

会津地方雪氷冷熱利用推進コンソーシアム事業

雪氷冷熱利用施設の現況とエネルギー起源CO₂排出抑制効果

調査報告書

平成25年3月

特定非営利活動法人 超学際的研究機構

特定非営利活動法人 福島環境カウンセラー協会

特定非営利活動法人 環境保全会議あいづ

目 次

事業実施報告書	-----	1
I 調査の目的	-----	1
II 調査の実施者	-----	1
III 調査対象対象施設	-----	1
IV 調査対象施設の概要	-----	1
V 現地調査の実施	-----	1
VI 調査結果	-----	2
1 施設の現況調査	-----	2
2 エネルギー起源CO ₂ 排出抑制効果の推計	-----	2
3 エネルギー起源CO ₂ 排出抑制量の推計結果	-----	3
VII 更なるCO ₂ 排出抑制の検討と改善計画の提言	-----	8
1 更なるCO ₂ 排出抑制の方策	-----	8
2 改善の提言	-----	11
3 設備構造の改善による追加的CO ₂ 排出抑制量	-----	13
資料-1 雪氷冷熱利用施設の現況調査	-----	15
資料-2 雪氷冷熱利用施設の冷房負荷	-----	25
資料-3 冷房負荷計算式	-----	47

「会津地方雪氷冷熱利用推進コンソーシアム事業」

雪氷冷熱利用施設の現状とエネルギー起源CO₂排出抑制効果調査結果報告書

I. 調査の目的

本調査は、福島県会津地方における雪氷冷熱利用施設の現況と雪氷利用によるエネルギー起源CO₂の排出削減効果を把握することを目的として実施した。

II. 調査の実施者

特定非営利活動法人 超学際的研究機構
特定非営利活動法人 福島環境カウンセラー協会
特定非営利活動法人 環境保全会議あいづ

III. 調査対象施設

別表-1(雪氷冷熱利用施設一覧)

- (1) (有)リカーショップうかわ 雪室
- (2) 西会津町 雪室貯蔵施設
- (3) 会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場
- (4) 昭和村 農林水産物集出荷施設
- (5) 喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設
- (6) 福島県喜多方合同庁舎
- (7) 環境省裏磐梯ビジターセンター

IV. 調査対象施設の概要

別表-2(雪氷冷熱利用施設概要)

V. 現地調査の実施

施設名称	調査年月日
(有)リカーショップうかわ 雪室	平成24年12月26日
西会津町 雪室貯蔵施設	平成24年12月26日
会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	平成25年 1月29日
昭和村 農林水産物集出荷施設	平成25年 1月30日
喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設	平成25年 2月 5日
福島県喜多方合同庁舎	平成25年 2月 6日
環境省裏磐梯ビジターセンター	平成25年 2月 7日

VI. 調査結果

1. 施設の現況調査

施設の構造、利用状況、施設管理に関する問題点・課題等についてヒアリングを行った。

その概要は、資料-1(雪氷冷熱利用施設現況調査)のとおりである。

2. エネルギー起源CO₂排出抑制効果の推計

(1) 推計の方法

雪氷熱利用は、雪の融解熱を冷房に利用しているものであることから、冷房のために使用した雪の融解熱量に相当する冷房熱量を、冷却機(エアコン)で発生させた場合に冷却機が消費する電力量からCO₂の排出量を推計した。

- ①冷蔵施設の必要(使用)冷房熱量を算定
- ②必要(使用)冷房熱量をエアコンで発生させた場合のエアコンの消費電力量を算定
- ③エアコンの消費電力量からCO₂排出量を推計

1. 必要(使用)冷房熱量の算定

雪氷冷熱の利用形態としては、冷風の利用と融解冷水の利用の二つの形態がある。

冷風利用の場合は、貯蔵施設という空間での使用であることから、その空間で必要とする冷房熱量を使用冷房熱量とした。

融解冷水利用の場合は、貯留水槽に溜まった冷水が熱交換器を介して冷房しようとする室のファンコイルユニットに送られ循環して冷房している。冷房対象室の冷房負荷の把握が難しいことから、雪の消費量から使用冷房熱量を算出した。

(1) 冷風利用施設での必要(使用)冷房熱量の算出

冷蔵施設の冷房負荷量を必要(使用)冷房熱量とした。

冷房負荷量

$$Q_T = Q_S + Q_L$$

$$Q_S = K_S \times \Delta T_S \times S \times R$$

$$Q_L = K_L \times \Delta T_L \times S \times R$$

Q_S : 顯熱冷房負荷

Q_L : 潜熱冷房負荷

K_S : 顯熱取得係数

K_L : 潜熱取得係数

ΔT_S : 室内外の相対温度差

ΔT_L : 室内外の絶対湿度差

S : 冷蔵施設の床面積

R : 冷房時間

(冷房負荷計算法 資料-4)

(2) 融解冷水利用施設での必要(使用)冷房熱量の算出

使用雪量と融解熱量から必要(使用)冷房熱量を算出した。

$$\text{使用雪量}(t) = \text{貯雪量}(t) - \text{自然消滅量}(t)$$

$$\text{必要(使用)冷房熱量}(kW) = \text{使用雪量}(t) \times \text{融解熱量}(kW/t)$$

2. 消費電力の算定

エアコンの性能を表す指標として成績係数(Coefficient of Performance = COP)がある。

$$\text{成績係数}(COP) = \text{冷房能力}(kW) \div \text{消費電力}(kW)$$

圧縮式エアコンの場合、成績係数は3.6～6.3程度と言われていることから、成績係数を5と仮定して消費電力を算出した。

$$\text{消費電力}(kW) = \text{冷房能力}(kW) \div 5$$

3. CO₂排出量の推計

CO₂の排出量は、平成23年度の東北電力の実排出係数を用いて算出した。

$$\text{実排出係数}(t\cdot kg/kWh) = 0.000547$$

$$\text{CO}_2\text{排出抑制量}(t\cdot CO_2) = \text{消費電力量}(kWh) \times 0.000547(t\cdot kg/kWh)$$

3. エネルギー起源CO₂排出抑制量の推計結果

別表-3 (雪氷冷熱利用施設 雪消費量)

別表-4 (雪氷冷熱利用施設 冷房負荷量、CO₂換算量(t-CO₂))

(1) 現状での排出抑制量

現状の使用状況での排出抑制量の推計値は、6施設で17.88(t-CO₂)であった。

施設名	雪使用量(t)	CO ₂ 排出抑制量(t-CO ₂)
(有)リカーショップうかわ 雪室	80	0.44
西会津町 雪室貯蔵施設	173	1.00
喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設	220	2.23
会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	185	1.88
昭和村 農林水産物集出荷施設	895	9.11
福島県喜多方合同庁舎	392	3.22
合計	1,945	17.88

(有)リカーショップ、西会津町、喜多方市山都町の施設は通年利用の施設であるが、10%～20%の残雪があり、冷房余力が認められた。

会津みなみ農業協同組合と昭和村の施設では、温度調整を目的に冷却機を併設している。

会津みなみ農業協同組合の施設の冷房負荷は、約 28,500kW であるのに対して、消費した雪から得られた熱量は約 17,200kW であり、不足分の約 11,300kW がエアコンで供給していることがわかった。

昭和村の施設では、冷房負荷が約 83,400kW であるのに対して、消費した雪からの供給熱量は同量の約 83,400kW となっており、ヒアリングで得た冷却機は稼働していないとの言葉に符合していた。

福島県喜多方合同庁舎の施設では、平成 24 年度が使用初年度であり、貯雪量が計画貯雪量 573t よりも約 20% 少ない 467t であったため、計画冷房日数 60 日に対して 37 日で雪を消費してしまった。仮に貯雪量を計画量の 573t として推計しても 46 日で全量消費となり、設計冷房量に対して雪不足であることがわかった。

環境省裏磐梯ビジターセンターの施設では、冷風と融解冷水の併用利用をしているが、融解促進のため外部から導入している浄水の使用量が不明確であることや、消雪日数が不明確であるなど、雪の消費量の把握が困難であったことから、推計計算を省略した。

(2) 追加的排出抑制量

現状の使用状況では、福島県喜多方合同庁舎以外の施設では残雪があり、これを有効に使用できれば、CO₂ 排出抑制量の追加が見込まれる。

特に、補助冷房設備を使用している会津みなみ農業協同組合では約 50% の残雪量があり、冷風の供給量を増加させれば、補助冷房設備に頼ることなく雪による冷房が可能である。

また、福島県喜多方合同庁舎については、計画貯雪量を確保すれば 9 日分の冷房熱量を追加的供給することができる。

残雪の有効利用により見込まれる追加的 CO₂ 排出抑制量は 4.57 (t-CO₂) である。

施 設 名	残 雪 量 (t)	CO ₂ 排 出 抑 制 量 (t-CO ₂)
(有)リカーショップうかわ 雪室	20	0.20
西会津町 雪室貯蔵施設	43	0.44
喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設	30	0.30
会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	115	1.17
昭和村 農林水産物集出荷施設	100	1.02
福島県喜多方合同庁舎	142	1.44
合計	417	4.57

別表-1

雪氷冷熱利用施設一覧

No.	施設名稱	所在地	設置者	管理者	規模 (貯雪量t)	利用方法
1	（有）リカーショップうかわ 雪室	猪苗代町大字磐根字中西野 2432-1	（有）リカーショップうかわ	（有）リカーショップうかわ	100	自然対流
2	西会津町 雪室貯蔵施設	西会津町登世島字西林乙 5180	西会津町	西会津町	216	自然対流
3	喜多方市山都町 肥林水産物集出荷貯蔵施設	喜多方市山都町字西原	喜多方市	喜多方市ふるさと振興㈱	250	冷風直接送風
4	会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	南会津町宮床字川久保 22-1	会津みなみ農協	会津みなみ農協	600	冷風直接送風
5	昭和村 農林水産物集出荷施設	昭和村大字野尻字根際	昭和村	会津みどり農協	1200	冷風直接送風
6	福島県喜多方合同庁舎	喜多方市松山町鳥見山字下天神 6-3	福島県	福島県喜多方建設事務所	573	融解水熱交換冷水循環
7	裏磐梯ビジターセンター	北塩原村檜原剣ヶ峰 1093-697	環境省	裏磐梯ビジターセンター	450	融解水熱交換冷水循環

別表一 2

雪氷冷熱利用施設概要

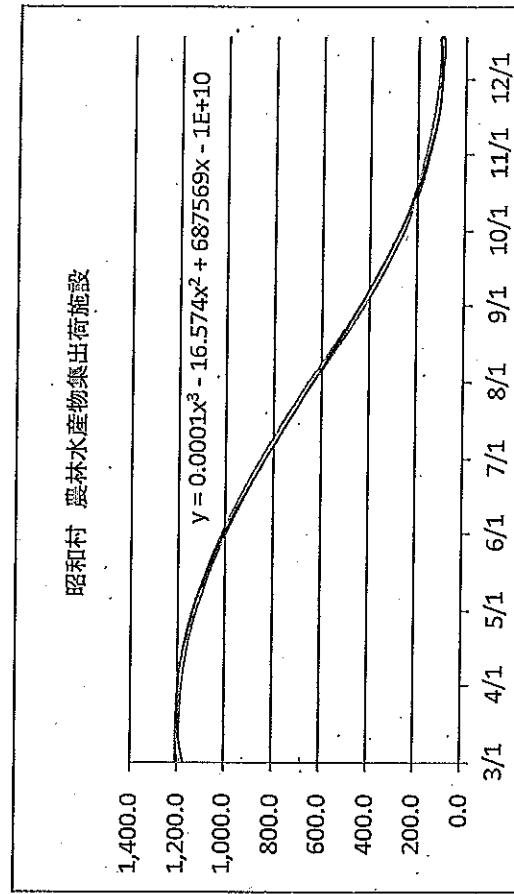
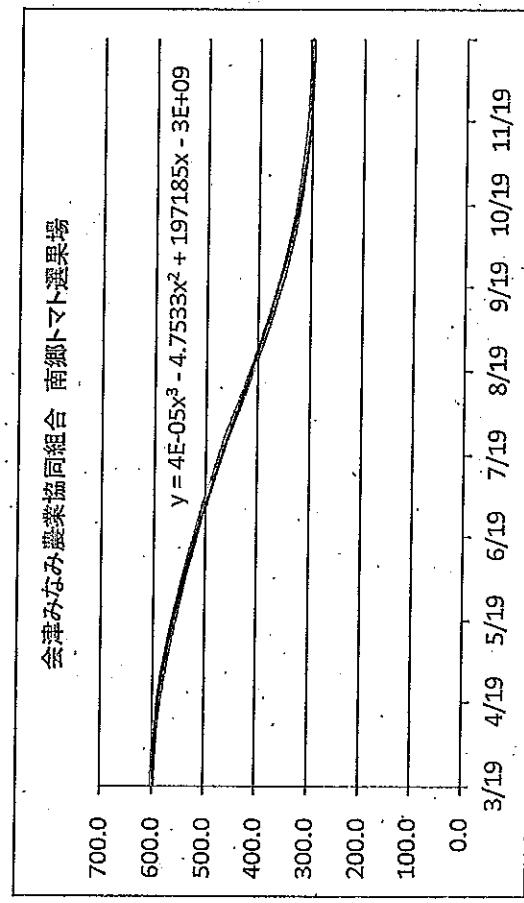
No.	施設名	貯雪庫						貯藏庫						貯藏品	利用期間
		床面積 (m ²)	高さ (m)	断熱材 材質	材厚 (mm)	貯雪量 (t)	3月	12月 (t)	室数	床面積 (m ²)	高さ	断熱材 材質	材厚 (mm)	補助設備	
1	シリカーブラ シヨウクウ かわ 雪室	54.5	4.0	硬質ウレタン	150	100	20	1	36.4	3.0	硬質ウレタン	150		酒	通年
2	西会津町 雪室貯蔵施設	75.0	8.0	発泡ウレタン	175	216	43	2	56.3	4.5	発泡ウレタン	100		玄そば 酒	通年
3	喜多方市山 都町農林水 産物集出荷 貯藏施設	120.0	5.0	発泡ウレタン	150	250	30	2	95.0	5.0	発泡ウレタン	150		玄そば 玄米	通年
4	会津みなみ 農業協同組 合南郷トマ ト選果場	176.3	7.0	硬質ウレタン	150	600	300	2	147.0	4.0	硬質ウレタン	150	○	○	トマト
5	昭和村 樹木生産 出荷施設	375.0	8.0	ポリスチレン	150	1200	100	4	78.8	3.0	硬質ウレタン	44	○	○	かすみ草 6月～11月
6	福島県喜多方 合同庁舎	161.2	7.5 ～8.1	ポリスチレン	150	573	—	—	78.8	3.0	硬質ウレタン	44	○	○	かすみ草 6月～11月
7	興農ビジ ターセンター	76.7	5.3 ～7.3	ポリスチレン	100	180	—	—	78.8	3.0	硬質ウレタン	44	—	—	冷房利用 夏期

別表-3

雪氷冷熱利用施設 雪消費量

No.	施設名	貯雪量 (t) (3月)	使用開始月	使用開始時 雪量 (t)	使用終了月	使用終了時 雪量 (t)	残雪量 (t) (12月)	使用雪量 (t)
1	(有)リカーショップうかわ 雪室	100	通年	100	通年		20	80
2	西会津町 雪室貯蔵施設	216	通年	216	通年		43	173
3	喜多方市山都町農林水産物集出荷貯蔵施設	250	通年	250	通年		30	220
4	会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果	600	7	500	10	315	300	185
5	昭和村 農林水産物集出荷施設	1200	6	1000	11	105	100	895
6	福島県喜多方合同庁舎	447	6	392	8	0	0	392
7	環境省裏磐梯ビジターセンター	180	7	—	8	0	0	0

施設の利用期間が通年の場合、雪投入時から施設を使用していることから投入雪量から翌冬の最終残雪量までが使用量となる。しかし、春期に雪を投入し、使用開始が6月又は7月の場合は、使用開始までに自然消雪があるため、使用開始時の雪量の把握が必要である。使用開始時の雪量が未確認の場合は、雪の消滅は外気温に依存するどし、0°Cを超える気温の累積温度に応じて消雪すると仮定した消雪曲線により施設使用期間の雪消費量を算出した。



別表-4

雪氷冷熱利用施設冷房負荷量、CO₂換算量(t-CO₂)

(1) 現状推計値

施設名	冷房負荷熱量(kW)	消費電力(kW)	CO ₂ 換算量(t-CO ₂)
(有)リカーショップうかわ 雪室	4,048.7	809.7	0.44
西会津町 雪室貯蔵施設	9,116.3	1,823.3	1.00
喜多方市山都町農林水産物集出荷貯蔵施設	20,425.9	4,085.2	2.23
会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	17,215.3	3,443.1	1.88
昭和村 農林水産物集出荷施設	83,439.7	16,687.9	9.11
福島県喜多方合同庁舎	29,488.4	5,897.7	3.22
合計			17.88

(2) 追加的推計値

施設名	残雪量(t)	余力冷房熱量(kW)	消費電力(kW)	CO ₂ 換算量(t-CO ₂)
(有)リカーショップうかわ 雪室	20	1861.1	372.2	0.20
西会津町 雪室貯蔵施設	43	4001.4	800.3	0.44
喜多方市山都町農林水産物集出荷貯蔵施設	30	2791.7	558.3	0.30
会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	115	10701.4	2,140.3	1.17
昭和村 農林水産物集出荷施設	100	9305.6	1,861.1	1.02
福島県喜多方合同庁舎	142	13213.9	2,642.8	1.44
合計				4.57

VII. 更なるCO₂排出抑制の検討と改善計画の提言

1. 更なるCO₂排出抑制への方策

残雪の有効利用により、4.2.4 (t·CO₂) の追加的CO₂排出抑制量が見込まれたが、そのための方策、改善計画について検討を加えた。

雪氷冷熱利用施設は構造がシンプルであり、いかに雪の消費を効率的に行うかがポイントである。改善の方策としては、運用による改善で対応できるものと構造的改善を必要とするものとに分けられる。

現状で概ね施設の利用目的を達成しつつ残雪がある施設については、設備構造上の問題点は少なく、その運用方法の改善により、残雪の余力をさらに発揮することが可能である。今回の調査結果では、「(有)リカーショップうかわ 雪室」、「西会津町 雪室貯蔵施設」、「喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設」、「昭和村 農林水産物集出荷施設」がこれに当たる。

冷房負荷熱量の現状分析の結果から、雪の残余能力が十分にありながら他の電気的冷房設備に依存している施設と雪からの供給熱量が不足する施設については、冷房熱の効率的・効果的供給について、運用での改善のみならず施設構造面からの改善の余地がある。「会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場」、「福島県喜多方合同庁舎」がこれに当たる。

(1) 「(有)リカーショップうかわ 雪室」

調査対象6施設のうち貯雪庫、貯蔵庫ともに最も規模が小さく、構造も自然対流式のシンプルなものである。木造断熱構造であることから、自然換気回数が他の施設に比べ約0.5回/hと高く、消雪率も規模が小さいことから他の施設に比べて高い。

熱効率は他の施設に比べ低いものの、構造として更なる改善を必要とするものはない。

運用面において、貯蔵庫の貯蔵容量に余裕がありかつ残雪量が多いことから、他の電機冷蔵設備を利用している物品の貯蔵を受け入れ、貯蔵庫の利用率を高めることにより、追加的排出抑制量を高めることができる。

(2) 「西会津町 雪室貯蔵施設」

「(有)リカーショップうかわ 雪室」と同様、自然対流方式であるが、鉄骨断熱構造であることから自然換気回数は0.2回/hと比較的少なく熱効率の改善が図られている。また、室内温度計測装置、温度調整用冷却機等、農産物を貯蔵目的とする付帯設備が設けられており、構造的に改善を要するものはない。

運用面において、通年を通しての貯蔵量が貯蔵庫容積の数%に過ぎないことから、他の冷却機を利用している物品の貯蔵を受け入れ、貯蔵庫の利用率を高めることにより、追加的排出抑制量を高めることができる。

(3) 「喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設」

貯雪庫と貯蔵庫を区別して冷風送風を行う鉄骨断熱構造の施設であり、貯雪量の90%以上を冷房熱量として供給している比較的熱効率のよい施設である。

運用面においても、通年を通して貯蔵量が貯蔵庫容積の80%を占めており、高い利

用率を維持している。

運用、設備構造の両面に置いて改善を必要とする事項はなく、設備余力としてさらに10%程度望める。

(4) 「昭和村 農林水産物集出荷施設」

調査対象6施設のうち最も規模が大きく、設備構造としては冷風送風にソックダクトを使用する他、温度調整等の付加設備も整った、かすみ草の貯蔵を前提とした施設であり、貯雪量も大きく余力を持って冷房熱供給をしている。現在の利用はかすみ草の貯蔵に特化しているが、貯蔵庫容積に対して貯蔵品の占有率は、6月～11月の使用期間のうち繁忙期（使用期間の45%）は50%であるのに対して、暇期（使用期間の55%）は10%程度である。

冷房熱量供給の面から、設備構上改善を必要とする事項はないが、施設全体の省エネの視点からは、開花調整用として室内に設置している照明設備（蛍光灯40w×132本）を同等の照明能力を有するLEDへの転換を図ることにより、照明用電力量を約50%削減することが見込まれる。

施設運用の面からは、通年を通した貯蔵庫（計4室）の利用率が約25%程度であることから、かすみ草の貯蔵に使用する貯蔵庫を選択的に使用することにより貯蔵庫に余裕ができる。残雪量が100tと大きいことから、他の冷却機を利用している物品の受け入れを増やし貯蔵庫の利用率を高めることにより、追加的排出抑制量を高めることができる。

(5) 「会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場」

構造としては、貯雪庫と貯蔵庫を区別して冷風送風を行う鉄骨断熱構造の施設であるが、温度調整用として冷却機を併用している。

冷房熱量の推計計算の結果、貯雪庫からの冷房熱量の供給量は約60%で、115tの残雪量があるにも関わらず、約40%を冷却機から供給を受けていることがわかった。

貯雪庫の雪量からの供給可能冷房熱量が、貯蔵品の冷蔵に見合った熱量であるにも関わらず約60%の供給量であることは、冷風の送風能力に限りがあるためと推測される。

設備構造の改善として、貯雪庫からの冷風の送風能力を向上させることにより、冷却機に頼ることなく貯雪からの冷房熱量のみによりカバーすることが可能となる。

具体的な改善の方策としては、送風機能のアップ若しくは送風ダクトの拡張による供給冷熱量の拡大である。

現況

現在の貯雪庫からの供給熱量 6.0kW/h

現在の送風能力 0.75kw、20 m³/min

現在の送風ダクト φ 900mm

改善策

雪だけの場合の必要熱量 9.7kW/h

送風機の改善の場合 1.2kw、35 m³/min の機器に改善する。

送風ダクトの改善場合 φ 1200mm に拡張する。

(6) 「福島県喜多方合同庁舎」

他の施設と異なり、雪の融解水を冷房に利用する施設であり、貯雪庫と融解水の貯水及び送水設備から構成されている。

貯雪量が計画量より少なかったため、計画冷房期間より短い期間で消雪してしまったが、推計計算の結果、計画貯雪量であっても、計画冷房期間を満足できないことがわかった。

計画冷房期間を満足できない理由としては、冷房対象施設の設計冷房負荷が過少であったことによるものであり、設計冷房負荷が小さいことは設計貯雪量が少なくなることに繋がり、結果的に計画冷房期間以前に消雪してしまうことになったと推測される。

改善の方策としては、限られた貯雪の消耗を少なくすることと、冷房対象施設の冷房効率（断熱効果）の向上が想定される。

貯雪の消耗を少なくする方策としては、貯雪庫の断熱効果の向上を図ることがあげられる。当該貯雪庫は鉄骨断熱構造であるが、入口（雪投入口）は断熱オーバースライダーとなっている。大きさによっては雪投入の作業性劣ることもあるものの、より機密・断熱効果が期待できる防熱扉が望ましい。また、床をグレーティング構造若しくは簾ノ子張りとすることにより、自然融解水の接触による自然融解を抑えることが可能である。

冷房対象施設の冷房効果の向上策としては、外気熱の浸入を少なくすることであり、特に屋上、窓からの日射熱取得量の低減を図る必要がある。具体的方策としては、屋上緑化、緑のカーテン等があげられる。

冷房用冷水の循環の視点から、循環水の設定温度を高くすることにより融解消雪量を少なくし、消雪を遅らせることも考えられる。

冷房用冷水の循環は、設計設定温度を11°Cとし、循環水の温度が11°Cを越えた時に融解消雪用として散水に回り、融解冷水が新たに供給される仕組みとなっている。

設定温度を高くすることにより、融解消雪にまわる水量を少なくし融解消雪量を減らすことが可能であるが、循環水の流量と冷房取得熱量の推計計算結果では、設定温度を16°Cとしたときほぼ計画冷房期間で消雪となった。しかし、設定温度を上げることは、雪の融解消雪を遅らせることにはなるものの、冷房取得熱量を増やして冷房能力を向上させるものでないことから、改善として意味を持つものでない。

2. 改善の提言

更なるCO₂排出抑制への方策の検討結果を踏まえ、各施設に対する提言としては、次のようにまとめられる。

(1) 「(有)リカーショップうかわ 雪室」

シンプルな設備構造であり更なる改善を必要とするものはない。運用面において、貯蔵庫の貯蔵容量に余裕がありかつ残雪量が多いことから、他の冷却機を利用している物品の貯蔵を受け入れ、貯蔵庫の利用率を高めることにより、追加的排出抑制量を高めることができる。

(2) 「西会津町 雪室貯蔵施設」

シンプルな設備構造でありながら、室内温度計測装置、温度調整用冷却機等、農産物を貯蔵目的とする付帯設備が設けられており、更なる改善を要するものはない。運用面において通年を通しての貯蔵量に十分な余裕があることから、他の冷却機を利用している物品の貯蔵を受け入れ、貯蔵庫の利用率を高めることにより、追加的排出抑制量を高めることができる。

(3) 「喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設」

貯雪庫からの冷房熱量の供給効率も良く、設備構造として更なる改善を必要とするものはない。運用面においても高い利用率を維持し効果的に利用されており改善を必要とする事項は特にない。設備余力として更に10%程度望めることから、より効率的な利用により更なる排出抑制が可能である。

(4) 「昭和村 農林水産物集出荷施設」

かすみ草の貯蔵を目的として付帯設備の整備された規模の大きい余力をもつた施設であり、施設構造の改善について雪氷冷熱利用の視点からは特にないが、施設全体の省エネの視点からは、貯蔵庫の照明設備を蛍光灯からLEDへの改善が望ましい。LEDへの交換により照明用使用電力量を約半数削減することができる。

施設運用の面からは、通年を通しての利用率が低いことから、かすみ草の貯蔵に使用する貯蔵庫を選択的に使用するにより余裕のできた貯蔵庫を、他の冷却機を利用している物品の貯蔵として受け入れ利用率を高めることにより、追加的排出抑制量を高めることができる。

(5) 「会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場」

貯雪量から得られる供給可能冷房熱量は貯蔵品の冷房に見合った熱量であるにも関わらず、冷却機から冷熱の供給を受けており、冷風の送風能力に改善の余地が認められる。

改善の方策として、貯雪庫からの冷風送風能力をアップさせるため、より送風量の大きい送風機への交換、若しくは現送風機使用の場合は送風ダクトの拡張が必要である。

(6) 「福島県喜多方合同庁舎」

貯雪量が不足し、計画冷房期間より短い期間で消雪していることから、貯雪の消耗を抑える改善が必要である。

貯雪量が不足する理由としては、冷房対象施設の設計冷房負荷が過少であると推測されることから、改善の方策としては、貯雪の自然消耗を少なくすることと、冷房対象施設の冷房効率（断熱効果）の向上を図ることがあげられる。

貯雪の自然消耗に対する方策としては、貯雪庫の断熱効果の向上を図ることであり、具体的な方策としては、入口（雪投入口）の機密・断熱対策が望ましい。また、床をグレーチング構造若しくは簾ノ子張りとすることにより、自然融解水の接触による自然融解を抑えることが可能である。

冷房対象施設の冷房効率の向上策としては、外気熱の浸入を少なくすることであり、

特に屋上、窓からの日射熱取得量の低減を図る必要がある。具体的方策としては、屋上緑化、緑のカーテン等があげられる。

3. 設備構造の改善による追加的CO₂排出抑制量

残雪の有効利用により4.57(t-CO₂)の追加的CO₂排出抑制量が見込まれるが、施設運用での改善の取り組みは貯蔵庫の利用率の向上であることから、直接的に残雪の効率的使用までは結びにくい。それに対し、設備構造の改善は、直接残雪から冷房熱量を引き出すものであることから確実にCO₂排出抑制に結びつけることができる。

①「会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場」

送風能力の改善により、残雪量115tの全量から冷房熱量を得ることができる。

②「福島県喜多方合同庁舎」

貯雪量が計画量573tに対して447tと約30%少なく、また自然融解もあり冷房開始時の貯雪量は392tであった。貯雪量を計画量の573tとし、入口の断熱効果の向上により自然換気回数の改善を図り0.1回/hに改善すれば、使用開始時の貯雪量は545tに維持することができ、全量を冷房熱量に供給することができる。

構造設備の改善により取得できるCO₂排出抑制量は、次のとおりとなる。

施設名	残雪量 (t)	CO ₂ 排出抑制量 (t-CO ₂)
会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	115	1.17
福島県喜多方合同庁舎	153	1.55
合計	268	2.72

資料-1

雪氷冷熱利用施設の現況調査

1	(有)リカーショップうかわ 雪室	-----	17
2	西会津町 雪室貯蔵施設	-----	18
3	会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	-----	19
4	昭和村 農林水産物集出荷施設	-----	20
5	喜多方市山都町農林水産物集出荷貯蔵施設	-----	21
6	福島県喜多方合同庁舎	-----	22
7	環境省裏磐梯ビジターセンター	-----	23

1 (有)リカーショップうかわ 雪室

施設

- H7 から積み上げた雪山で酒の雪中貯蔵を行っていたが、もっとちゃんとした雪室を作りたく、諸所の講演等を聞くなど勉強し、地元の大工に発注し完成
- 雪はローダーと除雪機により雪室に投入(3月に10日ぐらいかけて)冷熱を自然対流させ冷却。
- 雪は見学当时もかなり残っており、3月の搬入時まで年間を通じ温度を維持できる。
- 平成16年度完成
- 木造平屋建て 総面積113m² 貯雪量約100t 総工費1000万円(うち断熱扉2枚で250万)
- 約1°C程度で安定している



貯蔵物

- 酒→マイルドに 古酒は更にマイルド
- 生酒(貯蔵が難しいし付加価値が高い)
- ジャガイモ(自分用) 米(自分用)

認識している問題点

- 現状の貯蔵品での事業化は難しい→事業化は無理である(ジャガイモは可能性がある)
- 安定して運用するために、如何に安く雪を集め入れる事が出来るか(重機等は金が掛る)
- 湿度が80~90%なので、酒以外の物を入れる場合には問題点となる→70%に抑えたい
- 酒自体の扱いが1/4になりスペースが空いた→他の利用法を模索
- 行政等の補助金助成での建造は十分ではない→補助金は注文が多い
- 断熱材の品質は日進月歩、これは期待される

その他問題点

- 解けた水の利用→現状は資金がなく利用せず

考え得る改善点

- 湿度コントロールはある程度外気とのミックスで下げられるのでは?(厳密ではないが)
- 自治体の除雪作業などの連携で雪の安定確保が出来ないか?

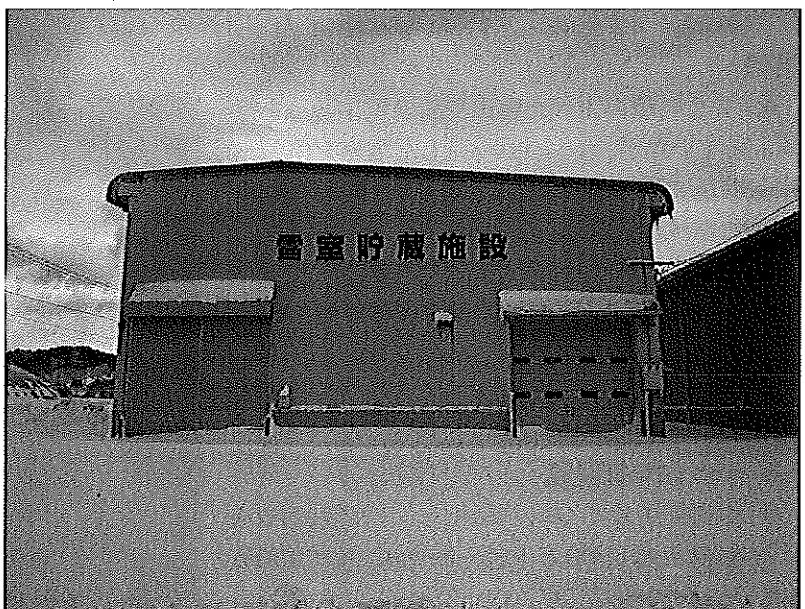
感想

- 個人でもここまで出来ると言う例として広く紹介すれば後に続く人も出てくるのではないだろうか?
- 地域や親族の人達とのつながりでさらに広く利活用される事を期待している

2 西会津町 雪室貯蔵施設

施設

- ローダーと除雪機により雪室に投入(3月に10日ぐらいかけて) 冷熱を自然対流させ冷却。
- 雪は見学当時もかなり残っており、3月の搬入時まで今年は持ちそう(持たない年もある)。
- 平成8年度完成
- 鉄骨平屋建て 総面積275m² 貯雪面積63.7 m² 貯雪量216t
- 総工費7500万円(ほぼ補助金)
- 年間ランニングコスト(電気代1万/月 + 投入費)約二十万円
- 年間平均利益6~7万(今年度は山都蕎麦保管で六十万!)



貯蔵物

- 当初目論見:球根の出荷時期ずらし→あまり効果出ず
- 現在
 - 酒(少量利用。湿度は関係ない)
 - 玄蕎麦(厳密な湿度管理が必要ないので良いかもしれない(現在は少数利用))
 - 潰物(少量利用あり)
 - 果物(柿・ブドウ)
 - 野菜(湿度に敏感でダメ)

認識している問題点

- 温湿度管理が出来ないため野菜保存に不向き。特に湿度に関してキッチリした管理保証が出来ない
- 花、球根、野菜、柿、ブドウなど色々試したが今一つ → 少少の出荷調整はJAの倉庫など
- 酒は利用価値あり、漬物は少量利用あり。
- H9年に完成し、施設は老朽化しているが、現在のところ補修せず
- 利用者減→予算が掛けられない→建物老朽化 と言う負のスパイラルに入っている。

考え得る改善点

- 町HPより西会津の特産は山菜、手打ちそば、渓流魚、地酒との事。広く広報し利用者を募ってみればどうだろう。
- 町外にも広報すれば利用者が増えるかもしれない。(現に山都蕎麦を保管し収益を挙げている)
- イベント等と連動し、利活用する策を探ってみるのはどうだろう?
- 湿度コントロールはある程度外気とのミックスで下げられるのでは?(厳密ではないが)

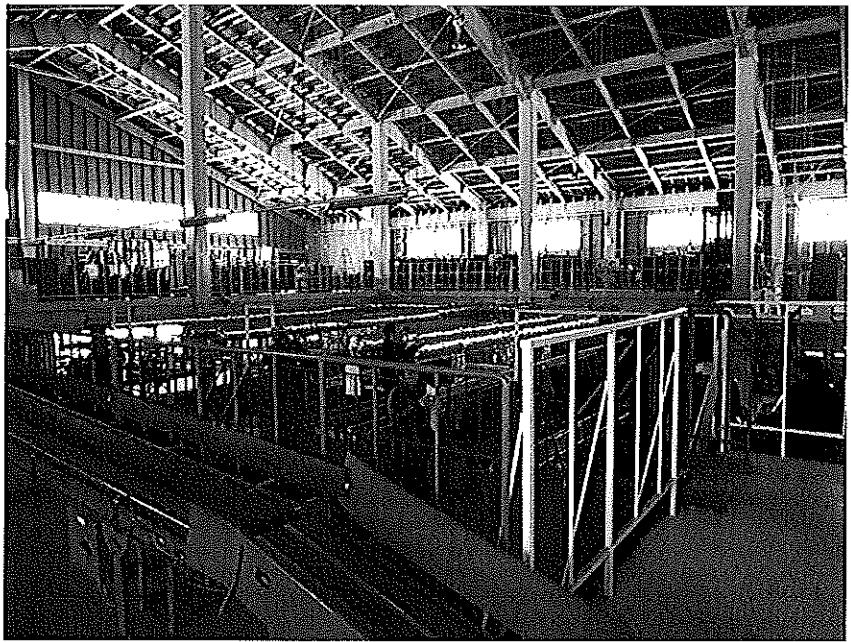
感想

- 老朽化も手伝ってあまり利用されていない状況だが、町内外への呼びかけにより広く利用者を確保し、ランニングコストと修繕費用の捻出に辿りついてほしい。

3 会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場

施設

- 平成 16 年 3 月、内外部品質センサー及び自動箱詰めロボットなど最新機能を備えた選果場を新設
- 1 階床面積 3,500 m² 2 階床面積 767 m² 敷地面積 7,000 m² 延べ床面積 4,300 m²
- 約 1000 m³ メートル(600t)ほど雪室へ雪を入れ貯蔵。→高湿度の冷気で効率冷却をし、鮮度を保持。水だけが排出され消費電力を抑制、環境にやさしく味もよくなる。
箱詰めされたトマトは、雪室で一晩予冷され、鮮度を保った状態で翌日出荷される。
- 予冷庫は二つ。一つは入荷用、他は出荷用。1 泊 2 日でトマトは循環する。それぞれの予冷庫にほぼ 1 日 1 万ケース(1 ケース 4 kg)、多い時で 12,000 ケース、予冷庫二つで 24,000 ケースが保管されなければならない。



南郷トマト

- 導入期:昭和 37 年～40 年 栽培定着期:昭和 41 年～47 年 発展拡大期:昭和 48 年～53 年 安定期:昭和 54 年～61 年 質的拡大期:昭和 62 年～平成 4 年 充実発展期:平成 5 年～平成 14 年 充実拡大期:平成 15 年～今日
- 作付面積:32.4 ha、生産者数:126 名、産地生産量 2,960t(74 万ケース)

特徴

- トマトと言う作物に特化した施設であり、ブランド化も含め非常に効果をあげている。
- 南郷トマトのブランド化が定着し、雪室重要な施設となっている。

課題

- JA、町、役場との連携が問題点とのこと。町、生産者、JA、商工会が一体となった「戦略会議」を機能させることが課題である。特行政のサポートが必須。
- 契約農家を確保するための技術、支援体制。U ターン I ターン の後継者確保、研修。
- 地域密着での(期間外)保冷庫活用の可能性。→「目的外使用」の可能性を探る。

4 昭和村 農林水産物集出荷施設

昭和村の産業おこしとカスミソウ

- 昭和村では昔から大麻や苧(からむし)が栽培されてきた。戦後は葉たばこ栽培を中心とした農業経営に変わった。1985年の日本専売公社の民営化に伴い、昭和村は廃作地帯とされた。転作作物として奨励されたのが宿根カスミソウであり、政策的な产地形成の結果であった。農協花き部会と、任意団体の昭和花き研究会が結成され、葉たばこ耕作農家を受け入れながら会員の拡大を行い今日に至っている。
- 昭和村の作付け面積は 34 ヘクタール。市町村別の栽培面積は全国1位、生産額も北海道を抜いて名実ともに日本1位。関東、関西方面を中心に、北は仙台、南は九州まで全国40の市場へ出荷。年間の出荷量は450万本。
- カスミソウ作付面積は平成4年以降ほぼ横ばい、栽培農家は平成4年をピークに減少傾向、出荷量は平成15年をピークに減少。



施設

- カスミソウの鮮度保持高品質化を図るため、2004(H16)年に完成した。
- 鉄骨造平屋建延べ床面積 1,200 m²で予冷庫は4庫あり、合計で約 2,000 箱のカスミソウが貯蔵できる。そのうちの1庫は開花調整機能を備えており、日持ち試験のできる自主検査室も完備している。
- 雪の貯蔵庫には 10 トントラックで約 300 台分の雪が入る。毎年 2 月中旬に雪を搬入する。
- 雪室への雪入れは、重機 4 台を使う。雪は 9 月ぐらまでもてばよい。雪室に 5 分の 1 くらい残る。11 月には 10 分の 1 くらいになる。かすみ草が入荷すれば雪室を稼働させる。
- 今は 12°C、湿度 70%。これを 6~8°C、湿度は 80% に加湿しなければならない。予冷庫で温度湿度の調整はする。週 3 日、金・土・日、そして月曜に貯蔵する。
- 半年間は使用していない。米は農協が扱い、ここで保管するものがない。

特徴

- かすみそうに特化した施設である。

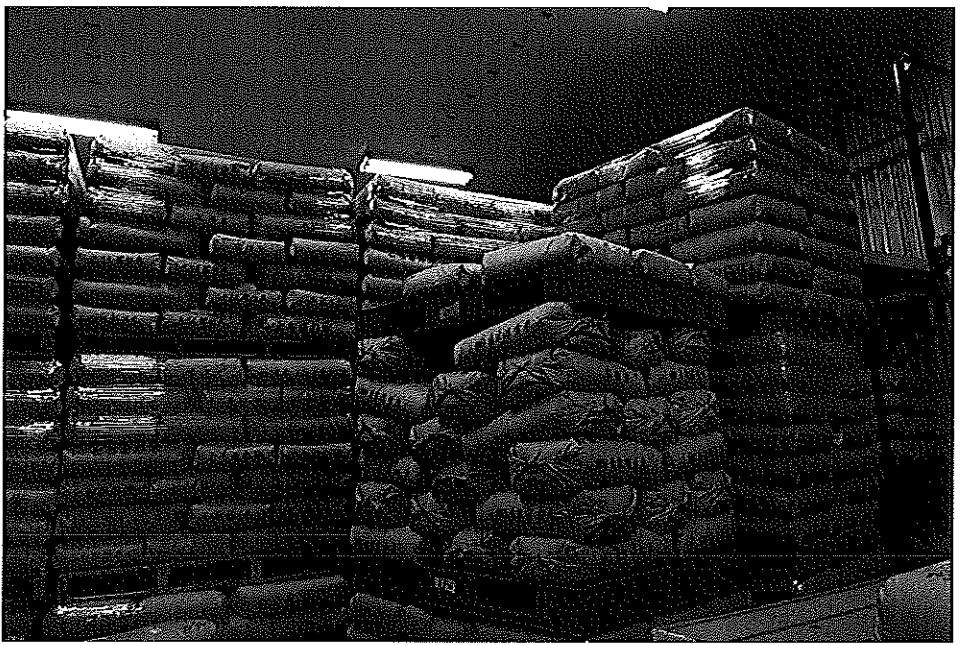
課題

- 雪室は、冬期の半年間全く使用していない。多目的使用の可能性はないか。目的外使用は不可能ではない。多目的利用としてソバの保管が考えられた。しかし保管条件は異なるため管理が難しい。
- 作付面積、生産量共に市町村別で日本のトップを行く。「昭和花き研究会 カスミソウ」などの地道な努力の積み重ねが生かされている。
- JA会津みどりかすみ草専門部会、昭和村花き研究会、昭和村花き振興協議会といった生産者組織が存在。相互に連携しながら、激しい変化の時代どう対応するか。

5 喜多方市山都 農林水産物集出荷貯蔵施設

施設

- そば資料館・ふれあい館・ふるさと館・そば伝承館に隣接建設されている。降雪寒冷地域として冬季降雪量・雪質とともに不安要素はない。隣接施設の観光客は安定集客を維持している。
- 鉄骨平屋建 雪氷庫総面積 367.27 m^2 貯雪庫面積 105 m^2 予冷庫 鉄骨平屋建 ソバ貯蔵室約 95 m^2 低温貯蔵室約 27 m^2
- 雪投入時期 3月上旬 貯雪量 500t
- 投入方法 施設前の駐車場に町内の除雪した雪を集積(ローダー、ロータリー)
- 雪氷庫からの冷風を直接予冷庫に導入。温度 5°C 湿度 70%
- 温度調整: 送風量調整 循環水量調整
- 出荷時の結露対策として温度調整室で外気との混合し 15°C に設定。
- 貯蔵品目: ソバ・米(玄米)・大豆・麦
- 利用期間: 通年
- 残雪の処理: 秋に自然融解を促進させ、排雪清掃
- 融冷水はそのまま排水している。
- 重機使用料はかかるない(市が負担)



認識している問題点など

- 過去にヤーコンを貯蔵したが、水分過多になり断念。酒も試したが利用効果はなかった。
- 低温貯蔵では約 5°C を保つことで、ソバ・ラフランスなどに適している。
- 福島県のモデル事業での制約の中で運営している。喜多方市の所有での条件・制約がある。
- 暑い日に天井ダクトに結露が発生する。
- 観音開きの貯雪庫口であるため、積雪時に扉の開閉が困難である。

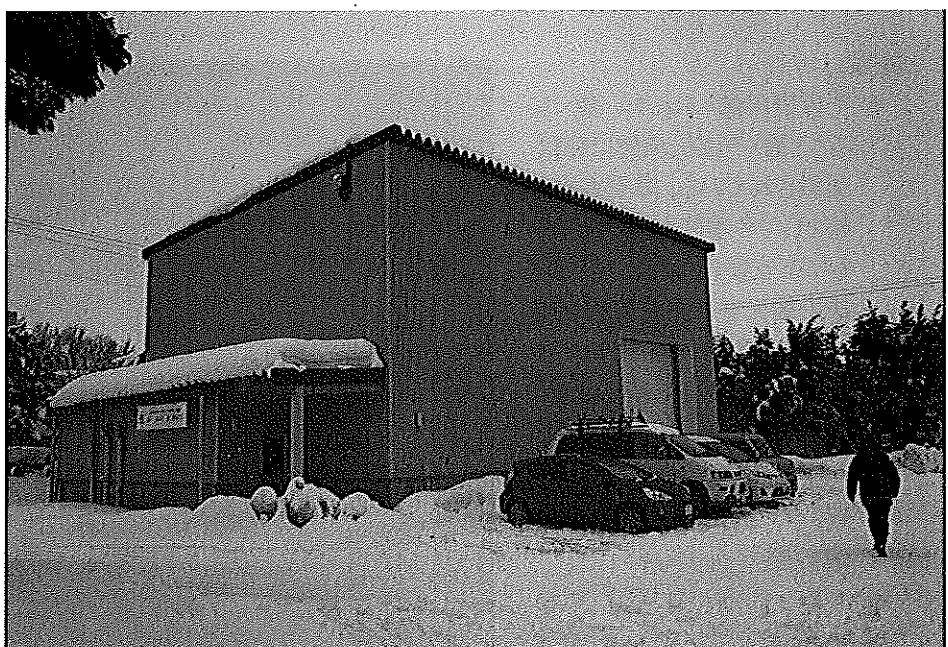
感想と考えうる改善点

- 蕎麦(と多少の米)に特化した施設であり、冬場の稼働率もかなり高い。
- 雪室に関するPRをもっとしてみたらどうだろうか? (パネルやパンフレット等)
- ソバ伝承館など隣接観光施設への雪氷エネルギーの利活用を推進する事もPRになる。

6 福島県喜多方合同庁舎

施設

- 雪や氷を断熱設備のある貯雪氷庫に貯蔵し、その冷熱エネルギーを利用して、冷房を行うシステム。
- 場所は喜多方合同庁舎(鉄筋コンクリート3階建)に隣接。
- 雪室棟(H21～稼働)冷水循環システム。 冷房対象面積:810 m² 1F:100 2F:380 3F:330 m²
- 倉庫に貯蔵された雪氷の冷水をポンプ動力で庁舎内を対流させる冷房システム。動力源として雪室屋根に設置してある太陽光パネルからの電力も一部使用。
- 稼働期間:6月下旬から9月中旬までの60日間 ※配管設備は冬時期、ボイラー暖房利用
- 稼働時間:am8:30～pm4:30 室内温度:約28°C



効果

- 雪室利用以前と比較して稼働期間の電力量削減に効果
- 雪氷エネルギー推進のモデルになっていて、教育・産業等との共同研究ができる
- 捨て場所に困る雪の有効利用ができ、豪雪地域の活性化に効果がある
- 自然エネルギー利用と省エネ効果、CO₂排出抑制効果がある。

課題

- 設備コストが高い、また雪投入費やメンテナンスにお金がかかる(委託費各5・60万円)
- 冷熱の搬送動力、損失などで効率が低下。1階の室温が25°C・3階は30°Cと温度差がある
- 雪室に溜まる汚泥から放射線が検出され処分に困っている。
- 雪氷エネルギー推進モデルの場を活かした環境教育・共同開発や視察の場としてPR発信

考えうる改善点

- 運営システムのマニュアル化(特に冷房効果・雪投入体制の効率や経費改善のアイデアなど)
- 冷房効果の改善(屋上部の断熱処理や屋上緑化)など
- 雪氷冷熱利用促進の共同開発:一般施設や家庭で利用できる低コストもの、また、稼働中に冷風効果が確認できるエコモニターもほしい

7 環境省裏磐梯ビジターセンター

施設

- 裏磐梯地区は寒冷地であり、夏場といえども、特に冷房を必要とする気温状況は大変限られた短期間(時間)である。しかしながら環境省が主管する観光地の施設であるため、観光客を対象として豪雪地の厳しい環境条件の利活用の方法として、教育的意義と啓発的意義など、自然エネルギーの利活用をアピールすることを主たる目的とする施設である。
- 施設は、平成15年3月に建設され、雪氷冷熱による冷風をビジターセンターに供給し、館内冷房に活用している。稼働期間は7月～9月としているが、実質的には8月末頃までの活用であり、その他の期間は「冷房」としての機能を必要としない状況といえる。
- したがって、雪室の容量は360 m³であるが、実質的に100 m³で間に合っている状況である。
- ビジターセンターに併設して「雪室」が設置されており、見学者に対する諸表示の工夫と、説明・案内体制が整っており、職員が随時対応できるようにしている。また、観光客の学習プログラムに組み込んでおり、学習ルームでスライド映像資料などを整備して、興味深く学習できるよう配慮されている。



施設側が認識している問題点など

- 導入の理念と現在の運用の乖離
 - 寒冷地で、冷房効果も顕著なデータとして提示できないため、省エネ効果やCO₂の削減効果を説明しにくい。
- 設備構造上と運用上の問題
 - 観音開きの雪投入口は、投入時に扉前の除雪をしなければならない。雪室の床が浅い。
 - 雪入れ作業の人工費が無く職員スタッフの労力となる。除雪機の燃料費が計上されていないのに燃料費がかかる。

その他、気が付いた問題点や課題

- 施設の稼働期間が短く、貯雪量も少なくて間に合うということであれば、未利用期間の活かし方の工夫が必要。

考え得る改善点

- 教育的意義と啓発・アピールを主眼とすれば、映像で紹介している、昔の雪室モデルを敷地内に設置し、地元の農家等と連携して、農産物等の貯蔵のデモンストレーションも考えられる

資料-2

雪氷冷熱利用施設の冷房負荷

1	(有)リカーショップうかわ 雪室	-----	27
2	西会津町 雪室貯蔵施設	-----	30
3	喜多方市山都町農林水産物集出荷貯蔵施設	-----	33
4	会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場	-----	36
5	昭和村 農林水産物集出荷施設	-----	40
6	福島県喜多方合同庁舎	-----	43
7	気温平年値 アメダス観測データ	-----	45

1 ハリカーショップうかわ 雪室

貯雪庫と貯蔵庫がエキシパンドメタルで区切られた一体的な構造であることから、貯雪庫と貯蔵庫を合わせた気積の一体施設として、冷房負荷と消費した雪の融解熱量が見合う換気回数を求め、その換気回数を用いて貯蔵庫だけを冷房対象施設とした冷房負荷を求める。

冷房負荷計算条件

		一体施設の場合	貯蔵施設の場合
外気接触壁面積	A ₁ (m ²)	139.1	95.4
天井面積	A ₂ (m ²)	93.7	39.2
床面積	S (m ²)	90.9	36.4
気積	V (m ³)	345.5	127.3
断熱材の熱伝導率	K (W/m・K)	0.03	0.03
断熱材の材厚	t (mm)	150	150
外気温度	T ₀ (°C)		
外気相対湿度	X ₀ (%)		
室内温度	T _R (°C)	5.0	5.0
室内相対湿度	X _R (%)	90	90
自然換気回数	n (回数/h)	下記	下記
入口開閉による換気回数	n (回数/h)	下記	下記
室内顯熱発熱量	E _S (kcal/m ² ・h)	下記	下記
室内潜熱発熱量	E _L (kcal/m ² ・h)	下記	下記

※外気温度は、猪苗代アメダス観測所の平年値を使用

室内顯熱発熱量

(1) 貯蔵品

品目 酒
数量 1.80瓶を500本
期間 3ヶ月保管

(2) 貯蔵品の顯熱発熱量

$$\text{顯熱発熱量} (\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}) = \frac{\text{保管量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{温度差}}{\text{保管期間} \times \text{保管床面積}}$$

	一体施設の場合	貯蔵施設の場合
比熱 (ca1/g・°C)	0.93	0.93
比重	1	1
保管量 (kg)	900.0	900.0
常温度 (°C)	15.0	15.0
保管温度 (°C)	5.0	5.0
保管期間 (hr)	2160	2160
保管庫床面積 (m ²)	90.9	36.4
顯熱発熱量 (kcal/m ² ・h)	0.043	0.106

(3) 照明機器発熱量

蛍光灯

$$40\text{W} \times 2\text{本} = 80\text{W}$$

小規模であることから省略

換気回数

(1) 自然換気回数 0.5回/h

貯雪庫、貯蔵庫一体での使用冷房負荷量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1日	0.0	13.3	27.8	43.9	60.4	58.1	33.8	11.4	
2日	0.0	14.1	28.4	44.7	60.9	57.3	33.1	11.0	
3日	0.0	14.6	29.1	45.2	61.1	56.6	32.3	10.3	
4日	0.0	15.1	29.4	45.6	61.2	55.8	31.6	10.0	
5日	0.0	15.4	30.1	46.5	60.9	56.1	30.8	9.3	
6日	0.0	15.9	30.5	46.9	61.1	54.3	30.1	8.9	
7日	0.2	16.2	31.1	47.4	61.2	53.6	29.4	8.2	
8日	0.9	16.5	31.5	47.9	61.4	52.8	28.6	7.5	
9日	1.3	16.8	31.9	48.4	61.1	52.0	27.9	6.8	
10日	2.0	17.1	32.2	48.9	61.2	51.3	27.2	6.1	
11日	2.5	17.4	32.9	49.3	61.4	50.1	26.0	5.5	
12日	3.0	17.7	33.3	49.8	61.1	49.4	25.3	4.4	
13日	3.4	17.9	33.7	50.3	61.2	48.6	24.6	3.7	
14日	3.9	18.2	34.1	50.8	61.0	47.8	23.5	2.7	
15日	4.6	18.5	34.5	51.3	61.1	47.1	22.8	2.0	
16日	5.1	18.8	34.8	52.2	60.8	46.3	21.7	1.0	
17日	5.6	19.1	35.2	52.7	60.9	45.6	20.6	0.3	
18日	6.1	19.7	35.6	53.2	60.6	44.8	19.8	0.0	
19日	6.6	20.0	36.0	53.7	60.4	43.7	18.8	0.0	
20日	7.1	20.6	36.4	54.3	60.1	42.9	17.7	0.0	
21日	7.5	20.9	36.8	55.2	60.2	42.2	17.0	0.0	
22日	8.0	21.5	36.9	55.7	59.9	41.0	15.9	0.0	
23日	8.8	22.1	37.3	56.7	59.6	40.3	15.2	0.0	
24日	9.3	22.4	37.7	57.2	59.3	39.1	14.5	0.0	
25日	9.8	23.0	38.1	57.7	59.0	38.4	13.8	0.0	
26日	10.3	23.6	38.5	58.7	59.1	37.6	13.1	0.0	
27日	10.8	23.9	38.9	59.3	58.8	36.5	12.4	0.0	
28日	11.3	24.5	39.4	59.8	58.5	35.7	11.7	0.0	
29日	12.1	25.1	40.1	60.4	58.2	35.0	11.0	0.0	
30日	12.6	25.4	40.5	60.9	57.9	34.2	10.6	0.0	
31日		26.1		61.1	57.1		9.9		
合計	152.8	601.2	1,033.0	1,625.9	1,866.7	1,393.2	670.3	109.4	7,452.5

必要冷房熱量 7,452.5 (kW)

必要雪量 80.1 (t)

使用雪量 80.0 (t)

貯蔵庫単体での必要冷房負荷量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1日	0.0	8.4	17.1	25.6	32.8	29.4	16.4	5.4	
2日	0.0	8.9	17.5	26.0	33.0	29.0	16.0	5.3	
3日	0.0	9.3	17.8	26.2	33.0	28.5	15.6	4.9	
4日	0.0	9.6	18.0	26.4	33.0	28.1	15.3	4.8	
5日	0.0	9.8	18.4	26.8	32.8	27.7	14.9	4.4	
6日	0.0	10.1	18.6	27.0	32.8	27.2	14.5	4.3	
7日	0.0	10.3	19.0	27.3	32.8	26.8	14.2	3.9	
8日	0.4	10.4	19.2	27.5	32.8	26.4	13.8	3.6	
9日	0.7	10.6	19.4	27.7	32.5	26.0	13.4	3.3	
10日	1.2	10.8	19.5	27.9	32.5	25.6	13.1	3.0	
11日	1.5	10.9	19.9	28.1	32.5	24.9	12.5	2.6	
12日	1.8	11.1	20.1	28.3	32.3	24.5	12.2	2.1	
13日	2.1	11.3	20.3	28.5	32.3	24.1	11.8	1.8	
14日	2.4	11.5	20.5	28.8	32.1	23.7	11.3	1.3	
15日	2.9	11.6	20.7	29.0	32.1	23.3	10.9	1.0	
16日	3.2	11.8	20.9	29.4	31.9	22.9	10.4	0.5	
17日	3.5	12.0	21.1	29.6	31.9	22.5	9.9	0.2	
18日	3.8	12.3	21.3	29.9	31.6	22.1	9.5	0.0	
19日	4.1	12.5	21.5	30.1	31.4	21.5	9.0	0.0	
20日	4.4	12.8	21.7	30.3	31.2	21.1	8.5	0.0	
21日	4.8	13.0	21.9	30.7	31.2	20.7	8.1	0.0	
22日	5.1	13.4	21.9	31.0	31.0	20.1	7.6	0.0	
23日	5.6	13.7	22.1	31.4	30.7	19.7	7.3	0.0	
24日	5.9	13.9	22.3	31.6	30.5	19.1	6.9	0.0	
25日	6.2	14.2	22.5	31.9	30.3	18.7	6.6	0.0	
26日	6.5	14.6	22.7	32.3	30.3	18.3	6.3	0.0	
27日	6.8	14.8	22.9	32.5	30.1	17.8	5.9	0.0	
28日	7.2	15.1	23.1	32.8	29.9	17.4	5.6	0.0	
29日	7.7	15.5	23.5	33.0	29.7	17.0	5.3	0.0	
30日	8.0	15.7	23.7	33.2	29.4	16.6	5.1	0.0	
31日		16.0		33.2	29.0		4.8		
合計	95.4	376.9	618.7	913.9	979.1	690.5	322.5	52.7	4,048.7

必要冷房熱量 4,048.7 (kW)

必要雪量 43.5 (t)

2 西会津町 雪室貯蔵施設

貯雪庫と貯蔵庫がエキシパンドメタルで区切られた一体的な構造であることから、貯雪庫と貯蔵庫を合わせた気積の一体施設として、冷房負荷と消費した雪の融解熱量が見合う換気回数を求め、その換気回数を用いて貯蔵庫だけを冷房対象施設とした冷房負荷を求める。

冷房負荷計算条件

		一体施設の場合	貯蔵施設の場合
外気接觸壁面積	A ₁ (m ²)	387.5	202.5
天井面積	A ₂ (m ²)	300.0	112.5
床面積	S (m ²)	300.0	112.5
気積	V (m ³)	989.5	506.3
断熱材の熱伝導率	K (W/m・K)	0.03	0.03
断熱材の材厚	t (mm)	170	150
外気温度	T ₀ (°C)		
外気相対湿度	X ₀ (%)		
室内温度	T _R (°C)	5.0	5.0
室内相対湿度	X _R (%)	90	90
自然換気回数	n (回数/h)	下記	下記
入口開閉による換気回数	n (回数/h)	下記	下記
室内顯熱発熱量	E _s (kcal/m ² ・h)	下記	下記
室内潜熱発熱量	E _l (kcal/m ² ・h)	下記	下記

※外気温度は、西会津アメダス観測所の平年値を使用

室内顯熱発熱量

(1) 貯蔵品

品目	玄そば	清酒
数量	75袋(1日当たり) 1袋: 22.5kg	30ケース(1日当たり) 1ケース 0.720
期間	68日/袋	84日/ケース

(2) 貯蔵品の顯熱発熱量

$$\text{顯熱発熱量} (\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}) = \text{保管量} \times \text{比熱} \times \text{温度差} \div \text{保管期間} \div \text{保管床面積}$$

	一体施設の場合		貯蔵施設の場合	
	玄そば	清酒	玄そば	清酒
比熱 (cal/g・°C)	0.436	0.93	0.436	0.93
比重	0.7	1	0.7	1
保管量 (kg)	1687.5	432.0	1687.5	432.0
常温度 (°C)	15.0	15.0	15.0	15.0
保管温度 (°C)	5.0	5.0	5.0	5.0
保管期間 (hr)	1632	2016	1632	2016
保管庫床面積 (m ²)	300.0	300.0	122.5	122.5
顯熱発熱量 (kcal/m ² ・h)	0.015	0.007	0.102	0.016

(3) 照明機器発熱量

蛍光灯

1室 40w×2本=80w

小規模であることから省略

換気回数

(1) 自然換気回数 0.245回/h

貯雪庫、貯蔵庫一体での使用冷房負荷量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1日	0.0	35.6	63.8	91.3	121.3	114.9	70.5	27.4	
2日	0.4	36.7	64.5	92.8	122.2	113.5	69.2	26.8	
3日	1.8	37.7	65.7	93.6	122.4	112.1	67.8	25.5	
4日	3.2	38.8	67.0	94.4	122.6	110.7	66.5	24.9	
5日	4.6	39.4	68.3	95.9	122.8	110.1	65.1	23.6	
6日	5.6	40.4	68.9	96.7	123.0	108.7	63.8	23.0	
7日	7.0	41.0	70.2	97.5	123.2	106.5	62.5	21.7	
8日	8.4	42.1	70.9	98.4	122.6	105.1	61.1	20.5	
9日	9.8	42.7	72.2	99.2	122.8	103.7	59.8	19.2	
10日	10.8	43.2	72.9	100.0	123.0	102.3	58.5	18.0	
11日	12.2	43.8	73.6	100.9	123.2	100.9	57.2	16.7	
12日	13.2	43.8	74.3	101.7	122.6	99.6	55.8	15.5	
13日	14.2	44.4	75.0	102.6	122.8	98.2	53.9	13.6	
14日	15.6	45.0	76.3	103.4	122.2	96.0	52.5	12.4	
15日	16.6	46.1	77.0	105.0	122.4	94.7	50.6	10.5	
16日	18.1	46.7	77.7	105.8	121.8	93.3	49.2	9.3	
17日	19.1	47.2	78.4	106.7	121.2	91.9	47.3	7.5	
18日	20.1	48.4	78.5	107.6	121.4	89.8	45.3	6.2	
19日	21.5	48.9	79.2	109.2	120.8	88.4	44.0	5.0	
20日	22.5	50.1	79.9	110.1	120.2	86.3	42.1	3.8	
21日	23.5	50.7	80.7	111.7	119.6	85.0	40.8	2.6	
22日	25.0	51.8	81.4	112.6	119.0	82.9	38.8	1.4	
23日	26.1	52.5	82.1	114.2	118.3	81.5	37.6	0.2	
24日	27.1	53.6	82.9	115.2	117.7	80.2	36.3	0.0	
25日	28.1	54.2	83.6	116.8	117.9	78.1	35.0	0.0	
26日	29.6	55.4	84.4	117.8	117.3	76.7	33.7	0.0	
27日	30.7	56.6	85.1	118.7	116.7	75.4	32.4	0.0	
28日	31.7	57.2	85.9	119.6	116.1	74.0	31.2	0.0	
29日	32.7	58.4	87.3	120.6	115.4	72.7	29.9	0.0	
30日	33.8	59.6	88.0	121.5	114.1	71.4	28.6	0.0	
31日		60.8		122.5	113.5		28.0		
合計	513.0	1,472.6	2,295.4	3,303.9	3,729.6	2,804.5	1,515.1	335.4	15,956.9

必要冷房熱量 15,956.9 (kW)

必要雪量 171.5 (t)

使用雪量 173.0 (t)

貯蔵庫単体での必要冷房負荷量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1日	0.0	21.3	39.1	55.1	70.5	63.7	37.3	13.8	
2日	0.0	22.0	39.4	56.0	71.0	62.8	36.5	13.4	
3日	0.0	22.7	40.2	56.4	71.0	61.9	35.7	12.8	
4日	0.5	23.4	40.9	56.8	71.0	61.0	35.0	12.4	
5日	1.4	23.7	41.7	57.7	71.0	60.6	34.2	11.8	
6日	2.0	24.4	42.1	58.1	71.0	59.7	33.5	11.4	
7日	3.0	24.7	42.9	58.5	71.0	58.4	32.7	10.8	
8日	3.9	25.4	43.2	58.9	70.5	57.6	32.0	10.1	
9日	4.8	25.8	44.0	59.4	70.5	56.7	31.3	9.6	
10日	5.4	26.1	44.4	59.8	70.5	55.9	30.5	8.8	
11日	6.3	26.4	44.8	60.2	70.5	55.0	29.8	8.2	
12日	7.0	26.4	45.2	60.7	70.1	54.2	29.1	7.5	
13日	7.6	26.8	45.6	61.1	70.1	53.3	28.0	6.5	
14日	8.5	27.1	46.4	61.6	69.6	52.1	27.3	5.9	
15日	9.1	27.8	46.8	62.4	69.6	51.2	26.2	4.9	
16日	10.1	28.2	47.2	62.9	69.2	50.4	25.5	4.3	
17日	10.7	28.5	47.6	63.3	68.7	49.6	24.4	3.3	
18日	11.4	29.2	47.6	63.8	68.7	48.4	23.3	2.7	
19日	12.3	29.6	47.9	64.7	68.3	47.6	22.6	2.1	
20日	12.9	30.3	48.3	65.1	67.8	46.4	21.6	1.4	
21日	13.6	30.6	48.7	66.0	67.3	45.6	20.9	0.8	
22日	14.6	31.3	49.1	66.5	66.9	44.4	19.9	0.2	
23日	15.2	31.8	49.5	67.4	66.4	43.6	19.2	0.0	
24日	15.8	32.5	49.9	67.8	65.9	42.8	18.5	0.0	
25日	16.5	32.8	50.3	68.7	65.9	41.6	17.8	0.0	
26日	17.5	33.5	50.8	69.2	65.5	40.8	17.1	0.0	
27日	18.1	34.3	51.2	69.6	65.1	40.0	16.4	0.0	
28日	18.8	34.6	51.6	70.1	64.6	39.3	15.8	0.0	
29日	19.5	35.3	52.4	70.6	64.2	38.5	15.1	0.0	
30日	20.1	36.1	52.8	71.0	63.3	37.7	14.4	0.0	
31日		36.8		71.5	62.8		14.1		
合計	286.7	889.7	1,391.6	1,960.8	2,118.6	1,520.8	785.5	162.6	9,116.3

必要冷房熱量 9,116.3 (kW)

必要雪量 98.0 (t)

3 喜多方市山都町 農林水産物集出荷貯蔵施設

冷房負荷計算条件

外気接觸壁面積	A1 (m ²)	325.0
天井面積	A2 (m ²)	122.0
床面積	S (m ²)	122.0
気積	V (m ³)	610.0
断熱材の熱伝導率	K (W/m · K)	0.03
断熱材の材厚	t (mm)	150
外気温度	T _o (°C)	
外気相対湿度	X _o (%)	
室内温度	T _R (°C)	5.0
室内相対湿度	X _R (%)	90
自然換気回数	n (回数/h)	下記
入口開閉による換気回数	n (回数/h)	下記
室内顯熱発熱量	E _s (kcal/m ² · h)	下記
室内潜熱発熱量	E _L (kcal/m ² · h)	下記

※外気温度は、西会津アメダス観測所の年平均値を使用

室内顯熱発熱量

(1) 貯蔵品

品目	玄そば	玄米
数量	9100袋(1日当たり) 1袋: 22.5kg	2000袋(1日当たり) 1袋: 30.0kg
期間	6ヶ月	6ヶ月

(2) 貯蔵品の顯熱発熱量

$$\text{顯熱発熱量} (\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}) = \text{保管量} \times \text{比熱} \times \text{温度差} \div \text{保管期間} \div \text{保管床面積}$$

	玄そば	玄米
比熱 (cal/g · °C)	0.436	0.436
比重	0.700	0.833
保管量 (t)	204.75	60.0
常温度 (°C)	15.0	15.0
保管温度 (°C)	5.0	5.0
保管期間 (hr)	4320	4320
保管庫床面積 (m ²)	122.0	122.0
顯熱発熱量 (kcal/m ² · h)	1.695	0.504

(3) 照明機器発熱量

蛍光灯 40w × 6本 × 2列 = 480w

そば庫 40w × 2本 × 2列 = 160w

低温庫

小規模であることから省略

(4) 吸排気ファン

$$\text{発熱量} = \text{電動機出力} \times \text{負荷率} \times \{ (1/\text{電動機の効率}) - 1 \}$$

$$= \text{電動機出力} \times 0.9 \times \{ (1/0.83) - 1 \}$$

そば庫(95m³) 0.75kW×2機

低温庫(27m³) 0.5kW×2機

	そば庫	低温庫	(加重平均値)
ファン出力(kW)	1.5	1.0	
発熱量(kW)	0.277	0.184	
保管庫床面積(m ²)	95.0	27.0	
顯熱発熱量(kcal/m ³ ・h)	2.503	5.871	1.805

換気回数

(1) 自然換気回数 0.245回/h

(自然換気回数は、構造的に同質でドア開閉のほとんどない西会津町の施設の数値を用いる。)

(2) ドア開閉による換気回数

ドア開放時に風速0.5m/sで室内冷気が流出すると仮定する。

換気量=開口面積×風速×開放時間×開放回数

換気回数(回/h)=換気量/容積/24時間

ドア開閉日週2回(火・金)入出庫日

ドア開放時間

夏期(6月～10月)	そば庫	1日延べ 1時間
	低温庫	1日延べ 20分
冬期(11月～5月)	そば庫	1日延べ 15分
	低温庫	1日延べ 5分

換気回数(回/h)

	そば庫	低温庫
ドア面積(m ²)	4.84	4.84
容積(m ³)	475.0	135.0
換気回数 (回/h)	夏期(6月～10月) 0.764	0.896
	冬期(11月～5月) 0.191	0.224

必要冷房負荷量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1日	0.0	21.4	156.1	53.9	68.9	62.5	209.1	34.2	
2日	0.0	22.0	38.5	333.1	151.8	61.6	36.3	47.9	
3日	1.9	31.0	39.2	55.2	357.2	379.2	35.6	14.4	
4日	2.7	68.3	179.6	55.6	69.3	59.9	79.5	14.1	
5日	4.9	23.5	40.6	125.4	69.3	59.4	145.7	57.0	
6日	1.0	24.2	41.0	279.0	439.7	129.3	33.4	13.2	
7日	4.8	83.5	55.6	57.2	69.3	284.1	32.7	12.6	
8日	5.6	25.1	178.9	57.7	68.9	56.5	175.1	26.3	
9日	7.0	25.4	42.8	357.8	150.9	55.6	31.4	30.7	
10日	7.0	35.2	43.2	58.5	354.1	335.0	30.7	10.8	
11日	7.8	82.4	201.9	58.9	68.9	54.0	68.7	10.2	
12日	11.7	26.0	43.9	131.3	68.4	53.2	118.8	33.4	
13日	7.9	26.4	44.3	298.2	432.7	116.7	28.3	8.7	
14日	9.7	95.4	59.8	60.2	68.0	244.9	27.6	8.1	
15日	10.3	27.3	198.6	61.1	68.0	50.3	138.8	14.9	
16日	15.5	27.6	45.8	383.5	148.3	49.5	25.9	9.4	
17日	11.7	38.1	46.2	62.0	342.0	290.6	24.9	5.9	
18日	12.3	95.6	218.2	62.4	67.1	47.5	55.1	5.3	
19日	18.3	28.9	46.6	139.0	66.6	46.8	87.0	4.4	
20日	14.7	29.6	47.0	323.9	415.5	102.8	22.3	4.2	
21日	14.3	113.2	62.7	64.6	65.7	206.3	21.7	3.6	
22日	15.1	30.6	212.3	65.0	65.3	43.7	100.8	4.3	
23日	23.8	30.9	48.1	417.0	143.1	42.9	20.1	0.0	
24日	16.3	42.9	48.5	66.4	324.2	243.8	19.5	0.0	
25日	16.9	112.8	235.1	67.3	64.4	41.1	43.3	0.0	
26日	24.6	32.6	49.3	147.7	64.0	40.3	61.2	0.0	
27日	21.6	33.2	49.7	354.0	395.4	90.1	17.6	0.0	
28日	19.0	133.7	66.2	68.7	63.1	170.8	17.0	0.0	
29日	19.6	34.2	231.2	69.1	62.6	38.1	73.1	0.0	
30日	31.9	34.9	51.2	444.9	137.1	37.4	15.8	0.0	
31日		48.2		70.0	304.1		15.5		
合計	357.9	1,484.0	2,822.1	4,848.8	5,233.7	3,493.9	1,812.2	373.3	20,425.9

必要冷房熱量 20,425.9 (kW)

必要雪量 219.5 (t)

使用雪量 220.0 (t)

4 会津みなみ農業協同組合 南郷トマト選果場

冷房負荷計算条件

外気接觸壁面積	A1 (m ²)	278.9
天井面積	A2 (m ²)	294.0
床面積	S (m ²)	294.0
気積	V (m ³)	1176.0
断熱材の熱伝導率	K (W/m・K)	0.03
断熱材の材厚	t (mm)	150
外気温度	T _o (°C)	
外気相対湿度	X _o (%)	
室内温度	T _R (°C)	13.0
室内相対湿度	X _R (%)	80
自然換気回数	n (回数/h)	下記
入口開閉による換気回数	n (回数/h)	下記
室内顯熱発熱量	E _s (kcal/m ² ・h)	下記
室内潜熱発熱量	E _l (kcal/m ² ・h)	下記

※外気温度は、南郷アメダス観測所の平年値を使用

室内顯熱発熱量

(1) 貯蔵品

品目	トマト
数量	60パレット/日・室 128箱/パレット 4kg/箱
期間	1日

(2) 貯蔵品の顯熱発熱量

$$\text{顯熱発熱量 (kcal/m}^2 \cdot \text{h}) = \text{保管量} \times \text{発熱量} \div \text{保管床面積}$$

	トマト
発熱量 (kcal/t・h)	40.0
保管量 (t)	30.0
保管庫床面積 (m ²)	147.0
顯熱発熱量 (kcal/m ² ・h)	8.163

(3) 照明機器発熱量

蛍光灯をドア開閉時に点灯

$$40\text{W} \times 8\text{本} \times 4\text{列} = 1.28\text{kW}$$

ドア開閉 1時間に5分、8回点灯

	蛍光灯
照明 (kw)	1.28
点灯時間(秒)	2400
保管庫床面積 (m ²)	147.0
顯熱発熱量 (kcal/m ² ・h)	0.208

(4) ファン発熱量

$$\begin{aligned} \text{発熱量} &= \text{電動機出力} \times \text{負荷率} \times \{ (1/\text{電動機の効率}) - 1 \} \\ &= \text{電動機出力} \times 0.9 \times \{ (1/0.83) - 1 \} \end{aligned}$$

吸排気ファン	1室あたり設置数	0.75kw×2機
冷却機ファン	1室あたり設置数	0.32kw×4機

	吸排気ファン	冷却機ファン
ファン出力(kw)	1.5	1.28
発熱量(kW)	0.277	0.236
保管庫床面積(m ²)	147.0	147.0
顯熱発熱量(kcal/m ² ·h)	1.618	1.380

換気回数

(1) 自然換気回数 0.245回/h

(自然換気回数は、構造的に同質でドア開閉のほとんどない西会津町の施設の数値を用いる。)

(2) ドア開閉による換気回数

ドア開放時に風速0.5m/sで室内冷気が流出すると仮定する。

換気量=開口面積×風速×開放時間×開放回数

換気回数(回/h)=換気量/気積/24時間

ドア開放時間 1時間に5分程度、1日8回

換気回数(回/h)	ドア面積(m ²)	9.0
	気積(m ³)	588.0
	換気回数(回/h)	0.765

必要冷房負荷量

	7月 kW	8月 kW	9月 kW	10月 kW	合計 kW
1日	271.7	374.5	167.9	143.0	
2日	277.8	377.9	321.6	137.8	
3日	280.8	377.9	315.3	132.6	
4日	283.8	383.8	309.0	127.5	
5日	289.9	374.5	302.8	122.3	
6日	293.0	374.5	296.6	101.9	
7日	158.4	374.5	290.4	112.1	
8日	299.1	374.5	154.6	107.1	
9日	302.2	371.2	278.2	102.1	
10日	305.3	371.2	272.1	97.1	
11日	308.5	181.8	263.2	89.6	
12日	311.6	367.9	257.2	84.7	
13日	314.7	367.9	251.3	89.8	
14日	165.1	364.6	245.4	72.5	
15日	321.0	364.6	140.7	67.7	
16日	327.4	361.3	233.8	60.5	
17日	330.6	361.3	228.0	53.4	
18日	333.8	177.8	222.3	48.7	
19日	337.0	354.8	213.8	41.6	
20日	340.2	351.6	208.1	75.1	
21日	173.9	351.6	202.5	30.0	
22日	349.9	348.3	126.5	23.2	
23日	356.5	345.1	188.7	18.6	
24日	359.8	341.9	180.5	14.1	
25日	363.0	171.9	175.1	9.5	
26日	369.7	338.7	169.7	5.0	
27日	373.0	335.5	161.6	63.8	
28日	182.9	332.3	156.3	0.0	
29日	379.7	329.1	112.9	0.0	
30日	383.1	326.0	145.8	0.0	
31日	383.1	319.7		0.0	
合計	9,526.3	10,348.4	6,591.9	2,031.6	28,498.2

必要冷房熱量 28498.2 (kW)

必要雪量	306.2 (t)	熱量 (kW)	比率 (%)
------	-----------	---------	--------

使用雪量	185.0 (t)	必要熱量	28,498.2	100.0
------	-----------	------	----------	-------

不足雪量	121.2 (t)	雪による熱量	17,215.3	60.4
------	-----------	--------	----------	------

不足冷房熱量	11282.9 (kW)	冷却機による熱量	11,282.9	39.6
--------	--------------	----------	----------	------

当該施設には、補助設備として冷却機が付加されている。

雪から供給される冷風のみでは不足のため、補助冷却機により追加冷房を行っている。

冷却機を使用しないときの必要冷房負荷

	7月 kW	8月 kW	9月 kW	10月 kW	合計 kW
1日	273.7	376.5	330.0	145.0	
2日	279.7	379.8	323.6	139.8	
3日	282.7	379.8	317.3	134.6	
4日	285.8	379.8	311.0	129.4	
5日	291.9	376.5	304.7	124.3	
6日	294.9	376.5	298.5	119.2	
7日	298.0	376.5	292.4	114.1	
8日	301.1	376.5	286.2	109.1	
9日	304.2	373.2	280.2	104.0	
10日	307.3	373.2	274.1	99.1	
11日	310.4	373.2	265.1	91.6	
12日	313.5	369.9	259.2	86.7	
13日	316.7	369.9	253.3	81.8	
14日	319.8	366.6	247.4	74.5	
15日	323.0	366.6	241.6	69.7	
16日	329.3	363.3	235.8	62.5	
17日	332.5	363.3	230.0	55.4	
18日	335.7	360.0	224.3	50.6	
19日	338.9	356.8	215.8	43.6	
20日	342.2	353.6	210.1	36.6	
21日	348.6	353.5	204.5	32.0	
22日	351.9	350.3	196.2	25.1	
23日	358.4	347.1	190.7	20.6	
24日	361.7	343.9	182.5	16.0	
25日	365.0	340.6	177.0	11.5	
26日	371.7	340.6	171.6	7.0	
27日	375.0	337.5	163.6	2.6	
28日	378.3	334.3	158.3	0.0	
29日	381.7	331.1	153.0	0.0	
30日	385.1	327.9	147.7	0.0	
31日	385.1	321.6		0.0	
合計	10,244.0	11,139.8	7,145.4	1,986.5	30,515.8

必要冷房熱量	30515.8 (kW)		
必要雪量	327.9 (t)	熱量(kW)	比率(%)
使用可能雪量	300.0 (t)	必要熱量	30,515.8 100.0
不足雪量	27.9 (t)	雪による熱量	27,916.7 91.5
不足冷房熱量	2599.1 (kW)	冷却機による熱量	2,599.1 8.5

補助冷却機を使用せず、冷風の供給能力を2倍とした場合の冷房負荷

5 昭和村 農林水産物集出荷施設

冷房負荷計算条件

外気接觸壁面積	A ₁ (m ²)	233.2
天井面積	A ₂ (m ²)	315.4
床面積	S (m ²)	315.4
気積	V (m ³)	946.1
断熱材の熱伝導率	K (W/m · K)	0.03
断熱材の材厚	t (mm)	44
外気温度	T ₀ (°C)	
外気相対湿度	X ₀ (%)	
室内温度	T _R (°C)	8.0
室内相対湿度	X _R (%)	80
自然換気回数	n (回数/h)	下記
入口開閉による換気回数	n (回数/h)	下記
室内顯熱発熱量	E _s (kcal/m ² · h)	下記
室内潜熱発熱量	E _L (kcal/m ² · h)	下記

※外気温度は、南郷アメダス観測所の年平均値を使用

室内潜熱発熱量

(1) 貯蔵品

かすみ草 1ケースに水1.2ℓを補給
1ケースを4日保管、4日で全量蒸散

(2) 貯蔵品の潜熱発熱量

潜熱発熱量(kcal/m² · h)=潜熱量(kJ/kg) ÷ 4.18605 × 蒸散量(kg/h) ÷ 保管床面積(m²)
1ケース当たり

	かすみ草
水の潜熱量(kJ/kg)	2500
水の蒸散量(kg/h)	0.0125
保管庫床面積(m ²)	315.4
潜熱発熱量(kcal/m ² · h)	0.024

(3) かすみ草の貯蔵数量

時期	ケース/日
6月上旬	40
6月中旬	120
6月下旬	240
7月上旬	560
7月中旬	750
7月下旬	850
8月上旬	920
8月中旬	970
8月下旬	1,010
9月上旬	1,060
9月中旬	1,080
9月下旬	1,060
10月上旬	500
10月中旬	200
10月下旬	100
11月上旬	70
11月中旬	40
11月下旬	10

(4) 照明機器発熱量

蛍光灯をドア開閉時に点灯

40w×33本×4列=5.28kw (1室)

点灯時間	繁忙期	1時間に7.5分、9回点灯	繁忙期	7月中旬(10日)
	暇期	1時間に2.5分、9回点灯		9月中～下旬(20日)
	出荷時	1時間点灯	出荷時	週3回(火・木・日)

	繁忙期	暇期	出荷時
照明(kW)	5.28	5.28	5.28
点灯時間(秒)	4050	1350	3600
保管庫床面積(m ²)	78.85	78.85	78.85
顯熱発熱量(kcal/m ² ·h)	2.699	0.900	2.399

(5) ファン発熱量

発熱量=電動機出力×負荷率×{(1/電動機の効率)-1}

=電動機出力×0.9×{(1/0.83)-1}

吸排気ファン	1室あたり設置数	0.75kw×2機
冷却機ファン	1室あたり設置数	0.32kw×3機

	吸排気ファン	冷却機ファン
ファン出力(kW)	1.5	0.96
発熱量(kW)	0.277	0.177
保管庫床面積(m ²)	78.85	78.85
顯熱発熱量(kcal/m ² ·h)	3.016	1.930

換気回数

(1) 自然換気回数 0.245回/日

(自然換気回数は、構造的に同質でドア開閉のほとんどない西会津町の施設の数値を用いる。)

(2) ドア開閉による換気回数

ドア開放時に風速0.5m/sで室内冷気が流出すると仮定する。

換気量=開口面積×風速×開放時間×開放回数

換気回数(回/h)=換気量/気積/24時間

ドア開放時間 1時間に7.5分程度、1日9回

ドア開放時間	繁忙期	1時間に7.5分、1日9回	繁忙期	7月中旬(10日)
	暇期	1時間に2.5分、1日9回		9月中～下旬(20日)
	出荷時	1時間開放	出荷時	週3回(火・木・日)

換気回数(回/h)

	繁忙期	暇期	出荷時
ドア面積(m ²)	3.0	3.0	3.0
気積(m ³)	236.5	236.5	236.5
換気回数(回/h)	1.070	0.357	0.951

必要冷房負荷量

	6月 kW	7月 kW	8月 kW	9月 kW	10月 kW	11月 kW	合計 kW
1日	200.5	392.6	757.5	986.1	285.8	75.4	
2日	204.4	396.9	1052.9	720.8	281.9	71.9	
3日	206.3	399.0	761.5	962.0	278.1	70.2	
4日	210.2	401.1	1052.9	705.5	274.2	66.7	
5日	214.0	405.4	757.5	697.9	270.4	65.0	
6日	217.9	407.6	1046.5	926.3	266.6	61.5	
7日	219.9	409.7	757.5	682.9	262.8	58.1	
8日	223.8	411.9	757.5	902.9	259.0	54.7	
9日	225.8	414.1	1040.3	668.0	255.3	53.0	
10日	229.7	416.2	753.5	879.8	251.5	49.6	
11日	248.3	640.9	1050.7	653.8	225.1	38.2	
12日	250.3	890.7	759.9	646.6	221.4	34.8	
13日	252.3	648.5	1044.4	844.1	217.6	31.5	
14日	254.3	902.6	756.0	632.1	212.1	26.4	
15日	258.3	656.1	756.0	821.7	208.4	23.1	
16日	260.3	920.7	1031.9	617.9	202.9	18.1	
17日	262.3	667.7	752.0	799.6	197.5	14.7	
18日	264.3	671.5	1025.7	603.7	193.9	9.8	
19日	266.3	939.0	744.1	593.3	188.4	6.5	
20日	268.3	679.3	1013.4	761.6	183.1	3.2	
21日	295.3	978.2	748.6	575.2	117.0	0.0	
22日	297.3	711.9	744.6	730.7	111.6	0.0	
23日	299.4	996.8	1009.4	558.1	108.1	0.0	
24日	301.4	723.8	736.9	704.4	104.5	0.0	
25日	303.4	727.7	997.2	541.2	101.0	0.0	
26日	305.5	1021.9	733.0	534.5	97.5	0.0	
27日	307.5	739.7	991.1	668.1	94.0	0.0	
28日	311.6	1034.6	725.3	517.9	90.5	0.0	
29日	313.7	747.8	721.4	647.8	87.0	0.0	
30日	315.7	1047.3	973.0	504.8	85.3	0.0	
31日		751.8	710.0		81.8		
合計	7,788.3	21,153.3	26,762.1	21,089.4	5,814.4	832.2	83,439.7

必要冷房熱量 83,439.7 (kW)

必要雪量 896.7 (t)

使用雪量 895.0 (t)

6 福島県喜多方合同庁舎

冷房対象室の設計負荷と雪の消費量から、使用冷房熱量を算出する。

設計冷房負荷

設計冷房負荷 (kcal/m ² ・h)	120
冷房対象面積(m ²)	810
稼働期間	6月(日) 6
	7月(日) 22
	8月(日) 22
	9月(日) 10
稼働時間(hr)	8
稼働率(%)	65

雪消費量

	貯雪庫容積に対する充填割合 (%)	雪量(t)
2月16日	70	446.6
6月1日	65	414.7
6月29日	60	382.8
7月12日	50	319.0
7月26日	30	191.4
8月9日	5	31.9
8月13日	0	0.0

当該施設は平成24年度より使用している。

計画貯雪量は気積の90%としているものの、平成24年度は70%の貯雪量で使用開始し、各測定日に目測で残雪量を測定していた。

使用雪量の算定

冷房開始日を6月22日とし、6月1日から29日までの消滅量の推移から6月22日の残雪量を推定し、以降残雪量から貯雪庫の外熱負荷による雪の自然消滅量と冷房負荷による消滅量を差し引き、使用冷房熱量を推計した。

	日数	冷房日数	残雪量(t)	消滅量(t)	外気消滅量(t)	冷房消費(t)	冷房消費(t)/日
6/22～6/29	8	6	391.8	9.0	6.6	2.5	0.4
6/30～7/12	13	9	382.8	63.8	14.3	49.5	5.5
7/13～7/26	14	10	319.0	127.6	19.3	108.3	10.8
7/27～8/9	14	10	191.4	159.5	27.0	132.5	13.3
8/10～8/13	4	2	31.9	31.9	7.8	24.1	12.1
計	53	37		391.8	74.9	317.0	

消費雪量 317.0 (t)
使用冷房熱量 29494.1 (kW)

雪消滅の推移

月 日	残雪量 (t)	自然 消減量(t)	冷房 消費量(t)	計画 貯雪量(t)	月 日	残雪量 (t)	自然 消減量(t)	冷房 消費量(t)	計画 貯雪量(t)
6月1日	414.7			550.4	7月17日	279.6	1.5	10.8	421.7
6月2日	413.6			549.7	7月18日	267.3	1.5	10.8	409.5
6月3日	412.4			548.9	7月19日	255.0	1.5	10.8	397.1
6月4日	411.3			548.1	7月20日	242.7	1.5	10.8	384.8
6月5日	410.1			547.2	7月21日	241.5	1.1	0.0	383.7
6月6日	409.0			546.3	7月22日	240.4	1.1	0.0	382.6
6月7日	407.9			545.6	7月23日	228.3	1.3	10.8	370.4
6月8日	406.7			544.8	7月24日	216.0	1.5	10.8	358.1
6月9日	405.6			543.8	7月25日	203.7	1.4	10.8	345.9
6月10日	404.5			543.1	7月26日	191.4	1.5	10.8	333.5
6月11日	403.3			542.3	7月27日	176.4	1.7	13.3	318.6
6月12日	402.2			541.4	7月28日	174.7	1.7	0.0	316.9
6月13日	401.0			540.7	7月29日	172.8	1.9	0.0	315.0
6月14日	399.9			540.0	7月30日	157.6	1.9	13.3	299.8
6月15日	398.8			539.1	7月31日	142.5	1.9	13.3	284.7
6月16日	397.6			538.2	8月1日	127.3	2.0	13.3	269.4
6月17日	396.5			537.4	8月2日	112.1	1.9	13.3	254.3
6月18日	395.4			536.6	8月3日	96.7	2.1	13.3	238.9
6月19日	394.2			535.7	8月4日	94.6	2.1	0.0	236.8
6月20日	393.1			534.9	8月5日	92.5	2.1	0.0	234.7
6月21日	391.8			534.0	8月6日	77.0	2.2	13.3	219.2
6月22日	390.5	0.9	0.4	532.7	8月7日	61.9	1.9	13.3	204.1
6月23日	389.8	0.8	0.0	531.9	8月8日	46.8	1.8	13.3	189.0
6月24日	389.0	0.8	0.0	531.2	8月9日	31.9	1.7	13.3	174.0
6月25日	387.7	0.8	0.4	529.9	8月10日	18.0	1.8	12.1	160.2
6月26日	386.6	0.8	0.4	528.7	8月11日	16.1	1.9	0.0	158.3
6月27日	385.4	0.7	0.4	527.6	8月12日	14.2	2.0	0.0	156.3
6月28日	384.1	0.9	0.4	526.3	8月13日	0.0	2.1	12.1	142.1
6月29日	382.8	0.9	0.4	524.9	8月14日		2.2	12.1	127.9
6月30日	381.7	1.0	0.0	523.9	8月15日		2.0	12.1	113.8
7月1日	380.7	1.0	0.0	522.9	8月16日		2.2	12.1	99.5
7月2日	374.2	1.0	5.5	516.3	8月17日		2.3	12.1	85.2
7月3日	367.7	1.0	5.5	509.8	8月18日		2.3	0.0	82.8
7月4日	361.1	1.0	5.5	503.3	8月19日		2.1	0.0	80.7
7月5日	354.5	1.1	5.5	496.7	8月20日		2.2	12.1	66.4
7月6日	347.9	1.1	5.5	490.1	8月21日		2.2	12.1	52.1
7月7日	346.8	1.1	0.0	489.0	8月22日		2.2	12.1	37.9
7月8日	345.8	0.9	0.0	488.0	8月23日		2.4	12.1	23.4
7月9日	339.3	1.1	5.5	481.4	8月24日		2.3	12.1	9.0
7月10日	332.6	1.2	5.5	474.8	8月25日		2.3	0.0	6.7
7月11日	325.8	1.2	5.5	468.0	8月26日		2.3	0.0	4.4
7月12日	319.0	1.4	5.5	461.1	8月27日		2.3	12.1	-9.9
7月13日	306.9	1.3	10.8	449.1	8月28日		2.3	12.1	-24.2
7月14日	305.5	1.4	0.0	447.7	8月29日		2.2	12.1	-38.5
7月15日	304.2	1.3	0.0	446.3	8月30日		2.2	12.1	-52.8
7月16日	291.9	1.4	10.8	434.1	8月31日		2.3	12.1	-67.1

平成24年度は、計画貯雪量を下回る雪量だったため8月13日で雪が消滅したが、
計画貯雪量での運転であっても、8月末には消滅したと見込まれる。

7 気温平年値 アメダス観測データ

猪苗代

(日平均気温 °C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日	-1.4	-2.8	-0.9	4.1	11.2	15.8	19.3	23	21.1	14.8	8.6	2.9
2日	-1.5	-2.8	-0.8	4.4	11.5	16	19.5	23	21	14.6	8.5	2.7
3日	-1.6	-2.8	-0.7	4.7	11.7	16.2	19.6	23	20.8	14.4	8.3	2.6
4日	-1.6	-2.7	-0.6	5	11.9	16.3	19.7	23	20.6	14.2	8.2	2.4
5日	-1.7	-2.6	-0.4	5.3	12	16.5	19.9	23	20.4	14	8	2.3
6日	-1.8	-2.6	-0.3	5.6	12.2	16.6	20	23	20.2	13.8	7.9	2.1
7日	-1.9	-2.5	-0.2	5.9	12.3	16.8	20.1	23	20	13.7	7.7	2
8日	-2	-2.4	-0.1	6.2	12.4	16.9	20.2	23	19.8	13.5	7.5	1.8
9日	-2	-2.3	0	6.4	12.5	17	20.3	22.9	19.6	13.3	7.3	1.7
10日	-2.1	-2.3	0.1	6.7	12.6	17.1	20.4	22.9	19.4	13.1	7.1	1.5
11日	-2.2	-2.2	0.3	6.9	12.7	17.3	20.6	22.9	19.2	12.9	6.9	1.3
12日	-2.2	-2.2	0.4	7.1	12.8	17.4	20.7	22.8	19	12.7	6.6	1.1
13日	-2.3	-2.1	0.6	7.3	12.9	17.5	20.8	22.8	18.7	12.5	6.4	1
14日	-2.4	-2.1	0.7	7.5	13	17.6	20.9	22.7	18.5	12.3	6.1	0.8
15日	-2.4	-2	0.9	7.8	13.1	17.7	21	22.6	18.3	12.1	5.9	0.6
16日	-2.5	-2	1.1	8	13.2	17.8	21.1	22.6	18.1	11.8	5.6	0.5
17日	-2.5	-1.9	1.2	8.2	13.3	17.9	21.2	22.5	17.9	11.6	5.4	0.3
18日	-2.6	-1.9	1.4	8.4	13.5	18	21.4	22.4	17.6	11.3	5.1	0.2
19日	-2.6	-1.8	1.6	8.6	13.6	18.1	21.5	22.4	17.4	11.1	4.9	0.1
20日	-2.6	-1.7	1.7	8.8	13.8	18.2	21.6	22.3	17.1	10.8	4.7	0
21日	-2.6	-1.7	1.9	9	13.9	18.3	21.8	22.2	16.9	10.6	4.6	-0.2
22日	-2.7	-1.6	2	9.2	14.1	18.3	21.9	22.1	16.7	10.4	4.3	-0.3
23日	-2.7	-1.5	2.2	9.5	14.3	18.4	22	22.1	16.4	10.1	4.2	-0.4
24日	-2.7	-1.4	2.3	9.7	14.4	18.5	22.2	22	16.2	9.9	4	-0.4
25日	-2.7	-1.3	2.5	9.9	14.6	18.6	22.3	21.9	16	9.7	3.8	-0.5
26日	-2.8	-1.2	2.7	10.1	14.8	18.7	22.5	21.8	15.7	9.5	3.6	-0.7
27日	-2.8	-1.1	2.8	10.3	14.9	18.8	22.6	21.7	15.5	9.3	3.5	-0.8
28日	-2.8	-1	3	10.5	15.1	18.9	22.7	21.6	15.3	9.2	3.3	-0.9
29日	-2.8	-0.9	3.3	10.8	15.3	19.1	22.8	21.5	15.1	9	3.2	-1
30日	-2.8		3.5	11	15.4	19.2	22.9	21.4	14.9	8.9	3	-1.1
31日	-2.8		3.8	15.6		22.9	21.3		8.7		8.7	-1.2

西会津

(日平均気温 °C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日	0.2	-0.9	0.7	5.2	12.6	17.2	20.8	24.5	22.7	16.2	9.5	4
2日	0.2	-0.9	0.8	5.5	12.8	17.3	21	24.6	22.5	16	9.4	3.9
3日	0.1	-0.9	0.9	5.8	13	17.5	21.1	24.6	22.3	15.8	9.2	3.7
4日	0	-0.8	0.9	6.1	13.2	17.7	21.2	24.6	22.1	15.6	9.1	3.6
5日	-0.1	-0.8	1	6.4	13.3	17.9	21.4	24.6	22	15.4	8.9	3.4
6日	-0.2	-0.7	1.1	6.6	13.5	18	21.5	24.6	21.8	15.2	8.8	3.3
7日	-0.2	-0.7	1.2	6.9	13.6	18.2	21.6	24.6	21.5	15	8.6	3.1
8日	-0.3	-0.6	1.3	7.2	13.8	18.3	21.7	24.5	21.3	14.8	8.4	3
9日	-0.4	-0.6	1.4	7.5	13.9	18.5	21.8	24.5	21.1	14.6	8.2	2.8
10日	-0.4	-0.5	1.5	7.7	14	18.6	21.9	24.5	20.9	14.4	8	2.7
11日	-0.5	-0.5	1.6	8	14.1	18.7	22	24.5	20.7	14.2	7.8	2.5
12日	-0.6	-0.4	1.7	8.2	14.1	18.8	22.1	24.4	20.5	14	7.6	2.4
13日	-0.6	-0.4	1.9	8.4	14.2	18.9	22.2	24.4	20.3	13.7	7.3	2.2
14日	-0.7	-0.3	2	8.7	14.3	19.1	22.3	24.3	20	13.5	7.1	2.1
15日	-0.7	-0.3	2.2	8.9	14.5	19.2	22.5	24.3	19.8	13.2	6.8	2
16日	-0.8	-0.3	2.3	9.2	14.6	19.3	22.6	24.2	19.6	13	6.6	1.8
17日	-0.8	-0.2	2.5	9.4	14.7	19.4	22.7	24.1	19.4	12.7	6.3	1.7
18日	-0.8	-0.2	2.6	9.6	14.9	19.4	22.8	24.1	19.1	12.4	6.1	1.6
19日	-0.9	-0.1	2.8	9.9	15	19.5	23	24	18.9	12.2	5.9	1.5
20日	-0.9	0	2.9	10.1	15.2	19.6	23.1	23.9	18.6	11.9	5.7	1.4
21日	-0.9	0	3.1	10.3	15.3	19.7	23.3	23.8	18.4	11.7	5.5	1.3
22日	-0.9	0.1	3.2	10.6	15.5	19.8	23.4	23.7	18.1	11.4	5.3	1.2
23日	-0.9	0.2	3.3	10.8	15.6	19.9	23.6	23.6	17.9	11.2	5.1	1.1
24日	-0.9	0.3	3.5	11	15.8	20	23.7	23.5	17.7	11	5	1
25日	-0.9	0.4	3.6	11.2	15.9	20.1	23.9	23.5	17.4	10.8	4.8	0.9
26日	-0.9	0.5	3.8	11.5	16.1	20.2	24	23.4	17.2	10.6	4.7	0.8
27日	-0.9	0.5	4	11.7	16.3	20.3	24.1	23.3	17	10.4	4.6	0.8
28日	-0.9	0.6	4.2	11.9	16.4	20.4	24.2	23.2	16.8	10.2	4.4	0.6
29日	-1	0.7	4.4	12.1	16.6	20.6	24.3	23.1	16.6	10	4.3	0.5
30日	-1		4.6	12.3	16.8	20.7	24.4	22.9	16.4	9.8	4.2	0.4
31日	-1		4.9		17		24.5	22.8		9.7		0.3

南郷

(日平均気温 °C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日	-1.7	-3	-1.1	3.3	11	15.9	19.7	23.2	21.4	14.9	8.2	2.5
2日	-1.8	-2.9	-1	3.5	11.3	16.1	19.9	23.3	21.2	14.7	8	2.3
3日	-1.8	-2.9	-0.9	3.8	11.5	16.2	20	23.3	21	14.5	7.9	2.2
4日	-1.9	-2.8	-0.8	4.1	11.8	16.4	20.1	23.3	20.8	14.3	7.7	2
5日	-2	-2.8	-0.7	4.3	12	16.6	20.3	23.2	20.6	14.1	7.6	1.8
6日	-2.1	-2.7	-0.6	4.6	12.2	16.8	20.4	23.2	20.4	13.9	7.4	1.7
7日	-2.1	-2.7	-0.5	4.9	12.4	16.9	20.5	23.2	20.2	13.7	7.2	1.5
8日	-2.2	-2.6	-0.3	5.1	12.5	17.1	20.6	23.2	20	13.5	7	1.4
9日	-2.3	-2.5	-0.2	5.4	12.6	17.2	20.7	23.1	19.8	13.3	6.9	1.2
10日	-2.3	-2.5	-0.1	5.6	12.8	17.4	20.8	23.1	19.6	13.1	6.7	1.1
11日	-2.4	-2.4	0	5.9	12.9	17.5	20.9	23.1	19.3	12.8	6.4	0.9
12日	-2.5	-2.4	0.1	6.1	12.9	17.6	21	23	19.1	12.6	6.2	0.7
13日	-2.6	-2.3	0.3	6.4	13	17.7	21.1	23	18.9	12.4	6	0.6
14日	-2.6	-2.2	0.4	6.7	13.1	17.8	21.2	22.9	18.7	12.1	5.7	0.4
15日	-2.7	-2.2	0.6	6.9	13.2	18	21.3	22.9	18.5	11.9	5.5	0.3
16日	-2.7	-2.1	0.7	7.2	13.4	18.1	21.5	22.8	18.3	11.6	5.2	0.1
17日	-2.8	-2.1	0.8	7.4	13.5	18.2	21.6	22.8	18.1	11.3	5	0
18日	-2.8	-2	1	7.7	13.6	18.3	21.7	22.7	17.9	11.1	4.7	-0.2
19日	-2.9	-1.9	1.1	8	13.7	18.4	21.8	22.6	17.6	10.8	4.5	-0.3
20日	-2.9	-1.9	1.2	8.2	13.9	18.5	21.9	22.5	17.4	10.5	4.3	-0.4
21日	-2.9	-1.8	1.4	8.5	14	18.6	22.1	22.5	17.2	10.3	4.1	-0.5
22日	-2.9	-1.7	1.5	8.7	14.2	18.7	22.2	22.4	16.9	10	3.9	-0.6
23日	-2.9	-1.6	1.6	9	14.3	18.8	22.4	22.3	16.7	9.8	3.7	-0.7
24日	-2.9	-1.6	1.7	9.2	14.5	18.9	22.5	22.2	16.4	9.6	3.6	-0.8
25日	-3	-1.5	1.9	9.5	14.6	19	22.6	22.1	16.2	9.4	3.4	-0.9
26日	-3	-1.4	2	9.7	14.8	19.1	22.8	22.1	16	9.2	3.2	-1.1
27日	-3	-1.3	2.2	10	15	19.2	22.9	22	15.7	9	3.1	-1.2
28日	-3	-1.2	2.4	10.2	15.1	19.4	23	21.9	15.5	8.8	2.9	-1.3
29日	-3	-1.1	2.6	10.5	15.3	19.5	23.1	21.8	15.3	8.6	2.8	-1.4
30日	-3		2.8	10.8	15.5	19.6	23.2	21.7	15.1	8.5	2.6	-1.5
31日	-3		3		15.7		23.2	21.5		8.3		-1.6

喜多方 (2012年 日平均気温 °C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
1日	-4.8	-6.4	-1.4	2.1	18.4	17.2	21.8	25.7
2日	-3.2	-3.9	-0.7	3.8	17.6	18.9	21.4	27.7
3日	-2	-4.6	0.8	6.9	16.5	19.4	21.4	27.3
4日	-2.5	-2.4	0.4	3.4	14.6	20.7	23	26.9
5日	-1.3	-2.3	2.5	1.2	14.4	20.2	22.5	27.3
6日	-0.5	-3.4	2.8	0.3	12.3	17.7	22.4	24.6
7日	-1.6	1.6	4.4	0.3	13.5	19	20.1	23.8
8日	-2.6	-2	2.2	2.1	15.7	21.6	21.8	23
9日	-3.7	-3.3	1.8	5.4	14.7	17.9	23	23.7
10日	-0.7	-2.3	1.3	7.8	11.3	18.8	23.7	24
11日	-2.2	-3.4	2.6	8.7	10.5	20.7	25.4	24.6
12日	-4.2	-4.7	-0.1	9.3	8.5	17.9	23.7	25.8
13日	-3.3	-5.4	-0.1	9.6	10.7	17.2	25.1	25.9
14日	-2	-0.2	0.5	6.9	15.3	19.4	24	24.9
15日	-2.6	-0.1	0.3	8.5	15.9	21	25	26.5
16日	-3.5	-2.2	0.8	10	16.4	18.7	26.2	26.8
17日	-4.1	-3.9	1.9	11.4	14.7	19.1	25	27.2
18日	-6	-5.5	3.4	11	12.2	20.1	25	25.7
19日	-0.9	-4.1	0.2	12	15	19.4	24.9	26.2
20日	0	-2.4	0.4	11.5	18	19.9	20.8	26.3
21日	0.2	-1.4	0.8	10.5	18.2	19.8	20.3	26.1
22日	0	-1.5	3.2	10.5	13.7	18	22.5	27.9
23日	0.2	3.1	5.4	13.4	16.5	18.3	24.1	27.2
24日	-2.7	1.8	3.8	13.2	18.1	19	23.5	26.9
25日	-3.7	-0.1	1.5	14.7	15.4	18.2	24.2	26.7
26日	-4.5	-1.6	0.3	15.9	16.4	17.8	25.9	26.7
27日	-3.7	-3	2.8	12.2	17.6	19.8	25.7	26.6
28日	-3.7	-3.5	2	14	15.8	20.4	27.2	26.2
29日	-3.7	-2.2	4.3	16.9	15.9	21.8	27	26.2
30日	-3.3		7.8	17	15.8	22.1	26.4	26.6
31日	-4.2		4.8		17.1		27.1	26.9

相対湿度平年値
(月平均 %)

1月	82
2月	79
3月	74
4月	67
5月	68
6月	73
7月	78
8月	76
9月	79
10月	80
11月	82
12月	83

資料一 3 冷房負荷計算式

冷房負荷計算式

冷房負荷を次の計算式により求める。

$$Q_T = Q_S + Q_L$$

$$Q_S = K_S \times \Delta T_S \times S \times R$$

$$Q_L = K_L \times \Delta T_L \times S \times R$$

Q_T : 冷房負荷

Q_S : 顯熱冷房負荷

Q_L : 潜熱冷房負荷

(1) 顯熱取得係数 (K_S)

冷房する室の室温を0°C、外気温を1°C（内外温度差1°C）とした時の単位床面積当たりの温度差による顯熱取得を顯熱取得係数とし、次式により算出する。

$$K_S = \frac{\Sigma A \cdot K \cdot H + C \cdot \rho \cdot n \cdot V}{S}$$

K_S : 顯熱取得係数 (kcal/m²・h・°C)

A : 外壁、窓、間仕切り等の面積 (m²)

H : 冷房する室に接する外気等の区分に応じた温度差係数

(外気に接する場合は1°C)

C : 空気の比熱 (kcal/m²・h・°C) = 0.24 (kcal/m²・h・°C)

ρ : 空気の密度 (kg/m³) = 1.293 (kg/m³)

n : 自然換気係数 (回/h)

V : 冷房する室の容積 (m³)

S : 冷房する室の床面積 (m²)

(2) 潜熱取得係数 (K_L)

冷房する室と外気温度との内外絶対温度差を1gとしたときの単位床面積当たりの潜熱取得を潜熱取得係数とし、次式により算出する。

$$K_L = \frac{0.715 \times n \times V}{S}$$

K_L : 潜熱取得係数 (kcal/m²・h・(g/kg))

n : 自然換気係数 (回/h)

V : 冷房する室の容積 (m³)

S : 冷房する室の床面積 (m²)

(3) 室内外相当温度差 (ΔT_S)

室内設定温度、日射量による外壁の日射熱取得、室内発熱（潜熱）により決まる温度差を室内外相当温度差とし、次式により算出する。

$$\Delta T_S = T_O + \frac{Q_W + E_S}{K_S} + T_R$$

ΔT_S : 室内外相当温度差 (°C)

T_O : 平均外気温 (°C)

Q_W : 外気に面する壁、天井の日射熱取得 (kcal/日)

t : 1日の日照時間 (h) : 8 (h)
 E_S : 室内顯熱発生量 (kcal/m² · h)
 K_S : 顯熱取得係数 (kcal/m² · h · °C)
 T_R : 室内設定温度 (°C)

$$Q_W = \sum \frac{a \times K_W \times A_W}{\alpha}$$

a : 日射吸収量 : 0.8
 α : 外側熱伝達率 (kcal/m² · h · °C)
 K_W : 壁体熱還流率 (kcal/m² · h · °C)
 A_W : 壁体面積 (m²)
 日射のない夜間は Q_W の計算はしない。

$$K_W = \frac{1}{\frac{1}{\text{内表面熱伝達率}} + \frac{\text{断熱材の厚さ(m)}}{\text{断熱材の熱伝導率}} + \frac{1}{\text{外表面熱伝達率}}}$$

内表面熱伝達率 : 8 (kcal/m² · h · °C)
 外表面熱伝達率 : 20 (kcal/m² · h · °C)

(4) 室内外絶対湿度 (ΔT_L)

室内設定絶対湿度、平均外気絶対湿度、室内発生潜熱により決まる絶対湿度差を室内外絶対湿度差とし、次式により算出する。

$$\Delta T_L = X_O - \frac{E_L}{K_L} - X_R$$

ΔT_L : 室内外絶対湿度 (g/kg)
 X_O : 室外気絶対湿度 (g/kg)
 X_R : 室内設定絶対湿度 (g/kg)
 E_L : 室内潜熱発生量 (kcal/m² · h)

絶対湿度
重量・絶対湿度 X_O (g/kg DA)

$$X_O = \frac{\frac{\text{水分子量}}{\text{乾燥空気の分子量}} \times P_b}{(1013.25 - P_b)} = \frac{0.6198 \times P_b}{(1013.25 - P_b)}$$

水分子量 = 18.015

乾燥空気の平均分子量 = 29.064

気温 t (°C)における飽和水蒸気圧 $P = 6.1078 \times 10^{\left(\frac{7.5t}{237.5+t}\right)}$

水蒸気分圧 $P_b = P \times \frac{x}{100}$ x : 相対湿度 (%)

