

東北空調衛生工事業協会
技術講習会（2016.9.7）

ZEBに向けた 液冷空調システムの開発

株式会社朝日工業社
技術研究所
主席研究員 河野仁志

ZEB(Net Zero Energy Building)の定義

“建物における一次エネルギー消費量を、建築物・設備の省エネルギー性能の向上、エネルギーの面的利用、オンサイトでの再生可能エネルギーの活用などにより削減し、年間での一次エネルギー消費量が正味(ネット)でゼロまたはおおむねゼロとなる建築物”

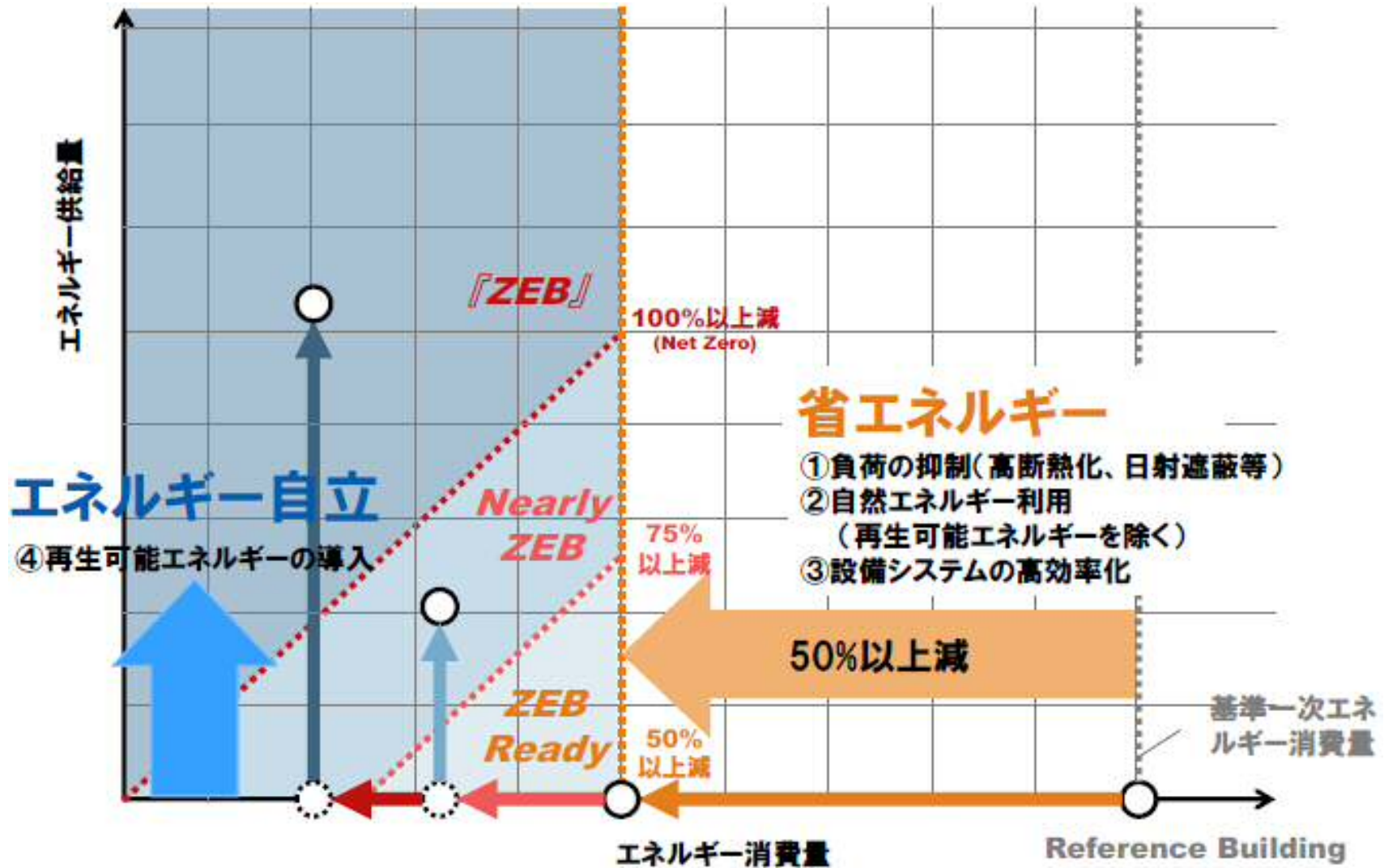
経済産業省・資源エネルギー庁主催“ZEBの実現と展開に関する研究会”(2009年5月~8月)



“2030年までにZEB化技術を確立、2050年までに関連分野のゼロ・エネルギー化完全移行への寄与”

空気調和・衛生工学会、21世紀ビジョンにおけるロードマップ

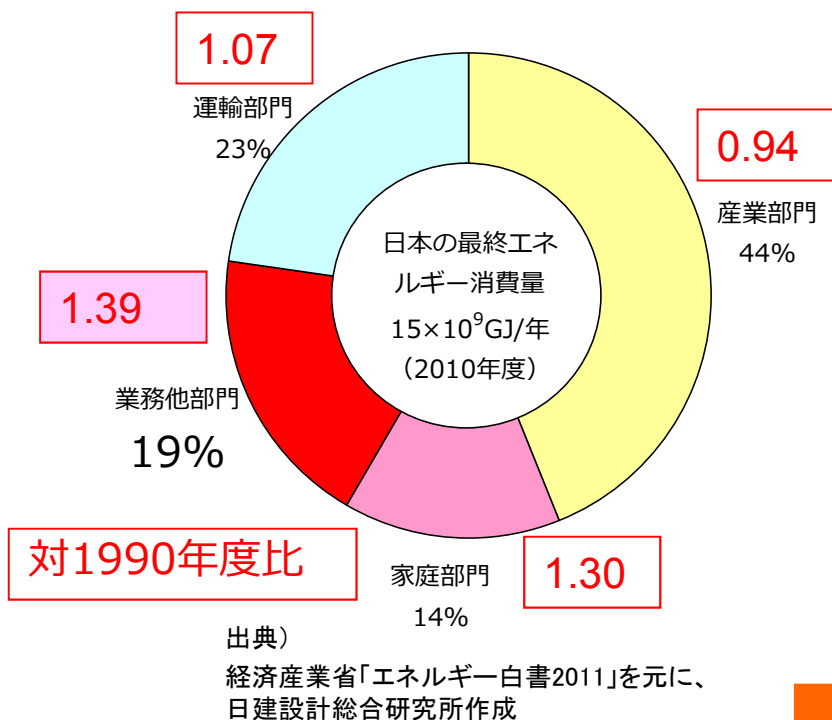
ZEBチャート



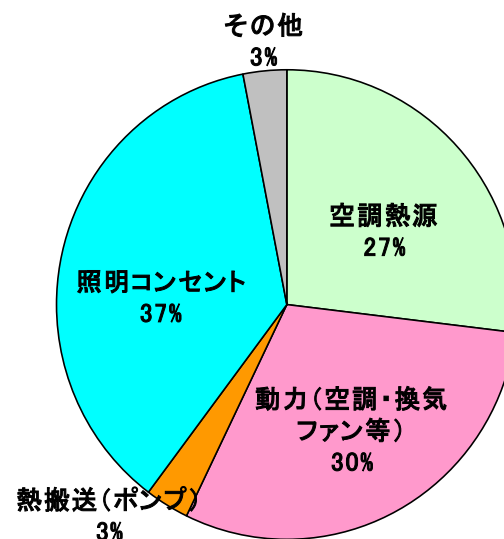
出典) ZEBロードマップ検討委員会とりまとめ(2015年12月)

ZEB化のための課題

日本の最終エネルギー消費量構成



事務所ビルのエネルギー消費量構成



出典)

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業(建築物に係るもの)・(BEMS導入支援事業)平成11~21年度補助事業における成果の総合的分析成果報告書」(平成24年2月)を元に、日建設計総合研究所作成

液冷空調システム

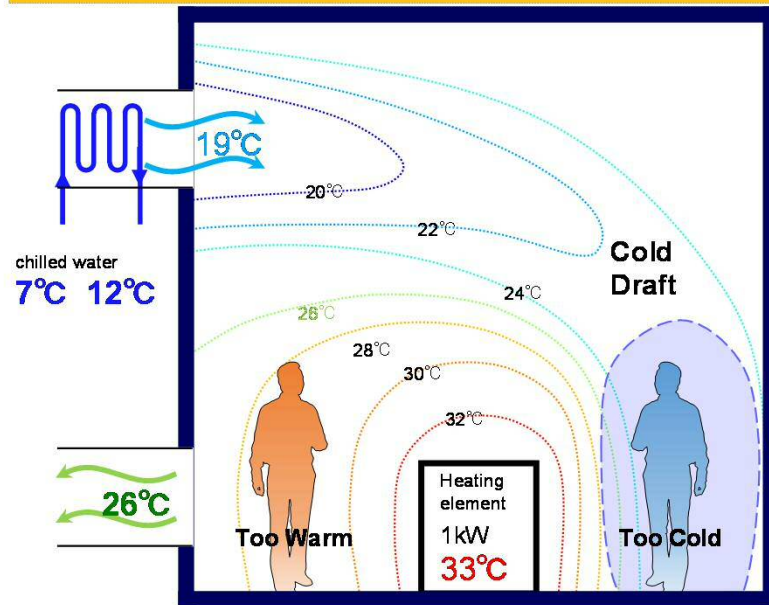
ZEB空調の一つのプロトタイプ

快適性の向上と一層の省エネルギーを実現できる技術

液冷空調システムのコンセプト

- 内部熱負荷を発生源から除去

従来システム

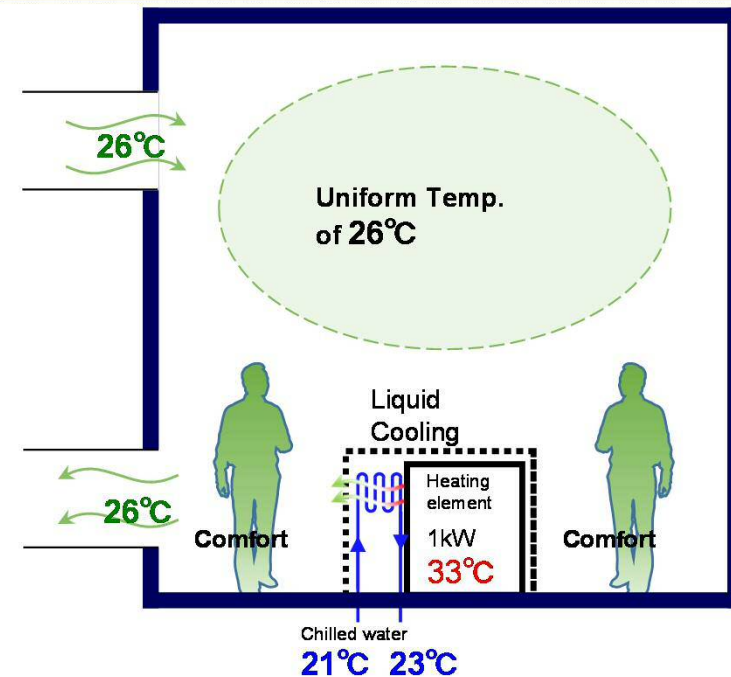


Generated Heat disperses into Room

低温冷水(7°C)が必要

温度分布ができ室内温熱環境にばらつき

液冷空調システム



Generated Heat is removed at Source

高温冷水(21°C)で処理が可能

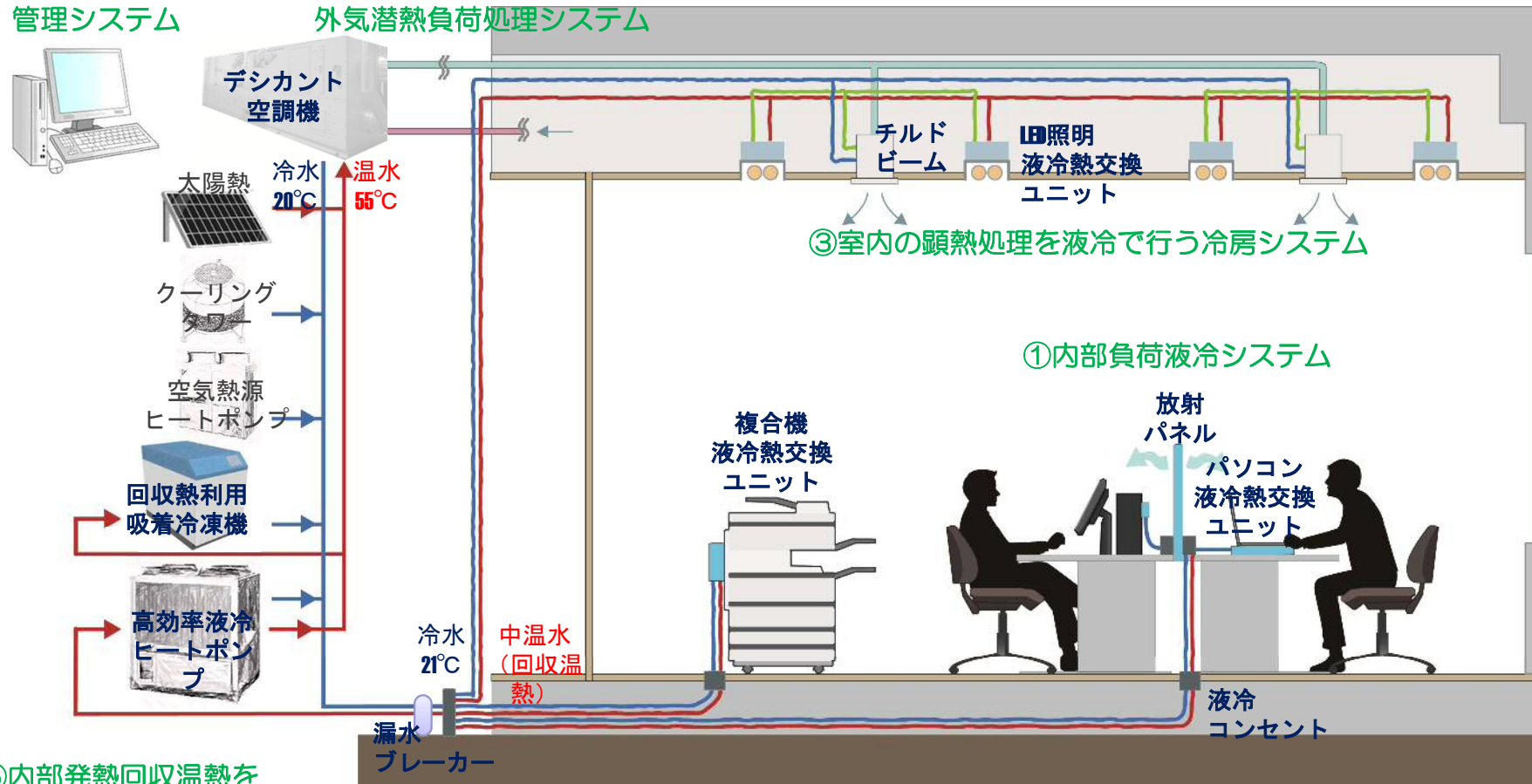
温度分布が少なく室内温熱環境向上

空調用エネルギーの大幅な削減と室内温熱環境の飛躍的向上が可能

液冷空調システムイメージ

⑥ ZEBエネルギー管理システム

② ヒートポンプ熱源デシカントによる外気潜熱処理システム



⑤ 内部発熱回収温熱を有効利用する熱源システム

④ 建物内液冷配水・接続システム

NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）助成事業

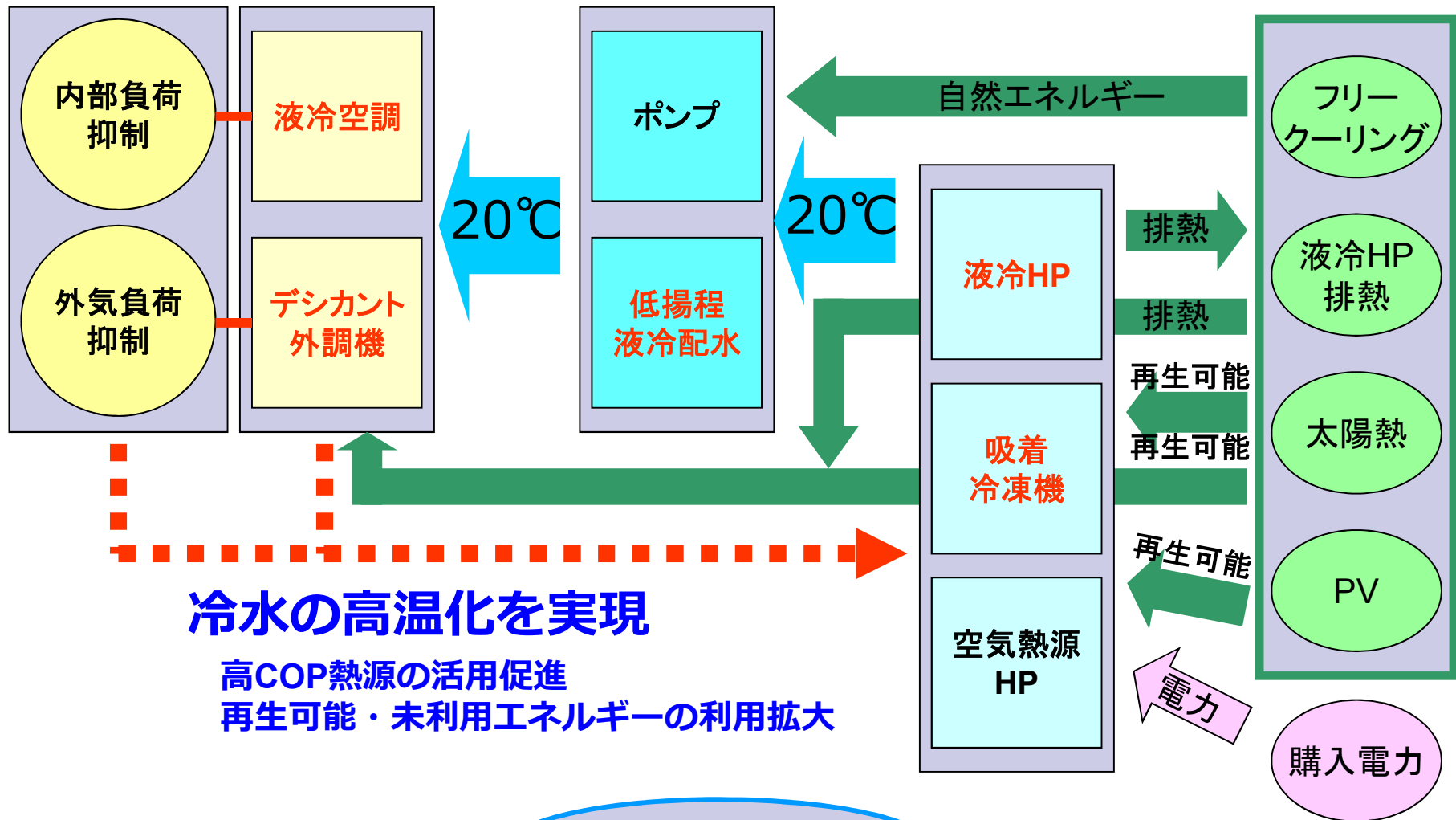
“戦略的省エネルギー技術革新プログラム／実用化開発／業務用ビル液冷空調システムの開発”として(株)日建設計総合研究所、大成建設(株)と共同で提案実施

共同研究機関：東京大学生産技術研究所、山口大学、神奈川大学

システム連携によるZEB促進

熱負荷 空調機 熱搬送機器 熱源機器 使用エネルギー

負荷抑制 潜顕分離処理 高効率熱搬送 高効率熱製造 非化石エネルギー活用



冷水の高温化を実現

高COP熱源の活用促進
再生可能・未利用エネルギーの利用拡大

ZEBエネルギー管理

システム全体の統合監視

液冷空調システムのメリット

省エネ・快適性向上 (内部負荷の局所処理)

- ・熱の拡散混合抑制
- ・パーソナル環境制御

結露リスク軽減／空気質向上

- ・衛生的室内環境の実現
(カビ抑制)
- ・ドレインレスシステム

熱源システムCOPの向上

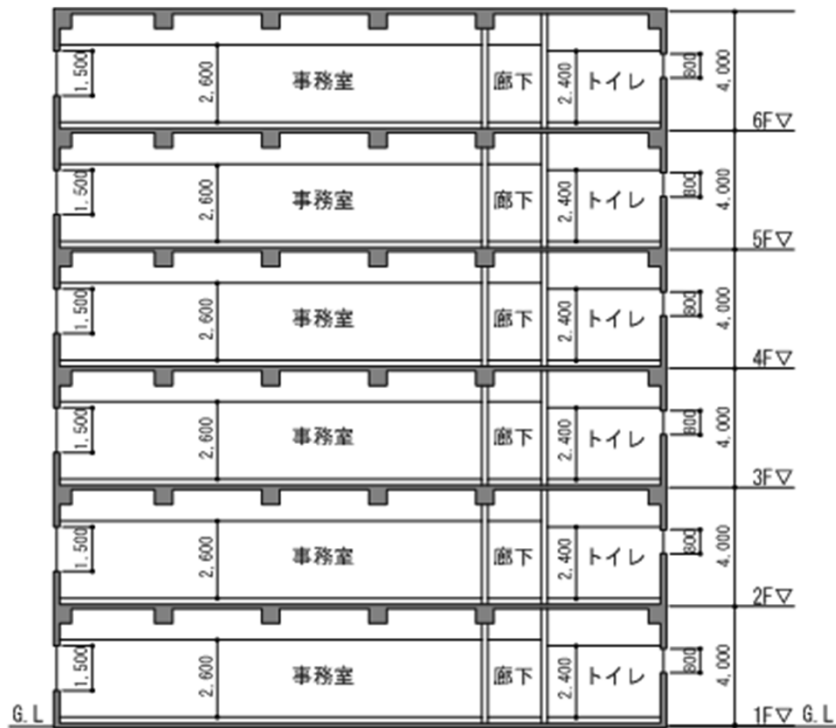
- ・冷水温度18°C以上
- ・自然／再生可能エネルギー
利用促進
- ・排熱回収利用促進(液冷HP)

熱エネルギー搬送効率の向上

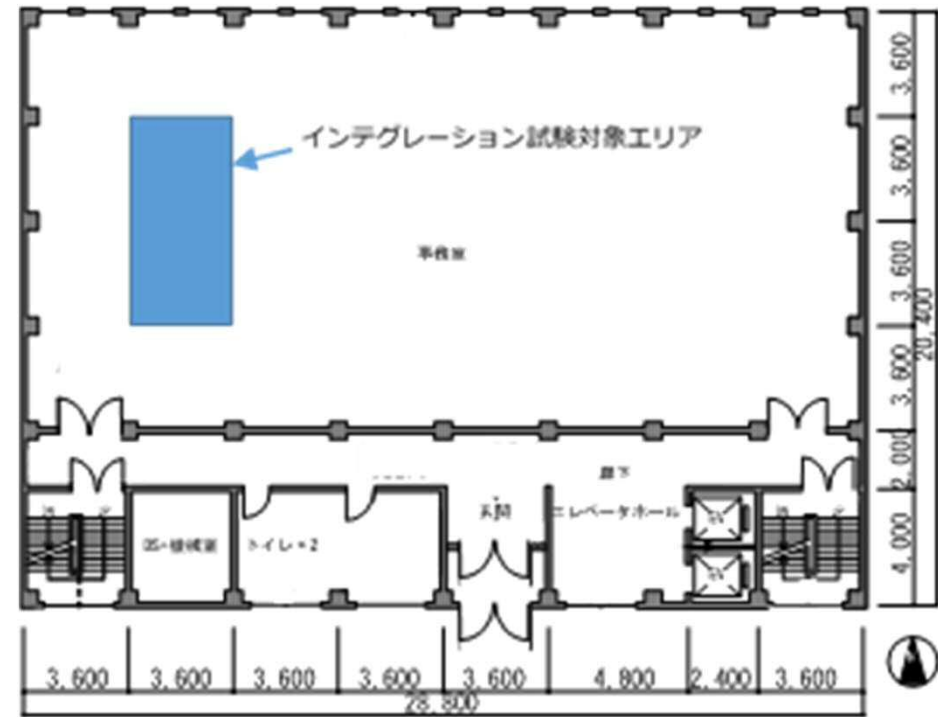
- ・水による熱搬送
熱容量: 水 > 空気(約4倍)
粘性係数: 水 < 空気(約1/15)

建物モデルと実証試験対象エリア

- 6階建て、約3,500m²の事務所ビルに対して、液冷空調システムを導入することを想定してのシステム開発
- 平面図に示すエリアを対象として個別要素を統合した実証試験を実施



対象建物の立面図



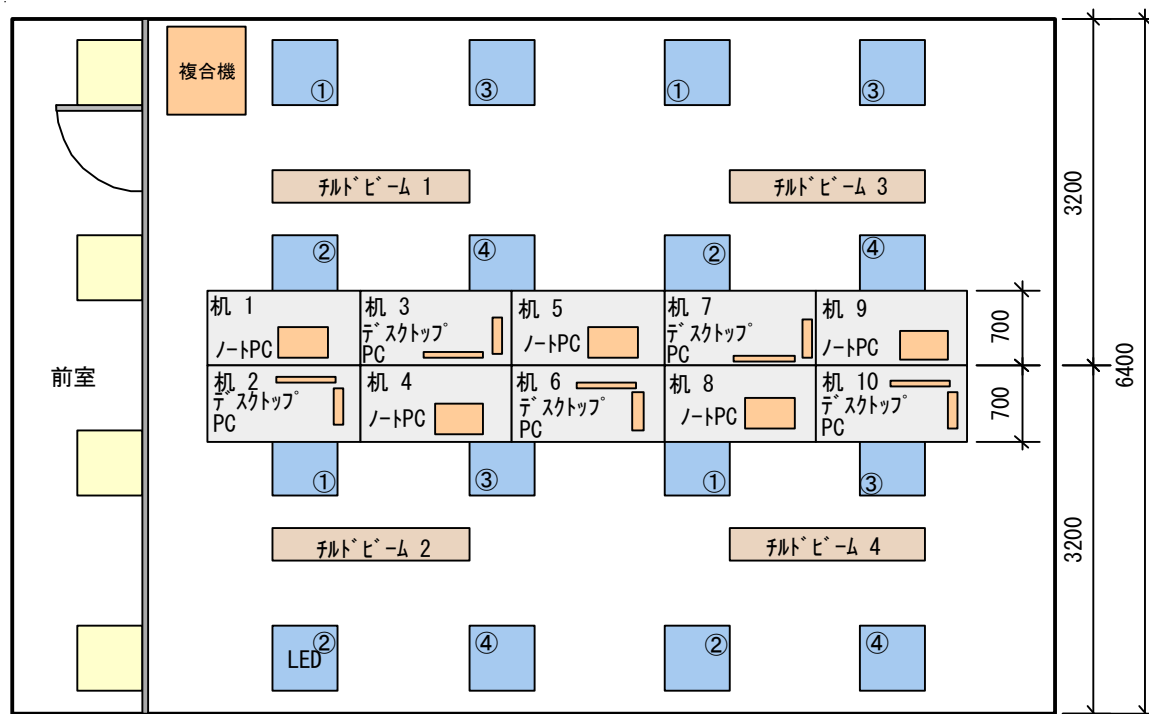
対象建物の平面図

実証試験による効果確認

- 開発した要素技術を統合した実証試験を実施し、省エネ効果と温熱環境を確認



実験室の状況



※実証試験システムは、大成建設(株)技術センター空調システム実験室に構築
(6,400 mm × 8,350 mm × 高さ 2,800 mm : 53.44 m²)

液冷熱回収ユニット

●特徴

- ・業務用ビルのOA・照明機器排熱を**直接、液冷熱交換ユニット**で回収
- ・業務用ビル内の**レイアウト変更**にも対応可能なシステム

●概要

・21°C程度の**高温冷水**を放射パネルやチルドビームとカスケード利用

- ①デスクトップパソコン ②ノートパソコン ③アンビエントLED照明



PCラックに熱交換器設置



CPU負荷率	100%	50%
熱回収率	56%	62%

CPU負荷率	100%	50%
熱回収率	94%	97%

発熱部位	全体	裏面
熱回収率	47%	75%

ヒートポンプ熱源デシカント空調システム

●特徴

- ・低温再生の高分子収着剤を利用 → 未利用熱(熱源排熱)が利用可能
- ・自然エネルギー(太陽熱)が利用可能
- ・高性能な湿度制御が可能な潜顕分離空調方式

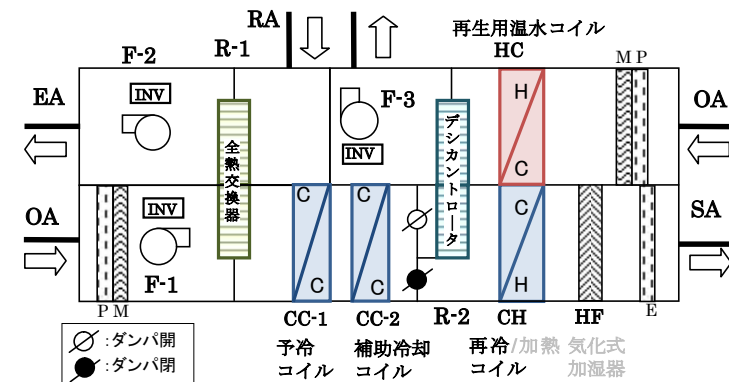
●概要

- ・各運転条件下でシステムCOP2以上を達成

*システムCOP: 外気処理熱量 / (搬送動力 + 熱源動力)

	人員密度 [人/m ²]	外気風量 [m ³ /h]	外気温度 [°C]	外気湿度 [g/kg(DA)]	システム COP
設計	0.2 (100%)	294	33.5	18.9	2.20※
運用	0.1 (50%)	148	32	19.2	2.67
	0.07 (35%)	105	31.2	17.5	2.47
	0.05 (25%)	73	29.4	17.4	2.28

※設計条件(100%)運転時は試験設備上の制約による搬送動力の増大を考慮した評価



放射冷房システム

●特徴

- ・人体顕熱負荷処理向けに**液冷放射冷房システム**を利用
- ・天井放射パネルには**アクティブチルドビーム**を採用

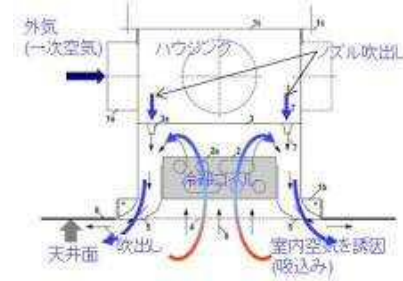
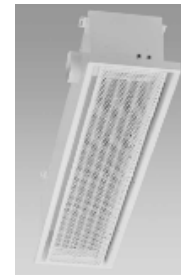
●概要

- ・従来品(パイプ式)より**高効率(冷却能力約3倍)**のパーティションパネル
- ・チルドビームと放射パネル**併用によりワークプレイスの温熱環境を向上**

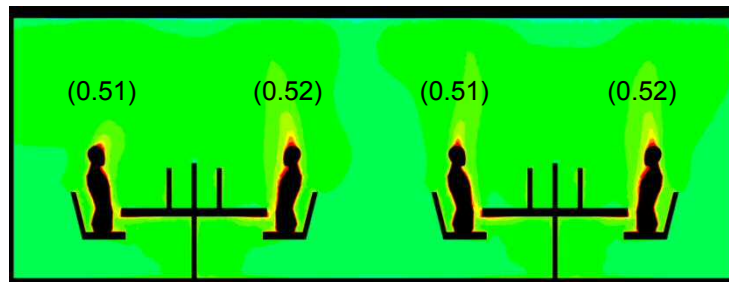
①パーティションパネル



②アクティブチルドビーム(クランツ社)

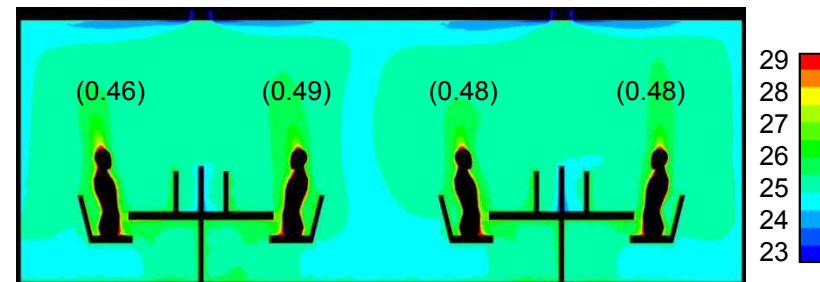


◇温熱環境シミュレーション結果比較



a)放射天井パネルのみ

PMVが
向上



b)アクティブビーム+パーティションパネル

建物内液冷配水、接続システム

●特徴

- ・負荷変更に対応可能かつ簡便に対応可能
- ・搬送動力の低減

●概要

- ・ノンリークカプラ(リーク量0.03ml)を利用した液冷コンセントの開発
- ・搬送動力が熱回収量の10%以下(2.85~4.12%)のシステム構築



液冷コンセント



配水ユニット

CASE	人員密度条件	机通水	発熱量 W	回収熱量 (Q) W	1スパンエリア流量 L/min	水頭 kPa	軸動力(S) W	搬送動力の回収エネルギー比(S/Q) %
S1-1	100%	10席	2504	2173	15.63	120	62.5	2.88
S1-1			2491	2021	14.69	120	58.8	2.91
S2	50%	10席	1970	2049	15.69	120	62.8	3.06
S3		5席	1933	1742	11.78	120	47.1	2.70
S4	35%	10席	1710	1678	15.65	120	62.6	3.73
S4		10席	1716	1675	15.61	120	62.4	3.73
S5		4席	1717	1597	11.37	120	45.5	2.85
S6	25%	10席	1532	1522	15.67	120	62.7	4.12
S7-1		3席	1506	1408	10.11	120	40.4	2.87

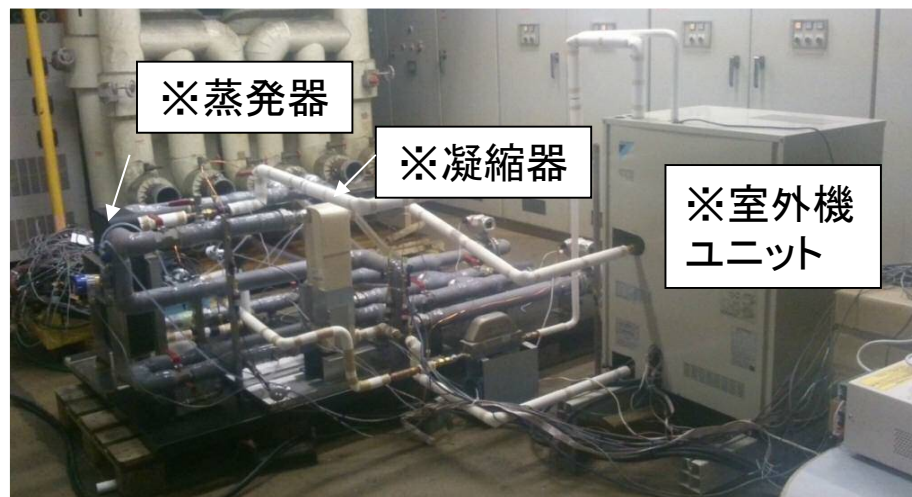
回収温熱有効利用熱源システム

●特徴

- ・液冷システムに適した高効率熱源機器 (ZEB空調用、低エクセルギー空調用熱源機器)
- ・冷水の高温化(20°C)による熱源機COPの向上

●概要

- ・高効率液冷用ヒートポンプ: 20°C冷水、55°C温水同時取り出し、COP7.2
- ・太陽熱利用吸着冷凍機: 温水温度55°C以下でも冷水製造が可能



高効率液冷用ヒートポンプ試作機



回収熱利用吸着式冷凍機試作機

ZEBエネルギー管理システム

●特徴

- ・ZEB実現に不可欠な**エネルギー管理システム**
- ・建物内の情報を統合した**最適運転支援システム**
- ・**最小のエネルギー**で**良好な室内環境**を維持可能

●概要

- ・LCEMをベースにシミュレータを構築

機器の運転状況をリアルタイムで監視、実績値と計算値を比較し、
運転状況の確認、最適な運転方法を決定できる



エネルギー収支、快適性表示画面



最適運転検討画面

ZEBエネルギー管理システムの画面例

室内温熱環境の評価

■ 室内環境シミュレーションと実証試験により温熱環境を確認

[室内温湿度条件]

温度: 25.5°C、湿度: 66%(露点: 18.7°C)

[冷水温度]

21°C

・シミュレーション解析

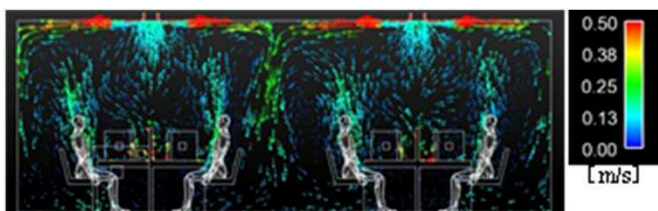
年間を通して居住域の温熱環境

-0.5 ≤ PMV ≤ 0.5を確認

・実証試験

定常状態で居住域の温熱環境

-0.5 ≤ PMV ≤ 0.5を確認



室内気流(シミュレーション結果)



室内温度(シミュレーション結果)

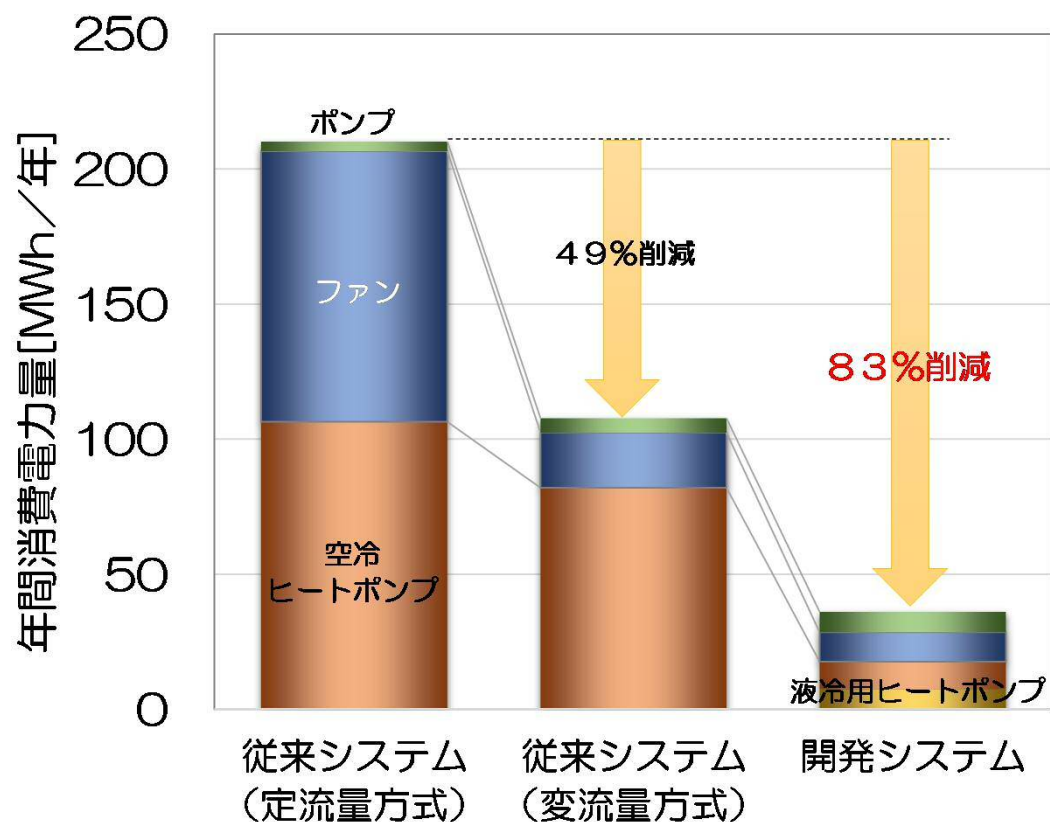
図中の数値
(): PMV
[]: MRT

複合機		室内温熱環境(実証試験結果)				
		0.51	0.50	0.49	0.50	0.49
前室	机1 ノートPC	机3 デスクトップPC	机5 ノートPC	机7 デスクトップPC	机9 ノートPC	
	机2 デスクトップPC	机4 ノートPC	机6 デスクトップPC	机8 ノートPC	机10 デスクトップPC	
		0.49	0.48	0.47	0.48	0.51

人員10人 10席通水

年間使用エネルギーの試算結果

- 液冷空調システムは、従来システムに比べ、年間空調用電力消費量を83%削減された。
- 液冷空調システムは、ZEBの空調システムとなりうることを確認



従来システムとの電力消費量比較