

XPlanarが刷新する消費財ラベリングの柔軟性

瞬時に無地からブランド仕様へ： ダイレクトデジタル印刷の 新たな可能性

革新的な印刷機「テセラクト（Tesseract）」は、Norwalt AutomationのエンジニアがベッコフのXPlanar システムのデモを見たあと、ナプキンに描いたスケッチから構想が始まりました。磁気浮上する可動子が、印刷対象を6自由度で自在に位置決めすることにより、単一の印刷エンジンで幅広い形状に対応でき、印刷対象を別の形状に切り替える場合にも、ソフトウェアで素早く簡単に設定変更できます。

Norwalt Automation Groupは50年にわたり、特注の機械自動化で実績を築いてきました。ニュージャージー州ランドルフとフロリダ州タンパに拠点を置く、三代続くファミリー経営企業で、デジタル印刷、包装、医薬品、食品・飲料などさまざまな業界にサービスを提供しています。同社の強みは、大手CPG（消費財メーカー）——多くはFortune 50 企業——が抱える複雑で独自性の高い自動化の課題を解決することにあります。特に大手ブランドは、地域別の製品立ち上げの迅速化や、季節商品の展開、在庫リスクの低減を求めています。

ラベルからダイレクト印刷へ

プラスチックや紙のラベルを使う従来の印刷方式は、立ち上げに時間がかかり、手作業の介入も多く、さらに印刷ミスや段取り替えの非効率さによって材料ロスが多くなる傾向にあります。限定版や地域別の製品デザイン、短期の販促向け小ロットを試したいブランドは、多くの場合、委託包装会社に小ロットを外注するか、高い初期投資と長い準備期間を受け入れるしかありませんでした。

Norwalt は、ラベル印刷機の設計そのものを根本から見直す必要があると捉えました。印刷を加速し、無駄を抑え、コストを下げる——その方向へ舵を切った結果が、「ダイレクト・トゥ・オブジェクト（DTO）印刷」です。「CPG市場では、しばしば印刷コストが跳ね上がります。ラベルを大口ロットのロールで発注すると多大なコストになります。また、空調の効いた資材の保管場所が必要で、保管のためだけに、製造に回せるはずのスペースも大きく取られてしまいます」と、同社の技術営業ディレクターであるカイル・サイテル氏は語ります。「DTO印刷に切り替えれば、ラベルのロールは、



印刷が完了すると、ロボットが磁気浮上するXPlanar 可動子上の製品キャリアから印刷対象の容器を取り外します。



Norwalt の先進的なDTO印刷機は、資源を多く消費する従来の粘着ラベルではなく、さまざまなサイズや素材の容器に直接印刷します。

インクに置き換わります。インクはボトル 1 本でもかなり持ちますし、特別な部屋に保管する必要もないため、コスト削減につながります」

ただし、多くのDTO印刷方式は、対応できる形状が 1 種類に限られます。テーパー形状や不規則な形状、複雑な形状の場合、大掛かりな治具なしでは扱えません。Norwalt が目指したのは、1 台の柔軟な装置で多様な形状の印刷に対応し、ソフトウェアで素早く段取り替えができ、現場では必要に応じてモジュール追加で処理能力を拡張できる印刷機を開発することでした。

印刷における6自由度

Norwalt が開発したDTO印刷ソリューションは、「テセラクト（Tesseract）」と呼ばれています。ベッコフの磁気浮遊式搬送システムのXPlanarと、PC制御技術を中核に据えた、モジュール式の装置です。「テセラクト」とは、幾何学の分野で、2次元の正方形と3次元の立方体を4次元に拡張した超立方体のことで、特に回転させたときに複雑な性質を示します。Norwalt の先進的な印刷装置である「テセラクト」は、XPlanarの動作性能のデモを見たあと、バーのナプキンに描いたスケッチからその構想がスタートしました。

XPlanar システムのデモを受け、Norwalt のエンジニアは、磁気浮上する可動子で対象物を 6 自由度で動的に位置決めすることにより、単一の印刷エンジンで、より多くの形状の対象物をカバーできるのではないかと構想しました。

まず、XPlanar タイルを 3×3 に配置し、プリントヘッド 1 基を用いて小規模な検証から開始しました。その後、必要に応じてタイルとプリントヘッドを追加して段階的に規模を拡大していきました。このモジュール式の設計により、大きな設計変更や手戻りを最小限に抑えながら、現場で素早く印刷能力が増強できました。「XPlanarの本当の魅力はそこです。スペースが足りなくなったら、タイルを足していけばいい」とサイテル氏は説明します。

ベッコフの組込み型PC「CX2062」で動作するTwinCAT ソフトウェアと、XPlanarの磁気浮遊する可動子により、Norwalt が求める柔軟な、ソフトウェア主導の適応型ハンドリングソリューションを実現しました。可動子は、印刷対象物を 360°回転し、XY方向に移動し、さらに、Z軸の高さを最大5 mmまで調整できます。このため、複雑な形状の場合でもプリントヘッド周辺を柔軟に搬送し、高品質な印字を可能にします。XPlanarの6 自由度の動きにより、サブミリメートル精度で安定した印刷結果を実現します。製品キャリアに格納された印刷対象物の載せ替え、すなわちXPlanar可動子への配置と、可動子からの取り出しは、ロボットアームが担います。

モーションプロファイルはソフトウェアで制御されるため、円軌道から直線軌道への切り替えや滞留ポイントの調整も、手間のかかる機械的な段取り替えではなく、HMI上でボタンを押すだけで実行できます。



Norwalt Automation Groupのプロジェクト参加者（左から）：トレバー・サイテル（デジタル印刷マネージャー）、キース・ハーマン（事業開発担当エグゼクティブ・ディレクター）、マイケル・フォルテ（制御エンジニア）、マイク・サイテル（会長/社長）、ダーシャン・ナイー（制御エンジニア）、カイル・サイテル（テクニカルセールス・ディレクター）。

追加のモーション制御として、ELM7212 サーボモーターミナルとAM8100 サーボモータが、プリントヘッドの位置決めや高精度な印刷が求められる場合の、各リニア軸を制御します。これらの超小型ドライバは、EtherCATによりネットワーク化されており、遅延のないトリガと、複数のインク色の滑らかな重ね合わせを実現しています。

EtherCATは、「テセラクト」に分散配置されたI/O モジュール群全体で、高速なリアルタイム通信を提供し、システム全体の同期を極めて高い精度で成立させます。IP アドレスの割り当てや配線ミスの追跡に何時間も費やすことなく、EtherCAT の診断機能によって、エンジニアはEtherCAT ネットワークをスキャンして接続デバイスを素早く特定し、ケーブルの不具合の正確な箇所まで突き止めることができます。その結果、立ち上げやデバッグにかかる時間は、場合によっては数日から数分へと大幅に短縮できます。機械安全もTwinSAFE I/Oターミナルと、Safety over EtherCAT (FSoE) により統合されています。

PackMLステートマシンを搭載したTwinCAT HMIソフトウェアは、CP22xx マルチタッチ・コントロールパネルおよびCP3xxxのパネルPCに表示されます。TwinCAT ソフトウェアは、XPlanar、PLC、さまざまなモーション制御、HMI、機械安全、さらに上位のPCタスクまでを1つの開発環境に統合します。Norwaltのエンジニアは、TwinCATのST言語とオブジェクト指向プログラミング（OOP）の機能を活用し、モジュール化した再利用可能なファンクションブロック、プロパティ、メソッド、そして機械間で展開できる標準化モーションプロファイルを構築しました。さらにテキストベースのワークフローにより、ブランチ、コミット、マージといった一般的なソフトウェアのバージョン管理手法も取り入れることにより、開発を加速し、ロールバック（元の安定したバージョンに戻す操作）や監査を簡素化しました。

その結果、プログラミング時間は大幅に短縮されました。かつては慎重な手作業によって、何時間も要した作業が、標準的なソフトウェアによるワークフローで、数分で完了できるようになりました。このような生産性の向上は、機械の改良サイクルを高速化するだけでなく、現場での迅速な調整や、より正確な納品計画へとつながるものです。

ベッコフ・米国支社のプロジェクト特別チーム（SPT）と技術サポートとの緊密な連携により、Norwaltの制御エンジニアは素早く技術習得し、複雑な機能の統合に関しても、実践的なサポートを得ることができました。「自分でプロジェクトを引き受けて、回せるところまで導いてくれました。これ以上のサポートは望めないほど満足しています」と、Norwaltの制御エンジニア、マイケル・フォルテ氏は語ります。

印刷物が物語る成果

「テセラクト」プロジェクトは、複数の成果をもたらしました。中でも最も明確な効果は、運用の柔軟性です。DTO印刷により、大型のラベルロールやそれに伴う材料ロスが無くなり、在庫保管コストを大きく削減できました。さらに、必要なときに必要な分だけ、カスタマイズ品をオンデマンドで生産できるようになりました。

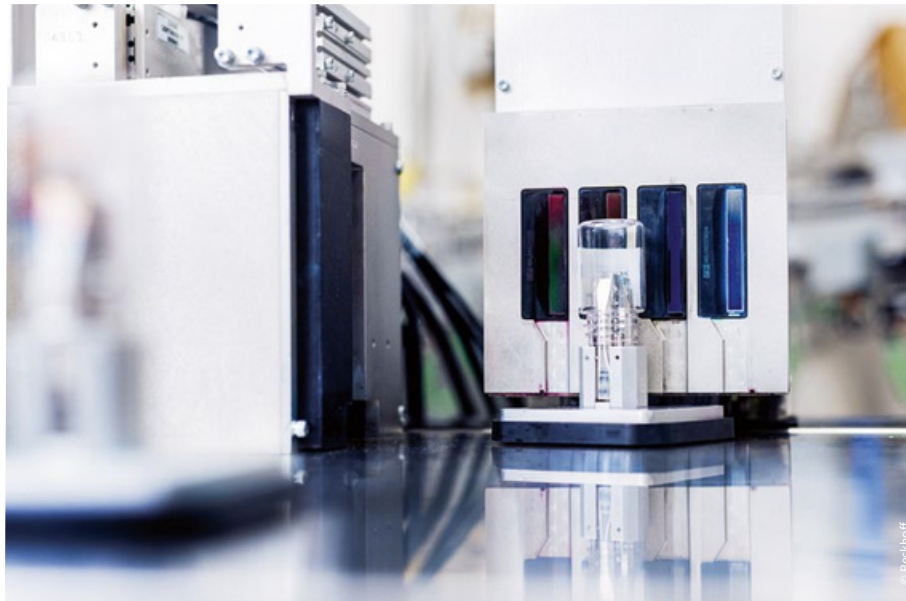
XPlanar が従来の機械部品やギアボックスの多くを置き換えたことで、機械構造がシンプルになり、メンテナンス性も向上しました。Norwaltの事業開発担当エグゼクティブ・ディレクターであるキース・ハーマン氏は、「機械の面では、部材コストを30〜40%削減できました。これは、数十万ドル規模の節約になります」と語ります。さらに、省スペース化が進んだことで、装置自体もコンパクトになり、設置スペースの節約にもつながりました。部品点数が減れば故障要因も減少します。「万一エラーが発生しても、機械的な故障ではなく、ソフトウェアの変更で対応できるため、95% はリモートで対応できています」とハーマン氏は続けます。

さらに、製品品質と印刷性能も向上しました。精密な制御と高い同期性能を実現するEtherCAT通信により、高品質印刷に求められる見当精度（複数の色やデザインを正確に重ね合わせる位置の正確さ）を維持したまま、複数色の重ね刷りが可能です。これにより、自動化技術・機械機構の両面において、適応力と将来性に優れた印刷機が実現しました。Norwaltの長期的なビジョンである、消費財および製薬業界に「未来の工場」を届けるという目的に合致する機械とプロセスが実現しました。

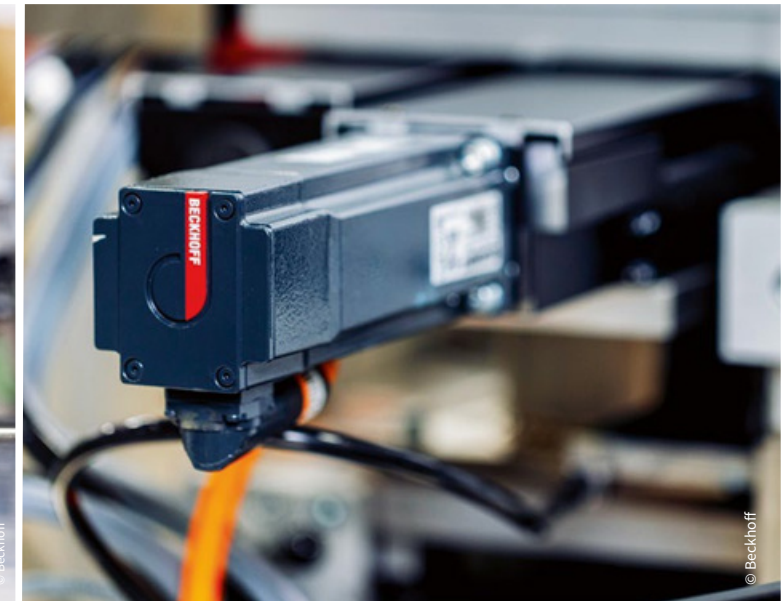
詳細情報：

www.norwalt.com

www.beckhoff.com/xplanar



XPlanar可動子は、磁気浮遊しながら6自由度で移動できるため、印刷対象の容器をプリントヘッド周辺で最適に搬送し、高品質な印字を実現します。



ELM7212 サーボモーターミナルと、接続されたAM8100 サーボモータがプリントヘッドの位置決めを担い、複数色のインクを滑らかに重ね合わせます。

Norwaltの「テセラクト（Tesseract）」は、対象物に直接印字するダイレクト・トゥ・オブジェクト（DTO）方式を採用した印刷機です。磁気浮遊式搬送システムのXPlanarを基盤に、6自由度での位置決めを可能にします。

