

一般セッション(口頭講演) | 1 応用物理学一般: 1.1 応用物理一般・学際領域

2025年3月14日(金) 10:15 ~ 12:00 皿 K205 (講義棟)

**[14a-K205-1~7] 1.1 応用物理一般・学際領域**

藤川 知栄美(東海大)

10:15 ~ 10:30

[14a-K205-1]

ライトストライク作動時における火災報知器の誤作動防止対策

○小田 七海<sup>1</sup>、信長 凜<sup>1</sup>、島根 輝弥<sup>2</sup>、小島 洋治<sup>3</sup>、貞井 俊平<sup>3</sup>、上月 具拳<sup>1</sup> (1.広島国際大、2.島根大医、3.広島県総合技研)

10:30 ~ 10:45

[14a-K205-2]

アボカド果肉の粘弾性特性と外皮硬度との相関性評価

○東野 一郎<sup>1</sup>、齋藤 誠<sup>2</sup>、寺井 藤雄<sup>3</sup>、馬場 嘉朗<sup>4</sup>、石川 博康<sup>1</sup> (1.芝工大、2.(株)DMR、3.TRIF(同)、4.ツインクルテック)

10:45 ~ 11:00

[14a-K205-3]

【講演欠席】アボカド果肉の粘弾性特性と外皮光学特性との相関性評価

○東野 一郎<sup>1</sup>、齋藤 誠<sup>2</sup>、寺井 藤雄<sup>3</sup>、馬場 嘉朗<sup>4</sup>、石川 博康<sup>1</sup> (1.芝工大、2.(株)DMR、3.TRIF(同)、4.ツインクルテック)

11:00 ~ 11:15

[14a-K205-4]

連続値モデルによる意見の先鋭化過程の研究

○根間 裕史<sup>1</sup> (1.金沢工大)

## ◆ 英語発表

11:15 ~ 11:30

[14a-K205-5]

Fast and reliable water toxicity monitoring using a novel biospeckle approach

○(PC)Devi Arti Devi<sup>3</sup>, Hirofumi Kadono<sup>1</sup>, Uma Maheswari Rajagopalan<sup>2</sup> (1.Graduate School of Science and Engineering Saitama University, 255 shimookubo, Sakura ward, Saitama, 338-0825, Japan, 2.Department of mechanical Eng. Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology, Japan, 3.Department of Applied Chemistry, Shibaura Institute of Technology, Japan)

11:30 ~ 11:45

[14a-K205-6]

視覚機能の左右差とスポーツビジョン計測への影響

○(M2)宮地 優輝<sup>1</sup>、室谷 裕志<sup>1</sup> (1.東海大院工)

## ◆ 奨励賞エントリー

11:45 ~ 12:00

[14a-K205-7]

3次元熱回路網モデルによる多結晶材料の熱伝導率解析

○津内口 剛志<sup>1</sup>、早川 虹雪<sup>1,2</sup>、今井 健人<sup>1</sup>、本田 充紀<sup>1,2</sup>、小田 将人<sup>3</sup>、石井 宏幸<sup>4</sup>、村口 正和<sup>1</sup> (1.北科大工、2.原子力機構、3.和大シス工、4.筑波大数物)

## ライトストライク作動時における火災報知器の誤作動防止対策 Fire Alarm Malfunction Prevention Measures During Light Strike Activation

広島国際大学<sup>1</sup>, 島根大学医学部付属病院<sup>2</sup>, 広島県総合技術研究所<sup>3</sup>

(BC)〇小田 七海<sup>1</sup>, (BC)信長 凜<sup>1</sup>, 島根 輝弥<sup>2</sup>, 小島 洋治<sup>3</sup>, 貞井 俊平<sup>3</sup>, 上月 具拳<sup>1</sup>

Hiroshima Intl. Univ.<sup>1</sup>, Shimane Univ. Hosp.<sup>2</sup>, Hiroshima Pref. Tech. Res. Inst.<sup>3</sup>

(BC)〇Nanami Oda<sup>1</sup>, (BC)Rin Nobunaga<sup>1</sup>, Teruya Shimane<sup>2</sup>, Hiroharu Kojima<sup>2</sup>, Shumpei Sadai<sup>2</sup>,  
Tomotaka Kozuki<sup>1</sup>

E-mail: t-kouzuk@hirokoku-u.ac.jp

### はじめに

パルス方式キセノン紫外線照射ロボット(ライトストライク)により紫外線を病室等に照射することでウイルス, 細菌, 薬剤耐性菌を短時間で殺菌・消毒することができることから, 集中治療室の殺菌・消毒にライトストライクを運用している病院も多い。しかし, 紫外線と同時に人感センサとして放出される赤外線が原因で火災報知器が誤作動する事例が発生している。そのため, ライトストライク使用時は火災報知器の動作を一時的に停止することで対策を講じている病院もある。しかし, 病室単位で火災報知器の作動を停止することが難しい場合, 集中治療室全体の火災報知器の差動を停止することとなり, 対策が求められている。本研究では, ライトストライク使用時に生じる火災報知器誤作動を防ぐことを目的とした。

### 方法

火災報知器(光電式スポット型感知器)の原理は, 内部で赤外線が一方向に発光しており, これが煙の粒子にあたり乱反射することでセンサ(受光部)に届き動作するものである。火災報知器は, 外部からの光を遮断する構造をとっているが, ライトストライクは多方向から強い紫外線と赤外線を発するため, ライトストライクからの赤外線が火災報知器のセ

ンサに届き, 誤動作を起こしている。本研究では, 火災報知器が外部からの光を遮断するために有している暗箱の光吸収率を高めることで, 暗箱内の赤外線乱反射を抑え, 問題解決を図る。

### 結果・考察

暗箱を白色, 黒色に塗装し塗装前(灰色)の光反射率と比較した。それぞれの暗箱の光反射率を Fig. 1 に示す。波長が 1200 nm より短い領域では黒色に塗装した暗箱の光反射率が塗装前のもより低い結果であった。今回実験に使用した火災報知器(KRH-1B)がセンサとして利用している赤外線の波長は約 950 nm であるため, 黒色に塗装した黒箱は未塗装のものとは比べ, 外部から侵入する赤外線を遮光する効果が期待できる。

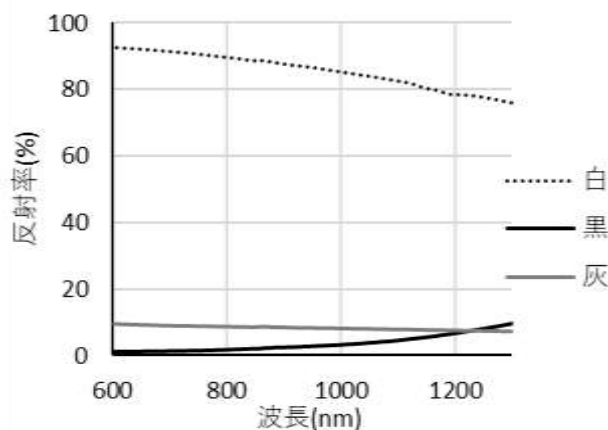


Fig.1 Light Reflectivity of the Painted Dark Box

## アボカド果肉の粘弾性特性と外皮硬度との相関性評価

### Evaluation of correlation between viscoelastic properties of avocado pulp and outer skin hardness

芝工大<sup>1</sup>, (株)ディーエムアール<sup>2</sup>, TRIF(同)<sup>3</sup>, ツインクルテック<sup>4</sup>

○(D)東野 一郎<sup>1</sup>, 齋藤 誠<sup>2</sup>, 寺井 藤雄<sup>3</sup>, 馬場 嘉朗<sup>4</sup>, 石川 博康<sup>1</sup>

Shibaura Institute of Technology<sup>1</sup>, DMR corporation<sup>2</sup>, TRIF LLC<sup>3</sup>, TWINKLE TEC<sup>4</sup>

○Ichiro Tono<sup>1</sup>, Makoto Saito<sup>2</sup>, Fujio Terai<sup>3</sup>, Yoshiro Baba<sup>4</sup>, Hiroyasu Ishikawa<sup>1</sup>

E-mail: nb22507@shibaura-it.ac.jp

アボカドは高い栄養価と様々な健康保持効果が知られる重要食材として知られるが、未熟段階で収穫されて世界各地へ輸送される過程で追熟が進むため、市場に届いた段階での外観および硬度の官能検査による熟度検査の精度の維持・向上が、流通過程における大きな課題の一つである。一方、果肉の熟度を決める要因については、これまで物理・化学的な評価結果の研究例が多数報告されているが、市場における主要な検査項目の一つが果実全体を人手により圧迫して「硬さ」を調べる方法である。このことから、熟度の支配的な要素の一つは果肉の硬度であると考えられる。果肉の硬度の分析方法として応力緩和測定法が報告されているが<sup>1)</sup>、外皮硬度と果肉の粘弾性特性との相関関係については殆ど報告例が無いため、本研究ではこれらの相関関係を調べた。

外皮硬度を官能検査による熟度評価結果と良好な相関性が報告されている果実全体を外皮から加圧する方法<sup>2)</sup>で定量化した（"Whole Fruit Compression"から、wfc法とする）。一方、果肉の粘弾性は、wfc法と同じ測定器を用いて、プローブを果肉表面から一定速度で一定深さまで押し込んだ（弾性過程）後に静止させて60秒間保持した（緩和過程）。得られた応力の経時変化に粘弾性モデルを当てはめて最小二乗法でフィッティングし、弾性過程における応力の最大変化率と、緩和過程における緩和時間を求めた。これらの値とwfc値との相関性を確認した結果、弾性過程における最大応力値は良い相関性（指数関数近似で $R^2=0.91$ ）が見られた（図1）が、緩和過程における緩和時間は相関がみられなかった。この結果から、官能検査による「硬さ」は、主に果肉の弾性特性を反映していると考えられた。

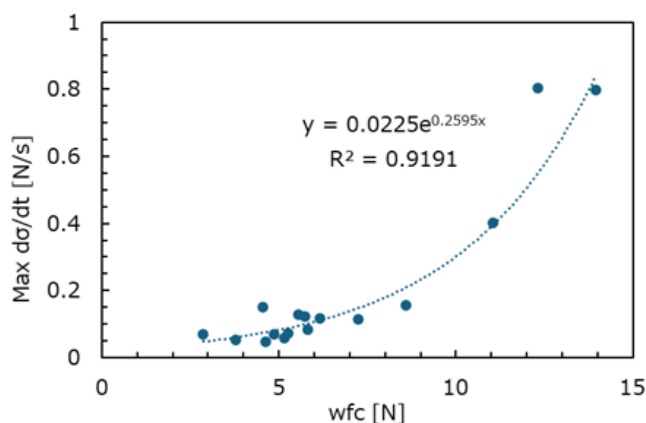


図1. 弾性過程における最大応力変化率とwfcとの関係

1) Naoki Sakurai and Donald J. Nevins, *Plant Cell Physiol.* **38**, 603 (1997).

2) A. White, A. Woolf, R. Harker, M. Davy, *Revista Chapingo Serie Horticultura* **5**, 389 (1999).

# アボカド果肉の粘弾性特性と外皮光学特性との相関性評価

## Evaluation of correlation between the viscoelastic properties of avocado pulp and the optical properties of the rind

芝工大<sup>1</sup>, (株)ディーエムアール<sup>2</sup>, TRIF(同)<sup>3</sup>, ツインクルテック<sup>4</sup>

○(D)東野 一郎<sup>1</sup>, 齋藤 誠<sup>2</sup>, 寺井 藤雄<sup>3</sup>, 馬場 嘉朗<sup>4</sup>, 石川 博康<sup>1</sup>

Shibaura Institute of Technology<sup>1</sup>, DMR corporation<sup>2</sup>, TRIF LLC<sup>3</sup>, TWINKLE TEC<sup>4</sup>

○Ichiro Tono<sup>1</sup>, Makoto Saito<sup>2</sup>, Fujio Terai<sup>3</sup>, Yoshiro Baba<sup>4</sup>, Hiroyasu Ishikawa<sup>1</sup>

E-mail: nb22507@shibaura-it.ac.jp

アボカドは高い栄養価と様々な健康保持効果が知られる重要食材として知られるが、未熟段階で収穫されて世界各地へ輸送される過程で追熟が進むため、市場に届いた段階での外観および硬度の官能検査による熟度検査の精度の維持・向上が流通過程における大きな課題の一つである。一方、果肉の熟度は最終的に消費者の感覚で判断される。その中でも果肉の硬さが特に重要な要素であるため、これまで多くの物理・化学的な分析例が報告されてきた。しかし、現在でも市場では主に人手による「硬さ」の官能検査が実用的な検査方法として用いられている。我々はこれまで、励起光波長のLEDと小型分光器を備えたシンプルな測定器と市販の色度計による外皮の蛍光強度と色度パラメータを用いて、非破壊で熟度(果実全体を外皮から加圧する方法で求めた硬度)を評価する測定系を構築、評価してきたが、果肉の硬度との相関性については未評価であった。

本報告では、外皮の光学特性(蛍光強度比、色度パラメータ)と果肉の硬度(Stress-relaxation測定における最大応力変化率  $\max d\sigma/dt$ )との相関性を調べ、外皮硬度との相関性と比較した。果肉硬度の指標としては、硬度計のプローブを概ね一定の速度で果肉に押し込み、その過程の応力の経時変化をMaxwellモデルでフィッティングして導出した最大応力変化率を用いた。

図1に、外皮の光学特性指標(クロロフィル量に依存して変化する蛍光強度比  $I_{740}/I_{685}$ 、色度空間パラメータ  $L^*$ 、 $C^*$ 、 $h$ )の、最大応力変化率に対する相関性を示す。クロロフィル蛍光強度比と  $L^*$ および  $C^*$ は、果肉の最大応力変化率に対して一定の相関性を示した。この傾向は、外皮硬度における傾向と同様の結果であった。これらの結果から、外皮の光学特性値を用いて、熟度の直接的な指標である果肉硬度を検査可能であることが示された。ただし、外皮、果肉に拠らず、低い硬度に偏ったサンプル群(図1、「T」)では光学特性と硬度との相関性が低い結果となった。

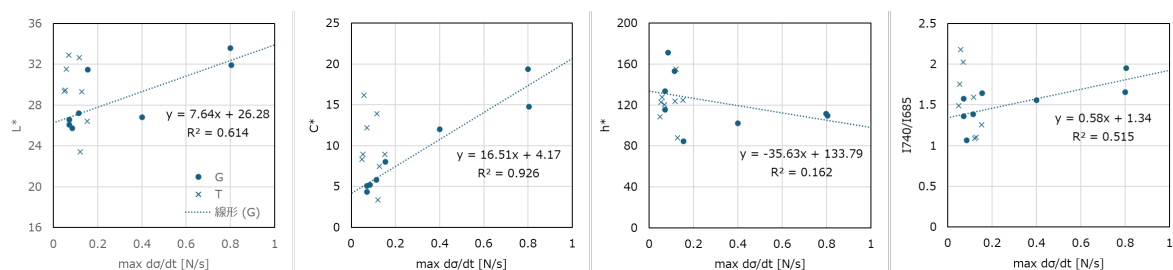


図1. 外皮の光学パラメータの果肉硬度(応力最大変化率)依存性

- 1) 東野 一郎, 齋藤 誠, 寺井 藤雄, 馬場 嘉朗, 石川 博康, 本間 哲哉, 2024年第71回応用物理学会春季学術講演会, 24a-12C-1.

## 連続値モデルによる意見の先鋭化過程の研究

### A study on the process of polarization using a continuous opinion model

金沢工大 <sup>○</sup>根間 裕史

Kanazawa Inst. of Tech., <sup>○</sup>Hirofumi Nema

E-mail: h-nema@neptune.kanazawa-it.ac.jp

オピニオンダイナミクスは、社会や小規模なグループ内で意見の合意形成プロセスを解析するために重要で、近年も盛んに研究がなされている。オピニオンダイナミクスでは、大きく2つのアプローチが知られている。1つは離散モデルで、意見を「1」と「0」（または「1」と「-1」）の二値で表現する手法である。このモデルは、大統領選挙[1]や国民投票など、選択肢が限定される場面で力を発揮する。もう1つは連続値モデルで、意見を連続的な値で表現するため、合意形成プロセスを調べる際に有用である。しかし、既存のモデルでは捉えきれない現象が少なくない。

本研究では、連続値モデルに注目し、従来のモデルに新規項を組み込むことで、現実の意見形成をより正確に把握できないか探った。今回注目したのは、近年話題のエコーチェンバーと呼ばれる現象である[2-4]。これは狭いコミュニティの中で自分と似た意見に曝され続けることで、意見が先鋭化してく現象である。こうした意見の先鋭化過程を、連続値モデルで再現できないか試みたので進展を報告する。連続値モデルとして、石井らのモデルを参考にした[5]。このモデルの拡張によるエコーチェンバーの再現を図った。詳細は発表にて報告する。

エコーチェンバーは、多様な情報を取り込む可能性を排除するため、意思決定の質の低下が懸念される。こうした質低下の改善を図るうえで本研究は重要と考えられる。

[1] S. Galam, *Physica A* **570**, 125835 (2021).

[2] S. Mori et al., *Phys. Rev E* **94**, 052301 (2016).

[3] L. Liu et al., *New J. Phys.* **22**, 013019 (2020).

[4] R. Pal et al., *Phys. Rev. E* **108**, 034307 (2023).

[5] A. Ishii et al., The 33rd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2019.

# Fast and reliable water toxicity monitoring using a novel biospeckle approach

Devi Arti<sup>2</sup>, Hirofumi Kadono<sup>1\*</sup>, R. Uma Maheswari<sup>2</sup>

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, Japan<sup>1</sup>; Shibaura Institute of Technology, Japan<sup>2</sup>

E-mail: kadono@mail.saitama-u.ac.jp

## 1. Introduction

Recently, micro bioassay has been getting a lot of attention, where the toxicity of water pollution is assessed based on the reaction of microorganisms without identifying individual chemical substances. In this technique, a microscope observation is necessary to get their critical features such as alive/dead status, and swimming ability. As the size of the microorganism becomes smaller, observation becomes more difficult due to the narrower focal depth of the imaging system. In our study, to overcome these difficulties, we proposed a novel technique based on biospeckle for micro bioassay, where the change in biospeckle is focused on monitoring the motor ability of microorganisms in response to the toxicity of the environment. Our previous studies have successfully validated this technique using microorganisms exposed to various concentrations of environmental pollutants such as iron (Fe), zinc (Zn), and trichloroacetic acid. Acephate ( $C_4H_{10}NO_3PS$ ) is a water-soluble organophosphorus insecticide widely used for pest control on crops, ornamental plants, and in food handling areas. Its primary metabolite, methamidophos, exhibits significant neurotoxicity and has been shown to impact various aquatic and terrestrial species, highlighting its potential to contribute to water toxicity.

## 2. Experimental system

Figure 1 shows the experimental system where a laser diode of wavelength 638 nm was used as a light source. The sample cell of thickness 1 mm was illuminated with a diameter of 15mm. The unscattered light, or specular component, from the object was removed by a spatial filter placed at the focal plane of lens L2, and then the movement of the biospeckle pattern was captured by CCD camera with 60 fps.

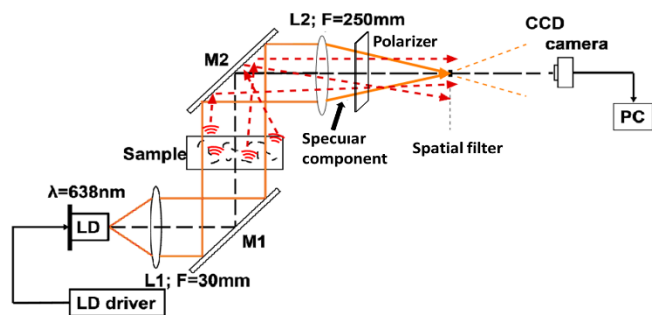


Fig.1 Schematic diagram of the experimental system.

In this experiment, we used *P. caudatum*, sized 200-300  $\mu\text{m}$ , and *E. gracilis*, sized 35-30  $\mu\text{m}$ , as microorganisms. Both species were cultivated at an optimal temperature of 25°C. Their swimming activity was assessed at various acephate concentrations. Each sample was exposed to acephate for 1.5 hours. The cross-correlation functions between the initial frame (used as a reference) and subsequent frames were calculated to evaluate their swimming ability. The correlation time, which measures the swimming ability of the microorganisms, was then determined. Acephate concentrations ranged from the permissible level (PL) of 0.036 mg/L to 3.6 mg/L.  $8 \times 10^6$  *P. caudatum* and  $5 - 6.0 \times 10^4$  *E. gracilis* cells were collected in probing volume for each treatment condition.

The experimental results revealed a clear concentration dependency for both *P. caudatum* and *E. gracilis*, as shown in Figs 2a and 2b. The correlation time as a function of varying acephate concentrations for *E. gracilis* and *P. caudatum* is presented in Figure 2b. As acephate concentration increased, the width of the correlation function or the correlation time was decreased indicating the rapid movement of plankton under the water toxicity. For *P. caudatum*, the correlation time decreased progressively by 35%, 42%, 53%, and 57% at acephate concentrations of 0.036 mg/L, 0.38 mg/L, 1.8 mg/L, and 3.6 mg/L, respectively. Similarly, *E. gracilis* showed reductions in correlation time of 34%, 34%, 38%, and 40% at the same concentrations. The result was unexpected, and fatal as a bioassay since the chemical is unidentified. However, this always happens and is unavoidable in bioassay where a certain organism has a specific reaction in general. Toxic exposure disrupts normal cellular functions, such as energy metabolism and ion regulation, leading to stress-induced hyperactivity as a defensive response. Despite this contradiction, the results underscore the sensitivity of these microorganisms as bioindicators and highlight the utility of this bioassay for assessing water contamination caused by organic pollutants.

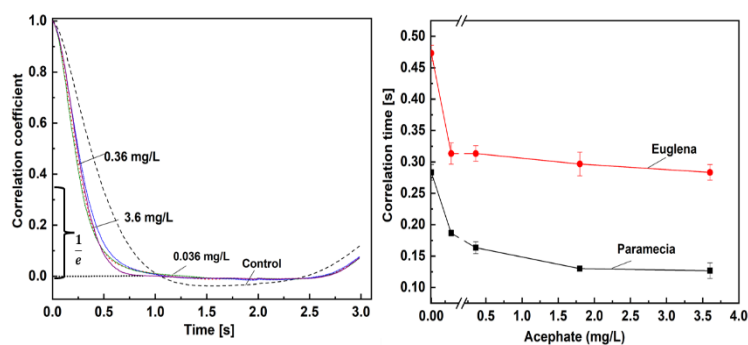


Fig 2(a). Correlation coefficient for *E. gracilis* at different acephate concentrations. Fig 2(b). Correlation time as a function of acephate concentration (mg/L) for *E. gracilis* and *P. caudatum*.

## 3. Conclusion

The swimming activity of microorganisms can be quantitatively assessed by converting their images into biospeckle images using the cross-correlation function. This method's key advantage is its non-imaging system, which allows for the processing of a large number of organisms simultaneously, providing a statistically significant estimation of their swimming ability under environmental pollution. Our study successfully demonstrated the system's efficacy in detecting organic and inorganic environmental pollutants. This confirms the method's robustness and its potential for real-time monitoring of water quality.

[1] [20a-C301-8], Application of bio-speckle on micro bioassay with plankton III, Devi Arti<sup>1</sup>, Hirofumi Kadono<sup>1\*</sup>, R. Uma Maheswari<sup>2</sup>, JSAP Annual Meetings Extended Abstracts The 70th JSAP spring Meeting 2023.



## 視覚機能の左右差とスポーツビジョン計測への影響

## The effect of differences in visual function between the left and right eyes on sports vision measurements

○ 宮地 優輝, 室谷 裕志 (東海大院工)

○ Yuki Miyachi, Hiroshi Murotani

(Grad. Sch. of Eng., Tokai Univ.)

E-mail: murotani@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

## 1. 背景・目的

中心視野における視覚情報が脳において優位に働く眼を優位眼といい、視覚機能によって優位眼の優位性が示されることがある。日本では中型、大型等の運転免許を取得する際に三桿法を用いて深視力の検査を行うが、合格できず眼鏡店で練習を行う人もいる。その中には両眼よりも片眼の方がやりやすいと感じ片眼の方が成績の良い人もいるため、深視力と優位眼の関係について検証することで深視力検査に合格できない人の解決につながる可能性も考えられる。V-training (株式会社東京メガネ) はスポーツビジョントレーニングおよび視覚機能の測定ができる機器であるが、優位眼の影響について検証がされていない。実際に単眼視測定を行うと測定種目によって左右差の大きい人を見受けられたため、そのような人は深視力が悪くなると仮説を立てた。そのため本研究ではV-trainingによって測定できる視覚機能の優位眼の優位性と深視力の関係について検証することを目的とした。

## 2. 実験方法

被験者は20代の男女14名で行った。V-trainingを用いた中心部/周辺部の感知力の測定画面(a)と眼と手/身体の協応動作の測定の様子(b)をFig.1に示す。この2種目と瞬間視記憶、空間認識、周辺部の感知力、眼球運動の6種目について測定した。視覚検査装置(興和株式会社, AS-7H)を用いた三桿法により距離2.5mにおける深視力を測定した。視覚検査装置を拡大した形の手動の深視力測定装置を作製し、10mにおける深視力を測定した。各測定は全て両眼、右眼、左眼を各9回ずつ測定した。中心部/周辺部の感知力の赤系、黄系、青系のターゲットを1cmずつ動かして色視野の測定を行った。ローゼンバッハ法を用いて優位眼の検査を行った。

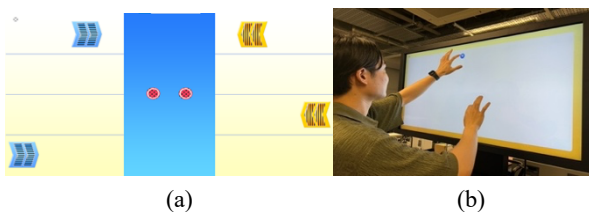


Fig. 1 The central/peripheral sensing ability and eye-hand/body coordination.

## 3. 結果および考察

2.5 m と 10 m の三桿法による深視力検査の誤差距離の比較を Fig. 2 に示す。両眼視では強い相関 ( $r = 0.91$ ) が

あり、優位眼では相関がない ( $r = 0.19$ ) ことから、2.5 m

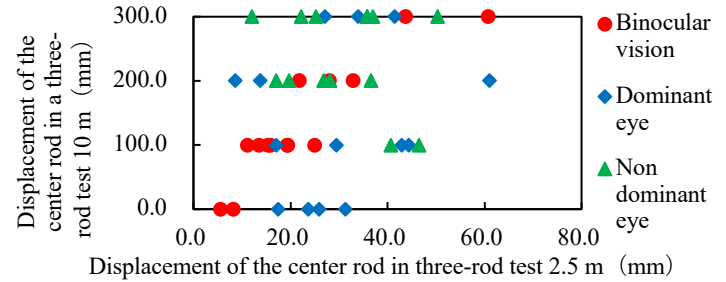


Fig. 2 Comparison of error distances for three-rod test.

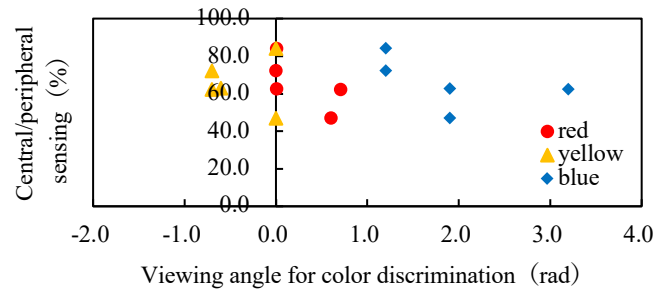


Fig. 3 Relationship between central/peripheral sensing and viewing angle at which colors discriminated.

の深視力検査において両眼視では両眼視差、優位眼では調節の影響があると考えられる。瞬間視記憶以外の5種目で優位眼の優位性が確認された。特に空間認識では両眼視 ( $r = 0.92$ ) と優位眼視 ( $r = 0.83$ ) とともに2.5 mの深視力と強い相関があったことから、空間認識における優位眼の能力は両眼視の能力に影響する可能性が示唆された。中心部/周辺部の感知力の青系のターゲットを判別できる視野角度の左右差が赤系と黄系よりも大きかったことから、中心部/周辺部の感知力の優位眼と非優位眼の能力差は周辺視野における青系ターゲットの感知力の差である可能性が考えられる (Fig. 3)。

## 4. 結論

優位眼の能力はスポーツビジョンの能力に影響し、空間認識では両眼視の能力に影響があり、その原因は優位眼における水晶体調節の能力によるものと考えられる。

謝辞 本研究で行った実験の被験者を努めていただいた方々に感謝致します。

## 参考文献

- 1) Miles, W. R. Ocular dominance demonstrated by unconscious sighting. Journal of Experimental Psychology, 12(2), 113-126, (1929).

### 3次元熱回路網モデルによる多結晶材料の熱伝導率解析

北海道科学大学・工<sup>1</sup>, 原子力機構・物質科学<sup>2</sup>, 和歌山大学・シス工<sup>3</sup>, 筑波大学・物工<sup>4</sup>,  
 ○津内口剛志 (M1)<sup>1</sup>, 早川虹雪<sup>1,2</sup>, 今井健人<sup>1</sup>, 本田充紀<sup>1,2</sup>, 小田将人<sup>3</sup>, 石井宏幸<sup>4</sup>, 村口正和<sup>1</sup>  
 Hokkaido Univ. of Sci.<sup>1</sup>, JAEA MS<sup>2</sup>, Wakayama Univ.<sup>3</sup>, Univ. of Tsukuba<sup>4</sup>  
 ○Tsuyoshi Tsunaiguchi<sup>1</sup>, Kosetsu Hayakawa<sup>1</sup>, Kento Imai<sup>1</sup>, Mitsunori Honda<sup>1,2</sup>,  
 Masato Oda<sup>3</sup>, Hiroyuki Ishii<sup>4</sup>, Masakazu Muraguchi<sup>1</sup>  
 E-mail: muraguchi-m@hus.ac.jp

環境調和型の新規熱電材料として、土壌粘土鉱物を利用した高温領域で熱電性能を示す材料開発を進めている[1]。土壌粘土鉱物を基とする熱電材料は、焼結した多結晶材料によって構成される。熱電材料の性能を評価するためには、材料のゼーベック係数、電気伝導率に加え、熱伝導率を正確に評価することが重要となる。一方で、多結晶材料の熱伝導率評価は、巨視的な材料全体の熱伝導特性が、結晶粒や結晶粒界の微視的な物性とどのように関係しているか明らかになっていない。この課題に対して、微視的な物性が多結晶材料全体の熱伝導特性に与える影響を評価するためモンテカルロ法を用いた多結晶材料のモデル化と、熱回路網法を組み合わせることで、体系的な理解を得るための方法を提案してきた[2]。これまでの検討では、2次元モデルでの評価を行い、結晶粒径と熱伝導率の関係が非線形になることを示している。本研究では、厚さ方向の熱経路を考慮した熱伝導率を評価することを目的としモデルを3次元に拡張し、評価を行った結果を報告する。

熱電材料を Fig. 1 に示すような立方体の3次元メッシュで分割し、モンテカルロ法を用いて各分割された領域ごとが結晶粒か結晶粒界に属しているか確率的に割り当てた。この際、試料サイズは 10.0 mm×5.0 mm×0.5 mm とし、メッシュサイズと粒径が対応すると仮定した。続いて、得られた分布について、各分割領域を熱回路の節点と対応させ、Fig. 2 に示すような3次元の熱回路網を構成した。その際、境界条件として、左側を発熱体と接触した発熱面、右側を熱浴と接触した固定温度面であると設定した。この熱回路の各節点に対して、熱流方程式を立て、それらを連立して解くことで、温度分布を求め、その結果から熱伝導率を抽出した。モデル計算の結果を粒径の異なる焼結体試料の熱伝導率と比較した結果について報告する。

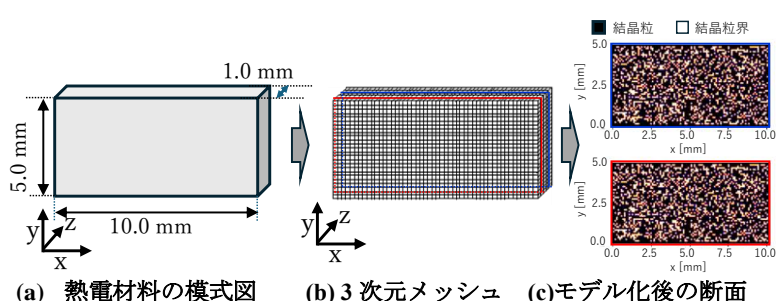


Fig.1 3次元立方メッシュにより多結晶材料をモデル化

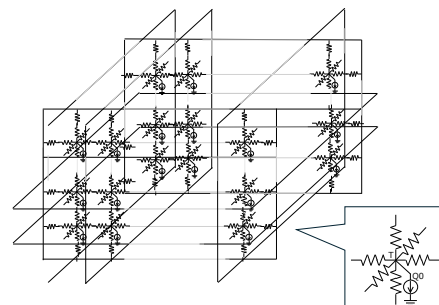


Fig.2 3次元熱回路網の模式図

[1] M. Honda, *et al.*, AIP Advances **14** (2024) 055034.

[2] T. Tsunaiguchi, *et al.*, 第 85 回応用物理学会秋季学術講演会(2024) 16p-P07-2.