

日本の工業化住宅 (プレハブ住宅) の産業と技術の変遷

Transition of the Industrialized Housing-Prefab Housing-in Japan, its Industry and Engineering

東郷 武

Takeshi Togo

■ 要旨

第二次世界大戦後どの国も復興のために膨大な住宅建設を必要とした。工場量産住宅 (プレハブ住宅) の研究が活発になり、試行され、企業化もされるようになった。しかし、殆どの国においてこの工法が住宅の主要な工法として成功し発展するまでには至らなかった。

世界の中で日本のみがこの工法が主として低層住宅の分野で定着し、経営的にも成功してプレハブ住宅産業として大きな企業グループを形成するようになった。日本人の主要な生活様式が欧州諸国と比べると都市でも低層戸建てが中心であり、市場がアメリカのように散在してなく比較的狭い地域に集約されるという条件に恵まれていたことが基本的な要因であった。しかし、この業界や関係者がこの工法を単に量産の手法として捉えるだけでなく、性能や機能を重視する近代的な工業化住宅として推進してきたことも重要な要因である。また一般の在来工法にも、プレハブ的手法の導入や、先進的部品の共用など大きな影響を与えて、日本の住宅産業全体の質的向上に大きく寄与してきた。

第1章では、幼稚な平屋の小住宅として生まれたプレハブ住宅が、経済状況や社会制度の大きな変化の影響を受けながら成長し、企画提案型住宅や性能重視の工業化住宅として変遷しながら我が国の住宅産業のリーダー的役割を果たすようになって行く様子を産業史的視点から概観し記述した。

第2章では、我が国独特の、企業毎に異なるクローズドなシステムを、鉄骨系、コンクリート系、木質系別に紹介し、どこが異なるポイントか、何故異なるようになったかということを理解できるように説明した。

第3章では、工業化住宅の性能認定以降の性能基準やそれによる仕様の伸展を平易に説明した。

第4章では、近年の業界の共同研究の実施例や、技術開発の今日的課題を紹介した。

第5章では、工業化住宅と車の両輪の如く共存してきた住宅部品の認定制度や主要な部品の発展の様子を簡単に紹介した。

■ Abstract

With the economy boom after the Second World War, there was the need for a great quantity of housing for every country involved in the war. Mass production housing (prefabricated housing) was achieved, tested and commercialized.

However, for most countries, this method did not attain complete success and development as the primary new way of building houses. Of all the countries in the world, only in Japan has this method become the primary new method for building low-rise detached houses. Prefab housing manufacturers became commercially successful and formed a major group of industries. The primary factors for their success was the fact that the Japanese compared to Europeans tend to live in low rise, detached houses, even in the metropolitan areas. The market in Japan is also blessed with a comparatively concentrated geography, contrary to being wide dispersed, as is the case in the USA. However, those involved in the prefab field did not simply view this method as only system for industrialized mass production method. A critical reason of their success is also the fact they have viewed this method as the system that values performance and quality.

The prefab systems have also played a major influence in the new way of living and the high performance for living to the Japanese traditional housing industry by sharing advanced, modern industrialized components. These influences have raised the overall quality of the Japanese housing industry.

Chapter 1 takes a historical look at the birth of prefab housing as a rather simple, small single-storied housing, its growth as a result of major changes in economic and social conditions, and its eventual role as a leader in the Japanese housing industry as it undergoes transition to the industry that values high performance.

In Chapter 2, we examine Japan's distinct, closed systems that belong to different companies by their construction materials : steel-based, concrete-based, and wood-based. We explain the points where the systems differ from, and how these differences came about.

Chapter 3 explains the performance standards of an industrialized house after the certification and the extension of specifications based on these standards.

In Chapter 4, we introduce examples of recent collaborative research by the industry and the challenges being tackled by R&D today

In Chapter 5, we provide a simple introduction to the certification of housing components, which co-exist with industrialized housing like the wheels in a car. We also describe how specifications of major components develop.

■ Profile

東郷 武

Takeshi Togo

国立科学博物館産業技術史資料情報センター 主任調査員

昭和35年	京都大学工学部建築学科卒業
	文部省入省 文部技官
昭和36年	大和ハウス工業㈱入社
昭和42年	工学博士(大阪大学)
昭和47年	大和ハウス工業㈱取締役技術担当
平成4年	副社長 技術本部長
平成11年	社長
平成14年	会長、研究所所長等を経て退任
平成16年	顧問 現在に至る

■ Contents

まえがき	231
1. 産業の変遷	233
2. 構法	256
3. プレハブ住宅の性能基準の変遷	278
4. 近年の技術開発	301
5. 住宅部品産業の技術開発と発展	310
あとがき	313

まえがき

●標題の名称について

「プレハブ」という言葉は我が国では昭和30年(1955)頃から、低層の組み立て式住宅、仮設の校舎・事務所、プレキャストコンクリートによる中層の共同住宅などの総称として漠然と使われてきた。予め工場で作成し、それを現場で組み立てるという意味の「prefabrication」の略である^{註1)}。

昭和38年(1963)1月に「プレハブ建築協会」が設立された。内部の組織の曲折はあるが、大きくは住宅部会(低層住宅)、中高層部会(中高層のコンクリート系集合住宅)、規格建築部会(仮設住宅、仮設校舎等)を包含する協会であって、社会にこの言葉がいつそう定着するようになった。しかし、「プレハブ住宅」という言葉は俗称であって、公には「工場生産住宅」とか、住宅金融公庫の融資区分の「不燃組み立て住宅」と呼ばれていた。昭和48年(1973)に建設省が施行したプレハブ住宅の性能認定制度には「工業化住宅性能認定制度」という名称が使われている。ここには単にシェルターとしての箱の作り方に特色のある住宅ではなく、製造技術は元より、住まいとしての快適性を求める高度な工業技術を用いた住宅という意味を強調したいこと、また、アメリカと同様仮設的イメージを払拭したいことから生まれた呼称である。建築学会や住宅業界でもその後「工業化住宅」が一般的に使われるようになった。然し、「プレハブ建築協会」は従来の名称をそのまま継続しているし、俗称としての「プレハブ住宅」も社会でよく使われているので、ここでは両方の名称を使用している。性能に関する記述の場合は主として「工業化住宅」という呼称を使用している。

また、工業化住宅はコンクリート系の中高層集合住宅には一般的に使われていない。この稿では3階建以下の低層の工業化住宅を対象とする。

●プレハブ住宅と「技術の系統化研究」について

建築物は建設場所の天候、現地で採用される作業者の技量などに左右され、一般の工業製品と比べて品質管理と工程管理が極めて難しい。当然部材を工場生産し、現場の作業を少なくしようとする努力は昔から行われてきた。数種類のサイズのレンガを大量生産し、殆どこれだけで建築を作るのは原初的なプレハブである。この工法は適応範囲が広く大規模な教会など多様な形態の建築も可能であるが、現場の作業量はかなり

多く、現場の天候などにも影響されやすい。一方、蒙古のパオやアメリカのモビルホームなどは究極のプレハブで現場作業は極めて少ないが、一つのシステムで多様な建築はできない。この両極の間に多種多様なプレハブがある。

地域や時代によって使用される材料も多種多様である。日本のプレハブも木質系、コンクリート系、鉄骨系など様々なプレハブがある。このように「プレハブ」は非常に広い概念であり、ある技術が生まれて進化・進展して行く通常の技術とは非常にかけ離れている。また、「住宅」ということになると、単に箱ではなく住まいとしての機能、快適性や文化的なソフトが極めて重要である。しかも住宅産業とその技術は社会と経済の推移に大きな影響を受けてきたのでそれを外しては語れない。国立科学博物館の産業技術史資料情報センターのこのシリーズは「技術の系統化研究」でありこの稿にもそれが期待されているのであるが、他のテーマと比べると系統化という筋書きが甚だ困難なテーマである。

しかし、日本のプレハブ住宅産業は、第二次大戦後に産声をあげてから、低層住宅の工場生産住宅として経営的に成功した世界の中で唯一の例であり、年間建設戸数20万戸に近く、約4兆円の産業にまで成長し、住宅産業全般のリーダー的役割を果たしてきた。その足跡をその技術の紹介とともに「技術の系統化研究」の中のテーマとして取り上げられたことはやや異色ながら大変有意義なことと考えている。

●関連資料と本稿の特色

過去この分野に関する優れた著書や論文が多数発表され出版されている。その中で特に重要で、この稿にも頻りに引用させてもらった文献を次に示す。

「プレハブ建築協会二十年史」^{註2)}

「プレハブ建築協会40年史」^{註3)}

「構法計画パンフレット5 工業化戸建住宅・資料」^{註4)}

「工業化住宅・考」^{註5)}

これらの文献を見れば、わが国のプレハブ住宅の産業史的側面と、各社の構・工法^{註6)}的側面が客観的に整理されていてよく理解できる。紙数に制限のある本稿以上に詳細な記述がなされている。

しかし、時代の流れの中でプレハブ住宅企業の内部

からの視点で見たものは少ない。ここでは、長年この産業に直接従事してきた者の視点を出来るだけ意識して書くことで特色を持たせようとした。従って、かなり主観的な面があることをご容赦いただきたい。

戦後 60 年を過ぎ、ここまでプレハブ住宅産業を育ててきた沢山の先人達の注がれてきたエネルギーは膨大なもので、僅か数十頁のこの小冊子に纏めることは勿論不可能である。本稿は時代の節目節目の出来事とその影響をかいつまんで簡単に記述したに過ぎないが、この小論の中に、世界でも独特のこの産業技術が、極く一部としてでも記録として残り、読者に少しでも興味をもたれたら望外の幸せである。各章末および巻末に記した参考文献を更に読んでいただけることを希望する。

【註】

註 1) 須田誠二(建設省建築研究所)が『住宅生産の「新工法」の名称とその概念について』(日本建築学会 建築雑誌 1948 年 12 月)で用語を考察し、「工場生産住宅」・「組み立て家屋」・「量産住宅」の概念の曖昧さを補うものとして「プレファブ」が用いられるようになったこと、そして意味するところは、部材のプレカットのようなことを指すのではなく、家としてのセクションまたはパネルを精密加工して生産される住宅を指すとしている。

また、アメリカでは戦時の応急住宅にこの語がよく使われたので、そのイメージを嫌って「Industrialized House」と書く場合があるなどのことも紹介されている。

註 2) 「プレハブ建築協会二十年史」(株)プレハブ建築協会 1983. 4) の中に寄稿文として、東京大学内田祥哉教授の「わが国のプレハブ建築」があり、内外のプレハブ建築工法の紹介、我が国のプレハブ住宅工法の成立過程などが分かり易くまとめられていて、プレハブ工法と在来工法の融合の期待が述べられている。

註 3) 「プレハブ建築協会 40 年史」(株)プレハブ建築協会 2003. 1) の中に京都大学巽和夫教授の「プレハブ住宅産業の成立と発展」という寄稿文があり、住宅産業として成長する過程が概括されている。企業規模が大きくなり、研究開発力もつき、住宅のリーディング産業となったこの業界に共同開発研究による社会貢献の期待が述べられている。

註 4) 日本建築学会編, 「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット 5」, (株)彰国社, 1983. 11 比較的初期の戸建てのプレハブ住宅の構法がよく纏められている。

註 5) 松村秀一 監修, 「工業化住宅・考」, (株)学芸出版社, 1987. 4

工業化住宅企業のクローズドな構法が体系的に整理されていて、その供給の仕組みについてもよく纏められている。

註 6) 建築大辞典, 第二版, (株)彰国社, 1993. 6

「構法」: building construction 建築の実体の構成方法。

「工法」: construction method 建物の組立て方、造り方、施工の方法を意味する。広義には構法を含む。

1 | 産業の変遷

1.1 第二次大戦までのプレハブ建築思想

1.1.1 海外の影響

プレハブ建築の概念は昔からあらゆる所であったが、建築家が工法として強く意識するのは、近代に入り、鉄とガラスが建材として大量使用が可能になってからである。1851年のロンドン万博で造園技師のJ. パクストン氏が設計し、4カ月で完成した巨大なクリスタルパレス¹⁾が大きな影響を与えたとされている。その後万博毎にこのような工法が話題となり世界の建築の近代化に影響を与えて行く。

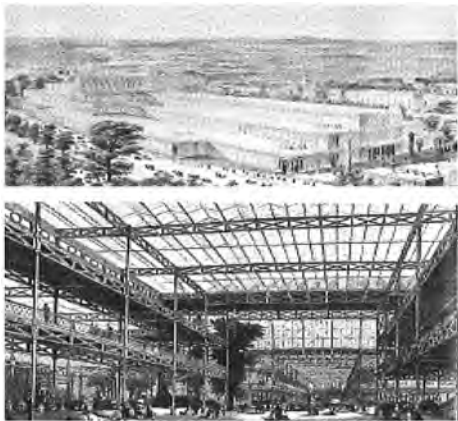


図 1.1 クリスタルパレス (1851年)^{*1}

第一次世界大戦後のドイツでは、復興のための住宅建築に新しい試みが多くなされている。造形教育機関として有名なワイマール国立バウハウス (1919年設立)の校長でもあった著名建築家のW. グロピウス氏が1927年にヴァイセンホフ住宅展に展示した鉄骨枠パネルによる「乾式組み立て住宅 (Trocken Montagebau/ トロッケン・モンタージュ・バウ)」は日本にも紹介されその後のわが国の乾式工法の研究に大きな影響を与えた^{2,3)}。現在の鉄骨系プレハブ住宅の原型の開発者もこれに影響をうけている。



詳細図：鉄骨の柱の間にコルクボードを入れ、外側に石綿スレート、中央にコルクの断熱材、内側に石膏版をボルトで固定してあった。この鉄骨を在来木造の柱に置き換えたのが、土浦亀城らが設計した日本の乾式住宅になる。

図 1.2 トロッケン・モンタージュ・バウ^{*2}とそのパネル断面

1.1.2 戦前の我が国のプレハブ住宅の動向

前述のグロピウスの影響やアメリカの工業化建築などの影響により、我が国にも建築生産の近代化が強く意識されるようになってきた。市浦健氏の評論「建築生産の合理化」^{*3}では、住居建築の経済的規模の大きさから考えて、その合理化、工業化が重要で建築家をもっと参加すべきことが主張されている。トロッケン・モンタージュ・バウへの関心も大きく、乾式工法のディテールの研究も発表されている³⁾。研究者自らの設計した住宅の実施例も発表されている。⁴⁾

庶民住宅としては住宅営団が木造の「パネル式組み立て住宅」⁵⁾を開発し試作をおこなっている (図 1. 3)。これは戦後の住宅営団の木造組立て住宅へと引き継がれてゆく。

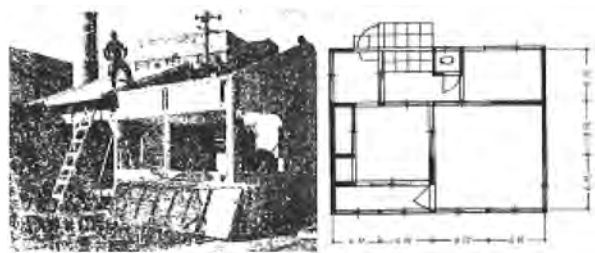


図 1.3 住宅営団の試作住宅 (1942年)^{*4,*5}

もう一つの流れとしては、我が国の建築の不燃化を訴え、そのことに生涯を捧げた田邊平學氏の組み立て式鉄筋コンクリートの研究がある⁶⁾。これらの研究も戦時中に中断するが、戦後のプレキャストコンクリート住宅に繋がって行く。

1.2 第二次大戦後の復興期 (昭和 20 年～ 35 年頃) (1945～1960)

1.2.1 昭和 20 年代の苦闘

日本の住宅のストックは第二次世界大戦によって、特に都市部は壊滅的打撃を受けた。人々は、応急バラックや狭い木賃アパートや焼け残った住宅に分住することを余儀なくされた。戦後の復員者や昭和 20 年代のベビーブームによる人口の増加や農村から都市部への人口の流入が都市の住生活を惨めなものにした。戦後の民生の安定と国民生活の復興のためには住宅数の確保が何よりも喫緊の課題であった。

政府は復興院を中心に建設計画⁷⁾を推進し、自治体は公営住宅の建設を急いだ。然し日本の経済の復興は昭和 20 年代中ごろまでは浮上せず、資金も建設資材

も不足で遅々として進まなかった。

昭和 25 年（1950）に勃発した朝鮮戦争の所謂特需によって日本の工業はやっと息を吹き返し、鉄、セメントその他の建設資材の供給も行われるようになり徐々に状況は改善されてくるがそれまでの建設関係者の苦闘は大変なものであった。

戦前からの延長としての住宅営団の応急住宅の研究と建設がはじまり⁸⁾、民間の木造組み立て住宅も試行された（図 1. 4）。



図 1.4 松下造船の木工機械を利用して松下幸之助氏が建てたとされる大阪阪急梅田駅前の住宅（昭和 20 年）⁶⁾

旧軍需工場の木工機械を使った組み立て式住宅がその始まりであり、造船会社、航空機会社、建設会社などが木造の工場生産住宅に参入してくる。有名な建築家の前川國男氏の「プレモス」(図 1. 5)⁹⁾などへ繋がって行くが、何れも企業として成功せず消えて行った。



図 1.5 プレモス⁷⁾

組み立て鉄筋コンクリート家屋の量産化の研究¹⁰⁾や民間のベンチャー企業（例として、「組立耐火建築株式会社」など）¹¹⁾の苦闘もあった。また、まだ軽量型鋼のない時代に、薄鋼板を曲げ加工してこれを構造とする「金属組み立て住宅」の研究もなされている¹²⁾。しかし、資金、資材が乏しく、技術的にも幼稚であって何れも成功には至らなかった。建築学の泰斗の岸田日出刀氏（東京大学教授、日本建築学会会長）が「組み立て住宅の発展を望むが自分が今の組み立て住宅を註文はしないだろう」という随想¹³⁾が建築社会一般

の気分をよく表している。工業化住宅がこの評価のレベルを脱して一定の社会的評価を得るまでにこれから 20 年以上の歳月を要するのである。

1.2.2 軌道に乗り始めた昭和 30 年代

戦後 10 年を経てやっと経済も上昇を始め、ベビーブームもあって住宅需要はうなぎ上りになってくる。

戦後の約 25 年間の住宅建設着工戸数の推移を図 1. 6 に示す。

このような旺盛な住宅需要に対して、当然住宅を量産化しようという動きが更に活発になってくる。国としては住宅営団（昭和 30 年（1955）より住宅公団になる）、自治体は住宅供給公社を設立して、主として鉄筋コンクリート造の中層賃貸住宅を供給した。昭和 25 年（1950）に住宅金融公庫が設立され、民間の個人が持ち家を持つとする場合に建設資金の貸付をおこなうようになった。昭和 30 年（1955）に住宅建設 10 ヶ年計画¹⁴⁾（計画 25 万戸）が発表されている。

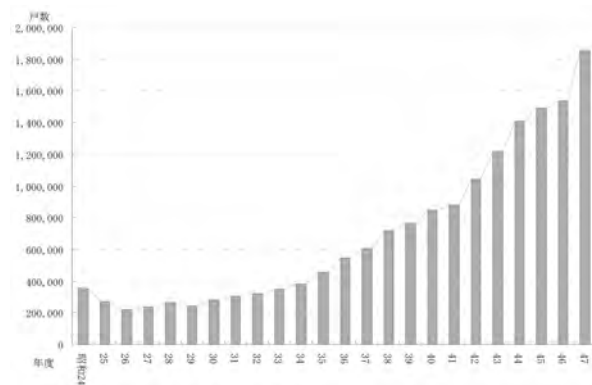


図 1.6 戦後 25 年間の住宅建設戸数
出典：国土交通省「建築統計年報」各年

昭和 30 年代の中ごろになると、セメント、鉄鋼などの重化学工業の回復によって建設資材が順調に供給されるようになり、都市の不燃化の要求もあってこれらを使つてのプレハブ工法が試行されるようになる。いち早く薄肉リブ付きのコンクリートパネルで戸建てや連棟式住宅を主として社宅として開発されたのがトヨタ自動車の子会社の豊田コンクリートのトヨライトハウスであった（図 1. 7）。これも一般の市場に登場するには至らなかったが、技術としては後のコンクリートプレハブに繋がって行く（トヨタの創業者の豊田喜一郎氏は国の復興の為に不燃住宅の開発を目指したと言われている。時代を経て現在の鉄骨系のトヨタホームにまで繋がっている）。



図 1.7 トヨライト A 型^{*8}

復興の重要課題の一つは公共住宅を大量に早く供給することであったから、建設省を中心に官公庁の建築技術者が総力を挙げてプレハブ化の努力を始めた。まず量産公営住宅として、コンクリートパネルによる量産化に成功し、かなりの実績をあげ（図 1. 8）、後の民間の低層コンクリートプレハブ住宅や中高層集合住宅にも引き継がれた。



図 1.8 量産公営住宅^{*9}

また、昭和 30 年代に入って、軽量鉄骨協会により軽量形鋼による連棟の公営住宅（図 1. 9）の試作なども行われたが公営住宅としての実績は少なかった。軽量鉄骨協会の目的とする軽量形鋼の普及努力は後に民間の鉄鋼系のプレハブ住宅の開花に貢献することになった¹⁵⁾。



図 1.9 軽量鉄骨による公営住宅（名古屋市営住宅）^{*10}

1.2.3 民間プレハブ住宅企業の誕生と成功

我が国で最初にプレハブ建築として純粋に民間から生まれて経営的に成功したのは昭和 30 年（1955）に誕生した大和ハウス工業（株）のパイプハウスである（図 1. 10）。

これは細径のスチールパイプ（22. 7mm Φ～27.

3mm Φ）の柱とトラスを現在の仮設足場に使うような特殊金具で組み立てる特許工法で、外壁に波型鉄板、屋根に波型スレートを葺き、主として当時の国鉄や専売公社の倉庫に採用されていたが、壁に木製サッシをいれ、ハードボードで内装を施して仮設住宅としても用いられ、ダムサイトの宿舎や炭鉱離職者用応急住宅、仮設校舎としても使用された。

このパイプハウスは建築物としては簡易なものであったが、建築は現場で一品施工が当たり前という概念を破り、不動産ではなく物品としての資産計上も可能な商品として民間市場で成功した記念すべき工法といえる。この考え方が後のミゼットハウスにひいてはプレハブ住宅に繋がって行く。



図 1.10 パイプハウスの外観（上）と部品展開（下）^{*8}
（大和ハウス工業、昭和 30 年）

余談ではあるが、このパイプハウスは昭和 30 年代後半になると、本格的な鋼管構造建築として工場建築や大スパン建築に発展して行く。そして他の鉄骨構造よりも鋼材量が少ないので、鋼材が高価で人件費の安い時代の高度成長期の中小企業の設備投資に大きな貢献をすることになる（図 1. 11）。



図 1.11 初期の本格鋼管構造建築
出典：大和ハウス工業二十年史

このパイプハウスは仮設であって、住宅用として登場したのが昭和 34 年（1959）に発売された大和ハウス工業のミゼットハウスであった。主に勉強部屋などの離れとして建築確認申請が不要の 10 m² 以内の平屋とし、価格を坪当たり 4 万円以下とし、3 時間ぐらいで組み立てられることを課題として大和ハウス工業の創業者の石橋信夫が吉村義治に命じて作らせたものであった。量産でコスト的に安く百貨店などでも販売されるという従来の建築にはない発想によるもので爆発的に当時の社会に受け入れられた。

これは昭和 30 年代に入って生まれた薄鋼板をロール成型して作った軽量形鋼の登場によって始めて可能になったものであるが C 型鋼を 2 本背中合わせに綴じて柱にし、その溝を利用してオイルテンパー処理されたハードボードを貼った木棧パネルを落とし込んで壁とし、屋根にはカラー鉄板を貼った木棧パネルを同じように使ったものである（図 1. 12）。



図 1.12 ミゼットハウス外観（左）と部品（右）^{*8}
（大和ハウス工業、昭和 34 年）

このミゼットハウスは本格的住宅ではないが、組み立て式住宅が商業的に成功し得るということを実証した意味で大きなインパクトを産業界に与えた。これからキッチンやトイレ・バスを備えたスーパーミゼットハウスが生まれ、もっと本格的な住宅へと発展して行く（図 1. 13）。



図 1.13 スーパーミゼットハウス^{*8}
（大和ハウス工業、昭和 35 年）

1.3 高度経済成長期 （昭和 35 年～ 48 年頃）（1960～1973）

1.3.1 パイオニアとなる企業の参画

ミゼットハウスの成功などの刺激もあって、民間の低層プレハブ住宅へチャレンジする企業が生まれてくる。昭和 35 年（1960）には積水化学工業の建材事業本部が田鍋健専務（同年 8 月に設立された積水ハウス産業の 2 代目社長で積水ハウス発展の礎を造る）を中心にハウス事業部を立ち上げ、鉄とアルミとプラスチックを一部に使用したセクスイハウス A 型（図 1. 14）を開発する。昭和 36 年（1961）には軽量鉄骨による平屋の松下 1 号（松下電工製で後にナショナル住宅産業、現パナホームに引き継がれる、図 1. 15）が発表されている。相次いでミサワホームの木質系の試作（図 1. 16）が発表されている。大和ハウスの A 型（図 1. 17）、積水ハウスのセクスイハウス B 型（図 1. 18）など次々と発表され、後の本格的プレハブ住宅の原型が産声をあげた。



図 1.14 セクスイハウス A 型（昭和 35 年）^{*8}



図 1.15 松下 1 号型 (昭和 36 年) *8



図 1.19 ミサワホームフリーサイズ (昭和 38 年) *8



図 1.16 ミサワホーム第 1 号試作住宅 (昭和 36 年) *8



図 1.20 セキスイハウス 2 B 型 (昭和 39 年) *8



図 1.17 ダイワハウス A 型 (昭和 37 年) *8



図 1.21 ナショナル住宅 R2N 型 (昭和 40 年) *8



図 1.18 セキスイハウス B 型 (昭和 38 年) *8



図 1.22 ダイワハウス春日 (昭和 42 年) *8

最初はこのような平屋が主体であったが、次に示すような従来の木造家屋の 2 階建に近い外観のプレハブ住宅が次々と開発され、持家として十分購入意欲をそそる物に育って行く (図 1. 19-22)。

「木質パネル接着工法」を開発した三澤千代治氏が三澤木材(株)の中にプレハブ住宅部を作り、昭和 38 年 (1963) に中型パネルによる 2 階建てを発表し、昭和 42 年 (1967) にはミサワホーム(株)として独立している。これ以降永大産業などの木質系プレハブ住宅メーカーが追随してくる (企業名はいずれも当時、以下同)。

1.3.2 プレハブ住宅産業への多くの企業の参入とプレハブ建築協会の発足

昭和 35 年 (1960) の池田内閣の所得倍増計画などにより、我が国は GDP 成長が年率 10% を超える経済成長期を迎える。住宅投資も順調で GDP とそれに対する住宅投資の比の推移を示すと図 1. 23 の通りであ

る。建設投資の内3分の1が住宅建設投資であり、昭和34年からオイルショックによる経済停滞が始まる昭和48年頃までは住宅業界も所謂疾風怒涛の時代であった。

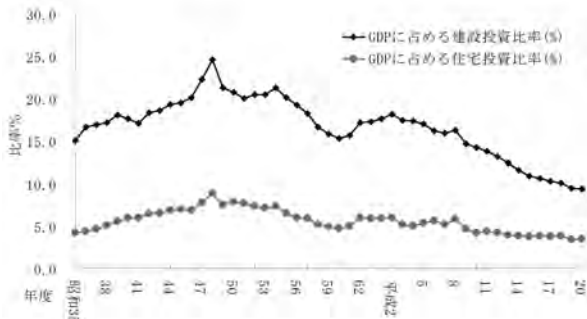


図 1.23 GDP に占める建設・住宅投資比率の推移

出典：(財)建築物価調査会資料 (平成 20 年 6 月)

「注」 GDP と建設投資はいずれも名目数値

GDP に占める住宅投資は 5% を超え 10% に近い水準 (昭和 47 年) にまで伸長する巨大な市場を見て、昭和 30 年代の末ごろから、先発メーカー以外にも戸建住宅を工場生産化し、プレハブ住宅産業として参入したいという企業が大量に生まれてくる。

また、学界や官界から我が国の住宅生産システムの後進性が指摘され近代産業として工業化すべきという議論が湧いてくる^{16, 17)}。これまでは官公庁建築技術者、一部の建築学者、民間の住宅に携わる建築技術者が中心の関心事から、あらゆる部門に関心を広げ、化学、電機、製鉄、機械、材木業、大手ゼネコンなど住宅関連以外の業種から住宅への参入を呼ぶことになる。ここに沢山のプレハブ住宅メーカーと大量の住宅開発技術者の誕生を迎えることになる。

鉄骨系 (大和ハウス工業、積水ハウス、ナショナル住宅 (現パナホーム)、NK ホーム、八幡エコンスチール、東芝住宅、クボタハウス (現三洋ホームズ)、等) のみならず、木質系 (ミサワホーム、永大産業、小堀住研 (現エス・バイ・エル)、大林ハウジング、等) やコンクリート系 (大成建設、レスコハウス、ウベハウス、国土開発、大栄住宅等) が続々と名乗りをあげてくる。

その他少し遅れて、角パイプを柱とする軸組みに軽量気泡コンクリートパネル (ALC) など外壁とする構法 (旭化成) や角型鋼管を柱に軽量型鋼を梁にしたラーメンボックスを骨組みとするユニット住宅 (積水ハウスの元親企業の積水化学のセキスイハイム) など多種多様なプレハブ住宅が出現する。

昭和 36 年 (1961) には建設省指導のもとに「プレ

ハブ建築懇談会」、昭和 37 年 (1962) に「建築生産近代化促進協議会」が設立されるが、昭和 38 年 (1963) 1 月には両者が 1 つにまとまって、「(社団法人) プレハブ建築協会」が設立された。この頃のプレハブ住宅普及の熱意と期待は官民ともに極めて大きなものであった。当時参加者は正会員 37 社、建材メーカーなどの賛助会員 27 社であったが、平成 21 年 (2009) 現在には正会員 42 社、準正会員 43 社、賛助会員 98 社になっている。

わが国の戦後の住宅建設戸数とその中のプレハブ住宅の建設戸数の推移を次頁の図 1. 24 に示す。

第二次大戦後復興期 (1945-1960年頃)
 高度経済成長期 (1960-1973年頃)
 オイルショックに始まる景気の回復とバブル経済期の停滞期 (1974-1985年頃)
 バブル経済の崩壊と失われた十年 (1991-2002年頃)
 緩やかな経済回復期と突然の世界同時不況 (2002-2008年頃)

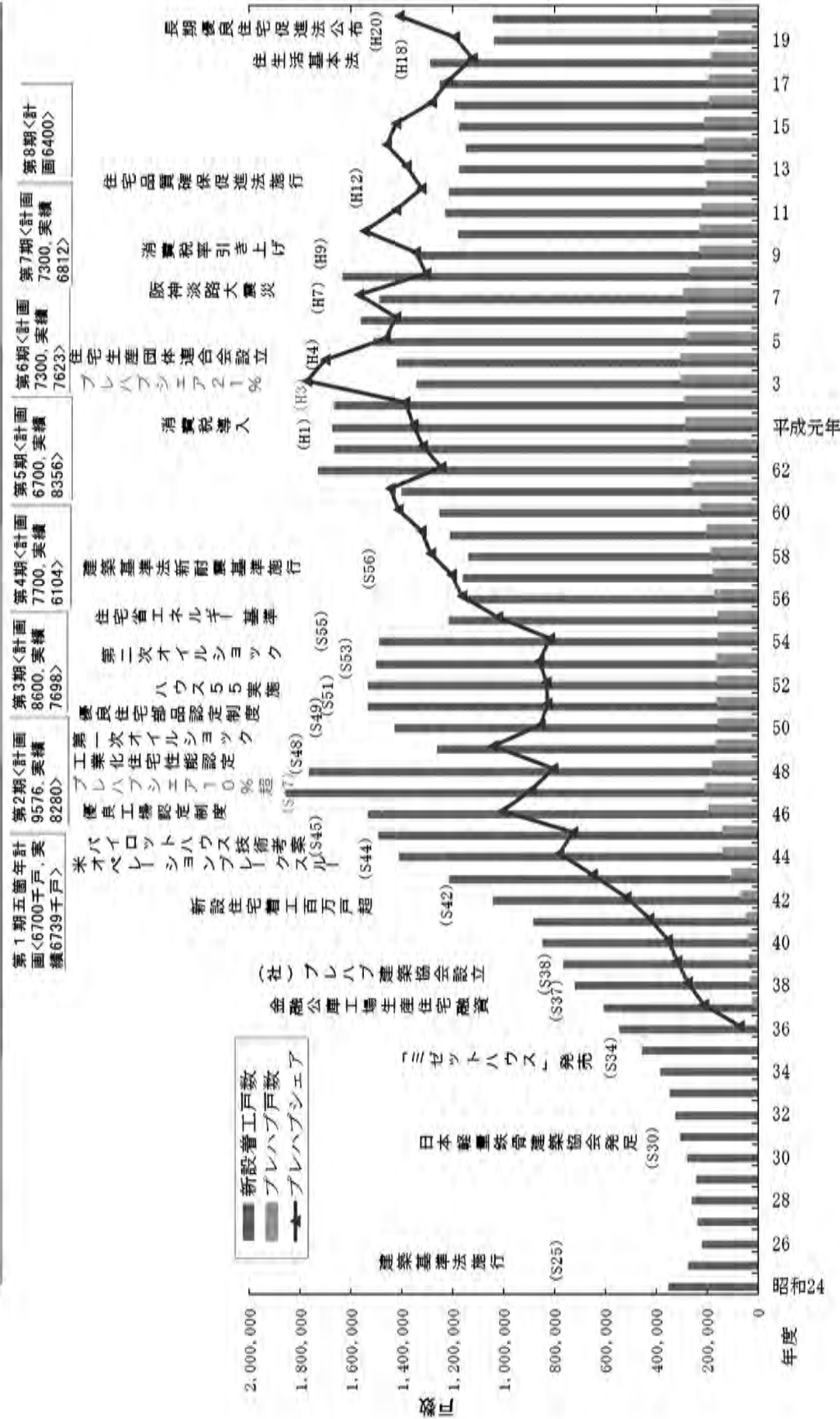


図 1.24 工法別新設住宅着工数とプレハブ住宅シェアの推移
 出典：国土交通省「住宅着工統計」、(株)プレハブ建築協会資料

1.3.3 国の施策

(1) パイロットハウス提案競技

この頃は諸外国でも住宅の工業化への期待が大きくいろいろな試みがなされているが¹⁸⁾、ヨーロッパではコンクリートによる集合住宅が中心で、日本ほど民間ベースの戸建プレハブ住宅産業は興らなかった。

アメリカは低層戸建てとタウンハウスが盛んで、1969年住宅局(HUD)がOperation Breakthrough¹⁹⁾(図1.25)という野心的な提案競技を実施した。住宅団地の街作りの提案と、プレハブ住宅工法の提案の二つであった。

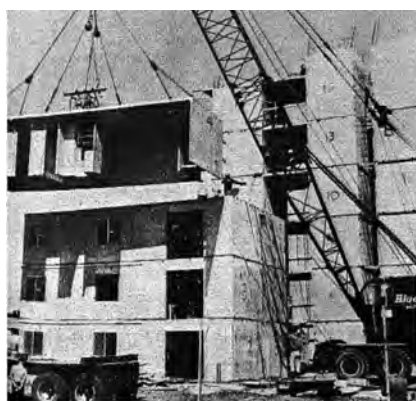


図 1.25 Operation Breakthrough の一例^{*11}

我が国の関係者も関心を持ち、刺激を受けたが、アメリカ国内では企業化には成功しなかった。広大な国土で散在する住宅需要の条件では住宅を工場生産するメリットが日本ほど無かったからである。然し、不動産の定義に入らないモバイル・ホーム(mobile home)が定着している。

このアメリカのOperation Breakthroughに刺激されて我が国でも昭和45年(1970)に建設省が「パイロットハウス提案競技」を実施した²⁰⁾。112社から合



ナショナル住宅パイロットハウスW型(左)
ダイワハウス DAIOS'70(右)
図 1.26 当選作の戸建ての例

計145件の応募があり、選出された技術考案は17件(16社)で、戸建住宅部門の入選作は7つあった(図1.26)。提案そのまま商品化されたものは一部であったがその後の各社の技術開発に大きな刺激を与えた。

(2) 住宅金融公庫の拡充

住宅建設資金については、住宅金融公庫が大きな役割を果たし、設立当初は資金量が少なく抽選漏れの多い住宅金融公庫であったが、財政投融资からの資金の増大により次第に貸出資金が潤沢になり、民間の自力建設に大きな支援を与えることになる。それと共に、標準建設仕様書、特殊な融資枠の設定等により、わが国の住宅のレベルアップと、国の政策の方向への誘導機能を持つようになる。

不燃組み立て住宅への割増融資の制度もその一つで、プレハブ住宅産業の成長の大きな支援の一つであった(表1.1)。住宅金融公庫は平成21年(2009)より財政投融资からの原資から離れ、抵当証券などからの自己調達資金を原資とすることになり改組して独立行政法人住宅金融支援機構に変わることになったが、それまでに単に金融だけでなく、国の住宅政策の推進や住宅の質の向上等いろいろな面で住宅産業に大きな影響を与えてきた。

表 1.1 プレハブ住宅に係る住宅金融公庫の変遷

年度	変遷	承認実績等				合計
		承認区分	木造	簡易耐火構造*	耐火構造	
25	住宅金融公庫設立					
30	日本住宅公団設立、住宅建設10ヵ年計画（鳩山内閣）					
35	住宅建設5箇年計画発表、所得倍増計画（池田内閣）					
37	不燃組立構造の住宅認定制度創設 →不燃組立構造の住宅の標準建設費を設定			8社9タイプ		8社9タイプ
39	工場生産住宅承認制度創設 →公庫内に、工場生産住宅審査委員会を設置					
40	住宅供給公社法制定、公団PC工法建設開始、H型超高層ビルの建設		5社6タイプ	不燃 9社19タイプ イ簡耐 8社8タイプ ロ簡耐 4社8タイプ	9社9タイプ	23社50タイプ
44	BCJ内に構造審査会・量産住宅委員会が設置されたことに伴い、公庫の工場生産住宅審査委員会を廃止。 工場生産住宅の承認を受けるためには、BCJの量産住宅設計生産評定報告書写しを公庫に提出することとされた。					
45	第一期住宅建設5箇年計画（S41～45）公庫分完全達成 公庫融資に占めるプレハブ住宅の割合11.6%		7社9タイプ	不燃 10社19タイプ イ簡耐 7社8タイプ ロ簡耐 4社7タイプ	12社14タイプ	29社57タイプ
48	工業化住宅性能認定制度発足（建設省）					
50	建設省総合技術開発プロジェクト「小規模住宅の新施工法の開発」 →「不燃構造の住宅」を定義（標準建設費単価を設定） （不燃組立構造は不燃構造、組立木造は木造の区分に）	大臣 公庫	4社4タイプ 6社9タイプ	12社12タイプ 不燃 7社10タイプ 簡耐 7社7タイプ	5社5タイプ 28社34タイプ	21社21タイプ 40社60タイプ
52	「不燃構造の住宅」の定義改正（一定の耐火性能を有する木造を追加） →木質系パネルの不燃構造の共通計画概要書作成					
53	住宅改良に関する断熱構造基準制定					
54	共同住宅遮音構造基準制定					
55	「簡易耐火構造に準ずる構造の住宅」創設	大臣 公庫	4社8タイプ 3社3タイプ	14社34タイプ 不燃 9社10タイプ 簡耐 1社1タイプ	12社19タイプ 12社14タイプ	27社61タイプ 23社28タイプ
57	「省令簡易耐火構造」を追加（公庫法改正） →木質系・鉄鋼系 共通計画概要書・ディテールシート作成					
60	高規格住宅割増融資制度創設	大臣 公庫	12社33タイプ 4社7タイプ	13社40タイプ 10社18タイプ	11社19タイプ なし	25社107タイプ 10社25タイプ
62	工業化住宅性能認定事業への以降（建設省→BCJ）					
2	土地関連融資に係る「総量規制」（大蔵省）、株価暴落	BCJ 公庫	4社9タイプ 1社1タイプ	11社43タイプ 4社4タイプ	11社22タイプ なし	24社74タイプ 4社5タイプ
4	「準耐火構造の住宅」創設（省令簡易耐火構造を廃止）					
7	「特殊法人整理合理化」（閣議決定）	BCJ 公庫	4社9タイプ 3社5タイプ	10社43タイプ 6社7タイプ	9社20タイプ なし	20社73タイプ 8社12タイプ
9	「基準金利適用住宅」創設					
12	「住宅性能表示制度」創設 設計登録住宅制度創設		17社46タイプ	19社62タイプ	15社29タイプ	19社64タイプ
17	住生活基本法国会審議		14社25タイプ	16社24タイプ	11社15タイプ	16社32タイプ
18	住生活基本法公布・施行					
19	住宅金融支援機構設立（住宅金融公庫廃止）					

注：平成4年以降は、準耐火構造と読み替える

1.3.4 民間企業の様々な取り組み

昭和30年代後半から40年代前半は、プレハブ住宅企業にとっては追い風ではあったが当然投資に見合う需要の開拓、経営基盤の確立のために様々な経営努力がなされた。その幾つかを挙げておきたい。

(1) 民間住宅ローンの創設

これまで銀行は産業向きには貸出しするが個人ローンには関心が薄かった。しかし住宅金融公庫だけでは十分でなく、どうしても銀行融資を引き出す必要があった。そこで、土地建物の抵当を見返りに、プレハブ住宅企業自らが保証するプレハブ住宅ローン制度を銀行と共に開拓した。現在は保証会社が保証するので住宅企業が保証するリスクはなくなったがこの頃としては画期的な制度であった。この民間住宅資金の融資制度によって我が国の民間自力住宅建設が、即ちプレハブ住宅の普及が大きく進むことになる。

(2) 宅地開発への取り組み

アメリカではホームビルダーが土地を確保し建売形式で住宅団地を形成して行くのが大半で、土地建物が常に一体であるが、我が国では先ず土地を手当てし、建物資金が貯まると住宅を建てるのがほぼ一般的であった。土地の供給者は住宅公団、電鉄会社などの大手ディベロッパー、地方の供給公社などであるが、プレハブ住宅企業自らも大規模住宅団地の開発やディベロッパーとの提携を図るようになる（図1.27）。



図 1.27 初期大規模住宅団地羽曳野ネオポリス^{*}
(大和ハウス工業、昭和37年)

(3) 販売組織の整備

住宅は商品としては極めて複雑で、特に注文住宅の場合は建売よりも複雑でその専門知識が問われる。優秀な販売員の養成と販売組織をどうするかが大きな課題になる。プレハブ住宅は工場の設備投資に見合う需要を獲得する必要性から、広範な市場をカバーする必要が生じ、殆どの企業が全国的な販売網を目指すようになる。企業の生い立ちや考え方によって直売方式、代理店方式（プレハブ企業が部材を代理店に供給し、代理店が設計施工等をする方式）。特約店方式（販売の専門会社に販売を委託）およびこれらを併用する販売組織がとられた。

そしてプレハブ住宅企業以外の工務店も一緒になって総合住宅展示場が販売の中心的形式になってくる。一部はプレハブ建築協会自らが、展示場を展開するケースも生まれた。このような全国的に広がった住宅展示場は一般工務店や一般庶民の住宅の意識向上に大きな影響を与えた。

(4) プレハブ住宅産業従事者の教育

住宅という人間生活に非常に重要な商品を扱う販売員や現場技術者のレベルアップは各企業にとって極めて重要な課題であった。プレハブ建築協会自ら、「プレハブ建築技術者認定制度」を設けて、販売員の資質の向上に努力した（図 1. 28）。

その結果、昭和 47 年（1972）の制度発足以来平成元年（1989）までの 17 年間で合計 42,786 名（工場生産 3,093 名、営業 18,732、建築施工 20,961 名）の「プレハブ建築技術者」が誕生した。

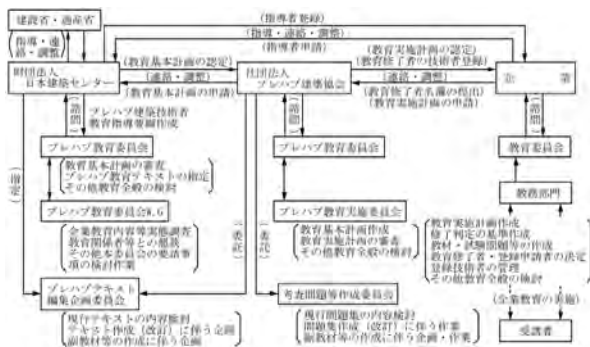


図 1.28 プレハブ建築技術者教育の体系
 出典：日本建築センター「プレハブ技術者教育テキスト」

1.4 オイルショックに始まる需要の停滞期 (昭和 49～60 年頃) (1974～1985)

1.4.1 プレハブ住宅産業からの多くの企業の撤退

昭和 47 年度（1972）に 185 万戸の着工戸数を達成

した我が国の住宅建設も昭和 48 年（1973）秋からの突然のオイルショックによる経済危機によって急ブレーキがかかることになる。図 1. 24 に見るように昭和 49 年（1974）に向かって一挙に 30%以上の減少がみられ、過剰設備投資と販売網の非効率化によって、プレハブ住宅企業は大打撃を受ける。特に本来事業の副業的企業として始めた企業の多くが撤退を始めるようになった。木質系のプレハブ住宅を供給していた永大産業の倒産もこの時であった。

一時、昭和 50 年（1975）に市況は少し回復するが、昭和 53 年（1978）の第二次オイルショックによって再び落ち込み昭和 55 年（1980）から昭和 60 年（1985）まで 120 万戸程度の住宅不況へと続いて行くのである。

この時代のプレハブ住宅産業は、すでにかんりの設備投資と販売網を持っており、身軽な企業ではなくなっていて、どのように生き残りの戦略をたてるかが最大課題になってくる。

しかしこの困難な時代を経て内外からの大きな影響を受けながら、プレハブ住宅企業は質的に変革を遂げることになる。

1.4.2 国の制度の整備

プレハブ住宅は高度の技術や設備を必要とせず、どの業種からも参加できる産業と見られてきた。したがって、住宅というものに深い知識がなく、施工のノウハウや品質管理能力もない企業の参入も多く、玉石混淆の業界であった。

昭和 40 年（1965）前半の台風被害や住宅クレームの多発により、住宅の品質向上を求められる時代になった。通商産業省では製造品質の向上を促すために昭和 47 年（1972）に「工場生産住宅等品質管理優良工場認定制度」を発足させて、これまで製造業としての経験の浅い企業も品質管理の考え方を導入していった。

また、建設省は同じような品質管理の向上と性能設計を促すために昭和 48 年（1973）に「工業化住宅性能認定制度」を導入した。従来の仕様設計的なものの見方から性能値を定めて設計目標値とする考え方で建築業界全体にも大きな影響をあたえた。この制度については後に項を設けて詳述する。

これらの外的刺激もあり、在来工法とは違った性能と品質をプレハブ住宅の主題にしようという大変換をすることになる。

1.4.3 新しい住宅像の模索

これまでのプレハブ住宅は在来の一般的な住宅と如

何に同じようなものを工場生産するかということを中心としてきた。当初はごく一般的な平面図を幾つか作り、そこから選択してもらって、多少のオーダーを追加する程度のものであったが、次第に住宅のレベルも上がり、顧客の要求も個性化、多様化の時代に入っていく。しかしプレハブ企業は多品種少量生産の技術はまだ持っていないで、コストメリットとの矛盾に悩むことになる。そのような経営上の危機を契機に生まれたのが企画提案型住宅であった。それらの中で業界としても画期的であったものの一つがミサワホームのO型であった(図1.29)。

これは従来一部2階がほぼ常識的であった間取りを総2階にして、部屋の構成を変え、しかも数プランの平面で方位やアプローチの異なる敷地に対応できるようにし、なおかつ従来にないデザインでも評価されるという商品であった。

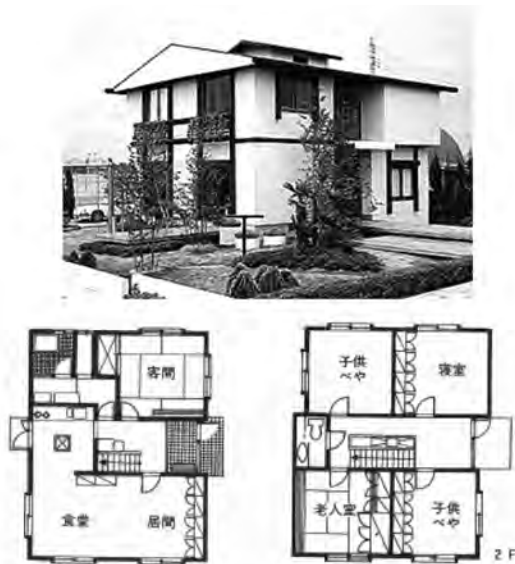


図1.29 企画住宅「O型」外観とプラン例^{*8}
(ミサワホーム、昭和51年)

勿論大量にまとまって同一地域に建設されるわけにはいかないが、設計思想に共感される顧客の数で十分工場生産メリットのある手法であった。

同じような考え方で作られた商品例を以下に示す(図1.30~31)。



図1.30 スカイライン (ナショナル住宅、昭和50年)^{*8}



図1.31 フェーのある家 (積水ハウス、昭和55年)^{*8}

この頃一時期、約16%程度になっていたプレハブ住宅のシェアが次第に伸び悩みになってきた。その原因はプレハブ住宅企業が多く撤退して全体の供給量が伸びなかったのも理由の一つであるが、社会が期待していたほど、工場生産によるコストダウンができなかったことも大きな要素とみられた。先述の企画提案住宅もそのための努力であったが、昭和51年(1976)に建設省、通産省の主導で技術革新によってコストダウンさせるための提案競技「ハウス55計画」²¹⁾が実施された。これは昭和55年(1980)までに、500万円台の住宅を開発するものであった。この提案競技に対する反響は大きく、20グループ90社もの応募があり、この中から審査によって、TOPSグループ(竹中工務店、新日本製鐵、松下電工)、ミサワホームグループ、清水建設グループによる3提案が選定された。その後、各社による研究開発を経て企業化され、それぞれ「ミサワホームハウス55」、「小堀ハウス55」、「ナショナルハウス55」として実施された(図1.32~34)が、コスト的に実現にまで至らず、現時点まで技術的継続をしているのは、清水建設グループによる提案を、小堀住研(現エス・バイ・エル)が継続して研究・商品化した「小堀ハウス55」のみである。

コストダウンを狙った商品はほとんどが総2階型を志向し、企画提案型住宅の範疇にはいる。提案競技以外ではあるが、大和ハウス「エクセラライフ」(図1.35)、「チムニーのある家」(図1.36)もその流れである。



図1.32 ミサワホームハウス55 (昭和55年)^{*8}



図 1.33 小堀ハウス 55 (昭和 56 年) *8



図 1.34 ナショナルハウス 55 (昭和 57 年) *8



図 1.35 ダイワハウスエクセラيف (昭和 52 年) *8



図 1.36 チムニーのある家 *8
(大和ハウス工業、昭和 56 年)

消費税導入前の駆け込み発注もあり、住宅着工はバブル崩壊後も暫くは好調を維持する。全住宅建設戸数に対するプレハブ化率もほぼ 20%を占めるようになる。

この時代のプレハブ住宅企業の努力は量から質の時代へ入ったという認識のもとに高規格で高級住宅を目指すことになる。以下にこの商品化競争時代の幾つかの例を示す(図 1.37 ~ 43)。展示場にはプレハブ住宅のみならずツー・バイ・フォー住宅、在来木造住宅も参加して妍を競うことになる。



図 1.37 総合住宅展示場の風景
(ABCハウジング大阪千里住宅公園)



図 1.38 グルニエ EX (積水ハウス、昭和 60 年) *8



図 1.39 ゼフィール (大和ハウス工業、昭和 62 年)



図 1.40 ヘーベルハウスキュービック *8
(旭化成、昭和 61 年)

1.5 景気の回復とバブル経済期 (昭和 60 ~ 平成 3 年頃) (1985 ~ 1991)

1.5.1 商品住宅の開発競争

昭和 50 年代の後半に景気は回復期から好況へ転じ、住宅着工戸数は昭和 62 年 (1987) から平成 2 年 (1990) までの 4 年ほどは年間 150 万戸を超える住宅建設の時代を迎えることになる。平成元年 (1989) の



図 1.41 ザ・センチュリー（ミサワホーム、昭和 61 年）^{*8}



図 1.42 パルフェ（積水ハイム、昭和 62 年）^{*8}



図 1.43 サンステート セラ^{*8}
（ナショナル住宅産業、昭和 62 年）

1.5.2 低層集合住宅市場への注力と商品化

プレハブ住宅は戸建てが中心であり、派生的に同じ部材を活用して集合住宅も造っていたが、市街地農地の活用や遺産相続対策としての賃貸集合住宅経営者の増加を見て、この分野を独立させて、プレハブ集合住宅の拡販を図ることになる。

鉄骨系は特にその償却の有利さと平面プランの集約によるコストの有利さから、昔の文化アパートの市場に深く浸透して行くことになる。従来からの文化アパートのイメージを完全に凌駕した意匠と設備の充実した商品は我が国のこの分野の住宅のレベルを大幅に向上させた。それと同時にプレハブ住宅企業の大きな収益源になり、世帯数計算では、プレハブ住宅建設戸数の 50%（2008 年度）を超えるようになった。

また、プレハブ以外の中高層賃貸住宅の市場への進

出を図る企業も生まれている。

以下に商品化された集合住宅の例を示す（図 1.44～47）。



図 1.44 タウニー（積水ハウス、昭和 61 年）^{*8}



図 1.45 セジュール（大和ハウス工業、昭和 61 年）^{*8}



図 1.46 パナハイツ アーバン^{*8}
（ナショナル住宅産業、昭和 54 年）



図 1.47 ミサワホーム 集合住宅（昭和 56 年）^{*8}

1.5.3 国の誘導政策

(1) 住宅金融公庫の高規格住宅

戦後約 40 年を経て我が国の住宅は量的にはほぼ充足の時代に入ったが、社会にはストックの水準はまだ低いという認識があった。

昭和54年(1979)以降国は住宅金融公庫を利用して住宅の省エネルギー化、遮音性や耐久性向上を目指した割増融資制度により、誘導政策を図ってきた(表1.2)。昭和60年(1985)には、「高規格住宅懇談会」の諮問により、21世紀の住生活の基盤となる良質ストックの形成を目指して、住水準の向上、新しいニーズへの対応、地域性の重視と街づくりへの取り組み等に向かって新しく「高規格住宅割増融資制度」を開始することになった。対象は勿論在来工法、枠組壁工法(ツー・バイ・フォー)、プレハブ住宅すべてに適用された。その概要を表1.3に示す。

表1.2 住宅金融公庫の割増融資制度

工事内容	工事を行なう箇所	加算額		適用地域
		80㎡未満	80㎡以上	
断熱構造化(開口部)工事	屋根、天井、壁、床及び開口部	30		全国
降灰防除工事	開口部	20	30	鹿児島市、垂水市、鹿児島郡桜島町、始良郡福山町、曾於郡輝北町、阿蘇郡一の宮町、阿蘇町、高森町、産山村、波野村、白水村、久木野村及び長陽村
太陽熱温水器設置工事		10		全国
高床工事	布基礎	40	50	豪雪地帯対策特別措置法に基づく豪雪地帯
地域住宅計画(HOPE計画)適合工事		(主体)50、(屋外付帯)30		地域住宅計画が策定された市町村
省エネルギー性能向上工事		50		全国
暖房給湯設備設置工事		50		全国
給湯設備設置工事		20		全国
老人・身体障害者用設備設置工事		40	50	全国
ホームエレベーター設置工事		40	50	全国
ホームオートメーション設備設置工事		50		全国
センチュリハウジングシステム住宅工事		90	100	全国
地域政策適合工事		40	50	克雪、降灰対策、軟弱地盤対策、傾斜地、特定雨水対策のための住宅に対し融資、補助等を行っている都道府県等
		50		合併処理浄化槽設置工事について助成を行っている都道府県
		70	80	高断熱構造化工事について助成を行っている都道府県
		180	200	地域優良木造住宅供給計画が策定された都道府県
高規格住宅(基準型)		150 [90㎡以上]		全国

表1.3 高規格住宅建設基準チェックシート

規模	1戸当たりの面積	共同住宅は原則90㎡(緩和80㎡)、1戸建等は120㎡以上
	居間の床面積	13㎡以上(LDの場合は16㎡以上、LDKの場合は20㎡以上)
寸法	主な就寝室の床面積	13㎡以上
	居住室の天井高	240cm以上(床の仕上げを除く。)
耐久性	洋室の出入り口高さ	190cm以上
	メインバルコニーの幅	共同住宅の場合は、有効幅員120cm以上
	木造住宅の柱寸法	通し柱原則13.5cm角以上 すみ柱12cm角以上
	枠組壁工法住宅の下張り	床の下張りは厚さ15mm以上の構造用合板(床根太間隔50cm超の場合は18mm以上)
	木造及び枠組壁工法住宅の基礎の構造	外壁の下張りは原則として構造用合板一体の鉄筋コンクリート造 幅12cm以上(かつ土台の幅以上)
	鉄筋のかぶり厚さ	RC住宅の場合、鉄筋かぶり厚さを一定に厚くする
	防蟻措置	外壁、柱、土台等には防蟻上有効な措置を講ずる
	小屋裏換気	木造及び枠組壁工法住宅の場合、有効な小屋裏換気措置を講ずる
	床下防湿	木造及び枠組壁工法住宅の場合、厚さ6cm以上のコンクリート打設若しくは防湿フィルムを敷きつめる
	床下換気	有効な換気措置を講ずる
居住性	戸境床の遮音性能	普通コンクリートの場合20cm以上(重量床衝撃L-45程度)
	戸境壁の遮音性能	床仕上げはじゅうたん又は畳仕上げ(軽量床衝撃L-50程度)
	給排水騒音対策	消音性能を有する便器を設置する等給排水騒音を低減する工夫
	暖房設備	BL認定の暖・冷房システムにより2室以上に暖房設備を設置
	安全性	住戸内の廊下幅員 幅員を2m以上又は有効幅員85cm以上
空地の確保	1戸建住宅等の場合	原則路面21cm以上、蹴上げ18cm以下
	共同住宅の場合	門・塀は、道路境界線から50cm後退し、植栽を行なう 法定建ぺい率より15~20%厳しい建ぺい率とする

(2) プレハブ建築協会の優良工業化住宅認定制度

住宅金融公庫の高規格住宅の建設基準は主として在来木造と、枠組壁工法(ツー・バイ・フォー)に対するものであるから、この制度に呼応してプレハブ建築協会では、高規格の仕様を持つだけでなく、優良なストックを目指すには生活スタイルに適合した住宅を推進すべきという考え方にに基づき、「優良工業化住宅」の自主認定制度を発足した。これには(1)市街地での優良とは、(2)ゆとり重視の優良とは、(3)多世帯居住の優良とは、(4)高度な設備による合理的住まいを志向する優良とは、(5)将来のライフスタイルの変化に対する可変を目指す住まいの優良とは、という5つの選択肢を選ぶことができるようになっている(表1.4参照)。

表 1.4 優良工業化住宅認定基準

各住宅タイプに共通な基準		
項目	内容	
住宅の規模	延べ面積 $\geq 120\text{m}^2$	
間取り	主寝室	床面積 $\geq 13\text{m}^2$
	食事室	床面積：イ、 $D \geq 7.5\text{m}^2$ ロ、 $K \geq 5\text{m}^2$ ハ、 $DK \geq 13\text{m}^2$
	台所	
	居間	床面積：イ、 $L \geq 13\text{m}^2$ ロ、 $LD \geq 16\text{m}^2$ ハ、 $LDK \geq 20\text{m}^2$
	浴室	床面積 $\geq 2.5\text{m}^2$
	便所	1階及び2階に設置
	収納	延床面積の9%相当以上を設ける
寸法	天井高 原則として2.4m以上	
	出入口高さ 洋室及び玄関出入口1.9m以上	
設備と居住性	給湯設備	3ヶ所以上の給湯
	暖冷房設備	2室以上の暖冷房又は暖房
	換気設備	台所、浴室、便所、窓のない脱衣洗面所に換気扇
	衛生設備	消音型便器、配管に騒音防止装置
断熱構造	省エネ法に適合	
日常安全性	階段	幅員：心々90cm以上又は有効75cm以上
		勾配：おおむね45°以下
	廊下	幅員：心々90cm以上又は有効75cm以上
		床仕上：すべりにくい材料又は仕上げ
	浴室	手摺又は後からつけられる
		出入口は樹脂板、安全ガラス等
	便所	手摺又は後からつけられる
出入口は非常時に外から開けられる		
転落防止手摺	バルコニー、窓等の危険な箇所に手摺がついている	
3階建避難措置	3階からの避難について配慮されている	
耐久性	長期かし保証（構造体・防水10年、防蟻5年）がついている	
景観及び周辺環境との調和	駐車スペースを確保する 3戸以上の住宅建設の場合道路側に植栽等の措置がされている	

注：イ、ロ、ハ、……は、そのうち1つを選択。

各住宅タイプ毎の基準	
タイプ	内容
1 市街地向き	①バルコニー等を設ける
	②2室以上の暖冷房又は2室以上の暖房+熱交換型換気扇 ③遮音性能：外壁 D-35相当以上の仕様 主な居住室の窓：D-20相当以上の仕様 ④ 外壁・軒裏：防火構造、準耐火構造又は耐火構造 階段室に火災報知器（煙感知器）設置 内装下地：準不燃材料又は不燃材料 階段室仕上：クロス等
2 砂とりある生活向け	①余裕室（床面積 10m^2 以上）を設ける
	②次のいずれかを一つ選択 ・主寝室：イ、床面積 $\geq 16\text{m}^2$ ・居間：ロ、床面積 $L \geq 16\text{m}^2$ ハ、 $LD \geq 20\text{m}^2$ ニ、 $LDK \geq 23\text{m}^2$ ・台所：ホ、床面積 $K \geq 7.5\text{m}^2$ ヘ、 $DK \geq 16\text{m}^2$ ・浴室：ト、床面積 $\geq 3\text{m}^2$ ③次のうち2以上の設備を選択 イ、1、2階に洗面設備 ロ、洗髪洗面化粧台 ハ、気泡浴槽 ニ、大型浴槽（長さ1.4m以上） ホ、大型給湯器（24号以上） ヘ、電気温水器（460L以上） ト、食器洗機または乾燥機 チ、サウナ リ、セントラルクリーナー ス、住宅情報盤 ル、その他、協会が認めたもの
3 多世帯向き	①親世帯用スペース（床面積 13m^2 以上）を確保する
	②居間床面積（2室の時は合計） イ、 $L \geq 16\text{m}^2$ ロ、 $LD \geq 20\text{m}^2$ ハ、 $LDK \geq 23\text{m}^2$
	③親世帯用便所を別に設け、暖房便座をつける
	④手摺：親世帯用便所と浴室につける 通報設備：親世帯用便所と浴室につける ⑤世帯間の床衝撃音遮断性能：L-70（重量）L-65（軽量）以上の仕様

4 合理的な生活向き	①家事スペースの確保：イ、家事室 ロ、家事コーナー ハ、サービスヤード ニ、その他類似のスペース
	②次のうち3以上の設備を選択 イ、自動給湯器 ロ、浴室換気暖房乾燥機 ハ、洗髪洗面化粧台 ニ、食器洗機または乾燥機 ホ、電動シャッター ヘ、宅配受取ボックス ト、住宅情報盤 チ、セントラルクリーナー リ、その他、協会が認めたもの
5 ライフスタイル対応	①次のいずれか一つを選択 イ、可変間仕切又は将来設置できる ロ、水廻り機器増設への対応 ハ、増築スペース ニ、その他、協会が認めたもの
	②次のいずれか一つを選択 イ、立て配管、設備機器への立ち上がり配管の配慮 ロ、さや管工法の採用
	③点検口の設置
	④住宅部品取替えのための配慮

1.6 バブル経済の崩壊と失われた十年の時代 (平成3～14年頃) (1991～2002)

1.6.1 住宅生産団体連合会の結成

バブル経済の崩壊、特に不動産のバブル価格の崩落は資産デフレを招き深刻な社会不安を招来した。平成3年（1991）から始まった経済不況は地価の急落からはじまったが、平成7年（1995）の阪神・淡路大震災の復興や、平成9年（1997）4月の消費税（3%から5%に上昇）の改定に伴う駆け込み需要などの影響で住宅建設は比較的堅調に推移していた。しかし、平成9年（1997）からは急落して行く。すべての部門で不況が深刻化して行き、日本経済の失われた10年という時代が続くことになる。銀行が住宅ローンの受け皿として作った住宅融資専門会社（当初銀行は、個人向け住宅ローンは魅力のある分野でなく、業界が共同で専門会社を作ってこれに当たさせたが、後に銀行自らが個人ローンを重視し、専門会社は本来業務以外に融資して活路を探すことになる）が住宅以外の不動産融資の焦げ付きで危機に陥り、これの処理に公的資金を導入したことが世間の注目を惹いた。これはまだ序の口で、やがて大手銀行をはじめ金融機関全体に深刻な不良債権に対処するための対策として公的資金の注入が広がった。超低金利により経済を下支えする政策がその後続くことになる。

かねてから住宅に関連する個々の協会の共通課題を協議する場の必要性がいわれてきたが、プレハブ建築協会の会員だけでなく、日本ツーバイフォー建築協会、日本木造住宅産業協会、日本ハウズビルダー協会その他に呼びかけて、社団法人住宅生産団体連合会が平成4年（1992）4月に設立された。初代会長はプレハブ住宅企業の積水ハウスの会長の田鍋健が会長として発足した。制度に対する様々な課題の中で、特にこの時代の住宅建設促進のための税制制度や建築規制に対する合理化などの提言をすることになる。

1.6.2 景気対策としての住宅税制

この時代の国の住宅政策は戦後ずっと続いてきた福祉政策的なものの考え方から、むしろ住宅産業が日本全体に対する経済波及効果が大きく、従って内需振興による対外貿易摩擦低減にも有効であることが再確認されて、経済対策の対象と見る政策が採られるようになる。同時に、世界的な環境問題重視への高まりから、その面での住宅の果たすべき役割の大きさと重要性も認識されるようになった。

ここでは内需振興対策として、巨額な個人金融資産の消費への誘導対策としての「住宅取得控除制度」「住宅借入金等特別控除制度（住宅ローン減税制度）」等に関連する減税制度の変遷を下表に示しておく(表1.5)。

なお、時代はサブプライム問題による大不況の現代に飛んでしまうが、平成21年(2009)に始まった長期優良住宅に対する減税制度については後述する。

表 1.5 住宅取得促進税制推移

年度	制度の概要
昭和61年	住宅取得促進制度の創設
62年	控除期間を3年から5年に延長
63年	公的借入金の控除対象を2分の1から全額に引き上げ
平成2年	控除期間を5年から6年に延長
3年	借入金の控除対象限度額を2000万円から3000万円に引き上げ
5年	借入金1000万円以下の部分の控除率を当初2年間に限り1%から5%に引き上げ(総合経済対策)
6年	所得要件を2000万円以下から3000万円以下に引き上げ
7年	所得要件を3000万円以下から2000万円以下に引下げ
9年	借入金1000万円以下の部分の控除率を ・平成9年中に居住した場合、1,2年目を1.5%から2%に引き上げ、3年目を1%から2%に引き上げ ・平成10年中に居住した場合、1,2年目を1.5%から2%に引き上げ ・平成12,13年中に居住した場合、1,2年目を1.5%から1%に引下げ
10年	所得要件を2000万円以下から3000万円以下に引き上げ、借入金1000万円以下の部分の控除率を ・平成10年中に居住した場合、3年目を1.5%から2%に引き上げ ・平成11年中に居住した場合、1,2年目を1%から2%に引き上げ ・平成12年中に居住した場合、1,2年目を1%から1.5%に引き上げ(総合経済対策)
11年	住宅ローン控除制度に改組
12年	適用期限(入居期限)の6か月延長(平成13年6月30日迄)
13年	住宅ローン減税制度の創設
14年	一定の耐震改修工事を対象に追加
15年	転勤等やむを得ない事情により転出した後再居住した場合、住宅ローン減税制度の再適用を認める
16年	平成17年から控除額が段階的に縮小
17年	一定の耐震基準を満たす中古住宅を適用対象に追加
18年	平成11年～18年までの入居者で、三位一体改革の税源移譲に伴い住宅ローン減税の控除額が減少する者に対しては、その減少額を翌年度分の個人住民税から減額
19年	平成19,20年の入居者を対象として、控除期間を15年に延長した制度と現行制度との選択適用を認める特例措置の創設 一定のバリアフリー改修工事を対象に追加
20年	一定の省エネ改修工事を対象に追加
21年	借入金の控除対象限度額を2000万円から5000万円に引き上げ 長期優良住宅に対する特別措置の創設 住宅ローン減税の最大控除額まで所得税額が控除されない者について、所得税から控除しきれない額を個人住民税から控除

出典：住宅産業新聞社「住宅経済データ集」(平成20年度)

1.6.3 阪神・淡路大震災でのプレハブ住宅の高評価と応急仮設住宅への貢献

平成7年(1995)1月17日はプレハブ建築協会の

会員にとって忘れられない日になった。阪神・淡路大震災の日である。一瞬の内に約5000人(最終6434人)の命が奪われ、全壊10万棟、半壊・一部損傷を入れると15万棟の建築に被害があった(図1.48)。

幸いなことに、プレハブ住宅の被害は少なく、全壊、半壊はゼロであった。工業化住宅の開発技術者にとって、耐震性が実証されたことが、何よりの報いであった(図1.49)。しかし、古い木造住宅や旧の耐震基準による建築の耐震補強の必要性がクローズアップされた。



図 1.48 橋脚ごと横転した阪神高速道路神戸線



図 1.49 震災後に残ったプレハブ住宅

地震後の復興事業としての応急仮設住宅の建設におけるプレハブ建築協会の規格建築部会の活躍は目覚ましいものであった。短期間の間に、33,906戸の住宅を供給出来たことは世界的に評価された。その後、トルコの西部地震の復興応援の為の移築や、新潟中越地震、宮城北部連続地震の仮設住宅にも活躍した(図1.50)。



神戸の応急仮設住宅



トルコに到着した応急仮設住宅部材



宮城県北部の応急仮設住宅（寒冷地対策仕様）

図 1.50 国内、外のプレハブ応急仮設住宅

1.6.4 「住宅の品質確保の促進等に関する法律」（品確法）の施行

阪神淡路大震災の経験も踏まえ、社会資本としての住宅の品質の確保が社会にとっても個人にとっても極めて重要であるという認識が広まった。

プレハブ住宅に対しては、「工業化住宅性能認定制度」があり、その性能、品質の担保は出来ていると考えられているが、他の住宅は玉石混淆で、住宅保証制度や住宅金融公庫の高規格住宅の制度では担保できないと考えられていた。

全ての住宅に強制ではないが、住宅購入者がこの制度を利用すれば、安心して品質を確保した住宅を取得することができるようにこの法律は制定された（平成11年（1999）6月公布）ものである。その法律の骨子となるのは次の3つである。

(1) 「住宅性能表示制度」の創設

これは住宅を新築または購入する際に、契約する住宅の性能を他の住宅と比較できるようにする制度で、「性能評価書」によって統一された基準を示し、住宅の性能を表示する仕組みである。しかし、この制度は

すべての住宅に適用されるのではなく、任意の制度である。当初は新築住宅だけが対象であったが、2002年に既存住宅でも、性能評価を受けられるようになった。性能に関して表示すべき分野（新築住宅：10分野32事項、既存住宅：現況検査プラス7分野22事項）の住宅性能表示分野、住宅性能評価書に付する標章及び性能表示事項の適用範囲を次に示す（図1.51、52、表1.6）。



*注：上図には、既存住宅の場合に、性能表示の対象とならない事項も含まれているほか、上図以外に「現況調査により認められる劣化などの状況」に関連する2つの事項が性能表示の対象となる。

図 1.51 住宅性能表示分野



図 1.52 住宅性能評価書に付する標章

表 1.6 性能表示事項の適用範囲（新築・既存住宅）

性能表示事項	新築住宅		既存住宅		
	一戸建て	共同住宅等	一戸建て	共同住宅等	
1 構造の安定に関する事	1-1 耐震等級（構造躯体の倒壊等防止）	●	●	○	○
	1-2 耐震等級（構造躯体の損傷防止）	●	●	○	○
	1-3 その他（地震に対する構造躯体の倒壊等防止及び損傷防止）*	●	●	○	○
	1-4 耐風等級（構造躯体の倒壊等防止及び損傷防止）	●	●	○	○
	1-5 耐積雪等級（構造躯体の倒壊等防止及び損傷防止）	●	●	○	○
	1-6 地盤又は杭の許容支持力等及びその設定方法	●	●	○	○
	1-7 基礎の構造方法及び形式等	●	●	○	○
	2 火災時の安全に関する事	2-1 感知警報装置設置等級（自住戸火災時）	●	●	○
2-2 感知警報装置設置等級（他住戸等火災時）		-	●	-	○
2-3 避難安全対策（他住戸等火災時・共用廊下）		-	●	-	○
2-4 脱出対策（火災時）		●	●	○	○
2-5 耐火等級（延焼のおそれのある部分（開口部））		●	●	○	○
2-6 耐火等級（延焼のおそれのある部分（開口部以外））		●	●	○	○
2-7 耐火等級（界壁及び界床）		-	●	-	○
3 劣化の軽減に関する事		3-1 劣化対策等級（構造躯体等）	●	●	-
4 維持管理・更新への配慮に関する事	4-1 維持管理対策等級（専用配管）	●	●	○	○
	4-2 維持管理対策等級（共用配管）	-	●	-	○
	4-3 更新対策（共用排水管）*	-	●	-	○
	4-4 更新対策（住戸専用部）*	-	●	1	○
5 温熱環境に関する事	5-1 省エネルギー対策等級	●	●	-	-
6 空気環境に関する事	6-1 ホルムアルデヒド対策（内装及び天井裏）	●	●	-	-
	6-2 換気対策（居室の換気対策）	●	●	-	-
	6-2 換気対策（局所換気対策）	○	●	○	○
	6-3 室内空気中の化学物質の濃度等	○	○	○	○
	6-4 石綿含有建材の有無等	-	-	○	○
6-5 室内空気中の石綿の粉じんの濃度等	-	-	○	○	
7 光・視環境に関する事	7-1 単純開口率	●	●	○	○
	7-2 方位別開口比	●	●	○	○
8 音環境に関する事	8-1 重量床衝撃音対策	-	○	-	-
	8-2 軽量床衝撃音対策	-	○	-	-
	8-3 透過損失等級（界壁）	-	○	-	-
	8-4 透過損失等級（外壁開口部）	○	○	-	-
9 高齢者等への配慮に関する事	9-1 高齢者等配慮対策等級（専用部分）	●	●	○	○
	9-2 高齢者等配慮対策等級（共用部分）	-	●	-	○
10 防犯に関する事	10-1 開口部の侵入防止対策	●	●	○	○
11 現況検査により認められる劣化等状況に関する事	11-1 現況検査により認められる劣化等の状況	-	-	●	●
	11-2 特定現況検査により認められる劣化等の状況（腐朽等・蟻害）	-	-	○	○

●：必須評価事項、○：選択評価事項
 ●1・○1：共同住宅及び長屋のみ適用
 *：平成19年4月1日より施行

また、下表に示しているように、住宅性能表示制度運用が開始後、年毎に消費者や供給者の認識に浸透してきているといえる（表 1. 7）。比率の増加には工業化住宅の貢献が大きい。

また、品確法では、住宅供給業者は「住宅型式認定」「型式住宅部分等製造者の認証」を取得することによ

り、手続きの合理化、検査の省略を行うことができる。工業化住宅の多くが、この制度を活用し、国に登録した「住宅性能評価機関」で、同じ型式と評価されるものの各評価及び検査の一部が合理化され、ユーザーにとって費用的にメリットが生じる。

表 1.7 性能評価交付戸数と着工戸数における比率

年 度	設計住宅性能評価 (A)			建設住宅性能評価 (B)			Bの新設着工に対する建設比率
	一戸建	共同住宅等	小計	一戸建	共同住宅等	小計	
H12 (2000)	1498	9748	11246	78	0	78	0.0
H13 (2001)	13214	48457	61671	6221	8867	15088	1.3
H14 (2002)	24706	68939	93645	16251	31616	47867	4.2
H15 (2003)	42036	95178	137214	30302	53347	83649	7.1
H16 (2004)	54061	109177	163238	40711	6938	1110092	9.2
H17 (2005)	58217	137077	195294	46829	71570	118399	9.5
H18 (2006)	61945	193562	255507	48500	100375	148875	11.6
H19 (2007)	61109	156341	217450	51683	152545	204228	19.7
H20 (2008)	65550	134547	200097	55976	136630	192606	18.5

出典：国土交通省住宅局各年の報道発表資料

(2)「紛争処理体制」の整備

住宅性能表示により評価を受けた住宅に対し、住宅全般のトラブルについて、業者と施主の間に入って調停などの紛争処理を行うものである。公平に紛争処理が行われるように、第三者的な立場の処理機関が取り扱うことになっている。

(3) 住宅「瑕疵担保責任」の義務付け

これはこの法律が施行された後に新築された全ての住宅が対象となる。住宅の不具合や欠陥を「瑕疵」というが、施工会社はこの瑕疵に対して無償補修や賠償責任などを完成引渡し後から10年間義務化となる。なお、瑕疵担保責任の対象となるのは、以下の部分である。

- ・ 構造耐力上主要な部分である住宅の基礎、壁、柱、屋根などの基本構造部分
 - ・ 雨水の浸入を防止する部分にあたる住宅の屋根、外壁の開口部
- などである。

1.7 緩やかな経済回復期と突然の世界同時不況（平成14年頃～21年）（2002～2009）

1.7.1 合理化と多角化、企業再編へ

バブル経済の崩壊による金融業界への公的資金の注入と超低金利政策により日本の経済は小康を保つようになる。国債を中心とする公的債務は改善されないままではあるが、平成15年（2003）からGDPは僅かながら上昇する。しかし、住宅の年間着工件数は多少の

増減はあるが120万戸を切るようになる(図1.24参照)。少子高齢化、人口の減少の時代にはいり、戸建て住宅の着工戸数とその全住宅に対する比率は図1.53のような状況になり、特に戸建ての市場の縮小に対する対策がプレハブ住宅業界の大問題になってくる。

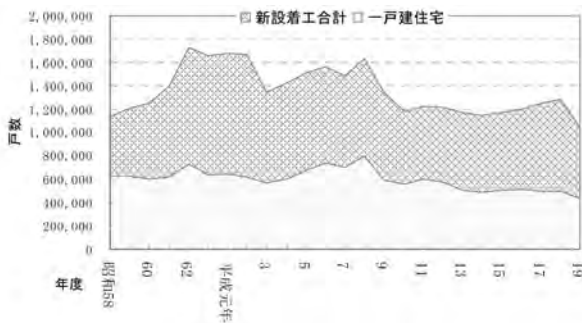


図1.53 戸建住宅の新設着工戸数の推移

この間のプレハブ住宅業界は停滞する需要に対して企業整理が進み、クボタハウスが三洋電機の子会社三洋ホームズになり、ミサワホームがトヨタ自動車の支援を仰ぐという他の業界にもある企業再編が進んでゆく。生き残りを賭けて、マンション、増改築事業、商業施設など多角化路線を歩むことになる。

1.7.2 住生活基本法の制定

我が国の総世帯数4999万世帯に対して住宅ストックは5759万戸あり、単純計算上の空き家率は13.1%に達する²²⁾。数の上では十分充足しており、住宅大国である筈である。然しストック住宅の資産評価は低く中古流通も極めて低調である。住宅の建て替えまでの平均寿命は英国75年、米国44年に対して日本は30年である。従って充実したストックを持てるような住宅の基本政策が必要と考えられてきた。

平成18年(2006)6月に公布施行されたこの法律は①良質な住宅の供給、②良好な居住環境の形成、③住宅購入者の利益の擁護・増進、④居住の安定の確保を基本理念として、平成27年(2015)までの全国計画を定め、それを基に都道府県計画を策定して具体的目標値を達成しようとするものである。全国計画の目標数値は以下の通りである。

全国計画(2016年までの目標値)

・良質な住宅ストック

- ① 新耐震基準の適合率を75%→90%に
- ② 共同住宅における共用部分のユニバーサルデザイン化率を10%→25%に
- ③ 省エネルギー対策を講じた住宅ストック率を

18%→40%に

- ④ リフォームの実施率を2.4%→5%に
- ⑤ 適正な修繕積立金を設定しているマンションの割合を20%→50%に

・良好な居住環境

- ① 重点密集市街地の火災に対する安全性整備率を0%→100%に
- ② 地震時に危険な大規模盛土造成地の箇所数を1000箇所→500箇所に

・住宅市場の環境整備

- ① 住宅性能表示の実施率(新築)を16%→50%に
- ② 既存(中古)住宅の流通シェアを13%→23%に
- ③ 住宅の利活用期間(耐用年数)を30年→40年に
- ④ 子育て世帯の誘導居住面積水準達成率を37%→50%に

・配慮対象者の居住の安定確保

- ① 最低居住面積水準未満率(3人:40²、4人:50²)を早期に解消
- ② 高齢者のいる住宅のバリアフリー化率を29%→75%に

プレハブ住宅企業として、単なる家造りだけでなくこのような複雑多様なテーマに対応しなければならない時代になっている。

1.7.3 長期優良住宅先導的モデル事業

日本の住宅は先述のように建て替えに至る寿命が極めて短い。日本的なその場しのぎの住宅を戦後建ててきた責めでもあろうが、物理的な寿命よりも遥かに早く建て替えられる。省資源上からも極めて不合理である。

そのため、福田内閣では、環境対策と景気対策を兼ねて200年住宅の開発と促進が提案された。

国土交通省では、この政策を促進させる為、平成20年度(2008)から、「超長期住宅先導的モデル事業」として新規事業を5ヶ年継続する予定で、スタートさせ、超長期住宅に関する先導的な提案を広く公募し、それを評価・採択し、採択された事業については、モデル事業として国が費用の一部を補助した。公募する提案事業は次の5部門である。

1. 住宅の新築(戸建住宅・共同住宅)
2. 既存住宅等の改修
3. 維持管理・流通等のシステムの整備
4. 技術の検証
5. 情報提供および普及

この5部門とも、提案事業には次の4つの要件に全て該当する必要がある。要件は次の通りである。

- ① 先導的な材料・技術・システム等が導入されるなど、超長期住宅にふさわしい提案や創意工夫を含む。
- ② 公開などにより、超長期住宅の普及・啓発に効果が高いと認められるもの。
- ③ 先導的モデル住宅の新築については、耐久性、維持管理容易性等の基本性能を確保していること。
- ④ 年度内に事業に着手するもの。

モデル事業では基本性能を満たしたうえで「先導的な提案」と「公開等超長期住宅の普及への寄与」についてアイデアを盛り込むことを求めているのが、このモデル事業の大きな特長である。

補助額については（1）建設工事等に係る補助額と（2）維持費の合計を補助する。そのほとんどは（1）が占めることになるが、このうち「住宅の新築」について見ていくと、一戸あたりの補助金額の上限は200万円としている。

超長期住宅先導的モデル事業は、21年（2009）6月の「長期優良住宅の普及促進に関する法律」の施行により、内容等の一部変更を行い、名称を「長期優良住宅先導的モデル事業」へ変更。さらに、長期優良住宅に関する認定基準のクリアを提案の条件とした。平成20年度までは、認定基準が明らかにされていなかったため、独自の基準を設けていたが、認定基準の策定とともに、長期優良住宅法とリンクすることになった。

工業化住宅では、すでに「工業化住宅認定制度」などにおいて、技術的な項目は、大まか満たしていることが多く、耐久性についての対応を行い、技術基準を満たすことが出来るほど、高い性能を有している。

平成21年度（2009）先導的モデル事業の採択事業は311件応募があり、うち75件が採択決定された。建築設計事務所や在来木造及びツーバイフォー住宅企業のプロジェクトの多数の採用があったと同時に、下表に示すプレハブ住宅企業のプロジェクトも多く含まれている（表1.8）。

表 1.8 平成 21 年度（第 1 回）長期優良住宅先導的モデル事業の採択結果

部門	プロジェクト名	提案者（企業名）
住宅の新築（戸建）	住まい手実効型家づくり提案「時を育む家」（鉄骨造/木造）	大和ハウス工業㈱
	住まいの愛着モデル	積水ハウス㈱
	成長する家	積水化学工業㈱住宅カンパニー
	世代循環型住宅	
	省エネコンサルティングによるコミュニケーション住宅	
	ミサワホーム長期優良住宅『育てる住まい（木質/木造軸組/鉄骨）-21』	ミサワホーム㈱
	トヨタホーム アトリスプラン推進プロジェクト	トヨタホーム㈱
	お客様情報システムによる長期優良住宅促進の仕組みの提案	パナホーム㈱
	明石/高丘分譲プロジェクト	セキスイハイム近畿㈱
	ミサワホーム長期優良住宅「持続的まちづくりのモデル“榎原神宮前”」	ミサワホーム近畿㈱
	エス・バイ・エル長期優良住宅モデルプロジェクト Ver II	エス・バイ・エル㈱
OHS・NEXT- II “「年単価」見える化”プロジェクト	三洋ホームズ㈱	
既存住宅等の改修	フルスケルトン再生モデル 21	積水ハウス㈱
	既築住宅・住まい価値創造モデル	積水ハウスリフォーム㈱
	ミサワホーム長期優良住宅『育てる住まい・改修システム（鉄骨）-21』	ミサワホーム㈱

出典：国土交通省「長期優良住宅先導的モデル事業の採択事業の決定」報道資料

1.7.4 省 CO₂ 推進モデル事業

環境対策に関しては、平成20年度（2008）から「省CO₂モデル事業」を5ヶ年継続させる予定で、スタートさせた。本事業は、家庭部門・業務部門のCO₂排出量が増加傾向にある中、住宅・建築物における省CO₂対策を強力に推進し、住宅・建築物の市場価値を高めるとともに、居住・生産環境の向上を図るため、省CO₂の実現性に優れたリーディングプロジェクトとなる住宅・建築プロジェクトを、国が公募によって募り、予算の範囲内において、整備費等の一部を補助するものである。

対象事業の種類は、次の4つの内容である。

- 1) 住宅及び住宅以外のオフィスビル等の建築物（以下「住宅・建築物」という）等の新築
- 2) 既存の住宅・建築物の改修
- 3) 省CO₂のマネジメントシステムの整備
- 4) 省CO₂に関する技術の検証（社会実験、展示等）

なお、平成21年（2009）4月から、改正省エネ法の一部が施行されたことを受けて、平成21年度の募集から、上記1)の住宅・建築物の新築に係る提案のうち、戸建住宅については、従来の公募方式である一般部門に加え、戸建特定部門として「戸建工務店対応部門」、「建売戸建住宅の住宅事業建築主部門」を設けた。

工業化住宅では、1) の新築部門への提案を行うメーカーや、平成21年度（2009）からの「建売戸建住宅の住宅事業建築主部門」への応募が大半である。技術的には、1) への応募には、先導的な技術の提案が必要であるが、「建売戸建住宅の住宅事業建築主部門」では、大半のメーカーの標準で、対応が可能であり、他工法に比して先導的に高い性能を有している。

1.7.5 長期優良住宅認定制度

平成20年度（2008）にスタートした「長期優良住宅先導的モデル事業」及び「省CO₂推進モデル事業」とは異なる形（技術基準は、ほぼ同等である）で、平成21年度（2009）6月から「長期優良住宅認定制度」が施行された。

更に、長期優良住宅には、建設促進の為に、減税制度が設定されており、技術的な基準と共に以下に、概要を紹介する。

同法は、国が認定基準を策定し、その基準をクリアした住宅を所管行政部門（都道府県知事又は市町村長）が「長期優良住宅」として認定、税制面での優遇措置などを講じていくというものである。

認定基準は、劣化対策、耐震性、維持管理・更新の容易性、可変性、バリアフリー性、省エネルギー性、居住環境、住戸面積、維持保全の方法という9項目で構成している（表1.9）。

表 1.9 長期優良住宅認定基準（概要）

項目	性能項目等
劣化対策	<ul style="list-style-type: none"> ○数世代にわたり住宅の構造躯体が使用できること。 【鉄筋コンクリート造】 ・セメントに対する水の比率を低減するか、鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚を厚くすること。 【木造】 ・床下及び小屋裏の点検口を設置すること。 ・点検のため、床下空間の一定の高さを確保すること。
耐震性	<ul style="list-style-type: none"> ○極めて稀に発生する地震に対し、継続利用のための改修の容易化を図るため、損傷のレベルの低減を図ること。 ・大規模地震力に対する変形を一定以下に抑制する措置を講じる。 【層間変形角による場合】 ・大規模地震時の地上部分の各階の安全限界変形の当該階の高さに対する割合をそれぞれ1/100以下とすること。 【地震に対する耐力による場合】 ・極めて稀に発生する地震の1.25倍の地震力に対して倒壊しないこと。 【免震建築物による場合】 ・住宅品確法に定める免震建築物であること。
維持管理・更新の容易性	<ul style="list-style-type: none"> ○構造躯体に比べて耐用年数が短い内装・設備について、維持管理（清掃・点検・補修・更新）を容易に行うために必要な措置が講じられていること。 ・構造躯体等に影響を与えずに、配管の維持管理を行うことができること ・更新時の工事が軽減される措置が講じられていること 等
可変性	<ul style="list-style-type: none"> ○居住者のライフスタイルの変化等に応じて間取りの変更が可能な措置が講じられていること。 【共同住宅】 ・将来の間取り変更に応じて、配管、配線のために必要な躯体天井高を確保すること。
バリアフリー性	<ul style="list-style-type: none"> ○将来のバリアフリー改修に対応できるように共用廊下等に必要スペースが確保されていること。 ・共用廊下の幅員、共用階段の幅員・勾配等、エレベーターの開口幅等について必要スペースを確保すること。
省エネルギー性	<ul style="list-style-type: none"> ○必要な断熱性能等の省エネルギー性能が確保されていること。 ・省エネ法に規定する省エネルギー基準（次世代省エネルギー基準）に適合すること。
居住環境	<ul style="list-style-type: none"> ○良好な景観の形成その他の地域における居住環境の維持及び向上に配慮されたものであること。 ・地区計画、景観計画、条例によるまちなみ等の計画、建築協定、景観協定等の区域内にある場合には、これらの内容と調和が図られること。
住戸面積	<ul style="list-style-type: none"> ○良好な居住水準を確保するために必要な規模を有すること。 【戸建て住宅】75㎡以上（2人世帯の一般型誘導居住面積水準） 【共同住宅】55㎡以上（2人世帯の都市居住型誘導居住面積水準） ※1階部分（基準階）の床面積が40㎡以上（階段部分を除く面積） ※戸建て住宅、共同住宅とも、地域の実情に応じて引上げ・引下げを可能とする。 ただし、戸建て住宅55㎡、共同住宅40㎡（いずれも1人世帯の誘導居住面積水準）を下限とする。
維持保全方法（維持保全計画の策定）	<ul style="list-style-type: none"> ○竣工時から将来を見据えて、定期的な点検・補修等に関する計画が策定されていること。 ・維持保全計画に記載すべき項目については、 ①構造耐力上主要な部分 ②雨水の浸入を防止する部分 ③給水・排水の設備 について、点検の時期・内容を定めること。 ・少なくとも10年ごとに点検を実施すること。

このうち、居住環境、住戸面積、維持保全計画という3項目以外は、品確法の性能表示基準をベースにしている。例えば、劣化対策という項目では、性能表示基準の劣化対策等級3をクリアすることに加え、プラスαの措置を求めている。プラスαの措置については、構造によって異なっている。

一方、性能表示基準をベースにしていない項目のうち、居住環境については、「地区計画、景観計画、条例によるまちなみ等の計画、建築協定、景観協定等の区域内にある場合には、これらの内容と調和が図られること」を求める。つまり、それぞれの所管行政部門が定めている景観計画などを遵守する必要があり、認定を行なう所管行政庁によって、クリアすべき基準が

変わってくる。

住戸面積についても、所管行政庁によって基準が変わる可能性がある。基本的には、戸建住宅の場合が75平米以上、共同住宅の場合が55平米以上という規模を確保する必要があるが、地域の実情に合わせて所管行政庁が引上げ・引下げできる仕組みになっている。

維持保全計画については、構造耐力上主要な部分、雨水の浸入を防止する部分、給水・排水の設備という3つの項目について、点検の時期と内容を定めなくてはいけない。また、少なくとも10年ごとに点検を行なうことを求めている。

長期優良住宅の認定を取得した住宅へのメリットについては、「住宅の長寿命化促進税制」として、登録免許税、不動産取得税、固定資産税の3税の負担を軽減する措置が行なわれている。また、新たな住宅ローン減税では、長期優良住宅の認定を取得した住宅の最大控除額を600万円に設定している（2009年、2010年の入居に限る。一般住宅は500万円。）（表1.10）。

表 1.10 認定長期優良住宅に対する税の特例措置

区分	所得税*1(ローン減税)				所得税*2(投資型減税)	登録免許税	不動産取得税
	居住開始年	ローン残高の上限	控除期間	控除率 最大控除額			
認定長期優良住宅	2009	5000万円	10年間	1.2% 600万円	標準的な性能強化費用相当額(上限1000万円)の10%相当額を、その年の所得税から控除	①保存登記 1.0/1000 ②移転登記 1.0/1000 ③抵当権設定登記 1.0/1000	1300万円控除
	2010	5000万円		1.2% 600万円			
	2011	5000万円		1.2% 600万円			
	2012	4000万円		1.0% 400万円			
	2013	3000万円		1.0% 300万円			
一般住宅	2009	5000万円	10年間	1.0% 500万円	—	①保存登記 1.5/1000 ②移転登記 3.0/10000 ③抵当権設定登記 1.0/1000	1200万円控除
	2010	5000万円		1.0% 500万円			
	2011	4000万円		1.0% 400万円			
	2012	3000万円		1.0% 300万円			
	2013	2000万円		1.0% 200万円			

出典：国土交通省資料

所得税*1：控除額が所得税を超える場合は、一定額を個人住民税から控除することができる（当該年分の所得税の課税総所得金額等に5%を乗じて得た額（最高9.75万円）を限度）。

所得税*2：控除額がその年の所得税額を超える場合、翌年分の所得税額から控除することができる。

また、固定資産税については、従来の一般戸建住宅は1～3年目に、1/2軽減するのに対し、認定長期優良住宅は1～5年目に1/2軽減することができる。

【引用文献】

- *1 「建築史」編集委員会、「コンパクト版 建築史【日本・西洋】」, (株)彰国社, p115, 2009.1
- *2 内田祥士, 『「問い」としてのディテール 20世紀の可能性と現実』, ディテール, (株)彰国社, p87, 2003.7
- *3 市浦健, 「建築生産の合理化」, 建築雑誌, 建築学会, p42, 1937.12
- *4 日本建築学会編, 「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット5」, (株)彰国社, p4, 1983.11
- *5 井上新二, 桑田貞一郎, 亀井幸次郎, 「住宅営団の応急住宅多量生産化への経過概要」, 建築雑誌, 建築学会, p14, 1946.3
- *6 元パナホーム専務小林昭夫氏の提供による。
- *7 前川國男著, 「建築の前夜」, 而立書房, p168, 1996.10
- *8 トヨタホーム、ミサワホーム、積水ハウス、パナホーム、積水化学など各社の提供による。
- *9 (社)日本住宅協会, 「プレハブ住宅」, p38, 1963.2
- *10 大和ハウス工業(株), 「大和ハウス工業二十年史」, 大和ハウス工業(株), p118, 1975.11
- *11 内田祥哉, 「日本のパイロットハウスから見た米国のオペレーション・ブレイクスルー」, 学士会月報 715号, (社)学士会, p75, 1972.4

【参考文献】

- 1) 鈴木博之, 「近代建築史」, (株)市ヶ谷出版社, p.49, 2008.10
- 2) 市浦健, 「乾式構造の研究について」, 新建築, 第11巻, 新建築社, p52, 1935.3
- 3) 高木直幹, 三木茂太, 「乾式構造資料 “材料と構造”」, 新建築, 第11巻, 新建築社, p53, 1935.3
- 4) 日本建築学会編, 「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット5」, (株)彰国社, p8, 1983.11
- 5) 住宅営団研究部規格課, 「パネル式組立構造に就いて」, 建築雑誌, 建築学会, p126-137, 1942.6
- 6) 田邊平學, 「不燃組立家屋の一提案」, 建築雑誌, 日本建築学会, p1-9, 1946.3
- 7) 阿部美樹志, 「復興建設に就て」, 建築雑誌, 日本建築学会, p6-9, 1947.2
- 8) 井上新二, 桑田貞一郎, 亀井幸次郎, 「住宅営団の応急住宅多量生産化への経過概要」, 建築雑誌, 日本建築学会, p10-24, 1946.3
- 9) 宮内嘉久, 「前川國男 賊軍の将」, (株)晶文社, p63-69, 2005.9

- 10) 田邊平學,「組立鉄筋コンクリート住宅」,新建築,第22巻 第5号(1947年5月号),「組立建築特輯號」,(株)新建築,1947.6
- 11) 後藤一雄,「工場生産住宅の実用性」,建築雑誌,日本建築学会,p15-22,1949.7
- 12) 星野昌一,「金属組立住宅の設計について」,日本建築学会研究報告,p263-266,1950.8
- 13) 岸田日出刀,「組立住宅」,建築雑誌,日本建築学会,p20-22,1947.10
- 14) 諫早信夫,「現下の住宅諸政策」,建築雑誌,日本建築学会,第726・727号,p1-6,1946.12
- 15) 大和ハウス工業(株),「大和ハウス工業二十年史」,p114-119,1975.11
- 16) 並木信義,「新次元の住宅・都市政策」,季刊現代経済,日本経済新聞社,p137-150,1972.6
- 17) 並木信義,「今後の住宅・都市産業のあり方」,(社)関西経済連合会,経済人 Vol.27.No.4,p17-25,1973.4
- 18) ティハメール コンツ著,高坂清一・滝野文雄・名須川良平共訳,「プレファブリケーションハンドブック」,(株)鹿島研究所出版社,1965.8
- 19) 内田祥哉,「日本のパイロットハウスから見た米国のオペレーション・ブレイクスルー」,学士会月報715号,(社)学士会,p72-77,1972.4
- 20) (財)日本建築センター,「パイロットハウス技術考案集」,(株)工業調査会,p1-3,1971.3
- 21) ハウス55推進協議会,「ハウス55の歩み」,p54-55,1989.11
- 22) 総務省統計局,「平成20年住宅・土地統計調報速報集計結果」,(財)日本統計協会,p59,2009.9

2 | 構法

我が国のプレハブ住宅の主要構造材料は鉄鋼、コンクリート、木材など多岐にわたっている。一時はアルミニウム製も試行されたが、現在は前述の3つの材料を中心とした構造に集約されている。

現在その着工戸数の比率は、図2.1の通りで鉄鋼系が80%以上を占めるようになってきている。従って本稿では鉄骨系の記述を中心に、初期には現在よりシェアの大きかったコンクリート系および木質系の構法についても紹介する。

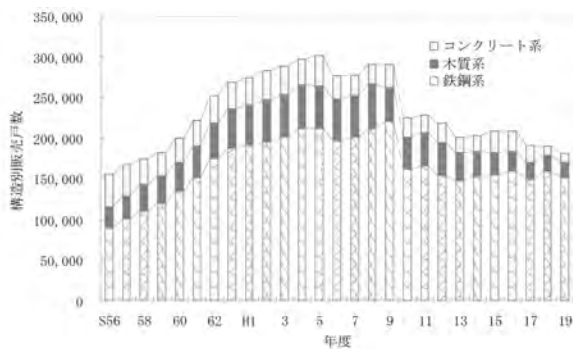


図 2.1 構造別プレハブ住宅完工戸数推移

2.1 鉄骨系

2.1.1 鉄骨系プレハブ住宅導入の系譜

昭和30年代の中頃まで、日本の建設用鋼材は主として図2.2のような圧延鋼材を製造していた。その肉厚は厚く不等厚で、今では古い駅舎のプラットフォームの鉄骨程度にしか見られなくなったが、リベットで綴られて柱や梁を構成していた(図2.3)。



図 2.2 圧延鋼材例

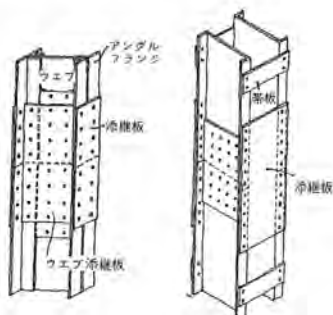


図 2.3 リベットによる組立部材

昭和30年代に入ってから、1.2~4.5mm程度の薄板が生産されるようになり、これを冷間でロールフォーミングされた図2.4、図2.5のような軽量形鋼や構造用鋼管が生まれた。更に昭和30年代後半になると、ユニバーサルミルによるフランジが等厚のH形鋼が生産されるようになり、山形鋼や溝形鋼をリベットで綴り合せなくても、単独で梁や柱に使用出来るようになる。これらの新しい建設用鋼材は形状やサイズも豊富で鋼構造建築物の設計が大変革を遂げることになる。



図 2.4 軽量形鋼



図 2.5 構造用鋼管

軽量形鋼は当初、屋根や壁がスレートまたは波鉄板葺きの建屋の母屋や胴縁といった2次部材に使われていたが、これらの主要部材としての用途を広げるために「日本軽量鉄骨建築協会」が設立され(昭和30年(1955))、校舎や低層集合住宅への試行がなされ、梁、柱、トラスなどの主要構造部にも次第に使われるようになっていく。そしてプレハブ住宅を目指す企業は、コンクリートや木材以上にこの軽量鉄骨に注目した。元来日本の在来木造住宅は軸組み構造であるから、比較的鉄骨構造に取り組みやすい背景でもあった。

本格的な鉄骨系プレハブ住宅の開発にあたり、開発技術者はこれらの鋼材を使ってどのようなシステムにするか知恵を絞ることになるが、その結果それぞれ特色を持つその企業にのみ通用するクローズドなシステムをつくり上げることになる。一旦システムが決まり、生産設備が出来ると、容易に変更は出来ずそのシステムを基本としてシステムの深化が行われる。在来木造や後に一般化されるツー・パイ・フォー(枠組壁工法)は、誰でも設計できて生産できるオープンなシステムであるが、鉄骨系プレハブ住宅はある意味では不幸と

も言えるクローズドな世界に突入してしまうことになる。ただわが国は住戸がアメリカのように点在せず密集しており、ひとつの工場で大きな市場をカバーできるので、クローズドなシステムであってもある程度の量産は可能で成立しえたという背景があった。

ここでは鉄骨系プレハブ各社がどのようなクローズドシステムを作ったのか、住宅の完成品では表に表れない違いを解説し、後世に伝えておきたいと考える。

極めて単純な平面モジュールの考え方がお互いに歩み寄れない独特のシステムへと発展していったからである。

2.1.2 軽溝形鋼の綴り合せ材の軸組構造

昭和30年(1955)に日本住宅公団(現都市再生機構)では、東京都世田谷区に2階建て4戸の軽量鉄骨造の試作を行った^{*1}(図2.6)。その成果をもとに翌31年(1956)からは、東京都、大阪府をはじめ全国の都道府県において、ピーク時には年間1400戸、10年間で、5000戸以上の軽量鉄骨造による公営住宅が建設された。



図2.6 日本住宅公団1号試作住宅^{*1}

特にC-100×50×20×3.2mmサイズの形鋼を二丁合わせにすると木造住宅の柱寸法に相当することもあって、軽量鉄骨建築は、一般の人々にとって身近な存在となり、公営住宅、個人住宅や学校などにも採用された。

昭和34年(1959)に発売された大和ハウス工業の「ミゼットハウス」は2本の60×30×2.3mmの軽溝形鋼を背中あわせにして柱にし(1.2mmの薄板をダブルに加工して、図2.8の右のような特殊な軽量Hとしたものもある)その溝にパネルを落とし込んで外郭構造とするアイデアであるが、これが後述のパネルフレーム系および軸組・パネル併用系の原型になる(図2.9)。図2.7はその平面であるが、建物は出隅だけが入隅のない矩形であるから、構造とパネルを外郭に沿って外に配置し、基準線を構造パネルの内側に設定

すれば後に述べる役物パネルが発生せずにパネル展開が出来、しかも建物の内法寸法はモジュールの倍数となって、内装の展開が役物無しに出来る。

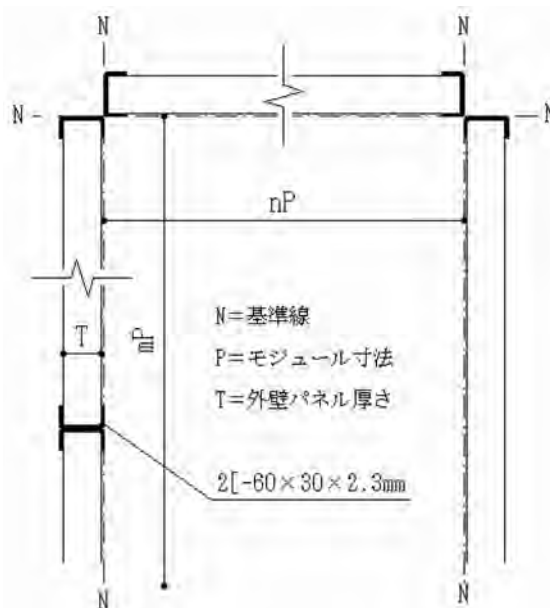


図2.7 ミゼットハウス平面図

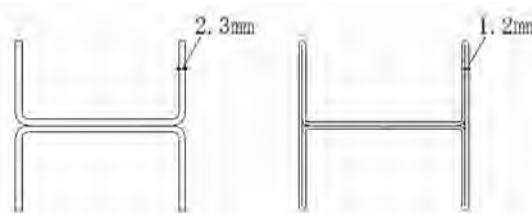


図2.8 ミゼットハウスメンバー図



図2.9 ミゼットハウスパネル

この工法は極めて単純であるがそれだけに使いやすく、大和ハウス工業はミゼットハウス以外にもパイプハウスに替わって「ダイワロッジ」という商品名で仮設ハウスとして広く活用し、建設現場の仮設宿舎、仮設事務所として商業的成功を収め、後に関連会社になる大和工商リース(現大和リース)の基礎になった。同じ工法により多くの仮設プレハブメーカーが追随した。昭和20年代のベビーブームによる学校校舎の不足は深刻で仮設校舎としてこの工法が活用され、阪神・淡路大震災後の応急住宅ではこの工法による住宅が主流を占めた(図2.10)。

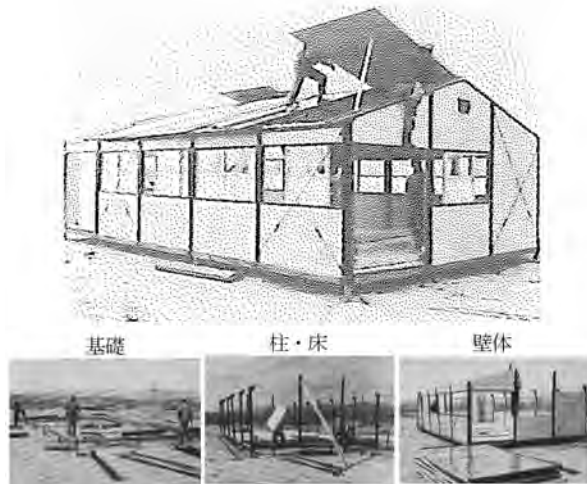


図 2.10 ダイワログによる仮設校舎 (上)²²と組立て (下)

2.1.3 パネルフレーム系 (セクスイハウスの例)

本格的住宅では、外に外装材が必要であり、内側に内装材が配置される。従ってミゼットハウスのように単純ではなくどのような構成にするか決めなければならない。

フレームに外装パネルや断熱材、内装下地材を現場で組み上げる。また、梁勝ちにすることにより1、2階を分離させ、自在性を高めたこのシステムは、「ユニバーサルフレームシステム」と呼ばれ、昭和48年(1973) 発明奨励賞を受賞している。

これの単純化した平面が図 2.11 (a)、(b) であり、構法の概要は図 2.12、図 2.13 のようであるが、後述の図 2.15 のシステムのようにコネクタを必要とせず、パネルとパネル、またパネルと基礎や洞差との接合は直接ボルト接合できるというメリットがある。またこのシステムでモジュール芯を後述の図 2.15 のようにパネルセンターとすると、出隅、入隅でパネル同士が干渉して役物パネルが必要となる。図 2.7 のミゼットのように外郭基準線 (モジュール芯) に沿ってパネルを追い出したシステムにすれば、入隅パネル以外は役物パネルが不要になる。そして床パネル、間仕切りパネルの長さは後述の図 2.15 のように外壁に接する端部でフレーム厚の半分を引くという役物を必要としない。

これがセクスイハウスの基本になり、モジュール寸法は 1000mm を選んだ。将来メーターモジュールの建材の普及を期待し、大きいモジュールでユーザーへの訴求を狙ったものであった。

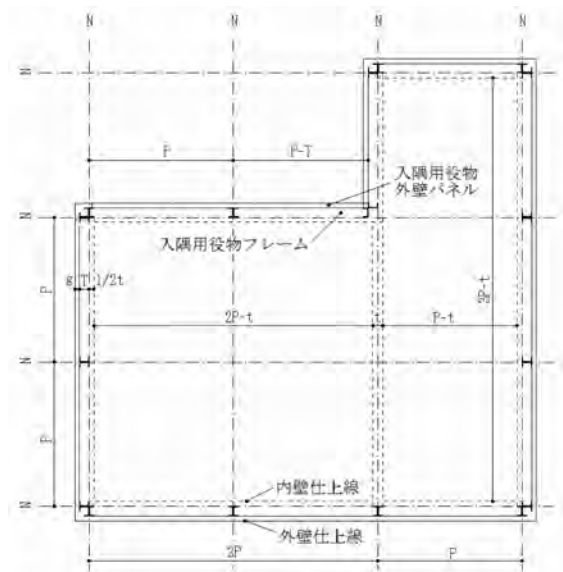


図 2.11 (a) 平面図 (積水ハウス)

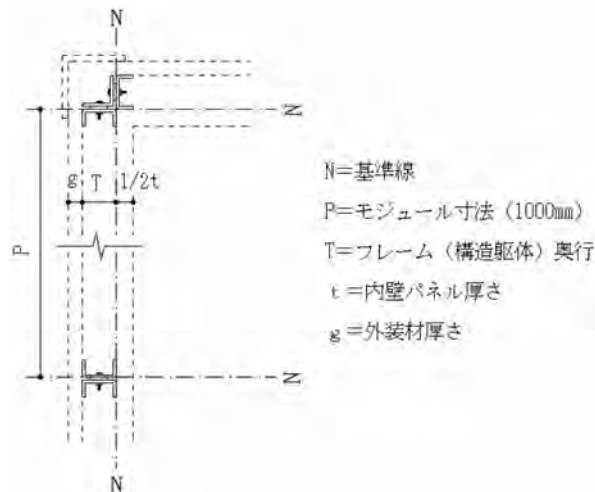


図 2.11 (b) 平面詳細図 (積水ハウス)

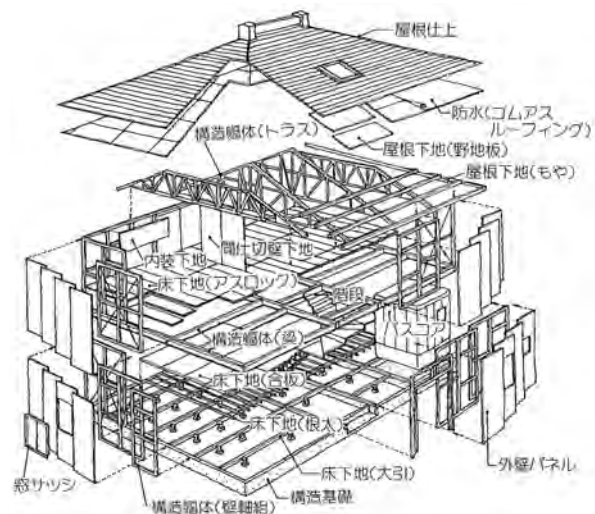


図 2.12 構法概要図 (積水ハウス)²³



図 2.13 セキスイハウス B 型^{*4}



図 2.14 ユニバーサルフレーム・システム
柱 - 梁接合部概念図 (積水ハウス)^{*5}

2.1.4 軸組・パネル併用系 (ダイワハウスの例)

もう一つの考え方として、鉄骨フレームに外装材、断熱材、内装下地をとりつけた完成パネルを作り、これを組み立てることにより現場工程を少なくしようとして出来たシステムがある (図 2.15 - 2.17)。

しかし閉じられたパネル同士を接合するために溝形のコネクターを必要とし、下部の基礎との接合や上部の胴差しとの接合には事前の埋め込みナットなどの工夫と接合材が必要となる。その単純化した平面・平面詳細が図 2.15 (a)、(b) である。コネクターの幅をパネルフレームの厚みと同じにすること、基準線をパネル厚の中心とすることによって、出隅、入隅がある平面でもモジュール割りした役物無しのパネルで構成することが出来る。

ただし床はモジュールで等分割りすると外壁と接する端部で短いパネルを必要とするようになり、間仕切り壁もパネル化すると同じ問題が起きる。

これが大和ハウス工業の基本になり、そしてモジュール寸法は 940mm を選んだ。伝統的な京間の畳の長辺寸法の 6 尺 3 寸の半分の約 945mm に近い寸法とした。これは、外壁材の当時の一般的製造寸法の倍の 1820mm (これにコネクター一部の隙間 60mm を足すと 1880mm となりその 1/2 が 940mm になる) を出来るだけロスなしに利用したいという考え方から出発したものであった。

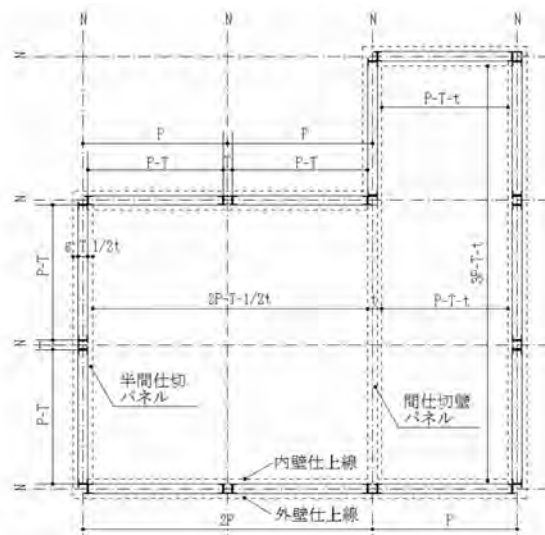


図 2.15 (a) C 型平面図 (大和ハウス工業)

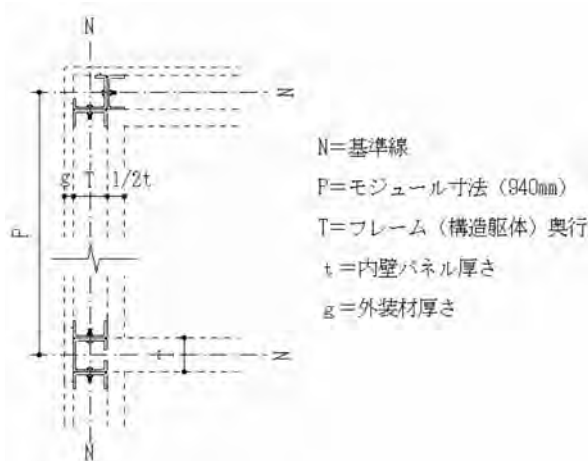


図 2.15 (b) C 型平面詳細図 (大和ハウス工業)

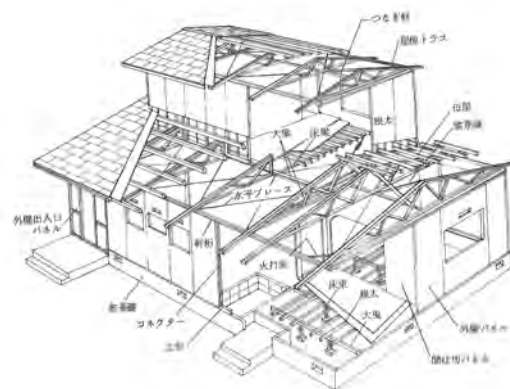


図 2.16 C 型構法説明図 (大和ハウス工業)^{*6}

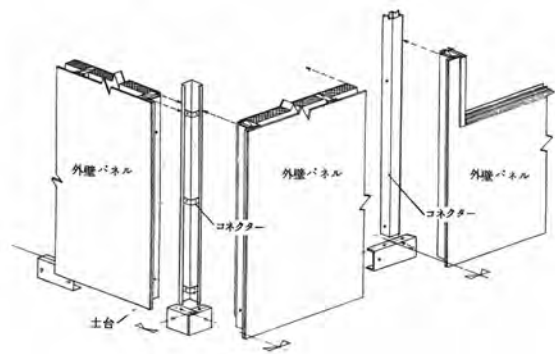


図 2.17 C 型パネル組立図 (大和ハウス工業)

しかし後に外壁建材の寸法効率よりも、床パネル、天井パネル、内装建材の寸法効率を上げるために現在の住宅建材の平均的な寸法で江戸間のモジュールである3尺(約910mm)に統一し、構造芯にあった基準線をミゼットハウスと同じように外郭構造の内側にし、前述の床、間仕切り、天井等に使用する役物パネルの減少を図り、図 2.18 (a)、(b) のような平面・平面詳細に変わる。そのシステムの概要を図 2.19、図 2.20 に示す。

ダイワハウスも、前述のセキスイハウスもそれぞれ一長一短があり、外郭シルエットはこのシステムに拘束されるが、内部空間は間仕切りの移動によって調整できるので完成した住戸としては大きくは変わらない。

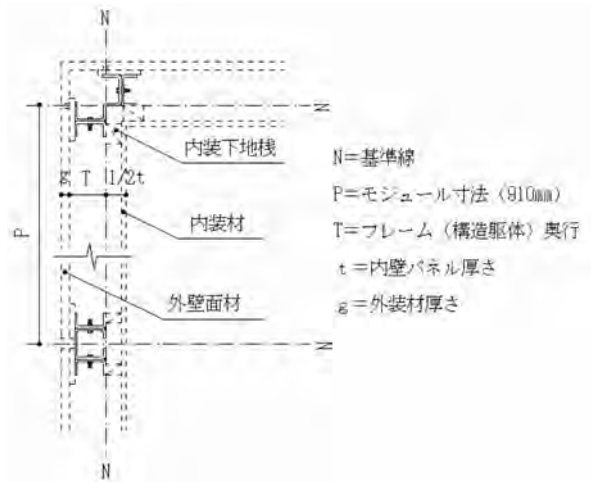


図 2.18 (b) G 型平面詳細図 (大和ハウス工業)



図 2.19 G 型構法概要図 (大和ハウス工業)
(骨組だけを明示したもの)

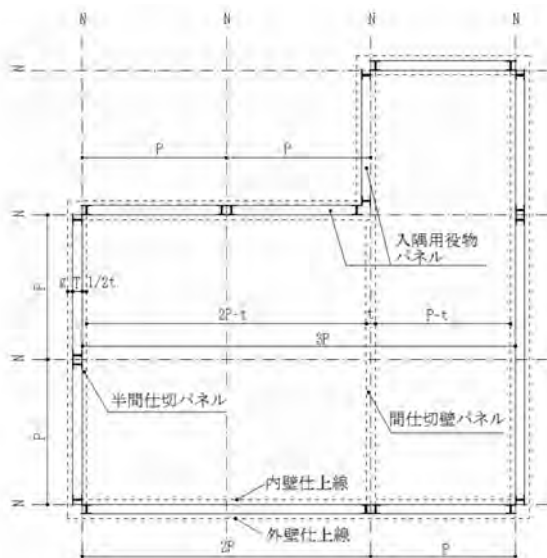


図 2.18 (a) G 型平面図 (大和ハウス工業)



図 2.20 トリプルコンパインドシステム (G 型)
(大和ハウス工業)⁷⁾

2.1.5 ラーメン系^{註)}(ブレースドパネル併用) (パナホームの例)

日本の家屋は木造の軸組み形式で、単柱と梁と筋交いで構成される。そして畳の寸法を基準に間取りと同時に構造も決められる。京間は京都を中心に広く関西に広がった考え方で、一畳が6尺3寸×3尺1寸5分(1910mm×955mm)で柱の面間の寸法をその倍数にするものである。従って部屋の4隅に柱がありこれを連結して間取りをつくる。部屋と部屋の上に柱寸法の

空間があり、これを間仕切りや敷居に利用する。畳の基準寸法と柱の幅の基準寸法の二つの基準寸法によって間取りが決定されるのでこれをダブルモジュール(double module)と呼んでいる。

江戸時代に入ると江戸間(関東間)が東日本に広がってゆく。これも畳寸法を基準に間取りと構造(柱割り)を決めて行くのであるが、柱の芯々を基準寸法の6尺(1820mm)又は3尺(910mm)の倍数とするもので、畳の寸法は部屋の大きさから柱のサイズを引いた寸法を何等分された寸法になり畳の互換性はなくなる。その代わり柱の間隔はモジュールの整数倍になって構造的には明解で合理的になる。基準となる寸法は1つなのでシングルモジュール(single module)と呼ばれる。

パネルフレーム系はフレームの倍数によって間取りが決まるのでシングルモジュール系であるが、軸組系はどちらの考え方で成立し得る。

伝統的な京間の考え方をとったのがナショナル住宅産業(現パナホーム)である。(図2.21-2.22)

図2.21がその平面で部屋の内法間はモジュールの整数倍になり、内部家具や内装材の配置が明解である。しかし、図2.21に見るように付属棟が矩形の部屋単位の柱と柱の間に入ってくると柱の寸法だけ調整する必要がある。

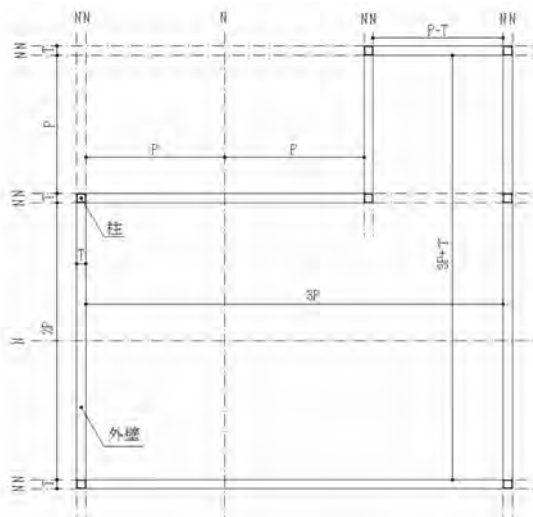


図 2.21 (a) 平面図 (パナホーム)

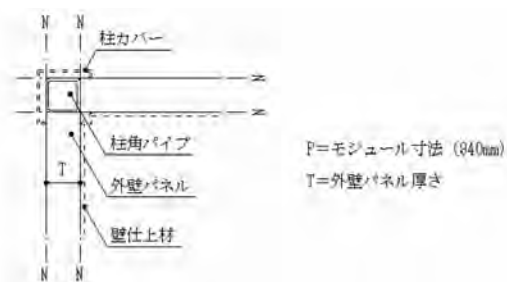


図 2.21 (b) 平面詳細図 (パナホーム)

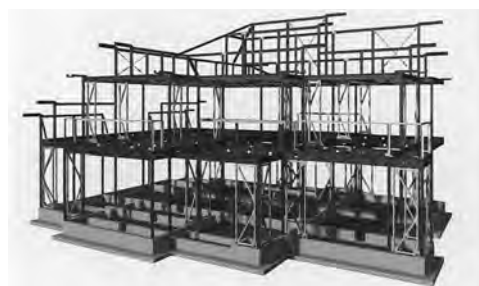


図 2.22 構法概要図 (パナホーム) *8

初期はモジュールを960mmとし柱寸法を80mmとするダブルモジュールのラーメン架構であったが(図2.23)、後に水平力を負担するサブフレームを柱間に入れ、モジュールを900mmとするように変更されて、構造的には純粋なラーメン構造でなくなっている(図2.24)。

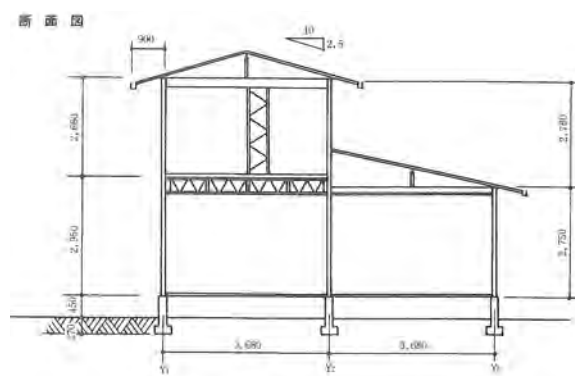


図 2.23 断面図 (初期) (パナホーム) *9

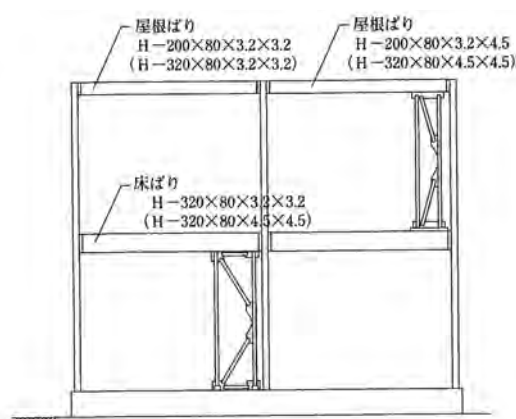
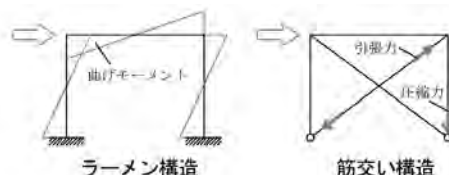


図 2.24 断面図 (現在) (パナホーム) *10

註) ラーメン構造 [Rahmen: ドイツ語]: 各節点で部材が剛に接合されており、水平力に対して、部材の曲げモーメントで抵抗する骨組。ブレース (筋交い) 構造: 水平力に対して、筋交いの引張力で抵抗する骨組。



2.1.6 軸組系（ヘーベルハウスの例）

角型鋼管を柱に用いて、梁と筋交いでシンプルなシングルモジュールの間取りを採用したのが旭化成ホームズのヘーベルハウスである（図 2.25-2.27）。このシステムは、平面は図 2.25 のように、610mm を基本モジュールとして外壁及び床版に 609mm 幅の ALC（軽量気泡コンクリート）を用いることをベースに作られたものである。サブモジュールとして 305mm（ALC 幅 305mm）を採用しているため間取りの自由度は大きいですが、従来の畳サイズを標準にしていない。

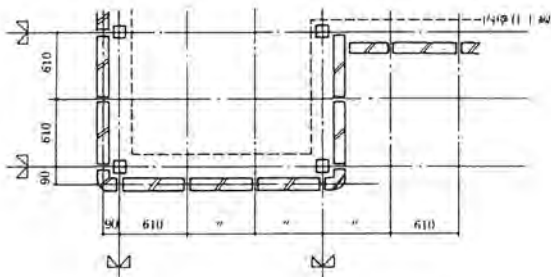


図 2.25 平面モジュール（旭化成ホームズ）^{*11}

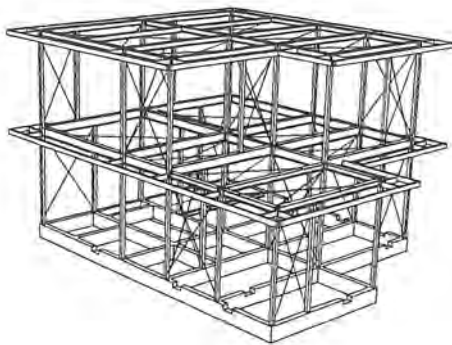


図 2.26 構法概要図（旭化成ホームズ）^{*12}



図 2.27 ハイパーフレーム構造
（旭化成ホームズ）（旭化成ホームズ提供）

2.1.7 ユニット系

（セキスイハイムとトヨタホームの例）

部屋単位サイズまたはその分割サイズでボックスを

工場で作り、これを現場で据え付けるという考え方はプレハブ化率を上げ現場生産を最小に出来る工法で、旧ソ連のコンクリートプレハブにあり、アメリカではモバイルハウスとして現在も多く生産されている。

我が国でも中層の集合住宅として鉄骨のラーメン架構にカセットのように住戸ユニットをはめ込むアイデアが発表されている（八幡製鉄とナショナル住宅）。しかし鉄骨のラーメンユニットに外装と内装材を取り付け接合部分だけを現場施工するという考え方で、戸建のシステムをつくり、成功を収めているのは我が国だけである。

代表的なのが図 2.28-31 に示すようなセキスイハイムのシステムである。

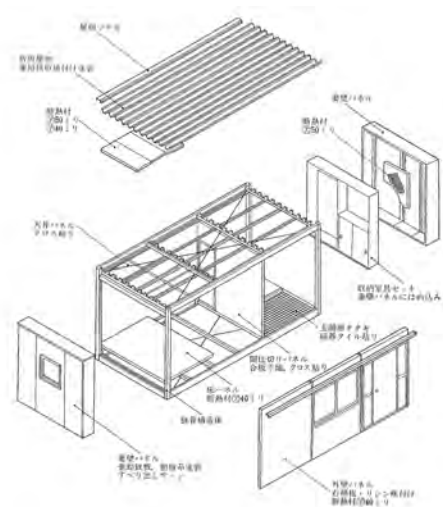
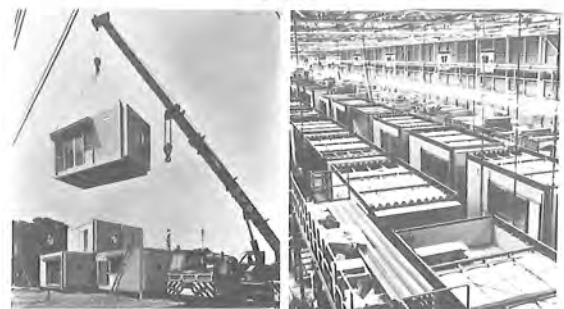


図 2.28 セキスイハイム M-1 構法説明図
（セキスイハイム）^{*13}



外観



組立

工場

図 2.29 セキスイハイム M-1
（セキスイハイム）^{*13}

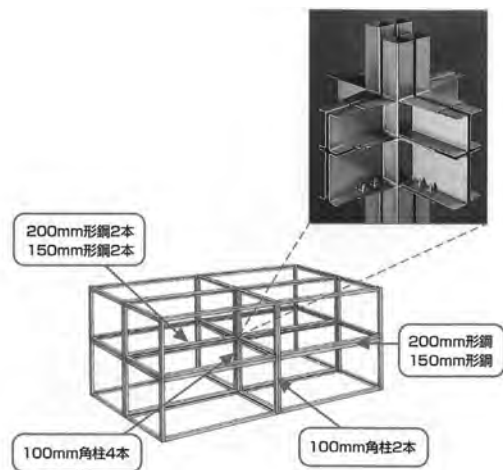


図 2.30 セキスイハイム M-3 構法概要図
(セキスイハイム) *14



図 2.31 セキスイハイム M-3 パルフェ
(セキスイハイム) *15

但し我が国では道路条件が悪く、基準が厳しく、ユニット幅は 2500mm 以内、輸送高さは一般的には 3800mm 以下に制限される。

過去に Operation Breakthrough に応募した GE の石膏パネルを利用した大型ユニットをトレーラーで輸送するという工法をヤクルトハウジングが企業化しようとしたが成功しなかった。

現在では輸送し易いサイズを基本とするセキスイハイムと共にトヨタホーム及びミサワホームのシステムが代表的である。トヨタホームは後発であるが、昭和 52 年 (1977) トヨタ自動車住宅事業部 (現トヨタホーム) として鉄骨ラーメンユニット住宅を発売した (図 2. 32-36)。

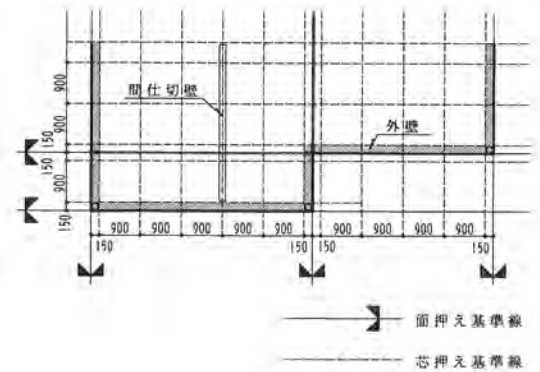


図 2.32 平面モジュール (トヨタホーム) *16



図 2.33 構法概要図 (トヨタホーム) *17



図 2.34 商品例「シンセ・アヴェンティアーノ」(トヨタホーム) *18

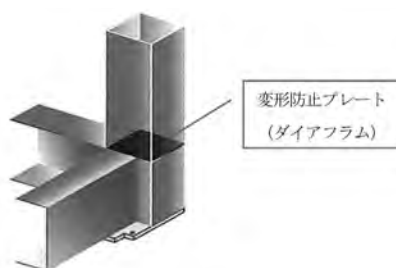


図 2.35 柱 - 梁接合部 (トヨタホーム) *19



図 2.36 ユニット接合部 (トヨタホーム) *20

上記2社の他、ミサワホームはPALC（ALC）耐力壁併用鉄骨ラーメンユニット住宅のミサワホーム55を昭和56年（1981）に発売し、平成元年（1989）にはPALC外壁の鉄骨ラーメンユニット住宅を発売している。また、大和ハウスのハイユニメント（低層集合住宅）が実績を残しているが現在は生産されていない。

2.1.8 ラーメン系（3・4階建）

鉄骨系プレハブ住宅は殆ど2階建てまでのシステムであるが、3階建て（稀に4階建て）のシステムが開発された。軸組みやパネルフレームで3階建てのシステムが2階建てのシステムの延長としてあるが、構造的に限界があり、より広い範囲を可能とするためにラーメンタイプの工法が開発された。

代表的なものとして、旭化成ホームズ・大和ハウス工業・積水ハウスの構法を紹介する。

旭化成ホームズの構法は、角形鋼管を柱とし、H形鋼を梁とするラーメン構造で、部材をコンパクトにして輸送コストを少なくし、建て方を簡単にし、接合部周辺の床パネルとの納まりを考えて梁端にエンドプレート形式を採用した「システムラーメン構造（重量鉄骨ラーメン構造）」である（図2.37-2.41）。



図 2.39 システムラーメン構造内観
（旭化成ホームズ）（旭化成ホームズ提供）



図 2.40 商品例「フレックス」（旭化成ホームズ）
（旭化成ホームズ提供）

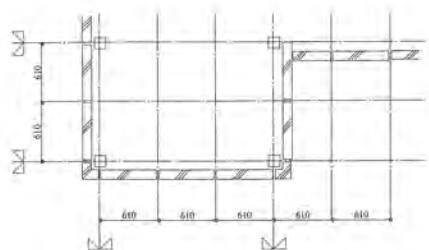


図 2.37 平面モジュール（旭化成ホームズ）^{*21}



図 2.38 システムラーメン構造（旭化成ホームズ）
（旭化成ホームズ提供）

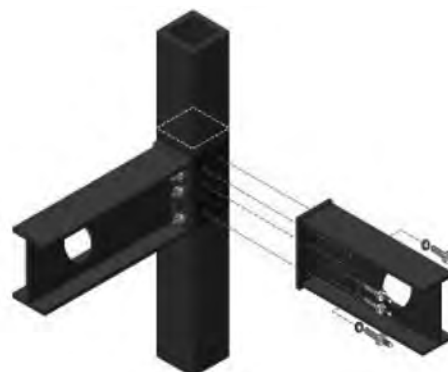


図 2.41 柱 - 梁接合部（旭化成ホームズ）
（旭化成ホームズ提供）

大和ハウス工業の構法は、柱に高周波による増厚鋼管を用い、ワンサイド高力ボルトを使用するDSQフレームシステム（重量鉄骨ラーメン構造）である（図2.42-2.47）。

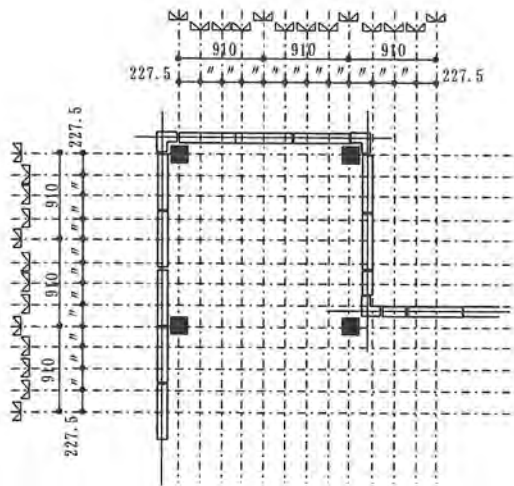


図 2.42 平面モジュール (大和ハウス工業) *22

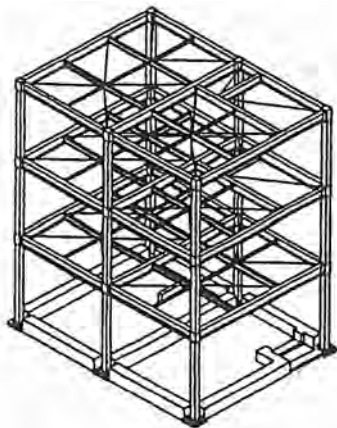


図 2.43 構法概要図 (大和ハウス工業) *23



図 2.44 商品例「ルミネックス 3」
(大和ハウス工業) *24

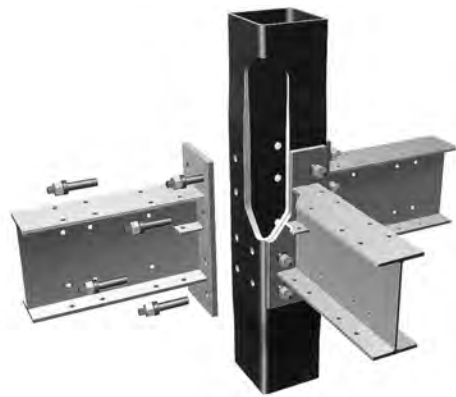


図 2.45 DSQ フレームシステム
(大和ハウス工業) *24

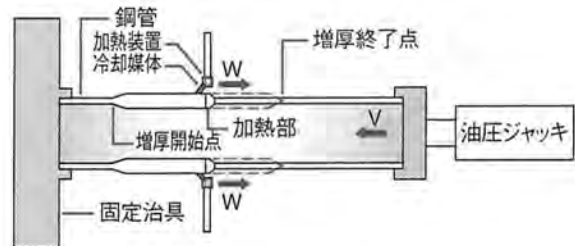
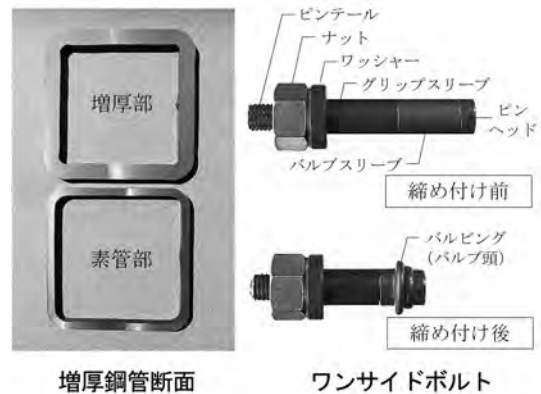


図 2.46 増厚工法の原理 (大和ハウス工業) *24



※ワンサイドボルトは、片側から施工できる高力ボルトである。大梁と柱の接合部にワンサイドボルトを差し込んだ後、専用のシャーレンチを用いてピンテールを回転させると、ピンが引っ張られてバルブスリーブに圧縮がかかり、塑性変形することによってボルト頭形状（バルピング）が形成される。

図 2.47 DSQ フレームシステム特徴
(大和ハウス工業)

積水ハウスの構法は、H 形鋼による梁勝ち（一般的には、柱を通してそれに梁を接合する柱勝ちとなる）のユニークなシステム「βシステム構法（重量鉄骨梁勝ちラーメン構法）」である（図 2. 48-2. 51）。

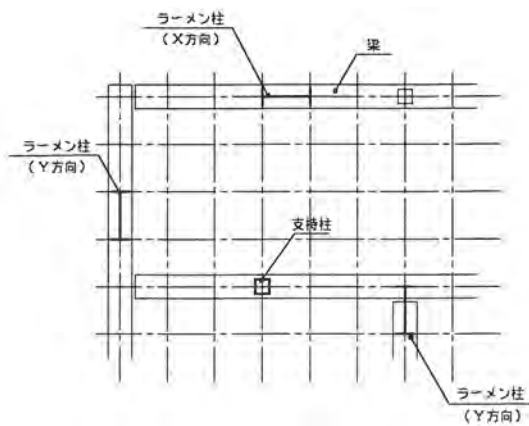


図 2.48 平面モジュール (250mm) (積水ハウス) *25

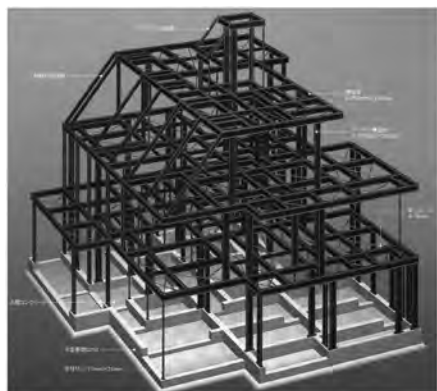


図 2.49 βシステム構法概要図 (積水ハウス) *26



図 2.50 商品例「ビエナ」(積水ハウス) *27



図 2.51 柱 - 梁接合部 (積水ハウス) *26

2.1.9 製造工程

鉄骨系プレハブ住宅の製造工程を、大和ハウス工業を例に挙げ、次に紹介する。

①鉄骨加工 (図2.52)

初めに鉄骨フレームをつくる。コンピューター制御の切断ラインで鉄骨をカットし、ボルト孔を開ける。パネルフレーム等をロボット溶接する。



図 2.52 フレーム溶接 *28 *29

②電着塗装 (図2.53)

鉄骨部材には防錆処理をする。自動車のボディーにも採用されているカチオン電着方式で防錆塗装を行う。



図 2.53 カチオン電着塗装ライン *28 *29

③パネル加工 (図 2.54)

外装のサイディング、断熱材、内装下地材をフレームパネルに取り付ける。



図 2.54 パネル加工 *28 *29

④搬送 (図 2.55)

邸別に検品し、施工現場へ搬送する。



図 2.55 搬送 *28

2.1.10 設計・積算・実行予算等の情報処理技術の発展

プレハブ住宅の設計から積算・実行予算等のコンピューターによる一貫処理システムが、昭和45年(1970)大和ハウス工業に導入された。当時の導入一号機を図2.56に示す。これはDPTS(Daiwa Prefab Total System)と呼ばれ、スピードと自動化に主眼をおいたシステムである。間取りなどの情報を記号化し、コンピューターに入力することによって自動的に平面図、立面図から積算まで一貫処理するもので、図面はXYプロッター(作図機)に、積算情報はプリンター(印字機)にそれぞれ出力された。このシステムは当時、コンピューターが現在ほど普及していないこともあって、画期的なシステムとして注目を集めた。

その後IT技術の発展により飛躍的にシステムは進化している。



図 2.56 コンピューター導入一号機
(大和ハウス工業 総合技術研究所)

2.1.11 スチールハウス

約20年前アメリカで生まれたスチールハウスは、ツー・バイ・フォーの木材断面の代わりに1mm程度の薄い軽溝形鋼を使用するオープン化されたシステムである(図2.57)。日本の製鉄メーカーも熱心にその普及を考え、設計基準もでき協会も設立されたが、まだあまり普及していないのが現状である(図2.58)。薄板の市況が自動車産業の繁栄によって良くなってきたことや、クローズドなシステムを既に作り上げている鉄骨系プレハブ住宅の有力企業がスチールハウスに興味を示さないのもその一因である。後世に木材資材の高騰の時代が来るようなことがあれば、スチールハウスが木質のツー・バイ・フォーに代わる時代が来るかもしれない。



骨組

外観

図 2.57 スチールハウス(アメリカ, 1994.10)


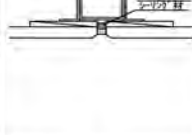


図 2.58 日本のスチールハウス試作
(新日本製鐵, 1996.2)

2.1.12 鉄骨系の乾式パネルの接合部

鉄骨系パネル住宅のパネル間は、何らかの方法で防水処理されなければならない。当初は鉄板などによる型蓋形式が主流であったが、外壁材の厚みが次第に厚くなったことも契機になり、シーリングが使われるようになる。そのシーリングも当初の湿式から乾式が多く使われるようになってきている。そのディテールにも様々な研究が行われてきた。外壁の変化と同時に時代による簡単な変遷を表2.1に示す。

表 2.1 乾式パネル外壁材の変遷

年代	住宅・建築関連	主要な外壁材の変遷	目地材の変遷 (大和ハウスの例)
1960年代	戸建プレハブ住宅の本格供給開始 (社) プレハブ建築協会設立 (財) 日本建築センター設立	繊維補強セメント板 (フレキシブル板厚さ6mm)	カバープレート (銅板) 
1970年代	建築基準法改正 石棉を発売可能な物質認定 (WHO)	繊維補強セメント板 (フレキシブル板厚さ6mm) ニューセラミック (ミサワホーム) ダイコンクリート (積水ハウス)	ボリタイト系シーリング材 2成分形セリコーン系シーリング材
1980年代	住宅性能保証制度発足 長期 (10年) 保証の動き (財) 性能保証住宅登録機構設立	硬質木片セメント板 (厚さ12mm) ALC (厚さ100mm)	2成分形変性シリコーン系シーリング材 
1990年代		繊維混入スラグセメント板 ポリウレタン混入軽量セメント押出成形板 (厚さ25mm) 繊維混入セメント珪酸カルシウム板 (厚さ16mm) 木繊維混入セメント珪酸カルシウム板 (厚さ16mm)	1成分形変性シリコーン系シーリング材 
2000年代	品確法の制定 建築基準法改正 PRTR [*] 施行 (石棉使用量の公表) 建築基準法改正	繊維混入セメント珪酸カルシウム板 (厚さ25mm) キラテックタイル (マナホーム) コンライトウォール (マナホーム)	乾式目地  

* PRTR: 化学物質排出移動量届出精度。

2.2 コンクリート系

2.2.1 コンクリート系プレハブ住宅導入の系譜

コンクリート系プレハブ住宅の構法は、海外、特にヨーロッパにおいて、戦前より、我が国よりも早く開発され発展した構法である。それはレンガ造、石造の伝統の国では当然の流れであった¹⁾。一方、日本では木造が主流ではあったが、建築物の不燃化の要請から、コンクリート造の研究が始まった。そのため、日本は図 2.59 に示すようなヨーロッパの構法の影響を強く受けている。図 2.59 はフランスのレイモン・カミュ社によるコンクリートプレハブ住宅である。



図 2.59 海外のコンクリート系プレハブ住宅例 (レイモン・カミュ社、フランス)^{*30}

戦前の伊藤為吉氏の組立コンクリート建築の考え方は、戦後東京工業大学の田邊平學氏、後藤一雄氏に引き継がれ、工大式「組立鉄筋コンクリート住宅」^{*31}として実績を残している (図 2.60)。しかし、日本的な柱・梁式の構法は進展せず、中型・大型コンクリートパネル式へと主流が移って行く。

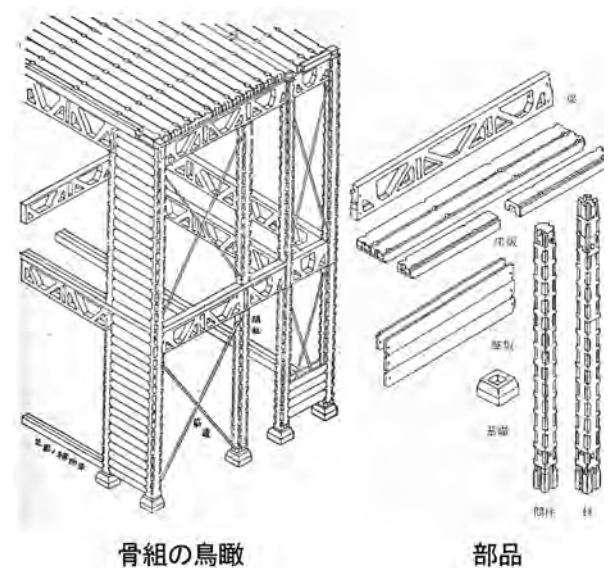


図 2.60 プレコン住宅構法概要図^{*32}

2.2.2 トヨライトハウス

その後昭和35年（1960）頃、トヨタ自動車の関連会社（豊田コンクリート（現トヨタ T&S 建設））により、コストダウンのために部品数を減らして、輸送と組立てを簡単にするために柱と梁と筋交いを一体化したコンクリートパネルによる住宅が提案された。それが図2.61、図2.62に示す「トヨライトハウス A型」で、電々公社の建築局において、長距離電話網の拡充に伴う無人の電話中継所として採用された。^{*33 *34}

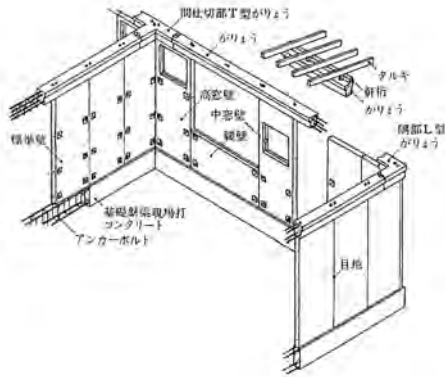


図 2.61 トヨライトハウス A 型構法図^{*33}



図 2.62 トヨライトハウス A 型
(トヨタ T&S 建設提供)

2.2.3 量産公営住宅

上記トヨライトハウスの実用化の成功に影響され、建設省主導で薄肉中型コンクリートパネルを用いた量産公営住宅の開発が始まった（図2.63-2.71）^{*35}。平屋から始まったこのシステムは、2階建にも広がり民間の戸建コンクリートプレハブ住宅にも影響を与えた²⁾。

このシステムの特徴は部材、部品を標準化し、誰でもその製造、施工に参加できるオープンなシステムであったことである³⁾。モジュールは一般的な900mmを採用し、躯体からいくらか（図2.65中α）内側に逃げたところに基準線を置き、それをグリッド割するダブルモジュール的考え方をとっている。

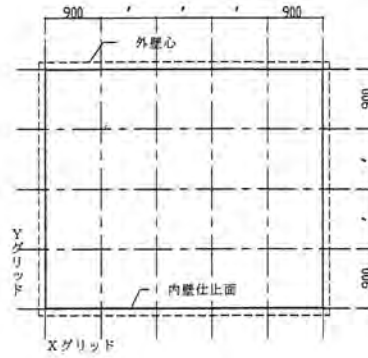


図 2.63 グリッドとプランニングの関係^{*36}

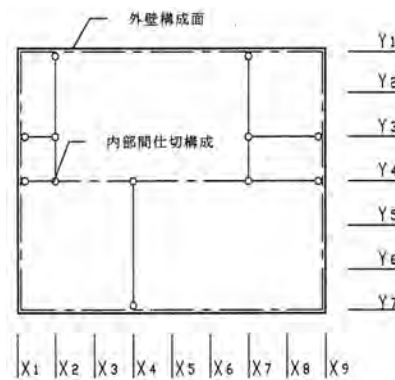


図 2.64 グリッド、内部間仕切、外壁の関係^{*36}

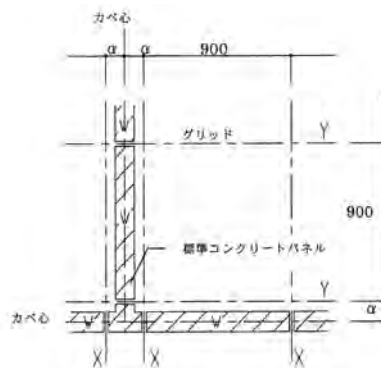


図 2.65 躯体隅角部^{*36}



図 2.66 量産公営住宅^{*37}



図 2.67 建設中の量産公営住宅^{*38}



図 2.68 2階建建方^{*39}

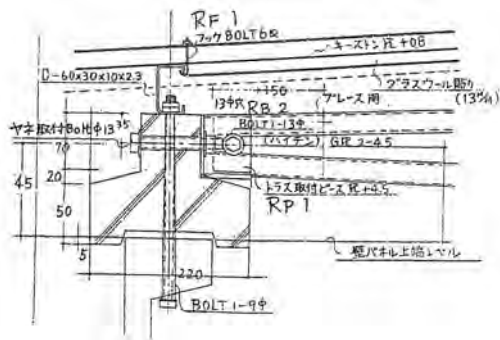


図 2.69 屋根詳細図 (平屋建)^{*40}

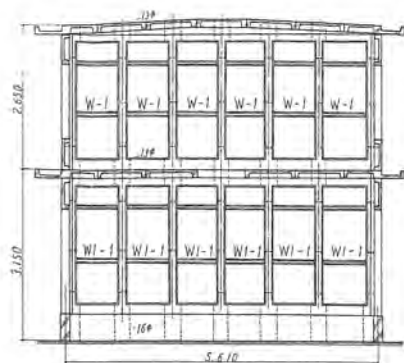


図 2.70 躯体組立図 (2階建)^{*40}

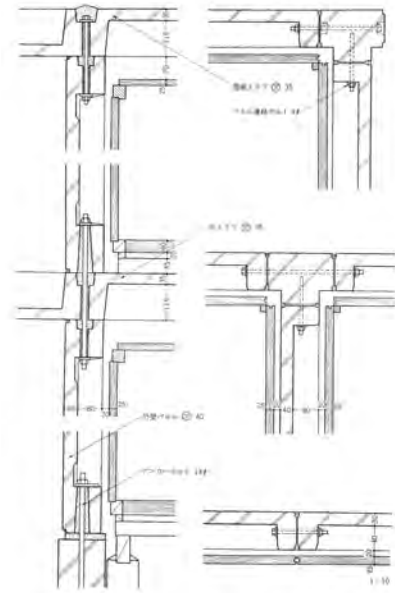


図 2.71 各部ディテール^{*37}

2.2.4 民間低層戸建プレハブ住宅

昭和 40 年代に入って、民間の低層コンクリートプレハブ住宅のメーカーが出現した。日本プレスコクリート、宇部興産、大栄住宅（企業名は当時のもの）等である。

ここでは代表例として、日本プレスコクリート（現レスコハウス）による「レスコハウス」について紹介する（図 2.72-2.75）。基本モジュール 900mm および 210mm を用いた中型パネル造で、パネルと柱型によって構成されている。また、陸屋根以外にも鉄骨トラスによる勾配屋根が用意されている。

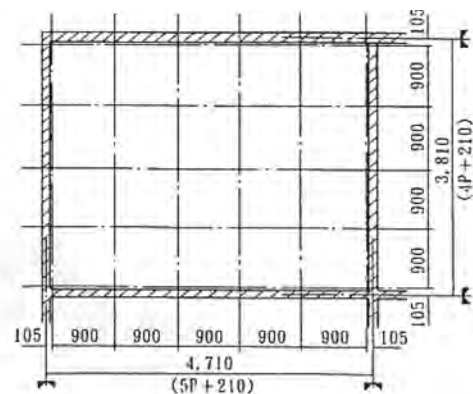


図 2.72 平面モジュール (レスコハウス)^{*41}

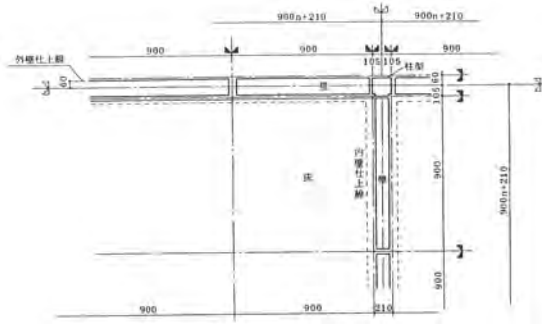


図 2.73 平面モジュール詳細 (レスコハウス) *41



図 2.76 プレキャストコンクリートパネル (レスコハウス) *44

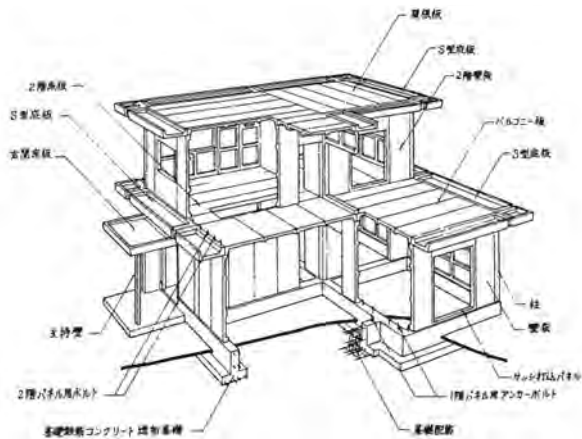


図 2.74 構法概要図 (レスコハウス) *42



図 2.75 レスコ住宅 2R 型 (レスコハウス) *43

図 2.76 はコンクリートプレハブ住宅に使用されているプレキャストコンクリートのパネル、また図 2.77 はその製造工程を示したものである。まず溶接した鉄筋を型枠にセットし、その上からコンクリートを打ち込み、振動締め固めを行う。次に蒸気温度管理を行いながら、蒸気養生する。その後脱型し、製品となる。



①型枠・鉄筋カゴセット ②コンクリート打設



③振動締め固め ④蒸気養生のための蒸気温度管理



⑤脱型・完成

図 2.77 製造工程 (レスコハウス) *45

2.2.5 大型パネル構法による低層住宅

住宅公団は昭和 30 年頃から、建設省建築研究所および大成プレハブ (現大成ユーレック) の協力を得て、中層集合住宅用大型パネル構法の研究を始めた。

その大型パネル構法を低層戸建用に応用したものの代表例として、「パルコン」(大成建設 (現大成建設ハウジング)) を図 2.78-2.80 に紹介する。この構法は、

軽量気泡コンクリート製の大型パネルを使用し、基礎から屋根までシース（靴）に通した鉄筋によって接合することで、垂直方向の一体化を図っている。

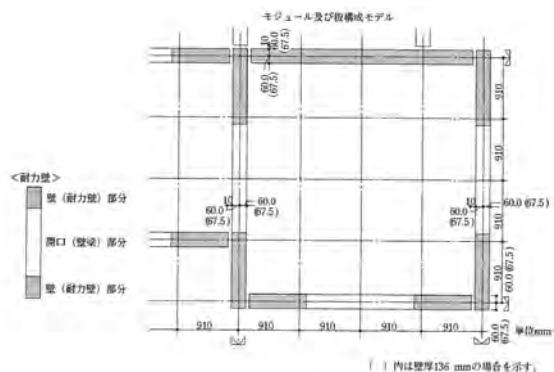


図 2.78「パルコン」モジュール
(大成建設ハウジング) ^{*46}

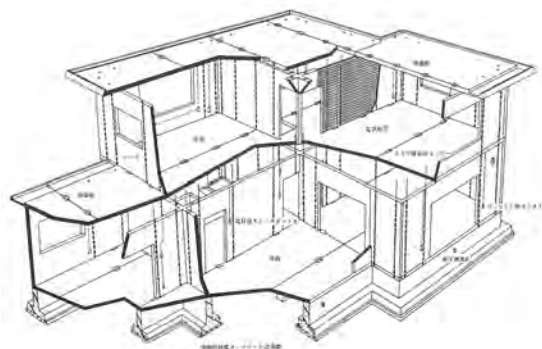


図 2.79「パルコン」構法概要図
(大成建設ハウジング) ^{*47}



図 2.80「パルコン」外観
(大成建設ハウジング) ^{*48}

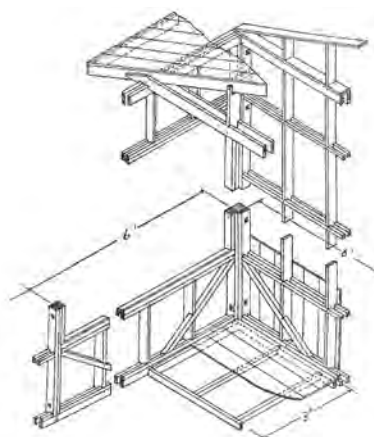


図 2.81 住宅営団第 1 号試作家屋構法説明図 ^{*49}

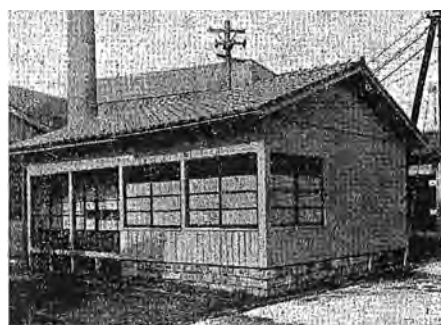


図 2.82 住宅営団第 1 号試作家屋 (昭和 17 年) ^{*49}

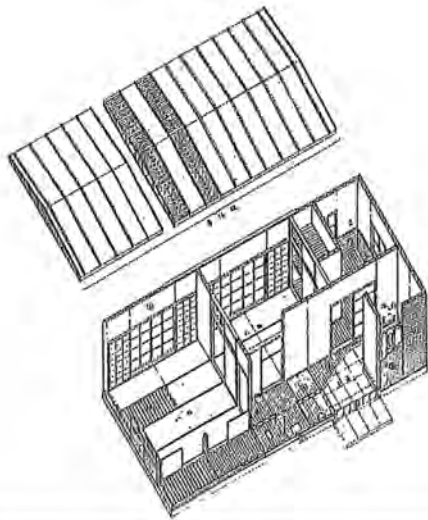
大戦後の応急簡易住宅も基本的にはこの延長上であり、軍需工場の木工機械を利用して製造しようというもので、旧飛行機会社や造船会社などが参加して、昭和 21 年 (1946) には「工場生産住宅協会」が出来、有名な建築家の前川國男が力を注いだ木質パネルによる「プレモス」⁵⁾⁶⁾も開発されている (図 2.83)。「プレモス = PREMOS」は、構造の大家の東大の小野薫教授が構造を担当し、山陰工業が製作にあたったことからその頭文字 (PRE = プレファブリケーション、M = 前川、O = 小野、S = 山陰工業) をとり、名が付いたものである ^{*50}。巨匠となった前川国男が、終戦直後建築家の責務として、庶民の量産住宅に取り組んだことは、業績の一つとして現在も研究者の興味を惹いている ⁷⁾。

相前後して「クラケン」⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾ (浦辺鎮太郎氏 (倉敷絹織)) も開発されるなど、その他いくつかの組立住宅が発表されている。 ¹¹⁾

2.3 木質系

2.3.1 木質系プレハブの住宅導入の系譜

第二次大戦以前から、住宅営団は木造組立住宅の研究と試作を行っていた ⁴⁾。それは木棧パネルによって住宅を構成するもので、貴重な試作であった (図 2.81 - 2.82)。この構法は、戦後の組立住宅にも引き継がれていく。



一図中説明文一工場生産ノ住居
工場デ床モ壁モ窓モ屋根モ単位版(パネル)
トシテ作ル。外壁版ニハ下見ガ貼ッテアリ屋根版
ニハ金属板ガ貼ッテアル。
現場デハ基礎ノ上ニ土台ヲ列ベ床版ヲ敷ク。
次ニ壁パネル。窓枠パネルヲ屏風ノ様ニ立テル其ノ上ニ
屋根パネルヲ列ベル。家ノ形ガ出来ル。
一週間モスレバ立派ナ住居ガ出来上ル。一以下不明一

図 2.83 プレモス構法説明図^{*51}

我が国の民間企業による本格的木質プレハブ住宅のはじまりは、「ミサワホーム」(当時の商品名)からである。申請者三澤木材(現ミサワホーム)の特許のパネル式構造が昭和37年(1962)に建築基準法第38条に従って建設大臣から認可された^{*52}。我が国の木造建築は軸組み工法であって、北米のツー・バイ・フォーのような壁式はまだ一般に認められていなかった時代である。これに続いて永大産業、小堀住研(現エス・バイ・エル)などが追随してくる。

2.3.2 パネル式木質プレハブ住宅の構法

ここでは、木質系プレハブ住宅の代表例として、ミサワホームとエス・バイ・エルの構法について、紹介する。

(1) ミサワホーム F (商品名:「フリーサイズ」)

基本モジュールに910mmを用いた木質系パネル構造の平屋または2階建の独立住宅である(図2.84-2.88)。

工場で木製の枠および棧に普通合板又は構造用合板を接着した木質系パネルを耐力壁、屋根版および床版としている。

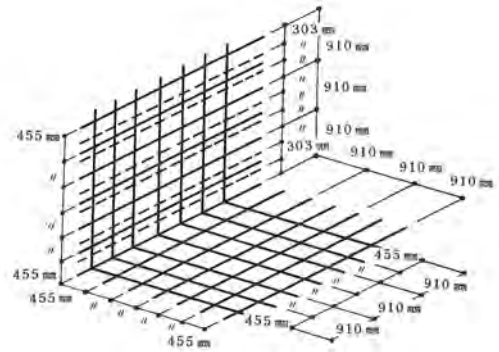


図 2.84 ミサワホーム F 平面立面モジュール^{*53}

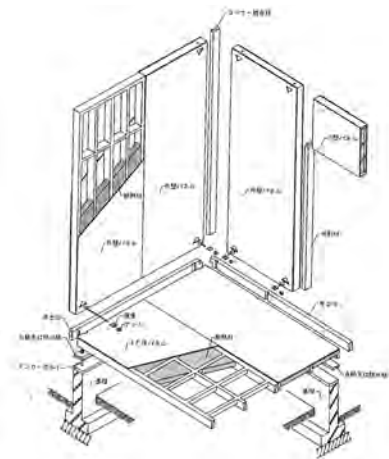


図 2.85 ミサワホーム F 構造見取図^{*54}



図 2.86 パネルの組立 (ミサワホーム提供)

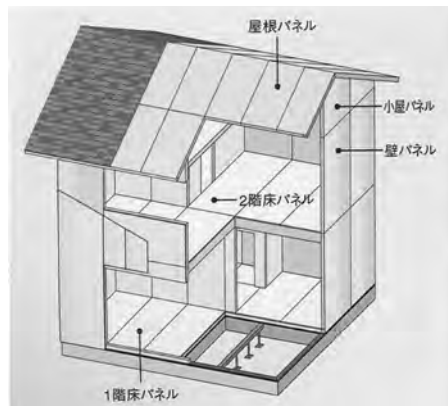


図 2.87 パネル構造 (ミサワホーム提供)

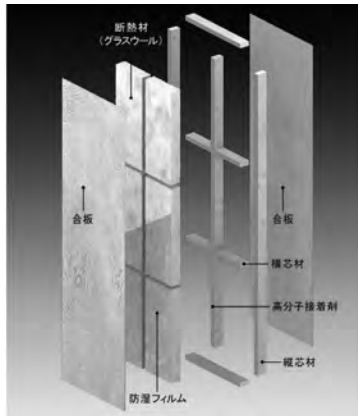


図 2.88 パネルの構造イメージ
(ミサワホーム提供)

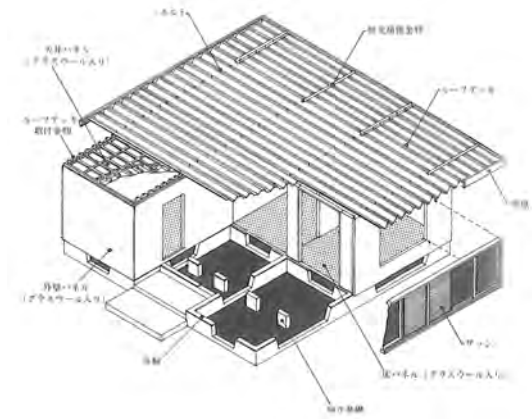


図 2.91 「ホームコア」 構法図 (ミサワホーム) *58

(2) ミサワホーム C (商品名: 「ホームコア」)

前述のミサワホーム F (中 (小) 型パネル構法) に対し、大型パネル構法であることが特徴である (図 2.89-2.91)。大型パネル構法は、基本モジュールを構成する部屋単位として、ルームサイズ (幅が従来のものの 2~4 倍程度が一般化) のパネルを組み合わせる方式である。昭和 40 年代中頃に、よりプレハブ化率を高めるねらいで開発された。パネルの中には窓や出入口等の開口部が含まれ、製造ラインは大規模になるが、外装材や内装材までも工場内で施工できる。それにより、現場での組立が短時間ですみ、大幅な工期短縮が可能になる *55。

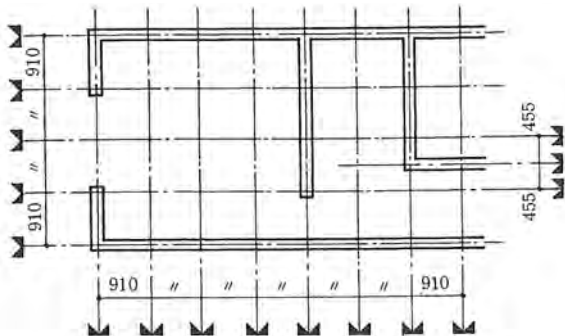


図 2.89 ミサワホーム C 平面モジュール *56

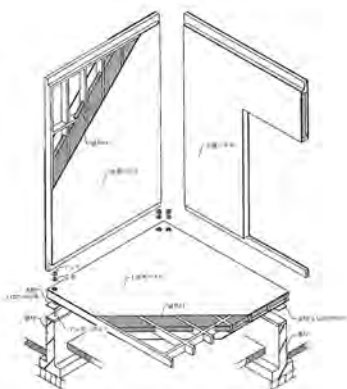


図 2.90 ミサワホーム C 構造見取図 *57

(3) 商品名: 「エス・バイ・エルハウス 55」
(旧: 小堀ハウス 55)

「エス・バイ・エルハウス 55」は、通産省・建設省の両省による国家プロジェクト「ハウス 55 計画」(昭和 50-55 年 (1975-1980)) のうち、市場に出た成果物の一つである。他に、ミサワホームハウス 55、ナショナルハウス 55 がある。

「エス・バイ・エルハウス 55」は、壁パネルに用いた 1・2 階通しの長尺パネルがその構法の特徴である (図 2.92-2.93)。その他には各階用の中型パネルがあり、床パネルは壁パネル同様の構成による中型パネルである。パネルは、木製の枠および棧で構成した枠組に構造用合板を片面に接着した工場生産品である。基本モジュールに 910mm および 90mm (ダブルグリッド) を用いた木質系組立構造の平屋、2 階建または 3 階建 (3 階部分は小屋裏利用とする) の住宅である。床梁には鋼製ラチス梁が使用され、その上に床パネルが敷き込まれる。屋根は鋼製ラチス梁の小屋梁の上に木製ラチスを配し、野地板として合板を釘打ちして屋根面が形成される。 *59 *60

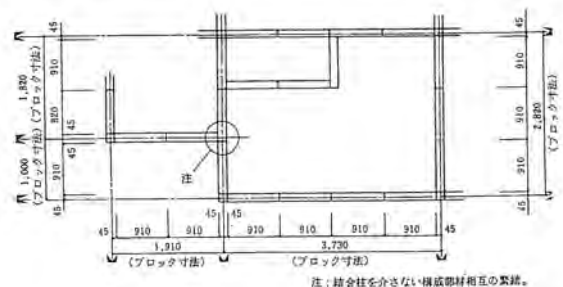


図 2.92 平面モジュール (エス・バイ・エル) *61

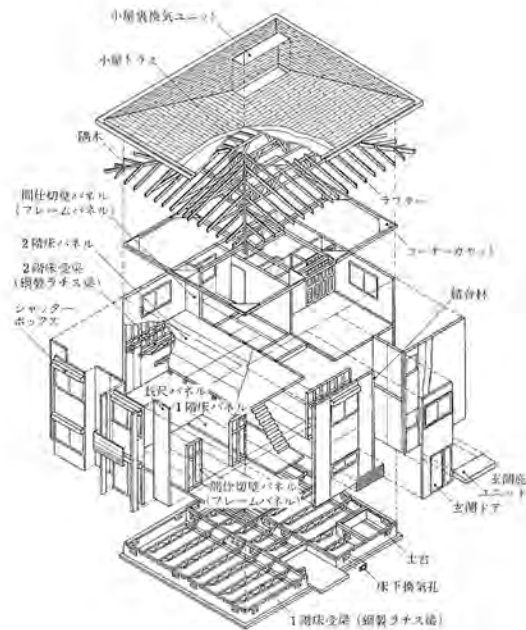


図 2.93 「エス・バイ・エルハウス 55」
構法概要図 *62

2.3.3 パネルの製造工程

木質系パネルの製造ラインについて、エス・バイ・エルを例に、次に紹介する *63。

- ① 割れ、キズ、反りがないかなど 14 項目にわたって資材を一本一本検査した後、高周波自動感知器で含水率をチェックし、19%以下の資材のみを使用する。(図 2.94)



図 2.94 検査 *63

- ② 検査に合格した資材を、部材の種類ごとに所定の長さ、幅、厚みにカットする。同時に壁体内換気孔や梁受金具用の溝などを自動的に加工する。(図 2.95)



図 2.95 加工 *63

- ③ カットされた枠材を用途に応じて長尺パネルや床パネル用などの枠に組み立て、ジョイント部分を両面からタッカー止めしていく。(図 2.96)



図 2.96 組立 *63

- ④ 接着力が強く耐水・耐久性に優れた水性高分子イソシアネートという接着剤を使用し、構造用合板と枠材を接着する。(図 2.97)



図 2.97 接着 *63

- ⑤ 出来上がったパネルに約 20 分間圧力をかけてプレスし、しっかりと圧着させる。(図 2.98)



図 2.98 圧着 *63

その後、一枚一枚厳密な全品検査を行う。出来上がった部材に防腐処理をした後、一邸ごとにまとめられ、出荷される。

【引用文献】

- *1 清水健次,「鉄と建築の歴史」, (株)鋼構造出版 p112, 2006. 1
- *2 大和ハウス工業(株),「大和ハウス工業 50 年史」, p696, 2006. 1
- *3 松村秀一監修,「工業化住宅・考」, (株)学芸出版社, p140, 1987. 4
- *4 日本建築学会編,「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット 5」, (株)彰国社, p13, 1983. 11
- *5 積水ハウス(株), カタログ「ビーフリーテクニカルカタログ」, p5, 2007. 8
- *6 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 ダイワハウス C 型」, p33, 1977. 4
- *7 大和ハウス工業(株), カタログ「xevo テクノロジーガイド」, p6, 2009. 4
- *8 パナホーム(株), カタログ「総合カタログ / 会社案内」, p26, 2009. 1
- *9 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 ナショナル住宅 RA」, p98, 1977. 4
- *10 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 ナショナル住宅 RA」, p66, 1998. 5
- *11 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 旭化成ヘーベルハウス D・E」, p15, 1998. 5
- *12 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 旭化成ヘーベルハウス D・E」, p8, 1998. 5
- *13 日本建築学会編,「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット 5」, (株)彰国社, p38, 1983. 11
- *14 積水化学工業(株), カタログ「テクノロジーガイド」, p14-15, 2005. 6
- *15 積水化学工業(株), カタログ「セキスイハイム総合カタログ」, p7, 2006. 1
- *16 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 トヨタホーム J 型」, p9, 1998. 5
- *17 トヨタホーム(株), カタログ「耐震・制震テクノロジー」, p4, 2009. 4
- *18 トヨタホーム(株), カタログ「シンセ・アヴェンティーノ」, p1-2, 2005. 12
- *19 トヨタホーム(株), カタログ「シンセシリーズ・テクノロジーカタログ」, p9, 2008. 4
- *20 トヨタホーム(株), カタログ「シンセシリーズ・テクノロジーカタログ」, p12, 2008. 4
- *21 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 旭化成・NHS」, p11, 1997. 5
- *22 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 ダイワハウス T 型」, p29, 2000. 5
- *23 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 ダイワハウス T 型」, p26, 2000. 5
- *24 大和ハウス工業(株), カタログ「ルミネックス 3」, p27-28, 2007. 4
- *25 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 セキスイハウス β」, p11, 1998. 8
- *26 積水ハウス(株), カタログ「β システムテクニカルカタログ」, p9, 2008. 11
- *27 積水ハウス(株), カタログ「ビーフリーテクニカルカタログ」, p6, 2007. 8
- *28 大和ハウス工業(株), カタログ「テクノロジーガイド」, p58, 2006. 2
- *29 大和ハウス工業(株) カタログ「工場案内」, p8, 2008. 11
- *30 (株)プレハブ建築協会,「世界のプレハブ・システム」, p53, 1968. 5
- *31 田邊平學,「組立鉄筋コンクリート住宅」, 新建築第 22 巻第 5 号(1947 年 5 月号),「組立建築特輯號」, (株)新建築社, 1947. 6
- *32 田邊平學,「鋼筋コンクリート構造」, 建築文化 27 号, (株)彰国社, p15-16, 1949. 1
- *33 日本建築学会編,「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット 5」, (株)彰国社, p16, 1983. 11
- *34 内田祥哉,「建築の生産とシステム」, 住まいの図書館出版局 p132-133, 1993. 4
- *35 澤田光英,「わたしの住宅工業化、産業化の源流物語」, 日本建材新聞社, p51-59, 1997. 3
- *36 (株)プレハブ建築協会,「住宅生産工業化の源流を語る会」, p15-16, 2006. 4
- *37 SD 編集部 (編),「都市住宅」, 鹿島研究所出版会, p73, 1967. 5
- *38 (株)日本住宅協会,「プレハブ住宅」, p16, 1963. 2
- *39 (株)プレハブ建築協会,「プレハブ建築協会二十年史」, 巻頭, 1983. 4
- *40 (株)日本住宅協会,「プレハブ住宅」, 巻末 量産公営住宅設計図, 1963. 2
- *41 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 レスコハウス S 型」, p8-9, 1999. 5
- *42 建設省住宅局,「工業化住宅認定等別添図書 レスコハウス S 型」, p6, 1999. 5
- *43 (財)日本建築センター,「プレハブ住宅ガイドブック」, (株)日本建築センター, プレハブ住宅のプロフィル' 74 (47), 1974. 2
- *44 レスコハウス(株), カタログ「住宅総合カタログ」, p25
- *45 レスコハウス(株), カタログ「WPC 工法レスコハウス技術カタログ」, p3, 2003. 8

- *46 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 パルコン」, p11, 1989. 11
- *47 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 パルコン」, p5, 1989. 11
- *48 財団法人日本建築センター, 「プレハブ住宅ガイドブック」, (株)日本建築センター, プレハブ住宅のプロフィル' 74 (43), 1974. 2
- *49 住宅営団研究部規格課, 「パネル式組立構造に就いて」, 建築雑誌, 建築学会, p130-131, 1942. 6
- *50 宮内嘉久, 「前川國男 賊軍の将」, (株)晶文社, p64, 2005. 9
- *51 松隈洋, 「前川國男 現代との対話」, (株)六耀社, p113, 2006. 10
- *52 (株)ミサワホーム, 「ミサワホーム技術開発史 (40years) [木質編]」, p7, 2007. 10
- *53 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 ミサワホーム F」, p158, 1983. 5
- *54 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 ミサワホーム F」, p160, 1983. 5
- *55 木質構造研究会, 「木質構造建築読本 ティンバーエンジニアリングのすべて」, (株)井上書院, p62, 1988. 11
- *56 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 ミサワホーム C」, p64, 1984. 5
- *57 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 ミサワホーム C」, p79, 1984. 5
- *58 日本建築学会編, 「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット 5」, (株)彰国社, pp. 40, 1983. 11
- *59 木質構造研究会, 「木質構造建築読本 ティンバーエンジニアリングのすべて」, (株)井上書院, p66, 1988. 11
- *60 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 ハウス 55」, p3, 1996. 5
- *61 建設省住宅局, 「工業化住宅認定等別添図書 ハウス 55」, p9, 1996. 5

- *62 日本建築学会編, 「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット 5」, (株)彰国社, p53, 1983. 11
- *63 エス・バイ・エル(株), カタログ「エス・バイ・エル テクニカルガイド」, p17-18, 2008. 11

【参考文献】

- 1) 池辺陽, 「ヨーロッパにおける建築生産の工業化」, 生産研究 (第 14 巻第 10 号), 東京大学生産技術研究所, p340-343, 1962. 10
- 2) (株)日本住宅協会, 「プレハブ住宅」, p1-150, 1963. 2
- 3) 内田祥哉, 「建築生産のオープンシステム」, (株)彰国社, 1977. 8
- 4) 住宅営団研究部規格課, 「パネル式組立構造に就いて」, 建築雑誌, 建築学会, p126-137, 1942. 6
- 5) 宮内嘉久, 「前川國男 賊軍の将」, (株)晶文社, p63-66, 2005. 9
- 6) 松隈洋, 「前川國男 現代との対話」, (株)六耀社, p112-113, 2006. 10
- 7) 山本麻子, 「プレモス／MID プレハブ住宅の盛衰と「設計」の近代化」, hiroba, p16-19, 2001. 9
- 8) 日本建築学会編, 「工業化戸建住宅・資料 構法計画パンフレット 5」, (株)彰国社, p7, 1983. 11
- 9) 「クラケン C 型組立住宅」, 新建築 (第 22 巻第 5 号) (1947 年 5 月号), (株)新建築社, p8-11, 1947. 6
- 10) 安藤醇「住宅生産の工場管理法試案 - 「クラケン」型「パネル」構造の場合 -」, 新建築 (第 22 巻第 6 号) (1947 年 6 月号), (株)新建築社, p14-22, 1947. 8
- 11) 新建築 (第 22 巻第 5 号) (1947 年 5 月号), (株)新建築社, 1947. 6

3 | プレハブ住宅の性能基準の変遷

3.1 工業化住宅性能認定制度

昭和38年(1963)にプレハブ建築協会ができ、参加企業も増加し、図1.24に示すように昭和40年代は着実にその戸数とシェアを伸ばし、プレハブ住宅産業は日本の住宅の担い手として大いに期待される存在に成長していった。昭和47年(1972)の産業構造審議会の通産大臣への答申では「住宅産業の産業体制の合理化、近代化が基本的に必要である」また「住宅生産工業化の基礎を固めるために、住宅性能要因を究明し、必要性能の標準化を行わなければならない」という意見をだし、大型性能判定装置の設置を検討すべきことまで言及している。

建設省は「住宅性能要因の究明」という時代の流れを汲み取り、又、玉石混淆のこの業界のレベルアップを狙って、昭和48年(1973)10月に「工業化住宅性能認定制度」を発足させた。企業の方はこの機運の中で、生産の近代化を図ると同時に、性能確認のため実験装置の導入を急いだ。図3.1は温度、湿度など環境を変化させて住宅の熱的性能を丸ごと試験しようとする、全天候型環境試験装置の例である。

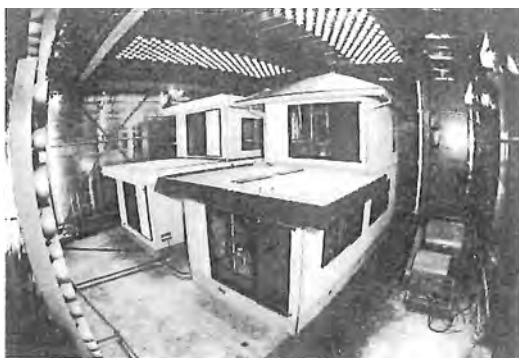


図3.1 全天候型環境試験装置

従来の建築物は、性能的発想が希薄で、良い仕様であれば性能も担保される筈という考えが一般的であった。この制度は住宅のみならず日本の建築に非常に大きな影響を与えた。特にプレハブ住宅はデザインが画一的であるという一般ユーザーの声の中で、その特徴を高い性能設計に訴求するようになった。

各企業がしのぎを削っている性能項目について説明し周知してもらうことは、プレハブ住宅を理解してもらうために極めて重要なことであると考え、ここに概要を紹介する。

昭和48年(1973)発足の当時は建設省において認定されていたのであるが、昭和62年(1987)から財団法人日本建築センターに認定事業が移管された。その技術的基準についてその考え方を表にしたものが表3.1である。そして認定委員会の組織は図3.2のようになっている。幾つかの重要な項目に対し、プレハブ住宅に比較的特有な問題について次に述べる。



図3.2 工業化住宅認定委員会組織図

出典：(財)日本建築センター資料

表 3. 1 住宅認定の技術基準

区分	昭和62(1987)年当時			(財)日本建築センター			
	性能項目	認定内容	備考	性能項目	認定内容	備考	
安 全 性	構造耐力性能	適・否		構造耐力性能	適・否		
	屋根等類焼防止性能	1～5級	屋根、外壁・軒裏、開口部等の各部位別性能とする	防耐火構造性能	・耐火構造の住宅 ・簡易耐火構造の住宅 ・簡易耐火構造に準ずる構造の住宅 ・上記以外の構造の住宅	建築基準法・住宅金融公庫法を参考として住宅の防耐火性能を設定する	
	内装の防火性能	1～5級	不燃化率による	火気使用室の内装の防火性能	適・否	全ての火気使用室の内装を下燃化したものを適とする	
	長屋等の各戸の界壁の延焼防止性能	1～5級		界壁及び界床の防火性能	界壁	・耐火構造 ・30分の耐火性能を有する構造 ・両面防火構造の中間に不燃材料をはさんだ構造 ・前項以外の両面防火構造	基準法同等を最低の基準として更に高性能の基準を設定する
					界床	・耐火構造 ・下面が45分上面が15分の耐火性能を有する構造 ・上記以外の構造	
窓等からの転落防止性能	適・否		転落防止措置	適・否			
居 住 性	居住室の開放性能	適・否		—	—		
	居住室の通風性能	適・否		通風及び換気性能	適・否		
	居住室の屋根等の断熱性能	1～5級	熱貫流率による	省エネルギー性能	I:2.8以下(2.3以下)	省エネルギー法に基づき熱損失係数による()は共同住宅の場合	
	省エネルギー性能	1～5級	熱損失係数による		II:2.8を超え3.6以下(2.3を超え3.2以下) III:3.6を超え4.4以下(3.2を超え3.8以下) IV:4.4を超え4.8以下(3.8を超え6.8以下) V:4.8を超え6.8以下(4.4を超え5.7以下)		
	防霉性能	適・否		防霉性能	適・否		
	居住室の外壁等のしゃ音性能	1～5級		—	—		
	寝室の間仕切壁等のしゃ音性能	1～5級		—	—		
	長屋等の居室の界壁のしゃ音性能	1～5級		界壁のしゃ音性能	D-50以上 D-45 D-40	基準法同等を最低の基準として更に高性能の基準を設定する	
	長屋等の床の衝撃音のしゃ断性能	1～5級		界床の衝撃音のしゃ断性能	L-55以上 L-60 L-65 L-70 L-75		
	換気設備の静ひつ性能	1～5級		—	—		
耐 久 性	防錆、防腐及び防蟻性能	適・否		防錆、防腐及び防蟻性能	適・否		
	防水及び排水性能	適・否		防水性能	適・否		
	—	—	—	その他	前記に掲げる性能項目以外の項目で、住宅の選定に際し参考となる性能項目について、別途基準をもうけることができる。		

出典：(財)日本建築センター資料

3.1.1 構造耐力性能

3.1.1.1 技術規定の整備と建築基準法第 38 条

日本の建築基準法施行令には、第 3 章に「構造強度」として、木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造等構造別に、その基本的仕様についての規程がある。更にその第 8 節に「構造計算」として、荷重と外力（地震、風、積雪）、材料の許容応力度、計算方法などが細かく規定されている。わが国の構造計算はこれに加え、日本建築学会の各種設計指針や、日本建築センターの規程類に基づいて行われるのが原則である。

しかし、これら各種構造規程は、比較的大きな一品生産の建築物が想定されており、プレハブ住宅にはその範疇に入らない構造や構造ディテールが数多くある。例えば木質パネル構造、中ボルトを用いて軽量形鋼を接合した柱としての集合材、軽量角形鋼管柱と軽量溝形鋼梁によるラーメン接合部、などは上記の規程類から外れている。かつてはこういう場合は建築基準法 38 条に基づき 1 件毎に、建設省に特認してもらう必要があった。しかし、工業化住宅性能認定制度において、「低層建築物の構造耐力の性能評定に関する内部規程（昭和 52 年（1977）制定、57 年（1982）改定）」、「低層建築物の構造耐力性能評定に関する技術規程（平成 7 年（1995）改正、平成 9 年（1997）改訂）」が定められ、性能値を実験で求められるように明確化されたことによって、建築基準法 38 条に基づいた 1 件毎の手続きは不要になり、システムとして同等の効力が認められた。これが、各種構造規程に適合しない軽構造である工業化住宅の技術開発が進歩するきっかけとなった。

尚、この建築基準法 38 条は平成 12 年（2000）の改正で削除され、同 37 条に新材料の特認制度として残っている。

3.1.1.2 現在の技術規程（鉄骨系）

昭和 52 年（1977）に、それまでの評定資料としてあった規程が整理統合されて、「低層建築物の構造耐力の性能評定に関する内部規程」として、日本建築センターから公表された。昭和 56 年（1981）には、建築基準法の大改正により、一般に「新耐震基準」と呼ばれる、画期的な新しい耐震基準が定められ、その後それに基づいて何度かの改訂をみている。表 3.2 に平成 9 年（1997）に改訂された「低層建築物の構造耐力性能評定に関する技術規程（鉄鋼系）」の目次を抜粋し、その評定項目を示す。

表 3.2 「低層建築物の構造耐力性能評定に関する技術規程（鉄鋼系）」（平成 9 年（1997）改訂）目次抜粋^{*1}

1. 適用範囲
2. 構造型式による分類
3. 構造計画
3.1 基本計画
3.2 使用材料
3.3 各部構造及び部材構成
4. 構造計算の方法
4.1 長期荷重に対する構造計算
4.2 短期荷重に対する構造計算
4.2a 地震力に対する構造計算
4.2b 風荷重に対する構造計算
4.2c 雪荷重に対する構造計算
4.3 火災時に対する構造計算
4.4 電算プログラムを構造計算に使用する場合の方法等
4.4a 構造に関する要件
4.4b 平面計画・構造ルールに関する要件
4.4c 構造チェックプログラムに関する要件
5. 実験により建築物の保有水平耐力及び部材の許容耐力等を決定する方法
5.1 実験に関する共通原則
5.2 耐力壁・架構等の許容耐力・初期剛性、建築物の保有水平耐力、Ds 値等の決定
5.2a 実験方法
5.2b 耐力壁及び架構等の許容耐力、初期剛性の決定
5.2c 層の復元力特性（Q- δ 曲線）の推定
5.2d 保有水平耐力、Ds 値等の決定
5.3 各種部材耐力等の決定方法
5.4 接合部の耐力等の決定方法
5.4a 筋かい端部・接合部の破断防止及び部材の局部座屈等の防止に関する確認
5.4b 柱・はり接合部の耐力・剛性等の設定
5.4c スポット溶接の許容せん断力の決定方法

ここでは、鉄骨系の規程に関し、昭和 56 年（1981）の建築基準法大改定前の旧耐震基準と、大改定後の新耐震基準に基づいた、耐震設計の考え方を紹介する。一般に最も関心の高いと思われる、建物の耐震性能の考え方を解説することで、工業化住宅の理解の一助にしたい。

尚、木質系、壁式の鉄筋コンクリート系は鉄骨系ほど複雑な計算は不要で比較的簡易であるため、ここでの解説は省略する。

3.1.1.3 旧耐震設計の考え方（昭和 56 年以前）

まず初めに、旧耐震基準に基づいた設計の考え方を紹介する。

話を簡単にするために図 3.3 の（a）に示すようなブレースを耐震要素とする 3 階建て鉄骨建築を代表例とする。現在ではラーメン系に比べブレース系が多いこと、3 階建ては少数であるが、各種係数が 2 階建てよりも理解しやすいことによる。

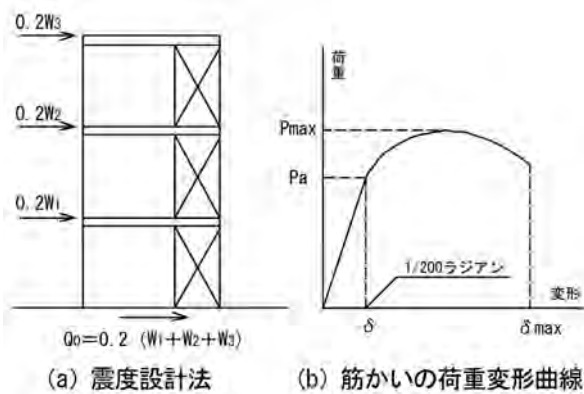


図 3.3 旧基準の考え方

新耐震基準以前のわが国の耐震設計は、弾性設計（許容応力度設計）に従う震度法が採用されており、図 3.3 の (a) のように各階の床位置に、その部分の重量 W_i に設計震度 0.2 を掛けた水平力が作用するものとして各部の応力を求め、それが許容応力度以下になるように各部の断面設計を行うものであった。ブレースを耐震要素とするものは、実験によって荷重-変形曲線を求め、変形角が $1/200$ になる荷重を耐震要素の許容水平耐力として、その必要枚数を計算するものであった。この各階に掛る設計震度 0.2 は高さ 16m 以下の場合には一律であった。現実の大地震の場合は、0.2 の設計震度（重力加速度 980 ガルの 20% に相当）よりも大きい場合が多数観測されていたが、図 3.3 の (b) に見るように、 P_a を超えても P_{max} まではかなり余裕があること、塑性変形がかなり期待できること、間仕切り壁など計算外の要素の効果もあることから、この程度の設計震度でよしとする考え方であった。

3.1.1.4 新耐震設計の考え方

(昭和 56 年～現在)

(1) 構造計算ルート

次に、現在も行っている、新耐震基準に基づいた設計の考え方を紹介する。

昭和 56 年に大改正された新耐震基準の骨子は次のようなもので、以下にあげる①、②、③の 3 つの構造計算のルートが示されて、規模等によって選択できるようになった。

① 木造等小規模建築

旧耐震設計における設計震度に相当する係数（現在では最下階層に作用する総せん断力を建物総重量で割った値としてベースシア係数または標準層せん断力係数 C_0 が使われる。）を 0.3 とする。

規模から言えば現在の工業化住宅は殆どこの範囲

にはいるが、殆どの企業はこのルートを取っていない。簡単ではあるが、 C_0 を 0.3 で計算する事で建築物に作用する水平力が大きくなり、その結果として壁が多く必要になるからである。

② 高さ 31m 以下の建物

C_0 を 0.2 として許容応力度設計する。但し、以下の制限が与えられている。

- (i) 各層の変形角を $1/200$ 以下とする
- (ii) 各層の剛性を全層の剛性の平均の 0.6 以上とし剛性の急変を避ける。
- (iii) 各層の重量中心（重心）と水平耐力要素の剛性の中心（剛心）の距離を小さくする（偏心率 15% 以下）

このルートも工業化住宅の範囲にはいるが、採用されていない。筋交いが耐震要素の場合は作用する水平力を 1.5 倍に割り増しするよう決められていて、 C_0 を 0.2 の 1.5 倍である 0.3 で設計するルート①と実質変わらないからである。

③ 高さ 60m 以下の建物で保有水平耐力設計する場合

ルート①、②は、中規模地震時に弾性設計で復元が可能であるが、大地震時の建物崩壊を防ぐ担保にはなっておらず、旧耐震基準よりも厳しいとはいえない思想としては変わっていない。これに対してこのルート③の方法は新耐震基準の基本になるもので、中規模地震に対してはルート②の弾性設計で建物の安全と復元を可能とし、大地震時には ($C_0 = 1.0$ の場合にも) 建物に部分的被害はあっても崩壊は免れ、従って人命の安全を担保しようという思想から生まれたものである。

工業化住宅各社も現在では殆どがこのルートでの設計を選び、コンピューターによるチェックシステムを作っている。

(2) 構造計算ルート③の要点

次に、ルート③に用いる保有水平耐力設計の要点を、用語の説明をしながらその概念のみを解説する。

1) 設計用地震力について

i) 設計用 1 次固有周期 T

建物は水平方向の力に対してそれぞれ固有の揺れの周期を持っている。その概算値が与えられており、鉄骨造の場合、

$$T = 0.03H \text{ (秒)} \quad H \text{ は建物の高さ (m)}$$

である。従ってわれわれの工業化住宅では、

2階建て 0.18 秒 (H = 6m)

3階建て 0.27 秒 (H = 9m)

程度である。この値 T は設計用地震力の計算に用いる地盤の硬軟の関係によって決まる振動特性係数 R_t 、および地震水平力の層別の分布係数 A_i に関係する。これについては後述する。

ii) 地震層せん断力係数 C_i

新基準では旧基準の図 3.3 の (a) のように C_i は単純で一定ではなく、

$$C_i = ZR_t A_i C_0 \quad \dots (A)$$

で表される。

ここに Z は地震地域係数と呼ばれるもので、地震の危険性の少ない地域に対する低減係数である。一般地域は 1.0 (北北海道、日本海側東北、中国地方、九州、沖縄では 0.7 ~ 0.9 に低減される) であり、工業化住宅では殆ど全国統一で 1.0 を用いている。 R_t は、中高層建築で、地盤の固有周期よりも建物の固有周期の方が長い場合の低減係数でその計算式が決められているが、2 ~ 3 階の住宅では、地盤の固有周期 T_c (地盤の硬軟により 0.4 ~ 0.8 が与えられている) よりも短いので、工業化住宅では 1.0 としている。従って (A) 式は、

$$C_i = A_i C_0$$

だけでよい。

iii) 層せん断力分布係数 A_i

これが先述の 1 次固有周期 T で決まる係数で、

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right) \frac{2T}{1 + 3T} \quad \dots (B)$$

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=i}^n W_j}{W} \quad \dots (C)$$

(i は階数、 n は最上階数、 W は建物重量)

で与えられる。

上式を用い、図 3.3 の (a) において、

$$W_1 = W_2 = 2 \times W_3$$

と仮定すると、(C) 式より、

$$\alpha_1 = 1.0, \alpha_2 = 0.6, \alpha_3 = 0.2$$

となり、(B) 式より、

$$A_1 = 1.0, A_2 = 1.2, A_3 = 1.59$$

となる。

従って図 3.3 の (a) に替わって図 3.4 のような分布係数になり、各層の水平層せん断力は $C_0 = 1.0$ として、図中の $Q_1 \sim Q_3$ のようになる。

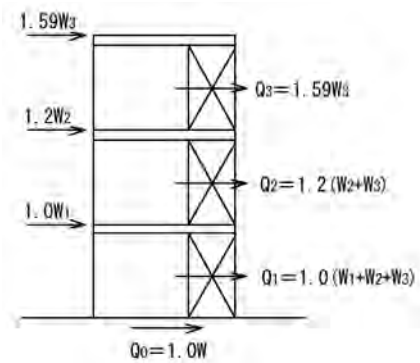


図 3.4 新基準のせん断力係数

この各層に作用する水平力 $Q_1 \sim Q_3$ が各層に必要な保有水平耐力であり、これに対して各層がもつ保有水平耐力 Q_u が上まわれればよいことになる。

2) 保有水平耐力設計について

この必要な保有水平耐力を大地震時の $C_0 = 1.0$ の時に弾性設計で確保することは現実的でないので、耐震要素の塑性変形 (弾性限界を超えた伸び) による地震エネルギーの吸収を評価した低減係数 (構造特性係数という) D_s を考慮して、

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud} \quad \dots (D)$$

とする。ここに、

Q_{un} : 各層の必要保有水平耐力

D_s : 各層の耐震要素の構造特性係数

F_{es} : 各層の形状係数 (剛性率や偏心率に応じた割増係数)

Q_{ud} : 各層に生ずる大地震時 ($C_0=1.0$) の水平力

したがって、

$$\text{保有水平耐力 } Q_u \geq \text{必要保有水平耐力 } Q_{un}$$

を確かめることによって、耐震安全性を確認するのである。

i) 保有水平耐力 Q_u

建物に水平力を加えて行くと部材は許容応力度を越えて塑性域に入る、次第に変形は大きくなるが荷重も増加し最後には崩壊に至る。実験によって、この崩壊に至るまでの荷重変形曲線を $Q-\delta$ 曲線と

して求め、図 3.5 のように保有水平耐力の評価値を求めることができる。

図中の変形が $h/200$ のときの曲線の座標 E を結ぶ直線を延長する、斜線の EAB と BDC の面積が等しくなるような点 A を探して求める。この点の縦座標の値 EQY' に実験素材のばらつきを考慮した係数 (0.7 ~ 0.8) をかけて最終の評価される保有水平耐力 $Qu = EQY$ が求まる。

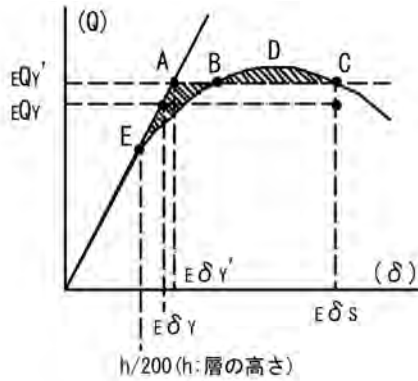


図 3.5 Q - δ 曲線

ii) 構造特性係数 D_s

耐震要素の粘り強さを表し小さいほど粘り強い。但し 0.25 以上。

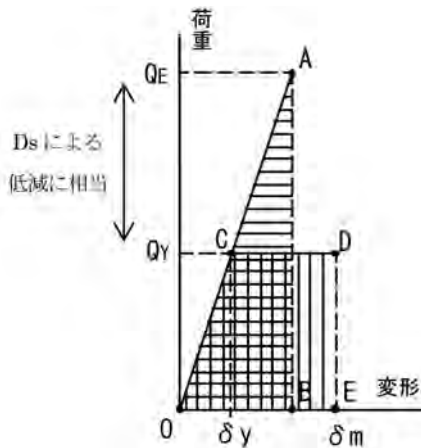


図 3.6 構造特性係数 D_s の考え方

図 3.6 のように弾塑性体が QY で塑性に入り、 δ_m まで変形したとすると、この耐震要素のエネルギー吸収は台形 $OCDE$ の面積になる。一方、同じ剛性でずっと弾性を保つ耐震要素が同じエネルギーを吸収するには $\triangle OAB$ を要したとし、そのときの荷重を QE とする。この台形と三角形の面積を等しくおくと、

$$QE = \sqrt{2\mu - 1} QY \quad \mu = \delta_m / \delta_y$$

$$QY = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} QE$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \text{ が } D_s \text{ である。}$$

通常 D_s は 0.3 ~ 0.5 の値をとる。

これは単純化しているので建物の減衰性の影響は無視しているが D_s の概念はほぼこのとおりである。この値が実験で求めれば、(D) 式にあるように大地震時の水平力 Q_{ud} に掛けることで、耐震要素に必要な保有水平耐力 Q_{un} が求まる。

実際にはラーメン架構と筋交い構法の違い (筋交いでは D_s を $\frac{1}{\sqrt{\mu}}$ ととる場合がある) があってもっと複雑であるが、詳細は省略する。

以上、これが大地震時に人命を守るために建物の崩壊を防ぐという設計法の基本であり、低層の工業化住宅もこれを採用している。

3) その他

技術規程目次にはその他、鉄骨構造特有の筋交い端部のディテール、座屈の防止等があり重要な項目であるがここでは説明を省略する。

3.1.2 省エネルギー性能（断熱性能）

3.1.2.1 断熱性能の評価指標

断熱性能を示す指標には、壁や天井など部位に対する指標、住宅全体の断熱性能を示す指標などがある。省エネ法および工業化住宅認定制度では、断熱指標をもとにした評価方法や断熱性能基準が定められている。

(1) 熱貫流率 [W/m²K]

熱貫流率とは、壁や床など建物の部位としての熱の伝わりやすさを表す指標である。数値が小さいほど熱を伝えにくく、断熱性能が高いことを示している。計算式を以下に示す。

(計算式)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_o} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_i}}$$

U：熱貫流率[W/m²K]
 α_o ：室外側表面熱伝達率[W/m²K]
 α_i ：室内側表面熱伝達率[W/m²K]
 λ_i ：材料の熱伝導率[W/mK]
 d_i ：材料の厚さ[m]

(2) 熱貫流抵抗 [m²K/W]

熱貫流率の逆数であり、数値が大きいくほど断熱性能が高いことを示している。

(計算式) $R = 1/U$ R：熱貫流抵抗 [m²K/W]

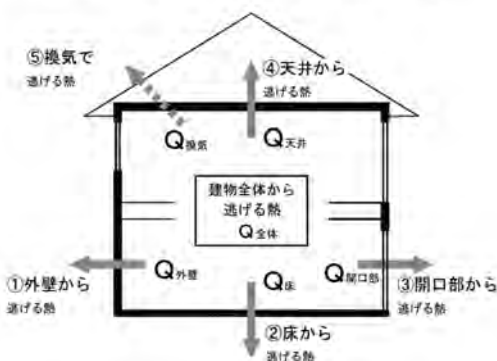
(3) 熱損失係数 [W/m²K]

建物からの熱の逃げにくさを表し、数値が小さいほど建物からの熱損失が少ないことを示している。建物内部と外気の温度差が1℃としたときに、建物内部から外界へ移動する時間当たりの熱量を床面積で除した数値である。

(計算式)

$$\text{熱損失係数 (Q値)} = \frac{\text{住宅全体から逃げる熱量 (Q}_{\text{全体}})}{\text{住宅の床面積}}$$

$$Q_{\text{全体}} = Q_{\text{外壁}} + Q_{\text{天井}} + Q_{\text{開口部}} + Q_{\text{床}} + Q_{\text{換気}}$$



3.1.2.2 評価方法・基準値の変遷

(1) 工業化住宅認定制度の開始

昭和49年(1974)2月に工業化住宅性能認定の技術的基準が告示され、プレハブ住宅の性能認定がスタートした。「居住性」の評価項目として、断熱性能及び防露性能に関する技術基準が定められた。「断熱性能」は各部位の熱貫流抵抗、「省エネルギー性能」は熱損失係数を算定し「級数」により評価する。表3.3は工業化住宅性能認定規定に示される熱性能値と級数の関係である。

表 3.3 昭和 49 年当時の断熱性能区分

○部位の断熱性能			○省エネルギー性能		
項	熱貫流抵抗 [m ² ・h・°C/kcal]	級	項	熱損失係数 [kcal/m ² ・h・°C]	級
一	1.7以上	1級	一	4未満	1級
二	1.7未満 1.3以上	2級	二	4以上 6未満	2級
三	1.3未満 1.0以上	3級	三	6以上 8未満	3級
四	1.0未満 0.7以上	4級	四	8以上 10未満	4級
五	0.7未満	5級	五	10以上	5級

当時の住宅における断熱についてであるが、北海道では北海道寒地住宅建設等促進法（寒住法）が定められるなど、早くから断熱住宅が建設されていた。しかし、一般地域ではまだまだ無断熱住宅が多く建設されていた。

(2) 評価基準の強化

2度の石油危機に直面し深刻な経済的影響を受けたことから、昭和55年(1980)に省エネ法が制定された。工業化住宅認定制度においても省エネ法が定める省エネルギー基準（旧省エネ基準）が評価基準となる。

近年では平成9年(1997)に京都で開催された「気候変動枠組み条約第3回締約国会議(COP3)」において、温室効果ガスの排出削減目標を盛り込んだ議定書が採択されるなど、地球規模の温暖化問題への対応が強く求められる時代となる。このような社会的要求による省エネ法の強化・改正とともに、工業化住宅認定制度における評価基準も強化がなされてきた。

<省エネ法の変遷と省エネルギー基準>

昭和55年(1980)：省エネ法制定（旧省エネルギー基準）

平成4年(1992)： " 改正（新省エネルギー基準）

平成11年(1999)： " 改正（次世代省エネルギー基準）

表3.4は各省エネ基準における熱損失係数の基準値である（地域の区分については、表3.11参照）。数値

が小さいほど断熱性能が高いことを示すが、表中の丸囲みの旧省エネ基準における I 地域基準値と、次世代省エネ基準における IV・V 地域基準値が、ほぼ同値になっている。つまり、昭和 55 年（1980）当時における北海道の基準値が、次世代省エネ基準では東京、大阪さらには鹿児島まで適用になっているということが判る。

表 3.4 熱損失係数基準値の変遷

	戸建形式	熱損失係数[W/m ² K]					
		地域の区分					
		I	II	III	IV	V	VI
H11年	次世代省エネ基準	1.6	1.9	2.4	2.7	3.7	
H4年	新省エネ基準	1.8	2.7	3.3	4.2	4.6	8.1
S55年	旧省エネ基準	2.8	4.0	4.7	5.2	8.3	

(3) 評価方法の変遷

省エネ基準の改正にともない省エネ性に関する評価方法も変更・追加がなされてきた。表 3.5 に主な変遷を示す。詳細は省略するが、評価指標の追加変更だけでなく、熱橋（後述 p59）の影響を考慮するなど、より精度の高い性能評価が求められるようになる。

表 3.5 評価方法の変遷

	断熱性能の評価指標	日射遮蔽性能	気密性能
S54年以前	熱損失係数 熱貫流抵抗		
S55年以降	旧省エネルギー基準		
	熱損失係数 熱貫流率		
H4年以降	新省エネルギー基準		
	年間暖冷房負荷 熱損失係数 熱貫流率	夏期日射取得係数	相当隙間面積 (I II 地域のみ)
H11年以降	次世代省エネルギー基準		
	年間暖冷房負荷 熱損失係数 熱貫流率	夏期日射取得係数	相当隙間面積 (全地域) ※ H21 年の改正により廃止

(4) 品確法との関係

平成 12 年（2000）に「住宅の品質確保の促進等に関する法律」が制定される。性能表示制度における省エネルギー対策等級は、省エネルギー法に定められる省エネ基準が判断基準として適用される。

表 3.6 品確法と省エネ基準の関係

品確法	省エネ基準
等級 4	次世代省エネ基準
等級 3	新省エネ基準
等級 2	旧省エネ基準
等級 1	—

(5) 我が国の省エネ基準の水準

図 3.7 は、省エネ基準の国際比較である。新省エネ基準（1992 年基準）では、I 地域だけが世界レベルに到達していたが、次世代省エネ基準（1999 年基準）では日本全体が世界レベルに追いついた状況にある。

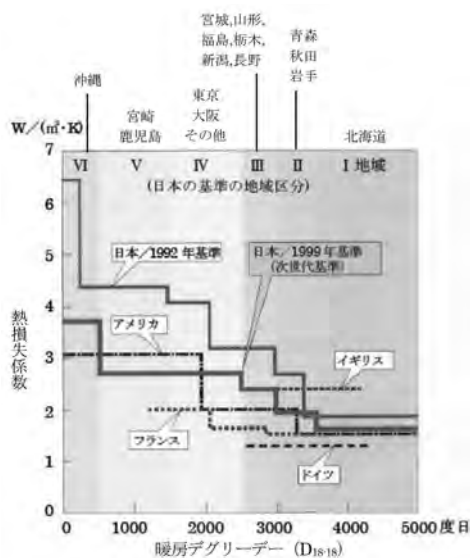


図 3.7 省エネ基準の国別比較

出典：(財) 建築環境・省エネルギー機構 (IBEC) ホームページ

3.1.2.3 断熱仕様の変遷

工業化住宅メーカー各社は、省エネ基準の改正・強化に対応するとともに、断熱性能の高い住宅を供給してきた。表 3.7-3.10 に、大和ハウス工業における一般地域（IV 地域）の断熱仕様と熱損失係数 [W/m²K] の変遷を示す。

表 3.7 昭和 49 年当時の断熱仕様


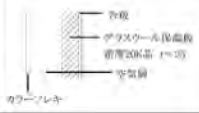
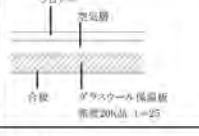
部位	部位構成	熱貫流率 [W/m ² K]
天井		1.10
外壁		1.05
床		1.11
開口部	アルミサッシ + 単板ガラス(3mm)	6.51
熱損失係数[W/m ² K]		5.0

表 3.9 平成 10 年当時の断熱仕様

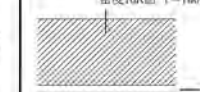
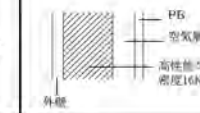
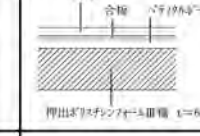
部位	部位構成	熱貫流率 [W/m ² K]
天井		0.37
外壁		0.59
床		0.51
開口部	アルミサッシ + 単板ガラス(3mm)	6.51
熱損失係数[W/m ² K]		3.4

表 3.8 昭和 55 年当時の断熱仕様

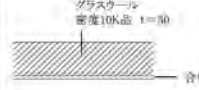
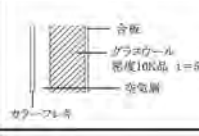
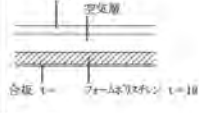



部位	部位構成	熱貫流率 [W/m ² K]
天井		0.90
外壁		0.78
床		1.19
開口部	アルミサッシ + 単板ガラス(3mm)	6.51
熱損失係数[W/m ² K]		4.7

表 3.10 現在 (平成 21 年) の断熱仕様

部位	部位構成	熱貫流率 [W/m ² K]
天井		0.24
外壁		0.50
床		0.46
開口部	型材断熱サッシ + 複層ガラス(3-12-3low-e)	2.91
熱損失係数[W/m ² K]		2.2

注) 旧省エネ基準までの熱損失係数は、各部位からの熱損失量を算定するにあたり、居室等の区画の区分及び接する外気等の区分に応じ係数を乗じていた。外気区分に応じた考え方は、後の省エネ基準においても踏襲されているが(床裏のみ)、居室等の区画の区分、つまり、暖房空間と非暖房空間を考慮した重み付けは後の省エネ基準では用いられていない。よって、旧省エネ基準までと、それ以降の省エネ基準における熱損失係数は、単純に比較できるものではない。

3.1.2.4 省エネ性に関わる技術基準など

(1) 断熱地域区分

旧省エネ基準当時は、都道府県を5つの地域に区分し基準値を定めていた。新省エネ基準では都道府県別の区分が見直され、さらに次世代省エネ基準では、アメダス観測地 842 地点における暖房度日 (D_{18-18}) をも

とに、市町村別の地域区分に変更となる。表 3.11 に都道府県別の地域区分を示す。またそれに加えて、市町村別にも地域区分され、同一都道府県で複数の地域区分が存在する。¹⁾例えば奈良県では、奈良市はⅣ地域に区分されるが生駒市はⅢ地域となり、同一販売エリア内で断熱仕様を変えるなどの対応が必要となる。

表 3.11 都道府県別の地域区分¹⁾

地域の区分	都道府県名						
I 地域	北海道						
II 地域	青森県	岩手県	秋田県				
III 地域	宮城県	山形県	福島県	栃木県	長野県	新潟県	
IV 地域	茨城県	群馬県	山梨県	富山県	石川県	福井県	
	岐阜県	滋賀県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	
	静岡県	愛知県	三重県	京都府	大阪府	和歌山県	
	兵庫県	奈良県	岡山県	広島県	山口県	鳥根県	
	鳥取県	香川県	愛媛県	徳島県	高知県	福岡県	
	佐賀県	長崎県	大分県	熊本県			
	V 地域	宮崎県 鹿児島県					
VI 地域	沖縄県						

(2) 熱橋を考慮した性能評価

熱橋とは、壁体を構成する熱伝導率の比較的小さい材料の一部または全部を、熱伝導率の比較的大きい材料が貫通している壁体の部分のことを言う。新省エネ基準以降の熱貫流率の算定は、この熱橋を考慮したより精度の高い計算が求められるようになる。

木材熱橋を有する壁体の場合は、平均熱貫流率 $[W/m^2K]$ により評価する。平均熱貫流率とは、図 3.8 に示すような異種断面のそれぞれの熱貫流率を求め、これを面積加重平均した値である。金属熱橋がある場合は、平均熱貫流率に割り増しを考慮した実質熱貫流率 $[W/m^2K]$ により評価する。

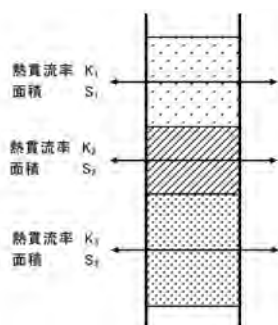


図 3.8 一様でない断面構成を持つ壁体の例

(3) 気密性能

気密性能とは、その建物がどの程度気密であるか、またはどの程度隙間があるかを示す指標である。新省エネ基準において I 地域に基準値が定められ (II 地域については努力義務)、次世代省エネ基準では全地域に適用となる。

表 3.12 相当隙間面積の基準値

	相当隙間面積 $[cm^2/m^2]$					
	地域の区分					
	I	II	III	IV	V	VI
新省エネ基準	5	5				
次世代省エネ基準	2	2	5	5	5	5

気密性能は相当隙間面積 $[cm^2/m^2]$ (C 値) という指標で示す。この数値が小さいほど気密性能が高いことを示す。図 3.9 は、実質延床面積が $140m^2$ の建物の総相当隙間面積を示している。C 値が $5.0 [cm^2/m^2]$ の場合は、住宅全体に無数に点在する隙間を集めると、およそ $26.5cm$ 角程度の大きさになる。

図 3.10 に気密試験の状況を示す。

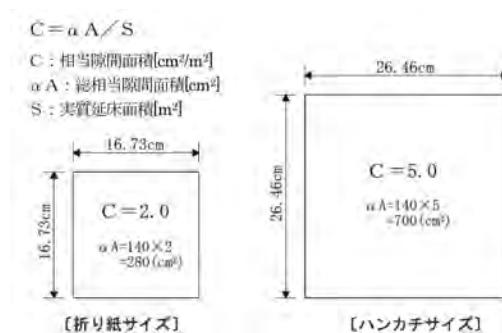


図 3.9 総相当隙間面積



図 3.10 気密試験の状況

なお、平成 21 年 (2009) の省エネ法の改正において、施工技術・施工精度の向上、使用される建材・工法の変化 (面材の多用等) により一定程度の気密性が確保される状況にあることから、気密住宅に係る定量的基準 (表 3.12) については廃止された。

(4) 夏期日射取得係数

夏期日射取得係数 (μ 値) とは、値が小さいほど日射を通しにくく、冷房負荷が小さくなることを示す。新省エネ基準において基準値が設けられ、次世代省エネ基準では大幅に強化された。

次に夏期日射取得係数の計算値と概念を示す (図

3.11)。

(計算式)

$$\text{夏期日射取得係数} = \frac{\text{実際に建物に入る日射量}}{\text{建物による日射遮蔽がないと仮定した場合の日射量}}$$

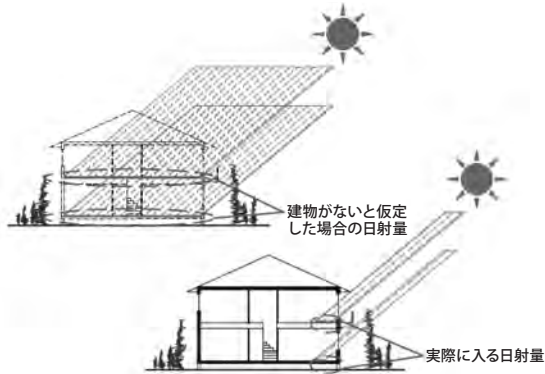


図 3.11 夏期日射取得係数の概念

表 3.13 に μ 値の基準値を示す。Ⅲ～Ⅴ地域の基準値 0.07 は、開口部に庇やブラインド等の日射遮蔽を行わなければ達成できない値である。

表 3.13 夏期日射取得係数の基準値

等級	夏期日射取得係数 [-]					
	地域					
	I	II	III	IV	V	VI
4 (次世代省エネ基準)	0.08		0.07			0.06
3 (新省エネ基準)	-		0.10			0.08
2 (旧省エネ・公庫基準)			-			
1			-			

3.1.2.5 工業化住宅の対応

(1) 開口部の断熱強化

基準強化に対し、工業化住宅各社はさまざまな方法により断熱強化を図ったが、各社に共通するのは開口部の断熱性能強化である。図 3.12 は大和ハウス工業の新省エネ基準対応仕様と、次世代省エネ基準対応仕様における各部位からの熱損失の割合である。新省エネ仕様では開口部からの熱損失が最も大きく、住宅全体の約 1/2 以上を占めており、開口部の断熱強化が最も省エネ効果が大きいことを示している。また、開口部の断熱性能強化は、結露の軽減や窓面からのコールドドラフト（冷気流）の緩和など、居住性向上に対しても効果的であることなどから、各社とも開口部の断熱強化にいち早く取り組んだ。

図 3.12 の次世代省エネ基準対応仕様では、開口部仕様を「高断熱サッシ+複層ガラス (low-e)」に変更することで、大幅に熱損失が低減されている。

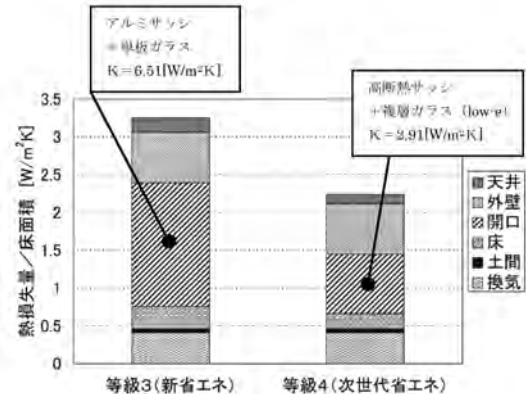


図 3.12 各部位からの熱損失の割合

(2) 外壁の断熱・防露性能の強化

次世代省エネ基準では、住宅の断熱性能および耐久性を損なう恐れのある壁体内結露を防止する措置が要求されている。

図 3.13 は現時点における、大和ハウス工業の外壁構造である。壁内への湿気・水蒸気の侵入を防止する「防湿層」と、「通気層（断熱層の外側にある外気に開放された空気層）」を設けることにより、壁体内結露対策を施している。さらに、柱などの構造躯体の外側に断熱層（外張り断熱）を設けており、外気温の影響で温度が低下しやすい熱橋部分を保護し、断熱性能の強化を図るとともに防露性能の向上させている。

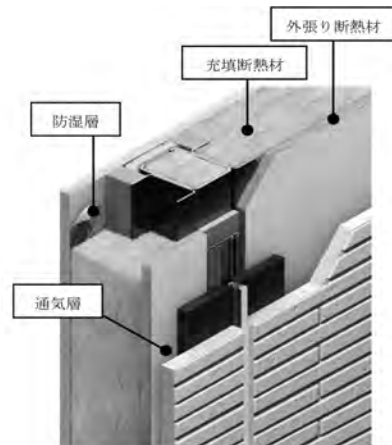
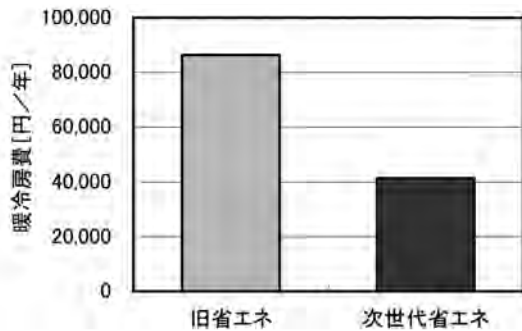


図 3.13 外壁の断熱防露構造の例

(3) 次世代省エネ住宅の暖冷房費

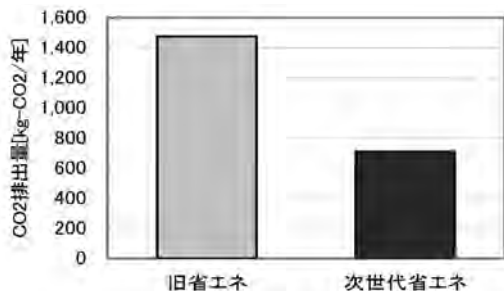
図 3.14 は、断熱仕様の違いによる年間暖冷房費である。次世代省エネ基準の暖冷房費は、旧省エネに比べ約 1/2 程度になる。



<計算条件>建物モデル：大和ハウス標準プラン，建設地：大阪，Q値 [W/m²K]：旧省エネ 5.2 次世代 2.1，冷暖房機器：エアコン（部分間欠運転），料金単価：24 [円/KWh]

図 3.14 省エネ基準による暖冷房費の違い

図 3.15 は暖冷房の CO₂ 排出量の比較である。暖冷房費と同じく、次世代省エネ基準における CO₂ 排出量は旧省エネ基準の約 1/2 程度になる。



<計算条件> CO₂ 排出係数：電気 0.41 [kg-CO₂/kWh]，1 次エネルギー換算値：電気 9760 [kJ/kWh]，その他は図 17 と同じ。

図 3.15 省エネ基準による CO₂ 排出量の違い

(4) 次世代省エネ住宅の供給状況

図 3.16 は工業化住宅（戸建）の次世代省エネ基準対応住宅の供給比率である。工業化住宅を供給する各社は、次世代省エネ基準への対応にいち早く取り組み、標準化とする企業も年々増加している。

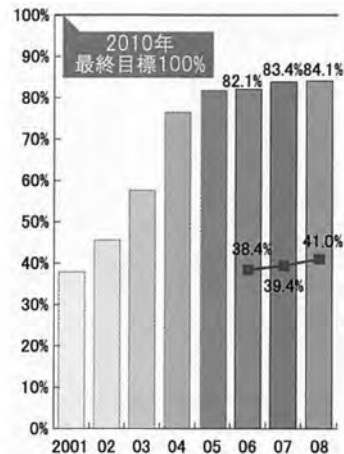


図 3.16 工業化住宅の次世代省エネ供給比率

出典：(社) プレハブ建築協会ホームページ
「環境行動計画エコアクション 21 2008 年度実績報告」
調査対象は 2008 年度協会住宅部会環境分科会参加会社 11 社

3.1.3 防火性能

3.1.3.1 防火性能の制度の変遷

昭和 37 年（1962）から住宅金融公庫は、工場量産住宅の一定以上の防耐火性能を有する住宅に、「不燃組立て構造住宅」として一般木造住宅より、有利な融資枠を拡大し承認を始めた。外装材として不燃材を使用する 8 社 9 タイプが承認された。

工業化住宅メーカーは、住宅金融公庫の承認を得る条件として第三者機関による評価を受け、公庫に承認申請を行う必要があり、初めて専門家（軽量鉄骨協会）による性能評価を受けた。設計がシステマ的であるか、工場の生産性・量産性があるかなどが評価され、量産評価と呼ばれ、初めてのシステム評価であった。又、昭和 48 年（1973）から始まった工業化住宅性能認定制度に於いても防耐火性能が評価され、さらに重要性がますますことになった。

昭和 55 年（1980）には都市災害の低減を図る為、住宅金融公庫は大蔵・建設省令に基づき、「省令簡耐」の仕様で不燃化を進めた住宅（27 社 61 タイプ）を承認した。この時点から工業化住宅は、外壁及び軒天を防火構造、内装下地材は 15 分耐火として、石膏ボード厚さ 12mm と仕様変更を行った。これ以後工業化住宅は、多くの会社がこれを標準として採用した。

昭和 50 年代後半から 60 年代前半では、国は、日米林産物貿易摩擦により木材の輸入促進を図るため、準防火地域での 3 階建て戸建て木造住宅の建設を可能とし、耐火構造以外の 3 階建て工業化住宅も建設可能となった。プレハブ各社からも 3 階戸建て商品が発売され、工業化住宅のシステムの中に導入された。

昭和 60 年代後半から、都市火災による都市災害が問題になり、鉄鋼系工業化住宅の防耐火性能が論議され、初めてつくば市で 2 階建て鉄鋼系工業化住宅の実大火災実験が行われ、鉄鋼系工業化住宅の防耐火性能が確認された。

平成 3 年（1991）には、同じくつくばの建築研究所で、「木造 3 階建て共同住宅実大火災実験」が行われ、実験の検討結果から、準防火地域でも木造の 3 階建て共同住宅が建設可能となった。工業化住宅においても、耐火構造以外の性能を有する 3 階建て工業化住宅を、日本建築センターにて防耐火性能の評定を受けられるようになり、法第 38 条認定で建設可能となった。この制度は 3 年継続したが、平成 5 年（1993）の建築基準法改正で「準耐火建築物」が創設され、一般確認申請で建設可能となり、より一層 3 階建て共同住宅が建設可能となった。

平成 12 年（2000）の建築基準法改正では、仕様規定から性能規定となり、屋根仕様も性能規定化され、より多くの屋根葺材が使用可能となった。特に、太陽光発電の屋根一体型の普及促進となった。

その後は、大きな防耐火上の改正が無く、住宅に於ける防耐火性能も各材料の防火性能の品質向上などに重点が置かれるようになった。

3.1.3.2 我が国の防耐火の体系

我が国の防火地域は、法 22 条区域、準防火地域、防火地域の区分があり、建物の用途・規模により表 3.14 に示したような防火性能が要求されている。

表 3.14 建物の用途、規模、地域と要求される防火性能（2009 年現在）

用途	階級	規模 (㎡)					
		5 ≤ S < 100	100 < S ≤ 200	200 < S ≤ 400	400 < S ≤ 1300	1300 < S ≤ 2000	2000 < S
共同住宅	防火地域	2階建 (法61条)	耐火構造				
	1,2階建	45分準耐火構造 (法61条)					耐火構造
	3階建	60分準耐火構造 (法38条認定)					耐火構造
	準防火地域	1,2階建	外壁・軒裏・防火構造 (法27条) ※1	45分準耐火構造 (法62条)			
戸建住宅	防火地域	2階建 (法61条)	耐火構造				
	1,2階建	45分準耐火構造 (法61条)					耐火構造
	3階建	準防火3階仕様 (法61条)					耐火構造
	準防火地域	1,2階建	外壁・軒裏・防火構造 (法27条) ※1	45分準耐火構造 (法62条)			
法22条区域	1,2階建	外壁・軒裏・防火構造 (法22条) ※2	防火構造 (200㎡以上、2階300㎡未満) (法24条)				
	3階建	外壁・軒裏・防火構造 (法22条) ※2	防火構造 (法25条)				

*1: 国土交通大臣が定めたもの (法 62、63 条)
*2: 国土交通大臣が定めたもの (法 22、23 条)

出典: NPO法人住宅外装テクニカルセンターホームページ

プレハブ住宅においても、準防火地域・防火地域での建築要望が次第に多くなり、防火構造の研究が盛んになった。

3.1.3.3 防火構造の試験方法と判定基準

土塗壁同等、防火構造、耐火構造等の建設大臣認定を取得するための試験方法については、長きに亘り JIS に準拠した試験方法が採用されていた。

JIS の認定試験における壁裏面温度の合否判定基準を表 3.15 に示す。当時は日本独自の住宅事情から、木材の着火危険温度とされる、260℃が合否の目安とされていた。

表 3.15 壁の裏面温度合否判定基準

防耐火構造種別	試験時間	壁の裏面温度判定基準	加熱曲線
土塗壁同等	30 分	260℃以下	防火 3 級加熱曲線
防火構造	30 分	260℃以下	防火 2 級加熱曲線
耐火構造	1 時間	260℃以下	耐火加熱曲線

また、加熱温度については、土塗壁同等、防火構造、耐火構造でそれぞれ異なった加熱曲線が採用されていた。

平成 5 年（1993）には耐火構造に準ずる性能を有する構造として準耐火構造が新設された。その試験方法は、試験方法の国際調和や試験結果の相互認証を視野に入れ、JIS ではなく ISO に準拠した試験方法が採用された。しかし、防火構造等その他の構造については JIS に準拠した試験方法のままであったため、試験の加熱温度曲線が更に 1 種類増えることとなった。

平成 12 年（2000）には、試験方法の国際調和の観点から、準防火構造（旧の土塗り壁同等）、防火構造、耐火構造についても ISO に準拠した試験方法が採用された。これにより、平成 5 年（1993）に新設された準耐火構造も含めて、防耐火構造試験の加熱温度は統一されることとなった。現行の加熱温度曲線を図 3.17 に、試験に使用する壁用耐火試験炉（例）を図 3.18 に示す。

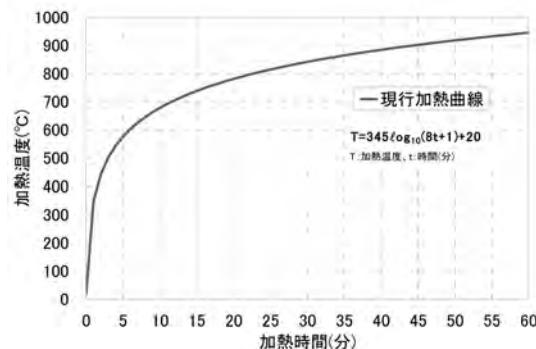


図 3.17 現行加熱曲線

表 3.16 現行試験方法における壁の裏面温度合否判定基準

耐火構造種別	加熱時間	試験時間	壁の裏面温度判定基準	加熱曲線
準防火構造	20分	20分	平均温度 \leq 加熱開始直前の裏面温度の平均値 + 140K 最高温度 \leq 加熱開始直前の裏面温度の平均値 + 180K	$T=345\log_{10}(8t+1)+20$ ここに、 T：加熱温度 t：時間（分）
防火構造	30分	30分		
準耐火構造	45分	45分		
	60分	60分		
耐火構造	1時間	4時間*		

*耐火構造は、1時間の加熱終了後も裏面温度の測定を継続して、試験開始から4時間後まで計測した温度が合否判定基準を満たす必要がある。

現行試験方法の加熱時間、試験時間及び壁の裏面温度合否判定基準を表 3.16 に示す。

ISO に準拠した試験方法が採用されたことにより、加熱温度だけでなく、合否判定基準のひとつである壁の裏面温度の規定値も大幅に変更された。従来は裏面温度の上限値が 260℃であったが、新試験方法では、表 3.16 に示した温度となった。

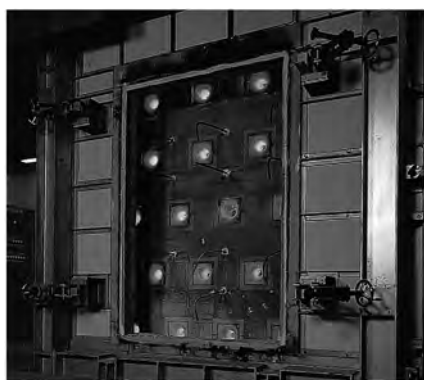


図 3.18 壁用耐火試験炉（大和ハウス工業）

この判定温度は、建物内部の可燃物が燃え出さない温度を基に定められている。

尚、可燃物の燃焼温度は平成 12 年（2000）建設省告示第 1432 号（可燃物温度を定める件）において、

- 一 加熱面以外の面のうち最も温度が高い部分の温度摂氏 200 度
- 二 加熱面以外の面の全体について平均した場合の温度摂氏 160 度

と定められている。

また、鉛直荷重を支える耐力壁、柱、梁、などの試験では加熱だけでなく、荷重支持部材に荷重しながら加熱を行い、鉛直方向の収縮量や収縮速度、たわみ量やたわみ速度によって評価する荷重加熱試験も選択されるようになった。

従来は鋼材等の温度で合否判定していたが、火災時に建物が倒壊しないかを合理的に判定するためにこの荷重加熱試験方法が採用されている。

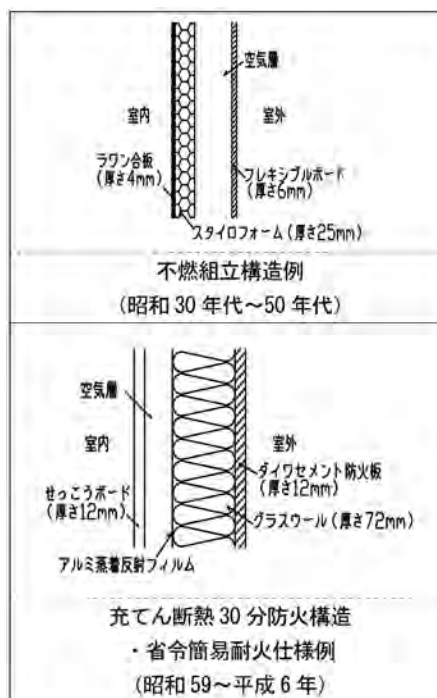
これらの試験は、国土交通大臣の認定を取得する場

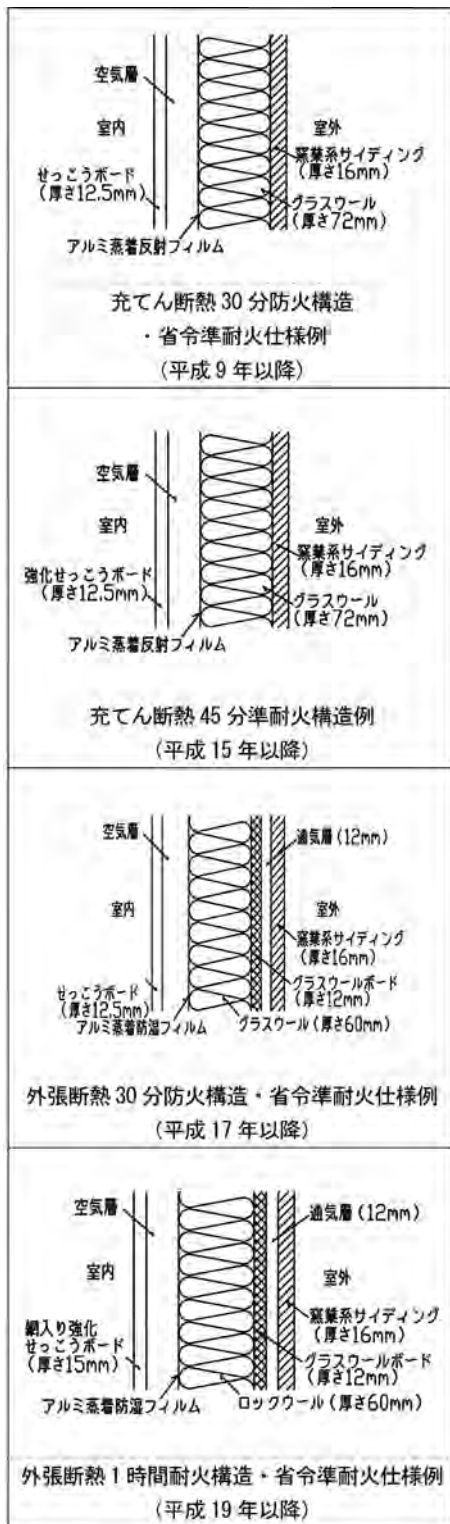
合の試験方法として運用されているが、一般的な仕様については、告示において例示されている。従って、例示仕様と異なる構造について、個別に大臣認定を取得する場合にはこの試験に合格しなければならない。

このように国際調和の観点から、現在は ISO に準拠した試験方法が採用されている。

3.1.3.4 工業化住宅の防火仕様

以下の図は、外壁の不燃組立構造、30分防火構造、45分準耐火構造及び1時間耐火構造の例であるが、要求耐火時間が長くなるに伴い、外装材、内装材及び断熱材に耐火性の高い素材を使用している。また、近年では耐火性能だけでなく、省エネのために断熱性能も考慮した仕様となっている。





3.1.4 遮音性能

3.1.4.1 遮音性能の概念と表示

住宅で扱う遮音性能は大きく分けると3種類ある。

- (1) 上階の床の振動（衝撃）音を遮断する性能
- (2) 外部騒音や隣室の話し声などを遮断する性能
- (3) 機械設備や配管などの音を遮断する性能

住宅のこれらの性能は居住性に大きく影響を与える。これらを数値的に表現して評価する方法は、日本建築学会をはじめ多くの学術的な調査研究に基づいて考案され、最終的に試験方法やその評価方法はJISに制定されている。ここではその一部を紹介する。

音というのは、周波数によって同じ大きさ（dB: デシベル）であっても人間の耳への聞こえ方は異なる。つまり、同じ大きさの音圧レベルであっても、周波数の高い音はうるさく聞こえ、周波数の低い音はそれほどでもない。図 3.19 は同じ大きさに聞こえる各周波数の音圧レベルを結んだもので、これを等感度曲線という。例えば 1,000Hz の 40dB と 125Hz の 60dB はほぼ同じ大きさに聞こえることを意味している。

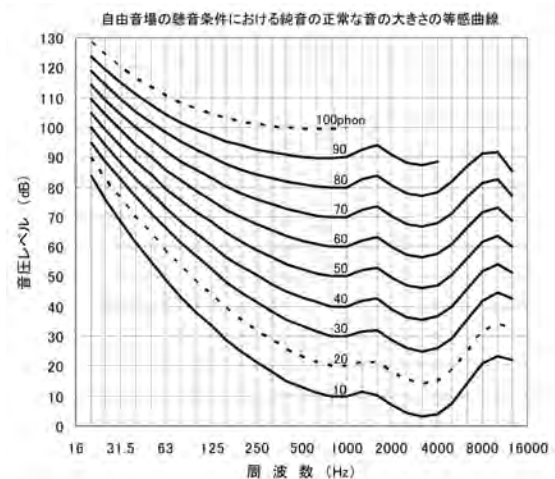


図 3.19 純音に対する等感度曲線 (ISO226)

このように騒音や遮音性能の評価は、人間の聴感を考慮して行う必要がある。冒頭で挙げた3つの代表的な性能項目もこのような特性に配慮した評価を行う。例えば集合住宅で問題とされる床衝撃音もその典型とされる。

床衝撃音には子供の飛び跳ねなどに代表される重くて柔らかい衝撃による重量床衝撃音と、硬くて軽い衝撃による軽量床衝撃音がある。床衝撃音の測定にはJISで標準化された衝撃源として具体的にバングマシン（図 3.20）とタッピングマシン（図 3.21）が用いられている。衝撃源で上階の床を加振した際に下階で測定されるのが床衝撃音レベルである。

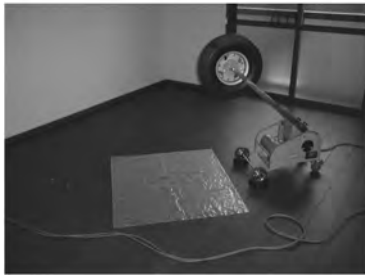


図 3.20 上階音源室のバングマシン



図 3.21 上階音源室のタッピングマシン

図 3.22 は床衝撃音の評価に用いるグラフで、図中の曲線は等級曲線といって床衝撃音に対する遮断性能を評価するための曲線である。なお、ISOに整合した現在の JIS では 3 つの評価方法がある。ここで紹介する方法は今も継承されている主要な評価方法の 1 つである（他 2 つの評価方法については省略する）。

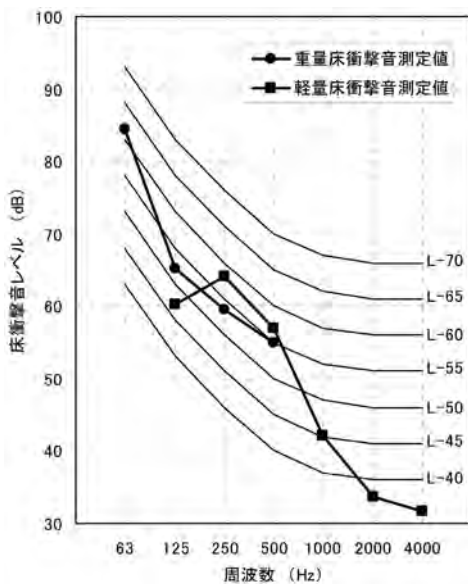


図 3.22 床衝撃音の等級曲線とデータ例

図 3.22 の等級曲線は図 3.19 を実用的な形に修正されて定められたものである（B 曲線の呼称は 500Hz でのレベル値である）。データ例はある床の受音レベル測定値を周波数別に図にプロットしたものである。評価方法は各周波数帯域のレベルが全て、ある基準曲

線を下回るとき、その最大の基準曲線につけられた数値によって等級を表す。ただし、最大 2dB までは有利側の誤差扱いで等級曲線を上回ることが出来るとされ、5dB 刻みの等級ランク付けになる。等級の数値が小さいほど性能が良いことになる。また、重量床衝撃音の場合は評価周波数範囲が 63 ~ 500Hz 帯域であり、軽量床衝撃音は 125 ~ 2000Hz である。図中の●は 125Hz では L-55 の曲線を下回るが 63Hz では L-60 の曲線より 2dB ほど上にある。2dB を誤差と見てこの床の衝撃音性能を L-60 と評価するのである。同じように■は 250 Hz で L-55 を 3dB ほど上回っているのでこの床の衝撃音性能を不利側の L-60 と評価する。

評価した等級は Level の頭文字をとって L 値といい、表記する場合には、重量床衝撃音については Heavy の頭文字 H を添えて LH- ○○と表記し、軽 (Light) 量床衝撃音については LL- ○○と表す（※現在の JIS では評価方法が複数あり、例えば重量床衝撃音の場合、厳密には Li. Fmax. r. H- ○○などと表示する。以下では全て省略した LH- ○○、LL- ○○で表現する）。

次に、壁の遮音性能の評価は図 3.23 のグラフで示す評価曲線を用いる。前述の床衝撃音は加振源を標準化して下階のレベルそのもので評価するのに対して、日常生活における音源が特定できない壁の遮音性能の場合は、音源室と受音室の音圧レベルの差、すなわち室間音圧レベル差で評価する。実生活での静けさは音源の大きさに依存するが、実際の壁単体の性能を評価する方法として普及してきた。

測定方法は至って単純であり、壁を隔てた 2 室の片方を音源室としてスピーカーよりノイズを出力する。その際の音源側と受音側それぞれの平均的なレベルの差から「室間音圧レベル差」が求まる。この「室間音圧レベル差」は D 値という等級で表される。レベル差の Difference の頭文字をとったものである。D 値は L 値の評価方法を上下逆にしたようなもので、全ての周波数のデータがある基準曲線を上回った場合に、その最低の曲線の数字で決まる。等級が大きいほど遮音性が良いことになる。等級を求める際の 2dB 緩和も同様である。図上のデータ例では 250Hz では D-45 であるが、2KHz では D-40 に近い (1dB ほどは誤差と見る) ので D-40 の遮音性能と評価される。

この測定・評価方法も床衝撃音と同様に JIS に定められており、こちらも現在の正確な表記では細かいアルファベットが D 値に添えられ、Dr- ○○と 5dB 刻みで表示される。

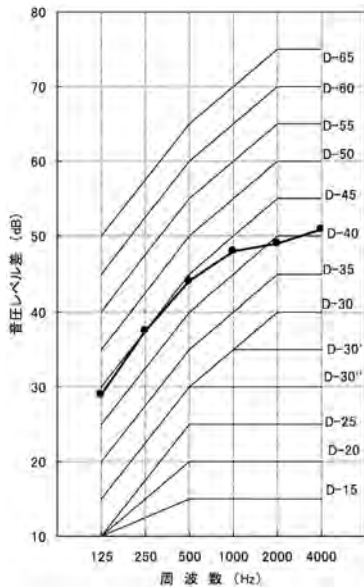


図 3.23 D 曲線とデータ例

冒頭で挙げた 3 つ目の代表的な性能として、設備騒音などの遮断性能がある。設備騒音も多岐にわたるが、その評価対象は設備そのものであったり周辺であったりもする。そのため評価方法は聞こえる音の大小であり、評価方法は床衝撃音と同一であるが等級の呼称は L 値ではなく N 値 (Noise) となる。

3.1.4.2 工業化住宅における音環境評価の変遷

工業化住宅性能認定制度技術基準がスタートした昭和 49 年 (1974) 当時規定された住宅の性能 17 項目のうち、居住性は 10 項目あった。その居住性の中でも音に関しては 5 項目を占めており、当時の音の問題への意識の高さがうかがえる。

この背景には、共同住宅の遮音性能や騒音が社会的な問題になっていたことが挙げられる。工業化住宅の台頭は、住宅の質を向上させる上で量産住宅に性能を牽引させる構図として有効であった。表 3.17 はその性能規定の内容である。長屋の界壁の遮音性能や床衝撃音 (当初は軽量衝撃音のみで、後に重量衝撃音が追加される) が規定される一方で、開口部を含む外壁の遮音性能もある。さらに戸建住宅の寝室の間仕切壁の遮音性能にまで及んでいる。しかも、各性能項目は最低基準を定めるだけでなく、この時から既にランク

表 3.17 工業化住宅の遮音性能規程内容

	居住室の外壁の遮音性能 (開口部含む)	寝室の間仕切壁等の遮音性能 (開口部含む)	長屋等の居室の界壁の遮音性能	長屋等の床の衝撃音の遮断性能	換気設備の静ひつ性能
1級	30以上	35以上	55以上	50未満	35未満
2級	30~25	35~30	55~53	50~55	35~40
3級	25~20	30~25	53~50	55~60	40~45
4級	20~15	25~20	50~45	60~65	45~50
5級	15~10 (dB)	20未満 (dB)	45~40 (dB)	65~70 (dB)	50以上 (dBA)

づけの評価が取り入れられていた。

昭和 54 年 (1979) に日本建築学会より「建築物の遮音性能基準と設計指針」が発行された。遮音性能に関する理解と認識が社会一般に広がって行く。

昭和 62 年 (1987)、工業化住宅性能認定制度が日本建築センターの民間認定制度へ移行されていわゆる BCJ 認定として定着するが、遮音性能は 2・3 階建の集合住宅のみを対象とするようになる。

表 3.18 は平成 5 年 (1993) 日本建築センター発行の「評定関係資料集」による遮音性能に関する認定基準である。ちなみにこの当時床衝撃音については「重ね建住宅及び共同住宅の場合は、直下階の隣戸に対する界床の衝撃音のしゃ音性能、長屋の場合は、隣戸の下階に対する床の衝撃音のしゃ断性能とする。^{*2}」と規定されていた。つまり、長屋については斜め上からの床衝撃音で評価することが必要である。^(註)

(註) 長屋 (上下同一住戸の連棟住宅 - メゾネット形式) は、床の上下の遮音はそれほど重要ではないが、隣住戸の下階への影響が重要になる。従って、図のような斜めの空間の測定を行う。当然、界壁の遮音性が大きく影響する。



表 3.18 工業化住宅性能認定基準 (音関係:平成 5 年)^{*2}

性能項目	判定	性能等
界壁及び界床の遮音性能	D-50 以上	長屋及び共同住宅の界壁のしゃ音性能、長屋の床 (1 階床を除く) 並びに重ね建住宅及び共同住宅の界床のしゃ音性能は、左欄のしゃ音等級に該当すること。
	D-45	
	D-40	
界床の衝撃音のしゃ断性能	L-55 以上	長屋の床 (1 階床を除く) 並びに重ね建住宅及び共同住宅の界床の衝撃音しゃ断性能は、左欄のしゃ音等級に該当すること。
	L-60	
	L-65	
	L-70	

重量床衝撃音 (表 3.18 の L に H をつけて LH と表示) は概ね LH-65 程度が多く、軽量床衝撃音 (上記の L に L をつけて LL と表示) については仕上げ材の硬軟の影響が大きいためバラエティに富んでいて LL-45 ~ 65 程度がある。

平成 11 年 (1999) 「住宅品質確保促進法」が公布さ

れ翌年から施行された（詳しくは後述する）。これは工業化住宅を含め全ての住宅が対象で、この中の「日本住宅性能表示基準」に「工業化住宅性能表示制度」は包含されるようになる。

品確法の性能表示制度における音性能に関する項目は、表 3.19 に示す。ここに、相当スラブ厚とは仕上げ材の遮音効果を補正してコンクリートスラブの厚みに換算した重量床衝撃音遮断性能指標に相当する仕様等級である。また、新しく「透過損失」として R_r 、 R_m が導入されている。

表 3.19 音響関係の性能表示項目（品確法）

表示事項	適用範囲	等級 (ランク)	等級の説明
重量床衝撃音 低減対策等級	共同各戸	5	LH-50 等級相当以上
		4	LH-55 等級相当以上
		3	LH-60 等級相当以上
		2	LH-65 等級相当以上
		1	等級 2 に満たない程度
相当スラブ厚 等級 (重量床衝撃音)	共同各戸	—	スラブ厚 27cm 相当以上
		—	スラブ厚 20cm 相当以上
		—	スラブ厚 15cm 相当以上
		—	スラブ厚 11cm 相当以上
		—	等級 2 に満たない程度
軽量床衝撃音 低減対策等級	共同各戸	5	LL-45 等級相当以上
		4	LL-50 等級相当以上
		3	LL-55 等級相当以上
		2	LL-60 等級相当以上
		1	等級 2 に満たない程度
床仕上等級 (軽量床衝撃音)	共同各戸	—	30dB 以上
		—	25dB 以上
		—	20dB 以上
		—	15dB 以上
		—	その他
透過損失等級 (界壁)	共同各戸	4	R_r -55 等級相当以上
		3	R_r -50 等級相当以上
		2	R_r -45 等級相当以上
		1	建基法の最低限度程度 (R_r -40)
透過損失等級 (外壁開口部)	戸建又は 共同各戸	3	R_m (1/3)-25 等級以上
		2	R_m (1/3)-20 等級以上
		1	等級 2 に満たない程度

界壁の遮音性能は音響透過損失 R_r で規定しているが、前述の JIS による図 3.23 で示した D 値の評価の仕方と同様であるので詳述は省略する。なお、R は Reduction の頭文字を取ったものである。

外壁開口部を評価する R_m 値は、 R_r 値や L 値のような等級曲線による評価方法ではなく、単に音響透過損失を評価対象周波数の範囲で算術平均した数値のことである。ちなみに、 R_m の m は平均を意味する mean の頭文字を取ったものである。これも改定された JIS にある評価方法の一つであり、窓の遮音性能と

感覚的に最も近似する物理指標が算術平均値との見解によるものである。

3.1.4.3 工業化住宅における音環境性能の変遷

工業化住宅は戸建てが中心で出発したから、床の遮音性能は在来工法同様あまり重視されなかった。しかし時代の要請もあり、戸建てと同じシステムで集合住宅にも適応の必要が出てきて、遮音性能の向上に迫られる。

図 3.24 は昭和 60 年頃の床仕様で、パーティクルボードの床板に石膏ボードを敷き更に床下地としてパーティクルボードを貼ったかなり進歩した床であるがそれでも LH-70 程度で集合住宅に対しては最低の仕様である。乾式で軽量の床で性能向上を計ろうとする研究は各所で行われ、戸建住宅ながら、その一例には図 3.25 のような仕様もある。

工業化住宅は湿式のコンクリート等と比べると遮音対策はかなり難しい。騒音対策はともかく、特に、構造躯体から仕上げ材等のあらゆる部材に影響を受ける床衝撃音では、技術的に相応の工夫が必要とさる。

集合住宅の床の向上が図られるようになるのは、床に ALC（軽量気泡コンクリート）が採用され出した平成 2 年（1990）頃からである。当初モルタル下地の上に塩化ビニルシート仕上げなどが主流であったが、緩衝材が付いた防音フローリングが主流になる。図 3.26 はモルタルで固めた ALC 床から更に軽量化を図った平成 10 年（1998）頃の乾式 ALC 床の例である。この頃になると LH-65、LL-55 程度の性能を実現している。

現在、プレハブ住宅メーカー各社の性能は LH-65、LL-50 程度が主流だが、LH-60 を商品化しているケースも見られるなど、更に高性能化を進めている。

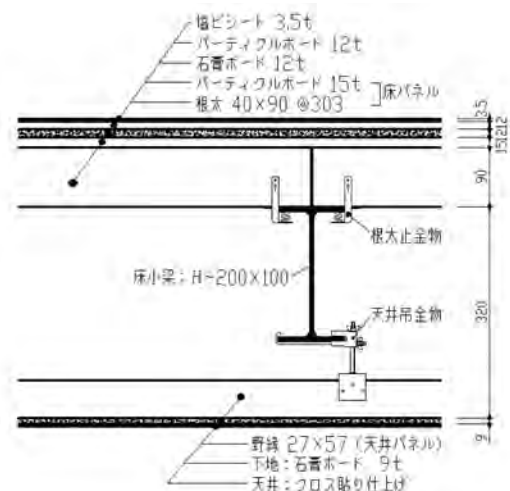
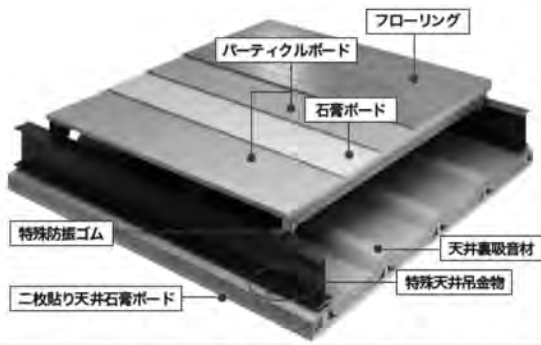


図 3.24 昭和 60 年頃の仕様（LH-70 程度）

マルチプレックス遮音床
軽量・低コスト・高遮音性能を兼ね備えた床



積層面材構成・衝撃伝搬を防止する特殊ゴム・防振天井システムの採用により、優れた遮音性能（ALC床と同等）を発揮するマルチプレックス遮音床を開発した。

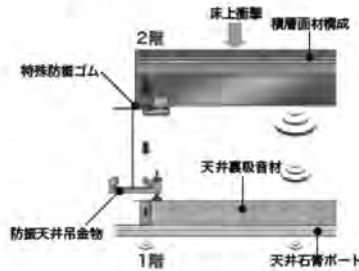
図 3.25 (a) 現在の戸建床仕様の例
(LH-65 程度、大和ハウス工業)

遮音性のダブルデバイス

特殊防振ゴム + 防振天井吊金物



汎用ゴム 特殊防振ゴム
床支持部ゴムの低反発効果



床断面（防振天井吊金物）

固定音対策	空気音対策
<p>●特殊防振ゴム 衝撃振動を吸収し、素早く減衰させ、床上から躯体へ伝搬する固定音を軽減。</p> <p>●防振天井吊金物 防振バネ機構を有する天井吊金物が、躯体から天井へ伝搬する固定音を低減。</p>	<p>●積層面材（床、天井） 床の積層面材により空気音の発生を抑制。天井の積層面材により天井内を伝わってくる空気音を遮断。</p> <p>●天井裏吸音材 天井内を伝わる空気音を吸収。</p>

※「固定音」：梁などの躯体を伝わる音
※「空気音」：床自体から放射し、空気中を伝わってくる音

図 3.25 (b) 現在の戸建床仕様の詳細
(LH-65 程度、大和ハウス工業)

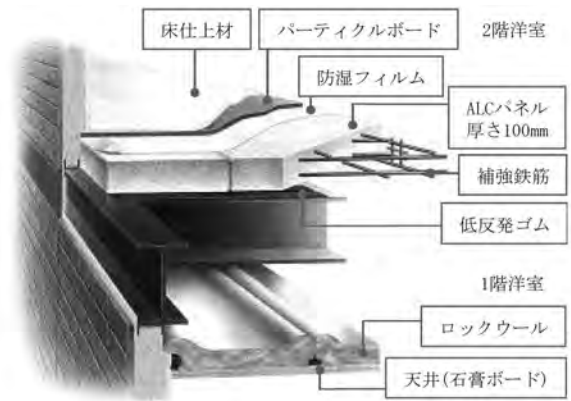


図 3.26 集合住宅床仕様の例
(LH-65、LL-55、大和ハウス工業)

重量床衝撃音に対しては、このような軽量床では対応が難しく、さらに高性能を要求される場合には、ALCの代わりにデッキプレートの上に現場でコンクリートを打設する湿式工法を採用することにより、LH-60、LL-55 程度の性能を確保している。

3.1.5 空気環境性能

新築住宅において、建築材料から発散する化学物質による室内空気汚染等により、居住者の様々な健康被害が問題となり（シックハウス症候群と呼ばれる）、社会的に大きな関心が示されるようになった。このような状況から、平成 15 年（2003）7 月、建築基準法の改正により新たな規制措置が講じられることとなった。

<規制の概要>

■規制対象とする化学物質

クロルピリホスおよびホルムアルデヒド

■クロルピリホスに関する規制

クロルピリホスを添加した建材の使用の禁止

■ホルムアルデヒドに関する規制

・内装仕上げの制限

居室の種類および換気回数に応じて、内装仕上げに使用するホルムアルデヒドを発散する建材の面積制限を行う。

・換気設備の義務付け

原則として全ての建築物に機械換気設備の設置を義務付ける。

・天井裏等の制限

下地材をホルムアルデヒドの発散の少ない建材とするか、機械換気設備を天井裏等も換気できる構造とする。



図 3.27 ホルムアルデヒド対策の概要
出典：国土交通省ホームページ

図 3.27 は、ホルムアルデヒド室内濃度を厚生労働省の指針値 0.08ppm (100 μg/m³) 以下に抑制するために必要な対策である。

3.1.5.1 ホルムアルデヒド対策について

ホルムアルデヒドに関する規制の対象となる建築材料は、ホルムアルデヒドの発散速度に応じて表 3.20 に示す 4 つの区分に分類され、使用する建材に応じた使用面積制限がなされた。

表 3.20 ホルムアルデヒド対策の概要

ホルムアルデヒドの発散速度 (※1)	告示で定める建築材料		大臣認定を受けた建築材料	内装の仕上りの制限
	名称	対応する規格		
0.12mg/mh 超	第1種ホルムアルデヒド発散建築材料	JIS, JASのH/E, F/C 相当, 無等級		使用禁止
0.02mg/mh 超 0.12mg/mh 以下	第2種ホルムアルデヒド発散建築材料	JIS, JASのF☆☆	第20条の5第2項の認定 (第2種ホルムアルデヒド発散建築材料とみなす)	使用面積を制限
0.005mg/mh 超 0.02mg/mh 以下	第3種ホルムアルデヒド発散建築材料	JIS, JASのF☆☆☆	第20条の5第3項の認定 (第3種ホルムアルデヒド発散建築材料とみなす)	
0.005mg/mh 以下		JIS, JASのF☆☆☆☆	第20条の5第4項の認定	制限なし

※1 測定条件：温度24℃、相対湿度50%、ホルムアルデヒド濃度0.1mg/m³ (1μg/m³)
 ※2 建築物の部分に使用して5年経過したものについては、制限なし。
 ※3 建築基準法施行令

建築基準法の改正を受けて、日本工業規格 (JIS)・日本農林規格 (JAS) では、各種建材などのホルムアルデヒド放散量による等級区分及びその表示記号を、以下のように統一した。²⁾

- F☆☆☆☆：放散量が小さく使用規制が必要ない建材
(平均値 0.3mg/L 以下、最大値 0.4mg/L 以下)
- F☆☆☆：放散量が比較的少なく、内装材として用いる場合は使用面積を一定割合にすることで使用でき、天井裏等では制限なく使用できるもの
(平均値 0.5mg/L 以下、最大値 0.7mg/L 以下)
- F☆☆：放散量はある程度あるが、内装材として用いる場合は使用面積を一定割合にすることで使用でき、天井裏等では換気設備や通気止めを設けることで

使用できるもの

(平均値 1.5mg/L 以下、最大値 2.1mg/L 以下)

F☆☆：内装の仕上げとして使用できないもの

(平均値 5.0mg/L 以下、最大値 7.0mg/L 以下)

使用面積の制限は、次式を満たすように使用可能な面積を算定する。

$$N_2 S_2 + N_3 S_3 \leq A$$

- N₂: 次の表の (一) の欄の数値
- N₃: 次の表の (二) の欄の数値
- S₂: 第2種ホルムアルデヒド発散建築材料の使用面積
- S₃: 第3種ホルムアルデヒド発散建築材料の使用面積
- A: 居室の床面積

居室の種類	換気	(一)	(二)
		住宅等の居室 (※1)	0.7 回/h (※2)
	その他 (0.5 回/h 以上 0.7 回/h 未満) (※2)	2.8	0.50
住宅等の居室以外の居室	0.7 回/h (※2)	0.88	0.15
	0.5 回/h 以上 0.7 回/h 未満 (※2)	1.4	0.25
	その他 (0.3 回/h 以上 0.5 回/h 未満) (※2)	3.0	0.50

- ※1 住宅等の居室とは、住宅の居室、下宿の宿泊室、寄宿舎の寝室、家具その他これに類する物品の販売業を営む店舗の売場をいう。
- ※2 換気について、表に示す換気回数の機械換気設備を設けた場合と同等以上の換気が確保されるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものを含む。

以上の規制に対し、工業化住宅メーカー各社の多くは、最も発散速度が小さく使用面積制限を受けない F☆☆☆☆品へ、いち早く切り替えを進めた。

3.1.5.2 換気設備

平成 11 年 (1999) の次世代省エネ基準以降、工業化住宅性能認定における次世代省エネ基準適合の要件として、所定の換気量を有する 24 時間換気の設置が要求されていた。また、平成 12 年 (2000) に施行された品確法 (住宅性能表示制度：空気環境) においても、24 時間換気の設置が表示項目とされたことから、工業化住宅メーカー各社では早くから 24 時間換気の導入を進めていた。

工業化住宅性能認定では、詳細な換気量計算により必要換気量に対する適合性を評価している。必要換気量の基準は、換気回数 0.5 [回/時間] 以上である。これは 1 時間に換気対象空間の気積の 1/2 が外気と入れ替わることを意味している。

次式はダクトを用いた 24 時間換気における圧力損失 (静圧) の算定式である。換気量の設計には下式で算出した圧力損失と、使用する送風機の「静圧-風量特性図 (図 3.28)」により換気量を求め、必要換気量が得られることを求められる。

<圧力損失の計算式（詳細法A式）>

$$P_r = \zeta_o \cdot P_{vo} \cdot (Q_o/Q_{so})^2 + \zeta_r \cdot P_{vr} \cdot (Q_i/Q_{si})^2 + \sum (\lambda_i \cdot L_i/D_i + \zeta_{bi}) \cdot P_{vi} \cdot (Q_i/Q_{si})^2$$

- Pr : 圧力損失の合計 (Pa)
- ζo : 外部端末換気口の圧力損失
- ζr : 室内端末換気口の圧力損失
- Pvo : 外部の端末換気口におけるダクト径に応じた基準動圧 (Pa)
- Pvr : 室内の端末換気口におけるダクト径に応じた基準動圧 (Pa)
- Pvi : 各ダクト部材におけるダクト径に応じた基準動圧 (Pa)
- Qo : 外部の端末換気口における検証単位の必要風量 (m³/h)
- Qi : 室内の端末換気口における検証単位の必要風量 (m³/h)
- Qsi : 各ダクト部材における検証単位の必要風量 (m³/h)
- Qso : 外部の端末換気口の接続径に対応する基準風量 (m³/h)
- Qsi : 室内の端末換気口の接続径に対応する基準風量 (m³/h)
- Qsi : 各ダクト部材の接続径に対応する基準風量 (m³/h)
- λi : 各ダクトの摩擦係数
- Li : 各ダクトの長さ (m)
- Di : 各ダクトの直径 (m)
- ζbi : 曲がり等局部の圧力損失係数の検証単位における合計 (m³/h)

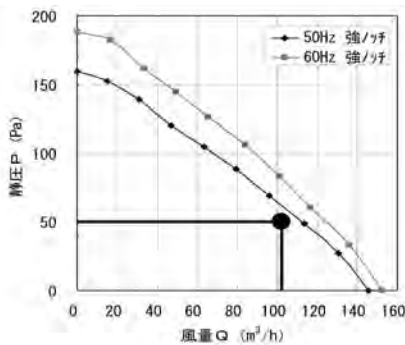


図 3.28 静圧－風量特性図の例

24 時間換気は、換気扇メーカーから多様なタイプが発売されているが、工業化住宅メーカーの多くは、各社の設計方針や構法にあわせた独自システムを設計開発した（表 3.21）。一例として図 3.29 に積水ハウスの「ハイブリット換気システムⅢ」を示す。「暖気は上昇する」という自然の力を利用した自然換気と強制換気を組み合わせた省エネ設計が特徴となっている。

表 3.21 各社の換気システム

	システム名称	換気方式
積水ハウス	ハイブリット換気システムⅢ	自然換気・第3種併用
	アメニティー換気システム	第1種熱交換型
大和ハウス工業	風なびR	第1種・第3種併用
	風なびRX100	第1種熱交換型
ミサワホーム	24時間フロアセントラル換気システム	第1種熱交換型
パナホーム	エコライフ換気システム	第2種
積水化学工業	24時間換気システム	第3種



図 3.29 換気システム例^{*3}

3.1.6 耐久性（鋼材の防錆性能）

工業化住宅の耐久性に関する評定は、「工業化住宅性能認定に係わる耐久性能に関する技術規程」により、下記の5項目にわたって審査されるのであるが、ここでは最も重要な鉄骨系の防錆の評価方法について紹介する。

- ①鋼材の防錆
- ②木材の防腐・防蟻
- ③木材の接着耐久性
- ④コンクリートの耐久性
- ⑤防水性能（防水・排水・雨仕舞）

3.1.6.1 耐久性に関する調査研究

(1) 日本建築センターでは、昭和48年（1973）の「工業化住宅性能認定制度」に先駆け、プレハブ建築協会（住宅部会鉄骨系技術分科会）および日本塗料工業会の協力を得て、千葉工業大学宇野教授（当時）主査の下、「鉄骨系プレハブ住宅耐久性（防錆処理）に関する実態調査」を実施した。

(2) 昭和62年（1987）に建築センターにおいて「工業化住宅性能認定事業」が開始され、平成8年（1996年）に「工業化住宅性能認定に係わる耐久性能に関する技術規程（案）」が公表された。

この間の評価は問題の難しさから試行錯誤的で、耐久性専門委員会が内規を作って実施してきた。

(3) 翌年（平成9年（1997））には、関係各位からの意見を踏まえて、同規程（案）の一部を訂正し、「工業化住宅性能認定に係わる耐久性能に関する技術規程」が制定され、この規程に基づいて運用することになった。

3.1.6.2 評価方法

ここでは、平成9年（1997）に制定された「工業化住宅性能認定に係わる耐久性能に関する技術規程」の鋼材の耐防錆評価について紹介する。

評価は、対象部材・部品に施す表面処理、仕上げに対して、点数を設けその点数によって、「適」「否」で行う。

(1) 審査の対象

鋼材の防錆評価は、構造耐力上主要な部分および床下に面する部分に構造材として使用される鋼材の防錆措置、溶接部の処理、塗膜損傷部の処置、異種構造部材・異種材料との接触部における処置等を対象とする。

(2) 審査方法

- 1) 対象とする部品の該当する防錆仕様から表3.22に基づいて点数をもとめる（表面処理・表面仕上げの点数を加点する）。
- 2) 各部材の部位により表3.23に従って区分分けする。
- 3) 表3.24の区分毎の必要得点により適非を判定する。
表3.23に示されないものについては別途個別に審査することとし、その際の参考となる耐食性試験

データの添付を求めて判断することになっている。

3.1.6.3. 大和ハウスにおける防錆仕様

大和ハウス工業における防錆仕様（表3.23の③柱および梁）の変遷を表3.25に示す。また、この防錆仕様に対して、表3.23および表3.24に示す評価基準で判定を行った結果も表3.25に示す。

表 3.22 鋼材の表面処理・仕上げによる評価基準

処理仕上げ		点数									加点
		1	2	3	4	5	6	8	10	13	
溶融亜鉛めっき	溶融亜鉛めっき（非合金）	60未満	Z06 60以上 80未満	Z08 80以上 100未満	Z10 100以上 120未満		Z12 120以上 180未満	Z18 180以上 220未満	Z22, 25 220以上 275未満	Z27 275以上	
	溶融亜鉛めっき（合金化）	60未満	F06 60以上 80未満	F08 80以上 100未満	F10 100以上 120未満		F12 120以上 180未満	F18 180以上 220未満			塗装との組み合わせ →2点増し
	溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき	60未満			Y06 60以上 80未満		Y08 80以上 100未満	Y10 100以上 120未満	Y12 120以上 180未満	Y18 180以上	
電気亜鉛めっき				Ep-Fe/Zn 5 5以上 8未満		Ep-Fe/Zn 8 8以上 13未満		Ep-Fe/Zn 13 13以上 20未満		Ep-Fe/Zn 20 20以上	有色クロム処理（JIS 2種） →2点増し
塗装	常温乾燥下塗り	10未満	10以上 20未満	20以上 35未満		35以上					化成処理の ①リン酸亜鉛処理 →3点増し ②リン酸鉄処理 →1点増し 無機ゾル下塗り →2点増し
	焼付乾燥下塗り（含アニオン電着）	5未満	5以上 15未満	15以上 30未満		30以上					
	カチオン電着		10未満			10以上 20未満		20以上 30未満	30以上		
	常温乾燥上塗り	10未満	10以上 20未満	20以上 35未満		35以上					
	焼付乾燥上塗り	5未満	5以上 15未満	15以上 30未満							
	粉体塗装	10未満	10以上 30未満	30以上 40未満			40以上 50未満	50以上 60未満	60以上		

表 3.23 細目区分

区分	部位・部品の種類
①	土台、最下階の柱、ベースプレート、その他床下に面している部分に用いる構造材（例：鋼製束、大引等）
②	アンカーボルト
③	はり、けた、柱、トラス、ブレース、パネル、胴差、プレート類、ボルト・ナット（高力ボルトは除く）、その他①・②以外の構造材
④	屋外部材（メンテナンス可能な屋外廊下、屋外階段、ベランダ柱）

表 3.24 細目評価表

合計点数	①	②	③	④
13点以上	適	適	適	適
10点以上 13点未満	適	適	適	適
7点以上 10点未満	否	適	適	適
4点以上 7点未満	否	否	否	否
4点未満	否	否	否	否

表 3.25 防錆仕様変遷

年代	防錆仕様	適用部位	評価点数	評価
昭和30年代	JIS K 5623等 亜酸化鉛さび止めペイント等	柱・梁	5	否
昭和40年代	リン酸亜鉛処理 + 浸漬塗装	柱・梁	8	適
	リン酸亜鉛処理 + アニオン電着塗装	柱・梁	8	適
昭和50年代	溶融亜鉛めっき (90/90g/m ²) + リン酸亜鉛処理 + 水性焼付塗装 (アニオン電着又は浸漬塗装)	柱	11	適
	リン酸亜鉛処理 + 水性焼付塗装 (アニオン電着又は浸漬塗装)	梁	8	適
昭和56年以降	合金化溶融亜鉛めっき (F12) + リン酸亜鉛処理 + カチオン電着塗装	柱	16	適
	リン酸亜鉛処理 + カチオン電着塗装	梁	8	適
平成20年以降	溶融亜鉛 - アルミニウム - マグネシウム合金めっき (K18)	柱	13以上	適
	リン酸亜鉛処理 + カチオン電着塗装	梁	8	適

3.1.6.4. 防錆試験方法

防錆試験は暴露試験をはじめいろいろあるが、促進試験として JIS Z2371-2000「塩水噴霧試験方法」がよく使われる。

試験条件を表 3.26 に示す。

試験装置の外観を図 3.30 に示す。

表 3.26 試験条件一覧

		内容
塩溶液の調整	塩	JIS K 8150 に規程する特級の塩化ナトリウム又は同等以上
	水	25 ± 2°C で伝導率 20 μ S/cm 以下の脱イオン水又は蒸留水
	調整方法	塩を水に溶かして、塩濃度 50 ± 5g/l に調整 調整結果は、比重計を用いて密度を測定し、25°C で 1.029 ~ 1.036 の範囲にあることを確認
試験条件	槽内温度	35 ± 2°C
	噴霧	噴霧は自由落下とし、連続噴霧とする



図 3.30 塩水噴霧試験機外観

【引用文献】

- *1 (財)日本建築センター, 「既存プレハブ住宅の耐震性能評価に関する検討 報告書 別冊 参考資料」, p 資-296, 2002. 10
- *2 (財)日本建築センター, 「評定関係資料集」, p322-324, 1993. 5
- *3 積水ハウス(株), カタログ「ビーフリー」, p55, 2009. 1

【参考文献】

- 1) (財)建築環境・省エネルギー機構 (IBEC), 「住宅の新省エネルギー基準と指針」, p11-14, 1999. 11
- 2) 国土交通省・独立行政法人建築研究所・日本建築行政会議・シックハウス対策マニュアル編集委員会編, 「建築物のシックハウス対策マニュアル」, 工学図書(株), p155-163, 2003. 11

4 | 近年の技術開発

4.1 住宅企業の共同研究活動

4.1.1 プレハブ建築協会での共同研究活動

プレハブ住宅企業はそれぞれ独自の技術やシステムを持ち、競争にしのぎを削っているため、共同の技術開発は難しいが、過去に(社)プレハブ建築協会を中心に幾つかの共同実験や調査などを行なっている。

下表には、プレハブ建築協会を通じ、住宅企業各社と大学との共同実験や実体調査を示している。

表 4.1 共同研究一覧

実施年	調査研究内容	実施機関	成果物
S47 (1972)	鉄骨プレハブ住宅の耐久性（防錆処理）の実態調査	プレハブ建築協会/宇野英隆（千葉工大教授）	防虫・防腐実態調査要項（鉄骨系プレハブ住宅の耐久性）
S48 (1973)	木質系プレハブ住宅耐久性（防腐処理）に関する実態調査	プレハブ建築協会	木質系プレハブ住宅耐久性（防腐処理）に関する実態調査報告書
S57 (1982)	鉄鋼系プレハブ住宅の防・耐火性能に関する研究	プレハブ建築協会/岸谷孝一（東大教授）	鉄鋼系プレハブ住宅の防・耐火性能に関する研究報告書
S63 (1988)	準防火3階建て鉄鋼系プレハブ住宅防耐火研究	プレハブ建築協会	準防火地域の3階建て鉄鋼系プレハブ住宅防耐火性能研究員会研究報告書
H元年 (1989)	3階建て鉄鋼系プレハブ住宅実大火災実験技術指導	プレハブ建築協会	3階建て鉄鋼系プレハブ住宅実大火災実験報告書
H14 (2002)	既存プレハブ住宅の耐震性能評価方法の検討	プレハブ建築協会	既存プレハブ住宅の耐震性能評価方法指針

注) 所属、役職はいずれも当時

上記共同研究は、産官学が一体となり、時代ごとに求められる技術に関し、共同研究を行ったものであり、耐久性に関する共同研究では、工業化住宅認定制度技術基準に反映され、現耐久性基準の基になる研究であった。

鉄鋼系プレハブ住宅の実大火災実験は、昭和50年代に言われた、「火に弱い鉄骨建築物」の考え方を変える初めての鉄鋼系プレハブ住宅の実大火災実験であり、当時の建設省建築研究所の支援の下に火災実験を行い、その結果については、建築学会他で、公表した。

3階建て住宅の火災実験は、戸建住宅を準防火地域で建設可能とする火災実験であり、その結果、建築基準法改正を行い、建設が可能となる実験であった。

3階建て共同住宅では、耐火構造以外の建築物として、準防火構造を建築基準法内に定める火災実験であ

り、各工法の3階建共同住宅の建設を可能とした火災実験であった。

4.2 経済産業省の住宅技術開発プロジェクト

通産省（現経済産業省）では、我が国の住宅技術開発の重要性を早くから認識し、産学の共同研究を支援してきた。昭和51年（1976）に開始された「ハウス55」から数えて、平成16年（2004）までの約30年間に計6つの研究プロジェクトを行なってきた（表4.2）。プロジェクトに取り組む研究開発例として、最近の「生活価値創造住宅開発プロジェクト（以下ハウスジャパンプロジェクト）」と「資源循環型技術開発プロジェクト」について、要点を次に示す。

表 4.2 経済産業省住宅開発プロジェクト一覧

実施年	プロジェクト名	開発テーマ（分科会）	目的
1976-1979	ハウス55PT	・延べ床面積100㎡の住宅を500万円台（昭和50年価格）で、昭和55年から供給（ハウス55、建設省との共管）	低廉かつ良質な戸建住宅の供給
1979-1985	新住宅開発PJ	・高齢者・身体障害者ケアシステム技術の開発 ・可変空間システム技術の開発 ・地下室利用システム技術の開発 ・自然エネルギー利用住宅システム技術の開発 ・住宅躯体材料の耐久性向上技術の開発	戸建住宅の質的向上
1984-1990	21世紀マンション計画 集合住宅用新材料・機器システム開発PJ	・耐久性向上技術の研究開発 ・居住性向上技術の研究開発 ・廃棄物・排水利用機器システムの研究 ・エネルギー自給度向上技術の研究開発	良質な都市型集合住宅の供給
1989-1995	21世紀住宅開発PJ 新工業化住宅産業技術・システム開発PJ	・住い手参加型住空間設計・性能シミュレーションシステムの開発 ・高性能建築材料・住宅設備及びその革新的な工場生産技術の開発 ・住宅用エネルギー総合利用システムの開発	工業化住宅の生産技術・システムの抜本的改善
1994-2000	ハウス・ジャパン 生活価値創造住宅開発PJ	・住宅のストックとしての価値の向上・創出のための研究開発 ・新たなライフスタイルへの対応技術に関する研究開発 ・地球環境との調和技術に関する研究開発	快適で低コストで長持ちする住宅の提示
2000-2004	資源循環型住宅技術開発PJ	・3R(Reduce, Remove, Recycle)対応住宅システムの開発 ・住宅の評価管理技術の開発 ・住宅用高効率エネルギーシステム統合化開発	資源循環型住宅の構築

4.2.1 生活価値創造住宅開発プロジェクト

ハウスジャパンプロジェクトは、上表に示した先行プロジェクトの成果を踏まえながら、21世紀へ向けて生活の新しい価値を創造できる良質な住宅ストックを形成するために、快適に（comfortable）長く（continuous）住むことができる住宅を低コスト（low cost）で供給することを目指して、下記の4つの分科会で計69のテーマの研究開発に取り組んできた。研究・技術開発の対象は、住宅自体、生活者ライフスタ

イル、住宅設備、建材・素材、エネルギー、など広範な分野にわたった。参加企業は住生活関連 38 企業による技術研究組合として推進された。住生活関連 38 社の参加企業による技術研究組合活動として、6 名の顧問団の指導・助言を受けながら推進され、研究開発期間は平成 6 年度（1994）から平成 12 年度（2000）まで 7 年間継続した。

(1) 研究テーマと担当企業

広範な分野にわたる様々な技術開発課題に取り組む 38 社の参加企業の中、10 社の住宅メーカーが含まれている（表 4.3）。

表 4.3 研究テーマと参加企業

分科会	テーマ名	担当企業	
		住宅メーカー	その他企業
【第1分科会】住宅の性能表示・評価技術一人にわかりやすい技術	ライフスタイルの変化に関する研究	大和ハウス	東京ガス
	生活者参加型設計支援システムの開発		松下電器産業、松下電工
	快適性評価測定・表現技術の研究開発	積水ハウス、大和ハウス工業	
	住宅の性能表示に関する研究開発	ナショナル住宅産業、積水ハウス	竹中工務店、長谷工コーポレーション、鹿島建設
【第2分科会】住宅の生産合理化・長寿命化技術—ストック価値の向上技術	ライフサイクル性能評価技術の開発研究	旭化成工業	新日本製鉄、長谷工コーポレーション
	住宅の生産合理化技術の開発	産産住宅相互	竹中工務店
【第2分科会】住宅の生産合理化・長寿命化技術—ストック価値の向上技術	住宅用部品・部材の開発	エス・バイ・エル、ミサワホーム	大林組、YKKアーキテクチュラルプロダクツ、日立化成工業、鹿島建設、川崎製鉄、大建工業、段谷産業、日本板硝子
	S I 対応技術の開発	三井ホーム、住友林業	住建産業、大成建設、大建工業、竹中工務店、鹿島建設、大林組、五洋建設、松下電工、INAX、日本板硝子、東陽機器、段谷産業
【第3分科会】住宅の快適性向上技術—一人に優しい技術	健康配慮技術の研究開発	積水ハウス	清水建設、松下電器産業、松下電工
	環境配慮技術の研究開発		清水建設、竹中工務店
【第4分科会】住宅の省エネルギー技術—地球に優しい技術	エネルギーシステムのトータル化に関する技術開発		東京ガス
	一次側設備の省エネルギー技術の開発		東京ガス、大阪ガス、東邦ガス、西松建設、三菱電機、INAX
	二次側設備の省エネルギー技術の開発	積水化学工業、大和ハウス工業	ダイキン工業、新日本製鉄、ノーリツ
	エネルギー消費に関する評価・管理・制御技術の開発	ミサワホーム、積水ハウス	松下電器産業、東京電力、清水建設

注) 企業名はいずれも当時

(2) 研究成果

プロジェクトが開始した平成 6 年度（1994）はフィジビリティスタディを行い、その結果をもとに平成 7 年度（1995）から要素技術の研究開発を開始した。

平成 9 年度（1997）にはプロジェクトの中間段階で研究成果の実用上の問題点の確認を行なうため、実大規模の中間実証棟を研究テーマ別に 4 棟建設し、研

究開発された要素技術の検証とその後の改良研究に効果的に活用した（図 4.1）。その後、プロジェクトの最終 2 カ年は、開発された各要素技術の成果をプロジェクト全体として分かりやすい形に表現するための総合的な取りまとめと、当初設定したコンセプトに対する達成度を評価した。なお、プロジェクト終了後の平成 13 年（2001）に、研究活動の成果物として最終実証の設計図書をまとめた他、同年 3 月に東京で一般に公開した「HOUSE JAPAN 研究成果発表会」を実施した。同時期に、書籍「生活価値を創造する 21 世紀型住宅のすがた」（編著者 ハウスジャパン・プロジェクト、監修者 松村秀一／田辺新一、東洋経済新報社、2001 年 3 月）を刊行した。

一連の研究活動の成果が、ストック社会、地球環境・省エネルギーに対応した現在と今後の日本の住宅像創出の一端を担うことに貢献したと思われる。



戸建住宅のリフォーム・リニューアル及び DIY 対応技術（左）
健康・環境及び省エネルギー対応技術（右）

図 4.1 舞浜の中間実証棟（当時）*1

4.2.2 資源循環型住宅技術開発プロジェクト

住宅・建築産業は、我が国の産業分野における資源利用量の半分、エネルギー消費量の 1/4、産業廃棄物の 2 割を占めるなど影響度の大きい分野であることから、経済産業省では、循環型経済社会の構築を図る研究の一環として、住宅の建設から維持・管理・廃棄処分までのライフサイクル全般を視野に入れ、長寿命で、リサイクルしやすく、エネルギーを効率的に利用する住宅の技術開発を行う「資源循環型住宅技術開発プロジェクト」を発足させた。プロジェクトは下記の実施体制と研究テーマで 2000 年度から 5 カ年計画で実施されている。

(1) 研究テーマと組織

プロジェクトは鉱工業技術研究組合法に基づき設立された「生活価値創造住宅開発技術研究組合」を主体とし、そこに民間企業 14 社（うち、住宅メーカーが 2 社）と建築分野に知見を持つ 7 名の顧問団が参加する形で研究が実施された。研究課題と担当企業を下表に示す（表 4.4）。

表 4.4 住宅メーカー参画の研究開発テーマ

分科会	テーマ名	担当企業
〈積水ハウスグループ〉 環境負荷低減型住宅	住宅の長期サポートシステムの開発	積水ハウス、松下電工
	地下水利用型地熱回収冷暖房・給湯システムの研究開発	積水ハウス、ダイキン工業
	燃料電池コージェネレーションと二次側機器との最適組合せ技術の研究	積水ハウス、東京ガス
	低層住宅の解体分別・取り外し技術に関する研究	積水ハウス、小松製作所
	外断熱工法による住宅の高耐久化・長寿命化のための技術開発	積水ハウス
	建設廃棄物のリサイクル指標研究	積水ハウス
	廃ガラスの多孔質軽量建材への転換技術の開発	積水ハウス、日本板硝子
〈大和ハウスグループ〉 資源循環型鉄骨系プレハブ住宅	資源循環型鉄骨系プレハブ住宅の基礎・躯体構造システムの開発	大和ハウス工業
	資源循環型鉄骨系プレハブ住宅の内装システムの開発	大和ハウス工業
	資源循環型高耐久塗料・塗装システムの開発	日本ペイント
	外装廃材を主原料とした耐火床の開発	クボタ松下電工外装
	吸放湿機能などの多機能を有する、リサイクル可能な内装下地材の開発	大建工業
〈鹿島建設グループ〉 資源循環型SI集合住宅	高断熱性能を有する木質繊維板系断熱材の研究開発	大建工業
	SI集合住宅における高耐久サポートを実現するRC技術の開発	鹿島建設、清水建設
	SI集合住宅におけるインフィニシステムの開発	鹿島建設
	リサイクル建材の性能評価手法と利用技術の研究開発	鹿島建設
〈竹中工務店グループ〉 資源循環型ハイブリッドRC集合住宅	廃ガラスの多孔質建材への転換	日本板硝子、鹿島建設
	燃料電池コージェネレーション排熱有効利用システムの開発	鹿島建設、東京ガス
	資源循環型構造標準・生産システムの開発	竹中工務店
資源循環型住宅の評価	抗の再利用促進技術の開発	竹中工務店、東京ガス
	100%資源循環型長寿命コンクリート技術の開発	竹中工務店
	エネルギー有効利用型冷暖房換気・給湯システムの研究開発	竹中工務店、東京ガス
資源循環型住宅の評価	リサイクラブルインフィニシステムの開発	竹中工務店
	資源循環型ラベリングツールの開発	積水ハウス、鹿島建設、大和ハウス工業、竹中工務店
	資源循環性を評価できるLCAツールの開発	

(2) 研究成果

資源循環プロジェクトの研究成果については、出版、シンポジウムの開催、国際会議への出展等を通じてアウトプットを行った。

① 出版：「サステナブルハウジング」

平成 15 年（2003）6 月に資源循環型住宅の概念、本プロジェクトの研究テーマの概要、平成 14 年（2002）に実施したヨーロッパ諸国での調査内容を「サステナブルハウジング」という題名にまとめた出版を行った。

② フォーラムと研究成果報告会の開催

「サステナブルハウジング」の出版に合わせて、本の内容紹介と資源循環型住宅の実現に向けたパネルディスカッションで構成されたフォーラムを「サステナブルハウジングフォーラム」と題し、平成 15 年（2003）7 月に東京・大阪の 2 箇所で開催した。

2004 年度で終了したプロジェクトの研究成果報告を翌年 3 月に東京で一般に公開した報告会で行なった。

③ サステナブル建築世界会議 2005 年東京大会（SB05Tokyo）への出展

持続可能な建築の実現や普及をめざす世界の研究者、実務家、企業、政府関係者、学生等が参加する国際会議「サステナブル建築世界会議」の 2005 年東京大会（SB05Tokyo）（平成 17 年（2005）9 月 27 日～29 日）にてパネル展示を行った。

本研究プロジェクトは、循環型経済社会の実現、地球温暖化防止という時代の流れを先取りしたプロジェクトであったと考えられる。参加企業各社が実施した研究テーマについては、現時点（平成 21 年（2009））で一部が実用化されているだけだが、今後の更なる実用化の進展が期待される。

4.3 免制震技術

地震対策としては耐震、制震、免震の 3 つの考え方がある。

4.3.1 耐震技術

地震入力に対して建物を壊さないようにする技術であり、「3.1.1 構造耐力性能」はそのためのものである。阪神・淡路大震災に対して、新耐震基準に基づいた工業化住宅は非常に優秀な性能を発揮し、全半壊はゼロであった。しかし、建物の揺れそのものは大きく、家具の転倒や、住民の恐怖感を抑えることができなかった。また、あの揺れ以上のものが来ないという保証もない。

4.3.2 制震技術

弾性設計的な耐震構造に対して、建物の揺れを抑えるために壁に仕組んだダンパーで地震エネルギーを吸収し、ひいては構造体の負担を軽減しようとするのが制震技術である。その例を次に示す（図 4.2）。



図 4.2 制震技術の例^{*2}

上記以外にもいろいろな試みがなされているが、低層の 2 階建てでは 2 階の揺れは抑えられるが、基礎と直結する 1 階の床には効果がなく、低層住宅用の地震

対策としては限定的効果しか期待できない。

4.3.3 免震技術

基礎と建物間に、転がりまたは滑り支承およびダンパーを入れて1階の床に地震入力がないようにするのが免震技術である。図4.3に免震の仕組みの一例を示す。また図4.4に地震動の加速度応答スペクトル(各固有周期をもつ構造モデルのある地震波に対する最大の応答加速度(地震力)を図上にプロットしたもの)の例を指示す。hは減衰定数と云い、(2)で説明した制震作用の大きさの違いを示す。支承によって水平方向の動きが大きくなることで、建物の固有周期が長くなり、建物に作用する地震力を小さくできる。またダンパーにより地震エネルギーを吸収する(hを大きくする)ことで、地震入力を小さくできる。

大型構造物には積層ゴムによる免震システムが早くから開発されていたが、低層で軽い住宅には適当でなく、転がりまたは滑り支承が一般的である。これにいろいろな形式のダンパーと強風時に建物の移動を拘束する風拘束装置(ダンパー機能でこれを代用するケースもある)を組み合わせてシステムが構成されている。

平成11年(1999)には社団法人日本建築センターによる免震住宅のシステム評価が受付され、平成12年(2000)の改正建築基準法で、免震建築物の設計の技術的基準が告示に定められた。

このように法的にも整備され、技術も確立されてきたが、免震支承は建物全体(浴槽や設備配管共)を架台に載せて動くようにする必要があり、コストは高価になり、普及には至っていない。しかし、地震国日本としては必要な未来技術である。



図4.3 免震の仕組みの一例

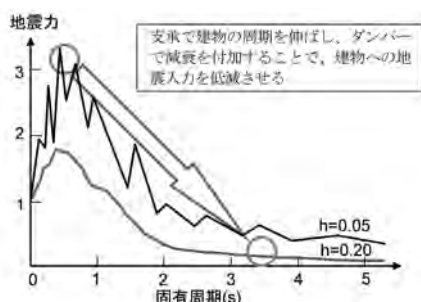


図4.4 地震動の加速度応答スペクトル例による免震機構の概念図

4.3.3.1 住宅各社の免震システムの例

ここでは各住宅メーカーが発売している免震システムについて紹介する。

(1) 大和ハウス工業(ダイワオリジナル)

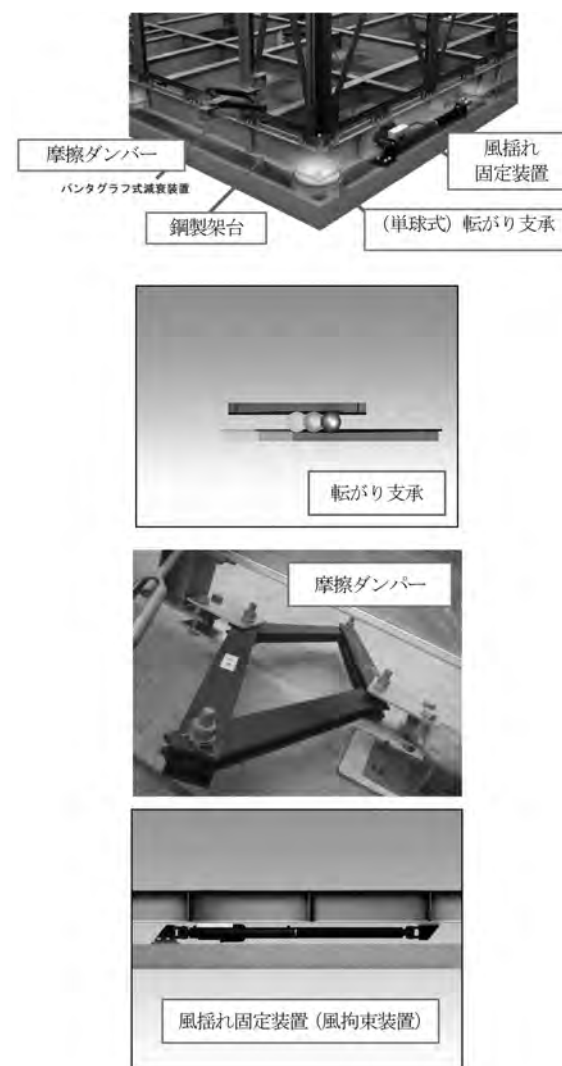


図4.5 大和ハウス工業免震システム^{*2}

大和ハウス工業の免震システムの構成は、単球式の転がり支承、摩擦ダンパー、風揺れ固定装置の3種類からなる。台風などでは建物が動かない設計が特徴となる(図4.5)。

(2) 一条工務店(ブリヂストン製)

一条工務店はプレハブではないが在来木造構法で、比較的早くから免震住宅に取り組み(図4.6①)、現在、免震住宅供給数で業界一位であるので紹介しておく。基本構成は滑り支承と復元ゴムであるが、すべり支承による摩擦では平均風速20m/秒程度の台風で滑って移動する可能性があり、これを考慮して図4.6②に示すような過大变位防止ワイヤーを設置している。

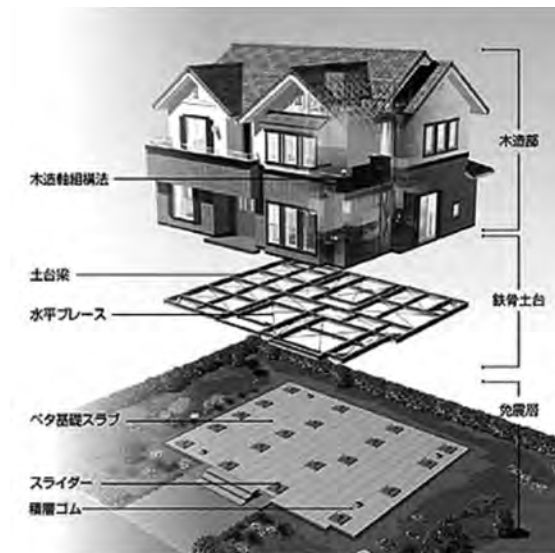


図 4.6 ① 一条工務店免震システム¹²⁾

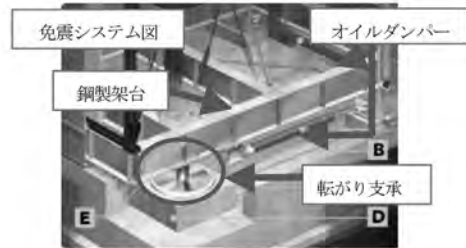


図 4.7 積水ハウス免震システム¹²⁾

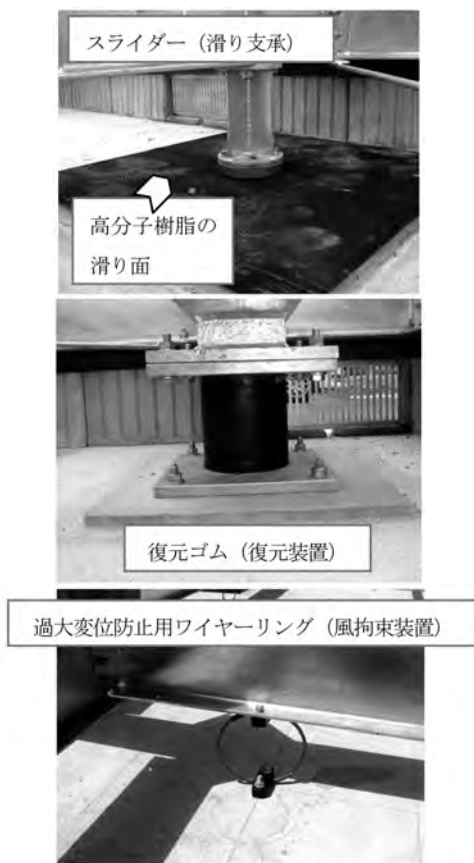


図 4.6 ② 一条工務店免震システム¹²⁾

(3) 積水ハウス、三井ホーム

(カヤバシステムマシナリー製 共通)

積水ハウスと三井ホームは同じカヤバシステムマシナリー製の免震システムを採用している。構成はキャスター形式の転がり支承とオイルダンパーである(図 4.7)。

それぞれ各社の特徴があるが、性能としては大地震時に1階床で概ね200Galを下回るように設計されている。これにより、家具家財の転倒などをかなり少なくすることが出来ること、また地震時の恐怖感が少なくなることが期待されている。

4.3.3.2 最終的な免震構造物としての性能評価

大型構造物では、実大実験の実施は難しいが、住宅レベルは振動台を用いた実大モデルの加震実験が可能のため、住宅メーカーを中心に実大実験が行われている。振動台での実大実験の一例を紹介する。

図 4.8 に実大実験で用いた試験体を示す。建物の平面サイズは7,280 × 6,370 で、総2階建ての鉄骨軸組造の工業化住宅である。



図 4.8 振動台における実大振動実験の試験体例

図 4.9 に、阪神・淡路大震災時に神戸海洋気象台で記録された地震動(JMA KOBE)のNS(南北)成分を入力した実験の応答結果を示す。免震効果を示すために、入力波形と1階床の応答波形を重ねて示す。

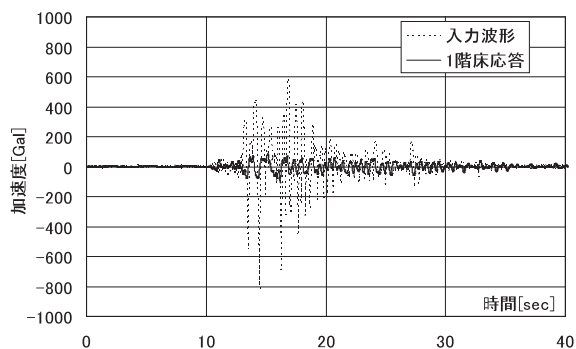


図 4.9 免震住宅の神戸波入力時の応答結果

これを見ると入力波形で加速度の最大値が 800Gal を超えていたものが、1 階に入力されている大きさが 100Gal 前後に低減されており、十分な免震効果を確認できる。

また入力の大きさの違いによる応答の変化を図 4.10 に示す。

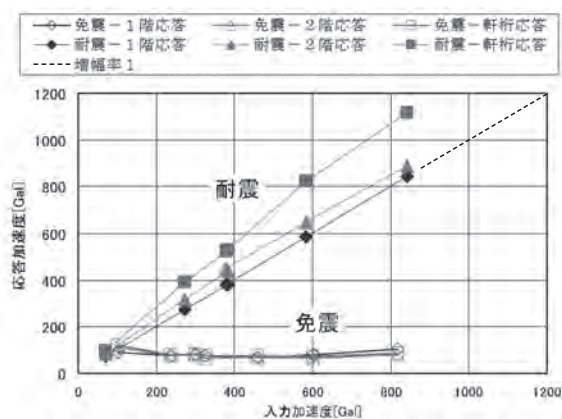


図 4.10 耐震および免震住宅の入力と応答の関係

これによると、耐震住宅では、入力加速度が大きくなるに従い、応答加速度も大きくなっているが、免震住宅の場合は、ほとんど変化していない。これは本免震システムが転がり支承+摩擦ダンパーの仕組みであり、摩擦系の免震特性を十分に発揮できた証明である。

以上より、適正に免震効果が発揮できれば、応答加速度が抑えられ、家具家財の転倒防止、住民の恐怖感抑制を十分に期待できる。

4.3.4 耐震、制震、免震各構法の応答値比較

最後に、構法ごとの応答値を比較する。耐震構法と比較して、制震及び免震構法の特徴を示す。応答値は想定モデルで時刻歴応答解析により算出した。

解析モデルは、一般的な大きさの住宅を想定し、耐震のままの「耐震住宅」、制震パネルを付加した「制震住宅」、免震装置を設置した「免震住宅」の3つと

した。解析条件、モデル条件は省略する。なお解析で用いた地震波形は、建築基準法における告示波とした。

図 4.11 に構法ごとの応答値の結果を示す。縦横のスケールは揃えている。

耐震住宅は入力に対して 2 階床、軒桁と上層になるほど、応答が大きくなる。

制震住宅も入力に対して、2 階床、軒桁と上層になるほど、応答は大きくなる。なお 1 層目にダンパーを付加したので、耐震住宅に比べ 2 階床レベルの応答は低下しているが、1 階床及び軒桁レベルでは耐震住宅とほとんど同レベルである。

免震住宅は 1 階床、2 階床、軒桁とすべての層で入力より応答の大きさが減少している。1 階床レベルの応答加速度を減少させ、各レベルで応答を下げるのは免震構法のみである。

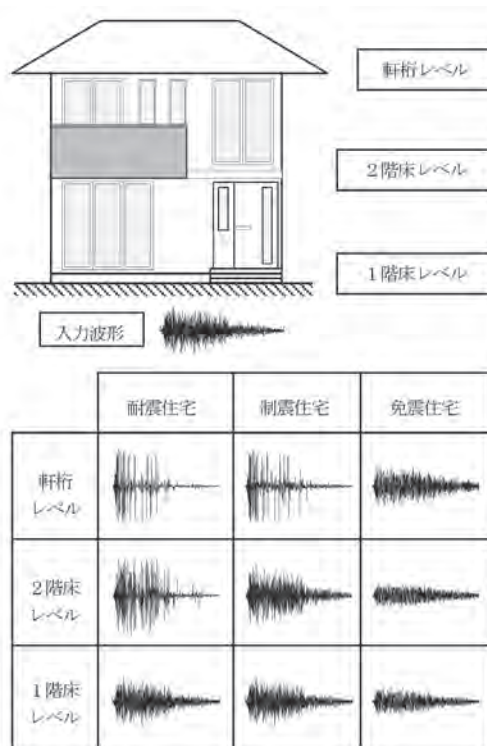


図 4.11 構法ごとの応答比較

4.4 環境対応技術

地球温暖化対策の CO₂ の削減は住宅産業に対しても課せられた重要な課題である。工業化住宅各社それぞれ最重要テーマの一つとして取り込んでいる。次に幾つかの取組み事例を紹介する。

4.4.1 住宅企業の取組み

(1) 高断熱化～大和ハウス工業 “xevo (ジーヴォ)”

外壁の断熱性向上と内部結露対策の強化を目的に、充填断熱の外側に断熱層を付加した外張り断熱工法を採用した住宅商品である。天井にも断熱欠損の生じにくい吹込み式断熱工法（セルローズファイバー $t=160\text{mm}$ ）を採用するなど、熱損失係数の次世代省エネ基準値を大幅に越える断熱仕様を標準設定している。

外壁と天井の断熱仕様を図 4.12 に示す。

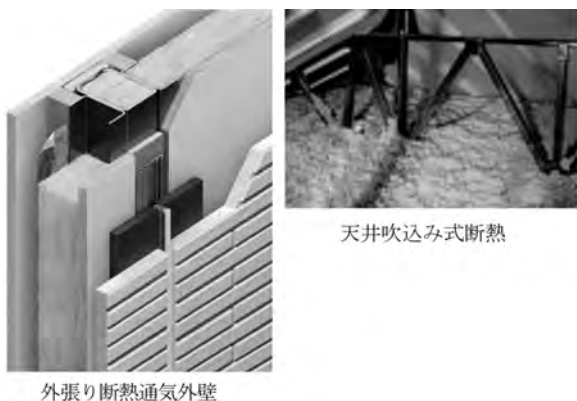


図 4.12 xevo（ジーヴォ）の断熱仕様²⁾

建物の高断熱化は断熱材厚さだけでなく、断熱材やサッシ・ガラスなどの建築材料の高性能・高機能化による部分も大きい。

断熱材が住宅に使用されはじめた昭和 35 年（1960）当時は、断熱材としてグラスウールが主に使われた。その後グラスウールは、高密度品やガラス繊維を細くし（4～5 ミクロン）断熱性を高めた製品が発売される。その他にも断熱性に優れたポリスチレンフォーム、ウレタンフォームなどの発泡系断熱材や、グラスウールやセルローズファイバー（新聞古紙のリサイクル品）を用いた吹込み式断熱工法が開発され、工業化住宅メーカーは各社工法に合わせ、適材適所で断熱材料を選定するようになる。また、開口部の性能向上も著しい。工業化住宅発売当時に使用されたアルミサッシと単板ガラスに比べ、昨今ではガラスに Low-e 膜と呼ばれる特殊金属膜をコーティングした高断熱複層ガラス、アルミ外枠と内枠の間に断熱樹脂を挟み込むことで熱伝達を抑制した高断熱サッシが普及し、開口部からの熱損失量を約 1/2 程度まで減じている。

(2) 自然との調和

～ミサワホーム“微気候デザイン”

アクティブな省エネルギー対策と同時に、パッシブな環境設計技術の研究も進められている。

ミサワホームの微気候デザイン例を図 4.13 に示す。



図 4.13 微気候デザイン（イメージ図）²⁾

昔ながらの知恵と現代の技術を融合させて 1 年中快適に暮らせる住まいを設計することを、ミサワホームは「微気候デザイン」と名付けている。微気候とは住まいとその周辺に限った気候を言い、たとえば庭の植栽で風を導き、直射日光を遮るなど、地域の気候を把握したうえで敷地やプランごとに、最適な微気候デザインを提案している。

(3) 創エネルギー

～積水化学“太陽光発電”

太陽光発電は、発電時に CO_2 を発生しないクリーンエネルギーであり、地球温暖化対策の最も有効な手段である。太陽光発電の導入には国からの補助金制度のほか、各自治体でも普及拡大に向けた補助金などのさまざまな取組みが行われているなど環境にやさしいだけでなく、売電による家計へのメリットも大きい。積水化学は、フラット屋根の特長をいかした独自の大容量太陽光発電システムを開発するなど、太陽光発電搭載住宅を積極的に展開している。



図 4.14 太陽光発電パネル

(4) 未利用エネルギーの利用

～旭化成“地中熱利用給湯・冷暖房システム”

「ジオサーマル・システム」の概念図を図 4.15 に示す。

■暖房時

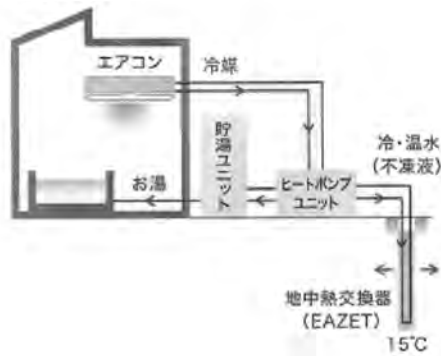


図 4.15 ジオサーマル・システム^{*2}

季節変動が少ない地中熱を、地中熱利用ヒートポンプ技術によって給湯や冷暖房に活用する。生活エネルギーの約 2/3 を占める給湯・冷暖房をまかなうことが可能であり、さらに冷房排熱を地中に逃がすためヒートアイランド現象にも寄与することができる。

(5) 環境共生住宅団地

～大和ハウス工業「越谷レイクタウン」

“越谷レイクタウン”は、戸建住宅（132 戸）と分譲マンション（500 戸）の一体開発を行い、地域の自然を最大限活かすことで、CO₂ 排出量 20%以上削減を目指した自然と調和した街づくり。水辺（チャンネル）からの涼風を街全体に取り込む工夫や、断熱化・パッシブ技術をはじめとする様々な省エネ技術の導入、さらには生態系保全に配慮した街づくり等の取組みが評価され、環境省から「街区まるごと CO₂20%削減事業」に採択されている（図 4.16）。



図 4.16 団地全体図（上）と夏季日中におけるチャンネル周辺の空気の流れ概念図

4.4.2 環境技術の供給比率

プレハブ建築協会は、環境技術導入について独自の目標値を設定し、一層の省エネルギー化推進に取り組んでいる。図 4.17 は、2008 年度までの戸建住宅における高効率給湯機設置、太陽光発電設置の供給比率である。

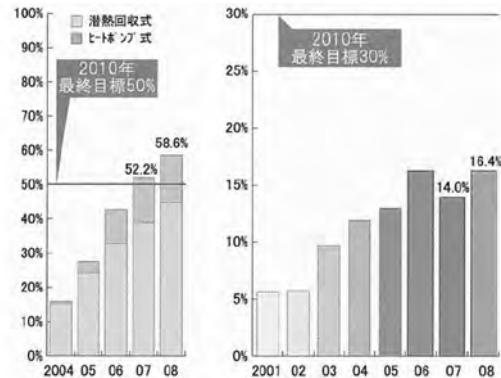


図 4.17 工業化住宅における環境技術の供給比率^{*3}

出典：(社)プレハブ建築協会「2008 年度環境行動計画実績報告」
* 調査対象は 2008 年度協会住宅部会環境分科会参加会社 11 社。

4.5 IT 技術の応用

日進月歩に進化する IT 技術は、日を追うごとに確実に住宅と住生活に浸透している。緊急地震速報システムを含め、次のような情報技術が実用化され、応用されている。

(1) 携帯電話による宅内モニタリングシステム

大和ハウス工業の留守宅モニタリングシステムは、携帯電話のインターネット接続機能を利用して宅内機器の操作ができるシステムで、以下のような、生活の安心・安全、生活の利便性を提供してくれる基本機能を用いる（図 4.18）。

- ① 玄関鍵の施錠確認と施錠
- ② エアコン（もしくは床暖、給湯器）の ON/OFF
- ③ 一斉スイッチによる照明器具の ON/OFF
- ④ 留守中気になる場所のカメラ撮影

このような機能を備えた留守モニタリングシステムは平成 13 年（2001）9 月に住宅業界初の IT 住宅システムとして実用化し、その後工業化戸建と集合住宅商品に採用している。



図 4.18 留守モニ利用イメージ

(2) インテリジェンストイレ (在宅健康診断)

インテリジェンストイレは、平成 17 年 (2005) に住宅設備機器企業の TOTO と大和ハウス工業と共同研究開発し、商品化した在宅健康管理機器である。

同システムは健康チェックのために、「尿糖値」「血圧」「体重」「体脂肪」という 4 つの数値を、家族皆が毎日トイレで測定し、パソコンソフト「健康かんりくん」でデータ管理できることが特徴である (図 4.19)。



図 4.19 インテリジェンストイレ II

(3) ロボット技術の応用

床下ロボット点検技術は人が床下に入ることなく、点検員と共に施主様も床下の状況を、リアルタイムに室内で見ることができる、遠隔操作式の床下点検ロボットシステムである (図 4.20)。

この技術は経済産業省「サービスロボット市場創

出支援事業」の補助を 2 年間受けながら平成 18 年度 (2006) より開始し、平成 21 年度 (2009) に実用レベルに達した。



図 4.20 床下点検ロボット

なお、床下点検ロボット以外にも、障がい者や高齢者の生活支援に役立つロボットスーツ HAL がある。

(4) スマートハウスの技術動向

1990 年代に当時の電電公社が中心になり「TRON 電腦住宅」が提案されたことがきっかけになり、「ホームオートメーション」が住宅企業の研究項目の一つになっている。

現在では「スマートハウス」という概念で、研究が続けられている。

今後の課題として、IT 技術を活用した地域のホームネットワークによる生活サービス (例として、太陽光発電の地域としての最適管理等) が想定されている。

【引用文献】

- *1 ハウスジャパン・プロジェクト, 「生活価値を創造する 21 世紀型住宅のすがた」, p154, 2001. 3
- *2 住宅メーカー各社テクニカルカタログ, 2009. 1-10 版
- *3 (社)プレハブ建築協会「2008 年度環境行動計画実績報告」, p7, 2009. 11

5 | 住宅部品産業の技術開発と発展

日本の住宅産業の発展を支えてきた大きな柱の一つが住宅部品産業である。また住宅部品産業を支えてきたのも住宅産業であって、特に工業化住宅は新しい要望を投げかけ、両者の相互協力とその技術開発が車の両輪の如く発展に寄与してきた。特に日本独特の浴室、便器等のサンタリー、厨房機器、玄関ドアやサッシ、冷暖房機器、給排水と電気のシステムなど住宅の機能を支え、住宅全体に占めるコストのウエイトも大きくなってきた。それぞれが極めて重要な技術で、1つずつが「技術の系統化研究」のテーマに値する項目である。ここでは紙面がないので部品業界の簡単な紹介をして、理解の糸口にしておきたいと考える。

5.1 優良住宅部品認定制度

5.1.1 KJ 部品の出現

昭和30年(1955)に住宅公団が出来て鉄筋コンクリートの中層集合住宅が建ち始める。またプレキャストコンクリートによる、量産公営住宅も各地で展開されるようになって、規格量産部品の需要が大きくなってきた。昭和34年(1959)に玄関の鋼製ドア、錠前、ステンレス流し台、台所換気扇、洗面台などが公共住宅用規格部品(KJ部品)として、認定されて量産されるようになる。

5.1.2 BL、bs 部品の出現

KJ部品のみならず、民間においても住宅部品の量産化が行われるようになり、種類も多様化してきたので、その品質の向上をはかるために、昭和48年(1973)に建設大臣認可の「財団法人住宅部品開発センター」が設立されて、昭和49年(1974)から「優良住宅部品(BL部品)認定制度が発足する(昭和53年からは大臣認定から財団認定制度に移行)。

平成10年(1998)には、住宅部品開発センターは「財団法人ベターリビング」と改称されBL部品の評価機関として現在に至っている。現在では一般型43品目、製造業者の自由提案型7品目の約計48品目の484点のBL部品が認定されている。

認定部品には下記のBLマークの証紙が与えられる(図5.1)。

更に平成16年(2004)より、次の1~5の項目の社会的要請に対して先導するような特徴のあるBL部品を、「BL-bs部品」(BL1 Hbs: Better Living for

better society)として認定し、下記のようなマーク証紙が与えられている(図5.1)。

1. 環境の保全に寄与する特徴
2. 社会の資産としての住宅ストックの形成・活用に寄与する特長
3. 高齢者・障害者を含む誰もが安心して生活を送ることができる社会の実現に寄与する特徴
4. 防犯性の向上に寄与する特長
5. その他より良い社会の実現に資する特長



図5.1 優良住宅部品であるBL(上)、bs(下)マーク証紙

5.2 社団法人リビングアメニティ協会(ALIA)の活動

昭和51年(1976)にBL認定部品メーカーにより「BL推進協議会」が結成されたが、これを基に平成2年(1990)に「社団法人リビングアメニティ協会」として発展改称されBL部品の普及推進とともに、快適住空間のための調査研究も行なっている。

ALIAの会員の主要な品目が下記のように表示されている(図5.2)。



図 5.2 ALIA で扱っている住宅部品の種類
出典：(社)リビングアメニティ協会資料¹⁾

上記の主要な品目の発展経過の例として、ALIA 発行の ALIA NEWS100 から主要三品目を抜粋して図 5.3 に示す¹⁾。

【参考文献】

- 1) (社)リビングアメニティ協会, ALIA NEWS, 2007. 7
- 2) 住宅メーカー、住設メーカー各社のカタログ

【その他の参考文献】

- ・(社)日本サッシ協会, サッシ産業のあゆみ, 1994. 10

年代	戦前	1940～50年代	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
【キッチン】 一調理機、食洗器 (湯、湯沸かし器、手洗い、排水、洗濯、調理)	1899 国産ガスがまど 1924 電気がまど 1931 式化自動炊飯器  「がまど」と「炊飯器」の両方	1950 ステンレス製しち 1955 グリル兼ガスレンジ 1957 公認ガスレンジ採用 1958 ガス自動炊飯器  水道の普及により室内に「流し」と呼ばれる設備が移動してきた	1960 回転焼方式自動電気機 1961 セクションキッチン 1963 ホーロー流し台 1966 家庭用電子レンジ 	1971 ガス燃焼オーブン 1971 食器洗い乾燥機付流し台 1973 固定システムキッチン 1975 ミニキッチン 1975 ドロップインガスコンロ 1979 システムキッチンJIS認定 	1980 システムキッチンJIS認定 1980 ビルトインガスコンロ・レンジ 1982 ビルトイン乾燥機・食洗機 1984 新島精工システムキッチン 1986 卓上コンロパック付器具乾燥機 	1990 IIIキッチンセーター 1991 「セイフル」ガスコンロ 1994 パリアーオープンシステムキッチン 1996 トップオープン形式食洗機、スリム卓上電気機 	2002 高効率ガスコンロ 2003 ワイド5mmE 
浴室、ユニットバス (風呂の設置は至一五風呂と至風呂に分かれる)	明治大正昭和初期 新島風呂、玉右衛門風呂  新島風呂、玉右衛門風呂	1957 122浴槽  ほくさん、バスオーガ	1960代 内風呂文化に 1962 風呂ふろー一浴槽 1963 内外浴兼用型ユニット 1968 ホテルユニット、住宅ユニット 1969 ステンレス浴槽  ステンレス 浴槽	1972 タイムパルスの浴室ユニット 1975 浴室ユニットJIS認定 1976 戸建て住宅用浴室ユニット  人工大理石浴槽	1980 多機能シャワーブース 1982 高齢者用浴室ユニットJIS認定 1985 劣悪復興住宅用浴室ユニット 1989 パリアーオープン仕様が主流に  浴室の広さが0.75坪から1.0坪、1.25坪へと広くなる	2000代 機能バスの多様化 2004 保温浴槽  最近の戸建住宅ユニットバス	
サッシ	1905 鋼製サッシ輸入 1914 鋼製鋼製サッシ  国内初期の上げ下げ窓(1907年)	1950 アルミサッシ誕生 1952 エアタイトスチールサッシ 開業 1956 スチール製樹脂サッシ登場  スチール樹脂サッシ(1956年)	1960代 本格的なアルミサッシ時代に入る 1961 規格型アルミサッシ登場 1964 住宅公園向けアルミサッシ 	1974 防音サッシJIS認定 1976中明り 樹脂サッシ登場 1978 アルミサッシJIS認定  住宅用サッシはひびくし、引き違いアルミサッシ(1977年)	1981 防音、水透断熱性能JIS認定 1985 アルミサッシJIS認定 1988 天窓JIS認定 1980年代末 アルミ樹脂複合構造登場  多様なサッシのサッシ(500mmドール)住宅に新たな活躍を今、そのデザイン設計を求む。	1990代末 アルミ樹脂複合構造登場 1992 アルミ樹脂複合構造登場 1994 気密複合サッシ・ドアJIS認定 1997 長寿社会向けサッシJIS認定  一歩断熱エア タイプサッシ = 樹脂サッシ 樹脂サッシ 樹脂サッシ	2002 住宅用サッシの新寸法体系導入 2003 シックハウス対策対応 2005 高断熱サッシ  E-1212 E-1213 E-1214 E-1215 E-1216

図 5.3 住宅部品の変遷
出典：(社) リビングアメニティ協会資料¹⁾をベースに追加²⁾

あとがき

●今後の展望

わが国に民間のプレハブ住宅企業が生まれて半世紀が経過した。日本の住宅生産を近代化し、量産によるコストダウンと品質の向上による社会貢献という高邁な目的が企業には当然あったのであるが、民間ベースでこの産業が成立するためには、商業的に成功しなければならなかった。どの産業も同じであるが、その難しさをなんとか克服した企業だけが生き残ってきた。技術上の理念もユーザーの要望の個性化、多様化と妥協を余儀なくされ、初期の目的の量産によるコストダウンは期待されるほどには達成されなかった。しかし、台頭する消費者運動を克服して高性能、高品質の評価を得て一定の社会的地位を占めるに至った。その全住宅に占めるシェアは一時20%を超えたが、低層戸建の市場の減少などにより、現在15～16%に低迷している。しかしながら性能表示や環境対応等に関し日本の住宅業界のリーディング産業としての役割を果たしてきた。

極めて伝統文化に深くかかわり保守的な住宅というもので、50年でここまでできたことは是まで参画した人達の努力は元より学界官界のバックアップが大きかったことも見逃せない。

ところで、少子高齢化で人口が減少に向かう日本の社会の中で、どの産業も将来像を描くことは極めて難しくなっている。住宅は国の風土、生活様式、利用可能な建築材料に大きく左右されるので、他の産業のように海外輸出は極めて困難である。縮小する住宅市場の中で、今やある程度装置産業化し大きな販売網を抱え、身軽でなくなった工業化住宅企業の将来展望は極めて厳しいものになるであろう。

企業は低層住宅以外に多角化路線により経営の安定を計ろうとすることは勿論であるが、住宅部門では、消費者にとってより価値の高い住宅の開発や経営の合理化により縮小するパイの中のシェア争いが更に激しくなり淘汰が進むであろう。また、在来木造住宅メーカー、ツー・バイ・フォー住宅メーカー（正式には木質の「壁式枠組み工法」と工業化住宅メーカーという単純な住み分けが無くなり、その全てを資材価格の動向や地域の消費者の嗜好に応じて柔軟に扱う企業が当然多くなるであろう。

既に日本の住宅は全体の工事費の内、ユニットバス、キッチンセット、サッシや建具、内装、外装などほどの住宅にも既成品として入り、素材としてのウエイト

が高くなって、構法を特徴付ける躯体の素材としての材料費は十数%に過ぎなくなっている。在来木造も構造材のプレカットが常識化し、ツー・バイ・フォーもパネル化を取り入れる場合がある。全ての工法がプレハブ化してきていて、現在の分類は実質的意味が無くなるであろう。

分類するとすれば躯体別に

- (1) 軸組み木質系住宅（在来工法）
- (2) 壁パネル式木質系住宅（ツー・バイ・フォーを含む）
- (3) 軽量鉄骨系住宅
- (4) 重量鉄骨系住宅
- (5) コンクリート系住宅

が加わってくる。

前述のように、躯体の費用のウエイトは次第に低下しているが、その耐震性や耐久性、プランニングの自由度やデザイン追随性などは構法によって違いがあるのでそれらの特徴が消費者に選ばれる。

時代の流れとしては既に、工業化住宅から始まった性能認定は、「住宅品質確保促進法」の性能表示制度として、義務付けではなく任意であるが全住宅に共通になっている。「プレハブ建築協会」は住宅生産団体連合会の主要会員として住宅産業全体の問題を協議する立場になっている。これからはその共通の土俵の上で、(1)～(5)の構法を適正に評価し、良い意味で競争発展させて、我が国の将来の住宅の主流となるであろう「長期優良住宅」の基盤を築くことが大切になる。是までの経過からそのリード役は、規模が大きく、研究開発力のある工業化住宅企業が負ってゆくことになると思われる。

●関連する事項について

本稿では、紙数の制限もあって、工業化住宅を語る上で極めて重要であるコストに関すること（他工法や構法間の比較、企業の間接費や価格戦略等）に触れることが出来なかった。これらについては古くは東樋口氏の研究、最近では赤崎氏の研究がある。また執筆に当たって言及していないが啓発を受けた座談会記録などがある。これらを巻末に記したので参照していただきたいと思っている。

●謝辞

本稿はプレハブ建築協会の住宅部会の各社に社史その他の資料の提供を受けて編集できた。ここに深く感謝いたします。

また、その取りまとめをして頂いた大和ハウス工業の大内照明氏、編集作業に協力頂いた同総合技術研究所の蔣琳女史、今橋裕里奈女史、性能の記述に協力いただいた同研究所のスタッフの工藤隆一、井田勇治、山下仁崇、矢島浩之、鈴木清隆の諸氏にこの場を借りて厚くお礼を申し上げます。

【その他の関連する文献】

- ・国土交通省、「建築統計年報」, 1941年以降各年
- ・田邊平學・後藤一雄・勝田千利・波多野一郎,「防火耐震を目的とする組立式鉄筋コンクリート構造試案(第1報)」, 日本建築学会大会論文集, 1941. 4
- ・田邊平學, 建築雑誌「不燃組立家屋の一提案」, 1946. 3
- ・武藤清,「新しい不燃構造について」, 建築文化, (株)彰国社, 1949. 7
- ・浦辺鎮太郎,「プレファブ(プレファブ建築をどう思うか)」, 建築雑誌, 日本建築学会, p702, 1963. 12
- ・内藤昌,「歴史的にみた日本のプレファブ建築」, 建築雑誌, 日本建築学会, p685-689, 1963. 12
- ・内田祥哉,「プレファブにおける寸法規格化の問題点」, 建築雑誌, 日本建築学会, p699-701, 1963. 12
- ・川添登・黒川紀章,「プレハブ住宅」, 東京中日新聞出版局, 1964. 5
- ・内田祥哉,「プレファブ 近代建築の主役」, (株)講談社, 1968. 1
- ・ナショナル住宅産業(株),「新・くらし文化ISM」, 1973. 11
- ・高橋公子,「工業生産住宅における設計プロセス」(研究協議会報告), 建築雑誌, 日本建築学会, p203-205, 1973. 3
- ・ジュラ・セベスチェン著, 内田祥哉・大野勝彦監訳,「大型パネル住宅」, 鹿島研究所出版社, 1969. 11
- ・(財)日本建築センター,「プレハブ建築技術者教育テキスト」, 1973, 3
- ・東樋口護,「プレハブ住宅の価格動向ープレハブ住宅価格に関する研究1ー」, 日本建築学会 論文報告集, 第279号, 1979. 5
- ・東樋口護,「プレハブ住宅市場と価格政策ープレハブ住宅価格に関する研究2ー」, 日本建築学会 論文報告集, 第281号, 1979. 7
- ・大和ハウス工業(株),「30年史」, 1986. 1
- ・大和ハウス工業総合技術研究所, 座談会,「鋼管構造と軽量鉄骨建築の誕生」(石崎潑雄・加藤勉・澤田光英・山田稔・横尾義貴・脇山広三・石橋信夫・東郷武), 1986. 4
- ・大和ハウス工業総合技術研究所, 座談会,「これからの住宅と建築」(澤田光英・加藤勉・小原二郎・内田祥哉・杉山英男・五十嵐定義・巽和夫・石橋信夫・東郷武), 1987. 12
- ・(社)鋼材倶楽部,「市場開拓活動30年のあゆみ」, 1986. 5
- ・(財)日本建築センター,「高規格住宅マニュアル」, 1988. 7
- ・内田祥哉,「プレハブ住宅の過去・現在・未来」, 第10回日仏建築会議基調講演, 日本建築センター, 1988. 11
- ・積水ハウス(株),「住まい文化の創造をめざして 積水ハウス30年の歩み」, 1990. 8
- ・(社)日本サッシ協会,「サッシ産業のあゆみ」, 1994. 10
- ・(社)プレハブ建築協会,「優良工業化住宅認定」, 1998. 4
- ・作本好文, 西山記念技術講座「スチールハウスと鋼材」, (社)日本鉄鋼協会, 1998. 3
- ・国土交通省,「住宅の品質確保の促進等に関する法律」, 2008. 10
- ・エス・バイ・エル(株),「社史」, 2001. 9
- ・赤崎盛久・高田光雄,「1970年代から1990年代半ばまでの販売・施工方式と商品:市場の変化を背景とした工業化住宅事業における販売・施工方式と商品についての研究 その1」, 日本建築学会計画系論文集, No. 634, p2709-2716, 2008. 12
- ・赤崎盛久・高田光雄,「1990年代における市場の変化と工業化住宅ー市場の変化を背景とした工業化住宅事業における販売・施工方式と商品についての研究その2」, 日本建築学会計画系論文集, No. 639, p1117-1124, 2009. 5
- ・赤崎盛久・高田光雄,「有価証券報告書からみた工業化住宅事業の販売・施工方式ー市場の変化を背景とした工業化住宅事業における販売・施工方式についての研究」, 日本建築学会計画系論文集, No. 641, p1603-1611, 2009. 7

プレハブ住宅関係資料登録候補一覧

番号	名称	資料形態	所在地	製作者	製作年	コメント（推薦理由）
1	大和式 組立て パイプハウス	実物	大和ハウス工業㈱ 総合技術研究所	大和ハウス工業㈱	1955年	昭和30年に設立された大和ハウス工業㈱の創業商品である。建築は不動産という概念を破って、備品としても資産計上可能な倉庫、仮設事務所などとして「プレハブ工法」を実践し商業的に民間で成功した日本初めての例である。
2	ミゼットハウス	実物	大和ハウス工業㈱ 総合技術研究所	大和ハウス工業㈱	1959年	パイプハウスの考え方の延長として生れた工業化住宅の原点となったものである。戦後のベビーブームの需要に対応し、3時間・八万円で建つ家として爆発的な売れ行きを示し、民間でプレハブ住宅の商業的成功の可能性を実証した。
3	セキスイハウス A 型	写真	技術部	積水ハウス㈱	1960年	積水ハウス㈱が積水化学㈱住宅事業部から独立した後の最初の商品である。プレハブ住宅として、台所などの水廻りの設備を充実した初期の商品である。
4	松下 1 号型住宅	写真	技術研究所 技術情報サービス センター	パナホーム㈱	1961年	プレハブ住宅として、最も最初に角型鋼管を柱に用いたラーメン構法の平屋住宅である。後に展開されるパナホームの原点になるものである。
5	ダイワハウス A 型	図面、 写真	大和ハウス工業㈱ 総合技術研究所	大和ハウス工業㈱	1960年	ミゼットハウスから発展し、厨房、浴室等の設備を充実し、本格的な軽量鉄骨造プレハブ住宅商品として発売されたものである。平成13年に江戸東京博物館に一時復元展示されていた。その時の当初の図面や写真が整理されて保存されている。実物ではなくとも今後継続して保存の価値のあるものである。
6	セキスイハウス B 型	写真	技術部	積水ハウス㈱	1961年	3ヒンジの山形ラーメン構造であった A 型に対し、この B 型から現行のパネルフレーム式のシステムによる住宅となり、後のセキスイハウスの原型となった。
7	木質接着パネル住宅試作棟	図面	商品開発部設計推進部 技術管理グループ	ミサワホーム	1961年	パネル式木質系プレハブ住宅の原点になった試作棟で、日本初の接着工法による耐力パネルを採用している。
8	セキスイハイム M1	実物	住宅カンパニー 開発部 商品開発部	積水化学工業㈱	1977年	プレハブ住宅の工場生産の比率を上げるために、パネルシステムからボックスユニットへと考え方を進化させたのが積水化学の住宅事業部が開発したラーメンボックス構法のセキスイハイムであった。海外の中層集合住宅（ロシアのコンクリートボックスユニットなど）にはこの考え方はあるが、低層で幾つかのボックスを組み合わせて住宅を作り市場で成功したのは我が国が初めてであった。その原型がこのセキスイハイム M1 号である。実物が残されて保管されている。貴重な遺産として後世にも残して行く価値の高いものである。
9	ヘーベルハウス D シリーズ H 邸	実物	住宅総合技術研究所	旭化成ホームズ㈱	1972年	軽量気泡コンクリートを初めて外壁に用い、骨組みを鉄骨としたプレハブ住宅である。貴重な初期の実例が保管展示されている。
10	大成建設パルコン	実物	大成建設住宅事業部 商品開発部	大成建設	1970年	低層コンクリートのプレハブ住宅として、初期から現在も生産されている代表的な商品である。現在多くのコンクリートプレハブが生産中止の状態である中だけに、貴重である。
11	初期住宅図面作成 コンピューター	実物	大和ハウス工業㈱ 総合技術研究所	大和ハウス工業㈱	1971年	日本で初めてコンピューターによる自動作図システムを採用した時に使われたコンピューターと作図機である。初期のコンピューターの活用例として貴重である。

注) 上記項目順番は優先順位別に記載。

国立科学博物館 技術の系統化調査報告 第15集

平成22(2010)年3月30日

- 編集 独立行政法人 国立科学博物館
産業技術史資料情報センター
(担当：コーディネイト・エディット 永田宇征、エディット 大倉敏彦・久保田稔男)
- 発行 独立行政法人 国立科学博物館
〒110-8718 東京都台東区上野公園 7-20
TEL：03-3822-0111
- デザイン・印刷 株式会社ジェイ・スパーク