

平成三十一年 問題一

最優秀解答賞

小松 さくらさん (立命館慶祥中学校 1年生、12歳、北海道)

① 大仏の表面積を求める

(1) 身長と体重から、体表面積を求める。大仏の座高は15mのため、身長は約30mと過程します。ここで大仏の見ためからBMIは35と仮定

$$BMI = \text{体重(kg)} / (\text{身長(m)})^2$$

の式にあてはめます

$$35 = \square \text{kg} / 30 \times 30$$

$$\square = 31500 \text{kg} \quad \text{体重は} 31500 \text{kg}$$

医療現場で使用される体表面積を求める式に代入。

$$\text{表面積} = \text{身長}^{0.725} \times \text{体重}^{0.425} \times 0.007184$$

にあてはめると表面積は、 194.563m^2 となります。

(2) 螺髻の表面積

大仏の頭部には直径22cm、高さ21cmの483個の螺髻があります。これを円柱と仮定し側面積を求めます。

$$22 \text{cm} \times 3.14 = \text{約} 69 \text{cm} \quad 69 \text{cm} \times 21 \text{cm} = 1449 \text{cm}^2$$

螺髻の側面積は約 0.145m^2 となり、483個あるので、

$$0.145 \times 483 \text{個} = \text{約} 70 \text{m}^2$$

螺髻の側面積分 70m^2 を大仏の表面積に加える必要が

あります。そこで $194.563 \text{m}^2 + 70 \text{m}^2 = 264.6 \text{m}^2$



(3) 台座の表面積

台座を幅18m高さ3mの円柱形と仮定する

$$\text{側面積} = 18 \text{m} \times 3.14 = 56.52 \text{m} \quad 56.52 \text{m} \times 3 = 169.56 \text{m}^2$$

大仏が座っていて拭けない面積を $3/4$ と仮定。 $9 \times 9 \times 3.14 \times 1/4 = 63.584 \text{m}^2$

$$169.56 + 63.584 = 233.144 \text{m}^2$$

$$(2) + (3) = \text{約} 497.7 \text{m}^2$$

大仏の表面積は約 497.7m^2 である。

② お身拭いの人数を求める

(1) 私たちの教室面積、掃除当番の人数から求める

中学校教室の面積は、約縦8m横8m=64㎡と仮定
掃除当番人数は床担当5人でモップをかけて10分ほどで終了する。
このことから一人て拭ける面積は

1時間: $64 \div 5 \times 6 = 76.8 \text{㎡}$ で

2時間では 153.6㎡

$497.7 \text{㎡} \div 153.6 \text{㎡} = 3.24 \text{人} \rightarrow$ 休みなく4人で拭き続けければ2時間で終了する

プランコが3台あり、3人1組で作業すると考えると $3 \times 3 = 9 \text{人}$

1人はプランコを使用せずに作業するとして、奉仕者は $9 + 1 = 10 \text{人}$ 必要

答え 10人

(2) 日本ガラスクリーニング選手権

お身拭いは足場を組みますに行くため、まるでガラス拭きの職人(通称プランコ師)のおおに見え、
ガラス拭き職人が競う日本ガラスクリーニング選手権の平均タイムから求める。

大会では、 $3,597 \text{㎡}$ のガラスを選手は平均13秒で拭く。1分で 16.6㎡ 拭ける。
このことから1人で拭ける面積は

1時間: $16.6 \text{㎡} \times 60 \text{分} = 996 \text{㎡}$

$497.7 \text{㎡} \div 996 \text{㎡} = \text{約} 0.5 \text{人} \rightarrow$ 休みなく1人で拭き続けければ1時間で終了する。

プランコを使用すると仮定すると3人1組で作業するため $3 \times 1 = 3 \text{人}$

奉仕者は3人で1時間で行い1時間で終了する。

答え 3人

(3) 日本人男性の平均的な腕の長さ、例年の様子から考える

奉仕者はアロのガラス拭きではありません。スピードより安全かつ、大仏様を傷つけないよう丁寧に
行うことが優先されます。また例年の様子から奉仕人がじっくり時間をかけて行っている様子か
うかがえます。日本人男性の平均的な腕の長さは 73.5cm

半径 0.735m の円を5分かけて丁寧に拭くと仮定。

5分間に拭ける面積は、 $0.735 \text{m} \times 0.735 \text{m} \times 3.14 = \text{約} 1.7 \text{㎡}$

3台のプランコは1か所拭くと次のポイントまで30秒かかると仮定。

プランコ隊が2時間で拭ける時間は、120分-移動時間約11分=109分

$109 \text{分} \div 5 \text{分} = \text{約} 22 \text{回}$

$1.7 \text{㎡} \times 22 \text{回} = 37.4 \text{㎡} \leftarrow$ プランコ隊が2時間で拭ける面積。

$497.7 \text{㎡} - 37.4 \text{㎡} = 460.3 \text{㎡}$

2時間で1人の奉仕人が拭ける面積は、 $1.7 \text{㎡} \times 24 = 40.8 \text{㎡}$

$460.3 \text{㎡} \div 40.8 \text{㎡} = \text{約} 11.3 \rightarrow 12 \text{人}$ 必要

(プランコ隊 3×3) 人 + 12人 = 21人 必要

答え 21人

たくさんの方々に丁寧に拭いていただきたいので(3)を
正解とする

講 評

大仏さまの表面積を求める際に、身長と体重から体表面積を求める公式を用いている点がとてもユニークです。さらに、ガラス拭きの職人のデータを使ったり、腕の動きを理想化したりするなど、いくつかの方法を検討したうえで奉仕者の人数を算出しており、その発想の幅広さを高く評価しました。

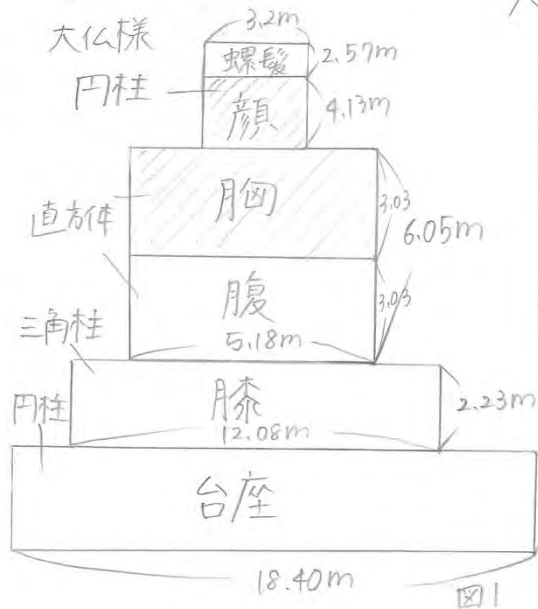
平成三十一年 問題一

優秀解答賞①

伊藤 奈緒さん (静岡県西遠女子学園高等学校 3年星組有志、17歳、静岡県)

後ろは光背があるため、お身拭いは大仏様の前面(正面側)と横まどご考える。また大仏様を円柱、直方体、三角柱を用いて表面積の近似をとる。

大仏様の大きさの表 (参考: 東大寺ホームページ (todaiji.or.jp))



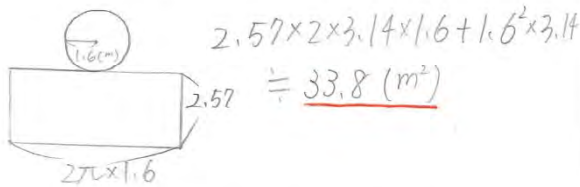
	(m)		(m)
螺髻の長さ	2.57	膝～足首の長さ	6.80
顔の長さ ①	4.13	ひじ～手首の長さ ⑥	4.76
上半身の長さ	6.05	ひじ～手首の幅 ⑦	1.30
上半身の幅 ②	5.18	台座の幅	18.40
上半身の厚み ③	3.03	台座の高さ	3.05
膝の長さ	2.23	手のひらの長さ	2.56
両膝の幅	12.08	手のひらの幅 ⑧	1.19
股～膝の長さ ④	6.80	手のひらの厚み ⑨	0.17

① (頭の長さ) - (螺髻の長さ) = $6.7 - 2.57 = 4.13(m)$

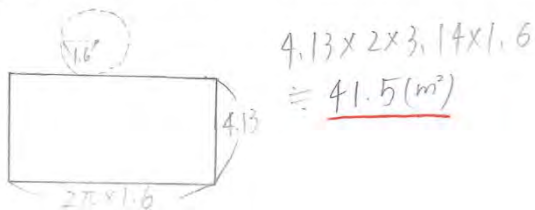
② 自分の上半身の幅: 自分の上半身の長さ
 $3.05m = \text{大仏様の上半身の幅} : \text{大仏様の上半身の長さ}$
 $3.0 : 3.5 = x : 6.05$
 $x \div 5.18(m)$

- ③ 自分の上半身の厚み: 自分の上半身の長さ $17:35 = x:6.05$
 = 大仏様の上半身の厚み: 大仏様の上半身の長さ $x \approx \underline{3.03(m)}$
- ④ 股~月髻の長さ: 月髻~足首の長さ = 1:1 と考えた。 $6.8(m)$
- ⑤ 自分の身長: 自分のひじ~手首の長さ $156:26 = \frac{68 \times 2 + 14.98}{\text{股~足首 座高}} : x$
 = 大仏様の身長: 大仏様のひじ~手首の長さ $x \approx \underline{4.76(m)}$
- ⑥ 自分のひじ~手首の長さ: 自分のひじ~手首の幅 $26:7 = 4.76:x$
 = 大仏様のひじ~手首の長さ: 大仏様のひじ~手首の幅 $x \approx \underline{1.30(m)}$
- ⑦ 自分の手のひらの長さ: 自分の手のひらの幅 $15:7 = 2.56:x$
 = 大仏様の手のひらの長さ: 大仏様の手のひらの幅 $x \approx \underline{1.19(m)}$
- ⑧ 自分の手のひらの長さ: 自分の手のひらの厚み $15:1 = 2.56:x$
 = 大仏様の手のひらの長さ: 大仏様の手のひらの厚み $x \approx \underline{0.171(m)}$

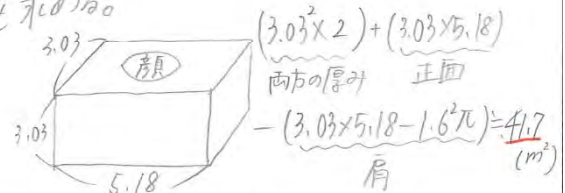
虫髻 顔の幅 $3.20(m)$ より円柱の半径は $1.6m$ なのど下図のようになる。ただし下の円の部分は顔と接しているため考えなくてよい。



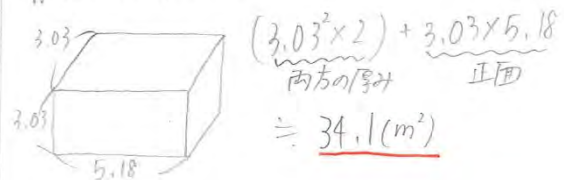
顔 虫髻同様半径は $1.6(m)$ なのど下図となる。ただし上下の円は虫髻・胸と接しているため考えない。



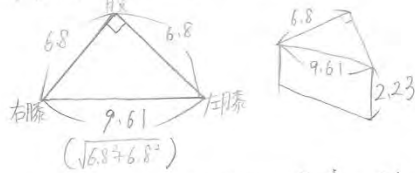
胸 胸: 月髻 = 1:1 と考えると、胸部分の長さは $3.03(m)$ となる。よって下図となる。ただし顔と月髻に接しており、背面は考えないため、それ以外の表面積を求める。



月髻 胸と同じ長方形体となる。ただし月髻、月髻と接しているため考えなくてよく、背面は求めない。



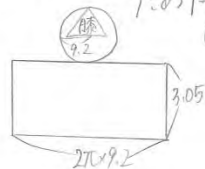
月臺 座禪を上から見て三角形だと考え、股の角度を 90° とすると下図(左)のようになる。よって三角柱は下図(右)になる。



したがって表面積は台座と接している下の三角形以外だから

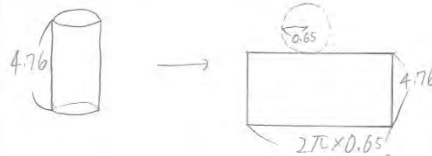
$$\frac{1}{2} \times 6.8^2 + 6.8 \times 2.23 \times 2 + 9.61 \times 2.23 \approx 74.5 \text{ (m}^2\text{)}$$

台座 台座の中幅は18.40(m)で半径は9.2(m)とよび下図となる。ただし月臺と床に接している部分は求めず背面は考えない。下の円柱の側面は $\frac{1}{2}$ にする。



$$\begin{aligned} & \text{台座から下半身を引いた} \\ & + (2 \times 3.14 \times 9.2 \times 3.05 \times \frac{1}{2}) \\ & \text{正面(背面除く)} \\ & \approx 330.8 \text{ (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

ひじへ手首 ひじへ手首を円柱だと考える。ひじへ手首の中幅1.3mより半径は0.65m。ただし本はひじと接しているため考えず、円柱の底面積は手首、上半身と接しているため求めない。



$$2 \times 3.14 \times 0.65 \times 4.76 \times \frac{3}{4} \approx 14.6$$

$$2 \text{ 本あるから } 14.6 \times 2 = 29.2 \text{ (m}^2\text{)}$$

手のひら 手のひらを長方形と考える。ただし手の甲の半径は袖で覆われているため $\frac{1}{2}$ として考える。



$$\begin{aligned} & 2.56 \times 1.19 \times \frac{3}{2} + 2.56 \times 0.17 \times 2 \\ & \text{手のひら+手の甲} \\ & = 5.44 \text{ (m}^2\text{)} \\ & \text{両手のひら合わせ } 5.44 \times 2 = 10.9 \text{ (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

すべての表面積を合計して

$$33.8 + 41.5 + 41.7 + 34.1 + 74.5 + 330.8 + 29.2 + 10.9 = 567.3 \text{ (m}^2\text{)}$$

大仏さまが「立1本2」あることを考慮して $1 \text{ (m}^2\text{)}$ を排除するの $\frac{1}{5}$ 分かかるとする。また顔と胸(図1斜線部)はゴンドラに来て排除するの $\frac{1}{5}$ 分斜線部、斜線部以外 $1:1$ で計算すると

顔&胸 (斜線部) $41.5 + 41.7 = 83.2 \text{ (m}^2\text{)}$ $(83.2 \times 15 \text{ (m)}) \div 120 \text{ (m)} = 10.4$
つまり11人。ただしゴンドラを支える人を3人ずつとして $11 \times 3 = 33$ 人。よって斜線部は $11 + 33 = 44$ 人

顔&胸以外 $567.3 - 83.2 = 484.1 \text{ (m}^2\text{)}$ $(484.1 \times 15 \text{ (m)}) \div 120 \text{ (m)} = 60.5$
つまり61人。遠くから見ず指示をする人を10人だとすると合計で 115人

講評

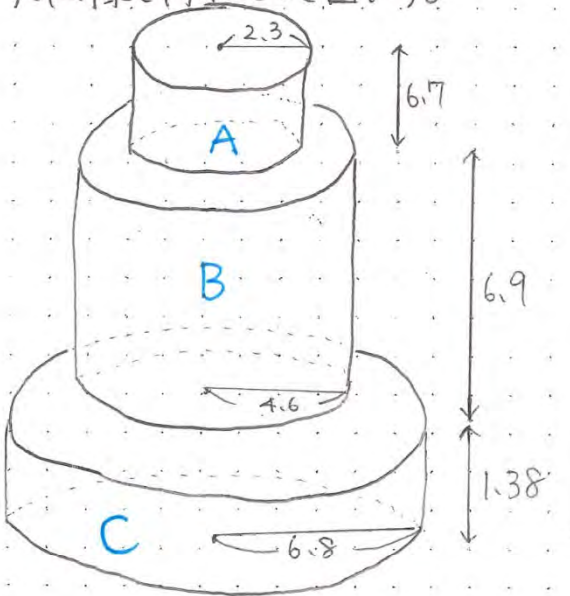
大仏さまについて、いろいろな部位の寸法を細かく調べ、かつ形状をわかりやすく単純化しており、表面積を求める過程に誠実さが感じられます。さらに、ゴンドラを支えること、遠くから指示をすることといった役割を考慮して奉仕者の人数を割り出しており、その現実性の高さを評価しました。

平成三十一年 問題一

優秀解答賞②

水内 結菜さん (立命館慶祥中学校3年生、15歳、北海道)

大仏様を円柱として図にする



• 大仏様の長さを求める

Aの半径 = Bの半径 = Cの半径
 $= 1 = 2 = 3$ とすると、
 2.3m, 4.6m, 6.8m となる。

• ABCそれぞれの仕事量を考える

Cを掃除する仕事量を 1 とすると、
 AとBの側面はロープを使って掃除をするので 0.5
 AとBの底面はCよりも高さがあり慎重に掃除をする必要があるため 0.8 とする。

2時間のうち、30分間を移動・片づけに使うとすると、掃除ができるのは1時間半である。

• 1人1時間半でできる仕事を考える

学校での教室掃除を考えると、約100㎡を4人で15分で掃除するので
 1時間半で 1人150㎡ 掃除できる。

これをCでの1の仕事とすると、0.5の仕事は 1人75㎡、0.8の仕事は 1人120㎡ となる。

• 大仏様の面積を求める

① A, Bの底面積 $4.6 \times 4.6 \times 3.14 = 66.4 \text{ m}^2$

② A, Bの表面積 $= 2.3 \times 2 \times 6.7 \times 3.14 + 4.6 \times 2 \times 6.9 \times 3.14 = 296.1 \text{ m}^2$

③ Cの表面積 + 底面積 $= 6.8 \times 2 \times 1.38 \times 3.14 + 6.8 \times 6.8 \times 3.14 - 4.6 \times 4.6 \times 3.14 = 137.6 \text{ m}^2$

(自分の肩から腰までの高さは、腰から足の高さは約5:1なので、Bの高さは6.9m, Cの高さは1.38mである)

①~③に必要な人数を考える

① A, Bの底面積 = 66.4 m^2 で $1 \text{ 人 } 120 \text{ m}^2$ 掃除で済むので 1人。

② A, Bの表面積 = 296.1 m^2 で $1 \text{ 人 } 75 \text{ m}^2$ 掃除で済むので、 $296.1 \div 75 = 4$
 口→口を使って掃除をするので、1人につき2人支えるとする $4 + 4 \times 2 = 12$ 人

③ Cの表面積+底面積 = 137.6 m^2 で $1 \text{ 人 } 150 \text{ m}^2$ 掃除で済むので、1人。

よって、 $1 + 12 + 1 = 14$ 人 #

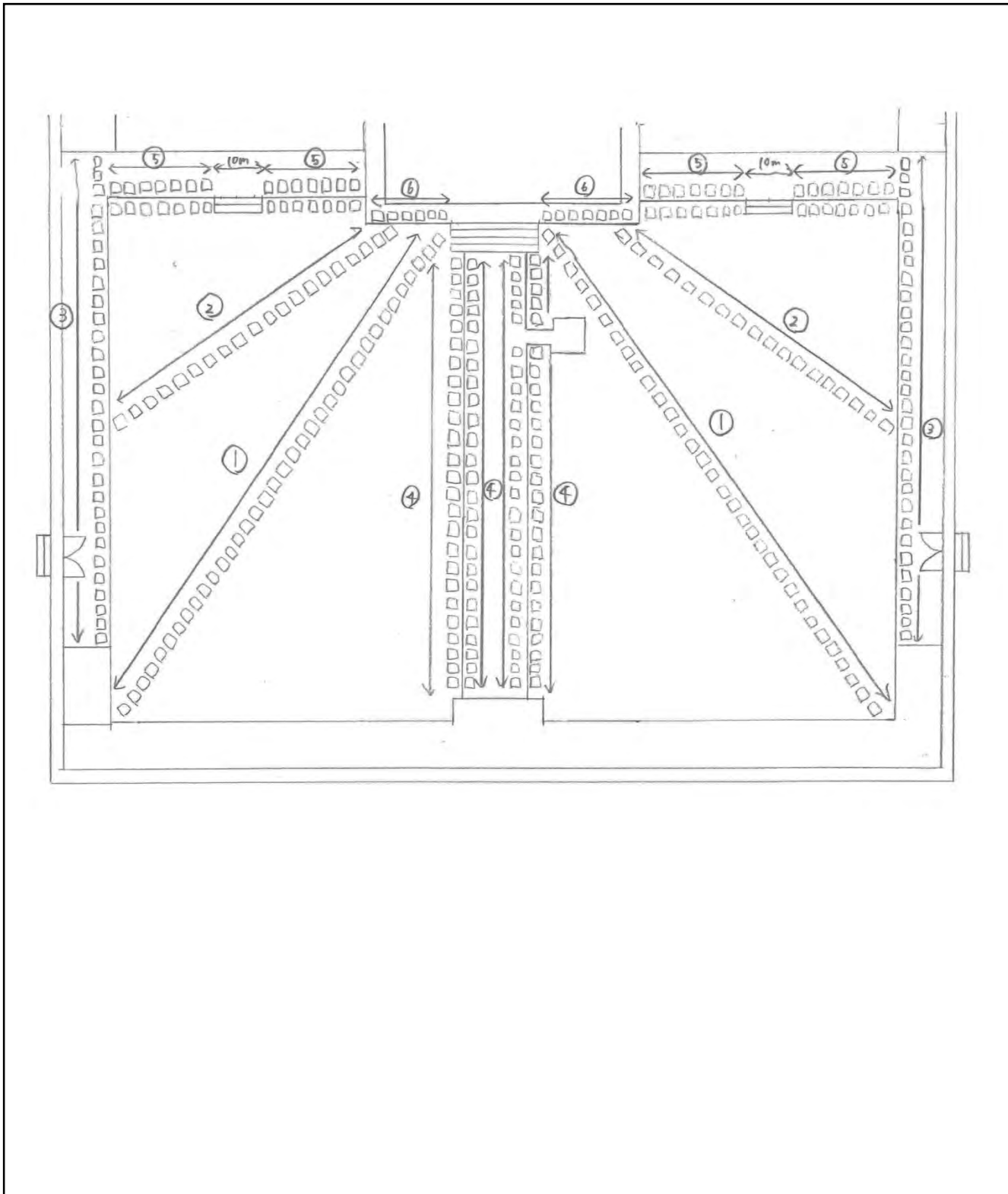
講 評

大仏さまの表面積を求めるためのモデルは、円柱の組合せというシンプルなものですが、むしろそれが仕事量の重み付けという考察に生きています。拭う面が、地面に対して平行か垂直か、どれだけの高さにあるか、といった観点で作業の速さを区別しており、その論理性の高さを評価しました。

平成三十一年 問題二

最優秀解答賞

高橋 薫さん（静岡県西遠女子学園高等学校 3 年星組有志、17 歳、静岡県）

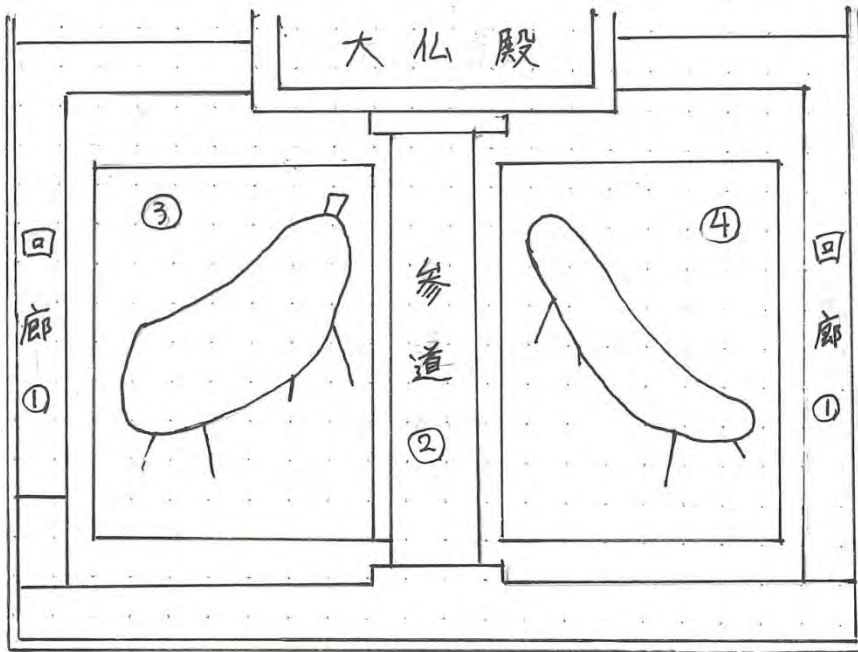


平成三十一年 問題二

優秀解答賞①

榎 愛さん (立命館慶祥中学校3年生、15歳、北海道)

使う灯笼の個数を区域ごとに分けて計算する。



- ① 回廊
- ② 参道
- ③ 前庭 1
- ④ 前庭 2

①
配
列



両側の回廊の縦の長さを 84 m とする。
 回廊の幅は $45 - 35 = 10\text{ (cm)}$ とする。
 一つの灯笼を並べるのに 45 cm 必要とする。
 ④ $8400 \div 45 = 186\text{ 余り } 30$ より外列 186 個。
 内側は曲がり角のところには並べられないので
 ③ $(8400 - 1000) \div 45 = 164\text{ 余り } 20$
 より内列 164 個。

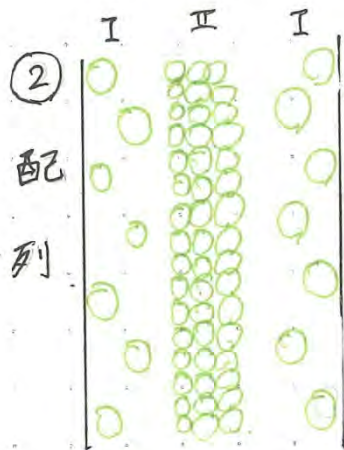
① 外側と内側は、左右の回廊を合わせると同じものが各2列できる。
よって $(186 + 164) \times 2 = 700$ (個)

横列も同様に、外列 $45m$ 、内列 $35m$ のが各2列あるため、

② 外 $4500 \div 45 = 100$ ただし一番端を引く。より 99 個

③ 内 $3500 \div 45 = 77$ 残り 35 より
 $(99 + 77) \times 2 = 352$ (個) より

$700 + 352 = 1052$ (個) ... 1



参道は縦に $82m$ 長いので、内側の列と外側の2列に分けて計算する。

I: $8200 \div 45 = 182$ 残り 10 より

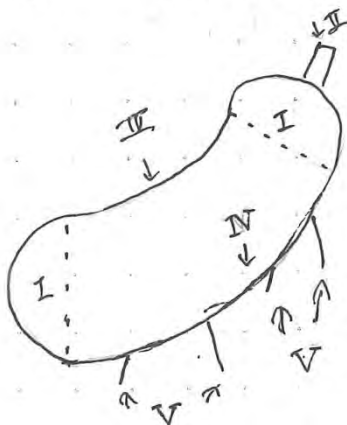
その灯笼を前後かぶらないように並べればよい。
左右各2列あるので、

$$182 \times 2 = 364 \text{ (個)}$$

II: $8200 \div 45 \times 3 = 546$ (個) より
↑
3列

$$364 + 546 = 910 \text{ (個) ... 2}$$

③ お盆の時期、よく使われる精霊馬のみちをとる。(なお ver.)



I: 道の先頭と尻尾を合わせると円になるとする。
また、その直径を $20m$ とする。よって

$$20\pi \times \frac{1}{2} \approx 31.4 \text{ (m)}$$

$$3140 \div 45 = 69 \text{ 残り } 35$$

$$69 \times 2 = 138 \text{ (個)}$$

③ II : なおの八々のとを計算する。長方形とし、長い方を $7m$ 、短い方を $2.5m$ とする。

$$700 \div 45 = 15 \text{ 余り } 25 \text{ より}$$

$$15 \times 2 = 30 \text{ 個}$$

$$250 \div 45 = 5 \text{ 余り } 30 \text{ より}$$

$$30 + 5 = 35 \text{ (個)}$$

III, IV : この2本の曲線は、楕円形の内周の $\frac{1}{4}$ のものとする。

III : 長半径 $30m$ 、短半径 $20m$ とする。すると

曲線の長さ L は約 $39m$ となる。

$$3900 \div 45 = 86 \text{ 余り } 30 \text{ より } 86 \text{ (個)}$$

IV : 長半径 $40m$ 、短半径 $30m$ とする。すると

曲線の長さ L は約 $55m$ となる。

$$5500 \div 45 = 122 \text{ 余り } 10 \text{ より } 122 \text{ 個より}$$

$$86 + 122 = 208 \text{ (個)}$$

V : 足の長さは前足 18 、後足 21 を使うとする。

$$\textcircled{3} \quad I + II + III + IV + V = 138 + 35 + 208 + 18 + 21 = 420 \text{ (個)} \dots \textcircled{3}$$

④



きょうりの曲線部分は、正円の内周の $\frac{1}{4}$ の長さとする。

I : 半径 $10m$ と円周とする。 (きょうり Ver.)

$$10\pi \div 2 \approx 15.7 \text{ (m)}$$

$$1570 \div 45 = 34 \text{ 余り } 40 \text{ より}$$

$$34 \times 2 = 68 \text{ (個)}$$

II : 半径を $35m$ の円とする。

$$35 \times 2\pi \times \frac{1}{4} \approx 59.95 \text{ (m)}$$

$$5995 \div 45 = 133 \text{ 余り } 10 \text{ より } 133 \text{ (個)}$$

④ III : 半径を 45m と用いる。

$$45 \times 2\pi \times \frac{1}{4} \approx 70.65\text{m}$$

$$70.65 \div 45 = 157 \text{ 個}$$

IV : 前足 2本 に 14 本、後足 2本 に 21 本 を用いる。

$$\textcircled{4} \text{ I} + \text{II} + \text{III} + \text{IV} = 68 + 133 + 157 + 14 + 21 = 393 \text{ (個)} \dots 4$$

これまでに分けた 4つの区域それぞれに使う灯笼の数を足して、全部で使う数を求める。

$$1052 + 910 + 420 + 393 \\ = 2775 \text{ (基)}$$

A. 使う灯笼の数は 2775 基

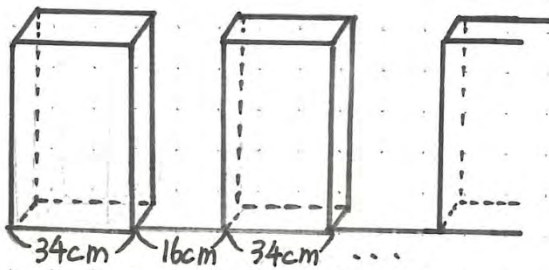
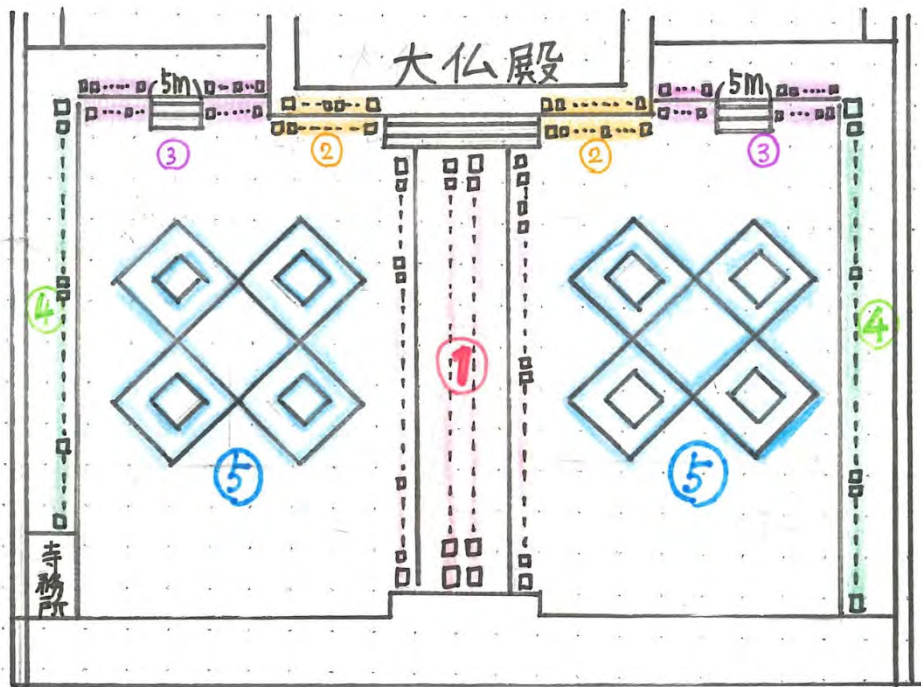
講 評

参道と回廊への配置はシンプルなものですが、対照的に前庭に施された曲線を用いる配置が目を引きます。お盆の時期に御先祖の供養を行うという万灯供養会の趣旨を理解したうえで、精霊馬をモチーフとした配置を数学的に表現しており、その創造性の高さを評価しました。

平成三十一年 問題二

優秀解答賞②

佐々木 くるみさん (立命館慶祥中学校3年生、15歳、北海道)



50cm

灯笼の34cmの長さと同じ間に16cmあけるのを
1セットで50cmとして考える。

①～⑤を順番に考えていくと...

① 参道には4列ずつ灯笼をならべる

$$\text{式: } 82\text{m} \div 0.5\text{m} \times 4 = 640 \text{ (基)}$$

② 上の段と下の段を左右に灯笼をならべる

$$\text{式: } 22\text{m} \div 0.5\text{m} \times 4 = 176 \text{ (基)}$$

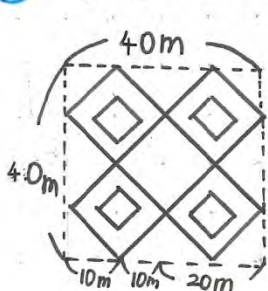
③ ③の幅35mずつあるが、真ん中に5mぐらいの階段があるので30mずつと考える

$$\text{式: } 30\text{m} \div 0.5\text{m} \times 2 \times 2 = 240 \text{ (基)}$$

④ ④の幅は左側には70mぐらいの寺務所があるので約80m, 右側は約90mと考える

$$\text{式: } 80\text{m} \div 0.5\text{m} + 90\text{m} \div 0.5\text{m} = 160 + 180 = 340 \text{ (基)}$$

⑤ 前庭には縦、横40mずつの中に正方形を4つ入れるデザイン



三平方の定理により \triangle 1辺の長さは $10\sqrt{2}\text{m}$ 約14mである。

その1辺に灯笼をならべると

$$14\text{m} \div 0.5\text{m} = 28 \text{ (基)}$$

1辺に28基の灯笼を並びその正方形が4つある

$$\text{式: } 28 \text{ 基} \times 4 \text{ 辺} \times 4 \text{ つ} = 448 \text{ (基)}$$

1辺が14mの正方形の中に1辺が6mの正方形を真ん中におく



$$6\text{m} \div 0.5\text{m} = 12 \text{ 基}$$

1辺に12基の灯笼を並びその正方形が4つある

$$\text{式: } 12 \text{ 基} \times 4 \text{ 辺} \times 4 \text{ つ} = 192 \text{ (基)}$$

$$\text{左右両方にあるので } (448 + 192) \times 2 = 1280 \text{ (基)}$$

①～⑤を全部たして、

$$640 + 176 + 240 + 340 + 1280 = 2627 \text{ (基)}$$

よって灯笼が大仏殿のまわりに

約2627基 並べられる!!

講 評

参道、回廊、階段、前庭など、どこにどう配置するか、図や式を用いて明瞭に説明できています。また、計算がしやすいような配置にしている点も、準備のしやすさに貢献しています。前庭への並べ方は幾何学的な模様として美しいものになっており、その表現力の高さを評価しました。