

カーナビゲーションの海外動向と国際標準化の動き

伊藤 肇*

日本発のITS商品であるカーナビゲーションは、利便性・安全性で画期的であり、今後も車載情報提供サービス機器として期待されているが、走行中画面の視認や操作などに過度に集中しすぎると、運転負荷を増加させる課題がある。本稿ではカーナビゲーションの歴史と、日本と欧米のヒューマンインタフェースの仕様差、ISOをはじめ国際的なヒューマンインタフェース標準化動向とその要点を説明する。

The Status of the Navigation and Route Guidance System in Foreign Countries and Their Standardization Activities

Hajime ITO*

The Navigation and Route Guidance System is one of the ITS products that is initially developed in Japan. Due to its epoch-making features of utility and safety, the system is highly expected to continue to be the effective device that provides in-vehicle information. However, the problem is an increase of the driver's physical and mental load while driving if the driver pays too much attention to the display and its operation to recognize the information provided. In this paper, the following three main subjects, the history of the Navigation and Route Guidance System, the differences between Japanese, European and north American Human Machine Interface specifications and various international Human Interface Standardization activities including ISO are described.

1. はじめに

日本ではカーナビゲーションの出荷が年間150万台を超え、累計で500万台以上と見込まれている。

車の機能部品はほとんど電子機器に占領されているが、情報分野でも同じで、時計、ラジオ、ステレオ、CD、MD、電話、そしてカーナビゲーションが著しい普及を示している。表示内容も、簡単な情報から複雑・多情報化へと変遷している。なかでもカーナビゲーションはFig.1のごとく幅広い年齢層に普及を示しており、ドライバに役立つ商品として、

しっかり定着してきたといえる。

カーナビゲーションは、単なる現在地表示、目的地までの経路誘導装置、TV放送の受信機としてだけでなく、インターネット接続など、高機能な情報提供装置に変貌しつつある。

日産自動車のコンパスリンク、ホンダのinternavi、トヨタのMONETなどがその例である。更に、最近、新聞では「郵政省、通産省などITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) 関連五省庁はNTTやトヨタ自動車とカーナビゲーションとインターネットを組み合わせ、渋滞解消や自動車内での電子商取引を実現するシステムの開発に乗り出す」ことが報道された(2000年4月24日日経: 当時の省庁名、数)。ITSの一環で高速通信が可能な次世代携帯電話やデジタル放送の受信機をカーナビ

* 矢崎計器株式会社計装開発事業部長
General Manager, General Transportation Product
Developing Division, Yazaki Meter Co., Ltd.
原稿受理 2000年8月8日

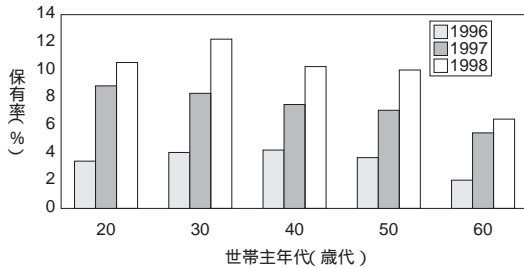


Fig. 1 カーナビゲーション世帯主年代別保有率¹⁾

ゲーショに組み込み、特定地域の交通情報や音楽ソフトの配信、ホテルの予約、宅配便の集荷・配達情報の送受信、といった個人・企業向けのサービスが、車内で出来るようにするというものである。またカーナビゲーションと電話を組み合わせ、衝突や故障時に救援を呼ぶメーデーシステムへの展開、衝突警報装置やACC (Adaptive Cruise Control : 定速・定車間距離走行装置) などのITSシステムの、車載表示器としてもカーナビゲーションが期待されている。このように多岐にわたり活発に開発が進められている状況であるが、一方これら情報提供サービスと仕組みなどを整理してゆく活動も、並行して実施されている²⁾。

カーナビゲーションは、運転中の本来の運転動作から注意が逸らされることから、携帯電話より少ないながらも、平成10年度に交通人身事故が146件、負傷者数214人に上っている³⁾。警察庁は「自動車又は原動機付き自転車の運転者は、走行中に携帯電話などの無線通話装置を通話のために使用したり、カーナビゲーション装置などの画像表示装置の画像を注視したりしてはいけません」という警告を発表し、それに伴い道路交通法を改正、平成11年11月に施行、平成12年4月より義務化された。また運輸省交通安全公害研究所の実験⁴⁾等をもとに、運輸省は平成10年11月にカーナビゲーションの使用上の注意事項を発表している。ここでは画面注視時間は1秒以内にするよう、また表示パネルはセンターパネルの上部付近に取り付けるよう指導している⁵⁾。

本稿では、利便性が高いが、走行中使用の機器としては問題を抱えていると考えられる、カーナビゲーションの、将来の発展に向け、世界が出している安全性向上の知恵の歴史と現状を、HMI (Human-Machine Interface) の観点から報告する。

2. カーナビゲーションの歴史と動向

2-1 日本の状況

日本で発達したカーナビゲーションの技術は、1980年の導入された「電子コンパス」と1982年に搭載された「ナビコン」に始まる。電子コンパスは、天井部分に設置された地磁気センサで計測された方位を、表示するもので市販の磁石式を電子化したものである。ナビコンは目的地の、出発地から東西方向に何km南北方向に何kmという距離を地図を参照して入力、上記地磁気センサで計測された方位とスピードメータ用車速センサで計測された距離から推測航法を行い、逐次目的地方位と残距離を表示する装置であった。

しかし地磁気は弱く、地形や車両自身や周辺の磁性体の着磁状況で誤差が発生し、その結果得られる推測位置の精度は、必ずしも良いもので無かった。その後地図データベースを搭載したカーナビゲーションが出現したが、初期はナビコンと同じ原理の推測航法を行ったため精度が悪く実用性は不充分であった。

現在ジャイロを使った角度・角速度測定精度の向上、GPS (Global Positioning System : 全地球衛星測位システム) というNavstar衛星を使った位置標定システム、地図データベースの充実、マップマッチング技術の向上、により商品性上問題の無いレベルまで精度向上がなされてきた。またDifferential GPSの導入、2000年5月に米軍により実施されたGPSの位置精度向上も見逃せない。

一方コンテンツ面では、1996年にVICS (Vehicle Information and Communication System : 道路交通情報通信システム) が設立され、渋滞情報など交通情報が電波ビーコン、光ビーコン、FM多重放送で提供され始めた。1999年末にはVICS受信装置は累計160万台の売り行きを示しており、渋滞回避というドライバのニーズの高さがうかがえる。またこの種の渋滞情報提供は、ドライバに役立つだけでなく、交通管制面からも渋滞を散らせる効果があり期待されている。

表示装置には、当初CRT (Cathode - Ray Tube) を使っていたが、薄型軽量化のためTFT (Thin Film Transistor : 液晶の一種) スクリーンを使ったものになり、視認性 / 操作性向上も継続的に続けられている。

このように車載器として、順調に伸びてきたカーナビゲーションであるが、今後パーソナルコンピュータにGPSと地図機能を搭載したパソコンGPSやモバイルナビが一隅を占めてくる⁶⁾ものと思われ、こ

Table 1 Tele Atlas採用状況⁷⁾

CAR BRAND	CAR MODEL
Mercedes	V, S, E, C, CLK
BMW	All car lines
Audi	All car lines
Volkswagen	All car lines
Opel	Vectra, Astra
Renault	Safrane, Laguna
Ford	Galaxy, Mondeo
Honda	All car lines
Rover	75 series
Lancia	Kappa
Fiat	Punto
Seat	Alhambra, Toledo
Skoda	Octavia

れらは車のシステムと繋がらないため、安全性のための制約、例えば後述のTable 7に記載の、自工会ガイドライン中の走行中の制約事項や、前記警察庁と運輸省の法令・指導が有効に機能しなくなる可能性が出てきている。これら新世代ナビゲーションをどう制約してゆくかは、今後の重要課題の一つである。

2 - 2 欧米の状況

欧州では、当初日本製カーナビゲーションの進出に身構え、官民あげての猛反対が起こった。原因は日本と日本製品への反発だけでなく、欧州のPROMETHEUS (PROgramme for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety) やDRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe) などプロジェクトがカーナビゲーションなど先進的システムを早期に開発したにもかかわらず製品化が遅く、カーラジオの表示器に略号で交通情報を表示させるRDS (Radio Data System) や、簡単な交通情報をLEDなどで表示させるTraffic Master程度しか対応できるものが無かったからであろう。筆者もたびたび欧州の関係者から「日本人は走りながらTVを見ているそうだが好きだね」と皮肉られたものである。

現在欧州車には、日本製のカーナビゲーションまたは同レベルのカーナビゲーションが続々登場・普及を始めており、カーメーカー標準搭載とアフタマーケット品を併せ、累計35万台程度、装着率は3%を超えると推測されている。なかでもドイツでは増加が著しく、日本を急追している。Table 1は、欧州の代表的デジタル地図データベースの一社であるTele Atlasの採用状況を示している。当初カーナビゲーションを声高に反対していた人が賛成にまわっているのが注目できる。この変化の原因は日本で急速に普及するきっかけになった、音声による案内追加で安全面が向上（画面を見なくても誘導してもら

える）し、表示技術がすすみ、わかりやすくなったため、また交通情報が役に立つことが分かってきたためであろう。

米国ではIVHS (Intelligent Vehicle and Highway Systems:現在のITS America)の旗の下に、ISTEA (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act) という法律で裏打ちされた連邦予算を使って、多くのプロジェクトが推進されたが、その中にいくつかカーナビゲーションを使ったプロジェクトがあった。その後日本のメーカーのカーナビゲーションの進出や米国運輸省の走行時の仕様に対する不快感表明などがあり、現在州によってはカーナビゲーションが規制されている。日本の輸出車や米国産車のカーメーカー標準搭載と、アフタマーケット品などを含めカーナビゲーションは普及を始め、正確な統計は入手していないが累計50万台程度が搭載されていると思われる。

私見では、日本では町名、番地表示のため目的地はゾーンで示され、道路標識に頼ると目的地に到達しにくい（京都市は道路で表示されるので分かりやすい）、米国では縦横に走る道路網が整備され、案内が道路の交点や明記された番地で行われるため、目的地に到達しやすく、日本式の地図ナビを必要とする機会はさほど多くない（地図を見ながら走る楽しみは別問題、日本人は地図が好きと欧米人は言う）。現に米国のレンタカー店に設置されているナビゲーションはコンピュータに目的地をセットすると「Xマイル走ったらYという道を右折しろ」というようなコンピュータリストが出てくる仕組み（ターンリストという）になっており、この方式の車載化で十分なところが多い。欧州では、道路表記などうまく表示され比較的目的地に到達しやすいが、縦横に交差する道路の乗り換え、入ると何処から出たらよいか分からなくなる交差点（Runaboutと呼ぶ、凱旋門や隣のポートマイヨを想像してください）など、ナビゲーションが役に立つ機会が多い。

2 - 3 日本メーカーのカーナビゲーションの欧米仕様

日本メーカー製カーナビゲーションの、欧米仕様は、日本仕様にはいくつか異なる点がある。

日本仕様にあって欧米仕様にはないものの例として、

- ・一般道レーン案内
- ・イエローページ（電話番号）ベースの目的地検索
- ・交差点拡大図の中のランドマーク（コンビニ等）、カーブ、合流、踏切案内

などがある。これらの差はデータベースの整備が日本では進んでいるためである。

- ・ 欧米仕様にあつて日本仕様でないものの例として、
- ・ ターンリストによる案内(米国)
- ・ 矢印による案内(米国、欧州)
- ・ 番地入力から行う住所検索、日本は県指定から(米国、欧州)
- ・ 操作画面・音声認識・音声案内とも英・独・仏・伊・蘭・西の六カ国語が選択可能(欧州)
- ・ 距離はメートル法とマイル・ヤード法の選択可能(欧州)

などがある。

これらの差のうち、ターンリストによる案内と矢印による案内(ターン・バイ・ターン表示という)の二つは、後述のHARDIEのガイドラインでも出てくるが、日本と欧米の大きな考え方の差異である。日本でカーナビゲーションというと5～8インチ程度のTFTスクリーンをイメージするが、欧州ではメータ内や小型ディスプレイを使ったターン・バイ・ターン表示が多い。また目的地設定で欧米では比較的住所と郵便番号が使われるようである。

欧米車と日本車のカーナビゲーションの仕様の違いは、

- ・ 欧米車には走行中の操作規制がないものがある
- ・ 日本車はタッチスイッチが、欧米車はロータリスイッチが多い

などである。Fig.2に欧州製カーナビゲーションの例であるCARIN(商品名Car Information and Navigation System)を紹介する。上記のような仕様の差はあるが日本的なカーナビゲーションに育っている。

3. 国際標準化動向と日本の対応

カーナビゲーションの分野の国際標準化を司るのは主としてISO(International Organization for Standardization)である。本章ではその内容と欧州、米国、日本の経緯、背景を説明する。更に欧州委員会、自動車工業会、などの関連標準について紹介する。

3-1 ISO/TC204をめぐる標準化

ITS分野の国際標準化機関には、ITU(International Telecommunication Union: 国際電気通信連合)、IEC(International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議)、などいくつかあるが主はISO/TC204 Transport Information and Con-



Fig. 2 VDOフィリップス社 CARINの例

trol Systems”である。現在ISO/TC204にはWG1 “System Architecture”から、WG11 “Route Guidance & Navigation System”を含む、WG16 “Wide Area Communication”まで全12の作業部会から構成されている。また本稿の関連ではISO/TC22/SC13/WG8 “TICS (Transport Information and Control Systems: ITSを意味するISO用語) on-board MMI (Man-Machine Interface)”と1998年開会になったがISO/TC204/WG13 “Human Factors and MMI”がある。この歴史的経緯を含め以下で内容を紹介する。なお今後ISO/TC159 “Ergonomics”やISO/TC22/SC13/WG5 “Symbols”などの活動との連携が必要と考えられる。

世の中のITS分野の幕開けと時を同じくして、開発と同時に標準化を行うという、日米欧の活動が始まったのは1993年である。1993年4月に第1回ISO/TC204が開催された。日本でも当初より関連五省庁の指導のもとにTC204国内対策委員会(現TC204国内委員会)が発足した。このうちISO/TC204/WG13対応国内分科会は、自動車技術会ヒューマンインタフェース分科会(発足時MMI分科会と称した。分科会長は98年度まで筆者が担当)として官、民の研究機関・関連機関、自動車会社、電機会社の委員(現在20名)にて構成され1993年9月に活動を開始し、同年10月に第1回作業部会WG13がシアトルにて開催された。

一方欧州では1992年に欧州標準化委員会(Comité Européen de Normalisation; CEN)にCEN/TC278/WG10が発足、次世代の道路交通システムのヒューマンファクタ標準化について検討を開始した。1993年1月に筆者は、終焉間近のCEN/TC278/WG10にオブザーバ参加したが、日米は全く欧州の事情を知らず、また欧州は日米の動き、例えばカーナビゲーションの急速な普及を知らないことに驚いた記憶がある。欧州にはPROMETHEUSやDRIVEと呼ばれる、欧州独自のシステム開発をしていた

Table 2 ISOにおけるヒューマンインタフェース標準化テーマ

No.	Title	内容	担当	ステータス
1	ヒューマンファクタ文献集	TICSヒューマンファクタのデータベース作成	米国	
2	カーナビゲーションシステムのヒューマンファクタ	ヒューマンファクタからみた制約条件	米国	PWI
3	ドライバ-車システムのヒューマンファクタ	ACCのヒューマンファクタからみた制約条件	米国	(CD)
4	インテグレーション	多くのTICS表示の優先順位の付け方等	日本	CD
5	視覚情報表示	表示器視認要件の要求値を提案する	イタリア	TR, DIS
6	聴覚情報表示	音 / 音声の警告の要求値を提案する	フランス	DIS, WD
7	運転視認測定法	走行中表示の気付きやすさの試験条件を与える	英国	DIS, CD
8	対話管理	ドライバの負担を小さくするような情報の与えかたの推奨値提案	スウェーデン	TR, DIS
9	運転中のTICSの適合性	走行中のITS操作の要件	英国	CD
10	視覚メッセージの分かりやすい表示	未定	ドイツ	
11	音響シンボル (Earcon)	ISO / TC22 / SC13 / WG 5 と共同作業	スウェーデン	
12	警告表示の統合化	視覚、聴覚、触覚などの表示の原則を定める	日本	

注) PWI : Preliminary Work Item, NP : New Work Item Proposal, CD : Committee Draft,

WD : Working Draft, DIS : Draft International Standard, TR : Technical Report,

Table 3 米国提案のカーナビゲーションヒューマンファクタ標準化案

(1) 走行中目的地入力禁止。ただし、安全運転に基だしい影響を与えないのであれば、次の特性を持ったオプションは実行できる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 選択リストの呼び出し ・ 五つ程度の目的地表示 ・ 二つ程度の目的地へのガイダンス
(2) 地図表示 <ul style="list-style-type: none"> ・ 走行中簡略、固定スケール地図の表示 ・ 走行中の道路名表示なし ・ 走行中地図表示は10秒に限定 ・ 停車中はコンテンツとスケールに制限なし
(3) 音声認識とコントロール <ul style="list-style-type: none"> ・ 走行中の音声入力への負荷がどの程度か研究必要

という自負心はあったが、このWG10は欧州のみで固まっては国際の場から取り残されるという懸念から、メンバー、議長、大部分のワークアイテムがそのままISO / TC22 / SC13に移行し、1994年10月に第1回ISO / TC22 / SC13 / WG 8が開かれた。筆者は発足時よりISO / TC204 / WG13とISO / TC22 / SC13 / WG 8の日本代表エキスパートとして参加している。これらISO / TC204 / WG13とISO / TC22 / SC13 / WG 8の対象とする領域は重複しており、同趣旨の二つの作業部会に対して日本の対応がばらばらになることを防ぐため前述の自動車技術会ヒューマンインタフェース分科会が一括して対応することにした。

しかしその後欧州勢のISO / TC204 / WG13への反発が強く活動が不活発であった。打開のためISO

/ TC204 / WG13はISO / TC22 / SC13 / WG 9 というダミーの作業部会を作ったりしたが果たせずISO / TC22 / SC13 / WG 9は廃止され、1998年5月にはISO / TC204 / WG13自身も廃止が決定した。

3 - 2 ISO / TC22 / SC13 / WG8をめぐる標準化

当初ISO / TC204 / WG13で検討が始まった四テーマは、Table 2の1 ~ 4である。このうち2 ~ 4がISO / TC204 / WG13廃止以後WG 8で継続審議されている。

2の「カーナビゲーションのヒューマンファクタ」は、米国が議長国で検討が進められた。当時の情勢は、日本のカーナビゲーションが米国で発売が始まり、日本では特に自動車にカーメーカー純正品として搭載されているカーナビゲーションは、後述の自動車工業会のガイドラインで規制されているのに、米国向けアフターマーケット品は規制がされていない、例えば走行中に目的地設定が出来る、ということで米国運輸省から不快感が示され、テーマアップされた。

そこでISO / TC204 / WG13の議長であったフォード社のEugene Farberの指導のもとに、SAE (Society of Automotive Engineers : 米国自動車技術会) のSafety & Human Factor小委員会が中心になってまとめた。当時の内容の要点をTable 3に記す。

これらのうち、「(2) 地図表示」の内容の一部は、当時日本で急速に普及しつつあった日本のカーナビゲーションの主要機能を否定するものであるので、

我々は、後述の自動車工業会ガイドラインや刊行されていた論文、カーナビゲーションで発生した事故統計を元に反論、この案をつぶすことに成功した。

この米国提案が出た根拠の一つは次項で紹介するHARDIEのガイドラインである。欧州の考え方の基本は「走行中は運転者に運転以外で悩ませない」に尽きる。

一方、運転者の負担を小さくするような情報操作の標準を狙って、スウェーデンよりDialog Management（対話管理）が提案されISO化の途上にある。対話とはドライバと車・車載機器との表示・操作のことを言う。Dialog Managementは一般論を述べたもので具体性はないが考え方の参考になるのでTable 4に一部ご紹介する。なお構成は要件とその例から成る。

この中で、優先度の決定は多くの情報が重なったとき、人間の処理能力に限られるため、たいへん重要な問題になる。そこで日本は、優先度の決定の標準化案³⁾と、これに続くITS機器の情報提供マネジメント、を提案中である。これらの標準化案以外にも、視覚/聴覚情報表示などにカーナビゲーションに関わる要件があるが、省略する。

3-3 HARDIEのガイドライン

前述のように、欧州では日米の情報が無いまま実用化を探り、1980年代よりRTTT（Road Transport and Traffic Telematics、ITSと同じ意味で欧州にて使われる）の研究がなされていた。その中のDRIVEプロジェクトの成果の一つが通称HARDIE（Harmonization of Advanced Transportation Telematics Roadside and Driver Information in Europe）のガイドラインで1995年に刊行された。その副題である「ルートガイダンスシステムおよびルートカーナビゲーションによる情報提示のためのヒューマンファクタ設計ガイダンス」で分かるようにカーナビゲーションにおけるヒューマンインタフェースの要件確立を目的としている。Table 5にHARDIEのガイドラインに書かれている要件をいくつか紹介する。

このガイドラインは、欧州では認知されていたようで、前述のように日本のカーナビゲーションが、欧州に輸出されるということが喧伝された一時期、前述のごとく欧州の政府、カーメーカーの一部から地図ナビは許さないという発言がなされたのは記憶に新しい。しかしこの意見は現在ではなりを潜め、欧州カーメーカーは地図ナビを積極的に売っている

Table 4 Dialog Management標準化案抜粋

(1) 走行中の仕様適合性	
運転との両立性	<p>TICSの操作や故障でドライバの主運転操作（ハンドル、ブレーキ）や二次的操作（ヘッドランプやワイパー）に有害な悪影響を与えないこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ACCが故障した場合でも、安全に運行が続けられること。最悪でも、操縦可能な状態で休止できること。 <p>TICS対話（ドライバと車の情報交換）用ディスプレイと制御装置は安全にかつ簡単に実行出来るよう設計・配置されていること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ディスプレイは見やすく、聞きやすい位置に配置すること。
単純性	<p>TICS対話は誤解と誤操作を最小限に止めるように設計されていること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来の車両に使われている、見慣れたアイコンや記号、文章を使用する。 <p>TICS対話の設計においては、ドライバの物理的精神的努力を効果的に活用し、また注意力の散漫状態を最小限に抑制できるよう目指すべきである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経路案内は、交差点の音声案内により、視覚負担を最小化する。
タイミングと優先度	<p>情報の流れは、十分に短く・簡単なグループに整理すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・視覚情報はドライバが何度が目をやるだけで、理解できること。 ・地図上の文字は可能な限り避ける。 <p>メッセージやドライバの入力の優先順位は、TICSの中で一貫したものであること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交差点の右左折指示は、交通情報より常に優先する。ACCの情報は衝突防止システムを表示を妨げない。 ・衝突防止警報はドライバの注意を即座に引くものであること。
(2) TICS作業との適合性	
一貫性	<p>視覚情報は首尾一貫した位置と方位を用いて表示すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定期的に参照したり、確認する情報（ACC等）は、定められた場所や形式で表示すること。 <p>対話の入出力はシステムモードに関して一貫性があり、整合したものであること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メニュー上の一つの機能には常に同じキーを割り当てること。 <p>情報提示は内容と特徴とに適切で、一致したものであること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・警報は色と内容により識別できること。
制御性	<p>入力のフィードバックは利用者の期待に沿って実行されること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドライバが希望すれば即座にメニューを変更すること。 <p>ドライバの入力は一時停止でき、停止時点から再スタートできること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経路案内の目的地設定は一定時間内に完了するの必要はない。 <p>安全警告以外は表示情報の流れを制御できること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経路案内の音声メッセージを何度も要求できること。
(3) ドライバとの適合性	
自己記述性	<p>どの入力も目的のために必要が明確であること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メニューは使用できるオプションのみを表示すること。 ・ガイダンスは現在の案内について提供すること。 <p>表示には理解しやすいよう、記号や信号、計器類、図表、専門用語だけを使用すること。交通メッセージの用語は、道路環境で使われるものと同一であること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記号や絵文字は交通標識と一致していること。 ・「曲がれ」というメッセージはさまざまに解釈できるので、完全ではない。
ドライバの期待との一致	<p>表示と制御が容易に理解し、適切な対応がとれる内容であること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・視覚的、心理的印象に合った形式とすること。 ・徐々に変化する情報はアナログ的に表示すること。 ・一般的な記号や略語に基づいた、シンプルな語彙と構文にすること。 ・ISO2575等、承認済みの規格を使用すること。 ・一般に認められた車両記号は、その機能のみに用いること。 ・人々の固定概念を考慮すること。 ・棒グラフは上に（右に）行くほど値が大きくなる。
エラー許容度	<p>異なる入力の場合でも、ドライバの目的が達成されるよう支援すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドライバが経路案内に従わない場合は、再計算すること。 <p>ドライバのどんな入力も、定義されていない状況や、故障を招かないよう設計すること。</p>

のが実情である。

3 - 4 EC基本方針書

EC (欧州委員会) はEC Directiveなど強制規格の発令でメーカーにはおなじみの機能⁹⁾であるが、そのDirectorate-General XIIIの下で活動、1998年末に発表されたのが「車載情報および通信システム向けのマンマシーンインタフェースに関するヨーロッパ

Table 5 HARDIEのガイドライン要件抜粋とコメント

- ・道路レイアウトの情報を略図で提供する。これは詳細地図を表示すると、読み取り判断に時間を要する、という判断に基づく。日本のカーナビゲーションは、交差点や高速道路で略図を使用可能である。
- ・ガイダンスは単純で段階を追った指示という形式で運転操作のたびに与えること。
- ・運転中ドライバーには希望するルートを把握するために複雑な情報処理をさせることを期待してはならない。すなわちシステムはルートをハイライトで表示した地図を表示してはならない。この二つは、日本のカーナビゲーションが否定されており、交差点に来たら右折か左折かまわる方向だけを指示する、所謂ターンリストおよびターン・バイ・ターン表示のみを認めることを意味している。
- ・地図上に文字を入れることは出来るだけ避ける。文字が必要な時出来る限り水平に表示する(Fig 3に例を示す)。これらは視認性上の改善を目指しており、前半は画面のシンプルさの要求であり、後半は、例えば、地図上右上がりの道路があったとき道路名がアルファベットで道路に沿って書かれると、アップライトというアルファベット表記に反するというもので、漢字のようなパターン認識で読み取る日本の場合は、あまり問題にならない制約である。いずれにしる読み取りやすさの要件に他ならない。
- ・走行中に地図表示の仕様が必要ときは進行方向を上にする。これはヘッドアップと呼ばれる機能で日本のカーナビゲーションでは通常使われている。
- ・音響メッセージは出来る限り簡単に。運転操作の方向だけが理想。
- ・ルートガイダンスシステムによって示される情報は道路上で示される情報と一貫性があること。

Table 6 EC委員会基本方針書抜粋

- 2.1.3 システムは運転者の注意をそらせたり、視覚的に楽しませたりするものであってはならない。
- 2.2.2 システムのどの部分も運転者の道路への視野を妨げてはならない。
- 2.2.3 システムは主要な運転作業に必要な車両操縦装置と表示装置を妨げてはならない。
- 2.2.4 視覚的表示装置は、可能な限り運転者の通常の視線の近くに配置するものとする。
- 2.3.1 視覚的に表示された情報は、運転者が運転に不利に影響しないほど短い数回の注視をすることでそれを理解することができるものであること。
- 2.4.1 運転者はシステムと対話している間は必ず少なくとも片手をハンドルにおくことができること。
- 2.4.3 システムは長く、中断不可能な一連の対話を必要としない。
- 2.4.10 安全性に関連しない動的な視覚情報を与えるシステムでは、運転者に情報が与えられないモードに切り替えられること。
- 2.5.1 運転者の気を著しくそらす可能性のある運転に関連しない視覚的情報 (TV、ビデオ、自動的にスクロールする画像および文字など) は、使用出来ないようにするか、車両が動いているときに運転者がそれを見ることが出来ないこと。
- 2.5.3 運転者が運転中に使用するように意図されていないシステムの機能は、車両が動いている時に対話が出来ないようにしているが、意図しない使用に対して分かりやすい警告が行われていること。

基本方針書」である。法規や標準ではないがメーカーが使用することを推奨している。Table 6に要件部分を抜粋して紹介した。内容的には独自性の高いものは見当たらないが、後述の自動車工業会のガイドラインと同様、ポイントを押さえた内容になっている。なおISO / TC22 / SC13 / WG 8の欧州メンバーが中心になって作成した。

3 - 5 自動車工業会ガイドライン

日本のカーメーカーの団体である、自動車工業会が自主規制していた画像表示装置のガイドライン¹⁰⁾の、最新版 (V 2.1) の要点をTable 7に示す。このガイドラインの根拠は、本書次論文である伊藤敏行氏の「車載情報機器の安全性向上への自工会および

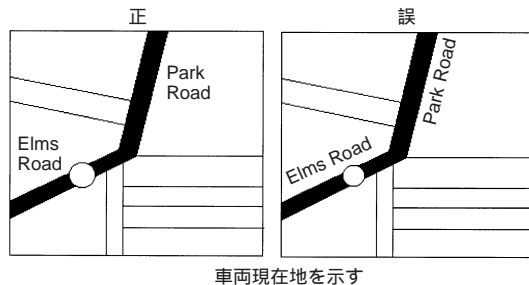


Fig. 3 電子地図画面での道路名の表記

Table 7 自動車工業会「画像表示装置の取り扱いについて」抜粋

3. 画像表示装置の画面取付位置は、運転者アイポイントから俯角30度以内であること。
- 4.1 地図表示・一定の縮尺以下の地図では細街路は表示しない。
- 4.2 テレビ放送映像、ビデオ再生映像・走行中は、映像の表示を禁止する。
- 4.3 レストラン、ホテル等の内容紹介・走行中は表示を禁止する。
- 4.4 動的情報表示・地図画面に渋滞情報などの動的情報を重畳する場合には画面全体の情報量を適正化する。
5. 画像表示装置の走行中の操作について
スイッチ操作は運転者が容易にできるものとし、長い注視を伴うような煩雑な操作は禁止する。

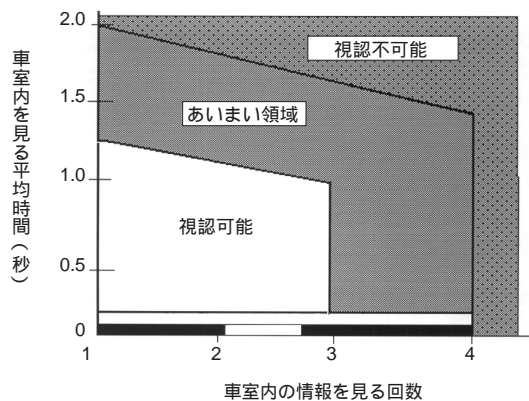


Fig. 4 視認時間と視認回数による読み取り限界

各自動車会社の取り組み」を参照されたい。

EC基本方針書、自工会のガイドライン、後述のSAEの提案、などの考え方に影響与えたZwahlen¹¹⁾による実験結果をFig.4にて紹介したい。縦軸が視認時間で横軸が視認回数である。走行中表示を読み取る際、このグラフの視認可能な領域に入るような時間と回数で読み取れない表示は、使ってはいけないというものである。グレーゾーンで表現されている個人差はもちろんあるが、12秒以上読み取りに時間がかかるとドライバは不安になり、表示器から前方に目を戻すし、たとえ小分けで何度も表示を見ても、三回を超えると先に読んだ情報を忘れること

を表している。この結果は追試が必要と言われているが、考え方は分かりやすい。

なお3-4で紹介した基本方針書と自動車工業会ガイドラインをまとめ、新ガイドラインにしようとする動きが米国のAAM (Alliance of Automobile Manufacturers) にある。

3-6 ISO/TC204/WG11の活動

ISO/TC204/WG11 "Route Guidance & Navigation System"では、カーナビゲーションシステムのアーキテクチャやメッセージセット、センタ指示型カーナビゲーションシステムなど、システムから見た研究がされている。この活動では、HMIはTC204

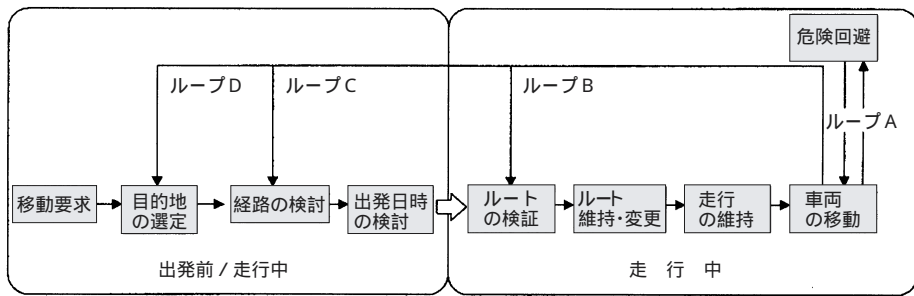


Fig. 5 ドライバの行動プロセス

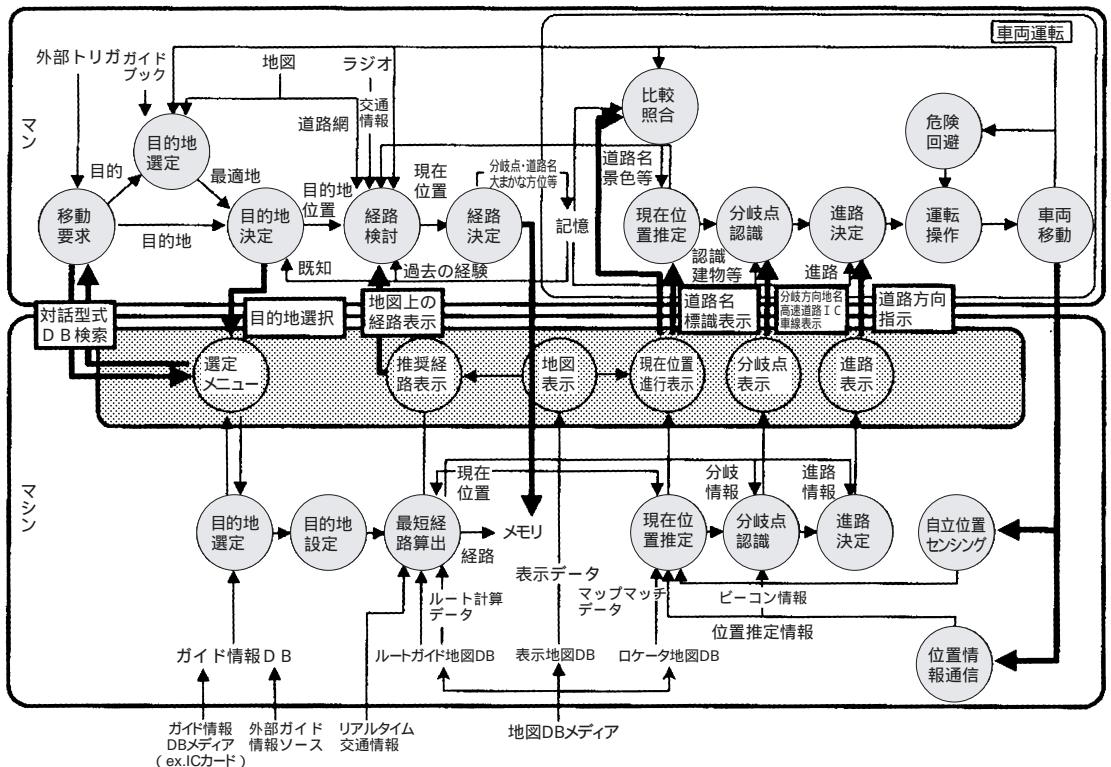


Fig. 6 パラレルモデル

WG13の所管事項であったため、ほとんど検討されていないが、本稿に関係したテーマが一部あり紹介する¹²⁾。

その第一は、カーナビゲーションにおけるドライバの行動プロセス (Fig.5参照) で、移動要求に基づき目的地を設定し、状況に応じた経路を決定し、その経路に沿って移動し、目的地に到達する過程で危険状態を含む各種情報を得て必要な行動をする、を記述化している。ここでは以下の四つのプロセスに分解している。

危険回避 (ループA)

周囲の状況に応じた、ハンドル、ブレーキ、アクセルなどの運転操作

経路の維持 (ループB)

自転車位置の確認。分岐点等における適切な経路の選択

経路の検討 (ループC)

運行の計画。交通状況、気象状況等に基づく走行経路の見直し

目的地の検討 (ループD)

移動目的の見直し。交通状況、気象状況や目的地情報等に起因する目的地の変更

第二はリファレンスモデルで、前記ドライバの行動に対して、カーナビゲーションの中で何が行われるかをヒューマンインタフェースを中心とした処理と車両や道路・交通情報に関する処理を一つにまとめている。Fig.6を参照されたい。

3-7 標準化案：Navigation Function

Accessibility

前記Table 3のカーナビゲーションヒューマンファクタを受けて、フォードの元電子部門であるピステオン社がリーダーとなり、ミシガン大学交通研究所

の協力で提案されている内容を説明する。このISO提案は、米国内の基準であるSAE規格J2364としての性格を持ち、SAEとしてはRecommended Practiceとして制定の準備がなされた¹³⁾。しかし米国運輸省の内容に対するクレームで審議中断状況にある。

この案の基本は、走行中の静的総操作時間 (static Total Task Time : 以下TTT) が15秒以内のタスクは許そうというもので、適用範囲はカーメーカーが装備するカーナビゲーションとアフターマーケットで搭載されたカーナビゲーションの両方である。ドライバがシステムを操作をしようとして、前方から視線をシステムに移す。そしてステアリングハンドルから手を放した時から、例えば目的地を入力をする、しかし個人差はあるが、視線を前方から移して1秒を超えるとドライバは不安になり、目的地入力装置から、手と目を離す、このプロセスを繰返して最後に入力を終え、ステアリングハンドルに手を戻すのであるが、情報が画面に出ることを待つ時間も含め、この操作プロセスの累計経過時間がTTTである。本来、この目的のためには、ドライバがシステムを操作をしようとして、前方から視線を逸らし始めてから、タスクを完了するまでの間に、一連の操作に要するシステム画面への脇見時間 (Duration of Distraction : 以下DD) の総和である総脇見時間 (Total Glance Duration of Distraction : 以下TGDD) から決めるほうが直接的であるが、静止状態の実車やモックアップで測定可能である点で、米国はTTTを提案している。なおDDはFig.7¹⁴⁾のごとく視認時間と往きと戻りの移動時間を含んだ時間である。

日本を中心に投げかけてきた問題点¹⁵⁾は三つあり、TTTが本当にTGDDの代りになるのか、15秒

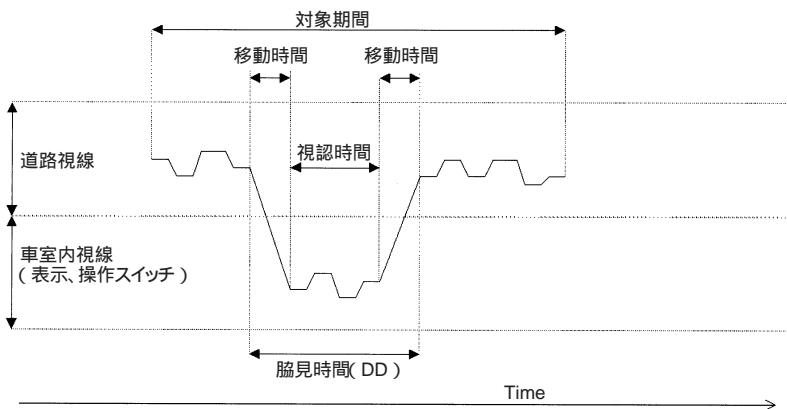
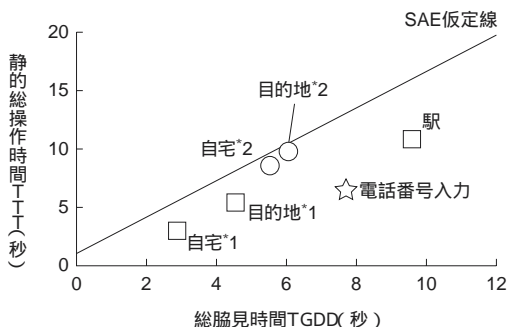


Fig. 7 脇見時間



注) *1:メニューから選んで入力した時 *2:地図表示から選んで入力した時。

資料) 日本エキスパートの提出データ (March 10 2000)。

Fig. 8 TGDDとTTTの相関

が妥当な時間が、TTTだけで規格は十分か、である。

Fig.8は日本の準備したデータであるがTTTとTGDD (Total Glance Timeと表記)の相関を表す。TTTとTGDDの相関は良いとは言えない。しかし新たに操作回数を要件に導入することによりTTTとTGDDの相関が良くなる¹⁶⁾ことが確かめられている。日本のエキスパートは根拠の不十分な15秒ルール見直しを含め改良提案をして、早期国際規格化を目指してきたが、前述の米国運輸省のクレームを受け、改良タイトル「Visual Distraction」での成立を図ることにした。

4. おわりに

筆者は、前述の電子コンパスやナビコンを開発し、市場に導入した。現在のカーナビゲーションと比較すると、表示項目、操作もシンプルで、表示が簡単なだけ運転中の負荷も少なかったが、利便性も少なく、商品としては成功とは言えなかった。現在のカーナビゲーションの性能、利便性、普及は隔世の感がある。

カーナビゲーションの将来を考えると、一つは多くの通信手段を介して情報の中継基地になると考えられる。期待される手段として、電波・光ビーコン、FM多重放送、GPSやモバイル衛星放送、デジタル放送、携帯電話(パケット通信)、緊急時通信、路車間通信、車車間通信など既に実用化されているものもあるが期待される。一方ITSの開発でさまざまな情報交換をドライバーが扱うようになりその手段としてカーナビゲーションが期待されている。

Fig.9のごとく、ドライバーと車、インフラと多くの情報交換や操作が繰返されるが、この中核に位置し介在するのに、カーナビゲーションは適当な装置

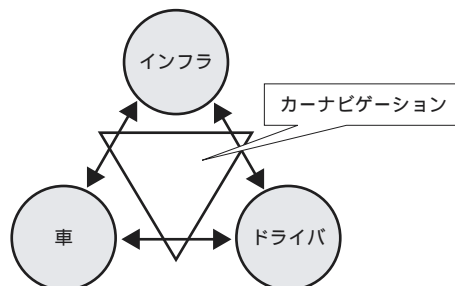


Fig. 9 自動車のヒューマンインタフェースの位置付け

であるといえる。ディスプレイとして高精細でカラー、動画表示が可能、スクリーンもタッチスイッチとしてマルチファンクションに使えるからである。

機能としてもカーナビゲーションだけでなく、車両周辺安全画像表示、危険表示、通信表示とさまざまな表示が可能である。購入時、システムに慣れていない時に危険だからといって、全てダメにして得られる多くのメリットを排除する、後ろ向きな状態にはしたくない。そのため、自動車技術会ヒューマンインタフェース分科会、システム・ヒューマンインタフェース分科会は各省庁、ISO/TC204国内委員会、日本自動車研究所、自動車走行電子技術協会、技術研究組合走行支援道路システム開発機構、自動車工業会、通産省生命工学工業技術研究所、各大学の多くの機関、メンバーの協力を得て、ITS機器の情報提供マネジメントの研究¹⁷⁻¹⁹⁾、ITS機器の習熟性、HMIナショナルデータベースの構築、運行動態分析法、ドライバーの運転中の負荷の研究、車載器と路上表示機との連携、警報装置のIntegration等を提案している。カーナビゲーションだけでなく将来の自動車とインフラのITS化に向けて総合的な使用性、安全性について一段と配慮していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 『情報メディア白書』電通発行、2000年
- 2) 宇野他「インフォメーションアーキテクチャの研究」自動車技術会2000春季大会ITS標準化フォーラム/2000、pp.14-19、2000年
- 3) 警察庁ホームページ「道路交通法が変わりました」2000/1/11
- 4) 森田他「自動車用画像表示装置の安全性に関する研究 - 表示装置注視時間の反応遅れ」『交通安全公害研究所報告』26、1-11、平成10年
- 5) 運輸省ホームページ「カーナビでわき見事故を

- 起こさないためのご注意！」1998 / 12 / 8
- 6) 『カー & モバイル コンピューティング 2000』アスキー発行、2000年
- 7) Beyaert, K. : Navigation boom, Traffic Technology International, pp. 92-93, April / May 2000
- 8) ISO / CD16951
- 9) 通産省工業技術院委託 『欧州ITS標準化動向調査成果報告書』(社)自動車技術会、2000年
- 10) 伊藤他 「車載情報機器の安全性向上に対する自工会の取り組み 第2報」 『シンポジウム カーナビ・携帯電話の利用性と人間工学予稿集』 pp. 75-80、2000年
- 11) Zwahlen, H. T. : Safety Aspects of CRT Touch Panel Controls in Automobiles, Vision in Vehicles II, pp. 335-344, 1988
- 12) 通産省委託ITSの規格事業 『ナビアーキテクチャに関する調査研究報告書』 J99-1、(財)自動車走行電子技術協会発行、2000年
- 13) SAE Recommended Practice for Navigation and Route Guidance Function Accessibility while Driving, SAE 2364. Society of Automotive Engineers, 1999
- 14) ISO / CD15007- 1
- 15) 新谷他 「カーナビゲーションの走行中許容操作に関する国際標準化動向」 『シンポジウム カーナビ・携帯電話の利用性と人間工学予稿集』 pp. 71-74、2000年
- 16) 渥美他 「自動車運転中のナビゲーション操作について」 『人間工学』43、特別号、pp. 142-143、2000年
- 17) 伊藤 「ITS車載機器の情報表示に関する研究とISO化」自動車技術会1999春季大会ITS標準化フォーラム / 1999、pp. 18-26
- 18) Akamatsu, M., Ito, H., et al. : Issues of Integrated Human Interface for Multiple ITS Systems, Proc. of ITS World Congress Toronto, 00259.pdf (CD ROM), 1999
- 19) Ito, H. : System Integration and Message Priority, Proc. of International Work Shop on ITS Human Interface, pp. 25-28, 2000