

# 全熱交換形換気扇“ロスナイ”による換気ソリューション

荒井秀元\*  
Hidemoto Arai

Ventilation Solutions by Heat and Energy Recovery Ventilator "Lossnay"

## 要旨

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大を受けて、集団感染の発生リスクとして換気の悪い密閉空間が指摘されており、換気的重要性について今まで以上に関心が高まっている。換気方式は大まかに自然換気と機械換気に大別され、窓開け換気に代表される自然換気は、換気に対するエネルギーを必要としない代わりに換気風量が環境に左右され、空調している夏場及び冬場であれば空調エネルギーロスにもつながる。

三菱電機的全熱交換形換気扇“ロスナイ”は1970年に発売した、“確実な換気”と“省エネルギー性(外気負荷の低減)”を両立させた換気機器である。

現在では、2020年にロスナイ発売50周年記念モデルとして、更に確実な換気と省エネルギー性を進化させるため、

DCブラシレスモータを搭載し、業界最高<sup>(注1)</sup>の機外静圧による、設計自由度と省エネルギー性を向上させた“業務用ロスナイ天井埋込形”と、経年劣化した換気機器の更新需要等に対応するため業界で初めて<sup>(注1)</sup>のリニューアル専用機種“業務用ロスナイ天井埋込形リニューアル専用タイプ”を発売した。また、しっかり“換気”できているのを知りたいという要望も高まっており、CO<sub>2</sub>センサを用いた“換気の見える化”にも対応した。さらには、CO<sub>2</sub>センサと濃度の状態を表示するLEDランプを搭載するとともに換気風量を増加させたい後付け更新需要に対応するために施工が容易な天吊(つり)露出形機種を発売し、換気に対するニーズに即した機種開発を行っている。

(注1) 2020年1月23日現在、当社調べ



## 1970年に発売したロスナイ1号機と最新の開発機種

左上図は1970年発売のロスナイ1号機であり、壁掛け形として住宅用途向けに発売した。右上図はDCブラシレスモータを搭載した業務用ロスナイ天井埋込形で、2020年度省エネ大賞“省エネルギーセンター会長賞”を受賞した。下図の2021年発売の学校用ロスナイ天吊露出形は、CO<sub>2</sub>センサを標準搭載し、CO<sub>2</sub>濃度の状態をLEDランプで表示することによって“換気の見える化”を行った。

## 1. ま え が き

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受けて、集団感染の発生リスクとして換気の悪い密閉空間が指摘されており、換気的重要性について今まで以上に関心が高まっている。

厚生労働省から、「商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について」と題したパンフレットが公表され<sup>(1)</sup>、具体的な換気対策として機械換気による場合は、一人当たり30m<sup>3</sup>/hの換気量が確保されていること(建築物衛生法でのCO<sub>2</sub>の室内濃度基準1,000ppmを満たしている条件)、又は窓開放による場合は30分に1回、数分程度窓を全開にすることを実施していれば、換気の悪い密閉空間には当たらないとされた。

換気方式は大まかに自然換気と機械換気に大別され、窓開け換気に代表される自然換気は、換気に対するエネルギーを必要としない代わりに外風等の環境に左右されるため換気風量が不安定であり、窓開け換気では騒音問題、空調している夏場及び冬場であれば外気をそのまま取り入れることから快適性を損なうとともに空調エネルギーロスにもつながる。

当社の全熱交換形換気扇ロスナイは給気と排気を同時に行う第1種換気による“確実な換気”と“省エネルギー性(外気負荷の低減)”を両立させた換気機器として1970年に発売した。

近年、地球温暖化対策などへの取組みとして「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)」が2016年に施行され、特定建築物で一次エネルギー消費量基準への適合義務が生じており、ZEB(net Zero Energy Building)などの導入が今後も拡大していくと考えられることから、建築物(居住・非居住)の省エネルギー対策の強化が今後更に重要になっていく。さらに、2020年の新型コロナウイルスの感染拡大による換気意識の高まりは、換気風量の増加や機械換気による確実な空気質改善につながると見られることから、エネルギー消費量が増加基調になる見通しであり、今後換気設備にはより一層の省エネルギー性向上が求められていくと考えられる。

## 2. 全熱交換形換気扇ロスナイ

### 2.1 ロスナイの誕生と機種展開

1960年代後半、空調機が普及し始めたころ、換気によってロスする“冷暖房効果”と“換気効果”という完全に相反する現象が抱える潜在ニーズに対応する形で誕生したが、全熱交換形換気扇ロスナイである。全熱交換器は温度

だけではなく湿度も交換するが、素材に湿度は通すが熱の不良導体である紙材の使用に思い至ったのは、あるとき、開発者が子供の遊びを見てヒントを得たところからであった。薄い紙を丸めて筒状にし、口に当ててハーと息を吐くと、筒が温かくなり、支えている手に伝わってくることに気付いた。紙材をこの紙の筒のように使えば熱を伝えることができる。つまり、薄紙の厚さ方向になれば、熱を良く伝える良導体になり得るとともに紙は水分も通す。そうして、紙を複数枚積層した全熱交換器を開発し、1970年、住宅用壁掛け形として全熱交換形換気扇ロスナイを発売した。そのころ、非居住のビル市場は建築ラッシュにあり、空調機の普及も目覚ましく、同年、「ビル管理法」が制定され、換気についても管理基準が示された。そのためビルには換気が不可欠になり、また空調機の普及も進んで、省エネルギー性もより重要視され始めたビル市場向けに、翌1971年には、床設置タイプの業務用ロスナイを発売した。さらに発売後のヒアリングから、インテリア性を重視して換気機器を見えない天井内へ設置したいというニーズが顕在化し、1975年に天井埋込形を発売した。その後もニーズに合わせて加湿付き、脱臭機能付き、浴室やプール等で使用する耐湿形、トイレ等で使用する局所用などの機種を市場の声に合わせて開発し、機種群を拡充してきた。

### 2.2 ロスナイ発売50周年記念モデル

2020年にロスナイ発売50周年記念モデルとして、確実な換気と省エネルギー性を更に進化させるため、DCブラシレスモータ搭載にした“業務用ロスナイ天井埋込形”を発売するとともに、経年劣化した換気機器の更新による確実な換気への需要等に対応するため業界で初めてのリニューアル専用機種“業務用ロスナイ天井埋込形リニューアル専用タイプ”を発売した。この機種は、DCブラシレスモータ(以下“DCモータ”という。)の搭載によって換気運転時の省エネルギー性を図るとともに風量制御の多様化を実現し、建築物全体の消費電力低減を可能にした。この機種で、2020年度の省エネ大賞 製品・ビジネスモデル部門“省エネルギーセンター会長賞”を受賞した。この業務用ロスナイ天井埋込形の構造を図1に示す。

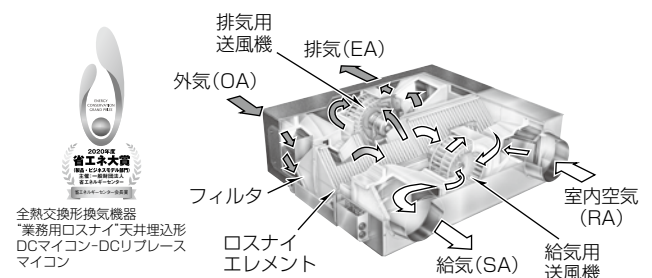


図1. 業務用ロスナイ天井埋込形の構造

### 2.2.1 ACモータからDCモータへの変更

ロスナイ発売50周年記念モデルではDCモータを搭載することで、ACモータ搭載の従来機種と比べて約38%の省エネルギーを図っている。ACモータの動作原理は、固定子コイルに商用交流電圧を印加し、コイルを順に励磁してケイ素鋼板からなる回転子に誘導電流を流して回転磁界を得る。DCモータの動作原理は、固定子コイルに直流電圧を印加し、インバータ回路によってコイルを順に励磁しながら永久磁石で形成される回転子を動作させる。回転子は永久磁石で形成されるため、回転子に誘導電流が流れず二次銅損が低減でき、ACモータと比べて低損失なモータが得られる。

また、ロスナイに搭載するDCモータは、モータ制御用マイコン及びモータ電流検出回路を備えた駆動回路をモータに内蔵しており、モータ制御方式はベクトル制御による正弦波駆動を採用した。この制御方式によってトルク電流と励磁電流を個々に制御できるようになり、モータの運転状態に合わせて最適なトルク制御を可能にすることで高効率運転を実現している。

業務用ロスナイ天井埋込タイプは従来全16形名であったが、DCモータに対応した基板の再設計で100Vと単相200Vの電源共通化に対応し、機種整理を行って機種数を全11形名に削減した。電源共通化によって100V機種に単相200Vを印加するといった施工時の電源電圧ミスによる製品破損の抑制も可能になった。

### 2.2.2 風量の多段階制御

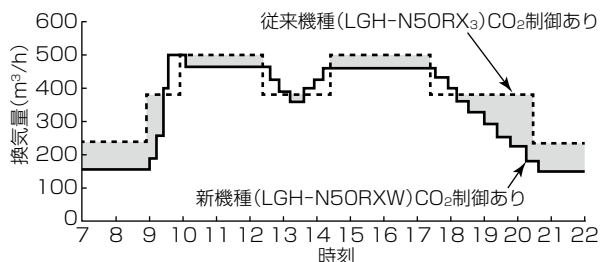
DCモータの回転数制御機能を用いて給気・排気の換気風量設定を従来機種の3段階から11段階へ拡充し、給排を個別に風量設定できるようにし、室内環境の設計・施工自由度の向上を可能にした。また、当社システム部材のCO<sub>2</sub>センサと組み合わせて、人等から発せられたCO<sub>2</sub>の室内濃度に応じて最適な換気風量に最大11段階で自動制御することで、従来制御より16%の風量減を可能にして居室空間に人が少ないときには換気風量を抑えた省エネルギー運転を行う(図2)。空調された空気を必要以上に換気しないために空調機の負荷低減につながり、ロスナイと空調機を合わせた電気料金はCO<sub>2</sub>センサ未装着時と比べて約27%削減した(図3)。

### 2.2.3 送風性能の改善と定風量運転制御

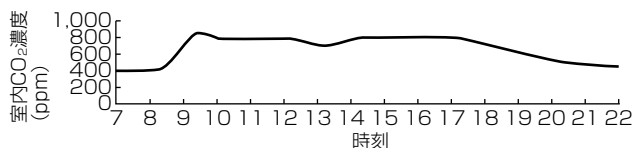
従来のACモータであれば、60Hz地区に比べて50Hz地区では電源周波数の差異によって同期回転

数が下がるために送風性能が低くなっていたが、DCモータの搭載によって電源周波数による送風特性の差異を解消し、50Hz地区でも全機種で従来機種の60Hz特性以上の送風性能を実現した。定格風量500m<sup>3</sup>/hの新機種で、換気風量500m<sup>3</sup>/hでの運転時の機外静圧は従来機種の50Hzの性能から比べて50Pa向上した。居室空間の拡大化によって天井裏が狭小化してダクト配管が複雑化した場合でも、高機外静圧化によって必要換気能力を確保しやすく、設計自由度及び施工性の改善が可能になる。

定風量制御とは、施工されたダクトの圧力損失に応じて、モータの回転数を自動で調節し、既定の機外静圧以下であ



- ・当社指定別売部品のCO<sub>2</sub>センサ装着時(目標CO<sub>2</sub>濃度1,000ppm設定時)。
- ・目標CO<sub>2</sub>濃度は800/1,000/1,400ppmから選択可能。
- ・CO<sub>2</sub>センサ使用時はジーニアスリモコン\*PGL-62DR\*が必要。



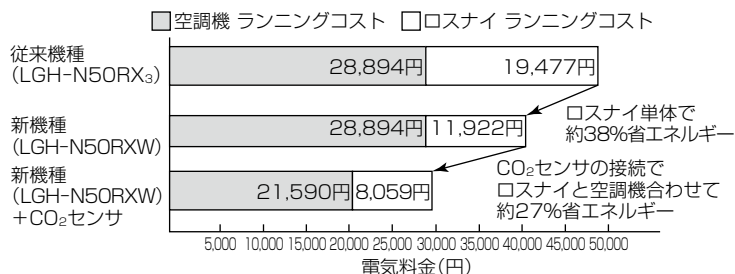
室内外空気条件  
新JIS交換効率測定空気条件

	夏季	冬季
OA	35℃ 75.3%	5℃ 71.9%
RA	27℃ 52.8%	20℃ 58.9%

時間と空調・換気の動作の条件

時間帯	空調機	換気(従来機種)		換気(新機種)	
		CO <sub>2</sub> センサ装着時			
8:00~20:00	運転	CO <sub>2</sub> 濃度によって風量可変		CO <sub>2</sub> 濃度によって風量可変	
20:00~8:00	停止	(3段階, 自動学習機能OFF)		(11段階)	

図2. 換気量と室内CO<sub>2</sub>濃度変化(シミュレーション結果)



計算条件

- ・対象室体積243m<sup>3</sup>(≒9.5×9.5×2.7(m))・最大在室人数12名(一人当たりの占有面積を5m<sup>2</sup>/人で計算した18名に対して、在室率67%の在室人数)
- ・季節日数と温湿度条件 夏季3.5か月(平日75日, 休日32日)
- ・冬季3か月(平日60日, 休日30日)
- ・機器情報 空調機 COP3.6, 冷房COP3.19, ロスナイLGH-N50RXW×1台・換気回数2.1回/h(最大ノッチ時)・目標CO<sub>2</sub>濃度設定1,000ppm
- ・電気料金27円/kWh
- ・JIS B 8628:2017に規定された全熱交換効率測定時の室内外空気条件下で当社試算。

COP: Coefficient Of Performance

図3. 業務用ロスナイ天井埋込形の省エネルギー比較



れば一定の換気風量を確保する機能である。モータの回転数とモータ電流値情報からあらかじめ把握した機種固有の送風特性情報と比較して風量の調整を自動で行う。給気と排気のダクト圧損が異なる場合でも給排気の送風性能を個別に制御させて自動で風量を定格(規定値)に合わせることを可能にしている。

施工現場での急なダクト経路の変更や延長など当初のダクト設計と異なる変更にも容易に風量調整が可能になるとともに、初期の設置時だけでなく使用経過とともに起こるフィルタ目詰まりによる風量低下にも、既定の機外静圧範囲内であれば自動で風量を調整するために換気風量の維持を可能にしている。

#### 2.2.4 空調機との連携制御

当社店舗用エアコンやビル用マルチエアコンの室内機に搭載している、人の位置・動きを検知することで人の在室状況を判断する人感センサ“人感ムーブアイ360”と連動し、人の在室／不在情報を基に換気風量の自動制御を行う(図4)。人の不在時にはロスナイの風量を自動で最小風量に切り替えることで省エネルギー換気を行い、ロスナイと空調機を合わせた電気料金は人感センサ連動なし時と比べて約15%削減(天井埋込形LGH-N50RXWで不在検知時間を10分設定にした場合の空調機との合算値)した。

#### 2.2.5 天井埋込形リニューアル専用機種

過去30年相当までの同タイプの天井埋込形機種を対象に、取替えによる省エネルギー提案を可能にするリニューアル専用機種を発売した。基本機能はDCモータを搭載した標準機種と同じとし、定風量運転制御によって既設配管が不明な場合であっても自動で定格風量に調整して確実な換気を行うことを可能にするとともに、既設の当社業務用ロスナイ(スタンダードタイプ)の操作を行うコントロールスイッチをロスナイ本体更新後も継続して使用できるリレー回路を開発して搭載した。さらに、“リプレース専用吊り金具”を開発して既存の吊りボルトを流用可能な構造にしてアンカーの打ち直し作業等を不要にすることで現地での施工負荷・時間の削減を可能にした。

#### 2.2.6 “換気の見える化”対応

しっかり換気ができているのか知りたいという市場か

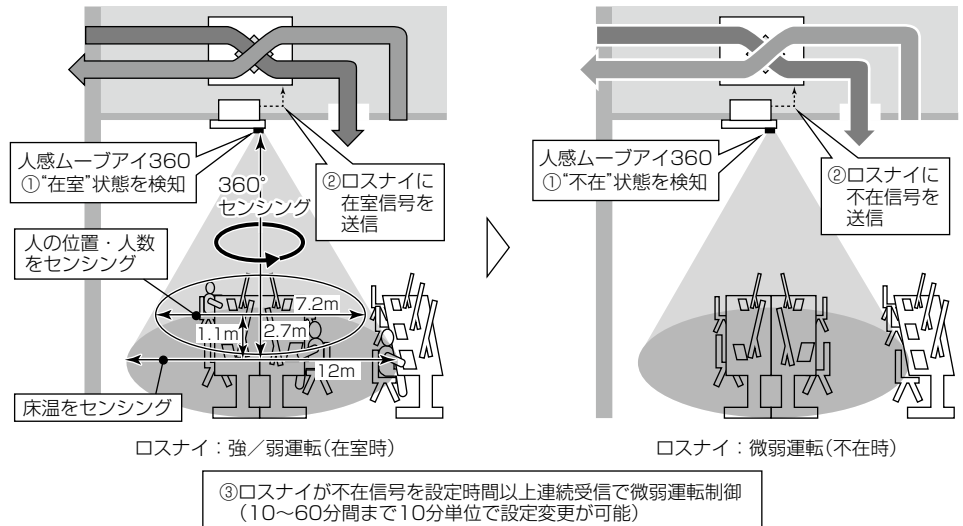


図4. 在室状況によるロスナイの風量連携制御

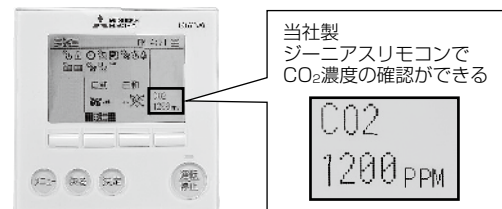


図5. ジーニアスリモコンのCO<sub>2</sub>濃度表示画面例

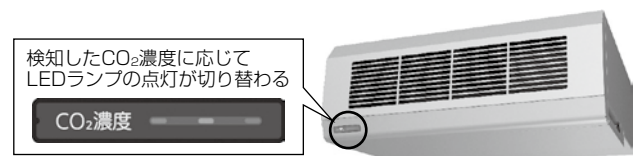


図6. 天吊露出形機種種の“換気の見える化”対応

らの“換気の見える化”要望が高まっており、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度による換気の見える化としてジーニアスリモコンへのCO<sub>2</sub>濃度表示を実現した(図5)。さらに、2021年4月には換気後付け更新需要に対応する施工が容易な学校用ロスナイ天吊露出形に、CO<sub>2</sub>センサを標準搭載し、CO<sub>2</sub>濃度の状態をLEDランプで表示可能にするなど換気の見える化対応機種を拡充している。“換気の見える化”対応を図6に示す。

### 3. む す び

ロスナイの機種開発では常に市場の声を聞いて、それを開発に反映させてきた。これからも、市場トレンドをいち早く察知し、ニーズに即した機種開発を行っていく。

#### 参考文献

- (1) 厚生労働省：商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について(2020)  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000616069.pdf>