

1DCAE の 10 年を振り返り、これからの 10 年を考える

大富浩一

1. はじめに

1DCAE という考え方が世に出て 10 年になります。この間、1DCAE の認知度もあがり、手法も普及、これを具現化するツールも出てきました。これを機会に、今までの 10 年を振り返るとともに、これからの 10 年、何を目標としてどう具現化していくのか考えたいと思います。なお、ここで話するのは必ずしも 1DCAE の世の中の一般的な動向ではなく、あくまで私の個人的な経験、見解、想いです。

2. その発端

私が長年勤務していた会社では 1990 年代の早い時期から全社としての CAD/CAE 推進活動を行っており、私もその一員として活動していました。しかしながら、製品がいわゆるメカ製品からメカトロ製品に移行する中で、市販の CAD/CAE ツールだけではものづくりで出来なくなってきました。また、メカトロ製品の開発には技術者のノウハウが多く盛り込まれていますが、人に依存するために何らかの手段で手法化、ツール化することが望まれていました。そこで、SDT(Super Design Technology)という全社プロジェクトでこれらの実現に挑戦しました。ここで言う“Super”は製品開発の上流から下流までという意味と、メカ、エレキ、ソフトのコンカレント設計を意味します。SDT の研究開発は 1995 年から 2000 年でした。一企業だけでは実現できないので、メカ設計はスタンフォード大学、エレキ設計は UC Irvine と共同研究を行いました。図 1 に SDT が目指したところ、図 2 に SDT の実現イメージを示します。ここでポイントとなるのがメカ・エレキ・ソフトのコシミュレーションで三者をつなぐ共通言語として、スタンフォード大知識システム研究所が開発していた CML (Compositional Modelling Language)を適用しました。CML は Modelica に相当するものですが、計算機上に実体と挙動（例えば、ばねであればフックの法則）を記述、エレキ設計における自動設計をメカ設計でも実現しようとした試みです。また、UC Irvine では VHDL 相当の研究開発を行いました。SDT はある意味、時代を先取りしたものでしたが計算機環境、人の思考の変換が追いついておらずプロトタイプ段階でいったん中断となりました。

上記とは別に、1996 年頃から 10 年弱、NASA との ISS（国際宇宙ステーション）に関する大きなプロジェクトを担当することになりました。宇宙機器開発ということもあり、その当時の最先端の CAE をフルに活用しました。開発対象がメカトロ機器ということで、MBD(Multi-Body Dynamics)ツールを核に機械系 CAE、制御系 CAE を取り込んだ統合 CAE を具体化、製品開発の手段として効果を発揮しました。ここでの設計環境は現在の 1DCAE と考え方においては同種のものでした。ただ、この環境の構築には商用ツールのカスタマイズ等に膨大な費用が掛かり、これを一般のメカトロ製品に開発に適用するには無理がありました。

宇宙機器開発後は 2005 年から“音のデザイン”という新しいコンセプトの設計手法を提案、製品適用にまでこぎつけました。音のデザインも物事の原点に立ち返ってものづくりを考えるという意味では、1DCAE の（後から考えると）原点でした。

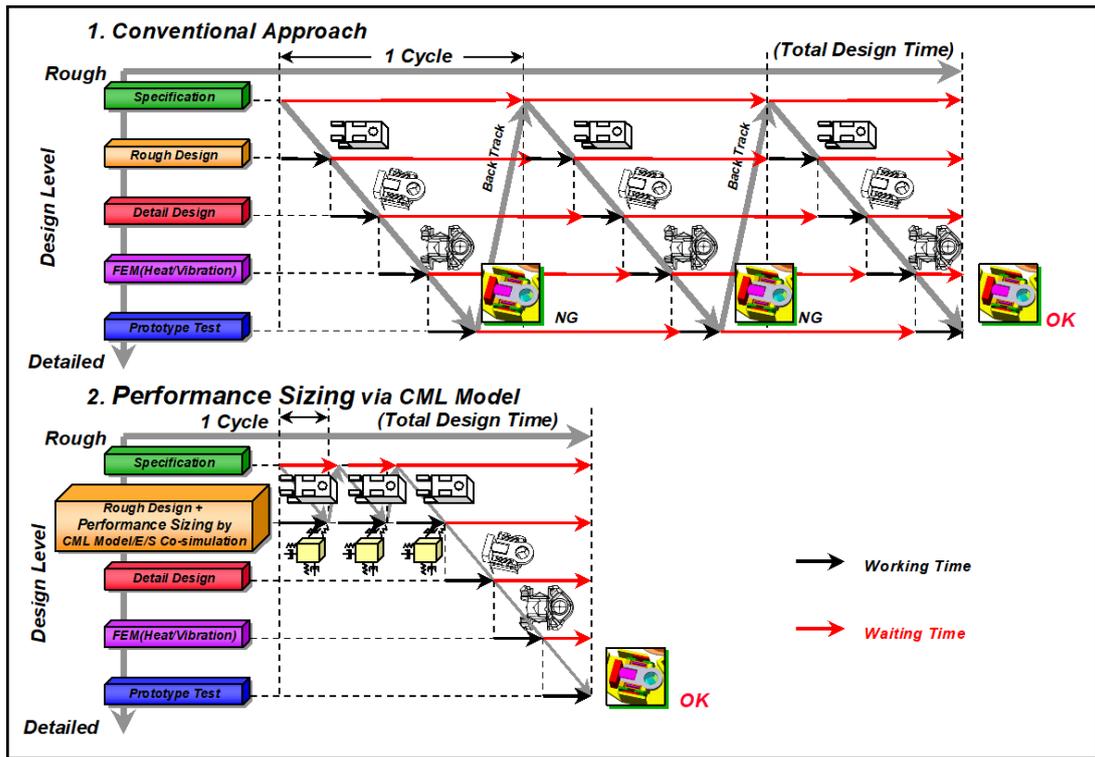


図 1 SDT が目指したところ

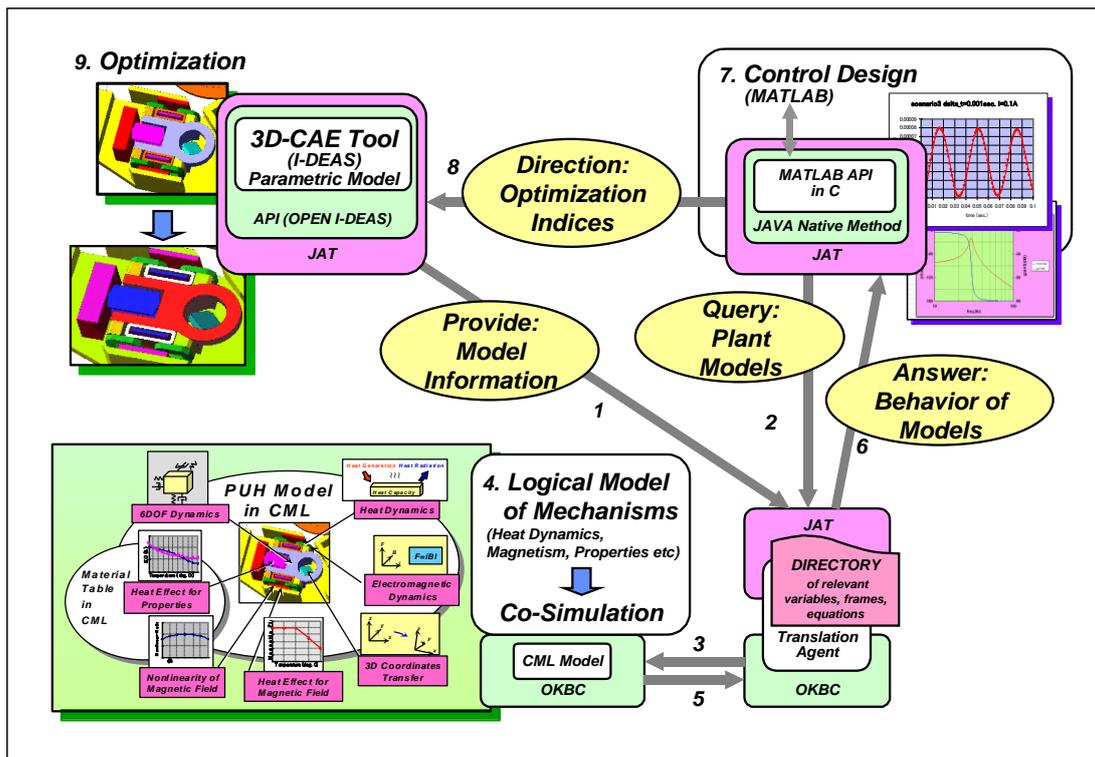


図 2 SDT の実現イメージ

3. 1DCAE この10年の振り返り

以上のような背景の元、オールジャパンで『日本型設計（製品開発）環境の構築』を目指そうということで、日本機械学会設計研究会の活動を2002年6月に開始しました。研究者（大学）、ツール開発者（ベンダ）、ユーザ（製造業）のより密接な連携のもと、2か月に一回の定例で話題提供、問題提起を行い、議論を深めるとともに、Task Force にて設計手法の分析等を実施しました。一方で、設計分野で先行していると考えられる欧米の大学、企業、ベンダとの交流を目的として米国ならびにEUでワークショップを開催しました。これらを通して分かったことは確かに欧米の設計研究は系統的に実施されているがこれは欧米の文化に根差したものであり、必ずしもこれらをそのまま日本に導入しても日本の文化との整合性で本来の効果が期待できないということでした。また、日本で話題となっている設計に関するキーワードの本来の意味が日本には正確には伝わっていないことも明らかとなった。このような知見から、『日本型設計環境』の必要性をさらに強く感じるようになった。

上記活動の中で2008年10月にベルギーのCAE会社主催の国際会議がパリで開催され、前述の音のデザインの発表のために参加しました。ちょうど、この会社がフランスの1Dツール開発会社を買収した時期にあたり、1D、3D、Testの三位一体を提案しており、これにヒントを得て1DCAE（当時は1D-CAEと言っていた）という考え方が生まれました。以降は、図2に示すように学会を中心に1DCAEに関する調査、普及啓蒙活動を行いました。これに歩調を合わせる形で1Dツールも進化を遂げるとともに、1Dツールを用いた設計事例も多く見られるようになりました。

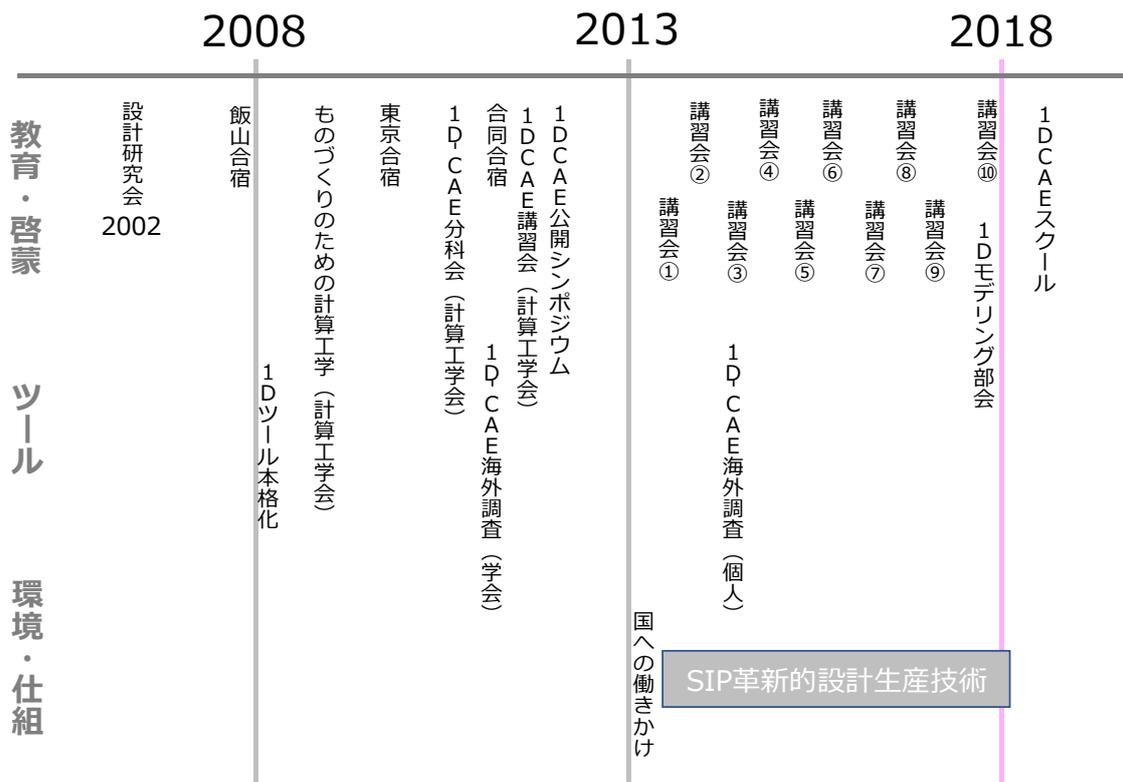


図2 1DCAE この10年の振り返り（主に日本機械学会の活動）

1DCAE のこの 10 年の振り返りを下記の 3 つの視点で考えたいと思います。

- ・ 1DCAE そのもの
- ・ 1DCAE から見た 1D ツール (1D-CAE)
- ・ 1D ツール (1D ツール) から見た 1DCAE

A) 1DCAE そのもの

1DCAE に関しては、『1DCAE とは開発の上流段階から適用可能な設計支援の考え方、手法、ツールで、1D は特に一次元であることを意味しているわけではなく、物事の本質を的確に捉え、見通しの良い形式でシンプルに表現することを意味する。1DCAE により、設計の上流から下流まで CAE で評価可能となる。ここで言う CAE はいわゆるシミュレーションだけでなく、本来の Computer-Aided Engineering を意味する。1DCAE では、製品設計を行うに当たって（形を作る前に）機能ベースを対象とする製品（システム）全体を表現し、評価解析可能とすることにより、製品開発上流段階での全体適正設計を可能とする。全体適正設計を受けて（この結果を入力として）個別設計を実施、個別設計の結果を全体適正設計に戻しシステム検証を行う。』と定義して、これを実現するための啓蒙活動、教育を行ってきました。要するに、製品開発を行う最初の段階で全体像をよく見て、勘と経験だけではなく何らかの手段でその製品開発の行く末を評価可能とすることにより、挑戦的な製品開発の成功確率を上げようという考え方、手法ということができます。ここで問題となったのが、講義を聞かれて“分かった”と言ってすぐに実行に移される方と、その手順を詳細に検討してなかなか実行段階に移ることができない方がおり、後者が圧倒的に多いことです。これはある意味、与えられた仕様で（多くの製品のコンセプトは欧米から導入）作り上げることに慣れてきた日本の技術者（私も含めて）にとっては、今日から考え方を変えないさいと言われているわけですから仕方がないことではあります。とはいうものの各企業の意識としての高まりは十分に感じる事ができた 10 年であったと思います。

B) 1DCAE から見た 1D ツール (1D-CAE)

1DCAE の実行段階で何らかのツールが必要なことは当然です。私の世代では、自分で定式化し、Fortran でプログラムを書き、バグ出しをしてようやく解析が可能となりました。でも今ときこのようなことをする技術者はいないと思います。現状では、1D ツールがこれにとって代わっていると思います。1D ツールの定義は色々あると思いますが、広義では Excel もこれに入りますし、狭義では Modeica ベースのツールということになります。では、実際に 1D ツールを使って 1DCAE を実行した際の印象はどうでしょうか。例えば、Excel を使って 1DCAE を実行すると思考の各ステップを辿って行く必要がありますのでとても手間がかかるのと、その Excel シートを第三者が再利用することは現実的ではありません。ただし、現象理解という意味ではその技術者にとっては大変勉強になると思います。一方、Modeica ベースのツール（例えば、SimulationX）を使って 1DCAE を実行した場合はどうでしょうか。上記の Excel ベースの思考プロセスを体験した技術者にとってはとても便利なツールです。でもそうでない技術者にとっては、解析はできるのだが評価ができないというジレンマに陥っているケースが多いように感じます。

C) 1D ツール (1D-CAE) から見た 1DCAE

ここでは Modelica ベースの 1D ツール (1D-CAE) について考えます。1D ツール (1D-CAE) は必ずしも 1DCAE を実行するためのものではありません。自動車業界を中心に推進されているモデルベース開発・設計 (MBD: Model-Based Development/Design) では 1D ツール (1D-CAE) は強力なツールになっていると聞きます。また、自動車関係の方からは MDB と 1DCAE は同じであるとの意見も多く聞きます (そうでないと理解されている自動車関係の方も多くおられますが)。この両者が似ているものなのか、似て非なるものかの議論はここでは行いませんが、重要なことは 1D ツール (1D-CAE) には多様な使用方法があるということです。MBD は従来の CAE の延長で、メカだけでなくより広範囲の対象を同じドメインで表現することによって、製品開発の効率化を狙うことに重点が置かれており、この意味において 1D ツール (1D-CAE) は効果を上げていると思います。また、1D ツール (1D-CAE) の開発元もこれを目標に開発してきていると思います。一方で、1DCAE は従来の CAE の延長にはないということです。これは 1DCAE の定義から分かるように、形状等の実体がない段階から考えることから理解できると思います。逆の言い方をすると製品開発において従来の CAE にボタンタッチするまでを 1DCAE が担当しているとも言えます。とはいうものの、1D ツール (1D-CAE) が 1DCAE に適用できることも事実です。ただ、この効果を最大化するには何らかの施策が必要であることを感じています。これが 1D ツール (1D-CAE) に求められる機能なのか、外枠で考えるべきことなのか現時点での結論はありません。

4. 1DCAE これからの 10 年

以上述べたように、1DCAE にとって色々なことが混沌となって成長を遂げてきた 10 年であったと思います。これからの 10 年はこの状態を整理して製品開発現場への定着を行う時期になると考えています。ではこのために必要ことは何でしょうか。私は下記の 3 つの項目が必要と考えています。

- ・ 組織としての意識改革
- ・ 個人レベルでの意識改革と自己研鑽
- ・ 上記に対応したツール/環境の開発

A) 組織としての意識改革

現状では各企業のトップによる意識による温度差が大きいと思います。日本のものづくりと言ったより高い視点での危機意識を共有し、オールジャパンで実行していく仕組み、方法が必要と思います。このためには国の支援も必要となるかも知れません。また、日本主導でグローバルに日本の立ち位置を明確にすることも重要と思います。

B) 個人レベルでの意識改革と自己研鑽

これに関しての王道はありません。個々人が意識改革を行い、これを具現化するために日々自己研鑽していくしかありません。このための方法の技術継承は 1DCAE スクール等で継続して行っていく予定です。やるべきことは明確だと思います。

C) 上記に対応したツール/環境の開発

現状の 1D ツールは CAE 機能としては実用域にあると思います。一方、設計機能として考えた場合にはひと工夫必要かもしれません。現状の 1D ツールに設計機能を付加する部分は日本が得意なところのように思います。図 3 に 1D ツールの 10 年後の到達目標イメージを描いて見ました。

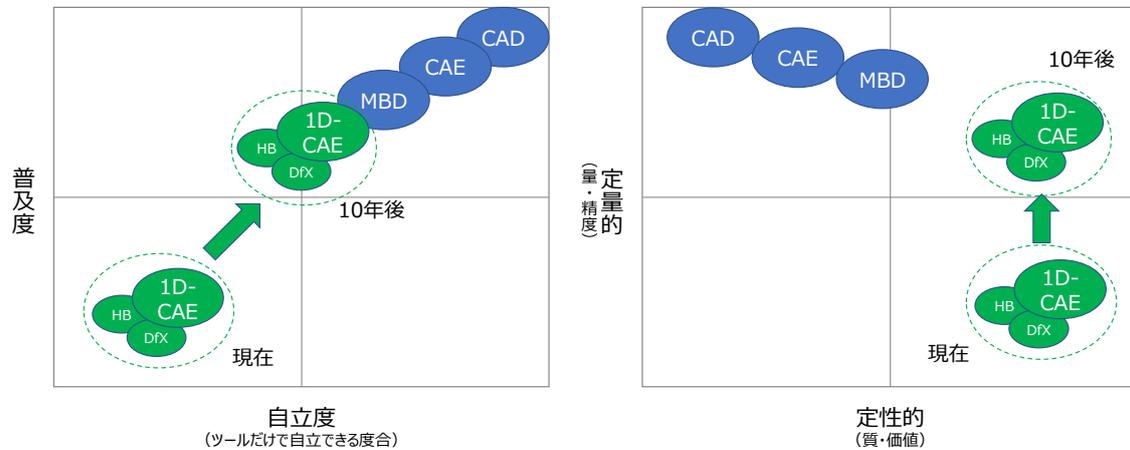


図 3 1D ツールの 10 年後の到達目標イメージ

5. おわりに

1DCAE の今までの 10 年を振り返るとともに、これからの 10 年、何を目標としてどう具現化していくのか考えて見ました。1DCAE を核に本来の CAE を実現し、この分野がさらに飛躍的に発展する 10 年となるように皆さんと一緒に考えていきたいと思っています。

参考文献

1. Ozawa, M., Kondo, K., Yoshida, M., "Performance Sizer – A Tool for Design Information Sharing and Early Performance Evaluation," 日本シミュレーション学会, International Conference on Modeling, Control and Computation in Simulation, Oct., 2000, Japan.
2. <https://sites.google.com/view/ohomi3>
3. 機械設計, 2015 年 9 月号 (2015 Vol.59 No.9) 特集:ものづくり革新を実現する 1DCAE による製品開発、日刊工業新聞社
4. <https://www.jsme.or.jp/kaisi-volno/no-1188/>
5. 広野友英、はじめての Modelica プログラミング、TechShare、2017
6. 「物理入門コース 新装版」、岩波書店、<https://www.iwanami.co.jp/news/n22647.html>