

住宅・建築物技術高度化事業

住宅等におけるアレルギー対策を目的とした 集中換気システムの開発

(平成25年度～平成27年度)

| | | | | |
|-------------|-----------|-----|-----|----|
| ハラサワホーム株式会社 | 代表取締役 | 原澤 | 浩毅 | |
| 群馬大学大学院 | 医学部保健学研究科 | 教授 | 土橋 | 邦生 |
| 前橋工科大学 | 工学部建築学科 | 准教授 | 三田村 | 輝章 |

◆背景・目的

背景①

2003年建築基準法の改正により住宅に24時間換気が義務付けられ建材からの揮発性化学物質対策が推奨されている。

背景②

東日本大震災後の原発事故に伴うエネルギー問題が話題となって新しい。

背景③

PM2.5飛来浮遊微粒子による健康被害が報告されている。また、アレルギー疾患の罹患率は国民の1/3にのぼるとされている。



問題点①

常時換気による外気負荷の増大に伴う、エネルギー消費の面からみてまだまだ開発の余地があると考えられる。

問題点②

PM2.5によるぜん息やアレルギー、肺ガンリスク等の対策も必要



目的①

未利用エネルギーのパッシブ利用による省エネ効果（地中熱利用）の開発と低廉化
（既存システム比較10倍程度のコストパフォーマンス）

地中熱と太陽熱の相関関係を分析し効果的な蓄熱方法の策定

目的②

ぜん息アレルギーデータ蓄積、PM2.5による健康への影響の調査
厚生労働省の医療品としての認可システムへのチャレンジ

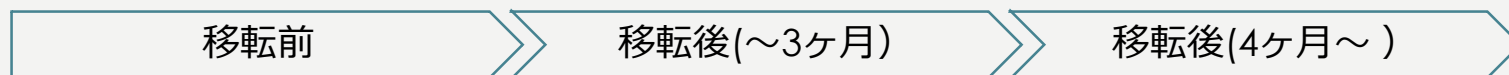
◆技術開発の概要①

◇集中換気システムの開発

ぜん息などのアレルギー対策として、炎症の刺激となる粒径1～5 μ m以下の微粒子を導入外気や室内空気から除去できる集中換気システムを開発

◇集中換気システムの性能の検証

集中換気システムを設置した住宅と、この住宅に移転する前の住宅における室内アレルギー量の実測と居住者のアレルギー症状に関する検診等によって当システムの性能を検証



◇性能の検証結果

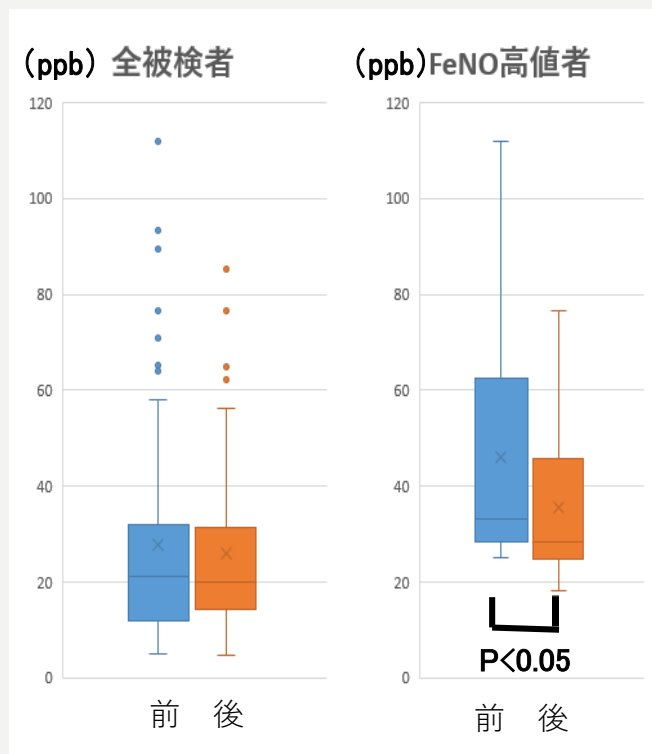
アレルギー性好酸球炎症を示す指標である呼気中一酸化窒素濃度の高い入居者は、転居後有意に濃度が低下した（「技術開発の概要②」参照）

さらにアレルギー保有者においては、活性化T細胞も転居後有意に低下し、環境整備によるアレルギー症状軽減効果が認められた（「技術開発の概要③」参照）

また、自然エネルギー利用をめざして、外気導入に地中埋設ダクト方式を採用することにより、地中熱利用型全館空調・換気システムとして、健康・安全に加えて、空調負荷を軽減する省エネも実現

◆技術開発の概要②

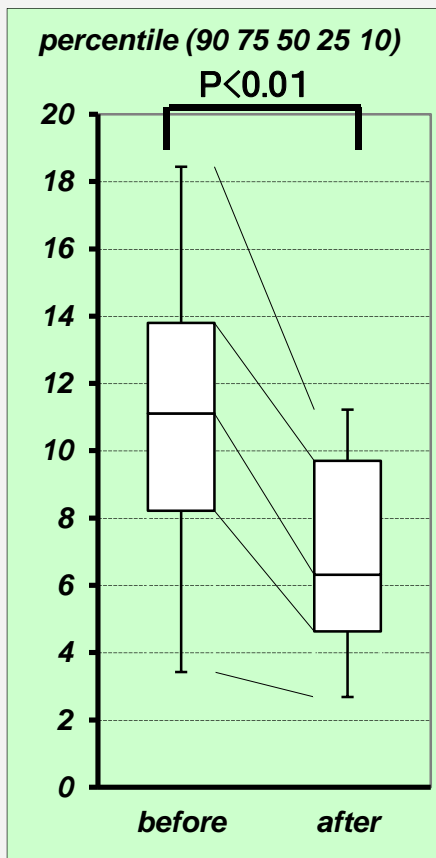
【呼気中一酸化窒素濃度（FeNO）高値入居者の転居後のFeNOの変化】



- 呼気中一酸化窒素濃度（FeNO）は、アレルギーによる気道の好酸球性炎症の指標であり、喘息症状が悪い患者は高値を示す。
- 平成25年度～27年度は、15軒27人を測定した。
- 転居前後で測定できた被験者全体では、入居前後でFeNOの値に有意差はなかった。（左図）転居者のうちFeNOが25 ppb以上の高値を示した被験者においては、転居後有意（ $p < 0.05$ ）にFeNOが低下した。（右図）（Wilcoxon t-test）

◆技術開発の概要③

【転居前後でのアレルギー疾患保有者での末梢血中活性化T細胞比率の変化】



免疫細胞の中の活性化T細胞

(CD4+CD25+Foxp3-T細胞) 比率の変化を測定した。

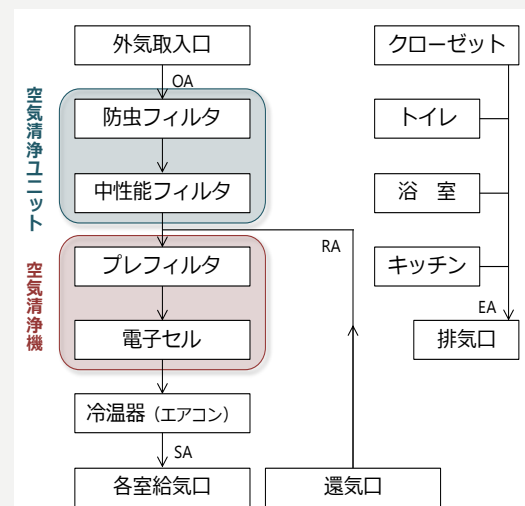
アレルギー疾患を持ち、かつ転居前と転居後6か月に、末梢血中活性化T細胞比率を測定しえた被検者において、右図のごとく、末梢血中活性化T細胞比率は、有意に低下した。

(Wilcoxon t-test)

◆技術開発成果の先導性

- ◇炎症の刺激となる粒径1~5 μm 以下の微粒子を導入
外気や室内空気から除去可能な集中換気システムを開発

従来の換気フィルターでは除去できなかった



- ◇当システムが搭載された住宅への移転前後における室内空気質の計測と居住者のアレルギー症状の検診により臨床データを蓄積し、室内空気質の改善がアレルギー症状の緩和に有効であることを実証

| 項目 | 粒径 | 移転前 | 移転後 | 移転前 | 移転後 |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|
| | | (n=13) | (~3ヶ月) (n=13) | (n=20) | (4ヶ月~) (n=20) |
| 浮遊微粒子濃度 [個/L] | >0.3 μm | 84034 | 15939** | 97041 | 9044** |
| | >1.0 μm | 16731 | 839 | 1553 | 358** |
| | >2.0 μm | 653 | 388 | 519 | 188** |
| | >5.0 μm | 77 | 42 | 54 | 24** |
| 浮遊真菌濃度 [CFU/m ³] | | 移転前 (n=21) | 移転後 (~3ヶ月) (n=21) | 移転前 (n=31) | 移転後 (4ヶ月~) (n=31) |
| | | 430 | 127** | 372 | 112** |
| ダニアレルゲン量 [$\mu\text{g/g dust}$] | 種類 | 移転前 (n=21) | 移転後 (~3ヶ月) (n=21) | 移転前 (n=30) | 移転後 (4ヶ月~) (n=30) |
| | Der p1 | 2.60 | 0.80 | 2.75 | 0.17* |
| | Der f1 | 4.82 | 2.05 | 4.59 | 0.35* |
| | Der 1 | 7.38 | 2.80 | 7.29 | 0.45** |
| activeCD4+T細胞比率 | | 移転前 (n=29) | 移転後 (~3ヶ月) (n=29) | 移転前 (n=35) | 移転後 (4ヶ月~) (n=35) |
| | | 10.44 | 8.74 | 11.42 | 8.88** |

*:p<0.05 **:p<0.01

- ◇地中埋設ダクト方式の採用により、換気負荷を30%、冷暖房負荷を10%削減できることを実証

◆技術開発の効率性

<資金面>

- 1件ごとの予算の確保が難航した為、より具体的な資金計画の必要性を実感した。

<体制面>

- システムの開発、室内空気質等の環境面のデータ測定・検証、居住者のアレルギー診断等の医学的なデータ測定・検証を3者がそれぞれ専門的に取り組むことで効率化を図る事が出来た。
- チーム内のコミュニケーションは非常に良好であった。

◆実用化・市場化の状況

- システムの有効性実証のために長期的なデータ収集が必要なため、目標よりも出荷状況が遅れる結果となった。資金確保に難があった点も要因の一つであると言える。
- 新規採用市場の他にメンテナンスにおける入れ替え市場でも効果的であることが判明している。

◆技術開発の完成度、目標達成度

- 環境面、医学的な面でのデータの計測によって当システムが室内空気質改善に有効であることが実証された。
- 10年、20年という長期間にわたる換気システムの利用を鑑みると、メンテナンスを目的としたさらなる技術開発が必要と思われる。

◆技術開発に関する結果（成功点）

- 当システムを導入した住宅において、浮遊微粒子濃度等の計測を行った結果、室内アレルギー量の低下が見られ、特に移転後4か月以降は有意差が顕著だった。
- 喘息症状悪化の指標となる呼気中の一酸化窒素の濃度（FeNO）が2.5 ppb以上の高値を示した居住者においては、転居後有意にFeNOが低下していることが確認できた。

◆技術開発に関する結果（残された課題）

- 今回は、当システムの搭載された住宅へ入居後1年以内のデータを蓄積してきたが、さらに数年後の状況は不明であり、効果の持続性やメンテナンスに関する検証が必要である。
- 入居前後で異なる住居を対象に検証したが、既存住宅におけるリフォームにより導入した際の効果についても検証が必要である。

◆今後の見通し

- 集中換気システムを新規で搭載した場合のみならず、当システムを利用して10年、20年と年数が経過した際のメンテナンスを目的とした技術開発を進める。
- 本技術を利用した隣接エリアの応用技術の開発を進める。
- 継続的に環境面、医学的な面でのデータ収集を続けることで、当システムのさらなる性能の向上を目指す。