ ほぼゼロ	シミュレーションソフトであるEESLISMおよびTANSYSは汎用プログラムであり、少ない入力項目で精度の高い計算を行うことが可能。計量器本体、取付工事、検針費用など必要なし

計量器	温度センサ	特徴
特定計量器A(特定計量器)	PT測温体	2つの温度センサの内、一つが体積計量部と一体化したもの
特定計量器B(特定計量器)	サーミスタ測温体	ソーラーメーカーが開発したもので、温度変動特性が良い
外付簡易熱量計	サーミスタ測温体	温度および流量センサは機器運転制御用を改良し、流用
内蔵簡易熱量計	サーミスタ測温体	機器に内蔵された運転制御用のセンサで計測し、付属のリモコンに表示



【特定計量器A 表示部】



【内蔵簡易熱量計 表示部】

左から

- ・特定計量器A(PT測温体と体積計量部一体型)
- ・特定計量器A(PT測温体)
- ・特定計量器B(サーミスタ測温体)
- ・外付簡易熱量計(サーミスタ測温体)

図Ⅱ(1)－2 計量器およびセンサー (一例)

(1.3) 実証事業スケジュール

本実証事業の研究期間は、平成23年9月15日より平成26年 3月20日までで、主な事業スケジュールの概要を図Ⅱ(1)－3に示す。平成23年度後期から平成24年度にかけて計測装置の設置を行い、データ収集は平成25年12月まで実施した。

簡易計測および見なし計測の評価は平成24年度から平成25年度に行った。また、アンケートは平成24年度と平成25年度に1回、計2回実施し、技術委員会は延べ6回実施した。

			23年度		24年度				25年度				
			10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	
設置・計測	模擬負荷	戸建（5件）			←→								取りまとめ 最終報告
		集合（2件）			←→								
	実負荷	戸建（93件）			←→								
		集合（1件）			←→								
評価	簡易計測	内蔵簡易熱量計	リファレンスとの比較		標準化検討								
		外付簡易熱量計	リファレンスとの比較										
	見なし計測			負荷想定		シミュレーション検証							
	温度センサの違いによる熱量計測の検証	JIA模擬負荷試験		フィールド									
	アンケート	設置時				第2回							
技術委員会			★		★	★	★			★	★		

図Ⅱ(1)－3 究開発のスケジュール

(2) 太陽熱利用計測技術 太陽熱空調設備対応熱量計測

(2.1) 背景と目的

既存の施設で稼働中の業務用太陽熱利用冷暖房システムを対象として、現在標準的に使用されている計測機器を当該システムに組み込み実際の負荷条件のもとで1年以上計測するとともに、参加事業者が独自開発する超音波熱量計を同様に組み込んで計測し、両者の計測結果を比較検討・評価することで業務用太陽熱利用冷暖房システムにおいて低コストかつ20%未満の誤差の計測技術を確立する（図Ⅱ(2)－1及び表Ⅱ(2)－1）。

(2.2) 研究開発の概要

事業者の自社施設に設置されたソーラークーリングシステムにおいて、事業者が予め組み込んでいた計測機器（日射計、温度センサー、流量計）のデータを用いてシステムの稼働評価を行い太陽熱利用量の定義やシステムとしての評価方法を確立する（図Ⅱ(2)－2及び図Ⅱ(2)－3）。

ソーラークーリングシステムの場合、太陽熱を冷暖房に利用するため、熱証書発行を検討する場合、冷房運転時に「利用した」とする熱量としていくつかの考え方があることに加え、吸収冷温水機による太陽熱からの冷房用冷水への変換効率を考慮して2次側熱量（冷熱）として扱おうとしても、外気温度や負荷率によって変化する実稼働時の変換効率がいくつになるか判明してしなかった。ソーラークーリングシステム用の吸収冷温水機は、太陽熱とガス等の燃料を併用し、かつ、内部構成要素を共用しているため、太陽熱から冷水への変換効率を計測することが困難であることが理由であるが、本事業においては間接的な手法を用いて、この変換効率を検証する。

また、実計測できたのが1システムであったため、検証を補完するため、現在製品化されている3メーカーのソーラー対応型吸収冷温水機についてシミュレーションを行った。

また、上記ビルの他にもソーラークーリングシステムに組み込んだビルに於いて、事業者の製品である超音波熱量計の流量計測データの評価結果と定期的な校正結果を用いてセンサー故障、計測精度劣化などの信頼性を評価し、超音波式流量計をソーラークーリングシステムに使用できることを実証する。

(参考)ソーラークーリングシステム(太陽熱空調システム)とは

[冷房時]

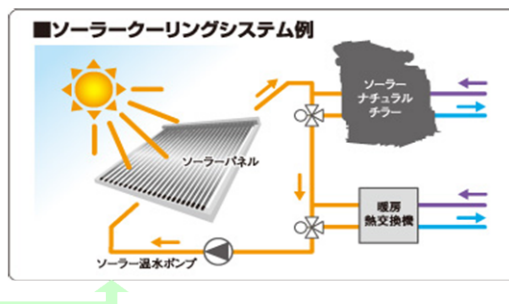


太陽熱や廃熱から冷水を発生できる熱源機は数種あるが、吸収冷凍機が最も一般的に使用される

(参考:吸収冷凍機の原理)

- ・冷媒として水を使用、「打ち水」の原理で冷房用の冷水を冷やす[蒸発器]。
- ・使用した冷媒水は蒸気となった後、吸収液(臭化リチウム水溶液等)に吸収される[吸収器]。
- ・吸収液が薄くなるので、加熱して再生するとともに、冷媒水を再度蒸気にする。太陽熱は、再生器の加熱に使用される[再生器]。
- ・蒸気となった冷媒水は冷却塔で冷やされて液体に戻り[凝縮器]、サイクルを繰り返す。

実際の空調設備としては、温水ボイラと同様の運転をして暖房用温水を発生させることができる「**吸収冷温水機**」(ナチュラルチラー)を使用する。また、通常、太陽熱だけでは足りないため、燃料(ガス、油)も併用する。

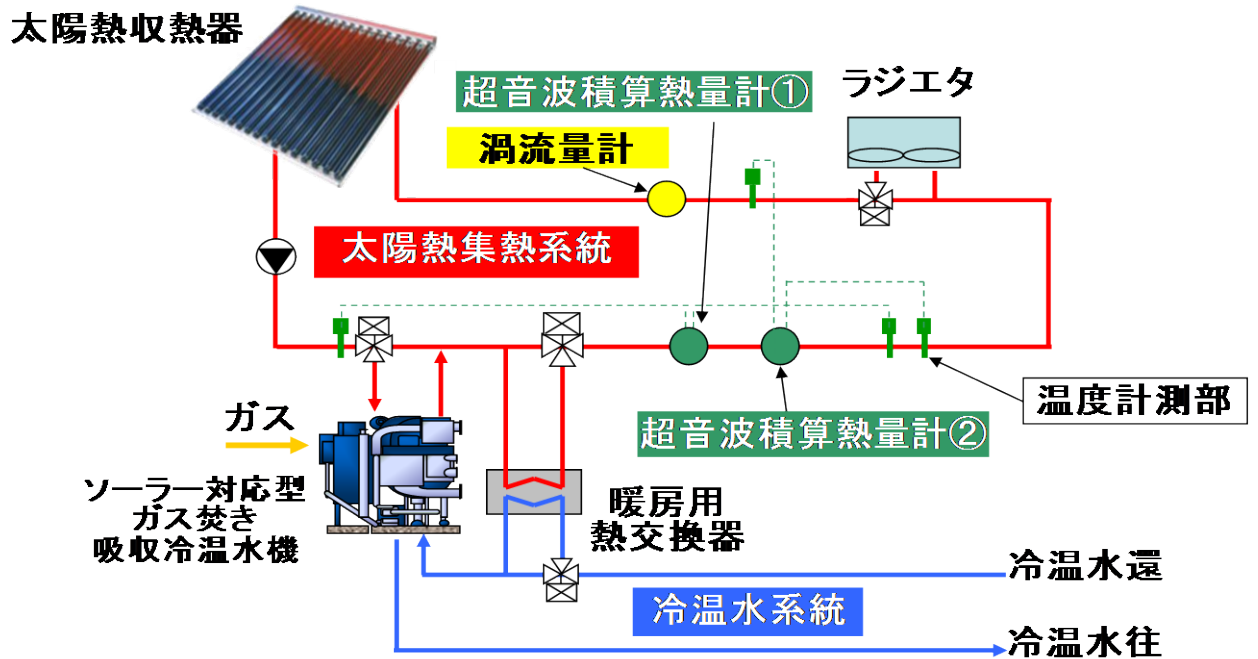


図Ⅱ(2)-1 ソーラークーリングシステム(太陽熱空調システム)


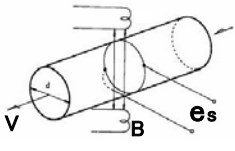

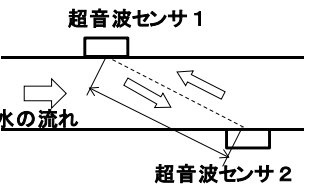
表Ⅱ(2)-1 研究開発目標と根拠

研究開発項目 (個別テーマ)	仕様・性能	コスト目標	根拠
①低コスト超音波積算熱量計の実証評価	超音波積算熱量計によって、低コストかつ20%未満の誤差でソーラークーリングシステムの熱量計測が行えることを実証する。	電磁よりも構造が簡単な超音波の技術により低コスト化を目指す。	超音波流量計は構造が簡単かつ可動部がないため、低コスト、精度の確保が期待できる。
②ソーラークーリングシステムの評価方法の確立	吸収冷温水機を用いたソーラークーリングシステムの太陽熱利用熱量を最も簡潔に計量するための測定器や測定位置を明確にする。	—	ソーラークーリングシステムは国内での設置実績がまだ少ないこともあって、計測方法に関する情報がほとんど開示されていない。
③吸収冷温水機を用いた太陽熱空調の利用熱量の定義の明確化	冷房運転時の太陽熱利用熱量として最も相応しい考え方、および、吸収冷温水機による冷房用冷水への変換効率を一定値とみなして差支えないことを提言する。	—	冷房運転時に「利用した」熱量として複数の考え方があることに加え、吸収冷温水機の2次側熱量(冷熱)として扱おうとしても、外気温度や負荷率によって変化する変換効率(COP)の特性が判明していない。

実証事業サイト システムフロー



図Ⅱ(2)－2 システムフロー (太陽熱空調システム)

<p>電磁式 (リファレンスモデル)</p> 	 <p>B 磁束密度 e_s 起電力 V 平均流速</p>	<p>超音波式 (評価対象モデル)</p> 	
<p>計測原理</p> <p>ファラデーの法則から水の流れる流路にコイルを使い磁界を発生させ、その磁界の中を導電性流体(水)が流れると流れと直角方向に流速と比例した起電力が生じる。この現象を利用し、検出した起電力から流速を求め、流路断面積を乗じて流量を出力する</p>		<p>計測原理</p> <p>流れの上下流に配置された超音波センサで交互に超音波の送受信すると、上流→下流と下流→上流で超音波の伝搬時間差が生じる。この時間差とセンサ間の距離、流れる水の音速から流速を求め、流路断面積を乗じて流量を出力する</p>	
<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・適用流体: 導電性流体 ・密度や粘性の影響を受けない ・導電性の異物が流路に付着すると影響を受ける ・流量計測精度: 高精度 ・上流側直管部: 必要 ・相対コスト: 高 ・圧力損失: なし 		<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・密度、温度、圧力の影響が小さい ・流体に気泡が混じると影響を受ける ・流量計測精度: 中～高精度 ・上流側直管部: 必要、不要な製品もある ・相対コスト: 低～高 ・圧力損失: なし(流路形状による) 	

図Ⅱ(2)－3 流量計測原理と特徴

(2.3) 実証事業スケジュール

本実証事業の研究期間は、平成23年9月15日より平成26年 3月20日までで、主な事業スケジュールの概要を図Ⅱ(2)－3に示す。平成23年度内に計測装置の設置を行い、データ収集は平成25年1月末まで実施した。技術評価委員会は延べ5回実施した。

事業項目	平成23年度				平成24年度				平成25年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
①超音波式熱量計取付位置 検討・選定[湘南、熊谷]			→									
②超音波式熱量計取付工事・ データロガー等計測機器 設置[湘南、熊谷]				→								
③超音波式熱量計評価					[第1期]		[第2期]		[第3期]		[第4期]	
④ソーラークーリング システム稼動評価					[第1期]		[第2期]		[第3期]		[第4期]	
⑤技術評価委員会の開催・ 報告書作成				● [事前検討]		● [第1期評価]		● [第3期評価]		● [第2期評価]		● [最終評価]

図Ⅱ(2)－3 研究開発のスケジュール

(3) 太陽熱利用計測技術 空気集熱式太陽熱熱量計測

(3.1) 背景と目的

再生可能熱エネルギーの証書発行においては、その利用熱量計を正確に計量することが必要だが、住宅および住宅規模の建築物に温度計・風量計等を導入し熱量の計測を行うことは、コスト面から折り合わない。他方、証書化や環境価値の取引を行うことができなければ、固定価格買い取り制度を導入した電力市場のような補助を受けての市場活性化を望むことができない。そこで、本研究では前述の計測装置に依らず、より安価で正確に熱量を計測するための手法を確立することを目的とし、実証試験を実施する。

(3.2) 研究開発の概要

空気式太陽熱暖房・給湯システムを対象として以下に示す3項目の計測を行い、簡易計量手法、シミュレーションによる推定手法ともに、計測（又は推定）結果を比較検討・評価し、低コストかつ20%未満の誤差に収まる計測（又は推定）手法を確立する（表Ⅱ（3）-1及び2）。

① 簡易計量手法

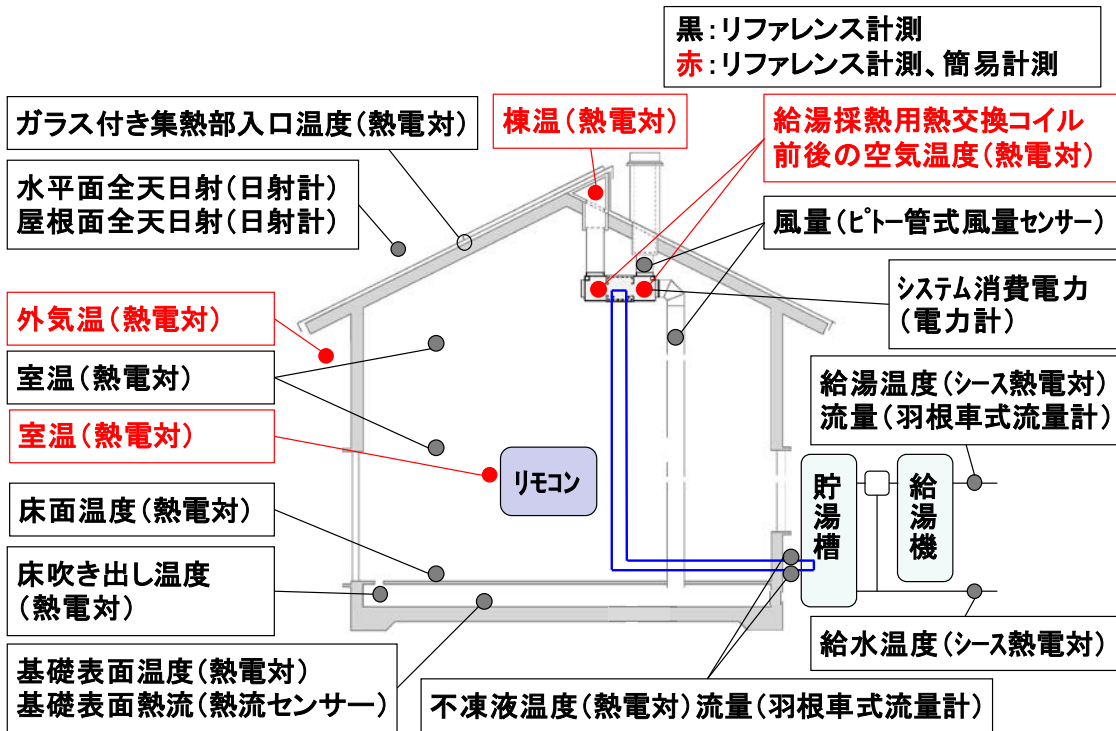
当該設備に予め装備されているセンサーや制御情報から熱量を測定する（図Ⅱ（3）-1及び2）。

② シミュレーションによる推定手法

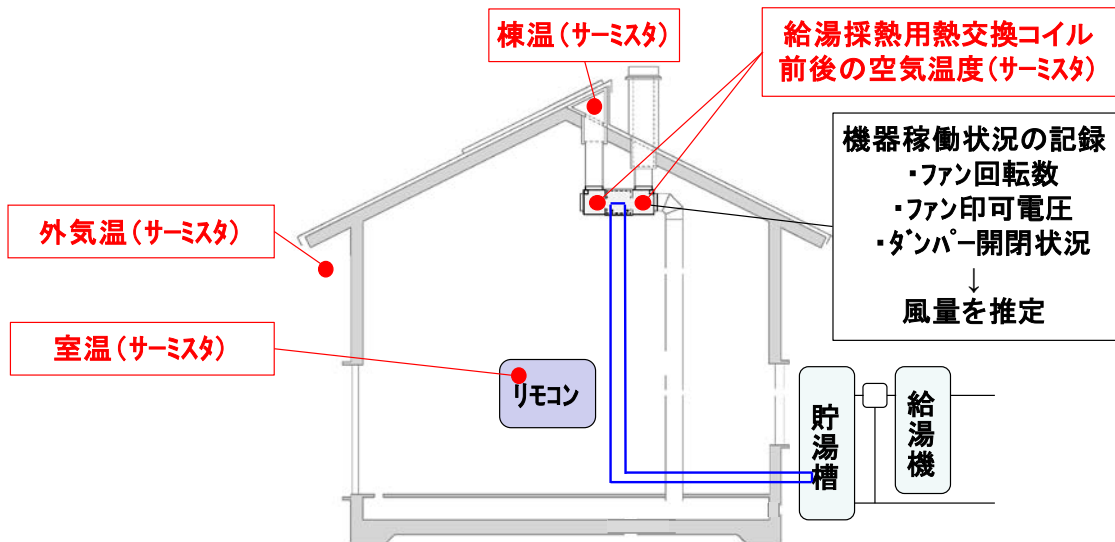
設備の仕様、設置されている地域の日射量といったデータから数値計算手法を用いて熱量を推定する。

③ 詳細実測（以降リファレンス計測と記す）

当該設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み、実際の負荷条件のもとで1年以上詳細熱量を実測する（図Ⅱ（3）-1）。



図Ⅱ(3)-1 リファレンス計測 計測点



※熱量は10秒ごとに算出され、15分の積算値としてリモコン内に記録される
改良型簡易計測では、10秒データを記録する

図Ⅱ(3)-2 簡易計測 計測点

表Ⅱ(3)ー1 シミュレーションによる推定

ソフトウェア概要	シミュレーションソフトウェアには、工学院大学 宇田川研究室にて開発されたEESLISM (Energy and Environment Simulator with Linear Subsystem Models)にOMソーラーとの共同開発により空気集熱器の計算モジュールを追加。建築と設備の連成シミュレーションが可能。
断熱外皮	断熱外皮の入力は建物図面を参考に建物熱的境界の面積、材料を入力 主な入力値として方位別の外皮面積、断熱材仕様・厚さ、開口部仕様・寸法等
室温計算	建物内部温度の計算は、OM対象室(OMソーラー製ソーラーシステム利用施設)、OM非対象室、OM対象床下、OM非対象床下、小屋裏空間の5部屋として計算を行う。実際の建物が多数室であってもOM対象範囲であればOM対象室として単室で計算する。
集熱面	集熱面の寸法については、建物図面を参考に入力 予備集熱面については、鋼板の色、空気層厚さを選択 硝子付集熱面については、製品を選択
集熱風量	集熱風量は目標温度前後部分について棟温度をベースに比例制御
気象データ	詳細計測データをベースに未計測部分を同期間の近隣気象データより補間 日射量： 詳細計測の水平面日射量を直散分離(宇田川法) 夜間放射量： 詳細計測の気温、近隣気象官署データ*の湿度、雲量 外気温： 詳細計測の気温 風向風速： 近隣アメダス(又は官署)データ*の風向・風速 *東京物件における近隣データには東京都 東京を使用

表Ⅱ(3)ー2 研究開発目標と根拠

研究開発項目 (個別テーマ)	仕様・性能	コスト目標	根拠
①簡易計測手法の 開発	簡易的な計測機器を用いることにより、低コストで利用熱量誤差20%未満で算定する手法の開発	リファレンスの概算価格 60万円 ↓ 簡易計測の概算価格 0円(システム内蔵)	空気集熱は水式に比較し集熱時の差温が大きくなるため、サーミスタでも温度の測定誤差が少ないこと。風量は風量特性の範囲で推定できると考えられることから
②シミュレーション による熱量推定手 法の開発	数値計算を用いた利用熱量の推定をより高い精度(誤差20%未満)で実施する技術の開発	リファレンスの概算価格 60万円 ↓ シミュレーション推定の概算価格 0円	シミュレーションによる推定手法には40年近い歴史があり、より正確な入力を行うことでかなり高い精度での推定を行うことが可能となったため。ソフトウェアは無償配布

(3.3) 実証事業スケジュール

本実証事業の研究期間は、平成23年9月15日より平成26年 3月20日までで、主な事業スケジュールの概要を図Ⅱ(3)－3に示す。平成23年度後期から平成24年度にかけて計測装置の設置を行い、データ収集は平成25年末で実施した。技術委員会は延べ10回実施した。

作業内容	主担当※	H23年度	H24年度		H25年度	
計測物件の選定	OM	←→				
計測計画の立案	BRI	←→				
計測機器の取付	OM	←→				
計測データ分析	BRI		←→			
シミュレーション検討	BRI			←→		
技術委員会	OM	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●

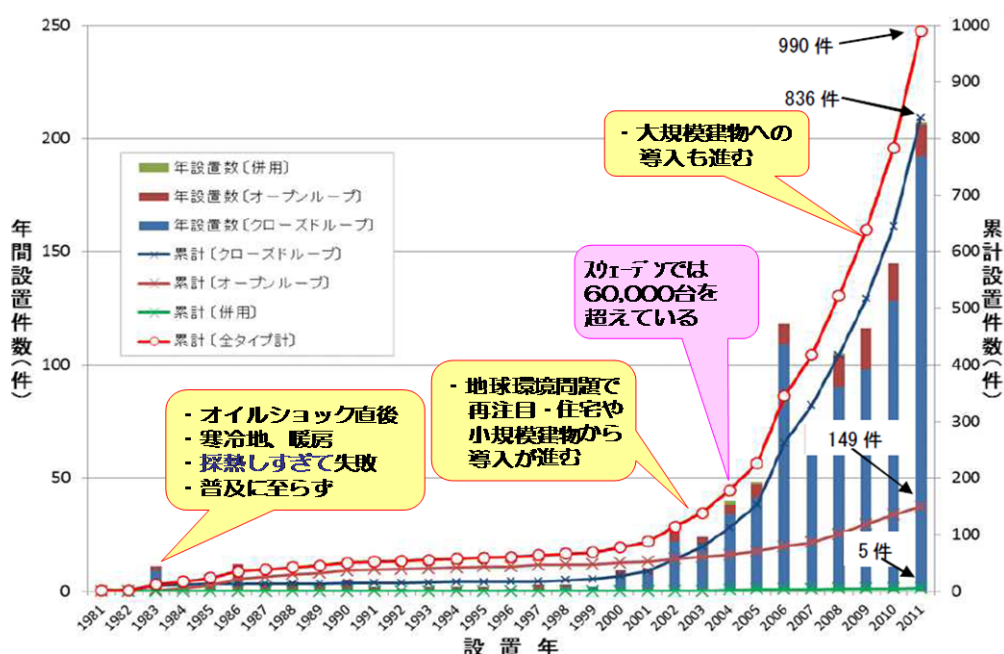
※ OM:OMソーラー、BRI:建築研究所

図Ⅱ(3)－3 研究開発のスケジュール

(4) 地中熱利用計測技術 地中熱システム対応熱量計測

(4.1) 事業の目的と目標

再生可能エネルギーである地中熱利用システムの設置件数は増えているが、絶対数では欧米に大きく遅れている（図Ⅱ（4）－1）。地中熱のグリーン熱としての普及環境を整備するため、地中熱利用設備を対象として、当該設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み実際の負荷条件のもとで1年以上熱量を実測する。また当該設備に予め装備されているセンサーや、設備の仕様、設置されている地域の地中温度といったデータなどを用いて熱量を計測（又は推定）する。これらの実測結果と計測結果を技術委員会において比較・評価することで、本事業では地中熱利用設備での簡易な熱量計測技術および熱量推定技術の確立を目的とする。簡易計測は低コストかつ20%未満の誤差を目標とする。



環境省：「地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況調査結果」資料(平成24年11月13日)より抜粋

図Ⅱ（4）－1 国内外の地中熱利用の動向

(4.2) 研究開発の概要

本事業では、地中熱ヒートポンプの一次側（熱源側）システムに、低コストの熱量計測システムとリファレンスとなる高精度の熱量計測システムを設置し、実測データを取得する。また、間接式の二次側（利用側）システムにおいても、リファレンスとなる高精度の熱量計測システムで実測データの取得を行う。取得されたデータは、それぞれの地中熱ヒートポンプシステムの諸特性（設

置条件、運転形態、熱媒の特性等)を考慮して解析し、適用した低コスト熱量計測システムの評価を行う(図Ⅱ(4)－2及び表Ⅱ(4)－1)。また、これらの実測による熱量算定と並行して、それぞれのシステムにおいて消費電力等から熱量を推定する方法を検討する。以上の結果にもとづき、グリーン熱の算定に必要な熱量計測指針を作成するとともに、20%未満の誤差の低コスト熱量計の基本設計を行う。

本事業での研究項目およびその内容は以下の通りである。

① 地中熱ヒートポンプシステムの計画・設置

全国に散在する9箇所で、各施設の負荷熱量に応じた地中熱ヒートポンプシステムを計画・設置する(表Ⅱ(4)－2)。

② 一次側及び二次側システムの計測

各設備の一次側及び二次側システムにおいて、流量、温度、熱量等について、1年以上にわたり、高精度計測と低コスト計測器による計測(簡易計測)を同時に行う。

③ 低コスト計測器による熱量計測(簡易計測)技術の検討

9設備での実証データから、簡易計測の誤差を分析し、誤差20%未満となる簡易計測方法について検討する。

④ 熱量推定方法の検討

ヒートポンプまたは循環ポンプの消費電力量等から、熱量、流量を推定する方法について検討し、高精度計測結果と比較する。

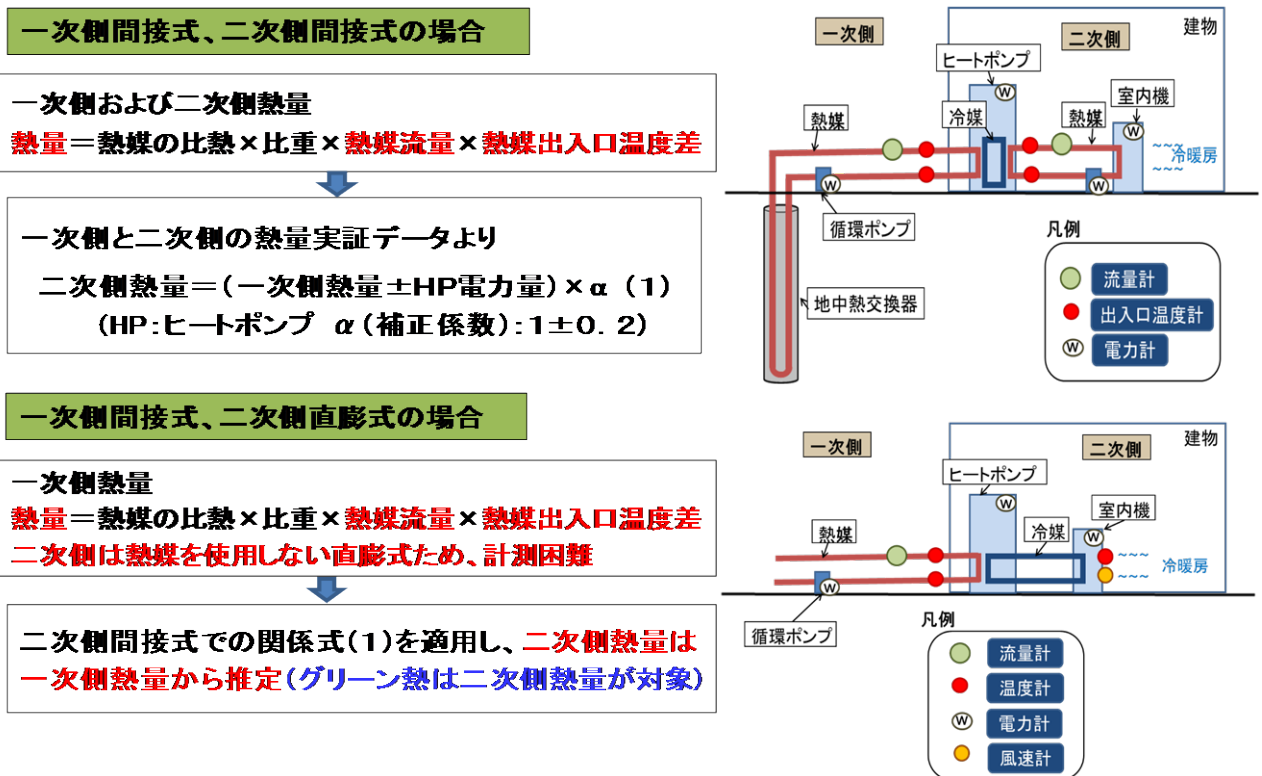
⑤ 計測指針の作成と低コスト熱量計の基本設計

以上の検討結果を基に、地中熱ヒートポンプシステムでの熱量計測指針を作成した。低コスト熱量計のモデルケースを設定する。

表Ⅱ(4)－1 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標	根拠
地中熱ヒートポンプシステム一次(熱源)側、二次(利用)側の熱量計測*	全国9箇所で、1年以上の継続した熱量計測、計測技術実証	・気候条件が異なる地点での計測 ・一次側熱量と二次側熱量の関係を把握
簡易計測技術	簡易計測技術を開発し、低コストかつ誤差20%未満を達成する	熱量計測の簡易かつ低コスト化
熱量推定方法	熱量推定方法を開発し、低コストかつ誤差20%未満を達成する	熱量計測を伴わない、より簡易かつ低コスト化方法の開発
計測指針の作成と熱量計の基本設計	計測指針の作成と熱量計の基本設計の提示	地中熱利用熱量計測技術の普及

* グリーン熱は二次側熱量が原則である。しかし、地中熱設備で導入数が多い、二次側直膨式地中熱ヒートポンプシステム(熱媒を使用しない方式)では、二次側熱量計測が難しい。一方、一次側は熱媒が循環する間接式なので、通常の熱量計測が適用できる。従って、本事業では一次側での熱量計測を基本とし、間接式の場合は二次側でも熱量計測を行う。



図Ⅱ(4)－2 計測の概要

表Ⅱ(4)－2 地中熱ヒートポンプ設備、規模

番号	場所	対象施設	ヒートポンプ能力	ヒートポンプシステム方式 一次側/二次側	実施担当会社
①	札幌	工場	30kW	間接式/間接式	サンポット株式会社
②	札幌	大学体育館	100kW	間接式/間接式	学校法人北海道尚志学園
③	帯広	融雪設備	10kW	間接式/間接式	サンポット株式会社
④	花巻	工場	50kW	間接式/間接式	サンポット株式会社
⑤	仙台	事務所	100kW	間接式/直膨式	応用地質株式会社
⑥	長野	事務所	112kW	間接式/直膨式	株式会社角藤
⑦	さいたま	店舗	22kW	間接式/直膨式	JFEエンジニアリング株式会社 株式会社セブン・イレブン・ジャパン
⑧	甲府	大学研究室	30kW	間接式/直膨式	株式会社萩原ボーリング
⑨	福津	店舗	22kW	間接式/直膨式	JFEエンジニアリング株式会社 株式会社セブン・イレブン・ジャパン

(4.3) 実証事業スケジュール

本実証事業の研究期間は、平成23年9月15日より平成26年3月20日までで、主な事業スケジュールの概要を図Ⅱ(4)－3に示す。平成23年度後期から平成24年度にかけて計測装置の設置を行い、データ収集は平成25年12月まで実施した。技術委員会は延べ7回実施した。

研究開発項目	2011	2012	2013
地中熱ヒートポンプシステム一次側および二次側の熱量計測	←————→		
簡易計測技術		←————→	
熱量推定方法	←————→		
計測指針の作成と熱量計の基本設計			←————→
技術検討委員会	● ●	● ● ●	● ●

図Ⅱ(4)－3 研究開発のスケジュール

(5) 地中熱利用計測技術 地中熱管外熱量計測

(5.1) 背景と目的

再生可能エネルギーとしての熱利用を拡大するためには、グリーン熱証書の利用など環境価値の経済価値化に向けた取り組みが必要であるが、そのためには熱量計測が必須であり、低コストでかつ信頼性のある熱量計測技術を確立する必要がある。

よって、本実証事業では、地中熱利用を対象に、使用される熱量を低コストでかつ小さい誤差で計測する手法を確立する（表Ⅱ（5）－1）。

具体的には以下の二つの手法による熱量を計測・推定する技術を確立し、実証を行う。

- 1) 管外設置型計測センサーによる熱量推定技術
- 2) ヒートポンプ機内計測値による熱量推定技術

(5.2) 研究開発の概要

① 従来の計測技術(積算熱量計および管内計測技術)

従来、地中熱熱交換器の採熱量は積算熱量計により計測されてきた。

積算熱量計の概念図を図Ⅱ（5）－1に示す。積算熱量計は地中熱交換器の出入口温度を測定する配管挿入型温度センサー2本と管路に取り付けた流量計（電磁流量計もしくは羽根車式流量計）、計測した温度と循環流量から熱量を演算する演算部で構成される。熱量は出入口温度差と循環流量より以下の式(2-1)により求められる。

$$Q = c_w \cdot \rho_w \cdot G_{uf} \cdot \Delta T_p \quad (2-1)$$

また、積算熱量計を用いずに出入口温度と循環流量の測定を行い、演算は表計算などを用いて行う場合もあるが、この場合についても得られる結果は同じとなる。

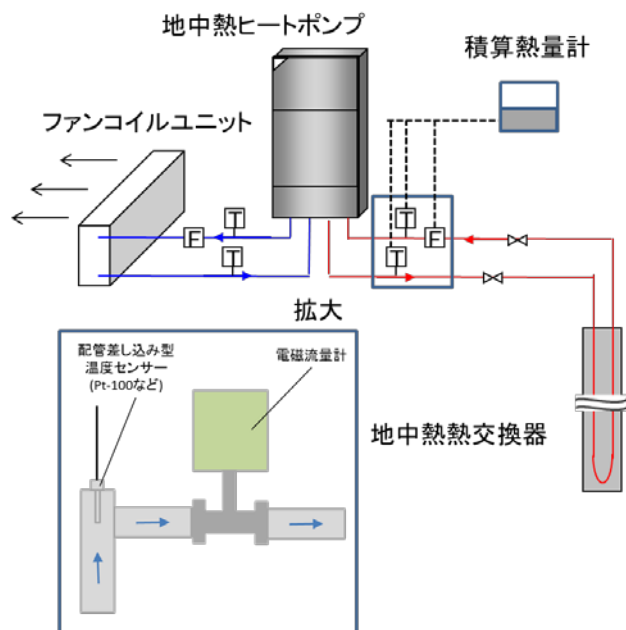


写真 積算熱量計(愛知時計電機製)

図Ⅱ(5)－1 積算熱量計概念図

② 管外設置型計測センサーによる熱量推定技術

従来の計測技術では、熱量計測を行っていない既設設備で新たに熱量計測を行おうとすると、管路を切り込む配管工事が伴うため、設備休止や工事コストの問題が生じる。そこで、既存設備においても導入し易く、信頼性のある熱量計測・推定技術の確立を目的として、配管工事を伴わずに「熱媒温度」と「熱媒流量」を計測または推定できる方法を確立する。

管外計測技術の概念図を図Ⅱ(5)－2に示す。本計測技術は、管壁温度センサー、管壁から数 cm 離れた位置の空気温度を測る周囲温度センサー、超音波流量計などで構成される管外設置型計測センサーと、周囲温度や流量などをもとに管壁温度に補正を行い、管内熱媒温度を推定し、さらには推定

した温度と循環流量から熱量を演算する演算部で構成される。

管壁温度センサーで管内熱媒温度を計測することはできないが、周囲温度や流量などをもとに管壁温度に補正を行い、管内熱媒温度を推定することが可能であると考えられる。

流量計測については、「管外設置超音波流量計」による計測を基本とする。管外設置超音波流量計は計量法の特定制量器でも採用されている羽根車式流量計より流量計測精度が高いため、表面温度センサーの精度がある程度確保できれば、積算した熱量を目標とする 20%未満の誤差に納めることは十分に可能と考える。

上記のように管内熱媒温度を推定し、管外設置超音波流量計により循環流量の測定ができれば、熱量は、出入口温度差と循環流量より算出できる。

結果として、管外設置型温度センサーを用いることで、既存設備において配管工事を行わずに地中熱ヒートポンプ一次側の出入口温度や循環流量を計測し、熱量を推定できるようになる。

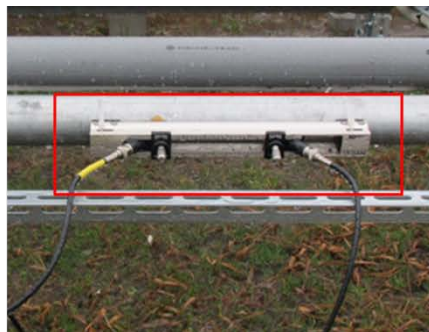
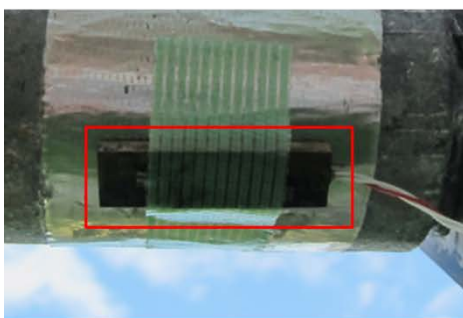
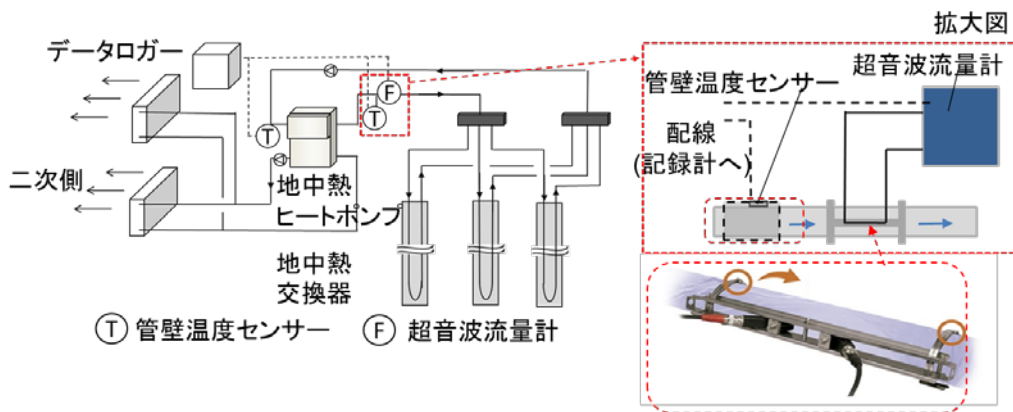


写真 管壁温度センサー(左)、超音波流量計感知部(中)、超音波流量計流量指示部(右)

図Ⅱ(5)－2 管外計測技術概念図

③ ヒートポンプ機内計測値による熱量推定技術

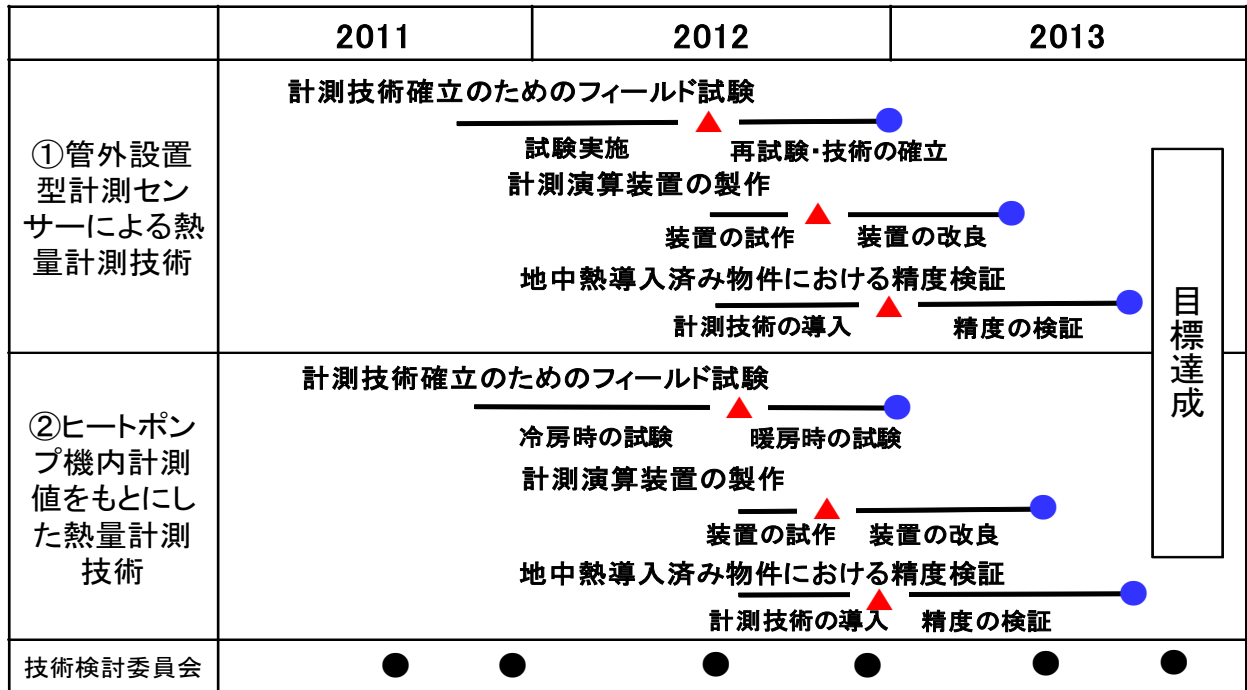
ヒートポンプ機内計測値による熱量計測技術は冷媒エンタルピー法(以下RE法とする)に基づく計測技術である。RE法に基づく計測手法は冷媒のエンタルピー差および冷媒循環流量より出力を算定する技術である。その特徴としては、ヒートポンプ機内での計測結果を使用するため計測対象の空調方式を限定せず、施工も比較的容易に行えることが挙げられる。また近年、コンプレッサーカーブ法(以下CC法とする)1)、2)や簡略CC法3)を用いた計測技術として多数の報告があるが、特にこれらの技術では圧縮機の電源周波数、低圧(圧縮機入口)圧力、高圧(圧縮機出口)圧力、消費電力等から得られる回帰式により冷媒循環流量を換算して求めるため、換算式の信頼性が高ければ冷媒循環流量の測定自体を必要とせず、他の計測技術に比べてコスト面において有利になる可能性を有している。また、測定を行う低圧圧力、高圧圧力はヒートポンプのCOP向上および低下に最も影響をもたらす要因の一つと考えられることから、これらの測定値とCOPを比較することでヒートポンプの性能検証が可能であるという特徴もある。

表Ⅱ(5)－1 研究開発目標と根拠

研究開発項目 (個別テーマ)	研究開発目標	設置コスト	根拠
①管外設置型計測センサーによる熱量計測技術の開発	低コストな熱量計測技術を確立し、地中熱導入済み建物への計測技術の導入を実施し、積算熱量計による計測結果との比較で計測誤差20%未満を達成する。	配管切込みを伴わないため、配管工事コストが不要。既存導入施設への設置に有利。	簡単な円筒1次元定常熱伝導の補正で精度確保が可能である。
②ヒートポンプ機内計測値をもとにした熱量計測技術の開発	低コストな熱量計測技術を確立し、地中熱導入済み建物への計測技術の導入を実施し、積算熱量計による計測結果との比較で計測誤差20%未満を達成する。	比較的高価な流量計の設置を必要としない。	水冷エアコン地中熱適用開発で機内計測を実施し、ある程度精度の見込みがある。

(5.3) 実証事業スケジュール

本実証事業の研究期間は、平成23年9月15日より平成26年 3月20日までで、主な事業スケジュールの概要を図Ⅱ(5)－3に示す。平成23年度後期から平成24年度にかけて計測装置の設置を行い、データ収集は平成25年12月まで実施した。技術検討委員会は延べ6回実施した。



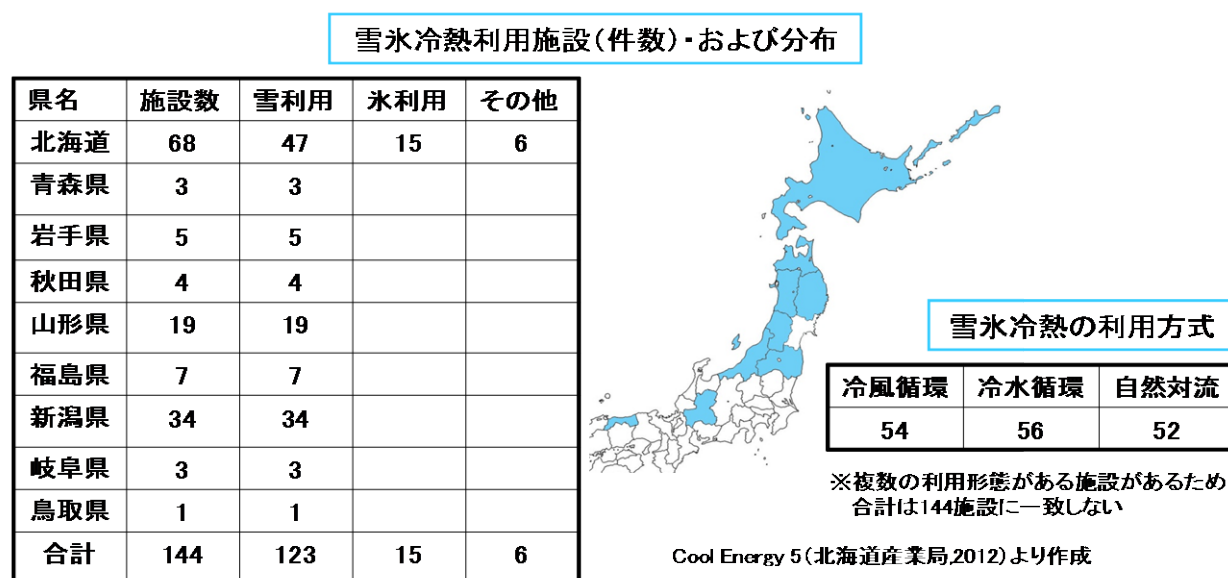
図Ⅱ(5)－3 研究開発のスケジュール

(6) 雪氷熱利用計測技術 冷風循環設備対応熱量計測

(6.1) 背景と目的

再生可能エネルギーは、コストや供給安定性の面で課題はあるものの、環境負荷が小さく、多くが国内調達可能なエネルギーであること、また、エネルギー源の多様化や新たな市場・雇用機会の創出といった効果も期待できることから、積極的な利用拡大が望まれている（図Ⅱ(6)－1）。本実証事業では、グリーン熱証書制度等の認証基準を満足し、かつ低コストな雪氷熱の利用冷熱量の計測手法を確立することを目指し、さらに、ランニング段階での支援の拡大や、グリーン熱の利用拡大・普及に資することを目的とした。

- 雪氷冷熱は北日本を中心に農産物の長期貯蔵や建物の冷房用に利用
- 雪氷冷熱は太陽光や風力などとともに再生可能エネルギーとして位置づけられている



図Ⅱ(6)－1 国内外の研究開発の動向

(6.2) 研究開発の概要

事業では、自然氷を冷熱源として利用する「直接熱交換型冷風循環方式」の雪氷冷熱利用施設であるアイスシェルターを対象とした。利用冷熱量を高精度で計測する手法（以下、基準計測とする）を確立し、あわせて3種の簡易計測手法を検討し、基準計測手法との比較を行うことで、低コストかつ計測誤差20%未満で利用冷熱量を計測する手法を確立することを目標とした。各計測手法は以下の通りである（図Ⅱ(6)－2及び表Ⅱ(6)－1）。また、施設概要を図Ⅱ(6)－3に示す。

1) 高精度計測（基準計測）

精度が高く、高コストな計測器（加温プローブ式温・湿度計、超音波流量計）で計測し、冷熱量を算出する。

2) 簡易計測

簡易計測1：低コストな計測器（サーミスタ温・湿度計、多孔ピトー管風量計）で計測し、基準計測と同様の方法で冷熱量を算出する。

簡易計測2：低コストな計測器（サーミスタ温度計、多孔ピトー管風量計）で計測し、温度差より冷熱量を算出する。

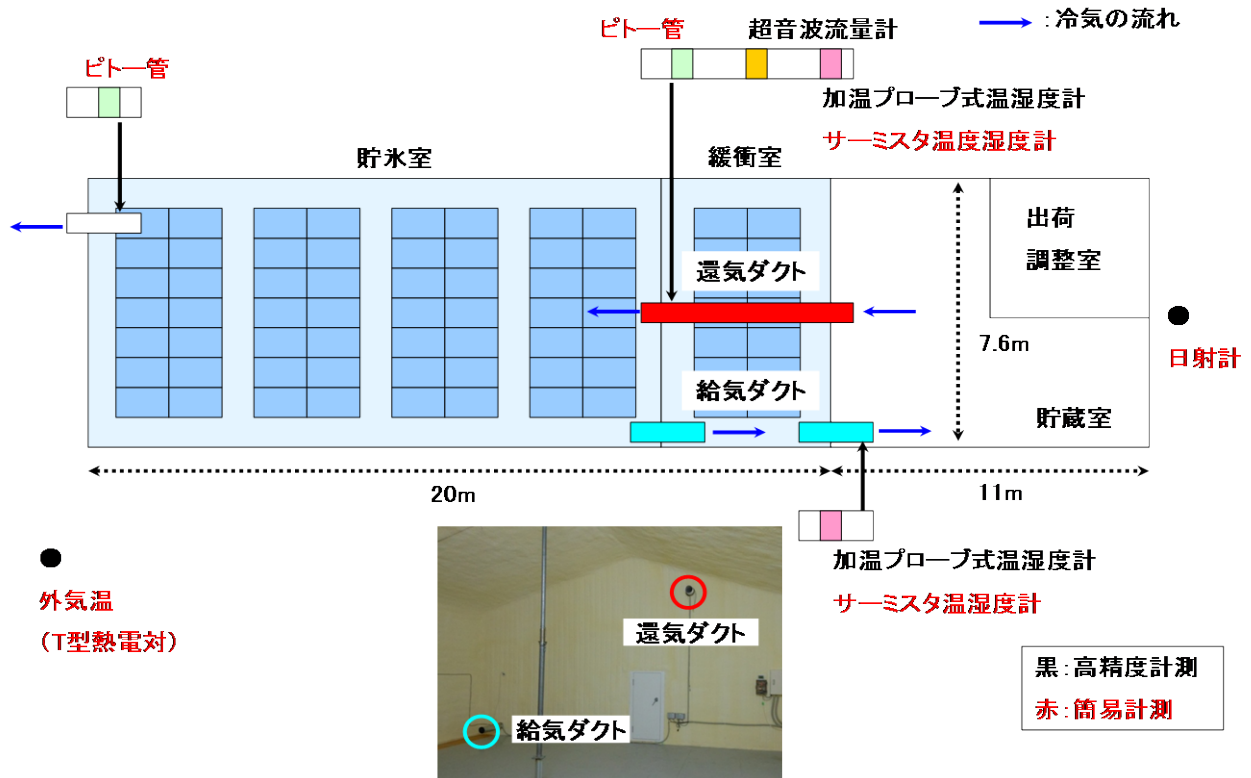
簡易計測3：周辺環境を含む内外部のデータ計測（温度、日射量など）により、貯氷室の熱収支から冷熱量を推算する。

表Ⅱ(6)－1 研究開発目標と根拠

研究開発項目(個別テーマ)	精度目標	コスト目標	根拠
簡易計測1 (エンタルピー差)	低コストな計測器(サーミスタ温・湿度計、多孔ピトー管風量計)で計測し、エンタルピー差より冷熱量を算出。 高精度計測から20%未満の誤差となる計測方法を確立する。	高精度計測より低コスト	低コストな測器を利用し、高精度計測※と同じ方法で使用冷熱量を算出することで、低コストで精度の高い計測が可能。
簡易計測2 (温度差)	低コストな計測器(サーミスタ温度計、多孔ピトー管風量計)で計測し、温度差より冷熱量を算出。 高精度計測から20%未満の誤差となる計測方法を確立する。	高精度計測より低コスト	湿度計測を減らし、熱量算出方法を簡易化することで、簡易計測1より低コストな計測が可能。
簡易計測3 (熱収支)	貯氷室の熱収支から冷熱量を算出。 高精度計測から20%未満の誤差となる計測方法を確立する。	高精度計測より低コスト	熱電対、日射計、データロガーのみで計測するため、簡易で低コストな計測が可能。



図Ⅱ(6)－2 計測機器



図Ⅱ(6)－3 施設概要 (上面図)

(6.3) 実証事業スケジュール

本実証事業の研究期間は、平成23年9月15日より平成26年 3月20日までで、主な事業スケジュールの概要を図Ⅱ(6)－3に示す。平成23年度内で計測装置の設置を行い、データ収集は平成25年度末まで実施した。技術検討委員会は延べ6回実施した(図Ⅱ(6)－3)。

事業計画	23年度		24年度				25年度			
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
【計測システム構築】										
アイスシェルター製作・設置	←→									
計測用測器設置	←→									
【データ収集・冷熱量の算出】										
簡易計測 1 (エンタルピー差)			←→							
簡易計測 2 (温度差)			←→							
簡易計測 3 (建物の熱収支)			←→							
技術検討委員会	●		●	●	●		●			●

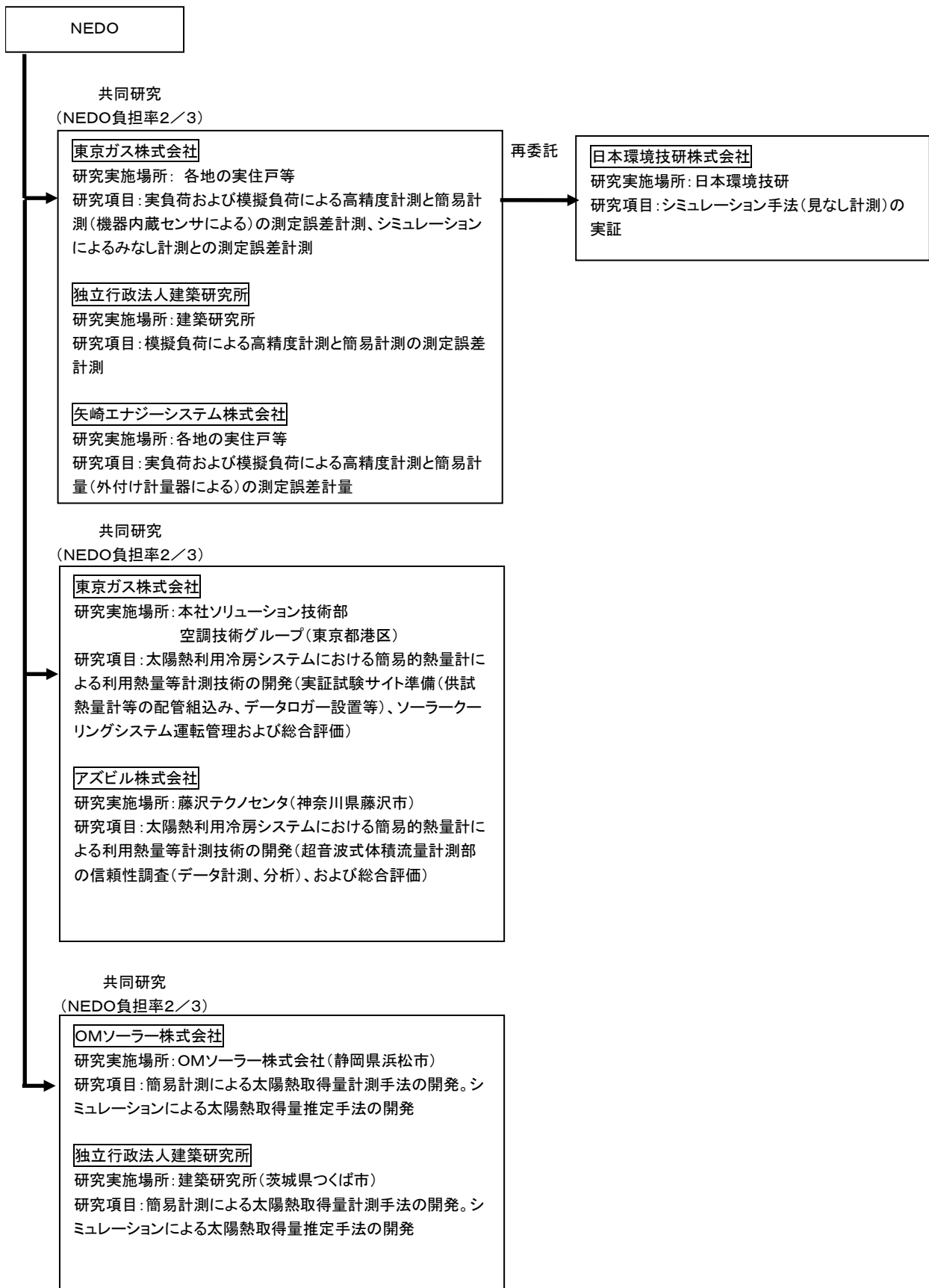
図Ⅱ(6)－3 研究開発のスケジュール

II.2.2 研究開発の実施体制

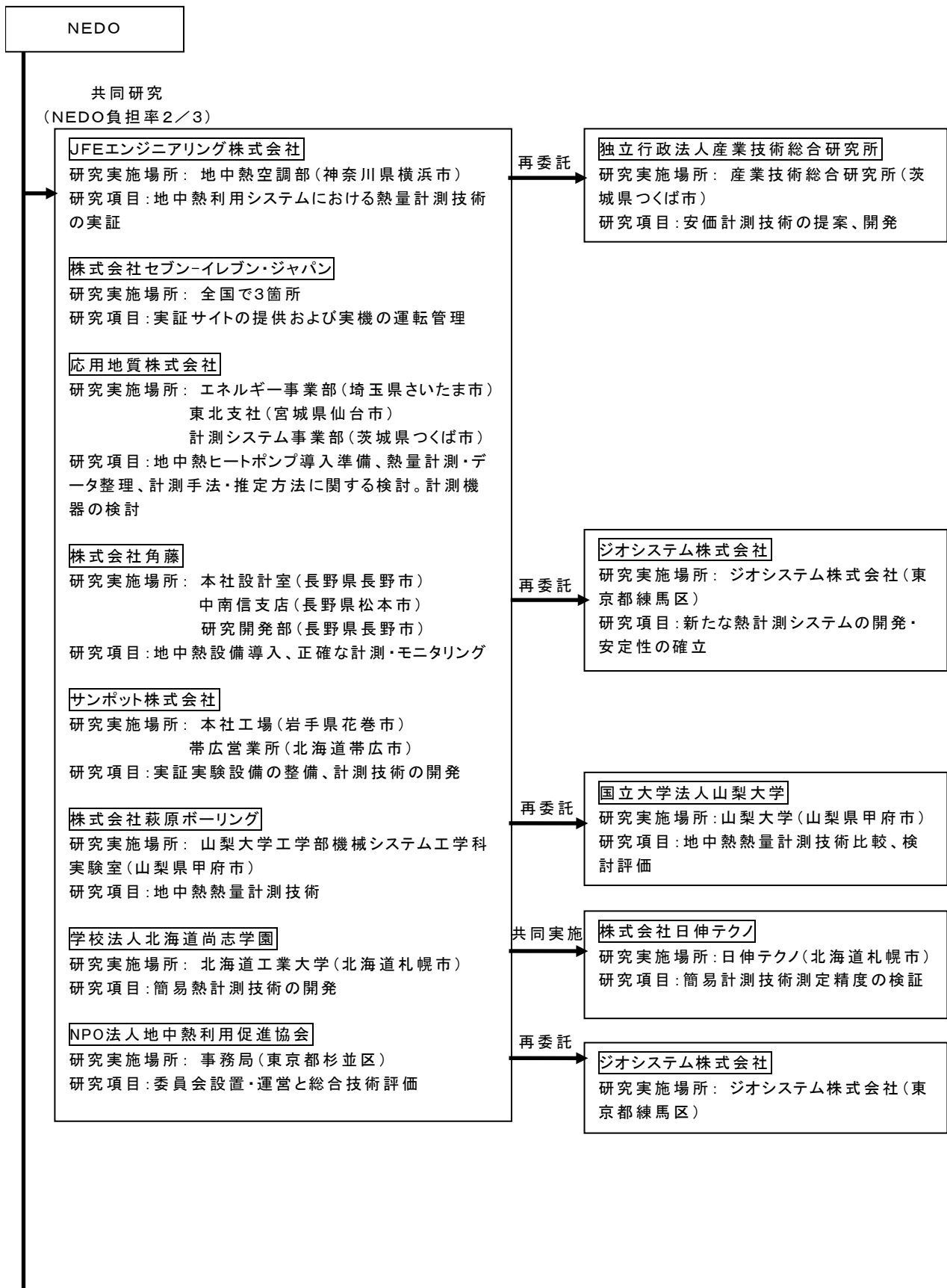
本研究開発は、NEDOが単独ないし複数の企業、大学等の研究機関（原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。）から公募によって研究開発実施者を選定し、共同研究により実施する。

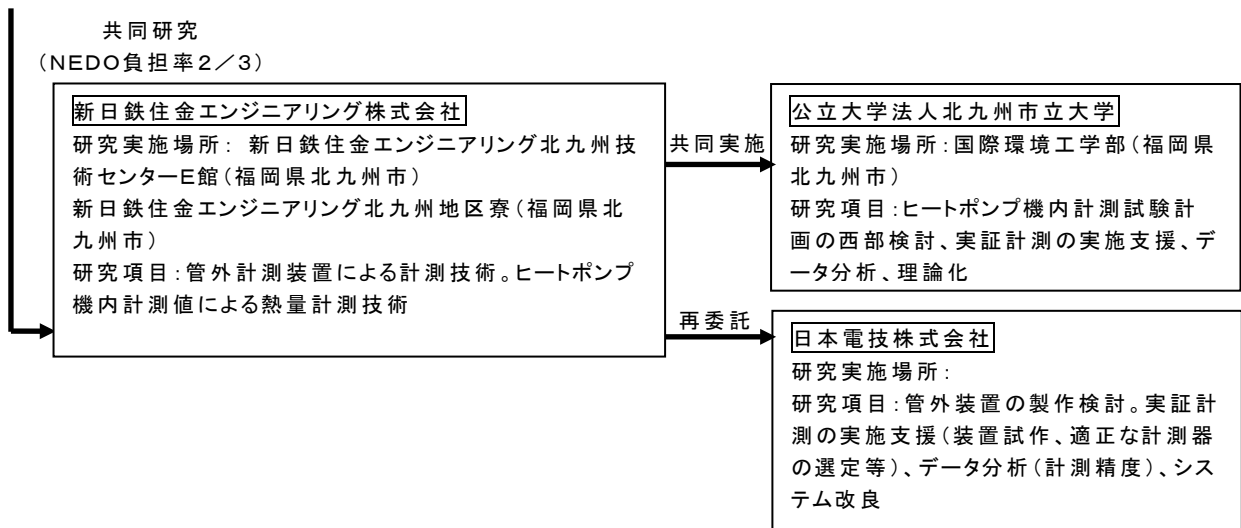
各研究開発項目における実施テーマ名と実施機関および具体的な研究項目について次ページ以降に実施体制図として纏める。

事業実施体制図
①太陽熱利用計測技術

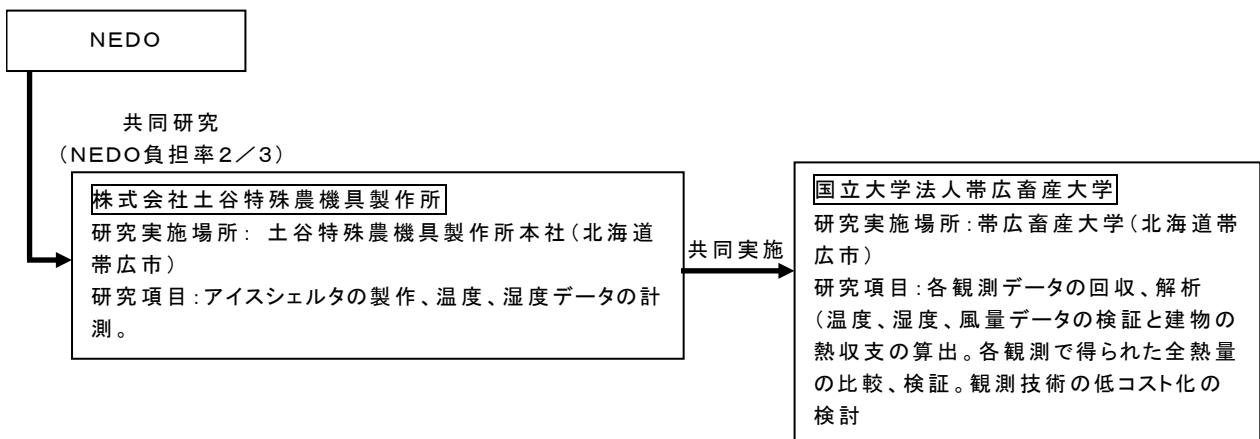


②地中熱利用計測技術





③雪氷熱利用計測技術



II.2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる。

開発項目の着実な実施と確実な達成に向け、適時、技術委員会（含、現地委員会）を開催し、NEDOおよび実施者で実施内容や目標設定を修正、検討する会議を設けた（表II 2.3-1～6）。

表II 2.3-1 太陽熱利用計測技術 太陽熱給湯設備対応熱量計測 技術委員会

東京ガス株式会社
独立行政法人建築研究所
矢崎エナジーシステム株式会社

担当	氏名 (敬称略)	所属
委員長	坊垣 和明	東京都市大学 都市生活学部 教授
委員	宇田川 光弘	工学院大学 建築学部建築学科 教授
委員	西原 弘樹	一般社団法人ソーラーシステム振興協会 技術委員
委員	根田 徳大	一般社団法人日本ガス協会 業務部 業務推進マネジャー
委員	穴田 和喜	株式会社長府製作所 東京支店 営業開発部 部長
委員	桑沢 保夫	独立行政法人建築研究所 環境研究グループ 上席研究員
委員	江口 俊一	東京ガス株式会社 リビング企画部 技術部 長
委員	名川 良春	矢崎資源株式会社 ガス機器開発センター 開発企画部 部長
委員	須田 礼二	日本環境技研株式会社 環境計画部 専任部長

所属は、委員会組織時点のもの

表Ⅱ 2.3 - 2 太陽熱利用計測技術 太陽熱空調設備対応熱量計測 技術評価委員会

東京ガス株式会社
アズビル株式会社

担当	氏名 (敬称略)	所属
委員長	飛原 英治	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
委員	頓宮 伸二	矢崎資源株式会社 環境システム開発センター センター長
委員	池田 文雄	株式会社巴商会 常務取締役 技術部長

所属は、委員会組織時点のもの

表Ⅱ 2.3 - 3 太陽熱利用計測技術 空気集熱式太陽熱熱量計測 技術委員会

OMソーラー株式会社
独立行政法人建築研究所

担当	氏名 (敬称略)	所属
委員長	宇田川 光弘	工学院大学 教授
副委員長	鶴崎 敬大	株式会社住環境計画研究所 研究所長
委員	浅井 俊二	一般社団法人ソーラーシステム振興協会 顧問
委員	小林 光	慶應義塾大学 教授

所属は、委員会組織時点のもの

表Ⅱ 2.3-4 地中熱利用計測技術 地中熱システム対応熱量計測 技術検討委員会

NPO 法人地中熱利用促進協会
 JFEエンジニアリング株式会社
 株式会社セブン-イレブン・ジャパン
 応用地質株式会社
 株式会社角藤
 サンポット株式会社
 株式会社萩原ポーリング
 学校法人北海道尚志学園

担当	氏名 (敬称略)	所属
委員長	長野 克則	北海道大学工学研究院空間性能システム部門 教授
委員	二木 幹夫	一般社団法人ベターリビングつくば建築試験 研究センター所長
委員	永田 敬博	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 グリーンエネルギー認証センター研究主幹
委員	橋本 清	日本熱源システム株式会社 顧問

所属は、委員会組織時点のもの

表Ⅱ 2.3-5 地中熱利用計測技術 地中熱管外熱量計測 技術検討委員会

新日鉄住金エンジニアリング株式会社

担当	氏名 (敬称略)	所属
委員長	龍 有二	北九州市立大学 教授
副委員長	長野 克則	北海道大学工学研究院空間性能システム部門 教授
委員	成田 樹昭	西日本工業大学 教授

所属は、委員会組織時点のもの

表Ⅱ.3-6 雪氷熱利用計測技術 冷風循環設備対応熱量計測 技術検討委員会

株式会社土谷特殊農機具製作所

担当	氏名 (敬称略)	所属
委員長	浦野 慎一	北海道大学 名誉教授
委員	市村 一志	アイスシェルター技術普及協会 事務局長
委員 (2013年3月31日まで)	富田 和彦	独立行政法人北海道立総合研究機構 本部 企画調整部 部長
委員 (2013年4月1日より)	北口 敏弘	独立行政法人北海道立総合研究機構 産業技術研究本部 工業試験場 環境エネルギー部エネルギー・環境グループ 主査
委員	田村 知久	公益財団法人十勝圏振興財団 事業部 産業支援課 副主任

所属は、委員会組織時点のもの

(知的財産権等の取り扱い)

開発成果に対する取り扱いとして、委託事業の成果に関わる知的財産権等については原則として、すべて実施機関に帰属させることとする（「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等）。

実施機関においては、我が国の省エネルギー技術を基盤とする産業競争力の強化に資するべく、開発した技術や成果の特徴を踏まえた知的財産マネジメントを実施する。

知的財産マネジメントとして、例えば、技術成果の公開や権利化を通して、再生可能エネルギー熱利用を普及させるためのマネジメントや、開発技術や研究成果をオープンソースとして公開し技術の普及や浸透を目指すマネジメントなど、各実施機関のマネジメント戦略に基づく取り扱いを行う。

II.2.4 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

日本エネルギー経済研究所グリーンエネルギー認証センターの現状立ち位置を背景として、経済産業省資源エネルギー庁新エネルギー対策課との意見交換により、グリーン熱証書制度等、環境価値の経済価値化の促進のために必要な課題をまとめた。

また、成果報告会実施時にユーザー企業の意見を聴取して、事業内容に反映、外部有識者による推進委員会の運営に基づき、実証項目を適切に変更した。

加えて、目的、計画、進捗の共有と、課題及び解決手法の共有を行う事を目的として、当該事業実

施者が一同に介する全体会議を実施し、実用化に向けたマネジメントを行った（表Ⅱ 2.4-1）。

全体会議において、研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省および各研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的および目標に照らして適切な運営管理を実施した。具体的には、必要に応じて外部有識者による技術検討委員会を設置し、開発内容について審議し、その意見を運営管理に反映させる他、進捗について報告を受けること等を行った。

本事業は、多岐にわたる技術領域と多くの研究テーマを要していることから、事業者全体の方向性の確認・意識合わせが重要となる。本事業では、各事業者からはそれまでの成果および今後の計画等について報告がなされ研究開発の進捗状況の確認を行っている。この会議には、本事業の全ての事業者が一堂に会するとともに、政策上の意向も反映するために経済産業省にもオブザーバーとして参加して頂いた。

表Ⅱ 2.4-1 全体会議

開催日	場所	内容
2012. 5. 11	NEDO	研究テーマ毎に事業の目的、計画、平成23年度の進捗及び平成24年度の計画の報告
2013. 6. 12	NEDO	研究テーマ毎に事業の目的、計画、平成24年度の進捗及び平成25年度の計画の報告

II.3 情勢変化への対応

震災後に変更されたエネルギー政策を踏まえ、我が国における再生可能エネルギー熱業界全体の俯瞰と、最新の普及の状況・導入可能量の調査を元に、これまでに挙げられている普及課題に対し、深掘の調査を行い、今後普及拡大に向けて注力すべき再生可能エネルギー熱を明示、導入拡大に向けた具体的な方策、目標を示すことを目的とした調査委託研究を実施した。

調査項目、調査概要、実施機関は以下の通りである。

「再生可能エネルギー熱の導入促進拡大に向けた課題に関する検討」平成 25 年度実施
調査項目

- ①再生可能エネルギー熱のポテンシャル
 - ②普及拡大に鍵となる要素の整理
 - ③普及バリアとコスト構造
 - ④要素技術の調査
 - ⑤再生可能エネルギー熱の導入拡大シナリオ
- (実施機関) 株式会社矢野経済研究所

II.4 評価に関する事項

技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成 26 年度に実施する。

Ⅲ. 研究開発成果について

Ⅲ.1 事業全体の成果

各種再生可能熱エネルギーの中で、太陽熱・雪氷熱・地中熱の給湯・空調・冷蔵を目的としたシステムを対象として、コストと計測精度のバランスを備えた再生可能エネルギー利用熱量の計測方法について、特定計量器によらない外付け計量器を用いた簡易実計測、既存の熱利用システムに内蔵された制御用センサー等を利用した簡易計測ならびに推定方法またはそれらを組み合わせた計測技術について、グリーン証書等のエビデンスとして使える、利用熱量の把握手法の確立を目的とし、以下の成果を得た（表Ⅲ－1）。

1) 最終目標（平成 25 年度）

太陽熱利用設備、地中熱利用設備及び雪氷熱利用設備において使用される熱量を低コストかつ 20%未満の誤差で計測する技術を確立する。

(2) 全体の成果

使用される熱量を低コストかつ 20%未満の誤差で計測する簡易（機器内部センサー等）計測技術を確立した。

表Ⅲ－1 個別研究開発項目の目標と成果

	目標	成果	達成度	課題と解決方針
1) 太陽熱利用計測技術実証 (給湯利用)	低コスト、誤差±20%未満 ①外付簡易熱量計 ②システム内蔵センサー ③推定(みなし計量)	①誤差±10%以内、特定計量器より安価 ②誤差±10%以内、追加コストなし(内蔵) ③誤差±20%未満、計量器検針費不要	○	
2) 太陽熱利用計測技術実証 (空調利用:液体)	①太陽熱COPの検証 ②外付簡易熱量計を用い、 低コスト、誤差±20%未満	①太陽熱→冷房冷熱変換効率=0.8の導出 ②特定計量器精度を確保、より安価	○	
3) 太陽熱利用計測技術実証 (空調利用:空気)	低コスト、誤差±20%未満 ①外付簡易計量器組合せ ②推定(みなし計量)	①誤差±3%程度、特定計量器より安価 ②誤差±20%未満、計量器検針費不要	○	
4) 地中熱利用計測技術実証 (熱媒管内計測)	低コスト、誤差±20%未満 ①外付簡易熱量計 ②関連機器電力から推定 熱量計測指針の策定	①誤差±20%未満、高精度計測器より安価 ②関係式導出(熱量、ポンプ圧縮比)、誤差±20% 未満 熱量計測指針を策定し、製本化	○	
5) 地中熱利用計測技術実証 (熱媒管外計測)	管外設置超音波流量計と 表面計測温度計を用い、 低コスト、誤差±20%未満	・誤差±20%未満 ・既設システムに後付けの計測システムとして、 コストに影響する、配管切回し計測器組込み 工事を省略して大幅なコストダウンを実現	○	
6) 雪氷熱利用計測技術実証 (冷風循環方式)	低コスト、誤差±20%未満 ①エンタルピー差法 ②温度差法(計測簡略化) ③倉庫の熱収支から推定	①誤差±10%以内、特定計量器より安価 ②誤差±20%以上、特定計量器より安価 ③一部誤差±20%以上、計量器削減可能	○	

表Ⅲ(1)－2 事業全体の特許、論文、外部発表等

特許、論文、外部発表等の件数（内訳）

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	1件	1件	0件
H24FY	0件	0件	0件	1件	1件	16件	4件	13件
H25FY	0件	0件	0件	5件	0件	34件	4件	29件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

本事業の開発技術や研究成果を論文等の発表により、オープンソースとして公開し技術の普及や浸透を目指し、熟利用の普及促進に貢献するマネジメントを行ったため、特許の取得は無し。

Ⅲ.2 個別テーマの成果の概要

(1) 太陽熱利用計測技術 太陽熱給湯設備対応熱量計測

再生可能エネルギー利用策としてポテンシャルの高い家庭用太陽熱温水システムの普及拡大に資する熱エネルギーの環境価値化に向けて、安価で精度の高い新たな計測手法の確立を行い、以下の成果を得た。ここで検証を行う計測手法は、以下の3つである。

- ①□外付簡易計測：特定計量器ではないが安価で計測精度の高い外付の計量器による計測
- ②□内蔵簡易計測：機器に予め組み込まれた運転制御用のセンサーの計測値に基づく計測
- ③□見なし計測：気象条件やシステムの特性値に基づくシミュレーションの計算値による計測

本事業では特定計量器をリファレンスとして、簡易計測（①、②）で誤差±10%以内、見なし計測（③）では±20%未満を目標とし、戸建住宅および集合住宅において実負荷もしくは模擬負荷により、全国101件のフィールドで実証を行った。

1) 簡易計測

簡易計測については、それぞれの計測器で計測した年間太陽熱利用量について誤差を算出して評価を行ったが、内蔵簡易熱量計は平均誤差で-1.0%、外付簡易熱量計は平均誤差で+2.6%と計測精度は高く、共に目標を満足する結果となった。計測コストについては、外付けでは量産効果によるコストダウンを見込む程度であったが、内蔵については、別目的で既に組み込み済みであり計器コストはゼロ、検針他事務コストのみで、これらも HEMS 化などで更なるコストダウンが想定される。なお、内蔵簡易熱量計については、現状メーカーにより表示単位や演算方法が異なるため標準化が必要である。

2) 見なし計測

見なし計測は、シミュレーションプログラム EESLISM を使い、機器が設置された地域の HASP 気象データ、機器の特性値、想定給湯負荷等をパラメータとして、年間太陽熱利用量の算出を行った。各フィールドでの誤差はややばらつきが見られるものの、平均誤差は-12.2%であり、目標の±20%未満を満足する。なお、EESLISM について建築研究所等において省エネ法評価で用いられる給湯模擬負荷による実測値と比較した結果、誤差は+1.6%であり再現性が高いことを確認している。計測コストについては、プログラムが無償であることからゼロと見込まれた。

一方、事業開始にあたり日本ガス機器検査協会にて、定常試験と給湯モード試験（家庭での給湯使用状況を再現した模擬負荷試験 JIS S 2075）で基準計測器に対する特定計量器の誤差の測定を行った。温度センサーに Pt 測温体を使用して一つを体積計量部に内蔵した特定計量器 A

については、定常試験では+0.07%、給湯モード試験では-5.35%、温度センサーにサーミスタを使用した特定計量器Bについては、定常試験では-0.65%、給湯モード試験では-1.12%であり、特定計量器Aが温度変化に対する応答性能が遅く、家庭用太陽熱温水システムのように大きな温度変化を伴った熱量計測においては誤差が大となる結果となった。

本実証事業により、我が国において唯一無尽蔵の再生可能エネルギー熱である太陽熱温水システムの環境価値計測手法として、簡易計測と見なし計測の計測精度が高いことが確認された。一方、特定計量器の適用において、家庭用太陽熱温水システムの熱量計測では、センサーの種類や形状により誤差が大きく生じる場合があることが明らかとなった。また、近年の機器のトレンドであるコンパクト化や多機能化を図った機種では、熱量計の後付けは構造上、不可能であることも明確となった。

表Ⅲ(1)－1 特許、論文、外部発表等

特許、論文、外部発表等の件数（内訳）

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	0件	1件	5件	0件	3件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

(2) 太陽熱利用計測技術 太陽熱空調設備対応熱量計測

事業者の施設で稼働中の業務用太陽熱利用冷暖房システムを対象として、現在標準的に使用されている計測機器を当該システムに組み込み実際の負荷条件のもとで1年以上計測するとともに、事業者が独自開発する超音波熱量計を同様に組み込んで計測し、両者の計測結果を比較検討・評価することで業務用太陽熱利用冷暖房システムにおいて低コストかつ20%未満の誤差の計測技術を確立し、以下の成果を得た。

1) 稼働評価の対象とした太陽熱利用冷暖房システム（以下、「ソーラークーリングシステム」と言う）において、一般的に使用される精度、機能の日射計、流量計、温度計を使い計測したデータを用いてシステムの稼働評価を行い、評価期間通算で、集熱効率 38%、空調用途への太陽熱利用率 81%（内訳：冷房（一次側）42%、暖房 40%）という結果を得た。給湯利用に比較して集熱温度レベルが高い空調利用での年間集熱効率は、真空管式集熱器を使用したシステムで 40%程度と言われていたが、実際に同等の効率となること、また、システム容量と空調負荷とのマッチングが妥当であれば空調利用での太陽熱利用率は約80%に達することが実証できた。

2) ソーラークーリングシステムを導入して太陽熱を冷暖房に利用するケースについて、技術委員会で検討を行い、熱量を定義する位置や計測位置について、現状で最適と考えられる提案をまとめた。また、この案の中で使用する、太陽熱から冷水への変換効率が約 0.8 とみなせることを検証した。これらによって、今後、ソーラークーリングシステムでの熱証書の発行や環境価値化の議論を具体的に進めるために必要であった太陽熱利用熱量について数値化を行った。

3) 流体温度レベルが高温かつ長時間使用となるソーラークーリングシステムの熱量計測に事業者が独自開発した超音波熱量計を取付け、約2年間の実負荷環境で収集したデータの分析および定期校正の結果、超音波熱量計をソーラークーリングシステムにおいて計量法で定める特定計量器に求められるレベルの信頼性^{*1}があることを実証した。

※1 特定計量器に求められる信頼性としては8年間の使用期間中に経年変化等により流量計測精度が変化しても±6%RD以内の精度を維持することが上げられる。RD: Reading (リーディング) の略で、読み値に対する相対誤差で計測器の精度を表したもの

表Ⅲ(2)－1 特許、論文、外部発表等

特許、論文、外部発表等の件数（内訳）

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	1件	0件	1件	1件	3件

(※Patent Cooperation Treaty：特許協力条約)

(3)太陽熱利用計測技術 空気集熱式太陽熱熱量計測

再生可能熱エネルギーの証書発行においては、その利用熱量計を正確に計量することが必要だが、住宅および住宅規模の建築物に温度計・風量計等を導入し熱量の計測を行うことは、コスト面から折り合わない。他方、証書化や環境価値の取引を行うことができなければ、固定価格買い取り制度を導入した電力市場のような補助を受けての市場活性化を望むことができない。そこで、本研究では前述の計測装置に依らず、より安価で正確に熱量を計測するための手法を確立することを目的とし、実証試験を実施した。

本研究では、空気式の太陽熱利用暖房・給湯システムを対象とし、システムに内蔵されている温度センサーやファンモーター運転の指示値を用いて利用熱量を計測する簡易計量手法、ならびにシミュレーションを用いて利用熱量を推測する推定手法二種類の手法について検討し、以下の結果を得た。

1) 簡易計測手法の開発

製品の制御基板からファンに対して送信している回転数の指示値ならびに、製品付属の太陽電池または電源基盤からファンモーターに対して印可される電源電圧を計測している。システムにより得られる風量は、ファン回転の指示値に加え、建物のダクト経路や給排気口から生まれるダクトの抵抗（ダクト静圧）、直流ファンモーターに印可される電源電圧の結果として得られる。そこで各電圧の風量・静圧曲線、一般的な建物で想定されるダクト経路や給排気口の抵抗（静圧）の抵抗曲線、PID値と最大風量との関係式を作成することにより、得られたデータから実風量を算出する手法を確立した。これにより、誤差数パーセントの精度で風量を算出することが可能となった。

2) シミュレーションによる推定手法の開発

推定手法では、工学院大学宇田川研究室で開発された温熱シミュレーションソフト EESLISMを用いた検討を行った。本事業で解析の対象とした空気集熱式ソーラーシステムは、居室温度が低いと太陽熱を暖房に、居室温度が温まると太陽熱を給湯に使用する。そのため、太陽熱の利用先（暖房、給湯、或いは両方同時）は、実際の暖房使用状況によって変化する。シミュレーションではユーザーの暖房使用状況を的確に反映することは困難なため、各物件の集熱温度と室温の温度差から求めた集熱量（暖房利用熱量）は誤差が大きくなるが、暖房利用熱量と給湯利用熱量の合算である利用熱量全体では誤差が小さくなる。結果として全物件の平均値では誤差は10%以内に収めることができた。

証書化に向け簡易計測手法では計測・検針が必要だが、弊社製品は機器運転制御に必要な温度や運転情報を記録し、家庭内 LAN から社内サーバーに送信する機能を標準的に備えている。

推定手法に用いるシミュレーションはソーラーハウス設計にあたり設計者が標準的に使用するものである。そのため、将来的な証書化にあたり、新規の計量機器導入や検針、またはシミュレーションの習熟などのプロセスが不要である。これらのことから、証書発行のスキームが承認されれば、即座に導入をはかることができることが本事業により実証された。

表Ⅲ(3)－1 特許、論文、外部発表等

特許、論文、外部発表等の件数（内訳）

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

(4) 地中熱利用計測技術 地中熱システム対応熱量計測

再生可能エネルギーである地中熱のグリーン熱としての普及環境を整備するため、本事業では地中熱利用設備での簡易な熱量計測技術および熱量推定技術の確立を目的とする。簡易計測は低コストかつ20%未満の誤差を目標とする。本研究により以下の成果を得た。

1) 研究項目①(p27)より、地中熱ヒートポンプシステムでの1年以上にわたる熱量計測データから、熱量の変動パターン、温度差分布などの熱量特性が得られた。特に、一次側熱量の温度差が1℃から5℃と小さいことが、本システムでの熱量計測上の留意点と言える。

2) 研究項目②より、実証設備での一次側熱量と二次側熱量の関係式が得られた。グリーン熱は二次側熱量が対象であり、二次側が直膨式のように熱量計測が困難な場合でも、一次側熱量計測値から換算する際の有効な資料と考えている。

3) 研究項目③より、簡易計測方法について以下のことが分かった。

- ・低コストの羽根車式流量計と温度計（熱電対、サーミスタ）との組合せでの熱量誤差は20%未満であり、簡易計測法として有効と言える。

- ・比較的 low コストの電磁式流量センサーと熱電対の組合せでの熱量誤差は20%未満となり、簡易計測法として有効と言える。

- ・超音波式流量計と熱電対との組合せでの熱量誤差は20%以上となったが、これは2個の熱電対の基準接点温度の誤差によるものであった。2個の熱電対の基準接点温度差を小さくすれば、簡易計測法としては有効と言える。特に超音波式流量計は配管への外付けが可能であり、既設の配管への設置が容易となる利点を有する。

- ・渦式流量計と熱電対との組合せの熱量誤差は2%未満となり、高精度なみの精度を有する。渦式流量計はほぼ高精度なみの価格であるが、不凍液での有効性について確認できた。

- ・比較的 low コストの積算流量計（超音波流量計使用）を2種類使用したが、熱量誤差が20%未満となったのは1種類のみであり、もう1種類は不凍液では誤差が20%以上となることわかった。

4) 研究項目④より、熱量推定方法について以下のことが分かった。

- ・ヒートポンプの性能値と圧縮機消費電力から熱量を推定する方法は、設備によって推定精度が大きく異なり、実測値は推定値の0.5~1.2倍となった。実設備に応じた性能の補正が必要である。

- ・循環ポンプの性能値と消費電力等から流量を推定する方法では、性能値と消費電力を使った推定誤差は10%ほどあったが、現地での一時的な実測値を考慮した補正を加えることで、5%ほどに誤差が縮小した。この程度の誤差であれば、簡易計測として適用できる。

5) 研究項目⑤の計測指針では、高精度計測と簡易計測に分類し、それぞれの熱量の許容誤

差を規定した。計測器は、流量誤差と温度差誤差の総合誤差が許容値内に収まるように選定することとし、今回の実証で誤差が確認された計測器以外でも、メーカーのカタログ精度などを基に使用できるようにした。ただし、不凍液の粘性の影響を受けやすい流量計などについては一定の条件を付けている。また、温度計については今回の計測結果を基に、所定の使用法での最大温度差誤差を提示したので、これを利用することで容易に温度計を選定することができる。さらに実際の計測器の使用にあたっての留意点についても整理し、使用上での誤差の拡大を防ぐようにした。

表Ⅲ(4)－1 特許、論文、外部発表等

特許、論文、外部発表等の件数（内訳）

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他 (展示会)
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	1件	1件	0件
H24FY	0件	0件	0件	1件	0件	5件	4件	3件
H25FY	0件	0件	0件	2件	0件	15件	2件	17件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

(5) 地中熱利用計測技術 地中熱管外熱量計測

本事業では、地中熱利用を対象に、使用される熱量を低コストでかつ 20%未満の誤差で計測または推定する技術を確立した。具体的には以下の 2 種類の計測技術の研究開発を行った。

1) 「管壁温度センサー(表面温度センサー)」と「管外設置超音波流量計」を用いた管外計測型計測装置による計測技術

1-1 管外設置型計測センサーによる熱媒温度と循環流量の推定方法の確立を目的としたフィールド試験

計測技術を確立するためのフィールド試験を実施し、管外計測技術を導入するにあたっては、計測演算装置に温度校正式を取り込むことで、測定誤差 20%未満の十分な精度が得られることがわかった。

フィールド試験の結果を踏まえ、計測演算装置の開発を行い、地中熱利用システムの導入済み実物件への管外計測技術の導入を実施した。

1-2 地中熱導入済み施設における実証計測と積算熱量計との比較による精度検証

地中熱利用システムの導入済み実物件において、管外計測技術で計測される積算熱量と積算熱量計による熱量を比較し、各計測技術の精度を検証した。結果として管外計測技術の放熱量は積算熱量計と比較して、北九州技術センターE 館の導入事例については 20%未満で収まっている結果となり、十分な精度が得られていることが確認された。

2) ヒートポンプ機内計測値をもとにした熱量計測技術

2-1 冷房循環流量推定に必要な相関データを収集するための圧縮機仕様の調査

ヒートポンプメーカーへの調査を実施し、圧縮機仕様データを収集した。

2-2 ヒートポンプ機内計測の相関関数やセンサー取得の最適化のためのフィールド試験

フィールド試験に用いたヒートポンプに関しては、冷媒温度の測定値から圧力を推定できることが分かった。また、圧縮機仕様書から得られる蒸発温度、凝縮温度、消費電力に対する冷媒循環量の関係を近似式にすることにより、誤差 20%未満の範囲で採放熱量が推定できることが確認できた。

表Ⅲ(5)－1 特許、論文、外部発表等

特許、論文、外部発表等の件数（内訳）

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	4件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	1件	0件	4件	0件	2件

(※Patent Cooperation Treaty：特許協力条約)

(6) 雪氷熱利用計測技術 冷風循環設備対応熱量計測

本事業では、自然氷を冷熱源として利用する「直接熱交換型冷風循環方式」の雪氷冷熱利用施設であるアイスシェルターを対象とした。利用冷熱量を高精度で計測する手法（以下、基準計測とする）を確立し、あわせて3種の簡易計測手法を検討し、基準計測手法との比較を行うことで、低コストかつ計測誤差20%未満で利用冷熱量を計測する手法を確立することを目標に以下の成果を得た。

1) 簡易計測①では、計測誤差はほぼすべての期間を通じて10%以下となり、高い精度での計測が可能であった。これまで他に報告がなかった、アイスシェルターにおける利用冷熱量の通年実測を初めて実施し、さらに低コストで計測が可能な簡易計測手法①を見いだした。

2) 簡易計測②では、計測誤差が20%以上となった。計測誤差を低減するためには、利用冷熱量の算出時に湿度の考慮が必要であることを見いだした。

3) 簡易計測③では、事業前半（2012年4月～9月）では誤差が20%以上と大きかったが、後半（2013年4月～9月）では誤差が目標である20%未満となることが増え、精度の向上が見いだされた。その原因として、利用冷熱量の計測に貯蔵室内の農産物の熱収支量が影響を与えた可能性が考えられた。また、熱収支の計算時に一定として想定した外気とアイスシェルター外壁の熱伝達係数などの諸係数が、外部環境の影響により変動した可能性も考えられた。

4) アイスシェルターの利用熱量の通年の実測は、これまで他にも報告がなく、元事業でも、冬季の計測は1シーズンしか行うことができなかった。そこで、継続研究にて、簡易計測手法③によるデータの収集および詳細な解析を行い、データの信頼性を明確にする。

本継続研究により、信頼性の高い安価な簡易計測手法が確立され、雪氷熱が再生可能エネルギー熱として普及する環境を整備することが期待でき、雪氷冷熱利用の普及促進につながると考えられる。

表Ⅲ(6)－1 特許、論文、外部発表等

特許、論文、外部発表等の件数（内訳）

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	1件	0件	3件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	0件	0件	4件	1件	2件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

各個別テーマの具体的成果については、【非公開】とする。

IV. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

IV.1 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

本実証事業における「実用化」とは、今回、実用性を実証した再生可能エネルギー熱利用システムの熱量計測方法が、グリーン熱證書の認証基準において、新たな熱量認証要件となることとする。

関係各所と連携して本事業で確立した計測手法を普及させ、グリーン熱證書制度等において、利用熱量の計測方法として活用され、環境価値・経済価値化の促進、ひいては熱利用システムの導入普及が促進することを目指し、以下を実施。

(1) 太陽熱（空調利用：空気媒体）

事業者：OMソーラー株式会社

- ・（一財）日本エネルギー経済研究所グリーンエネルギー認証センターへの申請に向けた取り組み
2014年10月上旬、NEDO事業の内容及び計測手法、実証データ紹介、今後に向けた意見交換
2014年11月12日、新規計量要件化に必要な事項、課題等についての打合せ
- ・日本自然エネルギー（グリーン熱證書発行事業者）に対する、申請作業に関する相談（2014年11月）
- ・2015年に申請し、グリーンエネルギー認証センターの委員会の審議を通じて、計量要件化の見通し

(2) 地中熱

事業者：NPO 法人地中熱利用促進協会

- ・現在、地中熱の認証基準の新規策定に向けて、熱量計測指針を含む、地中熱システムの設計マニュアルを上梓（2014年12月出版）

(3) 雪氷熱（冷風循環方式）

事業者：株式会社土谷特殊農機具製作所

- ・（一財）日本エネルギー経済研究所グリーンエネルギー認証センターへの申請に向けた取り組み
2014年11月4日、NEDO事業の内容及び計測手法、実証データ紹介、今後に向けた意見交換
2014年11月4日、日本自然エネルギーに対し、NEDO事業の内容及び計測手法、実証データ紹介
2014年11月6日、申請書類の記載内容に関する相談
- ・2015年に申請し、グリーンエネルギー認証センターの委員会の審議を通じて、計量要件化の見通し

現在は、グリーン電力と同様に、グリーン熱においても計量法に準拠或いは相応精度の計量器による計量が必要である。経産省のエネルギー関係技術開発ロードマップにおける熱の計量方法の確立と、環境価値を経済価値として取引可能なグリーン熱證書制度の普及推進に向け、NEDOの今回事業の成果と活用した取り組みを経済産業省と共に進めていく。

「再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業」基本計画

新エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

① 政策的な重要性

2010年6月に閣議決定された「エネルギー基本計画」においては、2020年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を10%まで高めるとの目標が設定されているが、このなかで利用拡大すべき再生可能エネルギーとして、太陽熱、地中熱等があげられている。

再生可能エネルギーとしての熱利用を拡大するためには、グリーン熱証書の利用など環境価値の経済価値化に向けた取り組みが必要となっているが、その前提として、熱量を低コストで高い信頼性のもとで計測する技術の確立が求められている。

② 我が国の状況

経済産業省では、現在、太陽熱利用、地中熱利用及び雪氷熱利用を促進するため国内クレジット、グリーン熱証書等を推進しているが、取引の対象となる熱量を低コストで信頼性高く計測する技術が確立していないこともあり、これらの実績は少ない状況となっている。

③ 本事業のねらい

本事業では、太陽熱、地中熱及び雪氷熱を対象に、使用される熱量を低コストでかつ小さい誤差で計測する手法を確立する。

(2) 研究開発の目標

① アウトプット目標

本事業の目標(平成25年度)を以下に示す。

【最終目標】

太陽熱利用設備、地中熱利用設備及び雪氷熱利用設備において使用される熱量を低コストかつ20%未満の誤差で計測する技術を確立する。

② アウトカム目標

開発される手法を用いて熱供給者は供給する熱を定量的に把握することが可能になることから、熱利用の普及が促進され、再生可能エネルギーのさらなる活用に貢献することが期待される。

③世界の取り組み状況

オーストラリアでは、太陽熱利用設備の仕様や日射量などに基づいて熱量を推定する方法が用いられている。

(3) 研究開発の内容

上記の最終目標を達成するために以下の研究開発を実施する。

【共同研究事業(NEDO負担率:2/3)】

研究開発項目① 太陽熱利用計測技術

太陽熱利用設備（太陽熱とボイラー等を併用して給湯や空調などを行う設備）を対象として、当該設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み実際の負荷条件のもとで1年以上熱量を実測するとともに、当該設備に予め装備されているセンサーや、設備の仕様、設置されている地域の日射量といったデータを用いて熱量を計測（又は推定）し、実測結果と計測結果を比較検討・評価することで、最終的に低コストかつ20%未満の誤差の計測技術を確立する。

研究開発項目② 地中熱利用計測技術

地中熱利用設備（地中熱をヒートポンプ等を用いて空調・給湯等に利用する設備）を対象として、当該設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み実際の負荷条件のもとで1年以上熱量を実測するとともに、当該設備に予め装備されているセンサーや、設備の仕様、設置されている地域の地中温度といったデータを用いて熱量を計測（又は推定）し、実測結果と計測結果を比較検討・評価することで、最終的に低コストかつ20%未満の誤差の計測技術を確立する。

研究開発項目③ 雪氷熱利用計測技術

雪氷熱利用設備（雪や氷を利用して一定の空間を冷却する設備）を対象として、当該利用設備に外部から熱量計等の計測器を組み込み実際の負荷条件のもとで1年以上熱量を実測するとともに、当該設備に予め装備されているセンサーや、設備の仕様、設置されている地域の気温といったデータを用いて熱量を計測（又は推定）し、実測結果と計測結果を比較検討・評価することで、最終的に低コストかつ20%未満の誤差の計測技術を確立する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDOが単独ないし複数の企業、大学等の研究機関(原則、本邦の企業等

で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等(大学、研究機関を含む)の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。)から公募によって研究開発実施者を選定し、共同研究により実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる。

3. 研究開発の実施期間

本事業の期間は、平成23年度から平成25年度までの3年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成26年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 成果の普及

得られた研究開発の成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。

② 標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準案の提案等を積極的に行う。

③ 知的財産権の帰属

共同研究の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて実施者に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発

動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本事業は、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法」第15条第1項第1号ロに基づき実施する。

(4) その他

産業界が実施する研究開発との間で共同研究を行う等、密接な連携を図ることにより、円滑な技術移転を促進する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成23年6月21日 制定

事前評価書

	作成日	平成 23 年 1 月 24 日
1. 事業名称 (コード番号)	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	
2. 推進部署名	新エネルギー部	
3. 事業概要	<p>(1) 概要：太陽熱利用、雪氷熱利用、地中熱利用システムにおける、グリーン熱証書等のランニング補助制度の要求に見合う熱量計測方法に係る実証事業を行う。</p> <p>(2) 事業規模：平成 23 年度事業費 8 億円（共同研究、NEDO負担率 2/3）</p> <p>(3) 事業期間：平成 23 年度～25 年度（3 年間）</p>	
4. 評価の検討状況		
<p>(1) 事業の位置付け・必要性</p> <p>政府は 2010 年 6 月にエネルギー基本計画の二次改定を行い、2020 年までに再生可能エネルギーの一次供給に占める割合を 10%まで高めるとしており、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの利用拡大だけでなく、太陽熱利用等の様々な熱エネルギーの多様化したアプローチが求められている。</p> <p>風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギー等の電力利用については、導入支援策の 1 つとして固定買取制度の検討が行われているが、太陽熱、雪氷熱、地中熱（以下、グリーン熱）に関しては、固定買取制度に馴染みにくいことから、グリーン熱供給者に経済的インセンティブをもたらすものとして、グリーン熱の生み出す「環境価値」を「見える化」した、グリーン熱証書制度等の更なる普及が望まれている。</p> <p>しかし、グリーン熱として認証されるためには、いくつかの要件を満たす必要があり、中でも熱の計測方法と計測に係るコスト増への対策が喫緊の課題とされている。</p> <p>本事業は、グリーン熱証書発行に必要とされる計測方法と低コストの計測手法を両立させる実証を長らく再生可能エネルギーに対する取組みを行ってきた実績があり、かつ、中立的な立場にある NEDO が行うことで、グリーン熱証書並びにグリーン熱の拡大に資するものである。</p>		
<p>(2) 研究開発目標の妥当性</p> <p>現在なお導入普及の進まない太陽熱・地中熱・雪氷熱等の再生可能エネルギー熱利用の普及を促進すると考えられるグリーン熱証書制度については、熱利用設備から得られ使用した熱量の計測として、グリーン熱証書制度に見合う精度とコストを実現することが不可欠である。</p> <p>本事業においては、このグリーン熱証書制度の要求に即したコストパフォーマンスを持ち、また、制度に活用できる熱量計測方法の実現を目標としている。この目標の達成は、グリーン熱証書制度設計の確立と熱利用の普及促進に必須であることから、本実証事業の目標として妥当と判断する。</p>		

<p>(3) 研究開発マネジメント</p> <p>本事業では、公募を通じて、高い技術を有する民間企業、地方自治体、大学等による最適な実施体制を構築する。</p> <p>必要に応じて、外部有識者の意見を求め、その結果を踏まえて事業全体の予算配分や計画について見直しを行い、適切な運営管理に努める。具体的には、エネルギー基本計画に記載されている太陽熱・地中熱・雪氷熱に関して、外部有識者による技術検討委員会をそれぞれに設置し、実証内容について審議し、その意見を運営管理に反映させる。本事業では、初年度に設備を設置し、気象変動等を考慮して複数年の計測を実施する。</p>
<p>(4) 研究開発成果</p> <p>実証研究により、低コストで適切な計測手法が検討され、公開されることで、今後のグリーン熱証書の制度設計に寄与するとともに、グリーン熱証書の流通拡大とグリーン熱利用の拡大が見込まれる。また、現在、基準化されていない、地中熱利用についても、これらの成果をもとに、民間団体における基準作成及び地中熱地用の導入拡大に資すると思慮される。</p>
<p>(5) 実用化・事業化の見通し</p> <p>METIと連携して本事業で確立した計測手法を普及させ、グリーン熱証書制度等において、利用熱量の計測方法として活用され、環境価値・経済価値化の促進、ひいては熱利用システムの導入普及が促進する。</p>
<p>(6) その他特記事項</p> <p>特になし</p>
<p>5. 総合評価</p> <p>熱利用システムの導入普及の促進には、太陽熱・地中熱・雪氷熱のいずれについても、利用熱量の計測システムの確立が不可欠であり、本実証事業は実施すべきである。また、これらを民間企業単独で実施することは極めて困難であり、多岐にわたる関係機関・企業による産官学一体となった取り組みが必要となることから、NEDOが実施する事業として適切であると判断する。</p>

添付資料3

特許論文リスト

1. 事業全体の論文・外部発表等の件数

【件数・内訳】

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	1件	1件	0件
H24FY	0件	0件	0件	1件	1件	16件	4件	13件
H25FY	0件	0件	0件	5件	0件	34件	4件	29件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

2. 個別テーマ毎の論文・外部発表等の件数

(1) 太陽熱利用計測技術 太陽熱給湯設備対応熱量計測

【件数・内訳】

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	1件	0件	5件	0件	3件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	坊垣 和明	東京都市 大学	Research on ESTABLISHMENT OF ENVIRONMENTAL VALUE OF SOLAR THERMAL UTILIZATION PART3: A Study of Energy- Saving Effects of Solar THERMAL Utilization Systems and Issues for Environmental Value Assessment	再生可能エネルギー 2014 国際会議	有	予定

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	坊垣 和明	東京都市 大学	住宅用太陽熱利用システムと環 境価値評価	ソーラーエネルギーシ ンポジウム&技術セミ ナー2014	2014/3/4
2	桑沢 保夫	建築 研究所	住宅用太陽熱利用給湯システム における太陽熱利用の環境価値 化手法に関する研究 その7 全国のフィールドにおける簡易計 測の実証結果	空気調和衛生工学会 発表	2014/9/5
3	坊垣 和明	東京都市 大学	住宅用太陽熱利用給湯システム における太陽熱利用の環境価値 化手法に関する研究 その8 実負荷フィールドにおける見なし 計測の実証結果	空気調和衛生工学会 発表	2014/9/5
4	桑沢 保夫	建築 研究所	太陽熱利用の環境価値化に向け た研究 その9 -実負荷フィールドにおける簡易 計測の実証-	日本建築学会発表	2014/9/14
5	坊垣 和明	東京都市 大学	太陽熱利用の環境価値化に向け た研究 その10 -実負荷フィールドにおける見なし 計測シミュレーションの実証-	日本建築学会発表	2014/9/14

(b) 展示会

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	丹野 博	東京ガス	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術(講演)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
2	丹野 博	東京ガス	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術 (ポスターセッション)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
3	丹野 博	東京ガス	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術(講演)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17
4	丹野 博	東京ガス	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術 (ポスターセッション)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17
5	須田 礼二	日本環境 技研	Research on ESTABLISHMENT OF ENVIRONMENTAL VALUE OF SOLAR THERMAL UTILIZATION PART3: A Study of Energy- Saving Effects of Solar THERMAL Utilization Systems and Issues for Environmental Value Assessment(ポスターセッ ション)	再生可能エネルギー 2014 国際会議	2014/7/27~8/1

(2) 太陽熱利用計測技術 太陽熱空調設備対応熱量計測

【件数・内訳】

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	1件	0件	1件	1件	3件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	飛原 英治 石野 裕嗣	東京大学 大学院 東京ガス	RESEARCH INTO ESTABLISHMENT OF THE ENVIRONMENTAL VALUE FOR SOLAR THERMAL UTILIZATION PART5:DEVELOPMENT AND PROMOTION OF SOLAR COOLING SYSTEM	再生可能エネルギー 2014 国際会議	有	予定

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	飛原 英治	東京大学 大学院	「ソーラークーリングシステムの 普及に向けて」	ソーラーエネルギーシ ンポジウム&技術セミ ナー2014	2014/3/4

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	発表者	所属	タイトル	誌名、ページ番号	発表年月
1	飛原 英治	東京大学 大学院	特集:太陽熱利用空調・給湯② 「ソーラークーリングシステムの普 及について」	建設設備と配管工事 No.701 (平成26年8月号) 21-25	2014/08

(c) 展示会

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	越水 大介 古谷 元洋	東京ガス アズビル	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術(講演)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
2	越水 大介 古谷 元洋	東京ガス アズビル	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術 (ポスターセッション)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
3	越水 大介 古谷 元洋	東京ガス アズビル	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術(講演)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17
4	越水 大介 古谷 元洋	東京ガス アズビル	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 太陽熱利用計測技術 (ポスターセッション)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17
5	飛原 英治 石野 裕嗣	東京大学大 学院 東京ガス	RESEARCH INTO ESTABLISHMENT OF THE ENVIRONMENTAL VALUE FOR SOLAR THERMAL UTILIZATION PART5:DEVELOPMENT AND PROMOTION OF SOLAR COOLING SYSTEM	再生可能エネルギー 2014 国際会議	2014/7/27~8/1

(3) 太陽熱利用計測技術 空気集熱式太陽熱熱量計測

【件数・内訳】

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	2件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

【外部発表】

(a) 展示会

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	竹内 玄	OM ソーラー	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業 太陽熱利用計測技術(講演)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
2	竹内 玄	OM ソーラー	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業 太陽熱利用計測技術 (ポスターセッション)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
3	竹内 玄	OM ソーラー	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業 太陽熱利用計測技術(講演)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17
4	竹内 玄	OM ソーラー	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業 太陽熱利用計測技術 (ポスターセッション)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17

(4) 地中熱利用計測技術 地中熱システム対応熱量計測

【件数・内訳】

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他 (展示会)
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	1件	1件	0件
H24FY	0件	0件	0件	1件	0件	5件	4件	3件
H25FY	0件	0件	0件	2件	0件	15件	2件	17件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	武田 哲明	山梨大学	Demonstration Test for Evaluation of Measuring Accuracy of Heat Transferred by Ground Source Heat Pump	Proc. of the 23rd Int. Symposium on Transport Phenomena, Nov. 19-22, 2012, Auckland, New Zealand, Paper No.98	有	2012/11
2	堤 顕太郎 武田 哲明 船谷 俊平 萩原 利男	山梨大学 萩原ボー リング	Performance test for evaluation of coefficient of performance in ground source heat pump system	Proc. of the 8th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics, and Thermodynamics, June 16-20, 2013, Lisbon, Portugal, Paper No. 6f.2	有	2013/6
3	武田 哲明	山梨大学	Experimental study of ground source heat pumps that use the direct expansion method	IHTC-15, Aug. 10-15, 2014, Kyoto, Japan, Paper No. IHTC15-8940	有	2014/8

【外部発表】

(a) 研究発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	魚住 昌広 半澤 久	北海道科学大学	寒冷地大空間の温熱環境評価に関する研究	空気調和・衛生工学会北海道支部第47回学術講演論文集, pp.89-92	2012/3
2	武田 哲明 萩原 利男 小野 俊夫 中澤 俊也 船谷 俊平	山梨大学 萩原ボーリング 萩原ボーリング 萩原ボーリング 山梨大学	地中熱ヒートポンプシステムにおける熱量計測技術実証試験	第17回動力・エネルギー技術シンポジウム、平成24年6月21～22日、九州大学、F	2012/6
3	武田 哲明 船谷 俊平 一宮 浩市 石黒 修平	山梨大学	山梨大学における地中熱ヒートポンプシステムに関する研究	日本機械学会関東支部山梨講演会 2012、平成24年10月27日、山梨、601	2012/10

4	武田 哲明	山梨大学	Demonstration Test for Evaluation of Measuring Accuracy of Heat Transferred by Ground Source Heat Pump System	Proc. of the 3rd Int. Forum on Heat Transfer, Nov. 13-15, 2012, Nagasaki, Japan, Paper No. IFHT2012-123	2012/11
5	館野 正之 高杉 真司 塚田 賢司 前田 敬文	ジオシステム ジオシステム 角藤 角藤	サーマルレスポンス試験結果に基づく地中熱交換井深度と総延長の最適化事例	日本地熱学会平成24年度学術講演要旨集	2012/11
6	堤 顕太郎 武田 哲明 船谷 俊平 萩原 利男	山梨大学 山梨大学 山梨大学 萩原ボーリング	地中熱ヒートポンプシステムにおける熱量計測精度の実証試験	日本機械学会熱工学コンファレンス 2012、平成 24 年 11 月 17～18 日、熊本	2012/11
7	堤 顕太郎 武田 哲明 船谷 俊平 萩原 利男	山梨大学 山梨大学 山梨大学 萩原ボーリング	地中熱ヒートポンプシステムにおける熱量計測精度の実証試験－暖房運転時の試験結果－	日本機械学会関東支部第 19 期総会講演会、平成 25 年 3 月 15～16 日、東京 20611	2013/3
8	武田 哲明 堤 顕太郎 船谷 俊平 萩原 利男	山梨大学 山梨大学 山梨大学 萩原ボーリング	地中熱ヒートポンプシステムの熱交換性能に関する研究	第 50 回日本伝熱シンポジウム、平成 25 年 5 月 29 日～31 日、仙台、F132	2013/5
9	魚住 昌広 半澤 久	北海道科学大学	寒冷地における大空間の温熱環境評価に関する研究	日本建築学会大会学術講演会梗概集(北海道)、pp.1049-1050、Vol.環境工学Ⅱ	2013/8
10	魚住 昌広 半澤 久	北海道科学大学	寒冷地における大空間空調システムの運転評価	空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.69-72	2013/9
11	武田 哲明 船谷 俊平 一宮 浩市 石黒 修平	山梨大学	山梨大学における地熱・地中熱利用システムに関する研究	日本機械学会 2013 年度年次大会、平成 25 年 9 月 8～11 日、岡山、S084024	2013/9
12	堤 顕太郎 武田 哲明 船谷 俊平 萩原 利夫	山梨大学	Study on heat exchange performance of ground source heat pump system	Proc. of the 24 th Int. Symposium on Transport Phenomena, Nov. 1-5, 2013, Yamaguchi, Japan.	2013/11
13	魚住 昌広 半澤 久	北海道科学大学	寒冷地大空間の温熱環境評価に関する研究(第 2 報)	空気調和・衛生工学会北海道支部第 48 回学術講演論文集、pp.31-34	2014/3
14	大橋 明生 堤 顕太郎 武田 哲明 船谷 俊平	山梨大学	地中熱ヒートポンプシステムの熱交換性能に与えるボアホール長の影響	日本機械学会関東支部第 20 期総会講演会、平成 26 年 3 月 14～15 日、東京、20809	2014/3
15	太田 精一 増田 洋司 竹島 淳也 山中 隆 岡本 敦 中澤 俊也 魚住 昌広	地中熱利用促進協会 JFEエンジニアリング 応用地質 角藤 サンボット 萩原ボーリング 北海道科学大学	地中熱ヒートポンプ設備での熱量計測について	日本太陽エネルギー学会誌	2014/5

16	山中 隆	角藤	事務所への地中熱ヒートポンプシステム導入事例—角藤の取り組み	日本太陽エネルギー学会誌	2014/5
17	大橋 明生 武田 哲明 船谷 俊平	山梨大学	地中熱ヒートポンプの熱交換性能に与える充填剤の影響	第19回動力・エネルギー技術シンポジウム、平成26年6月26～27日、福井、C112	2014/6
18	武田 哲明 横山 大樹 石黒 修平 一宮 浩市 船谷 俊平	山梨大学	Heat Exchange Performance of Ground Source Heat Pump by Direct Expansion Method	Proc. of Grand Renewable Energy 2014, July 28-Aug. 1, 2014	2014/7
19	魚住 昌広 半澤 久	北海道科学大学	寒冷地における大空間の温熱環境評価に関する研究 その2 地中熱ヒートポンプを用いた空調設備の運転評価	日本建築学会大会学術講演会梗概集(近畿)、pp.1327-1328 Vol.環境工学Ⅱ	2014/9
20	魚住 昌広 半澤 久	北海道科学大学	寒冷地における大空間空調システムの運転評価(第2報)	空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.101-104	2014/9
21	竹島 淳也	応用地質	仙台市における地中熱利用に伴う地中温度変化	日本地熱学会平成26年度学術講演要旨集	2014/10
22	渡邊 晃子 武田 哲明 船谷 俊平	山梨大学	地中熱ヒートポンプの採放熱量と地盤温度の関係	日本機械学会関東支部第20期総会講演会、平成26年10月18日、山梨、502	2014/10

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	発表者	所属	タイトル	誌名、ページ番号	発表年月
1	笹田 政克	地中熱利用促進協会	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 第一回委員会開催	地中熱利用促進協会 ニュースレター NO. 147	2011/11
2	笹田 政克	地中熱利用促進協会	熱利用計測技術実証事業の委員会	地中熱利用促進協会 ニュースレター NO. 166	2012/9
3	魚住 昌広	北海道科学大学	北海道工業大学新体育館 (HIT ARENA)の設備計画	北海道空気調和衛生工事業協会広報誌 「KIRAMEKI」, pp.14-15、Vol.32	2012/10
4	佐藤 孝 魚住 昌広	北海道科学大学	北海道工業大学体育館 『HIT ARENA』	財団法人 北海道建築指導センター センターリポート、pp.16-21、Vol.42、No.4	2013/1
5	館野 正之 高杉 真司 塚田 賢司 前田 敬文	ジオシステム ジオシステム 角藤 角藤	水平地下水流を考慮した地中熱交換器仕様の最適化—深度別熱伝導率分布の測定方法とその活用	建築設備と配管工事	2013/1
6	武田 哲明	山梨大学	山梨大・読売講座	読売新聞	2013/4
7	武田 哲明	山梨大学	未来への挑戦：山梨・研究最前線	毎日新聞	2014/10

(c) 展示会

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	武田 哲明 萩原 利男	山梨大学 萩原ボーリング	再生可能エネルギー地中熱を利用したヒートポンプシステムに関する開発研究	平成 24 年度やまなし産学官連携研究交流事業研究成果発表・地域連携フォーラム	2012/9
2	笹田 政克	地中熱利用促進協会	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 地中熱利用計測技術(講演)	NEDO 自然エネルギー成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
3	笹田 政克	地中熱利用促進協会	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 地中熱利用計測技術(ポスターセッション)	NEDO 自然エネルギー成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
4	武田 哲明 萩原 利男	山梨大学 萩原ボーリング	地中熱ヒートポンプシステムの性能評価に関する研究	平成 25 年度やまなし産学官連携研究交流事業研究成果発表会・地域連携フォーラム	2013/9
5	小野 俊夫	萩原ボーリング	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	やまなしテクノ ICT メッセ 2013	2013/11
6	笹田 政克	地中熱利用促進協会	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 地中熱利用計測技術(講演)	平成 25 年度 NEDO 新エネルギー成果報告会	2013/12/17
7	笹田 政克	地中熱利用促進協会	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 地中熱利用計測技術(ポスターセッション)	平成 25 年度 NEDO 新エネルギー成果報告会	2013/12/17
8	小野 俊夫	萩原ボーリング	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	第38回 地球環境とエネルギーの調和展	2014/1/29～ 1/31
9	宮田 征門	建築設備コミッション協会	デジタイザー＋パラメータ同定ツール(講演)	空気調和・衛生工学会シンポジウムコミッションングツール活用の成功事例	2014/3/19
10	山中 隆	榑角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	松本市役所 見学会	2014/3/6
11	小野 俊夫	萩原ボーリング	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	2014 NEW環境展 /地球温暖化防止展	2014/5/27～ 5/30
12	山中 隆	角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	諏訪市環境フェア	2014/6/29
13	山中 隆	角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	千曲市役所 見学会	2014/7/3
14	山中 隆	角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	須坂市役所 見学会	2014/7/9
15	山中 隆	角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	諏訪郡・上伊那郡・下伊那郡副町村長会	2014/7/14
16	山中 隆	角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	第 14 回信州環境フェア 2014	2014/8/23・ 24
17	武田 哲明 船谷 俊平 萩原 利男 小野 俊夫	山梨大学 山梨大学 萩原ボーリング 萩原ボーリング	地中熱ヒートポンプシステムの熱量計測実証と性能評価	平成 26 年度やまなし産学官連携研究交流事業研究成果発表会・地域連携フォーラム、H26.9.5	2014/9
18	山中 隆	角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	第 45 回長野ブロック大会	2014/9/15
19	山中 隆	榑角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	安曇野環境フェア 2014	2014/10/11・ 12
20	山中 隆	榑角藤	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業	伊那市環境展 2014	2014/10/12

(5) 地中熱利用計測技術 地中熱管外熱量計測

【件数・内訳】

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	0件	4件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	1件	0件	4件	0件	2件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	山口 峻 葛 隆生 中村 靖	北九州市立大学 北海道大学 新日鉄住金エン 지니어リング	冷媒エンタルピー法を応用 したヒートポンプ熱量計測 技術の確立および水冷 ヒートポンプを用いた検証 試験	日本建築学会環境系論文 集 第79巻 702号 pp.689-697	有	2014/8

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	平田 統大	北九州市 立大学	地中熱ヒートポンプシステムの簡 易計測手法の開発に関する研究 (その1)	日本建築学会九州支 部学術講演会	2013/3/3
2	山口 峻	北九州市 立大学	地中熱ヒートポンプシステムの簡 易計測手法の開発に関する研究 (その2)	日本建築学会九州支 部学術講演会	2013/3/3
3	平田 統大	北九州市 立大学	地中熱ヒートポンプシステムの簡 易計測手法の開発に関する研究 (その1)	財団法人ヒートポンプ・ 蓄熱センター 地下熱 利用とヒートポンプ研 究会 研究発表会	2013/3/6
4	山口 峻	北九州市 立大学	地中熱ヒートポンプシステムの簡 易計測手法の開発に関する研究 (その2)	財団法人ヒートポンプ・ 蓄熱センター 地下熱 利用とヒートポンプ研 究会 研究発表会	2013/3/6
5	山口 峻	北九州市 立大学	冷媒エンタルピー法を用いた機 内計測術および水冷ヒートポンプ を用いた性能検証	日本建築学会大会学 術講演会	2013/9/1
6	山口 峻	北九州市 立大学	地中熱ヒートポンプシステムの簡 易計測手法の開発に関する研究 (その3)	日本建築学会九州支 部学術講演会	2014/3/2
7	山口 峻	北九州市 立大学	ヒートポンプ熱量計測技術の検 証および性能検証手法の確立に 関する研究	空気調和・衛生工学会 全国大会学術講演会	2014/9/5
8	山口 峻	北九州市 立大学	地中熱ヒートポンプシステムの簡 易計測手法の開発および精度検 証	日本建築学会大会学 術講演会	2014/9/14

(b) 展示会

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	中村 靖	新日鉄住金 エンジニア リング	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業 地中熱利用計測技術(講演)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
2	中村 靖	新日鉄住金 エンジニア リング	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業 地中熱利用計測技術(ポスター セッション)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
3	中村 靖	新日鉄住金 エンジニア リング	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業(地中熱利用計 測・管外計測技術)(講演)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17
4	中村 靖	新日鉄住金 エンジニア リング	再生可能エネルギー熱利用計 測技術実証事業(地中熱利用計 測・管外計測技術) (ポスターセッション)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17

(6) 雪氷熱利用計測技術 冷風循環設備対応熱量計測

【件数・内訳】

区分 年度	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT※ 出願	査読 付き	その 他	学会発表・ 講演	新聞・雑誌等 への掲載	その他
H23FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H24FY	0件	0件	0件	0件	1件	3件	0件	2件
H25FY	0件	0件	0件	0件	0件	4件	1件	2件

(※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	木村 賢人 斉藤 朋子 土谷 賢一 土谷 祐二 白井 良直 吉村 妃里 恵美 竜太 佐藤 恭祐	帯広畜産 大学	自然氷を利用した貯蔵庫に関する研究	北海道自然エネルギー研究、第9号、13-24	無	2013

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	木村 賢人	帯広畜産 大学	氷冷熱による利用熱量の計測システムの開発について	NPO 北海道自然エネルギー研究会 2012年度研究発表会	2012/6/23
2	木村 賢人	帯広畜産 大学	氷冷熱型貯蔵庫で利用した冷熱量の評価方法	農業環境工学関連学会 2012年合同大会	2012/9/13
3	木村 賢人	帯広畜産 大学	自然氷を利用した農産物貯蔵庫における使用冷熱量の計測および算出方法	雪氷研究大会 2012	2012/9/26
4	木村 賢人	帯広畜産 大学	氷冷熱型農産物貯蔵庫で利用した氷冷熱量の検討	NPO 北海道自然エネルギー研究会 2013 年度研究発表会	2013/6/22
5	木村 賢人	帯広畜産 大学	帯広市に建設されたアイスシェルター型農産物貯蔵庫の断熱性能の検証	雪氷研究大会 (2013・北見)	2013/9/19
6	斉藤 朋子	土谷特殊 農機具製作所	自然氷を冷熱源とするアイスシェルターでの雪氷熱利用について	第9回新エネルギー 促進検討会「再生可能エネルギー熱利用」	2014/2/26
7	木村 賢人	帯広畜産 大学	氷冷熱型農作物貯蔵庫で利用された氷冷熱量の推定法の検証	日本農業気象学会 2014年全国大会	2014/3/18

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	発表者	所属	タイトル	誌名、ページ番号	発表年月
1	斉藤 朋子	土谷特殊農機具製作所	再生可能エネルギー熱利用「第9回 新エネルギー促進検討会」	日刊工業新聞 14	2014/3/20

(c) 展示会

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	斉藤 朋子	土谷特殊農機具製作所	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 雪氷熱利用計測技術(講演)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
2	斉藤 朋子	土谷特殊農機具製作所	再生可能エネルギー熱利用計測技術計測技術実証事業 雪氷熱利用計測技術 (ポスターセッション)	NEDO 自然エネルギー 成果報告シンポジウム 2012	2012/11/6
3	斉藤 朋子	土谷特殊農機具製作所	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 雪氷熱利用計測技術(講演)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17
4	斉藤 朋子	土谷特殊農機具製作所	再生可能エネルギー熱利用計測技術実証事業 雪氷熱利用計測技術 (ポスターセッション)	平成 25 年度 NEDO 新 エネルギー成果報告会	2013/12/17