物性研究所談話会

標題:光子を用いた量子情報科学と量子計測

日時:2017年7月27日(木) 午後2時~午後3時

場所:物性研究所本館 6 階 大講義室 (A632)

講師:竹内 繁樹

所属:京都大学大学院工学研究科

要旨:

量子を重ね合わせた状態や、不確定性原理、量子もつれ(Quantum Entanglement)といった。量子力学の本質的な性質を利用した新たな機能の実現をめざす、量子情報科学が近年急速に進展している[1,2]。また、その応用の一つとして、量子計測が最近注目されている。広範に利用される光計測との関連から非常に重要である「光子を用いた量子計測」においては、光子間の量子のもつれが重要な役割を担う。

本講演では、まず光量子回路について、2 光子量子干渉を用いたゲート素子、それらを組み合わせて構築した「量子もつれフィルター[3]」、「量子制御スワップゲート[4]」などの研究を紹介する。次に、光子を用いた量子計測について、量子もつれ光を用いた高感度位相差計測[5]を応用した「量子もつれ顕微鏡[6]」、および量子光を利用した光コヒーレンストモグラフィ(OCT)[7]に関する最近の研究成果を紹介する。また、光ファイバの一部を光の波長以下にまで引き延ばしたナノ光ファイバへの微小共振器を組み込み、それと単一発光体を集積化した高効率単一光子源[8]や、低次元半導体中の結晶欠陥などの新規単一光子源などの研究[9]を紹介する。

これらの研究の一部は、JST-CREST ならびに科学研究費の支援を受けた。

- [1] 竹内繁樹、日本物理学会誌、vol. 69, No. 12, 853 (2014).
- [2] S. Takeuchi, Jpn. J. Appl. Phys. vol. 53, 030101 (2014).
- [3] R. Okamoto et. al., Science, vol. 323, 483 (2009).
- [4] T. Ono et. al., Scientific Reports, vol. 7, 45353 (2017).
- [5] T. Nagata et. al., Science, vol. 316, 726, (2007).
- [6] T. Ono, R. Okamoto, and S. Takeuchi, Nature Communications, vol. 4, 2426 (2013).
- [7] M. Okano, et. al., Scientific Reports vol. 5, 18042 (2015).
- [8] A. W. Schell et. al., Scientific Reports vol. 5, 9619 (2015)
- [9] A. W. Schell et. al., ACS Photonics, vol. 4, 761 (2017).

標題:重力波天文学の夜明けと展望 -それを支える超技術-

日時:2017年9月14日(木) 午後4時~午後5時

場所:物性研究所本館 6 階 大講義室 (A632)

講師:川村 静児

所属:東京大学宇宙線研究所・重力波観測研究施設

要旨:

2015 年 9 月 14 日、アメリカの重力波検出器 Advanced LIGO が重力波の初検出に成功した。アインシュタインが一般相対性理論の帰結として、重力波の存在を予言してからちょうど 100 年、人類はついに宇宙を観るための新しい手段を手に入れたのである。

実際、初めて見つかった重力波は、13 億光年遠方で起こった太陽の 30 倍程度のブラックホール連星の合体から放射されたものであり、これはブラックホール連星の発見という天文学上の大きな発見を伴うものであった。まさに、重力波の

初検出により重力波天文学の夜明けが訪れたのである。この偉業を支えたのが、様々なシステムにおける超技術の開発であり、重力波の引き起こす 10-21 というごく僅かな空間のひずみを計測することを可能にしたのである。今後も、重力波天文学はヨーロッパの Virgo や日本の KAGRA の重力波観測ネットワークへの参加により、そして更なる超技術の開発により、ますます発展していくことが期待される。さらに将来は、日本が推進しているスペース重力波アンテナ DECIGO により、宇宙初期からの重力波を検出し、宇宙誕生の謎に迫ることも期待できる。

本講演では、重力波の説明から始め、その検出方法、重力波天文学の概要、重力波の初検出、量子光学などいくつかの 超技術、KAGRA、DECIGO などについて詳しく解説する。

標題:物性研談話会&平成 29 年度 森野レクチャー「Small and Fast: Coherent Å-fs Chemistry」

日時: 2017 年 10 月 10 日(火) 午後 4 時~ 場所: 物性研究所本館 6 階 大講義室 (A632)

講師: Wilson Ho

所属: University of California, Irvine

要旨:

Inhomogeneity of different length scales is one of the fundamental characters of space and matter that has its origin in the spatial variations of the charge and mass distributions. While many changes in nature and in the laboratory can be observed with the naked eyes, ultimately the interactions that lead to these changes occur at the atomic scale. In addition, heterogeneity influences the time scale that transformations occur at different locations, and the average time may differ significantly from the local times. The desire to understand and control changes in the charge and mass distributions would require experimental tools that possess simultaneous spatial and temporal resolutions to reveal the heterogeneity.

The relevant scales in chemistry relate to the motions of atoms in molecules that occur at fraction of a vibrational period and <0.1 nm distance. This joint Å-fs resolution can be achieved by the combination of a femtosecond laser with a low temperature scanning tunneling microscope (fs-STM) in ultrahigh vacuum that probes chemical transformations of single molecules. As a first demonstration, the dynamics of the conformational change in a single molecule adsorbed on a metal surface was followed in the time domain, revealing the vibrational reaction coordinate and the temporal decay of the coherently excited state that drives the conformational change [1]. In addition, the effects on the single molecule dynamics by a nearby molecule were determined. These experiments demonstrate the fs-STM approach in probing the effects of heterogeneity in space and time on the chemical dynamics in single molecules.

[1] S. Li, S. Chen, J. Li, R. Wu, and W. Ho, Phys. Rev. Lett., submitted (2017).

標題:平成29年度後期客員所員講演会

日時: 2017年10月19日(木) 午前10時~午前11時40分

場所:物性研究所本館 6 階 大講義室 (A632)

要旨:10:00-10:10 所長挨拶(瀧川 仁:物性研所長)

10:10-10:40 吉田 鉄平(京都大学大学院)

「光電子分光で探る高温超伝導体のクーパー対」

10:40-11:10 Mario NOVAK (University of Zagreb)

Fermiology of the 3D Dirac line-node semimetal ZrSiSJ

11:10-11:40 Ingo SALZMANN (The Humboldt University of Berlin)

Control over Structure and Charge Density in Organic Semiconductor Nanomaterials

標題:スピン流とスピントロニクス

日時: 2017年11月30日(木) 午後4時~午後5時

場所:物性研究所本館 6 階 大講義室 (A632)

講師:齊藤 英治

所属:東北大学 金属材料研究所 材料科学高等研究所

要旨:

物質中の電子スピン角運動量の流れ「スピン流」は、スピントロニクスのみならず物性物理のいろいろな領域に登場するようになり、新しい現象を開拓する有用な指導原理の役割を果たしてきた。基礎物理においては、幾何学的位相や相対論など現代物理学の面白く美しい部分との深いつながりが明らかになりつつある。他方でスピン流はメモリデバイス開発等への応用が進み、その一部は実用化に至っている。スピン流に多くの注目が集まるようになったきっかけのひとつが、スピンホール効果・逆スピンホール効果の発見である。この発見によって、スピン流を容易に検出することが可能になった。この発見により、スピンゼーベック効果やスピン流トルクなどのスピン流の生み出す様々な現象が発見され、スピン流物理の対象は電磁現象、熱現象、光現象、ナノ機械運動にまで広がってきている。本稿では、スピン流の物理の基礎から最近の話題までを易しく紹介したい。

標題:Topological Semimetals:How to find them

日時: 2017年12月14日(木) 午後4時~午後5時

場所:物性研究所本館 6 階 大講義室 (A632)

講師: Prof. Hongming Weng

所属: Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences and Collaborative Innovation Center of Quantum Matter

要旨:

In this talk,I will introduce the family of topological semimetals (TSM) including Dirac semimetal (DSM),Weyl semimetal (WSM), and triply degenerate nodal point semimetal (TPSM). In ideal case, they have and only have nodal points at the Fermi level, but they are classified according to the distribution and degeneracy of these nodal points. The quasiparticles of low energy excitation in DSM and WSM can be described by massless Dirac and Weyl equation, respectively, while those in TPSM have no counterpart in the high-energy field theory. To find realistic materials hosting these exotic topological quantum states is very challenge and crucial to the further experimental studies. We noticed that the unusual temperature dependent diamagnetism is a strong hint of existence of linear Dirac cone like bands around Fermi level. This has been confirmed in DSMs Na3Bi and HfTe5 at phase transition. It also leads to the success in locating TaAs, the first available WSM. The experimental studies of these materials have stimulated many research works, including the characteristic chiral anomaly and Fermi arcs. Finally, the TSM family members and their relationship with each other are summarized.