拡大を続ける3Dイメージングの応用範囲

クリス・マクルーン

3Dイメージングを提供するメーカーは、自社製品の耐久性の強化と、さらに多様な用途に向けた設計に取り組み続けている。

この2年間、システムインテグレータ、OEM、エンドユーザーは、自社または自社顧客のビジョン／イメージングの課題を解決するための多様な選択肢を、実際に足を運んで見に行くことができなかった。しかしそれでもメーカーは、市場に既に提供されている製品を改良し、新製品を開発するためのイノベーションを止めなかった。マシンビジョンの3Dイメージング分野も、同様である。その進歩は、3Dイメージングの応用範囲をますます拡大するとともに、実装を簡素化する方法を生み出している。

3Dイメージングは、多種多様な用途に非常に適したソリューションである。独オートメーションテクノロジー社（Automation Technology：AT）の最高技術責任者（CTO）を務めるアンドレ・カスパー氏（André Kasper）は、「3Dは現在、業界において2Dよりもはるかに一般的に利用されている。3Dイメージング、特にレーザ三角測量に基づくものは、はるかに多くの情報を提供するだけでなく、より信頼性が高く安定した結果を提供する」との見解を示した。

AT社は、「C6」シリーズ初のセンサモジュール「cx4090HS」（**図1**）をリリースしている。これは、同社のモジュール式3Dセンサコンセプト（Modular Compact Sensor：MCS）を補完する製品である。「cx4090HSは、当社の他のすべての4K 3Dセンサのほぼ2倍の速度を備えた高速モジュールだ。当社はさらに、MultiPartやMulti Peakなどの革新的な新機能を搭載して、GenICam 3Dにも準拠する、新しいC6ファームウェアを発表した」とカスパー氏は述べた。C6ファームウェアにより、レーザ三角測量を、ガラス検査や、二次反射や妨げとなる反射がある状態での検査などの用途に適用することができる。「当社の3Dセンサは、表面検査、ジオメトリ制御（計測）、そしてロボットガイダンスにも、特に適している」とカスパー氏は付け加えた。同社は2022年に、さらなる製品をC6ファミリに追加する計画である。

図2　3D ToFカメラ「Helios2+」（写真提供：ルシッド・ビジョン・ラブズ社）。

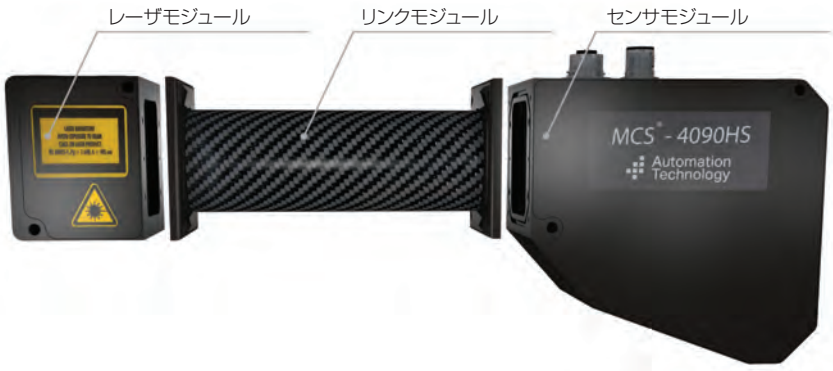

図1　「cx4090HS」センサモジュールを使用した、AT社のモジュール式センサコンセプト「MCS」（写真提供：AT社）。

加ルシッド・ビジョン・ラブズ社（LUCID Vision Labs）のマーケティング責任者を務めるレナータ・スプレンツ氏（Renata Sprencz）は、「当社の3D ToFカメラの利用が、ここ数年で拡大している。ソニーのDepth Sense™裏面照射型ToFイメージセンサ『IMX556PLR』のおかげで、3D奥行きデータの精度と確度が向上したためだ。加えて、当社のFactory Tough™

産業用プラットフォーム、コンパクトなカメラサイズ、HDRやハイスピードモードなどの新しい機能セット、競争力ある価格設定が、3Dイメージングシステムを開発するユーザーに一連の新しい機会をもたらし、厳しい環境への導入を可能にしている」と述べた。

ルシッド社は2021年に、3D ToFカメラ「Helios2+」(**図2**)を発売した。これは、同社のToFカメラ「Helios2」の進化版で、ハイダイナミックレンジ(HDR)モードとハイスピードモードという、2つの新しいカメラ内深度処理モードが追加されている。Helios2+のHDRモードは、複数の露光を位相領域で組み合わせて、高反射率と低反射率の両方の物体を含む高コントラストで複雑なシーンにおいて、正確な奥行き情報を提供する。ハイスピードモードは、単一の位相計測で奥行きを認識することができるため、動体認識に対応した、より速い撮影速度とより高いフレームレートを実現する。Helios2+はハイスピードモードにおいて、2.5mの動作距離で最大103fpsのフレームレートを達成する。スプレンツ氏は、「Helios2+ToFカメラは、3D検査、自動マテリアルハンドリング、ロボティクスなど、要件の厳しい多くの3D用途を、全体的なシステムコストを抑えつつ、より効率的に動作させるために理想的である」とコメントしている。

米ヴィーゼンス社(Vzense)の最高経営責任者(CEO)を務めるサハラ・ヤング氏(Sahara Yang)は、「3Dイメージングは、私たちが既に実現した世界を変えるだろう。さらなる用途が期待でき、それに取り組むことができるようになる」と述べている。同社の「DCAM550」は、信頼性の高い正確な3D奥行きデータの解釈が可能で、障害物回避、パレタイズ、小包の個別化(シンギュレーション)など、さまざまな物流業務やモバイルロボットへの組み込みに対して、簡単にカスタマイズできる。DCAM550は、広い視野角(69°、51°、最大120°で水平方向にカスタマイズ可能)とVGA解像度(640×480ピクセル)に加えて、オプションでIP67の防水性能を備える。「DCAM710」(**図3**)は、少量のパイロット生産の評価や調査に使用することができる。DCAM710は、広いToF視野角(69°、51°)、RGB視野角(73°、42°)、VGA解像度(640×480ピクセル)、RGB解像度(1920×1080ピクセル)を備え、物流、モバイルロボット、産業オートメーション、人物動作検出などの研究に適している。産業用途を対象としたRGB-Depthカメラ「DCAM560C」は、2022年第1四半期にリリースされる予定である。

図3 「Vzense DCAM710」(写真提供:ヴィーゼンス社)。

「最近、従来の2D検査では対応できない問題を解決するための3Dソリューションを求める顧客が増えている。それらの用途では、例えば、物体の異なるサイズ、形状、位置を区別することが必要である」と、加マトロックス・イメージング社(Matrox Imaging)の3Dセンサ担当製品マネージャーを務めるマシュー・ラルーシェ氏(Mathieu Larouche)は述べた。

「しかし課題は、そうした顧客の多くが、3D技術を扱うのは初めてか、完全には使いこなせていない状態で、どのようにしてそれを既存のビジョンシステムに組み込むのかというだけでなく、どのようにして新しい3Dベースのシステムの開発を始めるのかということさえも、わからないということだ。彼らは、3Dイメージングを使用するためのシンプルで能率的なソリューションを求めている。マトロックス・イメージング社は現在、まさにその部分に集中的に取り組んでおり、ナビゲーションと制御が容易なグラフィカルインタフェースを備える『Matrox Capture Works』のようなツールの開発や、3Dベースのアプリケーションの開発を容易にするソフトウエアやファームウェアの定期的なリリースとアップデートを行っている」(ラルーシェ氏)。

マトロックス・イメージング社は2020年終盤に、高忠実度3Dプロファイルセンサ「Matrox AltiZ」(**図4**)を、

図4 高忠実度3Dプロファイルセンサ「Matrox AltiZ」(写真提供:マトロックス・イメージング社)。

マシンビジョン向けにリリースした。この製品は、一貫したプロファイル、奥行きマップ、または点群の生成に使われる。組み込みを簡素化するために、Matrox AltiZはGigE Visionインタフェースを利用し、GenICam GenDCをサポートする。これによって、マトロックス社のソフトウエアとサードパーティ製ソフトウエアの両方と完全互換になっている。同社は2021年に、提供製品の拡大に取り組み、この分野における自社機能の拡充を図った。「まずは、さらに高いスキャンレートを達成するための性能改善に取り組んだ。改良されたスキャンレートは、交互撮影モードで毎秒1万1000プロファイル以上を達成可能となっている。また、Matrox AltiZのファームウェアを改良して、3D撮影をさらに容易にした。当社は常に、ユーザーエクスペリエンスを改善し、3D技術をビジョン用途に組み込む作業を簡素化することを目指しているためである」とラルーシェ氏は述べた。3D技術の導入と組み込みを容易にするために同社が開発したのが、Matrox Capture Worksである。これは、「Matrox Imaging Library（MIL）X」ソフトウエア開発キット、そのサブセットである「MIL-Lite X」、「Matrox Design Assistant® X」統合開発環境（IDE）といった、同社のすべてのビジョンソフトウエアに付属して提供される、構成及び設定用ユーティリティである。「MIL X SDK用の最新サービスパックと、フローチャートベースのマシンビジョン用IDEであるMatrox Design Assistant Xの最新バージョンの中で、新しい3Dツールもリリースした」とラルーシェ氏は付け加えた。

マトロックス・イメージング社の3Dセンサは、品質管理（特に食品や飲料業界）、パッケージング、自動車製造業界など、3D技術を活用するすべての業界における利用に向けて、最適化されている。

独バスラー社（Basler AG）の3D事業担当製品市場マネージャーを務めるサンナ・ライニウス氏（Sanna Leinius）によると、3D画像処理は特に、システムの信頼性を高めるために、物体の体積、形状、三次元位置の分析が必要な場合に、利用されるという。奥行き情報の追加は、物流施設や工場で多く見られる、絶えず変化する環境における要件の厳しいビジョン処理に役立つ。「その情報によってロボットは、周囲の環境をリアルタイムに認識して、動的なプロセスにおいて柔軟に動作することが可能になる。すべての3Dイメージング技術に長所と短所がある。どのソリューションが特定のビジョン処理に最も適しているかを、慎重に検討することが重要である」と同氏は述べた。

バスラー社は2022年第1四半期に、任意のロボットシステムがリアルタイムに確実に周囲環境を認識できるようにすることを目的とした、ステレオビジョンソリューション（**図5**）を提供開始する予定である。ステレオビジョンは、従来の手法とAIに基づく手法を組み合わせて、位置、向き、物体サイズの検出を可能にするものである。バスラー社のステレオビジョンソリューションは、2つのベースラインの産業用グレードのステレオカメラで構成されている。一方は、ロボットアーム上に搭載された3Dビジョン用の65mm、もう一方は、ロボットセルの中などの固定マウントに適した160mmである。これに合わせたハイエンドなアクセサリと、アプリケーション指向のソフトウエアモジュールで、製品全体が構成される。

図5　バスラー社のステレオカメラポートフォリオ（写真提供：バスラー社）日本市場は未発表。

この新しいステレオビジョン製品以外に、バスラー社は、ToFカメラ「blaze」をさらに改良して、HDRなどの新機能を追加し、同カメラのSDKを「pylon」ソフトウエア環境に統合した。バスラー社のステレオビジョンシステムは、プラグアンドプレイ方式のマシンビジョンソリューションで、マシンビジョンの経験も専門知識も必要としない。ビンピッキングからナビゲーションまでのあらゆるロボティック用途に対応するように設計されている。オンボードの処理機能により、直接統合が可能で、一般的には外部コンピュータは不要である。直感的なウェブインタフェースによって、簡単に実装できる。

ステレオビジョンとToFはどちらも、物流、産業オートメーション、農業、医療分野のさまざまなマシンビジョン処理に適した、3Dイメージング技術である。

独IDSイメージングデベロップメントシステムズ社（IDS Imaging Development Systems GmbH）のテクニカルオーサーであるハイコ・ザイツ氏（Heiko Seitz）は、「3Dカメラ技術によってロボットは、周囲環境を認識して、独立して異なる条件に対応することができる。3Dカメラデータによる環

境認識は、かつては人間にしかできなかった多くの革新的なアプリケーションを実現している。従ってこれは、自動化プロセスに不可欠なビルディングブロックである。しかし、2Dイメージングと同様に、3Dカメラハードウエアとそのイメージングプロセスだけで、適切な3Dイメージングが実現されるわけではない」と述べた。

「Ensenso」シリーズの3Dカメラはすべて、Ensenso SDKによって簡単に設定と操作を行うことができる。このSDKには、簡単なセットアップのためのウィザードと3Dカメラ校正のサポートに加えて、3Dデータ処理をさらに高速化するGPUベースの画像処理オプションが含まれている。サンプルプログラムとソースコードが用意されており、マルチカメラモードにおいてEnsensosの複数の視点のデータから3D点群を出力したり、IDS社の産業用カメラによって二次元フィーチャ、バーコード、カラー情報を統合したりすることが可能である。物体認識など、求められる頻度の高い処理までもが現在、「Partfinder」によってEnsensoソフトウエアパッケージに組み込まれている。ソフトウエアがユーザーフレンドリーで機能豊富であるほど、全体的に優れた3Dシステムとなる。

「『Ensenso S』(**図6**)により、一貫してコスト最適化を追求した超小型3Dカメラが、当社のポートフォリオに追加された。これは、以前のシステムではコストがかかりすぎたり複雑すぎたりした用途に対する、産業用グレードの代替策である。そのような用途を対象に、3D技術を構造化レーザ照明によって最適化して、データの品質と堅牢性を最大限に高めると同時に、コストを抑えた」とザイツ氏は述べている。AI技術が、3D未加工データの照合と三角測量を支えている。ザイツ氏によると、Sシリーズは、手ごろな価格の汎用的な3Dカメラで、監視、自律走行車両、ロボティクスなど、幅広い用途に使用できるという。また、Ensenso SDKとの100%の互換性を備える。

米ドリームビュー社(DreamVu)のCROを務めるマーク・デビッドソン氏(Mark Davidson)は、同社が2021年に達成した、3Dイメージング用のソフトウエアとハードウエアのイノベーションについて語った。「ソフトウエアの観点からは、2021年は大きな1年だった。1つはモバイルロボットの障害物検出で、イノベーションは、水平視野と垂直視野全体にわたる3D障害物検出を、2Dレーザスキャンに平面化したことである。当社がこれを行ったのは、顧客の今日のインフラの非常に多くが、障害物検出に2Dライダを使用しており、顧客はすべてが2Dデータセットである状態に慣れ親しんでいることを知ったためである。そうした顧客が3D障害物検出を利用するには、これまでよりもはるかに多くのメモリや処理能力などが必要になる。従って、3Dの2Dスキャンへの平面化は、3D障害物検出を顧客が利用できるアーキテクチュアで提供する当社の能力に、大きな影響をもたらしている」と同氏は説明した。

図6 3Dカメラ「Ensenso S」(写真提供:IDSイメージングデベロップメントシステムズ社)。

もう1つのソフトウエアのイノベーションとして同氏が挙げたのは、奥行きによる人物検出の正確な実装である。「大きな課題は、追跡である」と同氏は述べた。「ここでの追跡とは、視野内に人物を検出したら、その人に001のラベルを付与して、その人が動き回っても、他の人物が入ってきて視界を横切っても、その人が001であることを見失わないということである。視野はとても広いため、決してフレームから目を離してはならない。そうすることで、検出した人物を見失わずにいることができる。スタッフに動き回ってもらったところ、その人物をとらえ続けることができた。人物検出と追跡、そしてもちろん、追跡に伴う座標情報により、その人物の位置を正確に把握することができる。そしてその位置がわかれば(位置は1秒に約10回更新される)、フロー管理が可能である。その人物の移動先を予測することができる。1つのユースケースとして、AMR(自律走行ロボット)に特定の人物を、他人と混同することなく追従させることが考えられる。例えば、空港などの商業施設の清掃作業において、ロボットにA点からB点まで清掃員の後を追従させたい場合がある。空港は、非常に多くの人々で混雑している。この他に、倉庫でも適用できると考えている」(デビッドソン氏)。

ハードウエアについては、ドリームビュー社は、3Dビジョンにアクティブプロジェクションまたは IR レーザを組み合わせることに取り組んでいる。「現時点で、実験段階の試作カメラが完成している。一部のデータを顧客に共有済みだが、第1四半期には、ビジョンとIRプロジェクションに当社の360°の視野を組み合わせた、この製品のサンプル提供を開始する予定である。この

ソリューションは完全な暗闇においても動作し、IRプロジェクションによって、ステレオよりも高い奥行き精度が得られる。これについては、非常に高く期待している」とデビッドソン氏は述べた。

スロバキアのフォトネオ社（Photoneo）は2021年初頭に、3Dカメラ「MotionCam-3D」（**図7**）を正式にリリースした。これは2021年を通して、同社が重点的に取り組んだ製品だった。MotionCam-3Dには、フォトネオ社独自のCMOSセンサによって実現されている、特許取得済みの「Parallel Structured Light」が採用されている。MotionCam-3Dエリアスキャン3Dカメラは、高速に移動する物体のキャプチャとその３Ｄ再構築を、高い解像度と精度で、モーションアーチファクトを発生させることなく行うことができる。エリアスキャンカメラに採用されている従来の3Dセンシング手法は、高品質の3D画像データと高速スキャン速度のいずれか一方しか提供することができず、動的シーンに対する高品質3Dスキャンの課題を克服できない。MotionCam-3Dは、5つすべてのモデルにおいて、最大毎時144kmで移動する物体をキャプチャして、0.9メガピクセルの点群解像度と300～1250μmの精度を提供することができる。静止シーンのスキャンにも使用可能で、その場合は、最大2メガピクセルの解像度と150～900μmの精度を提供することが可能である。フォトネオ社のPRスペシャリストであるアンドレア・プフレロワ氏（Andrea Pufflerova）は次のように述べた。「MotionCam-3Dは、サイクルタイムと遅延を短縮し、それは、ハンドアイ（hand-eye）アプリケーションにも多大なメリットをもたらす。ロボットは、標準的な3Dセンシング技術の場合のように、スキャンするために動作を止める必要はない。このカメラは、振動と動きに対する実質的な耐性が高いため、農業分野における動物や植物のスキャンや、医療分野における人体部分のキャプチャといった、全く新しい処理の自動化も可能にする」。

フォトネオ社はMotionCam-3D以外に、「PhoXi」シリーズの産業用グレードの3Dスキャナも提供している。ミリメートル未満の解像度と高い精度を備え、静止シーンのスキャンにおいて、高いレベルの細部を捉えることができる。

仏テラビー社（Terabee Inc.）のインダストリー4.0プロジェクト及び製品マネージャーを務めるヴィンチェンツォ・フォルテ氏（Vincenzo Forte）によると、3Dイメージングは、産業と非産業の両方の多くの分野で関心を集めているという。「手ごろな価格で産業用途に対応する機器を用意することが、革新的なアプリケーション開発における重要な鍵になる」と同氏は述べた。

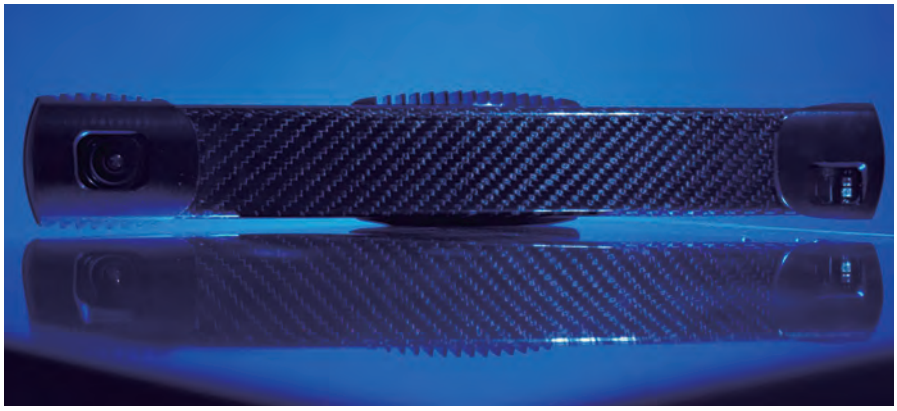

図7　3Dカメラ「MotionCam-3D」（写真提供：フォトネオ社）。

図8　「Terabee 3Dcam VGA」（写真提供：テラビー社）。

「Terabee 3Dcam VGA」（**図8**）のオープンシステムにより、コンピュータとマシンビジョンのインテグレータは、コーディングに対する高いレベルの柔軟性を得て、高い解像度と視野を備えたカメラ上でカスタムアプリケーションを開発することができる。このカメラは、オープンなLinuxベースのコンピューティング能力をオンボードに備える。300kピクセル（640×480）を超える解像度と、複数の出力（奥行き、赤外信号レベル、点群、画像品質表現）によって、ミリメートルレベルまでの詳しい3D情報を検出することができる。このカメラはレーザクラス1で、撮影範囲は最大5m、視野は90°×67.5°である。

このデバイスには、ユーザーマニュアルとチュートリアルビデオが付属している。加えて、Terabee 3Dcam VGA SDKには、クライアントとオン

ボードのアプリケーション開発用のAPI（C++とPythonのサンプル付き）、WindowsとLinuxの両方のGUI、制御システムに簡単に組み込むためのイーサネット、RS485、デジタル/PWM出力が含まれている。

スペインのテレダインe2v社（Teledyne e2v）の3D担当マーケティングマネージャーを務めるヨアン・ロシャルデ氏（Yoann Lochardet）は、「ToFシステムの考案と開発は通常、2Dカメラよりもはるかに複雑である。距離測定の性能が、タイミング精度や、アイセーフティや光学系を含む光源など、システムレベルのさまざまな側面に依存するためだ」と述べた。

加テレダイン・ダルサ社（Teledyne DALSA）のシニア製品マネージャーを務めるインダー・コーリ氏（Inder Kohli）は、次のように述べている。「処理技術が進歩し、AIに後押しされる中、顧客は、各処理工程からさらに多くの情報を抽出する手段を求めている。『Z-Trak2』センサは、従来の2Dイメージング手法では簡単には得られなかった3Dデータを提供する。3Dシステムは、ますます信頼性が高くなり、価格は手ごろになり、100%のインライン検査を必要とする工場用途における導入と保守が容易になっている」。

テレダイン社の主力3Dイメージングソリューションは、「Hydra3D」ToFセンサと、「Z-Trak」シリーズのレーザプロファイラである。「Z-Trak2」（**図9**）は、工場校正済みの3Dレーザプロファイルセンサで、5GigEを採用して45.5kHzのプロファイルレートを実現する。高速3D用途向けに設計されているZ-Trak2には、プロファイル品質を向上させるための機能が搭載されていて、有限インパルス応答（Finite Impulse Response：FIR）のフィルタステージ、シングルパスのハイダイナミックレンジ（HDR）、リアルタイムのインライン画像フィルタを、ユーザーが選択できるようになっている。プロファイルの品質が高いほど、測定性能が向上して信頼性の高い結果が得られる。Z-Trakファミリは、EMVA（欧州マシンビジョン協会）のGenICam3.0とSFNC2.3に準拠し、データをさまざまな3D形式で出力可能で、市販の3Dソフトウエアパッケージに対応する。

「Hydra3D」は、テレダインe2v社の最新の高解像度ToF CMOSイメージセンサである。このセンサには、3タップの高速ピクセル、非常に柔軟な方法でリニアダイナミックレンジを高める高度な機能、オンチップに組み込まれたマルチシステム管理機能という、複数のイノベーションが採用されている。このセンサは、ビジョンガイドロボット、物流、無人搬送車（Automated Guided Vehicle：AGV）など、複数の市場と用途に適している。

図10　「Chromasens 3DPIXA wave dual 7μm」カメラ（写真提供：クロマセンス社）。

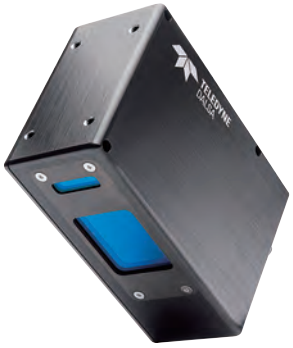

図9　3Dレーザプロファイルセンサ「Z-Trak2」（写真提供：テレダイン・ダルサ社）。

独クロマセンス社（Chromasens）の研究開発（R&D）責任者を務めるマクシミリアン・クラマー博士（Dr. Maximilian Klammer）は、「3Dカメラは、複雑な測定処理を解決し、品質検査を新たなレベルに引き上げることができる」と述べた。

クロマセンス社は2021年に、「3DPIXA wave dual 7μm」カメラ（**図10**）を発表した。クロマセンス社のフィールドアプリケーションエンジニアであるフロリアン・ティエンガー氏（Florian Thienger）は、「3DPIXA wave dual 7μmは、ピクセルあたり6.8μmの超高分解能と100mmという非常に広い視野幅でのスキャンが可能で、124mm/sという高い速度で14700の測定ポイントを生成する。3DPIXAは、3Dデータとカラー画像を同時に取得する。あらゆる照明を使って、3DPIXAによる画像取得を行うことができる」と述べている。このカメラは、ピン検査／金属シール材表面検査、BGA検査／ワイヤボンド検査、クッキー検査と食肉検査、金属表面検査などの用途に適していると、ティエンガー氏は付け加えた。

図11　3Dビジョンシステム「Cognex In-Sight® 3D-L4000」(写真提供：コグネックス社)。

米コグネックス社（Cognex）が2021年に発表した主要3Dソリューションは、「In-Sight® 3D-L4000」（**図11**）という、3Dレーザ変位技術にスマートカメラと使いやすいソフトウエアを組み合わせた、オールインワンの3Dビジョンシステムである。このシステムによってユーザーは、点群によるパーツの真の3D画像を使用して、多種多様な検査を迅速、正確、コスト効率よく解決することができる。一般的な3Dシステムは、基本的なツール処理のために3D画像を2Dの高さマップに変換するのに対し、In-Sight 3D-L4000では、パーツの3D点群の上にビジョンツールを直接適用することができる。真の3D検査によって、結果の精度が向上し、実行可能な検査の種類が拡大する。検査は3Dで行われるため、ユーザーは、実際のパーツやコンポーネントに対するビジョンツールの動作を直ちに確認することができる。

In-Sight 3D-L4000には、プレーンや高さ検出といった従来の3D測定ツールに加えて、真の3D空間での検査を活用するために一から設計された、より堅牢な新しいツールが含まれている。新しいツールは、スキルレベルの異なる幅広いユーザーにとって使いやすいように、シンプルな2Dビジョンで設計されている。In-Sight 3D-L4000システムの中のIn-Sightスプレッドシートのインタフェースにより、ユーザーはプログラミングの必要なく、3Dアプリケーションを迅速かつ簡単に設定して実行することができる。この直感的な環境は、アプリケーション開発を簡素化し、豊富なI/Oと通信機能セットによって工場への統合を容易にする。

加LMIテクノロジーズ社（LMI Technologies）は、3Dスマートセンサ「Gocator®」（**図12**）を、インライン検査、ファクトリオートメーション、インライン品質検査、材料最適化、スマート3Dロボットビジョンといった、産業用インライン処理を対象に提供している。ストラクチャードライト技術を採用するこのレーザラインプロファイルセンサは、3Dスキャン、測定、制御の機能が1つのパッケージに搭載されている。Gocatorには「FactorySmart®」の一連の機能が内蔵されている。FactorySmartの機能は、工場の実際の課題を解決するように設計されており、絶えず拡充されている。

ノルウェーのトーディヴェル社（Tordivel）は、複数の3Dカメラを発表している。「Scorpion 3D Stinger」のFoodsafe（食品安全）カメラは、ステレオビジョンまたは3Dレーザ三角測量に基づき、動作距離は400～3500mmで、偏光照明が搭載されている。「Scorpion 3D Venom」のFoodsafeカメラは、1台のカメラによるステレオビジョンを提供し、動作距離は200～600mmで、偏光照明が搭載されており、分解能は0.01mmである。パネルに搭載可能な「Scorpion 3D Stinger Neural PC」（**図13**）によって、AIとニューラルネットワークがサポートされている。カメラは、食品安全管理キャビネットに取り付けることができる。物体位置検出、セグメンテーション、欠陥分類のためのScorpion Neural Factory Version 2.0が、すべてにおいてサポートされている。

「より高いスループット、より正確な品質管理、柔軟なバッチ指向生産が求められる現在、さらに高速で正確な3Dマシンビジョンシステムの提供に対

図12　3Dスマートセンサ「Gocator®」(写真提供：LMIテクノロジーズ社)。

図13　「Scorpion 3D Stinger Neural PC」(写真提供：トーディヴェル社)。

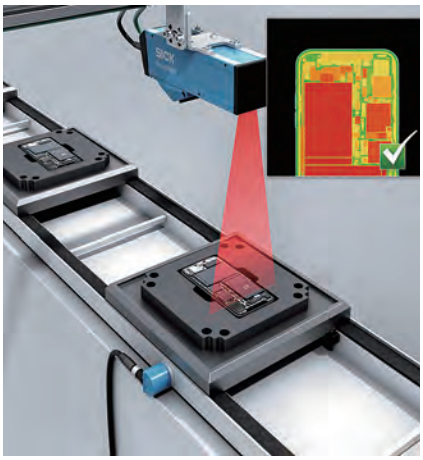

図14　「Ruler3000」(写真提供:ジック社)。

図15　産業用カラー3Dカメラ「Zivid Two」(写真提供:シビッド社)。

する圧力は高まっている」と、独ジック社米国法人(SICK USA)のマシンビジョン製品マネージャーを務めるライアン・モリス氏(Ryan Morris)は述べている。「『SICK Ruler3000』は、OEM、システムインテグレータ、3Dビジョンに熟達したエンドユーザーに、素晴らしい機会をもたらす。設定とコミッショニング作業のかなりの部分が既に完了しているため、連続的に流れてくる業界標準データを、より高いレベルのシステムやロボット制御に組み込む作業に、直ちに取り掛かることができる。また、1台の機器で正確な3Dの反射測定と散乱光測定が可能であるため、検査の複数の側面を同時に評価して、最適な制御と信頼性の高い測定を達成することができる」と同氏は続けた。

「Ruler3000」(**図14**)は、ジック社の「Ranger3」ストリーミングカメラに、クラス2のアイセーフレーザ、あらかじめ選択された光学系、固定のジオメトリを組み合わせることで、設定とコミッショニングが簡素化されている。業界標準規格への準拠によって、各種マシンビジョンソフトウエアツールに対する包括的なアクセスが提供されているため、幅広い業界にわたる、要件の厳しい検査、測定、ロボットガイダンスへの組み込み作業の時間が短縮され、複雑さが緩和される。Ruler3000に搭載されているストリーミングカメラには、ジック社の高感度のCMOSセンサとROCC(Rapid On-Chip Calculation)技術が採用されており、信頼性の高いスキャン結果を高速に生成する。15.4Gbpsの最大処理速度で、最大で毎秒7000のフルフレーム3Dプロファイルを処理する。Ruler3000は、物体の真の3D形状を、コントラストや色にかかわらず抽出する他、グレースケール測定と散乱光測定を同時に行うため、画像処理と測定精度を最適化することができる。

ノルウェーのシビッド社(Zivid)のCEOであるトーマス・エムブラ・ボネルド氏(Thomas Embla Bonnerud)は、「3Dカメラは、さらに頑丈にならなければならない。過酷で容赦のない環境に実装される場合がほとんどだからだ。『Zivid Two』は、厳しい産業規格に基づいて構築されているため、振動、衝撃、温度変動といった非常に過酷な環境においても、校正状態と高い性能を維持する。ロボットのダウンタイムの大半に、ビジョンシステムが関連しているため、そうした状況が今後起きないようにするカメラを、当社は構築した」と述べた。

産業用カラー3Dカメラ「Zivid Two」(**図15**)は、ロボットのアーム上で動作するように設計されている。手のひらに収まるサイズで、重量は1kg未満である。Zivid Twoのオンアーム動作を支える、幅広い種類のアクセサリ製品も提供されている。多様なマウントやエンクロージャのほか、電力供給とイーサネット通信用の高耐性の産業用ケーブルによって、長期にわたる動作と柔軟性が支えられている。「これに加えて、顧客がZividカラー3Dカメラを有効に活用するための新機能が詰まったSDKも、リリースしている」と、ボネルド氏は付け加えた。

シビッド社のカラー3Dカメラは、50μm未満のポイント精度、0.2%未満の寸法誤差、豊富で鮮やかな色を提供する。Zivid Twoのカラー3Dカメラは、ロボットアームに取り付けて使用するように設計されているため、全体的な視野(FoV)が広く、複数の視野ゾーンを持つ。これにより、1台のロボットを複数のビン/作業ステーションから動作させることや、1台のロボットと1台の3Dカメラで、車両の側面などの広い作業エリアを網羅することが可能である。

VSDJ