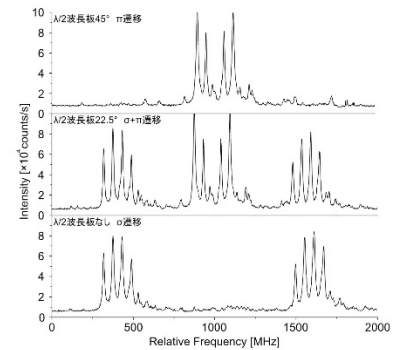


量子エレクトロニクス教室

1 Ba 原子の $6s5d\ ^1D_2 - 5d6p\ ^1D_2$ 遷移におけるゼーマン効果

田澤 桓人

本実験では、原子のパリティ非保存研究に向けて Ba 原子のゼーマン効果の研究を行った。高分解能原子線レーザー分光法により、Ba 原子の許容遷移 $6s5d\ ^1D_2 - 5d6p\ ^1D_2$ (856.0 nm) の高分解能分光実験を行った。強さ 150 G、250 G、450 G の磁場をかけ、ゼーマンスペクトルと磁場の強さとの関係を確認した。また、レーザーの偏光方向を調整し、スペクトルを π 遷移や σ 遷移に分けて詳細に測定した。偶同位体 ^{138}Ba と ^{136}Ba を用いてゼーマンスペクトルを解析し、 $5d6p\ ^1D_2$ 準位の g_J 因子を 0.9080(38) と決定した。

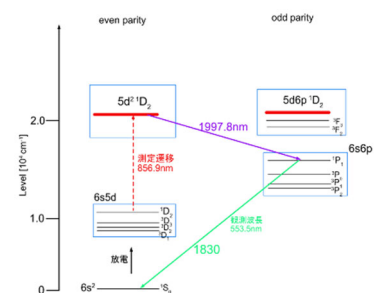


図：測定されたゼーマンスペクトル

2 Ba 原子の $6s5d\ ^1D_2 - 5d^2\ ^1D_2$ 禁止遷移におけるシュタルク誘起 mixing 比の測定

藤沢 剣

本実験では、原子線と外部共振器型半導体レーザーを用いて外部電場を印加することによって、Ba 原子の $6s5d\ ^1D_2 - 5d^2\ ^1D_2$ 禁止遷移の観測を行った。シュタルク誘起 mixing によるスペクトルを観測し、スペクトルと電場の強さとの関係を調べた。 ^{138}Ba , ^{136}Ba のピーク面積、半値全幅を測定することによりスペクトル強度に関するデータを得た。また、許容遷移 $6s5d\ ^1D_2 - 5d6p\ ^1D_2$ のスペクトルを観測し、禁止遷移の測定と合わせて禁止遷移のシュタルク誘起 mixing の比を求めた。

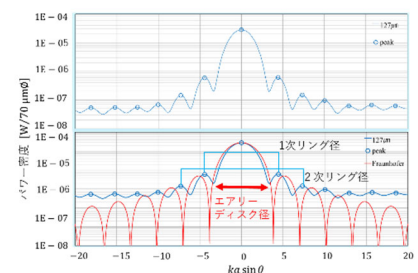


図：Ba 原子のエネルギー準位と遷移

3 ガラスキャピラリーによるレーザーマイクロビームのフラウンホーファー回折様パターンの測定

内田 佳那

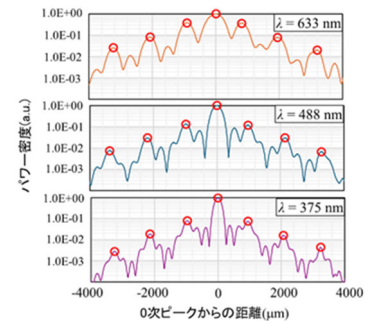
東邦大学ではテーパー型ガラスキャピラリーによるマイクロビーム照射法を開発している。本研究では、レーザースポットの最小化のために 0 次リング近傍に発生する細いリングに着目した。そのために、ガラスキャピラリー（出口径 91~185 μm ）に波長 375 nm のレーザー光を通過させてマイクロビームを生成し、その強度分布の測定と解析を行った。その結果、細いリングはフラウンホーファー回折モデルとは一致しなかったため、キャピラリー特有の性質であることが明らかになった。また、0 次リング径の大きさは出口径によって変化することが分かった。

図：出口径 127 μm での測定結果とフラウンホーファー回折の比較

4 ガラスキャピラリーによるレーザーマイクロビームのスポット構造の精密測定

小島 幸子

ガラスキャピラリー光学系によるレーザーマイクロビームのスポット構造には小さな明るい中心領域の他に明線リング系列が生じることが分かっている。本研究では、明線リング系列に着目し、生成メカニズムを明らかにすることを目的として出口径や波長との関連を調べた。その結果、波長や出口径によってレーザースポットのパワー密度分布が変化し、リング径は出口径が大きくなるとともに大きくなり、波長には依らない結果となった。また、ピーク強度比は出口径と波長が大きくなると小さくなる傾向が見られた。



図：出口径 67 μm のときのパワー密度分布

5 MicroSurgery に向けた極小照射野に対する線質評価

関井 海

優れた線量集中性を持つ炭素線を用い、極小照射野を精緻に形成するマイクロサージェリー技術が検討されている。本研究の目的は、マイクロサージェリー技術実現に向け、未だ基礎治療ビームデータの不足している極小照射野での線質評価方法を確立するものである。本研究ではコリメータを用いて極小照射野を形成し、ダイヤモンド検出器を用いた線質評価の可能性を調べた。また、測定データを用いてモンカルロ計算ツール PHITS の精度検証を行い、PHITS による線質評価の可能性を評価した。結果として極小照射野における線質データをダイヤモンド検出器によって取得することができ、線質評価の可能性を示した。また、PHITS によって線質評価を行った。

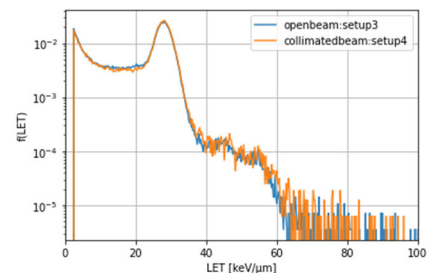


図:取得したエネルギースペクトル

6 高速制御が可能なファイバコムの開発

田中 大喜

近年、繰り返し周波数 f_{rep} が異なる 2 台の光コムを用いるデュアルコム分光法が広帯域、高精度かつ高速での分光測定が可能なことから注目を集めている。本研究では、さらなる高速化を目指し、高い f_{rep} を有する電気光学変調器(EOM)コムと組み合わせるための、高速制御が可能なファイバコムの開発を行った。具体的には共振器長の高速制御のためにモード同期 Er ファイバレーザーの共振器内に電気光学変調器 EOM を組み込んだ。さらに、レーザーの出力に対して Er 添加光増幅器を作成し高非線形ファイバを用いて広帯域光コムの発生を行った。発生した広帯域光コムに対し 1f-2f 干渉計を用いて f_{ceo} ビート信号の S/N 比 30 dB 程度での検出を実現した (Fig. 1)。

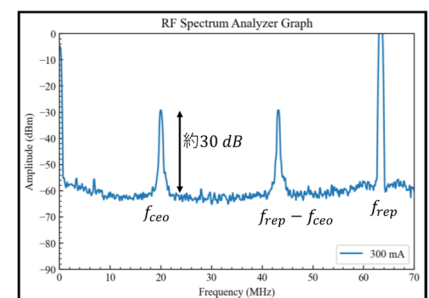


Fig. 1 f_{ceo} ビート信号

7 自己相関計の開発

宮澤 俊

光周波数コムは、周波数領域において櫛状の周波数成分が等間隔に並ぶ高精度レーザーである。時間領域では、光周波数コムは周期的な光パルス列として表され、その時間幅はフェムト秒 (fs) からピコ秒 (ps) の超短光パルスに相当する。そのため、時間幅を正確に評価することが光周波数コムの性能評価において重要になる。しかし、fs~ps の時間応答を持つ受光器は存在しないため、直接計測は困難である。そこで本研究では、自己相関 (autocorrelation) 法を基にした自己相関計を開発した。システム制御には Python を用い、自動ステージの動作制御とトリガ信号の出力を行った。また、2つのパルスが重なった部分で二光子吸収を発生し、その信号を検出することで自己相関信号を取得した。その結果、ps パルスの時間幅を正確に測定することに成功した。

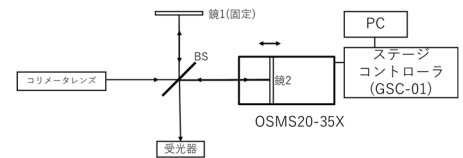


図 自己相関計の構成図.

8 SESAM ファイバレーザを用いた f_{ceo} 検出と評価

宮崎 俊行

デュアルコム分光法は、短いデータの取得時間・高分解能・広帯域な分光計測が可能であるため、近年注目を集めている。本研究室では、デュアルコム分光法の実用化を目指して、小型かつ単純な構成をした 2 台の光周波数コムを密接に配置することで相対周波数安定性を高くした機構共有デュアルコムファイバレーザを開発している。本研究では、さらなる応用展開を見据え、機構共有デュアルコムファイバレーザの光スペクトルの広帯域化および f_{ceo} の検出を行った。その結果、測定分解能 (RBW) における信号対雑音比 (S/N) は 20 dB 程度、MHz オーダーの線幅を持つ f_{ceo} ビート信号を取得した。

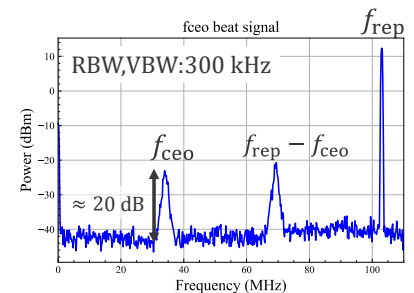


図 検出した f_{ceo} ビート信号

9 デュアルコムファイバレーザ-THz-TDS システムの開発

高星 拓海

テラヘルツ (THz) 波は、電波と光の両方の特徴を有しており、物体の性質を測定するための光源として注目されている。しかし、従来の THz 波の発生・検出は、移動ステージを用いるため、測定時間と分解能の間にトレードオフの関係があった。この課題を解決するために本研究では、デュアルコム分光法を基にした THz 波の時間領域分光 (THz-TDS) システムを開発した。光源として機構共有型デュアルコムファイバレーザを用いることで、高速かつ高分解能での分光測定が可能な THz-TDS システムを、簡便な構成で実現した。開発したシステムにより、高抵抗 Si プレートの高さ測定を行った結果、厚みを $2.953 \pm 0.026 \text{ mm}$ の範囲内で決定できた。さらに、位相屈折率を $n = 3.42587 \pm 0.02279$ と決定できた。

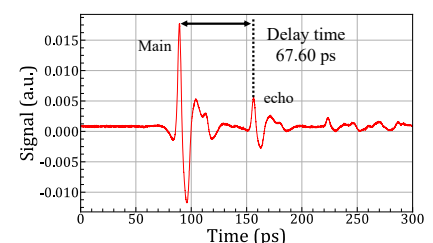


図 Si プレートを透過した THz パルスの時間波形

