

日本機械学会 第24回 設計工学. システム部門講演会 ワークショップ

タイトル『ものづくりと設計, 日本のCAE どうする』

- 設計に CAE は本当に役立っているのか? -

日時: 9月19日(金) 9:00-12:00

趣旨

本ワークショップでは, 設計における CAE の役割と, CAE 活用の問題点に対する認識を共有するとともに, その問題解決にむけた取り組みについて議論するため設定開催致しました.

設計者は, かつては計算尺を用いて設計仕様や技術的方向性を検討していましたが, 現在では, CAE を用いて飛躍的に精度の高い仕様を検討することが可能になりました. しかしながら, CAE ツール, 3D CAD, Digital システムのライセンス料が高価であることや, オペレーション対応の CAE エキスパートが増加したことにより, 設計者が自ら CAE を駆使しながら仕様を検討する機会が減少しています. 一方, 欧米では設計のポテンシャルを向上させるために, CAD/CAM/CAE/DMU の垣根を廃してこれらを同一の場で活用する VE (Virtual Engineering) の環境が整いつつあります.

道具が高い, 道具を十分に活用できていない, 教育体制が整備させていないなど, 設計現場はさまざまな問題を抱えており, これらの問題を解決し, 日本の設計ポテンシャルを高めるためのシナリオは未だ明確に描かれていません. 本ワークショップでは, 課題を共有し, 今後の展開へのシナリオを見据えた議論を期待し開催しました.

<W/S>

ワークショップは講演とパネルディスカッションの2部構成で行った.

アジェンダ

9:00-10:00 講演

司会: 内田孝尚 (株式会社本田技術研究所)

講演者:

- 1) 松本敏郎先生 (名古屋大学大学院工学研究科機械理工学専攻. 教授)
- 2) 大藪耕平様 (元株式会社本田技術研究所. 主任研究員)
- 3) 角谷治彦様 (三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 機械基盤技術部 フリックシオン. 機構グループ)

10:00-10:10 休憩

10:10-11:30 パネルディスカッション

モデレータ：

木見田康治 先生（首都大学東京大学院システムデザイン研究科，助教）

渡辺健太郎 様（独立行政法人産業技術総合研究所サービス工学研究センター，研究員）

パネリスト：

松本敏郎 先生（名古屋大学大学院工学研究科機械理工学専攻，教授）

下田昌利 先生（豊田工業大学先端工学基礎学科，教授）

西脇眞二 先生（京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻，教授）

大藪耕平 様（元株式会社本田技術研究所，主任研究員）

角谷治彦 様（三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 機械基盤技術部 フリクション，機構グループ）

内田孝尚（株式会社本田技術研究所四輪 R&D センター開発推進室 CIS ブロック，シニアエキスパート）

◆ 講演内容：

1) 松本敏郎先生（名古屋大学大学院工学研究科機械理工学専攻，教授）

大学内で教育している CAE とその内容について説明。

CAE の活用技術ではなく，CAE の為の理論や必要とする力学知識を中心に，物理現象と数値計算の関連付けの重要性，すなわち，現象のモデル化を中心に教育されていることを説明されていた。また，計算する人が何をどこまで勉強しておく必要があるかについて，CAE 技術者認定試験の状況も例にしながら大学教育の範囲を説明。

2) 大藪耕平様（元株式会社本田技術研究所，主任研究員）

設計の中で CAE を活用してきた歴史的経緯と実際に活用した事例を中心に設計の役割とは何かと言及する説明が行われた。特に，F1 も含めた新しい機能設計する時の仕様検討，限界設計等には CAE による検討は Must であり，その可能性は非常に大きいことを力説された。

3) 角谷治彦（三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 機械基盤技術部 フリクション，機構グループ）

現役の設計者のひとりとして，現状の活用状況，活用例，活用効果を具体的な例を踏まえて説明。3D 設計には CAE 活用が当たり前になっていることと，ものづくり現場での 2D 図活用との矛盾も説明された。

◆ パネルディスカッション

「CAEの役割と普及」についての話題でパネルディスカッションが始まり、以下のような内容であった。

[ポイント]

参加者全員、CAEは設計に役に立つとの信念を持たれていた。

[内容]

- ・ CAEは道具。しかし「たかが道具」と思っはいけない。道具で設計力の勝敗が決まる場合がある。
- ・ 設計者がCAEを使わないと意味がない。また設計者にとって、CAE結果の精度を上げることは必ずしも重要ではない。相対比較で十分な場合もある。方向性を示す値が欲しいだけのこともある。精度向上に突き進みすぎの傾向があるのではないか。
- ・ 2D図面が使えるCADが喜ばれるのは日本だけの現象。しかしこれからも2D図面はしばらくなくなるだろう。サプライヤとの打合せでは結局2D図面で打ち合わせしている。また3次受けの会社では2D図面が必須。
- ・ CAE導入ではトップダウンで行ってプロセスに無理やり組み込まないと、設計者は使わない。
- ・ CIOにCAEの講習会に出てもらおうように説得などし、経営トップへのCAE効果説明が必要と思われる。実際に産業系パネリストの苦勞された内容説明あり。

[産学官の連携について]

- ・ 大学の研究室と連携して研究しており、役に立っている。しかし学会などで話を聞くと内容が難しすぎてよくわからない。そこで遠ざかってしまう面もある。
- ・ 日本では4大力学（材料力学、流体、熱、機械力学）の人气があまりない。欧州は機械力学人気。この辺りが将来ボディブローのように効いてくるのではないか。
- ・ この4大力学（材料力学、流体、熱、機械力学）の大学での教科書がここ40～50年ほとんど変化がない状態。パネリストの指摘で材力に薄板物の検討説明が見当たらない旨の話が出た。
- ・ 4大力学教科書としては、古典力学はそのまま残すべきであるが解法はCAEを用いた例題を掲載し、新しいやり方の紹介が必要と言う意見が出た。
- ・ 大学では設計者養成の教育は行っていない。企業でも実際設計者養成は難しい。ただ、大学時代に自分のキーとなる技術を持った学生は、その後の伸びも良いように思う。

等の議論がなされた。

これらのことから「CAEの役割と普及」についての話題だけでなく、日本の設計/ものづくりを考えた時の必要とする動き迄の範囲を拡げて、参加したパネリストとモデレータからこのパネルディスカッションの所感を提出して頂いた。その所感を整理し項目をあえて作成すると以下のように分類され、この項目に従って、説明したい。

- 1) 設計/ものづくりでの2D図面と3D図面
- 2) 3D設計/開発技術の急激な進歩と日本の状況
- 3) CAE/3D/Digital化の普及
- 4) 日本の状況から考える今後

1) 設計/ものづくりでの2D図面と3D図面

① 2D図における3面図

2Dの図面(CAD)教育の必要性の意見が会場からあった。

中小企業や特定の業界は2次元CADが今でも標準であり、2D図面の読み描きが必要とのことであった。3DCADを導入すれば3面図の出力も可能で、敢えて3面図を描く必要はなくなるが、3DCADを導入せずとも2次元で成立している現状からの脱却の意思決定は投資や人材、3DCAD教育等の問題からも難しいのではないかという意見が多く、3面図の重視はいわゆる設計での本来の目的ではなく、製品情報の3面図を通して、意思伝達の役割がまだ大きいことも背景にあるように思われる。

3面図の役割のひとつとして、2次元図面の読み描きの理解の一つとして大学では3面図での訓練を行っている部分もあり、これは3DCADでの活用とは教育目的が異なると思われた。

② 3D図と2D図

3DCADはCAEとリンクさせ、いわゆる設計教育として行われるべきであるが、現状は3D形状作成に留まっているケースが多いのではないかと(3D形状作成もノウハウや発想の転換が必要で、一種のスキルではある)という指摘あり。

会場からは2Dと3Dの両者の教育が必要と思われるという意見があり。大学では2Dと3DCADの両者の教育を行っており暫くは2D/3D併用という教育対応である。それにたいして産業界の現場での3D設計普及は進んでいる。ただし、産業界でも3D設計中心に対応している企業と逆に2D設計が残っている会社の2種類存在している。その3D設計中心に対応している企業でも、3DCADは全製品の設計に標準使用されている一方で、サプライヤや工場現場への図面は2D、加工データは3Dというのが日本での現状と思われる。日本の製造における最初のコミュニケーションが2Dで始まる形を崩すことが出来ない以上2Dと3Dの両者の教育が必要という現状が理解出来る。

“ものづくり現場が投資/教育等も含めた課題から3D/Digitalの高い技術的ポテンシャルを活用出来ず、完全3D化へ踏み出せない状況の産業界”と“コミュニケーションの手段としての2Dの価値を活用している現場要望からくる2D図3面図教育を対応している教育界”が共同で方向性を検討する場を設定出来てないことが課題ではないかと思われる。これはパネルディスカッション後の所感内容に次のような意見がある。「3D設計/開発技術は急激に進歩しつつあるが、日本ではその可能性が過小評価されているか、認知されていない。これは日本のものづくりの強みである「すりあわせ」に代表される設計開発プロセスに対する自信の裏返しであるが、従来の技術ややり方に固執することで、新しいトレンドについて行けなくなる現象はこれまで様々な業界で起こってきている（イノベーションのジレンマ）。日本のものづくりがこの罠に陥っている可能性がある」

2) 3D設計/開発技術の急激な進歩と日本の状況

日本の設計現場は外部からの評価を受けられる状況になっていないように見える。日本の設計現場は一種のブラックボックス化しているように思われる。このため、企業の課題が共有されていない。また、設計・製造の問題が学・官の間でテーマになりにくい。全てではないが、従来は企業努力だけでうまく回っていることになっていることから顕在化されないまま今日に至っているように思われる。強みのブラックボックス化は、一方で弱みの顕在化を遅らせることがある。

設計に関する情報は、企業側が開示しないこともあり、大学側に伝わってこないのと同時に産学官、国内外で情報の分断が多いように思われる。また、機械産業、自動車産業、電機産業等の動きを見るとそれぞれの間にGapがあり、展開、社会インフラ、教育等への要望、に統一感が無い。

日本の他の産業に比べると3D設計/開発の動きが多少先行している自動車業界等は、日本の環境、例えば、日本の部品サプライヤの図面環境や大学をはじめとする3D設計教育の遅れに対し、危惧を感じる。大企業はツールの展開、教育などの準備が出来るが、中小企業では難しい。しかし物作りの底力は中小企業の力が大きいので、ここへの普及展開活動が重要である。

ここで、3D設計/開発技術の情報を聞く窓口について述べる。

将来のものづくりを考えると産業界の各現場レベルでは、3D設計/開発/ものづくりの必要性が判っている。その3D設計/開発/ものづくり技術の詳細と方向性を調べるには、日本で誰に聞けば良いか明確になってない。

- 大学に聞きたいが、世の中の最前線の情報が大学に入っていないことから、大学からの正確な方向性に対する見解や、指導を受けることは出来ない。
- ベンダーから情報を得ようとするベンダー自身の日本の市場での製品である

ツールの使い方に終始してしまうことが多々ある。

ということは日本には、急激に進歩しつつある3D設計/開発/ものづくり技術の正確な情報源を持ってないことになる。

前述したが、“3D設計/開発技術は急激に進歩しつつあるが、日本ではその可能性が過小評価されているか、認知されていない。これは日本のものづくりの強みである「すりあわせ」に代表される設計開発プロセスに対する自信の裏返しであるが、従来の技術ややり方に固執することで、新しいトレンドについて行けなくなる現象はこれまで様々な業界で起こってきている（イノベーションのジレンマ）。日本のものづくりがこの罠に陥っている可能性がある。”

3) CAE/3D/Digital化の普及と教育

① 人に依存したCAEの活用と普及

CAEが設計に対して有効なツールであることは設計者、CAE技術者、研究者の中での共通認識である。とは言うもののCAEの設計での利用に関する問題点や危機感が共有されていないように感じられ、それらを問題として認識させることから始める必要があるのではないかという意見が多々聞こえた。

CAEの普及が進まないのはその部品や製品に対する解析条件が確立されていないことも原因のひとつではないか。また、その解析条件は人への依存が大きいため、技術の継承が難しくなっている。同様にCAEを活用する技術に関しては、設計者の技術の差が大きいと感じられる。CAE技術/活用ノウハウは使っている人に蓄積されるが、技術の継承は個人や企業まかせで体系的なものはない。また、若い設計者が自分でCAEを使用せず、解析専任者に任せるケースが多く、解析が作業の一つという扱いになっており、それも問題の一つと思われる意見があった。

② 大学での教育とCAE

企業側が大学からのシーズを検討し、導入するための体制が整っていないことや、設計者を教育するための産学の連携が弱いこともあげられた。

例えば、基礎力学、計算力学、数学の充実が必要であり、学生のみではなく、社会人のリカレント教育もCAEをさらに産業界にて発展されるには必要と思う。

また、CAE活用技術と材力等の基礎技術を同等の扱いに感じる次の意見がある。

材力や構造力学でさえ、設計者全員が使いこなしていないのと同様に設計者全員が電卓のようにCAEを設計ツールとして使うのは難しいように思われる。

現状、技術力は個人依存が大であり、開発プロセスへの強制的な導入と合わせて、設計者を教育しながら普及させていくことが重要だと思いう意見が一般的である。欧米や中国の大学と異なり、日本の大学での設計教育では（開発プロセスへの強制的な導入のように）そこまでの必要性を共通認識としてはないう

に思うという意見があるように設計教育の確立, 将来への展望が整ってない現実が感じられる.

CAE 設計の教育見直し論として, 大学の教育が計算理論の教育に偏っているのではないかと感じる. 最低限の知識は必要ではあるが, 実設計のなかで, 設計手法, CAEなどをどこで, どう使うと有効なのかの本質を教育する必要がある. 理論やツールの使い方を教えるのは設計教育ではないという意見がでた.

海外の大学の様な, より実務的な教育が行われていないことやCAEを前提とした材料力学などのアプローチはあるのだろうか? という意見もあり, 前出したが, 大学での教科書がここ40~50年ほとんど変化がないことにつながる.

技術の継承が個人や企業まかせで体系的なものはないことから, CAE活用体系, 3D設計のルール化, 標準化の対応をどうしていくかの推進が不明であることも事実である.

大学側から見る危惧として, このような意見もあげられた.

- ・ 大学では, 機械系の学科で, 従来の4力学の教育に費やす量や質が低下している. これは, 設計において現在でも重要な知識体系であるにもかかわらず, このような内容の研究テーマでは研究費が得にくくなっており, 教員の採用においては, 材料力学や振動工学などの深い知識を有していない教員が講義しているケースも多くなっている. また, 少子化により学生の質が低下し, 従来と同じ分量のカリキュラムを組んでも消化できないという問題も存在しており, 将来が危惧される.

また, 同様に大学から次の意見がある. CAEの技術構築と活用が同一に考えておられるように思われ, CAE技術構築の難しさを, 述べられている. そこから活用に関する部分に触れた意見となっている. 企業から見るとCAE活用にたいして, ハードルを高く見ているように思われるが, これも現状の事実の一つなのかもしれない.

- ・ CAEが高度化・複雑化している過程で, CAEを使いこなすためにかなりの専門知識とトレーニングが必要となっているようである. 産業界全体の実情はよくわからないが, 実際にはCAEの内容は博士取得者程度の専門知識が必要なレベルであると思うが, 少なくとも修士レベルの知識は必要なのではないか. しかしながら産業界の実情は, たとえば生物系の学士修了者が固体の有限要素法をやっているようなケースも多いように思われる. 欧米では, 国際会議等で接触するエンジニアの場合, ほとんどが博士取得者であり, デジタル・エンジニアリングの概念や利点をよく理解しており, 高度な専門知識を生かしてCAEや3DCADを駆使した設計や新しいソフトウェア, 解析法の開

発が行われていると考えられる。これに対して、日本の多くの企業の専門家の層の厚さは欧米と比べて十分かどうか検討が必要ではないか。

4) 日本の状況から考える今後

① 産業界の実情

- ・ 自動車産業では3D設計の展開は完了していると思われる。CAEによるチェックが規定化されているかどうかは不明ではあるが、CAEの活用も常識となりつつある。
- ・ 自動車関連の部品メーカーでは、詳細設計を任されることが多くなり、CAEの活用は必須となるはずであるが、部品アセンブリを引き受ける元請け部品メーカーでは計算しないケースが増えているようだ。
- ・ 特に課題と思われる一つとして、中小企業ではこれらの新しい知識習得の動機を得るチャンスが少ない。
- ・ 大企業はツールの展開、教育などの準備が出来るが、中小企業では難しい。しかし物作りの底力は中小企業の力が大きいので、ここへの普及展開活動が大企業での普及活動以上に重要かと思われる。学生にCAD/CAE展開の実務を教育することは中小企業への展開に大きな役割がある。
- ・ このような展開には知識のある技術者からのトップダウンか、CAEの教育を受けた人の活用が重要だが、教育現場でCAE展開の重要性も含めた活用を教育している例をあまり見ることが出来ず、このこと自体が問題と思われる。また、企業は内部事情を外部に公開しないし、大学も積極的に企業の状況を得る事を行っているとは思えない。海外の技術者では、CAEの実務の教育を受けた人が展開する例が多い
- ・ 設備設計など、個別設計の必要な場合では、担当者の知識不足、要員不足などからCAEが活用されているとはいえない。今後、個別設計のチャンスの多い設備へのCAE展開が必要と思われる。
- ・ 現在の日本での一般的課題の一つとして、企業方針を決める経営陣がこれらの重要性を本当に理解してないではないかと思われる例が散見される。例えば、未だにCAD/CAEの活用が設計劣化の要因とするコメントが聞こえることなど、開発力低下の主な要因の一つがCAD/CAE等のDigital環境活用の重要性を理解出来る企業トップの少なさにあるのではないかと思われる。

② 大学/国レベルの実情

マスコミ等の番組やニュースから世間一般では“ものづくりを匠の世界”ととらえている様に思われることがある。匠の世界は既に日本の歴史の中で醸成され、文化も含め確立した技能技術であり、参考として、比較理解することは重要であるが、あえて現代のものづくりの話題としてこの分野を登場させることは意味がないと思われる。このような捉え方は“技術力と技能力”とは違うことの認識がないと思われ、このことから改めて展開する必要がある。技術の裏付けの無い技能は、結果として、コスト競争となり、物作りの衰退のみとなる。(物作りを手放した国家は衰退のみだと思われる。パネリスト意見) 現状のものづくり技術の課題としては量産技術を中心したグローバル生産も含めた技術分野を考えたい。

- ・ 本来の物作りとは設計段階で、7～8割仕様が決まると言っても大きな間違いはない。このことから、一般的に物作りの原点は設計力と考えたほうが現実的ではあるが、国レベルで設計力の向上に必要とした施策がとられてないことからこのような認識が薄い様に思われる。(前出の趣旨の中に記述したが、欧米が設計のポテンシャルを向上させるために、CAD/CAM/CAE/DMUの垣根を廃したVE(Virtual Engineering)の環境での設計段階での仕様レベルは100%決定を目指し、テストは確認のみをイメージしている。筆者加筆)
- ・ 国のプロジェクト等の動きを見るとテーマUP、方針作り等の提案に対する予算設定は3年スパンであり、3D設計/開発等のDigital技術展開の早さへの追従が難しく、技術的に目標へ到達したときには既に古新聞になっていることが見られる。また、大学での教育の成果が論文に偏重されているのか、理論展開のみになっており、大学からの論文の中にはいまだに時代錯誤的な報告が有る。(特にCFD関連)
- ・ 日本のCAE開発会社が壊滅的であることも、問題と考える。国プロは、ハードウェアだけではなく、システムインテグレーションも積極的に支援するような仕組みにしてほしい。また、欧米ではこのような発展のために、多くの産学のコンソシアムが存在するが、日本でもそのようなものが必要に感じている。
- ・ 今回のパネルディスカッションに参加されたほとんどのパネリスト、モデラーの方が“今後の必要とする動き”の意見として言われたことを雑感としてアンケート調査であがって来たので、そのまま掲載する。
 - 3Dで形状のモデリングからVRまでを体系化し、2次元の図面や、図学が果たしてきた役割を整理し、一貫して3次元化されたモダンな設計法を議論する。
 - 日本の設計/ものづくりと欧米のその現状がどうなっているのかの実態を調査する。
 - 大学等における3Dデジタル・エンジニアリングのための教育。カリキュラ

ムの体系はどうあるべきか議論する。

③ 産学意見の場として

- ・ “3D 設計/開発技術は急激に進歩しつつあるが、日本ではその可能性が過小評価されているか、認知されていない。これは日本のものづくりの強みである「すりあわせ」に代表される設計開発プロセスに対する自信の裏返しであるが、従来の技術ややり方に固執することで、新しいトレンドについて行けなくなる現象はこれまで様々な業界で起こってきている（イノベーションのジレンマ）。日本のものづくりがこの罠に陥っている可能性がある”（渡辺健太郎氏談（独立行政法人産業技術総合研究所サービス工学研究センター、研究員））で表現されるように現在の日本において、3D 設計普及の遅れと Digital ものづくりの活用不足は致命的状況と思われる。しかし、その状況は前述したように「3D 設計/開発/ものづくり技術の詳細と方向性を調べるには、日本で誰に聞けば良いか不明である。」また、「日本には、急激に進歩しつつある 3D 設計/開発/ものづくり技術の正確な情報源を持ってない。」である。これが日本の 3D 設計と Digital ものづくりという状況と言っても過言ではない。このため、大学、産業の実設計者/実ものづくり者の参加し、正確な意見を交わせる議論の場が必要である。日本全体の IT/Digital ものづくりの遅れを取り戻す将来像を描いた抜本的活動を推進する機関が必要と思われる。
- ・ その内容としては
 - 3D 設計学の確立と普及
 - ✓ 公的教育機関を設定、3D 設計学の確立とそのポテンシャルの普及
 - ◇ 方向性を定めたビジョンの発信
 - ◇ 終業後の再教育機会を与えるチャンス。
 - ✓ 設計力の向上、効率向上は今後のものづくり産業のキーになることを企業トップのマネージメント層への啓蒙活動展開が必要。
 - IT/Digital/ものづくり活用技術創出
 - ✓ 2D 図不要環境でものづくり体制確立
 - ✓ ものづくりの中から考える 3D 図ルールの標準化と世界規格へのリーディング。
 - ✓ 物作りの原点は規格であり、IT 規格も工業規格の一つという認識醸成。
 - IT/Digital/ものづくり環境の充実
 - ✓ CAD/CAE/Digital ツールはのほとんどは海外から供給され、ツールの改良や、不具合を修正に主導権を握れない。これらの改善し、より簡単に、より正確に、への推進。
等がほんの一例として考えられる。

5) まとめ

『ものづくりと設計, 日本のCAE どうする』－設計にCAEは本当に役立っているのか?－というタイトルのW/S(ワークショップ)を開催し,その後,パネルディスカッションでの内容と,パネリストとモデレータからの所感を,次のようにまとめる.

- ① CAE技術/活用ノウハウはCAE活用に蓄積され,技術の継承は個人や企業まかせのため,設計教育の中で活用するために体系的にまとめたものは見当たらない.このため,教育,設計での活用法,今後の展開,方針等についての議論も体系的に進められてない.
- ② 自動車産業では3D設計の展開はほぼ完了していると思われ,CAEの活用も常識となりつつあるが,他の機械設計分野の一部では3D化の投資/教育等の課題から完全3D化へ踏み出せない状況と思われる.また,中小企業ではこれらの新しい知識習得の動機を得るチャンスが少なく,3D/Digitalの高い技術的ポテンシャルを未活用の状況である.
- ③ 産業界の各現場レベルでは,将来のものづくりを考えると3D/Digitalの高い技術的ポテンシャルの必要性が判っている.その3D/Digitalの高い技術的ポテンシャルの詳細と方向性を指導する機関が,明確になってないのが日本の現状と思われる.

上記より,現状では,3D/Digitalの高い技術的ポテンシャルの活用が充分に行われてないことから,世界をリーディングするような創造性が富み,高い要求仕様を満たす高度な設計の機会減少が日本の設計,ものづくり現場で起こっていると推察される.

6) おわりに

前出したが,

“日本には,急激に進歩しつつある3D設計/開発/ものづくり技術の正確な情報源を持ってない.”という事実から日本全体のIT/Digital設計/開発/ものづくりの遅れを取り戻す為には国家プロジェクト提案等,抜本的活動を提案することとその議論の場設定が必要と思われる.企業の設計の実情と課題を把握し,中立的尚且つ公的機関的な立場の位置付けの学会が大きなドライビングフォースを持つ時なのではないだろうか.

特に,ものづくり/設計/解析等各分野を総合した機械学会がこれらの産業界,大学,両方の意見を交わせる場を提案,推進することが日本のものづくり/設計の今後をドライブする大きな役割を受け持つことになると確信する.

(日本機械学会 設計工学システム部門 産学連携活性化委員会 内田孝尚 記)

<http://www.jsme.or.jp/conference/dsdconf14/WS2.pdf>