

既存オフィスビルにおける人流データを活用した換気風量制御による省エネ効果
 —人流データを活用した省エネ管理システムの開発—

正会員 ○山田 武志*
 同 木下 芳郎*
 同 野部 達夫**

省エネルギー 事務所建築 換気
 制御 人流データ

1 はじめに

オフィスビルの大半を占める中小規模建築物は、防犯体制の強化として監視カメラや入退室管理システムなどが整備されている一方、省エネルギー対策はほとんど行われていないのが現状である。本研究では、既存防犯設備を利用して得た館内の各居室あるいは各フロアの在室者数の時間変動データ（人流データ）を活用して、建物の省エネルギーを低コストで実現するためのシステムの開発を行った。本報では、開発したプロトタイプシステムを既存施設に設置し、換気風量制御による省エネ効果の実証実験を行った結果について報告する。

2 省エネ管理システムの概要

図1に省エネ管理システムの概要図を示す。本システムは、監視カメラ等の既設の防犯機器を利用して画像解析技術等によって館内の人流データを取得し、その特性に応じて各種建築設備の省エネ制御を行うものである。建築設備の省エネシステムは、温湿度計やCO₂濃度計などによって計測された物理量をもとに省エネ制御を行うものが一般的であるが、これらの仕組みは制御対象の設備に応じて各種計測器を設置する必要があり、計測データに汎用性がない。それに対し、人流データは様々な設備の省エネ制御に利用可能であるばかりでなく、防犯・防災といった他の用途への活用も期待できるのが特徴である。

3 実証実験による省エネ効果の検証

3.1 実証実験の概要

オフィスビルのCO₂濃度基準値は建築物衛生法によって1000ppm以内と定められており、この基準値を超えないための必要換気量は一人当たり 30 m³/hとされている。一般的な建築設計では、想定される最大在室者数と上記の必要換気量によって換気風量が設計されているため、過剰換気となる場合が多い。換気を行うことは空調設備に負荷を与えることになるため、過剰換気はエネルギーのロスになる。本実証実験では、在室者数に応じて換気風量の制御を行うことで、空調負荷を間接的に低減し、換気設備と空調設備の消費電力削減による省エネ効果を検証する。

3.2 対象施設

本実証実験は既存の二つのオフィスビルで行った。表1に対象施設の建築概要と実験期間、実験対象フロアを示す。

3.3 人流データの取得

両対象施設とも、対象フロアの各居室の出入りに監視カメラ等の既設の防犯機器がなかったため、本実験では監視カメラを一週間仮設して入退室の様子をビデオに録画し、このビデオ画像を分析して一週間分の人流データを得た。更に、平日の人流データをもとに、各時刻の対象エリア在室者数の平均値と標準偏差を算出し、平均値に標準偏差を加えた値を人流パターンデータとして設備制御の基礎データとした。図2に対象エリアの人流パターンデータを示す。

3.4 換気風量制御方法

施設Aの換気量の制御は、各階事務室の天井裏に設置されている全熱交換器の発停制御によって行った。施設Bでは、外部端子によって電的に制御可能であった給気ダクトのダンパの開閉によって、室内の換気量の調節を行った。人流パターンデータをもとに設定した各施設の換気制御値を図3に示す。換気制御値は30分単位で設定し、値は当該30分間のうち換気を行う時間の割合を表す。

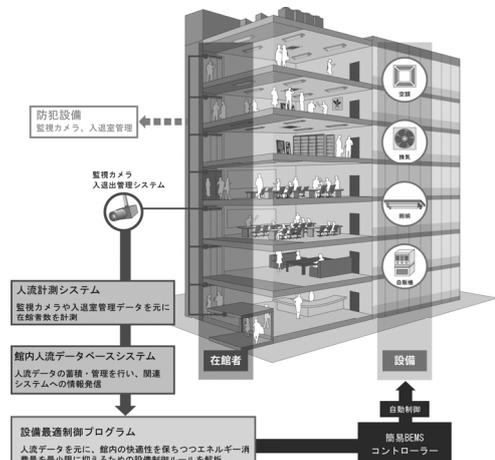


図1 省エネ管理システム（自動制御部分）の概要

表1 実験対象施設の建築概要と実験期間・対象フロア

		施設A	施設B
建築概要	所在地	東京都内	東京都内
	竣工	1991年9月	1988年8月
	規模	地上9階	地上9階、地下2階
	基準階面積	240m ²	522m ²
	延べ床面積	2211m ²	5500m ²
実証実験	期間	2008/9/22～2008/1/17	2008/11/17～2008/1/17
	対象フロア	4階、6階	5階、7階

3.5 実験結果

実験期間のうち、換気設備の通常運転と省エネ制御運転（平日の7時から22時）を一週間単位で交互に行った。実験期間中、省エネ制御運転時の省エネ効果を算出するために、換気設備の消費電力、空調設備の室内機、室外機の消費電力について、それぞれ30分単位で積算値を計測した。また、室内のCO₂濃度の計測も30分単位で行った。更に、通常運転時と省エネ制御運転時に在室者に室内空気環境に関するアンケートを行った。省エネ効果算出式を図4に、省エネ効果算出結果を表2に示す。

天候や空調機の利用形態によって値は異なるが、施設Aについては、気温が低い時期には4%程度の省エネ効果が得られた。特に6階の1/4の週は残業者が多く、省エネ効果が高かった。施設Bの省エネ効果は5階で3%弱、7階で2%弱であったが、5階の1/11の週は換気設備の制御変数の見直しを行ったことで約5%の省エネ効果が得られた。CO₂濃度は、換気設備の省エネ制御運転に起因して基準

値1000ppmを超えることはなかった。また、在室者へのアンケート結果では、換気設備の省エネ運転実施中は室内の空気質の満足度はやや低下したものの、仕事への集中に関してはやや良好な結果が得られた。これは、換気量を抑えたことで温冷感の局所的な乱れが少なくなったことによるものと考えられる。

4 まとめ

本実証実験により、冬季に関しては換気設備の省エネ制御によって3~5%程度の省エネ効果が得られることがわかった。今後は、夏季の省エネ効果について検証するとともに、人流データによる他の建築設備の省エネ制御の効果についても検証を行う予定である。

<謝辞>

本研究を行うに当たり、ご協力いただきました三井不動産株式会社、三井不動産ビルマネジメント株式会社、ファーストファミリーーズ株式会社にこの場を借りて謝意を表します。

本研究は環境省「地球温暖化対策技術開発事業 省エネ対策技術実用化開発「既存設備と館内人流データを有効活用した低コスト省エネ管理システムの開発」の一部として行われました。

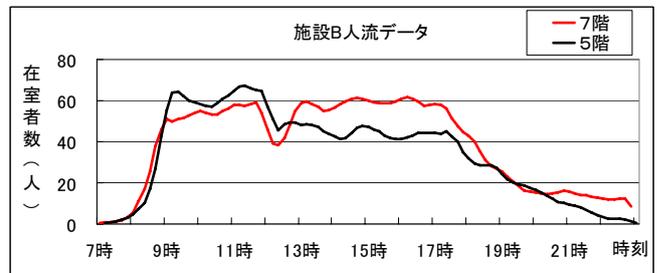
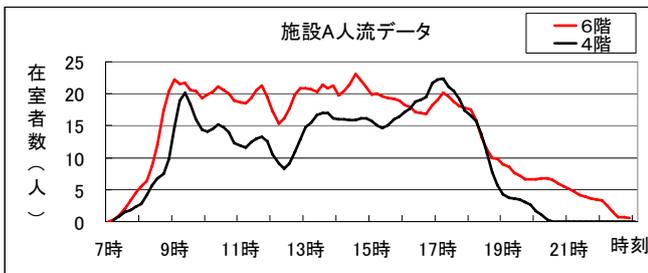


図2 実験対象エリアの人流パターンデータ (施設A: 左、施設B: 右)

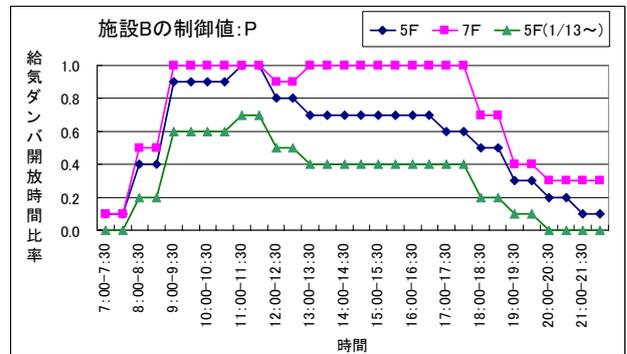
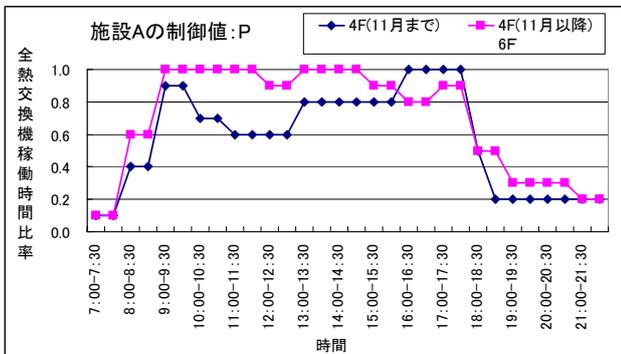


図3 人流パターンデータから算出した換気設備省エネ制御値 (施設A: 左、施設B: 右)

S_v : 対象フロアの空調機に関する週間消費電力に対する省エネ効果
 D_v : 対象フロアの全熱交換器に関する週間消費電力削減量
 D_o : 対象フロアの室外機に関する週間消費電力削減量
 $ev(t)$: 全熱交換器の30分毎の消費電力量
 $eo(t)$: 室外機の30分毎の消費電力量
 $ei(t)$: 室内機の30分毎の消費電力量
 $C(t)$: 制御変数=1-P (Pは制御値)
 L : 暖房時の全熱交換器の排熱回収率 (=1-エンタルピ交換率)
 $D_v = \sum(C(t)/(1-C(t))ev(t))$
 $D_o = \sum(C(t)L/(1-C(t))eo(t))$
 $S_v = (D_v + D_o) / (D_v + D_o + \sum(ev(t) + eo(t) + ei(t)))$
 ※施設Bについては $D_v=0$ とした。
 ※施設Aについては $L=0.74$ 、施設Bについては $L=0.75$ とした。
 ※施設Bでは排気ダクトによる換気量を考慮し、 L に0.28を乗じた。

図4 省エネ効果算出式

表2 空調機に関する週間消費電力に対する省エネ効果

	4階			6階		
	年	期間	省エネ効果(%)	年	期間	省エネ効果(%)
施設A	2008	09/21-09/27	3.2	2008	11/23-11/29	2.9
	2008	10/05-10/11	2.1	2008	12/07-12/13	2.9
	2008	10/19/10/25	1.4	2008	12/21-12/27	3.0
	2008	11/02-11/08	0.9	2009	01/04-01/10	7.0
	2008	11/16-11/22	3.1	2009	01/11-01-17	3.8
	2008	11/30-12/06	3.7			
	2008	12/14-12/20	2.9			
施設B	5階			7階		
	年	期間	省エネ効果(%)	年	期間	省エネ効果(%)
	2008	11/16-11/22	2.9	2008	11/23-11/29	1.4
	2008	11/30-12/06	2.6	2008	12/07-12/13	1.9
	2008	12/14-12/20	1.3	2008	12/21-12/27	1.2
2009	01/11-01/17	5.3	2009	01/04-01/10	1.8	

* バクトル総研

**工学院大学工学部建築学科・教授・工博

* Vector Research Institute, Inc.

** Prof., Dept. of Architecture, Kogakuin University, D.Eng