

# 問題解決技法入門

## スポーツ・スケジューリング

堀田 敬介

# 演習

日付(曜日)時限	学籍番号				氏名	
月 日( ) 限	B					

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

スロット チーム\	1	2	3	4	5	Home	Away	Break	移動ルート 距離の和	距離計
<b>A</b>										
<b>B</b>										
<b>C</b>										
<b>D</b>										
<b>E</b>										
<b>F</b>										
							<b>総計</b>			

※Home-Awayの決定は, Awayを○で囲む

# 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】

1. 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

2. 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, 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

$$(c_{ij}) = \begin{matrix} & A & B & C & D \\ A & \left[ \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ & & 0 & \\ & & & 0 \end{array} \right. \\ B \\ C \\ D \end{matrix}$$

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

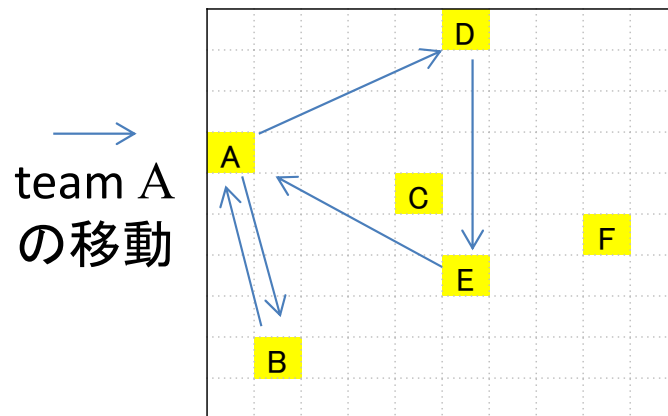
# SPORTS SCHEDULING

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	移動ルート 距離の和	距離 計
A	<b>D</b>	<b>E</b>	C	<b>B</b>	F	$AD + DE + EA + AB + BA$ $= 6 + 6 + 6 + 5 + 5$	28
B							
C							
D							
E							
F							

	B	C	D	E	F
A	5	4	6	6	8
B		5	9	4	7
C			4	2	4
D				6	6
E					3



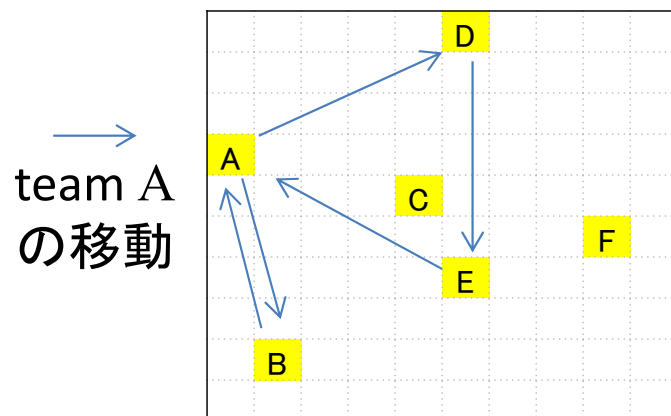
2チーム間  
の距離

# 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	移動ルート 距離の和	距離 計
A	D	E	C	B	F	$AD + DE + EA + AB + BA = 5 \times 5$	25
B							
C							
D							
E							
F							



2チーム間の単純2点間距離は簡単のため、  
全て5とする

よって、

総移動距離 = 矢印の数 × 5

左のAの移動なら

$$5本 \times 5 = 25$$

# SPORTS SCHEDULING

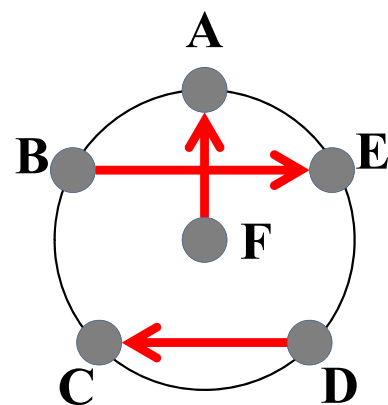
## 考慮したい条件:その他

- 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.

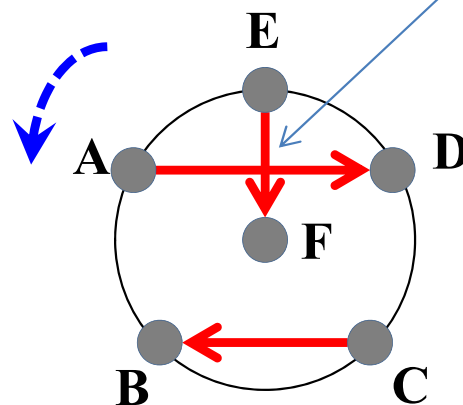


# SPORTS SCHEDULING

## 基準スケジュール(Kirkman)

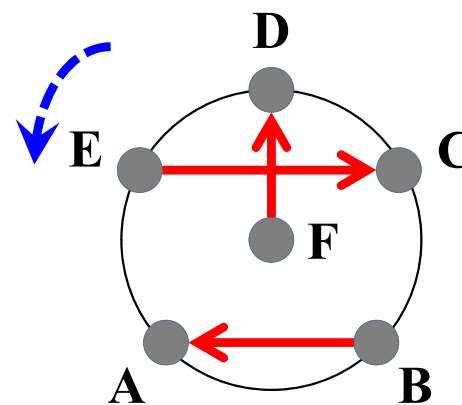


スロット1



スロット2

注) 鋳逆



スロット3

...

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).