

課題と問題：説明と解説

スポーツ・スケジューリング

スポーツの試合日程・場所を作成する問題は、一般に「スポーツ・スケジューリング」と呼ばれている。その中でも、今回は、プロ野球やサッカーリーグのように、リーグ戦形式のスポーツでの試合スケジュールを組む課題を考えてみよう。

具体的には、数チームによる二重総当りリーグ戦を、本拠地（ホーム）と敵本拠地（アウェイ）で1回ずつ行う試合日程（スケジュール）を作成する問題を考える。

1. 用語の説明

必要な用語の定義からはじめよう。

● リーグ戦

プロ野球のように決まった数のチームが何度か対戦するようなゲーム形式。以下ではチーム数が4の例で説明するが、実際の問題ではチーム数を8とする。

● ホーム H とアウェイ A

各チームは本拠地を持っており、試合は自分の本拠地（ホーム）か、あるいは敵の本拠地（アウェイ）で行うものとする。

● 二重総当りリーグ戦

リーグに所属する各チーム同士がすべて2回ずつ対戦するリーグ戦のこと。それぞれ、ホームとアウェイでの試合を1回ずつ行うことにする。たとえば4チームのリーグでは、各チームが $(4 - 1) \times 2 = 6$ 試合する。

● タイムテーブル

右図の表のように、各チームの対戦相手を試合日ごとに決めた対戦表のこと。各々の数字を 試合日（スロット）と呼ぶ。（注：説明では誤解を避けるためにチーム名を A, B, ... と記号で表わしているが、実際の問題では、チーム名も番号 1, 2, ... で表わすことにする。）

	1	2	3	4	5	6
A	C	D	B	D	B	C
B	D	C	A	C	A	D
C	A	B	D	B	D	A
D	B	A	C	A	C	B

● 距離行列

右図の表のように、各チームのホーム間の距離を表わす表のこと。（注：本質的には右半分でよいのだが、入力手続き簡単にするため（また誤りを防ぐためにも）対称行列の形で表わすことにする。）

	A	B	C	D
A	0	5	15	10
B	5	0	21	8
C	15	21	0	12
D	10	8	12	0

- ホーム・アウェイ割当て (HA 割当て)

与えられたタイムテーブルに対し、どれをホームで、どれをアウェイで行うかを割り当てること。右図の表のように + がホーム, - がアウェイを表わすことにする。この割当て付きのタイムテーブルを スケジュール と呼ぶことにする。

	1	2	3	4	5	6
A	+C	+D	-B	-D	+B	-C
B	-D	+C	+A	-C	-A	+D
C	-A	-B	+D	+B	-D	+A
D	+B	-A	-C	+A	+C	-B

- 移動と総移動距離

ホームでの試合が続かない限り、対戦ごとにチームの 移動 が生じる。スケジュール初日の試合、最終日の試合も、ホームでの試合でない場合には (初日の場合には) 試合前に (最終日の場合には) 試合後にホームへの移動が生じるものとする。この移動の合計を 総移動距離 という。我々の目標は、総移動距離を最小にするスケジュールを求めることである。

- ホーム・ブレイク HB とアウェイ・ブレイク HA

ホームでの試合が連続することをホーム・ブレイク HB といい、アウェイでの試合が連続することをアウェイ・ブレイク HA と呼ぶ。また、連続の長さを ブレイク長 (ホーム・ブレイク長, アウェイ・ブレイク長) という。一方、連続している箇所の個数は ブレイク数 と呼んで区別する。なお、初日の試合、最終日の試合がホームになる場合でも、ブレイク長やブレイク数には勘定にいけない。

2. 問題の詳細説明

今回の問題を正確に記述する。

スーパーコン05の問題

与えられた 8 のホーム間の距離行列に対し、以下に述べる条件を満たすスケジュール (これを OKスケジュール と呼ぶことにする) で、総移動距離ができる限り小さいものを求めるプログラムを作成せよ。

OKスケジュールの条件

1. 二重総当りリーグ戦の「正しい」スケジュールになっていること。とくに、各チーム間の対戦は、ホームとアウェイで 1 回ずつ行われるようになっていること。
2. ホーム・ブレイク長は高々 2 回まで、アウェイ・ブレイク長は高々 3 回までとすること。
3. 連続カード (連続試合) の禁止

その他の条件

- ホーム間の距離は 0 ~ 5000 の整数とする。

プログラムの性能は、評価用に用意された 2 組の距離行列に対しプログラムを各々 3 分間実行し、制限時間 (3 分) 内に出力されたスケジュールの総距離によって評価する。なお、同じ総距離のスケジュールを出力した場合には、出力までの計算時間が短いものを勝ちとする (注: 制限時間内であれば、何度でもスケジュールを出力してよい。複数出力された場合には、最後に出力されたスケジュールのみを審査の対象とする。)

今年のスーパーコンでは、全チームを 5 チームごとの 2 グループに分け、まず最初のデータを用いて、各グループの上位 3 チームを選ぶ。その上で、2 つ目のデータを用いて、上位 3 チームを選ぶことにする。

入出力ルーチンについて

プログラム作成の便宜をはかるため、また審査を効率よく行うために、データの入出力は以下の通りに決められた手続きを用いて行うこと。

入力: `read_map`

距離行列を標準入力から読み込む。

出力: `write_schedule`

スケジュールを標準出力に書き出す。

以上の手続きを利用するための具体的な方法や引数の受け渡しについては、別途コンテストのページを参照すること。なお、上記の説明にもあるように、制限時間内に何度でも出力して構わない。つまり、上記のルーチンを必要な回数呼び出しても構わない。各距離行列に対し、制限時間内の最後に出力されたスケジュールのみが審査の対象となる。

3. 解説: OK スケジュールの作り方

問題の条件を満たす「OK スケジュール」を 1 つ作る方法を紹介しよう。以下ではチーム数 6 のリーグ (各チームの試合数 10) を例として説明する。

以降はパワーポイントからの配布資料を参照