

## 電荷、スピン、核スピンを用いたハイブリッド量子系

### Hybrid quantum systems based on charge, spin, and nuclear spin

東北大理 °平山祥郎

Tohoku University, °Yoshiro Hirayama,

E-mail: hirayama@m.tohoku.ac.jp

電荷、スピン、核スピンをコヒーレントに制御することは GaAs 系の量子構造で実現され[1-3]、最近では量子ビットを集積する方向での研究も進んでいる[4,5]。これらの系において、電荷とスピンの相互作用がスピン読み出しの鍵を握るなど、ハイブリッド量子系は重要な役割を果たしている。一方で、ハイブリッド量子系は量子コンピュータを目指した研究以外にも新しい物性の発現や計測技術として面白い展開を示している。電子スピン系と核スピン系の相互作用は半導体量子系における核スピンの偏極、制御、さらにはこれらを利用した高感度核磁気共鳴を可能にし[6,7]、これまで精密な議論が難しかった様々な量子状態が明らかにされてきた[8-10]。最近では、スピン系と核スピン系の多体の量子的な相互作用も明らかになりつつある[11]。フォトンとスピン、核スピン系のハイブリッド系に向けた研究として光を用いた半導体量子構造中での核スピン偏極、制御の研究が進み[12]、フォノンと核スピン系のハイブリッド系の研究もスタートしている[13]。本講演では、これらの研究についてその進展と現在の状況を概説するとともに、昨年度からスタートした新学術領域「ハイブリッド量子科学」の研究方向についてもその概略を紹介する。

- [1] T. Hayashi *et al.*, Phys. Rev. Lett. 91, 226804 (2003).
- [2] F. H. Koppens *et al.*, Nature 442, 766 (2006).
- [3] G. Yusa, K. Muraki, K. Takashina, K. Hashimoto, and Y. Hirayama, Nature, 434, 1001 (2005).
- [4] Hai-Ou Li *et al.*, Nature Comm. , DOI:10.1038/ncomms8681 (2015).
- [5] M. R. Delbecq *et al.*, Appl. Phys. Lett. 104, 183111 (2014).
- [6] Yoshiro Hirayama, "Hyperfine Interactions in Quantum Hall Regime", Chapter in "Quantum Hall Effects" (by Z. F. Ezawa) 3rd Edition (World Scientific, May, 2013).
- [7] M. Korkusinski, P. Hawrylak, H. W. Liu and Y. Hirayama (投稿中).
- [8] L. Tiemann, G. Gamez, N. Kumada and K. Muraki, Science 335, 828 (2012).
- [9] L. Tiemann, T. D. Rhone, N. Shibata and K. Muraki, Nature Physics 10, 648 (2014).
- [10] R. Higashida, K. Hashimoto, S. Shirai, and Y. Hirayama, HMF-22 (Sapporo, 2016).
- [11] Y. Hama, M. H. Fauzi, K. Nemoto, Y. Hirayama, and Z. F. Ezawa, New J. Physics, 18, 023027 (2016).
- [12] K. Akiba, S. Kanasugi, T. Yuge, K. Nagase, and Y. Hirayama, Phys. Rev. Lett. 115, 026804 (2015).
- [13] 岡崎雄馬, Imran Mahboob, 小野満恒二, 佐々木智, 山口浩司, 2015 秋季物理学会(投稿中).