

マラソンコース形状の評価

筑波大学 *上川原学 KAMIKAWARA Manabu
01102840 筑波大学 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi
01009480 筑波大学 大澤義明 OHSAWA Yoshiaki

1.はじめに

マラソン大会の開催日には車での移動、徒歩での移動、自転車での移動などの都市内でのさまざまな移動が遮られることになる。またコースの沿道では営業を妨げられる店舗もでてくる。これらはマラソンによってもたらされる迷惑である。本研究では遮られる移動の量、沿道の店舗が営業を妨げられる時間の2点によってマラソンコース形状を評価する。

2.遮られる移動の量による評価

1つ1つの移動を直線とみなし、都市内の様々な移動を一樣にランダムな直線として与える。遮られる移動の量は交わる直線の量として考える。本研究では、交わる直線の集合の測度を交わる直線の量とする。また、ランナーの占有する道路区間は「ランナー長」と定義し、ランナーは一定の速度で走行するものとする。考察対象とするコースとして片道コース、折り返しコース、環状コース、2周コースを選択する。その理由は、国内の大会のほとんどがこの4つのコースに分類されるからである。先頭ランナーの速度を v_1 、最後尾ランナーの速度を v_2 、先頭ランナーの完走タイムを t_1 、最後尾ランナーの完走タイムを t_2 、コースの長さを L とする。

片道コースと交わる直線の総量は、各時間においてランナー長と交わる直線の量を最後尾ランナーがゴールするまで足しあげた量に等しい。ランナー長の総量は図1の太枠で囲まれた三角形の面積と等しくなるので交わる直線の総量は(1)式で表される。

$$2L(t_2 - t_1) \quad (1)$$

折り返しコースの場合、先頭が折り返した後、ランナー長が重なる時間帯がある。そのぶん片道コースよりも交わる直線の総量が減少することになる。折り返しコースを時空平面上であらわしたのが図2である。交わる直線の総量は(2)式で表される。

$$L(t_2 - t_1) - m^2 L^2 \frac{(v_1 - v_2)^2}{v_1 v_2 (v_1 + v_2)} \quad (2)$$

環状コースの場合ランナー長は曲線となるため、曲線と交わる直線の量はその凸包と交わる直線の量を考える。

2周コースの場合、先頭ランナーが最後尾ランナーを追いこす状況が生じるため、コース全体を占有する状況を考慮する必要がある。環状コース、2周コースと交わる直線の総量についても定式化できるが、紙面の都合上、割愛させていただく。

以上の4つのコースについてつくばマラソンの先頭ランナーと最後尾ランナーの記録を用いて計算すると、図4のような結果になる。これを見ると、遮られる移動の量が最も少ないコースは2周コースという結果になる。

3.沿道の店舗が受ける迷惑

ある店舗がマラソン大会によって影響を受ける時間は店舗の前(コース上の一点)を先頭ランナーが通過してから最後尾のランナーが通過するまでの時間と考えることができる。コースの沿道に一樣に店舗が並んでいると仮定し、沿道の全店舗が影響を受ける時間によってコース形状を比較すると、図4のように折り返しコースが最も沿道の店舗への影響が小さいコースであるという結果になる。

4.実際のコース形状との比較

図5～図7は、実際のコースと単純なコースとを交わる直線の量の時間変化の様子で比較したものである。実線が実際のコースの場合である。つくばマラソン、長野マラソンは単純なコースよりは量は減っているが、変化の様子は類似している。しかし、細長い環状コースであるかすみがうらマラソンコースの変化の様子は、環状コースではなく折り返しコースとかなり類似していることがわかる。

5.おわりに

移動を妨げられる迷惑で評価するならば、2周コースがよく、沿道の店舗が受ける迷惑で評価するならば折り返しコースがよいコースである。しかし、ここにはランナー側の選好が反映されていない。ランナー側の選好を優先するならば、片道コースや環状コースがよいコースに選ばれるだろう。本研究の成果はその選択肢を提供できたことである。最後に本研究を進めるにあたり、(株)電通の鈴木文彦様には貴重なアドバイスを数多く頂きました。この場をお借りしまして厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1]腰塚武志：積分幾何学について(1),(2) オペレーションズ・リサーチ(1976)
- [2]腰塚武志：道路網と交差点, 都市計画 103号(1978)
- [3]Santaló, L. A.: Introduction to Integral Geometry. Hermann, Paris(1953)
- [4]日本陸上競技連盟：陸上競技ルールブック'98 あい出版社(1998)

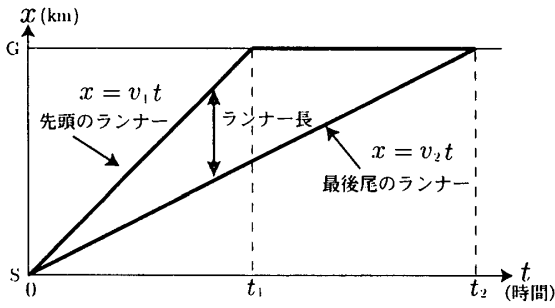


図1 片道コースの時空平面表示

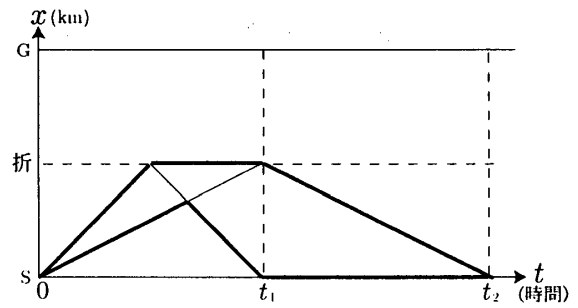


図2 折り返しコースの時空平面表示

コースの形状	交わる直線の総量	沿道の店舗が受ける迷惑
片道コース (長野マラソン)	155.9 (100%)	78.0時間 (100%)
折り返しコース (東京国際マラソン)	138.6 (88.9%)	69.4時間 (89.0%)
環状コース(一周) (つくばマラソン)	134.4 (86.2%)	78.0時間 (100%)
周回コース(2周) (世界陸上マラソン)	96.0 (61.6%)	76.0時間 (97.4%)

図4 コース形状の評価

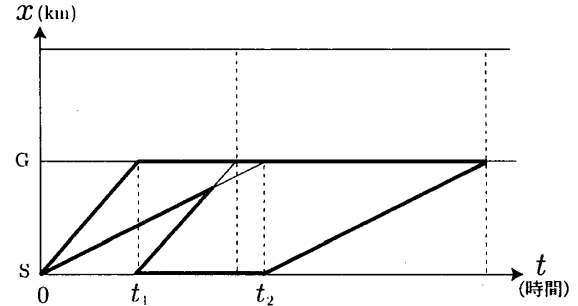


図3 沿道の店舗が受ける影響(2周コース)

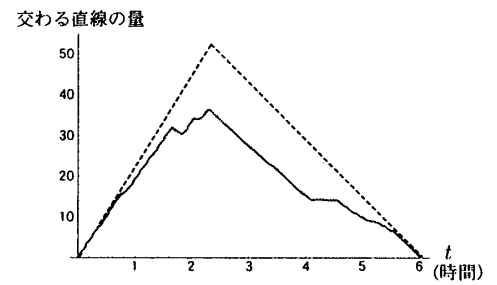
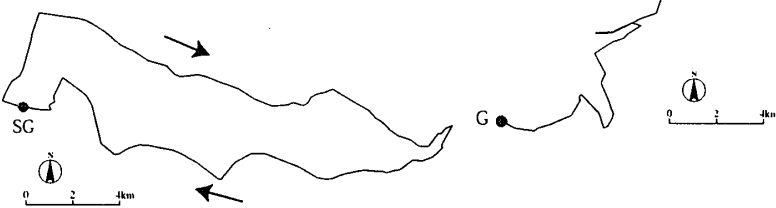


図5 長野マラソンコースと直線コース

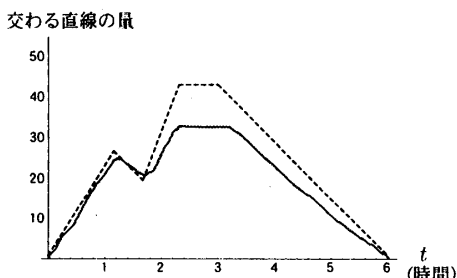


図6 かずみがうらマラソンコースと折り返しコース

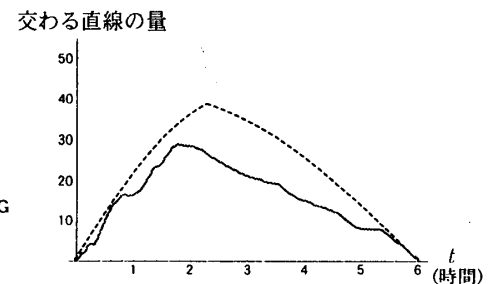
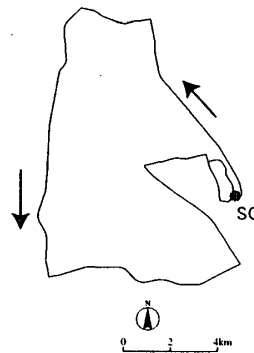


図7 つくばマラソンコースと環状コース