

「光フロンティア領域を支える次世代機能性光学材料及び素子の開発」の計画  
(埼玉オプトプロジェクト)

財団法人埼玉県中小企業振興公社

## 1) 研究の目的

埼玉県は戦後、軍事光学機器の工場が光学分野の事業を拡大し技術を集積させてきた歴史を持ち、光学レンズ、光学素子、光実装、光材料等、我が国の光学産業を推進するデジタルカメラ・ムービー、情報モバイル機器、医療、計測機器メーカー等への光学部品供給において、高レベルの技術要求に対応してきたことから、世界の主要サプライヤ企業が出現する等、国内では最も多様な技術優位性を持つ地域である。

一方、この地域には、「理化学研究所（理研）」と「産業技術総合研究所（産総研）」という国家を代表する2つの先端技術研究機関がある。理化学研究所は、日本におけるレーザー研究の中心であり、レーザー結晶成長技術をはじめ、国立天文台のスパル望遠鏡のガイドレーザーの開発等、高安定かつ高信頼性のある高機能レーザーシステムの実用化等を推進している。この先端技術の産業分野への展開については、理化学研究所の第一号ベンチャー企業である「メガオプト」社を通じて、埼玉県内の光学関連メーカーと協力関係にある。産業技術総合研究所は、半導体技術開発における日本の中核機関であり、微細加工を含む半導体プロセスラインが整備されており、各種試験デバイスの試作が行われている。SE SAM と呼ばれる半導体光部品の高機能化を実現し、MIT を初めとする欧米の研究機関で用いられている実績を有する。また、光を始めとする国家標準の維持管理を行っている。

また、県内には埼玉大学、芝浦工業大学、埼玉県産業技術総合センターがあり、埼玉大学では有機薄膜を利用した次世代イメージング素子の開発が行われており撮像テストシステムが実現されている。芝浦工業大学においては、半導体の表面ナノ計測と加工プロセスの技術開発が行われ、県産総センターでは精密測定に関する技術が蓄積されている。

本開発では、埼玉県下の企業が持つ「光学部品を素材から開発し、ユーザーからの多様かつ高度な技術要求に対応できる」という優位性に焦点をあて、理化学研究所の有する先端レーザー技術、産業技術総合研究所の有するナノ半導体プロセス技術と国家水準技術、県内大学等が有する先端材料加工計測技術のシーズを実用化するものである。今後の国際的な技術競争に打ち勝つために、次世代機能性光学材料及素子の性能向上を実現し、研究成果を基にレーザー加工システムを対象とした開発試作を実施する。

また、機能評価のためにこれらの計測技術や計測値について国家標準化を視野に入れた検討を加え、埼玉県における光学関連企業に普及するとともに、国内外の光学機器メーカーや光学関連メーカーを対象に事業展開を図ることで、埼玉県の新事業や新産業及び新規雇用の創出が実現し埼玉オプトのより強固な光学関連技術のネットワーク化が可能になる。

## 2) 研究の概要

埼玉県に集積するオプティクス部材に優位性の高い企業と光フロンティア領域のシーズを持つ研究機関が融合し、新提案を持つ機能性光学材料・素子を開発してその光技術標準を確立する。さらに、開発部材で高性能レーザー加工の開発を実現させる。本開発では**5種の光学材料・素子を開発し、その成果を活用した光学機器・装置を試作する**。更に、開発技術の標準化を平行して実施する。

### 開発1：Yb結晶技術と大出力・高安定レーザー共振器技術の開発

世界的に超短パルスレーザーは比熱加工と言われる熱の影響がない微細な加工や時間分解の高い計測が可能となるために、次世代の加工、計測用レーザーとして注目を集めている、しかしながら、実用的なレーザー結晶およびその利用技術が確立されていないために産業界では利用されていない。本開発チームでは、超短パルスレーザーのためのYbを用いた新レーザー結晶育成をフローティングゾーン法と呼ばれる理研のグループが世界に先駆け提案した方法を用いることにより実現し、それを用いた20%の効率を達成するレーザー技術を確立する。最後に、Ybレーザーを用いた加工装置を試作するものである。Yb結晶の育成では、高品質かつ広いスペクトル幅を持つ

新しい Yb レーザー結晶実現がポイントとなる。その波及効果は学問上だけではなく産業上にも非常に大きい。Yb レーザー結晶技術は、レーザー装置の中核部品であり、超短パルスレーザーの産業への適用において以下の効果が期待される。

#### **開発 2：高屈折率ガラスによる機能性光学素子の開発**

レーザーの産業、医療、基礎科学の応用において光伝送、および光源としてのファイバー技術は通信分野を除いてもなくてはならないものとなっている。しかしながら、わが国の技術状況は通信分野以外のファイバー技術は国外に比べ大きく遅れをとっているのが現実である。本開発では、(株)住田光学ガラスで開発された高分散ガラスや非線形性ガラスをファイバー化する技術を確認し、世界レベルでの利得ファイバー、加工用途の大容量光伝送用ファイバーおよび超短パルスレーザー用分散制御ファイバー光学素子の開発を行なう。特に、分散補正用ファイバー技術ではフォトニック結晶ファイバー技術の導入を行なう。

#### **開発 3：能動制御 SESAM の開発**

現在 SESAM は受動部品として固定されて用いられている。この状態で出力を増大させると、発振状態が不安定になることと、SESAM の劣化が問題となる。レーザー出力に応じて集光径を能動的に制御することにより、出力の増大と信頼性と寿命の向上が期待される。

#### **開発 4：光電変換薄膜による超微細受光素子の開発**

イメージングのための薄型微小受光・分光素子として通常のデジタルカメラ、ムービーをターゲットにしているが、医療、計測等の光学機器への展開や有機 EL についても可能性が高い。光学部品としてプリズムやレンズを使わずに有機薄膜の積層で受光・分光を行うことが可能な新規の機能性光学素子として各種光学機器・装置の高機能、小型軽量化を実現させることができる。

#### **開発 5：超平坦基板・原子界面蒸着技術によるスーパーミラーの開発**

半導体の先端技術と光学薄膜の先端技術を統合することにより、世界で最先端の光学ミラーの製造をさいたま市・埼玉県央地域に確立することが可能になる。具体的には、超平坦基板技術、原子界面蒸着技術、スーパーミラー標準技術である。これらの技術は、埼玉県の産業標準と産総研の国家標準とリンクして国際的な標準を目指すものとする。先端光学システム用の超高機能で付加価値の非常に高いミラーの製造が行われることで、その技術の搭載が期待される光学機器・装置はさらに上位の性能を得ることができる。

#### **開発事業全体として**

現在、最先端レーザー技術について、レーザーエンジンやシステムのメインディバイスはアメリカ、ドイツに頼るしかないという状況がある。特に精密加工分野では各国の技術競争が激しく自動車、電子部品、情報家電等の産業用加工ラインには炭酸ガスレーザーから小型でメンテナンス性が良い固体レーザー加工装置が導入されている。しかしこれらは圧倒的に海外製品が主流であり、結晶材料、素子から国産で製造された固体レーザー加工装置はほとんど存在しない。今回は、Yb 系の結晶技術とフェムト秒超短パルスレーザーシステムを国産で、産業用実機として耐えうる製品として試作するためにその意義は大きいものとする。また、高安定な共振器を OEM 供給することにより、各種のレーザー医療システムや、高精度レーザー計測システムへの販売も期待される。(株)メガオプト、シグマ光機(株)は研究開発に関するレーザー機器開発のトップメーカーであり、(株)住田光学ガラスのファイバーと(株)オプトラ、(株)オプトクエスト(株)タナカ技研らのミラーを組み合わせることで、海外メーカーが過半を占めているレーザーシステム・レーザー加工機については全国的な展開を図ることが可能となる。

画像イメージングでは、デジタルカメラ・モバイルの高解像度化、デジタルハイビジョンや次世代 DVD ブルーレイ等の開発により、高精細なイメージング技術が求められている。また、計測、医療機器・装置においても高画質化が進む傾向であり、撮像システム等の光学系、実装については超小型軽量化、高効率化を実現しなければならない。

(株)フジノン、(株)タムロンはデジタルカメラムービーの光学系、実装については国内でも技術的優位性を持つ企業である。プリズム等に代わる有機光電変換薄膜による高精細、高効率撮像素子の開発を実現させ光学系、実装として製品化することが可能であり、これらの開発により大幅なシェアの獲得が期待できる。また、(株)オプセルは精密計測機器

のイメージング技術を追求するベンチャーであるが、能動制御 SESAM と超平坦基板・原子界面蒸着技術によるスーパーミラーにより自社製品について飛躍的な高精細イメージング技術を確立することが可能になる。

これら、研究成果がコンソーシアム参加企業で製造販売されるだけでも地域内の経済効果は数百億円となる。また、埼玉県光学関連企業間で部材供給し技術移転を行うことでさらなる経済効果が期待でき、埼玉県の各地域における雇用創出にも数百人規模で貢献できると考える。波及効果として、レーザー関連、医療、計測等の大手企業に成果を供給することで、我が国の光学関連産業の売上増に結びつき、その規模は数千億円となり雇用創出も数千人規模となることが期待できる。

### 3) 研究体制

埼玉オプトプロジェクトは、以下の5種の光学材料・素子開発チームにより実施する。

- ①レーザーオプティクスチーム
- ②ファイバーオプティクスチーム
- ③能動光学部品チーム
- ④機能性撮像光学素子チーム
- ⑤スーパーミラー研磨・薄膜プロセスチーム

### 4) 参加機関

株式会社オプセル、株式会社オプトクエスト、株式会社オプトラン、株式会社住田光学ガラス、シグマ光機株式会社、株式会社タナカ技研、株式会社タムロン、フジノン株式会社、株式会社メガオプト  
国立大学法人埼玉大学、芝浦工業大学、独立行政法人 産業技術総合研究所、埼玉県産業総合研究所  
理化学研究所（9企業、2大学、3研究機関）。

管理法人は埼玉県中小企業振興公社（産学連携支援センター埼玉）。