

### 3. 雪氷輸送物流システム事業化モデルの構築

実証実験で得られた知見等をもとに雪氷輸送事業化モデルを構築した。

事業化モデルは、12月から2月に苫小牧の自然冷気で11万7千トンの氷を製作し、空荷を利用して2月から10月に氷10万5千トンを経済圏に輸送し、臨海部にある延べ床面積40万㎡の業務施設の冷房熱源に利用する電気と自然冷熱のハイブリット冷房システムとしている。

#### 3.1 事業化モデル想定地域及び対象輸送航路

雪氷の製造・保管基地：苫小牧市市字弁天 170-1（苫小牧東部臨海地域臨海西地区）

雪氷輸送航路：苫小牧港～東京港を結ぶ貨物フェリー、RORO船、ROROコンテナ船

雪氷の利用地区：東京港フェリーターミナルを中心とした半径5km圏内東京港臨海部

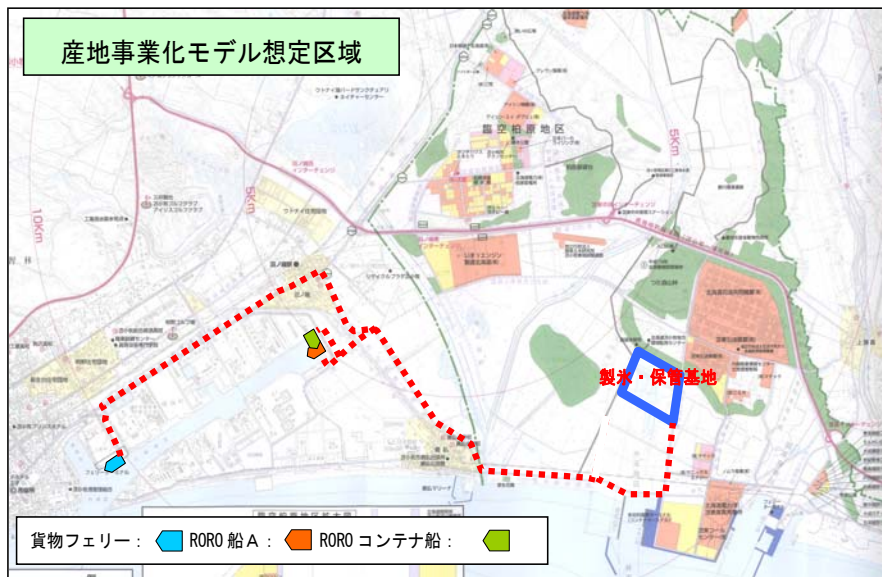


図 3.1 産地事業化モデル想定区域

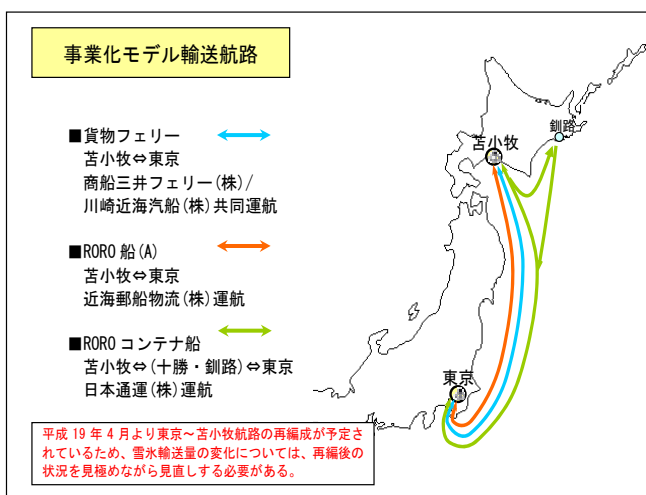


図 3.2 事業化モデル輸送航路



図 3.3 利用地事業化モデル想定区域

### 3.2 事業化モデル産地製氷量・雪氷発荷量・雪氷着荷量・供給床面積

事業化モデルにおける、産地製氷量、雪氷輸送量、雪氷着荷量、供給冷熱量及び利用地における供給床面積の想定規模は以下に示すとおりである。

表 3.1 産地事業化モデル製氷・保管基地

#### ■ 月別雪氷輸送量と供給冷熱量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
産地製氷量(トン) *0	0	9,850	14,515	19,196	14,252	15,471	13,698	9,976	8,582	11,651	0	0	117,191
雪氷発荷量(トン)	0	9,850	14,515	19,110	14,110	15,015	12,740	8,380	5,960	5,720	0	0	105,400
輸送時融解率(%) *1	0	0.2	1.2	4.0	5.7	8.7	8.9	10.4	8.8	6.2	0	0	5.65
雪氷着荷量(トン)	0	9,834	14,339	18,345	13,301	13,710	11,611	7,506	5,438	5,364	0	0	99,446
供給冷熱量(GJ) *2	0	2,636	3,843	4,917	3,565	3,674	3,112	2,012	1,457	1,438	0	0	26,654

\*0: 産地製氷量は月別の輸送計画量に実験で得られた保管時の融解率を考慮して算出した氷の量を示す。

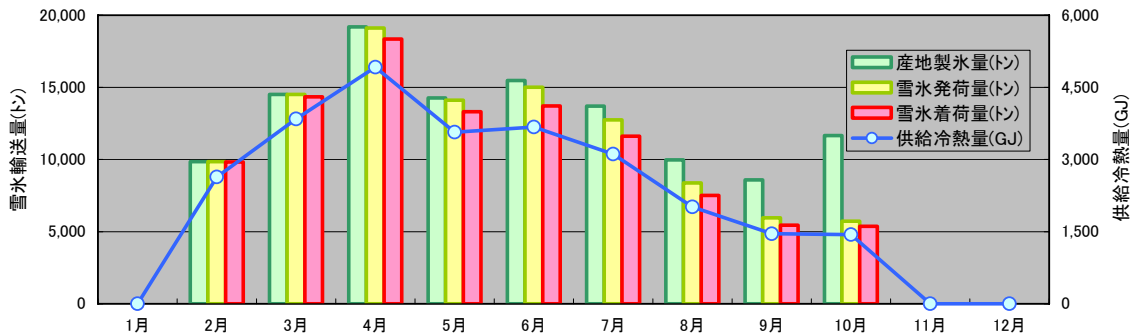
\*1: 月別融解率は船舶別の予測値から算出。

\*2: 供給冷熱量は、雪氷着荷量の潜熱に、供給効率80% (実証実験実態値) を考慮した。

(供給冷熱量(GJ)) = 雪氷着荷量(トン) × 0.335(GJ/トン) × 0.8

※上記式中の0.335GJ/トンは氷1トンの融解潜熱である。

月別の雪氷輸送量と供給冷熱



#### ■ 月別冷房負荷率(東京、業務施設)と負荷量(床面積1㎡当たり)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
冷房負荷率(%) *3	3.1	3.1	3.6	4.6	6.9	12.4	15.8	20.4	15.3	8.1	3.8	2.9	100
負荷量(MJ/㎡) *4	8.3	8.3	9.6	12.3	18.5	33.2	42.3	54.7	41.0	21.7	10.2	7.8	268

\*3: 「地域冷暖房手引書」より

\*4: 合計値は年間負荷量、64Mcal/m<sup>2</sup> × 4.18606

#### ■ 月別供給可能床面積(雪氷による)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
供給可能床面積(㎡) *5	0	317,285	398,321	398,848	192,786	110,556	73,493	36,801	35,533	66,243	0	0	9,946

(max)

\*5: 床面積 = 供給冷熱量 × 1000 / 負荷量

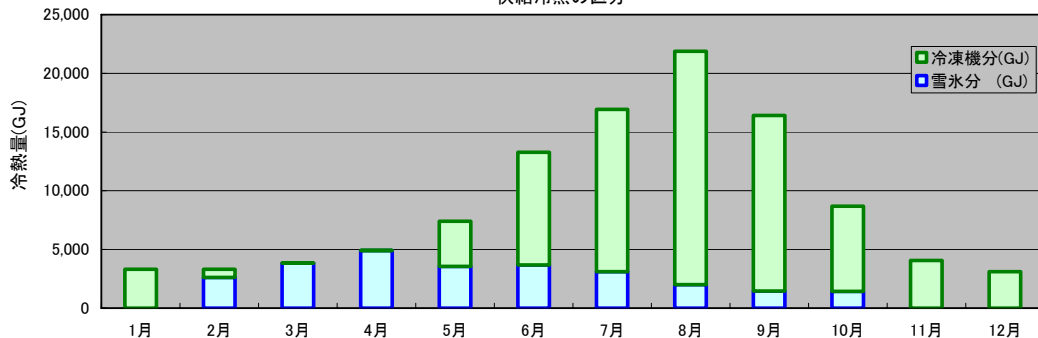
上表より、事業化モデルの供給床面積は、400,000㎡とする。

#### ■ 供給床面積 400,000 ㎡の場合の冷熱供給区分

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
必要冷熱量(GJ) *6	3,323	3,323	3,859	4,931	7,397	13,293	16,938	21,869	16,402	8,683	4,074	3,109	107,200
内 雪水分(GJ)	0	2,636	3,843	4,917	3,565	3,674	3,112	2,012	1,457	1,438	0	0	26,654
(比率)	(0.0%)	(79.3%)	(99.6%)	(99.7%)	(48.2%)	(27.6%)	(18.4%)	(9.2%)	(8.9%)	(16.6%)	(0.0%)	(0.0%)	(24.9%)
残り冷凍機分(GJ)	3,323	687	16	14	3,832	9,619	13,826	19,857	14,945	7,245	4,074	3,109	80,546
(比率)	#####	(20.7%)	(0.4%)	(0.3%)	(51.8%)	(72.4%)	(81.6%)	(90.8%)	(91.1%)	(83.4%)	#####	#####	(75.1%)

\*6: 必要冷熱量 = 供給規模(床面積) × 冷房負荷量

供給冷熱の区分



### 3.3 雪氷輸送物流システム事業化モデルの概要

雪氷輸送物流システム事業化モデルの概要を図 3.4 に、本システムの基本的な流れを図 3.5 に示す。

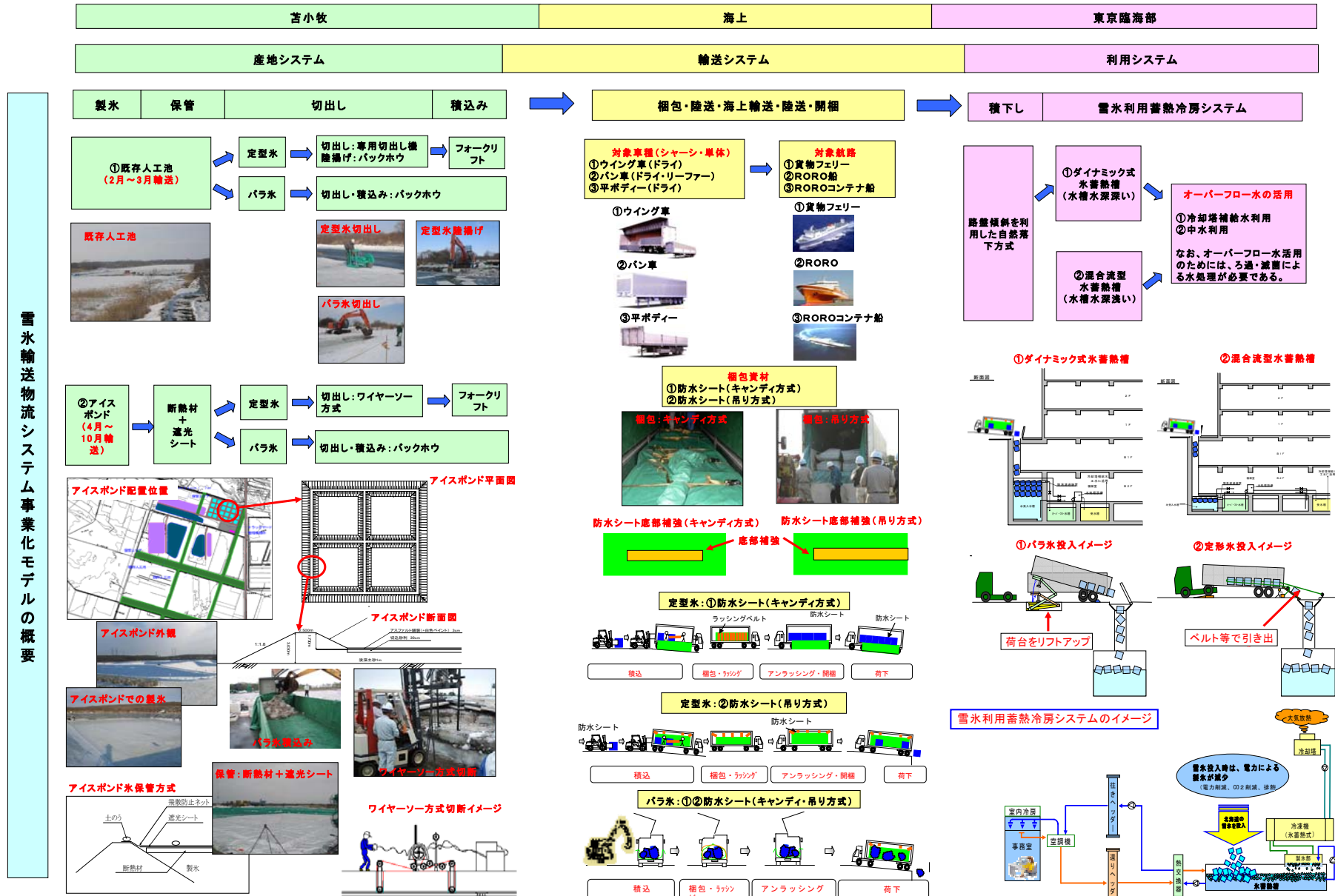


図 3.4 雪氷輸送物流システム事業化モデル概要図

**【既存人工池の製氷】（輸送期間：2月～3月のモデル）**

既存人工池では、例年 30cm～40cmの厚さの水が出来る。この水は、専用の機械で定型に切り出し陸揚げする方式と油圧ショベルで砕氷し陸揚げする方式とする。



▲既存の人工池を使って製氷



▲専用の機械で切り出し



▲切り出した氷の陸揚げ

**【アイスボンドの製氷】（輸送期間：4月～10月のモデル）**

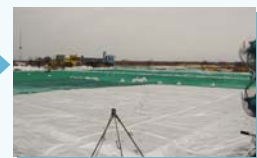
アイスボンドは、土手を盛り上げて作った製氷用人工池である。製氷方法は12月～2月の冷え込む日に散水して氷を作る。実証実験では 0.5m～0.6mの厚さの水が出来た。翌冬に行った追加実験では暖冬条件にあっても最大 1.4mの厚さの水が出来ることがわかった。検討の結果、製氷開始時期を早める等の対策によって1.2m～1.8m厚の製氷が可能である。この水を断熱材と遮光シートをかぶせて輸送時期までその場所で保管する。



▲アイスボンド外観



▲地下水を散水し、自然冷気により製氷

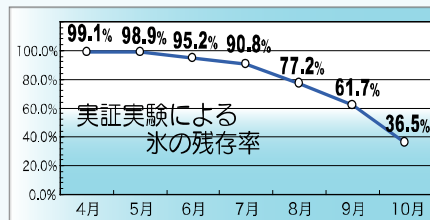


▲断熱材と遮光シートで覆って保管

氷の取り出しは、専用の機械で定型に切り出す方式と油圧ショベルで砕氷して取り出す方式とする。定型氷はフォークリフトで積み込み、砕氷は油圧ショベルを使って積み込むようにする。



▲氷切り出しの例



梱包後は通常の荷物を運ぶときと同じように陸送・海上輸送が可能である。利用地では氷は車路や荷台に傾斜をかけることによって、自然落下や簡易なウインチなどを利用して下ろすことが可能である。



▲定形氷の積み込み



▲船舶へ乗船



▲水投入の例

蓄熱槽に投入された氷は、既存の水蓄熱式冷房システムと融合して利用され、電力消費を削減し、二酸化炭素排出量や大気放熱の削減に貢献する。

**雪氷利用蓄熱冷房システムのイメージ**

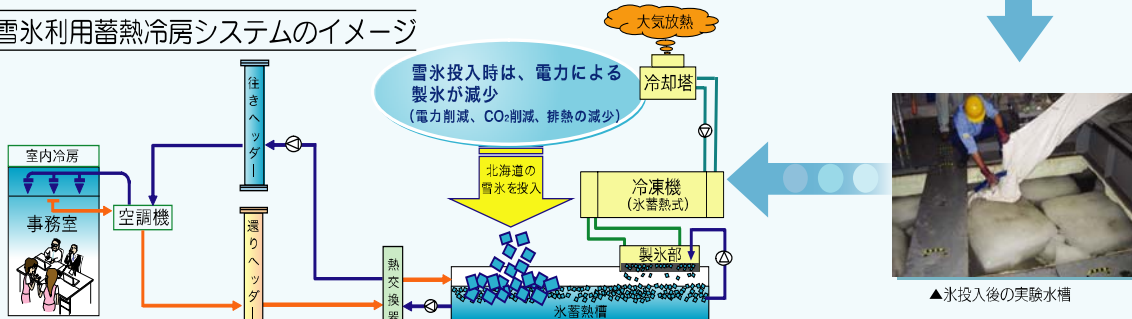


図 3.5 雪氷輸送物流システム事業化モデルの基本的な流れ