

木造住宅における卓越した設計手法の記述化・システム化に関する研究

八木 幸二

キーワード：1) 設計手法, 2) 民家構法, 3) 架構設計, 4) 荷重経路, 5) 建方手順, 6) 意思決定過程, 7) 記述, 8) システム化

本研究の目的である熟練した棟梁大工の設計・施工におけるノウハウの記述化は、調査対象を拡大することによって、より幅広く、深い知識を記録でき、一般化するのにも適していると言える。

第1年度、第2年度で行った研究の成果^{注1)}をふまえ、第3年度である本研究では、事例の拡充と、分析結果の汎用化を念頭に、下記の3研究を行った。

1) 伝統的民家における架構法の記述化

甲府盆地で行った「四つ建て」「卯立造」の研究に続いて、民家一般の構法に伝わる架構設計の概念を分析しようとするもので、資料としては、重要文化財に指定されている民家の図面をもとに民家園等における実測調査を行った。

2) 足助地方における建方調査

事例調査としては、第2年度に続いて、足助地方において卓越した技能をもつ棟梁大工である樺山勝己棟梁の設計施工による伝統的な木造住宅の建方に着目し、建方の記録と関連する資料の整理分析を行いつつ棟梁へのヒヤリングをもとに架構設計に関する知識やノウハウの記述を行った。

3) 卓越した設計手法のコード化および知識ベース化

第1年度、第2年度に続いて、民家、数寄屋、新軸組構法、の設計手法をコード化し、大工棟梁のもつ作風についてそのかくれたルールを探った。

以下にその概要をまとめる。

1. 伝統的民家における架構法の記述化

1.1 調査目的と調査対象

民家の軸組は、小屋の荷重を支持し建物の主要な構造体をなす上屋と、これを取り囲む下屋から構成されている。上屋と下屋を横架材により結び一体とすれば、小屋荷重を家屋の外側に受け持たせることができ、同時に部屋を広く使うことができる。こうした架構法は伝統的民家においてしばしば用いられているが、その多様な形式が系統的には把握されていない。本研究は、小屋荷重を支持する部材構成に着目し、上屋、下屋間の構法（以下、上・下屋構法と呼ぶ^{注2)}）を分類することにより、日本の伝統的民家における軸組構成を記述化するための一手

法を示すものである。分析対象は、^{さす}扱首構造、垂木構造による草葺農家とし、近世初頭以降に建設された下屋を有する35棟に、比較のため下屋をもたない1棟を加えた計36棟における建設時の架構をとりあげた。分析資料は、現地調査および重要文化財修理工事報告書から得た。

分析に用いる術語として、扱首、^{むなづか}棟束等的小屋組部材の下端を荷重点、小屋組の鉛直荷重が到達する柱を到達点と定め、この間に荷重が経路する桁、梁、^{さしかもい}差鴨居等の軸組部材を荷重経路と呼ぶことにする。

1.2 荷重経路による分析方法

(1) 荷重点と荷重経路の定義

図1-1に示すように、扱首構造、垂木構造における主要な小屋組部材の下端を荷重点とする。扱首組のみの場合aには扱首尻を、扱首・棟束併用型の場合bには扱首尻と棟束下端を荷重点として扱う。垂木構造による場合cには、棟束下端のほかに、垂木と上屋桁の接点を荷重点と見なす。また、鳥居をなす垂木構造dについては、鳥居を構成する部材下端も荷重点と見なす。なお、扱首構造で隅扱首がない場合、隅垂木（図1-2参照）が他の垂木よりも太く、十分に屋根の重量を担っていると見なせる場合には、隅垂木と上屋桁の接点を荷重点に含めるものとする。また、平面形式が^{まがりや}曲屋、^{ちゆうもん}中門、つや等、構造的に家屋の主体部分から張り出した部分の小屋組の下端部については、荷重点として扱わないものとする。図1-2には、小屋組、軸組、平面の対応例を掲げ、荷重点の位置を示した。この図で架構と平面の関係を見れば、外観上は四周に下屋が回っており、座敷の後背部の下屋は構造的に上屋とつながっていないが、他の部分は梁が下屋に達することにより、一体構造になっている。また、軸組にかかった小屋荷重は、上屋の部屋内に独立

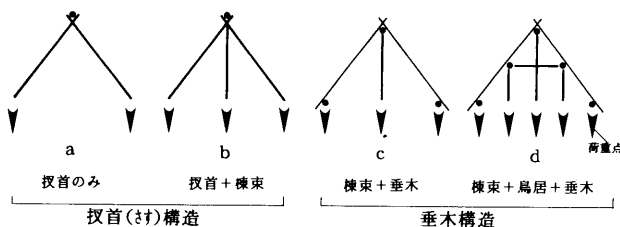


図1-1 小屋組形式と荷重点

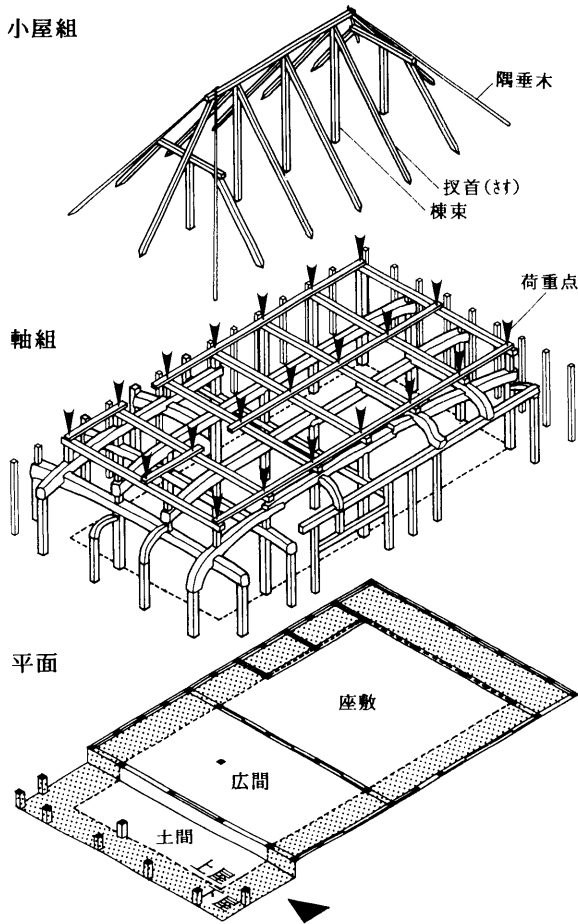


図1-2 小屋組，軸組，平面の対応

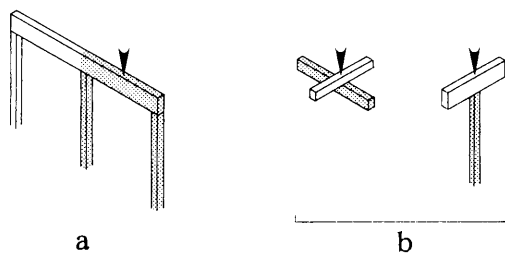


図1-3 荷重経路の考え方

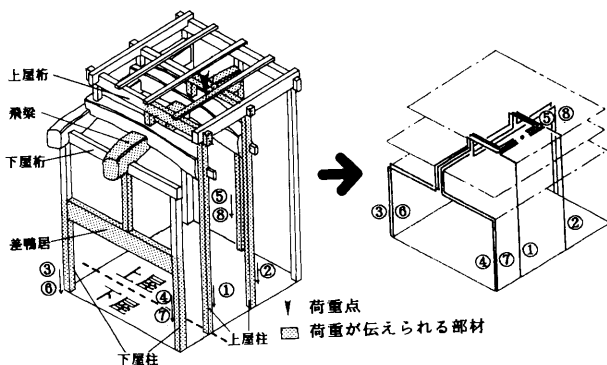


図1-4 荷重経路例

して立つ柱が受ける場合もあれば、梁組の工夫により下屋柱に受け持たせる場合もある。このように一棟の各部でそれぞれ異なる構法が複雑に絡みあっている。

こうした架構と空間構成の関係を個々の部位ごとに扱うために、本研究では荷重経路という概念を掲げるものである。荷重経路については、構造力学的な方法ではなく、部材の位置関係から架構法を表わす意図により、水平材のある点にかかった荷重は、その両側の最も近い位置で当該水平材を支持している他の部材に伝えられるものとし(図1-3a)、また、荷重を複数の部材の重なった位置で支持している場合には、最も下方の部材に荷重が伝えられるものとする(図1-3b)。この仮定のもとに荷重経路を抽出し、図1-4に示した。すなわち、どの経路も荷重点から出発し到達点に至るものとし、分岐した経路ごとに扱うものとする。

(2) 荷重点，到達点の位置と荷重経路の表示

荷重点および到達点の位置については、軸組と小屋組の関係から、上屋内，上屋・下屋境(以下，単に上屋境と呼ぶ)，下屋に分けて考えることができる。また，空間構成の点からは，その平面上の位置が部屋境であるか部屋内であるかに分けて考えることができる。

荷重点については，図1-5に示すように，上屋境にまたがって部屋が配される場合と，上屋境に部屋境が一致する場合を分けて扱う。前者のうち，部屋境かつ上屋境の荷重点を p ，部屋境で上屋内の荷重点を P とする。また，部屋内で上屋境の荷重点を q ，部屋内で上屋内の荷重点を Q とする。一方，後者の，上屋境と部屋境が一致する部分については上屋と下屋を構造的に結んだ架構を成していないと見なし，この位置の荷重点を r とする。下屋の取りつかない場合も r に含める。なお，図に示すように，隣室が下屋に張り出している場合の取り合う部分は p と解釈する。小屋組部材との関連を見れば，上屋境に位置する p, q, r には扱首，垂木からの荷重が，上屋内の P, Q には小屋束からの荷重がかかることになる。

図1-6aは，図1-2に掲げた民家を例に，小屋荷重が移動する部分を平面上に投影することにより，荷重経路を示したものである。扱首 p, q および棟束 P, Q から上屋柱，下屋柱に向かい多様な経路が表れている。図1-6bは，重複する部分を簡略化したものである。

1.3 荷重経路の分類

(1) 型の抽出

荷重点と到達点の位置関係を，部屋境，部屋内および上屋境，上屋内の相違により分類し，図1-7には部屋境の荷重点 p, P からの荷重経路を，図1-8には部屋内の荷重点 q, Q からの荷重経路を示した。各々の型に対応する部材構成例を掲げ，荷重経路には荷重点を表す記号の右下に指数を付して表示した。図1-7，図1-8

における各型の指数については、平面上、荷重が動かないものを0とし、荷重が部屋境に移動するものを正に、部屋内に移動するものを負に配した。また、荷重移動が

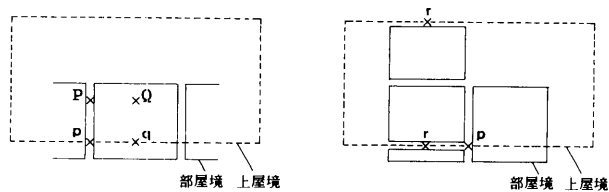
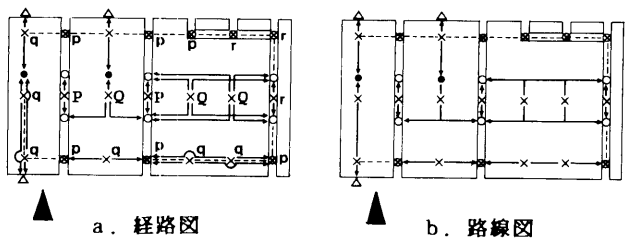


図1-5 荷重点の位置



--- 上屋境 x 荷重点 到達点 ○ 部屋境の上屋柱 ● 部屋内の上屋柱
 --- 部屋境 → 荷重経路 △ 部屋境の下屋柱 ▲ 部屋内の下屋柱

図1-6 荷重点の表示

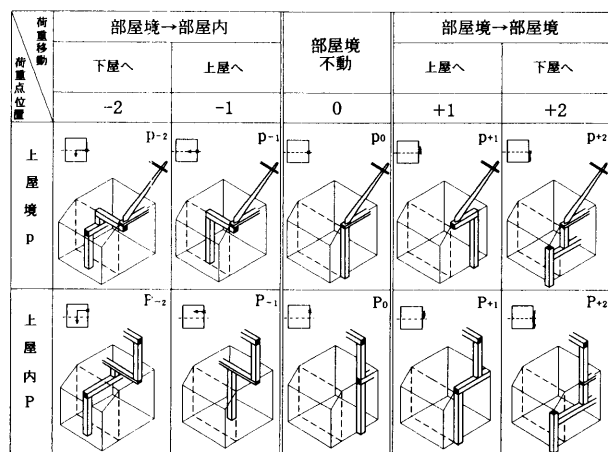


図1-7 部屋境の荷重点からの荷重経路の分類

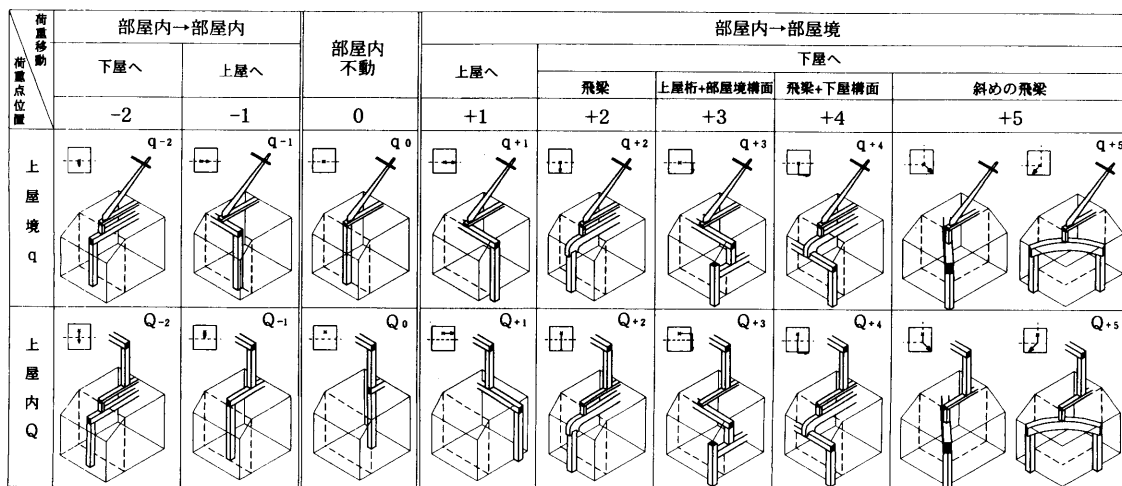


図1-8 部屋内の荷重点からの荷重経路の分類

上屋内にとどまっているものの指数の絶対値を1、下屋にまで至っているものの指数の絶対値を2とした。ただし、部屋内の荷重点q, Qからの荷重経路が下屋に至る場合には、上・下屋構法が多様な形式を示すと考え、指数の大きさを次のように設定した。指数+2は、下屋に至る飛梁^{注3)}を用いて直接下屋柱に荷重を伝えているものとする。また、指数+3は、上屋桁により一旦荷重を上屋の部屋境に立上がる構面に移し、この構面が下屋に延びているものとする。この場合、荷重を下屋に移す部材には、差鴨居、敷梁の延長、上屋柱と側柱をつなぐ繫梁などが考えられる。一方、指数+4は、下屋に至る飛梁を側通りすなわち下屋の外延に立ち上がる構面で受け、この構面に沿って荷重を側通りの別の柱に移しているものとする。この場合、荷重を側通りに沿って移す部材には、下屋桁、差鴨居などが考えられる。さらに、指数+5は、下屋に延びる斜めの飛梁を用いたものとする。これには、分析対象において、下屋隅の側柱に向かうもの^{注4)}と、側通りに荷重を振り分けるもの^{注5)}が見られた。

(2) 荷重経路と空間構成の関係

図1-7の部屋境の荷重点p, Pからの経路が空間構成におよぼす影響を考えると、経路p₀, P₀は、荷重点の真下に柱を立てているが、そのことによって部屋内の使い勝手には支障を来ささないという想定ができる。また、p+1, P+1は、部屋境の荷重点の真下に柱を立てると、2室間の往来に支障を来すなどの不便が生ずるので柱の位置をずらして対応したという想定ができ、隣接する部屋の連続性を高める効果が認められる。p+2, P+2は、その効果を下屋まで広げたものと見なせる。一方、p-1, P-1およびp-2, P-2は、部屋境にかかっている荷重をわざわざ部屋内柱に受け持たせるものである。

ついで、図1-8の部屋内の荷重点q, Qからの経路を見ると、q₀, Q₀のように、単純に荷重点の真下に柱を

配したのでは、部屋内の使い方に何らかの束縛が課されることになる。したがって、横架材を介した経路 q_{+1} 、 Q_{+1} とすることで部屋境の経路 p_0 、 P_0 と同等な条件になると言える。 q_{+2} 、 Q_{+2} は部屋内の飛梁に荷重を担わせたもので、部屋境の経路とは無関係に成り立っている。これに対して、 q_{+3} 、 Q_{+3} は、部屋内の経路 q_{+1} 、 Q_{+1} に部屋境の経路 p_{+2} 、 P_{+2} を繋いだ形式であると見なせる。また、 q_{+4} 、 Q_{+4} は、 q_{+2} 、 Q_{+2} に下屋の構法を付加した型であると見なせる。 q_{+5} 、 Q_{+5} は、 q_{+2} 、 Q_{+2} における飛梁の方向を工夫して q_{+4} 、 Q_{+4} と同じ荷重移動の効果を得た技巧的な型であるといえる。一方、 q_{-1} 、 Q_{-1} および q_{-2} 、 Q_{-2} の各型は、荷重を横架材により移動しているものの、到達点は部屋内のままであるということもできるし、部屋内の、より支障を来さない場所に荷重を移したと考えることもできる。

図 1-7、図 1-8 の各型の配列は、指数 0 を素朴で単純な架構法と見なせば、正の指数の大きなものほど、より複雑な部材構成を用い荷重点から離れた位置まで荷重を移動し、開放的な空間を得ているものであり、また、負の指数の大きなものほど、構法の複雑化が開放的な空間に寄与しないものと位置づけることができる。

1.4 小結

民家における架構と空間構成の関係を記述化するための指標とその適用方法について基本的な概念を提示したものである。すなわち、上屋・下屋間に横架材を配し軸組空間の拡大を図る構法を上・下屋構法と呼び、小屋組下端から軸組部材を経由し柱に至る荷重経路に着目することにより、民家の架構と空間構成の関係を考察した。その結果、部屋境・部屋内による空間配置の区分と、上屋境・上屋内による架構配置の区分との相互関係から、部材構成の複雑化と空間の開放性の関係を示した。

2. 足助地域における伝統的木造住宅の架構と建方

2.1 はじめに

木造軸組構法において伝統的な木造住宅の建設および増改築は、構造計算が行われないのは当然のこととして設計図書さえも準備されないことが多い。そこでは、熟練した棟梁大工がすべてを取り仕切っている。一方で、木造住宅の設計に関する棟梁大工のノウハウや知識は体得するしかなく、また、棟梁のもっている設計上の知識を理解するための資料も極めて少ない。本研究は、大工養成用の教科書や設計者のためのマニュアル作りに広く利用出来るような架構設計にかかわる基礎資料を作ること大きな目標としている。その目標に従って、卓越した技能と知識を有する愛知県東加茂郡足助町在住の椋山勝己棟梁^{注6)}が設計施工を行う伝統的な木造住宅の建方に着目し、建方調査を行うとともに架構設計にかかわる

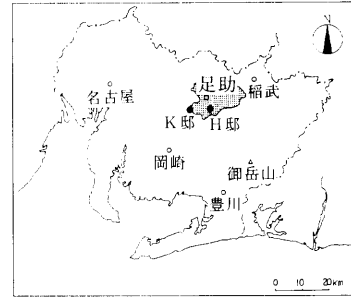


図 2-1 調査地

詳細な記録を作成している。本編では、そのうち、架構の特徴と建方について分析した結果を報告している。

2.2 調査の概要

棟梁が設計施工を行った足助地域(図 2-1)の 2 階建て木造住宅 2 棟の建方について、調査を実施した。調査は、1994 年 3 月 23 日～27 日、豊田市幸海町の K 邸(写真 2-1)を 6 名で、同 9 月 18 日～23 日、東加茂郡足助町の H 邸(写真 2-2)を 4 名で行った。

棟梁の作成した設計図書に従い、調査用の伏図を起こした。建方前日にヒヤリングや継手仕口等の記録作成を行った。建方当日は、写真撮影と架構調査図を用いて建

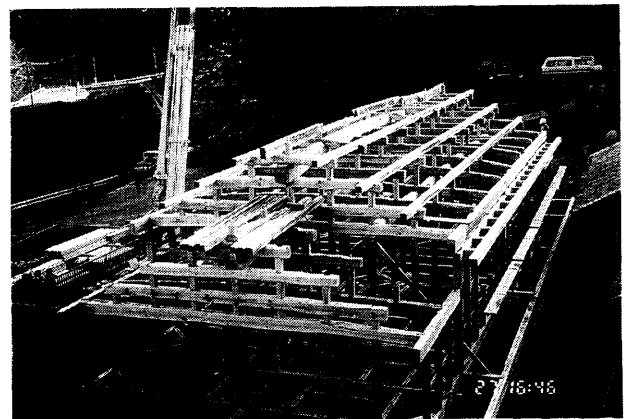


写真 2-1 建方終了直前の全景 (K 邸)

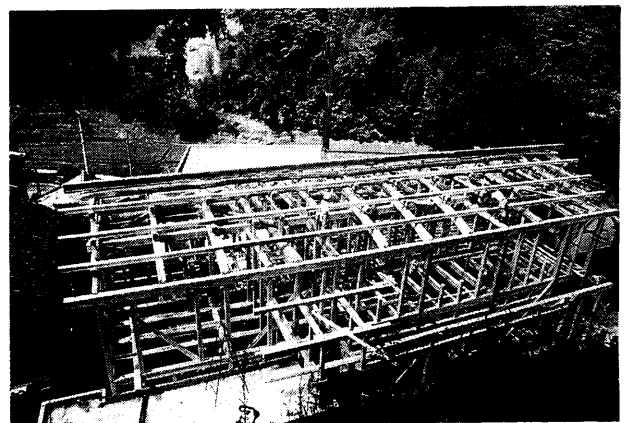


写真 2-2 建方終了直前の全景 (H 邸)

方手順と時間的推移（以下、「タイムスケジュール」（工程時間）という）を記録した。さらに、祭礼の記録と、架構や職人に関するヒヤリング調査を行った。調査内容は、設計図書、手板、詳細納まり図、尺杖、建方手順、タイムスケジュール、部材名称、継手・仕口、道具、職人、祭礼と、多岐にわたっている。これらの建方に関する情報を補足するものとして、後日、棟梁ならびに職人に再度ヒヤリング調査を行った。

この地域には、現在でも伝統的な架構が随所に見られ、日本の伝統的な間取りである整形四間取り（この地域では「四八」という）の系譜を継承している。特に、今回の調査対象である縦山棟梁は、①技能の高い大工を常時5名抱えており、道具の作成と手入れも行っている。②木造住宅を年に数物件元請けとして受注し、地域に根ざした住宅生産を行い、木造住宅の新築工事だけでなく、改修や増改築工事等も多い。③年に1物件程度、社寺建築も手掛ける。④2級建築士の資格をもち自分で確認申請用の図面を書く。⑤地域の棟梁大工たちからの人望が厚い。など自他ともに認める足助地域の代表的な棟梁大工であると言える。

2.3 用語の定義

本研究が扱う架構のうち、特に特徴的な用語である中桁や隅梁、地棟、落ち屋根を以下のように定義する。

①「中桁」とは、小屋組において、梁間（初重梁）の中央で小屋梁を受け、柱の頭をつないでいる桁行き方向の梁を指す。これに対し、軒桁を「本桁」と呼ぶ。②「隅梁」とは、小屋梁上部に本桁間を45度で交差させて渡される梁材のことで、中桁と小屋梁と隅梁で三角形を構成する。③「地棟」とは、4重梁となっている和小屋組において、棟の直下4重梁（六天）の上に棟木と平行に通した桁行材のことである。足助地域では、「地棟」や「寿棟」、あるいは棟木の次に入るとい意味から「次棟」の漢字を用いている。④「落ち屋根」とは、主屋屋根に対して1段落ちた屋根部分を指す。

2.4 縦山棟梁の架構の特徴

図2-2にH邸の全体架構図を示す。

縦山棟梁が用いる架構の特徴としては、①すべて真壁造りであること、②通し柱が多用されていること、③大鴨居（差鴨居）および胴差が使用された着物造りであること、④中桁や隅梁、地棟を用いた和小屋組であること、⑤軒先をセガイ（出桁）造りとしていること、⑥落ち屋根としていること、⑦小屋組において、中桁を3本、場合によってはこれに隅梁を交差させて使用すること、⑧軸組材は断面寸法が大きく、かつ、柱は東濃の檜、桁および梁材は近郊の地松など、すべて地元および近郊の国産材を使用すること、等が挙げられる。

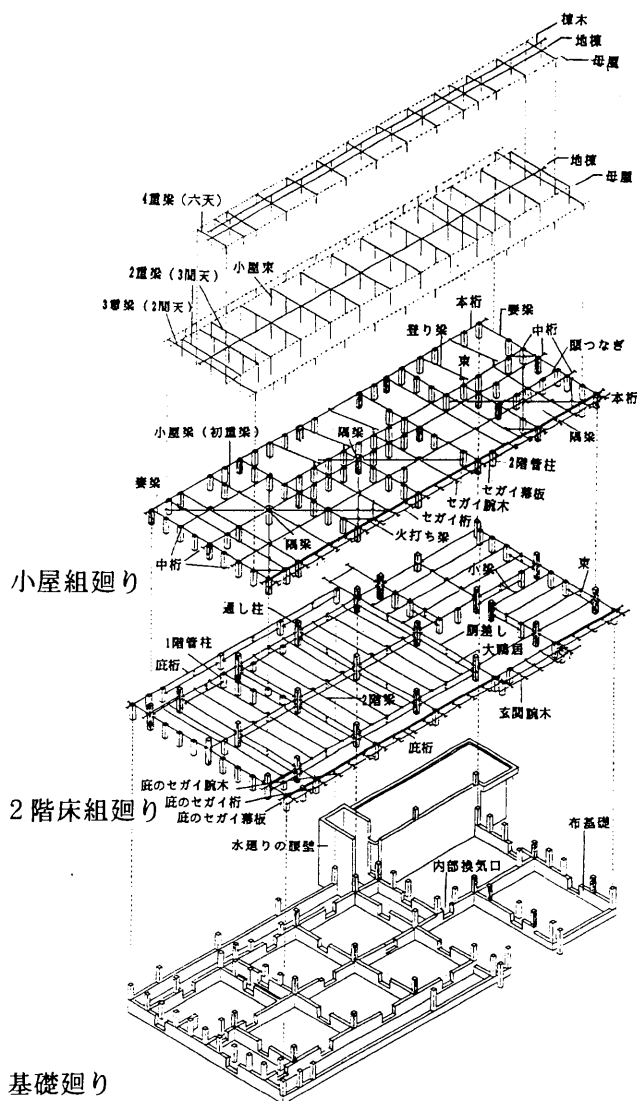


図2-2 全体架構図（H邸）

①～⑥は、足助地域の全体の特徴でもある。しかし、例えば、③の大鴨居や胴差については、ボルト締めが一般的であるのに対して、縦山棟梁は、大鴨居を二方差しや四方差しとするなど、本格的な着物造りとしている。

また、特に、縦山棟梁だけにみられる特徴として、小屋組において中桁を1間ピッチで3本使用することや、隅梁を何組も使用することが挙げられる。K邸の小屋組には、中桁が3本用いられている。足助地域では、通常中桁は1本だけであるが、縦山棟梁は3本使用する。

また、図2-2のH邸の小屋組にみられる隅梁は、小屋梁上部に架け渡される小屋梁とはほぼ同寸の水平斜材である。足助地域特有のものとも思われるが、筑波地域でも同様のものを見たこともあり、全国のどの地域にどの程度分布しているか明確ではない。足助地域では、隅梁は通常両妻側の4隅の火打梁から45度に渡され、中桁上部で止められる。縦山棟梁は、隅梁を本桁間に2～3組交差させて配置して中桁と小屋梁を上から押さえるとともに、小屋組の水平構面を固める役割を期待している。

以上のように、縦山棟梁の架構は、足助地域の中でも卓越した技能と知識に裏付けられ、伝統的な特徴を残す本格的なものであると言え、足助地域で活躍する棟梁大工たちからも一目置かれ尊敬されている。

2.5 建方手順

主な軸組の建方日数は、K邸は3.5日、H邸は6日であった。K邸では、縦山棟梁以外に5人の大工と鳶1人に手伝いが1人の総勢8名およびレッカー1台で建方を行った。H邸では、基本的には7名（1日だけ8名）とレッカー1台で行った。H邸の建方にはかなり日数を費やしており、その理由として、以下の項目が挙げられる。

①狭小な敷地からくる制約、②猛暑による作業時間の減少と作業効率の低下、③雨による作業の中断、④隅梁使用による複雑な小屋組の架構。架構設計にとって、建方作業の手順を考慮することは重要な要素の1つであり、効率よく安全に組むことが目標となる。通し柱、胴差、大鴨居、束で構成される「区画」部分は、基本的な間取り、架構、住宅の形を決める重要な架構である。この区画の建方手順について整理すると、以下のようになる。

①建方は、「基本フレーム」(図2-3)を単位として行われる。基本フレームとは、通し柱3本と通し柱間に刺さる胴差2本、場合によっては大鴨居と束を加えた、梁間方向の2スパン分を指す。上部から見るとI形となる。通し柱のある梁間方向すべてに、この基本フレームが適用される。②必要な基本フレームはあらかじめ地組を行い、基本フレームをつなぐ胴差しや大鴨居や束と一緒に敷地内に整理して置く。③対面する2つの基本フレームを建て起こし、基本フレームの通し柱に胴差や大鴨居等を差し込み、Eの字形をつくる(Ⅰ+Ⅲ=E)。この区画分で「基本区画」(図2-4)を構成し、上部から見ると日の字形となる(E+Ⅰ=日)。④日の字形の基本区画に胴差しや大鴨居をつなぎ、さらに、次の基本フレームを建て起こし、2つ目の基本区画を構成して田の字形をつくる(E+日=田)。⑤すべての基本区画を、順次、建て起こしていく。

K邸における区画部分の建方手順を、図2-5に示す。K邸における区画部分の建方は、①裏側の庇桁、②大黒柱^{注7)}と亭立柱^{注8)}を含む和室廻りの基本区画、③和室廻りの他の基本区画、④玄関およびLDK部分の基本区画、の順に行われた。これに対して、H邸では、①裏側の庇桁、②玄関およびLDK部分の基本区画、③和室廻り(大黒柱と亭立柱廻り)の基本区画、④和室廻り(床の間・仏間部分)の他の基本区画、の順に行われている。K邸の場合、すべての基本フレームをあらかじめ地組して、建方を行ないやすいように敷地内に整理してあった。これに対して、H邸の場合、地組した部材を置いておく余裕が敷地になかったため、基本フレームごとに地組を行

い建て起こすという工程を繰り返すことになった。K邸に比べ規模がやや大きいとはいえ、区画部分の建方が、K邸が781分であるのに対し、H邸は891分とかなり時間がかかっている。また、レッカーより遠い場所である北側の下屋部分が、まず最初に建て起こされた。さらに、区画部分の建方も、敷地に余裕がないためにレッカーから遠い位置から順に行われている。

縦山棟梁の建方に関する一般的な原則を整理すると、以下のようになる。

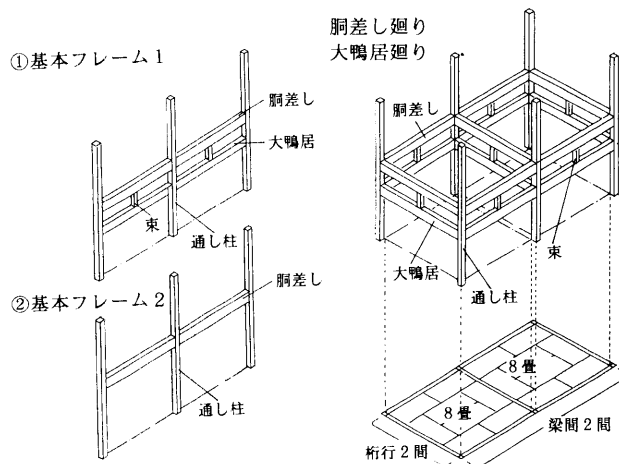


図2-3 基本フレーム

図2-4 基本区画

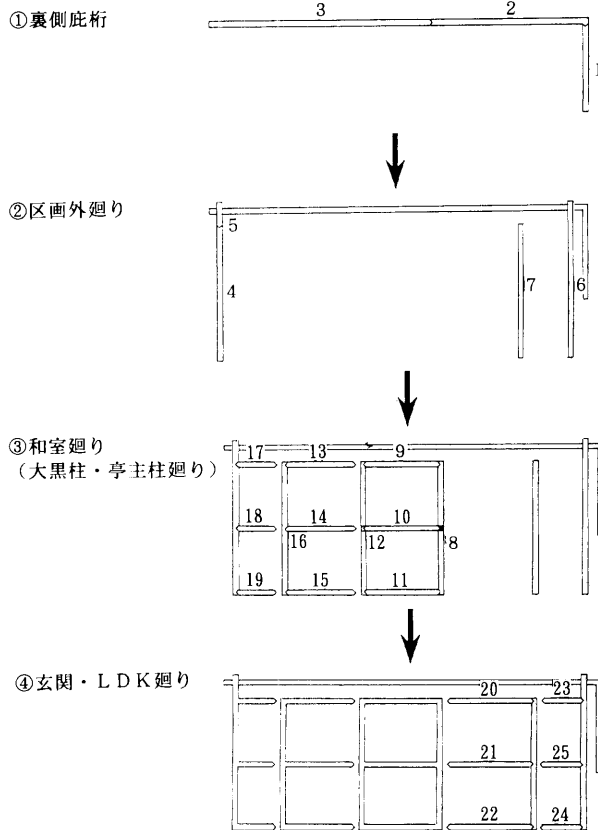


図2-5 区画部分の建方手順 (K邸)

- ①レッカーより遠い部分から建方を開始する。
- ②早い時期に基本区画部分の建方を行う。
- ③大黒柱や亭主柱等の大きな柱を含む基本区画から建て起こし、これに付け加える形で他の基本区画を建て起こしていく。
- ④基本区画の建方に際しては、あらかじめ基本フレームの地組を行い、敷地に整理しておく。
- ⑤あらかじめ地組した2組の基本フレームを桁行方向の胴差しや大鴨居でつないだ基本区画が、建方の基本単位となる。

上記の原則に従うと、区画部分の建方手順は、以下のように整理される。①裏側の庇桁、②和室廻り（大黒柱と亭主柱の基本区画より開始）、③玄関およびLDK。ただし、建方は敷地形状や建築規模等の立地条件により決まるレッカーの大きさや位置、軸組材の置き場や作業スペース、継手・仕口の形状、建方時期、作業人数、等といった諸条件に影響を受ける。したがって、基本的には、この原則に従って建方が行われるが、H邸のように事例によっては、原則を一部変更する場合も少なくない。

2.6 小結

建方調査とヒヤリング調査をもとに分析を進め、縦山棟梁の架構設計について詳細な記録を作成した。本論では、特に、架構の特徴と建方について記述している。ここでは、長年培われてきた知恵や経験に裏付けられた架構設計がなされている。

技能の本質を理解するには、材種、材令、調達の方法、製材、使用方法、乾燥状態、加工に要した期間、養生等を総合的に理解する必要があるが、本論では、架構設計に関係する部分についてのみ調査分析を行っている。

また、その架構設計に関する卓越した知識をさらに詳しく記述し、架構設計ルールとして第三者にも理解できるようにすることが重要であると考えられる。

3. 卓越した設計手法のコード化および知識ベース化

3.1 研究目的と調査対象

熟練した棟梁大工が経験から得たノウハウのひとつである架構設計における棟梁大工の意志決定過程を、エキスパートシステムに対応できる知識ベースに載せることにより、伝統技能の継承、工業化工法及びCADへの適用が可能となるものと思われる。そのために本章では、事例調査で得られた資料をコード化（記述化）し、さらにコンピュータに載せるように変換した知識ベースを作成することを目的とする。

本研究では、架構を設計する際の棟梁大工の意志決定過程に着目し、架構ルール間の関係に関する棟梁大工の因果主張とその因果関係を把握するために、表3-1に示す卓越した技能を有する棟梁大工S、Y、Wの3名を調査

表3-1 調査対象

調査対象(年齢)	所在地	経験年数	作風
棟梁S(50歳)	富山県八尾町	34年	民家風
棟梁Y(63歳)	東京都江東区	49年	数寄屋風
棟梁W(39歳)	東京都新宿区	17年	改良軸組

対象とした。

3.2 架構設計のコード化

架構設計の内容をコード化するにあたって必要な「因果主張における概念」(以下、コンセプト)間の関係について、+ (プラスの影響)、- (マイナスの影響)、0 (関係なし)を3要素と考えると、その組み合わせにより論理的に考え得る関係は、表3-2に示す合計8つの集合として表すことができる。

表3-2 因果主張における概念(コンセプト)間の関係

A \rightarrow B	: AはBにプラスの影響を及ぼす
A \rightarrow B	: AはBにマイナスの影響を及ぼす
A \rightarrow B	: AとBの間にプラスもマイナスも何らの関係の存在も示されていない
A \rightarrow B	: AはBにマイナスの影響を及ぼさない $+ = 0 \cup + = \{0, +\}$
A \rightarrow B	: AはBにプラスの影響を及ぼさない $- = 0 \cup - = \{0, -\}$
A \rightarrow B	: AはBに影響を及ぼす $m = + \cup - = \{+, -\}$
A \rightarrow B	: AのBに対する関係として、+、-、および0のいずれもが考えられる $u = \{+ \cup - \} \cup 0 = \{+, -, 0\}$
A \rightarrow B	: 一つの主張は+、もう一つの主張は-のように $a = + \cap - = \phi$ (本研究では該当なし)

またコンセプトについては、例えば「荷重負担が一本の梁に集中する」ような具体的な問題に対する認知をC (Cognitive) コンセプト、「構造的な安全性の確保」のように棟梁大工が満足させようと努める抽象的な価値判断をV (Value) コンセプトとする(表3-3、表3-4)。

次に、これらのコンセプトを引き出すために、表3-5の項目について、1) 好ましいと思われる点、2) 問題あるいは障害となる点を中心に、経験をふまえた上での理想的な架構の実現について自由に述べてもらう方法によってヒヤリング調査を行い、その記録を資料とした。

3.3 架構設計ルールとデータの作成

次に、架構設計の基本形と棟梁大工による相違(作風の違い)を明確にするため、エキスパートシステム^{注9)}に載せるためのファイルである知識ベースを作成した。ここでは、認知構造図^{注10)}における個々の因果関係を再コード化し、架構設計のルールデータ化を行った(図3-1、図3-2)。

表3-3 Cコンセプト一覧

(C 1. 部材の荷重負担が集中する)	(C 29. 接合部の位置が互い違いにならない)
(C 2. 接合部の数が多い)	(C 30. 継ぎ間での部材の方向が揃わない)
(C 3. 接合部の数が少ない)	(C 31. 軸組構造体が露出する)
(C 4. 長部材の本数が多い)	(C 32. 建物形状が複雑になる)
(C 5. 長部材の本数が少ない)	(C 33. 空間の開放が多い)
(C 6. 部材の耐力・強度が確保できない)	(C 34. 材に丸太材が使用される)
(C 7. 接合部の耐力・強度が確保できない)	(C 35. 材に平角材が使用される)
(C 8. 接合部の位置が一箇所に集中する)	(C 36. 接合部が使用される)
(C 9. 仕口での欠き込み量が多い)	(C 37. 接合部が使用されない)
(C 10. 梁の端部あるいは受け梁の下もしくはその近傍に柱がない)	(C 38. 補強材が使用される)
(C 11. 定尺スパンと長さの一致しない梁および梁間が多い)	(C 39. まごさ材が使用される)
(C 12. 端材が多い)	(C 40. 部材の壁当たりが少ない)
(C 13. 同じ梁が少ない)	(C 41. 1, 2種の部材の位置が一致しない)
(C 14. 部材の断面が大きい)	(C 42. 間仕切り方向に梁が架からない)
(C 15. 部材の断面が細い)	(C 43. 接合部材の上面が面一になる)
(C 16. 材積が多い)	(C 44. 接合部材の上面が段違いになる)
(C 17. 部材の本数が多い)	(C 45. 部材の通り方向がずれる)
(C 18. 部材の本数が少ない)	(C 46. 梁の方向が十字に直交する)
(C 19. 接合部の形状が複雑になる)	(C 47. 梁の方向が一方に揃う)
(C 20. 接合部の形状が簡易になる)	(C 48. 3尺モジュールから部材の位置がずれる)
(C 21. 納まりが悪い)	(C 49. 部材の位置が6尺ビッチに揃わない)
(C 22. 柱・梁を四隅に配置できない)	(C 50. 端数間が梁で均等割りされない)
(C 23. 同じ断面太さの梁同士が組まれる)	(C 51. 端数間が梁で均等割りされない)
(C 24. 家の規模が大きい)	(C 52. 部材の方向が短手とならない)
(C 25. 梁の端部の接合部の形状が木目となる)	(C 53. 部材の方向が長手とならない)
(C 26. 間取り・壁面の自由度が少ない)	(C 54. 継手の方向が一方に揃う)
(C 27. 剛性が確保できない)	(C 55. 軸組構造体が露出しない)
(C 28. 平面上における部材の配置がアンバランスである)	(C 56. 部材の長さが6尺ビッチに揃わない)
	(C 57. 梁組に桁組が生ずる)

表3-4 Vコンセプト一覧

V1. 理想的な架構の実現	V7. 建方作業の手間の減少
V2. 理想的な間取りの実現	V8. 部材加工の精度の確保
V3. 構造的安定性の確保	V9. 建方精度の確保
V4. 見えがかりの意匠性	V10. 技術的な工夫
V5. 経済性	V11. 建主の要望
V6. 部材加工の手間の減少	V12. 家の耐候性

認知構造図に基づいて、因果関係におけるコンセプトの関係(表3-2参照)を、前のコンセプトは後ろのコンセプトにどのような影響を及ぼすのかを確認して、表3-6に示す「IF~THEN~文」に置き換えた。これを各棟梁大工の「オリジナルルール文」と呼ぶ。また、これらを参考に「はい~いいえ文」である架構設計ルール集を作成した(表3-7)。

「IF~THEN~文」を構成する要素は「限定詞データ」と「結論データ」からなり、これらをもとにルールデータを作成した。限定詞データは、「~が~である」という条件や選択肢(複数選択肢)を記述するものであり、100%確実な事象や条件を扱う。ここでは、架構設計ルール集から限定詞と選択肢を設定し、限定詞データを作成した(図3-3)。図3-4に示す結論データは、「~となる確信度は~である」という結論としたい事象や、不確実な事象を扱ったものであり、確信度データを入力する必要がある。ここでは、認知構造図とオリジナルルール文を参考に設定し、データ化を行った。

「IF文」を構成する要素は、1)具体的であり、問いかける項目としてあらかじめ分かっているもの、2)ある場合には必ずこうなると定義できる事象、3)求めたい結論事象あるいは不確実な事象、の3つに分類できる。

表3-5 ヒヤリング内容

1. 荷重負担の集中	12. 断面寸法	23. 平面上における部材の配置のバランス	33. 1.2階の部材の位置の一致
2. 接合部の数	13. 材積	24. 接合部の位置の分散	34. 間仕切り梁
3. 長部材の数	14. 部材の本数	25. 継ぎ間での部材の方向	35. 梁の場面の面一・段違い
4. 部材の耐力・強度	15. 接合部の形状	26. 軸組構造体の露出	36. 部材の通り方向
5. 接合部材の耐力・強度	16. 部材加工の手間	27. 建物形状の複雑化	37. 梁の方向
6. 接合部材の位置の集中	17. 建方作業の手間	28. 空間の開放化	38. 3尺モジュール
7. 仕口の欠き込み量の増加	18. 部材加工の精度	29. 丸太材の使用	39. 6尺ビッチ
8. 梁の端部に柱	19. 建方精度	30. 十字梁	40. 端数間
9. 定尺スパン	20. 見えがかりの意匠	31. 補強斜材	41. スパンの均等割り
10. 端材	21. 間取り・壁面の自由度	32. 部材の壁当たり	42. 部材の短手・長手方向
11. 同じ梁の数	22. 剛性		

(3.長部材の数)について(棟梁Sのヒヤリング記録)

梁については途中で継ぎますよりも、できるだけ長い物一本を使いたい。(1)・・・柱については通し柱はあまり多くしなく、梁についてはできるだけ一本で通せば結果的には家は丈夫になる。(2)・・・通し柱が多いと家が丈夫になるということはない。・・・四方差しの仕口では柱断面のほんの四隅で上下がくっついているだけだから(3)・・・通し柱のメリットというのはほとんどないのではないかと。・・・ただ、家の四隅については、継手の持ち出しの場合を除いて通し柱がないと納まらないから使わなければならない。(4)

(下線部分のコード化)

- (1) (C:途中で継がない長部材一本の梁が多い) + (V:理想的な架構の実現)
- (2) (C:通し柱の本数が多い) + (V:構造的安定性の確保)
- (C:途中で継がない長部材一本の梁が多い) + (V:構造的安定性の確保)
- (3) (C:通し柱の本数が多い) + (C:通し柱の仕口での欠き込み量が多い) => (V:構造的安定性の確保)
- (4) (通し柱を四隅に配置できない) + (C:接合部の納まりが悪い) => (V:理想的な架構の実現)

図3-1 コード化の例

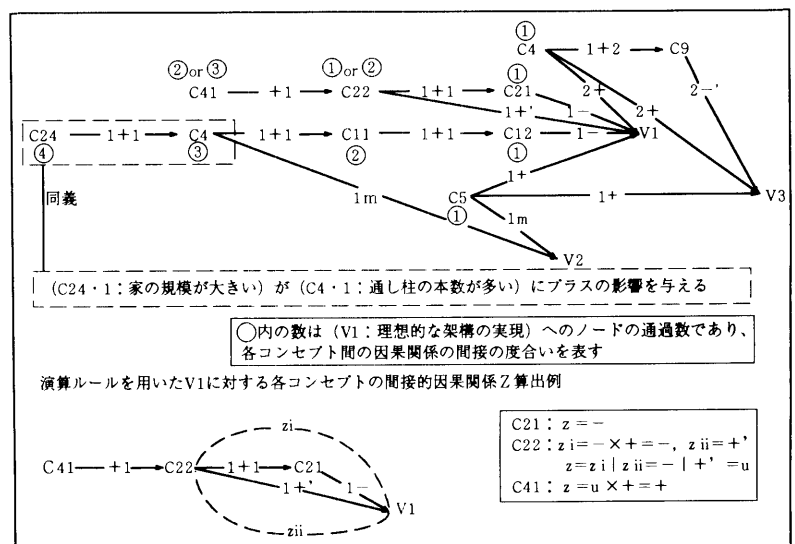


図3-2 認知構造図の例 棟梁Sヒヤリング(3.長部材の数)について

表 3-6 IF~THEN~文・事例

もし荷重負担を1本の柱に集中させると	Uに働き V1理想的な架構の実現
もし荷重負担を1本の梁に集中させると	-に働き V1理想的な架構の実現
もし荷重負担を梁の中央に集中させると	-に働き V1理想的な架構の実現
もし継手の数を多くすると	+に働き 剛性が確保できない
もし継手の数を多くすると	-に働き V1理想的な架構の実現
もし継手の数を少なくすると	+に働き V6部材加工の手間の減少
もし仕口の数少なくすると	+に働き 梁の本数が少なくなる

表 3-7 架構設計ルール集・事例

通し柱の本数を多くしますか	●はい ○いいえ
継手の数を多くしますか	○はい ●いいえ
端材は多いですか	●はい ○いいえ
通し柱を四隅に配置しますか	●はい ○いいえ
梁の断面を細くしますか	○はい ●いいえ
梁の方向を短手としますか	●はい ○いいえ

これらはルールデータにおいてそれぞれオペレータ機能として、1) 質問と回答値のデータ/外部入力用オペレータ (質問事項に対する値を出力する), 2) 限定詞と値データ/on/offオペレータ (入力情報が成り立てば, 限定詞の値を確信度100%で出力する, 成り立たなければ出力しない), 3) 結論と確からしさのデータ/確信度オペレータ (入力情報のどれかが成り立てば結論の値を確信度付きで出力する) となる。これらをCコンセプト, Vコンセプトに適応してゆくと, 各コンセプトのデータ処理の方法が整理され (図3-5), 架構設計におけるルールデータとなる (図3-6)。本ルール化では, あらかじめ

/*QUALIFIER 1	/*QUALIFIER 2
Q>継ぎ手の数を	Q>仕口の数
V>多くする	V>多くする
V>少なくする	V>少なくする
V>普通にする	V>普通にする

図3-3 限定詞データ事例

/*CHOICES: 1
C> V1.理想的な架構の実現に+の影響を及ぼす
/*CHOICE: 2
C> V1.理想的な架構の実現に-の影響を及ぼす

図3-4 結論データ事例

じめ「結論データ」と「限定詞データ」を登録し, それらをIF部分やTHEN部分 (さらにELSE部分) に呼び込む構造をとっている。また, 各部分ごとに上記の各データを選択しながら, ひとつの「IF~THEN~文」を構築し, 全体のルールを積み上げている。したがって, このデータ構造を各棟梁のオリジナルルール文に当てはめると, IF部分やTHEN部分を構成しているCコンセプトやVコンセプトなどが「結論データ」であるのか「限定詞データ」であるのかの分類が必要になるが, ここでは「結論として求めたい事象あるいは不確実な事象」か否かを判断基準とした。

3.4 小結

以上により, 卓越した棟梁大工の架構設計における意志決定過程をコード化し, 知識ベースに資するルールデータを作成した。本研究における架構設計のルールデータ化は, 3人の棟梁大工に対するヒヤリング調査か

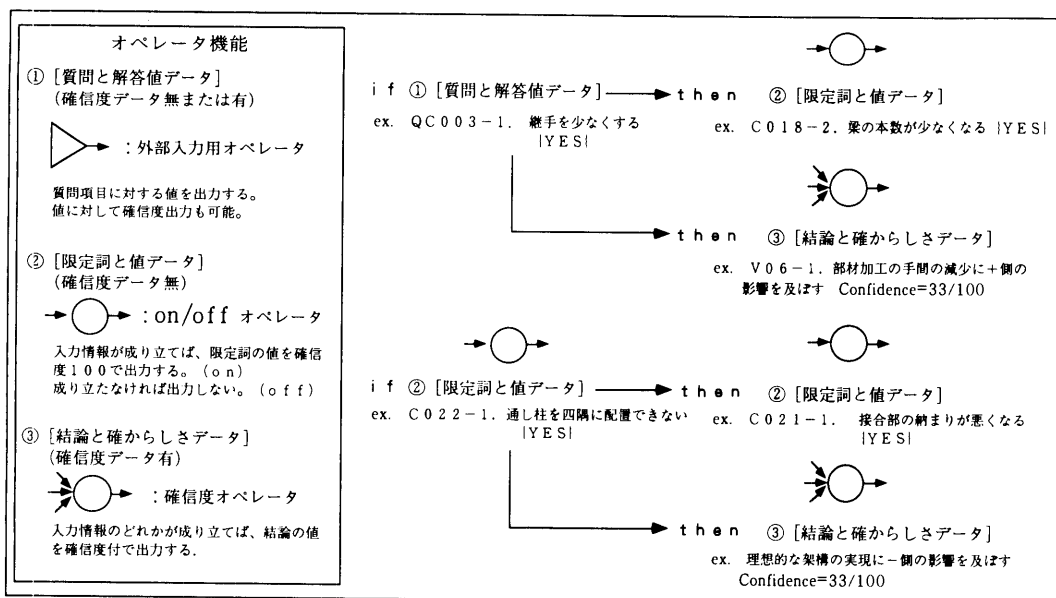


図3-5 オペレータ機能とルールパターン事例

結論 C001. 荷重負担が一本の柱に集中する				
棟梁	no.	ルールID	限定詞ID	限定詞 (直接の原因)
S	4	S0003-b.	C001-2.	荷重負担が1本の梁に集中する
+に動き				
棟梁	no.	ルールID	限定詞ID	限定詞 (直接の原因)
Y	340	Y0037-a.	C010-2.	梁端部のかかる受け梁下もしくはその近傍に柱がない
S	48	S0044-a.	C011-3.	定尺スパンより長い梁及び梁間が多い
Y	350	Y0044-a.	C011-3.	定尺スパンより長い梁及び梁間が多い
-に動き				
棟梁	no.	ルールID	限定詞ID	限定詞 (直接の原因)
S	54	S0050-a.	C014-1.	柱の断面が太い
Y	350	Y0050-a.	C014-1.	柱の断面が太い

図3-6 Cコンセプトのルール構造事例

ら得た資料をもとに作成したが、架構設計ルール集や限定詞データの表現方法の改良など、残された課題は多い。さらに確信度を高めるために、多くの棟梁大工のデータを収集して行く必要がある。

4. まとめ

卓越した技術は、一般化することが困難であるという認識が強いが、前回の報告^{注1)}では、甲府盆地の民家を対象として、軸組架構の接合部の分類を行い、建方工程をまとめたセットとして把握ることによって、棟梁の手法を記述化し、また、陸前高田の志田棟梁の、間取り決定から建方までを詳細に観察し、「すみごおり」「鼻鴨居」の使い方を通して、独自のノウハウを記述化した。

今回の調査・研究では、まず、伝統的民家における架構法について、荷重の伝達経路という新しい視点を導入することにより、架構法の記述化と、相対的比較を可能とし、次に、足助地方の民家構法について、縦山棟梁の施工手順を詳細に記述することによって、架構設計のノウハウを記述化した。

また、こうした大工棟梁のノウハウを知識ベース化する手法として、設計概念のコード化を行い、棟梁の流派とでも呼べる特徴を一般的なルールとして読みとる手法を提示した。

技術教育の教材として活用する為には、まだ多くの問題を解決しなければならないが、初期の目的を解決すべく今後も研究会の活動を継続していく。

<注>

- 1) 八木幸二、松留慎一郎、山畑信博：木造住宅架構法研究会の活動報告-1993年6月~1994年12月-、住宅総合研究財団研究年報 No.21, pp.505~511, 1994
- 2) この構造形式は、既往の民家研究では「上屋と下屋から構成される構造」あるいは単に「上・下屋構造」(文献1)、「下屋構造」(文献2)と呼んでいる。本研究では、構法の観点から対象を扱う趣旨から、「上・下屋構法」なる術語を定義した。

- 3) 飛梁という語は一般には和小屋組に用い「軒桁や母屋桁相互間に架けて小屋束を受けている短い梁」を指す(文献3)が、椽首組や垂木構造において、部屋内を飛ばし下屋に至る梁を総称する語がないため、本研究上の術語として設定した。
- 4) 文献2において神奈川県下における投掛梁の構法のひとつとして指摘されている。
- 5) 文献4, pp.51~52; 文献5, p.180において岩手県、宮城県下に「ひうち(梁)」の呼称が報じられている。
- 6) 縦山棟梁の修行歴を以下に示す。
15才(1947/昭和22年9月)で、当時40人の弟子を抱え足助地域最大の大工集団を形成していた市川長親方(大正初期生まれ、足助町出身、足助で修行)に入門、6年間修行する。その後、市川棟梁の兄弟子に当たる鬼頭和一親方(明治末生まれ、豊田市出身、豊田で修行)に入門、5年間修行する。5年間のうち最初の3年間は、市川長親方への御礼奉公を兼ねていた。鬼頭親方は、堂宮建築の施工も行っており、堂宮建築および隅梁やセガイ造り等の架構をここで修得する。26才で独立、現在に至る。
- 7) 田の字形に配置された和室廻りの通し柱のうち、玄関側3本の中央の通し柱を、大黒柱と呼ぶ。
- 8) 田の字形に配置された和室廻りの通し柱のうち、中央にある通し柱を、亭上柱と呼ぶ。
- 9) 本研究では、汎用的な知識ベースの作成を目的としているが、今回は「EXSYS」(EXSYS社)を使用した。
- 10) R. Axelrodによる「Cognitive Map (認知地図)」に準じて作成したもの

<参考文献>

- 1) 吉田靖編：日本の民家第1巻 農家I, 1981. 9, 学習研究社
- 2) 神奈川県教育委員会：神奈川県における近世民家の変遷Ⅱ 秦野の民家, 1963. 3
- 3) 日本建築学会民家語彙集録部会編：日本民家語彙解説辞典, 1993. 9
- 4) 岩手県教育委員会：岩手県の古民家, 1978. 3
- 5) 宮城県教育委員会：宮城の古民家-宮城県民家緊急調査報告書一, 1974. 3
- 6) 川島宙次：減びゆく民家 間取り・構造・内部, 主婦と生活, 1973年11月, pp.11~147
- 7) 愛知県建築士会民家調査特別委員会：愛知の民家・建築と生活, pp.217~229, 愛知県建築士会編, 1984. 4
- 8) 松留慎一郎、坂本 功、大橋好光、小泉雅生：
木造軸組の架構ルールに関する調査研究 その1~その4, 日本建築学会関東支部研究報告集, pp.89~104, 1986
- 9) 平沢岳人：木造軸組構法の架構ルールの研究, 東京大学卒業論文, 1987
- 10) 日本民家語彙集解, 日外アソシエーツ, 1993. 9
- 11) 和田裕：甲府盆地東部の民家の架構と建方の変遷, 東京工業大学修士論文, pp.58~80, 1994
- 12) 田所博昭：MAMIMU・MEMO NO.1 閑中玩く木造建築覚書>, pp.26~72, 1985. 3

<委員会組織>

主査	八木 幸二	東京工業大学建築学科教授
委員	松留慎一郎	職業能力開発大学校助教授
〃	山畑 信博	東北芸術工科大学助教授
〃	堀江 亨	日本大学生物資源科学部助手
〃	三井 真理	新潟職業能力開発短期大学校講師