

## 網膜色素変性症をもつロービジョン者のターゲット発見課題の結果

中西勉\* 築島謙次\* 菅野和子\* 三輪まり枝\* 林弘美\* 小林美貴恵\*

### Results of Finding Targets among Multiple Figures by Persons with Retinitis Pigmentosa

Tsutomu NAKANISHI\*, Kenji YANASHIMA\*, Kazuko KANNO\*, Marie MIWA\*,  
Hiromi HAYASHI\*, Mikie KOBAYASHI\*

Persons with retinitis pigmentosa found targets among multiple figures with different areas. And other persons with retinitis pigmentosa checked targets among multiple figures with the same areas. Accuracy of the answers and the length of time required for a response were evaluated against each subject's visual acuity and visual field.

The results to find targets among multiple figures with different areas showed better visual acuity and wide visual field resulted in less errors to find target. Multiple regression analysis showed visual acuity to have a much greater effect on accuracy of a response rather than the visual field.

The results to find targets among multiple figures with the same areas showed time required to find the targets depend on wider visual field.

キーワード：エラー数、所要時間、視力、視野、図形

#### はじめに

人の視覚は他の感覚よりもかなり多くの情報を人に提供している。外界から人に入ってくる情報のうちそのほとんどが視覚情報であると言われている。目が不自由になると視覚情報が減少し、日常生活の多くの場面で不自由を来すことになる。

目が不自由になると困難になる動作に歩行がある。視覚障害により見えにくくなった状態をロービジョンという。そのロービジョンの状態にある人（ロービジョン者）が屋外を歩く際には、障害物や人に接触したり、下り階段の一段目を踏み外しそうになったりすることがある。そのため、知らない未知のルートを歩きたがらない場合が多い[1]。

このような状況にあるロービジョン者の歩行評価はまだ定まっていない。歩行についての先行研究では、実際に歩行行動を観察しそれを視機能と比較するというものがある。例えばMarronら[2]、Longら[3]やKuykら[4]は、実際にロービジョン者に歩行してもらい、障害物への接触回数などと視機能の関係を調べている。

日本における視覚障害の主たる原因疾患の一つに網膜色素変性症がある。この眼疾患は当センター病院第三機能回復訓練部を受診する患者の50%以上を[5]、当センター更生訓練所の視覚障害をもつ訓練生の30%以上を占めている[6]。さらに第三機能回復訓練部が行った全国の視覚障害者が利用している29施設・部署への

\* 国立身体障害者リハビリテーションセンター 病院  
第三機能回復訓練部

\* Department of Functional Training III, Hospital, National  
Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

調査では、利用者の25%が網膜色素変性症であり、視覚障害原因で最も高い割合を占めていた[7]。

私たちは、ロービジョン者の負担を少なくするために、屋内において静的な状態で歩行に関する環境確認能力を評価できるかどうかを検討している。ターゲットを探す課題においてターゲット図形とそれ以外の図形の大きさの違いの大小によって、主に用いる視機能に違いがあると考えた。そこで、2種類の視覚刺激を作成しロービジョン者にそれぞれのターゲットを数えてもらい、その結果と視機能の関係を調べた。

得られたデータのうち上記のように視覚障害原因のうち高い割合を占める網膜色素変性症のロービジョン者のデータについてまとめたので、ここに報告する。

## 1. 目的

提示された複数の図形の中からターゲットの図形を網膜色素変性症のロービジョン者が発見する課題において、ターゲット以外の図形の面積を変えるとターゲットの発見状況に違いがあるかどうか、さらに視機能とどのような関係があるかを検討した。

## 2. 方法

### 2. 1. 対象者

被験者はすべて網膜色素変性症のロービジョン者であった。測定1の被験者の人数は16人（男性12人、女性4人、平均年齢44.3歳（SD±14.16））であった。測定2での人数は23人（男性14人、女性9人、平均年齢50.4歳（SD±11.31））であった。測定1および2ともに視覚障害以外に障害のある人はいなかった。

### 2. 2. 方法

#### 2. 2. 1. 提示方法および視覚刺激

パーソナルコンピューターに接続されたプロジェクターからスクリーン上に視覚刺激を投影した。被験者

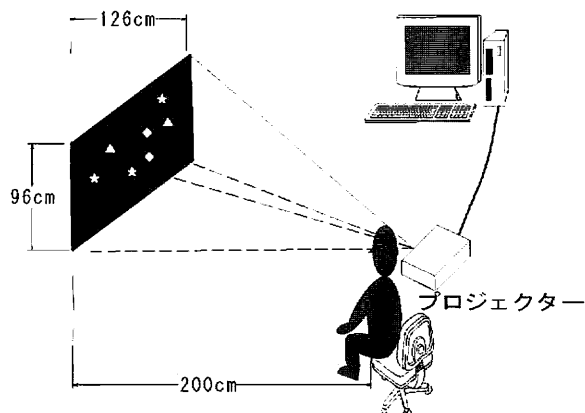


図1 測定の状況

とスクリーンとの視距離は2mであった。被験者に視覚刺激としての3種類の図形を同時に提示し、その中のターゲットの図形を両眼視で数えてもらった。図1にその模様を示す。

ターゲットの図形は星で、他の図形は正方形、二等辺三角形であった。視覚刺激の提示は2回であった。2回の提示でのターゲット数は合計17個であった。なお、視覚刺激はプレゼンテーション用ソフト上において作成された。

測定1での視覚刺激の図形はそれぞれ6cmの円が入る大きさであった。また、図形の端と他の図形の端の最短距離は6cmとした。この大きさは視距離2mで視角が100分となる。よって、提示される図形の大きさは視角が100分以上であった。面積は星が77.0cm<sup>2</sup>、四角形が43.6cm<sup>2</sup>、二等辺三角形は51.3cm<sup>2</sup>であった。測定1の視覚刺激の例を図2-1に示す。

測定2では、星は測定1と同じ大きさとした。その他の図形は測定1よりも大きくし星の面積にできる限り近づけた。それぞれの面積は星が77.0cm<sup>2</sup>、四角形が78.0cm<sup>2</sup>、二等辺三角形は78.2cm<sup>2</sup>であった。測定2の視覚刺激の例を図2-2に示す。

投影されている映像面の大きさは、スクリーンの幅150cm以下となるように126cm×96cmとした。被験

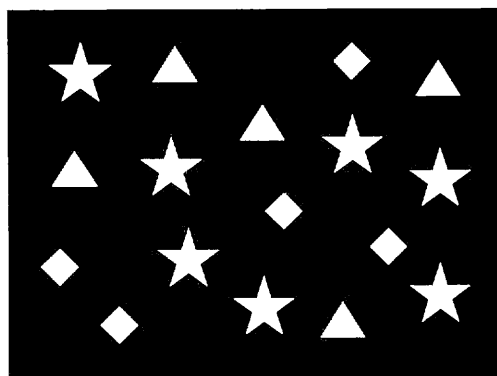


図2-1 視覚刺激の例（測定1）

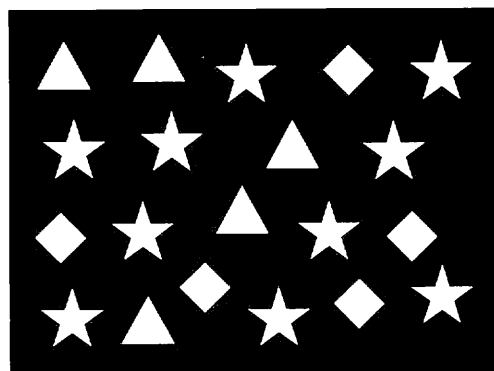


図2-2 視覚刺激の例（測定2）

者からの視角は左右に17.5度、上下に13.5度であった。

測定1および測定2とも図形は白色、背景は黒色とした。100×(図形の輝度-背景の輝度)/(図形の輝度+背景の輝度)で求めたコントラストは、平均97.1%であった。

研究の主旨説明の後に練習を行った。その後、検者の合図により被験者はターゲットを数え、4分以内に検者に報告した。2つの視覚刺激の回答数と正答数の差の絶対値をエラー数とした。ターゲットを数える時間についても測定した。被験者にできるだけ速くターゲットを数えてもらい、検者は数えるために必要であった時間を測定した。2回分の視覚刺激について合計したものを所要時間とした。

### 2. 2. 2. 視機能の測定

視力は5m用の標準視力装置を用いて測定した。左右それぞれの眼の矯正視力のうち、よい視力の方を本研究での視力とした。視力については小数視力をlogMARの値に変換した。計算方法は、 $\log\text{MAR値}=\log_{10}(1/\text{小数視力})$ を用いた。よって、logMARの値が大きいほど小数視力は低いことになる。

視野の測定にはフェルステルを用い、10mmの白い視標を使った。左右の眼のそれぞれ8方向の残存視野角を合計し、16等分したものを本研究での視野とした。

## 3. 結果

### 3. 1. 被験者の視機能

被験者の視機能の平均を表1に示す。

logMAR値では測定2の被験者の値が大きく、視野では測定1の被験者の値が大きくなっていた。

t検定を行った結果、logMAR値の平均値には有意な差はなかったが、視野については有意傾向であることがわかった ( $t=1.67, df=37, p<0.1$ )。

表1 視機能の平均

|     | logMAR値    | 視野 (度)       |
|-----|------------|--------------|
| 測定1 | 0.78(0.63) | 12.85(12.94) |
| 測定2 | 0.87(0.57) | 6.81 (9.35)  |

( )はSD

### 3. 2. 測定1の結果

測定1でのエラー数と所要時間の平均を表2に示す。

表2 測定1の結果

| エラー数 (個)   | 所要時間 (秒)     |
|------------|--------------|
| 1.13(2.11) | 16.05(10.23) |

( )はSD

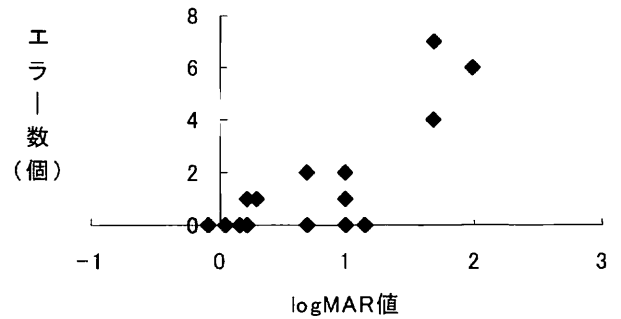


図3 エラー数とlogMAR値の関係

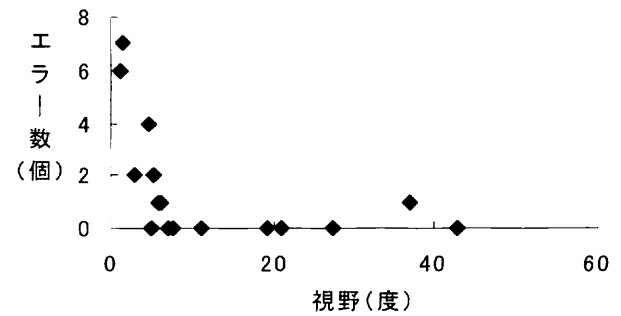


図4 エラー数と視野の関係

### 3. 2. 1. エラー数と視機能との関係

#### (1) エラー数と視力 (logMAR値) の関係

視力が低くなるとエラー数が多くなっていた。相関係数は $r=0.79$ で有意であった ( $p<0.001$ : 両側検定)。散布図を図3に示す。

#### (2) エラー数と視野の関係

視野が約8度のあたりからエラー数が急に減っていた。回帰曲線  $y=8.39/x-0.26$  で $r=0.89$ の有意な相関 ( $p<0.001$ : 両側検定) が得られた。散布図を図4に示す。

### 3. 2. 2. 所要時間と視機能の関係

#### (1) 所要時間とlogMAR値の相関

$r=0.02$ で有意な相関は得られなかった。

#### (2) 所要時間と視野の相関

$r=0.22$ で有意な相関は得られなかった。

### 3. 2. 3. 得られた結果に対する視機能の影響

#### (1) エラー数への視機能の影響

エラー数について重回帰分析を行った。視力を $X_1$ 、視野を $X_2$ 、エラー数を $Y$ とした場合、回帰式 $Y=2.53 \times X_1 - 0.05 \times X_2 + 0.14$ が得られた。この重回帰式の有意性を検定したところ、 $F(2,13)=14.74$ で有意 ( $p<0.01$ )であった。標準偏回帰係数は視力が0.71、視

視野が-0.28であった。このことから視力の影響が視野よりも大きいことがうかがえた。なお、重相関係数(R)は0.83、決定係数(R<sup>2</sup>)は0.69であった。

### (2) 所要時間への視機能の影響

重回帰式を計算できなかつたため説明変数を減少して計算したが、重回帰式を得ることはできなかつた。

### 3. 3. 測定2の結果

測定2でのエラー数と所要時間の平均を表3に示す。

表3 測定2の結果

| エラー数(個)    | 所要時間(秒)      |
|------------|--------------|
| 1.65(3.21) | 23.07(19.88) |

( )はSD

#### 3. 3. 1. エラー数と視機能との関係

##### (1) エラー数と視力(logMAR値)の相関

r=0.22で有意な相関は得られなかつた。

##### (2) エラー数と視野の相関

r=-0.16で有意な相関は得られなかつた。

#### 3. 3. 2. 所要時間と視機能の関係

##### (1) 所要時間とlogMAR値の相関

r=0.32で有意な相関は得られなかつた。

##### (2) 所要時間と視野の相関

所要時間と視野の関係を図5に示す。広い視野では所要時間が少なかつた。回帰曲線 $y=25.72x^{-0.24}$ で相関係数 $r=-0.43$ の有意な相関( $p<0.05$ ; 両側検定)が得られた。

#### 3. 3. 3. 得られた結果に対する視機能の影響

##### (1) エラー数への視機能の影響

エラー数について重回帰分析を行った。

重回帰式を計算できなかつたため説明変数を減少して計算したが、回帰式を得ることはできなかつた。

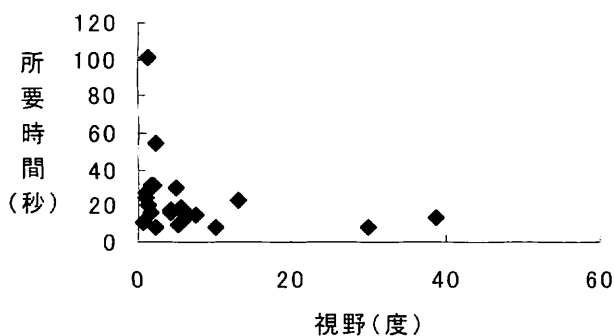


図5 所要時間と視野の関係

##### (2) 所要時間への視機能の影響

所要時間について視力をX1、視野をX2、エラー数をYとして重回帰式を行ったが、有意性のある回帰式は得られなかつた。

#### 3. 4. 測定1と測定2の比較

##### 3. 4. 1. エラー数について

測定1と測定2のエラー数の平均についてt検定を行った。その結果、両者間においては有意な差はなかつた( $t=0.58$ ,  $df=37$ ,  $p>0.1$ )。

##### 3. 4. 2. 所要時間について

測定1と測定2の所要時間の平均についてt検定で比較した。その結果、両者間において有意な差はなかつた( $t=1.44$ ,  $df=35$ ,  $p>0.1$ )。

#### 4. 考察

面積の違うものの中から目的のものを探す場合は、視力が低くなるほどエラー数が多くなること、視野が広くなるに従いエラー数が急激に少なくなることがわかつた。重回帰分析の結果から、この条件においては視力の方が視野よりもエラー数に影響しやすいことがわかつた。

実際の歩行場面においては、看板や段差などさまざまな障害物が存在している。ロービジョン者はそれらを回避しながら目的の場所へ歩いていく。今回の結果から、目的地を発見する場合は視力の影響が大きいと言えよう。一方、先行研究ではスクリーンに面積、形ともに同じ図形を提示し、それらをロービジョン者に数えてもらい、エラー数および所要時間と視機能の相関を求めたものがある。その結果、網膜色素変性症の被験者が高コントラストのターゲットを発見する課題では、個数誤差および所要時間も視野との相関が有意であったことが報告されている[8]。このことから、視野は障害物の回避に大きく関係しているといえるかも知れない。例えば、初めての喫茶店を発見する場合は、人や歩道上の障害物にぶつからないように歩きながら喫茶店の看板や入口を捜す必要がある。この時は主に視野が影響を与えていることが考えられる。そして、喫茶店と思われる看板などを見て目的地かどうかを判断をすることになるであろう。この判断をするときに視力の影響が大きいことが考えられる。

視覚刺激はプレゼンテーション用ソフト上で作成したため、各図形間のわずかな面積の差をなくすることはできなかつたが、その差を小さくすることはできた。この面積の差が少ない条件では、広い視野の方が所要

時間が短くなることがわかった。ところが、エラー数や所要時間への視力および視野の影響はわからなかった。このことから視力や視野以外の要因が影響していることが考えられる。

エラー数および所要時間について測定1と測定2を比較した結果、エラー数、所要時間ともに有意な差はなかった。さらに、測定1と測定2の被験者の視力にも有意な差はなかった。そのため得られた結果に対して視力の差による影響はあまり無かったと考えられる。ところが、測定2の被験者の視野は測定1の被験者の視野よりも狭い傾向にあった。ターゲットは測定1、測定2ともに同面積の同じ図形を用いたが、測定1でのターゲット以外の図形はターゲットよりも面積が小さく、測定2のターゲット以外の図形はターゲットの図形との面積の差は小さかった。測定2の被験者は測定1よりも広い面積の図形の中からターゲットを発見しなければならなかった。視野の狭さと図形の面積が大きいことから、測定2の被験者のエラー数および所要時間は測定1の被験者のデータよりも明らかに大きな値を示すことが考えられた。しかし、検定したところ測定1と測定2のエラー数や所要時間に明らかな差はなかった。

この結果は、視力や視野以外の要因の存在を示していると言える。

Kuykら[4]は、障害物が置かれた屋内のコースを設定し、ロービジョン者に障害物を回避しながら歩行してもらった。その結果、所要時間やエラー数に影響を与えるものとして、視野とスキニング能力をあげている。

今回の研究ではスキニング能力については、測定されていない。また、Kuykらの研究は動的ではあるが屋内での測定であった。今回の研究は歩行行動は伴わないが、屋内でターゲットを探すことは共通している。よって、スキニング能力も、今回の研究結果に影響を与えた要因の一つかも知れない。

さらに、実際の屋外の視環境は複雑である。実際の屋外歩行では、人の動きや明暗の差も大きくなるため、視力や視野以外の視機能（例えば明暗順応など）を含めたいくつかの要因も存在しているであろう。同じルートについて何回も情報提供を受けた方が歩きやすくなることも報告されている[9]。このことからそのルートについての経験や情報量も要因となるであろう。

先行研究では歩行成績に視野やコントラスト感度などが関係していることを述べているものもある[2,3]。今回の研究では視力の影響も認められた。先行研究のいくつかは屋外で行われたこと、障害物回避を課題と

していることなどが、今回の結果と違う理由と思われる。

今回の研究は室内において視覚刺激の中からターゲットを発見するというものであった。その結果、視機能とターゲット発見成績との関係が明らかになった。この関係を調べるには妥当な実験方法であったといえよう。

しかし、用いられた視覚刺激は高コントラストであった。よって、今後は実際の屋外歩行の結果と、屋内でのコントラストや、さらには目の動かし方（スキニング）をも考慮に入れた課題の結果を比較する必要があるだろう。

## 5. 結論

面積に違いがあるものの中からターゲットの図形を探す課題では、高い視力では見間違いが少なく、広い視野でも見間違いが少ない。さらに、この条件においては視力の方が視野よりも影響が大きい。

面積がほぼ同じものの中から目的のものを発見する課題では、視野が広いと探索の時間が短い。さらに、見間違いの数や探すための時間には視力や視野以外の要因が影響していることが考えられた。

本研究に協力いただいた網膜色素変性症の患者さんに深甚なる謝意を表す。

本研究は平成13年度～15年度厚生労働科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）「中途視覚障害者の職場復帰のための包括的対応策の確立」研究の一部である。

## 6. 文献

- 1) 中西勉：網膜色素変性症をもつ人への屋外歩行に関するアンケート結果と視野の関係。第26回感覚代行シンポジウム論文集。1-6 (2000)。
- 2) Marron, J. A. and I. L. Bailey: Visual factors and orientation-mobility performance. *American Journal of Optometry & Physiological Optics*, 59(5), 413-426 (1982)。
- 3) Long, R. G., J. J. Rieser and E. W. Hill: Mobility in individuals with moderate visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 84(3), 111-118 (1990)。
- 4) Kuyk, T., J. L. Elliott and P. S. Fuhr: Visual correlates of obstacle avoidance in adults with

- low vision. *Optom Vis Sci.* 75(3), 174-182 (1998).
- 5) 国立身体障害者リハビリテーションセンター：事業運営状況・病院. 平成14年度事業報告. 81-179, 国立身体障害者リハビリテーションセンター, 埼玉県 (2004).
  - 6) 国立身体障害者リハビリテーションセンター：事業運営状況・更生訓練所. 平成14年度事業報告. 10-80, 国立身体障害者リハビリテーションセンター, 埼玉県 (2004).
  - 7) 秦裕美, 米澤美智, 中西勉, 李俊哉, 築島謙次：過去15年における視覚障害者の施設への入所原因. *臨眼.* 57(3), 259-262 (2003).
  - 8) 築島謙次：「中途視覚障害者の職場復帰のための包括的対応策の確立」. 厚生科学研究費補助金感覚器障害研究事業 平成13年度総括・分担研究報告書, 15-26 (2002).
  - 9) Blades, M., Y. Lippa, R. G. Golledge, R. D. Jacobson and R. M. Kitchin: The Effect of Spatial Tasks on Visually Impaired Peoples' Wayfinding Abilities. *Journal of Visual Impairment & Blindness.* 96(6), 407-419 (2002).