

# 埼玉大学 テニュアトラック

令和4年度 研究概要・成果集

Saitama University

Tenure track

## 巻頭言

# テニュアトラック令和4年度研究概要・成果集 発行にあたって



埼玉大学研究機構長  
黒川 秀樹

昨年4月に研究機構長に就任しました黒川です。研究機構長として副機構長（研究推進室長）の弥益恭先生をリーダーとするテニュアトラック推進オフィスの皆さんとともに、本学のテニュアトラック制度が一層発展するよう微力ながら尽力させていただきます。引き続き、どうぞよろしくお願い申し上げます。

さて、本学においてはこれまで9名のテニュアトラック教員が無事、テニュア審査に合格してテニュアを獲得、それぞれの所属分野の教員として既に大いに活躍しておられます。また令和5年度には2名の新規教員を採用した結果、現在は、下記の4名の教員がテニュアトラック教員として活動しておられます。

- ・米山香織 准教授（植物ホルモン、ストリゴラクトン、根寄生雑草）
- ・江幡修一郎 助教（核物理、時間依存密度汎関数理論）
- ・高橋悠樹 助教（力学系、スペクトル理論、フラクタル幾何学）
- ・金谷萌子 助教（痛み、性差、ステロイドホルモン、神経回路）

テニュアトラック教員制度は、優秀な若手教員に対して可能な限り研究に専念できる環境を整えることによって、短期的には成果が得られにくい高難易度の研究テーマに積極的に挑戦していただき、埼玉大学ひいては日本の学術研究をリードする人材へと成長していただくことを目指した制度です。日本の研究力の低下、これは単なる論文数の低下だけではなく、各分野において影響力の高い Top10%補正論文数の顕著な低下に表れており、先端分野における日本の研究力の低下は危機的な状況です。この原因は色々あると思いますが、恐らく多くの先生方が実感しているとおおり、教員が集中して研究に打ち込める十分な時間を確保できないことに起因しているものと思います。

本テニュアトラック制度は、研究に対する日本の地位を取り戻すための大切な取り組みです。現在この制度により活躍しておられるテニュアトラック教員はもとより、めでたくテニュアを取得された先生方も含めて益々のご活躍を大いに期待して、私の挨拶とさせていただきます。

大学としましても研究環境を改善するべく継続して鋭意努力を進めてまいります。今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。





# 目次

巻頭言 テニュアトラック令和4年度研究概要・成果集 発行にあたって .....	1
<b>I 令和4年度研究概要</b>	
「時間依存平均場模型による理論核データの整備」 .....	7
江幡 修一郎 理工学研究科 助教（物質科学部門） ・卓越研究員	
「Harmonicity of the Lyapunov exponent for monotonic cocycles」 .....	11
高橋 悠樹 理工学研究科 助教（数理電子情報部門） ・卓越研究員	
<b>II 令和4年度テニュアトラック教員の研究成果</b>	
江幡 修一郎 理工学研究科 助教（物質科学部門） .....	17
高橋 悠樹 理工学研究科 助教（数理電子情報部門） .....	18
<b>III 研究発表会開催の記録</b> .....	21

I

令和4年度 研究概要





# 時間依存平均場模型による理論核データの整備

Development of theoretical nuclear data using the time-dependent mean field model

江幡 修一郎 (Shuichiro EBATA)

理工学研究科 助教 (物質科学部門)・卓越研究員

We evaluate the theoretical method to describe nuclear fission fragments (FFs), focusing on their Charge Polarization (CP). The CP is an important quantity for nuclear power plant operation, which is one of the most evaluated values and compiled nuclear data library. Using the CPs in the statistical decay calculation, the method is evaluated. The target fission system is uranium-235 induced thermal neutron, namely,  $^{235}\text{U}$  fission reaction. Our previous studies showed that the finite CP in light and heavy FFs were reproduced by the dynamical calculation in which the initial conditions on equal energy are employed for the time-dependent mean-field calculations. We report that the averaged neutron multiplicity is comparable to the current evaluated value through the Hauser-Feshbach calculations using the theoretical CP. We conjecture the theoretical picture of nuclear fission phenomena from the presented results.

## 1. はじめに

本研究では原子核物理に基づく非経験的な理論的方法を用いて原子核分裂現象を記述し、核分裂片の性質を研究している。また得られた理論核データを原子力工学で利用されているデータライブラリと比較し、理論模型の評価を行い、一般の核分裂性核種の性質を予言する事が最終的な目的である。

原子核は数百程度の核子(中性子と陽子の総称)で構成される有限量子多体系である。原子核は流体の様相を持ちながら、構成粒子がその中で軌道を運動する様に振る舞う性質がある。これは原子中の電子と同様な殻構造を有している事を示唆しており、特別な中心がない原子核中で、自己無撞着に形成される平均場に核子が束縛されている描像が成り立っている事を意味する。原子核の励起状態には、平均場描像に基づく一粒子状態で記述される状態や集団で振動・回転する様な状態も現れる。更に大振幅集団運動と呼ばれる、系を大きく変化させる運動として核融合や核分裂現象がある。自己束縛する有限量子多体系が示す、多様な状態を記述し理解する事が原子核物理学の目標である。

一方で、原子力発電に代表される様に、核反応現象は社会に貢献する面もある。核分裂現象の微細構造を記述せずとも、生じる核種を徹底的に調べていけば応用は可能である。応用分野では核分裂現象で生じる核分裂片の収量及びその元素分布を決定する荷電分布が非常に重要になる。それは核廃棄物の性質や、核分裂片から放出される中性子を含む放射線を見積もる上で不可欠な為である。原子力技術は“原子炉内に関連する”非常に多くの精緻な測定データを背景に安全性を確保しながら発展してきた。ただし、これは任意の核分裂反応を応用出来る事を意味しない。それは地上で測定困難なデータが必要になる応用分野も存在するからである。

任意の核分裂反応で生じる核分裂片に関する核データを整備する為には、反応の基礎研究の発展が必要になる。有力なアプローチの一つは原子核物理に基づく非経験的手法を用いる事である。我々は原子核物理で利用されている微視的平均場模型を用いて、核分裂現象を理論的に記述し、核分裂片の配位を計算する。応用で用いられている既存の核データライブラリと比較し、核分裂における核構造



とその動的効果を調べ、理論模型の予測精度を高め、核分裂反応現象の描像を正確にしていく。

微視的平均場模型には核超流動性を記述する模型を採用し、ウラニウム-235 が熱中性子を吸収した系( $^{235}\text{U}+n$ )を想定したウラニウム-236 ( $^{236}\text{U}$ )の分裂現象を記述する。この核分裂反応は原子力発電で最も基礎的な反応で、精度の高い核データが整備されている。理論模型の結果評価には十分な確度があると考えられる。原子炉内の主反応に関する核分裂片の荷電分布(または元素分布)は Wahl systematics と呼ばれるライブラリ[1,2]に荷電偏極という量で採録されている。この荷電偏極とは、不変荷電分布(Unchanged Charge Distribution: UCD) 仮定と実際の核分裂片の荷電分布とのズレとして定義される。UCD 仮定は核分裂片の荷電分布が親核から変化しないという仮定である。

これまでに静的な平均場模型及び動的な平均場模型で核分裂片を計算し荷電偏極を導出してきた。Wahl systematics と比較すると、どちらにおいても対称核分裂片周辺の荷電偏極の振る舞いは大きく異なる事が分かった。しかし、これらの評価を行った際に、核分裂片から放出される中性子収量の主な要因になる核種は非対称核分裂片( $A_f < 90$ ,  $A_f > 130$ )である事が分かった。非対称核分裂片には $\pm 0.6$ 程度の荷電偏極が現れていたが、これまでの平均場模型計算では現れない事が分かった。静的な手法で核構造の効果が確認され、動的効果を取り入れて、対相関汎関数の依存性も調べたが、静的な手法の結果と殆ど変わらない結果になった。これは時間依存平均場模型の初期配位の依存性に起因している事が予想された。分裂過程の伸長変形を共通にした状態と等エネルギー

状態を初期配位にして調べる事にした。結果的に等エネルギー状態の初期配位を採用すると既存の核データと同様の荷電偏極が得られる事が分かった。またエネルギー依存性も現れる事が分かった。

本年度は得られた荷電偏極が実際の中性子収率を表す分布と無矛盾であることを示す事を目的とした。

## 2. 時間依存平均場模型による核分裂片の核子数の導出

### 2.1 微視的平均場模型

核分裂片の配位を記述する為に、拘束条件付き Skyrme Hartree-Fock+ BCS (CSHF+BCS)[3] 模型と正準基底表示時間依存 Hartree-Fock-Bogoliubov 理論(Cb-TDHFB)[4]を採用した。核分裂現象は原子核の変形の末、分裂に至ると考えられているので、核変形を記述する為に原子核の形状に拘束条件を課した。採用した変形自由度には、四重極及び八重極変形について課す。一般に核変形は任意に考えられるが、測定されている核分裂片の質量数分布が非対称性の主要因を想定して拘束条件を選択している。 $^{236}\text{U}$  の場合、質量数  $A \sim 96$  と、 $A \sim 140$  にピークを持つ質量数非対称な核分裂収率が現れる。この非対称性を核変形から考えた場合、核分裂方向に対して空間非対称な核子密度分布がある事を示している。この為、主な拘束条件として、核の伸長に対応する四重極変形  $Q_{20}$  ( $=r^2 Y_{20}$ )、と質量非対称性を誘引する八重極変形  $Q_{30}$  ( $=r^3 Y_{30}$ )を拘束条件とした。

### 2.2 核分裂片の配位とその核子数

核分裂現象における原子核の動的効果を調べる為に、分裂前の配位を初期状態とし、Cb-TDHFB を用いてクーロン斥力で自然に断

裂するまで実時間発展を計算する。初期配位は CSHF+BCS を用いて分裂前の配位でかつ、等エネルギーを持つ  $Q_{20}$ ,  $Q_{30}$  が異なる配位を用意する。エネルギーは CSHF+BCS で得られたポテンシャルエネルギー面に現れた準安定状態のエネルギーを基準にして、初期配位のエネルギー依存性を調べた。分裂後の分裂片の励起エネルギーは各々の基底状態から測る為、調べた中では準安定状態のエネルギー  $E = -1793 \text{ MeV}$  が最も高いエネルギーの配位になる。この配位から得られた分裂後の密度分布を積分して核子数を計算する。更に得られた荷電偏極を用いて中性子収率を Hauser-Feshbach の統計模型[5]で計算する。

### 3. 結果と比較

核分裂片の荷電偏極  $dZ$  は UCD 仮定の陽子数  $Z_{\text{UCD}}$  からのズレで定義される： $dZ = Z_f - Z_{\text{UCD}}(A_f)$ ,  $Z_{\text{UCD}}(A_f) = 92/236 A_f$ ,  $A_f$  は核分裂片の質量数。図 1 は得られた核分裂配位から計算された荷電偏極と Wahl systematics で採録されているデータとの比較を示している。これまでに得られていた静的手法で得られた結果は丸印(●)で示し、Wahl systematics の採録データは中抜き四角(□)で示してある。 $E = -1793 \text{ MeV}$  の等エネルギー面を初期配位にした実時間発展の結果はバツ印(✕)で示している。質量数非対称性が大きい核分裂片の有限の荷電偏極が、等エネルギーの初期配位を用いた動的計算で得られていることが分かる。対称核分裂周辺の荷電偏極が Wahl systematics と異なる事もわかる。

得られた荷電偏極を使って Hauser-Feshbach の統計模型計算[5]を行い、得られた  $^{236}\text{U}$  の平均中性子多重度  $\bar{\nu}$  を表 1 にまとめた。 $\bar{\nu}$  は核分裂性核種が 1 回崩壊すると放出される平均

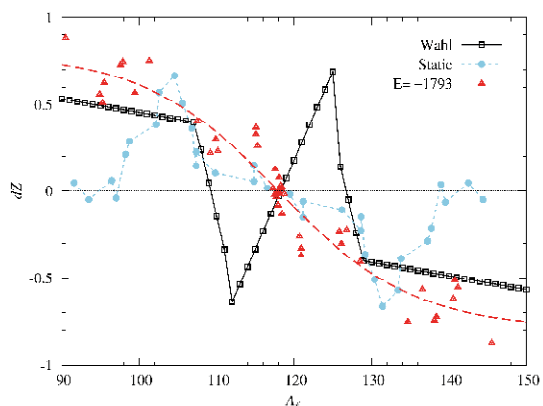


図 1: 核分裂片の荷電偏極の分布

中性子数である。この量は核分裂の連鎖反応に直接関係する為、原子炉出力の時間的変化を知るために非常に重要な量である。JENDL 4.0 [6] の結果は評価済みデータであり、実測から得られている中性子多重度である。その他は統計模型計算[5]に各々の荷電偏極を入力し、計算された  $\bar{\nu}$  である。静的手法で得られた荷電偏極では十分な  $\bar{\nu}$  が得られない事が分かる。同時に対称核分裂した核種からの効果が小さい事もわかる。非対称核分裂した核種の荷電分布が重要である事もわかる。 $E = -1793 \text{ MeV}$  の等エネルギー面を初期値にした動的計算で得られた荷電偏極を用いると、JENDL4.0 の結果を超える結果となったが、昨年度示した様にエネルギー依存性がある事を考慮すると改良できる余地がある。

表 1: 平均中性子多重度

評価済みデータ及び荷電偏極	$\bar{\nu}$
JENDL 4.0 [6]	2.4205
Wahl systematics	2.4474
動的平均場計算 $E = -1793 \text{ MeV}$	2.4708
静的平均場計算	2.3545
UCD 仮定	2.3155

以上の結果から核分裂現象の描像が、模型の初期配位の取り方から幾らか具体的に推測

される。静的手法で得られた配位は分裂に至る経路が最低エネルギーを通る事を意味しているが、現実の核種とは異なっている事が示唆される為、分裂の初期配位は励起状態にあると考えられる。最低エネルギーではない初期配位の動的手法により得られた配位がより現実に近いとすると、核分裂片は励起した親核から生成されている。そして、荷電偏極のエネルギー依存性から準安定状態よりも少し低いエネルギーの配位が重要になる事が示唆される。また、本研究で用いた時間依存平均場模型は初期配位に対して一つの経路のみが得られるので、熱統計的な確率の揺らぎの効果は入らない。これ等から、無数に考えられる励起状態を初期配位として得られる分裂経路が互いに干渉し、最終的な分裂片の配位が得られると予想される。

#### 4. まとめと今後の発展

我々は静的な微視的原子核理論に基づく方法で得た核分裂片の荷電偏極を改善する為に時間依存平均場模型を導入した。本研究で等エネルギー面の初期配位を実時間計算に採用して得られた有限の荷電偏極が、統計崩壊計算を通して、現実的な中性子多重度を示すことが分かった。本研究の結果から、核分裂現象の微視的描像を推測した。

今後はエネルギー依存性がある核分裂性核種と自発核分裂を起こす核分裂性核種の違いに注目して調べていきたい。また、得られた核分裂現象の微視的描像から、熱統計的な手法を分裂経路に導入し、最終的な配位がどのように得られるか研究したい。そして原子炉で主要な他の核分裂反応へ適用し、理論核データを提供できる様に研究を発展させたい。

#### 謝辞

共同研究者の奥村森氏、石塚知香子氏、千葉敏氏に深く感謝する。埼玉大学の吉永教授にはメンターとして多岐に亘りご助言を頂いた。

#### 参考文献

- [1] A. C. Wahl, At. Data Nucl. Data Tables, **39**, 1, 1988.,
- [2] A. C. Wahl, Los Alamos National Laboratory; 2002. LA- 13928.
- [3] S. Ebata and T. Nakatsukasa. Phys. Scr. **92** (2017) 064005.
- [4] S. Ebata, et al. Phys. Rev. C **82** (2010) 034306.
- [5] S. Okumura, et al. J. Nucl. Sci. Technol. **55** (2018) 1009.
- [6] K. Shibata, et al. J. Nucl. Sci. Technol. **48**(1), 1-30 (2011).

## Harmonicity of the Lyapunov exponent for monotonic cocycles

Yuki Takahashi

Assistant Professor, Department of Mathematics

### 1. Lyapunov exponent

All through the argument, for the sake of clarification we do not state in the most general form.

Let  $\mathcal{A} = \{A_i\}_{i \in \Lambda}$  be a finite collection of  $SL(2, \mathbb{R})$  matrices, and  $p = (p_i)_{i \in \Lambda}$  be a probability vector. Let  $X_1, X_2, \dots$  be a sequence of i.i.d. random variables associated with a probability vector  $p$ . Then, it is well-known that the limit

$$L(\mathcal{A}, p) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \log \|X_n X_{n-1} \cdots X_1\|$$

exists with probability one. The value  $L$  is called the *Lyapunov exponent*.

EXAMPLE 1.1. Let

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix}.$$

If  $\mathcal{A} = \{A\}$ , then we have

$$L = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \log \|A^n\| = \log 2.$$

EXAMPLE 1.2. Let  $\mathcal{A} = \{A_1, A_2\}$ , where

$$A_1 = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix}, \quad A_2 = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 1/3 \end{pmatrix}.$$

Let  $p_1 = p_2 = 1/2$ . Then it is easy to see that the Lyapunov exponent  $L$  is  $\log \sqrt{6}$ .

EXAMPLE 1.3. Let  $\mathcal{A} = \{A_1, A_2\}$ , where

$$A_1 = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix}, \quad A_2 = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Assume that  $p_1, p_2 \neq 0$ . Then it is easy to see that the Lyapunov exponent  $L$  is 0.

EXAMPLE 1.4. Assume that all  $A \in \mathcal{A}$  are rotation matrix. Then the Lyapunov exponent is 0.

## 2. Uniform hyperbolicity

Let  $\mathcal{A}$  be a finite collection of  $SL(2, \mathbb{R})$  matrices. We say that  $\mathcal{A}$  is *uniformly hyperbolic* if there exists a constant  $\gamma > 1$  such that

$$\|A_n A_{n-1} \cdots A_1\| > \gamma^n$$

for all  $n \in \mathbb{N}$  and  $A_i \in \mathcal{A}$ . For example, it is easy to see that if all the matrices in  $\mathcal{A}$  have positive entries, then  $\mathcal{A}$  is uniformly hyperbolic. It is known that if  $\mathcal{A}$  is uniformly hyperbolic, then  $\mathcal{A}$  is in a sense “very stable”.

## 3. Random matrix products for Anderson-Bernoulli model

Random matrix products shows up naturally in the study of Anderson-Bernoulli model. For  $E \in \mathbb{R}$  and  $\lambda \in \mathbb{R}$ , let  $\mathcal{A}^E = \{A_1^E, A_2^E\}$ , where

$$A_1^E = \begin{pmatrix} E & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad A_2^E = \begin{pmatrix} E - \lambda & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Let  $p = (1/2, 1/2)$  be the associated probability vector. Denote the *density of states measure* by  $\nu$ . It is well-known that the density of states measure is supported on the spectrum. It is also known that the resolvent set agrees with the set

$$\{E \mid \mathcal{A}^E \text{ is uniformly hyperbolic}\}.$$

In other words, the spectrum agrees with the set

$$\{E \mid \mathcal{A}^E \text{ is not uniformly hyperbolic}\}.$$

It is not hard to see that the Lyapunov exponent  $L(E)$  is subharmonic. By the Thouless formula we have

$$L(E) = \int \log |E - x| d\nu(x).$$

This immediately implies that the Lyapunov exponent  $L(E)$  is harmonic if and only if  $\{A_1^E, A_2^E\}$  is uniformly hyperbolic.

## 4. Holomorphic family of random matrix products

Our aim is to extend the above result to more general one-parameter family of random matrix products. Let  $\{A_1^\lambda, A_2^\lambda\}$  be a set of matrices that depend holomorphically on  $\lambda$ . Furthermore, we assume that

- for all real  $\lambda$ , the matrices  $A_1^\lambda, A_2^\lambda$  are all real;
- for all  $i = 1, 2$  and  $v \in \mathbb{R}^2 \setminus \{0\}$ , the function

$$\lambda \mapsto \arg(A_i^\lambda v) \quad (\lambda \in U \cap \mathbb{R})$$

has positive derivative.

It is easy to see that this condition is satisfied in the case of Anderson-Bernoulli model. The following is the main result in [2]:

**THEOREM 4.1.** *The Lyapunov exponent is harmonic if and only if  $\{A_1^E, A_2^E\}$  is uniformly hyperbolic.*

## 5. Idea of the proof

It is not hard to show that uniform hyperbolicity of  $\{A_1^\lambda, A_2^\lambda\}$  implies the harmonicity of the Lyapunov exponent. To show the other implication, we need the notion of rotation number.

For each  $\lambda \in \mathbb{R}$ , consider the projectivization of  $A_\lambda^i$  (i.e., the action of  $A_\lambda^i$  on  $\mathbb{RP}^1$ ). Let  $g_\lambda^i$  be its lift. Then the following is well-known:

**PROPOSITION 5.1.** *There exists a non-decreasing continuous function  $\rho(\cdot) : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  such that for all  $\lambda \in \mathbb{R}$ , a.e.  $i = i_1 i_2 \cdots$  and  $t \in \mathbb{R}$ , the limit*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} g_\lambda^{i_1} \circ g_\lambda^{i_2} \circ \cdots \circ g_\lambda^{i_n}(t)$$

*exists and is equal to  $\rho(\lambda)$ .*

Then, by applying the argument developed by Beroin and Dujardin in [1], we can show that if the Lyapunov exponent is harmonic then the rotation number  $\rho(\lambda)$  “behaves well”, which implies that  $\{A_1^\lambda, A_2^\lambda\}$  is uniformly hyperbolic.

## References

- [1] B. Deroin, R. Dujardin, Random walks, Kleinian groups, and bifurcation currents, *Invent. Math.* **190** (2012) 57–118.
- [2] Y. Takahashi, Harmonicity of the Lyapunov exponent for monotonic  $SL(2, \mathbb{R})$  cocycles and the generalized Thouless formula, preprint.





## Ⅱ

令和4年度

テニユアトラック教員の研究成果



## 江幡修一郎 理工学研究科 助教

(物質科学部門 令和元年12月1日着任)



### [学位]

2011年3月: 博士(理学)(筑波大学)

「Canonical-basis Time-Dependent Hartree-Fock-Bogoliubov Theory and Linear-Response Calculation for Light to Heavy Nuclei」

### [研究分野]

原子核物理学, 核データ

### [研究の内容]

原子の核の性質を主に理論的な方法で研究しています。原子核は原子の10万分の1の大きさで極小の系です。この系は数百程度の核子(中性子と陽子の総称)という粒子で構成されています。一般にこのような系を有限量子多体系と呼ばれ、量子力学で記述されます。しかし、構成粒子数と同数のシュレディンガー方程式またはディラック方程式を同時に解く事が一般には必要になりますが、それは困難である事が殆どです。その為、多くの理論模型が提案されています。私はその理論模型の一つである平均場模型に基づく方法を使って原子核を研究しています。

有限量子多体系の問題とは、平易に言えば物が多数集合した時に現れる秩序を理解する事です。原子核には様々な秩序が現れます。例えば、原子核は核子の集まりなので一見、液滴の様な量子流体として理解できる部分があります。同時に核子が独立して運動している様相もあります。さらに凝縮系物理学で扱われる超伝導と同じような性質を示す事もあります。原子核には様々な様相があり、これらが複雑に絡み合い、多様な現象が現れます。その中でも原子核を大きく変質させる核分裂や核融合は社会ではよく知られています。原子力発電、放射線治療などは核崩壊を利用しています。宇宙で元素が合成する時は、中性子が吸収される核融合が起きています。多

様な原子核のダイナミクスのメカニズム解明の為、高速計算機を用いた理論的方法で研究を進めています。

最近では核子だけでなく、ラムダ粒子と呼ばれる少し重いバリオン(3つのクォークから成る粒子)が含まれるハイパー核の研究を進めています。巨大な原子核と捉えられる中性子星の内部にはハイパー核が安定に存在するとされている事から、バリオン数が大きいラムダ・ハイパー核に注目し、その構造を研究もしています。

また、核物理学を応用する為の核データ研究にも興味があり、放射化法を用いた研究も進めています。将来、医療に用いられる可能性がある放射性核種の生成断面積を、理化学研究所の方々との共同研究で測定しています。

## 令和4年度の研究成果

### [論文(査読付き)]

- [1] S. Ebata, M. Aikawa, D. Gantumur, H. Haba, Nucl. Instr. Meth. B **530** (2022) 18,
- [2] K. Fujio, S. Ebata, T. Inakura, C. Ishizuka, S. Chiba, Front. Phys. **10**(2022) 986488,
- [3] D. Gantumur, M. Aikawa, T. Khishigjargal, E. Norov, S. Ebata, H. Haba, Appl. Radiat. Isot. **166** (2022) 110204.

### [学会発表]

- [1] 江幡 修一郎, 伊東 駿, 梅谷 篤史, 吉永 尚孝, “平均場模型計算によるラムダハイパー核のE1遷移強度分布の研究”, 日本物理学会 2023年春季大会, 2023年3月
- [2] 江幡 修一郎, 伊東 駿, 梅谷 篤史, 吉永 尚孝, “時間依存平均場模型によるラムダハイパー核の遷移強度分布の計算”, 日本物理学会 2022年秋季大会, 2022年9月
- [3] 伊東 駿, 江幡 修一郎, 吉永 尚孝, 梅谷 篤史, “平均場計算におけるラムダハイパー核中のラムダ粒子の効果”, 日本物理学会 2022年秋季大会, 2022年9月
- [4] 吉永尚孝, 落合達哉, 江幡修一郎, 渡邊千夏, 東山幸司, “中重核でのテンソル力を考慮した殻模型計算”, 日本物理学会 2022年秋季大会, 2022年9月
- [5] 落合達哉, 吉永尚孝, 江幡修一郎, 東山幸司, “八重極振動模型の質量数80領域への応用”, 日本物理学会 2022年秋季大会, 2022年9月
- [6] S. Ebata, S. Okumura, C. Ishizuka, S. Chiba, “Charge polarization calculated with a microscopic model for the fission fragments of U-236”, 15th International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND2022) (リモート)

### [外部資金獲得]

令和2年度科学研究費助成事業 基盤研究C, “核分裂片の荷電偏極が繋ぐ微視的理論研究と応用研究” 3,200,000円(直接経費総額), 令和2~4年度獲得。(令和5年度まで延長)

## 高橋悠樹 理工学研究科 助教

(数理電子情報部門・数学 令和2年10月1日着任)



[学位]

2017年5月: Ph.D. in Mathematics (University of California, Irvine)

「Sums and products of Cantor sets and separable two-dimensional quasicrystal models」

[研究分野]

Spectral theory, dynamical systems and fractal geometry

[研究の内容]

This year I conducted research on Lyapunov exponents for random products of  $SL(2, \mathbb{R})$  matrices. (“Harmonicity of the Lyapunov exponent for monotonic cocycles and generalized Thouless formula”, preprint.)

Let  $\mu$  be a probability measure on  $SL(2, \mathbb{R})$ , and let  $X_1, X_2, \dots$  be a i.i.d. random variables with distribution  $\mu$ . Then, with probability one the limit

$$L = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \log \|X_n X_{n-1} \cdots X_1\|$$

exists. The value  $L \geq 0$  is called the *Lyapunov exponent*.

Example 1) Let

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix},$$

and assume that  $\mu(A) = 1$ . Then we have

$$\begin{aligned} L &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \log \|A^n\| \\ &= \log 2. \end{aligned}$$

Example 2) Let

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix} \quad \text{and} \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 1/3 \end{pmatrix},$$

and assume that  $\mu(A) = \mu(B) = 1/2$ . Then it is easy to see that  $L = \log \sqrt{6}$ .

Let  $\mathcal{A}$  be a finite collection of  $SL(2, \mathbb{R})$  matrices. We say that  $\mathcal{A}$  is *uniformly hyperbolic* if there exists a constant  $\gamma > 1$  such that

$$\|A_n A_{n-1} \cdots A_1\| > \gamma^n$$

for all  $n \in \mathbb{N}$  and  $A_i \in \mathcal{A}$ . For example, it is easy to see that if all matrices in  $\mathcal{A}$  have positive entries, then  $\mathcal{A}$  is uniformly hyperbolic.

The main object of my study is one-parameter family of random products of  $SL(2, \mathbb{R})$  matrices. Then, it is well known that the Lyapunov exponent is a subharmonic function.

In the above preprint, I showed that the Lyapunov exponent is harmonic if and only if the support of  $\mu$  is uniformly hyperbolic.

The motivation of this problem comes from the study of Schrödinger cocycles. In the case of Schrödinger cocycles, by the well known Thouless formula we have

$$L(E) = \int \log |E - x| d\nu(x),$$

where  $E \in \mathbb{R}$  is the energy,  $L(E)$  is the Lyapunov exponent and  $\nu$  is the *density of states measure*. Thouless formula immediately implies that the equivalence of harmonicity of the Lyapunov exponent and the uniform hyperbolicity of the Schrödinger cocycle. Therefore, my result can be considered as a generalization of (a consequence of) Thouless formula.

[外部資金獲得]

令和3年度科学研究費助成事業 若手研究「パラメータに依存するFurstenberg measureの絶対連続性」  
3,500,000円(直接経費総額)、令和3年度～令和7年度

# Ⅲ

## 研究発表会開催の記録





# 第1回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2015年4月17日(金)

場所：総合研究棟1階 シアター教室

## 【プログラム】

13:00-13:05

「学長挨拶」

山口 宏樹 埼玉大学 学長

13:05-13:20

「新入のテニュアトラック教員自己紹介」

Sung-Chul Noh 助教(経営学)

乙須 拓洋 助教(応用化学)

13:20-13:50

「埼玉大学のテニュアトラック普及・定着  
事業の現状と課題ーテニュアトラック  
制度を新時代の要請に応える教員採用  
制度とするためにはー」

小田 匡寛 特任教授

13:50-14:20

「気体デトネーション(爆轟)で生成され  
る高圧・高温環境を利用した新しい飛翔  
体加速装置」

前田 慎市 助教(機械)

14:20-14:50

「調和解析と偏微分方程式及び幾何計算  
との相互作用」

Neal Bez 准教授(数学)

14:50-15:20

「神経回路の構築機構

ー光を用いて脳の形と機能を観るー」

津田 佐知子 助教(生体制御)

15:50-16:20

「テニュアトラック教員を経験して」

遠山 忠 山梨大学 准教授

16:20-16:50

「音響情報を利用した非侵襲的診断法」

坂井 建宣 准教授(機械)

16:50-17:20

「相対性海面上昇評価とリージョナル予測」

李 漢洙 准教授(社会基盤)

17:20-17:50

「「ロシア・ユダヤ人」と「ユダヤ人」のあ  
いだー帝国崩壊後のシオニズムとユダ  
ヤ・ナショナリズムー」

鶴見 太郎 准教授(社会学)

17:50-18:00

「挨拶と研究発表会の総括」

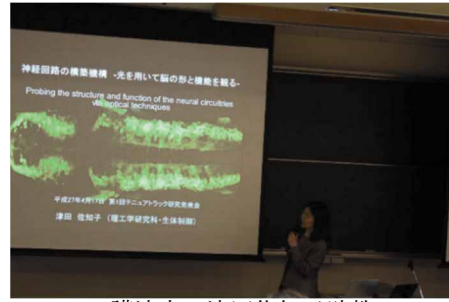
坂井 貴文 教授(理工学研究科長)



第1回テニユアトラック研究発表会の様子



学長挨拶 山口宏樹 埼玉大学学長



講演中の津田佐知子助教



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の坂井建宣准教授



講演中の乙須拓洋助教



講演中の李漢洙准教授



講演中の前田慎市助教



講演中の鶴見太郎准教授



講演中の Neal Bez 准教授



閉会挨拶 坂井貴文 理工学研究科教授

## 第2回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2016年4月15日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

### 【プログラム】

13:00-13:05

「開会挨拶」

佐藤 勇一 埼玉大学 研究機構長

13:05-13:20

「気体 detonation (爆轟) の  
「抑止」と「応用」

前田 慎市 助教 (機械)

13:20-13:35

「分子動力学シミュレーションを用いた  
フィジカルエージング現象の再現」

坂井 建宣 准教授 (機械)

13:40-13:55

「 Structural and functional  
compartmentalization in the cerebellar  
circuitry development」

津田 佐知子 助教 (生体制御)

13:55-14:10

「新規蛍光相関分光法の開発に基づく  
生体膜中分子の並進拡散測定」

乙須 拓洋 助教 (応用化学)

14:30-15:10

「信州大学テニュアトラック制度の歩み」

伊藤 建夫 信州大学テニュアトラック事業  
コーディネーター特任教授

15:10-15:25

「 Application of harmonic analysis  
techniques to dispersive partial  
differential equations」

Neal Bez 准教授 (数学)

15:25-15:40

「Impacts of tides on tsunami propagation  
in the Seto Inland Sea, Japan」

李 漢洙 准教授 (広島大学大学院)

15:45-16:00

「The Transformation of Jewish Identity  
behind the Militarization of Zionism」

鶴見 太郎 准教授 (東京大学大学院)

16:00-16:15

「A Pacified Labour? The Transformation  
of Labour Conflict」

Sung-Chul Noh 助教 (経営学)

16:20-16:25

「閉会挨拶」

桐谷 正信 研究機構研究企画推進室 室長

第2回テニユアトラック研究発表会の様子



開会挨拶 佐藤勇一研究機構長



講演中の Neal Bez 准教授



講演中の前田慎市助教



講演中の李漢洙広島大学大学院准教授



講演中の坂井建宣准教授



講演中の鶴見太郎東京大学大学院准教授



講演中の津田佐知子助教



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の乙須拓洋助教



閉会挨拶 桐谷正信研究企画推進室 室長

# 第3回 テニユアトラック 研究発表会

日時：2017年7月28日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

## 【プログラム】

14：25-14：30

「開会挨拶」

佐藤 勇一 埼玉大学 研究機構長

14：30-14：50

「デトネーション燃焼を応用したエンジン」

前田 慎市 助教（機械）

14：50-15：10

「CFRP 積層板の接着不良評価」

坂井 建宣 准教授（機械）

15：10-15：30

「高次元における立方体の切断面」

Neal Bez 准教授（数学）

15：30-15：50

「Managing PhDs: 専門家たちの人的資源  
管理（サムスン電子のケース）」

Sung-Chul Noh 助教（経営学）

16：05-16：25

「細胞膜研究のための新規分光法の開発と  
応用」

乙須 拓洋 助教（応用化学）

16：25-16：45

「小脳の形と機能の形成」

津田 佐知子 助教（生体制御）

16：45-17：05

「植物の長距離・高速シグナル」

豊田 正嗣 准教授（分子生物）

17：05-17：10

「閉会挨拶」

桐谷 正信 研究機構研究企画推進室 室長



第3回テニユアトラック研究発表会の様子



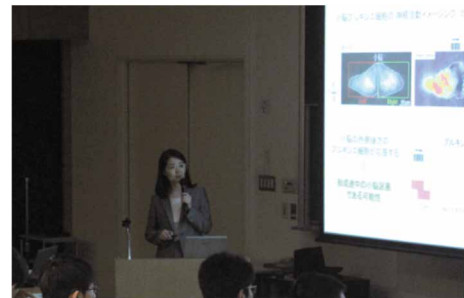
開会挨拶 佐藤勇一研究機構長



講演中の乙須拓洋助教



講演中の前田慎市助教



講演中の津田佐知子助教



講演中の坂井建宣准教授



講演中の豊田正嗣准教授



講演中の Neal Bez 准教授



閉会挨拶 桐谷正信研究企画推進室 室長



講演中の Sung-Chul Noh 助教



会場の様子

# 第4回 テニユアトラック 研究発表会

日時：2018年7月27日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

## 【プログラム】

14：05－14：10

「開会挨拶」

伊藤 修 埼玉大学 研究機構長

14：10－14：30

「オジギソウは、何のためにお辞儀をするのか？」

豊田 正嗣 准教授（分子生物）

14：30－14：50

「Brascamp-Lied の不等式:掛谷予想と Vinogradov 予想の架け橋」

Neal Bez 准教授（数学）

14：50－15：10

「Professionals in the hierarchical order: Balancing control and autonomy」

Sung-Chul Noh 助教（経営学）

15：10－15：30

「運動界面を用いた細胞の動的力学環境構築と変形性評価」

川村 隆三 助教（ライフ・ナノバイオ領域）

15：45－16：05

「超新星残骸の X 線観測から迫る超新星爆発の仕組み」

勝田 哲 助教（X 線・光赤外線宇宙物理領域）

16：05－16：25

「細胞膜研究のための新規分光法の開発と応用」

乙須 拓洋 助教（応用化学）

16：25－16：45

「高分子材料の粘弾性変形機構」

坂井 建宣 准教授（機械）

16：45－17：05

「新たな手法として気体デトネーションを用いた爆風シミュレータ」

前田 慎市 准教授（機械）

17：05－17：10

「閉会挨拶」

石井 昭彦 研究機構研究企画推進室 室長

第4回テニユアトラック研究発表会の様子



開会挨拶 伊藤修研究機構長



講演中の勝田哲助教



講演中の豊田正嗣准教授



講演中の乙須拓洋助教



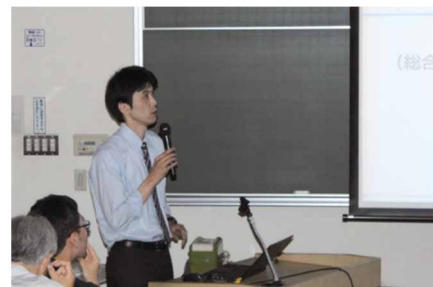
講演中の Neal Bez 准教授



講演中の坂井建宣准教授



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の前田慎市准教授



講演中の川村隆三助教



閉会挨拶 石井昭彦研究企画推進室 室長



# 第5回 テニユアトラック 研究発表会

日時：2019年7月26日（金）

場所：総合研究棟1階 シアター教室

## 【プログラム】

14：00－14：05

「開会挨拶」

伊藤 修 埼玉大学 研究機構長

14：05－14：30

「炭素繊維強化ポリアミドの結晶化が  
曲げ特性に及ぼす影響」

坂井 建宣 准教授（機械）

14：30－14：55

「分散型クラウド労働プラットフォーム  
（Cloud-Crowd labor Platform）」

Sung-Chul Noh 助教（経営学）

14：55－15：20

「天の川銀河とマゼラン銀河の  
重力崩壊型超新星の親星質量分布」

勝田 哲 助教（X線・光赤外線宇宙物理領域）

15：30－15：55

「細胞膜研究のための新規分光法の  
開発と応用」

乙須 拓洋 助教（応用化学）

15：55－16：20

「グルタミン酸はカルシウムシグナルを介  
した植物の全身性防御応答を引き起こす」

豊田 正嗣 准教授（分子生物）

16：20－16：45

「分子が動くゲル材料  
－細胞のゆりかごととして－」

川村 隆三 助教（ライフ・ナノバイオ領域）

16：45－16：50

「閉会挨拶」

石井 昭彦 研究機構研究企画推進室 室長

第5回テニュアトラック研究発表会の様子



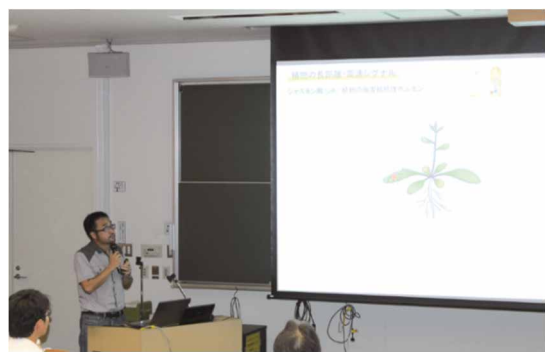
開会挨拶 伊藤修研究機構長



講演中の乙須拓洋助教



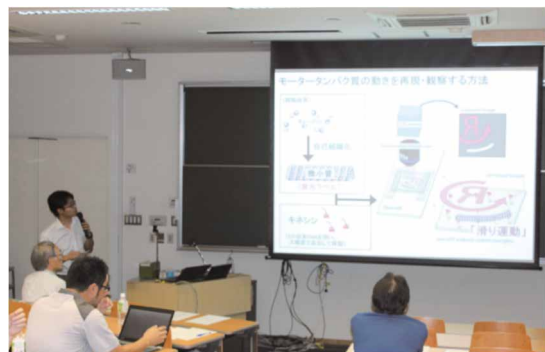
講演中の坂井建宣准教授



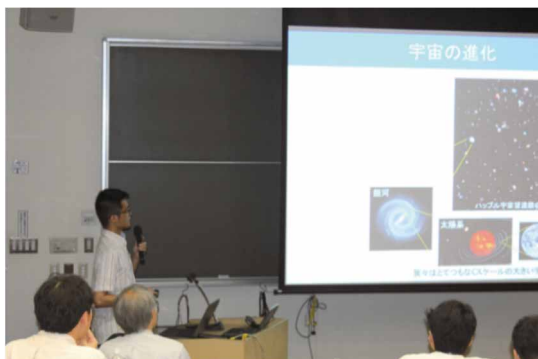
講演中の豊田正嗣准教授



講演中の Sung-Chul Noh 助教



講演中の川村隆三助教



講演中の勝田哲助教



閉会挨拶 石井昭彦研究企画推進室 室長

# 第6回 テニュアトラック 研究発表会

日時：2023年7月20日（木）  
場所：研究機構棟7階 大会議室

## 【プログラム】

14:00-14:05

「開会挨拶」

黒川 秀樹 埼玉大学 研究機構長

14:05-14:25

「痛みの性差を生み出すメカニズムの解明に向けて」

金谷 萌子 助教（生体制御）

14:30-14:50

「ストリゴラクトン分泌調節メカニズムの解明」

米山 香織 准教授（分子生物）

15:10-15:30

「行列のランダム積の Lyapunov 指数について」

高橋 悠樹 助教（数理電子情報部門）

15:35-15:55

「時間依存平均場模型で記述する原子核の多様な状態」

江幡 修一郎 助教（物質科学部門）

16:00-16:05

「閉会挨拶」

弥益 恭 研究機構研究推進室長

## 第6回テニユアトラック研究発表会の様子



開会挨拶 黒川秀樹研究機構長



講演中の金谷萌子助教



講演中の米山香織准教授



講演中の高橋悠樹助教



講演中の江幡修一郎助教



閉会挨拶 弥益恭研究推進室長



- 編集 テニュアトラック推進オフィス
- 住所 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255
- TEL 048-858-3010
- ホームページ <http://www.saitama-u.ac.jp/iron/tt/>