

In April 2022, Osaka City University and Osaka Prefecture University merge to Osaka Metropolitan University

Title	自動車と移動体通信：カー・ナビゲーション・システムの研究開発体制
Author	大島 卓
Citation	季刊経済研究, 13 卷 4 号, p.41-57.
Issue Date	1991-03
ISSN	0387-1789
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学経済研究会
Description	
DOI	

Placed on: Osaka City University

Osaka Metropolitan University

自動車と移動体通信

——カー・ナビゲーション・システムの研究開発体制——

大 島 卓

- | | |
|------------|-----------------|
| I はじめに | III 研究開発をめぐる問題点 |
| II 研究開発の動向 | IV 結びにかえて |

I はじめに

日欧米の先進工業諸国において、モータリゼーションは現在、成熟期を経て新たな展開期を迎えている。これは単に自動車が広範に社会へ普及したという量的な成長のみを意味しているのではなく、むしろ重要なことはモータリゼーションが1980年代を契機として大きく質的転換を遂げている点にある。端的にいえば、カー・エレクトロニクスに象徴されるごとく自動車は先端技術を活用し、自動車それ自体の技術体系を高度化しようとしているのである。それは、自動車用半導体技術の発展により、①ランニング・システム（エンジン、サスペンション制御）、②ブレーキング・システム（アンチロック制御）、③モニタリング・システム（走行安全確認）、④コミュニケーション・システム（音声、データ通信）、⑤カー・ナビゲーション・システム（地図情報、経路誘動）、などが実用化され、あるいは実用化に近づきつつあることから明らかである。

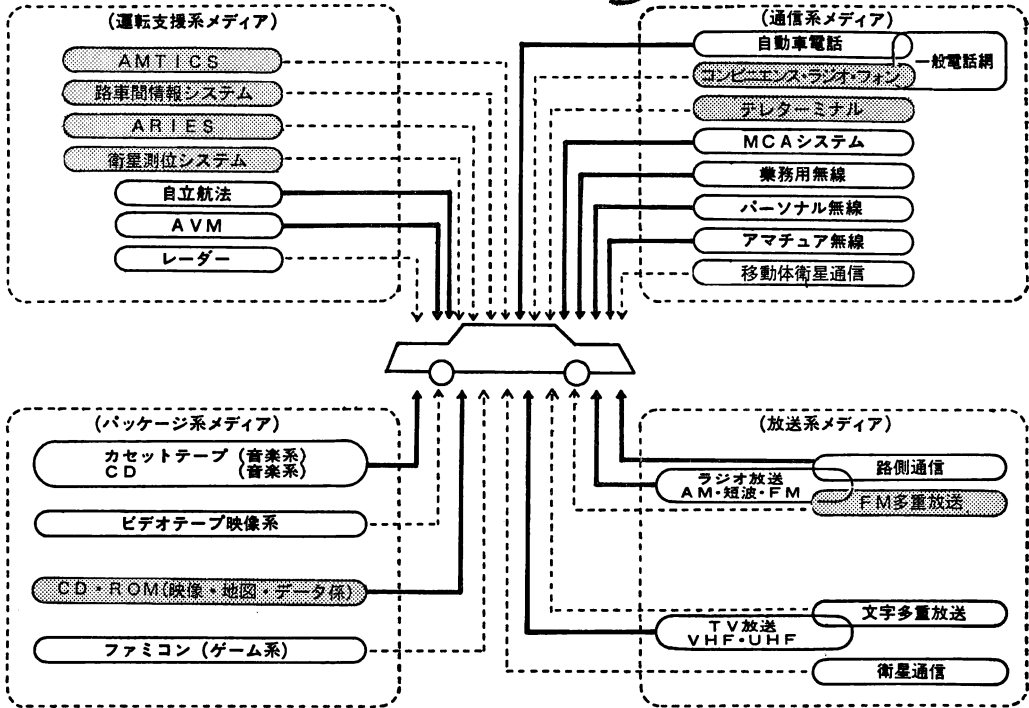
なかでもコミュニケーション・システムおよびカー・ナビゲーション・システムは、情報化時代に対応する自動車用の移動体通信機器¹⁾としてその開発動向が最も注目されるシステムといっても過言ではない。なぜなら、自由移動性という機能をもつといわれた自動車も、カー・ラジオや自動車電話、さらには一部の各種無線機類を除き車外とのコミュニケーションはほとんど遮断されていたのであり、都市部における道路混雑の下での効果的なナビゲーション手段の開発は遅れていたからであった。ことに個人用の乗用車にあってはその色彩が濃く、低コストで安全に利用し得るそれらのシステムの早期実現が広く一般ドライバーの間で望まれていた。

第1図は日本における自動車に関連した情報通信メディアを機能別に示したものである。これらはすでにメディアとして確立したものもあれば、未だ計画・準備中のものもある。まず運

【キーワード】 移動体通信、カー・ナビゲーション・システム、情報通信メディア、自動車産業、電機産業。

1) 移動体通信機器の機種別開発動向については、産業開発調査会『重層情報社会とニューメディア』、1989年10月、193-310ページを参照されたい。

第1図 自動車に関連した情報通信メディア



(出所) 井口雅一「自動車と通信のあり方」
日本自動車工業会『自動車工業』23巻
11号 1989年11月, 4ページ。

凡例

- (Solid line) メディアとして確立したものの
- (Dashed line) メディアとして計画、準備中のもの
- (Solid arrow) 車に導入
- ← (Dashed arrow) 車に未導入
- AVM: 車両位置等自動表示システム

転支援系メディアとしては、AMTICS²⁾ (警察庁系プロジェクト)、路車間情報システム (建設省系プロジェクト)、ARIES³⁾ (通産省系プロジェクト)、など政府系プロジェクトが代表的なカー・ナビゲーション・システムとして内外の関心を集めており、第1表はそれらの開発状況を概括したものである。次に通信系メディアの代表格は自動車電話であるが、これは自動車に対する経路誘導を直接目的としたものではなく、もっぱら業務用連絡に利用されている。むしろ今日では、郵政省が開発中のテレターミナルを用いた警察庁主導の AMTICS の展開が注目されている。

パッケージ系メディアの内では、映像・地図・データなどを内蔵したCD・ROMの実用化が、ナビゲーション・システムの完成度を高める上での重要な要素となっている。また放送系メディアはこれまでにほぼ開発が終了しており、次世代をにらむ自動車用の情報通信メディアとしての革新性には乏しいものとなっている。いずれにせよ、情報化時代に適合する自動車用のコミュニケーション・システムならびにナビゲーション・システムは、これらの各メディア

2) Advanced Mobile Traffic Information & Communication System の略称。

3) Automobiles' Roadside-transceiver Infrastructure Extensive Serviceses の略称。

第1表 運転支援系情報通信メディアの日本における開発状況（政府系プロジェクト）

システム名	目的	システム構成	研究開発動向
AMTICS (新自動車交通情報通信システム)	道路交通情報の提供	テレターミナル・システム	1987年1月から、(株)日本交通管理技術協会が主体となり、警察庁の指導のもとに民間15社で研究開発を開始した。88年4月パイロット実験開始。 (公開テスト：88年6月)
	位置の標定	サイン・ポスト 自立航法	
路車間情報システム	道路交通情報の提供	情報ビーコン (片方向)	1986年度から3カ年計画で建設省土木研究所を中心に自動車・電機メーカー25社で研究開発を開始した。88年度から総合実験開始。 (公開テスト：88年4月)
	位置の標定	位置ビーコン 自立航法	
ARIES (新自動車局地通信総合化システム)	道路交通情報の提供	路上装置 (双方向)	1987年度から(株)自動車走行電子技術協会が主催し、静岡東部振興センターの協力で研究開発を開始した。 (公開テスト：88年10月)
	位置の標定	路上装置 (双方向)	
GPS (全世界衛星測位システム)	位置の標定	GPS衛星 (Global Positioning System)	米国国防省により運用されているGPSを利用して、測位を行う地上設備の開発・実用化が行われている。

(出所) 第1図に同じ。ただし5ページ。

の先端技術を統合しつつ今日開発が推進されている。

小稿では日本におけるカー・ナビゲーション・システムの研究開発体制を最初に分析した上で、次にその研究開発をめぐる問題点を明らかにしていきたい。

なお、以下で分析の対象とするカー・ナビゲーション・システムは第1表に示されているように、ドライバーに対する道路情報や自動車の現在位置を車載のCRT画面に表示する方式で伝達することを目的として開発されている。道路情報は警察庁、電波の割り当ては郵政省、そして道路上に設置される電波発信機能をもつサイン・ポストや情報ビーコンの建設許可は建設省が、それぞれ管轄している。このようにカー・ナビゲーション・システムの開発には、単に車載機器を開発するだけでなくそれを支援する社会的インフラストラクチャの整備が不可欠の要素となっている。このため現在日本では、関係省庁が主導する政府系プロジェクトと、自動車、電機メーカーなど民間企業（単独ないしは企業連合）による2つのカー・ナビゲーション・システムの開発が、同時併行的に推進されている。

カー・ナビゲーション・システムの車載機器には、自動車の現在位置の確認機能が要求されているが、これには①地磁気による自立推測航法、②GPS（人工衛星）による電波航法、③サイン・ポストなどによる電波航法、④GPSによる電波航法と地磁気による自立推測航法の併用方式、などが現在開発されている。すでにトヨタ（①方式）、日産（①方式）、マツダ（④方式）、よおび三菱（①方式）などの自動車メーカー、さらにはパイオニア（②方式）のような電機メーカーなどにより、カー・ナビゲーション・システムは実用化されているが、本格的な

第2表 カー・ナビゲーション・システム開発メーカーの課題（1989年）

業種	企業名	ナビゲーション開発体制と実績	公的プロジェクトへの参加と問題点	ナビゲーション関係の技術と課題	アプリケーション開発の狙いと課題
自動車	A	社内・グループ内開発，先行商品有	全て参加，インフラソフトの整備	全方式をテスト，市場ニーズの把握	売れる物なら何でも開発商品化する
	B	電機メーカーと共同で商品化実験中	全て参加，インフラ整備を速やかに	全方式を複合，慣れと安全性	車＝情報空間と理解している
	C	社内研究開発，実走テストに入る	一部参加，意志不統一と補助金過小	地域限定方式，PL・安全性問題	ホームエレクトロニクスとの接続
自動車部品	D	社内・自動車会社と商品化検討中	全て参加，何れが優位か不透明	全方式をテスト，商品化の時期	自動車電話への参入，安全系の開発
	E	社内・グループ内開発，先行商品有	全て参加，周辺ソフト開発の遅延	車載機技術は完成，市場ニーズの把握	地図情報の機械入力
電機	F	社内・グループ内開発，先行商品有	一部参加，社会システムの整備を	ロケーション精度，PL・安全性問題	問題は現行自動車電話方式の限界
	G	社内・自動車会社と商品化準備中	一部参加，使い易いインフラの整備	個別技術のみ先行，地図は遅れている	種はあるが未だ車に繋いでいない
	H	社内・自動車会社と商品化実験中	全て参加，開発の場になっていない	全方式をテスト，実用性安全性評価	安全系の開発
	I	社内・グループ内開発，近く商品化	全て参加，インフラの早急な整備	各方式の組合せ方と市場ニーズ問題	ジャン系安全・快適システムの開発
	J	社内・自動車会社と既に商品化	発案者，電波の割り当てが問題	地磁気方式，ニーズ把握，安全性	路車間極小ゾーン完結通信の応用
	K	自動車部品に関しては未経験	検討中，ハードのみが先行し過ぎか	自動車電話の延長技術として関心	ファクシミリの応用分野として関心
	L	社内開発，実用化実験段階	全て参加，意志統一速やかに	ジャイロ+サイン・ポスト方式	総合交通管制システムとの結合

（出所）注(4)に同じ。

展開期には未だ至っていない。

II 研究開発の動向

ここではわが国におけるカー・ナビゲーション・システムの研究開発体制を分析するために、1988年から89年に実施した関連企業に対するヒアリング調査⁴⁾の結果をふまえて記述していくことにする。主要な調査項目は、①当該企業におけるカーエレクトロニクス機器の開発経過、②カー・ナビゲーション・システムの研究開発体制、の2点である。

調査対象企業の業種別構成では自動車メーカー（A～C社）3社、自動車部品メーカー（D、

4) この調査は1988年から89年にかけて、筆者と山岡茂樹氏との共同研究によって行われた。

E社) 2社, そして電機メーカー (F~L社) 7社の合計12社であった。これらを大別すると、自動車産業に属する企業と電機産業の企業とがおよそ全体の半々を占めている。このことは、日本における自動車用情報通信メディア機器が両産業の主導で推進されていることを物語るものであるが、より正確に言えば以下の実態調査結果の記述からも明らかとなり、カー・ナビゲーション・システムなどの開発が両産業の融業化、業際化を軸に進展していることを示していると思われる。ここでは、第2表を参照しながら自動車メーカー、自動車部品メーカー、そして電機メーカーの順にそれぞれの研究開発体制を分析していくことにしよう。

1 自動車メーカー

A社 カー・ナビゲーションに関連する政府系プロジェクトには全て参加しており、これに対応出来るように企業内およびグループ内開発を進めている。どのプロジェクトがコンセプトとして優れているのか、あるいはサイン・ポスト方式、自立航法 (ジャイロ、地磁気) から果てはGPSまでいろいろな方式があるが、どれが良いのかということは一概に断定出来ない。むしろ車両への情報提供の方が肝心であり、各省庁が競合するのではなく、そこで処理されている情報の種類が問題となる。つまり、現実問題として車両側に良質の情報を伝達するには各省庁が独自に掌握している情報をミックスすることが必要である。従って車載機側のカー・ナビゲーション・システムよりも高品位の情報を流すシステムの方が大事である。こういうインフラストラクチャ整備の一段階として地域性のあるシステムが実用化されれば地域カー・ナビゲーション・システムを製品化することもあり得る。ただし、それは止むを得ずということであって基本的にA社の製品のユーザーに対しては、全国ネットのサービスを提供することが最低限必要だと考え、TV機能と共に全国地図を車内のCRTに表示し、自分の運転する自動車の現在位置が確認できるシステムを同社的高级乗用車に組み込んでいる。また、緊急車や宅配車など、個々のセンターから特種な情報を伝達するシステムと乗用車向けのシステムとは全く別で、A社は乗用車中心に開発を進めている。

カー・ナビゲーション・システムの場合、安全や公害対策などのような社会的要請があまり明確ではない。しかし便利さがひいては安全性につながるものと考えている。規制がらみで開発しなければならないといったケースとは自ずと異なるわけだが、一般的な開発の場合には競走による方向付けが先ず与えられ、売り上げが伸びて研究開発費が回収出来れば良いのであって、ユーザーがその付加価値に満足して代価を支払ってくれるなら何でも開発するというのがA社の基本的な考え方である。その場合、ある時点で妥協点として見出され、消化されたものが商品化されるわけであり、このプロセスに終りはない。例えば、カー・ナビゲーションのシステムの高度化という点から判断すると、システムの実効を上げるためにはいずれは総合交通管制システムとのリンケージを考えねばならないわけである。カー・ナビゲーションやカー・メディアは公害や燃費などとは異って規制や数字に現れる問題ではなく、そのためのインフラ

トラックチャ整備への社会的合意をいかに形成するかが重要であり、その点については、カー・メーカーとしても努力の必要性を感じている、という。

B社 B社は1980年代の前半に社内にエレクトロニクス推進部を設け、カー・メディア開発を進めてきた。これは元々ラジオなどを扱う設計部の中の装備部門が独立したものである。カー・ナビゲーションなどを含むCCS⁵⁾はここで独自に開発され、特許を取得すると共にオーディオ、通信器メーカーによる細部開発との連携によってほぼ実用の域に達している。各省庁関係の研究開発組合には全て参加しているが、自社での開発の方が先行している。

CCSは「車内外の各種情報源に対応し、車を走る情報空間と化す自動車総合情報システム」であり、ラジオ、カセット、TV、CD、エアコン、自動車電話、自己診断、カー・ナビゲーション・システムなどを統合したものである。このためCRTディスプレイやアンテナは各種機能を統合したものが開発されねばならなかった。例えばCRTディスプレイは地図情報、案内図、テレビ画面だけでなくCD操作ボタン、エアコン操作ボタンなどのタッチ・スイッチ類が表示される。そのつど操作に必要なボタンのみが現れるので操作が容易であると同時に車載器は非常にコンパクトになる。容量が大きく、情報呼び出しの早いCD・ROMを用いているため運行前点検の方法やスノー・チェーンのかけ方などの画面まで記録されている他、地図情報も5000分の一地図で全国をカバーさせたりすることまで可能である。

細かく見るとB社のCCS開発には二つの段階がある。その内CCS-1はCD、カセット、ラジオ、TV、VTR、エアコン制御、カー・ナビゲーション・システムを統合したものである。このカー・ナビゲーション・システムではGPS、地磁気および車速により位置を決定する。GPSが安定的に常用出来るかどうかは利用対象の人工衛星を保有するアメリカの軍事的事情があって確定し難く、このため自立航法を併用する。地図は8段階の縮尺に変化する他、移動と共に画面が流れ、自車位置は常に画面の中央に表示される。

CCS-2はCCS-1に自動車電話、DAT⁶⁾対応機能を付加する一方、位置決め精度を上げるためマップ・マッチングとサイン・ポスト方式を追加採用したものである。マップ・マッチングとは走行状態と地図とを対応づけて自立航法における位置誤差の補正を行うことである。CCS-2は地磁気による自立航法、GPS及びサイン・ポストを併用するもので、サイン・ポストさえあればサイン・ポスト方式で、これがなければGPSで、衛星からの電波が受信出来ずサイン・ポストもなければ自立航法で走行する。これによってあらゆる走行条件に対応出来るとされている。

CCS市販への技術的問題としては①操作の安全性、②小形化とコスト低減問題、③どこまでシステム・アップするのが良いかという問題が残ったが、これら課題を一定程度クリアーし1990年に発売した同社の高級乗用車にそれを搭載した。将来の課題としては、社会的にはサイ

5) Car Communication System の略称。

6) DAT・ROMのことを指す。

ン・ポストなどを含めインフラストラクチャの整備が先決であり、これには政府系プロジェクトにどうしてもリーダー役に回ってもらうしかないと考えている。

C社 C社ではローカル・カー・ナビゲーション・システムを主に開発している。日本全国をカバーするシステムをいきなり開発するのではなく、むしろそういうものは適当な市販品が出回ればこれを利用すればよいという考え方である。具体的にはA社のような自立航法ではなくサイン・ポスト方式によるシステムで、半径20キロ内のディーラーやガソリンスタンドにサイン・ポストを配置しておき、そこからの位置情報を車載器のCRTに表示されるフロッピー地図に映し出す。フロッピー地図を用いる場合、大事なものは単なる地図ではなくその地図に入っている付加情報（買い物情報、ディーラー・サービス情報など特色付け）と、ユーザーが地図に個人的な必要に応じて簡単に情報を書き込めるという点である。

もうひとつの特徴はカー・メディアとしての機能であり、パーソナル無線の電波を用いて自宅との通話、自宅のインタホンによる訪問者との通話、留守番電話への録音（ホーム・エレクトロニクスとの接続）、およびサイン・ポスト設置ディーラーへの連絡（故障診断）などを可能にしようとしている点である。

C社としてはこのローカル・カー・ナビゲーション・システムを1990年代半ばまでに、低価格のオプション部品として市販を開始する意向である。問題点としては第1に運転中に地図を見たり機器を操作したりして事故をまねくような場合をいかに防ぐかということである。第2に、道路のメンテナンスや事故による閉鎖情報をどうフォローするかということ。システムとしてはサイン・ポストからこの種の情報をリアルタイムで流せばよいのだが、要は統一された使い易いシステムをいかに作るか、ということでも所轄省庁間の意志統一が前提となる。また道路情報をドライバーへ提供できるシステムを本格的に機能させようとするれば、いずれは交通管制システムと組み合わせなければならないという。

2 自動車部品メーカー

D社 D社には14の事業部があり、これとは別の事業本部制もおかれている。カー・ナビゲーション・システムなどは車載機を担当する自動車機器事業部の他、大形コンピュータ（固定局）はコンピュータ事業部の管轄であり、各事業部にまたがるプロジェクトである。このため、大形システムのとりまとめ、政府系プロジェクトの受入れ窓口としてシステム事業部が最近設けられた。自動車機器事業部の主要製品はエンジン関係部品、電装品、エアコン、オーディオ・ビジュアル製品などである。これらについてはカー・メーカーとの共同開発に加え、全社で10箇所ある各種研究所のバックアップの下に研究開発が行われている。各種専門分野に広くまたがる総合力と徹底した基礎研究、自動車部品についての半世紀以上におよぶ経験、これがD社の自動車部品部門の強味となっている。

各種の政府系プロジェクトについては、全て何らかの形で参加しており、建設省の路車間情

報システムと警察庁主導の AMTICS へは主体的に係っている。

しかし、カー・ナビゲーション・システムは、様々の点から商品としては未成熟なものであるといわざるを得ない、という。つまり、単なる自己位置確認のための自立航法+マップ・マッチングを行う車載機の段階から開発し、やがてインフラストラクチャ整備が進むにつれて経路誘導を含む総合的なナビゲーションへという展開は当然考えられる。しかしながら、初歩的な段階のナビゲーションの製品化にいつ踏み切り、どの程度対応していくかという点に不安材料があり、戦略が問われる所である。D社のカー・ナビゲーションにおけるポジショニング・システムは、光ファイバ・ジャイロに絶対方位を指定する地磁気センサを組合せた自立方式とGPSを結合させたものである。GPSが数キロの外周をもつ長方形のコースを周回した後では位置精度は±20メートル位、衛星が天頂に近い部分に集まっている場合には±10メートル位である。この方式は外乱に強いという特色をもっているが、ビルや山の陰、トンネルなど日本ではカバー出来ない領域が多すぎるといえる。

今後の開発テーマとしては音声認識であるが、話者特定などの問題もあるし、精度という点でよほどのものが出来ない限り安全性に直接結び付くような指令の入力には使えない。自動車電話のハンドフリー化の決定的技術といえるかも知れないが、未だかなり先の話である、と考えている。

E社 E社のカー・エレクトロニクスは電子技術部で統括されている。政府系プロジェクトには参加しているが、ひとつの問題はプロジェクトがハード中心に進められているという点にある。例えば AMTICS のシステムは情報と電子地図とを重ねるだけのものである。この場合、地図でもアイデアはいくらでもあって順列組合せ式に複合化出来るわけだが、地図に入れる付加情報、例えばガソリンスタンドやうまいもの情報、買い物情報のメンテナンスがかなり面倒になるし、そういった情報を手作業で入力していたのでは大変であるので機械式の入力システムの開発が必要になる。本当に難しいのは、こういう周辺ソフト技術の開発であり、その広がりが増加速度的になるという点である。

もうひとつ困難なのが自動車に情報を流す中央のコンピュータのアルゴリズムを正確に開発することである。つまり、距離の最短を割り出して指示するのは簡単であるが、例えば渋滞などのデータを判断して時間的に最短のコースを指示するようなケースである。

いずれにせよ、カー・ナビゲーションやカー・メディアなどはエンジン・メカトロニクスやパワートレイン、ブレーキの制御技術と基本的に異って数値で達成度が出せないし、何が最適解なのか、どこまで開発するのが合理的なのか、解のない問題なのである。現在製品化している電子地図にしても確信をもっていない。従ってドライバーにとって何が便利さであるのか、何がドライバー・ニーズなのか、といった点を根本的に分析したレポートのようなものの公開が今日、切望されているという。

3 電機メーカー

F社 エレクトロニクス・メーカーとしてカー・エレクトロニクスにも重要な地歩を占めており、A社への売上げだけを見ても年商500億円に達している。カー・メディアシステム系の開発に関しては、自動車総合管制システムとカー・ナビゲーション・システムとを別立てとし、前者は関連の通信機メーカーの電波事業部をグループ内の受け皿とし、カー・ナビゲーション・システムは関連通信機メーカーの自動車機器事業部が統括している。主な業務内容は、テレターミナル+地磁気方式とサイン・ポスト方式である。

技術開発上の問題を幾つか挙げてみると、第1に最もむずかしいのは自己位置確認技術である。地域限定すれば使用出来る技術はあるが、広域ないし全国的に決定版といえるシステムは未だ完成していない。GPSは1919年までに18個の軍事衛星を打上げ、地球上のあらゆる地点から理想として常時4個の衛星が見えているように工夫し、地上の物体の位置（座標）決定を行わせるシステムで一部の電波を民間にも開放しようとするものである。受信器が非常に高価だけでなく、日本ではビルや山の陰など電波の届かない所が多く、量産化によりコストダウンを図る以前の問題が存在している。

また、地磁気方式にも誤差が多い。地磁気そのものが正確でない（例えば北極と磁北極とはズレている）上に磁界は踏切り、架線、地下鉄などの影響で乱されてしまう。走行距離を車輪の回転数から求めるという方法も著しく誤差が大きい。このため、各社とも地図に記憶されている道路の曲り方と自動車の運動状況とを照合し、外部情報に頼らず自己位置の補正を行うマップ・マッチングという方法を工夫しており、F社の関連通信機メーカーの技術本部電装品開発推進センターにおける開発のメインテーマもここにある。

F社グループとしては、数年前にA社の高級乗用車用「マルチビジョン」を実用化している。これはCRT上に簡単な地図、メンテナンス情報（タイヤ交換時期・オイル交換時期など）、サスペンションのインジケータ（ソフト/ハード）、瞬間燃費・平均燃費とTVを映すものである。

第2の問題は、本当に必要とされるカー・ナビゲーション情報は、地図上の位置確認ではなくて渋滞情報および経路誘導情報だということである。これが出来るまでにはテレターミナルにせよサイン・ポストにせよ地図にせよ、社会システムの整備が進んでからでないと問題にならない。これは1990年代後半ということになると思われる。また、日本の道路事情では全ての経路が渋滞していればどんな経路情報も意味をなさないし、経路誘導によって別の地点で渋滞が発生するようなケースも考えられる。結局、社会システム整備といっても、道路そのものの整備が先決なのではないだろうかと考えられるのである。

第3の問題はPL（製造物責任）の問題である。例えば自己位置確認ミスで事故を誘発する場合が想定される。つまり、経路誘導とその時点での道路状況が合わずに事故に巻き込まれたり、渋滞にまきこまれる場合もある。これらは全てPL問題につながるわけであり、GMなど

がカー・ナビゲーション・システムの商品化にあたって警戒している点もこの問題に関してである。

第4の問題は先の2つと重なるのだが、日本の道路事情下で有効な経路誘導を行おうとすれば、抜け道となっている生活道路まで表示しなければ余り意味がない。これをCRTに表示しようとするとは大容量のメモリが必要であり、表示側も6インチCRTを使用すれば、ハイビジョンを利用することが必要になる。しかし、そんな細かい地図を見ながら安全運転するというのは、高齢化という社会状況を考えるまでもなく無理なことと思われる。

G社　カー・ナビゲーションに関する研究では政府系プロジェクトの内、建設省及び警察庁関係のプロジェクトに参加している。

G社では、カー・ナビゲーション・システムの概念には2つのレベルがあると考えている。ひとつは自立航法とマップ・マッチングによる位置表示、もうひとつはサイン・ポストやテレミナルを用いた総合的ないし本格的なナビゲーションである。この場合、いわゆるGPSは、そこから提供される情報が位置決めだけに止まるなら余り利用価値は高いといえない。初期には運営面のインフラストラクチャが未発達であるため、政府系のプロジェクトが強力に推進されているにもかかわらず第1の類型が先行し、やがて第2類型のものが現れるということになる。これが普及するのは全国レベルの標準化がなされ、利用の安易性・簡便性が保証されてからである。

ひとつのキー・テクノロジーは、付加価値情報や地図の精度がどこまで開発されるのかという点である。民間の地図会社もニーズが大きければ作成するであろうが、問題は2つある。まず、業務用としては地図の付加情報機能が絶対条件である。つまり、家電販売店用なら地図と共に顧客リストが表示され、そのリストには当の顧客に対していつ何を販売した実績があるのか、といったデータが最低条件として提供されるのでなければ意味がない。次に個人用としてはユーザーが地図に入れたいと思う情報を容易に盛り込めることが重要である。

いずれにせよ、G社ではカー・エレクトロニクス関連のアプリケーションの開発は余り進んではないものの、今後はカー・ナビゲーション・システムなどを含め、色々な要素技術を駆使することによりこの分野での研究へ全社的に取り組んでいく方針が立てられたという。

H社　総合電機メーカーのH社の中で、カー・エレクトロニクスの開発を担当する部署が同社の産業システム研究所である。カー・ナビゲーション・システムにも大々的に取り組んでおり、路車間情報システムやAMTICSなどの政府系プロジェクトに参加し、特に自動車メーカーのB社との関係が深い。

H社では、カー・ナビゲーション・システムを構成するひとつの要素である方位センサだけをとれば、10年位前から地磁気方位センサを開発している。位置決め方式としては全てを試している。GPSは誤差も少なくても良いのだが、人工衛星の寿命は5年位なので18個を常時上げておこうとすると年間3個づつ位打上げねばならず、シャトルを持っているアメリカにとって

も財政的にかなり苦しいことになるのではないかと考えられる。

これとは別に、双方向通信で衛星を使うジオスターというシステムも実験段階にある。ただし、いずれも情報が一番必要とされる都市部ではビルの陰部分で実用に耐えない。マップ・マッチングを行う自立航法については地磁気で絶対方位を与え、方位センサで車の運動状態を検出する方法を一通り試みている。表示部にはCRTと液晶があるが、CRTはスペース的にむずかしく、液晶＝安価というイメージに反してディスプレイ位大きなものになれば結構高価になると思われる。アンテナにしてもダイバシティー受信と称してアンテナを複数もち、受信状態の良いアンテナにそのつど切替えて使用して行くなどの工夫がある。スペース、温度、振動など、いずれの対策も機器のコストアップをまねく恐れがある。

ともかく、現状は個別方位センサ+マップ・マッチングである程度実用化できそうな見通しが出て来た段階にある。とりあえず、地図上にロケーションを表示出来るようになったという状況にある。それでも車の走行条件は多様だから道路外を走る場合など、予期しない条件に合うわけで、位置決め技術はやはりむずかしい。また、本来のカー・ナビゲーション・システムということからすれば、現状のように地図ばかりが目立つシステムは良くないと思われる。つまり地図というのは地図情報の検索材料にすぎないわけで、機械に地図情報を検索させて人間が必要な情報、例えば買い物や駐車場情報などについてのみ右・左折、直進せよといった情報を提供することが大切である、と考えている。なお、あらゆる情報を地図に示すというのは実用性・安全性の点から問題が多い。特に、情報量が多い場合には危険をまねきやすい。ロケーション表示からナビゲーションへ、つまり経路誘導へ進んだ場合はちょっとしたミスが大きな安全問題になる可能性があるからである。

I社 I社は、総合エレクトロニクス・メーカー・グループの中の中核企業で、主力製品はホーム・エレクトロニクスにおかれている。

開発研究所は第1～第6部よりなり、それぞれ映像・ニューメディア、カー・エレクトロニクス、パソコン周辺機器、CD・VTR、プリンタなどメカトロ機器、各種重要コンポーネント、の研究開発に当たっている。カー・ナビゲーション・システムの開発は10年位前から行っている。政府系プロジェクトの内、最も重点を置いているのは建設省系の路車間情報システムで、これにはグループ全体で参加している。警察庁主導のAMTICSにはグループのメーカーが参加しており、I社はサポート役という形で参加している。

カー・ナビゲーション・システムの基本的な考え方としては、全ての方式をそろえた上で必要に応じてその幾つかをハイブリッドしたものを開発する。自己位置確認法としては初期の絶対方位を与える地磁気とジャイロとマップ・マッチングを合せた自立航法に、サイン・ポストあるいはGPSを介した外部情報による位置決めを採用している。機能上、理想的には全てを組み込んだものが良い。GPSは民間に開放される電波では精度を高めることが出来ない。±20～30m位である。もっとも、長距離ドライブの時にはこれでも慣性航法による誤差の累積と

比べれば優れている。テレターミナルはサイン・ポストと異り、位置補正情報が示されないの
で、考えられる利用法としては自動車電話にない情報サービス性を活かすことになる。

各種政府系プロジェクトに統合ムードが盛り上っているのは確かだが、どんな組合せがいか
なるユーザー・ニーズに適合するのかが、選択上最も重要な問題をなす。また、地図の縮尺を
どう設定するか、地図の付加情報はCD・ROMによるか、テレターミナルなど外部のシステ
ムに依存するか、インフラストラクチャがどの程度整備されるか、そして車載機のコストがど
こまで下げられるか、といった諸点が技術的・社会的条件づけにとって重要である。

今後、カー・エレクトロニクスはカー・ナビゲーション・システムなど情報系と並んで、シ
ャシ系システムの普及・大衆化が、安全性・快適性の追求という流れに沿って発展するだろ
うが、パッシング・ベルト（シートベルトをしないとドアが閉まらない）やエアバッグ、アンチ
ロック・ブレーキ・システムなど、アメリカが先行しているシステムもある。エアバッグなど
は誤動作が許されないので、常時診断システムを備えた高度な技術を活かさなければ製品とし
て十分なものにはならない。レーダーを用いた衝突防止用の追従走行システム（車間距離を監
視して自動的にブレーキを作動させるもの）も重要な開発課題といえる。

J社 J社は、日本におけるカー・ナビゲーション・システムの開発ブームの火付け役で
ある。元来同社が関係各省庁にアプライしてスタートしたプロジェクトが、今日進行している
からである。J社は、交通管制機器メーカーとしての実績と経験の中から、もはや自動車交通
は群単位でコントロールし切れない段階に達していると判断し、総合交通管制の延長上にカー
・ナビゲーション・システムを位置付けようとしているが、自立航法によるポジショニングな
どについても日本のトップメーカーを自負している。

政府系プロジェクトとの係わり方について、それを具体的に見ると、先駆的なものとして
1973年から76年にかけて、通産省の自動車総合管制システムのテストに参加した。理想は高か
ったが、インフラストラクチャと車載機がある日突然普及するといった条件でなければ機能し
ないものだった。その後、建設省で道路をシステムとして高度利用しようというシステム道路
構想が計画され、自立形ナビゲーションと交通情報放送の併用案が出た。その通信系をデジタ
ル化し、かつナビゲーションとリンクさせたものが84年にスタートした路車間情報システムで
あり、AMTICS がこれに続いている。

J社では、前記の自立型ナビゲーションの前段階として地磁気と車輪の回転数差、それにマ
ップ・マッチングを加えた自立型ロケーション・システムを1984年に開発しており、87年3月
より愛知県警に納入し始めた。このシステムでは配車指令や通信が目的で、車載機には用途な
らびにスペース、コストの関係で地図のディスプレイはない。

カー・ナビゲーション・システムの普及の大きなネックは、各省庁間の調整にある。さら
には郵政省による電波関係の認可、運輸省の型式認定（保安基準）などが指摘される。インフラ
ストラクチャの整備費は、道路建設と比べれば問題にならない位の安価なコストで可能であり、

電波の認可は双方向通信となると問題も多いが、道路情報提供システムとして様々の情報を一方的に流し、ユーザーが勝手に選局するような方法ならスタートさせ易い。また、車載機側では、小型車にも収納しやすい液晶ディスプレイも開発が進んで大衆車に積載できるようになるものと、J社では想定している。電機メーカーとしては、高級車に積載し始めた段階で、実用性・安全性の見直しが求められ、より良い製品が出来ると考えるが、事故などのためにカー・ナビゲーション・システム自体の将来性に疑問が投げかけられるかも知れない、という疑いも持たないわけではないという。また、普及過程では一部の人のみがインフラストラクチャから流される情報によって便益を受けるのだから、受益者負担（有料制）ということも考えられる。その過程では経路誘導も容易だが、一定以上普及すると経路誘導してもハンチング（渋滞地点の移動）が当然生ずることになる。このため、J社では車載機が外部情報を受けて経路判断を行う際の経路誘導評価関数を複数設定し、時間最短、距離最短、最小右左折回数、レーン数選択、費用最小、路面状態などから、自分がどれを選ぶかを購入時にユーザーに選択させるという方式も考えている。もちろん最初は、パッケージ化された距離や右左折回数といった単純なデータのみを扱うシステムから製品化されるようである。

K社 同社の技術本部では衛星放送受信技術の研究を進め、移動体通信や情報システムなどにも先行開発のターゲットを模索している。しかし、家電やOA機器を中心として企業、一般を問わず、ユーザー・ニーズをタイミング良くつかみヒット商品を送り出してきた企業風土の中で、これまで系列色の極めて強い分野とみなされてきた自動車部品には進出した経験に乏しい。現在年商約一兆円の内、電子部品は10%程度のものであるが、半導体などが間接的に自動車に流れているだろうというだけで、K社としては直にフォローしていない。

考え方としては、K社における特機ないし特需品の類型の中に、若干のモディファイのみで自動車用に転用し得るアイテムがあれば、OEMなり特殊品として供給することは可能である。ただ、最近ではそういったアイテムが増えているので、市場開発に力を入れる必要性を痛感している。

カー・ナビゲーション・システムについては、自動車電話に対する付加機能のひとつとして、発信者の位置特定が有意義という見方をしている。そうした通信系の高度化、情報受け渡し機能の複合化を支えるものが自立航法であり、また、GPSやビーコンの利用であつたりすべきであると考えている。なおK社によれば、カー・ナビゲーション・システム（簡単なポジショニングではなく経路誘導を伴う機器）といったものは、一国の経済・社会システムとして大変な構造変革を誘引するものであつて、それが実用化されることが社会・経済システムの中で一体どういう意味をもつのかについて、何らオープンな議論がなされていないことは大変な問題であるという。

L社 L社は、東京オリンピックを契機に交通管制システムの分野へ参入した。売上げの主体は電子パーツ類で、交通システムの比重は数パーセントである。ナビゲーションを含む路

車間通信システムと総合的な交通管制システムがこれから伸びるテーマであると位置付けている。政府系のプロジェクトには全て参加しているが、補助金は人件費ぐらいにしかならないため、実質的な研究開発費はほとんど自社でまかなっている。

カー・ナビゲーション・システムの車載機器としてL社ではジャイロを用いる自立航法システムを開発している。これは警察庁主導の AMTICS に関連した開発である。理論的には人工衛星を用いる方式のみで良いのだが、この方式で精度を出すには軍事衛星に用いる電波を利用しなければならず、軍事的な問題があるので、ジャイロ、地磁気、GPS いずれを用いる場合でもサイン・ポストで位置データの修正を行うことが得策である。しかも、サイン・ポストから必要な各種情報を車に送り、同時に車からサイン・ポストへも通信が可能な路車間情報システムを総合交通管制システムとリンクさせようとする、何らかのサイン・ポストの設置が必要となる。例えば、事故情報、工事情報などは警察を通じて管制センターで統轄し、一元的に発信すれば、各車載機の CRT 地図上に直ちに表示することは可能である。

路車間情報システムとしてはL社でも、すでに高速道路を中心とする路側通信 (1620kHz) を実用化している。これは、音声組合せ自動編集方式でラジオに合成音を流すもので、同社のシステムが一番進んでいる。こういうシステムの場合、一般道路における交通情報は警察の管轄なので高速道路にほぼ限られ、例外は建設省が三国峠など山間部で実施しているものがある。また、道路から隔った所に電波が届くと郵政省の電波管理に抵触するので、情報の到達距離に行政上の制約がある。

総合管制システムとしては、阪神高速に用いられているL社のものが日本で最大のシステムである。このシステムは光ファイバを用いた大規模交通管制システムとしても世界有数のものである。これによって渋滞、事故、ブースの状況を自動的に判断し、ランプのコントロールを行い、道路表示板にも表示するものがある。

これらに加えて同社では AVI⁷⁾ による旅行時間測定システムを開発した。これは所定区間の入口で車のナンバーを読み取り、出口で同一車の通過をナンバーにより識別し、区間の所要時間を測定し、目的地への予想到達時間をリアルタイムで表示するシステムである。その他、都市バス運行システムや駐車場案内システムなど、様々なものがL社によって実用化されている。

III 研究開発をめぐる問題点

1 自動車市場の変化とカー・メーカーの需要創出戦略をめぐる問題点

先ず、カー・メディアの世界において、競争的な製品投入戦略がとられようとしていることから述べよう。今日、市場は高級品への全般的傾向を示している。また、情報化への社会的期待感も広がっている。自動車関連領域では、情報のやりとりに対するある程度のコスト負担へ

7) Automatic Vehicle Identification の略称。

の合意が出来上りつつある。このように市場では、製品差別化スペクトラムの上方展開に対するユーザー側の予算制約が軟化しつつあるのだが、肝心の自動車は商品としてはほぼ成熟し切っている。つまり、これまではスペシャリティー・カーや軽自動車で熱心に進められて来た馬力競争、乗用車の4WD化、4WS化などが差別化の基本的要素であった。しかし、これらのメカニズムやメカニズム制御をメインとする改良は、エネルギーや力学的運動の変換を扱うものであり、物理的制約条件ないし効率に超え難い壁がある。そして、製品技術は着実に実用限界に近付きつつある。

そこで出現するのが新たな類型の商品群としてのカー・メディア機器による需要創出（喚起）策である。しかし、その流れの中にあって消費者に対するモニタリングの欠落ないし不徹底が認められるのである。ユーザー・ニーズや満足度の実態を把握する方法論や物指が皆無に等しいのである。そもそもカー・ナビゲーション・システムについては、その安全性を判定する基準すら無いというのが実情である（各社が指摘。なお、H・J両社の官需〔緊急車〕向けポジショニング・システムは機能を限定した特殊用途品だが、その限りではモニタリングの役割を果たすであろう）。市場分析は、開発戦略上最も遅れた部分といわざるを得ない。それは、提供されようとしている技術のレベルやシステム性と奇妙なまでのアンバランスを示している。

つまり、カー・メディアの行方についてユーザーにもメーカーにも、今の所確信といえるものは無い。その中でカー・ナビゲーション・システムなどが、社会システム論的な意味づけを欠いたまま、産官による各種プロジェクト、開発ターゲットの設定といった形で先行しているのである。カー・メーカーにとっては将来、製品が売ればある種の計測し難いユーザー・ニーズやその満足度をつかんでいたことになるのだからそれで良い。しかしそうであるにしても、提供される製品がどのように使われ、それが社会をどのように変化させるのかについて、その生じ得べき波及効果に見合う議論がなされても良いはずである。このままの勢いで進めば、いたずらにハードの肥大化やシステム倒れといった状況を招来しかねないのである。

2 エレクトロニクス技術の変化とカー・エレクトロニクスの動向

次に、上述したような流れの誘因が、実は片寄った技術システムであることを明らかにしよう。現在、CD・ROMや各種方位センサ、果てはGPSなどのポジショニング・システムまで、個別技術、とりわけハードの進歩が著しい。エレクトロニクス・メーカーとしては、ハードの市場や応用分野の不足に悩むほどである。まさに技術余り社会といって良い。どういった製品を通じて、個々の技術がユーザーのもとに届けられるかはエレクトロニクス・メーカーにとって切実な問題である。ここにおいて、技術採択型(adoptive)産業の雄たる自動車産業の動向が、重要性を帯びてくるのは当然である。

カー・エレクトロニクスをめぐって、企業系列を超えた技術の交流、カー・メーカーによる業域を超えた内製化（A社及びB社）、音声認識など先端領域に対する一層のレベルアップ要

求が目立っている。そうしたことの結果として、第1に個別製品技術に見る高度化・システム化・情報化の推進が顕著である。のみならず、情報化を媒介としてそれは、第2に社会システムへの働きかけの強化を招いている。このような展開は、何もカー・エレクトロニクスに限ったことではない。しかしながら、ナビゲーションについて見れば、企業はインフラストラクチャの整備・一本化、技術の標準化への社会的投資を要求しつつ、他方ではそもそもの開発動機である高付加価値化のため、技術を個別付加機能の設定とそれをひき出すソフト、インターフェイス系の徹底的差別化という企業内投資戦略の本質的要求の枠の中に遮蔽しようとする。このように二律背反的な傾向を有することが、我々の知り得た限りでのカー・メディア・テクノロジーの特色である。出発点には技術の公共性ではなく私匿性があるのである。

その結果として、将来のカー・メディアが何通りかの共通フォーマットを設定することで競争的に発展しているコンピュータ・テクノロジーのような方向性を獲得するのか（ただし、コンピュータとは異なり大規模なインフラストラクチャ整備が必要である）、あるいはあくまで現行の閉鎖性を抜け出せないのか、また、どこまでシステムアップするのが妥当なのかが問題となる。いずれにせよ、インフラストラクチャの整備・運用や利用者負担の問題と共に予想し切れない要素が多過ぎるのである。現実には民需用のカー・ナビゲーション・システムも安全性、ニーズ、意味づけに対する議論をほとんど抜きにしたまま、社会システムとしての含みをもたせたシステム（ポジショニング）という段階からスタートさせられようとしている（A, B, C, D, E, F, G, H, I, J社）。

つまり、カー・エレクトロニクス機器がおおむねフィードバック制御に頼りつつ、（自動車業界では“学習制御”と呼ばれている）フィードフォース制御の考え方を一部取り入れた系の形で発展してきたのに反して、技術システムそのものはフィードフォースの考え方のみが目立つ、フィードバックの要素を欠いたシステムへと進化を遂げようとしているのである。こうした傾向に対していずれ全面的・社会的なフィードバックの要求が突きつけられないとは限らないわけである。

3 技術のとらえ方に見るニュアンスの差——カー・メーカーとエレクトロニクス・メーカー——

しかし、そういったカー・エレクトロニクスをめぐる技術システムは、一枚岩ではなく質的な差異を含み、なおかつその境界領域ではかなりの程度融合し合っているものである。次にこの点を取り上げよう。

カー・メーカーにとって製品技術の眼目は商品性にある。これはメーカーであれば当然である。商品性の前提をなすのは搭載性、つまり車載可能性であり、占有スペース、耐環境性、そしてコストが重要なチェック項目をなす。これになるべく多くの付加機能をという要求が対峙し、限界追求の中で厳しいせめぎ合いが行われる。カー・メーカーは技術採択的態度をとる一

方、生産技術に固有性を発揮せねばならない立場にある。しかも、いかにして欲望を喚起し、然る後にこれに充足感を与えるかが製品開発および技術戦略の原点となっている。

一方、エレクトロニクス・メーカーにとっても商品性は大前提だが、彼らは本来のエレクトロニクス企業としてエレクトロニクスと人間の関係、何故、何を開発すべきなのか、それをどう役立てるのか、エレクトロニクスがどこまで人間に迫り、乗り越えるか、エレクトロニクスがどのような広がりをもって行くかといった基本的な問題を常に念頭に置いているように見える。そこでは丹念に繰り返し、組み合わせ、思い切る技術だけでなく、より本質的な発想の豊かさや革新性に固有性を見出す態度がより強いようである。これなくしてはエレクトロニクス企業としての存立基盤はないわけである。

しかしながら、企業の短期・中期的収益基盤となるのは、そういった固有領域よりもむしろ多少なりとも繰り返し・組み合わせから成る生産技術に依拠する部分であり勝ちである。この点、2つの業界の間に著しい差異は認められない。それゆえ両業界の有力メーカーによる旺盛な情報収集力、用途開発力に加え、カー・メーカーの半導体部門への直接参入（A社）の動きは両者の技術がオーバーラップする領域において、将来いずれがヘゲモニーを握るかに係わる大問題として波紋を投げかけているのである。

IV 結びにかえて

以上に述べてきたように、技術システムの質的に異った担い手たちが抱えるテーマ・問題は重なっているが、しかし全く同じではない。つまり現代技術の基本的な流れが、情報化にあることに関して各界に目立った対立はない。しかし、差当り投入されるべき製品差別化戦略のコア・テクノロジーとして、カー・ナビゲーション・システムの開発にかかる積極性においてはカー・メーカーの方が勝っている。これとは逆に、より固有の一步先を行くものを見出すべき社会的な共同プロジェクトに対する期待感、参加意欲という点ではエレクトロニクス・メーカーの方が顕著である。両者の取り組み姿勢には、かなりはっきりしたニュアンスの差が認められる。

いずれにせよ、ユーザー・ニーズや満足感、技術の安全性評価といった基本的指標について信頼するに足る評価基準なり評価技術の体系なりを欠いたまま、独走しがちなことが現代の高度技術社会の特徴である。従ってそうしたものを公共性・公開性の高い公的機関における議論と試行錯誤のプロセスを通じて求めることこそが、不可欠となると思われる。

(1991. 1. 29 受理)