

A 3 サブコース (物性理論)

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



構成研究室 (合計 20)

物理学教室	(本郷)	9 研究室
物性研究所	(柏)	8 研究室
総合文化研究科	(駒場)	1 研究室
生産技術研究所	(柏)	1 研究室
素粒子物理国際研究センター	(本郷)	1 研究室

(上田研・川島研では博士課程まではとりません
常次研・常行研・杉野研・押川研では
修士・博士ともとりません)

大学院生	修士課程	41人	(1.03人/年/研究室)
	博士課程	58人	(0.97人/年/研究室)

A 3 サブコース（物性理論）

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



デバイス・応用

物質・材料

物性物理

人工量子物質

数学

機械学習

情報理論

モデル計算

数値計算、計算物理

第一原理計算

強相関電子系

熱電特性、誘電特性

トポロジカル物質

超伝導・磁性

超伝導・磁性

スピン系

冷却原子系

非平衡統計力学

相転移・臨界現象

複雑ネットワーク

機械学習

量子情報

A 3 サブコース (物性理論)

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>

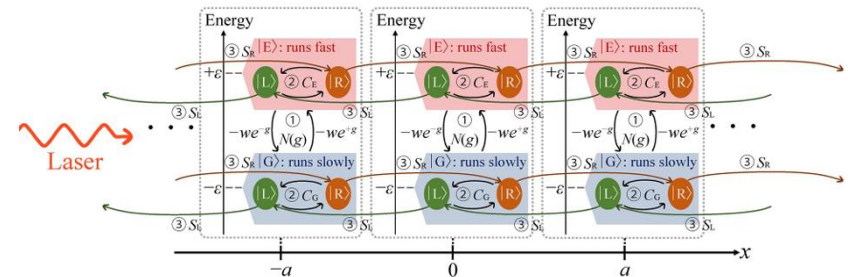


モデル計算

- 量子力学・統計力学・固体物理の手法を駆使して、モデルの振舞を解明
- 実験で観測された現象を理解したり、新しい現象を予言したりするためのモデルを設定

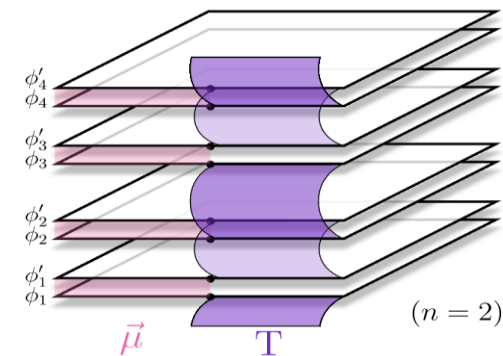
$N \pmod{4}$	0	1	2	3
Fermion parity $(-1)^F$	$\mathbb{Z}_2$	$\mathbb{Z}_2$	$\mathbb{Z}_2$	$\mathbb{Z}_2$
Modular conjugation $\mathcal{J}$	+1	+1	+1	+1
$\mathcal{P}$	+1	0	-1	0
$\mathcal{Q}$	+1	+1	+1	+1
$\mathcal{R}$	+1	0	-1	0
$\mathcal{S}$	+1	+1	+1	+1
$q = 0 \pmod{4}$ ($K_{m,j}K_{m,j}^* \notin \mathbb{R}$)	$AI = D^\dagger$	$AI = D^\dagger$	$AI = D^\dagger$	$AI = D^\dagger$
$q = 0 \pmod{4}$ ($K_{m,j}K_{m,j}^* \in \mathbb{R}$)	$BDI + S_{++}$ $= BDI^\dagger + S_{++}$	$BDI^\dagger$	$BDI + S_{--}$ $= CI^\dagger + S_{--}$	$BDI^\dagger$
$q = 2 \pmod{4}$	BDI	$AI = D^\dagger$	CI	$AI = D^\dagger$

量子開放系の分類 K. Kawabata et al., PRX Quantum 4, 030328 (2023)



量子アクティブマターのモデル

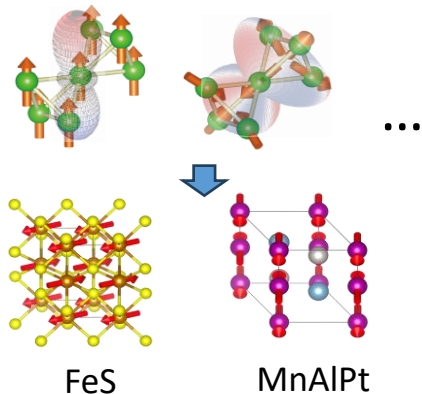
Yamagishi, Hatano, Obuse., Scientific Reports (2024)14:28648



量子測定下の1次元量子多体系を記述するための、共形場理論を用いた経路積分表示

3

場の理論的手法、平均場近似、厳密解 etc



クラスター多極子理論に基づき
新しいトポロジカル反強磁性体
物質を発見

T. Nomoto et al., PRB109, 094435 (2024)

Hoshino, Oshikawa, and Ashida, PRB 111, 155143 (2025)

A 3 サブコース (物性理論)

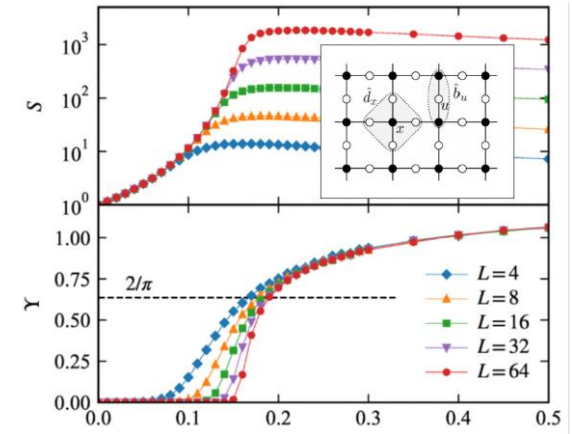
<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



数値計算

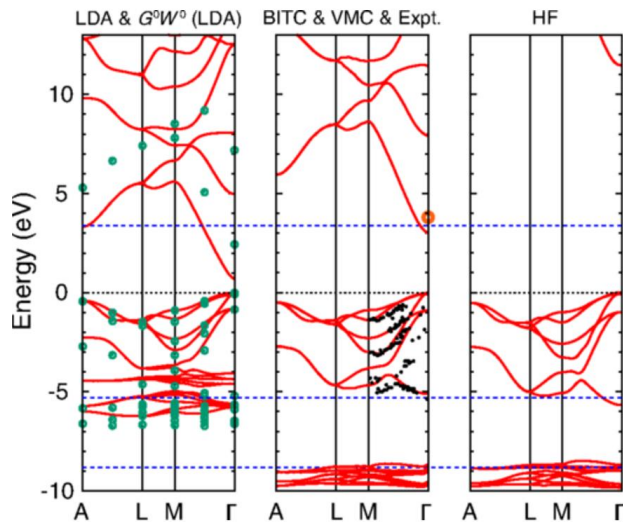
- モデル・ハミルトニアン of 自己無撞着解
- モンテカルロ法・テンソルネットワーク法
- 第一原理計算・分子動力学

ノートパソコン ～ 物性研スパコン、富岳



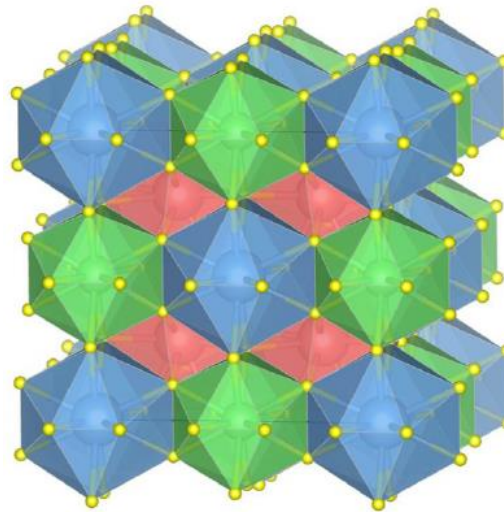
フラットバンド系特有の特異な絶対零度臨界現象。

Katsura and Kawashima et al.,
Phys. Rev. Research, 3 033190 (2021).



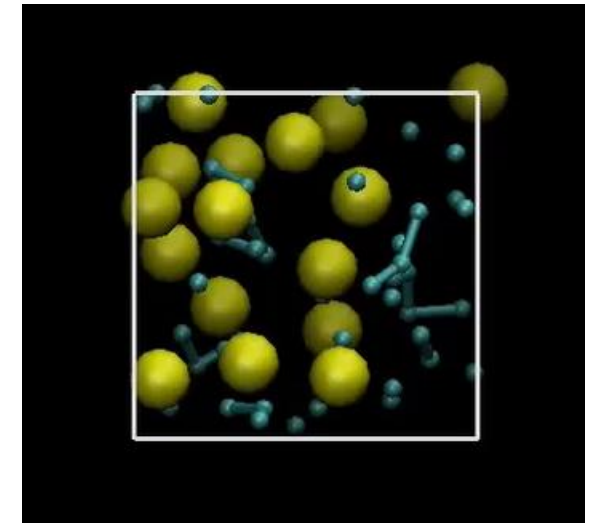
電子相関を取り入れた新しい手法によって得られた
ZnOの電子構造

M. Ochi, J. Chem. Phys. **144**, 4109 (2016).



新水素化物超伝導体H12ScY2Caの結晶構造

Koshoji and Ozaki et al.,
Phys. Rev. Mat. 6, 114802 (2022).



N. Tsujimoto, et al, Phys. Rev. Materials **2**, 053801 (2018).

A 3 サブコース (物性理論)

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



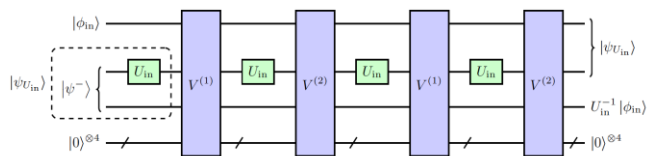
物理とAI

- 統計力学的手法をAI分野へ応用
- 強化学習を用いて量子多体系を安定化
- サイエンスをするAI

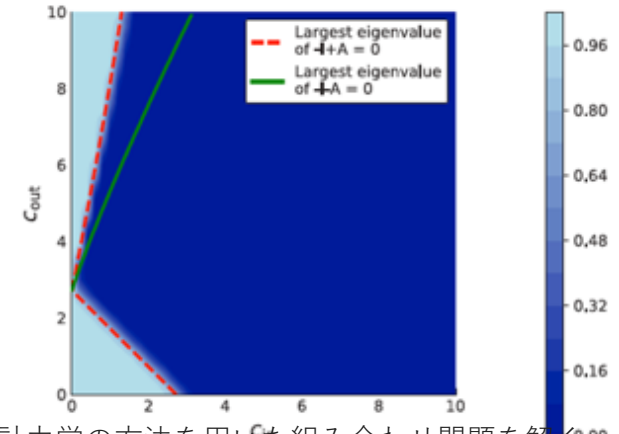
物理と量子情報

量子計算と物性物理

- 量子情報処理を用いた量子系の理解
- 量子プログラミングの観点から因果構造や非局所性を解明
- 量子コンピュータの新しい使い道を探求
- 量子コンピュータ >> スパコンはいつか Problems

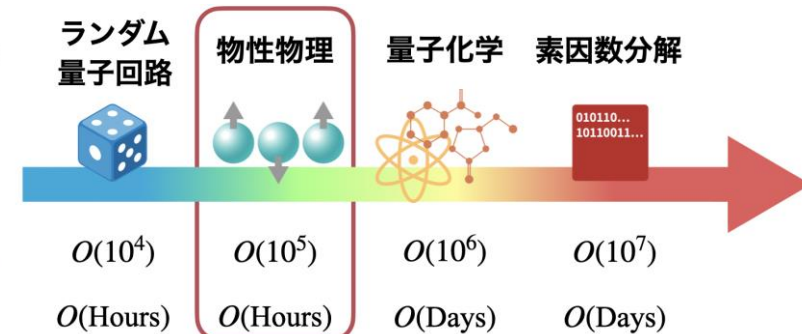


未知ハミルトニアン動力学の
“時間逆回し”をする量子アルゴリズム
Yoshida, Soeda and Murao, PRL. **131**, 120602 (2023).



統計力学の方法を用いた組み合わせ問題を解く
際の難しさの理論的分析

Suzuki-Kabashima, PRE **100**, 062101 (2019).



量子優位性に必要な要件のまとめ

Yoshioka et al., npj Quantum Info. **10**, 45(2024).

A 3 サブコース (物性理論)

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



蘆田祐人	量子多体物理、相転移・臨界現象、量子測定、開放系、非エルミート物理、量子情報/光学、機械学習	本郷
有田亮太郎	第一原理計算手法の開発と応用、量子多体系、強相関電子系、超伝導、磁性、トポロジカル物質	本郷
上田正仁	冷却原子気体、情報熱力学、量子情報・測定、非エルミート系、非平衡開放系 [博士課程まではとりません]	本郷
岡隆史	量子物質の非平衡制御、多体物理基礎論（場の理論）、生命現象のメソスコピック物理	物性研
尾崎泰助	第一原理計算、密度汎関数理論、汎用第一原理計算ソフトウェア開発、光電子分光理論、新物質探索	物性研
押川正毅	量子多体系、場の理論とアノマリー、トポロジカル相、ゲージ不変性、量子ダイナミクス [学生をとりません]	物性研

A 3 サブコース (物性理論)

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



桂法称	強相関多体系、トポロジカル物質、統計力学・可解模型、数理物理	本郷
加藤雄介	超伝導、量子渦、超流動、カイラル磁性体、低次元量子可積分系	駒場
加藤岳生	メゾスコピック系、量子コヒーレンス、非平衡統計力学、電子相関、スピントロニクス	物性研
樺島祥介	情報統計力学、情報科学、圧縮センシング・スパースモデリングの統計力学、機械学習	本郷
川島直輝	計算統計物理、テンソルネットワーク、量子モンテカルロ、量子スピン系、ボース粒子系 [博士課程まではとりません]	物性研
川畑幸平	物性基礎論、非平衡系の相分類・相転移、非平衡統計力学、非エルミート物理	物性研
杉野修	第一原理計算、表面・界面物理、励起ダイナミクス、生体物質、燃料電池電極触媒、密度汎関数理論 [学生をとります]	物性研

A 3 サブコース (物性理論)

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



辻直人	非平衡量子多体系、超伝導、光誘起相転移、強相関電子系、統計力学	本郷
常次宏一	強相関電子系、量子磁性、フラストレーション系、超伝導、可解模型と厳密解 [学生をとりません]	物性研
常行真司	第一原理計算手法の開発、超伝導、磁性、光物性、熱伝導、誘電体、表面界面科学、超高压下物性 [学生をとりません]	本郷
藤堂眞治	量子多体系のシミュレーション手法開発、テンソルネットワーク、モンテカルロ法、機械学習、量子計算アルゴリズム、計算物理ソフトウェア開発	本郷
羽田野直道	非エルミート量子力学、非平衡統計力学、量子熱力学、複雑ネットワーク、不確定性関係	生研 (柏)
村尾美緒	量子アルゴリズム、量子プログラミング、量子機械学習、量子誤り訂正、量子情報理論、量子力学の基礎	本郷
吉岡信行	量子計算理論、量子誤り抑制/訂正、量子情報理論、機械学習、計算物理	本郷

A 3 サブコース（物性理論）

<https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/>



モデル計算

場の理論的手法、平均場近似、厳密解 etc

数値計算

ノートパソコン ～ 物性研スパコン、富岳

キーワード：

量子系、第一原理計算、密度汎関数理論、大規模数値計算、非平衡、非線形、情報、強相関、トポロジカル、機械学習、量子情報、超伝導、磁性、ボース・アインシュタイン凝縮、非エルミート

基本的運営：研究室ごとにセミナーなどを行っている。

理論グループの集まりとして、輪講や共通セミナーなどで一緒に活動していることも多い。

是非、**研究室見学**をして、自分の興味にあった研究室を見つけてください。