

日本プロ野球を対象とした目的に合わせた 試合スケジュール候補の生成

増山 繁

キーワード：スポーツの OR, スケジューリング, 試合スケジュール

本稿は、森 翔太郎さんによる 2013 年度豊橋技術科学大学に提出した修士論文をもとに加筆修正したものです。

1. はじめに

野球やサッカーなどの長期間にわたるリーグ戦スポーツでは、対戦相手、試合会場を決める試合スケジュールの良し悪しで運営者や参加者の負担、試合の公平性などが変化する。本稿では、日本プロ野球を対象として、移動コスト、および、試合組み合わせの公平性の二つの指標を提案し、目的に合わせた試合スケジュール候補を生成する手法を考える。

2. 試合スケジュールに関する現状の検討と制約

日本プロ野球は二部リーグ制であり、チーム数はセントラルリーグ（以下、セ・リーグ）、パシフィックリーグ（以下、パ・リーグ）、それぞれ 6 チームの 12 チームである。総試合数は各チーム 144 試合、全体で 1,728 試合である。同リーグのチームとのみ試合を行う期間であるレギュラーシーズンと、他リーグのチームとのみ試合を行う期間であるセ・パ交流戦（以下、交流戦）に分かれている。それぞれの試合数は、レギュラーシーズンではホームゲーム（以下、H）12 試合、ビジターゲーム（以下、V）12 試合の計 24 試合を 5 チームと行い、各チーム計 120 試合を行う。交流戦では、それぞれのチームと H 2 試合、V 2 試合の計 4 試合を 6 チームと行い、各チーム合計 24 試合を行う。現状では、リーグごとに、6 球団の担当者や野球連盟の職員により「日程編成会議」で試合スケジュールが作成される。まず、組み合わせと地方試合のみを決定後、主催試合の開始

時刻を決定する。本稿ではレギュラーシーズンのみを対象とする。試合スケジュールに関し以下の制約を設定する。

制約 1 3 試合をまとめて 1 日程とし、同一のチームと 3 連戦を行う。

制約 2 H, V は 4 日程以上連続しない。

制約 3 任意の時点で対戦相手ごとの H あるいは V 数の差が最大 1 とする。

制約 4 同一チームとは 2 日程以上連続して対戦しない。

3. 移動コストに基づく評価基準

チームの試合会場間移動コストに着目する。各試合会場間の移動手段について、球団に問い合わせ得た結果に基づき、飛行機、新幹線のいずれか適切なほうを移動手段として設定し、このいずれでも適切な移動が設定不可能である場合にバスを設定した。コストの設定は 1 人当たりの一般料金を用いて算出した。なお、どの移動手段を設定しても試合球場付近ではバスは利用するが、その費用はほかの交通手段に比べてあまり差がないので固定費として計上した。

4. 試合組み合わせの公平性

試合スケジュールの評価基準としては、移動コスト以外にも観客側から見た面白さ、開催日、時間による観戦のしやすさ、選手側から見た無理のないローテーションなど、様々な観点が存在する。本節では実際に試合を行う選手や観客の側の指標として、試合組み合わせの公平性を考慮する指標を提案する。

日本プロ野球では、主力となる先発投手は 1 週間に 1 度、前回登板から 6 日程度の休養の後に登板することが多い。同じ曜日に同じ組み合わせの試合を頻繁に行うと、同じ先発投手と対戦する可能性が高くなる。試合スケジュールに公平性の観点を入れることで、先発投手を含めた試合組み合わせの多様性が向上し、より

多くの選手同士が対戦することになる。観客は様々な組み合わせの対戦を見ることができ、一方、選手やチームは、より公平な成績を残すことが可能となる。この先発投手を含めた試合組み合わせ (card) の公平性を試合組み合わせの公平性 Bic (bias of cards) と呼び、次式で定義する。

$$\text{Bic} = \frac{|FHG - SHG|}{FHG + SHG}$$

FHG (First-Half of Games in a week), *SHG* (Second-Half of Games in a week) は、それぞれ週の前半 (火曜から木曜) と後半 (金曜から日曜) の試合数である。この数値が小さいほど試合組み合わせが公平である。試合スケジュール作成時に、移動コスト、Bic の両指標について特化した試合スケジュール、二つをバランスよく採用した試合スケジュールなど、様々な試合スケジュールの中から状況に応じた試合スケジュールが選択可能になり、試合スケジュール推薦の改善が実現できる。

5. 提案手法

まず、(1) 種スケジュールを作成し、次に (2) 種スケジュールを組み合わせる。さらに、(3) チーム名を割り当て、最後に試合スケジュールを作成する。

(1) 種スケジュールとして、チーム名を可変にした総当たり 1 回ずつの試合スケジュールを作成 (348 個) する。生成には circle method ([1] に詳しい) を用いる。

(2) 種スケジュールの組み合わせ

種スケジュールを二つ組み合わせることで 2 重総当たりの日程を作成する (2,000 程度)。各組み合わせに対する条件として、チーム間の公平性のため、*H*, *V* が 1 試合ずつ、週の前後半それぞれ 1 試合ずつとする。

(3) チーム名の割り当て

2 重総当たりの日程にチームを当てはめる。移動コストが最小になるチーム名の割り当てを 0-1 整数計画問題として定式化し、ソルバー CPLEX を用いて行う。

(4) 試合スケジュールの作成

2 重総当たりの日程を 4 個選択し、1 シーズン分の日程を得る。10 日程×4 個 = 40 日程 (120 試合) となる。

6. 評価実験

提案手法を用いて交流戦を除いたレギュラーシーズン 1 年分の試合スケジュール候補を作成 (各 120 試合) し、比較評価する実験を以下の三つの条件でそれぞれ行った。

(1) 移動コスト改善

(2) ランダム割り当て + 公平性改善 (閾値 0)

表 1 実行結果

手法	総移動コスト (千円)	平均 Bic
移動コスト改善	5294.72	0.65
ランダム + 試合 組み合わせ改善 (閾値 0)	5945.90	0.00
移動コスト改善 + 試合組み 合わせ改善 (閾値 0)	5573.47	0.00
移動コスト改善 + 試合組み 合わせ改善 (閾値 1)	5428.36	0.20
移動コスト改善 + 試合組み 合わせ改善 (閾値 2)	5376.76	0.41
2010 年度	7965.96	0.46

(3) 移動コスト改善 + 公平性改善 (閾値 0, 1, 2)

移動コストのみを改善した試合スケジュールはほかのどの試合スケジュール候補よりも移動コストが低いが、Bic の値はほかの試合スケジュール候補のほうがよい。また、試合組み合わせ改善のみを行った試合スケジュール候補の Bic 値は 0.0 と改善されたが、移動コストについてはほかの試合スケジュール候補のほうがより改善されている。また、移動コスト、Bic の二つの指標を同時に改善した試合スケジュール候補について、各々単独で改善した試合スケジュールと比較すると、移動コストは単独の改善ほど改善できなかった。Bic については閾値 0 のスケジュールについて、ランダム割り当てから移動コスト改善に変更することで、双方の改善が行えた。閾値を増加させていくことで、移動コストが改善していき、Bic が悪化していくことを確認した。以上より、単独の指標に特化した試合スケジュール候補や、複数の指標のバランスを変更した試合スケジュール候補を生成することができた。

7. むすび

移動コスト、試合組み合わせの公平性について、目的に合わせた試合スケジュール候補の生成を行った。さらに、複数の指標のバランスを変更し、単独の目的に対応する試合スケジュール候補ではない試合スケジュール候補の生成も行い、評価実験を行った。詳細は [2, 3] を参照されたい。

参考文献

- [1] 池辺淑子, “スポーツスケジュールリング—最近の動向,” 第 23 回 RAMP シンポジウム論文集, pp. 1–16, 2011.
- [2] 森翔太郎, 脇坂賢, 増山繁, “日本プロ野球を対象とした目的に合わせた試合スケジュール候補の生成法,” 日本オペレーションズ・リサーチ学会中部支部第 41 回研究発表会アブストラクト集, pp. 37–40, 2014.
- [3] 森翔太郎, 脇坂賢, 増山繁, “日本プロ野球を対象にした総移動コスト最小化試合スケジュール作成手法の検討,” 日本オペレーションズ・リサーチ学会中部支部第 39 回研究発表会アブストラクト集, pp. 9–12, 2012.