

平成30年度

(平成30年4月1日から平成31年3月31日)

事業報告書

公益財団法人レーザー技術総合研究所

# 事業報告書

(平成 30 年度)

## 概況

レーザー技術総合研究所は、レーザー及びその関連産業の振興を図り、我が国の学術の進展と科学技術の発展に貢献することを責務とし、レーザーとその応用に関する研究開発、調査、情報の収集・提供、人材の養成などの事業を鋭意推進すべく活動してきた。平成 30 年度においても関係各位の協力を得て、概ね計画どおり活動することができた。

### 【平成 30 年度の主な成果】

産業用レーザー開発プロジェクト研究においては、kW 級大出力固体レーザーの開発を進め、1kW を越える CW レーザー出力を実証したほか、高効率 UV レーザー光源の開発や、レーザー光を遠距離伝送する際に受ける大気擾乱による影響を補償する技術の開発、ビーム結合技術に関する研究等を実施した。

コンクリート構造体の健全性評価技術開発プロジェクト研究では、トンネル覆工コンクリートを対象として、構造物の経年劣化を高速で検査し、その健全性を評価する技術の開発を進め、道路トンネルにおける実証実験に成功した。

レーザーエネルギー分野においては、レーザーエネルギーの新しい応用分野の開拓を目指し、レーザーコンプトン散乱 $\gamma$ 線の高度化や新型テラヘルツ光源の開発に関する研究等を実施した。

レーザープロセス分野では、短パルスレーザーを用いて金属・半導体等各種材料の加工特性に関する研究を進めるとともに、建築業界へのレーザー技術の普及を目指し、インフラ構造物へのレーザー加工適用性に関する研究を行った。また、レーザーによるナノ粒子生成技術の研究を進めた。

レーザー計測分野においては、インフラ構造物の健全性を診断する技術の高度化を進めるとともに、表面付着物や溶液の成分分析を目標としたレーザー誘起ブレークダウン分光法等を利用した高感度検出技術の研究や、レーザーリモートセンシングを利用した大気や海中環境の評価技術の研究等を実施した。

レーザーバイオ化学分野では、創薬、光機能素子などへの応用を目的とし、蛋白質・酵素の機能解明および薬剤による機能抑制に関する研究を進めた。

理論・シミュレーション分野においては、レーザーと物質の相互作用に関する理論的研究を幅広く行い、各研究チームが進める実験研究を支援した。また、地震先行現象が電離層に及ぼす効果をプラズマ物理の観点から評価した。

レーザー技術開発室においては、高出力レーザーとその応用システムに共通して利用される光学材料や光学部品の高性能化を目的に、光学素子の高耐力化研究や、光学素子メーカー等からの依頼によるレーザー損傷評価試験等を実施した。

普及啓発活動では、研究成果報告会の開催(7月、11月)、機関誌「レーザークロス」の発行(月刊)、ホームページおよびメール配信による情報発信、レーザーEXPO 2018への出展(4月)などを実施し、研究成果等の積極的な発信に努めた。

## 1. 役員等の異動

(理事)

年月日	就任	退任
H30.4.2	野田 英智	小森 憲昭
H30.5.2	安食 和英	宮口 仁一
H30.5.2	各務 浩文	山本 俊二
H30.5.2	佐藤 俊志	豊留 昭宏
H30.5.2	外井 康宏	中田 洋介
H30.6.26 (改選)	大石 富彦	
H30.6.26 (改選)	井澤 靖和	
H30.6.26 (改選)	中塚 正大	
H30.6.26 (改選)	安食 和英	
H30.6.26 (改選)	井上 哲也	
H30.6.26 (改選)	上原 拓也	
H30.6.26 (改選)	各務 浩文	
H30.6.26 (改選)	北島 尚史	
H30.6.26 (改選)	兒玉 了祐	
H30.6.26 (改選)	佐藤 俊志	
H30.6.26 (改選)	野田 英智	
H30.6.26 (改選)	外井 康宏	

(監事)

年月日	就任	退任
H30.5.2	福田 浩之	小林 英生

(評議員)

年月日	就任	退任
H30.11.2	重松 昌行	礪嶋 茂樹

## 2. 役員会等の開催

### (1)理事会

第 26 回理事会 (平成 30 年 4 月 18 日 みなし決議)

決議事項

- ・臨時の第 20 回評議員会の招集及び目的である事項

報告事項

- ・第 19 回評議員会の決議内容

第 27 回理事会 (平成 30 年 5 月 30 日 関電会館)

決議事項

- ・平成 29 年度事業報告書
- ・平成 29 年度財務諸表
- ・内閣府への定期報告
- ・定時評議員会の日時及び場所ならびに目的である事項

報告事項

- ・職務執行状況の報告
- ・第 20 回評議員会 (臨時) の決議内容

第 28 回理事会 (平成 30 年 7 月 12 日 みなし決議)

決議事項

- ・理事長及び副理事長並びに常務理事の選定

報告事項

- ・第 21 回評議員会の決議内容

第 29 回理事会 (平成 30 年 10 月 23 日 みなし決議)

決議事項

- ・臨時の第 22 回評議員会の招集及び目的である事項

第 30 回理事会 (平成 31 年 3 月 11 日 関電会館)

決議事項

- ・平成 31 年度事業計画書
- ・平成 31 年度収支予算書及び資金調達及び設備投資の見込みについて
- ・臨時の第 23 回評議員会の招集及び目的である事項

報告事項

- ・職務執行状況の報告
- ・第 22 回評議員会 (臨時) の決議内容

### (2)評議員会

第 19 回評議員会 (平成 30 年 4 月 2 日 みなし決議)

決議事項

- ・理事の選任
- 報告事項
  - ・第 25 回理事会（臨時）の決議内容
- 第 20 回評議員会（平成 30 年 5 月 2 日 みなし決議）
- 決議事項
  - ・理事の選任
  - ・監事の選任
- 報告事項
  - ・第 26 回理事会（臨時）の決議内容
- 第 21 回評議員会（平成 30 年 6 月 22 日 関電会館）
- 決議事項
  - ・平成 29 年度財務諸表の承認
  - ・改選期に伴う理事の選任
- 報告事項
  - ・第 27 回理事会の決議内容
  - ・平成 29 年度事業報告
- 第 22 回評議員会（平成 30 年 11 月 2 日 みなし決議）
- 決議事項
  - ・評議員の選任
- 報告事項
  - ・第 28 回理事会（臨時）の決議内容
  - ・第 29 回理事会（臨時）の決議内容

### 3. 賛助会員状況

平成 30 年度末会員数                      40 社      82.5 口

### 4. 学会および論文発表

学会発表                                      52 件（国内：36 件、国外：16 件）

論文発表                                      37 件（国内：26 件、国外：11 件）

### 5. 特許等出願件数

平成 30 年度出願件数                      5 件

平成 30 年度末特許保有件数              28 件（登録済：19 件、公開済：20 件）

## I 研究開発および調査事業

研究開発の推進と成果の拡充を図るため、研究部門では下記の事業活動を実施した。

### 1. 研究調査事業

#### 【産業用レーザー開発プロジェクト研究】

産業用レーザーの高性能化のため、レーザーの大出力化、短波長化に取り組むとともに、波面制御に関する研究を開始した。

#### (1) 大出力レーザーの開発

省エネルギー効果が期待されるレーザー加工技術の発展に寄与するため、kW 級大出力固体レーザーの開発を進め、1kW を超える CW レーザー出力を実証し、さらなる高出力化の検討を行った。

#### (2) 高効率 UV レーザー光源の開発

可視域で発振する Pr 添加フッ化物ファイバーレーザーを用いた高効率・高輝度紫外光源の開発を進め、ファイバー端面コートの反射率の向上を図り、励起 LD の結合効率を改善することにより、中間目標値を達成した。

#### (3) 波面補償技術の開発

レーザー光を遠距離伝送する際に受ける大気擾乱による影響を補償するため、レーザー光の波面を制御する可変形鏡の開発に着手した。

#### (4) ビーム結合に関する研究

レーザーの大出力化に有効なビーム結合技術に関し、コーナーキューブや円錐レンズを用いた光共振器を構築し、出力レーザーの共振器内コヒーレントビーム結合効果を検証した。

#### [関連する主な受託・共同研究]

- ・ゼロフォノンライン励起新型高出力 Yb:YAG セラミックレーザ
- ・高速移動物体への遠距離・高強度光伝送のための予測的波面制御の開発
- ・アキシコンを用いた共振器内コヒーレントビーム結合技術開発と応用
- ・革新的小型・高効率UVレーザー光源の開発

#### 【コンクリート構造体の健全性評価技術開発プロジェクト研究】

トンネル覆工コンクリートを対象として、コンクリート構造体の経年劣化を高速で検査し、健全性を評価する技術開発を進めた。当研究所が開発したコンクリート

高速診断技術と量子科学技術研究開発機構が開発した高繰り返しレーザー技術を組み合わせた車載型レーザー高速検査装置を構築し、大阪府や奈良市の道路トンネルにおいて実証実験を行った。浮き欠陥の高速検査に成功し、ハンマーによる打音検査との整合性もよいことを確認した。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・レーザーを活用した高性能・非破壊劣化インフラ診断技術の研究開発

### 【レーザーエネルギー研究チーム】

レーザーエネルギーの新しい応用分野を開拓するため、テラヘルツ波の光源開発と、電力設備等の診断や検査への適用に関する研究を行った。

#### (1) レーザーコンプトン散乱 $\gamma$ 線の高度化と核変換に関する研究

コンプトン散乱 $\gamma$ 線の高輝度化をめざして多重レーザービームの発生機構を検討した。エネルギー回収型加速器との組合せで $\gamma$ 線出力の改善が期待できる。

#### (2) テラヘルツ波の発生と応用に関する研究

金属周期構造とメタマテリアルの複合構造体からの電磁波放射機構を理論とシミュレーションにより解析し、高強度、単色テラヘルツ波発生の可能性を示した。複合構造体を試作し、電磁モードの検証実験や電子線駆動による放射実験を実施した。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・テラヘルツ光源の開発研究
- ・複合放射構造体を用いた放射光発生の基礎研究

### 【レーザープロセス研究チーム】

レーザー加工特性の評価試験、基礎技術開発を行うとともに、レーザープロセス技術の高度化に資する基盤技術を開発した。

#### (1) 短パルスレーザー加工に関する研究

フェムト秒からナノ秒領域のパルスレーザーを用いて金属・半導体等各種材料の加工特性に関する研究を進めた。

#### (2) インフラ構造物へのレーザー加工適用性に関する研究

建築業界へのレーザー技術の普及を目指し、CWファイバーレーザーを用いたインフラ構造物の切断、補修、表面クリーニングに関する研究を行った。

#### (3) レーザーによるナノ粒子生成技術の研究

高融点材料のナノ粒子作製技術の研究を進めるとともに、核廃棄物処理を目的

としたアクチノイドイオンの液中レーザー還元技術の基礎研究を開始した。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・インフラ構造物へのレーザー加工適用性の研究

### 【レーザー計測研究チーム】

高架橋や建築物などのインフラ構造物の健全性評価や環境中の微量物質分析に適用できる新しいレーザー計測技術の開発研究を進めている。

#### (1) 非破壊診断技術の高度化研究

インフラ構造物の欠陥検出に利用するレーザー干渉計のロバスト化を進め、鉄道トンネルなどの実環境で安定した振動計測が可能な装置を構築し、現場試験でその有効性を確認した。また、AIを取り入れた欠陥判定アルゴリズムの構築を進めた。

#### (2) レーザーを用いた成分分析技術の研究

表面付着物や溶液の成分分析を目標として、レーザー誘起ブレイクダウン分光法、エリプソメトリーやラマン分光法を利用した高感度検出技術の基礎的・開発的研究を実施した。また、共鳴ラマン効果を用いた多種多様な有害物質の遠隔計測をめざして、深紫外波長可変光源を利用した共鳴ラマン効果の研究を開始した。

#### (3) レーザーを用いた環境評価技術の研究

レーザーリモートセンシングを利用して、大気中の有毒エアロゾル・ガスの遠隔検知や、海底開発における海中環境影響評価に向けた研究を実施するとともに、有毒ガスの漏えいモニタリングなどの産業応用に向けた研究を実施した。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・レーザーによる補強橋梁床版欠陥部のリモートセンシング技術開発と実用化
- ・海底開発における環境影響評価に向けた水中ライダーシステムの開発
- ・レーザーを用いた水中油検出可能性の検討
- ・コンクリート構造物表面の遠隔塩分濃度評価手法の開発
- ・レーザーによる安定液の自動計測に関する研究
- ・フェムト秒レーザーを用いたレーザー誘起ブレイクダウン分光法に関する研究
- ・共鳴ラマン効果による大気中微量有害物質遠隔計測技術の開発

### 【レーザーバイオ化学研究チーム】

創薬、光機能素子などへの応用を目的とし、蛋白質・酵素の機能解明および薬剤による機能抑制に関する研究を進めた。

#### (1) 薬剤分子によるフラビン酵素の機能抑制に関する研究

統合失調症などの要因となるヒト由来フラビン酵素について、薬剤分子によってその機能が抑制される過程を蛍光分光計測により調べた。

## (2) 時間分解レーザー計測による光合成関連酵素の機能研究

光合成初期過程で触媒として働くフェレドキシン:NADP<sup>+</sup>還元酵素の機能が、環境条件で変化する様子を明らかにするため、時間分解蛍光計測により蛋白構造の観測を試みている。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・超高速レーザー分光によるフェレドキシン:NADP還元酵素の構造予測と反応解析

## 【理論・シミュレーションチーム】

レーザーアブレーションやプラズマ生成など、レーザーと物質の相互作用に関する理論的研究を幅広く行い、各研究チームが進める実験研究を理論・シミュレーション面から支援した。また、地震先行現象が電離層に及ぼす効果をプラズマ物理の観点から評価した。

## (1) レーザーアブレーションとその応用に関する理論的研究

アブレーション過程の中で取扱の困難であった相変化、応力、固体中の圧力伝搬、残留応力生成などを含めて、大気中や水中のレーザーアブレーション過程を記述するシミュレーションコードの開発を継続して進めている。コードの精緻化、多次元化を図り、レーザー加工性能の評価に適用して産業界に有用なデータを提供した。

## (2) レーザー核融合炉設計に関する理論的研究

液体壁型レーザー核融合炉内部の金属蒸気の動的挙動を解析し、レーザー核融合炉設計技術の研究進展に貢献した。

## (3) 地震先行現象の物理メカニズム研究

地震の発生に先立って起こる地震先行現象が電離層に及ぼす効果をプラズマ物理の観点から検討し、巨大地震先行現象の解明をめざしている。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・地震先行現象の物理メカニズム研究

## 【レーザー技術開発室】

高出力レーザーとその応用システムに共通して利用される光学材料や光学部品の高性能化をめざして基礎技術開発を行っている。レーザー損傷評価試験を実施し、「高耐力光学素子研究会」を通じて、レーザー損傷しきい値のデータベース構築を進めた。

### (1) 光学素子の高耐力化研究

紫外レーザー光を石英ガラスに照射すると内部に欠陥が形成され、レーザー損傷の原因となるが、ガラスを加熱することにより、欠陥の生成に伴う透過率低下が抑制され、レーザー損傷しきい値が最大 1.3 倍向上することを確認した。

### (2) レーザー損傷評価試験

光学素子メーカー等からの依頼により、18 件のレーザー損傷評価試験を行った。また、第 19 回、20 回レーザー損傷しきい値データベース化試験で、波長 1064nm 用光学素子に対して、繰返し 5Hz パルスによる 100-on-1 試験を行った。

## 2. 各種研究会活動

当研究所の研究開発活動を効率的・発展的に推進するため、関連各界の意見・情報収集の場として、次のような研究会を開催し、当研究所の事業の活性化を図った。

[実施した主な研究会]

- ・次世代レーザー技術応用研究会
- ・高耐力光学素子研究会

## 3. 産学官連携の推進

ホームページ上の技術相談窓口等で受け付けた、企業の技術開発・改良に対する支援、光学部品の損傷評価、微細加工、超音波診断など 70 件以上の相談・要望に対し、積極的に取り組んだ。

また、広範に広がるレーザー技術に関するニーズに対応するため、情報、人材、技術等の交流を推進した。

学界との連携では、大阪大学レーザー科学研究所等との共同研究をはじめ、国内外の大学と積極的に連携を図りながら研究を行った。

産学官の連携では、企業、大学等と連携を図りながら、国や(国)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)などが主導する産学官連携プロジェクト研究に参画した。

## 4. 関連団体との連携

(国)日本原子力研究開発機構(JAEA)、(国)量子科学技術研究開発機構(QST)、(財)光産業技術振興協会(OITDA)、(財)大阪科学技術センター(OSTEC)、(財)近畿高エネルギー加工技術研究所(AMPI)、(社)レーザー学会(LSJ)、(社)レーザープラットフォームホーム協議会(LPF)、(特非)光科学アライアンス、(特非)日本フォトニクス協議会関西支部(JPC 関西) など関連団体とも積極的に情報交流や人的交流を図り、これ

らの団体と連携してわが国のレーザー技術の発展と普及に寄与する活動を推進した。

## 5. 公募研究

国等が公募を行っている各種競争的研究資金の獲得に努め、本年度は以下の採択課題に参加した。

- (1) レーザーによる補強橋梁床版欠陥部のリモートセンシング技術開発と実用化  
((国) 科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP 産学共同促進ステージ ハイリスク挑戦タイプ)
- (2) レーザーを活用した高性能・非破壊劣化インフラ診断技術の研究開発  
((国) 科学技術振興機構 戦略的イノベーション創造プログラム SIP)
- (3) 革新的小型・高効率 UV レーザー光源の開発((国) 新エネルギー・産業技術総合開発機構高輝度・高効率次世代レーザー技術開発)
- (4) ゼロフォノンライン励起新型高出力 Yb:YAG セラミックレーザ(安全保障技術研究推進制度)
- (5) 共鳴ラマン効果による大気中微量有害物質遠隔計測技術の開発(安全保障技術研究推進制度)
- (6) 高速移動物体への遠距離・高強度光伝送のための予測的波面制御の研究(安全保障技術研究推進制度)

## 6. 受託研究

展示会、ホームページなどを通じて受託研究の広報を行い、技術相談窓口等で依頼を受け、レーザー損傷評価試験も含め 33 件の受託研究を実施した。(公募によるものを除く。)

## 7. 補助事業

文部科学省の科学研究費補助金や民間団体の研究助成を活用し、以下のような研究を実施した。

- (1) グラフェン表面プラズモンを用いたテラヘルツ広帯域電磁波発振器と増幅器の研究開発(基盤研究 C)
- (2) 海底開発における環境影響評価に向けた水中レーザーリモートセンシング手法の開発(基盤研究 B)
- (3) アキシコンを用いた共振器内コヒーレントビーム結合技術開発と応用(基盤研究 C)

- (4) 超高速レーザー分光によるフェレドキシン：NADP 還元酵素の構造予測と反応解析(基盤研究 C)
- (5) インフラ構造物へのレーザー加工適用性の研究(天田財団 一般研究開発助成)
- (6) 高効率テラヘルツ光源を目指す新型電磁放射原理の実験検証(双葉電子記念財団 自然科学研究助成)

## II 普及啓発活動事業

レーザー技術の普及啓発活動として、情報の発信・提供、人材交流などの事業を以下のとおり実施した。

### 1. 人材の育成

大学、関連研究機関、企業などとの共同研究や技術相談を通じ、若手研究員の技術指導を行うことによりレーザー技術に関する人材育成に貢献した。

### 2. 研究成果報告会

大阪ならびに東京にて、平成 29 年度の研究成果を報告する研究成果報告会(ILT2018)を開催した。

- ・ 7月 20日 千里ライフサイエンスセンター (大阪)
- ・ 11月 13日 科学技術館 (東京)

### 3. 機関誌等の発行

機関誌「Laser Cross」の月 1 回の発行および電子メールでの情報配信により、当研究所の研究成果やレーザーに関する国内外の研究開発動向など、幅広い情報の提供を行った。

### 4. 展示会への出展

関係団体が主催する光技術やレーザーに関する展示会へ積極的に出展し、当研究所の広報活動に努めた。

- ・ レーザーEXPO 2018 4月 25日～27日 パシフィコ横浜 (神奈川)
- ・ 第 3 回レーザー科学技術フェア 11月 13日～15日 科学技術館 (東京)

## 5. 国際交流

海外のレーザー技術の開発動向や産業応用に関連した情報を収集するとともにレーザー関連団体や関係研究機関との情報交換・人材交流を図るため、計6の国際会議へ参加した。

- (1) OPIC 2018 (4月, 日本)
- (2) 18th International Conference on Laser Optics (ICLO 2018) (6月, ロシア)
- (3) 19th International Symposium on Laser Precision Microfabrication 2018 (6月, 英国)
- (4) SPIE Remote Sensing 2018 (9月, ドイツ)
- (5) Laser Applications Conference 2018 (11月, 米国)
- (6) Photonics West LASE 2019 (2月, 米国)

## Ⅲ その他事業

### 1. IFE (慣性核融合エネルギー : Inertial Fusion Energy) フォーラム活動

レーザー核融合によるエネルギー開発に向けた有識者会議や産学共創を目指す委員会活動などを支援した。

### 2. 出版物の刊行

平成29年度の研究成果を年報にまとめ、刊行した。  
・「ILT2018年報」(2017~2018) (平成30年7月発行)

### 3. 泰山賞の贈呈

7月の成果報告会にて第10回泰山賞の表彰式を行い、レーザー科学技術の分野で近年著しい業績を上げた2名に進歩賞を贈呈した。