

次世代デバイスを見据えた 原子スケール薄膜における物理現象の解明

大湊友也（早稲田大学 高等研究所）専門分野：物性理論

物性研究の意義

物性物理学：物質を構成する粒子の運動を明らかにし、**物の性質を解明**する

例：電気を流すか？磁石になるか？

情報化社会の発展を支える

基礎と応用の関係性

応用：エレクトロニクスデバイス
(情報処理・情報通信)

基礎：物性物理学
物の性質を徹底的に理解

今後の発展

未来のデバイス応用

基礎の理解を深める,裾野を広げる
未来の可能性が広がる

次世代デバイス

(1) これまで： デバイスの高集積化・微細化(ナノスケール)によって発展(省電力化・高速化・小型化)

(2) 現状の問題点・課題： 従来技術による微細化の原理的限界に近づいている

(3) 問題解決に向けた取り組みと本研究の提案

(i) 従来と異なる微細加工技術を開発 → 物質界面・積層構造を原子スケールで作り込む

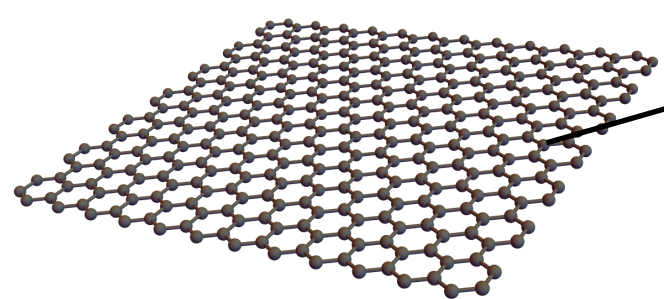
2次元原子層物質 = 究極の薄膜

代表例：グラフェン = グラファイト(黒鉛)の単原子層

2004年 発見

2010年 ノーベル賞

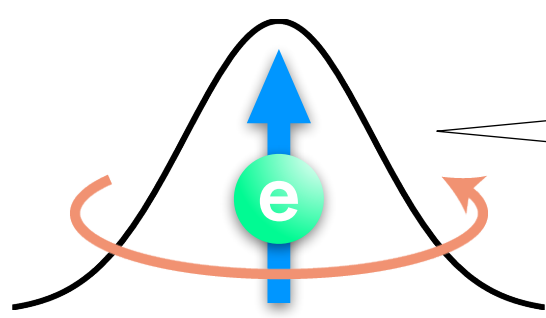
高性能デバイス材料(シリコンを上回る電気伝導特性)



原子1個の膜厚
 $0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$

(ii) 従来利用されてこなかった電子自由度を活用 → **スピン・軌道を情報担体として活用**

電子の内部自由度



①電荷

e

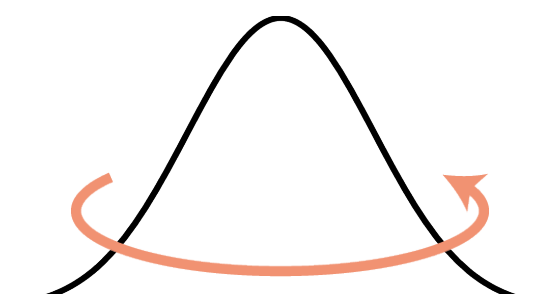
②スピン=磁石



=



③軌道=回転



向きがある

ナノテクノロジーの発展によって
スピン・軌道活用の可能性が見えてきた

研究の展望

基礎

2次元物質中の電子を動的制御する基礎学理を構築

応用

スピン・軌道デバイスの
動作原理・制御方法を提案

波及効果

産業

IoT (Internet of Things) に資する
デバイス産業創生

物質設計

動的制御

次世代エレクトロニクスデバイス

- ・省電力・小型化・フレキシブル
- ・電荷・スピン・軌道を情報担体とする
- ・スピン・軌道量子ビット