Ａ３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１８）

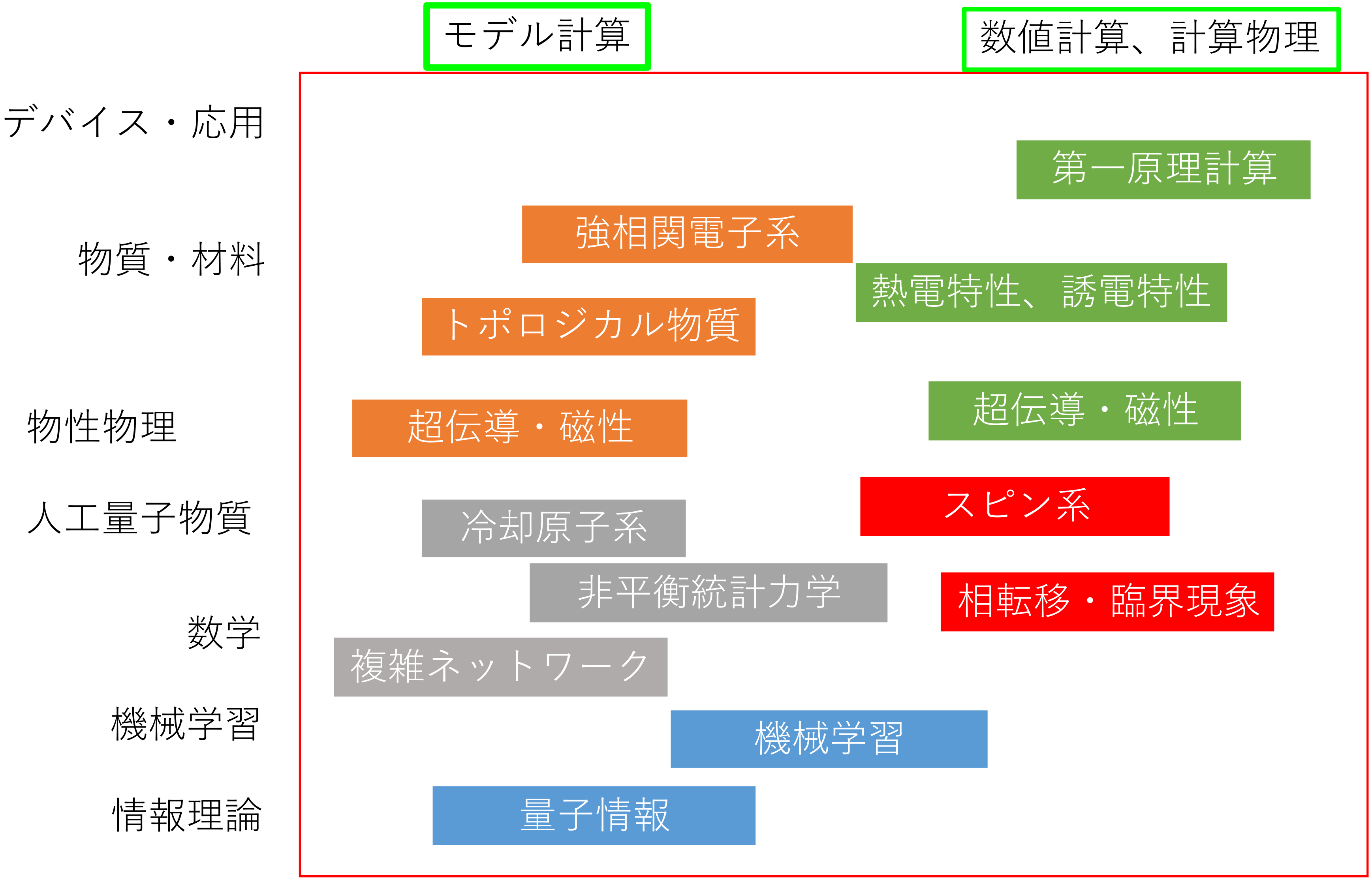
物理学教室	（本郷）	９研究室
物性研究所	（柏　）	６研究室
総合文化研究科	（駒場）	１研究室
生産技術研究所	（柏　）	１研究室
素粒子物理国際研究センター	（本郷）	１研究室

（上田研・川島研・羽田野研では博士課程まではとりません。
常行研・杉野研では修士・博士ともとりません）

大学院生	修士課程	58人（1.61人/年/研究室）
	博士課程	58人（1.07人/年/研究室）

A３サブコース（物性理論）

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



A３サブコース（物性理論）

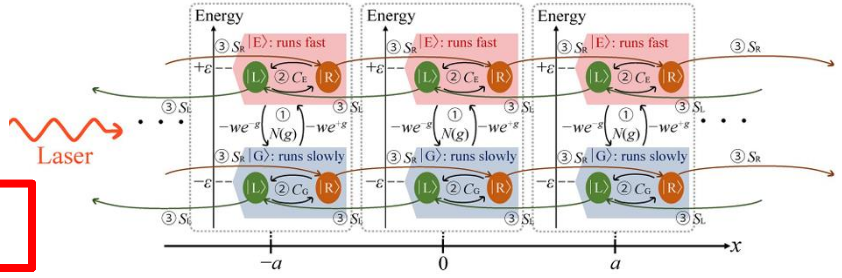
https://www.phys.s.u-tokyo.ac.jp/lp/a3/

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

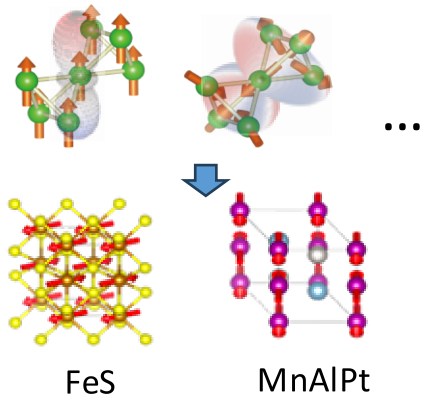
N (mod 4)	0	1	2	3
Fermion parity $(-1)^{\mathcal{F}}$	$\mathbb{Z}_2$	$\mathbb{Z}_2$	$\mathbb{Z}_2$	$\mathbb{Z}_2$
Modular conjugation $\mathcal{J}$	+1	+1	+1	+1
$\mathcal{P}$	+1	0	−1	0
$\mathcal{Q}$	+1	+1	+1	+1
$\mathcal{R}$	+1	0	−1	0
$\mathcal{S}$	+1	+1	+1	+1
$q \equiv 0$ (mod 4) $(K_{m;i}K^*_{m;j} \notin \mathbb{R})$	$\mathrm{AI} = \mathrm{D}^\dagger$	$\mathrm{AI} = \mathrm{D}^\dagger$	$\mathrm{AI} = \mathrm{D}^\dagger$	$\mathrm{AI} = \mathrm{D}^\dagger$
$q \equiv 0$ (mod 4) $(K_{m;i}K^*_{m;j} \in \mathbb{R})$	$\mathrm{BDI} + \mathcal{S}_{++} = \mathrm{BDI}^\dagger + \mathcal{S}_{++}$	$\mathrm{BDI}^\dagger$	$\mathrm{BDI} + \mathcal{S}_{-+} = \mathrm{CI}^\dagger + \mathcal{S}_{+-}$	$\mathrm{BDI}^\dagger$
$q \equiv 2$ (mod 4)	BDI	$\mathrm{AI} = \mathrm{D}^\dagger$	CI	$\mathrm{AI} = \mathrm{D}^\dagger$

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

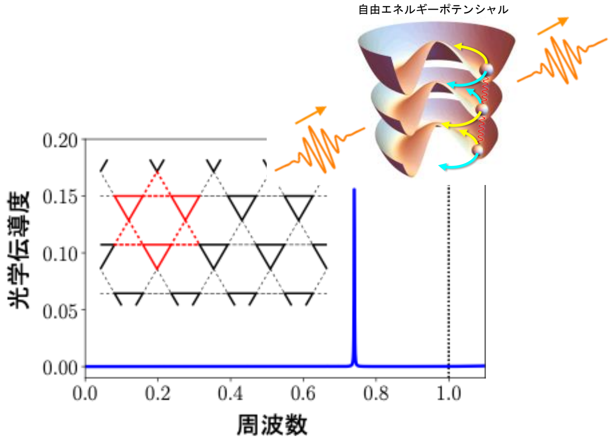


量子アクティブマターのモデル
Yamagishi, Hatano, Obuse., Sci. Rep. (2024)14:28648

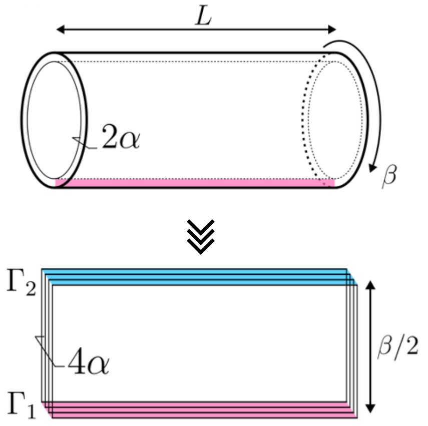
場の理論的手法、平均場近似、厳密解 etc



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., PRB 109, 094435 (2024)



光に反応する超伝導体の集団励起モード
R. Nagashima et al., PRR 6, 013120 (2024)



多体系の量子リソースを記述するための共形場理論を用いた経路積分表示
Hoshino, Oshikawa, Ashida, PRX 16, 011037 (2026)

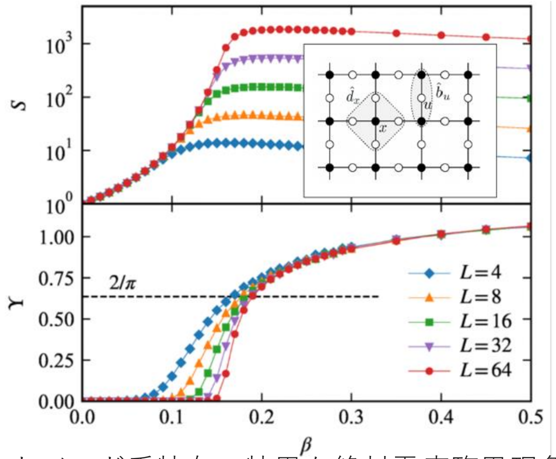
Ａ３サブコース（物性理論）

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

数値計算

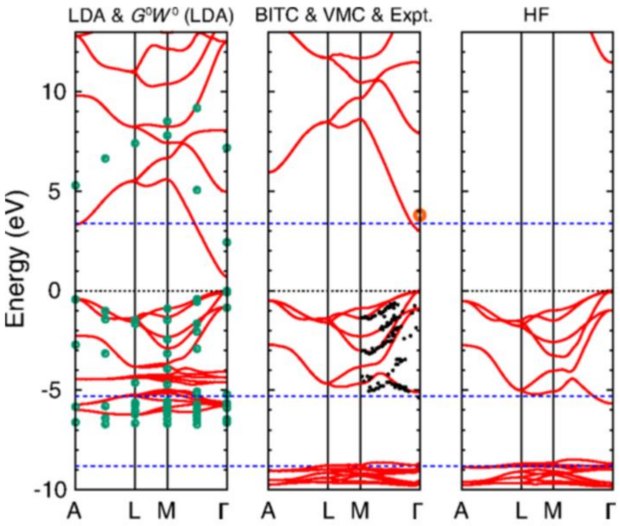
- モデル・ハミルトニアンの自己無撞着解
- モンテカルロ法・テンソルネットワーク法
- 第一原理計算・分子動力学

ノートパソコン　～　物性研スパコン、富岳



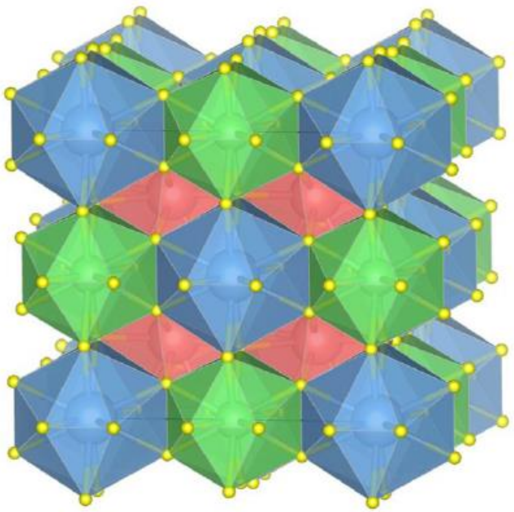
フラットバンド系特有の特異な絶対零度臨界現象.

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



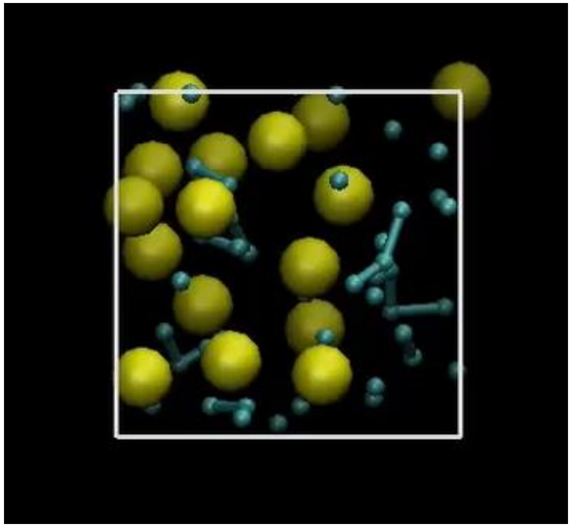
電子相関を取り入れた新しい手法によって得られたZnOの電子構造

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).



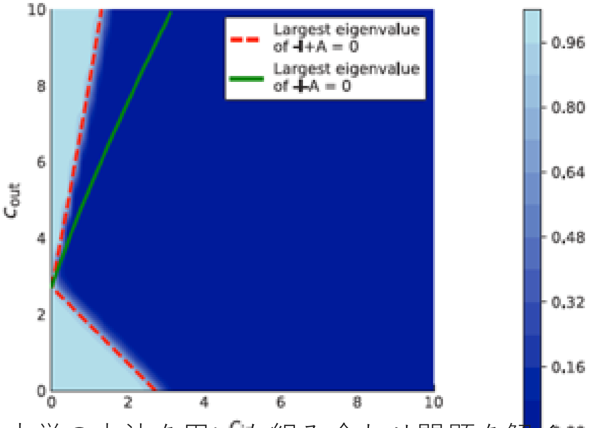
N. Tsujimoto, et al, Phys. Rev. Materials **2,** 053801 (2018).

Ａ３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

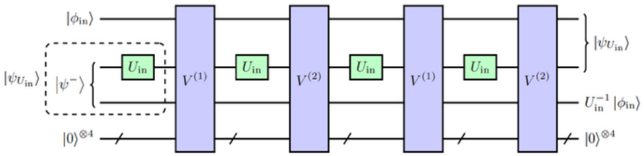


統計力学の方法を用いた組み合わせ問題を解く際の難しさの理論的分析

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

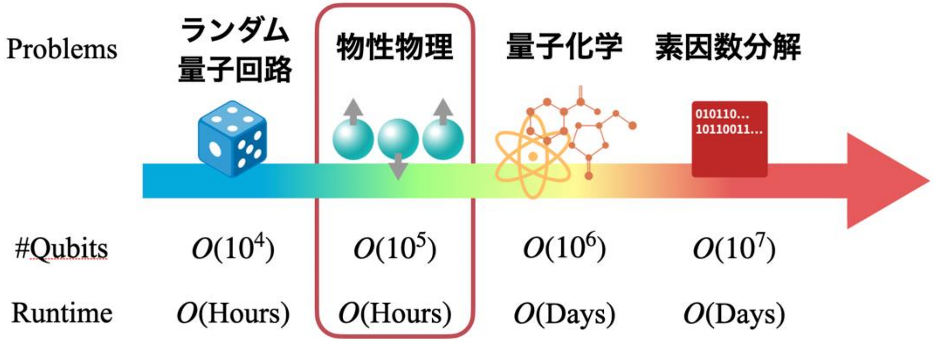
物理と量子情報 ／ 量子計算と物性物理

- 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



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).



量子優位性に必要な要件のまとめ

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

Ａ３サブコース（物性理論）

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

	藘田祐人	量子多体物理、量子情報/光学、場の理論、開放系、非エルミート物理、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エア開発、光電子分光理論、新物質探索	物性研

Ａ３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 ［学生をとりません］	物性研

A３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、超高圧下物性 ［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 ［博士課程まではとりません］	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

A３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。