

北海道の雪氷が東京を冷やす

～雪氷輸送物流システム～

北海道開発局 開発監理部開発調整課

北海道の物流には、片荷輸送による高コスト構造の問題があります。雪氷輸送物流システムは、自然の冷気で豊富に存在する雪・氷を北海道発の新たな冷熱エネルギー荷物と位置付け、この片荷輸送による潜在的な輸送余力を利用して首都圏へ輸送し、臨海部オフィスビルの冷房熱源に利用することで、物流の効率化による北海道物流の高コスト構造改善を目指すとともに、大都市圏で深刻化するヒートアイランド現象などの環境問題解決に寄与できる新たな物流システムの構築を目指すものです。



北海道と首都圏の物流を取り巻く状況

首都圏と北海道間の船便（貨物フェリー、RORO^{*}船、コンテナ船等）では、トレーラーやコンテナなどで荷物が運ばれます。首都圏からの北海道への便は荷物が満載なのにに対し、北海道から首都圏へ帰る便は農作物の収穫期を除き空荷が目立ちます。これは北海道から輸送できる荷物が少なく、輸送業者は荷物を確保するのが困難なためです。そのため空のシャーシ（車台）やトレーラーを東京へ船賃をかけて戻さなくてはならず、結果として北海道へ運ぶ荷物に帰りの空荷輸送コストが上乗せされます。

物流コストが高いことで、北海道で製造された工業製品は高コスト輸送の原材料を使い、造られた製品も割高になり、北海道での企業誘致が思うように進まない一因ともなっています。さらに企業誘致が進まないため、北海道からの発荷が確保できないという悪循環に

なっています。この悪循環を断ち切るためには、北海道からの発荷を確保することが最も効果的です。

今回の雪氷輸送物流システムは、「どうせ空で帰るのであれば、“ついで”に雪氷を運んでもらい、それを冷房に利用しよう。“ついで”なので、輸送業者の都合のよいときに運んでもいただき、その分安く輸送してもらおう」というものです。

運賃が安価でも雪氷が荷物になることで、帰りの空荷が減り、運賃負担が軽減され、輸送コストが下がり、北海道経済の活性化や新たな雪氷関連産業の創出にもつながることが期待されます。

一方首都圏では、昼間の電力ピークを抑制する観点などから、深夜電力で氷や冷水を作り、昼間の冷房に活用するシステム（エコアイスシステム等）が普及しています。今回の雪氷輸送物流システム実証実験は、このような氷や冷水を活用した冷房システムに北海道から輸送した雪氷を利用してもらうというものです。

輸送される氷は輸送業者の都合に合わせて搬送されるため、雪氷の到着は不定期になります。このため、

^{*} RORO 船：ロールオン・ロールオフ船の略。トレーラーや自走などで船内に荷物を運び入れるタイプの輸送船。

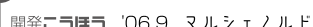
昼間でも夜でも冷熱を製造するためにはビル外に熱を放出することが必要ですが、本システムでは、北海道の冬の冷気でエネルギーを使わずに作った水を利用することにより、ヒートアイランド現象の原因の一つである冷房時の屋外への放熱を抑える効果が期待できます。

本システムの確立には、いくつかの課題があります。大量で安価な水をいかに確保し、安全かつ安価に運び、どのように利用するかということです。この課題を解決するために、雪氷生産地、雪氷輸送システム、冷



自然の冷気で作られた雪氷を、年間を通じエネルギーを使わずに保存するための基礎データを集めます。

・大量かつ安価な雪氷の製造（製氷方法）



・春から夏、秋にかけてのエネルギーを使わない雪氷の保管方法

輸送システム実証実験

冷凍車ではなく、首都圏へ帰る空のトレーラーを利用し、いかに安全かつ安価に氷を運べるかの実証実験を行います。

- ・雪氷の積み込み方法
- ・各種トレーラーやコンテナに対応した安全な運搬方法
- ・輸送時の融解量の把握および融解水の対策

利用システム実証実験

実際にビルの冷房システムとして活用するためのデータを収集します。

- ・安全かつ安価な蓄熱水槽への氷投入方法
- ・不定期に運ばれる雪氷に対応した冷房システムの検証

実証実験の状況（平成18年7月現在）

平成17年12月～平成18年3月にかけて氷の製造実験を行い、約2,500 tの氷が製造できました。この氷を断熱材などで覆い、自然状態で10月まで保管します。平成18年度は6～10月にかけて全17回、計300 t程度の氷を輸送、その氷を使って実際のオフィスビルで冷房システムの利用実験を行います。この実験で得られたデータを基に、事業化へ向けた課題を明らかにします。

産地システム実証実験

・自然池からの氷の切り出し・確保

自然池から切り出した厚さ約40cmの氷を3段と5段に積み上げ、それぞれ断熱材+遮光シートで保管しました。保管した氷の融解状況から、この方法では6月まで保管できることを確認しました。



自然池からの氷の切り出し状況

・アイスpond（人工池）による製氷・保管

製氷用の人工池を作り、そこに水を数cmずつまき凍らせる作業を繰り返しました。今回の実験では厚さ50～60cm程度の氷が約2,500tできました。

その氷を1.5mの雪、さらに厚さ100mmの断熱材+遮光シート、または1mの土砂で覆い保管しました。この状態で氷を10月まで保管し、実際に首都圏へ運び冷房実験に使用します。



アイスpondでの製氷状況



断熱・保管状況（雪1.5m+土砂1.0m）



断熱・保管状況（雪1.5m+断熱材+遮光シート）

・フレコンパックによる製氷・保管

フレコンパック（高さ1mの大型土のう）に給水し凍らせました。給水方法は、高さ10cm、20cm、50cm、1mと給水量を変えて凍る様子を観測しました。10cm、20cm給水では夜間に凍ったものが昼間融解し、なかなか凍らなかったのに対し、1mの高さで一括給水したものは比較的凍りやすいことがわかりましたが、すべてが凍るわけではなく、なかには凍らないものもあり、

配置が微妙に影響しているようです。

保管では、積み上げたフレコンバック氷を隙間なく断熱材で覆うことが難しく、6月には融解してしまいました。



フレコンバックによる製氷状況

・アイスボンドからの氷の切り出し、積み込み（輸送時）

氷の切り出し方については、いろいろな方法を実験します。写真は専用切り出し機とバックホウに特注の鋸歯アタッチメントを取り付けたものを併用して切り出している状況です。1m×1mに切り出した氷を2段に重ね、トレーラーに積み込みました。



専用切り出し機と鋸歯バックホウによる氷切断状況



20tトレーラーへの氷の積み込み状況

輸送システム実証実験

今回の検討は、東京への空荷トレーラーを利用することを目的にしているため、冷凍設備のない一般的なトレーラーを使用します。

氷が動かないようにラッシング（ベルトによる固定）

を行います。氷が溶けると、ベルトが緩み、どのような動きをするかがわからないため、実験初期は断熱材で間詰めをしました。今後は実験を重ねデータを集めることで、より簡易な方法で固定できるよう検討します。



ラッシング状況



乗船（苫小牧港→東京港）



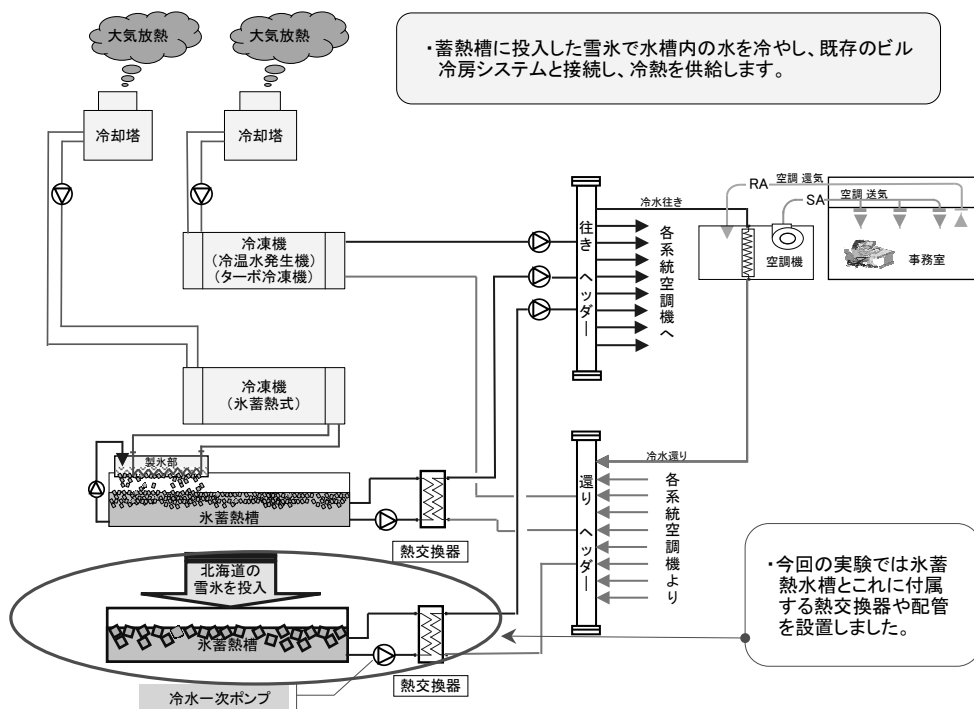
融解量確認状況（東京）

利用システム実証実験

今回の実証実験施設は、墨田区内のオフィスビルの地下駐車場に実験専用の氷蓄熱水槽を臨時に設置し、雪氷を投入します。この雪氷の冷熱を、熱交換器を介して既存の冷房システムに供給することでビルの冷房に利用します。

実証実験では氷を人力で水槽に投入しますが、できるだけコストを掛けずに、いろいろな施設に対応できるようにするため、できるだけシンプルなシステムを目指しています。

利用システム実証実験施設の冷房システムイメージ図



実験用の水蓄熱水槽



人力による水蓄熱水槽への投入状況



水蓄熱水槽内の状況

今後の展開について

現在までの実証実験での結果、アイスポンドの水保管管では、地熱による氷の融解はほとんどないことがわかりました。このため、側面及び上面の断熱を確保することで、氷の保管が可能となることがわかりました。

また、苫小牧から東京までの輸送中に、約20%の水が融解することがわかりました。これは当初想定していた範囲内であり、冷凍車以外でも十分に氷の運搬が可能であることがわかりました。

大きな氷を冷凍施設を使わずに運ぶということは、今まで事例がないため、最初は安全性の確認を主とした実験をしましたが、実用化に向けては、いかに人件費を抑えてコストを下げるかが課題となります。今後はいかに安価で安全な氷の製氷・保管・運搬が可能かを検証していきます。