

初期和算書における建築積算技術

正 会 員 麓 和 善*
正 会 員 渡 辺 勝 彦**
正 会 員 内 藤 昌***

序

改める迄もなく、積算技術は、建築生産行為を企画・合理化する上に、必須の技術である。それを建築史的に把えた従来の研究としては、律令期の延喜式に関するもの¹⁾、鎌倉末期に見積書として確立した「損色」に関するもの²⁾、各種造営史料による入札請負に関するもの³⁾、江戸時代中期以降に確立した公儀作事の為の積算基準「本途帳」に関するもの⁴⁾等があるが、いずれも生産過程、あるいは積算の具体例に関する研究で、積算技術そのものの学的普遍性—その基底となる数学的基準—に関する建築史的分析は概して少なく、特に日本近世において巨大化した公儀作事を考察するとき、その実態を早急に明らかにする必要がある。

この問題に関しての建築技術史料としては、管見するところ『愚子見記』がほとんど唯一であるが、これを先駆するものとして、初期和算書がある。

『愚子見記』は、京都大工頭中井家配下の棟梁・平政隆により天和2年(1682)頃書かれたものと考えられ、全九冊で構成されている。そのうち第八冊「算数量度」の第一項から第五項まで、及び第九冊「諸積」の第一項から第七項までには数学的基準が記されており、また第九冊の第八項以降には、諸工事の具体的積算方法が記されている。(表1参照)これらのうち、数学的基準については、いずれも当時の和算書に取り上げられており、『愚子見記』成立過程において、かなりの影響を受けたと推考される。

そこで本研究は、『愚子見記』の数学的背景究明の前段階として、まず初期和算書における建築積算技術について考察したい。

1. 初期和算書の発展過程

初期和算書に関する各論にさきだち、まず和算史分野での先学の研究蓄積をふまえて⁵⁾、その発展過程を概説しておく。

我国においては、実に江戸初期に至るまで、日本人の

手による数学書はなく、それまで全て中国の算書によっていた。その代表的なものが、大徳3年(1299)元の朱世傑によって著された『算学啓蒙』と、万暦21年(1593)明の程太位によって著された『算法統宗』で、これらの算書により、わずかではあるが天元術その他の基礎的な数学知識が伝えられた。

その後、江戸時代になると、数学も他の学術と同様に巷間に用いられるようになり、我国独自の和算が開花し、続々と和算書が出版されるようになる。ここでその変遷過程を下平和夫氏の説⁶⁾により数学史上の時代区分に分けると、まず元和・寛永年間に「和算出現の時代」、承応から万治が「遺題継承時代(発展期)」、寛文・延宝年間に「開花時代」、天和以後が「完成期」となる。

i) 「和算出現の時代」; 公刊和算書のうち、最古のものは、元和8年(1622)に出版された毛利勘兵衛重能の『割算書』である。この書は寛永4年(1627)同8年の重版もあり、当時かなりの部数が出版されたようである。また同書の跋文に「…右はんきにこし、世間に在之と云共、割の次第廻遠にして、わけ難聞…」とあることから、彼の他にも著書を出版した和算家のいたことが伺える。『割算書』の内容は、その表題のとおり割算を中心としたものである。

一方、稿本ではあるが、同じく元和8年には佐渡の白川治兵衛によって『諸勘分物』が著されている。これは全2巻よりなるが、第1巻は失なわれている。『諸勘分物』は求積の方法をのべた伝書であるが、第2巻は主として立体の求積が説明されているので、恐らく第1巻は平面図形の求積について書かれていたのであろう⁷⁾。

さて、その次に現われるのが吉田光由の『塵劫記』で、寛永4年(1627)に初版が出版されてから、同8年と11年に改版され、18年には『新編塵劫記』と面目を一新して出版された。この4回が吉田光由自身で出版したもので、その他にも多数の異本があり、「塵劫記」といえば、数学の代名詞になったほどであった。この書は一般向に分かり易く書かれており、中国の数学を消化して書き改めたものや、日常生活を中心とした度量衡や貨幣、比例、その他諸々の技術的項目を取入れ、これに娯楽的事柄を加味し、挿絵を入れて面白く数学を説明してい

* 文化財建造物保存技術協会・工修

** 名古屋工業大学 助教授・工博

*** 名古屋工業大学 教授・工博

(昭和60年4月1日原稿受理)

表1 初期和算書及び『愚子見記』内容比較表

[illegible]る⁸⁾。

『塵劫記』にやや遅れて寛永 16 年には今村知商により『豎玄録』が著わされる。その序文によると今村知商は毛利勘兵衛重能から直線図形等の教えを受け⁹⁾、さらに自分自身の研究で円弦之術を得たとなっている。またその奥書によれば、武州江戸において弟子の願いで 100 部だけ作ったとなっている。この書の書き方は『塵劫記』

とは対照的に学術的体裁をなしており、純然たる公式集とでもいうべきものである¹⁰⁾。一般向けではなかったが、その影響は大きかったとされる¹¹⁾。

ii) 「遺題継承時代」; 吉田光由の『新編塵劫記』から発した遺題継承をきっかけに数学は急激に発展する。遺題継承の主な書には、承応2年(1653)に榎並権右衛門和澄によって著された『参両録』と、万治2年(1659)

に山田正重によって著された『改算記』がある。『参両録』は算書としては『塵劫記』の亜流であり、それほど重要な地位を占めるとは思えないが、初めて『塵劫記』の遺題に答えた書で、それ以後このブームを作ったことにおいて、特に歴史的価値が認められる。一方、『改算記』は『塵劫記』・『参両録』等、これまでの算書の誤りを指摘し、それを訂正した書で、『塵劫記』に次いで世に広

iii) 「開花時代」; 遺題継承により研究課題は十分集
蒐され、また算額¹²⁾が上げられるようになり、和算の開
花時代を迎える。この時代の主著には、寛文元年(1661)
磯村吉徳が著した『算法闕疑抄』と、同3年松村茂清が
著した『算俎』がある。『算法闕疑抄』は『豎亥録』の
解説書とでもいうべきものである。特長としては天元術

(代数学)によらず、計算する算書、すなわちそろばんによる四則・開平・開立を説明していることである。一方、『算組』の一番の特長は、円周率を従来の3, 16,あるいは3, 162の値を否定し、3, 14という値を出したことである。

iv)「完成期」;以上のような発展過程を経て、天和頃には現代の高等数学(ホーナーの数字係数方程式の解法・行列式・ニュートンの近似解法・ベルヌーイ数の発見・不定方程式の解法等)に等しい和算学が、関孝和の手によって大成され、和算の完成期をむかえる。

以上、初期和算書のうち、『塵劫記』の亜流である『参両録』を除いた7書において、目録の中から積算に関する内容の項目を選び出すと表1のとおりとなる。(但し、『塵劫記』は版によって多少異なるので、標準となる寛永8年三巻本によった。また『改算記』三目録は、天和3年版から付加されたものであるが、積算に関する事項であるため採用した。)

2. 積算技術書としての内容

以上の和算史上の考察をふまえて、各和算書ごとに、『愚子見記』に共通する内容を有する積算の項目を分析し、その数学的実態を明らかにしたい。

2-1 『割算書』(東北大学所蔵他)

積算に関係のある内容は、升積算、検地割、普請割、以上3項目の中にある。

○「升積算」;まず京升についての記述で、5寸四方、深さ2寸5分の場合、体積は62.5立方寸となることを示し、ある体積が何升であるかを計算するには62.5で割らずに、 $0.016 (=1/62.5)$ 倍するよう教えている。その他、円柱、円錐台、三角錐等種々の立体図形の求積に関する問題があり、円周率には3.16という値を用いている。また、円錐とか角錐などの体積を求めるとき、底の面積に高さを掛けて2.96(正解は3)で割っている。

○「検地算」;三角形を主とした平面図形の求積について記されており、後の算書にみられるような正多角形を初めとする複雑な計算はない。

○「普請割」;立体図形の求積に関する応用問題が記されている。

2-2 『諸勘分物』(日本学士院所蔵他)

“表1—諸勘分物”のとおり、その内容は全て建築積算技術と関係のある求積問題である。但し、裏書にある鈎股弦～四方錐の5項目は、明らかに後人の書き入れであり、内容より見て百川治兵衛の時代のものではないので、本稿には取り上げない。

○「材木の分直し～六方同尺を玉成に直し・同成けづらぬ先知」;角材、平材、三角材等の材木の分直し、すなわち、材積を変えずに断面寸法の異なる材木に替える問題から初まり、丸太からとれる最大の角材、角材

からとれる最大の丸材の寸法等、木材に関する問題について記されている。

○「栗石の分積り～切石の分積り」;栗石、半玉石、切石等を用いて石垣を築く場合の積算方法に関する問題。

○「堀普請色々・角坪堀」;立体図形求積の応用問題。

○「検地歩直し～金薄分直し、同入すり直し」;平面図形求積の応用問題。

○「京升のさた～鶴首に同断」;まず京升については、『割算書』と同じく、5寸四方、深さ2寸5分の場合、体積は62.5立方寸となるが、ある体積が何升であるかを計算するには62.5で割る代わりに0.016倍せよとなっている。その他、角柱、円柱、角錐、円錐、錐台等の立体図形の求積に関する問題があり、円周率には3.2という値を用いている。また角錐や円錐の錐率は『割算書』と異なり $1/3$ という正確な値を用いている。

2-3 『塵劫記』、『新編塵劫記』(日本大学・東北大学・国立東京博物館・日本学士院所蔵他)

積算に関係のある内容は、「大かすの名の事」、「一よりうちのこかすの名の事」、「一石より内の小かすの名の事」、「田の数の名の事」、「諸物軽重の事」、「検地の事」、「升の法付昔升の法の事」、「万づに升目積る事」、「材木売買の事」、「桧皮廻しの事」、「屋根のふき板同勾配のびの事」、「屏風に薄置く積りの事」、「河普請の事」、「堀普請の事」、「はしの入目を町中へ割りかける事」にみられる。

○「大かすの名の事(大数)」;どの版も同様に一、十、百、千、万、億、兆、京、垓、秭、穰、構、澗、正、載、極、恒河沙、阿僧祇、那由他、不可思議、無量大数(『新編塵劫記』では無量と大数が分かれる)となっている。しかし、寛永4年版では一から極までが1桁づつ上り、それ以上は8桁づつ上りになっているのに対し、寛永8年版からは万以上が4桁づつ上りように変わっている。

○「一、よりうちのこかすの名の事(小数)」;両・文・分・厘・毫・絲・忽・微・纖・沙・塵・埃となっている。

○「一、石より内の小かすの名の事(量数)」;斛・斗・升・合・勺・抄・撮・圭・粟となっている。

○「田の数の名の事(産数)」;町・反・畝・歩・分・厘・毫・絲・忽・微となっており、厘以下は小数と同じ名称である。

また、これにひき続き基数に関する記載もある。

○「諸物軽重の事」;金・銀・銅等の1寸四方の重さについて記されている。

○「検地の事」;平面図形の求積に関する問題である。例を挙げると、次のようになる。

三角形=底辺÷2×高さ

正三角形=(一辺)²×0.433

円=(直径)²×0.79

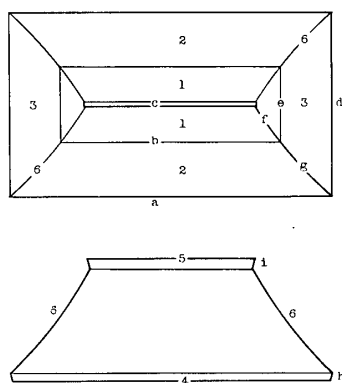
$$\text{正六角形} = (\text{一辺})^2 \times 2.598 = (\text{一辺})^2 \times 0.433 \times 6$$

$$\text{正八角形} = (\text{一辺})^2 \times 2 \div 0.4142$$

- 「材木売買の事・松皮廻しの事・屏風に薄置く積りの事」; 求積の応用問題で『諸勘分物』と同じく材積数を変えずに、種々の寸法の材木を他の寸法のものに替える問題、円を四角にする問題 ($R=1, 125b$; R =円の直径, b =正方形の一辺) 等がある。
- 「升の法付昔升の法、万づに升目積る事」; 当代の升1合~1升(5勺刻み)及び1升~1斗(1升刻み)と、昔升1合~1升(1合刻み)の寸法割付や、升を作る法について記されている。
- 「屋根のふき板同勾配のびの事」; 屋根算板数の算定問題及び勾配の延(5分から1尺まで5分刻み)について記されている。また『新編塵劫記』には図1-1の問題があり、図1-2のとおり台形の求積を応用して入母屋造の屋根面積を算定している。
- 「河普請の事」; 土手を築くための土の体積や、土手の補強のために使う砂利を入れたかご(蛇籠)の体積、三角柱・四角柱など、求積の応用問題。
- 「堀普請の事」; 堀を堀るために動かされた土の体積、仕事を手伝う人足についての計算などがある。
- 「はしの入目を町中へ割りかける事」; 橋の普請代の負



図1-1 屋根面積算定『新編塵劫記』寛永9年版日本学士院所蔵他



- a: 軒の長さ(平側)
 b: けた行の長さ
 c: 棟の長さ
 d: 軒の長さ(妻側)
 e: 前包の部分の長さ
 f: 妻・蟬羽長さ
 g: 角の径りの長さ
 h: 軒の厚さ
 i: 棟の厚さ
 とすれば
- | | | |
|---|---------------------------|----------------------|
| 1 | $(b+c)/2 \cdot f \cdot 2$ | } 平坪 |
| 2 | $(a+b)/2 \cdot g \cdot 2$ | |
| 3 | $(d+e)/2 \cdot g \cdot 2$ | |
| 4 | $2 \cdot (a+d) \cdot h$ | } 軒坪
棟・品端坪
角巻り |
| 5 | $2 \cdot c \cdot i$ | |
| 6 | $4 \cdot (f+g) \cdot 1/2$ | |

図1-2 屋根面積算定(『新編塵劫記』記載内容)

担のしかたについての計算。

2-4 『塵劫録』(日本学士院所蔵他)

積算に関係のある内容は、数式(基数、大数、小数、産数、量数、軽重)、方平式、円平式、方直式、円直式にみられる。

- 「基数」; 一, 二, 三, 四, 五, 六, 七, 八, 九, 十となっている。
- 「大数」; 一から極まで1桁づつ上っており、寛永4年版『塵劫記』の極までと全く同じである。
- 「小数」; 分・厘・毫・絲・忽・微・纖・渺・塵・埃となっており、名称は『塵劫記』の分以下と同じである。(但し、位は2桁づつずれる)
- 「産数」; 町から忽まで『塵劫記』と全く同様であるが、微を欠く。
- 「量数」; 斛から粟まで『塵劫記』と全く同様である。
- 「軽重」; 『塵劫記』と同様に金・銀・銅等の1寸四方の重さについて記しているが、その数値は異なり、全て約0.834倍になっている。
- 「方平式」; 平面図形の求積問題で、平方(正方形)、方弦(直角二等辺三角形)、縦横(長方形)、鈎股弦(直角三角形)、片狭(一辺が上底と下底に直交する台形)、山形(三角形)、三方(正三角形)、五方(正五角形)、六方(正六角形)、七方(正七角形)、八方(正八角形)、九方(正九角形)、十方(正十角形)等について記している。なお、正多角形の求積方法は、一辺の2乗にそれぞれ図形に適した率を掛ける方法をとっている。
- 「円平式」; 著者の得意とする円弦之術に関するもので、円周率に3.162の値を用いている。
- 「方直式・円直式」; 立体図形の求積問題で、立方(立方体)、方斜(四角錐)、方豎(正四角柱)、鈎双股斜(四角錐)、方錐(正四角錐)、股半鈎双股斜(三角錐)、方台(正四角錐台)、厚幅豎(直方体)、鈎股曲斜(四角錐)、厚幅錐(四角錐)、厚幅台(四角錐台)、搾形、山形豎(三角柱)、片狭豎(四角柱)、三方豎(正三角柱)、三方錐(正三角錐)、三方台(正三角錐台)、蕎麦形(正四面体)、切籠、立円、円豎(ともに円柱)、円錐、円台(円錐台)、玉(球)、盪深渡(玉闕)、卵形について記している。なお、四角錐・三角錐等の種々の名は、その立体の成因による名前で、もとの立体が立方体であるとき方斜、正四角柱のとき鈎双股斜、直方体のとき鈎股曲斜という。

2-5 『改算記』(日本学士院所蔵他)

積算に関係のある内容は、「検地付斗代(求積)」、「万舛積り」、「同寸法」、「柄杓積り」、「平樽積り」、「長樽積り」、「桶大小積り」(以上昇に関するもの)、「鱗形」、「同発注図」、「三角」、「同発注図」、「六角」、「同発注図」、「八角」、「同発注図」(以上求積)、「勾倍延割付」、「同術秘伝」等があり、また『塵劫記』・

『参両録』等の説明及び誤りを指摘した項もある。さらに天和3年版には「改算記三目録」が加えられている。これは建築・土木工事の積算に関する記述で、その末部に「右普請一卷ハ我カ父先年江戸京大坂え御普請に交て数度多かりし事共なるを割渡してより其あらましを志るす今合事あらん」とある。これにより和算の必要性が土木建築工事の積算にあったことが分かる。

- 「検地付斗代」; 平面図形の求積問題でその基本となるのは後述の求積方法である。
- 「万舛積り～桶大小積り」; 各種升の容積から始まり、京升（1升から1合まで5勺刻み、2升から9升まで1升刻み、1斗から9斗まで1斗刻み、1石から10石まで1石刻み、100石）、柄杓、平樽并大樽、長手樽并大樽、桶の寸法割付が詳細に記されている。
- 「鱗形～八角・同発注図」; 求積の基本となる三角形、正六角形、正八角形等について、単に算定の方法のみならず、その起りについても記されている。(図2参照)
- 「勾倍延割付・同術秘伝」; 勾配の延が、5分から1尺まで5分刻みで記している。その値は『塵劫記』と多少異なる部分がある。また、「同術秘伝」として、その応用問題を掲げている。
- 「塵劫記難算之注・同違を改」; 勾股積を始めとして、『塵劫記』の12項目にわたって注を記したあと、立円法、屋根坪、升、勾配延等10項目の誤りを改めている。
- 「屋根坪積并ふき板積」; 屋根坪に関しては図3-1, 2の問題があり、その算定方法は図3-3のとおりで、『新編塵劫記』に比べて数学的にはかなり正確になっている。また、柿葺にする場合の葺板数の算出方法を、そぎ板・軒板に分けて説明している。
- 「瓦ふき并法形作り」; 長屋（長40間・屋根巾3間）

を瓦葺にした場合の平瓦、軒唐草、丸瓦、軒巴、志な(品軒)の算出と、平面寸法の定まった宝形造屋根坪の算定について記している。

○「普請惣しての坪積」; 最初に間・坪等の換算方法を述

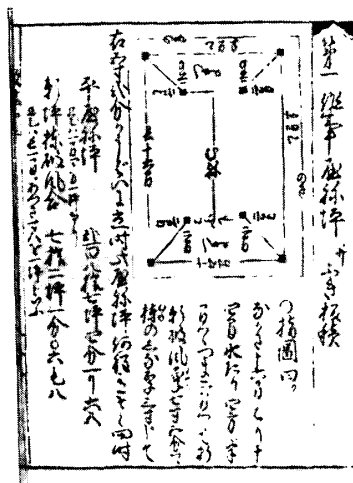


図3-1,2 屋根面積算定『改算記』天和3年版日本学士院所蔵他

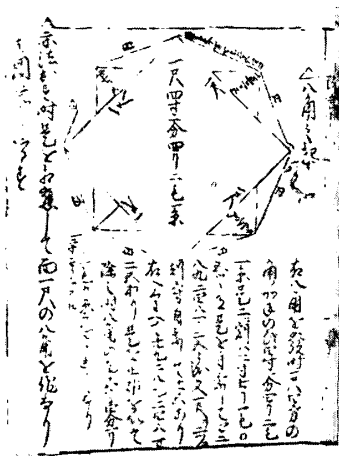
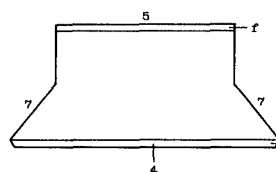
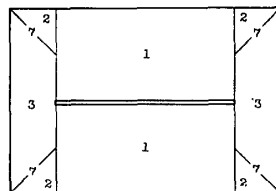
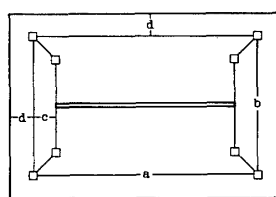


図2 正八角形求積『改算記』天和3年版日本学士院所蔵他



a: 桁の長さ
b: 梁の長さ
c: つまの長さ
d: 水太り(軒の出)
e: 軒の厚さ
f: 品葺の厚さ
g: 破風厚さ(破羽)
 α : 屋根勾配延

とすれば

1. $(b+2d) \cdot \alpha \cdot (a-2c)$
 2. $(c+a) \cdot \alpha \cdot (c+d) \cdot 2$
 3. $\{(b-2c) + (b+2d)\} \cdot (c+d) \cdot \alpha$
 4. $2 \cdot (a+2d+b+2d) \cdot e$
 5. $(a-2c) \cdot 2 \cdot f$
 6. $\{(b+2d)/2 \cdot \alpha - (c+d) \cdot \alpha\} \cdot 4 \cdot g$
 7. $(c+d) \cdot \alpha \cdot 1.4142 \cdot 4 \cdot 1/2$
- 平坪
軒坪
品坪
破風坪
角のぼり

図3-3 屋根面積算定(『改算記』記載内容)

べ、以下、堤、石垣等の算定方法を記している。なかでも「石垣傾坪積」では、斜めの面積をピタゴラスの定理により勾配延を出して求めている。また「天主の臺根石」では、上ならしの大きさと高さ、勾配が定まっている場合の根石の作行なわばり（下の広がり）を求めている。その他、大車、修羅等種々の方法による石材運搬に関する人工数について記している。（図4-1～4参照）

- 「石垣組橋之事」; 石垣を築く時の足代の算定問題で、図5のように、当時の足場の状態がよく分かる。
- 2-6 『算法闕疑抄』（岩瀬文庫・日本学士院所蔵他）
積算に関係ある内容は、「数量位名（基数・大数・小数・産数・量数）」・「諸軽重」・「方平術～平卵形術（平面図形の求積）」・「立方之術～円錐円台之術（立体図形の求積）」等にみえる。
- 「基数」; 一から十まで『豎亥録』と全く同じ内容である。
- 「大数」; 一から極まで、名称は『豎亥録』と同じであるが、億以上は小乗（1桁づつ位が上る）と大乘（4桁づつ位が上る）の二とおりの説明が記されている。

- 「小数」; 分から埃まで『豎亥録』と全く同様である。
- 「産数」; 町から糸まで『塵劫記』・『豎亥録』と全く同じであるが、忽および微の位がない。
- 「量数」; 杓の次が撮で、抄の位が欠けているが、他は『塵劫記』・『豎亥録』と同じである。
- 「諸軽重」; 金・銀・銅等は『豎亥録』の値と等しいが、さらに鉄を鉄（くろがね）60目と銑（ぐつ・なべかね）50目とに分け、また唐金66匁・檜3匁5分・栗12匁5分（以上、1立方寸）・栗石12貫600目・土10貫760目・砂10貫400目・水7貫400目（以上、一尺四方六面高さ＝1立方尺）、米（今舛1升）335匁等の記載が加えられている。
- 「方股術」; 求積の応用問題。
- 「方平術～平卵形術」; 平面図形の求積問題で、まさに『豎亥録』の解説書とでもいえるべき内容である。また正三角形の各辺から垂線をたてて正六角形を作る方法や、同様の方法で正方形より正八角形を作る方法・正五角形より正十角形を作る方法等を記している。内容が豊富で説明もわかりよくなっている。なお、平円術では、円周率に3.162、円積率に0.7905の値を用い

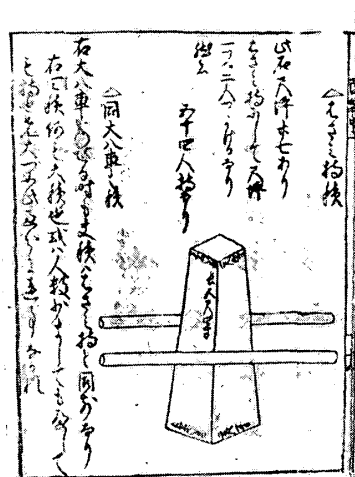


図4-1 石材運搬挾持積『改算記』天和3年版日本学士院所蔵他



図4-3 石材運搬 大車にうける積『改算記』天和3年版日本学士院所蔵他



図4-2 石材運搬 真棒持積『改算記』天和3年版日本学士院所蔵他

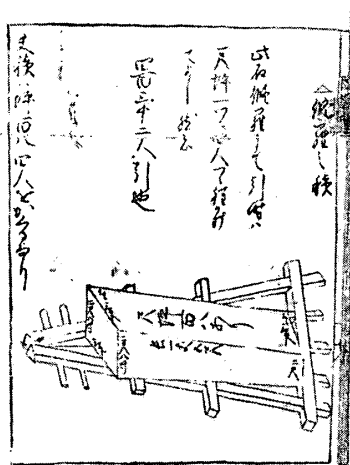


図4-4 石材運搬 修羅之積『改算記』天和3年版日本学士院所蔵他



図5 石垣組橋『改算記』天和3年版日本学士院所蔵他

ている。

- 「立方之術～円錐円台之術」；立体図形の求積問題で、これもやはり『豎亥録』の解説書の内容になっている。
- 2-7 『算組』（岩瀬文庫所蔵他）

積算に関係ある内容は、「数の類（基数・大数小乗・大数大乘・又日・小数・量数・産数・諸軽重）」、「因帰直」,「角法」,「歩積」,「坪積」,「勾股弦」,「積直」,「弧矢弦」,「帯縦相応」,「円率」,「玉率」にみられる。

- 「基数」；一から十まで『豎亥録』,『算法闕疑抄』と全く同内容である。
- 「大数小乗・大数大乘・又日」；大数については小乗・大乘・又日の3通りが記されている。その名称はいずれも一から極までで、『豎亥録』・『算法闕疑抄』と同じであるが、億以上については小乗が1桁づつ、大乘が4桁づつ、又日が8桁づつ位が上るよう説明されている。
- 「小数」；分から埃まで、『豎亥録』・『算法闕疑抄』と全く同様である。
- 「量数」；斛から粟まで『塵劫記』・『豎亥録』と一致する。
- 「産数」；基本的には『塵劫記』・『豎亥録』・『算法闕疑抄』と同内容であるが、分以下は小数と同じ呼び方で埃までとなっている。
- 「諸軽重」；金・銀から始まり砂、土までの項目は『算法闕疑抄』に似ているが、その数値は従来の和算書と異なるものが多い。そして「右軽重ハ善と悪と細工とを以て相違有之故ニ大凡也」と注意書を付けている。
- 「因帰直～玉率」；平面図形・立体図形の求積等に関する問題で、算定方法は『豎亥録』に近いが、その値はより正確である。また円周率については、従来の3.16あるいは3.162という値を否定し、正八角形から角数を倍々にしていく方法で3.14という値を算出している。

3. 算用奉行と和算啓

先述したように、『愚子見記』は天和2年項、すなわち和算の完成期に著わされたもので、積算技術に関連する数学的基準を先駆的に伝えている。この頃になると大工棟梁も積算に必要な数学的知識を備えていたことが分

かるが、それ以前においてはどうかであろうか。

豪壮華麗な桃山建築界の隆盛の裏には、豊臣秀吉が解放した自由競合の原則があり、入札制度の発達をうながした。入札制度そのものは、中世末において一部民間にみられたが、公儀の普請（公共事業）に一般化したのは秀吉の時代からである。この時代の芸術家として陶芸・書画・美術書など多方面に活躍した本阿弥光悦の言葉に次がある¹³⁾。（『本阿弥行状記』）

公儀御普請等、秀吉公御代長束大蔵、増田右衛門、小身者より立身仕り算勘に達し候より、入札を致させ、いつとても下直なる札へ落し、御普請たとへば百貫目と存候所、五十貫目にて済候と申様なる事にて、御物入甚だ減少仕候へども、請負のものども工手間を盗み候故、見分けばかりにて甚だ粗末に相成候、此余毒今以て其通りにて御座候。これには御心得も有度事に奉存候。

光悦のように作品の質を極度に重んじ、それが金品で評価されることをきらった芸術家には、入札という合理制度は必ずしも満足するものではなかったであろうが、華美な桃山建築の裏面の性格を伝えて貴重である。

さて、このような入札制度普及の背景には、当然建築積算技術の発達が推考できるが、それを裏付ける慶長度方広寺大仏殿（慶長17年）に関する史料が、『中井家文書』にある¹⁴⁾。すなわち、

「大仏のさん用奉行のかきつけ」

大仏奉行衆之覚

秀頼様御奉行 片桐市正奉行
一材木 奉行 遠藤十大夫 小畑十左衛門
伊木七郎右衛門 玉井助兵衛

右材木のねたんハ 秀頼様直の御奉行衆片桐市正内奉行
御さため候て材木をも右之衆御たちあい候て御うけとり
なされ、すなわち金銀をも材木屋衆へ御渡候事

（中略）

以上

右金銀八木材木屋いづれも諸職人へ相渡候事ハ片桐市正殿より被仰付直談に以手形御渡被成候事、右之材木ねたんあいき
わまり候折ふしハ大坂へ我等も罷下やうすうけたまハリ候
事、そのほかはいづれも御奉行衆大仏にて御きわめ候事

中井大和守（花押）

以上の内容をまとめると、表2のようになる。そして各項の奉行を見ていくと、「大工日帳」,「大か（鋸）小引日帳」・「くきかすかい」・「ぬし屋」の各奉行衆の中に

表2 慶長度方広寺大仏殿造営算用奉行一覧

所属	材 木 奉 行	大 工 日 帳 奉 行	大か小引日帳奉行	くきかすかい 金物打申奉行	お つ な 奉 行	か わ ら 奉 行	か ち す み 奉 行
御秀頼 奉行様	遠藤十大夫 伊木七郎右衛門	伏屋飛驒 水原石見 松井藤介 友松次右衛門	小野木五郎左衛門 毛利勘右衛門	雨森出雲 矢嶋加兵衛	山田清右衛門 西川八右衛門	水原石見 友松次右衛門	雨森出雲 矢嶋加兵衛
片桐市 奉行正	小畑十左衛門 玉井助兵衛	伊藤太郎右衛門 玉川清兵衛 中井大和手代	田村平兵衛 中山弥右衛門 中井大和手代	宮部二郎兵衛 中尾清左衛門 中井大和手代	三上勘兵衛 石塚忠兵衛	荒木勘十郎 長井助十郎	小畑七右衛門 蛭川次兵衛

は「中井大和手代」が加わっており、建築工事の主要部分に中井大和守が関係し、他は豊臣家の財務役を勤めた「片桐市正」の配下によって行なわれたことが判る。

これにより、すでに各職方ごとに分けて積算が行なわれ、それらの担当として「算用奉行」の職名および職能が成立していたことが確認できる。

ところで、「大か小引日帳奉行」の中には「毛利勘右衛門」の名が見い出され、『割算書』の著者「毛利勘兵衛」と類似性をとりあえず指摘できる。従来より毛利勘兵衛は我国数学の祖として伝説的な人物になってはいるものの、その事績に関する確実な史料にとぼしい。しかし、関孝和の高弟荒木村英の『荒木彦四郎村英先生之茶話』に、「古来の算師ハ毛利勘兵衛重能と云ヘリ 大坂城中の人也しが一統の後 江府に浪人なりしとかや」とあり¹⁵⁾、実在した大仏の算用奉行「毛利勘右衛門」と『割算書』の著者「毛利勘兵衛」を同一人物ないしは同一系類の者と比定することが可能であろう。

いずれにしても前節に述べたごとく、初期和算書には建築積算に関する記述が、主体といえる迄に多くあり、さらに『算法闕疑抄』の著者磯村吉徳が万治元年(1658)より奥州二本松城主丹羽茲明に仕えて作事奉行になっている¹⁶⁾他、『改算記』の著者山田正重の父が京・江戸等の作事・普請に関係していた等、和算家が建築工事の積算に深く関与していたことは確かである。こうして発達した積算技術が、やがて江戸時代中期の公儀作事における経済的合理化傾向に照応し、大工棟梁に必須の知識として普及したものと考えられる。

結

『愚子見記』により、少なくとも天和頃迄には積算の数学的基準が、大工棟梁にも修得されていたことが分かるが、それ以前の積算技術は、和算家によって発達させられたことが、初期和算書から伺える。

すなわち、元和8年の『割算書』・『諸勘分物』を先駆として、以下『塵劫記』・『豎亥録』・『改算記』・『算法闕疑抄』・『算俎』とその内容は急速に発達し、天和頃には現代の高等数学にも等しい和算学が確立され、それにもない建築積算技術も、正確で緻密なものになっていく。

そうした過程での建築積算技術は、公刊和算書出現以

前の桃山時代に成立したと考えられ、当時は和算家が直接関与していた。特に慶長度方広寺大仏殿造営に関しては「算用奉行」という職名および職能があり、その中の一人に、和算の始祖として伝説的な人物「毛利勘兵衛」となんらかの関係が比定できる人物がいることは、この際重要である。

これら和算家による建築積算技術の発達により、きわめて計画的に桃山建築の栄華が演出されたものと思われる。以後、建築積算技術は、少くとも江戸時代前期(天和以前)、大工棟梁にとって必須の技術となった。次稿においては、具体的に『愚子見記』の積算を論ずることとしたい。

注

- 1) 田辺 泰・渡辺保忠：建築生産、(『建築学大系 4-1 日本建築史』, 昭和 32 年, 彰国社刊所収)
- 2) 川上 貢：損色の研究, (建築学会論文集 44 号, 昭和 27 年 3 月所収)
- 3) 川上 貢：近世初期における建築生産の諸相, (建築学会研究報告 19 号, 昭和 27 年 9 月所収), 伊藤要太郎「江戸時代前期における建築生産の業態について」(建築学会研究報告 21 号, 昭和 28 年 3 月所収)
- 4) 西 和夫：本途と本途帳(建築積算技術の史的発展・Ⅰ), (建築学会論文報告集第 120 号, 昭和 41 年 2 月所収), 同：本途帳の成立とその年代(建築積算技術の史的発展・Ⅱ), (建築学会論文報告集第 121 号, 昭和 41 年 3 月所収), 同：江戸城及び京都御所の造営における本途の利用(建築積算技術の史的発展・Ⅲ), (建築学会論文報告集第 122 号, 昭和 41 年 4 月所収), 同：建築障壁画の画料(建築積算技術の史的発展・Ⅳ)―御用絵師の階位と家系による画料規定と京都御所近世造営における画料の検討一, (建築学会論文報告集第 126 号, 昭和 41 年 8 月所収), 同：徳川幕府作事費用の積算と検査(建築積算技術の史的発展・Ⅴ), (建築学会論文報告集第 141 号, 昭和 42 年 11 月所収), 同：徳川幕府普請方の積算史料(建築積算技術の史的発展・Ⅵ), (建築学会論文報告集第 142 号, 昭和 42 年 12 月所収), 同：坪当り大工工数の史的考察(建築積算技術の史的発展・Ⅶ), (建築学会論文報告集第 149 号, 昭和 43 年 7 月所収), 尚以上は同：近世日本における建築積算技術の研究, 昭和 47 年 9 月私家版にまとめられている。
- 5) 遠藤利貞遺著：増修日本数学史, 昭和 35 年恒星社刊, 小倉金之助：日本の数学, 昭和 15 年岩波書店刊, 平山諦：

(中井家文書による)

くろかね奉行	うるし奉行	ぬし屋奉行	はく奉行	しきいし 同段の石奉行	つりかね奉行	惣奉行
雨 森 出 雲 矢 嶋 加 兵 衛	伏 屋 飛 驒 松 井 藤 介	水 原 石 見 友 松 次 右 衛 門	遠 藤 十 大 夫 伊 木 七 郎 右 衛 門	水 原 石 見 松 井 藤 介	伏 屋 飛 驒 松 井 藤 介	伏 屋 飛 驒 水 原 石 見 松 井 藤 助 友 松 次 右 衛 門
官 部 二 郎 兵 衛 中 尾 清 左 衛 門	安 養 寺 喜 兵 衛 恒 屋 五 左 衛 門	安 養 寺 孫 兵 衛 恒 屋 五 左 衛 門 中 井 大 和 手 代	安 養 寺 孫 兵 衛 長 田 久 左 衛 門	荒 木 庄 太 梅 戸 平 右 衛 門 安 養 寺 喜 兵 衛 牧 次 右 衛 門	荒 木 庄 太 梅 戸 平 右 衛 門 安 養 寺 喜 兵 衛 牧 次 右 衛 門	荒 木 庄 太 梅 戸 平 右 衛 門 安 養 寺 喜 兵 衛 牧 次 右 衛 門

和算の歴史, 昭和 36 年至文堂刊, 下平和夫: 和算の歴史, 昭和 40 年富士短大出版部刊, 加藤平左衛門: 日本数学史上下, 昭和 42・43 年楨書店刊

また, 和算書についてはその刊行目録もできている。
帝国学士院編: 和算圖書目録, 昭和 7 年刊

- 6) 下平和夫: 和算の歴史, (前掲) による。
- 7) 大矢真一: 日本珠算史その 3『諸勘分物』と『割算書』, (『月刊珠算界』昭和 37 年 3 月所収)
- 8) 『塵劫記』については, 山崎與右衛門『塵劫記の研究』昭和 41 年森北出版刊に詳しく, 各版の異同が論じられている。
- 9) 毛利勘兵衛重能の弟子に関しては, 後に書かれた『荒木彦四郎村英先生茶話』によると, 吉田光由, 今村知商, 高原吉種の名が見えるが, 三人のうち自らその著書に毛利の弟子であることを記しているのは今村知商だけである。
- 10) 下平和夫: 和算の歴史, (前掲) による。
- 11) 平山 諦: 和算の歴史, (前掲) による。
- 12) 神社仏閣の壁に掲げた数学の問題を描いた額をいい, その習慣は寛文の頃から始まる。現存最古の算額は栃木県佐野市星宮神社に掲げたもので, 天和 3 年 (1683) の銘がある。算額は数学の難問が解けたことを神に感謝する意味のほかに, その問題を広く人に知らせる意味も含まれ, 数学の進歩に貢献した。(平山諦, 前掲書参照)
- 13) 内藤 昌: 日本におけるクラフトマンシップの伝統, (『建築雑誌』昭和 42 年 1 月所収), 同: 近世大工の系譜, 昭和 56 年ベリかん社刊参照。正木篤三: 本阿弥行状記と光悦, 昭和 40 年中央公論美術出版刊。

- 14) 慶長度方広寺大仏殿に関しては, 『駿府記』慶長 16 年 11 月 29 日条に, 漸く出来し瓦を上げた旨を角倉与一が報告した記事が見え, 『中井家系譜』は慶長 17 年に「造畢」としている。また, 『駿府記』慶長 17 年 3 月 24 日条には, 中井正清が駿府に出向き, 大仏造立のことを談じている。したがって, 建築としては慶長 16 年 11 月頃にほぼ完成し, 翌 17 年に入って完成したと一応考えておきたい。『愚子見記 三』に慶長 15 年に工事を始めて「首尾三年」とあるのも, 常識的に終了まで足掛 3 年の意と解せば慶長 17 年になる。

掲出の文書は, 高橋正彦編: 大工頭中井家文書, 慶應通信, 昭和 58 年による。この文書の年代は慶長 19 年かとされているが, 造営経緯の考察はないものと判断している。なお, 端裏書の「大仏のさん用奉行のかきつけ」は本文と同筆で, 中井正清の筆になることを筆者は高橋正彦氏ともども確認している。

- 15) 『荒木彦四郎村英先生之茶話』『史籍集覧』第 17 冊所収。
- 16) 遠藤利貞遺著『増修日本数学史』(前掲)に次のようにある。

万治元年, 奥州二本松城主丹羽茲明に仕えて, 作事奉行と為り, 後ち累進す。当時, 数学を以て遠近に鳴れりと。二本松の城たるや, 水利に便ならず。万治年間, 同国安達太郎山麓より, 浄水を引き, 蜿々二里余にして, 城中に達せしむ。ここにおいて, 城の内外始めて, 清水を得たり。

また『荒木彦四郎村英先生之茶話』には「高原氏の門人に礎村喜兵衛吉徳, 算法闕疑抄・同頭書を作る。二本松の城主丹羽左京太夫殿に仕ふ」とある。

SYNOPSIS

UDC : 72. 03 : 69. 003. 12

ARCHITECTURAL QUANTITY SURVEY TECHNIQUES IN EARLY JAPANESE MATHEMATICS BOOKS

by KAZUYOSHI FUMOTO, Japanese Association for Conservation of Architectural Monuments, Dr. KATSUHIKO WATANABE, Assoc. Prof. of Nagoya Inst. of Technology, and Dr. AKIRA NAITO, Prof. of Nagoya Inst. of Technology, Members of A. I. J.

Although architectural quantity survey techniques are always essential in order to plan and rationalize architectural construction activities, there are few historical analysis on the scientific universality of such techniques in Japan.

The “Gushikenki” (written in the Edo Period) appears to be known as the only architectural reference book dealing with these techniques. Nevertheless, this book seems to be based on previous Japanese mathematics books that were already concerned with the matter.

In this study we intend to examine the architectural quantity survey techniques contained such books, as a first stage for a future and move advanced study on the “Gushikenki” and its mathematical background.