

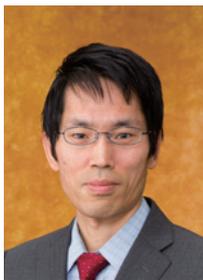
# 光の波動と粒子性を操るレーザー新技術の創生

## 渡辺(昌)・張(贇)

研究室



渡辺 昌良  
Masayoshi WATANABE



張 贇  
Yun ZHANG

### 研究概要

当研究室では、光を波動および粒子として操ることで、光への知見を極め、また新たな光技術の開拓をめざす。

高品位でパワーのあるVUV光源を開発

レーザーの短波長域の光源の研究を行っている。短波長域とは紫外線のさらに外側にある真空紫外域(VUV)と呼ばれる領域のことです。高品位でパワーのある光源を作ることを目的としている。た

だ、短い光源だけでなくコヒーレント(可干渉)なものを作るために、今までの技術のバックグラウンドと最新の技術を使って、より高品質な光の発生を目指している。

VUVを使った光源の応用例は多く、情報を載せたり読み取ったりする通信、レーザーで加工したりするエネルギー的な利用、計測での利用などと、適用範囲が広い。分かりやすい例は、IC作製技術だ。ICの中身の細かな構造

は写真技術(フォトリソグラフィ)で作られているが、これを実現するには、高品質なVUV光源が必要なのだ。

### 半導体レーザーの周波数安定化

半導体レーザーは小型で扱いやすく、幅広い波長選択性があり、新しい周波数光源として注目されている。しかし、一般に雑音が大きいため同様の手法で安定化した他種のレーザーより周波数安定度が劣る。フィルターキャビティを共振した光の一部をフィードバックすることで、光フィードバックと光フィードバック両方の効果を得ることで雑音を低減した。低雑音光を第二高調波発生(SHG : Second Harmonic Generation)により波長変換し、ヨウ素分子の

吸収線を基準とした周波数安定化の実験を行っている。将来、安定したレーザーは長さの二次標準器として期待されている。

### 量子限界を超えて

レーザーの光技術を使って、量子力学の不可思議な性質を実験的に調べている。その成果を生かして、量子情報処理における新しい研究分野の開拓を目指す。例えば、量子力学的な測定は必ず測定対象に影響を与えるという原理を使って、盗聴不可能な通信、量子暗号通信が可能になる。

量子計算は、状態の重ね合わせの原理を利用した「高速」な計算を可能にする技術だ。量子揺らぎをスクイージングすることにより、量子限界の壁を超えることができ

る。

ほかにも、量子相関光子ビームといわれる、対になった光がいくら離れても特別な関係を持つといった新しい光の分野も研究している。開発した光源を用いた光の粒子的性質を解明する研究、および応用分野への展開を予定している。

### アドバンテージ

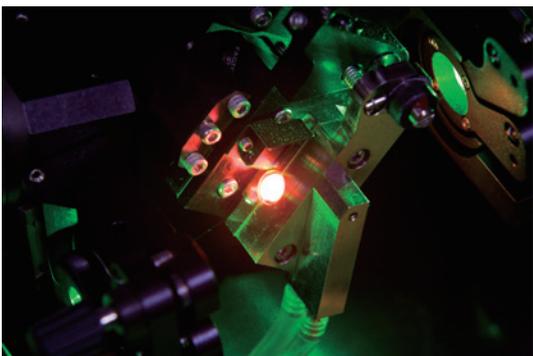
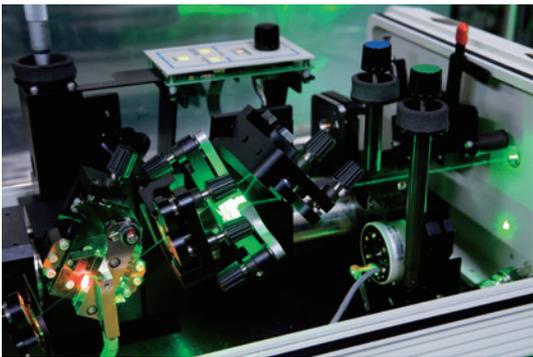
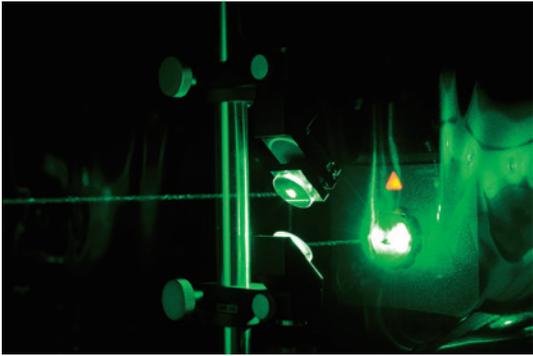
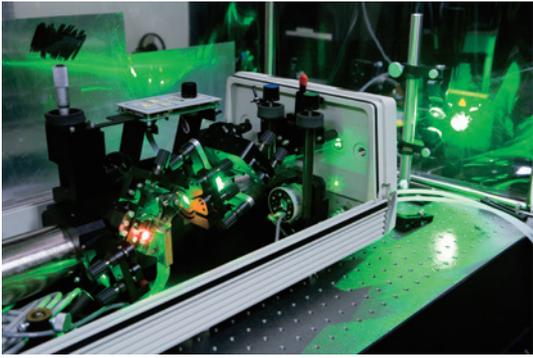
光の波動および粒子性を操る新しい光技術を生み出す

「光は粒子なのか?それとも波なのか?」この問題は20世紀前半まで、大きな問題として科学者たちを大いに悩ませた。この問題は、20世紀に「量子力学」という新しい分野が確立してきた。「光は

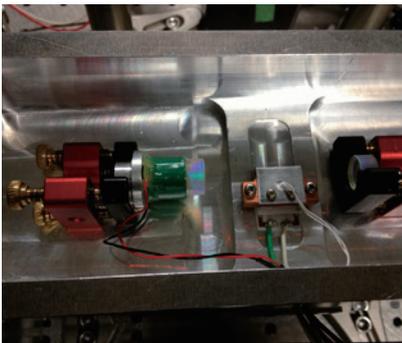
### キーワード

VUV、レーザー工学、コヒーレント光制御、量子光学、レーザー応用分光、量子エレクトロニクス

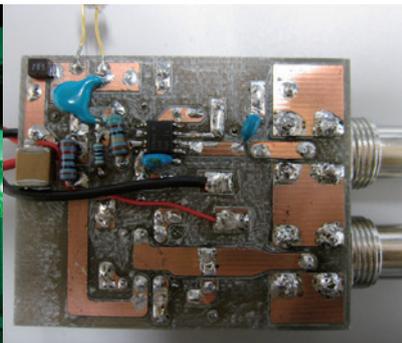
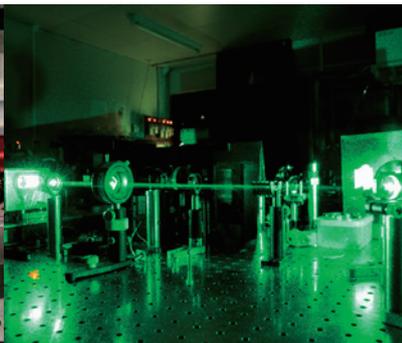
所属	大学院情報理工学研究科 基盤理工学専攻
メンバー	渡辺 昌良 教授 張 贇 准教授
所属学会	(渡辺) 応用物理学会、レーザー学会、日本分光学会 (張) アメリカ物理学会
E-mail	[渡辺] watanabe@ee.uec.ac.jp [張] zhang@ee.uec.ac.jp
研究設備	Ti:Sapphireレーザー、UV/VUV コヒーレント光源、Nd:YAGレーザー、半導体レーザー



VUVコヒーレント光発生用固体レーザー装置



光パラメーター発振器



自作光検出器

粒子でもあり波でもある。粒子と波の両方の性質を併せ持つ、量子というものである」とも表現されるようになった。本研究室は、光の波動および粒子性を操る新たな光技術を生み出す。例えば、単一光子を用いて非古典の光を測定すると、光子数の分布確率は波動として振る舞う現象を表す。その一方で、ホモダイン検出器を用いて光の振幅を測定することで非古典光の光子アンチバンチングの粒子として特性を調べることができ

る。外部との連携、人のつながり 研究をスタートし進めていくには、多くの情報と共にまた様々な考え方が大変重要である。実際、研究室内だけでなく外部との連携が取れることは大きなアドバンテージと言える。1人ではものづくりはできない、ものづくりには多くの人たちの協力が重要だと考え、人と人とのつながりを非常に大切にしている。そのため、外部の専門家とのパートナーシップを取ることで、人的リソースのインフラを構築している。これと併せて、研究者・科学者・教育者のひとつづくりも大切にしている。

今後の展開

レーザーに関するものづくりの源流となる技術を世に出す 渡辺は、レーザーに関する研究開発を民間企業や国立研究所など様々な立場と考え方の研究機関に長年携わった経験を基に、さらに大学で何ができるのかを考え、当研究室の研究を通して技術の源流になれる新しい領域を作りたいと考えている。張は、光の基礎に関する研究について母国をはじめ内外様々な機関で研究参加した経験を基に、将来の光技術へ繋がる新たな発想の概念の構築とその応用に強い意欲を持っている。この源流となる技術が何かのきっかけで

注目されるようになれば、最終的にはそれをベースにしたものづくりへと発展して、行く行くは産業界や社会へ貢献できれど思っている。そのために、今研究している個々の対象を突き詰めていって、新規性のある基礎・基盤技術へと高めていきたい。 また、このような新しい領域のものは、多くの方々に知ってもらうこそ意味があり、価値が生まれる。したがって、当研究室の技術をもっと多くの方々に知っていただくために、これからも発表の場を増やしていきたい。こうして産学連携につながり、新しいものを創造・創出していく源になれ

ばと思っています。