

平成20年度 成果報告書

機能性インクを使用した印刷ラベルによる 偽造防止セキュアプラットフォームの研究開発

委託先： シヤチハタ(株)

平成21年4月

情報通信研究機構

平成20年度 成果報告書

(一般型)

「機能性インクを使用した印刷ラベルによる
偽造防止セキュアプラットフォームの研究開発」

目 次

1	研究開発課題の背景	2
2	研究開発の全体計画	
2-1	研究開発課題の概要	2
2-2	研究開発目標	4
2-2-1	最終目標	5
2-2-2	中間目標	6
2-3	研究開発の年度別計画	8
3	研究開発体制	9
3-1	研究開発実施体制	9
4	研究開発実施状況	
4-1	認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの研究開発	10
4-1-1	発色制御機能を持つ色素カプセル	10
4-1-2	ラベル印刷用バインダー剤	10
4-1-3	発色調整	15
4-1-4	まとめ	18
4-2	製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続機能の研究開発	19
4-2-1	固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能	19
4-2-2	読取画像のVR空間による立体化機能	26
4-2-3	変色誤差値より立体特徴図形を生成する機能	27
4-2-4	ベクトルデータの認証データベース登録機能	30
4-2-5	CCD読取装置用プロトタイピング機能	31
4-2-6	まとめ	32
4-3	総括	33
5	参考資料・参考文献	
5-1	研究発表・講演等一覧	34

1 研究開発課題の背景

偽造品・模造品による直接的被害や特に食品分野における消費期限等の情報改ざんの問題が世間を賑わしています。このような情報トレーサビリティや原料から製品までのサプライチェーンマネジメントは、単に社会的なニーズに留まらず、経済的にも全世界での日本企業に対する年間9兆円にも上る被害が報告されており、真の安心・安全社会の実現を考える上で、**企業の社会的責任（CSR）**において、消費者としても自己の安全を確保する目的で、各自が防衛する必要性が出てきています。

こうした問題に対する対策としては、大企業やグループ企業においては、システムや人的リソースを投入することで、製品・流通保障を進めているところも少なくないが、中小企業においてはコスト的なハードルも高く、サプライチェーンマネジメントを推進する壁になっています。

技術的には、刻印、インク、ラベル、シール、ICチップなどに個体識別用の付加情報を加え、これを基に個体の原本性を判定する**人工物メトリックス分野**の技術開発が近年増加しており、本研究開発もこの分野に属するものとなります。製品・流通管理は近年高セキュリティ化する傾向にあり、現在はバーコード等の比較的偽造防止効果が薄い技術が多勢を占めていますが、徐々にRFIDタグやホログラムラベル等の高度技術が使用され始めています。しかし、コストの関係もあり普及には時間的問題以外の問題点もあります。

本研究開発では、このような防衛手段として、**製品や流通の真正性を誰もが即時に判断できるような情報セキュア基盤ITプラットフォーム**の提案を行うものです。

本研究開発の目指す製品・流通保障に関する情報セキュア基盤となる新製品は、偽造防止機能を持つ印刷ラベルとその認証システムです。物理的に複製が不可能であり、認証方法が明らかにされた場合でも、複製品を**完全に防御**できるセキュリティシステムです。また、認証は誰もが即時にできることが望まれることから、本製品は、通常のITリテラシーに対応した**簡便な認証方式**とシステム構成の柔軟性を持ち、**低い導入コスト**により、ITの導入が進んでいない業種や中小企業にも容易に受け入れられる製品を目指します。さらに、既存の印刷ラベルの置き換えで、あらゆる流通・製造過程に容易に適用できる製品であり、バーコードのような使用感で高セキュリティの製品・流通保障を実現する基盤システムの研究開発を行います。

○研究開発目標

高セキュリティ・低インシャルコスト・ランニングコストの機能性印刷ラベルによる、製造・流通過程の全てに渡る偽造品混入防止を可能とする認証システムであり、既存の流通管理市場で使用されているトレーサビリティシステムとの親和性が高く、通常のITリテラシーで使用可能な簡単で確実であり、既存システムからの移行が容易なデファクト性を持つ製品である。

2 研究開発の全体計画

2-1 研究開発課題の概要

本年度研究開発において、最終目標である、機能性印刷ラベルを使用した高セキュリティ・低コストの製品・流通等のプロセス保障を実現する基盤システムの開発に対して設定された、以下のサブテーマ1～4の研究開発を実施します。

以下に、各サブテーマの研究開発課題および、各課題の詳細内容を示します。

本年度は、【サブテーマ1】認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの開発および【サブテーマ2】製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発が実施課題となります。即ち、【サブテーマ1】において、既存の印刷ハードウェアを変更せずに認証機能を実現する機能性インク技術を確立し、更に【サブテーマ2】において、印刷されたラベルを製造ライン上に設置されたカメラで読み取る方法により、簡便に認証登録できる自動登録システム技術を確立することを目標とします。

【サブテーマ1】 認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの開発

本テーマの目標は、既存の印刷ラインで使用可能な低価格で認証機能を付加するためのラベル用印刷機インク技術の開発となります。技術的課題としては、低価格での認証機能を実現するための、既存印刷用インフラでの使用、高額材料の排除、製造プロセスの簡便性が挙げられます。また、確実な認証を実現するための、耐久性（発色耐久性、定着耐久性）、特定色波長の発色安定性能、発色制御性能が求められます。

また、本サブテーマは、技術根拠として、「光変色性マイクロカプセル、光変色性マイクロカプセルを用いたインキ組成物及び光変色性マイクロカプセルの製造方法、特願2005-29344」および、平成17年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「光変色性ナノカプセルを利用した印影認証システムの開発」におけるインク技術を活用します。

本サブテーマで実施する研究開発課題は以下のとおりであり、本年度は、(1)、(2)の一部を実施します。

- (1) 発色制御機能を持つ色素カプセル
- (2) ラベル印刷用バインダー剤
- (3) 発色調整

- (1) では、特定色波長に対する発色安定性および発色制御機能を持つ色素カプセル技術を開発します。
- (2) では、色素カプセルの確実な定着を実現し、印刷機器に適応した実用的な耐久性を維持するバインダー剤を開発・調整します。
- (3) では、高分子材料と顔料を原料とした多色色素カプセルによる中間色表現を可能とする構成を基本として、印刷ラベルに適した発色調整を行います。

本年度終了時点での到達目標として、(1)特定色波長に対する発色インキの試作、(2)印刷用バインダー剤の試作を目指します。

【サブテーマ2】 製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発

本テーマの目標は、ラベルの印刷またはラベル貼付のライン上で高速に登録可能な自動認証登録技術の開発となります。技術的課題としては、連続登録を実現するための、安定読み取り機能、エラーチェック機能、高速画像データベース登録機能、特徴抽出同期、および特徴データベース記録等の各機能の実現が挙げられます。

また、本サブテーマは、技術根拠として、「標識認証システム及び標識認証方法、PCT/JP2006/314652」を活用します。

本サブテーマで実施する研究開発課題は以下のとおりであり、本年度は、(1)、(2)の一部を実施します。

- (1) 固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能
- (2) 読取画像のVR空間による立体化機能
- (3) 変色誤差値より立体特徴抽出図形を生成する機能
- (4) ベクトルデータの認証データベース登録機能

- (1) では、位置・光・カメラ等の条件を固定にした場合において、製造ライン上に設置したビデオカメラにより印刷ラベル画像を読み取り、印刷ラベルが貼付されている容器等の形状情報（立体情報）が得られていることを前提として、複数回の読み取り画像を取得する技術を開発します。
- (2) では、(1)で取得した画像を基に、VR（バーチャルリアリティ）によるシミュレーション空間内で撮影画像を形状に貼り付け立体化します。
- (3) では、複数回の画像を一致、対応点の色誤差量を比較し、変色誤差位置の3次元ベクトルデータを特徴抽出図形として生成します。
- (4) では、(3)で求めた特徴抽出図形を登録情報としてシステムメモリ内に登録する機能を実現します。

本年度終了時点での到達目標として、(1)固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読み取り機能の検証、(2)容器立体モデルに対する読み取り画像のマッピングの検証を目指します。

【サブテーマ3】 CCDカメラによる印刷ラベル個別認証機能の開発

本テーマは、【サブテーマ2】と同様に固定条件のビデオカメラにより印刷ラベル画像を読み取り、3次元ベクトルデータを生成し、登録機能により登録された特徴抽出図形とを変色誤差の順で比較することで真贋の評価を行う。更に発展的な開発項目として、ラベルの印刷時に平面の状態撮影し登録したデータとラベルが容器に貼付された状態で撮影する認証データとを比較し、真贋判定する機能を開発する。

本サブテーマの技術根拠として「標識認証システム及び標識認証方法、PCT/JP2006/314652」を活用し、以下の研究課題の要求仕様に従い実施する。

研究開発課題

- (1)登録ベクトルデータのデータベース検索機能
- (2)登録・認証データの比較による真贋判定機能

【サブテーマ4】 登録認証システムと認証局サーバーを統合したネットワーク認証システムの開発

本テーマは、認証サービスを場所を選ばず使用することを意図して、ネットワークを介して登録データを蓄積し、認証時に端末側からアクセスすることでWAN環境で認証判定を実現する認証局サーバーを開発する。さらに、ネットワーク上の認証局サーバーを利用して遠隔で認証サービスを実現するために、認証サーバーに対応した登録認証のクライアントシステムを開発し、ネットワーク認証システムとして確立する。

本サブテーマの技術根拠として「標識認証システム及び標識認証方法、PCT/JP2006/314652」を活用し、以下の研究課題の要求仕様に従い実施する。

研究開発課題

- (1)ネットワーク登録機能
- (2)ネットワーク認証機能
- (3)登録ベクトルデータのデータベース管理機能

以上により示した各研究課題で構成される本研究開発の全体計画および各年度時点での達成目標を以下に示します。

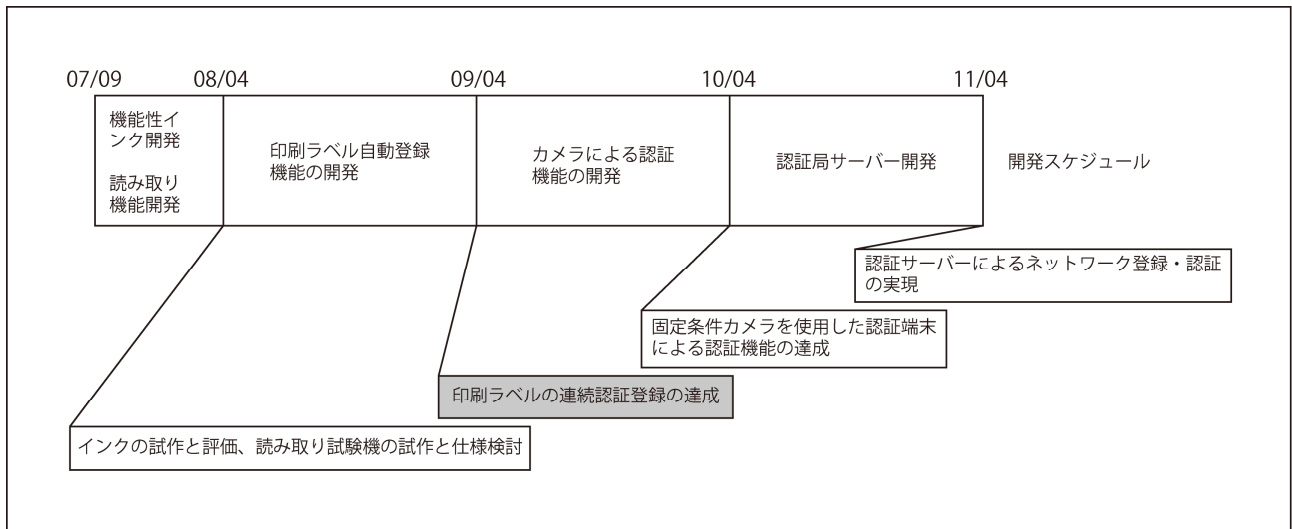


図1 全体計画

本年度の到達目標を、図1のように印刷ラベルの連続認証登録の達成とし、本年度の実施計画を以下のように設定し、①～⑥の研究開発項目を実施した。各項目は、①～③が【サブテーマ1】、④～⑥が【サブテーマ2】に対応。4. 研究開発実施状況では、サブテーマ構成に合わせた報告となるが、申請時の当初計画を再検討し、サブテーマ内実施項目の範囲において、事業化目標を含めた要件を満たすための変更を加えた。この点について、4-3総括において再度記述した。

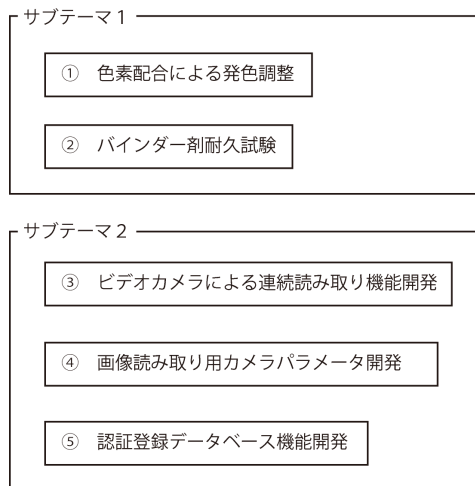


図2 平成20年度実施項目

2-2 研究開発目標

2-2-1 最終目標（平成23年3月末）

【サブテーマ1】 認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの開発

到達目標：認証システムに対応した発色性能を持つラベル印刷機用インクの完成

- | | |
|---------------------|------|
| (1) 発色制御機能を持つ色素カプセル | 100% |
| (2) ラベル印刷用バインダー剤 | 100% |
| (3) 発色調整 | 100% |

【サブテーマ2】 製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発

到達目標：機能性インクを使用した印刷ラベルを印刷ライン上で自動連続登録する機能の完成

- | | |
|-----------------------------|------|
| (1) 固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能 | 100% |
| (2) 読取画像のVR空間による立体化機能 | 100% |
| (3) 変色誤差値より立体特徴抽出図形を生成する機能 | 100% |
| (4) ベクトルデータの認証データベース登録機能 | 100% |

【サブテーマ3】 CCDカメラによる印刷ラベル個別認証機能の開発

到達目標：製品容器等に貼付された印刷ラベルをカメラで読み取り認証する機能の完成

- | | |
|--------------------------|------|
| (1) 登録ベクトルデータのデータベース検索機能 | 100% |
| (2) 登録・認証データの比較による真贋判定機能 | 100% |

【サブテーマ4】 登録認証システムと認証局サーバーを統合したネットワーク認証システムの開発

到達目標：登録・認証用クライアントとネット上の認証局サーバーによる統合化システムの完成

- | | |
|--------------------------|------|
| (1) ネットワーク登録機能 | 100% |
| (2) ネットワーク認証機能 | 100% |
| (3) 登録ベクトルデータのデータベース管理機能 | 100% |

2-2-2 2年度末目標（平成21年3月末）

【サブテーマ1】 認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの開発

到達目標：認証システムに対応した発色性能を持つラベル印刷機用インクの完成

- | | |
|---------------------|------|
| (1) 発色制御機能を持つ色素カプセル | 100% |
| (2) ラベル印刷用バインダー剤 | 100% |
| (3) 発色調整 | 70% |

【サブテーマ2】 製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発

到達目標：機能性インクを使用した印刷ラベルを印刷ライン上で自動連続登録する機能の完成

- | | |
|-----------------------------|------|
| (1) 固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能 | 100% |
| (2) 読取画像のVR空間による立体化機能 | 100% |
| (3) 変色誤差値より立体特徴抽出図形を生成する機能 | 100% |
| (4) ベクトルデータの認証データベース登録機能 | 100% |

【サブテーマ3】 CCDカメラによる印刷ラベル個別認証機能の開発

到達目標：製品容器等に貼付された印刷ラベルをカメラで読み取り認証する機能の完成

- | | |
|--------------------------|----|
| (1) 登録ベクトルデータのデータベース検索機能 | 0% |
| (2) 登録・認証データの比較による真贋判定機能 | 0% |

【サブテーマ4】 登録認証システムと認証局サーバーを統合したネットワーク認証システムの開発

到達目標：登録・認証用クライアントとネット上の認証局サーバーによる統合化システムの完成

- | | |
|--------------------------|----|
| (1) ネットワーク登録機能 | 0% |
| (2) ネットワーク認証機能 | 0% |
| (3) 登録ベクトルデータのデータベース管理機能 | 0% |

2-2-3 3年度末目標（平成22年3月末）

【サブテーマ1】 認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの開発

到達目標：認証システムに対応した発色性能を持つラベル印刷機用インクの完成	
(1) 発色制御機能を持つ色素カプセル	100%
(2) ラベル印刷用バインダー剤	100%
(3) 発色調整	100%

【サブテーマ2】 製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発

到達目標：機能性インクを使用した印刷ラベルを印刷ライン上で自動連続登録する機能の完成	
(1) 固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能	100%
(2) 読取画像のVR空間による立体化機能	100%
(3) 変色誤差値より立体特徴抽出図形を生成する機能	100%
(4) ベクトルデータの認証データベース登録機能	100%

【サブテーマ3】 CCDカメラによる印刷ラベル個別認証機能の開発

到達目標：製品容器等に貼付された印刷ラベルをカメラで読み取り認証する機能の完成	
(1) 登録ベクトルデータのデータベース検索機能	100%
(2) 登録・認証データの比較による真贋判定機能	100%

【サブテーマ4】 登録認証システムと認証局サーバーを統合したネットワーク認証システムの開発

到達目標：登録・認証用クライアントとネット上の認証局サーバーによる統合化システムの完成	
(1) ネットワーク登録機能	67%
(2) ネットワーク認証機能	0%
(3) 登録ベクトルデータのデータベース管理機能	0%

2-3 研究開発の年度別計画

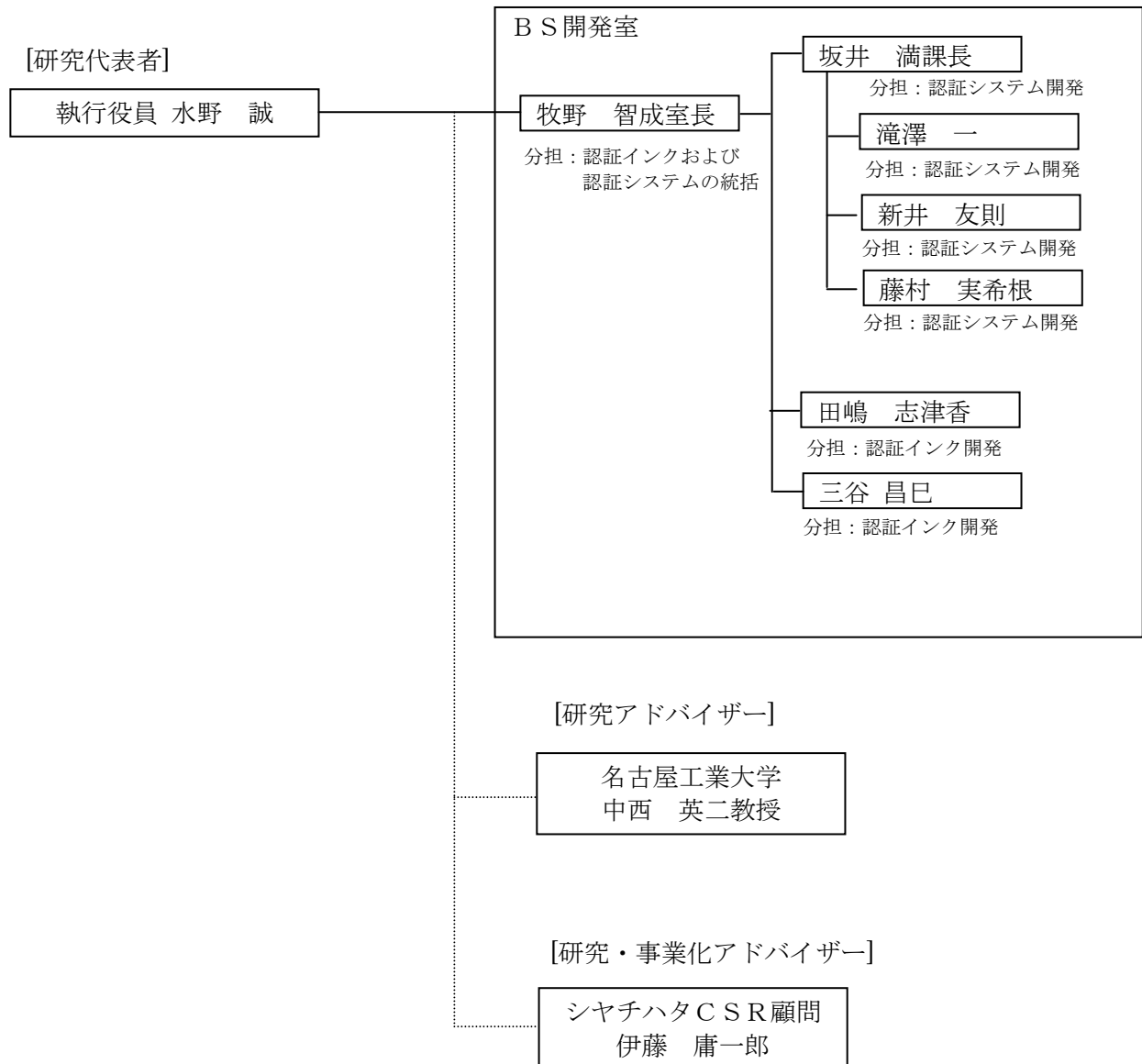
(金額は非公表)

研究開発項目	19年度	20年度	21年度	22年度	計	備考
機能性インクを使用した印刷ラベルによる偽造防止セキュアプラットフォームフォームの研究開発						
1. 認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの開発 (1) 発色制御機能を持つ色素カプセル (2) ラベル印刷用バインダー剤 (3) 発色調整	→	→	→		-	
2. 製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発 (1) 固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能 (2) 読取画像のVR空間による立体化機能 (3) 変色誤差値より立体特徴抽出図形を生成する機能 (4) ベクトルデータの認証データベース登録機能 (5) CCD読取装置用プロトタイピング機能	→	→	→		-	
3. CCDカメラによる印刷ラベル個別認証機能の開発 (1) 登録ベクトルデータのデータベース検索機能 (2) 登録・認証データの比較による真贋判定機能			→	→	-	
4. 登録認証システムと認証局サーバーを統合したネットワーク認証システムの開発 (1) ネットワーク登録機能 (2) ネットワーク認証機能 (3) 登録ベクトルデータのデータベース管理機能				→	-	
間接経費	-	-	-	-	-	
合計	-	-	-	-	-	

- 注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。
 2 備考欄に再委託先機関名を記載
 3 年度の欄は研究開発期間の当初年度から記載。

3 研究開発体制

3-1 研究開発実施体制



4 研究開発実施状況

4-1 認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの研究開発

4-1-1 発色制御機能を持つ色素カプセル

昨年度の研究結果においては、フタロシアン系色素（緑色、青色系）の色素を中心に配合した印刷インクを使用した医薬品用ラベルでの個体差認証試験を行なった。

今年度は、その結果を基に4-1-3の研究を実施した。

4-1-2 ラベル印刷用バインダー剤

昨年度の研究結果により、アクリル酸アルキレンエーテル系の樹脂をバインダーとして選定しているが、本年度は、印刷ラベルにおいて各種促進劣化試験を行ない、経時後の個体差認証における耐久試験を行なった。

配合内容は、以下の通り

表1 ラベル印刷評価用基本配合

●インク	
成分名	含有量%
顔料	15～25%
アクリル酸アルキレンエーテル樹脂	35～45%
感光性モノマー	25～35%
光重合開始剤	5～10%
添加剤	1～5%
●溶剤(プロピレングリコールモノメチルエーテル)にて50%希釈	
●ラベル用印刷機で塗布し、UV照射15秒で硬化。	

上記インクを基本配合としたインクで、台紙への各種ラベル印刷を行ない、耐久試験後、個体差認証の一致数確認試験を行なった。

耐久性試験の項目と試験方法および結果は以下の通り

【耐光性試験】

- ・試験条件：調合したインクにより、医薬品用ラベル印刷を行なった試料で行なう

耐光性試験機：スガ試験機(株)製フェードメーター（紫外線照射）

照射時間：0～250時間

ラベル種類と色調：レーザーマーキングラベル（濃緑、茶、黒）

シュリンクタック（緑、オレンジ）

<結果>

図3 フェードメータ照射後の個体差認証一致数

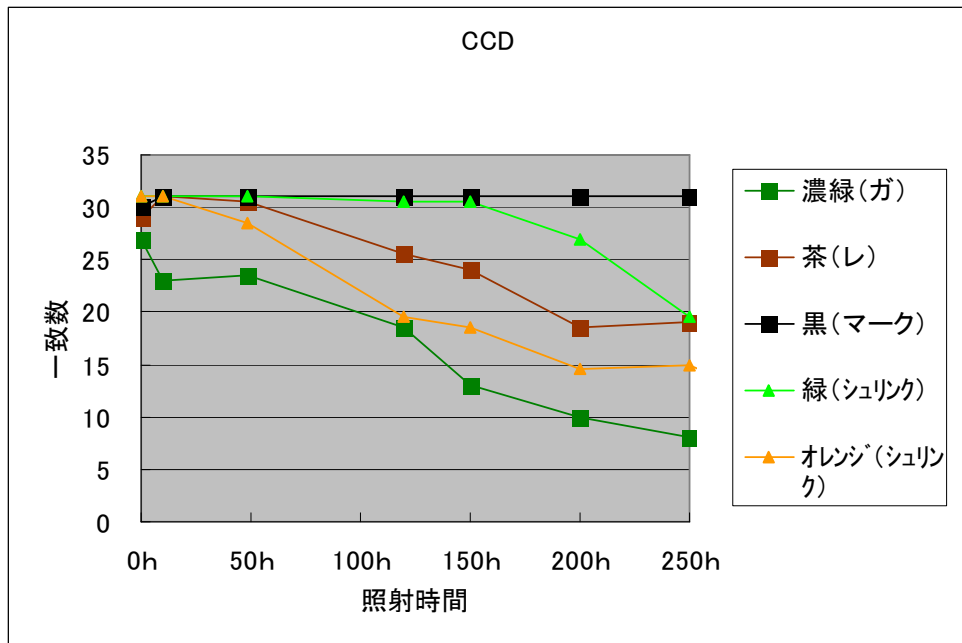


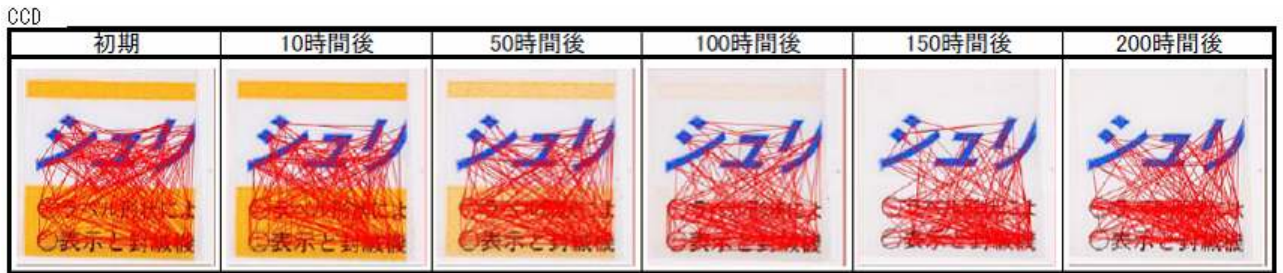
図4 フェードメーター照射各時間毎のラベル変化

	レーザーマーキング			シュリンク	
	濃緑(ガ)	茶(レ)	黒(マーク)	緑	オレンジ
0h					
10h					
48h					
120h					
150h					
200h					
250h					
300h					

- 各ラベルにおいて、調色によっての一致数減少はあるが、その減少数はゆるやかであり、紫外線照射 250 時間後でも、個体差認証可能であった。

紫外線照射において、目視では色調減少が著しく見えるラベルについても、プログラムの設定により色調減少が少ない部分で特徴点を取る設定にすることにより、個体差認証一致数を確保出来た。

図5 色調減少ラベルの個体差認証ベクトル変化



【堅牢性試験】

ラベルの物理的形狀変化、耐水性、剥がれ、汚れ等に対する堅牢性試験を行った。

- ・ 試料： マゼンタ、イエローの混合調色インクによる簡易UV印刷
- ・ 配合比： マゼンタ 67% イエロー33%

表2 堅牢性試験条件

試験条件

項目	方法
折り目	縦横に折り目をつけ、広げる
シワ	握りつぶして丸め、広げる
流水浸漬	30分流水浸漬後、室温にて1日自然乾燥
網掛け印刷	インクジェットプリンターにてドット印刷
やすり	紙やすり(100番)で10回こする(手動)
指	指で100回こする
セロテープ剥離	セロテープを貼り付け、四日後に剥離
軍手(こする)	汚れた軍手で100回こする
軍手(たたく)	汚れた軍手で100回たたく

<結果>

結果については、次頁に記す。

堅牢促進試験によって、以下の様な外観の変化があった。

図6 各堅牢試験後の変化

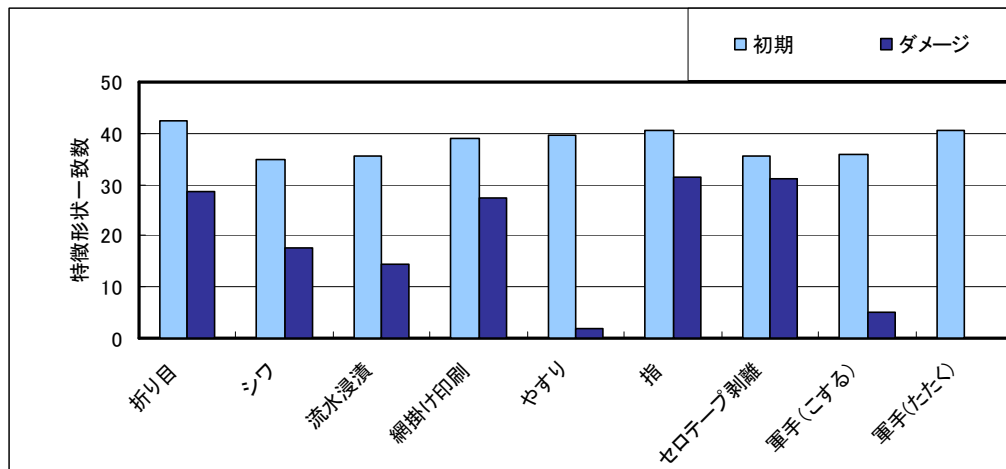


堅牢ダメージ後の個体差認証一致数の変化を測定した所、下記のデータとなった。

表3 堅牢促進後の個体差認証一致数変化

	折り目	シワ	流水浸漬	網掛け印刷	やすり	指	セロテープ剥離	軍手(こする)	軍手(たたく)
	縦横に折り目をつける	握りつぶす	30分間流水浸漬後1日自然乾燥	インクジェットでドット印刷	紙やすり(100番)で10回こする	指で100回こする	セロテープを貼付け四日後に剥離	汚れた軍手で100回こする	汚れた軍手で100回たたく
初期	43	35	36	39	40	41	36	36	41
ダメージ	29	18	15	28	2	32	31	5	0

図7 堅牢試験における一致数変化グラフ



結果について、下記の表にまとめを記す。

表4 各種堅牢促進試験まとめ

試験	認証性	
折り目	○	影響はなく、一致数は減少するが比較的多い
シワ	○	影響はほとんどなく、一致数は減少するが、認証は可能
流水浸漬	○	ダメージはないが紙が変形⇒認証は可能
網掛け印刷	○	黒インキでの網掛け印刷ではほとんど影響はない
やすり	△	インキ剥がれ⇒一致数減少
指	○	影響はほとんどはない
セロテープ剥離	○	影響はほとんどはない
軍手(こする)	×	汚れが付着し、認証できない
軍手(たたく)	×	汚れが付着し、認証できない

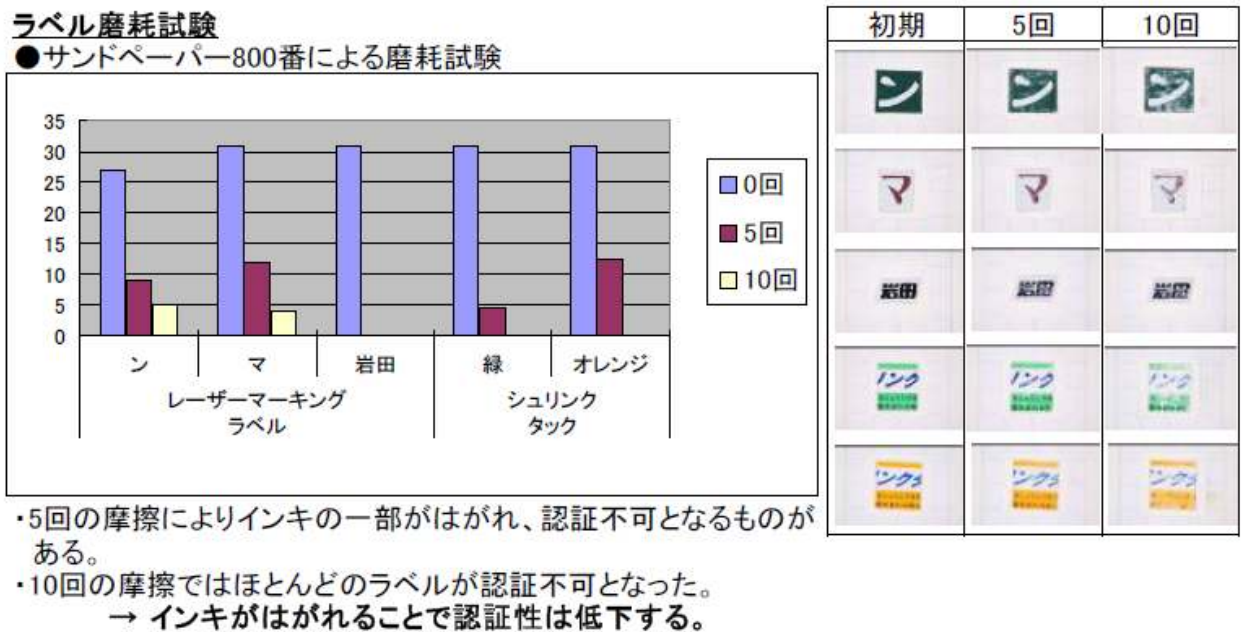
【耐摩耗性試験】

上記試験において、やすりによる堅牢性に認証一致数減少が見られた為、
 磨耗性に特化した再確認試験を行なった。

試験は、更に厳しい条件としてサンドペーパー800番によるラベルへの
 摩擦を行なった。

<結果>

図8 耐磨耗再確認試験結果



以上の結果により、選定したバインダー剤によるインク配合の個体差認証性は、紫外線暴露、ラベルへの物理的変化において通常の使用においては、一致数が減少するものもあるが個体差認証は可能であることがわかった。

特に紫外線暴露において、医薬品ラベルメーカーにおける基準がフェードメーター20時間となっているのに対し、今回の試験においては200時間後においても認証性を確認出来たので、今後のフィールドにおける試験においても採用メーカーへのアドバンスであると評価する。

また、個体差認証が不可となるのは、酷い汚れおよび着色色素の剥がれ等による、色情報の読取が出来ない場合であることが測定できた。

これらは、前述のフィールド試験において頻度の有無を確認する必要があるため、今後の実証実験での評価検討項目としたい。

4-1-3 発色調整

昨年度の研究結果においては、フタロシアン系色素（緑色、青色系）の色素を中心に配合した印刷インクを使用した医薬品用ラベルでの個体差認証試験を行なった。

今年度は、企業ユーザーのラベルデザインの自由度の為、赤、青、黄の3原色素に於ける個体差認証試験を実施し、認証性の確認を行なった。

なお、インクの粒径、化学特性などの計測には昨年度導入した「粒度分布計」および「ゼータ電位測定機」を用いて配合確認を行ない、ラベル印刷インクとしての物性を確認した。

表5 医薬品ラベル用インクのベヒクル配合

●インキ基本配合	
成分名	含有量%
顔料	15～25%
感光性樹脂	35～45%
感光性モノマー	25～35%
光重合開始剤	5～10%
添加剤	1～5%
●溶剤（プロピレングリコールモノメチルエーテル）にて50%希釈	

色顔料によって、各成分の配合は変更する。

上記調合によって得られた、赤インク、青インク、黄色インクについて単色インクおよび各色素を補色混合インクとして調整し、ラベル用紙へ塗布後にUV発光器で固化乾燥を行ない、測定試料とした。

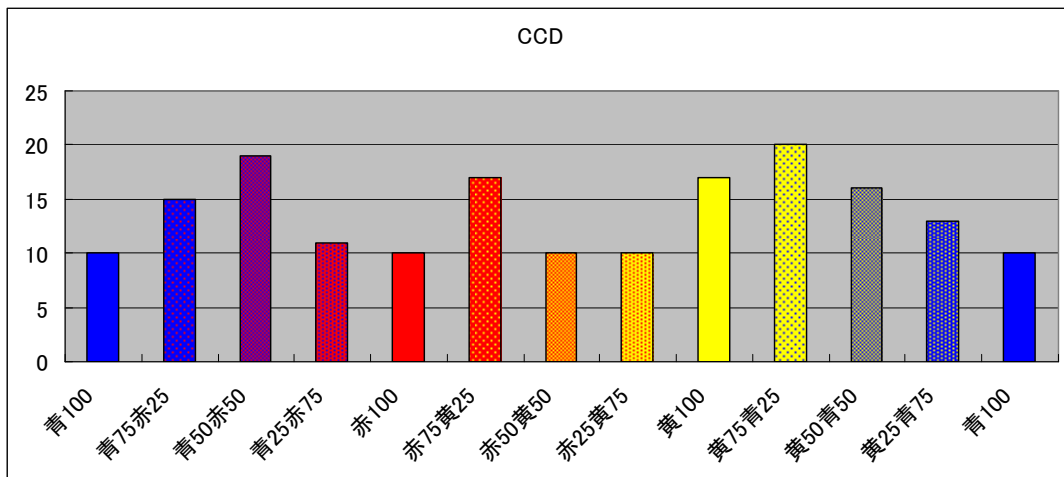
単色相互における配合比は以下の通り

- ・単色および補色インク： 赤、青、黄色
- ・調整配合比：
 - 単色100%
 - 単色75% 補色25%
 - 単色50% 補色50%
 - 単色25% 補色75%

なお、認証はCCD素子によるカメラを用いて、「2. 製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発」テーマにおける開発中のソフトウェアで認証を行なった。また、本実験は対象によるパラメーター調整を行ない、最大的一致数で評価を行なった。

結果を次頁に記す

図9 単色および補色配合割合における認証特徴点一致数



本試験の結果により、単色単独より、補色を配合した方が特徴点一致数はより多い結果が得られた。

ただし、単色においても、実用上問題の無い一致数を得ることが出来た。

また、補色配合においての特徴点一致数を見ると、その増加傾向は色調によって異なっている結果となった。

考察するに、認証試験においては、照明や画像処理を固定条件として認証処理を行なっていることから、色圧縮から特徴点抽出のプロセスにおいての出やすさが結果となっていると推測出来る。

来年度の研究において、発色調整においては今後の事業化のキーとなる、上記認証条件をパラメーターとして、対象別に設定をして行くことを計画している。

認証プログラム機能については、テーマ2に述解する。

また、ラベル印刷において、印刷3原色だけでなく印刷ラベルで一番多く利用される黒色についても認証可能な配合を検討した。

本試験においては、認証評価においてはCCD素子のカメラだけでなく、カメラ市場において今後シェアを伸ばす事が推測されるCMOS素子のカメラにおいても評価を行なった。

認証プログラムにおいては、上記3原色における試験と同じプログラムを使用した。

結果について、次頁に記載した。

図 10 CCDカメラによる認証結果

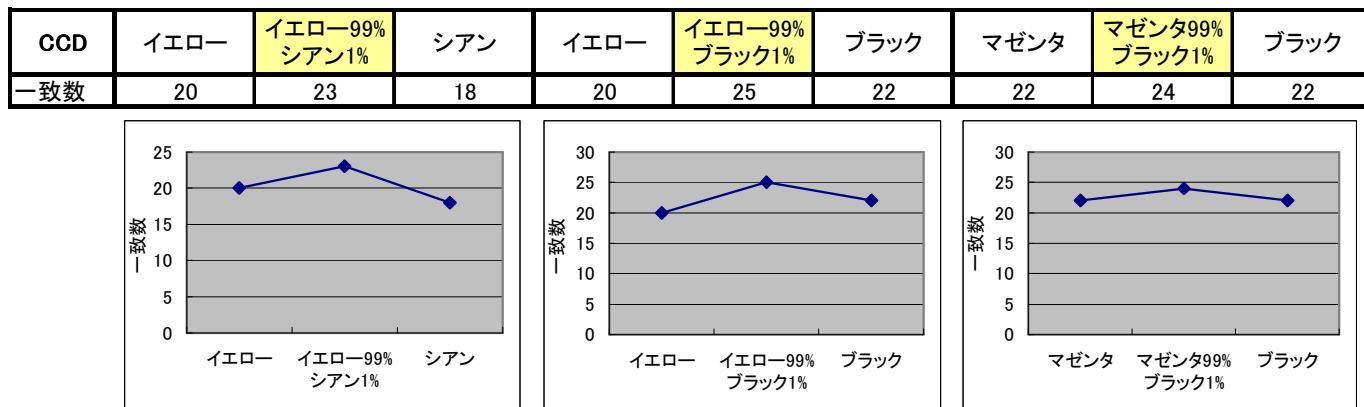
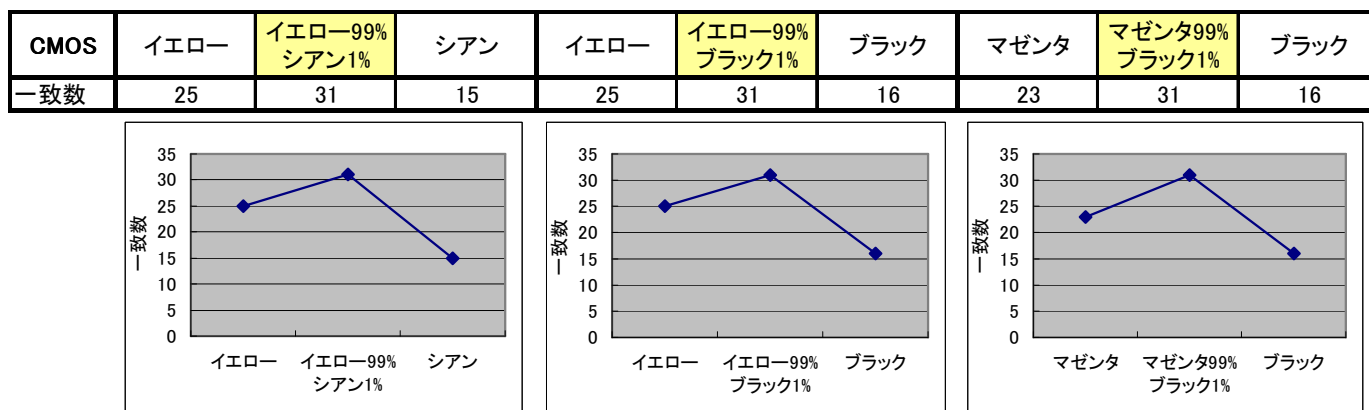


図 11 CMOS素子のカメラによる認証結果



以上の結果により、シアンだけでなく、ブラックについても個体差認証が可能であることが確認出来た。

また、3原色と同様に色素の混合によって、より認証性能が高まる結果が得られた。

CMOSカメラについては、CCDカメラより単色+補色配合における、個体差認証一致数の変動範囲が広がった原因は現時点では調査中である。

以上の結果により、医薬品用ラベル印刷における色素において、現在利用される印刷デザインを損ねることなく、個体差認証を行えることを確認出来た。

4-1-4 まとめ

今年度の成果として、今回見極めを行なった医薬品ラベル印刷用インク配合において初期個体差認証が良好であり、経時による認証性についても実用レベルと評価出来るインク配合を確認出来た。

また、色素の3原色成分における認証性評価も単色および混合色で行い、良好な結果を得られた事から、医薬品ラベルのデザイン自由度が確認され、今後の事業化において、導入を検討頂く企業への提案材料の一つとなる。

今年度の大きなテーマであった、認証性の経時による変化については、故意的な色情報破壊によるもの意外は、認証性を確認することが出来た。

特に医薬品用ラベルメーカーにおいての社内基準の調査により、医薬品は有効期間が厳格に決められており製造後使用までの期間が通常印刷品に比べ短いこと、また保存場所も冷暗所が基本となっているため、販売後の劣化促進においてフェードメーター（紫外線暴露）20時間の性能との規定であることがわかった。

今回の試験においては、200時間と10倍の耐久性を有している。

また、独自のダメージ試験の項目を開発し、紫外線暴露だけでなく、強制シワや折り、流水、指摩耗、粘着テープによる剥離などラベルユーザー様での使用環境に沿った促進試験を行い、認証性があることを確認出来た。

○平成20年度計画の達成状況【サブテーマ1】

- ① インク色素検討：昨年度の研究成果である、特徴性を発現するフタロシアニン系色素の評価方法を他の色調の色素にも活用した。③発色調整参照
- ② ラベル印刷用バインダー評価：昨年度選定したバインダーを中心に、ラベル印刷の各種耐久性を評価し、実用上の劣化促進における対認証機能の評価を行ない、良好な結果を得た。
- ③ 発色調整：3原色および黒色の色素単独および混色による試作配合を行ない、認証性良好な結果を得た。これにより昨年度未達であったスペクトル波長（色調）の選択が広がり、種々のラベルデザインに対応することが出来る。あわせて、紫外線照射による耐光性の評価を行ない、医薬品ラベル基準からは十分な結果となった。（②の項目とも連動）

4-2 製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の研究開発

4-2-1 固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能

③ビデオカメラによる連続読み取り機能開発

印刷ラベルの連続認証登録の実現における本年度実施項目の第1点目として、ビデオカメラによる連続読み取り用ハードウェアの開発を行った。この装置の機能要件として、ラベルの連続移動ライン上に設置し、ライン動作を止めることなく個々のラベルの静止画像を複数枚撮影できることが求められる。機能要件の詳細と、それに従う機構図面を以下に示す。

表6 ライン設置型印刷ラベル登録装置の機能要件

要件項目	
1	ラベル入側とラベル出側の速度が既存ラインのラベル速度と一致させ、かつ一定となるように制御すること
2	複数枚のラベル画像を撮影するために、撮影タイミングでラベルを静止させること
3	安定した認証登録を実現するために、ラベル静止位置の厳密な位置合わせをすること
4	画像記録用ビデオカメラはシャッタースピードが設定可能で、かつ撮影できるフレームレートが高いものを選択すること
5	照明はLED光源とし、白色の面発光光源で、明るさを調整できるものを選択すること
6	カメラ・照明ユニットの配置箇所を複数設定可能すること

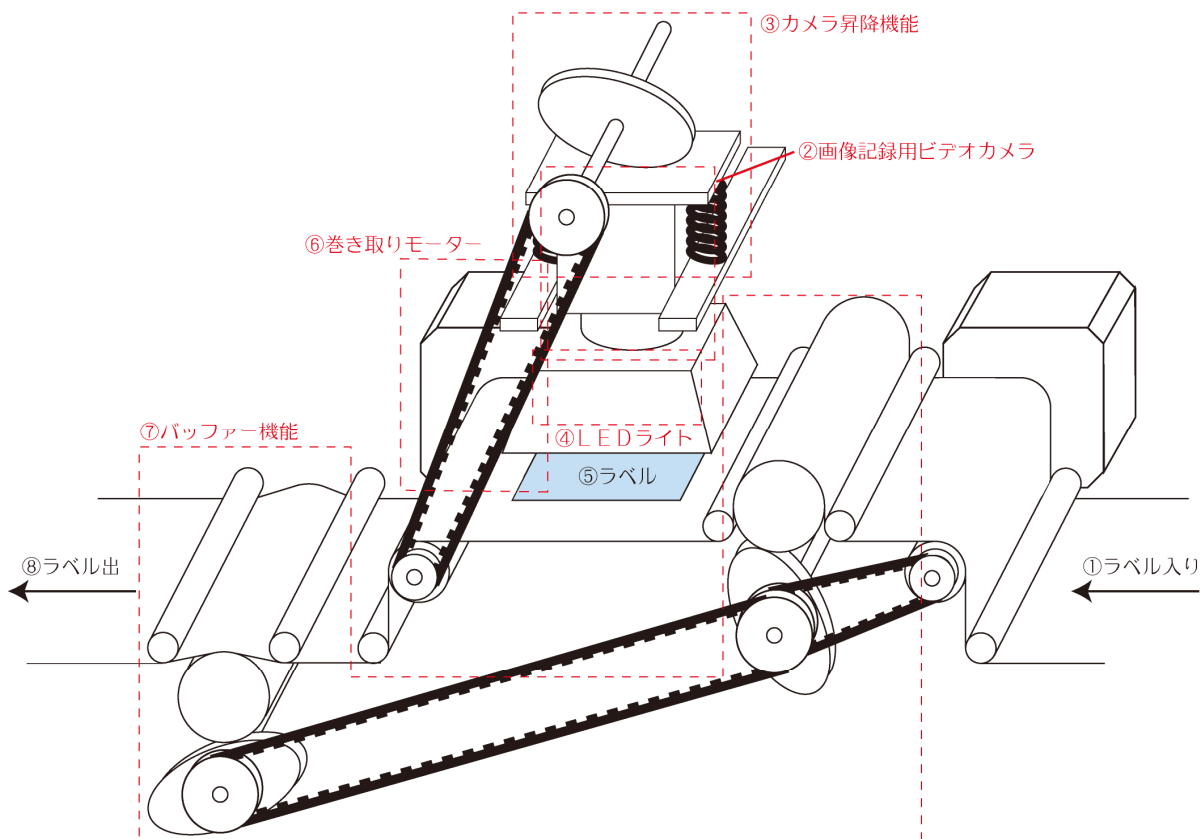


図12 ライン設置型印刷ラベル登録装置機構図

上記設計に従い、住商情報システム株式会社に発注し、完成したラベル登録装置の外観を以下に示す。

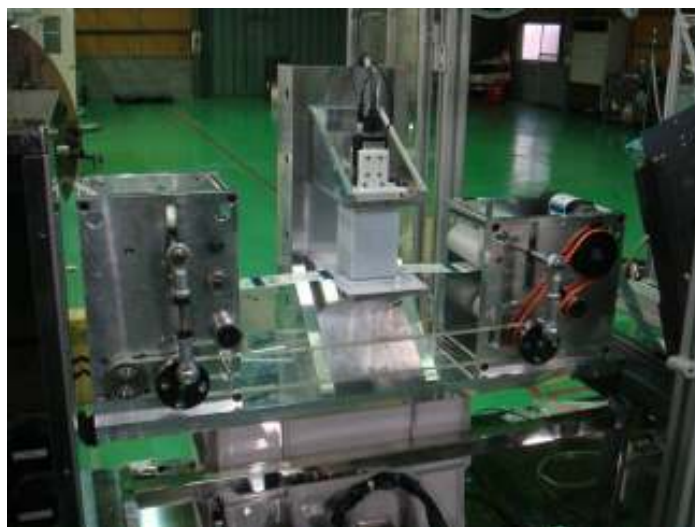


写真1 ライン設置型印刷ラベル登録装置本体前面



写真2 ライン設置型印刷ラベル登録装置本体後面

以下において各部位の拡大写真を示す。

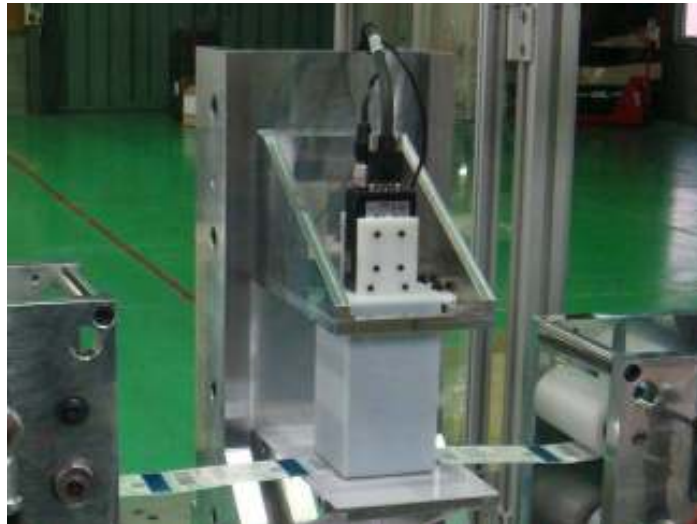


写真3 画像記録用ビデオカメラ部拡大

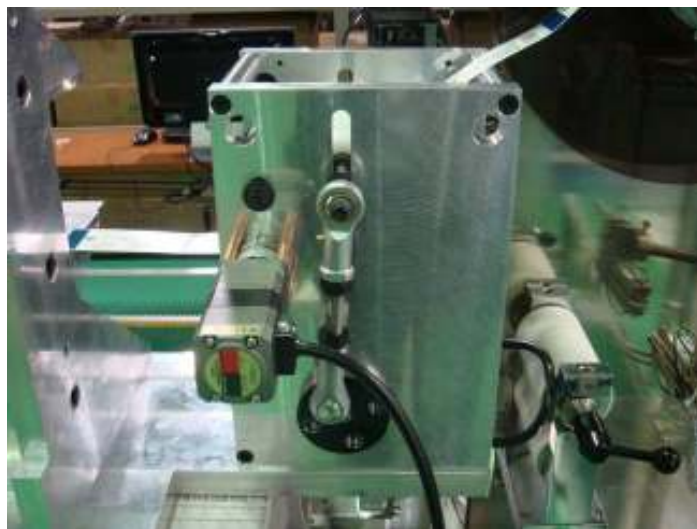


写真4 巻き取りモーター一部拡大



写真5 画像記録用 PC



写真6 シーケンサー部拡大

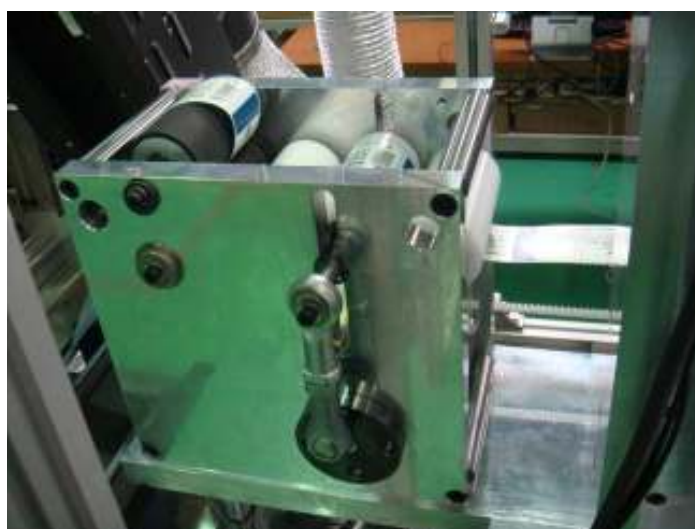


写真7 バッファ部

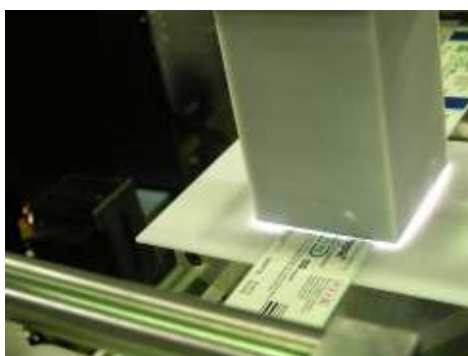


写真8 画像読み取り部の拡大

上に示すように、画像読み取り部はフードを備え、LED照明以外の外光の影響を遮断している。
 上記装置のビデオカメラにて撮影された映像はPC内のキャプチャーボードに送られ、静止画像として連続記録される。



写真9 ビデオカメラ映像(PC画面)

表7 ラベル登録装置構成ハードウェア一覧

分類	メーカー	型番	仕様
ビデオカメラ	シーアイエス	VCC-F32U29CL	有効画素数：1620×1220 走査方式：プログレッシブ 撮影レート：30fps インタフェース：Camera Link
キャプチャーボード	マトロックス	SOL6MFCE	インタフェース：Camera Link
キャプチャーSDK	マトロックス	MIL-Lite 9.0	キャプチャーソフトウェア開発キット
LEDライト	シマテック	MD-65W	光源：白色LED 光量：可変 オプション：拡散板
ラベル送り用モーター	オリエンタルモーター	AR46AA-N10	5相ステッピングモーター コントローラー付き
バッファ用モーター	オリエンタルモーター	AR66AA	5相ステッピングモーター コントローラー付き
カメラ移動用モーター	オリエンタルモーター	AR46AA	5相ステッピングモーター コントローラー付き
モーターコントローラー	オリエンタルモーター	EMP402	制御モーター数：2 外部トリガー入力数：8 外部トリガー出力数：8
制御用コンピューター	コムロード	オリジナル	CPU：Intel Core2Quad 3.0GHz メモリー：4.0GB HDD：1TB OS：Windows Vista Business

以下に、ラベル登録装置により読み取られ連続記録されたラベル画像の一例を示す。

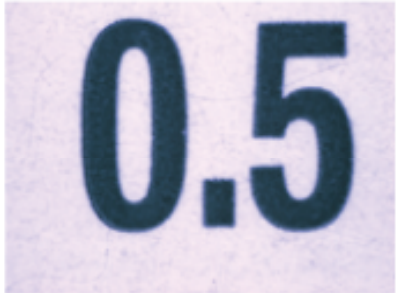
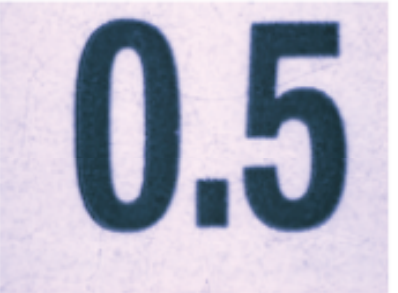
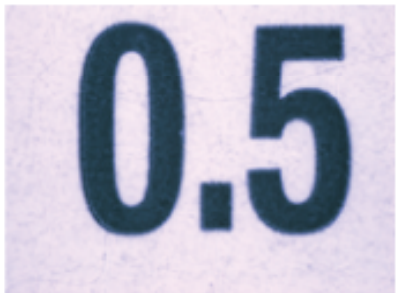
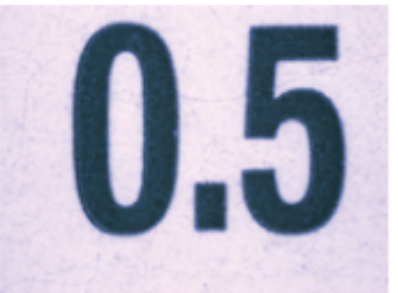
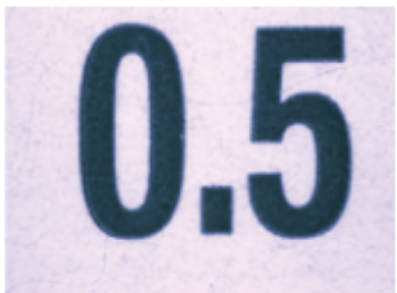
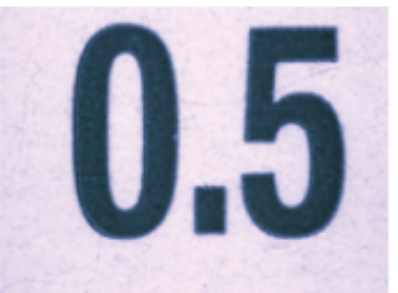
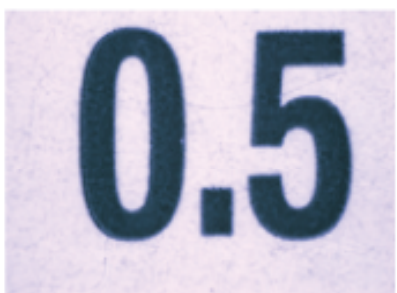
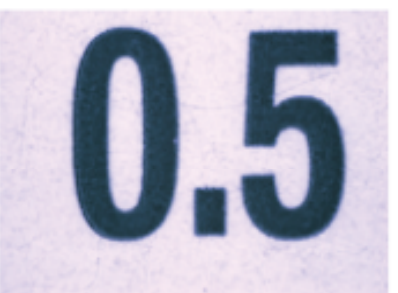
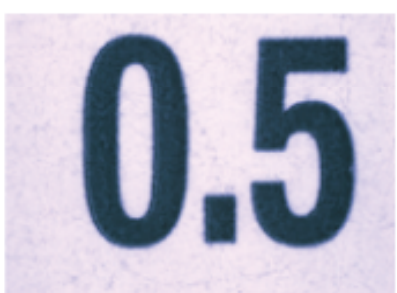
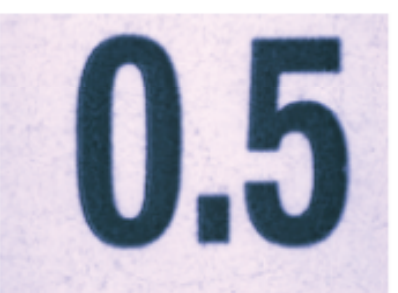
ラベル番号	Shot1	Shot2
1		
2		
3		
4		
5		

図13 取得されたラベル画像例 1

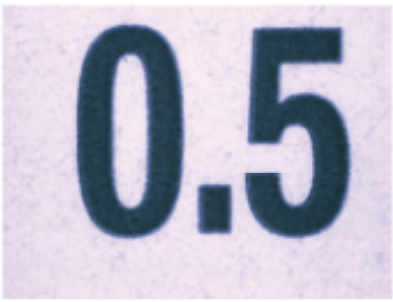
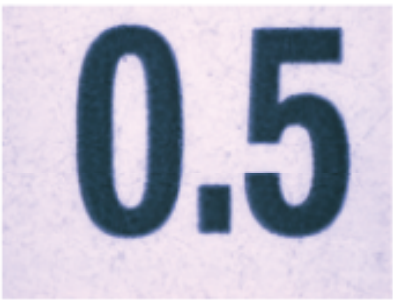
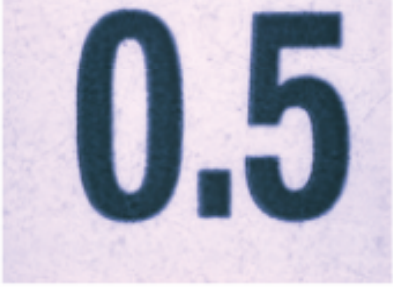
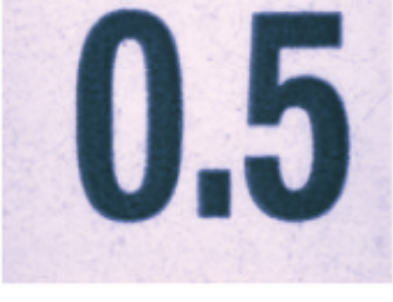
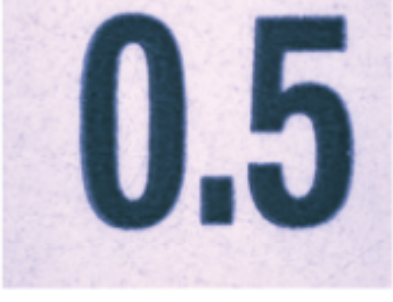
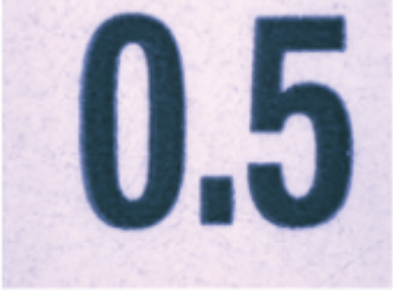
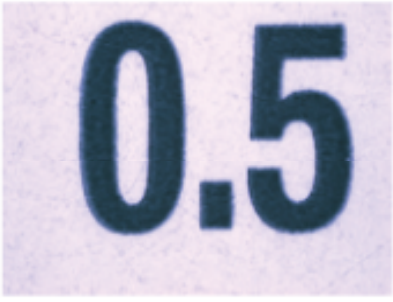
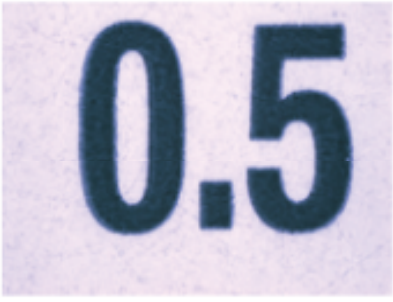
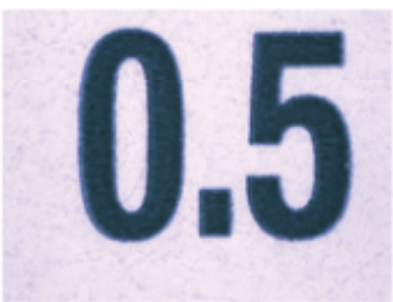
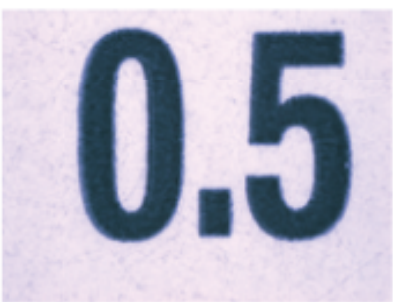
ラベル番号	Shot1	Shot2
6		
7		
8		
9		
10		

図14 取得されたラベル画像例 2

以上の画像より、個々のラベルの読み取り位置は若干のズレが見られるが、1shot 目と 2shot 目の画像では、位置ズレが見られず良好な結果が得られている。

4-2-2 読取画像の VR 空間による立体化機能

④画像読み取り用カメラパラメータ開発

4-2-1 の過程により、得られたラベル画像をカメラパラメータによって仮想化し、仮想空間上のカメラにて撮影した画像に変換する機能の開発を行った。

昨年度構築した VR 空間撮影に基づくリファレンスモデリングのフローを図 15 に示す。本年度は、ラベル印刷ライン上の画像読み取りであるため、カメラ・照明・被写体の配置が異なるが、モデリングのフローとパラメータの導出方法には変わりはないため、関係モデルの算出により、パラメータを導出し、仮想化を行った。

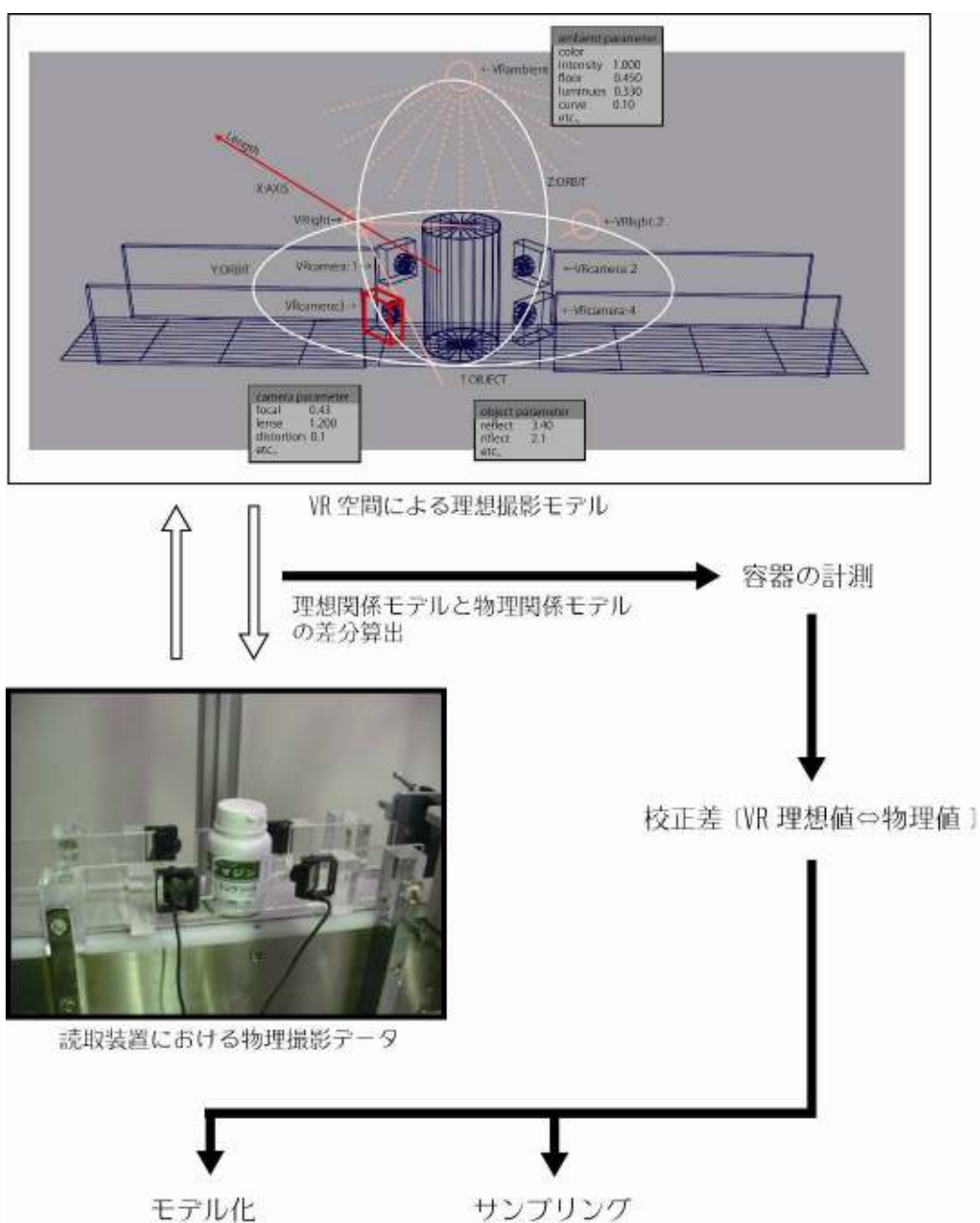


図15 VR 空間撮影に基づくリファレンスモデリングのフロー(昨年度実施)

以上のフローにより,導いた仮想化パラメータの一例を以下に示す。

表8 仮想化パラメータの一例

設定項目	設定値
Gain	0dB
Shutter Speed	1/30sec
White Balance	Manual Setting、R:95、B:46
Camera Control	Remote
Scan Mode	Normal
Trigger Mode	Normal
Trigger Polarity	Positive
Video Mode	8bit RGB
Gamma	OFF

設定項目	設定値
Digitizer number	0
Camera name	VCC-F32U29CL
Camera signal	Digital
Camera resolution	1620 x 1220
Vertical timing	Non-Interlaced
Video signal	3taps, 8bits RGB
Trigger type	Continuous
Camera type	Frame Scan
Pixel clock	72.0000 MHz
Number of cameras	1
Number of taps	1 Tap
Bayer mode	Disable
Configuration type	Base
Tap configuration	Regions X:1,Y:1 Adjacent pixels X:1, Y:1
Data bus width	8bits
Video signal format	LVDS
Video signal source	Use LVAL/FVAL from Camera
Delay	X:115,Y:23
Auto adjust	Plk
External Clock Signal	No Clock Exchange
Exposure Signal	Generation Mode:Disable
Sync. Signal	Source:Camera, Sync signal available:HSync & VSync
Digital Synchro.	HSync:LVDS,Pos. Edge Trig. VSync: LVDS,Pos. Edge Trig.

4-2-3 変色誤差値より立体特徴図形を生成する機能

4-2-2の過程によって得られた画像より、個体差特徴を抽出する機能の開発を行った。

(1)トリミング、(2)色調補正、(3)集合特徴点の判定、(4)特徴点の並べ替え、(5)特徴点の決定の各機能を実装した。

(1)トリミング

撮影された画像領域からトリミング機能により認証登録に適した画像サイズに自動で切り出しを行う。トリミングサイズは、ラベルの種類に応じて設定される。

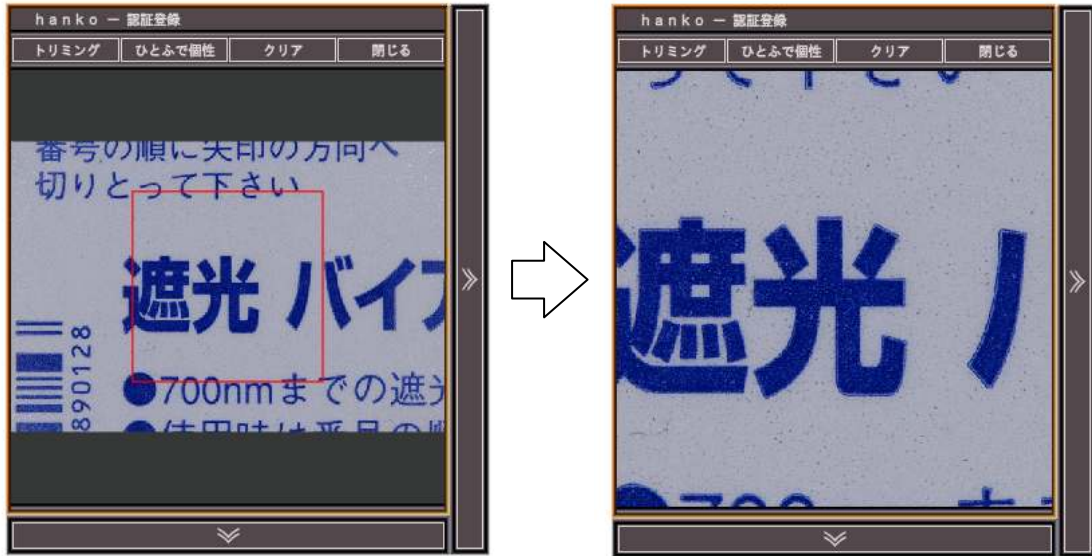


図 16 トリミング過程

(2)～(5)特徴抽出

トリミング後の画像を色調補正し、特徴点の極部集中を避けるため、集合特徴点のチェックをクリアした特徴点を、色誤差値の順で並べ換えを行い、上位から規定数の特徴点を決定する。特徴点の数は、認証対象・要求精度によって可変させるものとする。



図 17 特徴抽出画面

上記機能により導いた特徴形状の拡大図を以下に示す。

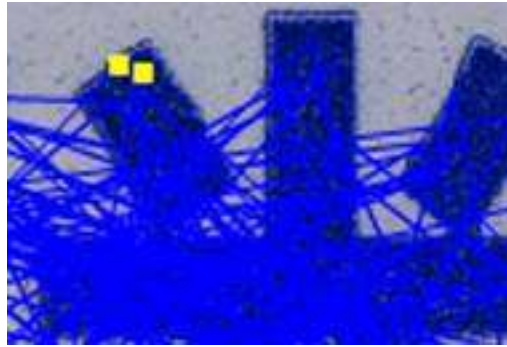


図 18 特徴抽出拡大

以下に、同一ラベルで別のタイミングで取得した特徴形状と異なるラベルの特徴図形の比較を示す。

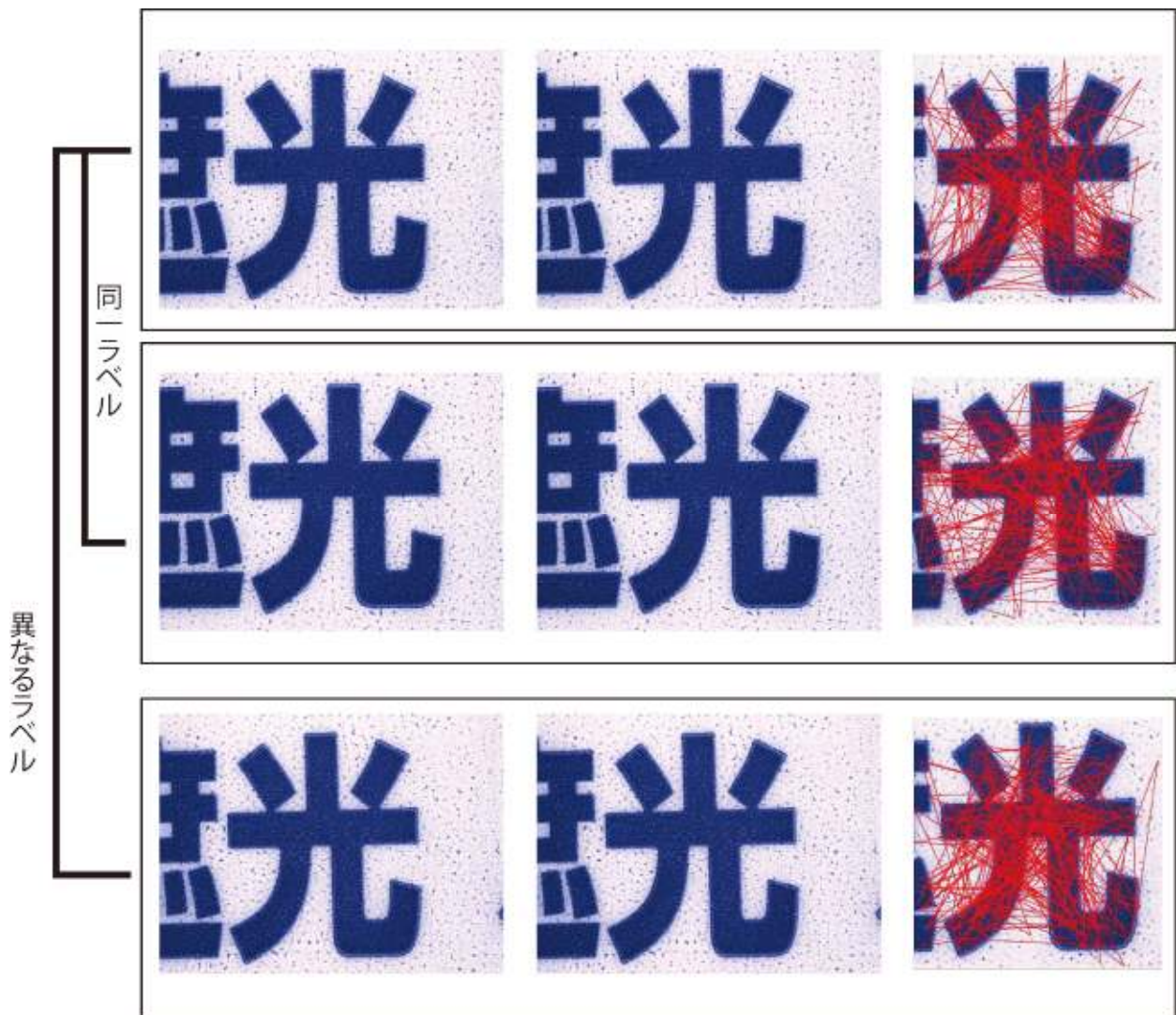


図 19 同一ラベルと異なるラベルでの特徴図形の比較

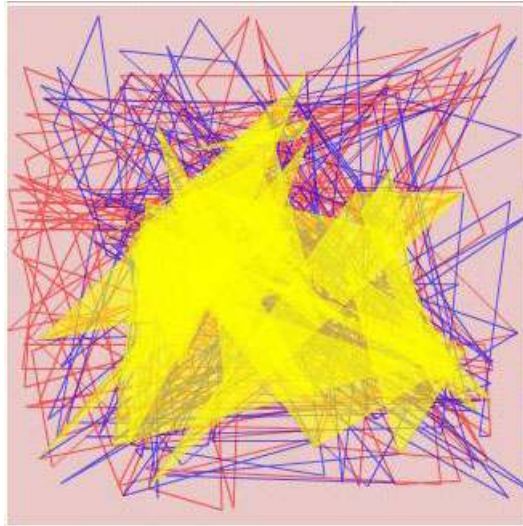


図 20 同一ラベルにおける特徴点の一致

4-2-4 ベクトルデータの認証データベース登録機能

⑤認証登録データベース機能開発

4-2-3 の過程によって抽出される認証登録データを, 後に開発する認証検索機能による照会を可能とするための認証登録データベースに記録する機能の開発を行った. (1) 認証登録データベースの構築, (2) 認証登録データベースの選択, (3) データベースへの登録を実装した.

基本要件として, TCP/IP によりソケット接続可能なインターネット上の PC において, データベースプログラムを稼働させることにより, 認証登録データベースを構築できるものとし, ネットワーク上の任意の場所からクライアントプログラムによりアクセスが可能であるものとする.

(1) 認証登録データベースの構築

初回の認証登録データベースの構築は, サーバーアドレス, データベース名称(ID), パスワードを入力することで行う.

図 21 認証登録データベース設定画面

(2) 認証登録データベースの選択

構築済みの認証登録データベースへの接続は, サーバーアドレスを入力することで, そのサーバー上のデータベース一覧が表示され, そこからデータベース名称を選択することで行う.

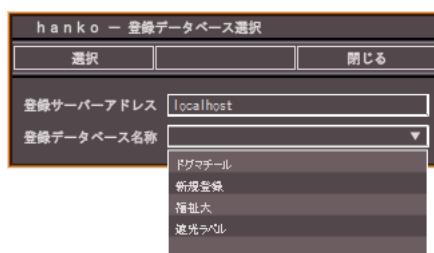


図 22 認証登録データベース選択画面

(3) 認証登録データベースへの登録

認証登録プログラムは、画像読み取り、個体差特徴抽出を経て、接続された認証登録データベースへ、個体差特徴データの登録を行う。この際、データベース内の重複状態を確認し、重複データが見つかった場合は、再登録を行うかのメッセージを出力する。

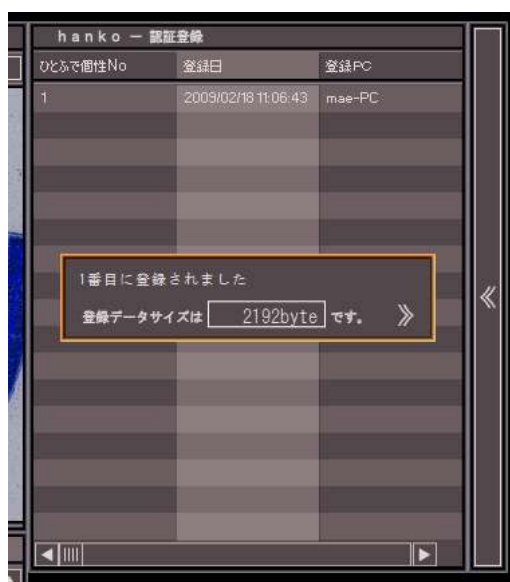


図 23 データベースへの登録

4-2-5 CCD 読取装置用プロトタイプピンギ機能

本件は、4-2-1 に記述した固定条件ビデオカメラによる印刷ラベルの読取機能に追加する内容として、特に読取装置の要件定義において、専門的なノウハウを活用するために本項目を定義した。

プロトタイプピンギ機能とは、表 6 に示したライン設置型印刷ラベル登録装置の機能要件の各項目に対応する形で、装置のパラメータを可変させることができる機能である。以下に、そのパラメータの一覧を示す。

なお、表 9 に示したパラメータの可変設定および実装において、ライン登録対応ラベル認証プロトタイプソフトウェアライブラリを使用した画像制御用プログラムを作成し、画像読み取り PC 上で画像キャプチャの制御を行うことを可能にした。

表 9 ラベル登録装置可変パラメータ一覧

	パラメータ
1	ラベル速度(最大 240 枚/分)
2	ラベル幅(20~100mm), 長さ(50~200mm)
3	カメラ昇降タイミング
4	ラベル送りモーター回転量, 回転パターン
5	ビデオカメラ対物距離
6	ビデオカメラシャッタースピード
7	LED 光源光量
8	LED 光源角度
9	画像キャプチャ制御パターン

4-2-6 まとめ

[達成状況]

以上で述べた実施計画の下、前述の結果のように研究開発の進捗が得られた。この結果をまとめると共に、本年度実施項目の達成状況を以下に示す。

【サブテーマ 2】

③ ビデオカメラによる連続読み取り機能開発

カメラおよび照明に関する固定条件の下で、印刷ラインにアドオンで設置するビデオカメラによるラベル画像読み取り装置を試作し、読み取り画像の検証を行い、認証登録の要件を満たしていることを確認した。これにより、本年度到達目標を達成した。

④ 画像読み取り用カメラパラメータ開発

画像読み取りに使用したビデオカメラのカメラパラメータを導き、取得画像の構成パラメータにより認証登録に適した画像に変換する機能の検討を行った。この機能により、ビデオカメラ取得画像の適正化を行い、安定した個体差特徴の抽出が可能であることを確認した。これにより、本年度到達目標を達成した。

⑤ 認証登録データベース機能開発

上記工程によって導かれた個々のラベルの個体差特徴を認証登録データとしてデータベース化する機能の検証を行った。この機能により、ラベル画像読み取り機能により、読み取られた画像から個体差特徴を抽出し、データベースに順次登録することが可能であることを確認した。これにより、本年度到達目標を達成した。

4-3 総括

[本年度研究開発の総括]

本年度は、昨年度に引き続き【サブテーマ1】認証機能を持つ印刷ラベル用機能性インクの開発、および【サブテーマ2】製造ラインに設置する印刷ラベル自動連続登録機能の開発を実施テーマとして研究開発を推進した。【サブテーマ1】に関しては、バインダー剤の耐久試験と色素配合による発色調整の検証を行った。また、【サブテーマ2】に関しては、ビデオカメラによる連続読み取り機能の試作および検証、カメラパラメータによる仮想化機能の検証、認証登録データベースの実装と検証を実施した。本年度研究開発項目の詳細項目に関しては、申請時の当初計画を再検討し、4.研究開発実施状況の各項目において示したように、サブテーマ内実施項目の範囲において、事業化目標を含めた要件を満たすための変更を加えた。

以上の結果として、【サブテーマ1】においては、①インク色素検討において昨年度成果の他の色調への活用を行い、②ラベル印刷用バインダー評価において、昨年度選定したバインダー剤の耐久試験により、認証レベルの評価を満たすことを確認し、良好な結果を得た。また、③発色調整において、色素の試作配合を行い、認証性良好な結果が得られた。これらの結果により、色調選択の幅が広がり、ラベルデザインの多様性に対応が可能となった。さらに、耐光性の評価を行い、医薬品ラベル基準として十分な結果が得られた。

【サブテーマ2】においては、④ビデオカメラによる連続読み取り機能開発において、固定条件の下で、印刷ラインにアドオンするラベル画像読み取り装置を試作し、認証登録の性能要件を満たしていることを確認した。⑤カメラパラメータによる仮想化機能開発において、読み取り装置のビデオカメラと理想撮影モデルによるリファレンスモデルを構成し、仮想化カメラによる撮影機能の検討を行い、校正パラメータの導出と、特徴抽出レベルでの要件を満足していることを確認した。また、⑥認証登録データベース機能開発として、個々の個体差特徴をデータベースに付加情報と共に登録し、認証登録データとして保持するデータベース機能を実装し、機能評価として良好な結果であることを確認した。

これにより、本年度の到達目標を達成し、次年度実施項目を当初計画に対して支障なく推進することが可能となった。

5 参考資料・参考文献

5-1 研究発表・講演等一覧

平成20年6月16日 記者発表（帝国ホテル）
「個体差認証システムと事業化について」

平成21年3月3日 大阪大学 工学部主催
「セキュアデザイン シンポジウム」