

# 環境共生技術を用いたストック再生技術の動向

— 環境共生技術フロンティアセンターの  
環境・設備計画とその性能検証をとおして —

2008年10月25日  
(社)日本技術士会CPD中央講座

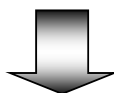
大塚 雅之

関東学院大学 工学部建築学科教授 給排水設備担当  
大澤記念建築設備工学研究所 所員

## 1.はじめに

### 1.1 研究と設計目的

- (I) 築37年を経過した大澤記念建築設備工学研究所を環境共生技術フロンティアセンターとしての再生。
- (II) 提案した手法のうち、代表的な3つの環境設備技術の性能検証と、ストック再生計画手法としての有効性の検証。
- (III) 建設から運用時に至る省エネルギーと、水省資源などの環境負荷削減効果についての検討。



建築と環境・設備の統合化手法を提案  
(サステナブルリニューアル手法と定義)

# 1.はじめに



北側(改修前)



西側(改修前)

1. 既存建物の記憶の継承と再生による快適な周辺環境の形成

2. バラの壁面緑化によるキャンパス環境の改善

3. 環境共生技術の適用による環境配慮型建築への再生  
— 建築と設備の統合

4. 既存建物と増築部の一体化による耐震性の確保



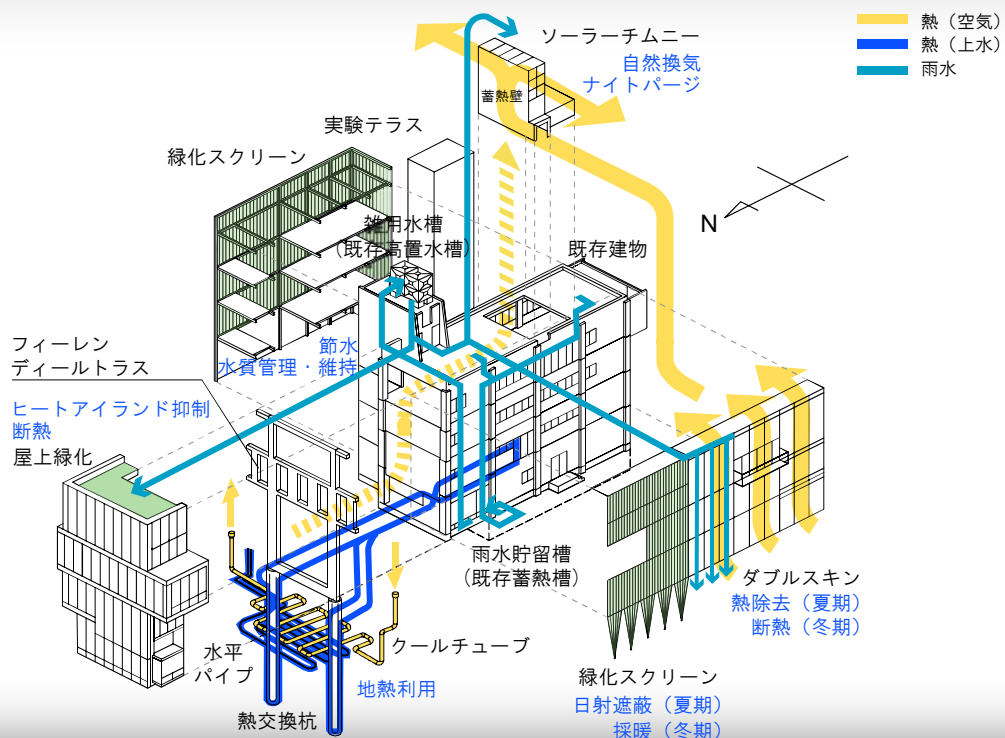
北側(改修後)



西側(改修後)

## 2.建築・環境・設備計画と性能検証の概要

### 2.1 建築と環境設備の総合化手法



▲ 建築と統合化させた環境設備計画

## 2. 建築・環境・設備計画と性能検証の概要

### 2.2 性能検証の対象とした環境共生技術

- (I) 吊り構造のダブルスキンとソーラーチムニーを連動させた熱負荷削減システム
- (II) 臨海部土壌を利用した各種熱交換パイプ地中熱利用空調システム
- (III) 給排水リニューアル技術を総合化した雨水排水再利用システム



▲熱負荷削減システム



▲地中熱利用空調システム



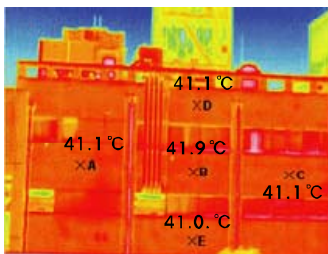
▲雨水排水再利用システム

## 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

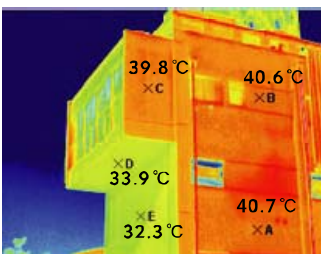
### 3.1 吊り構造のダブルスキンとソーラーチムニーを連動させた熱負荷削減システム

#### 計画概要 改修前の環境条件

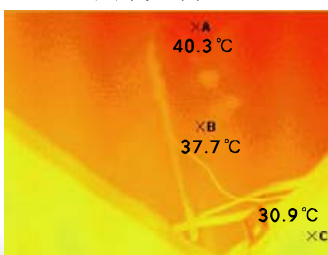
当該建物は南北方向に長く西面での日射の影響を大きく受けていた。特に夏期には西外壁面・窓付近が高温。熱的環境の改善が必要とされた。



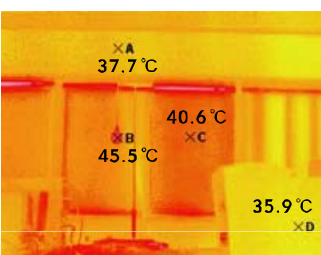
〈a〉西壁面1



〈b〉西壁面2

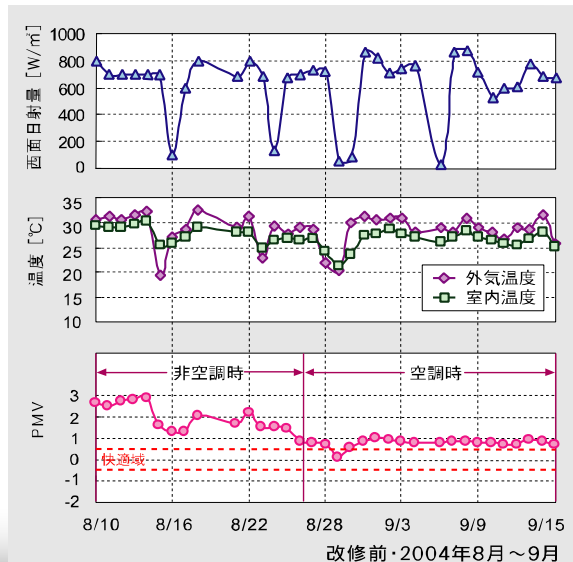


〈c〉4F屋根スラブ下



〈d〉室内西窓面

▲サーモグラフィー画像



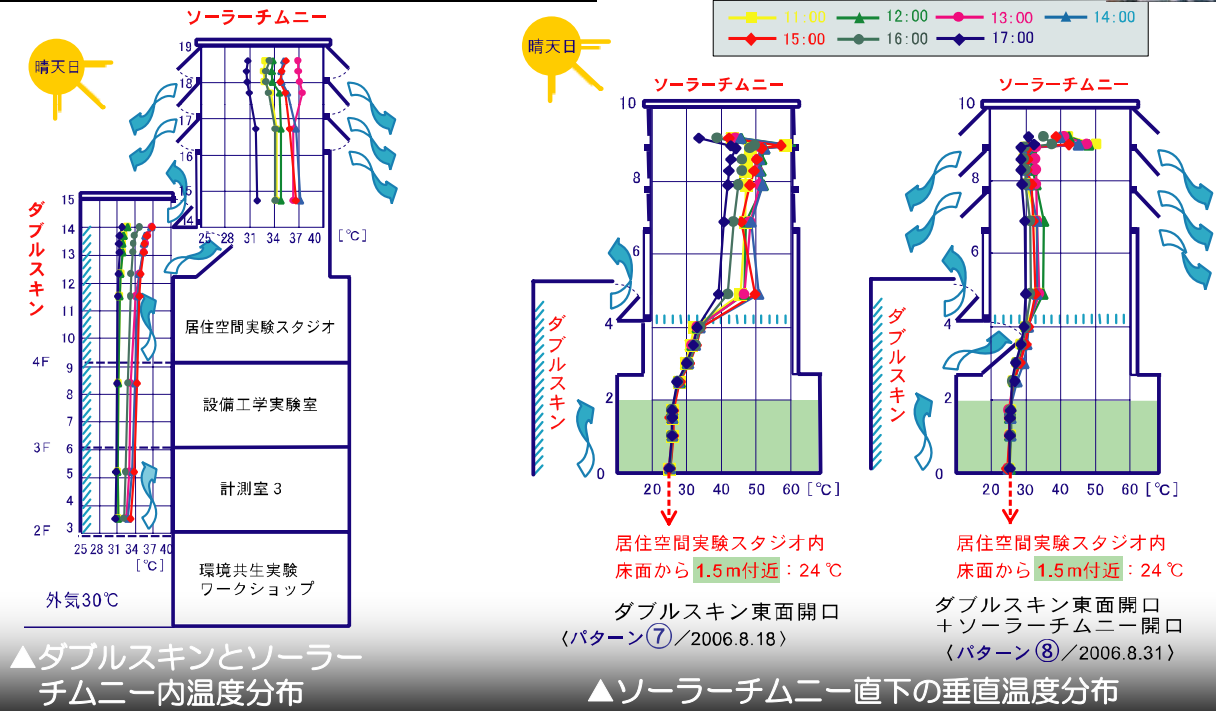
▲西面日射量/外気・室内温度/PMV

# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.1 吊り構造のダブルスキンとソーラーチムニーを連動させた熱負荷削減システム



### 性能検証結果(夏期の熱除去性能と快適性)

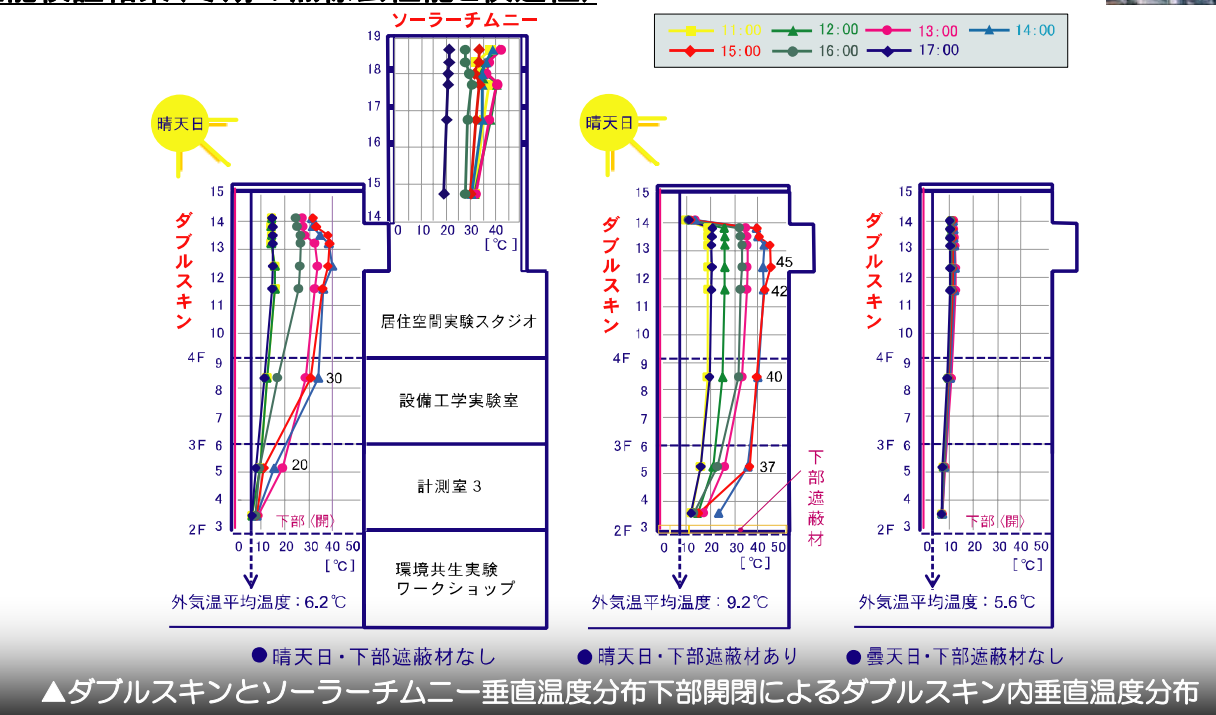


# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.1 吊り構造のダブルスキンとソーラーチムニーを連動させた熱負荷削減システム



### 性能検証結果(冬期の熱除去性能と快適性)



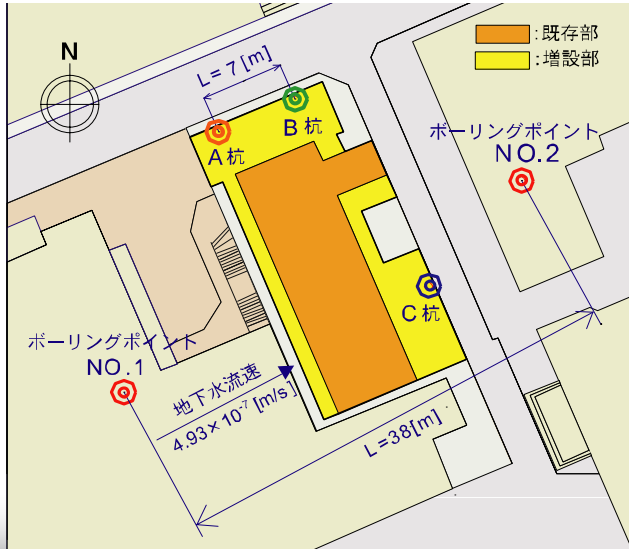


# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.2 臨海部土壤を利用した各種熱交換杭パイプによる地中熱利用空調システム

### 改修計画の要点(土壤環境)

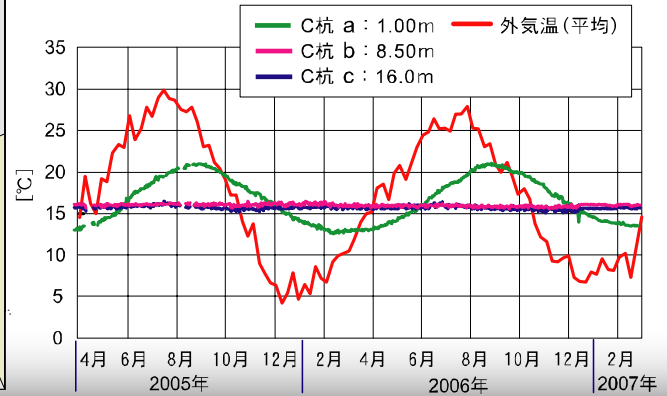
当該建物は地中熱を熱源として利用した空調システムを提案する。



▲建物周辺土壤と地下流速

### ▼地下水流速計算算定表

位置	NO.1	NO.2
基準面水位 H1, H2 (m)	0.584	0.003
孔内水位 (m)	0.80	1.85
標高 (m)	1.38	1.88
水平距離 L (m)	37.75	
計算算定	地下流水速度: $v$ [m/s] = $\Delta H \times K$ $v = 4.93 \times 10^{-7}$ [m/s] $= 15.54$ [m/年] $\approx 16$ [m/年] 水位勾配: $\Delta H$ [m/m] = $(H1-H2)/L$ K: 透水係数 $3.81 \times 10^{-6}$ [m/s]	



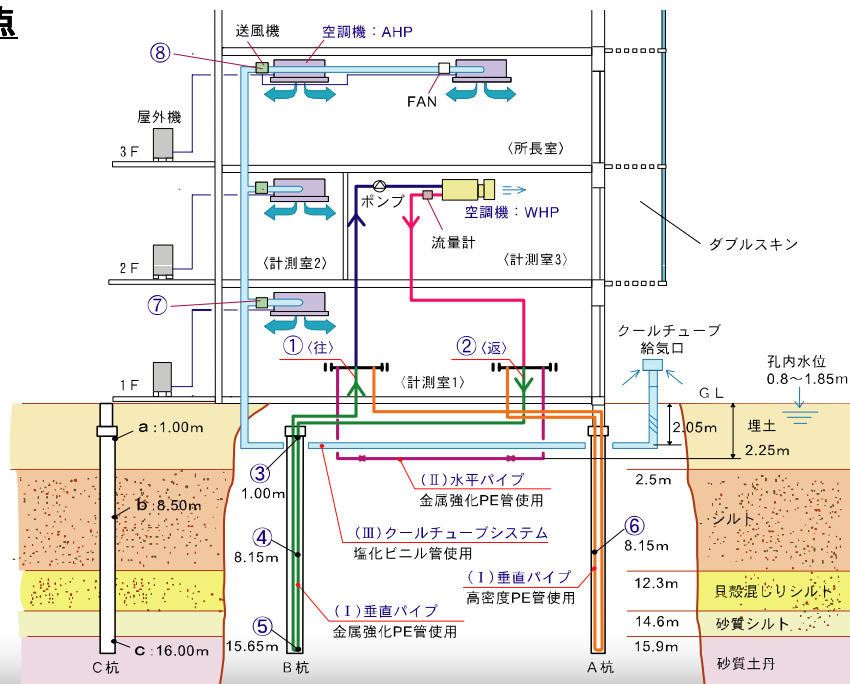
▲周辺土壤温度変化



# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.2 臨海部土壤を利用した各種熱交換杭パイプによる地中熱利用空調システム

### 改修計画の要点



▲地中熱利用空調システム系統図

# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.2 臨海部土壤を利用した各種熱交換杭パイプによる地中熱利用空調システム



### 地中熱利用空調システムの熱交換パイプの施工



杭利用垂直システム（高密度PE管）



PC杭への熱交換パイプ設置状況



クールチューブシステム



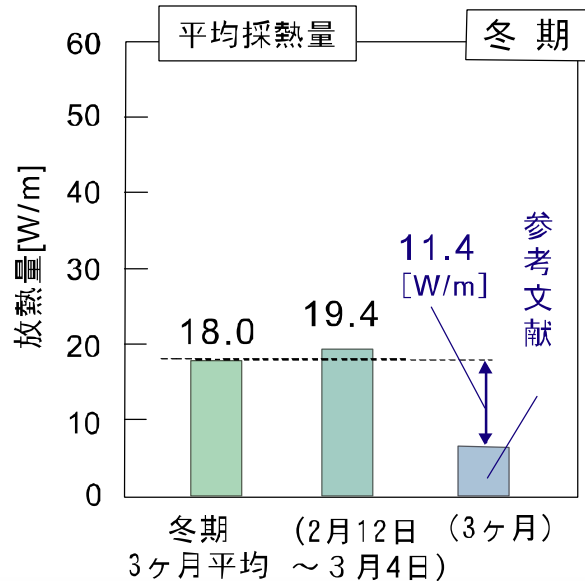
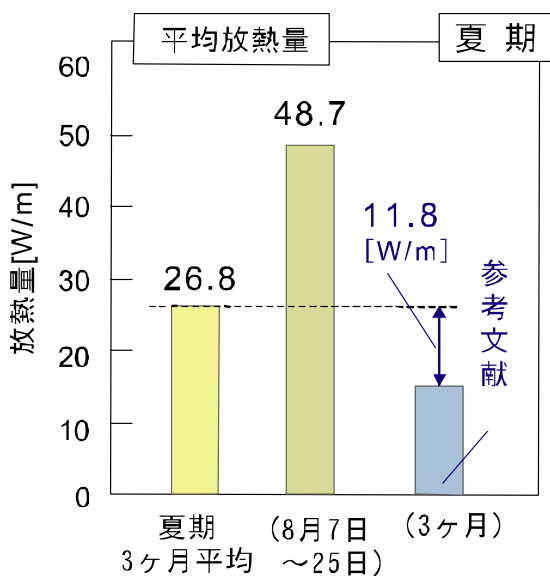
水平パイプシステム

# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.2 臨海部土壤を利用した各種熱交換杭パイプによる地中熱利用空調システム

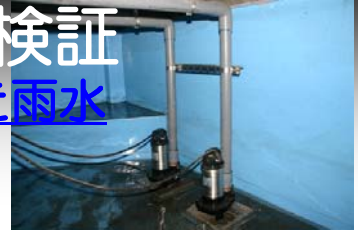


### 性能検証結果(杭利用垂直パイプシステムの効果検証)

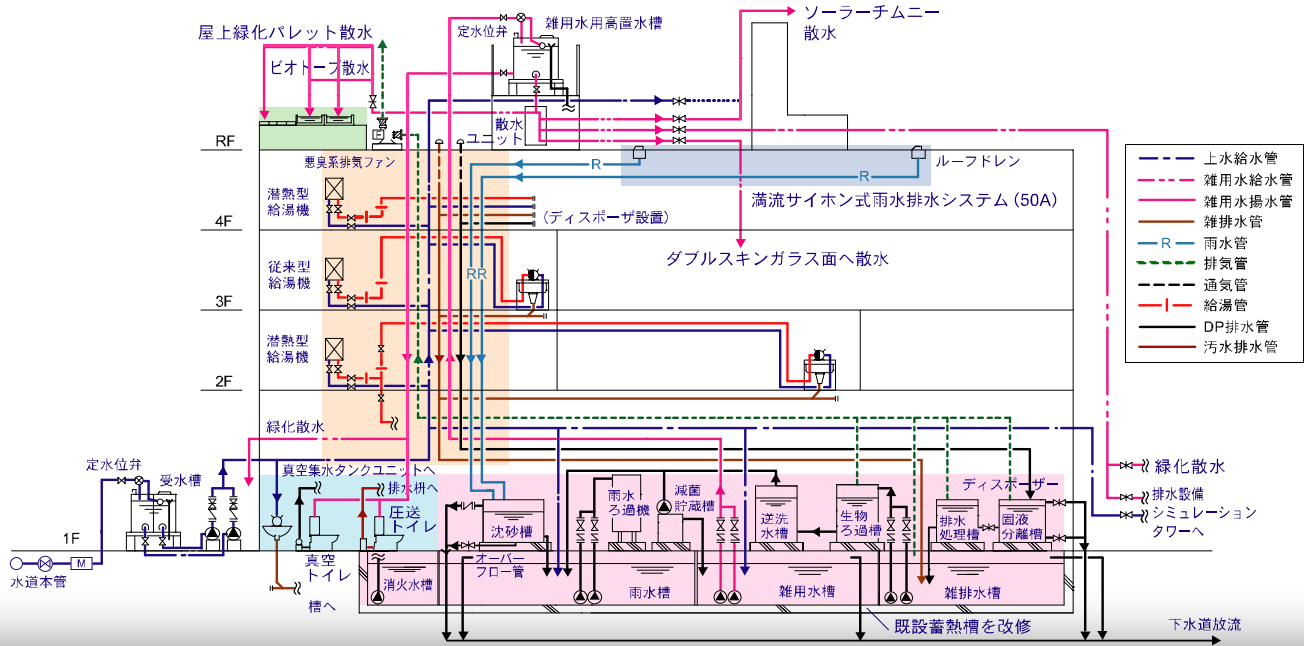


# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.3 給排水リニューアル技術を総合化した雨水排水再利用システム



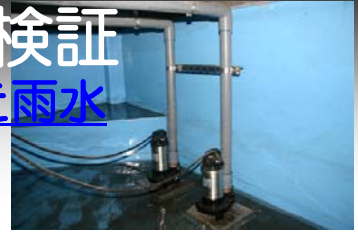
### 改修計画の要点



▲給排水設備システム系統図<改修後>

# 3. 主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.3 給排水リニューアル技術を総合化した雨水排水再利用システム



### 改修計画の要点



▲地下蓄熱槽内の劣化状況



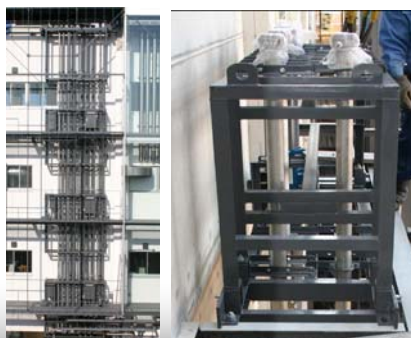
▲雨水貯留槽



▲沈砂槽と逆洗水槽



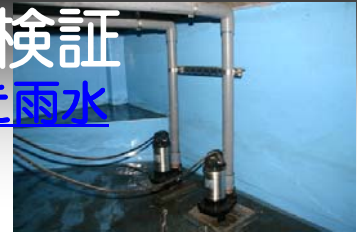
▲PS内配管と既設給排水設備配管の劣化状況



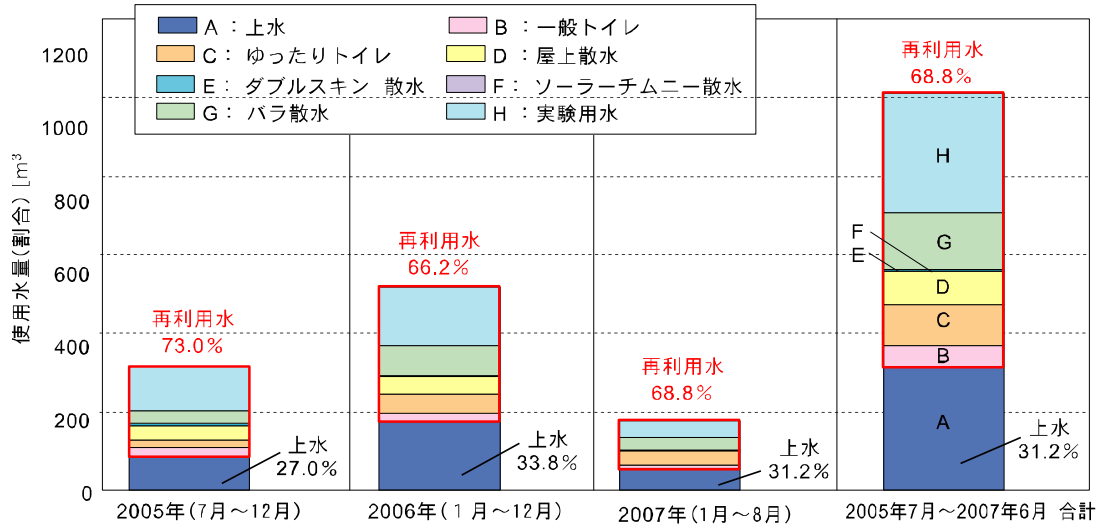
▲設備配管ユニット

# 3.主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.3 給排水リニューアル技術を総合化した雨水排水再利用システム



### 改修計画の要点



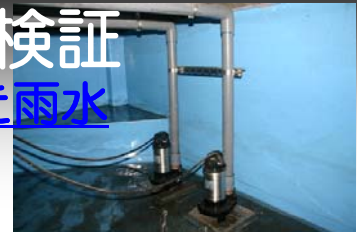
上水代替率[%] = 雑用水使用水量 ÷ 建物全体使用水量

実験施設における上水代替率は、約1年半で**68.8%** (1013[m<sup>3</sup>]) 雑用水で上水使用量を削減でき、横浜市水道料金290[円/m<sup>3</sup>]で換算した場合、**293770円**の節約ができた。

▲当該施設での使用水量と用途別使用割合

# 3.主要な環境設備技術の計画と検証

## 3.3 給排水リニューアル技術を総合化した雨水排水再利用システム



### 改修計画の要点

#### ▼水質試験結果 (2005年~2007年6月) n = 34

	雨水槽	雑排水槽	雑用水槽	雑用水高置水槽	ピオトープ
外観	無色透明,微白濁	微白濁,微黄色	無色透明,微黄色	無色透明,微黄色	微黄色
透視度 [cm]	40~50以上	35~50以上	45~50以上	45~50以上	7~50以上
臭気	土臭,下水臭	下水臭,土臭	塩素臭	塩素臭	藻臭
水温 [°C]	10.3~25.6 20.6	10.9~25.3 20.5	12.5~25.7 21.2	3.8~30.0 22.3	3.1~33.0 22.2
pH [-]	6.0~7.4 6.9	6.5~7.7 7.1	6.08~7.5 6.9	6.3~7.6 7.1	4.6~9.1 7.2
Cond [μS/cm]	54~179 106	148~210 182	95~220 139	95~230 140	90~238 132
TOC [mg/L]	1.2~13.9 3.9	1.8~10.5 4.8	0.5~5.7 4.1	1.6~6.0 4.2	0.5~23.2 4.9
SS [mg/L]	0.16~4.52 1.19	0.30~8.38 2.98	0~2.62 0.35	0.1~4.36 0.59	0.16~30.0 1.09
全塩素 [mg/L]	-	-	0.03~5.0 0.5	0.02~1.8 0.3	-
遊離塩素 [mg/L]	-	-	0.01~2.3 0.2	0~0.6 0.1	-
一般細菌 [CFU/mL]	40~2.9×10 <sup>5</sup> 3500	90~5.9×10 <sup>5</sup> 2600	ND~6900 ND	ND~5040 25	2~18000 2400
従属栄養細菌 [CFU/mL]	285~5.0×10 <sup>5</sup> 60000	125~9.0×10 <sup>5</sup> 65000	ND~2.0×10 <sup>5</sup> 6	ND~1.2×10 <sup>5</sup> 50	221~3.5×10 <sup>5</sup> 35000
大腸菌群 [CFU/mL]	ND~890 56	ND~235 35	ND~2 ND	ND~12 ND	ND~375 41
レジオネラ属菌 [CFU/100mL]	ND~470 30	ND~190 20	ND~10 ND	ND~5 ND	ND~60 6

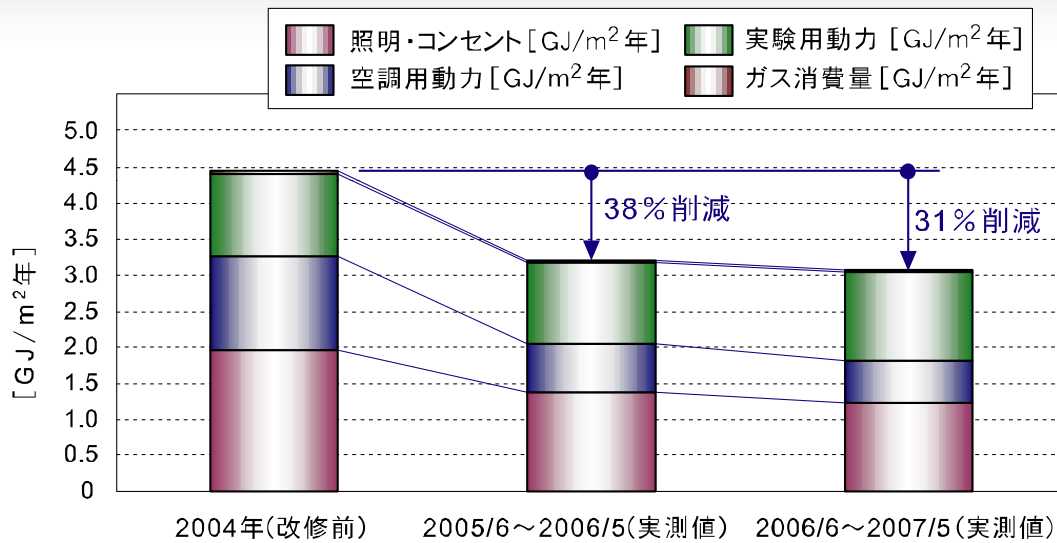
- ※各項目・下段の数値は中央値。
- ※NDは不検出。
- ※ビル衛生管理法に規定する雑用水の水質基準値(平成16年4月1日改正(建築物衛生法施工規則第4条の2)):
- (1) 外観:ほとんど無色透明であること。
- (2) 臭気:異常でないこと。
- (3) pHの基準値:5.8~8.6。
- (4) 濁度:2度以下であること。
- (5) 大腸菌:検出されないこと。

↑ 理化学的水質試験  
↓ 細菌学的水質試験



# 4.運用時エネルギー消費量・使用水量と廃棄物量の検証

## 4.2 エネルギー消費量・使用水量と廃棄物の計量と検討

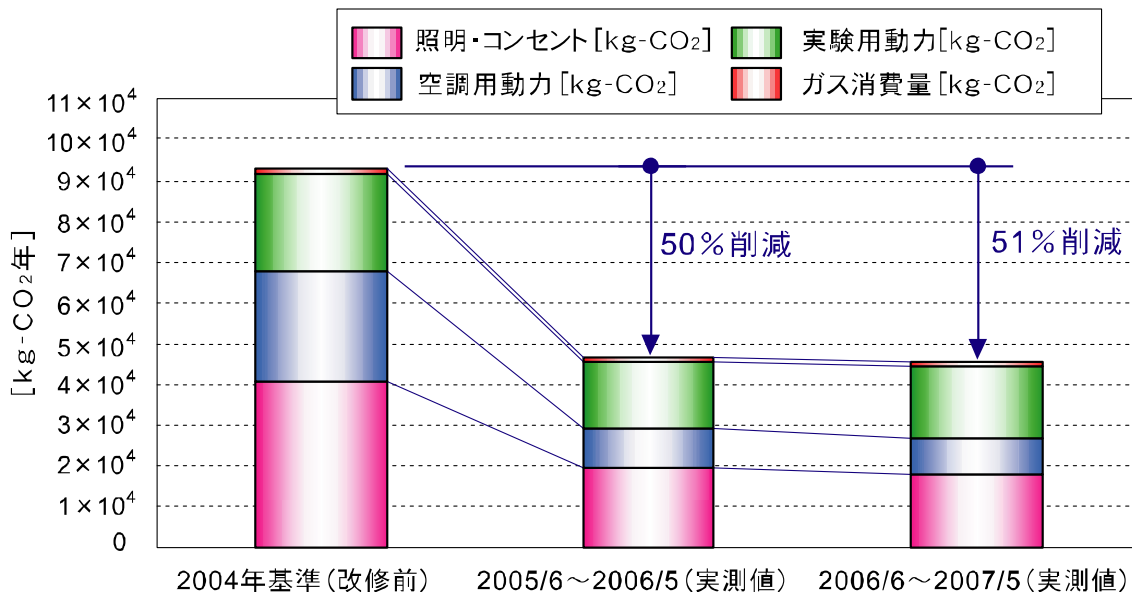


改修前の2004年9月に実測したエネルギー消費量データ、2005年以降の月別、年間エネルギー消費量パターンデータ、増改築時による増床面積を考慮し算出した値である。

▲一次エネルギー推移

# 4.運用時エネルギー消費量・使用水量と廃棄物量の検証

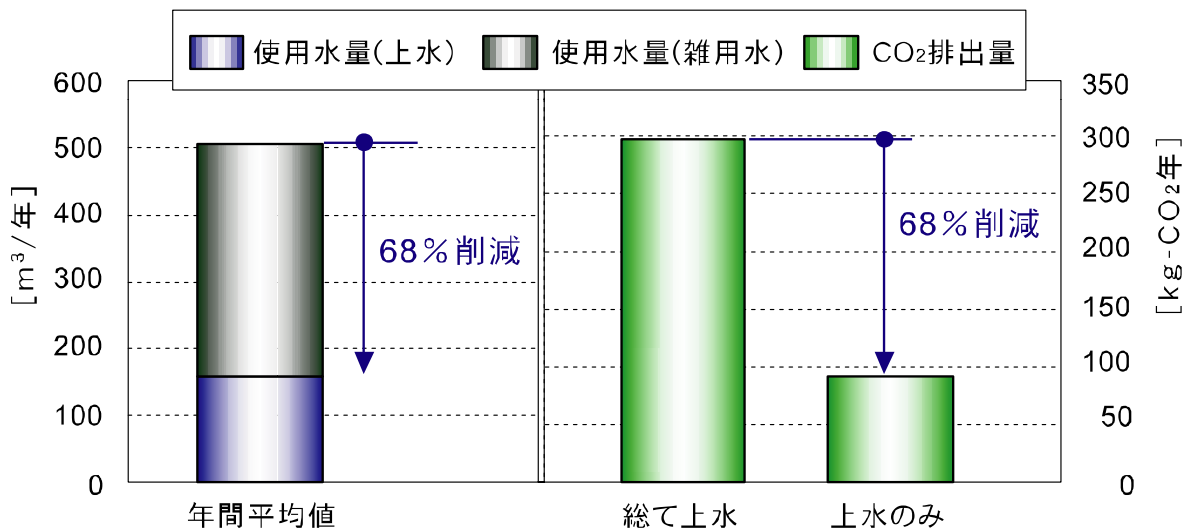
## 4.2 エネルギー消費量・使用水量と廃棄物の計量と検討



▲一次エネルギーCO<sub>2</sub>排出量推移

## 4.運用時エネルギー消費量・使用水量と廃棄物量の検証

### 4.2 エネルギー消費量・使用水量と廃棄物の計量と検討



▲使用水量CO<sub>2</sub>排出量推移 (実測値)

## 5.まとめ

<Ⅰ> 既存建物を保護し囲うように設けられた各環境共生要素は、外皮・地中の部分で建築空間計画や景観と密度に関わりながら建築と環境・設備の総合化を達成した。

<Ⅱ> <Ⅰ>で提案した3つの環境共生技術の環境・設備面での有効性は以下のように明確にされた。

- ダブルスキンとソーラーチムニーの連動では、改修前に比べ年間熱負荷は計算上約60%削減され、PMV値も平均値で±0.5以内におさまり、温熱環境の改善を達成できた。
- 地中熱利用では、臨海部の特性が生かされ、杭利用垂直パイプにおいて内陸部に比べ夏期の放熱量で約1.8倍、冬期の採熱量で約2.5倍の優位性を確認できた。水平パイプやクールチューブについてもその結果を確認できた。
- 雨水利用システムでは、約68%の高い上水代替率を達成でき、水環境も良好に維持できた。

<Ⅲ> 総括として、エネルギー消費量としては31~38%(CO<sub>2</sub>排出量換算で約50%)、新築と比べ建設に伴うCO<sub>2</sub>排出量では70%、解体に伴う廃棄物量の排出量では57%、削減できることが明らかにされた。