

株式会社 富士通研究所

常務取締役 森田 修三 Shuzo Morita

1

まえがき

車は複雑な機械と人とのインタフェースという意味では、最適に設計されたものの一つである。コンピュータと比較すれば、その歴史は圧倒的に長く、誰でも簡単な教習を受ければ複雑な機械の操作を習得でき、日常の道具として完全に使いこなすことができる。ヒューマンインタフェースの課題が、コンピュータと人との関係で議論されることが多いのは、コンピュータあるいは広い意味でのITがまだまだ発展途上にあることに他ならず、車の域に達するには、まだ暫く時間がかかると思う。

筆者が、1988年に富士通研究所にてグループを立ち上げたとき、当時の幹部から「ヒューマンインタフェースというのは、日本語に訳すとどういうのか?」という素朴な質問をされた。ヒューマン・マシン・インタフェースといえば、人間と機械のインタフェースという明確な意味を感じることができるが、ヒューマンインタフェースは適切な日本語訳がない。当時、苦し紛れに「この言葉の意味を明確に表すことができる成果を上げることが小生のグループのミッションである」と答えたように記憶しているが、いまだその約束を果せていない。

小文では、コンピュータを対象としたヒューマンインタフェースに関し、筆者が携わってきた研究開発を通して得られた幾つかの考え方を紹介する。ここでは、ヒューマンインタフェースを「システムを間に介在した人と人とのインタフェース」ととりあえず定義している。以下の文中では、ヒューマンインタフェースという言葉とユーザインタフェース、あるいはインタフェースという言葉を使い分けているが、その意味するところを文脈の中で適当に汲み取って頂ければと思う。

2 ヒューマンインタフェースの研究領域

ヒューマンインタフェース(HI)の研究開発は、大きく二つの領域に分けることができる。

HIから見た最適システムの設計

制約条件下でのHIの最適設計と評価手法の開発

は、古くは米国のPARC(Palo Alto Research

Center)で生まれたAlto(1972)がその典型であり、それに端を発するパソコンが大きな産業に成長した。今のパソコンでは普通になっているマルチウインドウ、マウスによる直接操作、アイコンによる隠喩(メタファ)を基本にしたGUI(Graphical User Interface)は、この時代に考案された。また、ビットマップディスプレイやGUIに適したパソコンのアーキテクチャの基本、ソフト設計のためのオブジェクト指向のプログラミング手法も同時に考案された。これら過去の成果は偉大であるが、現状のパソコンが30年前のアイデアを未だに引きずっており、そろそろ新しい考え方にもとづくシステムが登場する時期には来ている。ユビキタスコンピューティング、あるいはストリーミングを主体としたブロードバンドのアプリケーションなどの利用環境の変革は、それを先導するものと期待されている。

また、 に関する日本の例としては、日本語ワープロおよびゲーム専用機を挙げることができる。日本語という特殊な文書を簡単に素早く入力、編集するためのインタフェースのデザイン、それに最適なシステムの設計は世界に誇ることができる成果であり、特に富士通のOASYSは一つの時代を築いた。日本語ワープロそのものはパソコンに吸収されつつあるが、そこで考案されたアイデアは、現在のパソコンの日本語入力インタフェースに引き継がれている。また、ゲーム専用機は廉価でかつ最大限の効果をもたらすマシンとして最適に設計されたものであり、新しいエンタテインメントのメディアを創造したと言える。

は、 とは逆に、時代々々のシステムの制約の中で、その利用効果を最大限に引き出すためのインタフェースの設計、および評価手法の開発である。一昔前であれば、処理速度も遅く、処理資源も限られたシステムにおいて、いかにユーザをイライラさせることなく、また快適にシステムを利用させるかが課題であり、また、昨今のインタネットやブロードバンドの応用では、際限なく広がり続ける情報の空間を、ユーザが迷子になることなく、また混乱することなくするためのインタフェースの最適化やサービスの提供手法は、システムの普及に欠かせない。

小文では、主として の視点からコンピュータという

機械の特質を考察し、それに基づくHIの基本アーキテクチャについて述べる。また、それを車と人とのインタフェースに当てはめ、HIから見た今後のITSを展望する。

3 メディアとしてのコンピュータ

人とコンピュータのインタフェースを考えると、「コンピュータとは何か」という問題に突き当たる。ムーアの法則に従って急速に高性能化がはかられ、またインターネットの普及によって使い方も大きく変化してきている。パーソナル"コンピュータ"はもはや「計算機」という概念を超えた別のものに進化しているように思える。

パソコンの始祖と言われているアラン・ケイは、60年代にコンピュータはメディアであるという啓示を受けたという。メディアという言葉が深い意味を持ち、また60年代のコンピュータを前にして、それがメディアであるということを理解した人がどれだけ多く居たか想像に難いが、今のパソコンを見ると、それがメディアに着実に進化していることは我々凡人にも容易に理解できるようになった。

メディアに進化するコンピュータの一面は、パソコンのCPUやメモリなどの計算機資源の使われ方の変遷にすることができる。80年代、まだパソコンの能力が低かったとき、その計算資源の殆どは表計算、データベース、ワープロ、という主要アプリケーションの「計算」に費やされていた。当時パソコンは、限られた先進ユーザのものであり、ユーザインタフェースが利用のネックになることはなかったし、また、計算機資源をそれに多く割り振る余裕もなかった。

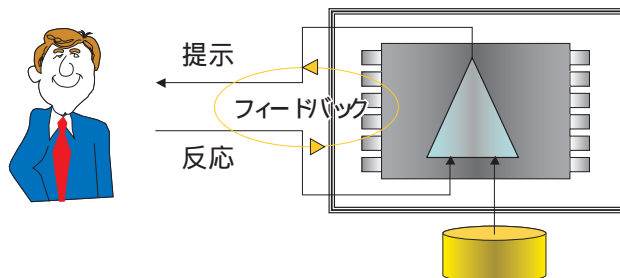
一方、84年のアップルのLisaそれに続くMacintoshに標準装備されたGUIは、パソコンの計算機資源の利用配分の重点をユーザインタフェースに大きくシフトしはじめたことを予見させた。以降、ムーアの法則に従いパソコンのコストパフォーマンスは急速に向上し、一昔前のメインフレームに相当する計算機資源をデスクトップで占有できるようになったが、パソコンの応用はインターネットを除き、そんなに大きく変化しておらず、この潤沢な計算機資源の殆どは、ユーザインタフェースの処理に費やされているといっても過言ではない。10年前と比べて今のパソコンではGUIは格段に気持ちよく働いてくれるし、また、ブロードバンド・インターネットを通したストリーミングもコマ落ちすることなくやり取りできるようになった。これがパソコンの大衆化を一気に押し上げたと言えるが、ユーザインタフェースの固まりになったパーソ

ナル・「コンピュータ」は、もはや「計算機」の域を超え、全く別のものになったことを実感させる。

「計算機」の域を超えたもの、それこそがアラン・ケイの言うメディアかもしれない。メディアというのは、ある日突然登場するものではなく、新聞やテレビのように時間をかけて社会に溶け込んだとき、メディアと呼べるものになる。その意味では、パソコンもその原型から数十年経ち、またインターネットのフロントエンドとして定着してきた実情を見ると、そろそろその域に達したように思えるが、それではどのような特質を持つメディアなのか、ヒューマンインタフェースという視点から考えてみたい。

4 アクティブメディア

コンピュータをメディアとして捉えたとき、他のメディアと違うのは言うまでもなくそれ自身が強力な「LSIパワー」を持っていることである。この「LSIパワー」によって、コンピュータが従来のテレビやラジオとは全く違った「アクティブなメディア」に進化する可能性を秘めている。図1. は、それをモデル化したものである。従来のメディアは、予めプログラムされた情報を素通しでユーザに提示し、ユーザは直接的に反応する手段は持たない。一方、コンピュータでは、ユーザとコンピュータの間にある種のフィードバックループが存在し、ユーザとのやりとりの中で一つの世界が大きく膨らんでいく。電気回路に例えれば、LSIは一種の増幅器として機能するが、ヒューマンインタフェースの分野では、これをAmplificationではなくAugmentationと言う。コンピュータが思考の増幅器、ファンタジーの増幅器、と呼ばれるのはこのため、いかにして「安定な増幅」を実現するかがHIの基本的な研究課題である。例えば、ある時期、



- ・小さく作り込まれた世界を、「LSI」が大きく増幅。
- ・安定な増幅(Augmentation)により、役に立つメディアに。
- ・強い帰還 = TVゲーム。正帰還がかかり過ぎると.....

図-1 アクティブメディア
Fig.1 Active Media

子供がコンピュータゲームをしていて癲癇を起こすという問題が話題になったことがある。これは、子供とコンピュータとの間である種の「正帰還」がかり、電気回路で言えば発信現象が生じたとも捉えることができる。格闘ゲームやレーシングゲームなどは、プレーヤーに極力強い刺激を与える効果をどのように演出するかがヒットの鍵を握っているが、その良し悪しは別にして、LSIが刺激の増幅に大きな役割を果たしていることは間違いない。

このようなメディアの特質を考えると、それはバーチャルリアリティの特質と重なる。一般には、バーチャルリアリティは、CGによる3次元立体視の道具が強調されるくらいがあるが、その基本概念はもっと深い意味を持ち、広くコンピュータの進化の方向を示す基本的な概念と理解すべきでものである。もとMITのAIラボに居たD.ゼルツァーは、バーチャルリアリティの概念を以下の3つの要素で説明している。

- 自律性 (Autonomy)
- 対話性 (Interactivity)
- 実存性 (Presence)

自律性 (A) は、コンピュータの持つ最も象徴的な性質である。自らが考え外界に向けて能動的にアクションを起こすことがその究極の姿であり、人工知能やロボットなど計算機科学の基本課題になっている。対話性 (I) は、Inter-activeを日本語に訳したものであるが、英語の意味のとおり「Activeなものどうしの間」という意味である。言うまでもなく、人はActiveでAutonomousなものであり、真のInter-activityが成立するためには、コンピュータもActiveでAutonomousなものでなければならない。実存性 (P) はコンピュータの中への没入感を表すものであり、コンピュータの色々な意味での表現力と関係する要素である。CGや3次元音響処理などによるシステムの中の世界のリアルな表現力、あるいはインターネットなどにおけるアウェアネス機能など、Presenceを高めるための技術は進歩している。

バーチャルリアリティの研究は、このAIPを究極まで高めることを目標にしているが、メディアとしてのコンピュータの進化の方向も、これら3つを軸に考えることで、取り組むべき課題も明確になり、一つの完成された姿が浮かび上がってくるのではないかと思う。図1. のモデルにおいて、AIP各々を高めるために、個々の要素をどのように実現するか、HIから見たシステム、あるいはメディアの最適設計の基本課題と捉えている。

5 インタラクティブ・ミュージック

上記の考察をもとに、1990年頃から幾つかの実験プロジェクトを推進した。そのうちの一つは、インタラクティブ・ミュージックである。

これは、音楽の作風や演奏スタイルをコンピュータに教え込んで、人工的な演奏家を育て、それを相手に即興の掛け合い演奏をすると何が起こるか、という実験である。図2. にそのシステム構成を示す。

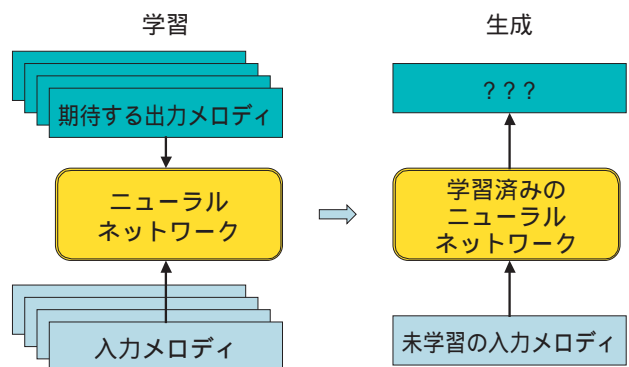


図-2 学習過程と生成過程

Fig.2 Learning and Generation Process of Music by Neural Networks

西洋音楽は、ある意味でコンピュータで扱い易い構造をしているが、作風とか演奏スタイルといういわゆる感性に関わるものは形式化が難しい。この分野については様々な側面から研究が進んでいるが、我々は当時注目されたニューラルネットワークを用いて音楽の持つフィーリングを学習させようとした。音楽の素人が、音符は読めなくても、音楽理論を知らなくても、何度も繰り返し聞くことで、何となく作風や演奏家のスタイルを感じ取ることができように、コンピュータにも音楽のフィーリングを覚えさせようとした。(図3.)

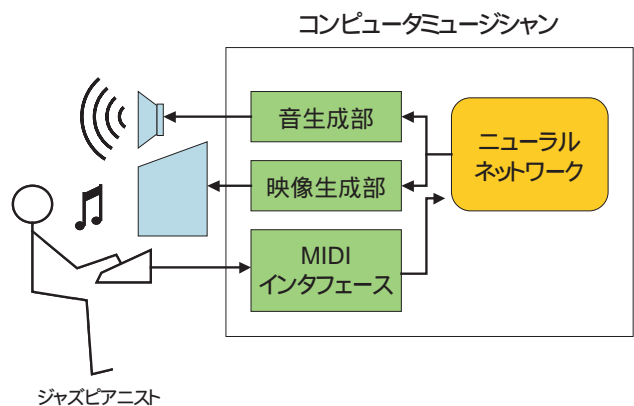


図-3 システム構成

Fig.3 System Structure

ジャズピアニストとプロジェクトを組んで、あるスタンダードジャズを教え込んだ。試行錯誤を繰り返し、約1年かけて何とか人前で演奏できるコンピュータの演奏家（ビブラフォン）を完成させ、ある展示会の余興で人間のピアニストとのセッションをご披露した。

このシステムは、コンピュータが学習することによって、フレーズごとの相手の演奏に対し、自律的にメロディーを生成し相手に返す、即ちAutonomousな演奏、人間とのInteractive な掛け合いがポイントであり、また、この掛け合いの中で人間の演奏家がまさに実際の演奏家とセッションしているがごとく演奏の中に埋没する、即ち相手のPresence を認められるか、というのがポイントであった。結果は、何度かの演奏の中で約8割は何とか達成できたように思う。

ただ、開発の期間中、実験室での試行を繰り返す中で、コンピュータの演奏する音楽に何かしら違和感を感じていた。メロディーはそこそこのものを打ち出すが、何度も聞いていると人間のピアニストが弾くものとは違う不快感に近いものを感じた。これは何だろう、というのがいつも頭の中にあった。このプロジェクトの進行中、偶然ではあるが、ある研究会で大阪大学の中村敏枝教授の「音楽と間」に関する研究発表を拝聴した。これは心理学の分野では広く研究されていることと伺ったが、人間の演奏家が自然につくりだす絶妙の「間」は、呼吸と関係しているのではないかと、という仮説を様々な調査を通して検証を試みられておられた。コンピュータ・ミュージシャンの演奏の不快感に疑問を感じていたとき、このお話をふと思い出し、一つの結論に至った。

コンピュータは、音列は正確に生成するが、人間のようになら「間」をつくることはできない。無論、人為的に「間」や揺らぎをあるルールに沿って入れることは可能であるが、それを自然につくりだせる仕組みがないと本質的な解決にならない。人間が呼吸との関係でどのように「間」をつくりだしているかは分からないが、呼吸や心拍という基本リズムが、音楽の演奏者の絶妙の「間」を作り出し、また聴く方もそれを心地よい「間」として感じる事ができるとすれば、人間とコンピュータとの「心地よい」コミュニケーションにおいても、同様の仕組みがなければならない。これは、通信の分野において、二つのノードが通信する場合、内蔵した位同期発信機が相手の発信周波数に同調することで信号を受信できるようにする相互同期系のモデルとも似ている。このような単純なモデルではないにしても、生身の人間とある意味で同調できる仕組みが、音楽に限らず心地よい

インタラクションには不可欠ではないかと考えた。即ち、理想的なヒューマンインタフェースを実現するためには、「コンピュータも息をしなければならない」という仮説である。

6 「息をするコンピュータ」とヒューマンインタフェース・アーキテクチャ

「息をするコンピュータ」とはどのようなものであろう。それは単純に自律的に振動するクロックや位同期発信機を備えるという単純なものではないだろう、ただ、漠然と「息をする。。。」ということを捉えるのではなく、工学的に取り扱える何らかのモデルに落とし込むことができるかどうか、これは技術的な観点からHIの課題に取り組む立場にいるものとして最大の関心事である。

ところで、人間の脳をある断面で見ると、図4に示すような階層的な構造をしていると言われている。爬虫類にも共通に存在する原始的な脳の組織である脳幹網様体、怒りや喜びなど人間の情動を支配する大脳辺縁系、そして人間のみ大きく発達しその知的活動を支配する大脳新皮質の3つの階層である。ある専門家に何うと、人間の脳の構造と役割分担がこのように綺麗に分かれているかどうかの根拠はないとのことであるが、工学的な立場からは、このような構造的なモデルはシステムとして取り扱う上で大いに参考になる。人とコンピュータとのコミュニケーションにおける「コミュニケーション・アーキテクチャ」に対し、この脳モデルは有力なヒントを与えてくれる。

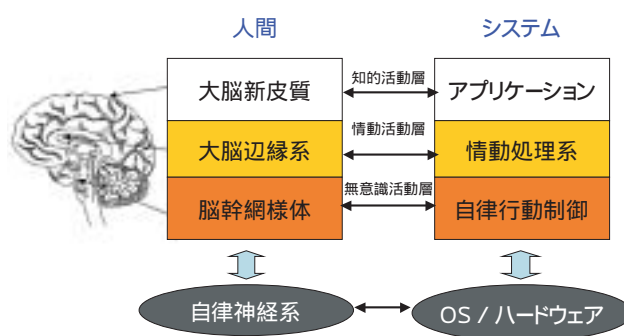


図-4 脳の構造とHIアーキテクチャ
Fig.4 Brain Structure and HI Architecture

一般的に階層的なアーキテクチャでは、相対する二つのシステムのコミュニケーションは、低位の機能層から順番にリンクを確立することで達成される。まず物理層のリンクを確立し、ネットワーク層からトランスポート、セッション層のリンクを確立した上で、最終的なアプリケーション層のコミュニケーション・リンクを張ること

ができる。人間とコンピュータとのコミュニケーションは、最終的にはシステムが提供するアプリケーションと人間の知的な機能とのコミュニケーションと見ることができるが、コミュニケーションのモデルとして考えると、最上位のアプリケーション層どうしのリンク以外に、低位の機能どうしコミュニケーション・リンクの確立が必要である。人間どうしのコミュニケーションにおいても、初対面の人どうしがスムーズにコミュニケーションするには、相手に対する主観的なフィーリングが合うかどうかというのがポイントであり、それが合わない論理だけのコミュニケーションは、仕事の特別な場合を除きうまくゆかない。恋人どうし、あるいは優秀なセールスマンとお客様のコミュニケーションなどは、まずはコミュニケーションのきっかけを作ることが先決であり、それさえ成立すれば長続きする深いコミュニケーションが可能となる。

全くコンピュータを知らない人がそれと相対したときに覚える戸惑い、極端には全く馴染めないまま、折角購入したパソコンが埃にまみれて放置されるという問題がよくあるが、そこにコンピュータと人間とのコミュニケーションの基本的な課題を見ることができる。米国の知覚心理学者が作った言葉でAffordance というのがあるが、これは人間があるものを見たとき、自然にあるアクションを誘発させることを意味しており、アイコンのデザインや、GUIの設計の基本にはこのAffordanceの考え方が深く関係している。ユーザがパソコンと違和感なくまた永続的に付き合えるようにするためには、まずは付き合える相手としての「雰囲気」を作り出し、付き合っても飽きない相手としての魅力を持たせることが必要である。そのためには、無意識にアクションを誘発させ、また、長く付き合っても飽きない機能、これらがシステムの機能として埋め込まれることが必要である。

図4. は、このような考え方に基づくHIからみたコミュニケーション・アーキテクチャの一つのモデルを示している。自律行動制御層はシステム自身がユーザに対して自律的に働きかける機能であり、ユーザの無意識のアクションを誘発すると同時に、Inter-actionの基本になるものである。ユーザとの飽きのこない長続きするコミュニケーションを実現するためには、システムのある種の「意外性」が必要である。我々が毎日パソコンにLog-inする理由は、新しいメールが届いている、あるいはWebを通してその時々の世界の変化を知ることができるなど、予測ができない変化との出会いへの期待である。現在のインターネットは、その意味で自律的に変化する仮想世界そのものであり、ある意味で自律行動制御機能がシステ

ム全体として実現されていると言える。情動処理系は、ユーザがコンピュータと付き合っている楽しさを実現するための機能である。ユーザのアクションに対するコンピュータの反応を、ある種の「感情」としてユーザが自然に感じ取れるインタフェースのデザインが基本的な課題である。専門家がコンピュータを使うとき、特別なインタフェースを通さなくても、その感情を感じることができる。要求したジョブへの反応が遅いとき、あるいは意外な結果を出してきたとき、内部で起こっていることを想起して適切なアクションをとることができる。一方、一般ユーザにとって、システムはブラックボックスであり、予想し得ない状況が起こったとき大きな戸惑いを感じることがよくある。システムの中で起こっていること、即ち「システムの喜怒哀楽」を自然に感じ取れるように表現し、ユーザが戸惑うことなくアクションをとれるように工夫することが必要である。

図4. のアーキテクチャを、コンピュータそのもののアーキテクチャに反映するには、更なる考察が必要であるが、この考え方をユーザとのインタフェース・エージェントの構造に取り入れて実現した。感情を持ち自律的な振舞いをするFinFinがその例である。(図5.) FinFinは、



図-5 人工生物Fin Fin
Fig.5 Artificial Life "FinFin"

一般に自律ロボットで用いられている状況反応型プランニングシステムをベースにし、行動の結果によって変化する自らの感情や肉体的な変化(疲労、空腹感など)を行動の動機にした自律的なエージェントである。1995年にCD-ROMパッケージとして発売し、国内外の多くの方々に付き合って頂いた。深い愛着を感じて頂き、長く付き合ってもらえるかどうか、上記の仮説を裏付けるポイントであるが、熱烈な多くのファンに可愛がって頂き、コンピュータのインタフェースに関する多くのヒントも頂いた。

7 車のインタフェースモデル

以上の考察をもとに、車のインタフェースを考えてみよう。

図6. は、図1. に示したアクティブメディアのインタフェースモデルを車のインタフェースモデルに置き換えたものである。言うまでもなく、車はActiveな機械であり、ドライバとのInter-activeな関係は理想的に成立している。特に、一昔前の車では、ドライバは車のエンジンの「息遣い」や「足回り」の動きを直接感じ取りながら、まさに車と一体となって運転していた。多少、性能や機能に問題があっても、騙し々々しながら運転できたのは、ある意味で車のPresenceがドライバに十分伝わっていたといえる。

--Basic Model--

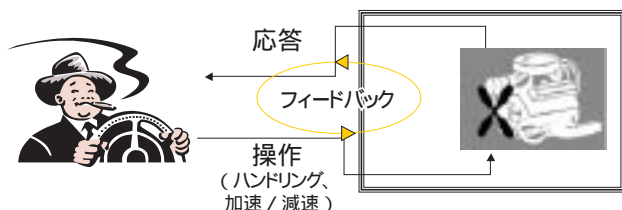


図-6 車のインタフェースモデル - Basic Model -
Fig.6 Interface Model for Automobiles - Basic Model -

--Computerized Vehicle Model--

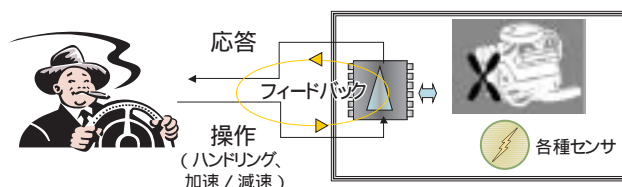


図-7 車のインタフェースモデル - Computerized Vehicle Model -
Fig.7 Interface Model for Automobiles - Computerized Vehicle Model -

一方、数多くのコンピュータチップが搭載された最近の車では、図7. に示すようにドライバはコンピュータを介して車のエンジンとインタフェースする。この場合のコンピュータの役割は、ドライバとエンジンのフィードバック系を最適に制御することである。センサを介してエンジンや足回りの状態 (Presence) を適切にドライバに伝えることで、ビギナーには安定したドライビングを、また、高いスキルを持ったドライバにはそれを最大限に発揮するためのインタフェースを実現している。また、危険予知やトラクションコントロール、あるいはオートクルージングなど、ドライバに余計な負担をかけない Autonomousな制御はより安全で快適なドライビングを可能としている。ただ、コンピュータが間に介している

とはいえ、ドライバにとって重要なことは機械の「息遣い」を十分に感じ取れることであり、Autonomyの向上はそれをかき消すものであってはならない。

車におけるコンピュータの役割と課題を、ヒューマンインタフェースアーキテクチャのモデルとの対比で考えてみよう。(図8.) 無意識活動層は、状況を観測し、判断、実行するドライバの基本的な行動に関わる部分である。この層に対応する車の機能の向上は、主としてセンサの充実であり、車の自律行動制御機能の向上が課題である。情動活動層は、心地よいドライビングに関わる部分であり、車のスタイル、内装、エアコン、あるいは音響機器のデザインが関係する。また、車の「情動」をドライバに伝えることも重要であり、車の「空腹感 (ガス欠)」、「疲労感 (回転数、温度、など)」などが明確に感じ取れるインタフェースの設計が課題である。知的活動層は、Infotainmentに関わる部分である。既に、カーナビやVICSなど、ドライビングに必要な情報提供システムが普及しているが、ドライビングをより利便にするためにインターネットの情報空間が車の中にも大きく浸透することになるだろう。

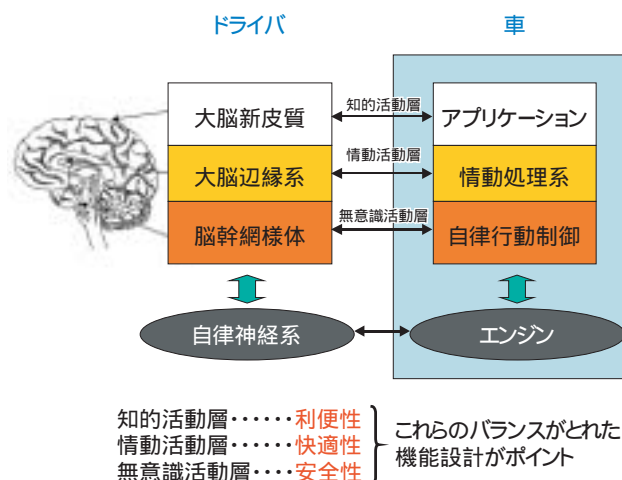


図-8 車のHIアーキテクチャ
Fig.8 HI Architecture for Automobiles

インタフェースという視点からは、これら3つの層は、独立するものではなく、相互に強く関係している。車のインタフェースの基本は、あくまで安全性であり、そのための無意識活動層の確立が基本である。また、車を故障なく快適に利用するためには、情動活動層の充実が必要であり、その上で知的活動層を充実することが必要である。それらのバランスをどのようにとりながら各層の機能を充実させるかが、全体のシステム設計の指針となる。例えば、運転中の携帯電話の利用が問題になってい

るように、様々な情報をドライバに提供することで知的活動層を充実することは、逆にドライバの意識の空白を招き安全性に致命的な問題を引き起こすことになる。知的活動層や情動活動層の充実に対応して、無意識活動層の充実を図ることが必要である。センサの充実、より安全な自律走行機能の導入など、低位層の機能の充実をはかりながら、上位層の機能の高度化、充実をはかることが必要である。

今後、様々な技術革新が車にも取り入れられ、社会システムの重要な構成要素として発展し続けることは間違いないが、より安全で、より快適で、より利便な車を提供するために、ドライバと車のインタフェースの最適化は引き続き重要な課題である。上記の考察はヒューマンインタフェースから見た一つの考え方であるが、車の進化に沿ったシステム設計の指針となるモデルとして、参考にして頂ければと思う。

8

まとめ

本文では、ヒューマンインタフェースについて、限られた見方ではあるが、筆者が経験してきた事柄をつなぎ合わせ、一つの考え方をご紹介した。

冒頭述べたように、ヒューマンインタフェースという言葉の適切な日本語訳に到達するには、未だ道半ばである。人間という奥深いものを対象としているが故に、まだまだ時間がかかるものと思う。ただ、昨今、海の向こうで生まれたカタカナの流行語を漠然と使う風潮には、

いささか抵抗感がある。日本語には直せないにしても、それなりに定義して用いることは必要である。特に、最終的な製品やサービスとして形にするためには、工学的な意味合いやシステム設計に繋がる何らかの定義が必要であり、その努力を怠ってはならない。

カタカナ言葉として最近特に盛り上がっているのに、「ユビキタス」というのがある。PARCのM.ワイザーが1988年に提唱したユビキタスコンピューティングという言葉に端を発しているが、この本質はコンピュータが見えない形（Invisible）で我々の身の回りに浸透する世界にある。車には、既に見えない形で多くのLSIが組み込まれており、それを意識せずドライバが車と接している。その意味で、車は「ユビキタス」の世界が実際に実現されたシステムの典型であり、今後の車の進化の道筋を見通す意味で「ユビキタス」という言葉は一つの鍵になると思う。車の中にInvisibleに浸透したコンピュータが、車の外に指数関数的に浸透しつつあるコンピュータとシームレスに連携することで、車は更に大きく進化するであろう。

登録商標

「Fin Fin」は富士通株式会社の登録商標です。

社外執筆者紹介



森田 修三
(もりた しゅうぞう)

1973年富士通（株）入社。1976年（株）富士通研究所に転社。1987年までデジタル通信ネットワークの開発に従事、1988年からヒューマンインタフェースをはじめとしたパーソナルシステムの研究開発に従事。現在、（株）富士通研究所常務取締役。