

スポーツに数理科学を応用する研究をしています

### 研究概要 / Research overview

スポーツに関するデータをつかって、数学・統計学・情報技術などを学びつつ、戦術、試合形式、選手・チームの評価などを行っています。

- ・ **データサイエンス×スポーツ** 数学・統計学・情報技術の活用
- ・ マルコフ解析、ゲーム理論、線形計画法などによる戦術の最適化、勝敗予測、**スポーツスケジューリング**
- ・ セイバーメトリクスや**包絡分析法(DEA)**などによる選手・チームの評価

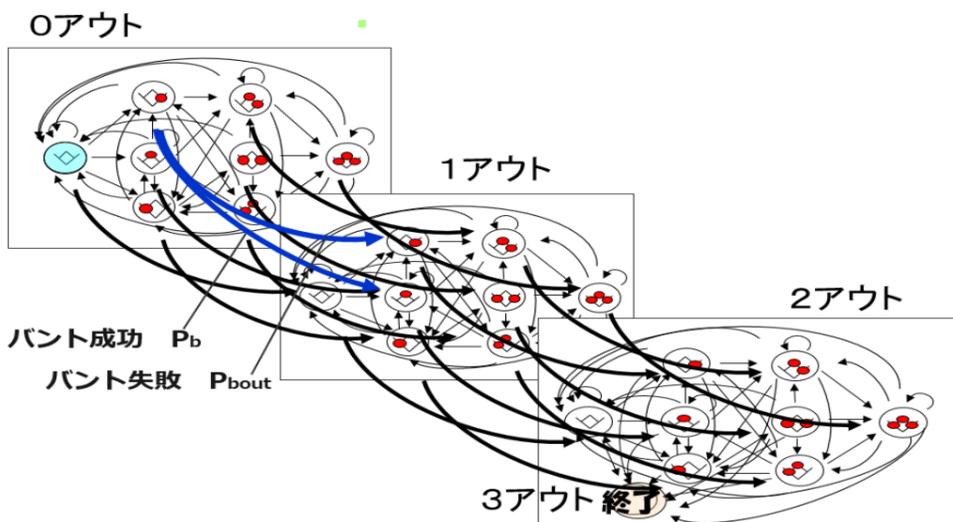
### 研究事例 / Concrete example of research

#### 1. 野球の試合の数理モデル化

野球の試合を約1.5百万状態に分類し、状態の移り変わりを確率的に結びつけると、試合の進行を数学的に表現できます。

- ・ イニング : 18状態 (9回X2 (表・裏))
- ・ アウト数 : 3 状態 (0, 1, 2)
- ・ 走者位置 : 8 状態
- ・ 得点差 : 41状態 (-20点から20点)
- ・ 打者の違い : 9×9 状態 (先攻9通り, 後攻9通り)
- (トータル:  $9 \times 2 \times 3 \times 8 \times 41 \times 9 \times 9 = 1,434,672$  状態)

試合の進行として、1 イニング (表) に着目すると、下図の状態推移図にて表現できます。



戦術として無死1塁での送りバントを考えると、上図で青矢印の推移が成り立ちます。バント成功で1死2塁に、失敗で1死1塁となります。

このとき、数学的に後攻のチームの得点期待値と勝つ確率を最大にするような、バントの場面を算出できます。下表は、左側が得点期待値を、右側が勝つ確率を最大にするときのバントすべき打者の打順をイニングと得点差別に示した一つの例です。(バント成功率 0.8)

Success Prob 0.8		Maximizing ENRS (ENRS: 3.664)									Maximizing PWin (Pwin: 0.503)									
Inning	Lead	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	Lead	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
1		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	9	9	
2		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	9	9	
3		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	9	9	
4		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	9	9	
5		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	6,9	6,9	
6		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	6,9	6,9	
7		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	
8		9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	1,2,5,6,8,9	6,9	6,9	6,9	5,6,9	1,2,5,6,8,9		
9		9	9	9	9	9	-	-	-	-		9	1,2,3,4,5,6,7,8,9	-	-	-	-	-	-	

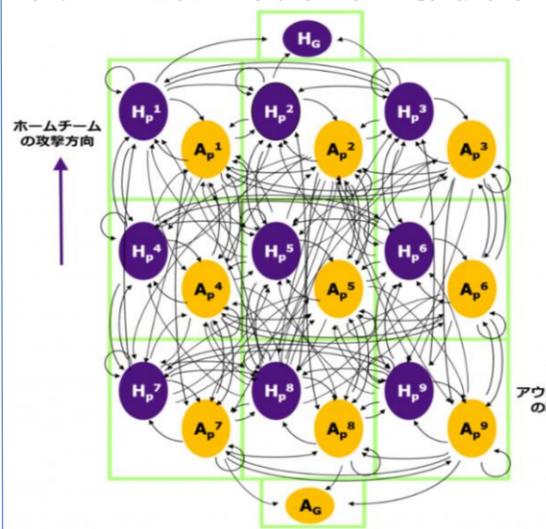
得点期待値を最大化するためには、どのイニングでも9番打者のみがバントするという結果になっていますが、勝つ確率を最大化するためには、イニングと得点差に応じて、他の打者もバントすべきという計算結果が得られています。

#### 2. サッカーの試合の数理モデル化

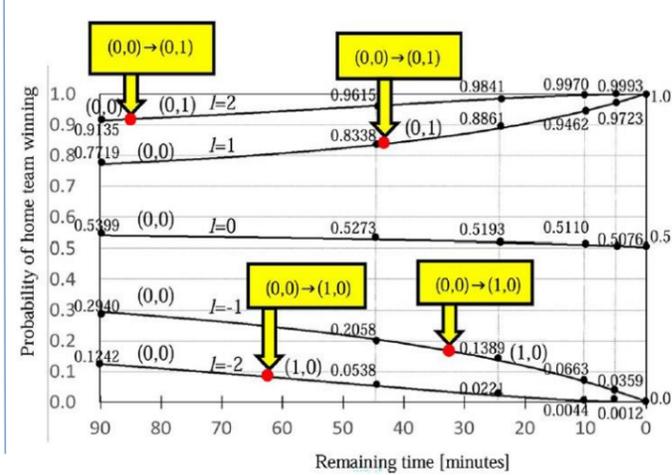
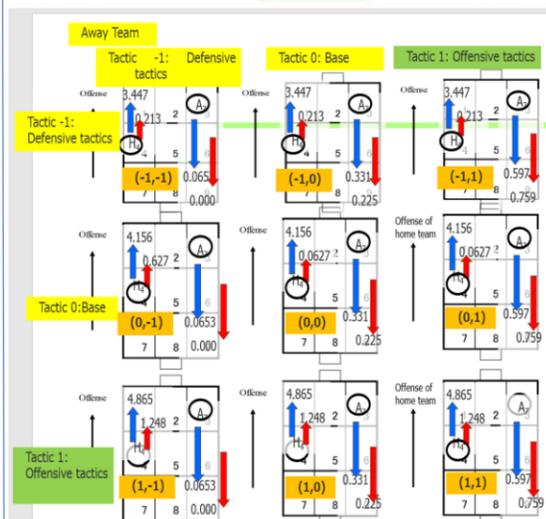
サッカーのピッチを9分割して、ホームとアウェイの各チームがそれぞれの位置でボール保持しているか否かで、試合を連続時間の中で20 (= 9×2 + 2) 状態に分類し、状態の移り変わりを確率と紐づけることで、試合の進行を数学的に表現できます。

- ・ ピッチ分割 : 9 状態
- ・ ポセッション : 2 状態 (ホーム, アウェイ)
- ・ ゴール : 2 状態 (ホーム, アウェイ)
- ・ 残り時間 : 0 ~ 90 分での各時点

試合の進行は下図の状態推移図にて表現できます。



戦術として攻撃的“1”, 通常“0”, 防御的“-1”の3つの戦術をとることができ、それに応じて、左下図で青・赤矢印で示された推移(ボールをホームチームは左中ゾーンから左上ゾーンへ、アウェイチームは右上ゾーンから右下ゾーンへ移動)する確率が変わると、得点差に応じて、各チームが勝つ確率を最大にするためにはいつ戦術を変えたらよいかということが計算できます(左図: 横軸は残り時間、縦軸はホームチームが勝つ確率、lはホームのリード)。



勝つ確率を最大化するためには、両チームともリードされているときに残り時間に応じて、通常“0”から攻撃的“1”な戦術に変えた方がよいということが一つの例として示されます(左図: 黄色の枠の(,)内にホームとアウェイの戦術を“0”, “1”で示している。)



野球、サッカーだけでなく、バスケットボール、バレーボール、ラグビー、ハンドボール、ソフトボール、テニス、陸上競技、競泳、柔道、剣道など、いろいろなスポーツを対象として**楽しく**研究しましょう!!