

～日本物理学会学生優秀発表賞を受賞して～

極限コヒーレント光科学研究センター 松永研究室 修士2年 藤本 知宏

この度、2022年9月に東京工業大学で開催された日本物理学会秋季大会にてポスター発表を行い、学生優秀発表賞(領域5)を受賞する栄誉に与りました。この栄誉は物性研の研究室を横断する多くの方々のご協力があったものです。この場をお借りしまして、栗原貴之助教、室谷悠太研究員、神田夏輝助教、金昌秀研究員、秋山英文先生、松永隆佑先生に深い感謝を申し上げます。

受賞対象となった発表は「バルク GaAs のスピン選択光励起によるテラヘルツ異常ホール伝導ダイナミクスの観測」です。発表内容について以下で簡単にご説明いたします。円偏光を物質に照射すると、人為的に時間反転対称性を破ることによって物質中の電子が持つ自由度を操作することができ、時間反転対称性の破れによる効果はホール伝導として他の現象と区別して検出できるため、興味深い研究が盛んに行われています。その中でも、代表的な半導体である砒化ガリウム(GaAs)に円偏光を当てると、スピン偏極したキャリアが生成されるため、スピン流から電流への変換を実現する逆スピンホール効果が初めて実証された舞台としても知られています。しかしその逆スピンホール効果が高速に変化する電場に対してどのように応答するのかについては知見が少なく、またそれ以外のメカニズムによる円偏光照射による異常ホール伝導が生じるのかについても明らかではありませんでした。

そこで本研究では、GaAs に円偏光を当てた時に生じるホール伝導度の変化を、テラヘルツパルス電場の偏光回転によって調べる実験を行いました。その結果、バンドギャップを超える円偏光パルスを照射することで誘起されるテラヘルツパルスの偏光回転、つまり異常ホール伝導を観測することに成功し、さらに時間遅延を2次元的に制御して詳細に調べることで、質的に全く異なる二つの異常ホール伝導が出現することを明らかにしました。そのうちの一つは円偏光後に生じる偏光回転であり、約 100 ps の寿命で減衰することがわかりました。この寿命は電子のスピン緩和時間と一致することから、円偏光により励起されたスピン偏極電子による逆スピンホール効果であると結論づけました。もう一つのテラヘルツ偏光回転は、円偏光を照射している最中に特徴的な振動構造を持つことがわかりました。

これはプローブテラヘルツ電場が試料の空間反転対称性を破ることで円偏光による光電流が流れるようになるという、電場誘起円偏光ガルバノ効果による現象であるとする、円偏光の照射中のみ出現すること及び特徴的な振動構造を持つことをうまく説明することができました。

これらの結果は、半導体におけるスピンホール効果の周波数特性や高速ダイナミクス、及び非線形電流の発生メカニズムを明らかにする重要な結果であると考えられます。

