

## 5. その他の研究

### ドライビングビデオの短時間観察による道路シーンの予測

Wolfe et al.(2019)は、ドライバーが道路シーンを素早く知覚しその認知的な表象に基づいて運転操作の予測をどのようにしているかを実験した。ボストン郊外のドライブシーンをビデオに撮影し、時系列の運転予測課題を設定し、被験者に短時間の道路ビデオから次に何が起きるかの予測を

明らかにしようと試みた。

このようなドライバーの能力をしらべるために

Amazon Mechanical Turk

上で短時間(100-4000ms)道路ビデオクリップを観察させ、運転に際して次に何が生じるかを

被験者(ネット上で募集した27人)に2つの静止写真から選択させた。

図1示したのは、実験に用いたビデオクリップとそこから抽出しテストに使用した

シーンクリップおよび実験手続きである。

図のaには、実験の流れを示し、はじめに被験者のスタートキークリックの後にシ

ーンのビデオクリップを0、100、233、500、1000、2000、4000msの範囲で提示(提示しない条件も含む)、次に被験者にテスト

写真を提示し「2組の静止写真のどれが次に起きるか」を尋ねて選択させた。

図のbには提示した2通りのテスト写真であるシ

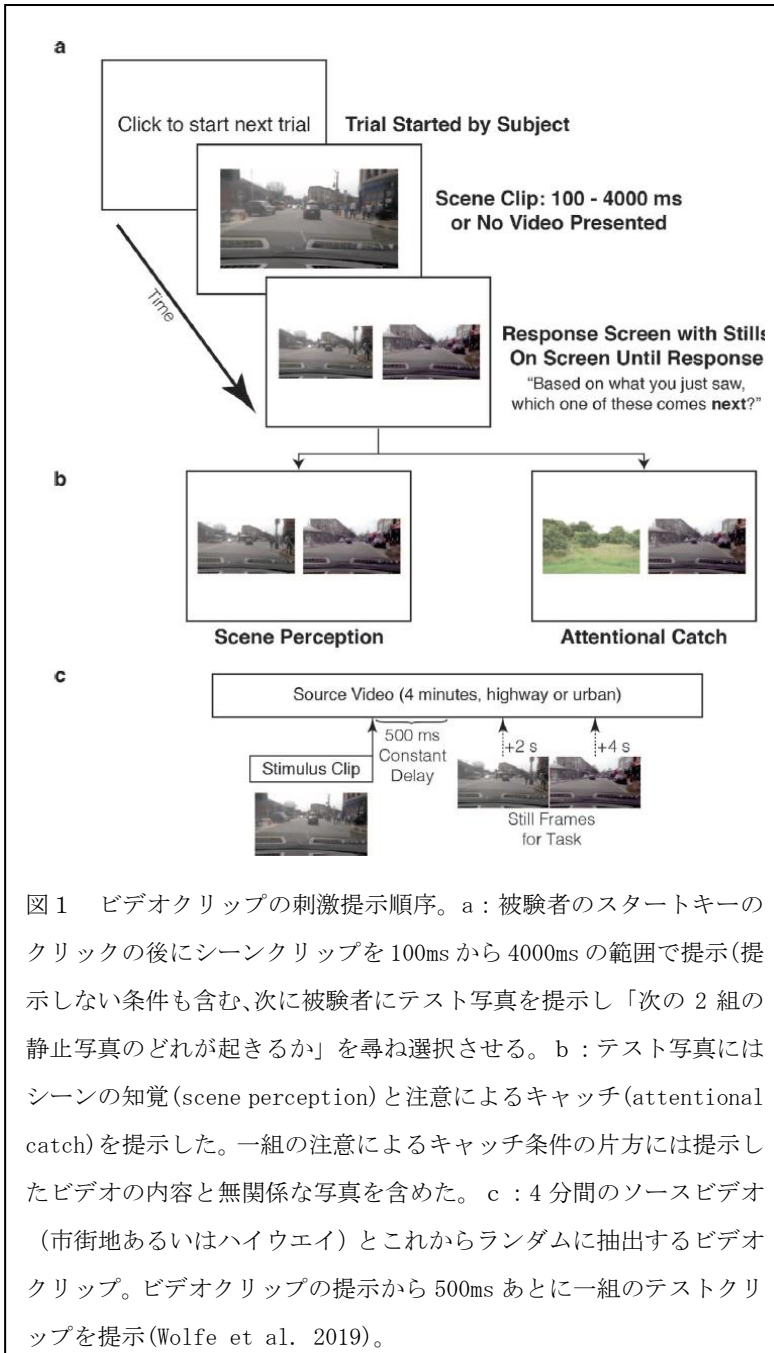


図1 ビデオクリップの刺激提示順序。a: 被験者のスタートキーのクリックの後にシーンクリップを100msから4000msの範囲で提示(提示しない条件も含む)、次に被験者にテスト写真を提示し「次の2組の静止写真のどれが起きるか」を尋ね選択させる。b: テスト写真にはシーンの知覚(scene perception)と注意によるキャッチ(attentional catch)を提示した。一組の注意によるキャッチ条件の片方には提示したビデオの内容と無関係な写真を含めた。c: 4分間のソースビデオ(市街地あるいはハイウェイ)とこれからランダムに抽出するビデオクリップ。ビデオクリップの提示から500msあとに一組のテストクリップを提示(Wolfe et al. 2019)。

ーンの知覚(scene perception)と注意によるキャッチ(attentional catch、注意によるキャッ

チ条件の片方には提示したビデオの内容と無関係な写真を含めた)を示した。図のcには、4分間のソースビデオ(市街地あるいはハイウェイ)と、これからランダムに抽出したビデオクリップ、そしてビデオクリップの提示から500msあとに一組のテストクリップが提示されることを図示した。2つのテストクリップには時間順序と間隔を設定し、最初に提示したクリップの後に提示するクリップは100から4000msあとのシーンとし8段階(0.1、0.23、0.5、0.73、1.0、2.0、3.0、4.0s)を設定した。ビデオクリップはドライブの車のフロント前面に展開するシーンを記録し、そこから4分間のビデオクリップを16通り抜き出して利用した。記録したドライブビデオは、ベテランの観察者によって市街地とハイウェイに分類し、それぞれ8通りを用意した。これらのビデオの内容は普通のドライブシーンでハザード(衝突、マーカーを出さないレーン変更など)は記録されていない。この実験ではドライブシーンの特定の対象というよりはシーン全体の理解によって短時間のドライブシーンの知覚がどのように変わるかがしらべられた。第1と第2のテストクリップの抽出時間間隔、プレビュービデオの持続時間および市街地・ハイウェイの道路タイプが、次に起きるドライブの予測正確度との関係をしらべたところ、(1)テストクリップの抽出時間間隔が100ms時の予測正確率は64.1%、4000msのそれは78.3%と有意に差があり、テストクリップの抽出時間間隔が長いほど正確な予測ができること、(2)プレビュービデオクリップの提示持続時間が100msの予測正確率は69%、2000msのそれは75.7%で、提示持続時間が長いほど予測正確率は有意に増すこと、(3)市街地条件はハイウェイ条件より有意に予測正確度が高いこと、などが示された。

これらの結果から、ドライブの時間順序の予測精度には市街地・ハイウェイの道路タイプによって違いがあり、これにはビデオクリップの提示持続時間とテストクリップの抽出時間間隔の相互作用があることが明らかにされたが、これらの実験はonlineでのみ実施されているので実験室で再実験する必要がある、どの要因がこのドライブの予測精度の改善に資するのかを確かめる実験がさらに試みられた。実験はプレビュー条件を500msの静止シーン、500msのビデオ、2500msのビデオの3通りに設定し、テスト条件には、抽出時間間隔を変えた2つのクリップを上昇・下降系列で提示し、予測の閾値の測定が試みられた。被験者9人の男女に3通りのプレビュービデオの一つを観察した後、静止したテストクリップを左右2つ並んで提示し、観察したプレビュービデオに基づくどのようなシーンになるか、すなわち前のシーンか後ろのシーンかの弁別をキー操作で選択させた。この場合、一方のクリップを標準として固定し、比較テストクリップは、下降3回、上昇1回のルールで提示し、標準テストクリップの前のシーンあるいは次のシーンかを選択させた。その結果、ドライビングでの順序予測について時間間隔を変えたテストクリップでの測定による弁別閾値は、プレビューが静止クリップ条件ではハイウェイで2.247ms、市街地で2.042ms、プレビューが500msクリップ条件ではハイウェイで2.271ms、市街地で1.999ms、プレビューが2500ms条件ではハイウェイで1.934ms、市街地で1.741msとなった。これは、2通りのドライブシーンと3通りのプレビュー条件間にはそれぞれ弁別閾で有意差があ

り、ハイウェイより市街地で、またプレビュー提示の時間間隔が長いほど次のドライブシーンの予測が速くなることを示した。これらの結果は、より多くのドライビング情報があるとシーンがより精細に認知されるため、ドライバーは正確なドライビング予測ができることを示唆する。

### 視覚と手の運動の協応動作と予測方略

投げられたボールをラケットで打つ場合、ボールの軌道を見定めてラケットを手で操作する必要があるが、ボールの軌道が妨害され消失した場合にはボールの軌道の予測を修正する必要がある。この場合に、消失したボールの運動位置に関わる要因は、オクルージョンやボールがないなど網膜投影像以外にある(Fookan et al. 2016)。

Binaee & Diaz(2019)は、奥行方向に運動する対象が妨害された場合、視覚の予測と手・身体の運動の協応関係を確認することにある。実験は、図2に示されたように、バーチャルリアリティ事態で実施された。被験者にはアイトラッカーを付けた VR ヘッドセット

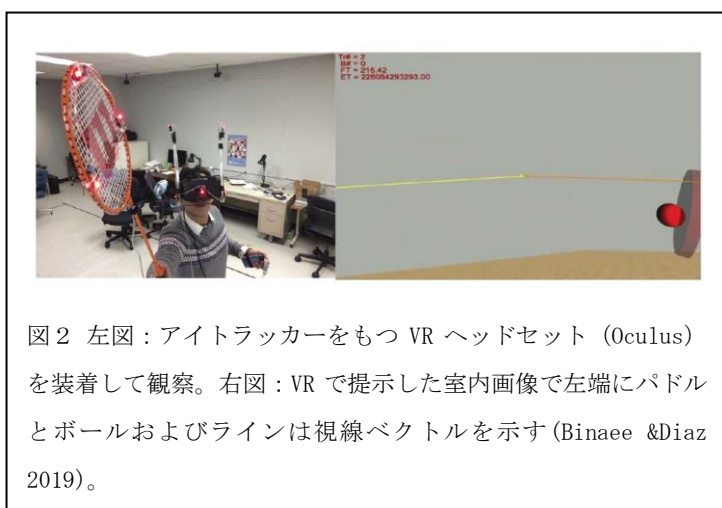


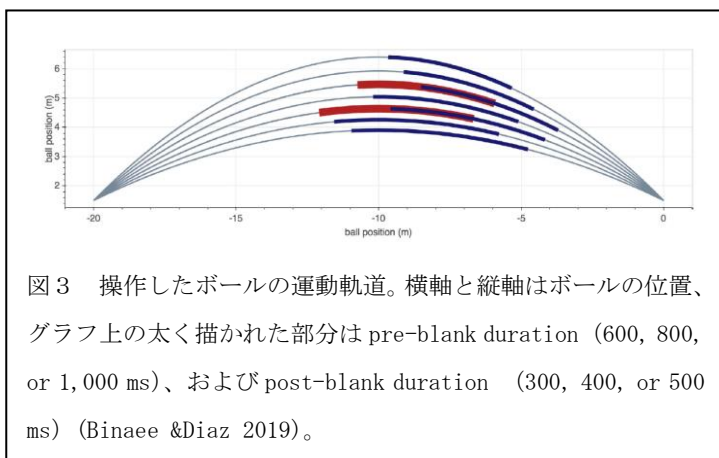
図2 左図：アイトラッカーをもつ VR ヘッドセット (Oculus) を装着して観察。右図：VR で提示した室内画像で左端にパドルとボールおよびラインは視線ベクトルを示す(Binaee & Diaz 2019)。

(Oculus) (左図) を装着して放物線を描いて 20mの距離を飛んでくるボールを観察させた。右図は VR で提示した室内画像で左端にバドミントンパドルとボール、およびボールの視線ベクトルをラインで示した。投げられたボールは途中で妨害され 500ms の間消える (プリブランクピリオド、pre-blank duration) が、被験者は飛んでくるボールの軌道

を予測してラケットをボールに当てる動作をするように求められ、予測が正しければボールを打つことができる。ボールが再び見えるようになる時間(post-blank duration)は 500,400,300 ms に変えられた (図3)。実験では、第1にブランクピリオドでボールの視覚予測がどのように変わるか、第2にブランクピリオドを挟むとパドルの位置操作がどうかかわるか、第3に視覚と手・身体の運動の予測が分担されて協応が生起しているならば試行を重ねるとどのようになるかが実験的に吟味された。

実験は、VR を提示したヘッドマウントディスプレイにアイトラッカーを載せて眼球運動を記録、またモーションキャプチャ・システムで頭部とパドルの位置と方向を記録した。投げられたボールの軌道は、図2に示されたように、放物線を描いて運動させ、500ms のブランク時間 (太線表示)、ボールの飛翔を最初に妨害する時間である pre-blank duration (600, 800, or 1,000 ms)、および次に再びボールが出現する post-blank duration (300, 400,

or 500 ms) を操作した。この2通りのブランクの取り方によってはボールが2度に渡って



見えなくなる。さらにボールの飛ぶ角度も7通りに変えられた。被験者は10人(男7人、女3人で19から30歳)で、被験者に向かってバーチャルに飛んでくるボールをパドルで軽くヒットするように教示した。ボールは、そのヒットの具合を受けて打ち返されて消えるが、この状況はヒットの正

確さのフィードバックになる。眼球運動は両眼アイトラッキングシステムで、またパドルの位置と方向はモーションキャプチャで記録した。

ボールが見えなくなるブランクのタイミングをボールが到達する前の **post-blank duration** を変えることによって操作し、さらにボールの軌道の形を **pre-blank duration** を変えることによって操作した結果、被験者の注視運動軌道は曲線的で消えて見えないボールの曲線軌道に類似し、注視のベクトル (**eye to ball vector**) は再び出現したボールの4度以内で納まった(実際のボール運動は10度から13度であったにもかかわらず)。ブランクのタイミングは、ボールが再び出現したときのパドルとボールの距離からみると、パドルの正確な位置の予測には影響しなかった。試行を重ねると、注視ベクトルが再出現のボールの運動軌道を正確に予測され、パドルは通過するボールに近づけることが示された。

これらの結果から、パドルをボールに当てる被験者の予測の方策は正確な注視行動ではなくボールの運動軌道範囲の正確な把握、あるいはボールのブランクのタイミングによって決まると考えられる。