

平成27年度 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26年度～平成27年度

ハラサワホーム株式会社	代表取締役社長	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時間換気を義務付け建材からの揮発性化学物質対策を推奨してきた。

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

H17年から9年間の実績

→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空気質改善の低減効果検証

環境面
室内空気質測定
(TVOC、温湿度、ダニ量、微粒子測定) etc

②省エネルギー効果検証

エネルギー面
エネルギー測定
地中熱利用効果測定
etc

③アレルギー、PM2.5対策

医学面
居住者のアレルギー診断
肺機能測定、呼気ガス測定
血液中免疫細胞検査 etc

医工連携産学のアプローチ

追跡測定することにより空気質改善の効果検証、最適な換気経路設計の確立

入居前1ヵ月



入居後1ヵ月

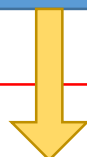
入居後3ヵ月

入居後6ヶ月



地中埋設ダクト方式による地中熱利用全館空調換気システムの開発

安全性と健康性を兼ね備えたゼロエネルギー住宅の実現

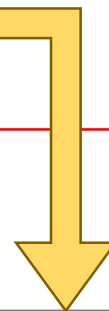


従来地中熱システム比較でコストパフォーマンス10倍

チャレンジ目標



厚生労働省からの医療品認可



技術開発・実用化のプロセス

事前調査

これまでアレルギー対策として開発している空気清浄機能を搭載した全館空調システムでは、PM2.5などの微粒子、カビ孢子などをクリーンルーム並みに除去可能であることを過去の調査で明らかにしている。

実測調査

②未利用エネルギーのパッシブ利用による省エネ効果開発と低廉化

平成25～27年にかけて、下記a)～c)の状況下に適合する住宅20件を対象とした室内環境の実測調査と健康診断、エネルギー消費量の実測調査を実施し、実証データを蓄積し設計手法を確立する。

- a) 日照条件の良い物件
- b) 一方位からの日射が主な物件
- c) 日照条件の悪い物件

太陽熱の影響を分析

地中熱利用効果

パターン別地中埋設ダクト配管設計シミュレーションシステムの開発

商品化・システム販売・実用化

③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

アレルギー、ぜん息、健診

アレルギー、ぜん息について10年間の実測データ

アレルギー改善

室内空気質改善

厚生労働省
医療機器認可

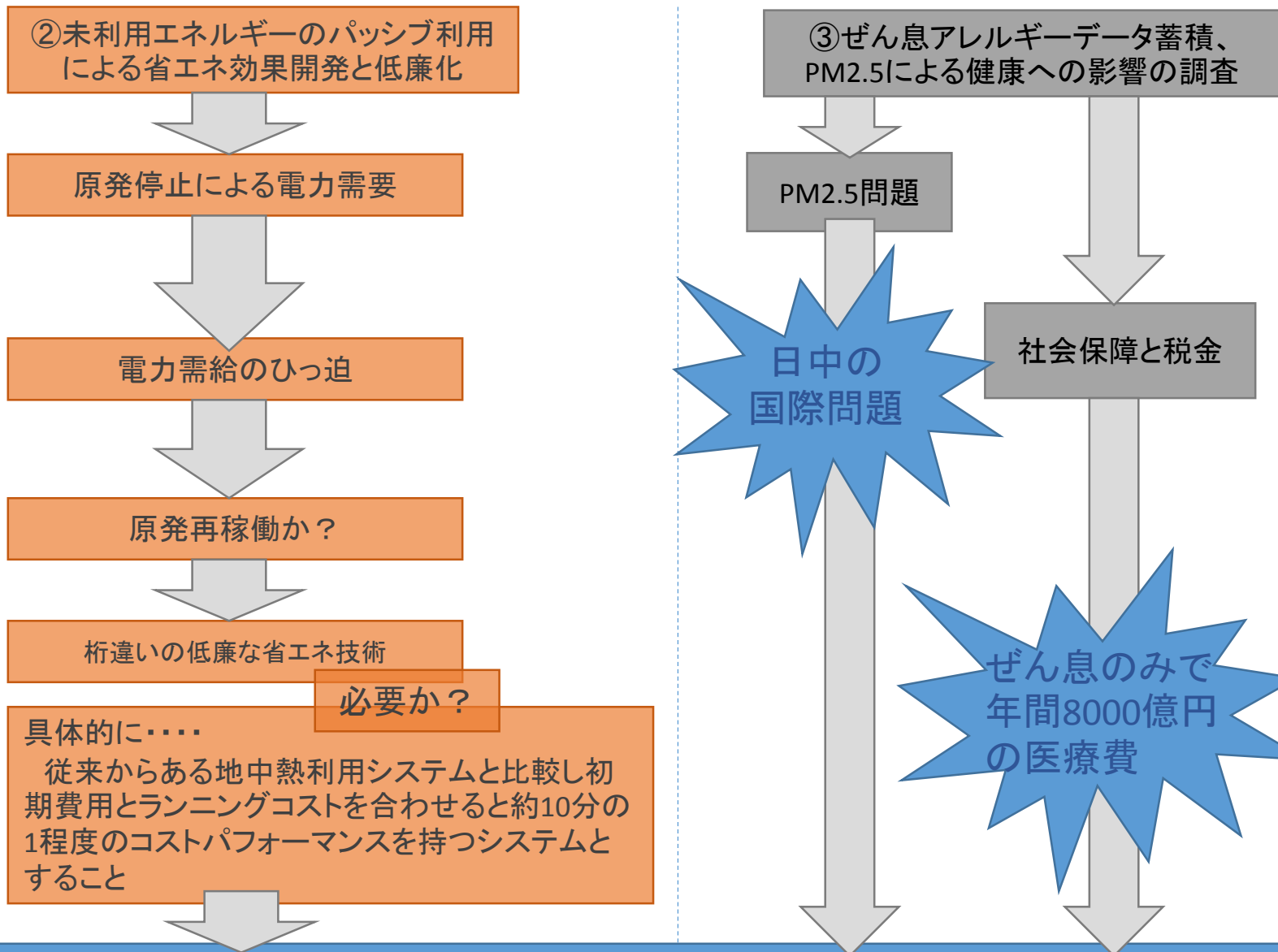
実用化

医工連携開発支援ネットワークに参画

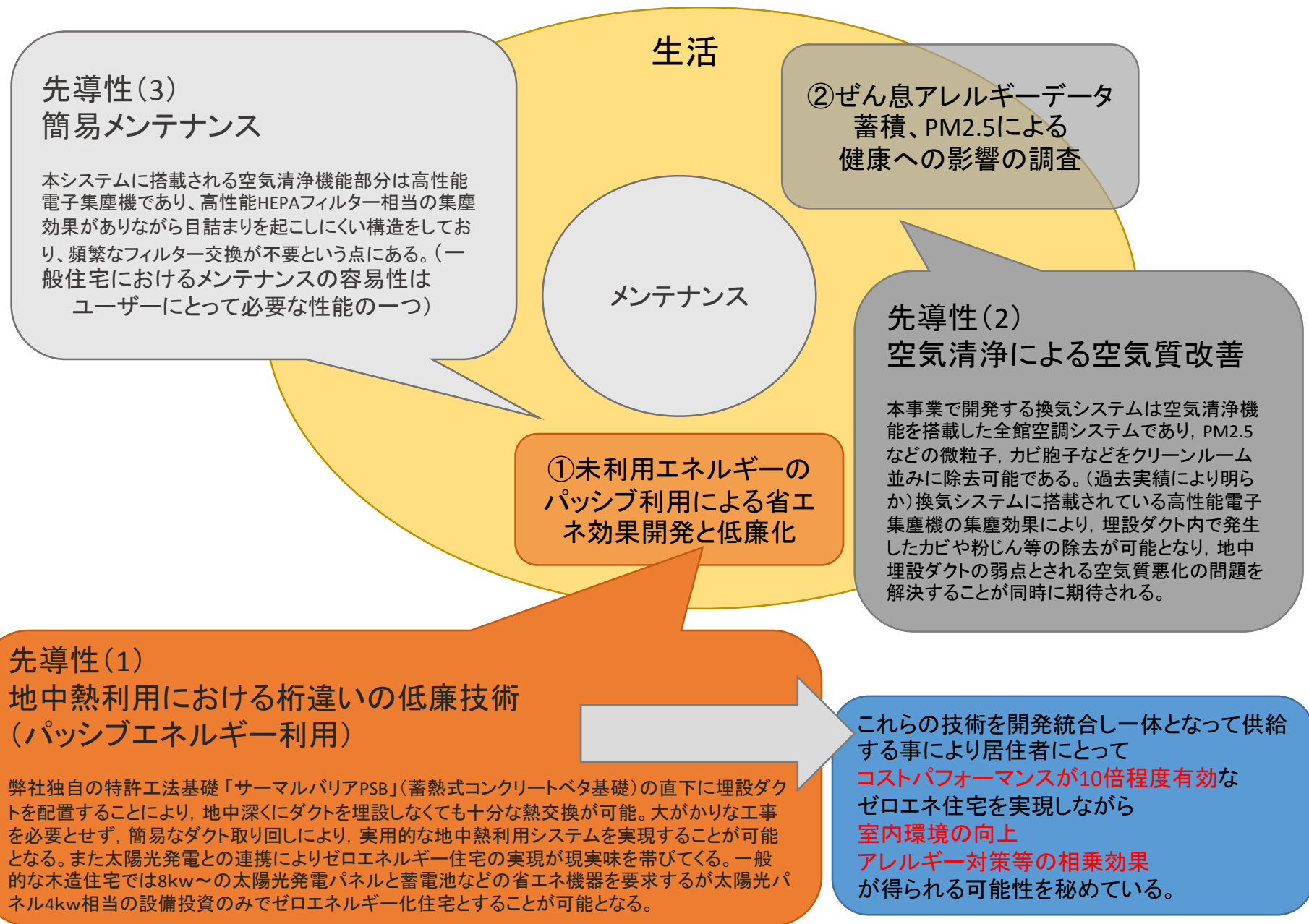
(独)日本医療研究開発機構
事業化支援へ申請を予定

システムの最適化

技術開発の必要性、緊急性

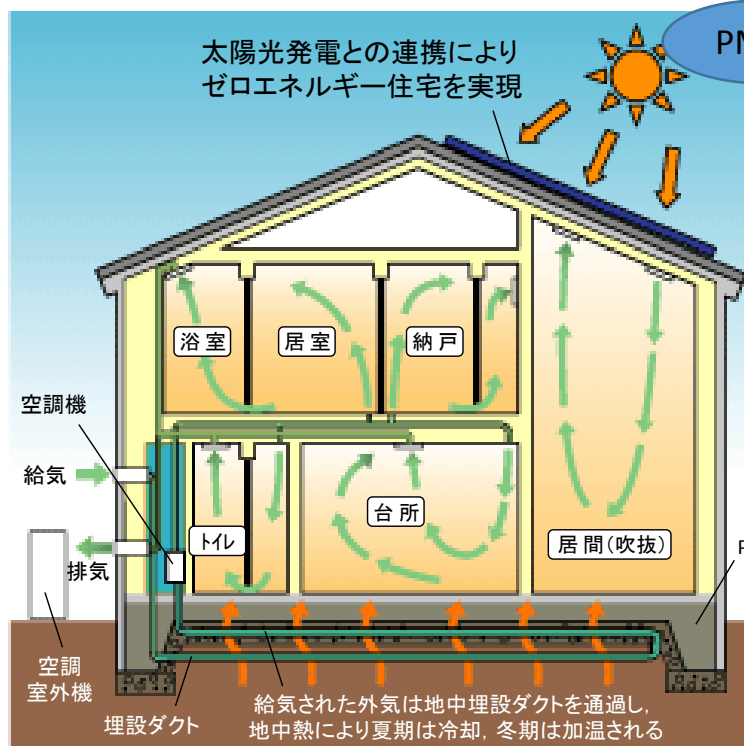


技術開発の先導性



技術開発の実現可能性

(1) 全館空調換気システム【HAS】



PSB工法基礎直下にダクトを埋設することにより
簡易で安価な地中熱交換システムを実現

従来の費用対効果5～10倍をめざした地中埋設ダクト方式による地中熱利用全館空調換気システムの開発を進め、室内空気質の改善に努める事により、入居者のアレルギーやPM2.5の対策をすすめると同時に屋内放射線量の低減効果を検証し、健康や安全に特化した省エネな住宅を実現する。

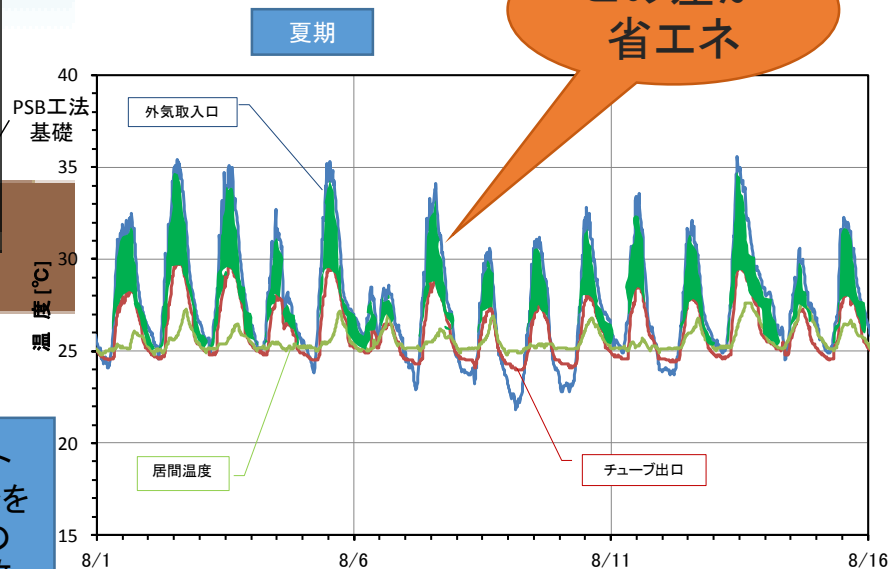
(2) 空气中微粒子量比較

■住宅における1Lの空气中の微粒子 比較表

HASの家		一般住宅							
粒子の大きさ	建物	熊谷展示場		2×4工法(築13年)		在来工法(築10年)		在来工法(築10年)	
0.3μm		12822	10倍	133894	4倍	47116	2倍	25473	
0.5μm		1018	30倍	30251	5倍	5106	3.5倍	3553	
0.7μm		382	36倍	13732	5倍	2001	4.6倍	1764	
1.0μm		226	39倍	8765	6倍	1308	5.6倍	1263	
2.0μm		118	36倍	4193	6倍	715	6.2倍	731	
5.0μm		8	30倍	247	11倍	89	13倍	106	

最大39倍

(3) 地中熱利用効果

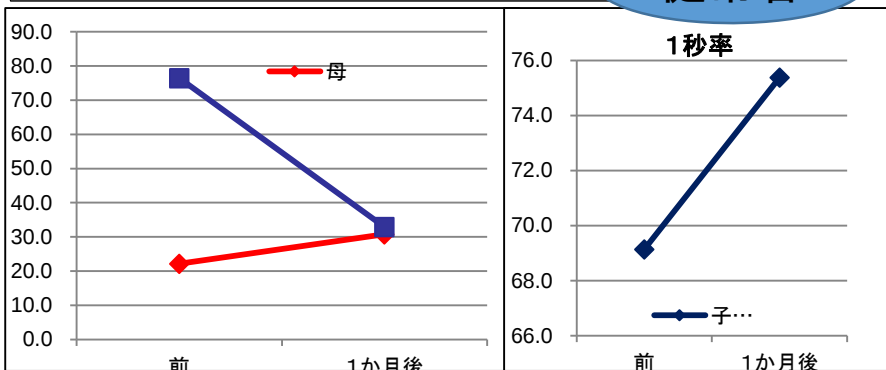
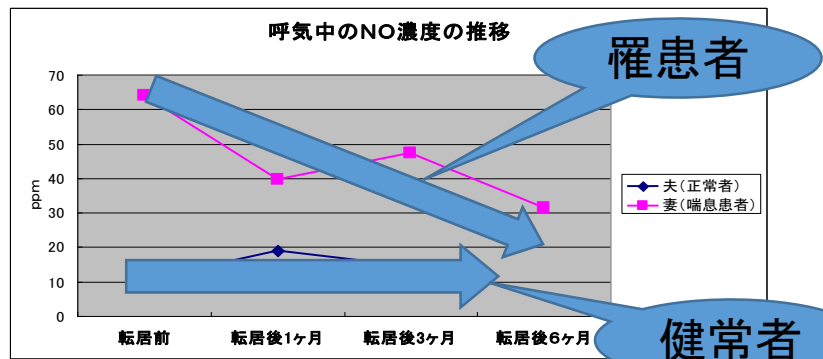


$$\left| \int_{\text{冷却}} f(x) dx \right| + \left| \int_{\text{加熱}} f(x) dx \right| = \text{約} 9.8 \text{ GJ/冷房期} + \text{約} 2.7 \text{ GJ/暖房期} = \text{約} 12.5 \text{ GJ/年}$$

技術開発の実現可能性

(5) 呼気中一酸化窒素濃度

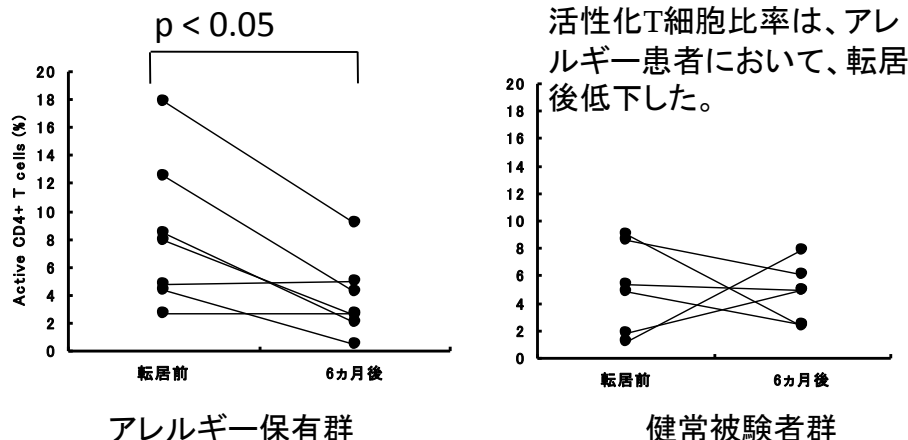
- アレルギー炎症の新しい指標である、**呼気中の一酸化窒素濃度(NO)**は、気管支のアレルギー反応の強さと関連する。
- アレルギー対策住宅に転居することにより、高値であった一酸化窒素が低下し、喘息の程度や気道炎症の改善傾向も見られた。右図の喫煙者の夫を除き、転居後、喘息**症状の悪化した者はいない**。
- 今後共患者を増やし、データを集めていく。



ハースの家に転居したため、11歳のお子さんの気道炎症の指標である、呼気中のNO濃度の低下が確認され、肺機能検査でも1秒量(気道の閉塞を示す値)の改善が認められた例

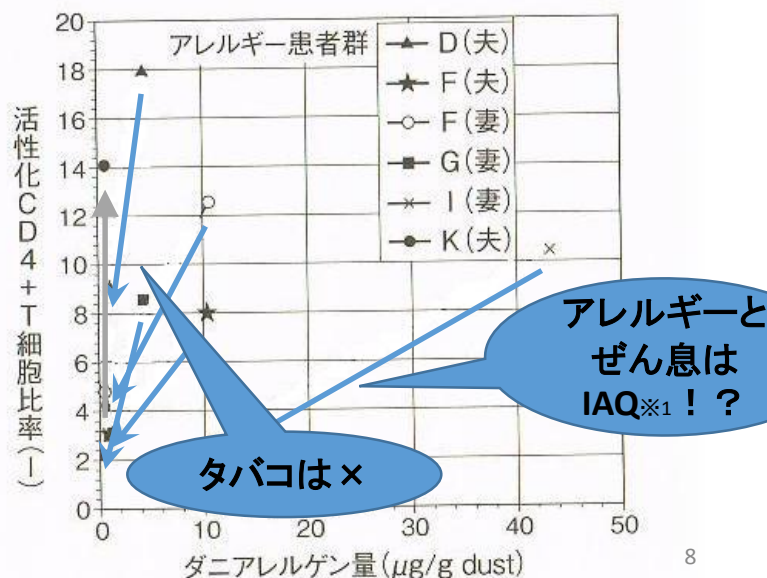
母: 花粉症、HD2+、ダニ2+、スギ5+、ヒノキ3+、カモガヤ2+、ヨモギ2+、ネコ2+、イヌ2+
 子: 11歳、小児喘息(小2まで)、今は症状なし、無治療。HD 4+、ダニ4+、イヌ2+、ネコ2+、

(6) アレルギー性反応により活性化されたCD4+T細胞比率の転居前後の比較



(7) 入居前後のダニ量とアレルギー細胞の変化

図表 3-7: 「HASの家」の入居前後のダニの量とアレルギー細胞の変化



※1 IAQ(indoor air quality): 室内空気質...建物内等の空気中のガス成分量

実用化・製品化の見通し

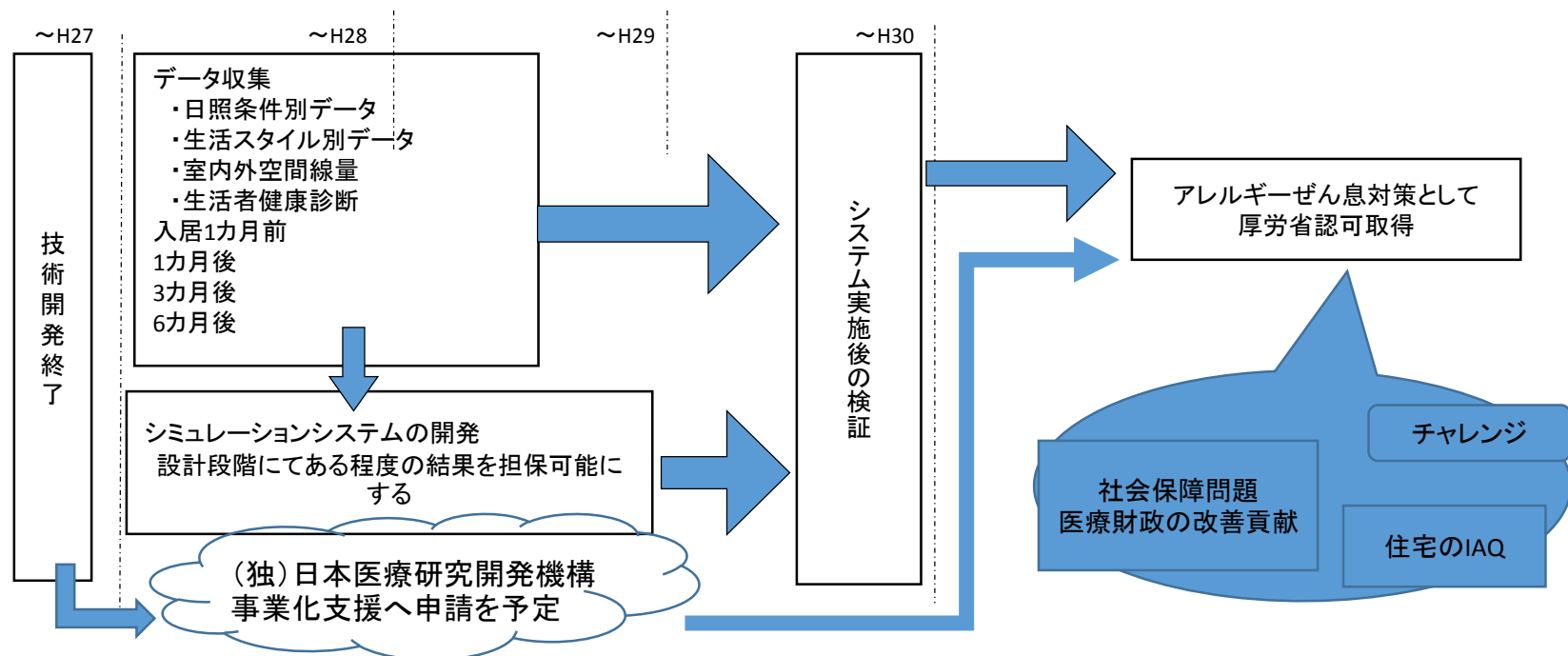
技術開発終了後をめぐり空間線量低減を表した発展商品を生供給開始

また、2020年に予定されている住宅・建築物の省エネ基準適合義務化にも向けて、安全性と健康性を兼ね備えたゼロエネルギー住宅としての市場供給。および国民の約3分の1がアレルギーを持っているといわれている現在においての住宅新築、リフォームの際にこの空調換気システムを導入する事により医工連携による担保が可能な機器としての商品発売。さらに将来的には医療器具としての導入も視野に置いて取り組む。

- ①入居前後の室内空気環境の比較
- ②入居前後の人体への影響と医学的担保
- ③地熱利用効果による空調一次エネルギー量の実測と検証

上記の解析結果をHP上で情報公開及び勉強会として利用者、今後建築を考えている顧客と共に進んでいく

アレルギー改善と、省エネルギー効果を開発統合し供給する事により住宅の居住者にとって初期費用とランニングコストを合わせたコストパフォーマンスが10倍程度有効なゼロエネ住宅を実現させる。



昨年度までの技術開発の成果

平成26度の測定の結果としてそれぞれ群馬大学からは臨床試験の医学的データを、前橋工科大学からは室内空気質調査の環境データを報告する。さらに、当該データを用いてシステムの微調整や設計手法を開発し、マニュアル化を行っている。本件開発結果は知財戦略として特許等の審査請求や新規出願を行った。

(1) ハラサワホーム

平成25年度に開発した地中熱利用の集中換気システムに空気清浄機能を搭載したシステムを顧客(ユーザー)の新築物件に採用。
→ユーザーと大学間のスケジュール調整、ユーザー宅に設置した当該機器の作動状況の確認及び測定器の設置、稼働状況の確認及び撤去等実施。

(2) 群馬大学

☆今年度10軒15人の健康診断ヘエントリー。
☆呼気中の一酸化窒素の濃度に関して、3軒に1人ずつ計3人30ppbを超える値を示した被験者→3人とも花粉症などのアレルギー疾患を罹患。

1人目: 転居前40. 1ppb→転居後35. 6ppb
2人目: 転居前30. 1ppb→転居後17. 2ppb
3人目: 転居後4ヶ月間33. 6ppb→25. 1ppb
⇒いずれも改善および低下

☆転居前から30ppb以下の他の2軒
→転居により一酸化窒素の濃度に大きな変化なし。
→1秒量(気道狭窄の一つの指標である)における呼気中の一酸化窒素の濃度の低下に一致して改善を示した。
1人目: 3. 9L→4. 26L
2人目: 3. 3L→3. 46L
3人目: 2. 89L→3. 01L

※その他の3軒は、転居前のみ検査を受け転居後検査にこられなかったため、現在経過を追っていない。尚、この他の治験者は健常者であり、ブラインド調査として比較できる。

	邸名	新旧別	所在地	居住人数	群馬大学の測定日	前橋工科大学の測定日
1	田原邸	旧邸 新邸	前橋市 前橋市	4	2014/2/14 2014/3/15-8/8	2014/2/15
2	平野邸	旧邸 新邸	東村山市 東村山市	2	2013/8/8 2013/10/4-2014/10/15	2013/8/10
3	楠邸	旧邸 新邸	本庄市 熊谷市	2	2014/3/13 2014/10/9-2015/2/4	2014/3/15
4	志和邸	旧邸 新邸	所沢市 狭山市	3	2013/12/4 2014/1/8-10/26	2013/12/4
5	伊藤邸	旧邸 新邸	前橋市 前橋市	2	2013/10/4 2013/12/8-2014/7/25	2013/10/4
6	栗原邸	旧邸 新邸	伊勢崎市 伊勢崎市	2	2013/12/26 2014/2/14-8/8	2013/12/23
7	木村邸	旧邸 新邸	高崎市 高崎市	4	2013/9/5 2013/10/4-2014/3/14	2013/9/7
8	三澤邸	旧邸 新邸	さいたま市 さいたま市	3	2013/8/8 2014/7/21-12/25	2013/8/4
9	奈良邸	旧邸 新邸	前橋市 前橋市	3	2014/4/4 2014/6/8-10/25	2014/4/6
10	黛邸	旧邸 新邸	高崎市 高崎市	5	2014/5/8 2014/7/27-2015/2/10	2014/5/4
11	金井邸	旧邸 新邸	伊勢崎市 伊勢崎市	4	2014/3/28 2014/5/14-10/1	2014/3/21
12	尾形邸	旧邸 新邸	上尾市 上尾市	2	2014/7/10 2014/8/22-2015/1/24	2014/7/12
13	河崎邸	旧邸 新邸	邑楽町 邑楽町	4	2014/6/27 2014/7/30-2/11	2014/6/24

表1: 調査対象と所在地

(3) 前橋工科大学

1. 浮遊微粒子濃度 [個/L]
2. 空中浮遊真菌濃度 [CFU/m³]
3. ダニアレルゲン量 Der 1 (Der p 1とDer f 1) [μg/g dust] (Der p 1: ヤケヒョウヒダニ、Der f 1: コナヒョウヒダニ、Der 1: Der p 1とDer f 1の和) の3項目を測定。
・浮遊真菌とダニアレルゲンの濃度
→単純に比較不可(外気導入による影響大)
PM5以下の微粒子濃度は10の2乗台以上の改善。
PM5より大きい微粒子濃度は10の1乗台程度にとどまる。

10軒の臨床測定と比較すると健常者にとってはあまり影響がなく、その一方で、罹患者にとっては微粒子濃度の低下している室内空気質の空間に居住する方がアレルギーや喘息の症状を緩和することがわかった。

反対に、微粒子の多い空間で居住する場合は症状の悪化または症状の継続が読み取れた。

また、PM5を境とした濃度コントロールの手法も外気に影響されことなく濃度を低下させる仕組みも試みることができた。