

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月14日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700843

研究課題名（和文）建築技術史における日本古代設計技術の復元研究

研究課題名（英文）Study on the Traditional Design methodology at the Ancient Japanese Architecture

研究代表者

小岩 正樹（KOIWA MASAKI）

早稲田大学・高等研究所・助教

研究者番号：20434285

研究成果の概要（和文）：

本研究は、古代社会における建築造営史の構築を全体構想に据えつつ、奈良時代を中心に建造物が設計される際に用いられた計画技術（設計技術）の復元を目的とする。研究は史料と遺構のふたつを対象として進め、史料は『正倉院文書』の造石山寺所関係文書を扱い、記録された建材の整理を行った。また曲線を持つ軒の部材に注目し、その製作過程を通じて、軒が計画される過程を復元した。遺構も軒の技術に着目し、現存する古代の軒部材の確認と測量調査を実施した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to reconstruct the traditional planning method (design method) on the ancient Japanese architecture, especially at the Nara Period, while aiming to reconstruct the general model of architectural construction system in the ancient Japan. The study carried out to dealing with both historical records and monuments. Focused on the design of the eaves, planning process was reconstructed by reading “Shoso-in Documents,” and detailed survey of the small five-storied pagoda at Kairyuou-ji Temple by using 3D portable scanner was conducted.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	1,400,000	420,000	1,820,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学社会学・科学技術史

キーワード：建築史・意匠、技術史、日本史、美術史

1. 研究開始当初の背景

これまで、古代の建造物の計画については、建築史学をはじめ、考古学、美術史学、歴史学、歴史地理学、計量史学などを中心に、広範な研究分野にわたる先学たちによって多くの研究蓄積がなされてきた。特に、明治以来長く続いた「法隆寺再建非再建論争」においても、基準尺の存在が非再建説のひとつの判断根拠とされたように、諸分野に対して関係

の深い研究項目である。しかしながら、これら諸分野からは諸説が提出され、古代の設計技術についていまだに定説を得るには至っていない。この理由としては、設計技術の分析が数値（寸法値）の机上の分析のみに偏り構造や施工技術などの実物や史的事柄などの社会的背景への視座に欠ける恐れがある、分析対象が特定の建造物や時期のみに限定される、他説に対して継承または反駁ともに連関性が

不明瞭、といった点を主に挙げる事ができる。建築史の分野においては、遺跡の詳細な報告とともに検討した大岡実『南都七大寺の研究』（中央公論美術出版、1966年）、『日本建築の意匠と技法』（中央公論美術出版、1971年）をはじめ、竹島卓一『建築技法から見た法隆寺金堂の諸問題』（中央公論美術出版、1975年）のほか、浅野清や岡田英男、鈴木嘉吉によって分析がなされてきた。さらに近年になって、平城宮跡朱雀門および大極殿の復原構築や、建築構造学や文化財保存修復科学、年輪年代学などの科学的分析に基づく新たな知見の提示によって再考の機運が高まり、村田健一『伝統木造建築を読み解く』（学芸出版社、2005年）、溝口明則「法隆寺金堂の柱間寸法計画について」（日本建築学会計画系論文報告集603号、2006年）、清水重敦「部材からみた法隆寺西院伽藍各建造物の建設年代」（『法隆寺若草伽藍跡発掘調査報告書』、2007年）などが発表されている。

2. 研究の目的

本研究は、古代社会における建築造営史の構築を全体構想に据えつつ、奈良時代を中心に建造物が設計される際に用いられた設計とその計画技術（設計技術）の復元を目的とする。ここでは、設計とは、企画や構想を含んだ建造物が造られる行為全般を指し、設計技術とは、造形物の形を具体的に決定する際に用いられる技法であり、部材の大きさや空間の広さのとり方など、寸法値の操作を基本として行われるものと定義する。その設計行為を、個々の建造物を分析することで復元し、古代技術として位置づけ、理念を抽出することを目的としている。同時に、造営の場における技術の適用のされ方について当該期の社会状況との関連性を考察し、設計技術が有していた社会的機能をも検討する。

3. 研究の方法

研究方法は古代建造物の形態および寸法値の分析が中心となる。研究期間のうち、以下に示す3つの段階にて進める。

(1) 既往研究の再検討：設計技術研究は長年におよぶ研究歴を有するため、これまでの研究史をまとめる。

(2) 建造物の資料の入手：古文書や図面・写真を対象に、調査報告書などの既発表の建造物に関する情報を収集し、整理する。情報が不足する場合は現地測量調査を実施する。

(3) 設計技術の分析：設計や施工状況の実際、寸法操作のなどを勘案しつつ、デジタルデータにてモデルを作成しながら技法を考察する。また生産体制などとの関係を考察し、社会的な生産史としても検討を加える。

以上は、基本的に申請者個人が行うが、必要に際して関連研究者からの情報提供を受けつ

つ進める。また作業については早稲田大学建築史研究室の大学院生からの協力を得ることができる。

4. 研究成果

研究は、以下の(1)史料に記録された建造物と、(2)実際の遺構とを対象として進めた。

(1) 工程復元による設計計画について

『正倉院文書』として残る造東大寺司関係史料には、天平宝字5年(761)から6年(762)にかけての石山寺の造営記録が含まれており、建材の作成および運搬の過程が記録されている。建材は、作材を行う山作所(山中での建材製作所)、水運の拠点となる川津(川の港)、石山寺の造営現場(足庭)などの各箇所において、日付ごとに、種類、寸法値、部数などが書類にて記録されている。その量はおよそ九十種、千三百数であり、これらの建材が、作成の指示をうけて造営現場に到着するまでの施工工程の復元を行うことで、設計行為を遡って復元することを試みた。

中心的な建造物であった石山寺本堂について、各種部材のうち、柱、桁、長押、扉、軒先の部材などの建築規模に直接関わるものから再検討を行い、なかでも技法上の配慮が込められる軒先に着目し、「棉栢」と記される軒の建材を扱うことで、設計に関する状況を復元した。

「棉栢」は、軒先の横材、すなわち茅負や木負の建材を指すと復元される。史料の記録は、同一の部材であっても過程上たびたび作成された書類によって異なる寸法値で記載されている場合が見られるため、記載情報に混乱があったことが認められる。そのため、「棉栢」の部材ごとにより詳細な情報を書き出し(表1)、比較検討を行うことで、誤記の可能性も検討しながら正確な比定を試みた。

表1 棉栢の記載情報一覧

部材名称	寸法	部数	備考	部材名称	寸法	部数	備考	部材名称	寸法	部数	備考
二行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
三行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
四行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
五行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
六行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
七行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
八行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
九行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十一行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十二行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十三行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十四行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十五行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十六行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十七行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十八行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
十九行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100
二十行宮内	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100	横栢(文)	横栢	100

本堂用に 10 枝の棉栂を作成するよう石山寺の現場から山作所へ指示された日は天平宝字 6 年 3 月 16 日であり、20 日までに石山寺へ収納するよう言われていたところ、3 月 19 日に部材の高さ 7 寸を 5 寸へと改めるよう緊急の寸法変更の指示があった。また 21 日に新たに 4 枝の棉栂の作材を指示したため、結果的には 14 枝分を要求したこととなる。その後現場から山作所へ催促があり、再び 28 日の催促を受けて、ようやく 3 月 30 日に 14 枝ともに石山寺の現場へ収納された。同日に棉栂用の釘が下されているため、即日取り付けられたと考えられる。

記録によると、棉栂は、工事の全体としては 37 枝が作材され、広さが 4 寸と 5 寸のもの、直材と反りがあるものとして、大きく分けることができる。最終的な工事報告書である秋季告朔では、31 枝が使用され、19 枝を本堂に、12 枝をほかの建築である僧房 3 宇にあてたとある。切妻造の僧房の規模に必要な茅負も併せて、31 枝の使用された振り分け方を判断した。内訳は表の通りと考えられる。既往研究の見解と異なる点は、上記の 3 月 21 日に作材が指示され 30 日に収納された棉栂 4 枝が、これまで広さ 4 寸のタイプのものでされていたことを、5 寸のものとして判断したことにある。この棉栂は、秋季告朔では 4 寸、作材指示の書類では 5 寸と記載されているため、判断が分かれるが、本研究にて 5 寸と判断した理由は、秋季告朔は棉栂の寸法誤記が多い点と、30 日に収納された 14 枝は、後述の通り広さ 5 寸としてまとめた組と考えると整合性のある建築形態が復元できる点にある。

3 月 19 日に寸法値を改めるよう指示があった棉栂は、当初の記録文には「広五寸高七寸」と表記されているが、この工事に関する通常の建材の表記方法としては「広〇寸厚〇寸」と表記されることで統一されており、「広」が高さを、「厚」が幅を表しており、「高」という表記方法は見られない。したがって、表記の混乱があったと考える。また、棉栂の実際の寸法として妥当であるかを考察すると、垂木は方 3 寸であり、隅木の成は 6 寸（その後 6 寸半もしくは 7 寸に改められた）であるため、棉栂の成が 7 寸という値は過度に大きいことが分かる。例えば、この造営で食堂として再利用された五丈殿は、板葺きの切妻造りであるが、垂木が方 5 寸に対して、棉栂は方 5 寸である。以上を考え、「高七寸」はなんらかの混乱から生じた、記載上の誤りだったと判断できる。

これにより、棉栂から見た石山寺本堂の軒の規模・形式が復元される（図 1）。この本堂の造営は、既存の建築を拡大する改修工事であり、部材の再利用もあって用材の経緯が複雑であるが、棉栂からみた軒形式の復元を以下に記す。

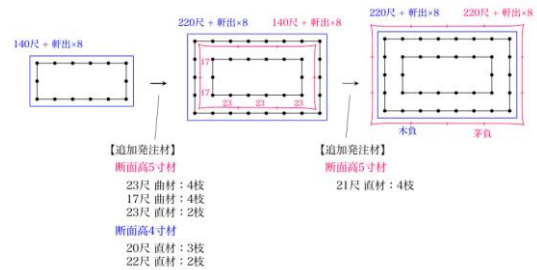


図 1 石山寺本堂の設計過程（軒形式）

14 枝の棉栂は、長さをすべて加えると 290 尺となり、4 枝が追加発注される前のもの 10 枝では合計 206 尺となる。本堂は五間二間から七間四間へ拡張されたが、柱間は 1 丈であったため、既存の軒（屋根）にあったはずの棉栂に新たな棉栂を加えて軒（屋根）を作るならば、これだけの長さは必要ない。したがって上記の棉栂は 14 枝と 10 枝のいずれの場合も新たな軒として据える計画であったと考えられる。14 枝の総長 290 尺は、七間四間の平面に最大で 8 尺の軒出を想定できるが $(290\text{尺}-220\text{尺})\div 8 = 8.75\text{尺}$ 、10 枝の場合では足りず、かえって五間二間に最大 8 尺の軒出ならば合う $(206\text{尺}-140\text{尺})\div 8 = 8.25\text{尺}$ 。この軒形式は、庇と身舎の屋根が別れた二重屋根が想定されるが、この 10 枝は用途が「堂宗屋飛炎棉（栂）」と記載されていたため、4 枝が追加発注される前では、身舎の飛檐軒に廻らすと想定されていたと推測され、福山敏男氏はこの形態の本堂を復元案として提示されている。しかし、結果的には本堂の屋根形式は「東屋」、すなわち寄棟造と記録されているため、上記の計算の通り、4 枝分の棉栂が加えられて二軒の寄棟造形式となったと判断できる。

このように、当該時期における設計と施工の状況を復元しつつ、建築の形態も復元できたため、これにより当時の関係者たちの設計や技術観が窺えるものとする。

（2）古代建築の寸法設計計画について

古代建造物の規模や部材の形状・寸法を整理し、その割り付け方を考察・分析して、当時の設計計画技法の復元を試みた。上述（1）の経緯から、軒の形式を重点的に考察した。まずは、公開されている古代建築の実測報告を利用し、技法の比較検討や、木造模型の製作を通じて、既往の見解の蓄積を行った。軒先は風雨により腐朽しやすいため、古代のものが残る遺構はなく、その形式を伝える部材としては、海龍王寺西金堂茅負当初材、正倉院紫壇塔残欠材があるに限られ、また堂内に安置された元興寺極楽坊五重小塔や海龍王寺五重小塔が挙げられる。

次いで、奈良時代の遺構でありながら、詳細な調査報告がなされてこなかった国宝・海龍

王寺五重小塔に関して、建造物調査を実施した。独自に調査を企画立案し、寺院側との交渉のうえ調査許可を得て、情報工学を専攻する東京大学生産技術研究所・池内克史研究室および奈良女子大学理学部・城和貴研究室の協力を得て、ポータブル三次元スキャナーを使用した三次元スキャン調査を2011年3月に第一次調査、9月に第二次調査として実施した(図2)。この方法は、建造物を解体せずとも形状に関するデータが得られる点、測定の際に遺構に接触することもないため遺構の損傷を避けられる点、堂内に安置されているため測量に必要な作業スペースが制限されている点などを考慮して、適した方法と判断して選択した。

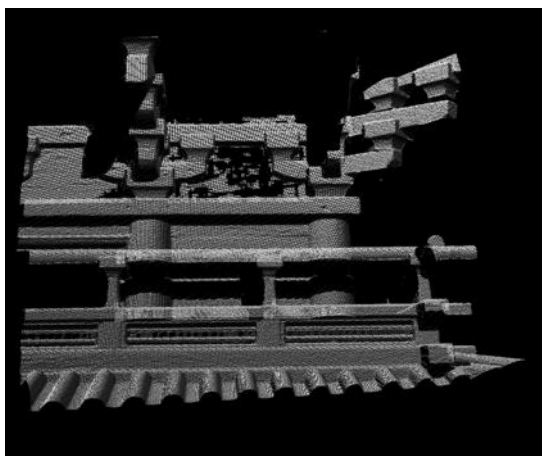


図2 海龍王寺五重小塔三次元スキャン画像

第一次調査では、高所の三次元スキャンデータがクレーンの振動によって不完全なものであったことが判明したため、振動を抑えるための調査方法を改良し、第二次調査にて改めて五重小塔全体の形状データを得た。データの統合には、情報工学における計算処理プログラムにて実施する必要があるが、上記の研究協力者により提供を得ているが、完全な私たちでの統合には時間を要し、現在も処理中である。下層を中心とする一部のデータについては、信頼できる形状データとして、建築技法の考察を進めた。判明した点としては、全体のプロポーションや軒の作り方が、現実の建築物では構造力学的には実現不可能な形状となっている点を第一に挙げることができる。次いで、垂木割は瓦割りと一致することが認められるが、同じ面の軒出も左右対称ではない箇所も見られ、斉一的な設計方法が用いられたとは考えがたい。また茅負には瓦割の割付の墨も見られたが、その通りに瓦が配されたわけではないことも確認された。そのほか、上層部は当初材を含む古材が残存することに対し、下層部は比較的新材が多く用いられていることが判明した。これは明治

期の修理によるものと考えられ、技法分析の際に留意する必要性を確認することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

①小岩正樹、「良弁の石山寺造営における改作指示について -日本古代建築における様の研究 その5-」、2011年度日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、査読無、F-2/pp.645-646、2011年

〔学会発表〕(計1件)

①小岩正樹、「良弁の石山寺造営における改作指示について -日本古代建築における様の研究 その5-」、2011年度日本建築学会大会、早稲田大学、2011年8月25日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小岩 正樹 (KOIWA Masaki)
早稲田大学・高等研究所・助教
研究者番号：20434285

(2) 研究分担者

該当者なし

(3) 連携研究者

該当者なし