

## I 電子スピン偏極の光学的励起とダイナミクスの研究

Study of Optical Excitation of Electron Spin Polarization and Relaxation Dynamics

高木芳弘・長谷川尊之

Y.Takagi, T. Hasegawa

常磁性物質や反磁性物質について超短パルスレーザーを用いた光励起による電子スピン偏極及びスピンコヒーレンスの生成を観測し、発現機構や動的挙動を研究する。特に角運動量を伴わない光励起下でスピン状態混合がもたらすスピン偏極の実験的検証を行っている。芳香族炭化水素の単結晶を育成し、励起三重項のスピン偏極の磁場に対する方位依存性を見出した。

## II 超高速光励起ダイナミクスにおける非線形分光法の開発

Development of Nonlinear Spectroscopic Method for the Study of Ultrafast Photoexcitation Dynamics

高木芳弘・長谷川尊之

Y.Takagi, T. Hasegawa

2 台のフェムト秒レーザーを非同期で組み合わせ、半導体や色素分子の発光における時間相関とエネルギー相関を求める新規な非線形分光法を開発した。大規模な励起光源を用いなくて、発光の非線形性を利用することで高い時間分解能とスペクトル分解を得ることができる。本手法の種々の応用を行っている。

## III 高密度核偏極の生成と緩和に関する研究

Creation and Relaxation of High-Density Nuclear Polarization

石川 潔

K. Ishikawa

光により気体・液体や固体の核スピン偏極を生成する手法を開発し、各相におけるスピン緩和機構を調べている。これまでに、気体のアルカリ金属原子と希ガスの混合系で核スピン偏極に成功し、希ガス原子の溶液でスピン緩和機構を解明した。光を使った手法を適用できる、新たな系も探索中である。

## IV ナノ構造半導体における励起子ダイナミクスの超高速分光

Ultrafast Spectroscopy of Exciton Dynamics in Semiconductor Nanostructures.

長谷川尊之・高木芳弘

T. Hasegawa, Y. Takagi

半導体ナノ構造における励起子または光励起キャリアを対象とし、サブピコ秒の超短パルスレーザーを用いたコヒーレント励起条件での超高速ダイナミクス特性について調べている。実験では、変調反射分光法を用いたエネルギー構造の精密評価、および、時間分解ポンプ - プローブ分光を行い、エネルギースペクトルと時間領域ダイナミクスの両面から詳細な研究を行っている。本研究で得られる知見は、極短時間領域での新規な光物性を実証するものであり、ナノ構造ベースの超高速光・電子デバイスの創生に関する物理学的指針を得ることが期待される。

## V 偏光変調反射分光法を用いた励起子微細構造の精密分光

Spectroscopic Studies on Exciton fine structures by Polarization-Modulation Technique.

長谷川尊之・高木芳弘

T. Hasegawa, Y. Takagi

近年、光活性物質である半導体を分布ブラッグ反射鏡で挟み込んだ半導体マイクロキャビティが、物性と応用の両面から注目されている。キャビティ内では、光と励起子が強く相互作用し、キャビティポラリトンという新たな準粒子が形成されるが、そのエネルギー構造は、活性層半導体における励起子の性質を強く反映する。本研究では、酸化亜鉛半導体マイクロキャビティにおけるキャビティポラリトンのエネルギー構造を実験的に解明することを最終目標とし、独自に開発した偏光変調反射分光法を駆使して、酸化亜鉛特有の励起子微細構造を詳細に調べている。

### 発表論文 List of Publications

- I -1 岡崎勇樹・山口 潤・長谷川尊之・高木芳弘、有機分子の励起三重項状態における光誘起スピン偏極の異方性 II、日本物理学会第 65 回年次大会（岡山大学、2010 年 3 月）20aGC9
- I -2 山口 潤・岡崎勇樹・長谷川尊之・高木芳弘、芳香族炭化水素結晶の励起三重項状態における光誘起スピン偏極の異方性、第 20 回光物性研究会（大阪市立大学 2009 年 12 月）IB-24.
- I -3 高木芳弘、物質科学の世界、兵庫県立大学大学院物質理学研究科編（共立出版、2010 年 3 月）
- II -1 T. Makino, Y. Furuta, Y. Segawa, A. Tsukazaki, A. Ohtomo, Y. Hirayama, S. Takeyama, Y. Takagi, and M. Kawasaki, Magneto-optical study of n-type modulation-doped ZnO/MgxZn1-xO single quantum well structures, *Phys. Rev. B* 80 1553331-5(2009).

- II-2 増元真史・長谷川尊之・高木芳弘、非縮退発光励起相関法による励起状態の超高速分光、日本物理学会第 65 回年次大会（岡山大学, 2010 年 3 月） 23aPS31
- II-3 高木芳弘、時間分解励起相関分光法、第 2 回分子励起ダイナミクス研究会（分子科学研究所 2009 年 4 月）
- III-1 石川 潔、アルカリ塩の NMR 計測で見る気体原子の光ポンピング、日本物理学会第 65 回年次大会（2010 年 3 月） 20aTD-12.
- III-2 Kiyoshi Ishikawa, Nuclear spin polarization of alkali-salts by optically-pumping atomic vapor, 第 48 回 NMR 討論会（2009 年 11 月） 2L3.
- III-3 石川 潔、アルカリ塩の NMR 計測による偏極気体原子のスピン流の反転と緩衝ガス効果、日本物理学会 2009 年 秋季大会（2009 年 9 月） 27pZF-2.
- IV-1 Masaaki Nakayama, Takeyoshi Hirao, and Takayuki Hasegawa, Characteristics of photoluminescence due to exciton-exciton scattering in GaAs/AlAs multiple quantum wells, *J.App. Phys.*, 105, pp. 123525-1—123525-5 (2009).
- IV-2 Hideo Takeuchi, Junichi Yanagisawa, Takayuki Hasegawa, and Masaaki Nakayama, Intense emission of terahertz electromagnetic wave from an undoped GaAs/n-type GaAs epitaxial layer structure, *Physica Status Solidi (c)* **6**, pp. 1513-1516 (2009).
- IV-3 Takayuki Hasegawa, Satoshi Okamoto, and Masaaki Nakayama, Upconversion of photoluminescence due to subband resonances in a GaAs/AlAs multiple quantum well structure, The 14th Int. Conf. on Modulated Semiconductor Structures (MSS 14), 19-24 (July 2009, Kobe).
- IV-4 長谷川尊之・岡本諭士・中山正昭、GaAs/AlAs 多重量子井戸構造におけるサブバンド共鳴による発光のアップコンバージョン、日本物理学会 第 65 回年次大会(2010 年 3 月) 21aHW7.
- IV-5 長谷川尊之・高木芳弘・溝口幸司・中山正昭、GaAs/AlAs 超格子に埋め込まれた単一量子井戸における量子ビートに対する電場効果、第 20 回光物性研究会（大阪市立大学 2009 年 12 月） IIIA-84
- IV-6 山下智也・長谷川尊之・中山正昭、GaAs/AlAs 半導体超格子におけるミニバンド励起子の発光ダイナミクス、第 20 回光物性研究会（大阪市立大学 2009 年 12 月） IIIA-81.

## 大学院物質理学研究科

博士前期課程

増元真史：超高速時間分解発光分光における多重励起相関法の開発

山口 潤：芳香族炭化水素結晶における状態混合を用いた光誘起スピン偏極の研究

岡崎勇樹：芳香族炭化水素結晶の作成と光誘起スピン偏極および光誘起電磁パルスの研究

## 科学研究費補助金等

- 1 日本学術振興会基盤研究(B) 課題番号:21340116 平成 21～23 年度  
 研究課題 スピン偏極の物理と応用計測のためのスピン偏極物質の探索と開発  
 研究代表者 石川 潔

- 2 文部科学省科学研究費補助金 特定領域研究「スピン流の創出と制御」  
A02 班 スピン流とナノヘテロ構造 課題番号:19048013 平成 21 年度  
研究課題 新しいスピン流生成・操作手法の探索  
研究分担者 石川 潔
- 3 日本学術振興会科学研究費補助金  
若手研究(スタートアップ) 課題番号:21840043 平成 21~22 年度  
研究課題 超格子ミニバンド構造における光励起キャリアの充填機構  
研究代表者 長谷川尊之
- 4 兵庫県立大学特別教育研究助成金 平成 21 年度  
研究課題 酸化亜鉛半導体マイクロキャビティにおけるエネルギー構造の精密分光  
研究代表者 長谷川尊之