

モデルとデータのインタープレイによる スマートなデジタルものづくりに向けて



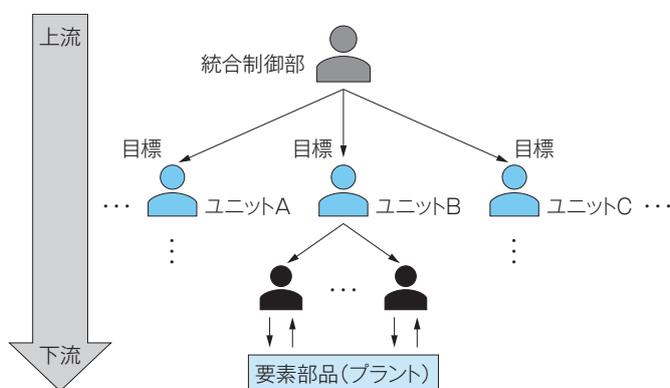
広島大学大学院
先進理工系科学研究科 システム制御論研究室
教授
デジタルものづくり教育研究センター
部門長

山本 透 Toru Yamamoto

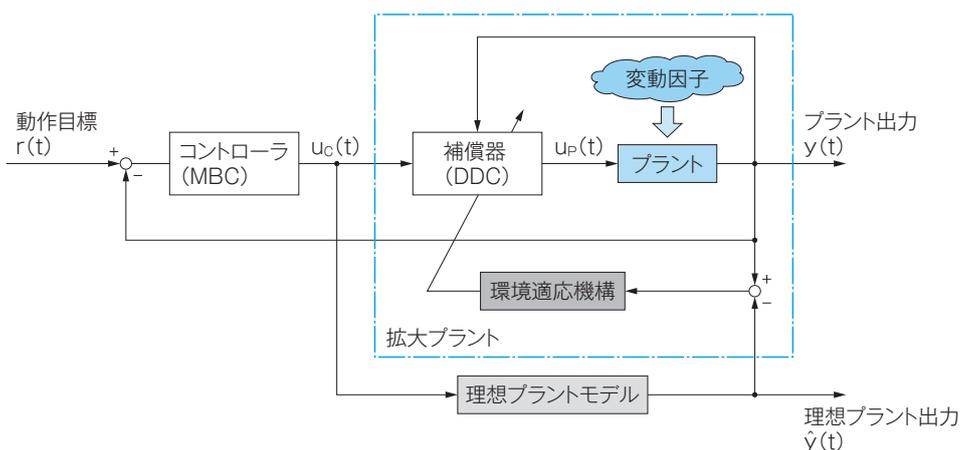
製品に対する顧客のニーズはますます多様化・複雑化してきており、企業はこれらの様々な要求に迅速に応えなければならない現状にある。しかしながら、自動車などの複雑なシステムでは、最適なコンポーネントの組合せや、その調整パラメータが無数に存在し、実物を用いた設計や調整を行うには膨大な時間と費用が必要となっている。その一方で、国際的な開発競争の激化から、製造にかかるコストや時間をできる限り抑制しなければならない制約が課せられている。このような現状に対して、コンピュータ技術の急速な発展により、最近では複雑なシステムをコンピュータ上で実現し、机上でシステムの設計・検証を行うモデルベース開発（Model Based Development：MBD）の重要性が唱えられ、産業界では急速にその適用が進められようとしている⁽¹⁾。

MBDによると、機能配分の粒度によって自ずと階層構造が構築され、結果として第1図に示されるようなトップダウン型の階層システムができあがると考えられる。

第1図から分かるように、下流にある要素部品（プラント）が、予め配分された機能を発揮している間は、この階層型システムは問題なく機能することが考えられる。ところが、環境条件や動作条件によってプラントの特性が変化してしまうと、プラントが所期の機能を発揮することを前提に構築された上位のユニットや、さらにその上位の統合制御部は



第1図 MBDによるトップダウン型階層システム



第 2 図 ユニット化されたプラント

うまく機能することができず、このトップダウン型の階層システムは、もはや所期の動作（機能）を実現することができなくなってしまう。

この問題に対応するために、たとえば、このプラントに局所的に制御ループを挿入し、第 2 図に示すようにユニット化しておくことが考えられる。

第 2 図から分かるようにプラントに補償器（データ駆動型制御器〈Data-Driven Controller : DDC〉）を前置し、データ（事後情報）に基づいて、プラントと補償器で構成される拡大プラント（局所閉ループシステム）が所期の機能を発揮するように、データ駆動型環境適応機構を設計する。これにより、たとえプラントの特性が変化したとしても、第 1 図に示すトップダウン型階層システムは、この製品の製作時と同様に機能し、所期の動作を実現し続けられることが考えられる。つまり、DDCを挿入することで拡大プラントが所期の動作を実現できれば、MBDに基づいて設計した外側のコントローラ（モデル駆動型制御器〈Model-Based Controller : MBC〉）は、変更することなく利用し続けられることになる。これが、MBDの特徴を生かした制御システムの構成であるといえる。このように、局所フィードバックループにより拡大プラントを構成し、特性を制御しやすいように変化させることは、古くから制御系設計の常套手段として用いられてきたことで

はあるが、この仕組みをものづくりの段階から取り入れ、事後情報としてデータをうまく利用することで、MBDに基づいて設計・製作した製品の機能（所期の機能）を継続して維持することが可能となる⁽²⁾。また、下流に位置するプラントの複雑さや非線形性などの特性が、上流に位置する統合制御機構やサブシステムにおけるMBCの設計を複雑化させる要因となることがしばしばあるが、上述のように階層型構造をモデルとデータに基づいて設計することによって、下流側でDDCに基づいた理想プラントとしてモデル化することで、統合制御機構やMBCの設計を容易にするという副次的効果も期待できる。

今後、このようなモデルとデータのインタープレイ（相互作用）によるスマートなデジタルものづくりプラットフォームが必要になってくると考えられ、広島大学ではデジタルものづくり教育研究センター⁽³⁾を設置し、その開発に取り組んでいる。

《参考文献》

- (1) MBD推進センター
<https://www.jambe.jp/> (2023年3月1日)
- (2) 脇谷・山本：「モデルとデータの相互活用によるスマートMBD (Model Based Development) コンセプト」, 2022年 電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp.831-835 (2022)
- (3) 広島大学デジタルものづくり教育研究センター
<https://hudmerc.hiroshima-u.ac.jp> (2023年3月1日)