地球を大切に

設備設計

平成30年(2018)第30号

30th anniversary

[設備設計刊行30周年]

一般社団法人
福岡県設備設計事務所協会
福岡市設備設計協力会
北九州設備設計監理協会

頑張ろう九州!

久留米アリーナ

株式会社エスティ設計

はじめに

本計画は、これまで久留米市の中心市街地にある市民の憩いの広場として親しまれている中央公園内に、分棟配置されていた武道館、弓道場、体育館を施設の老朽化、競技スペースや観客席の不足などを解消するため一体的な再整備を行うことで、新たに「久留米アリーナ」として生まれ変わった。久留米アリーナは、「するスポーツ」「観るスポーツ」「支えるスポーツ」の3つの視点で空間構成され、大規模な大会から日常的な利用まで、多くの人々がスポーツを楽しむことができる施設である。また、競技者だけではなく観戦者も臨場感のある空間で、ハイレベルなプレー観戦から練習試合の応援まで、さまざまなスタイルでスポーツに親しむことができる。特にメインアリーナは国体、国際大会、プロスポーツやオリンピックなどのキャンプ誘致にも使用可能な規模と機能を備え、大会時は3,000人、興業時には5,000人の収容を想定した設えとなっている。

写真-1 中央公園全景

1. 施設概要

名　称	久留米アリーナ
所 在 地	久留米市東櫛原町中央公園内
主要用途	観覧場、スポーツ練習場
建 築 主	福岡県・久留米市
敷地面積	236,032 m^2（公園併用面積）
建築面積	14,798.32 m^2
延床面積	18,847.61 m^2
構造階数	RC 造一部 S 造、PC 造　地上 2 階
工　期	2016 年 3 月～2018 年 2 月
設計監理	佐藤・ナカヤマ・林田・エスティ設計JV
施　工	
メインアリーナ	[空　調] 大橋・古賀住設 JV
〃	[衛　生] ㈱古川工務店
〃	[電　気] 西部・創広 JV
〃	[建　築] 溝江・大高・みぞえ JV
サブアリーナ	[空　調] ㈱古賀住設
〃	[電　気] ㈲ハセガワ電工
〃	[建　築] 行徳・ヤマトJV
武道場	[空　調] 大成設備・坂口設備 JV
〃	[衛　生] ㈱古賀住設
〃	[電　気] 筑後・大東 JV
〃 第 1 工区	[建　築] 安藤・間・金子・栗木 JV
〃 第 2 工区	[建　築] 小林・テラシマ JV
〃 第 3 工区	[建　築] 東建・平田 JV
その他	[屋外機] ㈱坂田ガス住設
〃	[受変電] ㈱池田電気商会
〃	[構内交] ㈲西日本電設
〃	[昇降機] 日本昇降機㈱
〃	[受水槽] ㈱和泉オークス
〃	[迂回機] ㈲二又設備商会
〃	[太陽光] ㈲第一電気
〃	[ガ　ス] 久留米ガス㈱

2. 建築平面・断面計画

平面計画は、メインアリーナ、サブアリーナ、畳敷き道場、板張り道場、弓道場の競技空間ごとに「する」「観る」「支える」空間を設け、各動線を明確に分離したゾーニングとし、「する」空間ごとに更衣、シャワー、トイレ、控室などの付帯施設を隣接配置。また、各競技空間を繋ぐアスレチック・ガレリアに面して共有施設である研修室、トレーニング室を配す計画となっている。

断面計画は、1階を「するスポーツフロア」、2階を「観るスポーツフロア」とする基本構成とし、「する」「観る」の動線を分離。また、利用者ゾーンは、アスレチック・ガレリアから全てのゾーンが見渡せる誰もが分かりやすい断面計画となっている。

3. 設備計画の基本方針

①省エネルギー・省資源

○自然通風・採光など自然エネルギーの積極的な活用
○省エネ手法の厳選と高効率機器の採用

②経済性への配慮

○イニシャルコストだけでなくLCCに配慮した計画
○利用形態に合わせ無駄のない運転ができるシステム計画

③機能と快適性の確保

○各種競技に求められる個別の機能と快適性の確保
○競技者心理を考慮した設備ゾーニング計画

④周辺環境への配慮

○設備機器の騒音等が地域周辺に影響を与えない計画
○周辺環境との調和を考慮した屋外機器等の配置

⑤防災拠点としての配慮

○一次避難場所としての機能を付加した計画

4. 空気調和設備計画

4. 1 熱源設備

本施設は、大会などのイベント時と通常時や諸室の利用形態によりエネルギー密度が大きく変化し、負荷パターンと空調全負荷が大きく異なってくる。そのため、「電力利用の平準化」「エネルギーセキュリティ」の観点から、主熱源は一次エネルギーのベストミックスを意図し都市ガス+電気の併用とした。ベース負荷処理は電気熱源である空冷ＨＰモジュールチラー、アリーナや武道場が稼働した時の変動負荷処理はガスエンジンＨＰチラーでの追掛運転を基本とした。

熱源機のモジュール化・分割化、一次エネルギーの二重化（電気・ガス）により、故障・保安時や災害時のバックアップ運用を可能とした。なお、副熱源はガス式と電気式の空冷HPパッケージエアコンで専用化した。

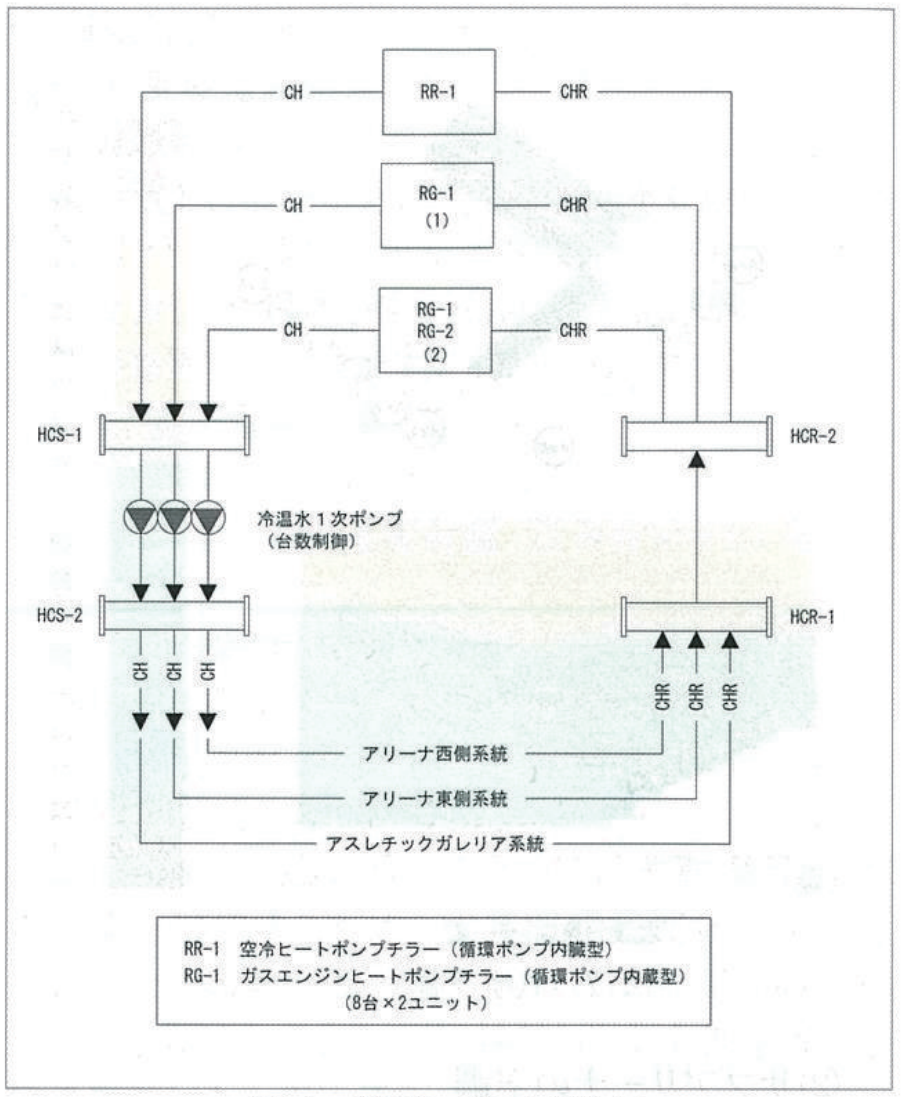


図-1　熱源システム概念図

4. 2 空気調和設備

①メインアリーナの空調

メインアリーナは、競技者が滞在する床面から2m程度の下層空間のみを効率的に空調する置換空調方式、観客席は椅子足元に吹出口を設けたタスク空調とし、アリーナ・観客席ともに居住域のみを効率空調することで無駄なエネルギー消費を削減している。また、空調気流速度は0.15m/s以下となる計画としバドミントン競技に影響を与えないシステムとした。

写真-2　置換空調の気流速度試験状況

写真-3 観客席吹出口

写真-4 観客席吹出口

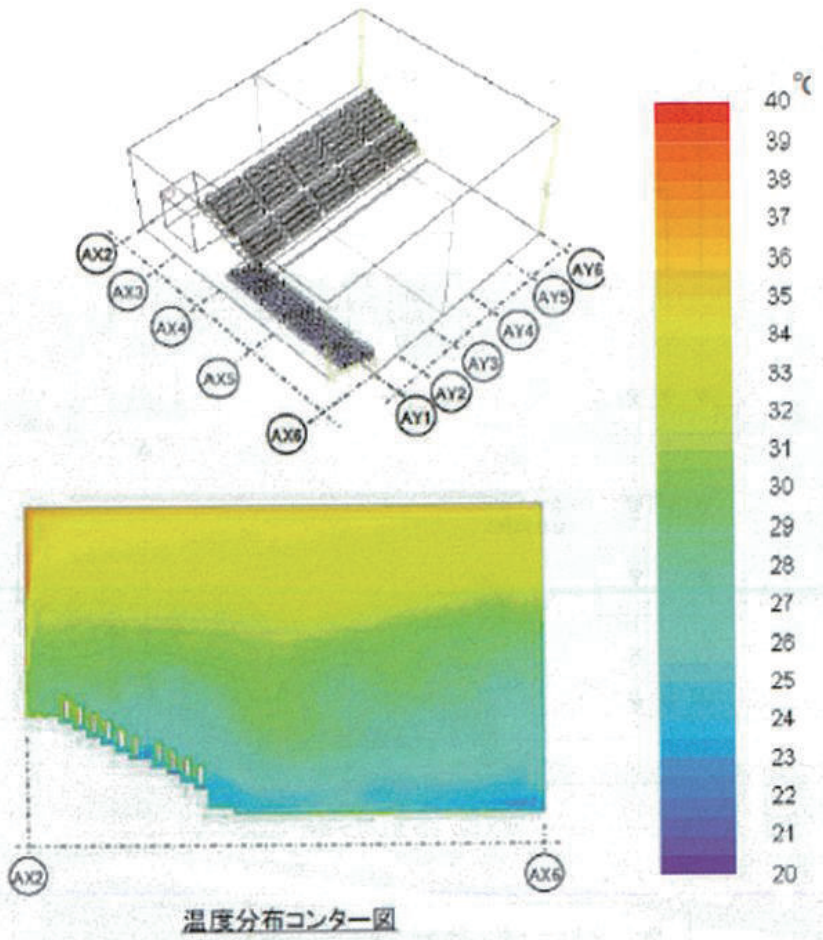


図-2　置換空調シュミレーション

②サブアリーナの空調

サブアリーナは、個別制御性・空調気流などを勘案し、アルミ製サーモエレメント発熱体＋空冷ＨＰパッケージエアコンによる輻射空調方式とした。放射熱で空間全体を包み込むように冷暖房を行い、ECOで快適な競技空間としながら、メインアリーナと同様にバドミントン競技に影響を与えない計画とした。

計画に対する実施・評価として、風速計によりアリーナ内の15ポイントを計測した結果、気流速度は最大でも0.1m/s　以下となりバトミントン競技における要求水準を十分満足していた。

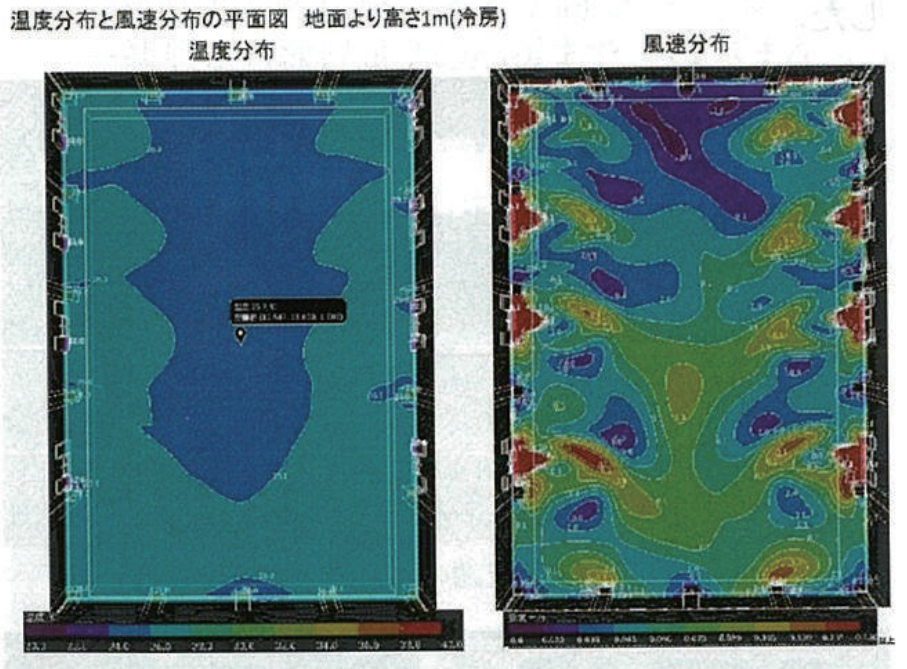


図-3　輻射空調シュミレーション

③その他の空調

アスレチック・ガレリアは、各競技空間を繋ぐ空間であるため、全体を適度な緩和空調としながら、競技者などがクールダウンできる様に、スポット空調となる床置丸形ファンコイルユニットを要所に配置した。武道場、トレーニング室、研修室、その他諸室は個別制御性、省エネ性などで総合的に優れる空冷ＨＰパッケージエアコン＋全熱交換器による個別空調方式とした。

写真-5 サブアリーナ輻射空調

写真-6 床置丸形 FCU

	空調方式	単一ダクト（FCU併用）	個別空調	
			EHP	GHP
アリーナ系	アリーナ	○		
	観客席	○		
	サブアリーナ		○	
	本部役員エリア	○		
	その他諸室		○	
道場系	畳敷き道場			○
	板張り道場			○
	弓道師範室		○	
	審判席		○	
	観覧席		○	
	その他諸室		○	
共用系	アスレチック・ガレリア	○		
	トレーニング室		○	
	研修室		○	
	事務室		○	
	その他諸室		○	

表-1 主要室の空調方式

4. 3 換気設備

機械換気は、各競技空間、居室などは第1種換気方式、トイレ・器具庫などは第3種換気方式とした。また、平常時の自然エネルギーの有効利用と災害時の換気機能の確保を目的とした自然通風を積極的に活用している。メインアリーナは屋根面に換気窓を設け、屋根下部の熱溜まり排出により重力換気を促し、武道場・サブアリーナは建物外周部からアスレチック・ガレリア上部へ風が抜ける風の道を設けている。

4. 4 排煙設備

建築基準法を満足すると共に、自然排煙方式を採用した。

4. 5 自動制御設備

事務室に中央監視装置を設置し、空調設備、給排水設備、防災設備、電気設備（一部）の状態、警報、計測等の監視および制御を行い、安全で快適な環境を提供し、合理的なエネルギー利用と的確な制御、かつ経済的な施設運用を可能とした。

5. 給排水衛生設備計画

5. 1 衛生器具設備

ユニバーサルデザインに配慮すると共に、感知式器具や洗浄水量の少ない節水型器具を採用した。一般便所の大便器はウォシュレット・脱臭装置を備えた清潔な器具を使用すると共に、擬音装置を設置し水の無駄使い防止とプライバシーに配慮した。

5. 2 給水設備

①上水設備

市水本管より75mmで引き込み、2階設置の受水槽に貯水し、加圧給水ポンプ方式にて必要各所に供給した。また、大規模災害時などの断水時に、受水槽内の貯留水が利用できるよう緊急遮断弁装置及び給水栓を設置すると共に、イベント時と通常時の使用水量の変動に考慮し受水槽の水位計を切替え可能とした。

②雑用水設備

アリーナ屋根の降雨を雨水槽に貯留したのちに、浄化した処理水を中水受水槽（ピット利用）に貯水し、加圧給水ポンプにてトイレ洗浄水や植栽散水に利用した。

5. 3 給湯設備

シャワー設備は、必要給湯負荷に応じて各モジュールが順次稼動する運転効率が高いガスマルチ式給湯器による中央給湯方式とし、その他は貯湯式電気温水器による局所給湯方式とした。なお、シャワーはコイン式課金とし省力化と水の無駄使い防止を図った。

5. 4 排水設備

屋内は汚水・雑排水の分流式、屋外は汚水・雑排水の合流式とした。

5. 5 消火設備

消防法による防火対象物の用途区分は、別表第1項（イ）観覧場の扱いとなり、全館にスプリンクラー設備により警戒すると共に、メインアリーナおよびアスレチック・ガレリアには可動追尾式放水型ヘッドを設置した。

自動火災報知設備の火災信号により起動し、ノズルの赤外線リニアセンサーで火災を探査・確定した後、放水部を火災火源方向に自動指向して放水する効率的・効果的なインテリジェント自動消火システム

写真-7 可働追尾式放水型ヘッド（火災起動時）

5. 6 都市ガス設備

中圧ガス本管より200φで敷地内に分岐引込を行い建物内ガバナ室にて低圧化し、ガスエンジンHPチラー、GHP及びガスマルチ式給湯器に供給した。

6. 電気設備計画

6. 1 受変電設備

電力の引込は、高圧6.6kV　1回線（地中引込み）受電方式とし電気室に供給した。受変電設備は一般屋外型とし、浸水や水害を考慮してキュービクルは屋上に設置した。また、変圧器は待機電力が極めて低い超高効率アモスファス型（モールド）を採用した。

6. 2 直流電源設備

キュービクル内機器及び非常用照明の電源として、キュービクル式直流電源装置（長寿命MSE）を屋上に設置した。

6. 3 非常用発電設備

非常用電源および災害時の防災電源として、ラジエター冷却型ディーゼルエンジン発電機（屋内キュービクル型）を3階に設置した。

大規模災害時に被災者などの一時避難場所としての機能を付加するため、10時間連続運転が可能な発電機と災害時負荷運転における10時間分の燃料タンクを設けた。また、燃料補給は安全性を考慮し屋外給油口からの圧送方式とした。

負荷名称	内　容
照明	・便所照明の 100% ・警備員室・事務室照明 50% ・メインアリーナ・サブアリーナ・武道場照明 20% ・共用部 20%
コンセント	・便所自動水栓 100% ・事務室 50% ・競技エリアの一部
昇降機	・EV2の1台
ファン関連	・発電機室の給排気ファン
ポンプ関連	・給水加圧ポンプ、雨水ポンプ、排水ポンプ
防災関連	・スプリンクラーポンプ ・オイルギアポンプ ・直流電源装置
その他	・中央監視機器、非常放送アンプ、火災報知設備受信機、TEL、情報、拡声、インターホン、テレビ、機械警備など

表-2 発電機負荷の内容

6. 4 幹線動力設備

電気室から各種盤（電灯分電盤、動力制御盤、EV制御盤等）への配線は、ケーブルラック上に布設し将来の増設にも容易に対応ができるようにした。電力使用量は、電灯動力盤等や共用分電盤内にパルス発信付メーターを設置し中央監視盤にて計量が出来るようにした。

6.5 電灯コンセント設備

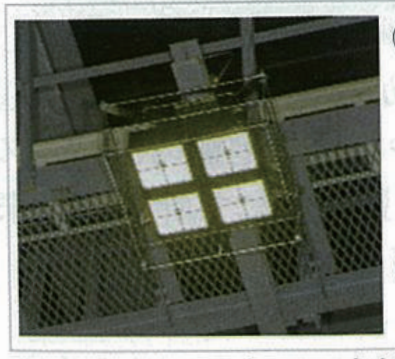
照明設備は、全て保守性に優れるLED照明とし、省エネと快適な光環境を両立しながら競技者心理を考慮し、静と動の心理状態に合わせた色温度とゾーニングを行った。本施設は、レクリエーション、国内・国外公式競技、プロスポーツ競技などで要求水準や利用形態が異なるため、フレキシブルな分割点灯や調光（5～100%）が可能な計画とした。点滅方式は、アリーナ、武道場や廊下等の共用部はリモコンとし、事務室設置の照明制御盤で一括管理している。また、各諸室はタンブラスイッチとした。なお、照明パターンの設定は、分割貸し出し、レクレーション、公式試合、特殊競技などの利用目的別に予め操作ボタンを割り当て、施設の効率的な運営と管理者の負担軽減を図った。

室 名	照度 (Lx)	照明器具	使用ランプ
【メインアリーナ】	1500	直付高天井型	LED
【サブアリーナ】	1000	直付高天井型	〃
【武道場】	1000	埋込スクエア型	〃
		埋込ダウンライト	〃
【弓道場】射場	300	埋込スクエア型	〃
【その他】			
ガレリア	200	直付・ポール灯	LED
事務室	500	埋込下面開放型	〃
研修室	500	埋込下面開放型	〃
廊下	100	〃	〃
便所	200	〃	〃
【屋外】			
上空通路	5	手摺灯	LED
駐車場	10	ポール灯	〃

表-3 主要室照明計画

	JIS公式 (Lx)	国体国際 (Lx)	テレビ (Lx)	団体等 (Lx)	JIS一般 (Lx)	JISレクレーション(Lx)
バスケットボール	1000	700	1000	1500	500	100
バドミントン	1000	1200	1000	1200	500	200
バレーボール	1000	1000 ～ 1500	1000	1000 ～ 1500	500	100
ハンドボール	500	800	1000	800	200	100
卓球	1000	1000	1400	1000	500	200
柔道場	1000	—	1000	—	500	200
剣道場	1000	—	—	—	500	100
弓道場（射場）	300	—	—	—	200	100
弓道場（的）	750	—	—	—	500	300

表-4 久留米アリーナの照明基準
JIS照度基準JISZ9110 及び 9127(スポーツ照明基準)に準拠、各種団体、国体国際基準を満たした性能を確保



①高照度の維持と輝度の抑制を目的に、拡散カバー付き特注器具を採用し、国際基準などを満足する照度と競技者に不快なグレアを与えない性能を確保。
②耐震性と防球性により競技者への安心・安全を確保。

写真-8 直付高天井 LED 灯(特注)

写真-9 メインアリーナの照明

写真-10 武道場の照明
(競技面と場外で仕様を切替)

写真-11
アスレチック・ガレリアの照明

写真-12 弓道場の照明

写真-13 太陽光発電外灯

図-4 照明制御盤の操作画面(大会貸出)

6. 6 構内交換設備

電話主装置（PBX）は、1階事務室内に設置し、電話機を事務室及び競技エリア等に設置した。配線は弱電用ケーブルラック上に敷設した。

6. 7 放送設備

消防法に準拠し、非常放送用アンプは1階事務室に設置した。全館放送は、一般放送をエリアごと放送＋一斉放送、非常放送は消防法により一斉放送とした。個別放送は、メインアリーナ、サブアリーナ、畳道場、板張り道場、弓道場、研修室、トレーニング室に専用の放送設備を設置すると共に、アンプ電源は非常放送時に電源OFFが出来るカットリレー付電源とした。

メインアリーナは、アリーナ内のコネクタ盤に音響ワゴンを接続することで音響が可能なシステムを構築。また、メインアリーナ内の進行状況が把握できる運営系スピーカーを館内各所に設置した。

6. 8 テレビ共聴設備

屋上にUHF（地上波）とBS（衛星放送）用のテレビアンテナを設置し、事務室、トレーニング室、競技エリア等にテレビ受口（直列ユニット）を設置した。

6. 9 電気時計設備

事務室に親時計を設置し、各競技エリア、アスレチックガレリア、各諸室に子時計を設置した。

6. 10 インターホン設備

エレベーター、玄関、授乳室および弓道場の看的室に、インターホン設備を設置し、親機はそれぞれ事務室、弓道場は射場に設置した。

6. 11 監視カメラ設備

競技エリア、主要出入口、アスレチック・ガレリア、屋外など死角となるエリア監視を目的に、ネットワークカメラを設置し、事務室に全監視モニターおよび1週間以上の録画を可能とする全録画装置を設置した。

6. 12 呼出設備

多目的トイレ内に呼出ボタンを、事務室内にブザー付き表示器を設置し、緊急時呼出に対応した。また、トイレ入口（外部）に表示灯および復帰ボタンを設置した。

6. 13 構内情報設備

地中埋設配管にて引込柱より1階事務室へ配管を敷設し、各所にＬＡＮ端子および配管配線を敷設した。併せて公衆無線ＬＡＮ用についても同様に敷設した。

6. 14 情報表示設備

館内各エリアに各種案内やスケジュールの告知ができるマルチ情報表示モニターを設け、事務室で操作が可能な主装置を設置した。また、弓道場の射場に的中表示板を設置し、看的室に近的・遠的に対応した的中結果を「○」「×」や「数字」で制御・表示する的中表示操作盤を設置した。

6. 15 機械警備設備

別途設置されるパッシブセンサー、異常ランプ、マグネットセンサー等の防犯端末までの空配管を敷設した。

6. 16 自動火災報知設備

消防法（消防法施行令第21条）、建築基準法に準拠し、自動火災報知設備を設置した。受信機は、建築平面計画よりケーブル配線本数およびケーブル長を考慮しR型複合型を事務室に設置した。火災の警戒は煙感知を基本としているが、メインアリーナについては保守性を考慮し炎感知による警戒とした。

なお、事務室は自動火災報知設備の受信機のほか、監視カメラ表示モニター、非常放送用アンプ等も設置し、久留米アリーナの防災拠点となっている。

6. 17 避雷設備

建築基準法に準拠して、建物高さ20mを超える部分のメインアリーナ屋上部分に対し、手摺や笠木を受雷部とする棟上導体（JIS A 4201：2003）を設置し、保護レベルはⅣとした。また、内部雷保護として各動力制御盤・分電盤の1次側にクラスⅡの避雷器を設置した。

6. 18 太陽光発電設備

ガレリア屋根に40kW太陽光発電用パネル（結晶型）を設置した。発電容量のターゲットは、年間を通して常時使用が想定されるトレーニングルームの電動マシン、共用部の照明、自販機などのベース電力とした。

写真-14 太陽光パネル設置状況

6. 19 昇降機設備

	ガレリア（ＥＶ１）	ガレリア（ＥＶ２）
種別	乗用	乗用
停止階	１階～２階	１階～２階
速度	４５m/min	４５m/min
定員	１５人	２４人
かご内寸	１６００mm×１５００mm	１５００mm×２０００mm
出入口	９００mm	１２００mm

製品紹介 movie

ハイブリッド型外気処理ユニット
- ecowin®Air（エコウィン Air）-
ー 汎用エアコンを活用した外気処理ユニットの有用性に関して ー

株式会社エコファクトリー
代表取締役社長　村上尊宣

1. はじめに

温暖化の進行や、快適性へのニーズの高まりから、現在空調分野において膨大なエネルギーが消費されている。当社は、この分野における技術革新（輻射式冷暖房装置「ecowinHYBRID®の開発実用化」）を行い2014 年、画期的な省エネ空調機器を製品化した。本製品を世界各国に向けてスピーディーに展開することにより、空調分野におけるエネルギー消費を効率化し、持続可能な低炭素社会の実現と地球温暖化防止活動の一翼を担い、第 27 回中小企業優秀新技術・新製品賞を受賞した。さらに、平成 27 年度地球温暖化防止活動環境大臣表彰を受賞した。

この度、顕在化する社会課題を解決すべく新たな着想による技術革新に取り組み開発を進めていたハイブリッド型外気処理ユニットを開発実用化した。2018 年 6 月にプレスリリースし発売を開始した、当社製品であるハイブリッド型外気処理ユニット「エコウィン Air」（特許出願中）について紹介する。

2. 換気の役割とエコウィン Air の概要

皆さんはご存知だろうか。人生の中で人が摂取する物質の約 6 割が「室内の空気」であり、実は 1 日に 18.5kg もの空気を摂取しているとされている[1)](図 1)。他に挙げられる一日あたりの摂取量として、水は 1.2kg、食物は 1.4kg とその比にならないくらいの摂取量である。

私達は、生命を維持する為に様々な物質を日々摂取している。水や食べ物は、数日間取らなくても生命維持はできるが、空気はそうはいかず数分と持たない。見えない空気が実は私達の健康に大きく影響していると言える。従来の換気システムを見直し、換気の目的に適したシステムが必要である（図 2 ）。

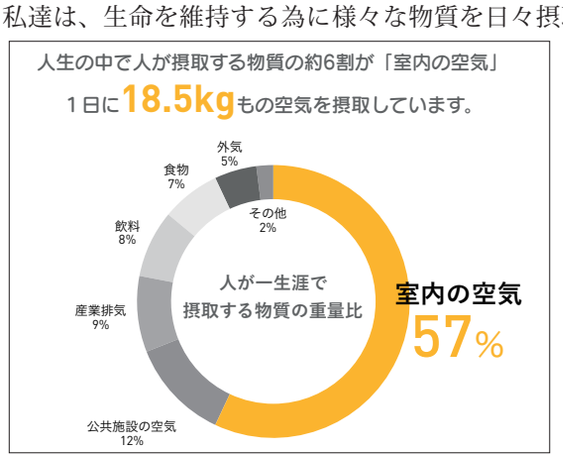


図 1　人が一生涯で摂取する物質の重量比

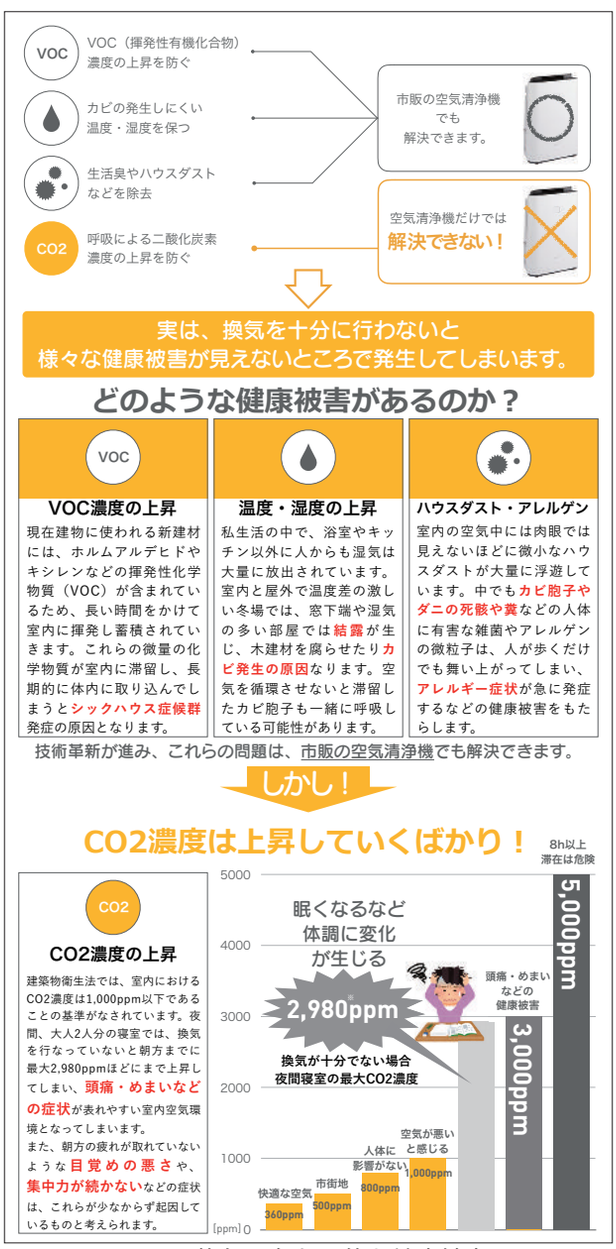


図 2　換気の主な目的と健康被害

ハイブリッド型外気処理ユニットは、熱源に汎用エアコンを利用する事で、従来型の大型施設に用いられていたエアハンドリングユニット（AHU）の小型化を

実現し、小規模建築物での外気処理機能を可能としたものである。これは建築物衛生法に係らない小規模な建築物に用いられている「24 時間換気システム」の誤った運用により招かれる、建築物の高気密化に伴う換気不足から二酸化炭素濃度が高まっている現代の室内空気環境を改善する。国民の健康的な生活と、エネルギー効率化による CO_2 の排出抑制に貢献する事を目的に実用化したハイブリッド型外気処理ユニットである。

熱源にエアコンを利用する新発想により、小型化とローコスト化を実現した。AHU の機能を継承し、外気冷暖房負荷を改善。室内に新鮮空気を計画的に取り込むことにより、高い省エネ効果を実現できる。更に推奨フィルターにより新鮮空気に含まれる花粉、PM2.5 などの微細なアレル物質を除去。フィルター交換は、容易に行えてメンテナンス性を向上させた。これらより、不快な温度ムラや冷たいドラフトを改善し、新鮮空気を安定的にに取り込める為、健康・快適性と省エネ性を両立させた理想的な外気処理空調システムが実現できる。

3. 開発の背景

3-1. 24 時間換気システムの義務化

開発の背景として、シックハウス症候群等の健康被害の懸念から施行された「24 時間換気システムの義務化」がある（図３）。2003 年に建築基準法が改正され、24 時間換気の義務化が実施された。建築物の居室の室内空気を､2 時間に 1 回外気に入れ替える事により､シックハウス症候群等を防止するものである。

そこで、急速に広まった換気システムが、トイレや浴室の局所換気を利用する第三種換気システムである。高気密化された建築物の局所換気に、最低限必要な換気扇を 24 時間換気扇として兼用し、居室に設置した自然給気口から給気する事で、新たにコストがかからない等のメリットがあり、市場に受け入れられ急速に広まった。現在では、全熱交換型の第一種換気システムが注目される中で、構造が簡単でコストパフォーマンスに優れる第三種換気システムの占める割合は依然として大きいと言える。

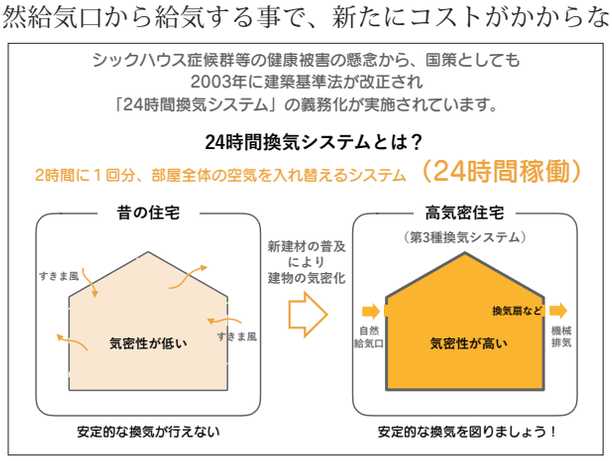


図３　24 時間換気システムの義務化

3-2. 第三種換気システムの課題

第三種換気システムは、換気扇を稼働させる事で室内を負圧にし、外部と内部の気圧差を利用して、新鮮空気を計画的に取り込む計画換気システムである。当然ながら夏は高温多湿な外気を取り込み、冬は低温な外気を取り込む事になり、空気を入れ替える代わりに快適性が損なわれるという課題がある。ユーザー側では、快適性と省エネ性の観点から、安易に給気口を閉じたり、24 時間換気のスイッチを切るなど誤った運用がなされており、利用者の健康を守るべく施行されたはずの建築基準法による 24 時間換気の義務化が、実際に運用されていないことが社会的な課題となり顕在化している。結果として、大半の小規模建築物は、換気不足により、室内空気環境が劣悪な状況となっている。

3-3. 一般住宅の二酸化炭素濃度の現状

一般的な家庭の寝室に CO_2 モニターを設置し、午後 10 時から午前 10 時までの 12 時間において夫婦二人の寝室の二酸化炭素濃度を計測した（図４）。起床時の寝室の二酸化炭素濃度は、建築物衛生法の居室の二酸化炭素濃度の上限値である 1,000ppm を遥かに超えた約 3 倍の 2,980ppm であった。この住宅は第三種換気システムが設置されており、24 時間換気も稼働している状況下で、安易に寝室の給気口を閉じた生活での現状であった。

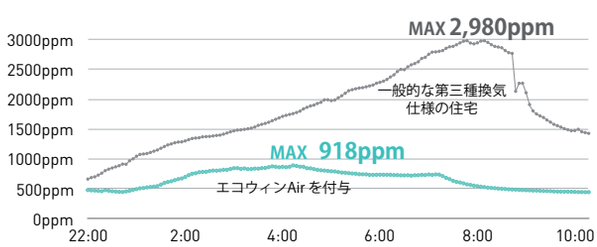


図４　一般住宅夜間の二酸化炭素濃度推移

3-4. 高気密住宅の普及

現代建築は、多様なライフスタイルに対応でき、健康･快適性と省エネ性を求める社会ニーズの高まりに対応するように、気密性の高い建築物が多数を占め増え続けている。気密性が高い建築物において親和性が高く、設備費が安価な第三種換気が主に採用されているが、先述の換気の運用上の課題が顕在化している。

4. ハイブリッド型外気処理ユニットについて

4-1.ecowinHYBRID®基幹技術の応用

この現状を踏まえ、高気密化された現代の建築から、利用者の健康を守り、快適性と省エネ性を両立するという課題を解決すべく、経済産業省の「平成２９年度補正ものづくり・商業・サービス経営力向上支援補助金事業」を活用し実用化に至った。先発に開発実用化したエアコンの冷媒を輻射式冷暖房装置の冷媒として使用することで、通常のエアコンの性能と輻射式冷暖房装置の性能を併せ持ったハイブリッド型空調システム（商品名:「輻射式冷暖房システム ecowinHYBRID®（エコウィンハイブリッド）」）のイノベーション技術を基幹技術として応用したものである（図５）。エネルギー消費効率を高めながら、信頼性が高くコストを抑えた新たな新技術としてハイブリッド型外気処理ユニットを開発した。

図５　ecowinHYBRID の外観

ecowinHYBRID®は、エアコンの長所と輻射式冷暖房装置の長所が組み合わさり、短所を補完し合うことができる。冷暖房の快適性の向上と、温度制御を効率的かつ効果的に行うことができ、高性能エアコン単体運転と比較し、エネルギー消費効率を最大約 34% 向上する等[2)]、利用者のニーズに応え、導入コストも従来品と比べ、１／２と低価格化を実現したシステムとして現代の市場ニーズに合致したシステムを 2014 年実用化している。[註 1)] ecowinHYBRID®は、直膨輻射パネルをエアコンに接続し、熱源としてエアコンを利用する。エアコンを微風モードで運用する事により、不快なドラフトを防止し、逆に体感に直接作用する輻射冷暖房効果を得られる為、温度ムラが無く健康・快適性の向上を実現する製品である。省資源、省エネルギーを実現でき、人々の健康増進と地球環境にも優しいエコな次世代空調システムである。

設置事例としては、戸建て住宅を初め、共同住宅、保育園、老人介護施設、宿泊施設、店舗、学校教室、図書館、学校体育館などへの導入が進んでいる（図６）。ecowinHYBRID®は、熱源にエアコンを活用する世界初のシステムであり、早稲田大学の技術的評価をエビデンスとして、その新規性・進歩性・社会性が評価され[2)]、平成２７年度中小企業新技術賞を受賞した。知財については国内・海外両面において特許取得済みである。

図６　農のオーベルジュ「白金の森」設置事例

4-2. エコウィン Air の仕組みと外気処理能力

外気処理システムの冷凍サイクル系統図により説明する（図７, 図８）。高気密建築物の第三種換気システムの給気口に、ハイブリッド型外気処理ユニットを装着したシステムの模式図である。外気処理ユニットは、エアコンの低圧側冷媒配管にユニットを装着する。

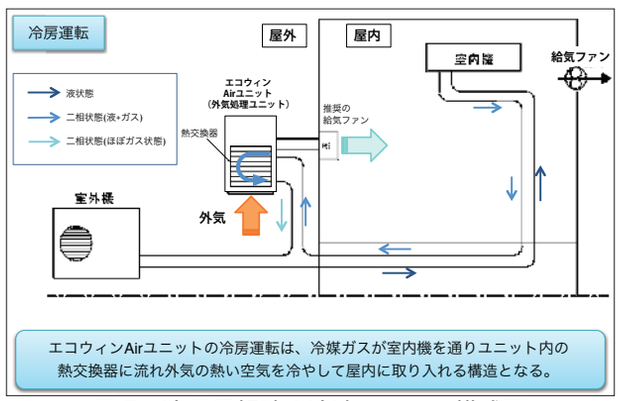


図７　冷房運転時の冷凍サイクル模式図

図７は、冷房時のハイブリッド型外気処理システムの冷凍サイクルである。まず室内機に液状の冷媒が高圧側冷媒配管から供給され、室内機のエバポレーターで蒸発する。室内機を通った後、二相冷媒が低圧側冷媒配管を通り外気処理ユニットを通過することにより、二相冷媒が再蒸発し、外気処理ユニットに内蔵された熱交換器の表面温度が下がる。暑い外気をユニットに取り込み熱交換器を通過することで、外気を冷却、除

湿する。ガス化した冷媒は、低圧側冷媒配管を通り、室外機に導かれ、圧縮機を通り、凝縮器で液化されて再び高圧側配管から、室内機に供給される。室内に推奨の給気ファンを装着する事でより安定した給気が出来る。実証試験によって、外気温 34℃を 18℃に冷却する外気処理能力を有している[註 2)]（図 9, 図 11, 図 13）。

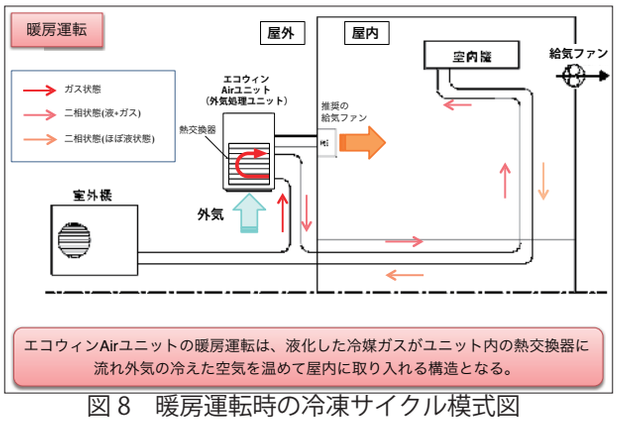


図 8　暖房運転時の冷凍サイクル模式図

図 8 は、暖房時のハイブリッド型外気処理システムの冷凍サイクルである。まず室外機から高温の気相冷媒が低圧側冷媒配管を通り外気処理ユニットに供給され、外気処理ユニットに内蔵された熱交換器の表面温度が上がる。冷えた外気をユニットに取り込み、熱交換器を通過する時に外気を加温する。通過した冷媒は低圧側冷媒配管を通り、室内機に供給され凝縮器を通り放熱液化し、高圧側配管を通り、室外機に供給され蒸発器で蒸発し外気から吸熱し、圧縮機を通り高温の気相冷媒として再び低圧側冷媒配管から外気処理ユニットに供給される。室内に推奨の給気ファンを装着する事でより安定した給気が出来る。実証試験によって、外気温 0℃を 45℃に加温する外気処理能力を有している[註 2)]（図 10, 図 12）。

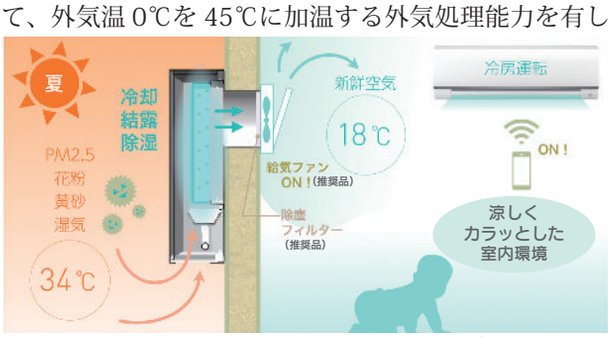


図 9　冷房運転時の給気イメージ

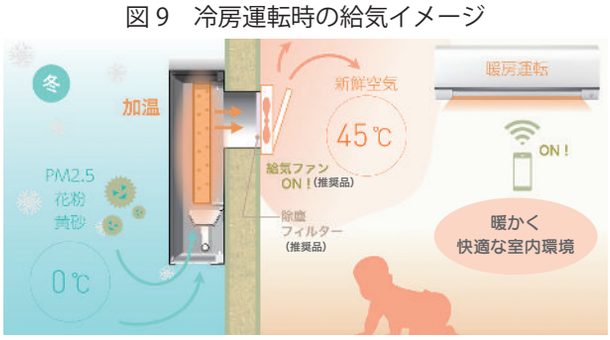


図 10　暖房運転時の給気イメージ

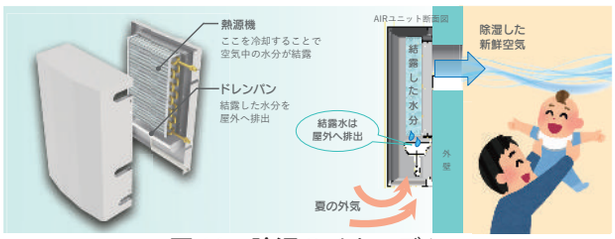


図 11　除湿のメカニズム

図 12　室内側吹出口周りの温度分布

4-3. エコウィン Air の外部付加性能

外気処理ユニットの室内側に推奨の給気ファンを装着することで、より安定した給気ができ、さらに推奨の PM2.5 フィルターを給気ファンに装着することで、花粉や微細な浮遊物、PM2.5 等の除塵を行うことが出来る[3)]（図 13, 図 14）。当社では、1 ～ 2 ヵ月に 1 回のフィルター交換を推奨しており、簡単に装着可能で、汚れたフィルターは、家庭用ゴミとして簡単に廃棄可能である。推奨フィルターは、3M ジャパン社製の汎用品としており、ユーザー側で容易に入手でき、一回当たりの費用は、200 円程度と低コストを実現した。

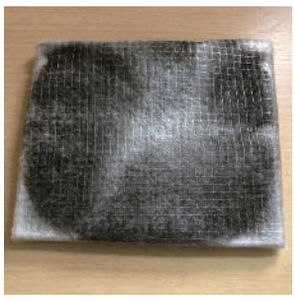


図 13　1 ヵ月運用時のフィルターの状態

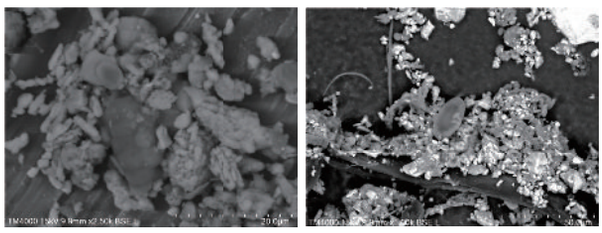


図 14　フィルター付着の不純物

5.ecowinHYBRID®とエコウィン Air の併用性

対流式エアコンに、作用効果としての熱交換効率が高い直膨輻射パネルを組み込むことで、快適性が向上し、熱源となる対流式エアコンの能力をおおよそ 30% 程度抑えられている[2]。結果として長期的なＬＣＣの削減が可能となり、さらに外気処理ユニットと併用することで外気負荷を低減し、不快な外気のドラフトをも改善することも可能である（図 15）。

図 15　ecowinHYBRID とエコウィン Air の併用イメージ

6. 利用者の声

- *『屋内の空気の事を知り、CO_2 濃度計の数値を見て驚きました。夫婦寝室の朝の二酸化炭素濃度は 2,600ppm でした。上限値が 1,000ppm と聞いて、すぐに設置を依頼しました。使っているエアコンに取り付ける形でエコウィン Air を設置して頂きました。現在は起床時に 600ppm に改善して朝の目覚めが全然違います。今年の真夏も涼しく過ごせました。持病の肩こりも改善して、月 2 回は必ず行っていたマッサージも全く行かなくてよくなりました。』*
- *『新築の我が家は今年の冬に完成したのですが、リビングに ecowinHYBRID と寝室にエコウィン Air を設置しました。リビングのエアコン一台で、ecowinHYBRID とエコウィン Air を 24 時間動かしていて、1 階と 2 階も暖かくなるのには驚きました。寝室にはエアコンは無いのですが、リビングのエアコンに接続したエコウィン Air を設置しています。今年の冬と夏も快適に過ごしました。以前に比べ、爽快な空気を感じます。電気代も以前の賃貸マンションに比べ安くなり、健康快適に暮らせて助かっています。』*
- *『エコウィン Air をお客様にお勧めする前に自宅とショールームに設置しました。築 30 年の鉄筋コンクリート造の風通しの良い沖縄の事務所兼用住宅ですが、24 時間換気システムはついておらず、エアコンを取り付けてからは、窓を締め切る頻度が多くなり、子供たちと一緒に寝る寝室の二酸化炭素濃度の数値に驚きました。エコウィン Air を設置してからは、約 1,500ppm の改善ができ、朝の目覚めの違いに驚きました。また、除湿した外気を取り込んでくれるので、ジメジメ感が無くなり、カラッとした涼しい爽快さがあります。湿度の高い沖縄で困った事の一つに、服が直ぐにカビる事がありますが、こちらにも良い感じがしています。沖縄の皆さんに早速お勧めしていきます。』*

7. 今後の新たな展開

7-1. 分譲・賃貸マンションに向けて

分譲・賃貸マンション等、共同住宅は特殊建築物として、耐火性、耐震性、耐久性が求められ、気密性が高い鉄筋コンクリート造が主流で、換気システムは他の換気方式と比べ、第三種換気の比率が高い。利用者として独身世帯、子育て世帯の住居の受け皿として、賃貸マンションが担い、その後持ち家として分譲マンションに居住する風潮がある。分譲･賃貸マンション(非木造の共同住宅）は、年々増加をし続け、2013 年時点で 1,932 万戸となっている[4]。そのうち、築 20 年を超えるストック数は 1,336 万戸となっており、良好な社会ストックとしてこれらを再生する為に、第三種換気の課題を簡単に解決し、換気不足の劣悪な室内空気環境を改善する（図 16）。居住者の健康・快適性と省エネ性が求められる、現代社会のニーズに応えるエコウィン Air の役割は大きい。

図 16　テラス部の既存給気口への設置イメージ

7-2. 地域学校教室・学習塾等の教室空間に向けて

次世代を担う子ども達の空気環境が危機的状況にある（図 11）。ホルムアルデヒド対策等のために建築基準法が改正され、新築あるいは改修する学校の教室においては、機械換気設備の設置が義務付けられた。その場合の換気量は、小学校の場合には、換気回数にし

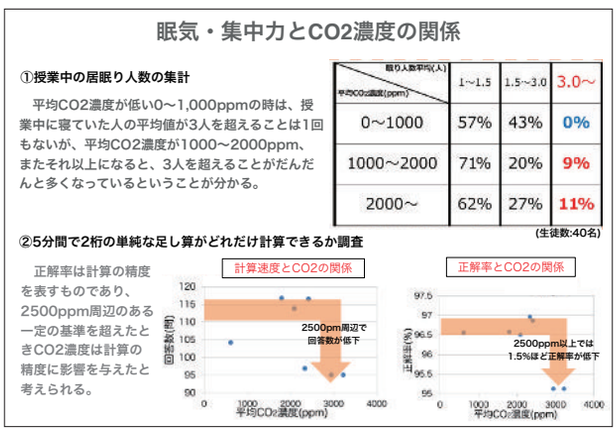


図 17　二酸化炭素濃度と生徒健康被害

て 0.3 回 /h である。これは建築基準法の居室における換気回数 0.5 回 /h と比べ、非常に少ない換気量である。

冬季は、窓を閉めたままで、十分な換気が行えず、教室内における空気環境は極めて悪くなる。二酸化炭素濃度の測定によれば、学校環境衛生基準で示された基準濃度 1,500ppm に対して 3,000ppm を超える状況が多く報告されている。この問題に関しては、換気を行うことによって解決される。学校環境衛生基準では基準濃度 1,500ppm を超えないように換気回数が定めているが、現状は基準濃度を優に超えている（図 18）。

図 18　学校教室の換気の基準と実態

現状の教室の換気は、建築基準法と学校環境衛生基準と 2 つの基準をクリアすべく運用されている。具体的には機械換気を常時運転して建築基準法をクリアし、休み時間に窓を開けて、学校環境衛生基準をクリアする、いわゆる " ハイブリッド換気 " が取られている。他方、猛暑の影響で学校教室の室内環境が劣悪な状況下にあるが、公立の小中学校の普通教室への空調機器設置率は全国平均で 49.6% にとどまっている。熱中症の健康被害が懸念され文部科学省では、本年度学校教室の空調化を進めるべく予算要求し、来年度から本格的に教室への空調機の整備を進めると発表している。[5)]

しかし、空調機器設置の普及が進めばさらに考えられる課題は、冬季同様に窓を閉めたままで、十分な換気が行えず、教室内における空気環境は極めて悪くなることである。この課題を簡単にローコストに解決する技術を展開する。エコウィン Air を教室に設置したエアコンに接続する事で、新鮮空気を外気処理（除塵、加温、冷却、除湿）し、常時学校環境衛生基準の二酸化炭素基準濃度 1,500ppm を超えないように新鮮空気を十分に取り込み、健康的で快適な環境や知的生産性の高い教育環境を実現する。

8. おわりに

我々のビジネスモデルは、省エネ大国日本で培われた省エネ空調技術（輻射式冷暖房システム技術）を独自に開発した。日本国内での実績及び評価を基に海外展開し現地企業と提携したビジネス活動を通じて、地域貢献型のビジネスモデルを展開している。これは、事業展開のスピードを加速させた地球環境問題への貢献を目指すビジネスモデルである。

世界の注目する省エネ大賞をエコウィンが採用された大空間空調施設にて受賞した。また、2015 年には省エネ性を評価され地球温暖化防止活動環境大臣表彰を受賞。2007 年のエコウィンの製品発表以来、着実に事業を積み上げ、国内全域、更には海外に向けて展開し、CO_2 排出を抑制するエコウィンのビジネスモデルは、今やグローバル展開に発展し着実に拡がっている。

今回、ハイブリッド型外気処理ユニットを開発実用化したことで、換気分野に市場拡大し、社会の抱える課題を解決するソーシャルイノベーションを展開する。地球規模の CO_2 削減に貢献すべく、ビジネスの力を地球温暖化問題解決のパワーに変え、「子供たちの未来にこの豊かな地球環境を守り繋げる」我が社の志を具現化すべく、今後も弛まぬ技術革新を推進していく。

註釈

註 1）　本誌 2017 年版に掲載.
註 2）　当社実測試験データに基づく .

図版出典

図 1）　当社作成 .　ただし､文献 1）を参考 .
図 2）　当社作成 .
図 3）　当社作成 .
図 4）　当社実測データ（2018）より作成 .
図 5）　当社作成 .
図 6）　当社所有の写真 .
図 7）　当社作成 .
図 8）　当社作成 .
図 9）　当社作成 .
図 10）当社作成 .
図 11）当社作成 .
図 12）当社作成 .
図 13）当社作成 .
図 14）文献 3）より引用 .
図 15）当社作成 .
図 16）当社作成 .
図 17）当社作成 . ただし､文献 6）を参考 .
図 18）当社作成 . ただし､文献 7）8）9）を参考 .

参考文献

1)　村上周三：
住まいと人体　工学的視点から，臨床環境医学，9 巻 2 号，p.49-62，2000.
2)　早稲田大学環境総合研究センター：
輻射式冷暖房システム「エコウィン」の性能評価試験 成果報告書，2013.
3)　熊本県産技術センター：エコウィン Air 運転時推奨フィルターの評価資料，2018.
4)　国土交通省 HP：分譲マンションストック戸数，平成 30 年 5 月 24 日更新 .
http://www.mlit.go.jp/common/001235972.pdf
5)　日本経済新聞 HP：
「文科省、教室のエアコン導入など施設整備費 2400 億円要求へ」，2018.
https://www.nikkei.com/article/DGXMZO34453740S8A820C1CR8000/
6)　井口龍輝 小尾美優 小松奎吾 中山克哉 原茉莉子：
室内の CO2 濃度と眠気・集中力の関係，長野県伊那北高等学校教室研究 .
7)　文部科学省：学校環境衛生管理マニュアル，平成 22 年 3 月
8)　長浜北星高等学校：保険便り，2016 年 1 月
9)　大穴中学校：保険便り，2015 年 2 月

一年中「春」の快適さ

エコウィン　検索

第27回
中小企業優秀
新技術・新製品賞
奨励賞　受賞

消費エネルギー
約79%
削減

超省エネ性
最大
34%
ダウン!

輻射式冷暖房装置 × 対流式高性能エアコン

ecowinHYBRID PAT

―エコウィンハイブリッド―

夏場の暑～い、冬場の寒～い！をかんたん解決！
今お使いのエアコンを活用して
さらに健康・快適な空気環境が実現できます！

外気処理システム

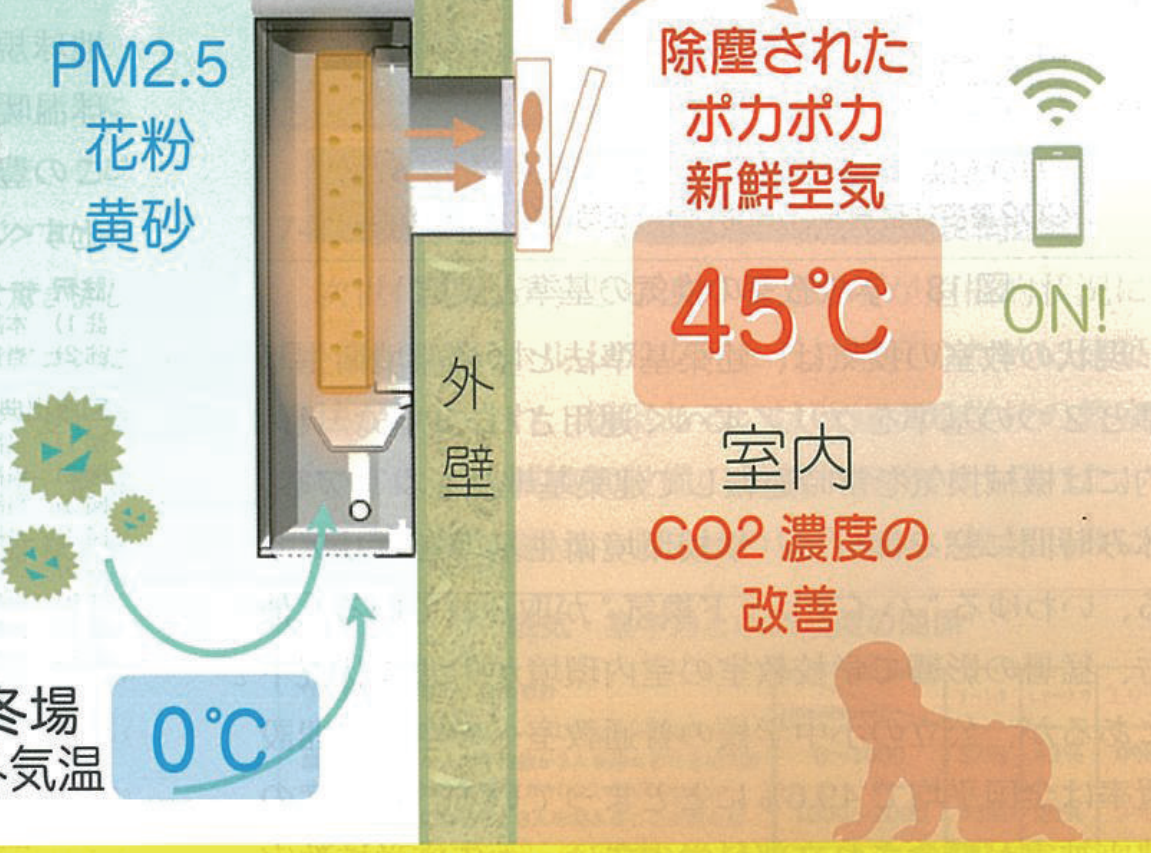
air-Unit

―エコウィンAIRユニット―

※特許出願中

冬場の
底冷え
対策
に最適

きれいな給気で
フレッシュな
住環境
を実現！



平成27年度
地球温暖化防止活動
環境大臣表彰

We can Save the Earth
Minister of the Environment

0120-539-666

株式会社エコファクトリー
HP：https://www.ecofactory.jp

エコウィン AIR　検索

全国にショールームがございます！
まずは！ご体感ください！

ecowin® by ecofactory