地球を大切に

設備設計

令和元年（2019）第31号

［新元号ゆかりの地／坂本八幡宮 - 太宰府］

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

KYUSHU

アジアのリーダー都市へ
FUKUOKA NEXT

ecowin AIR
製品紹介 movie

学校向け業務用ハイブリッド型外気処理ユニット および次世代型空調システムについて ー ecowinAIR･ecowin HYBRIDの概略的なご紹介 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。この分野における技術革新（輻射式冷暖房装置「ecowin」を基盤としたシステム）を行い 2014 年、画期的な省エネ空調システム「ecowinHYBRID」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う。本技術は第 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。2018 年 6 月には、顕在化する社会課題を解決すべく ecowinHYBRID 基幹技術を応用したハイブリッド型外気処理ユニット「ecowin AIR」（特許取得済）を開発実用化した。さらに 2019 年 10 月に発売する学校向け業務用ハイブリッド型外気処理ユニット「ecowin AIR」も開発した。

本稿では、学校向け業務用ハイブリッド型外気処理ユニット ecowin AIR（図 1）、ecowinHYBRID の製品を紹介する。

図 1

2. 学校向け業務用ハイブリッド型外気処理ユニット「ecowin AIR」について

2-1. 開発の背景と課題

次世代を担う子ども達の教室空気環境が危機的状況にある。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、換気回数にして 0.3 回 /h である。これは文部科学省の学校環境衛生基準をクリアするための換気回数 2 回 /h と比べ、非常に少ない換気量である。冬季および夏季の冷暖房は特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。

CO_2 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**。

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、学校教室の空調化を面的に進めるべく予算要求し、本年度から本格的に教室への空調機の整備を進めている。

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、冬季および夏季同様に窓を閉めたままで、十分な換気が行えず、子ども達の呼吸により、教室内の空気質が劣悪になり、酸素濃度が低下し、CO_2 濃度が上昇し、教室内における空気環境は極めて悪く

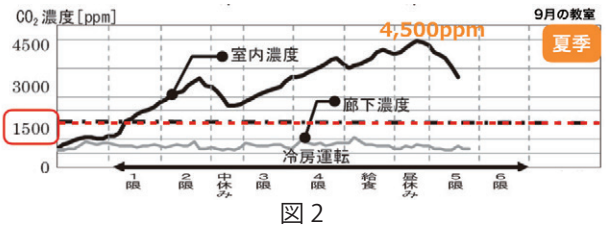
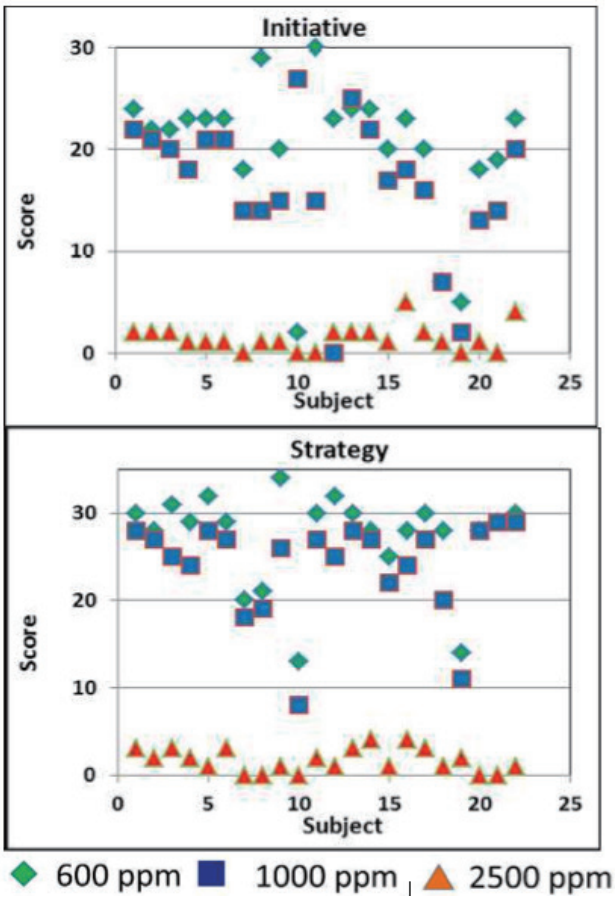


図 2



なるため、集中力の低下や眠気を招く。倉渕らによる研究報告[1)]では、東京都内の調査対象の小学校普通教室では、９月においてベランダ側の窓や廊下側の扉を完全に締め切った状態で計測を行ったところ、お昼の給食後では CO_2 濃度が 4,500ppm にまで達していることがわかった（図 2）。また、2012 年のアメリカの研究結果[2)]によると、2,500ppm ほどの環境下では、集中力や判断能力が著しく低下することが明らかとなっている（図 3）。

2-2.ecowin AIR のメカニズムと 外気処理能力

ecowin AIR の冷凍サイクル系統図により説明する（図 4, 図 5）。第三種換気システムの給気口に、ecowin AIR を装着したシステムの模式図である。ecowin AIR は、エアコンの低圧側冷媒配管にユニットを装着する。

図 4 は、冷房時の ecowin AIR 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

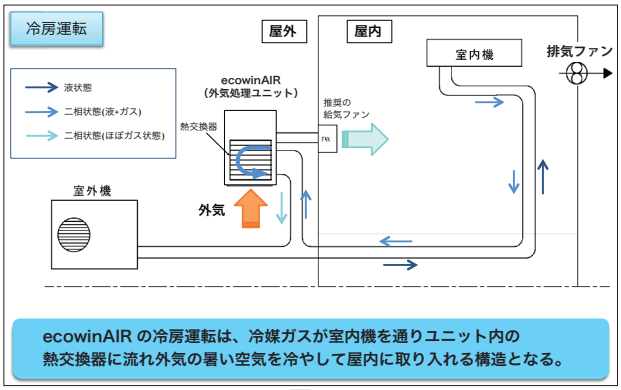
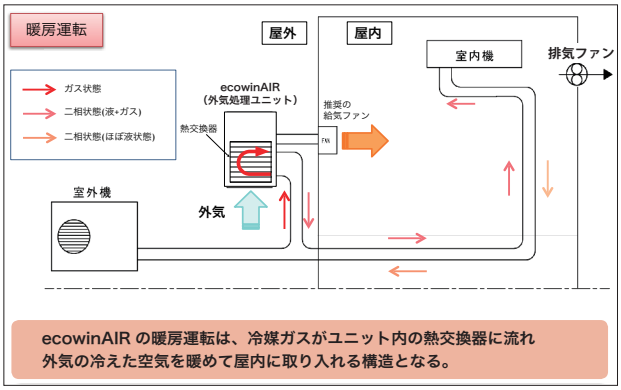


図 4



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、ecowin AIR 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 36℃を 13℃に冷却する外気処理能力を有している[註2)]（図 6, 図 8,）。

図 5 は、暖房時の ecowin AIR 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 ecowin AIR に供給され、ecowin AIR 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 ecowin AIR 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 6℃を 30℃に加温する外気処理能力を有している（図 7）。

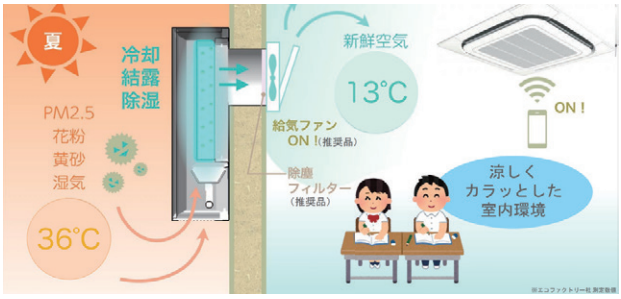


図 6

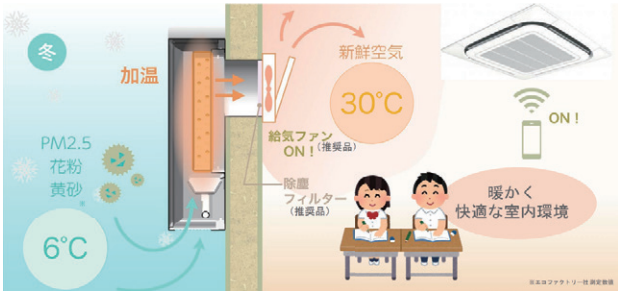


図 7

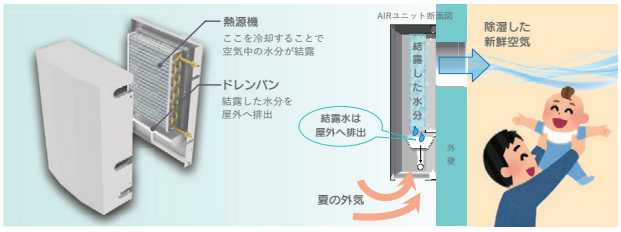


図 8

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。これに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。

2018 年、当社の ecowinHYBRID の基幹技術を応用し、新たにハイブリッド型外気処理ユニット「ecowin AIR」を実用化し展開している。

子どもたちは日本の将来を担う国の宝であり、子どもたちの教育環境を改善するため、2019 年 10 月に発売する学校向け業務用ハイブリッド型外気処理ユニット「ecowin AIR（以降、学校用 ecowinAIR）」も開発実用化している。学校用 ecowinAIR を教室へ実装し使用することで、室内の CO_2 濃度上昇を抑制し、外気を安定的に給気し、汚れた空気を排気することで集団生活のウィルス感染の抑制による子どもたちの健康増進と、室内空気環境を酸素濃度が高く、CO_2 濃度が低い屋外の新鮮空気に満たされた室内空気環境に改善し、知的生産性向上につながる。また既存エ

アコンの省エネ化にも貢献できる。

2-3. 学校用 ecowinAIR の冷暖房評価

某中学校（熊本県熊本市、３階建 RC 造）の２階部分２教室で、学校用 ecowinAIR の有無により、換気・運転条件を変えて、実証評価試験を行った（図 9）。

両教室には、マルチタイプエアコン（A 教室暖房能力 16kW、B 教室 14 k W）および排気用換気扇（風量；弱 620㎥ /h 強 1190 ㎥ /h）が設置されている。さらに、A 教室

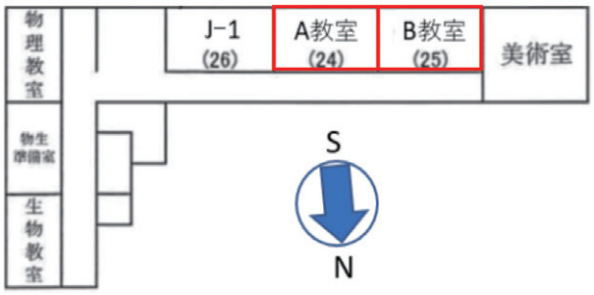


図 9

では、給気用に学校用 ecowinAIR が設置されている。冬は 2019 年 1 月 8 日～２月３日まで、夏は８月２日に、表 1、２の条件にて冷暖房及び換気の設定を行い、計測を実施した。計測位置では図 10 の位置にて測定を行った。

CO_2 濃度測定結果は、授業時間が進むとともに濃度は上昇し、換気がない 1 月 8 日の A 教室では 4 限目以降、CO_2 濃度が 1500ppm を下回ることはなく、最大 3000ppm 近くに達した (図 11)。一方、換気弱運転の図 12

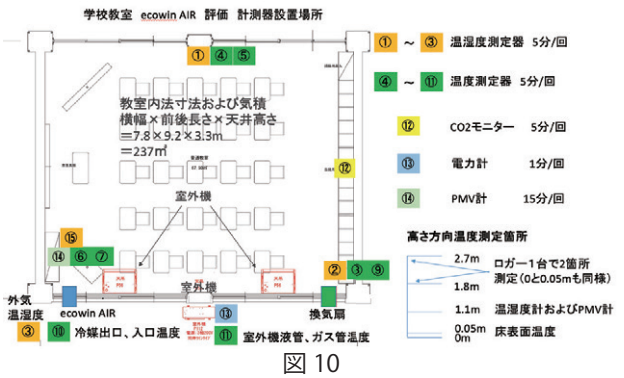


図 10

	A 教室		B 教室	
日程	暖房	換気	暖房	換気
1/8-1/11	任意自動	止	任意自動	止
1/15-16	24℃自動	止閉	24℃自動	止閉
1/17-18	24℃自動	弱	24℃自動	弱
1/21-23	24℃自動	弱	24℃自動	止閉
1/24-25	24℃自動	弱	25℃自動	弱
1/28-30	24℃自動	弱	24℃自動	弱
1/31. 2/1	24℃自動	強	24℃自動	強

表 1

	A 教室		B 教室	
日程	冷房	換気	冷房	換気
8/2	24℃自動	強	24℃自動	強
8/2	26℃自動	強	26℃自動	強
8/2	27℃自動	強	27℃自動	強

表 2

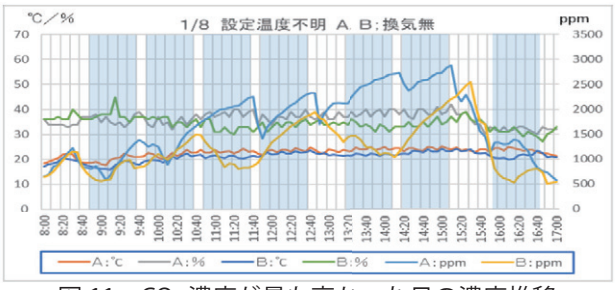


図 11　CO_2 濃度が最も高かった日の濃度推移

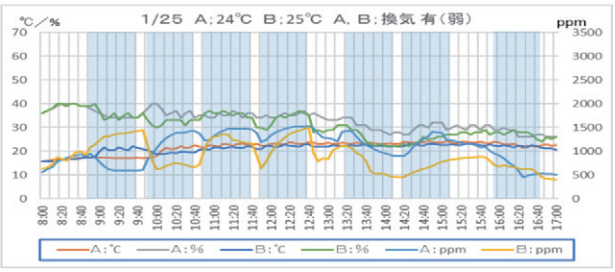


図 12　換気扇弱運転の場合の CO_2 濃度の推移

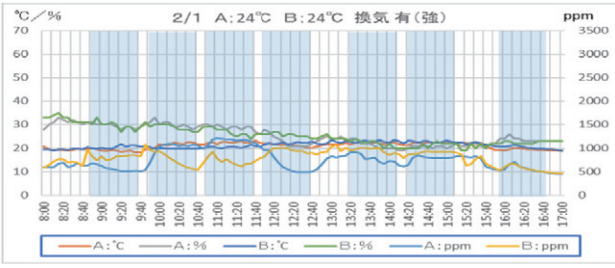


図 13　換気扇強運転の場合の CO_2 濃度の推移

では 1500ppm を上回る時間帯はなく、おおむね良好な環境が維持され、換気を強運転した場合ではさらに改善され、1000ppm をわずかに超える程度であった（図 12、13）。図中の水色帯は授業時間である。

冬の場合、A 教室（学校用 ecowin AIR 有）を 22℃設定、B 教室（学校用 ecowin AIR 無）を暖房運転 24℃設定にすることで、PMV 計及び 1.1m の気温がほぼ同じとなった。この時の電力は平均値で A 教室 1 .96kWh、B 教室 2.3kWh となった（図 14）。A 教室は B 教

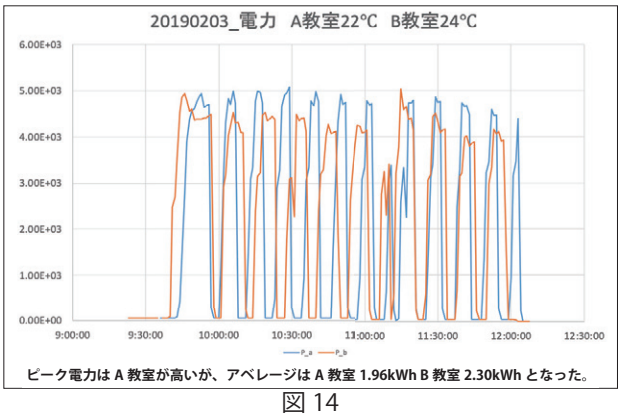


図 14

室より約 14%の電気消費量の削減となった。

夏場の評価結果を図 15,16 に示す。図 15 は消費電力値で、赤線は生外気をそのまま取り込む従来の換気システム、青線は学校用 ecowinAIR を介した数値である。青線の ecowinAIR では、外調処理し 36℃の外気を 13℃程度に冷却除湿を行い、空気調和して室内に取り込む為、その省エネ率は 26℃設定で 24.5% の実証評価を得た。その他に 24℃設定で 21%、27℃設定で 36.9% の実証評価が出来た。

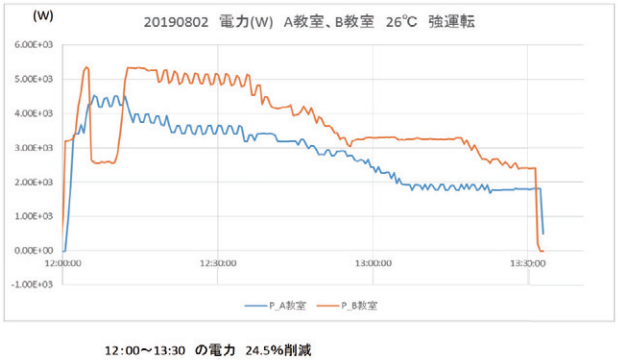


図 15

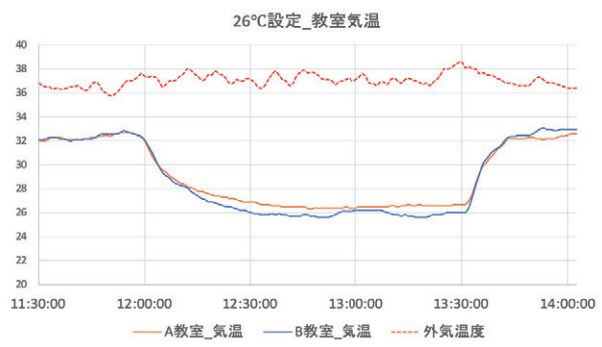


図 16

3. 輻射式冷暖房システム「ecowinHYBRID」について

3-1. 開発の背景

日本国内における空調システムとして、対流式のエアコンが殆どであり、輻射冷暖房システムのシェアは、必ずしも大きいとは言えない。エアコンと比較し、快適性や省エネ性では輻射式冷暖房システムが高い評価を受けているが、量産化をされているエアコンよりも、イニシャルコストが高く、一般的な家庭などへ導入が見送られていく背景があった。エアコンは、最も普及した空調装置であり、冷温水発生機と比較して水熱交換器などもないため、量産化による低コスト化を実現している。また、水熱交換器などなく直膨式のため、快適な温度までの到達時間が短く、利用者のニーズに合致している。

これら背景により、経済産業省の「平成 24 年度グローバル技術連携支援事業補助金」を活用して、エアコンの冷媒を輻射式冷暖房装置 ecowin 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（製品名：「輻射式冷暖房システム ecowinHYBRID（エコウィンハイブリッド）」

図 17

の開発および 2014 年に実用化に至った（図 17）。

3-2.ecowinHYBRID のメカニズムについて

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[4]、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、相対的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。

3-3. 様々な施設への導入が拡がっている

ecowinHYBRID は、従来型の対流式エアコンのある施設であれば導入検討可能なため、建築規模に関わらず幅広い市場が存在する。戸建て住宅を初めとし、図書館 (沖縄) や賃貸マンション (東京)、保育園 (長崎) 中学校の特別教室 (千葉)、学校体育館 (東京・埼玉) などへの導入が進んでいる（図 18,19,20）。ecowinHYBRID は、熱源にエアコンを活用するという、世界初のシステムであり、早稲田大学環境総合研究センター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、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で特許取得済みであり海外においても特許取得済みである。

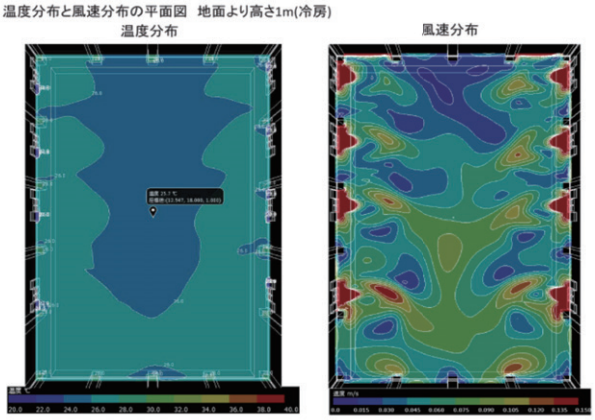


図 18

図 19

図 20

3-4. 事例紹介

3-4-1. 松島総合センター「アロマ」メインアリーナ（熊本県）

松島総合センター「アロマ」メインアリーナと観客席に「ecowin」、「ecowinHYBRID」をメイン空調として採用された体育館である。当施設の空調システムは市民の健康、省エネなどを配慮し、「ecowin」、

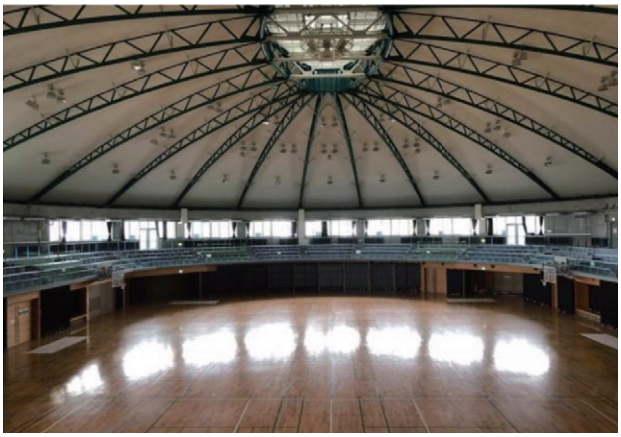


図 21

図 22

図 23

「ecowinHYBRID」が導入された（図 21,22,23）。

3-4-2. 護佐丸歴史資料図書館 (沖縄県)

2015 年 5 月に開館した護佐丸歴史資料図書館は「ecowinHYBRID」をメイン空調として採用された図書館である（図 24）。当施設の空調システムは市民の健康、省エネなどを配慮し、「ecowinHYBRID」が導入された。

図 24

図 25 は導入前に行った当施設の 30 年間のランニングコストシミュレーションである。導入コストは「ecowinHYBRID」の方が輻射パネルのコストにより高くなっている。しかし、損益分岐点はランニングコストの差額により約 4.5 年と短期間で回収している。更に「ecowinHYBRID」は、機器能力を低減させているため、室内機及び室外機の機器更新費用を低減することができる。なお、輻射パネル自体には動力部分がなく、輻射パネル本体の製品寿命は 30 年としているため、エアコンと同時に交換する必要がない。室内機の台数が減ることによって、メンテナンスコストも低減することができる。結果として、30 年間運用した場合のランニングコストシミュレーションは、ビルマルチエアコンのみで運用した場合は 254,517 千円、「ecowinHYBRID」は 155,845 千円となり、30 年間運用で 98,672 千円の差額メリット

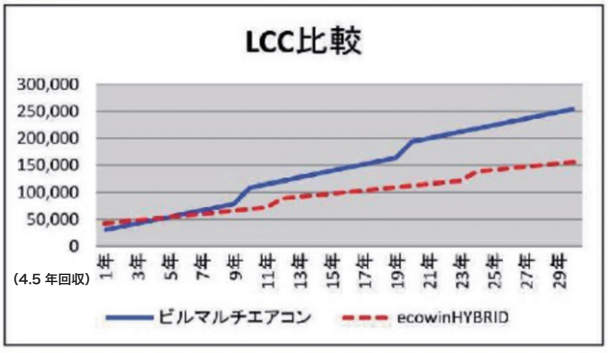


図 25

が出るシミュレーションとなっている。

図 26 は当施設のランニングコストシミュレーションと 2016 年 8 月空調運用実績を比較した表 である。ランニングコストシミュレーションでは、8 月の空調消費電力は 8407kWh となっており、実際の運用データの方が 5.8% 程度少なく運用ができており、実際の運用がほぼシミュレーション通りになっていることを証明している。また、ビルマルチエアコンと比較すると約 60% 程度の消費電力量が削減されており、ランニングコストの低減に繋がっている。

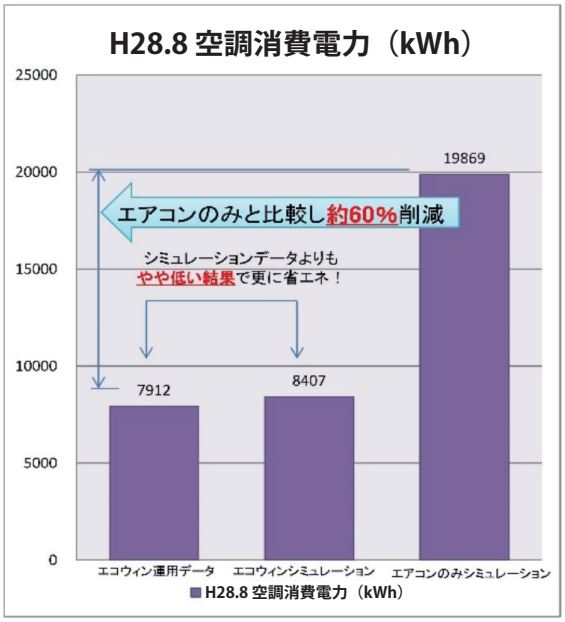


図 26

4. おわりに

今回紹介したイノベーションは、独自開発したハイブリッド型外気処理システムと輻射式冷暖房システムである。現在、国内の実績及び評価を基に海外展開し、現地企業と提携した事業活動を通じて、地球温暖化対策を具現化する地域貢献型事業活動を展開している。これは、ビジネスの力を活用した地球温暖化防止活動である。

2007 年、1 世代となる ecowin の製品発表以来、着実に実績を積み上げ国内全域、更には海外に向けて展開している。CO_2 排出抑制に繋がる技術とビジネスモデルは、今やグローバル展開に発展し着実に拡がっている。そして、ecowin を採用した公共体育館施設が省エネ大賞を受賞し、2015 年には地球温暖化防止活動環境大臣表彰を受賞した。

2018 年、ハイブリッド型外気処理ユニット ecowin AIR 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している。

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防止活動のパワーに変え、「子どもたちの未来にこの豊かな地球環境を守り繋げる」我が社の志をさらに具現化すべく、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

表 1）文献 3）より引用 .
表 2）文献 3）より引用 .
図 1）当社撮影 .
図 2）文献 1）より引用 .
図 3）文献 2）より引用 .
図 4）当社作成 .
図 5）当社作成 .
図 6）当社作成 .
図 7）当社作成 .
図 8）当社作成 .
図 9）文献 3）より引用 .
図 10）文献 3）より引用 .
図 11）文献 3）より引用 .
図 12）文献 3）より引用 .
図 13）文献 3）より引用 .
図 14）当社実測データ (2019) より作成 .
図 15）当社実測データ (2019) より作成 .
図 16）当社実測データ (2019) より作成 .
図 17）当社作成 .
図 18）当社作成 .
図 19）当社撮影 .
図 20）当社所有の写真 .
図 21）当社撮影 .
図 22）当社撮影 .
図 23）当社撮影 .
図 24）当社所有の写真 .
図 25）当社作成 .
図 26）当社作成 .

参考文献

1）倉渕 隆 飯野由香利 川瀬智文：温暖地域における冷房機器のある小学校普通教室の空気・温熱環境と温熱環境評価 , 日本建築学会環境系論文集 , 第 74 巻 第 641 号 ,2009 年 7 月
2）Elevated Indoor Carbon Dioxide Impairs Decision-Making Performance. Feature Story Julie Chao (510) 486-6491 • October 17, 2012
3）村上尊由 坊垣和明 村上尊宣：空調・換気設備を設けた教室の温熱環境ならびに空気室に関する研究 - その 1 換気設備が教室内の二酸化炭素濃度に及ぼす影響に関する分析 , 日本建築学会大会学術講演梗概集 ,2019 年 9 月
4）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.