
木材を使用した住宅用内装・設備の開発とその市場化による地域産業の振興

平成24年度～平成28年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業
研 究 成 果 報 告 書

平成29年5月

学校法人名 学校法人 芝浦工業大学

大学名 芝浦工業大学

研究組織名 芝浦工業大学

SIT 総合研究所

建築ストック研究センター

研究代表者 南 一誠

(芝浦工業大学 建築学部 建築学科・

理工学研究科 建設工学専攻)

はしがき

本研究は、芝浦工業大学が所在する東京都江東区の地場産業、特に木材流通企業と連携して、区内の経年の進んだ共同住宅のインフィル（住宅の内装・設備）改修を行うための建築構法を開発するものである。日本全国には、6063 万戸の住宅が存在し（平成 25 年度）、その約 4 割、2209 万戸が共同住宅である。そのうち約 600 万戸がマンションであるが、経年が進んだ建物の比率が、年々高まっている。

一方、日本社会は、少子化、高齢化、小世帯化が進み、建設された当時とは、家族構成、ライフスタイルが大きく変化している。私たちが進むべき、持続可能な社会を実現するには、既存の共同住宅を短い周期で建替えるのではなく、住戸内部の仕上げ、設備で構成されるインフィルを、その時代のライフスタイルや居住者のニーズに即したものに定期的に更新し、快適な生活を実現するための技術が求められている。

本研究では、まず研究対象地域である江東区における、住居ニーズの実態把握を行い、高齢化や在宅介護などの社会ニーズに対応した改修技術の開発を目指す。改修工事の生産性の向上と経済性を実現するため、工業化住宅の内装システムで開発されてきた生産技術やサプライチェーン（物流）などを応用して、製品開発を行う。そのため、研究プロジェクトの参加者には、民間企業にて長年にわたり、工業化住宅を開発してきた技術者や、UR 都市再生機構の共同住宅の改修工事の設計経験を有する技術者を含めて実施している。

本研究は、既存住宅のストック改修という、我が国が抱える社会的課題と、地域の木材流通加工業の産業振興と言う経済的課題とを組み合わせ、複合的に解決することを、目指している。

主な研究成果としては、木材を使用した住宅用内装材として、国産の無垢木材を使用した遮音性の高い床材の開発を、共同研究者（遮音材メーカー、建設会社技術研究所）と継続して行い、実用に近い段階の性能（＝我が国のマンション管理組合の管理規約が規定する最高水準相当の遮音性能）を有する床材を開発した。

建設作業員、特に熟練工の不足が深刻化している状況を鑑み、居住者がセルフビルドにより共同住宅の内装インフィルを設置、改修できる構法を、実物大の試作品を製作し開発した。木造のインフィルについては、2014年度と、2015年度は軸組み構法を中心に、2016年度はパネル構法を中心に開発した。共同研究者である新木場の材木企業と、本研究終了後も引き続き改良作業を行う予定である。

目次

はしがき

1. 研究の概要	
1.1 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要	3
1.2 研究組織	4
1.3 研究施設・設備等	5
1.4 研究成果の概要	6
1.5 研究発表の状況	16
1.6 選定時及び中間評価時に付された留意事項及び対応	28
2. 研究成果の詳細	
2.1 Japanese Innovation in Adaptable Homes	31
2.2 Long-Term Occupancy Records and Infill Renovation of Housing Designed Based on the Century Housing System	44
2.3 Infill Renovation	62
2.4 集合住宅のインフィル改修	73
2.5 インフィル改修の履歴分析	88
2.6 無垢木材を使用した遮音直床構法の開発と性能評価	112
結語	122

1.1 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

日本の住宅ストックの約4割は共同住宅であり、そのかなりの部分を占める区分所有マンションの老朽化が進んでいる。外から見ると健全に見えるマンションでも、入居者の高齢化、独居化が進み、住まい手の人間関係が崩壊しつつある。高齢化が進み、世帯用の住戸に1人、2人の高齢者が住まう。共同住宅の人口構成は歪で、地域コミュニティとしても機能していない。構造体として十分、耐久性、耐震性がある住宅ストックのインフィル（住宅の内装・設備）改修を行い、「住まい」と「住まい手」のミスマッチを解消して、健全な住共同体として再生することが急務である。技術的にどのように改修工事をするかだけでなく、住宅改修により、今後、どのように快適な地域社会を構築するかについても研究を行っている。共同住宅を、高齢者が住み続け、若い世帯も入居する、持続可能性を持った「すまい」として再生するため、ハード、ソフトの両面で総合的に検討する。

持続可能性や資源の有効活用の側面からも、これまでのように短い期間で、住宅をスクラップアンドビルドにより浪費することはできない。若い世代が今後、住居に負担できる資金は限られている。都心にリーズナブルな費用負担で、真に豊かな住環境を手に入れるためには、既存の住宅ストックを、有効に活用していくことが必須である。次の世代に、既存住宅ストックを、適切な姿で、引き継ぐ手法を構築することが、本研究の社会的意義である。

芝浦工業大学に近接する江東区新木場の木材流通企業と連携して、インフィル改修に木材を活用する手法を開発している。本研究は、既存住宅のストック改修と言う社会的課題と、景気低迷に苦しんでいる地元の木材流通加工業の振興と言う経済的課題とを組み合わせ、複合的に解決することを目指している。



東京中央木材市場

1.2 研究組織

研究目的を達成するため、この分野の研究、実務に精通する学内外の専門家による産学連携の研究組織を構成し、定期的に打ち合わせを行うことにより、研究を進めている。研究を円滑に進めるため、学外研究者には芝浦工業大学 SIT 総合研究所客員教授、客員研究員を委嘱している。芝浦工業大学理工学研究科の建設工学専攻分野における連携大学院客員教授には、オブザーバーになっていただき、定期的に助言をいただいている。

研究代表者の南一誠は、研究全体の総括、工程管理を行うとともに、自らは木材を活用した住宅内装の開発を研究課題とし、地場産業を活かした住宅内装の開発と事業化に取り組んでいる。研究代表者と各研究者は定期的に打ち合わせを行い、研究課題全体として、進行管理を行っている。土方勝一郎教授らは、共同住宅内装用家具の開発、改修用住宅設備の開発、インフィルの耐震性確保などを研究課題として、木材加工技術の育成、住宅設備の開発、耐震性分析を担当した。

学外研究者である、(株)インテリックスの安達好和取締役は、わが国におけるマンションのリフォームを先導する企業の技術責任者であり、本研究組織においては、インフィル開発におけるインフィル下地の技術開発を担った。集工舎都市建築デザイン研究所の近角真一所長は、我が国の SI 工法に関する第一人者であり、スケルトンインフィル技術の開発を担当した。Ball State 大学の Stephen Kendall 教授は、研究代表者とはオープンビルディングの研究を 30 年以上にわたって協同しており、定期的に訪日して、インフィルの市場開発の研究を分担した。山崎尚株式会社山康・代表取締役社長は、木材加工、流通を専門とし、地場産業の育成や技術支援のあり方の検討について、研究代表者を補佐した。

1.3 研究施設・設備等

(1) 研究施設の場所、面積

芝浦工業大学豊洲キャンパス研究棟 7階 C28室、8階 C25室（面積、約75㎡）及び教室棟1階テクノプラザに設備を設置し、研究拠点として、プロジェクト所属の研究者および大学院院生が常時、研究を行った。

(2) 主な研究設備の名称

2013年度においてBIM対応CADシステムを整備した。設備は常時使用可能な状態に有る。2014年度において、木工製作機械として、6軸多関節ロボットおよびガントリー型NCルーターを整備し、豊洲キャンパス1階テクノプラザに設置し、使用した。

1. 測定器

スキャン速度 976,000 点/S, 精度 25m 以内±2mm

レーザー出力 (cwφ) : 20mW (レーザークラス 3R)

測定範囲 0.6m~120m (屋内、または低環境光の屋外)

2. データ解析機

ワークステーション Windows® 7 Professional 64ビット (日本語版)

インテル® Xeon® プロセッサE5 (6コア)

インテル® C600 シリーズ・チップセット

計測データ読込編集, 計測データ CAD 変換(平面作成)

3. ガントリー型NCルーター

シンクス製 三相200V 11kw、1920×3600mm

4. 6軸多関節ロボット

KUKA 三相200V 10KVA、

ロボット半径 1600mm、背面スペース 1000mm



1.4 研究成果の概要

主な研究内容と成果は以下の通りである。

(1) 市場調査

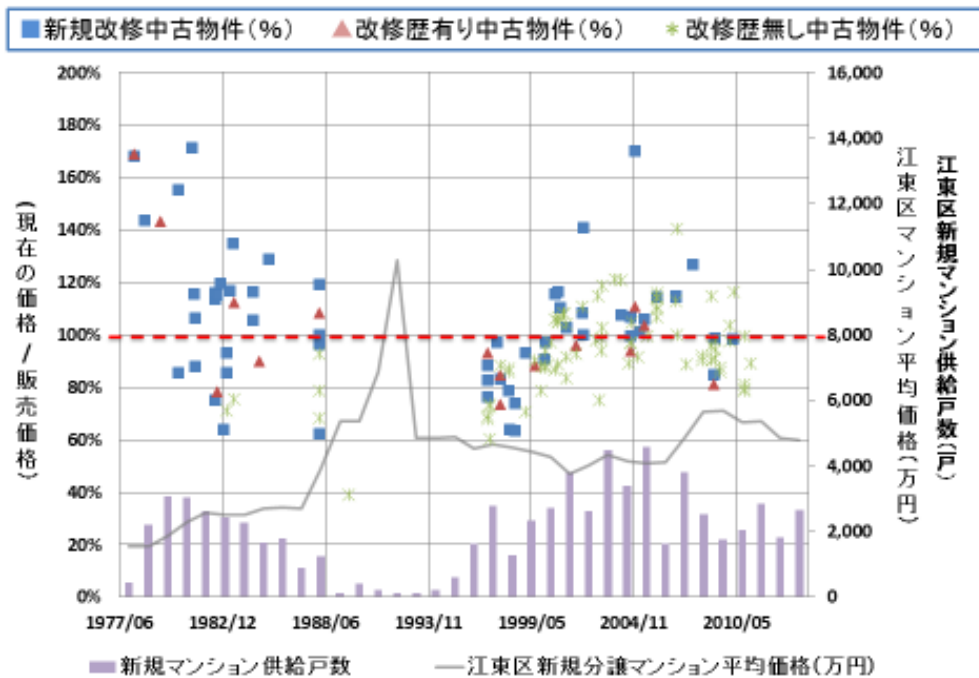
1) 江東区におけるマンションリフォームの市場調査

- ・住宅統計データ分析、人口統計データ分析
- ・江東区において分譲された、リフォームされた中古マンションの価格と、そのマンションの分譲時の価格を比較し、マンション改修の経済効果を分析
- ・江東区における共同住宅のインフィル改修需要を分析
(日本建築学会大会論文、日刊建設工業新聞、「集合住宅のインフィル改修」にて発表)

江東区内の中古マンションがどれくらいの値段で売られているのかを不動産会社のチラシやインターネットを使って調べた。下図において、新規改修中古物件(■)は、リフォームしてから売りにだされた物件、改修歴あり中古物件(▲)は、入居期間中にリフォームしているが、その後は改修しないまま売りに出された物件を示している。改修履歴無し中古物件(×)は、改修しないでそのまま売りに出されている物件である。グラフの縦軸は、現在、売り出されている値段を、竣工時の販売価格で除した値で、100%は、購入時と同じ価格で販売されていることを意味する。ただし価格についてはデフレータを掛けていない。棒グラフは江東区における新築マンションの供給戸数の推移、折れ線グラフは各年度の平均分譲価格を示している。

古くなったマンションの多くがリフォームをして販売しているが、最近、完成したばかりのマンションの中にもリフォームをして販売されている物件がある。新規改修中古物件(■)の中には、100%よりかなり高い価格で販売されている物件もみられる。改修履歴無し中古物件(×)はリフォームをしないで販売しているマンションだが、100%前後、すなわち購入価格とほぼ同じ価格で販売されていた。立地条件が影響しているが、入居途中で改修した中古マンションは、リフォームをしないで販売している物件と大差ない価格で販売されている。中古マンションにおけるリフォームの有無と販売価格の関係をもとに、リフォーム工事の具体的仕様を考えた。

中古物件の価格変化(現在価格/販売時価格)



2) マンションリフォーム業者へのヒアリング調査など

- ・中古マンションを買い取り、リフォーム後に分譲しているインテリックス社や、長谷工リフォームなどにヒアリング調査
- ・TOTO,LIXIL,大建工業などの住宅用建材、住宅設備メーカーの調査
- ・長谷工コーポレーションのインフィル調査
(「集合住宅のインフィル改修」、新建築、技術セミナー、シンポジウム講演で発表)

(2) 学術研究

1) 居住履歴および改修履歴の分析

長寿命化を目指して可変性、更新性を付加した実験住宅の30年にわたる居住履歴、改修履歴を分析。リフォームの設計要件を検討。

- ・住宅CADデータ作成
- ・CHS(長寿命共同住宅、センチュリーハウジングシステム)現地調査、
- ・KEP(UR都市再生機構が1980年代初頭に多摩ニュータウンに建設)現地調査

(日本建築学会大会、日本建築学会論文報告集、国際学会CIBで論文発表)

(3) 技術開発・市場化

1) マンション改修用設計図書の作成および施工実験

① マンションの改修工事の標準的設計図書を作成

- ・ 建築設計図書の作成
- ・ マンションリフォーム設計図書作成（インフィル改修モデルプランをタイプ別に作成）
- ・ 現場施工を分析し、設計図書を検証
（「マンションリフォームの標準的な設計図書」に成果をとりまとめた。）

8-1 改修前後重ね図（B）



② 標準的設計図書に基づき、リフォーム工事を試行

- ・ 試行工事対象住戸の選定
- ・ マンションリフォーム工事の現場施工
（「集合住宅のインフィル改修」、技術セミナー、シンポジウム講演に成果を発表した。）

③木製インフィルの開発

- ・インフィル部品の市場調査
- ・木材の卸市場、小売市場の現地調査
- ・インフィルの製作図作成
- ・遮音性の高い国産無垢木材床フローリングの開発（床遮音測定報告書に成果を取りまとめた。）
- ・木造インフィル空間ユニットの試作

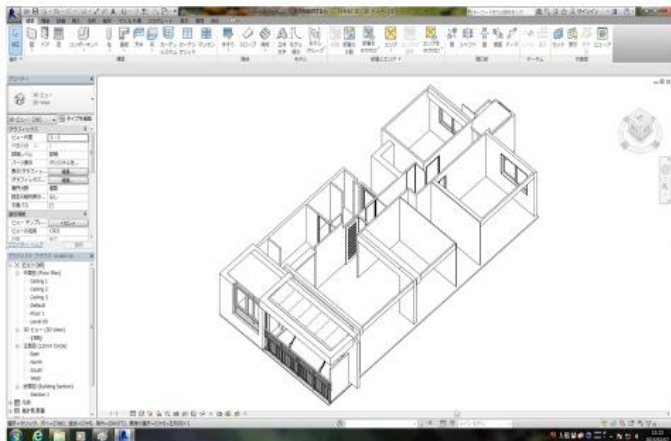
④インフィルの製作上の課題、市場化における課題(価格、流通等)の検討

- ・インフィル部品の市場調査、木材の卸市場、小売市場の現地調査。
- ・現場施工に基づき、インフィルを商品化するための要件検討
- ・木材の利用促進策について、専門家へのヒアリング、具体的手法を明確化。
（「集合住宅のインフィル改修」、都市住宅学会(2013.8)、国際学会誌 OHIにて研究成果を発表した。）

三次元スキャナーによる測定データの活用



3次元レーザースキャナーによる測定結果をもとにCADデータを作成



リフォーム工事の工程（1か月半）



リフォーム工事の課題：コスト、工期、騒音



間仕切り壁を家具(本棚)で作成。車椅子対応のためトイレへの廊下幅を広くする時は、家具(本棚)を撤去する。



(4) 木造インフィル空間ユニットの試作

木造インフィルの設計・製作・組立て・解体を行い、技術開発上の課題を分析した。木を感じられる和の空間であり、プレハブ建築としての特徴もある茶室を空間単位として考え、検討対象とした。人工数、組み立て手順などについて、数寄屋建築を専門とする建築家や伝統木造建築の棟梁の意見を参考とし、少人数での施工を可能とするため軸組構法を採用することとした。製作においては、木の特性や使い勝手等を踏まえて、どこにその部材を用いるのかを検討しながら製作作業を行った。設計段階で決めた人工数で組立て・解体を行い、施工時間を計測した。設定した人工で施工が可能かを確認した。

試作では、仮組みを行ったことが奏功し、本組の施工時間は予想より短かった。組み立て手順として、組んだ土台を定規にして足固めを組み、それから束を打ち込む施工手順としたため、足元周りの施工時間の短縮が図れた。材料に木を使う場合、経年により木が痩せて隙間が出るためホゾをきつくしたいが、一方で組立て、解体の際に、仕口の欠損や変形が生じる危険性が高まる。両者の条件を満たすには高度な寸法調整が求められる。

セルフビルドでインフィルを製作する上で、最も重要な課題は人工と仕口である。住宅の室内にてインフィルを組立、解体するためには、施工時間が重要な要素である。本研究において確認した施工時間は非熟練工によるものであるが、計画していた時間通りの短い時間で組み立てることができ、今後の開発につながる成果が得られた。部材の長さを短くし、仕口を統一することにより施工が容易になり、非熟練工によるセルフビルドが可能なインフィルの可能性が高まると考えられる。

木は同じ材から取ったものであっても各々に反りの具合や節の有無等が異なるため、均一な品質の材料のように品質管理をすることは困難である。上下左右を反転して使用しても成立するインフィルを開発した場合、施工が簡略化でき施工時間の短縮につながると考えられるかもしれないが、木には使い勝手が決まっている。経年による部材の変形を考慮し、部材の向きへの配慮や、上むくり、下むくりの配慮、逆さ木にして使わない等多様なルールがあり、部材の入れ替えが簡単にはできない事を木造インフィルの開発の際には考慮する必要があることを確認した。

木造インフィルの開発（2014年度）

職人不足 > 非熟練工や居住者自身によるセルフビルドが可能な木造インフィルを開発。> 空間ユニットとして商品化。



木造インフィルユニットの開発（2015年度）

コスト削減（材料費3万円程度）、接続方法の単純化。
居住者自身がセルフビルドすることが可能な構法を開発。



写真1 在来軸組工法による試作の
宮大工との連携による伝統構法の応用

写真2 小径木による試作の
新木曜企業との連携による新規デザイン

写真3 内装下地材を応用した試作の
マンション内装の既存施工技術の応用

木造インフィルユニットの開発（2016年度）

量販店で購入可能な安価な木材を用いたインフィル構法の開発。
居住者自身がマンションの改修を行うことを目指している。



(5) 遮音性の高い国産無垢木材床フローリングの開発、試作・性能試験

1) 開発の目的

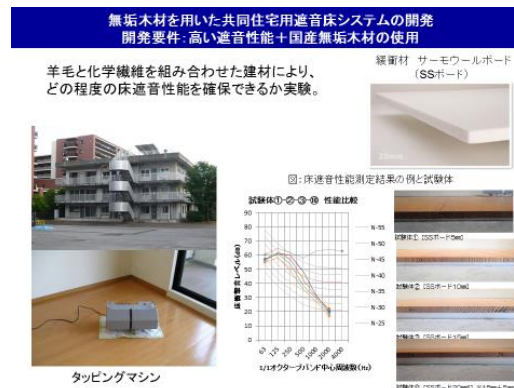
化学繊維を利用した建材(以下、SS ボード)と無垢フローリング材を組み合わせるにより、高い遮音性能を有した床構法を開発した。実験は無垢フローリング材に対する SS ボードの遮音性能向上度を計測することを目的とし、その結果を分析、考察した。

マンションリフォームにおいてニーズが高い遮音性の高いフローリング。
特殊な遮音材を下地に使用し、55ミリ厚以下の薄い無垢木材を使用した 直床構法を開発。

低音域の低減性能を見せた試料

試料	試料25	試料27	試料32
試料No.	試料25	試料27	試料32
総厚み	34mm	25mm	27mm
L数	47	52	50

17



2) 実験方法

試験体はコンクリートスラブの上に直置きとした。測定対象の床上にタッピングマシンを設置し、衝撃音を発生させた。タッピングマシン設置位置は、室の周壁から 50cm 以上離れた床平面内で、中央点付近一点と 1/4 対角点に設置した。梁やリブをもつ異方性を持った床構造の場合は、各ハンマを結ぶ線が、梁やリブの方向に対して 45° の向きとなるようにタッピングマシンを設置した。測定は、発生音のレベルが安定してから行う。加振点は 3 点とし、試験体は 600 角のものを 2 枚使用(一部試験体については 1 枚)して行った。受音室の測定点は、騒音計一台のみを利用し、移動しながら 5 点計測を行った。各 5 点の高さはそれぞれ異なる高さ(0.8m 1.0m 1.2m 1.4m 1.6m)で測定した。始めにスラブ素面測定を行った後に、試験体セット→測定→試験体撤去→データ速報の 1 サイクル 15 分程度で各試験体を測定した。

3) 試験結果と考察

SS ボード 5 mm あたり衝撃音 5 dB の軽減が確認された。20mm の厚みで ΔLL-45 が取得できる。音の印象としては、スラブ素面の衝撃音に比べ音の角が取れた印象であった。遮音シート(厚さ 1mm 面密度 2.1kg/m²)の効果の有無の検証したところ、衝撃音に対しては効果が無い事が分かった。防音マット(厚み 4.5mm 面密度 6.8kg/m²)の効果については、SS ボードと比べ衝撃音の減少量が少ない結果となった。防音マットが無垢フローリングに近い構成の方が遮音性能で高い性能が得られた。以上から、衝撃音に対する層構成は表面材に接している部分に制振性能が高いものを配置する事が重要である事が分かった。遮音シート・防音マットのメーカーはスラブ面に、これらのシートもしくはマットを設置するようにアドバイスしていたが、衝撃音に対しては異なるという結果であった。

試験種別	断面図	層構成		試験種別	断面図	層構成		
		厚み	面密度			厚み	面密度	
第1回	試験種別1	無垢フローリング	18mm	試験種別24	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm
		カーセラム(100g/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		13mm
	試験種別2	無垢フローリング	18mm	試験種別25	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm
		カーセラム(100g/m ²)	10mm			SSボード(100g/m ²)		5mm
	試験種別3	無垢フローリング	18mm	試験種別26	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm
		カーセラム(100g/m ²)	15mm			SSボード(100g/m ²)		5mm
	試験種別4	無垢フローリング	18mm	試験種別27	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm
		カーセラム(100g/m ²)	20mm			SSボード(100g/m ²)		5mm
	試験種別5	無垢フローリング	18mm	試験種別28	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm
		カーセラム(100g/m ²)	25mm			SSボード(100g/m ²)		5mm
	試験種別6	無垢フローリング	18mm	試験種別29	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm
		遮音シート(2.1kg/m ²)	1mm			SSボード(100g/m ²)		5mm
試験種別7	無垢フローリング	18mm	試験種別30	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別8	無垢フローリング	18mm	試験種別31	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	10mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別9	無垢フローリング	18mm	試験種別32	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	遮音シート(2.1kg/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別10	無垢フローリング	18mm	試験種別33	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	10mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別11	無垢フローリング	18mm	試験種別34	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	15mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別12	無垢フローリング	18mm	試験種別35	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	遮音シート(2.1kg/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別13	無垢フローリング	18mm	試験種別36	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別14	無垢フローリング	18mm	試験種別37	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	10mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別15	無垢フローリング	18mm	試験種別38	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	遮音シート(2.1kg/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別16	無垢フローリング	18mm	試験種別39	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	10mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別17	無垢フローリング	18mm	試験種別40	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	遮音シート(2.1kg/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別18	無垢フローリング	18mm	試験種別41	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	10mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別19	無垢フローリング	18mm	試験種別42	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	15mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別20	無垢フローリング	18mm	試験種別43	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	遮音シート(2.1kg/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別21	無垢フローリング	18mm	試験種別44	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別22	無垢フローリング	18mm	試験種別45	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	カーセラム(100g/m ²)	10mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	
試験種別23	無垢フローリング	18mm	試験種別46	無垢フローリング	18mm	遮音シート	1mm	
	遮音シート(2.1kg/m ²)	5mm			SSボード(100g/m ²)		5mm	

(6) センチュリーハウジングシステムによる住宅の居住履歴、改修履歴の調査・分析

長期居住履歴の調査はその重要性が指摘されながら、調査対象を何十年にも渡って継続調査することが困難なため、これまで多くは行われてこなかった。研究代表者らがこれまで、多摩ニュータウンエステート鶴牧3団地等において行った研究手法は、入居直後、入居後10年超経過後、20年超経過後に住まい方を調査することにより、その変化を分析するものであった。本研究でも調査対象とした世帯に、入居開始から現在までの住まい方の変遷をアンケートやヒアリングにより調査・分析することを試みている。途中で転出した世帯の状況については調査できないことや、回答者の記憶に頼る調査のため調査結果の正確さに留意する必要があるが、長期居住の実態を把握するための、一つの現実的な調査手法であると考え採用した。

本調査では、アンケート調査において複数枚の住戸平面図を居住者に渡し、現在の住居の状態と過去の住戸内の住まい方についての記入を依頼した。住戸平面図を用いて家族構成の変化に伴う居住履歴の変遷、居住環境の評価、インフィル改修の履歴と今後の改修予定、CHSの認知度についての調査を行った。また、了解の得られた住戸に対してはアンケートの回答をもとにヒアリング調査を行った。234戸中228戸に配布し、58戸から回答を得ることができた。回収率は25.4%である。ヒアリングは14戸を対象に実施した。

管理組合理事会、自治会、管理組合員への調査と並行して、管理会社へのヒアリングを行った。また調査対象とした集合住宅を当初、設計・施工した企業およびその関連会社で当該住宅の改修工事を担当している企業へのヒアリングを行った。設計・施工を担当した企業からは設計図書やCHSに関する資料等を提供いただいた。当初、建築、設備の設計を担当した技術者には調査結果を報告し、CHSの評価について意見交換を行った。

1.5 研究発表の状況

<雑誌論文>

(1) 国内学会採択・発表済

- 1) KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp.1307-1308、2016 年 8 月
- 2) KEP 方式集合住宅の住戸改修 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、吉田早織・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp.1309-1310、2016 年 8 月
- 3) KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、胡天行・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp.1319-1320、2016 年 8 月
- 4) KEP 方式集合住宅の住みこなしと住戸改修 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp.1321-1322、2016 年 8 月
- 5) インフィル、木材、そして総合芸術、木まつり 2016 秋、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会関東甲信越支部埼玉地域会、2016 年 10 月 9 日
- 6) リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナー、2016 年 7 月 23 日
- 7) 先端技術が拓くマスカスタマイゼーションの新たな可能性、新木場木まつり 2016 夏、木のことをもっと知ってもらい、もっと使ってもらうために part II、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会関東甲信越支部埼玉地域会、2016 年 7 月 16 日、
- 8) リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナー、2016 年 6 月 25 日
- 9) ストック活用とインフィル改修 - Long Life, Loose Fit -、第 21 回リフォーム&リニューアル建築再生展 2016 基調講演 (招聘)、2016 年 6 月 3 日
- 10) 木材を使用した住宅用インフィルの開発 - Long Life & Loose Fit -、新木場木まつり 2016 春「木のことをもっと知ってもらい、もっと使ってもらうために」—今までの木づかい、これからの木づかい—、2016 年 3 月 26 日

(2) 国際学会査読付き論文、発表済

- 1) Adaptable Housing in Japan、中国建築標準設計研究院主催 2016 Beijing・International Forum of Open Building Development and Practice -Construction Model of International Open Building and Housing Industrialization 基調講演,October 20th,2016, Beijing
- 2) Post-Occupancy Evaluations of the adaptable housing in Japan, Kazunobu Minami, SUSTAINABLE HOUSING 2016 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE HOUSING PLANNING, MANAGEMENT AND

SUSTAINABILITY, Sustainable Housing 2016 Chapter 7: Refurbishment and upgrading of residential buildings pp.467-476, November 16-18, 2016, The University Lusíada, Porto Portugal

- 3) The efforts to develop longer life housing with adaptability in Japan、 Kazunobu Minami, PROCEEDINGS pp.755-766、 SBE16 Tallinn and Helsinki Conference; Build Green and Renovate Deep, 5-7 October 2016, Tallinn and Helsinki
- 4) The Adaptability of Long Life Housing in Japan - Case Studies of Century Housing System (CHS) -, Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016
- 5) Effect of Design on Maintenance of Public Residential Buildings in Lagos State, Nigeria, Oluwasegun Akande and Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016
- 6) Long-Term Occupancy Records and Infill Renovation of Housing Designed Based on the Century Housing System, Kazunobu Minami, The Future of Open Building Conference 2015, ETH Zurich

(3) 論文 (掲載済み)、発表状況

査読付き論文 5 編、一般論文 18 編を発表した (下記に概要を記載)。また研究成果を元に、単著(P.200)1 冊、共著 6 冊を出版した。日本建築学会での学術講演 12 編、専門家やマンション管理組合役員を対象としたセミナーなどで講演、パネルディスカッションを 6 回行い、研究成果を報告した。

(A) 査読有りの論文

- 1) Adaptable Housing in Japan、中国建築標準設計研究院主催 2016 Beijing・International Forum of Open Building Development and Practice -Construction Model of International Open Building and Housing Industrialization 基調講演,October 20th,2016, Beijing
- 2) Post-Occupancy Evaluations of the adaptable housing in Japan, Kazunobu Minami, SUSTAINABLE HOUSING 2016 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE HOUSING PLANNING, MANAGEMENT AND SUSTAINABILITY, Sustainable Housing 2016 Chapter 7: Refurbishment and upgrading of residential buildings pp.467-476, November 16-18, 2016, The University Lusíada, Porto Portugal
- 3) The efforts to develop longer life housing with adaptability in Japan、 Kazunobu Minami, PROCEEDINGS pp.755-766、 SBE16 Tallinn and Helsinki Conference;

- Build Green and Renovate Deep, 5-7 October 2016, Tallinn and Helsinki
- 4) The Adaptability of Long Life Housing in Japan - Case Studies of Century Housing System (CHS) -, Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016
 - 5) Effect of Design on Maintenance of Public Residential Buildings in Lagos State, Nigeria, Oluwasegun Akande and Kazunobu Minami, 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA 2016), September 21st-22nd, 2016
 - 6) Long-Term Occupancy Records and Infill Renovation of Housing Designed Based on the Century Housing System, Kazunobu Minami, The Future of Open Building Conference 2015, ETH Zurich, September 9-11 2015
 - 7) センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の居住履歴とインフィル改修、南一誠、丸山諒太郎、日本建築学会計画系論文集 第 80 巻 第 711 号, 1075-1084, 2015 年 5 月
 - 8) Infill Renovation, Kazunobu Minami, Open House International, Vol 40 no1, 2015, pp.44-47
 - 9) 成熟社会における共同住宅ストックの再生、南一誠、都市住宅学会 20 周年記念誌、pp.114-117、2013 年 8 月
 - 10) センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の居住履歴とインフィル改修、南一誠、丸山諒太郎、日本建築学会計画系論文集 第 80 巻 第 711 号, 1075-1084, 2015 年 5 月

(B) 査読なしの論文

- 1) スtock活用とインフィル改修 - Long Life, Loose Fit-、南一誠、pp. 44-49, 月刊リフォーム 2016 年 8 月号、コ・ベネフィット型のストック活用へ:ビル・マンションの再生・改修がもたらす多様な効果(Part I))
- 2) KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、佐藤慎吾・吉田早織・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp.1307-1308、2016 年 8 月
- 3) KEP 方式集合住宅の住戸改修 エステート鶴牧 3 中層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、吉田早織・佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp.1309-1310、2016 年 8 月
- 4) KEP 方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、胡天行・吉田早織・佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)、E-1 分冊, pp.1319-1320、2016 年 8 月
- 5) KEP 方式集合住宅の住みこなしと住戸改修 エステート鶴牧 3 低層棟における長期居

- 住履歴に関する研究(2)、永田圭甫・吉田早織・佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）、E-1分冊，pp.1321-1322、2016年8月
- 6) コ・ベネフィット型のストック活用へビル・マンションの再生・改修がもたらす多様な効果、友澤史紀、坊垣和明、南一誠、安達和男、REFORM 2016年1月号、pp.1-16
- 7) 公共施設の長寿命化に関する施策と庁舎再編の実態、南一誠、シンポジウム「公共施設再編の計画と実践」ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間報告、pp.33-36、2015年7月27日
- 8) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(1)、永田圭甫（芝浦工業大）・佐藤慎吾・横田裕・荒木優太・吉田早織・山中尚典・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）、E-1分冊，pp.1201-1202、2015年9月
- 9) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(2)、佐藤慎吾・永田圭甫・横田裕・吉田早織・荒木優太・山中尚典・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）、E-1分冊，pp.1201-1202、2015年9月
- 10) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(3)、横田裕・荒木優太・山中尚典・吉田早織・佐藤慎吾・永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）、E-1分冊，pp.1201-1202、2015年9月
- 11) CHS方式集合住宅における居住者属性-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、山中尚典、日比野雄大、石川翔一、荒木優太、山田知洋、吉田早織、横田裕、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、E-1分冊，pp.1201-1202、2014年9月
- 12) CHS方式集合住宅における住履歴(1)-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、横田裕、日比野雄大、石川翔一、荒木優太、山田知洋、吉田早織、山中尚典、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、E-1分冊，pp.1225-1226、2014年9月
- 13) CHS方式集合住宅における住履歴(2)-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、吉田早織、日比野雄大、石川翔一、荒木優太、山中尚典、横田裕、山田知洋、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、E-1分冊，pp.1227-1228、2014年9月
- 14) CHS方式集合住宅におけるインフィル改修-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日比野雄大、山中尚典、石川翔一、荒木優太、山田知洋、吉田早織、横田裕、川島啓輔、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、E-1分冊，pp.1203-1204、2014年9月
- 15) 時と共に変化する建築 使い続ける技術と文化 リフォーム&リニューアルによる新しい価値の創造、南一誠、月間リフォーム、第31巻1号通巻358号、pp.46-49、2014年1月

- 16) マンションストックの再生技術と専門家の役割、南一誠、日本ウレタン建材工業会誌ウレタン建材 37号、2014年1月
- 17) 「マンション再生に係る専門家の育成」について、南一誠、市街地再開発、pp.30-45、No.523、2013年11月
- 18) 木材を使用した住宅用内装・設備の開発とその市場化による地域産業の振興、南一誠他、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、pp.1017-1018、2013年8月
- 19) 長寿命建築と都市、社会、技術、南一誠、公益社団法人ロングライフビル推進協会 BELCA NEWS、pp.11-19、2013年7月

他4編

(C) 学術図書等

- 1) Architectural Design Loose-Fit Architecture: Designing Buildings for Change, 共著、2017, John Wiley & Sons London
- 2) 時と共に変化する建築 使い続ける技術と文化、南一誠、UNIBOOK、2014年2月28日
- 3) 木の魅力を伝える、南一誠他、pp.4-28、pp.158-159、UNIBOOK、2014年2月28日
- 4) 集合住宅のインフィル改修、集合住宅のインフィル再生技術 ～インテリアの新技术～、南一誠、安達好和、近角真一、川崎直宏、安孫子義彦、井上書院、2014年2月28日
- 5) 日本建築学会叢書「市民と専門家が協働する成熟社会の建築・まちづくり」、南一誠、和田章、後藤治、中井検裕、桑田仁、樋口秀、高木次郎、川瀬貴晴、鈴木祥之、2014年2月28日
- 6) 共同住宅ストックの再生のための技術の概要 総合、高齢者対応、南一誠、pp.8-43、耐用性、pp.44-49、マンションストック再生技術、テツアドー出版、2013年6月28日
- 7) 包括的な生活サービスへの拡大とサプライチェーンを活かしたインフィル産業の構築、南一誠、プレハブ建築協会 50年史、第4章「これからのプレハブ建築」、p.190、2013年5月
- 8) 平成26年インテリアプランナー更新講習テキスト、財団法人日本建築技術教育普及センター、南一誠、福井潔、近角真一、川崎直宏、2014年4月、2015年4月、2016年4月

(D) 日本建築学会学術講演

- 1) KEP方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧3中層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集（九

- 州)、E-1分冊, pp.1307-1308、2016年8月
- 2) KEP方式集合住宅の住戸改修 エステート鶴牧3中層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、吉田早織・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1分冊, pp.1309-1310、2016年8月
 - 3) KEP方式集合住宅の間取り変更の実施状況 エステート鶴牧3低層棟における長期居住履歴に関する研究(1)、胡天行・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1分冊, pp.1319-1320、2016年8月
 - 4) KEP方式集合住宅の住みこなしと住戸改修 エステート鶴牧3低層棟における長期居住履歴に関する研究(2)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、E-1分冊, pp.1321-1322、2016年8月
 - 5) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(1)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概、2015年9月
 - 6) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(2)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
 - 7) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(3)、横田裕・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
 - 8) CHS方式集合住宅における居住者属性-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、山中尚典、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
 - 9) CHS方式集合住宅における居住履歴(1)-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、横田裕、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
 - 10) CHS方式集合住宅における居住履歴(2)-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、吉田早織、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
 - 11) CHS方式集合住宅におけるインフィル改修-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日比野雄大、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014年9月

他3編

<図書>

- 1) ロングライフを目指すビルのライフサイクルマネジメント、共著、170ページ、公益社団法人ロングライフビル推進協会、2015年10月
- 2) 長く暮らせるマンション 多様な住まい方を実現するストック再生の手法、共著(分担執筆)、団地再生まちづくり4、水曜社、pp.142-146、2015年9月
- 3) 時と共に変化する建築 使い続ける技術と文化、南一誠、200ページ、UNIBOOK、2014年2月28日
- 4) 木の魅力を伝える、南一誠、山下浩一、三浦清史、pp.4-28、pp.158-159、

UNIBOOK、2014年2月28日

- 5) 集合住宅のインフィル改修、集合住宅のインフィル再生技術 ～インテリアの新技术～、南一誠、安達好和、近角真一、川崎直宏、安孫子義彦、井上書院、2014年2月28日
- 6) 日本建築学会叢書「市民と専門家が協働する成熟社会の建築・まちづくり」、南一誠、和田章、後藤治、中井検裕、桑田仁、樋口秀、高木次郎、川瀬貴晴、鈴木祥之、「はじめに」、「あとがき」、2014年2月28日
- 7) 共同住宅ストックの再生のための技術の概要 総合、高齢者対応、南一誠、pp.8-43、共同住宅ストックの再生のための技術の概要 耐用性、pp.44-49、マンションストック再生技術、テツアドー出版、2013年6月28日
- 8) 包括的な生活サービスへの拡大とサプライチェーンを活かしたインフィル産業の構築、南一誠、プレハブ建築協会 50年史、第4章「これからのプレハブ建築」、p.190、2013年5月
- 9) 平成26年インテリアプランナー更新講習テキスト、財団法人日本建築技術教育普及センター、南一誠、福井潔、近角真一、川崎直宏、2014年4月

<学会発表等>

- 1) 既存共同住宅ストックの再生に向けたインフィル改修 Long Life, Loose Fit、南一誠、(一社) マンションリフォーム推進協議会 (REPCO) 平成27年度 第2回「会員交流講演会」、2015年12月3日、明治薬科大学 剛堂会館ビル
- 2) 共同住宅の長期居住履歴と改修に関する実態調査と可変型住宅の課題について、南一誠、長谷工コーポレーション共同調査・研究解説講演会、2015年11月25日
- 3) ハブラーケンの思想、南一誠、文化庁 平成27年度 地域の核となる美術館・歴史博物館支援事業アート井戸端かいぎ「“き”がわりを“き”がえる」、川口市芝公民館 2015年10月18日
- 4) 建築・住宅分野における長寿命化技術と計画手法、日本学術会議第3部 土木工学・建築学委員会 大地震に対する大都市の防災・減災分科会、2015年8月18日
- 5) 公共施設再編の計画と実践ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間的総括ー、日本建築学会建築計画委員会 設計計画運営委員会主催シンポジウム、2015年7月27日
- 6) 新浦安CHSによる共同住宅の長期居住履歴と改修に関する実態調査と可変型住宅の課題について、日本建築学会建築計画委員会各部構法小委員会、オープンビルディング小委員会、現代構法計画研究WG、オープンビルディング事例情報収集WG合同委員会、2015年7月22日
- 7) 公共施設の長寿命化に関する施策と庁舎再編の実態、南一誠、シンポジウム「公共施設再編の計画と実践」ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間報

告、pp.33-36、2015年7月27日

- 8) 新しい空間を提示するリノベーション、馬場正尊、松村秀一と、第20回 R&R 建築再生展 2015、2015年6月4日
- 9) 建築・住宅分野における長寿命化技術と計画手法、日本学術会議第3部土木工学・建築学委員会 インフラ健全化システム分科会、2015年6月2日
- 10) 埼玉県における市町村合併に伴う庁舎再編、山中尚典・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
- 11) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(1)、永田圭甫・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
- 12) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(2)、佐藤慎吾・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
- 13) KEP方式集合住宅における住まい方と住戸改修に関する研究(3)、横田裕・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
- 14) 自治体の設計・コンサル発注の状況に関する日本学術会議によるアンケート調査結果、山田知洋・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
- 15) 木都水園 新木場再開発、胡天行・南一誠、日本建築学会大会学術講演、2015年9月
- 16) 山中尚典、南一誠他：CHS方式集合住宅における居住者属性-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
- 17) 日比野雄大、南一誠他：CHS方式集合住宅におけるインフィル改修-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
- 18) 横田裕、南一誠他：CHS方式集合住宅における居住履歴(1)-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
- 19) 吉田早織、南一誠他：CHS方式集合住宅における居住履歴(2)-センチュリーハウジングシステムを採用した集合住宅の研究-、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
- 20) 木材を使用した住宅用内装・設備の開発とその市場化による地域産業の振興、丸山諒太郎、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2013年8月
- 21) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(1)、加藤達也、南一誠、日本建築学会学術講演、2013年8月
- 22) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(2)、原田亮介、南一誠、日本建築学会学術講演、2013年8月
- 23) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(3)、荒木優太、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014年9月
- 24) 茨城県における市町村合併に伴う庁舎再編(4)、山田知洋、南一誠、日本建築学会大会学術講演、2014年9月

<研究成果の公開状況>

研究成果公開用ホームページ <http://www.minami.arc.shibaura-it.ac.jp>

シンポジウムなど

- 1) 2017年1月27日 日本建築学会 建築計画委員会 設計計画運営委員会 公共施設マネジメント小委員会主催 公開研究会「公共施設再編とまちなか再生」で講演
- 2) 2016年11月21日、近年の大震災における仮設住宅の教訓と今後の課題、日本学会議 巨大津波に対する国土計画と防災・減災分科会で講演。
- 3) 2016年10月28日、住宅・建設産業のイノベーションー建築ストック活用と社会変化がもたらすものー、国立研究開発法人 建築研究所創立70周年記念講演会で基調講演
- 4) 2016年10月20日、Adaptable Housing in Japan、中国建築標準設計研究院創立60周年記念式典で基調講演
- 5) 2016年10月9日、インフィル、木材、そして総合芸術、木まつり2016秋、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会関東甲信越支部埼玉地域会で講演。
- 6) 2016年9月22日、The Adaptability of Long Life Housing in Japan - Case Studies of Century Housing System (CHS) -, The International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (ISAIA) 2016、A-7-3 Design Method 1 で講演。
- 7) 2016年8月1日、安全性の高い国土・都市に向けての長期的戦略の必要性、日本学会議主催シンポジウム「大震災の起きない都市を目指して」、大地震に対する大都市の防災・減災分科会で講演
- 8) 2016年7月23日、リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナー で講演。
- 9) 2016年7月16日、先端技術が拓くマスカスタマイゼーションの新たな可能性、新木場木まつり2016夏、木のこともっと知ってもらい、もっと使ってもらうために part II、芝浦工業大学、新木場クラブ、日本建築家協会関東甲信越支部埼玉地域会で基調講演
- 10) 2016年6月25日、リノベーションが生み出す居住価値、アクタスセミナーで講演。
- 11) 2016年6月3日、ストック活用とインフィル改修 - Long Life, Loose Fit -, 第21回リフォーム&リニューアル建築再生展2016で基調講演。
- 12) 2016年3月26日、木材を使用した住宅用インフィルの開発 - Long Life & Loose Fit -, 新木場木まつり2016春「木のこともっと知ってもらい、もっと使ってもらうために」ー今までの木づかい、これからの木づかいーで基調講演。
- 13) 2016年3月9日、日本建築学会建築計画委員会オープンビルディング小委員会で講演

- 1 4) 2016年3月1日、関東甲信越地方における市町村合併と庁舎再編の現状と改善提案、日本学術会議シンポジウム「地方創生と土地利用変革～法制度の創造的見直し」、日本学術会議土木工学・建築学委員会、地方創生のための国土・まちづくり分科会で講演。
- 1 5) 既存共同住宅ストックの再生に向けたインフィル改修 Long Life, Loose Fit、南一誠、(一社) マンションリフォーム推進協議会 (REPCO) 平成27年度 第2回「会員交流講演会」、2015年12月3日、明治薬科大学 剛堂会館ビル
- 1 6) ハブラーケンの思想、南一誠、文化庁 平成27年度 地域の核となる美術館・歴史博物館支援事業アート井戸端かいぎ「“き”がわりを“き”がえる」、川口市芝公民館 2015年10月18日
- 1 7) 公共施設再編の計画と実践ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間的総括ー、日本建築学会建築計画委員会 設計計画運営委員会主催シンポジウム、2015年7月27日
- 1 8) 新浦安CHSによる共同住宅の長期居住履歴と改修に関する実態調査と可変型住宅の課題について、日本建築学会建築計画委員会各部構法小委員会、オープンビルディング小委員会、現代構法計画研究WG、オープンビルディング事例情報収集WG合同委員会、2015年7月22日
- 1 9) 公共施設の長寿命化に関する施策と庁舎再編の実態、南一誠、シンポジウム「公共施設再編の計画と実践」ー公共施設マネジメント小委員会のこれまでの活動の中間報告、pp.33-36、2015年7月27日
- 2 0) 新しい空間を提示するリノベーション、第20回 R&R 建築再生展 2015、2015年6月4日
- 2 1) 木の魅力を伝える 趣旨説明、南一誠、パネルディスカッション、「地(知)の拠点整備事業」イベント、木の魅力を伝える、第19回 東京ベイエリア産学官連携シンポジウム、2014年1月25日、芝浦工業大学
- 2 2) マンションの長寿命化に向けた診断と予防保全、南一誠、公益社団法人ロングライフビル推進協会 (BELCA) BELCAセミナー、長く安心して住めるマンションをめざしてーこれからのマンション管理のあり方ー、2013年9月4日、連合会館
- 2 3) マンション再生に係る専門家の育成、南一誠、マンション再生協議会総会・シンポジウム、2013年7月10日、すまいるホール
<http://www.uraja.or.jp/mansion/doc/news/130710/document02.pdf>
- 2 4) 「総合」及び「耐用性」について 国土交通省「持続可能社会における既存共同住宅ストックの再生に向けた勉強会」の成果より、南一誠、第18回 リフォーム&リニューアル建築再生展 マンション・ビルのストック再生技術、2013年7月3日、東京ビッグサイト <http://rr2013.rrshow.jp/>
- 2 5) 可変型集合住宅のライフサイクルデザイン～既存共同住宅ストックの再生に向けて

～、南一誠、日本建築家協会メンテナンス部会 プロフェッショナルのための技術セミナー、2014年10月15日

26) 世界の木造建築、南一誠、新木場木まつり2014・冬、江東区新木場シンポジウム、2014年12月6日

他

本学主催の公開シンポジウム 新聞報道

「木材を使用した住宅用内装・設備の開発とその市場化による地域産業の振興」、研究チーム、地元企業、林業従事者、学生約170名が参加。研究内容と社会ニーズの整合性図る。



政府関係機関での講演

- 1) 2016年10月28日
住宅・建設産業のイノベーションー建築ストック活用と社会変化 がもたらすものー、国立研究開発法人 建築研究所創立70周年記念講演会 基調講演
- 2) 2016年10月20日
Adaptable Housing in Japan、中華人民共和国、北京
中国建築標準設計研究院創立60周年記念式典 基調講演
- 3) 2012年10月29日
建築分野の長寿命化に関する取り組み、国土交通省 社会資本整備審議会 社会資本メンテナンス戦略小委員会 第2回社会資本メンテナンス戦略小委員会



＜その他の研究成果等＞

- 1) 日刊建設工業新聞ストック活用特集号、インタビュー記事「地域、時代のニーズに合わせたストック管理を」が掲載（2014年3月26日）。
- 2) 長く暮らせるマンション 多様な住まい方を実現するストック再生の手法、南一誠、ウエインディ 2013年8月15日号、第291号、9ページ（全国のマンション管理組合に配布されているフリーペーパー）
- 3) これからの住まいづくりに求められることとは？、長谷工コーポレーション社内報 SHIN 2013 Autumn vol.23、pp.14-15
- 4) 住民合意をまとめていく 話し合いの糸口をつかむ、ダイヤモンドMOOK 蘇るマンション みんなで決める 再生への第一歩、P.21、2013年4月
- 5) 既存住宅ストックの有効利用が目標 木を活かしたリフォームを開発中、総合資格学院 Architekton PLUS vol.7、pp.13-16、2013年4月
- 6) CHSによる共同住宅の長期居住履歴と改修に関する実態調査、ハウジングアンドコミュニティ財団との共同研究、2013年7月1日～12月27日
- 7) 国土交通省、社会資本整備審議会・交通政策審議会 社会資本メンテナンス戦略小委員会委員、国土交通省、社会資本整備審議会建築分科会委員、国土交通省、社会資本整備審議会建築分科会建築基準制度部会委員
- 8) 日本学術会議連携会員（第3部）土木工学・建築学委員会 大規模地震災害総合対策分科会、大学等研究・キャンパス整備に関する検討分科会、デザイン等の創造性を喚起する社会システム検討分科会、低炭素建築・都市マネジメント分科会 委員
- 9) 研究成果の一部に対して、2016年5月、都市住宅学会から、2016年学会賞・著作賞を受賞した。

専門図書 および 建築士用テキスト等の出版

- ・集合住宅のインフィル改修、インテリアの新技术、共著、井上書院、2014年2月28日
- ・木の魅力を伝える、共著、UNIBOOK、2014年2月28日
- ・団地再生まちづくり4、共著、水曜社、2015年9月
- ・時と共に変化する建築 使い続ける技術と文化、単著、UNIBOOK、2014年2月28日
- ・マンションストック再生技術、共著、テツアドー出版、2013年6月28日
- ・ロングライフを目指すビルのライフサイクルマネジメント、共著、ロングライフビル推進協会、2015年10月
- ・インテリアプランナー更新講習テキスト、建築技術教育普及センター、共著共編、2016年4月 他



1.6 選定時及び中間評価時に付された留意事項及び対応

<「選定時」に付された留意事項と留意事項への対応>

「外部評価を含む評価体制を整備されたい。」との記載をいただいている。

上記の指摘を受け、本研究分野において豊富な研究実績を有する他大学の名誉教授に、芝浦工業大学 SIT 総合研究所客員教授を委嘱し、原則として毎月 1 回、研究の進捗状況などについて、指導・助言をいただいた。その名誉教授の紹介で、産業界の専門家からヒアリングする機会を得ることができ、研究内容が実務の実態に即したものとなる成果が得られた。

同様に本研究課題に関連する分野において研究実績が豊富な別の大学の現職教授にも助言をいただいた。私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の建築系分野に採択され研究を進めている他大学の教授が実施されている研究成果報告会に参加し、戦略研究の進め方、特に成果の公表などについて学んだ。本研究分野と関連する研究課題にて COE の実績がある大学の教授からも、助言をいただいた。

上記の専門家の方がたの評価、助言を踏まえて、研究目標と成果について、絶えず確認を行い、必要に応じて見直すよう心がけた。

<「中間評価時」に付された留意事項と留意事項への対応>

芝浦工業大学 SIT 総研外部点検評価委員会における主な指摘事項とそれへの対応は以下の通りである。

- ①本テーマは共同住宅の再生、地元江東区の木材産業の活性化を狙っており、行政の面からも大変重要なテーマである。価格をおさえた共同住宅再生手法のような形でまとめていただくと産業界での利用価値が高い。

対応：

国土交通省住宅局住宅生産課や東京新木場木材商工協同組合などと定期的に意見交換を行い、研究を進めています。

- ②年数を経たマンション等ストックの補修・延命による有効活用は時流に乗ったテーマである。通常のマンション市場では建設費用の抑制が重要で、仕様の統一、材料の大量購入によりコストダウンとすることが多いと聞いている。内装の多くの部位に木材を使用するとのことであり、生産・流通体制など、良く検討する必要があると思われる。

対応：

東京中央木材市場の調査や新木場の木材流通企業へのヒアリングを行っています。多段階にわたる複雑な流通機構が、卸売価格が低い木材の末端価格を高いものとしているため、インターネットにより木材をエンドユーザーが購入し、DIY で組み立てるインフィルユニットの開発を行っています。

- ③木材は、日本文化の根源であり、日常生活の多様な面に木材を取り込むことにより石油を原料とする素材 (synthetic materials) に汚染された国土を再生する鍵となる。本研究の取り組みは、このような視点からも重要であり、高齢者のみならず若年層も考慮すべきと思われる。ここでも触れられている流通過程のみならず、森林の保全・水資源の保全・労働力の恒常的な確保・国際競争力の向上など多面的なアプローチも期待したい。

対応：

2012 年度において、江東区を対象としてマンションの居住者像とマンションストックの現況調査を行い、今後の改修（リフォーム）需要を、高齢者が住み続けるための改修や、子育てする若い世代が住むための改修など、分類整理しました。その結果も踏まえて、2013 年度、マンションリフォームの標準的な設計図書を作成しました。森林の保全など重要な課題ですが、本研究の課題の範囲で検討をしたいと存じます。

- ④木材を住宅用内装に生かし、さらに地域産業への貢献も含めた研究。行程に時間を要する、また費用が高額となるような困難な面があるが、どのように普及し、評価をしていくかが課題であると感じる。

対応：

国産木材の卸値は非常に安価であり、流通加工の工程で高額なものになっています。本研究では、エンドユーザーがホームセンターやネットで材料を購入し、DIYに近い形で施工できるインフィルを開発しています。2014, 2015 年度においては、非熟練工が組み立てることが出来る四畳半程度のインフィル空間ユニットの開発を行いました。

- ⑤日本における物づくりの原点とも言える木材加工・利用技術の維持・継承および木材資源の有効利用の立場から、地味ながら重要かつ有意義な拠点形成と思われる。本研究の計画と進捗から、供給側のアプローチは良く理解できたが、需用側・顧客側への市場調査が十分ではないのではと懸念される。一段と高い視野から、ニーズを調査され分析されることを推奨したい。

対応：

需要側、顧客側の市場調査については、共同住宅のリフォームや工業化住宅の生産を行う民間企業において 30 年以上に渡る実務経験を有している安達好和氏、集合住宅の設計実績豊富な建築家の近角真一氏、木材加工流通業の代表取締役をしている山崎尚氏が、本研究組織に参画し、市場の実情について情報提供を行っていただいている。また市場の現況と今後の展望について、2012 年 11 月 17 日に開催したシンポジウムで、安達氏が講演し、共同執筆した「集合住宅のインフィル改修」にて執筆している、2012、2013 年度において、マンションリフォーム最大手の長谷工リフォーム、三井不動産リフォーム、インテリックスや江東区の地場で小規模なリフォーム工事を行っている企業にヒアリングを行っている。江東区で販売された 152 戸の中古マンションの価格とリフォームの関係について市場調査を行い、マンションリフォームの経済的効果を分析した。

- ⑥高齢化社会における共同住宅の内装・設備の改修というユニークなテーマであり、今後の研究成果に期待したい。研究対象地域を江東区に選び、かつ地場産業である新木場の木材流通企業と連携した開発となっているのも新しい試みである。ただ、地域的な特性に依存したものと、地域によらず共通化したものとを区別して研究が進められているかを常に意識しておくことが肝要と思われる。改修工事担当の先生が急逝され、体制の立て直しを図られており、遺志を継いだ研究の継続をお願いしたい。

対応：

江東区の中にも老朽化がすすむマンションに高齢者が多く住む北東部と、超高層マンションに若い世代が多く住む豊洲地区など、地域による差がある。東京ベイエリア地区は再開発が進む地域で人口の流入があり、人口減少に伴う空き家の増加が社会問題化している日本の多くの地域とは状況が異なる。技術的な課題は比較的普遍的であるが、市場性については地域差が大きいことに注意しながら研究を進めたい。木本教授は本研究の中核をなす存在として、CAD システムの構築などに貢献いただけるものと期待されていた。本研究に対する影響は大きいと、民間企業との連携を構築するなどして、木本教授の担当分野を補うように努力している。

＜点検・評価委員会における外部評価委員の意見と対応＞

最終年度の期末 2017 年 3 月 8 日に実施した外部点検評価委員会で下記の評価をいただいた。

- A 委員：森林資源の活用と森林の保全の観点から、最終製品（プロダクト）の商品化という出口戦略の一つとして重要である。なお、育成、伐採、収穫、運搬、加工などの木材自身のライフサイクルとそれに関連するシステムを見据えた長期的なビジョンの中で、他分野の考え方を含めた検討が望まれる。
- B 委員：5 年間の研究を通して、ハイエンドの木造の内部のインフィルユニットについて高い成果が得られたのではないかと思います。マンションが増えている日本の住宅事情、特に都市部ではその傾向が強いので、木造建築をインフィルとして取り込むことは、今後の家屋のあり方としても大切なのではないかと思います。今後、引き続き何らかの形で発展していくことを期待しております。
- C 委員：研究の取り組みが広がり、かつ多くの成果も出ており、学会発表、講演など積極的に行われている。外部評価等に対する対応もしっかりされており、研究の PDCA が回されている。最終年度を迎えるとのことであるが、事業として企業に引き渡す分野と、研究として更に深堀される分野の仕訳を行い、次のステップに進まれると良いと思う。
- D 委員：都市における建築ストックをいかに活用していくかは、超高齢化・超成熟社会を迎える我が国にとって極めて重要な課題である。この課題に対して、木材を用いたモジュール型の住宅内装設備の開発に取り組んだ本プロジェクトでは、文科省からの支援事業費を獲得して期待以上の成果が得られており高く評価できる。
「知と地の創造拠点」を標榜する芝浦工業大学にふさわしいテーマであるので、豊洲キャンパスの立地する江東地域の地場産業が成田空港周辺に事業所を移しているという話もあったが、ぜひ、引き戻すべく更なる成果を上げるとともに市場化の推進にも期待する。

上記を受けて、今後の対応などについて、下記のとおり検討した。

- ①研究成果については、2017 年度日本建築学会大会にて発表する予定で、原稿を提出済みである。研究成果を俯瞰し、実務への適用可能性について、2017 年秋に英国出版社から出版する予定である。製品化の可能性が高い遮音性の高い木材を利用した床システムについても、共同研究をした民間企業の了解が得られたので、日本建築学会に論文投稿する予定である。
- ②本研究の学術的研究課題について、科研費一般研究・基盤研究（C）を得ることが出来たので、高齢社会への適用に的を絞って、継続研究を行っている。
- ③5 年間の研究に参加した民間企業の実務者から、継続したいとの要望があるので、研究成果の深化と一般への普及の面で、研究を継続している。
- ④研究室に中国、中東、アフリカから留学生が来ており、それらの国々の住宅生産に本研究成果を還元・反映する手法について研究している。

2.1 Japanese Innovation in Adaptable Homes

The continuous research and development by private enterprises and government

Around the year 2000, the average lifespan of housing in Japan when demolished was only about 30 years, compared for instance to 77 years in the UK.¹ Even today the projected lifespan of newly built detached wooden houses in Japan is a mere 50 years, according to studies by Professor Yukio Komatsu, of Tokyo's Waseda University.² There are various reasons for this. Fires following the Great Kanto Earthquake that struck the Tokyo area in 1923 caused a huge loss of building stock, so only a small amount of original homes remain in the Tokyo metropolitan area. There was a deficit of four million dwellings in Japan after the destruction caused during the Second World War. In response, much public housing was built after 1951 when the publicly-operated housing system was established, but of such low quality that it needed to be rebuilt once Japan began to enjoy rapid economic growth. This growth from the 1950s onwards enabled the Japanese population to start to enjoy larger homes with increasingly modern facilities.

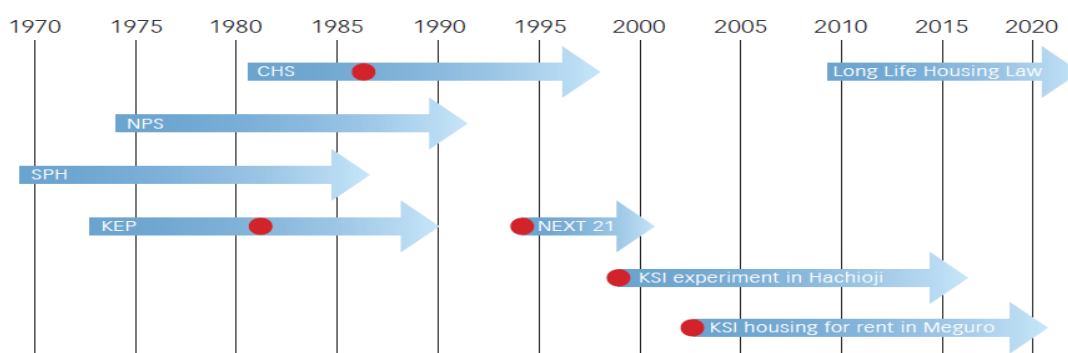
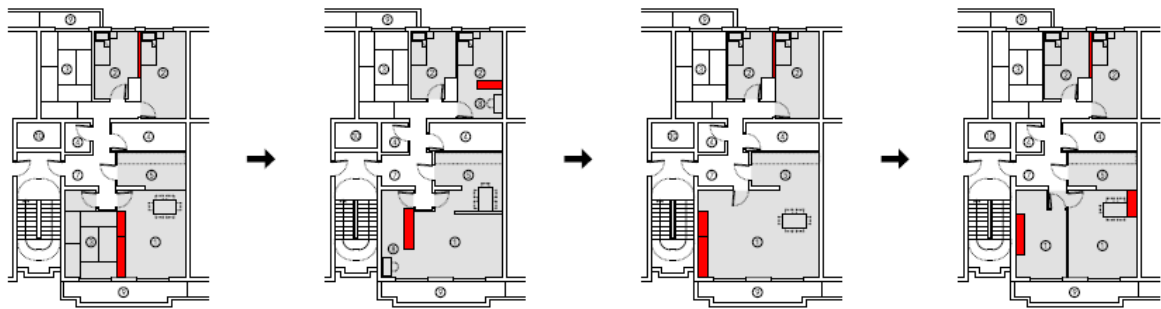


Figure 1 timeline of changes

Kazunobu Minami, Research and development in Japanese housing, February 2015
Efforts to develop adaptable and long-life housing in Japan began with KEP (Kodan Experimental housing Project) in the 1970s, which was followed by various initiatives culminating in the Act for Promotion of Long-Life Quality Housing in 2009.

By 1968, the total number of dwellings in Japan began to exceed the number of households, changing national objectives from achieving construction volumes to improving build quality and also meeting increasingly diverse residential needs. Many dwellings, for instance, did not satisfy the demands of changing family structures and lifestyles. The poor quality of their interior finishes and equipment was compounded by poor maintenance. To overcome these challenges, the Japanese Government, universities and industrial corporations have collaborated at various times in advancing housing standards, particularly the longevity and adaptability of the building stock. A variety of tools have been used to achieve this, including legislation and economic inducements, as well as research and design innovations.

From 1973, the Ministry of Construction and the Japan Housing Corporation (now known as the Urban Renaissance Agency) initiated the research and development of the Kodan Experimental housing Project (KEP), which developed moveable partitioning and storage systems to allow residents to alter their living environments themselves. The author and students at the Shibaura Institute of Technology recently examined one of the KEP housing units built in 1982 in Tama New Town, west of Tokyo, to find out whether these moveable systems had provided adequate adaptability over the three decades since their construction. It was found that indeed they had allowed significant adjustments to cater for changes of family size and lifestyle. As children grew, and as they left home, many families used the KEP system to adjust the room arrangements to fit their changing lifestyles.



Observed Flat Layout Transformations Using KEP Infill



Figure 2 KEP renovation in time

Kazunobu Minami, Observed types of Kodan Experimental housing Project (KEP) infill transformation, Shibaura Institute of Technology, February 2015

Observed transformations of the interiors of the KEP Estate Tsurumaki 3rd housing in Tama New Town, west of Tokyo, since 1982 when the housing was built by Japan Housing Corporation.

The Century Housing System (CHS) was another project focused on improving lifespan and adaptability. The Ministry of Construction started research for it in 1980, and it was implemented from 1988. It consisted of a system guidebook which set out guidelines as basic standards for CHS certification.³ The guidelines featured a number of requirements, including decoupling durable base buildings from shorter-life replaceable interior finishes and equipment (fit-out). Thus interior walls of dwellings were to be easily renewed, replaced or moved without impacting other parts. Service lifetimes were set for each component: from 3–6 years for consumables, to 6–12 for items such as bathtubs, 12–25 for kitchens and washstands, 25–50 for interior walls, ceilings and floors, and 50–100 for

structural frames. The mutual interfaces between components were studied and details provided to ensure that longer-lasting components were not damaged when shorter-life elements were moved or replaced. The CHS system also set out designs that facilitated post-completion inspections and maintenance, and it provided residents with drawings and information to allow them to understand the capabilities of their CHS housing.

NEXT21 was an experimental multi-family housing project that took some of these ideas even further. Developed by the Osaka Gas Company, it demonstrated new concepts of multi-family housing incorporating sustainable design and advanced technologies that were anticipated at that time. Built in 1993 in an eastern suburb of Osaka, the structure consists of one basement floor, and six floors above ground separately articulated as frame, infill and cladding. The design concept anticipated 21st-century and highly individualised lifestyles in a high-density energy-conscious building. A single architect designed the shell, and another 13 architects designed the 18 apartments. The structural system gives great flexibility to adapt to different living arrangements, even to change from residential to commercial uses. The building is assembled from a series of independent components such as the mechanical and electrical equipment to allow for easy replacement. The only fixed part of the building is the in-situ concrete structural frame. This is metal clad to protect it from wind, rain and other corrosive elements and to give the building a lifespan of more than 100 years.



Figure 3 NEX21

Osaka Gas NEX21 Project Committee, NEX21, Osaka, Japan, 1993

Commissioned by the Osaka Gas Company, the structure, infill and cladding were designed and built independently, with one architect responsible for the shell and 13 others each designing one or more of the apartments. The building is intended to change organically over centuries.

Tax Incentives to Promote Longevity

Present-day Japan faces similar problems to other highly developed societies in that many people feel that consumer society has not delivered according to their expectations, and environmental problems are not easily settled. Most acutely for Japan, its rapidly falling birth rate and ageing society are exponentially increasing the welfare burden. As there simply will not be a workforce available to rebuild at current rates, the challenge is to transform a society which builds poorly and demolishes quickly into a 'stockholding' society which builds well and takes scrupulous care of its assets to preserve them for the long term.

Because the average lifespan of newly built homes in Japan has been so much shorter than those of Europe and the United States, a new law – the Act for

Promotion of Long-Life Quality Housing – was implemented in June 2009. The concept underlying the new legislation, which advocates longer lifespans for both new and existing housing, was initially promoted by former Prime Minister Yasuo Fukuda in 2007, and the Japanese Government started pilot projects in 2009 by subsidising private-sector research and development. The key concept and the technical requirements of this law are essentially based on the experiences of the Century Housing System.

Developers or individuals can apply for tax reductions and receive subsidies by designing and building in line with the technical guidelines of the new law. When an individual has purchased or constructed and occupied housing recognised to comply with the requirements of the law, he or she receives larger income tax reduction than ordinary housing for up to 10 years. The fixed asset tax, which is the tax on property ownership, is reduced by half for two years longer than in the case of ordinary housing.

By the end of December 2016 a total of nearly 716,000 Long-Life Quality Housing dwellings had been approved. The vast majority were detached houses, with only 18,500 apartments qualifying.⁴ It appears apartment developers find the Long-Life Quality Housing label adds to their costs with little benefit to their marketing. On the other hand, house builders have successfully used the accreditation to help push their sales. One reason for the poor uptake in apartment buildings is that the technical guidelines require common pipework to be capable of maintenance from the common parts, and this has the effect of reducing the freedom of designing the layout of the unit. Hence this requirement may need to be revised in the future, to increase applications in apartment buildings.

There are nine chapters in the technical guidelines of the Act, plus an appendix, and these follow similar principles to the CHS, showing the importance of continuity of thinking in Japan. Once again the durability of longer-lasting elements is emphasised, as are appropriate structural design and earthquake resistance.

Simple renewal techniques are advocated for elements of construction with short life expectancy, and there are strategies for maintaining common pipework and access to risers without entering private areas. The Act also stipulates minimum space and volumetric standards to facilitate layout changes to adapt to differing lifestyles. For instance, sufficient floor-to-soffit height (2650 mm or greater) must be provided to permit alteration of mechanical, electrical and plumbing services. The Act follows through with provisions for long-term maintenance, including detailed requirements for periodic attention to structural elements, protection against infiltration by rainwater, water supplies and drainage.

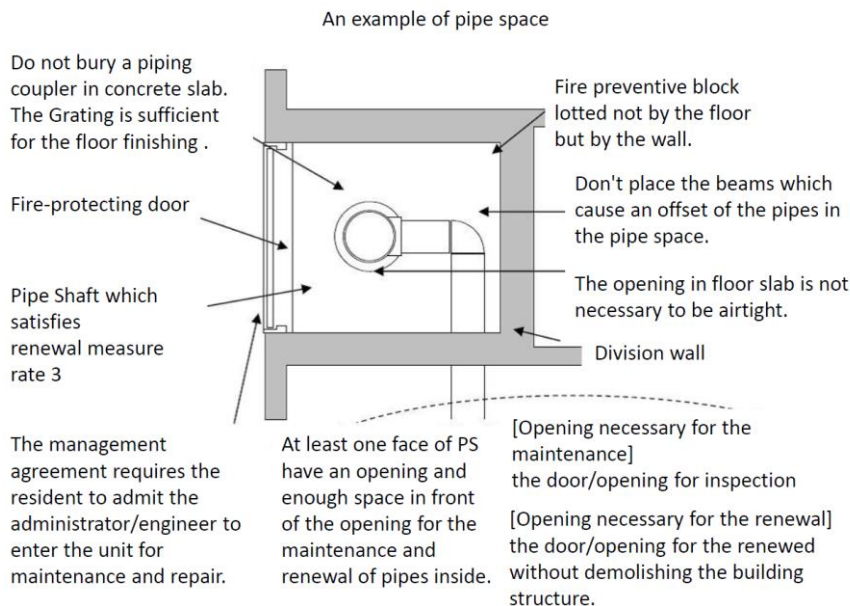


Figure 4 pipe shaft example

Requirements for vertical risers in a private apartment, Japan's Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, March 29th, 2012

Vertical grey water and black water pipes need to be easily accessible to allow replacement every couple of decades.

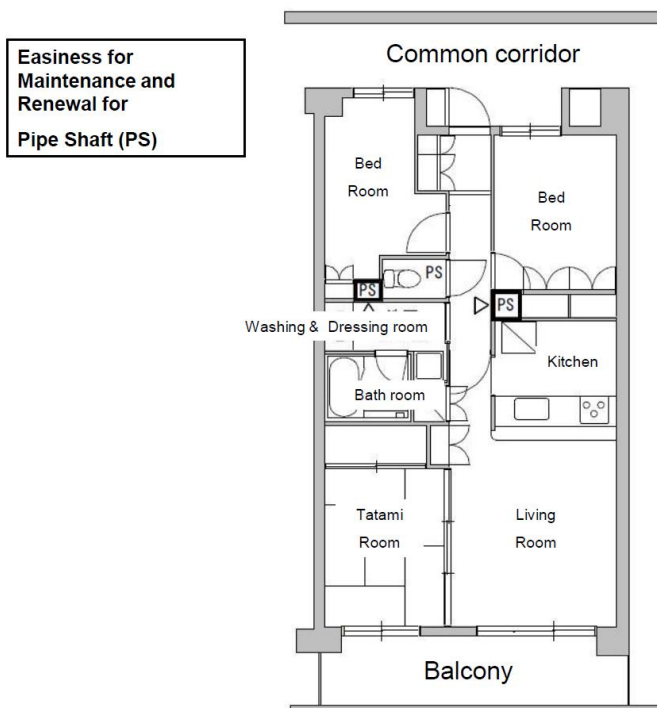


Figure 5 ease of pipe shaft maintenance

Maintenance of common risers, Japan's Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, March 29th, 2012

Vertical services within each apartment are required to be placed so as to be accessible from outside the unit or have easy access from within.

Technical innovations promoting adaptability

A number of recent technical innovations show the potential for even greater flexibility in both new and existing housing stock.

Three companies – Nomura Real Estate, the Haseko Corporation and Bridgestone – have developed a zero-slope drainage system to permit flexible positioning of apartment kitchens. In tandem, the Architectural Institute of Japan has established technical guidelines which support the wide application of this system.⁵ The three companies are extending their research and development of zero-slope drainage to permit even bathrooms and laundry machines to be relatively freely placed, whether in new or existing homes.

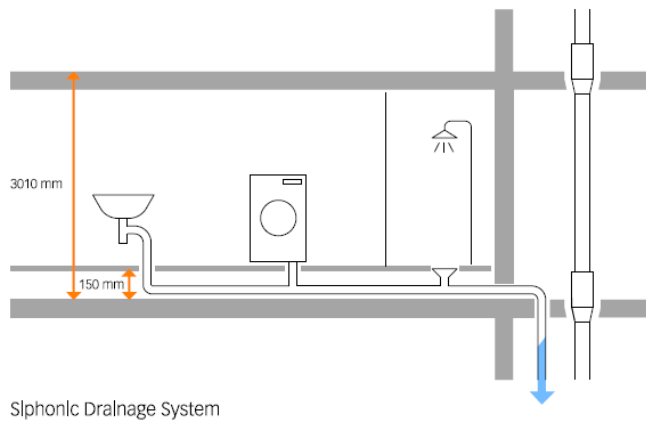
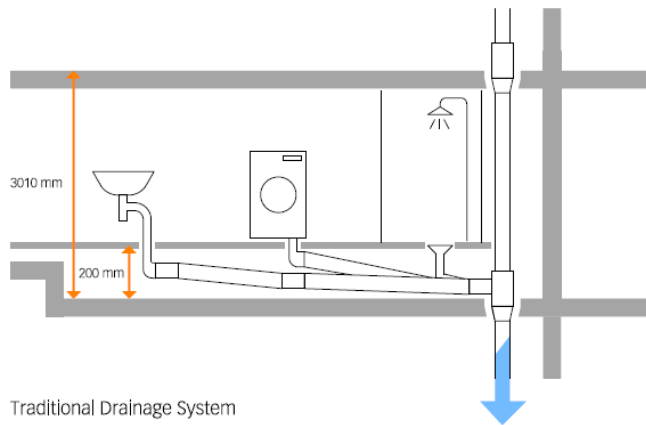


Figure 6 and 7 Traditional vs zero slope siphonic system Drainage System

Nomura Real Estate / Haseko Corporation / Bridgestone, Zero-slope siphonic drainage system versus traditional drainage system, May 22nd, 2015 (redrawn by Alex Lifschutz)

In the zero-slope siphonic drainage system, soil pipes run horizontally, allowing a much greater range of locations for bathrooms and kitchens. Traditional soil pipes are larger in diameter and require falls, taking more sub-floor space and restricting locations of kitchens and bathrooms to being close to vertical pipe shafts.

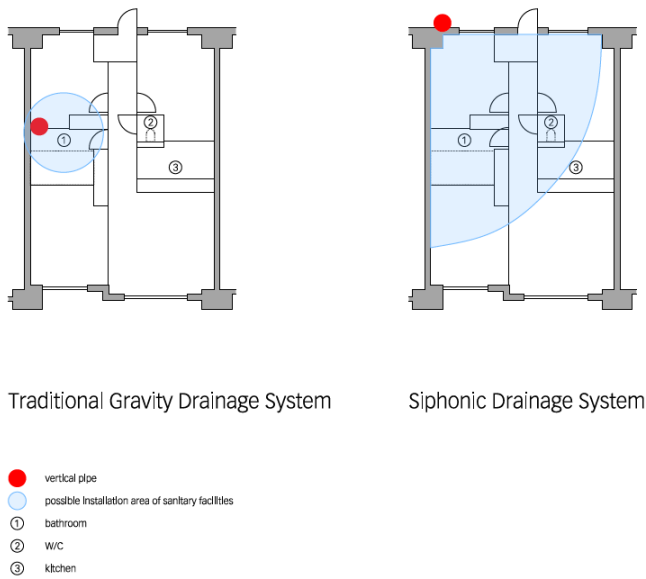


Figure 8 Traditional vs zero slope siphonic system Drainage System plan

Siphonic drainage stacks placed in accessible risers near corridors and common parts provide great freedom in locating kitchens and bathrooms within apartments, in contrast to traditional drainage which allows little flexibility and is relatively inaccessible.

Mitsui Real Estate has begun to sell apartments in which division walls can be installed and moved by residents in the same manner as furniture. Although bathrooms are fixed, the remaining space is free for the residents to plan. Even kitchens can be relocated to any of seven optional positions. An extraction system draws away air that smells of cooking and returns cleaned air back to the apartments.



Figure 9 Mitsui Adaptable Housing, Interior

Mitsui Fudosan Residential Company, Mitsui adaptable housing, Akabane-nishi Kita-ku Tokyo, April 2016

The moveable kitchen system placed in the centre of the apartment. The cooker hood on the counter draws away cooking smells and circulates the cleaned air back into the room.



Figure 10 Mitsui Adaptable Housing, Kitchen System to Move

The wheels under the kitchen units allow them to be relocated in several alternative places in the room.

The Urban Renaissance Agency (UR) owns more than 700,000 dwellings in Japan, many in need of refurbishment. It is deploying an infill refurbishment test project called Rakuinkyō in existing apartments to adapt them to the needs of elderly residents, making them suitable for home-based care.⁶ In recent years, UR has collaborated with IKEA to refurbish some of its stock. The objective is to provide

new residents (with low construction skills) with the simple tools to allow them to self-improve their own dwellings.



Figure 11

Urban Renaissance Agency, Refurbishment of existing apartment using IKEA components, Saiwai-chou Tachikawa Tokyo, February 2016

The Urban Renaissance Agency, formerly the Japan Housing Corporation, renovates interiors of its old housing using IKEA furniture and building components, reducing the renovation costs and aiming also at attracting younger generations of dwellers.

Loose-Fit and a Declining Workforce

The concept of long life and loose fit, which preserves building fabric by encouraging it to adapt to change, is at the heart of housing solutions for Japan's future. Promoting longevity is one way to reduce the future burden on a declining workforce. But, aligned with this, Japan also needs to compensate for its coming labour shortage by developing techniques so that fewer construction skills are required for those new buildings that do need to be constructed. The coming era necessitates simple structures with furniture-based fit-out systems that can easily be installed and replaced, whether by residents, users or robots.

Notes

1. According to Japan's Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism:
Juutaku Takuti Bunkakai dai 14kai sannkou siryou 4, page 2 (in Japanese), January 30th 2008.
http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/singi/syakaishihon/bunkakai/14bunkakai/14bunka_sankou04.pdf. The lifespan of demolished housing in Japan was calculated based on the Housing and Land Survey of the Ministry of Internal Affairs and Communications' Statistics Bureau in 1998 and 2003:
<http://www.stat.go.jp/english/data/index.htm>. That in the UK was calculated based on the Housing and Construction Statistics of 1996 and 2001 (English Housing Survey, <https://www.gov.uk/government/collections/english-housing-survey>)
2. Yukio Komatsu, 'Juutaku Jyumyou ni tusite', *Jyuutaku Mondai Kenkyu*, vol 16, no 2, June 2000 (in Japanese): <http://www.f.waseda.jp/ykom/jkf2000.pdf>; Yukio Komatsu, 'Kentiku Jyumou no Syutei', *Journal of Architecture and Building Science*, vol 117, no 1494, October 2002 (in Japanese): <http://www.f.waseda.jp/ykom/aijnl200210.pdf>.
3. *Century Housing System Guidebook*, Century Housing System Promotion Council, Tokyo, March 1997.
4. Press Release by the Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Travel on January 31st, 2017
<http://www.mlit.go.jp/common/001170472.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/common/001170475.pdf>
5. For the technical guidelines for zero-slope drainage, see:
<http://www.aij.or.jp/jpn/books/pdf/3626.pdf>
6. See the Urban Renaissance Agency website, <http://www.ur-net.go.jp/rd/>.

This article is the author's manuscript for "Japanese Innovation in Adaptable Homes The continuous research and development by private enterprises and government" submitted for the AD Loose-Fit Architecture: Designing Buildings for Change (Sept/Oct 2017).

2.2 Long-Term Occupancy Records and Infill Renovation of Housing Designed Based on the Century Housing System

ABSTRACT

This paper reports on changes in lifestyles and infill renovation of a multi-family housing complex built based on the idea of the Century Housing System (CHS) in 1987. The purpose of this research is to acquire knowledge of the adaptability and changeability of the infill system to extend the life of such housing. The author found that the building components which were designed to be used and replaced every 12 to 25 years were actually replaced in many units as planned. Many of the residents have lived in this housing complex for the entire 27 years of its existence. Therefore, it is possible to observe how building elements which were designed to be used from 12 to 25 years have been actually used and replaced. This is its first time that the CHS housing has been investigated since it was first occupied. Because more than 27 years have passed since the housing complex was built, a decreasing number of households properly understand the advantages of the CHS, which makes it easy to repair and renovate the infill of the units. The CHS partitioning wall system, which can be installed, replaced and removed without demolishing the ceiling and floor, reduces the construction time and cost, and also the waste of building materials. It will be important to introduce the benefits of CHS to the residents of the housing complex so they will be able to renovate their units according to their future needs.

KEYWORDS:

Housing, Long Life, Adaptability, Infill Improvements, Long-term Occupancy

1 Purpose of the Study

In the 1970s, the total number of dwelling units in Japan began to exceed the number of households, changing the aim of research and development from supplying a large number of homes to improving their quality and meeting diverse

residential needs. At the time, many dwellings did not fully satisfy residential and daily life needs due to the change of the family structure and lifestyles. The durability of interior finishing and equipment (fit-outs) were shorter than the durability of the base buildings, and the failure to perform appropriate maintenance became social problems. To overcome these challenges, the Ministry of Construction started the Century Housing System (below, "CHS") as a certification system in 1986.

The Century Housing System Guidebook¹⁾ stipulated the following guidelines as basic standards for CHS certification.

- [1] Base buildings have long-term durability.
- [2] To maintain them after construction, inspections are easy to carry out.
- [3] The floor plan, interior finishing and equipment (fit-outs) are replaceable.
- [4] The interior finishing and walls of the dwelling can be repaired, renewed, replaced, or moved easily without impacting other parts Note 1).
- [5] Building drawings are provided to appropriately inform residents of the characteristics of CHS housing.
- [6] The above can be done for a long period of time.

This research is aimed to obtain knowledge that will contribute to prolonging the lifetime of multi-family dwelling units by surveying changes in lifestyles in multi-family dwelling units constructed based on the concept of CHS and the state of infill renovations and by analysing the changeability and renewability etc. of interior finishing and equipment intended to be achieved by CHS.

2 Research methods and objects of the investigation

2.1 Investigation method

Few ongoing investigations of long-term occupation have been done 2)-6), Note 2), because while their importance has been pointed out, it is difficult to continuously investigate the object of the investigation for several decades. This research

attempts to investigate and analyse change of lifestyle of each household that is an object of the investigation from the start of occupation until the present time using questionnaires or by conducting interviews. Because these methods do not permit investigation of households that have moved out and rely upon the memories of respondents, it is necessary to take great care to ensure the accuracy of the investigation results, but this approach was adopted assuming it is one realistic investigation method for clarifying long-term occupation.

During this investigation, the questionnaire survey was done by distributing multiple dwelling unit floor plan diagrams to occupants, and asking them to enter the present lifestyle and past ways they occupied the interior of their dwelling unit. The dwelling unit floor plans were used to investigate the changing history of occupation accompanying change of the composition of the family, their evaluations of their living environment, history of infill renovations, plans for future renovations, and their awareness of CHS. Also, based on responses to the questionnaires interview survey was conducted of households which agreed to be interviewed.

The questionnaire survey was conducted from September 21, 2013 until October 5, 2013. The questionnaires were placed in the residents' mailboxes. They were distributed to 228 of 234 homes, and responses were received from 58 homes. This is a response rate of 25.4%. Six homes did not receive questionnaires because of the long-term absence of the household head. The interviews were conducted from September 28, 2013 until November 16, 2013 in 14 homes.

Investigations of the Management Association Board of Directors, residents' association, and the management association members were accompanied by interviews with the management company. Other interviews were conducted at the companies that designed and constructed the multi-family dwelling units, and their related companies which are in charge of renovation work of the said dwelling units. The companies that designed and constructed the housing provided design drawings and documents etc. concerning CHS. The results of the survey were reported to the technologists who had initially been in charge of designing

the building and equipment, and views concerning the evaluation of CHS were exchanged with these technologists.

2.2 Objects of the Investigation

The objects of the investigation are Complex E, Building A in a private condominium complex in Chiba Prefecture. Complex E consists of seven residential buildings, but CHS was adopted only in Building A. Complex E is close to a JR (Japan Railways) station, educational and medical facilities, and public facilities, and access to the center of Tokyo by train is convenient, making it an extremely convenient location.

Table 1. Overview of the housing surveyed

Object building	Complex E, Building A, (private condominium in Chiba Prefecture)
Year completed	March 1987
Building structure	Steel framed-RC concrete, 14 stories above ground, Skip floor type
Number of dwelling units	234

2.3 Characteristics of CHS in Building A of Complex E

The following are characteristics of CHS in Building A of Complex E that was investigated (partially corrected based on the CHS planning document 7)-8) prepared by the designer).

- The base building protection to deal with the deterioration and its thermal insulation are improved to ensure its physical durability.
- Columns and beams protrude outside (out-frame).
- The interior dimension of the building frame uses 300mm single grid modules.
- It adopted a highly changeable interior finishing wood-working system.

- Interior partition, ceiling, and floor fittings are ceiling- and floor-propense.
- Mounting walls are all double walls.
- Ceilings are all double ceilings. In principle all are ceiling-propense.
 - Pipe shafts are installed facing to common corridors. These are repaired and renewed from outside.
 - Pipes (drainage pipes, cold water pipes, hot water pipes, and gas pipes) are installed in the light courts. (They are not installed in some dwelling units.)
 - Wet areas are placed on the common corridor sides of dwelling units.
 - Cold and hot water supply, gas, and drainage pipes are installed in the double floors of the corridors, washstand rooms, and toilets.
 - Ducts, heating use hot water pipes, and electric cables are installed between the double ceilings.
 - In principle, switches and electric power plugs are not installed in movable partitions.
 - Inspection ports are installed according to purpose in concealed parts of exclusive use areas.
 - Basic repair plans are enacted for each component of the private use area according to their service lifetimes. (30 year cycles)
 - Annual repair plans are enacted for common use areas.

The multi-family housing that is the object of the investigation was built by applying the CHS concept to an SRC structure condominium apartment building with which the company that designed and constructed it had previous experience. Not all features that were the goals of CHS at that time were realized. The company in charge of its design and execution had, until then, not installed equipment pipes in the building frame, and had installed equipment inspection ports based on floor planning that concentrated wet parts, and used conventional general purpose methods of equipment work which it had used in the past.

According to design documents for Building A of Complex E, the floor height and ceiling height etc. were as follows. The floors of the corridors, toilets, and washstand rooms are double floors to accommodate under-floor pipes. The floors

of the corridors are 70mm and the floors of toilets and washstand rooms are 170mm higher than in other habitable rooms. In multi-family dwellings designed in recent years, generally the frame slabs of wet areas are lowered to form double floors where the under-floor pipes are installed to meet the barrier-free requirements, but when the multi-family building that was investigated was designed, concern for barrier free was not widespread, so only the wet areas and corridors where pipes are installed have double floors, forming floor level differences at the boundaries between the wet areas and corridors, and other habitable rooms.

- Floor height of standard floors: 2,850mm Floor slab thickness of ordinary parts: 200mm
- LDK, western rooms, and Japanese rooms ceiling height: 2,550mm
Depth of ceiling of the above habitable rooms: 100mm
(Including finishing thickness, and substrate thickness)
- Ceiling height of corridors: 2,330mm Double floor height of corridors: 70mm
- Ceiling height of toilets and washstand rooms: 2,230mm
Double-floor height of toilets and washstand rooms: 170mm

3 Attributes of residents

As the attributes of the 58 households that answered the questionnaire, most household heads were in their 60s at 27.6% (16 out of 58). Households led by household heads 60 years of age or older accounted for 60.3% of all households (35/58 households). The average age of household heads is 62.8 years. The youngest household head was 32 and the oldest was 92.

Males led 54 of the total of 58 households. White color workers and other working people were heads of 31 of the 58 households.

Percentages of all residents in age cohorts were 17.1% in their sixties (28/164), followed by 15.9% in their fifties (26/164) (Table 2). The most common number of household members was two, accounting for about 40%.

Half of the questionnaire respondents were 29 households who had occupied their unit for 20 or more years. Most households had occupied their units for 25 years or more, at 37.9% (23/58). The average number of years of occupancy of households surveyed was 17.5 years.

Table 2. Composition of residents' ages

	Number	Percentage
Under 10	11	6.7%
Teens	20	12.2%
20s	11	6.7%
30s	15	9.1%
40s	22	13.4%
50s	26	15.9%
60s	28	17.1%
70s	18	11.0%
80s	12	7.3%
90s	1	0.6%
Totals	164	100.0%

Table 3. Types of infill repairs and renovations

Contents of renovation		Cases	Percent (%)
Toilet		13	10.2
Washstand room		6	4.7
Bath room		22	17.2
Kitchen		11	8.6
Piping		3	2.3
Removing		7	5.5
Installing partition		2	1.6
Removing Japanese room		1	0.8
Complete renovation		13	10.2
Hot water heater		2	1.6
Interior finishing	Reflooring	18	14.1
	Replacing tatami	1	0.8
	Replacing sliding door	1	0.8
	Replacing wall paper	3	2.3
	Windows	7	5.5
	Ceiling	1	0.8
	Interior finish	5	3.9
	Removing level difference	3	2.3
Storage	Expanding storage	8	6.3
	Reducing storage	1	0.8

4 Changing lifestyle

"Changing lifestyle" refers to change of the lifestyle of the residents themselves and actions they take to satisfy new residential demands in response to changes of the family's life stages or the family's circumstances. For example, changing a room formerly used as children's bedroom into a storeroom after the children become independent.

Of the surveyed households, 16/58 (25.9%) changed their lifestyle. The average number of times these households changed their lifestyle was 1.94 times. The household that changed most often changed its lifestyle 4 times in 27 years.

Most of the changes of lifestyle were done because of "the children's independence": 16 out of 31 times (51.6%). Because of "children maturing" was the reason in 6 cases, "birth of a child" in 3 cases, "sharing by families" in 2 cases, and "death in the family" in 1 case. The background to these trends is the fact that in Complex E, many households moved in after their children were born and grown up to a certain extent.

5 Analysis of occupancy history and of cases of infill renovation

Figure 1 shows the history of changes of lifestyle and of infill (interior finishing/equipment) renovations of a household consisting of 5 members who occupied the dwelling in 1987.

Regarding the household in Figure 1, a 5-member family consisting of a husband and wife and 3 children moved in in 1987. The northwest room was the parents' bedroom, the southwest room was the oldest daughter's bedroom, and the southeast room was a bedroom shared by the second and third daughters. In 1994, the eldest daughter married and moved out, resulting in a change of the use of the rooms, as the former private room of the oldest daughter, the southwest room, became the private room of the second daughter. At the same time, the southeast room, which had been used by the second and third daughters, became the private room of the third daughter. In 2003, the second daughter married and moved out,

and the southwest room became the wife's bedroom. In 2006, the third daughter married and moved out, so the parents began to live alone.

In 2010, an overall renovation including changing the floor plan was carried out. The major changes were the removal of partitions to expand the living room, the change of the location of the kitchen unit and addition of a kitchen counter facing the dining area, reducing the size of the Japanese room, and installing a closet in the northwest room. A sliding door was newly installed between the Japanese room and the southwest room. At the same time as this renovation, as measures to prevent condensation, the thermal insulation was improved, such as the window facing the common corridor in the northwest room which was changed to a double-glazed window.

6 Renovation of the dwelling units

6.1 State of performance of dwelling unit renovation

"Dwelling unit renovation" means doing renovations to deal with the deterioration of interior finishing or equipment inside a dwelling unit, and to do partial renovation of space inside a dwelling unit to meet new habitation needs.

Of the 58 households surveyed, 47 households (82.8%) had experienced the renovations of their dwelling units. The average number of times these households renovated their dwelling units was 1.75 times. But the renovation of multiple places at the same time was counted as one renovation.

Wet area renovation was the commonest type of dwelling unit renovation at 55 cases among 128 cases (43.0%), mainly because of deterioration over time (Table 3). Renovation work also included 19 toilet and washstand room renovations, 11 kitchen renovations, and 22 bath room renovations. As dwelling unit renovations related to changeability of the floor plan, which is a feature of CHS, "floor plan change" and "complete renovation" were done 23 times, and "increasing or decreasing storage space" was done 9 times.

6.2 Using habitable rooms after changing the floor plan during dwelling unit renovation

Changing the floor plan during dwelling unit renovation is categorized as three kinds: "removing a partition wall", "adding a new partition wall", and "moving a partition wall." (Table 4) Partition walls were removed 10 times, moved 7 times, but only added 2 times.

The renovation, "removing a partition wall", was done 8 times by removing the partition wall between habitable rooms and living rooms in order to widen living rooms. The renovation, "adding a new partition wall", was done 2 times by adding a partition wall in a relatively wide habitable room inside the dwelling unit in order to obtain a bedroom. The renovation, "moving a partition wall", was done 5 times, by reducing the size of an infrequently used room in order to expand a bedroom or private room. In such cases, Japanese rooms were often made smaller, and used as a western-style room or as a walk-in closet. This was done twice in each case.



Fig. 1 The habitation history of a household which moved in in 1987 (90.09m²)

The alphabetic letters entered on the dwelling floor plans shown in figure 1 through Figure 5 indicate the family members using the rooms as bedrooms or as private rooms. The upper-case letters indicate the head of the occupying family and the head's spouse, while the lower-case letters indicate their children. A male is indicated by "M" or by "m", while a female is indicated by "F" or by "f", and the numbers following the letters indicate age. (when unknown, by a "-").

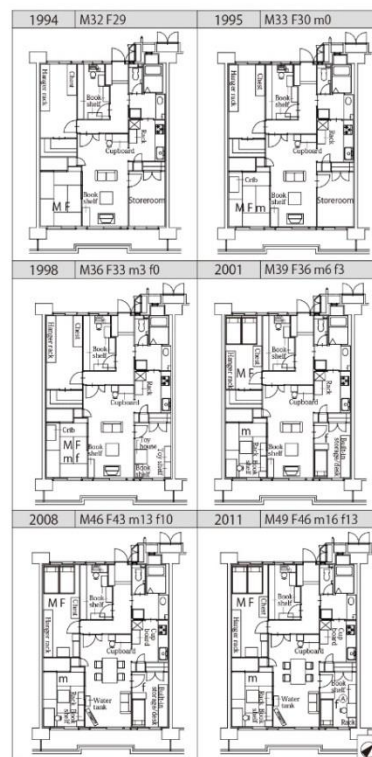
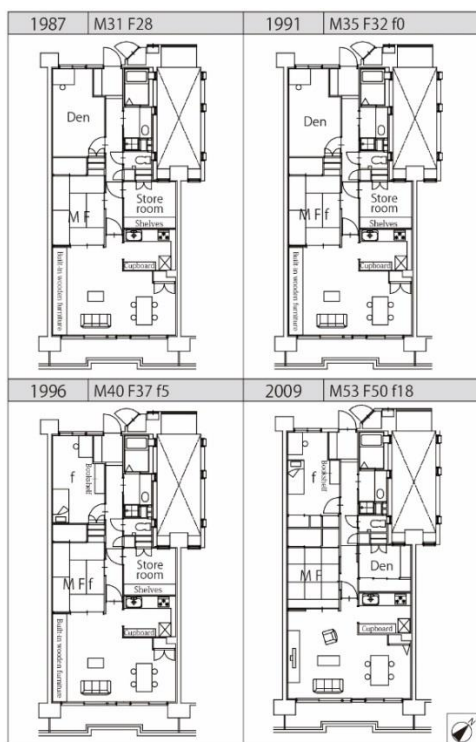


Fig. 2 (Left) History of occupancy of a household that moved in in 1987 (72.93m²)

Fig. 3 (Right) The habitation history of a household which moved in in 1994 (90.09m²)



Fig. 4 (Left) The habitation history of a household which moved in in 1989 (90.09m²)

Fig. 5 (Right) The habitation history of a household which moved in in 1987 (90.09m²)

6.3 History of renovation of dwelling units

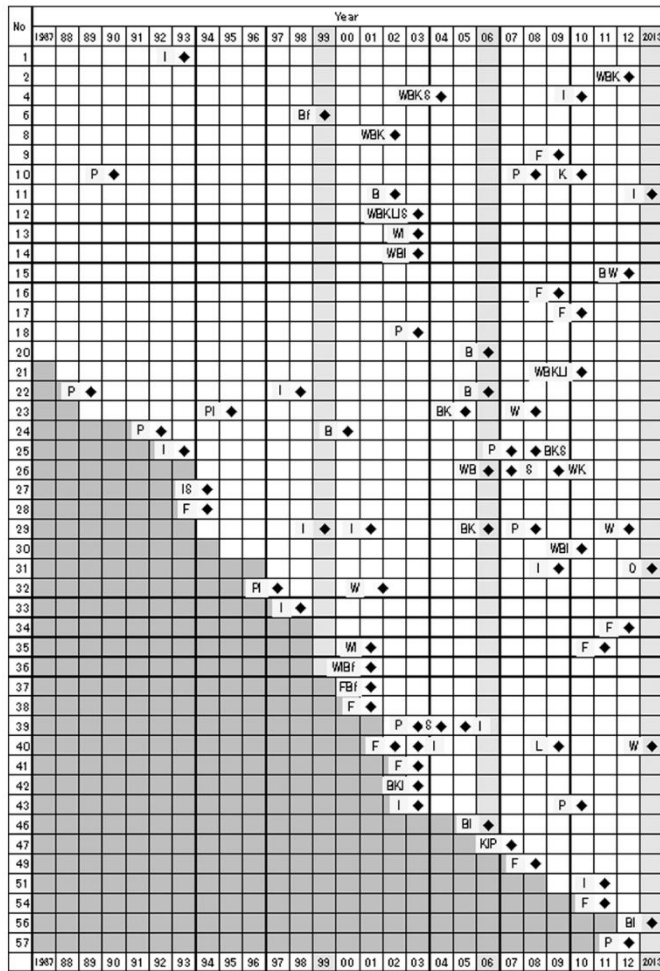
Figure 6 shows a history of renovation works in each dwelling unit from 1987 to 2013 entered by year period. Each row shows the dwelling unit renovation history of one household. The white part shows residency period, and the black part shows the periods when the surveyed household did not occupy the complex. In 1999 and 2013, large-scale repairs of common areas were carried out, and in 2006, water supply pipe renewal work was done in common areas. In years indicated by the symbol "◆", renovation work was done, and the letters of the alphabet in the table indicates the contents of renovation works.

Figure 6 shows that renovation work can be broadly categorized into two trends. One is renovation works done when a household moved into a used dwelling unit. As reasons for renovation works, many answered that the reason was

deterioration over time, or to adapt their dwelling units to match their own taste. One more is renovation work done in response to deterioration of equipment and machinery or change of lifestyles by households that have lived in the dwelling unit for a relatively long period of time, often done in recent 10 years. This renovation work included renovation of bath rooms, toilets, kitchens, etc. and other wet areas done mainly because of deterioration over time. Type 15 components (estimated service lifetimes of 12 to 25 years) in Building A are [1] kitchen cabinets that are kitchen components, [2] walls and ceilings of bath units (but floors are Type 30 and bath tubs are Type 8), and [3] wash stands, [4] air exhaust ducts, and [5] heating system terminal equipment and radiators. Figure 6 shows that from the 12th year after occupancy in 1998 to the 25th year after occupancy in 2011, many renovations of kitchens, bath units, washstand rooms, toilets, and other dwelling equipment and machinery were carried out.

Table 4 Replacement of partition walls and changes in lifestyles

Type of renovation	Contents of renovation	Change of lifestyle	Quant.
Removing partition wall	Removing western room	Expanding living room	6
		Expanding Japanese room	1
	Removing Japanese	Expanding living room	1
	Removing Japanese and western room	Expanding living room	1
	Removing closet	Expanding habitable	1
Adding partition wall	Dividing western room	Obtaining a bedroom	2
Moving partition wall	Narrowing Japanese room	Japanese room	2
		Western room	2
		Creating walk-in closet	2
	Narrowing western room	Expanding Japanese room storage	1



- W: Toilet, Wash room
- B: Bath
- K: Kitchen
- L: Piping
- S: More storage, Less storage
- I: Replacing flooring, Replacing tatami, Repapering sliding door, Windows, Recovering wall, Ceiling, Interior finishing
- Bf: Removing level difference,
- P: Removing partition, Installing partition, Removing Japanese room
- F: Comprehensive renovation of exclusive use areas
- O: Water heater

Fig. 6 The history of infill repairs and renovations in each dwelling unit

7 Summing up

The multi-family dwelling units that were the object of this research are at a location ensuring convenient commuting to the city center, are spacious, and inhabited by many households with relatively high incomes, so they aggressively improved their living environment, including the renewal of wet areas. It was confirmed that the surveyed households include many that widened their habitable rooms by removing partition walls, but this phenomenon was also

observed by a survey of CHS dwellings conducted by Takai et al.9). Some households that carried out comprehensive renovation of exclusive use areas have pointed out that because the walls are placed on previously constructed floors (floor-propense), it was easy to disassemble the interior finishing, and the ease of dismantling partition walls in a CHS system dwelling narrows the range of dismantling, reduces unexpected auxiliary works, and cuts down on waste materials, confirming that it has been somewhat effective in shortening work periods and cutting work costs.

Regarding the adoption of the 300mm grid modules for floor planning, companies that have executed renovation work have stated that arranging substrate studs of the walls in 300mm units simplifies positioning or fixing renovation members and helps adjust the positions of the installation of new walls or furniture.

Adopting double ceilings and double floors without embedding pipes and cables in the building frame ensures space between the frame and the finishing, even on mounting walls, thereby simplifying the installation of new pipes and cables during renovation work. Residents and the contractors that execute renovation work have reported that because pipes and cables are not embedded in the building frame, almost no drilling work or scraping work of the frame are necessary during renovation work, reducing noise and vibration heard or felt by adjoining dwelling units during the work. Installing inspection holes for pipe maintenance and management in joints etc. not only simplifies the discovery of damaged locations, it also simplifies renewal work according to companies that execute renovation work.

In existing housing that has existed for many years, the low floor height and the double floors used throughout the interior of each dwelling lower the ceiling height of the habitable rooms, so it is often difficult to deal with this problem. If it were possible to permit leeway in floor height and build double floors under the entire exclusive use area in new building constructions, not only would the initial design be freer, future remodelling work including changing the locations of wet areas would be simplified, but it is a fact that it is impossible to transfer the increased cost of ensuring this floor height to the selling price. In the multi-family

housing surveyed by this study, flexible responses to changes in lifestyles were performed to a certain degree without changing the locations of wet areas. It is necessary to conduct further research and more careful studies in order to clarify what degree of prior investment is appropriate to improve future changeability.

Notes:

Note 1) Service lifetimes were set for each component and the mutual impacts were studied to set anticipated lifetimes: Type 04: 3 to 6 years, Type 08: 6 to 12 years, Type 15: 12 to 25 years, Type 30: 25 to 50 years, and Type 60: 50 to 100 years.

Note 2) Hatsumi et al. investigated Tama New Town Estate Tsurumaki-3, an estate where “movable partitions” and “movable storage units” improved flexibility at the dwelling unit planning stage and permitted later revision of the floor plans, about 12 or 13 years after it was completed, reporting that it had confirmed that a high percentage of the floor plans had been changed by occupants²⁾⁻³⁾. The author investigated the state of dwelling units in the same estate more than 20 years after first occupancy based on the successful results of the research by Hatsumi et al, and reported that the changeability of floor plans by movable partitions and by movable storage walls, that was one of the aims of the development of Kodan Experimental Housing (KEP), was applied as originally planned⁴⁾.

References

- 1) Century Housing System Guidebook, Century Housing System Promotion Council, March 1997.
- 2) M. Hatsumi: Research on responding to individuality in residential planning, Housing Research Foundation, October 1991.
- 3) Housing and Urban Development Corporation, Japan, Urban Planning, Report on Survey of history of occupancy of changeable multi-family housing, March 1996.

- 4) K. Minami, N. Sekikawa, Y. Ishimi: Research on history of occupancy and changeability of dwellings in low-rise buildings in the KEP Estate Tsurumaki-3, Architectural Institute of Japan, Collected Planning Papers, No. 621, pp. 29-36. November 2007.
- 5) K. Minami, K. Oii et al.: Research on long term history of occupancy of public rental multi-family housing, Architectural Institute of Japan, Collected Planning Papers, No. 651, pp. 997-1005, May 2010.
- 6) K. Minami: Reusing the multi-family housing stock in the mature society, Special edition on the 20th anniversary of the Association of Urban Housing Sciences, "Proposing Urban Housing", pp. 114-117, August 2013.
- 7) HASEKO Corporation: CHS Planning, Century Housing System, September 1985.
- 8) HASEKO Corporation: HK C.H.S. Guidebook, February 1985.
- 9) H. Miyanouchi, E. Ko, H. Takai: Outline of infill renovations and characteristics of occupants: research on state of renovations of CHS type multi-family housing, Part 3, July 30, 2003, Proceedings of the Architectural Institute of Japan Conference (Tokai), Volume E-2, pp. 223-224.

2.3 Infill Renovation

Abstract

Apartment houses in Japan now face many serious problems. Japanese society is aging, resulting in 1 or 2 elderly people now living in houses built for larger households consisting of 3 or more people. This has distorted the structure of the population residing in apartments, so they do not function as district communities. To ensure the future effective utilization of our housing stock, we must tackle one fundamental challenge, namely developing methods of flexibly upgrading the existing housing stock to respond to change of the makeup of the population of regional societies and to changing life styles. Housing production and supply systems that enable residents to personally plan and decide specifications must be introduced to establish infill upgrading as an effectively functioning part of the future housing market.

1. Present state of the apartment house stock

About 40% of Japan's housing stock is apartments*Note 1, and condominium apartments, which account for a large share of these, are deteriorating. It is predicted that the number of old apartments will continue to rise, and if they are not appropriately maintained, renovated or upgraded, they will be just like abandoned housing. Condominium apartments where management fees are not paid and units stand empty have already appeared. Even in condominium apartments which appear to be in sound condition from the outside, a rising number of their inhabitants are aged or live alone, gradually destroying human relationships between their residents.

Many apartment houses were constructed in the high speed economic growth period. The future of this typical form of Japanese housing is at risk. Society is aging and 1 or 2 elderly people are living in houses built for households. The structure of population residing in apartments is distorted so they do not function as district communities. If the present housing stock continues in this state, in the future, apartments will inevitably become a so-called genkai-manshon (critical

mansion: real-estate term for a deteriorated condominium with a high vacancy rate and non-functioning management association) inhabited by single elderly people.

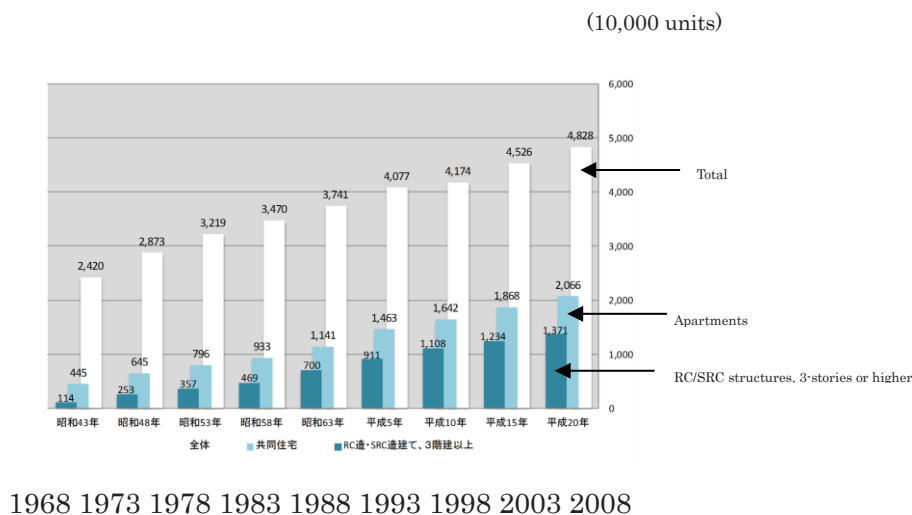


Figure 1 Total Number of Dwellings and Number of Apartments

(Source: Housing and Land Statistical Survey. Excerpted from the materials of Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism: Committee for the Study.)

Notes:

1. Indicates number of occupied dwellings.
2. Figures in parenthesis show percentage of all housing
3. In 1973, includes 1 and 2 story houses.
4. In 1968, includes 1 and 2 story houses but not SRC structures.

Japan faces an urgent need to upgrade the infill of this housing stock, which structurally has adequate durability and seismic resistance, in order to end the mismatch between dwellers and dwellings and restore sound apartment buildings. Studies are required to not only decide technically what kinds of upgrading to execute, but also how to create pleasant regional societies by upgrading housing. In order to renovate and recycle apartment buildings as sustainable residences

where the elderly continue to live as young households take up residence, we must carry out comprehensive studies from both the soft and hard perspectives.

If we are to achieve sustainability and effectively use resources, it is impossible to continue the money-wasting custom of scrap and build of housing in short periods of time as in the past. The funds which the younger generation can use to finance housing are now limited. In order to let them obtain truly abundant living environments at reasonable cost in the centers of cities, we have to effectively use the existing housing stock. Passing on the existing housing stock to the next generation in appropriate form is a challenge facing our society.

2. Renovation of existing apartments

In 2012, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism formed the Committee for the Study of Renovation of the Existing Apartment Stock in a Sustainable Society, which has gathered and announced technologies for the renovation and upgrading of condominium apartments. This committee studied five performance fields: “durability and service life”, “environmental and energy saving performance”, “seismic safety”, “disaster safety”, and “concern for the elderly”. The Study Committee also studied deterioration diagnosis, and large-scale renovation work etc., mainly for common areas of condominium apartments, including exterior walls, structural parts, and roofs.

In order to renovate apartment houses, in addition to the above, it is necessary to perform more advanced studies of the upgrading of private areas. Renovations which condominium owners carry out in their own units often include “replacing dwelling equipment”, “replacing interior finishing”, and “improving storage space” in order to satisfy their tastes, deal with deterioration, and prepare for aging (HOUSING RENOVATION PROMOTING COUNCIL 2010). The author has performed a fact-finding survey of the history of long-term occupancy of apartment houses and of infill upgrading in order to study how to upgrade existing apartments in the future and how to provide a housing stock suitable for the aged society (MINAMI, K. et al. 2007, MINAMI, K. et al. 2010). Housing developments surveyed in the past

found many homes which a family consisting of a husband and wife or husband and wife and children occupied immediately after the building was first opened, but since the children grew up, have been occupied only by the elderly couple, but in addition to these, families with a variety of structures were also seen. A large quantity of Japan's apartment house stock is defined by the nLDK units, and it is difficult for them to be adapted to present-day diverse families and individuals. The author observed cases where, regardless of restrictions of management regulations in UR (Urban Renaissance Agency) rental housing, infill upgrading was done, so residents could maximize the comfort and convenience of their apartments. Among housing built both for sale and as rental housing, almost all homes which have been in use for a long time are occupied by households whose members want this home to be their final home, and in the future, how to upgrade homes so that they can be occupied by elderly people using wheelchairs or requiring at-home nursing care will be a big challenge.

Second large-scale upgrading work has been executed at many condominium apartment houses between 25 and 30 years after they have been completed. In this period, comprehensive upgrading work involving not only exterior wall and roof waterproofing, but exterior furnishings and insulation specifications were carried out. In response to demanded specifications and required standards which have improved and changed over decades, upgrading work intended to improve functions such as finishing entranceway halls or common rooms etc. are executed as required in each period. Upgrading private areas at the same time as large-scale upgrading works is economical and rational, because it can be done using scaffolds and other temporary work. Also during the work period, residents are sometimes forced to move to temporary dwellings for a specified period because the water supply is shut off, use of stairs is restricted, and the work is noisy, and they want to have their private areas upgraded at this time. Comprehensive linked upgrading of common areas and private areas is an effective way to improve the value of an apartment house, but it cannot be stated that adequate research and development has been done concerning simultaneous execution of renovation and upgrading of

common areas and private areas. Research should be carried on the best way to link large-scale renovation and upgrading work of common areas and infill upgrading work inside the dwelling units and specific upgrading methods should be established.

Examples of projects to renovate existing apartment houses and provide shared housing and other new forms of housing are the Urban Renaissance Projects of Urban Renaissance Agency, such as the Tamadaira Estate (Tamadaira no Mori), RIBIITA, and Hitsuji Real Estate. In the future, even in condominium apartment houses, it will be increasingly necessary to introduce diverse functions such as facilities to support child-raising, to support the daily lives of elderly people, and medical treatment and nursing care facilities, just the way UR has introduced a variety of housing forms. Empty apartments whose owners have vanished and cannot be contacted, empty apartments without heirs to occupy them, and so on, are steadily appearing, and management associations are struggling to deal with this problem. According to conditions, local governments will probably rent the empty apartment units to introduce new facilities. If flexible ways of use unlike past methods of use are not introduced to apartment houses built for sale by the private sector, it will be difficult for elderly residents to continue occupying them. We must study new ways of occupying apartment houses in the future aged society to, as necessary, update the present building construction related laws.

3. Upgrading infill led by residents

Half a century ago, in 1961, N. John Habraken's work, "Supports, an Alternative to Mass Housing" was published, advocating the concept of and methods for housing production led by residents. This concept is best applied to the upgrading of apartment house infill. Whether in condominium apartment houses or rental apartment houses and so on, it is their residents who best understand upgrading needs. Forming housing production and supply systems that enable residents to personally plan and decide specifications is necessary to establish infill upgrading in sound form in the market.

It is estimated there are 5.7 million apartment units in Japan. As years pass, upgrading their infill has become a large market. It is now possible to develop systems which enable residents who can use the internet to personally design and place orders for upgrading. Specific specifications and colors for interior finishing materials are decided by checking the actual goods, so after completing a basic study on the internet, residents have to find a place where they can actually see housing equipment or building materials with their own eyes.

There is a strong need to use wood, which is a natural material, as interior finishing material, but it is rare for ordinary residents to take part in the process of selecting wood. In the past, companies distributing and processing wood materials put priority on large lot transaction between companies (B to B), but as the market shrinks, in the future, it will be possible to expand the market by digging up potential demand by establishing direct contact points with customers (B to C) through the internet. Large makers of housing equipment and building materials establish exhibition sites to show their own products, but if a facility which simultaneously displays a wide range of housing components and housing building materials which are supplied to the market by all companies was established, residents who are not experts would use them to set their own infill specifications. I think that a market for infill upgrading would be nurtured by building a system which supports residents' decision making by integrating the internet with building material exhibition sites.

Many companies that design and construct apartment houses have related companies continue to manage the apartment houses they have constructed. These companies are, based on the trust of residents established over many years, counted on to grow as comprehensive daily life service enterprises. Some such companies have already developed technology to monitor the heartbeat or respiration of residents. Through links with medical treatment, welfare, and nursing care experts, homes are now basic centers for the management of the health of residents, and advancing these to link them to emergency life-saving

systems will also be provided as services in the near future. For homes occupied by elderly people and others requiring nursing care, providing daily life support services in conjunction with infill upgrading will probably become a new business. For corporations which have had a grasp of the actual state of residents of each home, the comprehensive daily life service business, which includes crime prevention or security services adapted to the characteristics of each household, methods for checking on its members' safety during a disaster, support for rescue and restoration, distribution of daily use food products and meals, and so on, is a growing field for which there is a strong public need.



MATRIX TILE SYSTEM installation with 0-slope gray water drains

Figure 2 Infill Development by Stephen Kendall, a Professor at Ball State University in the U.S.

(Intellectual property is owned by Infill Systems B.V., Delft, NL.)

4. Highly Sustainable Urban Housing

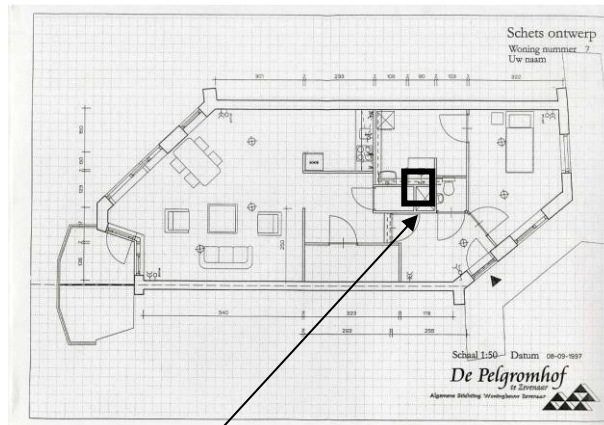
When you visit Großsiedlung Britz (completed 1925) in Berlin, which was designed by Bruno Taut, you will find it is still bustling with life and its exterior

walls are brightly painted. Regardless of problems such as seismic performance, I feel a great gap between these and buildings which Dojunkai constructed in Japan at about the same time, but which no longer exist. What are the conditions necessary for housing to maintain and boost its value for long periods, so people can continue occupying it with satisfaction? It is necessary to comprehensively clarify [1] requirements which the initial design must ensure, [2] requirements for maintenance, and [3] requirement that modifications be approved with the intervention of residents. It can be observed that buildings and homes around the world which have survived for a long time have changed in various ways to adapt to the transformation of social needs and lifestyles over a period of many years. It can be hypothesized that one of the reasons for the short service lifetimes of housing in Japan is the lack of acceptance of upgrading.

In Japan, the Act for Promotion of Long-Life Quality Housing was enacted in June 2009, starting off full scale efforts to prolong the service life of housing. This is a product of the success of KEP (Kodan Experimental Project), CHS (Century Housing System) and other long-term technology development linking the private and public sectors. Figure 3 shows environment friendly housing especially for elderly people which was constructed in Pelgromhof in Holland in 2001. Elderly prospective residents of this building planned the interior of its apartments. When the author visited this site, an elderly woman occupying it told me that the best thing about it was that she, who knows her own needs best of all, planned it. In Japan, considering maintenance and restoration of pipes, installing common use vertical pipes facing common areas is recommended, but in the design by Frans van der Werf, the pipe-shaft for the common use vertical pipes is placed in the center of an apartment, perhaps to increase the degree of freedom of design of the rooms supplied with water (Fig. 4). When considering extending service lifetimes, an essential condition is to change the floor plan when replacing the equipment. I think that research including overseas efforts should be done to establish a variety of design methods.



Figure 3 Environment Friendly Housing Especially for Elderly People in Holland (From Mr. Frans van der Werf)



Common vertical pipe use PS

Figure 4 Location of the Pipe Shaft inside an Apartment of the Above Housing (From Mr. Frans van der Werf)

Finding out how to flexibly upgrade the existing housing stock in response to change of the makeup of the population of regional society and to changing life styles is the fundamental challenge facing utilization of the housing stock. Solids are highly durable and sustainable buildings constructed in Amsterdam. Builders

of Solids can select residents through internet auctions and combine diverse uses including residential, office, stores, etc. (MINAMI, K. 2011). It plans urban development while including the perspective of change of the constitution of its residents. The relaxation of regulations of the City of Amsterdam is the background to its realization. Both construction of new buildings and upgrading of existing buildings may require revision of regulations and social systems in order to simplify adding non-residential uses to apartment houses.

In order for a building to be used continuously for a long period of time, it is important to accumulate and hand down accurate information concerning the state of the building when completed and the history of its maintenance and renovations. It is now possible to use a high performance three-dimensional scanner at relatively low cost, so in the future, accurately measuring and diagramming the body dimensions of newly constructed buildings will probably be of use in planning future upgrading work.

Historical cities around the world have been formed by gathering urban housing. Apartment houses now constructed in Japan are individually, splendid buildings, but it is not clear if they are gathered to form beautiful neighbourhoods. An essential requirement for this to happen is that urban housing buildings that are highly sustainable in the true meaning of the term link similar buildings to form attractive urban areas (urban tissue). I wish to establish methods of developing and maturing cities by promoting the development of urban areas through the renovation and restoration of individual buildings Note 2.

Notes

(1) According to a document from the MLIT Committee for the Study of Renovation of the Existing Apartment Stock in a Sustainable Society, based on a statistical survey of housing and land (2008), of the total of 49.6 million homes in Japan (2008), about 40% are in apartment houses, most of these are reinforced

concrete, and reinforced concrete apartment houses of 3 or more stories account for about 30% of all homes.

(2) This report is based on the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Private University Strategic Research Infrastructure Formation Support Project, “Promotion of Regional Industry by Developing and Establishing Markets for Housing Use Interior Finishing and Equipment made of Wood” (from 2012) and “Research on Continuous Customization of Adaptable Housing and the Evaluation of Performance of Upgrading Work Based on Industrialized Infill”, JSPS (Japan Society for the Promotion of Science), Grants-in-Aid for Scientific Research (C), 2006 to 2007.

References

- (1) HOUSING RENOVATION PROMOTING COUNCIL 2010, Survey of Cases of Home Renovations, Tokyo, JAPAN
- (2) MINAMI, K. et al. 2007, Study on the Adaptability and Layout Changes Made to KEP Housing, Transactions of AIJ. Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering, 621, 29-36
- (3) MINAMI, K. et al. 2010, STUDY ON LONG-TERM OCCUPANCY RECORDS OF PUBLIC RENTAL HOUSING, Transactions of AIJ. Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering, 651, 997-1005
- (4) MINAMI, K. 2011, Changing Urban Environments and Service Lifetime of Buildings, Example of the Advance of Long Service Life Buildings In Japan and Overseas Aware of the Times, New Frontiers of Time-Based Architecture in Sustainable Society, the Architectural Institute of Japan, 9, 65-68

2.4 集合住宅のインフィル改修

2.4.1 住宅の長寿命化に向けての取組み

(1) 都市部の共同住宅が抱える課題と解決策

高度経済成長期に大量建設された共同住宅は、すでに日本を代表する住宅形式となっている。全国各地には、6063 万戸の住宅が存在し（平成 25 年度）、その約 4 割、2209 万戸が共同住宅である^{注1)}。そのうち約 600 万戸がマンションであるが、経年が進んだ建物の比率が、年々高まっている。今後、さらに経年が進んだ共同住宅が増加すると予想され、適切に維持管理し、修繕・改修工事を施さないと廃屋同然になる可能性がある。既に管理費が滞納され、空室が目立つマンションも現れている。

日本社会は、少子化、高齢化、小世帯化が進み、建設された当時とは、家族構成、ライフスタイルが大きく変化している。外から見ると健全に見えるマンションでも、高齢化が進み、世帯用のマンションの住戸に高齢者が 1 人、2 人で住んでいる。高齢者だけが住むマンションは人口構成は歪（いびつ）で、地域コミュニティとして機能することが困難になっている。現在の住宅ストックがこのままの状態であると、今後、共同住宅は孤独な老人の住む「限界マンション」になるかもしれない。

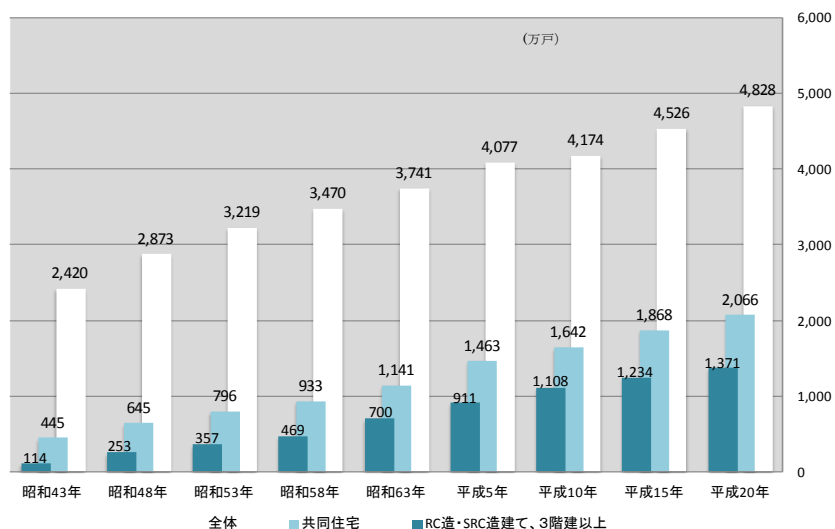


図1 住宅の総戸数と共同住宅の戸数

(原出典：住宅・土地統計調査。国土交通省「持続可能社会における既存共同住宅ストックの再生に向けた勉強会」資料より引用。)

注：1. 人が居住する住宅数を示す。縦軸の単位は万戸。

2. 昭和48年は1,2階建てを含む。

3. 昭和43年はSRC造を含まず、1,2階建てを含む

構造体として耐久性、耐震性が十分ある共同住宅のインフィル改修を行い、「住まい」と「住まい手」のミスマッチを解消して、健全な住共同体として再生することが急務である。住宅をスクラップアンドビルドにより短い周期で建替えるのではなく、住戸内部の仕上げ、設備で構成されるインフィルを、その時代のライフスタイルや居住者のニーズに即したものに更新していくことは、資源の有効利用など持続可能な社会の構築につながることである。若い世代が今後、住居に負担できる資金は限られている。都心にリーズナブルな費用負担で、真に豊かな住環境を手に入れるためには、既存の住宅ストックを、有効に活用していくことが現実的である。技術的にどのように改修工事をするかだけでなく、住宅改修により、今後、どのように快適な地域社会を構築するかについても検討する必要がある。共同住宅を、高齢者が住む続け、若い世帯も入居する、持続可能性を持った「すまい」として再生するため、ハード、ソフトの両面で総合的に検討し、次の世代に既存住宅ストックを適切な姿で引き継ぐことが社会的に求められている。

共同住宅の設計・建設を行っている企業の中には、継続して関連会社が管理業務を担うものも多い。それらは、長い年月を通して築き上げた入居者との信頼を礎に、包括的な生活サービス産業として成長することが期待される。既に一部の企業において、居住者の心拍数や呼吸回数をモニタリングする技術開発が進められている。医療、福祉、介護の専門家と連携して、住宅が居住者の健康管理の基礎的拠点になること、それを発展させて救急救命システムと連携することなども、近い将来、事業化されていくだろう。高齢者や要介護者が住まう住戸に対応して、インフィル改修と連携した生活支援サービスを提供することも、新たな業務になる。各世帯の特性に応じた防犯・セキュリティサービス、災害時の安否確認、救助、復旧支援、日常的な食材、食事の配達など、包括的な生活サービスビジネスは、個々の住宅の居住者の実態を把握している企業にとって、社会的ニーズの高い成長分野である。

(2) 長く使い続けるための技術

古い住宅の中には性能がよくないものもあり、長く使い続けたくても使えない場合もある。たとえば、コンクリート設計基準強度については、数十年前に建設されたものは、 13.5N/mm^2 以下と強度が不足しており、耐震補強をしても、建物を使い続けることが困難である。古い建物は階段や廊下の幅員が十分でない、エレベーターやスロープがないなど種々の問題も抱えている。建設時の性能水準にもどすための修繕工事を行うだけでなく、時代とともに向上した要求水準に適合させるための性能向上を目的とした改修工事も実施する必要がある。

共同住宅を長期にわたって良好な状態で住み続けるためには、専有部分の改修も必要である。大規模修繕工事と同時期に、専有部分の改修を行うことは、足場などの仮設を利用することができるので、経済的であり合理的である。また工事期間中、給排水の供給停止や、階段の使用制限、工事騒音などのため、居住者が一定期間、仮住まいを余儀なくされることもあり、その時に専有部分を全面改修したいとするニーズもある。共用部分と専有部分

を連携して総合的に改修するのが、共同住宅の価値の向上のためには有効であるが、十分な技術が開発されているとは言えない。共用部分の大規模修繕・改修工事と住戸内部のインフィル改修工事との連携のあり方を研究し、具体的な改修手法を確立することが必要である。

共同住宅の構造体等のスケルトンと、内装と設備からなるインフィルを分離して、寿命の短いインフィルの更新や模様替えに対応するスケルトン・インフィルの設計手法は、今日ではよく知られるようになっている。しかし二重床にすることで、階高が高くなり、コストアップや販売価格の上昇につながるものが懸念され、必ずしも一般に普及しているとは言い難い。住戸内部の水回りを含む間取り変更や、居住者が住みつけながら設備配管の更新を行うこと考えると、二重床を採用することや、パイプシャフトを共用部からメンテナンスしやすい位置に配置することは、質の高い長期居住を実現するためには欠かせないことであり、先行投資の意義が、広く理解されることを望みたい。

(3) 共同住宅の長寿命化に向けての政策

日本では国が住宅政策として長寿命化を推進してきた経緯があり、建設省(現国土交通省)が1980年度から「住機能高度化推進プロジェクト」の一環として開発したセンチュリーハウジングシステム(CHS: Century Housing System)では、建築の各部位がその寿命に応じて分類され、更新のタイミングに整合性を持たせることが提案されている。その後、建設省総合技術開発プロジェクト「投資効率向上・長期耐用都市型集合住宅の建設・再生技術の開発」(1997~2001年年度)、国土交通省総合技術開発プロジェクト「多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発」(2008~2010年度)などの研究開発の実績がある。日本住宅公団(現UR都市機構)のKEP(Kodan Experimental Project)やKSIの技術開発やUR都市機構が実施した団地ストック再生に関する実証試験「ルネサンス計画」なども住宅の長寿命化に大きな貢献を果たしている

日本では2009年6月に長期優良住宅の普及の促進に関する法律が施行され、住宅の長寿命化が本格化している。これはKEP、CHSなどの、長年に渡る官民が連携した技術開発の成果の賜物である。また国土交通省は既存共同住宅ストックが抱える課題に取り組むため、2012年2月~8月にかけて、「持続可能社会における既存共同住宅ストックの再生に向けた勉強会」^{注1)}を設置し、マンションの劣化診断や修繕、改修工事に関する技術情報を取りまとめて公表した。そこでは「耐久性・耐用性」、「環境・省エネルギー性能」、「耐震性」、「防災性」、「高齢者対応」の5つの性能分野を対象として検討が行われた。その成果は公益財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センターが開設したウェブサイト「長く暮らせる共同住宅へ」^{注2)}を通して、管理組合などに提供されている。

既存の共同住宅をリノベーションして、シェアハウスなどの新たな住居形式として提供する事業として、UR都市再生機構のルネサンス計画「多摩平団地」(写真1)、RIBIITAやひつじ不動産の事例などの先進的な取り組みがある。今後、区分所有マンションにおいても、子育て支援施設、高齢者の生活支援施設、医療・介護施設など、多様な機能を導入していく

ことの必要性が増すかも知れない。居住者が不在となり連絡がつかない空き住戸、相続人がいない空き住戸なども発生しつつあり、管理組合がその対応に苦慮している。条件次第では、自治体がこれらの空き住戸を借り上げ、新たな施設を導入することもありえるだろう。民間分譲マンションにおいても、これまでとは違う柔軟な使い方を導入していかないと、高齢化した住民が住み続けることは難しくなる。これからの高齢社会における共同住宅の新たな住まい方を検討し、必要なら現行の建築関連法制度の改善を行っていく必要もあると思う。



写真1 UR都市再生機構 ルネサンス計画「多摩平団地」

2.4.2 インフィル改修による地域と地場産業の再生

芝浦工業大学が立地する江東区の人口分布と共同住宅ストックの分布状況を国勢調査データ(2008年)と民間シンクタンクが有する分譲マンションストックに関する情報をもとに分析した結果が図2、図3である。高度経済成長期に建設された世帯用マンションに高齢者が夫婦あるいは単身で生活していると指摘されることが多いが、今度、さらに進展する高齢化や、その結果としての在宅介護などの社会的ニーズの高まりに対応するため、江東区において、どの地区に高齢者が多く住まい、その地区にどのような経年の分譲マンションが存在しているかを分析し、共同住宅の改修ニーズを検討している。

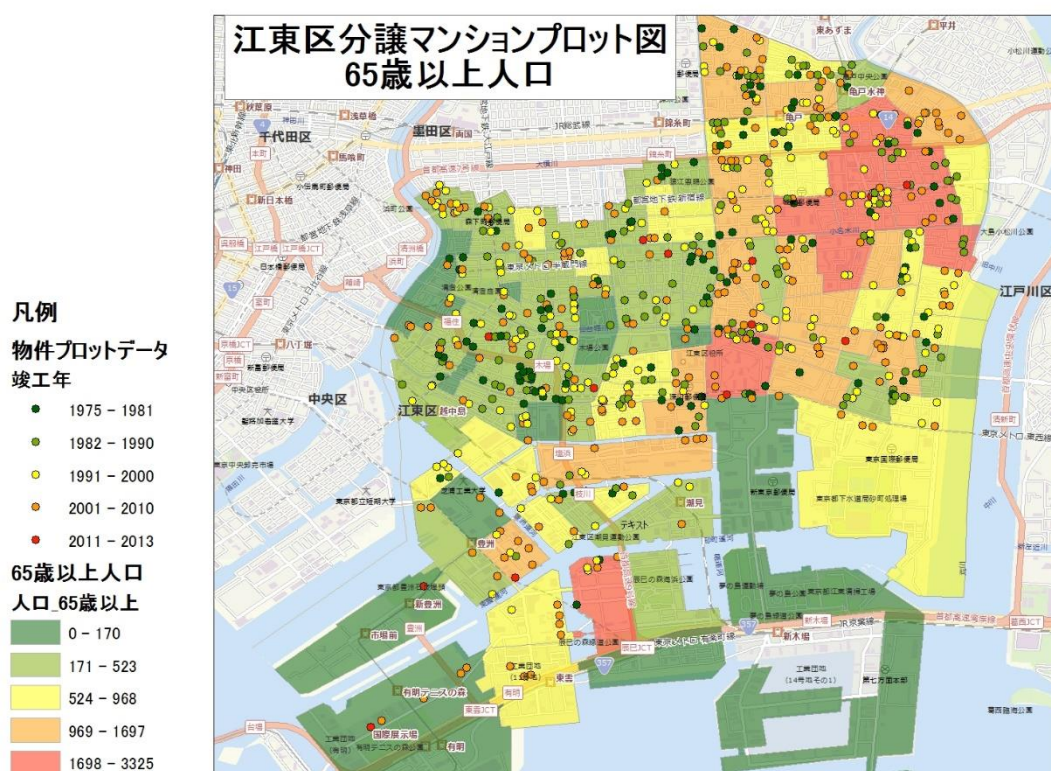


図2 江東区 65歳以上の人口分布と分譲マンション

図2は国勢調査データを元に、江東区における高齢者の人口分布を示している。その上に、江東区内のすべての分譲マンションを建設年別にプロットしている。図2から江東区の北東部に高齢者の人口が多いことが伺える。その中でも大島地区周辺には老朽化したマンションが多く立地していることがわかる。このような地区の分譲マンションにおいては、今後、高齢者が居住し続けるための各種のマンション再生(エレベーターやスロープの設置だけでなく、生活支援施設の整備など)の必要性が高いと言える。また高齢者が住み続けるための対策として、分譲マンションが対応できることには限りがあるので、地域単位で生活支援施設を整備することなども検討することが必要である。

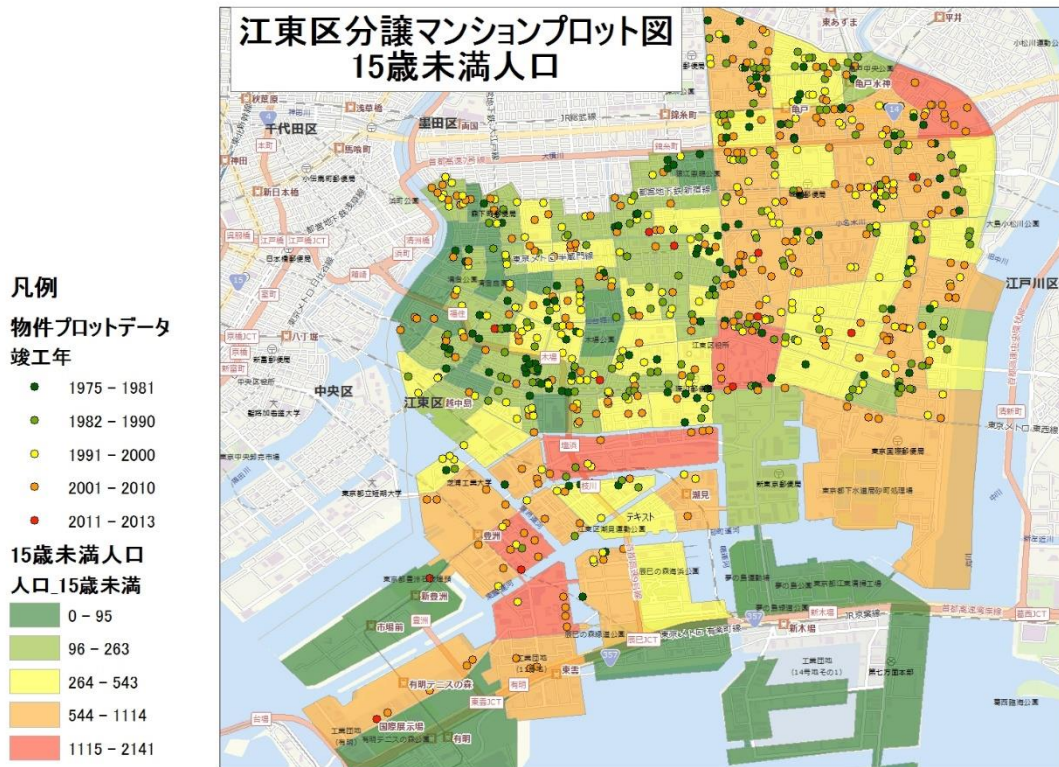


図3 江東区 15歳未満の人口分布と分譲マンション

図3は国勢調査データを元に、江東区における15歳未満の人口分布を示したものである。その上に、江東区内のすべての分譲マンションを建設年別にプロットしている。図3から15歳未満の人口は南西部に比較的に多く分布していることが伺える。都市再開発が進む豊洲地区や東雲地区には新築分譲マンションが多く、若い世代の家族が多く入居していることがその背景にあると推察される。この地区の分譲マンションは、子供の成長に伴う住戸内部の改変が近い将来、求められると予想される。地域に必要な生活関連施設も、居住者の年齢が高まるにつれ変化していくものと考えられる。

江東区新木場には木材流通企業が集積している。それらの企業の技術を生かして、産学官が連携して、経年の進んだ江東区内の共同住宅のインフィル（住宅の内装・設備）改修を進めることにより、各世代が共に暮らせる街として地域を再生すると同時に、地元産業である木材加工・流通産業の活性化も進めていきたいと考えている。すなわち既存住宅のストック改修と言う社会的課題と、地元の木材流通加工業の産業振興と言う経済的課題とを組み合わせ、複合的に解決することが可能であると思う。

2.4.4 住宅のインフィル改修

(1) 共同住宅のインフィル改修の課題

一般的に、区分所有者が専有部分で行う改修工事は、嗜好対応、老朽化対応、高齢化対応を要因・目的とした「住宅設備の変更」、「内装の変更」、「収納スペースの改善」を内容とする工事が多いとされている^{注3)}。夫婦、あるいは夫婦と子供で入居した家族が、今は子育てを終えて、老夫婦だけが住まう住戸が数多く存在するが、それだけに留まらず、家族の形は多様化している。しかし日本の共同住宅ストックの多くはnLDKの間取りであり、現在の多様化した家族、個人に対応することが難しく、住み続けるためには改修の必要性が高まっている。分譲、賃貸の別にはかかわらず、長年住み慣れた住戸を、終の住まいとすることを望んでいる世帯がほとんどであり、今後、高齢者が車椅子生活や在宅介護などにも対応できるように住宅を改修することが大きな社会的課題となっている。

しかし既存マンションのインフィル（内装、設備）を改修するには、いくつか解決すべき問題点がある。まず現状では、改修工事費（コスト）が高い。80㎡程度のファミリータイプのマンション（3LDK）の内装、設備をすべて新しく更新するには標準的な仕様でも1千万円程の工事費がかかる。少し高級なキッチンやユニットバスなどの住宅設備機器を用いるなどすれば、1千5百万円を超える金額になる。アメリカでは地方都市なら、土地付きの中古の戸建住宅が購入できる金額である。改修工事費以外に、引越しの費用（工事期間中の家財保管料）や工事期間中の仮住まいの費用も必要になる。マンションの販売価格を考えると、この改修工事費は決して小さいものではないだろう。1千万円を超える改修工事費を支払うなら、改修を断念して住み慣れたマンションを転売し、他のマンションを購入することを検討することにもつながりかねない。何十戸、時には百戸を超える住戸を一度に施工する新築工事と違い、一戸だけを対象とするリフォーム工事は職人の作業効率が良くなく、また住宅設備や資材を購入する時の価格交渉力も不足するとは言え、現在のマンションのリフォーム工事費は高すぎるのではないだろうか。もっと安価にインフィルを改修できるように、抜本的な技術開発を行う必要があると思う。

2つ目の課題は工期である。ファミリータイプのマンションの内装と住宅設備を一度すべて解体して、新たに作りかえる場合、1ヶ月以上の工期が必要となる（写真2）。場合によっては1ヶ月半から長い場合には2ヶ月かかることもある。大規模な新築工事と違い、リフォームの工事は職人の手配も難しく、工期が遅れることもある。1ヶ月以上の工期では、就学期の子供がいる家庭にとっては、夏休みの間に工事ができるかどうかさえ微妙だということになる。春休みの期間中では工事は終わらない。この長い工事期間のため、リフォームをしたいと思っても実施できない世帯がいるだろう。工期が短くなれば、潜在的な改修ニーズが掘り起こされ、マーケットが大きくなり、コスト削減の可能性も生じる。

工期が長くなる理由の一つは、解体してみないと、建物の状況が正しくわからないということがある。建築工事は設計図どおりに完成していないことがあり、完成時にどのように建物や設備ができていたかを記録するための「竣工図」を作成することになっている。しかし正しく竣工図が作成されていないこともあり、建物、設備の実際の状況が、工事を始める前にわからないこと

が多い。設計図には給水管が天井内部に配管されていると記載されていても、解体してみるとコンクリートの床スラブに埋め込まれていることもある。また躯体の寸法も、施工精度が高くなく、設計図に記載されている寸法とは若干異なることがあるため、内装を解体した後に、採寸してから作り付けの家具などを製作することになる。工事着手前に、あらかじめ取り付ける設備機器や家具、内装材を製作しておくことができれば工事期間は短くなるが、現実にはそのように進めることができない。オランダ、フォーブルグの公的賃貸住宅では、入居者が入れ替わるときに、1週間で解体し、次の2週間で新しい内装、設備に作り変えたとの報告がある。設備配管や電気配線を短い工期で施工する試みが行われており、日本でも、インフィルの工事期間を短くするための研究開発が必要であろう。

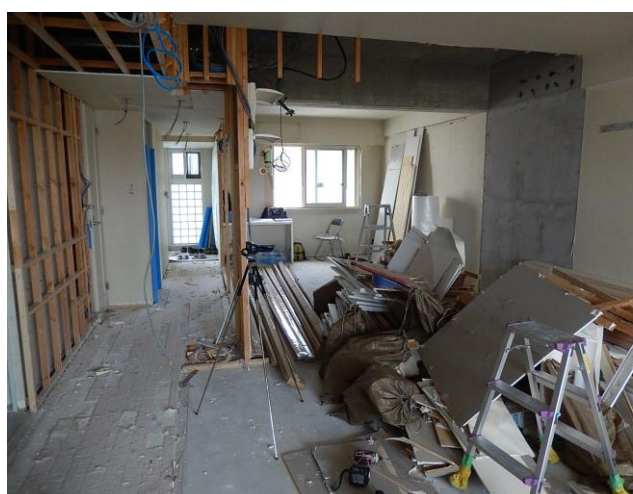


写真2 マンションのリフォーム工事に伴うインフィルの解体

3つ目の課題は、工事期間中の近隣住戸への騒音である。住宅の床に使用される主な仕上げ材料には、フローリング（床暖房）、畳、長尺シート、石（自然石、人造石）、タイルなどがある。それぞれ仕上材の厚みとその下地に必要な厚みが異なる。床仕上げのレベル（表面の高さ）は、バリアフリー対応や見た目の美しさを確保するため、同じ高さ（同じレベル）に仕上げるのが一般的である。構造体であるコンクリートの床スラブは、ほぼ同じ高さで作られているので、微妙な高さでコンクリートを増し打ちしたり、薄くモルタルなどを塗ることにより、仕上材とその下地の厚みの違いを調整している。リフォームを行う場合、間取りが変わり、床仕上げも変わるため、仕上げの変更に伴い不要となるコンクリートやモルタルを撤去する（はつる）必要が生じる。その時の騒音が、近隣、特に下階の住戸に迷惑をかけることになる。今後、建設するマンションにおいては、将来の模様替えを考慮して、モルタルなどでは床下地のレベル調整をせず、乾式のレベル調整材を用いて、騒音を発生しないで改修工事ができるように、あらかじめ対応しておくことが求められる。また改修工事においても将来行うかもしれない次の改修工事のことを考慮して対応することが必要である。

マンションは管理規約により専有部分の改修工事について制約を設けていることが多い。特

に下階への影響があるフローリング床の遮音性能については厳しい性能が求められている。床暖房をする部屋のフローリングは乾燥に伴う影響がでないように対応した材料を選ぶ必要もあり、求められる床遮音性能も兼ね備えた商品となると選択肢は限られる。合板の表面に薄く天然木を貼り付けた突板のフローリングが多く用いられているが、無垢材のフローリング材を用いるときには、遮音性能、床暖房対応ともに注意を払う必要がある。

今後、建設するマンションは、安価な工事費で、短い後期で、騒音を発生することなく、自由に模様替えできるように、あらかじめ対応した設計にしておくことが重要である。従来のマンションは、水周りの一部分のみ構造体であるコンクリート床スラブを低くして、配水管を処理している設計が多いが（写真3）、将来、台所、洗面所、浴室、便所など水廻りのレイアウトを自由に変更できるようにするためには、住戸全体を二重床にしておくことが望ましい。二重床にすることは、階高を高くすることにつながり、コスト増につながるが、設計の自由度、経済性、改修工事の工期などとのバランスを考える必要がある。これまでも間取りの可変性を高めるため、可動間仕切りや可動収納壁を設置した集合住宅が建設されているが、二重床と同じく、イニシャルコストだけでなく、将来の間取り変更に伴う改修工事費を含めたライフサイクルコスト全体としての経済性や、間取り変更に伴う工期や工事騒音などを考慮して、採用すべきかどうかを判断すべきである。

写真4、写真5は、ステファン・ケンドル（Stephen Kendall）米ボール州立（Ball State）大学教授らによるインフィル開発の事例である（知的所有権は Infill Systems B.V., Delft, NL が所有している）。開発された床システムは、91ミリの発泡スチロールの上面に大小、2種類の溝が設けられており、給水管、給湯管と雑配水管を溝に沿わせて配置することにより、墨だしすることなく簡単に配管工事が施工できるようになっている。工期の短縮が実現すると同時に、専門工でなくても容易に工事ができるようになっている。雑配水管はサイホンの原理によりゼロ勾配で排水ができる仕様となっているが、この床システムを採用する場合に限って認可されているとのことである。EU内で約100例の施工実績がある。



写真3 水廻りの配管工事

（水廻りの床スラブののみのみが180ミリ、周辺より低くなっており配管スペースとなっている。）



MATRIX TILE SYSTEM installation with 0-slope gray water drains

写真 4、5 ステファン・ケンドル 米ボール州立大学教授らによるインフィル開発
(知的所有権は Infill Systems B.V., Delft, NL が所有)

図 2 は、EU やアメリカで販売されているジップロック (GPLock) という配線システムである。軽量鉄骨 (LGS) 下地あるいは木下地による間仕切壁や戸境壁、外壁の内面の幅木部分に、弱電および通信配線を行っている。コンセントは幅木の任意の箇所に設置できる。スイッチ、コンセントは幅木上部の壁面に開口を設けて取り付ける。日本のマンションでは、電気配線、TV、インターネット、電話の通信配線は天井内部、壁面内部に隠蔽されており、スイッチやコンセントのレイアウト変更は容易ではない。改修工事だけでなく、日常生活においても、コンセントやスイッチの位置の変更や増設はたえず対応が求められるので、ジップロックのようなレイアウト変更がしやすい配線システムの開発が望まれる。

建物を長期にわたって使い続けるためには、完成当時の状態、維持管理、改修工事の経緯について、正確な情報が蓄積され、継承されることが不可欠である。高性能の 3 次元スキャナーが比較的安価に使えるようになってきているので、これから新築する建物や改修する建物については、躯体寸法を正確に計測して図面化しておくことが、後日、改修工事を計画するときに、役に立つに違いない。

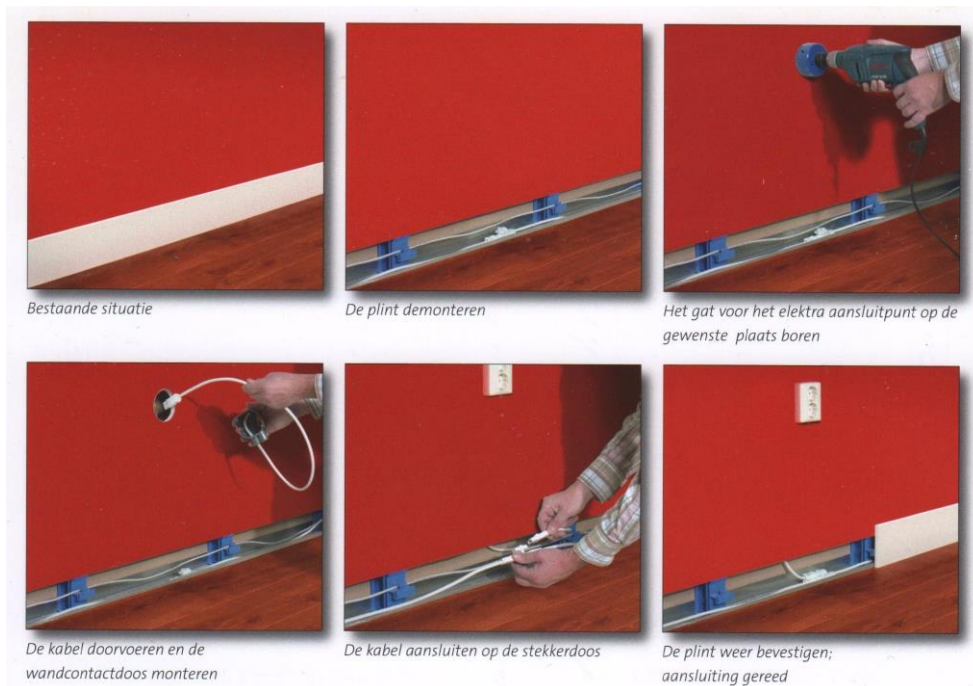


図2 幅木配線システム ジップロック (GPlack)
ファン・ランデン (Age van Randen) 教授提供

2.4.5 居住者が主導する改修

今から半世紀前の1961年、ニコラス・ジョン・ハブラーケン氏は「サポート マスハウジングに替わるもの」(図3)^{注4)}を表し、居住者主導による住宅生産の理念と方法を提示した。その考え方は共同住宅のインフィル改修に、最も良く適合する。区分所有マンションであれ、賃貸マンションであれ、居住者こそが改修ニーズを一番良く知っている。居住者自身が、計画し仕様を決定できるように、住宅生産・供給体制を整えることが、インフィル改修が市場において、健全な形で育っていくために必要なことである。



図3 Supports: an Alternative to Mass Housing 復刻版(英語) 1999年

我が国にはマンションが約 600 万戸、存在しているとされる。経年が進むにつれ、それらのインフィル改修の必要性は高まる。インターネットを活用すれば、居住者が自ら設計し、発注するシステムを開発することができる。内装材の具体的な仕様や色は、現物を確認して決定することになるため、インターネットで基本的な検討をした後、入居者が住宅設備や建材を実際に自分の目で確認できる場所があると便利である。

自然素材である木材をインテリアに使用したいというニーズは高いが、これまで一般の入居者が木材を選定するプロセスに参加することは希であった。従来、材木の流通加工業は企業間 (B to B) の大ロット取引を優先してきたが、市場が縮小するなか、今後は、インターネットで直接、顧客と接点を持つこと (B to C) により、潜在需要を掘り起こして市場を拡大することが可能になる。大手の住宅設備や建材メーカーは自社商品を対象として展示場を開設しているが、市場に供給されているすべての企業の多種多様な住宅部品、住宅建材を一同に展示する施設が開設されれば、専門家でない入居者が、インフィルの仕様を決定することに大変役立つ。インターネットと建材展示場を統合し、入居者による意思決定を支援するシステムを構築することが、インフィル改修の市場を育てることになると思う。

2.4.6 持続可能性の高い都市型住宅

世界各地の歴史的都市は、集合住宅が集積して形成されている。現在、日本で建設されている集合住宅は、一つ一つの建物は素晴らしいが、それが集積して美しい町並みを形成しているかどうかは疑問である。真の意味で持続可能性の高い都市型住宅には、同種の建物が連担して魅力的な街区 (アーバン・テッシュ) を形成できることが、その要件として求められるだろう。個々の集合住宅のインフィル改修を通して街区の整備を進め、都市を魅力あるものとして持続的に発展、成長させていく手法を社会として確立することが重要である。

ブルーノ・タウトが設計したベルリンのグロスジードルング・ブリッツ (1925 年竣工) は、今、訪問しても、外壁は色鮮やかに塗装され、人々が生き生きと暮らしている。耐震性などの問題があるとは言え、ほぼ同時期に建設された日本の同潤会の建物がなくなってしまったこととは大きな違いが感じられる。住宅が長期に渡って、その価値を保持・向上させ、人々が満足して住み続けられるための要件とは何なのだろうか。①当初の設計において具備すべき要件、②維持管理に求められる要件、③居住者の関与 (インターベンション) により改変を認めるべき要件などを総合的に明らかにする必要がある。長期にわたって存在している世界各地の建築、住宅は、長い年月の間、社会ニーズの変化やライフスタイルの変化などに対応して、その姿がいろいろな形で変化していることが観察できる。日本の住宅が短寿命であったことの原因の一つは、改変に対する受容性の欠如にあったかも知れない。

図 4 は 2001 年、オランダ、ペルグロムホフに建設された高齢者専用環境共生住宅であるが、居住予定の高齢者自身が住戸内部のプランニングを行っている。筆者が現地を訪れたとき、入居者の老婦人は、一番ニーズをよく知っている自分が計画するのが一番良いと語っていた。日本で

は配管のメンテナンスや更新を考え、共用縦配管は共用部に面するように推奨されているが、建築家フランス・ファン・デル・ヴェルフ（Frans van der Werf）氏によるこの建物の設計では、水廻りの設計の自由度を高めるためか、共用縦配管のパイプシャフトは住戸中央にレイアウトされている（図5）。長寿命化を考えたとき、設備の更新を伴う間取り変更は必須の要件である。海外の取り組みを含めて研究を行い、間取りの変更がしやすい多様な設計手法を確立するのが良いと思う。



図4 オランダ、高齢者専用環境共生住宅（Frans van der Werf 氏提供）

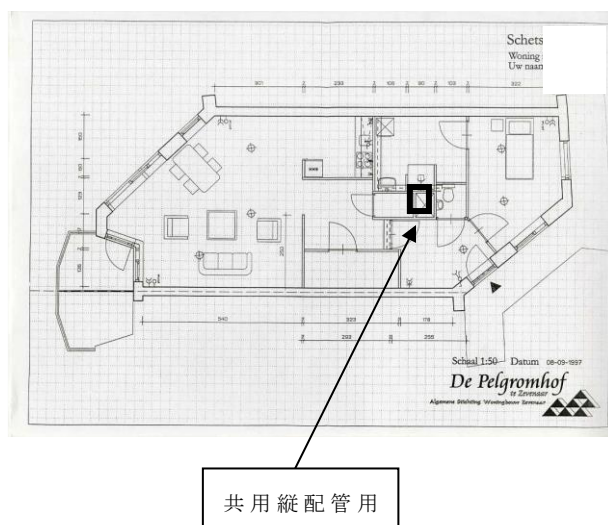


図5 上記住宅のパイプシャフト（PS）の位置（Frans van der Werf 氏提供）

既存の住宅ストックを、地域社会の人口構成の変動や、ライフスタイルの変化に対応し、如何に柔軟に改変していくかは、住宅ストック活用における根本的な課題である。

日本では、新築マンションを購入した人が、入居する前に内装を撤去し、自分の好みにあったインテリアに改修する例があり、資源の浪費を生んでいるが、新築時、改修時とも、インフィルの設計には入居者の希望が反映されることが大切である。ヘルシンキの建築設計事務所 ArkOpen らは、積極的に ICT を活用して、居住者参加型の共同住宅のインフィル

設計を実現している。そこでは入居希望者は、インターネットを使って、住戸の間取りや内装仕上げ・建築部品を計画し、瞬時にその金額も知ることができる。設計情報を建築生産に反映させ、設計から生産まで一貫した情報の流れが構築されている。日本でも入居者の希望を叶えられるように、建築生産システムや建築関連法制度の改善に取り組むことが必要である。

2.4.7 用途可変の先進プロジェクト アムステルダム、ソリッド

これから作る建物は長期間の使用に耐えるように計画されている必要がある。構造的な理由ではなく、機能的陳腐化や経済性を理由に建替えられることが多い日本の建物を長寿命化するためには、用途転用しやすい建築計画が求められる。

建物の用途の自由度が高いプロジェクトがアムステルダムの湾岸部に近年、実現している。ソリッド (Solids) と呼ばれる建物で、第1号の物件 Solids1、2は延べ床面積約4万㎡の大規模な開発である(図6)。非営利法人であるアムステルダムの住宅協会ヘット・オースティン (Het Oosten)^{注5)}が開発するスケルトンの中に、入居希望者は必要とする部屋を必要面積だけインターネット・オークションにより入札し、一番高値で落札した者が賃借する権利を獲得する仕組みである^{注6)}。ソリッドとは、どのような用途にも用いることが出来る汎用性の高い建築 (generic building) であり、アムステルダム市の規制緩和により工場、風俗営業以外、建物の用途は自由である。賃貸できる最低面積は90㎡、入札最低賃料は7ユーロ/㎡程度である。スケルトン賃貸方式であり、内装は入居者自身が施工する。退去時には次の入居者に内装を売却することが原則とされている。アムステルダム中心部にある運河沿いの住宅群も絶えず内装を更新しながら継続して使用されている。狭い間口の敷地であるため内部の階段も狭く、改修工事用の建設資材はファサードに設けられた窓から搬入する伝統がある。ソリッドのファサードシステムもその伝統をならって、開口部の手すりは資材の搬入を考えて取り外し可能な設計になっている。



図6 Solids 1, 2 完成予想図 Stagenoot 提供

周辺の発展とともに、施設の構成が変化することも視野に入れて、コアの位置、廊下の配置、床の開口処理などに工夫がなされており、建設時においては住居、事務所、商業など多様な用途が併存できることを、また使用開始後は用途変更を行い長期間に渡って建物を使いつづけられることを目標に設計されている。オランダでも建築関連法規は建物用途別に規定されているが、ソリッドはどの用途にも適合することが求められるため建設費は高くなりがちである。しかしソリッドの計画を進めてきたヘット・オースッティンの理事長 **Bijdendij** 氏の話では、オフィスにも住宅にも使用できるため空室率が下がり、また入居者を入札方式で決定するため高い賃料の用途で運用することができるので、不動産プロジェクトとしてのリスクが低減され、多少、投資額が高くなっても十分、リターンが期待できるとのことであった。このプロジェクトは、建物を長期にわたって使用する上で必要な要件である用途可変への対応策を建築計画に取り入れていることが特徴であり、今後の運用が注目される。

注

- 1) 国土交通省、持続可能社会における既存共同住宅ストックの再生に向けた勉強会
http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_tk5_000017.html
- 2) 長く暮らせる共同住宅へ www.housing-stock.com/
- 3) 住宅リフォーム推進協議会、平成22年度住宅リフォーム実例調査
- 4) Supports, An alternative to mass housing、オランダ語初版 1961年、英語版 1972年、復刻版（英語） 1999年
- 5) 計画段階では住宅協会 Het Oosten、現在は組織が統合され Stadgenoot が開発主体となっている。事業主であるヘット・オースッティンは 1907年にアムステルダム東部ガス会社の職員住宅を整備する目的で創設され、一時期はアムステルダムで一番大きな住宅協会（Housing Association）であった。私企業として発足し、その後国有化され、1995年には再度民営化されている。
- 6) 低所得者に対する家賃割引制度もある。

2.5 インフィル改修の履歴分析

2.5.1 研究の背景と目的

集合住宅の長寿命化、耐用性、可変性、更新性については、これまで継続的に研究開発が行われている。日本住宅公団(現、独立行政法人都市再生機構)は1973年より工業生産されたオープン部品による住宅供給システムの開発、共同住宅の供給時における多様性や入居後の可変性を目標にKEP (Kodan Experiment housing project) の研究開発を行っている。

本研究が対象とするKEPを用いた多摩ニュータウンエステート鶴牧3中層棟は、竣工直後の1982年と入居後12年目の1995年に初見らによって、入居後23年目の2005年、入居後31~32年の2013~14年に南研究室によって全4回の居住実態調査が行われている。本研究は全4回の居住実態やインフィル改修に関する調査結果を分析することにより、KEPの研究開発目標の一つである可変性の有効性を検証し、今後の共同住宅に求められる可変性や更新性について考察する。

2.5.2 調査対象

調査対象は多摩ニュータウン、エステート鶴牧3団地の低層棟、中層棟全住戸である。京王線、小田急線が乗り入れている多摩センター駅、小田急線の唐木田駅から徒歩15分の場所に立地している。

表1 調査対象概要

名称	エステート鶴牧3	
敷地面積	27.700㎡(敷地面積)	
	中層棟	低層棟
入居時期	1982年	1983年
建物形式	RC造4階建	2階建テラスハウス
総戸数	192戸	29戸
住戸タイプ	メニュー方式 (12タイプ)	2階部分をオールフリー、 セミフリー、オールセット から選択
住戸面積	約87㎡~89㎡	約99㎡~106㎡

	KEP方式集合住宅	
名称	多摩ニュータウンエステート鶴牧-3	
入居時期	中層棟	1982年
	低層棟	1983年
総戸数	中層棟	192戸
	低層棟	29戸
調査対象住戸数	中層棟	68戸
	低層棟	26戸

KEP方式住宅の中層棟のA1~3タイプとB1~5タイプには可動間仕切り、収納ユニットが備わっており、一定の可変性が備わっている。一方、C1~4タイプにはそれらは、配備されておらず、壁は固定であり、可変性は備わっていない。Aタイプはコアが住戸の中心に配

置され回遊性を有した平面である。Bタイプは中コア型で南北に居室が位置されている。

低層棟は2階の間取りが、すべて決められているオールセットタイプ、一部分を独自の設計することのできるセミフリータイプ、2階のすべてを独自に設計することのできるオールフリータイプの3タイプがあり、入居時に居住者が選ぶことができた。

本研究の分析対象は、これまでに行われた全4回の調査において、少なくとも一回は調査に協力が得られた中層棟192戸中171戸であるが、うち2戸は住戸タイプが不明であるため、その2戸を除いた169戸とする。

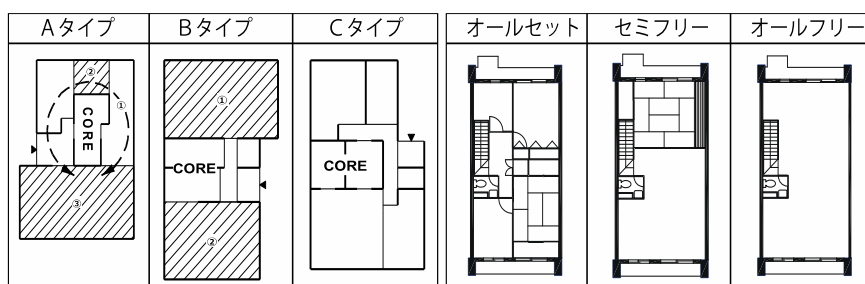


図1 中層棟 基本平面図※1)

図2 低層棟 2階基本平面図

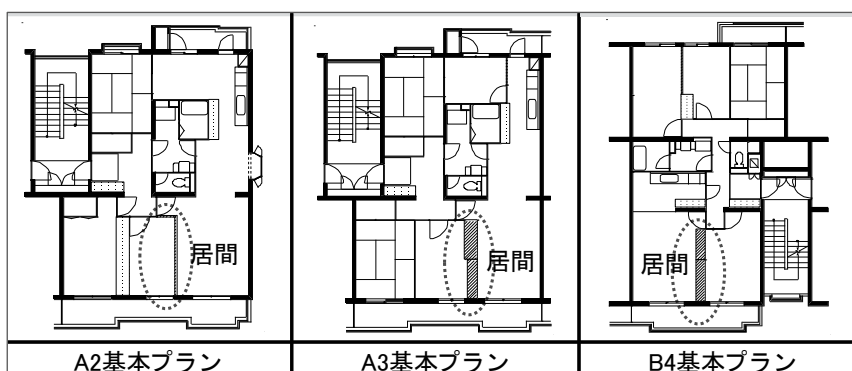


図3 基本プラン

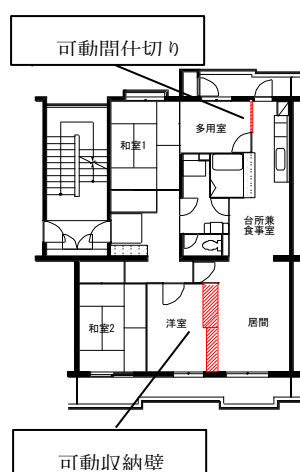


図4 A3タイプ平面図

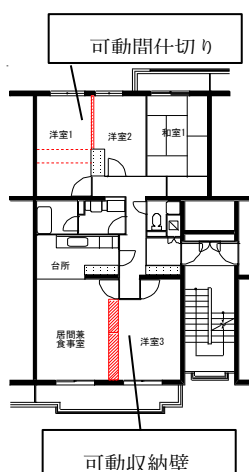


図5 B4タイプ平面図

2.5.3 研究概要

団地の全住戸に対してアンケート調査とヒアリング調査を行った。アンケートは2013年10～11月、2014年7～8月、2015年5～6月の3回に分けて、団地内の全住戸（221戸）に配布した。アンケート回収数は、中層棟66件、低層棟13件、合計79件であり、回収率は35.7%であった。2013年11～12月、2014年9月、2015年6～7月にアンケート回答者を対象にヒアリング調査も行い、より詳細に調査した。ヒアリング件数は13件である。

アンケート調査では家族構成の変化、住まい方の変更、インフィル改修の時期・内容、間取りの変遷等の記入を依頼した。実施時期は2015年5～7月、8戸に配布し5戸から回答が得られた。さらに了解の得られた3戸にはヒアリング調査を実施した。実施時期は2015年6～7月である。

これまでの4回の調査において、一回でも回答が得られた全住戸のアンケート調査とヒアリング調査の結果を、住戸毎にデータシートに整理した。このデータシートを基にKEPにおける可変性等の特徴を分析した。

居住履歴調査の結果を基に、子供の成長・独立による住みこなしや間取り変更の実態を分析した。家族構成により類型化し、家族型、長子の性別、年齢を視点に住みこなしや間取り変更の実態について分析を行った。

表2 分析対象住戸のタイプ別内訳（戸）

	A			B					C				不明	ABC合計
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4		
総戸数	8	32	32	4	8	8	8	12	36	20	12	12	0	192
分析対象戸数	7	31	27	3	8	2	8	11	32	17	12	11	2	171

2.5.4 居住者属性

回答の得られた全79件の年齢構成、家族型、居住年数、定住意識は以下の通りである。

(1) 年齢構成

中層棟・低層棟ともに60歳以上の割合が半数を超えていた（中層棟55.0%・低層棟69.0%）。過去の調査結果と比較すると、1982年当時は30歳代までの年齢が7割以上を占めていたが、年を重ねていくごとに最も多くの割合を占める年齢層が上がっており、高齢化が進行している様子がうかがえた。

表3 年齢構成比の変遷

中層棟

年齢構成の推移 中層棟				
	1982年	1995年	2005年	2014年
10歳未満	30%	9%	8%	2%
10歳代	14%	21%	12%	6%
20歳代	4%	14%	14%	4%
30歳代	32%	8%	7%	4%
40歳代	15%	22%	11%	8%
50歳代	2%	17%	25%	13%
60歳代	1%	4%	17%	37%
70歳代	1%	2%	3%	16%
80歳代	0%	0%	1%	2%
90歳代	0%	0%	0%	0%
記入なし	0%	1%	3%	7%

表4 年齢構成比の変遷

低層棟

年齢構成の推移 低層棟				
	1983年	1995年	2005年	2014年
10歳未満	27%	2%	8%	4%
10歳代	19%	19%	7%	0%
20歳代	3%	29%	10%	0%
30歳代	27%	2%	10%	4%
40歳代	14%	14%	7%	13%
50歳代	2%	26%	13%	4%
60歳代	0%	7%	15%	43%
70歳代	2%	0%	8%	22%
80歳代	1%	0%	2%	4%
90歳代	0%	0%	0%	0%
記入なし	5%	0%	20%	4%

(2) 家族型

中層棟・低層棟ともに家族型としては、夫婦2人（妻が40歳以上）の世帯が最も多く、全体の半数近くを占めていた。過去の調査と比較してみると、調査開始時（1982年）は高校生までの子供を持つ世帯が中層棟では8割を、低層棟では7割を超えていた。1995年、2005年の調査時において子供の成長が進んだため、長子の年齢が高校を卒業した年齢の子供を持つ家族型が最も多くなっている。2014年の調査では、中層棟においては、子供が独立し、妻が40歳以上の夫婦2人の家族型が半数以上の割合を占めていた。表4、表5から調査を重ねるごとにライフステージの進んだ家族型へと移り変わってきている様子がうかがえる。

表5 家族型の変遷

中層棟

	1982年	1995年	2005年	2014年
夫婦2人 (妻40歳未満)	4(3%)	1(1%)	0(0%)	1(2%)
長子(0~3歳)	19(13%)	1(1%)	2(2%)	0(0%)
長子(4~6歳)	26(18%)	2(3%)	1(1%)	0(0%)
長子 (小学生低学年)	28(19%)	3(4%)	3(3%)	1(2%)
長子 (小学生高学年)	25(17%)	4(5%)	5(5%)	1(2%)
長子(中学生)	16(11%)	7(9%)	4(4%)	0(0%)
長子(高校生)	9(6%)	11(15%)	1(1%)	3(5%)
長子(高校卒業)	16(11%)	38(51%)	40(43%)	12(18%)
夫婦2人 (妻40歳以上)	1(1%)	5(7%)	28(30%)	36(55%)
単身世帯	1(1%)	1(1%)	4(4%)	6(9%)
記入なし	1(1%)	2(3%)	6(6%)	6(4%)
合計世帯数	146	75	94	66

表6 家族型の変遷

低層棟

	1983年	1995年	2005年	2014年
夫婦2人 (妻40歳未満)	2(8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
長子(0~3歳)	2(8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
長子(4~6歳)	3(13%)	0(0%)	1(5%)	1(8%)
長子 (小学生低学年)	5(21%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
長子 (小学生高学年)	3(13%)	0(0%)	1(5%)	0(0%)
長子(中学生)	2(8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
長子(高校生)	3(13%)	2(18%)	0(0%)	0(0%)
長子(高校卒業)	4(17%)	8(73%)	10(48%)	2(15%)
夫婦2人 (妻40歳以上)	0(0%)	1(9%)	4(19%)	6(46%)
単身世帯	0(0%)	0(0%)	2(10%)	3(23%)
記入なし	0(0%)	0(0%)	3(14%)	1(8%)
合計世帯数	24	11	21	13

(3) 居住年数

全体の半数以上が竣工時から入居しており、入居後30年以上の世帯が全体の6割を超えていた。

表7 居住年数の変遷
中層棟

	世帯数
30年以上	41
25年以上30年未満	3
20年以上25年未満	1
15年以上20年未満	6
10年以上15年未満	4
5年以上10年未満	7
5年未満	3
不明	1
合計	66

表8 居住年数の変遷
低層棟

	世帯数
30年以上	9
25年以上30年未満	1
20年以上25年未満	0
15年以上20年未満	1
10年以上15年未満	0
5年以上10年未満	1
5年未満	0
不明	1
合計	13

(4) 定住意識

居住者に今後の定住意識について質問したところ、中層棟では6割、低層棟では8割を超える世帯が「今後も長く住む」と回答している。過去3回の調査結果と比較すると、調査を重ねるごとに今後も長く住むとの回答する世帯の割合が増加している。居住期間が「未定」と回答した世帯は1982年の第1回調査においては、最も多くの割合を占めており、その後、少なくなっていたが、今回、中層棟では高齢化が影響して、微増している。

表9 定住意識の変遷 中層棟

	1982年	1995年	2005年	2014年
長く住む	55 (37%)	36 (49%)	58 (62%)	44 (67%)
一時的に住む	20 (14%)	7 (9%)	5 (5%)	2 (3%)
居住期間は未定	72 (49%)	31 (41%)	27 (29%)	19 (29%)
未記入	0 (0%)	1 (1%)	4 (4%)	1 (2%)

表10 定住意識の変遷 低層棟

	1983年	1995年	2005年	2014年
長く住む	13 (54%)	7 (64%)	17 (80%)	11 (85%)
一時的に住む	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	1 (8%)
居住期間は未定	11 (46%)	4 (36%)	2 (10%)	1 (8%)
未記入	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	0 (0%)

団地内の年齢構成は60歳以上の高齢者の割合が多く、家族型でも妻が40歳以上の夫婦2人の世帯が最も多く、高齢化が進んでいる。今後も長く住むと考えている世帯が約7割(55/79世帯)と多いため、更に居住者の高齢化が進んでゆくことが予想される。入居者の居住年数が長いことや今後の定住意識が高い事から、調査対象とした住宅には居住者にとって、長く住むことができる一定の要件が整っていると考えられる。

2.5.5 住戸改修

中層棟のアンケート調査に回答いただいた世帯において、収納ユニットを動かしたことがある世帯は22.7% (15/66世帯)、間仕切り壁を動かしたことがある世帯は19.7% (13/66世帯)であった。間仕切り壁と収納ユニットのどちらか一方を移動させたことがある世帯は19世帯 (28.8%)、両方移動させたことのある世帯は4世帯 (6.0%)、どちらも動かしていない世帯は47 (71.2%)であった (表1)。

表1-1 中層棟における間取り変更の有無 (世帯)

全体 (66)		収納ユニット		
		ある	ない	
間仕切り壁	ある	4	8	12
	ない	7	47	54
	合計	11	55	66

表1-2 インフィル改修の有無 (世帯)

		ある	ない
中層棟	住宅内部の改修	58	8
	住戸の全面的なリフォーム	28	38
低層棟	住宅内部の改修	11	2
	住戸の全面的なリフォーム	7	6

2.5.6 間取り変更の事例

図1、2、3、4、5は中層棟・低層棟の住戸における間取り変更、インフィル改修の履歴を示している。図面は各期間内の住戸間取りを示している。Mは大人男性、Fは大人女性、mは子供男性、fは子供女性を示し、数字は年齢を示す。図中M、F、m、fの記号を記入した部屋は就寝場所である。方位は図の上がほぼ北となっている。

(1) 中層棟 Bタイプ (約89㎡)

図6に示す住戸は1985年に入居し、入居後29年が経過した夫婦2人の世帯である。入居後5年目に、仕事の関係上書斎を広くするために北側居室の間仕切りの位置を変更している。入居後28年目の2013年に、退職を契機に大規模な改修を実施している。南側の和室を撤去してリビングを広げ、床暖房を設置している。キッチンの位置変更、浴室の更新、北側居室の間仕切り壁を撤去して2室を1室とし、ウォークインクローゼットを設置する改修工事を実施している。

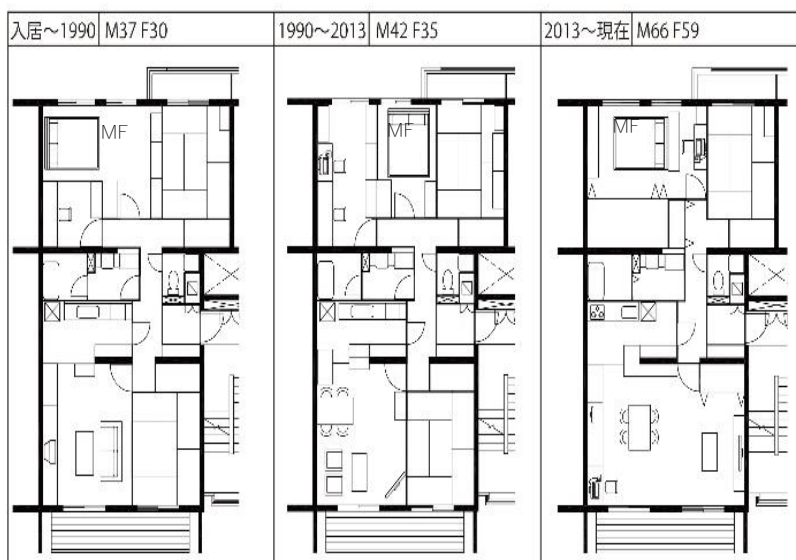


図6 中層棟Bタイプにおける間取り変更

(2) 中層棟 Bタイプ (約89㎡)

図7に示す住戸は、1988年に夫婦2人と子供3人で入居し、現在は夫婦2人で住んでいる。入居時に収納ユニットを撤去して居間の西側に和室を設け、床の張替えも行っている。子供の成長・独立に合わせて住まい方の変更が行われている。2011年には住戸内を全面的に改修し、経年劣化による内装の張替え、トイレ・風呂・給湯器の更新、床暖房の設置、二重窓への変更を実施している。同時に居間を拡大し、北側の可動間仕切りは撤去して引違戸を設けることで、主寝室と妻の書斎の行き来を可能にしている。老後の生活を考えて扉を引戸や引違戸に変更する改修も行われている。子供の独立に伴い和室は現在使われていない。

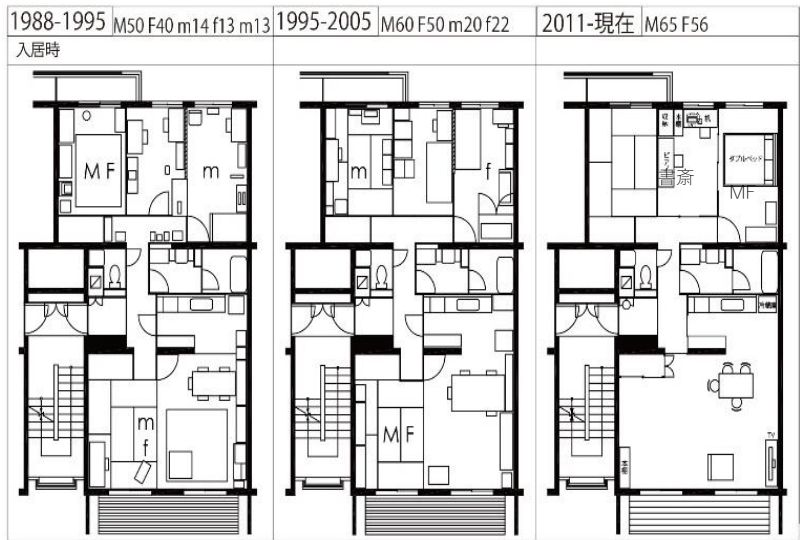


図7 中層棟Bタイプにおける間取り変更

(3) 中層棟 Bタイプ (約 89 m²)

図8に示す住戸は1998年に家族5人で入居した世帯で、現在は長男夫婦が親から家を引き継ぎ生活している。2008年に長男が独立したことをきっかけに、北側居室の間仕切り壁を撤去して、3室を2室に、和室を洋室に変更している。2010年に長男夫婦が親から家を引き継ぎ、南側の居間を拡大すると同時に、子ども室として使われていた北側の部屋を、書斎と夫婦の寝室に変更している。



図8 中層棟Bタイプにおける間取り変更

(4) 中層棟 Cタイプ (約 83 ㎡)

図9に示す住戸は1982年に夫婦2人と子供1人で入居し、入居後32年が経過し、夫婦2人と子供3人で生活している。この世帯は、入居と同時に台所の改修を行っており、入居後1年目に北側居室の可動収納ユニットを撤去し、新たに収納ユニットを設置している。2000年には子供が4人となり、子供にそれぞれ個室を確保するため、北側居室の収納ユニットを撤去して、新たに間仕切り壁を設けて、2室を3室に模様替えしている。同時に、南側の和室を撤去して間仕切り壁を追加し、2室に改修している。2007年、長女の独立をきっかけとし、南側居室の間仕切り壁の位置、北側居室の間仕切り壁の位置の変更を行っている。この世帯は家族の成長、独立などのライフステージの変化に合わせて、巧みに間仕切り壁を移動させ対応している。



図9 中層棟Cタイプにおける間取り変更(就寝場所不明)

(5) 低層棟 セミフリータイプ(約 99 m²)

図10は低層棟のセミフリータイプとして供給された住戸の居住履歴を示している。1983年に家族4人で入居し、現在は夫婦2人で住んでいる。入居時は2階南側を1室として使用し、子供の遊び場としても利用していた。その2階部分を1994年、子供の成長に伴い、3室に区切り、妻と2人の子供の個室としている。2003年、2011年に子供が独立し、2006年、2014年の調査時には、建具の位置変更等がされている。子供の成長・独立に合わせて、KEPの可変性を活かした間取り変更が行なわれている。



図10 低層棟セミフリータイプにおける間取り変更

2.5.7 間取り変更の実施状況

(1) 中層棟の全般的状況

間取り変更を実施したことがある住戸は169戸中58戸(34.3%)であり、住戸プランに可変性が備わっているA、Bタイプの住戸では97戸中52戸(53.6%)と半数以上の住戸が実施していたが、可変性の備わっていないCタイプは72戸中6戸(8.3%)であった。Aタイプ、Bタイプでは居住者の変更があった場合に、前の居住者と後の居住者の両者が間取り変更を行った例が存在していたが、Cタイプではこのような例は見られなかった。

Aタイプ及びBタイプにおいて間取り変更を実施した住戸は、97戸中52戸である。そのうちKEPの可動間仕切りまたは収納ユニットを用いて間取り変更を実施したことがある住戸は38戸であり、間取り変更を実施した住戸のなかでは高い割合を占めていた。

KEPの可動間仕切りまたは収納ユニットを用いた間取り変更は全部で59件実施されていた。最も多いのは「居間拡大」で59件中22件(37.3%)である。居間-洋室間に可動間仕切り又は収納ユニットが設置され、特に収納ユニットは移設先の場所が多様であるため、居住者の間取り変更の要望に対応しやすかったと考えられる。22件の内訳は、居間-洋室を一室にし居間として使用した事例が15件、居間と洋室を一体的に使用した事例が7件である。「居間拡大」をする目的は、「子供が小さい」ことを理由に変更した例が4件あり、変更時期はいずれも長子の年齢が小学生以下であった。この4件以外にも変更理由は異なるが長子の年齢が小学生以下の時期に居間を拡大している例が4件あった。既往研究⁵⁾でも指摘されているように、子供の個室を必要としない時期には居間を広くしたいという要求が強いことがわかる。一方、子供が成長・独立して家族構成が変化したことを機に「居間拡大」をした事例が4件あった。いずれも竣工時に入居し32年間住み続けている4世帯であり、居住年数がある程度経過し、居間を広く明るい快適な空間にしたいという要求が表れている。また「居間拡大」を実施した途中入居世帯(3件)はいずれも入居時に実施していた。変更理由は異なるが、可動間仕切りおよび収納ユニットの移設・撤去は、入居して家具を配置した後は容易でないため、入居前の何もない状態の時に撤去(移設)する傾向が見られる。これは「居間拡大」以外の変更においても同様である。

次いで「部屋数の減少」が14件あった。個室の数が必要でなくなると、北側洋室の可動間仕切りを撤去して、部屋を広く使用していた。「部屋数の増加」は9件あり、広く使用していた居間を区画して部屋数を確保した事例が6件、北側洋室の撤去していた可動間仕切りを再設置することで部屋数を確保した事例が3件である。前者は収納ユニットを移設して広く使用していた居間を、再度収納ユニットを元の位置に戻した変更が6件中4件あり、残り2件は可動間仕切りを撤去して広く使用していた居間に再度、可動間仕切りを設置していた。「部屋数の増加」は「居間拡大」の変更と関係があり、子供が小さい時期には個室を設けず居間を広く使用し、その後子供が成長した時期に、再び収納ユニットを移設して子供の個室を確保している。

家族構成の変化に伴う間取り変更は、子供の成長によるものが多く見られ、竣工時より入居している世帯は子供の成長に応じて間取り変更を実施していた。途中入居者は入居前に予め間取り変更を実施する傾向がある。長く住み続けている世帯が入居後20年以上経過した時期に実施した間取り変更は、他の変更とは性格が異なり、居住者の年齢が高齢になり、より快適な空間を求めて居間や夫婦の寝室にも広さを追求し、広さだけでなくバリアフリーを意識した変更が行われている。高齢化が進む居住者の身体的理由による住環境の改善や、いつまでも住み続けるため快適性の向上を求める傾向が見られる。

表13 KEPの可動間仕切り、収納ユニットによる
居間拡大の実例

タイプ	可変性	基本プラン	事例		
A3	収納ユニット (居間-洋室) 可動間仕切り (台所-多用室)				
			背中合わせにして二室を一体的に	アルコーブを確保し二室の大小調節	撤去・処分して居間拡大(和室も拡大)
B4	収納ユニット (居間-洋室) 可動間仕切り (北側洋室-洋室)				
			移設して二室を一体的に	壁側に移設して居間拡大	壁側に移設して開閉自在の扉を設置

表14 Aタイプ、Bタイプにおける間取り変更

タイプ	可変性の有無		分譲戸数	調査対象戸数	間取り変更実施戸数	KEP実施経験のある戸数	KEP実施件数	変更内容						
	仕可切動り間	二収ッ納トユ						居間拡大	部屋数の増加	部屋数の減少	室の大きさ変更	その他	不明	
A	A1	○	×	8	7	3	3	6	2	3	0	1	0	
	A2	○	×	32	31	22	10	12	8	2	2	0	0	
	A3	○	○	32	27	8	8	15	8	2	1	4	0	
小計			72	65	33	21	33	16	6	6	4	1	0	
B	B1	○	○	4	3	2	2	2	1	1	0	0	0	
	B2	○	×	8	8	6	4	5	0	1	4	0	0	
	B3	○	×	8	2	1	1	1	0	1	0	0	0	
	B4	○	○	8	8	7	7	14	6	2	1	2	2	1
	B5	○	×	12	11	3	3	4	0	3	1	0	0	
小計			40	32	19	17	26	6	3	7	7	2	1	
AB合計			112	97	52	38	59	22	9	13	11	3	1	

※表4「変更内容」の定義

「居間の拡大」：居間と個室を一室にする。
「部屋数の増加」：寝室や納戸等の部屋を仕切ることによって確保する。
「部屋数の減少」：居間以外の部屋を間仕切りの撤去等で部屋数を減少する。「室の大きさ変更」：部屋数は変えず二室の大きさを調整する。
○印は、管理開始時に予め住戸に備わっていたことを示す。
「KEP実施」とは、KEPの可動間仕切りまたは収納ユニットを用いた間取り変更のことを指す。

(2) KEP 方式住宅 A,Bタイプと Cタイプの比較

表15にKEP方式住宅における子供の成長、独立を契機とした住みこなしと間取り変更を示す。子供の成長期における住みこなしと間取り変更については、A,Bタイプ、Cタイプとも住みこなしの割合が高かった。子供の成長に対応して子供の居室を設けることを主目的とした住みこなし、間取り変更は、多くなかった。

子供の独立期における住みこなしと間取り変更については、A,Bタイプにおいては、住みこなしと間取り変更がほぼ同数、実施されていた。間取りの可変性を持つA,Bタイプでは、可変性を持たないCタイプと比較して、子供の独立時に間取り変更をより多く実施していることが確認できた。

表15 KEP方式住宅における間取り変更と住みこなし

	子供の成長による間取り変更と住みこなし				子供の独立による間取り変更と住みこなし			
	KEP A,Bタイプ		KEP Cタイプ		KEP A,Bタイプ		KEP Cタイプ	
	世帯数	割合	世帯数	割合	世帯数	割合	世帯数	割合
住みこなし	13	19	6	40	15	31	6	32
間取り変更	3	4	1	7	11	22	2	10
行わず、記入無し	53	77	8	53	23	47	11	58
合計	69	100	15	100	49	100	19	100

表16にKEP方式住宅とCHS方式住宅における子供の成長、独立を契機とした間取り変更と住みこなしの実施状況を示す。CHS方式住宅において、子供の成長期に間取り変更が1件、実施されていた。住みこなしによる対応も15%と、KEPのCタイプの40%と比べて低い値を示していた。これは住戸面積がKEPのCタイプと比較して、CHSの方が広く、さらにKEPのCタイプは3LDKのみの間取りであるのに対して、CHSは3LDK～5LDKの間取りがあり、部屋数に余裕があることが理由であると推察される。

表16 KEP方式住宅とCHS方式住宅における間取り変更住みこなし

	子供の成長による間取り変更と住みこなし				子供の独立による間取り変更と住みこなし			
	KEP A,Bタイプ		CHS		KEP A,Bタイプ		CHS	
	世帯数	割合	世帯数	割合	世帯数	割合	世帯数	割合
住みこなし	13	19	5	12	15	31	14	70
間取り変更	3	4	1	3	11	22	0	0
行わず、記入無し	53	77	34	85	23	47	6	30
合計	69	100	40	100	49	100	20	100

CHSにおいて、子供の独立期における間取り変更は観察されなかった。住みこなしに関する上記の理由と同様に、調査対象としたCHSの住宅では住戸面積や部屋数に余裕があることがその理由であると考えられる。一方、子供の独立期における住みこなしは数多く観察できた。

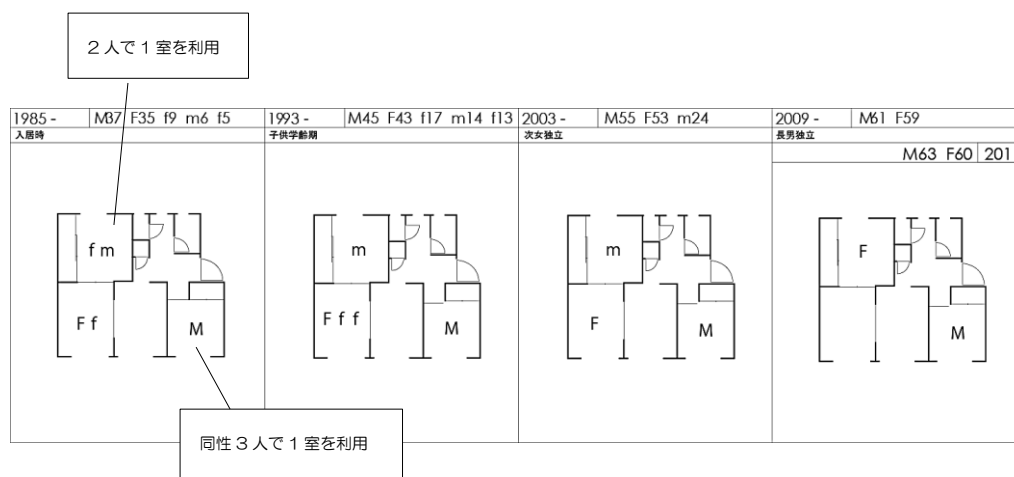
表17にKEP方式住宅と国立富士見台団地における子供の成長、独立を契機とした住みこなしと間取り変更の実施状況を示す。国立富士見台団地では、子供の成長期、独立期とも、間取り変更は行われていない。計17件の間取り変更のうち、14件はふすまの撤去によって二室を一室として使用する間取り変更である。一方、住みこなしにより、一室を複数人で利用している例が多くみられた。

表17 KEP方式住宅と国立富士見台団地における間取り変更

	KEP A,Bタイプ	KEP Cタイプ	国立富士見台団地
入居時	10	0	6
子供の独立時	6	1	0
子供の成長時	3	1	0
その他、不詳	42	5	11
合計	61	7	17

図11は、夫婦と子供3人により構成された世帯の入居時以降の住みこなしの実例である。子供の学齢期には女性3人が一室を私室として使用している。主人は、全期間を通して一人で南側の部屋を使用している。妻は子供が家を出た後、北側に私室を設けている。

図11 国立富士見台団地居住履歴例



子供の成長期には、間取りの可変性を持つKEP、CHSとも、住みこなしによる対応が多く見られる一方、間取り変更を行う世帯は多くは観察されなかった。CHSでは間取り変更を行う世帯はほとんど確認されなかったが、KEPのうち、可動間仕切り、可動収納壁を設けたA,Bタイプの住戸では、間取り変更を行う世帯が多く見られた。これは、間取り変更の容易性に差があるとともに、住戸面積や部屋数が影響していると考えられる。

(2) 家族構成別、住みこなしと間取り変更の分析

入居時の家族構成に基づき家族型を分類し、類型別に住みこなしや間取り変更の実施状況を分析した。図12に家族型の分類と調査対象とし住戸の数を示す。

		3戸	17戸	KEP	CHS
・夫婦のみ ・子供あり	子供1人	男	3	2	
		女	5	4	
	子供2人	男-男	6	2	
		女-女	10	4	
		男-女	7	4	
		女-男	6	5	
	子供3人以上	4	6		
・祖父母と同居、その他		4	2		

図12 家族構成による分類と調査対象とした住戸数

KEP方式A,Bタイプにおいては、子供の独立を契機に、南側居室の間取り変更を行う世帯が多く見られ、子供の成長過程では、間取り変更よりも住みこなしによる対応が多く確認された。1つの世帯が複数回の間取り変更を行った事例も確認されている。子供の成長や独立を契機とする事例以外の、趣味室、書斎、家事室、収納を設けること等を目的とした間取り変更も複数確認されている。

図13に子供の独立後に南側居室の主寝室を拡張した事例を示す。この住戸は子供の独立を契機にバリアフリーを目的として可動収納壁を撤去し、夫婦室の拡大を行っている。

	1982年 M41 F35 m14 f11	1995年 M54 F48 f24	2005年 M64 F58 間取り変更前	2005年 M64 F58 間取り変更後
TS-34 A2				
間取り変更			<input type="checkbox"/> C-D間 固定収納ユニット C-D間の固定収納ユニットを廃棄して二室を一室に統合 (バリアフリーのため広めの夫婦の部屋にするため)	
住みこなし	<input type="checkbox"/> 82-95 長女受験・夫単身赴任・長男独立 長女の寝室がDからEに移動 妻の寝室がEからDに移動 ※夫は単身赴任から戻った際にCを寝室とした。		<input type="checkbox"/> 1998 長女結婚 妻の寝室がDからEに移動 ※全面改修後C・Dが夫婦寝室となる	

固定収納ユニット

図13 南側居室の主寝室を拡張した事例

図14は子供の独立を契機に、可動収納壁を臨戸に接する壁際に移動した事例を示している。この住戸では、収納ユニットがあった位置に引違い戸を設けて、2室を1室としても使えるようにしている。

	1982年 M39 F36 m12 f9	1995年 M52 F49 m25 f22	2005年 M62 F59	2013年 M70 F67
TS-66 B4				
間取り変更			<input type="checkbox"/> 2001 収納ユニット / A-B, A・台所 ・ A-B間の収納ユニットを2つに分けて壁際に配置 ・ A-B間に4舞いの引違い戸を設置し、一室⇄二室として使えるようにした	
住みこなし		<input type="checkbox"/> 1997 子供の独立 夫婦寝室をBからCに移動		

図14 南側居室のリビングを間取り変更した事例

図15に1つの世帯が複数回の間取り変更を行った事例を示す。この住戸では南側居室の可動収納壁を活用し、家族の構成や生活の変化に合わせて、南側居室を2と1室、必要に応じて間取り変更を行い使いわけている。

KEP方式住宅のA,Bタイプでは、1つの世帯が複数回の間取り変更を行った事例が複数、確認されている。これは可動間仕切りや可動収納壁により、コストをかけずに間取り変更を容易に行うことができることが主な理由であると考えられる。

	1982年 M38 F36 m9 f6	1988年 不明	1995年 M49 F20 M' 79	2005年 M62 F59	2014年 M65 F62
TS-68 B4					
間取り変更		<input type="checkbox"/> 1988 収納ユニット A-B間の収納ユニットを2つ重ねて並べて配置し、2室を1室に変更	<input type="checkbox"/> 1995 収納ユニット A-B間の収納ユニットを入居当初の配置に戻し、南側を2室に分割	<input type="checkbox"/> 2005 収納ユニット A-B間の収納ユニットを壁側に移動して南側を一室に変更(家族が減った、B室を使用しなくなった等の理由による)	
住みこなし			<input type="checkbox"/> 1997 子供の独立 ・長女の寝室がDからEに移動 ・妻の寝室がCからDに移動 <input type="checkbox"/> 夫が単身赴任から戻る Cを寝室とする	<input type="checkbox"/> 05-14 子供の独立 ・夫の寝室がCからDに移動 ・妻の寝室がDからEに移動	

図15 1つの世帯で複数回の間取り変更を行う住戸例

図16に音楽室を設けるために間取り変更を行った事例を示す。南側居室の可動収納壁を用い、間取りを変更することにより、エレクトーン教室を開くための音楽室を設けている。

	1982年 M32 F30 f4 f1	82-83年	1995年 M46 F43 f17 f14	2005年 M56 F53 f24	2014年 M65 F62
TS-50 A3					
間取り変更	<input type="checkbox"/> 82-83 収納ユニット A-C間の収納ユニットを平行にずらし て、二室の大きさを調整		<input type="checkbox"/> 85 収納ユニット A-C間の収納ユニットを二つ重 ねて並べ、AとCを一体的にする (妻がエレクトーン教室を開くため)	<input type="checkbox"/> 95-05 可動間仕切り F-B間の可動間仕切り壁をず らして、二室の大きさを調整	
住みこなし	<input type="checkbox"/> 1993 不詳 Fが納戸から長女の勉強部屋になる		<input type="checkbox"/> 2001 子供の成長/ 生活スタイルの変化 Dが子供2人の寝室から 次女の寝室になる	<input type="checkbox"/> 2013 子供の独立 次女の寝室を妻の寝室に変更 (夫婦別寝)	

図16 音楽室を設けた間取り変更

(3) CHS 方式住宅

CHS 方式住宅では、子供の成長・独立を契機として間取り変更を行った事例は、子供の成長期に間取り変更を実施した1件のみしか確認されておらず、一つの世帯で複数回の間取り変更を行った世帯も確認されなかった。

図17に間取り変更が実施された住戸の例を示す。この世帯は夫婦と子供2人(男女の順)が居住している。子供の成長期に、和室を縮小してウォークインクローゼットに変更し、図6の右側に配置されている各居室を拡大している。

	1989 M40 F37 m8 f	1995 M46 F43 m14 f-	2003 M54 F51 f-	2009-2013 M60 F57 m28
No.23 3LDK 90.09㎡				
間取り変更	<input type="checkbox"/> 1995 和室撤去 和室は縮小しウォークインクローゼットに変更。(各個室を広げる為に)			
住みこなし			<input type="checkbox"/> 2003 長男独立 長男寝室を客間兼妻の稽古部屋に変更	<input type="checkbox"/> 2009 長女結婚 長女の部屋を妻の稽古部屋に変更 <input type="checkbox"/> 2009 長男帰居 客間を長男の部屋に変更

図17 CHS(夫婦と子供2人の世帯)の間取り変更

研究対象とした KEP、CHS の集合住宅においては、子供の成長期には、住みこなしによる対応が数多く見られ、間取り変更を行う世帯は少なかった。子供の独立期においては、KEP 住宅では間取り変更を行う世帯が多く見られたが、CHS 住宅では間取り変更を行った世帯は確認されなかった。これは、間取り変更の容易性よりも、住戸規模や部屋数、入居世帯の家族構成がより大きく影響していると考えられる。

KEP の A,B タイプでは、可動収納壁を移動することにより、南側居室を 2 室から 1 室に容易に変更できるため、間取りを変更する世帯が複数確認された。

KEP 住宅のうち可変性がある A,B タイプでは、複数回の間取り変更を行った世帯が数多く確認された。子供の成長期、独立期以外にも、趣味室、書斎、家事室、収納を設ける等の間取り変更が実施されている。一方、CHS 住宅は、KEP と異なり、床勝ち・天井勝ちの壁の納まりであるとはいえ、間仕切り壁の移設には工事を伴うため、複数回の間取り変更を行った世帯は確認されなかった。

以上から、間取り変更を容易に行うことができる KEP の可動間仕切り、可動収納壁は、家族構成やライフスタイルの変化に、コストをかけずに臨機に対応することに寄与していたと考えられる。

一方、UR 国立富士見台団地は、住戸規模が小さく、可変性を有しない内装構法であるため、苦勞しながらも住みこなしによる対応によって、家族の変化に対応している事例が多くみられた。ただし、この住宅団地では南側に一間（ひとま）増築した住棟があり、増築をした住戸では、子供の成長期に奏功した様子が見えなかった。

住宅の長寿命化が求められている今日、今後の集合住宅に必要であるとされる「可変性」については、

- ①ある程度、住戸面積、部屋数に余裕のある住戸においては、子供の独立に伴う間取り変更を可能にする。
- ②住戸面積・部屋数に余裕のない住戸においても、最小限の可変性を可能する可動間仕切り、可動収納壁などの構法上の対応が有効。
- ③軽微な間取り変更を大きな経済的負担なく実施するため、住民自らが間取り変更を行うことができる構法を採用することなどが必要であろう。

2.5.8 住戸内部の修繕・改修履歴

ここでは「住戸改修」とは、住戸内の内装や設備の老朽化に対して修繕を行う行為、および、新たに生まれた住要求に対して住戸内空間の一部を改修する行為を指すこととする。

調査対象住戸は前報と同じ169戸である。169戸中34戸は1982年の調査においては回答が得られているが、それ以降は回答が得られていない。

何らかのインフィル改修を実施している住戸は169戸中115戸(68.0%)である(表5)。AタイプとBタイプの住戸では、約8割(97戸中77戸)がインフィル改修を実施している。Cタイプの住戸では、インフィル改修を実施した住戸は約5割(72戸中38戸)にとどまっている(82年調査のみの回答でそれ以降回答が得られていない34戸中26戸がCタイプの調査対象戸数に含まれている)。このインフィル改修の件数は、ヒアリング調査を実施した世帯はその内容に基づくもの、アンケート調査のみを実施した世帯は、アンケートに記載されていたもののみを計上している。竣工後30年以上が経過し、何らかの修繕・改修をしなければ住み続けるのは困難である。アンケートの回答には書き漏らし等があるため、インフィル改修の実際の件数はより多いと考えられる。

表18 インフィル改修の実施の有無

	タイプ													合計
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4		
インフィル改修 あり	7	26	18	2	8	2	7	7	15	11	5	7	115	
インフィル改修 なし	0	5	9	1	0	0	1	4	17	6	7	4	54	
合計	7	31	27	3	8	2	8	11	32	17	12	11	169	

ここでは第4回目の調査で回答が得られた63戸を分析対象とする。63戸中55戸は何らかのインフィル改修を実施したことがあり(残りの8戸は改修をしていないか未回答)、55戸において実施されたインフィル改修と間取り変更の内容を表6に示す。中層棟で実施された住戸改修は全部で297件あった(一度に複数個所の修繕・改修を実施した場合は、その各箇所をカウントしている)。

「水廻り」(特に浴室、トイレ・洗面)の改修は、インフィル改修を実施した6割以上の住戸で実施されていた。老朽化による機器更新が主な理由である。機器更新以外に浴室・洗面脱衣所のレイアウトを変更し、浴室を拡大した例もあった。「台所」については、流し台の「深いシンクが良い」という意見もあり、竣工時の流し台を使用し続けている世帯もあった。「内装」については、床の張替えと壁紙の張替えが多くの住戸で実施されていた(インフィル改修を実施した6割以上)。これは竣工時の床仕上げがカーペットであったため、汚れや掃除の手間等からフローリングに張替えたために件数が多くなっている。壁紙は経年による汚れのほか、上階からの雨漏りや結露によるカビの発生のため、張替えた世帯が複数

存在している。壁紙の張替えは業者に依頼する場合がほとんどであるが、居住者自身が塗装を行った例もあった。「建具」については、食事室と居間の間に建具を設置して2室を区画した住戸が複数あった。他に扉の向きを変更した事例等もあった。

表19 インフィル改修と間取り変更の内容

改修内容		記号	件数	改修内容		記号	件数
水廻り	トイレ・洗面	W	37	間取り 変更	収納ユニット(KEP)	S	16
	浴室	B	37		固定収納ユニット	S'	1
	台所	K	27		可動間仕切り(KEP)	M	10
内装	床張替	I	35	間仕切り壁(KEP以外)	M'	14	
	畳張替		6	和室→洋室	P	9	
	壁張替		38	洋室→和室	P'	1	
	窓		2	全面改修	F	1	
	天井張替		24	給湯器	O	3	
	内装		9	建具	D	15	
収納		C	12				

ここでは第4回調査で回答の得られた63戸を分析の対象とする。図18は、各住戸で1982年から2014年までに行われたインフィル改修と間取り変更の履歴を居住世帯毎に年代順に示したものである。各行が一つの住戸の住戸改修の履歴を示している。◆印が記入された年にインフィル改修が行われており、表中のアルファベットは改修内容を示している(記号の凡例は表6を参照)。改修時期が特定できない場合は、改修工事が行われたと考えられる期間を示している。各行は、調査により判明した居住期間を示している。最初に入居した世帯は、行の色を白色で、次に入居した世帯は灰色で、その次に居住した世帯は濃灰色で表示している。

水回りの機器更新は大別して、①入居後15～23年頃、②入居後約25年以降、③途中入居者が入居した時期に実施されている。同時に複数箇所を変更する世帯が多いため、内装の変更を実施する時期も、水回りの機器更新時期とほぼ同じである。入居後30年以上が経過し、経年劣化等による水廻り及び内装の変更が多く実施されている一方、和室を茶室仕様にする等といった居住者の嗜好に合わせるための変更を実施した例もあった。

図18より新築時から入居している世帯では、入居から20年～25年が経過した時期に改修する傾向が見られる。住戸改修はほとんどの世帯で行われており、水廻りの改修と内装の張替えが多く行われていた。途中入居世帯は入居時に改修を実施している世帯が多く、28世帯中、15世帯が実施しており、入居時にライフスタイルや家族構成に合わせて改修を行う世帯が多いことを示している。

のが特徴である。既往研究^{5) 6)}でも指摘されているように、可動間仕切りの遮音性の低さを指摘する意見が第4回目の調査においても確認された。また「部品がさびて移設できなかった」、「照明のスイッチが片方の部屋に二つある」といった意見もあり、容易に撤去（移設）できる可変性と同時に、間仕切りとしての基本的な性能を満たすことも設計上の課題であることが再確認された。

途中入居者においては可動間仕切り、収納ユニットについての認知度が低く、活用される機会も乏しくなりがちであることも確認された。今後は、途中入居者への説明を徹底させることにより、KEPが目指した可変性を向上させたシステムが、より多く活用されるかもしれない。

2.5.9 CHS方式などとの比較

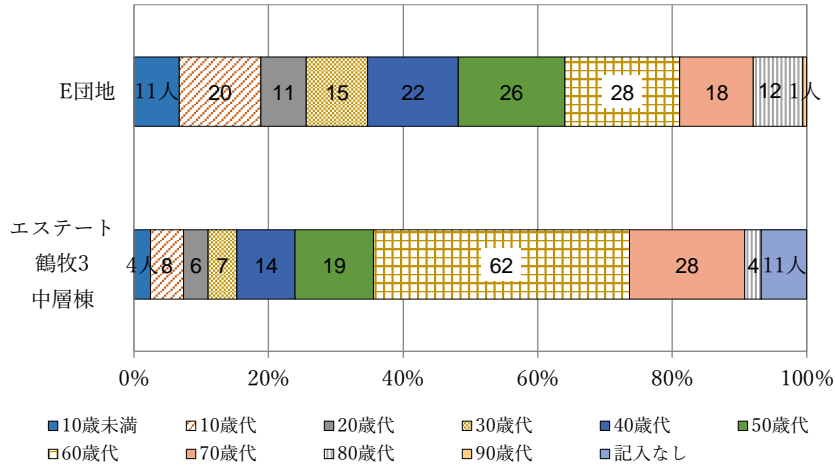
KEP方式による共同住宅と、類似の調査を実施したCHS（センチュリーハウジングシステム）方式を採用したE団地を比較する^{1)~4)}。居住者属性としては、共に高齢者世帯が多く見受けられたが、E団地では新しく入居してきている世帯も多く存在し、子供を持つ世帯が多い。住戸改修の面では、水回りや内装の更新は共に多く行なわれていた。改修時期はE団地では、大規模修繕工事や給水管更新工事など、団地全体の改修工事に合わせて専有部分の住戸改修を行なった世帯が多かった。入居後15年～20年目に改修工事が多く行なわれていることや、途中入居者が入居と同時に改修工事を行なっている点が類似している。

一方、間仕切り壁の撤去、移動、設置などの改修工事については、E団地ではあまり実施されておらず、エステート鶴牧3の方が多く実施されていた。エステート鶴牧3には可動収納ユニットと可動間仕切り壁が設置されているため、家族構成に変化があった際、間取り変更が行いやすい。新築時からの長期居住者が多いのは、間取り変更がしやすいことが奏功したのかもしれない。逆に、長期居住者が多いため、新たな居住者の入居が少なくなり、その結果、団地としては居住者の高齢化につながっている。

表20 CHSによるE団地の住戸改修内容

改修内容		件数	割合	改修内容		件数	割合
水回り	トイレ	13	10.2%	内装	床張替え	18	14.1%
	洗面所	6	4.7%		畳張替え	1	0.8%
	浴室	22	17.2%		襖張替え	1	0.8%
	キッチン	11	8.6%		壁張替え	3	2.3%
	配管	3	2.3%		窓	7	5.5%
間取り変更	間仕切壁撤去	7	5.5%		天井	1	0.8%
	間仕切壁取付	2	1.6%		内装	5	3.9%
	和室撤去	1	0.8%		段差解消	3	2.3%
全面改修	13	10.2%	収納		収納増加	8	6.3%
給湯器	2	1.6%			収納減少	1	0.8%

図 2 0 エステート鶴牧 3 団地と E 団地の年齢構成



エステート鶴牧 3 団地と E 団地住宅では、インフィル改修を行っていた世帯は中層棟・低層棟ともに 8 割を超えていた。入居開始から 30 年以上が経過し、住宅の様々な箇所に経年劣化が見られ、ほとんどの住戸で水廻りの機能更新や内装仕上材の張替えを実施していた。KEP 方式の特徴である可動式間仕切り壁・収納ユニットは居住者の間取り変更を容易にしており、長期居住に寄与していると言える。一方、長期居住者が増え、団地内の高齢化が進行し、家族構成や生活スタイルが入居当初とは大きく変化し、住宅の機能や仕様が今日のニーズに合わなくなっている。KEP の可動間仕切りなど可変性を配慮した仕様は有効に活用されていたが、今後も、継続的な機能更新を可能にする建築的対応が求められるであろう。

2.6 無垢木材を使用した遮音直床構法の開発と性能評価

2.6.1 研究目的

日本の共同住宅のうち経年や老朽化によってインフィルの改修を行わなければならない住戸は増え続けている。改修工事において重要になる性能の一つに、界床の遮音性能がある。近年の共同住宅における紛争処理状況が示すように床騒音は常に問題になっており、共同住宅の住み難さの一要因になっている。これを解消するため合板遮音フローリングが開発されたが、歩行感が悪く、居住者の満足度は決して高くない。

新築の共同住宅では階高が十分確保され、二重床構法を採用することが出来るが、既存共同住宅の改修の際は、階高に制約があり、二重床構法が使えない場合が多い。その際、厚みを抑えた直床構法でかつ十分な遮音性能を確保することが求められるが、現在、市販されているものは厚みがあり、改修工事に使用可能な構法の開発が求められている。また、天然素材志向や内装の個別化で、無垢フローリング材を使用したい居住者も増えている。

以上の背景を問題提起し、既存共同住宅の畳部屋の改修工事に対応可能な、スラブ面から仕上げ表面の厚さ 55mm の寸法で、かつ共同住宅の界床に対してマンション管理組合が管理規約で定めることが多い遮音等級 LL-45 以上を確保した、無垢の木材を仕上げ材料とした遮音直床構法を開発することを目的とした。

2.6.2 研究方法

(1) 遮音性能試験

既往の研究成果に基づき、遮音効果の期待できる制振・吸音材等を組み入れた層構成の試料を対象に標準軽量床衝撃音による遮音性能試験を行い、その結果を旧推定 L 等級で評価した。(一方、近年日本防音床材工業会でも普及を推進中の評価方法で、各メーカーも商品の性能表記に使用している「 Δ L 等級」がある。これは今回参考にした推定 L 等級からの読み替えが可能であるが、これらの評価方法は性能を決める決定周波数帯異なり、評価基準が若干変わってきてしまうため今回は不適合だと判断した。) さらに周波数帯別の音圧レベルの比較を行った。実験を繰り返し直床遮音構法に用いる吸音材、荷重支持脚の改良を重ねた。

遮音性能試験は、JIS A 1418-1:2000「建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法—第 1 部:標準軽量衝撃源による方法」に準拠して行い、JIS A 1419-2:2000「建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法—第 2 部:床衝撃音遮断性能」を基に測定結果を評価した。また南研究室では合計 4 回の実験を行っているため各実験で入力室、受信室の仕様変更を行っている。そのため、各実験について結果の比較、考察を行う。性能試験は某大手建設企業の技術研究所の住宅性能試験実験棟で行った。

(2) 試料の施工

試料の平面方向の寸法はすべて 600mm 四方とした。タッピングマシンの各ハンマーは試料の端部から 10cm 以上かつコンクリートスラブの平面方向端部から 50cm 以上離れた位

置とした。タッピングマシンのハンマーを結ぶ線はコンクリート床スラブの周囲の辺に対して約 45° とした (図 1、図 2)。これは JIS A 1440-2:2007 「実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法—第 2 部：標準重量衝撃源による方法」 2007 に準拠している。

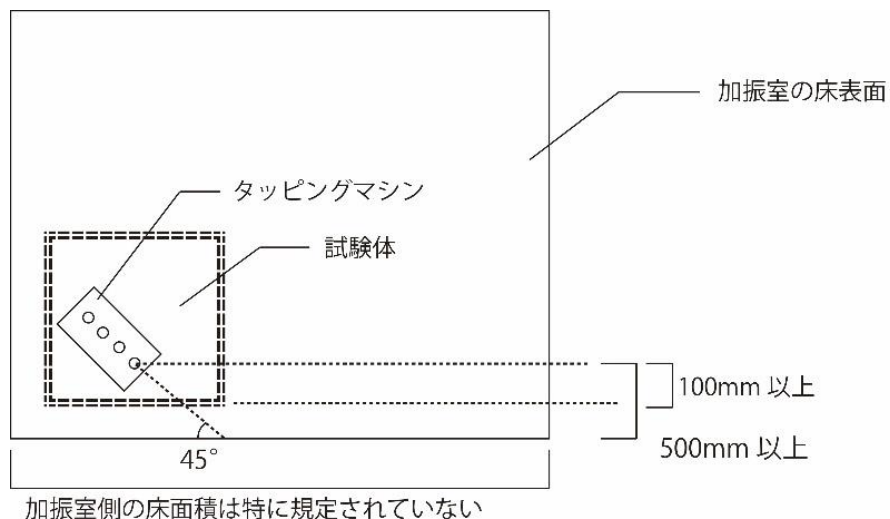


図 1 試料の施工位置

(3) 試験方法

受音室では騒音計 1 台のみを使用し、移動しながら測定を行った。測定方法は固定マイクロフォン法とし、各測定点は受音室の中央点付近 1 点、1/4 対角点の 4 点、合計 5 点で測定を行った。また、各点の高さをそれぞれ床から 0.8m/1.0m/1.2m/1.4/1.6m とした。また、入力室と受音室のコミュニケーションにはトランシーバーを用いた。

タッピングマシンの加振点の位置は実験室の周囲の壁面から 50cm 以上離れた床平面内で、中央点 1 点を含んで平均に分布する 3 点で行う。今回のように梁を持つ構造の場合には、各ハンマーを結ぶ線が梁に対して 45 度の向きとなるようにタッピングマシンを配置する。600mm 角の試験体は、それぞれタッピングマシンが中心に来るような位置に敷いた。タッピングマシンの設置位置は、およそ床平面の対角線上に平均に分布する 3 点を取る。

試験室の仕様、試料設置位置、加振位置、受音位置は以下に示す。

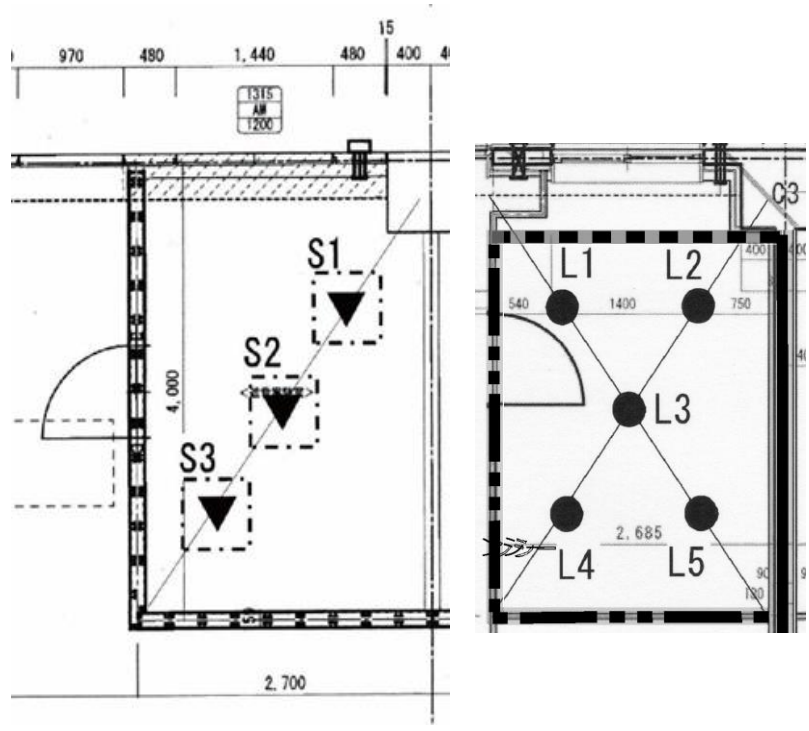


図2 (左) 加振点と試験体の配置 (上階) (右) 測定点の配置 (直下階)
 凡例 S1~S3 : 加振点 L 1~L5 : 受音位置 : 試験体配置



図3 (左) 加振風景と (右) 受音風景

2.6.3 試料の構成材料

試料は大きく分けて3種類の音響建材及び制振材で構成した。

一つ目が、株式会社コスモプロジェクトが所有する繊維系吸音材のサーモウールボード。この「サーモウール」というのは自然素材のウールを使用した環境にやさしい羊毛断熱材のことである。サーモウールは断熱、調湿、空気清浄、そして吸音性能といったように様々な側面を持つ素材であり、これを規格化してボード上に加工したものが今回床構法に組み入れたサーモウールボード（以下SSボードと記す）。SSボードは現在吸音材としてすでに音響分野で活用されている商品である。このSSボードも製法によって2種類に分類される。第1～4回実験までとおして用いた見た目の色味が白いものは羊毛繊維に中空ポリエステル糸を空気で編み込むエアーコーラクという製法によって仕上げられたものである。特徴としては通常の製法より多く空気を含み、弾性が大きく衝撃に対して沈み込みと返りが速く、大きいことが挙げられる。限界で厚さ5mmまで薄くすることができる（以下SSボード5mm厚と記す）。一方で色味が暗灰色のものは、白いものとは違い一般的なニードルパンチによって仕上げられている。ソリッドで編まれていて、密度が高く、クッション性があり低反発なのが特徴である。また、こちらの方が安価である（以下SSボード3mm厚と記す）。



図4 SSボード（左:SSボード5mm厚 右:SSボード3mm厚）

二つ目に、制振ゴムマットである。今回使用したマットは以下の2種類である。日東紡が製造する遮音シート J-700（以下遮音マット A と記す）は柔らかい素材で加工性が高い。一方、サンダム E-45（以下遮音マット B と記す）は硬質のマットであり、遮音マットとして販売されている中でも比較的重い製品である。実際に手にしてみると、ゴム特有のにおいがする。



図5 遮音マット（左:日東紡/J-700 右:サンダム/E-45）

三つ目に制振ジェルマットである。本来の用途としては地震の時の家具転倒防止や、音響機器のインシュレーターとしての利用が主である。床システムに利用されているものは現在流通していないため、衝撃音に対してどのような特性を示すか検証する。以下の表に使用したものをまとめた。クラムワークスの所有する NP4012GEL は固体ジェルで構成され、幅広い振動を吸収する。枚方技研の所有するノンブレンタッグゲルは強力な粘着性を持ち、加水分解をしないことで長期利用に対応している。さらに他のシリーズから硬度の違う 2 種類を準備した。青色のゴムが Hs15、緑色のものが Hs70 である。これらは従来の防振ゴムに比べ、2~4 倍以上の防振効果を持つ。単体では低周波数から高周波数まで幅広く効果を発揮する。屈曲や引き裂きにも強い。また、耐熱性、耐薬品性にも優れている材料である。長期利用の可能性が高い。

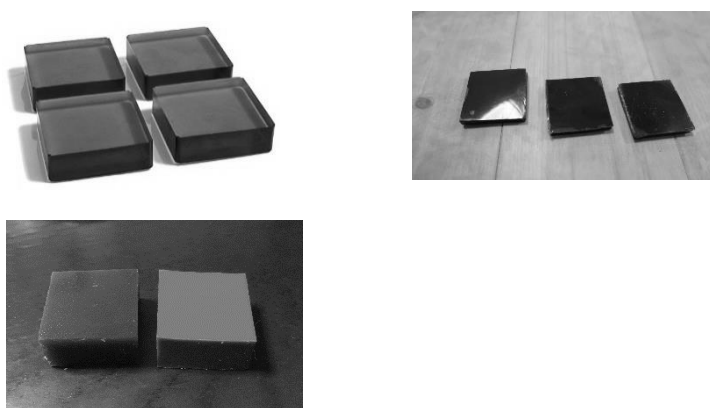


図 6 ゲル状制振材（左上：クラムワークス/NP4012GEL 右上：(株)枚方技研/NTGA-t5
下：(株)枚方技研/ノンブレンシート NS シリーズ）

表 1 初回から 4 回の遮音性能試験環境

		第1回 2015年1月30日	第2回 2015年12月14日	第3回 2016年2月13日	第4回 2016年7月21日~22日	
入力室	試験体サイズ	600mm角	600mm角	600mm角	600mm角	1350mm角
	カテゴリー 音の種類	I (直床系) 軽量	I (直床系) 軽量	I (直床系) II (二重床系) 軽量	I (直床系) 軽量	II (二重床系) 重量
スラブ		アンボンドスラブ 厚200mm	アンボンドスラブ 厚200mm	アンボンドスラブ 厚200mm	アンボンドスラブ 厚200mm	
受音室	天井	軽鉄下地+PB9.5(仕上厚120mm)	軽鉄下地+PB9.5(仕上厚120mm)	軽鉄下地+PB9.5(仕上厚120mm)	軽鉄下地+PB9.5(仕上厚120mm)	
	間仕切り壁	軽鉄下地+PB9.5	軽鉄下地+PB9.5	ウォールドア (MDF下地オレフィンシート板)	ウォールドア (MDF下地オレフィンシート板)	
	表装壁	軽鉄下地+PB9.5	コンクリート素地	コンクリート素地	軽鉄下地+PB9.5	
	サッシ	有	無	無	無	

2.6.4 試験結果・試料の比較

(1) SS ボード 5mm 厚の積層数と軽量床衝撃音の低減量の相関

この比較結果は第 4 回実験に基づいたものである。試料 B-0 は溝を入れた無垢フローリング。試料 B-1、試料 B-2、試料 B-3 は表面材を無垢フローリングとして SS ボード 5mm 厚を均一に積層させた試験体である。SS ボードの枚数はそれぞれ試料 B-1 が 1 枚、試料 B-2 が 5 枚、試料 B-3 が 7 枚。試料 B-4 は試料 B-3 の無垢材と SS ボードの間に下地材として 600mm 四方のベニヤ板 9mm 厚を組み入れたものだ。今回下地材を組み入れた理由としては、より実践的に仕上げること、平行性を確保すること、63~125Hz 帯域での低減をさせられるか確認することなどが挙げられる。

結果は、SS ボードの積層数に比例して決定周波数(125Hz 帯域)、その他の周波数帯域での音圧レベルの低減量が大きくなった。第 1 回実験にて、SS ボードの厚みを変えて比較したところ、厚みの大きいものが、より大きい遮音性能を有することが分かった。第 2 回実験にて、単層より複層のほうが、より軽量床衝撃音の低減量が大きくなることが分かった (5 枚積層した場合、L 数 43 を上回った)。この結果を受けて、第 4 回実験では積層数を 7 枚に増やした。しかし試料 B-2 と試料 B-3 を比較するとわかるように、SS ボードを 5 枚積層したもの、7 枚積層したものはどちらも L 数 43 であった。試料 B-3 にベニヤ板を組み入れた試料 B-4 は L 数 40(LL-40)を確保したが、厚みが 59mm になり、目標の 55mm 以下を超えてしまった。

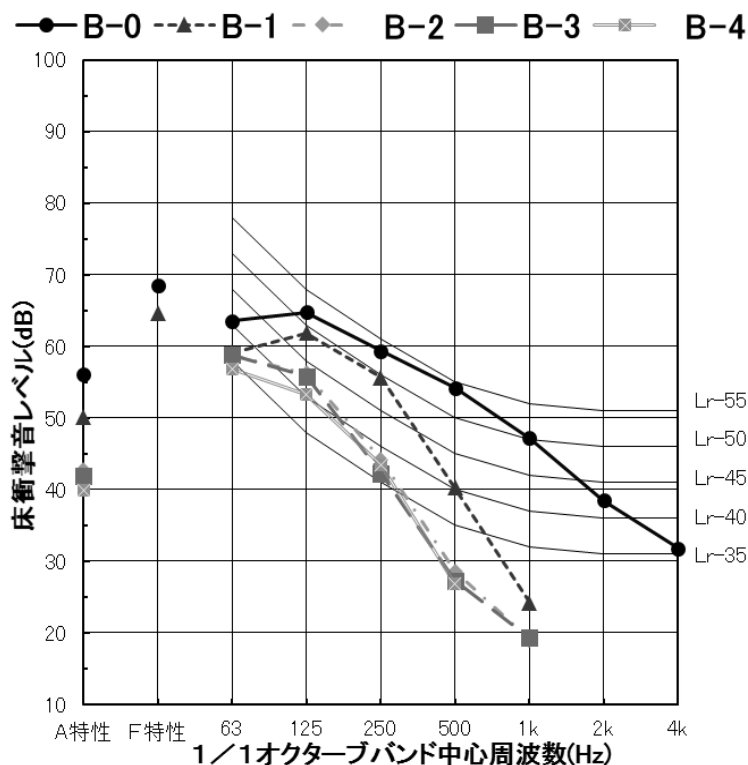


図 7 SS ボード 5mm 厚の積層数と軽量床衝撃音の低減

(2) SS ボード 3mm 厚の積層数と軽量床衝撃音の低減量の相関

この比較結果は第 4 回実験に基づいたものである。試料 C-1、試料 C-2、試料 C-3 は表面材を無垢フローリングとして、下に SS ボード 3mm 厚を均一に積層させた試験体である。SS ボードの枚数はそれぞれ試料 C-1 が 1 枚、試料 C-2 が 5 枚、試料 C-3 が 7 枚。試料 C-4 は試料 C-3 の無垢材と SS ボードの間に下地材として 600mm 四方のベニヤ板 9mm 厚を組み入れたものだ。

結果は、SS ボード 5mm 厚を積層させた結果と同様、積層数に比例してほとんどの周波数帯での低減が確保でき、SS ボード 3mm 厚を 7 枚積層した試料 C-3 は L 数 42(LL-40)を確保した。それにベニヤを組み入れた試料 C-4 は総厚み 45mm で L 数 41(LL-40)を確保できた。目標の L 値を 55mm 以下で確保できた。

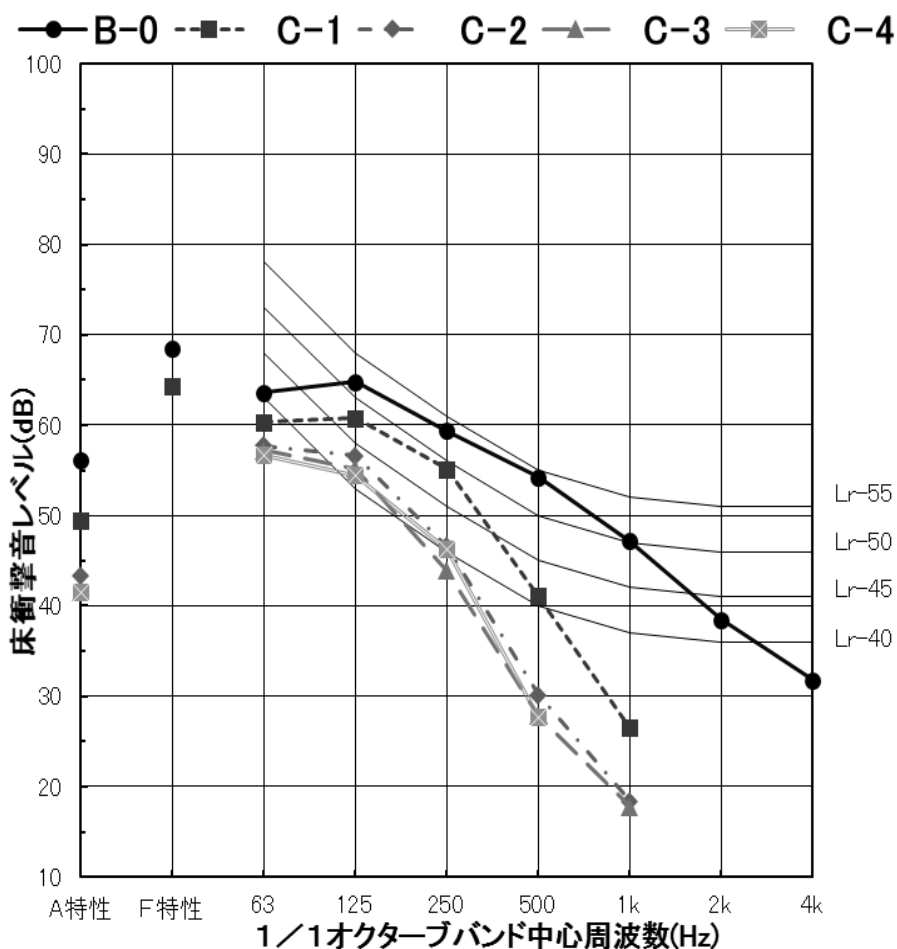


図 8 SS ボード 3mm 厚の積層数と軽量床衝撃音の低減量の相関

(3) SSボードの下に遮音マットAまたはBを組み入れた試験体の低減量比較

この比較結果は第1回実験に基づいたものである。試料1、2、3は無垢表面材の下に厚みを変えたSSボードを積層させた試験体で、試料1には5mm、試料2には10mm、試料3には15mmをそれぞれ積層させた。次に試料1~3のそれぞれの下に、J-700 1mm厚(以下遮音マットA)を敷いた試料を用意した。試料1に遮音マットAを敷いたものを試料4、試料2に敷いたものを試料5、試料3に敷いたものを試料6とした。また、試料4、5、6、の遮音マットをサンダムE-45(以下遮音マットB)に変えたものを、順に試料7、試料8、試料9とした。

結果は、遮音マットA、B何方とも、組み入れることにより決定周波数に与える低減効果は見られなかった。グラフからも読み取られるとおり、音圧レベルはSSボードの厚みにより決定していた。

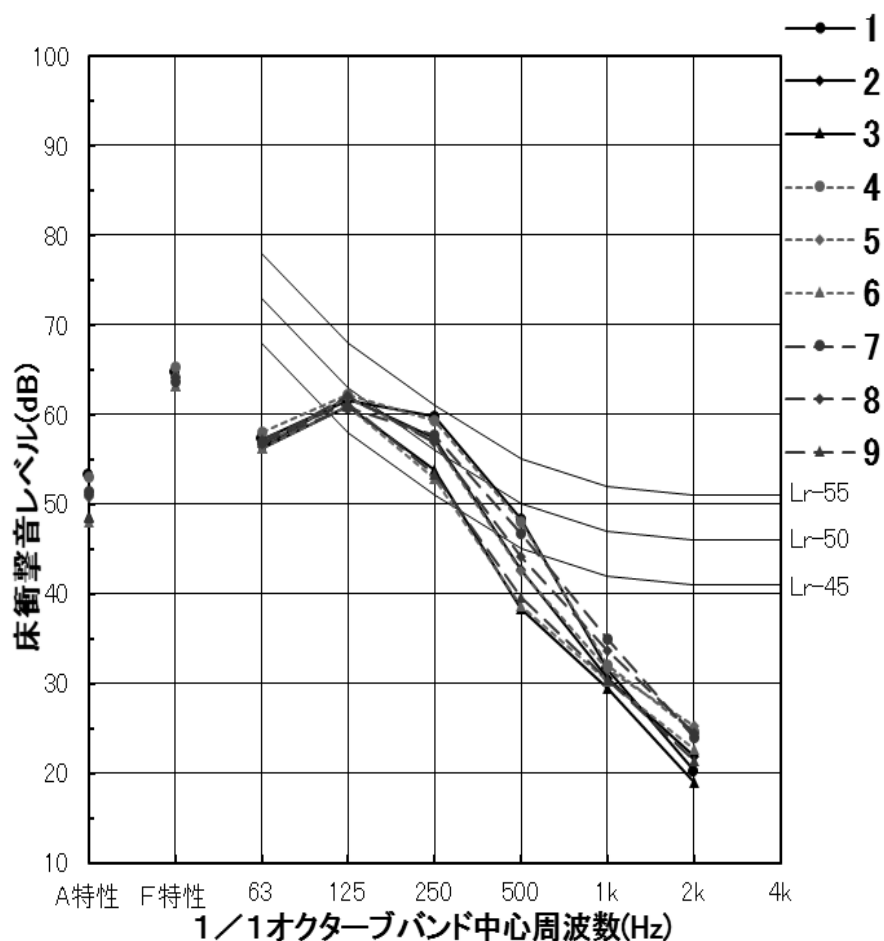


図9 SSボードの下に遮音マットAまたはBを組み入れた試験体の低減量比較

(4) ゲル状制振材の種類と軽量床衝撃音の低減量の相関

この比較結果は第3回実験に基づいたものである。試料 22 は無垢表面材に SS ボード 5mm 厚を 1 枚挿入したものである。試料 25 は無垢フローリングの下に支持脚として高さ 19mm のゲル状制振材(青)を挿入・配置し(図 14 に図示する)、支持脚と接していない無垢材の裏の余白部分に厚さ 5mm の SS ボード 3 枚を両面テープで貼り付けたものである。試験体 32 は高さ 12mm のゲル状制振材(緑)を試料 25 のゲル状制振材(青)と同様に配し、SS ボード 5mm 厚 1 枚を表面材の裏に貼り付けたもの。試料 29 は支持脚に高さ 7mm のスタイロフォームを挿入し(図 14 に図示する)、支持脚と接していない無垢材の裏の余白部分に厚さ 5mm の SS ボード 1 枚を貼り付けたものである。

結果はゲル状制振材(緑)を使用した試料 32 が 63~125Hz 帯域で大きな低減をみせた。SS ボードを他より 2 枚多く積層した試料 25 は全周波数帯でまんべんなく低減性能を発揮しているが、63~125Hz 帯域での低減性能を試料 32 と比較すると、硬度の大きいゲル状制振材(緑)が低音域における低減性能向上に大きく貢献することが分かる。

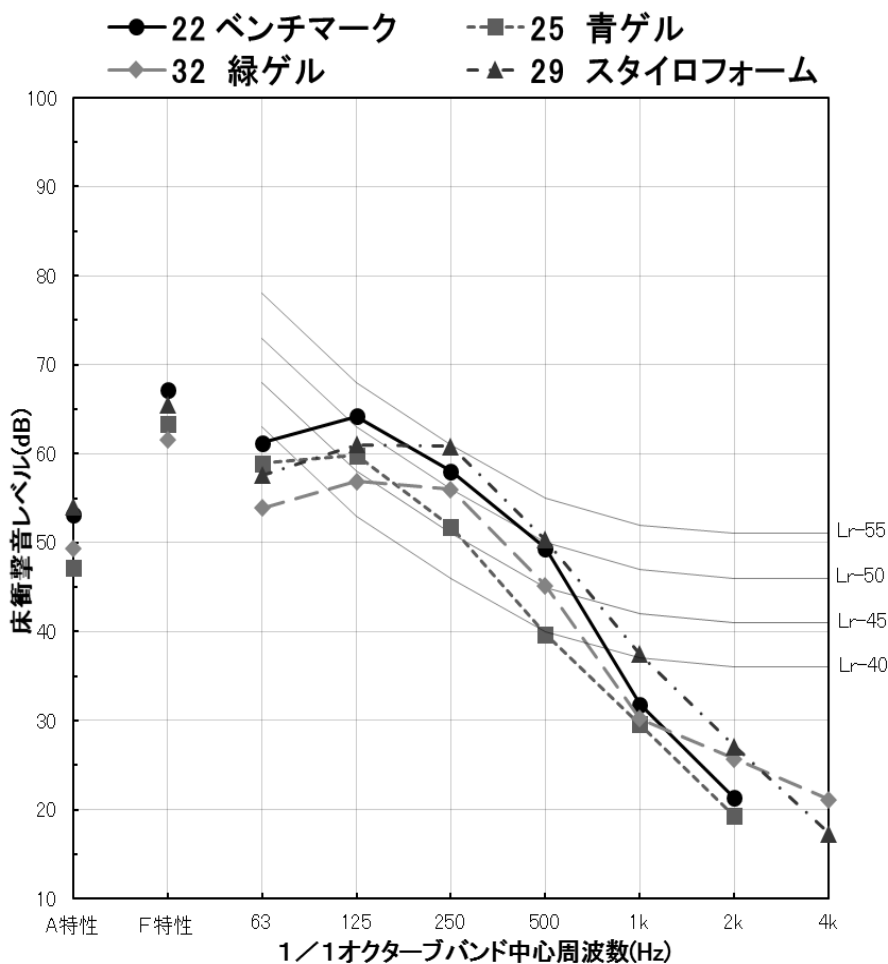


図 10 荷重支持脚の種類と軽量床衝撃音の低減量の相関

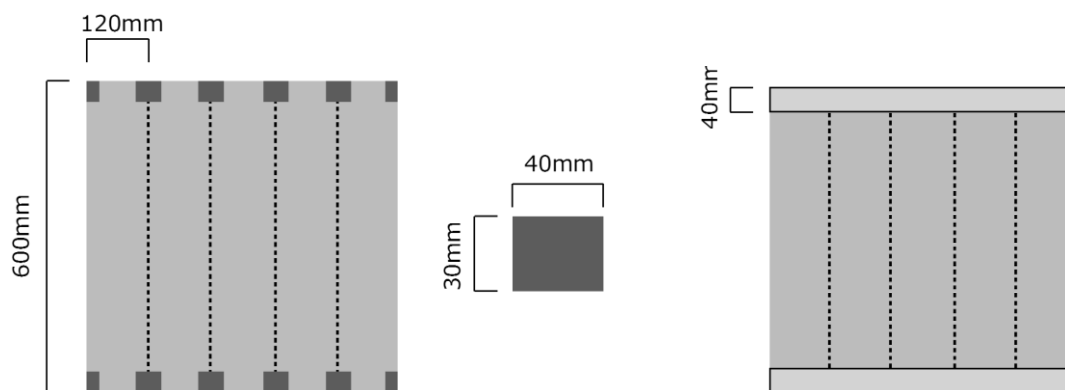


図 1.1 荷重支持脚の配置 (上:ゲル状制振材 下:スタイロフォーム)

(5) まとめ

第 1～4 回実験をとおして 600mm 角の計約 50 試料に対するそれぞれの軽量床衝撃音の低減性能を測定し、比較してきた。製品としては未だ発展途上であり、その第 1 歩としてこれまでの結果を考察し、今後の構法開発につなげていかなければならない。

本研究で明らかになったことは、一つ目に、SS ボードを使用することにより表面材に無垢木材を使用しても、遮音等級 LL-40 を確保することができること (例:無垢表面材 9mm+ベニヤ下地 9mm+SS ボード 3mm×7 枚、計 45mm)。SS ボードの積層数を大きくしていったことで、歩行感の悪化が懸念されたが、SS ボード 5mm 厚から 3mm 厚へと変えたことにより床の沈み込みは大幅に改善された。床材として十分な水平剛性を保持できるかは、今回、実験に使用した小面積の試料では判断できないため、居室の床全体に床材を貼って検証する必要がある。

二つ目に、ゲル状制振材は硬度の高いものほど低音域での低減性能が大きいということ。ゲル状制振材の役割は、鉛直荷重に対し、床を水平に保持すること、低音域での音圧レベルを下げることであるが、本研究で使用したゲル状制振材(緑)はその両方を両立してみせた。今後の課題は SS ボードをより多く積層させて比較実験することだ。また、土木・機械分野で使われる制振材の使用検討もするべきである。また、コスト面、施工性、耐用年数などのより実践的な要素の検討をしていくことも挙げられる。

結語

本研究は、我が国の多くの地域、特に都市部に存在する経年の進んだ共同住宅のインフィル（住宅の内装・設備）改修を、芝浦工業大学が所在する東京都江東区の木材流通企業と連携し、かつ建設技能者の確保が難しい今後の建設業の実態を踏まえて、具体的な建築構法を開発したものである。地球環境問題への対応、資源の有効活用の観点から「ストック活用とインフィル改修」はこれからの建築の進む道である。建築のストック活用にあたってスケルトン（構造体など）はロングライフであるべきだが、ただ建物を長く使えば良いわけではなく、インフィル改修をしながら、長く使っていくべきである。

近年、世界的には、**Long Life, Loose Fit** という言葉が見直されている。この言葉は、1971 年から 1973 年まで RIBA (Royal Institute of British Architects: 英国王立建築家協会) の会長をされた **Sir Alexander John Gordon** 氏が、1972 年に書いた文章の中で使ったもので、**Long life, Loose Fit, Low energy** と述べている。石油危機が起こる前にこれからの建築のあるべき姿として **Low energy** を提唱しており、先見性のある言葉として今日でもこの一節を引用する人が多い。イギリスは日本に比べて建築を長く使う国だが、イギリス建築界の代表者が、これからの建築は **Long Life** であるべきだと主張していた。

建築をあまりに機能主義的に、合目的的に造ると、竣工直後は最適だが、社会が変化したり家族構成が変化したりすると、その時々ニーズに **Fit** しにくくなる。そうすると住み続けるのは難しい。したがって、余裕を持たせて **Loose** に **Fit** させるのが良い。少し太っても大丈夫なように多少余裕を持たせて洋服に作ることに例えることが出来るかもしれない。変化に柔軟に対応できるようにすることが **Loose Fit** の目的である。**Long life, Loose Fit** を目指した建築は、長寿命化につながるため資源を浪費せず、環境にも配慮した **Low Energy** でサステナブルな建築になる。そのような建築の在り方を、RIBA の **Gordon** 会長は 1972 年に今後の建築のあり方として提唱したのだろう。

如何に職人の手間を減らして、コストもかけずに短い工期でインフィルを改修（リフォーム）するか。その解決策の一つは、家具あるいは家具のようなインフィルでインテリアを造って行く手法である。萌芽的な取り組みは実社会で現れており、UR 都市再生機構では、IKEYA や MUJI などの家具メーカーとのコラボレーションにより、若い人達も住みたいと思うインテリアに改修する取

り組みを行っている。インフィル改修において家具メーカーとコラボレーションすることは今後、可能性が高い。中華人民共和国の住宅の内装、設備の展示販売場では、和風の空間を販売している。内装インフィルを部屋単位のパッケージとして販売する手法は、日本のマンションのリノベーションにおいても参考に行ける。

技能工が不足する中、居住者自身が家具を組み立てるように、自分で内装インフィルの工事が出来る構法の開発は重要である。市場に一般的に流通している木材、建材などを使って、セルフビルドでインテリアを構成することが広まれば、居住者自身で住戸の新築工事、改修工事を行うことができ、技能工不足と低価格化、インテリアの個別化が同時に実現する。

居住者自身が自分の住まう家を設計することは昔から行われている。リフォームの場合、一番ニーズがわかっているのは居住者自身である。新築の時は販売しやすいように最大公約数的な設計になることが多いが、リフォームの場合は、居住者が自ら考えて造るので、自分の生活にフィットする設計にできる。居住者自身の意見を直接、反映させていくことがリノベーションの醍醐味で、それをうまく実現できるビジネスモデルを構築することが重要である。

今後、経年の進んだマンションは今後ますます増加するが、資源環境問題を考えると、リフォームをして住み続けることが不可避である。居住者の高齢化に対応するためのリフォームや在宅介護を支援するためのリフォームが求められている。工事を担う職人・技能工の絶対的な不足も抜本的な解決は望み薄であるので、これから造る建物に求められる要件として、長期的な使用に耐え、インフィル改修しやすいように設計された単純な形態の構造体（スケルトン）であることが求められる。もう一つは、居住者自身が自分で作ることが出来る、ローコストでバラエティーに富んだインフィルを供給する生産体制を構築することである。両者が実現すれば、建物は **Long Life** になり、我々の生活に **Loose** に **Fit** しつづける。太っても痩せても着続ける事ができる着物のように、いつの時代にも、**Loose** に **Fit** する建物が実現し、結果的には **Low Energy** にもなる。サステナブルであることが求められる時代にふさわしい、環境に対するインパクトも少ない建築が実現することになるだろう。

本研究を実施するにあたり、外部評価委員、学内外の共同研究者、研究室の大学院生、学部生、事務部門に多大のお力添えをいただいた。深甚なる感謝を申し上げます。