

CREST

# FA · CEED

MMXXI | Photonic Band Diagram Microscope

# FA · CEED

MMXXI | Photonic Band Diagram Microscope

「フォトニックバンドダイアグラム顕微鏡 FA・CEED (ファ・シード)」は、フォトニック結晶・メタマテリアルをはじめとした様々な構造において、バンドダイアグラム全域を高速かつ容易に測定することを可能にする装置です。

従来の評価方法は、それぞれのサンプルに適した形で光学系を組む必要があるとともに、光学系の調整、測定時間・評価時間など、時間を費やして観測することが一般的でした。本装置は、これらの問題を解決し、各種フォトニック構造における物性評価を容易かつ高速に測定可能にします。

フォトニック構造（光の波長以下の微細構造を一定の周期性をもって並べたもの）は、構造内の光と物質の相互作用を利用して、様々な光の操作を可能にします。

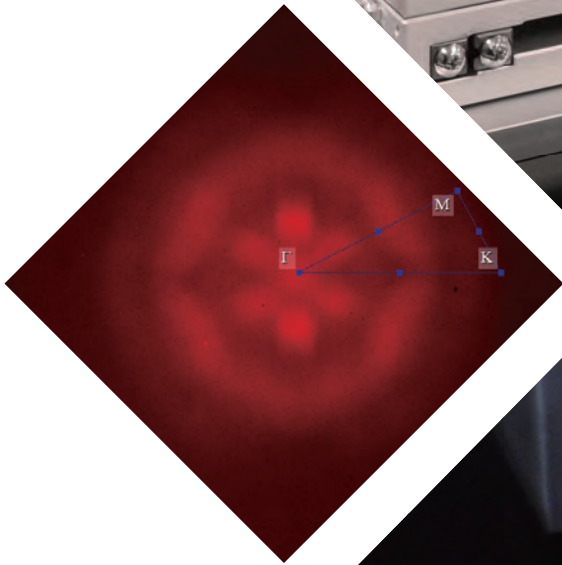
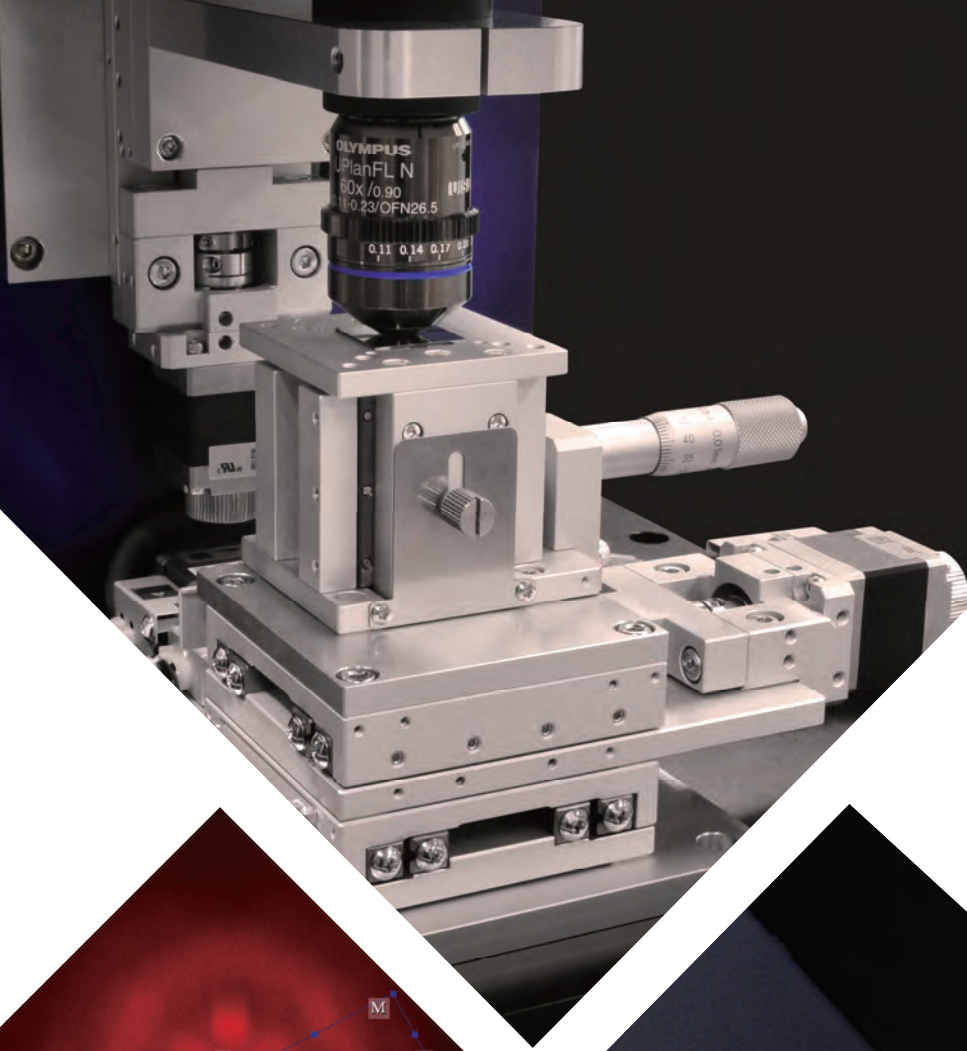
代表的なものとして、フォトニック結晶、トポロジカルフォトニック結晶、メタマテリアルがあり、これらはナノプロセス技術を使って半導体に微細加工を施すことによって実現されます。このような構造の光学特性を決定する重要な指標のひとつが、フォトニックバンドダイアグラムです。本装置はこのフォトニックバンドダイアグラムを高速測定することができ、スローライト効果、偏光依存の一方方向性伝搬、負の屈折率など、各種フォトニック構造で見られる様々な光学現象を予想することが可能となります。

本装置を用いることで、様々なフォトニック構造の特徴を明確化でき、基礎物性探求の指標とすることができます。

また市場では、各種フォトニック構造が採用された光デバイスの設計が容易となり、関連市場の拡大や、それらのデバイスを用いた新たな研究領域の開拓に繋がられます。

本装置は、科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業CREST「トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出」領域の研究課題「人工グラフェンに基づくトポロジカル状態創成を新規特性開発」などをとおして、東京工業大学 雨宮智宏助教と共同開発した製品です。





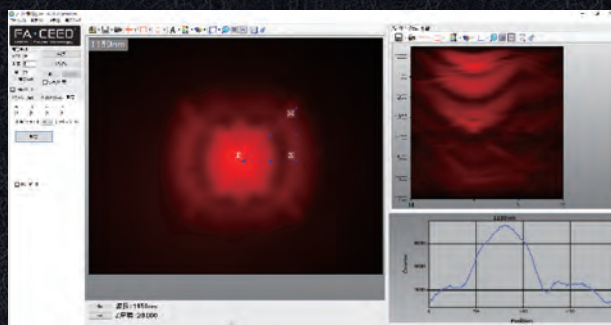
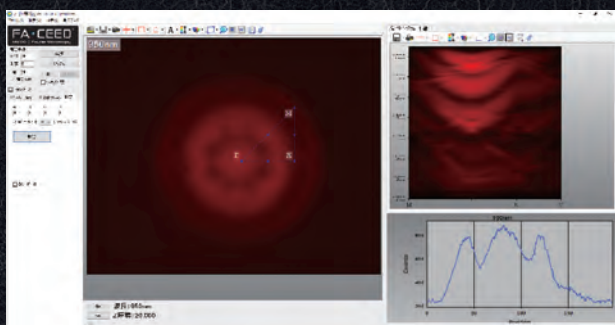
測定例



950 nm



1150 nm



特長

FEATURES : 1

### 高速測定

本装置は、赤外ハイパースペクトルイメージングにより、波長ごとのフーリエ画像を得た後、それらの画像をもとにフォトニックバンドダイアグラムを再構成しています。そのため、非常に高速かつ汎用的な測定が可能であり、フォトニックバンドダイアグラム全域を約5分で測定することができます。

FEATURES : 2

### 指定した方位におけるバンドダイアグラムの取得

赤外フーリエ画像において任意のパスを指定することにより、全ての方位に対するバンドダイアグラムを取得することができます。また、サンプルの垂直方向を自動挿引することで3次元方向のバンドダイアグラムも併せて得られます。

## 正方格子のフォトニック結晶

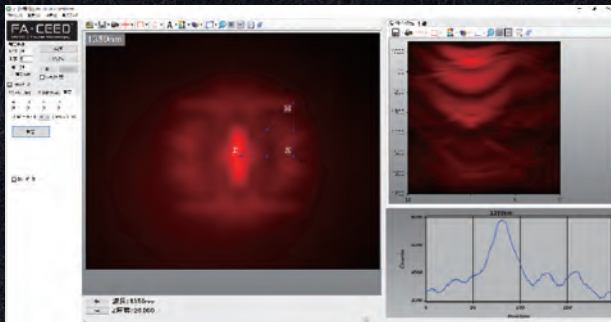


本測定データは、正方格子のフォトニック結晶を測定している様子です。

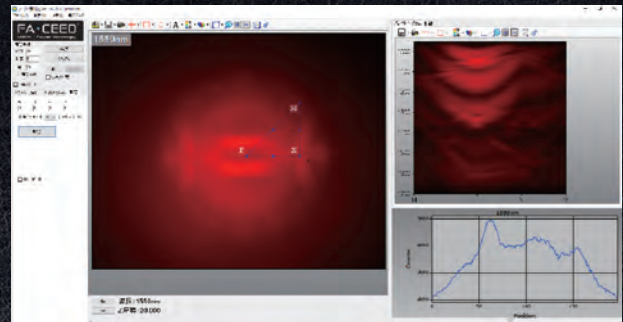
波長可変フィルターの中心波長を変えていくとフーリエ画像もそれに伴って様々な形状に変化していることが分かります。本結果をもとに再構成されたフォトニックバンドダイアグラムでは、正方格子のフォトニック結晶で予想される理論結果とほぼ同等の結果が得られます。



1350 nm



1550 nm



FEATURES : 3

### 特定のバンドダイアグラムを励振

入射光の状態を各種偏光子や波長板/リターダを用いて制御し、フォトニック構造内に特定のモードを励振することで、そのバンドダイアグラムの情報のみを取得することが可能です。



## 装置構成、性能・機能

### 1. 試料台ステージ 一式

試料走査 XY軸ステージ：ストローク±10mm、分解能 full/half：0.5/0.25 $\mu$ m以下、分割比1/20時：0.025 $\mu$ m

試料走査 Z軸ステージ：ストローク±4mm以上、分解能 full/half：0.5/0.25 $\mu$ m以下

### 2. 対物レンズ昇降ステージ 一式

ストローク±10mm以下、分解能 full/half：0.5/0.25 $\mu$ m以下、分割比1/20時：0.025 $\mu$ m

### 3. 空間周波数フィルタリング4F光学系 一式

- ・ 対物レンズ：観察視野：最大200×200 $\mu$ m、倍率：60X程度、N.A.：0.9程度
- ・ 可変範囲： $\phi$ 0.8- $\phi$ 12の可変アパーチャー搭載
- ・ 照明光源波長範囲：300-2500nm、出力：5.5mW以上（350-1800nmの範囲、コア径200 $\mu$ mファイバ使用時）  
ファイバーコア径： $\phi$ 50 $\mu$ m、光コネクタ：FC
- ・ 可視観察カメラ：CMOS カラーカメラ（500万画素以上、試料面視野は200×200 $\mu$ m以上）
- ・ 液晶波長可変フィルター波長レンジ：850-1800nm、帯域幅 FWHM：6nm以下、有効径： $\phi$ 20mm程度  
応答時間：50-150ms、最大入射照度：500mW/cm<sup>2</sup>以上、許容角： $\pm$ 7.5° 以下
- ・ 赤外カメラ画素数：8万画素 320×256、有効撮像面積：9.6×7.68mm、画素サイズ：30×30 $\mu$ m、  
フレームレート：90fps、A/D分解能：14bit、インターフェイス：USB2.0

### 4. 設置台 一式

定盤サイズ 350×600×100mm

### 5. 制御ソフトウェア 一式

- ・ 赤外領域における任意波長の回折パターンを得た後、それを基に逆格子空間におけるパワー分布に変換。
- すべての波長に対して同様の動作を行い、それらを2次元的に並べることで、フォトリックバンドギャップを計測可能。
- ・ ソフトウェアから各種カメラ画像およびステージ制御が可能。

#### 用途

- ・ フォトリック構造の特徴を明確化
- ・ 光デバイスの設計



監修者

雨宮 智宏(東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所 助教)

専門分野

集積フォトニクス, 光通信デバイス (InP系, Si系 設計・レイアウト・プロセス・評価全般), 化合物半導体 (MOVPE結晶成長・物性評価全般), メタマテリアル, トポロジカルフォトニクス, フェムト秒レーザープロセッシング, 磁気光学

連絡先

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 南9号館707

Tel: 03-5734-2555 Fax: 03-5734-2907

E-mail: amemiya.t.ab@m.titech.ac.jp

科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 CREST

研究総括

上田 正仁(東京大学 大学院 理学系研究科 教授)



研究領域

トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出

概要

本研究領域は、将来の超スマート社会実現に資するため、連続変形に対する不変性に着目した新たな物質観であるトポロジーに着目し、新規な機能発現に関する現象の解明、新規機能・新原理・新規構造に基づいた材料・デバイスの創出に資する研究開発を基礎基盤的アプローチから推進することにより、既存の技術では実現できない革新的機能を有する材料・デバイスの創出を目的とします。

具体的な研究分野としては、電子状態のトポロジーに関する物性物理学を中心に置き、フォトニクスやスピントロニクス分野、さらに新規機能を実現するデバイス工学への展開を対象とします。一方、実空間のトポロジーにおいても位相欠陥等のトポロジカルな性質を利用したスピン流の制御に加え、分子の幾何学的性質や絡み合いを制御するソフトマターも対象とします。

これらの研究分野が複合的に連携することで、結晶成長技術、構造や物性の解明と制御のための計測・解析・加工プロセス技術、部素材・デバイス設計技術等の技術基盤の創出やこれらに関する基礎学理の構築も行いつつ、革新的機能を有する材料・デバイスの創出に取り組みます。

本研究領域は、文部科学省の選定した戦略目標「トポロジカル材料科学の構築による革新的材料・デバイスの創出」のもとに、平成30年度に発足しました。

# 東京インスツルメンツ TOKYO INSTRUMENTS

— グローバルにネットワークを広げ、最先端の科学をお客様に提供 —

本社：

〒134-0088 東京都江戸川区西葛西 6-18-14 T.I.ビル TEL：03-3686-4711

大阪営業所：

〒532-0003 大阪市淀川区宮原 4-1-46 新大阪北ビル TEL：06-6393-7411

<https://www.tokyoinst.co.jp>

[sales@tokyoinst.co.jp](mailto:sales@tokyoinst.co.jp)



## ◆LOTIS TII

Nd:YAG レーザー、Ti:S レーザー  
OPO レーザー

**LOTIS TII**

## ◆株式会社 ユニソク

超高真空・極低温走査型プローブ顕微鏡  
高速分光測定装置、クライオスタット

**UNISOKU**  
TII Group

## ◆SPECS -TII

Enviro ESCA (準大気圧 XPS)  
ARPES など

**SPECS™ - TII**

- 本カタログに記載されている内容は、改良のため予告無く変更する場合があります。(製品の仕様、性能、価格などはカタログ発行当時のものです)
- 本カタログに記載されている内容の一部または全部を無断で転載することは禁止されております。
- 本カタログに記載されているメーカー名、製品名などは各社の商標または登録商標です。

製品カバー・カタログデザイン・動画編集は、東京インスツルメンツ 広報部によってデザインされたものです。

Designed (Product Cover Design, Catalog Design, Movie Editing) by Tokyo instruments, inc