

2018 Gold Wing 用シーン別ライディングモードの開発

Development of Ride Modes for Various Conditions for 2018 Gold Wing

楠 田 篤 志*
Atsushi KUSUDA

横 川 幸 生*
Yukio YOKOGAWA

中 井 一 穂*
Kazuho NAKAI

要 旨

Honda モータサイクルのグランドツアラモデルである Gold Wing は、走りの快適性とスポーツ性の両面をバランスさせ高い評価を得てきた。2018 年モデル Gold Wing GL1800 では、その両面を正常進化するだけでなく、スポーツ走行、郊外路走行、雨天走行などの走行シーンにおいても、さらに意のままに操れる特性をライダーに提供することで、ライダーが享受できる性能領域をより拡大することを目指した。それを実現するためには、出力応答特性など多くの要素を変更させる必要がある。しかし、変更する要素を増やした場合、ライダーがそれらの要素を組み合わせ、走行シーンに適した設定に合わせ込むことは容易ではない。そこで、本モデルでは、市販二輪車初となる (Honda 調べ) 五つの要素 (出力応答特性、駆動力特性、変速特性、サスペンションの減衰力特性、ブレーキの前後制動力配分特性) を統合制御したシーン別ライディングモードを確立した。これにより、ライダーがそれぞれのシーンでさらに意のままに操れる走り特性の提供をおこなうことを実現した。

ABSTRACT

With its well-balanced riding comfort and sportiness, Honda's grand tourer model Gold Wing has gained good reputation for decades. In the 2018 Gold Wing GL1800, in addition to bringing the comfort and sportiness to a new height, a target was set to provide the rider with more performance benefits by offering selectable ride modes to adjust to various riding conditions such as the sport ride, the riding on suburban road, in rain, etc. To achieve the target, various factors such as the engine power response have to be altered. When the number of factors to alter increases, it is not easy for the rider to combine such factors and adjust to the riding conditions and rider needs. Accordingly developed in this model is world's industry first (according to Honda's research) new system for the motorcycle to allow the rider to select a ride mode for each condition by the integrated control of five factors (engine power response, characteristic of driving force, gear shift timing, suspension damping, front/rear brake force distribution). The newly-developed system provides the riding performance that allows the rider to control the motorcycle as the rider wants in various conditions.

1. まえがき

Gold Wing は、Honda モータサイクルのグランドツアラモデルである。前モデルである 5 代目 Gold Wing は、走りに関する快適性とスポーツ性という両面をバランスさせ、高く評価されていた。6 代目となる 2018 年モデル Gold Wing GL1800 では、「Gold Wing 史上で最も操って楽しいモータサイクル」を目指した。「最も操って楽しい」とは、ツアラとして正常進化するだけでなく、スポーツ走行、郊外路走行、雨天走行などの走行シーンにおいても、さらに意のままに操れる特性をライダーに提供することとした。すなわち Fig. 1 に示すように、ライダーが享受できる性能領域

を拡大することをねらった。それを実現するためには、サスペンションセッティングや出力応答特性などの要素を変更し、シーンに合わせて走りの特性を変化させる必要がある。しかし、Gold Wing はツアラとしてより幅広い走行シーンに適合させるため、多くの要素の変更が求められると考えた。また、変更する要素を増やした場合、それらの各特性を組み合わせ、走行シーンに適した設定に合わせ込むことは容易ではない。そこで、本モデルでは、各シーンでライダーが求める性能を達成させる五つの要素 (出力応答特性、駆動力特性、変速特性、サスペンションの減衰力特性、ブレーキの前後制動力配分特性) を抽出し、これらを統合制御する (二輪業界初、Honda 調べ) シーン別にライディ

*二輪 R&D センター

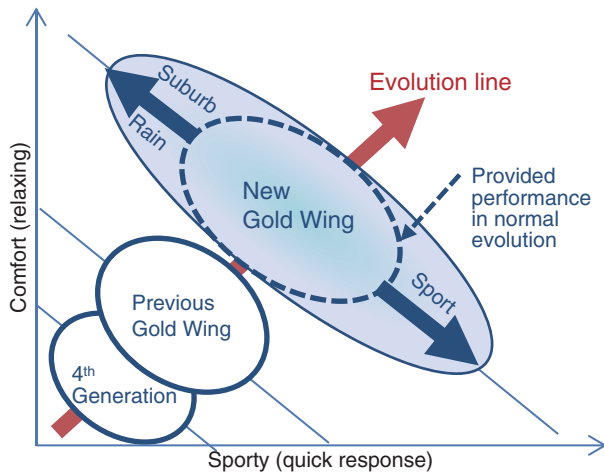


Fig. 1 Target zone

ングモードを選択できるシステム（以下、シーン別ライディングモード）を開発した。本稿では、そのシステムの詳細について解説する。

2. 開発のねらい

6代目 Gold Wing では、さまざまなシーンにおいて快適性とスポーツ性のバランスが取れた走りの特性を TOUR モードと設定した。その TOUR モードをベースとし、その他代表的な走行シーンに合わせた SPORT, ECON, RAIN の三つのライディングモードを設定した。これらのモードはライダーが走行中にスイッチで選択できるようにすることで、ライダーが享受できる性能の領域を拡大することをねらった。各モードの想定シーンと走りの特性イメージを Table 1、走りの特性のポジショニングを Fig. 2 に示す。TOUR モードをベースとした、各モードの具体的なねらいを以下にする。

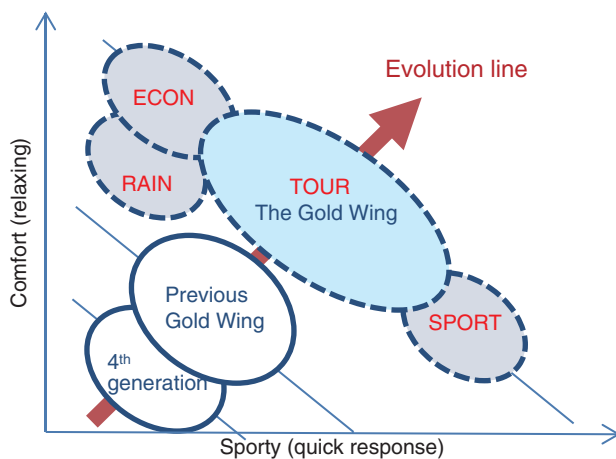


Fig. 2 Performance positioning image

Table 1 Presumed conditions and riding characteristics

Mode	Condition	Characteristic
TOUR	Versatile	The most balanced in various situations (The Gold Wing)
SPORT	Winding / Solo riding	Exciting with quick response
ECON	Suburb / Congested (urban)	Comfort and relax with mild response
RAIN	Wet / Dirt	More secure in low μ road condition

- (1) SPORT モード：加速性能などの動的性能の向上
- (2) ECON モード：静粛性の向上などの快適性の向上、および燃費性能の向上
- (3) RAIN モード：滑りやすい路面での後輪グリップの確保などによる安心感の向上

3. 達成手法

ここでは、各ライディングモードのねらいを達成するための手法について説明する。本システムはマニュアルトランスミッションモデル、Dual Clutch Transmission (DCT) モデル共に採用されているが、本稿では DCT モデル搭載のシステムについて解説する。

3.1. 技術手段

ライダーが求める性能を達成するための要素を、各モードの代表的な走行から抽出し、技術手段を選定した。Fig. 3 に各モードにおける五つの要素に対応する技術手段を示す。

3.1.1. SPORT モード

ワインディングロードなどで、よりスポーティな走行をおこなう場合には、コーナ入り口までの減速区間では、短い時間で確実な変速操作やブレーキ操作で車体を安定させてコーナへの進入準備をすることが求められる。この場合、変速特性、前後ブレーキ制動力配分特性、サスペンションの減衰特性が車体の安定性に寄与する要素となる。

また、コーナ出口の加速区間では、より高い加速を得るためにタイヤのスリップを誘発させないようにスロットルグリップ操作と適切な変速操作タイミングが求められる。この場合、スロットルグリップ操作に対する出力応答特性や、駆動力特性、変速特性が、加速特性に寄与する要素となる。

3.1.2. ECON モード

ECON モードは、渋滞路や郊外路に適した走行を想定している。渋滞路では、発進と停止の繰り返し操作がおこなわれるため、スロットルグリップ操作に対する車体挙動の

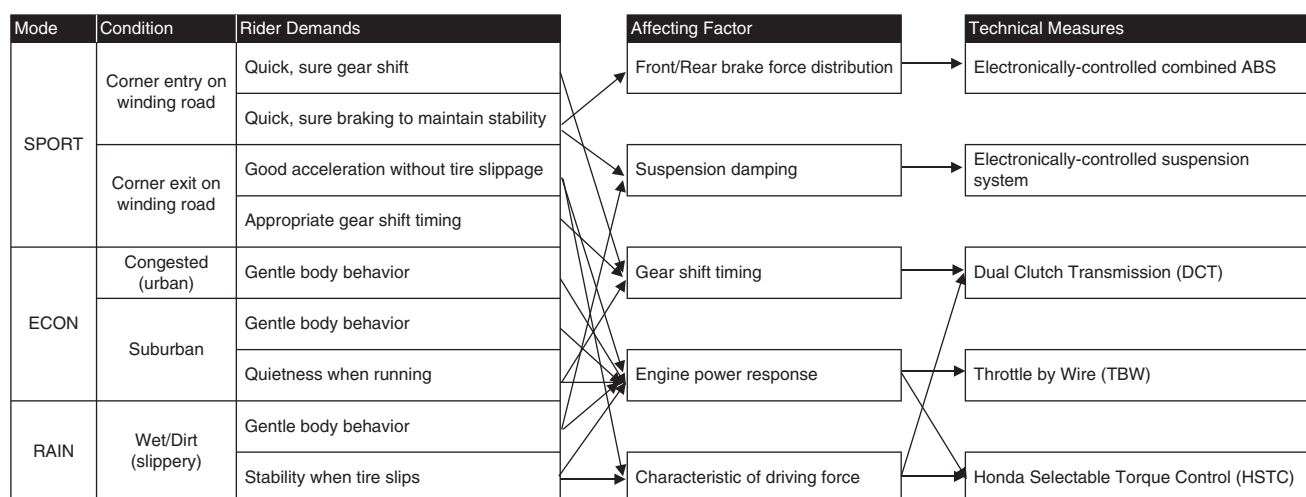


Fig. 3 Technical measures to adjust five factors to demands of each mode

変化が穏やかであることが求められる。この場合、スロットルグリップ操作に対する出力応答特性が車体挙動変化に寄与する要素となる。また、郊外路で車速 100 km/h 以下でゆったりと走行するクルージングの際には、穏やかな車体挙動の変化に加えて静粛性も重要であり、走行中の騒音の低減が求められる。この場合、変速特性がエンジン騒音の低減に寄与する要素となる。

3.1.3. RAIN モード

滑りやすい路面でより高い安心感を得るためには、ECON モード同様にスロットルグリップ操作に対する車体挙動の変化が穏やかであることが望まれる。また、急激なスロットルグリップ操作でリヤタイヤが滑った際の車体の安定性も求められる。この場合、スロットルグリップ操作に対する出力応答特性や、サスペンションの減衰力特性、

スリップ時の駆動力特性が、車体挙動の変化とスリップの低減に寄与する要素となる。

以上から、各モードにおいて、ライダーが求める性能に寄与する、出力応答特性、駆動力特性、変速特性、サスペンションの減衰力特性、ブレーキの前後制動力配分特性の五つの要素を抽出した。

3.2. 制御システム

五つの技術手段を同時に制御するシステムについて Fig. 4 に示す。各デバイスを制御するコントロールユニット間の通信は CAN 通信を使い、統合制御ができる構成とした。各モードの選択は右手ハンドルスイッチでおこない、走行中においても選択でき、その後、スロットルグリップをいったん全閉にすると切替え完了となる。

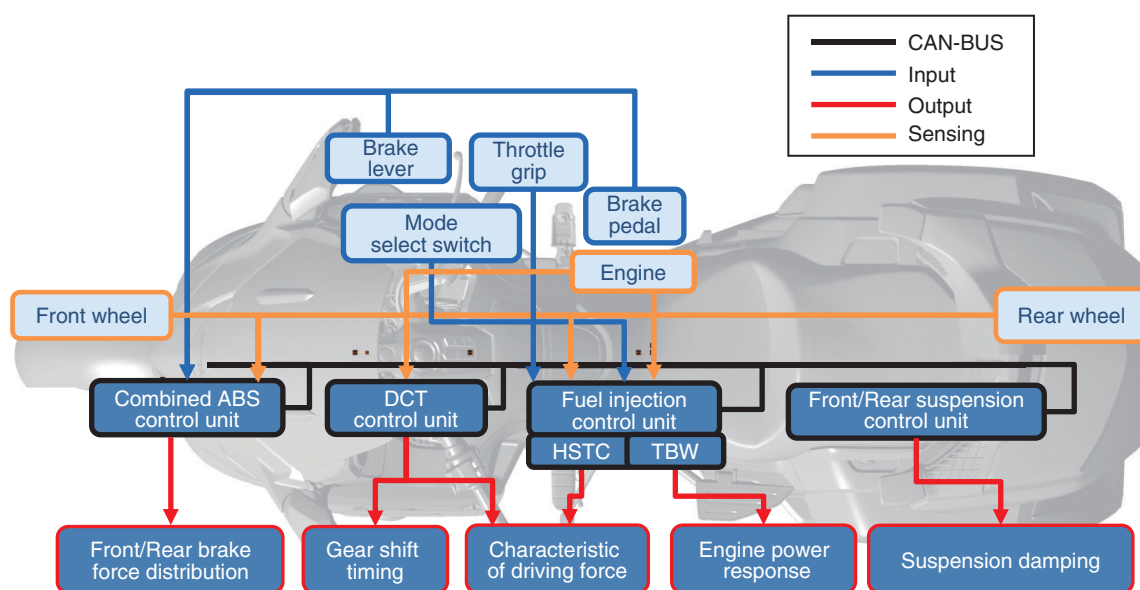


Fig. 4 Overview of system to control five factors

4. 各モードにおける制御項目の設定

SPORT, ECON, RAIN の各モードのねらいに対し、それぞれの技術手段の制御内容について述べる。

4.1. スロットルバイワイヤシステム (TBW)

TBW は、Fig. 5 に示すように、右手ハンドルスイッチハウジング内のアクセラレータポジションセンサ (APS) によって検出されたスロットルグリップ開度とエンジン回転数等からスロットルバルブ開度を決定し、エンジンの出力特性を制御するものである。あるエンジン回転数における、スロットルグリップ開度に対する各モードの出力特性の関係を Fig. 6 に示す。ベースである TOUR モードに対して、SPORT モードは高い加速性能をより楽しむように、スロットルグリップ開度に対する出力の立ち上がり特性を急峻にした。ECON モードはスロットルグリップ操作に対する出力変化が過敏にならないように、出力の立ち上がり特性を穏やかにした。また、RAIN モードは滑りやすい路面でも安心感が得られるように、スロットルグリップ開度に対する出力の立ち上がりを ECON モードよりもさらに穏やかにした。以上のような、出力特性を得るための、

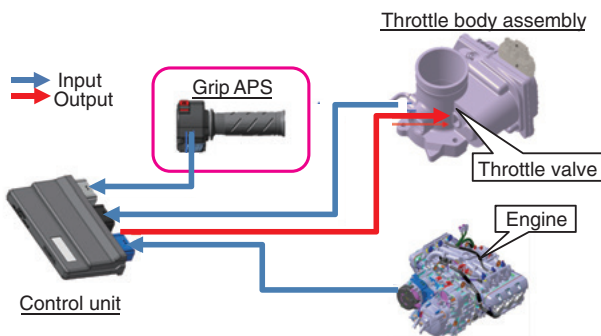


Fig. 5 TBW system

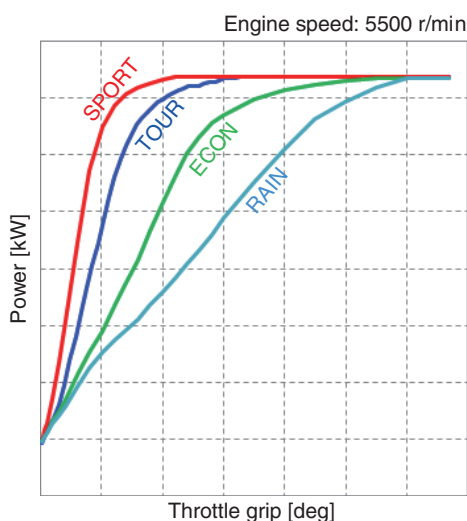


Fig. 6 Engine power characteristic in each mode

スロットルグリップ開度とスロットルバルブ開度の関係 (TBW 特性) を Fig. 7 に示す。

4.2. Honda セレクタブルトルクコントロール (HSTC) システム

HSTC は、前後輪のホイールに設置した車輪速センサの車速信号から後輪のスリップ率を算出し、スリップ率がしきい値を超えた場合にエンジントルクをコントロールすることで後輪の過剰なスリップを抑制するシステムである。エンジントルクは TBW によるスロットルバルブ開度と、燃料噴射量によりコントロールされる。このシステムは、スリップ率がしきい値を超えると最初に TBW による制御が開始され、さらにスリップ率が増加し、次のしきい値を超えた場合に燃料噴射による制御が追加される 2 段階の制御となっている。

このシステムを用いた各モードにおけるスリップ率とエンジントルクの関係を Fig. 8 に示す。オンロードのツアラモデルという特性上、スリップ率のしきい値については、すべてのモードで同一とした。エンジントルクのコ

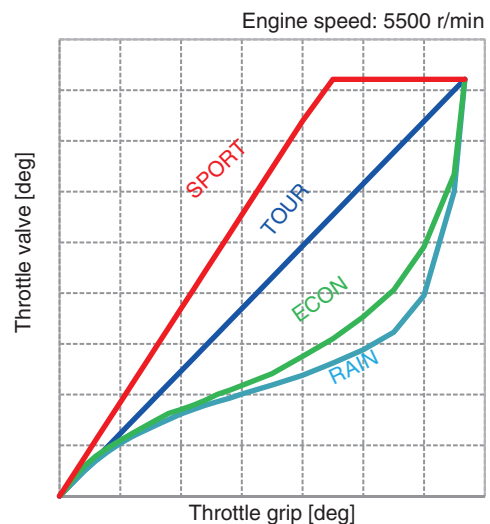


Fig. 7 TBW characteristics

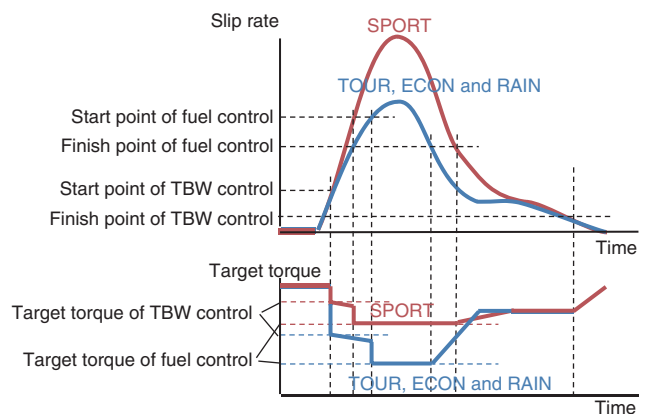


Fig. 8 Slip ratio threshold and target torque

ントロール目標値については、SPORTモードとその他のモードで違いを設けている。滑りやすい路面でのスリップ収束を優先したTOURモードに対し、SPORTモードにおいてはスリップ中でも高い加速ができるように目標トルクを高く設定した。また、ECONモードとRAINモードは、TOURモードに対し同一の設定値であるが、前述のとおりTBWによるスロットルグリップ開度に対する出力応答を穏やかな特性としており、よりスリップが発生しにくい特性となっている。

4.3. 電動アジャストサスペンションシステム

電動アジャストサスペンションシステムは、ショックアブソーバのダンピングアジャスタにステッピングモータを配置することにより、前後サスペンションシステムの減衰特性を変更するものである。Fig. 9に前後ショックアブソーバの減衰特性を示す。テンションの減衰力特性のみを変更した。前後共にベースのTOURモードに対し、SPORTモードはよりハードな減速や加速による車体挙動変化を抑制するために、減衰力特性を高く設定した。また、RAINモードについては、タイヤの路面接地圧変化を低減するために、減衰力特性を低く設定した。

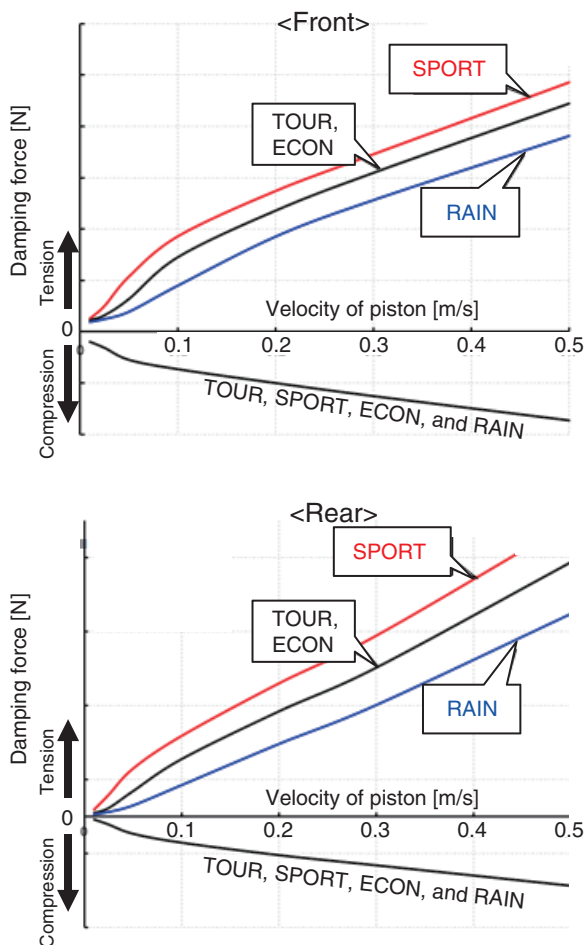


Fig. 9 Damping characteristics of front and rear shock absorbers

4.4. 電子制御式コンバインドABSシステム

ブレーキシステムには前後輪の制動力配分を最適化するデュアルコンバインドブレーキシステム⁽¹⁾にABSシステムを加えた電子制御式コンバインドABSを採用した。このシステム概略をFig. 10に示す。フロントレバー操作時には、前輪の制動力を発生させ、同時に昇圧機能付のABSモジュレータによりリヤキャリパの液圧を昇圧することで後輪の制動力も発生させている。また、リヤブレーキペダル操作時には、リヤブレーキのマスタシリンダ液圧はモジュレータ内部で前後の液圧制御をおこなわれた後、前後のキャリパに分配される。

SPORTモードでは、より高い減速度に対して過度な車体ピッチングを抑制するために、フロントレバー操作時のリヤの制動力を高く設定した。Fig. 11にフロントレバー操作時のリヤキャリパ圧特性を示す。

4.5. シーン別ライディングモードによるDCT制御の違い

DCTは、マニュアルトランスミッションが持っているダイレクトな駆動力伝達はそのままに、オートマチックトランスミッションの操作性を付加させたシステムである。Gold Wing用DCTについては「2018 Gold Wing用7速

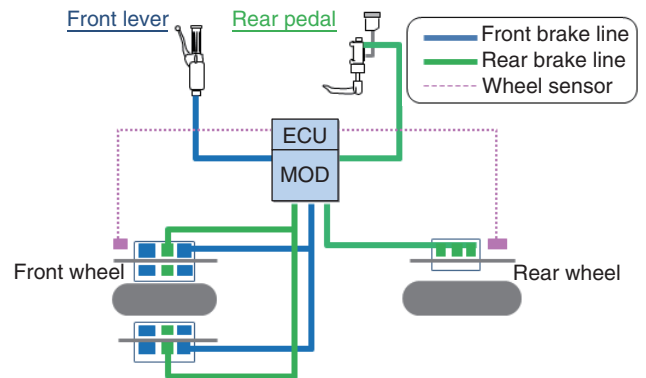


Fig. 10 Electronically controlled combined ABS

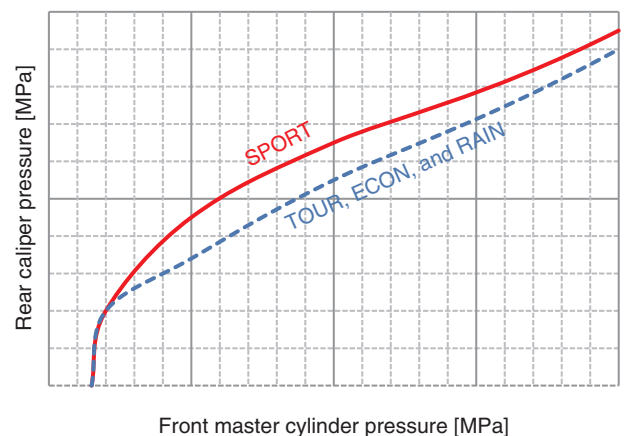


Fig. 11 Rear brake pressure when front brake lever is held

Table 2 Setting of each item in each mode

Mode	Condition	Characteristic	Engine power response (TBW)	Characteristic of driving force (HSTC)	Gear shift timing (DCT)	Suspension damping (Suspension)	Brake force distribution (Combined ABS)
TOUR	Versatile	The most balanced in various situations (The Gold Wing)	Throttle grip $\approx$ Throttle valve Response = Normal	Controls torque at rear wheel slip Control amount = Large	Optimum low speed cruise Shift timing = Normal	Offers riding comfort in various situation Damping force = Normal	Controllable brake characteristics having stable performance Rear brake pressure = Normal
SPORT	Winding Solo riding	Exciting with quick response	Throttle grip < Throttle valve Response = Quicker	Controls torque at rear wheel slip Control amount = Small	Holds gear up to high engine revolution Shift timing = Later	Controls pitching Enhances stability at acceleration/deceleration Damping force = Higher	Brake characteristics coping with frequent acceleration/deceleration Rear brake pressure = Higher
ECON	Suburb Congested (urban)	Comfort and relax with mild response	Throttle grip > Throttle valve Response = Milder	Controls torque at rear wheel slip Control amount = Large	Shift up at earliest timing Shift timing = Earliest	Offers riding comfort in various situation Damping force = Normal	Controllable brake characteristics having stable performance Rear brake pressure = Normal
RAIN	Wet/Dirt	More secure in low μ road condition	Throttle grip > Throttle valve Response = Mildest	Controls torque at rear wheel slip Control amount = Large	Shift up at earlier timing Shift timing = Earlier	Reducing changes of tire contact area on road surface Damping force = Lower	Controllable brake characteristics having stable performance Rear brake pressure = Normal

DCT の開発⁽³⁾にて述べる。ここでは各ライディングモードでの変速特性とアダプティブクラッチ容量制御について述べる。

変速特性のうち、変速スケジュールについてはライディングモードごとに以下のように設定した。SPORT モードにおいては、ベースである TOUR モードに対して、より高いエンジン回転数で変速する設定とすることで、低いギヤを維持し、より高い加速特性を楽しむようにした。ECON モードは、より低いエンジン回転数で変速する設定とすることで、早く高いギヤへ移行させ、より静粛性、燃費性能を高めた。RAIN モードは、スロットルグリップ操作に対して緩やかな車速のコントロール性と、滑りやすい路面での扱いやすさ向上のために、低速側のギヤでは

ECON モードに近い低いエンジン回転数で変速することで後輪駆動力を抑えた。一方、高速側のギヤでは TOUR モードに近い高めのエンジン回転数で変速することでスロットルグリップを閉じたときに、滑りやすい路面でのエンジンブレーキを適切な強さとした。Fig. 12 にモード別の変速エンジン回転数を示す。

DCT はドグクラッチ式トランスミッション採用している。ドグクラッチは回転方向に遊び角を持っている。そのため、スロットルグリップ開閉時にドグの衝突で生じる大きな後輪トルク変化により、車体挙動変化が発生する。この対応としてアダプティブクラッチ容量制御を付加した。アダプティブクラッチ容量制御は、スロットルグリップ開閉時にクラッチトルクを定常時に対して下げる制御⁽²⁾である。これにより、瞬間的にクラッチをスリップさせ、ドグが衝突時に発生する大きな後輪トルク変化を緩和させている。Fig. 13 に示すように、RAIN モードにおいては、TOUR モードに対して 10% 低く設定した。これにより、スロットルグリップ操作に対してより穏やかな後輪トルク変化とした。さらに、前述の Fig. 7 に示した TBW 制御特性と併せて、滑りやすい路面での扱いやすさを向上させている。一方 SPORT モードでは、TOUR モードに対しクラッチトルクを 5% 高い設定とした。これによりスロットル操作に対してショックを緩和しつつも、よりダイレクトなフィーリングを実現した。

以上、各モードにおける制御項目の設定について述べた。

各モードにおける各要素のセッティング一覧を Table 2 に示す。

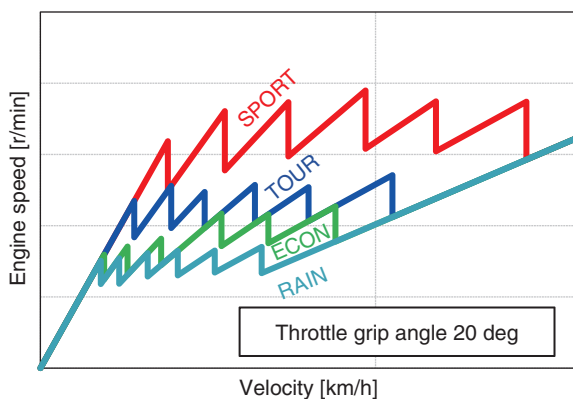


Fig. 12 Shift timing in each mode

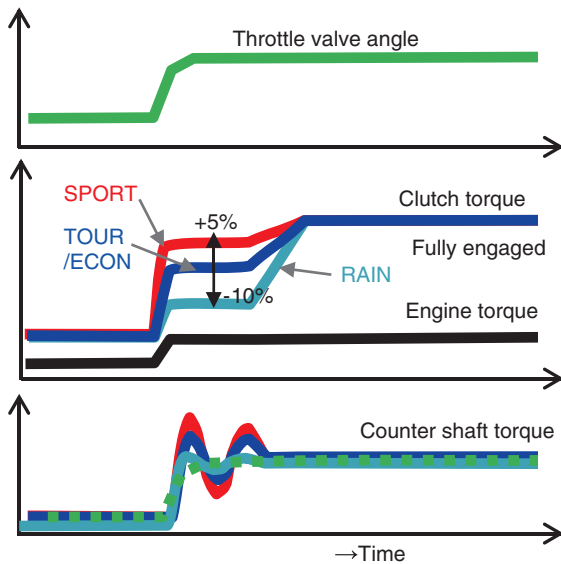


Fig. 13 Adaptive clutch torque in each mode

5. 走りの性能向上効果

各モードで設定した制御の効果について述べる。

5.1. SPORT モード、動的性能の向上

SPORT モードによる動的性能向上の代表例として加速性能がある。Fig. 14 に加速性能の確認結果を示す。試験モードは、ワインディングロードのコーナ出口や、US の一般的なフリーウェイへの合流シーンを想定した。75 km/h (45 mph) 定速走行からスロットルグリップを1秒間で75%まで開け、120 km/h (75 mph) に到達する時間を測定した。SPORT モードでは、TOUR モードに対し120 km/h

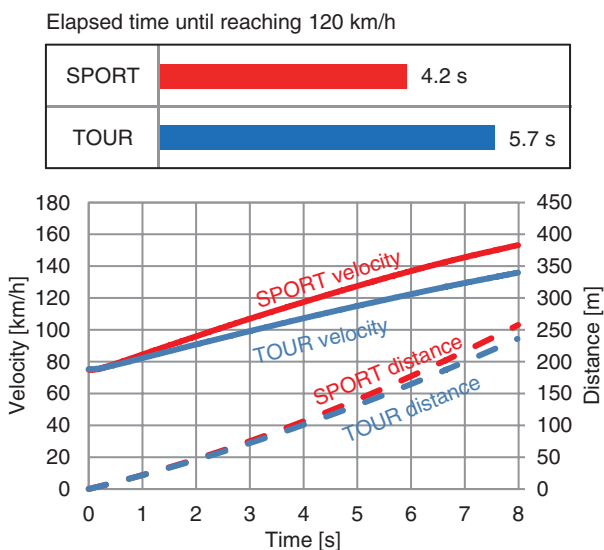


Fig. 14 Acceleration performance

(75 mph) に到達する時間が1.5秒短縮することができた。この理由は、Fig. 15 に示すように、同一条件でスロットルグリップを開けても、TOUR モードではスロットルバルブの開度は80%に制御されているが、SPORT モードでは100%となることと、DCT の変速制御により、加速時のギヤポジションが1段低いことにより高い加速性能を得ているためである。

5.2. ECON モード、快適性と経済性の向上

ベース TOUR モードに対する ECON モードの快適性と経済性向上の効果を確認するために、ライダー耳元騒音と燃費を確認した。Fig. 16 に一定車速走行時 (75 km/h) におけるライダー耳元騒音計測結果を示す。試験方法は US の一般的な郊外路のクルーズ走行を想定した。ECON モードではライダー耳元の騒音値を3 dB (3.6%) 低減できた。これは、DCT による変速特性制御により、TOUR モードに対し、走行中のギヤポジションを1段高く設定し、エンジン回転数を低下させることで達成している。次に Fig. 17 にモード走行燃費結果を示す。試験には US を代表とする LA4 モードと国際基準の WMTC モードを用いた。DCT による変速特性制御により燃費測定モード走行時に ECON モードは

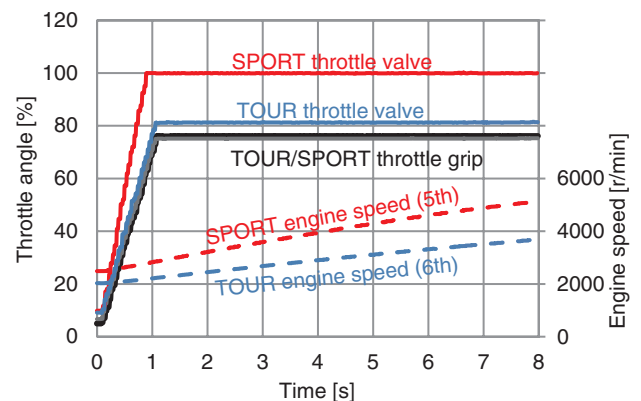


Fig. 15 Throttle angle and engine speed in each mode

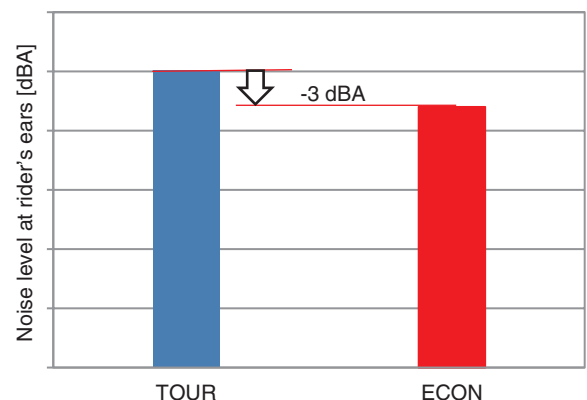


Fig. 16 Noise at rider's ears

より高いギヤで走行可能な変速スケジュールに設定しているため、それぞれのモードで約 3% 向上できた。

5.3. RAIN モード、安心感の向上

RAIN モードによる安心感の向上を示す代表例としてリヤタイヤのスリップ収束性能がある。Fig. 18 にスリップ収束性能を確認した結果を示す。試験方法としては、路面 μ が 0.4 の中 μ 路で、1 速ギヤを使用し、最大トルクを発生するエンジン回転数の 80% である車速 35 km/h 付近からスロットルグリップを 0.3 秒で全開にする。その際に、いったん上昇したリヤタイヤのスリップ率が、トルクコントロール開始後にスリップ率 30% に収束するまでの時間を測定した。RAIN モードでは収束時間が最も短い約 200 msec

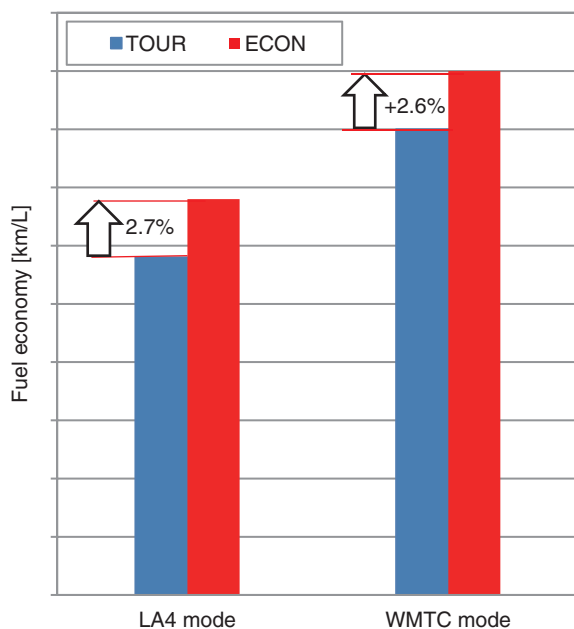


Fig. 17 Fuel consumption

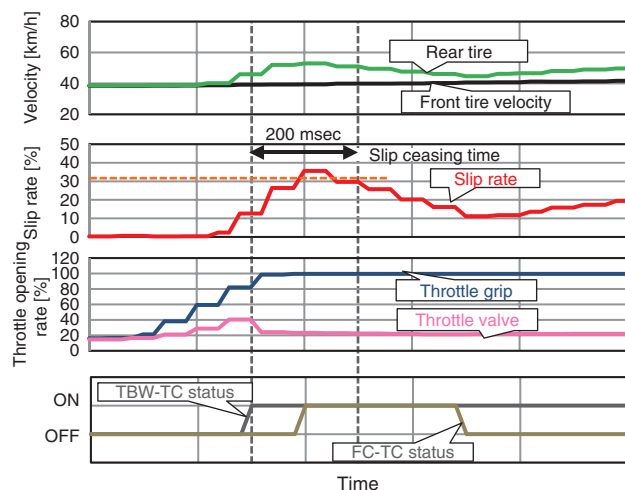


Fig. 18 Test result of tire slip ceasing

msec となることが確認できた。また、他のモードにおいても安心感を得られる収束時間となっている (SPORT モードは約 300 msec, TOUR, ECON モードは約 250 msec)。

6. まとめ

シーン別ライディングモードの開発のねらいであった以下の 3 項目を達成し、ライダーが享受できる性能領域の拡大を実現させることができた。

- (1) SPORT モードでは、TOUR モードに対し定常走行からの加速性能の向上が得られ、動的性能向上が確認できた。
- (2) ECON モードでは、TOUR モードに対し定常走行時の耳元騒音低減、および、モード燃費走行における燃費向上が得られ、快適性、および、経済性向上が確認できた。
- (3) RAIN モードでは、TOUR モードに対し中 μ 路でのスリップ収束性向上効果が得られ、安心感の向上が確認できた。

市販二輪車初となる (Honda 調べ) 五つの要素 (出力応答特性、駆動力特性、変速特性、サスペンションの減衰力特性、ブレーキの前後制動力配分特性) を統合制御したシーン別ライディングモードを確立した。これにより、ライダーがそれぞれのシーンでさらに意のままに操れる走り特性の提供をおこなうことを実現した。

参考文献

- (1) 西川豊, 南里武彦, 竹野内和也, 谷一彦, 高柳眞二, 深谷修一: プレーキバイワイヤシステムを用いたスポーツ二輪車用 ABS の開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.65-09, p.15-18, (2009)
- (2) 横川幸生: 二輪車用 DCT システムの紹介, 自動車技術, 71 巻 9 号, p.33-38, (2017)
- (3) 平山琢, 横川幸生, 藤本靖司: 2018 Gold Wing 用 7 速 DCT の開発, Honda R&D Technical Review, Vol.30, No.2, p.29-35

著者



楠田 篤志



横川 幸生



中井 一穂