

新しいフラットバンド構成法で作られる新しい電子系と格子系の研究

(課題番号 17540352)

平成17年度～平成19年度科学研究費補助金(基盤研究(c))
研究成果報告書

平成20年3月

研究代表者 合田 正毅
(新潟大学自然科学系工学部教授)

新潟大学附属図書館



1080033812

目次

研究の概要

1-5

[0] Localization of long-wavelength acoustic phonons in a disordered anomalous soft solid with parabolic dispersion relation

Masaki Goda, Manabu Okamura and Shinya Nishino.

11ページ

[1] Flat Dispersion Relations of Phonons

Masaki Goda, Ryo Tanaka, and Shinya Nishino

Physica Status Solidi, (C) 1, No. 11, pp.3043-3046 (2004).

[2] Three-Dimensional Flat-Band Models

Shinya Nishino, and Masaki Goda

Journal of the Physical Society of Japan 74, No.1, pp.393-400 (2005).

[3] Inverse Anderson Transition Caused by Flatbands

Masaki Goda, Shinya Nishino and Hiroki Matsuda

Physical Review Letters 96, 126401 (4 pages) (2006).

[4] Anomalous Elastic Properties of Expandable Solids

Masaki Goda, Manabu Okamura, Shinya Nishino, Ryo Tanaka, and Shota Okui

NANOMECC06 Symposium on Materials Science & Materials Mechanics at the Nanoscale 19-23 November 2006, Politecnico di Bari, Bari, Italy.

[5] Flat-band Localization in Weakly Disordered Systems

Shinya Nishino, Hiroki Matsuda and Masaki Goda

Journal of the Physical Society of Japan 76, No.2, 024709 (8 pages) (2007).

[6] Anomalous Sound Propagation in A Solid with A Special Acoustic Phonon Dispersion Relation

Masaki Goda, Manabu Okamura, Shinya Nishino, Shota Okui, Ryo Tanaka and Miku Kudo

Journal of Physics: Conference Series 92, 01255 (4 pages) (2007).

緒言

日本学術振興会の科学研究費（基盤研究(c)）に平成17年度～19年度採択された

研究課題「新しいフラットバンド構成法で作られる新しい電子系と格子系の研究」

課題番号 17540352

研究代表者 合田正毅（新潟大学・自然科学系（工学部）・教授）

の研究成果を報告する。

研究組織

研究代表者：合田正毅（新潟大学・自然科学系（工学部）・教授）

研究分担者：西野信也（北海道大学・工学研究科・COE 研究員）

交付決定額（配分類）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成17年度	1,200,000	0	1,200,000
平成18年度	1,400,000	0	1,400,000
平成19年度	600,000	180,000	780,000
平成 年度			
平成 年度			
総計	3,200,000	180,000	3,380,000

研究発表

- (1) 雑誌論文：別紙
- (2) 学会発表：別紙
- (3) 図書：なし

研究成果による産業財産権の出願・取得状況

なし

研究の概要

1. 始めに

日本学術振興会の科学研究費（基盤研究(c)）に平成17年度～19年度採択された

研究課題「新しいフラットバンド構成法で作られる新しい電子系と格子系の研究」

課題番号 17540352

研究代表者 合田正毅（新潟大学・自然科学系・工学部・教授）

研究経費

平成17年度：	1,200 千円
平成18年度：	1,400 千円
平成19年度：	600 千円
計	3,200 千円

の研究成果を報告する。

2. 研究実績の概要

本研究は、(1) 申請者等が提唱している新しいフラットバンド構成法により、蜂の巣格子上の3準位系、3員環蜂の巣格子やダイヤモンド格子上の4準位系などの具体的な体系でフラットバンド系を作成し、(2) それらのフラットバンド電子系及びフラットバンド格子系の持つ基本的な性質を明らかにし、更に(3) それらのフラットバンド系に不規則性を導入し、巨大縮退系の不規則性による波動の局在の様子を明らかにしようとするものである。

(1)、(2) に関しては論文[1]において3員環蜂の巣格子の振動数-波数分散関係を光学フォノンに関してばかりではなく音響フォノンに関してもフラットにする条件とその時の局在波関数を明らかにし、論文[2]ではダイヤモンド格子上の4準位系などの幾つかの典型的な3次元フラットバンド電子系を提案して、強磁性の発現条件をも確認した。(3) については、論文[3]と[5]において、ダイヤモンド格子上の4準位フラットバンド系を典型例に、無限小の不規則性により一旦強く局在した量子状態が、不規則性の増大により局在-非局在転移を起こし、更に不規則性を増大させることにより所謂アンダ

Anderson転移を起こすことをレベル統計+有限サイズスケーリングと波動関数の $f(\alpha)$ 特性を調べることにより明らかにした。この“逆Anderson転移”とも呼べる新しい局在-非局在転移は不規則性により波動の局在が解け伝導性が良くなることを意味しており、不規則性による波の散乱が伝導性を弱めて非局在-局在転移を起こすAnderson転移のコンセプトに対する反例となっている。この新しいモデルで生まれた量子状態は元のバンドの中心のエネルギーでは広がっているようであり、磁場下の2次元量子系の状況に似ている。その量子状態は不規則性の強さに拠らないように見える。現在その量子状態の特徴を調べている。

フラットバンド系の波動関数が不規則性により局在し易いのは、規則系での分散関係が群速度0を与えることによると考えられる。然らば分散曲線が長波長領域で放物型の音響フォノンがもしあれば、それは長波長領域で通常常識に反して局在し易いことが予想される。この期待に基づき“不完全なフラットバンド格子系”または“長波長極限のみのフラットバンド格子系”の長波長音響フォノンの不規則性による局在の性質を論文[4]及び[6]で調べつつある。最新のプレプリントが論文[0]である。この研究は、今後の発展が期待される。

3. キーワード

フラットバンド、フラットバンド構成法、フラットバンド格子系、不規則系、フラットバンド局在、Anderson局在、Anderson転移、逆Anderson転移、理想可塑固体、巨大縮退系、IPR解析、 $f(\alpha)$

4. 成果発表

論文：

[1] Flat Dispersion Relations of Phonons

Masaki Goda, Ryo Tanaka, and Shinya Nishino

Physica Status Solidi, (C) 1, No. 11, pp.3043-3046 (2004).

[2] Three-Dimensional Flat-Band Models

Shinya Nishino, and Masaki Goda

Journal of the Physical Society of Japan 74, No.1, pp.393-400 (2005).

[3] Inverse Anderson Transition Caused by Flatbands

Masaki Goda, Shinya Nishino and Hiroki Matsuda

Physical Review Letters 96, 126401 (4 pages) (2006).

[4] Anomalous Elastic Properties of Expandable Solids

Masaki Goda, Manabu Okamura, Shinya Nishino, Ryo Tanaka, and Shota Okui

NANOMECC06 Symposium on Materials Science & Materials Mechanics at the Nanoscale 19-23 November 2006, Politecnico di Bari, Bari, Italy.

[5] Flat-band Localization in Weakly Disordered Systems

Shinya Nishino, Hiroki Matsuda and Masaki Goda

Journal of the Physical Society of Japan 76, No.2, 024709 (8 pages) (2007).

[6] Anomalous Sound Propagation in A Solid with A Special Acoustic Phonon Dispersion Relation

Masaki Goda, Manabu Okamura, Shinya Nishino, Shota Okui, Ryo Tanaka and Miku Kudo

Journal of Physics: Conference Series 92, 01255 (4 pages) (2007).

口頭発表 :

Flat Dispersion Relations of Phonons

M Goda, R Tanaka, and S Nishino

Int. Conf. "Phonons 2004", 25-30 July 2004, A.F.Ioffe Physical-Technical Institute (St. Petersburg, 2004).

Anomalous Elastic Properties of Expandable Solids

M Goda, M Okamura, S Nishino, R Tanaka, and S Okui

NANOMECC06 Int. Sympo. on Materials Science & Materials Mechanics at the Nanoscale, 19-23 November 2006, Politecnico di Bari (Bari, 2006).

Anomalous Sound Propagation in A Solid with A Special Acoustic Phonon Dispersion Relation

M Goda, M Okamura, S Nishino, S Okui, R Tanaka and M Kudo

Int. Conf. "Phonons 2007" July 15-20, 2007 (Paris, 2007).

Can a Reform of Educational System Change the Students and the Teachers?

M Goda, T Maruyama, M Sengoku and T Hasegawa

Int. Conf. on Physics Education (2006, Tokyo)

Career Distribution of Physics and Applied Physics Graduates and Their Evaluation of Undergraduate Physics Education

H Lang, M Goda, A Ejiri, T Hyodo and Y Watanabe

Int. Conf. on Physics Education (2006, Tokyo)

Detailed Analysis of Career Distribution of Physics and
Applied Physics Graduates and Its Feedback to Undergraduate Physics Education

A Ejiri, H Lang, M Goda, T Hyodo and Y Watanabe

Int. Conf. on Physics Education (2006, Tokyo)

日本物理学会 2005 年春 (東京理科大)

「格子系のフラットバンド III」

合田正毅、田中亮、西野信也

「アンダーソン非局在? II」

西野信也、合田正毅

「2次元BC型電子系のフラットバンド」

勝沼功一、西野信也、合田正毅

「時系列連想をもたらす荷重のダイナミクスを探る」

木下修一、合田正毅

「二次元ランダム系の非指数関数的局在 III」

門奈孝明、鹿野修、合田正毅

日本物理学会 2005 年秋 (同志社大京田辺)

「アンダーソン非局在 III」

西野信也、松田、合田正毅

「卒業生から見た物理・応用物理関連学科の学部教育 I」

兵頭俊夫、覧具博義、渡邊靖志、合田正毅

「卒業生から見た物理・応用物理関連学科の学部教育 II」

合田正毅、兵頭俊夫、覧具博義、渡邊靖志

日本物理学会 2006 年秋 (千葉大西千葉キャンパス)

「3次元フラットバンド不規則電子系の絶縁体金属転移」

松田弘樹、西野信也、合田正毅 >

「三員環蜂の巣格子の面内振動のフラットバンド」

工藤未来、合田正毅、西野信也 >

「特異な分散関係を持つ格子系の不安定性 I」

岡村学、合田正毅、長場景子、西野信也

「特異な分散関係を持つ格子系の不安定性 II」

合田正毅、岡村学、西野信也、長場景子

「ランダムネスの新たな組み合わせによる3次元系の局在・非局在転移」

鹿角秀次、西野信也、合田正毅
「フラットバンド不規則電子系における局在状態」

西野信也、松田弘樹、合田正毅

日本物理学会 2007 年春 (鹿児島大)

領域13シンポジウム「義務教育段階の理科教育の現状と教員支援のあり方」

コメンテータ (物理教育委員会委員長)

日本物理学会 2007 年秋 (北海道大)

「1次元特異格子の音波の伝導」

合田正毅、奥井翔太、岡村学、西野信也