

Glaucoma and Age-related Macular Disease

– the patient's view and how they see the world? –

緑内障と加齢黄斑変性

– 患者の風景、どのように見えているのか –

David P. Crabb

(Professor of Statistics and Vision Research, City, University of London)

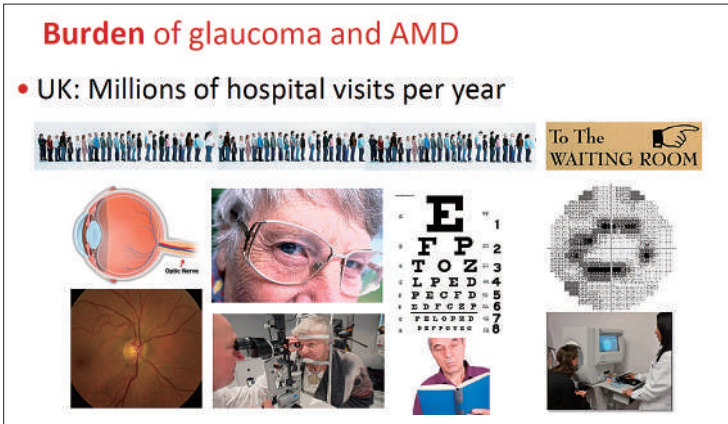


David P. Crabb

(Professor of Statistics and Vision Research, City, University of London)

【略歴】

1996年、PhD in Visual Science 取得。University College London、University of Nottingham を経て、2005年現職。王立統計学会フェロー、ムーアフィールドズ眼科病院名誉顧問。専門は、視野、イメージング、視機能、医療統計。緑内障に関して数多くの論文を執筆。



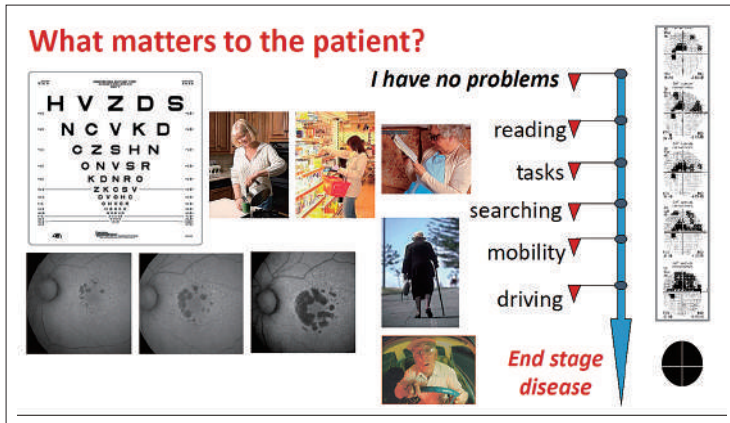
資料1 緑内障や加齢黄斑変性の患者さんが抱える負担

緑内障や加齢黄斑変性の患者さんが抱える負担や懸念

緑内障や加齢黄斑変性の患者さんは様々な負担を抱えています。例えば、イギリスでは緑内障のみによる来院回数が年間100万回にも上り、これは患者さんのみならず病院にとっても大きな負担となります【資料1】。

緑内障は網膜と脳をつないでいる視神経に影響を及ぼす疾患です。そして黄斑変性は網膜の中心にある黄斑部におこる疾病です。黄斑は網膜の一部で、細かいところを見るために使われている大切な部位です。

年齢（加齢）は緑内障と加齢黄斑変性の主要な危険因子であることから、これらの疾患は高齢化社会における大きな社会的問題になると考えられます。



資料2 緑内障や加齢黄斑変性の患者さんが抱えている懸念

なぜなら、これらは慢性的で不可逆的な疾患であり、進行を遅らせることはできても治癒することはできないからです。

私たちは、緑内障や加齢黄斑変性の患者さんたちにとって重要なことは何なのかということに関心をもって研究をしています。患者さんは、病気によってスーパーマーケットの棚で買いたい物を見つかる、もしくは自宅でコーヒーを入れるなどの日常生活の様々な動作ができなくなることで、または移動への影響や転倒のリスクに関して不安を感じているのです「資料2」。そして、多くの患者さんは、視力の悪化による運転免許証の失効について懸念しています。免許証の失効は、患者さんの生活の質に大変大きな影響を及ぼします。

Eye-Hand Co-ordination

- Do patients have deficits in visually guided task of reaching and grasping?



- Lab Experiment

- Infrared reflective markers and motion capture cameras
- Household objects in different positions
- Patients vs controls – very precise measurements

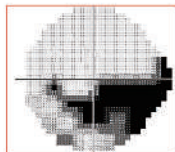
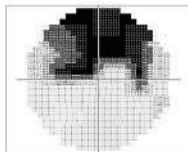
資料3 視覚と手の協調1

ロンドン大学における私たちの研究では、患者さんに日常の様々な動作をこなしていただき、測定しています。「資料3」の実験では、対象物に手を伸ばして、それをつかむという動きを測定しています。シンプルな動作ではありますが、患者さんの腕と指につけられたマーカーをカメラが追跡することによって、高い精度でこの動作を測定できます。

Eye-Hand Co-ordination

- Do patients have deficits in visually guided task of reaching and grasping?

...performance dependent on the location of the visual field defect....

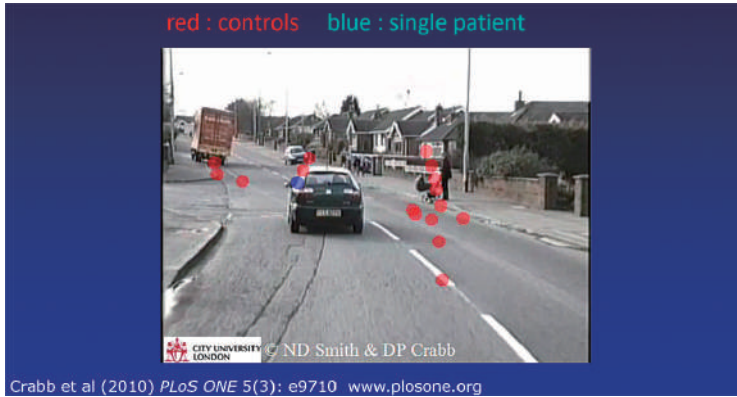


- Patients were slower and more variable

資料4 視覚と手の協調2

この研究において、目の疾患を持っている患者さんと正常者を比較をしたところ、下方視野障害のある患者さんにとって、この動作は大変難しく、対象物をつかむ動きが正常者よりも悪くなることが分かりました。しかし、上方視野障害のある患者さんの場合は、影響があまりありませんでした【資料4】¹。

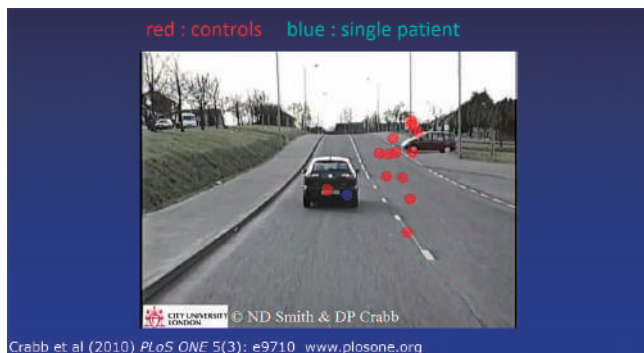
同様に、私たちは自動車運転に関する研究も行いました。なぜならば、緑内障や加齢黄斑変性の患者さんへのインタビュを行ったところ、患者さんは視力を完全に失うことよりも、「今後、運転ができなくなるかもしれない」ということを最も心配していたからです²。



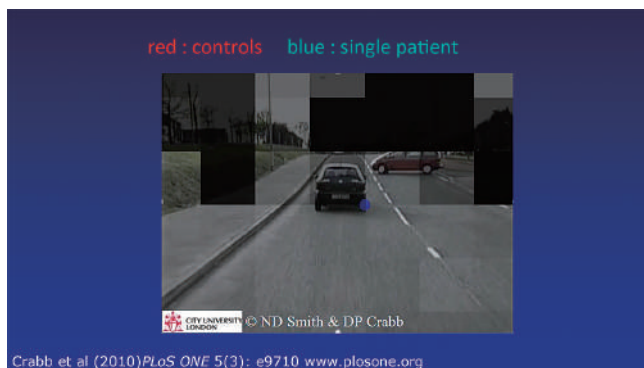
資料5 ハザード知覚テスト 1

視野障害と自動車運転

私たちは視野欠損が自動車運転に与える影響を明らかにするために、ハザード知覚テスト (Hazard Perception Test: HPT) を行いました³。このテストでは、患者さんに運転者の視点から撮影された動画を見ていただき、その中で危険な場面が現れた際の反応を測定します。緑内障の患者さんと年齢をマッチングした正常群の視線の動きを比較したところ、興味深いことに、患者さんの視線運動は正常群と大きく異なることが分かりました。図中の赤い点は正常群の方が注視した箇所を、青い点は緑内障の患者さんが注視した箇所を示しています。ビデオの途中で反対側の歩道から道路を横断しようとする歩行者が出てくる際、赤い点は歩行者のほうに移動します。しかし、青い点は歩行者には向かわず、目の前の車を注視したままでした【資料5】。

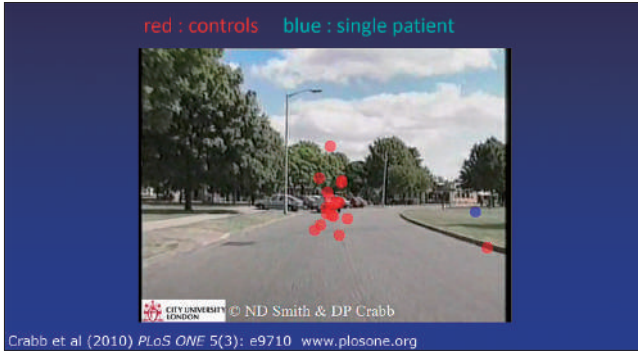


資料6 ハザード知覚テスト 2



資料7 ハザード知覚テスト 3

次に、丁字路で右から車が来る場面について検討しました。正常群は、丁字路に右から来る車を注視していましたが、緑内障の患者さんは目の前の車だけを見ていました[資料6]。この結果について、患者さんの視野障害部位を画面上に、視線に合わせて見えなるところを黒く表示して重ねてみると、視野が欠けている部分に右から来る車が重なってしまい、気づくことができなかつたと考えられました[資料7]。



資料8 ハザード知覚テスト 4



資料9 ハザード知覚テスト 5

もう一つ、別の緑内障の患者さんの例をお示しします。患者さんは、周囲の危険な状況を確認するために目をよく動かしていました。すぐ目の前にある車を見逃してしまいました[資料8, 9]。このように、患者さんが自身の目の動きを知ることとは、患者教育という観点からも重要であると考えます。

And....How does visual field loss look?

- Black areas?
- The 'black tunnel'



資料10 患者さんにとっての視野障害の見え方

視野障害の患者さんの見え方

しばしば、視野障害の見え方は「トンネルビジョン」「資料10」と表現されますが、実際に患者さんにはどのような風景が見えているのか、これから説明をしていきます。先ほどの動画では、視野が欠けている部分を黒い四角で表していました。実際にはこのように黒くは見えていません。実際の視野欠損はもっと微妙でかすかなものであり、明確なものではありません。

これは、加齢黄斑変性の患者さんでも同様です。加齢黄斑変性の患者さんは、中央は暗点になる、もしくは欠損があると考えられますが、実際には異なります。また、片方の眼が見えなくなっても、他方の眼が補填するため、片方の眼の障害があっても、そのことに気づかないことが多いのです。

Patients don't notice visual field loss or scotoma



資料11 脳による視野の補填1

さらに、視力というのは眼の機能のみによるものではありません。一番重要な視覚系の中心は脳です。眼をカメラに例えると、眼が写真を撮って、脳が処理し、解釈します。視覚系では脳が重要な役割を果たしているため、問題が生じた場合、脳がそのギャップを埋めようとしています⁴¹⁶。

これを次の動画で説明します。中心にある青い車を見続けてください「資料11」。(動画では風景の一部が次々に変化する) この動画の中で、青い車を見続けている間に、周囲の風景が変わったことに気が付いたでしょうか「資料12, 13」。例えば、バンがタクシーに変わり、バイクが自転車に変わっていました。つまり、中心だけを見てみると、脳が周辺で起きている風景の変化というギャップを埋めようとしているのです。

Patients don't notice visual field loss or scotoma

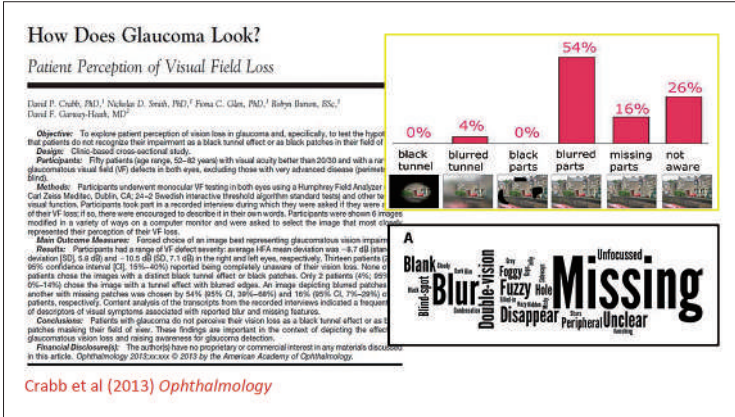


資料12 脳による視野の補填2

Patients don't notice visual field loss or scotoma



資料13 脳による視野の補填3



資料14 緑内障患者における見え方

このように、私たちは目の機能だけではなく、脳の複雑な働きによって「見えている」と認識しているのです。そして、緑内障や加齢黄斑変性の症状は、単に黒い斑点や黒いトンネルが現れるというものではなく、多くの場合、症状はわかりづらいため、ほとんどの患者さんは症状を訴えません。したがって、これらの病気の患者さんがどのように見えているかということについて正しく理解し、啓発することが非常に重要です。

緑内障や加齢黄斑変性の患者さんにはどのような風景が見えているのかということについて調査したところ、患者さんは様々な言葉を使って症状について表現をされており、トンネルビジョンあるいは黒い斑点と回答をした患者さんはいませんでした【資料14】^{7,8}。つまり、緑内障や加齢黄斑変性の症状は、黒い斑点や黒いトンネルが現れるというような典型的なものではないのです。

Search Task

- Photographic images of everyday scenes
- Time taken to find items
- Average search time recorded



IOVS March 2017
 Low Vision 1
**Searching for Objects in Everyday Scenes:
 Measuring Performance in People With
 Dry Age-Related Macular Degeneration**

Debnath J, Taylor, Nicholas G, Smith, David R, Crabb

Author Affiliations & Notes

Investigative Ophthalmology & Visual Science March 2017, Vol. 58, 1087-1092, doi:10.1167/iovs.16-21122



資料15 視覚探索テスト 1

Please
locate
McDonalds

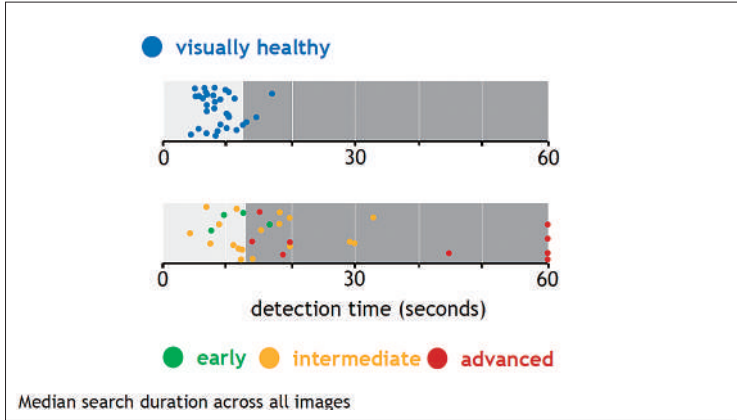
- visually healthy
- early
- intermediate
- advanced



資料16 視覚探索テスト 2

次に、私たちは患者さんの日常生活において何かを探す、見つけるという課題に対するパフォーマンスの検証をしました【資料15】⁹。

この実験は、色々な写真を大きなコンピューター画面に映し、参加者にその写真の中で特定の対象物を見つけてもらうというシンプルなものです。例えば、「マクドナルド（ハンバーガーショップ）を見つけてください」という課題では、ある街の風景が画面に映し出され、その中でマクドナルドを見つけていただきます。加齢黄斑変性の患者さんと




資料17 視覚探索テストの結果

正常者を対象に、この実験を行いました。青い点が正常者の視点を示しています。そして、加齢黄斑変性の患者さんの視点は、緑、黄色、赤で示され、それぞれは進行の度合により色分けされています[資料16]。ターゲットを見つけた時にはこの点が消えるようになっていきます。

実験が始まると、ほぼ全員がこのマクドナルドの看板に、ぱっと目を動かします。しかし、15秒ぐらいたってもまだ一生懸命探している人がいました。さらに時間が経過しても、まだ見つけることができないう方がいました。この方たちは黄斑変性の一等地図状萎縮という状態の患者さんですが、視力は低下していません。このことから、いかに眼疾患が日常生活に深刻な影響をもたらすかがお分かりいただけたかと思えます。

この実験結果について定量的な評価を行いました[資料17]。緑、黄色、赤の患者さんは、正常の方と

Face recognition



"... most distressing is I will never again be able to see, up close, the entirety of someone's face..."

Viewing stage


Genetix Kellian for Clinical and Experimental Ophthalmology
Researching: 10.1016/j.ophtha.2017.11.023

LOW VISION

The effect of non-neovascular age-related macular degeneration on face recognition performance

Deema J. Taylor¹ · Nicholas D. Smith¹ · Alison M. Biers¹ · David P. Crabb¹

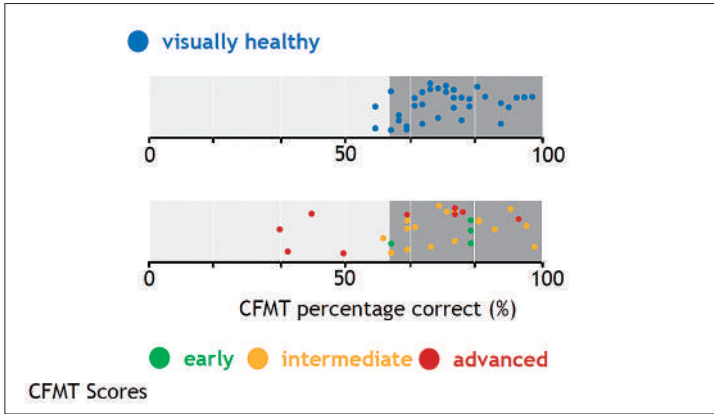
Received: 10 August 2017 / Revised: 9 December 2017 / Accepted: 14 December 2017
© The Author(s) 2018. This article is an open access publication



資料18 顔認識テスト

比較して、時間がかかっています。つまり、日常の場面において何か対象物を見つげるにあたり、困難さを感じていることが定量的にも明らかになりました。

また、緑内障や加齢黄斑変性の患者さんが日常生活で遭遇する問題として、特に多くの人がいる場合、人の顔がなかなか認識できないということが挙げられます。そこでわれわれは、顔の認識ができるかどうかという実験を行いました¹⁰。まず、被検者（加齢黄斑変性の患者さんと正常者）には、この人の顔について幾つか異なった角度で見てください【資料18】。そして、別の写真から先ほど見た顔を見つけていただきます。



資料19 顔認識テストの結果

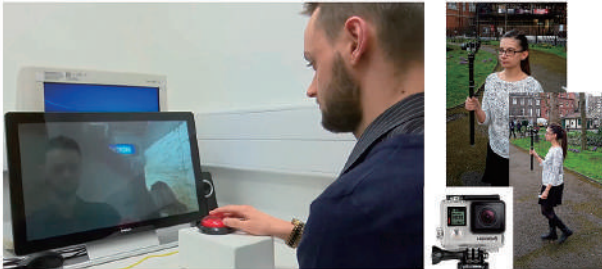
この実験の結果、正常者（青）、あるいは初期の加齢黄斑変性の患者さん（緑・黄）では、顔の識別に問題はありませんでした。より進行した加齢黄斑変性の患者さん（赤）の場合は、顔の認識に関して困難さを伴っていることがわかりました〔資料19〕。

Mobility Task – Big Red Button Test!



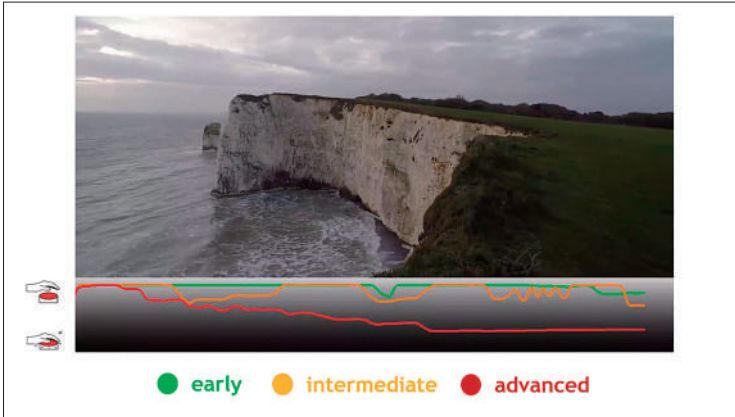
資料20 様々な移動の場面の撮影

Mobility Task – Big Red Button Test!



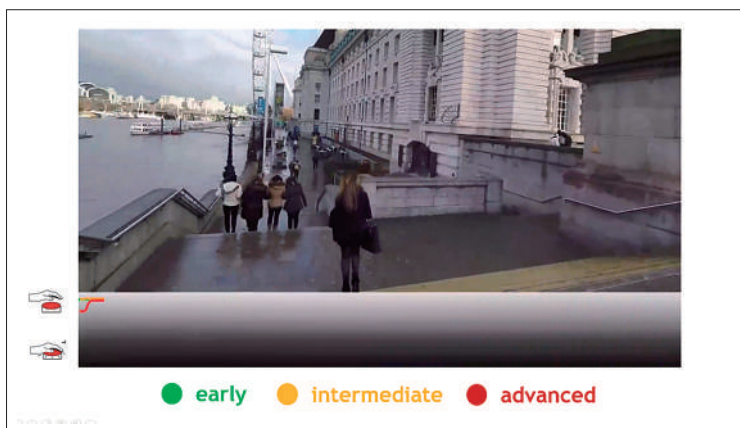
資料21 被験者(不安を感じたら赤いボタンを押す)

緑内障や加齢黄斑変性の患者さんは転倒についても心配をしています。私たちは、加齢黄斑変性の患者さんがどのような場面で不安を感じているのかということについて実験を行いました。「資料20」のように風景を撮影した動画を被験者に見せ、被験者は動画を見ながら不安を感じたら赤いボタンを押していただきます「資料21」¹¹。この手法を用いて、混雑している駅や階段の上り下りなどの様々な移動の場面で患者さんが感じている不安を測定しました。



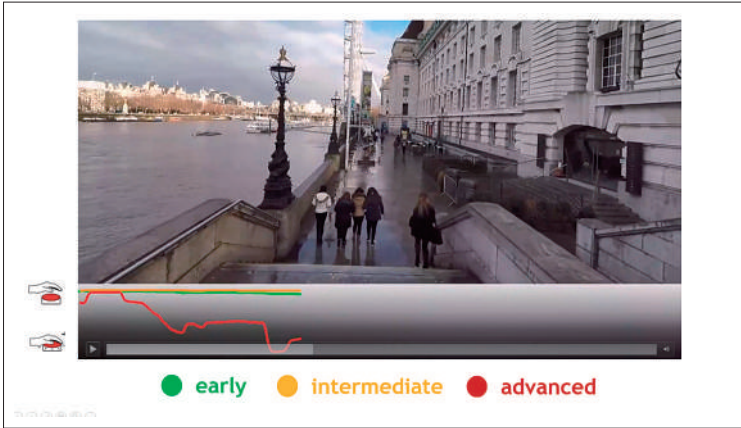
資料22 加齢黄斑変性患者が移動中に感じる不安 1

「資料22」は、崖の端を歩いている動画を用いた実験の結果です。下半分の赤い線が示しているのは、加齢黄斑変性の中でも病期の進行した患者さんです。緑の線は早期、黄色の線は中等度の病期の患者さんです。この研究ではボタンを押す圧力を不安の強さとして評価しています。

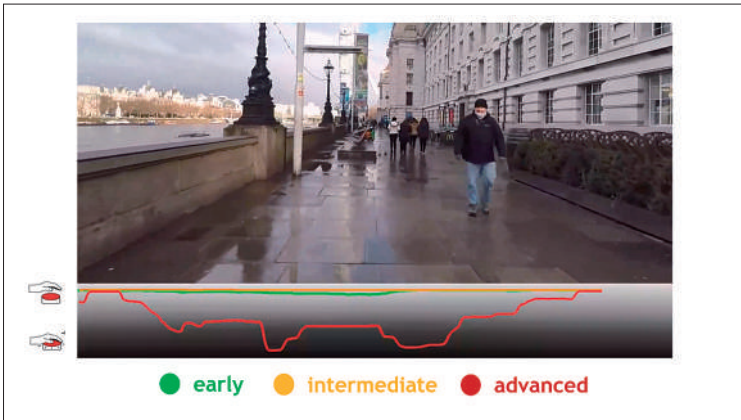


資料23 加齢黄斑変性患者が移動中に感じる不安 2

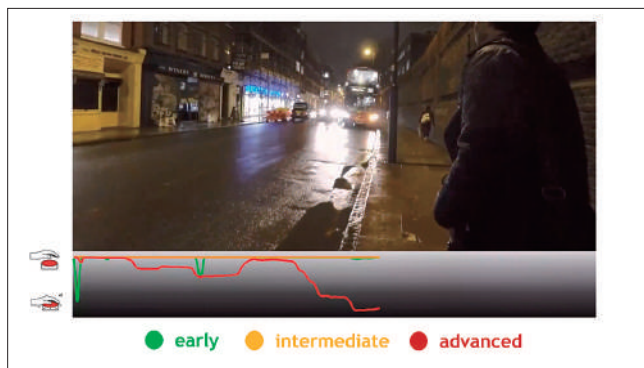
次に街中で階段を下りる場面です「資料23」。この動画では、階段を下りるときに患者さんが感じている不安を示しています。病期の進行した加齢黄斑変性の患者さんは階段を下りているときに強く不安を感じていますが「資料24」、動画が平らな歩道にさしかかると、ボタンを押す力は弱くなっていきま
す「資料25」。



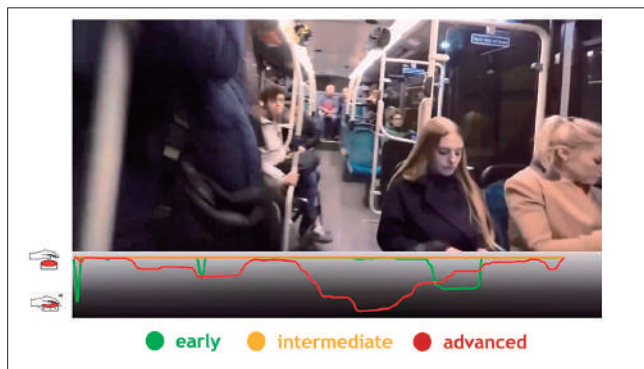
資料24 加齢黄斑変性患者が移動中に感じる不安 3



資料25 加齢黄斑変性患者が移動中に感じる不安 4

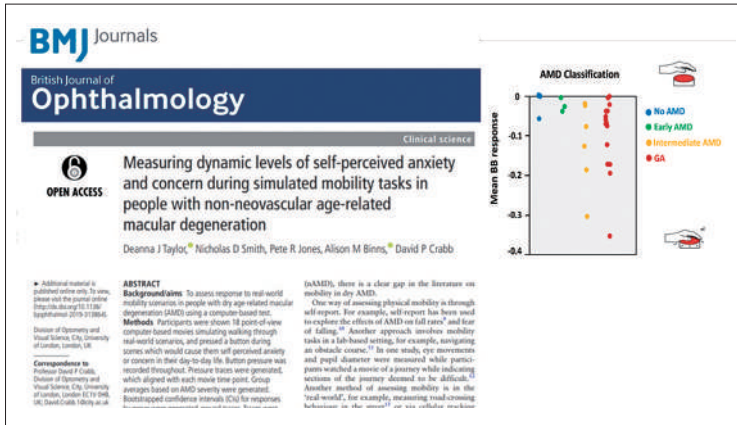


資料26 加齢黄斑変性患者が移動中に感じる不安 5



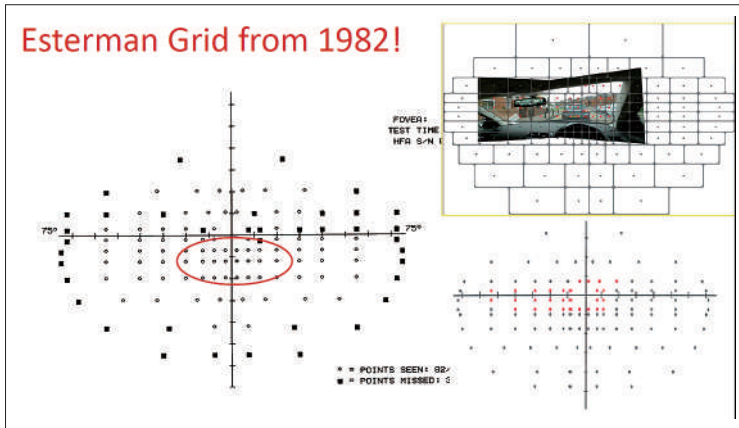
資料27 加齢黄斑変性患者が移動中に感じる不安 6

もう一つはロンドンの夜の
 場面です。バスが近づくと、
 特に病期が進行している加齢
 黄斑変性の患者さんは、恐怖
 心もしくは不安を感じてボタ
 ンを強く押していました[資
 料26]、バスに乗り込んだ後
 は、ボタンを押す力は弱くなっ
 ていきました[資料27]。



資料28 加齢黄斑変性患者が移動中に感じる不安（結果）

このように、患者さんが日常生活において不安を感じる場面を明らかにすることは、臨床的にもとても意義のあることだと考えています。例えば、対向車のヘッドライトなど、正常者にとっては何気ない自動車運転の場面が、患者さんにとっては大きな問題になります。このように、患者さんの抱える不安を定量化することで、病期が進行した患者さんと中等度の患者さんは、早期の患者さんと比較して、様々な日常の場面において明らかに強い不安を感じていることがわかりました [資料28]。



資料29 エスターマンテスト

視野障害の部位と自動車運転

2050年には、今以上に高齢化が進むといわれており、高齢者の増加に伴って緑内障や加齢黄斑変性の患者数も増加することが考えられます。イギリスでは、高齢者の運転可否を判断するエスターマンテストという視野検査があります【資料29】。この検査は両眼開放下で行う視野検査で、上方視野よりも、（生活不自由度に関与する）下方視野に検査点が多く配置されています。しかし、実際の運転では、信号機や道路標識を確認するためには、上方視野も重要となります。

Experiment: N=30 completed 3 versions of HPT



- **No scotoma “Normal”**
- Superior scotoma
- Inferior scotoma



資料30 ハザード知覚検査：欠損がない場合

そこで、視野障害が運転に与える影響を調べるために実験を行いました。視野障害のある患者さんの見え方を再現した動画を用い、運転免許試験の一部としても使われているハザード知覚テストを行いました。正常者を被検者として、欠損がない場合、上方視野に欠損がある場合、下方視野に欠損がある場合の3パターンを模擬して検査を行いました〔資料30-32〕。その結果、上方視野に欠損がある場合には、下方視野に欠損がある場合よりも運転パフォーマンスが悪くなりました¹²⁾。



- No scotoma “Normal”
- **Superior scotoma**
- Inferior scotoma



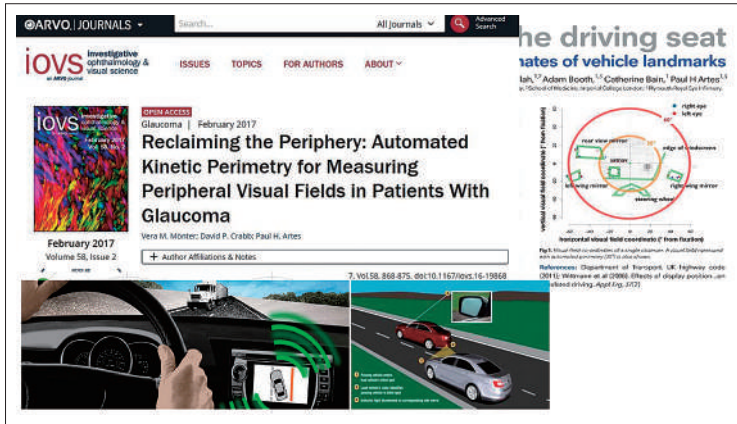
資料31 ハザード知覚検査:上方視野に欠損がある場合

Experiment: N=30 completed 3 versions of HPT

- No scotoma “Normal”
- Superior scotoma
- **Inferior scotoma**



資料32 ハザード知覚検査:下方視野に欠損がある場合



資料33 新しい形の周辺視野の検査方法

この実験によって、自動車運転には上方視野が重要であるということが明らかとなりました。このようなエビデンスに基づき、例えば、エスターマンテストにおいて、下方の視野と同等、あるいはそれ以上の検査点を上方視野に設けるなど、より良い視野検査の開発に結び付くことを期待しています。

また、自動車を安全に運転するためには、バックミラーやサイドミラーが視野に入っている必要があるため「周辺視野」も重要です。そこで、私たちは新しい周辺視野の検査方法を開発し、緑内障の患者さんの運転パフォーマンスを評価しました「資料33」¹³。この研究は、インストルメントパネルやミラーの設置場所にも関係するため、自動車メーカーにとっても重要であると考えています。今後は、新たなテクノロジーの開発だけでなく、自動車メーカーや眼科医などの専門家が協力することにより、様々な相互作用が得られることが期待されます。