

天井輻射冷暖房システムの省エネバリエーション

E.S.S. 櫻井 進一

2016年10月

一般のビルオーナーにとって天井輻射冷暖房を設置することによる省エネルギーの便益(EB)と省エネルギー以外の便益(NEB)に関する情報欠如あるいは新たな技術への信頼性が低い等の理由により、日本での省エネルギー対策としての天井輻射冷暖房の普及が推進されていません。

天井輻射冷暖房がもたらすコベネフィット

省エネルギーの便益(EB)と省エネルギー以外の便益(NEB)

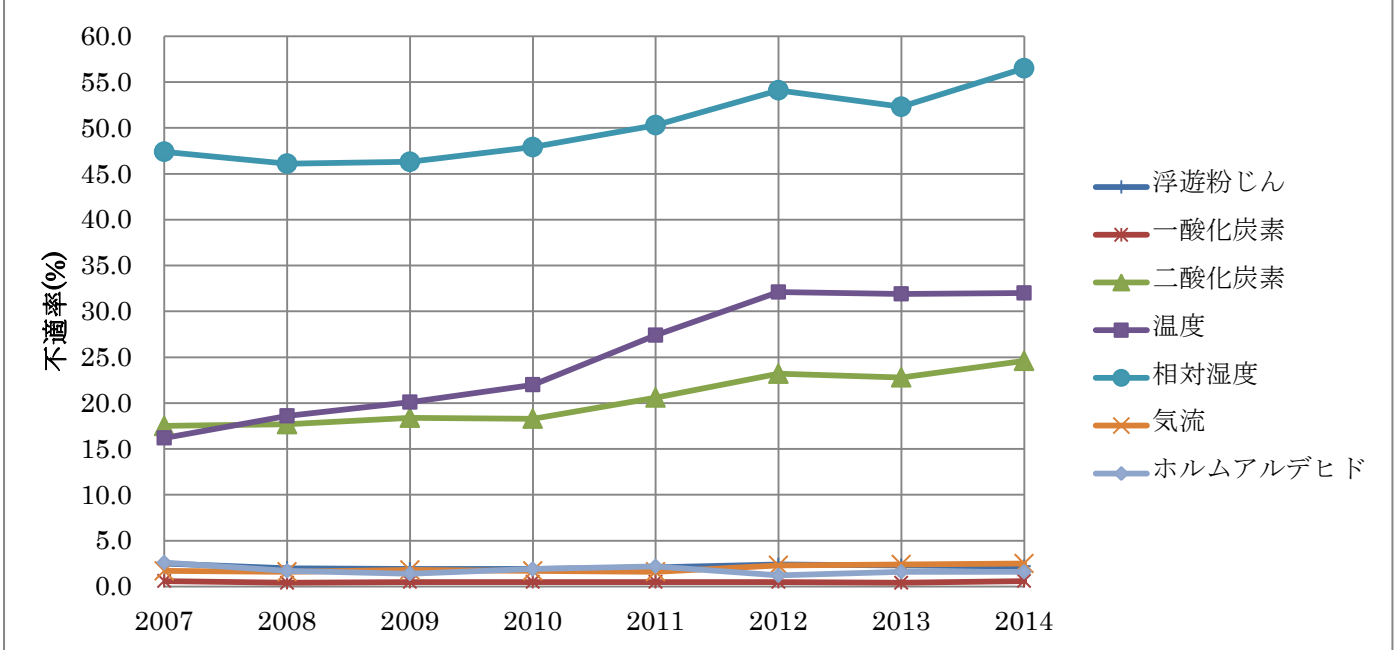
利害関係者	省エネルギーの便益(EB)	省エネルギー以外の便益 (NEB)
ビルの所有者あるいは使用者	+消費エネルギーの削減	+健康性向上 +快適性向上 +知的生産性向上 +メンテナンス費用削減 +空間スペース増大 +デザイン性向上 -購入費用 -設置費用
ビル建設業者	+建築に要するエネルギー量削減	+建物の付加価値の増加 +CSR(企業の社会的責任)の増進 -建築費の増加 -新技術への信頼性が低い
行政/社会	+温室効果ガス排出量の削減 +化石エネルギー消費量の削減	+医療費の削減 +環境政策の推進 +ヒートアイランド対策

天井輻射冷暖房に対する省エネバリエーションを克服するには、利害関係者が天井輻射冷暖房を新たな価値観に基づいて再評価することです。一般的に、利害関係者は、「省エネルギーの便益(EB)」と「投資コスト(C)」の比 EB/C で評価しています。しかし、省エネルギー以外の便益(NEB)を考慮した $(EB+NEB)/C$ は $>EB/C$ となります。例えば、上表で NEB の第一番目「+健康性向上」について考えてみます。

日本では、経済の発展に伴い、東京、大阪、名古屋などの大都市への人口集中が進み、それに伴って大規模建築物が多く建設され、ビル等の建築物の中で一日の大半を過ごす人々が増大している。

建築物における衛生的環境の確保に関する法律(ビル衛生管理法)は、建築物の衛生管理に関し環境衛生上必要な事項を定めることにより、建築物における衛生的な環境の確保を図り、公衆衛生の向上及び増進に資することを目的として、1970年に制定された。この法律では、建築物環境衛生管理基準を規定し、環境衛生上良好な状態を維持するために必要な措置について定めている。ビル内の空気環境の基準として、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドの管理基準が設定されている。この管理基準を遵守するため、建築物の所有者は管理技術者を選任し、管理項目に沿って環境の維持管理を実施しなければならない義務を有しています。この法律の施行により、シックビルディング症候群の発生が抑制されてきたと考えられます。ところが、厚生労働省が年次毎に発表している「衛生行政報告例」にあるように、温度、相対湿度、二酸化炭素の管理基準に適合しない特定建築物の割合(不適率)が高く、しかも上昇傾向にあることが不適率のグラフから見て取れます。これら三項目以外の管理基準は低いレベルで維持されています。温度、相対湿度、二酸化炭素が管理基準に適合していないということは、シックビルディング症候群の大きな発生リスク要因となります。

特定建築物における空気環境管理基準の不適率の年次推移

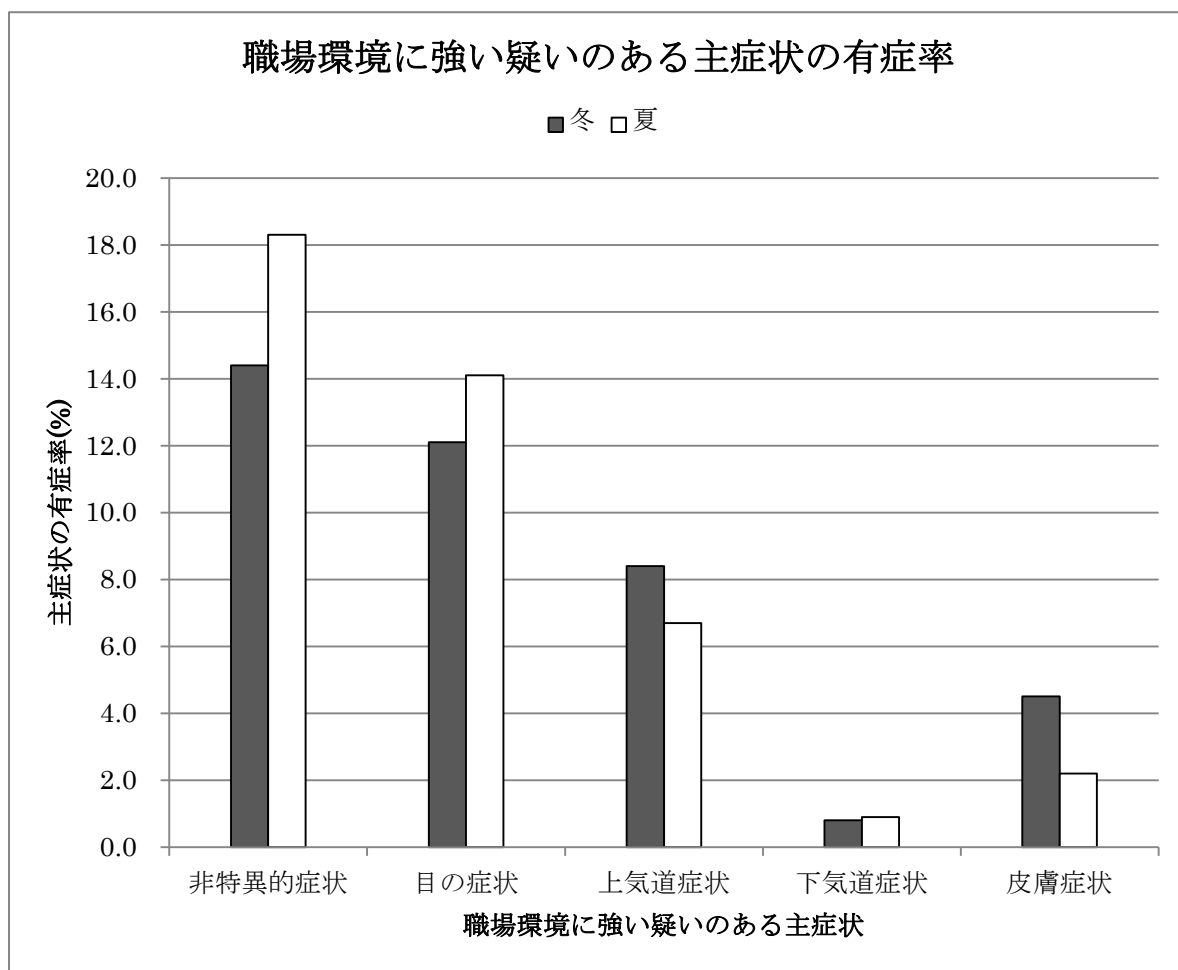


建築室内環境に関連するリスク要因と症状

冷暖房の方式	熱の移動	リスク要因	ストレス
対流式	大量の空気を循環 (強制対流による熱交換)	<ul style="list-style-type: none"> ○熱風／冷風の発生 <ul style="list-style-type: none"> ・温度差 ○チリやホコリが舞いやすい ○騒音の発生 <ul style="list-style-type: none"> ・送風音 ・モータ音 	<ul style="list-style-type: none"> ①非特異性症状 (頭痛、全身の疲れ、めまい等) ②目の刺激 (目の疲れ、目の渇き等) ③上気道症状 (のどの渇き、鼻水、咳等) ④皮膚症状 (皮膚の乾燥、かゆみ等) ⑤下気道症状 (息切れ、胸部の圧迫感等) <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">シックビルディング症候群</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ○結露の発生 <ul style="list-style-type: none"> ・カビや細菌の繁殖 ○過乾燥 	<ul style="list-style-type: none"> ・喘息 ・過敏性肺炎 ・鼻炎 ・呼吸アレルギー ・感染症 <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">ビル関連疾患</p>
天井輻射	冷温水の循環 (輻射による熱交換)	<ul style="list-style-type: none"> ○気流なし(自然対流のみ) ○静か <ul style="list-style-type: none"> ・送風音、モータ音なし ○均一な温度 <ul style="list-style-type: none"> ・放射エネルギーは均一 	<p style="text-align: center;">少ないストレス</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">健康性向上</p>

厚生労働科学研究補助金「建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究」(研究代表者：大澤元毅、平成24年度総括、分担研究報告書、2013)によれば、事務所に勤務する従業員の健康状態と職場環境等を調査し、オフィス環境に起因すると思われる症状の実態と職場環境との関連性や建築物の衛生管理上の課題を明らかにするために、建築物の管理者や利用者に対するアンケート調査を実施した。調査は、2012年の冬(1~3月)と夏(8~10月)に、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会に加入する全国の会員企業(3,000社)の事務所の管理者と従業員を対象としたものです。その分析結果として、職場環境に強い疑いのあるシックビルディング症候群に関する主症状の有症率は次のグラフのようになっています。

職場環境に強い疑いのある主症状の有症率



二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の環境基準不適合率が近年上昇傾向にある原因として以下のことが上げられている。

- 省エネルギー対策として、外気負荷を低減するため換気量を減らすこと。
- 省エネ行動(クールビズ、ウォームビズ)により、室温の設定温度を冬は低めに、夏は高めに設定すること。
- ビル衛生管理法の改正により、特定建築物の適用範囲が拡充されたこと、空調機として個別空調も対象内となったこと、個別空調では空調機が分散されているため衛生管理が難しいこと。更には、個別空調は使い勝手が良いため、個別空調の設置の割合が上昇傾向にあること。
- 省エネルギーのため、加湿方式として気化式が主流となり、加湿器の容量が不足していること。
- 個別空調により、加湿器の小型化による容量不足と維持管理が不適切なこと。

環境基準不適合率の上昇原因は、主に省エネルギー対策に伴うものである。これは、現在主流である対流式冷暖方

式の省エネ性能の向上は限界に近づいており、これ以上の省エネルギー対策を冷凍空調機の性能アップで推進するのが増々困難となってきた証拠です。冷暖房方式を対流式から今後は省エネ効果に対流式よりも大きく、普及による大幅なコストダウンが期待され、居住者の健康性と快適性が向上する天井輻射冷暖房方式に変換していく時機がやっけてきていると考えます。