
帳票スキャン拡張ユニットの開発

Development of Document Scanning Extension Unit

橋本 歩*

Ayumu HASHIMOTO

中村 彰吾*

Shogo NAKAMURA

高井 真哉**

Shinya TAKAI

久保 宏**

Hiroshi KUBO

阪口 伸司*

Shinji SAKAGUCHI

石倉 和貴*

Kazuki ISHIKURA

中澤 政元*

Masamoto NAKAZAWA

要 旨

近年、DX（デジタルトランスフォーメーション）推進に伴い、多くの企業で紙書類の電子化が進められている。その一方で、電子化要求の高い経理帳票については、様々なサイズが混在するため、まとめてスキャンすることが難しく、電子化作業の効率が低い状態にあった。また、押印が多く、OCR（光学的文字認識）精度が低いという問題もあった。これらの問題を同時に解決するために、A3カラー複合機向けオプション「帳票スキャン拡張ユニット」を開発した。本ユニットでは、独自の原稿押さえ部材による搬送安定化技術と業界初の近赤外（NIR）画像処理技術を組み合わせ、不定形サイズ混載スキャンや押印部のOCR認識率向上を実現した。これらの技術は、電子化業務の大幅な効率化に貢献し、ひいてはスキャンDXの導入を容易にする効果が期待される。

ABSTRACT

With the advancement of digital transformation initiatives in recent years, many companies have been moving forward with the digitization of paper documents. However, accounting forms often come in various sizes, making batch scanning difficult and reducing the efficiency of digitization. Additionally, the frequent presence of stamp impressions lowers optical character recognition (OCR) accuracy. To address these challenges simultaneously, we developed the Document Scanning Extension Unit as an option for A3 full-color multi-function printers. This unit combines a proprietary document-holding component for stable feeding with the industry's first near-infrared (NIR) image processing technology, enabling mixed-size batch scanning and improved OCR accuracy for stamped areas. These developments are expected to significantly improve the efficiency of digitization operations and, in turn, facilitate Scan DX (DX starting from scanning).

* エトリア株式会社 エンジン開発本部 MFD開発センター
Multi-Function Devices Development Center, Engine Development Division, ETRIA Co., Ltd.

** エトリア株式会社 エンジン開発本部 周辺機事業センター
Enhancement Peripherals Business Center, Engine Development Division, ETRIA Co., Ltd.

1. 背景と目的

1-1 スキャンDXの拡大

近年、リモートワークの普及や、電子帳簿保存法の改正¹⁾により、スキャナによる電子化の要件が緩和され、紙書類を電子化しやすい環境が整ってきている。DX（デジタルトランスフォーメーション）を進める企業において、紙書類の電子化やペーパーレス化は半数以上の企業で取り組まれている²⁾ことから、これらがデジタル化の入口として重要な役割を果たしていることが分かる。このような流れを受けて、紙書類のスキャナによる電子化、すなわちスキャナを起点としたDX（スキャンDX）は今後ますます拡大していくと考えられる。一方で、中小企業では、デジタル化に取り組むための費用や時間が不足していることから、紙中心の業務が依然として多く、2023年時点で約30%の企業が紙ベースの業務を継続している³⁾という調査結果もある。このような企業においては、限られた時間の中で効率的にデジタル化を進められる仕組みが、特に重要となる。

1-2 スキャンDXの問題

オフィスにおいては、MFP（Multi-Function Printer: 複合機）のスキャナを利用して、紙書類の電子化が行われている。また、電子化した画像データからテキスト情報を抽出するOCR（Optical Character Recognition: 光学的文字認識）を用いることで、データ入力や管理の効率化が図られている。紙書類の電子化の代表例として、経理帳票が挙げられる。経理帳票においては、電子化作業の効率が低いという問題がある。具体的には、経理帳票はA4やA5などの定形サイズに加え、不定形サイズの書類も含まれている。このように、サイズが混在した状態でADF（Auto Document Feeder: 自動原稿送り装置）によって原稿を搬送する場合、原稿の姿勢が不安定となり、原稿にダメージを与える可能性が高く、原稿をまとめてスキャンすることが困難である。さらに、経理帳票ではFig. 1に示すように会社名の記載部分

に重ねて押印されているケースが多く、これがOCRによる文字認識の妨げになるという問題もある。

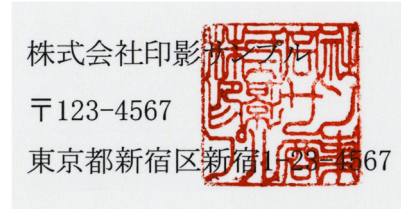


Fig. 1 An example of a seal stamped over the company name section.

1-3 帳票スキャン拡張ユニットの開発

このようなスキャンDXにおける問題を解決するために、紙書類の電子化業務の効率化およびOCR認識率の向上を目的として、様々なサイズの前稿をまとめてスキャンできる「不定形サイズ混載モード」とOCR認識率を高める画質設定である「フルカラー文字補正モード」および「グレースケール文字補正モード」を備えたA3カラーMFP（RICOH IM C6010/ C5510/ C4510/ C3510/ C3010/ C2510）向けの追加オプション「帳票スキャン拡張ユニット」を開発した（Fig. 2）。本ユニットは、経理帳票に対してスキャナによる電子化業務の圧倒的な効率化を実現したものである。

これらの機能は新規開発した原稿押さえ部材を用いた「ADFでの搬送安定化技術」と、近赤外（NIR: Near-infrared）読取およびNIR画像処理を用いた「NIR画像を用いたスキャンDX支援技術」の開発によって実現した。次節以降で、これらの技術について詳しく説明する。



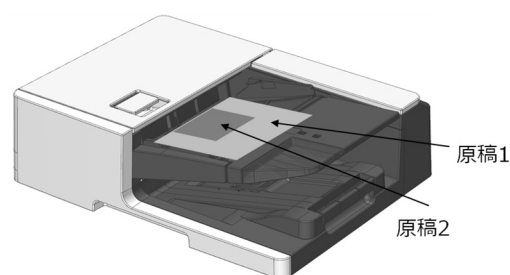
Fig. 2 External view photograph of the MFP with the document scanning extension unit installed.

2. ADFでの搬送安定化技術

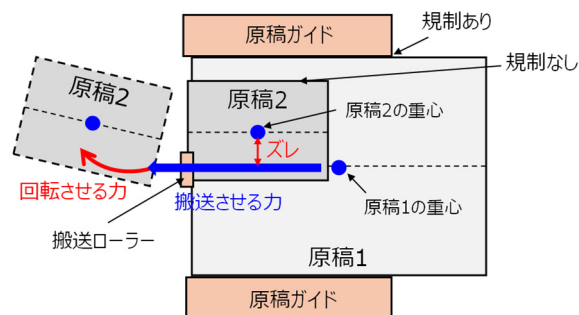
2-1 原稿搬送時の課題

原稿をスキャンする作業の効率化のために、様々なサイズの前稿をADFでまとめてスキャンすることが求められる。しかし、その場合には搬送時に原稿の傾き（以下、原稿スキューとする）が発生しやすくなるという問題がある。Fig. 3を用いて、そのメカニズムについて説明する。同一サイズの前稿をまとめてスキャンする際には、両側の原稿ガイドによって原稿の姿勢が規制されており、搬送時のスキューは小さい。一方、様々なサイズの前稿をADFにまとめてセットする場合、原稿ガイドは最大サイズの前稿（Fig. 3の原稿1）のみ規制し、それ以外のサイズの前稿（Fig. 3の原稿2）は規制できない。両側からの規制がない場合であっても、搬送ローラーによる原稿搬送力の位置と原稿の重心が搬送方向の延長線上に一致していれば、原稿は傾くことなく搬送される。一方、原稿のセット位置がわずかにずれ、搬送方向の延長線上から外れると、原稿を搬送させる力が、原稿を回転させる力として作用し、結果として原稿スキューが発生する。原稿を搬送する際に、ローラーの速度を制御することでスキューを補正する技術³⁾もあるが、原稿を引き込む

段階で大きなスキューが発生した場合には対応ができない。また、その状態で搬送されると、原稿の角が搬送領域外の部材に接触することで、原稿の詰まりや折れなど、原稿の損傷が発生する。原稿のサイズやセット位置にもよるが、例えばA4サイズの前稿の場合、約10度以上のスキューが発生すると原稿の角が搬送領域外の部材に接触し、損傷が生じる可能性が高くなる。そのため、様々なサイズをまとめてスキャンする場合は、原稿ガイドの規制がなくても安定した搬送を実現することが課題となっている。



(a) Mixed-size document setup in the ADF



(b) Mechanism of skew generation

Fig. 3 Mechanism of skew generation during scanning with mixed document sizes.

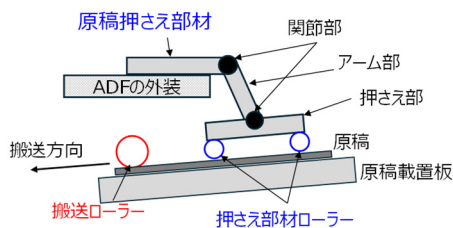
2-2 原稿押さえ部材とその効果

2-1に述べたように、様々なサイズの前稿をまとめてスキャンする場合でも安定した原稿搬送を実現するため、新たに原稿押さえ部材を開発した。Fig. 4 (a)に原稿押さえ部材を備えたADFを示す。従来のADFでは、両側の原稿ガイドによって原稿の姿勢を規制していたが、本ADFでは、原稿押さえ部材により上方からの規制を追加した。また、原稿との接触部にローラーを備え、搬送ローラーとは離れた

位置でもローラーによって原稿を支持する構成とした。搬送ローラーによる原稿搬送力の位置と、原稿押さえ部材に備えたローラーが搬送方向の延長線上に位置するように設計することで、原稿に働く力が回転方向ではなく、搬送方向に作用しやすくし、原稿のセット位置に多少のずれがあっても、安定した搬送を可能にした。Fig. 4 (b)に原稿搬送時の状態を示す。搬送時には原稿載置板が上昇し、原稿を搬送ローラーの高さまで持ち上げる。原稿押さえ部材はアーム部と押さえ部の2枚の板が可動する構成であり、押さえ部には2つのローラーが備えられている。原稿載置板が上昇した際、搬送ローラーに近い位置で、押さえ部材のローラーが原稿に接触する。これにより、長さの短い原稿でも押さえ部材のローラーが原稿上に確実に接触し、帳票などの小サイズ原稿でも安定した搬送を可能としている。



(a) External view photograph of the ADF with the component that holds down the document.



(b) Side view conceptual drawing of the component that holds down the document.

Fig. 4 Image of the component that holds down the document.

このように、原稿押さえ部材により、原稿の搬送に影響を与えることなく原稿スキューを抑制し、搬送中に原稿が損傷することを防いだ。また、原稿との接触部のローラーは、原稿押さえ部材と既にセッ

トされた原稿の間に、追加の原稿を差し込みやすくし、原稿のセットを容易にする効果も有している。さらに、原稿押さえ部材は上側に退避・収納できる構造とし、必要ない時や原稿束をセットする際には邪魔にならないようにしている。

Fig. 5で原稿押さえ部材による搬送時の原稿スキュー低減の評価結果を示す。本評価では、原稿のセット位置および原稿押さえ部材の有無を条件として、原稿スキュー角度の変化を比較した。Fig. 5 (a)に示すように、原稿セット領域の中央から、搬送方向と直角方向に0mm, 10mm, 20mm, 30mmずらして原稿をセットした計4ケースで比較した。評価は、搬送時にスキューが発生しやすい軽量な原稿とし、B7サイズ（幅91mm, 長さ128mm）の薄紙（坪量約45g/m²）を使用した。評価の結果、押さえ部材を使う前の原稿スキューの角度は、30mmずらして原稿をセットしたケースにおいて最も大きく、-13.6度～16.3度（平均値±3σ）に発生していた。押さえ部材を使用することで、そのようなスキュー角度を-1.0度～3.2度（平均値±3σ）にまで大幅に低減させた。さらに、押さえ部材を用いることで原稿の損傷が発生しないことを評価で確認した。A3～A6, B6, B7の定形サイズに加え、幅71mmかつ長さ128mm～幅115mmかつ長さ188mmの不定形サイズを含む、合計22種類の原稿を使用した。これらの原稿を混在させ、組み合わせを変えて10セットに分け、合計330枚のスキューを確認した。この評価結果として、原稿詰まり・折れ・しわの発生は0件であり、原稿に対する損傷を抑えることができていることを確認した。これらより、様々なサイズをまとめてスキューする場合でも、新たに開発した押さえ部材により、搬送の安定性が向上することを確認できた。

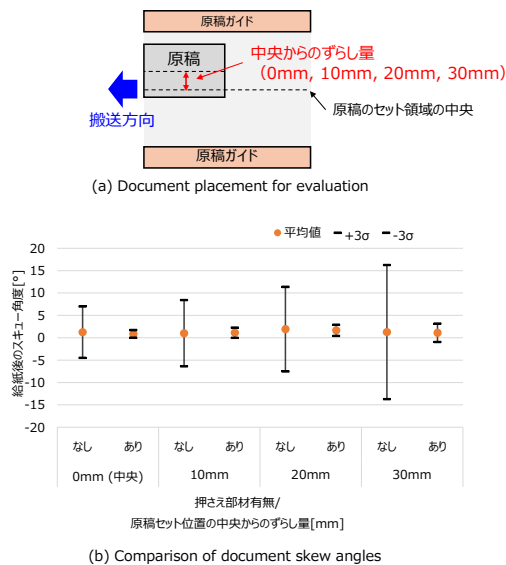


Fig. 5 Effect of the document holding component on skew reduction.

3. NIR画像を用いたスキャンDX支援技術

3-1 スキャンDXに向けた画像処理課題

3-1-1 高精度な原稿エッジの検出

第2節で示したように、原稿押さえ部材を備えたADFにより、様々なサイズ of 原稿を損傷なく、まとめてスキャンすることが可能となった。しかし、搬送時に発生する大きな原稿スキューは抑制できるものの、原稿をセットする際の作業ばらつきによって生じる小さなスキューを補正することはできない。そのため、Fig. 5に示すように数度程度の小さなスキューが残っていた。また、スキャン後の画像サイズに関して、これまではADF上でセンサを使用し、ある範囲の幅に限定してサイズを検出していた。しかし、不定形サイズの原稿では厳密なサイズを検出できず、原稿外の背景（余白）が残った画像となっていた。不定形サイズの原稿に対応するために、センサを追加してサイズを検出しようとするとは大幅なコストアップとなり、対応が困難であった。余白のある画像は、OCR認識率に悪影響を及ぼすだけでなく、視認性低下の一因となりデータ管理を煩雑にする。そのため、画像を真っ直ぐにするための原稿

スキュー補正機能や、原稿外の背景を除去する原稿領域の切り出し機能を画像処理で実現することが求められる。Fig. 6に必要な機能のイメージ図を示す。まず、Fig. 6 (a)のようにスキューして読み取られた画像から原稿領域のサイズ（横Xmm，縦Ymm）を検出する。次に、Fig. 6 (b)のようにスキューした原稿を補正し、最後にFig. 6 (c)のように原稿のサイズで切り出しを行うことで、品質の高いスキャン画像を提供できる。

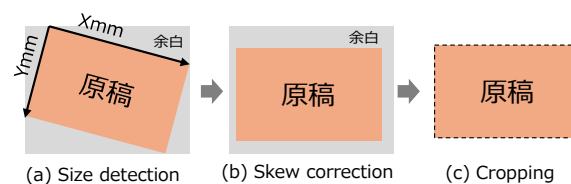


Fig. 6 Conceptual drawing of skew correction and cropping.

このような原稿スキュー補正や原稿領域の切り出しを行うためには、原稿領域と背景領域との境界（以下、原稿エッジとする）を検出する原稿エッジ検出技術が必要である。画像処理による原稿エッジ検出での問題点をFig. 7を用いて説明する。

従来は、Fig. 7 (a)に示すように、白い背景部の中にある白い原稿の原稿エッジを検出する場合、原稿と背景との濃度の差（コントラスト）が小さいため、原稿エッジを検出できないケースがあった。この問題に対応する方法として、Fig. 7 (b)に示すように背景を黒くする方法⁴⁾が用いられることがあった。黒い背景により、白い原稿とのコントラストは大きくなり、原稿エッジの検出は容易になったが、原稿内部の白地領域が黒い背景の影響で黒ずみ、画像品質が低下するという副作用が生じていた。

また、原稿と背景の境界にできる影を検出する方法⁵⁾もあるが、切り出しに必要な原稿の四辺で安定的に影を発生させることは困難であった。このような背景から、スキャン画像の品質を損なうことなく、原稿エッジを高精度に検出できる技術の実現が課題であった。

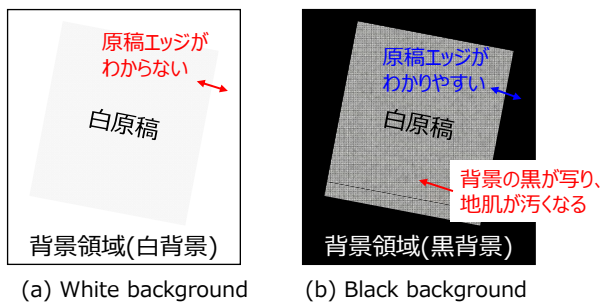


Fig. 7 Effect of background color on scanned image quality.

3-1-2 OCR認識率の向上

経理帳票を扱う業務では、OCRを使ったソリューションが広く利用されている。しかし、経理帳票では、データとして重要な「会社名」の上に押印をされていることが多く、これがOCRの認識率を低下させる要因となっていた。その原因をFig. 8に示す。Fig. 8 (a)に示すように、印影が黒文字に重なることで黒文字の一部が赤く色付いてしまう。比較的安価（数万円レベル）で導入しやすい非AI系のOCRでは、色情報を利用して印影部分を除去する方式⁶⁾が採用されることが多い。しかし、Fig. 8 (b)に示すように、黒文字の一部が赤く色付いた場合、印影とともに文字の一部まで除去されてしまうことがあった。その結果、OCRによる正確な認識が困難となる。また、経理帳票では保存画像の原本性も求められるため、MFPの出力としては原本性を保持しつつOCR認識率を向上させる画像とすることが重要な課題であった。

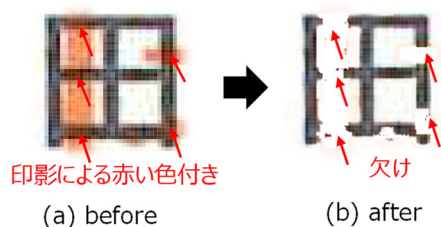


Fig. 8 Missing a part of character caused by color removal.

3-2 NIR技術による課題解決

3-2-1 NIRの特徴

3-1に記載の課題をまとめて解決できる手段として、NIRの特徴に着目し技術開発を行った。NIRとは、約750nm～3000nmの波長領域の光を指し、ブルー・グリーン・レッドの可視光（約400nm～750nm）とは異なる特性を持ち、使用する色材の成分によっては、可視光とは異なる吸収・透過特性を示す。具体的には、黒系の色材はNIRを吸収し、それ以外の色材はNIRを透過する傾向がある。Fig. 9にブルー・グリーン・レッドの波長光で撮像した画像（以下、RGB画像とする）とNIR波長光で撮像した画像（以下、NIR画像とする）を比較して示す。RGB画像は原稿を目視した際と同様のカラー画像であるが、NIR画像ではカラー成分が透過され、カーボンを含む黒成分のみが残った画像となっていることが分かる。また、RGB光を透過し、NIR光を吸収する色材⁷⁾も存在する。このNIR画像の特性を活用することで、RGB画像からは得られない情報を抽出可能とし、複数の課題を同時に解決する手段を実現した。なお、NIR画像を取得するために、RGB+NIRの4色を同時にスキャン可能なスキャナシステムを構築した。ここでは、NIR画像を用いた画像処理技術に焦点を当て、次小節以降で詳しく説明する。

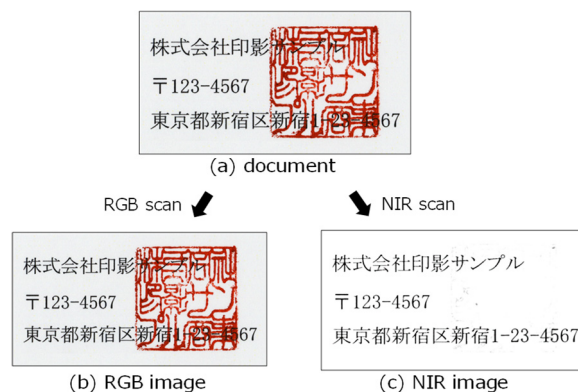


Fig. 9 Comparison of RGB and NIR scanned images.

3-2-2 高精度原稿エッジ検出技術

3-1-1で述べた課題を解決するため、RGB画像の品質を損なうことなく、NIR画像を用いて原稿エッジを高精度に検出する技術を開発した。この技術を実現するために、ADF向けにNIRを吸収する背景板（NIR吸収背景板）を新規に開発した。背景板とは原稿をスキャンする際に、原稿の背面に配置される部材であり、色再現や文字の視認性に寄与し、スキャン画像の品質を支える重要な構成要素である。Fig. 10 (a)に今回開発した背景板の外観を示す。見た目は白色であり、従来のスキャナと同様の機能を持つ。この背景板はFig. 10 (b)に示すように、RGB光を透過し、NIR光を吸収する色材を塗布することで、RGB画像では背景が白色に見える、NIR画像では背景が黒色に見えるよう設計している。

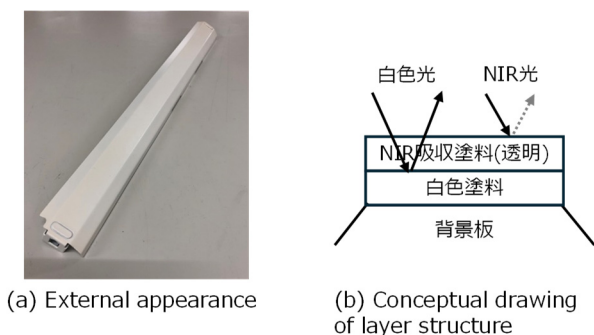


Fig. 10 NIR-absorbing background plate.

次に、Fig. 11に原稿をスキャンした画像のイメージを示す。Fig. 11 (a)~(c)はそれぞれ、白色背景板、黒色背景板、NIR吸収背景板を用いた場合のRGB画像の例であり、Fig. 11 (d)はNIR吸収背景板を用いた場合のNIR画像の例である。Fig. 11 (d)では背景が黒色となり、白い原稿との境界が強調され、原稿エッジ検出が容易になることが分かる。NIR画像は、原稿エッジ検出に使用し、ユーザーに提供するスキャン画像には、Fig. 11 (c)に示すNIR吸収背景板を用いて取得したRGB画像を出力する。このRGB画像は、Fig. 11 (a)の白色背景板を用いたRGB画像と同等な地肌の色となり、画像品質を維持できた。

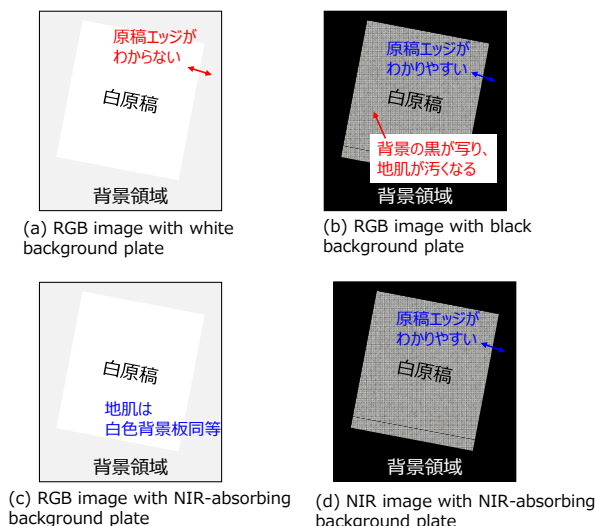


Fig. 11 Effect of NIR-absorbing background plate.

このようにNIR吸収背景板を用いることで、スキャン画像品質に影響を与えることなく、高精度な原稿エッジ検出を実現した。また、検出されたエッジ情報からスキュー角度および原稿サイズを算出し、スキュー補正ならびに原稿領域の切り出しを行った。その画像処理の構成をFig. 12に示す。

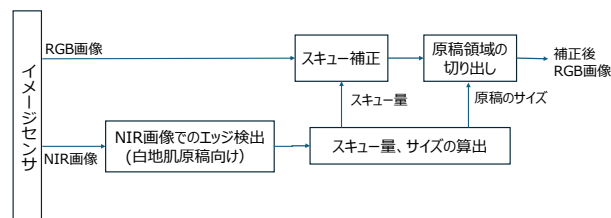


Fig. 12 Block diagram of edge detection and skew correction.

Fig. 12に示すように、イメージセンサではRGB画像とNIR画像の4色を同時にスキャンする構成である。NIR画像で検出した原稿エッジ情報をRGB画像に適用し、RGB画像のスキュー補正や原稿領域の切り出しが可能となった。これにより、最終出力となるRGB画像はスキューや余白がなく、視認性が高く、OCR認識率の向上が期待できる画像 (Fig. 13)となる。また、4色同時スキャンにより、スキャン速度を低下させることなく本機能を実現しており、コピーやFAXなどリアルタイム性が求められる用途

にも対応可能である。さらに、黒色の地肌のように色の濃い原稿に対しては、RGB画像を用いることで、背景を白色とし、黒原稿との境界においてエッジ検出が可能となる。このようにRGB画像とNIR画像をハイブリッドに利用することで、原理的にはどのような色の原稿であっても、本技術を用いて検出することができる。



Fig. 13 Output image after skew correction and cropping.

3-2-3 黒文字補正技術

3-1-2で述べた課題を解決するため、色材の成分によってNIRの吸収・透過特性が異なることを利用した黒文字補正技術を開発した。帳票をスキャンする際、印影が黒文字の上に重なると、RGB画像では黒文字の一部が赤く色付いて見える。一方、NIR画像では黒文字のみが残るため、黒文字部を正確に検出することができる。したがって、RGB画像では分からない黒文字の描画位置を正確に把握し、赤く色付いた部分を黒文字として補正することが可能となる。Fig. 14に黒文字部に対する補正の有無による画像の違いを示す。補正なしの場合、印影が重なった黒文字の一部が赤く色付いているが、補正ありの場合には黒く補正できていることが確認できる。この技術により、印影が重なった文字であっても黒文字として再現でき、色付きや印影除去時の欠けが発生することなく、OCRに適した画像の生成を実現した。なお、経理帳票は保存用の画像として、原本性が求められるため、NIR画像をそのまま使うのではなく、RGB画像の黒文字を補正することで原本性を保持しつつ、様々なOCRソフトに対して精度向上効果のある画像を提供することが可能である。

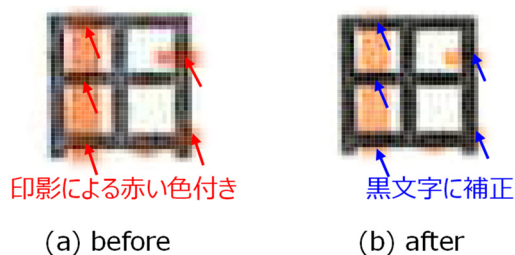


Fig. 14 Output image changes with black text correction.

Fig. 15に黒文字部の補正によるOCR認識率の向上度を示す。評価は経理帳票50枚を対象とし、押印されることが多い「会社名」に対するOCR認識率の変化を算出した。OCR評価は非AI系のOCRソフト2種類で行った。OCRソフトAでは、補正前のOCR認識率が約15%であったのに対し、補正後は約45%となり、約3倍の認識率改善を達成した。OCRソフトBでは、補正前のOCR認識率が約20%であったのに対し、補正後は約40%となり、約2倍の改善が確認できた。OCRソフトごとに黒文字認識の処理方法は異なるものの、MFP側で黒文字を補正して出力するという共通の処理により、いずれのソフトにおいても有効な改善効果を得ることができた。

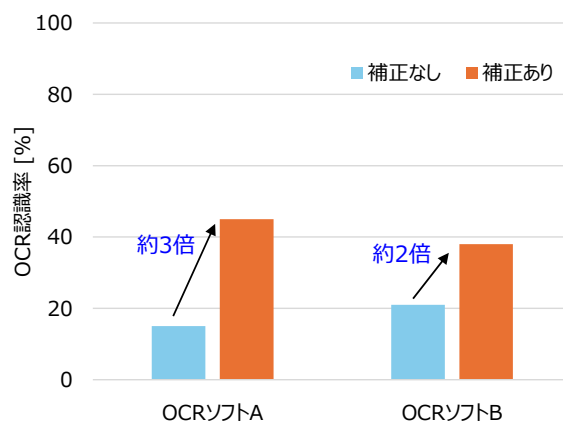


Fig. 15 Improvement in OCR recognition rate.

4. まとめ

本開発では、ADFでの原稿搬送技術とNIR画像を利用した高精度エッジ検出技術を組み合わせることで、様々なサイズの原稿を一括でスキャンすることを可能にし、電子化業務の大幅な効率化を実現した。また、NIR画像を利用した黒文字補正技術を用いて、OCR認識率を向上させる画像の生成を実現した。

これらの機能を帳票スキャン拡張ユニットとして製品に搭載した。お客様からも一括スキャンの効率性に対して高評価を頂けている。今後、スキャンDXの導入を容易にし、加速する効果が期待できる。

参考文献

- 1) 国税庁: 電子帳簿保存法が改正されました, <https://www.nta.go.jp/law/joho-zeikaishaku/sonota/jirei/pdf/0021005-038.pdf> (参照2025-09-01).
- 2) 中小企業庁: 2024年版「中小企業白書」, pp. I250-I251 (2024).
- 3) 株式会社リコー: スキュー補正手段を備えた原稿搬送装置, 特開2012-056718 (2010).
- 4) 株式会社日立製作所: イメージスキャナ装置, 特開2000-151924 (1998).
- 5) コニカミノルタ株式会社: 原稿の傾き量検出装置および画像処理装置, 特許6607019 (2015).
- 6) キヤノン株式会社: 画像を処理するための装置, 特許7433887 (2019).
- 7) 富士フイルム株式会社: 近赤外線吸収有機顔料, 特許6976341 (2018).