

2004 年度  
ネットワークモデル分析  
期末試験問題

解答上の注意

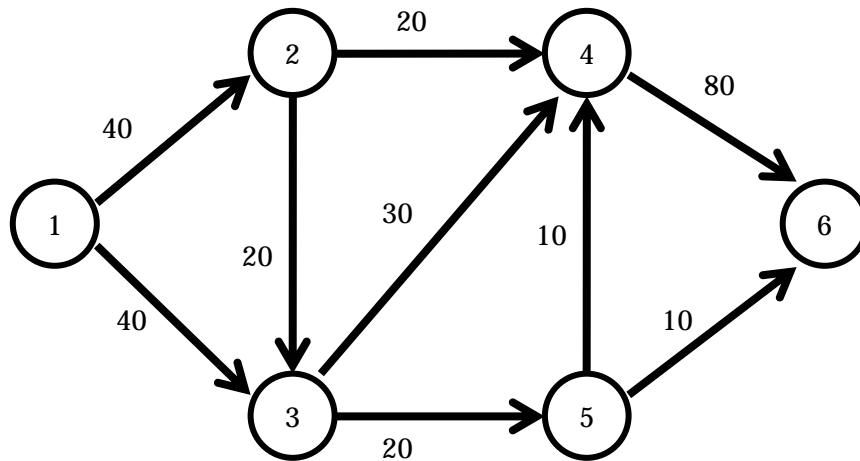
- ✚ 解答用紙への記入はどのような順番でもかまいませんが、どの問題についての解答なのかは解答用紙に明記してください。
- ✚ 解答用紙には、解答だけではなく必要かつ十分な解の導出過程を採点者にわかりやすいように記述してください。
- ✚ 問題用紙の最後の 1 枚はメモ用の白紙です。問題用紙のホチキスははずしてもかまいません。
- ✚ 解答用紙のホチキスははずさないでください。裏面を使用してもかまいません。解答用紙が不足したら手を挙げて要求してください。



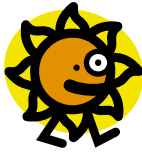


### 問題 1

ある地域の導水路を抽象化し、ネットワークとして表現すると以下ようになった。各枝の向きは水の流れる方向で、付してある数値は、単位時間あたりにその導水路を通過できる水量である。また、点は導水路の合流・分岐点で、単位時間当たりで合流、分岐できる量に制限は無い。次の問いに答えよ。



- (1) 点 1 から点 6 への単位時間当たりの最大フローとそのときの流量を求めよ。
- (2) 一本の導水路のみ単位時間あたりに通過できる水量を 10 だけ増やす改良工事が許可された。どの導水路を改良するのが最大流量を増加させるには効果的か。適切な改良プランを提案せよ。



## 問題 2

ある通信社は 2 つの地上局と 4 つの人工衛星を用いてギリシャ・東京間の衛星通信をこの夏に計画している．各地上局・各人工衛星には 2 つの送信専用アンテナと 1 つの受信専用アンテナが設置されている．送信専用アンテナは技術的な理由で送信先をひとつの地上局または人工衛星に固定しておかなくてはならない．

各送信専用アンテナには，単位時間での送信データ量の上限(データ送信能力：単位 Gb(ギガビット))と 1Gb のデータ送信毎に消費する電力量(消費電力量：単位 Kw(キロワット)/Gb)が以下の表 1 のように得られている，

表 1：通信社が計画している衛星通信網の情報

| 地上局<br>人工衛星名 | 送信専用<br>アンテナ名 | 固定送信先    | データ送信能力<br>(単位：Gb) | 消費電力量<br>(単位：Kw/Gb) |
|--------------|---------------|----------|--------------------|---------------------|
| ギリシャ地上局      | アテネ 1 号       | 人工衛星「春空」 | 30                 | 2                   |
|              | アテネ 2 号       | 人工衛星「夏空」 | 90                 | 7                   |
| 人工衛星「春空」     | 春 1 号         | 人工衛星「夏空」 | 60                 | 8                   |
|              | 春 2 号         | 人工衛星「秋空」 | 50                 | 4                   |
| 人工衛星「夏空」     | 夏 1 号         | 人工衛星「冬空」 | 40                 | 3                   |
|              | 夏 2 号         | 人工衛星「秋空」 | 20                 | 6                   |
| 人工衛星「秋空」     | 秋 1 号         | 日本地上局    | 60                 | 7                   |
|              | 秋 2 号         | 人工衛星「冬空」 | 60                 | 2                   |
| 人工衛星「冬空」     | 冬 1 号         | 日本地上局    | 30                 | 4                   |
|              | 冬 2 号         | ギリシャ地上局  | 70                 | 3                   |
| 日本地上局        | 東京 1 号        | 人工衛星「春空」 | 80                 | 2                   |
|              | 東京 2 号        | 人工衛星「冬空」 | 0(故障中)             | 3                   |

一方，受信専用アンテナは複数のアンテナから送信されたデータを同時に受け取ることが可能である．また，ある地上局または人工衛星の受信専用アンテナが受信したデータは，受信した地上局または人工衛星の各送信アンテナから受信した合計データ量を適当に振り分けて送信することが可能である．ただし，各人工衛星にはデータを溜めておく機能がないので，受信したデータは必ず瞬時にすべて送信しなくてはならない．

以下(次ページ)の問いに答えよ．

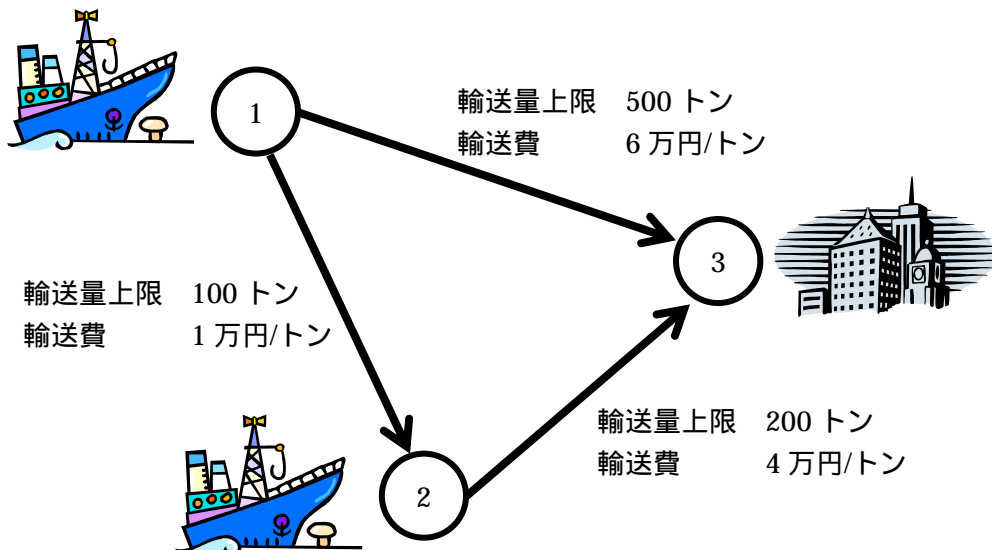
- (1) 通信社が計画している通信網を適切なネットワークで表現しなさい。
- (2) ギリシャ地上局から日本地上局への単位時間あたりの最大データ送信能力を算出しなさい。
- (3) ギリシャ地上局といくつかの人工衛星からなるグループ(日本地上局はいつでもグループに含まれないことに注意)からグループ外に単位時間あたり送信できるデータ送信能力の合計を「グループ送信能力」と呼ぶことにする。ギリシャ地上局と人工衛星「春空」からなるグループのグループ送信能力を算出せよ。
- (4) グループ送信能力がもっとも小さなグループをすべて挙げなさい。
- (5) ギリシャ地上局から日本地上局へデータを送信する際に消費される各送信アンテナの電力消費量の合計を総消費電力量と呼ぶことにする。ギリシャ地上局から日本地上局へ単位時間あたり 1Gb のデータを送信したい。総消費電力量が最も少ない送信ルートを導け。また、導出したルートに沿って送信した場合の総消費電力量も算出せよ。
- (6) ギリシャ地上局から日本地上局へ単位時間あたり 40Gb のデータを送信したい。総消費電力量が最も少ない送信ルートを導け。また、導出したルートに沿って送信した場合の送信消費電力も算出せよ。
- (7) ギリシャ地上局から日本地上局へ単位時間あたり 60Gb のデータを、日本地上局からギリシャ地上局へ単位時間あたり 60Gb のデータを同時に送信したい。この送信が実現可能かどうか検討し、その可否を答えなさい。実現可能な場合は、具体的な通信ルートを示し、実現不可能な場合はその理由を示せ。



### 問題 3

以下の問に答えよ。

- (1) 以下のネットワークは、ある穀物の港から消費地までの輸送網を抽象化し表現したもので、点 1、点 2 が港で、点 3 が消費地、各枝が輸送方向、各枝に付されたふたつの数値は各々穀物 1 トン当たりの輸送費と一日当たりの輸送量の上限である。点 1、点 2 のふたつの港から穀物を陸揚げし(両方の港を利用してよいし、一方のみを利用してよい)、点 3 (消費地)に 400 トンの穀物を届けたい。点 1 の港から陸揚げできる穀物の量は一日当たり 200 トンまでで陸揚げ費用として 1 トンあたり 3 万円がかかる。一方、点 2 の港から陸揚げできる穀物の量は一日当たり 400 トンまでで陸揚げ費用として 1 トンあたり 6 万円がかかる。各港での穀物の陸揚げから消費地に届けるまでにかかる一日あたりの総費用を最小にしたい。どの港から穀物をどれだけ陸揚げし、その後どのように輸送すればよいか適切なプランとそのときの輸送費を答えよ。



- (2) ある会社では、倉庫 A,B,C にそれぞれ 30000 個, 20000 個, 40000 個の在庫がある。これを P 町, Q 町, R 町にそれぞれ 30000 個, 15000 個, 45000 個ずつ発送したい。各倉庫からそれぞれの発送先までの経路毎の輸送費は次の表のとおりである。この製品を最小費用ですべて輸送するプランを提案せよ。

|      | P 町 | Q 町 | R 町 |
|------|-----|-----|-----|
| 倉庫 A | 40  | 20  | 30  |
| 倉庫 B | 60  | 10  | 40  |
| 倉庫 C | 80  | 20  | 70  |

(単位：円/個)