

平成28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

「生体材料の観察に適した倒立蛍光デジタルスキャナの開発」

研究開発成果等報告書

平成29年5月

担 当 局 東北経済産業局
補助事業者 地方独立行政法人青森県産業技術センター

目 次

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	1
1.2 研究体制	3
1.2.1 実施体制	
1.2.2 研究者等氏名	
1.2.3 協力者及び指導・協力事項 (研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	
1.3 成果概要	6
1.4 当該研究開発の連絡窓口	8
第2章 本論	
【1】パルスLEDを用いた同軸落射光学系の設計開発	9
【2】3次元マルチフォーカスに対応した撮像光学系の研究	10
【3】超高速撮影に対応した撮像光学系の研究	11
【4】低重心で位置決めを行う光学系つきXYZステージの研究開発	11
【5】簡易暗室と汎用的な観察テーブルの開発	12
【6】電動顕微鏡コントロールソフトウェア	13
【7】蛍光スキャン対応ソフトウェア	14
【8】倒立蛍光デジタルスキャナの性能評価ならびに開発へのフィードバック	14
第3章 全体総括	
3.1 研究開発成果まとめ	16
3.2 研究開発後の課題	16
3.3 事業化展開について	16

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

医療やバイオサイエンス等の研究分野では、生きた細胞や組織等を蛍光観察することにより、数多くの重要な情報が得られてきた。その際、培養液や生理食塩水中にある検体の観察が容易な倒立型顕微鏡で専ら観察を行い、CCD カメラ等によりデジタル化が行われている。しかし従来の顕微鏡を用いた蛍光観察は、暗室内での煩雑な操作が必要である上、蛍光褪色の問題も起きる。

これらの課題の解決に向けて、倒立型顕微鏡をベースにした暗室不要の蛍光デジタルスキャナも出現し始めたが、蛍光計測した画像と明視野計測した画像とを対応可能にする位置決め精度が不十分であるため、立体的な対象物のデジタル画像撮影による 3D の永久標本化はもとより、2D での画像の重ね合せにおいても支障を来している状況にある。また従来のソフトウェアは褪色の速い蛍光分子を取り扱うのに適さず、蛍光情報の永久標本化に向けて解決すべき喫緊の課題となっている。

明視野顕微鏡の分野においても、かつては同じような課題があったが、2003 年に株式会社クラークが、世界初のバーチャルスライドスキャナを上市し、いまや医療分野において、急速なマーケット拡大が起こっている。

そこで本研究開発では、株式会社クラークが保有するバーチャルスライドスキャナの技術を応用し、蛍光情報の永久標本化の課題を解決する新技術の開発を目指す。具体的には、画像処理だけで貼り合わせ処理を行うと、蛍光の場合に参照領域の情報量があまりにも希少で、情報不足による貼り合わせミスが起こること、また、蛍光染色は褪色する時間がきわめて短いことに対応すべく、装置の高速化、高精度を実現するための低振動化、および検体へのダメージを考慮した低発熱化に取り組む。

それぞれの強みを結集し新たな開発へ

- 明視野バーチャルスライドスキャナの技術を蛍光倒立スライドスキャナへ展開
- 新たな光学系の設計
- マルチフォーカスアルゴリズム方式
- 超高速スキャン方式
- あらゆる試料へ対応
- 暗室不要な設計
- 光学系を駆動する新設計
- 物理絶対座標を取得



簡易暗室を内蔵した完成予想図

- 世界初の倒立蛍光デジタルスキャナ
- 世界初の光学系駆動方式の実現
- 世界初の絶対座標タイリングで完璧タイリング
- 世界初の高速マルチフォーカス対応

クラーロ 八戸研 高崎健康福祉大



1. パルスLED試験
3. 超高速撮影対応検討

八戸研 弘前大 高崎健康福祉大



1. 同軸落射光学系試験
2. マルチフォーカス検討

クラーロ 八戸研 弘前大

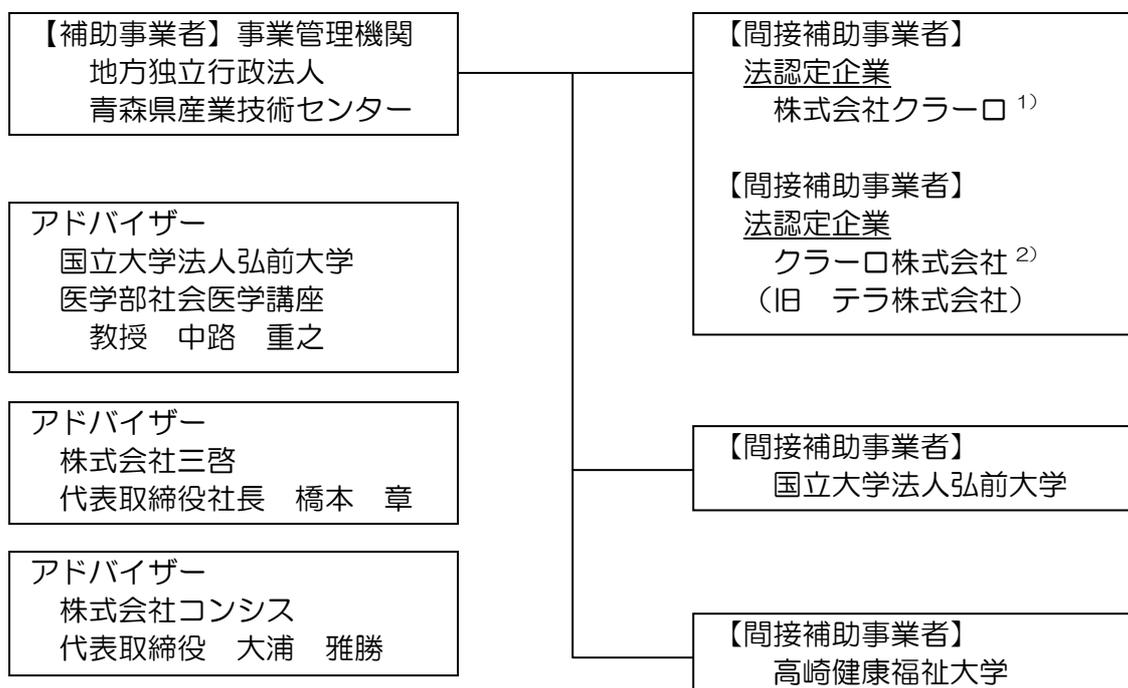


4. 低重心XYZステージ試験
6. 7. コントロールソフトウェア(現行品)

研究開発の概要

1.2 研究体制

1.2.1 実施体制



(備考)

平成 29 年 1 月 12 日付で、株式会社クラーロからテラ株式会社に事業譲渡されたことに伴い、法認定企業も変更となっている。

1) (株)クラーロは、平成 27 年 9 月 29 日（交付決定日）から平成 29 年 1 月 11 日まで。

2) クラーロ(株)(旧テラ(株))は、平成 29 年 1 月 12 日から平成 29 年 3 月 31 日まで。

1.2.2 研究者等氏名

(1) 研究員

株式会社クラーロ、クラーロ株式会社（旧 テラ株式会社）

氏名	所属・役職	備考
高松 輝賢	株式会社クラーロ・代表取締役 クラーロ株式会社・顧問	PL
中村 孝博	株式会社クラーロ・研究員 クラーロ株式会社・研究員	
秋田 博之	株式会社クラーロ・研究員 クラーロ株式会社・研究員	
野呂 孝	株式会社クラーロ・研究員 クラーロ株式会社・研究員	
秋田 真一	株式会社クラーロ・研究員 クラーロ株式会社・研究員	
小野 剛	株式会社クラーロ・研究員 クラーロ株式会社・研究員	
清藤 春夫	株式会社クラーロ・研究員 クラーロ株式会社・研究員	
佐藤 保	クラーロ株式会社・事務員	
佐藤 達資	株式会社クラーロ・取締役	
鳴海 周	株式会社クラーロ・研究員	
小田島 健	株式会社クラーロ・研究員	
青柳 隆之	株式会社クラーロ・研究員	
花田 希	株式会社クラーロ・研究員	
宇野 弥生	株式会社クラーロ・事務員	

国立大学法人 弘前大学

氏名	所属・役職	備考
山田 勝也	大学院医学研究科・准教授	

学校法人 高崎健康福祉大学

氏名	所属・役職	備考
東福寺 幾夫	健康福祉学部・教授	

地方独立行政法人青森県産業技術センター

氏名	所属・役職	備考
工藤 謙一	八戸地域研究所・所長	SL
村井 博	八戸地域研究所 機械システム部・主任研究員	

(2) 管理員（事業管理機関）

地方独立行政法人青森県産業技術センター

氏名	所属・役職	備考
千葉 昌彦	八戸地域研究所 技術支援部 総括研究管理員（技術支援部長事務取扱）	平成 27 年度 事業管理員
齋藤 幸司	八戸地域研究所 技術支援部 総括研究管理員（技術支援部長事務取扱）	平成 28 年度 事業管理員
高見 千春	八戸地域研究所 技術支援部 非常勤労務員	事業管理 補助員

1.2.3 協力者及び指導・協力事項

アドバイザー 氏名	所属／主な指導・協力事項
中路 重之	国立大学法人弘前大学医学部社会医学講座・教授／ビッグデータ解析の観点からのアドバイス
橋本 章	株式会社三啓・代表取締役社長／エンドユーザーの要望等を吸い上げ、アドバイス
大浦 雅勝	株式会社コンシス・代表取締役／マーケティング手法等のアドバイス

1.3 成果概要

【1】パルスLEDを用いた同軸落射光学系の設計開発

連続発光の水銀ランプからパルスLED光源に変更した際の光学的最適化を目的に、市販の高輝度LEDについて発光スペクトル、光量、輝度の均一性を評価し、蛍光測定に適した面輝度の高いLEDを選択するとともに、それに対応したパルス発光回路を作製した。

また、LED光源、高感度カメラ、蛍光フィルタセットの組合せと、同軸落射鏡筒、同軸落射光学系への蛍光キューブ、液晶チューナブルフィルタの組み込みを検討し、低重心の同軸落射光学系を構築した。

【2】3次元マルチフォーカスに対応した撮像光学系の研究

培養細胞などは立体構造を持つため、フォーカス面を多面で、しかも画像を高速かつ正確に取得する必要があるが、従来の蛍光撮像においては蛍光信号のない部分の重ね合わせに課題があった。その解決に正面から取り組み、世界最先端カメラを蛍光マルチフォーカス画像の撮像に対応した絶対位置検出システムと組み合わせ、構築することに成功した。

【3】超高速撮影に対応した撮像光学系の研究

光学系に液晶チューナブルフィルタを使用することは、光量が従来の1/10以下になり、超高速撮影に不利となることが判明しているが、現在市販されている4Kカメラでも十分な感度が得られ、高速度撮影が可能であることを確認した。

また、光源の配光特性、スペクトル分布、拡散面輝度分布、全光束を測定し、従来のハロゲンランプの場合の電圧変動に伴う著しい色温度変動や、照明性能と解像度の関係を亮にした。

【4】低重心で位置決めを行う光学系つきXYZステージの研究開発

振動対策と高速化達成のため、装置定盤にXYユニットを、光学系にZ軸を持たせる分離型を取ることで、ステージへの負荷を極力減らす構造とし、定盤直上に駆動部を配置することで従来の倒立蛍光顕微鏡にはなかった低重心な構造を実現した。

さらに、光学系とXYZステージの一体化を図ることで、振動対策、高精度化に加え、低コスト化を図ることができた。

【5】簡易暗室と汎用的な観察テーブルの開発

防水構造で外部からアクセス可能でありかつ 10~50nm 精度のステージ駆動に影響を与えない簡易暗室および汎用のテーブルとして、標本を装填したトレイが暗室内に入り、自動装填される装置を構築した。

【6】電動顕微鏡コントロールソフトウェア

画像処理および制御アルゴリズムについて、クラーロは明視野のフォーカス処理については業界トップクラスであるものの、蛍光画像処理については実績がないことから、色空間をコントロールできる市販の画像処理エンジン HALCON を導入し、概ね解決することができた。

インターフェースについては、国際的に通用する直感的デザインの GUI デザインの導入を行い、ソフトウェアのベースは完成したが、製品化に向けては不十分であることから、専門業者の協力を得て開発を続ける予定である。

【7】蛍光スキャン対応ソフトウェア

デジタルカメラとスキャニング、タイリングに対応したスキャンソフトウェアを、処理速度 2 倍以上とするための撮影アルゴリズムの開発を目標に、バーチャルスライド画像出力の生成方式パターンを組込んで、アルゴリズムの最適化を図った。ただし、デジタルカメラが当初予定のハイビジョンから 4K になったため、今後よりシンプルで高性能のアルゴリズムの開発を行い、製品化に結び付ける予定である。

【8】倒立蛍光デジタルスキャナの性能評価ならびに開発へのフィードバック

市販の倒立型デジタルスキャナについて、水溶液中のがん細胞や未分化細胞等の細胞集塊、腸内細菌や丸ごとの生体観察が求められる共生真菌類、遺伝子解析領域で最先端を進む植物等の観察を通じて、解決すべき課題を整理し、本研究開発の設計仕様に反映させた。

今後、試作機において検証作業を行い、製品化の最終仕様に反映させる予定である。

1.4 当該研究開発の連絡窓口

【事業管理機関】

地方独立行政法人青森県産業技術センター

八戸地域研究所 総括研究管理員（技術支援部長事務取扱） 齋藤 幸司

TEL 0178-21-2100（代） FAX 0178-21-2101

e-mail koji_saito@aomori-itc.or.jp

〒039-2245 青森県八戸市北インター工業団地 1 丁目4-43

【法認定機関】

クラーロ株式会社

顧問 高松 輝賢

TEL 0172-55-6147（代） FAX 0172-55-6148

〒036-8182 青森県弘前市土手町212-1

e-mail terma@claro-inc.jp

第2章 本 論

本章では、本事業で行った開発の内容および結果について述べる。

【1】パルスLEDを用いた同軸落射光学系の設計開発

【1-1】パルスLEDの光源試験

LED駆動において重要な要件は、単位時間あたりの撮像枚数を増やせるかであり、そのためにはいかに短い発光時間で且つ大光量で発光できるか、ON,OFF間の遷移時間を減らせるかが重要である。またパルス幅を狭くしていくとフィードバックの安定化に割ける時間が限られ、発光期間の瞬時発光量が一定とならず、撮像ごとに画像の明るさが変わってしまう問題がある。

この課題について定量的に評価するため、駆動原理としてDC/DCの方式の1つである降圧型コンバータ方式の駆動方式を前提に回路作製を行った。その上で、LED単体の定格電流、電圧値、ならびにその灯数（直列数、並列数）の設計の変更に柔軟に対応できるよう、電源側も能力の増減が容易な構成とし、基本検討を行うためのLED駆動回路を試作した。

また、市販のLEDチップの中から面輝度の高いものを選択し、さらに集光レンズ部分を取り除くことで良好な蛍光が得られることを確認し、試作に反映させた。

【1-2】同軸落射光学系の設計開発

既存の明視野型のデジタルスキャナでは必要のなかった励起光のフィルタ等を光学系に組込む必要があることから、光源とカメラをそれぞれに配置すると、装置が大型化する、光学系が複雑になり調整が難しくなるなどの問題がある。

そこで、単一鏡筒に光源とカメラを同時に配置し、レンズやフィルタを組込むこととして、LED光源、高感度カメラ、蛍光フィルタセットの組合せの検討と同軸落射鏡筒、同軸落射光学系に蛍光キューブ、液晶チューナブルフィルタを組み込んだ低重心の光学系を作製した。

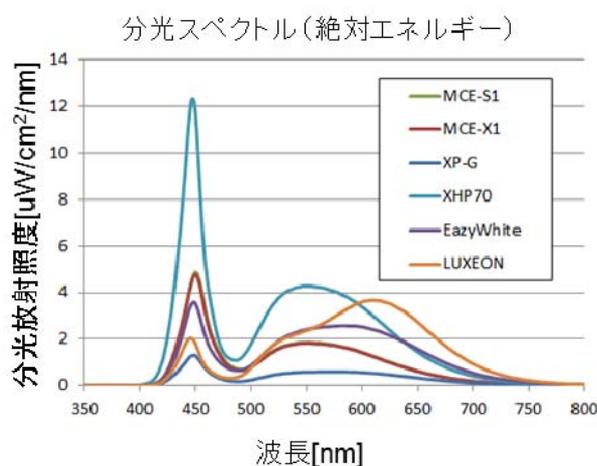
蛍光観察を行う上で、かつてない方式であった液晶チューナブルフィルタを用いたバンドパスフィルタレスの観察に成功できたことは、ユーザーが試薬変更のたびに換えなければならなかったバンドパスフィルタを、その交換をせずとも任意に透過波長を変更し、観

察できる、非常に大きなメリットをもたらすものである。

【1-3】LEDモジュールの光学評価

蛍光画像を撮像する際には、蛍光を発する対象を励起する波長の光量（強度）が重要となる。蛍光試薬はいくつもの種類があるため、全ての波長で強光度の光量が得られることが理想であるが、現実の光源では波長により強度が異なる。

そのため、LEDの発光スペクトルを評価できる測定系を構築し、市販の高輝度LEDの発光スペクトル、光量、輝度の均一性を評価し、本技術開発の装置に適したLEDモジュールを選択した。



各種LEDの分光スペクトル評価

【2】3次元マルチフォーカスに対応した撮像光学系の研究

蛍光の撮像では色収差の影響でフォーカス面がずれる現象がある。また培養細胞などは立体構造を持つことから、フォーカス面を多面で撮像できることが求められる。しかし、従来の蛍光撮像においては蛍光信号のない部分の重ね合わせの程度が蛍光取得波長により異なる等の問題があり、XY方向に移動しながら撮像する場合に正確な3次元構築が難しかった。しかも撮像枚数が大量になることから、高速に画像を取得する技術開発も必要である。

これらの要求を満たす為の光学系として、絶対位置検出システムと世界最先端カメラを組み合わせることにより、蛍光マルチフォーカス画像の撮像に対応したシステムを構築することに成功し、関連技術の特許申請した。

【3】超高速撮影に対応した撮像光学系の研究

本研究開発の装置は、病理診断の現場やバイオ分野の現場での使用が多いと予想されている。現場のニーズとしては、蛍光画像に明視野の画像を重ねることにより、より正確で容易な診断になるということがあり、蛍光画像の取得と明視野画像取得について検討する必要がある。

液晶チューナブルフィルタを使用することは、光量が従来の1/10以下になることを意味している。蛍光観察において“暗い”という事は致命的であるが、超高感度カメラを使用し補完できるのかという課題について検討を行ったところ、その課題をクリアして撮影できる条件を見つけ出すことができ、超高速撮影が可能であることを確認できた。

また、超高感度カメラについて、市販の4Kデジタルカメラを蛍光観察用に使用できることを確認した。

さらに、明視野既存機の光源について、その配光特性、スペクトル分布、拡散面輝度分布、全光束を測定し、従来のハロゲンランプでは電源電圧の変動で照明光の色温度が著しく変動すること、対物レンズの光学分能を満たす照明性能が得られなければ十分な解像度が得られない可能性があることを明らかにした。

【4】低重心で位置決めを行う光学系つきXYZステージの研究開発

【4-1】XYZステージの構成の検討

従来の倒立型顕微鏡では装置の重心が上部に位置しており、ステージを駆動させるためにステージにモーターなどの駆動部を設置するため、どうしても重心が高くなりがちであった。しかし、重心が高いことは、振動特性上不利であり、また、装置全体の剛性としても問題が生じるため、数十nmの精密な位置決めと撮像の高速化が困難であった。

そのため、装置定盤にXYユニットを、光学系にZ軸を持たせる分離型を取ることで、ステージへの負荷を極力減らす構造とし、定盤直上に駆動部を配置し、重心を低く設定することで、従来の倒立蛍光顕微鏡にはなかった、低重心な構成を実現した。

さらに、振動対策と高速度化達成のために、低重心化設計とした光学系と高精度XYZステージ機構を統合した設計とし、これらを一体制御することで、振動対策、高精度化に加えて低コスト化を図ることが可能となった。



低重心の光学系つきXYZステージ

【4-2】絶対位置検出システムの検討と装置への展開

蛍光画像は撮像範囲内で対象物のみが写るものであり、画像処理のみで画像貼り合わせを行うことは非常に困難である。そのため、画像情報無しで物理的絶対位置を取得する必要がある。

従来電動顕微鏡のモーター構造において、位置決め精度を追い求める構成がなかったことが、使用するうえでの様々な制約になっていた。特にスキャナ化を行う上では、星空のように暗い背景に点状の蛍光が出てくるようなサンプルを想定したときに、画像処理による貼り合わせでは、その参照するターゲットがあまりに情報不足であり、正確な貼り合わせはほぼ不可能に近い。

ロボットの移動をカメラの1ピクセル以下にすることで、画像処理による貼り合わせ処理なしに、タイリングを行うためには、50nm以下の停止精度が必要であった。しかし、50nm以下で150mmストローク（シャーレの最大径が120mmのため）のものが存在しかなかったが、本研究開発でこの課題をクリアすることができた。これにより、今後、この技術は精密検査領域などのほかの技術展開も可能になると思われる。

【5】簡易暗室と汎用的な観察テーブルの開発

【5-1】簡易暗室と汎用的な観察テーブルの研究開発

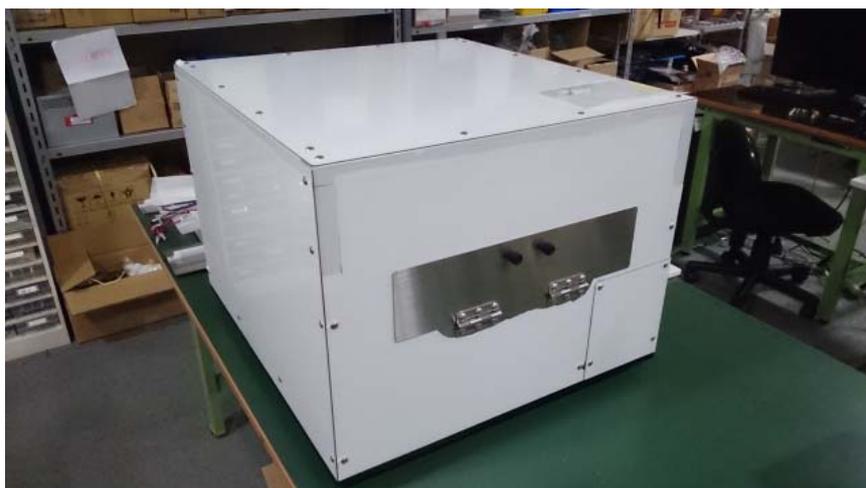
蛍光撮像する試作機に求められる機能を十分に発揮させるためには、専用の暗室と種々の試料を載せることができる汎用ステージの開発が不可欠である。

この課題に対し、外装で完全に暗室になるように、装置外部から標本を直接挿入する従来方法をやめ、標本を装填させたトレイが内部に入り、暗室化された内部で自動的に搬送し撮像が可能な構造を設計し試作し、撮像に影響がなく良好な画像が得られることを確認した。

【5-2】自動装填装置の試作

高速化を実現しても病理の現場やバイオ分野の現場では膨大なサンプルを撮影しなければならず、昼夜に亘って撮像する必要があることから、標本を自動で装填する機構が必須となる。

そこで、医療現場で現在用いられているスライドトレイをそのまま装填、自動供給できるシステム、具体的には、標本をセットするマップ（トレイ）を装置にセットし、そのハンドリングをするロボットと、装填速度を速めるための中間バッファと、自動装填するためのハンドリング機構により自動搬送機構を構築した。



自動搬送機構を内蔵した簡易暗室

【6】 電動顕微鏡コントロールソフトウェア

【6-1】 画像処理および制御アルゴリズムの研究開発

本試作機では、蛍光画像を得るために液晶チューナブルフィルタやカラーフィルタを用いているが、これらを病理診断の現場やバイオ分野の現場で使用できるように制御プログラムを作成しなければならない。

そこで、予定されている試作機と軸構成の似通っているカラー口のバーチャルスライドシステム「Fino」をベースにソフトウェアを作成し、蛍光光学系を作成したのち、その光学系の制御を盛り込めるように作成した。また、色空間をコントロールできる画像処理については、HALCONをベースとしたシミュレーションが完成しており、さらには、特徴的な細胞を抽出するアルゴリズムも試験を行っており、良好な結果を得ている。

蛍光の画像処理においては、光の波長による色の合成や、貼り合わせ処理などの画像処理、さらには暗い視野でのフォーカスの取り方など、課題が多い。明視野においては、カラー口のフォーカス処理は業界トップレベルではあるが、蛍光のこれら画像処理においては経験値が低かったが、市販の画像処理エンジンを使ってのシミュレーションを行うことで一定の成果を得た。

【6-2】 インターフェースの開発

GUIデザインについては国際的に通用する直観的デザインへの見直しと、特許問題についての確認を行い、インターフェースのベースを完成させた。今後は専門業者に外注することで製品版に反映させる予定である。

【7】 蛍光スキャン対応ソフトウェア

【7-1】 エリアセンサ対応スキヤニングソフトウェアの開発

【3】で選択した市販4Kカメラに合わせ、【6-1】において行うバーチャルスライド画像出力の生成方式パターンを組み込み、アルゴリズムの最適化を図った。

市販4Kデジタルカメラでの撮像が可能であることが判明したことはコストダウンにあたっての大きな成果であったが、当初予定のフルハイビジョンの4倍のデータ量を処理する必要があることから、今後は画像取得を通じてシンプルで、かつ性能を満たすアルゴリズムの開発を行い、製品化に結び付ける予定である。

【7-2】ラインセンサ対応スキャニングソフトウェアの開発

当初はエリアセンサだけでは高速処理に対応できない可能性を考慮してラインセンサ対応のソフト開発も予定していたが、エリアセンサで十分対応できることが判明したため、本課題は実施しないこととした。

【8】倒立蛍光デジタルスキャナの性能評価ならびに開発へのフィードバック

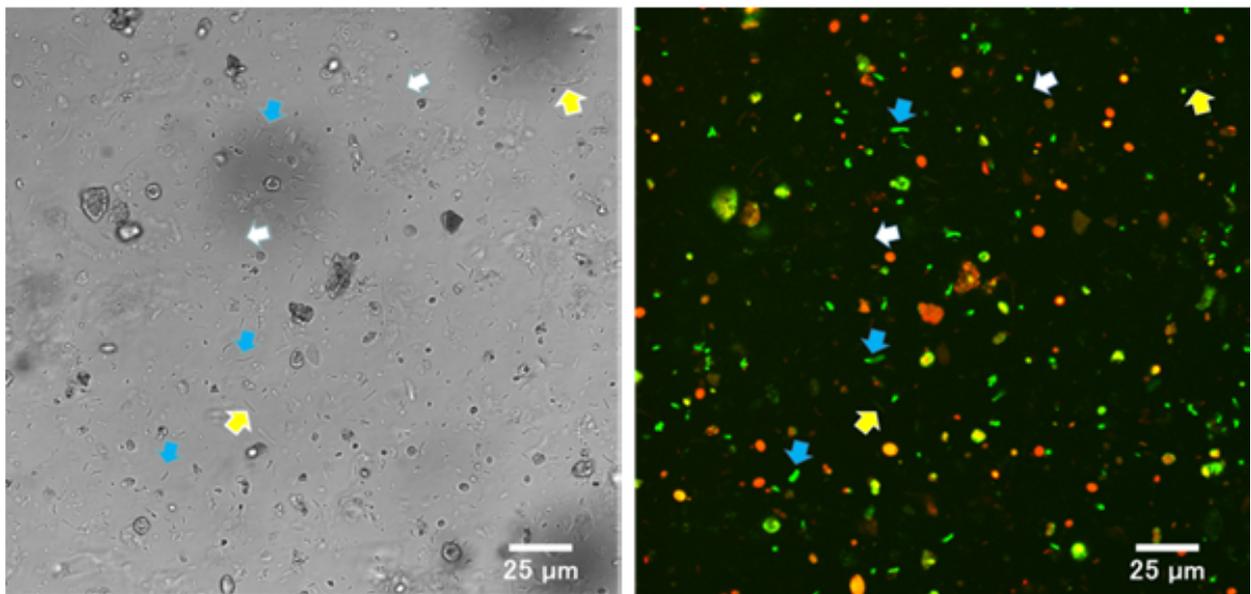
【8-1】既存のデジタルスキャナの性能確認

【8-2】本開発における設計・試作へのフィードバック、ならびに実用化試験

病理学細胞診標本に求められるXYZタイリングを作成使用とした場合、既存デジタルスキャナでは特にZ軸方向が手動であるため、標本に耐えられるタイリングができないという課題を抽出し、本事業試作機ではこれを解決する必要があることを明らかにした。

また、水溶液中のがん細胞を対象に、既存のデジタルスキャナで蛍光像と明視野像を取得、次いで標準病理細胞染色を施して再度明視野撮影を行って迅速スクリーニングの検証を行い、積層した細胞塊中のがん細胞を検出するという作業や、未分化細胞等の細胞集塊、腸内細菌や丸ごとの生体観察が求められる共生真菌類、遺伝子解析領域で最先端を進む植物等の観察を通じて、解決すべき課題を整理した。ここで得られた問題点について、使用者の立場から要求仕様を整理し、本研究開発の装置の設計仕様に反映させた。

今後、解決すべき課題が試作機において解決されているかを検証し、製品化の最終仕様に反映させる予定である。



生きた腸内細菌の明視野画像と蛍光画像

第3章 全体総括

3.1 研究開発成果まとめ

本研究開発により、以下の成果が得られた。

- ① 褪色の速い蛍光試料への影響を最小限にしなが、ら、蛍光撮影に十分な発光スペクトル、光量、輝度の均一性を有し、低重心の同軸落射光学系を構築した。
- ② 顕微鏡観察に世界最先端カメラと絶対位置システムを組み合わせることにより、蛍光3次元マルチフォーカス画像の撮像に対応した撮像光学系の構築に成功した。
- ③ 装置定盤にX軸を、光学系にZ軸を持たせる分離型ステージとすることで、各ステージへの負荷を極力減らした低重心構造を構築した。
- ④ 水溶液中のがん細胞、未分化細胞等の細胞集塊、生きた腸内細菌、共生真菌類、遺伝子解析領域で最先端を進む植物等の撮像への対応を可能とする技術を確立した。

3.2 研究開発後の課題

本研究開発により、ハードウェアの部分については当初目標を達成し、製品化の目途が立っているが、ソフトウェアの部分、特に“国際的に通用する直観的 GUI デザイン”については、試作機を用いたユーザーによる検証が不十分であることから、今後、“売れる商品”に仕上げるためには、試作機の操作性のテストを通じてユーザーの意見を徴取し、“使用感の良いインターフェース”を構築していく必要がある。

3.3 事業化展開について

従来商品の「明視野スライドスキャナ」は医療機器化へとステップを踏んできたが、本研究開発の「倒立蛍光デジタルスキャナ」は、これまでのように医療機器の枠にとらわれず、iPS細胞の観察など、広くバイオサイエンス市場で求められている商品であるため、法規制の枠にとらわれず、市場の要望に即応できる体制を整えてゆく。

「倒立蛍光デジタルスキャナ」自体は既にいくつかの商品が市場に投入され始めているが、本研究開発の成果の最大の特長である“明視野と蛍光画像を3次元で正確に位置照合できる”性能については、現在、知る限り国内外を問わず競合製品がない状況であることから、ハイエンド商品として高い競争力を有すると考える。

また、世界的関心の高い細胞集塊をどのように立体的に観察するののかに対して、本研究

開発のグループが明確な解を持っており、またその方法について特許化していることも他商品に対して優位性が高いと考える。

ただし、他メーカーの商品もインターフェースの部分で改良が加えられてきていることから、専門業者の協力を得ながら早めの市場投入を図りたいと考えている。