コンクリートとスチールで再現した雪国の伝統的な「雁木」

八海山雪室

HAKKAISAN YUKIMURO

応募者	：星野　時彦 Tokihiko Hoshino
所　属	：鹿島建設株式会社 Kajima Design
建築地	：新潟県南魚沼市 Minami-Uonuma, Niigata
用　途	：雪室（日本酒低温熟成庫） Snow Cellar
規　模	：地上1階一部2階建　延べ1,797m2
雪冷房システム監修	：公益財団法人雪だるま財団
測定協力・熱解析	：三機工業(株)

霊峰·八海山を望む里山に、千トンの雪を貯蔵して日本酒を雪中熟成する八海山雪室は立地する。日本海を渡った湿った空気が越後三山により降雪をもたらし、真冬には3mを超す積雪を記録する。雪に閉ざされた長い冬の後、カタクリの花が咲く遅い春の訪れを迎え、厳しい夏と、それに続く秋は山々が見事に紅葉する四季の彩り豊かなエリアである。

必要な機能を満たす建築のボリュームは思いのほか巨大で、斜面を利用して半分を地下に埋め、さらには勾配屋根を利用した機能の再配置を行なうことにより、自然の中にひっそりと溶け込んだ佇まいをめざした。一方、五感を通して四季折々の風景を感じとれるように、また豊かな自然を効果的に縁取って室内に取り込むように、雪国に伝統的な「雁木」をコンクリートとスチールという現代的な素材で再現した。

Hakkaisan is a world-renowned sake brewery—named after a sacred mountain—in Niigata prefecture. The mountains face the Japan Sea, and are famous for their large annual snowfall. Midwinter snow cover in the area often surpasses three meters. Hakkaisan Yukimuro (snow cellar) stores 1,000 tons of snow for use in the aging of sake. After the long, snowenclosed winter, dogtooth violets bloom in a late spring, followed by the hot summer and colorful autumn. The building's required volume is unexpectedly large, with half of it contained underground by utilizing the hillside slope. By using the pitched roof to reposition some of the facility's functions, the design sought to blend seamlessly into the natural surroundings. The snowy region's traditional covered alleys were recreated using modern concrete and steel materials in a way that enables users to feel the abundant seasonal variation.

新潟県上越市の雁木

1000トンの雪を蓄える貯雪室 － 雪の冷熱のみで年間を通じ庫内を5℃前後に保つ

40万リットルの日本酒を最長５年間雪中熟成

四季の彩りを楽しむ － 雁木と木立がつくる静謐な空間

毎年3月の雪入れ － 年１回の雪入れで１年中雪を庫内に保存

大地に埋めてなじませた佇まい － 低く深い大屋根が訪問者を迎える

雪室とは

「雪室」とは元々、冬にたくさん降り積もった雪を、茅や藁の屋根で覆い貯蔵した、雪国に伝わる「天然の冷蔵庫」のことをいう。古くは『日本書紀』に記録が残されており、電気冷蔵庫が普及する昭和30年代まで雪国各地で利用されていた。当時新潟県にも60もの雪室が存在していたようである。現代のように冷蔵庫がなかった昔、年間を通して低温が保たれる「雪室」は野菜などを保存するだけでなく、野菜や食品を冬の凍結から守り、夏は雪や氷を売るなど、生活の糧にもなった。

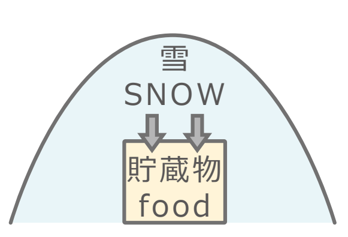
八海山雪室は日本でも有数の豪雪地帯である当地の有り余る、ときには厄介者ともなる雪の自然エネルギーのみを利用した環境にやさしい利雪施設である。雪を使った貯蔵方法は大きく分けると、食品を雪の中に直接埋めて冷やす「かまくら型」と、庫内に雪を貯蔵することで空間自体を冷やす「氷室型」がある。八海山雪室は「氷室型」の雪室である。庫内に長期間保存された日本酒や肉、野菜は低温高湿な環境下で低温熟成が進み、「甘み」、「旨み」、「味わい」が深まっていく。

雪室

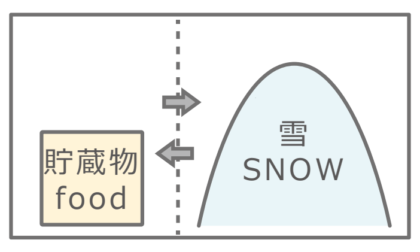
八海山雪室は、空間的に一体となった貯雪室と雪中貯蔵庫を備える、自然対流式の雪室である。加えて雪中貯蔵庫の冷風をショップである千年こうじや内の冷蔵室へ送るという「雪室」と「雪冷房」の特徴を併せ持つ、雪利用施設としては他に例を見ない施設である。雪貯蔵室の設計としても雪室と雪冷房それぞれの要件から検討する必要があり、技術的・設計的ハードルの高い施設である。

本施設は貯雪庫に約1000t の雪を保存し、雪中貯蔵庫を低温に保つ。この貯蔵室には2万 リットルの貯蔵タンクが20 本、最大で合計40 万リットルの酒を最長で5 年間長期貯蔵する施設である。雪中貯蔵庫から4,000㎥/h の低温度の空気を雪温熟成室と雪温庫へ送り、この二室の冷房も行っている。雪中貯蔵庫の目標室温は5℃である。温度分布の季節変化について数値解析を用いた検討を行い、さらに竣工後定期的に温度空間分布の測定を実施している。

雪室のタイプ



かまくら型



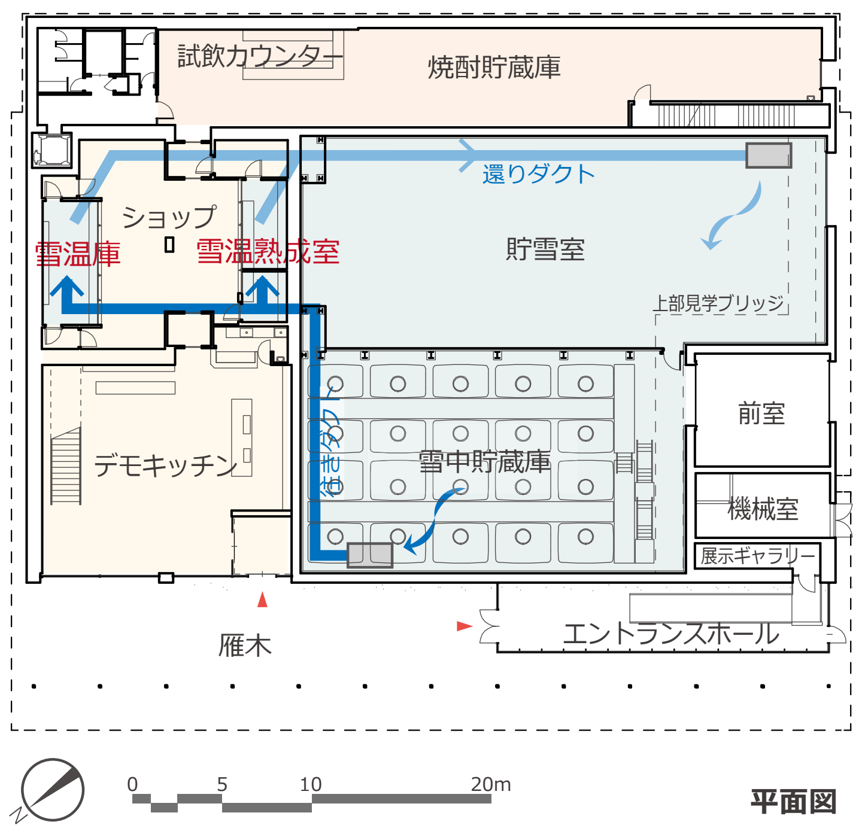
氷室型

雪室野菜の特徴

低温順化（低温糖化）
自ら凍結を防止するためにでんぷんを糖化させる
↓
糖分が増えて甘みが増す

酸化防止
低温下では化学反応の速度も遅くなり、酸化が進みにくい
↓
老化が遅くなり、古くなりにくい。

鮮度維持
暗く安定した低温・高湿下の野菜は、細胞の呼吸が抑えられ劣化が抑制
↓
新鮮さが長く保たれる



平面図

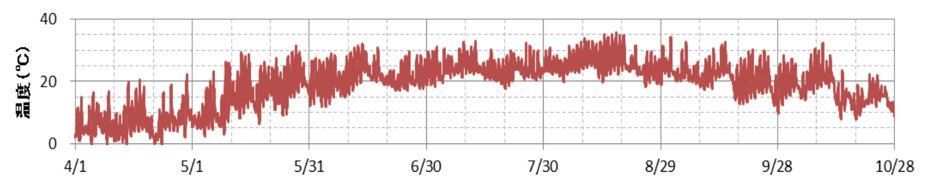


図-6 外気温度（アメダス測定点：小出（新潟県魚沼市））

シミュレーションと検証

■温度分布 - シミュレーション

温度分布の季節変化について、数値解析を用いた検討（図-1）を行なった。
タンク周辺では最下部で約3℃、最上部で約6℃を示しており、雪中貯蔵庫の目標温度である5℃を満足している結果となっている。
またタンク周辺では雪からの距離による温度むらは、ほとんど生じていない。

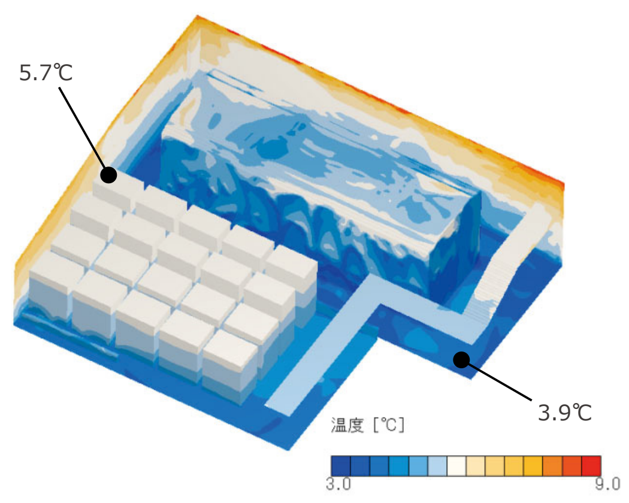


図-１温度分布シミュレーション

■代表日の温度状況

図-6に近隣のアメダスデータの外気温度を示す。図-2は外気温度が最高気温を示した代表日（2013/8/17）における一日の温度変化を示す。9-19時に雪温熟成室への送風機を運転しており、還気温度は約7℃、吸い込み温度の差はΔｔ=4℃であった。温度差が確実にとれていることから、雪温熟成室の冷蔵に寄与していることを確認した。

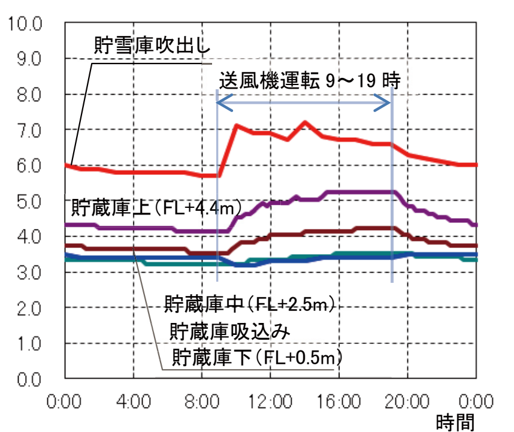


図-2 雪室内の温度推移（2013/8/17）

■貯雪室の残雪量確認

貯雪室の定点撮影により、残雪量確認を行なった。雪の体積変化を図-3に示す。2014年3月の雪入れ時に最終的には設計貯雪量1000tに対し、約1/3の雪が残り、当初の想定通り１年を通して雪を残すことができた。定常的な負荷以外の、人の出入り、雪冷房の稼働時間、酒入れ時の火入れ（加熱殺菌）など運用によって残雪量が異なることになるが、今後の基準となる運用基準のベースが確立されたと考えている。

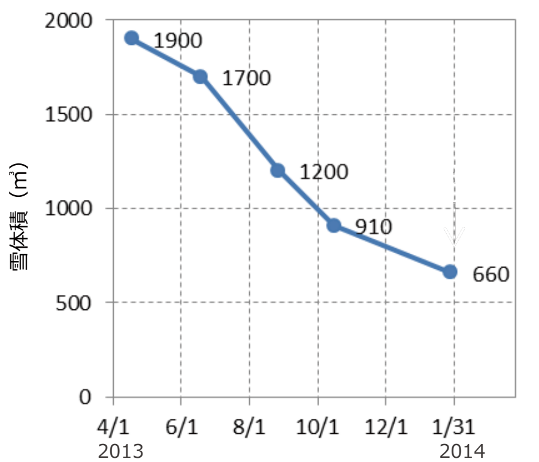
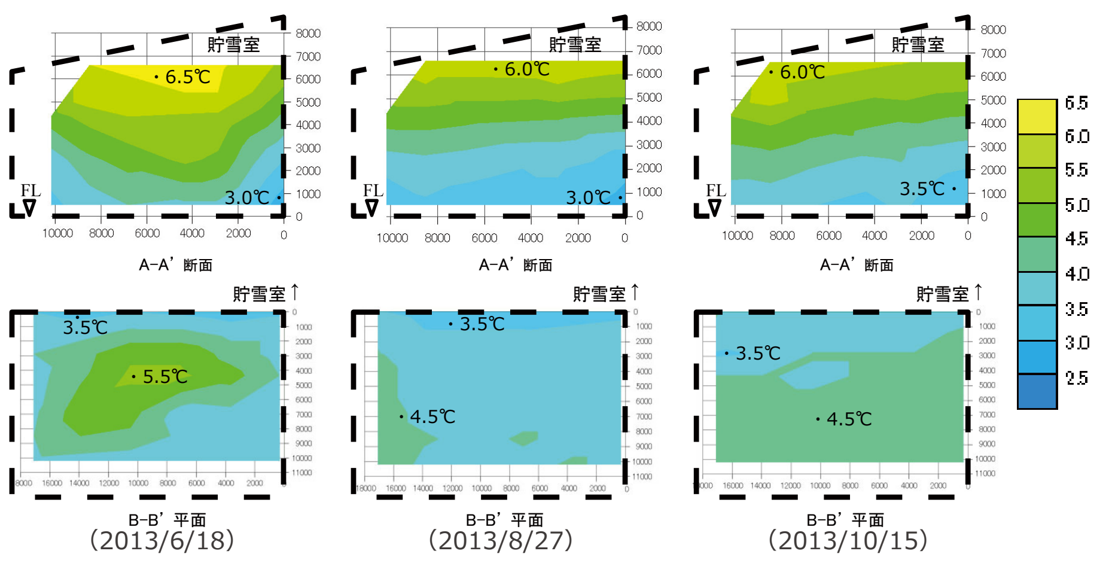


図-3 雪体積の推移

■温度分布 - 実測

施設稼働後の約1年、雪入れ後の2013年4月から雪入れ前の2014年1月までの期間において、定期的に温度空間分布の測定を実施した。６月、8月、10月の雪中貯蔵庫内の測定結果を図-4、5に示す。平面温度分布はFL+2.5mの温度分布を示し、断面温度分布は短辺方向の温度分布を示す。貯雪庫上部で5.5-6.0℃、下部で3.5-4.0℃であり、温度成層化した状況が確認される。
貯雪室からの距離による影響は小さく、ほぼ均一な温度であることが確認できる。季節ごとの比較をすると、6/18の温度がやや高いのは、タンク洗浄による影響と考えられ、季節による温度変動は極めて少ない結果を示している。



(2013/6/18)
(2013/8/27)
(2013/10/15)
図-4 雪中貯蔵庫温度分布

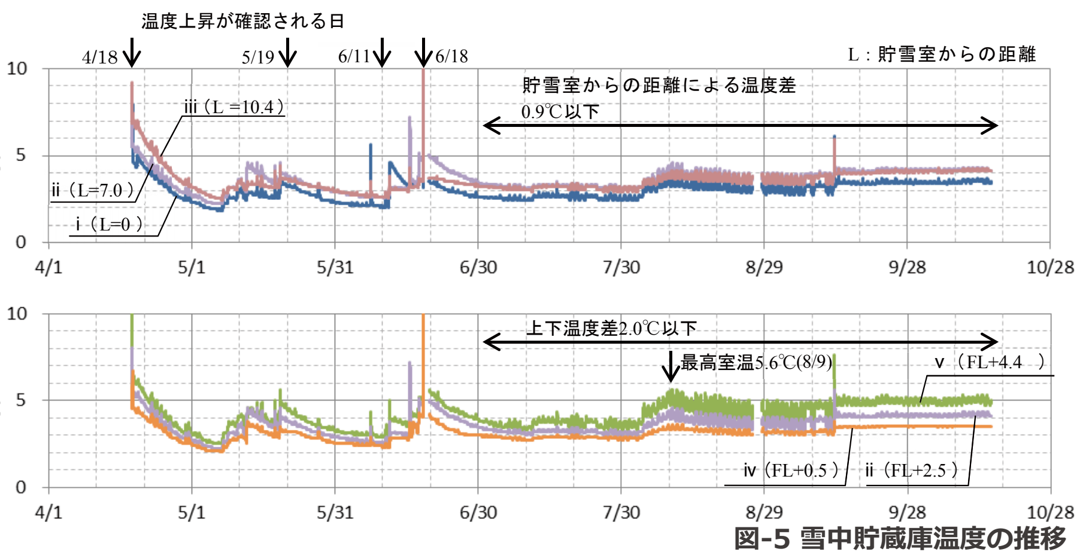
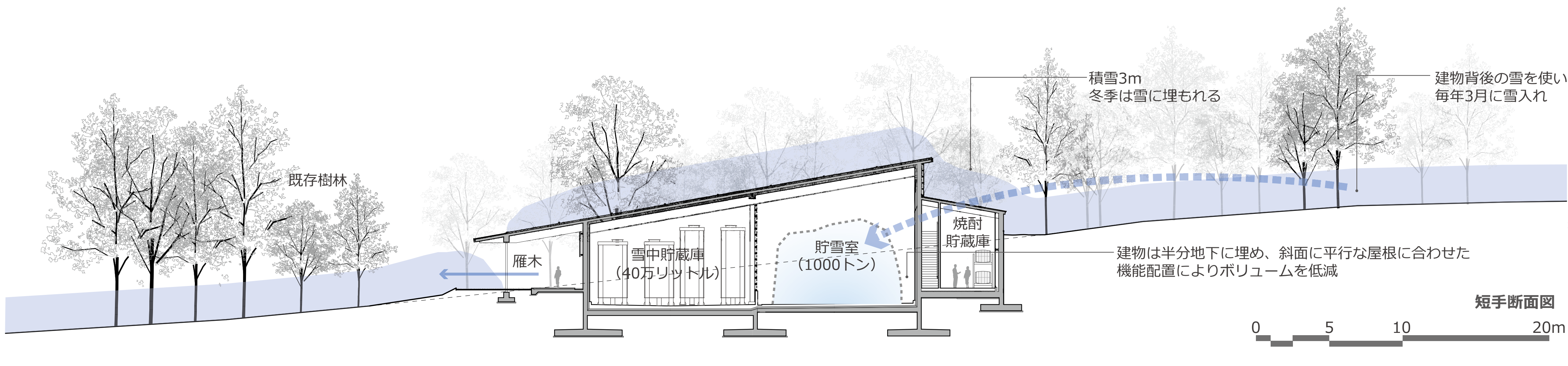
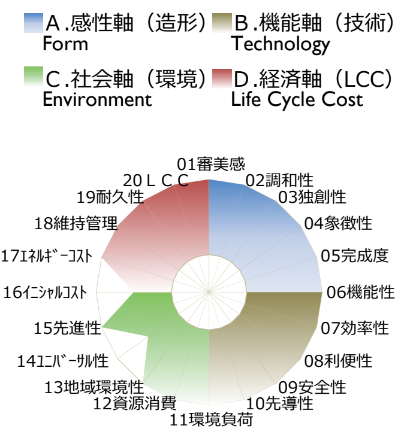


図-5 雪中貯蔵庫温度の推移
（上：貯雪室からの距離比較　下：上下比較）



短手断面図

環境・設備デザインの評価



□評価項目		□特に重視したデザインの視点	□評価項目に対する設計者のデザイン意図 （従前のデザインに比較し、優れている部分、卓越している部分に関して具体的に記述してください。）	□自己評価欄 普通 0	優れている ＋1	卓越している ＋2	小計
A.感性軸（造形）Form	01審美感	☆	打放しの深い庇がスチールの柱列で支えられ、鋭角な光をたたえる大ぶりの黒砕石の犬走りの静かな空間のその先に新緑の木立が領域を創り、静謐のアプローチ空間が実現している。			○	2
	02調和性	☆	四季の彩り豊かな自然を取り込み、建築は地形になじむように大地に半ば埋めた形で配置され、さらには勾配屋根を利用した内部機能の再配置を行ない、自然に溶け込んだたたずまいを実現している。			○	2
	03独創性	☆	内外の中間領域として雪国に伝統的な「雁木」をコンクリートと鉄という現代的な素材と和風のプロポーションで再現し、魚沼の風土と文化を伝えようと試みている。			○	2
	04象徴性		樹林を抜けるアプローチや地元の素材をつかった砂利と杉板、深い軒、その奥にあるガラスの大開口が人々をやさしく誘導し、さらにはその奥に隠れる1000トンの雪の塊や樫樽のセラーへの期待感を高めている。			○	2
	05完成度		「利雪」として地域に根差した真の環境配慮を行ない、ひっそりと自然に寄り添いながら魚沼の暮らしや雪国の文化の発信、そして四季の彩り豊かな自然を伝えている。			○	2
B.機能軸（技術）Technology	06機能性	☆	2万 リットルの貯蔵タンクが20 本、最大で合計40万リットルの酒を最長で5 年間長期貯蔵するため、貯雪室に約1,000t の雪を保存し、雪の冷熱のみで酒を貯蔵・熟成する。			○	2
	07効率性	☆	雪の冷熱により貯蔵庫内を年間に渡り低温に保つ事を可能とした。 庫内は自然対流により、年間5℃と均一な温度を実現した。			○	2
	08利便性		冷凍機類もなく、メンテナンスは年1回、毎年3月に雪入れを行なうだけで、年間の冷熱量を確保可能。雪が解けるにしたがって生まれるスペースは、野菜などの熟成に使い、無駄なく使うことができる。			○	2
	09安全性		自然エネルギーの「雪」の冷熱を主体としたシステムのため、冷凍機等の冷媒使用もなく、安全性は極めて高い。			○	2
	10先導性	☆	「雪室」とは元々、冬にたくさん降り積もった雪を、茅や藁の屋根で覆い貯蔵した、雪国に伝わる「天然の冷蔵庫」のことをいう。八海山雪室は伝統的な雪室を現代の素材と技術を用いて再解釈した建築である。			○	2
C.社会軸（環境）Environment	11環境負荷	☆	貯雪室の自然対流を主体としており、自然エネルギーを利用してることから、万一電源供給が絶たれた場合も機能を維持することができる。			○	2
	12資源消費	☆	資源消費を極力抑えるよう、地場産の木材や砂利を用いている。また熱源である「雪」そのものが現地に降る雪である。			○	2
	13地域環境性	☆	日本でも有数の豪雪地帯である当地の有り余る、ときには厄介者ともなる雪の自然エネルギーのみを利用した環境にやさしい利雪施設である。			○	2
	14ﾕﾆﾊﾞｰｻﾙ性		豪雪地特有の地域性を利用した施設のため、どこでも展開可能な施設ではないが、その地域の気候の特徴を最大限利用する理念は展開可能である。		○		1
	15先進性	☆	地域の特性を最大限利用し、自然エネルギーを主体としたパッシブな環境配慮を行なっている。			○	2
D.経済軸（LCC）Life Cycle Cost	16ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄ		冷凍機類を基本的には持たない施設であり、堅牢な構造躯体と高性能な断熱システムのみによりできている。		○		1
	17ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄ	☆	年1回の雪入れに要するコスト以外は基本的には不要である。			○	2
	18維持管理		冷凍機類を基本的に持たないため、年1回の雪入れ時に庫内の清掃を行なう以外は基本的に不要である。			○	2
	19耐久性		雪室という建物の特性上、十分な量の耐震壁をもち、耐震性は極めて高い。また深い庇に守られた外壁は多雪地にも関わらず、雪による影響を受けにくい。			○	2
	20ＬＣＣ		冷凍機類を基本的に持たず、ランニングコストや維持管理にかかる費用も抑えられるためLCCも抑えられている。			○	2

Environmantal and Equipment Design Award 2014