



Title	水族館における空調・水処理設備の実施事例（アクアマリンふくしま）
Author(s)	若山, 尚之; 佐藤, 信孝
Description	第8回衛生工学シンポジウム（平成12年11月16日（木）-17日（金） 北海道大学学術交流会館） . 3 建築環境・エネルギー利用 . 3-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 137-142
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7223">https://hdl.handle.net/2115/7223</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-3-3_p137-142.pdf



3-3

水族館における空調・水処理設備の実施事例  
(アクアマリンふくしま)

○若山 尚之 (株)日本設計 佐藤 信孝 (株)日本設計

はじめに

本施設は、親水空間としての整備が進む福島県いわき市小名浜港再開発地区の一角に位置し、海に親しむ文化・学習を目的とした施設で、「福島の家」のシンボルとしての役割を担っている。本報では、飼育用の水処理設備を始めとし、大空間の空調設備等を竣工事例というかたちで紹介する。

1. 建築概要

工事名称 海洋文化・学習施設(仮称)本館新築工事  
所在地 福島県いわき市小名浜辰巳町小名浜港2号埠頭内  
用途地域 準工業地域  
臨港地区・港湾内  
防火地域 無指定  
主要用途 水族館(博物館)  
工期 平成9年11月～12年2月

主要構造 RC、SRC、S

階数 4階

敷地面積 26,342.53 m<sup>2</sup>

建築面積 8,815.31 m<sup>2</sup>

延床面積 12,069.35 m<sup>2</sup>(本体)+1,645.53 m<sup>2</sup>(テント部)

容積率 52%(法定容積率 200%)

建ぺい率 33%(法定建ぺい率 60%)

最高の高さ GL+34m

調平地盤高さ DL+2.0(GL+0)

展示総水量 3,990t(予備水槽 450t 含む) ※メイン水槽  
「黒潮・親潮大水槽」(展示水量 2,050t)

2. 建築計画

建築計画としては、半ドーム形状のガラスにより、コンクリート打ち放しの建物全体を覆っている。また、そのガラスはDPG工法により据え付けられて

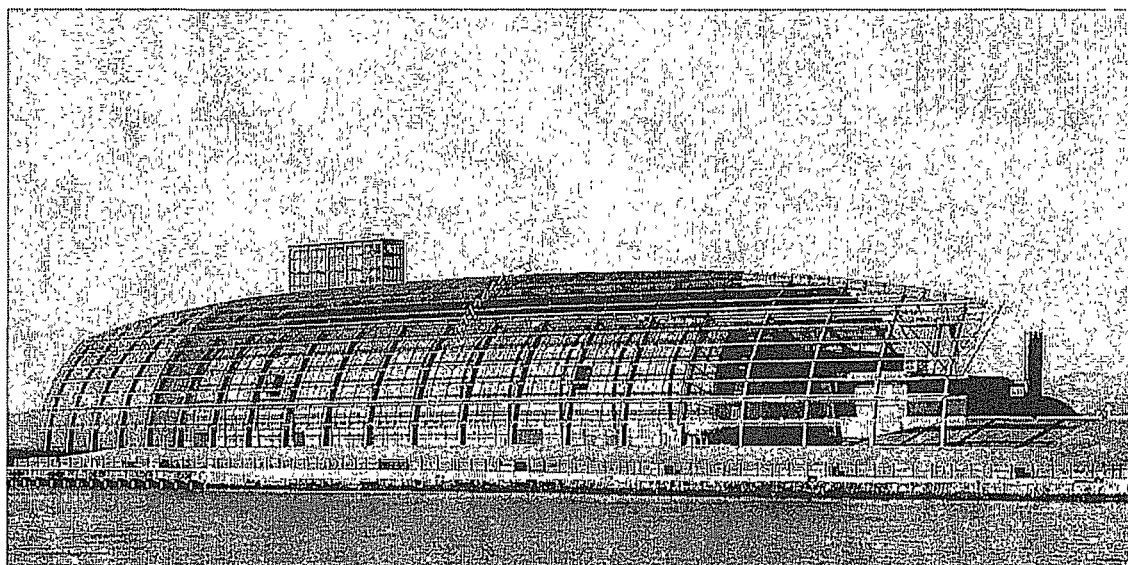


写真-1 建物全景

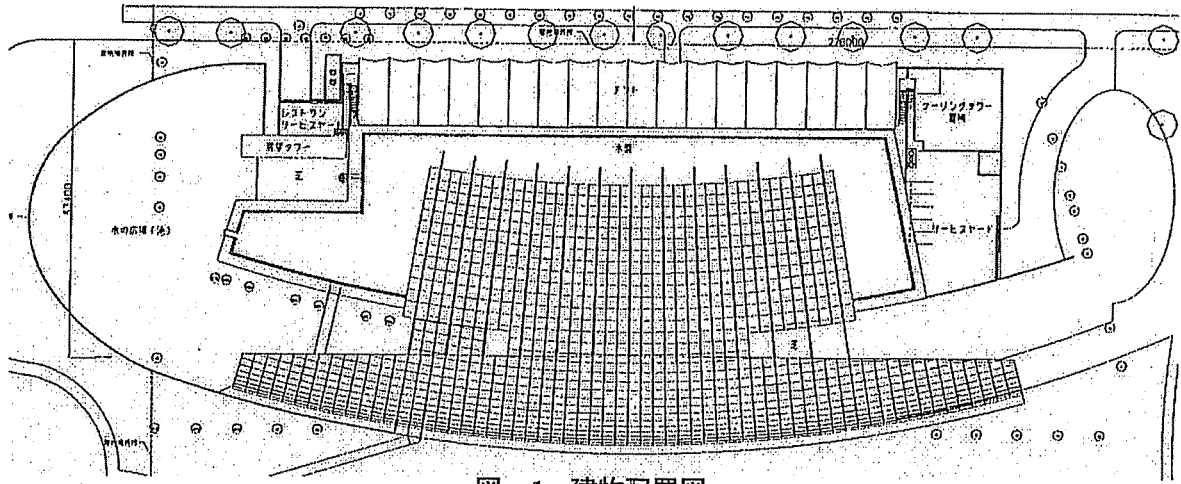


図-1 建物配置図

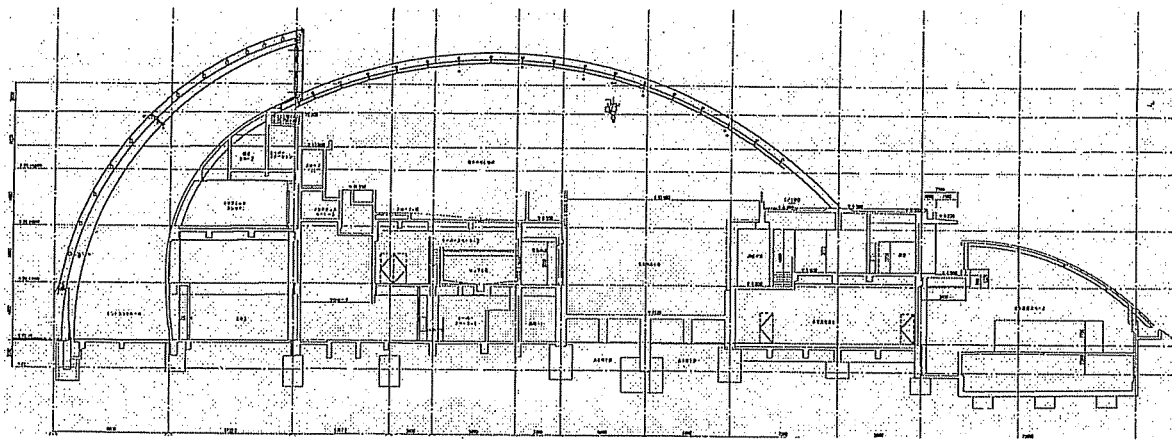


図-2 建物断面図

いる。ガラスについては、LOW-E ガラス、ペアガラス、シングルガラスという、機能の異なる3種類を日射の遮蔽など、目的に応じて使い分けている。

展示計画については福島の海を原点としており、展示の中心になるのが潮目の海である。これは黒潮の海、親潮の海の大水槽が隣り合って配置されており、その2水槽の中心を横断する形で三角形のトンネルが設けられている。上のフロアからは海面から水槽が見ることができるようになっており、海底、そして海面から黒潮、親潮の水槽を比較観察できる、という点を可能にしている。

### 3. 空調設備計画

本施設は水中生物を飼育するという特性上、熱源を初めとした設備の信頼性確保が求められている。また、飼育系の熱負荷、空調負荷共大きいということもあり、ランニングコストの低減も求められる。

このような基本方針に則り、コ・ジェネレーションの採用や、空調計画における自然通風の利用、太

陽熱の利用等、パッシブなシステムの採用も積極的に行っている。

#### 3-1 熱源設備

熱源設備の主要機器について以下に示す。

- ・ガス焚二重効用吸収式冷温水機 200USRT×2基
- ・ターボ冷凍機 150USRT(527kw)×1基
- ・低温水吸収式冷凍機 95USRT(334kw)×1基
- ・ガス焚真空式温水ヒーター 930kw×1基
- ・コ・ジェネ廃熱熱交換器 512kw×1基

図-3 熱源供給系統概念図に示すように、熱源供給は12hr系統、24hr系統と運転時間により大きく2系統に分けている。12hr系統は閉館時間中運転を行う空調機器への供給、24hr系統は常時運転を行う飼育機器及び、職員用の空調系統への供給というように系統分けをしている。

また、ピーク負荷時に24hr系統の熱供給が不足した際には、12hr系統よりバックアップを行うシステムとしている。

24hr系統の中心となるのがコ・ジェネ（電気設備

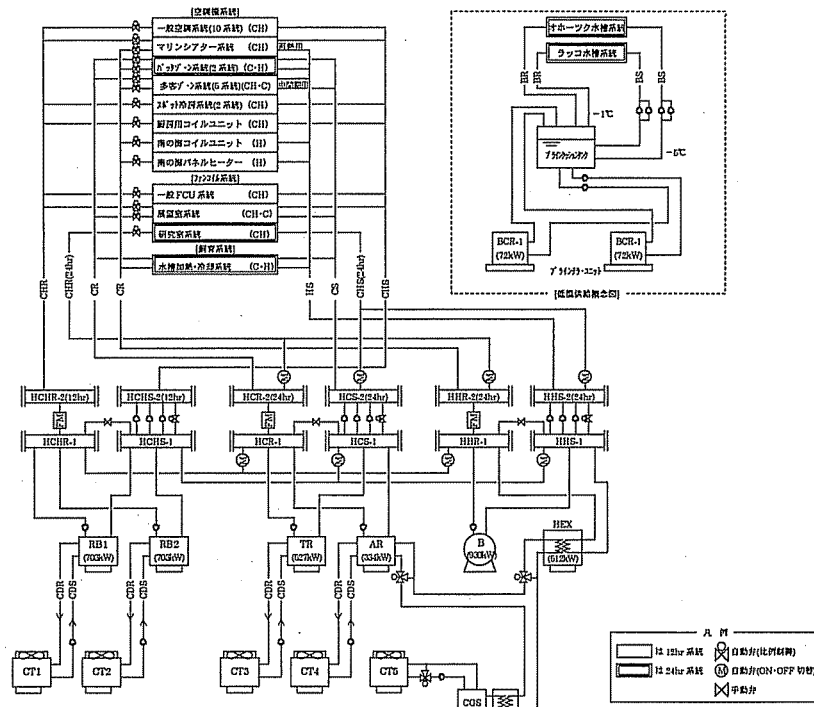


図-3 熱源供給系統概念図

工事) であり、冬季はコ・ジェネ廃熱を熱交換器により利用し、夏季は低温水吸収式冷凍機により冷熱として利用する計画としている。

飼育生物の中には生息水域が0℃程度のものもある。このような生物を飼育する系統には、ブラインチラーユニット(水処理設備工事)により供給温度-5℃のブラインを循環させて水槽を冷却する。

### 3-2 空調設備

空調設備は基本的システムとして、パブリックゾーンは定風量単一ダクト方式を採用し、バックゾーンは外調機+ファンコイル方式としている。また、多目的室、研修室は用途により可動間仕切り分割が行われるため、VAVによる変風量制御を行っている。

#### (1) エントランスホール

エントランスホールはLOW-Eガラスが壁面から曲線を描きながら立ち上がっており、高さ約22mの吹き抜け空間を構成している。夏季の空調について、居住域の空調を床面から4mと規定し、居住域に限定した効率的な冷房となるよう、ペリメーター部分からの上方向吹き出し、及び底部の冷気の循環ファンによる居住域内空気質の均一化を図っている。また、居住域上部(床面+4m)に外気取り入れ口、吹き抜け上部(床面+22m)に排気口を設け、夏季はこの上下換気口を中央監視盤よりの操作により居

住域上部の熱気を自然通風により排出する。

冬季は給、排気口を閉鎖し、上部の熱気をダクトにより回収し、居住域の空調に利用している。

空調概念を図-6に示す。また、システムの有効性について熱気流シミュレーションを行い、評価を行った。その結果、図-4、図-5の断面気流、温度分布の通り、居住域は26℃程度となり、気流についてもFL+4mの位置から上部窓まで効果的に気流が発生していることが分かった。

#### (2) 南の海

南の海は「マングローブの海」「珊瑚礁の海」といった熱帯系の海を再現しており、室空間についても温室として機能するように設計されている。

システムとしては熱負荷をペリメーター部分に設置したパネルヒーターにより処理し、外気処理はコイルユニットにより加熱空気を室内に導入する計画としている。

夏季については室温が過上昇するのを防止するため、基本的には自然通風を利用している。具体的には外壁のシャッターを中央監視盤の操作により開閉し、温度設定により自動開閉する上部換気窓から排気する。さらに、無風時等のために強制給気ファンを設置しており、換気を行う。このファンは室温により台数制御を行い、初期は10,000CMHのFan-1

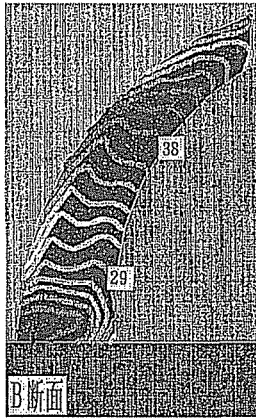


図-4 イントランスホール  
断面温度分布

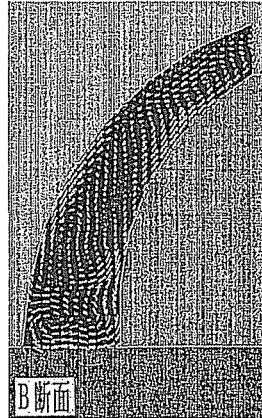


図-5 イントランスホール  
断面気流分布

が起動し、20,000CMH、40,000CMHのFan-2、Fan-3と順次起動し、室温を外気温度から乖離したものにならない計画としている。

### (3) 展望塔

展望塔は地上高 32m の全面ガラス張りされた構造になっている。展望室床面より下、地上高 28m までは強化シングルガラス、展望室部分の4面及び天板はLOW-Eガラスを採用している。

展望室下部空間の日射により加熱された空気は、ガラストップに設置した可動ダンパーを開閉させることでドラフト効果による放熱が行えるようにしている。開閉は中央監視のマニュアル操作による。

展望室の空調は床下に設置したファンコイル3基により床吹き出し、床吸い込みにより居住域を空調している。

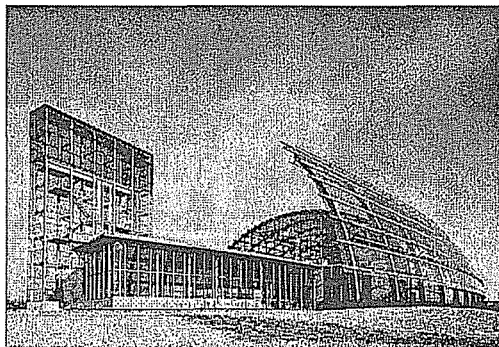


写真-2 展望塔

## 4. 給排水・水処理設備

### 4-1 給排水設備

給排水設備の概要を以下に示す。

給水方式：圧力給水方式（引き込み口径:100A）

推定末端圧力一定ポンプ 780l/min×30mAq

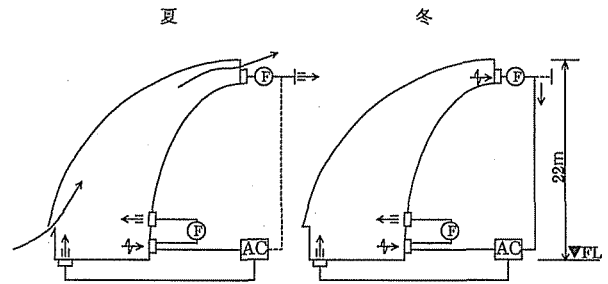


図-6 イントランスホール空調システム概念図

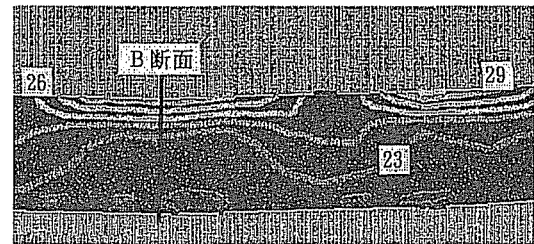


図-7 イントランスホール平面温度分布

- ・上水受水槽容量：50m<sup>3</sup>
- ・給湯設備：個別電気温水器（厨房：ガス湯沸器）
- ・消火設備：屋内消火栓、屋外消火栓、連結送水管（展望塔）
- ・水盤ろ過設備：イオン交換活性炭ろ過機  
循環量：1.8m<sup>3</sup>/min×1基

### 4-2 水処理設備

本施設の基本方針としては各水生生物の多様な生存条件に十分配慮し、それぞれの生物の生息環境を可能な限り自然条件に忠実に再現すること、そして、生物の生命維持についての緊急対応について考慮した。また、飼育担当者が日常作業するキーパースペースはともすると機器、配管により作業に支障をきたすケースが多いため、メンテナンスを確保するとともに作業動線を検討し、作業負担を減らす計画を行った。設備の更新に関しては、機器、配管とも交換が可能なようにルートを確保した。

展示水槽内に関しては配管、バルブなどが観客の視界に入らないような配慮をした計画を行った。

飼育用の水処理設備について以下に概要を示す。

#### (1) 補給水設備

新鮮海水の水槽への補給は親潮・黒潮大水槽と海獣水槽は3日に1ター、その他の水槽は1日1ターの海水補給を行う。

#### (2) 排水設備

飼育排水は基本的に自然勾配で海洋へ放流するが、

逆洗排水については逆洗排水槽に一旦貯留し、沈殿させた上で上澄水は海洋へ、沈殿水は下水へ放流している。

### (3) 循環ろ過設備

魚類飼育水槽は生物ろ過の有用性から基本的には開放型の重力式ろ過システムとしている（黒潮水槽のろ過槽は2.0m×3.5mを40槽）。アザラシ等、海獣水槽は密閉圧力式ろ過槽を採用している。

開放式ろ過についてはろ過速度を5m/hr、密閉式は10m/hrを原則とし、循環回数は基本的に24回/日としている。

### (4) 空気供給設備

飼育水への酸素供給は曝気用プロワ、緊急用プロワを設置する。また、ろ過槽の空洗を行うための空洗用プロワも設置する。

### (5) 水温調節設備

飼育水の水温調整は海水系統はチタン製、淡水系統はSUS304製プレート熱交換器において、熱源設備より送られた冷水、温水を用いて温調を行う。

また、ラッコ、オホーツク系統の低温水槽についてはラインチラーユニットにより、-5℃のラインを用いて冷却する。

### (6) ラッコ空調設備

ラッコ飼育空間については温室度変化に弱いという生態を考慮し、水温だけではなくコンデンシングユニット、コイルユニットにより空気の温室度調整を行う。

### (7) 滅菌設備

大型水槽には基本的に海水電解式次亜塩素酸発生装置を設置し、磯のタッチングプールには紫外線滅菌装置を設置している。

### (8) 造波設備

黒潮、親潮大水槽、海獣水槽にはフラップ式の造波設備を、磯のタッチングプールにはししおどし式の造波装置を設置している。

表-1 水槽概要表

水槽系統名	海水/淡水	展示水槽系統数	展示水量 [m <sup>3</sup> ]	水温 [°C]	濾過面積 [m <sup>2</sup> ]	補給水量 [m <sup>3</sup> /日]	備考
1. プロローグ	海・淡	12	35.6	10~25	7.2	35.6	
2. 福島の川と沿岸	海・淡	14	119.6	15~20	15.2	75.9	
3. 福島の海	海	10	113.2	10~25	22.6	113.2	
4. 黒潮の海(単独大水槽)	海	1	1,500.0	22~27	280.0	300.0	開放式濾過槽2.0×3.5m×40槽
5. 親潮の海(単独大水槽)	海	1	550.0	12~15	98.0	275.0	開放式濾過槽2.0×3.5m×14槽
6. 南の海	海	7	237.1	22~27	10.2	52.1	
7. サンゴ礁の海	海	3	235.8	25~27	31.2	43.9	
8. オホーツクの海	海	8	6.8	0~3	1.4	6.8	
9. 海獣水槽	海	8	715.6	ラッコ	27.6	540.1	ラッコのみ(7~12℃)その他水温成行
10. オセアニックギャラリー	海・淡	9	5.9	15~25	1.2	5.8	
11. 磯のタッチングプール	海	2	20.4	18~25	1.1	26.0	
予備水槽	海	6	450.0	12~25	90.0	450.0	
合計	海水	63	3,747.0		541.0	1,772.4	
	淡水	18	243.1		30.4	152.0	
総合計		81	3,990.1		571.4	1,924.4	

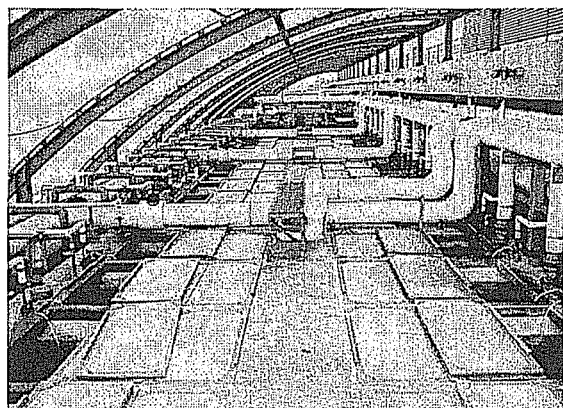


写真-3 開放式ろ過槽(黒潮系統)

※断熱用蓋をした状態

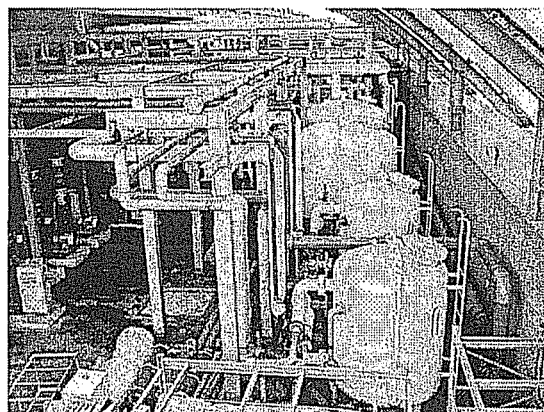


写真-4 密閉式ろ過槽(海獣系統)

