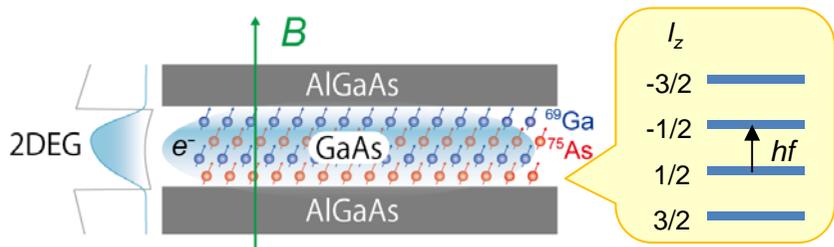


Motivation どんな問題に取り組むのか？

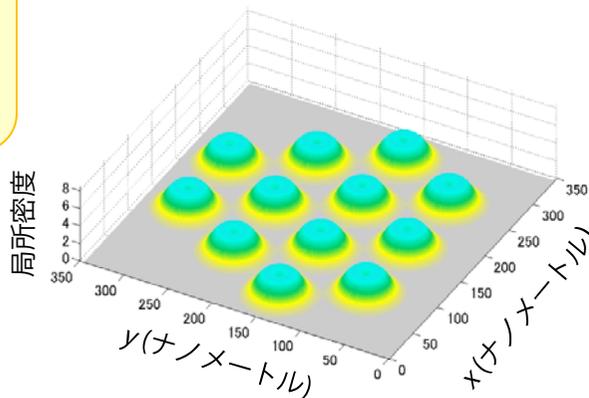
物性科学の大きな目的の一つは、物質による物性の違いをマイクロなレベルで理解し、それを応用し、さらに新しい物性を開拓するための指針を得ることです。そのためには物質中の電子の振る舞いをマイクロなレベルで理解することが重要です。物質中の電子は他の電子との相互作用の影響を受けますが、多くの場合、そのような効果は、不純物の影響によって覆い隠されています。本研究では、高純度半導体を用いることで不純物の影響を排し、電子間の相互作用によって生じる本来の電子状態を明らかにすることを目的としています。今回の実験では、極低温で現れる「ウィグナー結晶」と呼ばれる電子の結晶状態について、新たな手法を用いてそのマイクロな構造に迫りました。

Originality and Impact 新規性とインパクトは？

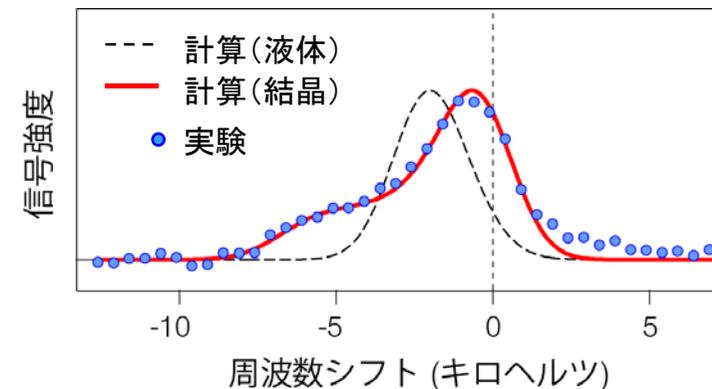
金属や半導体が電気を通すのは、その中で電子が自由に動きまわることができるためです。いっぽう低温で電子の密度が低い場合、電子の集団は結晶化して動けなくなると理論的に予想されていますが、それを示す証拠として、これまで電磁波の吸収など間接的な情報しか得られていませんでした。今回の実験では、GaAsとAlGaAsのヘテロ構造中の高移動度2次元電子に対して、GaAs層を構成するAs原子の核磁気共鳴測定によって、電子系が低温・強磁場中で結晶化していることをより直接的に示す結果を得ました。さらに電子結晶の波動関数を用いたシミュレーションと実験の比較により、電子結晶のマイクロな構造が明らかになりました。この結果は、核磁気共鳴によって電子密度のナノメートルスケールでの変化を検出することができることを示しており、今後、様々な物性の解明や半導体の新たな評価技術につながると期待されます。



磁場中の⁷⁵As核スピンのエネルギー準位



ウィグナー結晶の波動関数を用いた計算機シミュレーション(一つの山が電子1個に対応)

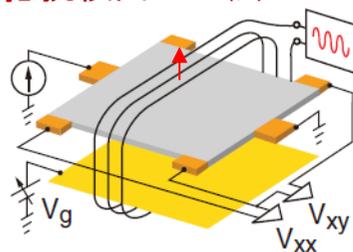


測定された核磁気共鳴スペクトルと計算機シミュレーションの比較

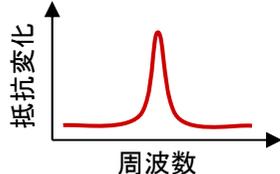
本研究は科学技術振興機構との共同研究として、東北大学大学院 柴田尚和 准教授の協力のもとで行われました。

発表論文: L. Tiemann, T. D. Rhone, N. Shibata, and K. Muraki, Nature Physics **10**, 648 (2014).

抵抗検出NMR法



核スピンの作る有効磁場の変化を2次元電子の抵抗の変化として検出



高感度 → 2次元電子一層で測定可能