



# Simulation à la carte

モデルベース開発による食品サービス業界の効率化

お気に入りのレストランで食事が出てくるのを待っていることを想像してください。期待どおりの食事でしょうか？この答えは、無数の要素、特に、食品を保管、調理、提供する機器によって決まります。食品サービス機器の主要サプライヤである Manitowoc 社は、高い製品品質を確保するためにモデルベース開発と HIL (Hardware-in-the-Loop) テストを使用することを決定しました。



#### 食品サービステクノロジへの厳しい要求

食品サービス機器メーカーは多くの課題に直面しています。最大の課題には短い開発サイクル、迅速なプロトタイピングによるお客様への製品コンセプトの実証、配送の迅速化、信頼性目標の達成などがあります。迅速かつ一貫した方法で食品の準備や完全な調理を行い、さらに特許を取得し標準化されたレシピを順守するには、最新の制御ソフトウェアにより、時間によりトリガされるイベントと状態を正確に実行する高度なプロセス制御が必要で



Manitowoc 社製品の一般的な適用分野は、加熱調理、冷凍、準備、給仕、製氷です。



Manitowoc 社のブランドの 1 つである Merrychef のオープンを操作するためのタッチパネルの例。

す。たとえば、肉の揚げ方については肉の種類ごとに個別の手順があり、揚げる工程の複数の段階でもタイミングと温度が定められています。必要な場合は保温についても同様の規定があります。他業種と同様に、食品サービス業界で最も重要な要件は、正確性、エネルギー効率、フェイルセーフ機能です。

**ハイテク製品ポートフォリオ**

Manitowoc 社は、業務用食品サービス機器の主要メーカー／ベンダーです。同社の製品範囲には、一次調理器具、冷凍機、製氷機、給仕器具、飲料ディスペン

サーなどがあります。Manitowoc 社は、電子制御を導入し、多くの制御ソフトウェアを活用することで、自社のハイテク製品ポートフォリオを絶えず強化するよう努めています。業務用の調理場で機器が信頼を得るかどうかは、取り扱いが容易で問題が発生しないことが必要です。

**幅広い電気コンポーネント**

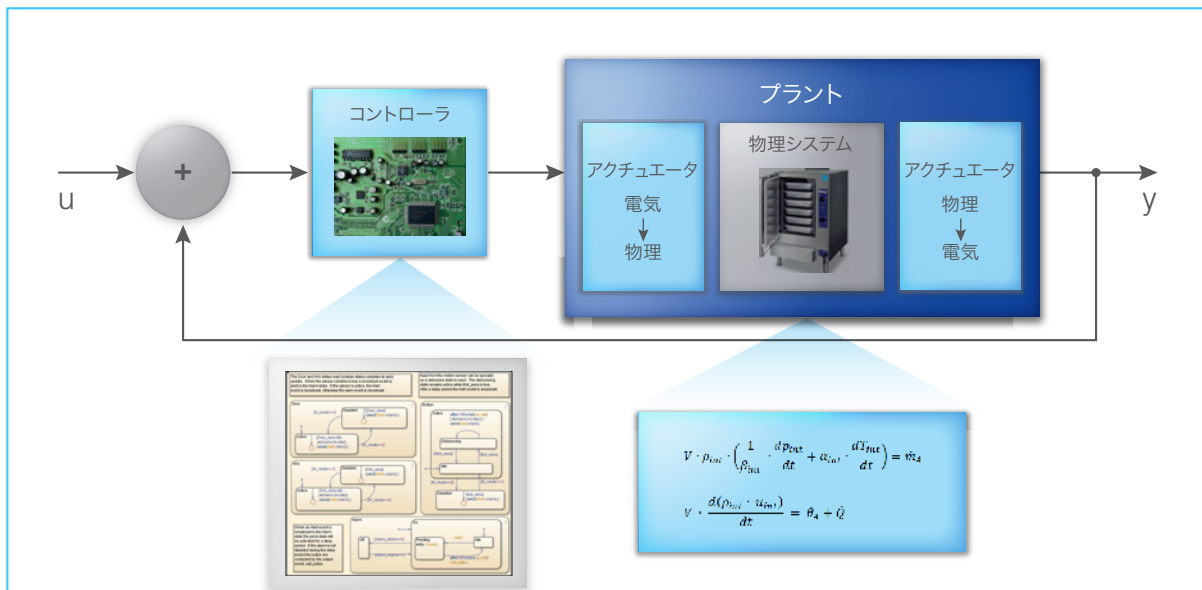
タッチパネル、AC リレー、コイルドライバ、モーター、スイッチなどを備えた各種のセンサやインターフェースは、食品サービス機器における電気装置のほんの一部です。これらはすべて高度な組み込み電子制御機器と

直接通信します。そのため、機能の妥当性を確認する必要がある複雑な電気／電子 (E/E) システムが構築されます。

**ソフトウェア品質の課題**

食品サービス機器では、電子制御ユニット (ECU) 用のソフトウェア、および発熱体やバルブなどの中で内部プロセスを調整するユーザインターフェースが特に必要です。ユーザインターフェースに問題やエラーがあれば、食品の調理に悪影響が及び、レストランにきたお客様に不快な印象を与えてしまうリスクがあります。そのため、高品質のユーザインターフェースモジュールが

HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションの原理：機器は数学モデルによって表されます。アクチュエータとセンサも仮想化されています。





飲料ディスペンサー、Frymaster Cobra Fryer、および Convotherm Oven-P4：これらの製品は、dSPACE シミュレータでテストされました。

不可欠です。このように幅広い製品ポートフォリオ全体で一貫して高いソフトウェア品質を維持することは、Manitowoc 社にとって重要な課題です。自動車や商用車業界でも同じような課題に直面しているため、これらの業界で使用されている開発手法を食品サービス業界にも応用できます。効率的なソフトウェア開発を保証するツールチェーンに基づいた適切な手法とプロセスが重要です。

#### モデルベース開発手法

食品サービス機器はますます複雑化しているため、これまで使用されてきた手作業による手法では、機能の開発および妥当性確認を十分に行えません。このため、Manitowoc 社は、食品サービス機器業界で初めてモデルベーステストを採用する

という大胆な一歩を踏み出しました。この目的は、製品開発方法を再検討することで、競争上の優位性を確保するためでした。Manitowoc 社は、これを実現するために dSPACE と提携してモデルベース開発を導入し、以下の要件を定義しました。

- Manitowoc 社の幅広い製品ポートフォリオ向けの汎用モデルを開発
- すべての戦略的コントローラプラットフォームでテストシステムを再利用
- 汎用テストケースを開発し、すべての事業会社でツールチェーンを統一
- 負荷の物理的動作をシミュレートし、開発中のコントローラでテストを実行
- ストレステストケースを開発し、フィールドテストで見つかった欠陥をシミュレートして診断コードの妥当性を確認

#### HIL シミュレーションを行う理由

Manitowoc 社のエンジニアが同社の要件を dSPACE の製品およびサービスと照合した結果、dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) システムが品質水準の達成において主要な役割を果たせることが明らかになりました。HIL シミュレーションにより、開発者は発熱体などの実際の環境を仮想化できるようになりました。つまり、実際の発熱体が開発者に提供される前でも、ソフトウェア開発プロセスのかなり初期の段階で重要なエレクトロニクステストを実行できるようになりました。これは、日常使用における製品の欠陥率の低下、信頼性の強化、および顧客満足度の向上につながると期待されます。このため、dSPACE シミュレータを使用することが決定されました。dSPACE シミュレータ



「モデルベース開発の使用に切り替えるため、将来の拡張に対応するハードウェアテストプラットフォームが必要でした。再設定と拡張が可能な dSPACE のプラットフォームは、当社の要件をすべて統合するのに理想的でした。」

Pedro Zayas 氏、シニアエンジニア、Manitowoc Foodservice 社で HIL (Hardware-in-the-Loop) テストとラビッドコントロールプロトタイピングを担当



「食品サービス機器をテストするには、各種信号および通信プロトコルの取り扱いで柔軟性を大いに発揮する dSPACE シミュレータのようなシステムが必要です。」

Jake Blake 氏、システムエンジニア、  
Manitowoc Foodservice 社で HIL (Hardware-in-the-Loop) テストとオートメーションを担当

は、モデルベース手法を用いてすべての開発上の問題を解決するための最適な条件を提供します。この開発手法はまずオープン、フライヤー、飲料ディスペンサーの開発プロジェクトに使用されました。

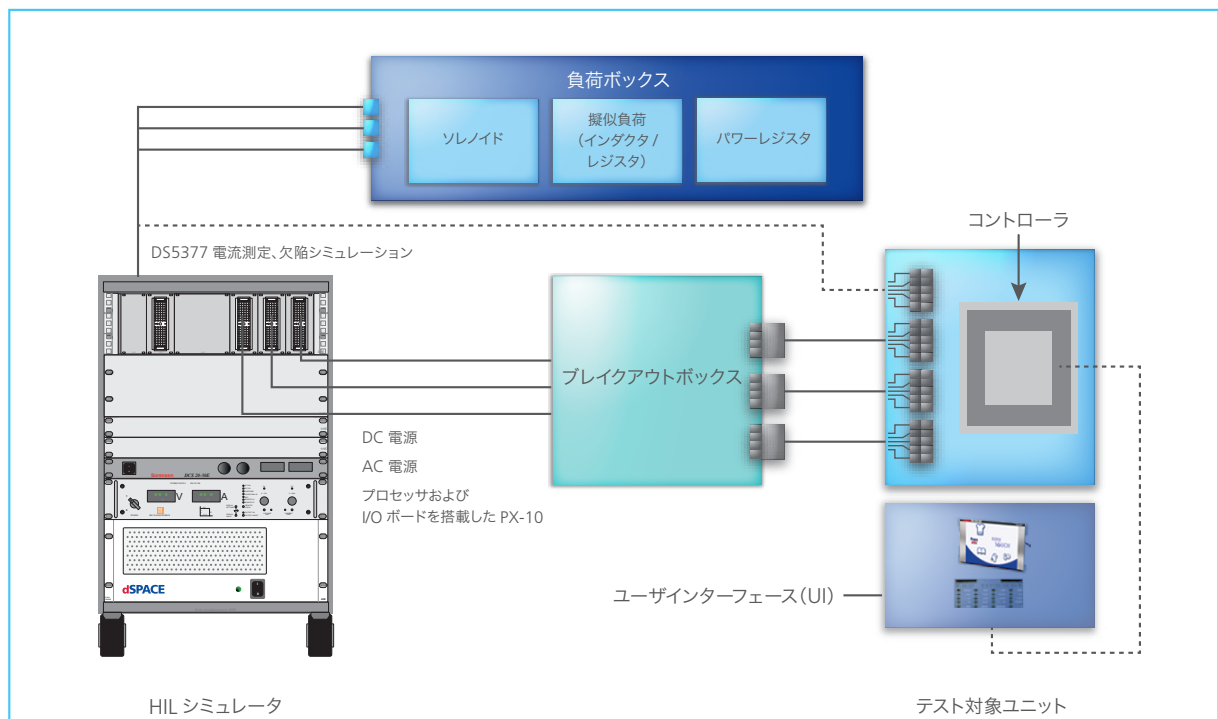
#### HIL テストシステム の概念

Manitowoc 社は、オープン、グリル、フライヤー、スモージー製造機から飲料ディスペンサーや冷凍システムに及ぶ製品範囲全体の I/O および負荷要件を満たす柔

軟なハードウェアテスト用 HIL システムを必要としていました。I/O ボードとインターフェースボードの組み合わせを検証するうえで、dSPACE の汎用製品ポートフォリオで提供されるさまざまな I/O およびインターフェースボードは優れたソリューションでした。Manitowoc 社にとって重要なことは、内部で開発したテストオートメーションプラットフォーム (TAP) を自動製品テストの中心として使用し続けることでした。dSPACE は、このための汎用アーキテ

クチャを実現するシミュレータ API を提供し、開発者が HIL シミュレータを TAP にシームレスに統合できるようにしました。Manitowoc 社では、全世界のテスト開発者が協力できるように会社構成をグローバルに構築していますが、今では各開発者が dSPACE の汎用テストベンチアーキテクチャにアクセスし、さまざまな製品をテストできるようになりました。テストシステム全体は移動可能なラックに収容されています。テスト対象のコントローラは、

テストベンチの概念：HIL シミュレータ (左)、ブレイクアウトボックス (中央)、およびユーザインターフェースを備えたテスト対象ユニット (UUT) (右)。性能テスト用の擬似負荷は、外部の負荷ボックスに収容されています。





ブレイクアウトボックスを介して接続されます。必要に応じて擬似負荷を使用してパワーステージをテストに組み込むこともできます。

#### シミュレータの本格稼働

HIL シミュレータは Maniowoc 社の開発ラボで運用が開始され、既存のテストオートメーションプラットフォームに完全に統合されました。システムは非常に成熟しており、便利な取り扱いオプションを備えています。シミュレータは、体系化されたテストを実行し、対象エラーを分析し、回帰テストでエラーの修正に成功したかどうかを検証するための要件を完全に満たしています。また、3つの開発プロジェクトで実際の経験が得られたことにより、この手法を以前のテスト手法と比較できるよう

になりました。成果は以下のように予想を上回るものでした。シミュレータの潜在能力の一部を使用しているだけにもかかわらず、テスト時間は 80% 短縮され、テストカバレッジは数倍になりました。Stimulus Editor や欠陥生成ユニット (FIU) などのツールは、既に多くの改善効果を生みだしています。

#### テストで得られるメリット

テスト担当者は、テストを作成および実行する際、以前の手法と比べ以下の決定的な利点を享受できます。

- 時間の節減：以前必要だった時間の何分の一かでテストを実行できるため、短い製品開発サイクルの要件を満たせるようになります。

- 時間同期テスト：タイムクリティカルなテストを容易に実施および監視できます。
- 容易な回帰テスト：より低いコストですばやくテストを繰り返し実行し、ソフトウェアをアップデートできます。これらの利点により、より総合的で対象を絞ったテストを実行できるため、開発者の作業効率が向上します。また、実行時間が以前の数分の一となるため、テストの範囲を拡張したり、テスト対象のアーキテクチャとプロセスを拡大したりできる新しい可能性が生まれます。

#### 成果と結論

モデルベース開発と HIL テストを使用して実行した 3 つの完了済み開発プロジェクトの結果と経験をまとめたものを利用でき



「この画期的なテクノロジーにより、当社の信頼性テストは自動車や航空宇宙業界と同じ品質水準を持つことができます。モデルベース開発により、食品サービス業界は新しい時代に入っています。dSPACE のような献身的なパートナーがいなければ、モデルベース設計ツールの導入と開発サイクルの短縮を実現することはできなかったでしょう。」

Vikram Verma 氏、Maniowoc 社



左から右： dSPACE ControlDesk を使用して Convotherm HIL テストベンチを設定するシステムエンジニアの Jake Blake 氏。Convotherm HIL テストベンチで信号をチェックする Pedro Zayas 氏と Vikram Verma 氏。ControlDesk を使用したオープン制御信号の監視。Jake Blake 氏、Pedro Zayas 氏、Vikram Verma 氏、Paul Touchette 氏 (左から右)



「dSPACE のツールチェーンにより、モデルベース開発と HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションを使用して、電子制御システムの戦略的ビジョンを実装できました。」

Paul Touchette 氏、Manitowoc Foodservices 社、先端電子制御センター、エンジニアリング部長

るようになりました。さらに、この機器は実際の業務用調理場で使用するための厳しいテストに合格しています。成果は以下のようにまとめることができます。

#### 競争上の利点と信頼性の強化：

HIL システムを使用することにより、Manitowoc 社は従来の手作業によるテストよりはるかに迅速に電子制御ユニット (ECU) をテストでき、テストカバレッジも

拡大しました。この結果、製品化までの期間が短縮され、機器の欠陥率がさらに低下しました。

#### コストの節減：

テストチームは、特定の製品向けのテストを作成するのではなく、dSPACE ハードウェアを使用して、可能な限り多くの異なる Manitowoc 社製品に対応する適応型プラットフォームを構築できるようになりまし

た。この迅速で効率的なテストにより、テストのコストは半減しました。HIL システムにより、日常的な使用における製品の欠陥数もかなり減少し、製品保証コストが大幅に低減しています。

#### 先駆者的役割：

Manitowoc 社は、HIL システムを使用した食品サービス機器の開発で先駆者的役割を果たしています。他のベンダーのハー

## Manitowoc グループ

Manitowoc 社は、ウィスコンシン州のマニトウォック (ミシガン湖) の湖畔コミュニティが由来で、造船および船舶修繕会社として創立されました。同社は創立以降成長しながら多様化しており、1920 年代半ばには格子ブームクレーン事業に参入、1940 年代後半には商用冷凍機事業にも参入しました。現在、同社はクレーンと食品サービス機器の 2 部門で構成されています。Manitowoc 社は、世界最大級の商用食品サービス機器メーカーであり、製品範囲には加熱、冷凍、調理器具、製氷器、ディスペンサー、保存ケース、ショーケー

ス、食器洗浄器が含まれています。同社の製品は、品質とエネルギー効率に関する多数の賞を獲得しています。Manitowoc 社のブランドには、Cleveland Range、Convotherm、Dean、Delfield、Frymaster、Garland Commercial Ranges、Lincoln Impingers、Merco、Merrychef、Moorwood Vulcan、Delfield、Harford、Kolpak、Kysor Panel Systems、Manitowoc Ice、Manitowoc Beverage Systems、McCall などがあります。

**Manitowoc**  
BUILD SOMETHING REAL



ドウェアコンポーネントを統合することで、システムを拡張し、機能を追加できます。これにより、まったく新しい可能性が開かれます。

#### 相乗効果：

Manitowoc 社では、食品サービス機器だけではなく、別の事業分野であるクレー

ン開発分野にも自動回帰テストを初期開発レベルで使用しています。これは、Manitowoc 社の研究開発プロセスで相乗効果を実現するための理想的なシナリオです。■

Vikram Verma 氏、Manitowoc 社



動画：ミュンヘンの有名な Hofbräuhaus で使用されている Manitowoc 社製品。  
<http://www.youtube.com/watch?v=4JtQvPhS9jQ&sns=em>

## まとめ

食品サービス機器メーカーは、組み込み制御エレクトロニクスや多数のオプションを持つグラフィカルユーザーインターフェースをますます使用するようになっており、これらのためのソフトウェアを多数開発しています。米国を拠点とするグローバル企業である Manitowoc 社は、モデルベース開発と HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションを使用して、開発とテストを効率化しています。Manitowoc 社は dSPACE と協力し、食品サービス機器開発における完全にモデルベースの開発手法を確立しました。新しいプロセスとツールチェーンにより、効率性とソフトウェア品質の両方が向上しています。特に早期テスト（フロントローディング）とテスト深度の向上により、これまでの手作業の手法と比べてテストプロセスが大幅に改善されています。また、Manitowoc 社は dSPACE シミュレータを使用して、製品化までの期間を短縮し、食品サービス機器の信頼性を高めています。



#### Vikram Verma 氏

同氏は、米国フロリダ州ニューポートリッチーの Manitowoc Foodservice 社で HIL テスト、ラビッドコントロールプロトタイピング、およびモデルベース設計を担当するエンジニアリングマネージャ兼主任アーキテクトです。

