

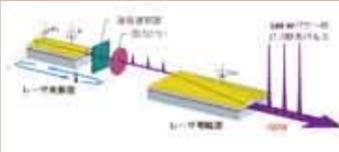
NiCheにおける
先端フォトニクス
の産学連携研究



東北大学における産学連携研究の拠点であるNiCheの外観



東北電子産業㈱の実装によるピコ秒光パルスサブプロタイプ



全半導体レーザー100Wピークパワー光源の構成図



開発した高機能光源により多光子イメージング・超解像イメージングを行うためのレーザー顕微鏡



マウスの腎細胞の2光子イメージング像

産学連携のための基礎データ

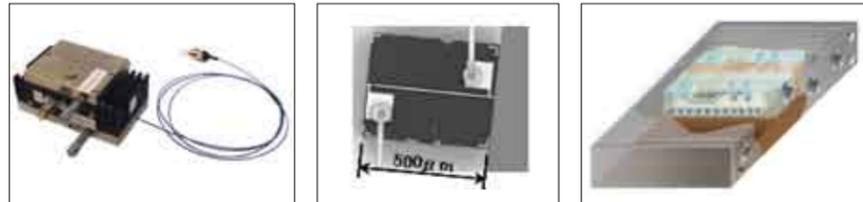
- 主な研究テーマ
 - 極限性能半導体レーザーのデバイス物理
 - 高機能光源の開発
 - 多光子効果バイオイメージング
 - 超解像ナノイメージング
- 最近のトピックス

- 2003年(～2005年)
東北電子産業㈱および㈱オプトクエストとの連携で「ピコ秒光パルサー」の基本技術とプロタイプを開発
- 2004年(～現在)
ソニー㈱との連携により、全半導体レーザーによる高機能光源の開発を始めとする先端フォトニクス応用を推進
- 2005年(～07年)
JST「事業化のための育成研究」で住友大阪セメント㈱と連携。半導体レーザーを心臓部とする小型高安定な2光子バイオイメージング光源を開発
- 2008年(～現在)
JST戦略的創造研究推進事業(CREST)「先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開」の研究領域で東北大学多元物質研究所および北海道大学電子科学研究所と連携。高機能光源の開発とそれによる超解像ナノイメージングの研究を推進
- 2008年(～現在)
文部科学省科学研究費補助金の新学術領域研究「半導体における動的相関電子系の光科学(DYCE)」において東京大学物性研究所等と連携し、半導体物理の基礎研究と半導体レーザー・LED等の発光デバイス研究との融合を進める。2012年4月には「1st DYCE-ASIA Workshop」を開催
- 2011年
NEDO「イノベーション実用化開発助成」で、㈱アルネアラボラトリとの連携。高性能半導体レーザーの開発を展開(ピコ秒光パルサーの製品化開発推進)



ソニー㈱との連携による「高出力青紫色ピコ秒半導体レーザーの実現」を伝える新聞記事(2010年7月21日/河北新報社提供)

半導体ナノ構造の制御による半導体レーザーの極限機能創出とその応用の研究を産学連携によって追求



■左から教授が開発に携わったモード同期半導体レーザー(MLLD)および内部の2電極型半導体レーザーデバイス、将来的な多波長高機能半導体レーザーの構成

横山教授は、材料物理・デバイス物理に根ざした半導体レーザーの極限機能の追求を目標に、半導体内キャリアの超高速挙動の光電融合的制御・ナノメートルサイズでの半導体組成の揺らぎや多体効果の大きさの定量化などを基礎的な研究課題としています。

教授は、このような研究内容に強い関心を持ち、連携することによって製品開発に結びつけることができる技術力を持つ企業、たとえば東北電子産業㈱、㈱オプトクエスト、ソニー㈱などと連携して自主開発を進めてきました。

また、公的な産学連携支援の制度も活用して「経済産業省・地域新生コンソーシアム研究開発」、「JST・事業化のための育成研究」、「NEDOイノベーション実用化開発助成」等において、ソニーセミコンダクタ㈱、NECトキン㈱、住友大阪セメント㈱、㈱アルネアラボラトリとの連携をも実現。

たとえば、前述のように東北電子産業やオプトクエストとの共同でピコ秒光パルサーを開発し、現在では、アルネアラボラトリの間でさらに小型・低価格化が可能で実用性に優れた第2世代ピコ秒光パルサーの開発を加速させています。

さらに、青紫色半導体レーザーによる高機能光源の実用化推進とたとえばバイオメディカル分野への応用という視点



■横山研では、半導体レーザーデバイスの観測評価装置や実装設備、超短光パルスの諸特性を測定評価する設備など高度な機器を整え、産学連携の共同利用にも提供している

ピコ秒光パルサーの実用化を加速させる一方で、横山教授の研究は、更に高度の半導体レーザー高機能光源の実用化推進と、その高度な光源がたとえば「超解像ナノイメージング」や「多光子イメージング技術によるがん細胞研究」など、バイオフィotonics分野で利用される道を模索する方向へと向かっています。

高機能光源の実用化では、2010年7月には、ソニー㈱先端マテリアル研究所との連携による青紫色半導体レーザー開発の成果が新聞報道されました。波長が405ナノメートルの青紫色の半導体レーザーで、3ピコ秒で100ワット超の光パルスを実現し、現在実用化されている技術の100倍に当たること、映像を記録する大容量の次世代ディスプレイ、医療分野で使った加工装置などへの応用が期待されることなどが記されました。

また、基礎研究の面においては東京大学物性研究所などと連携を進め、2012年4月に国際ワークショップ「DYCE-ASIA」を開催し、「Dynamically-correlated electrons and blue-violet light generating materials and devices」をテーマに掲げて、基礎と実用的先端光デバイスの融合を図る取り組みを行っています。



○未来科学技術共同研究センター教授

高機能性半導体レーザー開発から超解像バイオイメージングなど先端フォトニクス分野開拓へ

横山弘之

近年、高空間分解能を活かした3次元バイオイメージングやレーザー光パルスの持つ高ピークパワー性・高時間分解能を活かした分子構造レベルでの生体組織診断の研究など、バイオメディカル分野でフォトニクス技術の新しい応用が急速に立ち上がってきている。そこでは、ピコ秒以下の超短時間幅光パルス、キロワット超の高ピークパワー、紫外線から赤外線にわたる超広帯域での波長選択性など、情報エレクトロニクス応用の場合とはまた違った高機能性がレーザーに求められる。横山教授は、高機能ピコ秒半導体レーザーによる多光子バイオイメージングと題する解説論文(オプトロニクス2009)で、そのような分析を示しています。

教授は、日本電気㈱中央研究所勤務時代に超高速・超低消費電力動作帯半導体レーザー光源を開発するなど、高機能性フォトニクスデバイス基礎技術開発を研究フィールドとしてきました。東北大学未来科学技術共同研究センター(NiChe)では、2005年に東北電子産業㈱や㈱オプトクエストとの連携により、半導体レーザーをベースとするキロワットの高ピークパワー光源である「ピコ秒光パルサー」を開発しました。

教授は、半導体レーザーはすでに、情報エレクトロニクスで必要とされる光デバイスの一つの究極のレベルに到達している、と判断しています。では、これからどこへ進むべきなのか、あるいは進むことができるのか。超短時間幅光パルス発生を始めとする半導体レーザーの極限機能の追求の中で、非線形バイオイメージングなど、その新しい応用への展開を図ることが、新しい産業を創出する上でも重要な視点だと教授は考えられています。



2004年に特許を出願(2005年に取得)し、2005年に共同開発した「ピコ秒光パルサー」は、5psの時間幅の超短光パルス発生を実現し、1kW超の高ピークパワー、50%超の効率での第2高調波(もとの半分の波長の光)変換を実現した超短光パルス光源です。簡単な電氣的パルス入力による半導体レーザーからのピコ秒光パルス発生技術と、光ノイズと非線形効果を抑制した光増幅技術の開発により、小型で高安定な高ピークパワー光パルスを発生することに成功したのです。

現在は、㈱アルネアラボラトリ等との連携により、さらに小型・低価格化が可能な第2世代の光パルサーの技術開発を進めています。