

床ふく射空調 ユカリシステム 冷房体感会
体育館空調について

三菱重工冷熱株式会社

目次

- 1. 体育館空調計画のポイント
- 2. ユカリラ YGS（鋼製床）
- 3. 体育館の室内・床下流路 気流解析例
- 4. ユカリラ YGSタイプの省エネルギー効果
- 5. 体育館空調受注の流れ
- 6. 施工・提案事例



1. 体育館 空調計画のポイント

1.対流空調での問題点

ランニングコストの増加

- ・空間全体が空調範囲となる

※対流空調においても吹出口、吸込みの位置で置換空調を計画されることが多いが冬季の暖房時には全体空調になってしまう。

温度分布が不均一

- ・特に冬季においては垂直温度分布の上下の温度が大きくなる。
- ・冬季活動域での設定温度まで上昇させることが困難である。

室内の気流速度的大

- ・バドミントン・卓球など球技によっては空調を停止することもある。

体育館に機器・ダクトなどの露出



2.省エネ対応

建築計画

- ・屋根・外壁・窓などの断熱性・遮熱性の確保
- ・東西面窓の最小化
- ・南面窓庇による遮光

全熱交換機の採用

- ・空調機に全熱交換機を組み込む
- ・換気システムに全熱交換機を組み込む

外気量の絞り込み

- ・必要最小限の外気量設定とする（法令順守）
- ・CO2制御により外気量を絞り込む

電力の低減

- ・高効率機器の採用
- ・インバーターファンの採用
- ・ダクト流路の低圧損化



3.避難所対応

非常用電源設備の設置

- ・非常用発電機（A重油、バルクシステム）
- ・LI電池
- ・太陽光発電設備

パッケージ屋外機GHPの採用

- ・都市ガスまたはバルクシステムによる燃料供給

居住域の確実な空調方式の採用

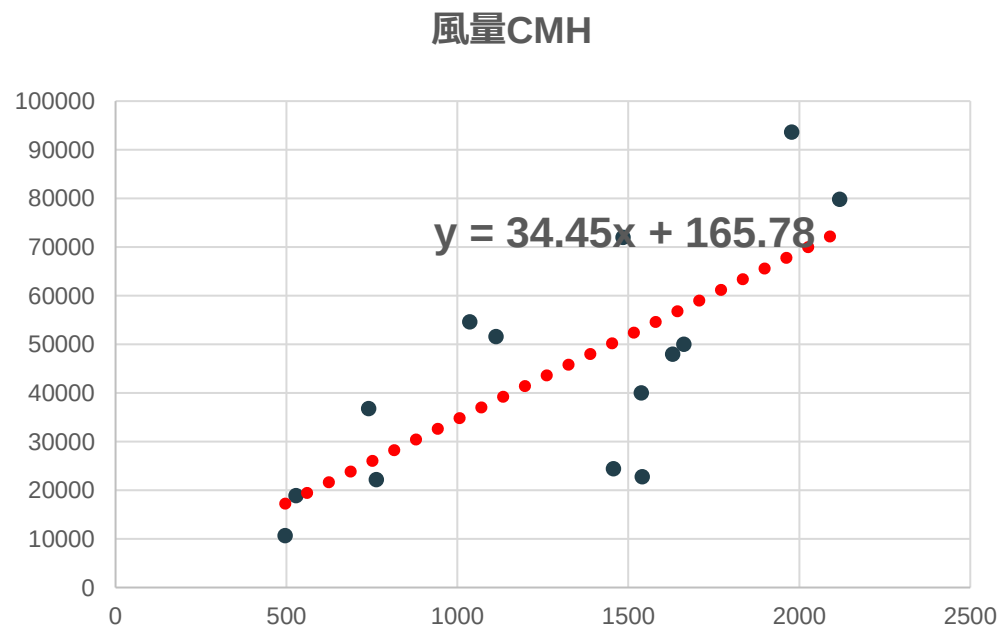
- ・床面輻射冷暖房システム-簡易間仕切り設置状況でも機能する空調方式



気流1m/ S 以下（一般）

気流0.15m/ S 以下（バドミントン、卓球）

案件名	床面積m2	風量CMH
某体育館（滋賀県）	1630	48000
某体育館（大阪府）	1662.5	50000
某体育館（京都府）	2118	79800
某体育館（京都府）	1538	40000
某体育館（大阪府）	1978.3	93600
某体操場（神奈川県）	1457	24420
某体操教室（神奈川県）	496	10660
某スタジオ（東京都）	528	18920
某体育館（東京都）	1485	72000
某中学校体育館（東京都）	1113	51600
某防災センター（新潟県）	1036	54600
某体育館（島根県）	763	22200
某体育館（宮城県）	1540.7	22800
某ホール（東京都）	741	36800

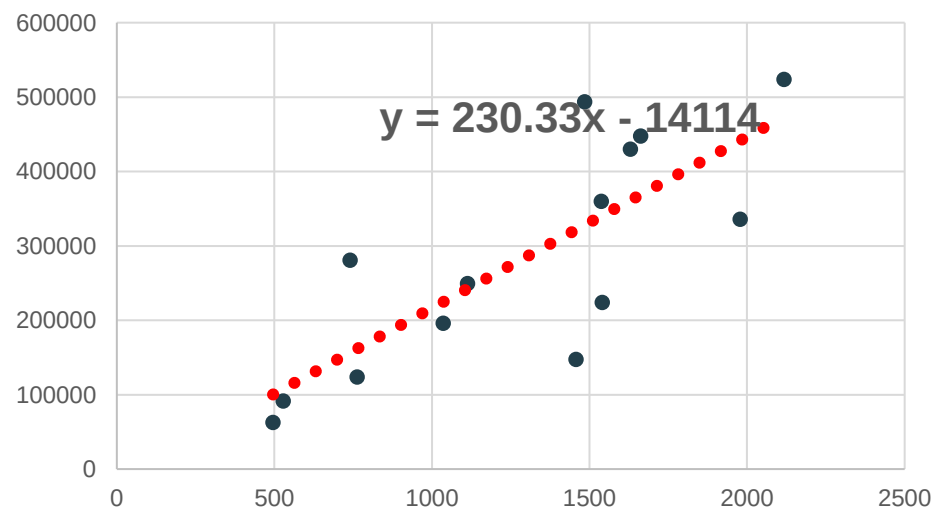


空衛学会 夏季DB25~28℃ RH 50~65% 100~180W/ m2

室内温度 26℃ 某体育館（宮城県） 26~28℃

案件名	床面積m2	冷房負荷
某体育館（滋賀県）	1630	430000
某体育館（大阪府）	1662.5	448000
某体育館（京都府）	2118	524020
某体育館（京都府）	1538	360000
某体育館（大阪府）	1978.3	336000
某体操場（神奈川県）	1457	147440
某体操教室（神奈川県）	496	63020
某スタジオ（東京都）	528	91480
某体育館（東京都）	1485	494000
某中学校体育館（東京都）	1113	249300
某防災センター（新潟県）	1036	196000
某体育館（島根県）	763	124000
某体育館（宮城県）	1540.7	224000
某ホール（東京都）	741	281000

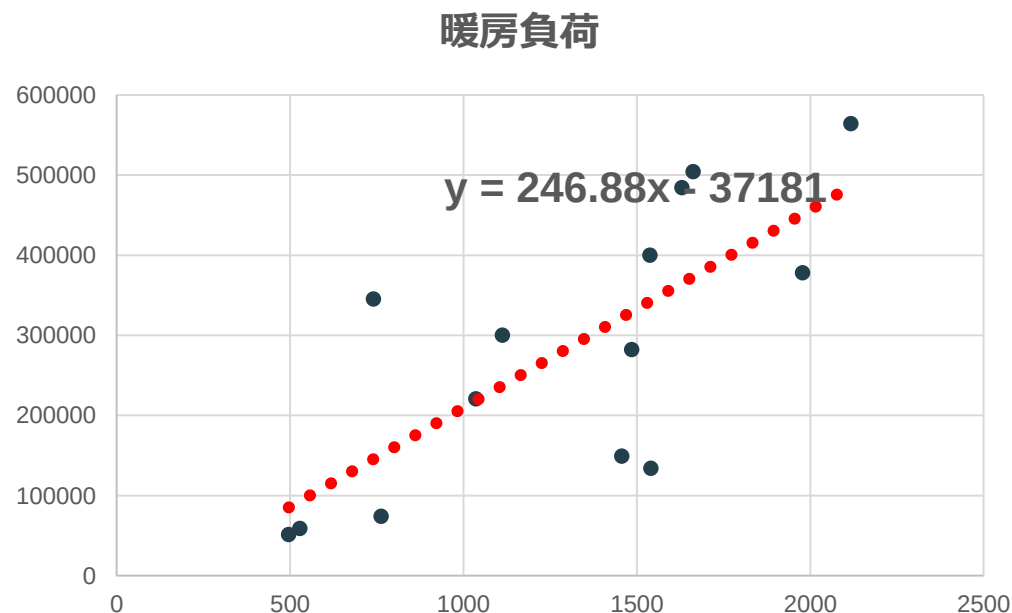
冷房負荷



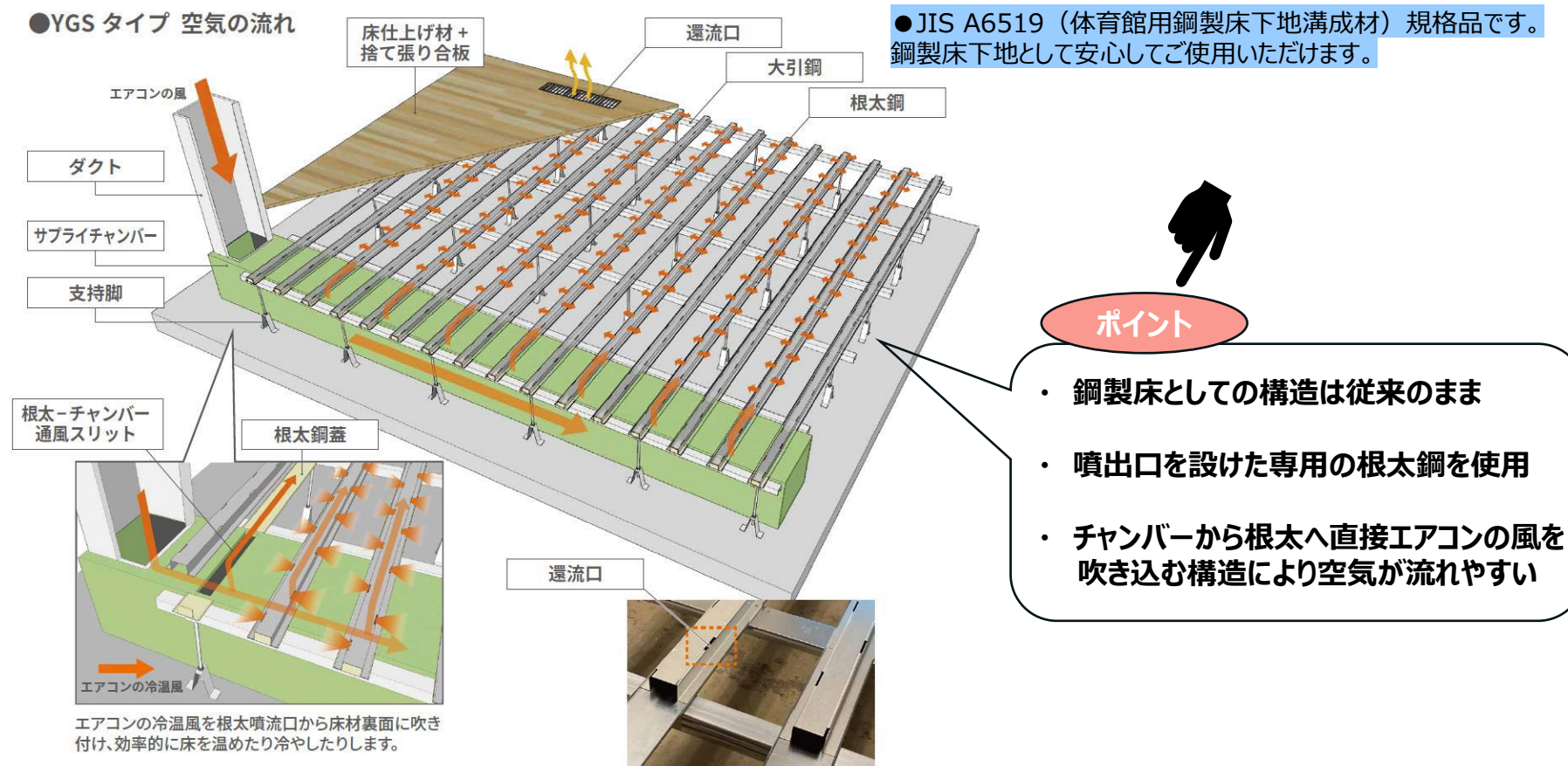
空衛学会 冬季DB13~18℃ RH 50% 70~180W/ m2

室内温度 20~22℃ 某体育館（宮城県） 10~15℃

案件名	床面積m2	暖房負荷
某体育館（滋賀県）	1630	484000
某体育館（大阪府）	1662.5	504000
某体育館（京都府）	2118	563920
某体育館（京都府）	1538	400000
某体育館（大阪府）	1978.3	378000
某体操場（神奈川県）	1457	148980
某体操教室（神奈川県）	496	51230
某スタジオ（東京都）	528	58850
某体育館（東京都）	1485	282200
某中学校体育館（東京都）	1113	300000
某防災センター（新潟県）	1036	220500
某体育館（島根県）	763	74000
某体育館（宮城県）	1540.7	134000
某ホール（東京都）	741	345000



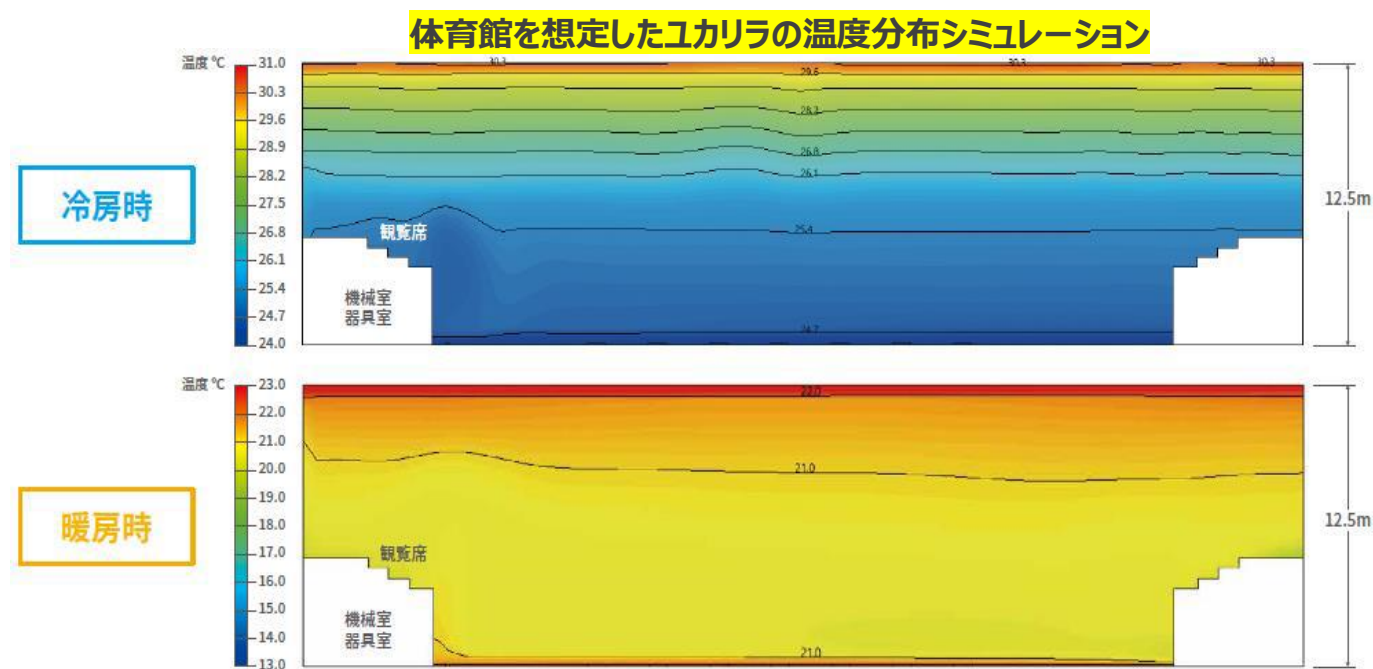
2.ユカリラYGS（鋼製床）



- ① エアコンからの空調暖気・冷気を、ダクトを通じて床下のチャンバーに送り、チャンバーに接続した根太鋼に送り込みます。
- ② 根太鋼の噴出口から空気を床裏に吹き付けることで、床面を加湿・冷却します。
- ③ 根太鋼から床下に吹き出した空気は還流口から室内に放出され、床からのふく射熱と合わせて空間を冷暖房します。

床付近の活動エリアを重点的に冷暖房

全体を空調する方式(対流式など)と違って、**活動エリア(床から8m程度を重点的に冷暖房**できるため、**省エネ・省コスト**につながります。



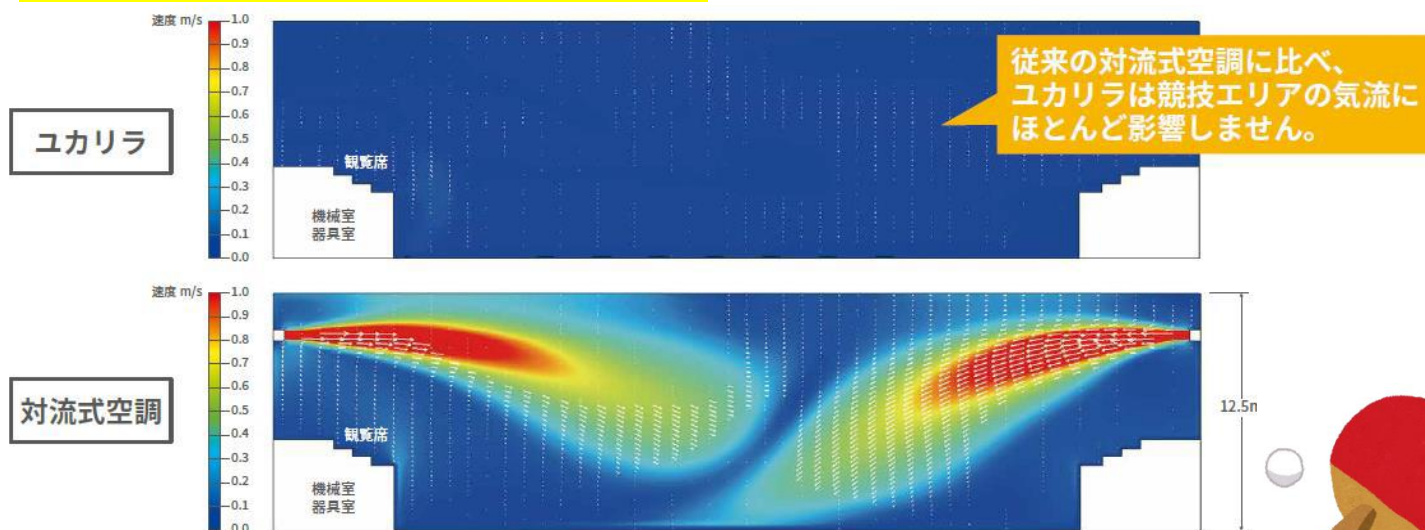
【設定条件】空間サイズ：49.2×43.7天井高さ12.5m 吹出風量22.800m³/h
床上1.1mの温度が冷房時24°C、暖房時21°Cになるように設定

ユカリラは床からのふく射も併用した方式により、利用者の活動エリアを中心に効率的な冷暖房ができます。

気流を感じさせない穏やかな温熱環境

卓球やバドミントンなど、空調の気流により競技に影響の出やすいスポーツに最適です。

体育館を想定した風速分布シミュレーション



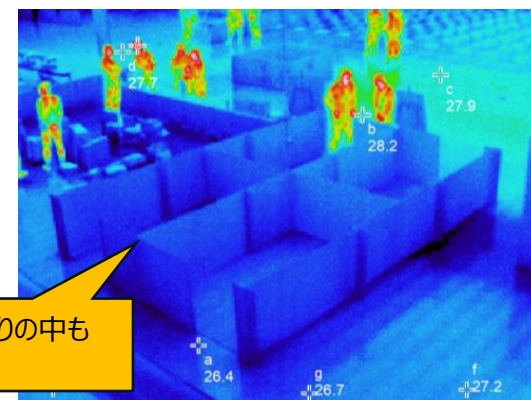
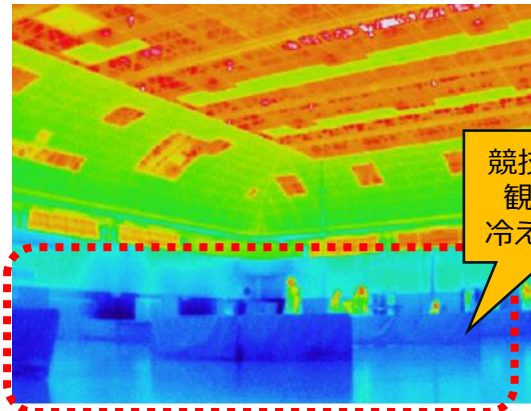
【設定条件】空間サイズ：49.2×43.7×天井高さ12.5m 吹出風量22.800³/h

還流口から噴き出す気流は直ぐに拡散されるため、**0.1m/s以下**の風速となります。

※参考：バドミントンを行う施設設計基準風速…**0.15m/s以下**
(空気調和衛生工学会)



- ・避難所として使用する場合、間仕切りが空調に影響しません
- ・床面全体をムラなく冷暖房するので、**場所による快適性の差が少なくなります**
- ・**床が温まるので、冬の底冷えも避けることができます**



間仕切りがあっても快適な温度

『ユカリラ』を導入した体育館で実際に冷房運転を行い、サーモグラフィカメラによる撮影を行いました。

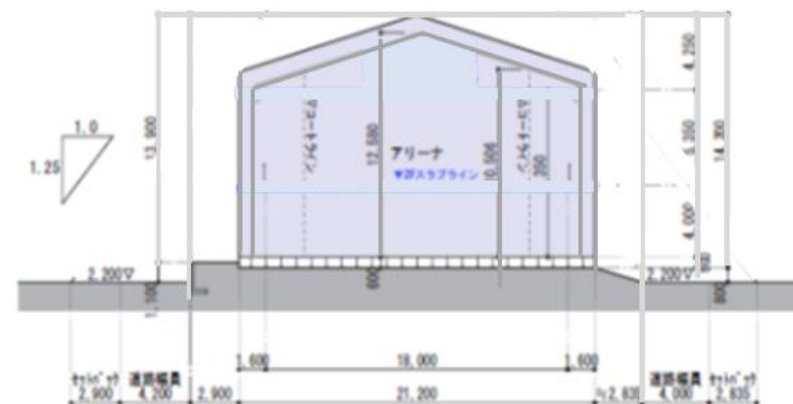
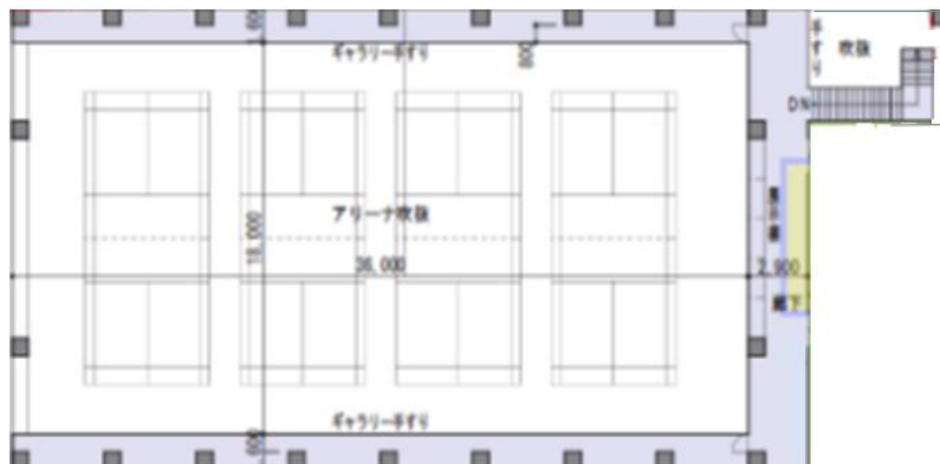
天井付近は暑くなっていますが、床近くの競技エリアや観客席は25°C程度であり、冷房が効いていることがわかります。

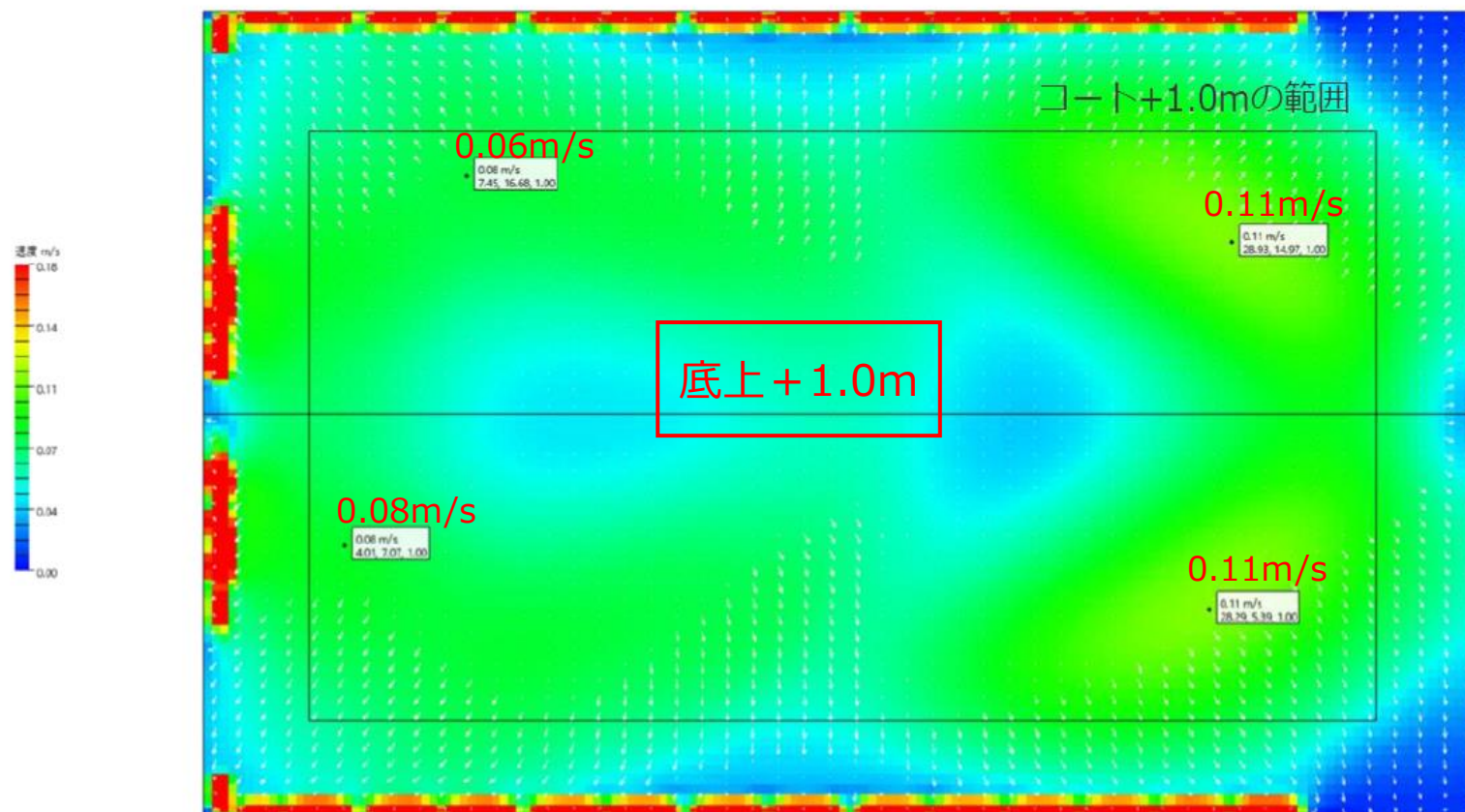
また、間仕切りを置いた場合でも、床面が均一に冷えているので、場所によらずどこでも涼しくなっていることがわかります。



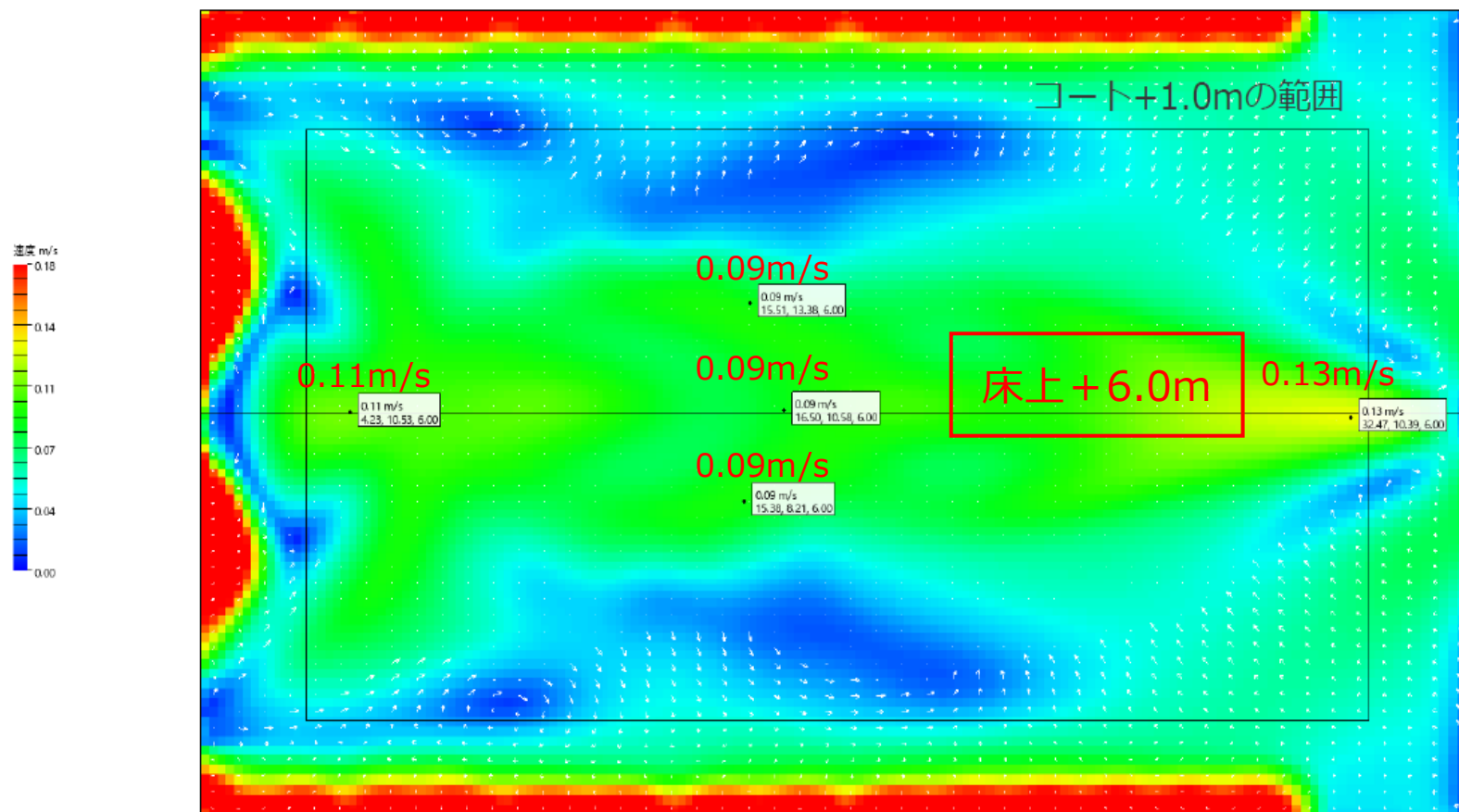
サーモグラフィカメラによる撮影（ユカリラ冷房運転時の体育館内）

3. 体育館の室内・床下流路 気流解析例

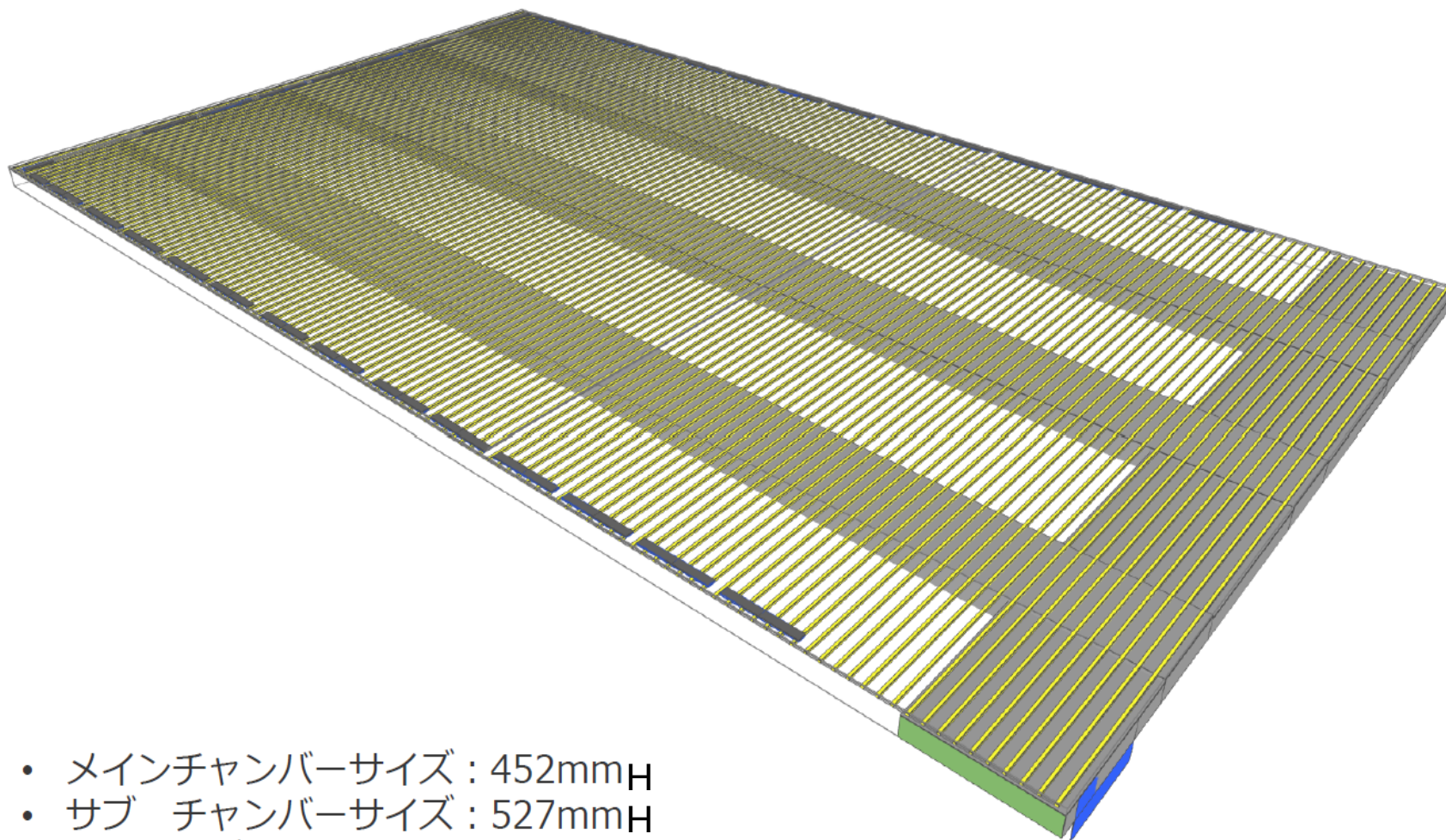




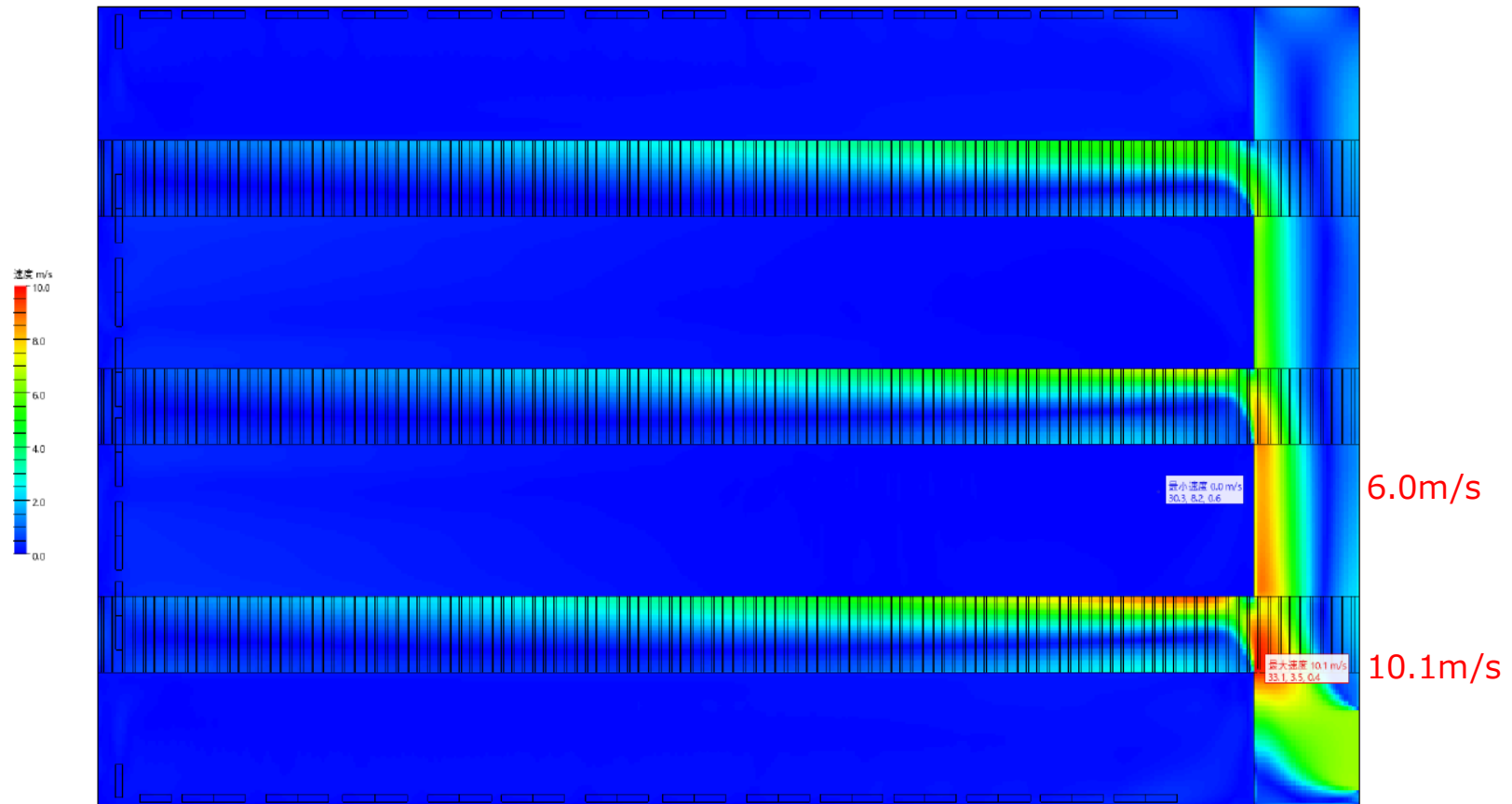
気流 0~0.15m/s



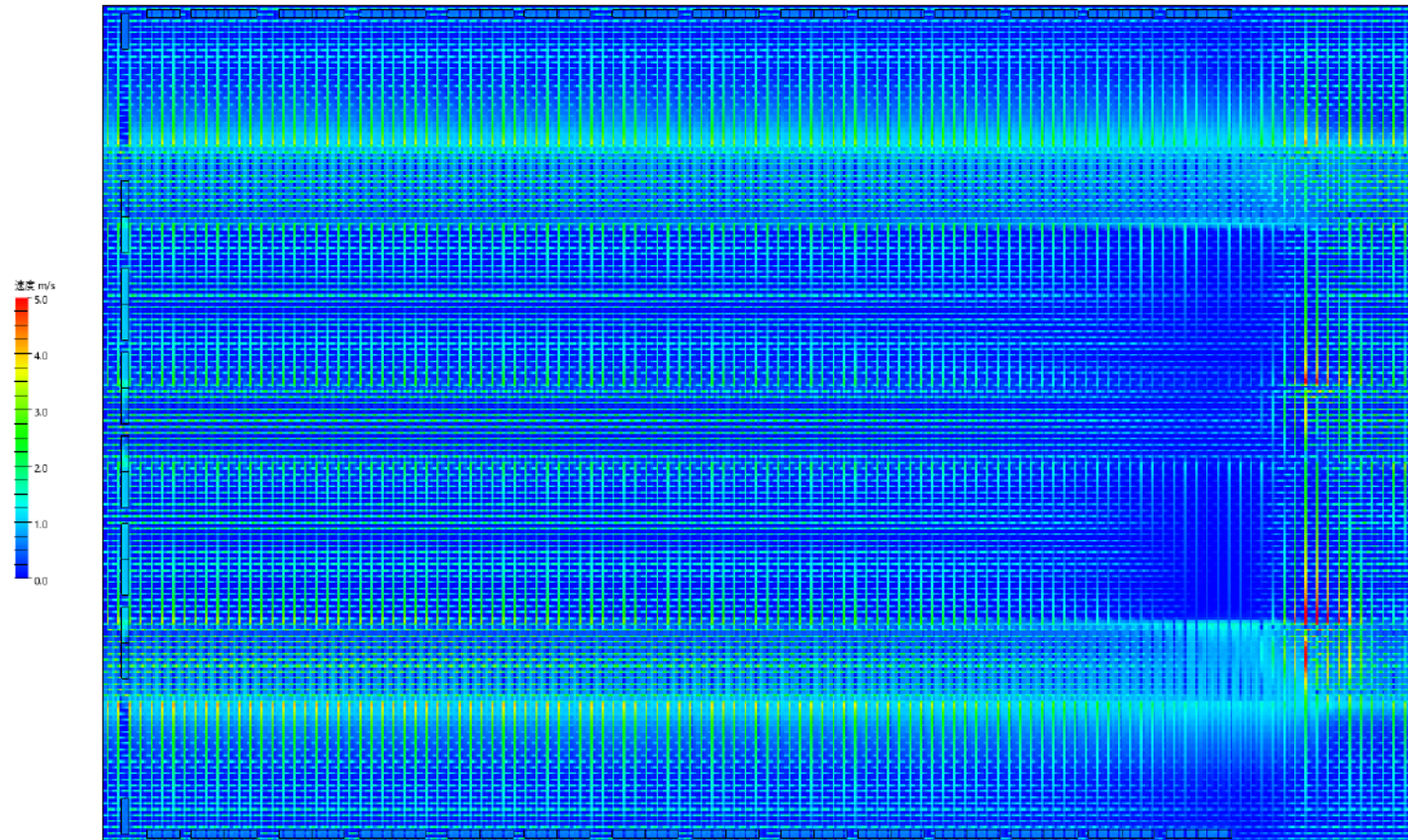
気流 0~0.15m/s



- メインチャンバーサイズ : 452mmH
- サブ チャンバーサイズ : 527mmH
- 根太サイズ : 40mm×60mm



☆最大風速 : 10.1m/s



☆均一に根太から風が噴流している

4.ユカリラYGSタイプの省エネルギー効果

- ユカリラは空調空気を床下に吹き込み床面から室内に吹き出すため、床面近くが最も冷暖房の効果が得られやすい
(=床面に近いほど涼しいor暖かい)
- 空気は暖かいほど軽く冷たいほど重いため、暖かい空気は上昇し冷たい空気は下に溜まりやすくなる。

冷房の場合

床面近くが涼しく、涼しい空気が床面～活動エリアのあたりにとどまるため、天井面近くに涼しい空気が逃げず、活動エリアを重点的に冷房できる。



ユカリラでの冷房運転イメージ

床付近に涼しい空気が留まるため、活動エリアを中心に冷房できる



ユカリラでの暖房運転イメージ

床付近が暖かいから天井に暖かい空気がたまることなく活動エリアが暖かい！

ユカリラは冷房・暖房ともに活動エリアを効率的に空調できる

前述のCFD計算モデルを用いて、同じ能力・風量のアコンを用いた場合の対流空調/ユカリラの
床高さ1.0mにおける空気温度をそれぞれシミュレーションし、
その結果をもとに「床高さ1.0mで同様の温度になるときの消費エネルギー」を推定した。

→ 冷房・暖房ともに10%程度の削減になる見込み

冷房運転			暖房運転		
床上1.0m高さ での温度[℃]	消費エネルギー※		床上1.0m高さ での温度[℃]	消費エネルギー※	
	対流[-]	ユカリラ[-]		対流[-]	ユカリラ[-]
25	100	88	20	100	89

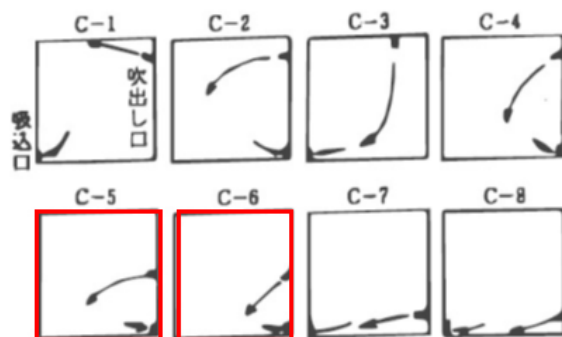
※対流空調の消費エネルギーを
100として表現

12%削減

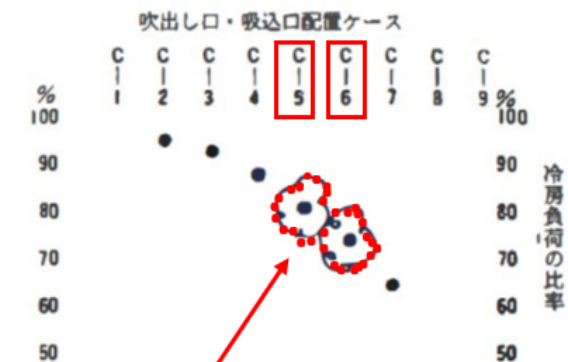
11%削減

冷房・暖房ともに11%程度の削減となる見込み

大空間の空調方式と熱負荷



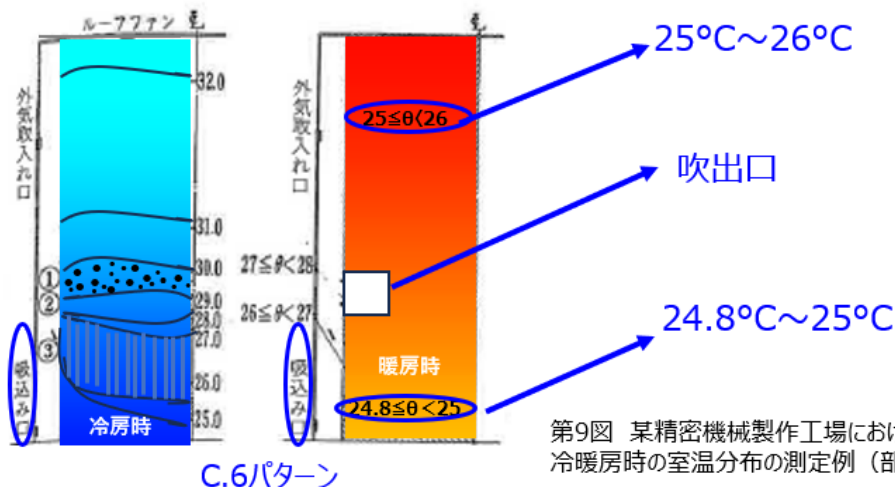
第12図 基準模型における吹出し口、吸込み口配置



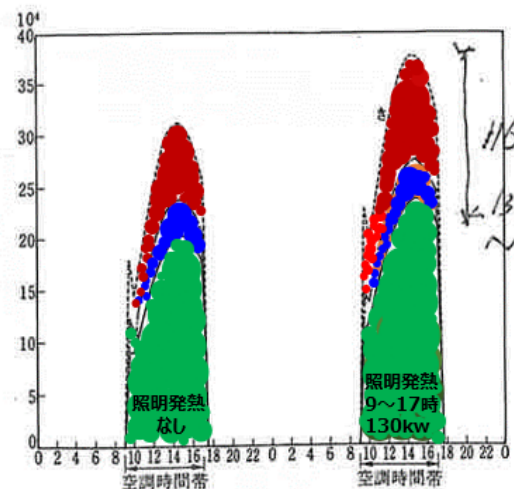
第13図 各種吹出し口、吸込み口配置における冷房時の熱負荷の較 (C-1の全域空調の場合の負荷を100%とする)

75~80% ※C-5,6ケース ユカリラ相当と推定

部分空調の有効性



第9図 某精密機械製作工場における冷暖房時の室温分布の測定例 (部分空調方式)



第14図 部分空調の経済性の比較 (36×36×36mの大空間建物、建物壁体は12cmコンクリートで外気に接する。冷暖時)

5. 体育館 空調受注の流れ

■建物概要

- ・建築主
- ・設計者(設計事務所/ゼネコン)
- ・建物種別及び新築・改築
- ・工程(基本計画・実施設計・工事(着工・竣工))
- ・空調機械室・屋外設置場所

■空調設備概要

- ・空調設計条件(熱源方式・ユカリラ空調範囲・加湿の有無・換気方式
換気量・在室人員)
- ・建設他の特殊条件(温泉地・海のそばなど室外機仕様に影響する条件)
- ・各種規制:隣接地境界での騒音値

建築基準法:一人当たりの換気量 $20\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$
24時間換気(シックハウス対策)住宅 $0.5\text{回}/\text{h}$ 、その他 $0.3\text{回}/\text{h}$
ただし天井 11.5mH 以上の高さの居室 $0.1\text{回}/\text{h}$
興行場法:空調床面積 1m^2 あたり $25\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$

■ 建築計画とりまとめの流れ

① 官公庁案件

役所担当部署で基本構想

ex. 災害機器管理課：避難所整備
スポーツ課：体育館空調



基本計画（設計事務所）



実施設計（設計事務所）



受注業者決定

← 基本構想の支援（ユカリラチーム）
概略計画/概算金額出し

← 基本構想の支援（ユカリラチーム）
基本計画/金額出し

← 実施構想の支援（ユカリラチーム）
実施図/見積提出

← 見積提出

※各段階でどこまで支援するか設計事務所に確認必要

ex. 空調負荷計算、設計図図面とりまとめ

※既設も建屋であれば現調竣工図の確認必要

【ユカリラチーム】

- ・株式会社ユカリラ
- ・大建工業株式会社
- ・三菱重工冷熱株式会社

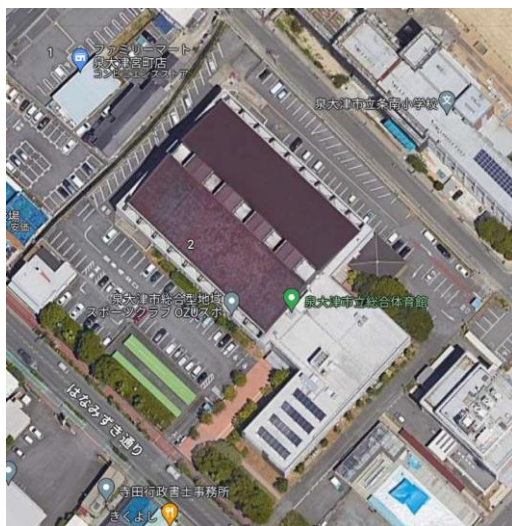
6. 施工・提案事例

全空気式 床ふく射冷暖房システム

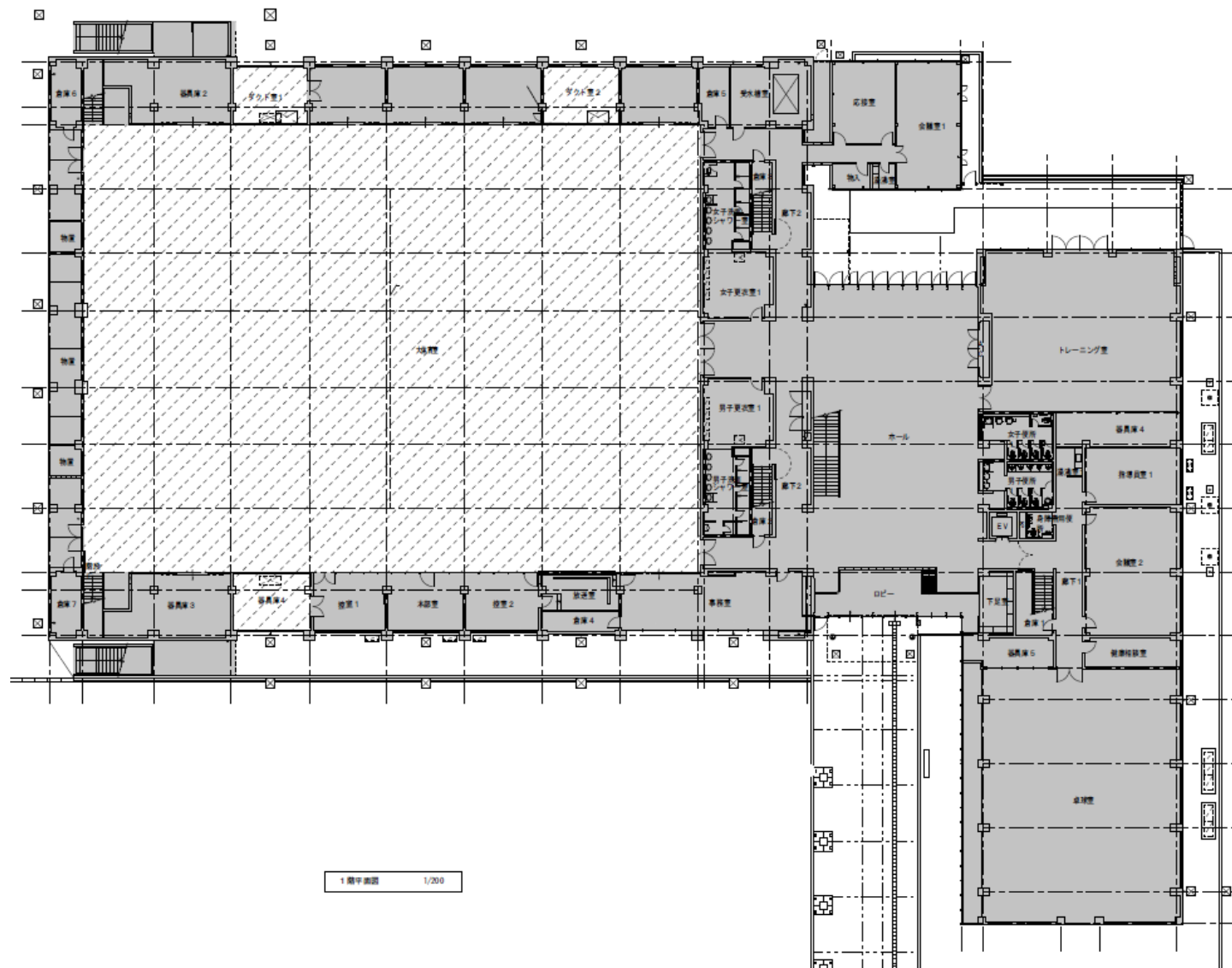


WARM & COOL

■ 泉大津体育館 (1567m²)



■ 案件名	泉大津市立総合体育館
■ 住所	大阪府泉大津市宮町2番50号
■ 発注者	泉大津市
■ 設計者	株式会社土屋総合設計
■ 発注者	泉大津市
■ 受注の流れ	泉大津市→三菱重工冷熱(株)
■ 受注内容	一般競争入札
■ 工事期間	2023. 7 月～2024.3月
■ アリーナ面積	1,500m ²
■ 客席数	-
■ 床下高さ	1,000mm
■ 空調機器種類	GHP直膨エアハン（外置） 80HP×2台
■ 機器能力 冷房	211kw×2台
■ 機器能力 暖房	149.8kw×2台
■ 空調機 風量	20,000m ³ /h×2台 (400pa)
■ 補助金活用	無
■ その他	



○泉大津体育館空調計画案（現状アリーナ床レベル スラブ+400の場合）

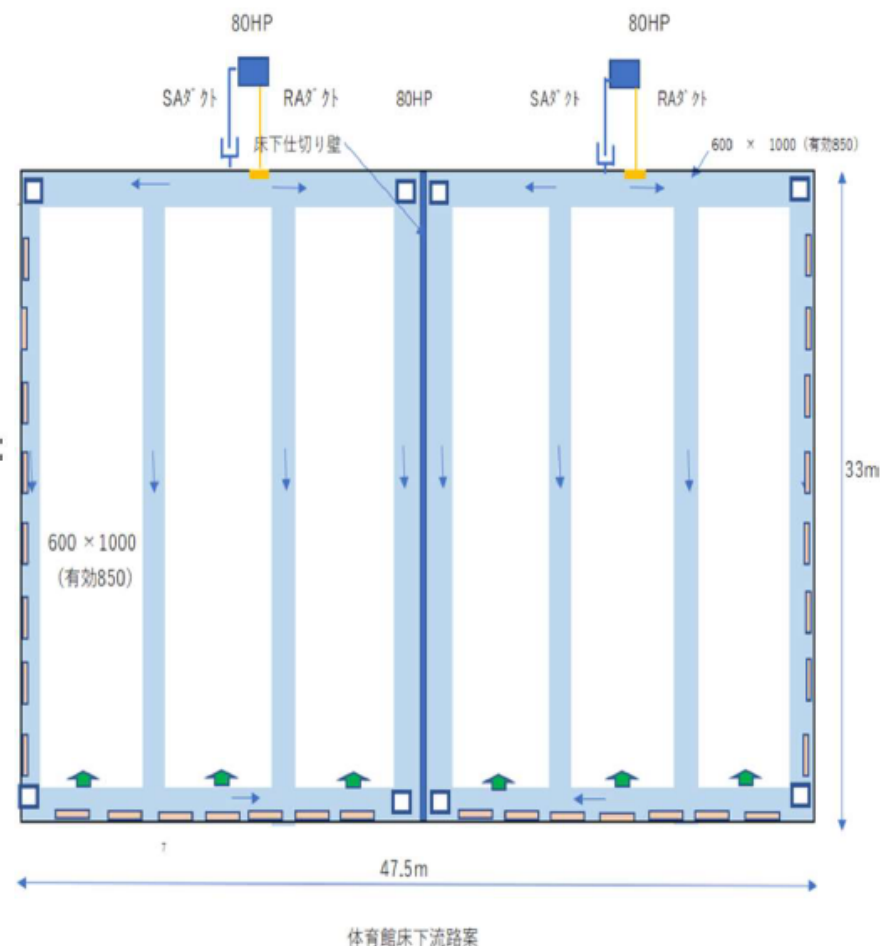
* 空調機械室に床置型直膨空調機を2台設置

体育館面積 $33 \times 47.5\text{m}$ 1567.5 m^2
 概算熱負荷 $211,000\text{w} \times \text{w}$
 空調機器 80HP 2台
 風量 $25,000\text{MH} \times 2$ 外気量 6000CMH ：（加給標準量）

必要根太面積 2.78 m^2 通過風速 5m/s 以下
 必要開口数 927ヶ所 根太き $50\text{mm} \times 60\text{mm}$ 0.003 m^2
 根太本数 110本
 床下風路 8本
 床下横風路寸法 6250CMH/本 $600 \times 1,000$ （有効850）

体育館の風路案

風路は周囲と中間部に $600 \times 1000\text{H}$ （有効850）Hを8本設置する
 床下チャンバー部には差圧ダンパー 400×400 を6ヶ所計画する
 還流口 300×2000 を30ヶ所計画する。（有効40%、風速 2m/s 以下）
 床点検口 600×600 16ヶ所計画する。（差圧ダンパー・点検用）
 送風機 19000CHM $2500 \times 1000\text{H}$ （有効70%・風速 3m/s 以下）



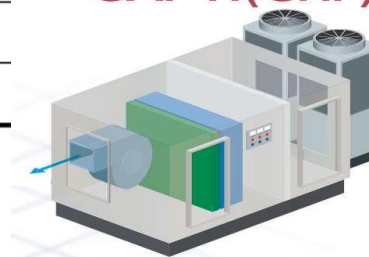
空調換気機器表（新設）

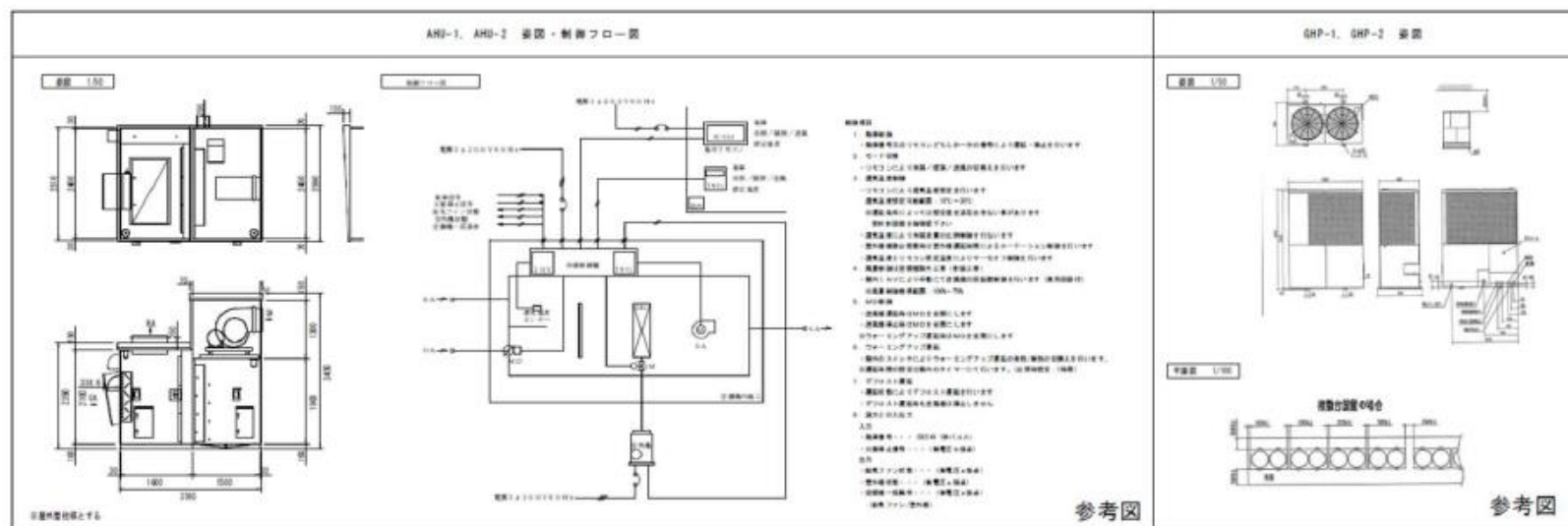
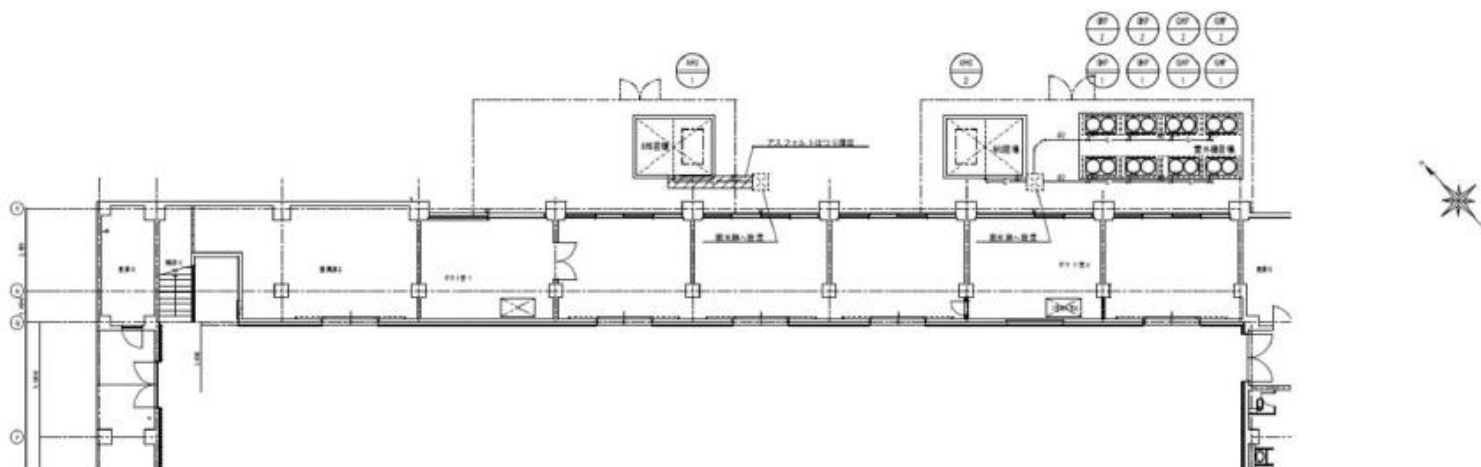
名 称	仕 様	台 数	参 考 型 番
ガスヒートポンプエアコン	床置き型	4	GCCP5601MA3
AHU-1用室外機	冷房能力 56.0 kW 暖房能力 63.0 kW 送風機 0.36×1、0.42×1 kW 定格消費電力（冷）3.1 kW（暖）1.9 kW 付属品 分岐管 防振架台		
エアハンドリングユニット	屋外・床置き型（耐水性スポンジパッキン施工）	1	GAP22401MA3-H400-T
	給気 送風機 18.5 kW プレミアム効率モータ インバーター制御 風量 25,000 m ³ /h 全静圧/機外静圧 926/400 pa		
	冷却器 冷却能力 211.0 kW 空気条件 28℃ DB/20.8℃ WB 使用冷媒 R-410A		
	加熱器 加熱能力 145.0 kW 空気条件 16.5℃ DB/10.5℃ WB 使用冷媒 R-410A		
	付属品 冷媒動力制御盤 フィルター スプリング防振装置		
	特記事項 OA量 6,000 m ³ /h		

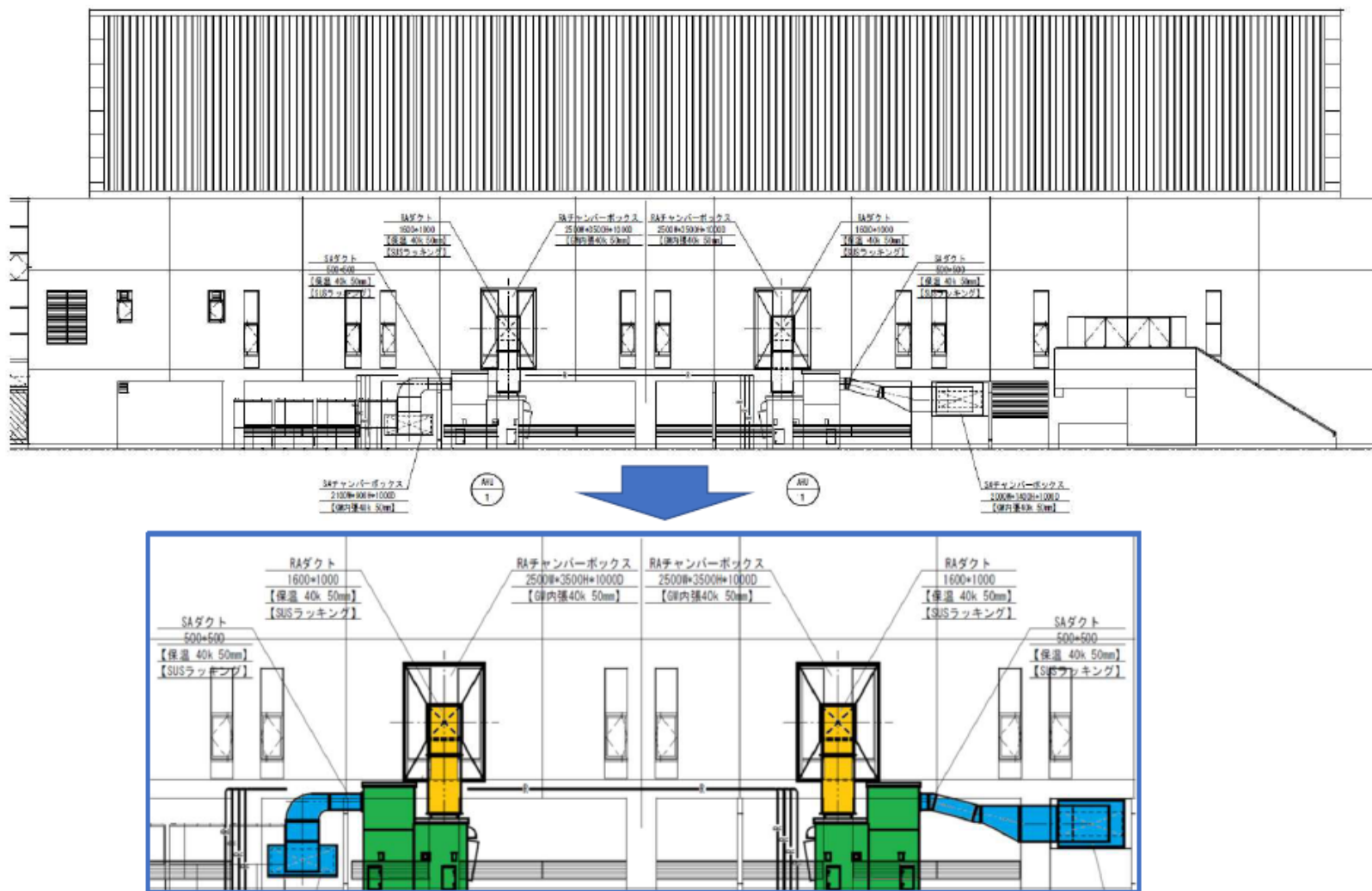
直膨エアハンドリングユニット

室外機分離型
直膨エアハン

LX-H(EHP)
GAP-H(GHP)











平成30年度 木材利用優良施設コンクール

木材利用推進中央協議会

農林水産大臣賞(1点)

宿毛商銀信用組合新店舗(高知県宿毛市)



施主	宿毛商銀信用組合
設計者	(有) 艸(そう) 建築工房
施工者	(株) 山幸建設
主要構造	木造
階数	地上2階
延べ面積	805㎡
主な使用樹種	スギ、ヒノキ

<施設概要>

全国的にも珍しい木造の金融機関。地元産木材を材料としたCLT(Cross Laminated Timber・直交集成板)を2階床と壁、家具(記載台等)に使用しており、来客を迎えるロビーだけでなく、営業室や研修室についても木質化が図られ、建物全体で木に親しめる空間となっている。

2階床をCLTと鋼棒を組み合わせた張弦梁構造を用いることで、11.4mスパンの無柱空間を実現。2階床の梁も省略することができ、建物全体の材料費等のコスト低減につながっている。

木の香りが溢れるロビーは居心地が良いと顧客からの評判も良く、木材利用が信用組合のPRにもつながっている。

令和元年度木材利用優良施設

令和元年 11 月 1 日

主催：木材利用推進中央協議会

環境大臣賞

香南市総合子育て支援センター「にこなん」（高知県香南市）



＜施設概要＞

C L T（Cross Laminated Timber、直交集成板）を使用して地元の会社が施工した子育て支援センター。一般的な建築で使用する梁、桁等を C L T に代え、意匠と構造を複合したシンプルかつ大胆な屋根架構（C L T 折板屋根架構）としている。

建物内の中央広場をすっぽりと覆う天井は高いところで 4 メートルを超え、開放的でありながら包まれているような安心感を覚える空間は木の香りに満ちている。

施主	香南市
設計者	(有)艸建築工房
施工者	龍・河崎特定建設工事共同企業体
主要構造	木造
階数	地上 1 階
延べ面積	484.92㎡
主な使用樹種	スギ、ヒノキ



三菱重工冷熱株式会社