

Oral presentation | 1 Interdisciplinary Physics and Related Areas of Science and Technology : 1.1
Interdisciplinary and General Physics

🏠 Wed. Sep 18, 2024 9:00 AM - 11:30 AM JST | Wed. Sep 18, 2024 12:00 AM - 2:30 AM UTC 🏠 C43
(Hotel Nikko 4F)

[18a-C43-1~9] 1.1 Interdisciplinary and General Physics

Chiemi Fujikawa(Tokai Univ.)

9:00 AM - 9:15 AM JST | 12:00 AM - 12:15 AM UTC

[18a-C43-1]

Gravitation is an inertial force.

○Takeshi Yamauchi

9:15 AM - 9:30 AM JST | 12:15 AM - 12:30 AM UTC

[18a-C43-2]

. Ground Energy Theory

○Takeshi Yamauchi

9:30 AM - 9:45 AM JST | 12:30 AM - 12:45 AM UTC

[18a-C43-3]

Real-space topological invariant in Rice-Mele chains

○Ata Yamaguchi¹, Kiminori Hattori¹ (1.Osaka Univ.)

9:45 AM - 10:00 AM JST | 12:45 AM - 1:00 AM UTC

[18a-C43-4]

Micro-Bioassay based on biospeckle generated by plankton-Toxicity assessment for heavy metals (copper)-

○(M2)Yuki Kobayashi¹, Devi Arti¹, Hirofumi Kadono¹ (1.Saitama Univ.)

10:00 AM - 10:15 AM JST | 1:00 AM - 1:15 AM UTC

[18a-C43-5]

Characterization of biospeckle for micro-bioassay using mycelium

○(M1)Shuntaro Nakasugi¹, Devi Arti¹, Hirofumi Kadono¹ (1.Saitama univ.)

10:30 AM - 10:45 AM JST | 1:30 AM - 1:45 AM UTC

[18a-C43-6]

Numerical Simulation of Low-Harmonic Generation from Subharmonics Playing of String Instruments

○Shotaro Kawano¹, Naoki Ichiji^{2,3}, Kenji Kobayashi³, Takuya Suzuki³ (1.The Univ. of Tokyo, 2.IIS, 3.Univ. of Tsukuba)

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC

[18a-C43-7]

Ring suppression of SiC MOSFET with passive PT-symmetry

○Kenichi Yatsugi¹, Koshi Oishi¹, Hideo Iizuka¹ (1.Toyota Central R&D Labs., Inc.)

🍷 English Presentation

11:00 AM - 11:15 AM JST | 2:00 AM - 2:15 AM UTC

[18a-C43-8]

【No-Show】 Spectroscopic assessment of an edible oil for quality determination

○(B)Hazel Mendonca¹, Sharmila Sajankila Nadumane¹, Nirmal Mazumder¹ (1.MSLS, MAHE)

◆ Presentation by Applicant for JSAP Young Scientists Presentation Award

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[18a-C43-9]

Study of color recognition characteristics when using blue light-cut glasses 4

○(M2)Marino Inada¹, Hiroshi Murotani¹ (1.Tokai Univ.)

万有引力は慣性力

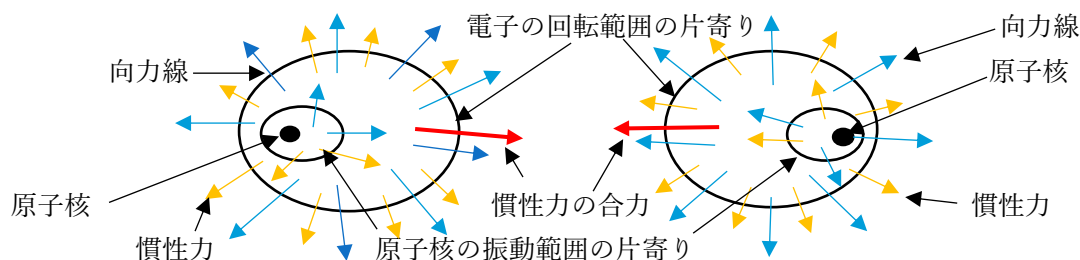
Gravitation is an inertial force

新潟県高等学校元教諭 山内 健

Former high school teacher Takeshi Yamauchi

e-mail kame.hikari@gmail.com

万有引力は空間の歪みやグラビトンの交換によるものではなく慣性力によるものである。重力は万有引力と地球の遠心力の合力であるが慣性力で落下しているのでどこにおいても上方への慣性力はない。これは人の落下時に体感できる。慣性力以外に慣性力を発生させない力はない。尚ここでの慣性力は遠心力を含んでいる。本質的なものは同じからだ。また重力質量と慣性質量は一致していてそれぞれで運動の第二法則が成り立っている。重力質量＝万有引力／重力加速度 及び 慣性質量＝慣性力／加速度 が成り立つ。重力加速度は半径によって変化するので加速度と同様に変数である。重力加速度＝加速度 とした時も 重力質量＝慣性質量 が成り立つので 万有引力＝慣性力 が導ける。慣性力は空間を伝わるものではないので何らかの理由で地上の物体の原子内で慣性力の片寄りが発生してその合力が地面へ向いていると思われる。万有引力を慣性力としても万有引力の法則を満たす必要がある。半径の二乗に反比例するには地球を構成する原子から何らかの影響線が発散されているとしなければならない。この線をここでは「向力線」としさらに磁界や電界に相当するものを「向界」とした。向力線には方向性がある。重力定数 G で質量 M の天体から $4\pi GM$ 本の向力線が発散されているとすると半径 r の距離での単位面積当たりの向力線の本数は GM/r^2 本となる。これが向界の強さであり重力加速度となる。慣性力の片寄りには加速によるものと向界の強さによるものがある。どちらも原子内での慣性力の片寄りと同じ加速度とした場合同じ慣性力の片寄りの状態になる。地上の物体の原子内には向界の強さによる慣性力の片寄りが発生してその合力が地面へ向いている。宇宙空間では四方八方からの向力線が存在していてこれがヒッグス場である。二原子が接近すると原子が作る向界の強さの差から慣性力に片寄りが発生して互いに向かおうとする弱い力が現れる。「万有引力は慣性力」



とすると芋づる式に色々な結果が得られる。「万有引力は引力でなく自ら向界の強い方へ向かう向力である」「万有引力は加速度方向と慣性力方向が同じである」「慣性力による加速や減速に対する慣性力はない」「万有引力は原子内の片寄った慣性力の合力である」「万有引力は向界の強さに比例し向界の強さが重力加速度となる」物質波での加速エネルギーは $e=h\nu$ (h :プランク定数 ν :振動数)の波動エネルギーに変換され質量と向力線が増加する。静止状態でも原子内で振動しているので「質量と向力線量は振動数に比例し向界の強さに無関係でどこでも一定である」また振動が質量や向力線を発生させているので「振動しながら進む粒子や光や音などすべてが質量と向力線を発生させている」と言える。質量は原子内の回転や振動による加速度運動で発生する慣性力が基になっている。慣性力と向力線は共に発散方向で連動しているので「粒子を加速するとそこを貫く向力線と相互作用して後方へ慣性力と自身の向力線を同時に発生させる」と言える。電波を反射するように向力線の一部でも反射する反射板が発明されればそれらを集めて物体に当てることで反重力を実現できることだろう。

基底エネルギー理論

Ground Energy Theory

新潟県高等学校元教諭 山内 健

Former high school teacher Takeshi Yamauchi

e-mail kame.hikari@gmail.com

基底エネルギー理論は物質波による波動性の発生していない状態を基底エネルギー状態としてエネルギーを基に質量の変化や時間のテンポの変化を求める理論である。基底エネルギー状態の時間を基底時間とすると基底時間が一番速く進むことになる。ド・ブロイにより粒子にも波動性があることが明らかにされ物質波の考え方が提唱された。その後運動する粒子や物体は波動性を持っていてその波動エネルギーは加えられたエネルギーに等しいことが電子線の実験で明らかにされた。質量とエネルギーは等価であるので加速エネルギー e を加えられた物体の質量は $m' = m + e/c^2$ と表される。これが基底エネルギー理論における質量の変換式である。そうするとここに収縮率が隠れているはずである。この式の形を変えてやると $m' = \frac{m}{\frac{m+e/c^2}{m}}$ と変形できる。ここで収縮率を β と置いて $\beta = \frac{m}{m+e/c^2}$ とすることができるので質量の変換式は $m' = \frac{m}{\beta}$ となり

時間のテンポの変換式は $t' = \beta t$ となる。一方相対性理論の収縮率を $\alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$ とすると質量の変換式は $m' = \frac{m}{\alpha}$ となり時間のテンポの変換式は $t' = \alpha t$ と表される。式の形は異なるが α と β は同じものを表している。変数として速度を使うかエネルギーを使うかの違いである。この理論ではエネルギーを使うので等速度系と加速度系の両方で使用することができる。 β で質量の変換式と時間のテンポの変換式で積をとると $K = m t = m' t' = m'' t'' = \dots$ となる。これを「質量と時間の反比例式」とした。 K は一定になるので状態間のエネルギーさえ分かれば質量や時間のテンポを決めることができる。ただしこの式は基底エネルギー状態を出発点とした物質波の考えで成り立つ式で高速時に成り立つ式である。両方とも基底エネルギー状態を出発点とした場合は $\alpha = \beta$ とすることができる。 $\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{m}{m+e/c^2}$ この式で e について

解くと $e = \left(\frac{m}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - m \right) c^2$ となりこれが基底エネルギー状態から物体に加速エネルギーが加えられて

質量が徐々に増加する場合の運動エネルギーの式である。高速度で正確であるが低速度で使用すると誤差が大きくなる。質量が変化しない場合の運動エネルギーの式は $e = \frac{1}{2} m v^2$ である。この式は逆に低速度で正確であるが高速度で使用すると誤差が大きくなる。

基底エネルギー理論が等速度系と加速度系の両方の系で使用できることを見てみよう。地球と並進する無限遠の基底エネルギー状態の地点を基準点として GPS の 1 年間の時間のズレについてこの理論で計算してみた。エネルギーとしては地上と衛星軌道で質量 m_0 のGPSの回転速度とポテンシャルエネルギーを考える。最初に地上での時間のズレを求める。地上での自転速度 $u = 463.3121944 \text{ m/s}$ であるので運動エネルギー e は $m \approx m_0$ と置くと $e = \frac{1}{2} m_0 u^2 = 107329.0947 m_0 \text{ J}$ また地球の半径を $R = 6371 \text{ Km}$ とすると無限遠

からのポテンシャルエネルギーは $\phi = - \int_{-\infty}^R \frac{GMm_0}{r^2} dr = 6.254702163 \times 10^7 m_0 \text{ J}$ となる。 $\frac{\phi+e}{c^2} = 6.$

$971234732 \times 10^{-10} m_0 \text{ Kg}$ $C = 2.997925 \times 10^8 \text{ m/S}$ となるので $T = 1 \text{ 秒}$ と置くと基底時間の1秒が地上では T' であるから遅れる時間は $1 - T'$ となる。従って $T' = \frac{m_0}{m_0 + (\phi+e)/C^2} T$ より1年間では $\left(1 - \frac{m_0}{m_0 + (\phi+e)/C^2}\right) \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 0.02175984 \text{ 秒}$ となり地上では 1 年間で0.02175984秒基底時間より遅れることになる。

次にGPSの衛星軌道での速度を $u = 3.88 \text{ km/s}$ 回転半径を $R = 26571 \text{ km}$ として同様に求めるとGPSの衛星軌道は1年間で基底時間より0.007884秒遅れると求められる。そうすると地上では基底時間より0.02175984秒遅れるので遅れは地上の方が大きい。差し引きGPSは一年間で $0.02175984 - 0.007884 = 0.01387584 \text{ 秒}$ 進むことになる。観測値はGPSの方が地上より1年間で0.014秒進むとなっているのでほぼ等しい値が得られた。このGPSの時間のズレを求めるのに等速度系と加速度系の両方の系にまたがって式が使用されている。両方の系で一本の式が使えるのが基底エネルギー理論の特徴である。この理論は正確な時間を必要としている所で応用が可能である。

参考文献 1、物理学講義と解説 I 鈴木 保正 2、物理学 I 三輪 光雄

3、物理学 II 三輪 光雄

1 次元 Rice-Mele 格子における実空間トポロジカル不変量

Real-space topological invariant in Rice-Mele chains

阪大院基礎工, °(M2) 山口 暖, 服部 公則

Graduate School of Engineering Science, Osaka Univ., °Ata Yamaguchi, Kiminori Hattori

E-mail: u596950d@ecs.osaka-u.ac.jp

現在、新しい技術的なパラダイムとして、トポロジカル物質群が示す特異な現象や機能が注目されている。トポロジカル物質群は時間反転対称性、粒子正孔対称性、カイラル対称性の3つの対称性に基づいて10組に分類されており[1]、それらの相はハミルトニアン連続的な変形に対して不変であるトポロジカル不変量によって特徴付けられる。一般的にトポロジカル不変量は波数空間におけるバルクの固有ベクトルを用いて定義されるが、現実の系のように乱れが存在する場合、並進対称性が破られるため、波数空間における定式化は適用できない。

そこで本研究では、実空間におけるバルクの固有ベクトルを用いて、1次元系における新たな実空間トポロジカル不変量 Q を定義した。不変量 Q は全エネルギー状態を含んだ大域的な指数であり、0 か 1 に量子化される。また、 Q は系の対称性にかかわらず適用可能である。

次に、 Q の観点から、乱れとしてランダムオンサイトポテンシャルが存在する Rice-Mele (RM) 格子のトポロジカルな性質を数値的に解明した。Fig. 1 に $W = 0.01 \sim 10$ のときの 10^4 回の数値計算の平均値 $\langle Q \rangle$ のパラメータ空間 (v, w) における相図を示す (v : セル内ホッピングエネルギー、 w : セル間ホッピングエネルギー、 m : 交替オンサイトポテンシャル、 N : セル数、 W : 乱れの強度)。Fig. 1 より、十分弱い乱れに対して RM 格子のバルクのトポロジ

は維持され、不変量 Q は確定される。この相では有限のスペクトルギャップが存在することから、ギャップが存在する限り、バルクのトポロジは維持されると考えられる。本講演では、実空間における定式化について詳述する。

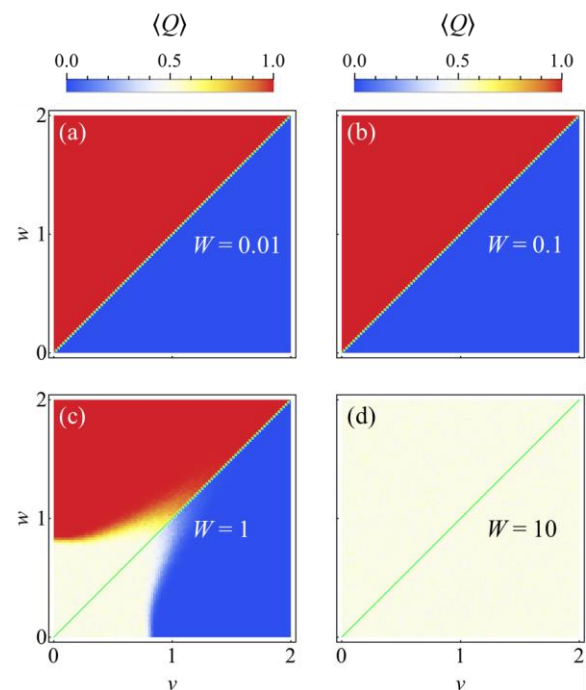


Fig. 1. Maps of disorder-averaged topological invariant $\langle Q \rangle$ in parameter space (v, w) . The disorder strength W is varied as (a) 0.01, (b) 0.1, (c) 1, (d) 10. The panel (d) shows $\langle Q \rangle = 0.5$ in the entire parameter range. These results are derived for $m = 0.5$ and $N = 500$.

[1] A. P. Schnyder, S. Ryu, A. Furusaki, and A. W. W. Ludwig, *Phys. Rev. B* **78**, 195125 (2008).

プランクトンにより生じたバイオスペckルに基づくマイクロバイオアッセイ —重金属(銅)に対する毒性評価—

Micro-Bioassay based on biospeckle generated by plankton-Toxicity assessment for heavy metals (copper)-

Devi Arti¹, Hirofumi Kadono^{1*}, R. Uma Maheswari²

埼玉大学, [○](M2) 小林祐輝, (D)Devi Arti, 門野博史

Saitama Univ., [○]Yuki Kobayashi, Devi Arti, Hirofumi Kadono

E-mail: kobayashi.y.633@ms.saitama-u.ac.jp

1. まえがき

近年、種々の化学物質による水質汚染が深刻な環境問題となっている。その対策として、水質の毒性を評価する必要がある。しかし、化学物質は現在 2 億種類以上登録されているため、従来の化学分析により化学物質の毒性を個々に評価する手法は技術・コスト的に非常に困難である。そのため、化学物質を特定せずにプランクトンなどの微生物の反応から水質汚濁の毒性を評価するマイクロバイオアッセイが注目されている。この手法では、微生物の生死や遊泳能力などの重要な特徴を把握するために顕微鏡観察が必要となる。しかし、微生物のサイズが小さくなると撮像システムの焦点深度が狭くなるため、観察が難しくなる。我々は、このような困難を克服するために、環境の毒性に対するプランクトンの遊泳活性に着目し、バイオスペckルに基づく結像系を用いた新しい手法としてバイオスペckルマイクロバイオアッセイを提案し、有効性の検証をおこなってきた[1]。今回は、汚染物質として銅に注目して、動物及び植物プランクトンを用いて提案手法の有効性を調べた。

2. 実験および結果と考察

本研究では、微生物として 200~300 μ m のゾウリムシ(*P. caudatum*) 及び 35~30 μ m のミドリムシ(*E. gracilis*) を使用し、毒性物質として鉱山などの排水に含まれる重金属の一例として銅イオン(CuSO_4)を使用した。実験光学系を Fig.1 に示す。厚さ 1mm のサンプルセルを直径 15mm のレーザー光(波長 638nm)で照射し、試料からの非散乱光(鏡面成分)をレンズ L2 の焦点面に置かれた空間フィルターによって除去することにより、バイオスペckルパターンの変動を CCD カメラ(60fps)によって撮影した。銅濃度は上限を水質基準値である 1[mg/L]として、0.2[mg/L]間隔で用意した。ゾウリムシの試料はそれぞれ 3 サンプルずつ作成した。90 分の暴露の後にバイオスペckルパターンを 2 分間撮影した。この時、照射領域内の個体数は約 8600 であった。バイオスペckルはプランクトンの遊泳活性を反映してその変動速さが変化する。その解析のため、(1)式を用いて初期画像 $I(t_0; x, y)$ と時刻 t_i での画像間 $I(t_i; x, y)$ の相互相関関数 ρ を計算した。

$$\rho(t_i) = \frac{\sum_{x,y} \{I(t_i; x, y) - \langle I \rangle\} \{I(t_0; x, y) - \langle I \rangle\}}{\sqrt{\sum_{x,y} \{I(t_i; x, y) - \langle I \rangle\}^2 \sum_{x,y} \{I(t_0; x, y) - \langle I \rangle\}^2}} \quad (1)$$

時刻 0 の時の相互相関係数 $\rho=1$ から $1/e$ に減少するまでの時間(相関時間)を求めた。

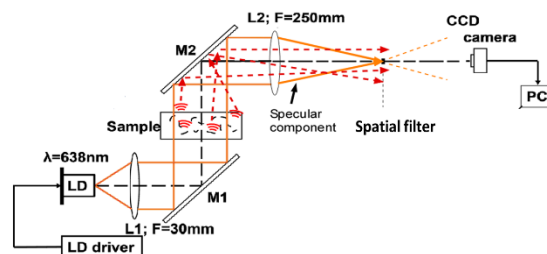


Fig.1 Optical analysis used for experiment

相互相関関数は銅濃度が増加するにしたがって広がっている。これは遊泳活性が低下していることを示唆している(Fig. 2)。相関時間は 0, 0.2, 0.4[mg/L]では有意差が確認でき、これは環境基準(1[mg/L])以下の少しの変化でも好感度に評価できることを示唆している(Fig. 3)。一方で 0.4 以上の高濃度では変化は見られず、遊泳活性に大きな変化は認められなかった(Fig. 3)。これは水質が大きく悪化した際に環境に適応するために動きを止めた可能性が考えられる。

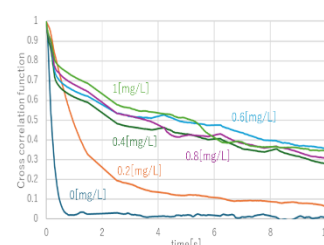


Fig 2. cross correlation function for different CuSO_4 concentration for *P. caudatum*

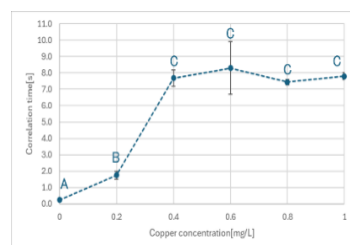


Fig 3. Correlation time for different CuSO_4 concentration for *P. caudatum* at concentration.

3 まとめ

本研究により実環境の毒物である銅の濃度変化によるプランクトンの遊泳活性を定量的かつ高感度に評価できることを確認した。この方法の利点は、非結像システムであるため、顕微鏡では分解できない小さな生物にも有効である点である。また、膨大な数のプランクトンを一括して処理することができるため、環境汚染の影響下におけるプランクトンの遊泳能力を統計的に有意に推定することが即座にできる。本手法では対象物によらず同じスペckルパターンに変換されるためプランクトン、細菌、体細胞に対しても適応可能である。

[1] [15a-A405-2], Application of bio-speckle on micro-bioassay with plankton IV, Devi Arti 1, H. Kadono^{1*}, R. Uma Maheswari², JSAP Annual Meetings Extended Abstracts The 70th JSAP spring Meeting 2023.

菌糸類を用いたマイクロバイオアッセイを目指したバイオスペckル特性評価

Characterization of biospeckle for micro-bioassay using mycelium

埼玉大学, [○](M1) 中杉俊太郎, (D) Devi Arti, 門野博史Saitama Univ., [○]Shuntaro Nakasugi, Devi Arti, Hirofumi Kadono

E-mail: s.Nakasugi.534@ms.saitama-u.ac.jp

1. 研究背景

近年、化学物質による環境汚染問題が深刻化している。この問題に対し、従来では汚染物質を特定し対処していく手法がとられていたが、現在登録されている化学物質は2億種を超えており、個々の化学物質を特定しその毒性を個々に評価する手法は莫大な時間とコストがかかり、現実的ではない。そこで、汚染物質を暴露された生物材料の応答性から毒性を評価するバイオアッセイという手法が注目を集めている。中でも、生物材料に微生物を用いるものをマイクロバイオアッセイと呼ぶ。この手法では、顕微鏡観察により例えば微生物の生死を判別する必要があるが、顕微鏡の倍率を高くすると焦点深度が浅くなり、微生物が観察可能な範囲から移動してしまう等の問題点がある。

本研究室では、これまでにプランクトン(ゾウリムシ、ミドリムシ)を用いて独自に提案した結像系を用いない光学的手法により、バイオスペckルによるマイクロバイオアッセイ法の有効性の検証をおこなってきた[1]。本研究では、好湿性の真菌である *cladosporium* を重金属の一種である亜鉛環境下で培養し、亜鉛毒性の評価に対する有効性を検証した。

2. 実験方法および結果と考察

Fig.1 は、本実験で使用した光学系である。菌糸類を培養したサンプルセルに波長 638[nm]のレーザー光を照射し、試料を透過した光に対して非散乱成分を空間フィルター(Spatial Filter)によって除去している。それによって、散乱によって生じたバイオスペckルを観測した。菌糸類の組織内の散乱粒子の運動や、細胞内の微小構造体の活動に応じて得られたバイオスペckルが変化するため、この変化を解析することによって菌糸類の活性の評価が可能である。

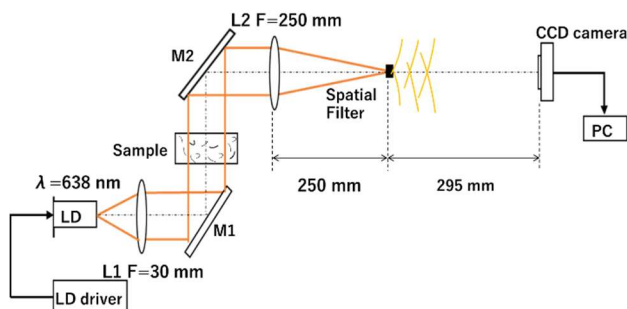


Fig.1

菌糸類を培養する際、温度は27 [°C]とし、培地の亜鉛濃度は0, 5, 10, 50, 100 [mg/L]とした。培養開始7,8日目に、2分間バイオスペckルを撮影した。菌糸類の活性を定量的に評価するため、初期画像と一定時間後の画像に対して相互相関関数を算出し、そのデータを用いて相関時間を測定した。

相互相関関数は、亜鉛濃度が増加するにつれてひろがりが大きくなっている。これは、亜鉛濃度増加に伴い菌糸類の活性が低下していることを示している。

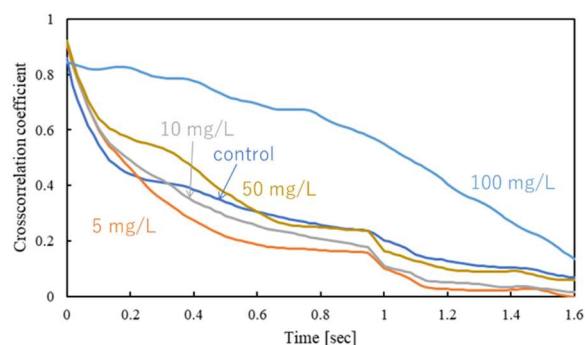


Fig.2

相関時間は、亜鉛濃度を5, 10, 50 [mg/L]としたとき減少しており、菌糸類の活性が大きくなっていることがわかった(Fig.3)。これは、低濃度の亜鉛は菌糸類にとって微小栄養素として働き、活性を増加させることを示している。50 [mg/L]の亜鉛は、人間を含め様々な生物に対して有毒な物質であるが、低濃度であれば菌糸類に対しても微小栄養素として働くことは、興味深い。

また、濃度が100 [mg/L]のとき、相関時間が長くなっており、菌糸類の活性が低下していることがわかった。このことから、100 [mg/L]の亜鉛は菌糸類に対して高濃度であり、毒性を示していることになる。

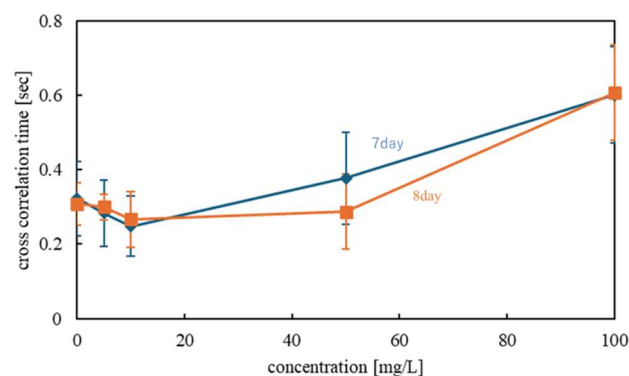


Fig.3

4. まとめ

本研究により、亜鉛の低濃度での微小栄養素としての働きと高濃度での毒性が確認でき、亜鉛の濃度変化による菌糸類の活性の変化を定量的に評価できることを確認した。本手法の利点は、微生物を集合体として観測することで効率的に評価できる点と、サンプル像をスペckルパターンに画像変換することにより、まったく異なる微生物でも同じ手法を用いることができる点が挙げられます。

[1] [15a-A405-2] Devi Arti, Application of biospeckle on micro-bioassay with plankton IV

弦楽器のサブハーモニクス奏法による 低次低調波発生の数値シミュレーション Numerical Simulation of Low-Harmonic Generation from Subharmonics Playing of String Instruments

1. 東大院理、2. 東大生産研、3. 筑波大院

○川野 将太郎¹、伊知地 直樹^{2,3}、小林 研仁³、鈴木 琢矢³

1. Graduate School of Science, The Univ. of Tokyo, 2. IIS, The Univ. of Tokyo

3. Graduate School of Science and Technology, Univ. of Tsukuba

○Shotaro Kawano¹, Naoki Ichiji^{2,3}, Kenji Kobayashi³, Takuya Suzuki³

E-mail: s-kawano518@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

バイオリン属の擦弦楽器は指で弦を押さえることにより弦の振動範囲を無段階に調節することができる。その発生音のうち、高音領域については厳密な限界は存在しないが、低音側領域には弦の種類に応じた開放弦での基本振動に準じた最低音が存在する。一方で、この下限よりもさらに低周波数音の発生を可能とする技法として、弦に対して弓の圧力を強く一定に保つことによるサブハーモニクス(subharmonics) [1]、または異常低音(Anomalous Low Frequency, ALF) 発生[2]と呼ばれる奏法が提案されている。これらの低音発生メカニズムはいくつかの文献において言及されている[3-5]。しかし、代表的機構である基準振動の整数分の一の振動数を持つモード、すなわち低次低調波の発生をはじめとして、サブハーモニクス奏法時における弦の振動モードの実験的観測に基づく物理的機構の解明には至っていない。

我々はこれまでに、通常奏法とサブハーモニクス奏法における弦の振動の様子をハイスピード撮影によってそれぞれ記録し、両者の間で異なる弦の空間振動モードが現れることを実験的に示した[6]。本研究では、有限要素法によるバイオリン属擦弦楽器の振動励起モデルを用い、観測された2つの奏法における励起振動モードの探索を行った。

本研究では、駒とナットを固定端とし、弦のある一点を弓による摩擦力で励起する有限要素モデル[7,8]を用いた。その概念図を Fig. 1-(a), (b)に示す。Fig. 1-(c)において、非励起時の位置から $\mathbf{u}(x_0, t)$ だけ変位している重さ dm のノードに張力 N が作用する場合、運動方程式 $dm \cdot \partial_t^2 \mathbf{u}(x_0, t) = dx_0 \cdot \partial_x N$ が成り立つ。Fig. 1-(b)に赤で示した弓と接するノードでは、摩擦力に応じて弓と一体となる引っ付き(stick)運動と滑り(slip)運動が切り替わる。弓と弦の間の摩擦力が最大静止摩擦力を超える場合(stick から slip)、および相対速度が一定値以下になる場合(slip から stick)の2つを切り替え条件とした。以上の数値モデルを用いて、基準振動 131.4 Hz の弦を一定速度の弓で励起した場合の弦の振動周波数スペクトルを計算した(Fig. 2)。各スペクトルは、弓の押し込み深さを 0.25 mm または 0.75 mm とした場合の結果であり、基準振動のみのピークおよび低次低調波を含む複数の振動ピークがそれぞれ確認された。これらは弦に対して異なる弓圧で励起された、通常奏法およびサブハーモニクス奏法におけるそれぞれの振動モードに対応すると考えられる。

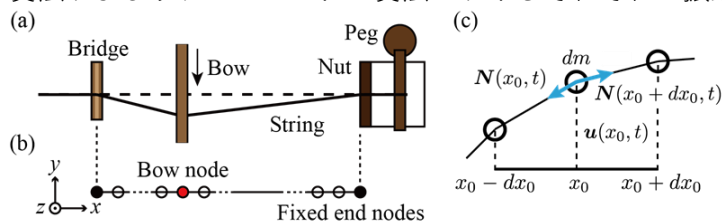


Fig. 1 Schematics of (a) the bow and the string relationship on the violin family and (b) the discretized string with finite nodes. Both end nodes are fixed, and the red node represents the bow contact position. (c) shows the relationship around the node at a position x_0 ; dm : mass, $\mathbf{u}(x_0, t)$: displacement vector, N : tension vector.

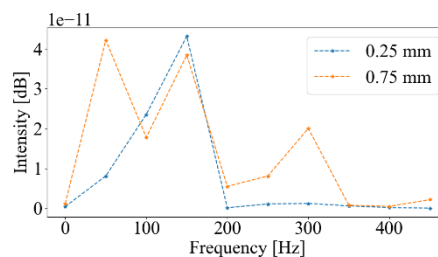


Fig. 2 Vibration spectra of the string excited by a bow with a pushing depth of 0.25 mm and 0.75 mm, respectively.

- [1] M. Kimura, J. New Music Res. **28**, 178 (1999).
 [2] R. J. Hanson *et al.*, J. Acoust. Soc. Am. **97**, 3270 (1995).
 [3] K. Guettler, "The bowed string," Doctoral dissertation, Institutionen för talöverföring och musikakustik (2002).
 [4] T. D. Rossing, The Science of String Instruments (Springer New York, 2010).

- [5] E. Schoonderwaldt, Acta Acustica united with Acustica **95**, 901 (2009).
 [6] 伊知地 直樹 他、第 70 回応用物理学会春季学術講演会、15p-D405-4、2023 年 3 月。
 [7] M. Bellante, "Numerical simulation of a violin string motion," Master thesis, Politecnico di Milano (2015).
 [8] Ö. Akar *et al.*, J. Vib. Acoust. **142**, 051112 (2020).

PT 対称性を用いた SiC MOSFET のリングングノイズ抑制

Ringing suppression of SiC MOSFET with passive PT-symmetry

豊田中研 [○]矢次 健一, 大石 航志, 飯塚 英男

Toyota Central R&D Labs., Inc., [○]Kenichi Yatsugi, Koshi Oishi, Hideo Iizuka

E-mail: yatsugi@mosk.tytlabs.co.jp

SiC などのワイドギャップ半導体デバイスでは高速スイッチングによる損失低減が期待される一方で、スイッチング時に寄生インダクタとデバイスの容量で発生する電流・電圧の共振であるリングングの抑制が重要である。

近年、PT 対称性の概念が各種の波動の制御において注目を集めている。PT 対称性の代表的な構成として、損失と利得が釣り合った2つの結合共振系がある。このような系では Exceptional point を境に固有値が実数となり、2つの共振系にエネルギーが等しく分配される (unbroken phase)。さらにこの PT 対称性の概念は、大小異なる損失を有する2つの結合共振系にも拡張することができ (Passive PT 対称性)、unbroken phase では2つの結合共振系にエネルギーが等しく分配される。

本研究では、外部 RLC 共振器を磁気結合させ、PT 対称性の概念に基づいた回路設計を行うことで SiC MOSFET のリングングが効果的に抑制できることを示す[1]。主回路に損失を有する外部 RLC 共振器を結合させることで、PT 対称な系を構成することができる。そして Exceptional point となるように外部共振器の損失を設計することで、リングングのエネルギーを外部共振器に効果的に分配して消費することができる。Figure 2(a)と(b)にそれぞれ外部共振器が無い場合と用いた場合の SiC MOSFET のスイッチング電圧波形を示す。外部共振器を結合させた場合にはリングングが効果的に抑制されている。本研究で示したリングングの抑制は PT 対称性の重要な応用先の一つとして期待される。

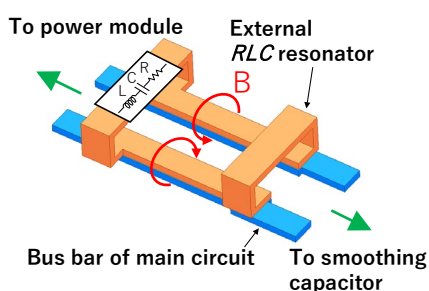


Figure 1. Magnetically coupled external RLC resonator via bus bar.

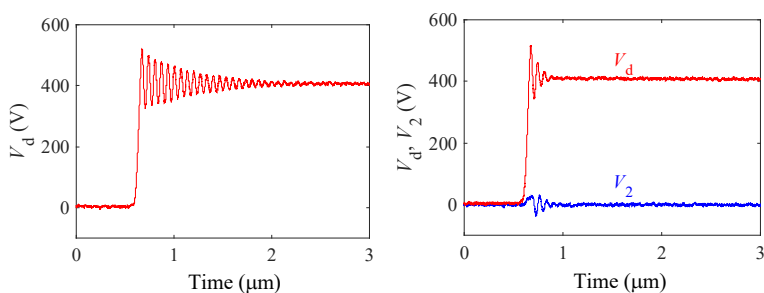


Figure 2. Switching voltage waveform (a) without and (b) with external resonator. V_d and V_2 are voltage of SiC MOSFET and external resonator, respectively.

- [1] K. Yatsugi, K. Oishi, and H. Iizuka, "Ringing Suppression of SiC MOSFET Using a Strongly Coupled External Resonator Through Analogy With Passive PT-Symmetry" IEEE Trans. Power Electronics, **36**, 2964 (2021).

Spectroscopic Assessment of an Edible Oil for Quality Determination

Hazel Mendonca, Sharmila Sajankila Nadumane, Nirmal Mazumder *

Department of Biophysics, Manipal School of Life Sciences, Manipal Academy of Higher Education, Manipal, Karnataka, India -576104

*Corresponding author: nirmal.mazumder@manipal.edu

1. Introduction:

Oil is necessary for cooking because it improves flavour and texture and transfers heat more easily; Mustard seeds generate mustard oil, which is widely used across India [1]. Mustard oils have medicinal and cooking importance. In the context of edible oils, photo-oxidation can lead to the generation of unpleasant flavours and odours, as well as the degradation of nutrients and the formation of potentially harmful compounds. Spectroscopic approaches are more accurate, faster, and less expensive; a few of these are UV-vis, Fluorescence, and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).

2. Materials and Methods:

Materials used in this experiment are five samples of mustard oil purchased from a local market. Five light samples were exposed under an artificial condition of an LED ceiling light (wavelength varying between 400-750nm) at room temperature. 35 ml of each oil were stored in ten 50 ml Tarson tubes. These samples were exposed to light prior for approximately 9h daily for 98 days. The other five dark samples were stored in an opaque area at room temperature of 22°C for further evaluation. Once every 15th day, the UV-Vis experiment was performed under sterile conditions using GENESYS 250 spectrophotometer with a scanning range of 300-800nm. Graphs were plotted for evaluation of intensity modification using the application OriginPro software. Fluorescence analysis was performed on a TECAN Spark spectrophotometer once every 90 days. The light-exposed samples were named A, B, C, D, and E, respectively. Dark exposed samples were named A1, B1, C1, D1, and E1, respectively

3. Results:

Spectroscopic methods were performed to study the impact of light and dark conditions on mustard oils to identify the extent of oxidation. The initial colour of the mustard oil was dark brown, and eventually, after 205 days of being exposed to artificial light, the colour changed to light brown.

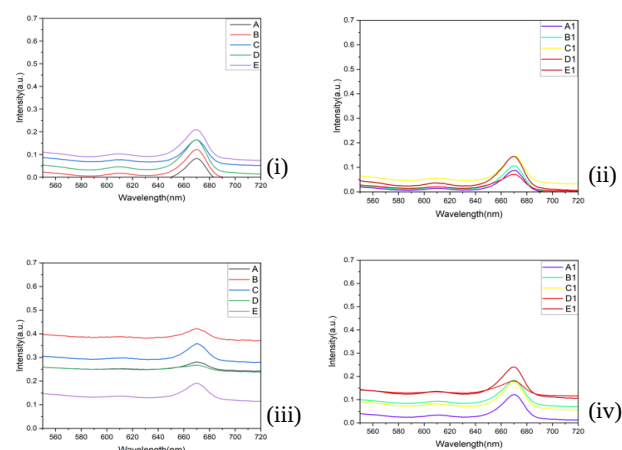


Fig.1. – (i) UV-vis spectroscopy graph of oil samples after 99 days of light exposure. (ii) UV-vis graph of oil samples after 99 days of dark exposure. (iii) UV-vis spectroscopy of oil samples exposed to light after 205 days of light exposure. (iv) UV- vis spectroscopy of oil samples 205 days of dark exposure

Results show that the major peak is observed between 640-700nm. A minor peak is observed between 600-620 nm. A variation in intensity exists between the oil samples in light and dark conditions over a period of 205 days. A common oil ingredient, chlorophyll, exhibits absorption at 670 nm in Fluorescence analysis.

4. Conclusion:

Oils under dark conditions underwent slower oxidation than those under light conditions.

5. Acknowledgment: We thank Manipal School of Life Sciences, Manipal, Karnataka, India for providing infrastructure and facilities.

6. References:

[1] Banik, S., Sengupta, A., Sindhoora, K. M., Chakraborty, I., Mahato, K. K., & Mazumder, N., (2021). Analysing the Oxidation Status of Mustard Oils using Spectroscopic Methods: a Preliminary Study. In *Laser Science* (pp. JTU1A-67), Optica Publishing Group.

ブルーライトカットレンズを用いた時の色認識特性の検討 4

Study of color recognition characteristics when using blue light-cut glasses 4

○ 稲田 真莉乃, 室谷 裕志 (東海大院工)

○ Marino Inada, Hiroshi Murotani
(Grad. Sch. of Eng., Tokai Univ.)

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

1. 背景・目的

ブルーライト光とは、380 nm～495 nm 付近の波長の青色光とされている¹⁾。人間は、色情報を網膜にある視細胞である L, M, S の 3 錐体への光刺激より得ている。S 錐体のピーク感度は 440 nm 付近であり、ブルーライト光がカットされることにより色の判別への影響が考えられる。実際に、目視検査における色彩判別作業への影響も作業者から報告されている。前回の研究報告では、紫の色味での色彩弁別能力が低下および、被験者による弁別能力の巧拙があることが確認できた。その要因として眼鏡装着により色の濃淡で判別が可能になったのではと考察した。そのため今回は被験者による弁別能力の巧拙の原因についての色の明度および色調の変化を中心とする仮説検証を目的とした。

2. 実験方法

100 Hue テストによる検査の様子を Fig. 1 に示す。色相配列検査を被験者 18 名で行った。照明には、昼光色の標準光源 D65 を使用した標準光源装置 (BYK-Gardner 製) を用いた。100 Hue テストは被験者が両端に固定されている色の間のコマを似た色の順に並べることにより色覚異常の程度を判断するものでマンセル色相環を網羅している (Fig. 1)。眼鏡装着時の色順応の影響を考慮して、装着順と内箱を試行する順を無作為にして色順応の影響を低減した。裸眼と市販のブルーライトカット眼鏡 2 本の計 3 条件で色覚配列検査を行った。評価に利用した眼鏡の正透過率の分光スペクトルを Fig. 2 に示す。

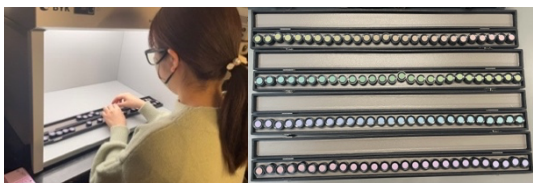


Fig. 1 Farnsworth Munsell 100 Hue color tests and the color frames of Farnsworth Munsell 100 Hue color tests

3. 結果および考察

代表的な特性を持つ、弁別能力の高い被験者 1 と低い被験者 16 の 100 Hue テスト結果レーダーチャート図を Fig. 3 に示す。被験者 1 は裸眼成績が普通で眼鏡装着により成績が優秀となった。被験者 16 は裸眼も眼鏡装着後も成績に変化が現れなかった。被験者 1, 16 ともに裸眼時の結果では紫系統の後半で誤り値が多いことが確認でき、glasses B 装着でのテスト結果ではこの誤り群が赤色方向に移動していることを確認できた。これは他の被験者にもみられる傾向であ

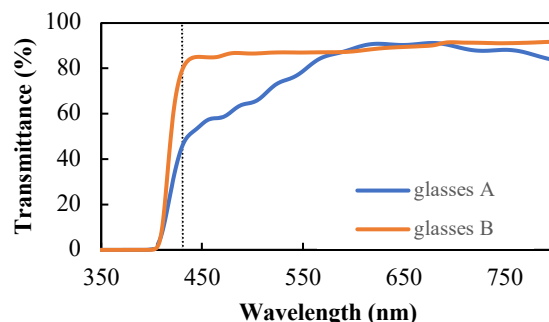


Fig. 2 Transmittance spectra of blue light cut glasses

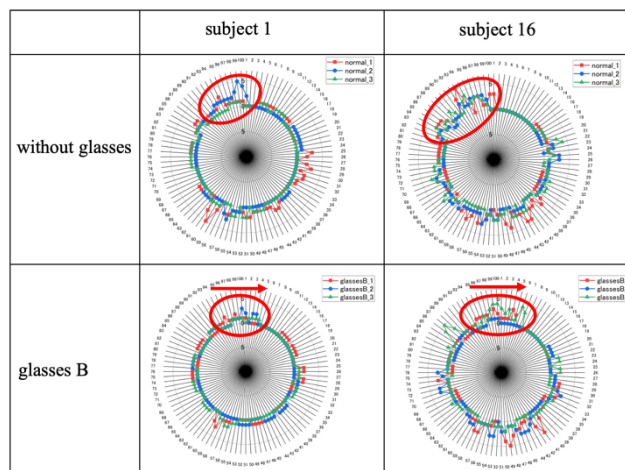


Fig. 3 Farnsworth Munsell 100 Hue color tests results for high score subject 1 and low score subject 16 radar chart

った。この傾向は、ブルーライトカット眼鏡装着により青色の色味が削られて、赤色の方向に色味全体が移動し、間違い群も移動したものと考えられる。

4. 結論

ブルーライトカット眼鏡を装着することにより、個人差はあるが、紫系統での色彩弁別能力の変化があり、その原因は色調のシフトにあると考えられる。

5. 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。

6. 参考文献

- 1) 日本眼科学会, 他. 小児のブルーライトカット眼鏡着用に対する慎重意見. 2021.
- 2) 稲田真莉乃, 室谷裕志. ブルーライトカットレンズを用いた時の色認識特性の検討, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 24a-12C-2, 2024
- 3) 稲田真莉乃, 室谷裕志. ブルーライトカットレンズを用いた時の色認識特性の検討 2, 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-A311-5, 2023