

「ハイブリット車プリウスの開発ツール”Dymola”について」(No.12)

今日は、若い人達がゲームや詰碁を楽しむように、74歳になった私が今、ハマっている事柄について開陳致します。

それは、『トヨタ自動車が1997年から製造・発売を開始した初代プリウスの開発の際、子会社のトヨタ・テクノサービス社を代理店にしてまで採用した』“Modelica”と呼ばれる“オブジェクト指向のマルチドメイン・モデリング言語”の習熟と普及です。一日7~8時間はパソコンと戯れています。

“マルチドメイン・モデリング言語”とは、“多くの工学分野に対し、統一かつ複合的なシミュレーション・モデルを構築するコンピュータ言語”のことです。

振り返って見ると、後付けとなりますが、工学部の専門課程に入った時、格好をつけるために買った英文原書“Heat, Mass and Momentum transfer. Warren M. Rohsenow & Harry Y. Choi”(今も持っているが、一度も読んでいない移動現象論 transport phenomena、輸送現象論、移動速度論とも呼ばれる本)が事の始まりです。当時この原書は、相似則(アナロジー)の良い教科書と言われていました。

その後、サラリーマン時代に構造解析、有限要素法(Finite Element

Method, FEM)による連続体の詳細構造解析、更にはアナロジー的発想から、温度分布解析、流体解析へと進み、それらを複合的に応用して“**プラスチック CAE**” (私の造語)へと発展して行きました。その目的は、社内の設計計算から始まって、樹脂の営業支援、拡販手段にまで広がって行きました。また、最初は自社開発、ソフト販売、更には市販汎用ソフトへの切り替え、その市販ソフトの代理店、保守サポート業務まで事業として拡大しました。

その後、大学に移って、勝田市、福岡市にある会社の社員教育や委託研究、学生の学位取得研究へと採用し、一貫して共通するキーワードは、“**オブジェクト指向のマルチドメイン・モデリング言語**”です。

さて、話はプリウスの開発に戻します。プリウスは、トヨタ自動車が1997年から製造・発売を開始した世界初の量産ハイブリッド専用車です。ご存知の様に、ハイブリッド車は電気自動車(EV)とガソリン車、2つの動力源を効率よく切り替えることができる、正に良い所取りの車と言えます。従来のガソリン車は、機械系技術者主導で設計をしてきました。しかし、ハイブリッド自動車の開発からは、機械、電気及び制御技術者ばかりでなく、自動運転を視野にコンピュータ関連技術者を含め、関連する全ての技術分野の技術者が一堂に会して共同作業をする必要性が生じて来ました。

また、設計から製造にいたるさまざまな業務を**同時並行的**に処理することで、量産までの開発プロセスをできるだけ短縮化する開発手法(専門用語では**コンカレント・エンジニアリング**)を強化していかなければなりませんでした。

一方、科学技術の進歩及び技術革新は、その規模及び深さにおいて、日進月歩に進んでいます。それに伴って学問の細分化と精密化が各分野で急速に進行して来ました。従って、それぞれの専門及び職務分野で独自の設計・業務手段及び専門用語(術語)を使用して居ますので、協業の大きな障害となっていました。

そこで、トヨタ自動車は、初代プリウスの開発に際し、“**Dymola**”を採用しました。

この“**Dymola**”システムは、スウェーデンのルンド工科大学で“**Modelica**”をベースに開発された商用システムです。“**Modelica**”とは、オブジェクト指向のマルチドメイン・モデリング言語です。マルチドメイン・モデリング言語とは、多くの工学分野を“**統一的かつ複合的**”なシミュレーション・モデルを構築するコンピュータ言語のことです。

現在の“**Modelica**”の完成度は、多くの分野に跨る複雑なシステム(例えば、機械、電気、電子、油圧、熱、制御、電力、化学、生化学等)の物

理現象をCAD(コンピュータを用いた設計)データを用いて物理理論に基づく動画モデルまで、作成できるまで進歩しています。

オープンソースである為、特定のツールに依存することなく資産の共有や開発が出来ます。言語仕様やメンテナンスは非営利国際組織のModelica協会によって行われており、標準ライブラリ(MSL)としてフリーで公開されています。

少し、詳しく説明します。

従来から、理論解析分野では、多くの物理分野の現象は、移動現象論において、相似則(アナロジー)よばれ同じ様な理論式で説明されてきました。一方、工学及び設計分野、特にシミュレーション分野では、解析や設計ソフトが個別に開発されてきました。

その基本的な考え方は、2種類の変数分類によって説明できる。その2種類とは、示強変数(ポテンシャル変数等と呼ばれる)と示量変数(流動変数)である。それらは各物理分野で固有の名称で呼ばれている。例えば、機械工学では変位と力、電気工学では電圧と電流、油圧系では圧力と流量、生化学では濃度と生成速度である。又、一般的にそれらの積がエネルギーとなる。

物性値とは示強変数と示量変数間の関係式の係数である。

一方、オブジェクト指向とは、複雑な機能をオブジェクトと呼ばれるそれぞれ完結した機能単位(部品モデル)に分割し、それらを連携させることによってシステム機能をモデル化する構築手法である。

この手法は、大型ソフト開発のオブジェクト指向開発を物理モデル開発に適用したものであり、制御モデル構築法であるビルディングブロック法(building block approach、部分構造合成法)と発想は同じである。それは、部分ごとに解析した特性を組合せ全体の特性を知る方法ともいえる。

大学の講義となるといけませんので、ここまでにしておきます。

奉仕の一環として出前講義を喜んでいたしますので、何時でも良いですから、お声をかけてください。

最近では、神谷^{あきら}晃さんのご紹介で、平田和幸さん同席のもと、山陽小野田市立山口東京理科大学の教授に OpenModelica の生化学シミュレーション・モジュールをご説明しました。