

# 数理最適化問題集

久保 幹雄

東京海洋大学 流通情報工学科

〒 135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6

平成 26 年 1 月 15 日

この問題集は、「あたらしい数理最適化-Python 言語と Gurobi で解く-」（近代科学社）をテキストとして用いた講義（応用プログラミング演習）の練習問題である。

## 1 基本問題

### 問題 1 (丼チェーン店長の悩み (改))

あなたは丼チェーンの店長だ。店の主力製品は、トンコケ丼、コケトン丼、ミックス丼、ビーフ丼の 4 種類で、トンコケ丼を 1 杯作るには、200 グラムの豚肉と 100 グラムの鶏肉、コケトン丼を 1 杯作るには、100 グラムの豚肉と 200 グラムの鶏肉、ミックス丼を 1 杯作るには、豚肉、鶏肉、牛肉を 100 グラムずつ、最後のビーフ丼は、牛肉だけを 300 グラム使う。ただし、ビーフ丼は限定商品のため 1 日 10 杯しか作れない。原料として使用できる豚、鶏、牛の肉は、最大 1 日あたり 9 キログラム、9 キログラム、6 キログラムで、販売価格は、トンコケ丼 1 杯 1500 円、コケトン丼 1 杯 1800 円、ミックス丼 1 杯 2000 円、そしてビーフ丼は 5000 円だ。さて、お店の利益を最大にするためには、あなたは丼を何杯ずつ作るように指示を出せばよいのだろうか？

### 問題 2 (鶴亀蛸キメラ算)

鶴と亀と蛸とキメラ<sup>1</sup>が何匹ずつかいる。頭の数で足すと 32、足の数で足すと 99 になる。キメラの頭の数 2、足の数 3 としたときに、鶴と亀と蛸の数の和を一番小さくするような匹数を求めよ。

### 問題 3 (倉庫経由の輸送問題)

あなたは、スポーツ用品販売チェーンのオーナーだ。あなたは、店舗展開をしている 5 つの顧客（需要地点）に対して、3 つの自社工場で生産した 1 種類の製品を運ぶ必要がある。工場の生産可能量（容量）と顧客の需要量は表 3 のようになっている。ただし、工場から顧客へ製品を輸送する際は必ず 2 箇所の倉庫のいずれかを經由しなければならない。工場と倉庫間、倉庫と顧客間の輸送費用は、表 3 のようになっているとしたとき、どのような輸送経路を選択すれば、総費用が最小になるであろうか？

---

<sup>1</sup>伝説に出てくる空想生物

表 1: 工場の生産可能量と顧客の需要量.

工場生産可能容量			顧客				
1	2	3	1	2	3	4	5
500	500	500	80	270	250	160	180

表 2: 工場から倉庫と倉庫から顧客までの輸送費用.

倉庫	工場			顧客				
	1	2	3	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5	6	8	10
2	3	1	2	6	4	3	5	8

**問題 4 (双対性 1)**

上の輸送問題において、各顧客の追加注文は 1 単位あたりいくらの費用の増加をもたらすのか、双対性の概念を用いて計算せよ。また、費用削減のためには、どの工場を拡張すれば良いかを、やはり双対性を用いて考えよ。

**問題 5 (双対性 2)**

井チェーン店長の悩み (改) 問題において、豚肉、鶏肉、牛肉の 100 グラムあたりの価値はいくらになるか計算せよ。

**問題 6 (多品種輸送問題)**

上の倉庫経由の輸送問題を 4 種類の製品を販売する多品種輸送問題に拡張せよ。ただし、工場 1 では製品 1,2,4 を、工場 2 では製品 1,2,3 を、工場 3 では製品 2,3,4 を製造可能であるとする。工場の生産可能量と顧客の需要量は表 6 のようになっているとし、その他の仮定は倉庫経由の輸送問題と同様であるとする。どのような輸送経路を選択すれば、総費用が最小になるであろうか？

表 3: 工場の生産可能量と顧客の需要量用.

製品	工場生産可能容量			顧客				
	1	2	3	1	2	3	4	5
1	500	500	0	113	121	169	136	151
2	500	500	500	84	178	142	164	149
3	0	500	500	122	103	119	161	165
4	500	0	500	87	113	115	153	117

**問題 7 (最短路問題)**

流通最適化工学のテキスト「組合せ最適化とアルゴリズム」(共立出版) 3.1 節の (枝の費用が非負の場合の) 最短路問題の例題に対して、定式化を行い解を求めよ。

### 問題 8 (最大流問題)

流通最適化工学のテキスト「組合せ最適化とアルゴリズム」(共立出版) 3.2 節の最大流問題の例題に対して、定式化を行い解を求めよ。

### 問題 9 (最小費用流問題)

流通最適化工学のテキスト「組合せ最適化とアルゴリズム」(共立出版) 3.3 節の最小費用流問題の例題に対して、定式化を行い解を求めよ。

### 問題 10 (0-1 ナップサック問題)

流通最適化工学のテキスト「組合せ最適化とアルゴリズム」(共立出版) 4.1 節の 0-1 ナップサック問題の例題に対して、以下の付加条件をつけた問題を定式化して解を求めよ。

1. 極小クマと大クマは仲が悪いので、同時に持って逃げてはいけない..
2. 極小クマは小クマが好きなので、極小クマを持って逃げるときには必ず小クマももって逃げなければならない。
3. 極小クマ, 小クマ, 中クマのうち, 少なくとも 2 つは持って逃げなければならない。

### 問題 11 (整数ナップサック問題)

流通最適化工学のテキスト「組合せ最適化とアルゴリズム」(共立出版) 4.4 節の整数ナップサック問題の例題に対して、定式化を行い解を求めよ。

### 問題 12 (制約付き最短路問題)

流通最適化工学のテキスト「組合せ最適化とアルゴリズム」(共立出版) 4.3 節の制約付き最短路問題の例題に対して、定式化を行い解を求めよ。

### 問題 13 (点被覆問題)

流通最適化工学のテキスト「組合せ最適化とアルゴリズム」(共立出版) 4.5 節の点被覆問題の例題に対して、定式化を行い解を求めよ。

### 問題 14 (混合戦略)

サッカーの PK (ペナルティキック) の最適戦略を考える。いま, ゴールキーパーは (キッカーから見て) 左に飛ぶか右に飛ぶかの 2 つの戦略を持っており, キッカーは左に蹴るか右に蹴るかの 2 つの戦略を持っているものとする。得点が入る確率は, 両選手の得意・不得意から以下のような確率になっているものとする (行がキーパーで, 列がキッカーの戦略である)。

	左	右
左	0.9	0.5
右	0.6	0.8

キーパーは得点が入る確率を最小化したいし, キッカーは得点が入る確率を最大化したい。さて, 両選手はどのような行動をとれば良いだろうか?

これは, ゼロ和ゲーム理論の混合戦略を求める問題となる。戦略は確率的な行動をとることが最適となる。(つまりどちらに飛ぶかはサイコロを振って決めるのだ。)

キーパーの戦略を変数として線形最適化問題として定式化を行うと、ゲームの値は0.7でキーパーの最適戦略は(1/3, 2/3) (すなわち1/3の確率で左に飛ぶ)となる。

問題：キッカーの戦略を変数として定式化を行い求解せよ。

実は、双対変数を見ればキッカー側の最適戦略が分かる。結果は(1/2, 1/2)であり、半々で左右に蹴るのが最適になる。

#### 問題 15 (混合戦略)

同じようにサッカーのPKの最適戦略を考える。今度は、ゴールキーパーは(キッカーから見て)左に飛ぶか右に飛ぶか、それとも真ん中にとどまるかの3つの戦略を持っており、キッカーも同様に左に蹴るか右に蹴るか、それとも度胸を決めて真ん中に蹴るかの3つの戦略を持っているものとする。得点が入る確率は、両選手の得意・不得意から以下のような確率になっているものとする(行がキーパーで、列がキッカーの戦略である)。

	左	中	右
左	0.9	0.8	0.5
中	0.7	0.4	0.7
右	0.6	0.7	0.8

さて、両選手はどのような行動をとれば良いだろうか？

#### 栄養問題

ミニストップのファストフードで健康になれるか調べよ。

<http://www.ministop.co.jp/syohin/nutrition/>

すべての食事データベースを用いれば大丈夫でしょう。

<http://www.ars.usda.gov/services/docs.htm?docid=5717>

ここから得られるExcelデータには5000種類もの食事の栄養素が入っている。これから基準値に入るように選ぶ。(価格はどうするの?)

#### 問題 16 (Weber 問題 1)

テキスト173ページのWeber問題の例題において、水源調査をしたところ、水が出る場所がX,Y座標が40以上、60以下の地点に限定されていることが分かった。どの地点に井戸を掘れば良いであろうか？

#### 問題 17 (Weber 問題 2)

テキスト173ページのWeber問題の例題において、さらに詳細な水源調査をしたところ、飲むことができる良質な水が出る場所はX,Y座標が(50,50)の地点を中心とした半径10の円に限定されていることが分かった。どの地点に井戸を掘れば良いであろうか？

#### 問題 18 (多期間生産計画)

1つの製品の生産をしている工場を考える。この製品は、生産を開始するときに固定的な費用(段取り費用)と時間(段取り時間)がかかる。段取り費用は1回の段取りあたり10万円、段取り時間は3時間である。また、在庫費用は1日あたり、1トンあたり1万円とする。いま7日先までの需要が分かっている、7日分の生産量と在庫量を決定したい。各日の需要は、表18のようになっている。工場の1日の稼働時間は8時間、製品1トンあたりの製造時間は0.5時間としたとき、稼働時間上限を満たした最小費用の生産・在庫量を決定せよ。

表 4: 各期の需要量.

日	1	2	3	4	5	6	7
需要量	5	7	8	2	9	1	3

**問題 19 (多期間生産輸送計画)**

問題 18 の多期間生産計画問題において、複数の工場から複数の需要先への輸送を考慮したモデルを考え、データを作成して求解せよ。

**問題 20 (非線形生産計画)**

問題 18 の多期間生産計画問題において、段取り費用は 0 であるが、生産量の平方根の製造費用がかかる場合を考える。テキストの 8 章の区分的線形近似を用いて、この問題を定式化して求解せよ。

**問題 21 (単一ソース施設配置問題)**

テキストの施設配置問題において、1 つの顧客への輸送を行う施設は 1 つに限定された問題を考える。これは、顧客においての入庫作業を簡略化するために、しばしば付加される条件である。この問題を定式化して求解せよ。

また、需要に不確実性があり、各顧客の需要が標準偏差が表 5 に与えられるような独立な分布であると仮定したとき、施設における安全在庫を付加したモデルを考えよ。ただし、施設での安全在庫は、リード時間（施設への調達時間）を  $L (= 1)$ 、標準偏差を  $\sigma$ 、安全在庫係数を  $z (= 1.65)$  としたとき  $z\sigma\sqrt{L}$ 、安全在庫費用はすべて 1 で計算するものとする。

表 5: 施設配置問題のデータ。需要量、標準偏差、施設から顧客までの輸送費用と施設の開設費用、ならびに容量。

顧客 $i$	1	2	3	4	5		
年間需要量 $d_i$	80	270	250	160	180		
標準偏差 $\sigma_i$	10	30	25	20	15		
施設 $j$	輸送費用 $c_{ij}$					開設費用 $f_j$	容量 $M_j$
1	4	5	6	8	10	1000	500
2	6	4	3	5	8	1000	500
3	9	7	4	3	4	1000	500

**問題 22 (起動停止問題)**

ある電力会社では各日の電力需要を満たすために、時間ごとの発電量を決めなければならない。いま、3 つの火力発電所で需要をみたすべく発電を行っているが、一度火を入れると 6 時間は停止できない。発電に必要な費用は、発電量を  $x_i (i = 1, 2, 3)$  としたとき、 $a_i + b_i x_i + c_i (x_i)^2$  と二次関数で表されるものとする。表 22 に、発電所  $i$  のパラメータ  $a_i, b_i, c_i$  を示す。

表 22 に朝 7 時から 17 時までの電力需要量（単位は kw）を示す。

**問題 23 (座席割り当て問題)**

7 組の家族がみんなで食事をしようと考えている。4 人がけのテーブルが 8 卓であり、親

表 6: 各発電所の費用パラメータ.

発電所	1	2	3
$a_i$	500	300	200
$b_i$	10	12	20
$c_i$	1	1	1

表 7: 各時間帯ごとの電力需要量.

時	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
電力需要量 (kw)	5	7	12	29	50	60	70	56	55	33	12

睡を深めるために、同じ家族の人たちは同じテーブルに座らないようにしたい。家族の構成は以下の通りとしたとき、各テーブルの男女比をなるべく均等にする座り方を求めよ。ただし、女性には (F) の記号を付してある。

磯野家: 波平, フネ (F), カツオ, ワカメ (F)

バカボン家: バカボンパパ, バカボンママ (F), バカボン, ハジメ

野原家: ひろし, みさえ (F), しんのすけ, ひまわり (F)

のび家: のび助, 玉子 (F), のび太

星家: 一徹, 明子 (F), 飛雄馬

レイ家: テム, カマリア (F), アムロ

ザビ家: デギン, ナルス (F), ギレン, キシリヤ, サスロ (F), ドズル, ガルマ

#### 問題 24 (矩形切り出し問題 1)

縦の長さが 100, 横の長さが 100 の原板から顧客の注文に応じて長方形の板を切り出すことを考える。いま、顧客の注文が 6 種類あり、縦横の長さは以下の辞書  $s$  で与えられているものとする。

$$s = \{0: (49, 44), 1: (38, 4), 2: (78, 25), 3: (52, 29), 4: (32, 33), 5: (33, 9)\}$$

注文の縦横を入れ替えることはできないものとしたとき、原板からの切り出し方法を考えよ。(言い換えれば、各注文を切り出す左下の位置を求めよ。) ただし、切り出しはなるべく左下詰めで行うものとする。(言い換えれば、目的関数を変数である各注文の配置場所を表す  $x, y$  座標の和とする。)

#### 問題 25 (矩形切り出し問題 2)

横の長さが 100 のロール紙 (縦の長さは無制限) から顧客の注文に応じて長方形の紙を切り出すことを考える。いま、顧客の注文が 6 種類あり、縦横の長さは以下の辞書  $s$  で与えられているものとする。

$$s = \{0: (49, 44), 1: (38, 4), 2: (78, 25), 3: (52, 29), 4: (32, 33), 5: (33, 9)\}$$

注文の縦横を入れ替えることはできないものとしたとき、ロールからの切り出し方法を考えよ。目的関数は、使用したロール紙の縦の位置の最大値を最小化するものとする。

**問題 26 (矩形切り出し問題 3)**

上の問題で、注文の縦横を入れ替えて切り出すことができるとした場合の切り出し方法を考えよ。

**問題 27 (包絡分析法 (Data Envelopment Analysis:DEA))**

包絡分析法とは、複数の入力と複数の出力をもつ事業体 (Decision Making Unit: DMU) の効率を計算するための手法である。事業体の集合を DMU とし、その要素を  $dmu$  もしくは  $d$  と記す。事業体  $d \in DMU$  に対して、 $n$  個の入力  $IN_{di}(i = 1, 2, \dots, n)$  と  $m$  個の出力  $OUT_{dj}(j = 1, 2, \dots, m)$  が与えられているとき、どの事業体が効率的なのかを客観的に分析したい。ここで、入力と出力が 1 つなら、各事業体  $d$  の効率は  $OUT_d/IN_d$  と定義するのが自然である。複数の入出力がある場合には、各要素を適当な重み (重要度) で 1 つの値に換算すれば良いが、重みの決定に主観が入る。包絡分析法では、複数の入力に対する重み  $x_i(i = 1, 2, \dots, n)$  と出力に対する重み  $y_j(j = 1, 2, \dots, m)$  を、以下の分数最適化問題を解くことによって決める。

効率を計算したい各事業体  $dmu \in DMU$  に対して：

$$\begin{aligned} \text{maximize} \quad & \frac{\sum_{j=1}^m OUT_{dmu,j} y_j}{\sum_{i=1}^n IN_{dmu,i} x_i} \\ & \frac{\sum_{j=1}^m OUT_{dj} y_j}{\sum_{i=1}^n IN_{di} x_i} \leq 1 \quad \forall d \in DMU \\ & x_i \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \\ & y_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

目的関数は、効率を計算したい事業体  $dmu$  にとって都合が良いように (効率値が大きくなるように) 重みを決定することを表す。最初の制約は、すべての事業体  $d$  の効率値が 1 以下であることを規定する。

この分数最適化問題は、目的関数の分母を 1 に設定して、分子を最大化するようにし、さらに制約の分母 (これは正になるので) を右辺に移すことによって、以下の線形最適化問題に帰着される。

効率を計算したい各事業体  $dmu \in DMU$  に対して：

$$\begin{aligned}
 & \text{maximize} && \sum_{j=1}^m OUT_{dmu,j} y_j \\
 & && \sum_{j=1}^m OUT_{dj} y_j \leq \sum_{i=1}^n IN_{di} x_i \quad \forall d \in DMU \\
 & && \sum_{i=1}^n IN_{dmu,i} x_i = 1 \\
 & && x_i \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \\
 & && y_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, m
 \end{aligned}$$

Excel ファイルで与えられた東京 23 区の図書館の効率を上の手法を用いて分析せよ。

自分の好きな（就職したい）業界を <http://gyokai-search.com> などで調べて、入力を従業員数や規模、出力を売り上げやシェアとして効率性を分析せよ。

### 問題 28 (PERT (Program Evaluation and Review Technique))

あなたは航空機会社のコンサルタントだ。あなたの仕事は、着陸した航空機をなるべく早く離陸させるためのスケジュールをたてることだ。航空機は、再び離陸する前に幾つかの作業をこなさなければならない。まず、乗客と荷物を降ろし、次に機内の掃除をし、最後に新しい乗客を搭乗させ、新しい荷物を積み込む。当然のことであるが、乗客を降ろす前に掃除はできず、掃除をした後でないと新しい乗客を入れることはできず、荷物をすべて降ろし終わった後でないと、新しい荷物は積み込むことができない。また、この航空機会社では、乗客用のゲートの都合で、荷物を降ろし終わった後でないと新しい乗客を搭乗させることができないのだ。作業時間は、乗客降ろし 13 分、荷物降ろし 25 分、機内清掃 15 分、新しい乗客の搭乗 27 分、新しい荷物積み込み 22 分とする。さて、最短で何分で離陸できるだろうか？

### 問題 29 (CPM (Critical Path Method))

あなたは、問題 28 と同じ設定で、作業時間の短縮を要求されている。いま、航空機の離陸の前にする作業の時間が、費用をかけることによって短縮でき、各作業の標準時間、新設備導入によって短縮したときの時間、ならびにそのときに必要な費用は、以下のように推定されているものとする。

作業 1：乗客降ろし 13 分。10 分に短縮可能で、1 万円必要。

作業 2：荷物降ろし 25 分。20 分に短縮可能で、1 万円必要。

作業 3：機内清掃 15 分。10 分に短縮可能で、1 万円必要。

作業 4：新しい乗客の搭乗 27 分。25 分に短縮可能で、1 万円必要。

作業 5：新しい荷物積み込み 22 分。20 分に短縮可能で、1 万円必要。

さて、いくら費用をかけると、どのくらい離陸時刻を短縮することができるだろうか？

### 問題 30 (資源制約付きの PERT)

あなたは航空機会社のコンサルタントだ。リストラのため作業員の大幅な削減を迫られた

あなたは、問題 28 を 1 人の作業員で行うためのスケジュールを作成しなければならなくなった。作業時間や先行制約は、上と同じであるとするが、各々の作業は作業員を 1 人占有する（すなわち、2 つの作業を同時にできない）ものとする。どのような順序で作業を行えば、最短で離陸できるだろうか？

**問題 31 (フローショップ・スケジューリング問題)**

あなたは車メーカーのライン長だ。いま、あなたの担当する生産ラインでは、セダン、スポーツタイプ、バンの 3 種類の車を生産している。各車種は、車体の組み立て工程、塗装工程、タイヤの取り付け工程の 3 つの工程を順に通過することによって完成するものとする。セダン、スポーツタイプ、バンの各車種が各工程の作業で要する時間は、次のようになっている。

工程名	組み立て	塗装	タイヤ取り付け
セダン	4	3	1
スポーツ	8	6	4
バン	5	2	3

各車種を 1 台ずつ生産するとき、最後の作業の終了時刻を最小化するには、どのような順序で作業をすれば良いだろうか？ただし、各工程においては、一度に 1 台の車に対する作業しかできないものとする。

ヒント：テキスト 6.3 節の順列フローショップの定式化では、投入順序を変えないスケジュールしか得ることができない。ここで考えるフローショップ問題はより一般的なもので、工程ごとに行う車種の作業順序は変化しても良い。（つまり途中での追い越しを許可している）。

**問題 32 (待ちなしフローショップ・スケジューリング問題)**

上と同じデータで、工程間での作業に待ちを許さない（前の工程の作業が終了したと同時に次の工程の作業を開始する必要がある）場合を考えよ。なお、この問題は（非対称の）巡回セールスマン問題に帰着することができる。その理由を考えよ。

**問題 33 (並列ショップ・スケジューリング問題)**

あなたは F1 のピットクルーだ。F1 レースにとってピットインの時間は貴重であり、ピットインしたレーシングカーに適切な作業を迅速に行い、なるべく早くレースに戻してやるのが、あなたの使命である。

作業 1：給油準備 (3 秒)

作業 2：飲料水の取り替え (2 秒)

作業 3：フロントガラス拭き (2 秒)

作業 4：ジャッキで車を持ち上げ (2 秒)

作業 5：タイヤ (前輪左側) 交換 (4 秒)

作業 6：タイヤ (前輪右側) 交換 (4 秒)

作業 7：タイヤ (後輪左側) 交換 (4 秒)

作業 8：タイヤ (後輪右側) 交換 (4 秒)

作業 9：給油 (11 秒)

作業 10：ジャッキ降ろし (2 秒)

各作業には、作業時間のほかに、この作業が終わらないと次の作業ができないといったような先行制約がある。作業時間と先行制約は、図 1 のようになっている。

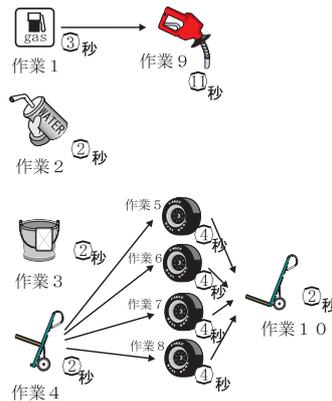


図 1: ピットクルーの作業の作業時間と先行制約

いま、あなたを含めて 3 人のピットクルーがいて、これらの作業を手分けして行うものとする。作業は途中で中断できないものとする。なるべく早く最後の作業を完了させるには、誰がどの作業をどういう順番で行えばよいのだろうか？

### 問題 34 (ジョブショップ・スケジューリング問題)

テキスト 240 ページのジョブショップのスケジューリング問題を定式化し求解せよ。

## 2 パズル問題

### 問題 35 (最大面積の長方形)

周囲の長さが 100 cm の長方形で面積を最大にしたときの各辺の長さを最適化を用いて求めよ。

### 問題 36 (所持金決定)

A さんと B さんと C さんがいくらかずつお金を持っている。A さんが B さんに 100 円をわたすとすると、A さん B さんの所持金が等しくなる。また、B さんが C さんに 300 円わたすと、B さん C さんの所持金が等しくなる。上の条件を満たす中で、3 人の所持金の和が最小になるものを求めよ。

### 問題 37 (8-クイーン問題)

8×8 のチェス盤に 8 個のクイーンを置くことを考える。チェスのクイーンとは、将棋の飛車と角の両方の動きができる最強の駒である。クイーンがお互いに取り合わないように置く配置を 1 つ求めよ。将棋を知らない人のために言い換えると、8×8 のマス目に、同じ行

(列)には高々1つのクイーンを置き、左下(右下)斜めにも高々1つのクイーンを置くような配置を求める問題である。

ヒント：実は、この問題はテキスト4.2節の安定集合問題の特殊形である。 $i$ 行、 $j$ 列のマス目を点とみなして、クイーンが取り合うとき点の間に枝を追加すれば良い。ちなみに斜めでクイーンが取り合うかどうかを判定するのは、 $i-j$ が同じ(右下の斜め)か $i+j$ が同じか(左下の斜め)で判定すれば良い。

#### 問題 38 (正直族, 嘘つき族と狼男 1)

ある島には正直族と嘘つき族と呼ばれる2種類の人たちが仲良く住んでいる。正直族は必ず本当のことを言い、嘘つき族は必ず嘘をつく。またこの島には、夜になると狼に変身して人を襲う狼男が紛れ込んでいる。狼男もこの島の住民なので、正直族か嘘つき族の何れかに属する。あなたは、この島の人たちが狼男なのかの調査を依頼された。3人のうち1人が狼男であることが分かっているA,B,Cの3人組への証言は以下の通りである。

A: 「わたしは狼男です。」

B: 「わたしも狼男です。」

C: 「わたしたちの中の高々1人が正直族です。」

さて、狼男は誰か? また誰が正直族で誰が嘘つき族か?

#### 問題 39 (正直族, 嘘つき族と狼男 2)

同じ島でまた別の3人組A,B,Cの証言を得た。

A: 「わたしたちの中の少なくとも1人が嘘つき族です。」

B: 「Cさんは正直族です。」

この3人組も彼らのうちの1人が狼男で、彼は正直族であることが分かっているとき、狼男は誰か? また誰が正直族で誰が嘘つき族か?