

サーキットの空間解析～新規都市型エンターテイメントとしての公道レース開催へ向けて

○鈴木智之¹, 貞広幸雄²

¹ 東京大学 空間情報科学研究センター

² 東京大学大学院 工学系研究科都市工学専攻

E-mail: t-suzuki@csis.u-tokyo.ac.jp¹

Abstract

本研究は、世界各国に存在するサーキットを空間解析の対象とし、空間解析用データの作成、空間解析手法の適用、空間構成に応じて分類することで、サーキットの空間解析を実行する。更に、空間解析によって得られる結果を利用し、日本の都市内の公道を使用してモータースポーツレースを開催する場合のコースを、選定・検討・評価するというものである。

1 序論

1.1 研究の背景

日本には世界的に見ても優良だと判断される自動車企業、二輪車企業が数多く存在し、その大半がモータースポーツ事業を行っている。そもそもモータースポーツというのは、車の性能を競い合う競技なので、世界的な企業がモータースポーツ事業を行うのは当然の流れだと言える。そして、企業としての業績だけではなく、モータースポーツ事業においても好成績を収める企業も多々あり、自動車レース・二輪車レース等で世界の頂点に立っている企業も存在する。上記の様に、国内に優良な自動車企業が数多くある影響により、今や日本は世界でも有数の自動車大国である。

しかし、日本においてモータースポーツが世間に浸透しているかという点、そうではない。モータースポーツの知名度の低さが影響してか、モナコやマカオに代表される海外の都市では市民権を獲得し、毎年恒例のイベントとして開催されている公道レースが、日本において開催されたことは過去に一度もないのである。

だが、日本において公道レースへの取り組みが全く存在しないという訳ではない。2006年現在、北海道小樽市において、2007年中に小樽市内の公道を使用した

公道レースを開催しようとする活動が行われている。そもそも公道レースというのは、莫大な経済効果やテレビ放映等を通しての都市の知名度上昇等、各方面に多大な利益をもたらすものであり、小樽市での公道レース開催をきっかけとして、公道レースを都市における新規都市型エンターテイメントとして位置づけ、都市に新たな魅力を作り出すという考えが生まれ、日本において公道レースが市民権を得る日はそう遠い未来の話ではないと言える。

1.2 研究の目的

本研究では、レーシングカーの挙動等に関する専門知識が無くとも、実在するサーキットの空間解析結果を利用し、公道レース開催時のコースの選定・検討・評価を可能にすることで、公道レースへの興味を増大させ、新規都市型エンターテイメントとしての公道レースの普及につなげていくことを目的とする。

同時に、スポーツで使用されるコースをGISによる空間解析対象とした既存研究が無いことより、スポーツで使用されるコースの空間解析、コースの選定・検討・評価という、GISによる新たな研究分野の開拓を目的とする。

1.3 既存研究の紹介

本研究と類似点を持つ既存研究としては、マラソンコースを対象とした研究として、上川原ら(2000)による「マラソンコースの形状の評価」がある。この研究は、公道を利用してマラソン大会を開催する場合に、マラソンコースにより遮られる自動車・自転車・徒歩等の移動量や、コース沿道の店舗が受ける迷惑を定量化し、マラソンコースとしての理想的な形状を検討するというものであった。マラソン大会という、公道を使用したレースを対象としている点や、コースの形状

評価を行うという点が本研究との共通項ではあるが、新規にマラソン大会を開催するといった場合のコースの検討・評価を行っているのではない点や、公道使用による弊害という観点からコースを評価しているという点、更には GIS を用いてマラソンコースの空間解析を行っているわけではないという点が、本研究とは異なる点である。

2 サーキットの空間解析

本章では、以下に記す、サーキットの空間解析を成す5段階の手順と、各手順についての説明を行う。

1. サーキットデータの作成
2. 空間解析手法の方針の設定
3. 区間分割と各区間の文字記号による表現
4. サーキット空間の類似性評価
5. サーキット空間の類似性に基づく分類

2.1 サーキットデータの作成

本研究において、空間解析対象となるサーキットの元データは、「e-tracks: World Motor Racing Circuits Guide」の webmaster である Neil Tipton 氏により、非常に精巧に作成された gif ファイルである。図1に元データである gif ファイルの一部を示す

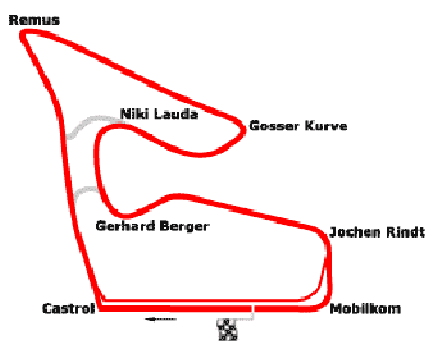


図1. サーキットの gif ファイル

更に、元データである gif ファイルを複数回加工し、ラインタイプ及びポイントタイプ shp ファイルへと変換することにより、475 個の空間解析用サーキットデータを作成した。表1に全サーキットデータの地域別内訳を、図2に、図1の gif ファイルより作成されたラインタイプ及びポイントタイプ shp ファイルを示す。

表1. サーキットデータの地域別内訳

地域名	サーキット数
アフリカ	18
アジア	36 (うち日本 18)
オーストラリア	31
ヨーロッパ	167
中東	5
北・中米	159
南米	59
計	475

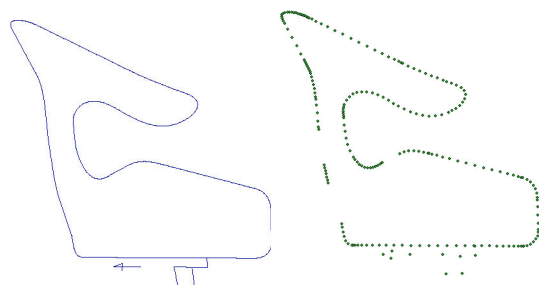


図2. ラインタイプ及びポイントタイプ shp ファイル

2.2 空間解析手法の方針の設定

本研究では、サーキットの空間解析手法の方針を以下の通り設定し、この方針に合った空間解析手法を用いることとする。

方針：レーサーの視点からサーキット空間を捉える。

参考文献[4]によれば、サーキットというのはレースにおける走行技術を身につけた実際のレーシングカーが走った場合に、レーシングカーがとる理想的な走行曲線（軌跡）と速度を計算して設計するように規定で求められているとある。これより、サーキットの空間解析手法についても、レーサーの視点からサーキット空間を捉えることに十分な根拠が存在し、最も妥当であると言える。

レーサーの視点からサーキット空間を捉えると、次の3つの性質を持つことが分かる。

- ① [曲がる→直進] → … を繰り返す周期性
- ② 刻一刻と変化する視界の連続性
- ③ 1周を基準とし同じコースを何周もする周期性

本研究では、上記の3つの性質に対応した空間解析手法を用いてサーキットの空間解析を行う。

2.3 区間分割と各区間の文字記号による表現

まず、サーキット空間を「曲線部分と直後の直線」という区間に分割する。これは「曲がる→直進」→…を繰り返す周期性に対応している。

次に、各区間を文字記号によって表現する。文字記号の各部分が如何なる要因によって決定されているかということ、1つの文字記号を例として用いて以下に示す。

文字記号： $R^X 2^Y S3^Z$

X ：曲線部分の曲がる方向（右 or 左）により決定

Y ：曲線部分の曲率半径により決定（ $Y=1, \dots, 5$ ）

Z ：直線部分の長さにより決定（ $Z=0, \dots, 6-Y$ ）

図3に、曲線部分と直後の直線という区間に分割した後、各区間を文字記号によって表現したサーキットを示す。

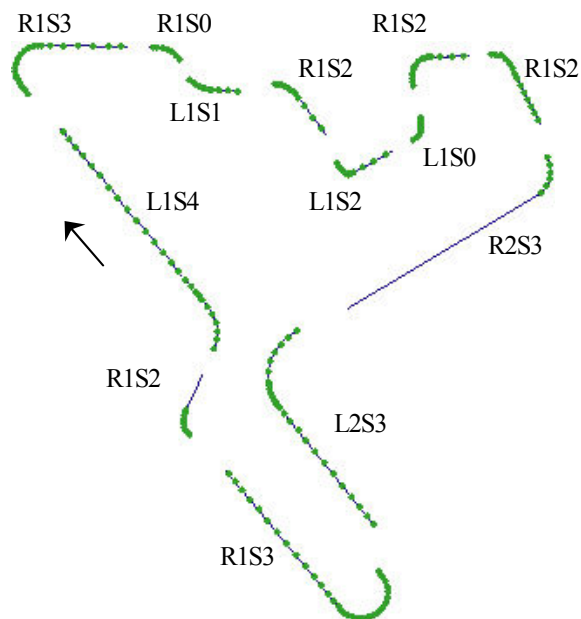


図3. 分割され文字記号により表現されたサーキット

そして、任意の区間から文字記号を並べていくことにより「コース記述文字列」を作成する。コース記述文字列は、各区間の文字記号を並べることで、刻一刻と変化する視界の連続性を表現し、更に、どの区間から文字記号を並べていきコース記述文字列を作成しても同じサーキットを表すということが、1周を基準として同じコースを何周もする周期性に対応している。

2.4 サーキット空間の類似性評価

サーキット空間が空間構成に応じてコース記述文字列として表現されたことより、コース記述文字列間の類似度を算出することによって、異なるサーキット空間の類似性評価を行う。

本研究ではコース記述文字列間の類似度を表す指標として、レーベンシュタイン距離という指標を用いる。レーベンシュタイン距離とは、二つの文字列間の類似度を表す単位であり、一方の文字列をもう一方の文字列へと変換する際のコストを表している。文字列を変換する手段としては、文字の挿入、文字の削除、文字の置換という3種類の手段があり、予め3種類の手段にコストを設定しておき、コストの合計値が最小となるように、3種類の手段を使い分けることによって、ある文字列を目的の文字列へと変換していく。この時に算出されるコストの合計値が、レーベンシュタイン距離である。

2.5 サーキット空間の類似性に基づく分類

サーキットの空間解析手法の最後の手順として、各サーキットのコース記述文字列間のレーベンシュタイン距離を成分とする距離行列を用いてクラスター分析を行い、その結果作成される樹状図から、サーキットを複数のクラスターに分類する。なお、クラスター分析の結合方法としてはウォード法を使用した。

ここで、上で述べたクラスター分析は各サーキットのコース記述文字列間の類似度を変数としてサーキットを分類しているのだが、そもそもコース記述文字列というのは、その名前の通りサーキットの空間構成を表しているため、コース記述文字列間の類似度と空間構成の類似度は等しいとなり、このクラスター分析はサーキットを空間の類似性によって分類していることと等しい。

3 サーキットの空間解析結果とその考察

本章では、前章5節で述べたクラスター分析により得られた樹状図、及びその樹状図を元にして作成された複数のクラスターに対して、本研究の主題である、日本において公道を使用したレースを開催する場合のコースという観点から、世界各国の公道レース開催時のコースがどのクラスターに多く含まれているか、そ

して、日本に存在するサーキットがそのクラスターに含まれているかということに着目し、考察を加える。

まず、クラスター分析により作成された樹状図を図4に示す。

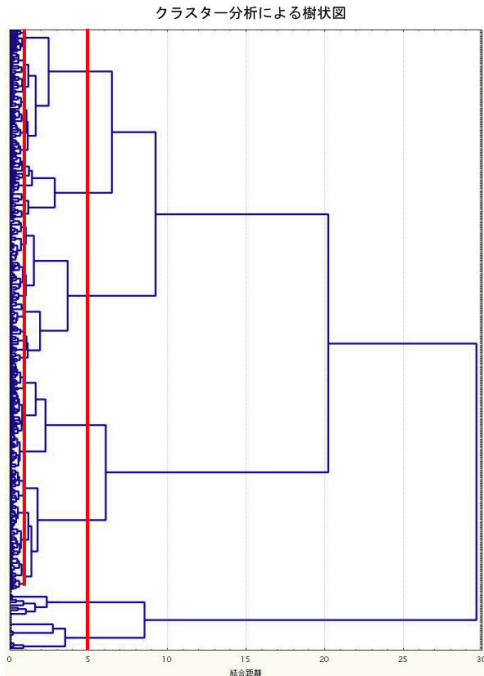


図4. クラスター分析により作成される樹状図

本研究では、図4に示される2本の線の位置で樹状図を切断し、475個のサーキットを空間構成の類似性に基づき30個のクラスターに分類した。

では、クラスター分析の結果についての考察を加える。まず、クラスターの要素のうち、世界各国において開催されている公道レース開催時のコースの占める割合が高い5個のクラスター、及びそのクラスターに含まれる日本のサーキットの個数を表2に示す。

なお、全データ475個のうち、公道レース開催時のコースは74個(約15.6%)含まれている。

表2. 公道を使用したコースの割合が高いクラスター

公道レース開催時のコースの割合 (%)	クラスターに含まれる日本のサーキット数
66.7	0
50.0	0
33.3	0
30.8	1
25.0	0

前章1節で表1に示した通り、全データのうち日本のサーキットは18個含まれているわけであるが、表2より、公道レース開催時のコースが多く含まれるクラスター内には、18個中1個のサーキットしか含まれていないことが読み取れる。これは、公道を使用したコースの多くが持つ種類の空間構成を、ほとんどの日本のサーキットは持っていないことを表している。

これより、日本において公道を使用したレースを開催するという事は、現在の日本のサーキットの中では珍しい種類の空間構成を持つコースを使ってレースをするということになり、日本のモータースポーツ界にとっては非常に新鮮なことであり、今まで存在しなかった新たな魅力を創造することができる絶好の機会である。よって、日本において公道を使用したレースを開催することは、非常に有意義であると言える。

4 ケーススタディ：公道レース開催時のコース

本章ではケーススタディとして、公道レース開催時のコースの選定・検討・評価を行う手順について述べる。

ここではみなとみらい地区を対象とし、仮想の公道レース「みなとみらいグランプリ」を開催すると仮定し、図5に太線で示すコースを筆者が作成した。



図5. みなとみらいグランプリのコース

図5に示すコースは、横浜コスモワールドから赤レンガ倉庫前を通り、横浜スタジアムを半周した後に桜木町駅周辺を通過し、更に馬車道駅前へと向かうコースとなっている。

このコースから、前章2節で説明した手法を用いてコース記述文字列を作成し、実在するサーキットのコース記述文字列とのレーベンシュタイン距離を算出する。これにより、実在するサーキットの中で、空間構成が類似するサーキットを抽出することが可能となる。

では、筆者が作成したみなとみらいグランプリのコースを図6に、実在するサーキットの中で、空間構成が類似するサーキットの一例を図7、図8に示す。

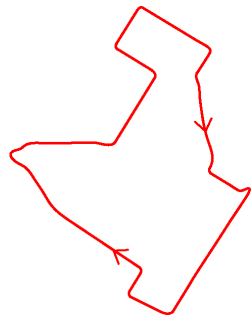


図6. みなとみらいグランプリコース (5724m)

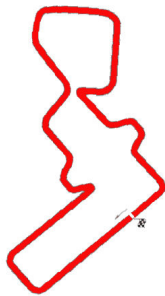


図7. Denver サーキット (3057m)

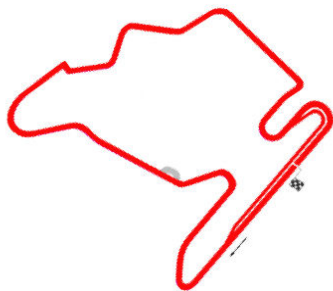


図8. Hungaroring サーキット (4384m)

次に、作成したコースについて、空間構成が類似するとして抽出されたサーキットの各種属性を用いて、以下に示す3つの項目に関する検討・評価を行うことにより、作成したコースがモータースポーツのレースで使用されるコースとして、十分な妥当性を有しているのかということの検討・評価や、作成したコースの持つ改善点を把握することが可能となる。

- ① コース長についての検討・評価方法：
 - A) コース長同士の比較
- ② 空間構成についての検討・評価方法：
 - A) コース記述文字列同士を比較
 - B) 類似度の値を検討
 - C) 文字列の変換過程を出力
- ③ 属するクラスターについての検討・評価
 - A) 各クラスターに属するサーキットのコース記述文字列との類似度の平均を算出

そして、把握した改善点を解決するように、新たにコースを選定しなおすことが可能となる。新たにコースを選定しなおした後は、再びコース記述文字列を作成し、実在するサーキットとの類似度を算出した後、類似度の高いサーキットを抽出、更に、抽出されたサーキットの各種属性を用いて、3つの項目についての検討・評価を行い、新たに選定しなおしたコースの持つ改善点を把握し、再びコースを選定しなおすという、一連の作業を繰り返していく。この一連の作業を図9に示す。

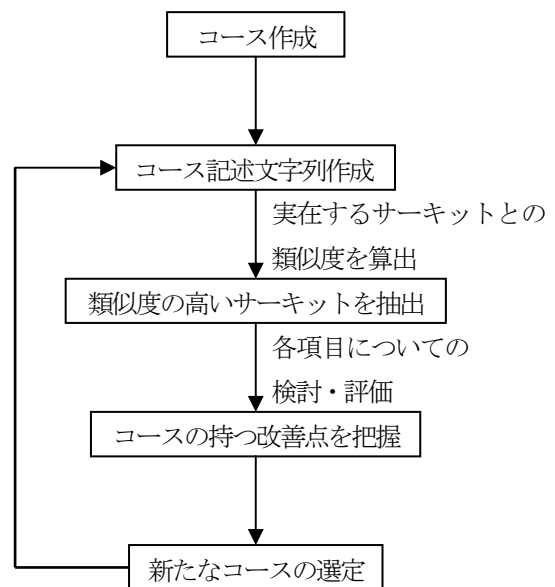


図9. コースの選定・検討・評価方法

図9に示す一連のサイクルを何周も実行し、実在するサーキットの空間解析結果を用いて、最初に作成したコースの形状を変形させていくことにより、最終的には、モータースポーツで使用されるコースとして十分な妥当性を有するコースを得るに至る。

5 おわりに

5.1 まとめ

図9に示すサイクルを実行することで、レーシングカーの挙動等についての専門知識が無い人でも、公道レース開催時のコースを作成することが可能になったというのは、本研究によって得られる大きな成果である。これにより、自分でコースを作成してみたいという好奇心を刺激し、且つその好奇心を満たすことで、本研究の目的の一つである、公道を使用して開催されるレースに対する興味が増し、更には、日本の都市において、公道を使用したレースの実現可能性の増大につながると考えられる。

5.2 今後の方向性

今後の方向性としては、第一に、コースの自動探索システムを構築することが挙げられる。現状では、図9に示す一連のサイクルを1周実行するのに時間がかかってしまうという欠点があるため、一連の作業を自動化することにより、その欠点を解消する必要がある。同時に、コースの自動探索システムを構築することができれば、より多くの方が公道レース開催時のコースの選定・検討・評価を容易に行うことが可能となり、これは、公道を使用したレースの実現可能性の増大や、日本に存在する、モータースポーツでレースを行うのに適したコースの更なる発見へとつながる。

コースの自動探索システムを構築した後は、コースの空間構成を記述する手法や、コースの妥当性の評価方法等を変更し、マラソンや駅伝といったスポーツで使用されるコースや、ドライブコースといった、各種コースへと自動探索システムを適用することが、今後の方向性として挙げられる。

参考文献

- [1] “e-tracks : World Motor Racing Circuits Guide” WEB ページ:
<http://www.etracksonline.co.uk/>
- [2] “Motor Racing Circuits Database” WEB ページ:
<http://www.racingcircuits.net/>
- [3] “Levenshtein Distance” WEB ページ:
<http://www.merriampark.com/ld.htm>
- [4] 総合ユニコム: “モータースポーツ・レーシングサーキット事業開発・運営実態資料集”, 総合ユニコム社 (1989)
- [5] 上川原学・腰塚武志・大澤義明: “マラソンコース形状の評価”, pp62-63, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2000 年秋季アブストラクト集(2000)
- [6] 北海道小樽グランプリ推進協議会: “小樽グランプリ構想”, 北海道みちとくらしの未来ネットワーク(2004)
- [7] 中川聖一: “パターン情報処理”, pp.153-169, 丸善 (1999)