

令和元年8月29日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350321

研究課題名(和文) 情報デバイス指向のロービジョン適応型eラーニングシステム最適化に関する基礎研究

研究課題名(英文) Basic Research of Information Oriented Optimizing e-Learning System for Low-Vision Users

研究代表者

川原 稔 (KAWAHARA, Minoru)

愛媛大学・総合情報メディアセンター・教授

研究者番号：50224829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：タブレット端末やスマートフォン等の情報デバイスを用いて視野を計測する新しい概念の手法の研究開発を行い、計測アルゴリズムの開発および計測システムの構築を行った。これに関しては国立研究開発法人科学技術振興機構の補助を受けて国際特許の申請を行うことができた。新しい概念の視野計測法を用いることにより、誰もが簡易に視野計測を情報デバイスを用いて計測することが可能となり、緑内障等の視覚障がい早期に発見することが可能になり、症状の進行を抑えるばかりでなく高齢化社会への視覚障がいへの対応ができていくものと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

資格特性のうち視野を簡便に計測する手法を確立したことにより、緑内障等の視覚障がい早期に発見することが可能になり、症状の進行を抑えるばかりでなく高齢化社会への視覚障がいへの対応ができていくことが可能となった。

研究成果の概要(英文)：We have made researches and developments for building an optimal environment that supports low-vision users to use output devices such as displays to be used in e-learning. And technology methods to measure easily precisely the visual characteristics of users by using information devices.

研究分野：総合領域

キーワード：視覚特性 ロービジョン 情報デバイス

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

本研究に至るこれまでの研究では、視覚障がいをもつロービジョン者が情報デバイスを用いて情報収集や学習を行うために、ロービジョンの見え難さを規定する視覚特性パラメータを精査し、各々を評価するために必要な新たな視標の開発や視覚特性評価アルゴリズムの検討に取り組んできた。視覚情報処理に影響を与えるものとして知られる視刺激に基づいて、表示装置で表示可能、かつ、プログラム制御可能である視刺激を選択し、計測プログラムを制作してロービジョン被験者に適用した。分解能、コントラスト感度、コントラストポラリティ効果、文字サイズ、線幅・線種・線色を視刺激として与え、それに対する反応速度や判別可否等を見え難さの値として記録し、統計処理により有意な視覚特性パラメータとなるか検証し、有効であることが確認できた。それに続いて、ロービジョン者の見え方を規定する3つの要素(視野、視力、コントラスト感度)に関し新たな評価法の構築に成功し、ロービジョン者にテキストを提示する際の最適な文字サイズを、文字サイズとコントラストを組み合わせた「視作業定量チャート」を用いて瞬時に決定する手法を開発した。

これらの検証過程において、既存の評価方法は医療従事者による操作が必要だけでなく検査自体も煩雑であるため、ロービジョン患者にとって大きな負担となっていることに気がついた。そこで、タブレット端末やスマートフォン等を含めた情報デバイス上に視覚特性評価システムを再構築し、従来の方法と比べ簡便で自動化された視覚特性評価システムを医療機関に提供することが、視覚特性データの取得の推進につながり、ひいては視覚障がい疾患の病態理解を深めるものと考えた。特に、視覚特性のうち視野狭窄に深くかかわる視野に焦点を当てて、視野の暗点を検出することが視疾患の早期発見につながると考え研究に着手することとした。

### 2. 研究の目的

厚生労働省の平成18年身体障害児・者実態調査によると、我が国における視覚障がい者の数は約31万人であり、そのうち約20%が疾患による失明である。失明を引き起こす疾患として、緑内障、糖尿病網膜症、加齢黄斑変性、網膜色素変性等が挙げられる。厚生労働省が行った疫学調査では、失明原因のうち4人に1人が緑内障であり、緑内障の患者数が近年急増して、長い間最大の原因だった糖尿病網膜症を抜いて1位となっている。厚生労働省の平成26年患者調査によると、緑内障患者数は平成17年の54万人から平成26年には106万人と約10年で倍増した。ただし、平成12年～平成14年に緑内障学会が岐阜県多治見市で行った大規模調査「多治見スタディ」では、40歳以上の5.8%すなわち17人に1人が緑内障であると報告され、緑内障と診断された90%の人に自覚症状がなかったことから、潜在的に緑内障に罹患している人は遥かに多いと推測される。緑内障は、眼内圧の上昇等により視神経が障害されて視野が欠損する疾患である。病気が進行すると視野欠損部が拡大し、病変が中心窩に及ぶと急激な視力低下をきたして失明に至るが、早期に眼圧を下げる等の適切な治療が施されれば、病気の進行を遅らせて失明を免れる可能性が高くなる。上記に挙げた失明原因の疾患のいずれも視野欠損すなわち視野内に光を感じない暗点が生じるので、疾患の早期発見や進行度の判定には暗点の検出が重要となる。しかし、既存の視野検査は、検査装置が大掛かりなだけでなく医療従事者による操作が必要で検査自体も煩雑であるため、被験者にとって敷居の高い検査となっている。そこで、本研究課題では簡便な検査法により視野検査の敷居を下げて、早期に疾患を検出する集団検診等へ適用できるように、一般に普及している情報デバイスを用いて自動的に視野検査ができる視野計測手法の研究開発に取り組むこととした。

### 3. 研究の方法

視野内の暗点を検出する、すなわち、視野を調べることで失明原因となる疾患の発見につなげることができるので、研究内容としては暗点を探す手法の開発ということになる。視野を調べる一般的な方法は、被験者が視野計の中心点をじっと見つめて視線を動かさずに固視し、周囲に光る点があるとボタンを押す等の反応をするというものである。この固視が非常に辛いことで、人間の習性として何か光る視標が見えるとそちらに目を動かして確認したいものであるが、視野計測では中心点をじっと固視していなければならないので、本当に光ったのかどうか目を動かして確認してはいけない。被験者は、じっと中心点を固視し続けなければならない、また瞬きしている間に視標が表示されると見逃してしまう可能性があり注意が必要でもあり、視野計測は被験者にとって大きな負担となっている。計測装置も専用のものが必要で、視標を投影する装置、固視を監視する装置、さらに暗室が必要であり、全体的に大掛かりな装置が必要となってくる。計測の際には専門の医療従事者が計測装置の操作を行わなければならない、被験者の固視を常時監視しなければならず負担がかかってしまう。そこで、本研究課題で考えたのは、視野の中心点を固視する必要がなく目を自由に動かしてよく、専用の大掛かりな装置も必要としない方法である。

その方法とは、パソコン等の画面に視標を表示してそれを被験者に目で追いかけて視線を誘導し、視標を認識して反応を起こした時間に基づいて視野を調べる方法である。手順は以下ようになる。まず、視野の中心点に図1に描いているコの字型の視標を表示する(図1の)。同視標は上下左右方向に開放方向(コの字型の開いた方向)をランダムに発生させる。それに対して、ジョイスティック等で視標の開放方向を上下左右で入力すると、その視標が消えた直後に視野内の別の場所に視標が表示される(図1の)ので、再びジョイスティック等で

その視標の開放方向を入力する．これら 2 回の入力の間隔（これを「反応時間」と呼ぶ）を計測して記録し，この一連の動作を調べたい視野全体について繰り返していく．この 2 回目の入力（図 1 の ）の際に視標が視野の暗点に表示されると，視標を見失ってしまい探すのに時間が余分にかかってしまうことになる．この時間の遅れを検出して視野内の暗点がどこにあるかを判定するというものである．

#### 4．研究成果

図 2 に，視野の中心点から視野内に表示された視標との角度（これを「 $\theta$  偏心度」と呼ぶ）と反応時間の関係をグラフに示す．図 2 の暗点分離線として引いてある線より下の部分にある は暗点でない正常な視野（非暗点）に視標が表示されたときの反応であり，この線より上の部分にある は暗点に視標が表示されたときの反応である． は盲点に視標が表示されたときの反応であり，盲点も暗点であるので暗点分離線よりも上の部分にある．盲点は，視神経が脳に向かう通路となっており光を感じる視細胞がないため暗点となる．暗点の反応時間は非暗点の反応時間よりも時間がかかっていることがわかる．図 2 を視野に対応させて表示すると図 3 のようになり， の部分が暗点すなわち視野の欠けとなる．図 2 および図 3 のうち，晴眼者と呼ばれる正常な視野であれば，暗点である は存在せず正常に見える と盲点であるのみとなる．なお，図 3 は緑内障患者の視野計測結果例であり，緑内障に特有にみられる弓状の暗点がある様子が示されており，これは医療機器用視野計で計測した結果と一致した．このように，一般の視野計測で必要となる固視を行うことなく，表示される視標を目で追いながら開放方向を入力するだけで，視野の検査ができる点が独自性と創造性のある点である．

本計測手法（これを「視線誘導型視野計測法」と呼ぶ）は，特許第 6230086 号として認定された．

#### 5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

- An Evaluation of Coding Violation Focusing on Change History and Authorship of Source File, Aji Ery Burhandenny · Hirohisa Aman · Minoru Kawahara, International Journal of Networked and Distributed Computing, vol.5, no.4, pp.211-220, 2017. 査読有
- Change-Prone Java Method Prediction by Focusing on Individual Differences in Comment Density, Aji Ery Burhandenny · Hirohisa Aman · Minoru Kawahara, IEICE Transactions on Information and Systems, vol.E100-D, no.5, pp.1128-1131, 2017. 査読有
- 決定木を用いた Java メソッドの名前と実装の適合性評価法の提案, 鈴木翔 · 阿萬裕久 · 川原稔, ソフトウェア工学の基礎 XXIV, pp.63-72, 近代科学社, 2017. 査読有
- Lines of Comments as a Noteworthy Metric for Analyzing Fault-Proneness in Methods, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Takashi Sasaki · Minoru Kawahara, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E98-D, No.12, pp.2218-2228, 2015. 査読有
- 変数名とスコープの長さ及びコメントに着目したフォールト潜在性に関する定量的調査, 阿萬裕久 · 天寄聡介 · 佐々木隆志 · 川原稔, ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2015 論文集, pp.69-76, 2015. 査読有
- テストケースのクラスタリングと 0-1 計画モデルを組み合わせた回帰テストの効率化, 阿萬裕久 · 佐々木愛美 · 中野隆司 · 小笠原秀人 · 佐々木隆志 · 川原稔, コンピュータソフトウェア, Vol.32, No.3, pp.111-125, 2015. 査読有
- 印刷文字を閲覧する際の視条件評価チャートの提案, 高橋信行 · 川原稔, 日本ロービジョン学会誌, Vol.14, pp.58-67, 2014. 査読有
- オープンソース開発におけるコードクローン含有率の収束傾向に関する調査, 本田暁 · 阿萬裕久 · 佐々木隆志 · 川原稔, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J97-D, No.7. pp.1213-1215, 2014. 査読有

〔学会発表〕(計 19 件)

- A Survival Analysis of Source Files Modified by New Developers, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Tomoyuki Yokogawa · Minoru Kawahara, M. Felderer, D. M. Fernández, B. Turhan, M. Kalinowski, F. Sarro, D. Winkler (Eds.) Product-Focused Software Process Improvement, Lecture Notes in Computer Science, vol. 10611, pp.80-88, Springer, 2017. 査読有
- Empirical Study of Abnormalities in Local Variables of Change-Prone Java Methods, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Tomoyuki Yokogawa · Minoru Kawahara, Proc. 2017 IEEE 28th International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops, pp.214-221, 2017. 査読有
- Empirical Analysis of Words in Comments Written for Java Methods, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Tomoyuki Yokogawa · Minoru Kawahara, Proc. 2017 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA2017), pp.375-379, 2017. 査読有
- An Application of the PageRank Algorithm to Commit Evaluation on Git Repository, Sho

Suzuki · Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Tomoyuki Yokogawa · Minoru Kawahara, Proc. 2017 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA2017), pp.380-383, 2017. [査読有](#)

Empirical Study of Fault-Prone Method's Name and Implementation: Analysis on Three Prefixes---Get, Set and Be, Sho Suzuki · Hirohisa Aman · Minoru Kawahara, Proc. 2nd International Conference on Big Data, Cloud Computing, Data Science & Engineering (BCD 2017), pp.266-271, 2017. [査読有](#)

Investigation of Coding Violations Focusing on Authorships of Source Files, Aji Ery Burhandenny · Hirohisa Aman · Minoru Kawahara, Proc. 2nd International Conference on Big Data, Cloud Computing, Data Science & Engineering (BCD 2017), pp.254-259, 2017. [査読有](#)

A Health Index of Open Source Projects Focusing on Pareto Distribution of Developer's Contribution, Hirohisa Aman · Aji Ery Burhandenny · Sousuke Amasaki · Tomoyuki Yokogawa · Minoru Kawahara, Proc. IEEE 8th International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP2017), pp.29-34, 2017. [査読有](#)

A Test Case Recommendation Method Based on Morphological Analysis, Clustering and the Mahalanobis-Taguchi Method, Hirohisa Aman · Takashi Nakano · Hideto Ogasawara · Minoru Kawahara, Proc. 10th IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops, pp.29-35, 2017. [査読有](#)

A Health Index of Open Source Projects Focusing on Pareto Distribution of Developer's Contribution, Hirohisa Aman · Aji Ery Burhandenny · Sousuke Amasaki · Tomoyuki Yokogawa · Minoru Kawahara, Proc. IEEE 8th International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP2017), pp.29-34, 2017. [査読有](#)

A Test Case Recommendation Method Based on Morphological Analysis, Clustering and the Mahalanobis-Taguchi Method, Hirohisa Aman · Takashi Nakano · Hideto Ogasawara · Minoru Kawahara, Proc. 10th IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops, pp.29-35, 2017. [査読有](#)

Examination of Coding Violations Focusing on Their Change Patterns over Releases, Aji Ery Burhandenny · Hirohisa Aman · Minoru Kawahara, Proc. 23rd Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2016), pp.121-128, 2016. [査読有](#)

Local Variables with Compound Names and Comments as Signs of Fault-Prone Java Methods, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Tomoyuki Yokogawa · Minoru Kawahara, Joint Proc. the 4th International Workshop on Quantitative Approaches to Software Quality (QuASoQ2016) and 1st International Workshop on Technical Debt Analytics (TDA 2016), pp.4-11, 2016. [査読有](#)

Application of Mahalanobis-Taguchi Method and 0-1 Programming Method to Cost-Effective Regression Testing, Hirohisa Aman · Yuta Tanaka · Takashi Nakano · Hideto Ogasawara · Minoru Kawahara, Proc. 2016 42nd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA2016), pp.240-244, 2016. [査読有](#)

Empirical Study of Change-Prone and Fault-Prone Method Prediction Focusing on Comment Ownership, Aji Ery Burhandenny · Takashi Nakano · Hirohisa Aman · Minoru Kawahara, Proc. 2016 International Conference on Business and Information (BAI2016), vol.8, pp.219-230, 2016. [査読有](#)

Empirical Analysis of Change-Proneness in Methods Having Local Variables with Long Names and Comments, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Takashi Sasaki · Minoru Kawahara, Proc. 9th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM2015), pp.50-53, 2015. [査読有](#)

Predicting Fault-Prone Methods Focusing on the Combination of Inner Comments and Documentation Comments, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Takashi Sasaki · Minoru Kawahara, Proc. Work in Progress Session held in connection with SEAA2015 and DSS 2015, pp.3-4, 2015. [査読有](#)

Empirical Analysis of Fault-proneness in Methods by Focusing on their Comment Lines, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Takashi Sasaki · Minoru Kawahara, Proc. 21st Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2014), Vol.2, pp.51-56, 2014. [査読有](#)

Empirical analysis of comments and fault-proneness in methods: can comments point to faulty methods?, Hirohisa Aman · Sousuke Amasaki · Takashi Sasaki · Minoru Kawahara, Proc. 8th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM2014), pp.63, 2014. [査読有](#)

Mutistage Growth Model for Code Change Events in Open Source Software Development: An Example using Development of Nagios, Hirohisa Aman · Akiko Yamashita · Takashi Sasaki · Minoru Kawahara, Proc. 2014 40th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA2014), pp.207-212, 2014. [査読有](#)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称：視野計測方法、視野計測装置および視力検査視標

発明者：川原稔，高橋信行

権利者：国立大学法人愛媛大学

種類：特許

番号：PCT/JP2016/072647

出願年：2016年

国内外の別：国外

取得状況(計1件)

名称：視野計測方法、視野計測装置および視力検査視標

発明者：川原稔，高橋信行

権利者：国立大学法人愛媛大学

種類：特許

番号：第6230086号

取得年：2017年10月27日

国内外の別：国内

〔その他〕

なし

## 6. 研究組織

(1) 研究分担者

なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：高橋 信行

ローマ字氏名：(TAKAHASHI, nobuyuki)

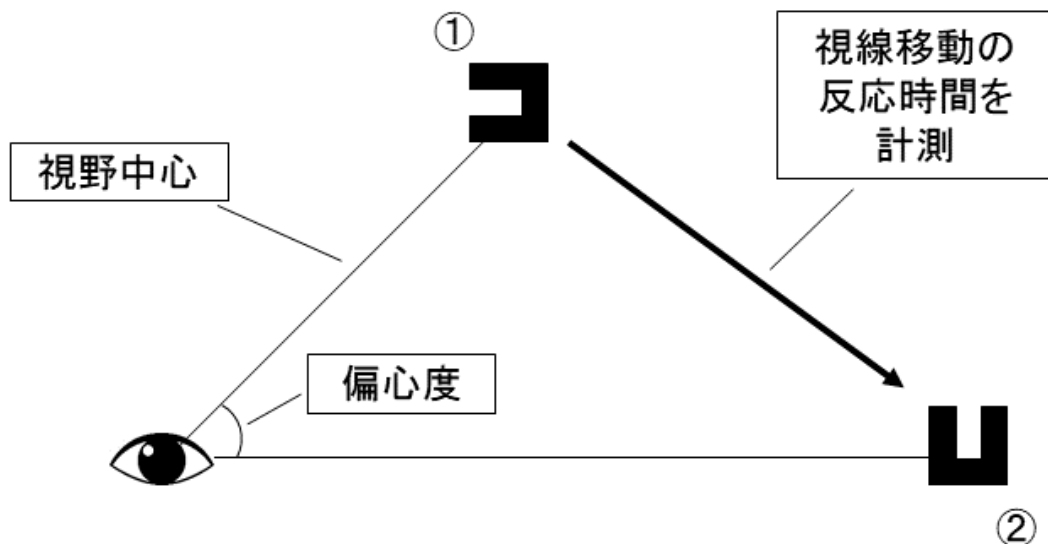


図1：視線誘導型視野計測法の動作原理

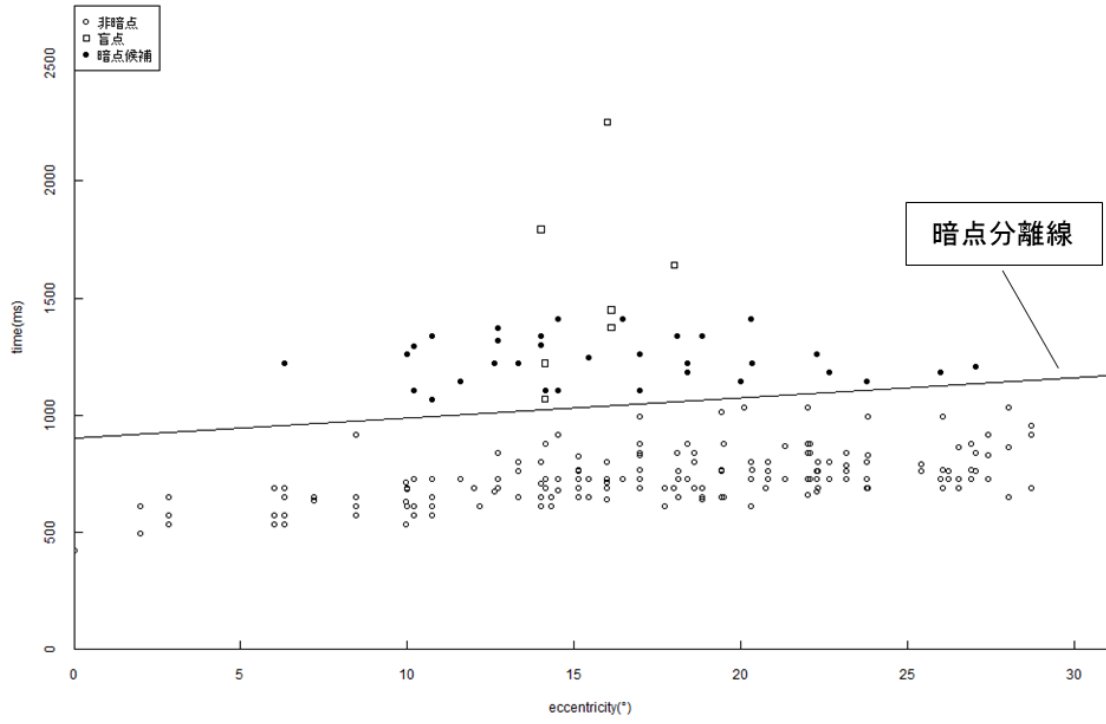


図2：偏心度 反応時間グラフ

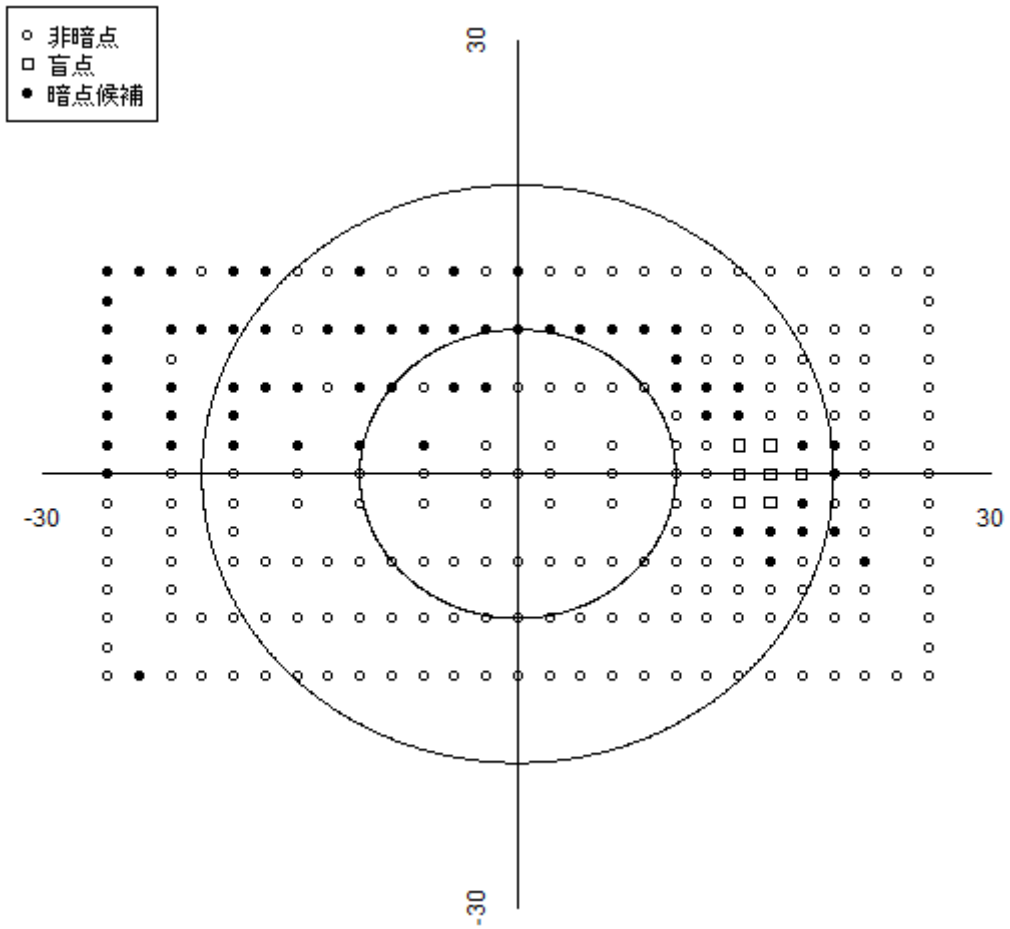


図3：暗点マップ