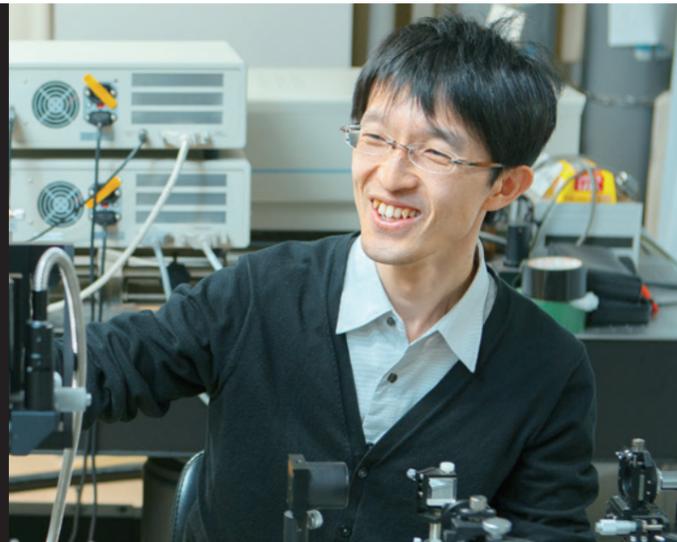


# 新たな光デバイスを創出するため、光を自在にコントロールすることを目標にしています。

## 016 Oda LABORATORY 小田研究室

准教授・博士(理工学) 小田 久哉

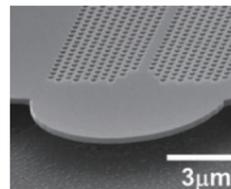
- 専門分野 非線形光デバイス、フォトニック結晶の光物性とデバイス応用
- 千歳科学技術大学光科学部物質光科学科卒業
- 千歳科学技術大学大学院光科学研究科光科学専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

本研究室では、光ナノ構造体におけるパルス光伝搬や光ナノ構造体を利用した新規の光デバイスの創出に関する基礎研究を行っています。

研究に使用するフォトニック結晶。この極めて小さなチップに光を入れデータを測定していきます。



### フォトニック結晶を使って光のコントロールを

大きな研究分野は、光物性、光デバイス。光物性とは、物質と光の相互作用ということで、その物質が光に対してどういう特性を示しているかを調べることです。デバイスというのはいわば光の部品で、特性をどういうデバイスに生かせるのかを研究しています。要するに、基礎研究から応用のところへのつなぎの部分を手がけているといえます。

もっと細かくいうと、光の制御が私の一番の興味の対象です。光の特性のうち、発光はLEDやレーザーなどがデバイス化されています。伝搬には光ファイバなどがありますが、まだまだ光の能力のほんの一部しか使っていません。特に、光は速いがゆえに制御ができず、遅くするというのも困難です。そこをどうにか克服する方法として、フォトニック結晶<sup>※1</sup>というものがあります。フォトニック結晶は屈折率が周期的に変化したナノ構造体<sup>※2</sup>のことで、光のコントロールが可能だということが今から26年前に

提唱され、この10年ほどで研究がずいぶん発展してきました。

このフォトニック結晶が私のテーマです。これを使うと、例えば発光という部分では、強くすることも弱くすることもできる。伝搬では、光をある一部の領域内に強く閉じ込めることができるため、90度に曲けても導くことができます。これは、光ファイバでは無理なのですが、フォトニック結晶を使えばチップサイズの光集積回路<sup>※2</sup>のチップも可能になります。さらに面白いのは、光を遅くすることもできる点。光がゆっくり進むと、物質と光が相互作用している時間が長くなりますから、相互作用によって生まれる現象が小さな入力パワーで大きく出せるので、その効果を使うことができます。

### 本学在学中に現在も取り組むテーマと出会い、研究の道へ

私がこの研究テーマに出合ったのは、1999年。学部2年の時にフォトニック結晶という名前を雑誌で見つけ、直感的に面白そうだなと思って

記憶に強く刻まれました。当時、国内でフォトニック結晶を本格的に研究しているグループは少なく、その中の北大の先生が退官され、運がいいことに、私が学部4年の時に本学の客員教授に就任。それがきっかけで研究を手伝わせていただき、それ以来このテーマについて研究を行っています。学生の皆さんにも、在学中に自分が興味を持って取り組めるものをぜひ見つけてほしいと思います。

卒業生である私が思う本学の一番の良さは、学生と先生との距離の近さ。これは、私の学生時代から続いていて、本当に本人に意思があれば、力を伸ばしやすい環境です。私も学部1年時から自分で研究室を訪ね、勉強させてもらっていました。私の研究室へも、気軽にどんどん訪ねてきてほしいですね。

この研究室の魅力は、今まで誰も見たことがない新しい現象や特性を見ることができるところ。そして、遠からぬ将来、社会で広く使われたり、役に立つはず。そう信じるのが、研究のモチベーションにもなっています。

# SEEDS

## 研究テーマ フォトニック結晶の非線形光デバイスに関する研究

光を自由自在に操作。21世紀は光の時代と言われてます。我々の身近な所でも信号機や車のヘッドライトがLEDに変わり、ソーラーパネルによる発電、スマートホンの顔認証に代表される光センシングなど、光の担う役割は重要になっています。

本研究室では、今後重要となる「光」を自在に操ることができる革新的な光技術を実現し、エネルギーや高度情報通信技術等、次世代のスマート社会に寄与することを目的としています。我々が注目しているのは屈折率を周期的に変化させたナノ構造体であるフォトニック結晶と呼ばれるものです。フォトニック結晶を利用することで光の速度制御や、微小空間での光の捕捉等さまざまな新しい光技術が可能になります。

また、その他にも光磁気効果等新しいテーマの研究についても学生と力を合わせチャレンジしています。

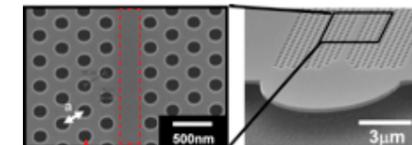
### フォトニック結晶

フォトニック結晶とは、屈折率が異なる物質を光の波長と同程度の間隔で並べた、ナノ構造体をもつ人工の結晶です。一般的には人工物ですが、フォトニック結晶に類するものは自然界にも存在します。モルフォ蝶の羽は青く見えますが、これは羽の鱗粉には、縞で等間隔で並んだ周期構造により青色の光を反射しています。



### 2次元フォトニック結晶導波路

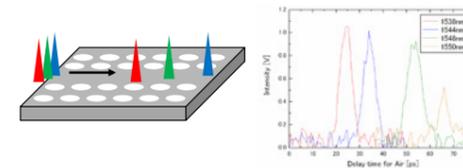
半導体の微細加工技術はLSIに代表されるように我が国には高い加工技術があります。我々はGaAsという半導体の薄膜面に周期的に直径180nmの空孔を導入した2次元フォトニック結晶を作製しています。また一部を空孔を入れず(赤点線部分)に、その部分を光導波路として機能します。



直径180nmの空孔を周期的に配置  
髪の毛の約400分の1!

### フォトニック結晶導波路を利用した光速度制御

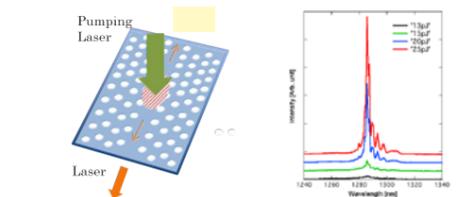
フォトニック結晶導波路中では光の速度が波長によって大きく異なります。光の速度を遅くすることにより、光と物質の相互作用を強くすることや、光スイッチや光フリップフロップ回路に応用することができます。



色(波長)の異なる3つの光パルスが異なる速度で伝搬している様子(左)。実験室で実際に測定した結果(右)長波長になると到達時間が遅くなっています。

### フォトニック結晶導波路を利用したレーザー

光の速度を極端に遅くすると、光の進行方向に光共振器がなくともレーザー発振する新しい原理のレーザーが可能になります。



フォトニック結晶レーザーの概念図  
光スペクトルの観測結果からレーザー発振していることが確認できます。

### 企業等への提案

光の微小領域計測の技術提供と光の計測装置の使用、光を使った分析(目に見えない光も可能)や材料評価法。

### 地域に向けてできること

中高生向けの光を使った模擬実験、市民講座。

※1「フォトニック結晶」 屈折率の異なる物質が周期的に並んだ構造体。チップの穴の大きさは約240nm。  
※2「光集積回路」 電子に置き換わって光で処理するLSIにより、超高速の光コンピュータ実用化の可能性も。