

White
Paper

リコーの新世代マシンビジョン

マシンビジョンの応用範囲が拡大する中、リコーは創業以来培ってきた光学、電子デバイス、画像処理技術などを融合した新たな価値提供を行っています。すでにFA、車載、セキュリティ、流通などの分野でリコーのマシンビジョンが使われています。今後も2次元、3次元、さらには不可視・多次元領域まで、幅広いニーズに応えられる光学システム技術を通して社会インフラづくりに貢献し続けていきます。

2016年9月30日 Version 1.2.1





目 次

1. 広がり続けるマシンビジョン市場	2
2. リコーのマシンビジョンへの取り組み	2
3. マシンビジョン展開を可能にしたリコーの技術資産	2
4. リコーのマシンビジョン展開の特長	3
5. リコーのマシンビジョン展開を支える 技術プラットフォーム	3
5.1. JOIPO プラットフォーム (Joint Optics/Image Processing Optimization)	4
5.2. SWS プラットフォーム (Sub-Wavelength Structure)	5
5.3. Micro-System プラットフォーム	5
6. リコーのマシンビジョンが提供する新たな価値	5
6.1. 2次元領域	6
・被写界深度拡大カメラ	6
6.2. 3次元領域	7
・ステレオカメラ	7
6.3. 不可視・多次元領域	8
・マルチ分光カメラ	8
・偏光カメラ	8
7. リコーのマシンビジョンが目指す 安心・安全な快適社会	9



1. 広がり続けるマシンビジョン市場


社会インフラとしての情報通信技術（ICT）の重要性が増すに従って、より快適な社会生活を送るためのシステムに対するニーズが高まっています。日常でのさまざまな不便を解消し、各自が本来の活動に取り組むことのできる ICT インフラが求められているのです。安心・安全へのサポートなどはその一例と言えるでしょう。そうした期待に応えるものとして、視覚情報を処理して機械の動きを制御するマシンビジョンがあります。マシンビジョンは今、従来のファクトリーオートメーション（FA）を中心とした産業用途のみならずセキュリティ、医療、農業などへと裾野が拡大しています。新たなイメージセンシングデバイスの登場や、通信を含むコンピューティング技術の発展がそれを後押ししているのです。種々のシステムが自動化へと向かう中、マシンビジョンは人の眼の代替にとどまらず不可視・多次元情報を扱える段階へと進もうとしています。

2. リコーのマシンビジョンへの取り組み

リコーは 1970 年代後半から、自動化生産設備の自社開発を進め、検査工程でのセンサーモジュール実装などを通して、マシンビジョンに関する技術ノウハウを蓄積してきました。自社の自動化を加速させる光学モジュールの開発を進める一方、その成果の一端を社外の FA や車載メーカーなどにも提供し、マシンビジョン市場で高い評価を得てきました。社会のさまざまな分野でマシンビジョンの重要性が増していく中、2011 年に PENTAX ブランドのマシンビジョン用レンズなどの光学技術資産を買収により獲得し、さらに 2012 年 4 月にはオプティカルシステム事業部を発足させるなど、取り組みを加速させています。そして、2014 年 10 月には、リコーグループ内に分散していた光学、画像処理、電装などに関する技術や人材を集約し、新会社「リコーインダストリアルソリューションズ株式会社」として業務を開始しました。リコーグループとして、産業向け事業の強化、拡大を図っています。

3. マシンビジョン展開を可能にしたリコーの技術資産

リコーは 1936 年の創業以来、業務用並びに民生用画像機器を中心に事業を展開し、次々と革新的な製品を市場に送り出してきました。それらはいずれも徹底したお客様起



点で磨き上げられたものばかりです。お客様の要望に俊敏にお応えするだけでなく、市場の動向を先取りした提案を行うことが私たちの使命であると考えています。1977年には業界で初めてオフィスオートメーション(OA)を提唱し、オフィス機器のあるべき姿を示しました。その後も、光学、化学材料、メカトロニクス、画像処理、電子デバイス、通信、ソフトウェア、さらには生産技術など多岐にわたる先進技術を駆使しながら、新たな価値創造に挑んできました。そうした実績を背景に現在、FA、車載、セキュリティ、流通など幅広い分野のお客様に向けて、高性能・高信頼の光学モジュールを提供しています。

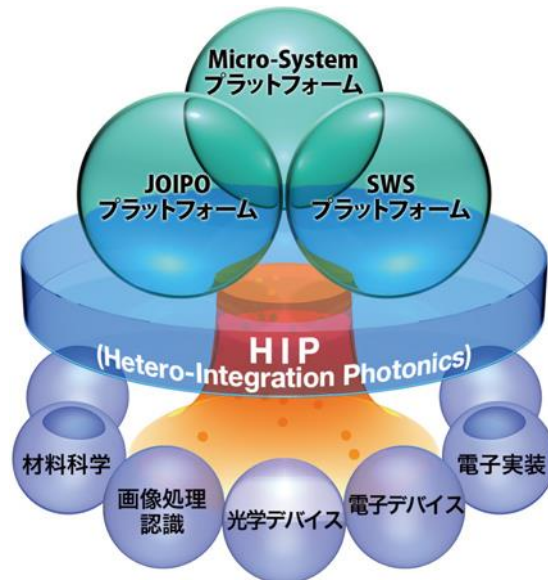
4. リコーのマシンビジョン展開の特長

リコーのマシンビジョンは、最先端であると同時に独自性をもった技術を追究する中から生まれたものです。私たちは他社にないもの、他社がつかれないマシンビジョンを指向しています。また、研究開発部門での成果をいち早くお客様に提供することをテーマに、お客様との協業にも注力しています。リコーのマシンビジョンが目指すのは、人の指示通りに動くだけでなく、人に代わって状況を迅速に把握した上で、的確な対応がとれるインテリジェントな技術の開発です。これによって、安心・安全をテーマとしたライフサポートの分野や、自動化が困難で人手に頼らざるを得ないフレキシブル生産の分野などでのイノベーションを加速させていきます。さらにこれまでマシンビジョンが適用されていなかった分野へも積極的に進出していく計画です。

5. リコーのマシンビジョン展開を支える 技術プラットフォーム

リコーはマシンビジョン展開に向けて、これまでの幅広い事業領域を支えてきた要素技術である光学・画像処理・電子デバイス・電子実装・材料科学の各技術を、市場性や今後の技術動向などを見極め、3つの技術基盤(プラットフォーム)に再構成しました。このプラットフォームを総称したものを、私たちは「HIP(Hetero-Integration Photonics)」と名付けています。領域横断的技術が要求されるマシンビジョン市場においては、豊富な技術蓄積に基づく光学モジュールの開発に加え、市場の動向と将来性を見据えた戦略的な取り組みが求められます。HIPは、多岐にわたる先進の技術資産を有し、研究開発から製品設計・生産・サービスまでをグローバル規模で提供できるリコーだからこそ構築し

得た、新世代マシンビジョンのためのアーキテクチャです。



光学システム設計思想：HIP の概念図

以下に HIP を構成する 3 つのプラットフォームについて説明いたします。

5.1. JOIPO プラットフォーム (Joint Optics/Image Processing Optimization)

先進の画像システムは、高品質のレンズと高性能のセンサーを揃えればでき上がるものではありません。レンズだけでなく、さまざまな光学部品の進化並びにそれらと整合した画像処理アルゴリズムの開発が、画像システム設計における鍵となります。リコーは、これまで別々に設計されていたレンズ光学系と電子画像処理系を総合的に一体設計するための JOIPO プラットフォームを保有しています。JOIPO は、光学系条件と画像処理系条件をモジュール全体として最適化し、最高のパフォーマンスを得られるようにします。光学設計での結果を待った後、画像処理設計で出力調整するという従来の開発方法を根本から革新しました。これによって、マシンビジョンで要求される高性能で超小型・超軽量の画像システムや、後述する被写界深度拡大カメラやステレオカメラなどの新たな機能を開発することが可能になりました。

※JOIPO に関する詳細な情報は「[レンズ光学とデジタル画像処理の融合：“JOIPO プラットフォーム”](#)」をご覧ください。

5.2. SWS プラットフォーム (Sub-Wavelength Structure)

マシンビジョン市場のさらなる拡大に向けて、新たな光学モジュールの開発が進んでいます。これまで認識が困難だった領域の情報を得ることができれば、マシンビジョンの可能性はさらに広がっていきます。そうしたデバイスの一つとして期待されているのが、光の波長以下の微細周期構造をもつ「サブ波長構造(SWS)」です。リコーは 1990 年代から SWS 技術の実用化に挑み、これまでも光ディスク用のピックアップデバイスなどを上市してきました。そうした技術実績をベースに、SWS をマシンビジョン展開におけるキーテクノロジーとして捉えプラットフォーム化しました。SWS プラットフォームから生み出される光デバイスと電子の目であるイメージセンサーを組み合わせると、例えば、これまで人間が感知できなかった偏光の違いを電子の目で感知できるようになります。また可視領域から近赤外領域の波長帯にも対応しているので、振幅(明るさ)・波長(色)・偏光の情報を一度に検知することもできます。SWS がもつ特性を最大限引き出し、その利用技術を高めながら、これまでなかった新しい光学デバイスを提供していきます。

5.3. Micro-System プラットフォーム

リコーは、自社の画像機器やデジタル機器に搭載する各種 MPU (Micro-Processing Unit)をはじめ、ハイブリッド IC や MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)などを開発しています。このような実績をベースに、リコーは、これら電子機器用の技術をコアに光学技術領域の拡大を目指し、Micro-System プラットフォームを構築しています。また、材料物性に関わる豊富な知見とその加工技術も私たちの大きな技術資産です。Micro-system プラットフォームの優位性を活かし、後述するマルチ分光カメラや偏光カメラなどで要求される光学部品の高精度実装を進めていきます。

6. リコーのマシンビジョンが提供する新たな価値

リコーは HIP をアーキテクチャとするマシンビジョンで、お客様に「イメージング領域の拡大」という新たな価値を提供いたします。JOIPO、SWS、Micro-System の各プラットフォームを融合することで、人の眼に限りなく近い性能をもった光学モジュールの提供にとどまらず、人の能力では及ばない領域の情報をも捉えることのできる新しいマシンビジョン環境を構築します。これによって、2次元および3次元、さらには不可視・多次元情報領域においても、これまで人手に頼らざるを得なかった領域での自動化が可能となります。以下その一端をご紹介します。

6.1. 2次元領域

2次元領域では高精細化を含む画像品質の追究に加え、従来の光学モジュールが苦手としていた情報の認識を可能にしていきます。この領域での主な光学モジュールは以下の通りです。

・被写界深度拡大カメラ

解像度(空間分解能)と明るさ(透過光量)を犠牲にすることなく被写界深度を拡大するカメラで、レンズとの距離や角度などを調整することなく対象物を明瞭に認識することができます。フォーカス調整の部品が不要なため安定性と信頼性に優れ、かつ超小型化で低価格のマシンビジョン環境を実現することができます。FA、物流、セキュリティ、公共インフラ点検、パーソナルなどさまざまな分野での応用が可能です。



※詳細な情報は「[被写界深度拡大カメラ](#)」を参照ください。製品情報は[こちら](#)を参照ください。

6.2. 3次元領域

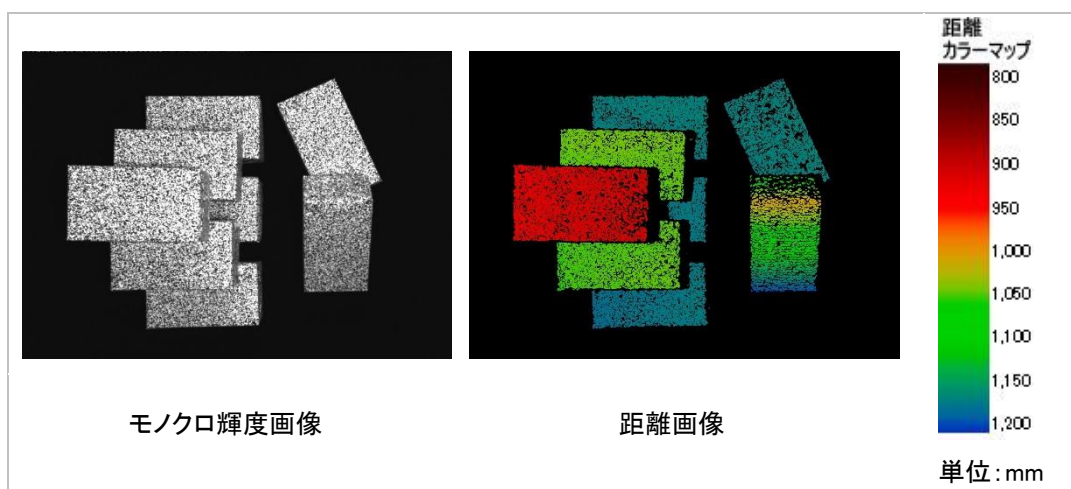
外界を3次元として捉えることのできる光学モジュールを用いることで、対象物の位置や形状、状態などの情報を得ることができます。また、静止物体だけでなく動体の認識も可能になります。3次元領域向けの光学モジュールには以下のものがあります。

・ステレオカメラ

2個の撮像素子(CMOS)を用いて距離検出するもので、リコーの光学技術、画像処理技術、実装技術を結集し、従来にはないステレオカメラの高精度化を実現しました。また、画像処理と視差演算処理を、ステレオカメラ内部にハードウェア化したことで、高精度な3次元情報を高速に出力することができます。FA、物流、セキュリティ、公共インフラ点検などの産業分野で応用することができます。



ステレオカメラの外観



※詳細な情報は「[ステレオカメラ](#)」を参照ください。製品情報は[こちら](#)を参照ください。

6.3. 不可視・多次元領域

マシンビジョン関連の光学モジュールはこれまで、人の眼を代替、または補完することを目的に提供されてきました。それによって人の負荷を軽減すると共に、品質の向上が図られてきました。しかし、そうした代替のための光学モジュールのみでは、もはや自動化、低コスト化に限界が生じているのも事実です。例えば多品種少量生産の現場を考えてみると、2次元/3次元領域用の光学モジュールに、形状やサイズ、さらには材質の相違までを認識させるのは極めて難しく、処理側のプログラムで対応するのも容易ではありません。結果、誤認識をカバーするために人手に頼らざるを得ないこととなります。リコーは、こうした課題を解決するために、従来の光学モジュールでは扱えない多次元情報、さらには人の眼で捉えることのできない不可視域を認識することができる最新の光学モジュールの開発に力を注いでいます。不可視・多次元領域に向けた光学モジュールには以下のようなものがあります。

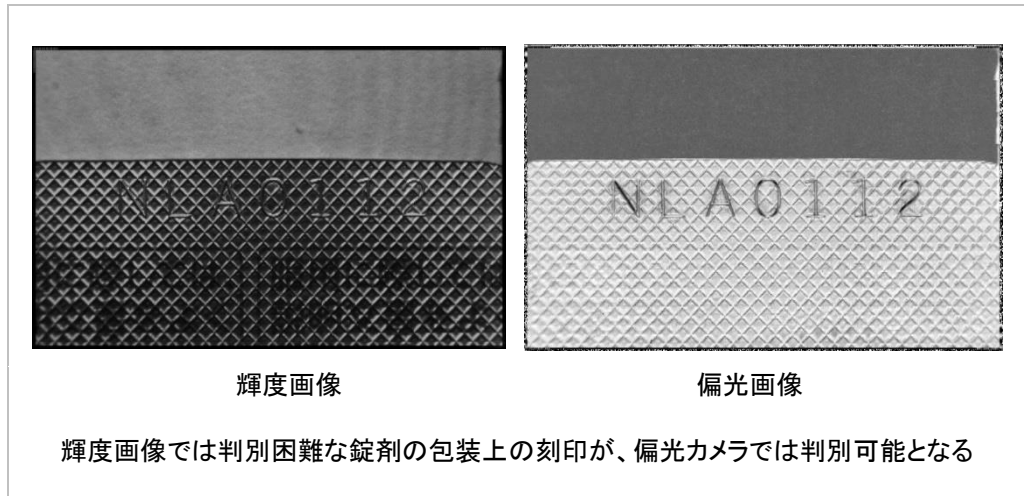
・マルチ分光カメラ

被写体がもつ分光情報を取得することのできる光学モジュールです。一般的なカラー画像認識モジュールとして、カラーフィルタを交換する方式や、プリズムを用いた方式が知られていますが、前者の方式ではフィルタ交換が必要なためリアルタイムでの撮影に支障が生じ、一方、後者の方式はカメラを小型化しにくいという課題がありました。リコーのマルチ分光カメラは、複数の分光情報を一度に取得できる光学デバイスと、分光情報ごとに画像を生成する画像処理技術により、波長に対する光の強度分布（スペクトル）および色度をリアルタイムに算出して所望の分光情報を高精度に認識できます。また、従来のFA用のカメラと同等のサイズで分光情報を取得することが可能です。これまで見分けにくかった被写体はもちろん、経時変化する対象物の状態検査や異物検出などに用いることができます。FAはもちろん、食品、医薬品、農業、セキュリティ分野など幅広い応用が可能です。

※詳細な情報は「[マルチ分光カメラ](#)」を参照ください。

・偏光カメラ

被写体がもつ偏光情報を取得することのできるカメラです。一般的なカメラで偏光情報を取得しようとする、偏光フィルタをカメラの前で回して輝度変化を見るしかありませんが、リコーの偏光カメラを用いれば、偏光フィルタの調整などを行わずに、リアルタイムで偏光画像を取得できます。



これまで見分けにくかった透過面と非透過面の差異認識や、黒色体の面方位の情報を検出などに用いることができます。FA はもちろん、セキュリティ、環境分野など幅広い応用が可能です。

※詳細な情報は「[偏光カメラ](#)」を参照ください。

7. リコーのマシンビジョンが目指す 安心・安全な快適社会

リコーは、FA、車載、セキュリティ、環境などの分野に向けて高性能・高品質の光学モジュールを提供すると共に、“安心・安全”をテーマにしたマシンビジョン展開を進めています。

FA をはじめとするインダストリー分野では、自動化と高付加価値化や低コスト化の実現を目指したマシンビジョンを提供しています。例えば、ピッキング用ロボットの眼としてステレオカメラを採用し、部品の選り出しから整列・配膳までの作業を自動化するピッキングシステム「[RICOH RL シリーズ](#)」¹を商品化しました。このシステムは、さまざまなサイズの部品のピッキングから整列・配膳までのプロセスを処理できるため、今まで自動化が難しいとされていた生産ラインを持つ業界に、コスト削減と生産性の向上をご提案してい

¹ 製品情報は[こちら](#)をご参照ください。



ます。

さらに、“安心・安全”で快適な社会インフラづくりにおいても、イノベーションを加速しています。例えば、ドローン(小型無人航空機)の眼の機能を果たす超広角ステレオカメラを新たに開発しました。施設内・倉庫内や大型インフラ設備の中など、GPS 信号を受信できない環境下でも、自己位置の推定や障害物情報の取得ができ、ドローンの安定した自動飛行が可能となります²。また、道路やトンネルなどの公共インフラを車で走行しながら簡単に検査できるようにするため、高精度に距離を測ることが可能なステレオカメラを用いて道路のひび割れや轍(わだち)を計測する道路点検システムや、広い範囲でピントの合った撮影が可能な被写界深度拡大カメラを用いてトンネル内の壁面検査を行うトンネル点検システムなど、公共インフラ点検システムの眼としてもマシンビジョンの技術開発を進めています。

リコーは、今まで人手に頼らざるを得なかった分野、マシンビジョンが適用されていなかった分野においても、インテリジェントなソリューションサービスの開発に積極的に取り組んでいきます。そして、人と機械・システムが接するあらゆる場所を、リコーが快適な空間へと生まれ変わらせていきます。

² 東京大学、ブルーイノベーション株式会社と共同開発しています。



改訂履歴

Ver1.0.0 2012/11/28 初版発行

Ver1.1.0 2013/12/02 改訂

Ver1.2.0 2014/12/16 改訂

Ver1.2.1 2016/09/30 改訂