

問題解決技法入門

6. スポーツ・スケジューリング

文教大学
堀田 敬介

演習

| | | |
|---------|------|----|
| 日付 | 学籍番号 | 氏名 |
| / / () | | |

問) 6チーム (A, B, C, D, E, F) の総当たり対戦スケジュールをつくれ

| チーム\スロット | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Home | Away | Break | coe | 移動距離 |
|----------|---|---|---|---|---|------|------|-------|-----|------|
| A | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 計 | | | |

- Home-Awayを決定しなさい (Awayを○で囲む)
- 各種の数値を計算しなさい

SPORTS SCHEDULING

考慮したい条件: Home-Away, Break数

- 対戦は必ず一方がHomeでもう一方がAwayとする
- あるチームのHome-Awayパターンの中に, HH, AA のように, HomeやAwayが2回連続する場合, ブレイクという

(※競技によっては Home v.s. Home や
Away v.s. Away もありうる)

| チーム\スロット | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|---|---|---|---|---|
| A | A | H | H | H | A |
| B | H | A | A | H | H |
| C | A | A | H | H | A |
| D | A | H | A | A | H |
| E | H | A | H | A | H |
| F | H | H | A | A | A |

Home-Away table

- ブレイク数最小化
- ブレイク数の偏り最小化

【Home-Away table を作る際の注意点】

- 同じパターンのチームが2つあるのはダメ
(なぜか?)

team A: HAHAH
team B: HAHAH

- 各スロットでHとAの数が異なってはダメ
(なぜか?)

H
A
A
H
H
H

(※ Home-Away table 1・2を満たしても, スケジュールが組めるとは限らない)
(※与えられたHome-Away tableでスケジュールができるかどうかの判定はNP困難)

SPORTS SCHEDULING

考慮したい条件: 総移動回数

- チームの移動回数とは, 試合場を移動する回数のこと
 - HH → 移動0回, HA → 移動1回, AH → 移動1回, AA → 移動1回(?)
- 全チームの移動回数の合計が総移動回数

| チーム\スロット | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 移動回数 | ブレイク数 |
|----------|---|---|---|---|---|------|-------|
| A | A | H | H | H | A | 2 | |
| B | H | A | A | H | H | | |
| C | A | A | H | H | A | | |
| D | A | H | A | A | | | |
| E | | | | | | | |
| F | | | | | | | |

- 総移動回数最小化
 - 総移動回数最小化 = 等価 = ブレイク数最大化
 - ブレイク数を小さくしようとすると, 総移動回数が増え, 逆もなりたつ(トレードオフ)

SPORTS SCHEDULING

(※coe値の定義は、強豪チームに限ったものではないことに注意)

(※最終日の次の日は初日と定義することに注意)

考慮したい条件: **coe** (carry-over effect)

- 強豪チーム(A)と対戦し疲弊したチーム(B)と次に戦うチームは有利だろう
- d 日目 [team i v.s. team k], $d+1$ 日目 [team j v.s. team k] のとき, 「team i が team j に carry-over effect を与える」と定義

| チーム\スロット | 1 | 2 | 3 |
|----------|---|---|---|
| A(強豪) | B | C | D |
| B | A | D | C |
| C | D | A | B |
| D | C | B | A |

1日目 [A v.s. B]

2日目 [D v.s. B] (強豪Aと対戦後でBは疲弊中)
→ AがDにcoeを与えた ($c_{AD}=1$)

2日目 [A v.s. C]

3日目 [B v.s. C] (強豪Aと対戦後でCは疲弊中)
→ AがBにcoeを与えた ($c_{AB}=1$)

3日目 [A v.s. D]

1日目 [C v.s. D] (強豪Aと対戦後でDは疲弊中)
→ AがCにcoeを与えた ($c_{AC}=1$)

- coe行列

$$(c_{ij}) = \begin{matrix} & A & B & C & D \\ A & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ & & 0 & \\ & & & 0 \end{bmatrix} \\ B \\ C \\ D \end{matrix}$$

1日目 [B v.s. A] 2日目 [C v.s. A] → BがCにcoeを与えた ($c_{BC}=1$)

2日目 [B v.s. D] 3日目 [A v.s. D] → BがAにcoeを与えた ($c_{BA}=1$)

3日目 [B v.s. C] 1日目 [D v.s. C] → BがDにcoeを与えた ($c_{BD}=1$)

※チーム数 $2n$ とすると, coe値が最小となるのは,
非対角要素が全て1のとき, 即ち

- coe値 = $\sum_{ij} c_{ij}^2 \{ \geq 2n(2n-1) \}$ $\forall i, j (i \neq j), c_{ij} = 1$ のときで $2n(2n-1)$ balanced schedule

SPORTS SCHEDULING

考慮したい条件: **総移動距離** (巡回トーナメント問題)

- 各チームの移動距離の総和を最小化する

| チーム\スロット | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 移動距離 |
|----------|---|---|---|---|---|-------|
| A | D | E | C | B | F | 55.72 |
| B | | | | | | |
| C | | | | | | |
| D | | | | | | |
| E | | | | | | |
| F | | | | | | |

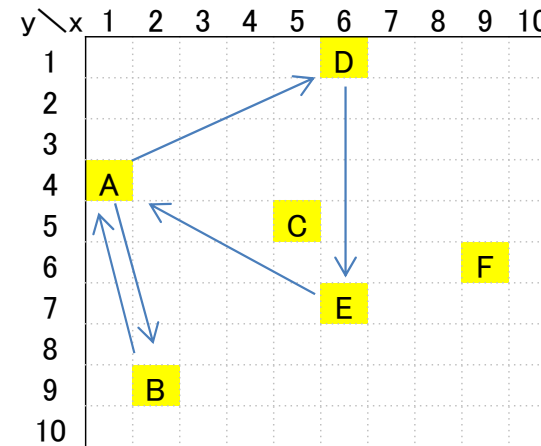
team Aの移動距離

$$= AD + DE + EA + AB + BA$$

$$= 11.66 + 12.00 + 11.66 + 10.20 + 10.20$$

$$= 55.72$$

2次元座標上の本拠地の位置



→ team Aの移動

2チーム間の単純2点間距離行列

| | | A | B | C | D | E | F |
|---|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 5 | 6 | 6 | 9 |
| | | 4 | 9 | 5 | 1 | 7 | 6 |
| A | x y | 0.00 | 10.20 | 8.25 | 11.66 | 11.66 | 16.49 |
| B | 2 9 | 10.20 | 0.00 | 10.00 | 17.89 | 8.94 | 15.23 |
| C | 5 5 | 8.25 | 10.00 | 0.00 | 8.25 | 4.47 | 8.25 |
| D | 6 1 | 11.66 | 17.89 | 8.25 | 0.00 | 12.00 | 11.66 |
| E | 6 7 | 11.66 | 8.94 | 4.47 | 12.00 | 0.00 | 6.32 |
| F | 9 6 | 16.49 | 15.23 | 8.25 | 11.66 | 6.32 | 0.00 |

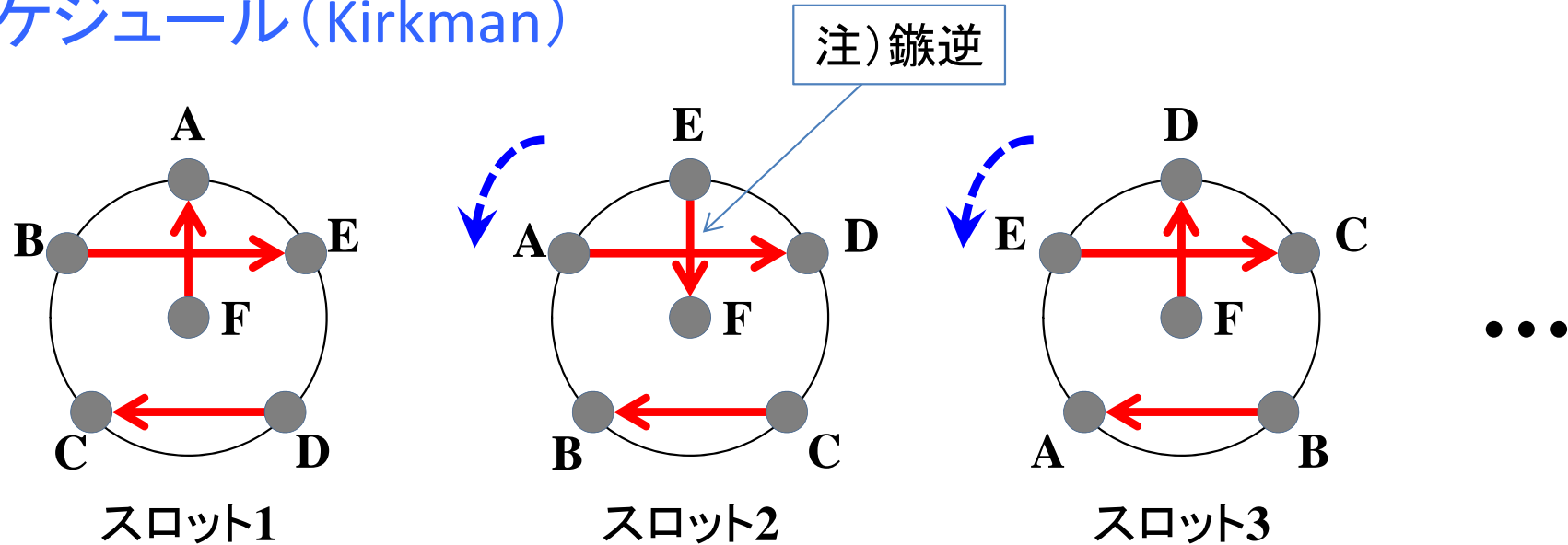
SPORTS SCHEDULING

考慮したい条件:その他

- TV放映権
- 会場(Home/本拠地)の都合
- 次の試合日は連続する日か? それとも何日か後か?
- 優勝争いは最終日までもつれて欲しい
- 様々な条件における, チーム間の公平性
- etc.

SPORTS SCHEDULING

基準スケジュール(Kirkman)



| チーム\スロット | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|---|---|---|---|---|
| A | F | D | B | | |
| B | E | C | A | | |
| C | D | B | E | | |
| D | C | A | F | | |
| E | B | F | C | | |
| F | A | E | D | | |

【基準スケジュールを作る図の描き方】

- ✓ チーム数は偶数限定(奇数の時はどうする?)
- ✓ 1チームを中心に, 残りを円周上に図のように配置
- ✓ 中心と上を結び, 残りは全て上から順に横線を引く
- ✓ 横線の鋳は交互につける
- ✓ 縦線の鋳は, 図毎に上下ひっくり返す(なぜか?)
- ✓ 矢線で結ばれたチームどうしが戦う(鋳側がHome)
- ✓ 2番目の図は, 図のように円周上を一つずらす

注) 背景色付きがAway

=その行のチームがAwayで戦うという意味

例えば, team A の slot2 は A(Away) vs. D(Home)

参考文献

- R.V. Rasmussen, M.A. Trick, ``Round robin scheduling –a survey,`` European Journal of Operational Research 188 (2008) 617-636.
- R. Bao, ``Time relaxed round robin tournament and the NBA scheduling problem,`` Cleveland State University, Ph.D Thesis (2009).
- 松井知己,「スポーツスケジューリング ～トーナメント表作成問題における組合せ論」
- 宮代隆平, 松井知己,「スポーツスケジューリング ～未解決問題を中心に」オペレーションズ・リサーチ Vol.50, no.2 (2005) 119-124.
- 早野大介,「スポーツの試合日程が勝敗に及ぼす影響についての一考察 ～NBAを例として」文教大学 情報学部 卒業論文 (2013).