



# 雪氷エネルギー普及拡大セミナー in 東京 雪氷エネルギーを ビジネスに利用しませんか?

経済産業省北海道経済産業局  
資源エネルギー環境部エネルギー対策課

「雪氷エネルギー」は、省エネで環境負荷が小さい再生可能エネルギーとして、北日本や日本海側の自治体、農業団体などにおいて公共施設の冷房や農産物貯蔵などに利用されています。また、最近では、生産工程や事業所の冷房など、企業の事業活動や環境配慮活動の一環として、雪氷エネルギーを活用するケースも増えています。

北海道経済産業局では、2001年にスタートした「グリーン電力証書」に「電力」だけでなく、「雪氷熱」を加えるための取組を行ってきましたが、11年1月から新たに「雪氷グリーン熱証書」が制度化されたことから、本年3月3日、東京都内で「雪氷エネルギー普及拡大セミナー in 東京」を開催しました。

本セミナーでは、「企業等の事業活動、環境配慮活動における雪氷エネルギーの活用」をテーマに、雪氷エネルギー利用の意義・効果に加え、事業活動等での活用事例や商品付加価値を高める取組、雪氷エネルギーの持つ環境付加価値の新たな活用法について紹介しました。

## 特別講演

### 利雪最前線 2011年晩冬

#### 雪は地産地消の地域資源

雪がなければ米を作ることができません。日本は小さく、地形が急峻です。アジアモンスーンで雨がたくさん降りますが、水を貯めておく余力がない。雪があるおかげで、春先まで雪を貯めておくことができ、田植えをする4、5月に十分な水を供給することができるわけです。



媚山 政良 氏  
室蘭工業大学大学院  
工学研究科教授

雪は、石油に比べると、エネルギー密度のけたが二つぐらい違います。エネルギー密度が高ければ運ぶだけの価値がありますが、密度が低いと運ぶためにエネルギーを使うので、バランスが取れなくなります。ですから「地産地消」で、雪の降ったところで料理するという形は自然なことです。雪の降る、裏日本、北海

道は食の土地ですから、雪と食をうまく組み合わせて利用していけば、私たちは豊かな世界が作れます。

**除排雪の雪捨て場の雪山を冷熱資源として活用**

雪を捨てに遠くに運ぶとお金がかかるので、まちに近い空き地に捨てています。それを夏に冷たいエネルギー資源として利用できれば素晴らしいことです。バーク材（木の皮のチップ材）を30cmかぶせると、1年で解ける雪の量は1.5m、残りは1年中解けない。

雪の利用方法の代表的なものは冷熱利用です。氷室という倉庫に3月の初めぐらいに外から大型除雪車で雪を入れています。真夏も含め1年中、温度2～4℃、湿度85～95%という状態になります。多くの農産物の貯蔵条件に合致しています。雪冷房は、雪に穴を開け、部屋から来る温風に冷気をかけます。8℃ぐらいまで下がります。これに暖かい空気を混ぜると温度も湿度も調整できる冷房装置になります。雪を1t利用すると、石油を10ℓ節約、CO<sub>2</sub>が30kg抑制できます。100万tの雪は石油換算5万本のドラム缶に相当します。

倉庫に雪を入れておくと、倉庫の利用率が減るイメージを持ちますが、農業倉庫が満杯状態になるのは9、10月の収穫直後です。冬の終わりには倉庫は半分以上空いています。そこに雪を入れれば競争しません。農業倉庫としては非常に優れたものだと思います。

米を雪で冷やしますと、3～5年は問題なく良食味のままに貯蔵できます。150万tの米を3年間貯蔵できれば、毎年の50万tの出し入れだけで、150万tのおいしい米を貯蔵できます。今は、150万t全部を入れ替えるというやり方です。3年貯蔵が可能であれば、かか

るお金もほぼ3分の1で済みます。

北海道も夏はけっこう暑いのです。マンションなどの空調で冬は温風を流し、夏は冷風を流していますが、その装置で夏は雪を使った冷房を使うことができます。雪捨てする場合には年70～100万円かかりますので、それを貯雪庫に貯め、運用をきちっと考えるとペイできます。雪冷房を使った老人ホームもあります。雪に穴を開けて空気を通して冷やす、雪が解け、水はアンモニアを無条件に吸収してくれます。花粉も取れます。

**冷熱をふんだんに使った産業や生活の改善に向けて**

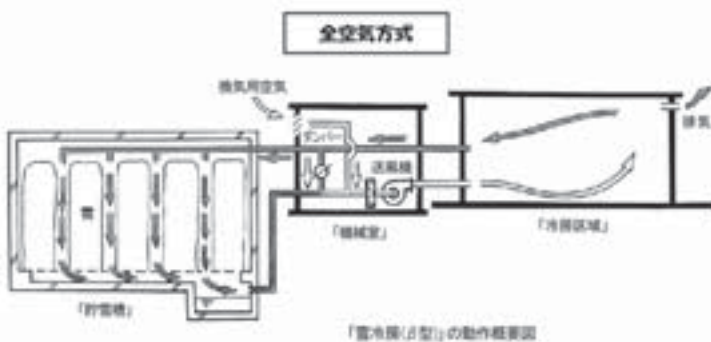
冷熱は電気を使って作ると高いものです。したがって、冷熱をふんだんに使った産業や生活の改善を私たちはこれまで十分には考えていませんでしたが、雪はただですから、やりたい放題です。

岩見沢農業高校では、雪山を自分たちで作って、鶏舎を冷やすという実験をやりました。夏の暑いときに産卵率は25%に落ちますが、冷房すると下がりにません。

私たちの熱エネルギー研究室では、雪とエンジンの両方をやっています。エンジンの動力・温熱、排ガス、雪の三つでいろいろな装置が作れます。それらを組み合わせたものがデータセンターの冷房です。1,000kWのサーバー電力が必要なデータセンターでは、1,000kWの冷熱が必要です。外気で冷やすのは、寒い地域の方が長い期間よく冷やせます。当然、裏日本、北海道です。しかし、真夏には北海道も30℃を超えることはよくあります。暑いときには雪を使う。そういった雪、寒冷気を使ったデータセンターを、私たちは「ホワイト・データセンター」と呼んでいます。

雪以外の氷、凍土、人工降雪ですが、冬、寒いときに水を凍らせて利用したものが「アイスシェルター」です。「凍土」は、ヒートパイプという熱をよく伝える物質を用いて湿った土を凍らせるのです。寒くても雪が降らない地域は世界中にたくさんありますが、そういう地域で利用できるものです。それから、「人工降雪機」もすごく面白いと思います。そう考えると、未利用エネルギーは余るほどあります。それをどう使っていくかが大きな問題です。

図1 雪冷房の温度（湿度）制御



## プレゼンテーション①

### 企業の事業活動、環境配慮活動における活用事例

#### 日本最西端！冷却エネルギーとしての雪氷利用

サントリーは「水と生きる」をコーポレートメッセージにしています。それは、われわれの主要な製品が水の恵みがないと成り立たないことが理由の一つです。

雪氷エネルギー活用設備の導入の背景の一つは「人と自然と響きあう」という企業理念でした。また、豪雪地帯という地域特性、雪の供給が担保されていることです。奥大山ブナの森工場は、自然共生型工場を建設のコンセプトとしました。そのシンボルとして、環境影響の極小化もねらい、更に建屋の空きスペースを有効活用しました。

奥大山ブナの森工場は標高730mに位置し、工場の敷地は大山隠岐国立公園に隣接しています。奥大山の自然環境の特徴は豊富な降水量で、標高700～1,300mの間には西日本最大のブナの森が広がっています。奥大山周辺の最深積雪量は平均150～200cmになります。

工場のエネルギー利用システムですが、1次エネルギーのLNGをタンクローリーで輸送し、貯槽に受け入れ、蒸発させてボイラーの燃料として使っています。高温熱交換器から出る高温蒸気ドレンやエアコンプレッサーなどの排熱を回収、潜熱蓄熱槽に集め、55℃の温水として居室空調やプロセス設備で利用。LNGが蒸発する際の気化熱も冷熱として回収しています。大半は電気式冷凍機で7℃の冷水を供給していますが、ここに並行して雪室とLNG冷熱回収設備が設置されています。

潜熱蓄熱システムでは、蓄熱材に酢酸ナトリウムを用い、その蓄熱能力は重油約300ℓに相当し、排熱利用システム全体で1年間におよそ400tのCO<sub>2</sub>を削減しています。雪室の床面積は194㎡で、250tの雪が貯蔵でき、設備の冷却、空調、排水冷却、融雪に利用しています。CO<sub>2</sub>削減量は年間約10tになります。雪室設備は、雪貯蔵庫のピットに設置された水中ポンプで雪



山本 浩也 氏  
サントリープロダクツ(株)  
天然水奥大山ブナの森  
工場課長

解け水を循環させ、熱交換器を介して工場で利用する7℃の冷水を作製するのが、基本的な使用方法です。また、特徴的なのは、冬季に25～30℃程度の温排水をこの雪貯蔵庫に供給し、温度を少しでも下げて、周辺環境への影響をできる限り低減しています。

雪室の循環水は4～5℃、プロセスへの供給温度は6～7℃で、安定した稼働をしています。雪はエネルギーの巨大な固まりなので、エネルギーを非常に安定的に取り出せるという利点があります。

工場内では冬季に雪堆積場が不足し、場内道路や駐車場の確保が困難になりますが、排水冷却で1日約30tの雪を溶かします。1月には約500t、ダンプカー200台分を運搬排雪することなく融雪できました。

雪エネルギーのポジティブな面は、その場所の空から降ってくるので簡単に集めることができ、エネルギー利用施設の直近に存在するということです。反面、密度が低く、かさばり、保管方法次第ではイニシャルコストが高額になります。また、温度差の小さい利用形態が一般的で、エネルギーを取り出す速度は遅くなります。

#### トヨタ自動車北海道における雪氷利用の取組

当社は北海道に立地する企業として、「北海道の自然との共生」をうたい、実際に環境活動していくための「グリーンファクトリープラン」を策定しています。その4本柱は、工場環境、地球環境、製品環境、作業環境です。工場環境では、省エネ・省資源の取組に力を入れ、天然ガスを燃料としたコジェネレーションシステムの導入やこの雪氷冷房が活動の大きな柱です。

雪氷冷房の一番の目的は、自然エネルギーによるCO<sub>2</sub>の削減です。トヨタグループでは、毎年いくらか、5カ年計画でいくらかという削減目標がありますので、雪氷冷房にも積極的に取り組もうということです。もう一つは、北海道ならではの差別化できる一つのアイテムということです。



長尾 和宏 氏  
トヨタ自動車北海道(株)  
技術部係長

当社の駐車場は10万㎡もあり、除排雪が必要ですが、雪冷房で使えばすべてが有益なものに変わるので。集めた雪の造成にはバックホーを1台外注しますが、社内に6台ほど抱えている重機で3,000tほどの雪山の造成は2日もあれば可能です。

2006年に設置した最初の雪冷房は、一番シンプルな全空気式です。パーク材で覆った雪山に空気の通り道であるパイプを埋め込み、熱交換を行う場所まで風の通り道を用意し、送風機を回すことで外気が中で冷やされて冷たい風が出てきます。最もよいところは、100V500Wの送風機だけで冷気が取り出せることです。

10年からは冷水循環式に替えています。冷熱の搬送には水で送った方が効率がいいのです。こちらの構造では、雪山の下にアスファルトを打ち、解けた水を回収しています。ポンプでくみ上げ、1次側、2次側で熱交換をし、工場に冷水を送り込みます。1カ月間の熱回収量は3万MJほどで、冷房能力換算では時間160MJです。CO<sub>2</sub>換算では6tです。これを業務用エアコンですと、相当な大きさの投資が必要になります。

それから、媚山先生の協力を得て、堅穴空気-雪熱交換方式のシステムを敷地内の雪山を使って評価しています。上から水をたらすだけで簡単に垂直に穴があき、風を通してみると、穴が大きくなっても冷房能力は変わらないという結果が出ています。また、苫小牧市はあまり雪が降らない地域ですが、寒いことは寒いので、寒さを何とか使おうということで、人工降雪機の研究にも取り組んでいます。水の噴霧粒径さえ細かいものにすれば、ほとんどが氷に変わってくれています。凍れば十分に冷熱として利用できます。

各工場の製品を組み付ける密閉された空間にはどうしても冷房が必要です。工場全体の室温を1℃でも減らせれば、それでも十分大きな効果があるということで利用を広げていこうと考えています。



## プレゼンテーション②

### 商品付加価値を高める取組と効果

#### 北海道沼田町の雪氷利用の取組と「雪中」シリーズ

沼田町は道内有数の豪雪地帯で、年間の降雪量は10mを超えます。雪は冬の生活を阻害する「やっかいもの」でしたが、雪のエネルギー利用に出合い、これを地域資源として、雪国ならではの雪と共生するまちづくりを目指しています。「克雪」「親雪」「利雪」「学雪」をそれぞれ個別に行うのではなく、連携させながらまちの活性化へとつなげていくのが、私たちの目指している雪との共生です。



伊藤 勲 氏  
北海道沼田町  
利雪技術開発センター  
主任研究員

利雪型農業は、生産だけでなく、貯蔵や流通、加工、販売にも雪を活用するものです。低炭素な栽培や製品の味を変化させたり、質を高めたりして、他の地域との差別化を図ろうということで進めています。

そのきっかけは、1996年に完成したスノークールライスファクトリーです。3,700㎡ぐらいの大きな倉庫に1,500tの雪を積んで、約2,500tの米が入るもみ貯留ビン室を冷房するものです。空気を雪の中を通して冷やし、室を通してバイパスさせた空気を混合させて、米の貯蔵に必要な温度と湿度を得て、貯留ビン室へ送るという仕組みです。温度を5℃まで下げ、湿度も調整できますので、米の水分を一定に保ち、米の活動を休止させながら品質を維持、米の劣化を抑えることができるシステムです。

玄米を15℃の温度条件で保管したものは、1年経つと脂肪酸度が古米として扱われる20の値を超えるのに対し、もみ米を雪冷房、温度5℃、湿度70%で保存したものは、5年を経過しても新米の品質を保ち、これが備蓄などに適用できる根拠になっています。

まちでは、雪を利用した農産物を「雪中シリーズ」として商品化。スノークールライスファクトリーから出荷される「雪中米」。「雪なごり」は雪中米を使った原酒を雪の中に寝かせることで味をまろやかに仕上げ

た日本酒。雪室貯蔵で水分を保ったまま糖度が上がり、ほんのりと甘くなった「雪中じゃが」。このじゃがいもを練り込んだ「雪中じゃがうどん」。玄そばを雪室に貯蔵した「雪中そば」。農家の女性グループが手作りし雪室で貯蔵した「雪中みそ」などがあります。

町営の就農支援実習農場椎茸発生棟では、雪冷房を利用し、きのこにとって生えやすい秋の条件、高湿度で、日中と夜間で寒暖の差をつける環境を1年を通じて提供、「雪中椎茸」の名で販売しています。

椎茸発生棟の雪冷房施設の大きな特長の一つは、雪を補充できることです。貯雪槽には86tほどしか入らないのですが、年間雪利用量は約1,450tです。雪がなくなれば雪山センターから運んで投入することで、貯雪槽の大きさを小さくでき、イニシャルコストを下げています。国内でも珍しい雪補充型の施設です。

沼田式雪山センターの堆積場所の下はアスファルトで、冬は雪捨て場として道路除排雪を集め、パーク材で覆います。堆積量は約5,000tです。1t1,000円で販売し、イベント等にも利用されています。エネルギー利用の場合は近場に限定されますが、雪氷グリーン熱証書であれば、雪の降らない遠方の方にも雪利用の価値を販売できますので、町としても期待しています。

### 雪氷熱乾燥システムの開発と「ホッケ雪氷一夜干し」

25年ぐらい前から雪氷熱の利用を始めました。当時は農産物の冷蔵です。雪の最大のいいところは零度以下にはならないことです。また、それが欠点でもあり、零度以下にした海産物には利用できません。ところが、酒の席で、魚の乾燥はマイナスではなくプラス温度だという話を聞きました。

そこで、私どもは、雪氷を用いた低温除湿乾燥を共同開発しました。エコロジーで低コスト、食品の安全性も大きく確保、最終的には地場産業に貢献する、ホッケの一夜干しです。



川本 周朗 氏  
北裕建設コンサルタント(株)  
取締役札幌支店長

雪氷でなぜ干せるのかというと、低温除湿化です。稚内は7月の平均気温が16.9℃、相対湿度が86%です。この空気をプラスチックコンテナの雪氷室に入れると、温度は5℃、相対湿度は若干上がり90%になります。絶対湿度は空気1kg当たりで水分は10gから5gに減ります。ちなみに、機械の除湿乾燥では、温度20℃、湿度50%で、絶対湿度は空気1kg当たり水分が7.5gです。機械乾燥より乾燥した空気でホッケを乾燥したことになります。

建設現場に用いられているハウスを雪氷室と機械室と乾燥室に3区分。氷を入れたプラスチックコンテナに外気を取り込む小さな穴を設け、機械室に100Wくらいの小さいファンで空気を引っ張ると、外気はコンテナのすき間をすり抜けていき、低温除湿化された空気が乾燥室に送風されます。ホッケ1枚当たり377gの重量が12時間後には323gと15%減りました。時間当たり4.5gです。

機械乾燥と雪氷乾燥でできたホッケを比較すると、雪氷乾燥の方が肉厚でおいしく、表面はかりっとして、中はジューシーで食感も良好でした。また、機械乾燥は20℃、雪氷乾燥は5℃で仕上げていますが、解凍後の一般生菌数のオーダーが違いました。低温で乾燥したことにより、安全性は確保されていました。

ホッケの「雪氷一夜干し」の商品化が、礼文島香深の「やまじょう」さんをパートナーに始まりました。商品化に当っては、礼文島の西海岸のホッケだけを使うことにしました。限定500枚を作り、12月にダイレクトメール広告を送りました。機械乾燥の2枚735円はまったく売れず、1枚630円の雪氷一夜干しがよく売れました。現在インターネットでも売っています。

私どもが考えているビジネスモデルは、雪山センターに大量の雪を貯蔵し、水産加工場、農産物の貯蔵庫、公共施設、牛舎や鶏舎にも配送するものです。イニシャルコストを縮減するには、雪山センターから必要な分だけ購入していただければいいのです。今後は太陽光や風力とも組み合わせていきたいと思っています。

高付加価値商品を生み出す雪氷冷熱の可能性

太陽光や風力発電は、風任せ、お日様任せです。雪は基本的にただで降ってくる、そして貯めて安定的に利用できる地域限定のエコなエネルギーで、雪国の特権ではないかと思っています。



伊藤 親臣 氏  
財雪だるま財団  
チーフスノーマン

雪を利用した取組はエコな取組、雪を利用した商品はエコな商品です。ホッケの雪氷一夜干しは、環境に優しいホッケを食べていることになります。雪氷を利用する商品に対しての価値がこれからは生まれると思います。

雪利用を新産業と考えれば、例えば農業分野では、大規模な食料備蓄、においが取れることから畜産業の牛舎、豚舎、鶏舎の空調。漁業分野では、水温調整としてイワナやヤマメの養殖への応用。また、IT産業分野のクラウド化に伴うサーバーの熱処理。スポーツ分野ではトレーニングジム。冷輻射を応用した毛細血管を刺激するトレーニングにも応用できます。

猛暑で家畜が夏バテして熱射病で死亡するという記事があります。鶏は牛や豚に比べて暑さに非常に弱いのです。インフルエンザのワクチンは、冬の流行を予測して夏に卵から作りますが、鶏が夏ばてして卵を産まなくなってしまうことが予想されます。最近では鳥インフルエンザを恐れ、鶏舎を密閉状態に近い形にする飼育もあるようです。そうした部分で雪を利用できないかと考えています。

雪と共存する社会システムを構築できればと思います

す。それには、冷熱産業による地域経済の活性化と雪国だから担える環境保全が大きなキーワードになります。雪を核とした豊かなまちづくりには、スノーフードやスノーライフが欠かせないと思います。

プレゼンテーション③

雪氷の持つ環境付加価値の新たな活用法  
雪氷グリーン熱証書の運用開始

今、雪氷エネルギーは全国140の施設で使われています。農協や自治体を中心に、農作物の貯蔵などに利用しています。2002年1月、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）」が改正され、雪氷エネルギーが新エネの一つに位置づけられました。



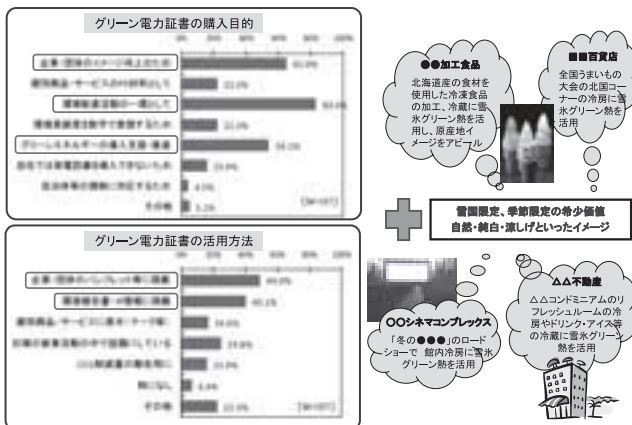
小貴 秀治 氏  
北海道経済産業局  
資源エネルギー環境部  
エネルギー対策課長

グリーン熱証書は、証書発行事業者が雪氷の持っている環境価値を雪氷施設運営者から譲り受け、証書購入を希望する熱利用者に証書を発行、熱利用者はその購入分をグリーンエネルギーからの熱と見なす仕組みです。環境価値の第三者認証機関としてグリーンエネルギー認証センターがあり、認証を受けるための基準が昨年12月に決まり、今年1月から雪氷グリーン熱証書の仕組みがスタート。グリーン電力・熱証書の発行事業者数は現在51。ここに新しく雪氷グリーン熱証書の発行事業者となるべくNPO法人利雪技術協会が準備を進めています。

グリーン電力証書の購入目的や活用方法で多いのは、環境配慮活動、企業・団体のイメージ向上、グリーンエネルギーの導入支援・推進を目的に、企業・団体のパンフレットや環境報告書に掲載、紹介するといった形で使われています。雪氷グリーン熱証書の活用イメージは図2のとおりです。

雪氷施設そのものを整備する、あるいは証書を購入する等、雪氷利用は全国各地でいろいろな形での活用、参画の仕方があるのではないかと思います。大いにアイデアを出していただければと思います。

図2 雪氷グリーン熱証書の活用イメージ



出典：北海道経済産業局「雪氷グリーン熱証書市場」拡大方策調査（平成22年度）