

二輪車用ナビゲーションシステムの開発

Development of Motorcycle Navigation System

村澤 直 喜*

Naoki MURASAWA

西 本 修*

Osamu NISHIMOTO

鈴木 浩 二*

Koji SUZUKI

池 上 健太郎*

Kentaro IKEGAMI

安 藤 正 訓*

Masakuni ANDO

盛 田 裕 之*

Hiroyuki MORITA

要 旨

世界で初めて二輪車用標準装備としてナビゲーションシステムを Gold Wing に搭載した。高い走行性能や流麗な外観等, Gold Wing がねらいとする全体コンセプトを崩すことの無いよう, 構成部品は小型軽量化し車両の適所にレイアウトした。二輪車の運転に適したルートガイドとわかりやすく, 使いやすい Human Machine Interface(HMI)を採用した。また, 高速走行でも聞き取りやすい音声ガイドとするため, 高出力のオーディオシステムを装備した。これらの結果, Gold Wing の持つロングツアアとしての魅力をさらに高めた。各構成部品は, 熱, 水, 振動など二輪車特有の苛酷な走行環境に対応して, それぞれに熱対策や防水構造を施し, コントロールユニット内に設けられた地図記憶媒体には小型で耐振性の高い半導体メモリを採用した。

ABSTRACT

For the first time, a navigation system has been installed on the Gold Wing as a standard motorcycle equipment. The system has been installed without affecting the overall concept of the Gold Wing, which includes excellent driving performance and a flowing external appearance. Components were designed smaller and lighter to achieve this. By making route guidance easy to understand and the Human-Machine Interface (HMI) easy to use, the appeal of long-distance touring model has been further enhanced. All components were designed with heat and vibration resistance as well as waterproof to allow proper function for withstanding the severe driving conditions of a motorcycle. A compact vibration-resistance semiconductor memory was applied for the map storage media.

1. まえがき

1981年にHondaが自律航法による四輪車用ナビゲーションシステムを発表して以来, 自動車, 電器のさまざまなメーカーが, その可能性を模索し, 各社はGlobal Positioning System (GPS)測位を土台にそれぞれ独自の思想と技術でナビゲーションシステムを製品化するようになった。1990年代中盤から後半にかけて地図記憶媒体がCD-ROMからDVD-ROMに移行し実用性が大幅に上がったが, このころから急速にユーザの関心も高まり, 各社のナビゲーションシステムの開発は一気に加速していった。近年, それらはナビゲーションの枠を超え, 地図記憶と音楽記憶を共有するHard Disc Drive (HDD)を搭載するものや, 各自動車メーカーの提供するウェブサーバとの相互通信をおこないさまざまな情報を得るテレマティクスサービス機能を搭載したもの, ち密な3D描画で視

覚的なエンターテインメント性を持たせたものなど, 先進的なナビゲーションシステムを装備することで自動車そのものの魅力を大幅に高めるまでに進化してきた。

二輪車においてもツアamodelを中心に同様の付加価値を求める声が高まってきている。二輪車においては四輪車と比べ車両に部品の搭載スペースが少ないので小型軽量なシステムが要求される。こうした理由から, 四輪車用ナビゲーションシステムをそのまま使えないのが現状であり, 二輪車標準装備としてナビゲーションシステムを搭載したモデルはなかった。一方, アフタマーケットにおいてはポータブルナビゲーションシステムを二輪車のハンドル周辺に後付けするタイプはあったが, これらを経験した二輪車ユーザからはデザインの一体感があり, ツーリングユースにおいて, シンプルでわかりやすく使いやすいナビゲーションシステムを求める声が高まった。

*二輪開発センター

我々はこれらの背景を踏まえ、二輪車用として今後の指針と成り得るナビゲーションシステムを Gold Wing をベースに開発することにした。本稿でこの技術について紹介する。

2. 開発のねらい

開発にあたり、ターゲットモデルとして、北米向け Gold Wing を選定した。ロングツアアであり、ナビゲーションシステムの搭載が直接的にこのモデルの商品魅力を高めることが予想されたこと、ベースモデルから音声案内に必要な不可欠なオーディオシステムを搭載していること、比較的大柄な車体構成となっているので部品の搭載性に余力があったことがその理由である。

このモデルの持つ全体コンセプト⁽¹⁾を保ちながら、Gold Wing のユーザ層にとって使いやすく、案内性能のしっかりしたシンプルなナビゲーションシステムとすることをねらいとした。

開発の目標は以下のとおりである。

- (1) 二輪車(Gold Wing)の走行性能、外観魅力を損なわない小型軽量のシステム
- (2) 二輪車の使用環境に対応した高い信頼性を有するシステム
- (3) 二輪車の走行環境でも不具合なく見やすいディスプレイ
- (4) 二輪車の運転に支障をきたさないように配置された使いやすいスイッチ類
- (5) 二輪車の走行環境でも十分な音量を持ち、聞き取りやすい音声仕様
- (6) 二輪車の走行条件、高い機動性に見合ったルートガイド性能

(7) HMI は Honda 四輪車と画面構成と色使いの観点で統一感を持たせシンプルな仕様

3. システムの全体構成

Gold Wing が持つハンドリング性能、動力性能を極力崩さないよう、構成部品は徹底的に小型、軽量化を図った。ナビゲーションシステムの配置を Fig. 1 に示す。

システムの構成部品を搭載するにあたり Gold Wing が持つ外観魅力を損なわないよう、メータやバイザ、スイッチ類をデザインした。GPS アンテナはメータバイザ内に置き、露出しないようにした。ディスプレイは全体から見てアンバランスとならないサイズを選定した上でスピードメータと一体型にして、その上から一体的にデザインされたバイザを持つメータカバーをかぶせた。スイッチ類もベース車が装備する他のスイッチ類のデザインと統一感を持たせた。ナビゲーションシステムの外観を Fig. 2 に示す。



Fig. 2 Navigation system appearance

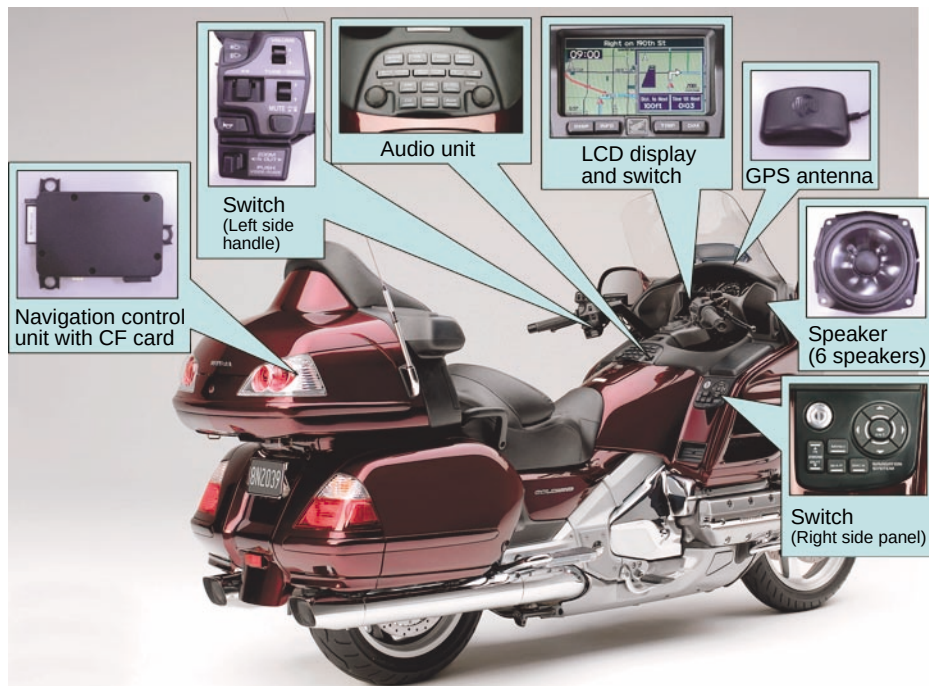


Fig. 1 Navigation system layout

4. システムの特徴

4.1. ディスプレイ

4.1.1. ディスプレイの搭載位置

ディスプレイの搭載は、試作段階で走行検証を十分におこない、運転操作に支障がない位置としてコンビネーションメータ下部を選定した。

4.1.2. ディスプレイの視認性

ルーフのない二輪車において、ライダーはディスプレイをオープンエアの走行環境で見なくてはならない。そのため、四輪車と比べると、ディスプレイに対する外光のレベルが日向と日陰では激しく変化し、昼と夜でもその差は大きく見やすさに大きく影響する。本ディスプレイはディスプレイ直上に風雨、埃除けのためのクリアレンズを設けた。このクリアレンズはライダーの視線に対して太陽光の反射や空の映り込みが投影されないようレンズ面を湾曲させた。また、ディスプレイモジュールには外光のレベル変化に強い半透過半反射型 Thin Film Transistor(TFT)式カラー Liquid Crystal Display(LCD)を採用した。さらに昼、夜のそれぞれの外光レベルに対し適正な視認性を確保し得る LCD バックライトの輝度を走行検証し、この結果を元に昼モード用輝度、夜モード用輝度を設け、それらがGPSの時刻情報とリンクし自動で切り替わるように設定した。また、マニュアルでも輝度変更が可能な仕様とすることで薄暮と夜間雨天走行時に対応した。

4.1.3. ディスプレイの耐熱信頼性

二輪車は炎天下で使用されることもあり、このような条件下では、クリアレンズ内の雰囲気温度が上昇し、液晶面の太陽光による蓄熱とバックライトに用いられる冷陰極管(CCT)の発熱で LCD モジュールは過度の温度上昇を伴う。液晶部が動作限界温度を超えた場合には液晶面は反射光とバックライト光のいずれも偏光フィルタを通過できなくなる、いわゆる黒化の症状となり画像が見えなくなることが懸念されていた。開発の初期段階で、真夏の直射日光下の走行試験をおこなったところディスプレイの黒化が発生した。対策として、ディスプレイ表面温度を下げるため、ヒートシンクを取り付けた。このヒートシンクは2本の支柱と放熱部によって構成される。支柱はLCDモジュールに接しており、放熱部には十分な放熱面積を稼ぐために約300本の角柱を設けた。さらに液晶部の温度をサーミスタにより検出し許容限界温度を超えた場合はCCTの動作を制限する仕様を採用した。その結果、炎天下の走行でも黒化しない高い信頼性を持たせることができた。Fig. 3 にコンビネーションメータの配置を示す。

4.2. コントロールスイッチ

スイッチを設計するにあたり、下記を具体的な目標とした。

(1)乗車姿勢で操作が容易なこと

(2)誤操作や他のスイッチとの干渉なきこと

(3)切替え時、操作感、クリック感が明確に体感できること

(4)表示の視認性は良好なこと

(5)外観デザインにマッチしていること

メニュー操作など停車中におこなうべき機能と、音声リピートや、地図のズームなど走行中に操作をおこなう必要がある機能を切り分け、それぞれに対応したスイッチを新作して適所に配置した。メニュー操作に必要な上下左右の矢印スイッチや ENTER スイッチなどを車両右側に集約し搭載した。冬用グローブ装着時でも確実に操作できるスイッチ形状、大きさ、ストロークとした。走行中に操作の必要なスイッチは左ハンドルに追加した。同じく、グローブをはめた手でも操作しやすいよう工夫した。

ナビゲーションパネルスイッチを Fig. 4 に示す。左側ハンドルスイッチを Fig. 5 に示す。

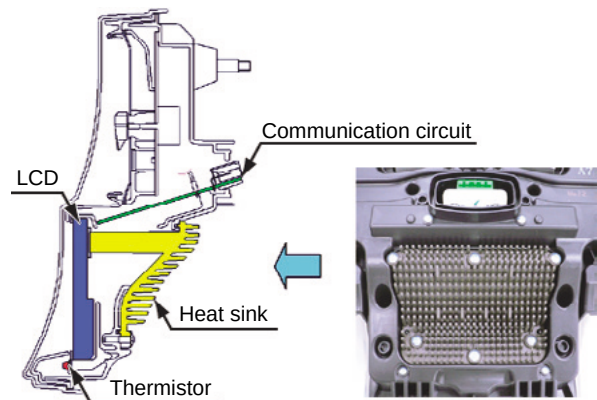


Fig. 3 Combination meter inside layout and aspect



Fig. 4 Navigation panel switches



Fig. 5 Left handle switches

4.3. コントロールユニット

4.3.1. コントロールユニットの特徴

二輪車の走行環境において電子部品は熱、水、振動そしてノイズの影響を十分に考慮する必要がある。これらの影響を少なくするため、コントロールユニットはエンジンに代表される熱源から遠く、被水の可能性のないリヤトランク内に設置し防振処理を施した。エンジンの点火ノイズやモータ、アクチュエータから発生するノイズなどに対応するため、コントロールユニット回路の入出力段にはノイズフィルタを設け、メータとの通信ラインにはシールド線を採用した。ナビゲーションコントロールユニットの配置を Fig. 6 に示す。

コントロールユニットは走行中の突発的な衝撃に対応するため、ハードウェアは機械系部品を一切使用しない半導体部品による構成とした。通常、地図データの格納に使用されている CD/DVD-ROM や HDD のような回転部を一切持たない Compact Flash memory(CF)を使用したことが大きな特徴である。これにより、熱や振動に影響されないデータへのアクセス信頼性も確保でき、さらに、暗電流の低減も図れた。

コントロールユニットはナビゲーション機能だけではなく下記に示す車両の状態を表示できるシステムとした。そのため、オーディオ状態、外気温度、サスペンションプリロードレベル、キー入力といった外部信号についてはメータ内のマイクロコンピュータにて情報を集約し、コントロールユニットに入力される仕様とした。

- ・各種機能の表示
- ーオーディオ状態

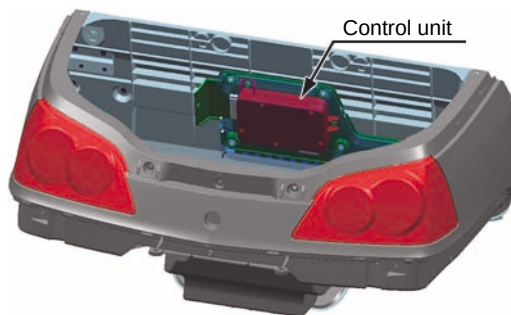


Fig. 6 Navigation control unit layout

(ラジオ受信：周波数表示，CD：再生経過時間表示，CB無線：送受信状況表示)

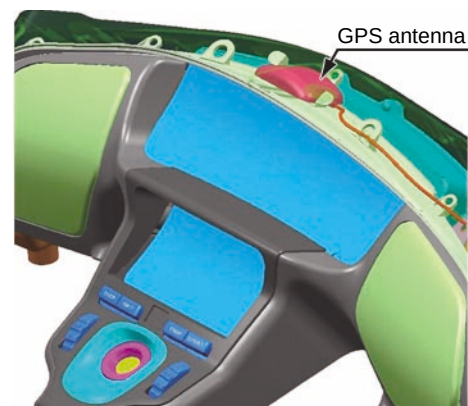
- ーSPA(Suspension Preload Adjustment：車高調整)レベル調整状態表示
- ーメータ機能表示(オド表示，トリップ表示，時計表示)
- ートランク開状態表示
- ー外気温度表示
- ーオープニング／エンディングセレモニー表示

コントロールユニットを含めたナビゲーションシステムのブロック図を Fig. 7 に示す。GPS アンテナの配置と仕様を Fig. 8 に示す。

また、システム制御プログラムはコントロールユニット本体にある内蔵フラッシュメモリ内に格納され、CFからバージョンアップソフトウェアをロードすることが可能な設計とし、将来のシステムソフトウェアバージョンアップに対応するようにした。

4.4. ソフトウェア

プログラムはナビゲーションシステムの主要機能である現在地表示を基本とし目的地設定をおこなうための施設検索(ホテル、レストラン、Honda ディーラなど)、その他の



Receiving system: 12 channel parallels
Receiving frequency: 1575.42 MHz (L1-band)
Receiver sensitivity (acquisition): -138 dBm
Receiver sensitivity (tracking): -145 dBm
Co-ordinate system: WGS-84 standard
Measuring cycle: 1 time/1 sec
(Estimate measuring cycle: 0.5 sec after measured)

Fig. 8 GPS antenna location and specifications

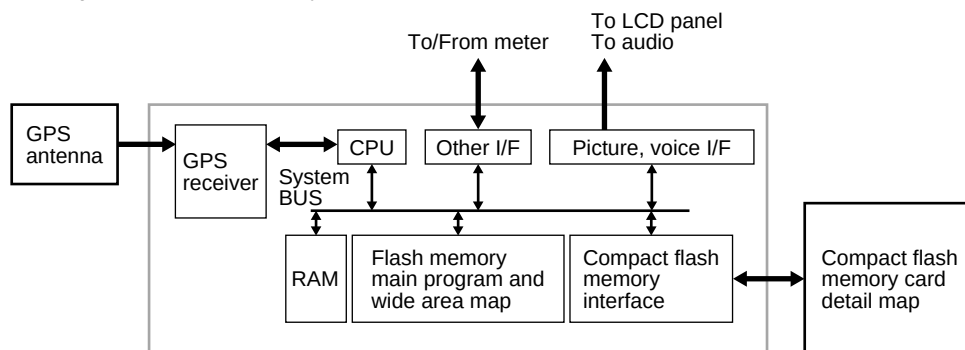


Fig. 7 Navigation system block diagram

検索結果をもとに目的地までの経路検索をおこなう仕様とした。目的地までの経路案内として交差点拡大図、音声案内、及び誘導路を外れた場合のオートリルート機能などを持っている。付加機能として、ソフトウェアバージョンアップがあり、現状よりも新しいシステムソフトウェアの入ったコンパクトフラッシュを挿入することで自動的にアップデートが適用される仕様とした。

また、衛星の受信周期(1秒/回)を補間するために、簡易予測航法として0.5秒毎の予測測位を実施し交差点ポップアップでの自転車アイコンの動きをスムーズにしている。また、衛星が受信できなくなった環境下においても、それまでに受信できていた位置情報と自転車の車速パルスに基づき30秒間のマップマッチングをおこない自転車位置表示の更新をおこなうプログラムとした。この予測航法を実現するため、自転車の速度基準は車速パルスとし、GPSからのデータのみで表示位置更新をおこなわない仕様とした。

4.5. 音声仕様

オープンエアで高速走行をおこなうことを前提にベースモデルに比べよりパワフルなオーディオシステムを搭載した。クリアで聞き取りやすいよう、樹脂製のコーンを用いた大径スピーカに変更し、取付け角度も見直した。走行時の風切り音対策としてボーカル帯域の強調をおこなうことにより、ナビゲーション音声ガイダンスについても聞き取りやすいものとしている。音特性を Fig. 9 に示す。

さらに、ナビゲーション音声出力時はオーディオのミュートをおこない、ガイダンスをより聞き取りやすくするよう配慮した。ベースモデルのオーディオシステムから車速に応じボリュームを自動的に変化させるオートボリュームを装備しているが、ナビの音声案内も同じく車速連動とした。音量調整自体はオーディオの音量と連動させるが、オーディオの音量よりも小さく、または大きくするというきめ細かな調整も可能とした。自動音量調整特性を Fig. 10 と Fig. 11 に示す。

5. ルートガイド基本性能の指針と評価

5.1. ルートガイド基本性能

2章で述べたように、ハードウェアとして二輪車の走行性能、外観魅力を損なわないよう配慮する必要があったが、

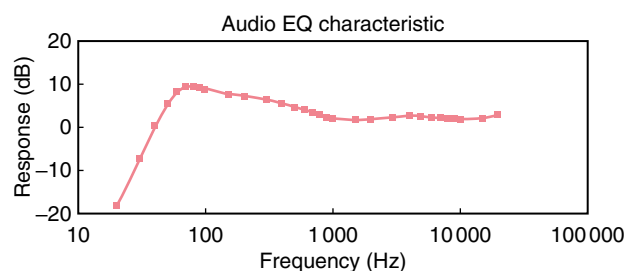


Fig. 9 Sound characteristic

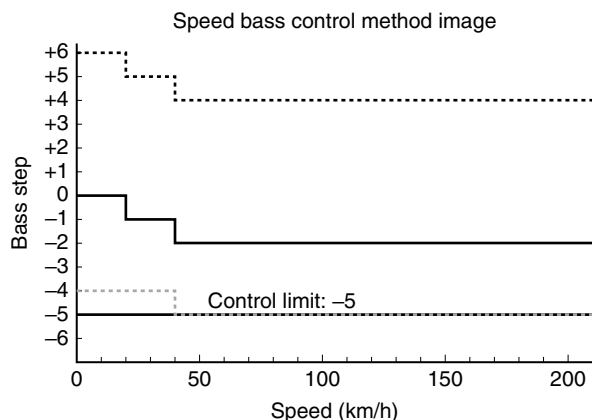


Fig. 10 Auto volume bass step characteristics

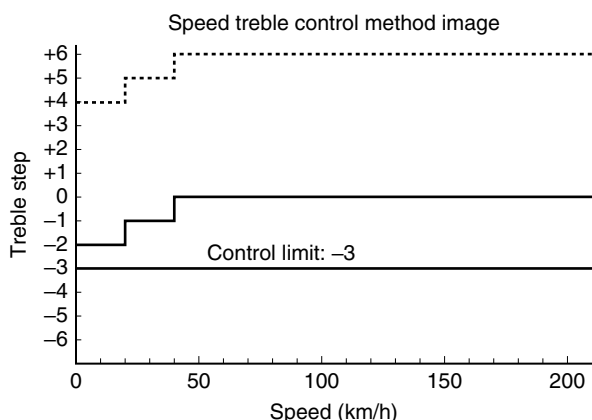


Fig. 11 Auto volume treble step characteristics

ソフトウェア領域においてもライダーに二輪車の運転そのものに影響を及ぼさない配慮が必要である。そこで、シンプルかつ分かりやすい案内とするため、今回さまざまな条件の一般公道で走行試験を繰り返し、二輪車用ナビゲーションシステムのルートガイド基本性能の指針として下記を設定し、ルートガイド仕様を決定した。

- (1) ルートを外れた場合には可能な限りスピーディーなルート計算をおこなってルート案内へ復帰すること
 - (2) ライダーが画面を注視し続ける必要のないように簡素な画面構成とし、交差点案内は音声とポップアップ画面の両方をズレなくおこなう。このとき、音声ではライダーに次の動作がわかるように的確な指示をし、ディスプレイでは交差点までの距離感のわかる表示をおこなうこと
 - (3) 交差点の案内は遅過ぎず、早過ぎない的確なタイミングであること
 - (4) 音声案内は不要な単語は極力省き、文法や丁寧さにとらわれず、理解しやすさを優先すること
- これらの指針により細部仕様を検討した。実際に案内タイミングの適正化を図った一例を Fig. 12 と Fig. 13 に示す。

5.2. カウントダウンバー

交差点において、実際の曲がる場所を正しく把握するた

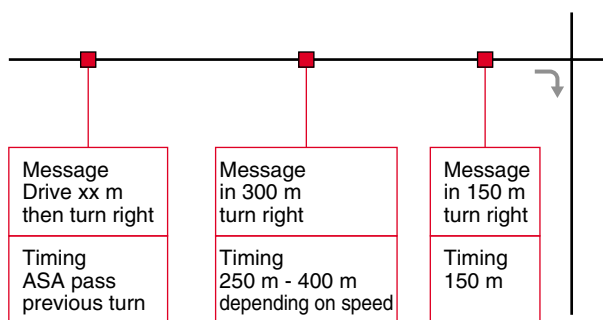


Fig. 12 Example of route guide modification 1

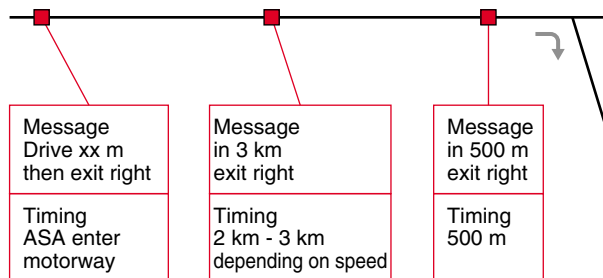


Fig. 13 Example of route guide modification 2

めに、ポップアップ表示画面中に案内地点までの距離感をつかむ補助として10段階のカウントバー表示を採用した。このカウントダウンバー表示により、曲がるべき目標とする交差点やインターを直感的に認識できるようにした。カウントダウンバーの表示例を Fig. 14 に示す

5.3. HMI

開発にあたり、2003年モデル ACCORD US 仕様の HMI を参考とした。北米における Honda のユーザ層になじみのある HMI とすることで Honda としてルックとフィールに統一感を持たせることができた。その上で情報を認識しやすいように極力簡素な画面構成とした。画面構成の一例を Fig. 15 に示す。

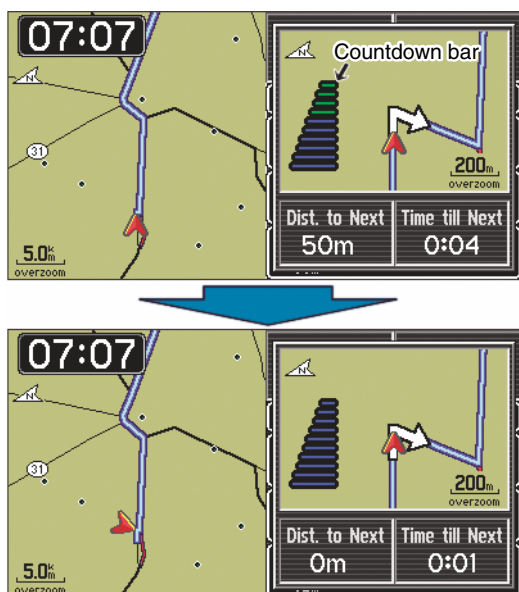


Fig. 14 Display example of countdown bar



Fig. 15 Example of HMI modification

5.4. 二輪車用ナビゲーションシステムの評価

5.4.1. GPS 性能評価

本ナビゲーションシステムはGPS衛星の測位データを基準とし、現在位置を表示するため、衛星の受信性能については高い安定性が求められる。そこで、実車両へ搭載するにあたりカーブでの車両バンクによる受信レベル低下や乗員による電波遮へいといった二輪車特有の問題点について、本開発の初期段階で十分に検討をおこなって影響が最小となるようシステムのレイアウトを決定した。

性能評価は、GPS衛星の受信限界性能を中心とし製品としての完成度を高めるために、実走試験により確認した。

GPSの衛星測位限界性の性能評価試験を実施した結果を以下に示す。

(1) 高緯度限界性能

表示された交差点位置と実際の交差点位置を比較し、高緯度においても通常どおりの測位精度と、自車位置が道路を外れないことを確認できた。

(2) 高層ビル群影響確認

走行中、高層ビルによりGPS信号が十分に受信できなかったり、信号のマルチパスの影響を確認するため、高層ビル街を通る案内ルートを設定し走行試験をおこなうことでシステムの動作を検証した。ルート案内中、高層ビル街中心部では測位誤差が大きくなり、自車位置表示の更新周期に遅延が発生するもののナビゲーションテキストによるガイドと次に走る道路の名称表示により目的地に到着できることを確認できた。

本機ではGPS衛星のみによる測位であることから、GPS測位性能低下時に自車アイコンのスキップが発生し、案内信頼性の低下が発生する恐れがあった。そのため、ライダーへ衛星受信レベルに応じ表示を変化させることで、現在位置精度の低下を知らせる機能を付加した。Table 1にその表示

Table 1 GPS satellite positioning status display

GPS satellite reception conditions	Display
Low reception levels	"POOR SATELLITE RECEPTION" displayed in the navigation text bar Background: Yellow
Lowest reception level	"LOST SATELLITE RECEPTION" displayed in the navigation text bar Background: Red Voice guidance one time

内容を示す。Table 1に示す状態が連続する場合は画面上部にあるナビテキスト表示部背景色を POOR(黄色)、LOST(赤色)とし通常テキスト表示を継続する。

本機能は、衛星が受信しにくくなる高層ビル街に囲まれたエリアで評価を実施した。その結果、本仕様がライダーに分かりやすい表示であることが確認できた。

6. まとめ

Gold Wing のユーザをターゲットとして、LCD やスイッチなどの外観構成部品は車両との一体感をデザインして直感的で使いやすい魅力的なナビゲーションシステムを実現した。

システムを構成する各機能部品を小型軽量化して搭載することで Gold Wing の高い走行性能を維持した。さらに、二輪車の走行環境面から、耐振性の高い CF、LCD の蓄熱対策、半透過半反射型LCDモジュール、レンズ、バイザ形状の工夫などにより高い信頼性を確保した。また、運転中に使いやすいスイッチ形状、高速走行でも聞き取りやすいオートボリュームを採用するとともに、二輪車のルートガイド基本性能の指針に基づく二輪車の走行に適した交差点案内タイミングとするなどユーザの使い勝手を考慮したナビゲーションシステムとなっている。

謝 辞

本開発にあたり、御協力を頂いた GARMIN Ltd. の皆様、Panasonic Automotive System Company の皆様、日本精機株式会社の皆様に紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 青木 征憲, 戸坂 哲也, 南 秀美, 石原 浩, 狩野 宏司: ゴールドウイング GL1800 の紹介, Honda R&D Technical Review, Vol.13, No2, p.13-26

■ 著 者 ■



村澤 直 喜



鈴木 浩 二



安藤 正 訓



西 本 修



池上健太郎



盛 田 裕 之