２０２４年度 広島市立大学 総合型選抜 試験問題
（情報科学部）

総 合 問 題 （１２０分）

２０２３年１０月１４日

注 意 事 項

1　試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。

2　この問題冊子は**７ページ**あります。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙，下書用紙の汚れ等に気がついた場合には，手を挙げて監督者に知らせなさい。

3　**第１問から第４問までの中から，２問を選んで解答しなさい。選択した問題番号を解答用紙の表紙に記入しなさい。ここに記入されていない問題番号の解答用紙は採点対象となりません。**

4　解答用紙は**表紙を含め計５枚**です。**解答はすべて解答用紙の所定の場所に，途中経過も含めて記入しなさい。**解答用紙は**裏面も使用できます。**

5　下書用紙は**２枚**です。

6　**受験番号は，表紙を含めすべての解答用紙の所定の欄に必ず記入しなさい。**

7　表紙を含め解答用紙は持ち出してはいけません。

8　表紙を含め解答用紙は試験終了後にすべて回収します。

9　問題冊子および下書用紙は，試験終了後に持ち帰りなさい。

（このページは白紙である。）

第1問　(100点)

X駅を出発し，Y駅を経由して，Z駅に到着する貨物列車がある。図1のように，貨物列車は先頭から順にA，B，C，D，E，F，Gの7両の貨車で編成されており，すべての貨車には横に並んだ3つの四角形で構成されるマークが付けられている。前3両の貨車A，B，Cのマークは，それぞれ左，中，右の四角形が黒く塗りつぶされた■□□，□■□，□□■になっている。また，後ろ4両の貨車D，E，F，Gのマークは，それぞれ2つ以上の四角形が黒く塗りつぶされた□■■，■□■，■■□，■■■になっている。

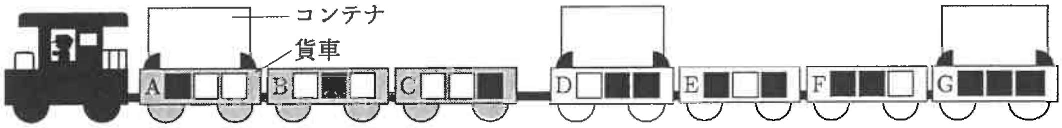


図 1. 貨物列車

X駅では，以下の手順(1)，(2)，(3)に従って貨車にコンテナを積む。ただし，貨車1両につきコンテナは1台しか積めない。

(1)　後ろ4両の貨車D，E，F，Gのうち0両から4両を自由に選択してコンテナを積む。

(2)　後ろ4両を対象に，コンテナが積まれている貨車のマークを下記の方法で統合し，統合したマークを後ろ4両調査シート（図2左）に記入する。

貨車のマークの統合方法

コンテナが積まれている貨車のマークの■の数を左，中，右でそれぞれ数え，奇数個であれば■，偶数個であれば□とする。

(3)　(2)で記入した調査シートにおいて，3つの四角形のうち左が■であれば貨車Aに，中が■であれば貨車Bに，右が■であれば貨車Cにコンテナを積む。

例えば，図1の貨物列車は，手順(1)で後ろ4両のうち貨車DとGにコンテナが積まれ，手順(2)で統合したマーク■□□(図3左)より，マークの左のみ■である後ろ4両調査シートに従い，手順(3)で前3両の貨車Aのみにコンテナを積んだものである。また，手順(1)で後ろ4両の貨車のうち1両のみにコンテナを積むと，手順(2)で得られる後ろ4両調査シートのマークはコンテナを積んだ貨車のマークと一致する。例えば，図3右に示す，後ろ4両のうち貨車Eのみにコンテナを積んだときの後ろ4両調査シートのマーク例では，手順(3)で貨車AとCにコンテナを積むことになる。

このとき，以下の問いに答えよ。

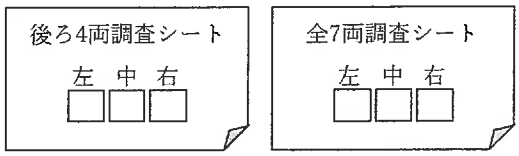


図 2. 調査シート

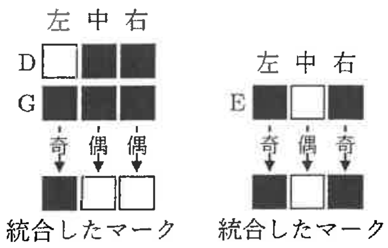


図 3. 貨車のマークの統合の例

問 1 全7両の貨物列車の積載状況を，コンテナを積んでいる貨車を1，積んでいない貨車を0とし，前3両と後ろ4両をハイフンで分けた7ビット列で表す。例えば，どの貨車もコンテナを積んでいない貨物列車の積載状況は000-0000で表し，図1の貨物列車の積載状況は100-1001で表す。これら2つの例を含め，X駅での正しい貨物列車の積載状況をすべて列挙せよ。

問 2 X駅では，手順(3)終了後，全7両を対象に，手順(2)で示した統合方法で統合したマークを全7両調査シート（図2右）に記入する。X駅で正しくコンテナを積んだ場合，全7両調査シートのマークはどのようになるべきか説明せよ。

問 3 Y駅では，1台だけコンテナを下ろすか，1台だけコンテナを積むか，どちらかの作業を行う。Z駅の駅員が，到着した貨物列車の積載状況のみからY駅でコンテナの積み下ろしが行われた貨車を特定するには，全7両調査シートをどのように用いればよいか説明せよ。また，図4(a)と(b)の貨物列車がZ駅に到着した場合に，Y駅でコンテナの積み下ろしが行われた貨車をそれぞれ答えよ。

問 4 Y駅において2両の貨車で積み下ろしが行われると，Z駅の駅員がY駅での作業を特定できなくなる。このことを，例を挙げて説明せよ。

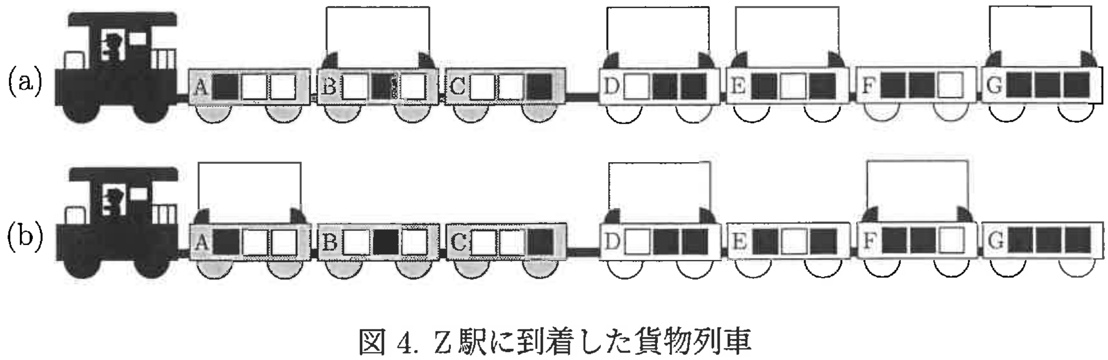


図 4. Z駅に到着した貨物列車

第2問　(100点)

パラボラアンテナの形状は，図1のように，放物線に平行に入ってきた電波が，放物線で反射すると放物線の焦点に集まることを利用している。この進む向きを逆に考え，図2のように，懐中電灯の電球を放物線の焦点に置き，電球から出て反射鏡で反射した光が，平行にかつ透過板から同時に出ていくように，反射鏡の形状を設計したい。この焦点を$\mathrm{F}(0,1)$とした場合，反射鏡上の点$\mathrm{P}(x_0, y_0)$は，焦点Fからの距離と準線$y=-1$からの距離が等しいような点となる。以下の問いに答えよ。

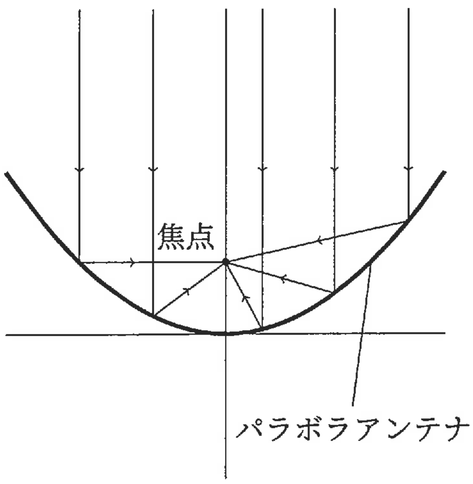


図1. パラボラアンテナの断面図

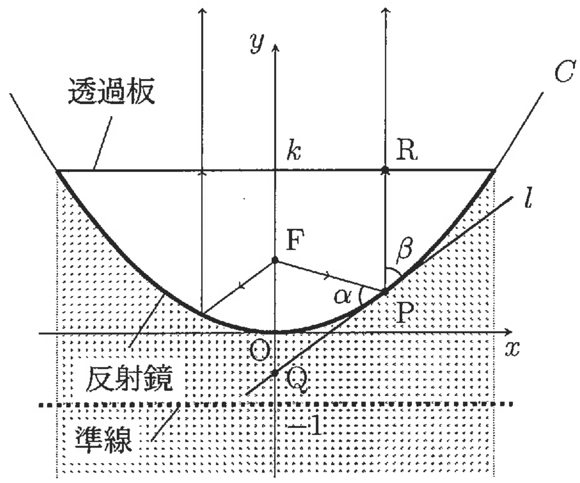


図2. 懐中電灯の断面図

問1　反射鏡の形状を表す曲線をCとする。Cは点Pの軌跡として定まる。Cの式を求めよ。

問2　点Fから出た光が点Pで反射した後，y軸に平行に進むことを示したい。点PにおけるCの接線をlとしたとき，次のことを示せ。

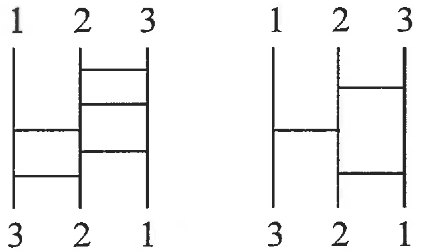
(1)　y軸とlとの交点をQとする。このとき，$\mathrm{FP}=\mathrm{FQ}$を示せ。

(2)　反射の法則により，点Pへの入射光とlがなす角αと，点Pからの反射光とlがなす角βは等しい。このことを用いて，反射光がy軸に平行に進むことを示せ。

問3　点Fから出て反射鏡で反射した光は，どの光も同時に透過板を通過することを示したい。透過板を$y=k$（kは$k>1$を満たす定数）とし，点Pから透過板に下ろした垂線の足を$\mathrm{R}(x_0, k)$とする。$\mathrm{FP}+\mathrm{PR}$はx_0によらず一定であることを示せ。

第3問　（100点）

あみだくじとは，平行に引いた縦線の間に，いくつかの横線を水平に引いたはしご状の図で表されるくじをいう。横線は，隣接する縦線間にしか引かないこととし，縦線の同じ位置から異なる横線が引かれることはないものとする。縦線の上端から出発して線を下へたどって行き横線があれば必ず曲がることを続け，たどりついた縦線の下端がくじの結果を表す。あみだくじの上端には，左端から順に数字が割り当ててあり，上端の数字からたどり到達した下端には同じ数字を割り当てる。例えば，図1は，上端の数字 $1, 2, 3$ がそれぞれ下端の数字 $1, 2, 3$ にたどりつく縦線が3本のあみだくじの例である。これらのあみだくじは，上端の数字を左端から順に並べた数字列 $(1, 2, 3)$ を下端の数字を左端から順に並べた数字列 $(3, 2, 1)$ に並びかえている。以下の問いに答えよ。



(a)　　(b)

図 1. 縦線が3本のあみだくじ

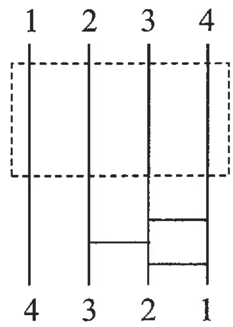


図 2. 縦線が4本のあみだくじ

問 1　図1(b) のあみだくじは，上端の数字列 $(1, 2, 3)$ を下端の数字列 $(3, 2, 1)$ に並びかえる，横線の本数が最少のあみだくじの1つである。これ以外に，同じ横線の本数で同じ数字列の並びかえを実現するあみだくじをすべて描け。

問 2　図2において，上端の数字列 $(1, 2, 3, 4)$ を下端の数字列 $(4, 3, 2, 1)$ に並びかえるように，破線で囲まれた領域内に3本の横線を追加したあみだくじを描け。

問 3　上端の数字列 $(1, 2, 3, 4)$ を下端の数字列 $(4, 3, 2, 1)$ に並びかえる縦線が4本のあみだくじには，6本以上の横線があることを説明せよ。

問 4　n を2以上の自然数とし，縦線が n 本のあみだくじを考える。このとき，上端の数字列 $(1, 2, \ldots, n-1, n)$ を下端の数字列 $(n, n-1, \ldots, 2, 1)$ に並びかえるあみだくじには，何本以上の横線が必要か説明せよ。

第4問　（100点）

問 1　a, b, cを不等式$a \geqq b \geqq c$を満たす正の実数とする。このとき，長さがそれぞれa, b, cである3つの線分で三角形をつくることができる条件をa, b, cを用いて表せ。また，その条件を3つの線分の長さの和Kとaを用いて表せ。

問 2　太さを無視できる長さLのまっすぐな棒が1本ある。この棒の両端を除く異なる2か所に印をつけ，そこで棒を切断する。図1のように棒の一方の端から2か所の印までの距離を近い順にx, yとしたとき，切断されてできた3本の棒で三角形をつくることができる条件をx, y, Lを用いて表せ。

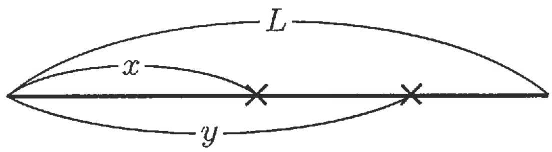


図 1. 長さLの棒の一方の端から2か所の印までの距離x, y

問 3　問2の条件を満たす領域をxy平面上に図示せよ。