

## Q-LEAP 次世代レーザー技術領域 採択時の研究開発課題

### 目 次

|                                                     |      |
|-----------------------------------------------------|------|
| 1. 採択時の研究開発課題一覧                                     | P. 2 |
| 2. <2018 年度採択> Flagship プロジェクト<br>「先端レーザーイノベーション拠点」 | P. 3 |
| 3. <2018 年度採択> 基礎基盤研究                               | P. 4 |
| 「強相関量子物質におけるアト秒光機能の開拓」                              |      |
| 「超短パルスレーザー加工時の原子スケール損傷機構の解明に基づく材料強靱化指導原理の構築」        |      |
| 「先端ビームによる微細構造物形成過程解明のためのオペランド計測」                    |      |
| 「自由電子レーザーで駆動する高繰返しアト秒光源のための基礎基盤技術の研究」               |      |

## 1. 採択時の研究開発課題一覧

※所属・役職名はすべて採択時のものとなります。最新版につきましては、各技術領域 HP を参照してください。

### <2018 年度採択>

【Flagship プロジェクト】 1 件

| 研究開発課題名         | 研究代表者                  | 所属機関 | 役職      |
|-----------------|------------------------|------|---------|
| 先端レーザーイノベーション拠点 | 藤井 輝夫<br>(代表代行:石川顕一教授) | 東京大学 | 執行役・副学長 |

【基礎基盤研究】 4 件

| 研究開発課題名                                    | 研究代表者  | 所属機関                    | 役職    |
|--------------------------------------------|--------|-------------------------|-------|
| 強相関量子物質におけるアト秒光機能の開拓                       | 岩井 伸一郎 | 東北大学大学院理学研究科            | 教授    |
| 超短パルスレーザー加工時の原子スケール損傷機構の解明に基づく材料強靱化指導原理の構築 | 佐野 智一  | 大阪大学大学院工学研究科            | 准教授   |
| 先端ビームによる微細構造物形成過程解明のためのオペランド計測             | 橋田 昌樹  | 京都大学化学研究所               | 准教授   |
| 自由電子レーザーで駆動する高繰り返しアト秒光源のための基礎基盤技術の研究       | 羽島 良一  | 量子科学技術研究開発機構量子ビーム科学研究部門 | 上席研究員 |

(研究代表者の五十音順に掲載)

# 【Flagshipプロジェクト】「次世代レーザー」の採択課題

**採択課題** 先端レーザーイノベーション拠点 (ALICE)

**研究代表者** 東京大学 藤井 輝夫 執行役・副学長、(代表代行) 東京大学 石川 顕一 教授

(共同研究機関) ①「光量子科学によるものづくりCPS化拠点 (STELLA)」

慶應義塾大学、理化学研究所、電気通信大学、量子科学技術研究開発機構、大阪大学

②「次世代アト秒レーザー光源と先端計測技術の開発 (ATTO)」

理化学研究所、量子科学技術研究開発機構、物質・材料研究機構、高エネルギー加速器研究機構、分子科学研究所、シグマ光機(株)、東海光学(株)、(株)トヤマなど

**概要** サイバー空間での加工シミュレーションのみで最適な加工パラメータを提案できる**CPS型レーザー加工 (シミュレータ)** の開発及び物質内の超高速電子移動のメカニズムの解明等に必要な**アト (10<sup>-18</sup>) 秒パルス光源と先端計測機器等**の開発を**一体で実施**

## 研究開発目標

①「光量子科学によるものづくりCPS化拠点」

サイバー空間での加工シミュレーションのみで最適な加工パラメータを提案できる**CPS型レーザー加工 (シミュレータ)** を開発

②「次世代アト秒レーザー光源と先端計測技術の開発」

高繰り返し型及び高強度型アト秒パルス光源のプロトタイプを開発し、その開発した光源を用いた**先端計測機器等**のプロトタイプを開発

## マイルストーン

①「光量子科学によるものづくりCPS化拠点」

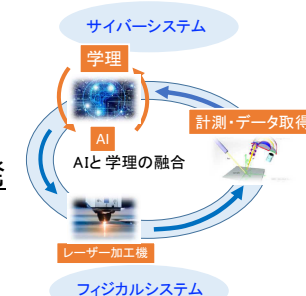
5年目 人工知能 (AI)を活用した加工パラメータの予測を行う**AI-CPS型レーザー加工 (シミュレータ)** の開発

10年目 レーザー加工学理に基づいたシミュレーションにより加工パラメータ予測を行う**学理CPS型レーザー加工 (シミュレータ)** の開発

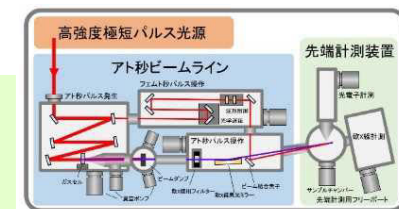
②「次世代アト秒レーザー光源と先端計測技術の開発」

5年目 高繰り返し型 (10kHz) 及び高強度型 (1GW) の孤立アト秒パルス光源を開発

10年目 先端計測機器のプロトタイプ機等を開発し、基礎・応用研究に利用できる環境を整備



CPS型レーザー加工 (シミュレータ) 開発の進め方 (イメージ)



先端計測機器のプロトタイプ機 (イメージ)

## 出口戦略

- ・他のプロジェクト、コンソーシアム等と連携し、**持続可能な産学協創エコシステムの構築を推進**
- ・研究開発を行う過程で、**随時成果を社会実装**することを目指す。

## 研究基盤の強化・次世代人材の育成

- ・先端光量子科学アライアンス (APSA)等を発展的に継承し、**オールジャパンのネットワーク型連携体制を形成、日本発の新しい科学・技術の創出、基礎基盤研究を強化**
- ・10年事業としての意義を活かし、日本の新たな強みとなる学術を生み出し**次世代を先導する卓越した若手人材を育成**
- ・最優秀の博士課程学生を**プロの研究者として支援する制度を新設**
- ・**産業界との連携に携わる学生等を研究員として雇用を実施**

# 【基礎基盤研究】「次世代レーザー」の採択課題

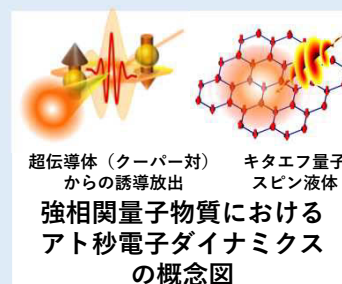
## 採択課題 強相関量子物質におけるアト秒光機能の開拓

研究代表者 東北大学大学院理学研究科 岩井 伸一郎 教授

概要 強相関量子物質（有機物超伝導体、銅酸化物高温超伝導体、キタエフ量子スピン液体物質等）の非線形アト（ $10^{-18}$ ）秒ダイナミクスを明らかにし、そのペタ（ $10^{15}$ ）ヘルツ光機能を開拓

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的效果：

強相関量子物質が持つ潜在能力を、アト秒機能物質としてどのように活かすべきかという具体的な戦略を提示



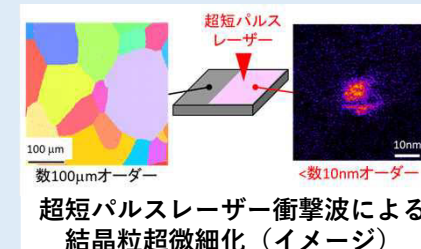
## 採択課題 超短パルスレーザー加工時の原子スケール損傷機構の解明に基づく材料強靱化指導原理の構築

研究代表者 大阪大学大学院工学研究科 佐野 智一 准教授

概要 超短パルスレーザー加工時の原子スケールの損傷機構を解明することにより、原子スケール損傷を欠陥ではなく、材料強化プロセスとして高度化し、材料強靱化の指導原理を構築

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的效果：

所望の材料・機械特性を得るためのレーザー加工パラメータの導出のためのCPS型レーザー加工（シミュレータ）の開発



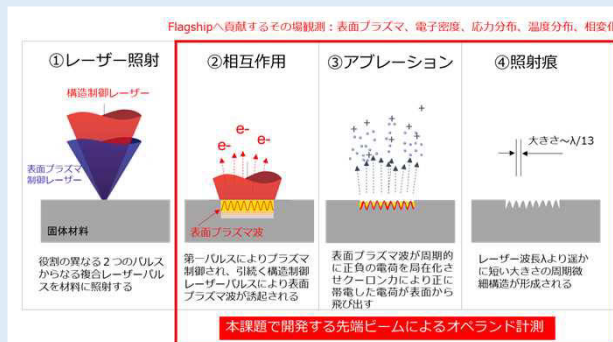
## 採択課題 先端ビームによる微細構造物形成過程解明のためのオペランド計測

研究代表者 京都大学化学研究所 橋田 昌樹 准教授

概要 先端ビームによるオペランド計測を実施することで微細構造の大きさや密度を決定するレーザーと物質との相互作用に関する物理機構を解明し、新しい表面機能性付与のためのレーザー加工基盤を構築

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的效果：

材料表面機能性付与のためのレーザー加工学理の解明によりCPS型レーザー加工（シミュレータ）を高度化



先端ビームによるオペランド計測の範囲

## 採択課題 自由電子レーザーで駆動する高繰り返しアト秒光源のための基礎基盤技術の研究

研究代表者 量子科学技術研究開発機構量子ビーム科学研究部門 羽島 良一 上席研究員

概要 自由電子レーザーを用いて中赤外の波長領域でのパルス発生と、これを利用した高次高調波による固体レーザーを超える高繰り返し型（10MHz以上）アト秒X線の発生

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的效果：

Flagshipプロジェクトとは異なる技術アプローチ及び10MHz以上の繰り返し動作の実現



アト秒X線発生の様式図