

平成31年度

戦略的基盤技術高度化・連携支援事業

戦略的基盤技術高度化支援事業

「世界初、皮膚表面・内部同時観察可能とする

ダーモスコープ用プリズムの開発」

研究開発成果等報告書

令和2年5月

担当局 東北経済産業局

補助事業者 公益財団法人あきた企業活性化センター

## 目次

総事業期間の取り組み	1
第1章 研究開発の概要	1
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	
「研究背景」	1
「研究目的及び目標」	2
「実施した補助事業」	2
(1) 補助事業の具体的な取り組み内容	2
(2) 重点的に実施した事項	2
(3) 補助事業の実施結果	2
1-2 研究体制	3
1-3 成果概要	3
<研究開発の取組の評価>	
【1】イメージセンサーの接合技術の開発	3
【2】可視光／赤外光分離膜の開発	3
1-4 当該研究開発の連絡窓口	3
第2章 本論	4
【1-1】新規イメージセンサー接合装置開発	4
【1-2】各種パラメータの最適化によるイメージセンサーの高精度接合	4
【2-1】入射角度依存の波長シフトの低減	6
【2-2】分光特性の成膜バッチ間バラツキの低減	6
【2-3】分光特性フラット性の向上	6
【2-4】膜信頼性の向上	7
最終章 全体総括	8
「複数年の研究開発成果」	8
「研究開発後の課題・事業化展開」	8

# 研究成果報告書

## 総事業期間の取り組み

非接触型（偏光フィルター型）ダーモスコープの欠点を補う為に、赤外光同時観察機能を付与し、皮膚表面・内部同時観察可能とするダーモスコープ用プリズムを開発し、非接触型（偏光フィルター型）デジカメタイプの市場化を目指す。

## 第1章 研究開発の概要

### 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

#### 「研究背景」

近年、皮膚疾患の診断方法として広く普及してきているのが非接触型ダーモスコープという検査方法である。本手法は、患部を明るく照らし、患部から反射した可視光を直線偏光することにより病変表面の乱反射を遮断して表皮表層の組織構造を観察するもので、簡便で患者への負担がないという利点を有する。すなわち、悪性腫瘍が早期発見される。逆に明らかに良性と判断され不要な生体検査を行う必要がなくなるなど、患者や医師にとって極めて有益な情報が提供されることとなる。特に皮膚の悪性腫瘍（メラノーマ）は進行速度が速く発症から2、3ヶ月～数年で死に至るケースもあり、一度見逃すと取り返しのつかない事になる為、その検査精度向上への期待は大きい。

しかし、現行ダーモスコープによる皮膚表層の観察だけでは見分けが困難な場合が多く、特に内部炎症、色素沈着などが、毛囊炎、皮膚がんなどでより内部へ広がっている場合、皮膚疾患をより正確に見分けるには、皮膚内部の組織構造を観察する必要がある。

よって現行ダーモスコープでは見ることのできない皮膚の内部の検査方法として、赤外線を用いた観察方法が知られている。例えば、約1 $\mu$ mの近赤外線波長では、これらの波長に対応する汎用品として商品化されているCCDやCMOSなどのシリコン系高解像度撮像素子を用いてイメージ観察することができる。

このように、赤外線を用いた観察を加えて皮膚の内部を観察することは、診断精度の向上に有用である。しかし、その分医師の手数がかかるため、2つの観察を常時行うのは現実的ではない。

この問題の解決方法として、本提案では現在の非接触型ダーモスコープにプリズムモジュールを組み込むことにより、光源の可視光と赤外光を分離し、それぞれ同時に観察することを可能にすることを計画した。

## 「研究目的及び目標」

3板式プリズムユニット開発にあたり、「プリズム研磨～コート～プリズム接合～イメージセンサー接合」の一貫工程をブラッシュアップ、総合的な精度の向上を図る。

今回開発したダーモスコープの基本機能であるイメージセンサーの接合精度を向上させ最終目標±0.4 μm以内をクリア、可視域領域（P波とS波）を確実に分離可能な試作品を開発する。

また、産業技術当センターと連携し、プリズムに用いられるコート膜（ダイクロイック膜）の分析、評価及び最先端のエリプソメトリー技術を始めとする各種分析により、積層膜の各々の層の膜厚の評価方法を確立する。

## 「実施した補助事業」

### （1）補助事業の具体的な取組内容

皮膚科医療において悪性腫瘍等の正確な診断のため、ダーモスコープと呼ばれる偏光を利用した観察具が使用されている。また、赤外光によってさらに深い皮膚内部の組織構造の観察も行われている。しかし、上記2種類のカメラを併用することは診察が煩雑で手間がかかるものになっている。これを当社のコアとなる独自のプリズム技術で解消する方法を考案したため、事業化をめざす。

### （2）重点的に実施した事項

新規蒸着物質から目標としているプリズム膜の開発を行うにあたり、秋田県産業技術センターと連携し、中間屈折率材を検討し、分光エリプソでの基礎データの取得や、膜物性の解析を実施したことにより、設計値をより再現する特性を得ることができた。

また、膜信頼性についても10年相当の加速試験を複数回実施し、特性シフトに問題がない高信頼性条件を確立した。

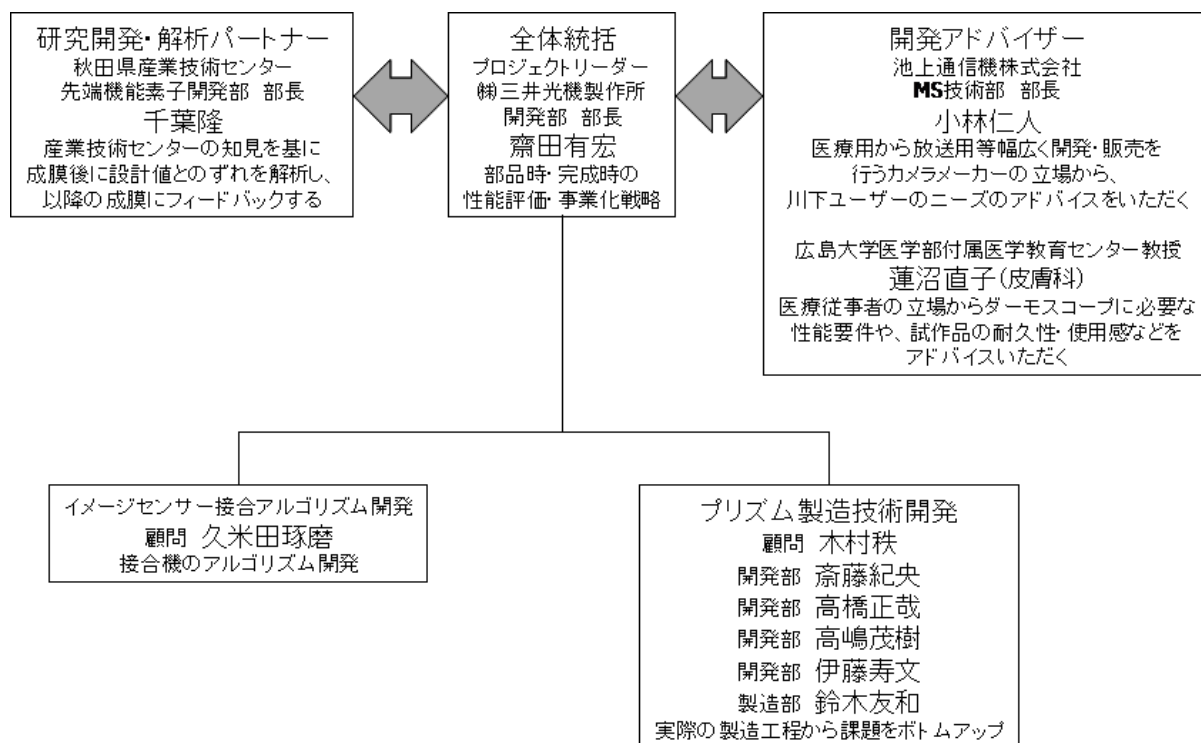
これらの機能を満足するP/S-IR分離サンプルを作製し、ダーモスコープとして観察できるデモ機の製作を行い、広島大学医学部の蓮沼教授（皮膚科）と機能性や環境など打合せを実施した。

### （3）補助事業の実施結果

本接合装置に関して装置メーカーと共同でマニピレータ、各種光学系駆動装置の微細動作ソフト等の改良・開発を加え、高精度位置合わせが可能な特注品の接合装置を製作し、相対精度±0.4 μm以内を達成した。

可視光／赤外光分離膜の開発については、P波、S波分離ダイクロコートにて高効率な膜設計を完了、極めて効率の高いP/S-IR分離プリズムの開発に成功。最終目標値を達成した。

## 1-2 研究体制



## 1-3 成果概要

### <研究開発の取組の評価>

#### 【1】イメージセンサーの接合技術の開発

新規イメージセンサー接合装置について、微調整機構のブラシュアップやセンサー貼り合わせ用ガラスブロックの設計と相俟ってプリズムとの接合精度を向上させ、高精細な画像提供を可能とするイメージセンサー接合精度 $\pm 0.4 \mu\text{m}$ 以内（相対位置）を達成した。

#### 【2】可視光／赤外光分離膜の開発

中間屈折率コート材料を導入する事で成膜技術を一段と高度化し、可視光と赤外光との良好な分離を可能とする膜設計技術を確立した。

これにより入射角依存の波長シフトの低減を初めとして分光特性のフラット性、成膜バッチ間バラつき等製品の安定化を実現する事が出来た。

この結果、可視光と近赤外光を含めた総合的なダイクロイック膜の成膜設計技術を確立した。

## 1-4 当該研究開発の連絡窓口

株式会社 三井光機製作所 研究員 齋田 有宏

Tel 018-882-2995

FAX 018-882-2048

e-mail [saita.arihiro@mitsui-om.co.jp](mailto:saita.arihiro@mitsui-om.co.jp)

## 第2章 本論

### 【1-1】 新規イメージセンサー接合装置開発

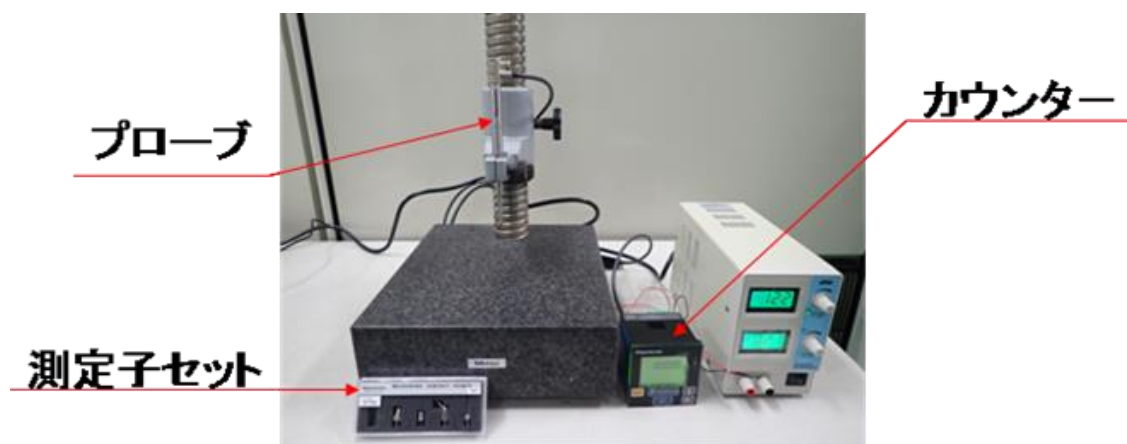
プリズムとの接合精度向上を目的に、前期導入したイメージセンサー接合装置に関して装置メーカーと共同でマニピレータ、各種光学系駆動装置の微細動作化、ソフト等の改良・開発を加え、高精度位置合わせが可能な特注品の接合装置をブラッシュアップする事が出来た。

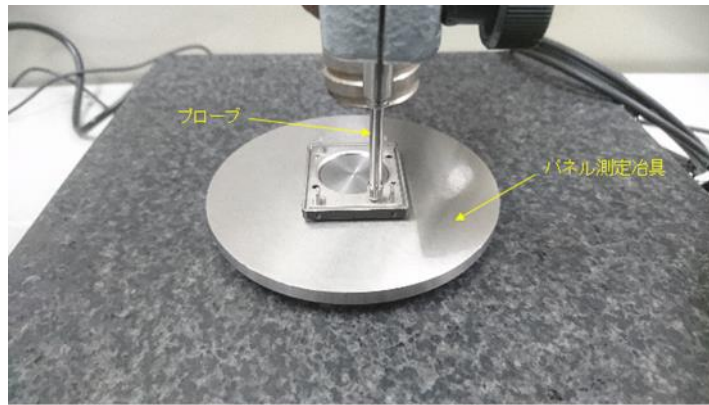


新イメージセンサー接合装置

### 【1-2】 各種パラメータの最適化によるイメージセンサーの高精度接合

プリズムの精度向上に不可欠である短時間で測定誤差が小さい精密な正確な寸法測定器を初年度に導入、また、2年度目に導入したデジタルゲージを用いた測定により、短時間で測定誤差が小さい精密な寸法測定が可能となり接合精度の向上が可能となった。

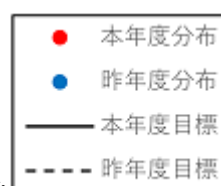
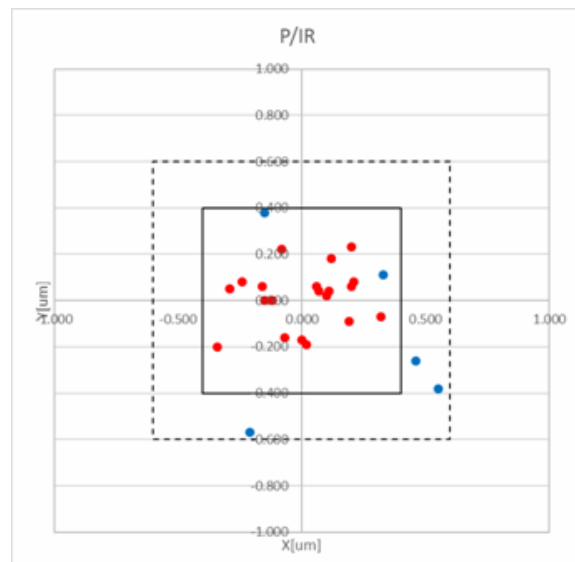
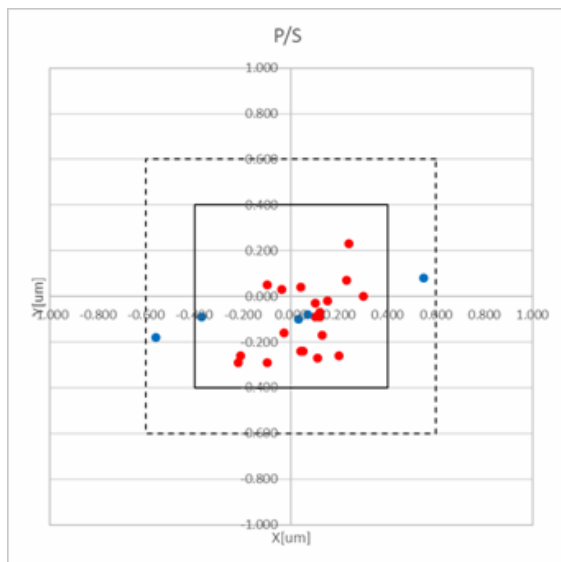




デジタルゲージ



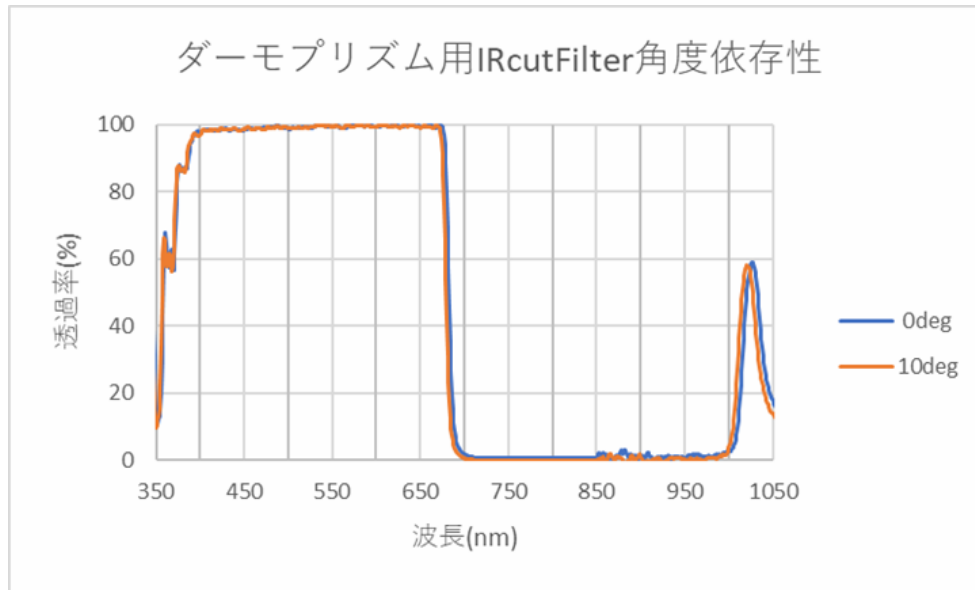
画像寸法測定器



P/S IRデバイスの接合バラつき

### 【2-1】入射角度依存の波長シフトの低減

P波・S波の分離に着目した最適膜設計パラメータを見出す事が出来たが、更に中間屈折率材を用いたコート材料を導入、クロストークが最小になるように膜設計技術の開発を実施した。P波、S波分離ダイクロコートにて高効率な膜厚での設計が完了した。



### 【2-2】分光特性の成膜バッチ間バラツキの低減

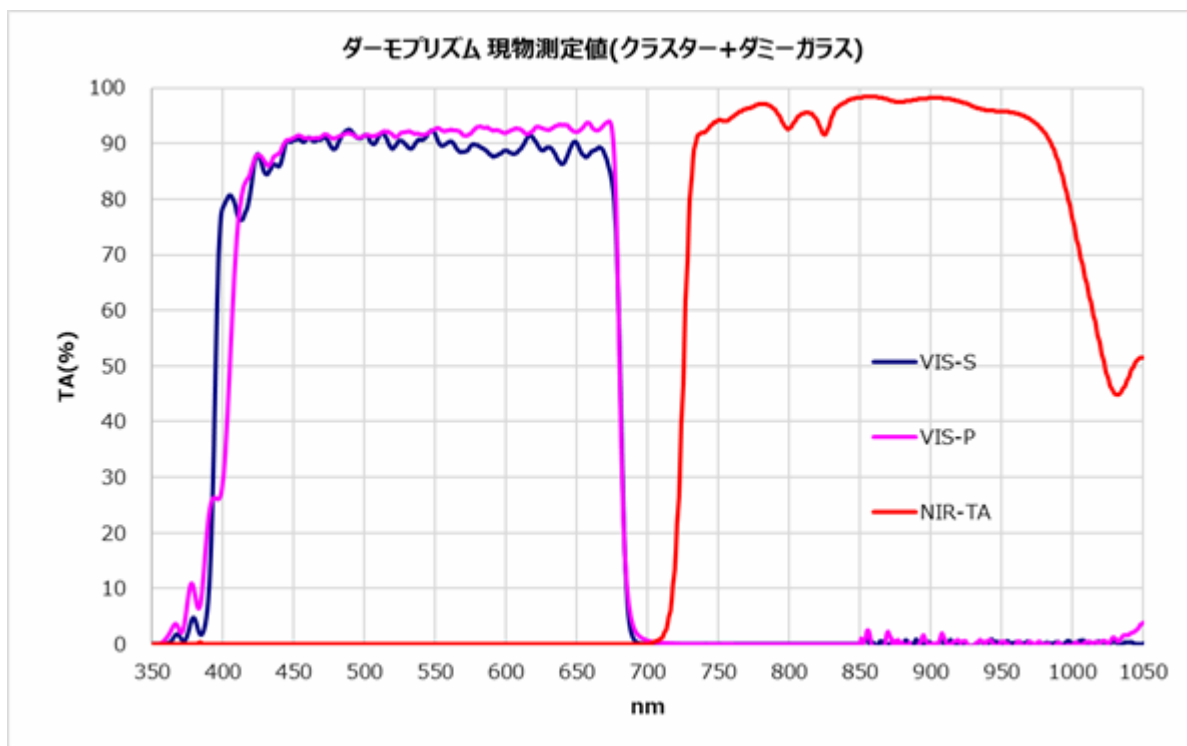
成膜準備等の段取りにおける成膜チャンバー開放時間や、成膜開始時の温度・湿度等、成膜装置制御条件等の装置運用方法、成膜条件等の最適化に加えて中間屈折率コート材料の導入で、可視赤外分離膜の連続成膜バッチ間ばらつきを低減させることが可能となった。

### 【2-3】分光特性フラット性の向上

中間屈折率コート材料も含め、各種膜厚による特性分析を産業技術センターと行った。実際に使用する程度の膜厚で均等な膜厚でTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/M<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> 20層程度の3物質で成膜し分光エリプソで算出したデータを用いて基礎データを得た。また、SiO<sub>2</sub>とTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の多層交互積層膜について、誘電体モデルを構築し、各層の膜厚の算出を可能とした。中間屈折率材SubstanceM<sub>2</sub>の単層膜についても、SiO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>と同様に、各膜厚での光学特性を取得し、膜厚による光学特性の変化を確認する事が可能となった。



項目	フラット性 (Tave+max,Tave-min)
VIS-S (440-670nm)	~4%
VIS-P (440-670nm)	~4%
NIR-TA (835-885nm) 系	~2%



#### 【2-4】膜信頼性の向上

新規材料SubstanceM2を含むダイクロコート膜単体とプリズム組立品の試料について産業技術センターと協力して試験を実施した。

サンプル数 各3個

-20°C/+80°C 各30分保持

1サイクル：IH 700サイクル

結果、外観（試験前後での膜剥離、侵食、クラック曇り等）異常なし。

分光特性も目標精度の加速試験後（10年相当）の波長シフト量を安定的に達成した。

## 最終章 全体総括

### 「複数年の研究開発成果」

デジカメタイプの非接触型ダーモスコープを可能にするプリズムの基幹技術を開発する事が出来た。特にセンサー接合装置の精度向上と貼り付け用の接着剤検討により、画素ドリフトの少ない貼り合わせの目途をつける事が出来た。

蒸着物質に中間屈折率素材を使用する事で、コートに関わる性能を向上させる事が出来た。コート膜の信頼性について産業技術センターと特性分析を実施、加速試験と相俟って波長シフト低減が可能となった。

今回のサポイン事業で進めている赤外光を使用した画像診断では皮膚表面・内部同時観察ができる非接触の型ダーモスコープとして、商品化に向けてその可能性を提示する事が出来た。

### 「研究開発後の課題・事業化展開」

- ・デモ機を作った経験から事業化展開可能性は大と判断するが商品化には研究機関、医師等と色々な症例を記録して検討を進めることで、より実現性が高まる。
- ・当社には無いが画質調整技術、映像加工技術との連携等、診断を早くできるよう技術との連携・展開が考えられる。
- ・患者情報、医療診断情報との連携の重要性が高まって来ている。個人の診療情報との連携や画像データベースの蓄積によって、権威のある先生でなければ判断できないようなもののナビゲートが望まれる。

### 「補助事業の成果に係る事業化展開」

ダーモスコープを利用する可能性のある顧客数は皮膚科病院医師数3,889、診療所医師数10,734、合計14,623（帝国データバンク）、皮膚科医師やアトピー等で関係する小児科を含めると国内だけでもかなりの数の需要が見込まれる。

本製品が通信機能を持つ事も考えており、この展開が実現すれば医師間の情報交換、医師と患者の意思疎通についてスマホ等の携帯端末、タブレット端末を通しての会話が可能になり、医療行為についての信頼性も増してくると予測される。

本開発内容と市場ニーズが一致する分野は、監視用カメラ、溶接用・鉄鋼用カメラ、航空機用カメラ、車載用カメラ等幅広く存在しており、波及効果は大きい。

また展示会（Photonix）に出展により、皮膚科診療以外の応用についても訴求出来た。

分光特性を可視光領域まで拡大することにより、近赤外を含めたシステムを構築できる。

分光特性を変えるためには、新たな膜の開発が必要となるが、今回の開発で蓄積したノウハウを活用することができる。