

平成29年度

(平成29年4月1日から平成30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29年度)

## 概況

レーザー技術総合研究所は、レーザーおよ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29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29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、大出力固体レーザーに必要とされる基盤技術の開発を目標にレーザー発振実験を行い、室温での動作特性を解析することによりゼロフォノンライン励起方式の発熱低減効果を確認した。

コンクリート構造物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研究を進めた。

レーザーエネルギー分野においては、テラヘルツ光源開発のため、複合構造体における電磁波の放射特性を理論解析により予測し、新型テラヘルツ波放射の可能性を示した。また、テラヘルツ波の設備の診断や検査への応用に関する研究を進めた。

レーザープロセス分野では、フェムト秒パルスを用いて金属・半導体等各種材料の加工特性に関する研究を進め、微細周期構造の応用について検討を行うなど、レーザープロセスの高性能化に資する基盤技術を開発した。また、酸化亜鉛の溶液中還元と微細化、空気電池への応用を目標に、溶媒効果などナノ粒子作製の高効率化について研究を進めた。

レーザー計測分野においては、リモートセンシング技術を高架橋などのインフラ構造物健全性評価に適用するための技術開発に加え、大気中エアロゾルの遠隔成分分析に向けた基礎検討、水中レーザーモニタリングの実現に向けた海上でのラマンライダー試験の実施、産業応用を目指した赤外域でのガスの吸収計測に関する基礎研究を実施した。

レーザーバイオ化学分野では、創薬、蛋白質の光デバイスなどへの応用を目的とし、蛋白質・酵素などの機能解明および薬剤による機能阻害効果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、各研究チームが行う実験研究を支援するとともに、レーザーピーニングやレーザー加工など産業応用に有用なデータを提供した。

レーザー技術開発室においては、レーザー加工特性の評価手法に関する基礎技術開発を行った。また、可視光ファイバーレーザーでは、ファイバー端面処理の改善によって多層膜ミラーコート耐性向上を図るなど、新材料・新技術の開発にも力を入れている。

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 2017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
H29.4.11	兒玉 了祐	疇地 宏
H29.9.21	北島 尚史	小野寺正洋

(評議員)

年月日	就任	退任
H29.8.9	河内 哲哉	内海 渉
H29.8.9	西内 誠	加藤 有一
H29.8.9	木島 和夫	仙藤 敏和

## 2. 役員会等の開催

### (1)理事会

第22回理事会 (平成29年6月2日 関電会館)

決議事項

- ・平成28年度事業報告書
- ・平成28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15回評議員会(臨時)の決議内容

第 23 回理事会 （平成 29 年 7 月 25 日 みなし決議）

決議事項

- ・臨時の第 17 回評議員会の招集及び目的である事項

報告事項

- ・第 16 回評議員会の決議内容

第 24 回理事会 （平成 29 年 8 月 28 日 みなし決議）

決議事項

- ・臨時の第 18 回評議員会の招集及び目的である事項

報告事項

- ・第 17 回評議員会（臨時）の決議内容

第 25 回理事会 （平成 30 年 3 月 13 日 関電会館）

決議事項

- ・平成 30 年度事業計画書
- ・平成 30 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
- ・諸規程の変更及び制定
- ・臨時の第 19 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 18 回評議員会（臨時）の決議内容

## (2)評議員会

第 15 回評議員会 （平成 29 年 4 月 11 日 みなし決議）

決議事項

- ・理事の選任

報告事項

- ・第 20 回理事会（臨時）の決議内容
- ・第 21 回理事会の決議内容

第 16 回評議員会 （平成 29 年 6 月 21 日 関電会館）

決議事項

- ・平成 28 年度財務諸表の承認

報告事項

- ・第 22 回理事会の決議内内容
- ・平成 28 年度事業報告

第 17 回評議員会 （平成 29 年 8 月 9 日 みなし決議）

決議事項

- ・評議員の選任

報告事項

- ・第 23 回理事会（臨時）の決議内容

第 18 回評議員会（平成 29 年 9 月 21 日 みなし決議）

決議事項

- ・理事の選任

報告事項

- ・第 24 回理事会（臨時）の決議内容

### 3. 賛助会員状況

平成 29 年度末会員数                      41 社        84.5 口

### 4. 学会および論文発表

学会発表                                      39 件（国内：30 件、国外：9 件）

論文発表                                      15 件（国内：6 件、国外：9 件）

### 5. 特許等出願件数

平成 29 年度出願件数                      2 件

平成 29 年度末特許保有件数              25 件（登録済：23 件、公開済：0 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】

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活用するため、kW 級大出力固体レーザーの開発を進めている。室温動作レーザーの発振特性を解析し、ゼロフォノンライン励起方式で発熱低減効果を確認した。

[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 セラミックレーザー

#### 【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とを組み合わせた検査システムを構築して、施工技術総合研究所の模擬トンネルで性能確認試験を実施し、50Hz での高速検査が可能であることを実証した。

[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、設備の診断や検査への応用に関する研究を行った。

##### (1) 複合構造体によるテラヘルツ波放射の研究

金属周期構造体と誘電体を組み合わせた複合構造体からの電磁波の放射特性を、理論とシミュレーションにより解析し、指向性がよく単色の新型テラヘルツ波放射光源の可能性を示した。複合構造体の製作と検証実験の検討を開始した。

##### (2) テラヘルツ波による設備の診断・検査研究

シリコンゴムやプラスチック材料などの電力設備用絶縁材料について、その内部欠陥をテラヘルツ波で診断するための基礎実験を実施してきた。テラヘルツ波反射信号により、絶縁材料内部の剥離、浸水などの異常を診断できることを実験で検証した。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・テラヘルツ光源の開発研究
- ・メタマテリアルによるコヒーレント放射光の基礎研究

### 【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) フェムト秒レーザー加工に関する研究

フェムト秒パルスを用いて金属・半導体等各種材料の加工特性に関する研究を進め、ナノ周期構造の応用について検討を行った。

#### (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

インフラ構造物へのレーザー加工応用を目指して、CW ファイバーレーザーを用いたコンクリートや鉄筋等の切断、補修に関する基礎研究を開始した。

#### (3) レーザーによるナノ粒子生成技術の研究

酸化亜鉛の溶液中還元と微細化、空気電池への応用を目標に、溶媒効果などナノ粒子作製の高効率化について研究を進めた。また、タングステンなどの高融点材料のナノ粒子作製成技術の研究も進めた。

[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) レーザーを用いたリモートセンシング技術に関する研究

高架橋床版検査をめざして開発してきたレーザー差動干渉技術を、三津屋跨線橋(十三, 大阪)や阪東大橋(放出, 大阪)などの現場で実環境試験し、鋼板床版欠陥の遠隔計測の有効性を実証した。

#### (2) レーザーを用いた環境評価技術の研究

大気中のエアロゾルや有害ガス、海水中のガス成分などの遠隔分析に向けた基礎検討を実施した。また、共鳴ラマンライダーの開発とそれに必要な深紫外域の波長可変レーザーの検討を開始した。

[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

- ・レーザーラマン散乱を用いた海水溶存成分測定法の開発
- ・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
- ・レーザーによる石炭サイロ内CO濃度測定の実現性に関する調査研究
- ・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】

蛋白質・酵素の光デバイス、創薬などへの応用を目的とし、蛋白質等の機能解明および薬剤による機能阻害効果に関する研究を進めた。

#### (1) 時間分解レーザー計測による生体関連物質の機能研究

光合成の最終段階で電子授受を行うフラビン蛋白質の反応過程に関し、軌道計算による溶液中蛋白構造変化の予測および分光計測による実験的検討を行なった。

#### (2) 薬剤による生体内酵素の機能制御メカニズムの研究

統合失調症の要因となるd-アミノ酸酸化酵素の異常活性を抑制できる薬剤分子の光促進効果について分光計測による研究を進めた。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・時間分解蛍光計測による蛋白質の機能阻害効果の研究

### 【理論・シミュレーションチーム】

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、各研究チームが行う実験研究を支援するとともに、レーザーピーニングやレーザー加工など産業応用に有用なデータを提供した。

#### (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

レーザー吸収による加熱、相変化、応力発生、残留応力生成などを含め、大気中や水中で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を精緻化し、レーザーピーニング、レーザー加工の動的過程の解析を進めた。

#### (2) レーザー核融合炉設計に関する理論的研究

レーザー核融合炉液体壁のアブレーションで発生する金属蒸気の衝突現象を、実チャンバーサイズでシミュレーション解析し、チャンバー排気系の設計指針となりうるデータを提供した。

#### (3) 地震先行現象におけるプラズマ物理研究

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、当該域上空電離層の電子密度変動現象を解析した。

[関連する主な受託・共同研究]

- ・プラズマ物理からみた地震前電離層電子密度変化に関する研究

### 【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す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」を通して、レーザー損傷しきい値のデータベース構築を進めた。

#### (1) 繰返しレーザー照射時のレーザー損傷機構の解明

石英ガラス ( $\text{SiO}_2$ ) 材料に紫外光を照射すると、 $\text{Si-Si}$  や  $\text{Si-O-O-Si}$  欠陥に起因する真空紫外光の吸収によって  $\text{Si}^*$  ( $\text{E}'$  センター) が生成する。これは可逆的欠陥であることから、生成-再結合モデルを考え、再結合時間定数を数値解析により求めた。ガラス純度により時間定数が異なり、透過率および損傷しきい値低下に影響を及ぼすことを示した。

#### (2) レーザー損傷評価試験

光学素子メーカー14社から依頼のあった20件のレーザー損傷評価試験を行い報告した。

#### (3) 新しいレーザー材料、新しいレーザー技術の開発

可視域で発振する Pr 添加フッ化物ファイバーレーザーは LD 励起が可能で、波長変換を利用した高効率・高輝度紫外光源として期待されている。LD 光を入射するファイバー端面への新しい多層膜コート技術を開発した結果、損傷耐力が向上し、励起用 LD パワーを増加させることが可能となった。

太陽光励起レーザーの材料として期待されている Nd, Cr:YAG 中で、Cr から Nd へのエネルギー移乗過程を解析し、高温動作において増幅利得向上することを明らかにした。

#### [関連する主な受託・共同研究]

- ・革新的小型・高効率UVレーザー光源の開発

## 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、超音波診断などの相談・要望に対し、積極的に取り組んだ。65件の技術相談に対応し、そのうち29件が受託研究へ結び付いた。

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)宇宙航空研究開発機構(JAXA)、(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)、韓国原子力研究所(KAERI)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 セラミックレーザー(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. 受託研究

展示会、ホームページなどを通して受託試験の広報を行い、技術相談窓口で依頼を受けて 20 件のレーザー損傷評価試験を行うなど、計 32 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) 海底開発による環境影響評価に向けたラマンライダーによる海中モニタリング技術の開発 (若手研究 A)
- (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) 反射機構を必要としないチェレンコフ型テラヘルツ波放射発振器に関する基礎研究(松尾学術研究助成)
- (5) レーザー三次元造形による石英ガラス回折光学素子の直接創成 (天田財団 一般研究開発助成)
- (6) 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)

## 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、共同研究先や技術相談の依頼元から若手研究員を受け入れ、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を行った。

### 2. 研究成果報告会

大阪ならびに東京にて、平成 28 年度の研究成果を報告する研究成果報告会(ILT2017)を開催した。

7月21日 千里ライフサイエンスセンター（大阪）  
11月14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 2017 4月19日～21日 パシフィコ横浜（神奈川）
- ・第2回レーザー科学技術フェア 11月14日～16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。また、韓国原子力研究所(KAERI)等との共同研究を実施した。主なものは以下のとおり。

- (1) International Laser Radar Conference 28, ILRC28 (6月, ルーマニア)
- (2) Lasers in Manufacturing 2017, LiM2017 (6月, ドイツ)
- (3) International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications 2017, DICTA 2017 (11月, オーストラリア)

### 6. その他

レーザーによるコンクリート内部欠陥の高速検出技術の成果について以下のメディアに取り上げられた。

- (1) 日本経済新聞（平成29年7月1日夕刊一面）
- (2) 日経新聞 Web版（平成29年7月1日）  
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZ018374150R00C17A7AM1000/>
- (3) NHKサイエンス ZERO（平成29年7月30日放送）

## 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

レーザーによるエネルギー開発に向けた有識者会議での提案を提言としてまとめ、文部科学省事務次官へ提出する等の慣性核融合エネルギー開発事業の推進をめざした活動を支援した。

### 2. 出版物の刊行

平成 28 年度の研究成果を年報にまとめ、刊行した。また、創立 30 周年記念誌を刊行した。

- ・「ILT2017 年報」（2016～2017）（平成 29 年 7 月発行）
- ・「レーザー総研 30 年の歩み」（平成 29 年 7 月発行）

### 3. 泰山賞の贈呈

創立 30 周年記念講演会にて第 9 回泰山賞の表彰式を行い、レーザー科学技術の分野で永年にわたり抜群の功績を上げた個人に功績賞を、近年著しい業績を上げたグループに進歩賞を贈呈した。

### 4. 創立 30 周年記念講演会、祝賀会

平成 29 年度に当財団が創立 30 周年を迎えたのを機に、レーザー技術のさらなる普及啓発活動を推進すべく、創立 30 周年記念行事を実施した。

#### （1）記念講演会

- ・日時：平成 29 年 7 月 21 日（金）15：00～17：00
- ・場所：千里ライフサイエンスセンター
- ・参加者：約 150 名

#### 【プログラム】

##### ①泰山賞贈呈式

◇レーザー功績賞 三間 罔興 氏

「レーザー核融合をはじめとするレーザープラズマ科学研究推進への貢献」

◇レーザー進歩賞 平等 拓範 氏

「固体レーザーの小型化と非線形光学波長変換の先駆的研究」

②開会挨拶

理事長 大石富彦

③記念講演

◇「レーザー技術総合研究所の30年」

所長 井澤 靖和

◇「関西経済の現状と課題」

関西経済連合会相談役 森 詳介 氏

④閉会挨拶

副所長 中塚 正大

(2) 記念祝賀会

- ・日時 : 平成 29 年 7 月 21 日(金) 17:30 ~ 19:00
- ・場所 : 千里阪急ホテル クリスタルホール
- ・参加者 : 約 120 名

(3) 創立 30 周年記念誌の発行

「レーザー総研 30 年の歩み」(平成 29 年 7 月 21 日発行)