

2023 年度

ネットワークモデル分析 A

小テスト

注意

- ✚ 問題 1, 問題 2(1),(2)は解答用紙の所定の位置に解答すること。
- ✚ 解答用紙は 4 枚綴りになっている。解答に適した解答用紙を選び, どの問題の解答かを必ず明示し記述のこと。
- ✚ 必要に応じて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すること。
- ✚ 解答用紙が不足したら裏面に記述しても構いません。追加用紙が必要な際は手を挙げて要求してください。





問題 1

次の問に答えよ。解答は所定の位置に図示，または，記述すること。小問(3)，(4)は，その近くに導出過程も記述すること。

(1) 次の接続行列が示すグラフを描画せよ。点や枝のラベル（名前）も付すこと。

$$\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{array} \begin{array}{ccccc} & a & b & c & d & e \\ \left(\begin{array}{ccccc} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \end{array} \right) \end{array}$$

(2) 小問(1)で描画したグラフ上で点 1 から奥優先探索をした場合の探索木を太線(または色線)で示せ。小問(1)で描画したグラフをコピーして，その上に太線(または色線)を描画すること。

- (3) ある高速道路網と各点間の移動に要する時間を図 1 に示した。点 v_1 から出発し、すべての道路を走行し、点 v_1 に戻ってきたい。総走行時間を最小にする移動ルートの回送箇所と総走行時間を示せ。

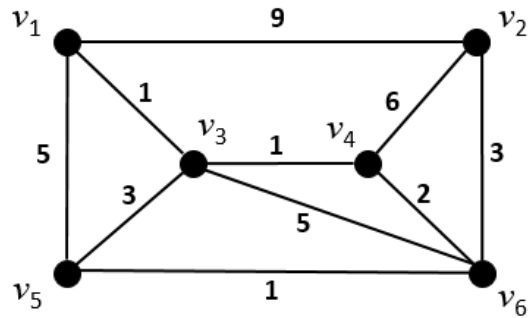
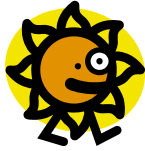


図 1：ある高速道路網と移動に要する時間（枝に付してある数値[単位：時間]）

- (4) 4 人 (A,B,C,D) に 4 つの仕事 (P,Q,R,S) を割り当てたい。各人に各仕事を割り当てた場合のコストは表 1 のとおりである。総コストを最小にする最適割当とそのときの総費用をハンガリアン法にて導出せよ。

表 1: 仕事割当費用

| | P | Q | R | S |
|---|----|----|---|----|
| A | 15 | 6 | 9 | 8 |
| B | 3 | 13 | 7 | 6 |
| C | 9 | 10 | 5 | 11 |
| D | 3 | 5 | 7 | 11 |



問題2

ある航空会社は東京-福岡間に1日14便(7往復)を表2のスケジュールで運行している。この会社の乗務員は東京または福岡に住んでおり、東京に住んでいる乗務員は「東京ベース」に、福岡に住んでいる乗務員は「福岡ベース」に属すとよぶ。各便は同じベースに属す10名の乗務員がひとつのチームになり運行されている。労働協約により、以下の約束が経営側と乗務員の間でなされている。

- A) 乗務は1日2便まで。乗務は、便が到着した後に30分の残務処理を行い終了する。
- B) 自分の属すベースで勤務が始まり、その日のうちに自分の属すベースで勤務を終える。
- C) 1日2便乗務の場合、ある便の乗務が終了後(便到着後の残務処理30分終了後)に、少なくとも1時間の休憩をとった後でないといふ次の便には乗務できない。
1日1便のみの乗務の場合、行き便で乗務し、帰りは乗務した便が到着した30分後に降参の自社便で客として移動できる。
- D) 1日2便乗務の場合、行きの便の出発時刻から帰りの便の到着時刻までの時間(これを勤務時間とよぶ)は最長9時間。1日1便乗務の場合、勤務時間は特に定めていない。

表2：運行スケジュール

| | | | | | | |
|-----|------|------|--|-----|------|------|
| | 東京発 | 福岡着 | | 福岡発 | 東京着 | |
| 01便 | 0600 | 0800 | | 02便 | 0700 | 0900 |
| 03便 | 0900 | 1100 | | 04便 | 0800 | 1000 |
| 05便 | 1200 | 1400 | | 06便 | 1000 | 1200 |
| 07便 | 1600 | 1800 | | 08便 | 1100 | 1300 |
| 09便 | 1700 | 1900 | | 10便 | 1400 | 1600 |
| 11便 | 1800 | 2000 | | 12便 | 1600 | 1800 |
| 13便 | 1900 | 2100 | | 14便 | 1900 | 2100 |

※表中の4桁の数字は24時間表記で時刻を示す。(例)0600とは06時00分の意味。

以下の問に答えよ。

(1) 1日2便乗務可能なパターンがある。東京ベースが担当する01便を例にすると、

- 01便(福岡着0800)から02便(福岡発0700)は到着が出発に間に合わず2便乗務不可である。
- 01便(福岡着0800)から04便(福岡発0800)は休憩時間不足により2便乗務不可である。
- 01便から06便は休憩時間が90分(福岡着0800で、30分の残務処理をして、福岡発1000)と1時間以上確保でき、勤務時間(東京発0600で東京着1200)なので勤務時間は6時間も9時間以内である、2便乗務可能である。
- 01便から08便も(06便のケースと)同様に2便乗務可能である。
- 01便から10便、12便、14便は勤務時間が9時間を越えるため2便乗務不可である。

つまり、東京発01便に乗務した東京ベースのチームが乗務できる福岡発の便は、06便、08便のみである。乗務可能な組み合わせを○、不可能な組み合わせを×で記すと

表 A の 01 便の行のようにまとめられる。東京ベースのチームが東京発便乗務後に（1 日 2 便目として）乗務可能な福岡発の便名の組み合わせをすべて見つけ、表 A の空欄を埋めよ（解答は指定の場所場所に記入すること）。

表 A：東京ベースのチームが乗務できる福岡発の便の一覧

| | 02 便 | 04 便 | 06 便 | 08 便 | 10 便 | 12 便 | 14 便 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 01 便 | × | × | ○ | ○ | × | × | × |
| 03 便 | | | | | | | |
| 05 便 | | | | | | | |
| 07 便 | | | | | | | |
| 09 便 | | | | | | | |
| 11 便 | | | | | | | |
| 13 便 | | | | | | | |

- (2) 福岡ベースのチームが福岡発便乗務後に（1 日 2 便目として）乗務可能な東京発の便名の組み合わせをすべて見つけ、表 B の空欄を埋めよ。

表 B：福岡ベースのチームが乗務できる東京発の便の一覧

| | 01 便 | 03 便 | 05 便 | 07 便 | 09 便 | 11 便 | 13 便 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 02 便 | | | | | | | |
| 04 便 | | | | | | | |
| 06 便 | | | | | | | |
| 08 便 | | | | | | | |
| 10 便 | | | | | | | |
| 12 便 | | | | | | | |
| 14 便 | | | | | | | |

- (3) 1 日 2 便乗務可能パターンを次の指示に沿いひとつの二部グラフで表現せよ。
- 左側点集合を東京発の便(奇数便), 右側点集合を福岡発の便(偶数便)に対応させる。
 - 1 日 2 便乗務可能パターンの便同士を枝で結ぶ。
- (4) 小問(3)で描いた二部グラフの最大マッチングをひとつ図示し、その大きさを答えよ。
- (5) 1 日 2 便乗務を多くすることで、1 日に必要な総乗務員数を減らせ、人件費を縮小できる。一日に必要な総乗務員数の最小人数を求めよ。
- (6) 小問(3)で描いた二部グラフの DM 分解を示せ。
- (7) 小問(6)で求めた DM 分解の結果から導かれる乗務計画策定に関する有益な情報のひとつを記述せよ。
- (8) 小問(5)で求めた乗務員人数で全便運行する場合の、東京ベースと福岡ベースの乗務員数（チーム数）の内訳と、乗務計画を具体的にひとつ示せ。