

えなみともすみ
榎並和澄と「参両録」

榎並和澄をはじめ取り上げます。この人は、江戸時代の堺の和算家です。先に記した「新刊算法起」の著者である田原嘉明と、ほぼ同時代の和算家です。「新刊算法起」の刊行は承応元年（1652）で、今回取り上げる榎並和澄は、その著「参両録」（以後「参両録」と記す）を翌年の承応2年（1653）に刊行しています。

ただ、昭和4年～6年に刊行された堺市史第7巻で、「承應元年新刊算法起を、同二年榎並和澄参両録を著した。」と、田原嘉明に触れた後に榎並和澄についても書かれているだけです。

また、佐藤健一氏監修の「和算の事典」を見ると、「序文の一節に『僕まだはたとせの春秋をもかうがへずして』とあり、榎並が20代だった頃の著作とわかる。」と書かれていることから、若くして和算と出会い自著「参両録」を書き進めたようです。しかも、そこで留まらず、寛永18年（1641）に、吉田光由が最後に刊行された「塵劫記」の最後に解答のない問題を12問掲載していますが、榎並はこの問題にも挑戦をし、6問については取りあえず榎並なりの解答を掲載しています。

さらに「和算の事典」には、『参両録』は、『塵劫記』よりも高度な問題として、自身で新規の遺題を8問作成して掲載した。この試みがきっかけとなって、いわゆる遺題継承が起こった。」とも書かれており、和算の世界では神社仏閣に算額を奉納することが積極的行われていますが、その算額に自らの解答と新たな問題を掲げることも行われています。このような遺題継承がこの榎並和澄から始まったことは、評価されているようです。

今回、この榎並和澄の「参両録」に挑もうというのが趣旨で、以後、少しずつでも読み進められればと考えている次第です。まだまだ未熟者ですので、「榎並和澄と『参両録』」を読まれて、間違いご意見などお気づきの点がありましたらお教えいただきたく存じます。

なお、「参両録」の中巻の第一「坪積」から始めます。

坪数因式解法

1. 右図のような木枠がある。ここの問題文を原本で提示します。



栗石何程入と問
答えて日く
壹坪五分

先八尺四寸五分と置五
尺をかくれば四十二歩
二分五厘と成を間歩を
以てわれバ一步と成是
に高さ一間半をかくれ
バ坪数知る、

後は、現代文に直して提示します。

この木枠内に、栗石はどれ程入りますか

これが問です。

答は、1坪5分です

これが答えです。

で、解法がこの後に次のように書かれています。1つ目の計算は

先ず8尺4寸5分に5尺をかけると、42歩2分5厘となります

ここの「8尺4寸5分」というのは、木枠の上面の四角形の一边にあたるのでしょう。それにかかる「5尺」とはどこかは、上の図からは読み取りにくいのですが、おそらく右図の長方形の左側の辺の長さだと、かろうじて読み取りましたので、この計算をします。

$$\begin{aligned} 8.45 \times 5 &= 42.25 \text{ (尺}^2\text{)} \\ &= 42 \text{尺}^2 \text{2分5厘} \end{aligned}$$

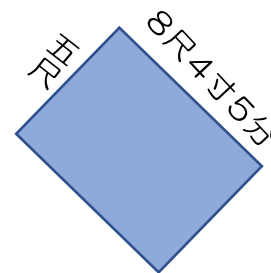
です。この一边の長さを「間」に直して計算をすると、

$$\begin{aligned} 8.45 \div 6.5 &= 1.3 \text{ (間)} \\ 5 \div 6.5 &= 0.769230769 \dots \\ &\doteq 0.769 \text{ (間)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1.3 \times 0.769 &= 0.9997 \\ &\doteq 1 \text{ (間}^2\text{=坪)} \end{aligned}$$

となります。

ここで、「1坪=1歩」ですので、上の8尺4寸5分に5尺をかけると、答えは1歩となり、42歩2分5厘にはなりません。



解法の2つ目の計算は、

これを間歩42.25で割れば1歩と成り、これに高さ1間半をかける と、坪数が分かります

ここでは「^{けんぶ}間歩42.25」の意味が不明です。この後の問題を読むと「間歩法42.25」というのが出てくるので、おそらく「法」の文字の書き忘れだろうと思われます。いずれにしても、この間歩法42.25でなぜ割るのかも不明です。

当初の問題の「5尺」を、木枠の上面のもう一方の辺の長さとする、少なくとも上の計算の意味は分かります。

木枠を単純化して右図のようにしました。この直方体の体積（容積）を求める問題ですね。全ての長さを「間」の単位になおして計算をしてみます。

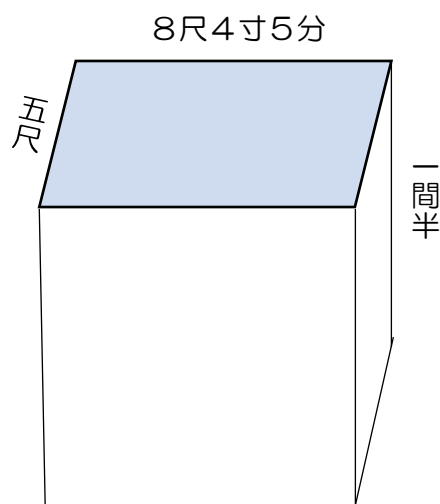
なお、高さは図では「高一間」とあり、本文では「高さ一間半」と書かれています。本文に合わせてここでは「一間半」で計算をします。

横：8尺4寸5分=1.3（間）

縦：5尺÷0.769（間）

高さ：1.5間

容積：1.3×0.769×1.5=1.49955
÷1.5



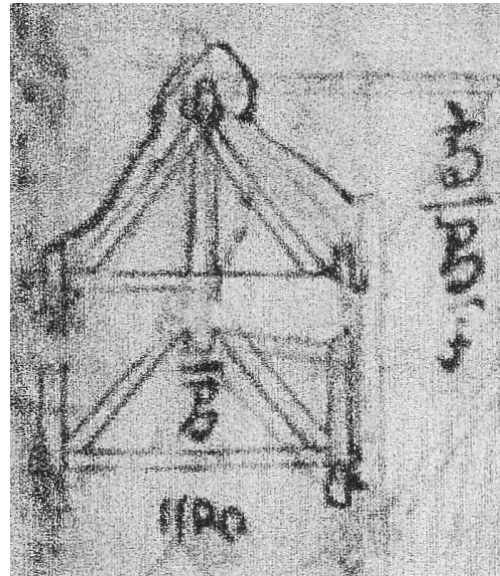
となって、1.5坪となりました。

とすると、「間歩法42.25」とは、いったい何だったのだろうかとなりますね。この問題を解くのに必要なものだったのかですね。

なお、この「間歩法42.25」については、6ページで触れます。

2. 右図のような木枠がある。ここの問題文も原本で提示しますと、

か く る 也	り 高 一 間 半 を	歩 と 成 二 に わ	二 間 を か け 式	分 先 中 一 間 に	坪 何 程 有 答 日 壺 坪 五	此 何 程 有 答 日 壺 坪 五	此 何 程 有 答 日 壺 坪 五
------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	---	---	---



此木枠の坪数はどれ程ありますか

これが問です。

答は、1坪5分です

これが答えです。

で、解法がこの後に次のように書かれています。1つ目の計算は、

中1間に2間をかけると、2歩と成ります

ここの「2間」は、三角形の底面の一边の長さですね。では「中1間」とはどこの長さかということ、図から見るとどうも底面の三角形の高さにあたる部分の長さのようですね。

この計算をします。

$$1 \times 2 = 2 \text{ (間}^2\text{)}$$

ちょうど底面の三角形2つ分の面積です。

解法の2つ目の計算です。

これを二つに割り、高さ1間半をかけます

これとは、底面の三角形2つ分の面積ですので、元の1つ分の面積を求めると、

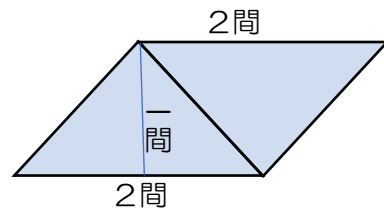
$$2 \div 2 = 1 \text{ (間}^2\text{)}$$

これに高さをかける。

$$1 \times 1.5 = 1.5 \text{ (間}^3\text{)}$$

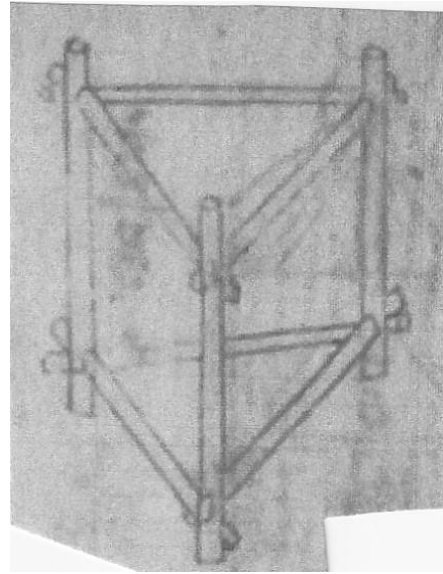
$$= 1.5 \text{ 坪}$$

です。現代の三角形の面積の求め方と同じで、「底辺×高さ÷2」です。これは楽ちんでした。



3. 右図のような木枠がある。問題文を原本で提示しますと、

此三角わくに栗石何程入るぞ。
 答えて日く
 坪九分三厘五毛二絲八忽
 先方七尺八寸を左右に置か
 くれ 六十歩八分四厘と成是
 に三角乃法四三三をかくれハ
 廿六歩三分四厘三毛七絲二忽
 と成是を間歩法四十二二五を
 以テわれハ六分二厘三毛五絲
 二忽と成是に高壘間半をかく
 れバ九分三厘五毛二絲八忽と
 知る、



この三角の枠に、栗石はどれだけ入りますか

これが問です。

答は、坪九分三厘五毛二絲八忽です

これが答えです。

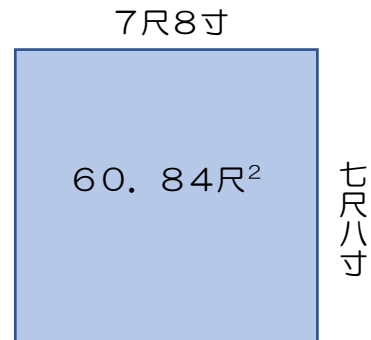
で、解法がこの後に次のように書かれています。1つ目の計算は、

一辺七尺八寸を互いにかけて、60歩8分4厘となります

図には長さは書かれていないので、文面からいくと、「7尺8寸」とは、この木枠の底面の三角形の底辺の長さだということが分かります。また、この三角形は正三角形だということも分かります。かけてみます。

$$7.8 \times 7.8 = 60.84 \text{ (尺}^2\text{)}$$

この一辺の長さどうしをかけるのですから、右下の図のような正方形の面積が求められます。なぜ正方形の面積を求めたかということ、当時の正三角形の面積を求める方法として、「三角の法0.433」を定数として活用するからです。使い方は次の如くです。



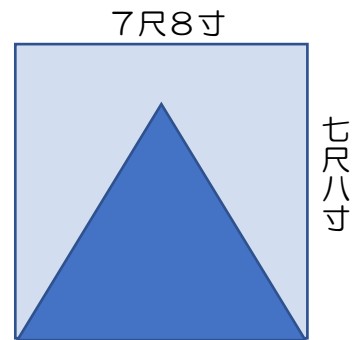
解法の2つ目の計算

これに三角の法0.433をかけると26歩3分4厘3毛7絲2忽となります

これがまさに三角の法の活用です。

「正三角形の一辺の長さ×正三角形の一辺の長さ」で、次のページのごとくまず正方形の面積が求められます。これに「三角の法0.433」という定数をかけると、元の正三角形の面積が求められるのです。

これは、同じ一辺の長さの場合、その面積比がほぼ、
 正方形：正三角形＝1：0.433
 となっているからです。この問題の場合は、
 60.84×0.433＝26.34372
 つまり、26.34372尺² が、この正三角形の面積
 です。しかし、上の本文では



「26歩3分4厘3毛2忽」となっており、第1問目同様
 「歩」の使い方が間違っています。「間」の単位に直すと、
 7.8÷6.5＝1.2（間）
 1.2×1.2×0.433＝0.62352（間²）
 0.62352間²＝0.62352歩
 となりますね。

解法3つ目の計算

これを間歩法42.25で割れば、6分2厘3毛5絲2忽となります

やはり「間歩法」が出てきます。これは、「尺²」単位の面積を「間²」単位の面積に変換するための定数といえます。またそういうつもりで使っているのでしょう。

「26.34372」の単位が、「歩」ではなく「尺²」なら、この「間歩法」の活用は分かります。

しかし、「6分2厘3毛5絲2忽」とは、単位の無い数ですので、ここでも間違いをしています。少なくとも「0歩6分2厘3毛5絲2忽」でなければならないからです。

計算をしてみると、

$$26.34372 \div 42.25 = 0.623507692$$

$$= 0\text{歩}6\text{分}2\text{厘}3\text{毛}5\text{絲}0\text{忽}7692$$

となって、ここも微妙に数が食い違っています。

解法4つ目の計算

これに高さ1間半をかければ、9分3厘5毛2絲8忽と分かります

最後に「底面積×高さ」の計算をして、この三角の枠の容積を出しています。これは現代の算数と同じ方法ですね。実際に計算をしましょう。

$$0.62352 \times 1.5 = 0.93528$$

$$= 0\text{坪}9\text{分}3\text{厘}5\text{毛}2\text{絲}8\text{忽}$$

となりました。

途中計算の間違いや、「歩」の使い方の間違いなどがあって、ここでの解法の理解に時間がかかりましたが、基本的な容積の求め方には問題はなく上のように解けました。

4. 右図のようなじゃ籠がある

このじゃ籠に、栗石がどれ程入りますか

これが問です。

答は、2坪8分4厘5毛8絲です

これが答えです。

で、解法がこの後に次のように書かれています。1つ目の計算は

1丈3尺を互いにかけて、169となります

この「1丈3尺」というのは、図の左に「周壺丈三尺」とありますので、蛇籠の切口の周囲の長さだと分かります。これを互いにかけていますが、円周×円周で何を求めようとしているのかは不明です。計算をすると、

$$13 \times 13 = 169$$

もう少し、この後の文も見ましょうか。

これに周りの円法0.7905をかけると、13歩3分5厘9毛4絲5忽となります

$$169 \times 0.7905 = 133.5945$$

普通、「円法0.7905」をかけるのは、円の直径の長さを一辺とする正方形の面積を出して、ここから円の面積を求める時ですね。正方形の面積と、正方形の一辺の長さが同じ円の面積比は、

正方形の面積：円の面積＝1：0.7905
つまり「正方形の面積×円法＝円の面積」の場合です。しかし、この場面では「円周×円周×円法」という計算をしています。どうもよく分かりません。さらに、続きを見ます。

これを間歩の法42.25で割れば、3分1厘6毛2絲となります

$$13.35945 \div 42.25 = 0.3162$$

うーん、何を計算で出したいのでしょうか。

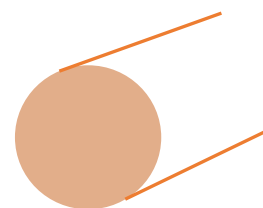
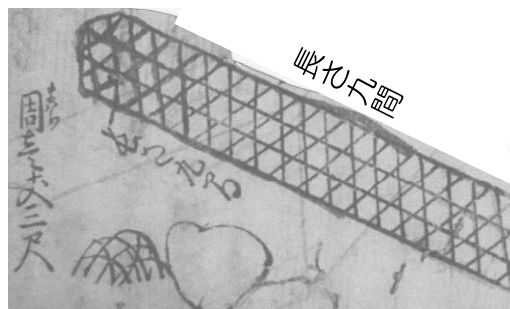
最後は、

これに、長さ9間をかけると、坪数がわかります

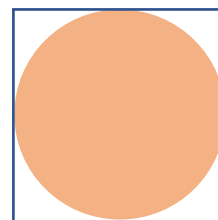
この文からすると、この直前では、蛇籠の切口の円の面積が、「間」の単位で出ていないといけません。でも、直前の計算ではそういうものは出されていません。

とりあえず、計算をします。

$$0.3162 \times 9 = 2.8458 \text{ (坪)}$$



蛇籠を前から見たところ



正方形の一辺の長さと
円の直径とが同じ長さ

筆者ならこう解く

ここで、私ならこの計算の順をたどりながら、次のような計算をとります。

まず、ここで分かっていることを書き出しますと、

- ① 蛇籠の長さは、9間
 - ② 蛇籠の切口の円周は、1丈3尺
- ということです。

互いにかけるのは、円周ではなく、直径であるべきです。「直径×直径」をして、直径の長さを一辺とする正方形の面積を求めます。

では、直径を求めましょう。「直径＝円周÷円周率」ですね。
円周が1丈3尺と分かっているので、

$$\begin{aligned} \text{直径} &= 13 \div 3.16 \quad (\text{ここでは、円周率を} 3.16 \text{にしました}) \\ &= 4.11392405 \\ &\approx 4.114 \text{ (尺)} \end{aligned}$$

直径が求められたので、次はこれを一辺の長さとする正方形の面積です。

$$\begin{aligned} 4.114 \times 4.114 &= 16.924996 \\ &\approx 16.925 \text{ (尺}^2\text{)} \end{aligned}$$

これに、円法0.7905をかけます。

$$\begin{aligned} 16.925 \times 0.7905 &= 13.3792125 \\ &\approx 13.379 \text{ (尺}^2\text{)} \end{aligned}$$

これで、蛇籠の切口の円の面積が求められました。

これを「間」の単位にします。「42.25」で割ります。

$$\begin{aligned} 13.379 \div 42.25 &= 0.316662721 \\ &\approx 0.31666 \text{ (間}^2\text{=坪=歩)} \end{aligned}$$

最後に、この蛇籠の容積を求めます。蛇籠の長さは9間ですので、

$$\begin{aligned} 0.31666 \times 9 &= 2.84994 \\ &\approx 2.8499 \text{ (坪} \cdots \text{体積坪)} \end{aligned}$$

本文の計算と比べて

$$\begin{aligned} \text{本文の容積} &: 2.8458 \\ \text{私の容積} &: 2.8499 \end{aligned}$$

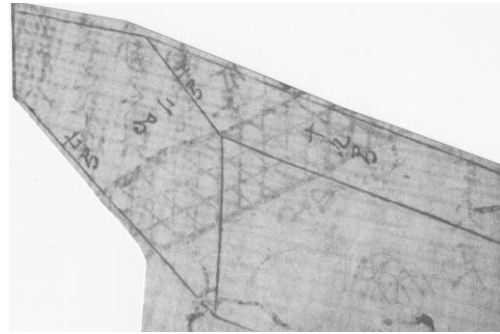
微妙な誤差です。計算上で概数を重ねた結果の誤差だと思われます。

とするなら、本文の計算の仕方でも正解ということになりました。でも、なぜあのような計算方法をとったのかは、何となく分かる気がします。「間²」の単位を「尺²」の単位に換算するために、「42.25」(6.5×6.5)で割ったのかもしれませんが。

5. 右図のような堤がある

この図を見てもよく分からないので、これを分かりやすくしましょう。

下の図のような、切口が台形の堤です。



この堤の坪数はどれ程ありますか

これが問です。

答は、171坪です

これが答えです。

で、解法がこの後に次のように書かれています。1つ目の計算は、

先ず2間と7間とを合わせて9間です

切口の台形の上底と下底とを足しています。

$$2 + 7 = 9 \text{ (間)}$$

この後、

これを2で割り、4間半に高さ2間をかけると、9歩となります

計算をします。

$$9 \div 2 = 4.5 \text{ (間)}$$

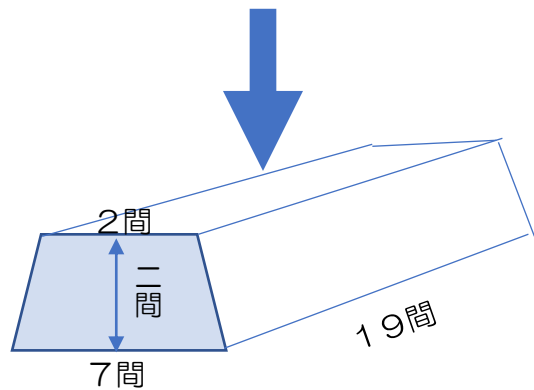
$$4.5 \times 2 = 9 \text{ (間}^2\text{=歩)}$$

これは、切口の面積ですね。

最後に、

これに長さ19間をかけると、171坪と分かります

$$9 \times 19 = 171 \text{ (間}^3\text{=坪} \cdots \text{体積坪)}$$



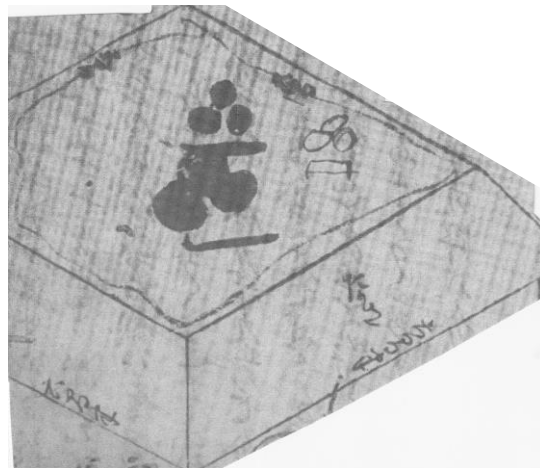
この台形の計算や、容積を求める計算方法は、現代の算数と同じです。

方臺坪因解法

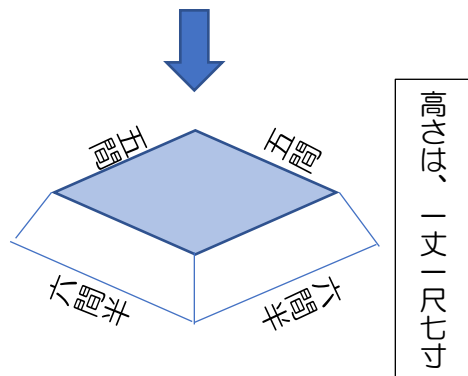
1. 右図のように方台があります。

下に分かりやすい図を書きましょう。

また、この問題文を原本で提示します。



○上五間四方 ○下六間半四方
 ○高さ一丈一尺七寸
 此土坪数を問
 答日五十九坪八分五厘あり
 先六間半に三をかくれ八十
 九間半となる是に五間をかく
 れ八九十七歩半と成是を實に
 置別に又六間半を五間減ハ壱
 間半となるこれを左右に置か



くれは貳歩二分五厘と成實へ
 加合九十九歩七分五厘と成こ
 れに高壱丈七寸をかくれ
 八千六百七十七零七五と成是を
 六五を以てわれは百七十九坪
 五分五厘となるこれを三をも
 ツてわれは五十九坪八分五厘
 と知る、

現代文で示すと、

**○上5間四方 ○下6間半四方 ○高さ1丈1尺7寸
 この土坪はどれだけありますか**

これが問です。

答は、59坪8分5厘です

これが答えです。

で、解法がこの後に次のように書かれています。1つ目の計算は。

先ず6間半に3をかけると、19間半となる

これは難しいですね。底面の一辺の長さを何のために3倍するのでしょうか。よく分
 かりません。書かれたとおりに計算をしますと、

$$6. 5 \times 3 = 19. 5$$

その次は、

これに5間をかけると、97歩半となる

$$19. 5 \times 5 = 97. 5$$

やはり、これもよく分かりません。底面の一边の長さを3倍して、上面の一边の長さをかけているのですよ(?????)。 何の面積を出したのでしょうか。

次の計算です。

6間半から5間を引くと、1間半となる。これを互いにかけて、2歩2分5厘となる

6間半から5間を引くのは分かります。底面と上面との差を求めています。では、これを互いにかけてのは。ここは理解できないところです。何を求めようとしているのか。

$$1. 5 \times 1. 5 = 2. 25 \\ = 2\text{歩}2\text{分}5\text{厘} \dots ?$$

では、その次の計算です。

これを加えて99歩7分5厘となる。これに高さ1丈1尺7寸をかければ、1167. 075となる

$$97. 5 + 2. 25 = 99. 75 \text{ (歩)}$$

これに高さをかけて、

$$99. 75 \times 11. 7 = 1167. 075$$

「間²」の単位と「尺」の単位とをかけています(?????)。

この計算で出た答えは、何なんでしょう。

で、最後の計算です。

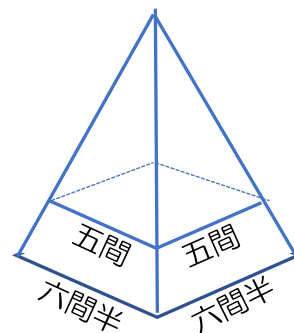
これを6. 5でわれば、179坪5分5厘となる。これを3でわれば、59坪8分5厘と分かる

$$1167. 075 \div 6. 5 = 179. 5461538$$

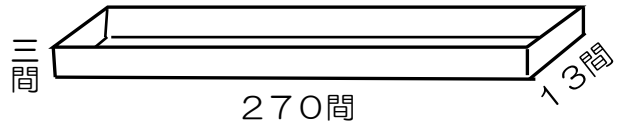
先に、「間²」の単位と「尺」の単位とをかけあわせたので、「6. 5」で割ることで「尺」の単位を消し去ったのか。すると、現単位は「間²」。これを「3」で割る。この「3」で割る行為は、ひょっとして、角柱の体積から、角錐の体積を求めたのでしょうか。

$$179. 5461538 \div 3 = 59. 84871793 \\ \approx 59. 85$$

最初に方台の土台の一边の長さを3倍しましたが、この最後の場面で「3」で割って元に戻したということなんでしょうかねえ。



2. 次のような池（プール？）があります。その図を右にかいておきます。また、ここの問題文を原本で提示します。



を か く る な り	歩 と 成 こ れ に 深 さ 三 間	先 式 百 七 十 間 に 廿 三 間	を か く れ ハ 三 千 五 百 十	拾 坪	此 坪 壹 万 零 五 百 三	十 三 間	○長二百七十間 ○深三間 ○幅
----------------------------	--	--	--	--------	--------------------------------------	-------------	-----------------------

では、現代文に直して読み進めましょう。

○長さ270間 ○幅13間 ○深さ3間

上のように問いは無く、それぞれの長さだけが書かれています。次に、

この坪1万0530坪

これが答えですね。とすると、問題文は「上の縦・横・高さを長さとする池（プール）の容積はどれだけですか。」というものでしょう。

では、解法です。

270間に23間をかけると、3510歩となる。これに深さ3間をかけます

あれ？ 知らぬ間に、このプールの幅は13間から23間に広がっています。本文でも間違っています。23間で計算をします。

$$270 \times 23 = 6210$$

やはり、「23間」ではないようです。「13間」に戻して計算をやり直します。

$$270 \times 13 = 3510$$

これでよし！ これに深さをかけますと、

$$3510 \times 3 = 10530$$

$$= 1万530坪$$

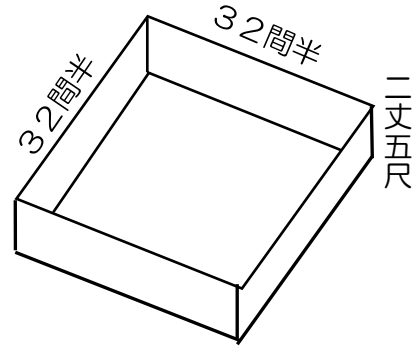
この問題ならば、小学校の高学年で習いますね。

しかし、ミスの多い問題ですね。

3. 次のような堀があります。

原本を提示します。

○三十二間半四方 ○ふ
かさ二丈五尺に掘ル
此掘坪四十零六十式坪
半有
先三十二間半を両に置か
くれハ毫千五十六歩二分五
厘と成これに深二丈五尺
をかけて六尺五寸にてわ
る時坪知る、也此式にて
因帰の能をあらはす



では、現代文です。

○32間半四方 ○深さ2丈5尺に掘る

ここも問いがありません。

この掘坪40.062坪半有り

これが答なので、上の問は、「この堀の容積は。どれほどになりますか」ですね。

では、解法です。

まず、32間半を互いにかけて、1056歩2分5厘となり、これに深さ2丈5尺をかけて6尺5寸で割ると、坪が分かります。この式にて因帰の能をあらわす

まず堀の表面積を求めています。

$$32.5 \times 32.5 = 1056.25 \text{ (間}^2\text{=坪)}$$
$$= 1056 \text{ 歩} 2 \text{ 分} 5 \text{ 厘}$$

深さをかけるので、

$$1056.25 \times 25 \div 6.5 = 4062.5$$

原文の答「40.062」と違いますね。原本に「四十零六十式坪半」と書かれています。原文の「零」の漢字がその前の「十」と重なって書かれており、不用なんです。それとも、江戸時代に「零」の使い方が現代とは違っていただけかもしれません。とにかく、「四十零六十式坪半」とは、「4062.5坪」のことなんです。

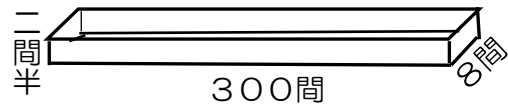
ここで、25をかけて、6.5で割っているのは、「尺」の単位を「間」の単位に換算して、表面積の単位(間²)にそろえたからです。

$$4062.5 \text{ 間}^2 = 4062.5 \text{ 坪}$$
$$= 4062 \text{ 坪半}$$

本文の「四十零六十式坪半」は、「四零六十式坪半」と書くのを間違っただけで、えられません。「十」が余分です。

4. 古い堀があります。原本を提示します。

古堀長三百間○幅八間○深二間半
 此古堀を右の四千六十二坪半を
 以テ壺方より埋れハ長何ほどようま
 るぞ
 答日二百三間八寸壺分式厘五毛
 先幅八間に深二間半をかくれバ二
 十坪と成を以テ四千六十二坪半を
 われバ式百零三間壺分式厘五毛と
 なるこの壺分式厘五毛はか里に六
 尺五寸をかくれば式百三間八寸壺
 分式厘五毛と知る、



では、現代文です。

古い堀があります。長さ：300間 幅：8間 深さ：2間半
 この古い堀を4062坪半で、片方から埋めていけば、どれ程の長さが埋まりますか

問題文の意味は分かりますね。

答は、203間8寸1分2厘5毛

これが答えです。

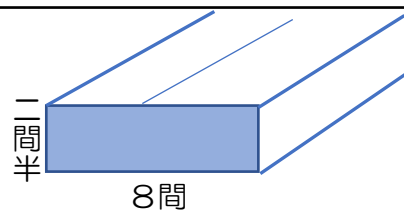
やはり解法がこの後に続きます。

まず、幅8間に深さ2間半をかけると20坪となり、これで4062坪半を割れば、203間1分2厘5毛となる。

堀の幅に深さをかけるので、この堀の切口の面積は、

$$8 \times 2.5 = 20 \text{ (間}^2 \text{ = 坪)}$$

この切口で、堀を4062坪半の土で埋めていきます。



$$4062.5 \div 20 = 203.125 \text{ (間)}$$

$$= 203 \text{ 間 } 1 \text{ 分 } 2 \text{ 厘 } 5 \text{ 毛}$$

最後の解法です。

この1分2厘5毛だけに6尺5寸をかけると、203間8寸1分2厘5毛となります。

答の坪より下の数を6.5倍します。6尺5寸をかけるのではありません。これは、「間」の単位を「尺」の単位に換算するためです。

$$0.125 \times 6.5 = 0.8125$$

$$= 8 \text{ 寸 } 1 \text{ 分 } 2 \text{ 厘 } 5 \text{ 毛}$$

元の203間を合わせて、

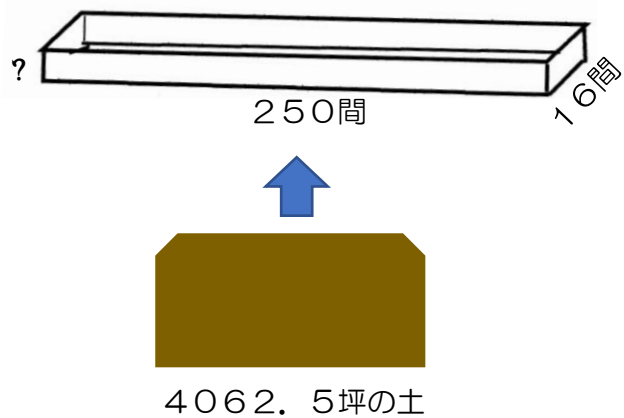
203間+8寸1分2厘5毛=203間8寸1分2厘5毛
まで、堀は埋まることが分かります。

なお、この堀を埋めた4062.5坪の土は、前問(3)の堀を掘るのに使った土(4062.5坪)を使ったのかもしれませんが。

5. 再び、古い堀があります。

原本を提示します。

又四千六十式坪半を以て二百五十間
 に十六間の古堀をうむる時深何程う
 まるぞ
 答日壹間一寸零壹厘五毛六系二忽
 先式百五十間に十六間をかくれバ四
 千坪と成これを以て四千六十二坪半
 をわりて間より下へハ六尺五寸をか
 くる時知る、



では、現代文に直して読み進めますよ。

4062坪半の土で、長さ250間、幅16間の古堀を埋めると、深さはどれ程まで埋まりますか

これが問です。そして、

答は 1間1寸1厘5毛6系2忽

これが答えです。解法は、

まず、250間に16間をかけると、4000坪となります。これで4062坪半を割り、間より下の数に6尺5寸をかけると分かります

まずこの堀の表面積を出しています。

$$250 \times 16 = 4000 \text{ (坪)}$$

埋めるための土は4062.5坪なので、これを、古い堀の面積4000坪で割ると、

$$4062.5 \div 4000 = 1.015625 \text{ (間)}$$

単位は「間」なので、「間」より下の数(0.015625)を、「尺」の単位に変換するために、「6.5」をかけます。

$$0.015625 \times 6.5 = 0.1015625 \text{ (尺)}$$

$$\approx 0.101562 \dots \text{ 当時四捨五入はなかったのか}$$

元の1間を加えて、

$$1 + 0.101562 = 1.101562 \text{ ではありませんね。}$$

$$1 \text{ 間} + 1 \text{ 寸} 1 \text{ 厘} 5 \text{ 毛} 6 \text{ 系} 2 \text{ 忽} = 1 \text{ 間} 1 \text{ 寸} 1 \text{ 厘} 5 \text{ 毛} 6 \text{ 系} 2 \text{ 忽}$$

となりました。

坪数因分

1. 屋敷があります。

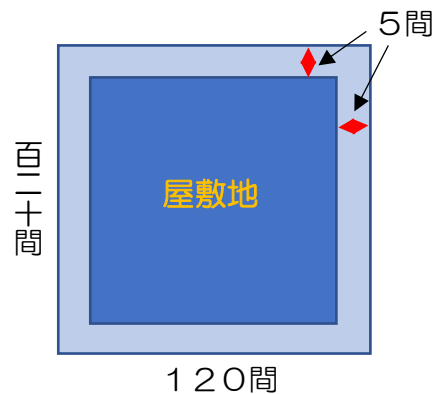
まず原本からです。

この屋敷百二十間四方有此
内に幅五間ふかさ二丈四尺
二寸の堀を満ハりにほり此
土を以て中の屋敷をつきあ
ぐる時は何程たかくなる
ぞ、
答日四尺六寸
先百二十間の内を掘乃幅五
間引百十五間と成これに四
方かくればは四百六十間と
成これにほりはば五間をか
くれば二千三百と成これに
ふかさ二丈四尺二寸をかく
れば五万五千六百六十と成
る右に置又百廿間乃内ほり
のはば五間づ、両方にて引
八百十間と成これを両に置
かくれば壹万貳千百と成こ
れを右に置五万五千六百六
十をわれば四尺六寸と成な

うーん、なかなか難しそうですね。

現代文を出しましょう。

一辺が120間の正方形の屋敷地があります。この屋敷の周りに幅5間、深さ2丈4尺2寸の堀をほり、この土を屋敷内に敷き詰めると、どれほど高くなりますか



これが問題文です。

答えは、四尺六寸です

これが答ですね。

では、解法を見ていきましょう。

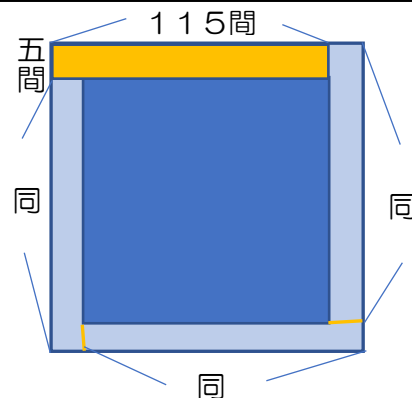
まず、120間から堀の幅5間を引くと、115間となります。これが四方にあるので、4をかけると460間となります。これに堀幅5間をかけると、2300になります

屋敷地の一辺の長さが120間で、ここから堀幅5間を引き、これが4か所にあるので4をかける。

$$120 \times 4 = 460 \text{ (間)}$$

これに堀幅をかけると、右図のオレンジ色の長方形4つ分の面積、つまり堀の面積が求められますね。

$$460 \times 5 = 2300 \text{ (間}^2\text{=坪)}$$



次の解法です。

これに深さ2丈4尺2寸をかけると、5万5660となります

先の堀の面積に堀の深さをかけて、堀の容積を求めます。

$$2300 \times 24.2 = 55660$$

これが、堀を掘って出た土の量となりますね。ただし、単位が「間²」と「尺」とが混じったものになっていますが。

次の解法

また、120間の内、堀の幅5間ずつ両方から引くと、110間となります。これを互いにかけて、1万2100となります

屋敷地の一边の長さから堀幅をひくと、前ページの濃い青の屋敷地、つまり、堀内の正方形の一边の長さとなります。

$$120 - 5 - 5 = 110 \text{ (間)}$$

これを互いにかけてるので、濃い青の屋敷地そのものの面積が出ます。

$$110 \times 110 = 12100 \text{ (間}^2\text{=坪)}$$

で、最後の解法です。

これで55660を割れば4尺6寸となりました

$$55660 \div 12100 = 4.6$$

で、「4尺6寸」屋敷地の高さが高くなりました。

このページの最初から、単位が「間²」と「尺」とが入り混じったまま計算をしていますので、ちょっと気になります。単位をまず合わせて計算をしてみましょう。

堀の容積を求めるところから

堀の深さが2丈4尺2寸なので、これを「6.5」で割ります。

$$24.2 \div 6.5 = 3.723076923 \\ \doteq 3.723 \text{ (間)}$$

堀の面積にかけます。

$$2300 \times 3.723 = 8562.9 \text{ (間}^3\text{=坪)}$$

これが、堀の容積つまり、屋敷地に積む土の量となります。

この土の量を、屋敷地の面積で割ると、土地の高さが求められるはずですね。

$$8562.9 \div 12100 = 0.707677685 \text{ (間)} \\ \doteq 0.7077$$

これを「尺」に換算をします。

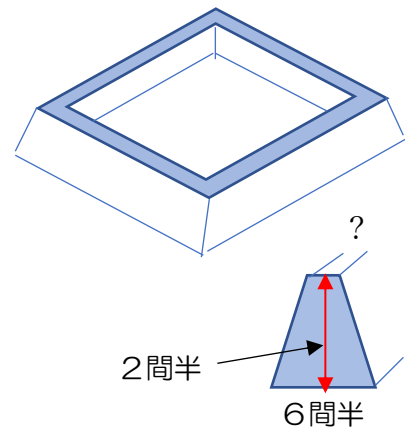
$$0.7077 \times 6.5 = 4.60005 \\ \doteq 4.6 \text{ (尺)}$$

上の計算の答えとぴったりです。ご明算！！ 初めの江戸時代の計算方法で合っていました。う～んと、ちょっとうなづいてしまいますが。ま、よかったよかった。

2. 屋敷周りに堤を築きます

まず、原本です。

右の屋敷廻り堀乃土にて堤を
つき申時長八百間高二間半下
六間半にしてハ上にてはば何
程有ぞ
答日壹丈三尺四寸壹分
先四方廻り四百六十間に五間
をかくれば二千三百と成是に
深さ貳丈四尺二寸をかくれば
五万五千六百六十と成右に置
別に長八百間に高二間半をか
くれバ貳千と成是にて右をわ
れバ二丈七尺八寸三分と成を
倍て内六間半の尺を引残則上
の幅也



現代文で提示します。

右の屋敷周りに、堀の土で堤を築いたとき、長さが800間、高さが2間半、下6間半とすると、上の幅はどれだけになりますか

これが問題文です。築いた堤の上の幅を問うています。

答えは、1丈3尺4寸1分です

これが答えです。

では解法です。

まず、周囲の460間に堀幅の5間をかけると、2300となります。
これに深さ2丈4尺2寸をかけると、55660となります

前の問題の続きですので、同じ屋敷地に堤を築きます。と、この解法のところでは、堀の容積、つまり堀った土の量が出ています。

$$460 \times 5 = 2300$$

$$2300 \times 24.2 = 55660$$

その次です

別に長さ800間に、高さ2間半をかけると、2000となります

堤の長さに高さをかけているので、堤を横から見たところの総面積ですね。

$$800 \times 2.5 = 2000 \text{ (間}^2\text{)}$$

さらにその次、

これで右の55660を割ると、2丈7尺8寸3分となり、これを2倍にして、内6間半の長さを引くと、残りが上の幅となります

土の量を堤の面積で割ると、

$$55660 \div 2000 = 27.83$$

これは、堤の平均の幅になります。

これを2倍して、6間半を引くのです。

「6間半」を「尺」に直すと、

$$6.5 \times 6.5 = 42.25 \text{ (尺)}$$

$$27.83 \times 2 - 42.25 = 13.41$$

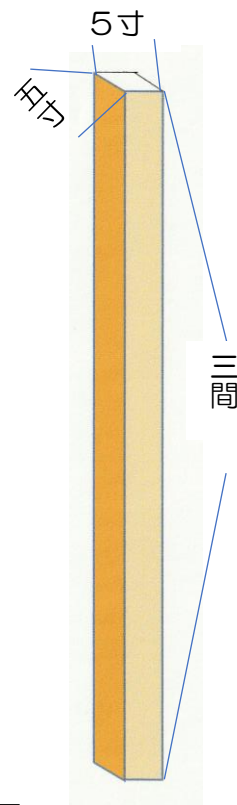
$$= 1 \text{ 丈} 3 \text{ 尺} 4 \text{ 寸} 1 \text{ 分}$$

と、出ましたねえ。

裁因式

1. 右図のように材木がある。まず原本を提示します。

長三間の五寸角に壹尺乃裁何程
有ぞととふ
答日四切八分七厘五毛
先五寸を左右に置かくれば貳分
五厘と成これに長さ壹丈九尺五
寸をかくれば裁切と知る、



現代文に直します。

長さが3間で、太さが5寸四方の木材があります。
この木材「尺」単位の体積はどれだけになりますか。
これが問です。

答は、4切8分7厘5毛です。

これが答えです。

では、解法をみていきましょう。

まず、5寸を互いにかけて、2分5厘となります。

切口の一辺どうしをかけるのですから、切口の面積が出ます。

$$0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ (尺}^2\text{)}$$

次です。

この面積に、木材の長さの3間をかけると、裁切がわかります。

木材の長さは3間ですから、これを「尺」単位の直します。

$$3 \times 6.5 = 19.5 \text{ (尺)}$$

$$= 1 \text{ 丈} 9 \text{ 尺} 5 \text{ 寸}$$

$$0.25 \times 19.5 = 4.875$$

$$= 4 \text{ 切} 8 \text{ 分} 7 \text{ 厘} 5 \text{ 毛}$$

となりました。

2. 右図のような角材がある。まず原本を提示します。

此角に裁何ほど有ぞ
答日六裁三分七厘

これを現代文にします。

この角材の体積はいかほどですか。

これが問です。ただ、本文には記載がないのですが、図を見ると角材の切口は一辺が7寸の正方形で、長さは2間です。

答は、6裁3分7厘です。

これが答えです。

ただ、ここの問題文はこれで終わりなんです。解法がありません。わざわざ解法を記す必要がないといわんばかりです。

仕方ないので、こちらで解法を記載します。

図から、角材の切口は一辺が「7寸」の正方形です。長さは2間というのが分かります。前問と同様に説いていきましょう。

まず、切口の面積ですね。

$$0.7 \times 0.7 = 0.49 \text{ (尺}^2\text{)}$$

長さ2間を尺に換算します。

$$2 \times 6.5 = 13 \text{ (尺)}$$

体積を求めます。

$$\begin{aligned} 0.49 \times 13 &= 6.37 \text{ (尺}^3\text{)} \\ &= 6 \text{ 裁 } 3 \text{ 分 } 7 \text{ 厘} \end{aligned}$$

と出ましたが、前問では単位は「切」ですが、こちらでは「裁」になっています。どう違うのでしょうか。現段階では不明です。単なる書き間違いなのか、どちらも使っているのかは分かりません。後日への先送り課題としておきます。



3. 右図のような木材がある。まず原本を提示します。

此木三裁壹分貳厘有
 法日八寸に四寸をかくれば三分
 二厘と成右に置壹間半に六尺五
 寸をかくれば九尺七寸五分と成
 是を右に置たり三分二厘にかく
 れば裁としる、

これを現代文にします。

この材木の体積は、3裁1分2厘あります。

いきなり答えが出てきました。この答から類推すると、この問題は

たて8寸、横4寸、長さが1間半の角材の体積はどれだけありますか。

でしょう。

では、解法をみていきましょう。

8寸に4寸をかけると、3分2厘となります



まず、切口の面積を求めます。

$$0.8 \times 0.4 = 0.32 \text{ (尺}^2\text{)}$$

続きです。

また、1間半に6.5をかけると、9尺7寸5分となります

単位を「尺」に換算ですね。

$$1.5 \times 6.5 = 9.75 \text{ (尺)}$$

さらに続きです。

これに3分2厘をかけると、裁が分かります

文面通りいくと、

$$9.75 \times 0.32 = 3.12 \text{ (尺}^3\text{)}$$

私たちが、普段している計算では「面積×長さ」なんですが、このあたり江戸時代では、とにかく必要な計算をすれば、どちらをどちらにかけてもいいと、ということなんです。

ま、無事に出ました。切口が正方形でも長方形でも、どちらでも同様の計算方法で体積は求められるということです。

4. 右図のような木材がある。まず原本を提示します。

此木十式切八分七厘有
 法二日厚の八寸と五寸を合巻尺三寸と成
 を二にわれバ六寸五分と成是に幅巻尺一
 寸をかくれバ七分毫厘五毛と成是に長一
 丈八尺をかくれバ十二裁八分七厘と知
 る、

現代文から始めます。

この木材は、12切8分7厘
 です

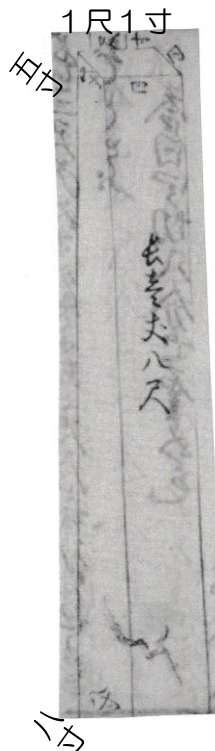
ここも、答えですね。問題を推測しますと、

たて8寸、横5寸、長さ1丈
 8尺の木材があります。体積
 はいくらでしょうか

でしょうね。

では、解法です。

切口の8寸と5寸を合わせると
 1尺3寸となり、これを二
 つに割れば、6寸5分となり
 ます



まず、下の切口の8寸と上の切口の5寸とを合わせます。

$$0.8 + 0.5 = 1.3 \text{ (尺)}$$

これを2つに割ります。

$$1.3 \div 2 = 0.65 \text{ (尺)}$$

これは、切口の一辺の長さの平均をとって、木材の形を四角垂台型から直方体にかえようとしたのでしょう。

次の解法です。

これに幅1尺1寸をかけると、7分1厘5毛となります

$$0.65 \times 1.1 = 0.715 \text{ (尺}^2\text{)}$$

最後、

これに長さ1丈8尺をかけると、12裁8分7厘と分かります

$$0.715 \times 18 = 12.87 \text{ (尺}^3\text{)}$$

$$= 12 \text{ 裁 } 8 \text{ 分 } 7 \text{ 厘}$$

と出ましたよ。

5. 右図のような木材がある。まず原本を提示します。

此木八裁三分二厘三毛九絲六句五倣有
 法二日徑九寸を左右に置かくれば八分
 毫厘となるこれに圓法七九零五をかく
 れは六分四厘令毛三絲令忽五倣と成
 これに長三間に六尺五寸をかくれば毫
 丈三尺となるをかくれば八裁三分二
 厘三毛九絲六忽五倣と知る、

現代文から始めます。

この木材の体積は、8裁3分
2厘3毛9絲6句5倣です

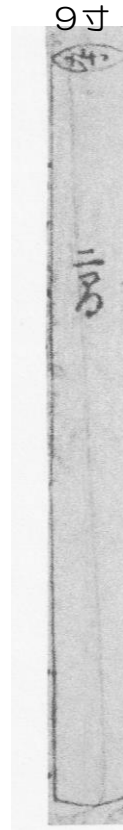
答ですねえ。

これも問題の分がありませんので
作ります。

切口の直径が9寸で、長さが
2間の円柱形の木材がありま
す。この木材の体積はどれだ
けですか

では、解法です。

直径9寸を互いにかけて、
0尺8分1厘となります



直径どうしをかけていますので、直径の長さを一辺とする正方形
の面積を求めています。

$$0.9 \times 0.9 = 0.81 \text{ (尺}^2\text{)}$$

次の解法です。

これに円法0.7905をかけると、6分4厘0毛3絲0忽5倣となります

正方形の面積に、「円法0.7905」をかけていますので、これで、直径9寸の
円の面積が出ました。

$$0.81 \times 0.7905 = 0.640305$$

最後は、

長さ2間に6尺5寸をかけると1丈3尺となり、先の面積にこれかけると8裁3分
2厘3毛9絲6忽5倣となりました

まずは長さ2間を「尺」の単位に換算して、切口の面積に長さをかけて、この木材の
体積を求めます。

$$2 \times 6.5 = 13 \text{ (尺)}$$

$$0.640305 \times 13 = 8.323965 \text{ (尺}^3\text{)}$$

$$= 8 \text{ 裁} 3 \text{ 分} 2 \text{ 厘} 3 \text{ 毛} 9 \text{ 絲} 6 \text{ 忽} 5 \text{ 倣}$$

となりました。

木材の切口が四角でも円でも、同様の計算方法で体積が求められることが分かります。

6. 右図のような木材がある。まず原本を提示します。

此木に裁何程有ぞと問
答日五裁二分
五寸と八寸をかけ長をかく
る也

まず現代文です。

この角材の体積を求めなさい

これが問です。

答は、5裁2分です

これが答えです。

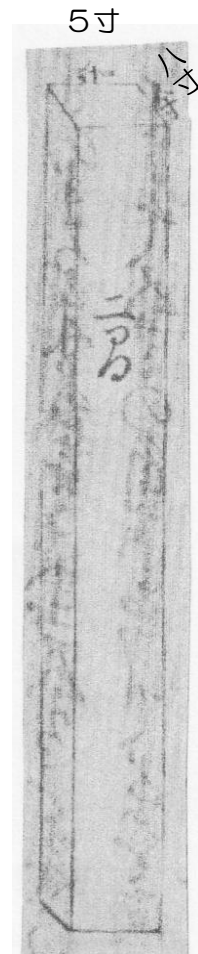
解法は、

木口のたてと横の長さをかけて、角材の長さをかけます

これは、何の問題もありませんね。

$$\begin{aligned} 2\text{間} &= 6.5\text{尺} \times 2 \\ &= 13\text{尺} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.5 \times 0.8 \times 13 \\ &= 5.2 \\ &= 5\text{裁}2\text{分} \end{aligned}$$



と出ましたね。

7. 右図のような木材がある。まず原本を提示します。

徑が五寸のまる木長壹丈三尺有を裁数
 同前にして五寸の角に直して長を問
 長一丈二寸七分六厘五毛
 壹丈三尺に七分九厘五をかくる也
 又日右のごとくに好角をまる木に直す
このかく
 時ハ圓法を以テ長をわるなり
 又日長同前にして方徑に直事口に註

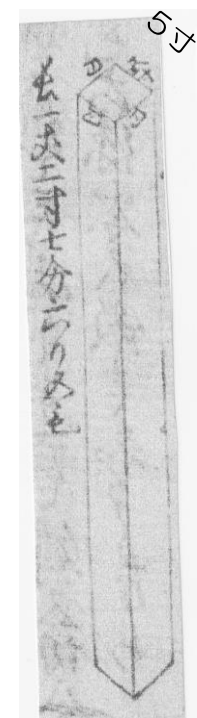
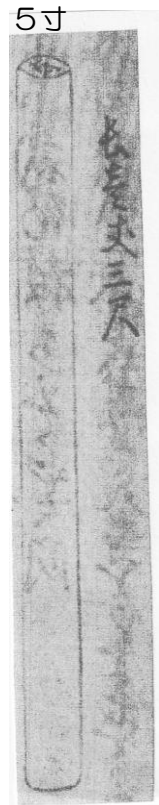
では、まず現代文になおします。

直径が5寸の丸木で、長さが1丈3尺があります。この丸木の裁数を同じままで、一辺の長さが5寸の角材に直した時、その角材の長さはいくらになりますか

これが問です。

答は、長さは1丈2寸7分6厘5毛です

これが答えです。



では解法です。

1丈3尺に7分905をかけます

この「7分905」とは、「円法0.7905」のことでしょう。

$$13 \times 0.7905 = 10.2765 = 1丈2寸7分6厘5毛$$

と出ましたね。

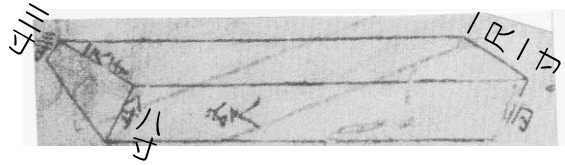
この場合、わざわざ、丸木の体積を計算しなくても、「丸木の長さに、円法0.7905をかける」だけで、角材の長さが求められるんですね。ただし、丸木の直径と、角材の木口の一辺の長さが等しい場合のみ、この計算が使えるんですね。だから、この後の文でもこのように書かれています。

角材を丸木に直す時は、円法で長さを割るのです と

お見事です。

8. 右図のような升がある。まず原本を提示します。

此右の升目何程有ぞ但壱尺の裁を五斗めに
して
答日壱石五斗壱升二合五勺
先廣狭合壱尺一寸と成を二にわれバ五寸五
分と成是に幅壱尺壱寸をかくれば六歩五厘
と成これに長五尺をかくれば三切貳厘五毛
と成これに壱尺四方の裁乃升目五斗をかく
れハ壱石五斗一升貳合五勺と知る



現代文を提示します。

この右の升目、どれ程ありますか。但し1尺の裁を5斗めにして

これが問です。

答は、1石5斗1升2合5勺です

これが答えです。

では、解法です。

まず、広狭合わせて1尺1寸となるのを2つに割れば、5寸5分となります

ようするに、升の上3寸と下8寸とを合わせ

た長さを2つに割っています。

$$(3+8) \div 2 = 5.5 \text{ (寸)}$$

これは台形の面積を求める公式の途中、つまり、「(上底+下底) × 2」にあたりますから、この升の切口の形は台形であることがわかります。

次の解法です。

これに幅1尺1寸をかけると、6歩5厘となります。これに長さ5尺をかけると、3切2厘5毛となります

5. 5寸を尺二換算して、

$$0.55 \times 1.1 = 0.605 \text{ (尺}^2\text{)}$$

$$0.605 \times 5 = 3.025 \text{ (尺}^3\text{)}$$

切口の高さをかけて、升の長さをかけているだけです。升全体の体積(容積)が求められました。

最後の解法です。

これに1尺四方の裁の升目5斗をかけると、1石5斗1升2合5勺と分かります

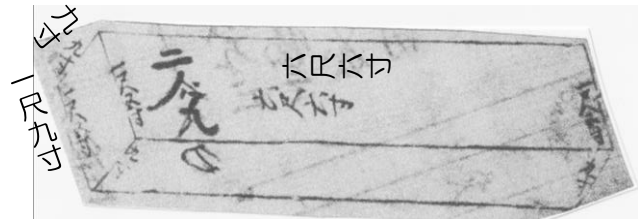
$$3.025 \times 5 = 15.125 \text{ (斗)}$$

$$= 1 \text{石} 5 \text{斗} 1 \text{升} 2 \text{合} 5 \text{勺}$$

と出ましたね。

9. 右図のような木材がある。まず原本を提示します。

此石舛目何程有右同積にして
 答日四石四斗五升五合目有
 先一尺五寸に九寸をかくれバ壺歩三分五厘
 と成これに長六尺六寸をかくれバ八裁九分
 壺厘と成これに壺尺乃裁の升目五斗をかく
 れバ四石四斗五升五合としる、右の升目を
 積事は口傳有右八大かた也



まず現代文を提示します。

この石の舛目はどれ程ありますか。右同積にして
 これが問です。

答えは、4石4斗5升5合目です

これが答えです。

では解法です。

1尺5寸に9寸をかけると、1歩3分5厘となります

$$1.5 \times 0.9 = 1.35 \text{ (尺}^2\text{)}$$

と、石の切口の面積を求めました。

次の解法です。

これに長さ6尺6寸をかけると、8裁9分1厘となります

$$1.35 \times 6.6 = 8.91 \text{ (尺}^3\text{)}$$

切口の面積に長さをかけるのですから、この石の体積が求められました。

次の解法です。

これに1尺の裁の升目5斗をかけると、4石4斗5升5合と分かります

$$\begin{aligned} 8.91 \times 5 &= 44.55 \text{ (斗)} \\ &= 4石4斗5升5合 \end{aligned}$$

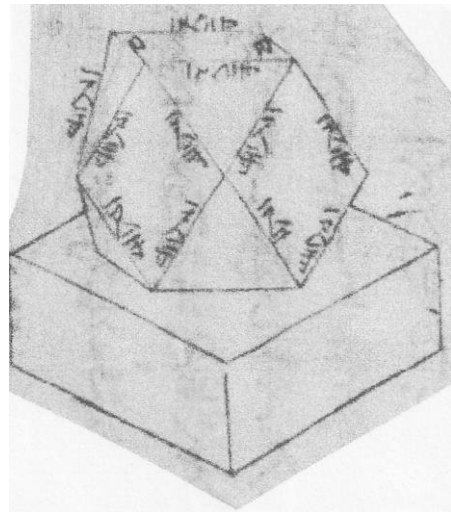
体積に「1尺の裁の升目5斗」をかけるのですから、この石の嵩が求められました。

最後に、

右の升目を積もる事は、口伝があります。右は八大かたです

上のように升目を求めるには口伝があるということです。

1. 右図のように、切籠型の石があります。
 まず原本を提示します。



此切籠形の石に升目何程有ぞ
 答日式石零三升六合四勺
 四抄八撮
 先方一尺貳寸を左右に置か
 くれバ一四分四厘と成これ
 に又壹尺貳寸をかくれハ壹
 七分二厘八毛となるこれに
 切籠坪法二坪三分五厘七毛
 をかくれバ四坪零七厘二八
 九六と成是に五斗をかくれ
 バ知る

まず現代文に直します。

この切籠形の石の体積はどれ程ありますか

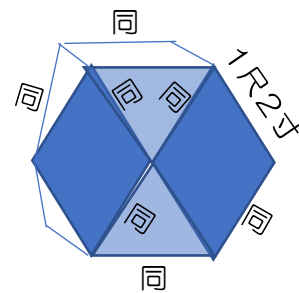
これが問です。

答 2石3升6合4勺4抄8撮です

これが答えです。

では、続きの解法を提示しましょう。

先ず、方1尺2寸を互いにかけて、
 1 4分4厘となります



ここで「1尺2寸」とは、全ての辺の長さをさしています。そして、これどうしをかけるのですから、一辺が1尺2寸の正方形の面積を求めていますね。それが、

$$1. 2 \times 1.2 = 1.44 \text{ (尺}^2\text{)}$$

です。これは、上下2つの正方形の面積です。

次の解法です。

これに、また1尺2寸をかけると1 7分2厘8毛となります

この正方形の面積に一辺の長さをかけますので、一辺が「1尺2寸」の立方体の体積が求められます。

$$1. 1.44 \times 1.2 = 1.728 \text{ (尺}^3\text{)}$$

で、次です。

これに切籠坪法2坪3分5厘7毛をかけると、4坪7厘2896となります

さあ、「切籠坪法2坪3分5厘7毛」というものが出てきました。これは何でしょうか。

どうも、切籠の一边を長さを一边とする立方体の体積から、切籠の体積を求めるための定数だと考えられます。それで、

$$1. 728 \times 2.357 = 4.072896 \text{ (坪)}$$

そして、最後は、

これに5斗をかけると分かります

$$4.072896 \times 50 = 203.6448 \text{ (升)}$$
$$= 2石3升6合4勺4抄8撮$$

と出ましたね。

こんな定数まであるんですね。江戸時代の計算は、細かいところまで定数で終えるのですよ。細かく筋道を考えることをしなくても解けるところが素晴らしい。が、なぜそういう定数が生まれたのかまでは分からないのでちょっと不満でもあります。田原嘉明なら、きっとその定数が出てきた起りについても書いてくれるのですが。

2. 右の図のように、古升があります。

まずは原本から。

此六角の器に古升にて何程入と問
 答日二升九合五勺三抄四撮七圭四
 粟六零八
 先方三寸五分を左右に置かくれば寸歩
 十二武分五厘と成これに六角の法二
 歩五分九厘八毛参六をかくれば三十
 一步八二六二三五と成これに深さ五
 寸八分をかくれば寸坪百八十四五分
 九厘二毛糸六忽三倣と成これを六
 十式坪半を以テわれバ入ぬ知る、又壹
 六をかけてた 同事



では、現代文

この六角の器に、古升で液体がどれ程入りますが

これが問です。

答は、2升9合5勺3抄4撮7圭4粟608

これが答えです。

では解法に。

まず方3寸5分を互いにかけて、寸歩122分5厘と成る

正六角形の器の口の一边の長さを一边とする正方形の面積を求めていますね。

$$0.35 \times 0.35 = 0.1225 \text{ (尺}^2\text{)}$$

$$= 12 \text{ 寸}^2 2 \text{ 分} 5 \text{ 厘}$$

解法の続きです。

これに六角の法2歩5分9厘8毛36をかけると、31歩826235となります

「六角の法」というのは、正六角形の一边の長さを一边とする正方形の面積に、この「六角の法」をかけると正六角形の面積が求められるという定数のことです。だからここでは、この六角の法を使って六角の器の切口の面積を出すのです。

$$12.25 \times 2.59836 = 31.82991$$

$$= 31 \text{ 寸}^2 8 \text{ 分} 2 \text{ 厘} 6 \text{ 毛} 2 \text{ 絲} 3 \text{ 忽} 5 \text{ 倣}$$

と求められました。しかし、本文とは単位がちがうようですね。榎並和澄は、ここでも「寸²」のところに「歩」を使っています。「歩」はあくまで「42.25尺²」なんですから。ま、続けましょう。

これに深さ5寸8分をかけると、寸坪1845分9厘2毛1絲6忽3倣となります

口の面積に深さをかけていますから、ここで、この正六角柱の器の体積を求めたのです。

$$31.826235 \times 5.8 = 184.592163 \text{ (寸}^3\text{)}$$

となり、体積が求められました。

$$184 \text{寸}^3 \text{5分9厘2毛1絲6忽3倣}$$

ですね。

最後です。

これを62坪半で割れば、入目が分かります。また16をかけても同じです

この「62.5」というのは、古升の升坪です。「升坪」とは升の容積と考えてもらっていいでしょう。

例えば、一辺が1尺の立方体があり、これを「升坪62.5」で割ると、

$$10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ (1寸の坪数} \cdot \cdot \cdot \text{体積} \cdot \text{容積)}$$

$$1000 \div 62.5 = 16$$

この「16」というのが、古升が16個分入るという意味です。つまり16升になりますので、一辺が1尺の立方体には、1斗6升の液体が入ることになります。こういうときに使います。

では、この場合はどうか。

問題文では「六角形の器に、古升で液体がどれ程入るか」を問うていますので、

$$184.592163 \div 62.5 = 2.953474608$$

$$= 2 \text{升} 9 \text{合} 5 \text{勺} 3 \text{抄} 4 \text{撮} 7 \text{圭} 4 \text{粟} 608$$

と求められました。

なお、「今升」を使う場合は、「今升の法64.827」があります。

この「64.627」とは、1寸の坪数を示しており、古升の法同様に使います。

ちなみに、

古升・・・□の一辺の長さは、5寸 升の高さは、2寸5分
今升・・・□の一辺の長さは、4寸9分 升の高さは、2寸7分

となっています。

3. 右の図のように、古い五角形の升があります。

原文を提示します。

此五角乃器に古升にて何程入ぞ
 答日一升一合一勺八才九撮六圭四
 先方三寸五分を左右に置かくれバ十
 二式分五厘と成是に深三寸三分を
 くれバ四十零四分式厘五毛と成これ
 に五角の歩法壹歩七分三厘をかくれ
 ば六十九坪九分三厘五毛二絲五忽と
 成これに壹六をかくれバ入目知る、
 九物七種乃算用ミなこれになぞらへ



では、現代文です。

この五角の器に古升でどれ程入りますか

これが問です。

答は、 1升1合1勺8才9撮6圭4

これが答えです。では解法です。

先ず、一辺3寸5分を互いにかけて、12と2分5厘
 となります。

これも前問同様に、正五角形の一辺の長さを一辺とする
 正方形の面積を求めていますね。

$$3.5 \times 3.5 = 12.25 \text{ (寸}^2\text{)}$$

続きの解法です。

これに深さ3寸3分をかけると、40と4分2厘5毛となります。

これも同じく、深さをかけて正四角柱の体積を求めています。

$$12.25 \times 3.3 = 40.425 \text{ (寸}^3\text{)}$$

さらに続けて、

これに五角の歩法1歩7分3厘をかけると、69坪9分3厘5毛2絲5忽となります。

正六角形の場合は、「六角の法」をかけました。ここは正五角柱なので、「五角の歩
 法1歩7分3厘」をかけます。

$$40.425 \times 1.73 = 69.93525 \text{ (寸}^3\text{)}$$

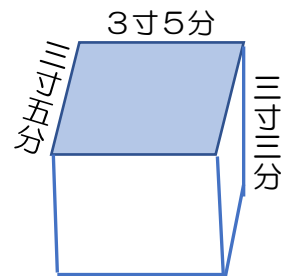
$$= 69 \text{ 坪} 9 \text{ 分} 3 \text{ 厘} 5 \text{ 毛} 2 \text{ 絲} 5 \text{ 忽 (坪は、寸坪です)}$$

これが、元の正五角形の器の体積です。後は、この器に入る液体の量を求めるだけです。

これに16をかけると、入目が分かります。九物七種の算用は、皆これになぞらえ。

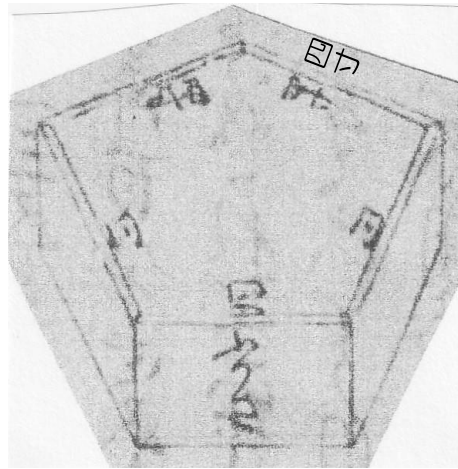
$$69.93525 \times 16 = 1118.964$$

$$= 1 \text{ 升} 1 \text{ 合} 1 \text{ 勺} 8 \text{ 才} 9 \text{ 撮} 6 \text{ 圭} 4$$



4. 右の図のように五角形の升があります。
例によって、原文を提示します。

右の五角入目有そのまゝにして方四寸にしてハ深さ何程と成
 答日二寸五分二厘六毛五六二五
 先三寸五分を左右に置かけてふかさ三寸三分をかくれば四十零四分貳厘五毛となる右に置又別に今好四寸を両に置かくれば十六と成を以テ右をわれバ尋ぬるふかさ知る、かやうの時はいづれも定法は不用也余は唯之



現代文に直します。

一辺が4寸の正五角形の入れ物があります。入る量が決まっている時、深さはどれ程ですか

これが問です。

答は、2寸5分2厘6毛5625です

これが答えです。

では、解法は、

まず、3寸5分を互いにかけて、深さ3寸3分をかけると、40.4分2厘5毛となります

$$3.5 \times 3.5 = 12.25 \text{ (寸}^2\text{)}$$

$$12.25 \times 3.3 = 40.425 \text{ (寸}^3\text{)}$$

これは、前問同様の正四角柱の体積を求めています。

続いて、

4寸を互いにかけて16と成り、これで右の数を割れば、深さが分かります

元の正五角形の一辺の長さを一辺とする正方形の面積を求め、それで、先の体積を割る。

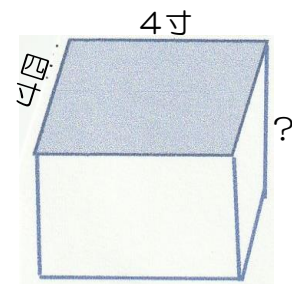
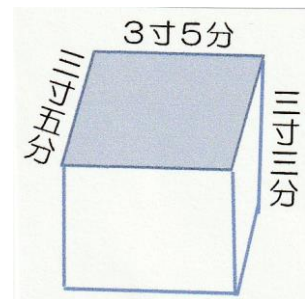
$$40.425 \div (4 \times 4) = 2.5265625 \text{ (寸)} \\ = 2\text{寸}5\text{分}2\text{厘}6\text{毛}5625$$

最後に、

このような時は、いずれも定法は不用です

このように解けば、定数はいらぬといっていますね。前問では、「五角の歩法1歩7分3厘」をかけましたが、今回はこれを使わずに計算をしました。

こんな計算方法があるんですね。



開平數位

まず、こういうことがまとめられています。原本で提示します。

歩と云ハ凡壹寸四方壹尺四寸一間四方	等也或は寸歩を以テ四方成形を作に
一有時は一寸四方	四ヨリ内ハ壹寸余
四に満は二寸四方	九ヨリ内ハ二寸余
九に満は三寸四方	十六ヨリ内ハ三寸余
十六に満ハ四寸四方	廿五ヨリ内ハ四寸余
廿五に満ハ五寸四方	卅六ヨリ内ハ五寸余
卅六に満ハ六寸四方	四十九ノ内ハ六寸余
四十九に満ハ七寸四方	六十四ノ内ハ七寸余
六十四に満ハ八寸四方	八十一ノ内ハ八寸余
八十一に満ハ九寸四方	百ヨリ内ハ九寸余
百に満バ九寸四方	余皆同前
一百万兆垓穰澗載ハ一の位也	
故に四百有時は貳尺四方又万有時	
は壹丈四方四方有ハ貳丈四方と	
作すなり	
十千億京杼溝正極八十の位也	
故に千六百有時ハ四尺四方貳千五百	
有ハ五尺四方と作す也又貳億五万	
有ハ五丈四方と作す余は准之	

これを讀下し文に直します。

歩と云うは、およそ一寸四方、一尺四寸、一間四方等也。或は寸歩を以て四方成形を作るに	
一有時は一寸四方	四より内は一寸余
四に満るは二寸四方	九より内は二寸余
九に満るは三寸四方	十六より内は三寸余
十六に満るは四寸四方	二十五より内は四寸余
二十五に満るは五寸四方	三十六より内は五寸余
三十六に満るは六寸四方	四十九の内は六寸余
四十九に満るは七寸四方	六十四の内は七寸余
六十四に満るは八寸四方	八十一の内は八寸余
八十一に満るは九寸四方	百より内は九寸余
百に満たれば九寸四方	余皆同前。
一百万兆垓穰澗載は一の位也	
故に四百有時は二尺四方、また万有時	
は一丈四方、四方有は二丈四方と	
作すなり。	
十千億京杼溝正極は十の位也。	
故に千六百有時は四尺四方二千五百	
有は五尺四方と作す也又二億五万	
有は五丈四方と作す。余は准之。	

まだ難しですね、現代文になおしましょう。

歩というのは、およそ一寸四方、一尺四方、一間四方
 等です。あるいは寸歩で四方を作る時に、
 一有る時は一寸四方　　四より内は一寸余
 四に満つるは二寸四方　　九より内は二寸余
 九に満つるは三寸四方　　十六より内は三寸余
 十六に満つるは四寸四方　　二十五より内は四寸余
 二十五に満つるは五寸四方　　三十六より内は五寸余
 三十六に満つるは六寸四方　　四十九の内は六寸余
 四十九に満つるは七寸四方　　六十四の内は七寸余
 六十四に満つるは八寸四方　　八十一の内は八寸余
 八十一に満つるは九寸四方　　百より内は九寸余
 百に満たなければ九寸四方　　後は、皆同じです。
 一百万兆垓穰澗載は一の位です。
 だから四百あれば二尺四方、また万あれば一丈四方、四方
 あれば二丈四方となります。
 十千億京杼溝正極は十の位です。
 だから千六百あれば四尺四方、二千五百あれば五尺四方と
 なります。また二億五万あれば五丈四方となります。後は
 これに準じます。

これまで、この書で何度も「歩」という単位が書かれており面食らいましたが、ここ
 にきて、やっと納得がいったという次第です。

「歩＝間²＝42.25尺²」という単位の換算が当たり前になっていました。しかし
 この文を読む限り、「歩」とは1つの単位ということではなく、大きさにこだわらず
 正方形を形作る一辺の長さの単位に合わせて使えることが、1つの発見でもありました。
 この発想は、面積を表す「ま数」と同じですね。この「ま数」は、一辺が1寸でも1尺
 でも使える単位です。

法 平 開

1. 開平法

前段の「開平數位」を踏まえた上で、次の問題文を読んでみましょう。

積尺何千百式十式歩式分五厘有これを四方に作して八方何程に成ぞ
答日三丈三尺五寸
先積千百式十式歩式分五と實に置位をみれば九百余千六百に満ざる故三丈余なり故に實を九百歩引てこの形をもとめ則商に三丈と置別に三丈を倍して六丈となるこれに三尺をかくれば百八十歩となるこれを實にて引右のかたちの二方へ足せは如此になる今足たる三尺をかけあハせ九歩と成是を實にて引角へたせば四方に満て如此に成る故商へ三尺加残歩三十三式分五厘となるまた別に三丈三尺を倍して六丈六尺となるこれに五寸をかくれば三十三歩となるこれを實にて引て右乃三丈三尺乃形へたせは如此になる今足たま五寸をかけあはせ式分五厘となる實を引て角へたせば三丈三尺五寸四方満る故商へ五寸を加る商は則今尋る方数なり
開平式断

現代文になおしましょう。

面積が1122歩2分5厘の土地があります。この土地が正方形ならば、一辺はどれ程になりますか

これが問です。

答は、3丈3尺5寸です

これが答えです。

では解法を見ていきましょう。

まず面積1122歩2分5厘です。位をみると900余りで1600に満たないので、3丈余りです。

早速、ここの理解が難しいです。まず上の「900」とは何か。一辺が3丈の正方形です。この一辺の長さを「尺」に直しますと、

$$3丈 = 30尺$$

ですので、

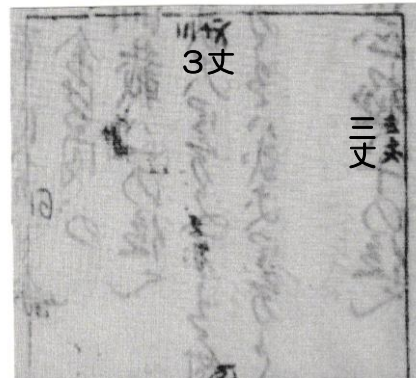
$$30 \times 30 = 900 (尺^2)$$

つまり、この正方形の面積です。前の「開平數位」のところで、

歩というのは、およそ1寸四方、1尺四方、1間四方等です

とありましたので、この問題では、「1尺四方」をもとに「歩」を考えていくのでしよう。だから、先の計算の「900尺²」は、「900歩」となります。

次の「1600に満たない」というのは、



$$40 \times 40 = 1600$$

つまり、「1600歩に満たない」という意味だと考えられます。すると、「40尺」は、「4丈」なので、問題の正方形の一辺は「4丈」未満だということになります。言い換えると、「3丈余り」ということです。

それを図で示したものが、右の図です。オレンジで表した正方形が、元の問題文の正方形です。

解法の続きです。

だから面積から900歩を引いてこの形をもとめ、商に3丈とおきます

$$1122.25 - 900 = 222.25$$

「900歩」とは、一辺3丈（30尺）の正方形の面積です。「商」とは、この場合は、仮の正方形の一辺の長さです。

これを図で表すと、右下のようになります。中央の絵は昔の落書きとと思われるので、無視して見てください。ちょっと見にくいので、その下に新たに図をかいておくことにしました。

ブルーの正方形の面積が900歩で、この正方形の一辺の長さが3丈です。この正方形よりも、求める正方形の方がオレンジ色分大きいのです。オレンジ色分の面積が、「222.25歩」ということです。

では、次の解法に。

別に3丈を2倍すると6丈となります。これに3尺をかけると180歩となります。

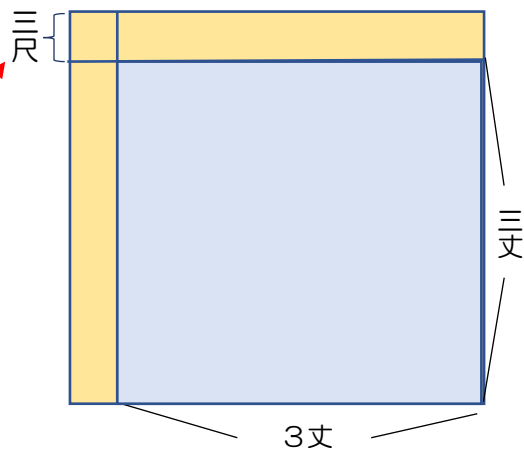
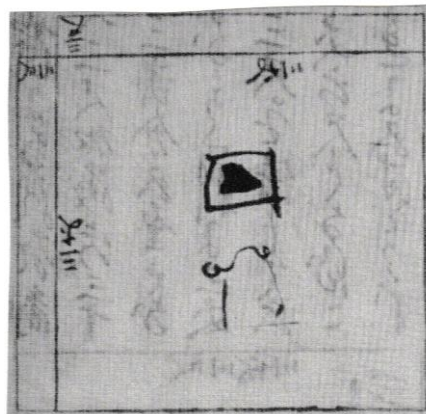
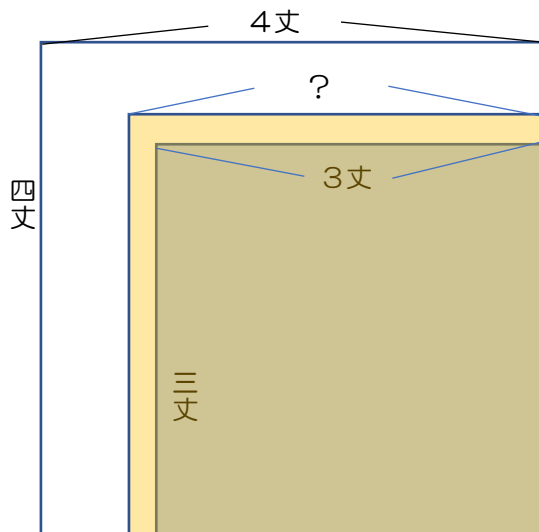
「3尺」というのは、オレンジ色部の短い縦の辺の長さを仮に置いた長さです。

つまり、左上のオレンジ色の正方形を除いた長方形2つ分の面積を求めました。

$$30 \times 2 \times 3 = 180 \text{ (歩)}$$

次です。

これを実にて引き、右のかたちの二方へたすと、この（上の図）ようになります



前ページの図の如くです。

たした3尺を互いにかけて9歩となります

ここは、先ほどの右上のオレンジ色の正方形の面積を求めました。

$$3 \times 3 = 9 \text{ (歩)}$$

これを面積から引いて角にたすと正方形になるので、3丈に3尺をたすと残りは、歩33. 2分5厘となります

$$33 \times 33 = 1089 \text{ (歩)}$$

$$1122.25 - 1089 = 33.25 \text{ (歩)}$$

これで、前の正方形よりも一辺に付き「3尺」長い正方形の面積が出ました。後は右図の緑色の部分の面積です。

また別に3丈3尺を2倍すると6丈6尺となり、これに5寸をかけると33歩となります

前ページと同じく、右図の左上の緑の正方形をのぞいた緑色の部分の面積を求めていますね。

$$33 \times 2 \times 0.5 = 33 \text{ (歩)}$$

これを面積から引いて、右3丈3尺へたせばこのようになります

言葉足らずが気になりますが、

たした5寸を互いにかけて2分5厘となります

$$0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ (尺}^2\text{)}$$

これは、左上の緑色の正方形の面積です。

実を引いて角へたせば3丈3尺5寸四方でぴったり収まりますので、商に5寸を加えた商が、今求める長さとなります

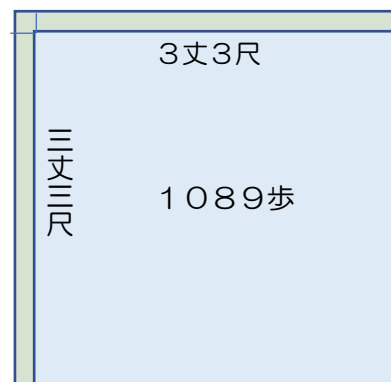
計算をしてみましょう。

$$33 + 0.25 = 33.25 \text{ (歩)}$$

と、上の図の緑色の部分の面積が求められました。そこで、先の3丈3尺にこの5寸を加えて、

$$3 \text{丈}3 \text{尺} + 5 \text{寸} = 3 \text{丈}3 \text{尺}5 \text{寸}$$

と、求めている正方形の一辺の長さが分かりました。



続きの文です。

△或は右の形をもとむるとて商を倍して六丈と作すと云は圖にしるすごとく四方になさんとて二方へ足故也又此六丈に三尺をかけたる事は三丈乃形をもとめたる時不尽二百廿二歩二分五厘有を三丈の二方へ二尺つ、足ハ不尽おほし又四尺つ、足ハ角へ足歩の不足成故に三尺つ、足さむとて三尺をかくるなり重て商の三丈三尺を倍して五寸をかくる事も同事余はこれになぞらへ

現代文に直します。

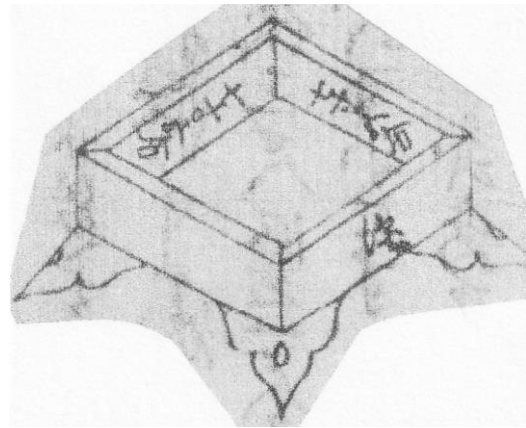
あるいは、右の形（正方形）をもとめるために、商を二倍にして六丈にするのは、図にしるしたように正方形にするために二方（上と左側の長方形）へ足すからです。

またこの六丈に三尺をかけたのは、三丈の正方形の面積をもとめた時に、不尽二百二十二歩二分五厘あるのを、三丈の二方へ二尺ずつ足せば不尽が多い。また四尺ずつ足せば、角へ足す歩が不足するために、三尺ずつ足そうとして三尺をかけるのです。重ねて商の三丈三尺を二倍にして五寸をかける事も同じ事です。後はこれにならって解きましょう

箱の一辺の長さ

まず原本を掲げます。

昔升にて貳升貳合五勺入
桶に四方成はこを作時深
さ貳寸五分にしてハ何程
四方に成ぞ
答日七寸五分四方
先貳升貳合五勺に升の法
六十二坪半をかくれば百
四十坪六分貳厘五毛と成
是を深にてわり五十六坪
二分半と成是を開平にて
除也



現代文になおしましょうか。

昔升で2升2合5勺入る桶で正方形の箱を作る時、深さを2寸5分とすると、一辺は
どれほどになりますか

これが問です。

答は、一辺は7寸5分です

これが答えです。

では解法です。

まず2升2合5勺に、升の法62坪半をかけると、140坪6分2厘5毛となります
昔升の嵩からその容積を求めます。

$$2.25 \times 62.5 = 140.625 \text{ (寸}^3\text{)}$$

解法の次です。

これを深さで割ると、56坪2分半となります。これを開平にて除するのです

$$140.625 \div 2.5 = 56.25 \text{ (寸}^2\text{=坪)}$$

これが、箱の表面積です。

これを開平に除するのです。

「開平数位」(49歩あれば7寸四方)からす
ると、まず、「7寸」が立ちます。残りの面積は

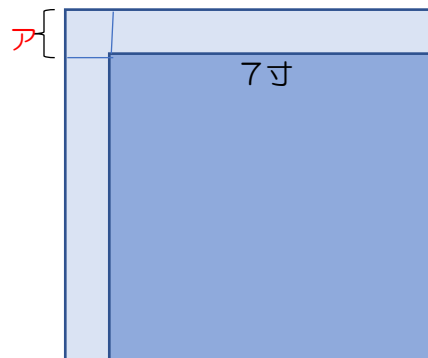
$$56.25 - 49 = 7.25 \text{ (坪)}$$

左上の正方形を除く薄いブルーの2つの長
方形の面積は、

仮に「ア」を「0.5寸」と置く。

$$7 \times 2 \times 0.5 = 7 \text{ (寸}^2\text{)}$$

左上の正方形の面積は、



$$0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ (寸}^2\text{)}$$

薄いブルーの部分の面積は、

$$7 + 0.25 = 7.25$$

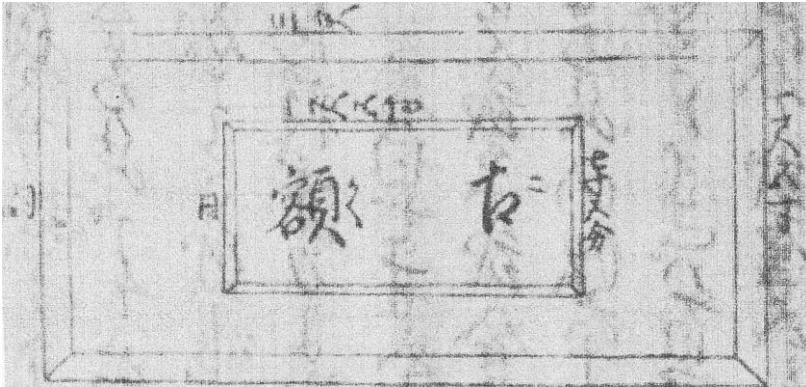
まさに残りの面積です。なので正方形の一辺の長さは、

$$7 + 0.5 = 7.5 \text{ (寸)}$$

と求められました。

相応開平

下の図のように、古額があります。



原本を提示しましょう。

○横壹尺五寸○竪七寸五分有が
くにと寸歩三百三十七歩半を四
方へ相應に足ては横竪何程つく
に成そ

答日横三尺竪一尺五寸

先壹尺五寸に七寸五分をかくれ
八百十式歩半と成是に三百卅七
歩半を加て四百五十歩と成是に
七寸五分をかくれば三千三百七
十五歩と成これを壹尺五寸にわ
れば貳百貳十五歩と成是を實に
置開平乃式を行へば竪壹尺五寸
と成又一尺五寸に又古横壹尺五
寸をかくれば貳百貳十五歩と成
是を置て七十五分にてわれバ今
尋るよこ三尺と知る、也

読下し文も掲載します。

○横一尺五寸○縦七寸五分有る額にと
寸歩三百三十七歩半を四方へ相應に足
しては、横縦何程つくに成るぞ。

答えて日く 横三尺、縦一尺五寸

先ず一尺五寸に七寸五分をかくれば、
百十二歩半となる。これに三百三十七
歩半を加えて四百五十歩となる。これ
に七寸五分をかくれば三千三百七十五
歩となる。これを一尺五寸にわれれば二
百二十五歩となる。これを實に置く。
開平の式を行えば、縦一尺五寸となり、
また一尺五寸にまた古横一尺五寸をか
くれば、二百二十五歩となる。是を置
きて七十五分にてわれれば、今尋ぬるよ
こ三尺と知る也。

なかなか難しいですね。現代文で提示しましょう。

○横一尺五寸 ○縦七寸五分のものを額にするために、面積三百三十七歩半を四角形に相応にたすとすると、横・縦の長さはどれ程になりますか。

答え 横三尺・縦一尺五寸です。

まず一尺五寸に七寸五分をかけると、百十二歩半となります。これに三百三十七歩半を加えて四百五十歩となります。これに七寸五分をかければ、三千三百七十五歩となります。これを一尺五寸にわれば二百二十五歩となります。これを、開平の式を行えば、縦一尺五寸となります。また横一尺五寸に、古横一尺五寸をかけると、二百二十五歩となります。これを七十五分でわれば、横が三尺と分かりま

まず問です。

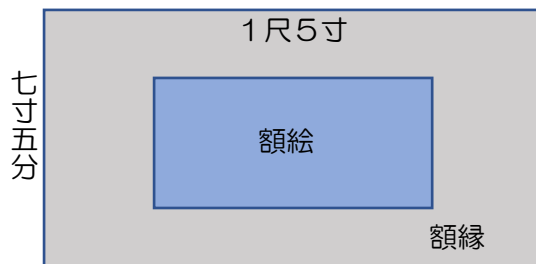
○横一尺五寸 ○縦七寸五分のものを額にするために、面積三百三十七歩半を四角形に相応にたすとすると、横・縦の長さはどれ程になりますか。

という問に対して、

答え 横三尺・縦一尺五寸です

が答えです。

問題文をより分かりやすくしましょう。



「上のような大きさの額絵のようなものがあり、これに合う額縁を作りたい。額縁全体の面積は三百三十七歩五分で、縦と横の長さを、額絵の縦横の長さに相応するようにすると、それぞれの長さはどれ程になりますか。」

というところでしょうか。

では、解法です。

まず一尺五寸に七寸五分をかけると、百十二歩半となります。これに三百三十七歩半を加えて四百五十歩となります

初めに額絵の面積を求めています。

$$15 \times 7.5 = 112.5 \text{ (寸}^2\text{)}$$

これに額縁の面積を加えて、額全体の面積を求めています。

$$112.5 + 337.5 = 450 \text{ (寸}^2\text{=歩)}$$

さて、続きです。

これに7寸5分をかければ、3375歩となります。これを1尺5寸にわれば225歩となります

$$450 \times 7.5 \div 15 = 225$$

という計算ですが、縦と横との比率に合わせてそれぞれの長さを求めようとしています。

$$450 \times 7.5 \div 15 = 450 \times \frac{7.5}{15} = 450 \times \frac{1}{2}$$

縦横の長さの比は「1：2」ということが分かりました。

これを開平の式、つまり開平の計算を行います。現代数学風書くと、

$\sqrt{225}$ ですが、これでは解けないので、開平法を用いましょう。

面積225の正方形の一辺の長さの見当を

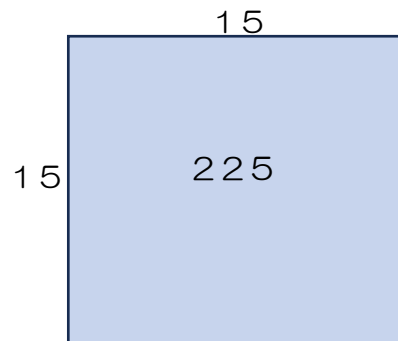
つける。二乗して225に近い数を見つける。

$$15 \times 15 = 225$$

と、いきなり、求められました。

これで縦の長さは15寸、つまり1尺5寸です。では、この続き、

また横1尺5寸に、古横1尺5寸をかけると、225歩となります。これを75分でわれば、横が3尺と分かります

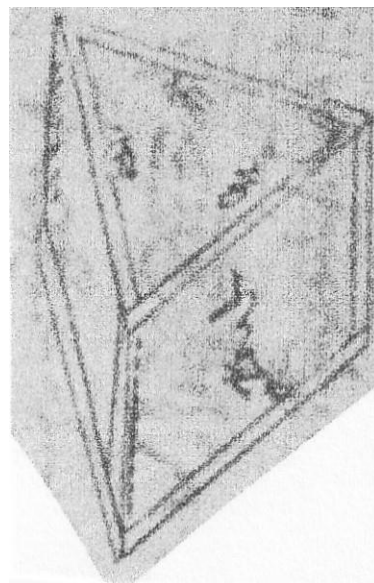


とありますが、「古横」とは、「古額の横」の間違いだと思われます。

- $1.5 \times 1.5 = 2.25$ (尺²)
= 225歩 (寸で)
- $2.25 \div 0.75 = 3$ (尺)

異形開平

右図のように、正三角柱の升があります。
この問題文を。原本で提示します。



深さ六寸四分八厘二毛七

先式升七合七勺一抄二撮に今升の法六十四八分二厘七毛をかけ是をふかさ六寸四分八厘二毛七絲にてわれば式十七七分毫厘式毛と成是を三角の法四分三厘三毛にてわれば六十四歩と成是を實に置開平の式を行へば方八寸と知る、七種乃方物これになぞらへ七種とは三角より四五六七八九角等なり余同

読下し文、現代文も提示します。

先ず二升七合七勺一抄二撮に、今升の法六十四八分二厘七毛をかけ、是を深さ六寸四分八厘二毛七絲にてわれば、二十七七分一厘二毛と成る。是を三角の法四分三厘三毛にてわれば、六十四歩と成る。是を實に置き、開平の式を行へば方八寸と知る。七種の方物これになぞらえ。七種とは三角より四五六七八九角等なり。余は同じ。

まず二升七合七勺一抄二撮に、今升の法六十四八分二厘七毛をかけて、深さ六寸四分八厘二毛七絲でわれば、二十七七分一厘二毛となります。これを三角の法四分三厘三毛で割れば、六十四歩となります。これを、開平の式により、一辺の長さは八寸と分かります。七種の角柱はこれになります。七種とは三角から四五・六・七・八・九角柱等のことで、後は同じです

いきなり解法から入っています。図と本文からまず分かっていることを書きましょう。

- ① 正三角柱の嵩は、2升7合7尺1抄2撮
- ② 正三角柱の深さは、6寸4分8厘2毛7絲

が分かっている、後半の答えのところを見ると、「一辺の長さは8寸」と書かれていますので、ここの問は、

「嵩が2升7合7尺1抄2撮で、深さが6寸4分8厘2毛7絲の正三角柱の升があります。この正三角柱の三角形の口の一辺の長さを求めなさい。」と分かります。

として、解法をみていきましょう。

2升7合7勺1抄2撮に、今升の法64.827をかけて、深さ6寸4分8厘2毛7絲でわれば、27.712となります

とあります。「2升7勺1抄2撮」は、この正三角柱の升の容積の高ですので、これに「今升の法64.827」をかけると、この升の容積（体積）が求められますね。これを深さで割るので、出てきた「27.712」とは、升の正三角形の口の面積です。

これを三角の法4分3厘3毛で割れば、64歩となります

「三角の法」ですね。これは、同じ一辺の長さでも、正方形と正三角形では、その面積比は、次のようになりましたね。

正方形:正三角形=1:0.433

ここでは、正三角形の面積を「三角の法」で割るので、正方形の面積が求められました。それが64歩です。

これを、開平の式により、一辺の長さは8寸と分かります

$$\sqrt{64}=8$$

以上、正三角形の一辺の長さは、「8寸」と求められました。この升の口の内側の一辺の長さが、8寸ということです。

