

Baseball Savant の 3 次元データによる軌道解析

Trajectory Analysis Using 3D Data of Baseball Savant

学籍番号： 20T1095S 氏名： 福永智樹 指導教員： 坪井一洋

1. はじめに

飛翔体はまわりの気流から非定常な流体力を受けている。そこで、位置の時系列データを用いることで、飛翔体に働く流体力を推定する手法が考案された。

本研究では、Baseball Savant から得られる野球ボールの 3 次元データから軌道の時系列データを求め、先行研究^[1]と同様に空力係数や回転軸などの力学量を推定することで、その結果からボールの非定常性について検討する。

2. 投球軌道の導出

2.1. Baseball Savant のデータ

Baseball Savant では、最新の追跡テクノロジーである Statcast を用いて測定された、MLB での試合中のプレーヤーとボールの動きなどの詳細かつ膨大なデータが公開されている。本研究では、以下の I~V のデータを利用する(Fig. 1)。なお、 $y = y_h$ は原点から 50 ft の中間点である。

- I. 投手のリリース位置座標: (x_r, y_r, z_r)
- II. 球速: v_0 ($y = y_r$)
- III. $y = y_h$ における速度: (v_x, v_y, v_z)
- IV. $y = y_h$ における加速度: (a_x, a_y, a_z)
- V. ホームベース上の位置: $(x_p, 0, z_p)$

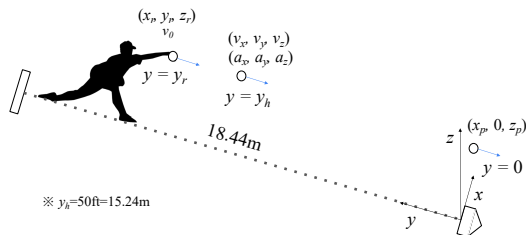


Fig. 1 Available data in Baseball Savant

2.2. 導出手順

軌道の導出手順を以下にまとめる。ただし、 T_h, T_p は中間点およびホームベースまでの到達時間であり、これを推定することで軌道形状に時間情報を結びつけることができる。

- (1) 軌道形状を補間する^[2]。
- (2) 軌道に沿う長さを求める。
- (3) 速さを補間する。
- (4) 速さから軌道に沿う長さを T_h, T_p で表す。
- (5) (2)と(4)より T_h, T_p を求める。
- (6) T_h と T_p を用いて軌道を補間する。

3. 推定結果

前節で導出した軌道データから先行研究^[3]に基づき、空力係数、空力係数の時間微分および回転軸を推定した。ここではストレート(FF)とカーブ(CU)、スウィーパー(ST)の軌道および回転軸の推定結果を Fig. 2 と Fig. 3 に示す。ただし、いずれもリリース位置を原点としてホームベース方向を x 軸、1 塁方向を y 軸、鉛直上向きを z 軸としている。Fig. 2 では縦横の変化が視覚的にわかりやすく、球種ごとに軌道の特徴が見てとれる。

Fig. 3 では、ボールの回転軸ベクトルの時間変化を示す。ただし、時間経過とともに色が薄くなる。軌道およびボールに働

く流体力の変化に対応した回転軸の変化が見てとれる。

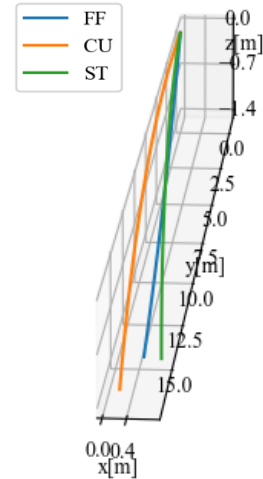


Fig. 2 Example of estimated trajectories

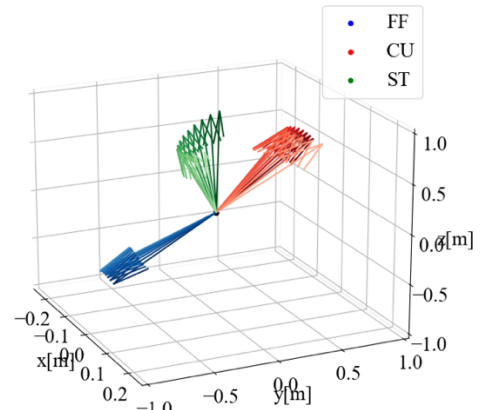


Fig. 3 Estimated results of rotation axis

4. まとめと今後の課題

本研究では、Baseball Savant より得られるデータに基づき、投球軌道を求め、それを用いて空力係数および回転軸の推定を試みた。結果として、位置データによる 3 次元軌道と空力係数および回転軸の時間変化を推定できた。

今後は、実際の投球をより正確に再現できるように、速さの補間式をより高精度の式で補間する必要がある。

参考文献

- [1]森村和馬, 坪井一洋:飛翔軌道の幾何学量に基づくボールの非定常空力特性の推定, 日本機械学会シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス U00028 (2021)
- [2]福永智樹:Baseball savant の 3 次元データによる軌道解析, 茨城大学機械システム工学科卒業研究中間発表レジュメ, 2023
- [3]村上航輝: 3 次元軌道データを用いたゴルフボールの空力評価, 茨城大学機械システム工学科卒業論文, 2022