【論　文】
UDC：72.03：69.003.12

日本建築学会計画系論文報告集
第 366 号・昭和 61 年 8 月

『愚子見記』における初期和算書の影響

正会員 麓　和善*
正会員 渡辺 勝彦**
正会員 内藤　昌***

序

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技術書としては，天和2年（1682）頃，京都大工頭中井家配下の棟梁・平政隆によって著わされた『愚子見記』（全9冊）が，管見するところほとんど唯一である。しかし，これを先駆するものとして初期和算書―『割算書』（全1冊　毛利勘兵衛重能　元和8年），『諸勘分物』（全2巻　百川治兵衛　元和8年），『塵劫記』（全3冊　吉田光由　寛永4年），『竪亥録』（全1冊　今村知商　寛永16年），『改算記』（全1冊3巻　山田正重　万治2年頃），『算法闕疑抄』（全5冊　礒村吉徳　寛文元年），『算俎』（全4冊5巻　松村茂清　寛文3年）他―がある。

そこで本稿では，『愚子見記』に記された，積算に関する数学的基準を，初期和算書の内容と比較し，その数学的背景を明らかにしたい。『愚子見記』の，積算に関する数学的基準を記している部分を改めて挙げると次のようになる。

愚子見記	八算数度量	一	一二三文字ノ事
		二	大数之名，付丈尺ノ事
		三	小数之名
		四	穀数之名，付異説
		五	田数之名，付或説色々他
	九諸積	一	諸色軽重
		二	句倍延之事
		三	句股斜曲尺
		四	五角
		五	六角
		六	八角，付四角成物ヲ為ニル八角ニ法他
		七	京升，付斛入

以下，この順に従って検討を進める。

なお，『割算書』は東北大学蔵本に，『諸勘分物』は「日本古典全集」に，『竪亥録』・『改算記』天和3年版は日本学士院蔵本に，『算法闕疑抄』・『算俎』は岩瀬文庫本によった。また『塵劫記』は日本大学・東北大学・東京国立博物館・日本学士院蔵本他があり，版によって多少内容が異なるが，その異同については，山崎興右衛門著『塵劫記の研究』（昭和41年森北出版刊）に詳しいので，これによった。

1. 数量位名

第八冊「算数度量」の第一項から第五項までの記載内容は，数量位名に関するものである。その内容を初期和算書と比較考察する。

1）一二三文字ノ事（基数）

壹から拾までが図式的に記されており，表―1のとおり『塵劫記』と全く一致している。

2）大数之名，付丈尺ノ事

表―2のとおり，一から大数までが記されており，万以上は4桁上がりのいわゆる「大乗」になっている。そして，ただし書きとして1桁上がりの「小乗」についても説明がある。「大乗」については『塵劫記』の寛永11年版と一致している。

また，大数之名の後に付として，「洛叉（ラクシャ）」・「兆」・「一倶胝（イチクチ）」（以上大数の名）・「屠」・「仞（ジン）」・「尋（ジン）」・「一圍（イチイ）」・「純」・「常」・「引」・「層」・「咫（シ）」（以上丈尺の名）の説明がある。特に「兆」の説明中には『新編塵劫記』の名が見える[1]。

3）小数之名

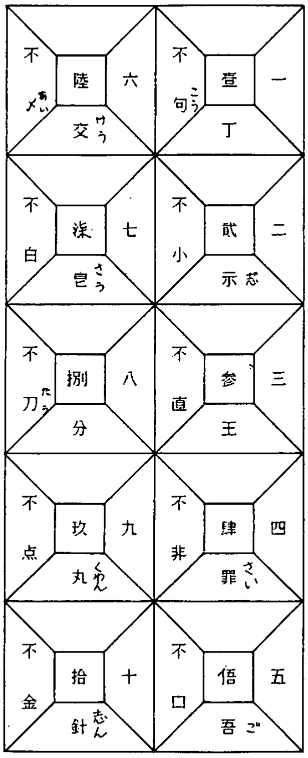
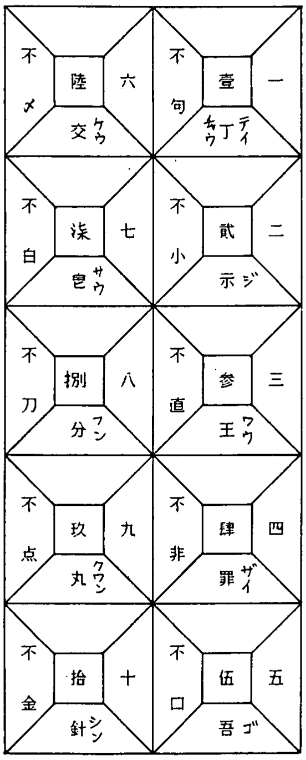
表―3のとおり，両から埃までが記されており，『塵劫記』の記載と一致する。

4）穀数之名（量数），付異説

穀数の名称は斛から粟まで表―4のとおりで，『算法闕疑抄』を除く各和算書の記載と一致している。そして，それらに付された説明を比較すると，『竪亥録』・『算法闕疑抄』・『算俎』はほぼ同様に位の進み方が記されているに過ぎないのに対し，『塵劫記』・『愚子見記』には具体的な穀物の粒数が記されている。ただし，『塵劫記』では一撮が下米七粒となっているのに対し，『愚子見記』では「一粟ハ一粒也」となっており，圭，撮と『竪亥録』等の示す如く十進法で進めば，撮は100粒となり，両者の値は一致しない。中国では漢代以降の容量単位として粟を「一粒粟」としているから[2]，恐らく『愚子見記』の「一粒」も米粒ではなく，粟粒であろう。

* (財)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61年2月10日原稿受理)

表—1　基数比較表

『塵劫記』寛永４年	『竪亥録』寛永16年	『算法闕疑抄』寛文元年	『算　俎』寛文３年	『愚子見記』天和２年頃
	一 二 三 四 五 六 七 八 九 十	一 二 三 四 五 六 七 八 九 十	一 二 三 四 五 六 七 八 九 十	

表—2　大数比較表

『塵劫記』寛永４年、８年、11年他	『竪亥録』寛永16年	『算法闕疑抄』寛文元年	『算俎』寛文３年	『愚子見記』天和２年頃
一　十　百　千　万　億　兆　京 垓　杼　穣　溝　澗　正　載　極 恒河沙　阿僧祇　那由他　不可思議 無量（無量大数）大数	一　十　百　千　萬　億　兆　京 垓　杼　穣　溝　澗　正　載　極	一　十　百　千　万　億　兆　京 垓　杼　穣　溝　澗　正　載　極	一　十　百　千　万　億　兆　京 垓　杼　穣　溝　澗　正　載　極 （恒河沙　阿僧祇　那由他 不可思議　無量数）	一　十　百　千　万　億　兆　京 垓　杼　穣　溝　澗　正　載　極 恒河沙　阿僧祇　那由他　不可思議 無量　大数
寛永４年版；一～極　1桁上がり(cf 極＝載十）、極～無量大数　8桁上がり(cf 恒河沙＝万万極） 寛永８年版；一～万　1桁上がり、万～極　4桁上がり(cf 億＝万万）極～無量大数　8桁上がり、但し、小乗は寛永４年版と同じ 寛永11年版；一～万　1桁上がり、万～大数　4桁上がり	一～極　1桁上がり	「小乗」；一～極　1桁上がり 「大乗」；一～万　1桁上がり、万～極　4桁上がり	「小乗」；一～極　1桁上がり 「大乗」；一～万　1桁上がり、万～極　4桁上がり 「又曰」；一～万　1桁上がり、億＝万万 億～無量数　8桁上がり	「小乗」；一～大数　1桁上がり 「大乗」；一～万　1桁上がり、万～大数　4桁上がり

表—3　小数比較表

『塵劫記』寛永４年	『竪亥録』寛永16年	『算法闕疑抄』寛文元年	『算　俎』寛文３年	『愚子見記』天和２年頃
両				両
文				文
分	分	分	分	分
厘	厘	厘	厘	釐
毫	毫	毫	毫	毫
絲	絲	絲	糸	絲
忽	忽	忽	忽	忽
微	微	微	微	微
繊	繊	繊	繊	繊
沙	恥	恥	渺	沙
塵	塵	塵	塵	塵
埃	埃	埃	埃	埃

なお，穀数之名の後に付として，『孫子』，『淮南子』，『漢志(書)』・『後漢志(書)』にみえる異説についても記してある。

5）田数(産数)之名，付或説色々他

町から微までの面積の単位を記しており，表—5のとおり名称及びその説明とも『塵劫記』の記載と一致している。なお町から畝までの大きさについては，豊臣秀吉の検地により変わったことが付記されている。

その他，田数之名の後に付として，「或説色々」，「西天之歩法」，「日本田尺當代ノ定」，「尋ノ字異説」，「由旬ノ事」がある。これは度数(長さ)・時日他に関する和・漢・西天の諸説を説明したもので，前項の付と合せて著者の博学ぶりがうかがえる。

以上，数量位名に関する記載内容はほぼ『塵劫記』のものと一致し，これを参考としたことがわかる。

2. 諸色軽重

金・銅・銀・鉄・鉛・真鍮・錫・青石・玉・石の１寸四方(１立方寸)の重さ，土・槻・松・檜の１尺四方(１立方尺）の重さ，及び米１斛(石)の重さが記されている。その値を初期和算書の値と比較すると，表—6のようにな

表—4 量数比較表

『塵劫記』 寛永4年		『竪亥録』 寛永16年		『算法闕疑抄』寛文元年		『算爼』寛文3年		『愚子見記』天和2年頃	
石		斛	寸坪六千二百五十坪	石	十斗之位	斛	次第十分	斛	石同
斗		斗	石十分一	斗	十升之位	㪷		斗	
升	上米 六万粒 中米 六万五千粒 下米 七万粒	舛	斗十分一	舛	十合之位	升		升	
合	下米 七千粒	合	舛十分一	合	十杓之位	合		合	
勺	下米 七百粒	勺	合十分一	杓	十才之位	勺		勺	
抄	下米 七十粒	抄	勺十分一	−	———	抄		抄	
撮	下米 七粒	撮	抄十分一	撮	十圭之位	撮		撮	
圭		圭	撮十分一	圭	十粟之位	圭		圭	
粟		粟	圭十分一	粟	和舛之起	粟		粟	一粟ハ一粒也

表—5 産数比較表

『塵劫記』 寛永4年		『竪亥録』寛永16年		『算法闕疑抄』寛文元年		『算爼』 寛文3年		『愚子見記』天和2年頃	
町	但六十間四方なり、 一間といふハ六尺五寸也	町	曲尺六尺五寸之 平方三千	町	古 六十間四方 今長六十間横五十間	町	十反	町	六十間四方 一間ハ六尺五寸
反	むかしは三百六十坪を云ふ、 今は三百坪をいふ也	反	町十分一	反	古 三百六十歩 今 三百歩	反	十畝	反	昔ハ三百六十歩 今ハ三百歩ヲ云
畝	三十歩をいふ也	畝	反十分一	畝	古 三十六歩 今 三十歩	畝	三十歩 ＊	畝	三十歩ヲ云 即三十坪也
歩	一坪をいふ也 六尺五寸四方をいふ	歩	畝三十分一	歩	壱間四方	歩	六尺五寸四方也	歩	一坪ヲ云 即六尺五寸四方
分	長 六尺五寸 広 六寸五分	分	歩十分一	分	長 六尺五寸 横 六寸五分	下ハ小数次第、 十分一也		分	長 六尺五寸 六寸五分
厘	長 六寸五分 広 六寸五分	厘	分十分一	厘	長 六寸五分 横 六寸五分			厘	長 六寸五分 六寸五分
毫	長 六寸五分 広 六分五り	毫	厘十分一	毛	長 六寸五分 横 六分五り			毫	長 六寸五分 六分五厘
絲	長 六分五り 広 六分五り	絲	毛十分一	糸	長 六分五り 横 六分五り			絲	六分五厘 六分五厘
忽	長 六分五り 広 六り五毛	忽	糸十分一			＊一畝ノ法、古ハ三十六歩、今ハ三十歩、唐ハ二百四十歩ヲ用ル也		忽	長 六分五厘 六厘五毛
微	長 六り五毛 広 六り五毛	微						微	六厘五毛 六厘五毛

る。各和算書の値は本来なら一致すべきであるが，それぞれ異なっている。また『愚子見記』の値は『塵劫記』に記載のない檜・槻・松・栗石・米を除けば，全く『塵劫記』の値と一致している。このことは，『愚子見記』が『塵劫記』の値をそのまま用いたことを物語り，これに建築に関係の深い石・槻・松・檜・米を書き加えたと考えられる。

3. 句倍(勾配)延之事

勾配延とは，ある勾配の直角三角形において，底辺を一尺とした時の斜辺の一尺に対する延の長さをいい[3]，それが1寸勾配から1尺（矩）勾配まで5分刻みで記されている。勾配延について記載のある初期和算書には，

表—6　諸色軽重比較表

	『塵劫記』 寛永８年	『竪亥録』 寛永16年	『算法闕疑抄』 寛文元年	『算　俎』 寛文３年	『愚子見記』 天和２年頃	『理科表』	備考
金	175	146	146	160	175	143	1 立方寸の重さ 単位：匁
銀	140	117	117	125	140	78	
鉛	95	80	80	80	95	84	
銅	75	63	63	64	75	66	
鉄	60	50	60(鉄)50(銑)	60	60	58	
錫	63	53	53	56	63	54	
真鍮	69	58	58	62	69	63	
青石	30	25	25	28	30	——	
玉	120	——	——	120	120	——	
唐金	——	——	66	——	——	——	
檜	——	——	3.5匁	3.5匁	＊１斗２舛目	——	1 立方寸の重さ ＊１立方尺
栗	——	——	12.5匁	8　匁	——	——	
槻	——	——	——	——	＊１斗６舛目	——	
松	——	——	——	——	＊１斗４舛目	——	
栗石	——	——	12.6	13.84 (＊3800)	18	——	1 立方尺 単位：貫 ＊６尺５寸立方
土	11	——	10.76	10	11	——	
砂	——	——	10.4	10.56 (＊2900)	——	——	
水	——	——	7.4	7.45	——	——	
米	——	——	335	335	地米 400　田舎米 380	——	1升　単位：匁

表—7　勾配延比較表

単位：寸

	『塵劫記』 寛永４年	『改算記』 万治２年頃	『愚子見記』 天和２年頃	計算値
5　分	0.01249	0.01249	——	0.01249
1　寸	0.04987	0.04987	0.04987	0.04988
1寸5分	0.1118	0.1118	0.1118	0.1118
2　寸	0.198	0.19803	0.19803	0.19804
2寸5分	0.3077	0.3077	0.3077	0.3077
3　寸	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403
3寸5分	0.5913	0.5948	0.5948	0.5948
4　寸	0.7703	0.7703	0.7703	0.7703
4寸5分	0.9658	0.9658	0.9658	0.9658
5　寸	1.1803	1.1803	1.1803	1.1803
5寸5分	1.4127	1.4127	1.4127	1.4126
6　寸	1.6619	1.662	1.662	1.6619
6寸5分	1.9262	1.9268	1.9268	1.9268
7　寸	2.2065	2.2065	2.2065	2.2065
7寸5分	2.5	2.5	2.5	2.5
8　寸	2.8062	2.8062	2.8062	2.8062
8寸5分	3.1244	3.1244	3.1244	3.1244
9　寸	3.4536	3.4536	3.4536	3.4536
9寸5分	3.7931	3.7931	3.7931	3.7931
1　尺	4.1421	4.1421	4.1421	4.1421

『塵劫記』と『改算記』がある。それらに示された値と『愚子見記』の値とを比較すると表—7のとおりで，『愚子見記』の値は『改算記』の値と一致している。これらの値は，現在の計算値と多くの場合ほぼ等しく，非常に正確である。

4.（鈎股弦）句股斜曲尺

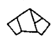
『愚子見記』に「是ヲ三四五ノ曲尺ト云テ（无）旡二曲尺ノ手一而／正隅ヲ知之法也」（／印改行，以下同）とあり，辺長が3：4：5の比の三角形を作れば，直角が得られるという，今日でもよく用いられる手法が記されている。

この手法は，数学史上からみると，すでに平安中期頃までよく用いられた算書『九章算術』に「今有二勾三尺股四尺一問二為レ弦幾何一　答曰五尺」とみえ，日本へ導入された支那数学の範囲のもので[4]，『愚子見記』の編纂当時すでに広く知られていたと思われる。

5. 求　積

『愚子見記』第九冊「諸積」の「四，五角」・「五，六角」・「六，八角」は求積方法を記す項目である。以下，各項目ごとに記事を示し，その内容を検討する。

1）　五角

是ヲ為(スル)レ才ニ法。角面ノ寸ニ／二五ヲ懸ケ，夫ニ亦角面ノ寸／半分ヲ懸レハ才ニ成ル也。假令(タトヘハ)／角面二寸有レハ一寸ヲ懸也。／亦紙ヲ幅陸ニ裁，如斯一結而両端切捨／五角ニ成也。是ハ微細ニハ（无）旡レ共，為レ早態ノ記之。

上記において「五角」，「才」，「角面ノ寸」とは，「正五角形」（当時正○角形のことを○角あるいは○方と呼んでいた），「面積」，「一辺の長さ」のことで，前半は正五角形の求積方法に関する記述である。これを数式であらわすと次のようになる。

$$S=a\times 2.5\times a/2=1.25\times a^2$$

S：面積　　a：一辺の長さ

ところで，初期和算書のうち，正五角形の求積が記載されているのは『竪亥録』と『算俎』で，その求積の式は前者が $S=1.73\times a^2$，後者が $S=1.72046\times a^2$ で，いずれも『愚子見記』の場合とは係数が異なる。計算値は，$S=5/4\times\tan 54°\times a^2 \fallingdotseq 1.72048\times a^2$ で，『愚子見記』の

表—8 積率・円周率比較表

	『割算書』元和8年	『諸勘分物』元和8年	『塵劫記』寛永8年	『竪亥録』寛永16年	『改算記』万治2年頃	『算法闕疑抄』寛文元年	『算 俎』寛文3年	『愚子見記』天和2年頃
三 角	0.43	———	0.433	0.433	0.433	———	0.433	0.433
五 角	———	———	———	1.73	———	———	1.72046	2.5 ×1/2
六 角	———	———	2.598 6×0.433	2.598	2.598 6×0.433	———	2.598	2.598 6×0.433
八 角	———	———	2/0.4142	4.828	4.828	———	4.82843	2/0.4142
円周率	3.16	3.2	3.16	3.162	3.16	3.162	3.14	3.16 3.162

ものが誤差が大きい。『愚子見記』も「二五ヲ懸ケ」を「三五ヲ懸ケ」に改めればほぼ等しくなるので，あるいは書き間違えたのかもしれない。

後半は，一定幅の紙を図のように一結して両端を切り捨てれば，正五角形になることを示したもので，前項の直角三角形と同様に，正五角形作成の簡便法として当時使われていたものと思われる。

2）六角

是ヲ為ㇾル才ニ法。一角ノ数ヲ／左右ニ置テ乗ㇾ〆之，法二五九／八ヲ掛レハ才ニ成ル也。亦云一角ノ／数ヲ左右ニ置キ乗〆，其レニ／四三々ノ法ヲ掛ケ，其レニ六ヲ掛レハ才ニ成ル也。

このうち「一角ノ数」，「左右ニ置テ乗ㇾ〆之」，「法」とはそれぞれ「一辺の長さ」，「二乗して」，「積率」のことで，正六角形の求積方法が記されている。これを数式で表わすと次のようになり，その値は計算値とほぼ等しい。

$S=2.598\times a^2=6\times 0.433\times a^2$

a：一辺の長さ

この結果を初期和算書の例と比較する。初期和算書のうち，正六角形の求積に関する記載があるのは，『諸勘分物』・『塵劫記』・『竪亥録』・『改算記』・『算俎』である。その求積方法は『諸勘分物』を除いてすべて，『愚子見記』の場合と同様，一辺の2乗に積率を掛ける方法をとっており，その結果もいずれも等しくなっている（表—8—六角参照）。特に『塵劫記』の記載内容は，一辺の値を7間と具体的寸法で表わして計算例を示した以外，ほとんど同様の説明の仕方であって[5]，『愚子見記』への影響を認めることができる。

3）八角

八角ヲ才ニスル法。／一角ノ数ヲ左右ニ／置キ乗〆，其レニ二ヲ／掛ケ，偖（サテ）八角ノ／法四一四二ニテ割レハ／才ニ成ル也。

上記は正八角形の求積方法に関する記述で，これを数式で表わすと次のとおりとなり，その値は計算値にほぼ一致する。

$S=2\times a^2\div 0.4142$ a：一辺の長さ

初期和算書のうち，正八角形の求積に関する記載があるのは，『諸勘分物』・『塵劫記』・『竪亥録』・『改算記』・『算俎』で，その求積方法は，六角の場合と同じく『諸勘分物』を除いた他はすべて，一辺の2乗に積率を掛ける方法をとっている。その値は表—8—八角のとおりである。六角と同様に『愚子見記』の記載内容は『塵劫記』に類似しており[6]，その影響を認めることができる。

4）三角

三角ノ物ヲ才ニスル法。一角ノ数ヲ左右ニ置乗而，／偖テ三角ノ法四三々ヲ掛レハ才ニ成ル也。

正三角形の求積方法で，第六項「八角」の付として記されている。数式で表わすと次のとおりとなり，その値は計算値にほぼ一致する。

$S=a^2\times 0.433$ a：一辺の長さ

正三角形の求積に関しては，『割算書』以下ほとんどの和算書に記されている。その求積方法は『愚子見記』の場合と同様，一辺の2乗に積率を掛ける方法をとっており，その結果もいずれも等しくなっている。（表—8—三角参照）

以上，正多角形の求積方法は，一辺の長さの2乗に各正多角形に応じた積率を掛ける方法がとられており，『愚子見記』の記載内容は『塵劫記』に記述のない正五角形において正確さを欠く他は，ほとんど『塵劫記』に類似しており，初期和算書のうちでも特にこの『塵劫記』の強い影響を認めることができる。

6. 積直し

第六項「八角」の後に付として，「四角成物ヲ為㆓ル八角㆒ニ法」・「同為㆓六角㆒ニ法」・「同為㆓三角㆒ニ法」・「同為ㇾル丸ク法」・「角物亦ハ長巾（ハタ）有ㇾ之物ヲ為ㇾ丸ク法」がある。これらはいずれも，ある図形の面積を変えずに他の図形に直す平面図形求積の応用問題である。以下順に該当箇所を挙げ，これらの解釈を数式で示し，初期和算書との関連を検討する。

1）四角成物ヲ為㆓ル八角㆒ニ法

四角成物ヲ為ㇾ（スル）八角ニ法。四角ノ面ヲ掛合才ニ而，／八角ノ法四八二八四ニテ割リ，其レヲ開平ニテ除ケハ八角ノ／角面ニ成也。亦四八二八四ニテ割ル代ニ二令七一ヲ掛ルモ／同事也。

$a=\sqrt{b^2/4.8284}=\sqrt{0.2071\,b^2}$

a：正八角形の一辺の長さ，b：正方形の一辺の長さ

2）同為㆓六角㆒ニ法

四角ノ物ヲ六角ニスル法。四角ノ角面ヲ掛合セ才ニ／而テ，其ヲ六角ノ法二五九八ニテ割，其レヲ開平ニテ／除ケハ六角ノ面ニ成也。

$a=\sqrt{b^2/2.598}$

a：正六角形の一辺の長さ，b：正方形の一辺の長さ

3）　同為二三角一ニ法

四角ノ物ヲ三角ニスル法。四角ノ角面ヲ掛合セ／才ニ而，夫ヲ三角ノ法四三々ニテ割，其レヲ開平ニテ／除ケハ三角ノ面ニ成ナリ。

$a=\sqrt{b^2/0.433}$

a：正三角形の一辺の長さ，b：正方形の一辺の長さ

4）　同為レル丸ク法

四角ノ物ヲ丸クスル法。角面ニ一々二五ヲ掛レハ丸ノ／指渡ニ成ル。亦丸指渡ヲ一々二五ニテ割レハ角ニ成也。

上記において「指渡」とは直径のことである。

$R=1.125\,b$　　　$b=R/1.125$

R：円の直径，b：正方形の一辺の長さ

$b^2=\pi\left(\frac{R}{2}\right)^2$，すなわち $R=\frac{2b}{\sqrt{\pi}}$ であるから，逆算すると $\pi=3.16049\fallingdotseq3.16$ という値を円周率に用いたことになる。

5）　角物亦ハ長巾(ハタ)有レ之物ヲ為レ丸ク法

角物亦ハ長巾(ハタ)有レ之物ヲ丸クスル法。角ニテモ長／幅ニテモ掛合セ才ニ而，其才ヲ圓法七九令五ニテ／割，亦夫ヲ開平ニテ除ク時指渡ト成也。

$R=\sqrt{S/0.7905}$

R：円の直径，S：正方形又は長方形の面積

円積率 $0.7905=\pi/4$ であるから，逆算すると $\pi=3.162$ となる。

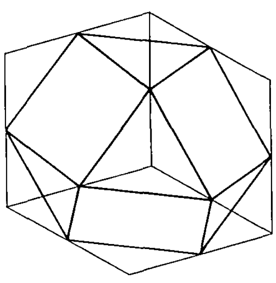
以上，積直しの問題はいずれも初期和算書によくある求積の応用問題である。4)，5）において円周率が結果的に3.16と3.162の2種類になっている背景を検討しておきたい。和算書でみると，『割算書』・『塵劫記』・『改算記』では円周率を3.16，『竪亥録』・『算法闕疑抄』では3.162となっている。より正確な数値としては，寛文3年の『算俎』に3.14の値が求められるが，まだ一般的なものとなっていなかったらしく，従来の値を用いたものと思われる。

7. その他の求積

第六項「八角」の付としては，上記の他に「切子ヲ為レル才ニ法」,「丸キ物ノ以レテ闕ヲ知二ル事指渡一ヲ」があるので，これらを挙げ，和算書との関係をみておく。

1）　切子ヲ為レル才ニ法

切子ヲ才ニスル法。一角ノ面ヲ掛合セ，夫ニ二三五七ヲ／掛レハ才ニ成ル也。



図—1　切籠

上記を数式で表わせば，次のとおりとなる。

$S=2.357\,a^2$　　a：一辺の長さ

ところが「切(籠)子」とは図—1のとおり正方形と正三角形によって囲まれた立体図形であって，その面積を求める数式は正しくは，

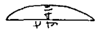
$S=(6+2\sqrt{3})a^2\fallingdotseq9.464a^2$　　a：一辺の長さ

である。一方，その体積を求める数式は

$V=(5\sqrt{2}/3)a^3\fallingdotseq2.357a^3$　　a：一辺の長さ

である。『竪亥録』でも切籠の体積を「方再自因之坪法二坪三五七」としており，「再自因」とは3乗のことで，この数式に一致している。『愚子見記』では「再自因」を2乗と間違い，面積算定法として説明したものと考えられる。

2）　丸キ物ノ以レテ闕ヲ知二ル事指渡一ヲ

丸物之以レテ闕(カケ)ヲ指渡ヲ知事。／右圖之七寸ヲ掛合セ四十九ト成ル。亦右圖之二寸ニ四ヲ／掛ハ八ト成ル。右之四十九ヲ此八ニテ割ハ六寸一分二厘／五毛ト成ル。其レニ始ノ二寸ヲ加テ丸指渡ノ寸ト成也。／大小可レ准之，是ヲ名二ク山ノ端之月一ト。

上記を数式で表わせば次のとおりとなり，その値は計算値と等しい。

$R=d^2/4h+h$

d：弦（7寸），h：矢（2寸）

このような問題は『竪亥録』が誇る円弦之術の一つであり[7]，その影響を認めることができる。

8. 京　升

「升」の語は，古くは奈良時代の『伊呂波字類抄』・『日本書記』・『万葉集』等にも出ており[8]，升の発生はかなり古いものと思われる。爾来，升は年貢に米が用いられるとともに，その必要性が高まり，さらに商業の発達と平行して普及したと考えられる。そして，織田信長の全国統一に伴なう升の統一により「京升」という公定升が出現するが，その大きさは江戸時代初期まで，地方によって少しずつ異なっていた。

京升の容量は，現存最古の和算書『割算書』（元和8年）に「京升ハ口五寸四方，深サ二寸五分」とあり，その容積は62.5立方寸で，これが当時用いられていたと考えられる。寛永8年の，京都の数学者による『塵劫記』になると，

今ますの法　一分四方のものなり　一升に六万四千八百廿七坪有。／法に四寸九分を左右にをきてかくれハ二千四百一坪有。／これに又ふかさ二寸七分をかくれハ，一分四方のもの／六万四千八百廿七坪となる也。／むかしますの法　一分四方のものなり　一升に六万二千五百あり。／法にひろさ五寸を左右におきかくれハ二千五百に成。／是に又ふかさ二寸五分をかくれハ六万二千五百と成也。

とあり，新升を「今升」と称し，以前の升を「昔升」と称しており，その後の和算書も，ほぼこれによっている。すなわち，同じ京升の中でも寛永年間頃より変化してき

表—9　京升比較表

単位：寸

		『割算書』元和８年	『諸勘分物』元和８年	『塵劫記』寛永４年	『改算記』万治２年頃	『愚子見記』天和２年頃
1　升	四方 深さ	5 2.5	5 2.5	4.9 2.7	4.9 2.7	4.9 2.7
9合5勺	四方 深さ	----	----	4.82 2.66	4.817 2.6542	4.817 2.6542
9　合	四方 深さ	----	----	4.73 2.607	4.739 2.6068	4.739 2.6068
8合5勺	四方 深さ	----	----	4.64 2.56	4.6416 2.5576	4.6416 2.5576
8　合	四方 深さ	----	----	4.54 2.516	4.5488 2.5065	4.5488 2.5065
7合5勺	四方 深さ	----	----	4.45 2.455	4.452 2.453	4.452 2.453
7　合	四方 深さ	----	----	4.35 2.397	4.35073 2.3973	4.35073 2.3973
6合5勺	四方 深さ	----	----	4.24 2.343	4.2447 2.339	4.2447 2.339
6　合	四方 深さ	----	----	4.12 2.29	4.1328 2.2773	4.1328 2.2773
5合5勺	四方 深さ	----	----	4.014 2.21	4.015 2.2123	4.015 2.143 *
5　合	四方 深さ	----	----	3.88 2.153	3.899 2.143	3.899 2.143
4合5勺	四方 深さ	----	----	3.72 2.05	3.755 2.069	3.755 2.069
4　合	四方 深さ	----	----	3.61 1.99	3.6103 1.9894	3.6103 1.9894
3合5勺	四方 深さ	----	----	3.45 1.906	3.453 1.9028	3.453 1.9028
3　合	四方 深さ	----	----	3.21 1.887	3.2802 1.8075	3.2802 1.8075
2合5勺	四方 深さ	----	----	3.09 1.695	3.087 1.701	3.087 1.701
2　合	四方 深さ	----	----	2.87 1.574	2.8655 1.579	2.8655 1.579
1合5勺	四方 深さ	----	----	2.6 1.438	2.6035 1.4346	2.6035 1.4346
1　合	四方 深さ	----	----	2.27 1.258	2.2744 1.2532	2.2744 1.2532

＊　2.2123の書き誤りと思われる。

ていることになり，寛文８年には幕府はこれを「新京升」として，全国唯一の公定升と規定し，諸藩に使用させる方針をとっている[9]。

『愚子見記』の「京升」は，このような背景によるもので，１升から１合まで（５勺刻み），及び８升，５升，１斗，１石，２石，３石の升の寸法割付を記している。

そのうち１升から１合までの数値を初期和算書と比較すると表—9のようになり，『改算記』のものと一致していることがわかる。ただし，５合５勺における深さを，５合における深さと等しく２寸１分４厘３毛としているが，これは書き間違いであろう。

升の寸法割付の後に

> 長三尺横二尺ノ櫃ニ二斛入テ高サ知時ハ，其二石ニ／升ノ法六四八二七ヲ掛レハ一寸四方，坪一万弐千九／百六十五坪四分ト成。亦幅二尺ニ長三尺ヲ掛ハ／六百ト成。是ニテ右之坪ヲ割レハ高二尺一寸／六分九毛ト知也。

とあり，当時和算書によく取り上げられた応用問題が記されている。

そして最後に「昔升ハ口五寸四方ニ高二寸五分也。此升ニテハ一尺／六面ノ内ヱ一斗六升入ル故ニ十六ヲ掛テモ吉。亦／今升ニテハ一尺六面ヱ一斗五升四合二勺六才入也。」，「今升法六四八二七　古升法六二五」とある。少なくとも天和項までは，まだ昔升も通用していたのであろう。

さて，京升の定義および割付寸法が大工技術書である『愚子見記』に採り上げられているのは，升が積算等の計量に必要であるためばかりでなく，升の製作に大工が携わってきた経緯を背景として考えなければならない。

すなわち，中世においては，法隆寺領，醍醐寺領などで番匠が升の製作に当った例が，近世においても京・名古屋など各地において大工棟梁あるいは大工頭が升に関する職を任されていたことが知られる[10]。特にここで注目しておきたいのは，法隆寺付近出身の大工棟梁福井氏が，二条城の棟梁を勤めた後，寛永年間から京都枡座として京升の製造・販売を行なうようになり，ここで用いられた「新京升」が全国に公定化された点である。こうした事情を考慮すると，法隆寺大工に関係の深い『愚子見記』が京升の件を記載するのは，むしろ当然なのかも知れない。

結

『愚子見記』に記された積算技術の数学的基準を，初期和算書の内容と比較した結果，以下のことが明らかになった。

まず，第八冊「算数度量」の第一項から第五項までに記された数量位名，及び第九冊「諸積」の第一項「諸色軽重」は『塵劫記』の該当箇所と内容がほとんど一致している。また，第九冊の第二項「句倍延之事」，同第七項「京升」は『塵劫記』の値を訂正した書である『改算記』の値と一致している。そして第九冊の第三項から第六項までの求積法においては，『塵劫記』の方法を主体とし，これに切籠・円弦之術等『竪亥録』の記載項目を加えている。

結局のところ，『愚子見記』における積算技術の数学的背景となっているのは，『塵劫記』を主体に『改算記』，『竪亥録』等の初期和算書であり，これらの強い影響を指摘でき，編者の建築技術者としての教養の程を具体的にうかがうことができる。

注

1) 兆垓モ上同　下学ニ云二十億ノ名一ト。前ニ注ス兆ハ，新編塵劫記ニ万億ヲ為レス兆ト。／是何レカ可レ用哉，可ニ得明一ム者也。
2) 呉承洛原著・程理濬修訂『中国度量衡史』1975年，商務印書館刊　125頁。
3) 下平和夫『数学書を中心とした和算の歴史（上）』昭和40年富士短大出版部刊参照
4) 加藤平左衛門『日本数学史』昭和42年槙書店刊参照
5) 「六角の物を坪つもる事。／角のおもて七間ある時此坪いか／ほとそといふ時に，／百廿七坪三分二毛ありといふ。／法に七間を左右にをき，かくれハ四九と成也。これに／六角法二五九八をかくれハ百廿七坪三分二毛／ありといふ也。／又法に七間左右ニをき，かくれハ四九と成。これに四三／三の法をかくれハ二一二一七と成。是に又六をかくれハ／百廿七坪三分二毛とも志る々也。」（『塵劫記』寛永８年版，山崎興右衛門『塵劫記の研究』昭和41年森北出版刊参照）
6) 「八角。但角のおもて六間つゝあり。／此坪数いかほとあるそと／いふ時に，／百七十三坪八分三りありといふ。／法に六間を左右にをきかくれハ三六と成。これに／二をかくれハ七二と成。是を八角法四一四二是／をもって

右之七二をわれハ百七十三坪八分／三りと志る々也。」（『塵劫記』寛永 8 年版，山崎興右衛門前掲書参照）
7）下平和夫前掲書参照
8）『古事類苑稱量部』参照
9）以上，寶月圭吾『中世量制史の研究』昭和 36 年吉川弘文館刊参照
10）寶月圭吾前掲書参照

SYNOPSIS

UDC : 72.03 : 69.003.12

EFFECTS OF THE EARLY MATHEMATICAL BOOKS ON THE ARCHITECTURAL REFERENCE BOOK "GUSIKENKI"

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

The "Gushikenki" written in the Edo period appears to be known as the only architectural reference book dealing with architectural quantitative survey by the mean of mathematical knowledge. However, a few early Japanese mathematical books written before the "Gushikenki" contain knowleges relative to mathematical means of architechtural quantitative survey.

We intend to examine the contents of the "Gushikenki" in comparison with those of the early mathematical books and to clarify the mathematical background of the "Gushikenki".