

How our brain detect "collision"?

有田志子

2003/9/28

Abstract

これは、私たちの脳がものともものがぶつかる "衝突" やものともものが行き違う "通過" をどのように認識しているか過去の研究を整理する意味で書かれたものである。

第 I 部

研究意義 (理論の応用可能性)

衝突、通過の研究というのは、動体知覚の中では、1つの小さなテーマだ。人間が衝突をどう知覚するのかという仕組みが明らかになって喜び人の一人に、ゲーム制作者いるだろう。ゲームにとっては、「衝突」というリアルな感覚が重要になるからだ。どうすれば効果的に、かつ効率的に衝突を表現できるのかが明らかになる。

第 II 部

背景)

背景ー近年の衝突と通過の知覚のしくみについての論争

意見が分かれているのは、どういう仕組みで、何が原因で、人間は「衝突」を知覚するのかだ。多くの実験結果から、人間は2つの物体が交差するときに、簡潔音が鳴ると2つの物体の運動を「衝突」と知覚することが知られている。なぜ、そ

のように判断するのか、その原因の考察が2つの異なる立場に分かれている。そのような考えの対立ができあがるまでの歴史的推移を追ってみる。まず、1997年までは、衝突知覚は注意が喚起されたために起こると考えられていた。それに対して、Sekuler は次の見解を示す。音が「衝突」の知覚を引き起こすは、音によってそのとき注意が喚起されたからではなく、衝突知覚を担うニューロンを活性化させるからである。(Seluar,1997) これに対して翌年、Shimojyo は次の異なる見解を示す。衝突の知覚が音によって喚起されるのは、注意がそがれるためだ。根拠となる実験は、音だけでなく、視覚的障害物を提示した場合でも、提示しない場合に比べて「衝突」の知覚が高まったことを示していた。(Shimojyo,1998) このSekuler(1997) と Shimojyo(1998) の異なる見解を受けて、Nichols (2000) が追試実験を行い、より詳細な考察をする。注意がそがれるため「衝突」の知覚が生じるというが、選択的に短い時間視覚障害物を提示するのではなく、タスク全体において視覚注意障害刺激を提示したところ、衝突の知覚は強まらなかった。タスク全体における視覚注意障害でも注意はそがれるはずである。よって Shimojyo 理論 (注意がそがれれば「衝突」と知覚される) によれば「衝突」の知覚が強まるはずであった。衝突の知覚が強まるのは、継続して

流している音や視覚の障害刺激はなくて、Briefな刺激である。そして、Briefな視覚刺激のときに顕著に衝突の知覚が強まる。(Nicholas,2000) Shimojyo(2001)は、このBriefな音の刺激(簡潔音)が衝突の知覚を増すことに加え、音の周波数は1種類の簡潔音が最も衝突の知覚を強めることを示した。また、音刺激を提示するタイミングは、2つの物体が重なったときに最も衝突の知覚を強める。まとめると、衝突の知覚を強めるのは

1. What 1種類の周波数の簡潔音を
2. When 2つの物体が重なったときに提示するということだ。
3. Howlong 2つのキューが交差した後、150~200msecの間キューの運動を提示し続けると衝突の知覚が強まる。(Watanabe,Shimojyo,2001) これにより、被験者が先行刺激、またはキューが重なりと同時に提示されるフラッシュや音を聞いて実験者の意図している答えを回答するなどの、Cognitive biasによる影響により「衝突」の知覚をしているわけではないことがわかる。

まとめとしては、「衝突」の認識を行う原因は2つ可能性が考えられる。

1. 衝突を知覚するニューロンが簡潔音によって活性化される。
2. 衝突を知覚する原因が注意がそがれるからだとするならば、「注意がそがれる」のは簡潔でつかの間の注意の障害である。
3. 衝突を知覚する原因が注意が喚起されるからだとするならば、視覚的注意は、簡潔でつかの間の刺激によって強まる。視覚的注意が強化される結果、「衝突」の知覚が生じる。

つかの間の音や視覚障害物の提示した際、生じるのは視覚的注意喚起なのか注意障害なのか？

注意

注意というのは、いろいろな様式で働く。しかし、すべての注意に共通するのは、対象刺激の優先的処理、またはそれに関連する処理を促すことだ。そして、タスクに関係ない刺激の処理は抑制される。これらは、日常でも経験されることだ。我々は対象物の背景を無視することができる。

注意喚起説

- ・ 注意が喚起されるのは、異なるモダリティ間の先行注意刺激では前頭葉の血液の上昇が見られる。(Badgaiyan,Schacter,Alpet) 衝突知覚の実験は、視覚刺激を提示するので簡潔音の刺激は「注意喚起」を引き起こしていると予測される。

注意障害説

- ・ 注意が障害されるのは、同じモダリティ間の先行注意刺激である。これはヒト視覚野で血液が減少する。(Badgaiyan,Schacter,Alpet) 衝突知覚の実験は、視覚刺激を提示するので視覚の刺激は「注意障害」を引き起こしていると予測される。

注意喚起・障害統合説

- ・ 視覚における実験において、簡潔音の効果は、「音への注意の喚起」である。その音への注意の喚起のトレードオフとして視覚刺激が抑制されている。よって、限りある注意資源(視覚刺激に注がれていたもの)が他に奪われたために「衝突」の知覚が起こる。

注意の効果を測るにはどんな実験が適しているのか？

- ・ 注意の効果を測るには、曖昧な視覚刺激が適している。というのは曖昧な視覚刺激は、その知覚が注意の影響によって変化するからだ。

注意を阻害するような情報を何も与えなかったら、「通過」の回答が最も多い

- 注意の効果を測るには、曖昧な視覚刺激が適している。というのは曖昧な視覚刺激は、その知覚が注意の影響によって変化するからだ。

動体視知覚の後の After-effect について ← 2 回目以後のタスクに関わってくる

動くものにおいて、私たちは、そのスピードや方向を一般化する。というのは、そうした方がニューロンの活動の効率が良いからだ。(省エネ) その影響か、動体視知覚は、前の知覚の影響を受ける。影響を受けるのは、空間周波数や時間周波数が似通っているときだ。この After-Effect は、1 ~ 15 ms くらい続く。この一般化を邪魔するにはいくつかの方法がある。

1. オブジェクトを消してしまう。
2. 動くオブジェクトの間に静止したオブジェクト刺激を挿入する。

このようにすることで、一般化はキャンセルされる。

動体の視記憶が経済的な仕組みになっている進化論的根拠

動体の視知覚記憶において重要なのは、その動体の動きが前に見たのと同じものだとして認識できることである。これが、状況に適切な行動するために動物において必要であった。よって、スピードや方向などを一般化して記憶すると脳で効率的に処理・判断することができた。

< 結果 >

1. キューの数が増えれば正答率は下がった。また、どんなに注目をひく動きをするキューであろうがキュー全体の数が増えれば正答率は下がった。
2. あらかじめ (Ready-made) で、キューをある幾何学的な形にグルーピングしておく、トラッキングすべきターゲットをより正確に記憶することができた。しかし、すぐに他のありえそうなグルーピングの可能性に気付くので、混乱の可能性はやはり生じ、Ready-made のグルーピングすることによるターゲットの学習効果はさほどない。
3. この実験時に、fMRI で記録をとると、MT 分野のニューロン群が活性化されていただけでなく、動くものに対する注意力が増すとき前頭前野の部分が活性化されていたという。
4. あらかじめ、トラッキングすべきターゲットキューを明確にすることで、キューの動きの不確かさが軽減される。また、あるターゲットに選択的に注意するには最低 500ms 前にそのターゲットキューが示されていないといけない。選択的注意を喚起するには、少し時間が必要である。Sekuler の考察によれば、最初の運動し始めた方向を一般化することによって私たちは、運動の方向の変化を検知することができるという。そして、最初の動きの予測を計算するのに、500ms ほど必要なのではないかと述べている。自分の経験 >
自分の経験でもこれはあてはまる。どの特定のクラスを観察するというわけではなく、クラスの集団をなにげなく見ていたときはクラスが交差して飛んだ後、どちらが最初、注目していた方が全くわからなくなってしまった。最初にターゲットを注意して見て、それを追うというかたちにしないとターゲットを他と区別できない。
5. そして、これらの選択的注意は、特に方向

に選択的に反応するニューロンと関連している。

6. 複数の提示されたそれぞれキューが同じ方向に一貫して動くということは、注意追視力を高める。70%の動きが一貫している場合であろう場合の方が25%しか動きが一貫していないキュー運動を見たときよりも効果的であった。

日常の人間の動き

私たちの日常の動き、アイロンをかけたり、サンドウィッチを作ったりという動作の知覚と、知覚心理学で扱う動体視知覚は異なるものだ。日常の動きは、一連の継続した流れを持っていて、身体のパーツ同士の関連性もある。しかし、どこから、どこまでが一連の動きなのかという判断の要素を分解するなら、動体視知覚の研究は役立つであろう。一度、日常の家事などの動作を被験者に見せて、どこからどこまでが1つの動作かというのを判断してもらう際に脳の活動を計測した実験があった。1つの動きを見ている際のニューロンの活動は、ランダムなものではなく特定の範囲が集中して反応した。しかし、これは、ある動作に対する人間全般にいえるニューロンの反応領域ではなく、その人間個人の Familiarity が関連して選択領域が統合された可能性がある。