

総説

自動車運転と眼

村上美紀

Driving and Vision

Miki Murakami

産業医科大学眼科/むらかみ眼科医院

Department of Ophthalmology, University of Occupational and Environmental Health

Murakami Eye clinic

1. はじめに

自動車の運転の際には対象物を眼で見て判断し、運転行動に移すという一連の流れを数秒以内の素早い反応で行う。視機能は自動車運転に大きな影響を及ぼす。脳疾患では視力低下や視野狭窄、眼球運動の問題など視機能に影響することもあり、治療に反応して回復する場合、障害が残る場合など様々な経過をたどる。眼科領域でも、緑内障や網膜色素変性など視野障害をきたす疾患を有する人の自動車運転に対し、眼科外来で自動車運転の評価を行っている医療機関もある。

本稿では自動車運転に影響する視機能と眼科での検査及びその評価、脳障害後の眼科受診の推奨時期と眼科の運転外来について解説する。

2. 視機能

我々が何かを見るとき、網膜に映った像が生体エネルギーに変換されて、電気信号の形で脳内の視覚路を介し視覚中枢に伝達され感覚として捉えられる¹⁾。さらに高次中枢において認識・記憶されるとともに他の運動中枢と連絡して手足などの効果器に出力される(図1)。視覚系は眼の運動系(眼球運動、瞳孔運動、調節、閉眼・開眼運動)により制御されている。「見る能力」は、受容器である眼球から脳までの入力系、脳における統合機能(統合系)、脳から眼球を動かすための出力系に分類することができる²⁾。表1に自動車運転に影響が大きいと思われる視機能の要素を記載する。

2・1 視力と視野

視力は文字や小さいものを見て認識する能力を反映し、視野は歩行や体の位置感覚の能力を反映すると言われている³⁾。

日常生活では「視力」を裸眼視力の意味で使っている場合も少なくないが、眼科的には完全屈折矯正後(最高視力が出る眼

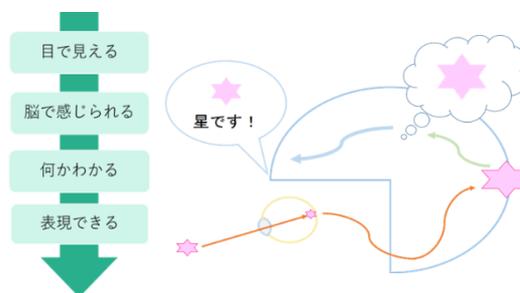


図1 「見える」ための経路

視力	眼球運動
視野	明順応・暗順応
両眼視	色覚
眼位	

表1 視機能の要素
自動車運転の際に影響が大きいと思われるもの

視力 visual acuity, vision ・対象の細部構造を見分ける能力 ・眼科領域では最小分離閾で表す ・裸眼ではなく完全屈折矯正後(最高視力が出る眼鏡やコンタクトレンズ装用時の視力)の視力値で表す
視野 visual field ・一点を固視したままで見ることのできる範囲。

表2 眼科における視力・視野の定義



図2 正常視野のイメージ

鏡やコンタクトレンズ着用時の視力)の視力値で表す。視野も「目を動かして見える範囲」ではなく、「一点を固視したままで見ることのできる範囲」である(表2)。

正常両眼視野の範囲は上方60度、下方75度、耳側側方100度程度である。視野の感度は中心部ほど高く、解像度が高く色覚も良好である。周辺部に行くほど解像度が低下し、色の判別もしにくくなる(図2)。鈴木は「視野とQOL」⁴⁾の中で次のように視野の部位別の機能について説明している。中心5度以内が感度の高い弁別視野と言い、20～30度の有効視野は眼球運動だけで対象を見つけ出すことができる視野であり、条件によって広さが変化する。その周辺に頭部の運動により対象物を注視させ得る安定注視野、空間座標感覚に影響する誘導視野、対象への注視動作を誘発させる補助視野がある。

中心視野は解像度が高く情報量が多い。細かい判別を行い色の見わけもつかさどる。周辺視野は重要な補佐役として働き、動きや点滅などの感知や暗い環境での見え方に貢献する。周辺視野で対象物を見つけ、対象へと視線を移動し、中心視野で注視して対象を認識するのである。移動速度が速くなると必要視野の質と広さが異なり、自動車運転では高速になるほど視野が狭くなると言われている⁵⁾。

2・2 視野の補填現象

緑内障や網膜色素変性症など慢性進行性疾患で視野異常をきたしている場合、視野異常は自覚されにくい。視野障害の進行がゆっくりであることや左右眼で障害部位を補足し合うためと思われていたが、脳の代償行為により無自覚となると言われている⁵⁾(図3)。

視野狭窄があっても視線を動かして周辺視野で対象物をとらえ、中心視野で収集した情報を生かし、かつ慣れた景色やパターン化された景色は脳が適当に補填して映像として感じさせているため、脳が予測できないものは補填されない。つまり急な変化は「見えない」ので、リアルタイムに対応できず「反応が遅れる」のである。

3 脳損傷後の視機能障害

脳損傷後などの眼合併症として多いものに両眼視機能低下を起す斜視や眼球運動障害がある。物が二つに見えてしまったり、ものが見えたり見えなかったりするなど、うまく目を使えない症状を訴えるが自然経過で軽快することもある。一般的に脳損傷後6か月たっても残存する眼球運動障害は眼科治療の対象となる。

近年、脳損傷後の自動車運転が早期に再開されるようになってきたが、眼科の外来では患者本人が見え方の不具合を訴えて「なんとかできないのか」と申し出ない限り「自然経過を見ましよう」となることが多いと思われる。リハビリテーション中には本人の表現が「二つに見える」などの教科書的な訴えにならない限り、気づかれずに過ぎてしまうことも少なくないであろう。

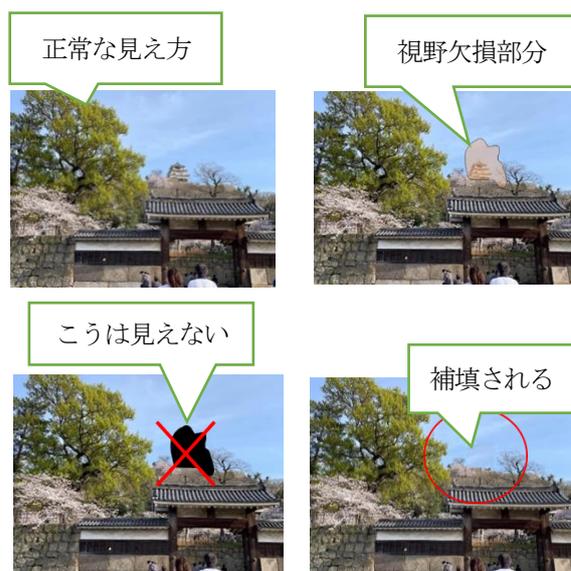


図3 視野の補填現象

3・1 斜視

斜視は目の位置がずれる疾患である。上下に目の位置がずれるもの、側方向にずれるものがあり、内斜視・外斜視・上斜視・下斜視と呼ばれる。眼筋（目を動かす筋肉）は正常で中枢性の障害がない場合、つまり生まれつきの筋肉のバランスの異常による斜視は共同性斜視と呼ばれる。共同性斜視では複視を自覚しないが、斜視になっているときは片目だけで見ているために両眼視ができていない。それに対し麻痺性斜視は眼筋が麻痺して斜視が起こるもので、見る方向によって斜視の状態に変化があり、大人では複視を訴える。

3・2 眼球運動障害

眼を動かす筋肉は上直筋、下直筋、外直筋、内直筋、上斜筋、下斜筋の6つである。動眼神経が上直筋、下直筋、内直筋、下斜筋を支配し、滑車神経は上斜筋を、外転神経は外直筋を支配する。目を動かす筋肉やその支配神経が障害されると眼球運動が障害される。目を動かす神経の中枢が障害されると中枢性運動障害は変性疾患、頭蓋内疾患などに多く、末梢性運動障害は血管障害や外傷などが原因で眼筋そのものが障害されることで起こる。

眼球運動が障害されると両眼視機能が障害され、奥行き知覚の低下や消失、複視をもたらす。自動車運転においてはセンターラインが2つに見える、対向車や障害物をうまくよけられないなど安全上の問題が大きくなる。

3・3 両眼視機能と検査

両眼視機能とは一つのことを同時に見て立体感や奥行きを知覚する能力で、遠近感や奥行きの判断を行う。斜視や眼球運動障害があるときには、両眼視機能障害があることが多い。眼科のスクリーニングの検査としてはチトマスフライトテストという飛び出す絵本のような検査票を用い、「静的状態」での両眼視の検査を行うことが多い。静的状態での両眼視がない場合には動的状態での質の高い両眼視は期待できない。

3・4 眼球運動の検査

眼球運動のスクリーニングは定性検査を行う。顔を動かさずに眼だけで視標を追視してもらい、正常域の動きができるかどうかを観察する。両眼開放の状態での両眼の共同運動を、片眼遮蔽を行って単眼の運動を診る。定性検査で異常が見つかったらその他の眼科的検査を追加して診断を行う。

3・5 眼球運動障害の治療

末梢性眼球運動障害である麻痺性斜視ではプリズム眼鏡、斜視手術などで眼位を正位に修復し両眼視できる範囲を広げる。プリズム眼鏡や手術などの治療をしても複視が解消できない場合、眼帯などで片目を隠す片眼遮蔽が行われる。

片眼遮蔽では遠方を片目で見ている状態を作るため奥行きの判断能力は低下する。中枢性運動障害などで、複雑な運動障害があり複視を訴える場合や眼位や斜視角度が恒常化しない場合には手術の適応にならず、片眼遮蔽を行うか、眼鏡装用を行う場合には片眼のみ度数を弱めて視力差をつけるなど度数の調整で対応することが多い。

脳損傷後の眼球運動障害は治療過程で改善してくる場合も多く、発症から半年程度は経過観察とし、症状の固定を待つ。待機期間の複視は片眼遮蔽で症状を緩和して対応することが多い。経過中に片眼に抑制が効き交代視になった場合には複視は解消する。症状固定後に両眼開放視野などの検査を施行して両眼で単一視が可能な視野（複視を自覚しない視野）の広さを測っておくと良い。交代視になった場合には奥行き知覚は低下し、2種免許の身体基準は通過できないことが多い。

3・6 羞明

羞明は網膜や角膜、虹彩、硬膜からの刺激が原因として考えられており⁶⁾、「明るい見えにくい」または「たいして明るくないのにまぶしい」という症状を訴えることがある。周囲の環境によって自覚症状が変化する。「ぱっと白くなる」「霞む」「目があけられない」などの訴えがある。眼疾患だけでなく、脳卒中後や脳外科手術の後などに羞明を訴える場合もある。脳卒中後・脳外科手術後の羞明は経過に伴って軽快することも多い。遮光眼鏡の装用で症状が軽減し、見やすくなる場合には装用を勧める⁷⁾。

4 眼科受診

4・1 眼科的運転評価

脳損傷や目の病気による見え方は、視力や視野、その他の様々な要素が絡み合っている。患者本人も自分の見えにくさが、何のために起こっているのかわかっていない場合もしばしばあり、「眼鏡があつていないだけ」と思っている場合も少なくない。

眼科では、運転に必要な視機能の評価を行い、手術による治療や眼鏡処方をして、自動車運転のリハビリテーションに役立てられる。市立長浜病院眼科では脳卒中後の運転再開のための眼科的運転評価を行い、チェックシートを作成している。自動車運転に必要な眼科検査がほぼ網羅されているシートである。「目の状態が気になるけど、眼科こどの検査を頼んだらいいかわからない」という場合にはこのシートを利用されたい（図4）。運転評価で眼科へ紹介された中に、眼鏡があつていない、または眼鏡装用がなければ視力の要件を満たさない場合や、白内障や緑内障などの眼疾患が発見される場合も時々ある。

◆ 眼科的運転評価チェックシート ◆

検査日： 年 月 日

ID: _____ 患者氏名: _____ (男・女) 年齢: _____ 才

項目	検査所見				判定	コメント
	右眼	左眼	両眼	FAS		
視力	裸眼					
	完全矯正					
	所持眼鏡・CL					
視野	VFSスワフ			FFS		
	左眼			右眼		
眼球運動	斜視の有無	+	±	-		
	※斜視(+)の 場合	+	±	-		
	※斜視(+)の 程度での 評価	可	不可			
	※大型・二種 両眼視検査	+	±	-		
眼疾患	右眼		左眼	FVS オブシクスタフ		(詳細事由)
				※15歳まで		
調整項目	羞明・夜盲・明暗順応遅延					
総合評価	法定免許要件での 運転の可否	可・不可	条件	FVS	AMA Oste分値	
	眼科的診断による 運転の可否	可 要注意 不可	理由			

判定医師: _____

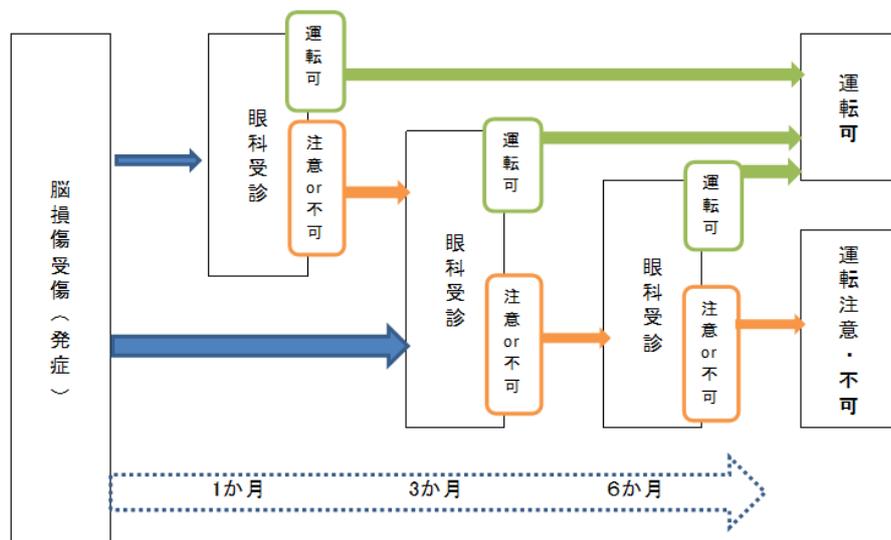
図4 眼科的運転評価チェックシート
市立長浜病院 眼科提供

4・2 眼科受診のタイミング

脳損傷後、受傷（発症）後1か月以内はまだ視機能が不安定な時期である。3か月程度経過してからの眼科評価が望ましい。早期に運転再開の場合、眼科所見に問題がなければフォローの必要はないが、何か所見があればおおよそ数か月後に再検査が必要となる。眼科受診のフローチャートを図5に示す。

5 眼科の運転外来

視野障害をきたす疾患の患者さんを対象に、眼科の運転外来を行っている医療機関もある。眼科の運転外来では、運転免許を保有し日常生活で自動車運転をしている患者を対象にドライビングシミュレーターを使用し、運転中に左右方向からの飛び出しなどの出来事が起きた場合の自身の反応や事故を回避できるかどうかを確認する。視野感度低下のある緑内障や網膜色素変性症などの眼疾患がある方が対象になっており、普段の外来で施行する視野検査を元に、両眼重ね合わせの視野を作成して評価する。眼科の運転外来のドライビングシミュレーターではハンドルを動かすことはできず、アクセルペダルとブレーキペダルのみで操作する（図6）。アイトラッカー搭載ドライビングシミュレーター（本田技研工業 Honda セーフティナビ）を用いている眼科[®]もある。前方の画面に運転中の動画を映し、横から出てきた車こぶつかからないようペダルを踏んで自動車を停止させる。実際の路上の運転



- ・受傷後1か月 眼球運動や視野はまだ変動している。この時期の異常所見は3か月後に再検査必要
- ・受傷後3か月 眼科所見はやや落ち着くが、まだ変動している。早期に社会復帰する場合には眼鏡合わせが必要。眼鏡の度数も1年程度は変化するため、眼科での経過観察必要
- ・受傷後6か月 眼球運動、視野ともにおおむね固定する。小さな変化は1年目くらいまで続くこともある。

図5 脳損傷後の眼科評価の時期

とは少し異なる環境で、「目で見て反応できるか」をチェックして、視野欠損を補う目の使い方や判断ができていないかを評価しており、視機能の評価に特化した方法である。

眼科で用いられるドライビングシミュレーターをリハビリテーション科で用いる簡易型ドライビングシミュレーターと比較すると、眼科のシミュレーターは画面の上下幅が広く、緑内障などで無自覚の上方視野欠損があった場合の信号の見落としなどを検出しやすくなっている。眼科の運転外来では視野欠損が運転能力に及ぼす影響を検討し、安全運転のために必要な注意点について助言しており、運転再開が可能かどうかを判断するリハビリテーション科の運転外来とはやや目的を異にする（表3）。

視野障害がどの程度であれば事故のリスクが高くなるのかという、明らかな指標は今のところ見つかっていない。過去には両眼の周辺視野障害があると事故率2倍、末期緑内障患者のドライビングシミュレーター事故率は3倍、緑内障患者は慎重に運転するから事故が少ない、中心10～15度の視野が見晴らしの良い直線道路がある場所で衝突を回避するために重要である可能性がある、高齢視野障害患者では、「実際に対象物を『見た』にもかかわらずブレーキを踏むタイミングが遅れて衝突した」など視野障害部位と一致しない事故が増えるなど、様々な報告がされている^{8~12)}。自動車運転には認知機能の影響も大きいところから、最近では運転外来で簡易認知機能検査を施行するようになったが、リハビリテーション科で行っているものに比べると認知機能検査の内容はかなり少ない。

6. 終わりに

自動車運転には運動能力や視覚・聴覚のような感覚器の能力、認知判断能力をはじめ運転時の周囲の環境も影響を及ぼす。視機能が運転にどのように影響しているかは、また評価が定まらず今後の調査研究が期待されている。眼科の運転評価でも、実車教習を行うようなシステムができれば、より実質的な評価になるのではないだろうか。サポートカーにも視



図6 神戸アイセンター病院ビジョンパーク内
ドライビングシミュレーター

機能低下に対応できるようなシステムがあると、より安全性が高まるのではないかと思います。

今後はさらに診療科の垣根のない取り組みの推進が望まれる。自動車教習所や警察との協力も欠かせない。患者が安全に自動車運転を行えるよう我々も職種を超えて連携したいものである。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

謝辞

本論文の執筆にあたり、資料提供と有益なご助言をいただいた神戸アイセンター病院 横田聡先生、市立長浜病院 視能訓練士 澤田園さんに感謝申し上げます。

文献

- 1) 北原健二：目と視覚のしくみ。照明学会誌 1997； 81； 488-492、

リハビリテーション科 運転再開支援

- 脳卒中後の高次脳機能障害や麻痺症状のある方、軽度認知障害（MC I）が考えられる患者
- 運転に必要な脳機能の状態を検査
- 運転を再開するにあたり注意すべきポイントなどを助言

眼科 安全運転支援

- 目に何らかの問題を自覚し眼科を受診した患者
- 視力、視野など眼科専門検査及び簡易認知機能検査
- 視野欠損が運転能力に及ぼす影響を検討し、安全運転のために必要な注意点について助言

表3 運転外来の比較

- 2) 中川真紀：視能検査学とは, 和田直子, 小林昭子, 中川真紀, 他 (編), 視能学エキスパート視能検査学, 医学書院, 東京, 2018 : 2-3
- 3) Colenbrander A : Chapter 12 The Visual System, In: Rondinelli RD, Genovese E, ed al: Guides to the Evaluation of Permanent Impairment, 6th ed. American Medical Association Publications, Chicago, 2008, 281-319
- 4) 鈴木広隆：どう診る？視野異常 視野とQOL. Monthly Book OCULISTA 2022 ; 110 : 69-77
- 5) 鈴木広隆：視野検査update 視野とQOV. Monthly Book OCULISTA 2014 ; 11 : 45-53
- 6) 堀口浩史：遮光眼鏡と羞明 分光分布から羞明を考える. あたらしい眼科 2013 ; 30 : 1093-1100
- 7) 村上美紀, 奥一真, 蜂須賀研二, 他 ; 自動車運転の課題となった脳梗塞後の半盲の一例. 眼科臨床紀要 2018 ; 11 : 916-921
- 8) 小原 絵美, 野村 志穂, 國松 志保 ; 西葛西・井上眼科病院外来における視野障害と事故との関連. あたらしい眼科 2023 ; 40 : 257-262
- 9) Johnson CA, Keltner JL : Incidence of visual field loss in 20,000 eyes and its relationship to driving performance : Arch Ophthalmol. 1983 Mar ; 101 : 371-375,
- 10) Shiho Kunitatsu-Sanuki, Aiko Iwase, Makoto Araie, et. al : An assessment of driving fitness in patients with visual impairment to understand the elevated risk of motor vehicle accidents, BMJ Open : 2015 Feb 27 ; 5(2) : e006379
- 11) Gerald McGwin, Jr, Andrew Mays, Wade Joiner : Is Glaucoma Associated with Motor Vehicle Collision Involvement and Driving Avoidance ? : Ophthalmol Vis Sci. 2004 Nov ; 45:3934-3939
- 12) Sachiko Udagawa, Shinji Ohkubo, Aiko Iwase , et. al : The effect of concentric constriction of the visual field to 10 and 15 degrees on simulated motor vehicle accidents, PLoS One. 2018 Mar 14 ; 13(3) : e.0193767