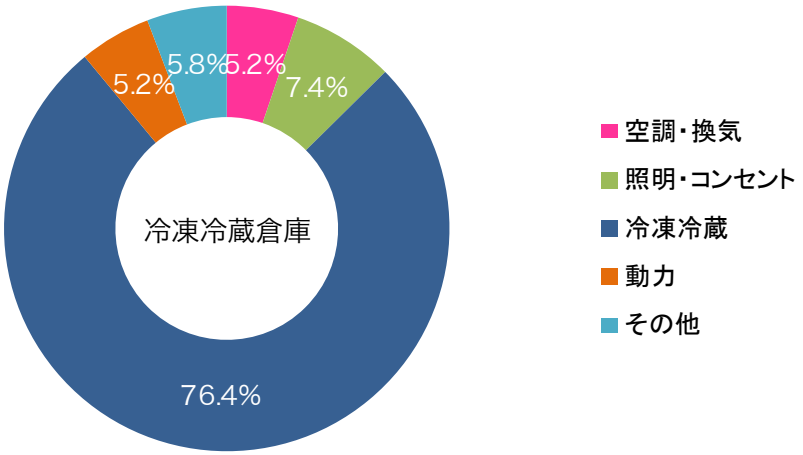
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

対策名	260241　冷凍・冷蔵設備の断熱強化
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　　業務用
分類	冷凍・冷蔵設備
内容・目的	現状冷凍庫の表面からは熱伝達により内部への熱移動がある。冷凍庫表面（外部または内部）に断熱施工すると熱移動部での熱通過率が小さくなるので冷凍庫の消費電力量が減少し、省エネルギーを図ることができる。
対策技術の概要	1．概要 冷凍冷蔵倉庫は、冷凍冷蔵設備に費やすエネルギーが大半であり、70～80%を占める。（図１）また、エネルギー消費は電力がほとんどであり、着実な運用改善が省エネの第一歩であり、断熱強化による省エネルギーは重要な項目である。  図１．冷凍冷蔵倉庫の用途別電力使用比率 冷凍冷蔵設備の省エネルギー対策：運用改善としては下記のようなものがあるが、防熱は主要対策の一つである。 １）庫内温度の見直し ２）C3 級冷蔵庫への冬期の外気導入 ３）夏の開放時間の短縮及び開閉回数の見直し ４）ビニールカーテンの設置 ５）デフロストの調整（時期・間隔） ６）壁と扉廻りの防熱、隙間の補修、屋根の遮熱 ７）冷媒温度・圧力の管理による冷凍サイクルの適正化 ８）冷却水温度の適正化 ９）夜間電力の利用

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

2．防熱方式

冷凍冷蔵庫の防熱方式、防湿工法および使用材料は、冷凍冷蔵庫の使用目的、経済性、建築躯体の構造、保守管理などを総合的に考慮して決める必要がある。冷凍冷蔵庫の熱負荷割合の内、温度差により防熱壁面から侵入する熱負荷割合は全熱負荷の 20～35%と大きく、防熱の強化は重要である。

防熱方式の分類には①外防熱方式、②内防熱方式、③自立式パネル防熱方式がある。

1）外防熱方式：屋外や躯体などを下地にして防熱する方式で、躯体コンクリートが蓄熱効果を持ち、入庫品の状態、扉の開閉頻度にあまり影響を受けずに庫内温度を維持できる。大型の冷凍冷蔵庫では、躯体の劣化防止、省エネ、有効高さ、結露などの面より採用傾向が増加している。

2）内防熱方式：屋内から躯体などを下地にして防熱する方式で、改造時に採用される場合が多い。多様な温度帯（表１）の倉庫を混在でき、竣工後の温度条件変更による改造工事にも対応しやすい。一方で梁や支柱部分の構造が複雑になり、コスト高で長い工期を要することが多い。施工に際してはヒートブリッジに留意が必要である。

3）自立式パネル防熱方式：構造物（建物）の中に自立したパネル式冷凍冷蔵庫を組み立てる方式で内防熱方式のひとつと言える。同方式は、建物に密着している部分は床だけである。清潔感のある仕上がりで撤去後は現状復旧しやすい。パネルで構成するので現場施工期間が短い。一方で他方式に比べて庫内容積が小さくなる。

躯体の防熱は断熱と防湿の両方が重要で、断熱材には防湿機能は無いので防湿層が破損していると外部からの湿気が庫内に侵入し、熱負荷の増大や結露につながる。配管貫通部などは傷みやすいので日頃のチェックが必要である。

表１　保管温度帯

区分	保管温度帯	保管するもの
常温	+5℃～+18℃	マヨネーズ、チョコレート菓子、米穀類など
冷蔵	-18℃～+10℃	乳製品、練製品、野菜、畜肉、鮮魚類など
冷凍	-18℃以下	魚介、畜肉、冷凍食品、アイスクリーム、パン生地など
超低温	-40℃以下	マグロなど

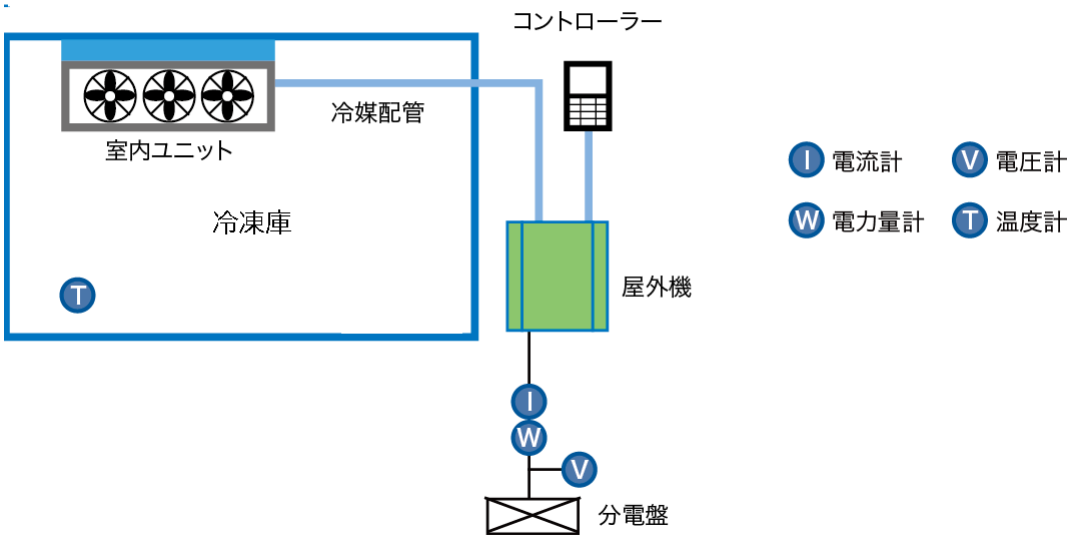
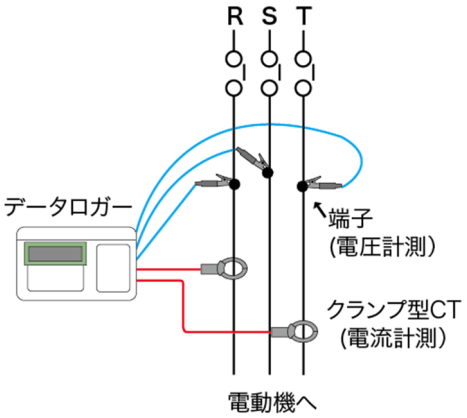
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

	3．防熱材料 防熱材の種類は防熱方式や倉庫躯体の形状、現場での施工性を考慮して選定される。 1）ポリウレタンフォーム 算定シート計算シート事例に用いたが、防熱材の中では最も防熱性能が特徴で透湿抵抗も高い。原料であるポリオールとイソシアネートの反応によりウレタン樹脂を形成する反応過程で他の材料とウレタン自身が自己接着する特徴を有するため、接着剤を介することなく躯体との密着が可能となる。 吹付け施工用ポリウレタンフォームの発泡剤は、現在代替フロン（HFC）が主流であるが、近年では環境に配慮した次世代発泡剤（HFO）が開発されている。 2）ポリスチレンフォーム ポリスチレンフォームは、それ自体を押出し成形し、一定の規格サイズのボード状となっている。工場生産品のため品質が安定しており、寸法精度も良好である。施工方法は接着剤や防熱ピンを使用した貼り付け方法となる。圧縮強度が高いため冷凍冷蔵庫の床にも使用される。
補足説明	
参考資料	[1]『冷凍冷蔵倉庫の省エネルギー対策』（東京都環境局） [2] 日本冷蔵倉庫協会ホームページ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

対策名	260241　冷凍・冷蔵設備の断熱強化
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　　業務用
分類	冷凍・冷蔵設備
内容・目的	現状冷凍庫の表面からは熱伝達により内部への熱移動がある。冷凍庫表面（外部または内部）に断熱施工すると熱移動部での熱通過率が小さくなるので冷凍庫の消費電力量が減少し、省エネルギーを図ることができる。
フロー図と計測箇所	1．モーター電力（電圧、電流、有効電力、力率）  図1．フロー図と計測場所
計測装置	1．コンプレッサー消費電力 クランプ型電力計（電圧、電流、有効電力、力率、周波数）  図2．電力量計

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

	2．温度計 ブルドン管式、熱電対式など  図３．ブルドン管式温度計例 IOT を用いた倉庫内各部温度管理システムを構築すると、より精度の高い温度管理ができる。
計測留意事項	
補足説明	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

<table>
<tr><td>対策名</td><td colspan="5">260241　冷凍・冷蔵設備の断熱強化</td></tr>
<tr><td>対策タイプ</td><td colspan="5">部分更新・機能付加</td></tr>
<tr><td>対象業種</td><td colspan="5">産業用　　業務用</td></tr>
<tr><td>分類</td><td colspan="5">冷凍・冷蔵設備</td></tr>
<tr><td>内容・目的</td><td colspan="5">現状冷凍庫の表面からは熱伝達により内部への熱移動がある。冷凍庫表面（外部または内部）に断熱施工すると熱移動部での熱通過率が小さくなるので冷凍庫の消費電力量が減少し、省エネルギーを図ることができる。</td></tr>
<tr><td rowspan="16">計算条件</td><td colspan="5">前提、条件は下記の通り</td></tr>
<tr><td>項目</td><td>記号</td><td colspan="2">データ</td><td>備考</td></tr>
<tr><td>冷凍庫床面積</td><td>A1</td><td>132</td><td>m^2</td><td>補足説明 1</td></tr>
<tr><td>冷凍庫壁・天井面積</td><td>A2</td><td>356</td><td>m^2</td><td>補足説明 1</td></tr>
<tr><td>外気温度</td><td>Ta</td><td>20</td><td>℃</td><td>標準温度</td></tr>
<tr><td>庫内温度</td><td>T1</td><td>−15</td><td>℃</td><td>現状確認</td></tr>
<tr><td>冷凍庫消費電力（平均）</td><td>W1</td><td>42.5</td><td>kW</td><td>補足説明 2</td></tr>
<tr><td>冷凍庫 COP</td><td>COP</td><td>2.5</td><td></td><td>一般的な数値</td></tr>
<tr><td>冷凍庫稼働時間</td><td>t</td><td>8,760</td><td>h/年</td><td>24h/日×365 日/年</td></tr>
<tr><td>冷凍庫消費電力量</td><td>E1</td><td>372,300</td><td>kWh/年</td><td>W1×t</td></tr>
<tr><td>壁天井熱通過率（現状）</td><td>K1</td><td>2.49</td><td>$W/(m^2.K)$</td><td>W1÷（A1＋A2）÷（Ta−T1）</td></tr>
<tr><td>断熱強化材熱通過率</td><td>K2</td><td>0.50</td><td>$W/(m^2.K)$</td><td>補足説明 3</td></tr>
<tr><td>壁天井熱通過率（改善後）</td><td>K12</td><td>0.42</td><td>$W/(m^2.K)$</td><td>K1×K2÷（K1＋K2）補足 3</td></tr>
<tr><td>壁天井放散熱量（現状）</td><td>H1</td><td>271,783</td><td>kWh/年</td><td>A2×K1×（Ta−T1）×t÷1,000</td></tr>
<tr><td>壁天井放散熱量（改善後）</td><td>H2</td><td>54,575</td><td>kWh/年</td><td>A2×K12×（Ta−T1）×t ÷1,000</td></tr>
<tr><td>電気料金単価</td><td>ye</td><td>18.9</td><td>千円/千 kWh</td><td></td></tr>
<tr><td>電気の熱量換算係数</td><td>He</td><td>9.97</td><td>GJ/千 kWh</td><td></td></tr>
<tr><td>原油換算係数</td><td>fo</td><td>0.0258</td><td>kL/ GJ</td><td></td></tr>
<tr><td>CO_2 排出量算定係数</td><td>fc</td><td>0.505</td><td>t-CO_2/千 kWh</td><td></td></tr>
<tr><td>補足説明</td><td colspan="5">1．冷凍庫の寸法及び壁の面積
幅：22m、奥行：6m、天井高さ：4m
床面積：22m×6m＝132m^2
壁天井面積：22m×4 面×2 面＋4m×6m×2 面＋22m×6m＝356m^2
2．冷凍庫の消費電力
冷凍庫の消費電力を休日の工場全体の消費電力量の 50%とする。
（調査時のヒアリング）</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

<table>
<tr><td></td><td colspan="5">・休日の消費電力量（代表値）：2,040kWh
・冷凍庫の消費電力量：2,040kWh×50%＝1,020kWh
・冷凍庫消費電力：1,020kWh/24h＝42.5kW（計算条件欄　W1）
3．断熱強化後の熱通過率の計算
・断熱強化材：硬質ポリウレタンフォーム（芯材）、パネル厚み 42mm
熱通過率 K2＝0.5 W/（m^2.K）、断熱強化材設置は、壁・天井部を対象とする（床部は対象外）
・断熱強化後の熱通過率は、現状の冷凍庫の壁・天井部の熱通過率 K1 と断熱強化材熱通過率 K2 を合成したものとなる。この合成熱通過率を K12 とすると、K12 は次の式で表される。
K12＝K1×K2÷（K1＋K2）</td></tr>
<tr><td>計算方法</td><td>壁・天井放散熱削減量</td><td>ΔH</td><td>H1－H2</td><td>217,208</td><td>kWh/年</td></tr>
<tr><td rowspan="7">効果</td><td colspan="2">項目</td><td>単位</td><td>効果</td><td>備考</td></tr>
<tr><td colspan="2">① 削減電気量　ΔE</td><td>kWh/年</td><td>86,883</td><td>ΔH/COP</td></tr>
<tr><td colspan="2">② 原油換算削減量</td><td>kL/年</td><td>22.3</td><td>ΔE÷1,000×He×f0</td></tr>
<tr><td colspan="2">③ CO_2 削減量</td><td>t-CO_2/年</td><td>43.9</td><td>ΔE÷1,000×fc</td></tr>
<tr><td colspan="2">④ 削減金額</td><td>千円/年</td><td>1,642</td><td>ΔE×ye÷1,000</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑤ 投資項目</td><td colspan="3">断熱工事</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>測定／
取得データ</td><td colspan="5">1．断熱強化前後の電力量、電圧、電流を測定する。</td></tr>
<tr><td>留意事項</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>出典・参考資料</td><td colspan="5">[1]『エネルギー診断プロフェショナル認定試験公式テキスト』（省エネルギーセンター）
[2]『新版　省エネチューニングマニュアル』（省エネルギーセンター）</td></tr>
</table>