

事業名		雪氷熱を都市部の空調用冷熱として活用するシステムに関する実証事業																
委託者		伊藤組土建株式会社																
実施場所・周辺環境等		●実施場所及び雪堆積場 ・ホテル(帝国ホテル東京:東京都千代田区)、雪堆積場:山梨県北杜市 ・民間工場(トヨタ自動車北海道:北海道苫小牧市)、雪堆積場:札幌市 ・データセンター(泉電力ビル:宮城県仙台市)、雪堆積場:岩手県奥州市																
事業の目的		●雪堆積場の雪を都市部の空調用冷熱源として活用するシステムの効果検証 ・除排雪作業による雪堆積場がある地域の雪を夏期まで保存し、都市部の大容量熱需要施設の空調用冷熱源として活用するシステムを構築し、二酸化炭素削減効果と事業性・採算性及び他の地域への波及性等を検証する。 ・二酸化炭素削減効果と事業性・採算性を確保できる最適な導入条件を導出する。(地域、規模、方法を導出)																
実証内容	対象技術・システムの特徴	●雪氷冷房システム ・積雪寒冷地において冬期間の降雪を貯蔵または保存し、夏期にその冷熱を利用して冷房を行うものである。 ・雪氷冷房システムの代表的な方法としては、次の4方式があげられる。 1)直接熱交換冷風循環方式(全空気方式雪冷房) 送風機等を利用し、冷熱を供給する貯雪氷施設と貯蔵庫や室内との間で空気を循環させ冷却する方式。 2)熱交換冷水循環方式(冷水循環式雪冷房) 熱交換器の一次側に融解水又は雪で冷やされた不凍液を循環し、二次側で冷媒液を冷却し、ファンコイルユニット等を用いて冷風を排出する方式。 3)自然対流方式(雪室、氷室) 機器類を設置せず、貯雪氷施設や貯蔵庫を被覆した雪氷を自然対流によって冷却する方式。 4)ハイブリット(併用)方式 前出の1)と2)または2)と3)の方式を組合せ、より効率的に冷熱を取出し冷却する方式。 ・本事業では、2)熱交換冷水循環方式(冷水循環式雪冷房)を採用した。																
	実証方法	●雪氷冷房システムの導入 <table><tr><th>導入種別</th><th>導入箇所</th><th>雪氷供給地</th><th>雪氷冷房システム概要</th></tr><tr><td>ホテル</td><td>帝国ホテル東京 (東京都千代田区)</td><td>山梨県北杜市</td><td>平成24年度のシステム(雪氷水槽の冷水から冷熱を取り出すシステム)から、雪氷水槽内に直接採熱コイルを設置し、冷熱を取り出すシステムへ改良し、熱交換効率の向上を図る。 また、雪氷供給地を平成24年度の札幌市から近隣の山梨県北杜市に変更し、輸送によるCO₂排出量の低減を図る。</td></tr><tr><td>民間工場</td><td>トヨタ自動車北海道 (北海道苫小牧市)</td><td>北海道札幌市</td><td>平成24年度のシステムをそのまま利用し、水槽の容量を3倍とし、1回あたりの雪氷の輸送量も3倍程度にすることで、雪氷投入作業の時間を低減し、システム稼働の効率化を図る。 雪氷供給地は平成24年度と同じ札幌市の雪堆積場とした。</td></tr><tr><td>データセンター</td><td>泉電力ビル (宮城県仙台市)</td><td>岩手県奥州市</td><td>施設内で使用される空調設備の代替となる雪氷冷房システムを設計する。</td></tr></table> ●システムの稼働期間 ・帝国ホテル東京(稼働期間:平成25年8月26日～9月30日) ・トヨタ自動車北海道(稼働期間:平成25年8月28日～10月2日) ・泉電力ビル(稼働期間:平成25年10月1日～10月31日) ●雪氷輸送システム ・農業用の網コンテナに雪を詰めて輸送 ・基幹的な輸送手段は鉄道(JR貨物)を利用し、補助的な輸送手段としてクレーン付トラックを使用		導入種別	導入箇所	雪氷供給地	雪氷冷房システム概要	ホテル	帝国ホテル東京 (東京都千代田区)	山梨県北杜市	平成24年度のシステム(雪氷水槽の冷水から冷熱を取り出すシステム)から、雪氷水槽内に直接採熱コイルを設置し、冷熱を取り出すシステムへ改良し、熱交換効率の向上を図る。 また、雪氷供給地を平成24年度の札幌市から近隣の山梨県北杜市に変更し、輸送によるCO ₂ 排出量の低減を図る。	民間工場	トヨタ自動車北海道 (北海道苫小牧市)	北海道札幌市	平成24年度のシステムをそのまま利用し、水槽の容量を3倍とし、1回あたりの雪氷の輸送量も3倍程度にすることで、雪氷投入作業の時間を低減し、システム稼働の効率化を図る。 雪氷供給地は平成24年度と同じ札幌市の雪堆積場とした。	データセンター	泉電力ビル (宮城県仙台市)	岩手県奥州市
導入種別	導入箇所	雪氷供給地	雪氷冷房システム概要															
ホテル	帝国ホテル東京 (東京都千代田区)	山梨県北杜市	平成24年度のシステム(雪氷水槽の冷水から冷熱を取り出すシステム)から、雪氷水槽内に直接採熱コイルを設置し、冷熱を取り出すシステムへ改良し、熱交換効率の向上を図る。 また、雪氷供給地を平成24年度の札幌市から近隣の山梨県北杜市に変更し、輸送によるCO ₂ 排出量の低減を図る。															
民間工場	トヨタ自動車北海道 (北海道苫小牧市)	北海道札幌市	平成24年度のシステムをそのまま利用し、水槽の容量を3倍とし、1回あたりの雪氷の輸送量も3倍程度にすることで、雪氷投入作業の時間を低減し、システム稼働の効率化を図る。 雪氷供給地は平成24年度と同じ札幌市の雪堆積場とした。															
データセンター	泉電力ビル (宮城県仙台市)	岩手県奥州市	施設内で使用される空調設備の代替となる雪氷冷房システムを設計する。															
事業実施体制・役割分担		<div>【実施主体(受託者)】</div> <div>伊藤組土建(株) 1) 雪冷熱を利用した冷房システムの検討と設計 2) 雪冷房システムの導入と撤去 3) 雪の輸送システムの構築 4) 雪冷房システムの稼働 5) 雪氷冷房システム用の雪氷保存 8) 地域への波及性に関する検証</div> <div>【共同実施者】</div> <div>日本データサービス(株) 6) CO₂削減効果の検証 7) 事業性・採算性の検証</div> <div>【実施場所】</div> <div>帝国ホテル東京 トヨタ自動車北海道 泉電力ビル</div> <div>【雪堆雪場】</div> <div>5) 雪氷冷房システム用 雪氷保存 山梨県北杜市 北海道札幌市 岩手県奥州市</div> <div>【外注先】</div> <div>2) 雪冷房システムの導入と撤去 4) 雪冷房システムの稼働 新日本空調(株) システムうじんちょう三機工業(株) 新日本空調(株)東北支店 3) 雪の輸送システムの構築 (株)創建- (JR貨物)</div>																

実証から分かったこと
(事業実施の際の留意点・今後の課題等)

●雪輸送による二酸化炭素排出量の増大
・都市部への雪供給を考えた場合、遠隔供給地からの輸送では二酸化炭素の排出量が増大することが課題となっていた。
⇒本事業において、需要地までの適正な輸送距離が雪供給地から半径250km圏内であることを実証できた。

●稼働状況やロス率等を考慮した二酸化炭素削減効果の確認
・盛夏期(7月～8月)での冷房システムの稼働状況、輸送中に発生が見込まれる雪の融解によるロス率を踏まえた二酸化炭素削減効果が未知である。

●他地域での実用可能性が不明
⇒本事業における実証地域以外での雪捨て場の管理運営状況を把握することで解決できるものとする。

事業の成果

二酸化炭素削減効果

●評価方法
・3箇所雪氷冷房システムを導入し、得られた冷熱量及び公表されている電力会社別のCO2排出係数からCO2削減量を算出した。
・雪氷供給地から冷房システム導入箇所までの雪氷輸送によって排出されるCO2量を試算した。

●二酸化炭素削減量・削減率

【関東エリア】: 帝国ホテル東京

① CO₂削減量

プロセス	サブプロセス	CO ₂ 削減量※1
雪山造成	雪山造成	1.008
	チップ被覆	0.504
雪の取り出し	雪の積み込み	0.516
運搬1	山梨～JR竜王ターミナル	2.906
運搬2	雪カゴの積み込み	0.132
	JR竜王ターミナル～JR墨田川ターミナル (JR貨物)	3.379
	雪カゴの積み込み	0.132
運搬3	JR墨田川ターミナル～帝国ホテル	2.365
冷房	雪冷房	-14.454
合計		-3.512

※1 雪1カゴ(0.88t)あたりの削減量



冷房システム稼働の様子

② CO₂削減率

H25年度	CO ₂ 削減率 (山梨から東京へ輸送)	-24.3%
H24年度	CO ₂ 削減率(札幌から東京へ輸送したケース)	197.4%

約222%の改善

【北海道エリア】: トヨタ自動車北海道株式会社

① CO₂削減量

プロセス	サブプロセス	CO ₂ 削減量※1
雪山造成	チップ被覆※2	0.000
雪の取り出し	雪の積み込み	0.645
運搬1	札幌豊原～JR札幌ターミナル	1.418
運搬2	雪カゴの積み込み	0.132
	JR札幌ターミナル～JR苫小牧ターミナル (JR貨物)	1.373
	雪カゴの積み込み	0.132
運搬3	JR苫小牧ターミナル～トヨタ自動車北海道工場	0.976
冷房	雪冷房	-15.478
合計		-10.802

※1 雪1カゴ(0.88t)あたりの削減量

※2 雪供給地に大規模排雪堆積場が存在するため計上しない



冷房システム稼働の様子

② CO₂削減率

H25年度	CO ₂ 削減率	-69.8%
H24年度	CO ₂ 削減率	-46.7%

約23%の改善

【東北エリア】: 泉電力ビル

① CO₂削減量

プロセス	サブプロセス	CO ₂ 削減量※1
雪山造成	チップ被覆	0.697
雪の取り出し	雪カゴの積み込み	0.205
運搬1	奥州-水沢駅	1.247
運搬2	雪カゴの積み込み	0.132
	水沢駅～仙台ターミナル (JR貨物)	2.574
	雪カゴの積み込み	0.132
運搬3	仙台ターミナル～泉電力ビル	1.325
冷房	雪冷房	-13.498
合計		-7.186

※1 雪1カゴ(0.88t)あたりの削減量



冷房システム稼働の様子

② CO₂削減率

H25年度	CO ₂ 削減率	-53.2%
-------	---------------------	--------

トヨタ自動車北海道の実証結果と同等の削減率を達成

	事業性・採算性	<p>●採算性</p> <p>・試算のとおり、採算性を確保するためには、輸送コストの低減等の種々の条件を満たすことが必要となる。</p> <p>・輸送の距離・回数の効率化や雪輸送の大規模化とともに、自治体・雪捨て場の管理委託業者の連携・協働が重要となる。</p> <p>・雪捨て場の運営にあたっては、秋田市のように雪捨て場として利用する土地の減免措置を講ずるなど、民間へのインセンティブを充実させていくことが必要と考えられる。</p> <p>●採算性の試算方法</p> <p>[前提条件]</p> <p>・苫小牧、仙台の雪冷房実績をもとに、これらの5倍の規模を想定 （年間雪使用量1,500t（1日20t）、耐用年数15年）</p> <p>[採算ライン]</p> <p>・イニシャルコスト・ランニングコスト総額の差額が、輸送にかけられる金額と定義 （同等出力の電気冷房）－（雪冷房）＝約2,560円/t …①（採算ライン）</p> <p>[輸送コストとの比較]</p> <p>・実際に輸送に要するコストは、運送事業者からのヒアリング等により 約4,900円/t ※積込費は堆積場の雪割作業で代替することとし計上しない</p> <p>[輸送コストの低減策]</p> <p>・雪氷グリーン熱証書の想定収入（最大736円/t）</p> <p>・JR貨物駅から供給施設までの距離を10km→3kmに変更</p> <p>・カゴ組み立ての効率化 などによる低減可能性は、約2,540円/t …②</p> <p>となり、種々の条件を満たしたうえで、採算ラインに到達することが可能。</p>																																					
	費用対効果	<p>●二酸化炭素削減量1tあたりのコスト[円/t-CO2]</p> <p>・雪氷エネルギー導入による費用対効果：約364,900円/t-CO2</p> <p>・電気冷房の新設と比べた場合、雪冷房は電気冷房を新設するより低価格で導入することができる。 （施設が大規模になるほど、電気冷房設備のコストは大きくなる）</p> <p>表 費用対効果の試算</p> <table><tr><th></th><th>導入施設</th><th>① H25年度設置（改良） 工事費用（円）</th><th>② 使用した雪 （カゴ）</th><th>③ 1カゴ当たり CO₂削減量 （kgCO₂）</th><th>④ CO₂削減 総量 （tCO₂）</th><th>⑤ 耐用年数 （年）</th><th>⑥ 費用対効果 （円/tCO₂）</th></tr><tr><td rowspan="3">H25 実績</td><td>帝国ホテル</td><td>7,000,000</td><td>96</td><td>3.512</td><td>0.337</td><td>15</td><td>1,384,143</td></tr><tr><td>トヨタ自動車北海道</td><td>4,778,000</td><td>132</td><td>10.802</td><td>1.426</td><td>15</td><td>223,397</td></tr><tr><td>泉電力ビル</td><td>9,700,000</td><td>84</td><td>7.186</td><td>0.604</td><td>15</td><td>1,071,307</td></tr><tr><td>将来 想定</td><td>事業性検討モデル 2,000㎡データーセンター 雪使用量1,500t/年</td><td>59,000,000</td><td>1,500</td><td>7.186</td><td>10.779</td><td>15</td><td>364,907</td></tr></table>		導入施設	① H25年度設置（改良） 工事費用（円）	② 使用した雪 （カゴ）	③ 1カゴ当たり CO ₂ 削減量 （kgCO ₂ ）	④ CO ₂ 削減 総量 （tCO ₂ ）	⑤ 耐用年数 （年）	⑥ 費用対効果 （円/tCO ₂ ）	H25 実績	帝国ホテル	7,000,000	96	3.512	0.337	15	1,384,143	トヨタ自動車北海道	4,778,000	132	10.802	1.426	15	223,397	泉電力ビル	9,700,000	84	7.186	0.604	15	1,071,307	将来 想定	事業性検討モデル 2,000㎡データーセンター 雪使用量1,500t/年	59,000,000	1,500	7.186	10.779	15
	導入施設	① H25年度設置（改良） 工事費用（円）	② 使用した雪 （カゴ）	③ 1カゴ当たり CO ₂ 削減量 （kgCO ₂ ）	④ CO ₂ 削減 総量 （tCO ₂ ）	⑤ 耐用年数 （年）	⑥ 費用対効果 （円/tCO ₂ ）																																
H25 実績	帝国ホテル	7,000,000	96	3.512	0.337	15	1,384,143																																
	トヨタ自動車北海道	4,778,000	132	10.802	1.426	15	223,397																																
	泉電力ビル	9,700,000	84	7.186	0.604	15	1,071,307																																
将来 想定	事業性検討モデル 2,000㎡データーセンター 雪使用量1,500t/年	59,000,000	1,500	7.186	10.779	15	364,907																																
副次的効果	波及効果	<p>●視察・報道等の状況</p> <p>・6月：新潟日報社に記事掲載</p> <p>・7月：「雪の市民会議」で、平成24年度事業に関する講演</p> <p>・9月：帝国ホテルにて、見学会開催</p> <p>・その他：雪冷房に関する問い合わせ3件（本州2件、道内1件） 雪冷房の提案2件（1件は試験的に導入予定）</p> <p>●波及の見込み</p> <p>・事業性・採算性を確保できる雪供給地からの輸送距離約70km圏内において、特に波及が進むものと思われる。</p> <p>・需要地側において、輸送コスト削減の観点から、貨物駅近辺にある程度雪冷房施設が集積することが望ましい。</p> <p>・供給地側において、自治体の雪堆積場管理との連携により、効率的な雪供給体制を図ることが望ましい。</p>																																					
	地域づくりへの貢献性	<p>●運輸及び設備工事業への直接効果</p> <p>・1日当たり80t×75日（3か月）の雪を輸送すると、運輸業の売上増は1,800万円（3,000円×80t×75日）</p> <p>・雪を20t/日消費する施設を4箇所設置する場合、設備工事業の売上増は23,600万円（5,900万円×4箇所）</p> <p>●雪供給地における貢献性</p> <p>・融雪作業重機の有効活用</p> <p>・道路除・排雪の有効利用（1日当たり80t×75日の雪を輸送した場合、6,000tを活用可能）</p> <p>・民間へのインセンティブを充実することにより、遊休地の有効活用が可能となり、貨物駅からより近い場所に新たな堆積スペースの確保が期待できる。</p> <p>・輸送トラック・JR貨物の空便の有効活用が可能となる。</p> <p>●需要側における貢献性</p> <p>・温室効果ガスの削減に寄与する。</p> <p>・夏季の節電に寄与する。</p> <p>・再生可能エネルギー利用の意識啓発となりうる。</p> <p>・企業等の環境負荷低減のためのCSR活動の取組となりうる。</p>																																					

その他の効果	<ul style="list-style-type: none">●雪捨て場の運営民間業者のメリット<ul style="list-style-type: none">・現在、雪捨て場を運営する民間業者は、自治体から土地貸借、受入管理までを担っている。これに雪輸送業務までを包括し、そのスケールメリットで、民間業者の収益も確保しつつ雪輸送の価格低減や雪捨て場契約費用の低減が期待できる。●人的交流<ul style="list-style-type: none">・再生可能エネルギー施設を巡る視察やエコツアーによる人的交流などが期待できる。
--------	---