

エンジニアリングのリードタイム短縮と品質向上を実現して DX を加速する支援ツール

Engineering Support Tool That Reduces Lead Time and Improves Quality, Accelerating DX

北村 純郎 KITAMURA, Sumio

吉野 稔 YOSHINO, Minoru

阿部 雄大 ABE, Yuta

プラント・設備の新設、増設、更新におけるエンジニアリング業務において、従来は多くの手作業を行う必要があり、リードタイムと品質に大きなばらつきが発生していた。エンジニアリング支援ツール「HEART」は、自動化やデータとデジタル技術の活用などにより、エンジニアリング業務や、業務フロー、業務プロセスの変革を支援することで DX を加速する。制御機能仕様書と完成図書の作成を省力化し、制御プログラムの生成、各種仕様書・図面の変更箇所の可視化、試験結果の制御機能仕様書への記録を自動化することにより、リードタイム短縮と品質向上の実現に貢献する。

Conventionally, engineering work involved in new construction, expansion, and renewal of plants and facilities required a considerable amount of manual work. This resulted in significant variations in lead time and quality. The engineering support tool “HEART” accelerates DX by supporting the innovation in engineering operations, work flows, and business processes through automation and the use of data and digital technologies. It contributes to reducing lead time and improving quality by efficiently creating function specifications and project completion documents and automating the generation of control programs, the visualization of changes in various specifications and drawings, and the recording of test results in the control function specifications.

① まえがき

グローバル化の加速および昨今の働き手の多様性拡大、働き方改革、労働環境の改善、テレワークなど業務形態は急激に変化している。こうした中、お客さまに新たな価値を提供し、企業の収益向上を実現する DX（デジタルトランスフォーメーション：Digital Transformation）は、ますます必要性が高まっている。

プラント・設備の新設、増設、更新における監視制御システムのエンジニアリング業務のリードタイムと品質は、エンジニアのスキルや経験に大きく依存している。

グローバル化の加速によりエンジニアの多様化が進み、さらに国内ではベテランの引退により豊富な経験と高いスキルを保有しないエンジニアの割合が増え、エンジニアリング業務の効率と品質を落としている。以前は、お客さまの要求仕様書から制御機能仕様書への展開、機能仕様からソフトウェアへの展開、変更箇所の比較と明示、社内試験時や現地試験結果の仕様書への反映など、多くの手作業により多くの労働時間を費やして実施する必要があり、リードタイムと品質に大きなばらつきが発生していた。

これらの問題を解決するには、エンジニアリング業務の変革が必要である。富士電機が提供するエンジニアリング支援ツール「HEART」は、デジタル技術を活用して、仕様まとめ、設計、製作、社内試験、現地試験、図面フォローまでの一連のエンジニアリング業務そのものや、業務フロー、業務プロセスも変革する。

② これまでのエンジニアリング業務の問題点

従来の要求仕様の確認から現地試験結果のフォローまでのエンジニアリング業務には人が多く介在していたため、

次のような問題があった。

(1) 制御機能仕様書作成時

エンジニアは、顧客が作成した要求仕様書を確認しながら制御機能仕様書を作成しているが、図や表および制御機能仕様書に使用するシンボルについては新たに作成し、PDF や画像ファイルにして貼り付けなければならなかった。

要求仕様書は、概略機能が分かる程度に制御ロジックを省略したり、同一の処理を表で書いたりすることが多い。一方で制御機能仕様書は、機能や動作を正確に表現するために、細かい内容までロジック図を作成しており、ロジックとしては正しくても、作成者以外が見たときには、制御内容が分かりづらいものになっていた。

(2) 制御プログラム設計時

制御機能仕様書を作成し、顧客への内容確認が完了した後、制御プログラムの設計に入る。制御プログラムは、コントローラ機種ごとに異なる専用ローダ⁽¹⁾を用いて作成していた。制御機能仕様書の記載内容から制御プログラムの設計をするには、コントローラのプログラミングの知識と専用ローダの知識など、高いスキルと経験が必要であった。さらに、人の介在する作業が多いので、仕様に対する認識の違いや漏れが発生していた。

(3) 変更発生時

従来は、制御や監視で扱うさまざまな機器の入出力信号のアドレスや、識別子として扱われる TAG に変更が発生した場合、制御機能仕様書や、制御プログラム内の TAG およびアドレスの使用箇所を手作業で探し出し、両方の変更を手作業で行わなければならなかった。また、制御機能仕様書や制御プログラムの変更部分を作成者以外に分かるように明示しなければならないが、従来は、変更ページを印刷し、変更部分分かるように手書きで雲マークなどを

記入していた。この際には、変更部分の抽出と変更記号の書き込みに時間がかかり、さらに変更箇所の明示が漏れる場合があった。

(4) 試験時

試験結果を制御機能仕様書や試験成績書に記載する際、人が試験データを見ながら、手書きで書き写さなければならず、書き間違いが発生する場合があった。

(5) 完成図書作成時

顧客のプラント・設備にて、現地試験、現地調整を行うと仕様変更が発生したり、制御プログラムの回路変更が発生したりすることが頻繁にある。現地試験、現地調整が完了すると試験結果を制御機能仕様書に反映しなければならぬ。しかしながら、現地では、制御プログラムだけを変更し、制御機能仕様書の修正が漏れることが多々あり、制御プログラムから制御機能仕様書をリバースエンジニアリングしなければならなかった。制御機能仕様書と制御プログラムの不一致は、次回の改造や更新時に品質を悪化させる要因であった。

③ エンジニアリング支援ツール「HEART」による業務改革

3.1 制御機能仕様書作成の効率化

(1) 要求仕様書から制御機能仕様書への展開

エンドユーザーからの要望をまとめた要求仕様書は、通常、汎用の OA ソフトウェア^{(2)-(4),(6)}である Microsoft Office の Excel や Visio^(注 3)などで作成される。エンジニアは、この要求仕様書の要求を満たし、詳細に具体化した制御仕様を制御機能仕様書に展開する必要がある。このとき、顧客から提供された要求仕様書の電子ファイルを基に、HEART が用意している多くのシンボルを使用して制御回路を追記することにより、効率よく制御機能仕様書を作成することができる。使い慣れた OA ソフトウェアを利用するため、エンジニアにとっては極めて容易に導入できる。

(2) 制御機能仕様書の明瞭化

HEART は、制御機能仕様書上の複雑な処理を簡素化したシンボルの表現や、同一処理を表にまとめて表現するなどの機能を備えている。図 1 に制御機能仕様書の明瞭化を示す。これらの機能により、簡素でむだなく要点を際立たせた制御機能仕様書を作成することができ、ドキュメントを理解しやすくなることができる。

3.2 制御プログラムの自動生成

HEART は、制御プログラムの自動生成機能⁽¹⁾⁻⁽⁶⁾を備えており、手作業による制御機能仕様書から制御プログラムへの展開業務は不要である。人手による作業では避けられない

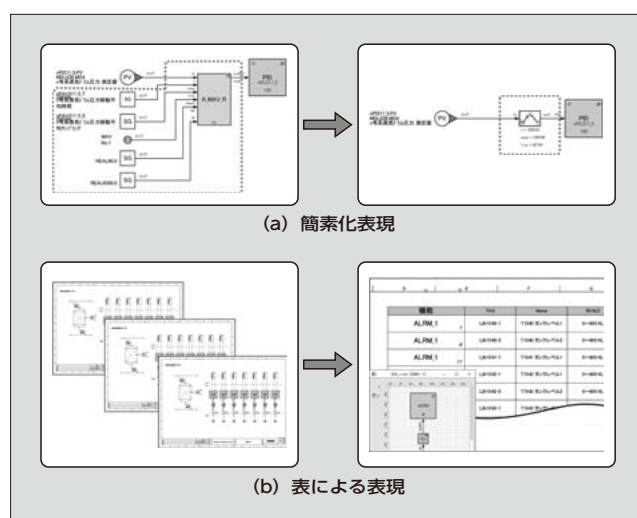


図 1 制御機能仕様書の明瞭化

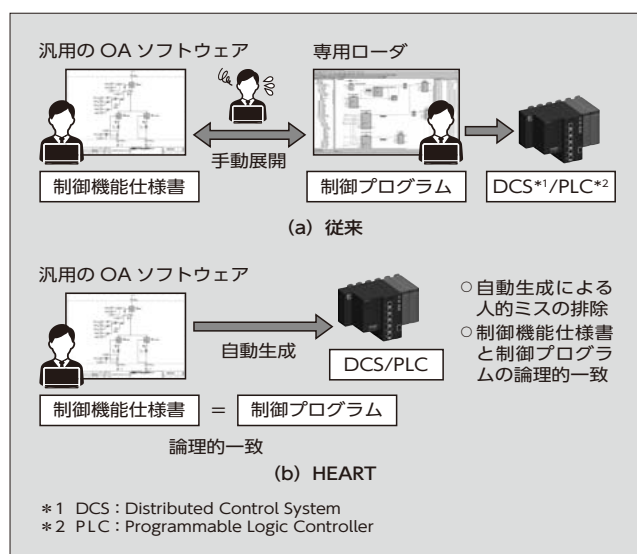


図 2 制御機能仕様書から制御プログラムへの展開業務の比較

展開漏れや展開ミスを撲滅し、制御機能仕様書と制御プログラムを論理的に常に一致させ、制御プログラムの信頼性を高めることができる。さらに、多くの機種のコントローラをサポートしており、コントローラの機種に依存する専用ローダでのプログラミングが不要となり、使い慣れた OA ソフトウェアでエンジニアリングすることができる。

制御機能仕様書から制御プログラムへの展開業務の比較を図 2 に示す。

3.3 設計・変更時の影響範囲の検知と自動反映

HEART は、制御機能仕様書上で TAG を変更すると、影響範囲を自動的に検知し、変更が必要な箇所をリストアップする機能を備えている。HEART が検知したリスト上の箇所をダブルクリックすることで、該当の制御機能仕様書のページにジャンプし、ワンアクションで TAG の変更を反映することができる。このリストは、変更を実施するか、しないかを判断するまで、継続して表示されるため、変更漏れや TAG の入力ミスなどを回避することができる。

〈注 1〉 Office : Microsoft Corporation の商標または登録商標

〈注 2〉 Excel : Microsoft Corporation の商標または登録商標

〈注 3〉 Visio : Microsoft Corporation の商標または登録商標

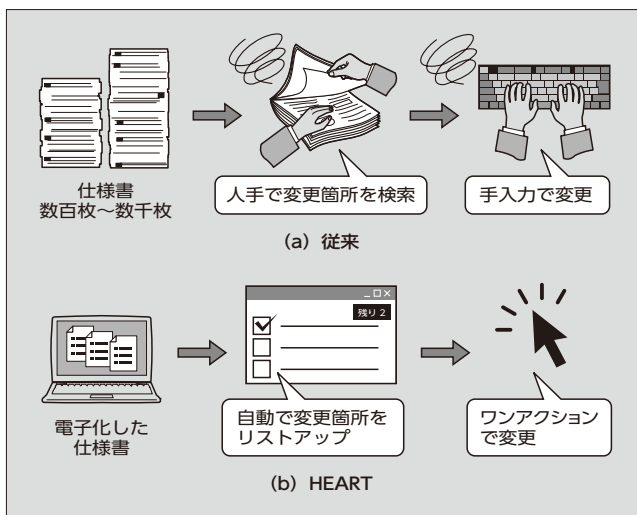


図3 「HEART」による仕様変更の容易化

また、TAG の重複や、出力信号への制御指示がない欠落などの配置矛盾も自動的に検知され、このリストに表示される。HEART による仕様変更の容易化を図3に示す。

3.4 各種仕様書・図面の変更箇所の自動可視化

1 案件当たり、数百枚から数千枚に及ぶ各種仕様書は、仕様打合せや設計見直しにより随時改訂を行い、顧客や次工程と共有化される。エンジニアは、改訂に伴う変更箇所から、プラントに与える直接・間接的な影響範囲を判断する必要があり、変更箇所の正確な表現が求められる。

HEART は、手書きで示された変更箇所をデジタル化して、影響が及ぶ範囲を可視化する機能を備えている。図4に変更箇所の自動可視化の概要を示す。

主な特徴は次に示すとおりである。

(1) ページ内のレイアウトに依存しない変更箇所の抽出

図5にページ内のレイアウトに依存しない変更箇所の抽出を示す。仕様書を改訂する際は、仕様の追記や削除を行

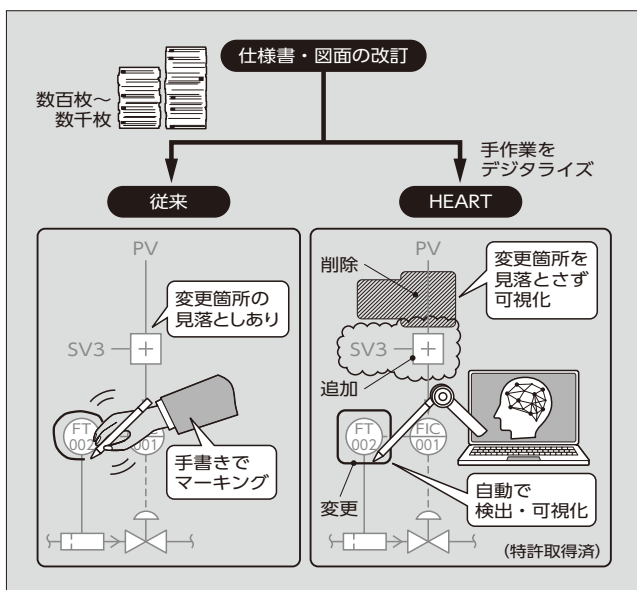


図4 変更箇所の自動可視化の概要

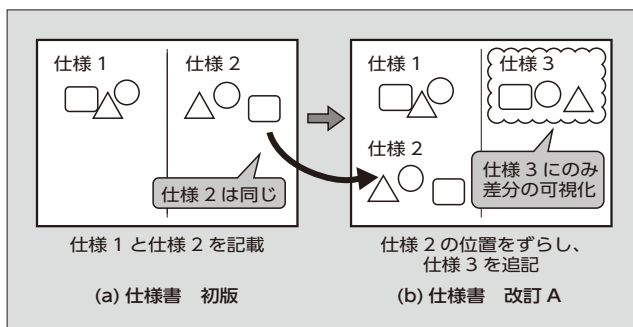


図5 ページ内のレイアウトに依存しない変更箇所の抽出

うため、変更箇所以後の位置が変更されることが多い。変更箇所の抽出に際して、ページ内のレイアウトに基づいて画像認識技術を用いると、変更されていない記載も抽出されてしまう。これを解決するために、仕様書を構成する文字や図形要素、ソフトウェアの要素をデータベース化し、ページ内のレイアウトに依存しない独自のアルゴリズムを用いて、正確に追加、変更、削除などの変更箇所を判断する。例えば、図5(a)に対して、図5(b)に示すように“仕様2”の位置をずらして“仕様3”を追記しても、“仕様3”だけを変更箇所として表示する。

(2) 見やすい変更箇所のマーキング

図6に見やすい変更箇所のマーキングを示す。仕様書上に、変更箇所を細かく区分して表示すると、図6(a)のように見づらくなり、可読性が低下する場合がある。これを解決するために、変更箇所の分類と、視覚的な重なりを判断するアルゴリズムによって、見やすく表示することができる。図6(b)のように、複数の変更箇所が重なり、それらが同一の分類の場合、マーキングを自動で合成することができる。この機能によって、人手による雲マークの記入が

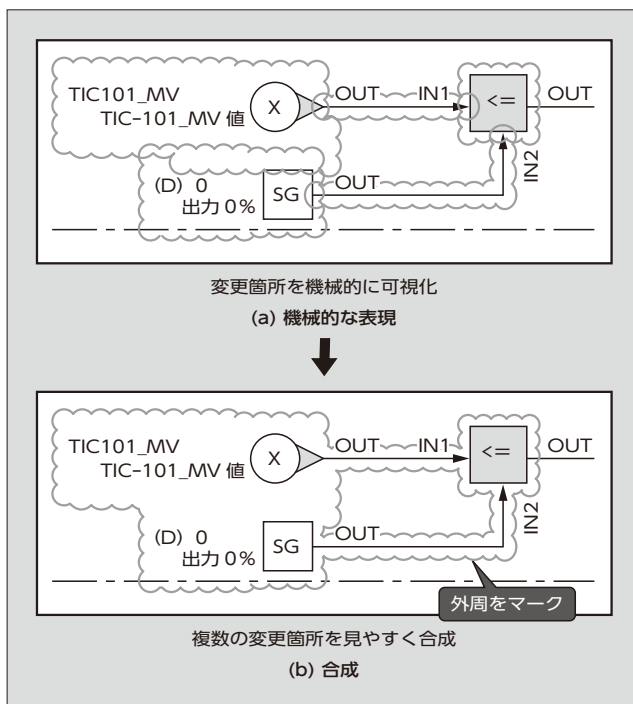


図6 見やすい変更箇所のマーキング

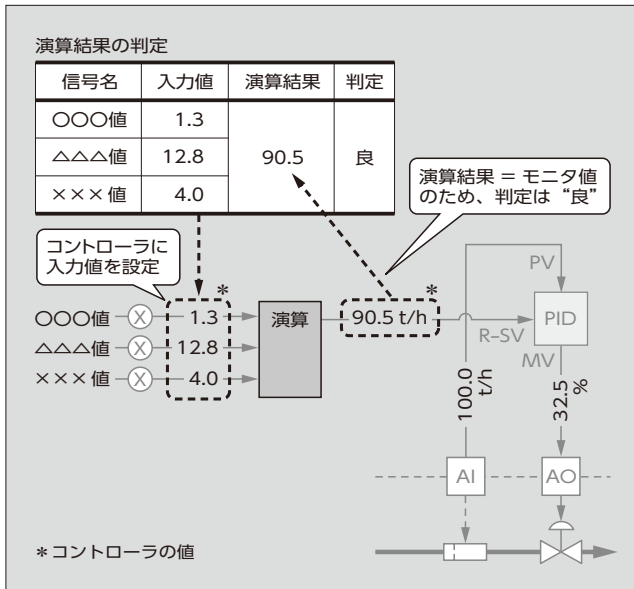


図7 試験要領書兼成績書のモニタ活用

不要となり、記載漏れもなく、第3者に対しても正確に変更内容を伝達できる。さらに正確な変更箇所の可視化は、エンジニアリング業務における設計検証や、次工程の試験を確実に実施するための有効な情報となる。

3.5 試験結果の制御機能仕様書への自動記録

HEART で作成した制御機能仕様書は、試験データの入力および出力結果と判定欄を追記すれば、試験要領書兼成績書にすることができる。この試験要領書兼成績書のモニタ活用を図7に示す。試験時は、コントローラが実行した値や設定値を仕様書上でモニタすることができ、結果の自動判定も可能である。自動的に記録されるので、試験の実施漏れや結果の改ざんを防止でき、エビデンスとしての信頼性が確保される。また、仕様変更や試験時に発生する修正や追加も、制御機能仕様書を編集し、制御プログラムに自動で変換するため、変更を行った仕様書を再度モニタするだけで、効率的に再試験を実施し、その結果を記録することができる。

3.6 完成図書作成の省力化

図8に完成図書作成に伴うリバースエンジニアリングを示す。HEARTは、常に制御機能仕様書から制御プログラムを自動生成するため、リバースエンジニアリングは不要であり、完成図書作成を省力化できる。HEARTでエンジニアリング業務を行えば、出荷前に想定できなかった機械的要因や、外部要因による変更が、制御機能仕様書に常に反映されている。例えば、数年後にシステムを改造する場合でも、制御機能仕様書と制御プログラムが整合していないといった問題を起こすこともない。

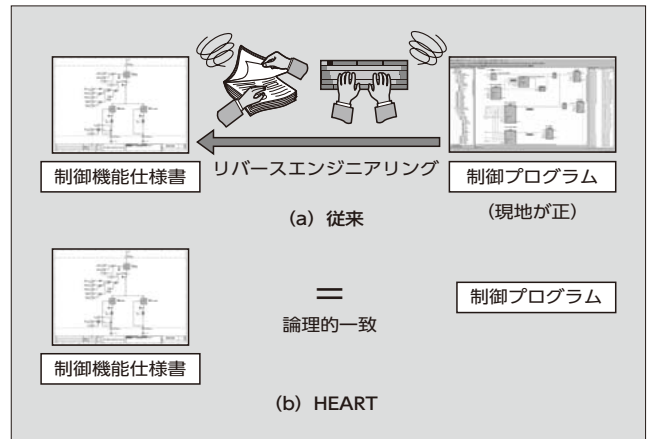


図8 完成図書作成に伴うリバースエンジニアリング

4 あとがき

本稿では、エンジニアリングのリードタイム短縮と品質向上を実現して DX を加速する支援ツールについて述べた。

今後、エンジニアリングの DX をより一層推進させるために、エンジニアリング支援ツールのクラウド化やマルチエンジニアリング化など、時代の変化およびユーザーの要求に迅速に対応しながら、お客さまに最適な価値を提供していく所存である。

参考文献

- (1) シーケンス制御の技術動向. 電気学会技術報告. 2000, no.781, p.42-44.
- (2) 吉野稔ほか. OAソフトウェアを用いたエンジニアリング支援ツール. 計装. 2001, vol.44, no.7, p.65-70.
- (3) 吉野稔ほか. 生産性と品質を向上させるエンジニアリング支援ツール. 富士時報. 2001, vol.74, no.9, p.511-516.
- (4) 吉野稔ほか. エンジニアリング革命ツール「HEARTシリーズ」. 富士時報. 2002, vol.75, no.12, p.671-676.
- (5) 吉野稔ほか. 生産性・品質向上のためのエンジニアリング支援システム. 富士時報. 2006, vol.79, no.3, p.270-273.
- (6) 北村純郎ほか. 監視制御システムの設計工期短縮と品質向上を実現するエンジニアリング支援ツール「HEART」. 富士電機技報. 2020, vol.93, no.1, p.47-51.
- (7) 高効率エンジニアリング支援ツール「HEART」による仕様書・図面の変更箇所の自動可視化. 富士電機技報. 2022, vol.95, no.2, p.89.



北村 純郎

計装制御システムのシステム設計・開発企画業務に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ インダストリー事業本部東京工場プラント制御システムセンターシステム技術部主査。



阿部 雄大

計装制御システムのシステム設計・開発企画業務に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ インダストリー事業本部東京工場プラント制御システムセンターシステム技術部。



吉野 稔

プラントシステムの企画・設計業務および大規模プロジェクトに従事。現在、富士電機株式会社パワエレ エネルギー事業本部変電システム事業部 S プロジェクト室長。電気学会会員。





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。