



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	積雪寒冷地におけるアトリウムの環境計画および実測調査について-Docon本社ビルを例として-
Author(s)	高松, 康二; 魚住, 昌広
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 計画・システム . 3-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 83-88
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7326
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-3-2_p83-88.pdf



3-2

積雪寒冷地におけるアトリウムの環境計画および実測調査について - Docon本社ビルを例として -

高松康二 ○魚住昌広 (北海道開発コンサルタント株式会社)

1. はじめに

北海道開発コンサルタント株式会社本社ビル（以下Doconビル）は平成9年3月に札幌市厚別区新札幌副都心に竣工した総合建設コンサルタント会社の本社社屋ビルである。計画・設計にあたっては「積雪寒冷地の新しいオフィスビル」、「省エネルギー・エコロジー」を基本コンセプトとして快適なオフィス環境の形成を目指した。特に、積雪寒冷地において事務室と一体化したアトリウムを成立させるため、設計時点に季節や気象条件による室内環境の予測シミュレーションをおこなった。また、竣工後一年間にわたり、計画の実証のために、北海道大学工学部建築環境学分野の協力を得て各種の計測・解析を実施した。

2. 設計コンセプト

人間が生きていく上で必要不可欠な「空気と水」は、室内環境では「空調と衛生」という言葉に置き換えて考えられ、現代の建築では建物の評価を決めるもっとも大きな要素の一つに位置づけられている。一日の大半をオフィスで過ごすワーカーにとって、その室内環境が快適でないことの精神的・肉体的なストレスは計り知れない。

最近の物件でも、夏寒いくらいの冷房が入り冬は逆に汗ばむような環境を多くみかける。特に寒冷地の場合、冬期の室温不足を懸念するあまり暖房能力を過大に見積もる傾向が強い。しかし現代建築の高断熱性・高气密性をもってすれば冷暖房負荷のうち外気条件に起因する負荷の比重は極めて低く、むしろ増加の一途をたどるOA機器等の内部発熱が暖房負荷を上回ることすらある。

Doconビルは自社ビルという利点を生かし、施設の利用状況や負荷を高精度で把握するとともに、中間季の冷暖房負荷の共存や施設の部分使用に柔軟に対応できる設備計画とした。

空調計画上もっとも懸念されたアトリウムの影響については夏季・冬季及び中間季における全館運転時或いは部分運転時（残業や休日の設定）の温度成層や気流動向のシミュレーションを行い、トップライトの建築的な形状や後述する空調システムを選択した。

3. アトリウムの空調計画

アトリウムを有する建築空間を計画する上で、上層部付近の温度上昇が居住域に影響を及ぼすことがもっとも懸念される。本施設の場合、頂部トップライトのガラス面積は空間の気積に対してそれほど大きくないため、日射による温度上昇は小さいと予想されたが、事務室空間と連続しているため上部の温気滞りのエリアが拡大すると、室温の上昇を招く危険性がある。

図-1にDoconビルの空調設備の概略フローを示す。平面計画上、施設南側へ事務室、アトリウムを介して北側へコア部分（WC・給湯室・エレベーターシャフト等）が配置されたため、事務室側を正圧とし北側コア部分より第3種換気することで温気の居住域への侵入を抑制するとともに、トップライト頂部へ送風機を設け強制的に温気を排気できるように計画している。

アトリウムは新年交礼会等にも利用されるため、暖房時トップライトガラスの結露が予想された。先述の送風機はガラス面に取りつけたセンサーにより排気→送風運転にダ

ンパーを切り替えて、結露防止対応を行っている。

上記の条件で冷房時・暖房時・中間季・空調機の運転/停止/部分稼働・日射の有無等をパラメータとしたアトリウム環境のシュミレーションを行い、事務室空間への影響を予測しつつ、アトリウムの形状や、トップライト換気システム、各階のエアバランス等を検討し、環境設計を進めた。

図-2、図-3に代表的な温度・気流シミュレーション結果を示す。

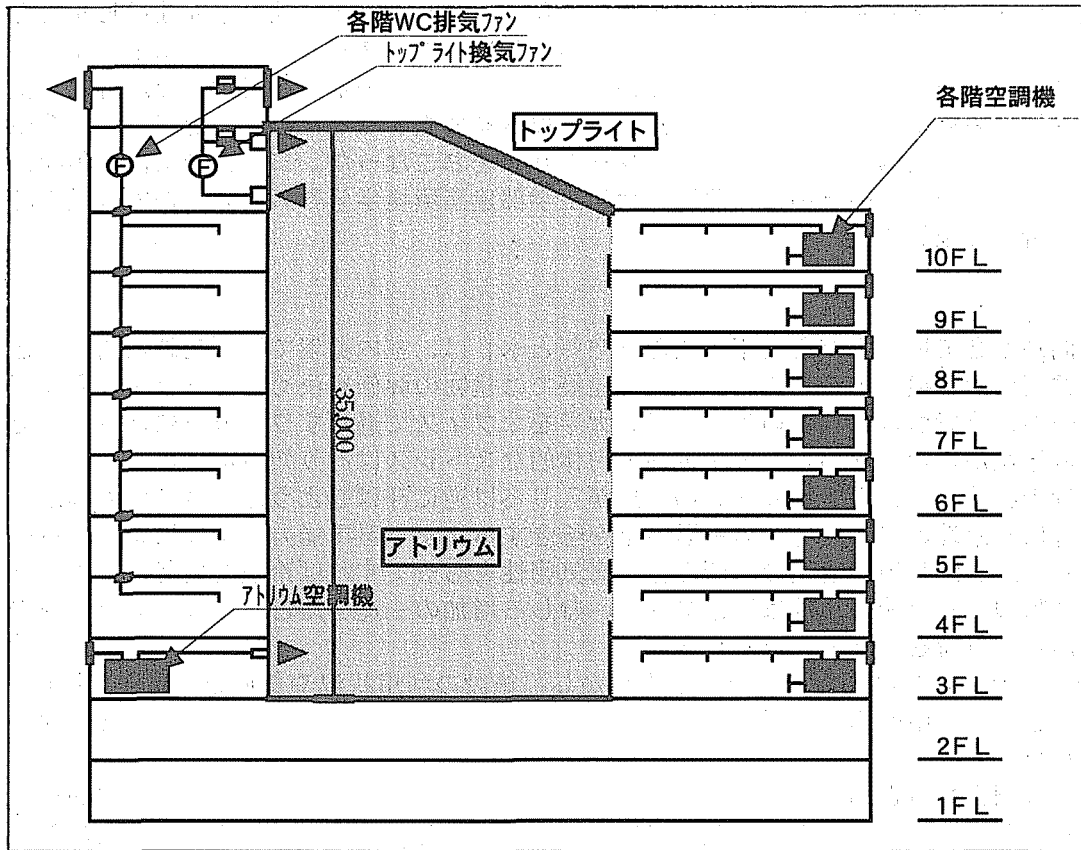


図-1 Doconビル空調設備概略フロー図

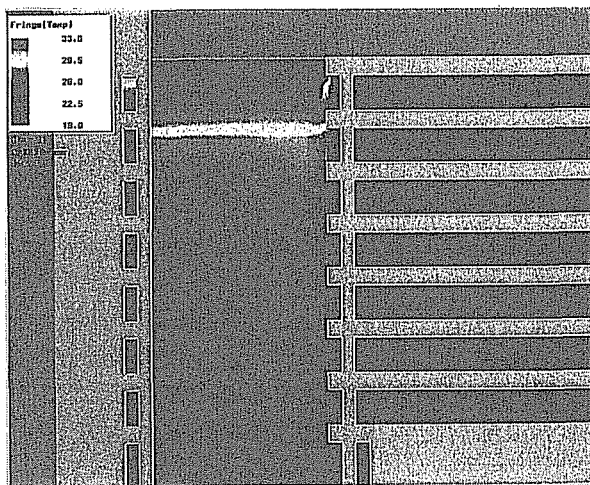


図-2 冷房時温度シミュレーション

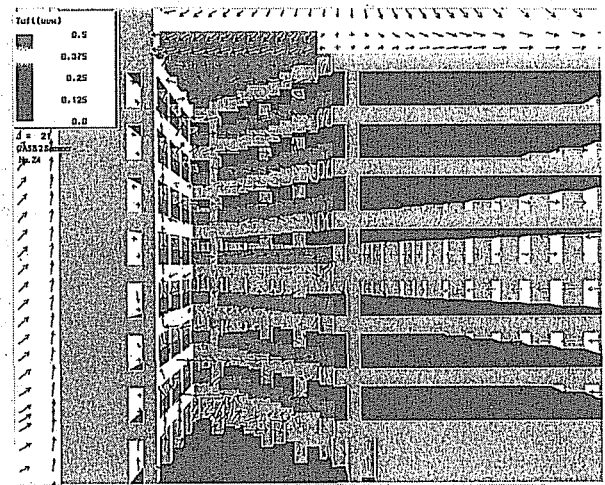


図-3 冷房時気流シミュレーション

4. 室内環境測定の概要

開放型のアトリウムを持つDoconビルの室内環境を評価するため、

- ①大型の光井戸型アトリウムの熱・気流環境の特徴の把握
 - ②オープンタイプアトリウムとオフィス間の相互に与える環境影響の把握
- の2点をメインテーマとした実測調査を実施した。測定項目を以下に示す。

I 気象観測データ

短期測定期間を含む前後1週間程度を対象に札幌管区気象台の日報から、外気温湿度・日照時間・日射量・天候を収集し外部境界条件とした。

II 建物内外部の定点温湿度測定

空調制御用の温湿度測定端子データを利用した。

III アトリウム内部温湿度分布測定

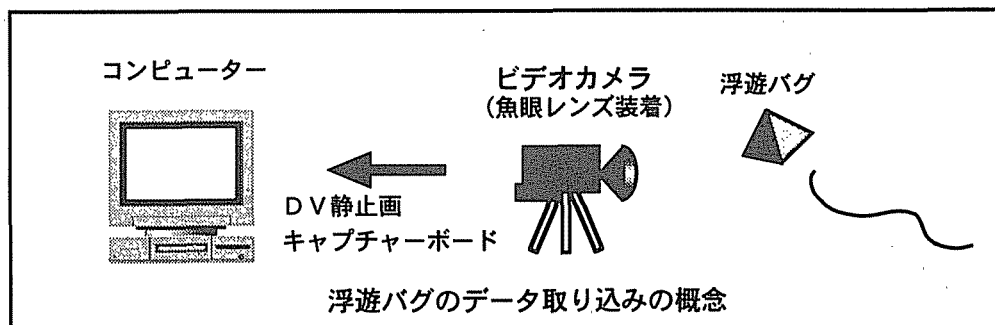
- ①トップライト清掃用ゴンドラからワイヤレスタイプの温湿度センサーを吊り下げ空間内の垂直温度分布測定を10分毎におこなった。
- ②オフィス階のアトリウム周縁部と中央部で温湿度、グローブ温度(PMV算出用)の連続測定をおこなった。測定階は3,4,7,10階とし、データ収集間隔は①と同じとした。
- ③気象観測用気球に熱電対を係留し、空間内の垂直温度分布を測定した。

IV 放射温度測定

サーモカメラを用いて空間内の放射温度分布を測定した。測定に使用したカメラは測定波長域8~13 μ m、最小温度検知差0.1 $^{\circ}$ C、検出器は液体窒素冷却型で測定誤差は \pm 0.5 $^{\circ}$ C/フルレンジスケールである。

V 重力に平衡した浮力を持つ自由浮遊バグによる空間内気流動の観察

重力に平衡した浮力を持つ自由浮遊バグの移動をビデオ撮影し、コンピューターで軌跡を3次元的にトレースすることによって気流動の参考値とした。



VI PMV値の算出

IIIの①、②で収集したデータを用い、3,4,7,10階のオフィス中心部とアトリウム周縁部のPMV値を算出した。

(PMV:人体のエネルギー代謝と熱放散の関係式より理論的に組み立てられた体感指標で+3~-3までの7点尺度似によって体感を評価する。)

VII アンケート調査

POEM-Oを参考としたアンケートを冷房期と暖房期に社員延べ約400人を対象におこなった。

(POEM-O:オフィスを対象に建設省の官学民共同研究によって提案されたオフィスの室内環境評価法。アンケートによって物理指標から得られない人間の心理面の評価を得ることを目的としている。)

5. Doconビルアトリウムの熱・気流環境の特徴

(1) 冷房期の熱・気流環境の特徴

図-4にアトリウムの垂直温度分布を示す。このアトリウムは日射透過量の少ない典型的な光井戸型であり、また最頂部で排気もおこなっているため最も温度が高くなるトップライト部でも日射による温度上昇は3℃程度である。さらに各階でオフィス→アトリウム北側コア部分への空気の動きによりアトリウム内はオフィスの温度影響を強く受け上下温度差のない均一な温度分布となっている。

冷房期の温度変動からみたアトリウムとオフィスの関係を見ると、温気による影響が懸念された上層階でもオフィス部とアトリウムの温度は大きく異なり、館内のエアバランスにより計画どおりアトリウム空気のオフィス部への侵入を抑制することができていると判断される。

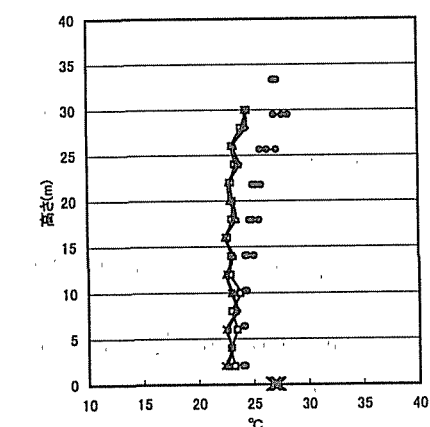
また10階のアトリウム温度がそれほど上がらないのは頂部に設置した局所排気の効果と考えられ、オープンタイプのアトリウムに対し有効な排熱方法であることが実証された。

(2) 暖房期の熱・気流環境の特徴

図-5に3階上部のアトリウム空調用ノズルから吹き出された暖房空気の気流を示す。これは自由浮遊バグの移動軌跡をトレースしたもので、暖房空気が吹き出し後すぐに上昇していることを示し、居住域の保温効果は少ないが中間層を攪拌させアトリウム内にダウンドラフトを卓越させない効果をもたらしている。

冬期のアトリウム温度分布は、冷房期と同様に光井戸型の特徴が出ている。冷房期も透過日射による温度上昇はあまり大きくなかったが、冬期はさらに日射透過量が少なくなり、トップライトは温気溜りを形成せず一日を通して冷気が作られる場所になる。しかし中層から上は上下温度差はそれほど生じていない。これは先述したノズルからの給気や周囲暖房空間の影響でトップライトで作られた冷気が中層付近に到達する以前に解消されていることを示している。

下層部には温度の低い部分があるがサーモカメラによる調査から、これはトップライトの冷気ではなく北側コア部分（エレベータシャフト等）の空気が煙突効果によりアトリウム側へ流出し低温域を形成していることが確認された。



8/21 昼

熱電対プロファイル 13:02~13:13
連続データ 12:00~14:00

図-4 アトリウム垂直温度分布

Notes (m/s)

- 1.50
- 1.20
- 0.90
- 0.60
- 0.30
- 0.00

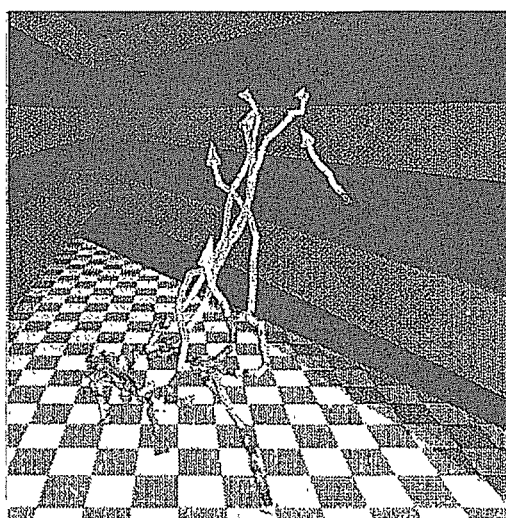


図-5 バグの移動軌跡

(3) 執務者の体感について

Doconビルでは、環境測定期間に合わせて冷房期と暖房期に1回ずつPOEM-Oを参考としたアンケートを社員を対象に実施した。アンケートによって得られた主観的なデータと客観的なデータに基づいて算出したPMV値から本施設内での執務者の体感とその原因を検討することが目的である。

図-6に熱環境に関する集計結果、図-7に空気質に関する集計結果を示す。

冷房期の集計結果ではおおむね良好な評価であるが、6,9,10階で快適感の評価が下がっている。これは温度・気流感の評価が低いことに起因すると考えられる。空気質については評価が非常に高くこれは館内の分煙化が一番大きな要素と考えられる。

暖房期も全体としては良好な評価結果となっており夏季に比べてばらつきが小さくなっている。これはこの施設に移転してから期間を経過し、評価が安定したことが原因と考えられる。ただし空気質については夏季の評価を若干下回った。これは主としてタバコの匂いに関する項目であり、分煙に慣れたことと全空調風量に対し外気導入量が冷房期より少ないことが原因と考えられる。

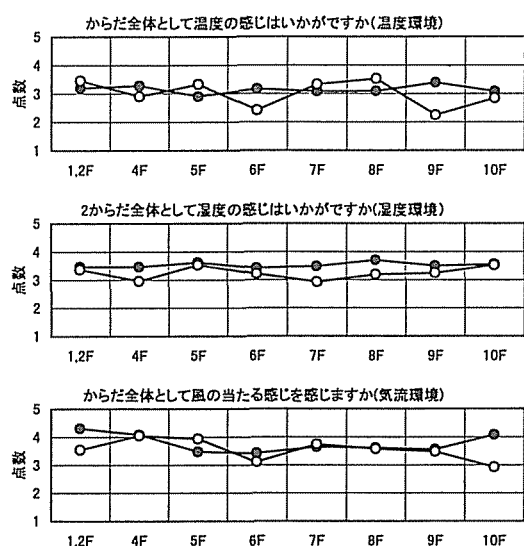


図-6 熱環境についての体感

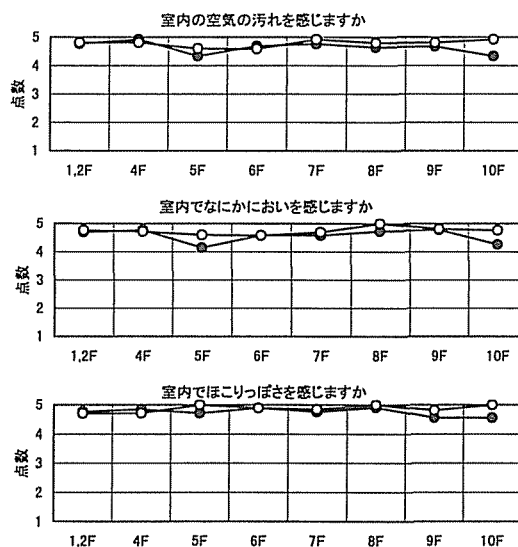


図-7 空気質についての体感

(4) PMV

冷房期のPMV値は、着衣量によって値に差はあるが平均±0.5の範囲に収まっているが、暖房期PMV値は冷房期に比してばらつきが大きくなっている。

データとしてはオフィス中央部で+側、アトリウム周縁部では-側になる傾向が強い。これはOA機器からの発熱の密度差、アトリウム空気の影響が考えられる。また3階アトリウム部の値が低いことは垂直温度分布の項で述べたようにコア廻りからの冷気侵入によると思われる。このアトリウムは社員用のロビーとして使用されており長時間滞在する空間ではないため問題ないが、類似の形状で滞在型のスペースを計画する際には、断熱の強化や補助的な暖房が必要である。

(5) 評価

Doconビルアトリウムはきわめて安定した性状を示し空調システムも有効に機能しているといえる。特に館内エアバランスの考え方やトップライト部の排熱システムが寒冷地における開放型のアトリウムの環境制御に有効であることを実証できたと考えられる。

6. おわりに

雪に閉ざされる期間の長い北海道では、冬期に開放された空間を求めてアトリウムを計画することが多くなってきている。

しかし、建築計画上の意義は高いものの、室内環境を継続調査している事例が少ないことから、空調計画上はリスクの高い空間として認識されがちである。

Doconビルは寒冷地における事務所ビルのプロトタイプを目指して計画され、建築・設備計画上の新たな試みを取り入れられている。また竣工後は、自社ビルであるという利点を最大限に活用し、通年の室内環境調査の実施、機器運転データの収集、アンケートの実施等により、計画・設計段階の構想を実際の施設で検証することができた。今後は、快適な環境を維持しつつ、より経済的な運転・制御方法を検討していきたい。また将来の施設や機器の経年劣化および更新時の対応についても、計画と実際の相違について検証し、今後の設計へのフィードバックを考えている。