

気づきの支援技術としての共創的 ITS

三宅美博

東京工業大学大学院 総合理工学研究科

たった1回しか生じないような事態でも、それを無視できないところに危険回避という問題の難しさがある。ここに統計的なアプローチの限界が存在し、危険への「気づき」が重要になる。気づくためには人間の意識下の処理に目を向けなければならない。意識化され、あらかじめ規定されたシステム内部において答えを探索するだけでは不十分であり、身体という相互乗り入れの「場」を介する外部(環境)への眼差しが不可欠なのである。本稿では、このような共創技術としてのITSの可能性を検討した。

Co-creative ITS as an Awareness Support System

Yoshihiro MIYAKE

Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

Awareness control plays an important role for the risk avoidance in traffic system. In this report, the possibility to develop a system for improving communicability between drivers by supporting awareness generation in was discussed in the framework of ITS. As a result, co-creative system which is generated in real-time depending on the embodied relationship between the system and its environment was clarified to be essential for the traffic risk avoidance.

Keyword: co-creation system, awareness control, embodiment, communicability

1. はじめに

道路交通における危険回避とは、どのようなクラスの問題であろうか。安全のためには、時々刻々と変化する状況の中でドライバーも歩行者もリアルタイムに適切な判断を下さなければならない。しかし有限の能力しか持たない人間にとって、無限にも思われる複雑な道路環境に適応しつつ行動することは、どうすれば可能になるのであろうか？

アシュビーの必要多様性の法則によれば、複雑な環境に適応するためには、システムそれ自身が十分な多様性を内在させておかなければならないと主張する。繰り返し発生するような事態ではなく、たった一度しか生じない事態の方が危険と隣り合わせであることを考えれば、この法則の提起する問題は非常に重い。そして、この枠組みの下では、有限の複雑さしか持たないシステムは、無限の複雑さを内包する環境に適応できないことになってしまう。

したがって危険回避の問題では、従来型の枠組みを越えた新しいシステム論が必要とされているのである。従来型のシステムが対象とした問題のクラスが、アシュビーの法則のように解答を前もって準備しておく探索型の知能であったとすれば、いま求め

られているのは創出型の知能であり、それを可能にする新しいシステム論である。たとえば、われわれは都会の雑踏の中でも、人にぶつからずに自然に歩くことができる。新宿駅の西口地下広場を行き交う人々の多さ、速さ、複雑さを思い出してほしい。このような高度の衝突回避の能力は何に由来するのであろうか。そして、このような創出的な知能を道路交通の危険回避の問題に活用することはできないのであろうか？

著者は、人間のコミュニケーションに関する心理学的研究やその工学的応用を進めており、ITSや道路交通の専門家ではない。しかし、上記のような視点から問題を取り上げることで、ITS研究の進展の一助にでもなればと考え、本稿をまとめた。

2. 探索型知能の限界と「気づき」

道路交通における危険回避の問題は、現状では、自動車や道路に実装される安全支援システムを個々の状況に対して個別に開発すること(多機能化)が主流である。これはアシュビーの法則の枠組み内部で対応しようとする方法になっている。このようなシステムにおいて実現される知能は、繰り返し発生

する事態に対処する上では非常に有効であり、統計的あるいは確率的なモデル化が、システムの記述に際して用いられてきた。おそらくITS研究のゴールのひとつは、そのような地点に想定されているのであろう。

しかし、このような戦略にとどまる限り、複雑な環境におかれたシステムが肥大化することは必然的であり、システム自身のブラックボックス化という危険性も生じてしまう。巨大システムには脆弱性が常に伴っており、これは銀行の計算機ネットワークのシステムダウンなど、日常的に遭遇することも多い。そして、このようなシステムに道路交通の危険回避を任せきることは可能であろうか。

このようなシステムは、探索的な知能に基づいて構築されている。図1のように、システムの境界を最初に定め、その境界の内部のみを考慮するという特徴がある。したがって、この立場にとどまる限り、想定外の事態が発生すれば、事後的にその事態を含むように境界を拡大し続けることになる。これが上記のブラックボックス化という問題の背景にある。ここでは危険回避のために肥大化したシステムの脆弱性によって、かえって危険が増大するという皮肉な事態が生じる可能性さえあるように思われる。

そこで複雑な環境そのものを、システムに適合しやすいうように単純化することも行われてきた。これは環境をシステム内部に取りこむことに対応する。たとえば高速道路のような自動車専用道は人間の日常生活の空間から隔離されており、一般道路よりも複雑性が低く、従来型のシステムを適用しやすい構造になっている。しかし、道路交通のすべてをこのように再構築することは不可能であり、人間の生活に密接した道路になればなるほど、その複雑性が極めて高くなる。そして危険回避の重要性も高くなるのである。

したがって、ここまでの議論を踏まえれば、探索型の知能が内包する限界を補うことができる、新しい創出型の知が求められていることは明らかである。そのためには、まずシステムの「境界」の問題から再考しなければならない。この境界を前もって定め、その内部のみを考慮することに原因があったのであるから。そして、ここでは境界の生成そのものを考慮することから始めなければならない。

このような背景から、われわれは内部と外部を明確に分離してしまう境界の問題を越えるべく、内部と外部が相互乗り入れする「場」の重要性を主張している(図2)。境界を内部と外部に分ける線ではな

く、両者が相互に乗り入れられる厚みをもつ領域として捉えるのである。このような領域を介して、境界を共創することで内部から外部(他者)への「気づき」が可能になる。この気づきこそが創出型の知能に対応する。したがって、いま求められているシステムは相互乗り入れの「場」に基づく共創的気づきの支援システムである。

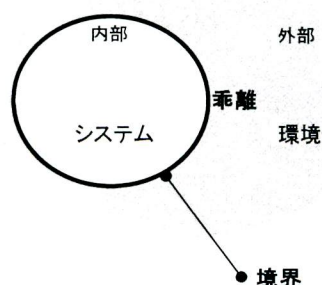


Fig.1 従来型のシステム

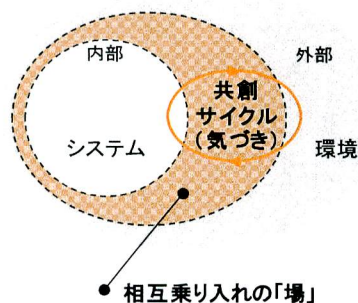


Fig.2 相互乗り入れの「場」

3. 身体性の拡張に基づく気づきの支援

では、このような相互乗り入れの「場」とは具体的に何であろうか。これはシステムの定義とも深く関わっている。システムを設計あるいは使用する人に明在的に意識される領域が、いわゆる「システム」に対応することを考慮したとき、その意識化される領域の外部が「環境」であり、そのような意識化される領域と環境のあいだに位置する領域が「身体」になる。つまり身体こそが、システムおよび環境の両方の影響が相互浸透し、システム側から見た時の気づきの舞台を提供してくれるのである。

身体は、意識と環境が相互に乗り入れられる場所に位置しており、その中で意識は環境に対する気づ

きを得ることができる。したがって、これまでのシステム論は、システムを定義する人間の意識側に偏って設定されており、それを包摂する身体が存在を忘れていたともいえるであろう。つまり身体の担う意識下の処理プロセスに目が向けられなければならないのである。そして身体性を含む共創的なシステム論こそが、アシュビーの法則を越えることを可能にする。

したがって、気づきという創出的知能を実現するためには身体感覚（身体性）が重要である。ドライバーの場合であれば、これは車両感覚に対応するものであろう。狭い道路での自動車のすれちがいの際には、自分の体がこすられるような感覚さえ感じることが多い。この感覚を自動車のボデーを越えて、多くの自動車や人の行き交う道路環境にまで拡張できれば、危険への気づきの能力は飛躍的に高まるものと期待される。

たとえば、われわれは運転席に座った瞬間、自分の身体の境界が、物理的な自分の肉体から自動車のボデーにまで拡張されるのを経験する。したがって、このような感覚はリアルタイムに拡張することが予想され、その意味でも、この身体感覚をボデーから道路交通に拡張することは不可能ではないように思われる。

そのためには自動車という機械システムを、ドライバーという人間の身体的インタラクションの視点から捉え直すことが必要である。言い換えれば、自動車を道路交通における身体表現のメディアとして捉えることになる。自動車のもつ表現力を高めることが、ドライバーの身体性の拡張につながり、ひいてはドライバーの気づきの支援につながるのである。

このような視点から見直したとき、自動車というシステムはどの程度のインタラクションのチャンネルを持っているであろうか。あるドライバーの身体性を拡張し他のドライバーの身体とつながり、どの程度の表現力を持っているのであろうか。少なくとも現状では、ウィンカーやクラクション、さらに窓を通して透けて見えるドライバーの動作くらいであろう。そして、これではドライバー間のコミュニケーションは低い水準にとどまらざるを得ない。

たとえば、著者は比較的防音性の高い車で通勤しているが、常に少しだけ窓を開けて外の音が聞えるようにしている。これによって視覚だけでなく、聴覚も動員して道路環境への身体性の拡張を促進している。これは極めて単純な方法であるが、近接して並走している自動車の位置関係をセンサーやGPS

などで検出し、それを空間的な位置関係を含めたいうえで車内に音場として再生する技術ができれば、視覚のもつ空間把握能力を補うことが可能になるように思われる。

このように身体感覚としての相互乗り入れの「場」の拡張を介して「気づき」という創出的知能を支援するシステムが可能であり、このようなコミュニケーションの拡大を志向する知能の在り方を「共創」とよぶ。

4. 具体例としての予測的タイミング制御

このような問題提起がコンセプトを越えて実質的に意味を持つためには、一つの心理学的な実験事実を示す必要があるだろう。それは身体的インタラクションにおけるタイミングと、意識化されたタイミングの間に存在するズレである。これはシステムと環境の相互乗り入れの「場」における、システムの境界生成の具体例にもなっている。ここではタイミング制御に注目した例を取り上げるが、これは身体と意識の連関によって生み出される「いま」という予測的な時間への気づきでもある。

われわれは同期タッピング課題というシンプルな心理実験に注目してきた。これは周期的に提示されるリズム音刺激に同期させて指でボタンを押すタスクであり、被験者にはできるだけ音のタイミングに合わせてタップするように依頼する。このとき非常に興味深い現象が観察される。それは被験者に意識される同調と、指運動のタイミングの間に時間的なズレが生じることである。

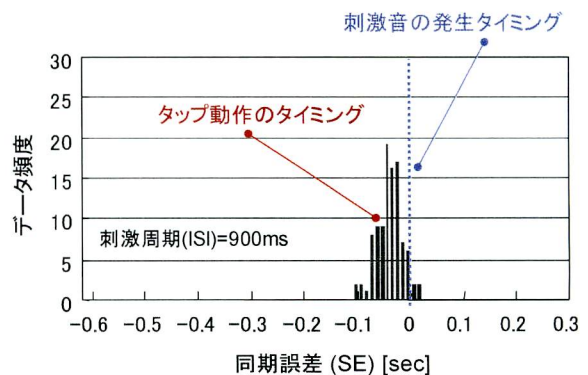


Fig.3 予測的タイミング制御

図3を見ていただきたい。これは横軸が物理的時間であり、点線で示した時刻が音刺激の時刻である。

縦軸はボタンを押した時刻の頻度分布が示されている。意識の上では同調しているにも関わらず、明らかにボタン押しのタイミングが音刺激のタイミングと異なっている。しかも指の運動の方が音の発生に先行しているのである。この現象は負の非同期現象と呼ばれ、意識化されるタイミングと身体的なタイミングの間にズレが存在することを意味している。さらに、身体的インタラクションによって予測的に生成される身体感覚を介して、気づきとしての「いま」が創出されることを示唆している。

基本的に、音の認知は刺激を受容した後に成立するはずであるが、ここでは刺激に先行してボタンを押している。つまり意識の生成に先行して、身体感覚レベルでタイミングの同調が実現されており、少し遅れて時間意識が成立するのである。ここで意識化される領域としてシステムを捉えれば、この現象はシステムの境界生成とそれに先行する相互乗り入れの「場」の生成に対応していることになる。

ただし、この実験で用いられている環境は周期的なリズム音の刺激であり、必ずしも複雑な環境とみなせるものではない。しかし、リズム音の周期に不規則性を付加した場合に、ここで観察された傾向が增強されることが確認されている。

このような知見に基づいて、現状では、2人の被験者間での協調タッピングについて分析を進めている。この実験課題は、一方の被験者のタップ動作が音刺激として他方の被験者に伝えられ、同様に他方の被験者のタップ動作が音刺激としてフィードバックされるクロスフィードバック系として構成されている。この課題は、先の実験のように一定のリズム音に同調させるものではなく、二人の被験者が相互にリズムを生成しつつ相互にタイミングを同調させる課題である。そして相互予測に基づく「いま」という気づきの時間の共創プロセスが明らかにされつつある。

これらは既に、人間とロボット間での協調運動に応用され、一体感の生成や運動の安定化など、共創的特性の生成が確認されている。これ以外にも対話における「間(ま)」の共有や、音楽アンサンブルなど、さまざまなインタフェースへの展開も取り組みつつある。

I T Sとの関連でいえば、ドライバー間での予測的なタイミング共有に対応するであろう。たとえば自動車の合流時、右折時や車線変更などタイミングが揃うことが重要な局面は多く、それらを支援する気づきの共創技術が可能になるものと思われる。そ

して、この延長上で道路交通におけるドライバーや歩行者のコミュニケーションの向上と危険回避につながることを期待される。

5. おわりに

たった1回しか生じないような事態でも、それを無視できないところに危険回避という問題の難しさがある。あらかじめ決められたシステムの境界内部において答えを探索するだけでは不十分であり、身体という相互乗り入れの「場」を介して境界の外側(他者)への眼差し、そして「気づき」が不可欠なのである。本稿では、このような共創技術としてのI T Sの可能性を検討した。

参考文献

- 1) 清水 博, 久米是志, 三輪敬之, 三宅美博, "場と共創," NTT出版 (2000)
- 2) 三宅美博, "共創とは何か"(分担:"人と人工物の共創システム" 第2章, pp.79-108), 培風館, 東京 (2004)
- 3) Miyake, Y., Onishi, Y. & Pöppel, E., "Two types of anticipation in synchronous tapping," *Acta Neurobiologiae Experimentalis* 64, 415-426 (2004)
- 4) Takano, K. & Miyake, Y., "Two types of phase correction mechanism involved in synchronized tapping," *Neuroscience Letters* 417, 196-200 (2007)
- 5) 今 蒼, 三宅美博, "協調タッピングにおける相互同調過程の解析とモデル化," ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.7, No.4, pp.61-70 (2005)
- 6) 三宅美博, 宮川透, 田村寧健, "共創出コミュニケーションとしての人間-機械系," 計測自動制御学会論文集, vol.37, no.11, pp.1087-1096 (2001)
- 7) 高梨豪也, 三宅美博, "共創型介助ロボット"Walk-Mate"の歩行障害への適用," 計測自動制御学会論文集, vol.39 no.1, pp.74-81 (2003)

連絡先:

三宅美博(東京工業大学・知能システム科学専攻)

E-mail: miyake@dis.titech.ac.jp

URL: <http://www.myk.dis.titech.ac.jp>