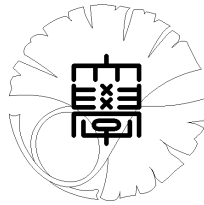


数理科学実践研究レター 2019–18 November 28, 2019

カーレースデータの解析による  
レースタイム短縮方法の提案

by

鈴木 裕輝



**UNIVERSITY OF TOKYO**  
GRADUATE SCHOOL OF MATHEMATICAL SCIENCES  
KOMABA, TOKYO, JAPAN

# カーレースデータの解析によるレースタイム短縮方法の提案

鈴木 裕輝\*<sup>1</sup> (東京大学大学院理学系研究科)

Yuki Suzuki (Graduate School of Sciences, The University of Tokyo)

## 概要

本研究ではカーレースコースの形状を直線とカーブの 2 つに大別して、カーブの通過時間が最速ラップとその他のラップで大きく異なることに着目しレースデータから効率的なカーブの通過方法を考察した。実際のカーレースで得られた多数のパラメータの時系列データのうち、その物理的意味が明らかなものを選択して解析に用いた。その結果、車体のスピードに関係なくブレーキを踏み始める時刻が早いほどカーブを通過し終える時刻は早くなることがわかった。一方で最速のラップは必ずしもカーブの通過時間が早いわけではなくカーブ後の直線で遅れを取り戻していることがわかった。

## 1 はじめに

本研究の目的は実際のカーレースで得られた各種パラメータの時系列データを解析して、効率的な走り方を定量的に提案することである。

## 2 データ

本研究で用いたデータはすべてアビームコンサルティング株式会社より提供されたものを用いた。今回取り扱うカーレースは、1 人のドライバーが同一のコース (図 1 参照) を複数周回し最短のタイムをそのドライバーのタイムとして競うタイムトライアル形式のものである。提供されたデータは 15 ラップ (1 ラップは 1 周) 分で、コースを有限サイズのセグメントに分割した際の 1 セグメント毎の値であった。したがって解析に用いるデータは時間に関して非一様に分割された時系列のデータである。本研究では 3 次のスプライン関数を用いて補間を行なった上で 1 Hz リサンプリングを行なった。

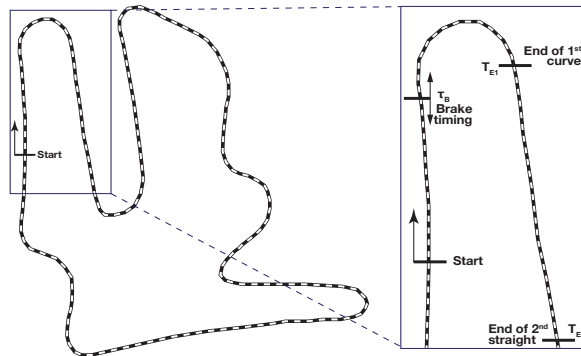


図 1 (左) コース全体の形状. (右) 本研究で着目する第一カーブ.

図 2 は各ラップの合計時間を示しているが、これを見るとラップ毎に最大で 300 [s](すなわち約 5 分) の時間差があることがわかる。本研究の目的のためにはこれらのラップデータ全てを同様に解析することは望ましくない。そこで本研究ではまず、最短時間を目指して走行していると考えられるラップのみ (第 4, 8, 9, 12, 14 ラップ) 着目して解析を行った。以下ではこのラップ 4, 8, 9, 12, 14 のデータを用いて、合計時間に影響を与えるパラメータを探索する。

\*<sup>1</sup> yuki.s@eps.s.u-tokyo.ac.jp

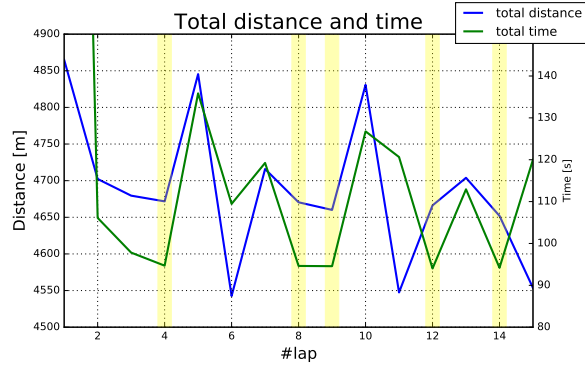


図 2 各ラップの合計時間と合計走行距離. 黄色でハイライトしたラップを最速タイムを目指したラップとして解析の対象とした.

### 3 解析と考察

図 3 に示すのは各ラップ走行での車体速度の時間変化である. 図 4 には最速のラップ 12 の速度に対する各時刻での速度の比を示す. 図 4 を見ると直線の領域では最速のラップとそれ以外のラップとの差は小さく、カーブの直前及びカーブ内で有意な差が出ていることがわかる. そこでまず本研究では第一カーブのみに着目してラップ 12 が最速タイムを記録した理由を、それ以外のラップ走行の記録と比較して考察する.

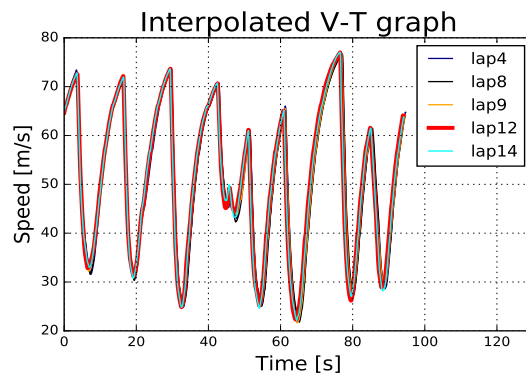


図 3 各ラップ走行での車体速度の時間変化.

図 5 にブレーキ圧の時間変化の例を示す. ブレーキ圧の時間変化の波形の立ち上がりの時刻を読み取り、ブレーキの踏み始め時刻とした (図 6 参照). 図 6 にはブレーキを踏み始める時刻とカーブを抜ける時刻の関係を示す. 図 6 から最速のラップ 12 は踏み始めは遅く、カーブを抜けるのも遅いことがわかる. 図 7 にはブレーキを踏み始める位置とその時の速度を示している. 図 6 及び 7 からカーブ直前の速度が最速であってもカーブの通過は最短から  $\sim 0.1$  秒遅れること、カーブ前にブレーキを踏む位置・その時のスピードに拘らず、カーブのみの通過時間にはブレーキを踏み始める時刻が関係していることがわかった.

一方、図 8 にはカーブ後の直線の通過にかかった時間とブレーキを踏み始めた時刻の関係を示す (カーブ 1 に入るまでには大きな速度差がないのでブレーキを踏む始めた時刻と位置はほぼ同じ意味を持つ). これを見ると、カーブ前のブレーキの踏み始めが遅く、カーブ通過にも時間がかかりこの時点での最速ラップ (ラップ 8) から  $\sim 0.3$  秒遅れていたラップ 12 が、次の直線終了時には  $\sim 0.1$  秒先行する.

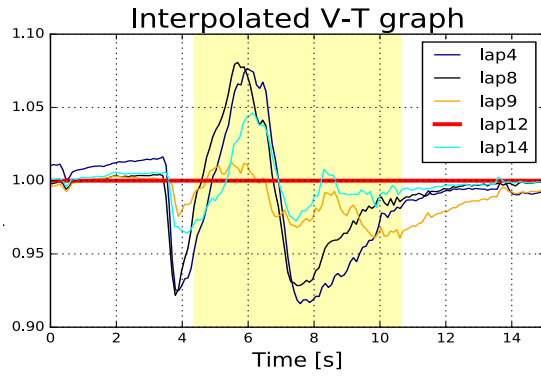


図4 各ラップ走行での車体速度の時間変化.

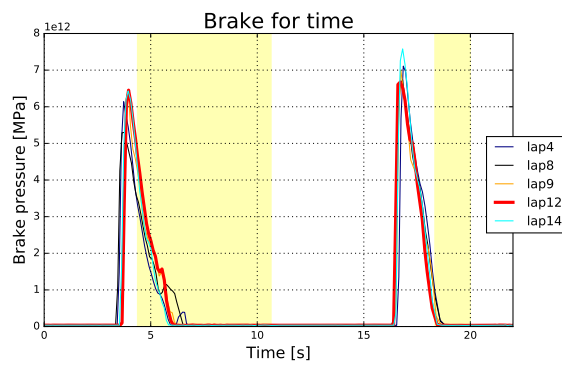


図5 ブレーキ圧の時間変化の例. 黄色でハイライトされた領域は最速のラップ12がカーブを通過している領域を示す.

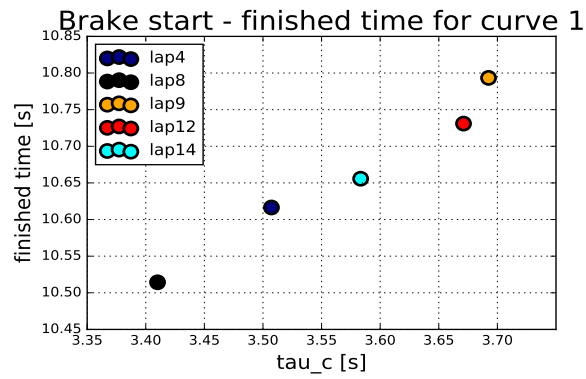


図6 ブレーキを踏み始める時刻とカーブを抜ける時刻の関係.

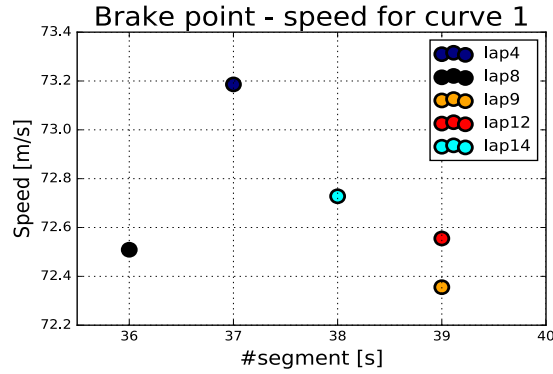


図7 ブレーキを踏み始める位置とその時の車体速度.

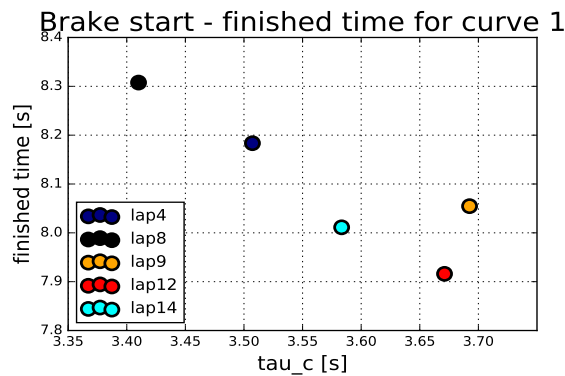


図8 ブレーキを踏み始める時刻とカーブ後の直線の通過に要する時間.

## 4 結論

速度・加速度の時系列変化は周期的であり、そのスペクトルを調べると特徴的な時間は  $\sim 11.5\text{s}$  で、これはカーブと一つの直線の通過にかかる時間に対応している。また、時系列データから一つのカーブでは、車体のスピードに関係なくブレーキを踏み始める時刻が早いほどカーブを通過し終える時刻は早くなることがわかった。一方で最速のラップは必ずしもカーブの通過時間が早いわけではなくカーブ後の直線で遅れを取り戻していることがわかった。

## 5 終わりに

今後の本研究の発展として、(1) 他のカーブのデータとの比較を行い、効率的なカーブの通過方法を定量的に提案すること、(2) コース内での軌道経路の情報を得ることで、効率的なカーブの通過方法を検討する、(3) 正確な時系列データを得て、詳細な解析を行うことが重要である。

## 6 謝辞

アビームコンサルティング株式会社の本間充さん、松元崇さん、宮田裕生さんに本研究課題及びカーレースデータを提供していただいた。また東京大学数理科学研究科の田中雄一郎博士には本研究を遂行するにあたり様々な協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。