

第9章 利雪事業の導入条件とはなにか

—沼田町と美唄市の比較から—

徳田拓也

はじめに

現代では、石油などの有限のエネルギー源が主流であるため、近い将来資源が枯渇することが懸念されており、「無限の」エネルギー源が重要視されてきている。今回の調査で取り上げた雪も、寒冷地では冬になれば必ず降り積もる「無限の」エネルギー源である。しかし、多くの地域で雪が降るにもかかわらず、その導入はまだ限定的である。

本章では、美唄市と沼田町の取り組みを比較して共通点・相違点を明らかにすること、そして、諸施設において雪をどのように応用しているかを整理することを通じて、利雪の取り組みの可能性を考察していく。

9.1 沼田町と美唄市の比較

9.1.1 共通点¹

①地理的条件

両者の共通点について考えると、わかりやすいところでは、北海道の空知地方に位置する自治体であるということである。もちろん、地理的な近接性はさまざまな条件を共有することとつながっている。例えば、年平均積雪量は、沼田町が約 1000cm、美唄市は 863cm である。札幌市が約 500cm ということを考慮すると、どちらの自治体も豪雪地帯であるという点で一致している。また、内陸に位置しており、比較的風の影響を受けにくいことも共通点として挙げられるだろう。

また、二つの地域は人口閑散地域に位置づけられる自治体であることも共通している。雪を使った冷房・冷蔵には、雪を保存するためのスペースのみならず、雪を掻き集める広さも重要になる。保冷技術の進歩により、保存スペースの効率化が図られているとはいえ、夏場の暑い時期に雪を利用することを考えれば、それなりのスペースの確保が必要になる。両者は、面積ではほぼ同等であるが（沼田町 283.21km²・美唄市 27761km²）、人口ではかなりの差がある（2008.9 現在、沼田町 3831 人・美唄市 27382 人）。しかし、人口密度や都市化の程度も差があるとはいえ、基幹産業が農業であり、大規模な米作農家が多いことを考えれば、土地利用に関して余裕がある地域といえるだろう。

¹ ちなみに、両者はともに炭鉱の町として栄えたという過去を持つが、その規模は美唄市の方が圧倒的に大きく、閉山の影響も甚大だったと思われる。事実、人口減少をみると、沼田は最盛期 2 万人が 4000 人弱になったが、美唄では、最盛期 9 万人が 3 万人弱になっている。

②産業的条件

すでに述べたことであるが、両者とも農業を基幹産業とした地域である。そして、エネルギーとして利用される雪の多くが産業的利用、すなわち農業での利用である。両者とも耕地面積が広く、稲作を中心としながら、多様な農産物を生産している。冷蔵することで品質管理を行うことが現在の主要な使われ方であるが、のみならず、温度管理に雪を使うことによって、市場の動向に合わせて出荷時期をコントロールすることも可能になる。エネルギーコストは、カロリーの面も経済的な面も、暖めるよりも冷やす方が高い。寒冷地農業は、一年の半分が雪に埋もれるために条件不利であると考えられてきた。しかし、雪の利用によって新たな価値を創造する可能性が出てきたのである。同義反復になるが、雪の利用は農業地域であったからこそ浮かんだ発想であるとも考えられるのである。

③首長のイニシアティブ

しかしながら、地理的条件や産業的条件だけならば、道内他地域にもいくらかでも似た条件を持つところはある。つまりは、それ以外の条件についても考えていかなければならないということである。

調査を行った過程で明らかになった点として、両者とも首長が雪の利用に対して高い理解を示していたという点を見逃してはならない。沼田町において篠田前町長が大きな役割を果たしたことは、今更ここで述べるまでもないことである。一方、美唄市では、1996年に当選した井坂紘一郎市長が、美唄における新たな産業創出の核として雪クラスター構想と、その推進母体となる美唄自然エネルギー研究会の活動を積極的に支持していたことが大きい。雪の利用に限ったことではないが、大胆な計画を進めていくためには、トップに立つ人間が、ある程度のリスクを覚悟して積極性を発揮していかなければならない。

自治体水準におけるまちづくりの成功例には必ずといってよいほど首長の勇氣ある決断がある。まかり間違えばそれは自治体の破綻にもつながりかねないものでもあるかもしれない。しかし、先進地域としての地位を確立するためには避けて通れないところでもある。

④「雪の専門スタッフ」の存在

両者の活動を技術的に支援していた媚山政良室蘭工業大学教授の存在はもちろん無視することのできないところではあるが、ここで指摘したいのは、役所・役場の庁内に雪の専門スタッフがいるか否かということである。ほとんどの組織では人事異動があり、数年間で人が入れ替わるのが一般的である。しかし、沼田および美唄では、雪担当の専門職員が、公式にあるいは「非公式に」存在しているという共通点を持っているのである。沼田町には地域開発課（利雪技術開発センター）に属する研究員として伊藤勲氏がおり、美唄市では産業振興課に金子幸江氏が、美唄自然エネルギー研究会の事務局活動を担当している。二人とも、現職に就く前にすでに雪とのかかわりを持っていたことも共通している²。こうした人事の背景には、先に検討した首長の決断がある。両自治体ともすでに採用時の首長

² 伊藤氏は媚山教授の下で学んだ経験があり、金子氏も除雪や融雪など雪に関わる仕事に就いた経験を持っている。

ではないが、新たな首長になってもそれは継続している。それは、雪の専門スタッフの存在と功績を認めているからに他ならない。

何事も、単に人数を集めるだけではなく、それを主体的に進めていく人物の有無、また、その計画力や実行力が取り組みを大きく左右するといっても過言ではない。そして、それにプラスして専門的な知識を持ち、さらにそれを発展的に蓄積させていく能力のある人物がいるかどうかも重要な要素である。2つの自治体は、専門スタッフを雇用することによって利雪事業の推進力を獲得したともいえる。

9.1.2 相違点

しかしながら、両者には相違点も多く存在し、それが、それぞれの独特な事業展開へとつながっているようである。

①推進主体

第一に、利雪を推進する主体は大きく異なっている。沼田町は町自体が事業主体となっており、これまでも何度か触れられているがその取り組みが役場外にまで広がっているかという点については疑問である。一方、美唄市は美唄自然エネルギー研究会という任意団体が主体となっており、その構成はきわめて多彩である（cf.美唄自然エネルギー研究会HP）。市議会議員・市役所職員・第三セクター職員・農協関係者も参加しているが、一番多いのが市外の、多様な業種の民間企業の人々であるところに、この研究会の特徴がある。

こうした推進主体の違いは、当然のことながら、事業の進め方の違いにも反映される。沼田町では比較的大規模な公共施設での利用が中心であるが、美唄では民間施設での利用が中心となっている（表 9-1・9-2）。貯雪量からみても、設備の規模は沼田の方が大きいように思われる。

また、美唄での取り組みのユニークな点は、さまざまな分野の専門家集団として研究会が機能しており、雪を導入したいと考えている個人あるいは団体に対して助言などの形でサポートするのが研究会の機能・役割となっていることである。外部からの参加が多くなることで、型にとらわれることなく、柔軟な意見も出やすいようである。

このような差異が生じている理由として、札幌との距離が挙げられるだろう。札幌からの距離は、おおよそ沼田までは美唄までの2倍程度である。この、時間にして数十分の距離の違いは相当に大きいようである。また、都市化の度合いも、導入可能な施設の数や民間活力の大きさにも影響するだろう。

②公的補助金の活用

上記の推進主体の違いと関連するが、公的補助の使い方にも大きな差異がある。沼田の場合は、スノークールライスファクトリー建設の際に多様な公的資金を活用して町の財政に負担にならないよう努力した。その思想は、おおむねその後の雪冷房導入の際にも受け継がれている。他方、美唄の場合には、公的資金導入の例がないわけではなく、特に雪氷熱エネルギーが正式に新エネ法で認められた2003年からは積極的に活用されている。しか

表9-1 沼田町内の雪冷房施設

| 施設名 | 竣工年 | 貯雪量 | 冷却方式 |
|-----------------|-------|-------|---------------------|
| スノークールライスファクトリー | 1996年 | 1500t | 雪-空気直接熱交換型 |
| ゆめつくる+雪の科学館 | 2002年 | 385t | 冷水循環方式 |
| 養護老人ホーム 和風園 | 2003年 | 497t | 冷水循環方式・雪-空気直接熱交換型併用 |
| 花卉栽培施設 | | 100t | 冷風方式・地中冷却方式 |
| 五ヶ山模範牧場 肥育舎 | | 120t | 冷風循環方式 |
| 個人住宅 | | 6t | 対流循環方式+冷水循環方式 |

出典:沼田町(2007)

表9-2 美唄市内の雪冷房施設

| 施設名 | 竣工年 | 貯雪量 | 冷却方式 |
|-----------------------|-------|-------|------------------|
| JAびばい氷室貯蔵研究所 | 1999年 | 48t | 雪冷房方式+自然対流方式 |
| ウェストパレス(賃貸マンション) | 1999年 | 100t | 冷水循環方式 |
| コミュニティホーム美唄(介護老人保健施設) | 2000年 | 300t | 冷水循環方式・全空気循環方式併用 |
| 個人住宅・事務所 | 2000年 | 15t | 全空気循環方式 |
| JAびばい米穀零温貯蔵施設「雪蔵工房」 | 2000年 | 3600t | 全空気循環方式 |
| ケアハウス・ハーモニー(老人福祉施設) | 2002年 | 121t | 全空気循環方式 |
| 美唄市交流拠点施設 ピパの湯ゆ〜りん館 | 2003年 | 150t | 冷水循環方式・全空気循環方式併用 |
| 貞広農場米貯蔵庫 | 2008年 | 100t | 冷水循環方式 |
| JAびばいアスパラ選果場 | 2008年 | 48t | 空冷式冷凍機との併設 |

出典:美唄自然エネルギー研究会HP

し、それ以前のものについては多くを自己資金によって補ってきた。これは、先に検討した設備の規模との関連とも通じる点である。

公的資金の導入は、財政や家計の負担軽減というメリットがある一方で、法による制限が課せられるというデメリットがある。例えば、多額の国庫補助を受けて作られたスノークールライスファクトリーでは、施設の仕様の問題もあるが、米以外の貯蔵は難しいし、別の使い方をする際には用途変更を願い出なければならない可能性もある。しかし、JAびばいの雪蔵工房の場合、自己資金によって建設された施設であるため、その用途には制限がない。実際、スノークールライスファクトリーの場合は米と雪の保存場所は明確に分けられているが、雪蔵工房では貯雪スペースが特殊な構造になっているわけではなく、雪入れが行われるまでの期間は米の貯蔵スペースとして利用されている。また、構造が単純な分、米以外の農産物を貯蔵することも、場合によってはまったく別の用途に使用することも原理的には可能であるため、多様性の面では優れた施設となっている。

また、この違いは雪山事業にも現われている。沼田町の雪山事業は、国土交通省の補助を受けたもので、雪山に国道の除排雪を利用している。そのため、雪は純度が低くなるを得ず、用途が限られてくると考えられる。他方、美唄市の雪山では、工業団地の遊休地を使用し、周辺の汚れの少ない雪を利用しているため、多様な目的への使用が可能になるだろう。

一概にどちらが優れているかは判断の難しいところであるが、公的資金を活用するか否かで違いが出る可能性があることは、雪冷房の導入に際して検討すべき課題かもしれない。

9.2 利雪技術の多様性

スノークールライスファクトリー以前から利雪は研究され、各地で実用が行われてきたが、道内、特に沼田と美唄の取り組みは最先端といってもよいだろう。表 9-1 および表 9-2 に示したように、雪冷房施設といっても規模や用途の違いで冷却方式もさまざまである。また、今年度より雪山による屋外での雪保存の実験もはじまり、利雪技術はさらに多様化しようとしている。ここでは、それらの技術の特徴を簡単にまとめる。

9.2.1 冷却方式

冷却方式の基本は以下の 3 通りにまとめられる。これらを基本にしながら、併用することでそれぞれの特徴を活かすことも可能であり、使用する施設の実情に応じて多様な展開が可能である。

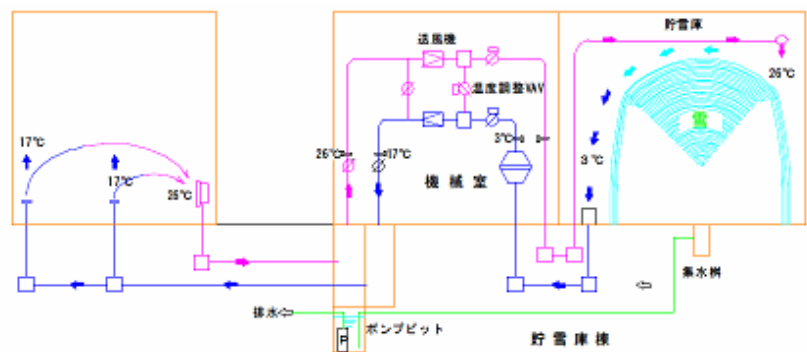
①自然対流方式

自然対流方式は、明治期以前から寒冷地で利用されてきた氷室と同じやり方をしている。名称はいかめしいが、要は、雪あるいは氷を入れる以外は作為を加えず、温度差によって生じる自然対流で冷却する方法で、構造はきわめて単純であり、原理的には、貯雪スペースと冷蔵スペースを仕切る必要もない。JA びばいの氷室貯蔵研究所がこの方式を採用しており、室温を 0-3 度に保ち、湿度も 85-99% で安定する。湿度の点は電気冷房と対照的で乾燥には強く、雪入れ以外のランニングコストはゼロである。冬季間も野菜の凍結を防ぐことができる。

②全空気循環方式(雪-空気直接熱交換方式)

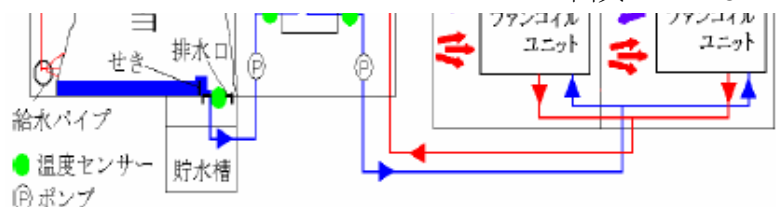
全空気循環方式は、雪によって冷やされた空気を、送風機を利用して冷蔵スペースに循環させる方法である。オープンで広い空間の冷房に適した方式である。冷気を送風するという原点に立てば、貯雪スペースと冷蔵スペースを仕切る必要は必ずしもないが、施設の利用効率の観点から分けられているのが一般的である。戻る空気と冷却した空気を混合して温度を調整する。塵・アンモニアなどの水溶性ガス・化学物質などを除去することができ、脱臭効果もある。電気冷房に比べてランニングコストが優れており、スノークールライスファクトリーでは 8 割、雪蔵工房では 6 割の電力削減を実現している。

図 9-1 全空気循環方式概念図



出典：NEDO HP

③冷水循環方式



出典：雪センターHP

冷水循環方式は、雪が融解して発生する水を、配管を通して循環させることで冷却する方法で、細かく仕切られている、部屋数の多い施設で最適である。3度の冷水を冷熱源として、熱交換器で冷熱供給する。このシステムは冬場の温熱供給にも利用できる。直接冷気によって冷やす上記 2 方式と違い、冷水を循環させて室内の熱を奪っていくため、人体には優しい方式といえる。また、配管を使うため、バルブ操作による温度調節も容易であり、効率性は高い。

9.2.2 雪山実験の成果による新たな可能性

先にも述べたように、2008 年度から、沼田と美唄では大規模な雪山による、雪の屋外での保存実験が行われている³。すでに小規模の雪山による実証実験での成果は上がっており (ex.伊東 (2001))、大規模なものでも応用可能かどうかを確かめるという意味合いが強かったように思われるが、どちらも雪の屋外保存という点においてはおおむね肯定的な成果を得たといえる。したがって、現在の課題は雪山をどのように利用するかに重点がシフトしたということもできる。

ここでは、雪山に関する簡単な紹介と、それを活用する構想について簡単に述べていく。

①雪山の技術

雪山と聞いて、たいていの人は単純に雪が積まれたものを想像するだろう。それは、大きくは間違いではない。しかし、北海道であっても、単純に雪を積んだだけでは保存は不可能である。また、積んだ雪をどのようにして利用するのかについても技術を要する。

雪山の保存については、春先に作った雪山に断熱材を被覆する方法がとられる。図 9-3 の模型をみるとわかりやすいが、木皮などを原料とするバーク材が利用される場合が最も多い。その他、実験で使用されたものでは、籾殻・おが屑・牧草などもあり、これら植物由来資源を利用した場合、被覆による保存の効果はほぼ同等との結果となっている。籾殻などを使えば堆肥化による後処理が可能であるし、牧草も飼料化あるいは堆肥化が可能である。しかし、これらの欠点は、風に飛ばされやすいことである。その点、バーク材は風にも飛ばされにくく、現状では用途がほとんどないためにきわめて安価であるというメリットもある。後処理の問題はあるが、同じものを 2~3 年使いまわすこともできる。

利用の仕方であるが、大きく 2 通りあると考えられる。融雪水を利用する方法と、雪そのものを移送して利用する方法である。

図 9-3 は、美唄自然エネルギー研究会が中心となって進めているホワイトデータセンター構想の模型であるが、これは、雪山の融雪水利用の典型的な例である。雪山の下に集水管を配置して、得られた冷水を冷熱源として利用するものである。この使い方では、冷熱エネルギーを使用する施設と雪山との距離は近い方がより効率的である。

³ 沼田では、国道の道路除排雪の一部 5000t、美唄では、工業団地の降雪 700t を使った。当初は 1000t の予定であったが、3 月に入ってから降雪量が予測を下回ったため、700t での実験となった。

沼田町では今年度、ゆめつくと雪の科学館共用の貯雪庫に雪山の雪を搬入した。例年ならば1月程度でなくなってしまう雪を追加することで、冷却設備をより長く使用できるようになったのである。

②ホワイトデータセンター構想

すでに述べたが、美唄自然エネルギー研究会では、日本国内で増設の必要があるデータセンターを誘致する活動を行っている。構想の骨子はもちろん、情報機器の廃熱による温度上昇に対して、冬場は外気を、夏場は雪山の融雪水を使って冷房を行うものである。しかしながら、構想はそれにとどまらず、冬場の廃熱を農業に利用するということも想定している。これまで、北海道においては、冬の農業は考えられなかった。ハウス栽培なども行われるようになってはいるものの、他地域に比べて燃料代や雪下ろしの手間などで条件的に不利な位置にあった。構想は、そのような北海道の冬の農業にも光明を与えるものである。

洞爺湖サミットのインターメディアセンターに雪冷房が採用され、冷熱エネルギー利用への注目は今まで以上に集まっている。構想自体はまだ実証されていない部分も多く、今後のさらなる研究が必要であるが、理論上はきわめて合理性をもったものである。したがって実現に向けて関係諸機関の理解が求められる。

③雪の供給事業(給雪)

美唄における雪山実験のユニークな点は雪を袋詰めして保存したことである。1t単位で袋詰めされた雪は、重機やトラックでの移動が容易であり、新たな展開を導く可能性を秘めている。そのひとつが「給雪」である。

現在は、比較的大きな設備によって冷熱エネルギー利用は展開されている。それは、個人ベースでの利用が難しいということを示してもいる。しかし、給雪が可能になれば、個人での利用の可能性も出てくるし、大規模施設における雪の不足にも対応が可能である。北海道では、灯油の定期配達が一般化している。給雪はこれと同じ仕組みで運用することができるのである。冷熱エネルギー利用が拡大していけば、そこから新たな産業が創出される可能性がある。そして、給雪はそのひとつなのである。

おわりに

日本のエネルギー自給率は4%、原子力を合わせても19%しかない。したがって、冷熱エネルギーは貴重なエネルギー源であり、今後一層の拡大をしていく必要がある。しかしな

図 9-3 ホワイトデータセンター構想模型



出典：日経 BP HP

がら、現状においてその利用は十分なものではないし、拡大する見込みも大きいわけではない。その大きな要因は、現状の技術レベルでは、冷熱エネルギー利用はコストが高いためである。特に、大きな設備を必要とするため、イニシャルコストが高くついてしまう。

2005-06 年度、空知支庁では、夏季の庁舎の冷房に雪を利用する試験を行った⁴。表 9-3 はその結果をまとめたものである。一般の電気冷房は設備の設置・撤去に 48 万 8850 円かかる一方、雪冷房はコンテナや雪山造成費用などで 133 万 1930 円の費用がかかっているが、電気料金は電気冷房が 5426 円に対して雪冷房は 524 円と費用が 10 分の 1 に抑えられている。ランニングコストで圧倒的に優位にありながら、イニシャルコストが大きいために、短期的には電気冷房に大きく差をつけられてしまうのである。しかも、この実験では、バーク材の代金と運搬費用について昭和マテリアルの、SCS コンテナとファンコイルユニットについて伊藤組の無償協力を得ている。そのため、両者のイニシャルコストの差はさらに大きくなる。

また、空知支庁では、上記試験の結果を参考にして、雪冷房と電気冷房のライフサイクルアセスメントを行っている。その結果は表 9-4 に示したとおりだが、イニシャルコストの影響で、長期的にも電気冷房に対してコストで劣位にあることが示されている。

今後の対策として、雪を保存するスペースの小型化など、イニシャルコストのさらなる削減とともに、イニシャルコストに対する助成等の措置が必要である。

最後に、今回の調査を通して、北海道の雪に関心をもつようになった。雪が降ることに対して、いいイメージを持っていなかったが、雪はエネルギーを生み出す可能性が十分にあることを知った。また、雪冷房は初期設備費用に問題はあるが、電気冷房の総費用と比べて年間費用がほぼ均衡しており、補助さえあれば普及の可能性があることを実感した。豪雪地帯特有の雪が貴重な資源であり、新エネルギーとして期待が高まっていることを感じることができた。今回の調査は普段生活しているだけでは決して考えることのできない貴重な調査であった。

⁴ この実験では、冷水循環方式を採用し、3つのコンテナに雪を入れ、さらに 3.7m の雪山でそれを覆った形で保冷している。

表9-3 雪冷房と電気冷房のコスト比較①

①設置・撤去費用等

| 雪冷房 | | 電気冷房 | |
|---------------|-----------|------------|---------|
| 資材 | 293,753 | エアコン(22畳用) | 257,000 |
| 重機使用 | 295,050 | エアコン(8畳用) | 147,000 |
| 雪山造成等費用 | 225,225 | 設置費用(22畳用) | 19,800 |
| 雪冷房配管等設置・撤去費用 | 344,652 | 設置費用(8畳用) | 15,800 |
| JRコンテナ使用料 | 173,250 | 撤去工事 | 35,600 |
| | | 法定リサイクル料金 | 7,350 |
| | | 運搬料金 | 6,300 |
| 合計 | 1,331,930 | 合計 | 488,850 |

②電気料金

| 雪冷房 | | 電気冷房 | |
|------------|------|------|-------|
| 期間消費電力量 | 48.1 | | 497.8 |
| 電気料金 | 524 | | 5426 |
| 1日あたりの電気料金 | 27.6 | | 285.6 |

※運転日数19日・1日の稼働時間を8時間として計算。

出典：空知支庁他（2007）

表9-4 雪冷房と電気冷房のコスト比較②

①設置・撤去費用等

| 雪冷房 | | 電気冷房 | |
|---------------|-----------|------------|---------|
| 資材 | 32,198 | エアコン(22畳用) | 257,000 |
| 重機使用 | 96,600 | エアコン(8畳用) | 147,000 |
| 雪山造成等費用 | 0 | 設置費用(22畳用) | 19,800 |
| 雪冷房配管等設置・撤去費用 | 344,652 | 設置費用(8畳用) | 15,800 |
| JRコンテナ使用料 | 0 | 撤去工事 | 35,600 |
| パーク材(30㎡) | 15,000 | 法定リサイクル料金 | 7,350 |
| SCSコンテナ | 500,000 | 運搬料金 | 6,300 |
| ファンコイルユニット | 120,000 | | |
| パーク材廃棄料 | 157,500 | | |
| 合計 | 1,265,950 | 合計 | 488,850 |

②電気料金

| 雪冷房 | | 電気冷房 | |
|------------|--------|------|---------|
| 耐用年数 | 21 | | 14 |
| 総運転時間 | 10,080 | | 6,720 |
| 期間消費電力量 | 3,185 | | 22,008 |
| 電気料金 | 34,717 | | 239,865 |
| 1日あたりの電気料金 | 28 | | 286 |

※1日の稼働時間を8時間として計算。

③総費用・1年当たりの費用

| 雪冷房 | | 電気冷房 | |
|----------|-----------|------|---------|
| 総費用 | 1,300,667 | | 728,715 |
| 1年当たりの費用 | 61,937 | | 52,051 |

パーク材を再利用した場合

| | |
|----------|-----------|
| 雪冷房 | |
| 総費用 | 1,108,450 |
| 1年当たりの費用 | 52,783 |

出典：空知支庁他（2007）