

## アクティブ セーフティを支える 視覚認知科学の基礎研究

—Nissan Cambridge Basic Researchにおける  
「運転の理解」への取り組み—

木下明生\*

運転という行動をドライバーと車両、さらには環境との間の情報の授受と処理の問題として捉えれば、アクティブセーフティの基本として人間の情報処理過程やその限界を知ることの重要性は明らかである。Nissan Cambridge Basic Researchは、そのような背景から視覚認知のメカニズムの理解を目指すべく、1993年に米国のボストン近郊に誕生した基礎研究所である。産・学の連携の下、小規模ながらユニークな形態で運営されているこの研究所について、設立の背景と基礎研究に取り組む意義、さらにいくつかの研究事例について紹介する。

### Basic Research of Visual Recognition Science Supporting Active Safety

—How to Tackle “Understanding of Driving”  
in Nissan CBR—

Akio KINOSHITA\*

By recognizing that the act of driving involves receiving and processing information between driver, vehicle and the surrounding environment, we can define the importance of understanding the process of human information processing based on active safety and its limitations. Nissan Cambridge Basic Research is a fundamental research laboratory which sprang up in the suburbs of Boston USA in 1993 with the aim of coming to terms with the mechanism of visual recognition. This publication outlines the significance of the background leading up to the establishment of this small research institute which is administered under a unique format combining industry and academia, the fundamental research it undertakes and highlights a number of research case studies.

#### 1. はじめに

Nissan Cambridge Basic Research (以下Nissan CBR) は1993年に米国マサチューセッツ州ケンブリッジに、産・学の連携による小規模ながらユニ

ークな形態の研究所として誕生した。ここでは安全技術の基礎となる視覚認知の基礎研究を進めており、既にいくつかの興味深い知見が得られつつある。本稿ではこのような研究所を設立した背景と基礎研究に取り組む意義、さらにいくつかの研究事例について紹介する。

\*ニッサン・リサーチ・アンド・ディベロップメント  
ケンブリッジ・ベーシック・リサーチ所長  
Director, Research Operations,  
Cambridge Basic Research,  
Nissan R&D Inc.  
原稿受理 1998年6月4日

#### 2. 安全技術の向上と基礎研究

日産自動車の安全に対する基本的な考え方は「トリアルセーフティ」に要約されている。この概念は、

安全の問題を「クルマ」「人」「交通環境」の相互作用の問題として捉えたものであり、不幸にして衝突が起こってしまったときに乗員を守るための「インパクトセーフティ」、また危険が迫ったときに確実にこれを回避するための「コントロールセーフティ」、さらにはそのような状況に陥る前に、周囲の環境を的確、容易に認識しながら安全な運転状態を維持するための「インフォメーションセーフティ」の三つを軸としている。

エアバッグなどより直接的に人間を守る「インパクトセーフティ」がパッシブセーフティに含まれるのに対し、アクティブセーフティの領域には「コントロールセーフティ」、「インフォメーションセーフティ」が対応する。シャシーやパワートレインの制御システムなどが活発に開発されている「コントロールセーフティ」に加え、日産自動車ではセーフティドライブアドバイザー(1984年)やレーザレダを用いた追突警報装置(1989年)の世界に先駆けた開発などを通じ、「インフォメーションセーフティ」の向上にも早くから努めてきた。見通しの悪い場所、交通量の多い地域での状況把握、さらには車室内での情報機器の使用など、車両の運転とは情報の授受のプロセスであるとみなすことができる。特に近年のITS (Intelligent Transportation Systems) 技術の進展、ナビゲーションなど高密度情報機器の普及を考慮すると、運転者とクルマ、さらには外界とのさまざまな情報のやり取りに関わる「インフォメーションセーフティ」の重要性はますます明らかである。

この領域ではディスプレイ情報の読み取り易さといった、人間に関わる個別の特性評価が活発に検討されている。例えばある表示装置が導入されるときに、その情報がドライバーにどの程度容易に認識されるのか、またどのくらいの負担を強いるのかといったことを知る必要があるであろう。しかしながら、このような一つひとつの装置に対する人間工学的な評価にも増して、人間の情報処理メカニズムについてのより根本的な理解が重要と思われる。視覚による情報伝達について考えると、同じ視覚情報が与えられていても、それに注意が向けられ認識されるかどうかはさまざまな要因に強く影響されるであろう。例えば交差点では対向車や歩行者に目を配る他、道路表示を認識することも必要である。しかも視野の中にはこれらの必要なものだけでなく、看板やその他多くの情報が存在しているであろう。その中から

必要な情報を抽出し、短時間のうちに必要な処理をし、判断した上で安全な行動をとることが求められるのである。さらにラジオやその他の情報がこれに加わることもある。このような状況下でドライバーはどのように情報を扱っているのだろうか？ 人間の基本的な情報処理のメカニズムとはどのようなもので、何がその限界を与え、どこに全体のプロセスを支配する要因があるのだろうか？ これらの問いは基本的なものであり、「インフォメーションセーフティ」、さらにはアクティブセーフティ全体の基礎となるべきものであるが、現在までのところ明確な回答はほとんど得られていないと思われる。

Nissan CBRはこのような背景の下に設立されたもので、その役割は「運転という行動」を支えている、視覚系を中心とした人間の感覚運動(sonso-motor)、認知のシステムの理解に貢献することである。

### 3. Nissan CBRにおける研究の方向

Nissan CBRは計算モデル、制御理論、心理物理学、認知プロセスなどの視点から、上記の「運転という行動」の理解を追究しているが、視覚情報処理の低次のプロセスを構成する単純な一つひとつの要素だけでなく、より高次の認知的な役割をドライバーに帰する考え方を重視している。どのような知識や前提の下に見るかによって、同じ視覚刺激からであっても引き起こされる行動は全く異なるものになる。したがって、「メンタルモデル」一すなわちドライバーに視覚情報を解釈する文脈を提供し、どのようにアクションするかといった環境との相互作用の方向付けのために用いられる内部表現—が大きな役割を果たしているはずである。Nissan CBRの各研究プロジェクトはこの「メンタルモデル」や、その時間的な挙動を記述する「メンタルモデルダイナミクス」をたいへん重視して企画されている。

### 4. 研究プロジェクトの例<sup>1,2)</sup>

上述のように、Nissan CBRの各プロジェクトはこれまで一般に行われているような感覚運動系の要素解析や、特定の条件についての人間工学的評価とは異なり、運転タスクに伴うメンタルモデルとその相互作用のダイナミクスの理解を志向したものとなっている。それぞれのメンタルモデルは周囲の環境についてどのような内部表現を用いているのだろうか？ 個々のモデルはどのタスクのために用い

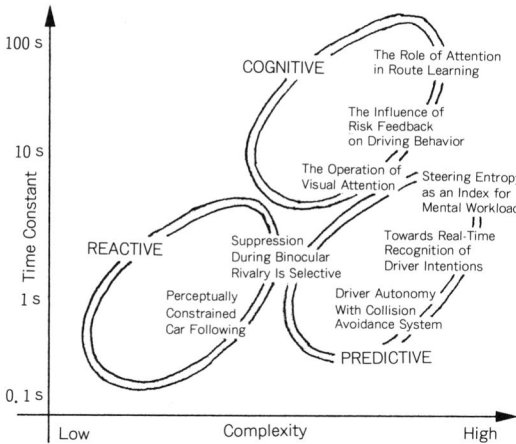


Fig.1 Nissan Cambridge Basic Researchの  
研究プロジェクト<sup>2)</sup>

られているのであろうか？ またどのようにしてモデル間の相互作用が行われているのであろうか？ それらを具現化しているメカニズムとはどのようなものであろうか？ これらの疑問が主たる研究課題の背景となっている。

運転タスクは多様であり、上記の関心から導かれる研究課題も広範囲にわたるものとなる。Nissan CBRでは対象とする情報処理プロセスを異なる三つの領域に大別し、それぞれに探究しようとしている。第一の領域は迅速に、ただし状況の違いにかかわらず同様に刺激に対応してしまうような反動的(reactive)タスクである。第二は、同様に迅速に、しかし周囲の環境に応じて異なったやり方で対応する予測的(predictive)タスクである。このようなりアクションの仕方の切り替えに必要な情報は、第三の領域—認知的(cognitive)タスク—により供給される。認知的タスクは汎用的であり、より長い時間をかけて働き、広範囲の情報源から情報を統合するものとみなすことができる。

Fig.1はこれら三つの領域についてNissan CBRの各研究プロジェクトを位置づけたマップであるが、以下にこれらのうち代表的な研究事例を示す。

4-1 ドライバーの意図検出

1) 背景

Automated Highway Systemsのように、ITS分野の技術進歩によって今や周囲の環境との通信による車両の自律的な制御まで実現されようとしている。完全な自律走行の場合を除き、これらの技術の根本は人間との協調による車両制御の問題である。このとき適切な制御のための望ましいシステムの状

態とは、車両あるいは周囲環境の物理的状態とともにドライバーの意図をも認識している、ということであろう。この研究はこのような背景から、ドライバーの運転操作を車両側から検知する可能性を探究しようとするものである。

基本となるのは、ある運転行動(例えば右左折、停止など)を起こそうとするとき、一般にある程度定型的な動作をドライバーは行っている、という知見である。これは過去の研究<sup>3,4)</sup>でも確認されており、ここではこの事実をもとに、かくれマルコフモデルによって運転行動を定式化することを試みた。

2) 方法

ここでのアプローチは運転行動をドライバー自身の心理的な状態の連鎖として考えるものである。一つひとつの状態は観測可能な所定の動作に対応し、相互の状態間には推移確率が定められる。それぞれの動作が確率変数で表わされるとき、このモデル形式はかくれマルコフモデル (Hidden Markov Model:HMM) と呼ばれる。HMMはこれまでに音声認識分野などで成功している手法であるが、ここでは操舵角、車両の加速、制動の変化を観測可能な物理量として、運転を一連の動作の連続したものとして定義する。例えば簡単な運転操作の例として車線変更を考えると、(1)現在の車線での中央位置の維持→(2)隣の車線が空いているかを確認→(3)操舵開始→(4)舵角維持→(5)操舵による車線変更収束→(6)新たな車線での中央位置の維持というように分解することが可能であろう。

本研究では以上のようなステップのそれぞれを確率的に表現し、さらにその最初の数ステップのみを用いて運転行動を推定することを検討した。

具体的なモデルの生成は、Nissan CBRのドライビングシミュレータを用いて、所定の操作を行う部分をHMMに学習させることにより行った。HMMが形成された後、運転全体を改めて分析させ、実際の運転行動と予測された結果とを比較した。

実際の実験では被験者に一般的な街路を模擬した画面の中を運転してもらい、操舵角、操舵角の変化率、加速度を対象変数として測定した。またモデル形成過程の具体的な運転行動は、右左折、停止、車線変更、追い越しの5通りにそれ以外(前者追従、加速および減速)の計6通りとした。個々の運転行動の開始はスクリーン上での指示に基づいて行うようにした。また検証時の運転行動パターンの予測については、Viterbiのアルゴリズム<sup>5)</sup>を導入すること

により行った。

### 3) 結果

結果をFig.2に示す。この図は横軸に運転行動の指示がスクリーンに現われてからの時間を、また縦軸にHMMの予測の正答率を示したものである。指示が現われてからむだ時間が約0.5秒存在するため、この時点での正答率は16% (6通りの選択肢から一つを選ぶ単純確率) であるが、指示後1秒、行動開始後0.5秒時点では約90%にまで上昇していることが確認された。

### 4) 結論

シミュレータ上の限られた環境ではあるが、ドライバーの意図検出の可能性を指示する結果が得られた。上記の高い正答率は、運転行動が相当程度「定型化」されたものであることを示唆している。

## 4-2 視覚認知におけるアテンションの役割

### 1) 背景

多くの交通事故は運転者に歩行者や他の車両が見えているはずにもかかわらず起きている。その中には、視野の中に十分な情報があるにもかかわらず、何らかの理由でそれを有効に使えなかったことによ

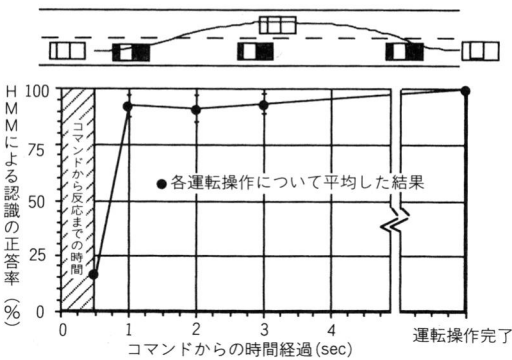


Fig.2 かくれれモデルによる運転操作推定精度<sup>2)</sup>

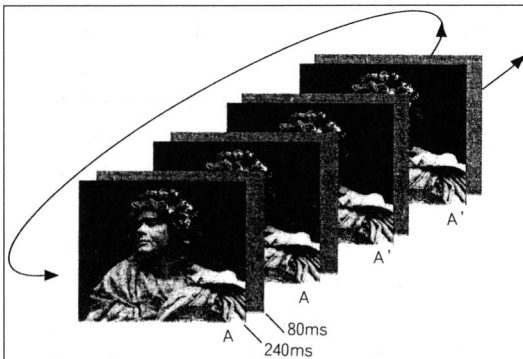


Fig.3 アテンション分析のために用いたフリッカー法<sup>1)</sup>

るものも含まれていると考えられる。なぜこのように周囲の環境が「見えなく」なるようなことが生ずるのだろうか？ 本研究はそのような動機の下に企画されたものである。

Nissan CBRでは、これまでの研究からアテンションこそがこのような現象のキーポイントであると考えている。視野の中で何らかの変化が起こっても、その変化する対象にアテンションが向けられない限り決して知覚されることはない。視覚情報そのものの見えやすさは重要ではあるが、それだけで全てではない。ドライバーのアテンションのメカニズムを理解し、これを具体的な設計内容に活かすことで、より安全な車両の実現につなげることが期待できる。

### 2) アテンションの作用の実証-実験方法-

アテンションのメカニズムへのアプローチを可能にしたのはNissan CBRで開発した「フリッカー法 (flicker paradigm)」である。この手法はFig.3に示すように、一部が異なる2種類の画像情報を短時間のブランクをはさんで交互に繰り返し呈示するものである。このブランクにより、二つの画像の違いが非常に明瞭な場合でも、アテンションが作用しない限り被験者にはその差異が知覚されなくなる。これにより初めてアテンションを純粹に抽出して分析することが可能となった。

一般的な風景など48種類の画像を用い、被験者に画像の違いを知覚させるテストを行った。知覚できるまでの時間を観測指標とし、オブジェクトの有/無、あるいはその色、位置などのいずれかの要素を変化させ、繰り返し呈示した。画像データの変化が画像中の興味のある対象 (Central Interest: CI) 中にあるかそれ以外 (Marginal Interest: MI) かで実験結果を分析した。CIかMIかは実験後の被験者へのインタビューに基づいて区分けした。

### 3) アテンションの作用の実証-結果-

実験の結果、顕著な傾向が明らかになった。CI領域の変化は平均4.7秒で知覚されたのに対し、MI領域では平均10.9秒、最大で50.9秒もの時間を要した。これは明らかにアテンションが画像の差異を見つけるための基本要素となっていることを示すものである。

人間が視野の中の情報やその意味を認識する際、それらの視覚情報を呼び込むとともに、それがどのような対象なのか、どのような場で起こっていることなのかというシーンの内部表現を必要とする。上

記の結果は、変化を知覚するようなシーンの内部表現の生成は自動的には行われず、むしろ必要に応じてダイナミックに形成されるメンタルモデルに依存していることを示唆している。したがって視野中の変化を認識するためには、周囲の環境にある利用可能な情報に加え、メンタルモデルのコントロールが本質的な役割を果たしていると考えらるべきである。

4) アテンション容量—実験方法—

上述の実験でアテンションが視覚情報を認識するために決定的な役割を果たしていることが明らかにされた。さらにフリッカー法により、視野中の対象の動きによる視線の誘導を排除してアテンションそのものについて観測することが可能となったため、次の段階としてその容量や構造を調べるべく研究を進めた。以下に示すのはその一例である。ここでは矩型図形といった単純な視覚刺激を用い、その刺激の色や向きなどを個別に変化させるとともに、変化させる対象の数を制御した。先の実験と同様の方法で、被験者がそれを確認するのに要する時間から、次のように定義した「容量」を明らかにした。

$$\begin{aligned} \text{容量} &= \frac{\text{認識可能なアイテム (何らかの変更操作をした対象) の数}}{\text{画像繰り返し数}} \\ &= \frac{\text{繰り返し周期}}{\text{アイテムあたりの必要認識時間}} \dots\dots(1) \end{aligned}$$

5) 実験2—結果—

以上の実験により、

- ・一回毎の表示時間が80ms以下の場合には、容量は1.5アイテムである。
- ・それ以上の表示時間になると、表示時間の長さに応じて容量は増大するが、最大4～5アイテムまでである。

といったことが明らかになった。このことはある短い時間内にアテンションを向けることのできる対象の数の制限があることを意味している。

6) 結論

一般にアテンションの喚起は、低次の視覚情報そのものによって対象側から引き起こされる要素と、高次の認知活動によって自ら導く要素があるとされている<sup>6)</sup>。通常の条件においては、プレーキランプの点灯など何らかの形で視覚情報が動くことによってアテンションがその場所に向けられる。ところが何らかの理由で本研究のフリッカー法と同様のプランクが作用すると、直接後者の高次の認知メカニズ

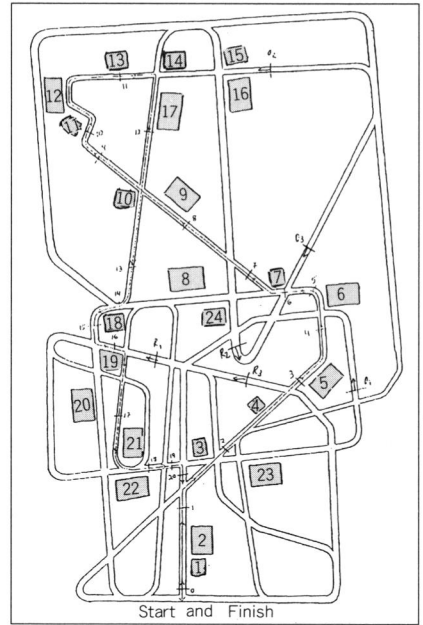


Fig.4 シミュレータ上に作られたルートの全体図<sup>1)</sup>

ムが働くことになり、CIとMIとでの際立った対照のような現象が起こることになる。

さらに、以上のようにある限られた数の対象にしか注目することができないことから、ドライバーが周囲の環境の変化をどこまで把握できるかは、アテンションの効果的なマネジメントにかかっていると考えられる。

4-3 人間の空間学習プロセス

1) 背景

人間は見知らぬ土地で行動するとき、何を手がかりにしてどのように地理を理解して行くのであろうか。経路をアドバイスするナビゲーションシステムをはじめ、ドライバー周囲の環境は人間本来の空間知覚の形成プロセスに適合したものであることが望ましいと考えられる。実際の道路上ではローカルな個別情報が過剰に存在するため、このような検討はこれまで困難であったが、ここではドライビングシミュレータ内に架空の都市空間を作ることにより、このような時定数の長い認知プロセスへのアプローチを可能とした。

2) 方法

シミュレータ内にFig.4のような350m×630mの街路を形成し、被験者にその中を決まった経路で走行させてその記憶過程を調べた。街路中には必要最小限な特徴のみに抽象化した24の建物を配置した。被験者の記憶状態の評価は、(1)街路全体の理解を調

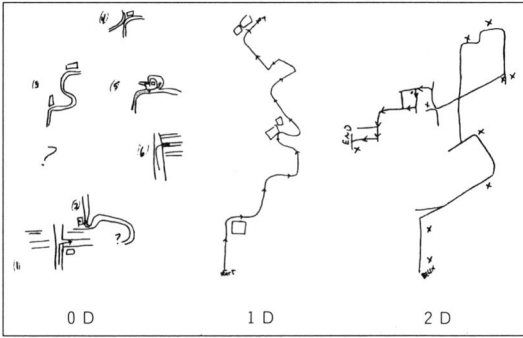


Fig.5 被験者による3タイプのマップ描画の代表例<sup>1)</sup>

べるために地図を描かせるとともに、(2)街路中の視覚情報の寄与を見積もるため経路中の交差点を呈示してどちらに進むべきかを答えさせ、(3)さらに一部建物の外観を変更した街路を再び走らせ、経路を正確に辿れるかを調べる、という方法をとった。実験は16人の被験者を使って行った。

### 3) 結果

Fig.5に示すように、地図の描画ははっきりと次のように大別された。

#### ・0Dタイプ (被験者全体の19%)

曲がり角、特定のランドマークなどをばらばらに記憶しているだけ。局所毎の断片だけでお互いがつながらない。

#### ・1Dタイプ (50%)

一つの線でつなげられているが、距離が甚だ不正確であったり、通過した場所同士が(実際は同一地点であっても)関連づけられない。

#### ・2Dタイプ (31%)

各地点の相互関係がつけられ、二次元の地図が認識されている。このタイプの被験者は学習後のシーンの確認時にランダム/経路順の表示方法の影響を強く受けることも明らかになった。またビルの外観を変更してもこのグループだけ経路を正確に辿ることができた。

なお、指示した経路を走らせること自体のパフォーマンスはグループ間で差はなく、また学習回数の影響も小さいことが確認されている。

### 4) 結論

0D、1Dタイプと2Dタイプの違いは、経路学習に全く異なる二つのやり方があることを示唆している。一方は経路中で実際に右左折した曲がり角の視覚情報に依存している。他方は環境の空間構造に対応したメンタルマップを形成し、これに基づいて位置関係を理解し、ナビゲーションを行うものである。

る。

## 4-4 人間の認知メカニズムを考慮したコーナリングモデル

### 1) 背景

高い走行性能と安全性能の両立のため、ドライバーの特性を理解し、適切なモデルを持つことの重要性は明らかである。この研究では特徴的な人間の視覚情報取り込みプロセスに着目し、コーナリングを対象に新たな考え方のドライバーモデルを提案する。ここでは簡素な構成のモデルにより、人間のコーナリングの特徴が再現できることを示す。

### 2) ドライバーモデル

これまでの研究で、運転者がカーブ走行中に頻繁にタンジェントポイント(視線がコーナー内側のエッジと接する点)を注視することが確認されている<sup>1)</sup>。この事実から、本モデルではドライバーがタンジェントポイントまでの距離Dとタンジェントポイントに対する車両の方向角 $\theta$ の二つの物理量を用いることを仮定する。また人間がこの視覚情報を断続的に取り込んでいることから、間欠的に順次ステアリング角度を修正するよう、制御間隔 $T_i$ を導入する。これらのパラメータの関係をFig.6に示す。

モデルの基本的な考え方は、各 $T_i$ 毎の時間中に望ましい方向に車両を回頭させるということである。期間 $T_i$ に車両が進む距離Lとヨー角度の変化 $\phi$ を用いて、各パラメータの関係を式(2)、(3)のように書くことができる。式(2)から必要なヨー角度変化量は $\theta$ と線形に関連しており、Dに対しても間接的に依存していることが分かる。

$$\frac{D}{L} \cos(\theta) \phi \sin(\phi) + \left(1 - \phi \frac{D}{L} \sin(\theta)\right) \cos(\phi) - 1 = 0 \quad \dots\dots(2)$$

$$\phi = \frac{2D}{2D-L} \theta \quad \dots\dots(3)$$

### 3) 比較実験

モデルの挙動を比較するため、ドライビングシミュレータ上で被験者による走行実験を行った。半径(3種類)×コーナー長さ(3種類)の計9種類の路面を設定し、各被験者とも20回の走行を行いメジアンをとって比較データとした。一方モデルについては車速25m/s、制御間隔40msとしてシミュレートした。

### 4) 結果

比較結果の例をFig.7に示す。モデル、被験者データの双方に次のような共通の特徴が観測される。

- ・コーナー侵入前からステア操作を開始する。
- ・軌跡はコーナー前半と後半とで非対称形状となる。
- ・コーナー脱出後ゆっくりと直線ラインに戻る。
- ・短いコーナーにおいては、実際の曲率半径に対して大きな半径でコーナーを通過する。

5) 結論

簡素な構成にもかかわらず、本モデルはドライバーが運転したときのコーナリングの基本的な特徴を再現することが可能であると確認された。このことは、コーナリングにおける視覚情報の役割と人間がそれを処理する方法について示唆を与えるものである。また、より人間の感覚に適合したステアリング制御のための簡素なドライバーモデルとしても応用可能と推察される。

5. Nissan CBRのユニークな組織

Nissan CBRはMassachusetts Institute of Technology (MIT)およびハーバード大学の教授の協力の下、Nissan Research & Development, Inc.によって設立された。「運転という行動」の理解に特化した目的の基礎研究所として、運営形態も独自のものとなっている。

人間の脳のメカニズムの理解は、自動車会社のこれまでの経験の範囲を越えるものであるが、また一方、これまでの認知科学研究から見ても運転のような複雑な状況を含む現象を対象とすることは新たな試みであった。そこで、企業側から具体的な現実の課題や運転という研究対象として豊かな場を提供するとともに、大学からは基礎科学の知識や高い研究

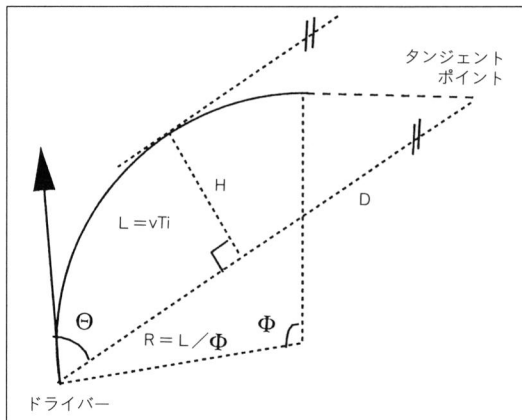


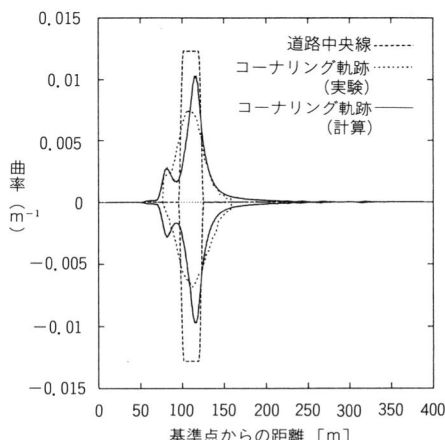
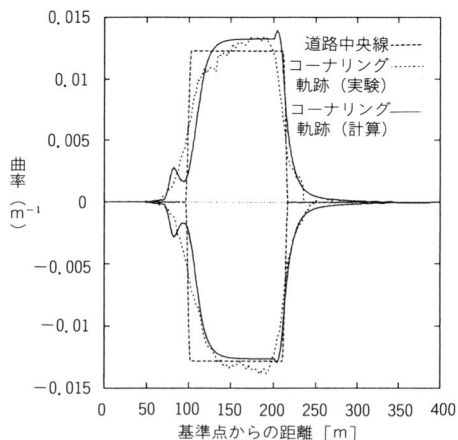
Fig.6 モデルに用いた各変数の関係<sup>1)</sup>

能力を得ることで、一つのチームとしてこの問題に取り組んでいる。

具体的な組織としては、MITおよびハーバード大学の教授が全面的に研究の企画運営に加わっている他、5名程度のフルタイム研究員を中心とした体制としている。ボストン地区の他大学の研究者や学生との連携の他、海外を含めた客員研究員の受け入れ、ワークショップの主催など、活発でオープンな交流を通じて研究を推進している。

6. まとめ

ある新システムの開発に際して人間とのインターフェースを検討する場合、そのシステムの機能を出発点として、実際に用いられる状況を想定しながら一つひとつ設計要件を決めていくというアプローチが一般的であろう。ところがこれを実行するために



注) 各カーブの半径は79m、長さは115m (左図) および25m (右図) に設定。

Fig.7 道路中央線/人間のコーナリング軌跡/計算によるコーナリング軌跡の関係<sup>1)</sup>

は多くの拘束条件を仮定しなければいけないこと、そのため既に決められたある要素の設計値を決めるといったことには有用である一方でシステムの構想段階での基本的な検討には適していないこと、また多様な状況を考慮することが困難であることなどの問題がある。Nissan CBRの研究はこれとは全く逆の方向からのアプローチを可能とすべく、人間の情報処理メカニズムの解明に焦点を当てたものとなっている。したがって、なかば予測のできない発見を目指しているという点でそれ自体実験的な試みであるが、メンタルモデルを軸にした研究課題の展開により、4章で述べたような諸研究プロジェクトを立ち上げることができた。

以上で紹介したプロジェクトの他にも、前車追従における人間の車間距離制御を記述するようなモデルの開発、ステアリング操作の予測誤差からメンタルワークロードを推定する方法の開発など多くのプロジェクトを並行して進めている。

しかしながらこれらの研究は緒についたばかりであり、まだ多くの基本的課題に取り組む必要がある。一方で「情報」がクルマに本格的に導入されようと

しており、そのマネジメントの方法論など、基礎研究が支えるべき課題の重要さはNissan CBRの開設当時よりもはるかに明らかである。従来の枠を越えた企業と大学の全面的な協力の下、アクティブセーフティの基盤構築に、また基礎科学そのものの進展に貢献すべく、さらに研究活動を進めて行く計画である。

#### 参考文献

- 1) Rensink, R.A. and Boer, E.R. (eds) : Cambridge Basic Research 1996 Annual Report, 1996
- 2) Boer, E.R. and Liu, A. (eds) : Cambridge Basic Research 1997 Annual Report, 1997
- 3) Helander, M. : J. Applied. Psychology, 63 (4), pp.481~488, 1978
- 4) Land, M. : Nature, 359, pp.318~320, 1992
- 5) Rabiner, L. and Juang, B. : IEEE ASSP Magazine, pp.4~16, Jan., 1986
- 6) Posner, M.I. : J. Experimental Psychology, 32, pp.3~25, 1980