

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-157538

(P2022-157538A)

(43)公開日 令和4年10月14日(2022.10.14)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
B 6 0 W 50/08 (2020.01)	B 6 0 W 50/08	3 D 2 4 1
B 6 0 W 40/09 (2012.01)	B 6 0 W 40/09	5 H 1 8 1
G 0 8 G 1/00 (2006.01)	G 0 8 G 1/00	D
G 0 1 M 17/007(2006.01)	G 0 1 M 17/007	Z

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-61819(P2021-61819)	(71)出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	令和3年3月31日(2021.3.31)	(74)代理人	100106002 弁理士 正林 真之
		(74)代理人	100120891 弁理士 林 一好
		(74)代理人	100160794 弁理士 星野 寛明
		(72)発明者	後藤 有也 東京都港区南青山二丁目1番1号 本田 技研工業株式会社内
		(72)発明者	小林 佳亮 東京都港区南青山二丁目1番1号 本田 技研工業株式会社内

最終頁に続く

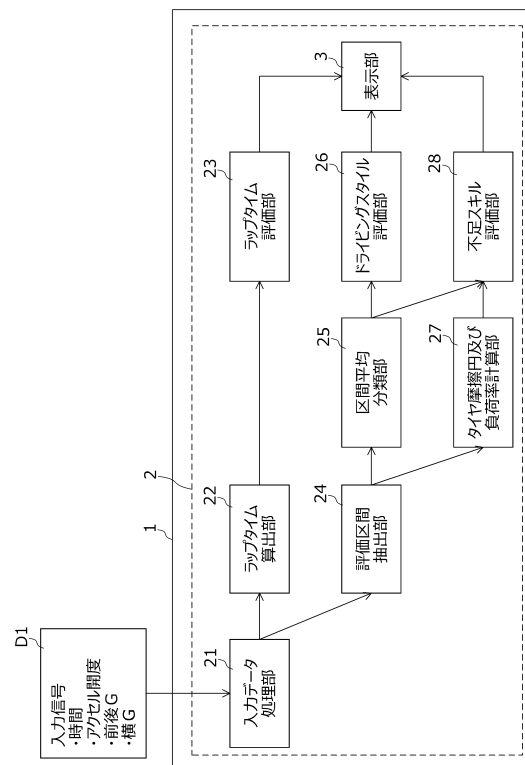
(54)【発明の名称】 運転評価装置、運転評価方法、プログラム、及び媒体

(57)【要約】

【課題】サーキット走行において走行タイムを縮める場合等に利用可能にドライビングを評価することができる運転評価装置を提供すること。

【解決手段】運転評価装置は、コーナリングにおける減速区間と加速区間とを検出する評価区間抽出部24と、前後加速度及び横加速度により、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率を算出するタイヤ摩擦円及び負荷率計算部27と、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基づいてドライビングを評価する不足スキル評価部28とを備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ドライバーによる車両の運転技量を評価する運転評価装置であって、
 コーナリングにおける減速区間と加速区間とを検出する区間検出部と、
 前後加速度及び横加速度により、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及び
 タイヤ負荷率を算出するタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出部と、
 前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基づいてドライ
 ビングを評価する評価部と、を備えることを特徴とする運転評価装置。

【請求項 2】

前記タイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出部は、
 タイヤ前後力、タイヤ横力を合成して、タイヤ摩擦円との比率により前記タイヤ負荷率
 を算出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の運転評価装置。

【請求項 3】

前記評価部は、
 前記減速区間及び加速区間で、それぞれコーナリングにおけるドライバーに必要な旋回
 、加速、減速操作を評価する、ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の運転評価
 装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の運転評価装置が実行する運転評価方法であって、
 前記区間検出部が、コーナリングにおける減速区間と加速区間とを検出する区間検出ス
 テップと、
 前記タイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出部が、前後加速度及び横加速度により、前記減
 速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率を算出するタイヤ摩擦円及び
 タイヤ負荷率算出ステップと、
 前記評価部が、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基
 づいてドライビングを評価する評価ステップと、を備えることを特徴とする運転評価方法
 。

【請求項 5】

コンピュータに請求項 4 に記載の運転評価方法の各ステップを実行させるためのプログ
 ラム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプログラムを記憶した媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドライバーによる車両の運転技量を評価する運転評価装置、運転評価方法、
 プログラム、及び媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、ドライバーによる車両の運転技量をリアルタイムで評価する運転評価
 装置が示されている。特許文献 1 の運転評価装置では、車両の前後加速度と横加速度を合
 成した合成加速度と車速に基づいて設定される閾値との比較に基づいて、ドライバーによ
 る車両の運転技量をリアルタイムで評価する。

【0003】

また従来、データロガーシステムにおいては、走行時の車速、前後加速度、横加速度等
 のデータをロギングしている。このようにロギングしたデータを分析すれば、ドライビン
 グを詳細に評価することができ、サーキット等においてラップタイムを短縮する場合等に
 有効に利用することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 8 0 0 8 7 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

ところで一般ユーザーにおいても、サーキットを走行し、ラップタイムの短縮を図る場合がある。これによりこのような場合に、ラップタイムの短縮を図ることができるように、ドライビングを評価することが望まれる。

しかしながら一般ユーザーにおいては、データロガーシステムによりロギングしたデータの解析は難しく、さらにはデータロガーシステムにより如何なる情報を取得できるのかわかりにくい場合も多い。これによりデータロガーシステムにおいては、実用上未だ不十分な問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、サーキット走行において走行タイムを縮める場合等に利用可能にドライビングを評価することができる運転評価装置、運転評価方法、プログラム、及び媒体を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

(1) 本発明に係る運転評価装置 ((例えば、後述の運転評価装置 1)) は、ドライバーによる車両の運転技量を評価するものであって、コーナリングにおける減速区間と加速区間とを検出する区間検出部 (例えば、評価区間抽出部 2 4) と、前後加速度及び横加速度により、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率を算出するタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出部 (例えば、タイヤ摩擦円及び負荷率計算部 2 7) と、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基づいてドライビングを評価する評価部 (例えば、不足スキル評価部 2 8) と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

(2) この場合、前記タイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出部は、タイヤ前後力、タイヤ横力を合成して、タイヤ摩擦円との比率により前記タイヤ負荷率を算出することが好ましい。

【 0 0 0 9 】

(3) この場合、前記評価部は、前記減速区間及び加速区間で、それぞれコーナリングにおけるドライバーに必要な旋回、加速、減速操作を評価することが好ましい。

【 0 0 1 0 】

(4) 本発明に係る運転評価方法は、(1) に記載の運転評価装置が実行する方法であって、前記区間検出部が、コーナリングにおける減速区間と加速区間とを検出する区間検出ステップと、前記タイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出部が、前後加速度及び横加速度により、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率を算出するタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出ステップと、前記評価部が、前記減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基づいてドライビングを評価する評価ステップと、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

(5) 本発明に係るプログラムは、コンピュータ (例えば、後述の演算処理回路 2) に (4) に記載の運転評価方法の各ステップを実行させることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

(6) 本発明に係る媒体は、(5) に記載のプログラムを記憶することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

(1) コーナリングにおいて、ドライバーは、始めにブレーキペダルを踏み込むことによって車両を減速させ、ステアリング操作を開始することによって車両を旋回させ、アクセルペダルの踏み込みを開始することによって車両を加速させる。運転技量が高いエキス

10

20

30

40

50

パートドライバと、運転技量が低い一般ドライバーとでは、このコーナリングに係る一連の操作が大きく異なり、エキスパートドライバのコーナリングでは、運転技量が低い一般ドライバーに比してタイヤ摩擦円及び又はタイヤ負荷率が大きな値に保持されている。そこで本発明の運転評価装置では、タイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率算出部によって、前後加速度及び横加速度により、減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率を算出し、評価部によって減速区間及び加速区間におけるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基づいてドライビングを評価する。これによりサーキット走行において走行タイムを縮める場合等に利用可能にドライビングを評価することができる。

【0014】

(2) 本発明の運転評価装置では、タイヤ前後力、タイヤ横力を合成して、タイヤ摩擦円との比率によりタイヤ負荷率を算出する。これにより本発明によれば、前後加速度及び横加速度により、タイヤ負荷率を算出することができ、コーナーに係るドライビング技量を確実に判断することができ、サーキット走行において走行タイムを縮める場合等に利用可能にドライビングを評価することができる。

10

【0015】

(3) 本発明の運転評価装置では、減速区間及び加速区間で、それぞれコーナリングにおけるドライバーに必要な旋回、加速、減速操作を評価する。これにより本発明によれば、コーナリングにおけるドライバーの操作を詳細に評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】 本発明の一実施形態に係る運転評価装置を示す図である。

【図2】 評価区間、減速区間、加速区間の説明に供する図である。

【図3】 減速区間における加速度ノルム平均値の検出結果を示す図である。

【図4】 加速区間における加速度ノルム平均値の検出結果を示す図である。

【図5】 加速度ノルムの評価の説明に供する図である。

【図6】 タイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率の説明に供する図である。

【図7】 減速区間におけるタイヤ負荷率による評価の説明に供する図である。

【図8】 加速区間におけるタイヤ負荷率による評価の説明に供する図である。

【図9】 減速区間におけるタイヤ摩擦円による評価の説明に供する図である。

【図10】 加速区間におけるタイヤ摩擦円による評価の説明に供する図である。

【図11】 評価結果の表示例を示す図である。

20

30

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本実施形態に係る運転評価装置1の構成を示すブロック図である。

【0018】

運転評価装置1は、CAN (Controller Area Network) 等により車両より車両情報D1を取得し、この車両情報D1を利用してドライビングを評価する。

ここでこの車両情報D1は、現在時刻を示す時間情報、アクセル開度情報、車両の進行方向に沿った加速度情報である前後加速度情報(前後G)、車両の車幅方向に沿った加速度情報である横加速度情報(横G)等である。なお前後加速度情報、横加速度情報は、運転評価装置1に加速度センサを設けて取得するようにしてもよい。また時間情報にあっては、内蔵のタイマにより取得するようにしてもよい。

40

【0019】

運転評価装置1は、演算処理回路2、表示部3等を備える。

ここで表示部3は、液晶表示装置等の画像表示装置であり、ドライビング評価結果をユーザーに通知する。

演算処理回路2は、図示しない記憶部に保持された運転評価プログラムを実行することにより運転評価に係る各処理手順を実行し、この処理手順に対応する各機能ブロックを形

50

成する。この運転評価プログラムは、事前に運転評価装置 1 に記録して提供されるものの、USB (Universal Serial Bus) メモリ等の記録媒体に記録して提供するようにしても良く、ネットワークを介したダウンロードにより提供しても良い。

【 0 0 2 0 】

入力データ処理部 2 1 は、ノイズ除去等の処理を実行することにより、順次取得される車両情報をこの運転評価装置 1 で利用可能にデータ処理する。

【 0 0 2 1 】

ラップタイム算出部 2 2 は、入力データ処理部 2 1 で処理された時間情報に基づいてサーキット走行時におけるラップタイムを算出する。

ラップタイム評価部 2 3 は、走行中のサーキットに設定された判定基準のラップタイムにより、ラップタイム算出部 2 2 で算出されたラップタイムを判定することにより、ラップタイムを評価し、運転評価装置 1 は、この評価結果を表示部 3 で表示する。これによりこの運転評価装置 1 では、ラップタイムによりサーキット全体についてドライビングを評価することができる。

10

【 0 0 2 2 】

ここでラップタイムを短縮するためには、コーナーを高速度で走行することが必要であり、このためにはコーナリングにおけるドライビングを評価することが必要である。

コーナリングでは、細かくは、コーナーを曲がれる速度まで減速する区間と、減速から旋回に移行する区間と、車両が旋回して向きを変える区間と、旋回から加速に移行する区間と、加速する区間とが連続することになる。しかしながらドライバーの操作に着目すると、コーナリングでは、車速を減速する減速区間と車速を加速する加速区間とが連続することになり、これら減速区間及び加速区間における減速及び加速によりコーナーにおける走行時間を短縮することができる。

20

【 0 0 2 3 】

そこで評価区間抽出部 2 4 は、アクセル開度によりコーナリングにおける減速区間と加速区間とを検出し、前後加速度及び横加速度を減速区間及び加速区間に振り分けて出力する。

すなわち図 2 に示すように、評価区間抽出部 2 4 は、アクセル開度 (Thr Pedal) が第 1 の判定基準値 TH 1 以下に低下した後、この第 1 の判定基準値 TH 1 を超えて第 2 の判定基準値 TH 2 となるまでの区間 (評価区間) を検出する。

30

またこの評価区間における前後加速度 (Long G) を判定基準値 TH 3 により判定し、評価区間を減速区間 TA 及び加速区間 TB に分割する。

この実施形態においては、直線区間ではフルスロットにより走行してエンジン性能により決定される加速度で走行するとし、フルスロットにより走行することが困難なコーナー等ではタイヤ性能により決定される加速度で走行するとし、これにより第 1 及び第 2 の判定基準値 TH 1 及び TH 2 は、それぞれフルスロットのアクセル開度 100% に対して 75% 及び 83% に設定される。なおこれにより第 1 及び第 2 の判定基準値 TH 1 及び TH 2 は、必要に応じて種々に設定することができる。

また第 3 の判定基準値 TH 3 は、0 G に設定され、これにより評価区間において、前後加速度が減速から加速側に変化した区間を加速区間に設定する。

40

なおこの図 2 において、Entry / Exit は、減速区間 TA 及び加速区間 TB の識別情報である。

【 0 0 2 4 】

区間平均分類部 2 5 は、評価区間抽出部 2 4 で振り分けた前後加速度及び横加速度を次式 (1) により演算処理し、加速度ノルム G_{norm} を算出する。なお下記式 (1) において、Long G 及び Lat G は、それぞれ前後加速度及び横加速度である。

【 数 1 】

50

$$G_{norm} = \sqrt{(LongG^2 + LatG^2)} \quad (1)$$

【 0 0 2 5 】

また区間平均分類部 2 5 は、この算出した加速度ノルム G_{norm} を、評価区間毎に、減速区間及び加速区間でそれぞれ平均値化して加速度ノルム平均値を算出し、算出結果をドライビングスタイル評価部 2 6、不足スキル評価部 2 8 に出力する。

すなわちコース 1 周の加速度ノルム平均値は、ラップタイムと高い相関性を有し、コース 1 周の加速度ノルム平均値が大きい程、ラップタイムは短くなり、運転技量が高いと言える。またこれにより区間平均分類部 2 5 で算出した加速度ノルム平均値が大きい場合、減速区間及び加速区間における加減速が大きく、コーナリングにおけるドライビング技術が高いと評価することができる。

【 0 0 2 6 】

ドライビングスタイル評価部 2 6 は、区間平均分類部 2 5 で求められた加速度ノルム平均値によりドライビングスタイルを判定する。

ここで図 3 は、ドライバー A、B、C、D による減速区間における加速度ノルム平均値（平均 G）を示す図である。また図 4 は、同様に、加速区間における加速度ノルム平均値を示す図である。図 3 及び図 4 においては、目標とされる評価基準値を破線により示す。ここでドライバー B においては、加速区間における加速度ノルム平均値が概ね十分であるのに対し、矢印により示すように、減速区間における加速度ノルム平均値が低く、これによりドライビングスタイルは、十分に減速してコーナーに侵入するいわゆる旋回加速型であると判定することができる。またドライバー C 及び D においては、減速区間における加速度ノルム平均値がほぼ基準値であるのに対し、矢印により示すように、加速区間における加速度ノルム平均値が低く、これによりドライビングスタイルは、十分に減速せずにコーナーに侵入するいわゆる突っ込み型であると判定することができる。

これに対して図 5 に示すように、減速区間における加速度ノルム平均値（Entry 平均 G）及び加速区間における加速度ノルム平均値（Exit 平均 G）をそれぞれ横軸及び縦軸に設定して、ドライバー A、B、C、D による加速度ノルム平均値をプロットする。車両の走行特性に応じた基準直線 LTH によりこの座標平面を区分して、減速区間における加速度ノルム平均値に対して加速区間における加速度ノルム平均値が大きい領域と小さい領域に分割する。ドライバー A、B、C、D による加速度ノルム平均値のプロットが加速区間における加速度ノルム平均値が大きい領域に分布している場合、いわゆる突っ込み型と判断することができ、加速区間における加速度ノルム平均値が小さい領域に分布している場合、加速重視型と判断することができる。

【 0 0 2 7 】

これによりドライビングスタイル評価部 2 6 は、区間平均分類部 2 5 で求められた加速度ノルム平均値を走行中のサーキットの各コーナーに設定された減速区間及び加速区間の判定基準値によりそれぞれ判定して集計する。またドライビングスタイル評価部 2 6 は、減速区間の加速度ノルム平均値に対する加速区間の加速度ノルム平均値を判定して集計する。ドライビングスタイル評価部 2 6 は、これらの集計結果によりドライビングスタイルを判定し、判定結果を表示部 3 で表示する。

【 0 0 2 8 】

タイヤ摩擦円及び負荷率計算部 2 7 は、各評価区間の加速区間及び減速区間で、タイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率を計算する。

ここで上述したように、加速区間及び減速区間で加速度ノルム平均値を大きくするとコーナーを短時間で通過してラップタイムを向上することができる。このためには効率良くタイヤを使用することが必要である。ここで加速度ノルム平均値 4 輪タイヤのタイヤ力の総和、タイヤ力 = タイヤ摩擦円 × 負荷率の関係性を有することにより、タイヤ摩擦円及び

10

20

30

40

50

負荷率を大きくすると加速度ノルム平均値を大きくすることができる。またタイヤ摩擦円及び負荷率は、運転技量により変化することにより、ドライビング技術の評価に利用することができる。

なおタイヤ摩擦円は、タイヤが出せる力の最大値（タイヤ力でありグリップ力）を円で表したものである。タイヤ負荷率は、このタイヤ摩擦円によるタイヤ力に対する使用しているタイヤ力の比率である。

【 0 0 2 9 】

図 6 に示すようにタイヤ摩擦円（摩擦円）及び負荷率をそれぞれ縦軸及び横軸に設定した座標空間において符号 P 1 により示すように、始めてサーキット走行をするようなドライバーは摩擦円及び負荷率が共に少ない状態で走行していることがほとんどである。この状態からラップタイムを短縮しようとする、初心者では、矢印 X 1 により示すように、負荷率のみ増大し、符号 P 2 に示すように、摩擦円は小さく、負荷率のみ大きい状態で走行する傾向にある。この状態になると車両のポテンシャルを十分に発揮できないだけでなく、ラップタイムが頭打ちになり多くのドライバーが伸び悩むこととなる。

10

なお負荷率のみ大きい原因は、前後の荷重移動を無視した急減速、左右の荷重移動を無視した急操舵、旋回中の急なアクセルオン、前後加速度、横加速度の関係を無視した急な荷重移動等である。

【 0 0 3 0 】

これに対して符号 P 3 で示すように、適切な荷重移動が行えて負荷率が低く摩擦円が大きい状態では、負荷率が低くても G 等価ラインが上がっている。また G 等価ラインが上がっているということはラップタイムが短縮できているということであり、効率よくタイム短縮を実現出来るということである。ここで G 等価ラインとは、摩擦円と負荷率とを掛け合わせた値が等価になる点を結んで得られるラインをいう。これにより矢印 X 2 により示すようにラップタイムを短縮しようとして負荷率が増大すると、符号 P 4 に示すように、タイヤ摩擦円及び負荷率の双方が大きくなり、一段とラップタイムを短縮することができる。

20

【 0 0 3 1 】

ここで各タイヤのタイヤ摩擦円 F は、フロント左右のタイヤ及びリア左右のタイヤをそれぞれ添え字 F L、F R、R L、R R により表して、次式 (2 - 1) ~ (2 - 4) により表すことができる。なおここで h は 重心高、l はホイールベース、a x は前後加速度、a y は横加速度、d f はフロントトレッド、d r はリアトレッド、R はメカニカルバランス（荷重移動の前後配分率）である。また M は、各タイヤに係る車両の質量であり、g は重力加速度である。

30

【 数 2 】

40

50

$$F_{z_{FL}} = \max \left[M_{FL} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(\frac{h}{2l} a_x + R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \\ - \min \left[M_{FR} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(\frac{h}{2l} a_x - R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \quad (2-1)$$

$$F_{z_{FR}} = \max \left[M_{FR} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(\frac{h}{2l} a_x - R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \\ - \min \left[M_{FL} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(\frac{h}{2l} a_x + R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \quad (2-2)$$

$$F_{z_{RL}} = \max \left[M_{RL} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(-\frac{h}{2l} a_x + R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \\ - \min \left[M_{RR} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(-\frac{h}{2l} a_x - R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \quad (2-3)$$

$$F_{z_{RR}} = \max \left[M_{RR} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(-\frac{h}{2l} a_x - R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \\ - \min \left[M_{RL} \cdot g + (M_{FL} + M_{FR} + M_{RL} + M_{RR}) \left(-\frac{h}{2l} a_x + R \frac{2h}{d_f + d_r} a_y \right), 0 \right] \quad (2-4)$$

10

【 0 0 3 2 】

20

タイヤ摩擦円及び負荷率計算部 27 は、これらの演算式を使用した演算処理により、各タイヤのタイヤ摩擦円 F を算出する。

【 0 0 3 3 】

タイヤ負荷率 LF は、同様にして、次式 (3-1) ~ (3-4) により示すように、タイヤ前後力 (前後方向のタイヤ力) F_x 、タイヤ横力 (横方向のタイヤ力) F_y を合成して、タイヤ摩擦円 F との比率により表すことができる。

【 数 3 】

$$LF_{FL} = \frac{\sqrt{\left(\frac{F_{x_{FL}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{x_f}} \right)^2 + \left(\frac{F_{y_{FL}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{y_f}} \right)^2}}{F_{z_{FL}}} \times 100[\%] \quad (3-1)$$

30

$$LF_{FR} = \frac{\sqrt{\left(\frac{F_{x_{FR}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{x_f}} \right)^2 + \left(\frac{F_{y_{FR}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{y_f}} \right)^2}}{F_{z_{FR}}} \times 100[\%] \quad (3-2)$$

$$LF_{RL} = \frac{\sqrt{\left(\frac{F_{x_{RL}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{x_r}} \right)^2 + \left(\frac{F_{y_{RL}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{y_r}} \right)^2}}{F_{z_{RL}}} \times 100[\%] \quad (3-3)$$

40

$$LF_{RR} = \frac{\sqrt{\left(\frac{F_{x_{RR}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{x_r}} \right)^2 + \left(\frac{F_{y_{RR}}}{K_{\mu} \cdot \mu_{y_r}} \right)^2}}{F_{z_{RR}}} \times 100[\%] \quad (3-4)$$

【 0 0 3 4 】

タイヤ前後力 F_x は、 $F_{x_total} = 0$ である場合には下記式 (4-1) ~ (4-4) により表すことができる。

【 数 4 】

50

$$F_{x_FL_Acc} = F_{x_Total} \cdot DriveBalance \cdot \left(\frac{1}{2} - X \cdot a_y\right) \quad (4-1)$$

$$F_{x_FR_Acc} = F_{x_Total} \cdot DriveBalance \cdot \left(\frac{1}{2} + X \cdot a_y\right) \quad (4-2)$$

$$F_{x_RL_Acc} = F_{x_Total} \cdot (1 - DriveBalance) \cdot \left(\frac{1}{2} - X \cdot a_y\right) - F_{x_R0} \quad (4-3)$$

$$F_{x_RR_Acc} = F_{x_Total} \cdot (1 - DriveBalance) \cdot \left(\frac{1}{2} + X \cdot a_y\right) - F_{x_R0} \quad (4-4)$$

10

【 0 0 3 5 】

またタイヤ前後力 F_x は、 $F_{x_total} < 0$ である場合には下記式 (5-1) ~ (5-2) により表すことができる。

【数 5】

$$F_{x_FL_Break} = F_{x_FR_Break} = \frac{F_{x_Total} \cdot BreakBalance}{2} \quad (5-1)$$

$$F_{x_RL_Break} = F_{x_RR_Break} = \frac{F_{x_Total} \cdot (1 - BreakBalance)}{2} - F_{x_R0} \quad (5-2)$$

20

【 0 0 3 6 】

タイヤ横力 F_y は、 $a_y = 0$ である場合、次式 (6-1) ~ (6-4) により表すことができる。

【数 6】

$$F_{y_FL} = \left\{ (M_{FL} + M_{FR}) a_y + \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ 1 - \left(\frac{F_{z_FR}}{F_{z_FL} + F_{z_FR}} \right) - \varepsilon \cdot F_{z_FR} \right\} \quad (6-1)$$

$$F_{y_FR} = \left\{ (M_{FL} + M_{FR}) a_y + \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ \frac{F_{z_FR}}{F_{z_FL} + F_{z_FR}} - \varepsilon \cdot F_{z_FR} \right\} \quad (6-2)$$

$$F_{y_RL} = \left\{ (M_{RL} + M_{RR}) a_y - \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ 1 - \left(\frac{F_{z_RR}}{F_{z_RL} + F_{z_RR}} \right) - \varepsilon \cdot F_{z_RR} \right\} - F_{y_R0} \quad (6-3)$$

$$F_{y_RR} = \left\{ (M_{RL} + M_{RR}) a_y - \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ \frac{F_{z_RR}}{F_{z_RL} + F_{z_RR}} - \varepsilon \cdot F_{z_RR} \right\} + F_{y_R0} \quad (6-4)$$

30

【 0 0 3 7 】

またタイヤ横力 F_y は、 $a_y < 0$ である場合、次式 (7-1) ~ (7-4) により表すことができる。

【数 7】

$$F_{y_FL} = \left\{ (M_{FL} + M_{FR}) a_y + \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ \frac{F_{z_FL}}{F_{z_FL} + F_{z_FR}} - \varepsilon \cdot F_{z_FL} \right\} \quad (7-1)$$

$$F_{y_FR} = \left\{ (M_{FL} + M_{FR}) a_y + \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ 1 - \left(\frac{F_{z_FL}}{F_{z_FL} + F_{z_FR}} - \varepsilon \cdot F_{z_FL} \right) \right\} \quad (7-2)$$

$$F_{y_RL} = \left\{ (M_{RL} + M_{RR}) a_y - \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ \frac{F_{z_RL}}{F_{z_RL} + F_{z_RR}} - \varepsilon \cdot F_{z_RL} \right\} - F_{y_R0} \quad (7-3)$$

$$F_{y_RR} = \left\{ (M_{RL} + M_{RR}) a_y - \frac{l}{l} \dot{\gamma} \right\} \left\{ 1 - \left(\frac{F_{z_RL}}{F_{z_RL} + F_{z_RR}} - \varepsilon \cdot F_{z_RL} \right) \right\} + F_{y_R0} \quad (7-4)$$

40

50

【 0 0 3 8 】

なお、 F_{x_total} は、抗力 K_A を用いて次式 (8) により表される。

【 数 8 】

$$F_{x_total} = M \cdot a_x + K_A \cdot V^2 \quad (8)$$

【 0 0 3 9 】

これによりタイヤ摩擦円及び負荷率計算部 2 7 は、これらの演算式を使用した演算処理により、各タイヤのタイヤ負荷率 $L F$ を算出する。さらに計算した各タイヤのタイヤ摩擦円 F 及びタイヤ負荷率 $L F$ を各評価区間毎に加速区間、減速区間で平均値化する。 10

【 0 0 4 0 】

不足スキル評価部 2 8 は、区間平均分類部 2 5 で検出される加速度ノルム平均値、タイヤ摩擦円及び負荷率計算部 2 7 で算出されるタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基づいてドライビング技術の評価し、不足するスキルを検出する。

より具体的に、不足スキル評価部 2 8 は、区間平均分類部 2 5 で検出される減速区間及び加速区間の加速度ノルム平均値をそれぞれ判定基準値により判定し、判定結果を集計して判定する。これにより不足スキル評価部 2 8 は、減速区間及び加速区間のドライビング技術を評価し、ラップタイムの短縮に加速度ノルム平均値を増大させることが必要か否か判断する。また加速度ノルム平均値を増大させることが必要と判断される場合、加速区間、減速区間の何れで加速度ノルム平均値を増大させることが必要か判断する。 20

【 0 0 4 1 】

不足スキル評価部 2 8 は、この加速度ノルム平均値による評価結果によりタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率に基づいてドライビング技術をさらに詳細に評価し、ラップタイムを短縮するために不足するスキルを検出する。これにより不足スキル評価部 2 8 は、減速区間及び加速区間で、それぞれコーナリングにおけるドライバーに必要な旋回、加速、減速操作を評価する。

【 0 0 4 2 】

ここで図 7 及び図 8 は、図 5 との対比により、フロントタイヤ及びリアタイヤのタイヤ負荷率をそれぞれ横軸及び縦軸に設定した座標平面に、負荷率計算部 2 7 で算出されたタイヤ負荷率をそれぞれプロットした例である。図 7 は、減速区間であり、図 8 は加速区間である。これら図 7 及び図 8 による評価は、減速区間の加速度ノルム平均値と減速区間における加速度ノルム平均値との比較により、それぞれ減速区間及び加速区間の加速度ノルム平均値を増大させることが必要と判断される場合に適用される。 30

図 7 における座標平面において、右下コーナー側に分布が偏っている場合、フロント側タイヤ力を使いすぎており、その原因としてステアリングの切り過ぎ、オーバースピード、フロントタイヤに荷重が掛けられていないことが考えられる。また左上側に分布が偏っている場合、フロント側タイヤ力を余らせており、この場合、さらにステアリングをきることができ、進入速度を上げることができる。 40

【 0 0 4 3 】

これに対して図 8 における座標平面において、右下コーナー側に分布が偏っている場合、フロント側タイヤ力を使いすぎており、その原因としてステアリングを戻せていない、アクセルの踏みすぎが考えられる。また左上側に分布が偏っている場合、フロント側タイヤ力を余らせており、もっとアクセルを踏み込むことができ、脱出速度を上げることができる。

【 0 0 4 4 】

また図 9 及び図 1 0 は、フロントタイヤ及びリアタイヤのタイヤ摩擦円をそれぞれ横軸及び縦軸に設定した座標平面に、負荷率計算部 2 7 で算出されたタイヤ摩擦円をそれぞれプロットした例である。図 9 は、減速区間であり、図 1 0 は加速区間である。これら図 9 40 50

及び図 10 による評価は、減速区間の加速度ノルム平均値と加速区間における加速度ノルム平均値との比較により、それぞれ減速区間及び加速区間の加速度ノルム平均値を増大させることが必要と判断される場合に適用される。

図 9 における座標平面において、右下コーナー側に分布が偏っている場合、フロント側タイヤ力を使いすぎており、ステアリングの切り過ぎ、フロントタイヤに荷重が掛けられていないことが考えられる。また左上側に分布が偏っている場合、フロント側タイヤ力を余らせていると判断することができ、この場合、さらにステアリングをきることができる。

【 0 0 4 5 】

これに対して図 10 における座標平面において、右下コーナー側に分布が偏っている場合、フロント側タイヤ力を使いすぎており、ステアリングを戻せておらず、アクセルを踏み過ぎていると考えられる。また左上側に分布が偏っている場合、車の向きを変えられていないと判断することができる。

10

これらにより不足スキル評価部 28 は、減速区間及び加速区間の加速度ノルム平均値を比較し、加速度ノルム平均値の増大が必要と判断される区間を検出する。また検出結果に基づいて図 8 ~ 図 10 について上述したようにタイヤ摩擦円及びタイヤ負荷率を比較し、これにより不足するスキルを検出する。

【 0 0 4 6 】

図 11 は、図 3 及び図 4 との対比によりドライビングスタイル及び不足するスキルの表示例を示す図である。この例では、ドライバー A、B、C、D について、ドライビングスタイル評価部 26 で検出したドライビングスタイル（分類）が表示される。また不足スキル評価部 28 で検出した不足するスキルがコメントにより表示される。

20

【 0 0 4 7 】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限らない。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 8 】

- 1 運転評価装置
- 2 演算処理回路
- 3 表示部
 - 2 1 入力データ処理部
 - 2 2 ラップタイム算出部
 - 2 3 ラップタイム評価部
 - 2 4 評価区間抽出部
 - 2 5 区間平均分類部
 - 2 6 ドライビングスタイル評価部
 - 2 7 タイヤ摩擦円及び負荷率計算部
 - 2 8 不足スキル評価部

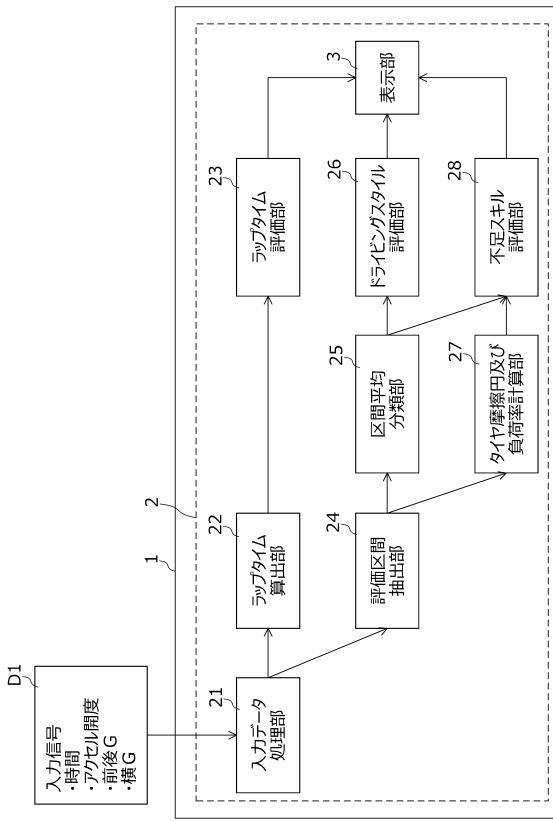
30

40

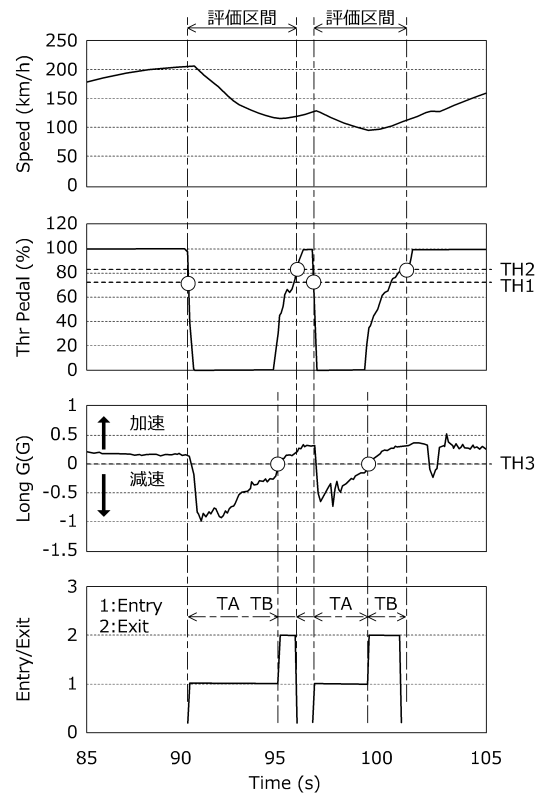
50

【 図 面 】

【 図 1 】



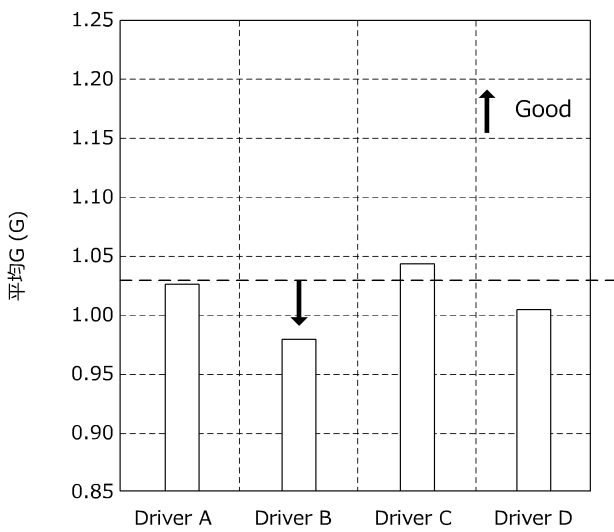
【 図 2 】



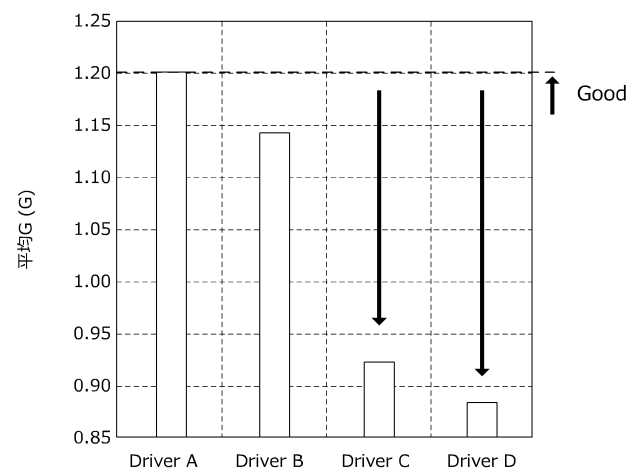
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

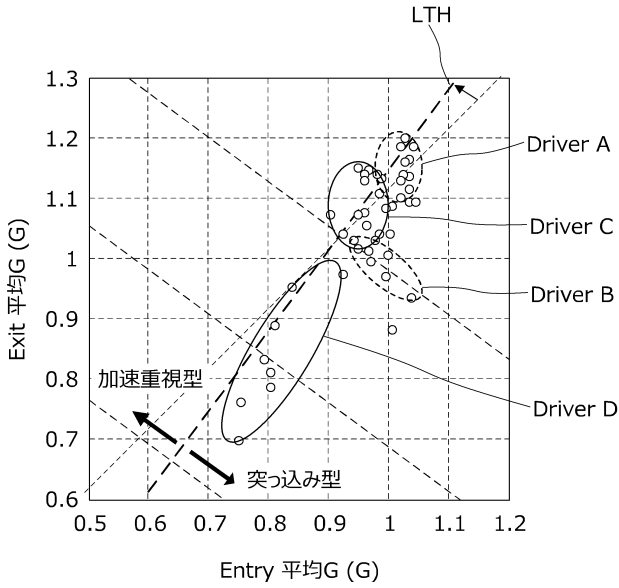


30

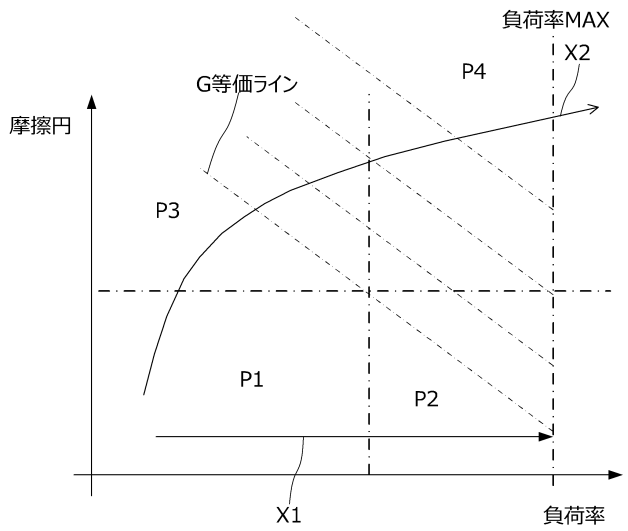
40

50

【 図 5 】



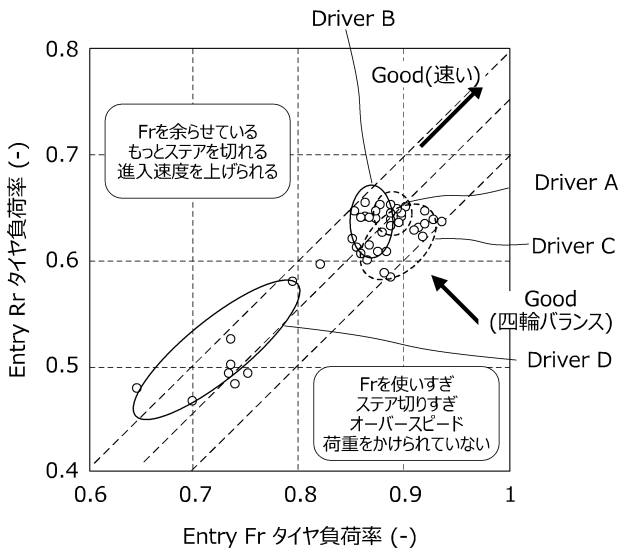
【 図 6 】



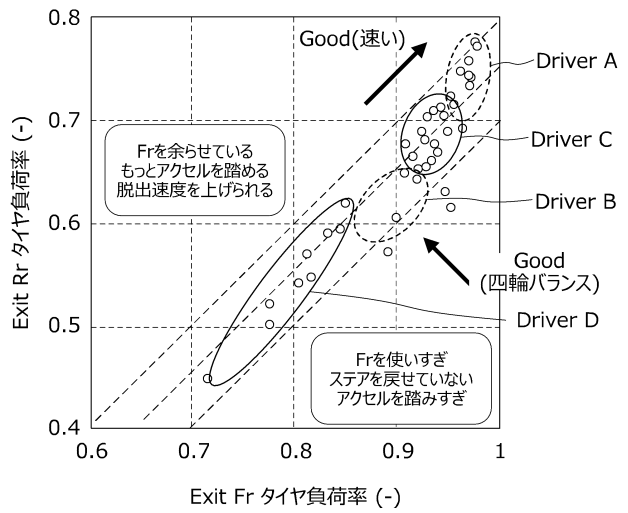
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

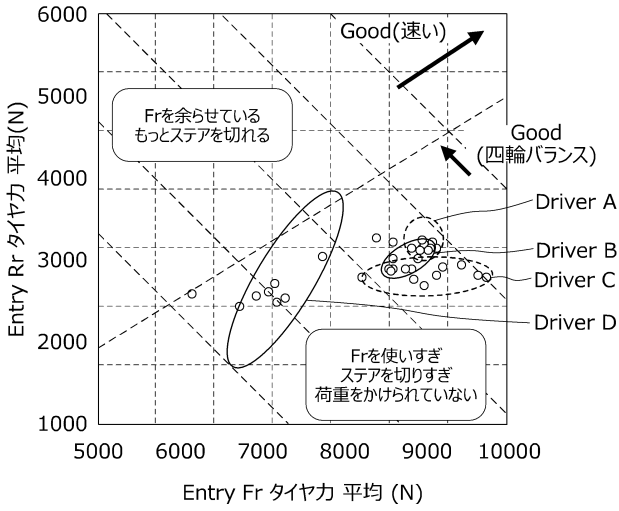


30

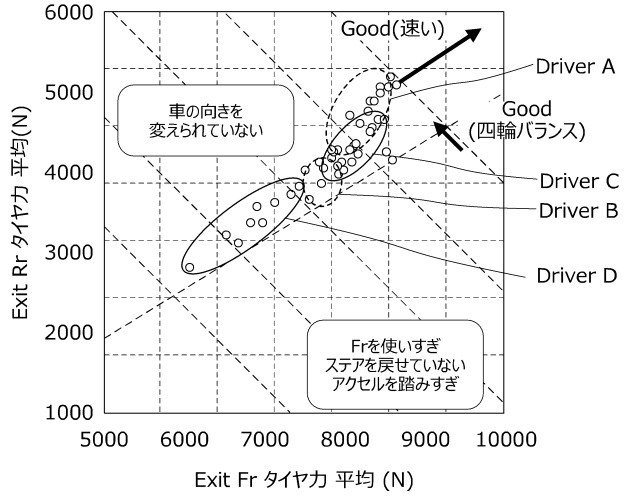
40

50

【 図 9 】



【 図 1 0 】



10

【 図 1 1 】

20

Driver	分類	コメント
A	旋回加速型	加速重荷型の運転スタイルで、効率よくクルマを前に進められています。
B	旋回加速型	加速重荷のコーナリングができています。さらに、コーナー全体の速度を上げられそうです。コーナー進入速度を上げるために、ターンイン前の荷重移動を機やすこまや、コーナー後半の旋回半径が大きくなるような走行ラインを取れるように見直してみればよい。
C	突っ込み型	突っ込み重荷の走行になっていて、コーナー手前ではしっかりと減速してコーナー出口で加速できるよう、アプローチを早見し、減速のためのブレーキと旋回のためのブレーキを使い分けるようにすればよい。
D	バランス型	EntryとExitのバランスは良好です。加速重荷の走行スタイルを継続しつつ、減速区間でしっかりと減速を落とし、ターンインでは旋回に執拗なフロント荷重をしっかりとコントロールしましょう。また、Exit区間ではタイヤカを加速側に向き切り使用して効率的に加速できるように意識しましょう。

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 松澤 俊明

東京都港区南青山二丁目1番1号 本田技研工業株式会社内

Fターム(参考) 3D241 BA00 BB27 CC02 CC17 DA12Z DB05Z DB09Z DB26Z DB40Z DD05B
5H181 AA01 FF10