

平成２２年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「紫外線照射による細菌とギョウ虫（卵）の検出を
画像処理で可能とする組込みソフトウェアの研究開発」

研究開発成果等報告書概要版

平成２３年 ９月

委託者 中部経済産業局

委託先 株式会社 ダイマツウ

目 次

第1章	研究開発の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4P
1-1	研究開発の背景・研究目的及び目標	
1-2	研究体制 (研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	
1-3	成果概要	
1-4	当該研究開発の連絡窓口	
第2章	UV 照射の蛍光状態の検証と確認及びハードウェアの開発・・・・・・・・	11P
2-1	研究目的及び目標	
2-2	実施内容	
2-3	研究成果	
第3章	細菌の蛍光確認・・・・・・・・・・・・・・・・・・	16P
3-1	研究目的及び目標	
3-2	実施内容	
3-3	研究成果	
第4章	ギョウ虫（卵）の蛍光確認・・・・・・・・・・・・・・・・・・	18P
4-1	研究目的及び目標	
4-2	実施内容	
4-3	研究成果	
第5章	細菌及びギョウ虫（卵）検出の組込み画像処理・・・・・・・・・・	20P
5-1	研究目的及び目標	
5-2	実施内容	
5-3	名古屋公衆医学研究所による精度確認	
5-4	研究成果	
第6章	サンプルデータベース作成と識別基準の実証比較・・・・・・・・・・	22P
6-1	研究目的及び目標	
6-2	実施内容及び研究成果	
6-3	研究のまとめ	
第7章	プロジェクトの管理・運営・・・・・・・・・・・・・・・・・・	26P

7-1	研究目的及び目標	
7-2	実施内容及び成果	
第8章	全体総括・・・・・・・・・・・・・・・・・・	26P
8-1	成果の総括	
8-2	今後の課題	
8-3	对外発表等の状況	

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) 研究の背景・研究目的

現在、幼児・小学生などに対して行っているギョウ虫（卵）検査には、検査にかかる時間、検査機器の価格、検査員の育成、検査の誤認等の課題がある。

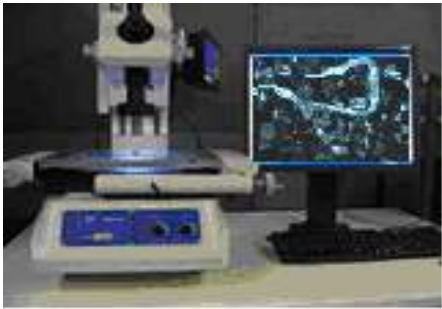
紫外線照射によってギョウ虫（卵）が蛍光することを発見したことから、ギョウ虫（卵）の蛍光状態をデジタルカメラで撮影し、その画像を画像処理による組込みソフトウェアで検出できるようにすることにより、安価で操作性が向上した自動検査システムを開発することが本研究の目的である。

また、紫外線照射によりギョウ虫（卵）が蛍光することを細菌検査にも応用し、蛍光状態を検知できる自動検査システムを開発することも本研究の目的としている。

2) 研究目標

- ・ ギョウ虫（卵）に紫外線（以下「UV」という。）照射し、デジタルカメラのセンサー情報（以下「RGB 情報」という。）を、組込みソフトウェアによる画像処理によって検知できることを確認すること。
- ・ 撮影に必要なデジタルカメラのシャッタースピード時間を確認すること。
- ・ 検査対象物が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合、近接撮影レンズを使用し、拡大鏡とデジタルカメラでの撮影範囲を確認すること。
- ・ 照射する周波数とワット数を確立し、これを基準光としてソフトウェアの画像補正技術を確立すること。

<イメージ図>

従来技術	新技術
ギョウ虫検査はウスイ法によって、肛門周囲に産み付けられたギョウ虫(卵)をセロハンに付着させ、顕微鏡を用いて検査員が目視で検査する。 	ウスイ法で使われているセロハンを使用する。ギョウ虫(卵)が紫外線照射によって蛍光するため、ギョウ虫(卵)から蛍光する光をデジタルカメラで撮影し、蛍光分析データを組込んだソフトウェア画像処理システムを用いてギョウ虫(卵)を検知する。 

従来技術の課題

- ・ 検査技術者の技量が必要
- ・ 判定に時間がかかる
- ・ 短期間に大量検査ができない
- ・ 機器のコスト、人件費が高価
- ・ 合否判定の精度が低い（誤判定）
- ・ 機器の汎用性が低い

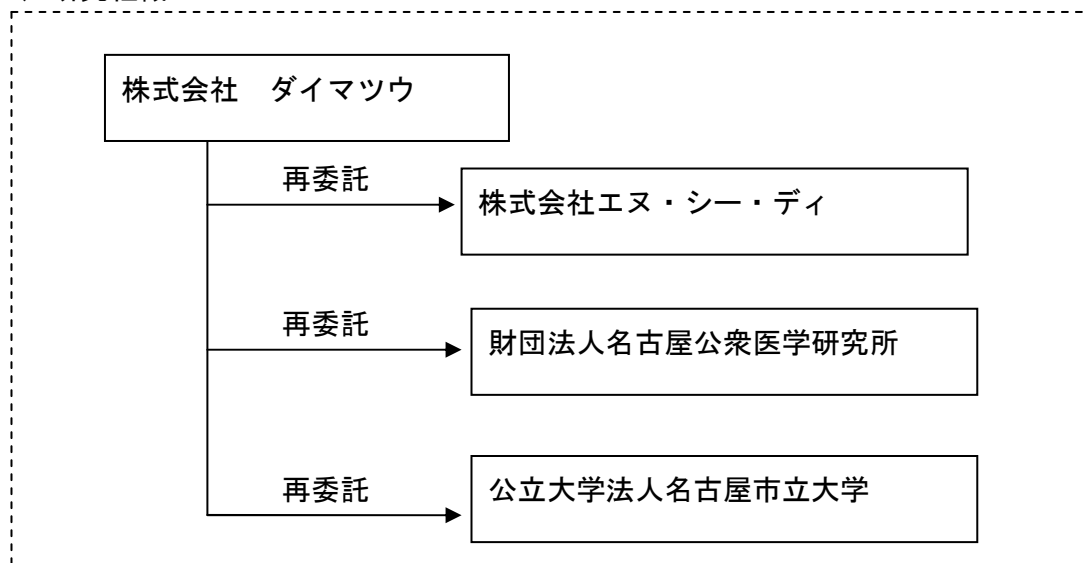
新技術の特徴

- ・ 特別な技量が必要でない
- ・ 判定が瞬時
- ・ 判定の自動化により高効率
- ・ 検査技術者人件費の削減
- ・ 1000 万画素で 10 μ m の判定精度
- ・ ギョウ虫以外の検査判定基準となる

1－2 研究体制

(研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)

1) 研究組織



総括研究代表者（P L）

氏名： 西川 浩

所属組織名：株式会社

エヌ・シー・ディ

所属役職： 取締役

副総括研究代表者（S L）

氏名： 平松 朋弥

所属組織名：株式会社

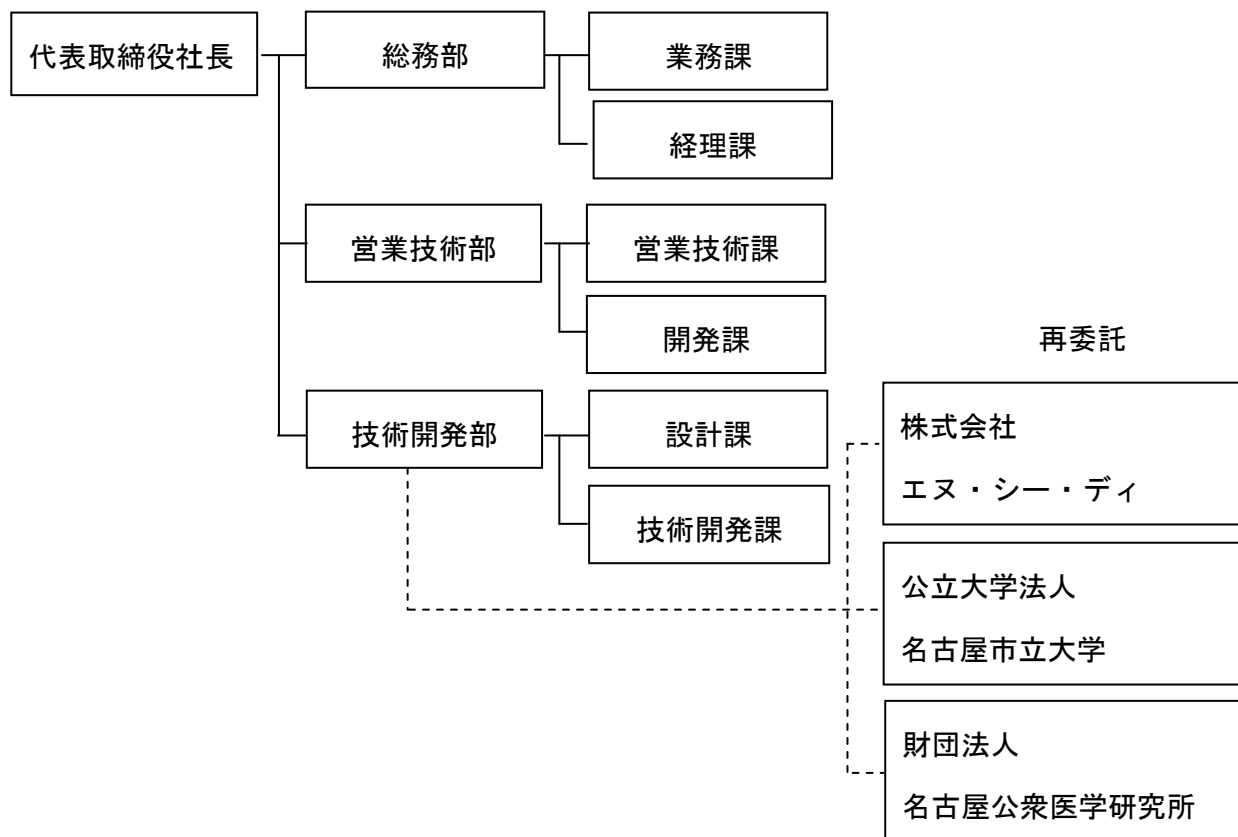
ダイマツウ

所属役職： 営業技術部長

2) 管理体制

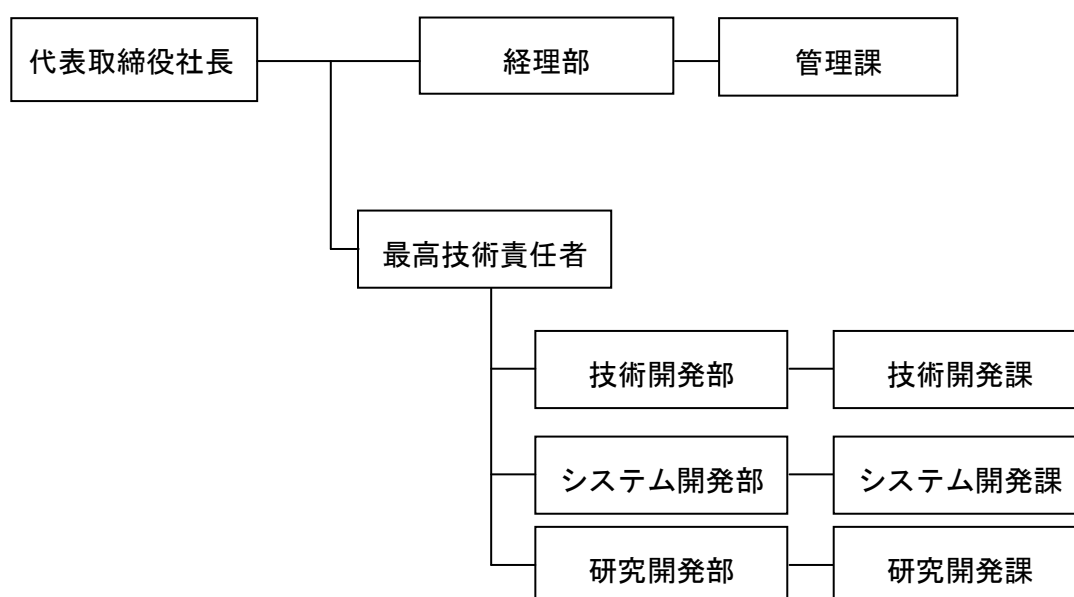
① 事業管理者

株式会社 ダイマツウ

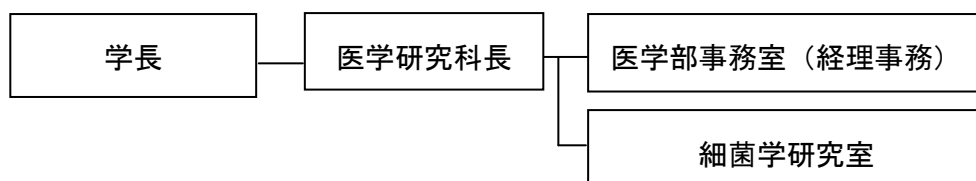


②再委託先

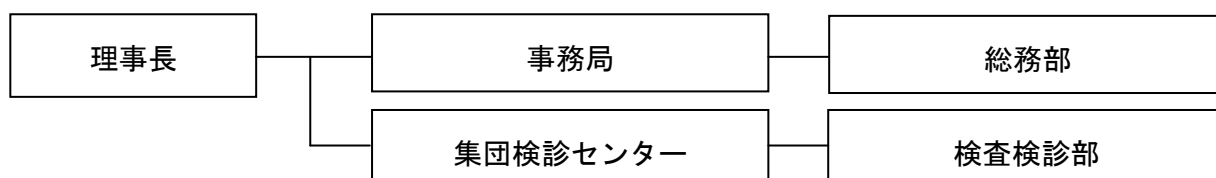
株式会社 エヌ・シー・ディ



公立大学法人 名古屋市立大学



財団法人 名古屋公衆医学研究所



3) 研究員氏名

管理員

株式会社 ダイマツウ

氏 名	所属・役職	実施内容 (番号)
松 永 重 信	総務部 業務課	⑤
山崎 仁	総務部 経理課	⑤

研究員

氏 名	所属・役職	実施内容 (番号)
平松 朋弥	営業技術部長	③
島田 宗幸	技術開発部設計課	③
浅野 貴史	営業技術部営業技術課	③

【再委託先】

研究員

株式会社 エヌ・シー・ディ

氏 名	所属・役職	実施内容 (番号)
柘植 常次郎	最高技術責任者	①②④
柘植 隆	研究開発部長	②
西川 浩	取締役 システム開発部長	①②④
平野 和広	取締役 技術開発部長	①④
鈴木 仁	技術開発部技術開発課長	②④
栗本 亜由美	システム開発部システム開発課	④
佐藤 なおみ	システム開発部システム開発課	④
三田 浩之	システム開発部システム開発課	④

公立大学法人 名古屋市立大学

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
長谷川 忠男	細菌学教授	①

財団法人 名古屋公衆医学研究所

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
早川 慎司	検査検診部部長	①

4) 協力者

研究開発委員会委員リスト

	氏名	所属・役職
委員	記野 秀人	浜松医科大学動物実験施設 助教
委員	浅井 信義	愛知県知財総合支援協議会 相談員
委員	川合 得義	株式会社ニデック コート事業部 部長
委員	菅谷 哲彦	株式会社伊勢久 営業本部 部長
オブザーバー	天野 辰次	株式会社ニデック コート事業部 研究開発部 副主席技師
オブザーバー	井出 友介	名古屋公衆医学研究所 検査検診部 臨床検査技師

1-3 成果概要

1-3-1 UV 照射の蛍光状態の検証と確認及びハードウェアの開発成果概要

各研究実施機関で研究を行うため、蛍光確認用手動試作機（以下、手動試作機という。）を 4 台製作した。製作した手動試作機を用いて各研究実施機関で研究を行った。(株)ダイマツウは手動試作機を用いた研究でギョウ虫（卵）の蛍光状態におけるハードウェアの最適条件を見つけることができた。

蛍光確認用自動検査装置（以下、自動検査装置という。）の製作に当たり、各研究実施機関から手動試作機を使用した上での使い勝手の指摘及び自動検査装置製作に当たっての検討事項を検討した。指摘事項及び検討結果を元に手動試作機に改良を加えた自動検査装置を 4 台製作し、各研究実施機関で研究を行った。(株)ダイマツウは自動検査装置において手動試作機で調査したハードウェアの最適条件が適切であるか検証を行い、最適条件が適切であったことを確認した。

1-3-2 細菌の蛍光確認成果概要

手動試作機と自動検査装置を使用して、細菌に 11 種類の波長を照射して、どのような

蛍光現象が観察できるのかを(株)エヌ・シー・ディ及び公立大学法人名古屋市立大学で研究した。公立大学法人名古屋市立大学は(株)エヌ・シー・ディで取り扱うことのできない細菌を使用して研究を行った。研究の結果、どの細菌も特定の波長で他の波長よりも強く細菌全体が蛍光していることが手動試作機、自動検査装置ともに確認できた。装置の光学倍率が5倍であるため、細菌ひとつひとつをはっきりと捉えることはできていない。今後の課題となった。

1-3-3 ギョウ虫（卵）の蛍光確認成果概要

手動試作機を用いて、ギョウ虫（卵）を検出するための最適な蛍光状態を作り出す特定波長を見つけ出すことを行った。研究の結果特定の波長を照射した場合が最適な蛍光状態を作り出すことがわかり、今後の研究の基盤とすることができた。

1-3-4 細菌及びギョウ虫（卵）検出の組み込み画像処理成果概要

ギョウ虫（卵）検出のため、検体を撮影した画像を制御装置に取得し、画像のRGB情報からギョウ虫（卵）の検出を行うソフトウェアを開発した。開発したソフトウェアを各研究実施機関で使用し、それぞれの研究を行った。

1-3-5 サンプルデータベース作成と識別基準の実証比較成果概要

手動試作機及び自動検査装置を使用して正常検体100、異常検体30の画像を撮影し、データのサンプリングを行った。サンプリングしたデータは製作したデータ収集システムを使用して、データベース化した。データベース化したデータから判定解析機能を使用してRGB情報からギョウ虫（卵）を見つけ出す研究を行った。蛍光したギョウ虫（卵）とゴミの違いをはっきりと見つけ出すことはできなかったが、ギョウ虫（卵）のRGBパターンを識別基準として取り入れることで、今後の判定精度の向上が望める。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

株式会社 エヌ・シー・ディ

取締役 システム開発部長 総括代表責任者（PL）：西川 浩

TEL：052-753-4596

FAX：052-753-4597

e-mail:h-nishikawa@ins-ncd.co.jp

株式会社 ダイマツウ

営業技術部 部長 副総括代表責任者（SL）：平松 朋弥

TEL：0566-92-5921

FAX : 0566-92-6475

e-mail:d2hiramatsu@katch.ne.jp

第2章 UV 照射の蛍光状態の検証と確認及びハードウェアの開発

2-1 研究目的及び目標

UV 照射によってギョウ虫（卵）が蛍光することからギョウ虫（卵）が蛍光する最適条件を調査することを研究目的とする。また、当事業の研究実施機関がそれぞれの担当サブテーマで並行して研究を実施できるようにすることもハードウェアの開発目的である。

2-2 実施内容

2-2-1 蛍光確認用手動試作機の開発

手動試作機は以下の仕様で製作を行った。

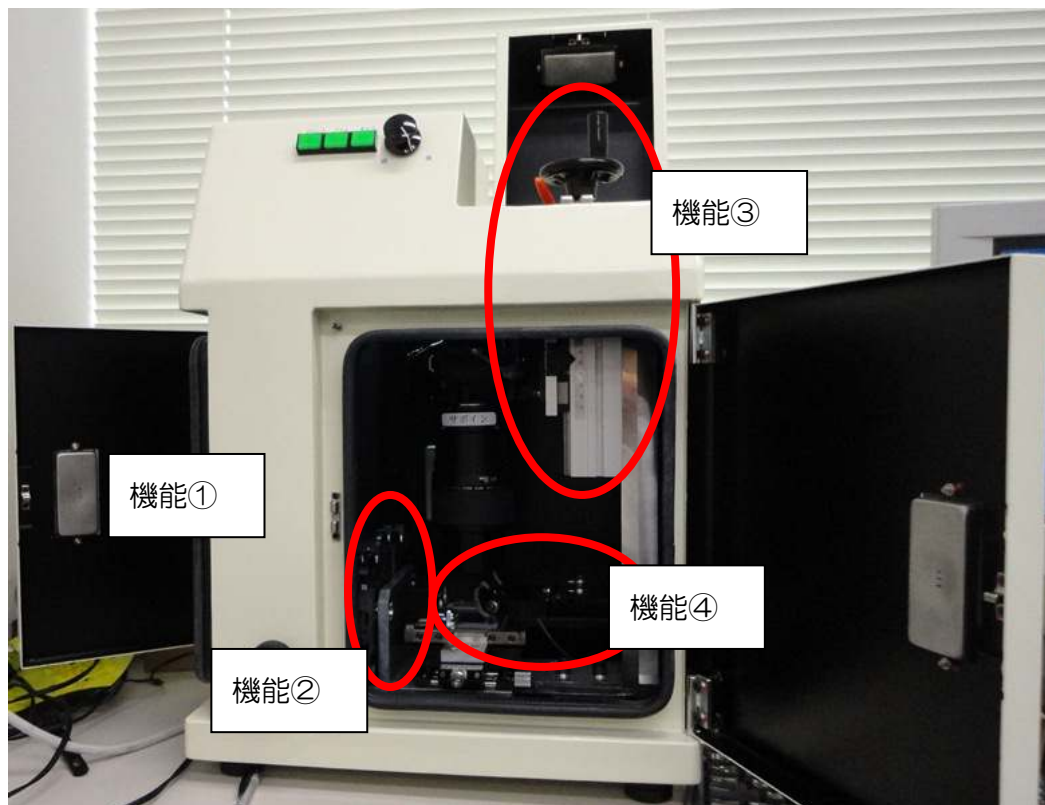
- ①広範囲の周波数を発光できる光源を使用すること
- ②最適な周波数及び光量を調査するため、8 種類の変調波形フィルター（以下バンドパスフィルターという。）・3 種類の減光フィルター（以下 ND フィルターという。）をセットでき、容易に周波数、光量の変更ができること
- ③最適なレンズと検体との距離を調査するため、距離の調整ができること
- ④最適な照射距離及び照射角度を調査するため、距離及び角度が調整できること

上記の条件で 2 社に相見積りを行い、価格面で優位であった(有)三林工業所に製作を依頼した。なお手動試作機は当事業の研究実施機関 4 団体が並行して研究を進められるよう 4 台の製作を依頼した。



【図 2-1 手動試作機 正面】

完成した手動試作機は①～④の機能を満たしており、手動試作機を用いて各研究実施機関で研究を実施していただいた。



【図 2-2 手動試作機 機能説明】

2-2-2 最適条件の調査

(株)ダイマツウとして手動試作機を用いて以下の事項の最適条件を調査した。

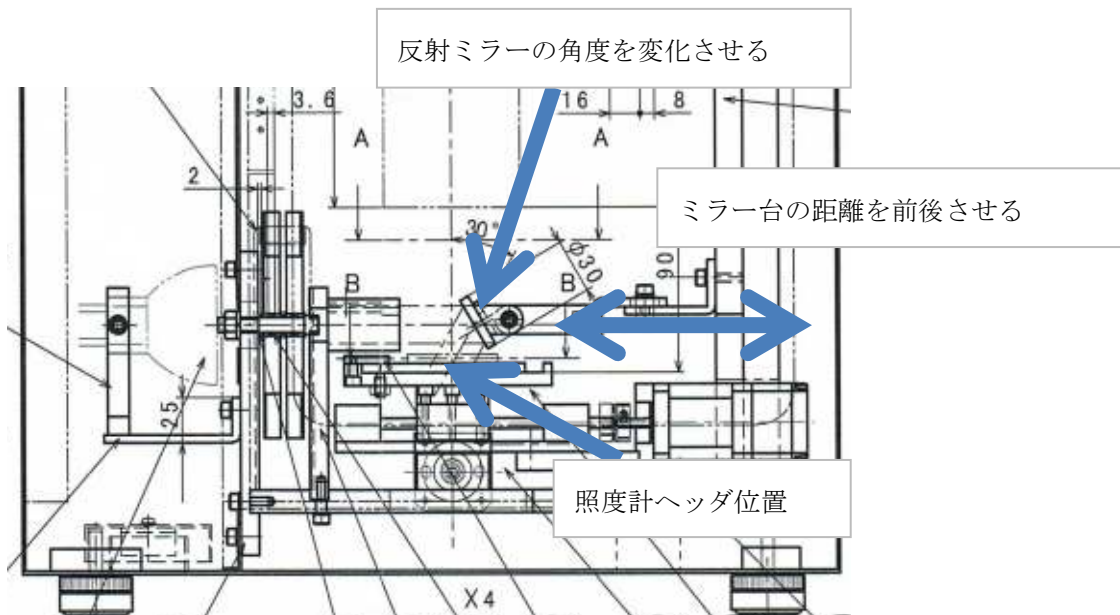
- ①バンドパスフィルター及び ND フィルターと光源の距離
- ②光源の照射角度
- ③光源の照射距離
- ④照射光の強さ
- ⑤カメラレンズと検体との距離
- ⑥光源による熱影響

①バンドパスフィルター及び ND フィルターと光源の距離の最適条件調査

調査の結果、バンドパスフィルター及び ND フィルターと光源の距離については調査した範囲では大きな違いはないと分かった。今後の研究は平均で最も照度が高かったバンドパスフィルターと光源の距離と ND フィルターと光源の距離に固定して実験を行うこととした。

②③光源の照射角度及び光源の照射距離の最適条件調査

調査方法



【図 2-3 光源の照射角度及び光源の照射距離の最適条件調査方法】

調査の結果、検出数の最大最小のばらつきの小ささ及び平均検出数から最適な光源の照射距離と光源の照射角度を見つけ出すことができた。ただし、照度が検出数に比例しているわけでもないことがわかり、最適条件を調査する際検出数を基準とすることとした。

④照射光の強さの最適条件調査

照射光の強さの最適条件を調査し、検出数が最大になる電圧を見つけ出すことができた。

⑤カメラレンズと検体との距離の最適条件調査

カメラレンズと検体との距離の最適条件はピントが合っている状態である。今回製作した手動試作機で使用しているレンズのワーキングディスタンス（ピントが合う距離）と各倍率における被写界深度（ピントの合う奥行き幅）に合わせた際に最適状態になるのかを検証し、当初の想定通り最適距離になることが分かった。

⑥光源による熱影響調査

冷却ファンを使用せずに、バンドパスフィルター位置に温度計ヘッドを置き、温度上昇の変化を調査したところ、180 分で温度上昇が安定した。そこで冷却ファンを用いないで 180 分間設備内の温度を上昇させ、検出数に熱影響があるかどうかを調査した。

単位（個）

照射時間 (min)	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	最大	最小	平均
0	123	122	120	119	119	123	119	120.6
180	119	122	120	118	116	122	116	119

【図 2-4 光源の熱影響調査 手動試作機 冷却ファンなし】

調査の結果、検出数に差が出ないことが分かった。したがって熱による検出数への影響はないと考えられる。

①～⑥の調査の結果、手動試作機での撮影条件の最適条件を得ることができた。

2-2-3 蛍光確認用自動検査装置の開発

2-2-2 の調査結果、各研究実施機関からの使い勝手の指摘及び以下の事項を考慮検討して、自動検査装置の開発を行った。

- ①バンドパスフィルター及び ND フィルターの耐久性（3000 時間以上）
- ②コンピュータからの微調整動作
- ③光源の安定性（一定波長の維持）
- ④検体の自動セット機能

①バンドパスフィルター及び ND フィルターの耐久性（3000 時間以上）

バンドパスフィルター及び ND フィルターのメーカーに問い合わせたところ、3000 時間であれば問題ないとの回答をいただいたので、フィルターの耐久性は問題ないと判断した。

②コンピュータからの微調整動作

各研究実施機関に確認したところ、今回の研究ではコンピュータで外部から微調整動作を行う必要がないとの回答を得た。そのため、今回の自動検査装置ではコンピュータからの微調整動作を実装しないこととした。ただし、手動試作機では微調整動作を行う際は扉を開けて微調整動作を行わなければならない、容易でないとの指摘をいただいたため、扉を開けず外から微調整動作ができるよう検討する。

③光源の安定性（一定波長の維持）

手動試作機にて光源が安定しているか調査し、紫外線強度は 300 分経過しても安定していると分かった。また、各研究実施機関から、光源の安定性がないとの報告はなかった。そのため、自動検査装置では UV ランプ及び安定器はそのまま同じものを使用することとした。

④検体の自動セット

検討の結果、ボタン操作で自動的に検体セット機構を装置の外に出し、検体をセットしたのちにボタン操作で検体セット機構が装置内に入り、自動的に撮影し、検体セット機構が外に出てくるという機能を実装した。

また、各研究実施機関からの使い勝手の指摘に対応して、自動検査装置の仕様を決定した。製作に関しては相見積りを取り、価格面で優位であった(有)三林工業所に製作を依頼した。なお、自動検査装置も手動試作機と同様に当事業の研究実施機関 4 団体が並行して研究を進められるよう 4 台の製作を依頼した。



【図 2-5 自動検査装置 正面】



【図 2-6 自動検査装置 機能説明】

自動検査装置は手動試作機に実装していた①～④の機能を実装している。自動検査装置を用いて各研究実施機関で研究を実施していただいた。

2-2-4 自動検査装置での最適条件の検証

手動試作機で調査を行った最適条件が自動検査装置においても最適条件となっているか検証を行った。検証には手動試作機で行った①～⑥と同様の調査を行った。

①～⑥の検証の結果、手動試作機で調査した最適条件は自動検査装置でも適応されることが検証できた。

2-3 研究成果

手動試作機、自動検査装置ともに最適条件を研究成果として得ることができ、本事業では各研究実施機関での研究を円滑に行っていただけた。研究のための装置としては手動試作機、自動検査装置ともに問題はなかったと考えている。

今後の事業化に向けてはまだまだ課題が多いと考えている。(財)名古屋公衆医学研究所から自動検査装置について事業化のための課題を以下のようにいただいた。

- ①現在の手差しによる検体セット方式がカセット式等の連続検体セットができる方法でなければ、時間短縮、人件費の改善には結びつかない。
- ②検体セットの条件により撮影箇所が変わるため、セッティング場所を特定するガイドや、ギョウ虫シートのよれや歪みを無くす工夫が必要。
- ③判定を制御装置上で行っているが、判定結果をペーパーへの打ち出し方式も必要。
- ④光源が安定するまでに時間がかかる。
- ⑤紫外光を使用しているため、露出を抑え安全面に考慮した構造が望ましい。
- ⑥感染性検体を扱うため、衛生面を考慮した構造が望ましい。
- ⑦本体が大きく、かつ重たい。

今回製作した自動検査装置は研究用ということで①～⑦の課題について考慮が不足していたと考えている。①～⑦の課題だけでなく、開発を進めていくうちに新たな課題も発生すると思われる。今後事業化に向けて実際に検査を行っている(財)名古屋公衆医学研究所などにヒアリングを行い、共同開発を考えている。

第3章 細菌の蛍光確認

3-1 研究目的及び目標

現在、顕微鏡等を用いて人間の目によって特定している細菌（大きさ $1\sim 2\mu\text{m}$ ）を、特定波長の光を照射することにより蛍光させ、デジタル処理で特定可能かを確認し、識別基準を確立する。

3-2 実施内容

(株)エヌ・シー・ディ及び名古屋市立大学は細菌に特定波長の光照射を行い、細菌が蛍光するのか、壁構造の違いによる蛍光の違いがあるのか、培養条件による違い、細菌の表面構造を変化させた場合、蛍光の変化の有無があるのか等を検討し、基礎的なデータ収集を行った。

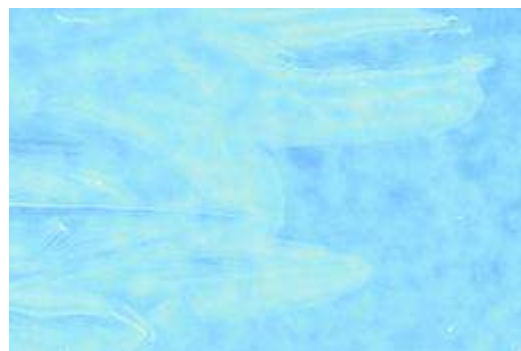
3-3 研究成果

(株)エヌ・シー・ディ及び名古屋市立大学では、手動試作機と自動検査装置を使用して異なる 11 種類の波長の光を細菌に照射し、どのような蛍光現象が観察できるかを研究した。

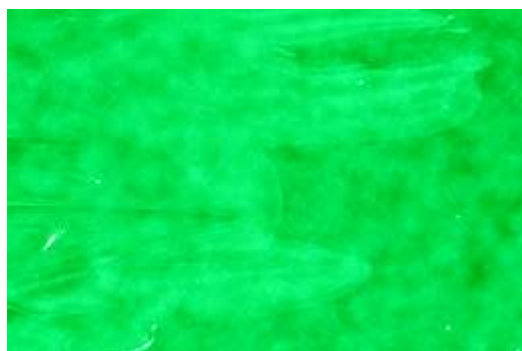
菌を直接塗抹した標本を、手動試作機を使用して異なるバンドパスフィルターによる11種類の波長の光を当て蛍光を観察した。以下の画像 3-1～3 は大腸菌を撮影した画像のうち、代表的な紫外光と可視光を照射した画像である。



【画像 3-1】 紫外光



【画像 3-2】 可視光①



【画像 3-3】 可視光②

紫外光である特定波長では他の波長よりも強く菌全体が蛍光していることが手動試作機、自動検査装置共に確認できた。しかし、光源ランプの仕様で、波長毎に出ている波長の光量にばらつきがあるため、目視では蛍光シグナルに違いが見られるという可能性も考えられた。

また、光学倍率が5倍の試作機及び装置であったので、菌のひとつひとつをはっきりと捉えることができず、

- ・菌が個々でバラバラに存在していても紫外線で蛍光反応を示すか。
- ・菌のどの部分が紫外線に蛍光反応を示しているのか。
- ・菌によっては反応しているものと反応していないものがあるのではないか。

などの疑問が解決できておらず、細菌の識別基準を確立するということまで至らなかった。光学解像度を上げた機械ができれば、ひとつひとつの細菌が蛍光しているのが確認でき、臨床検体から直接細菌を検出する可能性が出てくるのではないと思われる。

今後、病原菌の迅速検出を可能とする検査法の確立を目指すためには、装置の光学倍率を上げ、これらの疑問が解決できるような装置を作り、臨床検体から培養することなく病原菌を検出していくことが課題となると考える。

第4章 ギョウ虫（卵）の蛍光確認

4-1 研究目的及び目標

基本研究用 3 種類、追加研究用 8 種類のバンドパスフィルターと 3 種類の ND フィルターを使い、今後の研究の基盤となる最適な蛍光状態を作り出す特定波長を決定し、そのデータを収集する。

4-2 実施内容

基本研究用 3 種類、追加研究用 8 種類のバンドパスフィルターと 3 種類の ND フィルターを使った撮影をウスイ式ギョウ虫検査セロハンで検査した結果、陽性と判定されたもの（ギョウ虫（卵）が発見されたもの）の 30 検体について行い、最適な蛍光状態を作り出す特定波長を決定する研究を行った。

最適な蛍光状態を作り出す特定波長を見つけ出す研究を(有)三林工業所製の手動試作機 DM002 で実施した。

以下の表 4-1 が 11 種類のバンドパスフィルターと 3 種類の ND フィルターを使用して陽性 30 検体全てを撮影し、そのデータから各フィルター使用時におけるギョウ虫（卵）の蛍光認識の可否を調べた。ギョウ虫（卵）を目視でもっとも認識ができたのは波長⑤、ND フィルターなしという結果になった。

以下画面 4-1～4-7 は撮影した写真の画面の例である。

画面 4-5～4-7 は ND フィルターを使用した場合の変化を示している。

表 4-1 ギョウ虫(卵)の蛍光認識の可否

バンドパスフィルター波長	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
ND フィルター なし	△	△	△	◎	△	×	△	△	△	△	△
ND フィルター 50%	×	×	×	○	×	×	△	△	×	×	×
ND フィルター 25%	×	×	×	○	×	×	△	×	×	×	×
ND フィルター 12%	×	×	×	△	×	×	△	×	×	×	×

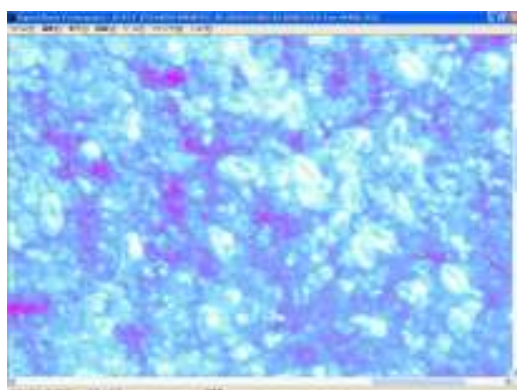
◎：非常によく認識できる ○：認識できる △：僅かに認識できる ×：認識できない



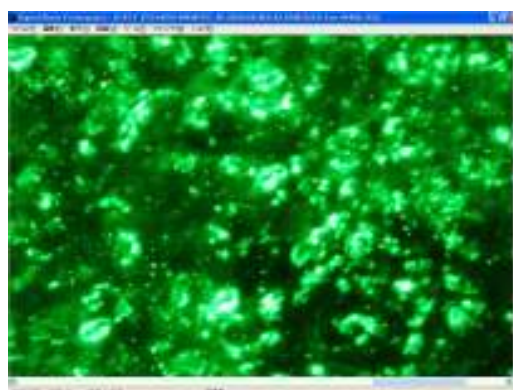
【画面 4-3】波長① (ND フィルターなし)



【画面 4-4】波長⑤ (ND フィルターなし)



【画面 4-9】波長⑦ (ND フィルターなし)

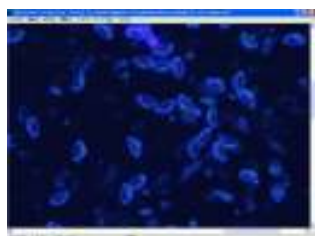


【画面 4-10】波長⑩ (ND フィルターなし)

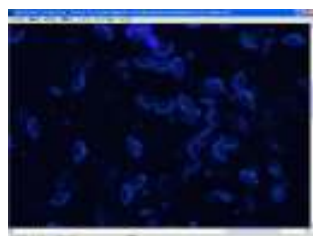
ND フィルターを使用した場合の変化の例（左から ND フィルター50%、25%、12%）を

画面 4-5～4-7 に示す。

波長⑤の場合



【画面 4-5】 50%透過率 ND フィルター



【画面 4-6】 25%透過率 ND フィルター



【画面 4-7】 12%透過率 ND フィルター

4-3 研究成果

研究当初は ND フィルターを通すことでギョウ虫（卵）以外のものの蛍光を抑制し、ギョウ虫（卵）の蛍光のみを残すことができないか、と考えていた。

結果としては、撮影した全ての検体について、画像 4-5～4-7 のように ND フィルターを通すとギョウ虫（卵）の蛍光も弱くなったため、この研究において有効な成果を得ることはできなかった。

しかし、ND フィルターを使用しての撮影は、ND フィルターを使用したものと使用していないものの画像を比較することで、ギョウ虫（卵）を検出する際にギョウ虫（卵）以外のものを除外することにおいて効果を得られる可能性があると考えた。

また、ND フィルターを使わずに撮影した 11 種類の波長の画像からは、目視で波長⑤が一番強くギョウ虫（卵）の蛍光を確認することができた。波長⑦⑧⑨⑩⑪といった可視光を照射して撮影された画像からもギョウ虫（卵）を目視で確認することができたものの、ギョウ虫（卵）をはっきりと識別することは難しかった。

以上の結果により、最適な蛍光状態を作り出す特定波長は波長⑤であるとし、ND フィルターは使用しない方法を中心に今後研究を行っていくこととする。

第5章 細菌及びギョウ虫（卵）検出の組込み画像処理

5-1 研究目的及び目標

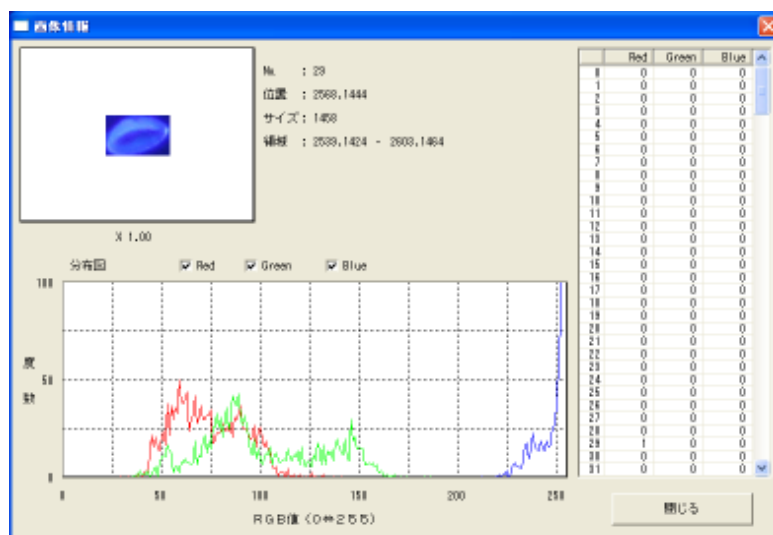
ギョウ虫（卵）検出の為の画像を取得し、RGB 情報によりギョウ虫（卵）の検出を可能にすること。

5-2 実施内容

撮影したギョウ虫（卵）検査の画像をコンピュータに取り込み、蛍光した物質を抽出で

きるように以下のソフトウェアを製作した。

- ①画像取り込みソフトウェア
- ② 値化検査対象外削除ソフトウェア
- ③検査対象外検知ソフトウェア
- ④色差解析ソフトウェア
- ⑤判定識別のソフトウェア
- ⑥システムの基本ソフトウェア



【画面 5-1】

画面 5-1 内右側表部分は、左上側の切り出したギョウ虫（卵）を構成する RGB 情報の各々の度数の表で、横側が、R、G、B であり、縦側は、RGB 値の 0～255 の値である。

また、右側表部分をグラフ図にした物が、左下側の分析図であり、横軸が RGB 値の 0～255 の値であり、縦軸は度数（0～100、100 以上は、100）である。

（赤線が R（赤）要素、緑線が G（緑）要素、青線が B（青）要素を表す。）

このグラフにより、波形傾向つかむことを可能にした。

5-3 名古屋公衆医学研究所による精度確認

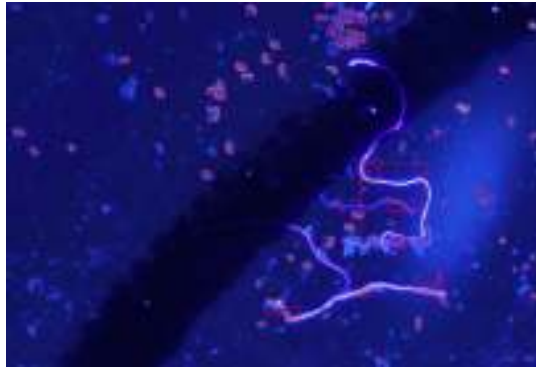
5-3-1 実施内容

従来、ギョウ虫（卵）検査ならびに寄生虫卵検査は光学顕微鏡を用い、その虫卵を形態学的に観察し結果判定（従来法）を行なっている。今回顕微鏡を用いることなく、ギョウ虫検査セロファンに UV 照射をすることにより蛍光したギョウ虫（卵）をデジタルカメラにより撮影し、画像処理により結果判定（革新法）が可能であるかの確認を実施した。

5-3-2 実施結果

顕微鏡によるギョウ虫（卵）の撮影を実施し、蛍光したギョウ虫（卵）との比較を行

い、以下にある写真事例のようにギョウ虫（卵）の蛍光確認を行い識別ソフトによる判定を実施した。



【画像 5-1】識別ソフトを用いた時の
画像

今回の方法ではギョウ虫（卵）特有の情報を画一したとは言えず、特徴を見つけることが出来なかった。他の方法も検討し特有の蛍光を見つけ出す必要があると感じた。

①、顕微鏡による（従来法）と比較し、顕微鏡を用いない（革新法）によって撮影された画像自体は大差ない画像と言える。

②、ギョウ虫（卵）識別ソフトとしての動作確認は、スピード・容量などストレスになるとは言えないものである。

③、ギョウ虫（卵）識別精度は十分なものとは言えない状況で、今回の研究ではギョウ虫（卵）特有の色調である RGB 情報を画一したとは言えない。

5－4 研究成果

UV 照射した画像のギョウ虫（卵）の RGB 情報で、およそそのギョウ虫（卵）を検出する事はできた。ギョウ虫（卵）と異なる、RGB 情報を持つギョウ虫（卵）以外の物（いわゆるゴミ）は、取り除けたが、ギョウ虫（卵）と似た様な、RGB 情報を持つギョウ虫（卵）以外の物も存在しており、ゴミの完全な区分けが出来なかった。RGB 情報においてギョウ虫（卵）に特有な蛍光としては B 情報の 255 のみがある程度特有と言えるのみで、これにしても他の蛍光色とまったく区別できるものではなく、これからも模索していかなければならない問題と感じた。

第 6 章 サンプルデータベース作成と識別基準の実証比較

6－1 研究目的及び目標

データ収集システムを構築し一元管理する。（データベース化）

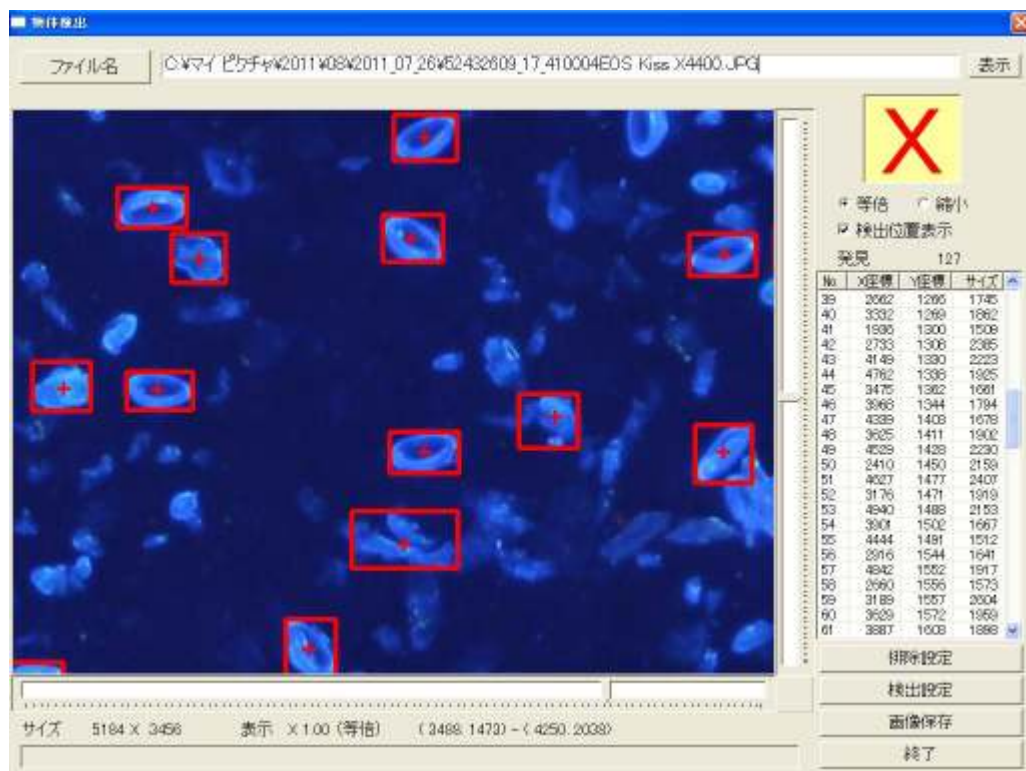
判定解析ソフトウェアを使用し、サンプリングで得たデータから検査装置の判定精度向上を目指す。

6－2 実施内容及び研究成果

(1) サンプルデータの一元管理が可能なデータ収集システムを構築し、データベース化と判定解析ソフトウェアを作成した。

(2) データベース化されたデータから判定解析機能を使用して、RGB 情報からギョウ虫（卵）を見つけ出す研究を実施した。

輝度、赤色差、青色差を利用した判定解析機能を使用してギョウ虫（卵）として検出されたものが以下の画面 6-1 である。



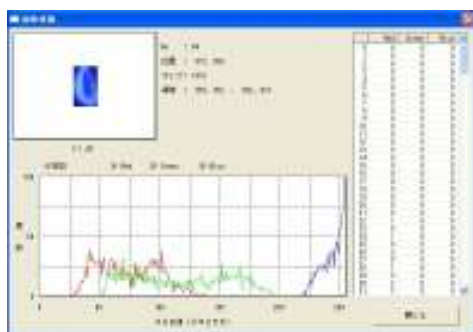
【画面 6-1】判定解析画面。赤枠で囲まれたものがギョウ虫（卵）として検出されたものである。

右上の×印は陽性判定を意味する。

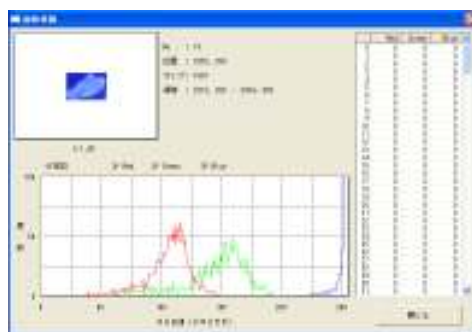
画面 6-1 のように、ギョウ虫（卵）の検出をすることができたが、それとよく似た RGB 情報を持つギョウ虫（卵）以外のもの（以下ゴミとする）も検出する結果となった。また、ギョウ虫（卵）同士が複数個重なり合った塊になると、識別することが難しいことも分かった。今回は RGB 情報からギョウ虫（卵）を識別することが目的であるため、単体のギョウ虫（卵）のみを研究対象として研究を行っていくこととした。

(3) ギョウ虫（卵）とよく似た RGB 情報を持つゴミもギョウ虫（卵）と一緒に検出してしまうという (2) の結果を受けて、判定解析機能から検出したものの RGB 分布図を作成し、ギョウ虫（卵）の波形傾向を見つけ出す研究を実施した。

（グラフの読み方等については、5 章画面 5-1 の説明を参照）



【画面 6-2】ギョウ虫（卵）

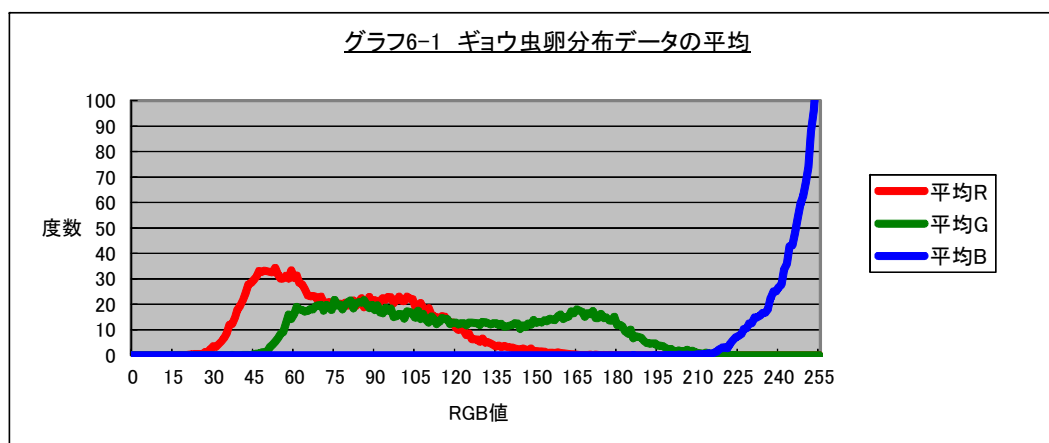


【画面 6-3】ゴミ

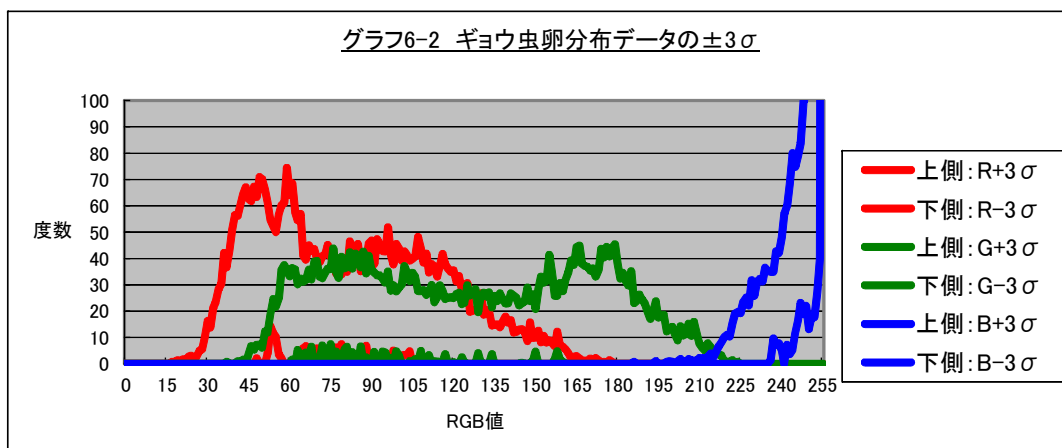
ギョウ虫（卵）の RGB 分布図については、異常検体 30 全てにおいてほぼ同様な波形傾向があった。しかし、ゴミの場合成分の違いにより RGB 分布図は様々な波形傾向があるため、共通した波形傾向は見出せなかった。

（４）ギョウ虫（卵）の RGB 分布図におおよその類似性が見られることが分かったので、手動試作機及び自動検査装置でサンプリングしたギョウ虫（卵）の RGB 分布 50 件をそれぞれ抜き出して平均化し、 3σ の法則（※6-1）を利用してギョウ虫（卵）を波形傾向から識別することを可能にする研究を実施した。

RGB それぞれの分布を抜き出して平均化したものを以下のグラフ 6-1 に示す。



次に、RGB それぞれ平均化し、 $\pm 3\sigma$ を取ったグラフを以下のグラフ 6-2 に示す。



$\pm 3\sigma$ を利用することで、撮影時のピントのズレといった理由を除いてギョウ虫（卵）の 99.7%はこの RGB 分布図の中の収まると言うことができ、識別基準として十分な精度があると考えられる。

6-3 研究のまとめ

今回、特定波長の照射で蛍光したギョウ虫（卵）の色をゴミとの違いとして見出せるものと考えていたが、それをはっきりと見出せなかったことが、ギョウ虫（卵）検出、識別精度の問題の原因として挙げられる。また、ギョウ虫（卵）の固有の色を見つけるために二波長の同時照射も試験的に行ってみたものの、現状では有意義な成果を残せていない。しかし、ウスイ式ギョウ虫（卵）検査用セロハンのシワが原因となるピントのズレといった現実的問題を考えると、ギョウ虫（卵）識別についてはグラフ 6-2 の結果を蛍光したギョウ虫（卵）の RGB パターンとして識別基準に取り入れることで、ギョウ虫（卵）の 99.7%とまでは言えないものの、判定精度の向上が望める。更に検出、識別精度の向上をするために考えられる方法としては、現状の検出方法に加えて、ギョウ虫（卵）の形で見るという方法も考えられる。

ギョウ虫（卵）に限らず、様々な寄生虫卵にも独自の RGB パターンがあると仮定すれば、本研究結果を活かしてギョウ虫（卵）以外の寄生虫卵の識別を行うことも今後の研究として可能性があると考えられる。

脚注

※6-1 3σ の法則

統計学上で、平均 μ と標準偏差 σ の正規分布に従う確率変数の観測値が平均値 μ から $\pm 1\sigma$ の区間に入る確率は 68%、同様に 2σ の区間に入る確率は 95%、 3σ

の区間に入る確率は 99.7%であるという法則。

第7章 プロジェクトの管理・運営

7-1 研究目的及び目標

本研究の円滑な推進を図るため、研究開発計画の運営管理、共同体構成員相互の調整を行うとともに、財産管理等の事務管理、研究開発成果の普及等を主体的に行う。

また、研究開発委員会を開催し、その議事の進行及び運営を行う。

7-2 実施内容及び成果

研究開発の運営管理として、定期的に進捗会議を行い、研究の進捗度合を毎回把握することに努めた。また、事務管理に関しては再委託先に対し、事務処理に関して指導をすることで、円滑に事務作業を行っていただいたと考えている。

研究の円滑な推進を図るために以下の日程で3回研究開発委員会を実施し、委員やアドバイザーと率直な意見交換を行った。研究開発委員会での意見交換内容はその後の研究に活かされ、研究に役立ったと考えている。

研究開発委員会日程

第1回研究開発委員会

日時：平成23年4月14日 13:30～15:30

場所：株式会社ダイマツウ 会議室

第2回研究開発委員会

日時：平成23年8月9日 15:00～17:00

場所：名古屋医工連携インキュベータ セミナールーム

第3回研究開発委員会

日時：平成23年9月12日 13:30～15:30

場所：名古屋医工連携インキュベータ セミナールーム

第8章 全体総括

8-1 成果の総括

東日本大震災の影響もあり、装置製造に時間がかかるなど、研究に着手できる時間が限られていたが、全体として事業化に向けた研究としては一定の成果があったと考えている。

ギョウ虫（卵）検出については UV を照射したギョウ虫（卵）の RGB 情報を開発したソフトウェアによる画像処理で検出できるようになった。撮影に必要なデジタルカメラのシャッタースピード時間は試行錯誤の結果最適な時間を確立できたと考えている。また、照射する周波数については最適な周波数を得ることができ、ソフトウェアの画像補正技術は一定の成果があったと考えている。

8-2 今後の課題

しかし、事業化に向けては課題があると考えている。ハード面では機器の軽量化や自動検体セット方法の連続化、ソフト面では検出精度の向上などである。また、エンドユーザーとのコミュニケーションを密にとる必要があると感じている。たとえば、(財)名古屋公衆医学研究所からの指摘事項として、機器が重いと言われている。機器を移動させることを考えると今回開発した手動試作機と自動検査装置の重さは頻繁な運搬に耐えられるものではないと考えている。そういった使い勝手の部分を事業化のために今後検討を重ねていく。

ギョウ虫（卵）検査装置及び細菌の検査については(財)名古屋公衆医学研究所や伊勢久(株)との打ち合わせから検査が簡素化、迅速化できると市場のニーズが高いとかがっている。事業化に向けて今後開発を進めていきたい。

8-3 対外発表等の状況

平成 23 年 2 月 17 日

第 45 回予防医学技術研究会議 発表

「紫外線照射によるギョウ虫卵の検出を画像処理にて可能とする検査法の研究」

平成 23 年 7 月 18 日

第 80 回日本寄生虫学会大会・第 22 回日本臨床寄生虫学会大会 発表

「特定波長照射による寄生虫卵の新識別方法の検討」