

一般財団法人大阪科学技術センター 住宅産業フォーラム 21
平成 24 年度 第 4 回フォーラム活動記録

テーマ：『健康住宅の新潮流～住宅は健康の維持増進に如何に関わりうるか』

趣 旨：今、健康への関心がますます高まっています。住宅と健康の関係に対する関心は今に始まったことではなく、「健康住宅」という言葉は世の中に氾濫しています。それらの科学的な根拠はどの程度明らかにされているのでしょうか。一方、近年、住宅の健康に対する影響を科学的に捉える試みや、健康の維持だけではなく増進を目指す試みが見受けられます。

本フォーラムでは、これらの従来の健康住宅の枠組みを超えた新しい試みやその知見をお話しいたします。そして、住宅と心と健康がいかに深く密接に、そして有機的に繋がっているかについて理解を深めたいと思います。

開催日時：平成 24 年 12 月 7 日（金）13:30～17:20

開催場所：大阪科学技術センター4 階 401 号室

参加人数：36 名

時間	プログラム・内容
13:30～13:35	開催挨拶・趣旨説明 企画 WG 委員 伊丹 絵美子
13:35～14:45	<p>■講演＋質疑応答（70 分）</p> <p>「「住居医学」の取組みのご紹介」 大和ハウス工業(株) 総合技術研究所 研究支援センター 廣畑 友隆氏（20 分）</p> <p>「住居内温度環境と健康」 奈良県立医科大学 地域健康医学教室 佐伯 圭吾氏（40 分）</p> <p>質疑（10 分）</p>
14:45～15:35	<p>■講演＋質疑応答（50 分）</p> <p>「健康維持増進住宅研究委員会の活動と成果の見込み」 東京都市大学 都市生活学部 教授 坊垣 和明氏（40 分）</p> <p>質疑（10 分）</p>
15:35～15:50	休憩（15 分）
15:50～17:15	<p>■話題提供＋討論</p> <p>テーマ「健康住宅の新潮流～住宅は健康の維持増進に如何に関わりうるか」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・話題提供（20 分） 「健康と建築デザイン」 (株)竹中工務店 技術研究所 企画部 研究企画グループ 石川 敦雄氏 ・話題提要（20 分） 「空調設備の健康への取り組み」 ダイキン工業(株) 環境技術研究所 主任研究員 香川 謙吉氏 ・討論（45 分） <p>パネリスト：大和ハウス工業廣畑氏、竹中工務店石川氏、ダイキン工業香川氏 コメンテーター：日本健康住宅協会 顧問 石本 徳三郎氏 コーディネータ：甲南女子大学 人間科学部 生活環境学科 教授 大森 敏江氏</p>
17:15～17:20	まとめと閉会の挨拶 甲南女子大学 大森敏江氏

■開会挨拶・趣旨説明

企画 WG 委員 伊丹絵美子

今日、Google において「健康住宅」と検索すると 210 万件もの結果が得られる。健康住宅は、それ程広く使われている言葉であるが、実際にどの程度研究が進んでいるのだろうか。シックハウスやバリアフリーだけでなく、住宅の健康を科学的に捉えるものや、健康の維持を超え増進を目指す試みも見受けられる。本日は、従来の健康住宅の枠組みを超えた新しい試みや知見をお話いただき、健康と住宅の関係の理解を深めたいと思う。

■講演

【「住居医学」の取組みのご紹介】

廣畑友隆氏（大和ハウス工業(株) 総合技術研究所 研究支援センター）

弊社はこれまで 2006 年から奈良県立医科大学と連携し住居医学寄付講座立ち上げて推進している。詳しい研究の内容は後ほど佐伯先生からお話いただくので、私からは住居医学が何を目標しているのか、どのように成果を活かしているのかについてお話させていただく。

□「住居医学」研究の背景と経緯

弊社の事業展開のキーワード「アスファケツノ（安全・安心、スピード・ストック、福祉、環境、健康、通信、農業）」にも健康というキーワードは含まれる。近年、少子高齢化や病院医療から在宅医療への転向などが進む中で、弊社のような住宅企業にとっては健康が重要な要素となっている。

平成12年より厚生労働省が中心となって推進した「健康日本21」は、生活習慣の改善による健康寿命の延命と生活の質の向上を目的とするものである。その頃から、生活習慣を取巻く生活環境は住宅そのものではないかと考えるようになった。2000年～2005年頃は健康住宅問題として、家庭内事故やシックハウス症候群について取り組んでいた。これらは今ではほとんど改善されている。当時は健康の代表的な基準として、建築基準法・住宅性能表示制度・住生活基本法があり、それらに則った居住環境を整備していた。いわば、健康を害する要因をできる限り排除したような住宅を目指していたことになる。

新築戸建住宅の居住環境（温熱、空気、光・視、音、高齢者等への配慮）に対する健康に関する配慮は、ある程度の性能を満足する段階に達していると考えられる。しかし、その性能は住宅性能表示制度等に示される指標を目標としており、それで解決できない課題があればさらに健康配慮のレベルを向上させる必要がある。これが住居医学を立ち上げたきっかけである。

□住居医学が目指すもの

今までは、どちらかといえば「消極的な健康対策」もしくは「公的基準に基づいた健康対策」が中心の提案であった。これからは、これまでの施策に対する根拠の収集、医学的見地から見た住宅の具体的な仕様提案、医学者・建築技術者・専門メーカーのコラボによる新規アイテムの企画・運用が必要だと考える。そのためには、住宅メーカーだけでは困難であるため、医学者との連携が不可欠で、これまでの技術分野に留まらず幅広く「すまいを医学する」ことが重要である。住居医学は住宅に対して医学的根拠をもった提案・検討を可能とする。医学的に住居が人に及ぼすポジティブな係り合いとネガティブな係り合い相応のアプローチで研究を進め、そこから発生した住環境の指標を元に建築工学的なアプローチを行う。



写真1 廣畑氏の講演

□住居医学研究の活動

住居医学の活動として、6年間で70テーマの研究が推進された（表1）。近年の動向として、地域医療の観点から、遠隔医療なども新しく考えられている。

表1 住居医学の研究テーマ

原因分類	具体的要因	健康症状例	研究テーマ例
物理的	音・光・匂い・温湿度・電磁波・放射線	ヒートショック、精神的ストレス	・聴・平衡覚と住居環境に関する研究 ・就寝中および起床後血圧に及ぼす室温の研究 ・光波長と色温度による睡眠導入と覚醒への影響に関する研究 ・自然木材の香りが覚醒時の生理現象に及ぼす効果 ・住居における環境放射線の研究
化学的	化学物質、排気ガス、タバコの煙、浮遊微粒子	シックハウス、化学物質過敏症	・シックハウスに関する研究 ・胎児期および乳幼児期の室内空気汚染暴露が喘息発症に及ぼす影響
生物学的	カビ、菌、ウイルス、ハウスダスト	感染症、アレルギー疾患	・住宅内でのアレルギー、感染症に関する研究 ・ハウスダストに関する研究
構造的	段差、階段、浴室	転倒、骨折	・住居内での転倒予防に関する研究 ・在宅高齢者における起居動作能力の加齢変化と身体機能および就寝環境の関係
デザインの	居室、病室、介護室	ストレス、リハビリ不敵	・新生児・小児の入院患者・看護環境に適した病棟設計の研究 ・外来化学療法室におけるがん治療患者に対する音楽の効果に関する研究
一次・二次・三次予防の推進	生活習慣の悪化、在宅医療・在宅介護	生活習慣病、慢性期疾患、要介護度	・在宅医療支援および急変探知システムの開発 ・高齢者の排尿管理機器・排尿介助補助機器の開発 ・ロボット技術の開発

□住居医学研究の成果例

代表的研究テーマの成果については「住居医学(I)～(V)」に整理され、書籍として出版されているため、具体的な内容についてはそちらを参照していただきたい。今まで得た成果の活用例をご紹介します。

①目の疲れにくい商業施設向け白色LED照明システム

LED照明の眼疲労因子などの関する実験等（図1）の成果を活かし、目が疲れにくい商業施設向け白色LED照明システム『grace lumino(グレース ルミノ)』を開発した（図2）。直流電源によりちらつきが非常に弱く、目の疲れに繋がりにくい照明である。

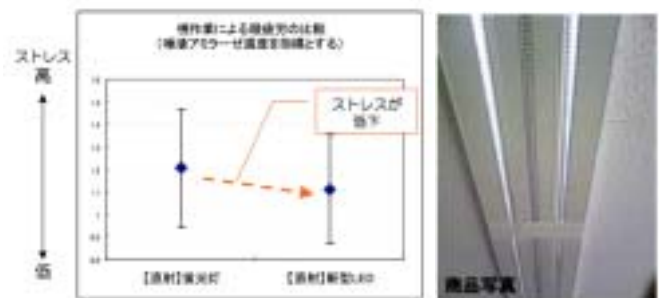


図1 視作業による眼疲労の比較

図2 grace lumino

②住宅の温熱環境の制御システム「エアスイート」

生活パターンに合わせて各部屋の温度を自動コントロールするシステムを使って、高齢者や高血圧の方向けの温熱環境の制御に利用できるようにした。そのために、朝暖かい部屋と寒い部屋での起床時の血圧変化の実験（図3）の成果を活用した。

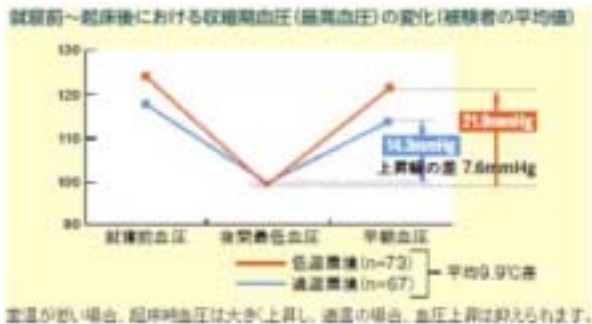


図3 就寝前～起床後における収縮期血圧の変化

③発熱外来施設の開発

新型インフルエンザサにかかった患者を一般病棟と区別するためのものである。このように建築的な技術で、どのように医療的なニーズに対応していくことができるのかも検討している。

□住居医学の今後

当初は医学部門の研究者と工学部門の弊社研究者との連携作りが困難であったが、ようやく連携が整ってきたと考える。

今後は、健康を増進する住居要素など積極的に健康に関わる研究テーマの展開や、医療サービスを中心としたまちづくりなど、住居医学のフィールドをさらに広げていきたい。

■講演

【住居内温度環境と健康～快適性依存からエビデンスに基づく住環境の構築をめざして～】
佐伯圭吾氏 (奈良県立医科大学 地域健康医学教室)



写真2 佐伯氏のご講演

□冬の死亡率上昇(Excess Winter Mortality)

2009年の人口動態統計(図4)を見みると、各月死亡者数は月により変動している。6～9月の死亡者数は少なく平均86,990人、一方、12～3月は多く平均103,919人である。毎月の死亡者数を最小限(6～9月並)に抑えることができるならば、約10万人が過剰に亡くなっている計算になる。

季節変動のある死因としては、がん、心疾患などがある。心疾患、脳卒中、肺炎の死亡率は、冬季に上昇する。季節別死亡比(冬/夏)は、60歳以上で1.2を超え、年齢とともに上昇する。これは日本だけではなく、国際的にも同じ傾向がみられる。死亡率季節変動係数は、ヨーロッパの国で

はポルトガルやスペインが高く、2割を超える。一方、フィンランドなどの寒冷地では1割程度と低い。つまり、外気温の寒さが死亡率季節変動係数の原因ではない。

医学雑誌Lancetに、室温が暖かい国は冬の死亡率上昇が少ない研究成果が示されている。冬の死亡率上昇に寄与する要因には、床、屋根の断熱、二重ガラスの導入が関係している。また、セントラルヒーティング(集中暖房)がない住宅での冬季死亡比が有意に高いという結果も出ている。

日中平均気温と相対死亡リスクの研究のデータ(図5)を見ると、南部は少し寒くなると死亡リスクが上昇する一方で、北部では温度が低くなるにつれてリスクがゆやかに上昇する。また、北部は暑くなるとすぐに死亡リスクが上昇する。つまり適応のしやすさである。それには人間の資質だけではなく、服装や住環境の影響があるだろう。

冬の死亡率上昇をふせぐには、室内を暖かく保つことが有効である。日本の住宅には暖房設備が完備されているはずなのに、なぜ日本人は室温を低下させてしまうのだろうか。その理由の1つ目は、医学的根拠が不足しているからではないか。室温低下と血圧・循環器疾患罹患・死亡に関する研究が不足している。2つ目は認識のずれである。室温低下が死亡率上昇に結びついていない。かなり強い寒冷曝露をイメージしている。3つ目は暖房の費用、建築時の費用による経済性。4つ目は快適性に頼った室温コントロールではないか。特に高齢者では、寒冷曝露の知覚が遅れることも大きな要因である。

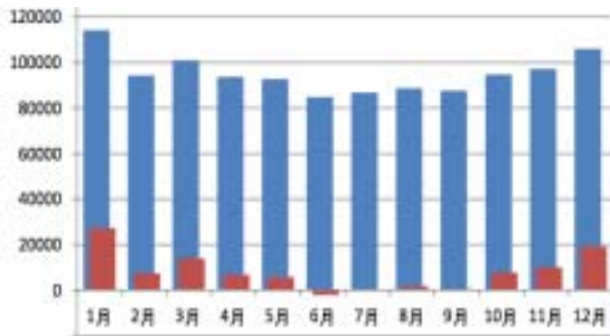


図4 日本の2009年の月別死亡者数

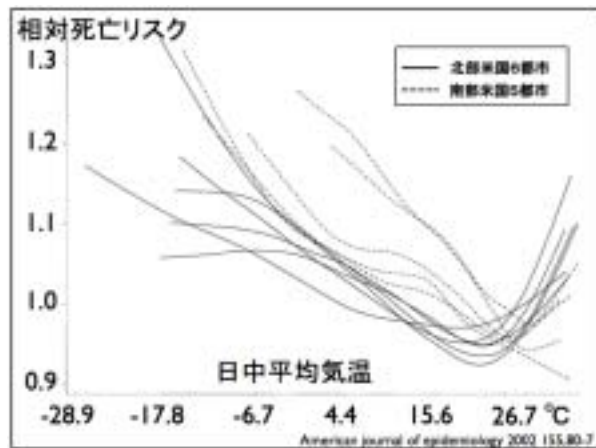


図5 日中平均気温の変化による相対死亡リスク

□根拠に基づく住環境

根拠に基づく住環境の指標になるモデルとしてEBM (Evidence Based Medicine) がある。EBMではEvidenceの質を階層化する。どういった方法でとられたデータを元に報告されたかを検証し、結果を階層化する。次のように信頼性を色分けして優先順位をつける。

①無作為比較試験：無作為に割付を行い、2群に分け1群にだけ治療試験を行うもの。既知の要因のみでなく、未知の要因（遺伝子的に薬剤の感受性など）についても両群が等しく割付けられるため、バイアスが少ない比較ができる方法。

②コホート研究：疾患を追跡できる研究。ベースライン状態の健康状態が違う被験者を前向きまたは後ろ向きに追跡する方法。

③生態学的研究：集団レベルでの特性の比較を行う方法。大規模データを用いた分析が容易に行えるが、個人レベルでの関連については誤った結果を導く可能性がある。

④横断研究：ある時点での要因どうしの関連を検討する方法。この方法では因果の方向を論じることはできない。

既存の報告の多くは、生態学的研究（外気温と死亡率の関連、室温と死亡率の関連）である現状から考えると住環境については医学的根拠が不十分であるように感じる。これからより質の高い研究を行うことで、環境調整によって健康を守る可能性を探り、それを実現化する必要があると考えている。

□室温と血圧モーニングサージの関係

大和ハウスとの共同で無作為比較試験による自由行動下血圧測定（ADPM）を行った。ABPMでは対象者の血圧の日内変動に関するデータが得られる。（図6）。この方法を使って室温が血圧モーニングサージ（起床後2時間の平均血圧と夜間の最低血圧値の差）におよぼす影響を調べた。結果は、寒冷群では $14.3 \pm 2.9^{\circ}\text{C}$ 、適温群では $24.2 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ で測定したところ、血圧のモーニングサージは 7.6mmHg の差があった。この結果から寒冷暴露が脳卒中や心筋梗塞の危険因子である血圧モーニングサージを増加させることが明らかになった。次は、寒冷暴露が実際に、脳卒中や心筋梗塞の発症を増加させるかどうかについて、調査する必要がある。

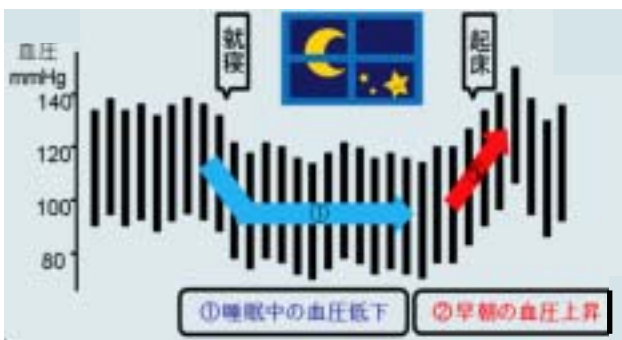


図6 自由行動下血圧測定（ADPM）

そこで発表者らは、住環境が疾病の罹患率や死亡率に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした「平城京スタディ」というコホート研究を立ち上げた。曝露要因として温熱環境、光、音の3つをあげ、これらが血圧の変動、メラトニンの分泌などに及ぼす影響に加えて、日本人の主要な死因や死亡率との関係を探るものである。5年間かけて1500人の健康状態と住環境を含む曝露環境を調べ、のち、

約20年間フォローアップする中で、どのような環境が致命的な疾患の要因につながるのかを明らかにする予定である。現在約700名のベースライン調査が終わり、横断的な解析を少しずつ発表している。

□まとめ

医学では、客観的指標である寿命や罹患率が重要視されてきたが、近年は主観的なQOLも重視するようになった。反面、住環境において、客観的データが不足しているため、快適性や利便性が重視されているのではないかと考える。今後は、健康に関する客観的データに加えて、快適性、利便性の3つのバランスを考えていかなければならない。

◇質疑応答

Q：研究のデータが得られた地域はどこか？

佐伯：奈良県内しか調査できていない。テーマは大きいですが、少人数のスタッフで実施している。

Q：おっしゃることはよくわかるが、地域によって住環境も違うので、より様々な地域でこのような研究が行われるともっと良いのではないかと。

Q：モーニングサージのお話があったが、朝の温度を上げれば解決だろうか。

佐伯：モーニングサージの抑制には、朝の気温を上げることが有効である。ただ、どうすれば一般の方が実践できるかが問題である。たとえば、戸別訪問をして暖房機の予約機能を利用するように説明しても、実際はうまくいかないことがある。その背景には、暖房器具や住宅の性能、家庭の経済性など多様な問題もあり、そう簡単に実現できない。

Q：温度差がないほうが安全と考えていた。寒い地域の方が室温が高く温度差が大きいのでヒートショックが大きいのではないかと。

佐伯：確かに急な温度変化が身体にとってはよくない可能性があるが、より詳細な研究が必要である。現在我々が測定に利用しているABPMではその影響を明らかにすることはできない。最近開発中の、脈波を用いた血圧測定法などを用いれば、短期の寒冷曝露による血圧の変化が明らかにされる可能性があると思われる。

■講演

【健康維持促進住宅研究委員会の活動と成果の見込み】

坊垣和明氏（東京都市大学 都市生活学部 教授）

□研究の目的・経緯

少子・高齢化、人口・世帯の減少、産業の縮小などが進む中、住宅業界に新しいイノベーションがないかと考え、健康に着目した。平成19年7月、村上委員長と国土交通省に行き話をし、健康維持促進住宅研究委員会が発足することとなった。建築だけでなく、医学、社会学の先生方も加え、横断的な幅広い組織となった。



写真3 坊垣氏の講演

□研究体制

研究体制の実態は、国土交通省と日本サステナブル建築協会が連携して共同研究を行なっているが、建前上、二つに分かれている。まずは様々な基礎研究やEvidenceを集め、その中から研究内容を探っていった（図7）。

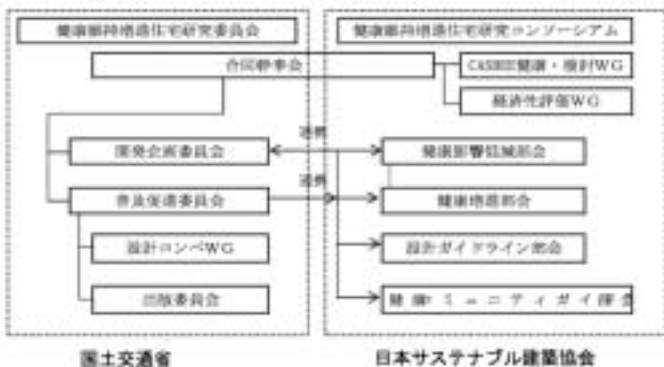


図7 健康維持増進住宅研究 検討組織図

□各部会・委員会の背景と目的

①健康影響低減部会

健康に関してマイナスの影響要因を明らかにし、それらを排除して健康で快適な環境を実現するための室内環境の基準作成等を行う。

シックハウスには学術的な知見の蓄積がある。

②健康増進部会

民間企業において個々に研究は行われていたが、科学的な知見をベースに統一的に評価された技術は少ない。

健康に関してプラスの影響要因を明らかにし、それらに対応する要素技術の開発や新しいコンセプトに関する研究を行う。

③設計ガイドライン

物理的な性能やそこで展開する生活像が個別に検証されることが多いが、健康な暮らしを横断的に捉えていく視点が不足している。

住宅設計の観点から、横断的かつ総合的な健康維持増進住宅の設計手法の開発を行う。

④健康コミュニティ・ガイドライン部会

人々の生活基盤となる住宅やその周辺の公衆衛生を含めた周辺環境やコミュニティは、住民の生活習慣や健康と密接に関係し、近年その重要性が再認識されている。

地域環境・コミュニティの健康影響を定量的に示すとともに、健康配慮型のまちづくりを促進する地域環境整備に関する研究を行う。

⑤普及促進委員会

健康維持増進住宅に係るシンポジウムの開催等、成果の普及や広報のための活動を企画・実施する。各部会の活動を支援するための調査等を企画・実施する。コンソーシアムの設立・運営を行う。

□研究成果の公表・普及方策

健康維持増進住宅シンポジウムの開催を年に1回程させていただいている。具体的な健康住宅を具現化するまでには至らないが、本日よりご紹介するガイドラインに載っているような設計手法や、健康住宅をイメージできる資料をつくる。

①出版

入門書「健康維持促進住宅のすすめ」

②健康維持促進住宅コンペ

コンペで得た案を反映させた設計マニュアルを作成中。

□健康な住まいへの取り組み

健康維持増進住宅研究委員会は通算6年に及び、研究活動の主要な成果として、以下の3つが公開中、あるいは公開予定である。

① CASBEE 健康チェックリスト（IBEC ホームページにある）」

CASBEE 研究委員会との共同で作成した。住まいの健康度をチェックし、ポイントの低い場所を把握する。50の項目が用意され、住宅全体と部屋別に答える。結果は部屋別や要素毎にレーダーチャートと棒グラフで図示される。全国平均との比較で100戸中何位かが示される。

②「健康維持増進住宅ガイドブック」

主要なポイントを基本・推奨・選択の3段階で示している。住まいの健康プレ診断で自分の健康状況も確認できる。ガイドブックの利用のイメージを以下に示す。

1) 住まい方改善のためのチェックツール

居住者が現在の住宅と住まい方について健康の観点から見直す。健康に配慮した住宅への意識の向上。住まい方の改善により健康維持・増進につなげる。

2) 設計段階のコミュニケーションツール

新築・改修に際し、設計段階で居住者が健康に関するニーズを設計者・施工者・供給者に伝える。また、居住者の健康に対するニーズを吸い上げるためのコミュニケーションに用いる。

3) 新築・改修の際の設計・施工段階でのチェックツール

設計者・施工者・供給者が、具体的な設計案や施工方法のチェックを行う。

4) 購入検討段階でのチェックツール

居住者が、建売住宅や集合住宅などを購入する際のチェックを行う。

② 「設計者施工者向けマニュアル」

具体的設計・施工方法を確認し、専門家に吟味してもらう。昨年度は居住者向けガイドブックを作成した。今年度は設計者・施工者向けマニュアルの作成を予定している。設計事務所・住宅メーカー・工務店・デベロッパーなど住宅に関わる専門家が、健康に関わる要素技術を俯瞰的に概観できるものとする。

これらのベースとなる資料として健康維持増進住宅構成要素リストがあり、これは健康な住まいにおける計画上の工夫や環境性能、機器設備・技術などをまとめたものである。各要素は居住者の住まい方や生活行動を縦軸に、部位を横軸に取ったマトリックス上に、基本、推奨、選択の3つのレベルに分類して整理されている。これに基づいて、居住者や供給者・設計者・施工者にわかりやすく伝えていくためのツールとして開発・整備された。

□最終成果の出版予定

①設計施工者用マニュアル

②健康コミュニティチェックリスト

主に自治体の使用を想定。中学校校区の単位を対象にした、まちづくりやコミュニティづくりの簡易診断ツール。

③エビデンス集

建築・医学的な学術的データを集めたもの。

④健康維持促進住宅事例集

LCCM住宅の事例など、健康に配慮した住宅建築の事例。コンソーシアムへの参加企業の事例なども含む。

◇質疑応答

Q : 健康維持ではなく、増進についてお話を伺いたい。

坊垣：増進部会の取り組みの中で、ストレスと健康の関係がある。ストレスがなく良い室内環境が健康の増進に関わるのではないかと。具体的な成果はご期待ください。

Q：社会学や経済学の先生も共同で研究しているというお話があったが、具体的にどの部分に反映されているのか。

坊垣：健康的であることによって社会的なコスト低減が可能との観点から、良い住宅を作ることの意義を示していただいている。

■話題提供

【健康と建築デザイン～人と自然をつなぐ～】

石川敦雄氏（(株)竹中工務店 竹中技術研究所）

□はじめに

2010年に竹中工務店は環境メッセージ「人と自然をつなぐ」を掲げた。当時の低炭素化や省エネという言葉が建築に求められる中、決して人間のことを無視してはならないというメッセージを改めて社会に向けて発信した。本日は、建築から人に対するアプローチの事例を紹介させていただきたい。

□建築デザインから「健康」へのアプローチ

健康そのものではなく、人間へのポジティブな影響を広義での健康として、事例紹介をする。

小学校から大学まである学校に併設された信愛女学院聖堂（図8）の設計施工に携わった。クライアントからの要望は、「朝忙しく登校してきた生徒が心静かに祈りを捧げられる空間の聖堂にしてほしい」とのことだったため、さりげなく心に働きかける空間デザインとした。聖堂までは、回廊を迂回するようなプラン（図9）になっており、経路を歩く中で五感を働かせる。竣工後、シスターからは「子どもたちが静かにお祈りするようになった」、児童・生徒の皆さんから「澄んだ気持ちでお祈りできる」などの言葉を頂いた。そこで、建築デザインが与える影響を確かめるため、実験を行った。被験者を用意し、回廊を通して聖堂に至る経路で起こる被験者の生理的な変化を観察した。比較の為、中学校校舎内の同じ距離の廊下から教室に至る経路において、副交感神経系が活性化しているかを心電図により判断した。結果として、校舎内の廊下ではどれだけ廊下を歩いても副交感神経は変化しないが、回廊から聖堂へは個人差はあるものの活性化していた（図10）。よい空間を創ることで、建築が人間に働きかけることが分った。



図8 信愛女学院聖堂

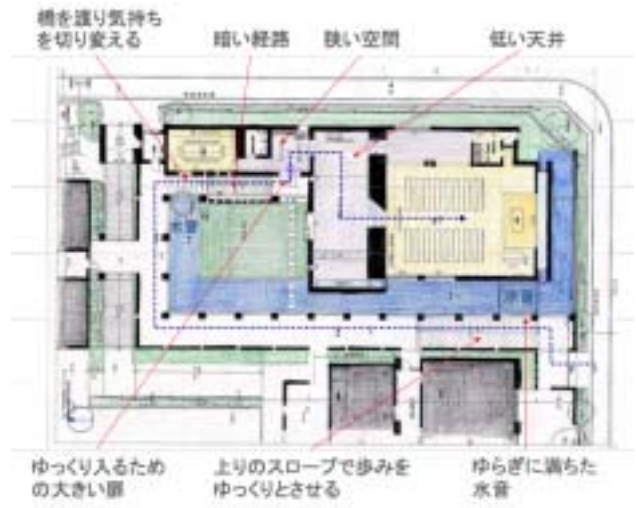


図9 信愛女学院平面図

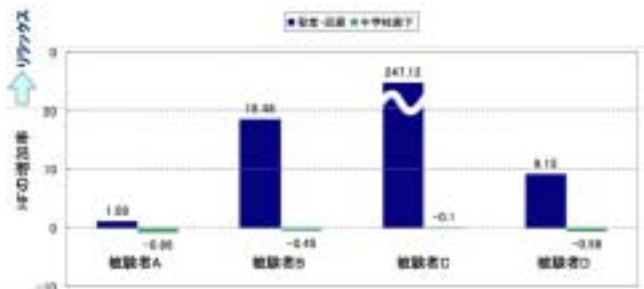


図10 歩行経路による副交感神経の変化

□竹中工務店のビジョン

一般に建物をつくるとき、これまでは一様な集団としてのヒト（個人差）を考慮しなかった。しかし、実際には多様なヒトが存在し行動・状態も多様であるため、均質で一定な環境では大多数が十分には満足できない。そこで変化に富み、選択可能な環境により一人ひとりが満足できるような空間づくりを志す。そのための健康にアプローチするためのポイントとして、生物に普遍なことへの配慮（非正常性）や一人ひとりの違いへの配慮（多様性）をする必要があるのではないかと。

□研究からデザインへ

①サーカディアンリズムに配慮した光環境のデザイン

我々の身体は光の加減によって体内の時間感覚をコントロールしている。しかし、オフィスでは光環境は均一である。適切な光環境を提供することにより、メラトニン分泌のリズムを強調し、充実した睡眠の取得や、執務時間帯の知的生産性の向上と心理状態の改善が可能になると考えた。光の均一制御（ケース1）と自己制御（ケース2）にわけて実験を行い、副交感神経の変動を24時間計測した（図11）。結果、均一制御に比べ、自己制御では日中の副交感神経系は抑制され、睡眠時の副交感神経系は活性化され、適切なサーカディアンリズムの生成されていることがわかった。（事例紹介）

i) アシックス本社東館（神戸市）

ワーカーを窓から離し、廊下やトイレを窓側に配置したプランにした。打ち合わせや会議などで一日何回か光をあびることができるため、サーカディアンリズムが生成される。

ii) ザ・グランツ等々力（世田谷区）

低層の集合住宅で、緑豊かで恵まれた敷地であったため、

窓を大きくとった。バルコニーも広くとり、サーカディアンリズムに十分必要な光を取り込める。他に、病院に併設された高齢者住宅（ビバース日進町）では、高齢者が住戸にこもらないように開口を大きくとった。

クすチャを使用し、屋外の環境にあった刺激を居住者に与えることを通じて豊かな人生をつくり出すことができるのではないだろうか。

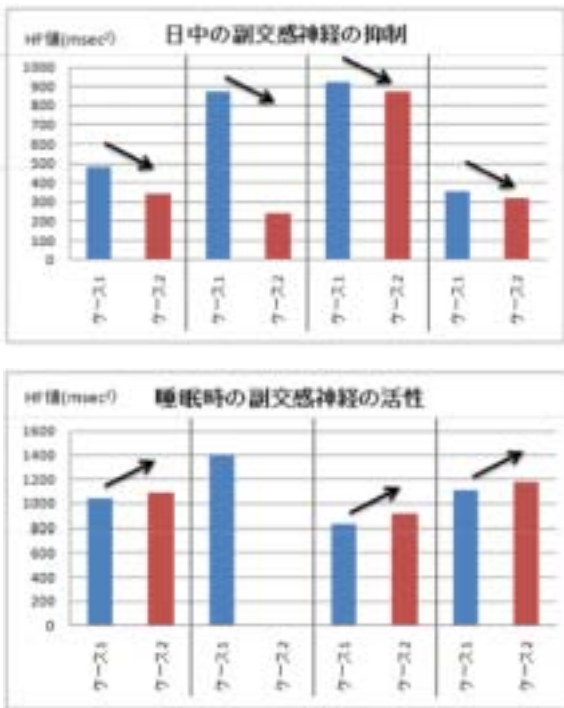


図 11 日中(上)と睡眠時(下)の副交感神経の活性

②思わず歩きたくなる経路のデザイン

信愛女学院では、足音を響かせる橋を心を落ち着かせる仕掛けとして設置した。自分の行為(歩く、スイッチを入れる等)に対する環境側からの適切なレスポンスは、快適感や安心感などをもたらすという仮説の下、実験を行った。

大学の廊下に玉砂利を敷くことにより床面からのレスポンスを増大させた廊下と通常の廊下における、休息した後のストレスを測定し比較した(図12)。結果は、玉砂利を敷いた廊下において被験者全員の唾液中コルチゾールの減少する割合が大きい、つまり、効果的なストレス解消につながる可能性があることが確認できた。

住宅デザインへの適用事例として、パークシティ富士見台(名古屋市)という集合住宅がある。周辺の緑が多い中、帰路において最短距離ではない経路を設けた。そこを歩くことが健康な家族生活につながるのではないかと考える。

③情動に働きかけるデザイン

視覚的なデザインがどのように人間に働きかけることができるのだろうか。適切な視覚刺激の提供により、心地よさやリラクゼーションといったポジティブな情動を誘発することができ、ストレスを解消や気分転換を促す経路となるのではないかと考え、実験を行った。ある大学において、校舎内の殺風景な廊下を進む動画と、緑豊かな屋外を進む動画を提示したときの脳活動の差を観察した(図13)。殺風景な廊下に対しては視覚野のみ活動し、緑豊かな屋外に対しては視覚野だけでなく情動に関連する脳の部分も活発になる。これを確証とするわけにはいかないが、廊下のデザインまで細やかな配慮が必要であることがわかった。

住宅デザインへの展開として、アートや様々な素材のテ

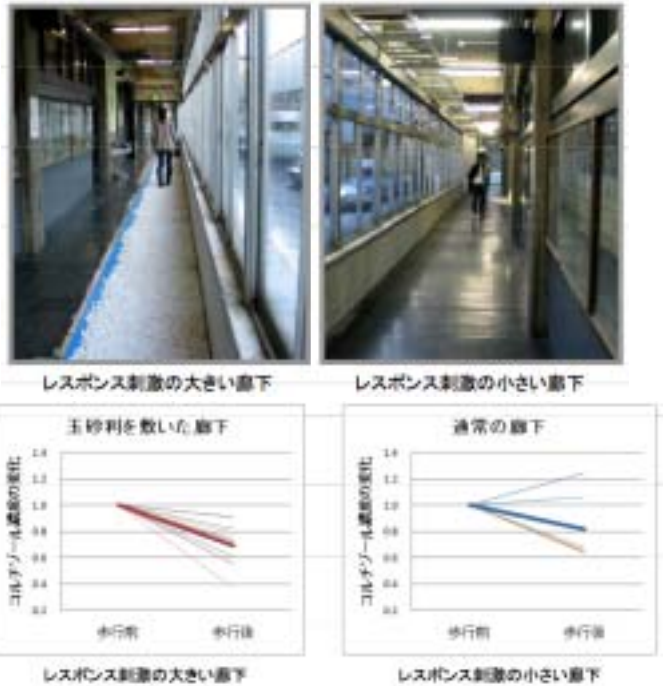


図 12 玉砂利(左)と通常(右)の廊下及び結果

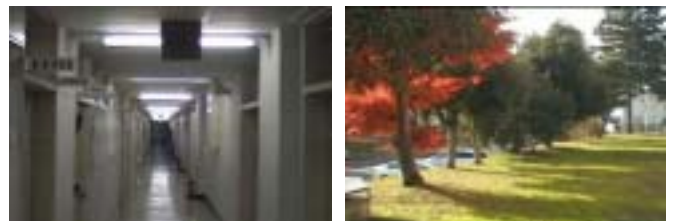


図 13 校舎の廊下(左)と屋外(右)の静止画

□まとめ

建築はシェルターという考えによって自然を邪魔者扱いしてきた。しかし、これからの建築には、健康への影響も含め、自然がもつ刺激・変動といったものをいかに上手く建物に取り込むかが重要になっている。そのような建築で生活することにより、心身共に健康が育まれていくのではないだろうか。



写真 4 石川氏の講演

■話題提供

【空調設備の健康への取組】

香川謙吉氏（ダイキン工業㈱ 環境技術研究所 主任研究員）

□高齢者や女性の冷やしすぎを防止、高齢者の室内での熱中症を予防するエアコン(リモコン)の紹介

①らくらくエアコン「ラクエア」の開発背景

夏場では高齢者や女性には現在のエアコンでは冷えすぎてしまうことや、高齢者を中心に熱中症が多発することから、高齢者や女性に配慮したエアコンを開発した。らくエアには様々な機能が備わっているが、中でもからだにやさしい運転機能と高温防止運転機能をご紹介します。

②からだにやさしい運転機能

そもそもなぜ冷える感じるのだろうか。基礎代謝量を計測してみると、30～49歳の男性に比べ、70歳以上の男性シニアで約16%、30～49歳の女性では約25%も基礎代謝量が低いという結果になった。これは体感温度で1℃低く感じることになる。そこで、代謝の低下を考慮した運転を行い冷えるを感じやすい方に適した環境を保つ。できるだけ温度を下げずに除湿して風をあてないことで、体を直接冷やさずに体感温度を心地よく下げる運転を行う。

従来の冷房運転よりも、快適性が向上することを横浜国立大と実証した(図14)。冷房が苦手な人に快適、かつ体の負担が少ない冷房である。

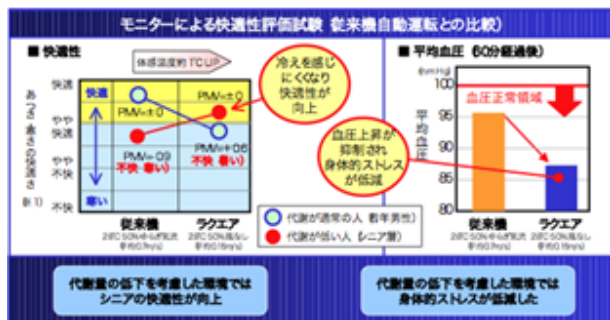


図14 モニターによる快適性評価試験

③高温防止運転

室内で熱中症になるのは半分以上が高齢者である。一方、「室内で熱中症になる心配がない」と認識する人の割合は、高齢者が一番高い。従って高齢者は自分が熱中症にかかるという意識は少なく、自らエアコンを止めてしまう。そこで、室温・湿度上昇を検知して未然に防ぐ高温パトロールモードを搭載した。WDT 指数から、室内が28℃以上の範囲に入ると、エアコンが音声でお知らせするか、自動的に稼働するシステムである。

□眠りのリズムに合わせてエアコンの設定温度を自動的に調整する睡眠時専用コントローラー

①コントローラーエアコンソイネ

夜寝ている間寝苦しいが、エアコンをつけた状態で寝てしまうと風邪をひくのではないかと心配がある。眠りの状態に併せてエアコンが睡眠の最適温度を設定するシステムを開発した。仕組みは、布団の下に敷いたチューブで睡眠状態を検知する。

一般的な眠りにはレム睡眠とノンレム睡眠があり、その周期に沿って体温が変動する。ソイネはその周期に従って、空気環境を制御する。また、自分の睡眠状態をソイネの画面でも確認することができ、ダイキン独自の指標で睡眠を

点数化してくれる。

睡眠の深度を把握するのは、先述の身体の下に敷いているチューブである。これに圧力センサーが付属しており、その変動により、寝返りをうっているのか呼吸をしているのか心拍なのかを判断する。図15のように、体動レベルの所定値を決め、所定値以上の時間が3分以上継続した場合、覚醒と判断する。

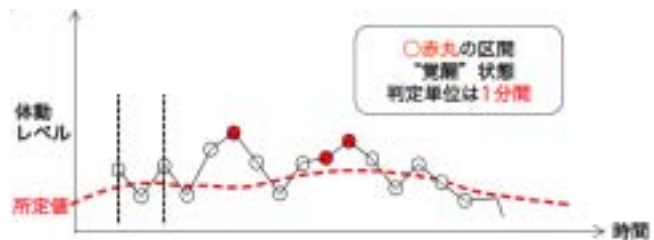


図15 ソイネの睡眠・覚醒判定方法

□健康に悪影響を与えるウィルス・細菌・カビ・ダニ・花粉など空気中の有害物質を強力に分解・除去する光速ストリーマ搭載空調機、空気清浄機

弊社は2004年から高速ストリーマという放電技術を空気清浄機、業務用エアコン、ルームエアコンに搭載していた。ストリーマとはプラズマの一種である。そのプラズマ放電の中でも、一般的なグロー放電に比べストリーマ放電は約1000倍以上も分解力を有する。また、酸化力の高い活性種を3次的に広範囲に発生させることができる。活性種とは、高速電子が空気中の酸素や窒素と衝突して生まれる強力な酸化力をもつ生成物のことである。ストリーマ放電は、光触媒の表面で発生する水酸ラジカルの2.3倍もの分解力のある強力な活性種を生成できる。

ストリーマ放電の効果は、除菌効果(インフルエンザウィルスなどウィルスの分解除去、黄色ブドウ球菌・カビ菌など細菌・カビ菌の分解除去)、アレルギー物質分解効果(花粉、ダニなど)、脱臭・有害ガス分解効果(アンモニアなどニオイ物質の分解除去・ホルムアルデヒド、VOCなど有害ガスの分解除去)がある。この技術の確立に先立ち、様々な実験が行われたが、時間の都合により一部の興味深い結果のみ示す。

まず、有害物質除去性能評価について説明する。一般的には1m³の箱の中でウィルスをどの程度殺せるのかを指標にするものが多くみられるが、実際に使うのは部屋である。今回の実験は、25m³の部屋の中にウィルスを拡散させ、空気清浄機で不活化できるかの評価を行った。結果として、短時間で非常に効率よく有害物質を集めることができた。集めるのは、空気清浄機の中にあるフィルタ部分である。捕捉したウィルスがプラズマにより不活化できているかの性能評価試験を行った(図16)。図16の左側二つのグラフはストリーマ放電がない場合、右二つはある場合である。実際に放電したのは30分程度であるが、その間におよそ一桁ものウィルスが減少している。実際の製品では1時間で二桁ものウィルスを除去できる性能を実現できた。

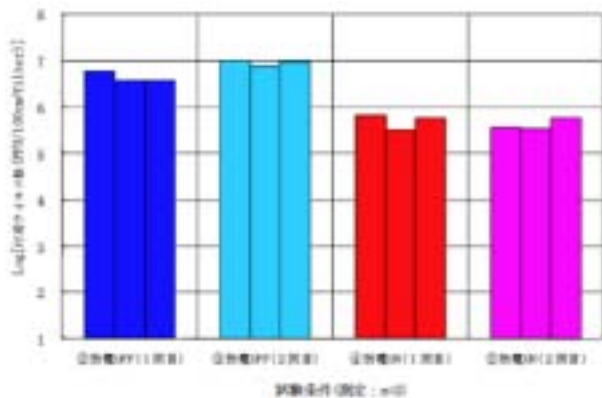


図16 付着ウイルス数の測定結果

最後に花粉についてお話をさせていただきたいが、花粉を除去することはフィルタでも可能であるので、花粉症を悪化させるアジュバント物質の不活化についてご説明する。よく田舎の杉林で生活している人より都会の人の方が花粉症の患者が多い。それは車のディーゼル排ガスが悪いということを良く耳に思うと思うがその真偽の確認と、それをストリーマで改善できないかということで評価実験を行った。

マウスにアレルゲンだけを与えた場合、アレルゲンとディーゼル粉塵を与えた場合、ストリーマ照射後のアレルゲンとディーゼル粉塵を与えた場合の3種類のパターンで評価を行った。その結果を図17に示す。縦軸には血中のIgE量(アレルギーがどの程度ひどく発症するかを表す指標)を示している。花粉だけを与えたものに比べ、花粉とディーゼル粉塵を与えたものは約2倍IgEが高くなっている。ストリーマを照射したものは、若干IgEが上昇するものの抑制できていることがわかる。また、化学物質の除去性能に関しては、ストリーマを搭載した家庭用空気清浄機により、ホルムアルデヒドが定常的に発生し、200ppbを超える劣悪な環境でもガイドラインを大きく下回る30ppb以下まで低減できるという結果も得られている。

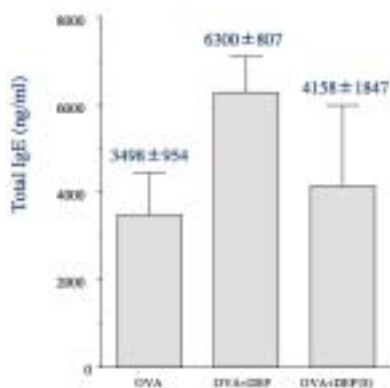


図17 アジュバント不活性化試験結果 (総 IgE 量)

□最後に

「人と空気のあいだに、いつもダイキン」を実現すべく、空気に関する困りごとには必ず応えられるよう、今後も健康という価値が提供できる空調機器、空気清浄機器の開発を目指して参ります。



写真5 香川氏の講演

■討論・質疑応答

テーマ：健康住宅の新潮流～住宅は健康の維持増進に如何に関わりうるか

パネリスト

廣畑友隆氏、石川敦雄氏、香川謙吉氏

コメンテーター

石本徳三郎氏 (日本健康住宅協会 顧問)

コーディネーター

大森敏江氏 (甲南女子大学)

大森：生涯にわたって元気に活動できる社会、健康をより増進できるアメニティの高い住宅や住環境をつくりだしていくには、産官学の協力体制が必要不可欠であることは言うまでもない。前半では先進的な取組の成果について、後半では住宅産業として企業が独自に進めている健康関連の活動をご紹介いただいた。竹中工務店の石川氏には、実際に具体例を挙げて建築デザインから健康にアプローチするためのポイントについて科学的な検証を踏まえて提案いただき、ダイキン工業の香川氏には、最新の取組を紹介していただいた。今回のテーマは話をまとめたり結論を出す類のものではない。住まいと健康の関わりについてより関心を持ち、その関係性について理解を深めていただくきっかけとなることを願うものである。活潑な議論がその助けとなるものであるので、ぜひ積極的な質問をお願いしたい。

まず、先程の話題提供に対して、会場から意見・質問を伺いたい。

柏原：本日は大変バラエティに富んだ発表の内容で勉強になった。本日は空気・室内のテーマであり、少し内容が外れるかもしれないが、超高層建築の住環境について伺いたい。クリストファー・アレクサンダーのパターンランゲージによると、住宅の高さの限界は4階までであるという。その背景にはかなり医学的な海外の論文が幾つか紹介されている。日本ではあまり見受けられないが、高層建築の住居としての問題点を東京大学の医学部の先生が指摘されていた。5階建ての集合住宅で主婦が妊娠したときの流産率の高さや、超高層建築の子どもの教育上問題、つまり地面で遊ばないことが閉じこもりにつながるという問題などもある。超高層ということでストレスを感じる人もいるかもしれない。超高層建築を否定するのではなく、それらの問題をクリアするような手法を投じるのが技術者の役目だと考えるが、まず皆

様のご意見を頂きたい。

石川：個人的な意見として聞いて頂きたい。高層に住むことの直接的な影響はわからないが、暮らすという生活全体が良くない影響を与えることはあるだろうと考えている。解決例となるかわからないが、アイランドタワーズスカイクラブ（福岡市）という九州の集合住宅をご紹介します。4層の空中庭園をもつ3棟連携の集合住宅である。一番高い場所においても10階下には庭があるので、中層の積層と捉えることができるのではないかと考えている。周りのコミュニティなども考慮すれば、解決策はゼロではないだろう。高層集合住宅には、限られた国土を上手く利用するという意味や経済性を優先せざるを得ない側面もある。しかし、その際に人間の生活について忘れてはいけないと考える。

柏原：空中庭園が利用されていないという例もあるため、今後は実際に有効に使われているのかの検証もお願いしたい。

大森：超高層建築の問題は、様々な課題があると思われるので、また改めて超高層建築が健康に与える問題を取り上げる機会があればと思う。

ここで本日のコメンテーターの石本氏に自己紹介をいただいた上で、柏原先生の質問にも答えていただきたい。

石本：私は積水ハウスで結露の問題を解決すべく、他企業と勉強会を始めた。その成果を世の中に広げようと、日本健康住宅協会を設立した。健康そのものよりも、健康阻害要因を取り上げてどのように減らしていくかという研究の進め方である。

超高層建築に関してはあまり存じあげない。経済性ととの兼ね合いもあり、何かの事件をきっかけに考え方が変わるのではないかと。

大森：健康問題には様々な問題が関わっていることが改めてわかったような気がする。他の先生方もご意見があればお伺いしたい。

坊垣：高層集合住宅の健康問題は国土交通省も認識していないわけではないが、明確なエビデンスがないために今すぐに禁止することはできないというスタンスだと思う。個人的にも高層に住む影響が何かあるのではと思う。

佐伯：高層集合住宅に住む影響はあまり存じないが、気圧の変化が循環器系に影響する可能性はあると思う。しかし、高層に住む人が、その人の持つ住環境の健康リスクから独立して、死亡率が上がるという結果は見たことはない。

大森：色々問題だと言われながら具体的な研究が進められない部分に理由があるのではないかと。

Q：アメリカで殺虫剤が効かない南京虫が流行しているようである。アイロンのような熱で殺せるようだが中に入ってしまうとなかなかできない。南京虫対策というものはあるのか香川氏にお伺いしたい。

香川：高電圧をかけるので不活化には効果があると思うが、エビデンスはない。殺虫剤などの他の方法も横並びに実験する必要があるが、実験したことはない。いずれ結果をご報告したい。

大森：緊急の課題であるので、ぜひ研究を進めていただきたい。

柏原：免疫力に関して佐伯先生にお伺いしたい。厳しい寒

さの中で生活しているお寺の高僧が長生きすることから、我々が人工環境で生活しているため温度に対して敏感になってきている面もあると思う。温度環境を機械的に整えることにより人間の免疫力が低下しないのか。

佐伯：今日発表したのは高齢者のデータである。一定温度に保たれた人工環境と寒暖差の厳しい環境で育った子どものどちらが長生きするかは明らかにされていない。しかし、リスクが高い高齢者をわざわざ厳しい環境下に住ませる必要はないと考える。

柏原：子ども部屋などの温度管理は別の考え方があるということか。

佐伯：ただ子ども部屋の環境だけ別に考えて実験をする必要性を見いだせないで、実際にはしていない。

大森：免疫という話から、香川氏にお伺いしたい。空気を清浄化することは必要だと思うが、きれいになりすぎて免疫力が低下する危険性はないのであろうか。

香川：我々が問題視しているのは、高気密・高断熱の影響で、特にダニである。昔であれば室内も外気温と同程度でダニも死んでいたが、今では室内が快適になりダニにとっても環境がよくなり発生量が増えている。住宅が快適になり室内の環境が変わっているのであれば、空気清浄機も併せて変化する必要があると思う。また最近気になるのは、花粉症・アレルギーになる子どもが増えていることである。大人になってからもそれらと一生付き合う必要があるとするならば、できる限りアレルギーの摂取量を抑える方がいいのではないかと。

Q：石川氏にお伺いしたい。建築から健康へのアプローチで科学的に検証されているのが魅力的であった。実際得られた結果から、設計にこれまでと違った影響が出ているのか。さらに、自然のムラを多様性として効果的に活用すべきとまとめておられたが、具体的にどうすればよいのかをお聞かせ願いたい。

石川：現在、社内では身体的価値評価（人間の五感に働きかける定性的な評価方法）を設計のプロセスで用いている。それを研究結果と設計を照らし合わせながらブラッシュアップして、より科学的なデザインをすべての設計者ができるように試行錯誤している。

自然のムラについて。3.11以降、エネルギーの使い方に対する考え方に変化があり、屋外を積極的にオフィスに使用しようとする企業が増えている。

佐伯：石川氏にコメントがある。日中のオフィスのプラン変更の件についてだが、医学的に日中浴びる光の量とメラトニン分泌について実験したところ、睡眠とメラトニン分泌が一致するデータが得られた。石川氏の話には、デザインがあって原理というアプローチだったが、我々の場合は原理からカタチにしていることを考えている。最終的に健康に良いデザインを考えるには、医学的・工学的の両面から考える必要がある。また、今までの工学的なデザインも医学的に検証していくのは大変意義があると思う。

大森：先程の講演の中で、住環境を考えると、快適性と利便性と健康性のバランスというご指摘があった。これまで住宅産業では、快適性・利便性・安全性が重視され健康への配慮が少なかったと感じる。大和ハウスが住居医学に取り組みされているのは、素晴らしいことであると思う。これからのさらなる展望が

あれば、廣畑氏にお教えいただきたい。

廣畑：個人的な考えも含まれるが、大きく3つある。1つ目は、健康的な環境をつくる指標をつくること。工学と医学の研究結果を結びつけることが、指標づくりにつながると思う。2つ目は、評価指標をつくること。ポジティブな評価、快適性の評価がよく見えない。国内に一応評価指標はあるが、使いこなすことが非常に難しい。そういった評価指標の構築が重要である。3つ目は、住宅という器が健康をどのようにサポートとできるかということ。見守り機能を住宅の中につくれば、医療サービスや介護サービス、あるいは民間の健康生活に関わる施設とお客様を、住宅の機能によりつなぐことができるのではないかと考えている。

□まとめ

大森敏江先生（甲南女子大学）

本日は健康をテーマに進めてきたが、住まいや住環境が、人の心と身体にいかに密接に関係しているかが改めて感じていただけたのではないだろうか。

かつてのように住宅の安全性や快適性を脅かす要因を探り当てることは必要であるが、そのレベルを越えより積極的に健康に関する研究が行われていることは非常に頼もしく感じる。こういった研究は、レベルが高い程専門化して他分野に発信されることは少なかったように感じる。より多角的な視点から、総合的に考え、議論される必要がある。そういった点からは、今日の議論はごく一部であるが、健康住宅への興味をもっていただくきっかけとなれば幸いである。



図 18 パネルディスカッションの様子