

# 大規模建築物における雪冷房システムの 効果・検証について

北海道開発局 営繕部 設備課 ○永井 宏明  
飯塚 和志

本報告は、地球環境問題を主要テーマとして平成20年7月7日～9日に開催された、北海道洞爺湖サミット国際メディアセンター整備事業（IMC）で取り組んだ様々な環境負荷低減技術の中でも、北海道におけるクリーンで最大の未利用エネルギーである雪を利用した雪冷房システムの概要と、その効果・検証を行ったものである。今回の報告が、積雪寒冷地における未利用エネルギーの活用を推進するとともに、地球温暖化対策の一助となるべくここに紹介するものである。

キーワード：雪冷房システム、環境負荷低減技術、未利用エネルギー、地球温暖化対策

## 1. はじめに

近年の地球温暖化、オゾン層の破壊など地球規模での環境問題が顕在化し、我が国を含めた先進諸国の二酸化炭素排出量が、地球全体の排出量の中に大きなシェアを持っており、さらに日本国内では建築関係の排出量が、国内全体の排出量の大きな部分を占めている。とりわけ、建築関連分野における二酸化炭素排出量は国内の全排出量の3～4割を占め、我が国の膨大な既存建築物に対する排出量削減対策がこれまで以上に重要となる。すなわち建築関連分野における削減努力が、二酸化炭素排出削減目標達成へ向けた1つのキーワードとなっている。

建築物から排出される二酸化炭素は、建物の新築や増改築、補修、運用の各段階における建築・設備資機材の製造と現場の工事、運搬その他建設工事に波及するあらゆる部門からの二酸化炭素排出量の総和を言い、これらの一次エネルギー消費量の削減を目的とした環境負荷低減対策が求められている。

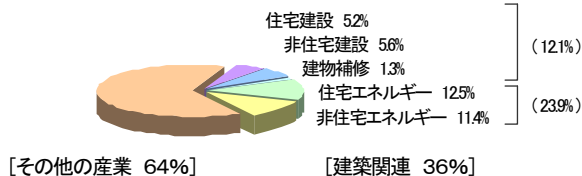


図-1 各産業別の温室効果ガス排出量（1990年値）<sup>1)</sup>

## 2. IMC整備事業の概要

### (1) 事業の経緯と発注方式

本報告の対象事業である国際メディアセンター（略称：IMC International Media Center）は、外務省からの支出委任予算を受け、設計・施工一括方式により事業者を公募し、入札は総合評価落札方式により、環境サミットとしての位置づけを踏まえた環境負荷低減技術の導入に係る設計・施工に関する具体的な提案と応札価格を総合的に評価し落札者を決定した。



写真-1 IMC建物外観

### (2) 事業計画

IMCは、既存ホテルの駐車場に設置され、サミットの議長（開催国）や参加各国の首脳が記者会見を行う会場と、世界各国の報道機関がサミットの情報を発信するため設置するもので、議長・各国首脳会見場とプレスセンター棟から構成される。（写真-1・図-2）

既存施設の営業や利用者の安全に配慮すると同時に、今回のサミットのテーマである環境保全に寄与した施設を、短期間に整備し、世界への情報発信を成功させることを目標とした。

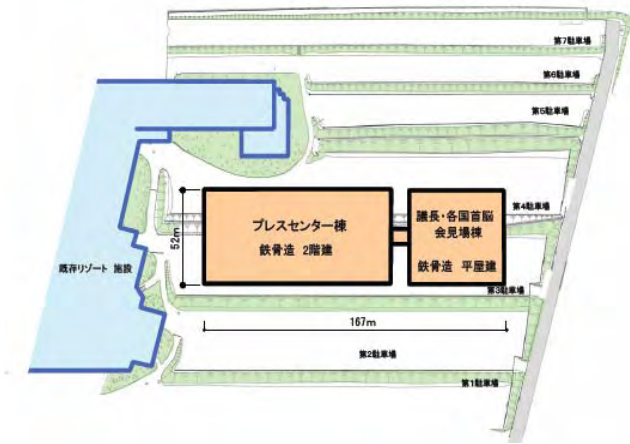


図-2 IMC建物配置図

### (3) 事業の基本方針

本事業の実施にあたり

- ①サミットの意義を踏まえた情報発信センターとしてふさわしい施設
- ②地球環境負荷低減に配慮した施設
- ③各国首脳にの安全に最大限配慮した施設
- ④ユニバーサルデザインに配慮した施設
- ⑤短期間の使用を前提にした3Rへの先進的な取組を整備の基本方針に掲げ、本事業を通じ地球温暖化対策の取り組みを進めた。

### (4) 事業概要

基本計画・設計 国土交通省北海道開発局営繕部  
 監修・工事監理 (株) 山下設計  
 基本・実施設計: (株) 日本設計  
 環境負荷低減技術支援: (株) 竹中工務店  
 施工: 竹中・岩田地崎・伊藤特定建設工事共同企業体  
 建設地: 北海道虻田郡留寿都村字泉川  
 建築・延床面積: 8,945㎡・10,878㎡  
 構造規模: 鉄骨造、地上2階建  
 設計期間: 2007年12月～2008年 1月  
 施工期間: 2008年 1月～2008年 5月  
 設置期間: 2008年 6月～2008年 7月  
 解体期間: 2008年 8月～2008年10月

### (5) 環境負荷低減技術の導入

IMCで採用された環境負荷低減技術については、次の4つのテーマに大別し施設全体に実施した。

- ①自然エネルギーの活用として、全館の雪冷房をはじめ屋上・壁面での太陽光発電、自然採光、自然通風、雨水利用を行った。
- ②建物熱負荷抑制として、建物正面にグリーンルーバー、会見場の屋上緑化、リフレッシュテラスにおける霧噴霧装置を採用した。
- ③高効率設備システムでは、高効率アモルファス変圧器、LED照明、自然冷媒仕様の冷凍機を採用した。
- ④エコマテリアルの採用では、リサイクル排水管、ダンボールダクト、北海道産間伐材の積極的利用に努めた。(図-3)

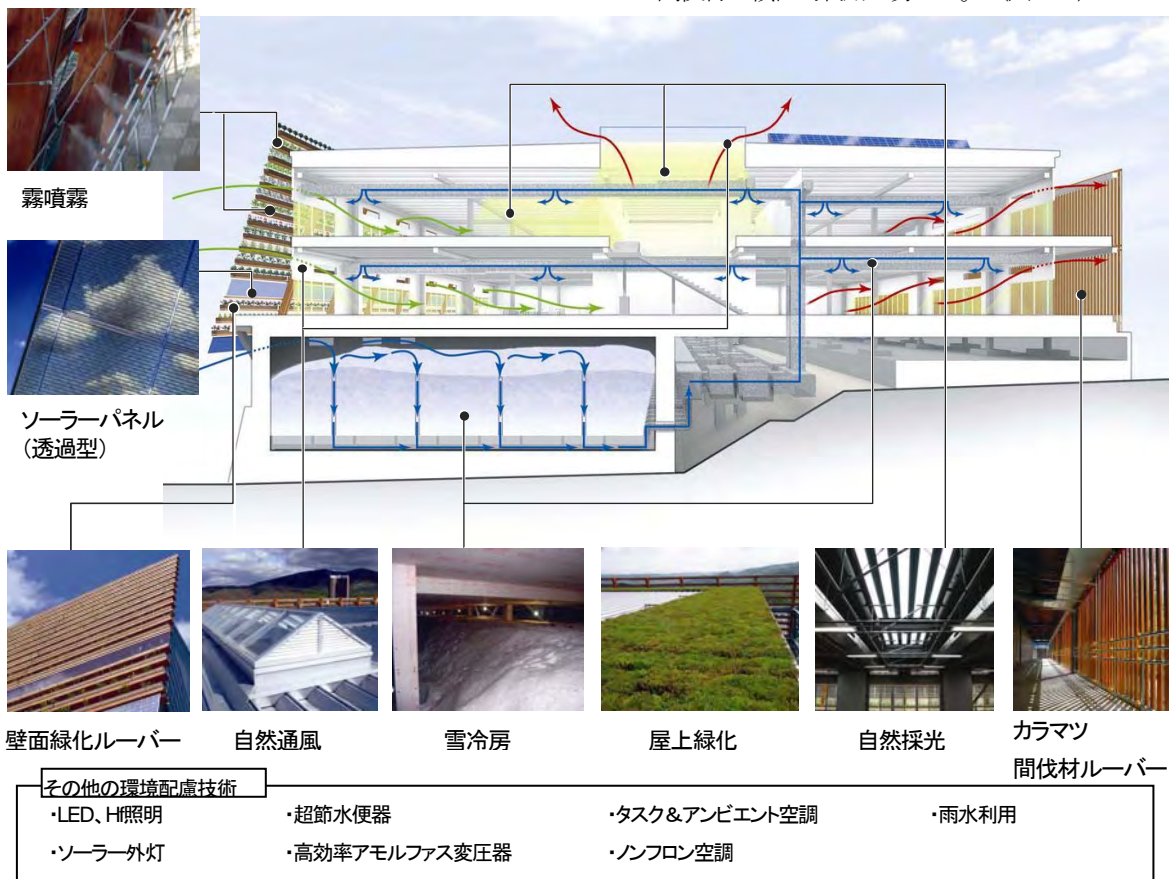


図-3 IMCで採用した主要な環境負荷低減技術

### 3. 雪冷房システムの概要

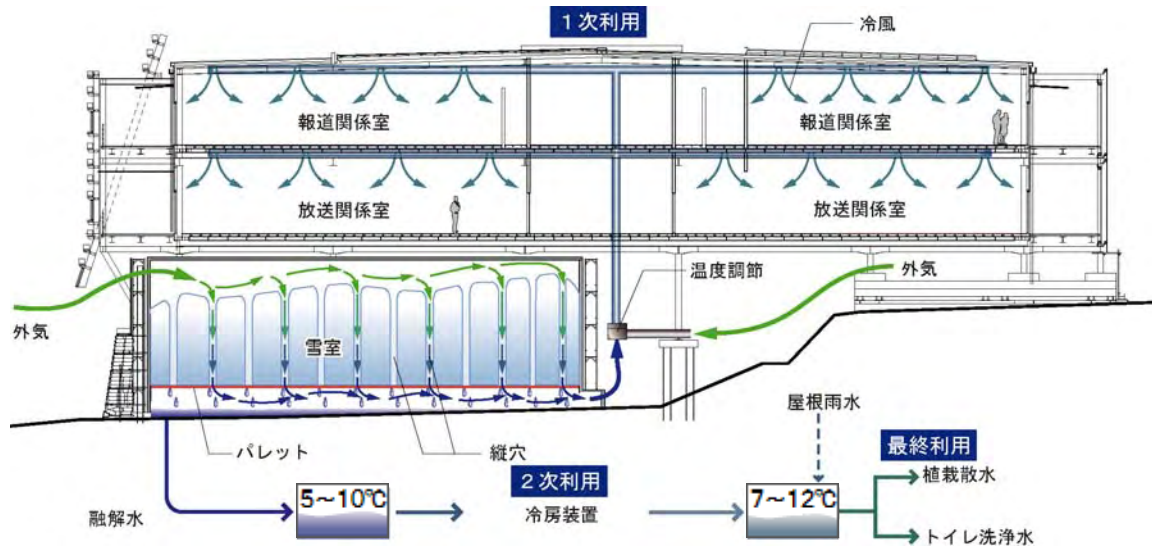


図-4 雪冷房システム概略図



写真-2 ロータリー除雪車による雪の投入



写真-3 水の注入による縦穴の形成



写真-4 試運転調整時の雪室内

建設地は年間の積雪量が1mを越え、隣地にスキー場が併設されるほど豊富な雪量に恵まれている。北海道における冬期の厳しい環境（雪）を夏期の快適な環境（冷房）に活用するべく、クリーンで最大の未利用エネルギーとされてきたこの豊富な雪を利用して、IMCに採用された環境負荷低減技術の中でも柱となる雪冷房システムを施設全館へ採用したので、その概要を図-4に示す。

#### (1) 雪室の構造

雪の貯蔵は、建設敷地となったリゾート施設の駐車場の高低差（余剰空間）を利用して、プレスセンター棟の床下に幅約9.8m、奥行約2.2m、高さ約7mの雪室を設け、雪室の下部はレンタル鉄骨と流通用パレット及びネットで構成し、壁と天井はリサイクル可能な断熱材を施し、自然融解の低減を図った。

#### (2) 雪の搬入・貯雪

雪の搬入は、4月7日から18日までの12日間にかけて行われ、バイオディーゼルを使用したダンプにより近郊から集められた雪をロータリー除雪車によって投入し、約7,000トン貯雪した。（写真-2）

#### (3) 雪冷房システム

雪搬入後、約1ヶ月の圧密・沈降期間を経た後、雪と空気との熱交換効率を高めるため、貯雪した雪山に水の落下注入により約1,000個の鉛直縦穴を形成した。

雪冷房システムは、雪室上部側面から導入された外気をこの縦穴を通過していく間に雪と熱交換を行い冷却・浄化された清浄冷気を吸い出し、送風ファンにより各室に供給する空気冷却システムである。温度制御は、冷却空気と雪室の逆側から導入される外気との比率を混合調整することにより行われ、IMC各室への送風温度が一定になるような制御方式を採用した。（写真-3・4）

#### (4) 融解水のカスケード利用

外気との熱交換で解けた融解水は、空調エネルギーの更なる低減と施設で利用される給水量の節約を図るため、集水タンクに融解水を集めFCU用の冷水として2次利用した。空調利用後に冷熱を使い切った水は一部屋上で集水した雨水と併せて、トイレの洗浄水と植栽への散水に3次利用を行い、雪の持つエネルギー資源を最大限に活用した。

#### 4. 雪冷房システムの効果・検証

IMCは2008年5月末に完成し、6月以降は7月の会期に向けプレス関係諸設備の設営・準備期間となり、雪冷房システムも送風機の台数や送風量を段階的に増やなどの調整を行い、設計冷房能力の確保に向け総合試運転調整へと移行した。

##### (1) 雪冷房システムの出力

6月1日から会期終了後の7月13日まで、雪冷房（外気冷房を含む）で得られた出力を図-5に示す。6月中は、雪山にあけた縦穴の成長を兼ねて試運転を行っており出力は次第に増加している。7月に入ると、サミット開催に必要なプレス関係諸設備の準備が整ったことによる発熱機器やプレス関係の人員増など、室内冷房負荷の増加に伴い雪冷房出力も大幅に増加し、会期中は最大約1,100KWの冷房出力を記録した。

雪冷房システムの出力(kw)

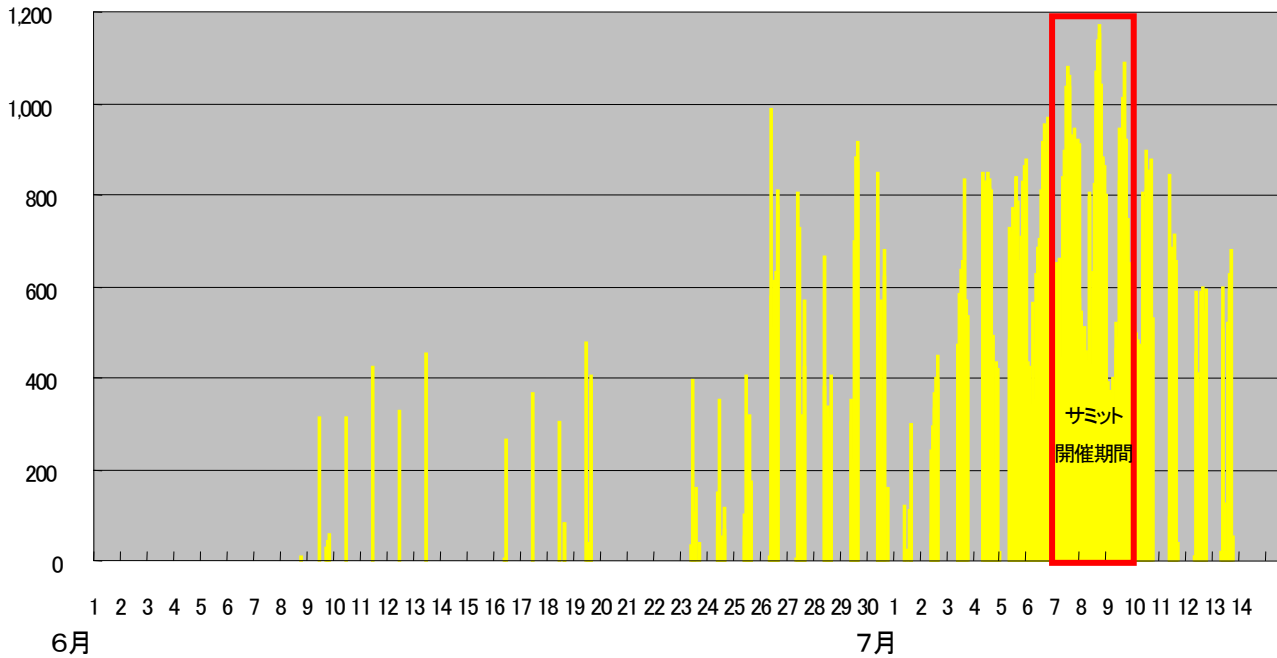


図-5 雪冷房システムの出力の推移

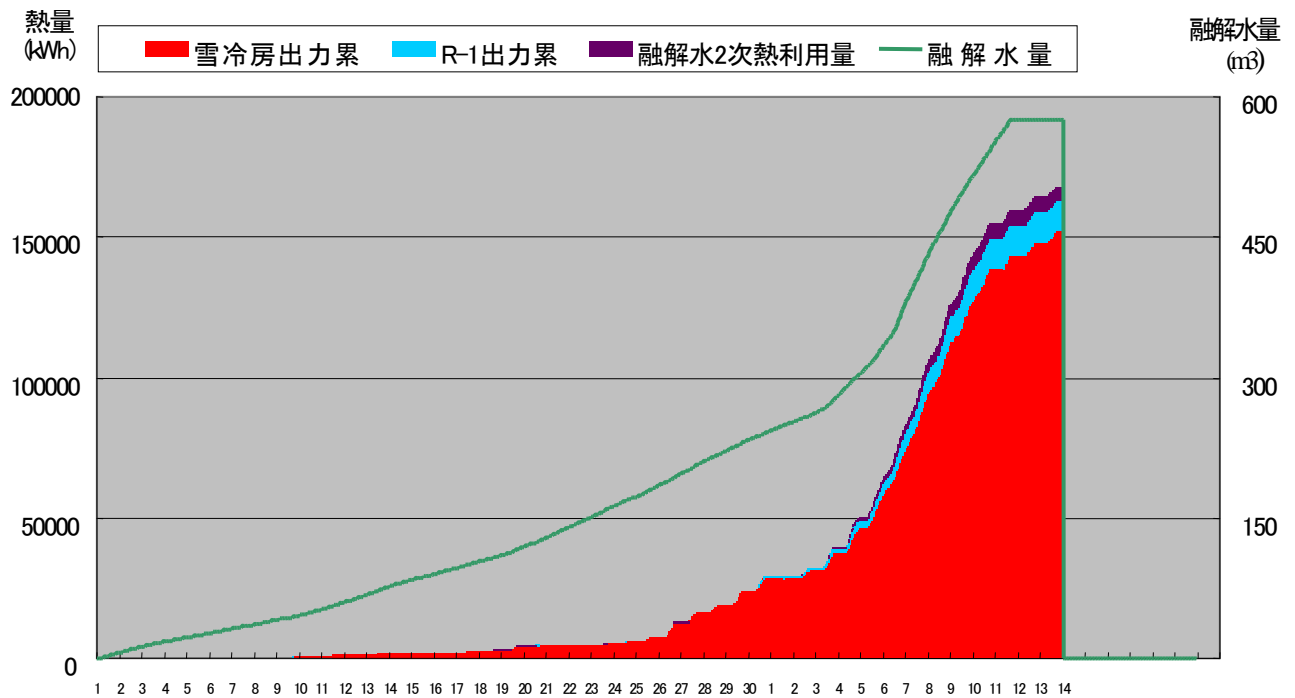


図-6 雪冷房システムの累積出力

熱源種類	6月1日～7月13日	
雪冷房出力(雪+外気)	151,994 kWh	90%
R-1(ノンフロン冷凍機)	11,093 kWh	7%
融解水熱利用量	5,068 kWh	3%
計	168,155 kWh	100%

## (2) 雪冷房システムの累積熱量

6月1日から会期終了後の7月13日までの①雪冷房出力、②R-1（ノンフロン冷凍機）、③融解水利用熱量の累計を図-6に示す。上記期間における冷房負荷の総量は168,155KWhであった。その内、雪冷房（外気冷房を含む）による出力は151,994KWhで全熱量の約90%を占め、融解水による熱利用は、5,068KWhで全熱量に対して約3%の寄与率であった。

## (3) IMC室内の温熱環境

サミット開催前と開催期間中（7月1日～10日）の外気温湿度と室内温度の推移を図-7に示す。外気温度は最低11℃～最高27℃の間で変動しているが、プレスセンター棟室内の平均温度は20℃～25℃と安定した状態で推移し、特に4～10日にかけては±2℃と非常に安定しており、外部条件の変動に対応した温度制御システムが適正に機能した結果と判断される。

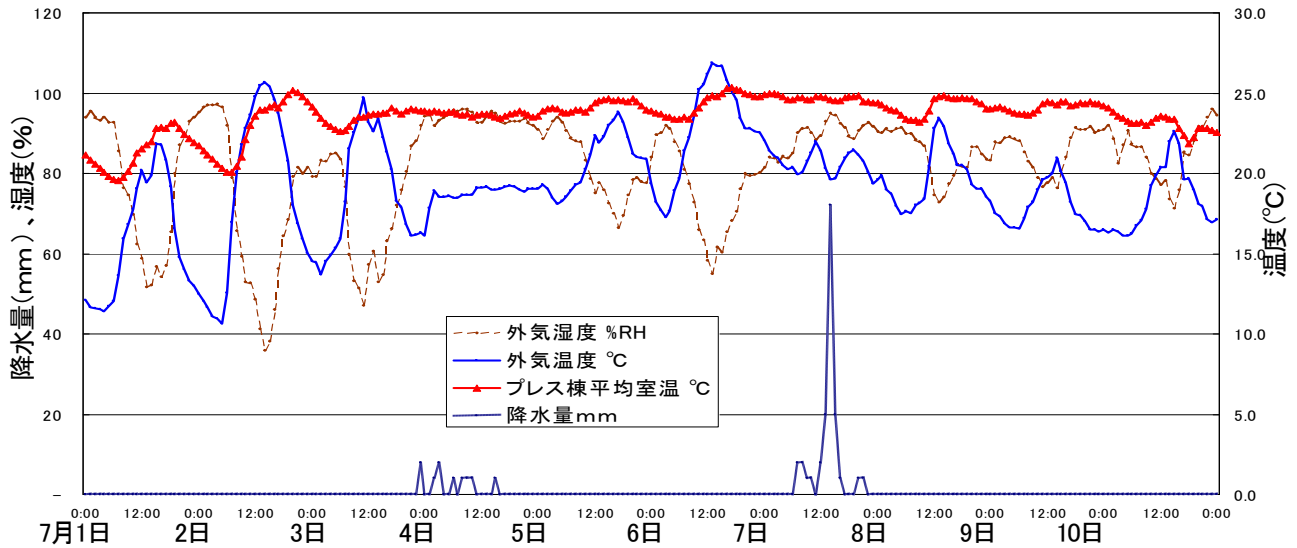


図-7 外気温湿度と室内温度の推移

期 間	CO2排出量 合計	CO2削減量					CO2削減量 合計
		雪冷房	融解水	太陽光	力率改善	高効率Tr	
事前期間 6/1～7/6	31.2	14.2	0.3	2.6	1.6	0.8	19.5
開催期間 7/7～7/9	16.0	10.1	0.5	0.1	0.8	0.1	11.6
事後期間 7/10～7/13	4.3	4.9	0.0	0.3	0.2	0.2	5.6
計	51.5(0.58)	29.2(0.33)	0.8	3.0	2.6	1.1	36.7(0.42)

表-1 主な運用エネルギーのCO2削減量

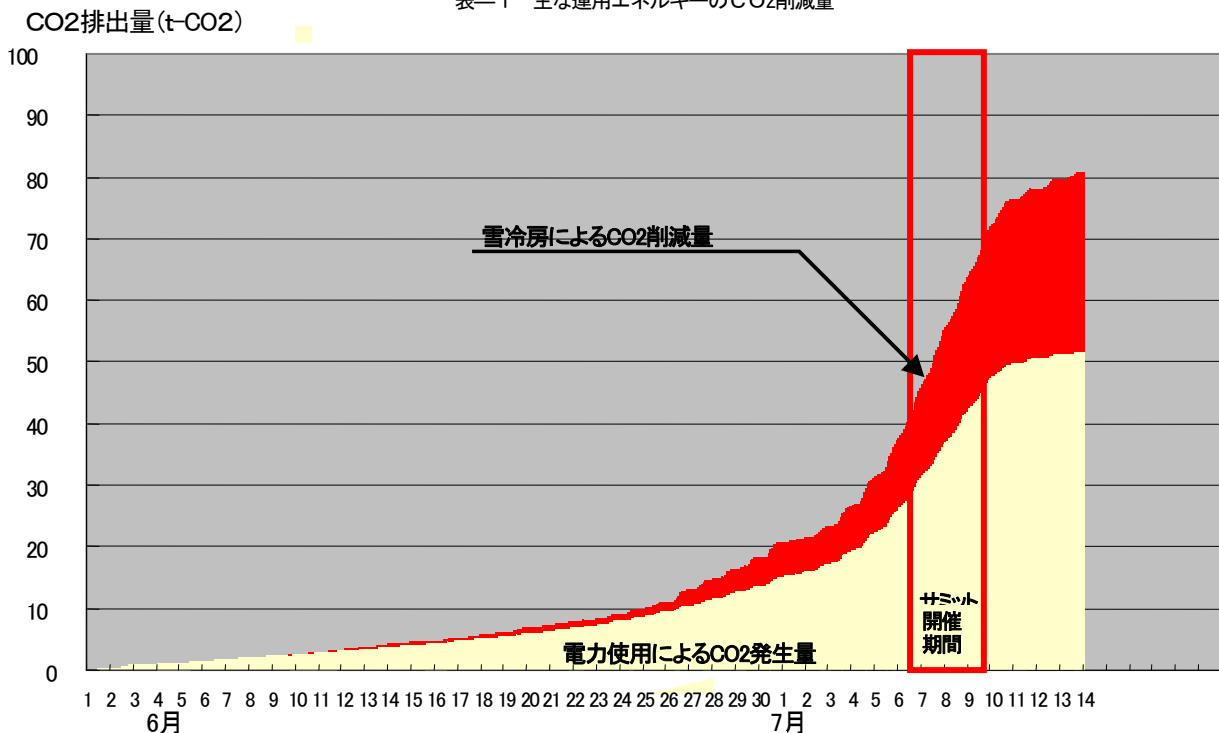


図-8 CO2削減量の累積

#### (4) 運用エネルギーのCO<sub>2</sub>削減量

6月1日から会期終了後の7月13日まで雪冷房システムを稼働したことによる、CO<sub>2</sub>削減量の累積を表1・図-8に示す。雪冷房、融解水の熱利用などの自然エネルギーを利用したことによるCO<sub>2</sub>削減量は約30t-CO<sub>2</sub>で、一般の建物に比べ約34%のCO<sub>2</sub>を削減出来た。

#### (5) 雪冷房システムの検証

本報告の対象事業であるIMCは、鉄骨造で延べ床面積が約11,000m<sup>2</sup>という大規模な仮設建築物の室内空間を、使用期間も短期間ではあったが雪冷房システムを採用したことにより、空調運転に係る運用エネルギーの低減と、併せてCO<sub>2</sub>排出量の削減効果が得られた。

IMC室内の温熱環境においては、内部発熱が想定より少なく、また気象条件が雨や曇天日が多く続き設計条件よりも低温となったことなどにより、設定温度より若干低く推移したが許容範囲内の結果となっていた。

### 5. おわりに

雪冷房システムは、北海道における冬期の厳しい環境（雪）を夏期の快適な環境（冷房）に活用するべく、クリーンで最大の未利用エネルギーであるこの豊富な雪を利用した空調方式である。

導入に際して、IMCでは短期間の使用を前提に、雪室は敷地の高低差を利用できたことにより、新たに大規模な貯雪施設の建設を必要としなかったことが大きな要因の一つであるが、一般的な施設の場合施設規模、敷地状況、想定される冷房能力、気象条件等により、経済性、環境性、維持管理性などを総合的に検討する必要がある。

冒頭でも述べたように、地球温暖化対策は急務でありそのためには建築分野における建設、運用を含めた二酸化炭素排出量を抑制することが効果的である。そのためには未利用エネルギー等を活用し、できる限り少ない一次エネルギーとなるシステム作りが重要である。

最後になりますが、本事業で採用した雪冷房システムに関連した取り組みとして、国土交通省大臣官房官庁営繕部では雪氷冷熱を利用し一層の温室効果ガス削減に資することを目的として、積雪寒冷地にある一般の官庁施設で雪冷房システムを導入するための設計手法や評価手法等をまとめた「官庁施設における雪冷房システム計画指針」を策定されたので参考として活用下さい。

#### 参考文献

1) 日本建築学会:各産業別の温室効果ガス排出量