

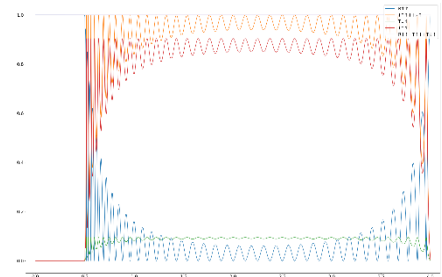
物性理論教室

1 量子細線におけるスピン依存電流に関する理論的研究

五十嵐宥介

スピン軌道相互作用はスピントロニクスにおいて大きな役割を持っている半導体のヘテロ結合の界面近傍に形成される2次元電子系では垂直電場によってラシュバ型スピン軌道相互作用が現れる。

今回の研究では、強束縛近似を用いてラシュバ型スピン軌道相互作用を有する量子細線における電子のスピン依存透過率・反射率の解析をグリーン関数法を用いて行った。その結果スピン偏極率のシステムサイズ依存性やゼーマン効果によるスピン分極の変化を明らかにした。

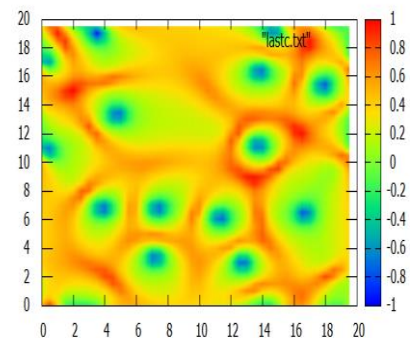


$\theta=0.1\pi$ でのラシュバ型スピン軌道相互作用を有する量子細線のスピン依存透過率・反射率の計算

2 非対称磁気スカーミオンの構造変化に対する理論的研究

米澤拓磨

磁化スカーミオンは交換相互作用と DM 相互作用がある場合に出現するトポロジ的に安定した構造である。スカーミオンに磁気異方性相互作用を導入することによって非対称スカーミオンになることが、先行研究によって明らかになった。本研究ではさらに磁気異方性を強くすることで、異なる磁化構造を形成することを明らかにした。新しい磁化構造中ではトポロジカルチャージと呼ばれる量が通常と逆符号になる。

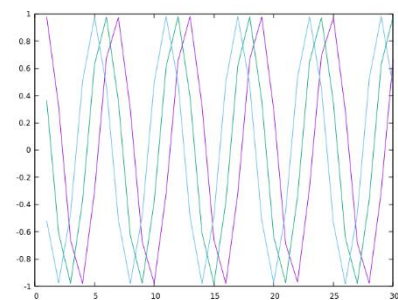


異方性を強めたスカーミオン

3 磁気フラストレーション系のらせん磁化構造に対する電流駆動

金田 純

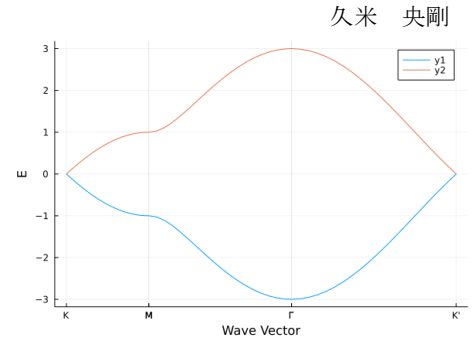
磁気フラストレーション系とは複数の最適条件が競合し、その条件を同時に満たすことのできない系を指す。本研究では、強磁性結合・反強磁性結合の混在した一次元磁気フラストレーションに現れるらせん磁化構造を数値的に作成した。さらに、作成したらせん構造に対する電流駆動の研究を行った。らせん磁化構造は電流を印加することによって、らせん磁化構造を保ちながら並進駆動されることがわかった。また、電流の大きさに比例して、駆動速度が速くなることがわかった。また、らせん磁区に対して垂直方向に静磁場を印加することでカイラルソリトン格子と呼ばれる磁化構造を確認した。



らせん磁化構造の駆動のグラフ

4 二次元強束縛模型の電子状態

本研究では Julia の TightBinding 模型というパッケージを利用して、二次元六角格子や π フラックス模型、カゴメ格子模型といった二次元電位系の電子状態を強束縛模型に基づいて、数値的に調べた。実際の解析解と比較し、パッケージを利用して得られた状態密度とエネルギーバンドがどれほどの精度を持つのか考察した。

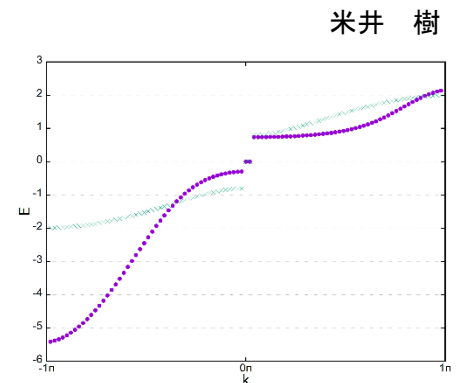


Julia の TightBinding 模型より求めたグラフエンのエネルギーバンド。

K と K' 点でディラックコーンが生じる。

5 一般化されたカイラル対称性のもとでの端状態の数値的計算

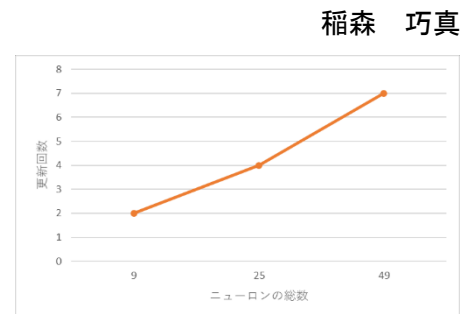
本研究ではポリアセチレンの理論模型として知られる 1 次元 Su-Schrieffer-Heeger model (SSH 模型) を一般化されたカイラル対称性に拡張した変形 SSH 模型におけるトポロジカルな端状態の振る舞いについて数値的に解析した。SSH 模型と変形 SSH 模型のエネルギースペクトルと端状態の波動関数を比較した。また、変形 SSH 模型のハミルトニアンに固有の性質として質量項を加えた場合、質量の大きさによって端状態の波動関数の振る舞いが大きく変化することが確認できた。



SSH 模型と変形 SSH 模型のエネルギースペクトルの比較：紫が SSH 模型あり、緑が変形 SSH 模型である。

6 ニューラルネットワークにおける想起とその更新に関する研究

想起とはこちらが記憶させたものを思い出すことである。簡単なモデルを使ってパターンを更新していき想起させるようなプログラムを組んだ。その際の更新回数に着目し何が更新回数に影響を与えているのかを調べた。今回はニューロンの総数と想起させる内容による更新回数の変化を調べた。その結果ニューロンの総数が多いほど更新回数が増えること。また想起させる内容によっても更新化数が変化することが確認できた。

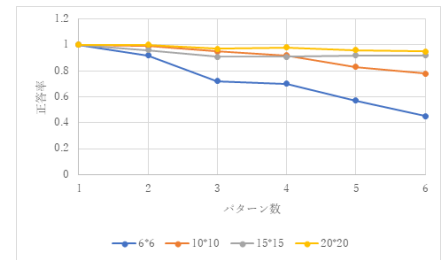


ニューロンの総数と更新回数の関係性

7 相互結合型ネットワークを用いた記憶想起と反学習の効果

丸山 浩樹

相互結合型ネットワークを用いた記憶想起と反学習の効果についての数値的研究を行った。想起はニューロンの総数、埋め込むパターン数、ノイズ、想起最大回数の4つの条件を変えていながら、想起の正答率を計算した。その結果、適切な想起回数であれば記憶できるパターンはニューロンの数が増えれば増加すること、また、反学習は、正答率が改善することを実際に確認することができた。

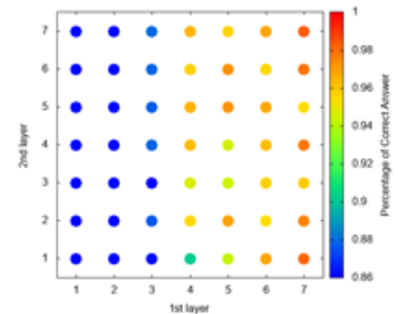


正答率とパターン数の関係

8 多層パーセプトロンを用いた機械学習の研究

白木 太士

本研究では、ニューラルネットワークの層状ネットワークにおけるパーセプトロン学習を行った。多層パーセプトロンでは、単純パーセプトロンでは学習できなかった線形分離不可能な課題を学習できることが確認でき、中間層の数が増えると学習の精度が上がるのが分かった。また、三次元中の線形分離不可能な空間分離を行えることが確認できた。更に、各中間層のニューロン数が増えるほど学習の精度が上がるのが分かった。

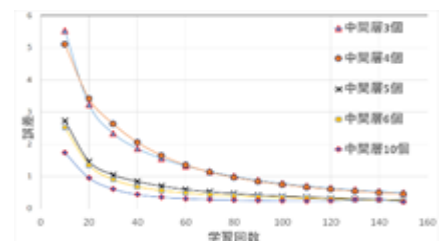


三次元中の線形分離不可能な課題を学習させた時の、各中間層のニューロン数と正答率の関係

9 再帰型ニューラルネットワークを用いた時系列データの予想

霜田 弘太

機械学習を用いて、時系列データの学習・予想を行った。機械学習には再帰型ニューラルネットワーク(RNN)を用いて、中間層の層数やノード数の変化によって、予想の精度がどのように変化するか調べた。正弦波データに対してノード数1~10までの範囲で研究した結果、ノード数が5程度で、正確な学習ができることが確認できた。

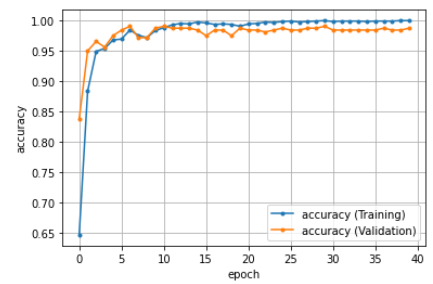


各ノード数における学習回数と予想の誤差の関係

10 機械学習を用いたキラル物質の画像識別

和田 夏希

鏡像と元の像が重ならない性質を持つ物質をキラル物質と呼ぶ。現在、キラル物質の片方のみを作成する方法は確立されていない。そこで、近年盛んに研究されている画像認識技術を用いることで、キラル物質の判別を行うことが出来るのではないかと考えた。本研究では、キラル物質を模した CG モデルを畳み込みニューラルネットワークに学習させ、右手系、左手系の判別を行うネットワークを作成した。ファインチューニングという手法を導入して学習を行った結果、97%の精度で CG モデルの判別を行うことに成功した。



ファインチューニングを用いた際の学習回数と精度の関係