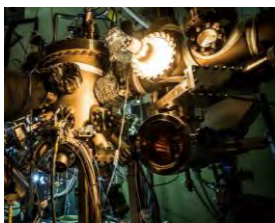


# 高品位量子ドットを用いた次世代量子光源の開発

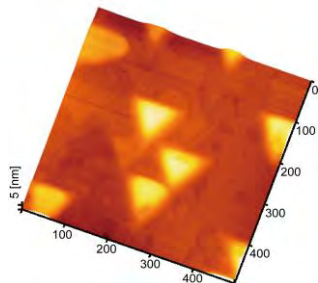
- 半導体微結晶（量子ドット）は量子もつれ光子対をオンデマンド発生可能。量子ドット作製技術を高度化し、汎用量子光源の実現を目指す。

## 量子ドット作製技術の発展と応用

- NIMS独自の量子ドット形成手法液滴エピタキシー(1991)を高度化。形状対称性の飛躍的な向上に成功 (2012)

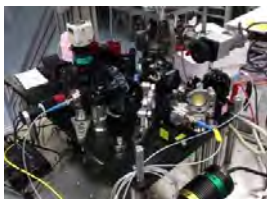


分子線エピタキシー装置

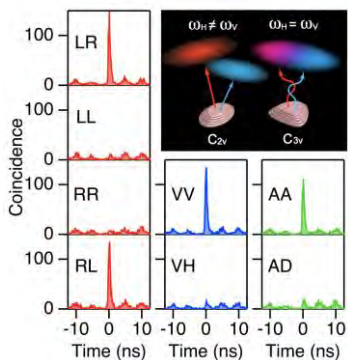


[111]面成長GaAs量子ドット

- 理想量子ドットを使い量子もつれ光子対の発生に成功。世界最高値の忠実度を観測 (2013)



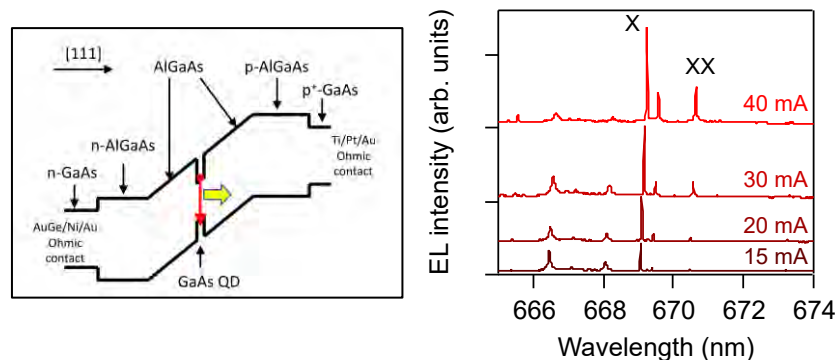
量子もつれ評価装置



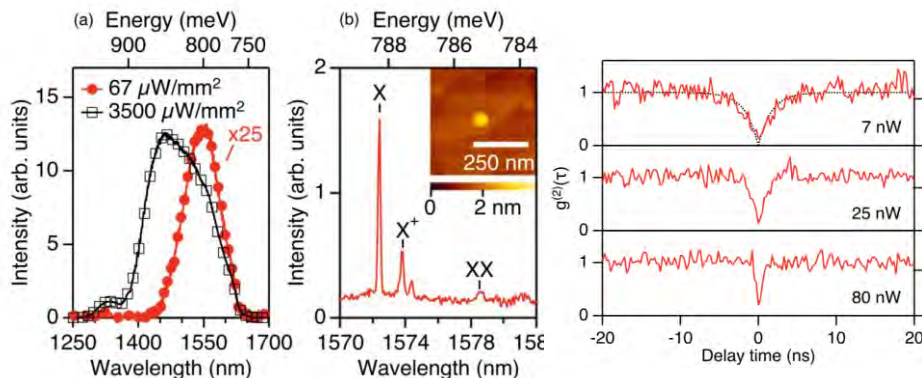
光子相関の測定  
古典限界を超える相関を観測

## 量子光源化に向けた試み

- 量子ドットLEDを実現。外部レーザー要らずに電流駆動で量子もつれを発生 (2020)



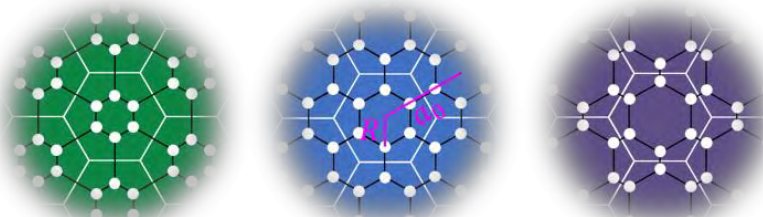
- InP基板で波長1.55μm量子ドットを作製。単一光子発生を実証 (2021)



大規模量子インターネットの将来実現を見据え、汎用もつれ発生デバイスに展開する

# 先進トポロジカルレーザーの開発

## □ NIMS発トポロジカルフォトンクス理論



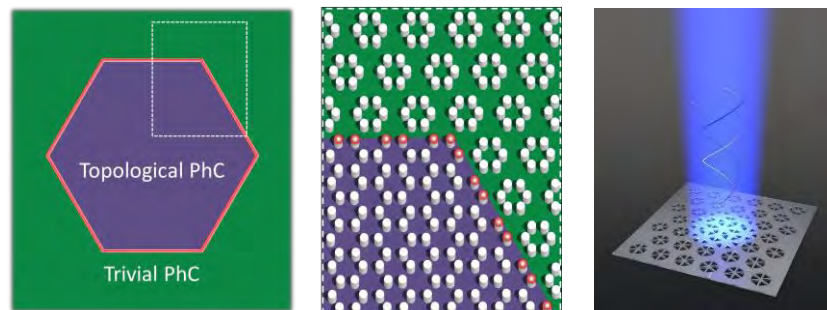
Trivial PhC      Photonic Graphene      Topological PhC

✎ 光子量子スピンホール効果発現

✎ 半導体トポロジカルフォトンクスへ寄与

LH Wu and X Hu: PRL **114**, 223901 (2015)

## □ トポロジカルレーザーTCSELの開発 (Topological Cavity Surface Emission Laser)



X. Hu et al., PRB **103**, 245305 (2021)

X. Hu et al., PRL **127**, 209401 (2021)

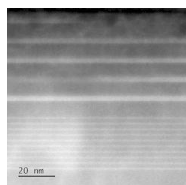
✎ 円偏光

✎ 光強度

## □ GaN系発光物質合成



新規MOVPE装置



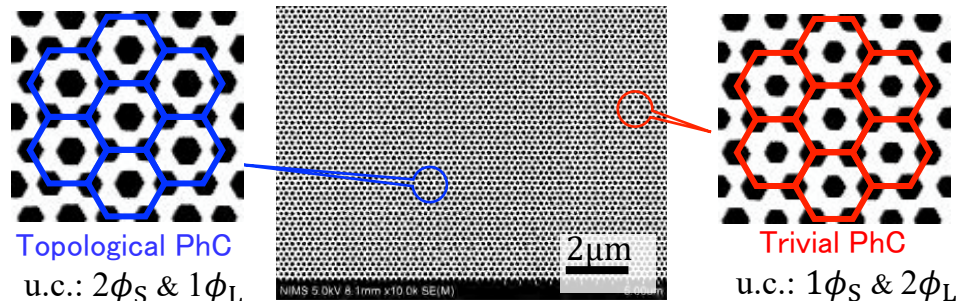
GaN/InGaN MQW



高効率緑色発光

L. Sang et al., APL **119**, 202103 (2021)

## □ 緑光TCSEL用フォトリソニック結晶のナノ加工



Topological PhC  
u.c.:  $2\phi_S$  &  $1\phi_L$

Trivial PhC  
u.c.:  $1\phi_S$  &  $2\phi_L$

$$\bar{\phi} = 150\text{nm}; \phi_L - \phi_S = 25\text{nm}; d_{\min} = 40\text{nm}$$

M. Imura et al., AIP Advances **12**, 015203 (2022)

## 量子技術イノベーション

新量子機能の開拓

量子通信

量子計測・センシング

量子情報処理

## 量子マテリアル基礎基盤研究からの貢献

・量子ドットもつれ光源の開発

フォトニクス技術開発

・ダイヤモンド量子センサ基盤技術開発

・物質トポロジー探索と革新的フォトニクス量子機能開発

トポロジカル電子技術開発

・トポロジカル物質及びボルテックス制御

・二次元原子層積層制御による量子マテリアル創製

・トポロジカル効果による磁気記録材料開発

・トポロジカル量子ビット実現を目指した材料基盤の構築

量子通信



量子ドット開拓



量子計測・センシング



NVセンター  
ポストNV



量子情報処理



qビット開拓



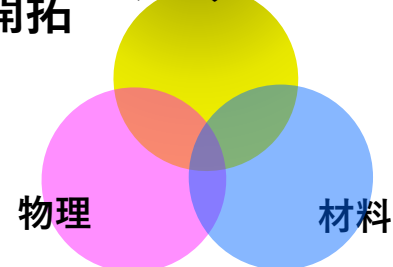
新量子機能の開拓



トポロジカル材料



システム



量子技術者

事業性(動作温度、環境負荷)、コスト(原材料、プロセス(含合成、加工))

量子材料基盤の構築：正しいGoalの選択(社会、国際情勢)

**分業を前提とした適切な人材の配置と連携体制の掌握・統括**

物理屋

量子機能の検証

コンセプトの拡張、アナロジーの展開

・量子機能のモデル化、提案

・コヒーレンスの評価、緩和機構の解明

・従来素子の高品位化

・新物質・材料設計

・評価技術の高度化

システム評価者との連携

材料屋

個人の発想、センス オリジナリティへの拘り

・主たる不純物は何か？

・表面準位、欠陥の理解

量子マテリアルに限らない

・高純度単結晶

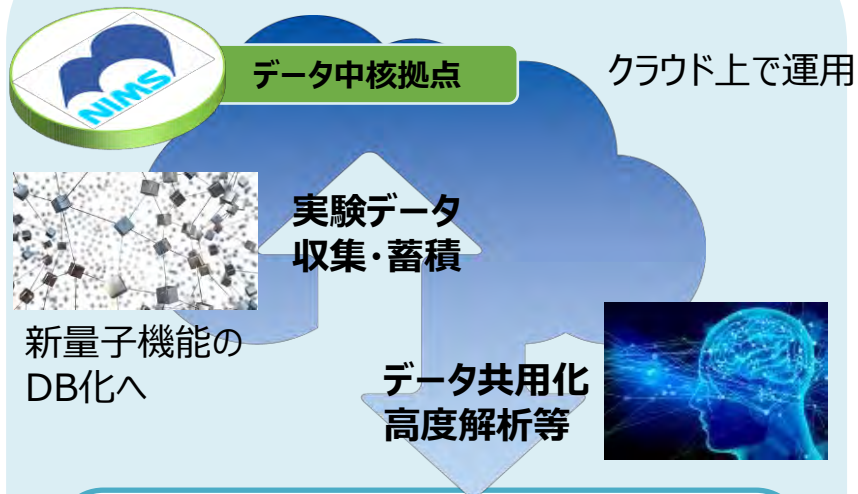
・大面積、薄膜化

・界面制御

職人芸/AI

# 新規カラーセンター探索と量子発光材料としてのデータベースの構築

## マテリアルDXプラットフォームの利活用へ



### 実験データ取得

- ・NIMS研究グループ
- ・国プロ (ARIM等)



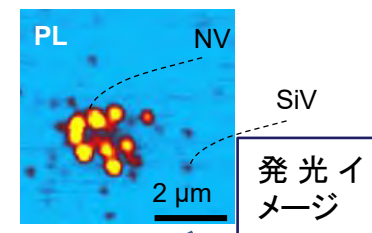
## 自動測定：多彩な量子発光材料

### カソードルミネッセンス：

- 電子線によりワイドバンドギャップエネルギーを直接励起
- 深紫外領域から近赤外領域の発光スペクトル
- サブ $\mu\text{m}$ レベル高分解能イメージング



### 例1) 分光イメージング ダイヤモンド発光分布

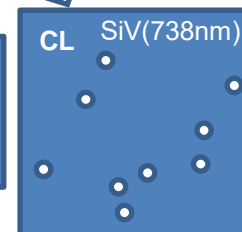
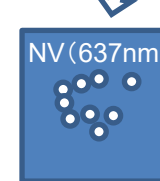


### 例2) ワイドエリアイメージング h-BN単結晶発光分布



従来法(ファイバー結合方式)の最大観察

本仕様(ミラー結合方式)広い領域を一度に観察できる



分光イメージ  
(欠陥分布)