

大阪ガス実験集合住宅 NEXT21

第3フェーズ 居住実験報告書



大阪ガス株式会社

はじめに

NEXT21は、「ゆとりある生活と省エネルギー・環境保全の両立」をテーマに、近未来の都市型集合住宅のあり方を提案することを目的として、大阪ガスが平成5年10月に建設した実験集合住宅です。

竣工以来、平成6年4月、平成12年4月、平成19年4月から各5年間にわたり、それぞれ時代を見通したテーマを設定し、当社社員とその家族が実際に居住しながら、計3回15年間の実証実験に取り組んできました。

これまで、実証実験を通じて、建物全体の省エネ・省CO₂、都市における緑地の復元と環境共生、多様なライフスタイルに応じた住まいのあり方、商品開発などに関する数多くの提案や発表、商品化等を実施してきました。

また、環境共生住宅ならびに長期優良住宅の先導的モデルとして、国土交通省の「省エネルギー建築賞」をはじめとする多数の受賞をいただくことが出来ました。

ここに、第3フェーズ5年間の居住実験の報告書をまとめました。

ひとえに、数多くの皆様方によるご支援、ご指導の賜物と、感謝の念がつきません。

ここに改めて御礼申し上げます。

さらなるご指導・ご鞭撻のほど、お願い申し上げます。

大阪ガス株式会社
リビング事業部 理事
リビング開発部長
中村 剛

目次

はじめに	1
------------	---

I 環境保全・省エネルギー技術への取り組み

・ 水素供給システム	5
・ 純水素駆動PEFCコージェネレーション(5階・6階)	7
・ 燃料電池の共有化と電力・熱融通実験(3階・4階)	9
・ 隣組コージェネシステムの実証研究	13
・ 固体酸化物形燃料電池(SOFC)	17

II 近未来の暮らし方提案に関する取り組み

・ 201住戸「インフィル・ラボ Glass Cube」 少子高齢化と環境保全への対応をめざした可変インフィルによる住戸提案	21
水廻りの設置位置に関する検討	28
可変インフィル変更実験	31
可動間仕切り家具一体型暖房システム温熱環境計測の結果	35
音と光に関する居住環境の検証	38
・ 301住戸「ファクター4の家」	42
・ 地域コミュニケーションデザインの試み (U-CoRoプロジェクトの実践・評価)	46
・ 304住戸「住み継ぎの家」—建築編—	52
304住戸「住み継ぎの家」における設備の検討 —次世代住環境小委員会・設備WGでの検討—	61
304住戸「住み継ぎの家」における温熱環境評価	65
・ 共働き家族の生活と住ニーズ	68
・ 研究担当者一覧	75

I 環境保全・省エネルギー技術への取り組み

■ 水素供給システム

1. はじめに

現在、低炭素社会の実現に向けて、様々な取り組みがされている。そのひとつに、水素ネットワーク構想がある。NEXT21の第3フェーズでは、水素ネットワーク社会が実現した時の集合住宅でのエネルギーシステムについて検証するために、水素供給システムと純水素駆動固体高分子形燃料電池(以下、純水素駆動PEFC)を設置し、実証実験を行った。

2. システムの概要

まず、屋上に水素製造装置を3台設置した。既に市販されている業務用の水素製造装置である「ハイサーブ」と同じ技術を用いて、コンパクト化を図ったもので、都市ガスを原料に高純度の水素を1.5m³/h、製造する。

製造される水素の圧力は、0.75MPaで、その圧力で200リットルのタンク2基に貯蔵する。その後、7kPaに減圧して純水素駆動PEFCまで送る。

水素の配管には、ステンレス鋼管(SUS316L)を用い、自動溶接にて品質を確保した。

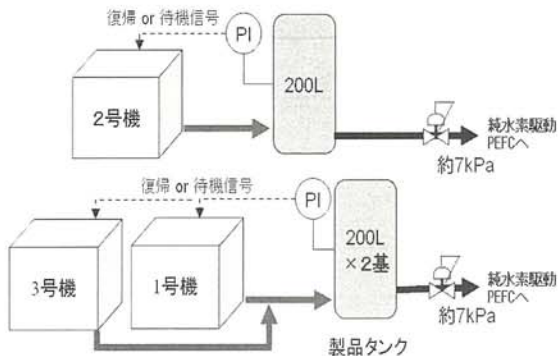


図1 水素供給システムの概要

3. 超小型水素製造装置の開発

水素製造装置は、水素を主成分とするガスを製造する改質工程と水素以外の成分を除去する精製工程から構成される。本水素製造装置では、改質工程として、水蒸気改質による工程を、また精製工程として圧力スィング(PSA)法を採用した。

脱硫工程、水蒸気改質工程、CO変成工程、CO選択酸化工程と水蒸気発生部、バーナ、その他の熱交換器等全ての構成要素が1個のパッケージに収納された小型でコンパクトな改質装置を開発し、水素製造装置の改質工程へ応用した。この改質装置は、低S/C(水蒸気量/原料ガス中の炭素)で運転できる水蒸気改質工程、低O₂/COで運転できるCO選択酸化工程と放熱損失を抑制できる機器構造が特長である。また、PSA工程から製品として回収できない水素及び二酸化炭素等のガ

ス(PSAオフガス)は、改質装置における水蒸気改質反応に必要な熱源として使用される。これらにより、改質装置全体の効率を向上させ、水素製造装置の性能向上に寄与している。純水素駆動PEFCコージェネレーションの定格出力での水素消費量が0.33m³/hであり、集合住宅での検証試験において純水素駆動PEFCを11台使用することから必要な水素量を求めた。100%の安全率を見込んだ場合、必要な水素量は約4m³/hとなる。

表1 超小型水素製造装置の性能

	目標仕様	試作機性能
原料	都市ガス(13A)	
製造能力	1.5	1.51
製品純度	99.99%以上	99.999%
CO濃度	1ppm以下	0.1~0.5ppm
製品圧力	0.75MPa	0.75~0.8Mpa
製造効率(*)	70%以上	72.5%
外形寸法	W800×D1200×H1250	

*の値は、高位発熱量基準

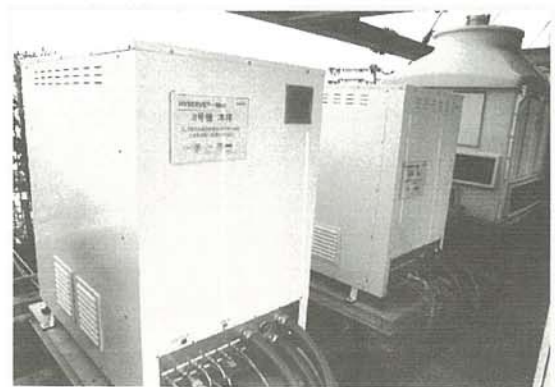


図2 水素製造装置の外観

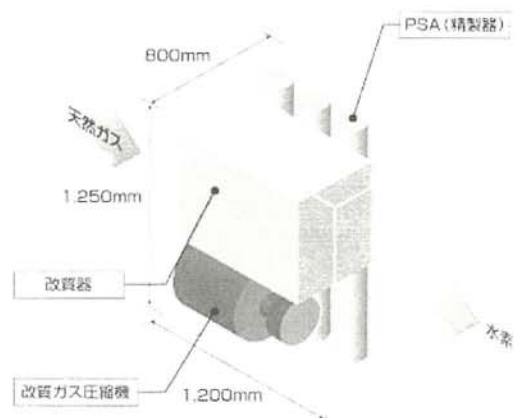


図3 水素製造装置のしくみ

この必要量から、1台あたりの水素製造能力を $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 、台数を3台と設定した。水素製造装置の目標仕様と性能実績値を表1に、外観を図2に示す。

試作機の能力は、各項目とも目標仕様以上であり、期待通りの性能を発揮できることが確認できた。

また、2005年度に引き続き、2006年度では、2号機の設計・製作を行った。内部の仕様を一部変更し、PSAの塔数を3塔から4塔に増加し、水素回収率の向上を図るとともに、CO選択酸化反応器を採用した。

その結果、製造される水素の純度は、99.999%以上となり、CO、CO₂については、検出限界(0.1ppm)以下になっていることを確認した。

4. 水素配管

水素製造装置と純水素駆動PEFCユニット間の水素供給ラインとして、ステンレス鋼管(材質:SUS316L、口径:1B及び1/2B)で配管した。パイプスペース(PS)内や二重床となっている共用廊下内での接続には全周自動溶接を実施し、PT検査やX線検査等によって、その高い品質を確認した。

なお、水素の供給圧は7kPaであるが、安全に配慮し、工場等で実績のある高品質の配管を使用した。最低限必要な配管グレードやローコスト化については、今後の研究が必要になる。

5. 安全対策

今回、居住者のいる集合住宅に水素供給システムを設置したが、必要な安全対策として以下のような対策を行った。

まず、水素が滞留するおそれのある場所に、水素センサーを設置した。

水素の燃焼下限界である4%volの1/80にあたる500ppmの水素を検知し、発報するものである。

これを、水素製造装置の上部、パイプシャフトの各階上部、設置場所に天井がある純水素駆動PEFCの上部に1台ずつ設置した。

また、水素配管はパイプシャフトから分岐して、共用廊下の下を通したが、縦管を通したパイプシャフトと、共用廊下に通気口を設けた。万一、漏洩した場合でもそこから早く拡散することを期待した。

結果的に、実験を行っていた約2年間、水素製造装置は安全に稼動し、原因不明のセンサーの誤報は数回あったものの、配管や継手、装置から実際に水素が漏洩したことはなかった。

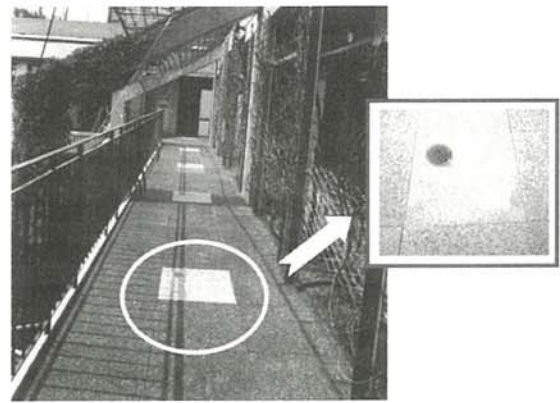


図4 共用廊下に設けた換気口

6. まとめ

なお、本技術開発は2005年度から2007年度の3年間において、国土交通省の住宅・建築関連先端技術開発助成事業に係る補助金の交付を受け実施させていただいた。

■ 純水素駆動PEFCコージェネレーション(5階・6階)

1. はじめに

固体高分子形燃料電池(PEFC)を利用したコージェネレーションは2009年6月より販売を開始し、2012年8月には累計販売台数10,000台を達成した(弊社受注ベース)。発売当初(商品機第1世代)は発電効率35%、総合効率80%であったものに対し、現状(商品機第2世代)は発電効率38.5%、総合効率94%にまで上昇している。さらに、停電時でも使用できる自立運転機能付きが2012年度に商品化されており、省エネとエネルギーセキュリティの点から更なる進化を遂げている。

本報では、セントラル設置の水素製造装置と小容量の貯湯槽を搭載した排熱利用ユニットを有する戸別設置の純水素駆動固体高分子形燃料電池(PEFC)コージェネレーションを検討し、省エネルギーが高く、環境負荷低減効果が大きく、かつ集合住宅における設置上の制約を解決できるシステムについて、実居住状態において集合住宅(NEXT21)へ導入して行った検証試験の結果について報告する。

2. システム概要

NEXT21の共用部(屋上)に設置された水素製造装置において都市ガス(天然ガス)から水素が製造される。製造された水素は住棟内に敷設された配管によって各住戸の純水素駆動PEFCコージェネレーションに供給される。

純水素駆動PEFCコージェネレーションから回収された熱は排熱利用ユニットの貯湯槽に貯められ、各住戸の給湯、デシカント換気(除加湿)空調機のデシカント(吸着材)再生等に利用される。夏期、特に梅雨期の外気中の湿度(水分)を吸着材(デシカント)で吸着除去し低湿度として室内に供給するデシカント換気(除加湿)空調機は、水分を吸着したデシカントから水分を除去し外気に放出するために温水を使用する。この温水としてコージェネレーションからの回収熱を使用すれば、熱需要が減少する夏期において家庭用コージェネレーションシステムの稼働率を向上させることができ、年間の省エネルギー性を向上させることに貢献できる。

3. 純水素駆動PEFCコージェネレーション

燃料電池自動車等で実用化検討が進められている純水素駆動PEFCは、水素供給という課題がある一方で、発電システムの構成が単純になり、軽量でコンパクトな発電装置とすることができるとの特長がある。また、短時間での起動が可能のため燃料改質装置を有するPEFCに比較して、さまざまな用途が提案されている(文献2)。

燃料電池本体で発電に使用されずに排出される水素を、アノード下流側に設置されている触媒燃焼器において熱に変換する。触媒燃焼器からも熱回収することにより高い排熱回収効率を達成すると共に、燃料電池本体の燃料利用率を変化させることによって熱電比・排熱温度を変更できるシステムとした。

また、純水素駆動PEFCは、短時間で起動停止ができるため、電力負荷の変動に応じた起動・停止が可能で起動に伴うエネルギー損失も小さく、高いエネルギー効率が得られる。

排熱利用ユニットは純水素駆動PEFCからの熱を回収し、内部に搭載している容量50Lの貯湯槽に温水として貯蔵し、給湯やデシカント換気空調機等の熱需要に使用する。配管レイアウトとして給水・給湯・ふろ循環・暖房循環・排熱循環(純水素駆動PEFCとの循環回路)・都市ガス・ドレン水を接続する配管を同一平面状に設けた構造となっている。

省スペースを実現するために貯湯槽部分を上部に持ち上げ、その下部の空間にポンプや配管等を配置した構造となっている。貯湯槽の断熱材にはグラスウールだけでなく真空断熱材を配置することで貯湯槽占有スペースを圧縮し、断熱性能を維持したまま省スペースを実現できた。

これらの排熱利用ユニット部品や配管類のレイアウト最適化と小型化により、純水素駆動PEFCと排熱利用ユニットを一体化でき、幅700×奥行450×高さ1,250mmの大きさに収めることができ、通常の集合住宅のパイプシャフトスペース(PS)に設置可能な大きさとした。純水素駆動PEFCコージェネレーションの外観を写真1に示す。



写真1 純水素駆動PEFCコージェネレーション

4. 実居住集合住宅における実証試験

純水素駆動PEFCコージェネレーションから情報を収集し、運転指令を出力するための通信技術の開発と収集した情報を使用して最適運転指令を算出する統合学習制御システムの開発を行った。

制御機能は各純水素駆動PEFCコージェネレーションに搭載された学習制御システムとサーバに搭載された統合学習制御システムに大きく分かれ、これら複数の制御手段(装置)を通信で結び付けている。システム構成を図1に示す(文献3)。

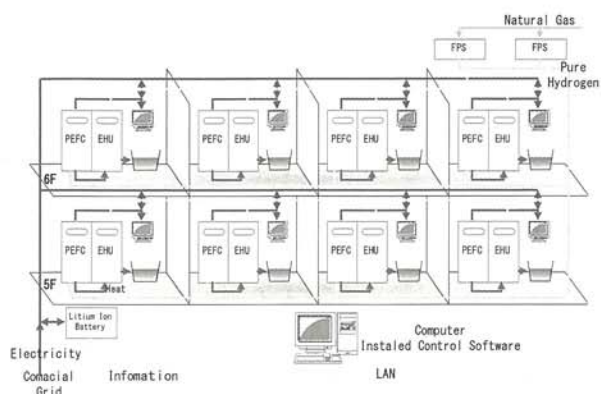


図1 統合学習制御システム

NEXT21の5階と6階の8住戸に純水素駆動PEFCコージェネレーションを導入し、実証試験を行った。純水素駆動PEFCコージェネレーションの設置状況写真を写真2に示す。

実証試験の結果から、系統電力とガス給湯器を使用する従来システムと比較した一次エネルギー削減率は冬季で9.9%、年間で7.2%となった。

写真2 純水素駆動PEFCコージェネレーションの設置状況



5. まとめ

実証試験の結果を整理する。

- ① 系統電力とガス給湯器を使用する従来システムと比較した一次エネルギー削減率は年間で7.2%、冬季で9.9%であった。
- ② 貯湯槽が50Lと小容量であり、放熱器を搭載していないことから、給湯需要が小さくデシカント換気空調機が運転されない季節では、貯湯槽に熱が満蓄となるため純水素駆動PEFCが停止し、コージェネレーションの稼働率が低下したことにより、一次エネルギー削減率が低い値となった。

謝辞

本技術開発は2005年度から2007年度の3年間において、国土交通省の住宅・建築関連先端技術開発助成事業に係る補助金の交付を受け実施させていただいた。ここに関係各位に謝意を表したい。

参考文献

- (1) 財団法人新エネルギー財団：“わが家のハッピープロジェクト 家庭用燃料電池システム 平成19年度第2版”、新エネルギー財団(2008)
- (2) 松田昌平・田中和久：“水素燃料電池の現状と課題”、日本エネルギー学会誌、Vol. 85, pp. 738-744(2006)
- (3) Kazushige MAEDA, Minoru SUZUKI, Hirohisa AKI: “R&D and deployment of residential fuel cell cogeneration systems in Japan”, Proceeding of IEEE PES GM(2008)

■ 燃料電池の共有化と電力・熱融通実験(3階・4階)

1. はじめに

本報告では、住宅への燃料電池導入時の効果(省エネルギー性・経済性など)を高めるため、分散型エネルギーのネットワーク化とそのシステムモデルを提案すると共に、実験集合住宅NEXT21の一部を用いて行った実証実験結果について報告する。

2. 分散型エネルギーのネットワーク化

本報告で提案するシステムでは、電気・熱(温水)・水素エネルギーをネットワークにより相互融通する。具体的には、ネットワークが組まれた複数戸の一部に燃料電池と貯湯槽を設置し、さらにその一部に改質装置を設置し、全体で機器を共有する。ネットワークを用いた温水の融通は熱余りによる燃料電池の運転制約を緩和し、電力ネットワークによる融通と負荷平準化効果は燃料電池の小容量化と高い稼働率の維持を可能にする。

3. 実証試験向けシステム

実証試験は集合住宅の6戸(3階2戸と4階4戸)を用いて行った。当該住宅は図1の平面図に示すように集合住宅でありながら、住戸間に空間があり一戸建て住宅に近い構造となっている。

試験設備としては固体高分子形燃料電池(定格発電容量700W)と貯湯槽(容量200Lと370L)との組合せを、3階に1台、4階に2台設置し、温水を融通するための温水配管も敷設した。燃料電池のための水素は屋上に設置した都市ガス改質による水素製造装置より水素配管を通じて供給される。燃料電池からの電力は試験対象住戸で消費されるものとし、試験対象住戸外へは供給されないように制御した。

不足の場合は商用系統より供給される。各戸には貯湯槽の湯切れや機器故障に備えて補助熱源(都市ガス給湯器)を設置した。各住戸のエネルギー消費や設備の運転状況は2秒毎に計測されサーバに蓄積される。

本実証試験では、戸建住宅向けシステムを想定した試験と集合住宅向けシステムを想定した試験との2種類の試験を行った。同一の設備・住戸を用いるため、両方のシステムの概念を正確に再現することはできないが、温水の運用を切り換えることで表1のような基本的な概念は取り入れることができた。

戸建住宅向けシステムを想定した試験では、4階の4戸のみを用いた。各燃料電池と貯湯槽とが特定の2戸へ電力と温水とを供給する。温水は貯湯槽から住戸へ一方通行で供給されるため、2戸で設備を共有する形となる。1台の貯湯槽が湯切れに近い状況となった際にもう1台の貯湯槽に余裕があれば、余裕のある貯湯槽からの温水供給をすることもできる。

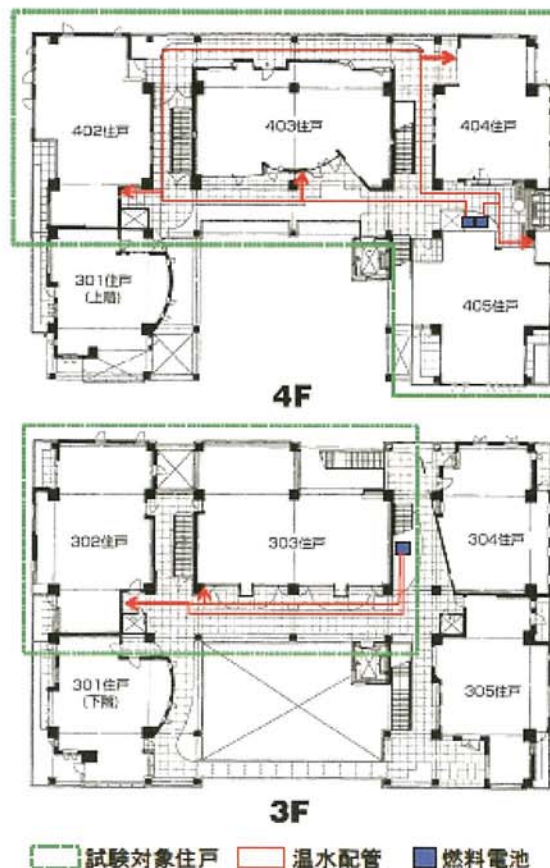


図1 実証実験場所平面図

表1 システム構成の概念の違い

	戸建住宅	集合住宅
対象住戸	4戸(4階)	2戸(3階) + 4戸(4階)
燃料電池	設置住戸で優先使用	各階で共有
電気	4戸全体を考慮	6戸全体を考慮
熱(温水)	設置住戸+隣接住戸 (お隣さんへお裾分け)	各階で共有 (みんなで仲良く)

なお、電力については4戸全体の電力需要に追従して燃料電池を制御し、貯湯槽が一杯になると停止する。

集合住宅向けシステムを想定した試験では、3階と4階との全6戸を用いた。燃料電池は6戸の全電力需要に追従して運転される。温水は各階で循環させて共有するが、常時循環させるとポンプ動力が無駄になるため、深夜を除いて一時間ごとに配管温度を確認し温度が低ければ循環させることとした。

4. 実証実験結果

2007年度は春夏秋冬の4季節に戸建住宅向けシステムを想定した試験と集合住宅向けシステムを想定した試験とを連続で各々1週間程度実施した。従って、1年間で8週間程度実施した。

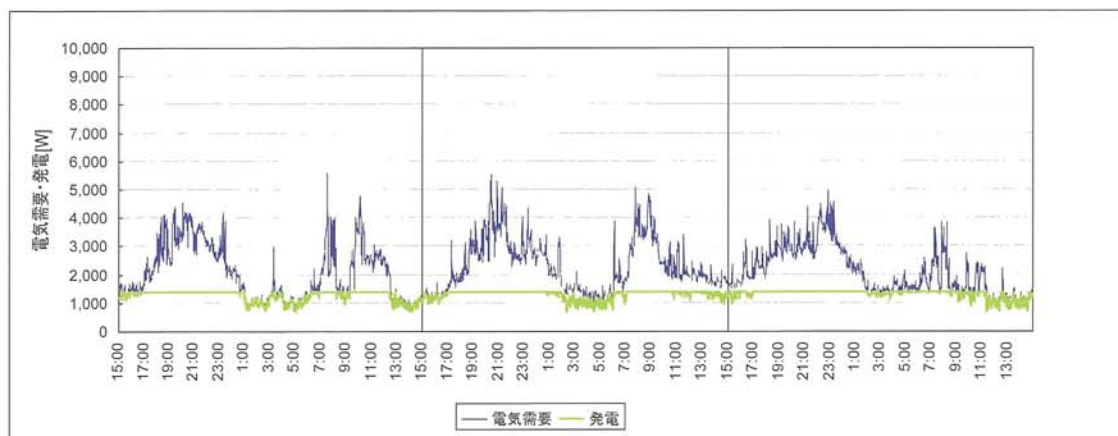


図2 電気需要とPEFCによる発電の推移(戸建向け実験;4戸分)

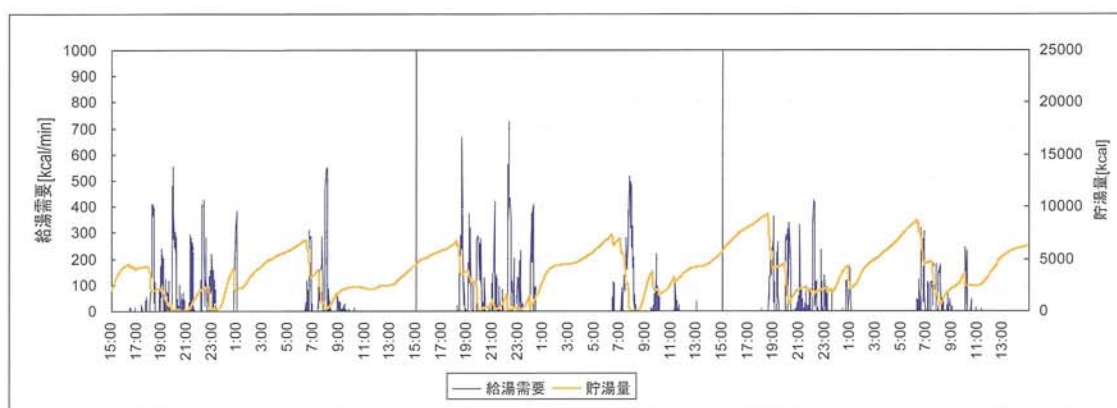


図3 給湯需要と貯湯量の推移(戸建向け実験;4戸分)

ことになる。2008年度はやや期間を短縮し、春夏冬の3季節に各システムを想定した試験を連続で各々3日間程度実施した。

住民は、すべて実証試験開始直前に初めて本集合住宅へ入居された方々で、2007年度の春期試験時には、まだ住民のライフスタイルが確立されておらず、夏期から安定した状況となってきた。一例として、2008年度の冬期の電力需要と発電量、及び給湯需要と貯湯量の推移を図2から図5に示す(戸建向け実証実験は2009年2月2日から2月4日まで、集合向け実証実験は2月16日から2月18日まで実施)。

試験結果をもとに電力需給、温水需給及び評価指標(一次エネルギー削減率、二酸化炭素排出削減率)をまとめたものを図6に示す。ここに示したのは、2007年度については各季節の試験のうち5日分(原則として平日3日間と休日2日間)、2008年度については各季節の試験のうち平日3日間のデータをもとに計算した、一日当たりの平均値である。なお、試験対象住戸数が「戸建」では4戸、「集合」では6戸と異なっていることに注意されたい。

電力需給(a1)、(b1)を季節別にみると、春期は電力需要に

占める燃料電池の供給割合が大きい。夏期は、電力需要は大きいものの、燃料電池の供給割合が小さい。夏期は温水需要が少ないため、しばしば貯湯槽が満杯となって燃料電池の運転が停止したためである。2007年度と2008年度とを比較すると、電力需要が減少しているが、燃料電池の発電量自体も少なくなっており、春期よりも燃料電池の発電量も供給割合共に少なくなったことは同じである。

温水(a2)、(b2)については、貯湯槽及び温水配管において熱損失が生じる。この損失は、「戸建試験」と「集合試験」とを比較すると、「集合試験」の方が大きく、これは温水の循環によるものである。また、外気温が高く熱損失が少ないと考えられる夏期においても、熱損失は春期よりも大きくなっている。この原因は、夏期は温水需要が少ないため、温水が長時間、消費されることなく配管中に留まって温度が低下していくことになってしまうことである。

冬期を除くと温水需要のかなりの部分を燃料電池で賄うことができた。冬期は燃料電池からの温水供給だけでは全く不足しており、かなりの部分を補助熱源に依存する結果となった。補助熱源は潜熱吸収型給湯機を用いており効率が高い。従って、

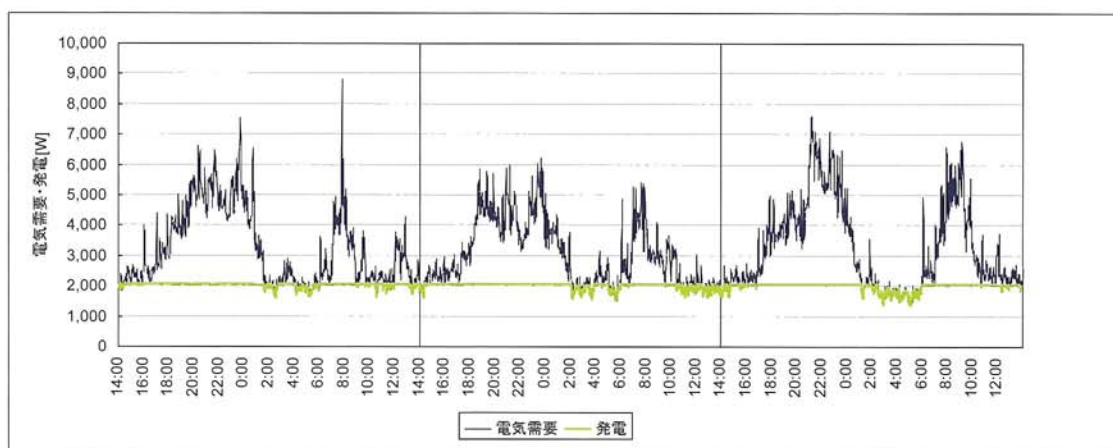


図4 電気需要とPEFCによる発電の状況(集合向け実験;6戸分)

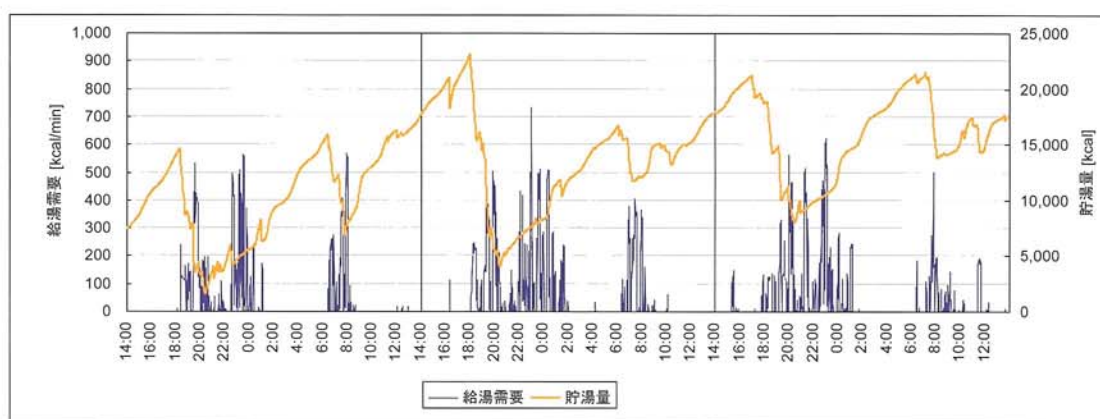


図5 給湯需要と貯湯量の変化の状況(集合向け実験;6戸分)

今回のシステムでは、総合効率の高いコージェネレーションを基本とし、熱供給の不足分を高効率給湯機で補うものであり、住宅という、需要の熱電比の変化が大きい需要家に適切なものであったと言える。

各種評価指標(a3)、(b3)の算出に際し、削減率算出のベースとしては、電力を商用系統電力で、温水をガス給湯器で、各々賅ったとした場合を想定した。

一次エネルギー削減と二酸化炭素排出削減については、一部を除いてプラスの結果となったものの、削減はあまり大きくなかった。その中でも春期が良い結果となった。これは、電気と温水需要のバランスが適切で、湯余りも不足も生じず、燃料電池コージェネレーションを有効に活用できたからである。

また、削減があまり大きくなかった原因として、一番大きいのは温水の配管からの熱損失である。今回の試験では住戸や燃料電池と貯湯槽の配置の都合上、一般的な集合住宅に本システムを設置する場合と比較して温水配管がかなり長くなった。規模も4戸(4階)又は2戸(3階)という少ない住戸における温水循環、共有となった。筆者らの計算によれば、配管からの熱損失が半減できれば、図6(a3)と(b3)に示した指標は5ポイント以上改善できる。水素分担率は概ね50%以上であることから、

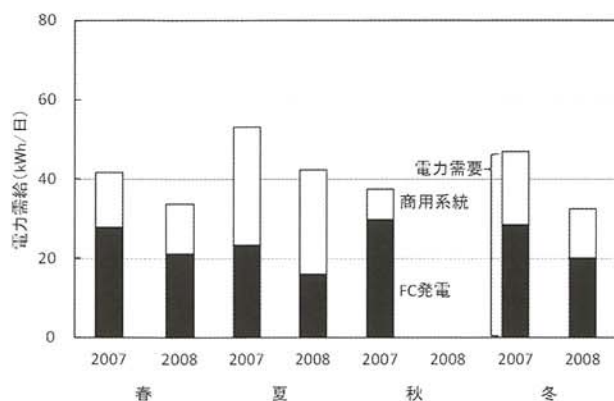
本実証試験では水素に依存したエネルギーシステムを実現したと言ってよいだろう。

5. まとめ

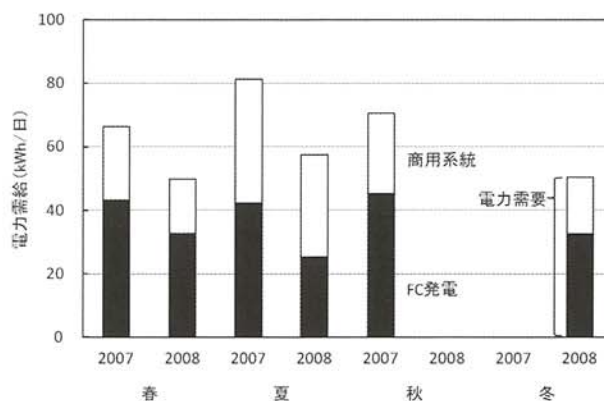
2007年度から2年間実施した燃料電池を用いたエネルギーネットワークに関する実証試験の結果の概要を報告した。得られた知見としては、1)水素を中心としたエネルギーシステムは技術的に実験可能であること、2)提案した燃料電池と電気・熱・水素エネルギーシステムは、適切に導入されれば、省エネルギー、二酸化炭素排出削減の観点から効果があること、3)季節による温水需要の違いを考慮すると、コージェネレーションによって全ての温水需要を賅うよりも補助熱源を併用するのが望ましいこと、4)試験対象住戸に対しては一戸当たり350Wという発電容量でもかなりの電力需要を賅えることである。

謝辞

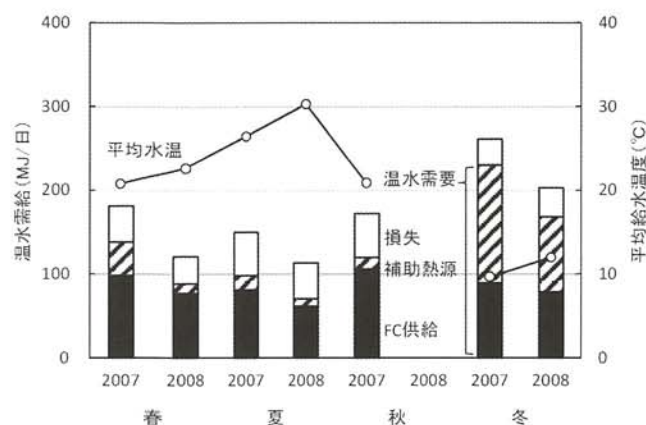
本実験結果は、2007～2008年度に実施した、(独)産業総合技術研究所との共同研究の成果である。共同研究にご協力頂いた皆様に感謝致します。



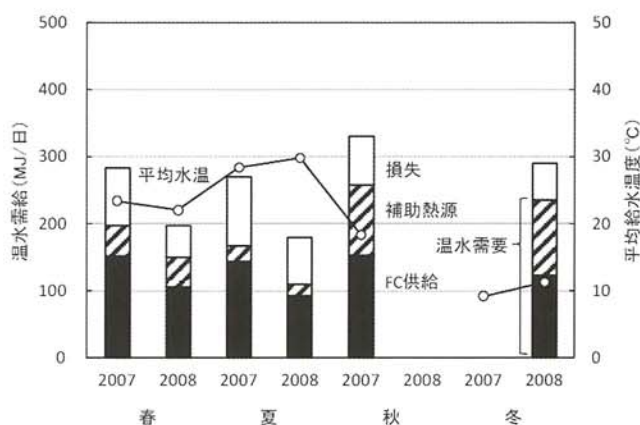
(a1) 戸建試験-電力需給



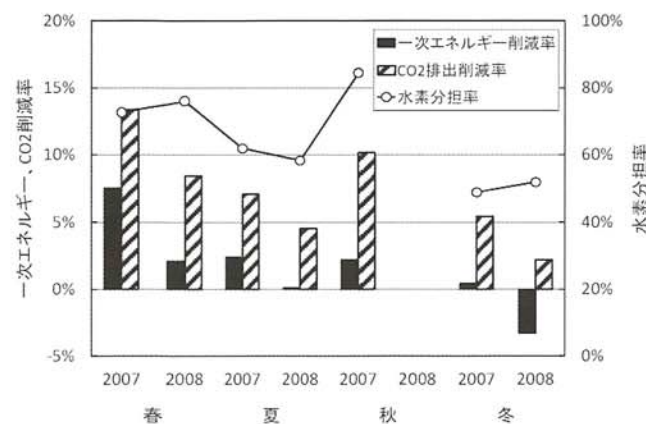
(b1) 集合試験-電力需給



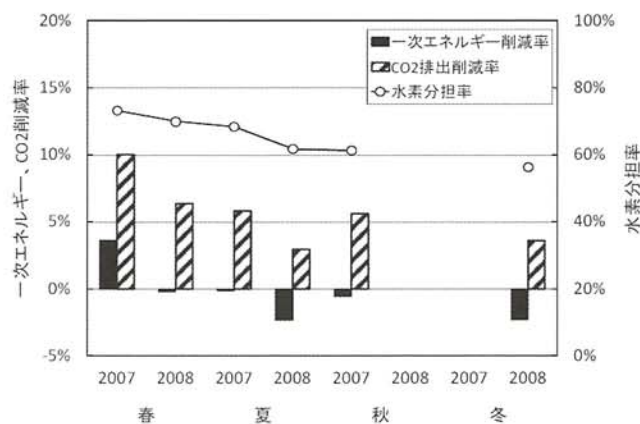
(a2) 戸建試験-温水需給



(b2) 集合試験-温水需給



(a3) 戸建試験-評価指標



(b3) 集合試験-評価指標

注 1: 横軸は季節と年度である(「2008-冬」は 2009 年の冬(2008 年度の冬)を示す)。

注 2: 2007 年度は 5 日分(平日 3 日+休日 2 日)、2008 年度は 3 日分(平日)における試験対象住戸(戸建 4 戸、集合 6 戸)の一日当たり平均値を示した。

注 3: 削減率のベースとなるのは、電力需要を商用系統で、温水需要をガス給湯器で、各々賄った場合。

注 4: CO2 排出量算出に際しては、水素は都市ガス改質(効率 80%)で得るものとし、商用系統電力の CO2 排出原単位は 555g-CO2/kWh を用いた。

注 5: 水素分担率は、電気、都市ガス及び水素の供給量を一次エネルギー/二次エネルギーの区別なく合算した値で除したもので、水素供給量を除したものの。

注 6: 配管からの熱損失を半減できれば、一次エネルギー削減率を 5 ポイント以上改善できる。

図6 季節別試験結果

参考文献

山本、石川、安芸、近藤、早川；実住宅を用いた分散エネルギーネットワーク実証試験評価(その3)、エネルギー・資源学会 第28回研究発表会論文集(2009)。

安芸、谷口、早川、田村、毛笠、山本、石川、杉本；実住宅を用いた分散エネルギーネットワーク実証試験評価(まとめ)、エネルギー・資源学会 第27回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集(2011)。

■ 隣組コージェネシステムの実証研究

1. はじめに

大都市圏では、集合住宅の割合が全顧客の50%以上を占めるため、集合住宅の省エネルギー性向上は地球温暖化防止の観点から大変重要な課題となる。

5～25kW クラスのガスエンジンの発電効率は、固体高分子型燃料電池とほぼ同程度にまで向上しており、また総合熱効率も85%と極めて高い。これらのエンジンを集合住宅の共用部で運転し、得られる熱と電力を集合住宅全体に供給する住棟型セントラルコージェネシステムが省エネルギー性向上の有効な手段となることが期待できる。

コージェネシステムの排熱利用範囲を大きくするためには、各戸への温水供給設備が必要となるが、従来の往復管式の温水供給システム(HEATS)を用いたシステムでは、ピーク熱需要に対応した配管設計となり導入コストやポンプ動力等が大きくなる。

そこで本研究では、分散蓄熱技術を応用し、省エネルギー性が高くかつ導入コストを低く抑えることができる。新しい概念の住棟セントラルコージェネシステム(隣組コージェネ)の開発に取り組んできた。これまで、コア要素である各戸に設置する蓄熱型給湯暖房機の開発¹⁾やシステムの熱供給特性を評価するシミュレーションを行ってきた²⁾。

NEXT21においては、本システムの実入居による温水供給の実証試験を2007年4月より2年間にわたって実施してきた。本報告では、実証試験結果とこれを元に算出した本システムの環境性を中心に報告する。

2. 隣組コージェネシステム

図1に本システムの構成を示す。本システムは、各戸に蓄熱型給湯暖房機を設置し、それを小口径のシングルループ配管で接続することにより、温水供給することを特徴とする。

図2に、集合住宅全体の冬季の熱バランスを示す。従来の温水給方式であるHEATSは、各戸で蓄熱しないため、熱需要ピークに応じた配管設計が必要となる。一方隣組コージェネシステムでは蓄熱型給湯暖房機が熱需要の小さい時間帯に蓄熱し、熱需要のピーク時に保有する蓄熱分を払い出すため、ピーク時における配管の熱供給負荷が低減され、小口径の配管による温水供給が可能となる。

試算によれば、HEATSと比較して、配管径で1/3、配管長で1/2、ポンプ動力も1/9に低減でき、関西圏での集合住宅の熱需要を想定した場合、1インチのシングルループ配管で50戸への温水供給できる。

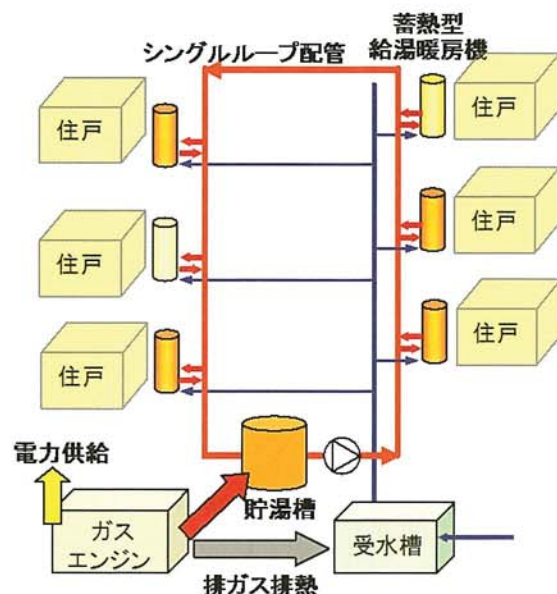


図1 隣組コージェネの構成

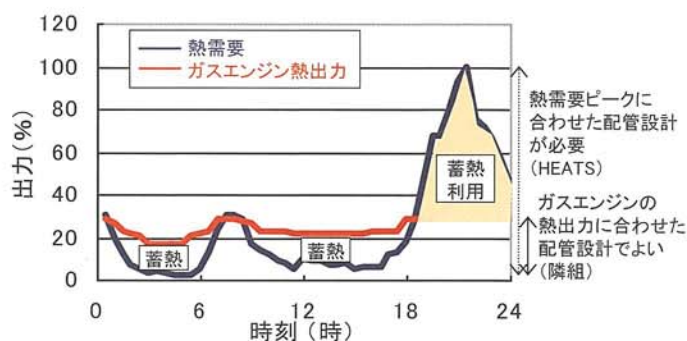


図2 集合住宅全体の冬季の熱バランス

また、本システムは各戸で蓄熱するためシステム全体の蓄熱容量が大きく、熱需要の少ない時間帯にもガスエンジンが運転できその稼働率を向上できるため、高い省エネ性が達成できる。

3. 蓄熱型給湯暖房機

蓄熱型給湯暖房機は各戸に設置するため、コンパクトで低コスト化が可能になる構成の機器にする必要がある。図3にNEXT21に導入した新開発の蓄熱型給湯暖房機の外観およびシステムフローを示す。100Lの樹脂製タンクにより約6kWhの蓄熱が可能で24号のガス給湯暖房機と同等の給湯・暖房・追焚能力を有する。

本機の第一の特長は暖房水で蓄熱する点である。通常は給湯水で蓄熱するが、この場合蓄熱タンクに上水圧がかかるため耐圧製の円筒型SUSタンクにする必要がある。一方暖房水は常圧であるため、蓄熱タンクに耐圧性が要とならず、安価な樹脂製のタンクが使用可能となる。さらに、タンクを矩形にすることが可能となるため、端末のコンパクト化も実現できる。

本機の第二の特長として、蓄熱タンクの蓄熱水温度が高い場合は、蓄熱水と上水を熱交換することにより給湯を行うが、蓄熱水温度が低下すると、給湯制御弁が閉じ、しみ出し制御弁が開くことによりシングルループ温水配管から温水を直接給湯に使用する(しみ出し給湯)点にある。一般に給湯出力は大きく、これを熱交換器で取り込むとすると、シングルループ配管の温度低下が大きくなる。しみ出し給湯では、シングルループ配管の温度低下させずに大きな負荷を取り込むことが可能となり、下流側の住戸も十分に高い温度の温水を利用することができる。

以上の特長を持たせることにより、シングルループ配管による熱供給を可能にし、かつ低コストでコンパクト化が可能な端末に仕上げる事ができた。

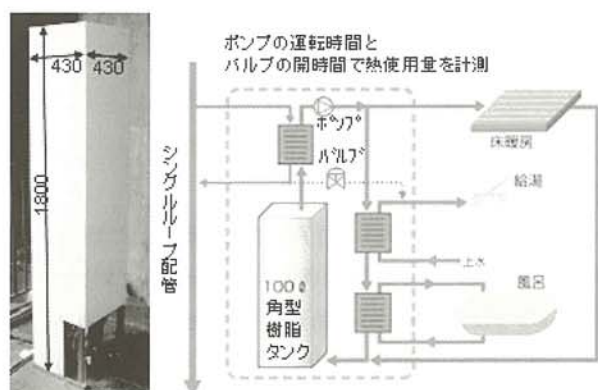


図3 蓄熱型給湯暖房機の外観とシステムフロー

4. NEXT21における実証試験装置

実入居の負荷に対する隣組コージェネの温水供給を実証するため、NEXTの3階および4階の計7戸に対する温水供給システムを導入した(図4)。

地下共用設備の熱源機として、ガスエンジンCP5V1(ヤマハ製、定格出力5kW、発電効率29%(LHV)、温水排熱10.7kW、総合効率85%(LHV))を用いた。また、システム全体の熱が不足した場合のバックアップ用補助熱源機として24号給湯器(ノーリツ製・出力40kW)を用いた。また、熱源機の温水回収配管の流量とシングルループ配管の流量のバランスをとるためと各住戸におけるしみ出し給湯を可能にするために、成層型貯湯タンク(300L)を設置した。

シングルループ配管は内径20mmの配管で、総延長は200mと7戸の温水供給システムとしては非常に長くなった。これは、NEXT21は一般的なパイプシャフトの構造でなく、フロアフリーアクセス構造であるためである。

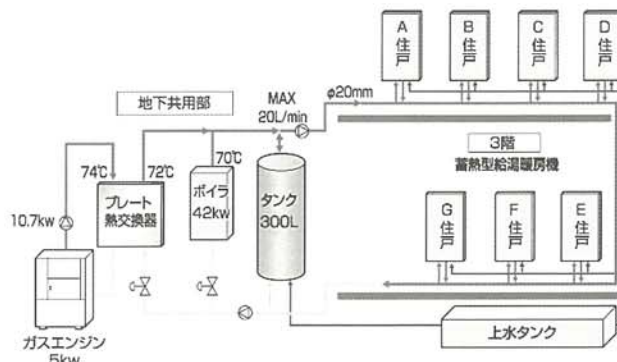


図4 NEXT21実証試験設備フロー

5. 実証試験結果と考察

5.1 住棟全体の温水供給特性

図5に初冬の1日分(11月29日)のシステム全体の温水供給特性のデータを示す。シングルループ配管への温水の送り出しは、温度70°C、基準流量15L/minで行った。最新機種のエンジンでは温水排熱温度は83°Cとすることが可能で、送り温度も80°Cとすることができる。

7戸の給湯・追焚負荷の合計(a)、ガスエンジン排熱および補助熱源機の出力(b)、貯湯タンク内の上・中・下に設置した3点の平均温度(c)、シングルループ温水配管への送り及び戻り温度(d)、シングルループ温水配管送り流量(e)、しみ出し利用熱負荷(f)を示す。

図5(a)の給湯・追焚の熱負荷は、瞬間的に約150kWと大きくなるが、各戸の蓄熱が負荷に対応するため、シングルループ配管の熱負荷が平準化される。これにより、図5(b)のガスエンジンの10.7kWと補助ボイラの約20kWの出力で夕方の熱需要ピーク時においても安定した熱供給が行えた。

また、給湯・追焚の熱負荷の発生に合わせて、貯湯タンクの平均温度とシングルループ戻り温水温度が下がっているが、図5(e)に示すように、戻り温水温度の低下や上昇に合わせて温水送り量を増やすあるいは減らすロジックにより、戻り温水温度を常に55~65°Cに制御できた。

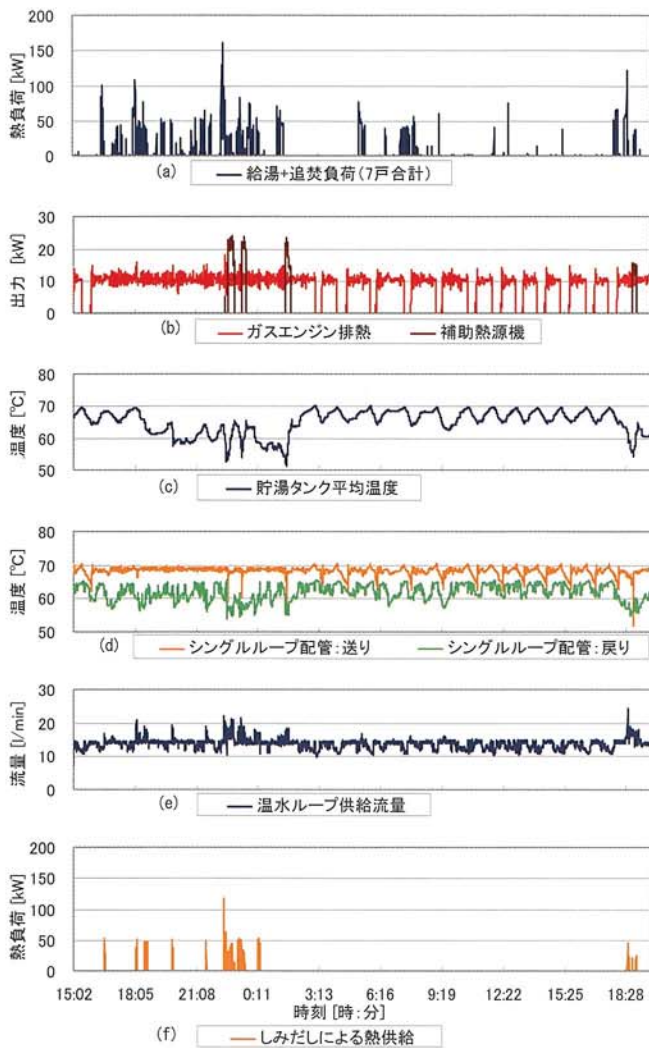


図5 システム全体の温水供給特性

本システムでは熱需要が少ない時間帯にシステム全体の蓄熱が飽和するとガスエンジンを停止し、エンジン内のラジエーター放熱の損失を抑える制御を行っている。図5(b)よりガスエンジンは約30分程度、断続的に1日12回停止している。ガスエンジンの停止は図5(c)の温水タンクの平均温度のピーク時であり、また、起動は図5(d)のシングルループ送り温水温度の低下時である。ガスエンジンの起動・停止を上記のプロセス値で制御させることにより、省エネ性を損なうことなく、ガスエンジンの定格の熱出力を回収させることができた。

補助熱源機は蓄熱タンク内の3点の温度条件から自動的に発停を行わせた。図5(b)及び(c)から、熱需要ピーク時に貯湯タンク平均温度が60°C以下になった場合に補助熱源機が起動したことがわかる。この制御により、熱需要ピーク時及びガスエンジンのトラブル時に対しても、補助熱源機が安定した温水供給を担保している。

5.2 個別住戸の温水供給特性

同じ日のある住戸の個別の熱供給特性を図6に示す。22時30分前後の給湯出力は風呂への湯はりの負荷であるが、蓄熱が十分にある場合は蓄熱型給湯暖房機の給湯熱交換器による蓄熱がなされ、蓄熱が少なくなると、シングルループ配管の温水を直接取り込むしみ出し給湯で対応できていることが分かる。また湯はり後は、追焚に入り通常の給湯器と同等の使い勝手が実現できている。

また、蓄熱は端末内の蓄熱水温度と端末に入ってくるシングルループ温水温度により判断して、取り込み熱量を10kW以下に制御しながら蓄熱が実行できた。これにより、シングルループ配管の温度を急激に低下させない制御が実現できていることが分かった。

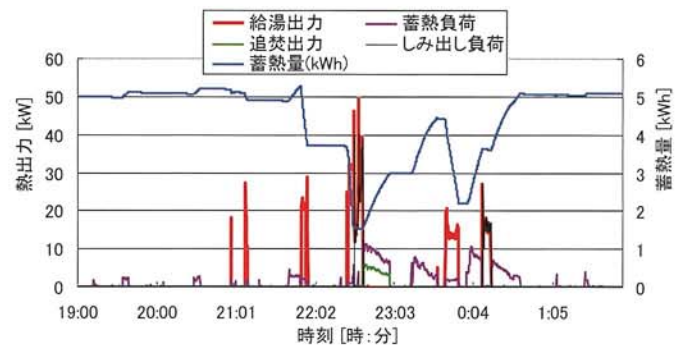


図6 個別住戸の温水供給特性

6.省エネ性効果

隣組コージェネを50戸の住戸に対して導入した場合の省エネ性の試算を行った。熱源設備は50戸の住戸に対し、25kWのガスエンジンを1台、50号給湯器を2台とした。電力および熱需要は集合住宅(50戸)の実負荷データ(各月代表日)を用いた。試算はNEXT21の結果を反映し、30分毎のエンジンおよび給湯器の稼働状態をシミュレートすることにより行った。

従来の給湯暖房機(CH)およびHEATSを利用したコージェネシステムと比較したCO₂排出量と1次エネルギー消費量を図7に示す。隣組コージェネは住棟全体の蓄熱容量が大きくなりエンジンの稼働率が增大する効果で、省エネ性が向上する。年間を通して従来の各戸にガス給湯器(CH)を設置した場合に対し、CO₂排出量で約23%、1次エネルギー使用量で約15%の削減が期待できる。

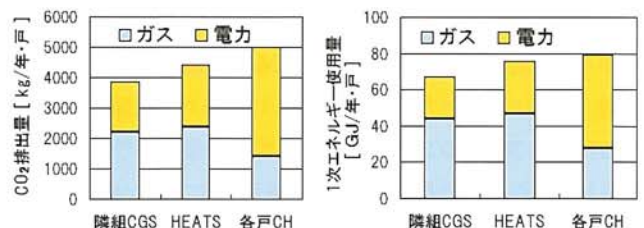


図7 CO₂排出量と1次エネルギー使用量の比較

7. まとめ

実験用集合住宅NEXT21において、7戸を連結しての隣組コージェネシステムの冬季の熱需要のピーク時の実証試験を行い、以下の知見を得た。

- 1) 各戸蓄熱の効果により、最大150kWの熱需要ピークにおいても、シングルループ配管の熱負荷が平準化され、20Aのシングルループ配管と、わずか10.7kW一定出力のガスエンジンと補助ボイラで安定した熱供給を行うことができた。
- 2) シングルループ配管の送り流量ロジックにより、ループの送り温度70℃に対し、ループの戻り温度を55℃～65℃の範囲内に制御でき、末端の住戸においても十分な温度の温水を利用することが可能になった。
- 3) 各住戸において、保有する蓄熱を利用した給湯とシングルループ配管の温水を直接取り込む給湯により安定して熱供給できた。また、蓄熱はシングルループ温水配管から取り込む熱量を10kWに制限する制御により、シングルループ温水配管の温度を急激に低下させることのない制御が実証できた。
- 4) 実証試験の結果を元に省エネ性を試算した結果、各戸にガス給湯器を設置した場合に対し、CO₂排出量で約23%、1次エネルギー使用量で約15%の削減効果があることを示せた。

参考文献

- (1) 山口秀樹、久角喜徳、木内義通；熱連系を考慮した隣組コージェネの開発、熱工学コンファレンス講演論文集、No.06-2 (2006.11)、55-56
- (2) 久角喜徳、山口秀樹、小林輝明；熱連係を考慮した民生用コージェネレーションのダイナミックシミュレーション、第12回動力・エネルギー技術シンポジウム (2007)
- (3) 山口秀樹、久角喜徳、木内義通、森田輝；しい集合住宅向けコージェネ(隣組コージェネ)の実証研究、第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス (2008)
- (4) 森田輝、久角喜徳、木内義通、山口秀樹；分散蓄熱技術を応用した集合住宅用コージェネレーションシステムの開発、第25回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス (2009)

■ 固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

1. はじめに

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は、発電効率が高く、白金などの高価な材料を使わず構成が簡易なため、コンパクトで潜在的にコストダウンの可能性を有しているなどの優れた特長がある。これらの特長を生かして、エコウィルやエネファームでは導入が困難な都市型の小規模住宅や集合住宅の新規市場展開も期待できる。

大阪ガスでは、熱需要が比較的少ない住宅でも環境性・経済性のメリットを充分に発揮できる家庭用コージェネレーションシステムとしてSOFCを位置づけ(図1)、2004年より京セラ株式会社と共同開発を開始した。



図1 家庭用コージェネレーションシステムの想定市場(イメージ図)

2005年11月には発電出力1kWのSOFCシステムを用い、SOFCとしては国内初となる居住住宅での運用試験を大阪ガス実験集合住宅NEXT21で行い、発電効率49%LHV(AC 送電端)、一次エネルギー削減率31%、CO₂排出削減率45%と実運転で非常に高い性能を実証した。

2006年度には、家庭用市場に最適化させるため、定格発電出力を従来の1kWから700Wに変更し、発電ユニットを容積比で前年比30%のコンパクト化を実現したシステムを開発した。

2007年9月から、財団法人新エネルギー財団による固体酸化物形燃料電池実証研究(以下「SOFC実証研究」)に参画し、20台のシステムを戸建居住住宅に設置・運転し、高い運用性能を実証するとともに、耐久性・信頼性向上に対する知見を得ることができた。

2008年度は、耐久性・信頼性の向上、商品性・メンテナンス性の向上、更なるコンパクト化を中心としたシステムの開発を進め、2007年度に引き続きSOFC実証研究に参画し25台のシステムを居住住宅(内3台はNEXT21の5階住戸)に設置・運転を開始した。

2009年3月より新たにトヨタ自動車株式会社、アイシン精機

株式会社と共にそれぞれの特性を生かした4社共同開発を開始し、京セラではファインセラミック技術により燃料電池の耐久性・性能を向上させ、トヨタ自動車・アイシン精機では自動車開発にて培ったシステム化技術を活かし発電部分のシステム化を実現、大阪ガスでは株式会社長府製作所の協力を得、排熱利用等のコージェネレーション技術により貯湯ユニットとの組合せ、コージェネシステムの構築と各社の強み・ノウハウを活かした開発体制を敷くことにより、開発を加速的に推進した結果、2012年4月の「エネファーム typeS」販売開始に至った。

2. 実験システム

2007年度から開始したNEXT21の第3フェーズ実験で使用している家庭用SOFCコージェネレーションシステムは、SOFC発電ユニットと容量70Lの排熱回収タンクと市販の24号給湯暖房機から構成され(図2)、301号室(ファクター4の家)に電気と湯を供給した。

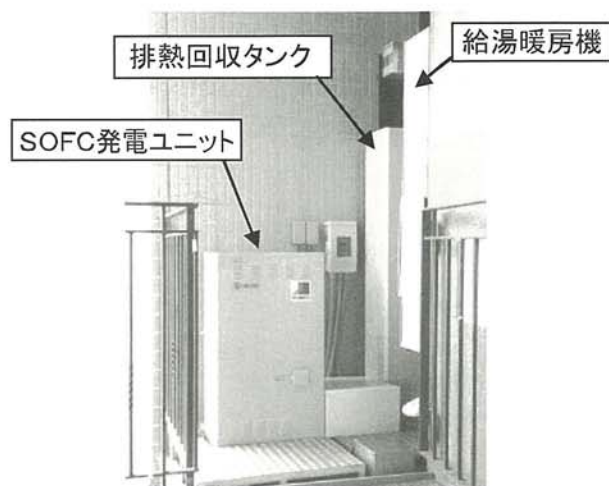


図2 家庭用SOFCコージェネレーションシステム

表1に2007年度の発電ユニットの仕様を、図3に定格～部分負荷における発電効率と排熱回収効率を示す。定格発電効率は45%LHVと高く、出力450W以上で系統火力の平均発電効率(40.9%)を上回る。一方、排熱回収効率は発電出力によらず、40%LHVとほぼ一定である。

メーカー	京セラ株式会社	
外形寸法	960mm x 540mm x 350mm	
重量	91kg	
発電出力	定格	700W
	最小	100W以下
発電効率	定格	45% (LHV)
排熱回収効率	定格	30%以上 (LHV)
排熱回収温度	定格	75℃
運転方法	連続・負荷追従運転	

表1 発電ユニット仕様

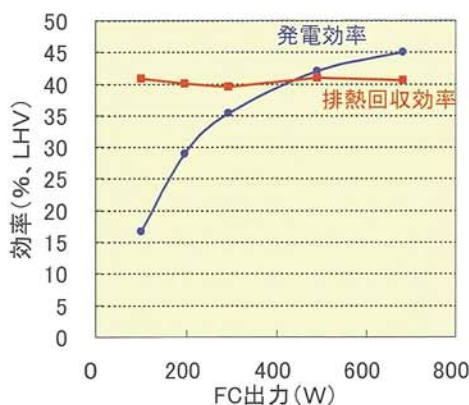


図3 定格～部分負荷特性

3. 運転結果

第3フェーズ実験のSOFCの延べ運転時間は26134時間で、実験期間中高い稼働率で順調に稼働した。

ある1日の負荷電力と発電出力を図4に示す。SOFCは表1の仕様の通り、700W以下の負荷では夜間や留守時の低負荷にも追従しながら運転することが読み取れる。なお逆潮流は行わずに運転している。この日の平均出力は477W、1日の平均発電効率は39.1%LHVと高い発電効率を得ることが出来た。冷起動の際の昇温用のガス消費、所要時間(約100分)を考慮すると、例に示した比較的低負荷の条件でも十分に高い発電効率が得られたことは、省エネルギー性の観点から家庭用SOFCはDSS運用ではなく連続運転が適しているということを証明する結果であった。

一方、平均排熱回収効率は43.4%LHVであり、当初の目標よりも10ポイント以上も高い結果となった。これは、排熱回収用熱交換器を改良し、性能が過去の装置よりも上がったためである。

この日のSOFCの発電電力量は、全負荷電力量の78%をカバーし、一次エネルギー削減率は26.6%、CO₂削減率は42.1%であった。

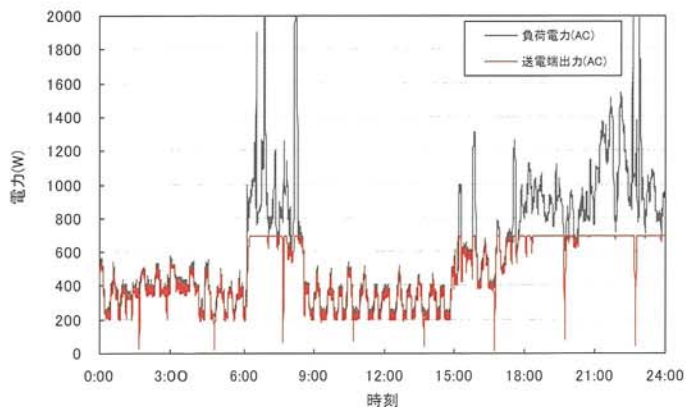


図4 ある1日の運転結果

4. SOFC耐久性について

SOFCの場合10年間の耐久性とは、ほぼ連続して10年間性能劣化なく運転できることを意味する。セルスタック部分、補機部分のいずれについても厳しい耐久性能が要求されており、それをクリアすべく研究・開発を進めた。劣化要因ごとにメカニズムを解析、原因を特定し10年間の耐久性を確認した。

図5に実験室でのフルスタックの定格電流における長期連続運転の耐久試験結果を示す。本耐久試験ではスタックを電気炉内に設置し、都市ガスにS/C=2.5の水蒸気を加えた改質ガスでの運転であり、発電時のスタック中央部が750℃になるように温度を制御している。この結果よりセルスタックの耐久性が年度ごとに大幅に改善されているのがわかる。最終的に他の要素試験結果と併せて10年間(初期電圧から10%電圧低下した時間)の耐久性を判断した。

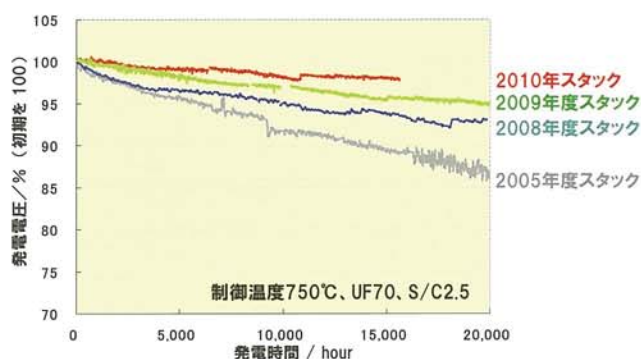


図5 スタックの耐久試験結果

5. 今後の展開

これまでの開発、SOFC実証研究を通して、システムの小型化を実現し、発電ユニット及び戸建用排熱利用ユニットの完成度は高まり、発電ユニットの長期耐久性及び信頼性に関しても着実な進歩を遂げ、2012年4月の「エネファーム typeS」の販売開始に至った。「エネファーム typeS」の定格発電効率はNEXT21の第3フェーズ実験機よりもさらに高い46.5%LHV(排熱回収効率は43.5%LHV)であるが、将来的には発電効率50%LHV以上の次世代機の開発を目指していく。同時にセルスタック、システム補機類のコストダウン化、及び、集合住宅設置のためのコンパクト化を進めていく。

Ⅱ 近未来の暮らし方提案に関する取り組み

■ 少子高齢化と環境保全への対応をめざした可変インフィルによる住戸提案

—インフィル・ラボ Glass Cubeにおける試み

1. はじめに

実験集合住宅NEXT21では、建設の当初より建物の長寿命化をめざし、スケルトン・インフィル方式やシステムズ・ビルディング、フレキシブル配管などの試みを導入した。またそれら建築システムの有効性を検証するためのリフォーム実験も重ねてきた。これらは、主に長寿命化をめざした建物の技術的側面に着目した実験であった。

しかし、建物が長寿命住宅として、本来の寿命を全うするほどに永く使用され続けるためには、技術的にそれを可能とするだけではなく、社会から望まれる居住のあり方を実現することが必要である。可変性に関しても、「どのようにしたら」変えることができるのか、という技術的な課題だけでなく、「どのような状態から、どのような状態へ」変えることが必要なのかという居住に関連した課題を 現代の社会状況を踏まえ再考することも重要だと考えられる。今後の少子高齢化において、どのような居住を実現することが必要なのかを検討することは、200年以上存在するに値するハードとしての住宅像を見出す上でも意義があり、その結果を技術開発に反映することにも意義があると思われる。

本章および次章以降の「インフィル・ラボ Glass Cube」に関する実験報告では、現代の大きな社会背景として少子高齢化を取り上げ、少子高齢化における居住という視点から住宅

計画が対応すべき課題を検討した上で、それらを踏まえ実験集合住宅NEXT21において実施した可変インフィルによる住戸提案とその変更実験について報告したい。

2. 少子高齢化における住宅計画の課題

少子高齢化における住宅の課題について、主に文献調査等により、「少子高齢化の緩和(要因の抑制)」「少子高齢化の帰結や影響への対応」「少子高齢化に伴う家族や世帯の変化への対応」という3つの視点から検討を行った^(文献1)。

(1) 少子高齢化の要因

まず少子高齢化の要因だが、少子化の要因は出生率の低下である。一方高齢化の最も大きな要因は、平均寿命の伸長だと考えられることが多い。しかし、平均寿命の伸長をもたらした最大の要因は、乳幼児の死亡率の大きな低下である。平均寿命は、死亡率が計算根拠であるが、死亡率の低下は乳幼児の増加にも大きく寄与し、若齢化と高齢化は相殺され、結果として平均寿命の伸長はあまり大きく人口構造に影響を与えないと言われている。それに対し、出生率の低下は、年少人口を減らすことにしかならない。人口高齢化の最大の要因が、出生率の低下であることは、理論的にも実際の計算上でも、すでに明らかとされている。



図1 少子高齢化の要因図

出生率の低下の要因をみると、非婚化・晩婚化と夫婦出生力の低下があげられる。さらにその要因を精査し、図1のようなフィッシュボーンチャートをまとめることができた。

図より、出生率低下の要因は大きくは「非婚・晩婚化」と「夫婦出生力の低下」があげられる。さらにその要因をみると、結婚や出産・子育てによる女性の逸失所得や直接子育てにかかる費用の増加などの経済的要因、固定的な性別役割分担意識のもとでは家事や子育てが女性にとって重い負担となってしまうことや、若年層の結婚に対する価値観の変化、パラサイトシングルの増加などの社会的要因などがあげられる。特に住宅や住生活に関係する要因としては、家が狭い、育児関連サービスが乏しい・受けられないといった子育て環境が整っていないことや、就労と子育てが両立しないこと等があげられ、その対応が必要だと考えられる。

(2) 少子高齢化の影響

次に少子高齢化の帰結や影響については、図2の少子高齢化の影響図にまとめることができた。

図より、少子高齢化により、要支援・要介護高齢者の増加、労働力人口・年少人口の減少が進行するが、その結果、社会保障制度への悪影響、国の経済力の低下、都市部への人口集中と地域格差の拡大などが懸念される。特に住宅や住生活に関係する内容としては、介護等のサービス需要の増加があげられ、対応が望まれる。

少子高齢化の諸現象

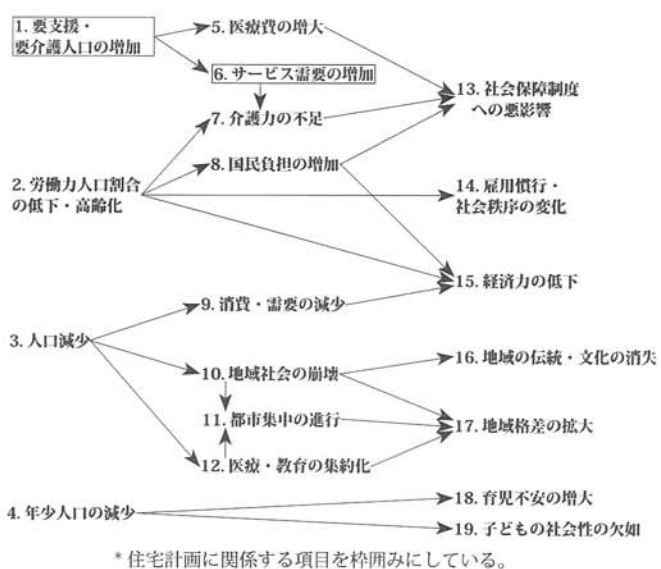


図2 少子高齢化の影響図

(3) 家族や世帯の変化

そして家族や世帯の変化については、世帯の小規模化や夫婦と子どもからなる核家族の減少が、統計上すでに明らかとされているが、その他にも多くの指摘がある。

図3は、夫婦のライフサイクルをモデル的に描いたものであるが、少子高齢社会においては、人の人生が長くなり、特に子供が独立した後、またはリタイア後の所謂「第二の人生」の期間が非常に長くなる。個人は長い第二の人生をどう過ごすのか、ど

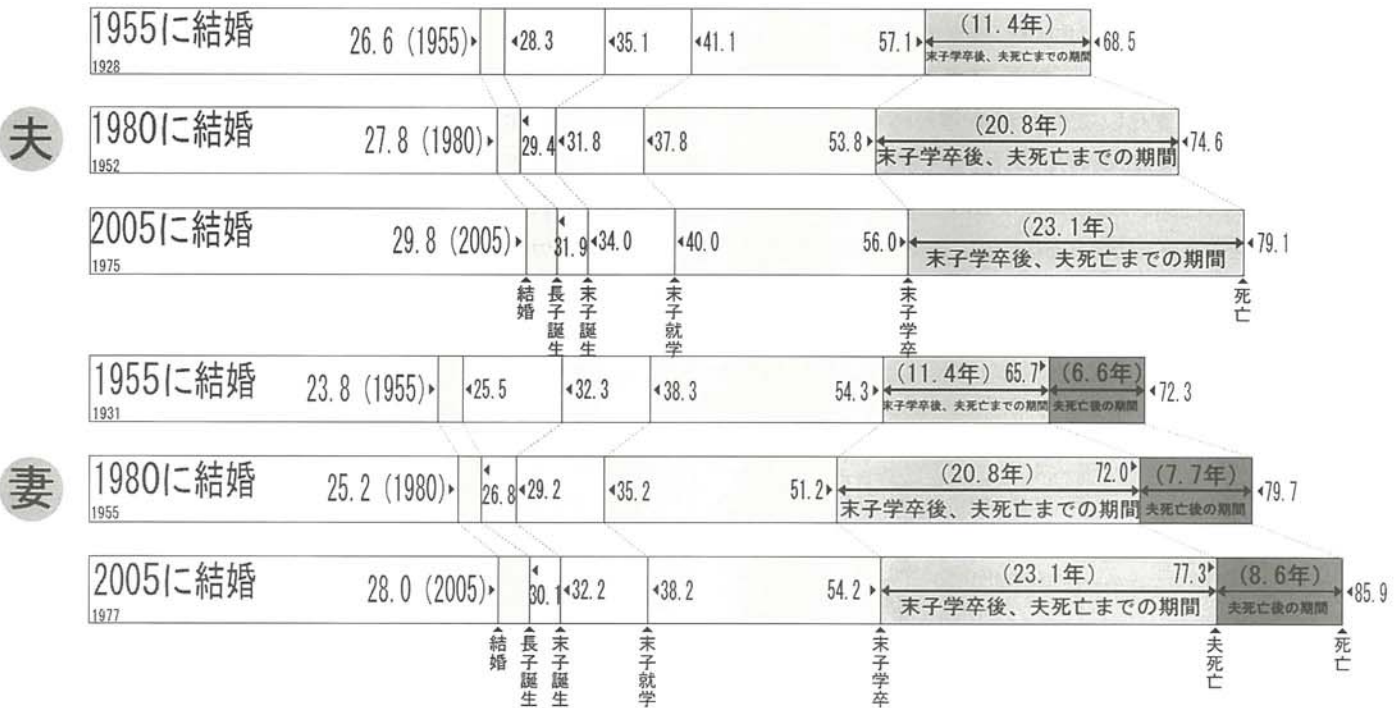


図3 夫婦のライフサイクルモデルの変化

出典：国立社会保障・人口問題研究所：人口統計資料集2008年版、2008、
厚生労働省大臣官房統計情報部：平成18年簡易生命表より作成

ここで誰と暮らすのか、要介護状態になったときにどうするのかという様々な選択や決断をしなければならない。また、長い人生においては、学び、就職し、結婚し、子供をつくり育てるという順番すら、ある程度自由に選択することができる。リタイア後に学んだり、子育て後に働いたり、様々な人生を組み立てていくことが可能となる。個人の選択肢は幅広くなり、結果として「個人化」と「多様化」が進むことになる。

また、非親族世帯の増加など、「家族」概念の拡大化や家族のネットワーク化も指摘される場所である。

(4) 住宅計画の課題

以上、少子高齢化に関して住宅や住生活に関する事項を抽出したが、その結果から、住宅計画の課題として、以下の6つをあげたい(図4)。

①子育て環境としての住宅の検討

夫婦の出生力低下の要因の一つに子育て環境が整っていないことがあげられる。子育て環境は、子を持つ親が置かれる立場などを含む社会的な環境、地域の環境、サービス環境などの側面からも検討されるべきであろうが、住宅も子育てに適した環境として検討されなければならない。

居住実験の結果から、子育て環境としての住宅においては、遊び場や安全性、子供の存在と他の家族の日常生活の両立について、細やかな配慮が必要であることが明らかとなった。子どもの遊びに関しては、室内に十分な遊び場があればそれでよいということではなく、子どもを外気の中で遊ばせたいことから気軽に外遊びができる広いベランダ、家事をしながら子どもが見渡せる一体的な空間等が望まれた。安全性の確保に関しては、細やかな配慮が必要である一方で、子供の成長に合わせて、その内容が徐々に変化し、このような配慮が必ずしも恒常的な対応である必然性は薄いと考えられた。また子どもの遊びと「家事」「接客」「食事」などの家族の日常生活を両立させるため、一体的な空間を引き戸で仕切れるなどの工夫が望まれた。

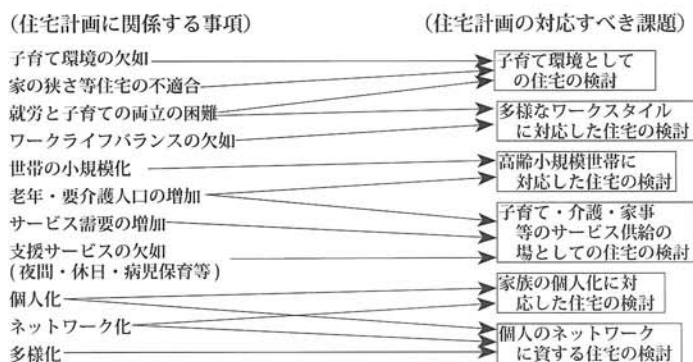


図4 住宅計画に関する事項と住宅計画の課題

②家族の個人化に対応した住宅の検討

家族の変容として、多様化と並び個人化があげられる。「個人単位で家族的現象をみる見かた」は家族社会学において家族を認識するパラダイムの変換とまで言われており、変化の方向としては定着していると考えられる。このような変容に対応し、家族の個人化に対応した住宅の検討が必要である。

居住実験においては、「社会」-「個人」-「家族」という住宅の空間配列と家族の生活の適合を検証することを通じ、家族の個人化に対応した住宅の検討を行った。その結果、「社会」-「個人」-「家族」の空間配列は「個人化」した家族の生活に適合していること、しかし実際の家族は「個人化」しているとしてもその程度は様々であり、家族構成員により適合する空間配列に違いがあること、「個人化」を志向する家族であっても、玄関や接客空間に対する家族としてのニーズがなくなるわけではないことがわかった。そして、家族構成員それぞれに適合した空間配列の選択性や、必要に応じた空間配列の変更可能性が必要となる可能性があり、そのためには複数の出入り口の確保など、単に間取り変更が可能であるという以上の可変性が必要となることが確認できた。

③高齢小規模世帯に対応した住宅の検討

高齢化が進行するだけでなく、高齢の単身・夫婦のみ世帯の増加が顕著である。また、子どもが独立した後の夫婦、いわゆる「エンブティネスト」の期間が20年を超えるほどに長期化している。このような顕著に増加または長期化する家族構成の世帯に対応した住宅の検討が必要である。

居住実験では、「エンブティ・ネスト」となった夫婦の生活を検証した。その結果、子どものいる核家族から「エンブティ・ネスト」期への移行に伴い、住宅全体を夫婦二人のプライベートな空間として仕立てる必要があり、特にリビングはくつろぎの空間として重要視されることが明らかとなった。同時に、二人それぞれのパーソナルな空間も見出しやすい住宅が必要となり、独立した接客室のニーズは低下し、リビング空間は接客空間も兼ねる多機能な室であることが望まれることもわかった。

④子育て・介護・家事等のサービス供給の場としての住宅の検討

高齢化が進行するとともに要介護人口も増加し、介護サービスに対する需要の大きな増加が予測できる。介護までは必要がなくとも、家事やちょっとした作業等をサービスに頼る層は増加すると考えられる。また、子育て環境の整備・就労と子育ての両立という視点からも、子育てサービスに対するニーズに対応することが必要である。このようなサービスの供給の場としての住宅の検討が必要である。

サービスへの対応に関しては、ワークショップの結果から、サービス供給と本人や家族・共同居住者のプライバシーやセキュリティといった日常生活のニーズを両立させ、個人が自分に必要なサービスを、自分に必要な条件の下で選択できる住宅を「まち」との兼ね合いで考えることが必要だという結論を得た。

⑤多様なワークスタイルに対応した住宅の検討

夫婦の出生力低下の要因として、共働き世帯が増加しているにも関わらず、就労と子育てが両立しにくいことがあげられる。夫婦2人がともに子育てに参加するワークライフバランスのとれた生活のための住宅の検討が必要である。

ワークスタイルへの対応に関しては、ワークショップの結果から、多様なワークスタイルに対応するとともに、本人や家族・共同居住者のプライバシーやセキュリティといった日常生活のニーズと、仕事を両立させ、ライフワークバランスのとれた生活を送ることができる住宅が必要だという結論を得た。

⑥個人のネットワークに資する住宅の検討

単身者や複数世帯の共同居住など必ずしも血縁によらない家族、家族の分散居住やネットワーク居住など、家族は個人を取り巻く多様なネットワークの一つとなっている。このような個人の多様なネットワークをつくりやすいしくみとしての住宅の検討が必要である。

ネットワークに資する住宅に関しては、ワークショップの結果から、世代や世帯を超える他者と、距離感やニーズ、ライフスタイルの違いを調整しつつ交流でき、生活を相互に補完することのできる住宅が望ましいとの結論を得た。

で試み、その変更実験を行うこととした。2006年度に「NEXT21 201住戸改修設計委員会(京都大学大学院工学研究科高田研究室・大阪ガス(株)・アトリエCK・空間計画)」「(主査:高田光雄教授)にて計画を検討し、2007年度以降のインフィル変更実験は、「NEXT21 インフィル実験小委員会(京都大学大学院工学研究科高田研究室・大阪ガス(株)・東急建設(株)・(株)イトーキ)」「(主査:高田光雄教授)にて実施している。対象とする住戸は、南北が約5.5メートル、東西が約17.5メートル、面積約96㎡の長方形の敷地を持つ。南側と西側が立体街路に面している。住戸計画の目標は「少子高齢化への対応」と「環境保全への対応」とし、まずその設計条件を抽出した(図5)。前項でまとめた少子高齢社会において住宅計画が対応すべき6つの課題に対応するため、「①複数の主動線の確保」と「②主動線と交わらないサービス動線の確保」を条件とした。また、住まい手の年代移行や住まい手の意志を反映した空間構成の変更、複数の課題への対応を可能とするためと、環境保全への対応の視点からリフォーム時の廃棄物量を最小化するため、「③可変インフィルによる空間構成」も条件とした。将来における住戸規模の変更や、共用部と住戸範囲の相対化(住戸内住戸などの入れ子構造)にも対応するため、住戸内に横引き配管スペースを確保した上で、必要に応じ、設備一体型インフィルにより延長可能とした(「④設備一体型インフィルによる横引き配管スペースの確保」)。可変インフィルにより構成された空間では、気密性を担保できない可能性がある。よって省エネルギーの視点から、「⑤ベース空調と設備一体型インフィルによる局所空調」を基本とすることとした。

3. 可変インフィルによる試み

(1)Glass Cubeの概要

「インフィルラボ Glass Cube」(以下、Glass Cube)は、可変インフィルシステムに関する実験を行うためにNEXT21の2階に計画されたインフィル実験場である。前項の課題を踏まえた上で、少子高齢社会に対応した間取り構成を可変インフィル

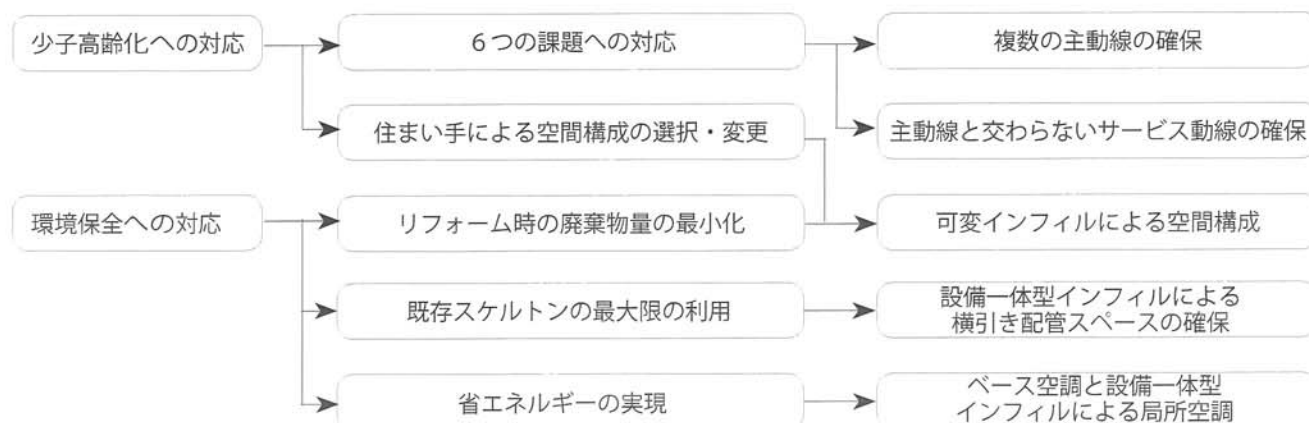


図5 Glass Cubeの設計条件

条件を踏まえた設計による、インフィル設置前のGlass Cubeの状態を図6に示す。住戸南側はどこでも玄関と設定することができ、住戸北西部からもアクセスがとれ、住戸北側に東西に通るサービス動線を兼ねた通り庭を設定している。また、階高の低いスケルトンを想定したインフィル実験が可能となるよう、床上がり・天井下がりゾーンを設け、その床部分は室内の横引きメイン配管スペースを兼ねることとした。

(2) 家族モデルの想定と4つのシナリオに対応した住宅計画

次に、可変インフィル設置に向けて、対象とする家族モデルを想定し、その生活のシナリオを作成した。そしてそれらのシナリオのための住戸をGlass Cubeに可変インフィルを設置することで実現する試みを行った。

可能性のある家族モデルを全て抽出し、その中から、先の少子高齢社会における6つの住宅計画の課題に関係の深いものを選択するため、課題と家族モデルの関係をマトリクスにまとめた(表1)。6つの課題に関係するのは、住宅計画のための家族モデルとしては、これまで想定されてこなかったものが多い。今回は特にその中から、実験の家族モデルとして、「高齢者の共同居住」と「シングルペアレント(シングルファーザーと子ども)」を取り上げた。

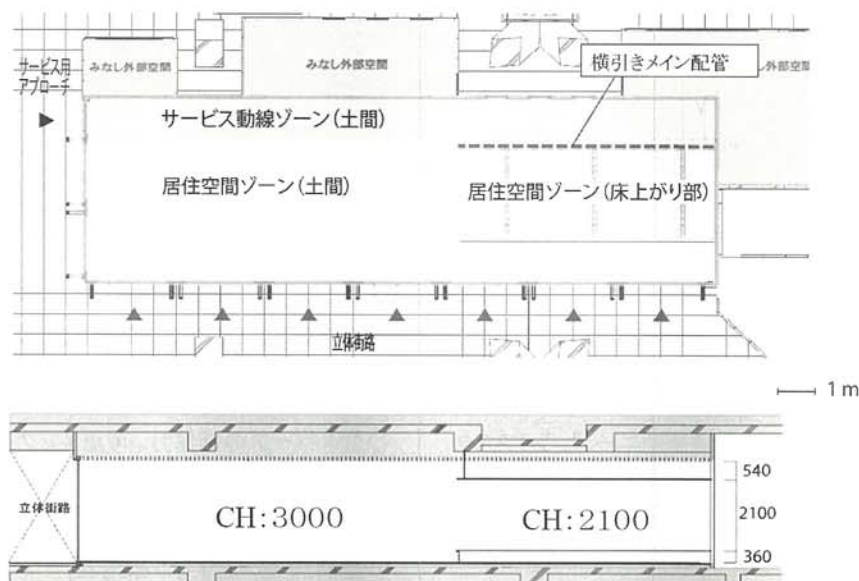


図6 インフィル設置前のGLASS Cube

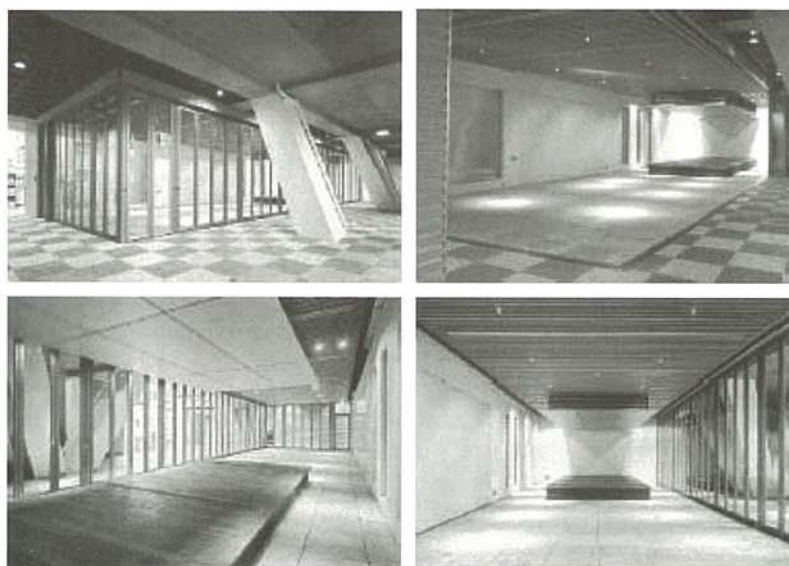


図7 インフィル設置前の Glass Cube・写真

生活シナリオはそれぞれの家族モデルについて、入居時とその10年後の2つを作成した。それぞれの住戸平面とシナリオ、住戸設計の意図を表2に示す。

「高齢者の共同居住」については、NPO活動をしている健康高齢者と、若い頃より障害を持ち車椅子を使用する絵本作家の高齢者が共同居住をしていると想定し、10年後は多少要介護度が上がるが、サービスを自宅を受けながら、やはり自立した生活をそれぞれ送っているという想定である。共同居住者それぞれの個室に玄関があり、個人の仕事や生活を成り立たせると同時に、共用室を交流・接客の場として使用することができる。また勝手口とサービス用動線があり、食事を作るだけのヘルパーはキッチンを使用するだけだが、生活行為の介助ヘルパーは、浴室等まで入る。炊事などの家事サービスや、入浴の介助サービスなどを受けることと、個人のプライバシーやセキュリティを両立させることを目指している。

「シングルファーザーと子ども」については自宅に仕事場を持つ建築士の父親が、小学生の息子と共に暮らし、家庭教師やシッターサービスを利用しており、10年後は父と大学生になった息子の2人が、それぞれの生活を大切にしながら共に暮らしているという想定である。仕事場と住居部分のそれぞれに玄関があり、仕事と家族のプライバシーを両立させている。父が忙しい時に食事を作りに来るヘルパーは、勝手口とキッチンのみを使用して帰るが、家庭教師などはリビングまで入る。いずれのプランにおいても、サービス供給者が住戸に入る範囲を居住者がコントロールするということを実現しようとしている。

これら4つの住宅は、すべて同じ可変インフィルを並べ替えるだけで、廃棄物を出さずにリフォームができることを条件に設計し、実際に変更する実験を行った。その内容については次章以降で報告する。

また、大きな居住空間を可変インフィルで区切っていくような住戸の場合、例えば空調に関しては、必ずしも気密性を確保できないことから、ベース空調と局所空調とした。自分に必要な環境を最も身近なインフィルで整えるという考え方から、局所空調として、可変インフィルに温水ラジエーターを設置した設備一体型可変インフィルの開発を試みた。また、配管スペースを兼ねる設備一体型インフィルにより、住戸内に設備配管を延長する試みも実施した。これら設備一体型インフィルについても、次章以降で報告する。また、これら可変インフィルの変更や性能の評価については、国土交通省の第1回超長期(長期優良)住宅先導的モデル事業の助成を受け実施した。

4. まとめ

以上、少子高齢時代の居住への対応という視点から、検討すべき住宅計画上の課題を設定し、その対応を可変インフィルによる空間構成で試みた。これらの試みは、断片的ではあるが、少子高齢社会における居住の姿をモデル的に描き、その対応を考察しようとしたものであり、まだまだ検討の途上である。

今後は、サービスへの対応やワークスタイルへの対応、ネットワーク的な居住等について、できるかぎり具体的な検討を行い、さらなる実験の展開を試みたい。

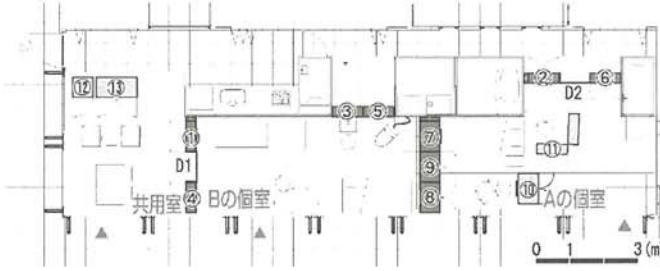
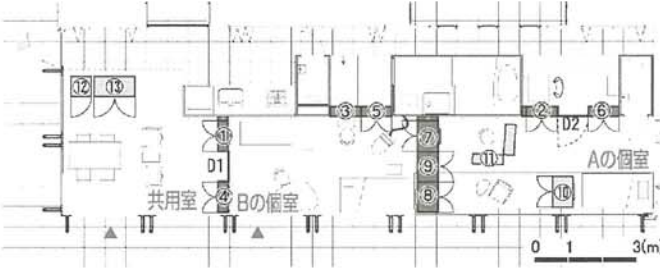
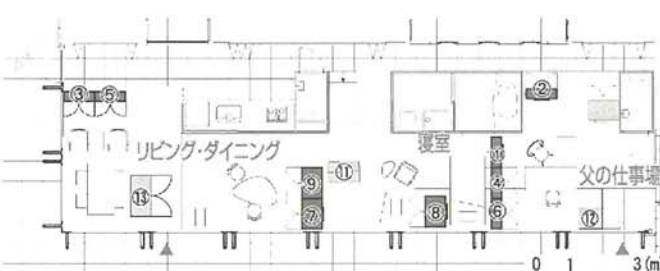
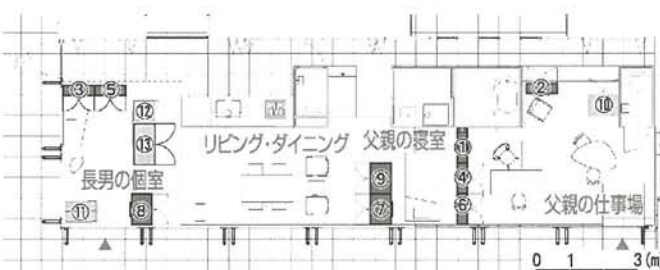
表1 インフィル設置前のGlass Cube

※その他

家族類型	単身者				夫婦のみ			夫婦と子			ひとり親と子		※	
家族モデル	若年・中年単身居住	居住 若年・中年単身者の共同	高齢者単身居住	高齢者の共同居住	DINKS	専業主婦の子どもなし夫婦	エンフティネスト	子育て核家族	共働き子育て	熟年（または高齢）核家族	熟年共働き子供同居	シングルペアレント	高齢者と子	三世代同居
子育て環境								○	○			○		△
高齢小規模世帯			○	○			○						△	
家族の個人化		○		○	○		△		○	○	○		○	△
サービス(子育て・介護等)			○	○			○	△	○			○	○	○
多様なワークスタイル	○	○	○	○	○		△		○	○	○	○	○	△
個人のネットワーク	○	○	○	○	○	△	○		○	○	○	○	○	△

○：関係するもの
△：関係する可能性のあるもの

表2 住戸提案 (4つのシナリオに対応したそれぞれの住戸は、可変インフィルの増減なしに、全く同じインフィルで空間を構成している。)

	シナリオと住戸設計の意図	住戸平面
入居時	このシナリオでは、二人の高齢の単身者が共同居住を希望している想定となっている。入居時、Aさんは健康な高齢者で、自ら立ち上げたNPOを通じて活動しており、Bさんは身体障害者で車椅子を使用するが絵本作家として社会的な活動をしている。Aさん、Bさんの個室にはそれぞれの玄関があり、Aさんの個室には北側、Bさんの個室には西側に、共用空間に通じる出入り口がある。別途共同で使用する共用室にも玄関がある。共用室は共用のリビング空間となる他、接客や交流の場となる。北西に勝手口があり、そこから東に伸びる北側サービス動線にそって、キッチン、トイレ、洗面、浴室が並んでいる。サービス供給者は勝手口から入り、食事や家事のサービスを提供するが、食事だけを作って帰る場合などは、キッチンのみを使用し、それ以外のところには立ち入らずに帰ることが可能となる。	
高齢者の共同居住	10年後、Aさんは認知症を発症したが、一人暮らしを続けている。危険な徘徊を避けるため、個室の南側の玄関は閉鎖し、共用空間側の出入口を玄関として使用している。安否確認の見守りサービス供給者は、勝手口を使い、サービス動線を使ってAさん宅を訪問する。 一方、Bさんは要介護度が少し上がり、入浴の介助サービスを受けることも多くなった。その場合もサービス供給者はサービス動線のみを使用し、浴室でサービスを提供し、それ以外のところには立ち入らずに帰ることができる。このようにして、サービスの提供とセキュリティやプライバシーの確保を両立させようと試みている。	
10年後	シングルファーマーザーが一人で子育てをしているという想定となっている。入居時は、お父さんと小学生の男の子が住んでいる。東側はお父さんの仕事場になっており、仕事場の玄関がある。仕事場より西側は、家族の住居となっている。家の方にも玄関があり、仕事場と家へのアプローチを分離して、家族のプライバシーを確保している。子どもの世話をするシッターは、北西の勝手口を使用する。キッチン、トイレ、洗面、浴室の位置は、サービス動線にそって並んでいる。シッターは、親子のご飯を作るだけの時は、キッチンのみを使用して帰るが、子どもと一緒に過ごすときは、リビングまで入る。このように、サービス動線があることで、サービス提供者が必要最低限のところまでしか入らずに済むという段階的な調整ができるようになっている。	
入居時	10年後は子どもは大学生になり、玄関のある自分の個室を持つようになっている。この時点では、特にサービス供給は受けていない。	
シングルファーマーザー		
10年後		

参考文献

- (1) 加茂みどり、高田光雄、安枝英俊：少子高齢社会における住宅計画の検討課題、第3回住宅系論文報告集、日本建築学会、pp.97～106 (2008. 12)
- (2) 土井脩史、高田光雄、安枝英俊、加茂みどり：居住支援サービスに対応した居住空間における水廻り設備の設置位置に関する考察—実験集合住宅NEXT21「インフィル・ラボGLASS Cube」を対象として—、第3回住宅系論文報告集、日本建築学会、pp.107～114 (2008. 12)
- (3) 加茂みどり、高田光雄：「個人化」に対応した住戸の空間配列と生活の適合性に関する研究 —実験集合住宅NEXT21における居住実験を通じて、日本建築学会計画系論文集、第596号、pp.13～19 (2005. 10)
- (4) 加茂みどり、高田光雄：乳幼児期の子育てに起因するリフォームニーズ —SI型集合住宅におけるリフォームに関する研究 その1、日本建築学会計画系論文集、第599号、pp.25～32 (2006. 1)
- (5) 加茂みどり、高田光雄：「エンプティ・ネスト」期への移行に伴う住まい方と住ニーズの変化に関する居住実験 —実験集合住宅NEXT21「安らぎの家」を対象として、日本建築学会計画系論文集、第621号、pp.1～8 (2007. 11)
- (6) 加茂みどり、高田光雄：住戸の空間配列の変更可能性に関する研究 —実験集合住宅NEXT21における居住実験を通じて その2、日本建築学会計画系論文集、第635号、pp.9～16 (2009. 1)

水廻りの設置位置に関する検討 ―インフィル・ラボ Glass Cubeにおける試み

1. はじめに

「インフィル・ラボGlass Cube」(以下、インフィル・ラボ)では、家事・育児・介護などの居住支援サービスに対応した居住空間についての検討を行った。

居住支援サービスには、食事や入浴など水廻りを居住者以外のサービス供給者が使用するものが多くあるため、インフィルの設置位置の検討にあたっては、水廻りの設置位置が重要となる。

一方で、既存ストックのような低階高のスケルトンにおいて、水廻りの設置位置は、PSの位置や配管スペースによって制約を受けることが予想できる。

インフィル・ラボでは、低階高の既存ストックを想定した制約条件を設定した上で、水廻りをサービス動線から直接アクセス可能な位置に設置可能どうか検討を行った。以下では、インフィル・ラボにおける水廻りの設置位置についての検討を通じて、インフィル・ラボにおける制約条件下で起こりうる問題点を明らかにすることを目的とする。

2. インフィル・ラボにおける制約条件

2-1. 居住支援サービスへの対応

(1) 複数の主動線の確保

インフィル・ラボでは、住戸の南面に複数の主動線を確保した。

(2) 主動線と交わらないサービス動線の確保

インフィル・ラボでは、住戸内空間を北側のサービス動線ゾーン、南側を居住空間ゾーンにゾーニングした。さらに、サービス用のアプローチを住戸北西に設け、主動線と交わらないサービス動線を確保した。

2-2. 既存ストックへの対応

既存ストックへの対応については、マスハウジング期に建設されたような階高の低いスケルトンを想定した制約条件を設定した。

(1) スラブ上の横引き配管

インフィル・ラボでは、共用部から共用配管をメンテナンス

できるように、住戸外の東側に縦配管PSがされていると想定した。住戸内は横引き配管によって縦配管PSと連結する。住戸の土間レベルをスケルトンのスラブとみなし、「スラブ下に配管スペースを確保することはできない」とこととした。

(2) 異なる天井高

住戸の東側に、固定床及び固定天井を設置し、既存ストックを想定したCHコロソ2100mmの天井高と、新設スケルトンを想定したCHコロソ3000mmの天井高を実現した。

2-3. インフィル・ラボで使用したインフィル技術

インフィル・ラボでは、固定インフィルの設置位置を変更することなく、可変インフィルのみを変更することで4つのシナリオに対応することとした(図2)。

設備一体型可変インフィルとして、温水ラジエータによる暖房器具を設置した可動収納家具、設備配管及び洗面台を設置した可動収納家具を実験的に開発した。

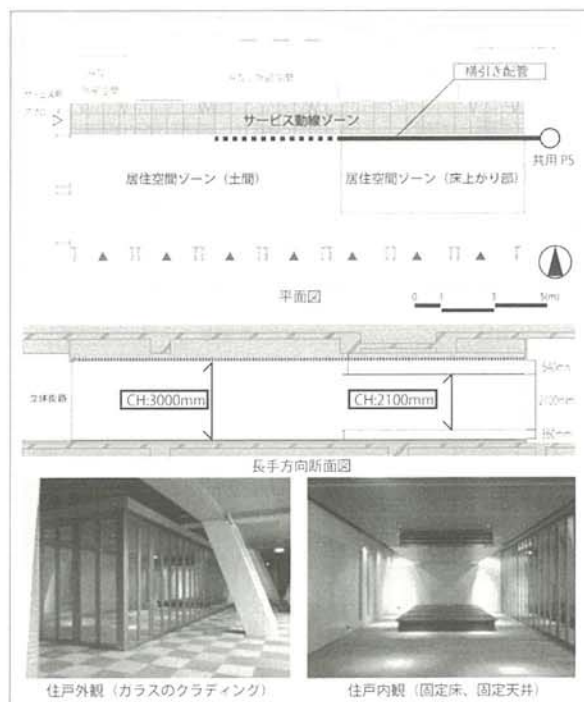


図1 インフィル・ラボの概要

インフィル区分	固定インフィル	可変インフィル
使用したインフィル	 	  
	 	  
	インフィル・ラボで使用した固定インフィルはキッチン・ユニットバス・トイレ・固定床がある	インフィル・ラボで使用した可変インフィルは可動収納家具・置き床・ポータブルトイレがある。可動収納家具は異なる天井高に対応するため、H2100の家具にH900の上部をつけることで対応する。また、固定する必要のないH1200の可動収納家具も用いている。設備一体型可変インフィルには、可動収納家具に温水ラジエータによる暖房設備を取り付けたもの、洗面台を取り付けたもの、設備配管を通したものがある

図2 インフィル・ラボで使用したインフィル技術

3. 水廻りの設置位置に関する検討

3-1. 検討の枠組み

(1) 使用した水廻り

実験には、図3に示す寸法キッチン、トイレ、ユニットバスを用いた。ユニットバスについては、ユニットの床下に配管スペースが必要となるため、設置する床面より160mm高いレベルに設置する必要がある。シナリオに基づき、キッチン(K)、ユニットバス(B)を1つずつ、トイレは居住空間に面するもの(T1)、サービス動線に面するもの(T2)を用いて検討を行った。

(2) 水廻りの設置可能範囲

設置する水廻りの隙間は、可動収納家具の寸法に合わせる必要があった。インフィル・ラボでは温水ラジエータ付の可動収納家具を用いている(図4)。この可動収納家具の3つ分の寸法に合わせて、水廻りの設置可能範囲を図5のように定めた。

3-2. 設置案の類型

実験で使用する「K」、「B」、「T2」を、それぞれ土間部に設置するか、床上がり部に設置するかにより、設置案を類型化した。表1の類型の中で、物理的に設置可能であったA～Fを検討の対象とした。

土間部に設置する水廻りは、配管スペースの確保が問題となった。「K」、「T2」に関しては、壁の内部に配管スペースを確保し、「B」に関しては

床下に配管スペースを確保した。複数の水廻りを土間部に設置する場合は、

表1 設置案の類型

設置位置の類型		種別	設置 可能
1 全て土間部に設置		A	○
2 1つだけ床上がり部に設置	Kのみ床上がり部	B	○
	T2のみ床上がり部	C	○
	Bのみ床上がり部	D	○
	T2、Kを床上がり部	E	○
3 2つを床上がり部に設置	T2、Bを床上がり部	F	○
	K、Bを床上がり部	G	×
4 全て床上がり部に設置		H	×

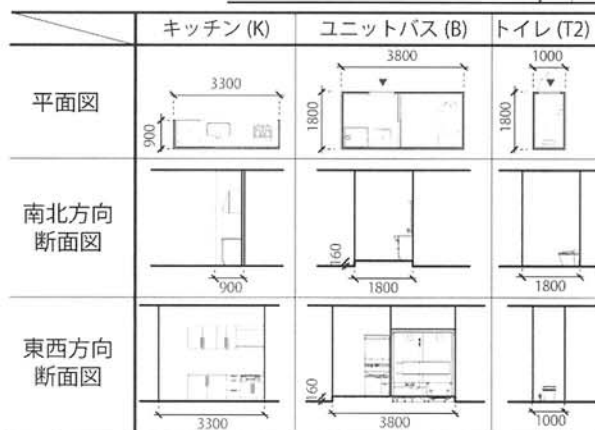


図3 実験で使った水廻り

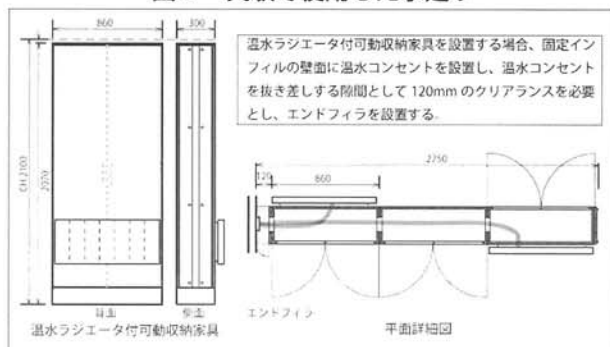


図4 温水ラジエータ付可動収納家具

西隣の水廻りの配管スペースも確保しておく必要がある。「B」で「K」、「T2」の配管スペースを確保する場合には、「B」の壁の内部に配管スペースを確保した(図6)。

床上がり部に設置する水廻りは、土間とのレベル差が問題となった。「T2」については、置き床を設置することなくアクセス可能であるとみなした。「K」については、サービス動線に高さ360mmの置き床を設置した。「B」を床上がり部に水廻りを設置する場合は、520mmの置き床が必要となった。また「B」の置き床には、サービス動線に設置する場合と、居住空間ゾーンに設置する場合の2パターンを検討した(図7)。

3-3. 設置案に関する評価

水廻りの設置案に関して、以下の4点を評価項目とした。

(1) 土間とのレベル差

サービス動線から水廻りへ直接アクセス可能とする必要があるため、水廻りをサービス動線の床レベルである土間とのレベル差を抑えなくてはならない。

(2) サービス動線上の置き床

サービス動線から水廻りへ直接アクセス可能とするために、置き床が必要となる可能性がある。サービス動線ではサービス供給者が下足のままサービスを供給できるように、土間のまま実現することが望ましい。

(3) サービス動線の幅員

水廻り設備の壁の中に設備配管のスペースを確保する場合、サービス動線の幅員が変わる可能性がある。

(4) 設備一体型可変インフィルの必要性

土間部において、水廻りを隙間をあけて設置する場合には、可動収納家具内に配管を通した設備一体型可変インフィルが必要となる。

以上の評価項目について、図8のような結果を得た。

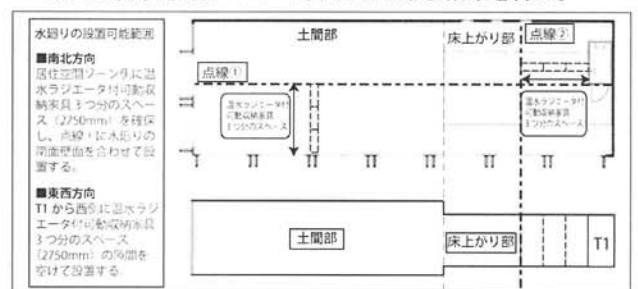


図5 水廻りの設置可能範囲

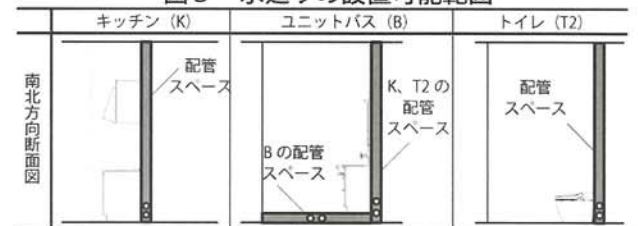


図6 土間部における配管スペース

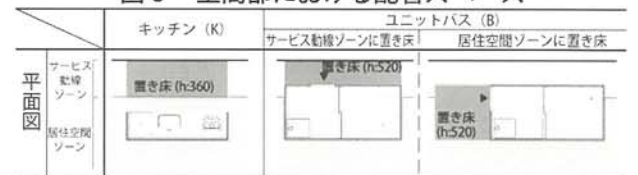


図7 床上がり部における置き床

A案には「土間とのレベル差」は生じないが、Bの内部にK、T2の配管スペースを確保したため、サービス動線の幅員が650mmとなり、車椅子が通ることのできる寸法を確保することができなかった。

水廻りと「土間とのレベル差」が発生することを認めたとうえで、A案から水廻りの1つを床上がり部に設置した場合、幅員が750mmに改善されたのはD案のみであった。D-1案では、サービス動線上に置き床が必要となったが、D-2案のように居住空間ゾーンに置き床を変更することでBと土間に段差が発生するだけで幅員を広げることができた。

さらに、水廻りを2つ床上がり部に設置した場合を検討した。サービス動線の幅員を広げることができたが、E案、F-1案はサービス動線上に置き床が発生すること、また2つの水廻りに段差が発生することが問題となった。

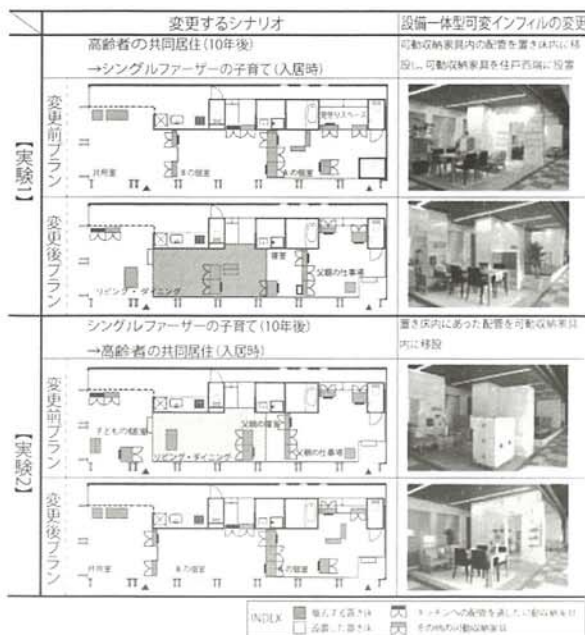
また、D-2案は設備一体型可変インフィルによって可能となる案であり、設備一体型可変インフィルを使用することで、評価項目を悪化させることなく、サービス動線から直接アクセス可能な位置に水廻りを設置できることを確認した。

4. まとめ

インフィル・ラボでは、「スラブ下に配管スペースを確保することができない」という制約条件下で、水廻りの設置位置の検討を行った。その結果、水廻りの配管スペースの確保に伴い、「土間とのレベル差」や「サービス動線上の置き床」という断面的な要素だけでなく「サービス動線の幅員」という平面的な要素にも影響が出ることが確認できた。

また、設備一体型可変インフィルを使用することによって、評価項目を悪化させることなく、水廻りをサービス動線から直接アクセス可能な位置に設置できることも確認した。

以上の検討を元に、今回の実験では、図8のD-2案を採用し、4つのシナリオに対応したインフィル配置を実現することができた(図9)。



参考文献

- (1) 高田光雄、安枝英俊、加茂みどり、土井脩史: 少子高齢社会における住宅計画に関する研究、その1~その3、日本建築学会学術講演梗概集E-2, pp.53-58 (2008. 9)
- (2) 土井脩史、高田光雄、安枝英俊、加茂みどり: 居住支援サービスに対応した居住空間における水廻り設備の設置位置に関する考察—実験集合住宅NEXT21「インフィル・ラボGlass ube」を対象として—、第3回住宅系研究報告会論文集 (2008. 12)



可変インフィル変更実験 —インフィル・ラボ Glass Cubeにおける試み

1. はじめに

「インフィル・ラボGlass Cube」(以下、インフィル・ラボ)では、「シングルファーマーの子育て」「高齢者の共同居住」という2つの家族モデルについて、それぞれに入居時、10年後という合計4つの生活シナリオを設定したうえで、それぞれのシナリオに対応したインフィルの設置・変更実験を行った。

以下では、インフィル・ラボで行った可変インフィル変更実験の結果から、インフィル・ラボで使用した可変インフィルの技術的な課題を明らかにすることを目的とする。

2. 可変インフィル変更実験の概要

インフィル・ラボでは、生活シナリオに対応して、以下の可変インフィル変更実験を行った(表1)。

(A) 入居者の入れ替わりを想定した変更実験

入居者が入れ変わったという想定で、「シングルファーマーの子育て」から「高齢者の共同居住」へとプランを変更させた。この変更実験では、置き床内部に設置していた設備配管を、可動収納家具に設置させることにより、設備一体型可変インフィルに関する技術的な検証を行った。

(B) 中長期的な変更ニーズを想定した変更実験

それぞれの家族モデルにおいて、入居から10年が経過してインフィルの変更ニーズが発生したという想定で行った変更実験である。この変更実験は、必ずしも頻繁に起こりうる変更ではないため、インフィルの専門業者による可動収納家具の変更容易性についての検証を行った。

(C) 短期的な変更ニーズを想定した変更実験

サービス供給者やその他の訪問者等により、プランの短期的な変更ニーズが発生したという想定での変更実験である。短期的な変更ニーズに関しては、中長期的な変更ニーズに比べて大規模な変更ではないことや、比較的頻繁に起こりうる変更のため、居住者自らが可変インフィルを変更させる必要がある。実験では、仮想の居住者として、可動収納家具を変更した経験のない被験者を選定した。また、変更作業の制約条件として、工具を使用しない範囲で可能な作業のみを行うこととした。

表1 可変インフィル変更実験の概要

実験名	実験の制約条件	変更シナリオ
【A】 入居者の入れ替わりを 想定した変更実験	居住の有無 居住していない状態 作業内容 専門業者 制約条件なし	入居時 → 10年後 10年後 → 入居時
【B】 中長期的な変更ニーズを 想定した変更実験	居住の有無 居住した状態 作業内容 専門業者 設備については 変更しない	入居時 → 10年後 10年後 → 入居時
【C】 短期的な変更ニーズを 想定した変更実験	居住の有無 居住した状態 作業内容 居住者 工具を使用しない	入居時 → 10年後 10年後 → 入居時

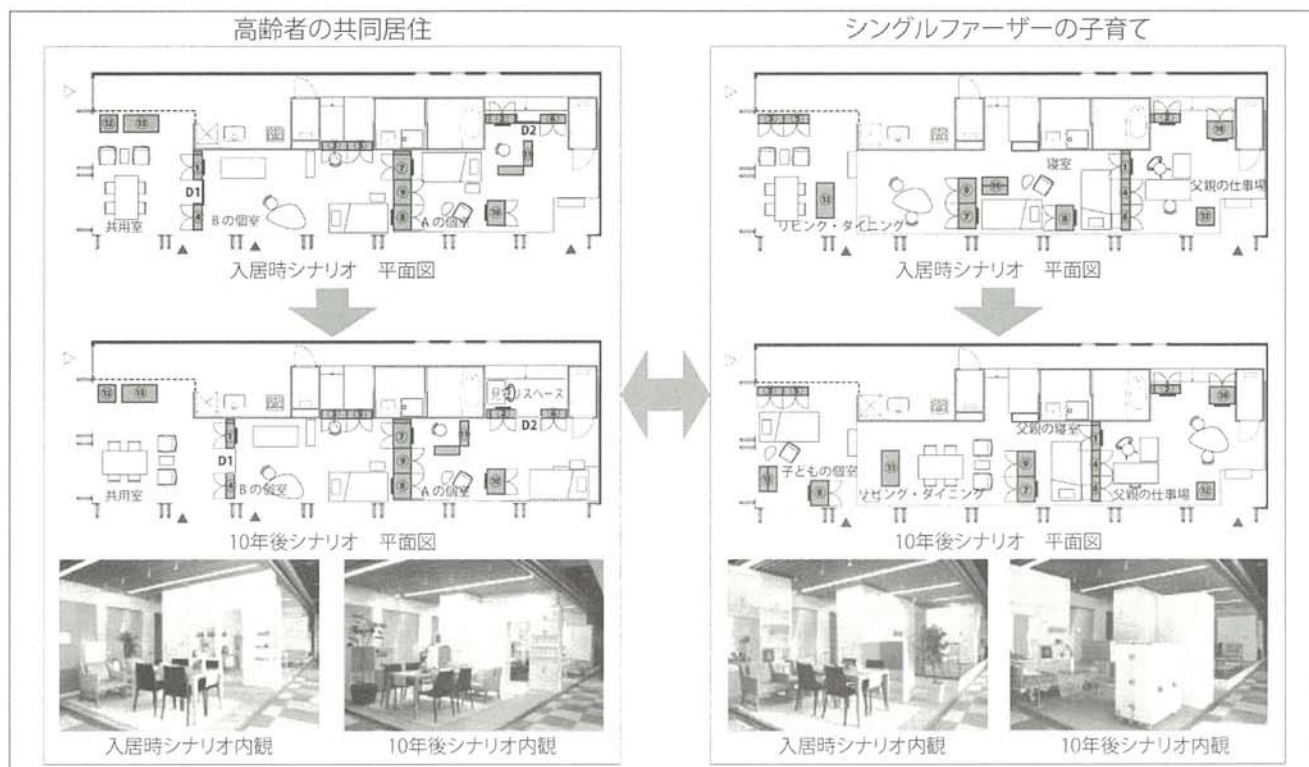


図1 インフィル・ラボにおけるシナリオに対応したインフィル配置

3. 入居者の入れ替わりを想定した変更実験

3-1. 可動収納家具への設備配管の設置

「シングルファーマーの子育て」では、キッチンへの横引きの設備配管を置き床内に設置していた。「高齢者の共同居住」へと変更させる際に、キッチンへの設備配管を可動収納家具に設置することで配管スペースを確保した。なお、可動収納家具には、キッチンへの設備配管として、給水管・給湯管・給湯管・排水管的の4つを設置した(図2)。

3-2. 変更実験の作業手順

まず、排水管・給水管・給湯管を切断し、ガス管を取り除いた。続いて、可動収納家具を設置し、排水管・給水管・給湯管を可動収納家具内に通した。最後に、給水管・給湯管をL型時のジョイントで固定し、排水管は樹脂管のジョイントによって固定した。ガス管については、配管自体を取り換えた。作業は設備業者とインフィル業者により行い、11.0分で作業を完了した(表2)。

3-3. 設備一体型可変インフィルの技術的な課題の考察

可動収納家具に配管を設置する際に、最も問題となったのは可動収納家具内の配管スペースであった。可動収納家具には、側面及び背面に設備配管を設置するための開口を設けておく必要があった。しかし、可動収納家具の側面には、扉の番やビス等があり、100mm角以上の大きさの開口を設けることができなかった。この大きさの開口で、物理的に4つの配管すべてを設置することは可能であったが、設備業者により指摘された「配管同士が接触することなく配管を設置する必要がある」という点に関しては実現することができなかった。

4. 中長期的な変更ニーズを想定した変更実験

4-1. シングルファーマーの子育て(入居時)→(10年後)

「シングルファーマーの子育て」の入居時から10年後のプランへの変更実験(以下、【長期-1】)では、①-④-⑥という3つ連結された可動収納家具を、連結を解除するかどうかで可動収納家具の変更しやすさがどう変わるのかを検証した。連結解除をしない場合の変更は、固定・固定解除の作業工程が減る分、作業性が良くなるが、移動に関しては重くなる分、作業性が悪くなると予想できた。

実験の結果、移動に所要した時間を比較すると、1回ずつの移動に要した時間はCが最も長かったが、A、Bの方が微調整を行った分、移動に要した時間の合計は長くなった(図4)。また、作業者へのヒアリングから、「Cはインパクトドライバーなどの工具を使用する必要がないため、作業が容易である」という意見が聞くことができた。

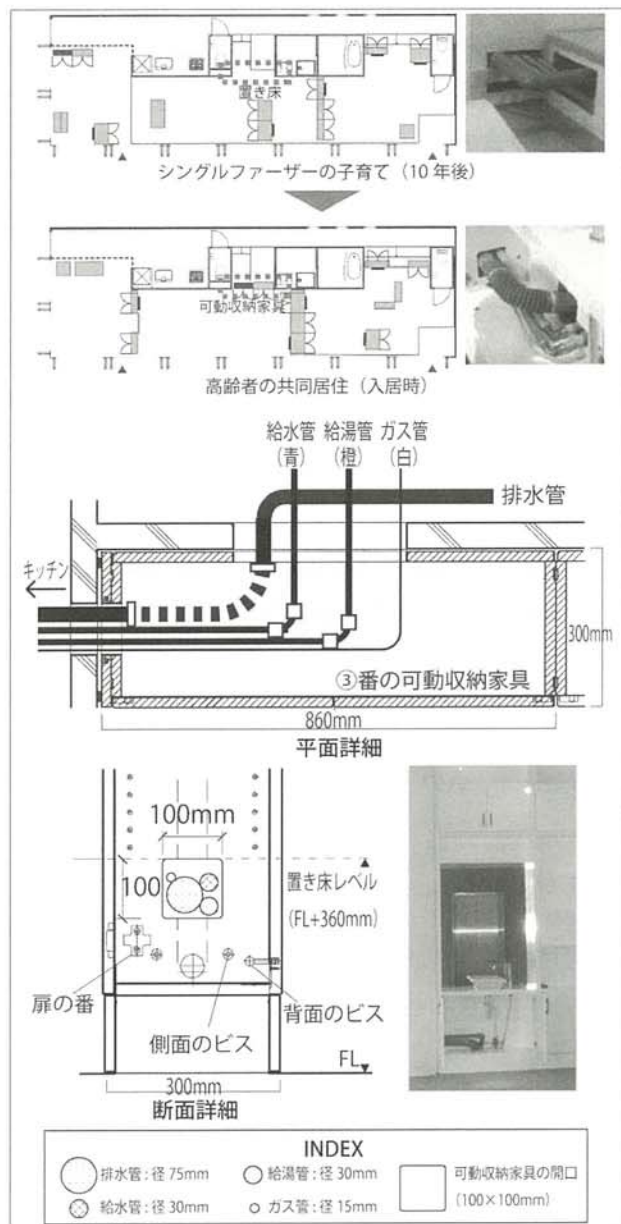


図2 可動収納家具への配管の設置

表2 配管の作業工程

作業開始	作業終了	所要時間	工程	作業者
0:00	1:30	1:30	配管の切断	設 (1)
1:31	2:07	0:37	可動収納家具の移動	イ (2)
2:08	4:00	1:53	可動収納家具の側面に配管を設置	設 (1) + イ (2)
4:01	4:55	0:55	可動収納家具の固定	イ (2)
4:56	6:35	1:40	給水管のジョイント	設 (1)
6:36	9:15	2:40	給湯管のジョイント	設 (1)
9:16	9:40	0:25	ガス管を通す	設 (1)
9:41	11:00	1:20	排水管のジョイント	設 (1)
合計所要時間		11:00	設: 設備業者、イ: インフィル業者 (人数)	

4-2. 高齢者の共同居住(入居時)→(10年後)

「高齢者の共同居住」の入居時から10年後のプランへの変更実験(以下、【長期-2】)では、建具付きか同収納家具の変更容易性について検証を行った。【長期-2】において建具付可動収納家具の変更の作業工程を見ると、設置位置の微調整を行いながら作業していることがわかる。

可動収納家具を設置した時に10mm程度の壁との隙間が確認できたことから、インフィル・ラボのスケルトンや固定インフィルには、床や天井にわずかな歪みがあったと推測することができる。天井や床の歪みが作業精度や所要時間に影響していたといえる(図5)。

4-3. 可動収納家具の固定方法の違いからみた比較

「シングルファーザーの子育て」では仕事場と居住部分を間仕切る①-④-⑥、②を除いては、天井に固定しないように可動収納家具を設置した。一方、「高齢者の共同居住」では、建具付きの可動収納家具を用いて、床と天井の両側で固定するように可動収納家具を設置した。

【長期-1】と【長期-2】の可動収納家具の変更にかけた時間を比較すると、【長期-1】の方が住戸全体を大幅に変更しなければならなかったにもかかわらず、短時間で変更することができた(表3)。

この結果に関しては、可動収納家具を床と天井の両方で固定する場合の方が、スケルトンや固定インフィルの壁などの歪みに影響を受けやすいためであると考えられる。

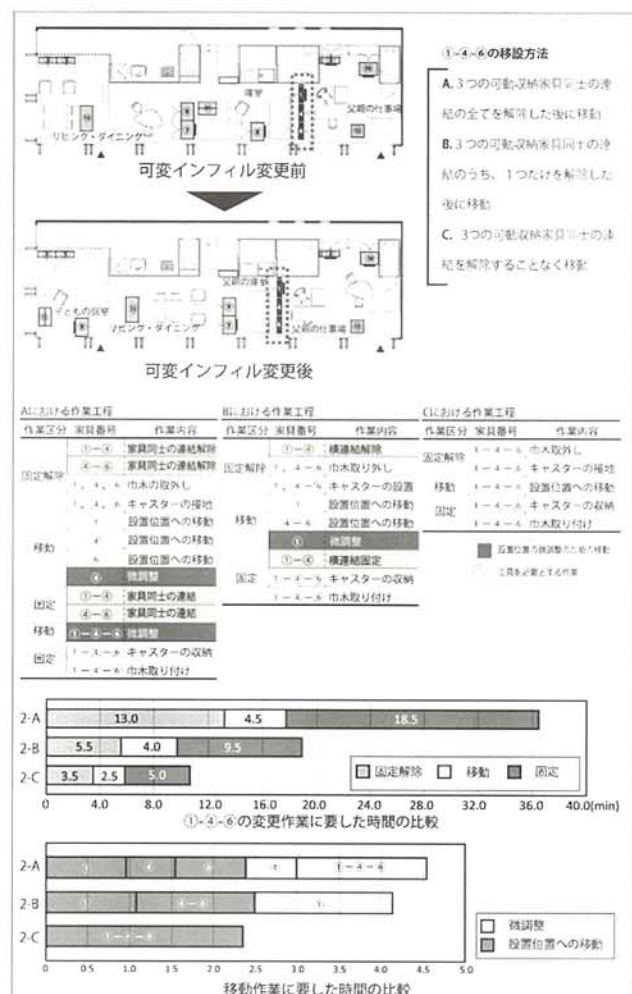


図4 ①-④-⑥の移設に関する作業性の分析

表3 長期実験の工程と所要時間

	変更の工程	各工程における所要時間(min)	変更所要時間(合計)
【長期-1】 (シングルファーザーの子育て)	工程1: 変更開始～①-④-⑥の変更前	9.5	工程1-Aで変更した場合: 91.5 工程1-Bで変更した場合: 70.5 工程1-Cで変更した場合: 61.0
	工程2: ①-④-⑥の変更	42.0	
	工程3: ①-④-⑥の変更後～変更終了	21.0	
	工程4: ①-④-⑥の変更後～変更終了	11.5	
【長期-2】 (高齢者の共同居住)	工程1: ②-D2 (開き戸) -⑥の変更	47.0	可動収納家具の必要のみ: 134.0 全ての変更に必要な時間: 409.0
	工程2: ①-D1 (引き戸) -④の変更	97.0	
	工程3: 置き床の設置	267.0	



図4 ①-④-⑥の移設に関する作業性の分析

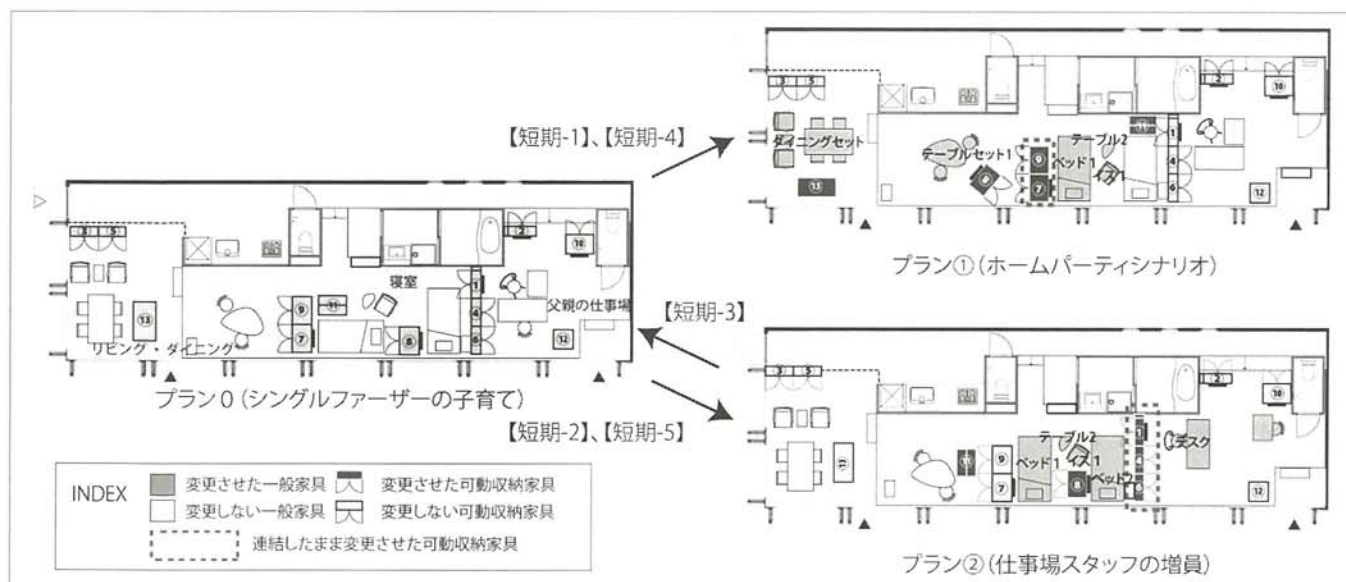


図5 短期実験における変更プラン

5. 短期的な変更ニーズを想定した変更実験

5-1. 実験手順

シングルファザーの子育て(入居時)において、短期的な変更ニーズを想定したプランを作成した(図5)。変更ニーズとして、①ホームパーティによるリビングの拡大と②仕事スタッフの一時的な増員による仕事場の拡大の2つのシナリオを想定した。なお、可動収納家具の変更にあたっては、工具を使用することなく変更が可能のように、可動収納家具の連結は変更しないように変更させた。

被験者は、NEXT21への入居資格を持つ40歳代男性2名と、大学院生1名で行った。大学院生については、作業に制約条件を設定して変更してもらった。実験は2人1組で行い、【短期-1】～【短期-5】の合計5回の変更実験を行った(表4)。

5-2. 実験結果の分析

⑦-⑨、及び①-④-⑥という連結した可動収納家具を被験者でも連結を解除することなく、変更可能かどうかを検証のポイントであった。

⑦-⑨の変更では、連結の数が2つであることや、奥行が600mmであることから大きな問題はみられなかった。

①-④-⑥の変更については、【長期-1】におけるインフィル専門業者による作業時間との比較分析を行った。図6によると、「移動」については被験者と専門業者の間で大きな差はみられなかった。しかし、「固定解除」及び「固定」の作業には、被験者による作業の方がより長い作業時間を必要としていた。

6. まとめ

インフィル・ラボにおける可変インフィル変更実験の結果から、以下のことが明らかになった。

入居者の入れ替わりを想定した変更実験から、可動収納家具に設備配管を設置した設備一体型可変インフィルの技術的な課題についての考察を行った。今回の実験では、奥行300

表4 短期実験の概要と所要時間

	変更プラン		被験者	作業の制約条件	変更所要時間 (min)
	変更前	変更後			
【短期-1】	プラン0	→プラン①	大人2名	なし	19.5
【短期-2】	プラン0	→プラン②	大人2名	なし	29.5
【短期-3】	プラン②	→プラン0	大人1名+大学院生	大学院生は大人に指示された作業のみを行うことができる	18.0
【短期-4】	プラン0	→プラン①	大人1名 (+大学院生による補助)	大学院生は大人が1人ではできない作業のみ補助できる	27.0
【短期-5】	①-④-⑥	のみの変更	大人1名 (+大学院生による補助)	大学院生は大人が1人ではできない作業のみ補助できる	21.0

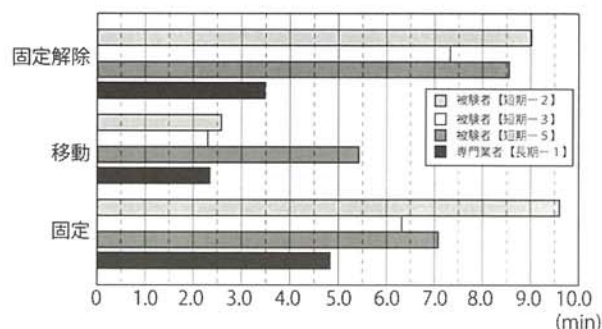


図6 専門家と被験者との比較

mmという薄型の可動収納家具に配管を設置する作業を行ったため、可動収納家具の側面に設備配管を通す作業が困難であることが確認された。

長期実験の結果から、天井まで固定しないことによってスケルトンや固定インフィルの歪みに影響を受けることなく、変更することが可能となることが確認できた。

また短期実験の結果から、被験者はインフィル専門業者には劣るものの、被験者であっても、工具を使用しない範囲での変更が可能であることが確認できた。

参考文献

- (1) 土井脩史、高田光雄、加茂みどり、安枝英俊、篠倉博之、豊田将文、岡本陽平: 実験集合住宅NEXT21「インフィル・ラボ GL ASS Cube」における可変インフィル変更実験 その1・その2、日本建築学会 学術講演梗概集(2009. 8)

1. 概要

NEXT21・2階の「Glass Cube」に設置した可動間仕切り家具一体型輻射式暖房機の温熱環境評価を行った。

2008年8月に竣工した「高齢者の共同居住の家(10年後)」の間取りの1室(Bさんの部屋)を使用して、ダクト空調のみの場合と、輻射式暖房機を併用した場合の温熱環境の違いを、温度分布とPMV(Predicted Mean Vote: 平均予想温冷感申告)値により評価を行なった。

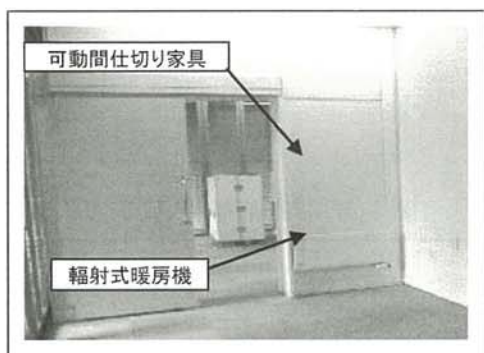


写真1 可動間仕切り家具、輻射式暖房機設置状況

3. 計測ポイント

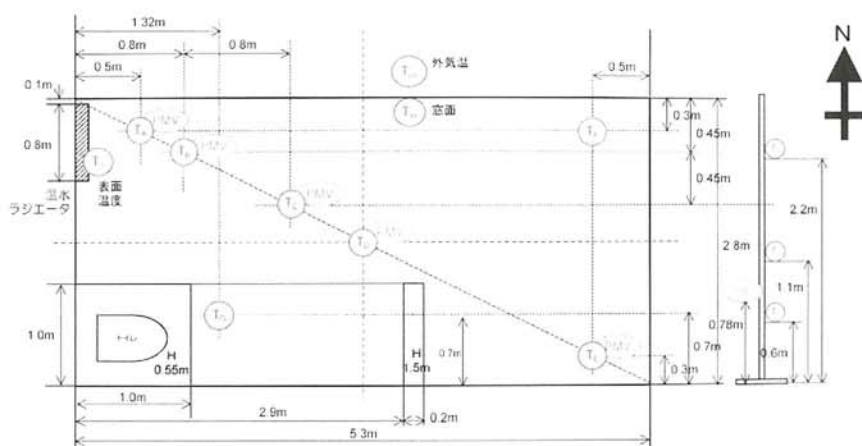


図1 計測室の平面図

①計測ポイント

温度及びPMV値は、下図の通り。温度計測の高さは、天井高さが高いこと、また椅子に座った状態を想定して、床面から0.6m、1.1m、2.2mの3点とした。PMV値は、輻射式暖房機の中心高さとなる高さ0.78mでの計測とした。

③計測機器

PMV (室温、グローブ球温度、 相対湿度、風速)	京都電子工業株式会社製 アメニティメーターAM-101 (表示値を目視により計測)(右図)	
室温	熱電対	
輻射暖房機表面温度	データロガーにより自動計測	
窓面温度 外気温		

2. 計測内容

①温熱・PMV計測

ダクト空調により、室内中央の高さ1100mmのポイントが、16、20、24℃になった時点で、輻射式暖房機がONの場合、OFFの場合の室温分布、輻射暖房機表面温度、窓面温度、外気温及びPMV値を測定。

PMV値以外の温度データは、データロガーにより自動的に計測する。PMV値は、高さ0.78mで、5ヶ所で計測する。この時、表示盤に表示される温度、グローブ球温度、相対湿度、風速、PMV値のデータを目視で読み取る。

②温熱感覚評価

輻射暖房機がOFFにて、室内中央の高さ1100mmのポイントが、16、20、24℃になった時点で3名の室内着を着用した被験者が順に入室し、3つのポイント(TA～B、TC、TD)に設置された椅子に着座し、温熱感の申告を行なう。同様に、輻射暖房機がONの状態、上記と同様の温度条件にて、温熱感の申告を行なう。

②計測手法

PMV値は、1台のPMV計を移動させて目視で表示盤の数値を記録。温度は、熱電対を設置し、データロガーにより、自動計測を行なった。

4. 計測結果の概要

①室温分布

平面図でTA～TEで示される各ポイントの上部[2. 2m]、中央部[1. 1m]、ラジエタ(輻射暖房機)中心高さ[0. 78m]、下部[0. 6m]について、各計測条件での温度分布を示す。

輻射暖房機OFFの時は、平面的な変化は少なく、室温は上下に層をなしている。

しかし、輻射暖房機ONの時は、ラジエタ高さについて、暖房機に近いあたりの温度(TA～TB)が上昇しており、温度で見ても暖房機周辺の温度が改善されていることがわかる。PMV評価においては、この室温変化とともに、グローブ球温度が上昇し、両方の効果で温熱感を改善する。

輻射暖房機OFF

16℃

	A	B	C	D	E
ボール上部	21.4	20.3	20.9	20.9	19.6
ボール中部	16.8	16.8	16.9	17.1	16.7
ラジエタ中心	16.3	16.4	16.5	16.5	16.4
ボール下部	15.8	15.8	16.1	16.9	16.3

20℃

	A	B	C	D	E
ボール上部	22.5	22.2	21.7	22.3	21.2
ボール中部	19.6	19.4	19.1	19.1	19.2
ラジエタ中心	18.3	18.3	18.4	18.5	18.4
ボール下部	18.3	18.2	18.4	18.5	17.9

24℃

	A	B	C	D	E
ボール上部	23.7	23.3	22.7	23.7	22.6
ボール中部	20.9	20.8	20.7	20.6	20.4
ラジエタ中心	19.8	19.6	19.6	19.6	19.5
ボール下部	19.7	19.4	19.4	19.6	19.5

輻射暖房機ON

	A	B	C	D	E
ボール上部	19.4	19.5	19.1	19.2	18.8
ボール中部	19.3	18.6	18.0	18.0	18.3
ラジエタ中心	18.6	18.4	17.9	17.7	17.5
ボール下部	18.6	18.1	17.8	17.8	17.3

	A	B	C	D	E
ボール上部	22.4	22.3	21.5	21.8	21.3
ボール中部	21.5	20.7	20.1	20.1	20.1
ラジエタ中心	20.8	20.1	19.5	19.3	19.2
ボール下部	20.5	19.9	19.4	19.3	18.9

	A	B	C	D	E
ボール上部	24.1	23.8	23.1	23.5	22.7
ボール中部	22.1	21.4	20.7	20.8	20.7
ラジエタ中心	21.5	20.7	20.0	19.8	19.6
ボール下部	20.9	20.3	19.8	19.8	19.4

図2 室温分布

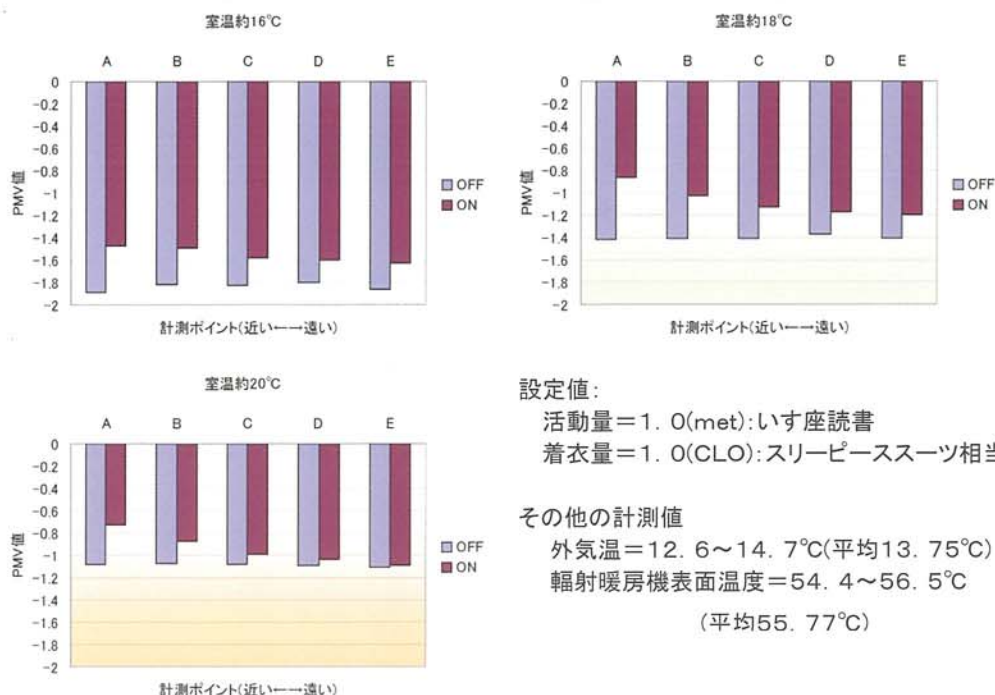
②PMV値計測

室温(室内中央:高さ1100mm)にて、所定の温度になった時点で、輻射式暖房機ONの場合及びOFFの場合のPMV値をそれぞれ計測した。

この時、活動量は、いす座で読書をしている状態に相当する1. 0(met)、また、着衣量は、スリーピースのスーツに相当すると言われる1. 0(clo)に設定している。輻射式暖房機OFFの時は、それぞれの条件において、計測ポイントでの差が少ない。

これは、輻射暖房機がOFFであると、室温が層状になり、水平方向の温度差が小さくなるためである。

しかし、輻射式暖房機をONにすると、輻射式暖房機に近い計測ポイントにおいて、温度があがり、OFFの時に対する差が大きくなっており、輻射式暖房機による快適性の向上の効果がみられる。



設定値:

活動量=1. 0(met):いす座読書

着衣量=1. 0(CLO):スリーピーススーツ相当

その他の計測値

外気温=12. 6～14. 7℃(平均13. 75℃)

輻射暖房機表面温度=54. 4～56. 5℃

(平均55. 77℃)

図3 PMV値計測図(1)

上記の3条件において、輻射式暖房機のON時とOFF時のPMV値の差を取り出すと、以下のグラフになる。近い計測ポイントほど、差が大きいことがわかる。

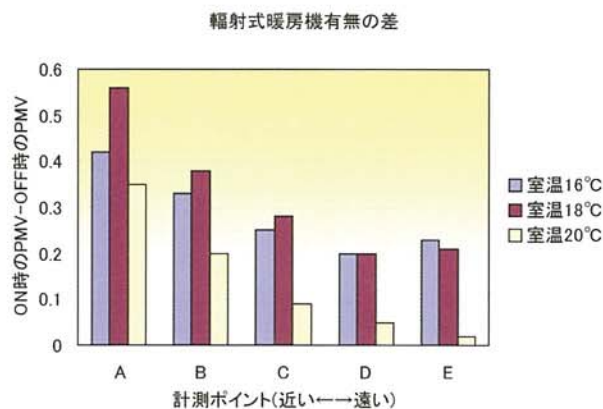


図4 PMV値計測図(1)

③体感評価の結果

次に3名の被験者によって、体感評価を行った。評価は、各ポイントに設置した椅子に輻射暖房機に体の正面を向いた状態で着座し、5段階の主観値で評価を行った。

+2 : 暑い
 +1 : やや暑い
 0 : どちらでもない
 -1 : やや寒い
 -2 : 寒い

輻射式暖房機OFFの時は、計測ポイントによる差はほとんどないが、ONにした時には、輻射暖房機に近づくにつれて、「より暖かい」と感じる傾向がでている。

また、その効果の範囲は、輻射暖房機の近傍に限られているため、局所暖房として機能していることがわかる。

PMV計による計測では、室温20°C時のA点でもPMV=-0.73(予想不満足者率PPD=16%)で、やや寒いという結果であるが、体感評価では、プラス側のやや暖かく感じるとの結果になっている。これは、輻射暖房機の暖かさを顔の皮膚面に感じるためと思われる。

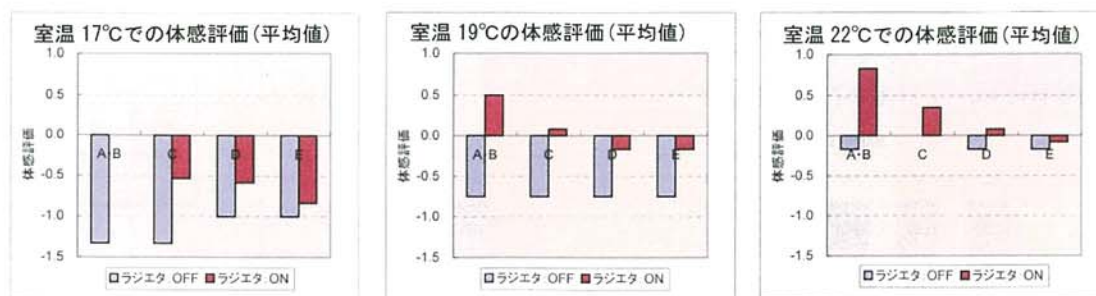


図5 体感評価結果図

5.まとめ

ベース暖房を行っている空間に設置された可動間仕切り家具と一体になった輻射式暖房機の局所暖房の装置としての評価をPMV値を指標にして行った。計測器での客観的評価と被験者による主観的評価を行ったが、いずれの場合も、輻射式暖房機が局所暖房として機能していることが確認できた。

可動間仕切り家具で仕切られた空間だけでなく、大空間においても、全体はベースで暖房しながら、人のいる場所は輻射式暖房機で局所暖房できる可能性がある。

音と光に関する居住環境の検証 —インフィル・ラボ Glass Cubeにおける試み

1. はじめに

本報告では、少子高齢化に対応した多様な住まい方の提案として、実験集合住宅NEXT21「インフィル・ラボGlass Cube」(以下インフィル・ラボと呼ぶ)の住戸に採用した可変インフィル(可動収納家具)について、それにより構成された居室の「生活音環境」と「居室の遮光性」を検証したので報告する。

2. 可変インフィル住戸とその背景

本報告で提案する可変インフィル住戸では、可動収納家具により少子高齢化に対応した多様な住まい方を可能にする。具体的には、戸内の部屋プラン変更を可動収納家具の移動により容易に対応するものである。

少子高齢化が進行し、長寿化が進むことにより、家族のあり方、個人のライフコースなどが大きく変化しつつある。しかしながら、日本の住宅計画はその変化に未だ対応しきれていない。このような背景を踏まえ、インフィル・ラボにおける居住実験を通じ、少子高齢社会に対応した住宅計画について検討・考察を行っている。平成21年には、インフィル・ラボにおいて、「シングルファザーの子育て」「高齢者の共同居住」という2つの家族モデルについて、それぞれに入居時、10年後という合計4つの生活シナリオを設定したうえで、それぞれのシナリオに対応したインフィルの設置・変更実験を行った。

3. 生活音環境の検証方法

図1に生活音環境を検証した住戸の平面図を示す。この住居はインフィル・ラボにて実施した検討モデルで「高齢者共同居住10年目」のシナリオである。対象とした生活音は「室内設置ポータブルトイレ」(図1中☆印)の排水音とした。この排水音が可動収納家具による間仕切りを介して隣室に伝わる音(遮音性能)を調査し、睡眠時影響程度を検証した。また、可動収納家具による間仕切りと外部サッシ(クラディング)の間に生じた隙間処理(図1中○印)による影響も検証した。これらの検証のため、次の項目の測定を行った。

- 1) 可動家具間仕切りの遮音性能(室間音圧レベル差)
- 2) 室内設置ポータブルトイレの排水音
(特定場所音圧レベル差を使った推計)
- 3) 室内の暗騒音(等価音圧レベル60秒)。



図1 検証した住戸の平面図(インフィル・ラボ)

4. 居室の遮光性の検証方法

遮光性の検証住戸は、生活音環境の検証に用いた住戸である。検証対象とした部位は、可動収納家具による間仕切り部分(図1中○数字間仕切り4箇所)とした。隣室の室内照明の遮光状況は、財団法人ベターリビング「優良住宅部品性能試験方法書・内装収納ユニット」2003年6月2日施行遮光性試験BLT SU-01に準じて調査し、睡眠時影響程度を検証した。調査内容は、図2中の「Aの個室とBの個室」及び「Bの個室と共用室」の間仕切りにおいて、隣室の照明を点灯し観察側の居室を消灯した状況での光漏れとした。

5. 生活音環境の検証

5.1 可動家具間仕切りの遮音性能の計測

計測方法)調査時の通常の家具設置状態に加え、可動家具間仕切りと外部側の窓サッシとの間にグラスウール(GW、24kg/m³ アルミフィルム付)を詰めた場合についても測定を行った。また、Bの個室・共用室間のドア(1,2番家具間)が閉じている場合・開いている場合にそれぞれについても測定を行った。さらに、遮音性能測定においては、Bの個室・Aの個室間の家具(7番家具)にグラスウールをつめた場合についても測定を行った。

各居室間において室間音圧レベル差の測定を行った。測定は、JIS A 1417:2000「建築物の空気音遮断性能の測定方法」に準拠した。

測定のダイアグラムを図2に示す。測定方法の概要は以下の通りである。音源室となる部屋に、スピーカを室の隅に向けて設置し、ピンクノイズ(全帯域ノイズ)を発生させた。このとき、音源室・受音室とも室の対角線上の5点で、63Hz～4000Hzの1/1オクターブ毎の等価音圧レベル(測定時間10秒)を測定した。測定装置には、実時間周波数分析機能付きの普通騒音計を用いた。測定点の高さは床から1.2～1.5mとした。また、暗騒音は、室内中央1点において、同様に測定した。

計測結果) 室間音圧レベル差の測定結果を表1に示す。また、図3に室間音圧レベル差の比較を示す。

Bの個室・共用室間については、ドア閉の通常状態においてD-15以下(D数6)と、共同住宅における一般的な居室間仕切り(図3▲印)の性能D-30~35に比べると、遮音性能は低いものであった。また、外部サッシ間にグラスウール詰を行っても、天井が解放状態であることから、ほとんど遮音性能に変化はなかった。また、ドアを開けると、周波数が高くなるにつれ遮音性能は低下し、1000Hz以上で5dBの性能低下が見られた。すなわち、周囲にある程度隙間がある場合でも、家具間仕切りによりドア解放の場合よりは若干の遮音性能が得られると思われる。

一方、Bの個室・Aの個室間は、天井が貼られていることから、通常状態においてD-15以下(D数11)と、Bの個室・共用室間に比べると遮音性能が比較的高い。特に低い周波数において顕著で、125Hz以下で5dBの向上がみられた。外部サッシ間にグラスウール詰を行うと、D-25(D数20)と10dB近い性能向上が見られた。家具周囲に若干の隙間が残る場合でも、グラスウールなどの材料をつめることである程度遮音措置が行える可能性があると言えよう。ただし、一般的な居室間仕切りに比べると10dBほど遮音性能は小さかった。また、棚内グラスウール詰は、効果が見られなかった。

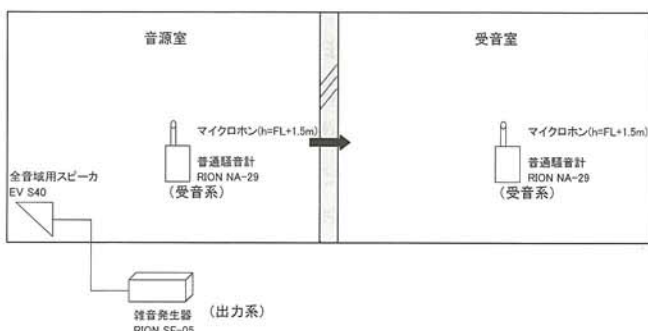


図2 室間音圧レベル差測定用のダイアグラム

表1 室間音圧レベル差測定結果 Bの個室・共用室間

No.	音源室	受信室	測定条件	D等級	D数	オクターブバンド中心周波数 Hz						
						63	125	250	500	1000	2000	4000
1	Bの個室	共用室	通常状態、ドア閉(1.2番家具間)	< D-15	6	11	9	13	11	15	16	17
2	Bの個室	共用室	通常状態、ドア開(1.2番家具間)	< D-15	1	11	5	10	9	10	11	12
3	Bの個室	共用室	ドア閉、可動家具間仕切りと外部窓間にGW詰	< D-15	6	10	7	14	14	15	16	17
4	Bの個室	共用室	ドア開、可動家具間仕切りと外部窓間にGW詰	< D-15	2	10	7	10	10	10	12	12

表2 室間音圧レベル差測定結果 Bの個室・Aの個室間

No.	音源室	受信室	測定条件	D等級	D数	オクターブバンド中心周波数 Hz						
						63	125	250	500	1000	2000	4000
5	Bの個室	Aの個室	通常状態	< D-15	11	15	17	16	12	18	21	22
6	Bの個室	Aの個室	棚内GW詰(7番家具)	< D-15	11	16	16	16	12	17	21	22
7	Bの個室	Aの個室	棚内(7番家具)、可動家具間仕切りと外部窓間にGW詰	D-25	20	17	21	24	25	29	30	31
8	Bの個室	Aの個室	可動家具間仕切りと外部窓間にGW詰	D-25	20	15	20	24	26	29	30	31

5.2 室内設置ポータブルトイレの排水音の計測

計測方法) Bの居室に置かれたポータブルトイレ(図4次ページ)の排水音が、周囲居室においてどれほどの大きさで聞こえるかを調査した。ただし、排水ごとに騒音の変化があることが懸念されたこともあり、下記のように事前に基準音を設定し、推計を行った。したがって、当該ポータブルトイレは現場では動作させなかった。

まず、NEXT21における調査に先だって、ポータブルトイレのメーカー(TOTO)のショールームにおいて、トイレのフラッシュ音を録音し、周波数分析を行った。分析はフラッシュ時の等価音圧レベル(1/1オクターブ、90秒)を求めた。現場調査時には、ポータブルトイレの便器部分に音源スピーカを配置し、ポータブルトイレ上方と各居室測定点との特定場所間音圧レベル差を測定した。上記のフラッシュ音の大きさを基準として、特定場所間音圧レベル差を減ずることで、各居室測定点でのポータブルトイレフラッシュ音を推計した。

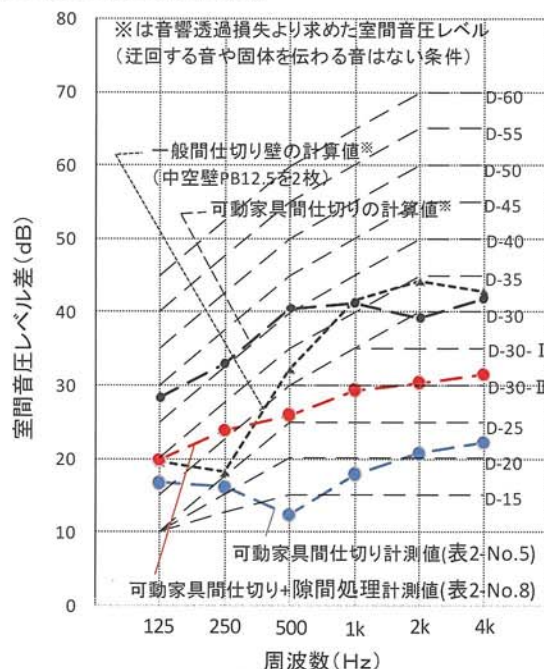


図3 室間音圧レベル差の比較

計測結果)メーカーモデルルームで取得したポータブルトイレの排水音の騒音レベルの時間波形を図5に示す。当該トイレは、通常状態で封水が無い仕様であり、使用の際にはまず便器内に注水が行われる(図5中給水)。その後、行為後に排水を行う(図5中フラッシュ)。排水の際には、便器付属の粉碎機で便を粉碎し、圧出する(ただし、今回の場合は汚物無しの状態である)。排水騒音は、便器内への給水音、粉碎機タンクの弁を排水が通過する際のボコという衝撃性の音、粉碎機動作時のブーンという定常的な音の混ざったものになる。排水全体(90秒)の等価騒音レベルは54dBAであった。最大値は70dBAであり、等価騒音レベルとの差は16dBほどある。

次に、NEXT21におけるポータブルトイレの排水音の推計結果を表3に示す。排水時90秒の等価音圧レベルを求めた。

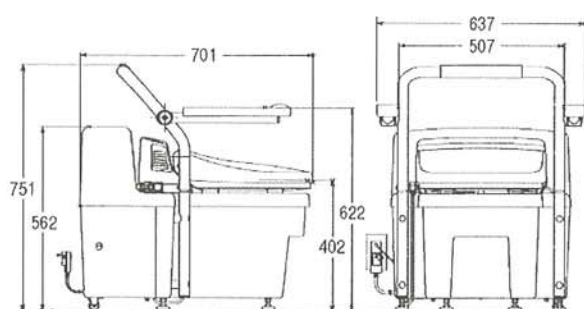


図4 洗水ポータブルトイレ

表3 ポータブルトイレの排水音推計結果

No.	受音点	測定条件	オクターブバンド中心周波数 Hz							
			63	125	250	500	1k	2k	4k	dBA
1	便器上75cm	フラッシュ音(汚物無し)	55	51	50	53	48	42	41	54
2	Bの居室	ドア閉+周囲現状	51	51	43	46	40	33	30	46
3		ドア閉+周囲GW詰	49	52	45	47	42	32	28	47
4	共用室	ドア閉+周囲現状	39	40	30	34	26	17	13	33
5		ドア閉+周囲現状	40	40	33	37	28	21	18	36
6		ドア閉+周囲GW詰	36	39	30	34	26	16	11	33
7		ドア閉+周囲GW詰	38	43	35	38	29	20	16	37
8	Aの個室	ドア閉+周囲現状	35	31	31	31	21	13	11	30
9		ドア閉+周囲GW詰	37	31	21	24	13	5	2	23

(等価音圧レベル 90 秒)

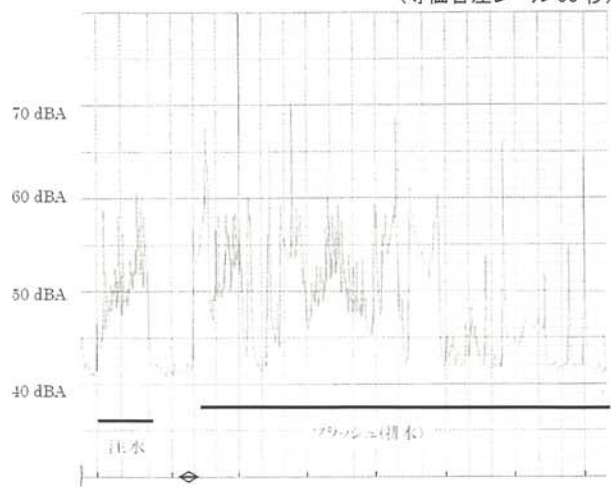


図5 ポータブルトイレ騒音レベル時間波形
(便器上75cm 時定数FAST)

音源室(Bの居室)では46~47dBの騒音が発生すると推計された。共用室ではドア閉で33dB(A)、ドア開放で36dB(A)であった。ドアを閉めることで3dBの遮音が得られている。Aの居室では現状状態で30dB(A)、周囲グラスウール詰を行った場合、23dB(A)であった。次章の暗騒音の測定結果から推測すると、空調停止の状態では、給水音などの定常的な音はかすかに、衝撃性の音は小さく聞こえる大きさであると考えられる。

WHOの推奨では、良い睡眠のためには定常騒音は30dBAを超えるべきではなく、単発の騒音は45dBAを超えるべきではないとされている。このことから逆算すると、最大値が45dBA以下とするには、等価騒音レベル30dBA以下となればよいと思われる。Aの居室では、周囲を処理すれば、この基準をクリアする。(または、機器の改良により衝撃性の音を小さくする)。ただし、これは睡眠時の基準であるので、机などで作業時にどれくらい気になるかは、個人差も大きく、不明である。

5.3 室内の暗騒音

計測方法)現状の家具設置状態において、空調を停止させた場合、及び空調を動作させた場合について測定を行った。

各居室の中央において、63Hz~4000Hzの1/1オクターブ毎の等価音圧レベルを測定した。室内の空調を切った場合および空調(暖房)を動作させた場合の2条件について測定を行った。測定は各2回づつ行い、騒音レベルが小さいほうの値を採用した。測定時刻は14時の時間帯である。

計測結果)各室での暗騒音を測定結果、空調停止で30~33dBA、空調を動作させると天井の無いBの居室および共用室で43~45dBA、天井のあるAの居室では若干小さく37dBAであった。

5.4 生活音環境の考察

- ① Aの個室と共用室の間は、天井部分が開放であることから、遮音性能は比較的低いものであった。ドアの開閉による遮音性能の差はたかだか5dB程度と、通常の室内建具にくらべ小さいものであった。天井開放の影響と思われる。
- ② Aの個室とBの個室の間は、天井が施工されていることから、共用室の間に比べ遮音性能は高かった。
- ③ 周囲および天井部分が開放になっていることによる遮音性能の低下は大きく、天井を設け、隙間をグラスウール詰めすることにより、15dBもの遮音性能の向上が得られる。ただし、一般的な居室間仕切りに比べると10dBほど遮音性能は小さい。
- ④ ポータブルトイレの排水音は、家具周囲に隙間のある状態だと、最大値が45dBAを超え、睡眠に対しては若干影響する可能性がある。
- ⑤ 暗騒音は空調停止時で30dBA程度と住宅としては一般的なものである。空調を動作させると40dBAをこえる。

6. 居室の遮光性の検証

6.1 検証結果

設定光環境Ⅰ及びⅡの可動家具間仕切りの観察の結果、以下の3点の光漏れが確認された。

- (1) 図1①の引戸回りに光漏れが観察された(写真1～4)。
- (2) 図1①の可動家具1にて扉を開けたところ、設備接続部から光漏れが観察された(写真5)。
- (3) 図1②の可動家具7にて壁との隙間下で光漏れが観察された(写真6)。

6.1 遮光性の考察

今回の遮光性試験により光漏れが確認された部位について、空間の遮断性上の考察を行う。

試験結果の(2)については、家具の扉を開けた状態で観察され、反対側の家具裏面の部屋を暗くした場合の観測では光漏れが観察されていないことから、空間の遮断性については大きく損なわれていないと言える。

試験結果の(3)については、可動家具下部の台車部分まで緩衝材がなかったことが原因であった。移動家具設置時に緩衝材が損傷・脱落する可能性もあり要確認事項に挙げられるとは思われるが、試験中の光漏れは注意深く観察して判別可能な程度であり、空間の遮断性については大きく損なわれているとは言えないと判断する。

試験結果の(1)については、今回観察された光漏れの中で最も大きいものだった。高い空間の遮断性が求められる場合には、引戸とその受け部分に何らかの対策を講じるかドア式扉に変更する等の措置が求められる。

謝辞

本実験結果は、京都大学、東急建設(株)、(株)イトーキ、大阪ガス(株)との共同研究の成果である。共同研究にご協力いただいた皆様に感謝致します。

参考文献

- (1) 加茂みどり・高田光雄・安枝英俊・土井脩史；少子高齢社会における住宅計画の検討課題の抽出 少子高齢社会に対応した住宅計画に関する研究 その1, 建築学会大会梗概集2008年, E-2分冊, p.53
- (2) 安枝英俊・高田光雄・加茂みどり・土井脩史；サービスに対応した居住空間の空間構造の組み換え可能性 少子高齢社会に対応した住宅計画に関する研究 その2, 建築学会大会梗概集2008年, E-2分冊, p.55
- (3) 土井脩史・高田光雄・安枝英俊・加茂みどり・植野修一・内田健一朗・篠倉博之；実験集合住宅NEXT21「インフィル・ラボGlass Cube」におけるインフィルの設置・変更実験 少子高齢社会に対応した住宅計画に関する研究 その3, 建築学会大会梗概集2008年, E-2分冊, p.57



写真1 引戸開共用室より



写真2 引戸開共用室より



写真3 引戸上右閉共用室より



写真4 引戸上左閉共用室より



写真5 家具2最下部扉内温水管引出口



写真6 壁-家具隙間下部

※目視でかろうじてわかる程度微弱で写真は不鮮明

301 住戸「ファクター4の家」

1. はじめに(研究の背景・目的・方法)

地球温暖化問題の解決に向け、各種対策が実施されているものの、民生部門特に家庭部門の CO₂ 排出量の増加は非常に大きく、さらなる対策が強く求められている。

本研究は、集合住宅において、豊かな生活を送りながら大幅な省エネの実現可能性を追求するため、大阪ガス実験集合住宅 NEXT21 における 301 住戸を実験の場とし、2007 年度から 5 年間行なった NEXT21 第 3 フェーズの居住実験である。目標水準は、一次エネルギー消費量を基準値 100 に対して 25(1/4)まで削減することとした。すまいの豊かさを 2 倍にし、環境負荷(エネルギー消費量)を 1/2 にして、環境効率(すまいの豊かさ/エネルギー消費量)を 1/4 にする「ファクター4」になぞらえ、「ファクター4の家」とした。

あらかじめ実現可能な対策を列举し、目標水準を実現するための熱負荷シミュレーションおよび省エネ化の見通しをもとに必要な対策を検討し実施した。

なお達成度の評価は一次エネルギー換算で行い、在来型エネルギー(商用電力、都市ガス)消費量から再生可能エネルギー獲得量を差し引いた。

2. 省エネ効果の予測シミュレーション

目標の達成手段は、①建築物の改修、②高効率機器・設備の導入、③再生可能エネルギーの活用、④省エネ型ライフスタイルの実践とした。

まず、基準となるエネルギー消費量については、NEXT21 の第 1 および第 2 フェーズの 301 住戸の実績、大阪地区の住宅の実績、および熱環境シミュレーションソフトでのシミュレーション結果を基に、専用床面積(150m²)および居住人数(4 名)に補正した数値を用いた。この数値は、第 3 フェーズの居住者が NEXT21 に移る直前に住んでいた戸建住宅(床面積 80m²)の一次エネルギー消費量のほぼ 2 倍に当たる。すなわち豊かさが 2 倍の住居を基準値としたことになる。シミュレーションの結果、この基準レベルを 100 とし、①から④の対策により、22 まで削減可能ということが分かり、目標を 25 とした。(図 1)

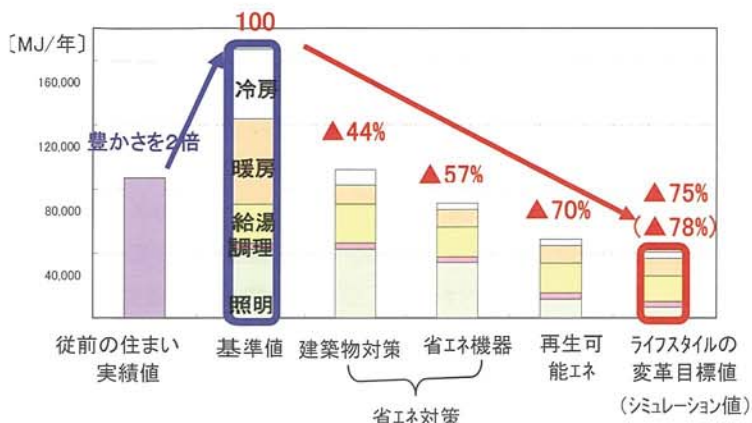


図1 一次エネルギー消費量削減のイメージ

3. 建築物対策(暖冷房負荷の低減)

建築として消費エネルギーの削減に寄与するのは、暖冷房負荷の低減効果である。改修前は、集合住宅でありながら戸建て並みの冷暖房負荷があった。

暖房・冷房時の省エネルギーに有効な手段として以下を実施した。(図 2 の①～⑩)

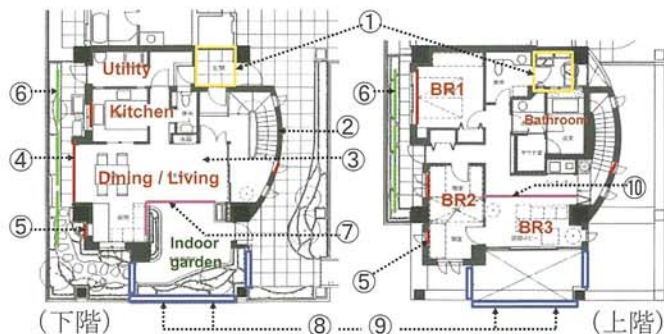


図2 ファクター4の家 建築物対策(下階-上階)

(1)外壁延長の短縮化:玄関ポーチおよびサービスバルコニーを屋内化することで、平面上の凹凸を減らし熱ロスを削減する(①)。

(2)断熱強化:外壁、施設に接する床、開口部など外周の断熱性能を高める。床下空隙(190mm)(②)および外壁の空隙(140mm)(③)にセルローズファイバーを充填した。主な窓に内部サッシを追加し 3 重ガラス化(④)を実施した。小窓の一部を断熱パネル(50mm)で冬季は閉鎖した(⑤)。

(3)遮光・遮熱対策:夏期の冷房負荷を抑えるため、西側バルコニー(外部)にベネシアンブラインドを設け(⑥)、緑化による遮熱性能も維持する。

(4)付設温室:夏冬ともに環境調整装置として付設温室を設置した。下階のリビング空間の南側を建具で区画し(⑦)、付設温室「インドアガーデン」に転換し緩衝空間とした。暖冷房区画外とすることを含め、負荷を削減する。ガラス面外側に遮光スクリーン(⑧)、上下に半自動換気窓(スウィンドウ)を設けた(⑨)。

冬の晴れた日中は建具とスクリーンを開放し太陽熱を取り込み、天井扇で取り込んだ熱を内部空間に導く。夜は内部建具を閉め、熱ロスを防ぐ。夏の日中には、スクリーンおよび内部建具を閉め、外気温に応じて通風を確保し熱の侵入を防ぐ。遮光スクリーンと換気窓の開閉は、自動でも手動でも可能である。

(5)緑化等:301 住戸は当初から緑化が大きなテーマで、住戸内外に設けられた植込に特徴づけられていた。インドアガーデンとして屋内の緑を存置するとともに、西側バルコニーでは金属製トレリスを活用した緑化等により、温度・日射の緩和を図る。

(6)その他:この住戸は 150 m²の面積に個室は 2 しかなく、従前

の居住の際も部屋数の少なさに不満があった。上階「談話ラウンジ」を引戸で仕切ることにより、個室数を3に増やす(⑩)。その他、設備の簡素化、階段室の冷暖房区画の明確化等を行った。

4. 高効率機器・設備の導入

301住戸の冷暖房設備システムは、従来の住棟セントラル方式から住戸専用に変更することを前提とし、省エネ性を優先し最適システムを検討した。

(1)給湯・熱電併給：太陽エネルギー利用および燃料電池による電気と熱の獲得(コージェネレーション)の2システムを並存させ、省エネ性や使い勝手等を比較検証することとした。

①ガス給湯暖房機：潜熱回収型の「エコジョーズ」を導入した。後述するSOFCの排熱又は太陽熱温水の再加熱に用いる。省エネには、再加熱しない直接利用が有効で、居住者の判断で切り替える。

②固体酸化物形燃料電池(SOFC)：実験室レベルでの発電効率は定格運転で45%(LHV)に達し、熱利用の比率が小さい。集合住宅における実生活での実験を兼ね、排熱を給湯に活用する。

(2)暖房：①ガス温水床暖房：床暖房の熱効率は比較的低い。しかし柔らかな輻射、高い体感温度、理想的な温度分布など快適性・健康性に優れており、下階に温水床暖房を導入することとした。

②電気エアコン：上階は無暖房でもかなり暖かく、下階が暖房された状態での暖房負荷は極めて小さい。上階の暖房には、下記電気エアコン1台で十分と判断した。

(3)冷房：従前の住棟セントラル方式の冷水VAV空調をやめ、高性能な家庭用の電気エアコンを採用した。断熱・遮熱措置を施すことで、上下階1台ずつのエアコンで快適室温に保つ。

(4)調理：調理の省エネは実生活においてなされることが多い。特に、電熱家電の利用(保温機能を含む)を避けることが有効である。今回の改修で行ったのは、高効率ガスコンロへの取り替えのみである。

(5)照明・動力：照明等の電力消費を削減するため、既設の白熱電球を電球型の蛍光灯に置き換えた。また必要以上の照度があると見られる場合は、蛍光管の一部を減らすなど過剰な照明器具を排除した。

(6)換気：上下各階に熱回収型の換気システムを採用し、換気経路には既設のVAV空調用ダクトを転用する。常時小風量換気は、節電のため運転方法は弾力的に運用する。台所・浴室等は局所換気とする。

(7)その他の省電力：待機電力の削減は、少ない費用で大きな効果の期待できる方策である。待機電力の大きな器具にスイッチ付きタップを準備した。

5. 再生可能エネルギーの活用

(1)太陽光発電：NEXT21には屋上の7.5kW容量のPVモジュールが設置済みで、2.5kW分を301住戸に専用接続する。余剰電力は、NEXT21の共用配線に逆潮流され棟内で利用される。

(2)太陽熱給湯：給湯における太陽熱利用は、今後とも有効な手段であるが、集合住宅での設置方法が課題である。ファサードに集熱装置を設置するため、強制循環式を採用した。

6. 4つのステップでライフスタイルを変革

居住実験は大阪ガスの社員家族(社員夫婦と子2人の4人家族)の協力の下で進め、初年度(2007年度)は従前通りの普通の生活を行い、2年目以降、以下のステップでライフスタイルの変革に取り組んだ。

(1)STEP1:具体的な「省エネ行動」の実践

家庭での具体的な「省エネ行動」14項目を提示し、実践を勧めた。

- ①冷暖房器は不要なつけっぱなしをしない
- ②人のいない部屋の照明は、こまめな消灯を心がける
- ③テレビをつけたまま、他の用事をしない
- ④冷蔵庫の庫内は、季節にあわせて温度調整をし、またものを詰め込みすぎない
- ⑤冷蔵庫の開閉を少なくし、開けている時間を短くする
- ⑥洗濯する時は、まとめて洗う
- ⑦お風呂は家族で間隔をおかず入るようにし、追い炊きをしない
- ⑧シャワーはお湯を出しっぱなしにしない
- ⑨電気機器は使わない時はコンセントからプラグを抜き、またはタップ式コンセントを使い、待機電力を少なくする
- ⑩電気、ガス機器等を購入する時は省エネタイプを購入する
- ⑪給湯器、エアコン、太陽電池のリモコンの温度や発電量を良く見る
- ⑫暖房期間の入浴時には、シャワーカーテンで広い風呂場の空間を仕切る
- ⑬電気ポットで湯を沸かしたり、保温をしない(ガスで湯沸し、魔法瓶で保温)
- ⑭炊飯後、電気ジャーで保温しない

(2)STEP2:「エコライフスタイル」の体感

CEL 研究員(現顧問)が、エコ住宅に改修した自宅で、エコライフを実践し、環境と調和し、「持続可能な住まい・生活」のあるべき姿と実現策を探索しているところを実際を目で確かめ、体感するための見学を実施した。このエコ住宅では、①戸外生活を楽しむ、②消費しない爽やかさを楽しむ、③自然のリズムでの生活、④季節に応じた生活、⑤火・炎の復権生活、⑥筋肉を活かす生活、⑦手間をかける生活、⑧家族の協力がある生活、等の様々なエコライフスタイルを実践している。建築物対策、高効率機器の導入、太陽光・熱およびバイオマスの再生可能エネ

ルギーの活用と上記エコライフスタイルにより、一次エネルギー消費は一般家庭の1/3まで削減できている。このようなライフスタイルとその実践による成果を体感することは、省エネ意識の向上に非常に効果的であった。

(3)STEP3:電気機器の消費電力調査と節電アドバイス

家庭で最もエネルギーを消費しているのは電気機器であり、その省エネのため、全ての電気機器について、消費電力および待機電力を実測し、年間電力消費量を推定した。使用状態によって以下の3つに分類し計測を行い、年間消費電力量を推定した。

①常時使用機器(冷蔵庫、温水洗浄便座等)

- ・一定期間消費電力を連続実測し、推定

②使用回数が把握できる機器(食器洗浄機、衣類乾燥機等)

- ・[1回の運転で消費する電力を実測]×[回数]
で年間消費量を推定

③その他機器

- ・[消費電力実測]×[利用時間]で推定

この結果、夏季のエアコンの消費電力は、全電力使用量の約45%も占めている。エアコンの次に大きいのが冷蔵庫である。パソコン、照明、テレビ、電気ケトルと続く。(図3)

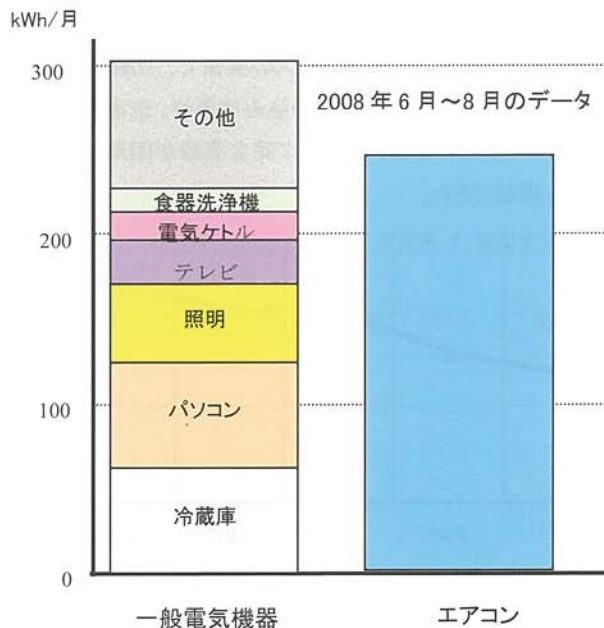


図3 電気機器の電力使用調査結果

(4)STEP4:ヒアリングの実施と省エネアドバイス

四半期ごとにヒアリングを実施した。家族全員の一日の生活パターン、調理・給湯の利用・入浴状況、冷暖房および電気機器の使用状況、住居の温熱環境、省エネ行動の実施状況等について、確認した。また、図4に示すように、用途別月別のエネルギー消費量実績を提示し(エネルギーの見える化)、省エネ行動の効果を確認した。

このヒアリングを重ねるにつれ、省エネ行動の実践度は、年々向上した。図5は、初年度から最終年度の省エネ行動の実

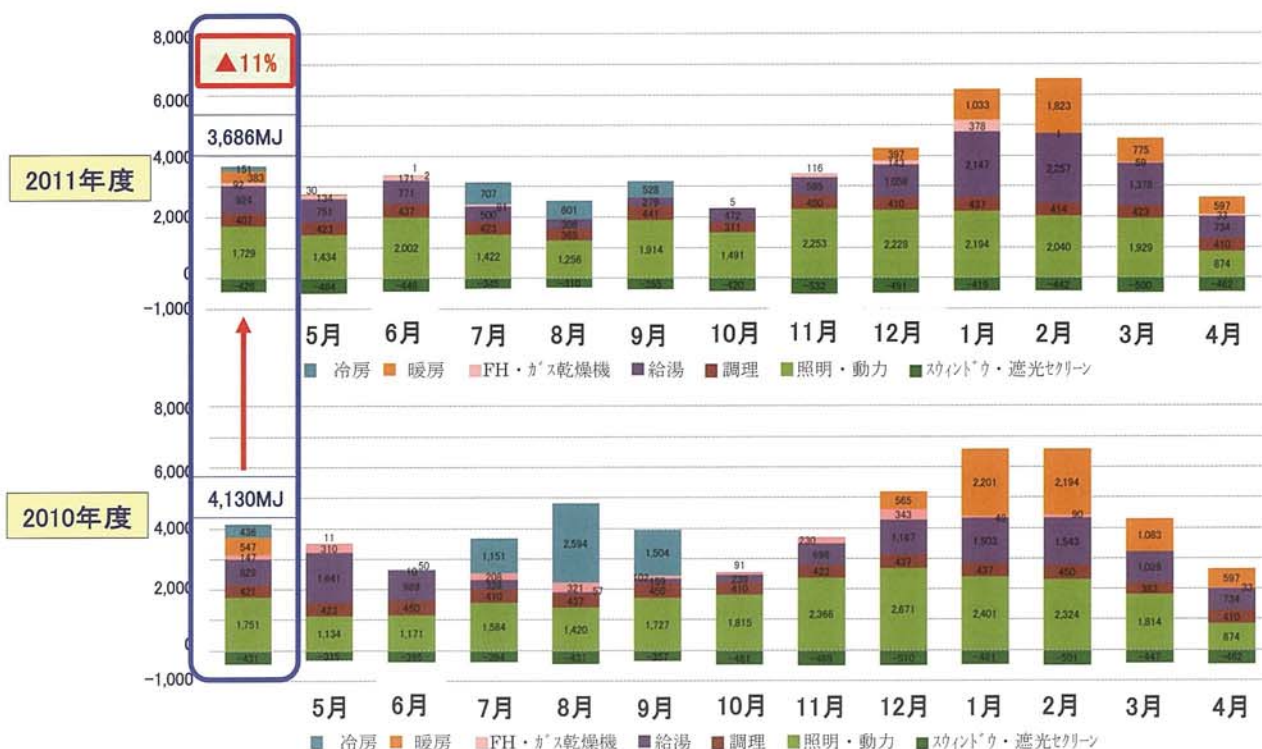


図4 一次エネルギー消費量実績の見える化

実践度の推移を示したもので、各行動について、その実践度を 5 段階評価し(完全実践は 5、全くできていないのは 1)、14 行動の平均値をプロットした。設置スペースの関係で、冷蔵庫や洗濯機の容量が不足し、冷蔵庫の詰め込みすぎや、洗濯のまとめ洗いが出来ていないなど、物理的に完全実践が困難なものを除いては、実践できた。

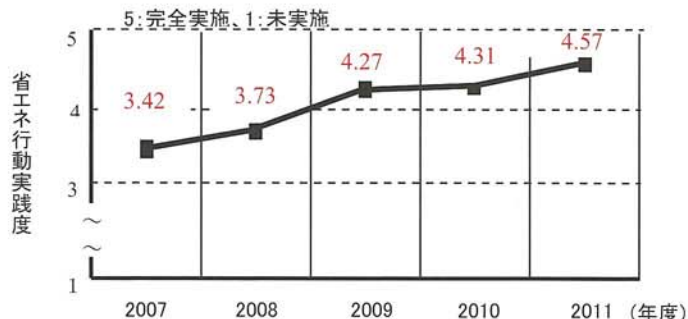


図5 省エネ行動の実践度の推移

7. 一次エネルギー消費量の削減実績

用途別の一次エネルギー消費量の削減状況を以下に示す。

(1)給湯

給湯は、家庭用固体酸化燃料電池(SOFC)、太陽熱温水器および潜熱回収型給湯暖房器「エコジョーズ」の併用とした。SOFCの排熱利用を優先し、次に太陽熱温水器のお湯を使い、潜熱回収型給湯暖房器は両者の不足時の補完的使用とした。最終年度である2011年度の給湯エネルギーは、11,248MJ/年となった。これは、基準値比▲53%、初年度比▲11%となる。

(2)暖房

暖冷房については、基準値は全館24時間空調としていた。ところが、実際は、平日の昼間は全員が不在のため、在宅時のみの暖冷房とした。暖房機器として、「ガス温水式床暖房」、「ガスファンヒーター」および「高効率型電気エアコン」の3つを設置した。一次エネルギー消費量削減の観点からは、「電気エアコン」を主暖房とした暖房方法が良いという結果であった。ただし、温風が頭上から吹いてくることの不快感の問題があり、快適性を重視すると、立ち上がりは「ガスファンヒーター」を使用し、ある程度室温が上がれば、「ガス温水式床暖房」に切り替える方法が良いと判断される。2011年度は、暖か下着着用等による体感温度の調節の結果、暖房エネルギーは、5,778MJ/年となった。これは、基準値比▲89%、初年度比▲47%となる。

(3)冷房

冷房は、電気エアコンを使用した。2011年度は、扇風機を3台購入し、就寝時の冷房をタイマーでオフにし、扇風機を使用することにより電気エアコンの稼働時間を大きく削減した。

その結果、冷房エネルギーは最終的に、大幅に削減され、1,837MJ/年となった。これは、基準値比▲96%、初年度比▲48%となる。

(4)調理

調理用の都市ガス消費量は、暖房をしない時期の実測値を通年の消費量と見なした。約9m³/月の消費量であり、4人家族の都市ガス使用量としては、標準的な値であるといえる。

(5)照明・動力

2007年度の照明・動力の一次エネルギーは試算値を大きく上回っていたため、2008年度に、旧式の2台の冷蔵庫を省エネタイプに買い替え、天井埋め込み照明器具を高効率インバータ照明に取替え、さらに2階廊下ダウンライトを人感センサー付きに取替えた。また、居住者に電気機器調査の結果を提示しながら節電アドバイスを行った。2011年度は、21,037MJ/年となった。これは、基準値比▲50%、初年度比▲36%となる。

(6)一次エネルギー消費量の削減

2007年度から開始した省エネ居住実験は、最終年度である2011年度は、図6に示すように、基準値26.8%となり、目標の25%をほぼ達成した。

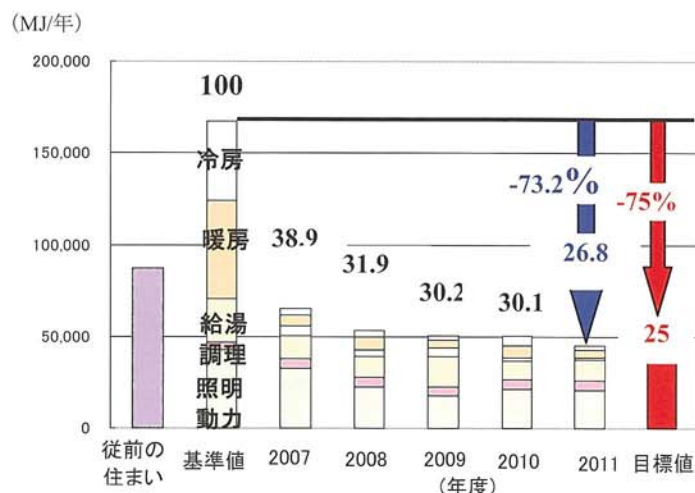


図6 一次エネルギー消費量の削減の推移

8. まとめ

5年間の省エネ実践研究の結果、各種対策により一次エネルギー消費量の大幅な削減が可能となり、これからの住まいとライフスタイルのあり方の可能性について実証できた。

削減対策としては、建築物対策の削減効果が最も大きい、省エネ機器・設備の導入、再生可能エネルギーの活用も必要であり、さらに、「生活者のライフスタイルの変革」も非常に重要となる。

今後、生活者のライフスタイルの変革を進めるためには、今回の実験で行ったような具体的な省エネ行動の提示、継続的なアドバイスとフォローを行うステップを組み込んだ仕組み・制度の確立と定着が有効と考えられる。

地域コミュニケーションデザインの試み

1. はじめに

NEXT21が立地する大阪の都心部・上町台地界隈は、大阪における都心居住の適地として注目を集めるエリアである。大阪城や難波宮や四天王寺など大阪を代表する歴史資源はもちろんのこと、多くの学校や医療施設、歴史ある神社・寺院が立ち並び、また長屋の再生に取り組むまちや、多文化の息づくまちコリアタウンなど、多彩な地域資源の集積がある。こうした地域資源に根差し、市民発意の特徴的なまちづくり活動の数々も誕生している。

一方で、高齢化や世帯の小規模化、マンション居住者の急増などを背景にした、地域や居住をめぐる課題も浮かび上がってきている。そこで、NEXT21第3フェーズから取り組み始めたのが、U-CoRoプロジェクト「地域コミュニケーションデザイン実験」である。地域における空間資源としてのNEXT21の一角に、地域とのインターフェイスとなる展示空間を設け、地域資源との関わりを伝える情報を収集・加工・発信しながら、人と人、人と地域のつながりをデザインする社会実験として取り組んだものである。

2007年から5年間にわたった取り組みの概要と波及効果等について簡単に報告する。

2. U-CoRoプロジェクトの狙い

U-CoRoプロジェクトは、NEXT21の1階の小スペース(図1)を、「上町台地コミュニケーション・ルーム(U-CoRo=ゆーこーろ)」と称して、そのガラスウォール(ウィンドウ)を活用し(写真1)、地域資源との関わりを伝えるテーマ展示を中心として、展示概要を収録した小冊子(『U-CoRo独案内』)の発行や展示テーマに関連するイベントの開催等のアクティビティを連動させた情報発信の取り組みである。

一連のプロセスは、地域で活動する多様な主体や資源間の新たな関係づくりを媒介し、ネットワークを補完・拡張することを



写真1 NEXT21/U-CoRoの眺め(北側街路から)

第一の狙いとしている。同時に地域の居住者から専門家まで、さまざまな主体がU-CoRoのプログラムに関わり、情報に接することによって、地域への新たな関心や愛着を育み、活動への参加を誘発していくことを意図している。

テーマの柱は「地域文化の再発見」「多世代・多文化の共生」「減災文化の創造」「自然・環境の再生」とし(図2)、地域の方々をはじめ、NPOや行政、博物館や図書館、学校や大学等の協力を得ながら(図3)、大阪ガス(株)エネルギー・文化研究所(以下、CEL)が主催する、U-CoRoプロジェクト・ワーキング⁽¹⁾が企画・制作を担っている。



図2 U-CoRoでのウィンドウ展示やイベントの柱となるテーマ

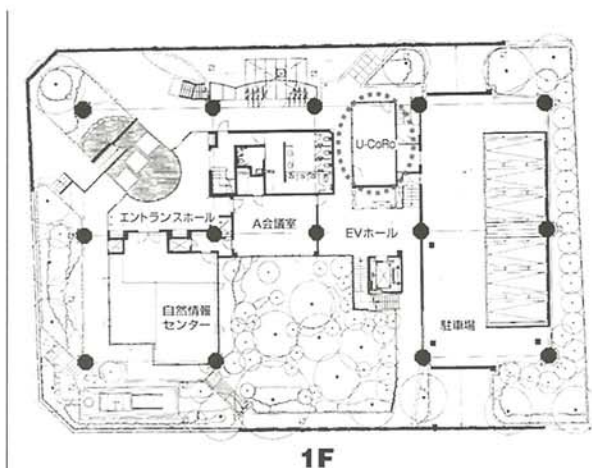


図1 NEXT21内のU-CoRoの位置(1階北側)



図3 U-CoRoプロジェクトがネットワークするさまざまな主体

3. 始動期のプログラムの概要

ウィンドウ展示の履歴(図4)に沿いながら、まず始動期にあたる第1回～第4回の展示プログラムを簡単に紹介する。

第1回(2007年2月～4月)は、第3フェーズ居住実験に参加する入居者や見学者、いわば新住民が上町台地の生活文化にアクセスし、地域への愛着を醸成する入口となるテーマ設定を重視した。「上町台地まつり絵巻」の展示を行い(写真2、図5)、関連イベントとして「“上町台地のまつりを紐解く”スペシャルトークと交流のタベ」を開催(写真3)。「まつり」を介して、新旧の住民、まちづくりの担い手が出会う機会とした。

続く第2回(2007年5月～8月)では、まちと暮らしの移り変わりのなかで、子どもたちを育む上町台地の姿を見つめる「上町台地 子どもと遊び いま・むかし」を展示、関連イベントとして「夏の終わりに振り返る 子ども、うえまち、いま・むかし」を開催。まちに暮らす当事者の語りを通して、まちの記憶や経験を掘り起こし分かち合う機会とした。

第3回(2007年9月～2008年1月)は、上町台地の外にある力を導入して、減災へのアプローチを試みた。大阪大学コミュニケーションデザイン・センターを共催者とし、「『いのちをまもる智慧』⁽²⁾を伝える 減災に挑む30の風景と上町台地災害史」を展示、関連イベントとして「減災Cafe in 上町台地 ストーリーブック『いのちをまもる智慧 減災に挑む30の風景』を語る」を開催。外部の減災の専門家と地域のまちづくりのキーパーソンをつなぎ、新たな動きを生みだしていく機会とした。

第4回(2008年1月～5月)では、NEXT21の1階に入居する日本野鳥の会大阪支部を共催者として、「緑と鳥の回廊、上町台地」の展示と、関連イベント「鳥の目線でNEXT21とご近所の緑をめぐる お散歩&屋上トーク」を開催。上町台地の緑の帯に連なる、NEXT21の緑地と都市における生態系を見つめ直す機会とした。

※中の展示は期間を若干延長しました



図4 ウィンドウ展示の履歴(2007年2月～2012年3月)

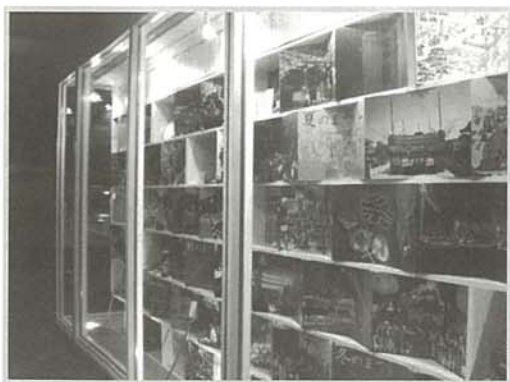


写真2 U-CoRoウィンドウ・エキジビション01
「上町台地まつり絵巻」展示風景



図5 『U-CoRo独案内vol.01 上町台地まつり絵巻』に、
まつり暦やまつりマップを収録。「独案内」とは、まちや物事に
不案内な人を助ける携帯便利な冊子のこと



写真3 「上町台地のまつりを紐解く」スペシャル・トークと
交流のタベ」レクチャー風景(NEXT21ホールにて)

4. 始動期のプログラムの評価

地域資源の情報収集プロセスに着目したU-CoRoプロジェクトの始動から約1年の評価を、CELと京都大学大学院工学研究科居住空間学講座(以下、京大高田・神吉研究室)の共同研究として行った⁽³⁾。情報提供の主体(協力者)として展示やイベント等に関わりを持った方々へのヒアリング調査と、NEXT21入居者へのアンケート調査を実施している⁽⁴⁾。

ヒアリング調査では、協力者がU-CoRoプロジェクトに関わることで、新たな地域資源との関わり方への気づきや、自身の活動を新たな対象に伝える機会など、それぞれの活動の拡大と質を高める可能性を見出している例が複数見られた。とりわけ、これまで接点を設けにくかった、地域で長く暮らしを営み地縁型

の組織に属する居住者と、新たなまちづくり活動をリードする活動者を結ぶ回路の形成の可能性がうかがえた点はプラスの効果の一つといえる。一方、両者のどちらにも属さない新住民層の参加の仕掛けについては、今後の課題となった。

始動期には主として情報の受け手としてU-CoRoを最も身近に眺めていたのが、新住民層でもあるNEXT21入居者である。アンケート調査では、少数ではあるが展示を介して得た情報を活用し、地域のまつりや公園等の散策に出かけた例がいくつか見られた。また、展示で得た情報による意識の変化について、入居の理由で「この地域に住みたかった」を選択していない入居者が、上町台地境界の歴史や地域資源に気づき関心を持つようになったと回答している例が見られた。さらに、これまで地域活動に関心がなく参加していない居住者2名が、当初関心がなかったU-CoRoプロジェクトに関心を持ち始めたと回答した例もあった。発信した情報の内容がある程度の影響を及ぼしていることは確認できるものの、参加のインターフェイスが限定されていることもあり、情報提供の受け手から主体への転化や、ネットワークの拡張につながる動きには簡単にはつながりにくい様子をうかがうことができた。

5. 展開期から発展的継承期へのプログラムと波及

U-CoRoプロジェクトの始動から約1年の評価をふまえて、二年目のプログラムには新たな仕掛けを組み込むこととした。一つはプロジェクトの背景やプロセスを可視化することによって関心を喚起するツールづくり、もう一つは能動的な関与の幅を広げる参加のインターフェイスとコミュニケーション手法の多様化である。

第5回(2009年5月～9月)では、世代や属性を超えた参加を誘発するテーマとして「上町台地となにわ伝統野菜物語」を設定し、展示と並行して玉造稲荷神社・玉造黒門越瓜(たまつくりくろもんしろり)出隊の協力を得て、NEXT21入居者自治会をはじめ上町台地境界の複数の学校や幼稚園、寺社や商店等の任意参加による玉造黒門越瓜の栽培プロジェクトを展開した。NEXT21の屋上には入居者自治会の発意で菜園が誕生し、野菜づくりを通じた入居者のコミュニケーションが活発に行われていった。一連の動向をビジュアルな壁新聞型のニュースレターにまとめて発信するとともに、収穫時期に栽培報告イベント「夏のなにわ伝統野菜物語 越瓜トークとツルつなぎレポート」を開催し、参加者による経験の共有とネットワークの可視化に取り組んだ(図6)。

さらに、その成果を翌年夏の第8回(2009年5月～9月)で「上町台地 玉造黒門越瓜栽培「ツルつなぎ」プロジェクト」として展示し、あわせて同栽培プロジェクトの栽培ポイントをさらに増やし地域の福祉拠点などにも広げていった(図7)。その後も栽培の輪が徐々に広がり、交流をかねて越瓜料理を持ち寄る収穫祭も例年行われ、上町台地を越えたつながりも見られる。



図6 「上町台地 玉造黒門越瓜栽培“ツルつなぎ”プロジェクト」の様子などを伝える『上町コロコロ新聞 しろうりnews』の一部

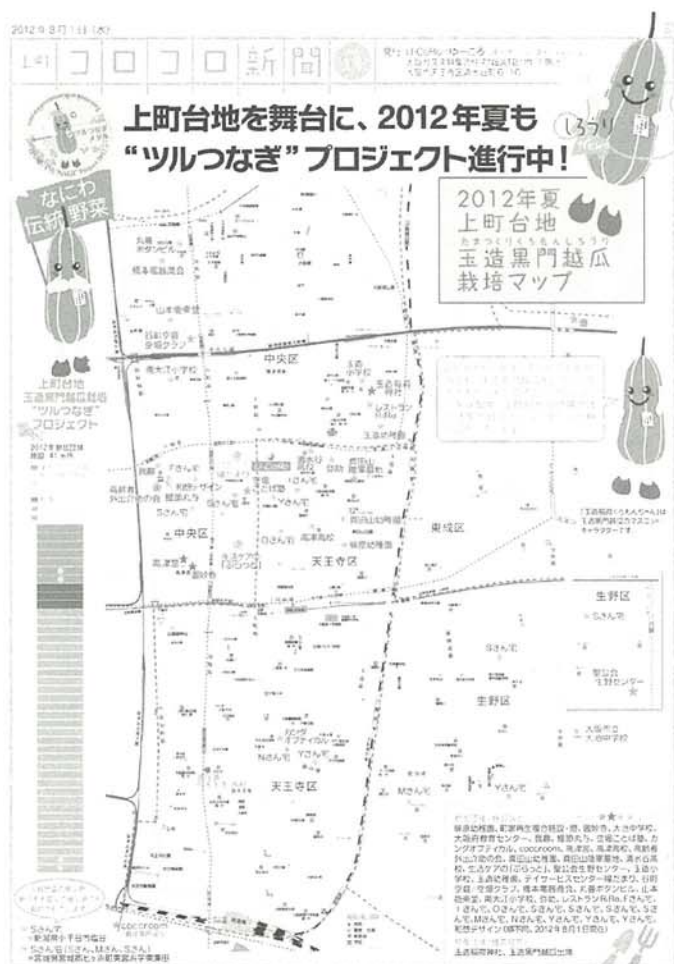


図7 「上町台地 玉造黒門越瓜栽培“ツルつなぎ”プロジェクト」2012年の栽培ポイントマップ

また、第6回(2008年9月～2009年1月)では、前年の減災プログラムで受け止めた気づきを、上町台地界隈に根付かせ広げていくために、阪神・淡路大震災の被災経験から開発された減災ゲーム「クロスロード」⁽⁵⁾を活用することとした。「減災ゲームで気づく 上町台地の暮らしいろいろ」をテーマに、上町台地界隈の特徴的な5会場で行ったワークショップ(写真4、5)のドキュメントを中心とした展示と、関連イベント「減災Cafe in 上町台地[クロスロード]と減災×地域×コミュニケーション」を開催。身近なゲームを入り口としながら、減災への内発的な意識を喚起する機会とした。加えて、前年から試みてきた減災の専門家と地域のキーパーソンをつなぐ一連のプログラムは、地域発意の「ロジモク減災勉強会」⁽⁶⁾や「防災てらまちトーク&ウォーク」⁽⁷⁾など、上町台地界隈の特徴的な地域での複数の減災の取り組みにリンクしていった。

その一つに、上町台地の4つの会場を巡回して『いのちをまもる智慧』のパネル展示とリレー・トークを繰り広げた「減災キャラバン on 上町台地」⁽⁸⁾の開催(2009年1月～3月)もある。U-CoRoの第9回(2009年9月～2010年1月)では、そのドキュメント展示等を行って、地域と専門家のネットワークを確かなものとしていった。

さらに、第12回(2010年9月～2011年1月)では、身近な避難所体験を入り口に、地域の防災活動に学ぶ取材展示「上町台地 もしも・いつもの“避難所”ウォッチング」に取り組み、新旧住民やまちづくり関係者が智慧を共有する機会とした。



写真4(上)・5(下) U-CoRoウィンドウ・エキジビション06「減災ゲームで気づく 上町台地の暮らしいろいろ」での、「クロスロード」ワークショップ風景(上はお屋敷再生複合施設・練(からほり)にて、下はNEXT21の住戸にて)

第7回(2009年1月～5月)では、第1回から第6回までのプログラムの協力者をネットワークし、上町台地と重ね合わせていく試みとして、「春の日 上町台地で読みたい本」をテーマに52人の推薦図書と読みたい場所を展示し、その場所を巡り語るイベント「春の上町台地 あの人の[本]とお散歩&トーク」を行った。ネットワークの可視化の試みの一つである。

また、蓄積したコンテンツを広く活用できるように、2009年4月からホームページでU-CoRoのアーカイブを公開し、2010年3月には第9回までの取り組みをまとめた冊子『上町台地 つながりのスタイルブック』を発行した。

第10回(2010年2月～5月)では、つながりの原点としてのまちと大人と子ども交わりに着目した「まちで育む 上町台地の子」。第11回(2010年6月～9月)では、身近な縁に親しんでまちにつながるアイデアとして「上町台地コミュニティグリーン紀行」。第13回(2011年2月～6月)では、人とまちをつなぐ手仕事・ものづくり・なりわいを見つめ直す「上町台地 まちなかのプロフェッショナル」。第14回(2011年7月～11月)では、いのちとなりわいを支える水の縁をたどる「上町台地・水先案内」と、まちにつながる回路を重層的に拡張していった。

そして、第15回(2011年11月～2012年3月)は、5年間に築かれたネットワークから、上町台地の明日を想う一句の数々を寄せていただくとともに、続いていくつながりの物語を紹介する「U-CoRo 人絵巻～上町台地百人一句」を展示し、百人一句を味わう集いとともに、一連の実践を締めくくった。

2013年3月には全15回のコンテンツと5年間の活動を振り返るグループトーク等を収録した『増補版 上町台地つながりのスタイルブック』を発行した。

6. まとめ

U-CoRoプロジェクトの背景と目的、プログラムの概要とともに、1年目の評価にもとづく2年目以降のプログラムの課題設定と具体的アクション及びその後の展開と効果を簡単に報告した。

情報収集プロセスへの多様な主体の能動的な関わりを可能にするテーマ設定によって、地域に対する関心の幅が広がり、それぞれの主体の属性の枠を超えた重層的な交流や活動の兆しが見えてくること。また、潜在する地域課題に対して、地域外の専門家等のまなざしを得ることによって、自らの暮らしと地域への問いが立ち上がり、地域資源に根差した創造的な問題解決と価値創造の回路が育まれていくこと。個々の経験を共有できる仕掛けを介したネットワークの実感が、地域に暮らす実感にもつながっていくことなどがうかがえた。

個人化や多文化化が進む社会にあって、多様な価値観を受容しながら地域への愛着を育むまちづくりが求められている。そこに、地域資源を活かしながら多様な主体の交流を促し、新たなつながりを築き上げていく、社会実験としてのU-CoRoプロジェクトのミッションと、地域の暮らしを持続的に支えていくための、ソーシャル・キャピタルのありようを展望することができる。

地域資源を活かした重層的なつながりの形成が、地域の力を引き出していく可能性が示唆されている(図8)。東日本大震災を経て、いっそうリアルに切実にその重要性が認識される。この間の蓄積を活かし、さらなる実証実験に取り組んでいきたい。

なおU-CoRoプロジェクトの履歴等は、

<http://www.osakagas.co.jp/company/efforts/cel/ucoro/index.html> で公開している。

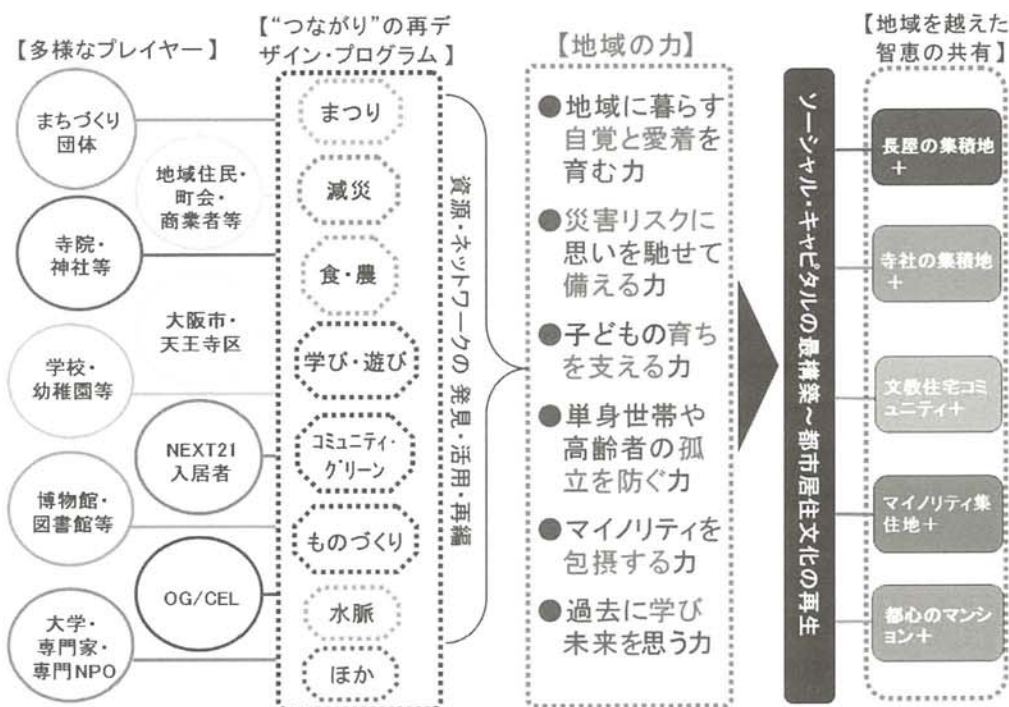


図8 つながりの再デザインプログラムで培う地域の力

注記

- (1) U-CoRoプロジェクト・ワーキング コアメンバー：弘本由香里（大阪ガス エネルギー・文化研究所）、橋本護（B-train）、早川厚志（まちづくり工房）。デザインワークは、北浦千尋（2006～2007年参加、アセテート）、小倉昌美（2007年以降参加、B-train）
- (2) 『いのちをまもる智恵 減災に挑む30の風景』：監修/『いのちをまもる智恵』制作委員会、発行/（特活）レスキューストックヤード、編集・企画・構成・アートディレクション/花村周寛、編集協力/大阪大学コミュニケーションデザイン・センター渥美公秀・関嘉寛・菅磨志保＋名古屋大学・宮下太陽、ストーリー・タイトルコピー/花村周寛、イラスト/中村妙、取材・解説文/吉椿雅道
- (3) CELと京大高田・神吉研究室による共同研究の成果を、同研究室前期博士課程に在籍していた柴田尚子氏が、修士論文「大阪都心部における地域資源の情報収集及び発信活動に関する研究—上町台地界隈におけるU-CoRoプロジェクトを通じて—」（2008年2月／京都大学大学院工学研究科居住空間学講座博士前期課程）にまとめている。
- (4) ヒアリング調査は、U-CoRoプロジェクトにおいて地域の活動者からの情報収集を中心的に担っている早川厚志氏に委託。約40名の対象者のうち、33名に対して実施（2007年11月～12月）、そのうち10名について柴田氏が同行。アンケート調査は、CELと京大高田・神吉研究室の共同研究として実施（2007年11月）。NEXT21の入居16世帯のうち成人30人を対象とした。
- (5) 「クロスロード」は、災害時に起きる問題を自らの問題として考え、さまざまな意見・価値観の存在を参加者で共有することを目的としたカードゲーム。文部科学省の「大都市大震災軽減化プロジェクト」の一環として開発されたもの。
制作・著作：Team Crossroad（網代剛、吉川肇子、矢守克也）
- (6) 「ロジモク減災勉強会」は、からほり倶楽部/ロジモク研究会が主催し、U-CoRo が共催。2008年11月から2011年2月まで、路地と木造住宅のまちの減災を考える勉強会や見学会が連続的に行われた。
- (7) 「防災てらまちトーク&ウォーク」は、天王寺区下寺町の若手僧侶の会「三帰会」が主催。2008年11月から2009年1月にかけて、寺町の特性をふまえた減災を考える勉強会やワークショップが行われた。
- (8) 「減災キャラバン on 上町台地」は、（特活）レスキューストックヤードが主催、大阪大学コミュニケーションデザイン・センター、應典院、高津宮、からほり倶楽部他が共催、練・萌、直木三十五記念館、U-CoRo が協力。専門家と地域のネットワークを活かして実施された。

1. 研究の背景と目的

日本は2020年に1990年比で25%の温室効果ガス排出量削減を国際的に公約した形となっており、温暖化対策政策は最重要課題の一つである。政策としても、「超長期住宅」や「省CO2住宅」を普及促進する施策に続き、改修促進、中古流通市場形成のための施策も強化されつつある。このような状況で、未曾有の大災害となった東日本大震災が起り、省エネルギーは待ったなしの最優先課題となった。

一方で少子高齢化の進行が止まらないという課題もある。人口構造や世帯数、世帯人員数、また人々のライフスタイルも大きく変化しつつある。環境問題の一環として住宅を長く使用するためには、少子高齢化の進行に伴う人々のライフスタイルやその変化に細やかに対応可能な住宅が必要となる。

以上のような社会背景の中、単なる省CO2を目標とするのではなく、人々のより良い生活を実現するための本質的な環境共生住宅のあり方・考え方を追及する必要がある、住み継がれていく住宅としてのSI住宅のあり方や、居住文化の継承の手法、さらなる断熱の手法や環境制御手法の考え方など、今後検討すべき課題が残されている。

そこで、本研究の対象とである304住戸の改修においては、下記に目的を定め、検討することとした。

(1)NEXT21において次世代に実現すべき住環境を考える

1)社会的持続可能性の展開:少子高齢社会に対応した居住像の提示

少子高齢社会に対応した住宅に関しては、第3フェーズ居住実験前半に、201住戸:インフィル・ラボ Glass Cube における実験を行っている。しかし、実現すべき居住形態を先鋭的・モデル的に示したため、住戸は仮設的な印象となり、実際に人が住むという現実性にやや欠けるものであった。今回の改修においては、第4フェーズで実際に人が住むことを前提とし、Glass Cube での実験成果を展開し、考える少子高齢社会に対応した居住像の提示をめざす。

2)環境的持続可能性の追求:新たな環境配慮メニューの提示

NEXT21は、当時の最先端技術を結集し、気密・断熱性能を極めると同時に、開放系空間における環境親和性や省エネ性を重要視し、外壁においては高い性能を保ちつつ、緑地・立体街路からは光や風を享受する建物として建設された。しかし、当時の空調システムの考え方が24時間換気空調であったことから、住戸設計者の多くは、完全な閉鎖系空間を想定し、その結果、必ずしも通風には配慮されない住戸設計も多く実施され

ることとなった。現時点では、環境共生住宅としてはパッシブなデザインを志向する考え方が主流であり、閉鎖系空間のもつ環境的優位性を生かしつつ、開放系空間における考え方やパッシブデザインを取り入れ、ハイブリッドな省エネルギーの手法を実現するという本来の考え方に基づき、新たな環境配慮メニューの提示をめざす。

(2)SI住宅における住み継ぎシステムの確立

多様な住要求への対応、あるいは多様な意思決定主体に対応した建築システムとして生み出されたスケルトン・インフィルシステムは、90年代に環境問題に対応する住宅システムとして普及・発展の段階を経た。今後は少子高齢社会を通じ、住み継がれていく住宅として、成熟・完成の段階となる。同じ家族のライフステージの変化への対応だけでなく、少子高齢社会における様々なライフスタイル、異なる価値観を持つ違う家族の住み継ぎへの対応も視野に入れ、検討することとする。

改修を重ねながら住み継ぐために必要な技術は、スケルトンよりも主にクラディング・インフィルに関する改修技術となり、廃材の出ないリフォーム、外壁改修に追随する断熱システムや、受け継がれていくインフィルについても検討する。

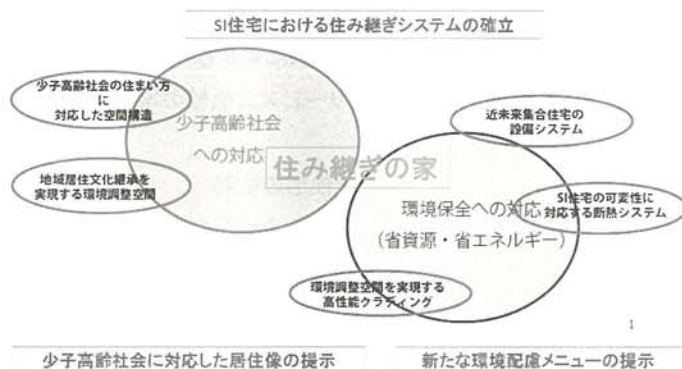


図1 コンセプト概念図

2. 検討内容

(1)少子高齢社会の住まい方に対応した空間構造

1)少子高齢社会における住宅の課題

大阪ガス実験集合住宅NEXT21では、少子高齢社会に対応した住宅の実験研究として、303住戸「自立家族の家」の居住実験、405住戸「次世代〈家族〉の家」におけるシナリオアプローチによる計画と居住者参加の改修実験、201住戸「Glass Cube」における計画と改修実験を実施した。これまでの実験成果により、少子高齢社会に対応した住宅計画の課題として、以下の6つを抽出している。

①子育て環境としての住宅の検討

夫婦の出生力低下の要因の一つに子育て環境が整っていないことがあげられる。子育て環境は、子を持つ親が置かれる立場などを含む社会的な環境、地域の環境、サービス環境などの側面からも検討されるべきであろうが、住宅も子育てに適した環境として検討されなければならない。

②家族の個人化に対応した住宅の検討

家族の変容として、多様化と並び個人化があげられる。「個人単位で家族的現象をみる見かた」は家族社会学において家族を認識するパラダイムの変換とまで言われており、変化の方向としては定着していると考えられる。このような変容に対応し、家族の個人化に対応した住宅の検討が必要である。

③高齢小規模世帯に対応した住宅の検討

高齢化が進行するだけでなく、世帯構造の変化をみると、高齢の単身・夫婦のみ世帯の増加が顕著である。また長寿化にともなうライフコースの変化をみると、子どもが独立した後の夫婦、いわゆる「エンパイネスト」の期間が20年を超えるほどに長期化している。このような顕著に増加または長期化する家族構成の世帯に対応した住宅の検討が必要である。

④子育て・介護・家事等のサービス供給の場としての住宅の検討

高齢化が進行するとともに要介護人口も増加し、介護サービスに対する需要の大きな増加が予測できる。介護までは必要がなくとも、家事やちょっとした作業等をサービスに頼る層は増加すると考えられる。また、子育て環境の整備・就労と子育ての両立という視点からも、子育てサービスに対するニーズに対応することが必要である。このようなサービスの供給の場としての住宅の検討が必要である。

⑤多様なワークスタイルに対応した住宅の検討

夫婦の出生力低下の要因として、共働き世帯が増加しているにも関わらず、就労と子育てが両立しにくいことがあげられる。夫婦2人がともに子育てに参加するワークライフバランスのとれた生活のための住宅の検討が必要である。

⑥個人のネットワークに資する住宅の検討

単身者や複数世帯の共同居住など必ずしも血縁によらない家族、家族の分散居住やネットワーク居住など、家族は個人を取り巻く多様なネットワークの一つとなっている。このような個人の多様なネットワークをつくりやすいしくみ、またネットワーク上の他者との生活上の距離感を調整しやすいしくみとしての住宅の検討が必要である。

2) 居住世帯モデルの選定

前項にあげた少子高齢社会に対応した住宅の課題を検討していく上で、モデルとなる居住世帯を検討した。下記の表中、課題と関連の深い家族はいくつかあるが、すでに「Glass Cube」において、高齢者の共同居住とシングルペアレント(子どもが小学

生)を対象に実験を実施した。また今回は特にサービス対応・ワークスタイル対応・生活の一部の共同化についての検討を深めたいことから、今回は「共働き子育て」「シングルペアレント(子どもが成人)」「高齢者と子(母子)」を居住世帯モデルとし、検討を進めることとした。

家族類型	単身者	夫婦のみ	夫婦と子	ひとり親と子	その他
家族モデル	単身者 の共同居住 高年齢者 の共同居住 高年齢者 の共同居住 高年齢者 の共同居住 高年齢者 の共同居住 高年齢者 の共同居住	夫婦のみ の共同居住 夫婦のみ の共同居住 夫婦のみ の共同居住 夫婦のみ の共同居住 夫婦のみ の共同居住 夫婦のみ の共同居住	夫婦と子 の共同居住 夫婦と子 の共同居住 夫婦と子 の共同居住 夫婦と子 の共同居住 夫婦と子 の共同居住 夫婦と子 の共同居住	ひとり親と子 の共同居住 ひとり親と子 の共同居住 ひとり親と子 の共同居住 ひとり親と子 の共同居住 ひとり親と子 の共同居住 ひとり親と子 の共同居住	その他 の共同居住 その他 の共同居住 その他 の共同居住 その他 の共同居住 その他 の共同居住 その他 の共同居住
6つの課題					
子育て環境					
高齢小規模世帯					
家族の個人化					
サービス(子育て・介護等)					
多様なワークスタイル					
個人のネットワーク					

○ 該当する △ 該当する可能性がある

図2 6つの課題と家族モデル

表1 居住世帯モデル

共働き子育て	成人父子	高齢母子
夫 30代(会社員) 妻 30代(会社員) 長男6歳(保育園)	父 50代(事務所経営) 長男 20代(会社員)	母 80代(無職) 長女 50代(会社員)

3) 居住世帯モデルの生活シナリオ

それぞれの居住世帯モデルについて、生活シナリオを想定し、検討を進めることとした。想定したシナリオを表2に示す。

4) シナリオに対応した空間構造と平面図

3つのシナリオを実現しうる住戸インフィルを計画するにあたり、シナリオから抽出される生活行為と、サービス等に対応した居住空間の空間構造の対応関係について検討を行った。

「共働き子育て」においては、個室での来客対応をする夫の個室と共用室が立体街路に直接連結する。また、育児・家事サービスを利用しているため、共用室にはサービス提供者がアクセスする。「成人父子」においては、個室・共用室の全てが立体街路に直接連結する。住戸内で行う居住支援サービスは利用していないので、サービスを提供者が進入する単位空間はないが父の仕事場には仕事関係者がアクセスする。「高齢母子」においては、個室・共用室の全てが立体街路に直接連結する。調理や清掃等の家事サービスを利用しているため、母の個室と共用室にサービス提供者がアクセスする。複数の家族モデル間の住み継ぎを前提とすると、これらの空間構造相互の互換性が必要となる。

サービスに対応した居住空間では、サービス提供者が住戸内に進入することになるため、サービス提供者の進入可能な空間と進入できない空間とを分節する必要がある。またサービス提供者は食事や入浴などの設備を使用することも想定されるため、サービス提供者が使用する設備については、サービス動線から他の居住空間を介することなく直接アクセスできる計画とする

ことも必要である

以上に基づいて、住戸の空間構成と必要な設備に関する条件を整理した。空間構成については、どの空間にサービス提供者が進入可能なのか、そして必要な設備については、共通設

備と個別設備に分けた上で、どの設備をサービス提供者が使用するのかを検討した。

これらの条件を満たすことを設計条件とし、今回3つの家族について提案した住戸平面図を図3に示す。

表2 家族モデルごとの生活シナリオ

	共働き子育て	成人父子	高齢母子
平日の生活	夫： 朝7時に起床、子供の登園の準備をし、7時半頃に家族と朝食をとる。平日の朝食は唯一家族全員が揃う食事であり、できるだけコミュニケーションをとるよう心がけ、工夫をしている。 8時前に家を出る。9時に仕事が始まり、17時が定時であるが、残業をすることも多い。妻と交代で早く帰宅する。早い帰宅時は、19時半頃に退社し、20時半頃に家に着くが、遅い日は22時を過ぎる。 妻： 朝6時半頃に起床、自分の身支度を済ませ、家族の朝食の準備をし、7時半頃家族と朝食をとる。夫を見送った後、子供と8時頃家を出て、保育園に子供を預けた後、出勤する。妻も早い帰宅時は19時半頃に退社し、20時頃に家に着くが、遅い日は22時頃となる。 長男： 平日保育園に通う。18時頃にシッターがお迎え、自宅に連れて帰る。シッターが夕食を作り、19時頃長男と食べ、父母を待つ。長男は共用室でシッターと遊ぶ。 指示がある時は、シッターは洗濯・物干しをする時もある。父母どちらかは20時～20時半頃帰宅、シッターは父母の帰宅時に帰る。父母は帰宅後、洗濯等の家事を終え、長男を入浴させ、同室就寝する。	父： 朝8時頃起床、長男はすでに家を出ている。軽く朝食をとり、必要に応じて洗濯などの家事をした後、自宅の事務所スペースで執務する。日中はほとんど事務所スペースにいるが、仕事上の来客や打合せに出かけることがある。日常的に昼食を自分で作る。気分転換に買い物などを昼間にこなす時もある。20時頃まで仕事をし、夕食の準備をし、一人で、または帰宅した長男と夕食をとる。事務所のアルバイトスタッフが加わることもある。長男が夕食を家でとる時は、ふたりでテレビを見るなどしてくつろいだり、団欒する。 長男： 朝は6時半頃に起床し、軽く朝食をとると、7時過ぎに家を出る。週に2日ほどは家で父と夕食を食べるが、他の日は残業や付き合いで夜が遅い。平日に家の用事や家事をすることは少ないが、早く帰宅した日は父とコミュニケーションをとる。	母： 要介護ではないが、調理など若干の支援を要する。朝7時頃起床し、長女を起こす。8時前に長女とともに朝食を食べる。長女が家を出た後、10時頃ヘルパーが訪れ、平日毎日3時間程度作業をする。まず買い物に行き、昼食と夕食の食事を作る。母が指示した場合のみ、母の個室を掃除する。母は昼食はその場で出してもらい、夕食は自分で温めて食べる。母は裁縫が趣味であり、認知症予防も兼ねて、小物や人形を作る。一人で外出することは可能で、散歩をしたり、近くの知人を訪ねたり、友人と美術館などに行くこともある。母は自分で入浴し、就寝する。 長女： 朝7時過ぎに起床し、身支度の後、母と自分の朝食を作る。8時前に母と朝食をとり、その後家を出る。19時頃まで働き、20時前に帰宅後、母と夕食を食べる時もあるが、残業で母の就寝後に帰ることもある。
休日の生活	休日に清掃などの家事をこなし、まとめ買いの買い物をする。長男が汚した泥だらけの靴や衣服などを汚れものの用の洗い場で洗う。 簡単な棚やちょっとした机など、夫がDIYで作る。 長男の友達が親とともに家族連れで、あるいは親の友人が家族連れで訪問することがあり、共用室でホームパーティーをすることがある。客人とともにバーベキューやスイカ割りを楽しむ。ビニールプールを出したり、花火をしたり、砂場遊び、七夕遊びをしたりする。夏は遊び疲れた長男がどこでもその場で昼寝をする。 家族で外出することも多い。夫の友人が訪れ、夫が個室で応対することがある。	掃除や洗濯などの家事は、休日に父と長男が交代で行う。 父は絵を描くことが趣味であり、たまに庭の草木の絵を描く。季節のよい時期は風通しのよい半屋外で読書も楽しむ。 長男は地域活動に熱心であり、休日にも外出が多い。時々、地域の活動仲間が訪れ、打合せをすることがある。 地域住民の来訪は多く、父も加わりホームパーティーをすることがある。月見や花見も皆で楽しむ。	長女が洗濯や掃除を行う以外はゆったりと過ごす。長女が食事を作るが、その時は母も手伝う時がある。 長女はガーデニングを趣味としており、よく植栽の世話をしている。夏に外に出している植栽を冬には縁側空間に取り入れる。たまに大きめの植栽や土、肥料を玄関側からベランダ側に運ぶ。 母子で夏に夕涼みをしながら、または冬にひなたぼっこをしながら、ガーデニングで育てた植物を眺めくつろぐ。 母子で買い物や外出することがある。長女が一人で外出したり、長女の友人が訪ねてくることもある。
多忙時	父母が多忙で家事に手が回らない時は、休日に共用室の清掃サービスを受ける。帰宅後、家族から離れて仕事をしなければならない時もある。	父が多忙時は、休日も仕事をする場合がある。アルバイトのスタッフを雇うこともある。また長男が食事を作ったり、出来合いの惣菜を買ったり、外食したりする。	娘の多忙時は、帰宅がかなり遅くなる。また休日勤務をすることもある。
調整空間での行為	平日の朝食 →半屋外での食事 サービスヤード →汚れものを洗う・洗濯・アイロン DIY リビングとベランダを一体的に使用して、大人数のホームパーティーをする。 →BBQ すいか割り 子供の遊び →ビニールプール・花火・砂場・七夕 昼寝	父は絵画を趣味としている。 →植物をスケッチ 読書 地域活動仲間等のおつきあいがある。 →ホームパーティー 花見 月見	ガーデニング →植物の世話(水を使う) 土などの運び込み 冬に縁側空間に取り入れる 母子で植栽を眺めながらくつろぎたりと過ごす。 →夏の夕涼み 冬のひなたぼっこ

共働き子育て家族	成人父子家族	高齢母子家族
居住者は、保育園に通う子どもを育てる30代の会社勤務の共働き夫婦である。普段は保育園のお迎えにシッターサービスを利用しているという設定である。普段の生活では、住戸全体を自由に行き来するが、シッターが、両親のいない時間に子どもの世話を訪れるときには、「プレイバシーライン」より北側には入れないよう、行き来する際には鍵がかかるようになっている。住戸内空間に密着性を持たせ、セキュリティとプレイバシーを守り、外部からの育児サービスに対応できる住戸となっている。	居住者は、自宅で事務所を経営する50代の父と、会社員の20代の息子である。父の経営する事務所は北西にあり、事務所にも玄関がある。この住戸にも「プレイバシーライン」が設定しており、事務所のスタッフが通動してきても、住戸のプレイバシーが守れる空間構造となっている。	居住者は、軽い介護を要する80代の母と、会社員の50代の娘である。母の介護にヘルパーサービスを利用しているという設定である。娘の不在時に母の介護に訪れるヘルパーは、北側の勝手口を使い、台所やトイレなど、母の世話をするための空間を使用する。この住戸においても「プレイバシーライン」が設定しており、ヘルパーは、この青い線より南側には入れないよう、鍵がかかるようになっている。

図3 各家族モデルに対応した平面図

(2) 地域居住文化継承を実現する環境調整空間

1) 環境調整空間の定義と意義

あらゆる地域で、住宅は環境条件に適合しながら発展してきた。日本の温暖地域では、夏を旨とした家づくりが続けられてきた。外部空間と内部空間とのつながりが重視され、その中で豊かな居住文化が蓄積されてきた。こうした住宅には、夏の暑い時期に通風を確保するなど、外部空間の環境を住宅の内部空間に取り入れることによって、エネルギー消費を抑えつつ快適性を高めるしくみが備わっていた。しかし、冷暖房を欠かすことができない現代では、伝統的な住宅の環境適合性は発揮できなくなり、逆に不効率なエネルギー消費が発生するという問題が顕在化してきている。

一方、地球環境問題の深刻化に伴い、環境配慮型住宅に対する関心も高まっている。冬を旨とした地域の住宅を手本として、外壁の高気密・高断熱化を推奨する動きも急速に広まりつつある。ただし、冷暖房の効率性のみを重視し過ぎると、極端に言えば厚い壁と小さな窓の住宅が望ましいということになり、外部空間と内部空間とのつながりに支えられた地域居住文化は失われてしまう危険性がある。

そこで本研究では、外部空間と内部空間とのつながりに着目したうえで、最外壁のみならず、複数の建具等によって温熱環境を調整する手法の可能性を検討する。複数の建具等(ダブルスキン)の間の空間とこれに接する外部空間を合わせて、環境調整空間と定義する。複数の建具等によって環境調整を行うことによって、木造の優しい表情の最外壁を維持したり、日本の伝統的な住居の縁側空間のように、内と外、人と自然、家とまちをつなぎ、関係づけ、半屋外における豊かな生活・居住文化を継承する空間をめざす。これによって集合住宅においても、地域居住文化の継承・復元・発展に寄与することができる。また、環境調整空間を確保すると、結果として冷暖房を行う空間を減らすことになり、また環境調整空間が空気断熱層となり、空調の省エネルギーに寄与するという意義もある。

環境調整空間は、伝統的な地域の住宅に見出すことができ

る。そこでは表の空間と裏の空間とに使い分けがされてきた。表の空間では、みちやまちとの関係が重視され、商業空間や交流空間として利用されてきた。一方、裏の空間では、庭との関係が重視され、縁側や庭を觀賞するための空間として利用されてきた。まちと関係するアクセス系の環境調整空間(以下、環境調整空間A)と、庭と関係する庭系の環境調整空間(以下、環境調整空間B)という二種類に分けて考えることができる(図1)。また、表と裏の環境調整空間に囲まれた屋内空間を、最小環境制御空間(以下、環境制御空間)と定義する。



図4 環境調整空間の概念図

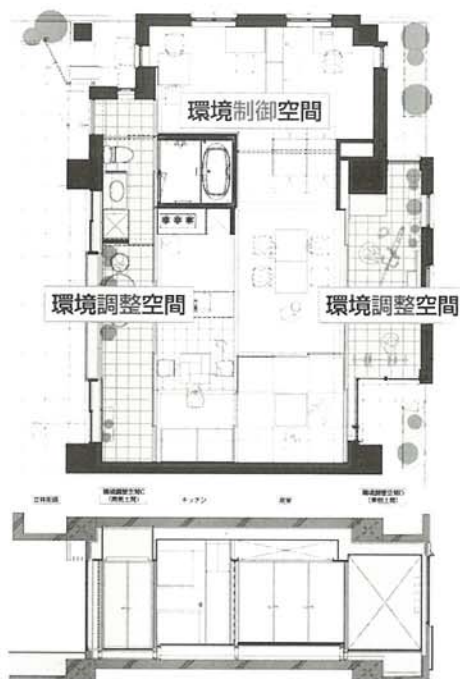


図5 「住み継ぎの家」における環境調整空間

2) 環境調整空間における行為と建具の開閉

温熱環境との関係から環境調整空間における生活行為を抽出し、表3のように整理した。

表3 環境調整空間における行為

CASE	環境調整空間の目的	環境調整空間における過ごし方
1	外部空間の快適性を享受する	子どもの遊び・ひなたぼっこ・夕涼み 囲碁・読書・仕事・勉強・昼寝・食事
2	多少暑く(寒く)とも季節感を楽しむ	お花見・お月見・スイカ割り 水遊び・バーベキュー・七夕祭り・花火
3	本来外部空間で行う行為を取り入れる	訪問者の応対・自転車の手入れ・ 洗い物・物干し・DIY・作業
4	状況に応じて冷暖房をする空間を拡大する	ホームパーティ・子どもの遊び
5	冷暖房をする空間を小さくし、空調効率を上げる	

さらに、それぞれのケースについて、建具の開閉の状況を示すと以下ようになる。

CASE1. 外部空間の快適性を享受する:

屋外側の建具も室内側の建具も最大限開いていることが原則である。

CASE2. 多少暑く(寒く)とも季節感を楽しむ:

屋外側の建具は開いているが、冷暖房をする場合は室内側の建具は閉じる必要がある。

CASE3. 本来外部空間で行う行為を(厳しい環境条件を緩和するため)取り入れる:

屋外側の建具は開いているが、冷暖房をしない場合でも、埃などを防ぐため室内側の建具は閉じる必要がある。

CASE4. 状況に応じて冷暖房を行う空間を拡大する:

屋外側の建具は閉じているが、室内側の建具を状況に応じて開閉できる必要がある。

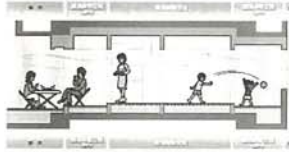
CASE5. 冷暖房をする空間を小さくし、空調効率を上げる:

屋外側の建具も室内側の建具も閉じる。

屋外側・室内側の建具の断熱や気密の分担の仕方は、図7のように6通りある。この中で、建物としての断熱性能を確保しつつ、環境調整空間において日本の四季の気候に合わせた多様な住み方を実現すること、すなわち今回抽出したニーズの類型すべてに対応するためには、図7におけるⅠ、Ⅱ、Ⅳ、またはⅤが考えられる。環境調整空間における多様で豊かな生活行為と省エネ性を両立させるためには、屋外側・室内側の両方の建具にある程度の断熱・気密性能が必要である。「住み継ぎの家(仮)」においては、様々な状況を実験する装置として、いずれの場合にも対応できるよう、Ⅰのタイプを選択することとした。東西に二つの環境調整空間を設け、屋外側には断熱性能を満たすガラス、室内側は断熱性能のある襖および太鼓張りの障子を設置し、両方の壁面線で気密性も確保した。

●外部空間の快適性を享受する

子どもの遊び・ひなたぼっこ・夕涼み
囲碁・読書・仕事・勉強・昼寝・食事



●多少暑く(寒く)とも季節感を楽しむ

お花見・お月見・スイカ割り
水遊び・バーベキュー・七夕祭り・花火



●本来外部空間で行う行為を取り入れる

訪問者の応対・自転車の手入れ・
洗い物・物干し・DIY・作業



●状況に応じて冷暖房をする空間を拡大する

ホームパーティ・子どもの遊び



●冷暖房をする空間を小さくし、空調効率を上げる



図6 環境調整空間における行為と建具の開閉

	室内側の建具について		
	室内側の建具のみで性能を確保できる	室内側の建具のみで性能を確保できない	性能なし
屋外側の建具について	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ



図7 環境調整空間の両側の建具の性能負担

(3) 可変インフィルと固定インフィルによる住み継ぎシステム

SI 集合住宅は、スケルトン・クラディング・インフィルという3つの物財システムから構成される集合住宅であり、インフィルについては、住まい手の意思による変更を前提とする「可変インフィル」と前提としない「固定インフィル」に区分することができる(図8)。

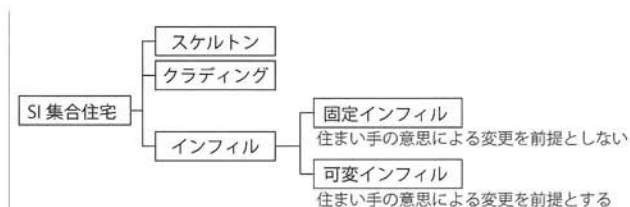


図8 SI 集合住宅の物財システム

SI 集合住宅を有効に機能させるためには、インフィルの自由度が重要であるが、インフィルの自由度は必ずしも高ければ高いほど良いというわけではない。仮に、全てのインフィルを可変インフィルとする場合、自由度が高いことで可変インフィルの設置位置が決めにくく、また、可変インフィル変更時の作業量が増えるといった問題が発生する注1)。一方で固定インフィルは、可変インフィルの自由度を拘束する要因にもなりうるが、可変インフィル変更時の作業量を減らすことにつながると考えられる。

さらに、固定インフィルには可変インフィルのガイドとしての役割も期待できる。ここでガイドとは、可変インフィルの設置する時の規準となる壁のことを指している。ガイドとしての固定インフィルがあることで、可変インフィルの設置位置が決定しやすくなり、可変インフィルの変更が容易になるといった効果が期待できる。

今回の改修計画においては、浴室等の水回り設備の設置箇所を二か所に定め、浴室等を固定インフィル、その他のインフィルを可変インフィルとし、間取りの変更と住み継ぎを可能とすることとした。

(4) 愛着による住み継ぎシステム

スケルトン・インフィル住宅において、スケルトンの耐久年数は、100年、または200年を越す長期が想定される。それに対し、インフィルは15年～30年などの比較的短期で変更されていくことが想定される。しかし、インフィルをリフォームする度に廃棄物を大量に排出していたのでは、環境を保全するというスケルトン・インフィル住宅の主旨に反する。そこで、再利用可能な可変インフィルが開発され、多くの試みが実施された。

たとえば古い家具が300年以上も引き継がれていくことがあるように、可変インフィルも愛着を持たれ、人から人へと引き継がれ、大切に使用されることが望ましい。可変インフィルがリフォームを経ても再利用され、長く受け継がれていくものであるためには、かなりの長期耐久性が必要となる。同時に、多少古くなっ

ても、人々が使い続けたいと思える資質・性能を備えなければ、結局捨てられてしまう可能性が高くなる。

そこで、今回のリフォームにおいては、可変インフィルの一部を「愛着インフィル」とし、人々に大切にされ、使い続けられるための「愛着」を喚起させるものとするをめざした。

1) 伝統工芸技術を生かした愛着インフィル

入居者に愛着を喚起させる愛着インフィルとして、一つ目の手法として、伝統工芸技術の導入を試みた。具体的には、大阪の建具に関する伝統技術を生かした「大阪格子戸」を可変インフィルに導入した。大阪格子戸は、冬は障子を入れ、障子戸として使用し、夏は障子部分はずし、格子戸として通風を確保する。また、中段部分は引き違いの窓があり、開けることができる。伝統工芸のコラボレーションにより、文化を継承しつつ、愛着の喚起をめざしている。

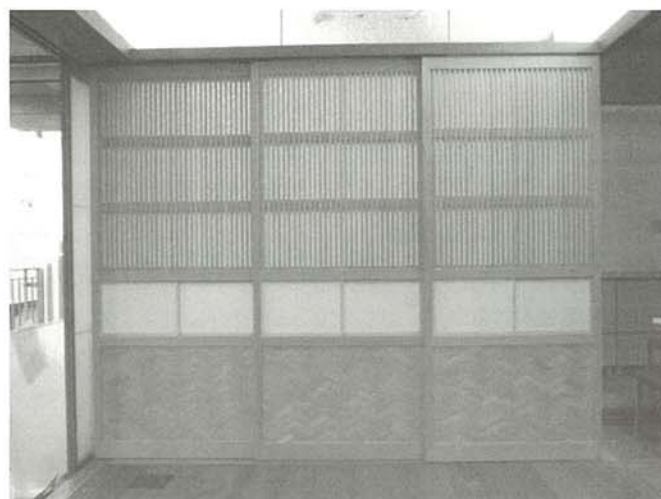


図9 伝統工芸技術を生かした愛着インフィル(大阪格子戸)

2) カスタマイズ可能な愛着インフィル

二つ目に、居住者が可変インフィルをカスタマイズすることにより、愛着を喚起する試みを行った。今回は、天版を自由な素材に変更できるガスコンロを付設した囲炉裏テーブルと、自由な素材を入れることのできる額を付設した引き戸を製作した。

囲炉裏テーブルは4つの小さな天版を組み合わせであり、一つ一つを取り換えることができる。引き戸の額には、写真や小さな絵の他、思い出のあるファブリックなどを入れることができる。居住者が自らの好みや記憶を投影することによる愛着の喚起をめざした。



図10 カスタマイズ可能な愛着インフィル(囲炉裏テーブル)



図 11 カスタマイズ可能な愛着インフィル(板戸)

3) 古建具を生かした愛着インフィル

三つ目に、古建具を生かした愛着インフィルを試みた。古い家屋が取り壊される時には、多くの建材等が廃棄物として排出されるが、その中には十分に再利用可能であり、古いがゆえの趣や風合いが、新しいものにはない価値となっているものもある。すでに歴史を刻まれたものに魅力や愛着を感じることは、珍しいことではない。そのような古い建具を衝立として再生させ、愛着の喚起をめざした。



図 12 古建具を生かした愛着インフィル(衝立)

(5) クラディングの改修

1) クラディング設計に関する基本方針

環境調整空間の導入により、建具の開け閉てによる多様な断熱手法の可能性を確認することができた。環境調整空間の屋外側の建具と、室内側の建具に、どのように断熱性能を分担させるのかという考え方については、図7のようにⅠからⅥの6通りの考え方があるが、今回は多様な環境調整空間の使い方を試行できる実験装置として、過剰断熱と承知の上でⅠのタイプを選択している。

そして、屋外側の外壁・建具性能を検討する必要があるが、環境調整空間の室内側の建具を開き、最大限の住戸内空間を空調する生活シーンも当然認められ、必要に応じきちんと建具を締め切った時の外壁・建具には、それだけで省エネ基準を満たす高い断熱性能が望まれる。同時に視線や日射の透過や遮

断などの制御性、気密性能、防火性能など、多様な性能が望まれる。今回はそれらの性能を可能な限り満たし、室内側・屋外側の建具の開け閉てによる多様な生活シーンのニーズを実現することをめざす。よって視線の制御が可能であり、同時に断熱・防火・気密などの性能を満たす高性能ガラスによるクラディングを試みる。

2) 改修の内容

今回の改修では、クラディングの位置を変更し、それぞれの断熱性能を強化した。間取りの変更に伴い、西側の斜めの壁を撤去してまっすぐな壁にした。さらに南東の角を室内からバルコニーに変え、外装のクラディングを変更した。

図13に、改修前後におけるクラディングの西側からの斜視図を示す。ここでは、設置されていた壁構造物を完全に取り壊し、新たな壁構造物を設置した。大型のガラスクラディングで改修を実施し、立体街路との親和性が高い環境調整空間を実現した。

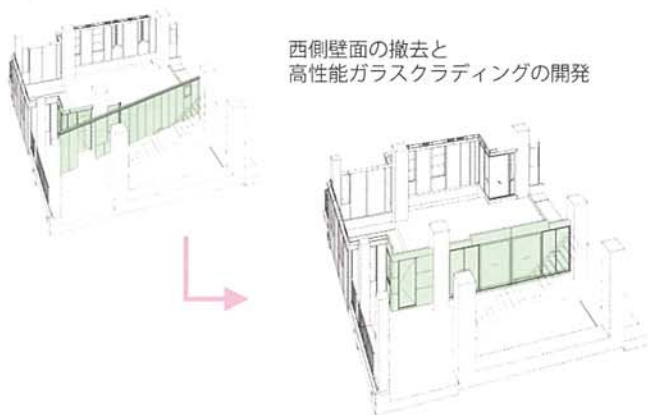


図 13 改修前後の西側クラディング

図14に、改修前後におけるクラディングの東側からの斜視図を示す。東側のクラディングは、NEXT21 のコンセプトに従い、壁構造物を移動できるようになっている、今回の改修では、既存の ALC パネルをほぼすべて再利用した。壁構造物を移動させた後、内装にあらためて断熱材を吹き直し、外装の金属板を移動させた。

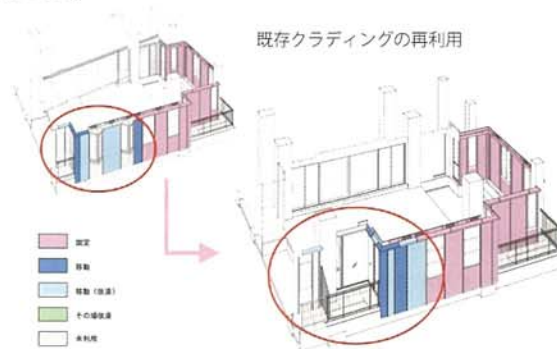


図 14 改修前後の東側クラディング



図 15 クラディング施工中写真



図 16 建具の断熱

工事は、設備撤去、内装撤去、クラディング移動、内装改修工事の順に行われた(図 15)。具体的には、壁部分の厚さ 30mm のウレタンフォーム上に 105mm の高性能グラスウールを設置した。

住宅外側の建具と窓にはアルゴンガス入り Low-E ペアガラスを採用し、西および東側の建具の防火特性を保証した。環境調整空間の内側の建具には太鼓張りの障子を使用し、断熱性能を確保した(図 16)。こうした構造によって、断熱性能が以前よりも改善された。

計算によると、屋外側の建具のみで実現する室内の熱損失係数は $1.51\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ (C タイプ)であったが、環境調整空間全体を空気断熱層とみなした時の環境制御空間の熱損失係数は $1.17\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ (A タイプ)であった。

図 17 に、従来の NEXT21 の断熱範囲を示す。スラブの上側と下側では、外壁から約 1m の位置で断熱が実現されている。しかし NEXT21 の外壁は可動式であるため、当初、室内にあった

エリアが常に室内にあるとは限らない。屋内エリアが屋外空間になると、上階と下階のためにスラブ面を断熱しなければならぬ。上階または下階の住戸が空室になると、同様の状況が発生する。

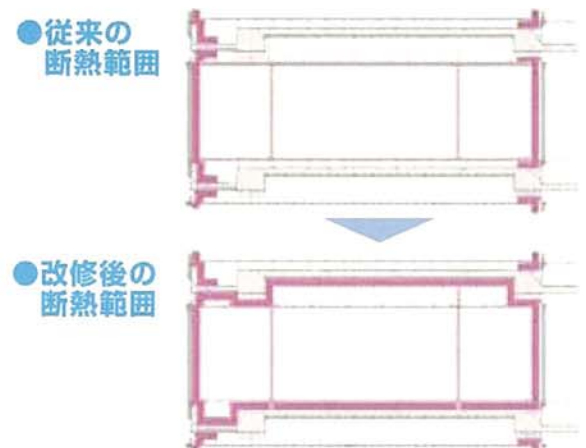


図 17 改修前後の断熱範囲

3) 断熱性能に関する考察

平面図からわかるように、NEXT21 のクラディングは断熱性能を持っている。その一方で、断面形状に応じた断熱性能の確保を考えると、躯体とインフィルの両方に断熱性を持たせるという方法もある。

スケルトン・インフィル住宅の断熱を整理すると、以下のようになる。

- ①インフィル(床、天井)が外皮として十分な断熱性能を持つ。
- ②スケルトン(躯体)側が、外皮として十分な断熱性能を持つ。
- ③インフィル(床、天井)と躯体の双方の断熱性能で、十分な断熱性能に達する。

NEXT21 では、スケルトン・インフィル工法のコンセプトは、明確に整合がとれていない。当初は②が選択されたが、日本の断熱性の考え方では、住戸間の壁や床の断熱は、比較的低くてもかまわないと思われた。

したがって今回の 304 号室の改修のように、クラディングが変更される場合には、以下のような状況が発生し得る。

a) これまで断熱していなかった床が室内になり、断熱が必要になる。

b) これまで断熱していた室内の床が室外になり、断熱が無駄になる。

c) これまで断熱していた室内の床が室外になり、上下階がそこに接している場合には、中間の床ではなくなるため、断熱の補強が必要になる。

今回、c)は発生していないが、別の部屋の改修時には発生したことがある。このような状態を解決するためには、②のように躯体に十分な断熱性能を持たせ、①のようにインフィルが独立しているため、上下階が変更されても、十分な断熱性能を持たせることが理想である。今後、こうした断熱性能との整合性については、整理していく必要がある。

3. 改修後の304住戸「住み継ぎの家」竣工写真

以上、304住戸の改修を通じ、次世代住環境に対応した住宅の検討を行い、可能な限りの実施を試みた。最後に竣工後の写真を示す。



図 18 竣工後の「住み継ぎの家」室内写真

304 住戸「住継ぎの家」における設備の検討 —次世代住環境小委員会・設備WGでの検討—

1. はじめに

NEXT21は、1990 年にプロジェクトが開始したが、クラディングの断熱に関しては、当時の省エネルギー基準に対して、数段高い水準で計画された。

しかし、竣工後、約 20 年が経過し、建物の断熱性能に関する考え方は大きく変わってきていた。そこで、今回の 304 住戸改修計画では、NEXT21 のクラディングの気密と断熱について、現在の基準や考え方に照らして再検討し、建設当初の仕様よりも大きく性能を向上させることを目指した。

また、建築計画では、空調負荷削減、周辺環境との調和などの観点から環境調整空間となるエリアを住戸内に設定することとなった。

従って、住戸に組込む設備システムは、そのような高性能のクラディングと環境調整空間を持つ住戸計画に対応できるシステムとして検討を進めた。

そこで、検討に先立って、これまでNEXT21で行ってきた設備システムの実験の結果を振り返り、どのような要件が必要かを整理した。

ここでは、304 住戸での設備と関連するエネルギーシステムと空調システムについて、過去の設備システムを概観する。

2. これまでの実験コンセプトと設備システム

【第1フェーズ居住実験(1994 年 4 月～1999 年 3 月)】

りん酸形燃料電池(PAFC・100kW)と太陽電池(7.5kW)、負荷を平準化する蓄電池(1000Ah)により、住棟全体の電気をまかなう独立型電源システム。燃料電池の排熱を利用した住棟セントラル式の給湯・暖冷房システム、直流配電方式等、当時の先進技術を導入した。

設備機器による省エネルギー率は 9%で、ほぼ想定通りであったが、燃料電池は電力需要に合わせた運転であり、排熱利用率は年間平均で約 50%であった。また、給湯と空調は住棟セントラル方式であったが、建物形状の影響で配管延長が長く、配管の放熱ロスの低減が課題であった。

また、24 時間換気空調設備として、冷温水を熱源とし、全熱交換機を組み込んだセントラル冷暖房システムが導入された。24 時間運転を前提にしており、空調能力は、やや小さめに設定されていた。

しかし、入居者は、外出時等は停止しないとつたいないと考え、24 時間連続で使用しているケースはほとんどなかった。

このような間欠運転の場合、立ち上がりに時間がかかる。スラブの熱容量も大きいと考えられ、なかなか空調が効かないと

いう評価になりがちであった。

【第2フェーズ居住実験(2000 年 4 月～2005 年 3 月)】

第1フェーズ開始から6年経過した 2000 年になると、環境に対する社会の意識は大きく変わり、多少の出費や努力・我慢をしても、環境保全や省資源のための行動をしていく風潮が広がりつつあった。

第2フェーズのエネルギーシステムは、発電効率が約 25%と、小型機としては高効率なガスエンジン式コージェネレーションを熱主導で運転し、不足する電力は商用電力でまかなうシステム構成とした。ガスエンジンコージェネレーションを2台設置し、台数切り替えを行うことで、効率の高い定格運転を行う時間帯を多くし、回収した排熱については、給湯と空調で活用した。

エネルギーシステムによる省エネルギー率は約 11%で、熱主導で運転するシステムの優位性が見られた。

また、第 2 フェーズ実験では、各戸に自宅の電気・空調・給湯・冷温水の各使用量が1日単位で表示できるエネルギー情報提供システムを導入し、住戸のエネルギー削減に有効であることを確認した。

24 時間換気空調システムは、第1フェーズの機器をそのまま使用したが、単身者や共働きなど昼間不在の住戸が増加し、設備容量が小さめであることやスラブの熱容量に起因すると思われる空調の効きの悪さがより顕在化してきた。環境意識の高まりにより、ON/OFF をこまめに行う傾向が強くなったことも影響している。

【第3フェーズ居住実験(2007 年 4 月～2012 年 3 月)】

第2フェーズ実験開始時と比較しても環境問題を始め、少子化や高齢化が、より深刻化し、社会の大きな問題になっていた。また、将来的なクリーンなエネルギー源として水素が注目されてきていた。そこで、水素社会到来時の課題を検証するために、NEXT21 内に、都市ガスを水素に変換する水素製造装置を設置し、水素配管により各住戸に水素を供給。各戸には、純水素を燃料として発電を行う固体高分子形燃料電池を設置した。5～6階の8戸には発電能力 500W、貯湯槽容量 50 リットルのコンパクトタイプを各戸に1台、3～4階には、2戸に1台の割合で水素燃料電池を設置した。実験結果を元に、100 戸規模の集合住宅での省エネ性を評価したところ、従来システムに対して 12%のエネルギー削減ができることが確認できた。

第 3 フェーズ実験期間中、換気空調システムの全面改修を

行っていない。一方で、24 時間使用に誘導するため、空調について、定額料金制を導入したが、やはり連続運転を行っていた住戸はなかった。エネルギーがもったいないという意見と、ファン動力としての電力料金が気になるという意見であった。

3. これからの設備に求められる要件

昨今の社会的な課題を背景に、これまでの実験から得られた知見を加えて、これからのエネルギーシステムや空調システムに求められる要件を抽出すると、以下ようになる。

①エネルギーシステムに求められる要件

- ・エネルギーロスを極力少なくする。特に低温排熱の有効活用と配管や貯湯槽からの放熱の低減。
- ・複数戸で連系することにより効率を高める。また、省エネ性を最も高める単位でのシステム構築。
- ・建築とのマッチング

②換気空調システムに求められる要件

- ・局所的に見ても高い換気効率。
- ・高い熱交換効率、少ない吸排気の圧損。
- ・よいメンテナンス性。

4. スマートエネルギーマンションの姿

以上のような設備を備えたスマートエネルギーマンションの試案を示すと図1のようになる。今回改修した 304 住戸は、このスマートエネルギーマンションの1室であるとの想定である。

各戸には、700～1000W クラスの固体酸化物形燃料電池(SOFC)を設置し、他の住戸と電力融通を行う。住棟システムとして、屋上に太陽電池(現在 7.5kW)、負荷を平準化するための蓄電池を装備し、商用電力と系統連系する。

各戸に 150～200 リットル程度の貯湯槽、また住棟設備としての貯湯槽、屋上に太陽熱温水器を設置し、各戸を放熱の少ないループ管で結ぶことで熱の融通も行う。

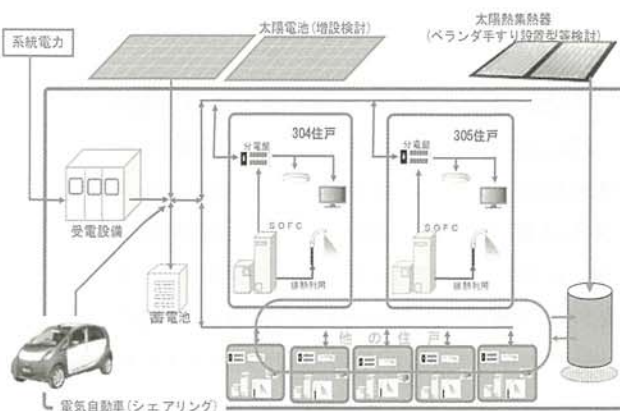


図1 スマートマンションの試案

第3フェーズ実験における夏季の時間毎の住戸での電力使

用状況の推移を図2に示す。これによると、住戸全体での合計では、1戸当たり電力は 700Wを超えていない時間帯が多い。冬季でも同様であった。従って、燃料電池の容量は、約 700～800W程度にして、不足分は蓄電池や系統からの電力で賄うシステムで十分と言える。

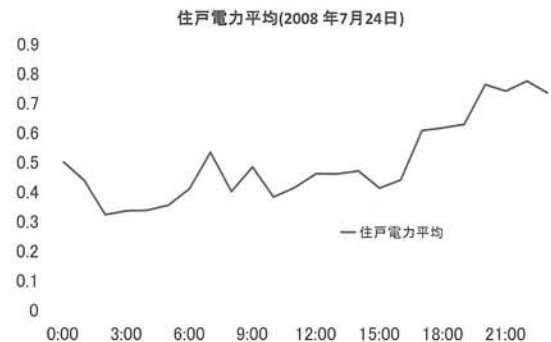


図2 住戸の時間当たり平均電力の推移(夏季)

5. 設備のコンセプト

このような住宅に組み込む設備機器について、コンセプトの検討を行い、以下の4項目を盛り込むこととした。

①近未来集合住宅の省エネルギーへの対応

環境問題は、東日本大震災の影響や国際問題も絡み、深刻化・複雑化している。家庭用においては、世帯あたりの人数は減少しているが、少人数世帯の場合、ひとりあたりのエネルギーは増加すると言われている。解決策のひとつとしてスマートエネルギーネットワークが注目されている。

戸建住宅については、実験的な取り組みが多数立ち上がっているが、集合住宅での例はほとんどない。NEXT21 の次フェーズでの実験につながるように、近未来の集合住宅のエネルギーシステムのあるべき姿を示していく必要がある。

②健康的な暮らしへの対応

住戸内で過ごす時間は、人生の中でも長い。住戸の建材や設備機器によって、人体に悪い影響を与えることは、極力少なくしなければならない。NEXT21 でも 1997 年に実施した最初のリフォーム実験である 402 住戸の改修において、健康的な住宅をテーマとし、取り組んできたが、より高度なレベルを目指すべきと考える。

③楽しい暮らしのサポート

省エネルギーや省資源には、多少の我慢が必要になる。しかし、外出先から帰って、リフレッシュすべき家庭が忍耐の場所であってはいけけない。他にもストレスは増大しがちな現代である。住戸の中に、趣味の要素、楽しめる仕掛けを備えることも大事と考える。

④災害への対応

災害等によりライフラインが停止した際に、最低限の生活ができる設備システムが大きな安心感につながることは、東日本大震災でも明らかになった。今まで想定外であった災害への備えとして、ひとつのライフラインに頼ることなく、また、最低限の生活を過ごせるモードを用意しておくことが重要になる。

また、住宅計画においては、季節や住戸の使用用途によって、周辺環境と融合できるスペースを「環境調整空間」として、住戸内に設置することとなっていた。このような住宅計画に対する設備システムは今までの設備とは異なるアプローチが必要である。従って、環境調整空間への対応も含めてコンセプト図として表現すると以下ようになる。

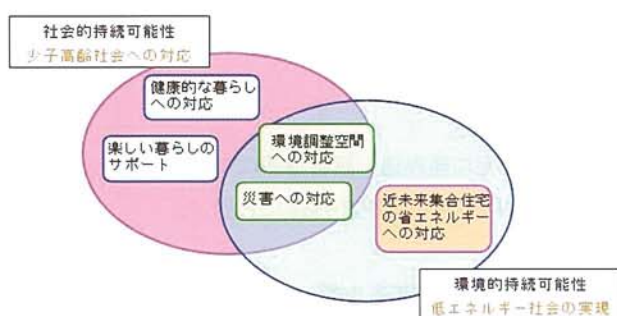


図3 設備のコンセプト図

6. 導入した設備システム

304 住戸に実装する設備は、以下の通りである。

1) 近未来集合住宅の省エネルギーへの対応

① 固体酸化物形燃料電池(SOFC)+太陽電池(PV)

+蓄電池の最適コントロール

- ・NEXT21 全体でスマートグリッドを形成していて、その1戸が 304 住戸であると想定。(デモ)



図4 エネルギーシステムのイメージ

- ・蓄電池を使うことで、燃料電池の稼働率を向上させて省エネを図る。
- ・SOFC 本体と蓄電池は、当面モックアップで設置。

② HEMS(ホーム・エネルギー・マネジメント・システム)

- ・エネルギーック PLUS。エネルギー詳細データ表示、ランキングの表示、省エネアドバイス等。



図5 エネルギーック PLUS

③ LED照明によるタスク&アンビエント照明

- ・照明での消費電力を極力抑える。
- ・一部、人感センサー付き。

④ 輻射暖房

- ・樹脂(ポリカーボネート)製ラジエター

間仕切り型の輻射暖房端末。東京ガス(株)の市販品(クリアウォーム)を導入。



(東京ガスカタログより)

図6 透明感のある輻射暖房端末

2) 環境調整空間への対応

① 24 時間換気空調

- ・デシカント空調と業務用ファンコイルユニットを組み合わせることで、全熱交換換気+調湿+温度調節を行う。
- ・床吹き出し、天井吸い込みとすることにより、ディスプレイメント換気に近い状況を作り出し、換気効率を向上させ、上下の温度分布も小さくなることが期待できる。
- ・床下、天井裏をチャンバーとすることにより、今後のリフォームにも容易に対応が可能であり、ダクト式よりも搬送動力を低減できる。また、床面温度が冬季は少し暖かく、夏季は少し冷たくなるため、実際の空間温度での温熱感よりも快適さが向上する可能性がある。
- ・床下に機器を置くことで、フィルター清掃等のメンテナンスを楽に行うことができる。

- ・外気冷房モードを持ち、中間期に省エネルギーを図ることができる。

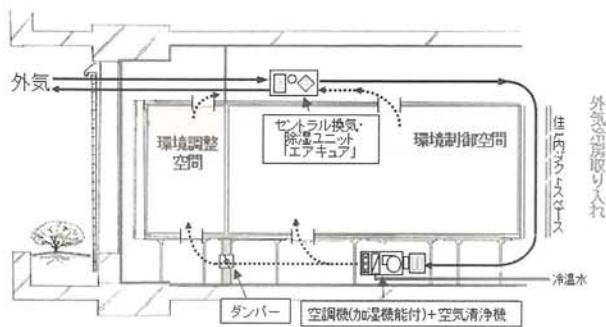


図7 環境調整空間に対応した24時間換気空調システム

3)健康的な暮らしへの対応

①デシカント空調

- ・除湿タイプを設置。加湿が必要な場合は、ファンコイルに内蔵した加湿装置を利用。

②空気清浄(集塵・花粉除去・除菌・脱臭等)

- ・高性能タイプの空気清浄器を換気空調機の上流側にビルトインする。

③調湿建材

- ・珪藻土を使用。

④ミストカワック

- ・疲労回復、肌の乾燥防止などを目的に導入。

4)楽しい暮らしのサポート

①65インチ壁掛けLCDディスプレイ

- ・擬似窓として設置。環境映像を見せるだけでなく、LANの接続口を設けているので、WEBカメラを装備することにより「人・自然・社会」の繋がりを補完していくことも可能。遠い場所の景色や比較的近くだが見えにくい場所、頻繁に行けない場所等の画像を映すことにより、遠隔地の親戚や知人とのコミュニケーションをとったり、NEXT21のエコガーデンの様子や遠隔地のコミュニティ農園の様子を室内で見たりすることができる。

②体感音響システム

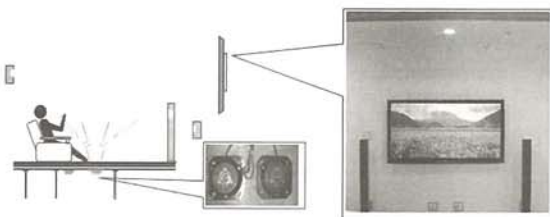


図8 擬似窓としてのディスプレイと体感音響システム

- ・よりリアルな感覚を創出するため、音響と連動した振動を体感できるバイジック(R)システムを導入する。リラクゼーション効果も期待できる。

③トリプルワイドガスコンロ

- ・3連横並びのコンロで、手前に作業スペースがあり、レンジフードの奥行きが浅い。2人で並んで調理が可能。



図9 トリプルワイドガスコンロ

5)災害への対応

①最低生活回路の分離

- ・分電盤を大きく3回路に分離。最低生活のための「非常モード」、ほぼ通常の生活が送れる「エコモード」、全てが使用できる「通常モード」を備え、万一の場合は、「非常モード」で、燃料電池の発電により最低限の生活が可能。
- ・「非常モード」は、LED電球数個、冷蔵庫、ガスコンロ等の利用を想定し、計200W程度。

②SOFCのブラックアウトスタート対応

- ・起動時電力を賄う蓄電池の設置と制御装置。(実装は、次フェーズ改修計画の中で検討)

③昼間は太陽電池電力を利用

- ・パワーコンディショナーに対応。(実装は、次フェーズ改修計画の中で検討)



図10 緊急モードを備えた分電盤

7. 第4フェーズ実験に向けて

今回導入した設備機器は、第4フェーズ居住実験で初めて居住状態で使用される。取得されるデータだけでなく、ヒアリングも行いながら、設備の評価を行っていく予定である。

304 住戸「住継ぎの家」における温熱環境評価

1. はじめに

304 住戸での改修計画では、省エネルギーと室内環境の向上のため、断熱性と気密性の向上を行った。

気密性や断熱性、及び空調機による温熱環境の評価を行った。

2. 改修住戸の気密性の計測

改修前の 304 住戸は、NEXT21 竣工時に施工された住戸で、2010 年 8 月 27 日に測定した住戸(改修工事前)の気密性は、 $C=4.4\text{cm}^2/\text{m}^2$ であった。これは、集合住宅としてはもとより、当時の戸建住宅と比べてもよいとは言えない数値に留まっていた。

この原因は、主に2つあり、ひとつは、足場用の貫通穴が数mおきに梁に開いていたことである。オープンビルディングを目指し、リフォームにおいて地上から足場を立てることなく施工するための仕組みが、気密性を損ねていたことになる。また、もうひとつは、廊下側から配管が入る穴が開けられているが、その周辺処理が非常に雑で、配管の周囲に大きな隙間が生じていたことである。現場管理の問題であるが、気密性を向上させるという意識が当時の施工者にはなかった可能性も高い。



図1 足場用の梁の貫通孔(改修工事前)

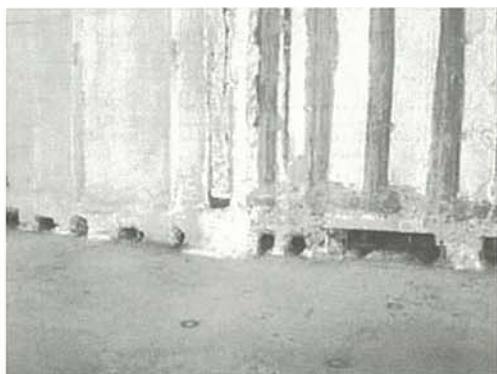


図2 配管が通っていた立体街路側の貫通孔(改修工事前)

そこで、今回の改修工事では、梁に開いた足場用の貫通穴は、室内側にウレタンを吹き付ける際に、塞いでしまっている。足場

用の穴として使用するの、数年～数十年に1回程度と少なく、必要な時にはウレタンを崩せば使えるので差し支えないとの判断をしている。また、廊下側からの配管引き込み部分については、コンクリートに配管径に合わせて穴を開け、配管との間に隙間が少なくなるようにした上で、充填剤で塞ぐなどして気密性を向上させる努力を行った。



図3 足場用の梁の貫通孔の処理(改修工事後)

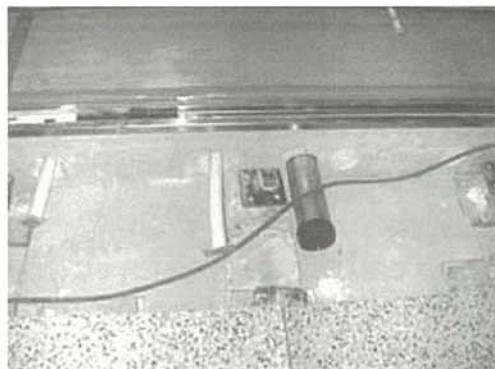


図4 立体街路側の配管貫通孔(改修工事後)

しかし、改修工事竣工後の 304 住戸にて、通常の計測手順どおり、給排気に関する穴に目張りをして計測したところ、 $C=3.9\text{cm}^2/\text{m}^2$ までしか向上していなかった。改修前の計測時には、その時に確認された前記の不具合箇所の対策が、改修工事により十分できたとしたら、どの程度の気密性が得られるかを確認するため、足場用の穴や、配管貫通穴を塞いで計測している。すると、 $C=1.8\text{cm}^2/\text{m}^2$ となり、改修後には、このレベルの気密性が実現できると期待されていた。

NEXT21 は、壁や床・天井がコンクリートで一体になった市中の集合住宅とは異なり、外壁が移動できる仕組みのため、気密性はやや犠牲になりがちであるが、改修後の実測結果は期待したレベルに達していなかった。改修後の住戸は、西側に大きな開口部(扉)があり、予定通りの気密性を保てなかったのではないかと考えられる。

3. 空調システムによる温熱環境の評価(暖房時)

①立ち上がり性能

外気温 10.0℃、室内初期温度 13.2～13.7℃の状態から空調システムのスイッチを入れ、立ち上がりの性能を検証した。環境調整空間と環境制御空間の間仕切りを閉めた状態で、環境調整空間の温度上昇の変化を見た。その状況を図 5 に示す。

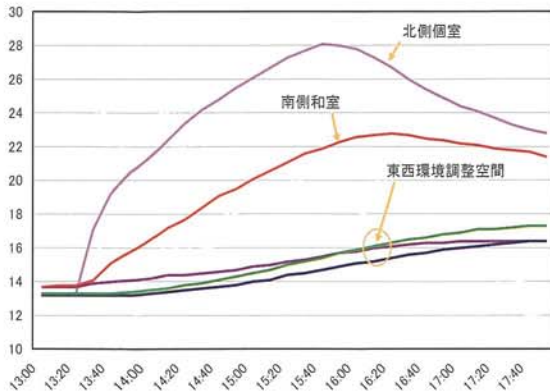


図 5 立ち上がり性能

室内の北側に、空調機本体があり、温風は北側からまず吹き出し、次第に南側のチャンバーを温めて室内に流入するため、北側個室の温度上昇が早い。南側の和室は遅れて立ち上がり、運転開始後、1 時間で北側個室は 23℃に、また、南側和室も 17.5℃まで上昇しているの、能力面では十分と思われる。

しかし、北側個室は 28℃まで上昇してから、その後 22℃程度に収まっていく様子が見られ、制御のパラメータを見直して、南北の不均等と、オーバーシュートは是正する必要がある。

②水平方向の温度分布

次に定常に至った状態での、水平方向の分布について計測を行った。その結果を図 6、7 に示す。

各温度は、計測ポイントの床から 1.5m の高さの温度である。環境調整空間と環境制御空間の間の間仕切りを閉じた場合が図 6、開放した場合が図 7 である。



図 6 水平方向の温度分布
(間仕切り閉、外気温 6.6℃)



図 7 水平方向の温度分布
(間仕切り開、外気温 9.0℃)

結果は、図 6 において環境制御空間内の温度差は 1.2deg と比較的小さく収まっている。また、非空調となっている環境制御空間は、温度が 16.6～20.1℃で、外気温との緩衝エリアとしての役割を果たしている。

次に、図 7 のように間仕切りを開けて、全体を空調した場合には、各ポイントの温度差は、最大で 2.6℃となった。やや大きめであるとも思えるが、温度が低かったポイントは環境調整空間の端の方であり、開口部の冷輻射の影響を受けていたのではないかと考えられる。実居住状態では、空気の攪拌もあるので、温度差はより小さくなると考えられる。

③垂直方向の温度分布

垂直方向の温度分布について、水平方向の分布の図と同様、環境調整空間と環境制御空間の間の間仕切りを閉じた場合と開放した場合を図 8、図 9 に示す。

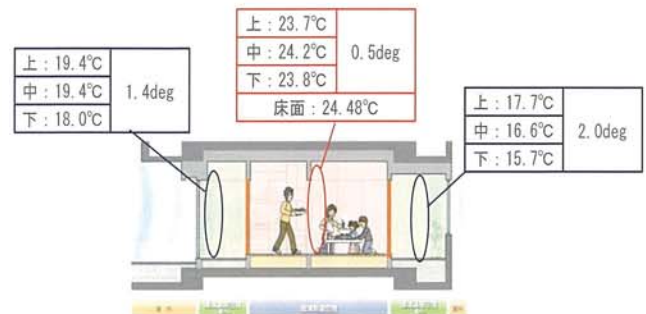


図 8 垂直方向の温度分布
(間仕切り閉、外気温 6.6℃)

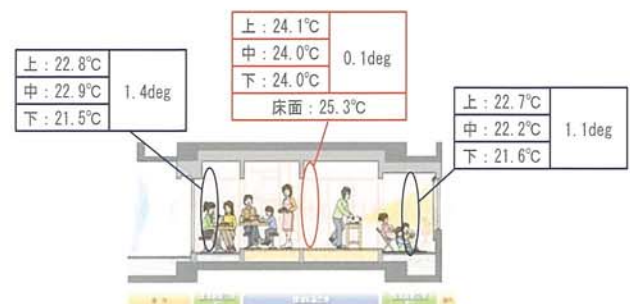


図 9 垂直方向の温度分布
(間仕切り開、外気温 6.6℃)

間仕切りを閉じている図 8 のケースでは、環境制御空間は、上下温度差が 0.5deg で非常に差が小さい。ただし、空調を行っていない環境調整空間については、床面がタイルであり、冷輻射を受けるためかと思われるが、床面付近の温度が低く、上下温度差はやや大きめになっている。また、床下チャンバー式のため、床面温度が上がって、ほのかに暖かい状態になることが期待された。計測のデータでは、図 8、図 9 とともに床面に近い空間の温度に対して、床面温度は約1℃高い温度になっている。この効果により、冷たくないと感じる程度の床温度になっているのではないかと考えられる。

4. 断熱性の評価

断熱性を向上させていることを検証するため、熱流の状況を計測した。垂直方向の熱の流れについて改修前と改修後を比較した結果を図 10、図 11 に示す。

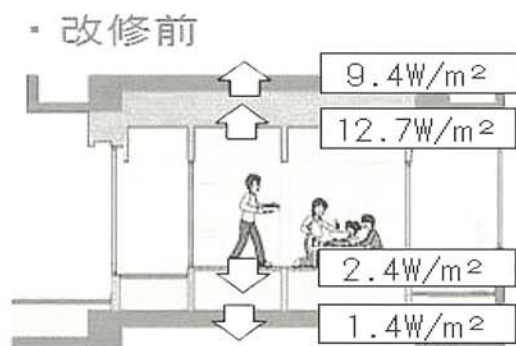


図 10 垂直方向の熱の流れ(改修工事前)

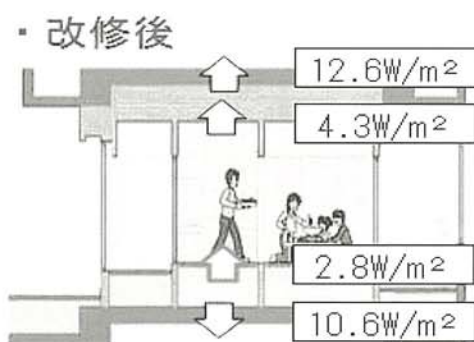


図 11 垂直方向の熱の流れ(改修工事後)

床下チャンバー式の空調のため、改修後においては、床下から室内への熱の流れがあり、その点は期待した通りである。また、天井面の熱流は、約 3 分の 1 になっており、断熱強化の効果と思われる。

しかし、スラブ面での熱流は、計測期間内に定常になっていなかったためと思われるが、期待された結果になっていない。

また、東側の壁の熱伝導率について、改修前の仕様値と、改修後の実測値を比較すると表 1 のようになる。

表 1 改修による壁の熱伝導率の向上

	熱伝導率 改修前の仕様	熱伝導率 改修後実測値
壁(東側)	0.512W/m ² K	0.261W/m ² K

壁は、東側に設置した熱流計で計測しているが、改修前の熱伝導率に対して約半分の値となり、断熱強化の効果が出ている。

5. まとめ

気密性の評価においては、性能は向上しているものの、西側の大きな開口部が原因と思われるが、予想よりは低い値となった。

空調システムは、立ち上がり性能、空間分布ともに、十分な性能を持っていることが確認できた。

断熱性の評価を行ったが、1.5～2 日間の計測では定常に達していなかったためか、一部、整合性がない部分が見られたが、断熱性が向上していることが確認できた。

以上

■ 共働き家族の生活と住ニーズ

1. 研究の背景・目的

現在、日本では少子化が進行している。その最も大きな原因は、出生率の低下である。出生率低下の要因としては、非婚・晩婚化、夫婦出生力の低下が主なものとしてあげられるが、その緩和と出生率の回復のためには、夫婦が共に働きながら子供を育てやすい社会環境を構築することが重要である。共働き夫婦のワークライフバランスを整え、子供を産み育てる喜びを誰もが得られる環境は、女性だけでなく男性にとっても必要だと考えられる。

しかし、女性の社会進出が進行し、共働き夫婦が増加しているとしても、その多様性にも配慮する必要がある。共働き夫婦には多様な経済層・職種の組み合わせが考えられ、すべてをまとめて共働き夫婦とし、居住の課題やニーズを見出すことは困難である。また、その多様なニーズを生活の背景から検証していくためには、その生活を詳細に調査することが必要となる。

以上のような認識から、本研究では共働き世帯の内、世帯主が中堅企業社員である共働き世帯の調査から、そのニーズと居住の課題を抽出することとした。その結果を分析することにより、該当層の共働き世帯に対応した住宅計画の検討課題を抽出することを目的とする。調査は、大阪ガス実験集合住宅 NEXT21(以下 NEXT21)注1)に居住する世帯の内、子どもを育てながら共に就労する共働き子育て夫婦を対象とした。

2. 既往研究

共働き夫婦の生活や子育てに関する研究は、主に社会学の分野で、仕事生活と家庭生活の役割の対立・葛藤や夫婦の役割分担に関する研究が行われている。しかし、女性の社会進出はめざましく、その就労環境についても変動が激しいと考えられる。よって最近10年間の研究成果から、生活や住宅に関する研究の概要を俯瞰すると、以下のようなものがある。

まず生活動向に関するものとしては、室崎・坂東(小伊藤)らが、保育園に通う乳幼児をもつ家族を対象とし、家事や育児労働の夫婦の分担を中心に分析し、共働き家族であっても家事や育児における協働関係は男女平等ではないこと、その要因として労働条件やジェンダーに関する教育や意識、子どもの年齢などが関係すること、また協働の度合いが進んでいる場合に妻の満足度が高いことなどを明らかにしている。文献1)

住み方や住要求に関するものとしては、同じく坂東(小伊藤)・室崎が、京都市内の保育園に通う子どもを持つ世帯を対象に調査を実施し、乳幼児のいる世帯にとっての住宅には、一定の広さのLDKおよび連続室が、分離室より優先して確保されていることが必要であることを明らかにしている文献2)。また小伊

藤・室崎は別の研究において、5つの住宅改装事例を詳細に調査し、乳幼児のいる共働き家族の住要求として、LDKを一体化したいこと、LDKを個室に優先させて広くとりたいこと、可能な限り連続室を確保したいことがあげられること、そして家族以外の人が集まる空間としてLDKの存在が重要であることを明らかにしている文献3)。伊藤・入澤・沖田は、東京圏に住む子どものいる共働き世帯を対象とした調査を実施し、家事・育児に関する夫婦の役割分担の傾向のほか、通勤時間について夫より妻の方が短い傾向があること、実家との距離も妻の方が近い傾向にあること、預け先としては保育園が多く、緊急の場合に頼る先は妻や夫の親であること、夫は書斎として専用空間を持つ場合が多いが、妻は専用の場(コーナー)を持つ場合が多いことなどを明らかにしている文献4～6)。

住戸の空間構造に関するものとしては、安枝・高田による研究があり、シナリオ・アプローチによる住宅計画手法を用い、共働き夫婦の居住空間の構成原理を明らかにしている文献7)。また、子どもの生活に着目したものとしては、塚田・小伊藤らの研究があり、大阪市と神戸市の学童保育所に通う低学年児童を対象にその放課後の生活を調査し、子どもだけで留守番をするケースや学童保育所での生活が子どもの遊びのすべてになっているケースが多いこと、親の帰宅時間の遅延化が、子どもの夕食・就寝時間の遅延化や親子のふれあう時間の不足につながり、子どもの家庭生活を圧迫していることなどを明らかにしている。また、大阪市の延長保育実施園の調査からも、同様の傾向があることを確認している文献8～11)。

本研究では、これらの先行研究の内容を踏まえ、主に夫婦が共に働いていることが及ぼす不都合に着目し、共働き夫婦の居住の課題を抽出することとした。

3. 研究の方法と調査概要

研究の方法としては、NEXT21に居住する世帯のうち、共働き子育て世帯である5世帯の調査結果を分析することとした。調査は生活や住戸や住環境の評価に関するアンケートと、補足のためのヒアリングを実施した。アンケートは2008年12月26日に配布し、1月半ばまでに順次回収した。ヒアリングは2009年3月上旬から4月下旬にかけて、世帯(夫婦)ごとに一世帯あたり2時間程度実施した。

4. アンケート調査からみた調査対象世帯の生活

表1に調査世帯の家族構成、表2に調査世帯夫婦の勤務形態を示す。世帯Aは、40代の夫婦で、子どもも高校生と中学生であり、ほぼ子育てに手がかからなくなっていることが推測でき

る。夫も妻も会社員で、フルタイム就労であるが、妻は残業がなく、勤務地も夫より近い。

世帯 B は、30 代の夫婦である。子どもは2歳であり、最も子育ての負担が大きい時期である。夫も妻も、会社員でフルタイムで就労しているが、夫も残業がある上に、妻は空港のスタッフとして就労している。早番（早朝出勤）と遅番（午後出勤）を2日ずつ勤務した後、休日が2日という変則勤務となっており、勤務地も遠いため、早番の時は早朝4時に家を出たり、遅番の時には夜中の0時半に帰宅することもある。

世帯 C は、夫は会社員でフルタイム就労、妻は看護婦で週2、3日で夕方みのパートタイム就労である。子どもは1歳であり、出産前はフルタイム就労であったが、産休と育休を取得後、パートタイムで復帰した。

世帯 D は、夫は会社員でフルタイム就労、妻は自宅近くの学校の学食で、平日は毎日、9:30 から 14:00 までのパートタイムで就労している。子どもは中学生と小学生の男児、5歳の幼稚園に通う女児の3人であり、家事や育児の負担が高いことが推測できる。

世帯 E は、夫は会社員でフルタイム就労、妻は保育園で保育士の補助として平日は、毎日、14:30 から 18:30 までパートタイムで就労している。子どもは小学生の女児と男児である。

以上より、妻の勤務形態と子どもの年齢による調査世帯の位置づけを表3に示す。調査世帯はすべて、夫が同じ企業の社員であるが、妻の勤務形態には違いがある。世帯AとBは妻がフルタイム就労であるが、子どもの年齢に違いがある。世帯Aが中・高校生であり、親の手を離れる年齢であるのに対し、世帯Bの子どもは2歳であり、最も手のかかる年代である。世帯C、D、Eの妻はパートタイム就労であるが、世帯Cの子どもは1歳、世帯Eの2人の子どものみは小学生、世帯Dの3人の子どものみは長男の中学生から長女の5歳まで巾がある。

各世帯の夫婦の家事分担として、世帯の家事全体の内、自分が負担していると思う割合を夫婦それぞれに回答してもらった数字を表4に示す。これを見ると、共働きであっても、妻の家事分担が圧倒的に多いことが分かる。しかし、その中でも世帯Bと世帯Dの夫は、妻の認識とは若

表1 調査世帯の家族構成
※年齢は2009年4月1日現在

世帯	続柄	年齢	職業・学年
A	夫	46	会社員
	妻	45	会社員
	長女	16	高2
	次女	14	中3
B	夫	34	会社員
	妻	35	会社員
	長女	2	保育園2歳児クラス
C	夫	27	会社員
	妻	26	パート
	長男	1	
D	夫	43	会社員
	妻	44	パート
	長男	14	中3
	次男	10	小5
	長女	5	幼稚園年長クラス
E	夫	43	会社員
	妻	38	パート
	長女	11	小6
	長男	8	小3

表2 調査世帯夫婦の勤務形態

世帯	続柄	職業	勤務日	職種等	始業時刻	終業時刻	帰宅時刻	通勤時間
A	夫	会社員	月～金	保安	8:40	19:00	20:00～21:00	1h
	妻	会社員	月～金	事務	9:00	17:00	17:40～18:00	30分
B	夫	会社員	月～金	営業	8:30	20:00	20:30以降	30分
	妻	会社員	4勤2休	空港地上職	早番 5:30～9:00 遅番 13:30	早番 14:00～17:30 遅番 22:00	早番 18:00前後 遅番 0:30	1h40分
C	夫	会社員	月～金	技術開発	8:30	21:30	22:30	30分
	妻	パート	火・水・ (土・月に1回)	看護師	16:15	19:30	20:00	30分
D	夫	会社員	月～金	営業技術	9:00	18:30	19:00	25分
	妻	パート	月～金	学生食堂	9:30	14:00	15:00	3分
E	夫	会社員	月～金	企画	9:00	17:40	19:00	25分
	妻	パート	月～金	保育	14:30	18:30	19:30	20分

表3 妻の勤務形態と子どもの年齢による調査世帯の位置づけ

妻の勤務形態	子どもの年齢		
	乳幼児	小学生	中高生
フルタイム	世帯B		世帯A
パートタイム	世帯C	世帯E	世帯D

表5 買い物頻度

世帯	続柄	買い物頻度 回数/週
A	夫	0.5
	妻	5
B	夫	2
	妻	3
C	夫	2
	妻	3
D	夫	2
	妻	10
E	夫	2
	妻	7

表4 調査世帯の家事分担割合

世帯	夫の家事分担割合（割）				妻の家事分担割合（割）				夫婦以外の家事負担者
	炊事	買い物	掃除	洗濯	炊事	買い物	掃除	洗濯	
A	0～2	0～2	0～2	0～2	9～10	9～10	6～8	9～10	子
B	3～5	3～5	3～5	0～2	9～10	9～10	9～10	9～10	夫の母
C	0～2	0～2	0～2	0～2	9～10	9～10	9～10	9～10	
D	0～2	3～5	3～5	3～5	9～10	9～10	9～10	9～10	子
E	0～2	0～2	0～2	0～2	6～8	9～10	9～10	9～10	子

表6 調査世帯の家事負担感

世帯	夫の家事負担感				妻の家事負担感			
	炊事	買い物	掃除	洗濯	炊事	買い物	掃除	洗濯
A	全くない	全くない	全くない	全くない	あまりない	あまりない	少し負担	少し負担
B	あまりない	あまりない	あまりない	あまりない	少し負担	少し負担	少し負担	とても負担
C	あまりない	あまりない	少し負担	あまりない	全くない	少し負担	少し負担	全くない
D	全くない	全くない	全くない	全くない	とても負担	とても負担	とても負担	とても負担
E	全くない	全くない	全くない	全くない	あまりない	あまりない	全くない	全くない

表7 調査世帯の育児分担と負担感

	世帯	朝の身支度	持ち物準備	朝食準備	昼食準備	夕食準備	食事の付き添い	送り	迎え	行事やPTA	遊び相手	おもちゃの片付け	勉強をみる	稽古事の送迎	外遊びの付き添い	トイレの付き添い	風呂	歯磨き	寝かしつけ	看護	自分以外の分担者	負担感
夫の育児分担(割合)	B	3～5割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	3～5割	3～5割	0～2割	0～2割	3～5割	3～5割	不要	不要	3～5割	3～5割	3～5割	0～2割	0～2割	3～5割	配偶者・実母	あまりない
	C	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	配偶者	あまりない
	D	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	0～2割	3～5割	6～8割	3～5割	6～8割	不要	6～8割	不要	3～5割	0～2割	3～5割	0～2割	配偶者	あまりない
	E	0～2割	0～2割	0～2割	不要	0～2割	不要	不要	不要	0～2割	6～8割	0～2割	9～10割	0～2割	0～2割	不要	0～2割	不要	不要	0～2割	配偶者	全くない
妻の育児分担(割合)	B	6～8割	9～10割	9～10割	不要	6～8割	6～8割	3～5割	3～5割	不要	6～8割	9～10割	不要	不要	3～5割	9～10割	6～8割	9～10割	6～8割	9～10割	配偶者・義母	あまりない
	C	9～10割	10割	10割	9～10割	10割	10割	9～10割	9～10割	9～10割	10割	10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	配偶者・実母・実父	あまりない
	D	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	6～8割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	9～10割	配偶者	少し負担
	E	0～2割	0～2割	0～2割	不要	6～8割	不要	0～2割	不要	6～8割	3～5割	3～5割	0～2割	不要	0～2割	不要	3～5割	不要	不要	9～10割	配偶者	あまりない

干渉があるものの、比較的家事を分担している。特に世帯 B に関しては、前述の妻の勤務形態から、ある程度の夫の家事分担が生活を支えていると考えられる。また、各世帯夫婦の、家事に対する負担感(表6)をみると、世帯 D に関しては、夫が家事をある程度分担しているにも関わらず、妻の家事に対する負担感が大きい。買い物頻度(表5)をみると、世帯 D・E、特に世帯 D の妻の買い物頻度が高い。パートタイム就労で時間的に可能だということもあろうが、食べ盛りの男児2名と幼児を抱える世帯Dの、こなすべき家事の絶対量の多さをうかがわせる。また、夫がほとんど家事を分担しないにも関わらず、世帯 A と世帯 E の妻は、自身の家事分担をすべて9～10割とは考えていない。自分以外の家事分担者に、子どもがあげられており、小学生高学年以上の子どもが家事を手伝うことにより、妻の負担が軽減されていることがわかる。

家事分担と同じく育児の分担について聞いた回答を表7に示す。育児負担がほとんどない世帯 A は調査対象としなかった。これをみると、やはり妻の分担が多いものの、家事に比べると夫の分担が多い。中でも「遊び相手」や「勉強」に関する分担が若干多くなっている。自分以外の育児分担者としては、世帯 B と C で実母や実父、義母があげられており、乳幼児の育児分担を親族に頼る様子が見える。

5. 共働き世帯の住ニーズと居住の課題

本章では、前章の各世帯の状況を踏まえ、ヒアリング調査を詳細にみることによって、各世帯の居住の課題やニーズを抽出する。ヒアリング調査の内容を全て書き出し、その中から、「家事」、「育児・子ども」、「余暇」に関するコメントで、就労に関係するものを抽出した。

5-1. 家事について

まず各世帯が、日常の買い物に関して関心が高く、工夫をしていることがわかる(表8)。世帯 A は、通勤経路上の駅、特に自宅から最寄駅までの間に買い物場所がないことに不便を感じ

じ、勤務地の最寄駅で軽量のものを購入し、重いものは個別宅配による買い物を頼んでいる。また自宅近くの商店街の閉店時間が早いことにも不都合を感じている。世帯 B は休日にまとめ買いをし、かさばる物の運搬に苦慮している。世帯 C は多くの課題はないものの、買い物の短時間化をはかっている。世帯 D の買い物量が非常に多いことがうかがえ、夫婦で順番に買いに行くなどしている。世帯 E も仕事の帰り道の「デパ地下」を利用し、出来合いのものを利用している。

また、調理の作りため(世帯 B)や、出来合いの調理品を購入すること(世帯 E)で、家事の効率化や軽減を図る一方、つい最近まで専業主婦をしていた世帯 D と世帯 E の妻は、家事にかけられる時間が少なくなり、以前と同じ量の家事をすることができなくなったと考えている。家事の効率化は、フルタイム就労の世帯だけでなく、納得感のある家事をこなしてきた専業主婦がパートタイムで就労する時にも発生するニーズとなる可能性がある。

そして、アンケートでみられた子どもによる家事分担が、ヒアリングからも確認できた。

5-2. 育児について

育児については、妻が同じフルタイム就労でも、世帯 A の子どもが成長し、ほとんど負荷がないのに対し、世帯 B にとっては多大な負荷となっていることがわかる(表9)。親族の協力を得て、なんとか就労を継続しているが、妻の身体的疲労は大きい。しかしながら、ベビーシッターに頼むことについては、その信頼性からためらいや抵抗がある。

妻がパートタイム就労の世帯 C・D・E については、育児の負荷が、現在はそんなには大きくないこと、しかし、世帯 D における3人の子どもの育児負荷が以前大きかったことが推測できる。また、育児負荷は少ないものの、世帯 E の妻は、子どもとふれあう時間が短いとしている。

5-3. 余暇について

余暇については、個人の活動性に寄るところが大きいですが、総

じて夫は比較的趣味の時間を持ち、それに関連して自分の個室に対するニーズも高い。しかし、世帯 B に関しては、夫婦ともに余暇を楽しむ時間は全く残されていないことがわかる(表 10・12)。

世帯 C の妻は、平日 2 日しか就労していないこともあり、比較的余暇を楽しむ余裕がある。しかし、同じパートタイム就労であっても、平日毎日就労している世帯 D の妻は自分の余暇を楽しむことや自分の個室についてはほぼあきらめているコメントがあった。世帯 E の妻も、ほとんど余暇に関するコメントはなかった。また総じて妻は、外食を楽しむ機会も少ない(表 11)。

6. まとめ

前章の結果をまとめると、表 13 のようになる。世帯 A は夫婦ともにフルタイム就労であるが、2 人の子どもが中高生であった

め、育児には手がかからず子どもも家事を手伝うため、家事・育児の負荷は大きくない。しかし毎日の買い物は通勤途上に限られ、買い物に個別宅配も利用している。世帯 B は同じく夫婦ともにフルタイム就労であるが、子どもが乳幼児期であり、妻の勤務も遠方における変則勤務であるため、家事・育児の負担が大きい。買い物も休日に限られるため、まとめ買い・作りだめをしている。しかしシッターサービスの利用には抵抗があり、親族に育児分担を頼っている。夫婦ともに余暇を楽しむ余裕は全くない。世帯 C も子どもが乳幼児であるが、妻がパートタイム就労で、勤務も週に 2、3 日であるため、家事・育児が大きな負担とはなっていない。世帯 D・E は妻がパートタイム就労であるが、平日は毎日勤務しているため、就労前よりも家事にかかる時間が少なくなったと感じている。特に世帯 D の子どもは中学生と小学生の食べ盛りの男児 2 人とまだ手のかかる幼児の女児の 3

表 8 家事に関するコメント

A	(妻) (家事の負担が減ってきて、その代わりに家事を負担しているのは) 主に子どもやろね。
	(妻) (最寄の駅に) 買い物しに行くところがないんですね。空堀の商店街に行くしかないんで。で、(個別宅配での買い物) 始めたんです。
	(妻) 逆に、(勤務先の) 駅前で、地下鉄乗る前に(買い物) 済ますことはありますけど。
	(妻) で、重たいものは個別宅配で買う。
	(妻) (子どもに) ご飯、炊いてとかいうのは、しょっちゅうあるし、洗濯物入れといてとか、干すとかね。
	(妻) じゃがいもとか、牛乳とかをわざわざ買いに行くのは大変。
	(妻) 6 時に起きて、6 時 40 分までに(弁当を) つくり終わってるんで、朝、家を出るまでに洗濯する。
	(妻) 一番早く帰るのは私ですから、私が洗濯物を入れるか、たまたま帰ってきたら娘に入れてもらうか。
	(妻) (最寄の商店街に寄るのは)、2 回も大きい道路渡るのはね、帰りにちょっと何かへビーな感じが。なきそうで、結構距離が、若干ある。で、持って歩いて帰ってくるんですね。結構……。
	(妻) (家が) 片付かない。それは変わってないですね。
B	(妻) 空堀の魚屋さんがある時間、あそこ早いで、6 時ぐらいに閉まっちゃうんですよ、商店街の小売りさんは。だから、5 時に終わって、間に合うときは空堀回ったりするんやけど。
	(妻) 結構もう何かとか、適当にしといたらいいっていうんですけど、それができないんですよ、何か。洗濯もして寝ないといけないし、食器も絶対洗って寝ないと嫌やっていう、何か。やっぱりそういうもあって。
	(妻) そうですね。時間的な問題と、あとはまあ、勤務先が遠いところでもありますね。それもちょっと。
	(妻) (買い物は) 休みの日に行き、いっぱい買ってきますよね。で、遅番の 2 日目に早番の分と、休みの日に多日につくって、翌日も同じメニューで、温めたらいいような献立にするようにしてます。やっぱり帰ってきて、材料切ってね、何か炒めてっていうのは結構大変なので。できる限りオフのときにつくりだめというか、それをして、翌日に食べるっていうふうな。
	(妻) (個別宅配は) あれも何か結構便利そうだなと思いつながら、結局買いに行ってますね、何か自転車。やっぱり子供もね、外に出たがるから、どっちにしろやっぱり買い物と一緒に連れていくのもね。なので、そこまで苦痛には感じてないんですけどね。子供と一緒に休みを過ごしてるので。
	(妻) (かさばる物を買った時は) 自転車に積むのにいつも苦労してます。
	(妻) (夫は家事を) やってるつもりなんです。
	(夫) (自分の家事分担は) 3 割くらい。
	(妻) (仕事に復帰して、夫は家事を) してくれるようになりましたね。洗濯とか。
	(妻) 子供が料理に食べ物とか、もうパンくずとかお菓子のくずとか落とすから。そういうのを。(床は) フラットいうてもこういう、(フローリングの板と板の間に) あんまり溝がないようなタイプの方が手入れがしやすい。
C	(夫) (買い物は、土日に) そう、多分、一緒に行ってると思うんで。
	(妻) (洗濯は) 子供、目離せないんで、今、寝てから全部やってしまう感じですね。
	(妻) ベビーカーで行くときとか、時間があるときは八百屋さんとかで 1 個ずつ買ってたんですけど……。パートし出したら、やっぱりこう、ぱっと買ってぱっとっていう時間がね、どうしても、ね、楽なんで、楽なほう(スーパー等でまとめ買い)に行っちゃうんですけど。
	(妻) 8 時半過ぎぐらいに、遅くても 45 分ぐらいには家出て歩いて、で、帰ってきて、そのままパート行って、帰ってきて、そのまま幼稚園迎えにいったから、帰ってきたら朝食はなしのままで、ここに、はい。
	(妻) (パートに出て、家事をする時間が) 少なくなりましたね。もうでも放ったらかしてます。もういいかって、ここまで、食べることが精一杯です。ね、もう子供 3 人いたら。だから、ある程度はもういいやって。だから、毎週も何日か敷きっぱなしのときもありいの、もう片付けなくても、ね、子供がもう引っ繰り返していても、もういいやって、半分あきらめながら。
	(夫) だから、いまだに料理は、だから、あの一、きっちり週に何回という形じゃないですけど、よくやってる方なんです。
	(夫) 朝早く起きるじゃないですか。そうすると、何するでもなし、やることといったら取りあえず洗濯が山ほどあるんで、それを取りあえず洗濯機に放り込んでスイッチオンまではやるんですよ。
	(妻) (夫は) そんな家事なんて今まで絶対しなかった。
	(夫) うち、妻の消費量が異常に多いんですよ。毎日 5 リットル沸かしてるんですよ。一応必要量としてはやっぱりそんなに沸かしておかなきゃいけないんで、それを火をつけるぐらいのもんですかね。
	(妻) (買い物は) 毎日ですよ。だってすごい食べるんですもん。びっくりするくらい。で、パパも、あの一、日曜日コーヨーが安いって分かってからね、二人で協力して卵を、20 個あってもあつという間なんで、だから二人でもう順番に買いにいったりするんですね。
E	(妻) (1 日) お米は 8 合炊いて 2 回分ないですね。お弁当で。夜にもうお弁当用に(炊飯器を) 仕掛けといて、で、朝お弁当に詰めて、で、晩でなくなる時があるんですよ。
	(夫) (妻の方が帰りが遅いので) だから僕と娘がご飯炊いてるんです。
	(夫) (子どもの家事参加が増えていることについて) 毎日じゃないですけどね。ご飯炊きは毎日、洗い物なんかも教えてるんで、今、嫌がってますけども。
	(妻) 前は家にいたときは、すごい煮物とか、時間を掛けてカレーとかロールキャベツとかそういうのをやってたんですけど、今はもう、ね、買ってきたり。時間がなかったらもう帰りに近鉄に寄ってきたやつを買ってきたりして出したり。で、時間掛けてほしいものは土日に回ったりしてます、はい。結構手を抜くようになりました。できたものを買ってきたり。コロッケとか。
	(妻) 前は専業主婦だったんで、お弁当とかも結構下してたんですよ。で、パートに行きだして減りました。下すのが。
	(妻) (近所の商店街の他に、買い物によく使うのが) デハ地下ですね。いつも、仕事の帰り道なんです。近鉄が。だから、はい。行きやすいです。

表9 育児・子どもに関するコメント

A	(妻) 結局、(家に子どもしかなくても) 自分らで作って勝手に食べてますからね。
	(夫) (春休み、夏休みの間、仕事で両親が留守でも) 全然、大丈夫やね。ほっとかしやね。
	(夫) (子どもの送り迎え不要になってきたことについて) 勝手に行って、勝手に帰ってきてくれるから。
B	(夫) 日曜日、終日一人で子供をみるのはしんどいので、妻の休みを日曜日にしてもらった。
	(夫・妻) 早番の時は、夫が子供を保育園まで送り、妻が迎えに行く。
	(夫・妻) 遅番のときは、妻が保育園まで送り、夫の母が迎えに行く。または、妻が勤務前に妻の実家に送りにいき、休日を迎えに行く。
	(夫) 実際ほんとうにもう死にもぐるいでやってたんですよ、フルで働いてたときは。やっぱりほんとうに休み(週に)2日間、育児休暇いただいて、大分楽になったんですけど。やっぱり寝不足とか、精神的にもちょっと、胃腸炎とかにもなってしまうぐらいハードで。帰ってきたらもうご飯の準備。洗濯もいっぱいあるじゃないですか、保育所行ったら。で、子供もやっぱり甘えて泣くし、最初のほうは。で、家帰ってきて、なかなか家事のほうが進まない状況の中、またあした早番っていうプレッシャーもあって。でも、睡眠とかもあんまりとれなかったんですよ、最初は。寝るのも11時半とかだったので、睡眠時間も3時間とか。そういう、あの。育児とやっぱり仕事をともにすると難しいなっていうのは思いますよ。
	(夫) (ベビーシッターを頼むことについては) やっぱりちょっと抵抗もありますよね、何か。違う方が家の中に入られて、ほんとうに自分の子供をちゃんと見てくれるのかというところでは不安があったので。まあ、両親も来れる近きなので、甘えてみようかなと思って。
	(夫) ただ、やっぱりベビーシッターの人に来てもらったら、逆に(氣を使わずに)割り切れるっていうところがありますね。
	(夫) (ベビーシッターを頼むことについては) 虐待とか何かすごいを結構見たりしてるじゃないですか。だから、そういうところですか、あとは、家の物なんか見たりしいひんかなとか思いますよね。
	(夫) (仕事の継続は) 周囲の協力なしではもう絶対無理なので。
	(夫) 託児所とかね、空港にあつたら一番。託児所とかね。
	(夫) やっぱり朝の送りとかぐういなんですよ。やっぱり泣かれたりとかしたらすごい大変で。
C	(夫) クリニックで働いてるので、(働いている間、子どもを) 2階で院長先生の奥さんが見てくださってるんですよ。
	(夫) 学食なんで、夏休み、春休みあるんで、一応普通の授業のある日は毎日行ってるんですよ。・・・できたら週に3回ぐらいのパートが本当は良かったんですけど、そのつもりで入ったんですけど、ちょっと実際違って。まあ夏休みあるところの方がいいというので学食を選んだんですけどね。1週間テスト休みとか。だからちょうどそのとき期末が息子と重なったらしいのであげられないじゃないですか。だからその辺はね、すごく。夏休みがあるって、子供に、ねえ、休み一緒にいれるというのは、なかなかパート出れないですもんね。幼稚園児いたら。だからいいかなと思って。星の仕事だし。
	(夫) 子供が呼ぶんですよ。ハハと一緒に寝るって、女の子がね。今まで寝かし付けなかったことないんです。大体寝かし付けても結局子供が寝えへんかったら、ねえ、やっぱり無理とかって、上の子はそんなだったんですけど、下の子はもう「ハハと寝る」とかって言って、すごい女の子で助かるんですよ。一緒に寝たかって、呼んでくるとかって、私じゃ不眠のわってとか。でも助かるんですよ。(風呂も)「ハハと入るからお母さんいり」とかって言ってくれるから、今までずっと、ほら、負担だったんですよ、2人も、3人もね、洗って、自分のほせても入らないといけなかったのに、「ハハと入る」、ああ楽かなと思って。ねえ、しんどいんですよね。自分の時間全部取られちゃいますもんね。ずっと寝てくれたらいいけど。だから、ドラマなんかもうずっと何年見れなかったか。
	(夫) (夫の育児参加が) すごく増えました。女の子によって。
	(夫) ハートを始めたのであんまり、子供たちとゆっくり話す時間が前よりなくなりました。平日はもう帰ってきたら夕食の支度とか、あとお風呂沸かしたり。そんなんで精一杯です。
D	(夫) そうですね。まあ、あの、ゆっくり本、読んだり、あの、外乱のない、住環境とか言わんですけど、静かなところにおりたいときは、自分の個室があったらええかなとは思ってますね。
	(夫) (休みの日)がもうそっち(ラグビー)。
	(夫) (趣味のバレーボールに関して) もう、あまり行ってないけど。月に2回、行ったらいいほうか。ぐらいやね。日曜日。
	(夫) (趣味の手芸に関して) あんまり、このカバーを縫って、というくらいで。
	(夫) (趣味にかける時間がなく) ほんとうにガーデニングとかは何かやっぱりね、皆さんよくされてるから、ちょっと力入れたいところなんですけど。
	(夫) (コミュニティの行事など) 私もすごく行きたいんですけど。私、結構ね、そういうの、社交的なほうなんです、私は。そういうのにすごく参加したいんですけども。ちょっとね、休みが。子供がいて、私も働いてイベントに参加できないっていうのがちょっと申しわけないと思うんですよ。
	(夫) (趣味のテニス・ゴルフ・自動車について) いや、もうそれもね、その3つはほとんどやってないですね。だから、やっぱり僕も休日なんか子供と一緒に何かやってたりとかしたら、もうその辺のこともやる暇ほとんどなくなってるというのが実情ですね。
	(夫) (地域のお祭りに) 行きたいなと思いつても行けてないですよ。
	(夫) (趣味の野球などについて) だから、そう機会がね。やりたいのはやりたいんですけど、やっぱりこうね、機会がないと。
	(夫) (趣味のハンドメイドについて) 今はちょっとしてないです。
E	(夫) (趣味の庭いじりについて) 玄関の前です。せっかくなあるんやし、と思って。何か、やっぱり、子供を産むまでは仕事してんで、もう何かいじりやと思ってたんですよ。何かもう、ちょっとほっとかしでもいっていいわと思ってたんですけど、やっぱりちょっと余裕が自分にできると、そういうところも見えてきて、何かきれいにしようかなと思って、やるようになりましたね。
	(夫) (趣味のエレクトーンについて) なかなか、弾いたら(子どもが)邪魔しに来るしな。寝ちゃうとき弾けへんしな。(子どもにエレクトーンをさせてあげることはあっても、) ころ、自分が好きに弾いてない感じがですね。
	(夫) 子育て支援センターに行ってます。行けるときに。
	(夫・妻) (外食は) 子どもができて、そうやね、ちょっと減ったね。
	(夫) (子どもができて) やっぱり、行動範囲は狭まりましたね、やりたいこととか。1人のときは、もっと何かやりたい、これしたいっていったらすぐ動いて、で、大阪も初めてだったんで、ずっと京都だったんで、行きたいところにもいろいろ行って、自分で、ねえ、行動できたが、子供ができたから全然できないし。で、ちょっと仕事とかできて気が晴れた感じで。だから、私、多分、ほんととは仕事をしたいんだと思います。
	(夫) (個室ニーズについて) 多分、大きい部屋は要らんねんな、2人とも。結構的になこう、パソコンとかこう、3畳ぐらいのスペースでいいねんな、3畳、4畳ぐらいの。ちょっと趣味ができる・・・。
	(夫) (立地のよさについて) そうですね、すごい、行動するには、1人で。楽しかったんですけど。今は……。出かけても、何かゆったり、もの、見させてくれませんか、子供って。ベビーカー押しても、「嫌」って言うし。
	(夫) ベースを、親父バンドを組んでやっています。不定期なんですけど、会社終わってからですね。会社終わって、6時半に、心斎橋にスタジオがあるんですけど、そこ集合みたいな感じで。
	(夫) 天体観測も昔やっていたのを復活してやってみた。
	(夫) オートバイ、オーディオの趣味は相変わらず。
F	(夫) (個室が) あつたらいろんな趣味ができるんですけど、私、今、趣味持ったらとんでもないですよ。どんだけお金掛かるのって。だからね、裁縫したりっていう人とかだったら、本当にミシン出っ放しでいつでも使えるようにって部屋があればね、できますけど。それも今は無理ですね。出っ放しにしたら子供たちが危ないし。
	(夫) 棚田(の世話に) 行ってますね、今は月に1~2回ですかね、生駒の方に。
	(夫) 博物館なんかのイベントあるんですよ。カエル見に行ったり、捕まえに行ったりとかね。下の子はそういうのは喜んで行きますけど。上の子はもう行きたくないって言うてますね。
	(夫) (棚田以外にも) いろいろです。定期的にやってるんで、大体月に2回野外があつて、土日は潰したときがあつて。で、月に2回ウィークデーがあるんですよ。
	(夫) (土日は) もうほとんど(趣味の活動で)潰してますね、はい。
	(夫) (ガーデニングは) 僕の方がメインでね。あまり手は掛けてないですかね。
	(夫) (個室のニーズについて) 自分一人でゆったりしたいときにね。本読んだりいろいろ。

表10 余暇に関するコメント

A	(夫) そうですね。まあ、あの、ゆっくり本、読んだり、あの、外乱のない、住環境とか言わんですけど、静かなところにおりたいときは、自分の個室があったらええかなとは思ってますね。
	(夫) (休みの日)がもうそっち(ラグビー)。
	(夫) (趣味のバレーボールに関して) もう、あまり行ってないけど。月に2回、行ったらいいほうか。ぐらいやね。日曜日。
B	(夫) (趣味の手芸に関して) あんまり、このカバーを縫って、というくらいで。
	(夫) (趣味にかける時間がなく) ほんとうにガーデニングとかは何かやっぱりね、皆さんよくされてるから、ちょっと力入れたいところなんですけど。
	(夫) (コミュニティの行事など) 私もすごく行きたいんですけど。私、結構ね、そういうの、社交的なほうなんです、私は。そういうのにすごく参加したいんですけども。ちょっとね、休みが。子供がいて、私も働いてイベントに参加できないっていうのがちょっと申しわけないと思うんですよ。
	(夫) (趣味のテニス・ゴルフ・自動車について) いや、もうそれもね、その3つはほとんどやってないですね。だから、やっぱり僕も休日なんか子供と一緒に何かやってたりとかしたら、もうその辺のこともやる暇ほとんどなくなってるというのが実情ですね。
	(夫) (地域のお祭りに) 行きたいなと思いつても行けてないですよ。
	(夫) (趣味の野球などについて) だから、そう機会がね。やりたいのはやりたいんですけど、やっぱりこうね、機会がないと。
	(夫) (趣味のハンドメイドについて) 今はちょっとしてないです。
	(夫) (趣味の庭いじりについて) 玄関の前です。せっかくなあるんやし、と思って。何か、やっぱり、子供を産むまでは仕事してんで、もう何かいじりやと思ってたんですよ。何かもう、ちょっとほっとかしでもいっていいわと思ってたんですけど、やっぱりちょっと余裕が自分にできると、そういうところも見えてきて、何かきれいにしようかなと思って、やるようになりましたね。
	(夫) (趣味のエレクトーンについて) なかなか、弾いたら(子どもが)邪魔しに来るしな。寝ちゃうとき弾けへんしな。(子どもにエレクトーンをさせてあげることはあっても、) ころ、自分が好きに弾いてない感じがですね。
	(夫) 子育て支援センターに行ってます。行けるときに。
C	(夫・妻) (外食は) 子どもができて、そうやね、ちょっと減ったね。
	(夫) (子どもができて) やっぱり、行動範囲は狭まりましたね、やりたいこととか。1人のときは、もっと何かやりたい、これしたいっていったらすぐ動いて、で、大阪も初めてだったんで、ずっと京都だったんで、行きたいところにもいろいろ行って、自分で、ねえ、行動できたが、子供ができたから全然できないし。で、ちょっと仕事とかできて気が晴れた感じで。だから、私、多分、ほんととは仕事をしたいんだと思います。
	(夫) (個室ニーズについて) 多分、大きい部屋は要らんねんな、2人とも。結構的になこう、パソコンとかこう、3畳ぐらいのスペースでいいねんな、3畳、4畳ぐらいの。ちょっと趣味ができる・・・。
	(夫) (立地のよさについて) そうですね、すごい、行動するには、1人で。楽しかったんですけど。今は……。出かけても、何かゆったり、もの、見させてくれませんか、子供って。ベビーカー押しても、「嫌」って言うし。
	(夫) ベースを、親父バンドを組んでやっています。不定期なんですけど、会社終わってからですね。会社終わって、6時半に、心斎橋にスタジオがあるんですけど、そこ集合みたいな感じで。
	(夫) 天体観測も昔やっていたのを復活してやってみた。
	(夫) オートバイ、オーディオの趣味は相変わらず。
	(夫) (個室が) あつたらいろんな趣味ができるんですけど、私、今、趣味持ったらとんでもないですよ。どんだけお金掛かるのって。だからね、裁縫したりっていう人とかだったら、本当にミシン出っ放しでいつでも使えるようにって部屋があればね、できますけど。それも今は無理ですね。出っ放しにしたら子供たちが危ないし。
	(夫) 棚田(の世話に) 行ってますね、今は月に1~2回ですかね、生駒の方に。
	(夫) 博物館なんかのイベントあるんですよ。カエル見に行ったり、捕まえに行ったりとかね。下の子はそういうのは喜んで行きますけど。上の子はもう行きたくないって言うてますね。
D	(夫) (棚田以外にも) いろいろです。定期的にやってるんで、大体月に2回野外があつて、土日は潰したときがあつて。で、月に2回ウィークデーがあるんですよ。
	(夫) (土日は) もうほとんど(趣味の活動で)潰してますね、はい。
	(夫) (ガーデニングは) 僕の方がメインでね。あまり手は掛けてないですかね。
	(夫) (個室のニーズについて) 自分一人でゆったりしたいときにね。本読んだりいろいろ。

人であるため、家事の負荷がとて大きく、家事に手が回らないと感じている。妻は余暇を楽しむこともあきらめている。それに対し世帯 E の子どもは小学生2人であり、子どもが家事を手伝い、家事・育児が世帯 D ほどの負荷とはなっていない。しかし子どもとゆっくり話す時間がないと感じている。

以上より、世帯主が中堅企業社員である共働き世帯に対応した住宅計画の検討課題として、以下の点がある。

①就労する妻の買い物は通勤経路に規定され、利便性の高い買い物場所がない場合、個別宅配などのサービスを利用する可能性があり、宅配サービスへの対応の検討が必要となる可能性がある。

②家事の軽減や効率化は、フルタイム就労する世帯だけでなく、育ち盛りの子供を持つ世帯、専業主婦からパートタイム就労を始めた主婦においてもニーズがある。一方でプライバシー等の理由から、シッターサービスについてはニーズが抽出できなかった。就労する妻は、子どもとふれあう時間や、余暇活動が少ない可能性があり、その時間の確保や健康のためにも、家事の軽減や効率化の方法や、信頼できるサービスのあり方に関し、検討していく必要がある。

③小学生高学年以上の子どもは、家事の担い手となる可能性がある。また、親族による育児や家事に対する協力も存在する。妻だけでなく、夫、子ども、親戚、そして可能性としてはサービス業者も含め、多様な人が、同じ住戸内で家事をするを想定しなければならない。

④同じ経済層と考えられる共働き子育て世帯であっても、就労形態、子どもの年齢や人数によって、育児や家事の負担には量・質に違いがある。住戸の可変性のあり方など、個別的・短期的な住ニーズへの対応を検討する必要がある。

表 11 外食の頻度

世帯	続柄	平日の外食回数 / 週			休日の外食回数 / 週		
		朝	昼	夜	朝	昼	夜
夫の頻度	A	0	5	3	0	2	1
	B	0	2	1	0	0	月に1
	C	0	5	2	0	1	1
	D	0	5	0	0	1~2	1~2
	E	0	5	0	0	0	0
妻の頻度	A	0	1	0	0	0	0.25
	B	0	0	0	0	0	月に1
	C	0	0~1	0~1	0	0~1	0~1
	D	0	0	0	0	1	1
	E	0	0	0	0	0	0

表 12 個室に対するニーズ

世帯	夫のニーズ					妻のニーズ				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
個室の必要性	必要	不要	必要	必要	必要	不要	不要	必要	不要	不要

参考文献

- (1) 室崎生子、坂東亜希子：乳幼児を持つ共働き家族の生活動向に関する研究 ―主として家事・育児労働の分担を中心にして―、都市住宅学 27 号、都市住宅学会、pp.31~36、1999
- (2) 坂東亜希子、室崎生子：乳幼児のいる共働き世帯の住み方、都市住宅学 27 号、都市住宅学会、pp.37~42、1999
- (3) 小伊藤亜希子、室崎生子：改装等の事例にみる乳幼児のいる共働き家族の住み方と住要求、都市住宅学 29 号、都市住宅学会、pp.27~32、2000
- (4) 伊藤香織、入澤敦子、沖田富美子：共働き家族の住居とライフステージに関する研究その 1 夫と妻の家事・育児行為の役割分担、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)、E-2 分冊、pp.317~318、2003
- (5) 伊藤香織、入澤敦子、沖田富美子：共働き家族の住居とライフ

表 13 ヒアリング結果のまとめ

世帯	妻の勤務形態	子どもの年齢	生活状況及びニーズ		
			家事	育児	余暇
A	フルタイム	中高生	通勤経路上に買い物場所が必要。重い物は個別宅配を利用。子どもが家事を手伝う。	育児には手がかからない。	ある程度の余暇を楽しむ余裕がある。
B		乳幼児	休日にまとめて買い・おかずの作りだめをする。買い物時荷物を自転車に積むのに苦労する。	家事と合わせ、身体的にかなりの負担となっている。シッターサービスの利用には抵抗がある。	夫婦ともに余暇を楽しむ余裕は全くない。
C	パートタイム	乳幼児	手早く買い物済ませたい。	育児負担は軽い。	ある程度の余暇を楽しむ余裕がある。
D		中学生 小学生 幼児	家事をする時間が少なくなり、手が回らない。夫婦で何度も買い物に行く。家事の絶対量が多い。	3 人の子どもの育児負担は重い。	夫は余暇を楽しむ余裕がある。妻は自分の余暇はあきらめている。
E		小学生	通勤経路上で買い物をする。出来合いのおかずを買う。	子どもとゆっくり話す時間がない。	夫は余暇を楽しむ余裕がある。妻は余暇についてのコメントはない。

ステージに関する研究その 2 住環境および子どもの預け先について、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)、E-2 分冊、pp.203～204、2004

- (6) 伊藤香織、入澤敦子、沖田富美子：共働き家族の住居とライフステージに関する研究その 3 家事行為を行う空間と妻の専用空間について、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、E-2 分冊、pp.175～176、2005
- (7) 安枝英俊、高田光雄：生活単位の個人化という視点から共働き夫婦の居住空間の構成原理に関する考察—集合住宅の空間構造に関する基礎的研究 その3、日本建築学会計画系論文集、No.568、pp.17～24、2003
- (8) 塚田由佳里、小伊藤亜希子：共働き・ひとり親家庭における子どもの放課後の生活に関する研究—大阪市・神戸市内の民設型学童保育所を利用する家庭を対象に、平成 17 年度日本建築学会近畿支部研究報告集、pp.205～208、2005
- (9) 塚田由佳里、小伊藤亜希子：共働き・ひとり親家庭における子どもの放課後の生活に関する研究—大阪市・神戸市内の民設型

学童保育所を利用する家庭を対象に、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、E-2 分冊、pp.189～190、2005

- (10) 小伊藤亜希子、岩崎くみ子、塚田由佳里：帰宅時間の遅延化が子どもの家庭生活に及ぼす影響—延長保育実施園に通う子どもの調査より、日本家政学会誌、vol56、No.11、pp.783～790、2005
- (11) 塚田由佳里、小伊藤亜希子：親子の帰宅時間の遅延化と親の生活スタイルが子どもの放課後の生活に与える影響—学童保育所に通う子どもの調査より、日本家政学会誌、vol58、No.5、pp.231～246、2007
- (12) 加茂みどり、高田光雄、安枝英俊：少子高齢社会における住宅計画の検討課題、住宅系研究報告会論文集3、日本建築学会、pp.97～106、2008
- (13) 加茂みどり、高田光雄：乳幼児期の子育てに起因するリフォームニーズ—SI 型集合住宅におけるリフォームに関する研究その 1—、日本建築学会計画系論文集、No.599、pp.25～32、2006

【研究担当者一覧】

※会社名、所属、氏名は当時の表記

I 環境保全・省エネルギー技術への取り組み

・水素供給システム

・純水素駆動PEFCコージェネレーション(5階・6階)

前田 和茂 大阪ガス(株) 燃料電池システム部

村瀬 一夫 大阪ガス(株) 燃料電池システム部

・燃料電池の共用化と電力・熱融通実験(3階・4階)

早川 秀樹 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所

毛笠 明志 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所

田村 至 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所

安芸 裕久 (独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門

近藤 潤次 (独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門

・隣組コージェネシステムの実証研究

山口 秀樹 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所

久角 喜徳 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所

木内 義通 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所

森田 輝 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所

・固体酸化物形燃料電池(SOFC)

曾木 忠幸 大阪ガス(株) 燃料電池システム部

II 近未来の暮らし方提案に関する取り組み

・201住戸「インフィル・ラボ Glass Cube」

少子高齢化と環境保全への対応をめざした可変インフィルによる住戸提案-インフィル・ラボ Glass Cube」における試み

「インフィル・ラボ Glass Cube」における水廻りの設置位置に関する検討

「インフィル・ラボ Glass Cube」における可変インフィル変更実験

「インフィル・ラボ Glass Cube」における可動間仕切り家具一体型暖房システム温熱環境計測結果

「インフィル・ラボ Glass Cube」における音と光に関する居住環境の検証

NEXT21 201住戸改修設計委員会 ※1、NEXT21 インフィル実験小委員会 ※2

・ファクター4の家

NEXT21・301住戸省エネ改修検討WG ※3

「ファクター4の家」省エネ居住研究会 ※4

・地域コミュニケーションデザインの試み(U-CoRo プロジェクトの実践・評価)

U-CoRoプロジェクト・ワーキング ※5

・304住戸「住み継ぎの家」

NEXT21 304住戸次世代住環境小委員会 ※6

・共働きの生活と住ニーズ

高田 光雄 京都大学大学院 工学研究科 教授

加茂 みどり 大阪ガス(株) エネルギー・文化研究所

※1 NEXT21 201住戸改修設計委員会 (H18. 3～18. 5)

主査	高田 光雄	京都大学大学院 工学研究科 教授
委員	荒木 公樹	空間計画
委員	所 千夏	アトリエ CK
委員	安枝 英俊	京都大学大学院 工学研究科 助手
検討協力		京都大学大学院 工学研究科 高田研究室
委員	遠座 俊明	大阪ガス(株) リビング開発部
委員	志波 徹	大阪ガス(株) リビング開発部
委員	篠倉 博之	大阪ガス(株) リビング開発部

※2 NEXT21 インフィル実験小委員会 (H21. 3時点)

主査	高田 光雄	京都大学大学院 工学研究科 教授
委員	安枝 英俊	京都大学大学院 工学研究科 助教
委員	土井 脩史	京都大学大学院 工学研究科 修士課程
委員	石塚 和義	(株)イトーキ 調達統括部 パズライン推進部
委員	町田 年英	(株)イトーキ 調達統括部 パズライン推進部
委員	井本 健一	(株)イトーキ 調達統括部 開発設計室
委員	森 靖雄	(株)イトーキ 関西支社
委員	植野 修一	東急建設(株) 建築総本部 建築本部 建築技術部
委員	吉田 眞章	東急建設(株) 建築総本部 建築本部 建築技術部
委員	豊田 将文	東急建設(株) 建築総本部 建築本部 建築技術部
委員	福田 昇	東急建設(株) 大阪支店 リニューアル部
委員	加茂 みどり	大阪ガス(株) エネルギー・文化研究所
委員	大下 静男	大阪ガス(株) リビング開発部
委員	志波 徹	大阪ガス(株) リビング開発部
委員	篠倉 博之	大阪ガス(株) リビング開発部
協力委員	山口 健太郎	近畿大学 理工学部 建築学科 講師

※3 NEXT21 301住戸省エネ改修検討WG (H17. 6～19. 3)

主査	小玉 祐一郎	神戸芸術工科大学 環境デザイン学科教授
幹事	濱 恵介	大阪ガス(株) エネルギー・文化研究所
オブザーバー	真名子 敦	大阪ガス(株) エネルギー・文化研究所長
会員	遠座 俊明	大阪ガス(株) リビング開発部(H17 年度)
会員	大下 静男	大阪ガス(株) リビング開発部(H18 年度)
会員	志波 徹	大阪ガス(株) リビング開発部
会員	篠倉 博之	大阪ガス(株) リビング開発部
会員	当麻 潔	大阪ガス(株) 環境部
会員	田中 雅人	大阪ガス(株) 総務部(H17 年度)、 近畿圏部(H18 年度)
会員	岡村 智仁	大阪ガス(株) エネルギー技術研究所 (H17 年度)、情報通信部(H18 年度)
会員・事務局	森山 佳嗣	関西ビジネスインフォメーション(株) KBI計画・設計事務所
事務局	李 成海	関西ビジネスインフォメーション(株) KBI計画・設計事務所
事務局	島田 照実	関西ビジネスインフォメーション(株) KBI計画・設計事務所(H18 年度)

※4 『ファクター4の家』省エネ居住研究会 (H21. 6時点)

幹事	濱 恵介	大阪ガス(株) エネルギー・文化研究所
会員	大下 静男	大阪ガス(株) リビング開発部
会員	志波 徹	大阪ガス(株) リビング開発部
会員	篠倉 博之	大阪ガス(株) リビング開発部
会員	当麻 潔	大阪ガス(株) 環境部
会員	田中 雅人	大阪ガス(株) 近畿圏部
会員	岡村 智仁	大阪ガス(株) 情報通信部
会員	曾木 忠幸	大阪ガス(株) 燃料電池システム部
会員・事務局	森山 佳嗣	関西ビジネスインフォメーション(株) KBI計画・設計事務所
事務局	李 成海	関西ビジネスインフォメーション(株) KBI計画・設計事務所
事務局	島田 照実	関西ビジネスインフォメーション(株) KBI計画・設計事務所

※5 U-CoRoプロジェクト・ワーキング（H19. 4～H21. 8月時点）

幹事	弘本 由香里	大阪ガス(株) エネルギー・文化研究所
コア メンバー	橋本 護	B-train
コア メンバー	早川 厚志	まちづくり工房
コア メンバー	北浦 千尋	アセテート(H19.12 まで)
オブ ザーバー (調査協力)	柴田 尚子	京都大学大学院工学研究科 修士課程(H21.3 まで)

※6 NEXT21 304住戸次世代住環境小委員会（H23. 9月時点）

委員長・ インフィル WG 主査	高田 光雄	京都大学大学院 工学研究科 教授
クラディング WG 主査	清家 剛	東京大学大学院准教授
設備 WG 主査	高間 三郎	科学応用冷暖研究所所長
委員	近角 真一	集工舎建築都市デザイン研究所所長
委員	吉澤 宏生	株式会社大林組
委員	西尾 雄彦	大阪ガス株式会社
委員	田中 敏英	大阪ガス株式会社
委員	篠倉 博之	大阪ガス株式会社(事務局)
委員	窪田 明美	大阪ガス株式会社
委員	志波 徹	大阪ガス株式会社(事務局)
委員	加茂 みどり	大阪ガス株式会社(事務局)
委員	所 干夏	アトリエ CK(事務局)
委員	荒木 公樹	空間計画(事務局)
協力	秋元 孝之	芝浦工業大学教授
協力	橘田 洋子	シトラス

大 阪 ガ ス 実 験 集 合 住 宅
NEXT21