



# 脳と安全運転<sup>\*1</sup>

## The Brain and Safe Driving

(独) 情報通信研究機構 未来ICT研究センター グループサブリーダー

大須 理英子

(株) 国際電気通信基礎技術研究所 脳情報研究所 主任研究員 博士(文学)

Rieko OSU

### 1. はじめに

自動車研究については全くの門外漢であったが、安全運転支援システムの評価に関わる共同研究をさせていただいたことをきっかけに、自動車に関わる方々とお知り合いになる機会を得た。このところの脳ブームを背景に、自動車関連の方々の中にも、脳に興味を持つ方が現れ始めたようであり、このような原稿の依頼をうけること自体がそれを反映しているのかもしれない。確かに、車を運転するのは人間であり、人間の行動を支配しているのは脳神経系であることを考えると、車という道具自体のハードウェアが成熟期を迎えた今、それを操作する人間に感心が赴くのも道理なのだろう。とはいえ、私自身が相変わらず自動車研究について門外漢であることは変わらないので、脳研究の中で、ひょっとしたら車と関連するかもしれないというトピックを独断と偏見で紹介させていただくこととする。

### 2. 脳研究最近の動向

#### 2.1 BMI/BCI

脳研究の最前線といえば、まずは、ブレインマシンインターフェース(BMI)、ブレインコンピュータインターフェース(BCI)であろう。皆さんの中にもテレビやウェブなどで、脳に埋め込んだ電極の信号を使ってコンピュータカーソルを制御したり、頭の表面に貼り付けた電極の信号を使って車いすを制御したりする映像を見た人があるだろう<sup>1),2)</sup>。また、人工内耳のように、神経を直

接刺激することで、感覚器を代替する技術には実用化されているものもある。

これらの技術の背景には、多数の信号を記録できる電極や、アルゴリズムの開発、計算機のスピードとメモリ容量の爆発的上昇など多くの技術革新がある。昔はマッドサイエンティストの妄想とされていたことがまさに現実になりつつある。私が大学院生の時(15年前としておこう)、脳研究といえば、「テレビの周囲の電磁場を測定したり、テレビの回路1本の電位を測定することでテレビに何が映っているかを知ろうとする無謀な研究」と揶揄されていたことを思うと、ずいぶん進歩したものだと思う(今でも大差ないという見解ももちろんあるだろう)。

これらの技術を車に応用すれば、将来は手足を使わなくても運転できるようになる...かどうかという、これはかなり先のことになるであろう。脳に針を刺さなくてもすむ非侵襲脳計測技術で、車に絶対必要な「安全」を確保するためには、まだ数多くの技術的飛躍が必要である。しかし、これらの技術が途中段階で全く利用価値がないかという点でもなく、例えば、脳活動をモニターすることで眠気を感じたら、自動運転に切り替えるとか、安全なところへ待避するとかが可能となれば安全運転につながる可能性もあるだろう。とはいえ、このようなことを車業界の方にお話しすると、運転手はモニターされるのをいやがるからなあ、というお返事を頂くことが多いのもまた事実であり、確かに自分も電極をつけて運転するのはいやかなあと思ったりする。ちょっとカッコいい感じのヘッドセットだったり、エアロバイク

\* 1 原稿受理 2007年9月10日

で心拍をモニターする程度の簡便さがあるといいのかもしれない。

## 2.2 ニューロマーケティング/ニューロエコノミクス

もう一つ、最近の脳研究の新しい展開として注目されているのがニューロマーケティングやニューロエコノミクスといわれる分野である。これは、コカコーラとペプシコーラを飲んだときの脳活動の差を測定した研究をきっかけに一気に広まりつつある<sup>3)</sup>。ブランド名を隠したときには純粋に味に関わる脳部位が活動していたのに対し、コカコーラのブランド名を示したときには、前頭前野という、意識に強い関わりのある部位の活動が見られたのである。一方、ペプシのブランド名を示したときにはそのような活動は見られず、ペプシファンは味で選択していることが示唆された。結果的にこの研究はコカコーラのブランド力の強さを証明することになったのだが、脳活動を販売戦略や商品開発に利用できるのではないかと企業も注目している。おそらく自動車会社も例外ではないだろうと思うが、このあたりはおそらく企業内で秘密裏に実施されているので、どのような企業が何をやっているのかは明らかでない。車の印象や乗りやすさの評価、安心な運転システムの評価といったものも、この延長上にあると考えてよいだろう。もちろん、脳活動まで測らなくてもアンケートや生理指標、行動指標で十分じゃないかという意見もあるだろうが、脳活動はそれらの反応の源泉となるものであり、より多くの情報が含まれていると期待できる。

## 3. 運転に関わる脳

### 3.1 運動の脳

では、車の運転においては、実際どのような脳の場所が関わっているのでしょうか。車の運転中に脳活動を精度よく計測する技術は今の所ないので、あくまで憶測にすぎないが、手足を動かしたり、道具を上手に操作したりすることに関わる場所、すなわち、運動の制御と学習に関わる脳の場所が大活躍しているというのは、想像に難くない。車の運転において脳が処理しなければいけない問題は、運動制御や学習の問題と重なる部分が多い。

あの交差点を曲がりたい!と思ったとき、まず、目から入ってくる交差点情報をもとに、どのタイミングでどれくらいブレーキを踏んで、どちらにハンドルを切ればいいのか、さらに、そのようにハンドルを切るには、どの筋をどれくらい活動させればいいのかということ瞬時に計算しなければならない。ハンドル操作と車の動きは、練習しないと獲得できない。このような処理に関わっているといわれる部位は、大脳皮質においては主に脳の前半分に存在する(図1)。

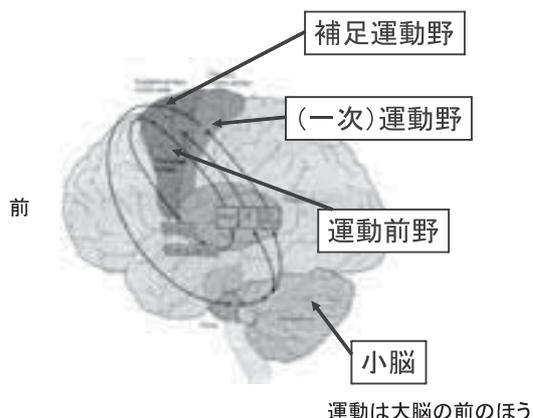


図1 運動関連領域(文献4より引用)

一次運動野は、脳から筋肉へ最終的に指令を送り出す窓口となっており、手、足、口などそれぞれの身体部位に対応した場所がある。頭の前部にある、補足運動野、それを挟んで左右にある運動前野は、もう少し高次の運動プログラムに関係していて、動作の順序や運動の計画に関わっているといわれている。大脳の表面以外にも運動に深く関わりとされているところがあるが、そのうち小脳は、動作に習熟し自動化するのに必要だといわれている。交差点を曲がるのに、ほとんど意識しなくてもよいのは、小脳が活躍しているからだと思われる。

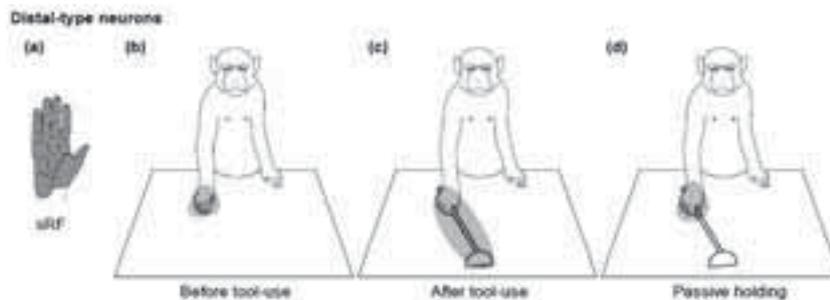
### 3.2 身体の延長としての車

車は究極の道具とっていいだろう。携帯電話など、他にも高度な道具はもちろんあるが、人間の動きを物理的に拡大するもので、これほど多くの方が実際に利用しているものは他にはない。道具使用の獲得は、知性の進化の第一歩であると考えられており、系統発生的に人間に近いサルに道

具使用をおしえる研究も行われている<sup>5)</sup>。サルを座っている場所から動けないようにしておき、えさは手の届かないところにおいておく。しかし、同時に、熊手を手の届くところにおいておく。この熊手を使えば、えさを引き寄せて食べることができる。このような状況にサルをおいておくと、そのうちに（偶然の積み重ねで）、熊手を使ってえさを引き寄せて食べることができるようになる。そのとき頭頂葉という、頭のとっぺんより少し後ろ側の場所にある神経細胞（ニューロン）を観察すると面白い変化がみられたのである（図2）。熊手を持っていない場合、そのニューロンは、自分の手のひらの周りに物体（例えばえさ）が近づくと反応する。この場合、このニューロンは、手の周りに受容野があるという。ところが、熊手を使うと、その同じニューロンが、熊手に物体が近づくと反応するようになったのである。熊手を持っていても、使わなければこのような変化は起こらない。これは、すなわち、道具が自分の身体の一部と一体化していることを示唆し、道具を持った瞬間に、道具を自分の手のように認識し、扱っている直感と一致する。車の運転においても、習熟すると、車のバンパーが足先のように感じられるという話をよく聞くが、このときもきっと、サルのように、バンパーを障害物に近づけるにしたがって、足先周りに受容野があるニューロンが発火していることだろう。

### 3.3 ミラーニューロン

車の運転においては、周りの車の動きを予測して、適切な判断をしなければいけない。もし、対向車がスポーツカーだったら...、黒塗りのベンツだったら...、おばちゃんの運転する軽自動車だったら...、運転の経験とともに、車種によって違った行動を予測したりするようになるだろう。相手の出方を予想するのに一番参考になるのは、「自分が相手だったらどうする」と考えることである。頭の中には、車という道具自体の制御装置に加えて、このような他者の予測モデルがつけられていてもおかしくない。これに関わるのではないかと思われるミラーニューロンと呼ばれる神経細胞が、サルの前頭葉で発見されて話題を呼んだ<sup>6)</sup>。この神経細胞は、運動前野にあり、文字通り鏡のような性質を持っている。運動前野のニューロンは、サルがある動作を行うときに活動する。ところが、その中に、ある動作を行うときだけでなく、同じ動作を他の人がやるのを観察したときに活動するニューロンが見つかったのである。実験者がえさに手を伸ばし、つまむ。その間、サルは手を動かしてはいけない。その後、サルがえさをつまむ。ミラーニューロンの発火頻度の時間経過をみると、実験者がえさをつまんだあたりと、サルが自分でえさをつまんだあたりでよく発火している（図3）。このように、ミラーニューロンは手を動かしていないにも関わらず、動作を観察しただけで活動する。



頭頂葉にある、触覚と視覚に反応するニューロンが、どのような刺激に対して反応するのかを観察した。ニューロンは、手先に触れると反応する(a)と同時に、手先の周りにもものが近づくと反応する(b)。熊手をつかうと、同じニューロンが、熊手にもものが近づくと反応するようになる(c)。熊手を持っただけではそのような変化は起こらない(d)。

図2 道具使用に伴う受容野の変化（文献5より引用）

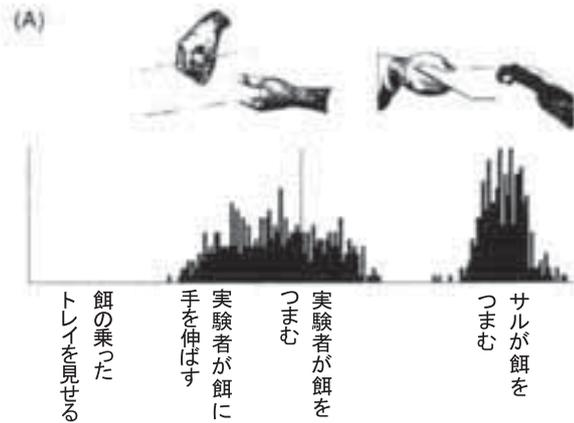


図3 視覚ミラーニューロン (文献6より引用)

このようなニューロンは、自分の行動をとおして他人を理解する、また、他人の見真似をして行動を獲得するといったことに関わるのではないかと考えられている。運転においても常にまわりの運転者や歩行者、自転車の動きを予測しながら自分の車の動きをコントロールしている。このような脳部位が盛んに活動している可能性は大いにあると思う。

#### 4. まとめ

脳研究と産業界の関わりはその端緒についたばかりである。脳研究の進展は目覚ましいとはいえ、脳は相変わらず曖昧模糊とした対象であり、また計測技術も限られており、産業界の皆様の期待に必ずしも答えられていないというのが現状ではないだろうか。脳科学への過度の期待や幻滅に翻弄されることなく、密な情報交換により、健全な関係を保っていけると良いと思う。

#### 参考文献

- 1) Hochberg LR, et al. : Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia, Nature 2006; 442: 164-71
- 2) Wolpaw JR & McFarland DJ. : Control of a two-dimensional movement signal by a noninvasive brain-computer interface in humans, Proc Natl Acad Sci U S A 2004; 101: 17849-54
- 3) McClure SM, et al. : Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks, Neuron 2004; 44: 379-87
- 4) Kandel et al. : Principles of Neuronal science 4th ed
- 5) Maravita A & Iriki A. : Tools for the body (schema), Trends Cogn Sci 2004; 8: 79-86
- 6) Gallese V, et al. : Action recognition in the premotor cortex, Brain 1996; 119 (Pt 2) : 593-609