

第1章 冷熱エネルギー利用の新たな展開と展望

角 一典

はじめに

本報告書は、5年間の冷熱エネルギーによるまちづくりをテーマとした調査の中間総括の報告として位置付けられるものであるが、冷熱エネルギーによるまちづくりということ自体が現在進行中のものであり、未完のプロジェクトでもある。したがって、こうする間にも新たな動きが登場してくる。本章は、これまでの報告書の中で触れられていない、冷熱エネルギーをめぐる新たな動きについて、簡単ではあるがトレースするものである。

まず、雪冷房の拠点的な位置を占める空知地方における新たな取り組みについて簡単に整理し（第1節）、2010年にスタートした雪氷グリーン熱証書について概要をまとめるとともに、その可能性と課題について簡単に論じる（第2節）。

1.1 空知地方を中心とする新たな展開

1.1.1 美唄自然エネルギー研究会をめぐる新たな展開

空知地方における雪冷熱の利用、ひいては北海道・日本・世界の雪冷熱の利用を牽引している存在である美唄自然エネルギー研究会（以下「エネ研」）は、現在も新たな活動を展開し、また、「進化」を遂げ（ようと）している。ここでは、エネ研をめぐる最近の注目すべき動きを簡単にまとめる。

1.1.1.1 雪屋媚山商店設立

エネ研の中核メンバーである媚山政良氏と本間弘達氏がともに職を退き、株式会社「雪屋媚山商店」を立ち上げた。設立登記は2012年3月11日に行っているが、これは東日本大震災と福島第一原発事故を意識してのものである。これまで、本職を抱えながら雪冷房への取り組みをしてきた二人が独立を果たすことで、雪に専念できる環境が整ったことは、雪冷房の普及という点からは朗報である。

それだけにとどまらず、今後の推移をみる必要もあるが、こうした動きが成功を遂げることが、今後の日本社会にとっては非常に有益な結果をもたらすと考えられる。ひとつには、環境という分野はすでにビジネスチャンスとして確立している状況ではあるが、雪という新分野での企業が成功すれば、環境ビジネスによる起業という新たなビジネスモデル形成に寄与し得るということ、もうひとつは、近年注目が集まっている「社会的企業」あるいは「ソーシャルビジネス」といった側面からも、新たなビジネスモデルを提示する可

能性があること、である¹。

日本の社会的企業あるいはソーシャルビジネスといえば、NPO が代表格であるが、残念ながら、ヨーロッパやアメリカと比較して、財政基盤や人材確保の面ではまだまだ課題がある。特に、日本の NPO の場合、会費収入がわずかで、ほとんどを行政経由の受託業務や補助金に依存するところが非常に多い。これは、日本の NPO の問題というよりもむしろ、団体加入や寄付という社会的習慣が根付いていない日本の市民社会の問題というべきであるが、そうした部分が、NPO の行政下請け化あるいはネオリベリズムとの共鳴といった問題とつながっていることも否めない。他方、雪屋媚山商店は、再生可能エネルギー分野での独立・起業という、あまり例のない形であるだけでなく、行政への依存度がそれほど高くなく、直接、民間企業のニーズに、独自の提案の仕方で再生可能エネルギーを繋げていこうとしている点でも特徴的である。

1.1.1.2 データセンターの廃熱利用の新展開

エネ研のホワイトデータセンターの目玉の一つに、冬季の廃熱を利用した事業構想がある。構想では農産物の生産施設が併設されるということにはなっていたものの、具体的に何を栽培するかという点については具体的な展開にまでは至っていなかった。他方、データセンター誘致の動きが次第に現実に向けて着実に歩を進める中、併設する排熱利用施設について、いくつかの提案がされるようになっていく。

ひとつは冬季のマンゴー栽培である。浦臼町の神内ファームは北海道のマンゴー栽培の先駆けともいえる農園だが、ここでは、冬季のマンゴー栽培がすでに行われている。神内ファームでは、冬季に氷を作り、それを用いて、春に花芽を冬眠状態にして結実の時期を遅らせる独自の技術を開発し、冬季のマンゴーの出荷に成功している（神内ファーム 21HP）。また、十勝の地元経済人 11 人と「とちまち街なか文化機構」で構成する会社ノラワークスジャパンでは、2011 年に、十勝地方特有の長い日照時間とモール温泉熱を使って冬季のマンゴー収穫に成功した（十勝毎日 2011.11.1）。

もうひとつは高級魚の養殖事業である。内陸に位置する美唄で養殖漁業とは意外な感もするが、技術の進歩は内陸での養殖をも可能にしている。完全閉鎖循環式内陸養殖という名称で、すでに稼働しているプラントも 3 ヶ所存在する（元祖温泉トラフグ HP）。閉鎖循環式の場合は自然海水を滅菌した上で使用するが、完全閉鎖循環式の場合は人工海水を使用するところが異なる。平成 23 年度「地域経済産業活性化対策費補助金（先端農商工連携実用化研究事業）」に、「高純度バイオメタンを熱源とするオゾン吸着浄化機能内蔵トラフグ陸上養殖の実用化」事業が採択され²、士幌町に実験プラントが作られ、試験が行われた。結果は良好であり、北海道内での完全閉鎖循環式内陸養殖の実現可能性が高まっている。

¹ 環境にかかわる分野では、風力発電の分野で、北海道グリーンファンドから派生した「自然エネルギー市民ファンド」・「市民風力発電」、また、飯田の太陽光発電事業から派生した「おひさま進歩エネルギー」・「おひさまエネルギーファンド」などの株式会社が既に存在している。

² 本事業はベリオーレ・吸着技術工業・ズコーシャ・東京海洋大学の 4 者による共同事業である。

さらには、トラフグ以外の魚種（ex.ヒラメ・アワビなど）の養殖あるいは餌を配合飼料からコンブなどの海産資源の活用の可能性も検討されているところである。

冬場の施設園芸自体高付加価値が期待できるものであるが、エネ研の構想は、さらに上記のような付加価値の高い農産物・水産物の可能性を模索している。また、ホワイトデーセンターに栽培・養殖施設を併設することは、廃熱による温熱供給だけでなく、夏場の冷熱供給も再生可能エネルギーで補えるという点でさらにメリットがある。

1.1.1.3 首都圏雪運搬計画

東日本大震災直後、首都圏は電力の供給不足に悩まされた。そして、原発が次々と停止することになり、震災以前のような潤沢な電力供給環境は、今のところ失われている。そうした電力不足の状況に対して、雪屋媚山商店が中心となって、堆積場の排雪を首都圏に輸送して、冷蔵・冷房に活用しようという計画が浮上している。

現在、北海道の雪は、膨大なエネルギーを消費して堆積場へと集められている。さらに、6月あたりになると、原状回復の名の下に、雪の塊を重機で壊して溶かすという作業が行われる。雪の処理には巨額の税金とエネルギーが投入されているのである。札幌市だけで約1800万 m^3 に達する排雪を、電力不足となっている首都圏で活用してもらおうというわけである。

2011年、東京の帝国ホテルが雪冷房に興味を示し、8月に行われるジャズのイベントに、試験的に雪を展示する取り組みが行われた。展示する雪はピラミッド型とし、沼田町の雪を使って事前に試作を行った上、トラック輸送された雪を現地で成形した(画像1-1参照)。参加者から好評であったことを踏まえ、次年度には大阪で同様の展示を行うことを決定するとともに、環境省の「チャレンジ25地域づくり事業」に伊藤組土建が「札幌雪山・首都圏クールプロジェクト」として応募し、受託に至っている。2012年度から3ヶ年の事業で、7-9月の月曜日から土曜日の電気需要ピーク時に本館エントランス部分を冷房するため、ホテル地下2階の駐車場の一部に仮設雪水槽を設置し、雪を投入して冷水を既設空調機の冷熱源の一部として使うシステムを実験的に運用する。当面は札幌市の雪捨て場の雪を鉄道貨物で運ぶが、海上輸送やその他地域からの雪の搬入も試されることとなっている。

エネルギー収支を考えた場合、雪を運搬して冷熱源として利用するというのは必ずしも望ましい形ではないことは、関係者も十分に承知している。地産地消を目指すべきであるとはいえ、電気依存の脱却を進めるという観点から、実証実験に取り組むということまでが否定されるべきものではないし、秋口を除くと物流の収支が恒常的に「赤字」となる北海道では、北海道発の輸送機関の空荷が常に問題となっている。物流の効率化という点か

画像 1-1 帝国ホテルに展示された雪



出所：新日本空調 HP

らみれば、エネルギーコストの部分もある程度相殺されるとも考えられる³。さらには、農産物等の輸送を組み合わせ、保冷材として活用しながら残った雪を首都圏で活用することも検討されており、これが可能となればさらに効率が上がる。

1.1.1.4 盤溪プロジェクト

エネ研では、冷熱エネルギーの新たな保存・活用の観点から、雪山による地盤の永久凍土化や万年雪なども視野に入れて活動をしてきたが、札幌市盤溪にある雪堆積場に万年雪化している排雪の存在を確認し、これを活用したプロジェクトが開始されている。

堆積場は採石跡地であり、掘削された部分を中心に約 50 万 m³の雪を搬入することができる。このうち、谷状に挟まれた形になっている部分に、夏になっても分厚い雪の塊が残っている。本プロジェクトは、この雪から得られる冷熱を多様な形で活用することを目指すものである。

現在、当該地にはコンテナが設置され、雪解け水を活用した冷蔵施設となっている。あるレストランが、契約農家の農産物貯蔵施設として利用しているが、利用形態はさまざま考えられるし、今後の展開が期待される。例えば、盤溪では「ばんけい峠のワイン」でワイン醸造が行われているが、商業的にワインの熟成に雪を利用する例は既に存在している⁴。180 万の人口を抱える札幌市も、実は農産物の生産は現在もかなり盛んである。エネ研では、ワインに限らず、地元産の農産物とのタイアップにも期待をしている。

1.1.1.5 寒地土木研究所の取り組み

エネ研は、2011 年度より、寒地土木研究所の手がけている雪堆積場の雪冷熱エネルギー利用に向けた研究に、美唄市とともに協力している。4 ヶ年の期間で、2012 年には、4 つの小規模雪山による雪冷熱利用技術試験を実施したが、エネ研が 2007 年から利用している美唄市からの借地が実験場所の一部となった。2013 年度には、かつてエネ研が使用していた高速インター付近の敷地での数千 t 規模の雪山での実証実験が行われる予定である⁵。

道路除排雪の直接利用の技術が開発されることは、雪のエネルギー利用普及を飛躍的に進展させる可能性を持っているだけでなく、やり方によっては道路除排雪のシステムを大胆に変革し、街中での雪冷熱の利用を可能にするという、さらに革新的な段階へと雪冷熱利用を導く可能性も有している。

³ もっとも、筆者は、冷蔵施設を北海道に移して物流をコントロールする方が、北海道の産業振興の側面からも望ましいと考えるが、これは一朝一夕に変えられるものでない以上、過渡的な取り組みとして本事業について肯定的に捉えている。

⁴ アルコール類の熟成に雪の効果があるという指摘はさまざまされているところであり、実際にそれによる付加価値が付いた商品の販売も増えている (ex. 「雪中美人」(高砂酒造：旭川市)、「稲川・雪中貯蔵酒」(稲川酒造：猪苗代町)、「飛騨かわい雪中酒」(渡辺酒造：飛騨市古川町)、「岩の原ワイン雪室熟成」(岩の原葡萄園：上越市))。

⁵ エネ研が、美唄市と市内企業との協力関係の中で行ってきた蓄積を基礎として、この手の実験を行うための十分な素地が美唄には存在している。逆にいうならば、美唄以外の土地での実験には様々な困難があるものと思われる。

1.1.2 岩見沢市の新たな取り組み

1.1.2.1 東山雪堆積場のシステム改良

東山雪堆積場の融解水を活用したシステムは、近隣の高齢者福祉施設および児童福祉施設の夏の冷房として定着している。しかしながら、全く問題がなかったわけでもなく、殊に、エアハンドリングユニットにおける、融解水に大量に含まれるシルト質を原因とするトラブルは頭の痛い課題であったという。雪堆積場から二次枡までは200m以上の距離があるが、シルト質はほとんど沈殿せずに二次枡まで到達してしまう（画像1-2・1-3 参照）。

岩見沢市では、シルトによる機器のトラブル対策として、2013年から、ファンコイルユニットに変更し、融解水の系統と室内用冷却水の系統を分離させることで対応を行っている。

1.1.2.2 イチゴハウスの新展開

—ドライミスト・LED 照明の導入

2010年から、倉田農園で本格的に取り組みを開始した、イチゴ栽培への雪の利用は、2011年度に11戸14棟に拡大した。しかし、ハウスの立地条件による影響、そして、空冷のみの導入となったために、機器の設置場所によって効果にばらつきがあり、必ずしも期待された結果とならなかったハウスも出てしまった⁶。結果として1戸2棟が離脱することとなったものの、新たに参加する農家も出てきて、2012年の参加農家は13戸17棟となっている。他方、倉田商店や岩見沢市が期待している、ハウスへの冷水の導入については、残念ながら農家の側で未だ導入に踏み切る機運が熟していないようである。

画像 1-2 堆積場直下の融解水の様子



大沼進氏撮影

画像 1-3 二次枡の水の様子



大沼進氏撮影

画像 1-3 ドライミストのノズル



筆者撮影

⁶ 2012年6月28日に行った岩見沢市への聞き取りでは、農家の取り組み姿勢の差があることも、効果の差異に影響している可能性が指摘された。また、2012年は比較的気温が高くならず、雪の導入による効果かどうか、農家側でも半信半疑の部分があるらしい。この点も、冷水導入のハードルにもなっているようである。

岩見沢市における雪の農業利用のトップランナーである倉田農園では、2012 年度も新たな取り組みが開始された。それは、イチゴ栽培ハウスへのドライミストと LED 照明の導入である⁷。

ドライミストは、水を霧状に噴射し、蒸発する際の気化熱の吸収を利用して局所冷房を行う装置である。水の粒子が小さいため素早く蒸発するため、イチゴ株も水滴等の影響を受けずに済む。東光電気とイーエス・ウォーターネット札幌営業所によって共同開発されたシステムは、通常 24kg 圧程度の水压を必要とするものを 4kg 圧程度で使えるように改良してある⁸。倉田農園のハウスに取り付けられたシステムは、2 系統で 31 万円という価格で、コンプレッサーが温度センサーと連動する形で設計されている⁹。また、LED 照明は、曇りがちな岩見沢において、イチゴの色づきをよくするために必要な日光を、LED で補おうというところから導入に至った。まだまだ LED 照明の価格が高いため、1m 当たり約 1 万円のイニシャルコストがかかってしまうが、照明を一方向に制御でき、また、消費電力は小さいため、ランニングコストがかからないのが魅力である。

雪冷房との関係では、ドライミストとの関連で期待が持てるだろう。ドライミストの効果は、水の粒子の大きさと温度によって決まるといってよい。前者はシステム上の課題となるが、後者については雪が貢献する余地が十分にある。なお、ドライミストのシステムはわずかな固体粒子の影響も受けやすいと考えられるため、導入に際しては、雪の融解水による冷却システムとドライミストを噴霧する水の系統を分ける必要があるだろう。また、雪の潜熱の有効な活用を考えると、溶けた水を使うという今の方式よりも戻り水で雪を溶かして再循環させるようなシステム設計が望まれるように思われる。

画像 1-4 ハウス上部に取り付けられたドライミストのノズル



筆者撮影

画像 1-5 LED 照明



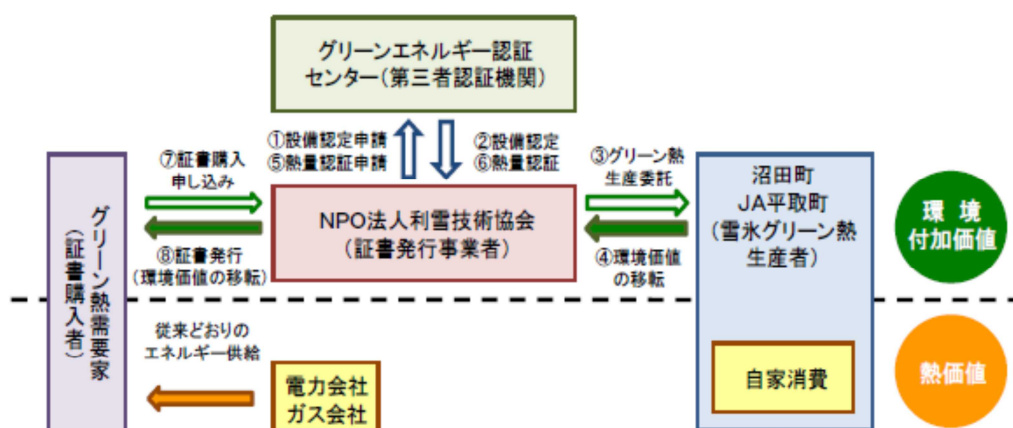
筆者撮影

⁷ ここからの記述は、2012 年 10 月 20 日に倉田農園で行われた施設園芸の新たな取り組み展示会での、関係者に対する聞き取りに多くを依っている。

⁸ 実際は、水道と同等の 2kg 圧でも使用は可能であるが、水粒が大きくなるために効果は低下してしまう。

⁹ 余談になるが、倉田農園は 2012 年 9 月 12 日に発生した局地的豪雨の影響で、1981 年の五六水害以来 31 年ぶりに氾濫した利根別川の被害を受けてハウス部分が 50 cm 以上冠水したが、作業しやすくするためにイチゴ株を棚植えにしていたことが幸いして被害を免れた。また、ドライミスト用のコンプレッサーもぎりぎりのところで冠水には至らなかった。

図 1-1 雪氷グリーン熱証書発行の仕組み



出所：北海道経済産業局 HP

1.2 雪氷グリーン熱証書

1.2.1 概要

日本でも、グリーン電力証書が2001年から制度がスタートしているが、再生可能エネルギーの熱利用についても同様の制度を創設するための検討が進められていた。2009年4月、太陽熱のグリーン熱証書が先行して制度化し、2011年からは、バイオマス熱とともに雪氷熱が加わった。図1-1は仕組みを簡略に示したものだが、証書は第三者機関であるグリーンエネルギー認証センターの認定を受けた上で、発行を利雪技術協会が行う形となる。

グリーン証書とは、再生可能エネルギーを、エネルギーそのものの価値と、カーボンニュートラルであるなどの環境価値とに分け、後者を取り引きの対象とするものである。証書を購入した者は、自らが使用した電気あるいは熱について、それが再生可能由来のものであるとみなすことができる。

雪氷熱のグリーン証書化は北海道経済産業局によって取り組まれ、2008年に雪氷グリーン熱証書検討委員会（委員長：媚山政良室蘭工業大学教授）を設置、2009年から各種調査に乗り出し、試験的にモデル事業を実施、JAびばいの雪蔵工房と沼田の就農支援実習農場椎茸栽培棟をグリーン熱生産者とし、前者の一部を札幌ドームの2日分の空調に、後者の一部をサッポロビール北海道工場の製造工程およびセンチュリーロイヤルホテルの温熱に充当した（北海道経済産業局、2011c）¹⁰。2010年7月、グリーンエネルギー認証センターは雪氷エネルギーに関するグリーン証書認定基準の検討に着手、12月27日、センターの運営委員会です承された。2011年9月30日、北海道経済産業局は、沼田町の4施設と平取町の1施設が雪氷グリーン熱設備認定施設となったと発表した¹¹。

¹⁰ 雪蔵工房については762GJが認証可能とされ、199GJが証書化された。椎茸栽培棟は567GJが認証可能とされ、サッポロビールが中瓶42万本分の50GJ、センチュリーロイヤルホテルがホテルの温熱利用1日分52GJを証書化した（北海道経済産業局、2011c）。

¹¹ 沼田町では、生涯学習総合センター「ゆめっくる」（貯雪量385t）、養護老人ホーム「和風園」（同497t）、

1.2.2 可能性と課題

証書化によって販売者がどの程度の経済的利益を獲得するか、北海道経済産業局のシミュレーションでは、表 1-1・表 1-2 のような前提をもとに、証書取り引きの単価を 1 円/MJ とした場合、年間 15.5 万円、年間経費の 8% に相当するとしている（北海道経済産業局，2011b）。現状では、証書化による追加的利益はそれほど大きなものとはいえない。後段で触れるが、証書化にかかるコストを考えると、爆発的に普及する可能性は大きくなさそうである。

また、現状においては、企業単位での二酸化炭素排出規制等は、国内には存在していないため、グリーン電力証書と同様、企業イメージの向上に重きが置かれていると思われる状況ではあるが、いずれ排出の総量規制が導入されれば、今以上に価値を持つことになるだろう。そうなれば、雪氷冷熱のコストダウンが図られ、新規参入のハードルを一段と下げる効果がある。そうした意味で、排出権取り引きと、その延長線上に位置づけられるグリーン証書市場の形成は、再生可能エネルギーの普及にとって有意義な結果をもたらすものと考えられる¹²。

他方、雪氷グリーン熱証書の制度化には課題もある。それは、熱量の測定に難点を抱えていることである。測定方法によって 2 割程度の誤差があること、冷水循環方式に比べて冷風循環方式の測定が難しいこと、測定に必要な機器が高額であり、結果として計量コスト負担が大になることなどが具体的な課題として示された（北海道開発局，2011a）。この点のコストダウンがいかに図られることが、制度普及の鍵となるものと思われる。また、先にも触れたが、証書の価格形成次第では、対象者の参入インセンティブが働かず、せっかく制度があってもそれが利用されない恐れがある。需要者の購入インセンティブを損なわないよう、いかに価格を高めに設定できるかということも課題になるだろう。

おわりに

雪氷冷熱はエネルギーの消費抑制しかできない特殊なエネルギー源である。しかし、電力に注目が集まりがちな中で、第 4 章で検討するが、日本では、熱利用対策は再生可能エネルギーの「隘路」となってしまっている感がある。また、冷涼な気候であるヨーロッパと異なり、夏季の高温多湿な気候への対策が必要な日本では、冷熱に対する需要も非常に大きい。だからこそ、雪氷冷熱や環境熱への注目は、もっと高くなってよい、いや、むしろ高くならなければならない。

表1-1 モデル施設の概要	
冷熱供給方式	熱交換冷水循環方式
貯雪量	1000t
冷房対象施設	延床5000㎡
稼働期間	6-9月
冷熱生産量	250GJ
消費電力量	9800kWh
認証冷熱量	155GJ
出所：北海道経済産業局（2011b）	

表1-2 設備の年間ランニングコスト		
電力料金	250000	
保守点検	200000	
貯雪庫償却	790000	償却期間20年
冷房設備償却	570000	償却期間13年
その他	150000	
計	1960000	
出所：北海道経済産業局（2011b）		

就農支援実習農場の椎茸発生棟（同 86t）およびイチゴ栽培施設（同 765t）、平取町では、平取町農業協同組合所有の予冷库併設製氷設備（同 1788t）が認定された。

¹² もちろん、制度設計を慎重に進めないと、企業の生産・消費活動を既存の状態にとどめ、結果として期待した効果が現れない恐れもある。

近年目立つのは、冷熱の農業利用における多様化、言い換えれば、保存中心だった利用が栽培への活用にシフトしはじめている傾向である。現代の農業はもはや自然頼みのものではなく、大量の化石燃料に依存したものとなっている。特に、品薄の時期を狙った高付加価値化のトレンドは顕著であり、雪氷冷熱をそうした方面に応用しようとする動きが活性化しているようにみえる。農業の活性化という面からは、過渡的状況として受け入れるべきものなのかもしれないが、個人的には、旬産旬消を進めていくことがエネルギー消費の縮減につながるものであり、季節感を度外視して高付加価値なモノづくりに専心するような傾向は、本来改められるべきもののように思える。

雪氷冷熱エネルギーは、特に雪の利用については、多雪地帯である日本特有のエネルギー源であり、これまで厄介者扱いされてきた雪に、逆に期待が寄せられる世の中になりつつある。さらには、雪山は、熱の貯蔵タンクであり、同時に貯水池でもあるという認識が新たに浮上してきている（ex.媚山（2011））。エネルギーとしての価値だけでなく、水資源としての価値も持つ雪を、もっと評価しなければならないだろう¹³。

最後に、風力や太陽光は設備が標準化されることでコストダウンを実現している。小水力も標準化は可能だといわれている。他方、雪氷冷熱は標準化が難しい再生可能エネルギーかもしれない¹⁴。つまり、量産できるようなシステムを構築するという点で、雪氷冷熱は不向きかもしれないということである。確かに、岩見沢市のイチゴ栽培のような、ある種の標準化の実例はないわけではない。しかし、エネルギー密度が低い雪氷冷熱では、貯蔵施設が大型化する傾向が強く、小型化しようとする、エネルギーの利用効率が低下する。この点は、宿命として受け入れるべきなのか、あるいはなんらかのブレイクスルーがあり得るのか、今後の推移を注目したい。

¹³ もちろん、融解水は低温であるから、水資源として農業に利用する場合はなんらかの工夫は必要となる。

¹⁴ 冷熱エネルギー利用については、ヒートパイプやクールチューブは標準化可能なものである。したがって、標準化によるコスト低減効果は、これらの方が大きいと予想される。