

平成17年度 コラボレーティブエンジニアリングに関する調査研究

次世代デジタルエンジニアリングに
期待されるもの

平成18年3月

財団法人 日本情報処理開発協会
電子商取引推進センター



この報告書は、(財)日本情報処理開発協会電子商取引推進センターが競輪の補助金を受けて実施した事業の成果を取りまとめたものです。

まえがき

この報告書は、財団法人日本情報処理開発協会が日本自転車振興会の補助金を受けて実施した平成17年度「電子商取引の推進に関する調査研究等補助事業」の一環として取りまとめたものである。

近年のデジタルエンジニアリングシステム(CAD/CAM/CAE)の普及は目覚しく、製品開発の効率化、製品の高品質化の不可欠な道具になりつつある。

しかしながら、その利活用は特定の業務の限定された効率化に閉じているのが現状であり、特に製品開発の上流から下流への仕事の流通や、**Supplier Collaboration**の観点等ではIT化の効果は限定的である。つまり3次元デジタルエンジニアリングシステムの導入で得られるとユーザが期待した効果と現実のそれには差がある。

本年1月に発表されたIT新改革戦略でも、ITによる部門間・企業間の連携強化を説いており、今後のデジタルエンジニアリングにはこの差を埋める機能向上と、日進月歩の設計技術、生産技術や製品開発プロセスに適合できる柔軟性が望まれる。

これからのデジタルエンジニアリングシステムを作りあげていくためには、様々なアプローチが必要となるが、製造業、ITベンダ、研究者が共通の問題意識を持ってそれぞれの立場の知恵を集約した議論が出発点となるので、その形で実施し、今後のデジタルエンジニアリングのあるべき姿を探るためのガイディングコンセプト作りを活動の目標とした。

第一編に、これからのデジタルエンジニアリングシステムのためのガイディングコンセプトをまとめた。

第二編に、検討、調査の内容を記載した。第二編1、2、3章は委員の方々からの報告、個別にお話頂いた内容、討議内容、および調査内容を事務局でまとめたもので文責はすべて事務局にある。また第二編4章に今回のガイディングコンセプト作成のために使用した方法について、全体のファシリテーションをしていただいた牧野委員に執筆いただいた。

第二編3章では、社団法人日本自動車工業会殿より、3D図面標準化WG資料とSASIG資料の使用を快諾いただいた。ここに感謝の意を表する。

なお、本報告書にある会社名、団体名、製品名、システム名などは、一般にその会社や開発下の登録商標である(本文中には、TM、®は記していない)。

平成18年3月

財団法人日本情報処理開発協会
電子商取引推進センター

委員名簿（敬称略）

主査	鈴木 宏正	国立大学法人東京大学
	大高 哲彦	日本ユニシス株式会社
	岩壁 清行	社団法人日本金型工業会東部支部
	加治佐 英輔	トヨタ自動車株式会社
	桜井 一哲	東京電力株式会社
	佐々木 安夫	富士電機ホールディングス株式会社
	高橋 幸男	オリンパス株式会社
	堀川 正美	社団法人日本金型工業会東部支部
	牧野 寛幸	日産自動車株式会社
	米田 俊彦	ヤマハ発動機株式会社
	渡邊 和彦	社団法人日本金型工業会東部支部
	坂田 豊	株式会社富士通九州システムエンジニアリング
	佐橋 直樹	株式会社構造計画研究所
	谷本 茂樹	日本ユニシス株式会社
	森 博己	デジタルプロセス株式会社
	呉 在烜	国立大学法人東京大学
	松木 則夫	独立行政法人産業技術総合研究所

（事務局）

吉岡 新一	財団法人日本情報処理開発協会電子商取引推進センター
調 敏行	財団法人日本情報処理開発協会電子商取引推進センター

目 次

第一編 これからのデジタルエンジニアリングシステムのための ガイディングコンセプト

1. はじめに	3
1.1 背景	3
1.2 ガイディングコンセプトの必要性	3
2. これからのデジタルエンジニアリングに求められるもの	6
2.1 現時点の到達点と要求品質	6
2.2 望まれる設計・製造プロセスの姿	6
2.3 望まれる情報流通の姿	7
2.4 真に設計・製造を支援するシステムのあるべき姿	7
2.5 要求品質と現行 IT 機能のマッチング	8
3. これからのデジタルエンジニアリングシステムに求めるもの	9
3.1 設計を支える	9
3.1.1 設計意図・設計根拠を表現できること	9
3.1.2 設計試案の作成に対応できること	10
3.1.3 設計試案をサクサク評価できること	10
3.1.4 設計者の負担の軽減	10
3.2 コラボレーションを支える	11
3.2.1 Pros/Cons	11
3.2.2 設計に深みを	11
3.2.3 設計意図を伝えるために	12
4. 提案するガイディングコンセプト	12
4.1 設計シーンを核とした CAD の実現	13
4.2 設計者親和性の高い CAD の実現	13
4.3 本格的設計支援環境の構築	13
4.4 革新的なデータ表現の考案	14
5. おわりに	15

第二編 これからのデジタルエンジニアリングシステムを考える

1. デジタルエンジニアリングの現状認識	19
1.1 現状の全体像の把握	19
1.2 日本に合った設計製造プロセスの明確化	22
1.2.1 牧野委員報告	22
1.2.2 呉委員との対話	25
1.2.3 大高委員コメント	31
1.2.4 現状把握の構造化	33
1.2.5 共通認識と課題の明確化	34
1.3 上流から下流に十分な情報が効率良く流れること	35
1.3.1 岩壁委員報告	35
1.3.2 加治佐委員報告	37
1.3.3 大高委員コメント	38
1.3.4 現状把握の構造化	40
1.3.5 共通認識と課題の明確化	41
1.4 真の意味で設計に合った CAD の明確化	42
1.4.1 森委員報告	42
1.4.2 米田委員報告	50
1.4.3 大高委員コメント	59
1.4.4 現状把握の構造化	61
1.4.5 共通認識と課題の明確化	62
1.5 業務プロセスとツールのマッチング	63
1.5.1 これまでの整理	63
1.5.2 業務プロセスとツールのマッチングの視覚化	64
1.5.3 SVA 分析表の準備	66
1.5.4 SVA 分析の調査対象と調査方法の確認	69
1.6 業務プロセスとツールのマッチング分析結果	71
1.6.1 重要課題の認識レベル	71
1.6.2 重要特性と IT 要件のマッチング	75
1.6.3 まとめ	93
2. これからのデジタルエンジニアリングの姿	95
2.1 ガイディングコンセプトの明確化	95
2.2 コラボレーション効率の向上 (a1) について	97
2.2.1 プロセス上の問題	97

2.2.2	IT 機能要件	103
2.2.3	理想的なプロセス	106
2.2.4	鍵となる IT 技術	108
2.2.5	コラボレーション効率の向上の整理	114
2.3	設計効率の向上 (c1) について	116
2.3.1	エンジン設計における構想と計画	116
2.3.2	設計効率の向上の要件まとめ	121
2.4	ブレイクスルーの為のガイディングコンセプト	125
2.4.1	コンセプトを考えるためのキーワード	125
2.4.2	コンセプト案の作成	129
2.4.3	コンセプトの決定	131
2.5	設計意図が伝わらない要因を考える	134
2.5.1	対象となる設計意図内容の明確化	134
2.5.2	設計意図伝達の現状把握	135
2.5.3	設計意図が伝わらない要因の明確化	138
2.5.4	機能部位について	138
2.5.5	関連部品情報について	141
2.5.6	実現への方向性	142
3.	設計属性に関する取組み状況	143
3.1	自動車における取組み	143
3.1.1	自動車業界を取巻く環境の変化	143
3.1.2	3D 化への阻害要因	143
3.1.3	自工会の取組み	145
3.1.4	世界との協調	146
3.1.5	図面様式の変化 (これまで)	147
3.1.6	図面様式の変化 (これから)	148
3.1.7	3D モデル活用領域の拡大	149
3.1.8	3D 単独図のメリット	150
3.1.9	自工会の活動課題	151
3.1.10	自工会の活動項目	152
3.1.11	自工会の活動体制	153
3.1.12	自工会の活動実績と計画	154
3.1.13	3D 図面の規定制定に向けた活動	155
3.1.14	3D 図面に関する規定の内容	156
3.1.15	図面に必要な情報	157
3.1.16	図面価値の変化	158
3.1.17	3D 単独図スタンダードと ISO/FDIS16792 の関係	159
3.1.18	3D 単独図スタンダードの目次案	160

3.1.19	3D 単独図スタンダードでの規定内容例	161
3.1.20	ベンダとの協調活動	162
3.1.21	3D CAD への働きかけ	163
3.1.22	3D 単独図作成への進化イメージ	165
3.1.23	3D CAD 実証結果のまとめ	166
3.1.24	広がる 3D Viewer の利用範囲	167
3.1.25	3D Viewer への働きかけ	168
3.1.26	3D Viewer への基本的な要件	170
3.1.27	3D Viewer の必要機能	171
3.1.28	3D Viewer 実証の手順	172
3.1.29	3D Viewer ベンダとの協調活動のまとめ	173
3.1.30	3D CAD と 3D Viewer の実証結果まとめ	174
3.1.31	サプライヤとの協調	175
3.1.32	サプライヤ検証の内容	176
3.1.33	3D 単独図の普及活動	177
3.1.34	自工会の活動まとめと今後の動き	178
3.2	SASIG における取組み	180
3.2.1	SASIG の取組み	180
3.2.2	DEV-WG の活動目的	181
3.2.3	DEV-WG のビジョン	182
3.2.4	Digital Engineering Visualization とは	183
3.2.5	DEV-WG の活動項目	184
3.2.6	3D 図面に関する規定策定	185
3.2.7	DEV Format 調査の実施	186
3.2.8	DEV Format 調査結果	187
3.2.9	DEV ツール調査の実施	188
3.2.10	Viewer デモの実施	189
3.3	金型における取組み	190
3.4	国際標準化の状況	191
	参考資料・引用文献	192
4.	ガイディングコンセプト作成のガイドライン	194
4.1	従来の IT 開発	195
4.2	ガイディングコンセプト作成の全体プロセス	198
4.2.1	要求品質特性の明確化	199
4.2.2	対象となる IT 機能の洗い出し	205
4.2.3	SVA 分析	207
4.2.4	コンセプト評価	213
4.3	活用方法	221

4.3.1 ユーザ	222
4.3.2 ベンダ	223
4.4 参考にした手法	224

第一編

これからのデジタルエンジニアリングシステムのための
ガイディングコンセプト

1. はじめに

1.1 背景

近年のデジタルエンジニアリングシステムの普及は目覚しく、製品開発の効率化、製品の高品質化の不可欠な道具になりつつある。

しかしその利活用は特定の業務の限定された効率化に閉じているのが現状であり、特に製品開発の上流から下流への仕事の流通や、Supplier Collaboration の観点等では IT 化の効果は限定的である。

‘3 次元データだけでは仕事が回らない’ という一般的不満の声は現状の IT 化が期待した成果をもたらしていないことを端的に表している。これは IT 化してたどり着くべき製品開発像が明らかでなく、従って理想像と現状の差異も明らかでないことが主因と考えられる。

近未来に渡る我が国製造業の国際競争力の維持・強化はいかに特長を生かした効果的な IT 化ができるかに掛かっているといっても過言でない。

そのためには、裾野の広い主要産業界の代表者、IT ベンダ、研究界の知見を集約することにより、‘IT 武装した日本の製造業のあるべき姿’ を案出し、そこに至るデジタルエンジニアリング分野の主要な課題を明らかにすることが重要である。

1.2 ガイディングコンセプトの必要性

製品開発は、ここ 20 年来、デジタルエンジニアリングシステム (CAD,CAM,CAE システム) と密接な関係を持って来ている。しかしながら、背景で触れたように、製品開発と IT のバランスの良い関係が成立しているとは、必ずしも云えない状況にある。

一方、製品開発は、環境対応、安全安心、ユニバーサルデザインなど、今まで以上に多様で複雑な要求に対応していく必要がある。このような状況において、これからの設計技術、生産技術や製品開発プロセスに適合できて、仕事が効率よく廻るデジタルエンジニアリングを作りあげるには、様々なアプローチが必要となろうが、製造業、IT ベンダ、研究者が共通の問題意識を持って進めることが効果的である。例えば、従来にない新しいアプローチが見出されれば、それを実用化するための技術開発に先立って、基礎研究を産学連携で進める必要が生じる (図 1)。

ガイディングコンセプトの必要性

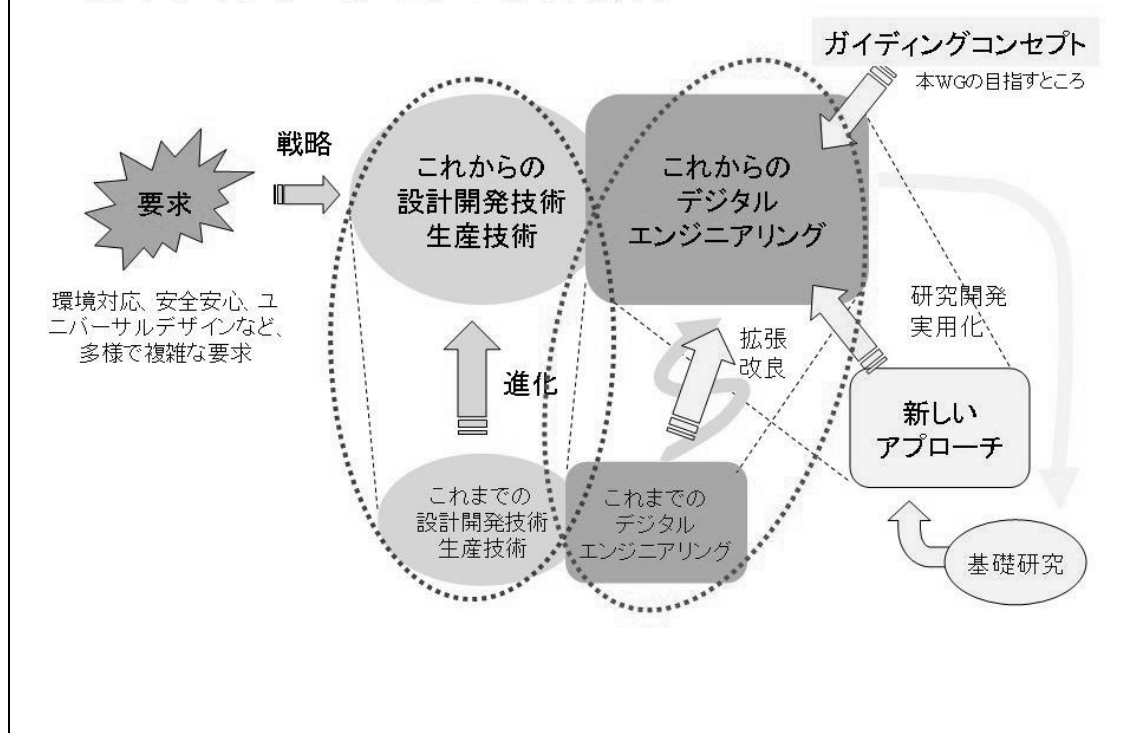


図 1 ガイディングコンセプトの必要性

図2は検討に先立って「日本のもの作りプロセスにあった設計製造概念やツールとして何が必要か?」という観点で取り上げるべき課題を抽出したものである。その内容は、次の4項目（以下重要特性と呼ぶ）である。

- 日本に合った設計製造プロセスの明確化

— どのような業務プロセスにしたいのか、日本に合ったとはどういうことかを整理しなければいけない。

— 日本流の一番効率のいいプロセスがあるとすればそれはどういうものか

— 要求される機能と製造工程の関係を具体的な形にする必要がある。

- 上流から下流まで、十分な情報が効率よく流れること

— 設計から製造に必要な情報が、形状情報だけでなくエンジニアリング情報も含めて、必要な変形も施されて、整合的に効率よく展開される必要がある。

— このとき、グローバル化するなかで世界に分散する工場の効率的稼働の視点も落とせない。

- 真の意味で設計に合った CAD の明確化

— まず設計者が設計そのもののありたい姿、位置付けを明確にする必要がある。

— それに基づいて、現状のツールの批判を整理することが出発点になる。

- 業務プロセスとツールのマッチング

日本のものづくりやプロセスの姿と密接にリンクするが、業務プロセスに合った CAD/CAM システムとはどういうものかという視点で評価ができる必要がある。

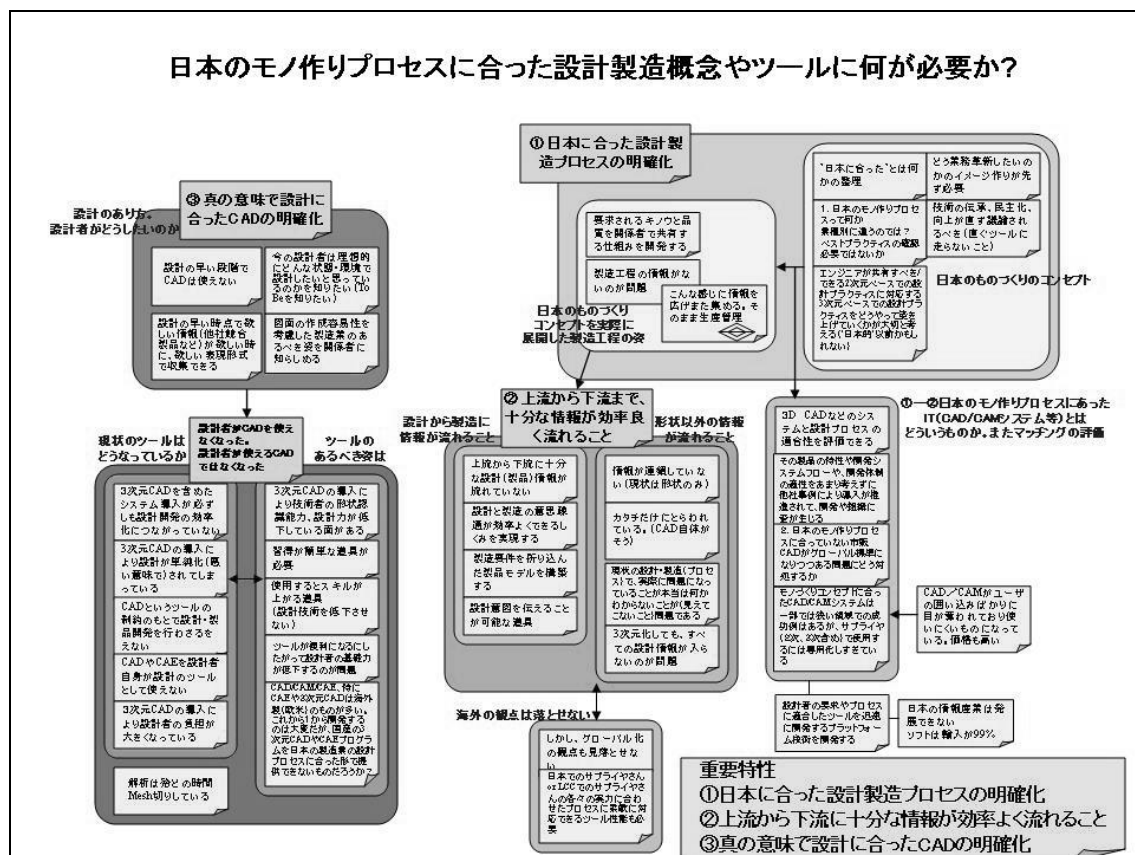


図 2 日本のモノ作りプロセスに合った設計製造概念やツールに何が必要か

これを受けて、本活動においては、これからのデジタルエンジニアリングに求められるものを抽出し、これからのデジタルエンジニアリングシステムのためのガイディングコンセプトを考えることとした。

まず、今後の設計、生産技術の進化に対応できる、次世代デジタルエンジニアリングの姿を描きだすため、最初の3つの重要特性について現時点の到達点とこれから求められるものを洗い出した。ついで、洗い出した要求と現在のデジタルエンジニアリングシステムのマッチングの度合いを評価して、何をガイディングコンセプトとすべきか検討を行った。

現実の製品開発プロセスは業種・産業ごとに異なる面があることから、製品開発に最もデジタルエンジニアリングを活用している代表的産業である自動車産業を中心に検討を進めた。

2. これからのデジタルエンジニアリングに求められるもの

2.1 現時点の到達点と要求品質

表1は、先に上げた重要特性について、業務側から見た現時点における到達点と次世代のデジタルエンジニアリングのための13件の要求品質をまとめたものである。その詳細は本報告第2編に譲るが、委員における重要度の認識は、c1,a1の項が特に高く、ついでb1,b2項が高い。次に、その内容を概観する。

表1 現時点の到達点と要求品質

項	重要特性	現状の到達点	ID	要求品質	現状
1	日本に合った設計・製造プロセスの明確化	日本的な緊密なコミュニケーション(すり合せ文化)を伴ったオーバーラッピング・プロセスに基づき、一デジタルデータを完全な形で作り早期に検証。一CAEを活用したフロントローディング。	a1	コラボレーション効率の向上	そのやり方が、各社でクローズしている。コラボレーションのやり方が本当に経済的なレベルなのかどうか明確でない。
			a2	フロント・ローディングによる工数増大の解消	コラボレーションによるオーバーラッピング・プロセスで設計段階での工数が増大している事に対して対策が必要
			a3	高度すり合せ商品や先行開発の効率化	現状の日本は設計と製造の妥協点を組織的に上手く見つける力は優れているが、機能優先で開発していく力は不足している?
			a4	すり合せ能力基盤の継承	日本の強みであるすり合わせ能力基盤を(3次元CAD化等の技術進化に合せ)どの様に継承していくのか明確でない
2	上流から下流に十分な情報が効率良く流れること	データ3次元化の進展により、形状情報を正確に早く伝達する仕組みは向上した。	b1	製品設計から生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性の向上	設計形状と製品形状は全く同じではない。各段階でどのレベルまで定義していくかは業種/会社/部品毎で異なる。
			b2	図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化	2D/3Dの使い分けや情報の伝達手段がばらばら、公差情報などが不十分。
			b3	サプライヤー部品まで含めたデータへの対応	サプライヤー部品まで含めた全てのデータを集めるだけのメリットが出ていない
			b4	設計変更情報などの管理情報の正確な流通	設計変更情報が伝わらず、作業上でのロスが発生している
3	真の意味で設計に合ったCADの明確化	モデラの推進で全体としての手戻りが減ったが、設計そのものの効率は変わっていない。	c1	設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)	設計スパイラルの早期成熟では構想段階の支援が重要であるが、そうした機能はほとんど無い(モデラ機能に特化)。技術情報との連携は少し出来る様になったが閲覧レベルに留まっている。
			c2	工数増大対策支援	CADによる工数増大に対しては、ゲストエンジニア、LOG活用、雛型化など、各社各様の対応をしており、効率的なアプローチの指針が無い。
			c3	設計スキル向上につながるツール	設計者の形状認識などの基礎力の低下に加え、設計要件の未整備により、設計者のスキルが向上する道具になっていない。
			c4	設計者の習得が容易	ワイヤーからソリッド化されたことにより、CADに対する設計者の適応期間の個人差が大きくなっている。
			c5	設計プロセスに合った解析ツールの提供	何でも最終のシミュレーションに持ち込んでしまうなど、設計のプロセスにあった解析のあり方になっていない。

2.2 望まれる設計・製造プロセスの姿

日本の設計・製造プロセスを支える特徴に、部門内／部門間／企業間にわたる、人間系の柔軟な調整を主とした、コラボレーションがある。例えば、自動車産業においては、この基礎の上で、徹底した Front Loading を追求して下流で起きる問題を極小化することを目標に

- ・デジタルデータをより完全な形で作り早期に検証すること、

- CAE を活用して問題解決の前倒しをすること、

に挑戦を続けており、幾つかの成功事例を含め、実績を積み重ねている。

一方、要求品質として次の4件が求められる。

- コラボレーション効率の向上。
- フロントローディングによる工数増大の解消。
- 高度擦り合わせ商品や先行開発の効率化。
- すり合わせ能力基盤の継承。

重要度の認識が高かった「コラボレーションの効率向上」とは、コラボレーションのやり方に共通な基準やガイディングコンセプトがあるわけではなく、各社各様に手探りしている状況を浮き彫りにしている。本当に経済的なレベルで、効率よく、見える、心地よいコラボレーションの実現が望まれる。

2.3 望まれる情報流通の姿

製品開発プロセスに沿って上流から下流に十分な情報が効率良く流れることが重要であるが、現在、データ3次元化の進展により、形状情報を正確に早く伝達する基本的仕組みは向上している。

一方、要求品質として次の4件が求められる。

- 製品設計から生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性の向上。
- 図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化。
- サプライヤ部品まで含めたデータへの対応。
- 設計変更情報などの管理情報の正確な流通。

重要度の認識が高かった「製品設計から生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性の向上」とは、設計形状と金型形状と製品形状は一般に異なるという問題に根ざしている。設計段階でどこまで定義しておくかは、業種/会社/部品/設計者で異なる状況がある。つまり正確な形での伝達が大きく向上した形状とは言えこのような困難な課題が残っている。ものづくりのプロセスの中で、データが育っていくことを認識し、必要な情報を必要なタイミングで適切な形態で伝えるためにはデータを動的に把握し、その表現についても更に考慮が必要なことを示している。

やはり重要度の認識が高かった「図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化」とは、2次元、3次元データの使い分けやエンジニアリング情報の伝達手段がばらばらで公差情報などの伝達が不十分であるという問題認識が基点にある。これを改善して、図面情報、設計変更情報、エンジニアリング情報を円滑に伝達できることが必要である。

2.4 真に設計・製造を支援するシステムのあるべき姿

3次元形状モデラの普及で全体としての手戻りは減っている。

一方、要求品質として次の 5 件が求められる。

- 設計効率の向上
- 工数増大対策支援
- 設計スキル向上につながるツール
- 設計者の CAD 操作習得の容易性
- 設計プロセスに合った解析ツールの提供

重要度の認識が最も高かった「設計効率の向上」とは、現状の CAD は 3 次元データの作成で活用されているが、設計支援機能・仕組みはまだ不十分で設計効率の向上には十分寄与していないという認識である。‘製品設計には何とか使えるが開発設計には使えない’、‘詳細設計には何とか使えるが構想設計には使えない’などのクレームがこれに対応する。設計リードタイムの短縮と設計スパイラルの早期熟成には構想・計画段階を含めて設計者を支援することが必要である。また、技術情報と CAD 形状の連携は閲覧レベルに留まっており、相互交流による本格活用は今後の課題である。

2.5 要求品質と現行 IT 機能のマッチング

図 3 は、洗い出した 13 件の要求品質と現在のデジタルエンジニアリングシステムの機能群の要求度／満足度の分析結果である。

• IT の機能として重要という認識が高い機能として、形状モデリング、パラメトリック機能、設計意図、ナレッジ機能、過去のデータの流用の 5 件が挙げられている。

• 要求度と満足度のギャップの大きい IT の機能として、ナレッジ機能と設計意図が挙げられた。形状モデリング機能、パラメトリック機能やナレッジ機能に対する重要性の認識は、予想通り高いが、“設計意図”の記述や伝達について関心や要求が高いことが目立つ。これはパラメトリック機能を含む形状モデリングは、いまだに課題はあるものの、過去に比べて大きく前進した。しかし本格的な設計支援の核になる設計知識の扱いや設計意図の扱いが大きく遅れていることを示している。

での明示データは少なく、『考えること』が多い。『考えたこと』を整理した、文章・図表と形状中心の CAD データを連携する必要がある。

一般に、構想の段階から下流にいくほど、明示データ（形状、属性、図表）の占める割合が多くなるが、基本的には詳細段階でも設計意図を書いたものが必要である。

3.1.2 設計試案の作成に対応できること

機械設計で形状の占める割合は他の分野に比べて圧倒的に高い。従ってアイディアを満たす形状が容易にすばやく作れることは重要な要件である。例えば定型的な形状定義に向くスケッチ操作と頭に浮かんだ形を描き出すためのデッサン操作が無理なく結合できることが求められる。さらに設計のステージに従って、形状は、概略から詳細へ変化していくので、これに対応していけるのがよい。設計者の立場から云えば、手足のように使えて、そのデータを渡された設計者もたやすく仕事を引き継げる必要がある。

現時点における CAD は主として形状を対象としているが、扱う単位は幾何図形やそれをまとめた形状特徴である。いずれも設計を扱う単位としては小さすぎるきらいがある。設計を『ある一つの部位を決定する行為』（これを設計シーンと呼ぼう）の連続と捉えて、その単位で捕まえられれば、各単位での検討の深みや、下流工程で肉付けしなければならないことを明確にすることが容易になろう。パラメトリックなどもシーン単位で再生できれば便利である。

このほか、過去の設計情報からデータを転用できること、設計根拠を読み取れること、関連する情報を検索・収集できることなども重要な要件である。

3.1.3 設計試案をサクサク評価できること

‘良い設計’を目指すためには‘失敗が許されること’も重要な要件となろう。コストと時間の制約のためややもすると冒険をしない傾向があり、冒険をしないために選択肢がなくなり、小手先で回避することに陥りやすい。その結果は斬新性の低い設計結果であろう。

これを避けて、より良い製品を開発するためには、設計試案を工数と時間をかけることなくデジタルデータで表現し評価できることが必要である。この課題の実現のためには CAD 操作の設計者親和性が格段に上がる必要があると共に、CAD/CAE システムの効率、CAE データ作成工数が 10～100 倍のオーダーで早くなる必要がある。

3.1.4 設計者の負担の軽減

設計も詳細の段階に入ってくると、製造技術要件の折込みや、細やかな指定が多くなり、設計者にとって負担となる。製造技術要件の自動折込み、指示なき R などの自動生成など、設計者の負担を軽減する自動化機能が望まれる。

設計結果の受け手にとっても、どの部分が『指示なき部分』であり、どの部分がピン角の部分で

あるのかを確実に把握することは容易ではない。指示なき部分の表示、ピン角の表示、従来の赤ペンの働きを代替するような機能などの受け手とのコミュニケーション支援のための機能や仕組みも期待される。

3.2 コラボレーションを支える

一口にコラボレーションと言っても、その規模の大小、相手は様々ある。一つの設計図をN人で分担するケースが規模小の典型例であろうし、規模最大ケースは世界の同系型工場同時立ち上げに見られる。良し悪しは別として今日の製品開発は3次元エンジニアリングシステム（簡単に3次元CAD）抜きには評価できないので、3次元CADがコラボレーション効率にどうかかわっているかを議論した。

相手に関しては、自動車のボデー設計に見られるプロセス内のコラボレーションと設計と生産準備部門間、自動車OEMと部品メーカ、海外工場との関係などプロセス間のコラボレーションの2種に大きく分かれる。その結果以下のPro/Conが明らかとなった。

3.2.1 Pros/Cons

<Pros>

- (1)3次元の形は従来の図面ベースの作業に比べて格段にわかりやすい。
- (2)これはCAEやCAMとの連携や部品メーカや海外工場との連携などにも一定の効果を発揮している。

<Cons>

- (1)現状のCADは本質的に1人の設計者のための道具であり、N人で共同設計する設計対象に向かないし、共同設計支援機能も未熟である。
- (2)CAD端末に設計物が隠蔽されるため設計進捗把握は困難になっている。
- (3)設計の完成度／熟成の程度は従来の図面ベースの方が把握しやすかった。
- (4)納期の短縮は不完全なデータの授受につながるため、コミュニケーション（説明）は不可欠なはずだが、現実には話し合いの場面は減少しており他者の設計結果も定期的（1W単位など）にしか見られない。
- (5)CADというツールは業務形態やマインドにも影響を与えておりCAD依存で深く設計を考えない設計者を生み出した。また、自データは開示したくないという負のマインドの原因でもある。従って‘コラボレーション効率’という観点ではむしろ負の要因が多いことが議論された。そこで、もっとも関わりの深い要因としての設計意図の伝達について整理した。

3.2.2 設計に深みを

設計のアウトプットは三層（明示／意図／暗黙知）からなるが、今日のCADシステムは、明示の層のみに機能を集約しており、意図の層が殆ど扱えていない。暗黙知は全くと言って良いほど扱えない。そのために説明書などの図書が必要である。3次元CADへの期待はこの3層を扱う

ことによる画期的期間短縮、品質向上だったはずである。

設計においては、関係者を説得するという行為、合意を形成する行為が必要なはずであり、特に通常接触の少ない、上流と下流の間での設計意図の伝達は重要である。

このためには、データに設計の血を入れること、すなわち、重み、強弱、意味／意図、やっつけいけない事、優先順位、など等を明確にすることが大切である。

3.2.3 設計意図を伝えるために

設計意図の具体的内容については今後明らかにしていく必要があるが、今回、簡単なプラスチック製品をモデルにして、プロセス間で伝達必要な項目を洗うことによって、「上流と下流のプロセス間で設計意図が伝わらない」要因のアウトラインを探った。この結果、設計意図を伝えるための要点として次のことが指摘できる。

- 機能部位というレベルで、品質要求や、その部位に関わる形状の重要度と自由度が伝えられること。
- ある部品を設計する際に、その部品に関連（位置関係を含む）をもつ他の部品の情報が得られるとよい。

一方、設計意図の記述のためには、時間と工数がかかることを考えると、上流側と下流側でそれぞれの相手が真に必要なものを見出す必要がある。また、従来の 2 次元の図面での設計意図の伝達法をそのまま移行するのではなく、3 次元形状、あるいは 3 次元であることの特徴を活かした設計意図表現方法が考案されることが望まれる。

4. 提案するガイディングコンセプト

業務の立場からのこれからのデジタルエンジニアリングシステムに求めるものを要約すると、次の 3 項になる。

- 設計意図・設計根拠を表現し、伝達できること。
- 設計試案の作成・評価をサクサクできること。
- 設計過程を残し、再活用できること。

これを受けてシステムを構想する側で、現在の CAD と比べて明確に区別すべきことがらを、次の 3 点にまとめた。

- 設計シーンを核とすることが重要であること。
- 設計者との親和性の向上が必要であること
- 本格的な設計支援の実現に取り組むべきであること

次にその内容を概観する。

4.1 設計シーンを核とした CAD の実現

設計根拠や設計意図を示すには、設計者がいちいち図形という単位に自分で翻案していたことを、出来るだけ設計行為に近い単位で、設計者がシステムとやりとりできることが必要である。

そのために設計シーン単位に検討の内容が残せて、伝達できて、活用できるようにする。例えば、設計シーン単位で、設計変更とその履歴管理、及び製造モデルへの反映などができることが望ましい。またその内容は、設計解だけではなく、仕事の組み立て方や判断基準を含むことになる。

設計シーン単位に読み取り、確認できることにより、次のことが期待される。

- 設計者自ら、中身をブラッシュアップすることができる。
- 上流と下流のプロセス間で、並行するプロセス間（機械、電気、制御）で相互の設計意図を確認できる。
- 企業の技術資産として蓄積でき、保守や改訂を高い信頼性の下で実施できる。

設計シーンを『ある一つの部位を決定する行為』として定義したので、様々な粒度の設計シーンが考えられる。構想設計、詳細設計も設計シーンであり、ある特定の機能部位の設計も設計シーンとなる。すなわち、設計シーンは階層構造をもつものとなる。

設計シーンと、その設計シーンで埋め込むべきものを明らかにするには、具体的な設計対象物を設定して、それがどのようなシーンから出来ていて、そのシーンがどういう意味を持っているかを見出す必要がある。

4.2 設計者親和性の高い CAD の実現

設計者にとって使いやすい道具とは、やはり、設計者の手足のように使える道具であり、形を決めたら、すぐに要求精度の範囲でシミュレーションすることができることである。

設計者は、本来の設計行為に専念できることが大切であり、設計者にとってわずらわしいこと、工数のかかることを出来るだけシステム側で支援することである。

4.3 本格的設計支援環境の構築

これまでの 3 次元 CAD システムは、形状の設計に注力していた。今回の検討において、開発製品の形状理解が容易になったことが認識された。形状の設計について、一定の評価を得られるようになった現在、形状の設計から設計そのものの支援、すなわち『本格的』設計支援環境の構築が始まるといえる。

次のことが、一部繰り返しになるが必要である。

- 設計の構想段階から詳細段階の各段階はデータが育っていく過程でもあるが、この過程に対応できること。
- 優れた設計者ほど、許された期間内に多くの項目を評価検証するという。製品が高度化する一方で、**Time to Market** を競う現在、ますます、少ない持ち時間で、多くの内容を検証評価できる設計案試行錯誤環境を構築できることが大切である。
- 設計属性情報（含む形状）の、その取り扱いにおける重要度、自由度を伝達できること。
- 文章、図表、形状など様々な仕方で表現された製品情報や設計意図を連携できること。
- CAD データから派生する多様な情報をその異同を含めて管理し、活用できること。参照においては、膨大なデータの中から、当該設計者に関係するものだけを見ることができると。

また最近進歩が著しい測定技術も生かして、数理モデルと物理モデルの差をどう計測しどうその差を小さくして設計支援を高度化するかという課題も将来課題としては大きい。

4.4 革新的なデータ表現の考案

このような、より柔軟な CAD システム実現のために実装上は次を実現する革新的なデータ表現の考案が必要となる。

- 設計属性のモデリング
- 製品形状の多重表現に対応

ここで、製品形状の多重表現に対応するとは、1 部品の N データ表現[製品の製品データ、製品の製造要件の埋め込みデータ（面粗度、公差、仕上がり、等）、製品の金型データ]、N 部品の 1 データ化（製品のバリエーションをまとめて扱うこと）を容易に取り扱うことができることである。

また、これらの要件は、形状と密接な関係をもつことから、形状技術についてもさらなる進化が望まれる。

以上が、これからのデジタルエンジニアリングシステム開発のための柱となるべきものであるが、これをまとめて『設計シーンを核とした本格的設計支援環境の実現』をガイディングコンセプトとして提案する。

この内容は、まず、革新的なデータ表現の考案や設計親和性の高い CAD の実現に始まり、設計シーンを核とした CAD、本格的設計支援環境の実現につながれよう。

提案するガイディングコンセプト

- “設計シーンを核とした”本格的設計支援環境の実現
 - － 設計シーンを核としたCAD
 - － 設計親和性の高いCAD
 - － 本格的設計支援環境

図 4 提案するガイディングコンセプト

5. おわりに

エンジニアリングシステム利活用の現状を総括し、本来のユーザニーズの抽出に基づいて、次世代デジタルエンジニアリングに求められるガイディングコンセプトを提案した。

設計から始まるモノヅクリの情報連鎖を部門間、企業間に渡って廻すためのデジタルエンジニアリングのテーマは広大である。

本研究では主として自動車産業の製品開発にかかわるユーザニーズをもとに1つの提案をした。デジタルエンジニアリングがもっとも普及している自動車産業でさえ金型の加工軌跡の計算以降すなわち実加工、仕上げ、組み付け、トライ／補正などの製品開発後半の工程は、製造装置やラインのデジタルエンジニアリングを除き、全くデジタル化できていない。今後この未デジタル化領域を引き続きユーザ・ベンダ・研究者の経験と知恵を集積して検討する必要がある。

今回提案したガイディングコンセプトについては、実現の技術的 Feasibility 検討を並行して実施し、システム構想を徐々に明確化する活動につなげたい。

以上

第二編

これからのデジタルエンジニアリングシステムを考える

第二に、それをさらに、ブレイクダウンする形で、設計から製造にきちんと情報が流れるとか、形状情報だけでなく、情報がきちんと展開されることが必然的に必要になるとの指摘である。このとき、グローバル化や海外の観点は落とせないという指摘がある。

第三に、日本のものづくりや製造プロセスの姿と密接にリンクするのだが、製造プロセスに合った CAD/CAM システムとはどういうものかという評価が出来ることが必要。それに合ったプラットフォーム技術が CAD の開発技術として必要だが、日本のソフトウェアの 99% は輸入だという指摘である。

第四は、設計的な観点から、まず設計者がどういう状態にしたいのか、設計のありたい姿をクリアにする必要があるという指摘である。これに関連して、ツールの現状やあるべき姿についての指摘がある。

以上、大きく整理すると、次の 4 つのまとめ（重要特性と呼ぶ）として捉えられる。

- ・日本のものづくりのコンセプト、それを実際に展開した製造工程の姿を一まとまりで、「日本にあった設計製造プロセスの明確化」という標題をつけた。
- ・その製造工程を支えるために、設計から製造に情報が流れること、形状以外の情報が流れることを一まとまりで、「上流から下流まで、十分な情報が効率よく流れること」とした。
- ・設計のありたい姿、設計としてのあるべきツールをクリアにしなければならないことを一まとまりで「真の意味で設計に合った CAD の明確化」とした。
- ・要求プロセスと CAD のマッチングの評価のまとまりを、「業務プロセスとツールのマッチング」とした。

テーマ:日本のモノ作りプロセスに合った設計製造概念やツールに何が必要か

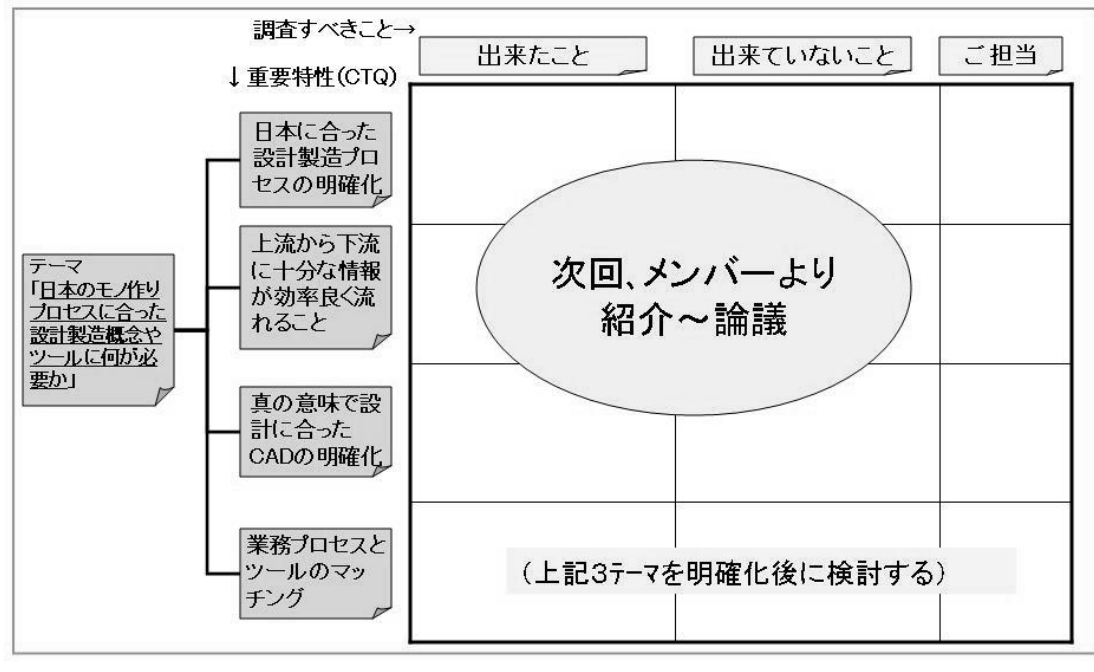


図 1-2 重要特性について調査すべきこと

ついで、各重要特性について、出来たこと、出来ていないこと具体的にあげることで、現状を委員間で共有し、取り組むべき課題を明確にした。次節以降に委員からの報告・コメントとそれを中心とした討議結果を示す。

1.2 日本に合った設計製造プロセスの明確化

1.2.1 牧野委員報告

日本に合った設計製造プロセスの明確化			
牧野委員	出来たこと	出来ていないこと	取り組むべき課題
	＜結果系＞:お客様への同期 ・新商品開発期間の短縮 ・試作回数、設計変更の削減 ＜方策系＞:デジタルエンジニアリング ・ノウハウの論理化/デジタル化 ・CAEの精度向上、領域拡大 ・デジタル試作 ＜インフラ＞:日本的製造プロセス ・NIMSによる標準化推進 ・基データの質の向上 ・計測、CAE技術の向上	●デジタル保証 ・デジタルでの製品品質、生産品質の完全保証 ・デジタルデータによる一発合格の実現 ●真の設計製造コラボレーション ・デジタル段階での検討負担増大 ・CADデータの上流への流通	・真の意味での設計品質の向上(ノウハウCAD領域の拡大、等) ・生産ノウハウに基づいたデジタルデータ通りのもの作りによるQ(品質)C(費用)D(納期)の飛躍的向上 ・サプライヤーまで含めた双方向情報交換インフラの実現(開発プロセスにマッシュしたデータ荷姿、等)

図 1-3 「日本に合った設計製造プロセスの明確化」についての報告

V3P (Value up Innovation Product Process Program) プロジェクトのお話をします。詳しくは、『日産の新開発プロセス V-3P』(日経モノづくり、2005 年 7 月号)を参照ください。

V3P とは、

- 車造りのノウハウのデジタル化を活用し「Time to Market」を実現する活動
- 2001 年 2 月から活動開始。モノ造り部門を中心にクロスファンクショナルなプロジェクト活動
- 目標は効率向上と開発期間の半減。・デザイン決定～量産開始 20.75ヶ月⇒10.5ヶ月を目標にした。

昔は図面をベースに4回くらい試作車を作りながら実車を完成させたが、それが図面レスになって、少しずつ、それぞれの準備プロセスがラップしていった。V3P はデジタルエンジニアリングを活用してデザイン、設計、生産技術の領域を一気にやって試作は検証の1回だけというのが大きな特徴です。

量産までの期間と品質目標の関係を見てみると、従来はモノを作ってから実際の品質を上げてい

くというステップであったが、V3P ではデータの段階でかなり高いレベルまで品質をあげて、検証する項目を絞って早く立ち上げるということをやっています。

具体的な取組みとして、設計段階については、ノウハウの論理化、デジタル化（ノウハウ CAD と呼ぶ）をしました。従来の紙ベースの設計標準をデジタルフロー（設計手順をフロー化したもの）にして、実際の CAD 手順の中に落とし込みました。

また、CAE の精度、領域を拡大しました。衝突安全性能などでは、本物に近い形でシミュレーションすることで、車両の変形量を、実験と解析結果で±10%以内位の予測レベルで可能にしています。

生産については、日産生産方式で顧客への同期を考えております。受注から納車までの期間を如何に短縮するかですが、これをやろうとすると、従来の車種別専用ラインからフレキシブルな混流ラインになる。これを実現するためには、メインラインの短縮とサブラインのモジュール化による工程数の削減、生産可能車種の拡大、稼働率の向上など、ラインでいろいろなことを考えなければならない。そこで、生産準備として、リードタイム短縮と商品供給を早めるために、デジタルモックアップデザインレビューをデジタルでのデータ試作まで持っていった。すなわち、プレス、車体、塗装、組立、パワートレイン、樹脂をデジタルの状態を確認し、実際のラインの中ではそれを検証するだけのプロセスに切り替えた。このため、工程計画の検討をかなり早い段階でやった。

成果ですが、日産ノートにおいて、次の効果があった。

- ・初回から寸法の精度が非常に良く出来た。
- ・販売直後の品質も従来に比較して非常に良い。
- ・開発工数がフロント側に非常に大きくシフトし、設計変更が大きく減っている。

まとめます。

【出来たこと】

結果系では、お客様への同期に近づいた。

- ・新商品開発期間の短縮（半減）
- ・試作回数、設計変更の削減

方策系ではデジタルエンジニアリングをやった。

- ・ノウハウの論理化／デジタル化
- ・CAE の精度向上、領域拡大
- ・デジタル試作

こういうことができる環境で、日本の強みとは何かをあらためて考えてみると、次がいえる。

- ・現場の標準化が非常に進んでいる。
- ・設計から供給される基のデータの質が高い。
- ・計測、CAE 技術が向上している。

【出来ていないこと】

- ・デジタルの品質保証について、
 - ーデジタルでの製品品質、生産品質の完全保証にはいっていない。イメージでは半分位。
 - ーデジタルデータが完全でも、一発でいいものを作ることはまだ出来ていない。
- ・真の設計製造コラボレーションについて
 - ーデジタル段階での設計負荷が増大している。
 - ーCAD データを下流から上流へ戻すことが実際にはできていない。

【取り組むべき課題】

- ・真の意味での設計品質の向上（ノウハウ CAD 領域の拡大、等）
- ・生産ノウハウに基づいたデジタルデータ通りのもの作りによる Q(品質) C（費用） D（納期）の飛躍的向上
- ・サプライヤまで含めた双方向情報交換インフラの実現（開発プロセスにマッチしたデータ荷姿、等）

以上です。

V3P が日本の製造プロセスの代表かについては、議論をいただきたいが、一つの事例としてお話ししました。

1.2.2 呉委員との対話

日本に合った設計製造プロセスの明確化			
呉委員	出来たこと	出来ていないこと	取り組むべき課題
	早期・統合的問題解決によるCQDの改善 －フロントローディング －オーバーラップ型問題解決 統合型(擦り合わせ)製品開発 －部品企業への製品開発への早期参加 －生産部門が早い段階で設計に参加 －少数精鋭のプロジェクトチーム －重量級PM	統合型製品開発の進化 －変種変量市場への対応 －扱う技術の変化への対応 －グローバル化への対応 統合型製品開発を貫いて支援するシステム また、分野毎に次のテーマがある ・コンセプト段階からのIT活用 ・CAEによる試作レス ・設計、購買、製造、販売BOM連携	左欄に同じ (注)併せて考慮すべきこと、 －設計プラクティスの変化 ・設計/モデラ分業 ・IT環境下での設計者の能力向上 ・図面文化との葛藤 －擦り合わせ能力の浪費抑制 －高度擦り合わせ製品(F1)の開発能力 －擦り合わせ能力基盤の継承

図 1-4 「日本に合った設計製造プロセスの明確化」 についての対話

自動車を前提において紹介する。

【日本企業の製品開発の特徴】

日本企業の製品開発の特徴は、いろいろな部門の意見を集約して調整しながら進めるところにある。

- ・ 部品企業の製品開発への早期参加

最近では部品企業の製品開発への早期参加し、一緒に議論していく。

- ・ 生産部門が早い段階で設計に参加

はじめから生産要件について折り込んだ上で設計する。

- ・ 少数精鋭のプロジェクトチーム

アメリカに比べて厳選された少数のメンバを関係部門から集めてチームを作り開発を進める。

部門としては、ボディ・エンジン・トランスミッションの各部門の対応者。コンセプト段階では営業・販売・部品メーカーが入ってくる。製品企画の段階では購買が入ってくる。設計段階では、それに対応する部門が入ってくる。

・重量級 PM

コンセプト作りから、予算にいたるまでをまとめるリーダーはアメリカに比べてかなり権限をもったプロジェクトリーダーがコンセプトを一貫して展開する。

【製品開発では早期・統合的問題解決がキー】

開発期間の短縮はいろんな要素に効果を持つので重要(開発コストの低減、市場との距離の短縮)。統合型(擦り合わせ)の土台の上で、この問題解決手法としてでてきた代表的なものが以下の二つ。

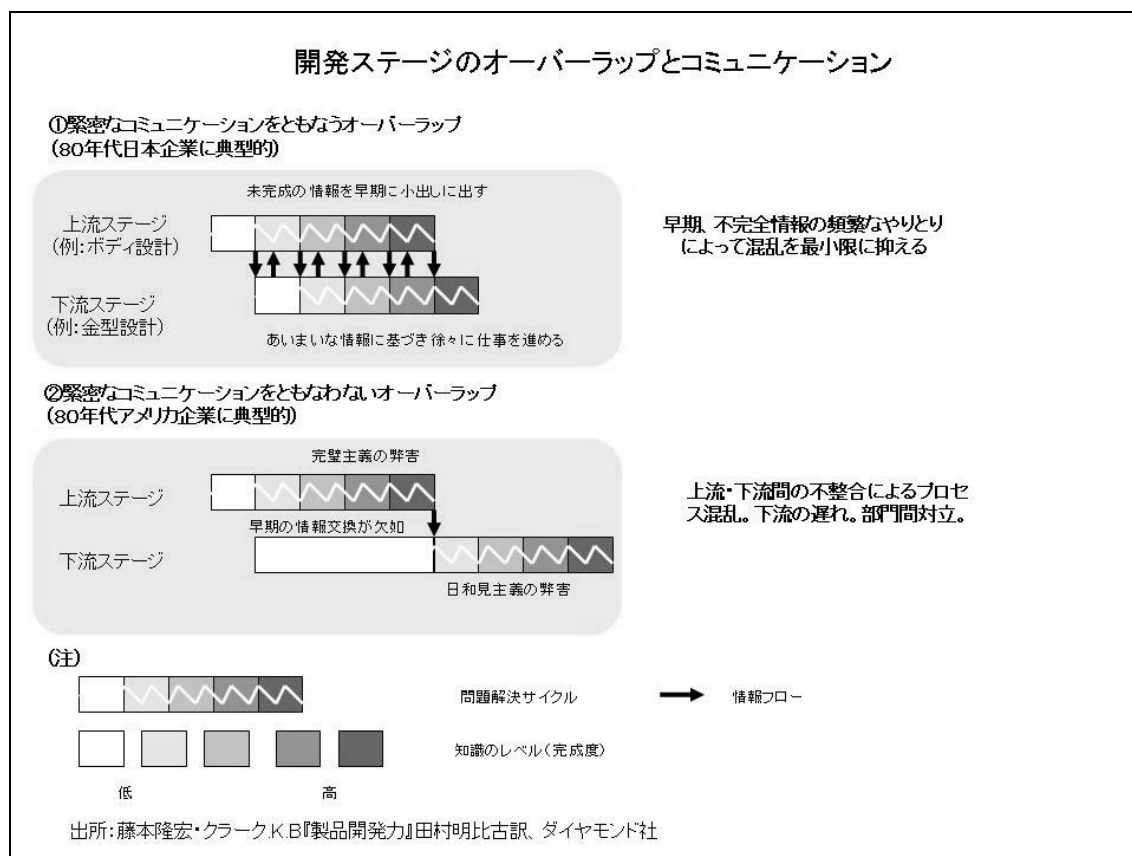


図 1-5 開発ステージのオーバーラップとコミュニケーション (出典 藤本隆宏「生産マネジメント入門 (Ⅱ)」日本経済新聞社 (2001))

・オーバーラップ型問題解決

開発の各ステージを重複させる。

<日本>

- ー前のステージのものが固まらない段階でとりあえず次のステージの人に渡す。
- ー後の段階の人は経験から推測しながら作業を進めその結果をフィードバックする。
- ー相互キャッチボールしながらすすめる。
- ー責任問題他のリスクがあるはず。
- ー相互の知識共有も必要だろう。

＜アメリカ＞

- ーコンカレントエンジニアリングという言葉で日本の開発手法を導入したが、うまくこなせていない。
- ーアメリカは専門家の完璧主義、専門家意識から渡すのをいやがる。
- ー上流は責任を問われるのを恐れる。
- ー金型の人は設計のことを知らない（必要はない）、設計も金型を知らない（必要はない）ので、相互理解がすすまない。
- ー下流は固まるときまでじっと待っている。

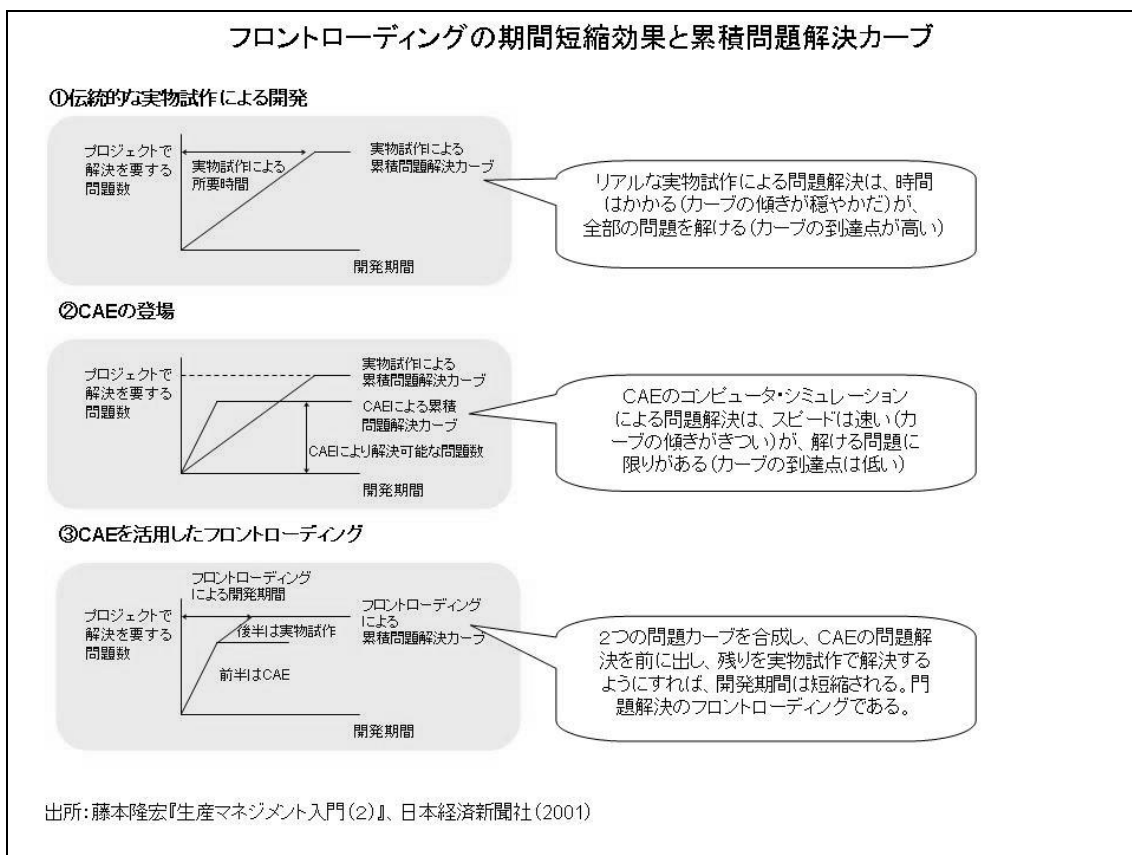


図 1-6 フロントローディングの期間短縮効果と累積問題解決カーブ（出典 藤本隆宏「生産マネジメント入門（Ⅱ）」日本経済新聞社（2001））

・フロントローディング

問題解決のタイミングを前に（フロント）出す（ローディング）ことによって、全体の問題解決時間（開発期間）を短縮すること。後半での問題解決は、時間とお金がかかる傾向があることから、トータルな開発工数がへる。開発期間が短縮される。手戻りが減る。

以前はフロントローディングのための手段が限られていたが CAD ができることによってパワフルになった。

①CAD/CAE が出る前は簡単なプロトタイプ（ラピッド・プロット）をつくって検証したり、図面を貼って皆で DR したりして何とかやったのがかなりやりやすくなった。

②③CAE でまだ全て解決できない。残りは実際につくってやってみる。

2000 年の頃、トヨタは 18→12ヶ月になった。その背景に CAE（V-Comm）がある。この期間でできたのは試作車を作らずに CAE だけで解釈・検証を行ったためである。試作車を作るとどうしても時間がかかり、コストもかさむ。ただし、マイナーチェンジだから試作車レスで出来た。プラットフォームの検証はまだ CAE だけではできないので、自動車の場合、まだ 1 回程度は実物（試作車）で検証している。

大事な点は、詳細設計が終わった段階で未解決問題（残存問題）がどれだけ残っているかが、フロントローディングがどれだけ出来ているかの指標になる。例えば、7 割くらい解決されていれば成功だといっている。1 回の試作で残り 3 割を検出して対応できる、そうでなければ、試作回数が増える。

ツールを使うフロントローディングでも日本のキーになるのはなぜか？ 結果論としては、日本はうまくこなせて、アメリカはいまひとつとなった。3 次元 CAD を一杯入れた（CAD 導入時期も早く、その使用比率も日本より高い）のだが、アメリカの残存問題件数が多い。藤本先生にいわせると組織能力だということになる。「累積問題解決カーブ」の前方シフトは、組織的問題解決能力の向上に他ならない。

日本とアメリカの違いは、日本で CAE をやる人たちはかなり設計もわかっている。やりながら設計を直して、いい結果がでたらそれを返す。設計もそれを受け入れる。例えばトヨタ V-Comm を使って仮想組付けをシミュレーションし問題を検証するのを見たが、製造現場のベテラン（班長・組長クラス）の人が触っていた。その結果を設計にフィードバックしていた。アメリカではそれはありえない。そのため、アメリカでは大きなサイクルになる。

【統合的問題解決と IT】

統合的問題解決に IT は必要条件だが、十分条件ではない。導入しないと負けるが、導入したからといって勝てるわけではない。重要なのは問題解決サイクルを早期に発見・解決できる組織能力があるかどうかにかかっている。IT はこのような組織能力の差をむしろ増幅する。

もう一つのポイントは IT と組織能力との相性である。IT は組織能力にあっていないと、組織能力が制約される。

CAD について日本のプロセスに合うのかという議論でよく言われるのは、日本は 2 次元の時代から日本の設計者は CAD で図面を書くが当たり前。欧米ではテクニシャンという図面を書く専門家がいる。欧米の設計者は工学知識に基づいて、パラメータを理論的にきめるとはっきり別れている。設計者は指示を出したあとじっと待っている。アメリカでは大きなサイクルになる。

欧米の CAD はこのような分業の世界で発展したもので、設計者がいじることを想定してない。ある欧米の CAD を他社よりも早く導入したある企業は以前大そう苦労したようです。日本では、設計者が簡単な確認ができることは必須。自動車だけでなく CAD と業務のマッチングの問題を抱えていると思う。

まとめます。

【出来たこと】

日本の自動車メーカはオーバラッピングとフロントローディングをかなり高いレベルでクリアしていると言ってよい。

【出来ていないこと】

私は一般論なので、設計・量産の段階でおきている詳しい問題はユーザ委員に指摘してもらった方がよい

・統合型製品開発の進化

統合型製品開発をめぐる環境が変化している。

ー変種変量市場への対応

ー扱う技術の変化への対応

ーグローバル化への対応

・統合型製品開発を貫いて支援するシステム。

プロセスと CAD のマッチングが必要。また、分野毎に次のテーマがある。

ーコンセプト作りの段階から、もっと IT を活用して表現できればよい。

ーCAE による試作レス

ー設計 BOM を購買 BOM、製造 BOM と連携

予算の関係で大きくとりあげられているので、どういう問題が具体的ににあるのかを聞きたいところ。どこまでやっていて、どのような問題が残っているのか確認されていない。

【取り組むべき課題】

出来ていないことへの対応。

併せて考慮すべきこととして、

- ・設計プラクティスの変化

- ー設計／モデラ分業

設計者がすぐ確認したいことができない。CAD を使うのにスキルがいる。今の CAD は複雑なシステムなので、分業のやりかたを悩んでいる。モデラと設計者を分離している企業もある。将来どうするのか、はっきりしない。変えるべきか、変えざるべきか、大きな論点。

- ーIT 環境下での設計者の能力向上

- ー図面文化との葛藤

- ・擦り合わせ能力の浪費抑制

- ・高度擦り合わせ製品（F1）の開発能力

F1 のような高度に摺り合わせた製品を作り上げる組織能力をどうやって獲得するか、現場主義、経験主義と相反するところがある。日本は過去の蓄積を上手にいかしながらレベルアップするのが旨いく図式（改善の積み重ね型、累積的進化型）です（一方飛行機、ロケットは失敗したら 1 から考え直すことが必要なのかもしれない）。最初から最適解を考えてやる発想は従来の日本の組織能力としてはなかった。ここでとりあげるにはかなり大きなテーマ、先行開発のところを考えているようだが問題としてだけ出しておく。

- ・擦り合わせ能力基盤の継承

若い設計者が IT だけに目がいき、実際のモノにあたることやコミュニケーションが減り、設計者としての能力向上に限界がある。それをどうするか。

「擦り合わせ」を徹底するとそのカウンタはコスト。転用・流用でなく、最適設計にこだわるためコスト高への誘因となる。しかしながら顧客からみたらここまではいらぬ。組織能力を過剰に使ったことになる。

1.2.3 大高委員コメント

日本にあった設計・製造プロセスとは何か

- (1)一言で言えば、開発期間の短さ、技術者の質／意識の高さに尽きると思われる。
- (2)新車開発のProject Managementに見られる1人が全体通しの責任を持つ特徴的な開発組織も大きく貢献している。
- (3)欧米に顕著な組織間の壁が日本ではないor少ないことも(1)に寄与している。これには欧米の自動車OEMのように多人種混在の開発体制でない（文化の問題が介在しない？）という有利な条件が少なからず影響していると考えられる。
- (4)上流から下流への一方通行でなく、下流が比較的自由に上流に物言える環境も一要因であろう。但しこれはOEM社内が中心で、OEM-Supplier間では改善の余地大。
- (5)人間系を中心としたCollaborationのうまさも一要因である。
- (6)設計品質の作りこみの早さも挙げられる。
例えば乗用車のプレス型開発では日本のその設計品質の作りこみの早さは欧米に比べ顕著である。
- (7)標準化を推進しやすいことも一要因である。
欧米は作業の標準化に関して没個性という感覚で本質的に拒否反応がある。日本はこの拒否反応は圧倒的に少なく作業の標準化に有利に働いている。
- (8)設計変更の抑制
Design Fix後の設計変更を許さないことによって全体の工期を所定の範囲に閉じ込めることを可能にしている。

以上の日本の設計・製造プロセスの特徴的事項は人間系に依存したものが多い。国内は良いが世界展開などでは大いに工夫せざるを得ない原因の1つになっている。またそもそも形式化が難しいという事情とCADシステムのできの悪さに足を引っ張られこれらの人間系の知恵をIT化できないために毎回同じことの繰り返しという欠点も顕著と思われる。

図 1-7 日本にあった設計・製造プロセスとは何か

日本の設計・製造プロセスの特徴的事項をあげる。

- (1)一言で言えば、開発期間の短さ、技術者の質／意識の高さに尽きると思われる。「技術者」は設計者および現場の作業者。自分たちが造っているのだという意識が高い。
- (2)新車開発の Project Management に見られる1人が全体通しの責任を持つ特徴的な開発組織も大きく貢献している。
- (3)欧米に顕著な組織間の壁が日本ではない or 少ないことも(1)に寄与している。これには欧米の自動車 OEM のように多人種混在の開発体制でない（文化の問題が介在しない？）という有利な条件が少なからず影響していると考えられる。
- (4)上流から下流への一方通行でなく、下流が比較的自由に上流に物言える環境も一要因であろう。但しこれは OEM 社内が中心で、OEM-Supplier 間では改善の余地大。

(5)人間系を中心とした **Collaboration** のうまさも一要因である。

サイマルテニアスエンジニアリング **SE** やフロントローディングを行っているが、欧米では、プライドが高く、自分に固執する傾向がある。下流の人が上流のひとに、専門の枠を超えてコミュニケーションをとる。

(6)設計品質の作りこみの早さも挙げられる。例えば乗用車のプレス型開発では日本のその設計品質の作りこみの早さは欧米に比べ顕著である。試し打ちの段階での技術的完成度は、日本は90%、欧米では70%。このため欧米ではやりなおしが発生し収束しない。これは日本の方が、設計品質がよいことを現している（設計が製造とコミュニケーションがある証拠ではないか）。

(7)標準化を推進しやすいことも一要因である。

欧米は作業の標準化に関して没個性という感覚で本質的に拒否反応がある。日本はこの拒否反応は圧倒的に少なく作業の標準化に有利に働いている。

(8)設計変更の抑制

Design Fix 後の設計変更を許さないことによって全体の工期を所定の範囲に閉じ込めることを可能にしている。欧米では、金型が90パーセントは外注であるが、受注側から見ていると設計変更が再三ある。設変のタイミングをどうするかは大切な問題。

以上の日本の設計・製造プロセスの特徴的事項は人間系に依存したものが多い。国内は良いが世界展開などでは大いに工夫せざるを得ない原因の1つになっている。

1.2.4 現状把握の構造化

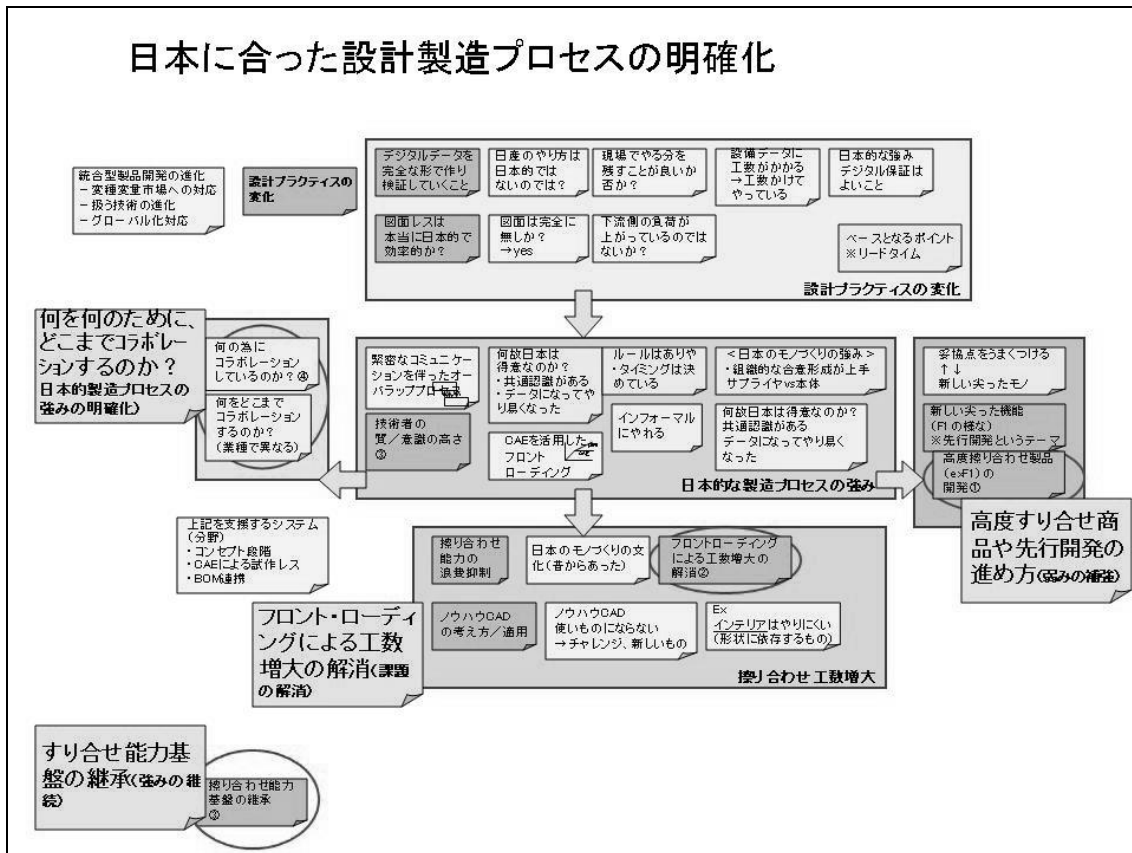


図 1-8 「日本に合った設計製造プロセスの明確化」についての現状把握の構造化

各委員からの報告を踏まえた討議の結果、次の4つの関心事が出てきた。

- ・ 日本的製造業の強みであるが（どこまでやるの）、それが明確ではない。
- ・ 改善には強いが先行開発の進め方は強いのか、弱みの補強も必要。
- ・ すり合わせの工数が増大している。
- ・ 強みを如何に継承していくか。

第一に、現状認識として設計プラクティスが大きく変化しているという背景がある中で、何を何のためどこまでコラボレーションするのか。日本的製造プロセスの強みであるが、その点が明確ではないということ。

第二に、こういう作り方は、従来あるものを変形させていくことには非常に強いが、高度すり合わせ商品とか、先行開発の進め方は果たして強いのだろうか、弱みの補強も必要ではないかという指摘である。

第三に、日本的製造プロセスを実現していくためのバックグラウンドについて、すり合わせの工

数が非常に増大している。フロントローディングによる工数増大という課題の解消が問題であるということ。

第四は、少しとびますが、すり合わせ能力基盤の継承、強みを如何に継承していくかも大事ではないかという指摘である。

1.2.5 共通認識と課題の明確化

日本に合った設計製造プロセスの明確化		
【共通認識】 ・日本的な緊密なコミュニケーション(すり合せ文化)を伴ったオーバーラッピング・プロセスに基づき ーデジタルデータを完全な形で作り早期に検証 ーCAEを活用したフロントローディング		
	分解された課題	ギャップの明確化
1	何のために、どこまでコラボレーションするのか？ (どのレベルまでが効率的なのか明確でない)	(現状)そのやり方が、各社でクローズしている。コラボレーションのやり方が本当に経済的なレベルなのかどうか明確でない。 (狙い)
2	高度すり合せ商品や先行開発の進め方	(現状)現状の日本は設計と製造の妥協点を組織的に上手く見つける力は優れているが、機能優先で開発していく力は不足している？ (狙い)
3	フロント・ローディングによる工数増大の解消	(現状)コラボレーションによるオーバーラッピングプロセスで設計段階での工数が増大している事に対して対策が必要 (狙い)
4	すり合せ能力基盤の継承	(現状)日本の強みであるすり合わせ能力基盤を(3次元CAD化等の技術進化に合せ)どの様に継承していくのか明確でない (狙い)

図 1-9 「日本に合った設計製造プロセスの明確化」についての共通認識と課題

以上を委員の共通認識と分解された課題という形で上図に整理した。

委員の共通認識は、日本的な緊密なコミュニケーション（すり合せ文化）を伴ったオーバーラッピング・プロセスに基づきデジタルデータをより完全な形で作り早期に検証すること、あるいは、CAEを活用して、問題解決の前倒しをすることであり、これに対して、今後のことを考えると、前述の4つの課題がある。

1.3 上流から下流に十分な情報が効率良く流れること

1.3.1 岩壁委員報告

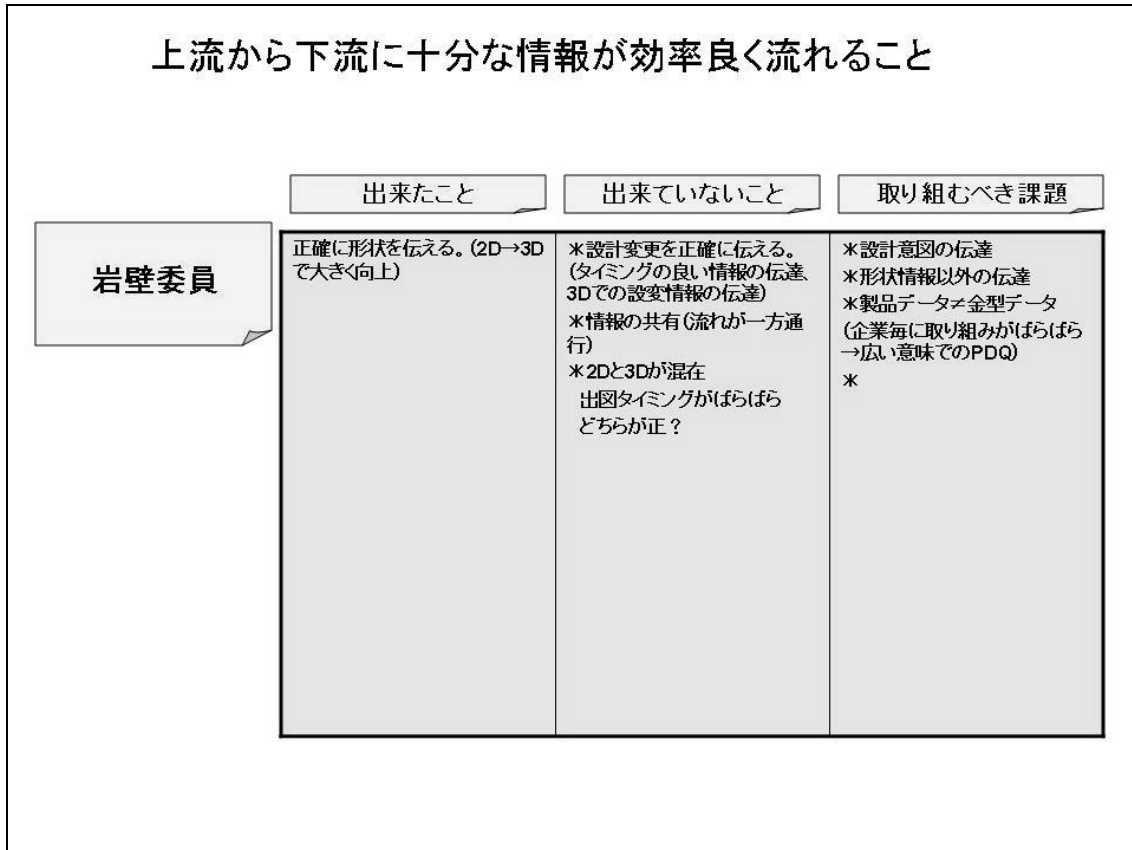


図 1-10 「上流から下流に十分な情報が効率よく流れること」についての報告 1

基本的に、金型を作る側の視点から書いています。

【出来たこと】

「上流から下流に十分な情報が効率良く流れること」で何が出来たかですが、昔 2 次元図面を渡されて金型を作るとき何が一番困っていたかということ、形状を認識することだった。それが 3D を渡されることでベテランではない新人の設計者でもわかるようになった。3D CAD で良くなったのは、形状を把握する、形状を伝達することがスムーズになったことです。

【出来ていないこと】

製品設計フィックスで金型を作ることができればよいのですが、2 次元のときでも設計変更が多かった。金型設計の段階で設計変更があってもよいのですが、金型を作り始めて設計変更があると、戻りが大きくなり大変です。

3 次元になると、設計変更がもっと減るのかなと思ったのですが、業界によってバラツキはある

が、減っていない。仕事を請ける側としては何故減らないのかなと思います。

このタイミングで出されたら相当工数がかかるのに、というものが出されてしまう。すなわち、よいタイミングで設計変更の指示が来ない。

さきほど、コラボレーションというキーワードが出ましたが、商習慣で、メーカと金型が直の場合もちろんありますが、大体、プラスチック金型や中小の金型は8割がメーカ直ではない。そういったところで、このタイミングで来られると大変だというのがどんどん来る。コラボレーションといっても効率がよくない。

2次元の場合は変更箇所にと、いつのタイミングでこの寸法が変わったか判断できるが、3次元ではどこが変わっているのか探すのが大変です。図面が出る会社もあるがそれも後から来る状況が多い。

タイミングの問題とか、3Dで上流が設計する場合にどこが設変になったのかの決まりがないなと感じる。

もちろん、同一CADでやるという進め方もありますが、金型業界では自動車、電気の様々な業界から様々なデータが来るので、なかなか難しい。

また、同じような話になるが、商習慣もあり、下から上へのフィードバックがない。大きな力のある金型メーカは、ある程度コラボレーションという形で情報共有をやっているが、多くは、流されたものを納期に合わせるのに必死の状況です。

次に、業種・業態・会社によって2次元と3次元の意味付けとか出るタイミングがばらばらなので、金型メーカはケース・バイ・ケースで対応せざるを得ないというのがある。『3Dのデータを渡すが2Dが正ですよ。これを最後の検証で使います。』と云われるので、3Dを使ってよいのか悪いのか判らないということもある。この辺についても3次元と2次元が一緒に来ればよいのですが、3Dが先に流れてくる。納期が前きに決められているので、どう考えても走らざるを得ないという状況になる。

【取り組むべき課題】

パーツのみを渡されて設計するのは難しい。パーツデータについては、アッシー（ASSY）の中での位置、他部品との関係、機能などが伝わるだけでも下流は判りやすい。

これに関連して、精度とか形状情報以外の情報を、異機種の間でどうやって渡すのか明確にする必要がある。同じものを扱う金型メーカはよいが、いろんなものを扱う金型メーカの場合は最初の作りこみに時間がかかることになる。

次ですが、プラスチックの金型でも、PL面をどこにするかによって、抜き勾配の作り込みが異なります。このように、結構、製品データから金型データへの作りこみがある。直す方がゼロか

ら作るより時間がかかることもあるし、スクラッチからモデル作りが必要なことも多々ある。単に、幾何学的にきれいな CAD データが渡ればよいということではなくて、この辺のことを、データを出す側と受け取る側が認識すると、より全体のスピードが速くなったり、コラボレーションがスムーズに行くようになったりする。

1.3.2 加治佐委員報告

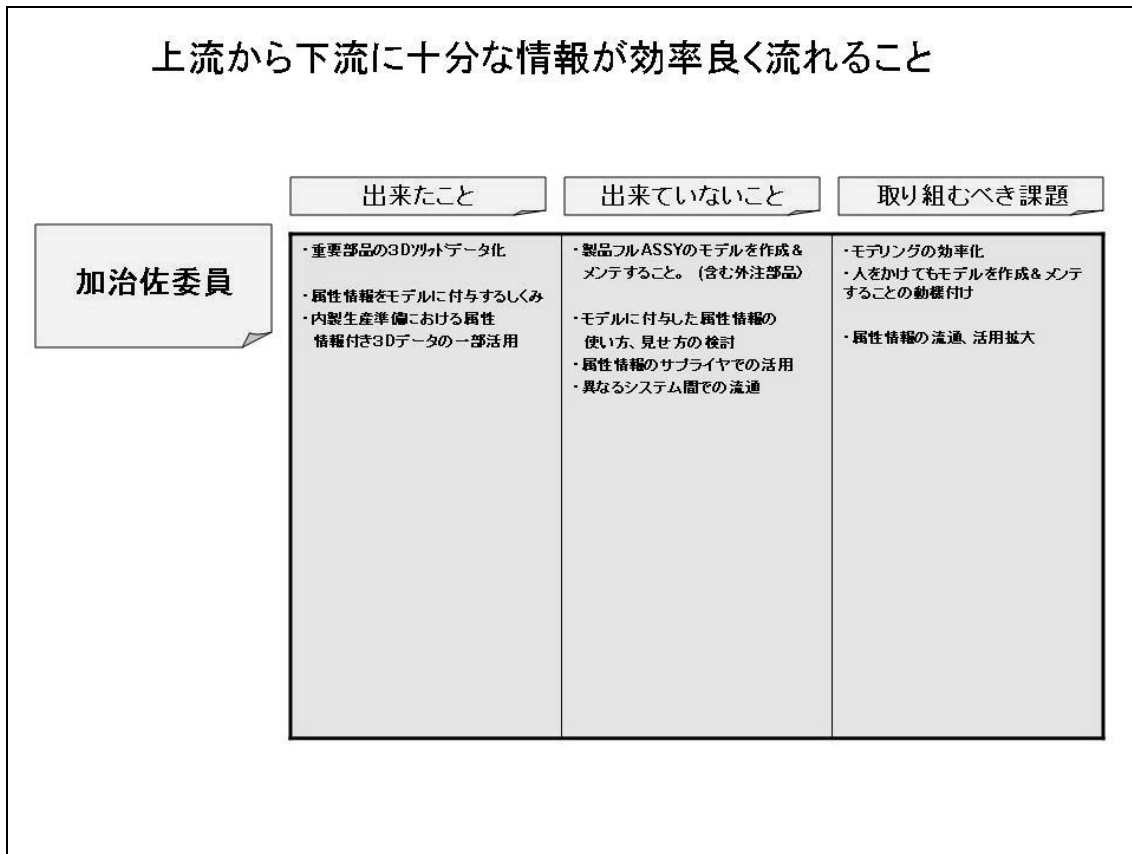


図 1-11 「上流から下流に十分な情報が効率よく流れること」についての報告 2

出来たこと、出来ていないこと、取り組むべき課題を整理すると、次の通りです。

【出来たこと】

- ・重要部品の3Dソリッドデータ化
- ・属性情報をモデルに付与するしくみ
- ・内製生産準備における属性情報付き3Dデータの一部活用

【出来ていないこと】

- ・外注部品も含めて製品フルASSYのモデルを作成&メンテすること。
- ・モデルに付与した属性情報の使い方、見せ方の検討
- ・属性情報のサプライヤでの活用

- ・異なるシステム間での属性情報の流通

【取り組むべき課題】

- ・モデリングの効率化
- ・人をかけてもモデルを作成&メンテすることの動機付け
- ・属性情報の流通、活用拡大

1.3.3 大高委員コメント

上流から下流に十分な情報が効率よく流れること

- (1)そもそも設計が下流の工程で必要な情報を全て整備できることはない（専門性の問題）。従って各工程で必要な情報を整合的に付加できる／削除できる柔軟な仕組みが先ず不可欠である。
- (2)上流から下流へのデータ流通で問題なのは設計の意図がデータに十分に表現されていないこと。例えば「何故このような形にしたのか？」という基本事項さえデータを眺めるだけでは分からない。
- (3)CADの導入で製品品質は向上したのか？という問題提起がある。簡単に形状が作れることに安心・誤解して上流から下流までの串刺しの品質確保がおろそかになっていないか？公差の本質的な扱いも含めて検討を要す。1つの製品／部品に含まれる精度を要する重要部分とそうでない部分のデータや処理による識別という未解決課題も併せて議論できると良い。
- (4)本質的な3次元データ正しくは将来の図面レスにつなげるには下流の加工、検査、アセンブリなどの応用のためにどの種の情報がどのような形で3次元データに関係つけられて欲しいかを検討要。本件に関連する活動／規格としては、SASIGの「DEV(Digital Engineering Viewing)」、JAMAの「3D図面」、ISO 16792などがある。
- (5)データ流通は上流から下流だけでなく、下流から上流もある（これが日本の強みの1つ）。将来の類似設計につなげるには、生産準備の要件満足のために止む無く変更・追加した情報を効率良く上流にFeedback要。

図 1-12 「上流から下流に十分な情報が効率よく流れること」についてのコメント

課題を明確にするために、ネガティブ形式で記述した。多工程／多専門性が必要な製品を想定している。

(1) 各工程で必要な情報を整合的に付加できる／削除できる柔軟な仕組みが先ず不可欠である。ここではITについてお話したい。

そもそも設計が下流の工程で必要な情報を全て整備できることはない（専門性の問題）。

それぞれの工程で重要な内容を、整合性を持って付加でき、役割を終わった情報を削除／スクリーニングできること。また長期に保存すべき情報を選別できる「柔軟な仕組み」が大切。

(2)上流から下流へのデータ流通で問題なのは設計の意図がデータに十分に表現されていないこ

と。例えば‘何故このような形にしたのか？’という基本事項さえデータを眺めるだけでは分からない。設計理由（design rational）を後続の人がわかるようにすることが大切。

(3)CAD の導入で製品品質は向上したのか？という問題提起がある。

簡単に形状が作れることに安心・誤解して上流から下流までの串刺しの品質確保がおろそかになっていないか？

図面時代に使われていた品質ハンドブックが眠っている。特に「通し」の品質が大切。出来上がった3次元モデルベースに検証をおこなっているが、モデルと実在物の違いに配慮することが必要。エンジンについて CAD モデルの解析結果と実験の結果が合わないので調べたら、巣があったという例がある。CAD の中に閉じこもっているのはダメで、測定、検証、シミュレーションと組み合わせていかなければならない。

公差の本質的な扱いも含めて検討を要す。

1つの製品／部品に含まれる精度を要する重要部分とそうでない部分のデータや処理による識別という未解決課題も併せて議論できると良い。

現状は、3次元モデルへの飾りにすぎない。緩く、強くといったことを作業者に正確に伝えることができること。図面が表現していた以上のことが期待される。

更には、形状に公差を書くのではなく、公差を意識した形状処理ができること。

(4) 本質的な‘3次元データ正‘ひいては将来の図面レスにつなげるには、下流の加工、検査、アセンブリなどの応用のために、どの種の情報がどのような形で3次元データに関係つけられて欲しいかを検討要。

本件に関連する活動／規格としては、SASIGの’DEV(Digital Engineering Viewing)’ , JAMAの’3D図面’ , ISO 16792 (ASME14.41) などがある。

(5) 将来の類似設計につなげるには、生産準備の要件満足のために止む無く変更・追加した情報を効率良く上流に Feedback 要。

データ流通は上流から下流だけでなく、下流から上流もある（これが日本の強みの1つ）。

1.3.4 現状把握の構造化

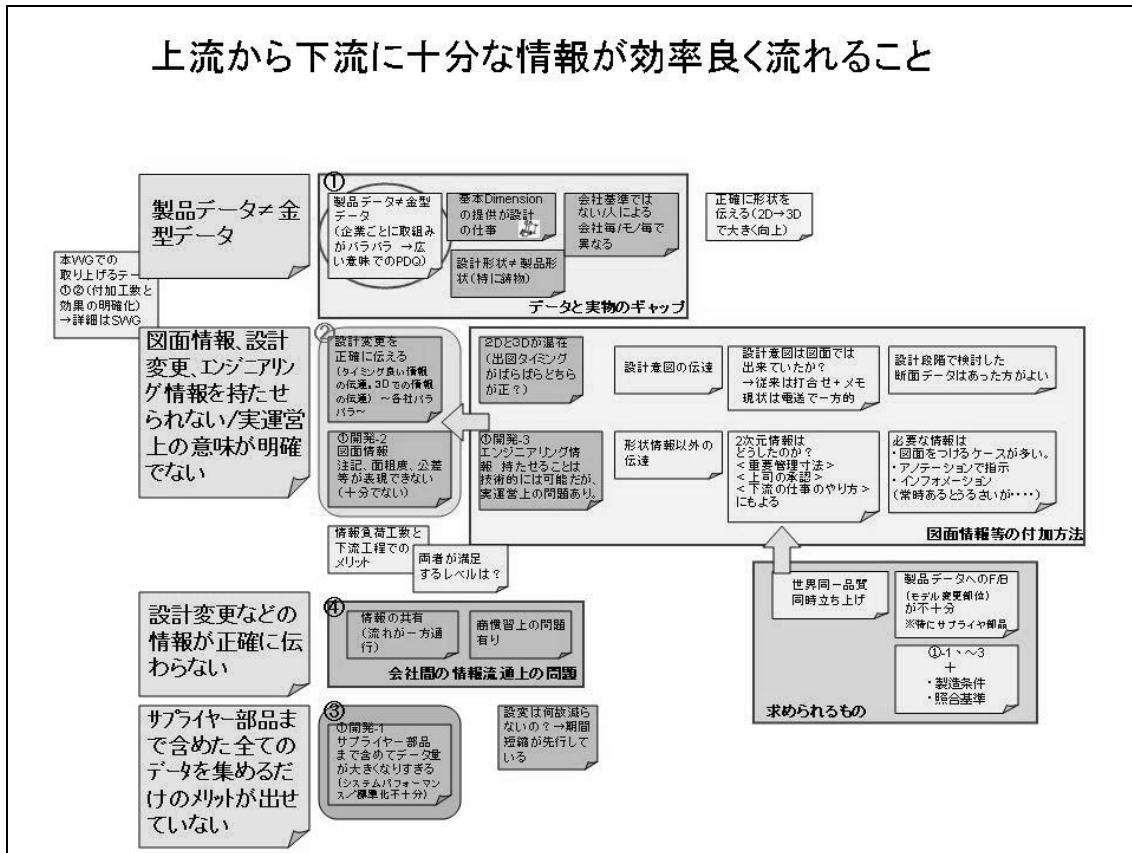


図 1-13 「上流から下流に十分な情報が効率よく流れること」についての現状把握の構造化

各委員からの報告を踏まえた討議の結果、次の4つの関心事が出てきた。

第一に、製品データと金型データは同じではない。製品データに対して抜き勾配を掛けるとか製造に向けてデータは進化していく、育っていくが、ITできちんと管理されている状態ではない。第二に、いわゆるモデリングの情報以外の、図面情報、設計変更、エンジニアリング情報などを上手く持たせられない。実運営上の意味、どうやって使うか等もクリアになっていない。付随情報についての整理が必要である。

第三に、設計変更情報が正確に伝わってない。

第四は、上から下ではなく下から上に対して、サプライヤ部品まで含めた全てのデータを集めるだけのメリットが十分に出せていない。

この辺の背景になっていることとして、世界同一品質・同一立ち上げとか、製品データへのフィードバックが十分出来ていないことが挙げられた。

1.3.5 共通認識と課題の明確化

上流から下流に十分な情報が効率良く流れること		
【共通認識】 ・データ3次元化の進展により、形状情報を正確に早く伝達する仕組みは向上した		
	分解された課題	ギャップの明確化
1	設計製造プロセスとデータレベル(製品・生産・付帯情報)の明確化が必要	(現状) 設計形状と製品形状は全く同じではない。各段階でどのレベルまで定義していくかは業種/会社/部品毎で異なる。 (狙い)
2	図面情報、設計変更、エンジニアリング情報を持たせられない/実運営上の課題が明確でない	(現状) 2D/3Dの使い分けや情報の伝達手段がばらばら、公差情報などが不十分。 (狙い)
3	サプライヤー 部品まで含めた全てのデータを集めるだけのメリットが出せていない	(現状) システムのパフォーマンスが不足している。標準化が不十分。 (狙い)
4	設計変更などの情報が正確に伝わらない	(現状) 設計変更情報が伝わらず、作業上でのロスが発生している (狙い)

図 1-14 「上流から下流に十分な情報が効率よく流れること」についての共通認識と課題

以上を委員の共通認識と分解された課題という形で上図に整理した。

委員の共通認識は、データ3次元化の進展により、形状情報を正確に早く伝達する仕組みはできてきているが、一方で次の4つの課題がある。

- ①製造に向けてのデータの進化をITできちんと管理できていない
- ②持たせられないデータがある
- ③設計変更情報が正確に伝わっていない
- ④全てのデータを集めるだけのメリットが出せていない

1.4 真の意味で設計に合った CAD の明確化

1.4.1 森委員報告

真の意味で設計に合ったCADの明確化			
森委員	出来たこと	出来ていないこと	取り組むべき課題
	◆ワイヤーフレームの時代には(自動車OEM)設計者がCADを使っていた。 ◆造形の早い段階でのデジタル化は進んだ ◆ワイヤーフレーム時代(2D含む)は個人の適性を選ばなかった。 ◆車体の図面レスはできた。	◆ソリッドCADは(自動車OEM)設計者が使えない。 ◆設計の早い段階でのデジタル化は進まない。 ◆個人による適性が著しく異なるソリッドCAD ◆ユニット物は、3Dを作っても図面を無くせない	➢設計者が使える道具 ➢構想段階で使える道具 ➢個人の適正を選ばずに、誰でも使える道具 そんな道具は何かを探索。

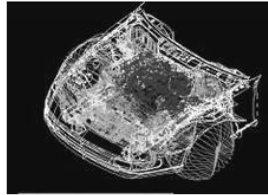
図 1-15 「真の意味で設計に合ったCADの明確化」についての報告 1

私の話は自動車についてですが、経験上設計分野に偏りますので宜しくお願いいたします。

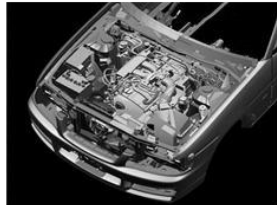
設計者がCADを使えない

出来たこと

- ◆ ワイヤフレームの時代には(自動車OEM)設計者自身がCADを用いていた。
 - ・ ワイヤフレーム時代は、多少矛盾があってもCADデータとして成立した。
 - ・ 難しい処理が少なく、予想通り動いてくれた。



- ◆ モデラーの作った形状を集めてViewerで検討する。



出来ていないこと

- ◆ ソリッドCADになると(自動車OEM)設計者がCADで形状定義することは殆どない。
 - ・ どうでもよい微細な形状を定義するのが面倒で時間がかかる。
 - ・ 思い通りに動いてくれない。
 - ✓ 出来ないフィレットやオフセット
 - ・ 覚える機能の多さに加えて、頑健性不足による回避策も覚えなくてはならない。
 - ・ 設計者の思考と異なる方法でしか作れない。
 - ✓ 欧米CADはモデラーの道具が出発点

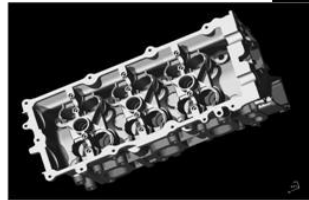
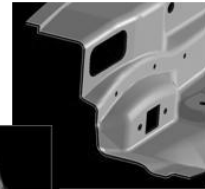


図 1-16 設計者がCADを使えない

【設計者がCADを使えない】

振り返ってみると、最初に自動車業界でCADを使い出したのは3次元です。2次元は後から入ってきました。そのときには、ワイヤフレームと位相のないサーフェスです。この段階では設計者の方は使えていました。ソリッドCAD、もしくはオープンシェルになると、設計者はCADを使えなくなります。

設計者が使えなくなった要因には、次のことが考えられる。

- ・ どうでもよい微細な形状を定義するのが非常に大変なこと（スキマを埋めるなど）。
- ・ 思い通りに動いてくれない。
- ・ 覚える機能の多さに加えて、頑健性不足による回避策も覚えなくてはならない。また実際に回避作業をしなければならない。
- ・ 設計者の思考と合っていないものが多い。

例えば、自動車のフロントピアのインナーパネルを設計するとき、設計者はキーラインで考えているが、これが断面を考えて、スイープする今のCADのやり方と合わない。

・ 欧米CADはモデラーの作業を効率化しています。特にアメリカではユニオンの関係で、設計者はCADを使えないので、モデラーに焦点が当たっている。

それでは、設計者は何をやっているかというと、形はモデラに作ってもらい、最後、モデラの作った形状を集めて **Viewer** で検討している。

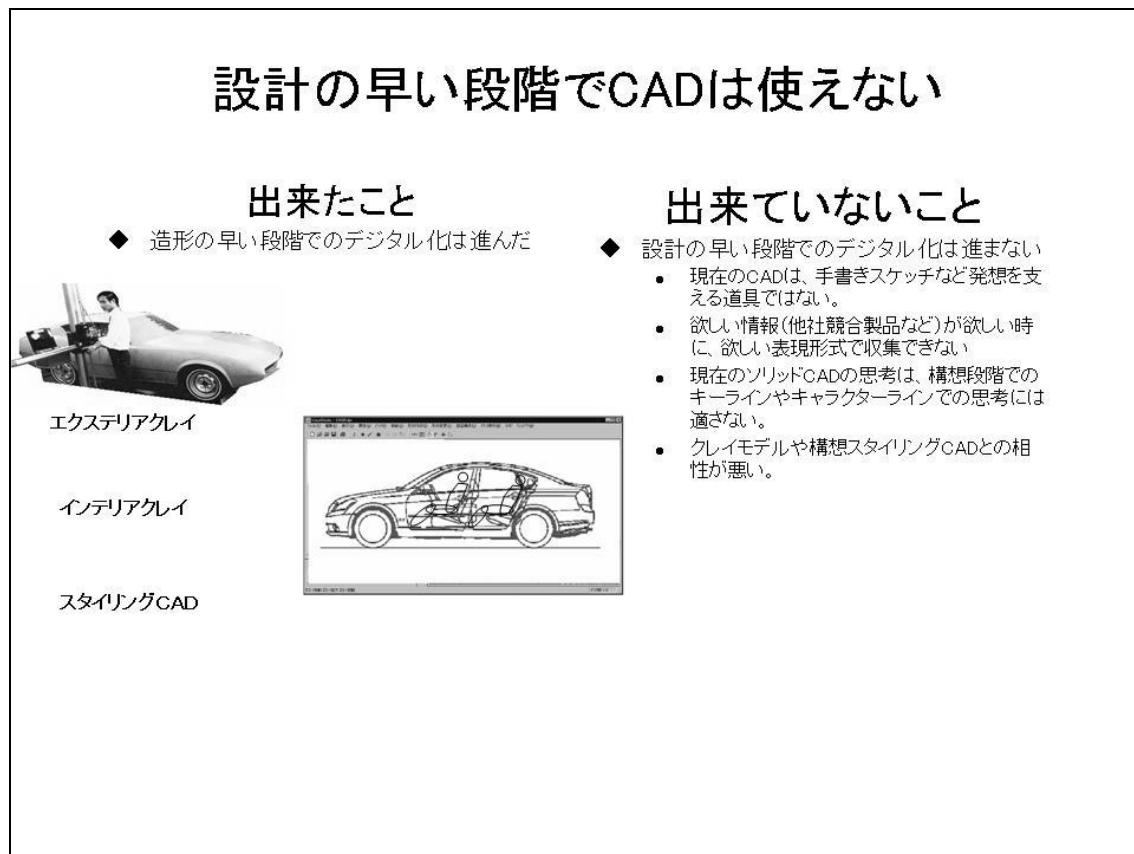


図 1-17 設計の早い段階で CAD は使えない

【設計の早い段階で CAD は使えない】

今、設計で使われているのは、ほとんどが、スタイリングフィックスの前後からです。決して、構想段階から使っているわけではない。ただ、エクステリアやインテリアなどの造型については、造形の早い段階でのデジタル化は進んだ。けれども構想が出来ていない。最後に、ちゃんとした清書の設計データがあります。

設計者が一番やりたいところは構想です。

出来ていない理由には、次の問題があります。

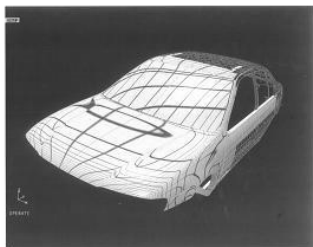
- ・ 設計者は、手書きのスケッチとか、紙ベースのスケッチを結構つかう。
- ・ 欲しい情報（他社競合製品など）が欲しい時に、欲しい表現形式（例えばグラフ）で収集したいが、それが出来ていない。
- ・ 現在のソリッド CAD の思考は、構想段階でのキーラインやキャラクターラインでの思考には適さない。

- ・クレイモデルや構想スタイリング CAD との相性が悪い。

設計の品質・効率・能力について

出来たこと

- ◆ 設計工数は増加するのは当たり前
- 設計負荷の対策
 - CAD操作の専門組織設立
 - CAD操作の専門子会社設立
 - 面を張る作業をLLCへ発注
 - 下流の組織で、上流業務を補う。
 - 下流の組織から、上流業務へ人材シフト。



意匠への影響が大きいと言われて
開発された Styling- CAD

出来ていないこと

- ◆ 設計効率について
 - 3次元CADを含めたシステム導入が必ずしも設計開発の効率化につながっていない
 - 3次元CADの導入により設計者の負担が大きくなっている
 - 形状変更に従従できないから効率があがらない。
- ◆ 設計品質への影響について
 - 3次元CADの導入により設計が単純化(悪い意味で)されている
 - CADというツールの制約のもとで設計・製品開発を行わざるをえない
 - ある意味で、CADで作った形だと思わせる形状がある。(従来は木型屋さんの工夫)

図 1-18 設計の品質・効率・能力について

【設計の品質・効率・能力について】

自動車会社はどれも、3次元化やデジタル化が進むと設計工数は当たり前のように増えている。増えるのは当たり前と思われている。

ただ、前倒しの対策のやり方が各社さんバラバラです。

- ・ CAD 操作の専門組織（専門部隊）を作る会社がある。
- ・ CAD 操作の専門子会社を作る会社がある。
- ・ 面を張る作業を LLC（海外の安いコストの会社）へ発注する会社がある。
- ・ 下流の組織で、3次元を作る会社があります。
- ・ 下流の組織から、上流業務へ人材シフトする会社があります。

一方、出来ていないことについてですが、□で始まる項（青字）は委員の皆さんから出た意見です。

・設計効率について

－「3次元 CAD を含めたシステム導入が必ずしも設計開発の効率化につながっていない」という意見がありましたが、私もその通りだと思います。例えば、全部のデータを3次元化するのだということもあります。そうすると、ピストンリングまで3次元化しています。

－「3次元 CAD の導入により設計者の負担が大きくなっている」については、私の意見は、設計者は使わなくなったと見ています。

－「形状変更に追従できないから効率があがらない」については、自動車の場合はそもそも追従しにくいと見ています（自動車の場合、意匠面をベースにしているのでパラメトリックが効きにくい。）

・設計品質への影響について

「3次元 CAD の導入により設計が単純化（悪い意味で）されてしまっている」について、私は、アメリカではモデラは図面を見ません、読めません。そう理解しています。

設計者の能力・教育・習熟について

出来たこと

- ◆ 3D-CADは、“Designer”という職種を生み、立体感の無い人が設計に携われるようになった。
 - 米国で図面が無くなった1つの理由
- ◆ 教育期間の現状
 - 習得期間の試算は3～6ヶ月
 - ✓ これ以上の試算はCAD導入を却下される。
 - 1人前になるまでの実際は2～3年とも言われる。
- ◆ ワイヤフレーム時代(2D含む)は個人の適性を選ばなかった。

出来ていないこと

- 習得が簡単な道具が必要
- 使用するとスキルが上がる道具
- 3次元CADの導入により技術者の形状認識能力、設計力が低下している面がある
- ツールが便利になるにしたがって設計者の基礎力が低下するのが問題
- ◆ 個人による適性が著しく異なるソリッドCAD



図 1-19 設計者の能力・教育・習熟について

【設計者の能力・教育・習熟について】

出来たことは、

- ・ 3D CAD は、“Designer”（日本で云うモデラ）という職種を生み、立体感を持ちあわせていない人でも設計に携われるようになった。これが、米国で図面が無くなった最大の理由と思っています。

- ・ CAD の教育期間は、通常 6 ヶ月ですが、1 人前になるまでの実際は 2 ～ 3 年とも言われる。また、3 ヶ月で身につく人もいる。

私が気になっているのは、ワイヤーフレーム時代（2D 含む）は、10 人中 5 人は何とかついて来られた。ソリッド CAD の場合は、一般のオペレータの人が習熟するのを見ていると、本当にまともに使い出すのは半分以下。使い出したときの幅がすごく広い。ベテランが 10 時間かかるとすると、使えるという最低の人だと、50 時間位かかる。その他の人は自分ひとりでは使えない。最近では、CAD が人を選ぶと感じます。

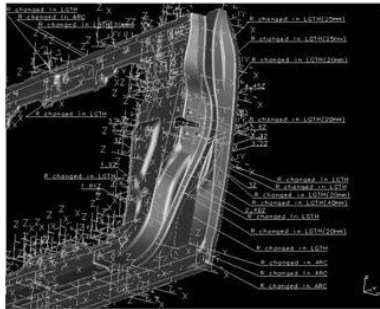
出来ていないことをまとめてみました。図の□で始まる項（青字）は委員の皆さんから出た意見です。

- ・「習得が簡単な道具が必要」
- ・「使用するとスキルが上がる道具」
- ・「3 次元 CAD の導入により技術者の形状認識能力、設計力が低下している面がある」については、実感はありません。
- ・「ツールが便利になるにしたがって設計者の基礎力が低下するのが問題」については、私は否定も肯定もできません。
- ・「個人による適性が著しく異なるソリッド CAD」は先ほどの話です。

図面の在りかたについて

出来たこと

- ◆ 車体の図面レスはできた。



出来ていないこと

- 図面の作成容易性を考慮した製造業のあるべき姿を関係者に知らしめる
- ◆ ソリッドと図面の連携など出来ない。
 - 欧米CADは図面を軽視している。
 - 図面を書かない米国
- ◆ ユニット物(PowerTrainなど)では、3Dを作っても図面を完全には無くせない。
- ◆ 3Dにどうやって設計意図を表現するか？

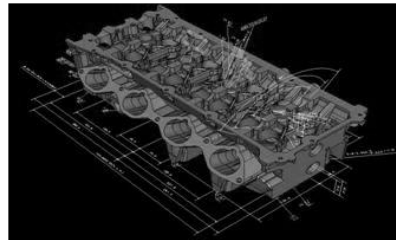


図 1-20 図面の在りかたについて

【図面の在りかたについて】

車体の図面は無くすことが出来ました。

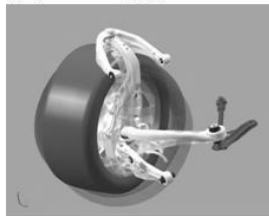
出来ていないことですが、図の□で始まる項（青字）は委員の皆さんから出た意見です。ユニット物（Power Train など）は出来ていません。これにはいろんな理由があると思う。アノテーションが付けられないなどのシステムの理由もあると思うが、この際、別の理由からいうと、Power Train の設計者は性能に関心があり、図面を書くことにプライドを持っている人が多い。図面の美しさを競うマインドがある。

また、3D にどうやって設計意図を表現するかですが、図面でルールが決まっているものについても3Dではまだ決まっていないのでCADベンダの機能に振られるところがある。

解析について

出来たこと

- ◆ 高度な解析
 - 実験結果の理論的な確認のための解析
 - ↓
 - 試作前の確認のための解析
 - ↓
 - 最適な形状や構造のための解析へ
- ◆ FEM以外の解析はCADでやれるようになった。
 - 静的メカニズム解析



出来ていないこと

- ◆ 莫大なメッシュ切り工数
 - 完全自動メッシュできない (4面体、六面体)
 - 自動メッシュ+手作業
- ◆ 専門家でないとできない解析
 - メッシュ品質が影響するFEM(自動車の殆ど)
 - 動的な車輛挙動解析

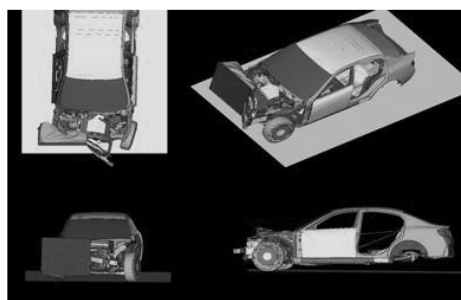


図 1-21 解析について

【解析について】

最後に解析についてです。出来たことですが、高度な解析、クラッシュ・オフセット衝突の解析のことですが、今までは、実験結果の理論的な確認（後追い）のための解析であったのが、試作前の確認のための解析となり、今はやっと、試作前に最適な形状や構造のための解析になりました。

もう一方で、**FEM** のメッシュを使わないような、リンクメカニズム解析とかが設計者でも使えるようになってきた。

一方で、問題なのは莫大なメッシュ切り工数です。スーパーコンピュータの計算時間よりもメッシュ切り時間の方が長い。一時期にもものすごい人をかけてメッシュを作るわけです。自動メッシュでやるのだが途中から手作業で合わせていくという、本当に気の遠くなるような作業です。

次ですが、自動車会社さんのどこも、解析は専門家がやっていると思う。ここのメッシュはこう切らないと実験と合わない等のノウハウが専門的過ぎて、設計者の手に負えなくなっていると思います。本来ならば、設計者が、**CAD** のデータがあればメッシュデータがパット出来て、ここが弱いと設計者がすぐわかるに越したことがないと思っています。

まとめに入ります。

【出来ていないこと】

- ・ワイヤーフレーム CAD に比してソリッド CAD は設計者が使えなくなった。
- ・設計の早い段階でのデジタル化は進まない。構想段階で CAD はほとんど使われていない。
- ・ソリッド CAD の場合は個人による適性が著しく異なる。
- ・ユニット物は、3D を作っても図面を無くせていない。

【取り組むべき課題】

取り組むべき課題は、設計者が早い段階で、構想段階で使える道具、誰でも使える道具、そんな道具は何かを探求する必要があると思っています。

1.4.2 米田委員報告

真の意味で設計に合ったCADの明確化			
米田委員	出来たこと	出来ていないこと	取り組むべき課題
	①情報のデジタル化 ②3D設計(バラツキ有) ・形式値のデジタル化 (テンプレート) ③.CAD/CAM/CAEの 各工程 ④.ベンダーから提供される 最新アプリケーション	①活用 ②3D設計(バラツキ有) ・暗黙値のデジタル化 (ナレッジ) ③.スピードを伴った連携 ④.使いこなせず、有益性 の判断つかず	①.人間系→ナビゲーション化 ②.テンプレートのナレッジ化 ③.製造モデルへの効率的変換 メッシュモデルを意識させない CAE ④.設計が組み立てられる アプリケーションへの変更

図 1-22 「真の意味で設計に合ったCADの明確化」についての報告 2

エンジン関係で特に鋳物を中心とした設計をしています。

自動車メーカーの規模に比べて、小さい規模で仕事しております。そんなに沢山のことは出来ておりません。大きい会社と違うよというところを理解してほしい。

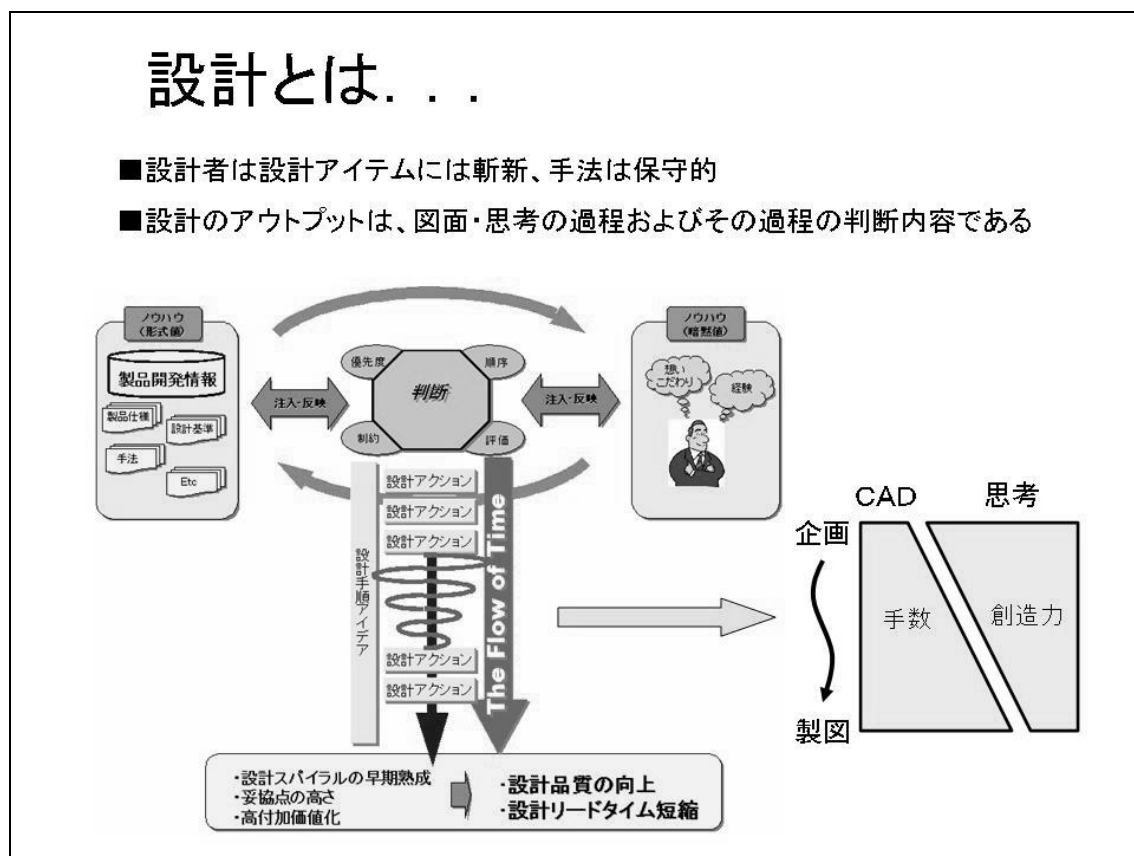


図 1-23 設計とは

【設計とは】

本来、設計者は自分が設計したいアイテムに対しては斬新なイメージを持っていますが、ただし手法、それを表現する方法は非常に保守的です。ですから、先ほど CAD がうまく使えていないという話がありましたが、そういうものだと思います。そういう人種です。

基本的な設計のアウトプットは、思考の過程およびその過程における判断内容です。何か形を作ったりしていると設計しているように思われますが、実際の設計者は、本来はこうなのです、モデラではありませんよということを理解して頂きたい。モデラとは一線を描いています。

ノウハウという言い方がありますが、判っていること（例えば規格とか会社が培った設計情報）と自分がどうしたいということを比べながら、優先度、順番、制約、評価を考えながら、1 ステップずつ設計アクションを起こし、設計手順のアイデアにより仕事します。

良い設計者とは、設計スパイラルを早くまわす、妥協の高いところを目指す、付加価値をあげる人です。こうであれば設計品質が向上し、設計リードタイムが短縮されるはずであるが、どうもそこまで行っていない。

実際の作業においては、企画の段階は、頭で考えていることが非常に多く、手を動かすことは少ないです。それが、最終的に製図となると、考えることより手数が増えます。

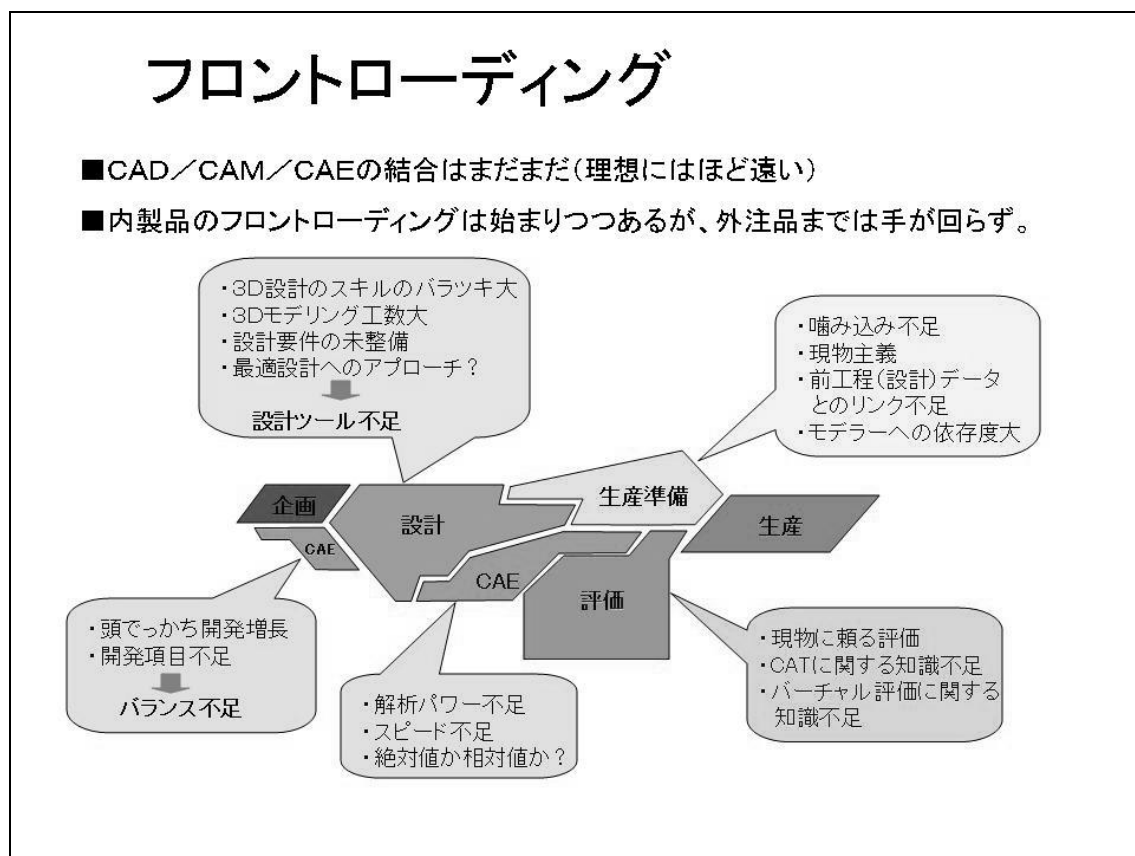


図 1-24 フロントローディング

【フロントローディング】

”CAD/CAM/CAE”と書きますが、全然結合されていません。データがいろんな持ち方をされており、理想には程遠い状態です。

内製品は社内で完結するのでフロントローディングは始まりつつあるが、外注品までは手が回っていません。

・設計

ー設計のところは、3次元設計の定義がちゃんとされていないですから、バラツキが大きいです。

3次元データといっても、面が張ってあるだけのものから、型割り・取りしろまで含めたものである。

ーモデリングという観点からみてもまだまだ工数が多い。ただ、我々の会社はサーフェスモデラなのでかなりの設計者が面を張って、それなりの形を作り、アセンブリで検討出来るところに来ています。

ー設計要件については、書類とかいろんなものが用意されているのだが、まだ IT でちゃんと見られるとか使える状況ではない。

ーこの辺がちゃんと整備されていないので、最適設計へのアプローチが出来てないし、設計ツールとしての IT のものが不足しています。

・CAE

ー設計と試作で利用するのですが、まだまだパワー不足だと思います。全然ついてこれていない。

ー絶対値か相対値かは、やっと少し解決しつつある。ただし、新しいものをやろうとすると、全くどっかに飛んじゃってますので、いままでの設計手法、クライテリアを持っているものに関してのみのところしか出来ていない。

・評価

エンジンですと、性能がどの位出ました、耐久試験が何時間クリアしましたということをやらなければならない。いまの燃料供給はキャブレターの時代と違って、EFI-コンピュータで制御しますので、何から何まで制御です。この辺の工数がモノを作るより大きく、ここが自動車開発の中で一番のネックになっているはずです。ここが、少しずつですが道具としてコンピュータを入れつつあるが、実際にはまだまだ弱い。

・生産準備

生産技術の人材が不足しているため、まだまだ噛み込み不足。それから、現物主義にたよる。最後は手で直すという世界がまだまだ残されています。

噛み込み不足とは、生産技術の人間が、あるところから設計と一緒に考えて考えなければいけないのだが、それが十分できない。これは人数的な問題だとか、会社の規模における生産技術の位置付けの問題なのですが、小さい会社では生産技術者は少ない。このため、プロジェクトに張り付くということができない。そうすると設計との連絡がうまくいかなくなるし、モデラにも待たせるという時間が生じる。

トータルのにも決して早くはならない、ただ品質はあがりましたとはいえる。

・cae

cae をやると如何にも性能が出たような気になってしまう。cae を信じきると、開発の初期段階で

は大きな誤りをする可能性があります。基本的には、ボアとストロークが決まるとエンジン性能は決まるので、Excel で出来るのに cae を廻す風潮がある。これは IT が悪さをしていると、私は思っています。

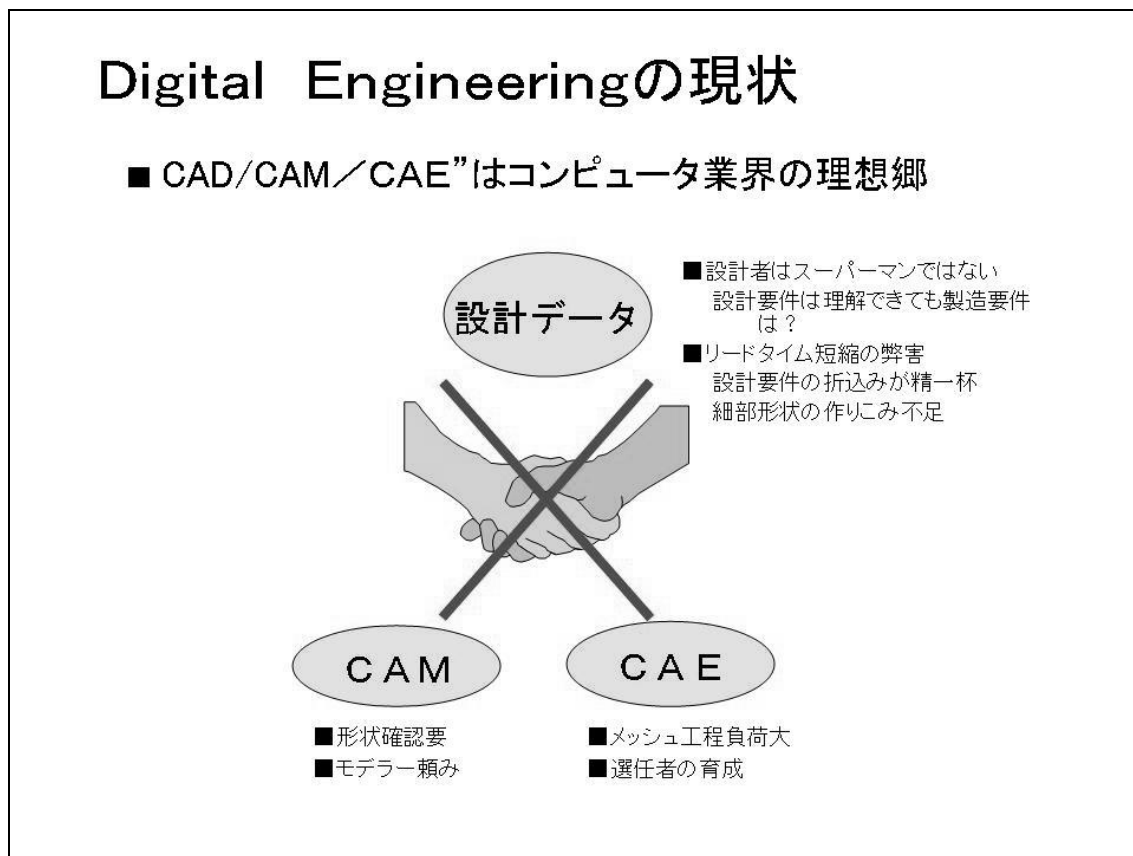


図 1-25 Digital Engineering の現状

【Digital Engineering の現状】

実際に仕事をやっていると、設計データはCAMにもCAEにも使えない。CADが出始めた当時、CAD/CAM/CAEという書き方をすると、繋がっていていいねという話があったのですが、実際には何も繋がっていない。

・設計データ

エンジン設計で1人前になるには10年かかる。入社数年で、設計者として働かなければならぬ中で、設計要件は理解できても製造要件はムリ。本来の何でも知っているという設計者はいなくなった。

リードタイム短縮しなさいということで頑張りますが、そうすると設計要件の折込みが精一杯で、細部形状の作りこみ不足が起きる。

私の部署では切削用の面モデルの作成まで全員出来ます。ですからやろうとすれば出来る。生産

部署では時間的制約等でできません。教育という側面で見ると、部署によってやり方、やらせ方が違うので難しい。

・CAE

メッシュを切っている時間が長すぎる。コミュニティビークルは作った方が早い、目的に応じた使い分けが必要です。

図面レス、ペーパーレス

■図面レス ← 3Dから2Dへの落とし込み工数大

- ・3D注記の不備
- ・形状特徴 理論先行で実益少なく、作業工数大

■ペーパーレス ← データの一元化

- ・現寸イメージがわからない
- ・全体と部分の整合性が取りにくい
- ・赤エンピツには勝てないVIEWER

図 1-26 図面レス、ペーパーレス

【図面レス、ペーパーレス】

・図面レスは出来ていません。エンジンの燃焼室、ポートは2次元で表現できないので図面に入口、出口とハイライトの寸法を書き、図面の注記に詳細は3Dモデル参照と書きます。

2次元はどうしても必要ですので作成します。うちのシステムでは、3次元のデータがあれば、2次元の絵をかくことはそんなに大変ではないのですが、ただ、自分が決めた線と景色として周りに見える線の重み付けの表現ができないのは問題と感じています。ですから、スケッチで、自分で決めた線を、最終的に3Dでそれをぶつけて、勾配などが付いていると相貫線見たいなものができる。これは2次元上の図面には書かなければならない。図面を見る人は斜めのボスだと一目瞭然でわかる、ただし、付加価値はあまりないのですよね、だけど必要です。それを作る工数の

方が大きい、これが問題です。

・ペーパーレスについてですが、ビューワがあればよいのではないという話になるのですが、現寸イメージがわからないのが一番の問題だと思います。CAD でやると、やたら寸法を測る機会が多い。図面（1/1）で見るとここスキマが何ミリあると判るところを、画面を拡大してやっているので、絶えず距離を測ることになる。

それと、全体と（拡大した）部分の整合性ですね。ぱっぱと切り替えられない。ここで 50cm の話をしていて、ここで 3mm の話をしなければならない、画面切り替えが多くなる。

試作にいわせると、ビューワは赤鉛筆には勝てない、図面（1/1）に赤鉛筆で、ここと、ここと、ここといったほうがよっぽどいいですねといわれる。まだまだ IT がかなわないところがある。

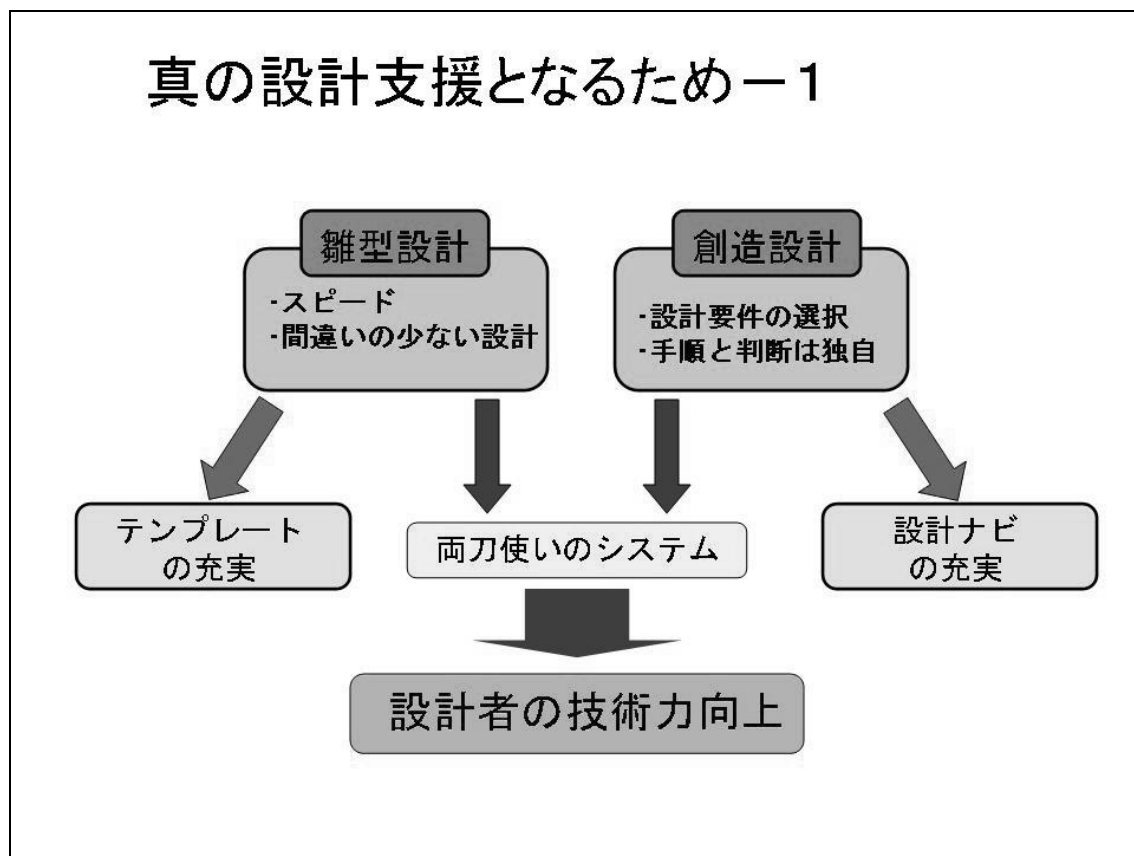


図 1-27 真の設計支援となるため-1

【真の設計支援となるため-1】

本当の設計支援になるためには、設計者から見ると二つの方法がある。

一つは今までやったことです。同じことを繰り返すことですから、設計者はあまり興味ありません。これは、雛形設計になるはずですから、スピードと・間違いの少ない設計さえできればよい。テンプレートの充実でできるはずで。

本来、設計者がやりたいのは考える仕事、創造設計です。これをやりたいときには、設計ナビが必要です。いままでの情報が揃っていて、それに新しいことを追加して仕事をしていきます。設計要件がちゃんとあって、手順と判断を自分で決めながら新しいものを作り込みます。

CADはどちらかというと、雛形設計に強く、創造設計は弱い。

本当は、この両方で使えるようなシステムを作っていただかないと、設計者の技術力向上は出来ない。創造設計の結果の一部をうまくまとめて、テンプレートとし、それをまた設計ナビで使うという両方の仕組みが必要です。

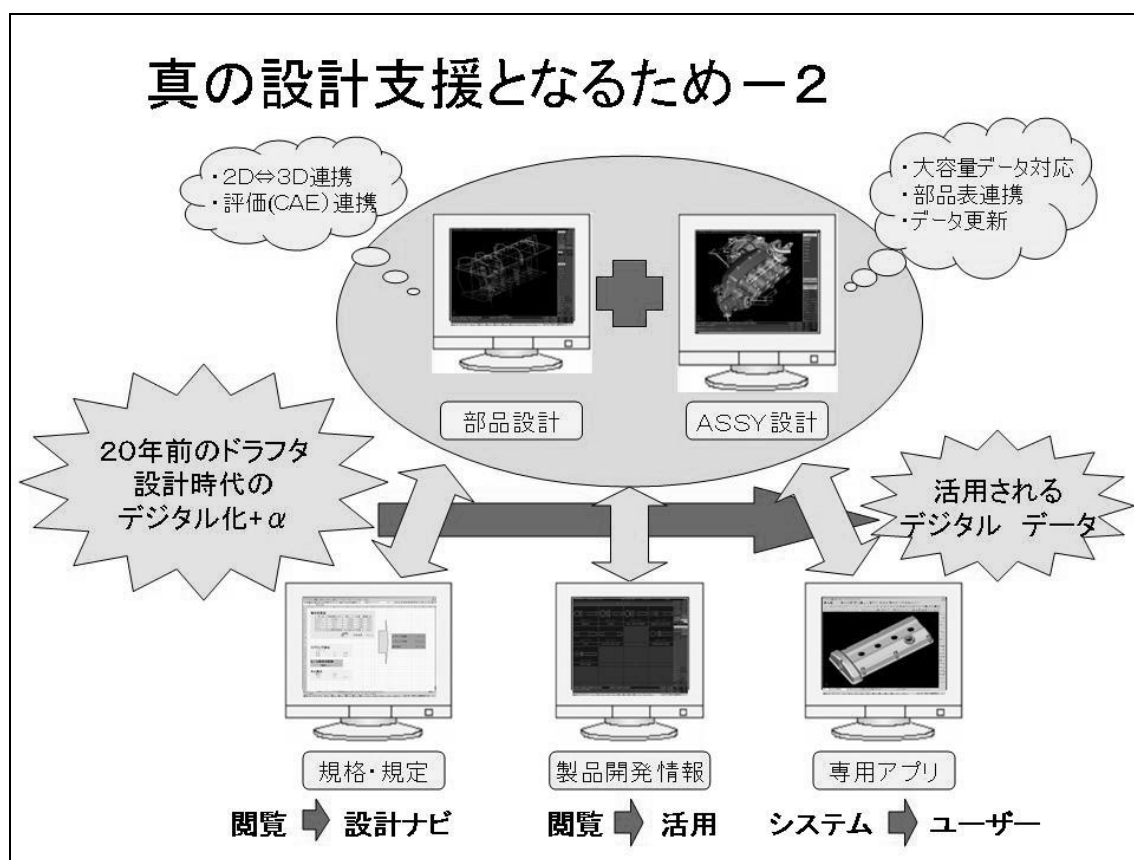


図 1-28 真の設計支援となるため-2

【真の設計支援となるため-2】

単品設計とアセンブリ設計の両方が出来なければいけないのですが、部品設計は2D⇔3D連携と、評価(CAE)連携のところはまだです。

アセンブリ設計は組立を扱うので、大容量データ対応、部品表との連携、最新データの反映するためのデータ更新が課題です。

デジタル化についてですが、いろいろなものがありますが、やっと閲覧に移りました、ITとして見られる。活用のところにはまだ行っていません。下地はできたので、次は使えるようにすることです。開発のための部品の情報を今は見られるが、CADでは使えない。専用のアプリケーション

ョンは、システムが用意しないといけなかった。本来はユーザが必要と思ったときにササット作れる仕組みでないと間に合わない。そういうものを用意して欲しい。

結局、今考えると、20年前はドラフタで仕事していましたが、目の前にドラフタ、右側に参考図(1/1)、左側に規格とか他の設計者の作った設計シートがありました。なんら替わり無いですね。ただ、それがコンピュータの上に載っただけですね、実際には活用というところまでいっていない。それが実情ではないでしょうか。

世の中では、出来ました、出来つつあるという云われ方をすることがありますが、誇大広告すぎる。出来ていないことは出来ていないと言ってもらわないと、中小企業は困ってしまう。

まとめます。

【出来たこと、出来ていないこと、取り組むべき課題】

- ・情報のデジタル化は一応出来ています。ただ、活用されていません。人間が如何とううまく使っていたかをナビゲーションできるようにしましょう。
- ・3D設計は、バラツキは有りますが、ある程度で来たと踏んでいます。ただ、形式知だけです、暗黙知の世界はまだです。
- ・CAD/CAM/CAEの各工程は出来ています。ただ、繋がっていません、スピードがともなっていません。
- ・ベンダから提供される最新アプリケーションは、使いこなせてない。まだ、有益性がわかりません。設計が必要と思った時に作れる仕組みでないと困る。

1.4.3 大高委員コメント

真の意味で設計にあったCADの明確化

類似設計や定型設計でなく、新規設計の場合を以下検討する。
現状は設計の大部分の行為は設計者の頭の中で実施され、結果がCADのデータベースに残るだけ。つまり本質的な設計支援システムは存在しない。その実現の課題の主なものは以下と考える；

- (1)設計は数学問題でなく、工学問題。つまり唯一の解が存在するわけではない。全ての設計要件を程よく満たす妥協解を求めるのが設計と考える。ならばCADシステムは当該設計案がどの要件をどの程度満たすかを設計者に示す機能(Scoring Function)をもつべき。
- (2)解が分かっているなら設計は不要。従って試行錯誤でもっとも望ましい解に行き着くのが新規設計の本質と考える。ならば試行錯誤（どういう評価をしてどう判断したのか）をそのデータベースへの記録も含めどう支援するかは本質的課題。
- (3)Knowledge Wareという入れ物を整備すれば設計知識駆動の設計を支援できると大きな誤解をしているVendorが多いが、どう知識を集めるのか、集まった知識をどうBlush Upするのかなどの仕組みがないと知識駆動CADとは言えない。
- (4)最終目標は‘設計技術の向上に寄与できるCADの実現’であろうが、設計技術や設計者の判断を完全にComputerで扱える技術基盤は存在しないので遠い将来の課題とせざるを得ない。‘何を評価してどう判断したか、その時の全要件のScoreはどうなっていたか’などをデータベースに記憶し、適宜設計者に提示して設計者の判断の適正化、効率化を図るのが近未来のGoalか？

図 1-29 「真の意味で設計にあった CAD の明確化」についてのコメント

類似設計や定型設計でなく、新規設計の場合を以下検討する。

現状は設計の大部分の行為は設計者の頭の中で実施され、結果が CAD のデータベースに残るだけ。本質的な設計支援システムは存在しない。その実現の課題の主なものは以下と考える。

【最適解の探索について】

- (1)CAD システムは当該設計案がどの設計要件をどの程度満たすかを設計者に示す機能(Scoring Function)をもつべき。

設計は数学問題でなく、工学問題。つまり唯一の解が存在するわけではない。全ての設計要件を程よく満たす妥協解を求めるのが設計と考える。

この内容は、設計者が日常頭の中でおこなっていることである。統計処理などを加えて、現実には試作することはできていると思っている。

- (2)試行錯誤（どういう評価をしてどう判断したのか）をそのデータベースへの記録も含めどう支援するかは本質的課題。

解が分かっているなら設計は不要。従って試行錯誤でもっとも望ましい解に行き着くのが新規設

計の本質と考える。

【設計知識駆動の設計について】

(3) どう知識を集めるのか、集まった知識をどう Blush Up するのかなどの仕組みがないと知識駆動 CAD とは言えない。

Knowledge Ware という入れ物を整備すれば設計知識駆動の設計を支援できると大きな誤解をしている Vendor が多い

知識駆動とは知識の活用ということ。古くなった知識を組み替えていくなど器だけではすまない。知識化では現場の努力が必要。

【設計技術の向上に寄与できる CAD の実現】

最終目標は‘設計者の設計能力の向上に寄与できる CAD の実現’であろうが、設計技術や設計者の判断を完全に Computer で扱える技術基盤は存在しないので遠い将来の課題とせざるを得ない。

【近未来の Goal】

’何を評価してどう判断したか、その時の全要件の Score はどうなっていたか’などをデータベースに記憶し、適宜設計者に提示して設計者の判断の適正化、効率化を図るのが近未来の Goal か？

1.4.4 現状把握の構造化

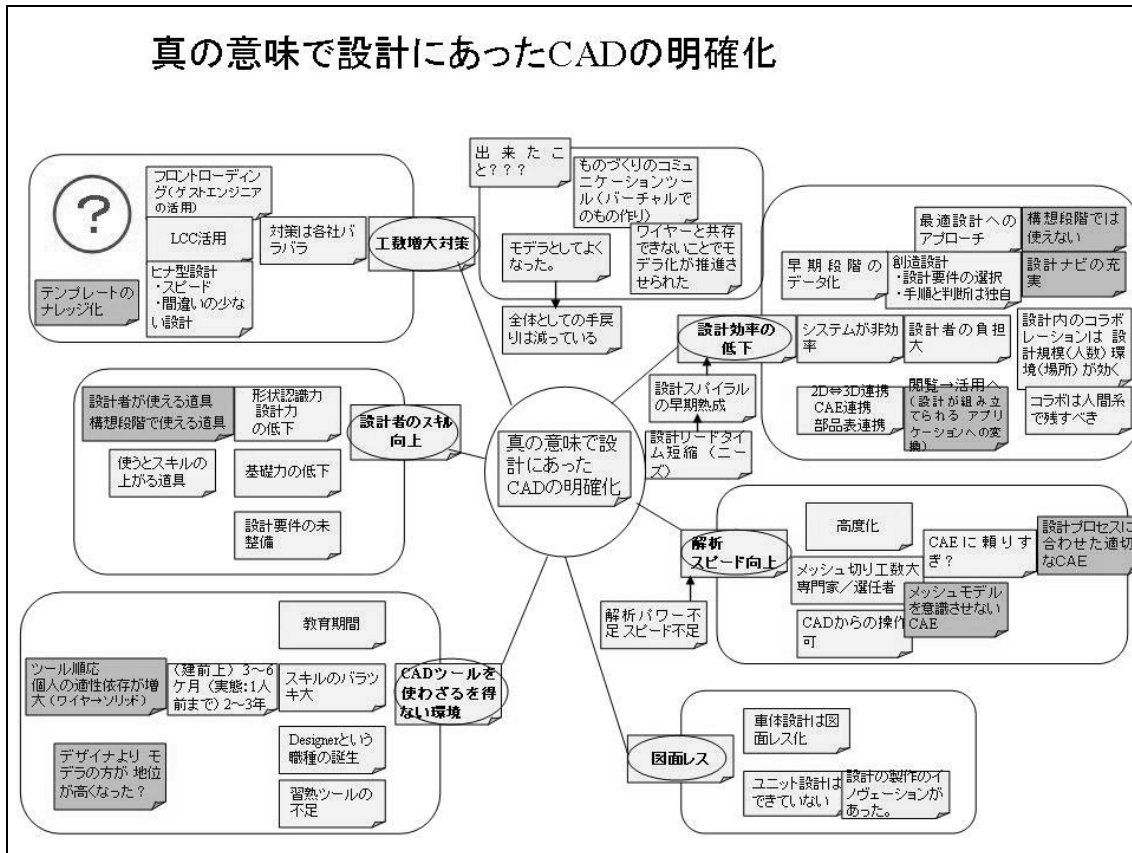


図 1-30 「真の意味で設計にあった CAD の明確化」についての現状把握の構造化

各委員からの報告を踏まえた討議の結果、次の6つの関心事が出てきた。

第一に、設計効率が低下している。

より具体的な問題でいうと、構想段階では使えないとか、情報の閲覧は出来るようになったが、使うところまでは行っていないという指摘があった。

第二に、解析のスピードがもっと上がらなければいけない。設計プロセスに合わせた適切な CAE が出来ていない。メッシュモデルを意識させない CAE でないと設計にはまだ、使えるとはいえない。という指摘があった。

第三に、図面レスの話も出てきたが、クリティカルな問題という認識は委員からはあまりなかった。

第四に、CAD ツールを使わざるを得ない環境になって来ているという指摘である。設計者がツールに順応するのに非常に時間がかかること、デザイナーよりモデラの方が、地位が高くなっているということがある。分業が進んで来たという認識である。

第五に、設計者のスキル向上である。

CAD を使っていると、設計者の設計スキルが伸びるという道具立てに今になっていない。

第六は、工数増大の対策ですが、これにはいろんな対策があるのだろうが、各社バラバラである。例えば、テンプレートとか、ナレッジ化が挙げられますが、各社・各様で様々なことが行われているので？が付けてあります。

1.4.5 共通認識と課題の明確化

真の意味で設計に合ったCADの明確化		
【共通認識】 ・モデラの推進で全体としての手戻りが減ったが、設計そのものの効率は変わっていない		
	分解された課題	ギャップの明確化
1	設計効率の向上が図れていない	(現状) 設計スライルの早期熟成では構想段階の支援が重要であるが、そうした機能はほとんど無い(モデラ機能に特化)。技術情報との連携は少し出来る様になったが閲覧レベルに留まっている。 (狙い)
2	工数増大対策が各社バラバラの状態	(現状) CADによる工数増大に対しては、ゲストエンジニア、LOC活用、雛型化など、各社各様の対応をしており、効率的なアプローチの指針が無い。 (狙い)
3	設計者のスキル向上に繋がる道具になっていない	(現状) 設計者の形状認識などの基礎力の低下に加え、設計要件の未整備により、設計者のスキルが向上する道具になっていない。 (狙い)
4	ツールへの適応に対する個人のバラツキが増大している	(現状) ワイヤーからソリッド化されたことにより、CADに対する設計者の適応期間の個人差が大きくなっている。 (狙い)
5	設計プロセスにあった解析ツールが提供できていない	(現状) 何でも最終のシミュレーションに持ち込んでしまうなど、設計のプロセスにあった解析のあり方になっていない。 (狙い)

図 1-31 「真の意味で設計に合った CAD の明確化」についての共通認識と課題

以上を委員の共通認識と分解された課題という形で上図に整理した。

「モデラの推進で、設計だけではなく製造まで含めた全体としての手戻りが減った」のは事実でしょう。しかしながら、設計そのものの効率は変わっていないというのが委員の認識である。

分解された課題としては次の5つがあります。

- ・設計効率の向上が図れていない
- ・工数増大対策が各社バラバラの状態
- ・設計者のスキル向上に繋がる道具になっていない
- ・ツールへの適応に対する個人のバラツキが増大している
- ・設計プロセスにあった解析ツールが提供できていない

1.5 業務プロセスとツールのマッチング

1.5.1 これまでの整理

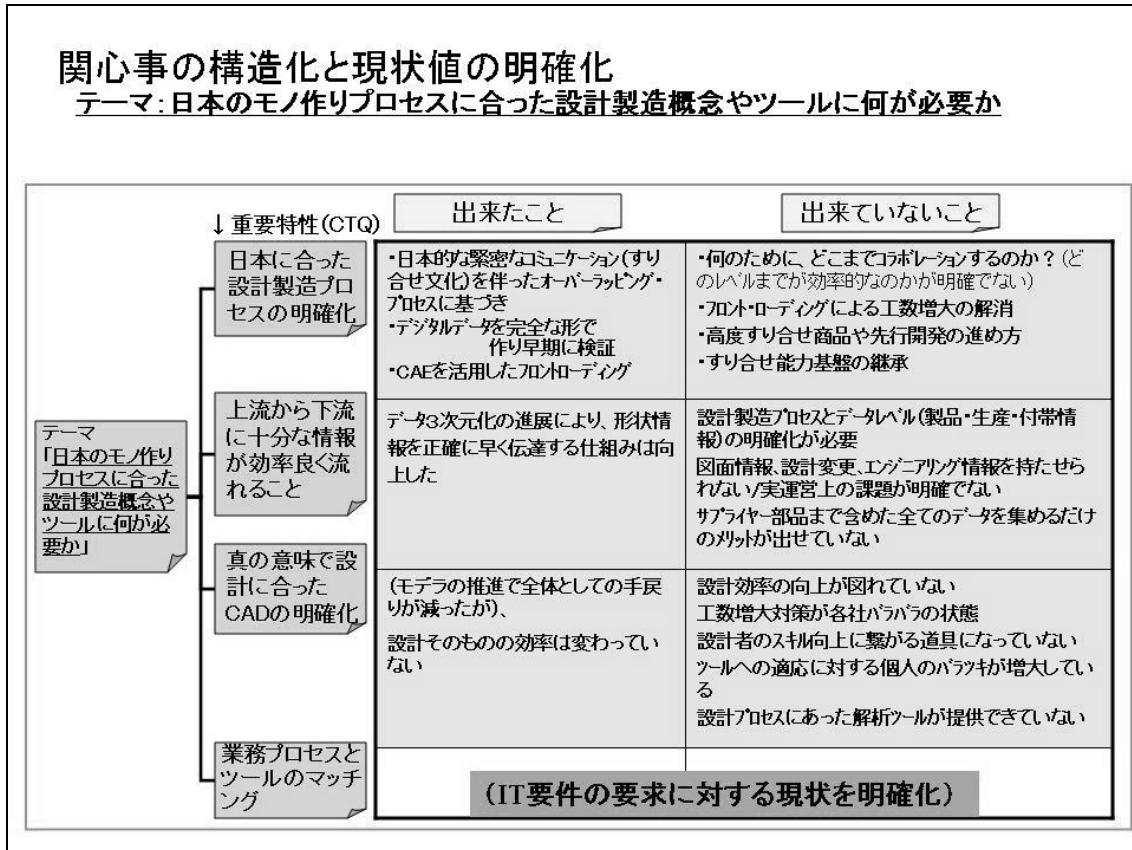


図 1-32 関心事の構造化と現状値の明確化

上図に、ここまでの3つの重要特性について、出来たこと、出来ていないことをまとめた。本題である最後の項目については、これまでの検討を基に、業務プロセスとツールのマッチングを視覚化することで検討すべきことがらを抽出する。本節では、そのための調査方法を報告し、その結果は次の節で説明する。

1.5.2 業務プロセスとツールのマッチングの視覚化

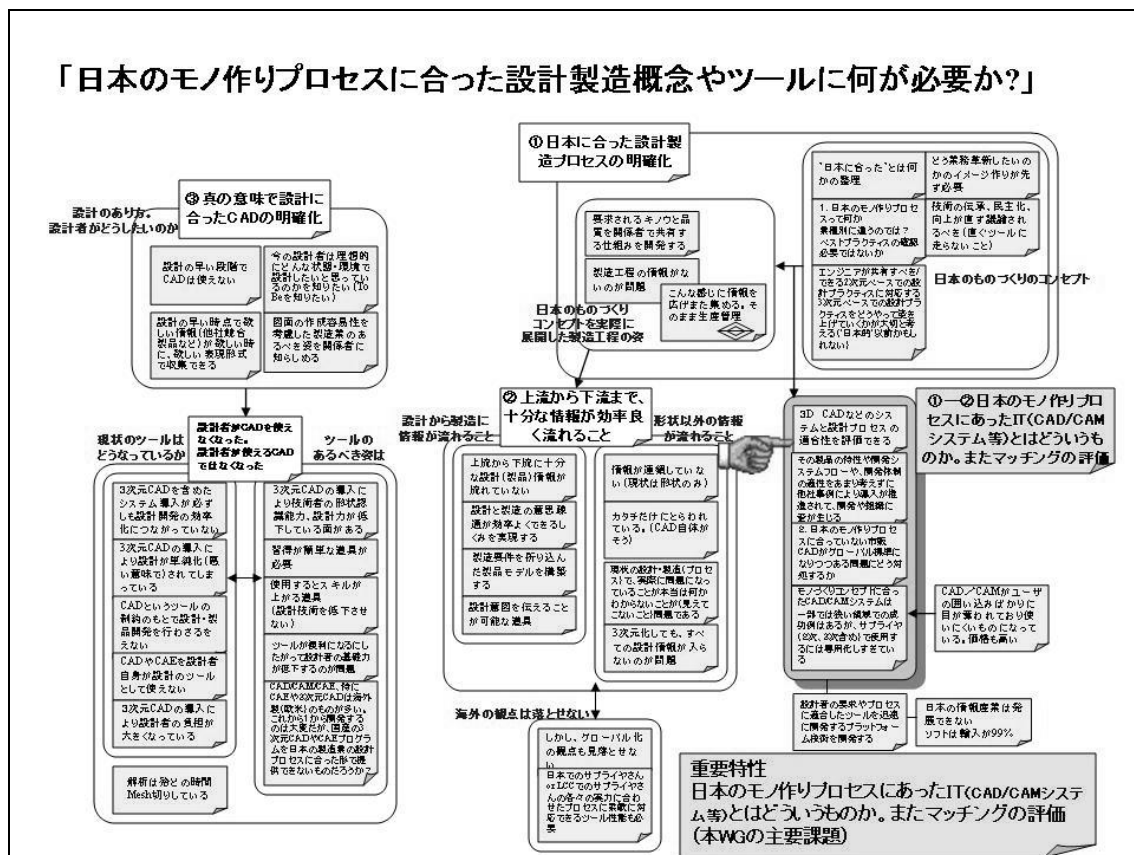


図 1-33 日本のモノ作りプロセスにあった IT とはどのようなものか。またマッチングの評価

業務プロセスとツールのマッチングを掴むために SVA 分析表を作成する。SVA 分析表は、いわゆる品質機能展開表に類似のもので、水平方向に業務側からの要求品質を、垂直方向に品質特性として IT 要件をとって、ユーザ側から見た、現状の重要度（期待度）と満足度を評価する。

SVA分析

- ・要求品質を意識しながら、ITとしての要件をブレンストリング的に洗い出します

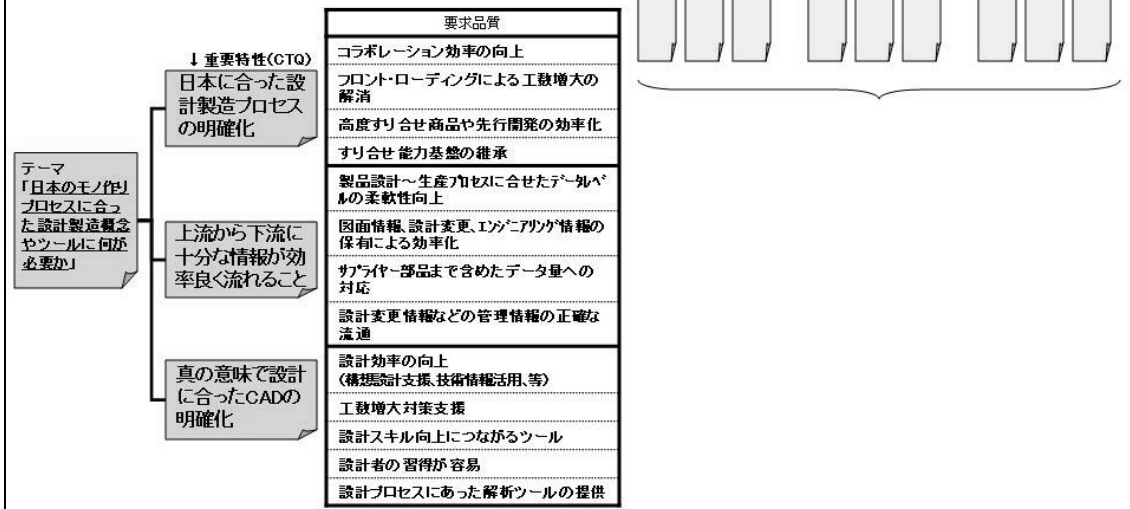


図 1-34 SVA 分析

1.5.3 SVA 分析表の準備

まず、SVA 分析表の水平方向の要求品質を列挙するために、重要特性の分解された課題をデジタルエンジニアリングに対する要求品質として書き直す。

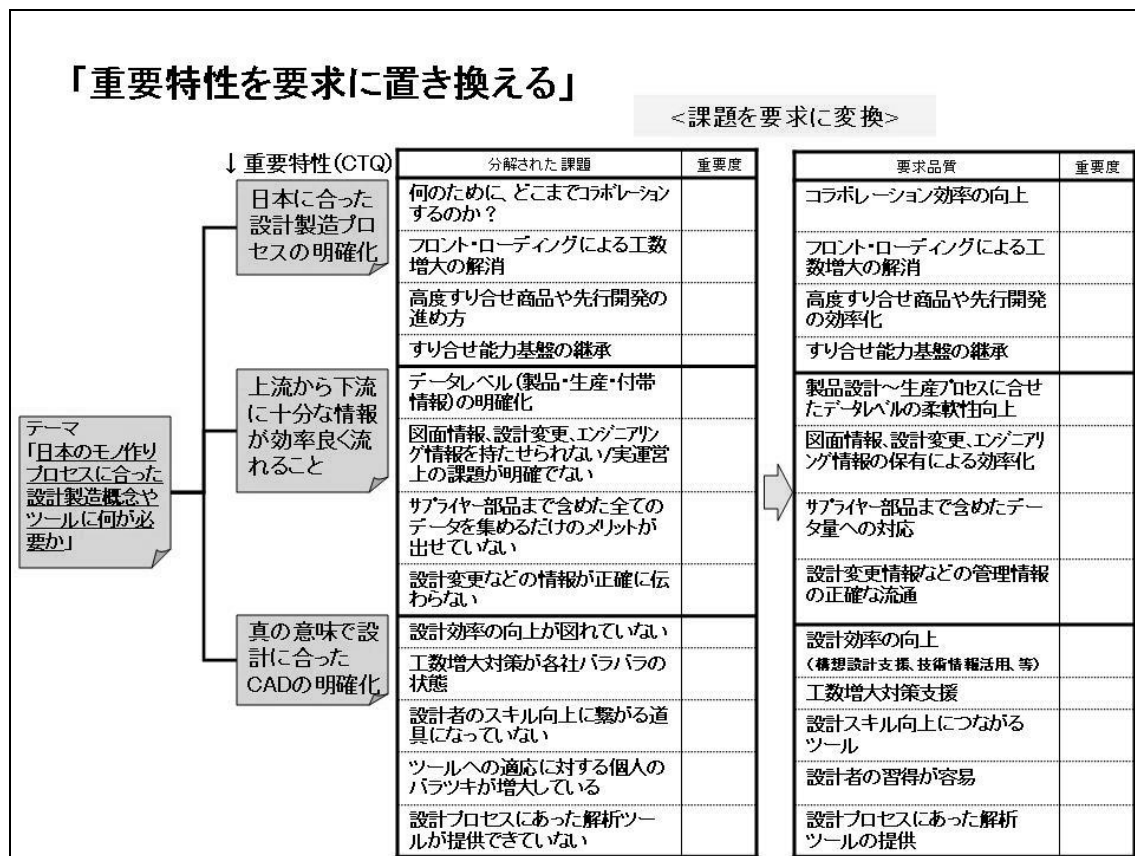


図 1-35 重要特性を要求に置き換える

次に、SVA 分析表の垂直方向の IT 要件を明確にする。このため、要求品質を意識しながら、IT としての要件をブレインストーミング的に洗い出す。

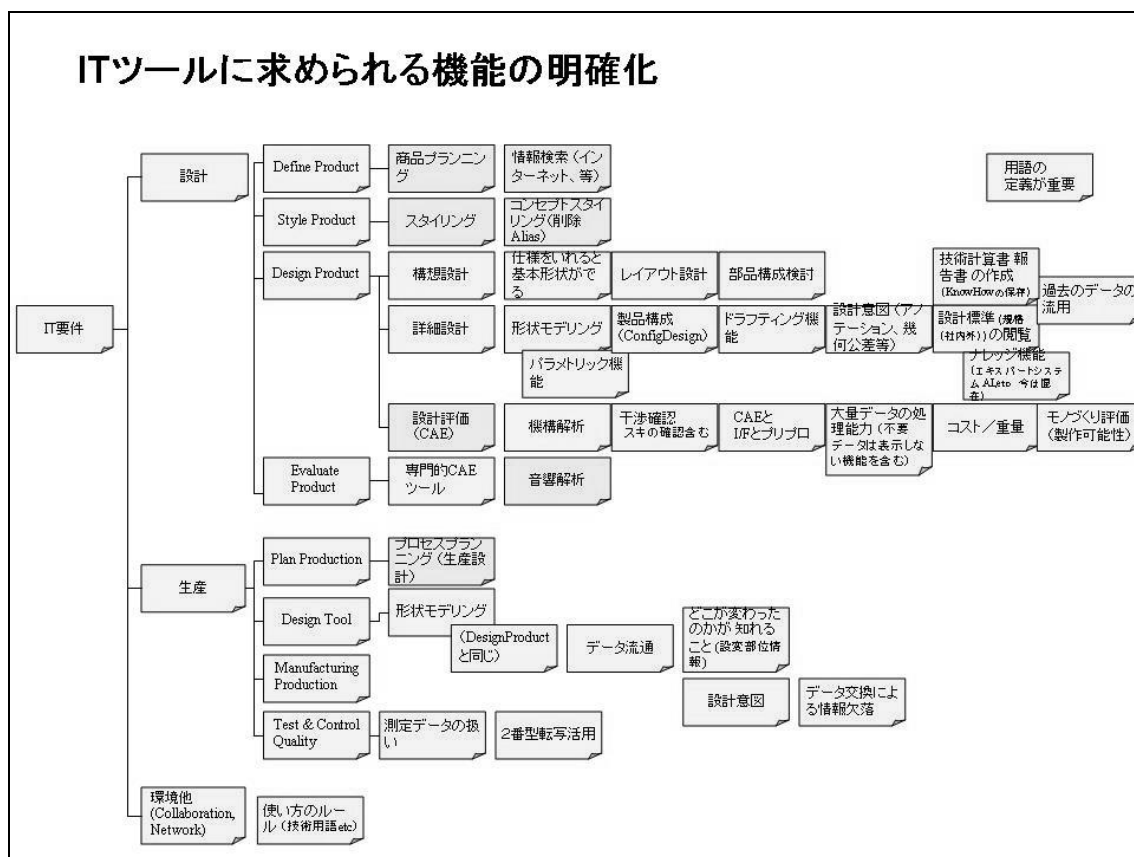


図 1-36 IT ツールに求められる機能の明確化

今回は、上図のように、自動車のモノづくりのプロセスに沿って主要なデジタルエンジニアリングシステムの機能を整理した。以下にその概要を簡潔に示す。

【商品プランニング [設計]

- ・ 情報検索（インターネット、等）：製品データや設計情報の DB/WEB 検索。

【スタイリング [設計]

- ・ コンセプトスタイリング：意匠設計、クレイと融合。

【構想設計 [設計・生産共通]

- ・ 仕様をいれると基本形状がでる：設計者がカスタマイズできる環境
- ・ レイアウト設計：配置、干渉・距離検査、動作表現
- ・ 部品構成検討：標準部品 Lib、部品構成管理

【詳細設計 [設計・生産共通]

- ・ 形状モデリング：サーフェス／ソリッドモデリング
- ・ パラメトリック機能：寸法などの変更による自動変形
- ・ 製品構成（Config Design）：標準部品 Lib、部品構成管理、配置
- ・ ドラフティング機能：製図、3D 形状と図面との連想

- ・設計意図（アノテーション、幾何公差等）：製品データに設計意図を保存／利用
- ・技術計算書 報告書の作成（Know How の保存）：製品データを EOA で活用
- ・設計標準（社内外規格）の閲覧 CAD 機能として、外部 DB/WEB の検索
- ・ナレッジ機能（エキスパートシステム、AI、etc 今は混在）：設計テーブル、ルール、最適化
- ・過去のデータの流用：過去データの検索、参照と変形

【設計評価（CAE）〔設計・生産共通〕】

- ・機構解析：解析モデル作成と解析結果表示
- ・干渉確認：スキの確認含む：ソルバを使わない CAD 評価機能
- ・CAE と I/F とプリプロセッサ：設計者が使う CAE
- ・大量データの処理能力（不要データは表示しない機能を含む）：効率のよい大量データ処理（表示）

- ・コスト／重量：素形材形状作成、板取り、マスプロパティ
- ・モノづくり評価（製作可能性）：肉厚検査、負角検査、組立性検査等

【専門的 CAE ツール〔設計〕】

- ・音響解析、等：専門家による精度の高い解析

【プロセスプランニング〔生産〕】

- ・情報検索（インターネット、等）：生産データや生産情報の DB/WEB 検索

【その他〔生産〕】

- ・どこが変わったのかが知れること（設変部位情報）：形状変更部位の検出
- ・設計意図：製品データに設計意図を保存／利用
- ・データ交換による情報欠落：形状、図面、非形状データの交換

【その他〔設計・生産共通〕】

- ・測定データの扱い：点群（ポリゴン）データの扱い
- ・二番型転写活用：測定データを CAD データに反映

【環境〔生産・設計共通〕】

- ・ファイル共有：データベースの同時参照と更新
- ・遠隔地データの共有：CAD データのネット通信、データ管理

1.5.4 SVA 分析の調査対象と調査方法の確認

調査対象と調査方法の確認

調査対象		調査方法		調査結果	
調査対象	調査方法	調査結果	調査結果	調査結果	調査結果
製品設計分野の委員	製品設計分野の委員	製品設計分野の委員	製品設計分野の委員	製品設計分野の委員	製品設計分野の委員
生産設計分野の委員	生産設計分野の委員	生産設計分野の委員	生産設計分野の委員	生産設計分野の委員	生産設計分野の委員
関係メーカー分野の委員	関係メーカー分野の委員	関係メーカー分野の委員	関係メーカー分野の委員	関係メーカー分野の委員	関係メーカー分野の委員

製品設計分野の委員

生産設計分野の委員

関係メーカー分野の委員

<注意> 共通

図 1-37 調査対象と調査方法の確認

SVA 分析表調査への回答は、委員の中からお願いした。

2次機能特性の設計の列とその他の列については、製品設計分野の委員4名の方をお願いした。
2次機能特性の生産の列とその他の列については、生産設計分野の委員2名、関係メーカー分野の委員2名の方をお願いした。

また以上の方々には、分解された課題の各項についての重要度についても回答をお願いした。こちらの重要度については、ITを忘れて、日本のモノづくりに大事かどうかという点から評価していただいた。

SVA分析表調査のお願い

- ・以上で準備作業は終了です。時間を取っておりますので、お帰りにご記入の上、提出願います。

<ご記入の共通ルール(案)>

- ・記入することとした全ての項目について、
上段:重要度、下段:満足度(現状の)
を ◎/○/△/× の4段階でご記入ください。
- ・各項目の重要度は全体の重要度×個別重要度で評価します。
(全体重要度を考えずに、要求品質に対する重要度・満足度で評価)
- ・記入をされていて疑問な点がありましたら、ご意見を願います。

図 1-38 SVA 分析表調査のお願い

1.6 業務プロセスとツールのマッチング分析結果

1.6.1 重要課題の認識レベル

本節では、SVA 分析表による調査結果を報告する。

(1)重要特性での分析 1

要求品質特性				製品設計	生産設計	関連メーカー	全平均
上位課題	重要特性	No	分解された課題				
日本のモノ作りプロセスに合った設計製造概念やツールに何が必要か	日本に合った設計製造プロセスの明確化	a1	すり合わせ(コラボレーション)効率の向上	10.0	10.0	10.0	10.0
		a2	フロントローディングによる工数増大の解消	6.3	8.5	7.0	7.3
		a3	構想力主導の商品開発(高度すり合わせ商品や先行開発の効率化)	8.5	5.5	7.0	7.0
		a4	すり合わせ能力基盤の継承	7.8	7.0	5.5	6.8
	上流から下流に十分な情報が効率良く流れること	b1	製品設計～生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性向上	9.3	8.5	8.5	8.8
		b2	図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化	9.3	8.5	8.5	8.8
		b3	サプライヤー部品まで含めたデータ量への対応	5.5	5.5	7.0	6.0
		b4	設計変更情報などの管理情報の正確な流通	7.8	8.5	10.0	8.8
	真の意味で設計に合ったCADの明確化	c1	設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)	10.0	8.5	10.0	9.5
		c2	工数増大対策支援	6.3	10.0	7.0	7.8
		c3	設計スキル向上につながるツール	5.5	5.5	10.0	7.0
		c4	設計者の適応が容易	6.3	5.5	4.0	5.3
		c5	設計プロセスにあった解析ツールの提供	7.0	8.5	7.0	7.5

【解ったこと】

共通認識として重要な課題

A1.すり合わせ 効率の向上

B1.製品設計～生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性向上

B2.図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化

(B4.設計変更などの管理情報の正確な流通)

C1.設計効率の向上

図 1-39 重要特性での分析 1

上図に、各分解された課題について回答された重要度の分野別平均値を示す。これより解る、共通認識として重要な課題を次に示す。

- ・ A1.すり合わせ (コラボレーション) 効率の向上。 この項は非常に重要度が高い。
- ・ C1.設計効率の向上
- ・ B1.製品設計～生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性向上
- ・ B2.図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化
- ・ B4.設計変更などの管理情報の正確な流通。この項は、下流に行くほど高い。

(2)重要特性での分析 2

重要特性での分析2					【解ったこと】 共通認識として重要な課題はIT要件に関しての 重要度総計点も高く、満足度も低い(相関が高い) また、総合pointではa1とc1が高い			
上位課題	重要特性	No	要求品質特性	分解された課題	製品設計	生産設計	関連メーカー	合計
日本のモノ作りプロセスに合った設計製造概念やツールに何か必要か	日本に合った設計製造プロセスの明確化	a1	すり合わせ(バリエーション)効率の向上		1713 888	1495 585	1965 1350	5173 2843
		a2	フロントローディングによる工数増大の解消		953 511	978 557	616 396	2547 1463
		a3	構想力主導の商品開発(高度すり合わせ商品や先行開発の効率化)		1309 716	721 391	735 447	2765 1554
		a4	すり合わせ能力基盤の継承		1110 597	721 354	410 365	2241 1315
	上流から下流に十分な情報が効率良く流れること	b1	製品設計～生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性向上		1052 597	697 276	1080 365	2829 1237
		b2	図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化		907 466	463 145	1071 347	2441 957
		b3	サプライヤー部品まで含めたデータ量への対応		494 326	352 129	342 162	1188 617
		b4	設計変更情報などの管理情報の正確な流通		856 475	718 272	1044 437	2619 1183
	真の意味で設計に合ったCADの明確化	c1	設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)		1960 868	1241 540	2065 1075	5266 2482
		c2	工数増大対策支援		908 417	1150 505	893 578	2946 1500
		c3	設計スキル向上につながるツール		818 423	638 283	1431 743	2887 1449
		c4	設計者の適応が容易		859 491	682 294	398 272	1839 1057
		c5	設計プロセスにあった解析ツールの提供		802 406	608 213	1082 683	2491 1301

図 1-40 重要特性での分析 2

IT 要件について回答された重要度と満足度を分解された課題毎に集計(水平方向に集計)すると、各分解された課題に対する IT 機能の影響度、重要度を知ることができる。

【解ったこと】

- ・ C1.設計効率の向上は、非常に重要度（5266）は高いが満足度（2482）は低い。
- ・ A1.すり合わせ効率の向上は、非常に重要度（5173）は高いが満足度（2843）は低い。
- ・ A3,A4については、製品設計の関心が高い。
- ・ B1.製品設計～生産プロセスに合わせたデータレベルの柔軟性向上については、製品設計、関連メーカーの重要度が高い。
- ・ B2.図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化については、関連メーカーの重要度が高い。
- ・ B4.設計変更などの管理情報の正確な流通については、関連メーカーからの関心が高い。
- ・ C2 は生産設計が負担だと感じている。

(4)IT 要件の分析 2

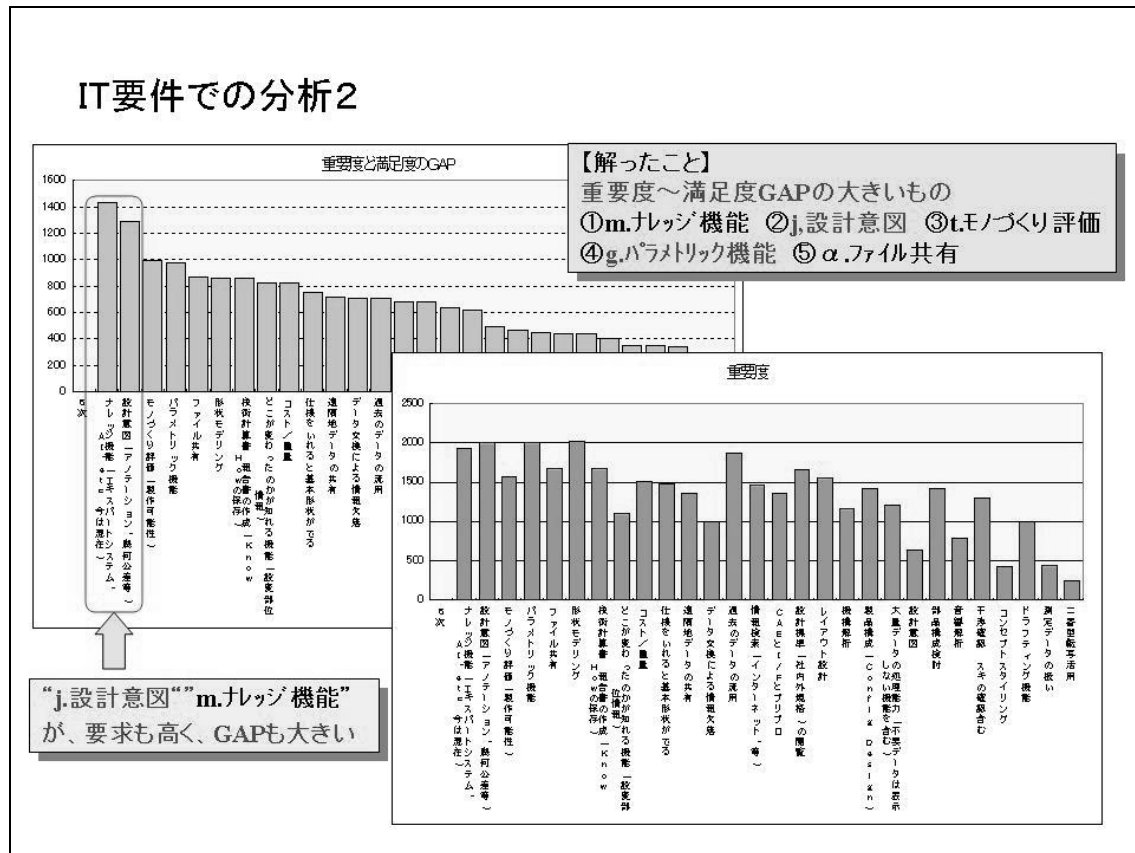


図 1-42 IT 要件での分析 2

上図に IT 要件の重要度、重要度と満足度の GAP をグラフ化した。

【解ったこと】

- ・重要度については、どんぐりの背比べ状態。皆重要とユーザは言っていることになる。
- ・重要度～満足度 GAP の大きいものは、①ナレッジ機能、②設計意図、③モノづくり評価、④パラメトリック機能、⑤ファイル共有。
- ・一方、設計意図、ナレッジ機能は、要求も高く、GAP も大きい。

1.6.2 重要特性と IT 要件のマッチング

(1) コラボレーション効率の向上

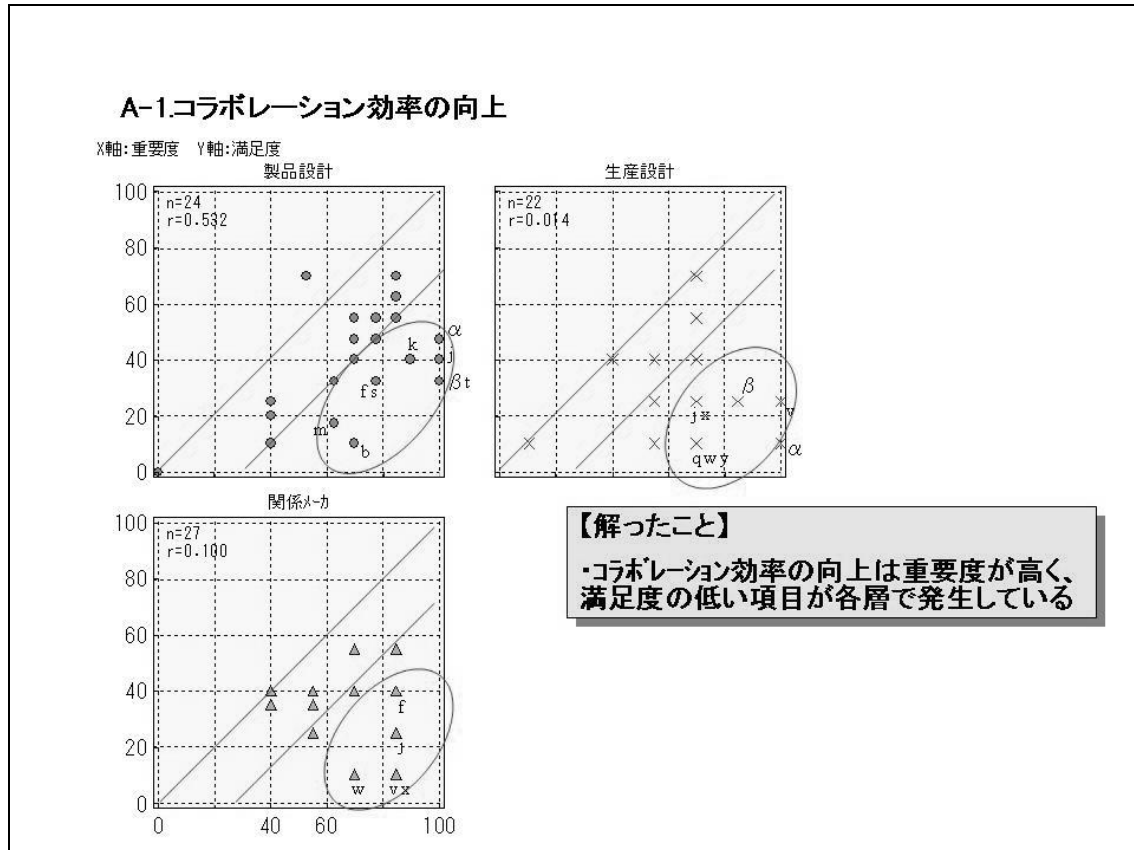


図 1-43 コラボレーション効率の向上

上図の散布図は横軸に重要度、縦軸に満足度をとった。原点を通る線は重要度と満足度が一致していることを示す。

大体はこれより若干下になるのが普通であるので、◎に対して○、○に対して△、すなわち3点以内は許容しようということで、下の赤い線を引いている。これより下の領域にある項目はユーザとしては不満と感じていると考える。

【解ったこと】

コラボレーション効率の向上は、重要度が高く満足度の低い項目が各層で発生している。共通でいわれているのは、設計意図。

A-1.コラボレーション効率の向上

A-1.コラボレーション効率の向上	製品設計	生産設計	関係メーカ
b.コンセプトスタイリング	○		
f.形状モデリング	○		○
j.設計意図(アノテーション、幾何公差等)	○	○	○
k.技術計算書 報告書の作成(Know Howの保存)	○		
m.ナレッジ機能(エキスパートシステム、AI, etc 今は混在)	○	○	
q. CAEとI/Fとプリプロ		○	
r.大量データの処理能力(不要データは表示しない機能を含む)		○	
s.コスト／重量	○	○	
t.モノ造り評価	○		
v.どこが変わったのかが知れる機能(談話部位情報)		○	○
w.設計意図		○	○
x.データ交換による情報欠落		○	○
y.測定データの扱い		○	
α.ファイル共有	○	○	
β 遠隔地データの共有	○	○	

図 1-44 コラボレーション効率の向上 (続き)

(2) フロントローディングによる工数増大の解消

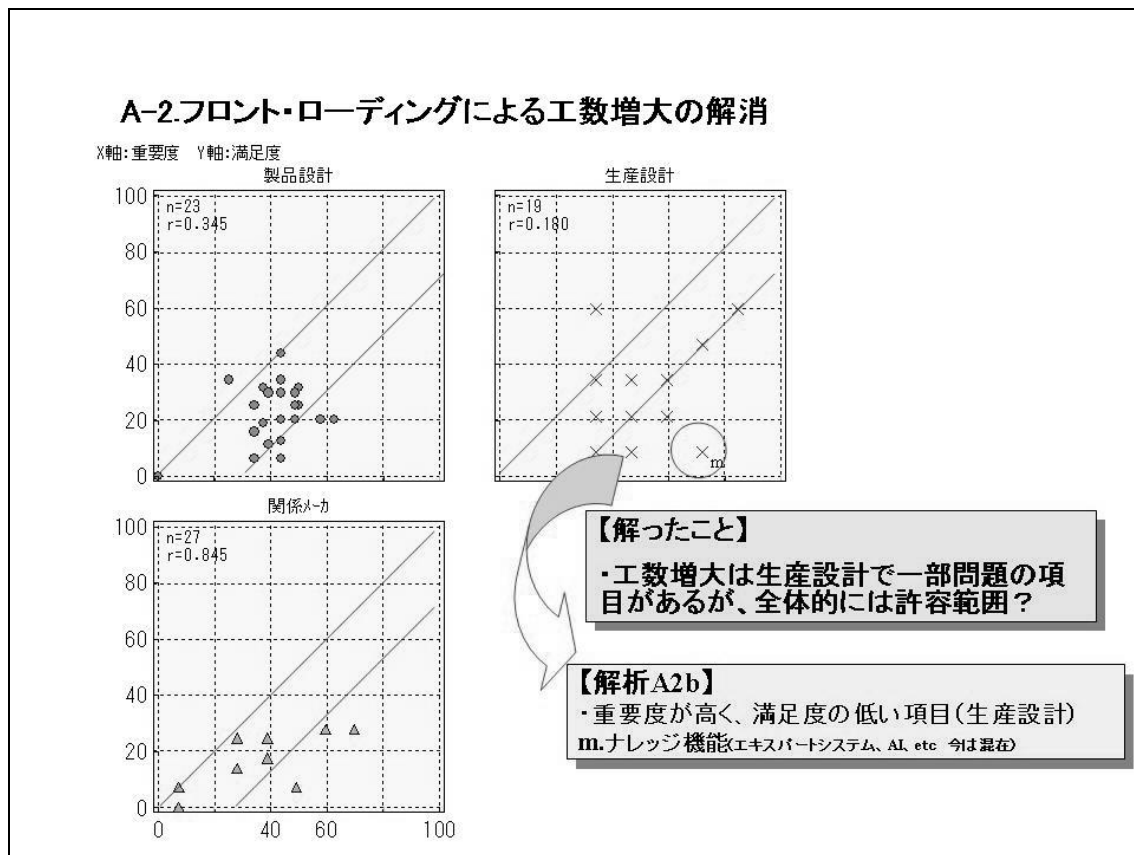


図 1-45 フロントローディングによる工数増大の解消

【解ったこと】

工数増大は生産設計で一部問題の項目があるが、全体的には許容範囲。

【解析 A2b】

生産設計で、重要度が高く満足度の低い項目はナレッジ機能（エキスパートシステム、AI、etc. 今は混在）。

(3)高度すり合せ商品や先行開発の効率化

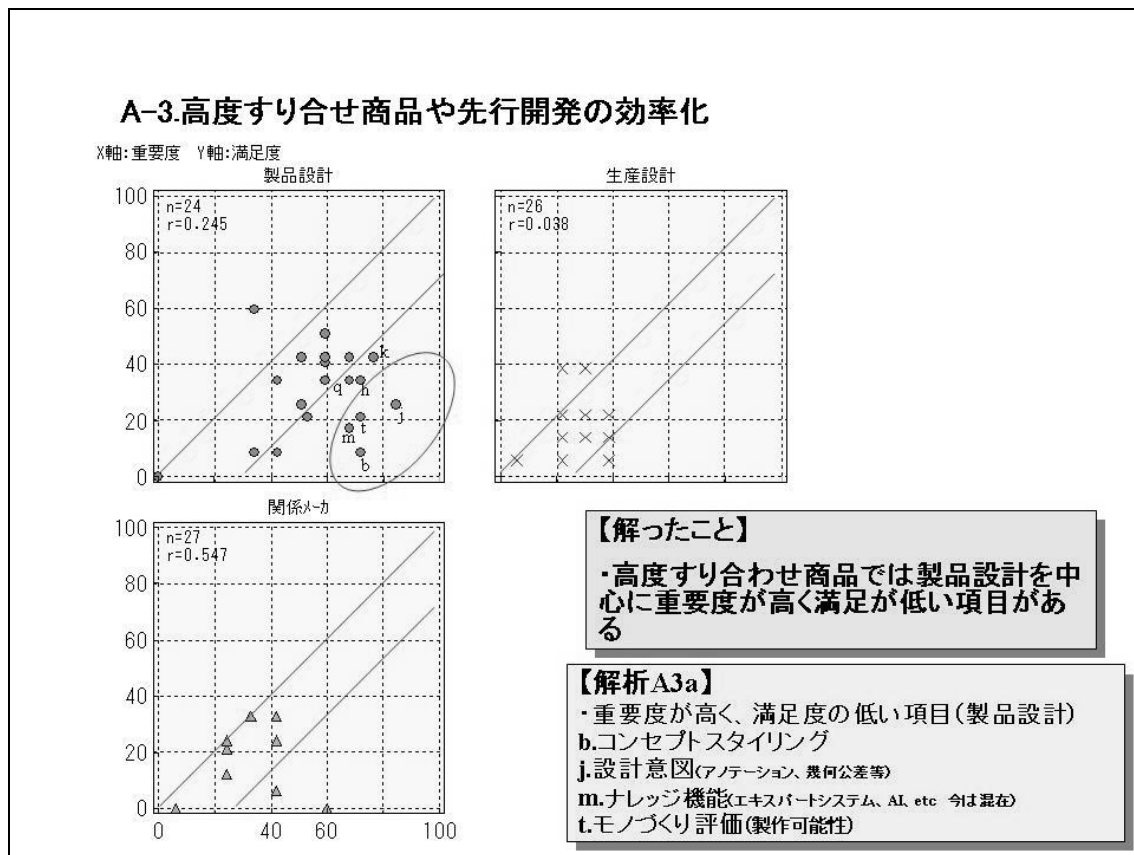


図 1-46 高度すり合せ商品や先行開発の効率化

【解ったこと】

高度すり合わせ商品では製品設計を中心に、重要度が高く満足が低い項目がある。

【解析 A3a】

製品設計で、重要度が高く満足度の低い項目は、

- ・ コンセプトスタイリング
- ・ 設計意図 (アノテーション、幾何公差等)
- ・ ナレッジ機能 (エキスパートシステム、AI、etc. 今は混在)
- ・ モノづくり評価 (製作可能性)

(4)すり合わせ能力基盤の継承

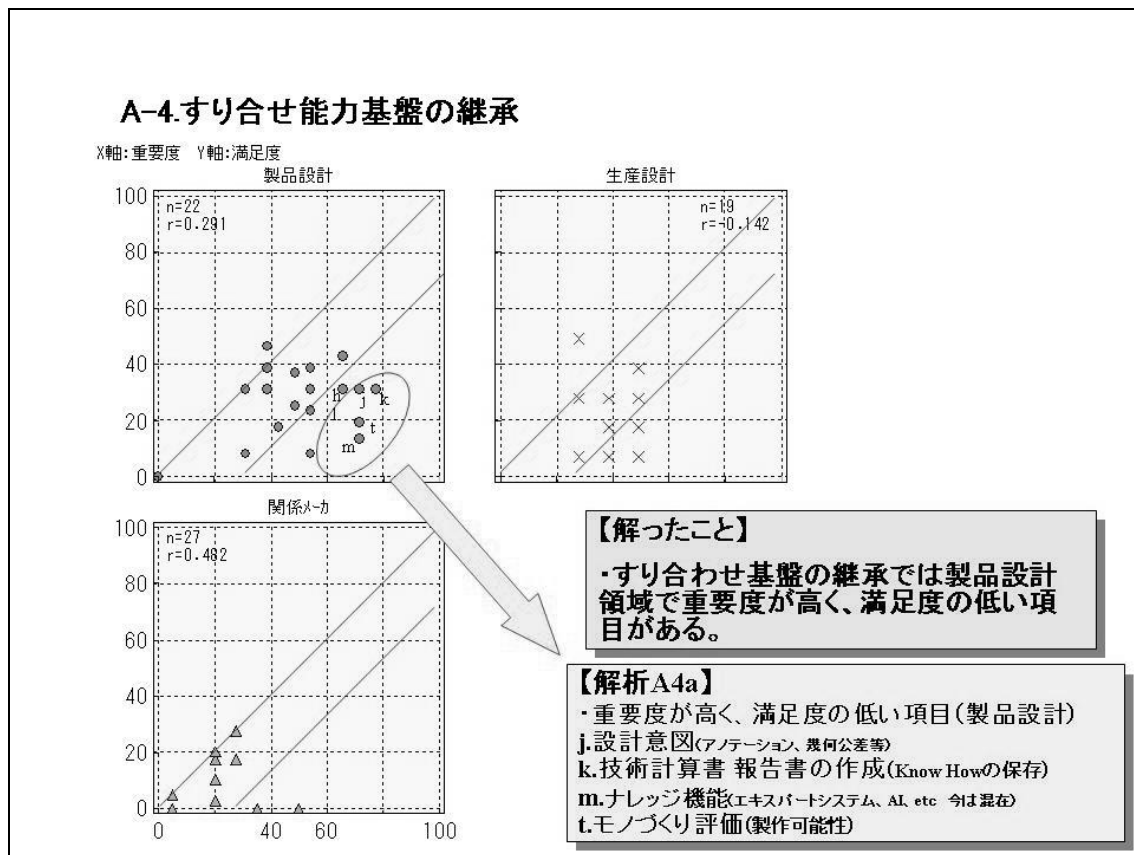


図 1-47 すり合わせ能力基盤の継承

【解ったこと】

すり合わせ基盤の継承では製品設計領域で、重要度が高く満足度の低い項目がある。

【解析 A4a】

製品設計で重要度が高く満足度の低い項目は、

- ・ 設計意図 (アノテーション、幾何公差等)
- ・ 技術計算書 報告書の作成 (Know How の保存)
- ・ ナレッジ機能 (エキスパートシステム、AI、etc. 今は混在)
- ・ モノづくり評価 (製作可能性)

ここで、設計意図 j はアノテーションなどデータに直接アタッチできるものが入ることを示し、設計意図 w は下流からみたとき設計の考えが入ることを示す。

(5)製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上

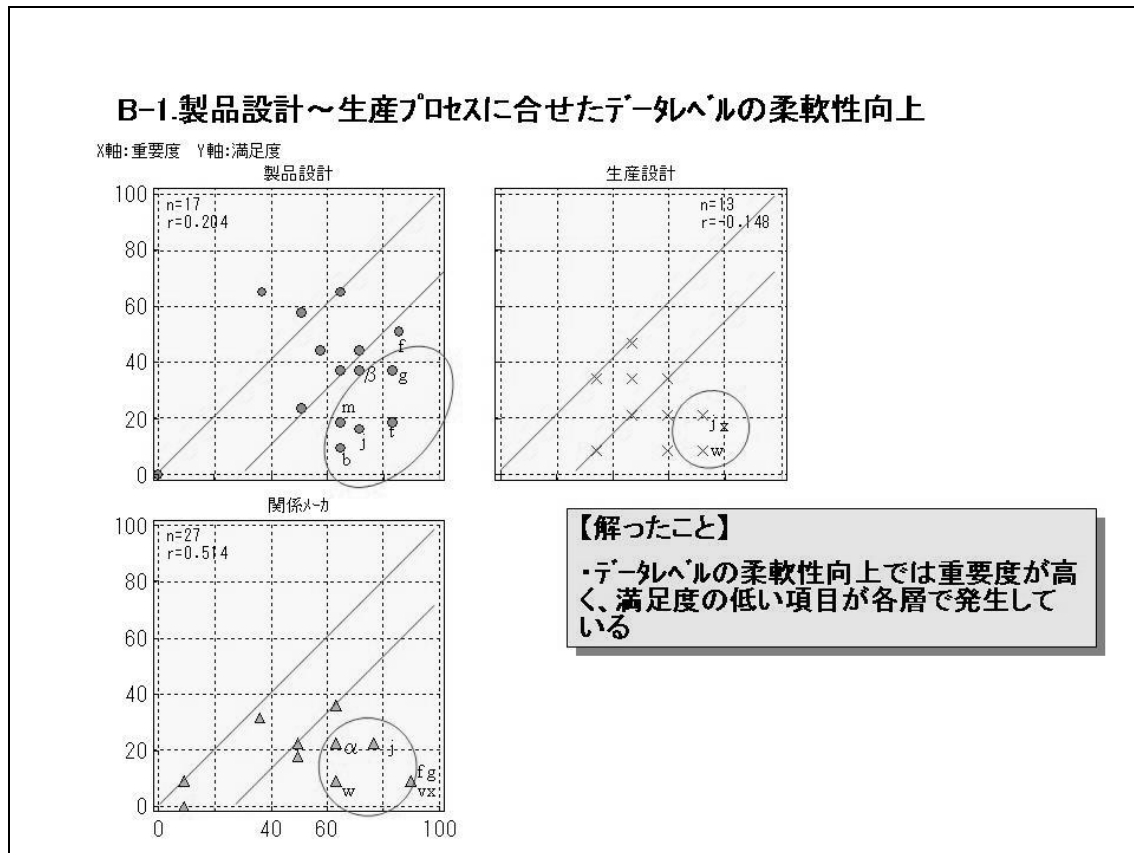


図 1-48 製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上

【解ったこと】

データレベルの柔軟性向上では、重要度が高く満足度の低い項目が各層で発生している。
 共通でいわれているのは、設計意図。

B-1.製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上

B-1.製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上	製品設計	生産設計	関係メーカー
b.コンセプトスタイリング	○		
f.形状モデリング	○		○
g.パラメトリック機能	○		○
j.設計意図<アノテーション、幾何公差等>	○	○	○
m.ナレッジ機能<エキスパートシステム、AI、etc 今は混在>	○		
t.モノ造り評価	○		
v.どこが変わったのかが知れる機能<設変部位情報>			○
w.設計意図		○	○
x.データ交換による情報欠落		○	○
α.ファイル共有			○
β 遠隔地データの共有	○		

図 1-49 製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上（続き）

(6)図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化

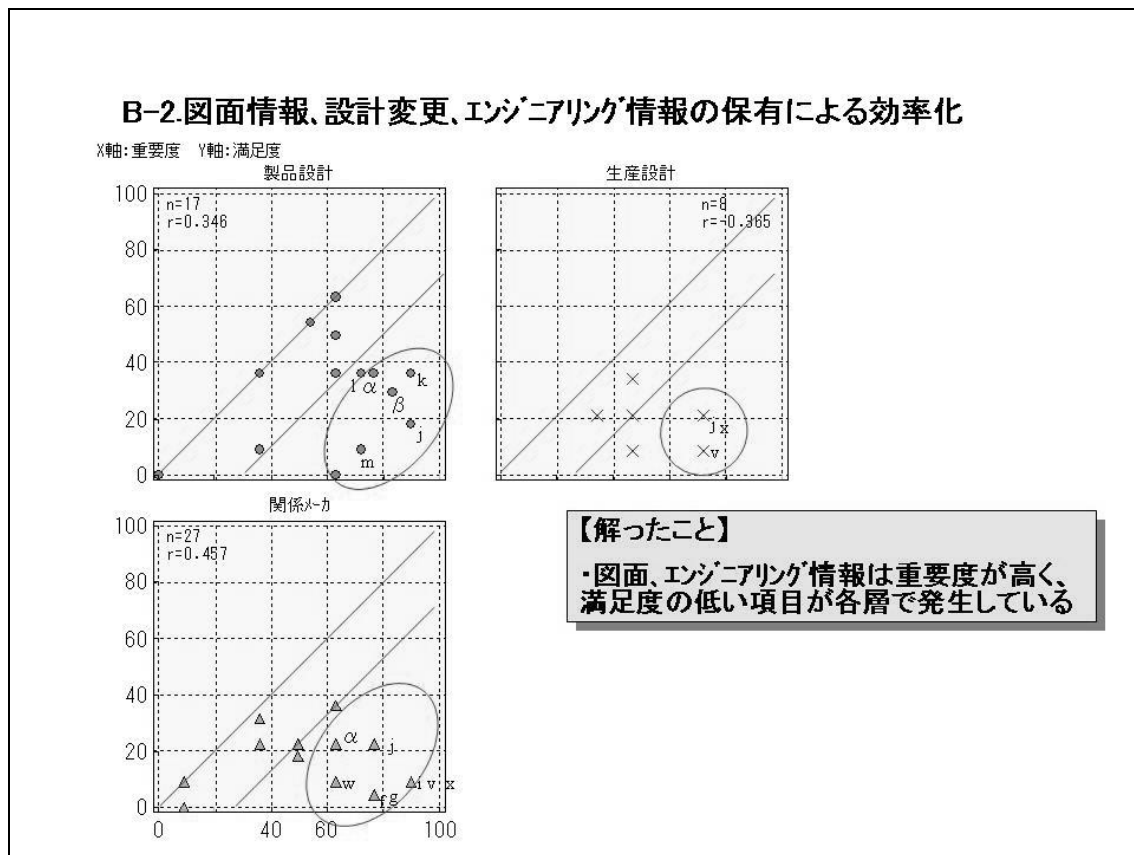


図 1-50 図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化

【解ったこと】

図面、エンジニアリング情報は、重要度が高く満足度の低い項目が各層で発生している。
 共通でいわれているのは、設計意図。

B-2.図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化

B-2.図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化	製品設計	生産設計	関係メーカー
f.形状モデリング			○
g.パラメトリック機能			○
i.ドラフティング機能			○
j.設計意図(アノテーション、幾何公差等)	○	○	○
k.技術計算書 報告書の作成(Know Howの保存)	○		
m.ナレッジ機能(エキスパートシステム、AI, etc 今は混在)	○	○	
t.モノ造り評価			
v.どこが変わったのかが知れる機能(談実部位情報)		○	○
w.設計意図			○
x.データ交換による情報欠落		○	○
α.ファイル共有			○
β 遠隔地データの共有	○		

図 1-51 図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化 (続き)

(7) サプライヤ部品まで含めたデータ量への対応

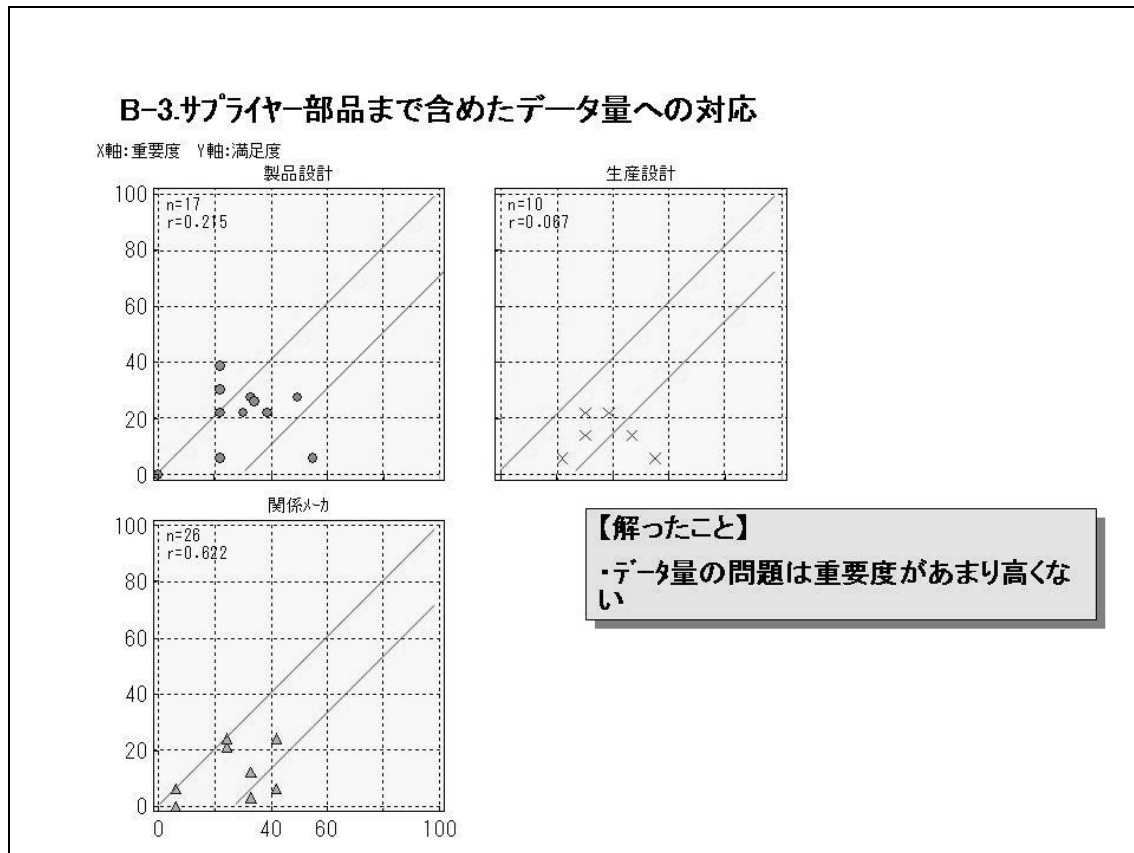


図 1-52 サプライヤ部品まで含めたデータ量への対応

【解ったこと】

データ量の問題は重要度があまり高くない。

(8)設計変更情報などの管理情報の正確な流通

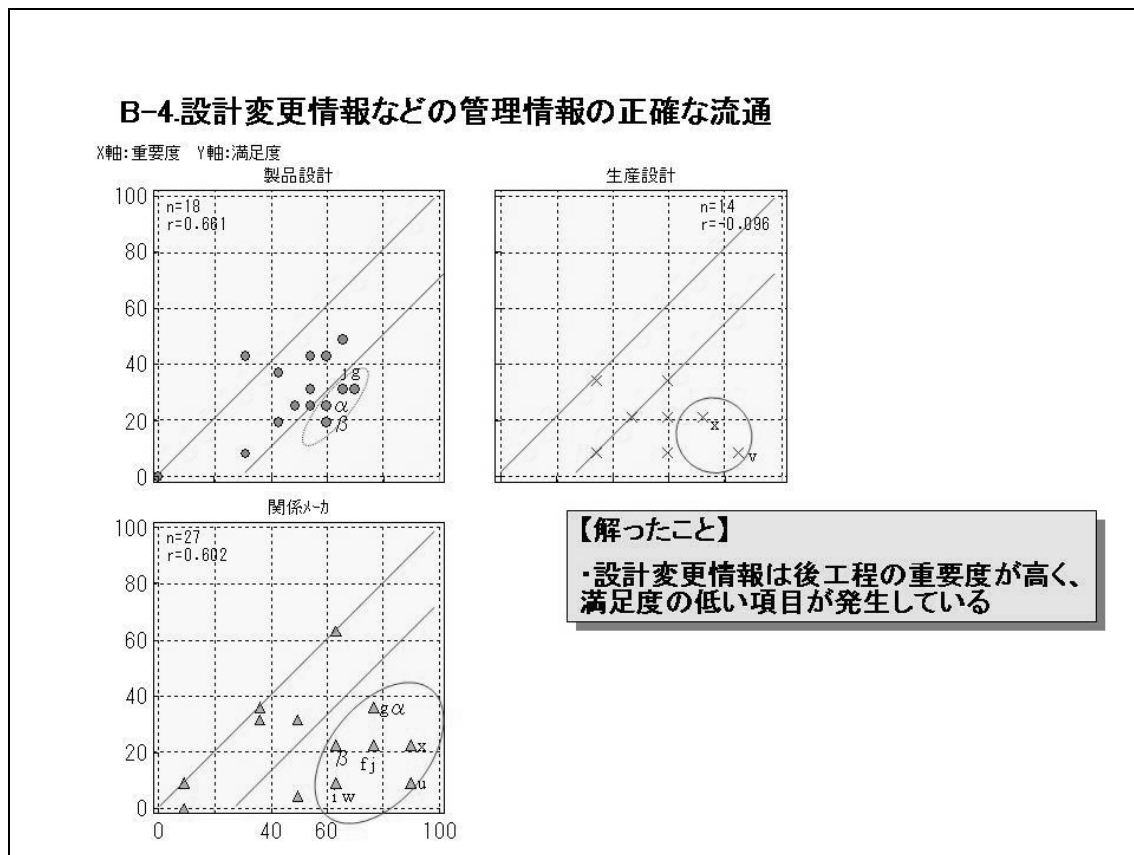


図 1-53 設計変更情報などの管理情報の正確な流通

【解ったこと】

設計変更情報は後工程で、重要度が高く満足度の低い項目が発生している。

共通でいわれているのは、設計意図、そのほか、設計変更部位情報、データ交換による情報欠落、ファイル共有、遠隔地データの共有がある。

B-4.設計変更情報などの管理情報の正確な流通

B-4. 設計変更情報などの管理情報の正確な流通	製品設計	生産設計	関係メーカ
f.形状モデリング			○
g.パラメトリック機能	○		
i.ドラフティング機能			○
j.設計意図(アノテーション、幾何公差等)	○	○	○
m.ナレッジ機能(エキスパートシステム、AI etc 今は混在)		○	
v.どこが変わったのかが知れる機能(読表部位情報)		○	○
w.設計意図			○
x.データ交換による情報欠落		○	○
α.ファイル共有	○		○
β.遠隔地データの共有	○		○

図 1-54 設計変更情報などの管理情報の正確な流通 (続き)

(9)設計効率の向上（構想設計支援、技術情報活用、等）

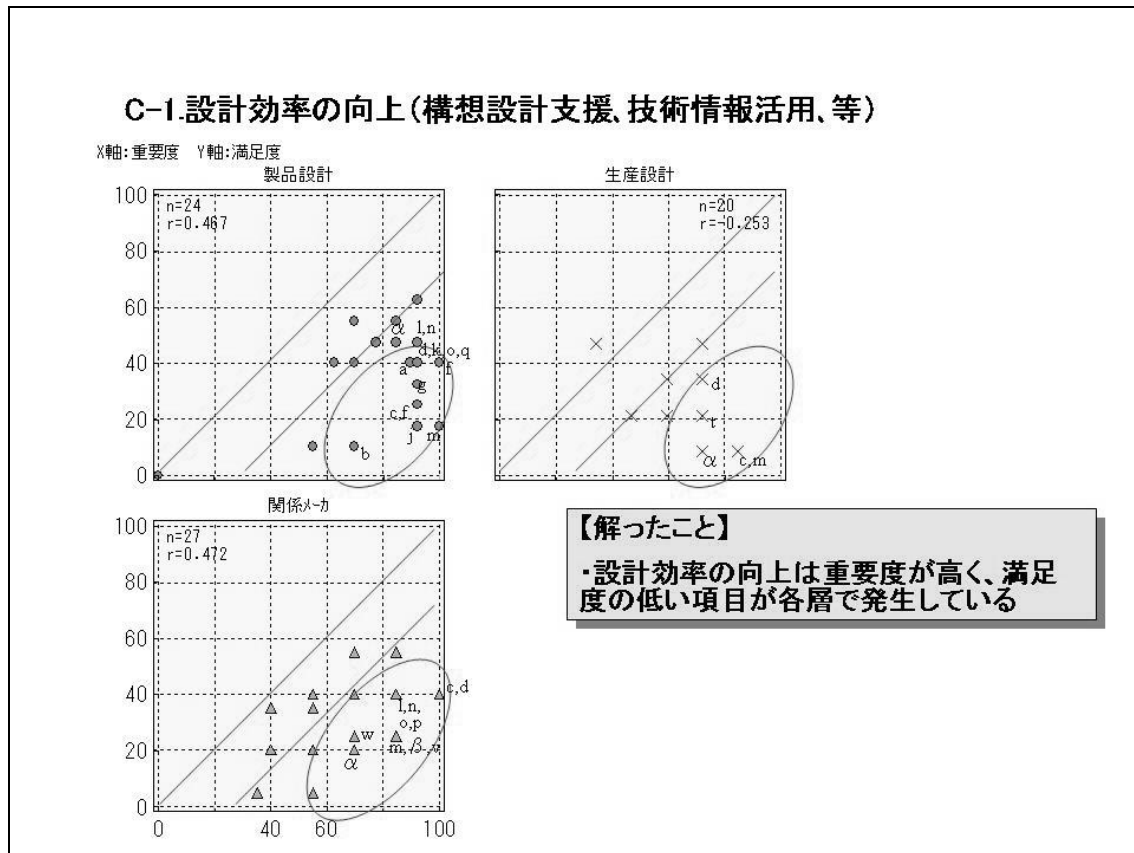


図 1-55 設計効率の向上（構想設計支援、技術情報活用、等）

【解ったこと】

設計効率の向上は、重要度が高く満足度の低い項目が各層で発生している。
共通でいわれているのは、仕様を入れると基本形状がでてくるとか、ナレッジ機能があげられる。

C-1.設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)

C-1.設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)	製品設計	生産設計	関係メカ
a.情報検索(インターネット、等)	○		
b.コンセプトスタイリング	○		
c.仕様をいれると基本形状がでる	○	○	○
d.レイアウト設計	○		○
f.形状モデリング	○		
g.パラメトリック機能	○		
j.設計意図(アノテーション、幾何公差等)	○		
k.技術計算書 報告書の作成(Know Howの保存)	○		
l.設計標準(社内外規格)の閲覧	○		○
m.ナレッジ機能(エキスパートシステム、AI、etc 今は混在)	○	○	○
n.過去のデータの流用	○		○
o.機構解析	○		○
p.干渉確認 スキの確認含む			○
q. CAEとI/Fとプリプロ	○		
s.コスト／重量			○
t.モノ造り評価	○	○	
v.どこが変わったのかが知れる機能(談実部位情報)			○
w.設計意図			○
α.ファイル共有		○	○

図 1-56 設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)(続き)

(10)工数増大対策支援

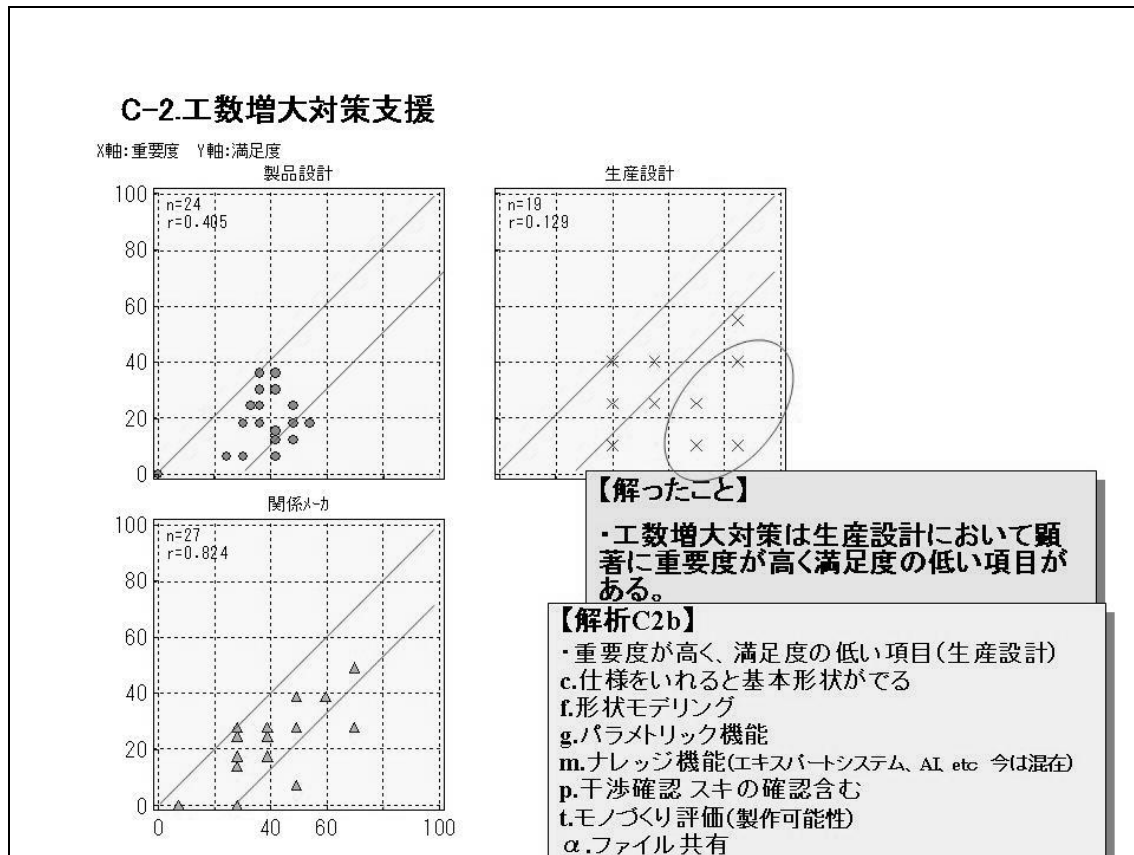


図 1-57 工数増大対策支援

【解ったこと】

工数増大対策は生産設計において顕著に、重要度が高く満足度の低い項目がある。

【解析 C2b】

生産設計で、重要度が高く満足度の低い項目は、

- ・仕様をいれると基本形状がでる
- ・形状モデリング
- ・パラメトリック機能
- ・ナレッジ機能 (エキスパートシステム、AI、etc. 今は混在)
- ・干渉確認 スキの確認含む
- ・ファイル共有
- ・モノづくり評価 (製作可能性)

(11)設計スキル向上につながるツール

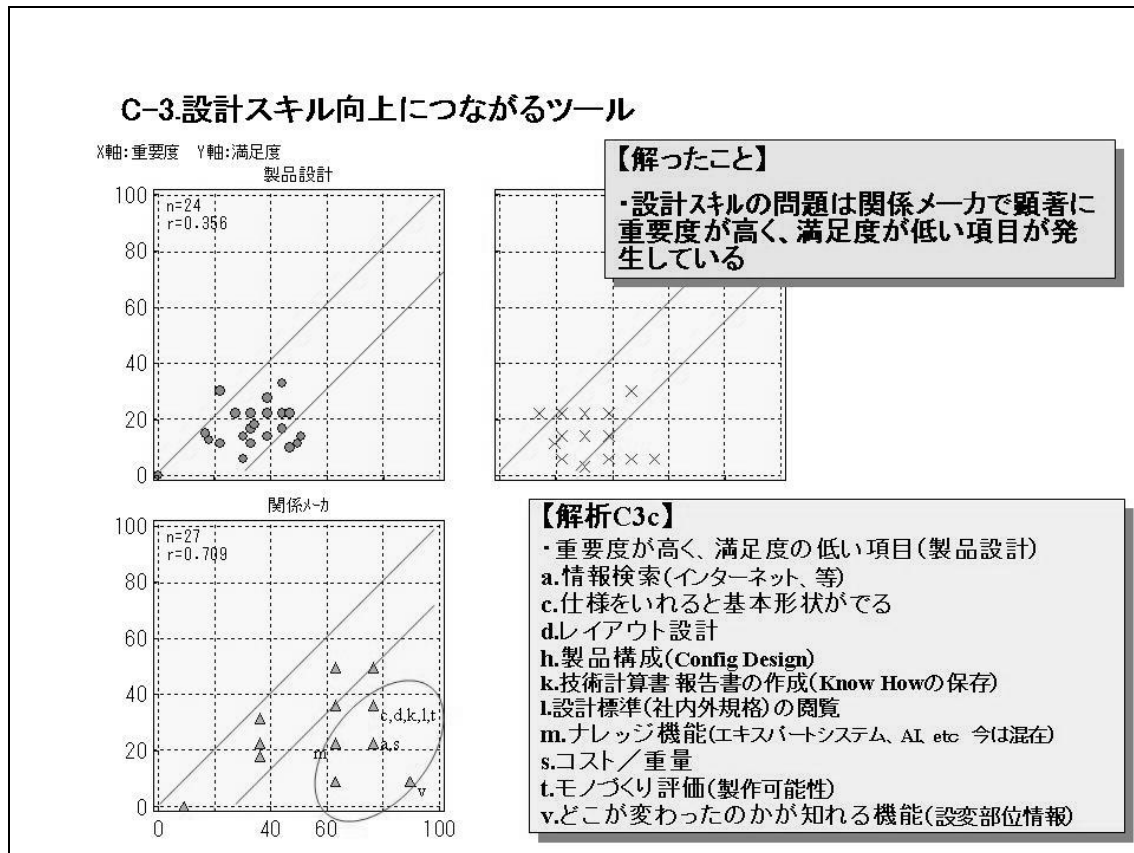


図 1-58 設計スキル向上につながるツール

【解ったこと】

設計スキルの問題は関係メーカーで、顕著に重要度が高く満足度が低い項目が発生している。

【解析 C3c】

製品設計で、重要度が高く満足度の低い項目は、

- ・ 情報検索 (インターネット、等)
- ・ 仕様をいれると基本形状がでる
- ・ レイアウト設計
- ・ 製品構成 (Config Design)
- ・ 技術計算書 報告書の作成 (Know How の保存)
- ・ 設計標準 (社内外規格) の閲覧
- ・ ナレッジ機能 (エキスパートシステム、AI、etc. 今は混在)
- ・ コスト/重量
- ・ モノづくり評価 (製作可能性)

- ・どこが変わったのかが知れる機能（設変部位情報）

(12)設計者の習得が容易

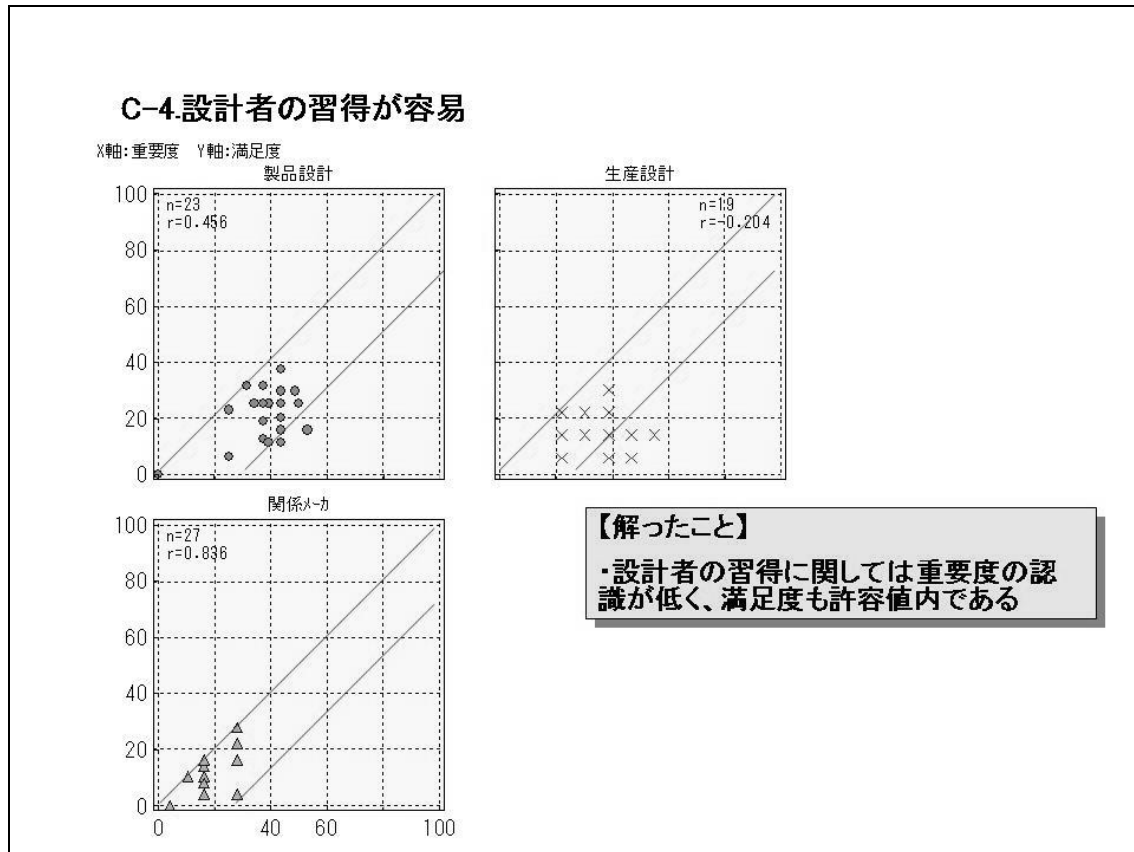


図 1-59 設計者の習得が容易

【解ったこと】

設計者の習得に関しては重要度の認識が低く、満足度も許容値内である。

(13)設計プロセスにあった解析ツールの提供

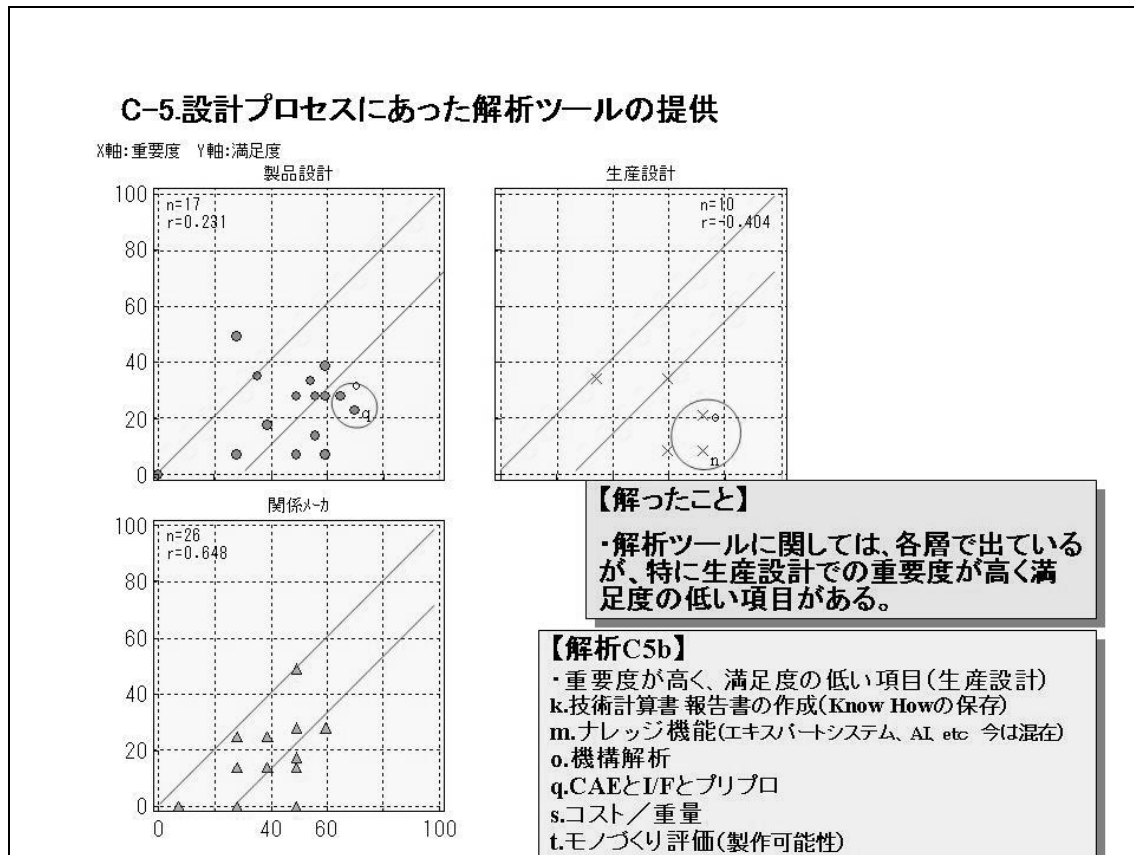


図 1-60 設計プロセスにあった解析ツールの提供

【解ったこと】

解析ツールに関しては、各層で出ているが、特に生産設計で、重要度が高く満足度の低い項目がある。

【解析 C5b】

生産設計で重要度が高く満足度の低い項目は、

- ・ 技術計算書 報告書の作成 (Know How の保存)
- ・ ナレッジ機能 (エキスパートシステム、AI、etc. 今は混在)
- ・ 機構解析
- ・ CAE と I/F とプリプロ
- ・ コスト／重量
- ・ モノづくり評価 (製作可能性)

1.6.3 まとめ

現状把握の纏め

要求品質からの要求度/不満足度で見ると

- ・日本に合った設計製造プロセス(コラボレーション効率の向上) =5,173/2,843point
- ・上流から下流に十分な情報が効率よく流れる
(製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上) =2,829/1,237point
- ・真の意味で設計に合ったCADの明確化(設計効率の向上)=5,266/2,482point

一方、IT機能からの要求度/満足度で見ると

【重要度の高いもの】

- ・Aランク(要求700点以上&満足度70%以下)
f. 形状モデリング g.パラメトリック機能 j.設計意図
- ・Bランク(要求500点以上&満足度70%以下)
d.レイアウト設計 k.設計計算書 l.設計標準の閲覧 m.ナレッジ機能
n.過去のデータ参照 s.コスト/重量 t.モノづくり評価 α.ファイル共有

【重要度～満足度GAPの大きいもの】

- ①m.ナレッジ機能 ②j.設計意図 ③t.モノづくり評価
④g.パラメトリック機能 ⑤α.ファイル共有

上記を要件を満たしていく為の

- ・ITのガイディング・コンセプトの明確化
- ・IT機能要件の明確化(特にj.設計意図)を進めることが重要

図 1-61 現状把握のまとめ

要求品質からの要求度/不満足度で見ると

- ・日本に合った設計製造プロセス(コラボレーション効率の向上)は5,173/2,843point、
- ・上流から下流に十分な情報が効率よく流れる(製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上)は2,829/1,237point、
- ・真の意味で設計に合ったCADの明確化(設計効率の向上)は5,266/2,482pointであった。

一方、IT機能からの要求度/満足度で見ると

【重要度の高いもの】

Aランク(重要度700点以上&満足度70%以下)は

- ・形状モデリング
- ・パラメトリック機能
- ・設計意図

B ランク（重要度 500 点以上&満足度 70%以下）は

- ・レイアウト設計
- ・設計計算書
- ・設計標準の閲覧
- ・ナレッジ機能
- ・過去のデータ参照
- ・コスト／重量
- ・モノづくり評価
- ・ファイル共有

【重要度～満足度 GAP の大きいもの】

①ナレッジ機能、②設計意図、③モノづくり評価、④パラメトリック機能、⑤ファイル共有
という結果であった。

このことから、要求品質を総合的に満足させるための IT のガイドディング・コンセプトの明確化と、重要特性と IT のマッチング状況から設計意図の満足度が低い要因の明確化を進めることが重要との結論になった。

2. これからのデジタルエンジニアリングの姿

本章では、現状認識を踏まえて、ありがたい今後の CAD の姿について、

- ①要求品質を総合的に満足させるための IT のガイドディング・コンセプトの明確化
 - ②重要特性と IT のマッチング状況から設計意図の満足度が低い要因の明確化
- についての検討内容を報告する。

2.1 ガイディングコンセプトの明確化

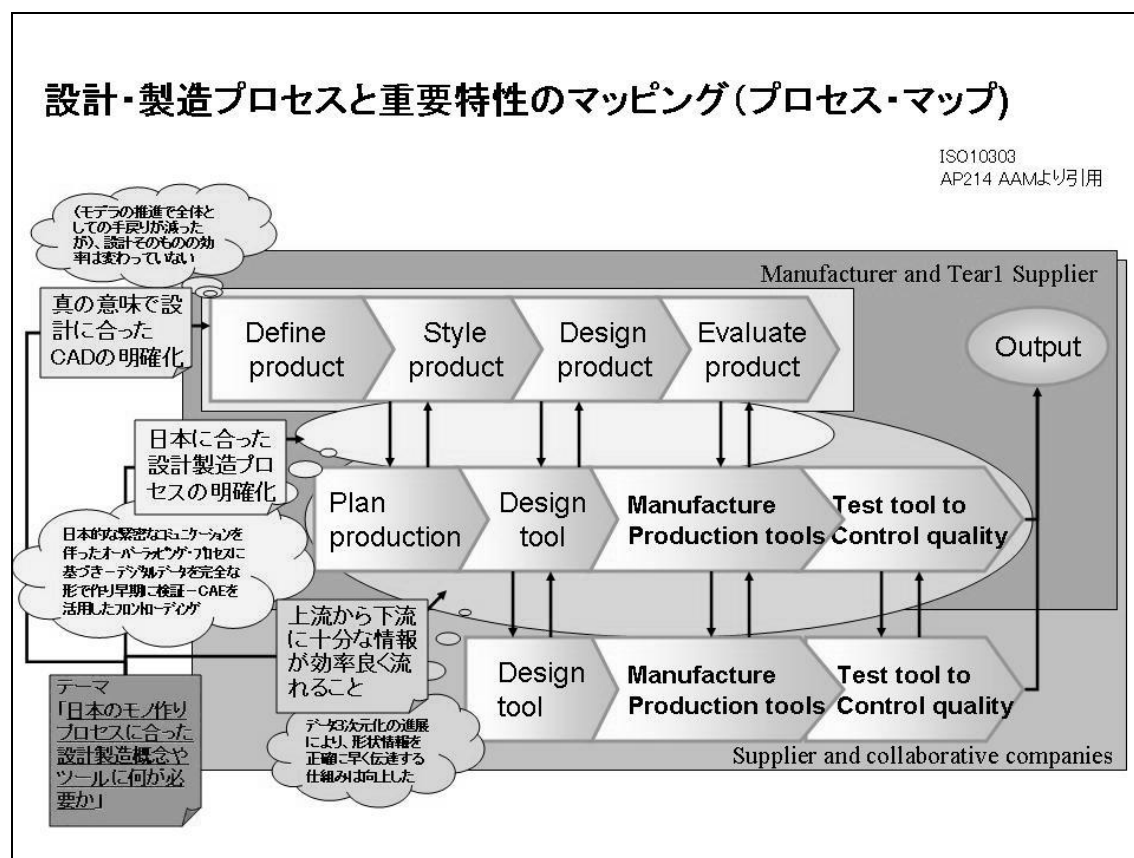


図 2-1 設計・製造プロセスと重要特性のマッピング

上の図は自動車の設計製造プロセスに、現状認識で得た 3 つの主要関心事をマッピングしたものである。

- ・『日本に合った設計製造プロセスの明確化』は、設計だけではなく、生産設計から生産準備の領域も跨いだ領域のプロセス上の問題を扱う。
- ・『上流から下流まで、十分な情報が効率良く流れること』は、より広くて、サプライヤ、関連会社を広く含めて、データ（情報）が上流から下流まで、セマンテクスを含めて、無矛盾に無駄なく流れているかの問題を扱う。

・『真の意味で設計にあった CAD の明確化』は、一連の設計行為 (Define product、Style Product、Design product、Evaluate product) のための機能の問題を扱う。

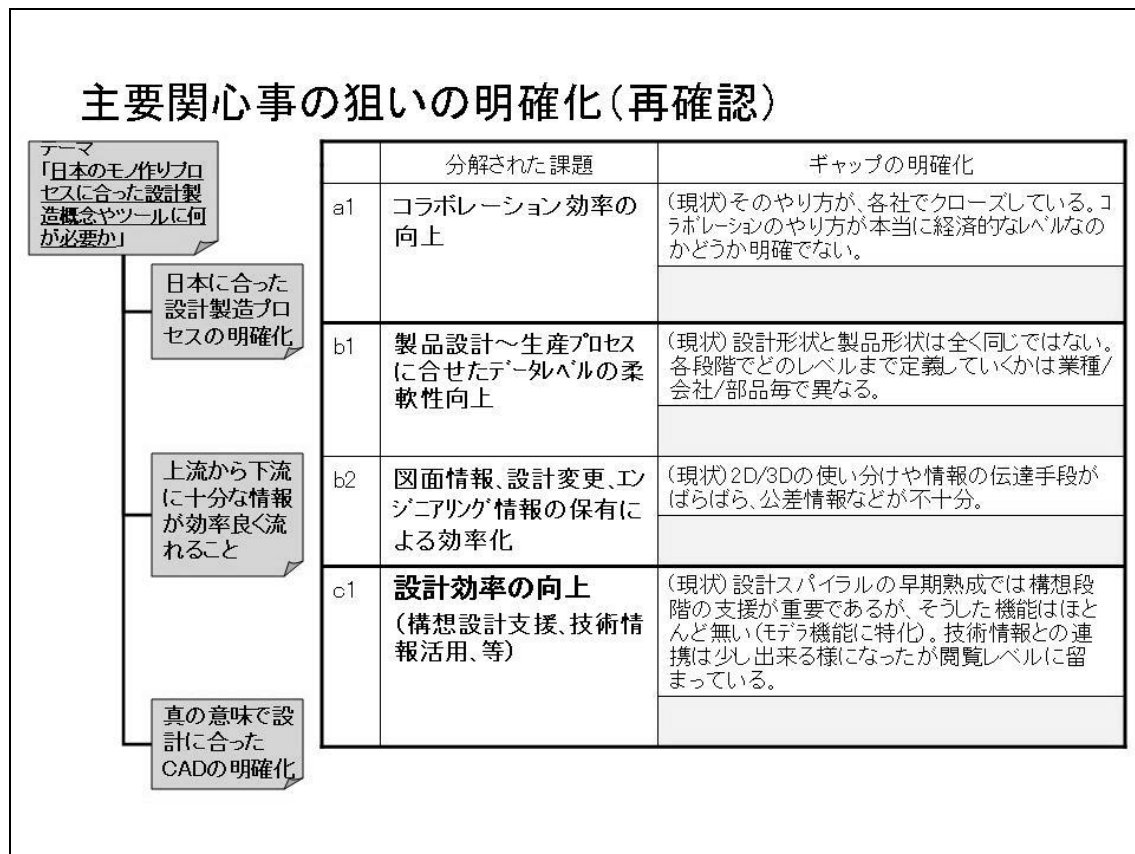


図 2-2 主要関心事の狙いの明確化 (再確認)

ガイディングコンセプトの検討に当たり、前章の現状認識において関心の高い、

- ・ コラボレーション効率の向上 (a1)
- ・ 設計効率の向上(c1)

を中心に検討した。

2.2 コラボレーション効率の向上 (a1) について

2.2.1 プロセス上の問題

(1)今の CAD は一人ひとりのツール

今のCADは一人ひとりのツール

- 部下のCAD作成内容が見えなくなった。
 - 昔は通りすがりでわかった。
 - 形はよくわかるようになったが、完成度は月末にならないとわからない。
- フロアーが広くなった。
- 打合せタイミングの設定が必要になった。
- コラボレーションについては場が失われた？
 - 一週間に一回CADデータをまとめることが原因？
 - 仕組みの問題ではないのか。

図 2-3 今の CAD は一人ひとりのツール

【コラボレーションの単位】

ー自動車のコラボレーションの問題はプロセス内とプロセス間がある。

ーコラボレーションには小さな単位のものから大きな単位のものまである。例えば、設計を分担しているとき、図面の世界のときは、相手の進捗状況がつかめたが、CAD になってから見えなくなった。これが、小さな単位のコラボレーションができなくなった理由です。

また、自動車会社はどんどん大きくなっているのに、同じ車体設計が別フロアになっている。これだけで、人間はコミュニケーションしなくなる。そういう意味で、組織が巨大になったがゆえに、お互いの認識度合いが落ちることになる。それから、事業部から外の部品メーカーさんとか、海外とか、いろんなレベルのコラボレーションが、CAD が入ったがゆえに、上がった部分もあるだろうが、落ちた部分もあると思う。

【コラボレーションと CAD】

ー図面のときはよくわかりましたね。

ー課長が、報告が上がない限り、部下の進捗がわからなくなった。

ー昔は通りすがりでわかった。

ー線の数とか、ただ線が引いてあるのか、推敲を重ねているのかが区別できた。

ー現在は、形はわかりやすくなったが、進捗具合とか熟成具合は見えない。

ー形もデータを見せてもらわない限りはわからない。月末提出とすると、完成度は月末にならないとわからない。

ーその通りですね、昔は通りすがりでみえるのは非常に大きな情報でした。確かに、データは見ようと思えば見られるのですが、よほどのことがない限りは見ないため、完成度合いがわからないですね。

また、エンジンと車体は、場所取りも含めて対抗関係にあるので、昔から場所とりをするための話をかなりしていたのですが、それが今は、お互いにデータを温めていて、ハイと一度に出す雰囲気になってしまった。

同じエンジンの中でも、各担当間での場所取りがあるのですが、だんだんスパスパと切れていくような感じですね、最終的には美しい姿には見えるのですが。

ー私はどうしてもコラボレーションとすり合わせをどうしても明確に切れないのです。

もし何かの製品を粘土と一緒に作るのであれば、その場ですり合わせをしながらコラボレーションをしなければならないが、一旦画面に引き上げてしまって、みんながクローズしてしまうと、何かのタイミングをあえて設定しないかぎりすり合わせが出来ない。そんなところに問題があるのではないかなと思う。

ーコラボレーションについては場が失われてしまったということなのでしょうかね？

ー個人的な業務形態になって来ているのではないのでしょうか。

ーひとつは、CAD システムが個人の道具だからでしょうね。設計はN人でやっているのに、個人の道具の集まりが設計ですから。昔は、マネージャがコツコツ歩けば、その人は全体が見えたが、今、それは出来なくなっている。本来はN人で協同すべきものを、強引に分けて、出来るはずよねと言っているわけですから、本質的に下がっている。

ー今の CAD は一人が製品を設計するための道具であり、複数人で設計するためにチーム設計機能をとってつけた。もしかすると、最初から、これは皆で設計する道具というのがあってもおかしくない。

(2)同時立ち上げはコラボレーションの問題でもある

同時立ち上げはコラボレーションの問題でもある

- 実際は、コミュニケーションの問題でもあり、一方ライン・設備の問題でもある。
- 金型は一人で設計。
 - お客さんとコラボが重要。
 - 商習慣上のカベがあり進んでいない。
 - カベがなくなれば、コスト期間の短縮につながる。
- 自動車会社内部も同じ。
 - 最後が決まっているので、フィックスしない状況で開始している。
- 単独でやることは無理、プロセス間でのコラボの必要性増大。

図 2-4 同時立ち上げはコラボレーションの問題でもある

ーいま、自動車会社では、データをオープンにするのが一週間に一回位のサイクルですが、そこに大きな問題があるような気がする。使わせ方（仕組み）の問題が大きい気がする。

私の会社では、端末を立ち上げる時に最新のデータになる。そうするとあまり問題だと認識しないでもすんでしまう。だから、日替わりか週替わりかで全く違ってしまっているのではないかな。

ー世界同時立ち上げもまだ、出来てないですね。各地のライン・設備は違うは、技術力は違うは、やる気の程度は違うは、そんなところで同時に立ち上げるのは容易なことではない。これを立ち上げるというのは、前で言う一番に大きなコラボレーションですが、今回の議論ではここまで取り上げるのは難しいですね。

ー同時立ち上げはコラボレーションの問題は、コミュニケーションの問題もあるが、ライン・設備の問題も大きい。

ー金型の場合は、大物のプレス型は何人かでやりますが、プラスチックの金型は大体1人でやります。したがって、我々のコラボレーションはお客さんとのやりとりです。こうやると、コスト、期間が短縮するということで、コラボレーションの必要性を感じています。お客さんとの間では、どちらかという、ツールよりも商習慣の壁を感じます。

機能を実現するためには、こうやっても問題ないなというところが一杯あるのですが、コラボレーションの機会がないというか設計意図がわからないまま、指示通りすることがあります。

ー自動車会社内部でも同じようなことがあります。上流の人が決めた意図には、どうでもいい意図が一杯あります。でも下流の人はそれを守らなければいけないために苦勞をしている。

ー最近、開発期間がどんどん短くなっているため、フィックスしてないデータが投げられますので、これで金型をスタートするのということがある。さらに工期が1ヶ月のところを2週間でやってくれといわれるとコラボレーションをやらざるを得ないところまで来ている。型、単独でやることは無理です。

(3)設計に深みを

設計に深みを

- 今、意図の強さの情報がない。
 - ー 血が通っていないのではないか。
- 従来は、図面1枚(計画図)で語れた。
 - ー 計画図があるとそれに準拠する。
 - ー 一般的な計画図はCADではない。
- 説得という行為、話をする行為が必要なはずなのに。
 - ー 形ができていればOKになってしまった。
 - CADでやるとうまくいくつもりであるが、実際はダメ。
 - ー 皆、CAD端末をにらめっこしている。静かなフロアである。
 - ー 今の若い世代に、意思疎通を持ちいて仕事をするスタイルは出来るか？
ボスに時々報告するスタイルが自然になってしまうかもしれない。
 - ー トヨタは大部屋方式を強調していなかったのが、最近は強調している。

図 2-5 設計に深みを

ー意図には、必ず意図の強さ（とりあえず決めたというものから、絶対に守れというものまで）のレベルがあるべきだと思いますし、その情報が今はないと思っています。

ーエンジン設計においては、いまだに計画図がある。計画図があると基本的にはそれに準拠する。それに準拠出来ないとか、準拠したくないということが当然出てくる。計画図は1人か2人でしか描かない、それを担当に分ける。担当として、自分が変えたいと思えば、説得という行為をしなければならない。

今までは、話をする行為をすごくしていたのに、CAD の仕組みになってから、話をしなくてもいいと、間違えている。そういうところで、仕組み的な問題がある。

車体設計でも計画図はあるのですか？

一形の上ではあります。ただ、大概の場合、一般的な計画図は CAD ではないです。まだ紙です。

一そうすると、話す機会が増えれば、ここを守ってねという話をするでしょうけど、そういうタイミングがいまとれなくなっている。

本来、データを途中で投げるということは、それなりの言葉のサポートがないと、本当は出来ないはず。それをしてないから余計そうなる。

一ちょっと、話がずれますが、最近の自動車会社の設計のフロアにいくと、かならず CAD の端末があって、皆、横の人としゃべっていない。昔の設計のイメージからすると、本当にコミュニケーションがとれているのかなという気がする。

一素朴な、質問ですが、コラボレーションとコミュニケーションの違いは何でしょうか。同じ言葉でも、立場が違うと取り方が違う。言葉の定義がすごく大事。それぞれの立場でいうコラボレーションは何々とかいわないと、まとめるとしても伝えにくいのではないかな。

一a1 は『仕事の流れの問題』と考えましょう。また、最終的にまとめるときに、とくに「コラボレーション」という言葉はあいまいですからカタカナは出来るだけ使わないようにしましょう。

一いままでの話を聞いていると、3次元 CAD は場とかコミュニケーションを奪っている結果になっているみたいですね。いままでの場というのは、形を伝えることが非常に重要だったが、形がスット伝わることになったために場が少なくなってしまったみたいですね。コミュニケーションが減って、その弊害が出てきている。

一納期を短くしろと言われるものだから、どんどん進めなければならない、そのためコミュニケーションをしている時間がないということになってないかな。

【技術者の変化】一IT化によるコラボレーションレスを突き詰めると技術者自身が昔と変わってしまったのではないかな？

よく聞く話は、上司が『ここはクリアランスをいくら確保しているのか』と聞くと、すぐに答えられない。ちょっと、待って下さいといって3次元モデルを立ち上げて、測長してから答えるという。

一CAD によるのか、担当業務範囲が狭まっていることによる弊害かという後者のような気がする。原則論的な質問をすると答えられるのは、課長クラス以上ですね。いまの若い人は、コピーで仕事をしていますから、前の設計図がそうだったということで、理由がわからない。

一「CAE 解析の結果がこうなっているので OK です。」というパターンですね。

いわゆる、設計のアウトプットに深みがなくなったしまった。

一設計に血を通わせるためには、CAD の革新で、やるべきことがたくさんありますね。

一テレビゲームや、相手の見えないネットゲームで遊んで育った、これからの世代は、クローズした業務をするスタイルが得意になるのではないかな。我々の意思疎通でうまくいったという仕事

のやり方が受け入れられないかもしれない。欧米では個室スタイルで仕事をしますが、日本もその形態に近づくかもしれないと思う。

ー大学では、ここ2～3年、4～5人のグループ単位で討議させるスタイルを導入していますね。

ー欧米は先にディベートをやらせますね。そのスタイルが違いますね。

【仕事の仕方と道具】

ーT社は、過去には一つのフロアに集めるという大部屋方式を必ずしも強調していなかったのが、最近は強調している。

CADで情報共有化すれはうまくいくはずということではなくて、人的にやらなければならないのではないか？

ーCADという物理的なものを置いたために、そういう使い方になったために、意思疎通が疎遠になる（ということは、考えなくてはならない。）

ー（CADという）道具と仕事のやりかたは違うもののはず。ベンダが試作レスを言ってから乗っかってしまっているのが間違い。試作レスがした方がよい業種としない方がよい業種がある。会社・業種のポリシーが大切。

ーツールは設計した人が、その知見にしたがって作ったものであり、限定されたものになるので、世界中でそのまま使えるものではない。だから、使う側がどうしたいというイメージをはっきりさせる必要がある。

ー3次元の道具を使って仕事の流れ、プロセスを如何にうまくするかということです。

ー製品の品質・納期ということから、昔に戻ることはない、図面だけの世界に戻ることはない。とすると3次元を抜本的に良くする必要があるが、どういう世界が欲しいのかということです。

2.2.2 IT 機能要件

(1) ありがたい CAD のキーワード

ありがたいCADのキーワード

- データに設計の血を入れること(強弱、意味、意図、やってはいけない事、優先順位. . .)。
- N人設計にあったツール(他人がいつでも参照できる)。
- CADは単に便利ツール。
- 柔軟いCADシステム。
- コミュニケーションを促す環境。
- 特に上流段階において、人間のあいまいさを受け入れて、設計意図を入れれば、関心の薄いところ(フィレットetc)はやってくれる道具。
- 見ていると発想を促す道具 ⇒ これは、c1のテーマか？
- バリエーションに対応できる道具 ⇒ これはb1のテーマか？

図 2-6 ありがたい CAD のキーワード

—いろいろ挙げましょう。

—データに設計の血を通わせる。血とは何かというと、重み、強弱、意味など。

二番目は、N人設計にあったIT環境。

—CADになると良くなると期待したのは、次のこと。

①時間的な問題が早くなり、個人のレベルが良くなる。

②人間系だけでは得意でなかったものが出来る。

だから、仕事の流れに、便利ツールとして、載せられればよいはずのものが、出来ていない。

図面は毎日見られたのが、データでは1週間に1回オープンというのはCADの都合。

ドラフタレベルでやっていた仕事の最高の状態を、道具を入れて工数がかかるはずのものが、仕事のやり方を変えてしまったのでおかしくなった。道具が(道具の都合で)変えてしまった。

—今のCADはユーザの仕事に合ったよう自由に姿を変えることはできないため、理想のプロセスは作れない。

—試作レスも自然発生的に出てきたものではなく、作られたものですね。

ー仕事の流れの観点からはどうですか？

ー設計の血が入っているデータがくれば相当楽になる。

場がほしい。

コミュニケーションを阻害するものから、コミュニケーションを促すものになって欲しい。

ー人間のあいまいさを受け入れて、設計意図を伝えれば、くだらないことは全部やってくれる道具。

人間の頭はあいまいな情報をきっちりとした情報に変えていく。そういうものに対応してほしい。

また、見ていると発想を促す道具であってほしい。

ーこれって、c1 ではないですか。構想設計を支援するためには、重要なことなので、残しておきましょう。

自分の仕事をするためには、隣（製品として）の設計者の設計内容をいつでも参照できたらいいのではないですか？

ー自動車会社の人に聞いてみたら、自分の考えは、自分の中で考えたい、試行錯誤の途上は見せたくないという思いが結構強い。

ー図面の世界で、隣の設計者のやっていることが見えて、図面の更新権を授受出来るシステムを作ったのですが、どうも合わない、ウルサイ、フェー・ツー・フェースのときに見られればよいという評価があった。なかなか難しい。

コミュニケーションの問題って、一人ひとり個性があって、難しいですね。

ー一人のものは見たいけど、自分のものは見せたくないとかね。

ー道具の話（c1 の話）と重なるかもしれませんが、何時タイミングでフィックスしてくれるかわからない状況では、フィックスした時点で、変更部分を一気に入れ替えられるのがよい。

ーパラメトリックで変更するときも、設計が固まってないところは変わってもらってよいが、固まったところを変えられたら困る。

ー「データに設計の血を入れる」は、すごく広い（b1,a1）ですが、どういう優先順位でどこを守っていくかわかるだけでも作る側にとって違う。

ー「データに設計の血を入れる」は、やりすぎるとコミュニケーションがもつといらなくなっちゃう。

ーコミュニケーションをどうとるかですよ。

(2)設計の三層構造

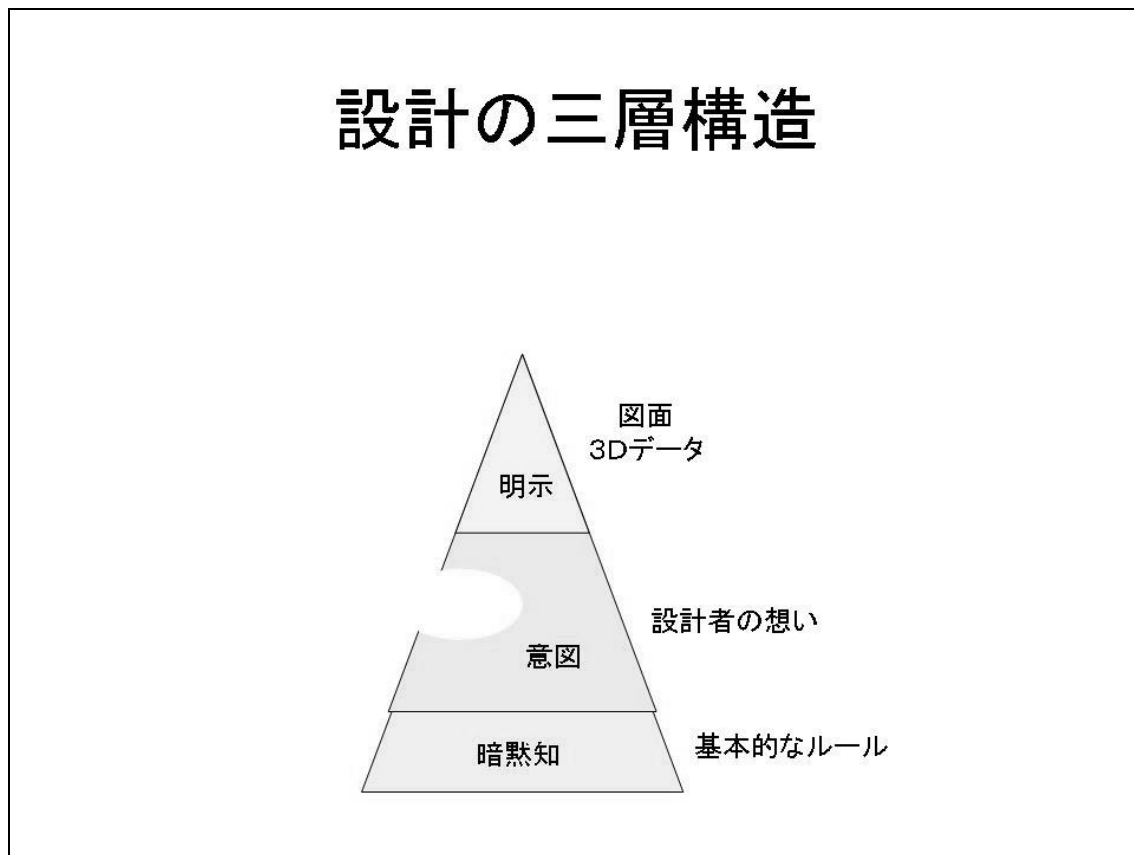


図 2-7 設計の三層構造

一私のイメージですが、一番上は明示的に示される情報。図面であったり、数値データであったりする。二番目が意図です。たまに若い人は欠けていたりする、でも明示的なものです。三番目は暗黙的な合意です。

日本人は三番目を共通だと思っているが、欧米人は違うかもしれないと思っているから一生懸命上二層で考えている。

表現されるものは上二層しかない。今回は意図まで入れていくのか、もしかすると、暗黙的に合意しているものまで含めなければいけないとか。契約するときの基本契約で（暗黙的な合意を）決めておかねばならないのかなということです。

一意図でも、明示できる意図もあるけど、そう簡単にいえないものもありますね。

一意図とか、暗黙的なところはコミュニケーションが担っていたのですよね。明示データが強すぎて、意図が少なくなってしまったということですね。

ーP社の例ですが、人のローテーションがなくて担当が変わらないため、同じ人どうしでずっと仕事をしているため、図面が手書きで、4点座標を描いておしまい、後はいつものとおりとなる。

よきに計らえとなる。第一層が少ない。
ーよきに計らえというのは一番曲者ですね。

(3)IT 機能要件のイメージ

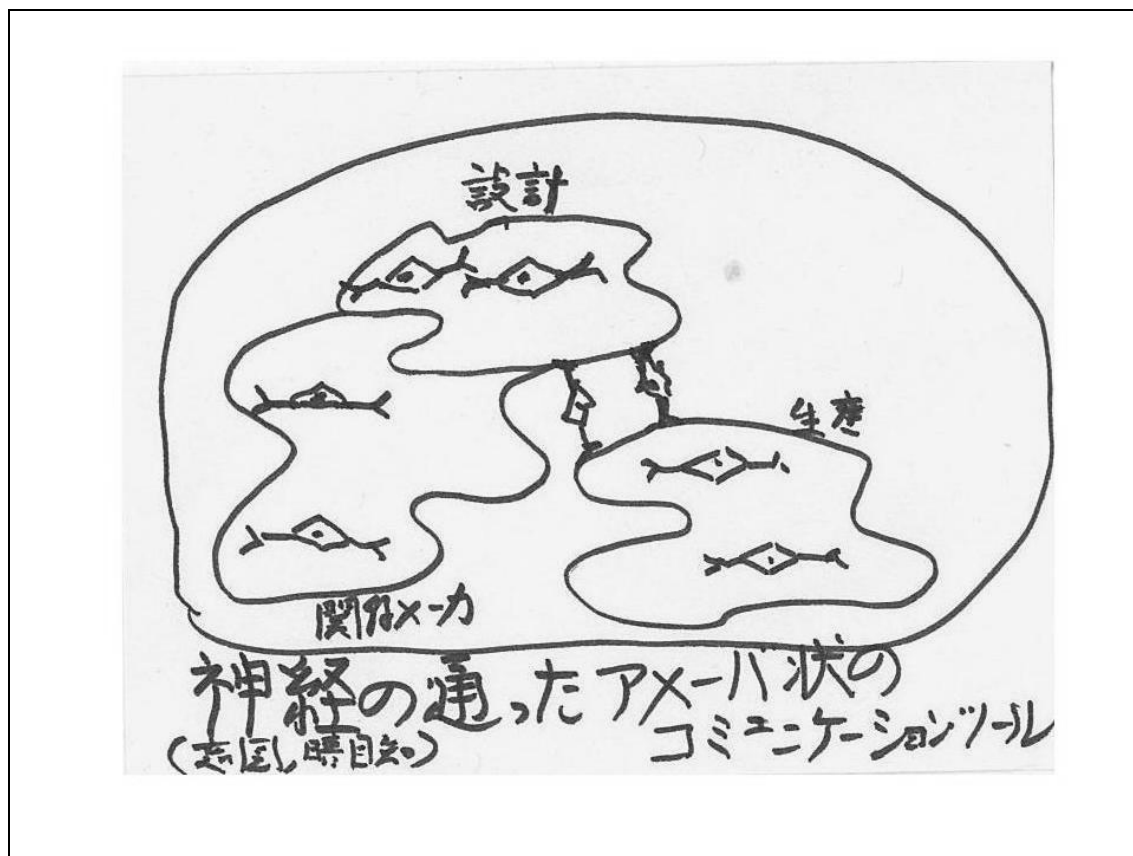


図 2-8 神経の通ったアメーバ状のコミュニケーション環境

ー議論を絵に描いて見たのですが、イメージは『神経の通ったアメーバ状のコミュニケーション環境』。どういうことかという、コミュニケーションの形態は自由に変えたい。設計から生産の間で自由に変えたい、だけどそこには神経組織があり、血がかよっている。たとえ離れていてもニューロンで繋がれている。

どこがどのように動いていても、意図がきちんとわかっている。神経系は意図、暗黙知、自立的に動くことをイメージしています。

2.2.3 理想的なプロセス

ープロセスの話が詰まっていないですね。

ーそもそも最適なプロセスって何なのっていう、イメージがないのですが。適性プロセスというのはあるのですか？

ーいろんなステージで違うし、業種によって違うと思うので、一概に、ひとくくりでどういう形

がいかには非常に難しい感じがします。設計という言葉一つをとっても、開発設計と生産設計は全く意味がちがう。

いままで、ドラフタでやっていたのは明示データだけなのですね。それに対して、補っていたのはコミュニケーションだったのですね。

本来は、IT を使って、意図とか暗黙知のところが、明示データにならなければいけない。それがありますごく不足している。そこが進まなければならないのですが、ツールとしてもまだ不備だから、CAD データに意図が入ってこない。

そこはまだ、コミュニケーションが助けなければならないのに、いかにもそれが CAD データに表現されているかのような気になるという誤解がある。

昔も、設計途中の青焼き図面を渡すという同じような状態があったはず、そのときは、この部分はまだ出来ていないから、この部分を先に進めてくださいと赤ペンで記していたはず。

今は、どこが終わって、どこが終わっていないかの明示もなく送られてきている。

コミュニケーション不足と今の明示データでコラボレーションをやれと言われている気がする。

これが解決すれば、どの業界・業種でもうまくいくような気がします。

本当に美しいプロセスを求めるというよりは、各会社がいままで脈々とやって来ているものを尊重して、それに対して何が足りなのかを考えるべきである。

2.2.4 鍵となる IT 技術

(1)重要特性と IT 要件のマッチング確認

重要特性とIT要件のマッチング(再確認)

- 重要度の高いもの
 - Aランク
形状モデリング、パラメトリック機能、設計意図
 - Bランク
 - レイアウト設計、設計計算書、設計標準の閲覧、ナレッジ機能、過去のデータ参照、コスト重量、モノづくり評価、ファイル共有
- 重要度と満足度のGAPの大きいもの
 - ナレッジ機能
 - モノづくり評価
 - パラメトリック機能
 - ファイル共有

図 2-9 重要特性と IT 要件のマッチング (確認)

ー形状モデリングにも不満があるでしょうが、コラボレーションとの関係でいうと、形状以外のところだろうということでしょうね。

ーある意味で言うと、形状モデリング機能が不備なため、そこに時間がかかるから、コラボレーションの時間がとれないとみえています。

ーデータ品質って議論にならないけど、いいのですか？

ー渡す品質ですね。意図以前の問題がありますね。

ーデータ品質とは、位相とか幾何のことですか？

ーまずは、数学的に正しいか。

ー最低限ですね。

ーいわゆる「データ品質」はそこしかいわない。次に、アプリケーション、もらった人から見て

必要なものがあるかと、何段階かあります。

ーこれは私の仕事、これはあなたの仕事というのがあるではないですか。それが渡る、どこまで渡すのかというのが問題になる。何Φの工具でどういう切削条件で削ってよというだけでは意味がない。データを渡す最低限のルールがどこにもないですね。

ー設計の早い段階のデータの場合、抜き勾配も微細フィレットもない。それが無いならないで使い物になるかもしれませんが、中途半端に入っているとややこしい。設計者は、例えばシリンダヘッドの場合、大きな抜き勾配は性能に影響するから入れるかもしれないが、小さなボスの抜き勾配などは入れない。

ー逆に、その辺、よきに計らえというルールがあればそれでも OK なのですが。

ー私は、仕事・データを請ける側が、データを貰ったら、すぐ解って、直してという必要がなくて、即、自分の保有技術を発揮できることを、適切なコラボレーション環境が実現されているということだと思います。

それをやろうとしたときに何がいうかという、設計の意図と形状、形状と生産技術要件が（明示的に）関係づいていて欲しい、品質をどこまで入れ込みましたよということが、書いてあって欲しい。

ーそれは、そうだと思いますが、いま、云われたのは、上流と下流のコラボレーション。横方向のコラボレーションもありますね。

ー横方向のコラボレーションというは、さっきから話題になっているように、完全に画面に隠れて、1 人の CAD の状態になっているから、全体のデータの実装がよくわからないということでしょう。

一つのプロセスにおいて一つのものを N 人で、一斉にやらざるを得ないときにうまくやることをコラボレーティブ・デザイン、プロセスが変わる場合をコンカレンシーの問題という人もいる。

ー多分、設計者の頭の中は、製品のことを一番に考えているから、最初は横方向、もの作らなければならなくなってくると縦（上下の方向）と、フェーズによってコミュニケーション／コラボレーションをやりたい相手が変わってくる。

ー設計をするためのコラボレーションと、設計と製造のコラボレーションの違いは何だろう？

ー違いを明確にするよりも、どちらにも必要なことは何かを取り上げたほうが、ここではよいのではないか。

ー見方を変えるとモデリングがへばだから、コミュニケーションなのですよ。

ここでは、鍵となる CAD 技術は何かというのが問いだから、本当はそれを解決する技術をいわなければならない。

ー今回、データをとった人数が少ないのですが、顧客の満足度と顧客が潜在的に要求している機能の関係を調べると、モデリングとパラメトリックは顧客の要求に対する影響度は高い。ただし、今、実装度も高いから、比較的満足度も高い。

それに対して、大きく欠落しているのがキーとなる技術と考えたほうがよい。そのバランスをどう取るのかがいま問題。形状モデリングもまだまだですが、それを論議しても解決しない。バ

ランスをどうとるかで見ただけのほうがよい。

不満足度（のデータ）を取っていますので、それがそうだね、ということであれば、そのまま取り上げればよいし、ちょっと違うということであれば、検討して見てください。

(2)設計意図を伝達できること

設計意図を伝達できること

- 設計意図とは要求仕様を具現化したもの
- 上流と下流の間で重要
- (注)
 - － 設計とは、あいまいな表現から具現化する行為。
 - － 設計要件のアウトプットには設計意図と明示データがある。
 - － 設計要件は100_{パーセント}であることはないなので、どうしたか明確にする必要がある。
- 技術計算書、報告書

図 2-10 設計意図を伝達できること

－ナレッジ・パラメトリックは設計意図を入れるための一つのツールと考えることが出来ますね。それに比べると設計意図は上位ですね。

－設計意図と同列のものは他にあるかな？

－いま考えているのですが、上位にくるものは要求仕様、制約条件ですね。これを具現化したものが設計意図だから、横に並ぶというものではないですね。

－設計要件に対するアウトプットが明示データ（CAD データ）と設計意図なのですよ。

設計要件は 100 パーセントであること（全部を 100 点にすること）はありえないので、その時に自分がどこに重きを置いて設計するかということがあって、それが設計意図としてあらわれてくる。自分がコストを重視したのか、性能を重視したのか、全部平均的に 70 点にしたのかを明示しなければならない。しかし、それは明示データには出てこない。

－図面のときは、どうしたのですが、図面の一部に書いていたのですか？

—書いていないです。別のもの、技術計算書、報告書等になっている。いわゆる OA のものですね。そういう意味では設計意図も OA を使って、明示データになるのですよね。

—整理すると、要求を具現化したものに、設計者の意図が含まれるということですね。

—設計は、あいまいな表現から具現化する行為。自分の裁量権の範囲で決める行為。だから、要求で重さこれ、寸法これといわれたら、そのまま（設計意図として）採用するしかない。

—ということは、設計意図に同列に並ぶものは無いですね。

—ないと思いますよ

—モノづくり評価（製造可能性）は、具現化した後に、作れるのかということでステージが変わりますね。

—金型の場合、コスト優先か成形性優先かで変わりますが、これも、まずは要求ありきですね。

—設計サイドと製造サイドで若干違うなと思うのは、製造サイドは、コスト、期間が中心で、製品そのものに対する要求はあまりないですね。一方で設計サイドは、製品そのものについての要求のほか、製造のコストを考えることは多分にありますね。

【設計意図と製品コンセプト】

—設計意図の前に、どういう製品を開発したいのか、コンセプト・狙いがあると思います。—（全体をまとめる）大きな狙い・コンセプトがあって、それを実現するために現実的に出来そうなもの並べたものが要件であり、その要件を満たすために CAD データで具現する。その具現したところに意図がある。

—そういう開発を、横にしろ、縦にしろ、全体のコンセプトを理解して、それを引っ張るために、工夫していることが、かなりあるのではないかな。

—それは、IT だけではなく、プロジェクトリーダーに任命された人が十分コンセプトを理解してやりますね。

—今の議論はプロセスと IT の関係を中心にしているが、リーダーがどうあるべきで、組織がどうあるべきか、などからの切り口もありますよね。

【設計意図と縦・横のコラボレーション】

—最初にコンセプトがありますよね。コンセプトが決まると、メンバが決まり、そこは、プロジェクトミーティングと称するコミュニケーションでコンセプトの理解をする。理解したものを設計意図として個人のパーツというか、あるセクションに落とされていく。そこに設計者の意図を入れていわゆる開発設計をする。それが試作といわれるものです。

その次に、その設計意図が具現化出来そうだなということになれば、ものを作れるかというところに移る。それが生産設計といわれる部分です。

そういうふうに、本来は工程を組んできて生産に移っていった。

そこを出来るだけはしりましょうというふうに、今は、仕組みとしてなりつつある。

開発設計・生産設計の全部を合わせて設計。ヨーイドン、試作レスという言葉になった。

だから、本来は開発意図、コンセプトをちゃんと表現出来ているかどうかという認知合わせがあったはず。それが横同士のコラボレーション。

ワンクッションおいて、そこから次に、生産設計に移ると、今度は上下のコラボレーションが始めて生じた。ここで機能は満たすから、生産性を上げるために、ここをこう変えても設計意図は変わらないし、本来のコンセプトも変わらないよねという確認をしながら、生産にもっていったはず。

そこが今、そのルールが少しゴチャゴチャになっているという感じがします。

(3)設計試案をサクサク評価できること

設計試案をサクサク評価できること

- 現場にとって本当に大切なことは
 - － 設計試行錯誤が簡単にできる。
 - 時間のファクタにおける効果
 - － 失敗が許されること
 - コストと時間の制約のため冒険をしない現状がある
 - 冒険をゆるさらないため、選択肢がなくなる。小手先で逃げている。

図 2-11 設計試案をサクサク評価できること

一単純化して考えたいと思うのですが。製品コンセプトを決めて、誰かに伝える。そうすると、具現化する複数の方策が立てられ、その中から、性能、コスト、強度などの制約により、どれを選ぶかが決まる。

私が気になっているのは、今の設計は失敗を許されない、従って、危ないと思ったものは選ばない。さらにいうと案として上げることを最初から捨てているものがある。安全なものでやる。チャレンジをやれる時間がない。

設計者は、色々な案を考えて見たいと思っているのですが、時間が短くなってくると、冒険

出来なくなってきているのではないかという気がします。

ー上位のコンセプトの方向付けの中で安全策をとっているということですね。

ーバーチャルでいけばよいですね。

ーナレッジやパラメトリック等の IT を使って(モデルを作り)、サクサクと評価が出来ればよい。

設計者が使える CAE があって、バツ点をいくつ確認しました、これだけ検討して、これしかありませんと本当は言いたい。

ー具現化して明示データまで持っていくこと自体が大変。ましてや評価というと、設計者が使える CAE ツールはほとんどない。ほとんど頼まなければいけないところに問題がある。

ーいま出来ていることは、選んだものについて、大丈夫かどうかを解析で検証している。

ーもし解析の結果が悪ければ、今の案の延長で解決している。

ー本筋に戻って、別の案を検討すれば圧倒的に良い案があるかもしれない。

ーこれだけの中からこれを選びましたというと、これしか(でき)なかったというのとは違う。

ーいま、自動車会社は冒険しなくなった。新しい機構がほとんど入ってこなくなった。今の車は非常に無難です。危険なものはほとんど付けない。

ーこれは(「設計試案をサクサク評価できる IT 環境」)は設計意図と並ぶのでは。

ー設計の試行錯誤をうまく支援できる。

ー早期熟成なのですね。今の早期熟成は、絞り込むことになっている、自由度を奪っている。

ーバーチャルの世界で試して、より具体性のあるものを探すことを、例えば医療機器メーカーや工作機メーカーなど自動車ほど複雑でないものでは現場レベルでやっています。扱う製品タイプや規模にもよりますね。

ー本当は、CAD がメチャメチャ速ければいいのですよ。本当は、何パターンから選びたい。

ーそれは、CAE も同様です。設計モデルを本当にサクサク解析できれば、皆使うと思います。

ー同じ設計期間を与えたとき、優秀な設計者と普通の設計者は検討して×にした数が違う。

ー新人でもそこそこ作れるようになったのは道具のおかげですね。

ーベテランでも新人でも、何割かのところまでは似たようなアウトプットが出せる。その後の 2 割、3 割をどう詰められるかが違う。

ー図面の場合、前型車を流用したとき、どこを書き換えたかわかるが、CAD の場合は、どこがよいと思ってコピーしたのか、何も考えずにコピーしたのかわからない。

ー一応これで、IT 機能としては、設計意図と設計案をサクサク評価ができるということにしておきましょう。

ーキーワードで「失敗を許される」をいれてください。

【バリエーション】

ーボディ設計で日本市場・北米市場向けの仕様差の設計に不満はないですか？

本来は仕様差テーブルみたいなものに従って、ベーステーブルを変換して、はい出来ましたという世界が欲しいのではないのでしょうか？

ーいわゆるバリエーション。CADは1品1葉しか扱えないが、本当は、1つの図面で10種類の部品を表現したりする。そういう表現をCADは不得意ですね。

例えば、車のリアのフェンダです。左側はこうだけれども、右側には燃料タンクの蓋があります。

1枚の図面で書いてしまいます。

ーこれはa2の要件として出しておこう。

2.2.5 コラボレーション効率の向上の整理

【まとめ】

ープロセスのところを中心に、データと機能の話しを致しましたが、徹底的に欠けていてやらなければいけないのは、死んだデータでなくデータに血を通わせることで、これが基本的に重要。

先の言葉を使えば「コラボレーション効率向上の狙いは神経の通ったアメーバ状のコミュニケーション環境」。これに「データ表現」を加える。「データを見ればわかる」ということが非常に大事なこと。

これを実現するIT環境としては「設計意図」。従来、図面の時は、コミュニケーションでカバーしていたものが、3Dデータを出しているからいいでしょうということでは伝わっていないのを、きちんと表現して伝えること。

また、設計試案をサクサク動かして、設計者の意図を満たした妥協案を決められること。

仕様差は、また別のデータの多重表現の話かもしれない。

後何かありますか？

【失敗が許されないということ】

ー何故、「失敗が許されない」ことになるのでしょうかね。

ーコストと期間でしょうね。自動車会社も、今までの技術をそのまま転用しているような車と、全く違うハイブリッドや燃料電池車のようにはっきり分かれている。冒険しない車は本当に冒険しない。アメリカ車もそうです。研究開発で進んでいる部分もあるのですが、出ている車は単純なエンジン、サスペンション、仕組みですね。大量生産はそっちでやって、ほんの特殊な車で冒険をしている。

日本は、テクノロジーを追っかけたのですが、今はどちらか言うとアメリカ式になっていますね。逆にスタイルには時間をかけるようになってきた。

ー本当に失敗を許されている部分もあるのですよね。それをメーカーさんが見せてないだけですよ。薄利多売で勝負する環境だからそうなる。実際、新しいものを開発している人たちは本当に失敗しかしていない。だから、なかなか出て来てない。それはそれで許されるのだけれども、いまのCADツールは何が得意なのかといったときに、我々の産業界の中では、早く仕事をやるためのツールにも、まだ遠いし。失敗を恐れなくてやれるためのツールかという、それでもない。どっちつかずの状態ですね。

ー失敗をできる環境というのは、要件として、ものすごく高い要件なのですよ。確かに、サク

サク意図した形状が出来て、設計者が使える環境でシミュレーションをしてスイと答えが返るというのは、まだ出来て無いね。

ー失敗を許さないというのは、冒険を許されないことにつながり、選択肢がなくなる。

ー選択肢がないので突き進んで、NG を食らっても戻れないので小手先で逃げる。そして小手先で逃げられると、それが標準になってします。

ーまた、サクサク出来るようになると、その時間も惜しくなって、失敗を許さないようになるかもしれませんね。

【トータルなコストを見ることが出来るツール】

ーあまり出てないのですが、ものづくりの方からいうと、もうノウハウではなく、評価基準が価格しかない。(3D) 設計したものが、本当に 100 万回打てる型なのかどうかの評価が引っ込んでしまっている。

ー本当は、IT はトータルなコストを見ることが出来るツールになって欲しい。

海外に出すと、本当にトータルコストが安くなるのか？ 実際の量産の立場だと、安い金型だとメチャメチャ隠れたコストがあるのですよ。

正しいことをちゃんと評価するツールが欲しい。

本当のコストの指標とトータルコストで捉える意識がないと、早くせい、安くせいしかない。

ーそのデータというか生産コストはどうやって評価するのか？

トータルコストが見えるような仕組みが無いと、良い部品メーカーが淘汰されていってしまう。

イニシャルの購買コストではなくて、現場（海外を含めた）のプレスや成型での実際のコストを吸い上げてフィードバックする、トータルで見るような仕組みが必要。IT の話だけでは出来ないところではあるのですが。

ー金型とか、設計とか、製造とか切って考えているからですね。

だから見えなくなってしまう。

ー全然話が違うのですけれども。金型、工場が海外に出ていくがまだモノがある。設計の行為やモデル作成は人件費 100%、だから、こっちの方が日本に残れない。

日本の自動車会社の方向性は、量産型の車で定常的な設計手法のモノは、設計会社に委託しようとしている。だったら海外に出して問題ない。ソフトウェア開発をインドに出しているのと同じ構図になるのではないかな。

ー日本はどうすればよいのか？

ー現場を残すこと。本当に大変なところ、頭を悩ますところがある。

ーそれで 1 億 3000 万人は養えない。

2.3 設計効率の向上（c1）について

2.3.1 エンジン設計における構想と計画

エンジン設計における構想と計画

- 構想設計の流れ。
- CADのよい点。
- CADデータについて。
- 構想設計と性能評価
- 手戻りについて
- 構想設計のためのCAD。
- 適当な手戻り。
- 設計効率向上のための要求機能。

図 2-12 エンジン設計における構想と計画

【構想設計の流れ】

一構想設計は完成度合いが明確でないのが一番の問題。

『構想図→計画図→製品図』において、後戻りしない（必要最小限の）データを提供することを、当該工程の終わりと考えています。

構想設計（エンジン）で何がきまるかというと、

クランク中心、ボア（内径）、ストローク（行程）、コンロッドの長さ、ピストンハイト、シリンダヘッドの高さ・幅が決まると、この断面の主要緒元（バルブの径、燃焼室の深さ）が決まる。

長手方向は、ボアが決まるとボアピッチをどう配置が決まり、前後長が決まる。

ここまで（1人で行う）決まると次の工程に移れる。

例えば、シリンダヘッド担当が詰める計画段階に入る。ヘッドの計画では、バルブ径を変えると製造が変わるので変えてはいけない。変えるのであれば、変えるという表明をしなければいけない。

ここからつながる吸気系・排気系はこれをもとに書いていく。この段階でネジの配置は決まって

いない。ここから、吸気系・排気系の人とコラボレーションに近くなる。締め付け工具の問題とか順番によって決める人が決まってくる。その案が出てきて配置を検討していくと、型割が成立するか、しないかとかになり、だんだん詳細設計に入っていく。だから、非常にステージを切るのが難しい。

紙の時代はこの情報が紙に残っていたが、今はこのデータが逐次変化していくので、設計終了時点がなくなってしまった。

製品図が熟成されていくと同時に計画図が熟成していき、止まりがない。なぜかという、製品図だけで仕事をしているわけではなく、計画図を見て、他の人が使うかもしれないので、計画図も熟成しながら製品詳細設計に入っていきます。

【CAD の良い点】

ーCAD のよい点は何か？

ーCAD の恩恵は、ここまでは楽に、スカスカいくことです。これを 3 次元にしろというところで大変になる。一面一面地道に面を張らなければならないため、とたんにペースが下がる。

出来なかったことをやるための道具としての CAD は非常に進歩した。時間がかかっていたことを早くする道具としても CAD は優れている。だが、CAD に理想を追いすぎている部分があって、だれも強度計算をしているわけではなく、製造可否の表現をしているわけではないのに、いかにも CAD でやっていると、精度がよく、問題ないと誤解されているところがある。

【CAD データについて】

ーこれは詳細設計段階のデータですか？

ーこの時点では計画段階の 3 次元データです。これをベースに詳細設計に入っていく。

実際には、あるところからはアッセンブリ設計に入っていますので、自分の部品を共有のところにおいて、アッセンブリでものを見るようにできている

詳細設計というのは人の詳細設計を見ながら、自分の詳細設計をする場面に移っていく。

一般的にはこれが 3 次元で、これの 2 次元的な表現は、下のフランジ、主要縦断面・横断面があれば済んでしまう。これが 2 次元側にいくと下面、縦断面、上面、主要断面、部分的な抜き取り形状で表現ができる。これと 3 次元がリンクしている。こういう意味でも CAD はすばらしい。

ーこれは 2 次元で作り、3 次元化したものですか？

ー基本的な仕事の流れとして、3 次元側を直して、2 次元側に落とす方が多い。

基本的には、3 次元データがデータ上に乗っかっている、ほとんどの人が 3 次元データで仕事をしている。

ウチの問題は、逐次更新しているので、昨日のデータと今日のデータは、人のデータがどう変わったか、わからないことです。

ー他人が意識すべき変更と意識しなくてもよい変更を系統的に使い分けられればよいです

ね？

一紙のときに同じ問題があったはず。仕事のスピードが速くなった分だけ、影響度合いが大きくなったのは、間違いない。

一Word の変更履歴のように残るといいな。

一作業自体は IT 化が進んだおかげで非常に早くなったが、連携する部分は何も解決されていないのではないか。

一3次元で最初から作るより、構想設計は2次元の方が考えやすい。それにいろんなことを反映させ、反映させる過程でいろんな人がからんできて、そこの調整がいま課題ですね。

一これなんかも、表現は2次元というものの、設計者だけがわかる3次元になっている。

一これはスケッチで作っているのですか？

一基本的に、スケッチは使えないと思う。

構想設計の中では、三角形にするか四角形にするかを決めるので、ダイナミックに三角形を四角形に出来ないとだめ。スケッチでは難しい、フリーなデッサンが出来ることが必要。

本当は、既知の部分もあるので、判っているところはスケッチ、判っていない新しいことをするところはデッサンが出来るとよい。

一詳細設計側の要件で直すとき、直していけないところはどやって判るのですか？

一ここで形としてある程度書いてあるものは変えられないのが暗黙のルール。

他人に危害を及ぼす部分を変更したい場合は告知をするのが基本ルールです。

一承認ルールはどうなっているのか？

エンジンの範囲であれば、お互いにコミュニケーションで済む。違う階にいるボディ設計のように顔を突き合わせていない部分との関係の方が大きい問題。

【構想設計と性能評価】

一構想設計の段階で、売り出す時に思いどおりの性能がでるか確認出来るのですか？

一ここまで決めると何馬力出るかの性能要件は出てきます。性能計算はExcelで計算します。この状態で、いくらでモノが出来るか、耐久性はどれだけあるか、音・振動はどうか、は出てこない。

だから、必要最低限のこと、出来ることを早い段階で明らかにして、戻すことは避けたい。

一燃焼のシミュレーションはやるのでしょうか？

一やりますが、燃焼シミュレーションは構想段階というより計画段階に近い。

【手戻りについて】

一手戻りを無くしたいとのことでしたが、どの段階からの手戻りをいうのか、生技に行って戻る

のがいやだということか？

－手戻りを避けたいというのは、詳細から計画、計画から構想に戻りたくないということ。他人に危害を加える影響が大きいので、一個前に進んだステージから後戻りはしたくない。

詳細設計の中をグルグルまわって熟成させることはOK。

従って、その段階で必要なアウトプットは、その段階で決めなければならない。あいまいにして次の段階に進めてはいけない。

【構想設計のための CAD】

－このエンジンはどのような構想で作られたものかを残しておく必要があるのではないかな？

－構想設計はエッセンスなのですが、旨く残せてない。

紙のときは、構想図、計画図、詳細図が紙としてあるので、残らざるを得なかった。昔は消しゴムで消すのが大変になるところで止まったが、CAD ではデータが進化していくので、最終的に構想データは残っていない。

－明示的なメリットがないということなのか？

－CAD の出はじめた時は、メモリが高く、中間生成物を残し難かったのがある。

－CAD の場合は、構想設計書を残しておかないと、CAD データから構想はわからない。

－別の書類は当然残っている。

－最終的に計画図は部品図になるのですか？ なりませんよね、だから、最終的な清書としてのアウトプットはまた別ですよ。

－別物です。

－3 次元データは本当に製品の形を表現していますか？ それとも、設計者の意図までで止まっていますか？ 例えば、抜き勾配、駄肉、微細なフィレットなど、生産の人たちが一杯変えるはずのものが反映されたものが最終的な保存データになっていますか？ それとも、そのようなものが付いていたら、設計者自身が次に変更できないから、設計者が作ったもので止まっていますか？

－うちの中でもルール化されていません。おかれている職場によって違います。

－私の世界では、設計者が自ら最終的データを作っています。ある意味でいうと、時間の中でやれてしまうので、そうしています。

－部門毎に決まっているのですか？

－設計者個人のスキルで個人依存の部分が残っている。

－私の知っている会社の量産エンジンのシリンダヘッドの最終形状はどこにもない。生産要件は型側に入れるので、製品側には反映してない。

－受注側としては、その辺のプロセスを明確にしてほしい。人毎に違うのは困る。

－CAD 評価において箱モノの評価に選ぶのは必ずシリンダヘッドですね。一番難しいから。

－一部欠落していますが、これは加工完成データです。私は素形材データに乗っけています。色

が変わっているのは、型割りを意識して、ここで型を割ってくださいということです。ここが色にしているのは、ここは判りません、どう型割をするかお任せするという意味です。当然、ジャケットも、こういうフル・データを作っています。この型は抜けます。

私のデータは、木型屋さんに持って行って二日目から加工が始められます。これにパーティングの面を張るだけでおしまいですから。

私がヘッドを設計すると、ヘッドの設計自体は皆と同じときに出力しますが、部品の完成時期は、皆より相当早いです。データの手直しが無いからです。

ただし、設計者はそこが評価点ではない。3Dの完璧データができたから立派な設計者というわけではない。

ー普通の人とはそこまで生産要件を含めて、頭の中に入っていない

ー同じ3次元作るなら、やはり勉強すべきだが、基本方針。

ーどこまで3Dを作り込むかが今ない。最低限どこまで入れるかの（ルール）は必要である。

ー私はここが分からないので放棄しましたという部分が確かにあるので、ここは放棄しましたと明示して、ここは触って下さいといえればよいのではないかと。また、同じ3次元のわけですから、フィレットがない、抜き勾配がないなど、ほんのチョットしたところの支援が出来ていないならば、後で支援できるようになっておればよいのだが、今のCADは其処が出来ていない。

【適当な手戻り】

ーさっき、手戻りをしたくないという話がありました。切り口を変えると、適当な手戻りがある方が、効率がよいのではないかと思いますか？

自分の世界で完璧にチェックをして苦勞するよりは、大体を決めて、後工程でチェックをして返して貰う方が、サイクルを早くまわせるのであれば、効率のよい最適点というのがあるのではないのでしょうか？

ーこれは、日程とアウトプットと要件を書いたものですが、個人的信念かもしれないが、工程の中でグルグルまわることは賛成ですが、工程間では、基本のところは変えるべきではない。

ー他工程の知恵が入るということはないか？

ー工程間では、骨しか渡してないのだから、次の工程で知恵をつけてくださいという考え方です。チェックはDR（デザイン・レビュー）で入る。

【設計効率向上のための要求機能】

ーエンジン設計者としてのc1への要求機能は何ですか？

ー画期的に嬉しいのは、3次元の基本データが製造データに変化しなければならないところで人間系が介在しているが、それが自動化できるという機能があれば満足です。

抜き勾配はこうですかね、そういうものが入れればよい。設計時の3次元の大変さは何かというところ、注記に書いてある『指示なき角Rは2、隅Rは3』を全データにつけなければならないこと。そういう言葉がうまく反映できることです。

私自身は形状 R と角 R、隅 R を使い分けています。

ー加工の立場からは、加工時において変えてもよい R や面取り（面取りがあると径が拾えなくなる）は、むしろ付けないで欲しい。その辺のルールづくりが必要ではないか

ーそういう意味では 3 次元設計のルールは明確ではない。最終アウトプット形状については、ボディ系は比較的スパッと渡していると思うが、鋳造、鍛造系はあいまいですね。

ー特記なき R（例えばパネル系では板外の R3 や板内の R2）は、ボールエンドミルで付くので出る、付けないにこしたことはない。

ー会社によってやりかたが全然違う。測定システムと連動しているところは見なし R をつける。

ー製造上はつけなくてよくとも、内装設計の立場からみると、微細なフィッレットや小さい R をつけないと見栄えが違うことがあるので、単純にこうだとはいえない。

ーこれが、エンジンアセンブリの CAD データのハードコピーですが、私だけでなく、これくらいのデータはつくれますがチャンピオンデータに近いものです。チャンピオンデータと実際の姿の格差が大きいのが今浮き彫りになっているのではないかと思います。それを一言で 3D データということから誤解が生じている。

ー最初に構想の絵を書きますが、そこに出力馬力やトルクカーブは書きますか？

ー構想書に書きます。

ー何で別なのですか？ バルブ角の数値を変えたら変わるわけですよね。一緒に扱いたいのではないですか。

ーCAD に乗っかっていること自体がおかしいと思う。私のところは CAD には CAD で作れるデータしかのせない文化です。むしろ CAD のハードコピーが OA にのる。

設計ツールの中で、言葉で表現する部分、表で表現する部分、形で表現する部分がある。CAD は設計ツールの一つ。その位置づけを明確にしなければおかしい。そうすると、連携が必要になるはず。

ー表記にはいろいろあって、適したものがあるはず。

ー明示データ＝CAD という考え方はおかしい。

ー形状データは設計パラメータの一つ。

ー後工程に渡すデータについても同じことだと思う。あくまでは明示データの一つとして CAD データがある。それと、同じように、ここは検討漏れ、ここは検討してない、ここは自由にしてよいと赤ペンで書いた紙が一枚付くだけで設計意図の表現が断然変わる。そういう部分がどんどん欠落している。

2.3.2 設計効率の向上の要件まとめ

(1) 構想設計に必要なキーワード

ーC1 の要件にまだ納得していない。仕様を入れると基本形状ができるのがよいというのだけでも、今の CAD を構想設計に使えるようにするために何か別のキーワードが必要なのではないか？

ーさっき、変更履歴をきちっと管理して、食い違いをなくしたいという話がありました。変更履歴の管理とか、その共有化が要件になるのではないかな？

構想段階で形がグルグル変わっていく時に、いわゆる管理システムのものは必要ありませんか？

ーそれも必要だと思います。

ー構想ではいきなり CAD に向かいますか、それとも紙に書きますか？

ー人による部分もありますが、いきなり CAD という世界ではない。何がしかの裏打ちデータが欲しいものです。それを先にやってから、形に入って成立性をみるというパターンの方が多いです。

ーそのとき、自分で、白紙の紙にいろいろ書きませんか

ー書きますね。

ーこれを本当の構想段階の CAD だと思う。

ーそれを何倍も楽にするために必要なことはありませんか？

ー構想設計では CAD としての明示データは非常に少ない。それに対して考えていることがすごく多く、幅広い。だけど、今回はこれを選択して、中心にして進めようというためのものが欲しいわけです。

そこで、これだけのことを考えたよということ自体が大事です。

それを形にするだけのところが、今の CAD でしかない。

ーここまで考えたよという、構想履歴情報みたいなものが必要ですか？

ー基本的には詳細設計でも、明示データだけではわからない。そこにはたいしたことは書いてない。本当は、裏に、これとこれは考えてありますが、これは考えてありませんというのが書いてないとわからない。これは参考にしましたというのでもよいことがある。

このことは構想図、計画図、詳細図でも共通です。ただいえるのは、下流にいくほど明示データが膨らみます。

ーエンジンを作るときに、直4にするのか V4 にするのか、3気筒にするのか5気筒にするのかから始まる。どれを選択したか、選択に当たってどのような課題があるかに取り組む。それはうまく表現は出来ていないが、でも DR の時には何らかの形で表現している。

ーまとめると

構想段階では、大事なことは構想書とか表に書かれるので CAD との連携が必要。

詳細設計においても同様だが、構想履歴として、どういうパターンがどういう状況を検討してこうなったのかがわかるようにしておく必要がある。

あと、製造技術要件の自動折り込みが必要。指示なき R などの自動生成が必要。

ーどこが指示なき R なのかがわからないのが、他の人からみたとき問題。

ー気配り支援が必要。

ー指示なき部分の表示ができるとか、瞬時にピン角が表示されるとか。

ービューアなどには、そういうものを実装しているものが出てきていますね。

(2)設計シーン単位のフィーチャ／パラメトリック

ー今の CAD はジオメトリのイメージが強い。設計条件、要件によって、形状が決まるのであれば、設計条件、要件がマスタで、形状はスレーブ情報のはず。

ーそれが意図でないかと思う。

ーそういう意味でいうと CAD の作りに引っ張られていることが多い。

フィーチャという言葉がよく使われますが、フィーチャというのは『ある一つの部位を決定すること自体の行為そのもの』と考えます。

だから、『〇〇取り付け面』と決めて、それが一つのフィーチャだという解釈をすべきだと考えます。

それには、作りとしては、スケッチで立体をつくろうが、線を描いて面を張ろうが、それはやりかたの問題。

ー設計シーン（場面）単位のフィーチャということですね。

ーこれがチャントしていると、構想段階で今からこれを決めますと書くことによって深みがわかる。

これを構想から計画に渡したときに、ここは肉付けしなければということがわかる。

また、これをもらった、詳細設計の人が、こんなに肉付けされていないのだということが判るはずです。

そういう意味では、対象物がジオメトリという世界ではなくて、個々の部位だとかシーン単位で進められていかないと、これとこれの関係とかが出てこなくなる。

ーパラメトリックなどもシーン単位で再生できなければならないということですね。

ーそうです。

ーそうでないと、四角形を三角形に変化できない。四角形のまま、ずっと進まなければならないことになる。

あるとき、三角形に変えたいとなったときにどこまで戻るのですかということになる。

(3)設計者の形状イメージ

ー設計中の頭の中に浮かべている立体は、面で見ていますか、線で見ていますか。

ー一般的には線で見ています。

ー日本人は線だね。

ーボディ屋さんは、完全に線です。

ーいまの CAD は線を扱うのがすごく苦手です。

ードイツの車屋は線ではないのではないかな？ 典型的に要求されたのはフィレット機能だった。エッジフィレットはドイツでは使えないといわれた。最終的に面と面の間にフィレットを貼ってトリムするのだから、わざわざエッジを出してトリムすることは不要とのことであつた。ということとは面主導ということではないか。

—確かにそういう部分はあるが、総論として形を作るときに、ワイヤ的な発想で考えていますね。
—基本的には $2\frac{1}{2}$ の断面を意識しています。下面と複数の断面から、線的な成立性を見てはじめて、横方向の面をみます。

—車体の内板の設計は必ず断面を切ります。次に部品の切り口をみる。

構想の中の後半なのですが、頭の中は 2 次元の断面の意図しかない。それを、頭の中で滑らかにつなげて面を考えている。

こういうのはものすごく苦手です、今の CAD は。

昔のワイヤーフレームの CAD は、すごく、これが得意だった。

—良い設計者は 3 次元的におぼろげながら見えているので、ああいう発想ができる。それに対して、いわゆる若い世代の人はそれが出来ない、本物の 3 次元を見ないと 3 次元が判らない。

—車を前から見て、昔は線図の個々の断面線だけをみて、トリノの有名デザイナーは膨らんでいるとかへこんでいるとかいえる。造型のデザイナーは線図と 3D が頭の中で一致している。

人間って、どうしても、ある一定方向の投影、もしくは断面でしか判断できないのではないかと思います。

—3 次元は全体イメージ把握としてはいいのですけれどもね。

—比較的、幾何に近ければ近いほど楽なのですね。自由形状に対して私たちがやっている幾何に近い鋳造・鍛造ものの方が、理解が早い。

—この議論は一般的なのでしょうか。自動車って結構特殊なところがあるという印象です。

—特殊解ですよ。とくにボディなんかは全くの特殊解ですよ。

—デジカメとかでは出てこない話ですね。業種によって大分違うねというのは意識しておく必要がある。

—まとめの内容では同じであるが、深く入っていくと要求度合い、重みが違う。

—自動車系でもデザイン設計とエンジンのような機能設計は全く違う。いろいろな業種において、このデザイン設計、機能設計の、それぞれが当てはまってくるといいのですがね。

—車の場合、目に見えるところは、まず、エクテリアもインテリアもボンネットの中のエンジンカバーも、芸大出のデザイナーがしますね。

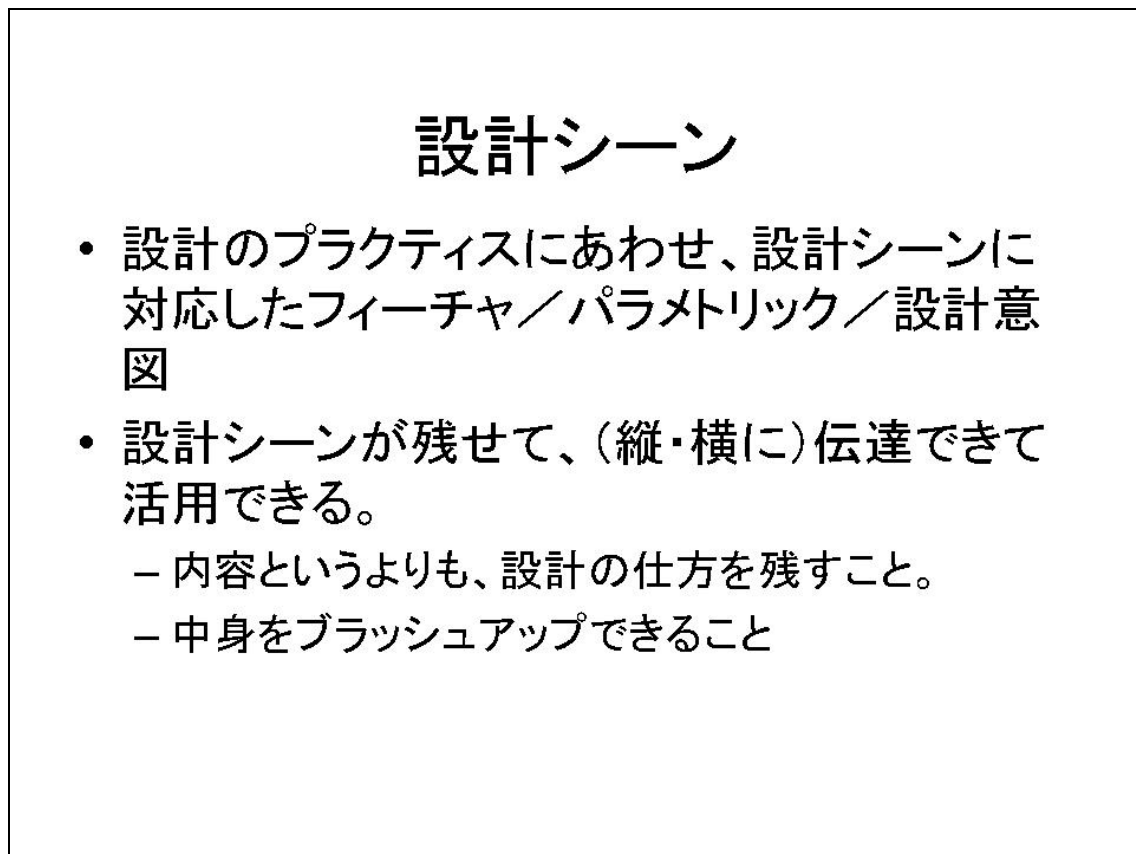
2.4 ブレイクスルーの為のガイディングコンセプト

2.4.1 コンセプトを考えるためのキーワード

いままでの討論を受けてシステムを構想する立場から、次の3点でまとめた。

- ・設計シーン
- ・設計ツール
- ・設計支援ツール
- ・データ表現の柔軟性

(1)設計シーン



－設計シーンについてどうですか？

－設計のプラクティスにあわせ、設計シーンに対応したフィーチャ／パラメトリック／設計意図の実現。

－設計シーンが残せて、伝達できて、活用できる。

設計者がやったものは残さなければいけない、残したものを隣の設計者や、下流に渡せなければ

ならない。なおかつ後輩の設計者に残せなければならない。

残すものは、答えではなくて、仕事の組立の仕方やクライテリア。クライテリアは時代とともに変わるので、ブラッシュアップ出来なければならない。

(2)設計ツール

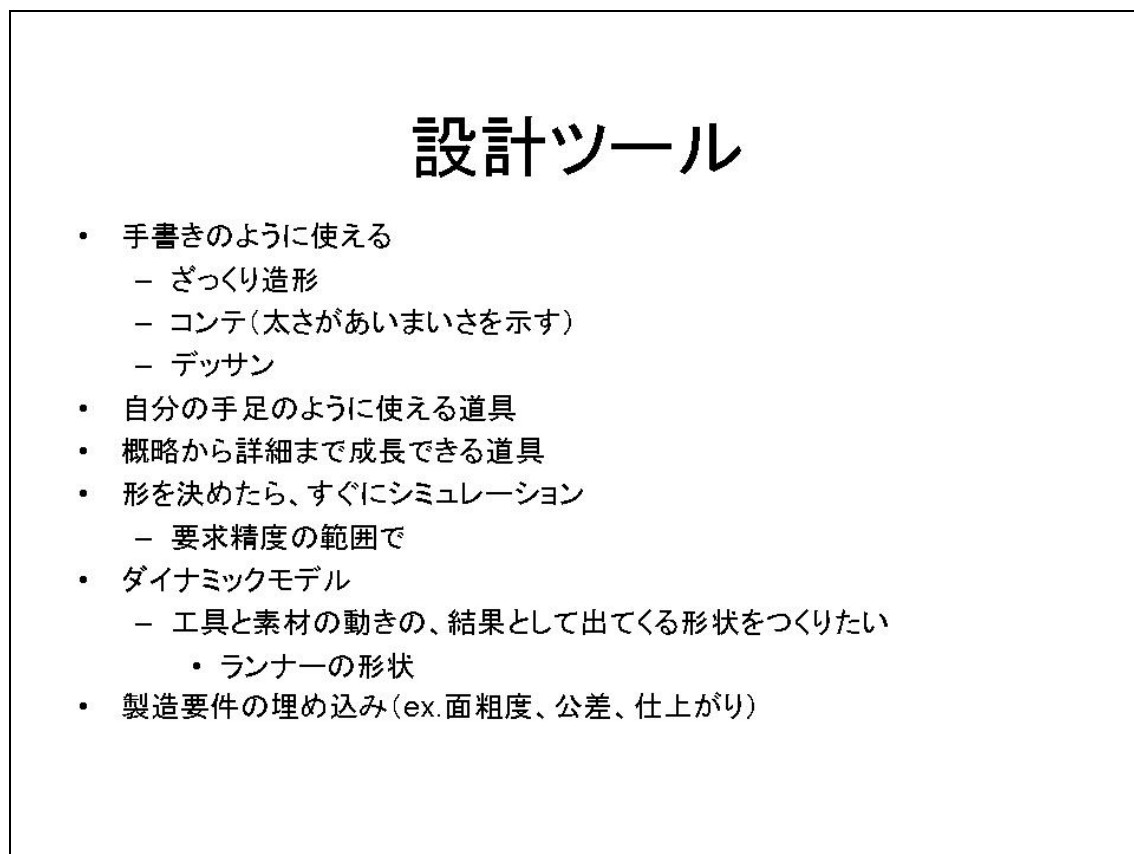


図 2-14 設計ツール

—CAD そのものの機能としてこうあって欲しいという機能は何ですか。

—手書きのように使える。

例えば、こんな形のものが必要なということです。上司がよく言っているのは、コンテは太さがあって、太さがあいまいさを示す。どんどんすっきりした線に変わっていく。それを実現したい。

—ざっくり造形・デッサン。

—概略から詳細まで成長できる道具。

最初は、この部品はこんな形のだろうね、ということから始まってどんどん細かくなる、最後にはフィレットとかがつく。

—工具と素材の動きの、結果として出てくる形状をつくりたい、

ダイナミックモデル。ランナーの形状のボリュームを正確に測れる。

- －製造要件の埋め込みができること（ex.面粗度、公差、仕上がり）。
- －形を決めたら、メッシュ切りをしないで、すぐにシミュレーションしたい。
- －そのときは、要求精度の範囲でよい。
- －自分の手足のように使える道具。ユーザインタフェースがすごくよい。マウスやキーボードなどの指何本かのみで動かすものではない。

(3)設計支援ツール

設計支援ツール

- 説明・表・CAD連携
 - － OA連携からの脱却
- CADデータから派生したものの管理をきつくる
 - － まず管理を
- 設計案試行錯誤環境の実現（設計要件の評価を含む）
- スクリーニング
 - － 自分に関係あるものだけを見せて欲しい
- 設計変更履歴（設計シーン単位）管理／製造モデルへの反映

図 2-15 設計支援ツール

- －設計ツールから抜け出して、ボチボチ本当の設計支援をして欲しいと考えています。
- －説明・表・CAD 連携。
OA連携というとカット&ペーストの話になるが、そこを脱却して、中の数字を使って何か出来るようにならなければいけない。
- －CAD データから波及したデータの管理が出来ていること。
今の CAD は、1 個の CAD データの管理はできているが、1 個のデータから波及したもののリンクがとれていない。例えば、CAD データの設計形状のバージョン間の差分を取ると、それに関する加工データの差分が出て欲しい。
- －その管理ができた上で、データのスクリーニング機能。

自分の業務に関係あるものだけを見ることができる機能。他人には見てもらいたくないデータについての情報隠蔽機能。

ー設計案試行錯誤環境の実現

設計要件の評価を含みます。

ー設計変更履歴（設計シーン単位）管理／製造モデルへの反映。

3次元になっても設計変更は増えている。設計変更に対応するのがいつも非常に困るのでどう解決するかです。どこが変わったかが知れるだけでも相当嬉しいのですが、なおかつ、それを金型の設計に織り込む仕組みがなく、ゼロから作りなおしている。

(4)データ表現の柔軟性

データ表現の柔軟性

- 1部品のNデータ表現が可能
 - ー 誤差のレベルの差も吸収できること
 - ー マルチ管理
 - 製品データ
 - 製品データに金型要件をもりこんだもの
 - 金型データ
 - 成型品データ
- N部品1データ
 - ー 左右のフェンダーを一つの部品で示す
 - ー 仕様差
- データの変換、誤差を気にしなくてよい道具
- 製造要件の埋め込み(ex.面粗度、公差、仕上がり)

図 2-16 データ表現の柔軟性

ー一部品のNデータ表現が可能。

ー金型の場合だと、設計履歴の考え方に近いが、渡される製品のデータ、金型要件を盛り込んだ製品形状のデータ、作られた金型データ、実際にできるものと同じ成型品データを同じように管理したい（マルチ管理）。

ー誤差のレベルの差も吸収できること。

スマートな仕事の仕方ではないが、出先が違うので構想設計したソリッドデータと詳細設計され

たワイヤーフレームデータで表されているものを、マージして、一つのものとして加工したいことがある。ある程度は整合しているが、もしかしたら違っているかもしれないものがある。これは CAD の問題なのか、仕組みの問題なのかがある。

－CAD 側の課題としては、同じ部品について、アウトラインだけきちんと表現したモデルと微細な部分を表現したモデルの両方があってよくて、仕事に合ったモデルを使うことを可能にすることです。

－N 部品一データ。

例えば、左右のフェンダを表すマスターデータが一つあって、左右を指示すると仕様差を反映する。

－データの表現をよりしっかりしたものにより、(ユーザが) データの変換、誤差(なにごくだらないこと)を全く気にしなくてよい道具とする。

－製造要件の埋め込みができること(ex.面粗度、公差、仕上がり)

2.4.2 コンセプト案の作成

(1)コンセプト案

コンセプト案

- ①設計シーンを核としたCADの構築
- ②設計者親和性の高いCADの実現
 - －人間はやるべきことをやればよい
 - －誰でも使えて、瑣末なことは計算機側で
 - －工数のかかることは計算機で
- ③本格的設計支援環境の構築
- ④データ表現の革新

図 2-17 コンセプト案

－いままでのキーワードを基にコンセプトの案をあげてください。

- －①設計シーンを核とした CAD の構築。
 - －②設計者親和性の高い CAD の実現。
 - －狙いは、誰でも使えて、手数のかかることは計算機側でやる。人間はやるべきことだけをやればよい。そういう意味でテンプレート設計とは違う。
 - －思ったことを思ったように動いてくれば、それだけでもずいぶん違う。例えば、どんなフィレットでも必ずかかること。
 - －③本格的設計支援環境の構築。
- 設計者親和性の高い CAD の実現を前提とし、設計シーンを核とした CAD の構築を行い、いま十分できていない設計支援を行なえること。
- －④データ表現の革新。
- －①から④は互いに無関係ではないね。

(2) ユーザの IT 機能要件

ユーザのIT機能要件

- 次のIT機能要件でコンセプトを評価
 - － 設計意図を伝達できること
 - － 設計試案をサクサク評価できること
 - － 設計過程を残すこと

図 2-18 ユーザの IT 機能要件

- －IT 機能要件を次のようにまとめてみましたがどうでしょうか？
- 設計意図を伝達できること。
 - 設計試案をサクサク評価できること。

- ・構想設計支援ができること。
- －構想設計支援が出来ることという言い方は、つぶ（粒度）が違う。
- －設計過程を残せることなのだよ。
- －端的にいうとそうですかね。CAD データを設計行為という言い方をするが、結果の一部ではない。本当は、どういう思いを、どうやってある芽を出して、どうやってそこまで到達したかが重要で、それを残す必要がある。
- －設計を支援するのが『設計試案をサクサク評価できること』、その過程を残すのが『設計過程を残すこと』で、その結果を伝えるのが『設計意図を伝達できること』、と理解するのが良いのでは。
- －ということは、『設計試案をサクサク評価できること』には、構想設計も含んでいるのですね。
- －構想とか何とか言っではいけないと思う。本来は構想設計、デザイン設計、詳細設計のどのステージも同じスタンスで、同じ様なアウトプットが出てこななければならないツールのはずです。ただ、検討・評価の深みが違うだけなのですよ。

2.4.3 コンセプトの決定

コンセプトの決定					
鍵となるIT技術	重要度 (点数)	コンセプト① 設計シーンを核としたCADの構築	コンセプト② 設計者親和性の高いCADの実現	コンセプト③ 本格的設計支援環境の構築	コンセプト④ データ表現の革新
設計意図を伝達できること	5	◎	△	○	◎
設計試案をサクサク評価できること	5	△	◎	○	△
設計過程を残すこと	3	○	△	◎	△
評点		13	10	16	10
実現可能時期		5～10年	3～5年	5～10年	3～5年

設計シーンを核とした
本格的設計支援環境の構築

図 2-19 コンセプトの決定

【コンセプトの評価】

－出てきたコンセプト案について、ユーザ側からの要求されるIT機能要件を満足しているか評価をします。現状に対してこういうCADを作ることで、良くなる場合は○、悪くなる場合は×、変わらない場合は△とする。また、○のうち、これは効くというものを◎にしてみます。

評点は、◎を2点、○は1点として重要度を重みとして掛けて列毎に和をとります。

－重要度はどうしますか。

－相対評価になるが、良い製品をつくる観点から、重要度は『設計試案をサクサク評価できること』>『設計意図を伝達できること』>『設計過程を残すこと』と思う。

－上位概念のa1,c1から出てきたものは5点にしましょう。

－IT機能要件毎の評価をします（詳細略、上図）。

【コンセプトの決定】

－もっともバランスがよい案は『本格的設計支援環境の構築』ですね。

－『本格的設計支援環境の構築』は、『設計シーンを核としたCADの構築』を前提条件にしています。

－強調するのは『設計シーンを核としたCADの構築』と『本格的設計支援環境の構築』で、『設計者親和性の高いCADの実現』、『データ表現の革新』は、どうしてもやらざるを得ない項目になりますね。

－いままでは、設計という漠としたところを支援しようという言い方をしていたが、それをもう少しわかりやすいという意味で、設計シーンという、（図形という小さい単位でなく）詳細設計シーンとか、部位シーンとかに絞ったのではないのでしょうか。そのほうが、支援の仕方がわかりやすくなるはず。

－組み合わせると『設計シーンを核とした本格的設計支援環境の構築』となりますね。

－現状、『設計シーン』という概念がないし、対応するデータも機能もないので、そこがポイントですね。

－『設計シーン』には、自動車設計シーン、金型の設計シーンも含まれるし、構想、デザイン、詳細設計も含まれているのですよね。

－『設計シーン』は多分、階層構造を持つでしょうね。

－多分、具体的な設計対象物を設定して、それがどのようなシーンから出来ていて、そのシーンがどういう意味を持っているかを見出さなければならないですね。

－『本格的設計支援環境の構築』の言葉は、もっと訴えかける言葉になりませんか。

－設計支援については、OA連携について現状は閲覧であり、活用にはなっていないとお話しましたが、私は、その辺の話を引き継いできているのですよ。

設計ツールという、単純な見方をしてもまだ足りないと言っているのですから、設計支援などというのは、ほど遠いということだと思います。

－後段は当然しなければならないことですので、より設計者に合ったかたちにすべき前段を強調して表現されれば、いかがですか（『設計シーンを核とした本格的設計支援環境の構築』）。

【重要特性との整合性確認】

一時間もないので、このコンセプトが重要特性の分解された課題で示されたギャップを捕らえているか、どのぐらいのレンジで実現できるかをまとめましょう。

・『そのやり方が、各社でクローズしている。コラボレーションのやり方が本当に経済的なレベルなのかどうか明確でない。』は、『設計シーン』として、コラボレーションを含めて考えることになる。

・『設計形状と製品形状は全く同じではない。各段階でどのレベルまで定義していくかは業種/会社/部品毎で異なる。』については、前提となるコンセプトの『データ表現の革新』でカバーしていますが、どこまでの『設計シーン』を取り上げるのか、グローバルなデータ流通への対応をどうするのかのリスクがある。

・『2D/3D の使い分けや情報の伝達手段がばらばら、公差情報などが不十分。』は、ここも『設計シーン』で考えることになりそうです。

・『設計スパイラルの早期熟成では構想段階の支援が重要であるが、そうした機能はほとんど無い。技術情報との連携は少し出来る様になったが閲覧レベルに留まっている。』は、『本格的設計支援環境の構築』でカバーしている。

一実現可能時期はいつごろだろうか。

一設計シーンを核とした CAD の構築は、5～10 年。

一設計者親和性の高い CAD の実現は、3～5 年。

一本格的設計支援環境の構築は、5～10 年。

一データ表現の革新は、3～5 年。

一これは、最速での時間でしょね。

一『設計シーンを核とした』を大きい字で一番上に書きませんか、冠文字ですから。

2.5 設計意図が伝わらない要因を考える

重要特性と IT のマッチングの結果、設計意図の満足度が低いことが明らかになったが、この要因と対策の方向性について報告する。

2.5.1 対象となる設計意図内容の明確化

本検討では、議論の都合上、小物のプラスチック部品の製造を想定して、その設計、型設計、型制作、トライ、量産の各工程間で必要となる設計意図に絞って検討を行った。

【検討対象工程】

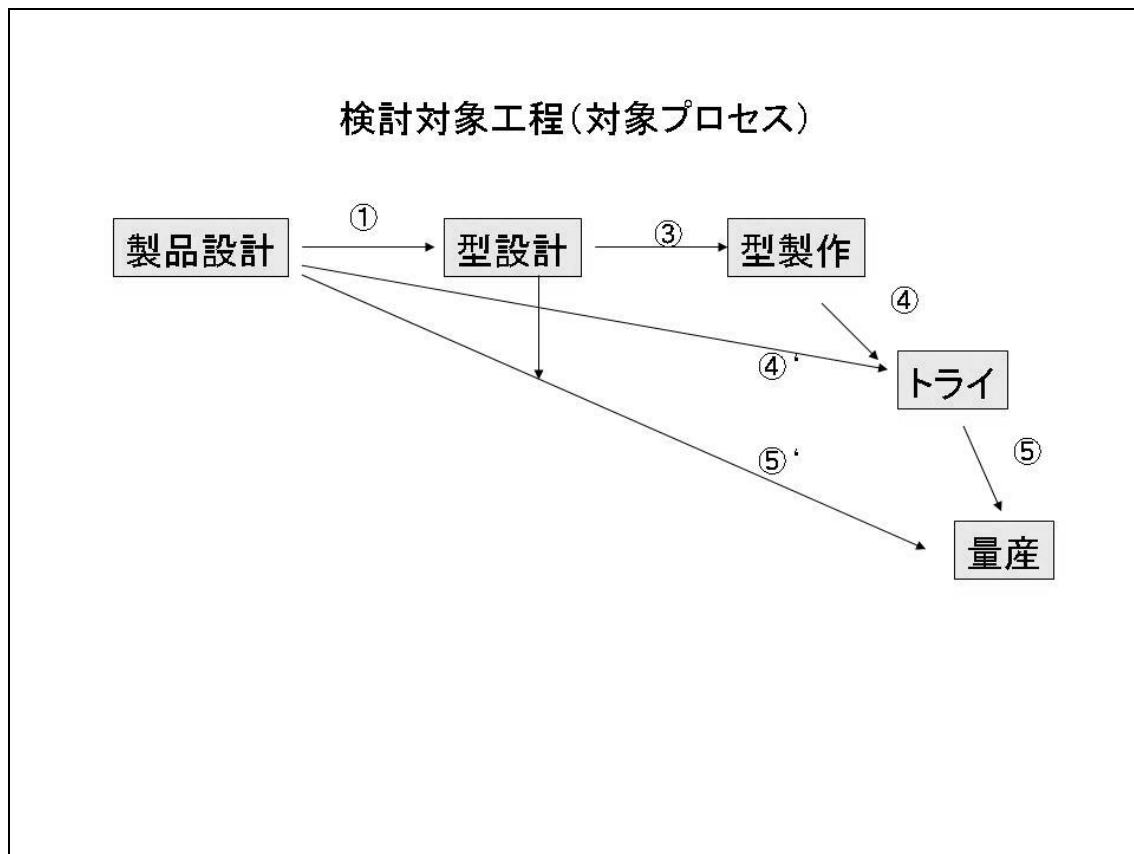


図 2-20 検討対象工程

検討対象工程を上図に示す。

- ①製品設計～型設計
- ③型設計～型製作
- ④型製作～トライ、ここでは、現物が流れる。
- ④' 製品設計～トライ

⑤トライ～量産、ここでは成型条件が流れる

⑤' 製品設計・型設計～量産

2.5.2 設計意図伝達の現状把握

前術のプロセスに現れる設計意図項目を抽出し、今どの様に伝達されているか、問題点は何か、影響度はどの程度かを次の図にまとめた。

その結果、次のような課題が抽出された。

- ①設計者が型作成要件を決めていない。注記+形状が来ていないので再三、打合せを行っている。付き合っているお客さんには中間の DR で盛り込んでもらうが、最終段階で指定してくるお客さんもいる
- ②CAD とは統合していない、(ドキュメントとして) 人間系で管理している。
- ③はめ合い公差以外の情報はこないの、アセンブリ情報がもらえない
- ④アセンブリ情報がもらえない
- ⑤関係者が集まらなないと決められない。
- ⑥人間系でしか判断できない。当事者間でしか情報が共有できない。
- ⑦工程の判断に依存するので、品質が均一ではない。
- ⑧2D が必須、3D では手間がかかる
- ⑨紙(書き込み)が必須 上流へのフィードバックがない。測定すべき点を人間しか判断できない。
- ⑩紙(書き込み)が必須 測定すべき点を人間しか判断できない。

対象となる設計意図内容の明確化

項番	設計意図名称	対象プロセス	現状の伝達方法	問題点	影響度
1	見切りを決めるための情報(P.L)(注記+形状)	①	注記+形状 (打合せで確認) 金型要件は金型作成側で作成し確認する。	設計者が型作成要件を決めていない。注記+形状が来ているので再三、打合せを行っている。	大(PLを変えると手戻りが大きい)
2	製造要件(生産台数、サイクルタイム、成形機、材料、コスト、納期、etc.)	①	ミーティングで聞き取り(金型仕様書、要求仕様)	CADとは統合していない、人間系で管理している。	小(PDM上で管理されていれば良い)
3	相手部品の情報(アセンブリ情報が必要(形状変更の可能性確認))	①	はめ合い公差 アセンブリモデルまたは、ヒアリング	はめ合い公差以外の情報はこない、アセンブリ情報ももらえない	中(変更の必要がなければ情報の必要がない。)
4	使用条件、組み立て状態	①	アセンブリモデルまたは、ヒアリング	アセンブリ情報ももらえない	中(変更の必要がなければ情報の必要がない。)
5	加工容易性を判断する情報	③	3次元形状と断面	特にナシ	中(3次元形状のみでは、重要ポイントを示す必要)
6	形状の重要度と自由度	①	ミーティング	関係者が集まらないと決められない。	大
7	金型構造の要件(型の機能部位名称)	③	公差、注記、色	人間系でしか判断できない。当事者間でしか情報が共有できない。	大

図 2-21 対象となる設計意図内容の明確化

対象となる設計意図内容の明確化(つづき)

項番	設計意図名称	対象プロセス	現状の伝達方法	問題点	影響度
8	設計上の品質管理のポイント、計測法、計測値に対する良否判定の規準(寸法、位置、相さ、重量)	①	寸法公差、幾何公差、注記 (計測方法は、後工程が決める)	工程の判断に依存するので、品質が均一ではない。	大
9	設計の根拠(形状を決めた根拠) => 形状の重要度、自由度(抜き公差、リブ高さ、加工代) => SE 加工容易性の Simultaneous eng.	①	ミーティング	関係者が集まらないと決められない。	大
10	組み立てにおける部品間の相対関係(入れ子の段差)	③	部品単位の寸法公差、幾何公差、注記で間接的に表現されている	相対関係が上手く表現できていないので値が厳しすぎる。設計図に不信感を醸成している。	小(プロセスの問題)
11	加工規準(例:データム)	③	データム、寸法線、中心線	特にナシ	大
12	磨いていけない部位の範囲指定(注記で指定)	③	範囲指定と注記(2Dのみ)	2Dが必須、3Dでは手間がかかる	中(2D、3Dで情報のダブリ、非互換がなければ良い)
13	製品精度 レンジを確認 妥当性確認の閾値	④*	図面(紙)(寸法公差、幾何公差、注記)	紙(書き込み)が必須 上流へのフィードバックがない。 測定すべき点を人間しか判断できない。	大
14	量産工程管理用の製品精度	⑤*	図面(紙)(寸法公差、幾何公差、注記)	紙(書き込み)が必須 測定すべき点を人間しか判断できない。	大

図 2-22 対象となる設計意図内容の明確化(続き)

2.5.3 設計意図が伝わらない要因の明確化

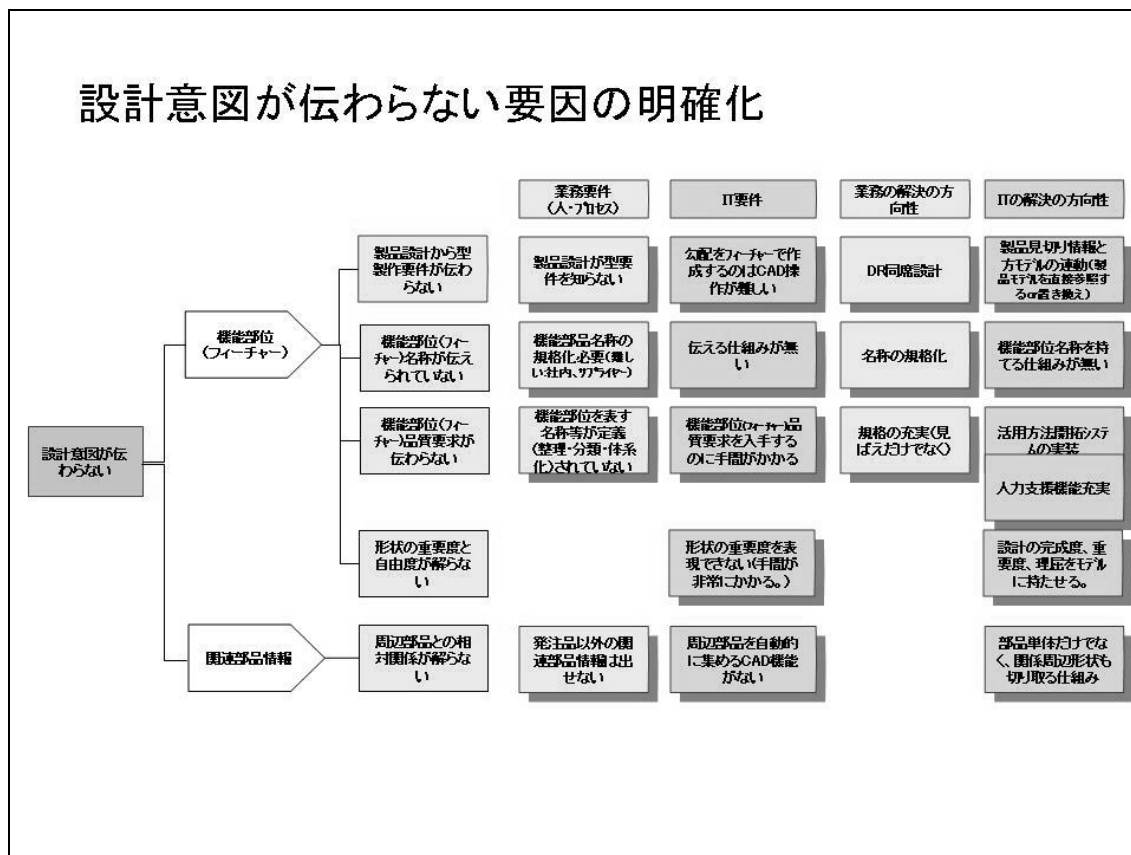


図 2-23 設計意図が伝わらない要因の明確化

前術の問題点について、影響度から重要なものを絞り込み、業務要件、IT 要件からの整理を行い、このための方策を整理したので、次項以降に示す。

2.5.4 機能部位について

設計意図を 3 次元 CAD モデルと関連付けて表現するには、3 次元形状モデルの部分(部位)を利用することが考えられる。

もちろん、設計者や生産設計者の設計意図がすべてこのような単純な部位に関連付けられるわけではないが、ここでは 3 次元 CAD のもつフィーチャやそれを拡張したものを利用して表現できる設計意図について検討を行った。

ここでは、それを機能部位と呼ぶことにする。

(1)製品設計から型製作要件が伝わらない

【検討に当たって】

型製作の要件を、製品設計側が盛り込むか、型設計側が盛り込むかについては議論の余地があるが、以下二つのケースについて検討した。

【現状】

設計側がその意図として型製作要件を表現したい場合（IT 要件 1）

抜き勾配やフィレット付けなどの型製作要件の折り込みのための 3 次元 CAD でのモデリングは困難で、また工数が大きい。

また型製作要件の情報をとして 3 次元 CAD 上に明示的に表現することができない。

また設計者に型製作についての十分な知識がない場合が多い。

【業務の解決の方向性】

DR 同席設計

【IT の解決の方向性】

型製作情報(製品見切り情報)と型モデルの連動（製品モデルを直接参照する or 置き換え）

(2)機能部位名称が伝えられていない

【検討に当たって】

型構造にはインジェクターピン(EP)などの機能部品が多数利用される。

このような機能部品については、それに付随する加工部位の公差や加工法が標準的に適用されることが多い。

そのため、例えば EP のための穴がある場合、その穴という機能部位に「EP 穴」という名称が与えられることは有用である。

【現状】

穴のような機能部位はフィーチャとして定義可能であるが、機能部位名称は付与されていない。

【業務要件】

機能部品名称の標準化が行われていない。

例えば金型のモールドベース関係では、同じ部位でもサプライヤ毎に名称が異なり、統一されていない。

また、社内でも統一されておらず、特に部署が異なり、その業務目的が異なれば名称が異なることはむしろ自然であり、そのような場合の機能部位を整理・体系化して名称を定めることは重要な課題である。

【IT 要件】

上記に挙げたような機能部位とその名称を 3 次元 CAD モデル上に扱う仕組みがない。

【業務の解決の方向性】

上記の要件に対応する活動が必要である。特に、標準化や業界主導的な活動の必要性は高い。

【IT の解決の方向性】

上記に挙げたような仕組みを実現する。

(3)機能部位の品質要求が伝わらない

【検討に当たって】

ここでいう品質要求とは、例えば組立精度や機構機能の実現のために、設計者らが各機能部位に対して指定する情報である。

公差や幾何公差等で表現される場合もある。

【現状】

機能部位を表す名称等が定義（整理・分類・体系化）されていないなどのために、これを適切に表現することができない。

そのために、設計者等へ直接問い合わせる必要があり、品質要求を入手するのに手間がかかる。

【IT 要件】

品質要求を入手する仕組みがない。

【業務の解決の方向性】

幾何公差等はもちろん、様々な品質要求を表現する方法や、充実した標準の開発が必要である。

【IT の解決の方向性】

CAD においては、公差情報に関して幾何公差を表示するだけでなく、その設計や解析を支援できるように幾何学的な意味を扱えるようにする。

ただし品質情報どの程度有効に利用できるか、ということは現段階で明確ではない。

活用方法自体を開拓しシステム化で実証していく必要がある。

また、入力工数も問題となると思われるので、入力支援機能の充実が必須である。

(4)形状の重要度と自由度が解らない

【現状】

対象の形状は、その部分部分で重要度や自由度（変更可能な範囲）が異なっており、例えば、設計の過程で形状を修正する場合には、重要度・自由度を十分考慮して行う必要がある（例：ハードポイント）。

また他の設計者が設計した部品に対して修正が必要な場合などにも、その修正したい部分の重要

度・自由度の情報があると非常に有効である。

しかし、現在の CAD では、それらの区別はできず、すべての形状が同じ重要度・自由度で表現されてしまう。

【IT 要件】

重要度・自由度を表現する仕組みがない。

注記などを利用する方法もあるが非常に面倒。

また、重要度・自由度を指定する範囲を 3 次元で指定するのは非常に面倒（図面ならば、赤入れで済む）。

【IT 解決の方向性】

設計の完成度、重要度、自由度、さらにはその背景にある根拠を記述する仕組みを実現する。

また、それらの情報を管理しつつ、統合的にモデリングを行う仕組みが必要。

2.5.5 関連部品情報について

【検討に当たって】

設計意図の表現に関して、上記の機能部位の問題とともに注目されたのは、つまり、ある部品を設計する際に、その部品に関連をもつ他の部品の情報が得られにくいという問題である。

例えば、レイアウト設計では、空間的に関連する周辺部品との相対関係が解らないという問題がある。

さらに、これは空間的な関係に限らず、様々な意味で関連が考えられる。

【現状】

関連をもつ部品の情報は、必要とする側から要求しないと与えられない。

また、要求しても、例えば、製品設計から型製作へは、発注品以外の関連部品情報は出せない場合がある。

【IT 要件】

周辺部品を自動的に集める CAD 機能がない

【IT 解決の方向性】

部品単体だけでなく、部品間の様々な関連性を定義し、関連する部品や、部品の一部を切り取る仕組みが必要。

特に空間的な関係は重要。

2.5.6 実現への方向性

実現への方向性

問題点	対象プロセス	CADとしての必要な機能・要件	重要度		開発の課題		
			優先度	実現可能性	研究レベル課題	開発レベル課題	運用レベル課題
製品設計から型製作要件が伝わらない		製品見切り情報と型モデルの連動(製品モデルを直接参照するor置き換え)	A	難	置き換えパラメトリック	公差モデリング機能の操作性アップと頑健性アップ	
機能部位(フィーチャ)名称が伝えられていない		機能部位名称を持てる仕組みが無い	B	基本機能は実現済み	機能部位の一般化・拡張	面を束ねる機能のアップ	ユーザー定義フィーチャ
機能部位(フィーチャ)品質要求が伝わらない(例:幾何公差)		活用方法開拓 入力支援機能充実	B	基本機能は実現済み	利用方法(公差付与、重量の自動化)	標準化	
形状の重要度と自由度が解らない		設計の完成度、重要度、理屈をモデルに持たせる。	A	大?(全容不明)	深いモデル化に関する研究	カラーテーブルの切替	注記・色・ハイパーリンクによる表現 注記の使い易さのアップ
周辺部品との相対関係が解らない		設計の完成度、重要度、理屈をモデルに持たせる。	A				

図 2-24 実現への方向性

絞り込んだ問題点の IT 解決の方向性について、重要度と開発の課題を上図のように整理した。

3. 設計属性に関する取組み状況

3D CAD の進展により形状情報を正確に早く伝達する仕組みは向上したが、設計情報一般となると取り組むべきことが多い。本章では、寸法・公差など設計情報として形状に附加された属性など設計対象が満足すべき特性に関する情報について取り上げ、産業での取り組みや国際標準化の状況を概観する。

3.1 自動車における取組み

3.1.1 自動車業界を取巻く環境の変化

世界各国の自動車業界としてのぎを削る日本の自動車業界では、「早く」「安く」「品質が良く」市場競争力がある車を、「世界各国の市場」に同時に投入することを求められている。

すなわち、自動車業界では、自動車開発の「開発期間短縮」、「コスト削減」、「品質向上」を目標にかかげ追求している。また、世界中に生産工場が点在し、現地での部品調達や組立てなども必要とされており、自動車開発の「グローバル化」も重要な目標と言える。

これまで自動車業界では、一般的に、生産工程に着目することで、これらの目標に向かいアプローチしてきた。すなわち、製造ラインの工夫による生産性向上や品質維持、車を投入する国での生産による顧客要求への対応などである。また、完成車メーカ（以降、OEM）では、その多くの部品を部品メーカ（以降、サプライヤ）から調達しており、サプライヤとの協業も重視されてきた。

しかし、自動車業界は、従来の自動車生産国、日本、米国、ドイツ、フランス、スウェーデン、イタリアに加え、中国、韓国などの台頭により、一段と競争は激化し、更なる、「開発期間短縮」、「コスト削減」、「品質向上」「グローバル化」が求められている。

この様な背景にあり注目されている1つに、自動車開発サイクル全般を通した「3D モデル主体の業務形態」への移行がある。特に、欧米の自動車業界では、既に、2D 図面を廃止し、図面レスの実現、3D モデル主体の業務形態への移行が進んでいると言われており、日本としては、最も重要な取り組むべき課題の一つと言えるだろう。この「3D モデル主体の業務形態」へのキーファクターが、自動車開発サイクル全般を通した「3D モデルの流通と活用」である。

3.1.2 3D 化への阻害要因

自動車開発サイクル全般を通した「3D モデルの流通と活用」という観点から、自動車開発工

程は、大きく2つに分類される。1つ目が、前工程での企画検討や設計工程を中心とした「3Dモデルを作成する領域」。2つ目は、後工程でのサプライヤも含めた生産工程を中心とした「3Dモデルを見る／活用する領域」である。2つ目の「見る／活用する領域」は、今後、3Dモデルの流通と活用が進むにつれ、調達、サービス、宣伝、営業といった、後工程全般に広がって行くことが予想されている。

冒頭でも述べたが、日本の自動車業界は、従来の紙ベースの2D図面から、3Dモデルを主体とした業務形態にシフトしつつあるが、まだ、「作成する領域」「見る／活用する領域」とも3Dモデルの流通と活用が充分できていないという現状がある。

以下に例示する。

- ・ 企画検討や設計工程など「作成する領域」では、3D CADを用い、設計、検討を行っても、後工程に設計意図を伝達するために2D図面を作成する必要がある
- ・ サプライヤを含む生産工程など「見る／活用する領域」では、2D図面と3Dモデルのアンマッチによる混乱、手戻りが発生する
- ・ 「見る／活用する領域」では、高度な操作技術と知識をよぎなくされかつ高価なCADを、後工程全般に導入できない、また、操作できる要員も確保出来ないなどの理由から、3Dモデルを見て、活用することができない
- ・ 「作成する領域」から「見る／活用する領域」へ設計意図を伝達するための、3D形状に付加する注記などの表現方法が、主要な3D CADごとや、作成する人、部署、会社ごとに統一されておらず、「見る／活用する領域」に正確に伝わらない

これらの背景には、

- 1) 3D CADなどのソフトウェアの機能が充分でなく3Dモデルで全ての設計情報を表現伝達できない
- 2) 3D CADで表現できても、3D形状に付加する設計情報の作成に多大な手間と時間を要する
- 3) 3Dモデル上の注記などの表現方法が、主要な3D CADや、会社、部署、人毎に統一されていない
- 4) 生産工程などの後工程では、3Dモデルを活用できる高度な操作技術を要しない安価なツールが整っていない
- 5) 生産工程などの後工程では、これまで2D図面を利用した業務形態であり、前工程より3Dモデルを受取り利用する実行的な業務形態が確立していない

などの、3Dモデル主体の業務形態への移行やそれによる効率化の阻害要因が指摘されている。

3.1.3 自工会の取組み

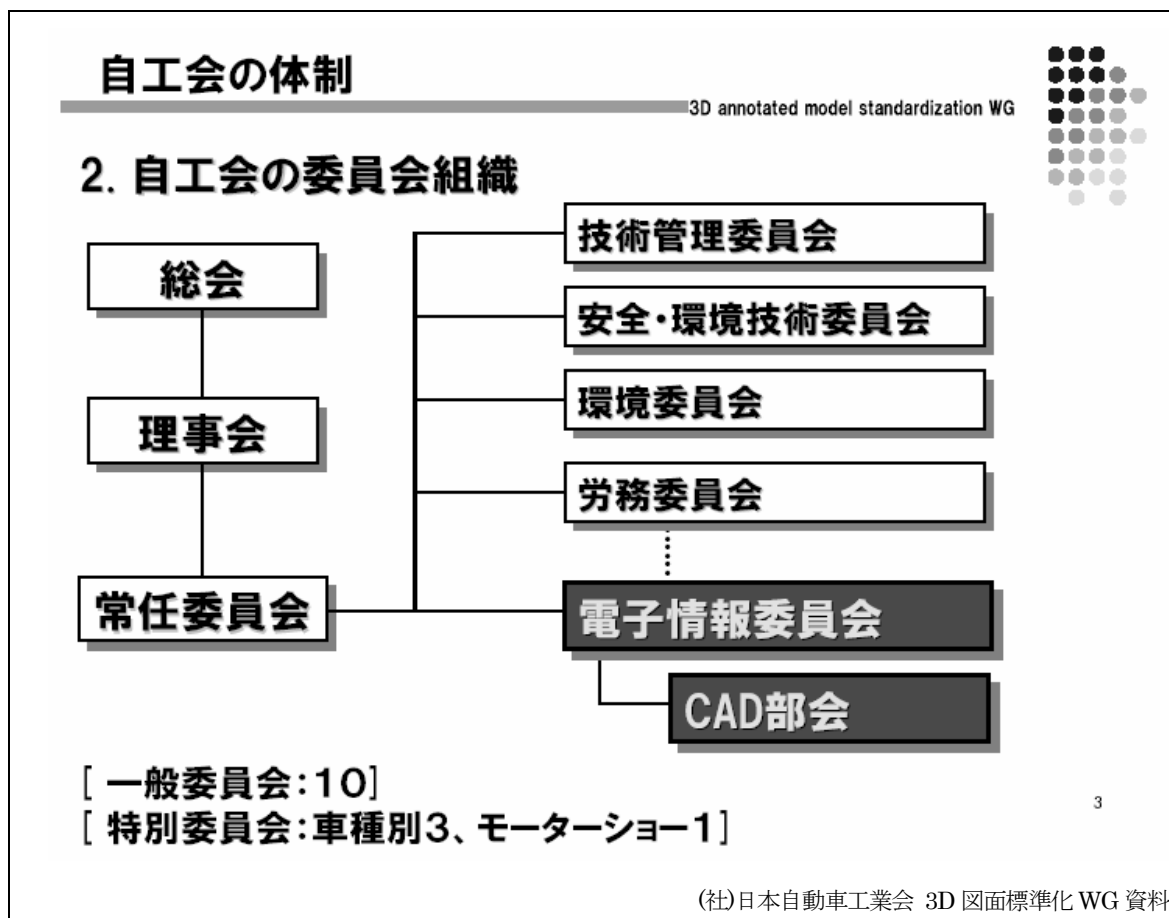


図 3-1 自工会の委員会組織

そこで、社団法人日本自動車工業会では、自動車開発における OEM やサプライヤも含んだ工程間にて円滑なコミュニケーションを実現するために、「3D 図面の標準化」及び 3D 図面の標準化による「3D モデルの流通と活用」が不可欠と判断し、2003 年 5 月、自工会委員組織の電子情報委員会 CAD 部会内に「3D 図面標準化 WG」を発足し活動を推進することとした。

社団法人日本自動車工業会（以降、自工会）は、通称で自工会または JAMA (Japan Automobile Manufacturers Association, Inc) と呼ばれているが、「我が国の自動車工業の健全な発達を図り、もって経済発展と国民生活向上に寄与する」ことを目標としている団体である。自工会には、2005 年 4 月現在、日本の OEM14 社が加盟している。

また、「3D 図面標準化 WG」では、社団法人日本自動車部品工業会（以降、部工会）との協力／連携も不可欠との考えで、委員会活動に、部工会からも参画を得ている。部工会は、通称 JAPIA (Japan Auto Parts Industries Association) と呼ばれ、OEM と直接取引関係がある 1 次部品メーカー 約 450 社が加盟している。

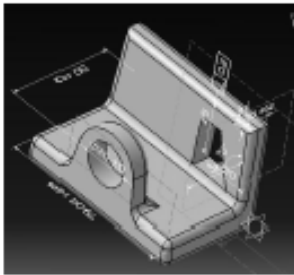
3.1.4 世界との協調

SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup

3D annotated model standardization WG

■SASIG Digital Engineering Visualization (DEV) Workgroup 発足

※SASIG: Strategic Automotive Product Data Standards Industry Group 各国自工会の集合体
※Digital Engineering Visualization (DEV): 非CADユーザが、CAD/CAM/CAEなどの2D/3Dグラフィカルデータを、容易に扱えるようにするためのためのプロセスおよびツールをさす



■SASIG DEV Workgroup のミッション

OEMとサプライヤー間のコラボレーション実現に向け、Visualization Tool への要求が容易に実現できる様、実装要領・ガイドライン・実装技術・標準化の検討を行う

20

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-2 SASIG

自動車業界では、生産拠点が世界各国にちらばりグローバル化が進んでいる。

この現状を踏まえ、自工会では、「3D 図面の標準化」には、世界各国の自動車業界との協調が不可欠と考え、SASIG (Strategic Automotive Product Data Standards Industry Group) と協調し活動を進めている。

3.1.5 図面様式の変化（これまで）

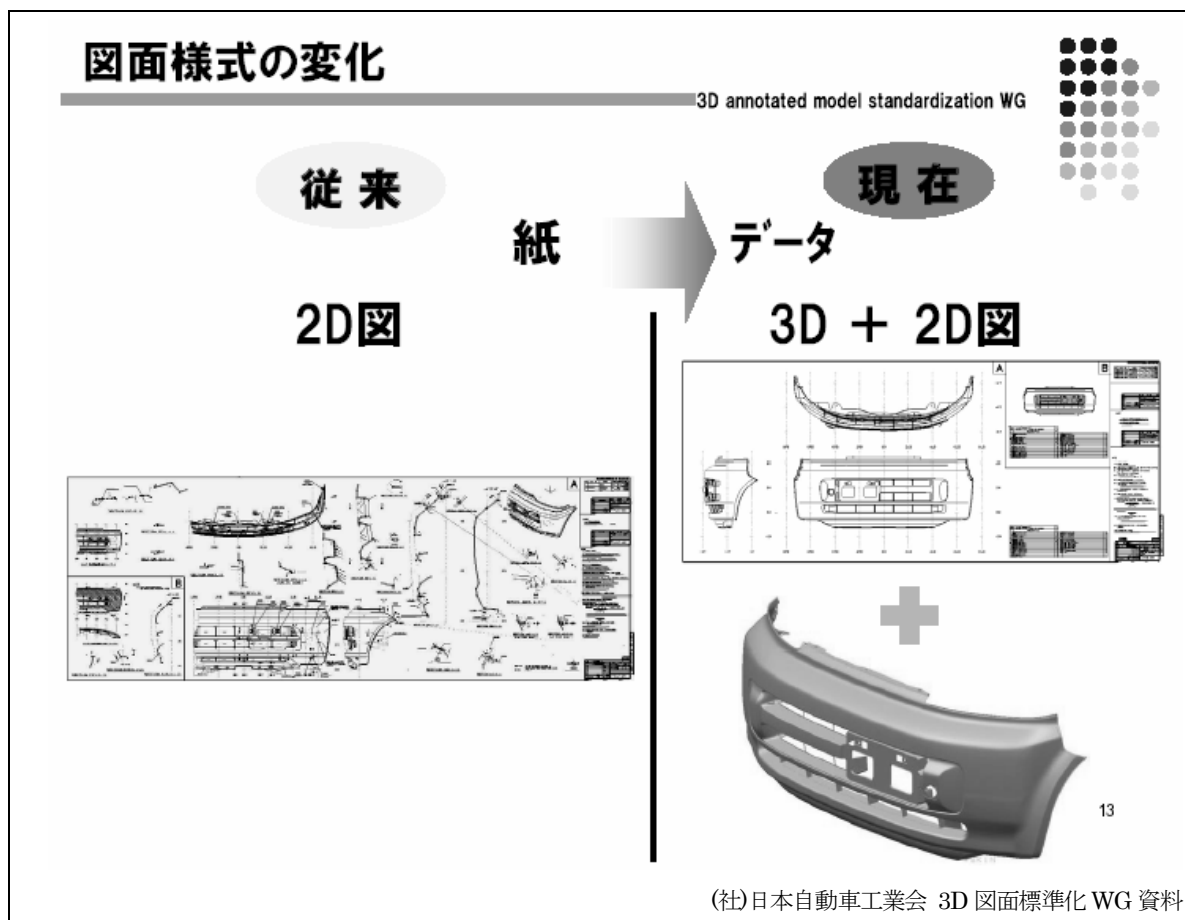


図 3-3 図面様式の変化（これまで）

3D モデルの流通と活用という観点で、自工会が、注目しているのが、以下の2点である。

1つ目は「図面様式の変化」、2つ目は「3D モデル活用領域の拡大」である。

まず、「図面様式の変化」について説明する。

従来、紙に図面を作図する、または、CAD システムを用いて図面を作成する、いわゆる「2D 図面」が流通の媒体であった。

現在は、製品の形状は 3D モデルで作成し、普通寸法、寸法公差、仕上げ記号などの設計情報は 2D 図面で作成する、「3D モデル+2D 図面」の図面様式が主流になりつつあると言われている。

3.1.6 図面様式の変化（これから）

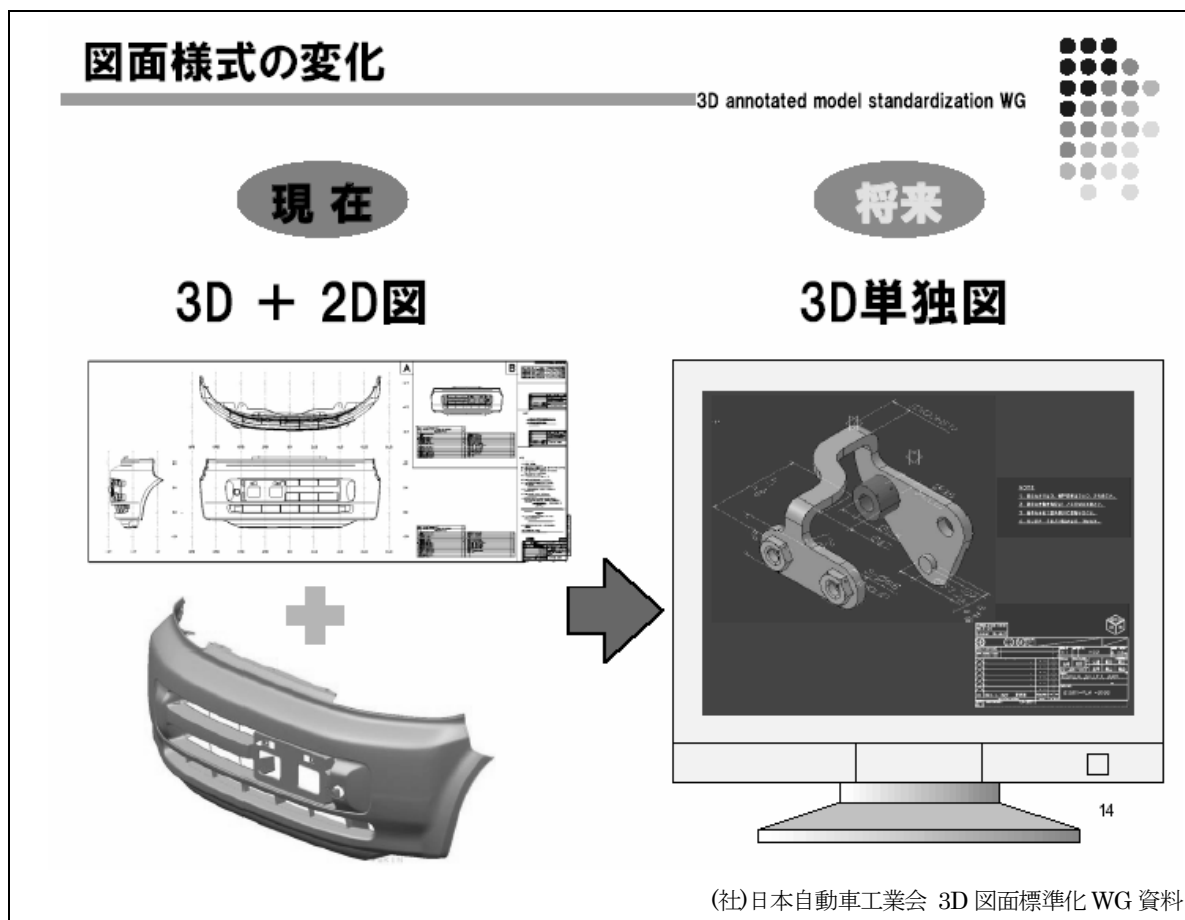


図 3-4 図面様式の変化（これから）

3D モデル主体の業務形態への移行を実現し、更なる、開発期間の短縮、コスト削減、品質向上のためには、自工会では、将来的には、現在 3D モデルと 2D 図面で表している情報を全て、3D モデルの中で表現する、即ち 1 つの 3D モデルというデータセット内で情報を保持、表現できる図面様式への移行が必然的であると判断している。

自工会ではこの 3D モデル内で全ての情報を表現できる図面様式を「3D 単独図」と呼んでいる。

前述のとおり「3D モデル主体の業務形態」への移行では欧米諸国に遅れをとっていると言われている状況下、特に日本では、「3D 単独図」への移行が重要となると自工会は考えている。自工会の活動は、この「3D 単独図」への移行を推進する活動とも言える。

3.1.7 3D モデル活用領域の拡大

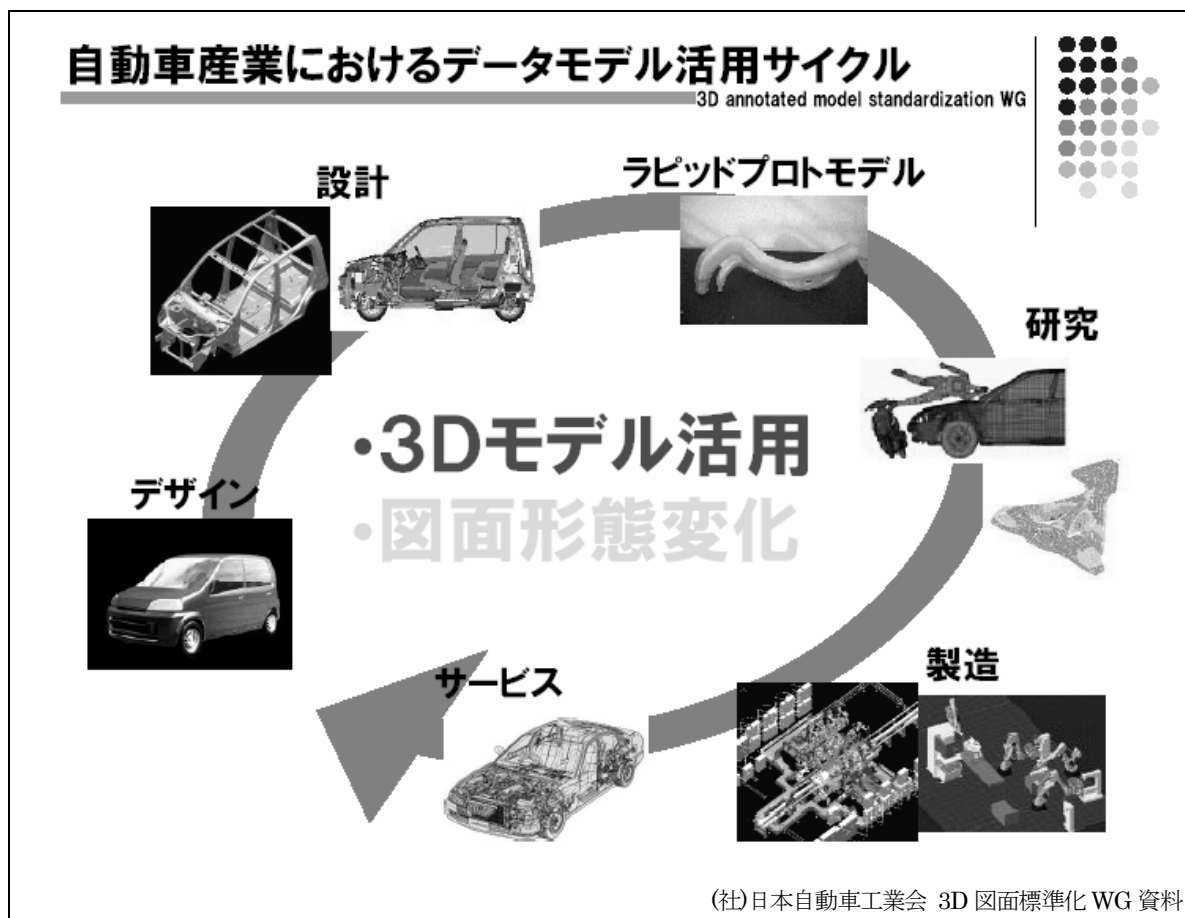


図 3-5 自動車産業におけるデータモデル活用サイクル

次に「3D モデルの活用領域の拡大」について説明する。

上図は、一般的な、自動車開発工程と、その開発工程間における製品データの活用サイクルを示したものである。

現在の自動車開発工程において、デザインや設計など前工程にて 3D モデルは活用されている。自動車業界を取巻く環境の変化から「3D 単独図」への移行は必然的であるのは前述のとおりである。自工会では、この「3D 単独図」を利用した業務形態での効果を最大にするには、現在、3D モデルが充分活用されていないと言える、生産、調達、サービス、宣伝、営業といった自動車開発工程全般に「3D モデルの活用領域を拡大」を図ることが重要であるとしている。また、3D モデルの活用領域を拡大するためには、以下の課題を解決する必要があるとしている。

- ・ デザインや設計などの前工程から生産を中心とした後工程へ、「3D 単独図」を情報媒体として、設計意図が伝達できる環境を整備する
- ・ 生産、調達、サービス、宣伝、営業といった後工程の業務形態を、「3D 単独図」を活用した形態に見直しを行い、移行を推進する

自工会では、上図、活用範囲の拡大を実現するための業務形態の見直しにおいて 3D Viewer が重

要な役割を果たすとしている。

3DViewer とは、CAD システムがなくとも、CAD システムで作成した 3D CAD モデルを参照できるツールである。一般的に 3D CAD モデルの編集はできない。Viewer によっては、3D 形状の測定や干渉チェック、断面が出来るもの、アニメーションやドキュメントを作成できるものもある。3D Viewer については、後述する。

3.1.8 3D 単独図のメリット

3D単独図のメリット

3D annotated model standardization WG



➤作図工数及び誤指示の削減

2D図と3D図の作成⇒3D図のみ作成

➤3Dモデルにより形状と附随する製品特性の理解が容易

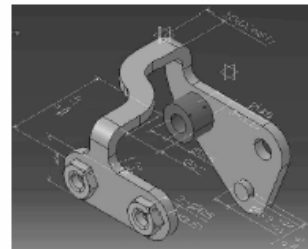
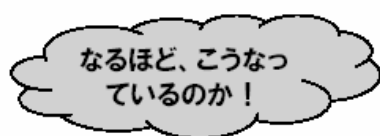
3D化することにより、容易に形状を理解することが可能になる

➤形状以外に付加価値のある情報が持てる

回路データ、ECUシステムデータ、ナレッジデータ

➤3Dモデルの、ものづくりへの活用の拡大

溶接、機械加工等の属性情報の3D化によるCAM範囲の拡大



(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-6 3D 単独図のメリット

自工会では、「3D 単独図」のメリットを上図のように大きく 4 つあると考えている。

1 つ目は、作図工数と誤指示が削減できる点である。以下に例示する。

- ・ 3D モデルから 2D 図面を作成する工数の削減
- ・ 3D モデルから 2D 図面を作成する際に発生する転記ミスの削減
- ・ 設計変更時の修正モレによる 3D モデルと 2D 図面のアンマッチの削減

2 つ目は、形状や製品特性の利用者による認識性を向上できる点である。以下に例示する。

- ・ 3D モデルによる形状の認識性の向上
- ・ 3D 形状モデルに付加される製品特性の認識性、判断のしやすさの向上

3 つ目は、3D 形状モデルに付加価値のある情報が追加できる点である。以下に例示する。

- ・ 回路データに関する情報の保持と伝達、活用
- ・ ECU(Electronic Control Unit)に関する情報の保持と伝達、活用
- ・ ナレッジデータと言われるパラメトリック形状やノウハウ情報の保持と伝達、活用

最後に、3D モデルの製造工程を中心としたものづくりへの活用を可能にする点である。以下に例示する。

- ・ 3D 形状モデルに溶接や機械加工等の属性情報を付加することにより、製造工程へ 3D モデルを流通させ活用できる

3.1.9 自工会の活動課題

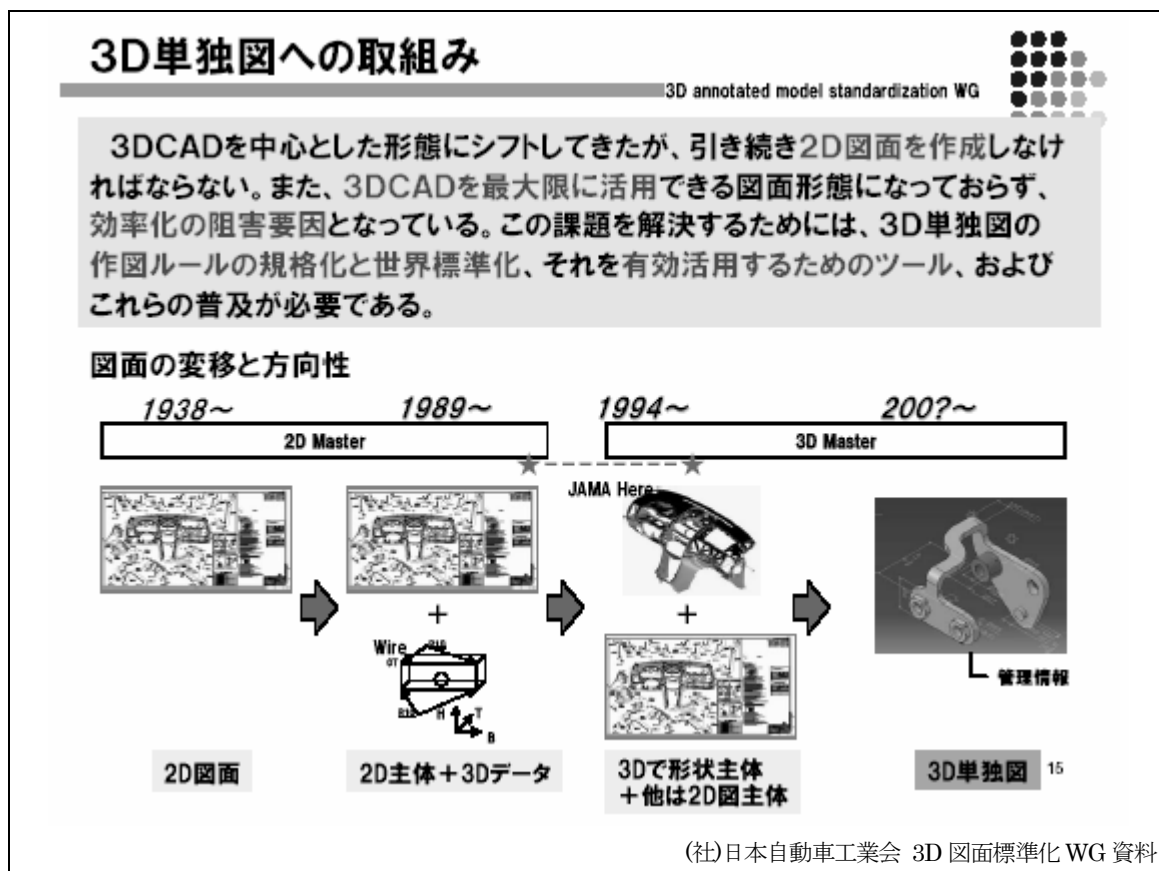


図 3-7 3D 単独図への取組み

「3D 単独図への移行」と「3D モデル活用範囲の拡大」を実現し「3D モデル主体の業務形態への移行」による効率化を目指し、自工会では、以下の課題を掲げた上で、課題の解決に向けた活動を推進している。

- ・ 「3D 単独図」の作図ルールの世界的な標準化及び規格化
- ・ 「3D 単独図の作成」が実現できる 3D CAD の入手
- ・ 「3D 単独図の有効活用」が実現できる 3D Viewer などのツールの入手
- ・ 「3D 単独図の有効活用」を前提した、後工程全般での新しい業務形態の確立

- ・ 「3D 単独図の作図ルール規格」「3D 単独図の有効活用」の普及

3.1.10 自工会の活動項目

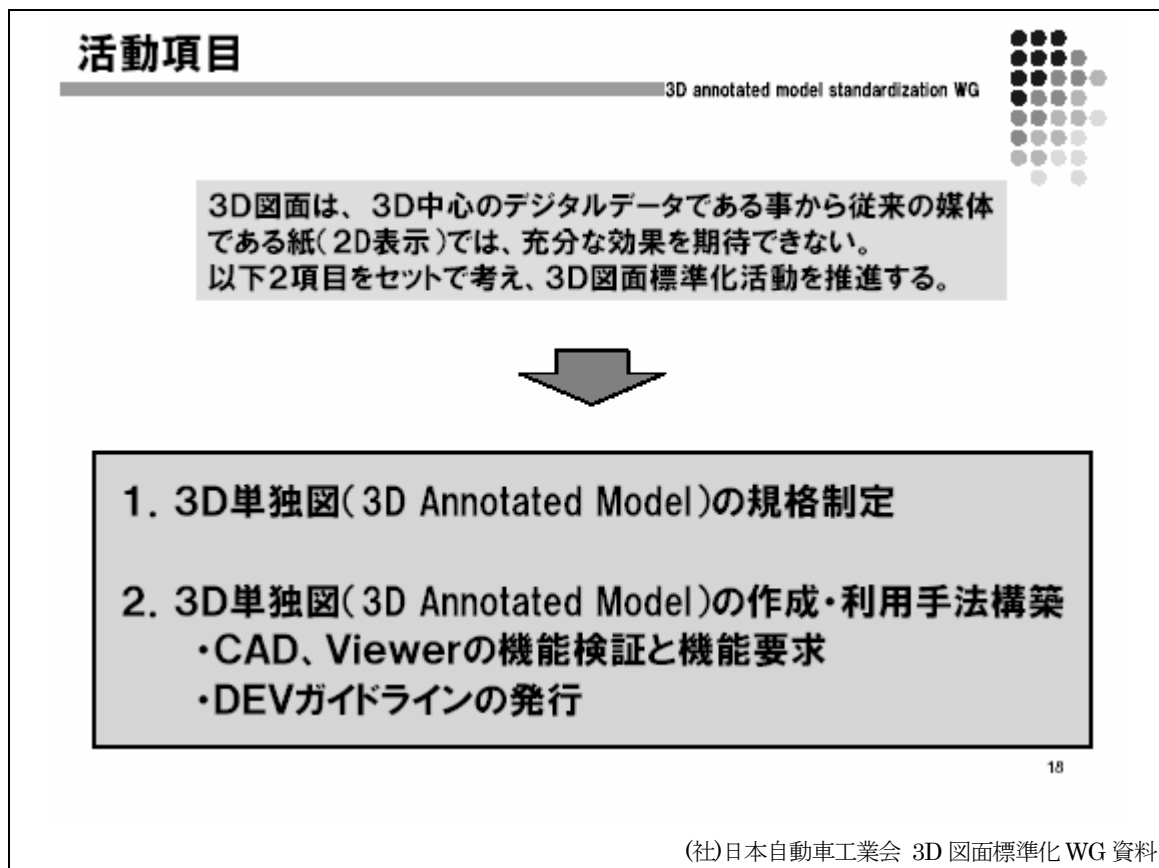


図 3-8 活動項目

前述のような課題を踏まえ、自工会では、上図2項目をセットで考え活動を推進している。

1つ目は、「3D 単独図」の規定制定である。具体的には、「3D 単独図」の作成に十分な作図ルールを規定しようという活動である。従来 2D 図面の時代から I S Oを始め多くの図面基準が規定されているが、「3D 単独図」を対象とすると ISO16792(Technical product documentation - Digital product definition data practices)で一部「3D 単独図」の作図ルールが規定されているものの十分でない。そのため、ISO16792 の不足箇所や補足を SASIG DEV-WG と連携し自工会内で標準化というものである。最終的には、これら不足箇所や補足箇所について、ISO16792 に追加提案を行うことも視野に入れている。

2つ目は、「3D 単独図」の作成・利用手法の構築である。具体的には、「3D 単独図」の作成・利用に向けた、自動車の業務で実際に利用している 3D CAD システムや 3D Viewer の機能検証と不足機能の各システムベンダへの要求や、「3D 単独図」の利用方法を普及させるためのガイドラ

インの発行を行うものである。

3.1.11 自工会の活動体制

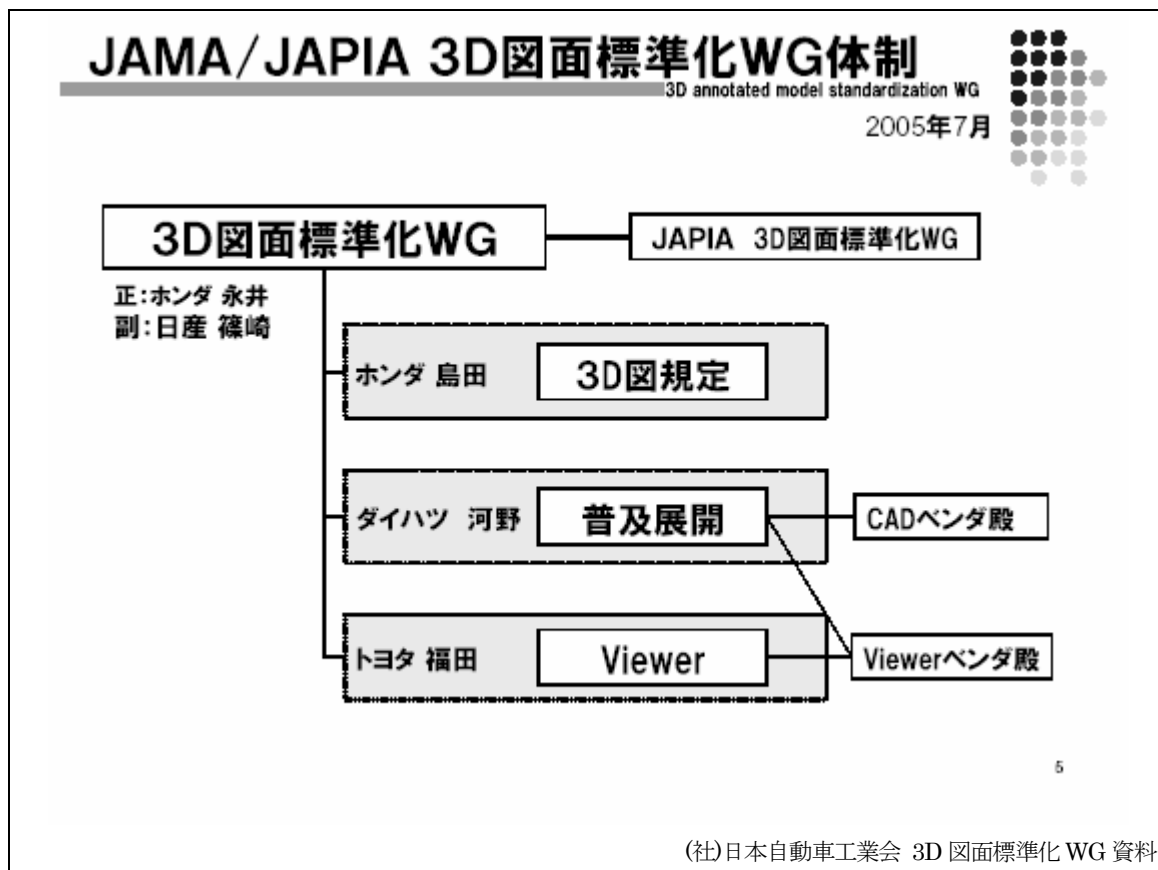


図 3-9 JAMA/JAPIA 3D 図面標準化 WG 体制

前述の活動項目を実現するため、3D 図面標準化 WG では、3D 図規定タスク、普及展開タスク、Viewer タスクの3つのタスクフォースを設置し活動を具体化している。

規定タスクでは、「3D 単独図」の規定制定の実現に向けて、「3D 単独図」に関するガイドラインやスタンダードの発行を目指している。

普及展開タスクでは、「3D 単独図」の作成・利用手法の構築に向けて、市販の 3D CAD システムの調査を基にして 3D 「3D 単独図」の実装を CAD ベンダに要求することを目指している。そして、「3D 単独図」の普及がこのタスクの活動範囲である。

Viewer タスクでは、普及展開タスクと同じく、前述の2つ目の活動項目である「3D 単独図」の作成・利用手法の構築に向けて、3D Viewer に関して、「3D 単独図」活用のための Viewer 必要機能の抽出と、「3D 単独図」の実装状況の検証、これらを基にした「3D 単独図」の実装を Viewer ベンダに要求することを目指している。

なお、上述の、「3D 単独図」の規格制定、3D CAD システムや 3D Viewer への実装状況の検

証や、これを元にした各システムベンダへの実装要求は、SASIG DEV-WG と協調している。

3.1.12 自工会の活動実績と計画

各タスクの活動実績／計画（'04年～'06年度）			
3D annotated model standardization WG			
タスク	04年度実績	05年度計画	06年度までの最終成果
規定	・JAMA内への発効(8月) ・SASIG承認	・SASIGでの発効 ・改訂版の8月発効	・3D図2D図の組合せガイドラインの発行
	・案9月版の作成SASIG審議	・SASIG合意	・3D単独図スタンダードの発行 ・3D単独図スタンダードのISO化
	・SASIGでの対応方針明確化	・計画作成	
View er	・業務アンケート実施 アンケートまとめ	・JAMA DEVガイドライン案作成	・JAMA DEVガイドラインの発行
	・現状Viewer機能調査まとめ ・Step1の機能要望まとめ ・SASIG提示	Step2の機能要望まとめ 業務要件からの必要機能まとめ SASIG提示 SASIGベンダーデモ実施	・Viewer必要機能まとめ ・実装要求刈取り
	・フンボイス実施案SASIG合意 ・国内ベンダーへの要望開示	・SASIGからViewerベンダーへ要望開示 実装計画書提出	
普及 展開	・実証モデルStep1の作成 ・実証モデルStep2の作成 ・SASIG提示	・3D図最適形態の提案	・実証モデル作成 ・CAD必要機能まとめ ・実装要求刈取り
	・Step1の機能要望まとめ ・SASIG提示	・Step2の機能要望まとめ ・SASIG提示	
	・フンボイス実施案SASIG合意 ・国内ベンダーへの要望開示	・SASIGからCADベンダーへ要望開示 実装計画書提出	
	・タスク立上げ提案	・3D+2D図組合せ規定普及度調査 3D単独図サプライヤー実証 ・各社展開状況の情報共有	・3D単独図の普及 ・普及展開案のCAD部会提案

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-10 各タスクの活動実績／計画（'04 年～'06 年度）

上図は、3D 図面標準化 WG 発足以来の活動実績と最終年度までの計画を示している。

WG 発足以来、過去 3 年間を含めて、最終的には 2006 年度末までに、以下のアウトプットを出すことを目標として活動している。

- ・ JAMA/JAPIA 3D 図と 2D 図の組合せ図面ガイドライン（以降、3D 図と 2D 図の組合せ図面ガイドライン）
- ・ SASIG 版 3D 図と 2D 図の組合せ図面ガイドライン(JAMA より提案し SASIG より発行)
- ・ JAMA/JAPIA 3D 単独図スタンダード（以降、3D 単独図スタンダード）
- ・ SASIG 版 3D 単独図スタンダード（JAMA より提案し SASIG より発行）
- ・ 3D 単独図の 3D CAD 実証モデル
- ・ 3D CAD 必要機能まとめ
- ・ 3D CAD ベンダへの要求まとめ
- ・ 3D Viewer 必要機能まとめ

- ・ 3D Viewer ベンダへの要求まとめ
- ・ JAMA/JAPIA DEV ガイドライン

次ページ以降、まず「規定タスク」、次に「普及展開タスク」、最後に「Viewer タスク」の順番で、これらの活動内容について紹介する。

3.1.13 3D 図面の規定制定に向けた活動

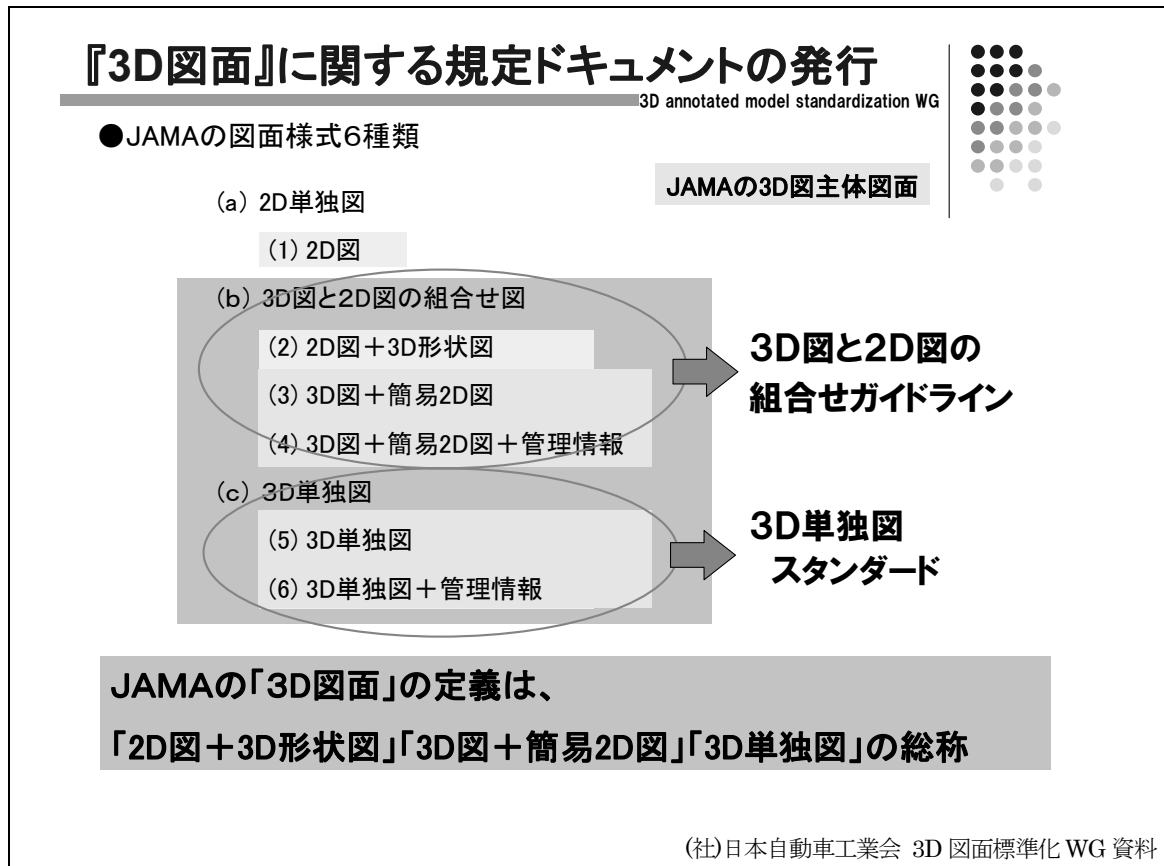


図 3-11 『3D 図面』に関する規定ドキュメントの発行

ここからは、3D 図面の規定制定に向けた「規定タスク」の活動について紹介する。

3D 図面標準化 WG では、自動車開発に利用される図面様式の考え方として、大きく以下の3つに大別している。

- (a) 2D单独図
- (b) 3D図と 2D 図の組合せ図
- (c) 3D单独図

これら図面様式で、自工会が定義する「3D 図面」とは、「(b) 3D図と 2D 図の組合せ図」と「(c)

3D単独図」の総称である。

3D 図面標準化 WG の「規定タスク」では、以下の 2 種類の規定について策定を推進している。

- 1) 3D 図と 2D 図の組合せガイドライン
- 2) 3D 単独図スタンダード

1) は、「(b)3D 図と 2D 図の組合せ図」に関する、図面作成ルールや運用についてのガイドラインである。

2) は、「(c)3D 単独図」に関する、図面の作成ルールについて規定したものである。

3.1.14 3D 図面に関する規定の内容

11. 参考情報

3D annotated model standardization WG

■3D図と2D図の組合せガイドライン

■3D単独図スタンダード

3. ISOの規格案との関係

2006年末発行予定

JAMA 3D単独図スタンダード

JAMA各社 3D単独図標準化

※1 Technical product documentation
—Digital product definition data practices

3D製図のためISOに不足する方法をJAMAで標準化

infoDRIVE

JAMA/JAPIA 3D図面ガイドライン

—3D図と2D図の組合せ図面ガイドライン—

2004年7月

JAMA Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.
JAPIA Japan Auto Parts Industries Association

(社)日本自動車工業会 電子情報委員会 CAD部会 (社)日本自動車部品工業会 電子情報委員会 CAD部会

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-12 二つの規定

ここでは、2つの規定の内容と発行時期について紹介する。

1つ目の「3D 図と 2D 図の組合せガイドライン」では、自工会が推奨する、3D モデルと 2D 図面の併用方法やアンマッチによる混乱を防ぐための作図ルールや運用が規定されており、2004 年 7 月発行され自工会のホームページより公開されている。

3D 図面標準化 WG が行った自工会各社に対する「3D モデル運用のヒアリング調査」により、自工会各社は、2D 図面を利用する会社も多く、3D モデルと 2D 図面併用の業務形態に移行した

会社もあるが、3D モデルと 2D 図面の併用により、後工程にて混乱や手戻りが発生するケースがあることが明らかになった。このようなケースが 3D モデル主体の業務形態への移行の阻害要因の一つであると判断し、まず、自工会では「3D 図と 2D 図の組合せガイドライン」を制定することとした。

2つ目の「3D 単独図スタンダード」は、現在策定中であるが、「3D 単独図」の図面に必要な情報の作成手法などが、ISO16792 の不足箇所を補う内容で計画されており、2006 年末発行予定とされている。

次ページからは、現在策定中の「3D 単独図スタンダード」について紹介する。

3.1.15 図面に必要な情報

図面に必要な情報

3D annotated model standardization WG

■ 図面とは、JISの用語定義では、

情報媒体、規則に従って図又は線図で表した、そして多くの場合には尺度に従って描いた技術情報。

■ 3D単独図での技術情報を定義

製品形状

製品特性

管理情報



分類	製品を定義するために必要な情報
製品形状	・3D形状 ・2D形状 ・座標系
製品特性 (注釈)	・寸法、公差 ・幾何公差 ・搭載角度、位置 ・硬度 ・表面性状 ・熱処理、表面処理 ・材質 ・質量 ・スケール ・スペック表 ・グラフ ・図に付ける注釈 ・箇条書き注記 ・品質管理基準 ・参照規格 ・構成部品／名称、部品番号 ・参照図／部品名、部品番号
管理情報 (注釈)	・部品名称 ・部品番号 ・使用個数 ・承認サイン／日付 ・設案履歴 ・仕向け地 ・バリエーション ・図面様式マーク ・箇条書き注記 ・その他管理情報



25

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-13 図面に必要な情報

3D 図面標準化 WG では、図面に必要な情報を「製品を定義するために必要な情報」と定義し、大きく 3 つに大別している。1 つが 3D 形状などの「製品形状」、2 つ目が寸法、公差や材質、質量などの「製品特性」、3 つ目が、名称や部品番号、図面の承認ステータスなどの「管理情報」で

ある。

「規定タスク」では、現在の図面様式で、表現でき、かつ、伝達できている「製品形状」、「製品特性」、「管理情報」については、少なくとも「3D 単独図」で表現できることも目標とし、これら作図手法と表現手段について、標準的なルールを検討し、その検討結果をまとめ「3D 単独図スタンダード」として発行することを目標に活動を推進している。

3.1.16 図面価値の変化

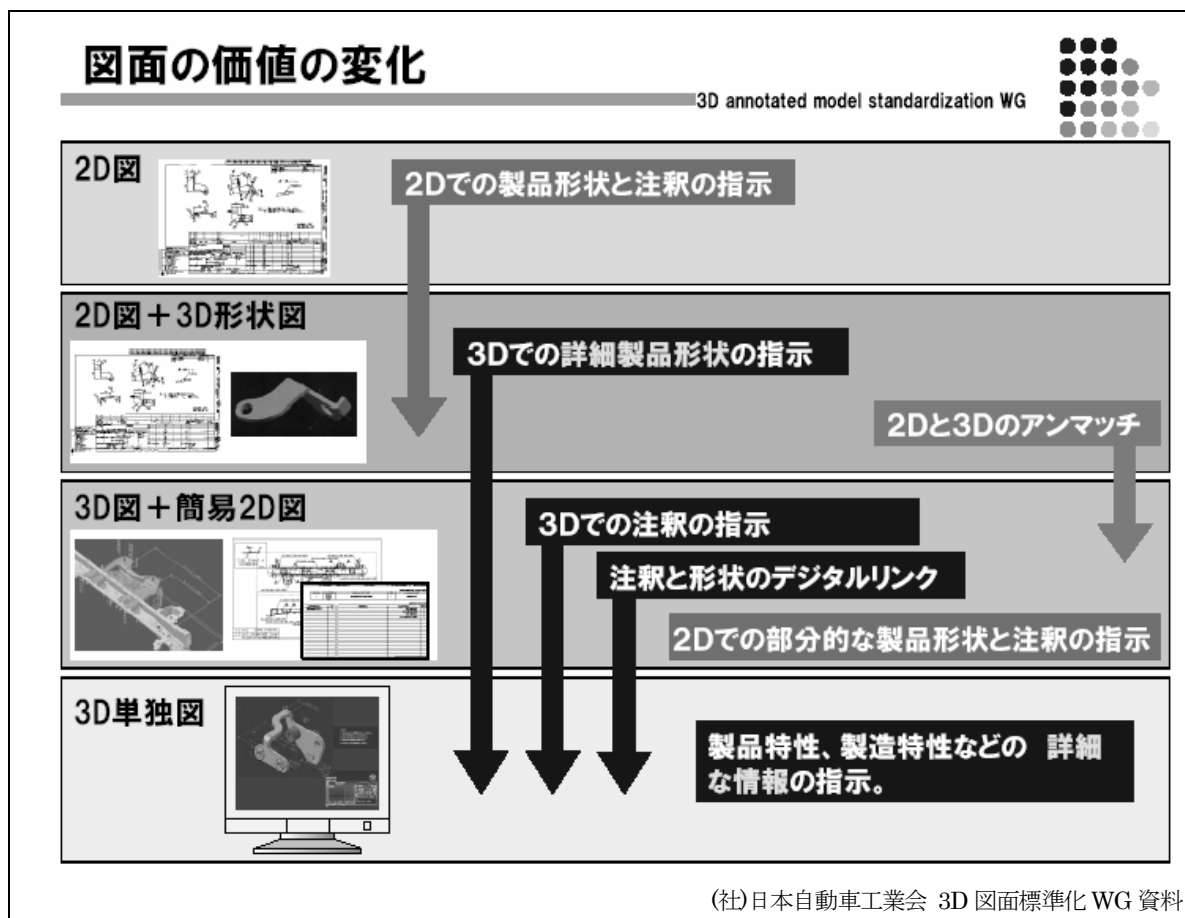


図 3-14 図面の価値の変化

また、3D 図面標準化 WG では、図面様式が、従来の 2D 図面から、現在の 3D モデル+2D 図面の組合せ図上図中の「2D 図+3D 形状図」と「3D 図+簡易 2D 図」を合わせたものを指す）を経て、将来の 3D 単独図へと段階的に移行し、その過程で、図面の価値が上図のように変化している（上図では、便宜的に管理情報は省略されている）。

ここで、「2D での製品形状と注釈の指示」「2D での部分的な製品形状と注釈の指示」は、図面様式の変化に伴い削減される設計情報としている。

また、「3D での詳細製品形状の指示」「3D での注釈の指示」「注釈と形状のデジタルリンク」「標

準、製品特性、製造特性などの詳細な情報の指示」は、最終的に「3D 単独図」で実現できると見込んでいる設計情報である。

欧米諸国では、3D モデル+2D 図面の組合せ図の段階を踏まず、一気に 2D 図面から 3D 単独図に移行しつつあると言われている。だが、図面の文化をもつ日本では、いったん 3D モデル+2D 図面の組合せ図面による業務形態を経たのち、「3D 単独図」へ移行できるものと自工会は考えている。

3.1.17 3D 単独図スタンダードと ISO/FDIS16792 の関係

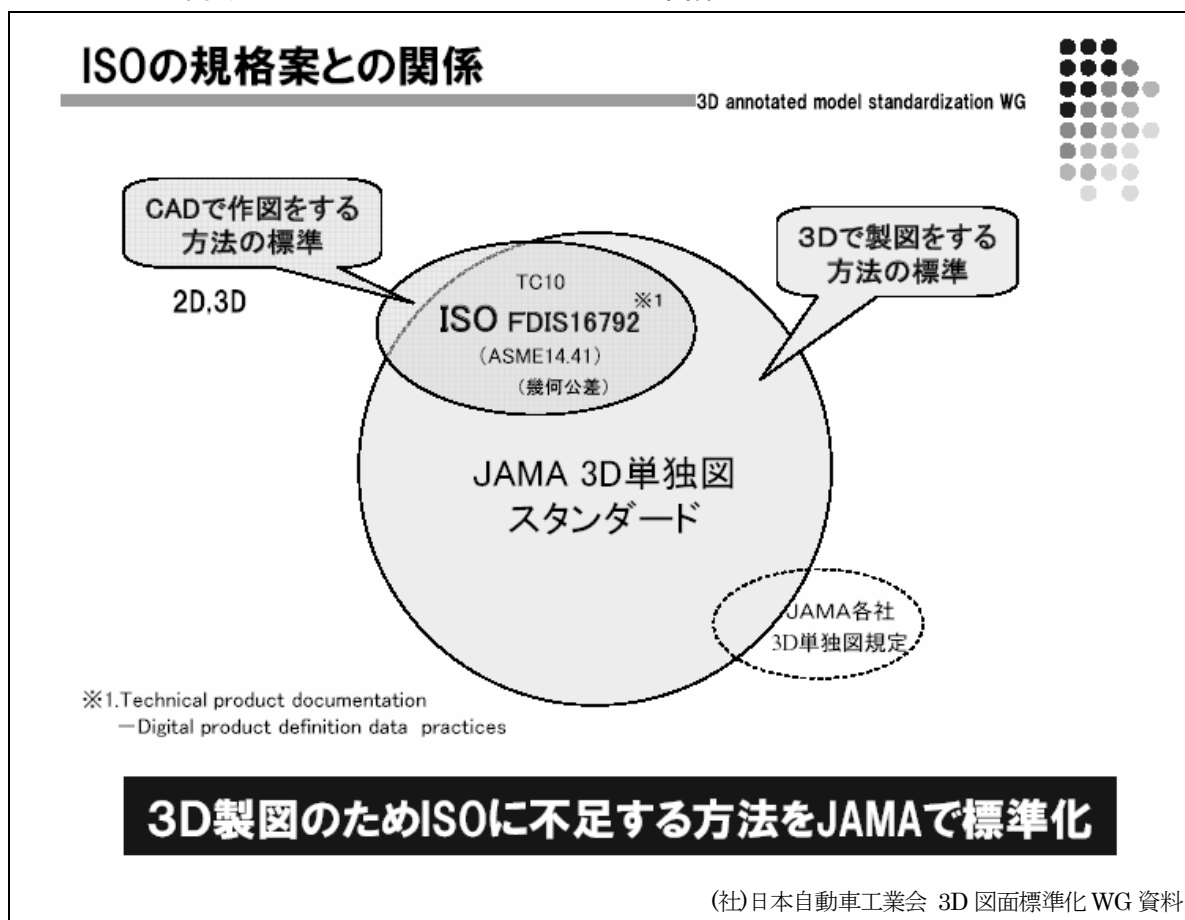


図 3-15 ISO の規格案との関係

3D モデルを用いた作図ルールに関する規格としては、ASME(American Society of Mechanical Engineers)14.41 と、ASME14.41 をベースとした ISO16792 などがあげられる。

だが、3D 図面標準化 WG の調査によれば、ISO16792 は、寸法指示や公差指示、幾何公差指示など一部の作図ルールが規定されているのみであり、自動車の開発業務で利用する「3D 単独図」の作成に必要な作図ルールとしては不足があることが明らかになった。

そこで、「3D 単独図スタンダード」では、ISO16792 の不足箇所や補足箇所を、自工会及び SASIG で標準化しようというものである。

3.1.18 3D 単独図スタンダードの目次案

3D単独図スタンダードの目次		3D annotated model standardization WG	
No	見出し名	No	見出し名
1	序文	15	3DモデルへのAnnotation指示
2	引用規格	16	設計変更個所の表記
3	適用範囲	17	板厚指示方法
4	用語の定義	18	フィレット面、面取り指示方法
5	3D単独図様式	19	溶接指示
6	3D単独図の管理情報	20	シーラー指示
7	製品特性の詳細な表記方法	21	車体番線と座標の表記
8	3D単独図作成の一般事項	22	リゾルブドディメンジョンの設定
9	Assmbly3D単独図の作成	23	寸法、公差指示
10	3Dモデルの公差	24	3Dモデルへの幾何公差指示
11	標準形状の3Dモデルの簡易表現	25	3Dモデルへの表面性状指示
12	製造プロセス3Dモデル	26	標題欄、履歴欄の項目例
13	3Dモデルの作成履歴の取り扱い方法	27	2D図と3D図の幾何公差標準の違い
14	3Dモデルで使用する線の種類と用途	28	CADデータ管理方法

ISO DIS16792にない

ISO DIS16792に内容追加

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-16 3D 単独図スタンダードの目次

上図は、「3D 単独図スタンダード」の目次案である。

上図中のNo. 6、8、14、15、17、18、22~23 は、ISO/DIS16792 にある項目だが、OEM からサプライヤを含む自動車開発工程の全般で利用するためには、補足や追加が必要な項目としている。No. 5、7、9~13、16、19~21、25~28 は、ISO/DIS16792 にはない項目であり新たに作図ルールの規定が必要な項目としている。

3.1.19 3D 単独図スタンダードでの規定内容例

寸法を入れる意味

3D annotated model standardization WG

■2Dに寸法が必要な理由

- ・形状を表すため
- ・検査指示のため



■3Dに寸法をいれる意味

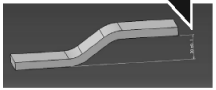
- ・形状を表すため ⇒ 3Dでは不要
- ・検査指示のため ⇒ 3Dでも必要

■3D寸法の入れ方

- ・3D形状面から直接表すことのできる寸法をいれる
- ・3D寸法は3Dを測定した値

測定値を少数点以下の数値に丸めて設計要求値にする
ISOではこれをリソルドディメンションと言う

16.666666
⇒丸める 16.67
⇒公差付加 16.67±0.05



ここでは、左図に示す検討中の規定の内容についていくつか紹介する。

上の図は、3D 寸法記入の例である。3D モデルは 3D で形状を表現できるため寸法の記入は不要とも言われるが、実際には必要に応じて寸法を記入する必要がある。例えば、検査工程への寸法公差や幾何公差の指示などがそれである。

中央の図は、投影図、断面図の例である。3D モデルは 3D CAD システム内などで自由に回転させ参照することができるため、断面や投影図の状態保存は不要とも言われるが、必要となる場合がある。「3D 単独図」に多くの寸法線や注記が書き込まれ見難くなる場合などは断面やビューに分けて見やすくする場合などである。これにより、設計者が利用者に伝えたい設計情報ごとに表示することが可能となる。

下の図は、管理情報の例である。管理情報は、自動車開発のあらゆる工程で、形状と設計属性とセットで確認する必要がある情報である。そのため、3D モデルの向き如何にかかわらず、常に、画面と平行に表示、つまり、人間が読めるような表示が必要である。

投影図、断面図の必要性

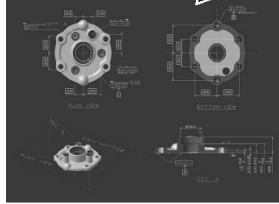
3D annotated model standardization WG

■3DでもView、Sectionが必要な場合

- ・Annotationが多く、annotationどうしが重なり易い場合。
- ・Annotationを見る方向を設定する場合。

■必要に応じたView、Sectionの設定

- ・View、Sec.に分けて見やすくする
- ・寸法は方向を設定して明確に見る

管理情報

3D annotated model standardization WG

■管理情報

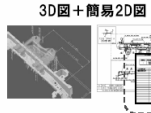
- ・部品名称、部品番号、承認サイン、設変履歴、簡条書き注記などの管理情報は主に文字情報

■管理情報の表し方

- ・文字はディスプレイに平行な平面で見る

管理情報は3Dモデルとは別に必ずディスプレイ平面に表示

3D単独図

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-17 寸法を入れる意味 投影図、断面図の必要性 管理情報

「3D 単独図スタンダード」は、これら 3 項目に共通されるように、2D 図面を利用した設計情報が、「3D 単独図」でも利用可能となること。更に、生産工程などの後工程にて、「3D 単独図」の

内容を誤解なく利用できることを目指すものとも言える。

3.1.20 ベンダとの協調活動

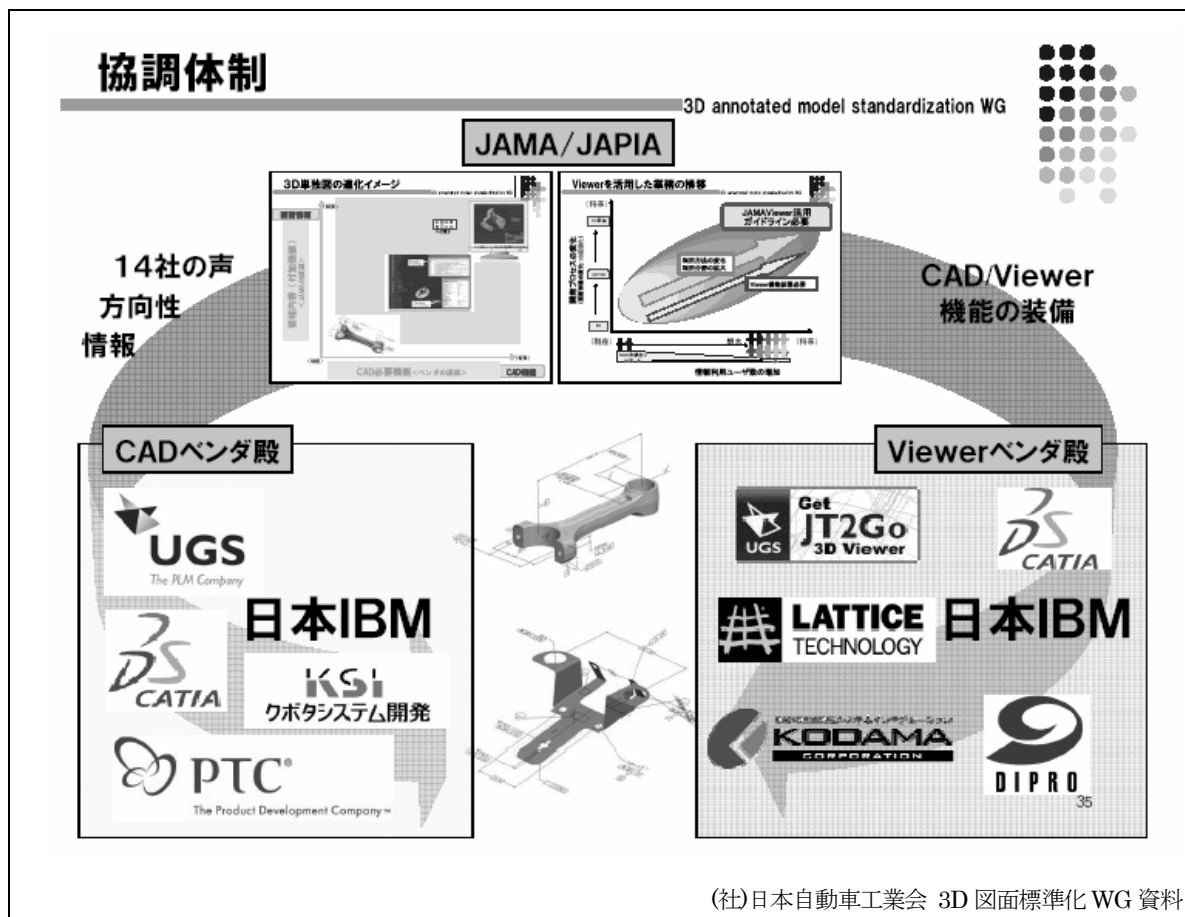


図 3-18 協調体制

次に、「3D 単体図」の作成・利用手法の構築に向けた「普及展開タスク」と「Viewer タスク」の活動について紹介する。

これらの活動は、3D CAD と 3D Viewer の機能検証を行い、両者への機能追加あるいは改善の要求を行うものである。現在のところ、以下のシステムを対象としている。

- ・ 3D CAD
 - CATIA V5
 - I-DEAS
 - NX 3
 - Pro/E
- ・ 3D Viewer
 - ENOVIA DMU

- Project Reviewer
- Teamcenter Visualization Mockup
- XVL Studio Pro
- VridgerR

これらの3D CADは、自工会のOEM各社が使用している3D CADをカバーしていると言われる。また、これらの3D Viewerは、自工会のOEM各社が使用している、または、使用を検討している3D Viewerをカバーしていると言われる。

3D図面標準化WGでは、前ページに記載した3D CADと3D Viewerをサポートしているベンダの参画を受け、協調しながら活動を推進しており、「ベンダ様に参画頂くことにより、3D図面標準化活動の意義と「3D単独図」の必要性をご理解いただき、「3D単独図」に関する機能の実装をお願いしていきたい」としている。

特に、3D Viewerについては、OEMとサプライヤ間の伝達媒体として、将来的には、3Dモデルに代わり3D Viewerデータを利用することも視野に入れ、3D Viewerのデータフォーマット仕様を公開してほしいと期待している。

3.1.21 3D CAD への働きかけ

活動の内容

①CAD機能検証を実施
3D単独図スタンダードがCAD機能として対応可能か調査し、
必要に応じ機能追加/改善を要請、またはスタンダードにフィードバックする。

②実証モデルでの確認と要件の明確化
・作業性、機能面での確認
4大CADで3D単独図の実証モデルを作成することにより、
作業性・機能面での検証を実施する。必要に応じ機能改善/追加を要請する。



37

(社)日本自動車工業会 3D図面標準化WG資料

図 3-19 活動の内容

- 163 -

まず、「普及展開タスク」のベンダとの協調活動について紹介する。

「普及展開タスク」では、「3D 単独図」の作成を可能とする 3D CAD の構築を目標とし、大きく以下の2つの活動を行っている。

- 1) 3D CAD の実態調査による「3D CAD の機能検証」
- 2) 3D CAD の実証（3D CAD を実際に操作すること）による「3D CAD の操作／機能検証」と「3D CAD への要件の明確化」

1) は、「3D 単独図スタンダード」の規定内容の妥当性確認、「3D 単独図スタンダード」に対する 3D CAD の機能面についての適合状況調査、及び、それを元にした 3D CAD への機能追加あるいは改善の要求を行うものである。具体的には、「3D 単独図スタンダード」の規定内容について、実際に 3D CAD で対応可能か調査を行い、その調査で得られた知見を元に「3D 単独図スタンダード」の規定内容が妥当かどうか確認する。及び、必要であれば 3D CAD に機能追加あるいは改善の要求を行うものである。

2) は、実際に「3D 単独図」として 3D モデルを作成することによる 3D CAD の機能面、操作面での確認と、3D CAD への要件の明確化である。具体的には、実際に、「3D 単独図スタンダード」の規定内容にそって、検証対象の各 3D CAD システムで 3D モデルを作成し、各 3D CAD システムの機能性と操作性について検証を行う。また、その検証結果を元に 3D CAD への要件を明確にするものである。実証対象の CAD システムは、前述のとおり、OEM 各社が利用しており、今後「3D 単独図」への対応を期待している CATIAV5、I-DEAS、NX 3、Pro/E である。

3D 図面標準化 WG では、この作成された 3D モデルを「実証モデル」と呼び、この 3D モデルを作成することによる実証検証を「実証活動」と呼んでいる。

3.1.22 3D 単独図作成への進化イメージ

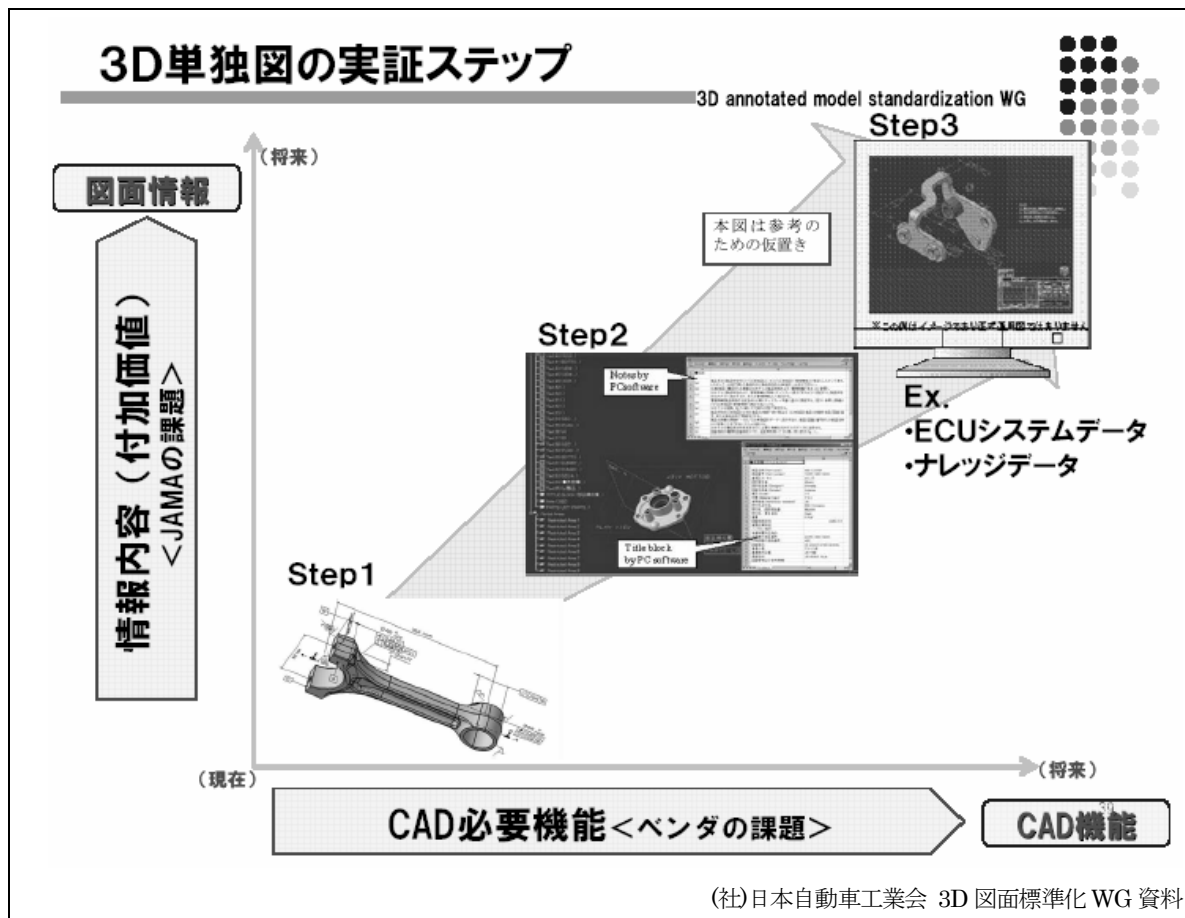


図 3-20 3D 単独図の実証ステップ

上図は、前述の 3D モデルによる実証活動のステップである。

「3D 単独図」の作成機能については、今後、作図手法として、確立すると考えられる手法もあり、既存の 3D CAD で実現されていない機能も多い。

そこで、3D 図面標準化 WG では、前述の「3D 単独図」の作成をおこなう実証検証を 3つのステップを踏んで実施している。活動の実績と計画によると、2005 年度までに STEP1 と STEP2 の実証モデルの作成が完了し、3D CAD 関する課題の抽出が行われることになっている。

STEP1 では、現存する 3D 注記に関する機能を中心とした実証モデルを作成した。STEP2 では、STEP1 の実証モデルに管理情報や断面、ビューなどを付加した実証モデルを作成した。

今後、3D 図面標準化 WG では SASIG DEV-WG と連携し、これらの実証活動により抽出された課題をベースに 3D CAD への要求項目をまとめ、必要に応じ 3D CAD ベンダに機能追加あるいは改善の要求を行う予定である。自工会では、SASIG の総意であるこの要求を「ワンボイス提案」と呼んでいる。

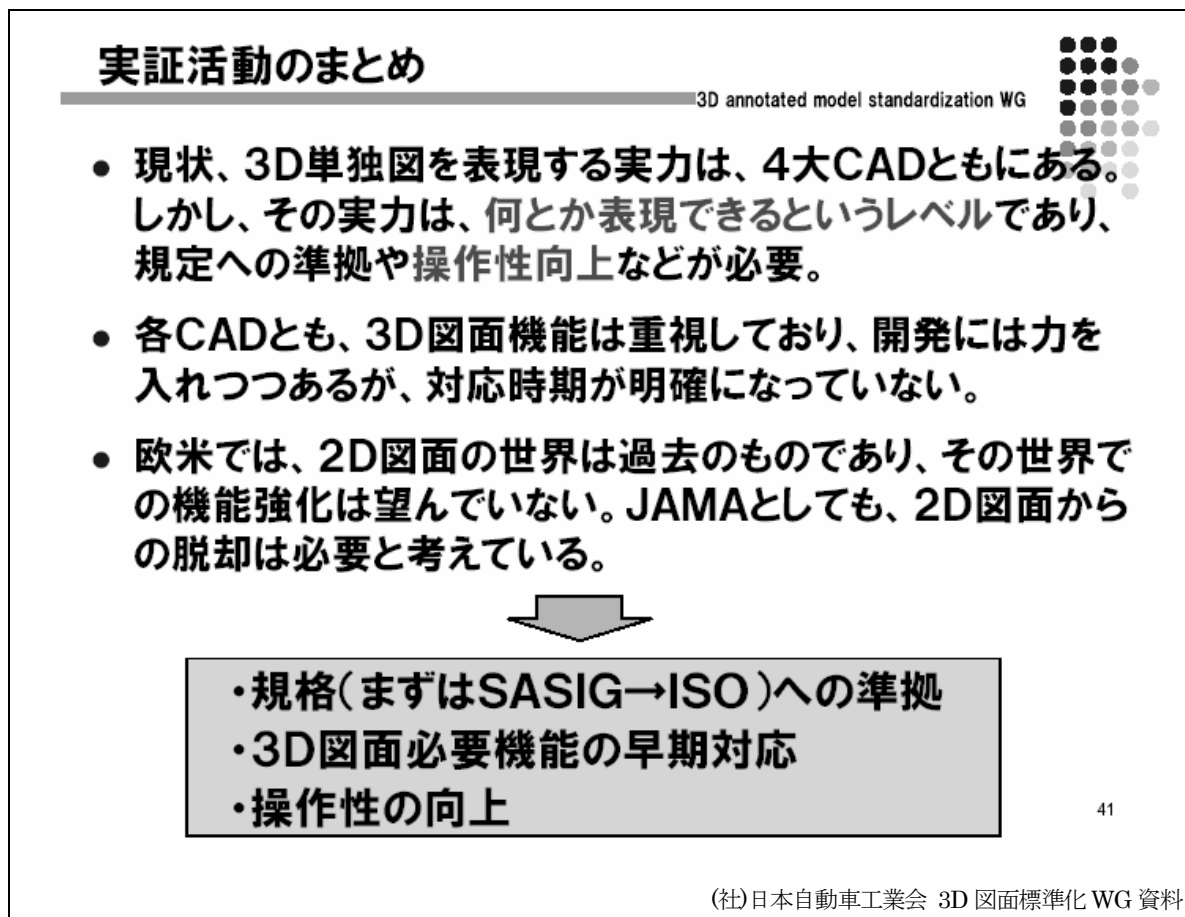


図 3-21 実証活動のまとめ

上図は、2005 年までに「普及展開タスク」が行った実証活動のまとめである。

それによると、現状では各 3D CAD は 3D 図面を作成する機能は同レベルであるとし、3D CAD に関して、以下の課題があるとしている。

- ・ 「3D 単独図」の作成に必要な機能の実装
- ・ 「3D 単独図」の作成機能の操作性向上
- ・ 「3D 単独図スタンダード」への適合

また、3D 図面標準化 WG は、欧米に対する日本の自動車業界の 3D 化への遅れも指摘し、自工会の OEM 各社について、2D 図面主体の業務形態からの脱却と、3D 化の推進も課題であるとしている。

3.1.24 広がる 3D Viewer の利用範囲

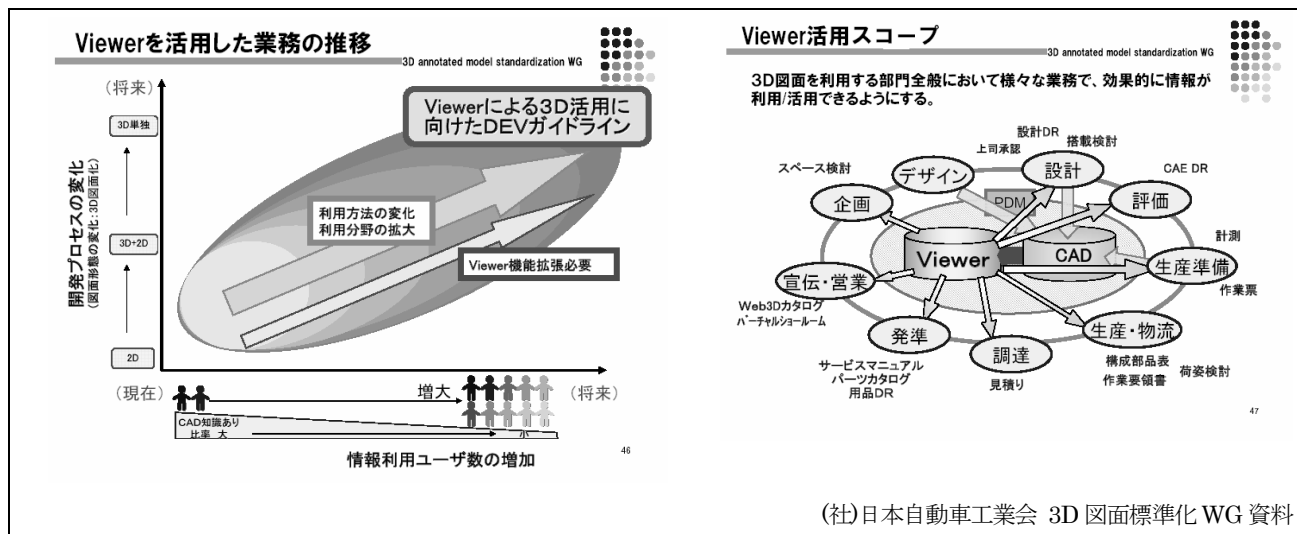


図 3-22 Viewer を活用した業務の推移 Viewer 活用スコープ

次に、「Viewer タスク」の活動について紹介する。

3D 図面標準化 WG では、「3D モデル活用領域の拡大」に向けて、自動車開発工程の全般に渡って、「3D 単独図」を利用した新しい業務形態の検討と移行が必要であるとしている。

3D 図面標準化 WG では、この新しい業務形態を、高度な知識をよぎなくされ、かつ、高価である 3D CAD に代わり、3D Viewer で実現したいと考えている。

3D 図面標準化 WG のいう 3D Viewer とは、3D モデルを表示するだけでなく、動く組立てマニュアルや、3D モデルによるデジタル模型である DMU(Digital Mock Up)、3D モデルを利用したサービスマニュアル作成など、見るだけでなく活用するツールを指す。SASIG では、このツールを Visualization Tool と呼んでいる。

3D 図面標準化 WG では、3D Viewer の普及により、3D モデルの活用範囲も上図 (右図) のとおり拡大していくと考えている。また、3D Viewer の成熟と普及により、その利用者数は、3D CAD の利用者数の最低でも 10 倍になると考えている。

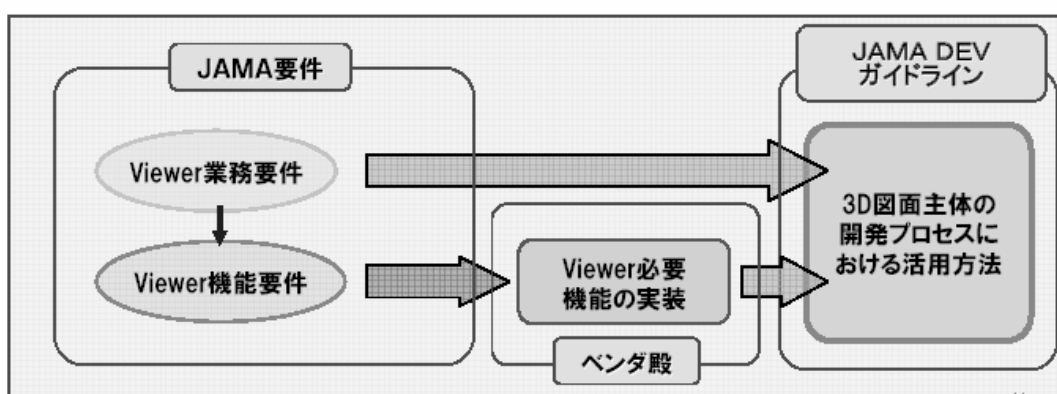
Viewerタスクの役割・目的

3D annotated model standardization WG



目標:

1. 3D単独図を有効活用するためのViewer必要機能要件をまとめる。
2. ベンダ殿への要求と開発依頼により、必要な道具を入手する。
3. ガイドラインを作成し、普及・定着に寄与する。
4. SASIGと連携する事により、世界共通の道具を実現する。



(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-23 Viewer タスクの役割・目的

3D 図面標準化 WG の「Viewer タスク」では、主に生産工程を中心とした後工程における 3D Viewer を利用した業務形態の検討と業務形態移行の促進、及び、「3D 単独図」の活用を可能とする 3D Viewer の構築を目的とし、以下の活動を行っている。

- 1) 自動車業界が利用しているまたは利用を予定している「3D Viewer の機能調査」
- 2) 3D CAD の実証モデルを 3D Viewer に取り込むことによる「3D Viewer の実証検証」
- 3) 3D Viewer の有効活用を可能とする新しい自動車開発の「業務プロセスの検討」
- 4) 上図、2) と 3) を元にした 3D Viewer の「必要機能の抽出」と「ベンダへの実装要求」
- 5) 「JAMA/JAPIA DEV ガイドライン（仮称）」の作成

1) は、既存の 3D Viewer の編集や測定、断面作成、アニメーションなどの機能について調査を行い、現状把握を行うものである。調査対象の 3D Viewer は、前述のとおり、自工会の OEM 各社が使用している、または、使用を検討している ENOVIA DMU、Project Reviewer、Teamcenter Visualization Mockup、XVL Studio Pro、VridgerR である。

2) は、3D CAD の実証モデルによる 3D Viewer の実証検証である。

具体的には、普及展開タスクが作成した 3D CAD の実証モデルを利用して、それら実証モデルを 3D Viewer に取込むことにより、「3D 単独図」の再現検証を行うものである。検証項目は、大きく①3D モデル形状、②断面、③注記、④レイヤ及びグループ、⑤ビュー、⑥管理情報の 6 つに大別される。

3) は、自動車開発工程の中で、「3D 単独図」の活用において 3D Viewer が有効に活用できる工程の抽出、抽出された工程における 3D Viewer の現状調査と将来の活用方法の検討を行うものである。

具体的には、自動車開発の企画から、製品設計、製造、実験、生産技術、営業、購買までの工程をさらに細かく約 40 の詳細工程に分割する。自工会 OEM 各社と 3D 図面標準化 WG に参加中の部工会への評価アンケートにより、約 40 の詳細工程の中から、3D Viewer の有効活用が可能な 10 の詳細工程を抽出する。そして、その各詳細工程について、3D Viewer の現状の利用方法の調査と、将来の活用方法の検討を行うものである。抽出された詳細工程には、承認、販売、サービス、CAE 結果確認、組付け手順、検査、承認書類などがある。この 3D Viewer 活用の将来像は、JAMA/JAPIA DEV ガイドラインにも掲載を予定している。

4) は、2) で明らかになった 3D Viewer に不足する「3D 単独図」を再現する機能と、3) で抽出された 3D Viewer の操作などの機能を、3D Viewer の必要機能要件としてまとめる。そして、その「3D Viewer の必要機能要件」について、必要に応じて 3D Viewer ベンダに対して機能追加あるいは改善のお願いを行うものである。

3D 図面標準化 WG では、今後、SASIG DEV-WG と連携し、これらの「3D Viewer の必要機能要件」を SASIG としてまとめ、必要に応じ 3D Viewer ベンダに「ワンボイス提案」を行う予定である。

5) は、上図 1) ～ 4) で得られた知見を元に、3D Viewer に関して、3D Viewer に期待する機能やその効率的な利用方法を紹介するガイドライン「JAMA/JAPIA DEV ガイドライン」を策定するものである。

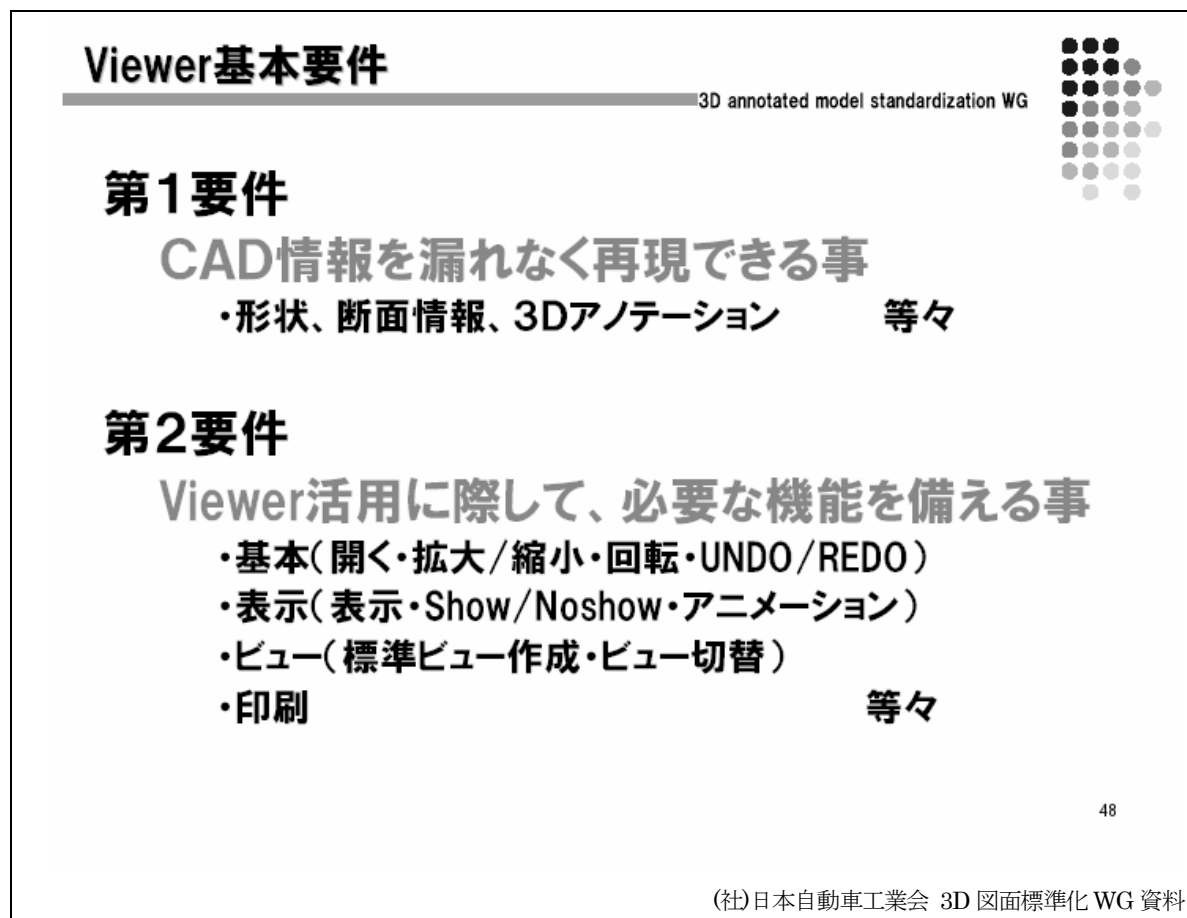


図 3-24 Viewer 基本要件

3D 図面標準化 WG では、3D Viewer に対する要件を、上図のように第一要件と第二要件の 2 つに大別している。

第一要件は、3D CAD の情報をもれなく再現できることである。これは、形状はもとより「3D 単独図」としての注記、断面、ビューなどの情報を 3D Viewer で再現できることである。3D 図面標準化 WG では、第一要件を必須要件としている。

第二要件は、3D モデルを有効に活用できる機能の実装である。これは、前述のとおり、3D Viewer の活用範囲が広がる中で、その活用に必要な機能を実装することである。

3.1.27 3D Viewer の必要機能

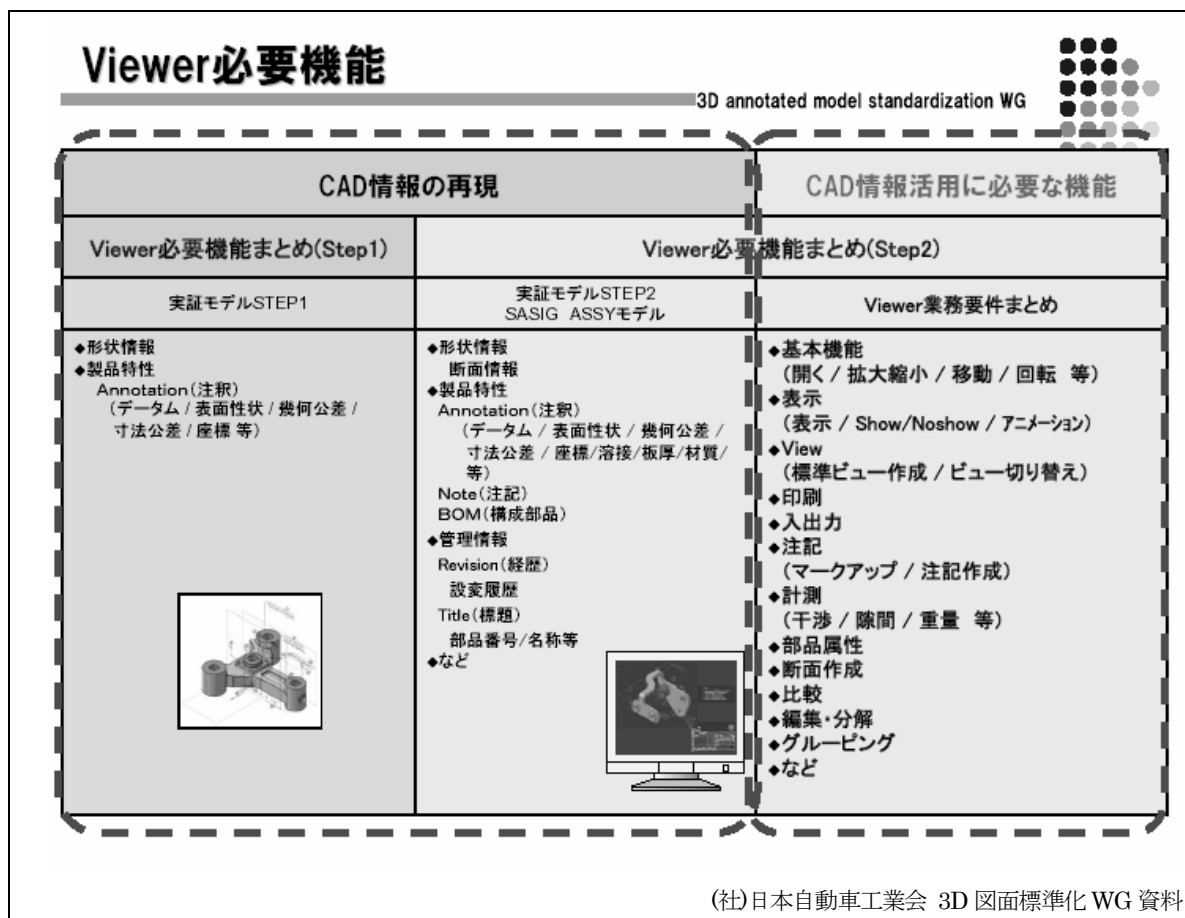


図 3-25 Viewer 必要機能

前述の第一要件と第二要件で定める要件は、上図のとおりである。

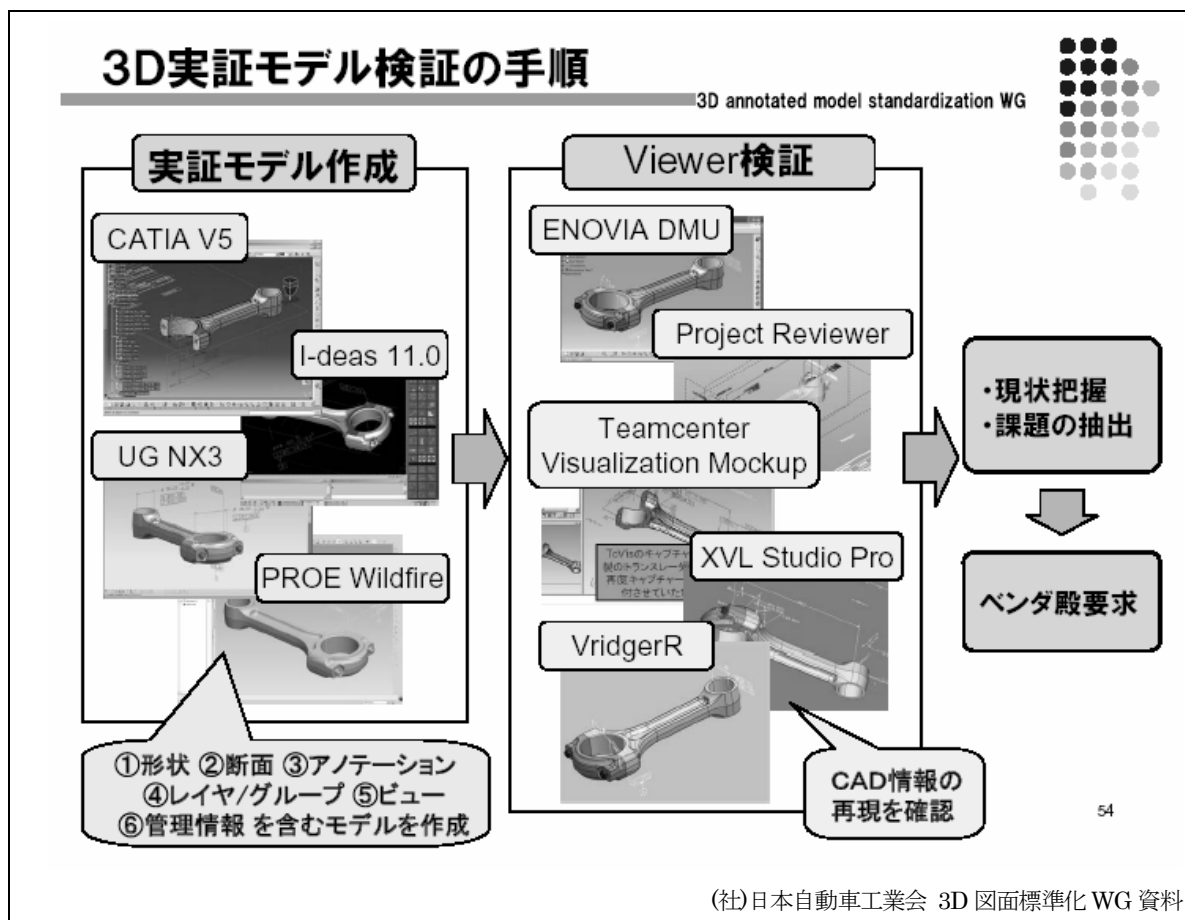


図 3-26 3D 実証モデル検証の手順

ここからは、3D Viewer の実証検証について紹介する。

Viewer タスクでは、第一要件について、3D CAD の実証モデルを 3D Viewer に取り込み、3D Viewer の第一要件に対する装備状況を実証検証した。上図は、その 3D Viewer の実証検証の手順である。

3D Viewer の実証検証では、普及展開タスクが作成した、「3D 単独図」としての CATIAV5、I-DEAS、UGNX3、Pro/E の CAD モデルを、3D Viewer に取込み、現状の把握、課題の抽出、ベンダへの要件を設定するものである。再現する 3D Viewer は、ENOVIA DMU、Project Reviewer、Teamcenter Visualization Mockup、XVL Studio Pro、VridgerR の 5 種類である。実証検証を行う項目は、①3D モデル形状、②断面、③注記、④レイヤまたはグループ、⑤ビュー、⑥管理情報の 6 つである。

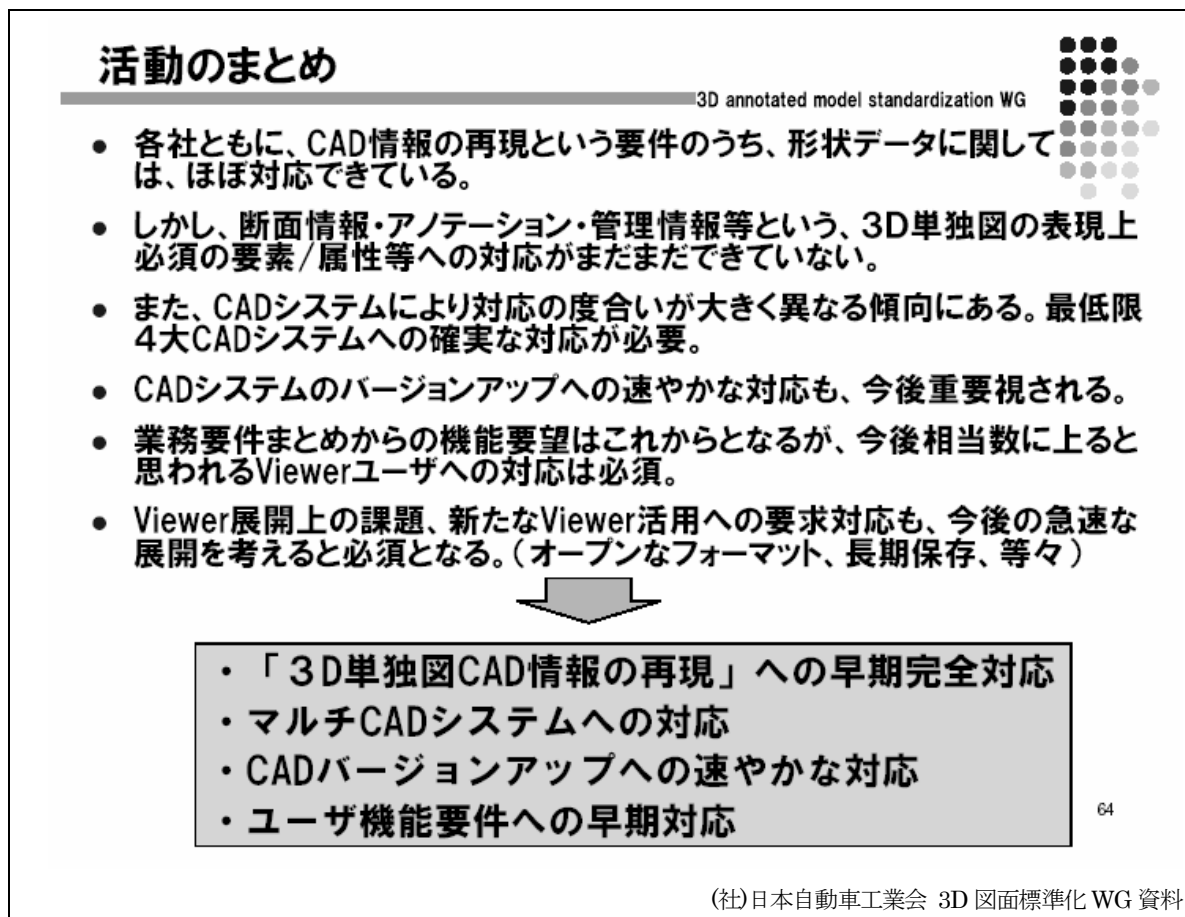


図 3-27 活動のまとめ

上図は、2005 年までに「Viewer タスク」が行った活動のまとめである。

それによると、現状の 3D Viewer では、第一要件である「CAD 情報の再現」について 3D モデル形状の再現はほぼ出来ているが、注記、断面、管理情報を含めた「3D 単独図」の再現はまだ出来ておらず、3D Viewer に関し、以下の課題があるとしている。

- ・ 「3D 単独図」がもつ CAD 情報の 3D Viewer での再現
- ・ 自動車業界が利用している 4 つの 3D CAD のモデルへの取込み対応
- ・ 3D CAD がバージョンアップした際の早期追従対応
- ・ 3D Viewer 利用の将来像から抽出した機能要件への対応

なお、Viewer タスクでは、これらの実証結果も含めた 3D Viewer の活用方法などをまとめた「JAMA/JAPIA DEV ガイドライン」の策定も予定している。

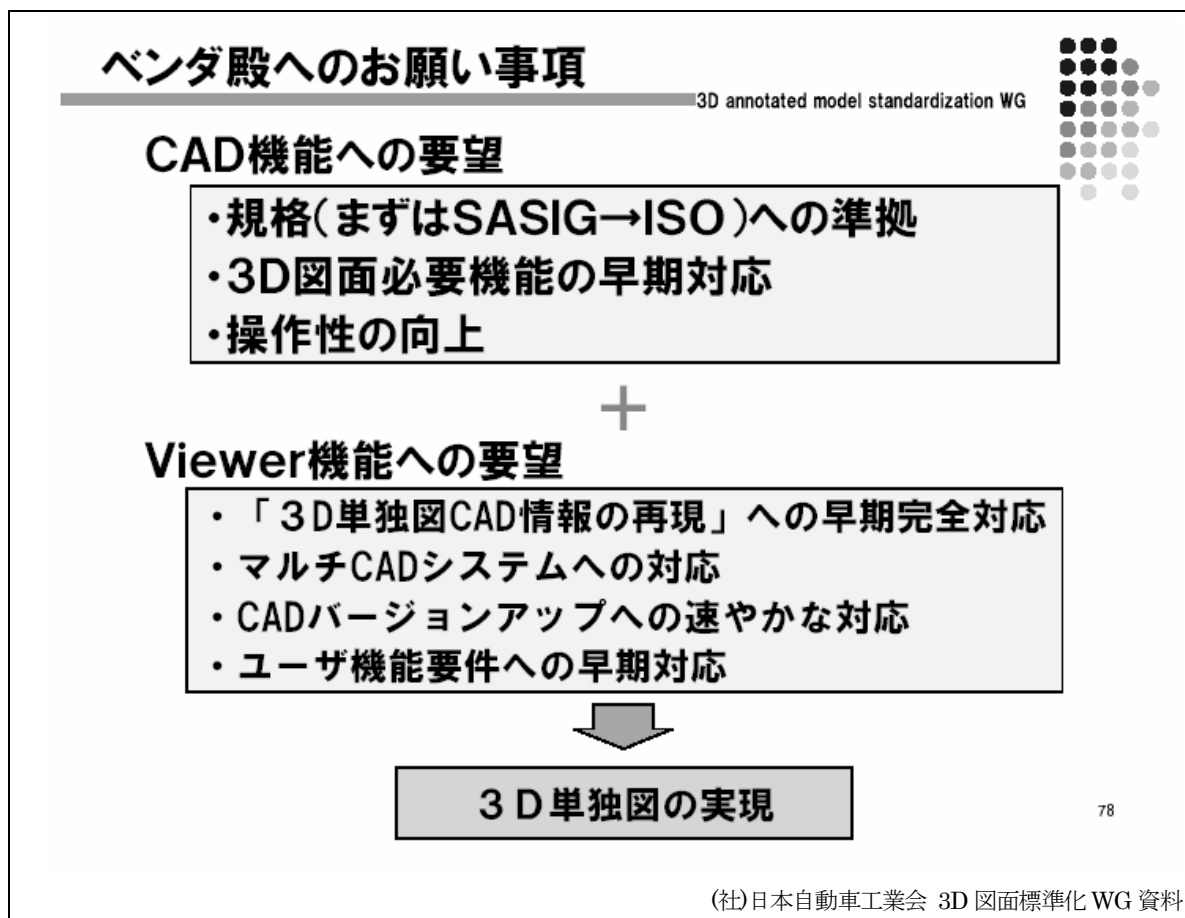


図 3-28 ベンダ殿へのお願い事項

3D図面標準化WGの「普及展開タスク」と「Viewerタスク」におけるベンダとの協調活動について紹介してきたが、まとめると、以下のとおりである。

- ・ 「3D単独図」を書く領域である設計工程を中心とした前工程では、3D CADの「3D単独図」への対応が必要である
- ・ 「3D単独図」を見て活用する領域である製造工程を中心とした後工程では、3D Viewerを用いた活用を推進し、そのため、3D Viewerの「3D単独図」への対応が必要である

自動車業界の開発工程において「3D単独図」への移行を実現するためには、これら3D CAD、及び、3D Viewerへの「3D単独図」への対応をお願いしていくことが重要であると、3D図面標準化WGはまとめている。

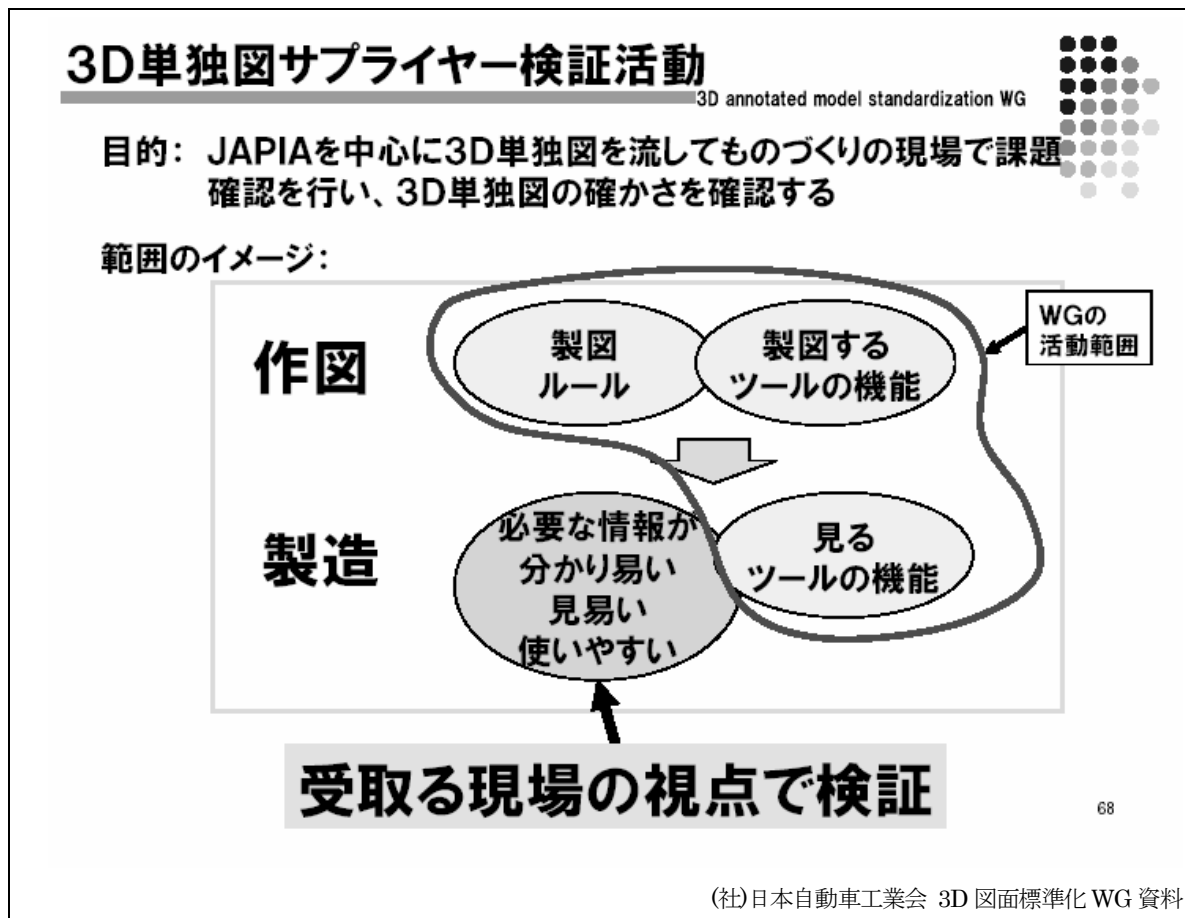


図 3-29 3D 単独図サプライヤー検証活動 1

ここまで、「3D 単独図」の規定制定、及び、「3D 単独図」の作成・利用手法の構築にむけた、「規定タスク」、「普及展開タスク」、「Viewer タスク」の活動について紹介してきた。

これらの活動は、その成果を利用し、「3D 単独図」への移行や 3D モデルの活用領域の拡大が可能とし、自動車開発業務全般に有効な「3D モデル主体の業務形態」への移行を促進しようというものである。

この活動の前提となるのが「3D 単独図の普及」である。

そこで、最後に「3D 単独図の普及」に向けた「普及展開タスク」の活動を 2 つ紹介する。

1 つめは、サプライヤー検証活動である。上図は、サプライヤー検証の考え方のイメージ図である。

サプライヤー検証とは、OEM が作成した「3D 単独図」を、ものづくりの現場であるサプライヤーが受取り、見て、活用できるかという視点から、課題の抽出を試みるものである。この活動は、部工会を中心に検証を推進している。

OEM は、車の多くの部品をサプライヤーより供給を受けている。そのため、図面の様式が 2D

図面から 3D 単独図に移行した後も、サプライヤに正しく設計意図を伝達できることは必須の条件であり、3D Viewer による 3D モデル活用と同様に重要な検証であると、自工会は位置付けている。

3.1.32 サプライヤ検証の内容

3D単独図サプライヤー検証活動

3D annotated model standardization WG



- ◆**サプライヤーの現状**
3D CADの活用が進んでいる現在においても、
物造りに必要な情報の大半が2D図で表現されており、
依然として3Dと2Dを行き来しないと仕事が出来ない状況
また、社内図として3Dから2D図を作成しなければならない
- ◆**OEMの認識**
設計、製造、検査までの効率アップを図るため、寸法・注記を
3D上に入れた3D単独図の規格化を行ない移行を図る。
- ◆**目的**
3D単独図で、OEMとサプライヤーとの業務を効率的に運用
する方法の確立

69

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-30 3D 単独図サプライヤ検証活動 2

上図は、サプライヤ検証活動の背景と目的について、3D 図面標準化 WG がまとめたものである。

サプライヤでは、OEM から受取る図面及び納品する図面（以降、OEM 図）と社内で設計製造に利用する図面（以降、社内図）が二重管理されていること。サプライヤでは、2D 図面を利用した業務形態が主流であり、OEM の 3D 化が進んだ場合、サプライヤでは、3D モデルと 2D 図を行き来する必要がある。

一方、OEM では、設計、製造、検査の効率アップを図るため、「3D 単独図」を利用した業務形態への移行を推進したいと考えている。

このような、サプライヤ及びOEMの状況下において、「3D 単独図」の効果を向上させるには、サプライヤにおいても「3D 単独図」の利用、活用が促進されることが必要であると 3D 図面標準化 WG では考えている。

そこで、サプライヤ検証では、「3D 単独図」を媒体とした、OEM とサプライヤ間の効果的な業務形態の確立を目的としている。また、この検証には、「3D 単独図」を利用した業務形態への移行のメリットをサプライヤに啓蒙する考えもあるようだ。

3.1.33 3D 単独図の普及活動

広報対応 3D annotated model standardization WG 		
区分	対象	時期
情報誌掲載	CAD & CG MAGAZINE	05年4月
	日経ものづくり	04年6月
	日経ものづくり	05年9月
講演	日刊工業新聞	05年7月
	Auto TECH	05年8月
	UGS Forum	05年10月
	IBM DMUセミナー	05年11月予定
	PTC/USER World Japan 2005	05年11月予定
	JAPIA説明会	05年12月予定

74

(社)日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG 資料

図 3-31 広報対応

2つ目は、3D 図面標準化 WG の活動 PR、「3D 単独図」の普及促進を目的とした、普及活動である。上図は、3D 図面標準化 WG のメンバが行った講演や雑誌掲載の状況である。

3D 図面標準化 WG では、雑誌の掲載や講演を、「3D 単独図」の普及活動の一貫と捉え、広報活動と呼び積極的に取り組んでいる。

3.1.34 自工会の活動まとめと今後の動き

(社)日本自動車工業会の 3D 図面標準化 WG は、自動車開発の更なる「開発期間短縮」、「コスト削減」、「品質向上」「グローバル化」を実現するために、3D モデルの流通と活用に着目し、

- ・ 情報の伝達媒体である図面の様式を 2D 図から「3D 単独図」に変化させることが必要である
- ・ 自動車開発工程の全般に渡って「3D 単独図」を利用した新しい業務形態の確立が必要である

としている。

上図、課題を解決するために、自工会、部工会、そして、3D CAD ベンダ、3D Viewer ベンダを巻き込み、また、SASIG と連携し、以下の活動を推進している。

- ・ 「3D 単独図」を作成する立場から、「3D 単独図」の設計手法の規格化、国際標準化
- ・ 「3D 単独図」の作成／利用ツールとしての 3D CAD と 3D Viewer の現状の実証検証
- ・ 実証検証を元にした 3D CAD と 3D Viewer のベンダに対する、「3D 単独図」への対応依頼
- ・ 「3D 単独図」の利用者であるサプライヤでの実証検証
- ・ 「3D 単独図」を見て活用する立場から、「3D 単独図」の活用方法のガイドライン化

3D 図面標準化 WG では、WG の活動期間を 2007 年 3 月までとし、それまでに、以下の活動を予定している。

- ・ 「JAMA/JAPIA 3D 単独図スタンダード」の発行
- ・ 「JAMA/JAPIA DEV ガイドライン」の発行
- ・ 3D CAD の「3D 単独図」の要件まとめ、及び、3D CAD ベンダへの要件提示
- ・ 3D Viewer の「3D 単独図」の要件まとめ、及び、3D Viewer ベンダへの要件提示

3D CAD の普及が進み、自動車開発の企画・設計の現場では、3D モデルが設計検討の主流となった。だが、生産を中心とした後工程の業務は今だ 2D 図面が主流であり、企画・設計工程から生産を中心とした後工程への情報伝達媒体も 2D 図面が主流である。

しかし、更なる競争の激化を受けて自動車業界を取巻く環境も大きく変わりつつある。3D モデル主体の業務形態への移行は、3D モデルと 2D 図の混在による損失を排除するのみならず、自動車開発業務の効率化を実現するという認識も広まり、主要な完成車メーカーの殆どは、3D モデル主体への移行に取り組んでいる。

(社)日本自動車工業会の 3D 図面標準化 WG の取組みは、これら各企業が個別で行っている取り組みを業界全体として下支えする取組みとも言える。すなわち、この業界全体を通じた、自動車開発工程全般に渡る 3D モデルによる情報連携と情報共有の実現、及び、それを実現する 3D CAD や 3D Viewer といったシステム環境の基盤整備である。

多くの 3D CAD や 3D Viewer などのシステムは、他のシステムの存在を意識することなく、

それ自身で最適化されたものとして開発されている。データの形式、機能や表現方法も独自の思想に従っていると言えるだろう。3D モデル内で全ての設計意図を表したものを自工会は「3D 単独図」と命名した。3D 図面標準化 WG の取り組みは、この「3D 単独図」により、自動車開発工程内の情報連携と情報共有の実現を目指すものであり、また、個別の思想にそって開発される 3D CAD や 3D Viewer に対し、「3D 単独図」に関する共通のルールを設け、そのルールへの準拠を求めることにより、各システム間のシームレスな連携が可能なツールへと成熟を促すものとも言えるだろう。

社会の成熟を受けて、図面の果たす役割も拡大している。従来の 2D 図面では「設計検討の道具」であり「設計意図の伝達媒体」であったと言える。図面様式が「3D モデル+2D 図面」から「3D 単独図」へと進化する過程で、図面には、「プロセス管理の道具」「コスト管理の道具」「出荷管理の道具」など様々な役割が加わり、そして、企画から設計、生産、サービに渡る「製品開発のライフサイクル全般に渡る情報の伝達媒体」という重要な役割も担うであろう。3D 図面標準化 WG では、「3D 単独図」が、これら多様化し拡大化する図面の役割を実現できるものになると期待している。

サプライヤも含め広い裾野をもつ自動車業界の状況からすると、3D モデル主体の業務形態への移行、将来的には「3D 単独図」を利用した業務形態への移行は避けては通れないだろう。その際、自動車業界全体のメリットを最大にするために、3D 図面標準化 WG では、これまで説明してきたような精力的な活動を行っている。3D 図面標準化 WG の活動成果には、3D モデルの流通や活用のための方策やヒントがまとめられていると言える。来年度（2006 年度）が、WG 活動最後の年となるそうだが、将来的に、自動車業界全体で「3D 単独図」を普及させ、3D モデルを実効的に活用するためには、3D 図面標準化 WG が果たす役割は大きいであろう。

3.2 SASIG における取組み

3.2.1 SASIG の取組み

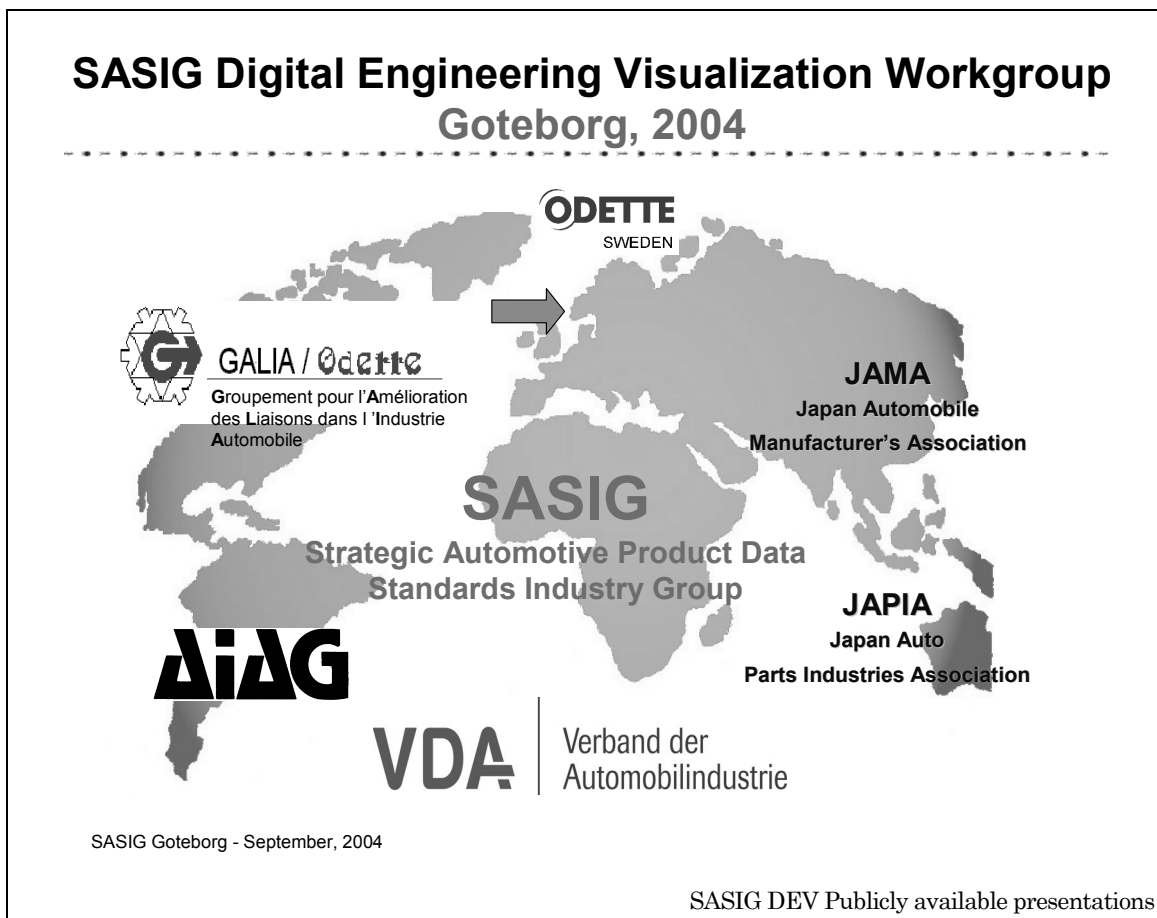


図 3-32 SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup

SASIG (Strategic Automotive Product Data Standards Industry Group) とは、自動車開発に利用する製品データについての情報共有と情報活用に資する標準化を目的とした各国の自動車工業会の標準化のための協調機構である。SASIG には、現在、JAMA/JAPIA (日本)、AIAG (アメリカ)、VDA (ドイツ)、GALIA (フランス)、ODETTE Sweden (スウェーデン) の 5 ヶ国が参加している。

ここでは、SASIG の WG 組織の中に発足した Digital Engineering Visualization WG (以降、DEV-WG) の取組みについて紹介する。DEV-WG には、ODETTE Sweden (スウェーデン) を除いた JAMA/JAPIA (日本)、AIAG (アメリカ)、VDA (ドイツ)、GALIA (フランス) の 4 カ国が参加している。

ここで紹介に利用する資料は、以下の URL に掲載されており、2004 年 9 月時点のものである。

URL: <http://www.sasig.com/index.php?page=4>

3.2.2 DEV-WG の活動目的

SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup

Mission

- SASIG Workgroup Name
 - Digital Engineering Visualization (DEV)
- Mission
 - To establish globally accepted practices, guidelines, technologies and standards that facilitate implementation of Digital Engineering Visualization, enabling collaboration within/between OEM's and suppliers.

SASIG Goteborg - September, 2004

SASIG DEV Publicly available presentations

図 3-33 Mission

DEV-WG は、SASIG 内に発足した、OEM とサプライヤ間のコラボレーション実現に向けて、Visualization Tool への要求が容易に実現できるよう、実装要領、ガイドライン、実装技術、および、標準化の検討と、関連するドキュメントの発行を推進することを目的とし活動を推進するワーキンググループである。

3.2.3 DEV-WG のビジョン

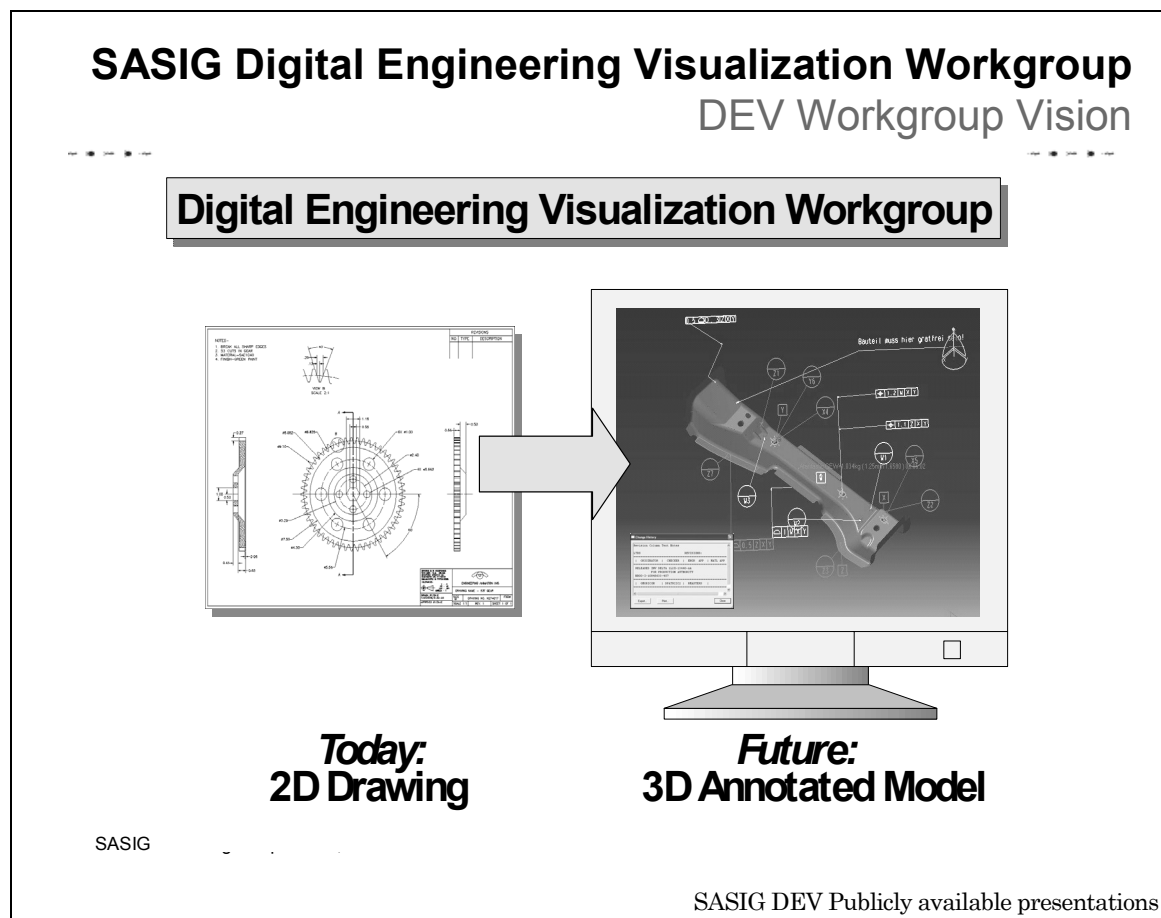


図 3-34 Vision

自動車開発の工程では、従来、2D 図面を利用した業務形態が主流であったが、3D モデル内ですべての設計意図に関する情報を表現する「3D Annotated Model」が主流になるものと、DEV-WG では考えている。

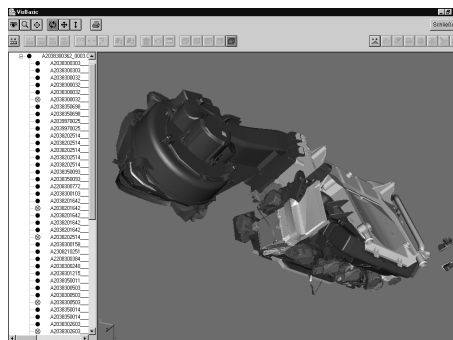
3.2.4 Digital Engineering Visualization とは

SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup Definition

Digital Engineering Visualization

Processes/tools that allow non-CAD (and CAD) users access to 2D and 3D graphical engineering information including CAD, CAE, CAM and drawings (CAx).

Note : Most non-graphical information is not considered in scope for this team i.e. Word, Excel, PowerPoint, Outlook, etc.



SASIG Goteborg - September, 2004

SASIG DEV Publicly available presentations

図 3-35 Definition

DEV とは、CAD や CAE、CAM に含まれる 2D や 3D の図示された設計情報を、CAD に習熟していない利用者でも利用可能とするツール、または、プロセスであると、DEV-WG は定義している。例えば、Viewer は DEV ツールの一例である。

ワード、エクセル等のほとんどの非グラフィック情報については、このチームのスコープの外である。

3.2.5 DEV-WG の活動項目

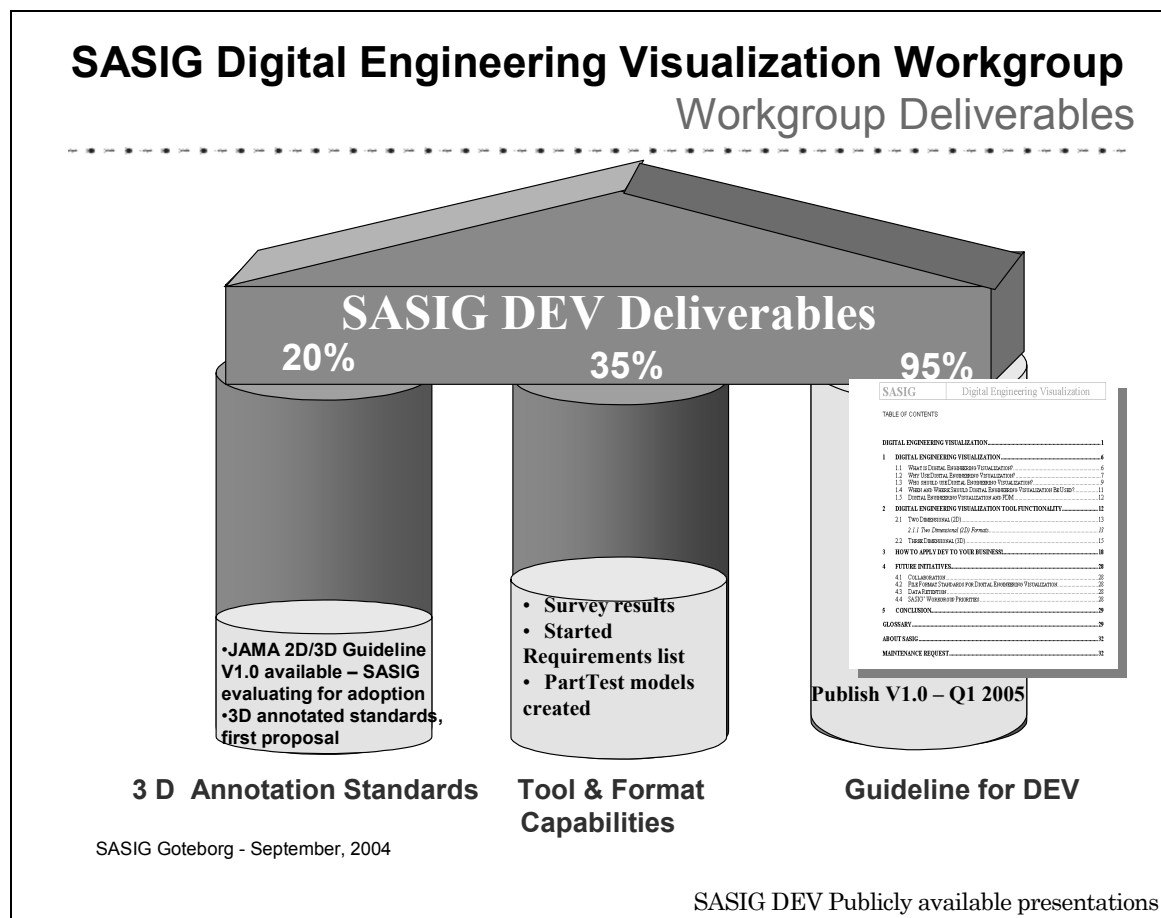


図 3-36 Workgroup Deliverables

DEV-WG では、以下の 3つの領域でドキュメント策定に向けて活動を推進している。

- 1) 3D Annotation Standards (3D モデルの製図ルールに関する規定)
- 2) Tool & Format Capabilities (DEV に関するツールやフォーマットについての調査まとめ)
- 3) Guideline for DEV (DEV ガイドライン)

1) は、3D モデルの製図ルールに関する規定である。DEV-WG へは、JAMA の 3D 図面標準化 WG が参加し活動を推進しているが、この規定の策定は、JAMA 主導で進められている。規定に関するドキュメントは「2D/3D Guideline」と「3D annotated standards」の2つが予定されている。

2) は、DEV Format の現状と、Viewer や CAD、Translator の機能についての調査を実施し、その結果をまとめものである。DEV-WG では、2D または 3D CAD から Viewer に変換した Viewer で表示できるデータ形式を DEV Format と呼んでいる。DEV Format 調査では 2D と 3D の 2 種類を予定している。

3) は、DEV ツールやプロセスに関するガイドラインの策定である。このガイドライン策定

は、AIAG（米）主導で行われている。

次ページより、1) 2) 3) の順で紹介する。

3.2.6 3D 図面に関する規定策定

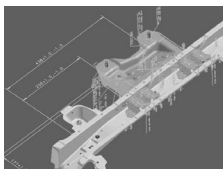
SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup

Guideline on 'Combination 3D Model and Simplified 2D Drawing'

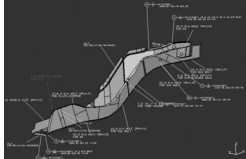
Typical Example

No.	Heading (Parameter)	Company	Author	Date
4.2	Drawing with a combination of 3D models and 2D drawings	Honda	Shimada	New 20031125

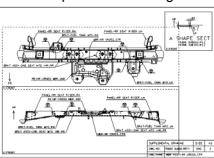
3D model



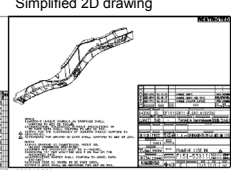
3D model



Simplified 2D drawing



Simplified 2D drawing



Management information

Item	Value
Part Name	
Part Number	
Part Description	
Part Category	
Part Status	
Part Date	
Part Author	
Part Reviewer	
Part Approver	
Part Date	

Source: Nissan Motors

Fig. 4.2.5.b Example of 3D models + simplified 2D drawings + management information

JAMA has published V1.0 of Document

Next Steps:

- 1) SASIG DEV members to review and comment on Document
- 2) Proposal to publish as SASIG DEV document – Q3 2005.

SASIG Goteborg - September, 2004

SASIG DEV Publicly available presentations

図 3-37 Guideline on "Combination 3D Model and Simplified 2D Drawing"

まず、「3D Annotation Standards」の策定に向けた活動について紹介する。

自動車の開発工程は、企画・設計などを中心とした「3D モデルを作成する領域」と、生産やサービスを中心とした「3D モデルを見て／活用する領域」の2つに大別できる。

自動車開発工程は、3D モデル主体に移行したが、「3D モデルを作成する領域」において、3D 形状に付加する注記などの表現方法が、主要な 3D CAD ごとや、作成する人、部署、会社ごとに統一されておらず、「3D モデルを見る／活用する領域」に、設計意図が正確に伝わらないという問題がある。

DEV-WG では、この問題を解決するために、3D モデルの製図ルールに関する規定策定に向けて活動を推進している。

規定に関するドキュメントは「2D/3D Guideline」と「3D annotated standards」の2つが予定しているのは、前述のとおりである。

3.2.7 DEV Format 調査の実施

SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup

Weekly Activities

DEV Format Standards

- Distributed DEV Survey to 7 DEV Format Vendors, received 5 responses
- Return portion of survey with additional detail (additional functionality requirements) to format vendors and request approval to **publish** the modified responses on SASIG web page

Purpose: Help industry determine which tool(s) best meet their needs

SASIG Goteborg - September, 2004

SASIG DEV Publicly available presentations

図 3-38 DEV Format Standards

次に、「Tool & Format Capabilities」の DEV Format の調査結果の発行に向けた取り組みについて紹介する。

DEV-WG では、2D または 3D CAD から Viewer で表示できるデータ形式に変換した、そのデータ形式を DEV Format と呼んでいる。DEV-WG では、OEM とサプライヤ間の伝達媒体として、将来的には、3D モデルに代わり DEV Format に従ったデータを利用することも視野に入れており、DEV Format に関する調査を実施し、将来的には、SASIG の Web-site から公開予定としている。

3.2.8 DEV Format 調査結果

Format Survey Results Example					
Extract from survey with JT format Vendors	Which of these objects are contained in your format:	<i>DipPro</i> DVX v3	<i>Latice</i> XVL v6.2	<i>Open HSF</i> OpenHSF v11.0	<i>PTC</i> .ol/.ed
					<i>UGS</i> .jt
	Parts	X	X	X	X
	Assemblies	X	X	X	X
	Assembly Features				X
	Points		X	X	X
	Edges		X	X	X
	Triangles			X	X
	Polygons			X	X
	FD&T				X
	GD&T				X
	Free text		X	X	X
	Part Annotation		X	X	X
	Assembly Annotation		X	X	X
	Nurbs (for exact Geometry presentation)			X	X
	Write-Ins				
	Instance of Assemblies and parts	X			
	Shapes (Solid, Shell, Face, Loop, Edge, Vertices.... same as CAD)	X			
	Wireframe	X			
	2D Drawings	X			
	2D (Clip Regions, Layers...)			X	
	Advanced Rendering: textures, transparency, Shadows, etc....			X	
	CAE elements (color-ramps, Iso-Lines)			X	
	FEA Results				X
	Primitives sets (sphere, cylinder, cube, etc.)				X
	Metadata				X
	Precise Wireframe				X

SASIG Goteborg - September, 2004

SASIG DEV Publicly available presentations

図 3-39 Format Survey Results Example

DEV-WG では、7つの Viewer Format ベンダに対し、そのベンダがサポートする DEV Format が保持できる設計情報に関して調査依頼を実施することにより、上図 5 ベンダより回答を得られたとしている。

回答が得られた DEV Format は、“ DVX v3”、“ XVL v6.2”、“ OpenHSF v11.0”、“ .ol/.ed”、“ JT” の5つとしている。上図は、調査結果の一部を紹介したものである。

3.2.9 DEV ツール調査の実施

SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup

Weekly Activities

- Create survey (for SASIG publication) to identify the current capability of the CAD/ Viewer/Translators vendors

Viewer Vendor	CAD System Vendor	Translator Vendor
IBM	CATIA V5	UGS
PTC	Pro-E	Theorem
UGS	UG NX	T-System
DiPro	Ideas	Lattice
Lattice		DiPro
KODAMA		Kodama
		PTC
		Ellysium
		Spatial

Note: SASIG DEV will not validate results of survey.

Purpose: Help industry determine which tool(s) best meet their needs

SASIG Goteborg - September, 2004

SASIG DEV Publicly available presentations

図 3-40 CAD/Viewer/Translator vendors

「Tool & Format Capabilities」における、Viewer、CAD システム、トランスレータの調査対象は上図のとおりである。これは、自動車業界が利用しているツールをカバーしているものと言われている。

SASIG Digital Engineering Visualization Workgroup

Weekly Activities

- Viewer Demo's
 - Created SASIG annotated CAD test models
 - 2 part files and 1 assembly per CAD System,(UG NX2, CATIA V5, Ideas, Pro-E provided to viewer vendors
 - Identified potential viewer vendors (IBM, PTC, UGS, DiPro, Lattice, KODAMA...)
 - SASIG DEV workgroup to determine which viewers to invite for further demo/discussion
 - Create list of requirements for vendor demonstration
 - Goal to have viewer demonstrations at Spring 2005 meeting

Purpose: Provide SASIG DEV an understanding of current viewer capability for displaying 3D annotations. This will help define 3D annotation standards

SASIG Goteborg - September, 2004

SASIG DEV Publicly available presentations

図 3-41 Viewer Demo's

DEV-WG では、Viewer の機能調査の一環として、Viewer ベンダによるデモも、2005 年春に実施する予定であるとしている。

デモまでの手順は、以下のとおりである。

- DEV-WG が、3D 注記を付加した 3D モデルを、UG NX2, CATIA V5, Ideas, Pro-E の 4 つの CAD で作成する
- 作成された 3D モデルを Viewer ベンダに配布し、Viewer に取り込むことにより、Viewer の取り込み機能について評価する
- その結果を元に、Viewer への要求項目を作成する

3.3 金型における取組み

金型における属性の活用に関しては平成 13 年度より 3 年計画で実施された基準認証研究開発事業（機械生産プロセスシステムの標準化）の中の研究タスクの一つとして、“加工のための属性情報調査研究”がある。

この調査研究では、現在の金型加工の実体について細かく調査し、金型設計・製作のための必要最小限の情報は何かを検討するとともに的確なデータの扱い方とツールのあり方に関して調査研究が進められた。そして、現状における金型加工の属性情報の取り扱いに関して、下記 3 点の問題が指摘された。

- ・ 3 次元 CAD データを作成しても、製造現場の状況に合わせて 2 次元図面を再度作成している
- ・ 寸法及び注記については、2 次元図面に記述している
- ・ 3 次元 CAD データの形状に設計属性が十分に関係つけられていないため、2 次元図面や仕様書に寸法や仕上げ情報などを記入する必要があるが、その際に入力ミスが発生している

これらの問題を解決することを目指して、まず、基本的な金型部品であるモールドベース加工のための属性情報モデルの開発が検討された。この検討は、必要な属性情報を加工種類（モールドベースに組み合わされる金型部品を接合するために必要とされる加工）で分類することにより進められた。実際のモールドベースの分析の結果、必要な加工の 90%以上は穴加工であることが判明したので、穴加工を細分類するとともに、穴以外の加工であるポケット加工、溝加工についても必要な属性を整理した。

この検討の結果は、“モールドベースの加工属性情報モデル”としてまとめられた。モールドベース全体の構造は「プレート」と「金型部品」に分類・構成され、「プレート」については、それを構成する「穴」、「ポケット」、「スロット」の構造の表現方法と用途の関連図が明示された。

この成果を基に、金型工業会にて XML を用いたモールドベース加工属性交換フォーマットが策定された。

さらに、金型製作をするうえで、設計・発注・加工・組立て・検査の各工程においては、設計された金型データを参照する必要があるため、Web ブラウザ上で金型データを比較的容易に確認できる仕組みや、CAM データの自動生成につなげるための検討が始まっている。

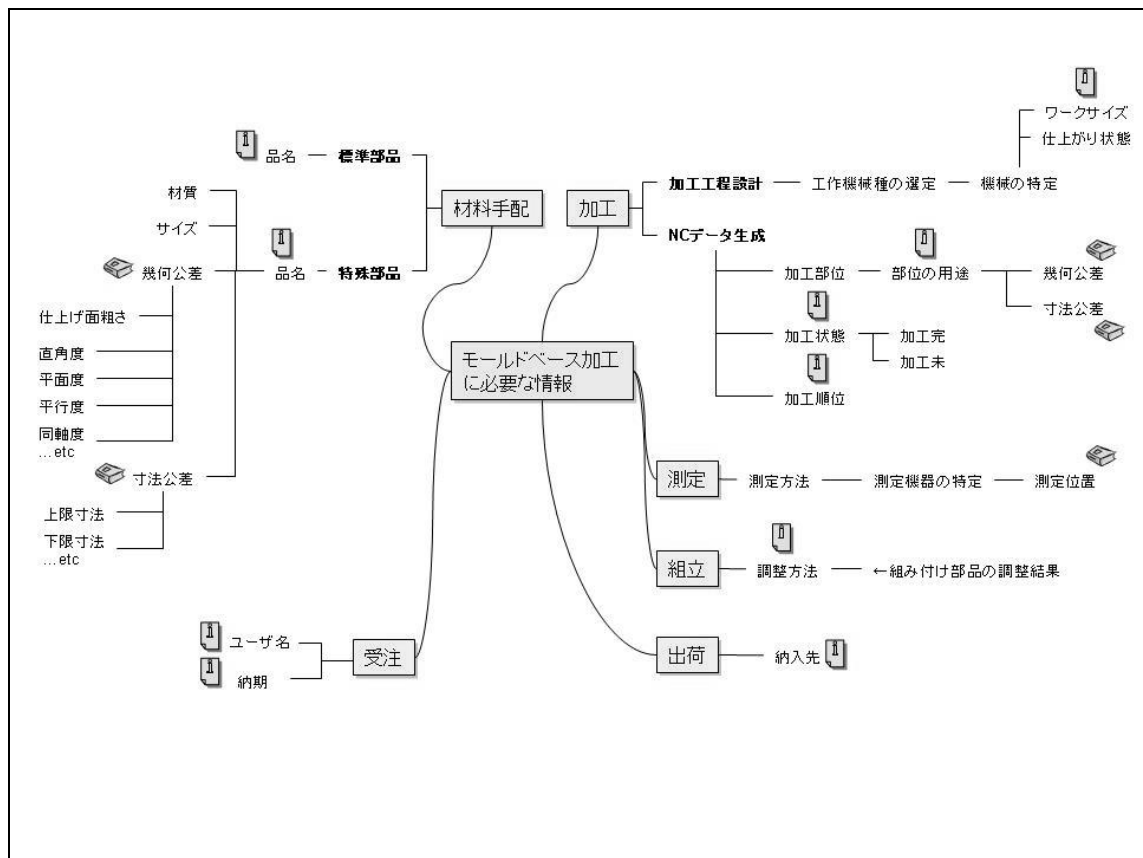


図 3-42 モールドベース加工に必要な情報

この属性を利用したモールドベース加工を進めるために最小限必要な、判断のための情報を、受注、材料手配、加工、測定、組立、出荷の業務の流れの中で示すと上図のようになる。

加工に関わるこれらの情報が単なるテキストの形ではなく、システムが認識できる形で授受することができれば、よりいっそう効果的な IT の活用が期待できる。

3.4 国際標準化の状況

設計属性の一部である寸法や公差に関する国際標準化の動向を紹介する。

まず、設計情報に関する分野横断的な国際標準策定組織として、従来から製図を担当してきた ISO/TC_10（製図、製品の確定方法、関連文書）がある。その他に関連する組織としては、公差の表現に関する国際標準策定組織である ISO/TC_213（製品の寸法・形状の仕様及び評価）や、電気電子分野の情報表現に関する国際標準策定組織である IEC/TC_3（情報構造、ドキュメンテーション及び図記号）がある。さらに、製造業全般に関わる産業データの表現と交換の仕様を定めている国際標準策定組織である ISO/TC_184/SC_4（産業オートメーションシステムとそのインテグレーション：産業データ、以降 SC4）も大きく関わってくる。

ISO/TC_10 では、設計段階で作成された 3 次元形状に付加された公差情報が、検査などの後工程でも正確に認識できるように製品をかしがせた状態（イソメトリックビュー）での見え方に関する規格(ISO 16792)開発を進めている。これは、ASME（米国機械学会）が作成し、ANSI（米国規格）として発行された ANSI Y 14.41（ Digital Product Definition Data Practices ）をベースにしている。また、同 TC では、IEC/TC_3 と協力して、文書管理-建設及び施設管理部門へのメタデータの適用に関する規格 ISO 82045-5 を開発し、2005 年 8 月に発行した。

ISO/TC_213 は、デンマークが幹事国を務め、製品の検査等における計測の観点から公差データ表現の標準化を進めている。この TC は 1996 年に ISO/TC_3（公差およびはめあい）と ISO/TC_10/SC_5（幾何公差方式）及び、ISO/TC_57（表面性状およびその方式）の規格を引き継ぎ設立された。この標準化は、寸法及び幾何公差表示方式、表面特性及び関連する検証原則、測定の不確かさを含む測定装置および校正要求事項を網羅するものである。ISO/TC_213 が作成した規格は GPS（Geometric Product Specification）と呼ばれ、従来使用されてきた規格との連続性なども含めて議論されてきている。開発された規格は、TR を含めると 81 規格存在する（2006 年 2 月 8 日現在）。

SC4 は 1984 年に発足し、製品データの表現と交換に関する規格開発を進めてきた。当初、機械分野からスタートしたが、その後、電気電子・建築土木、造船、プラントなどが対象分野に追加され、全ての製造業にかかわる規格群となっている（2006 年 3 月 24 日現在発刊済の規格は 282 個である）。現在も規格の拡張が続いている。SC4 では規格の対象範囲の拡大とともに、他の組織が開発中の規格との整合性の保持が重要との認識を持ち、各規格の開発組織とのリエゾン強化することにより整合性確保に努めている。TC_213 や ISO 16792 とも強いリエゾン関係を持っている。

参考資料・引用文献

1. 「3D 図面の標準化セミナー資料」
社団法人日本自動車工業会 3D 図面標準化 WG
http://www.jama.or.jp/cgi-bin/download_3d.cgi
2. 平成 14 年度経済産業省委託事業成果
基準認証研究開発事業 機械生産プロセスシステムの標準化
(財) 日本情報処理開発協会 電子商取引推進センター
3. 平成 15 年度経済産業省委託事業成果
基準認証研究開発事業 機械生産プロセスシステムの標準化
(財) 日本情報処理開発協会 電子商取引推進センター

4. 「SASIG DEV Publicly available presentations」

<http://www.sasig.com/index.php?page=4>

5. 平成14年度製品設計・製造のための新データ表現標準に関する調査研究報告書
(社) 日本機械工業連合会 (財) 日本規格協会

4. ガイディングコンセプト作成のガイドライン

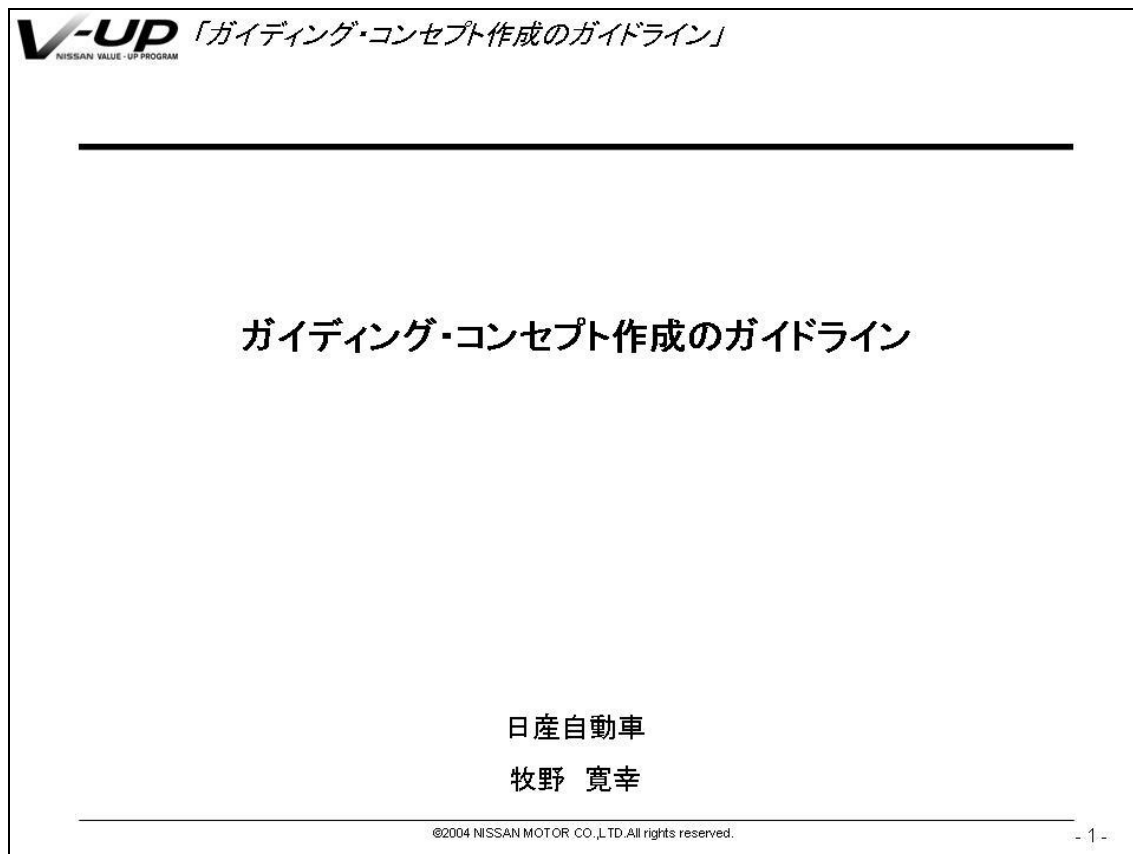


図 4-1 ガイディングコンセプト作成のガイドライン

本研究の課題解決プロセスについて概要を纏め、IT 開発の一手法として活用のガイドラインとして整理した。

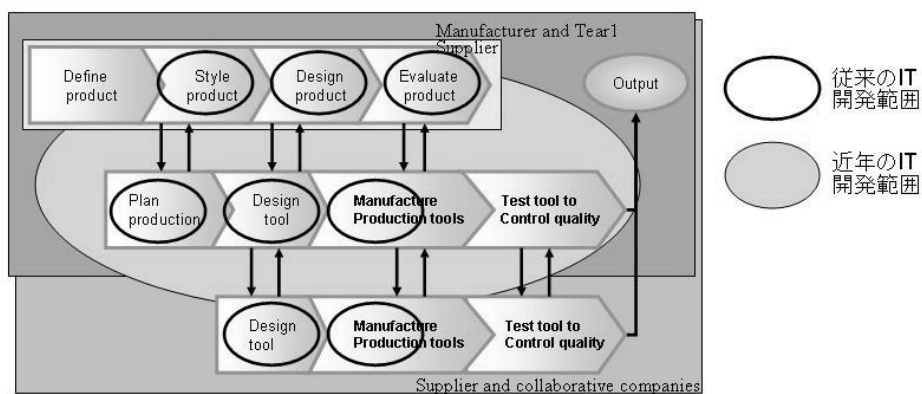
4.1 従来の IT 開発

1. 従来のIT開発

背景

- IT機能の複雑化／専門化／システムの大規模化
- 対象領域の拡大
- 要求の高度化／短期実現

⇒結果として、要求仕様／外部仕様設計の評価が難しくなっている



©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 2 -

図 4-2 背景

最近の IT 開発は、IT 機能の複雑化／専門化、更にはシステムの大規模化や対象範囲が拡大する中で、要求が高度化／短期実現を要求されてきており、結果として要求仕様／外部仕様設計の評価が難しい状況になっている。

1. 従来のIT開発

汎用的に使える評価方法が無い

- 要求～機能の関係が見えない
- 要求に対する機能だけ並べても総花的になるだけ
- 結果として開発費が膨らみ、開発期間が延びる

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 3 -

図 4-3 汎用的に使える評価方法が無い

このような背景の中で、従来の IT 開発手法では以下の様な問題点が生じている。

- 要求と機能の関係が見えにくい
- ユーザ数が多く、要求に対する機能を並べても、総花的になってしまうだけで、開発コンセプトが明確にならない
- そのまま開発を進めていくと開発費用が膨大となり、開発費が膨らむだけでなく、開発期間も延びてしまい計画通りのシステム実現が出来ない状況となりがちである

(参考)最近のIT機能一覧

①商品プランニング[設計]	⑤設計評価(CAE)[設計・生産共通]
・情報検索(インターネット、等)	・機構解析
②スタイリング[設計]	・干渉確認 スキの確認含む
・コンセプトスタイリング	・CAEとI/Fとプリプロセッサ
③構想設計[設計・生産共通]	・大量データの処理能力(不要データは表示しない機能を含む)
・仕様をいれると基本形状ができる	・コスト/重量
・レイアウト設計	・モノづくり評価(製作可能性)
・部品構成検討	⑥専門的CAEツール[設計]
④詳細設計[設計・生産共通]	・音響解析、等
・形状モデリング	⑦プロセスプランニング[生産]
・パラメトリック機能	・情報検索(インターネット、等)
・製品構成(Config Design)	⑧その他[生産]
・ドラフティング機能	・どこが変わったのかが知れること(設変部位情報)
・設計意図(アノテーション、幾何公差等)	・設計意図
・技術計算書 報告書の作成(Know Howの保存)	・データ交換による情報欠落
・設計標準(社内外規格)の閲覧	⑨その他[設計・生産共通]
・ナレッジ機能(エキスパートシステム、AI、etc)	・測定データの扱い
・過去のデータの流用	・二番型転写活用
	⑩環境[生産・設計共通]
	・ファイル共有
	・遠隔地データの共有
	・追加(ファイル変換)
	・追加(PDM連携)

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 4 -

図 4-4 最近の IT 機能一覧 (参考)

最近の IT (CAD/CAM 関連) 機能の一覧 (抜粋) を示す。

要求が多岐に渡ることが、理解できるものとする。

4.2 ガイディングコンセプト作成の全体プロセス

2. ガイディング・コンセプト作成の全体プロセス

- Step1). 要求品質特性の明確化
- Step2). 対象となるIT機能の洗い出し
- Step3). SVA分析による問題点の明確化
- Step4). コンセプト評価による問題点の解決

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 5 -

図 4-5 ガイディングコンセプト作成の全体プロセス

こうした背景の中、本研究で活用した IT 開発のガイディングコンセプトを効率よく作成するプロセスについて概要を説明する。このプロセスは大きく 4つのステップから成る。

Step 1) 要求品質特性の明確化

Step 2) 対象となる IT 機能の洗い出し

Step 3) SVA 分析による問題点の明確化

Step 4) コンセプト評価による問題点の解決

4.2.1 要求品質特性の明確化

Step1. 要求品質特性の明確化

- 1) テーマへの落とし込み
- 2) 親和図～Mind Mapでの現状の全体像を把握
- 3) 重要特性の現状把握
 - 出来ている事～共通認識
 - 出来ていない事～要求特性(課題⇒要求に変換)

留意点) 対象者は誰にするか

－(設計者/生産技術/1次サプライヤー/2次サプライヤー/協力メーカー・・・)

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 6 -

図 4-6 要求品質特性の明確化

初めのステップは要求品質特性の明確化である。

従来開発のように一部署の要求でなく、複数の部署のクロスファンクショナルな要求を効率よく整理する必要がある。

その為には

- 1) テーマへの落とし込み

リーダーのガイドライン（上位目標）を理解しながら、何を良くしたいのか（What の明確化）と現状はどの様になっているのかを大まかに把握し全員で改善していく方向性（テーマ）をレベリングする。（基本はフリーディスカッション）

- 2) 親和図 or Mind Map での現状の全体像を把握

上記のテーマに沿って、関係者の声を、親和図や Mind Map などのツールを活用して整理し、現状の全体像を把握する。

この整理により特に重要と考えられる重要特性（CTQ：Critical to Quality）を明確化する。

3) 重要特性の現状把握

上記の重要特性にフォーカスし、出来ている事 (=共通認識)、出来ていない事 (=要求特性) を整理していく。

この出来ていない事 (課題) を要求として IT 開発による更なる改善が必要なポイントとして整理する。

上記のプロセスでは、対象者を誰にするかが非常に重要となるので、範囲やメンバーに配慮しながら進めることが重要である。

(1) 重要な課題についてテーマに落とすこと

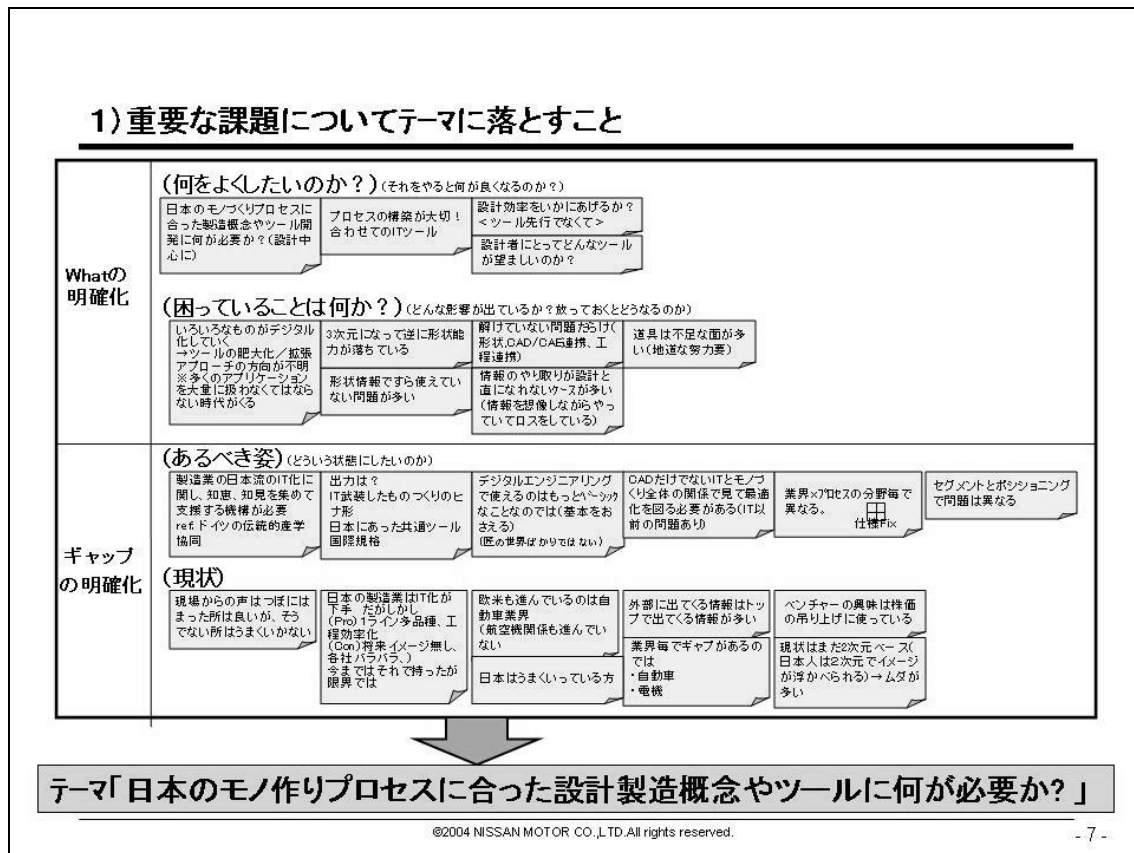


図 4-7 重要な課題についてテーマに落とすこと

本研究で行った、初めのステップである。

このフリーディスカッションの結果、共通認識のテーマとして「日本のモノ作りプロセスに合った設計製造概念やツールに何が必要か?」というテーマに落としている。

[illegible]

次のステップとして、前述のテーマに基づき、関係者より VOC(Voice of Customer)をもらい、親和図で現状の全体像を把握している。

- ①日本のモノ作りプロセスに合った 製造工程の明確化
- ②上流から下流まで十分な情報が効率よく流れること
- ③真の意味で設計に合った **CAD** の明確化

(3)重要特性の現状把握

【現状認識のレベリング】

3)重要特性の現状把握(1):現状認識のレベリング 日本に合った設計製造プロセスの明確化			
	出来たこと	出来ていないこと	取り組むべき課題
A委員	＜結果系＞:お客様への同期 ・新商品開発期間の短縮 ・試作回数、設計変更の削減 ＜方策系＞:デジタルエンジニアリング ・ノウハウの論理化/デジタル化 ・CAEの精度向上、領域拡大 ・デジタル試作 ＜インフラ＞:日本的製造プロセス ・NIMSによる標準化推進 ・基データの質の高さ ・計測、CAE技術の向上	●デジタル保証 ・デジタルでの製品品質、生産品質の完全保証 ・デジタルデータによる一発合格の実現 ●真の設計製造コラボレーション ・デジタル段階での検討負担増大 ・CADデータの上流への流通	・真の意味での設計品質の向上(作り手/CAE領域の拡大、等) ・生産ノウハウに基づいたデジタルデータ通りのもの作りによるQ(品質)C(費用)D(納期)の飛躍的向上 ・サプライヤーまで含めた双方向情報交換インフラの実現(開発プロセスにマッシュしたデータ荷姿、等)
B委員	早期・統合的問題解決によるCQDの改善 →フロントローディング →オーバーラップ型問題解決 統合型(擦り合わせ)製品開発 →部品企業への製品開発への早期参加 →生産部門が早い段階で設計に参加 →少数精鋭のプロジェクトチーム →重量急PM	統合型製品開発の進化 →変種変量市場への対応 →扱う技術の変化への対応 →グローバル化への対応 統合型製品開発を貫いて支援するシステム また、分野毎に次のテーマがある ・コンセプト段階からのIT活用 ・CAEによる試作レス ・設計、購買、製造、販売BOM連携	左欄に同じ (注)併せて考慮すべきこと、 →設計プラクティスの変化 ・設計/モデラ分業 ・IT環境下での設計者の能力向上 ・図面文化との葛藤 →擦り合わせ能力の浪費抑制 →高度擦り合わせ製品(F1)の開発能力 →擦り合わせ能力基盤の継承

図 4-9 現状認識のレベリング

それぞれの重要特性についての現状把握として、出来たこと／出来ていないこと、更には取り組むべき課題について、最も関係の強い部署の声、等をベースに課題の明確化を図っている。

【共通認識と課題の明確化】

3)重要特性の現状把握(2): 共通認識と課題の明確化
日本に合った設計製造プロセスの明確化

【共通認識: 日本の製造業の強み】

- ・日本的な緊密なコミュニケーション(すり合せ文化)を伴ったオーバーラッピング・プロセスに基づき
 - ーデジタルデータを完全な形で作り早期に検証
 - ーCAEを活用したフロントローディング

	分解された課題	ギャップの明確化
1	何のために、どこまでコラボレーションするのか？ (どのレベルまでが効率的なのか明確でない)	(現状)そのやり方が、各社でクローズしている。コラボレーションのやり方が本当に経済的なレベルなのかどうか明確でない。 (狙い)
2	高度すり合せ商品や先行開発の進め方	(現状)現状の日本は設計と製造の妥協点を組織的に上手く見つける力は優れているが、機能優先で開発していく力は不足している？ (狙い)
3	フロント・ローディングによる工数増大の解消	(現状)コラボレーションによるオーバーラッピングプロセスで設計段階での工数が増大している事に対して対策が必要 (狙い)
4	すり合せ能力基盤の継承	(現状)日本の強みであるすり合わせ能力基盤を(3次元CAD化等の技術進化に合せ)どの様に継承していくのか明確でない (狙い)

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 10 -

図 4-10 共通認識と課題の明確化

前記の整理から、

- ・出来たこと～共通認識
- ・出来ていないこと～課題

を明確化している。

【課題を要求に変換】

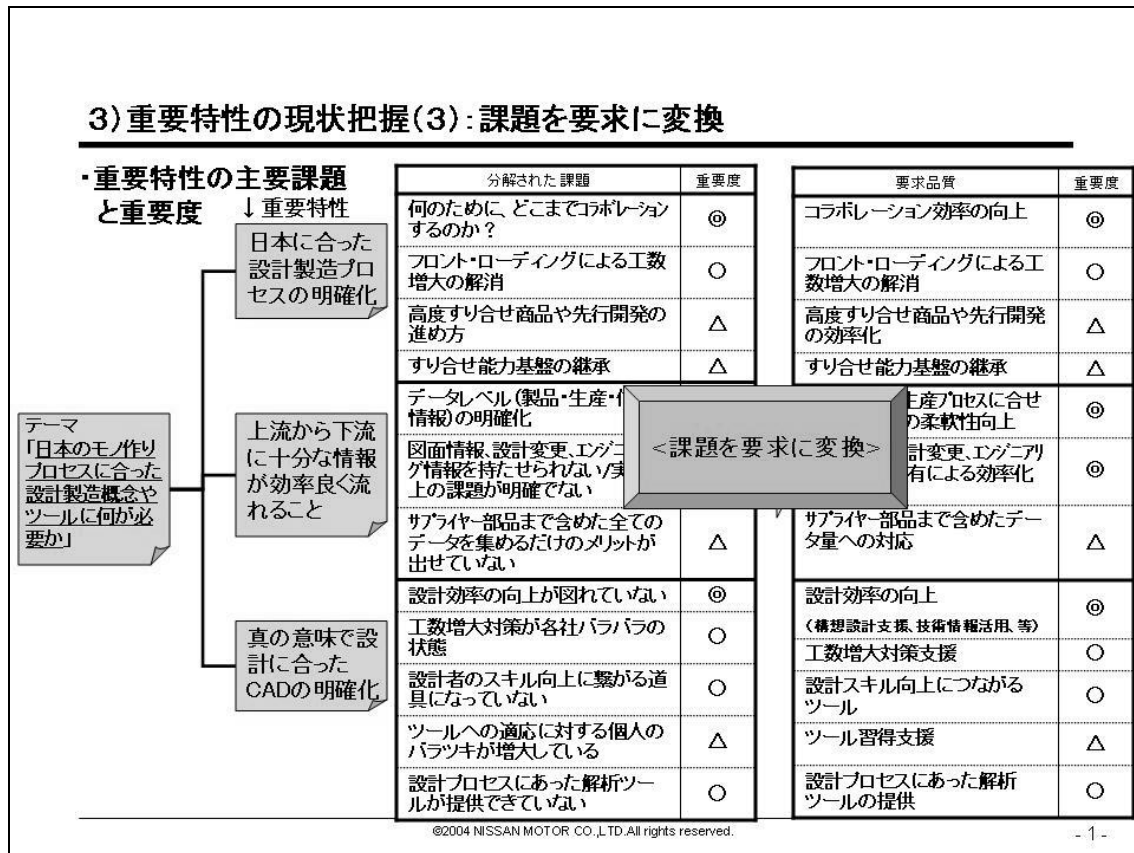


図 4-11 課題を要求に変換

この様にして得られた課題を要求品質に変換し、IT による更なる開発が必要なポイントとして重要度と共に明確化を図っている。

4.2.2 対象となる IT 機能の洗い出し

Step2. 対象となるIT機能の洗い出し

- 1).対象システム
– (CATIA/Cadceus・・・)
- 2).機能分類の大きさの確認
- 3).特性内容のレベリング

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 12 -

図 4-12 対象となる IT 機能の洗い出し

ステップの2番目は、評価の対象となる IT 機能の洗い出しである。このステップは、以下の3つの点に留意して進めることが重要である。

1)対象とするシステムの明確化

使用中のシステムを対象として評価するか、あるいは今後、切り替えようとしているシステムを対象に評価するかといった視点は、当然のことであるが非常に重要である。

2)機能分類の大きさの確認

IT 機能のどのレベルで評価を行っていくか、これにより、この後の評価や開発内容が規定されるので慎重に検討する必要がある。

3)特性内容のレベリング

それぞれの IT 特性に対して、どのような定義でとらえるのか、対象システムのパフォーマンスをどの様に評価しているのか、次のステップで評価した後に戻っても良いが、できるだけこの段階で共通認識にしておいた方が良い。

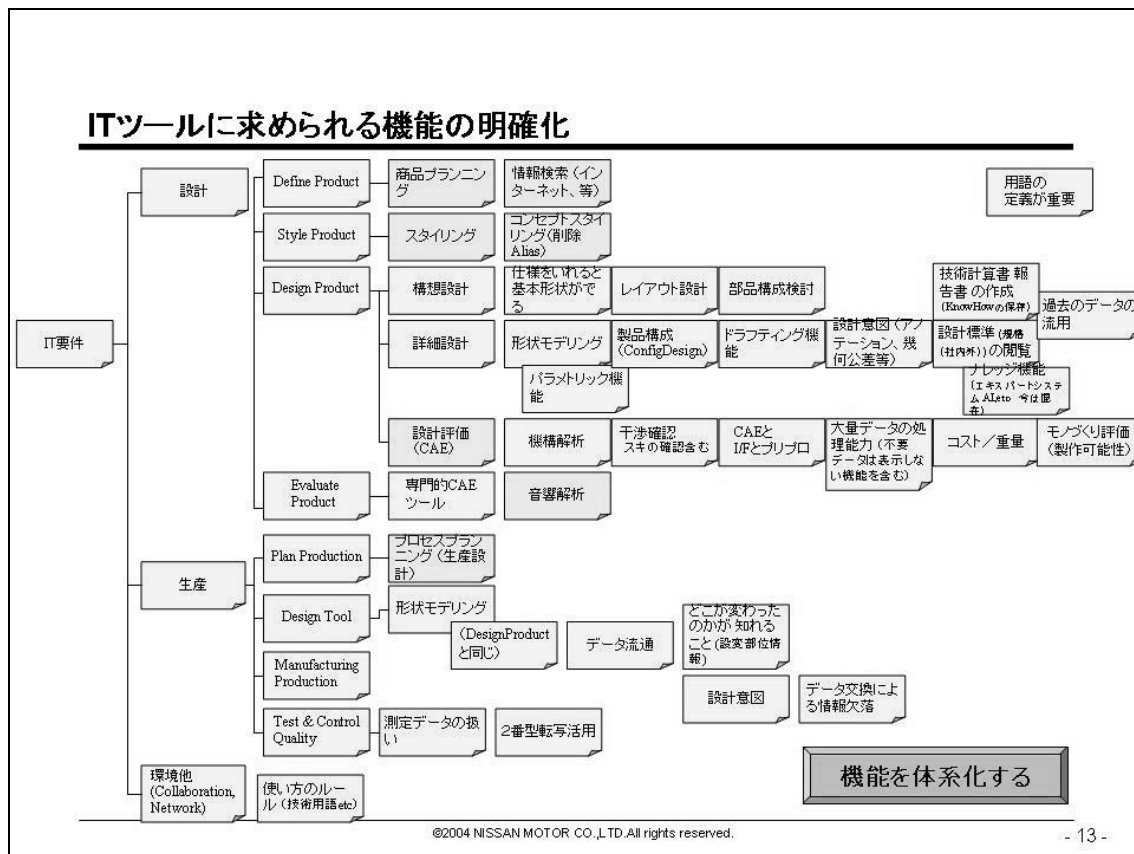


図 4-13 IT ツールに求められる機能の明確化

【IT ツールに求められる機能の明確化】

本研究では、不特定多数のユーザを対象に評価を行っていたため、非常に多くの機能を評価対象に
 おいている。

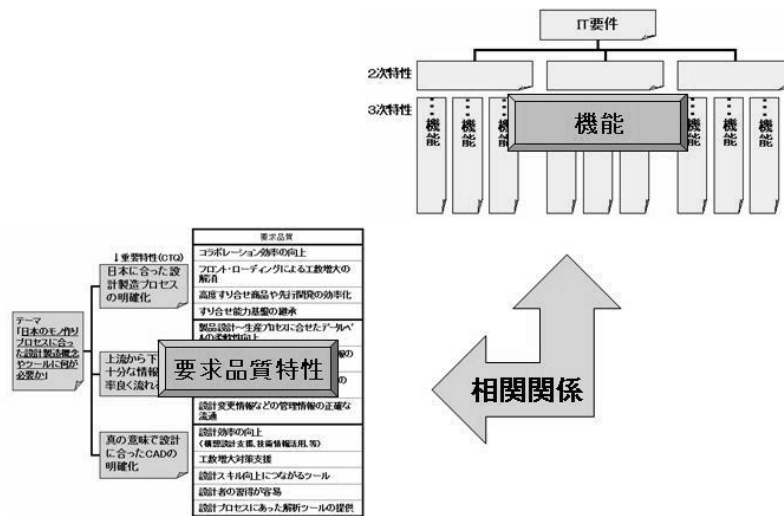
上図の様に機能を体系化して整理しておくことが重要である。

4.2.3 SVA 分析

(1)SVA 分析とは

Step3. SVA分析(1)

- SVA(Service Value Analysis)分析とは
- 要求品質特性と機能について相関関係を評価する手法



©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 14 -

図 4-14 SVA 分析とは

Step1 で明確化した要求品質特性と Step2 で体系化した ITT 機能の関係について相関分析を行う。この際に SVA (Service Value Analysis) と呼ぶ分析手法を用いる。

(2)SVA 分析上の注意事項

Step3. SVA分析(2): SVA分析上の注意事項

①.今までの一般的な評価方法

・5点法 : 5 4 3 2 1

この方法では被験者が何を基準に点数を付けているかが曖昧である。

アンケート結果をアクションに移すには更に、グループインタビュー等が必要である。

この方法では結果の中央値は3.7点になるということが知られている。(有意差が出難い)

②.推奨する評価法

i).一つの項目に対し「期待値or重要度」と「満足度」を評価軸を同一になる様にして
10段階で聞く。

・期待値or重要度 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

・満足度 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 15 -

図 4-15 SVA 分析上の注意事項

【今までの一般的な評価方法】

SVA 手法を説明する前に、一般的に行われる評価方法について整理しておく。

一般的な手法として、よく用いられるのが5段階評価方法である。

しかし、この方法では被験者が何を基準に点数を付けているかが曖昧である。

アンケート結果をアクションに移すには更に、グループインタビュー等が必要である。

この方法では結果の中央値は 3.7 点になるということが知られており、有意差が出難いと言われている。

【推奨する評価法】

一方、推奨する評価方法では、一つの項目に対し「期待値 or 重要度」と「満足度」を、評価軸を同一になる様にして、10段階で聞く。これにより、被験者に何を確認しているのかを明確にすると共に、有意差を出しやすくする様に促している。

Step3. SVA分析(2): SVA分析上の注意事項

②. 推奨する評価法(続き)

ii). 具体的な手法と判断方法

– 重要なのは「期待値」と「満足度」の差「A」である。

「期待値 or 重要度」－「満足度」＝A

- A<-1 : 過剰品質
- A=0 : 若干過剰品質気味
- A=1 : 満足度が適正な状況
- A=2 : 改善が必要なレベル
- A>3 : 致命的な問題あり

– Aが2以上か-1以下の時は理由をコメント欄に記入する。

– 点数の絶対値は気にしないで差を見る。

- 10点満点で4点以上のギャップは問題と認識

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 16 -

図 4-16 SVA 分析上の注意事項 (続き)

更に SVA では、調査により得られた結果について以下のような判断方法で評価を行う。

・ 具体的な手法と判断方法

重要なのは「期待値」と「満足度」の差「A」である。

「期待値 or 重要度」－「満足度」＝A

A<-1 : 過剰品質

A=0 : 若干過剰品質気味

A=1 : 満足度が適正な状況

A=2 : 改善が必要なレベル

A>3 : 致命的な問題あり

Aが2以上か-1以下の時は理由をコメント欄に記入する。

点数の絶対値は気にしないで差を見る。

すなわち、10点満点で期待度と満足度のギャップが4点以上あるものが問題であるという認識としている。

(3)要求品質特性と機能の相関関係を評価

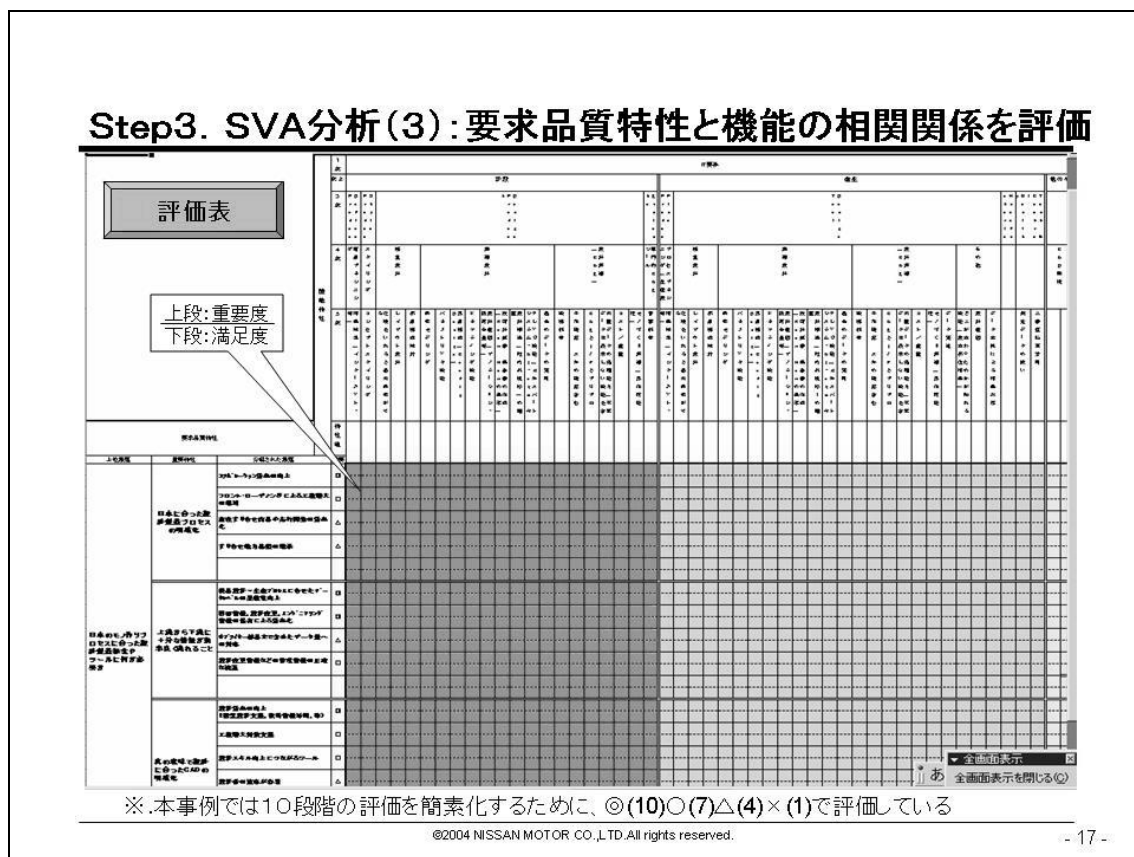


図 4-17 要求品質特性と機能の相関関係を評価

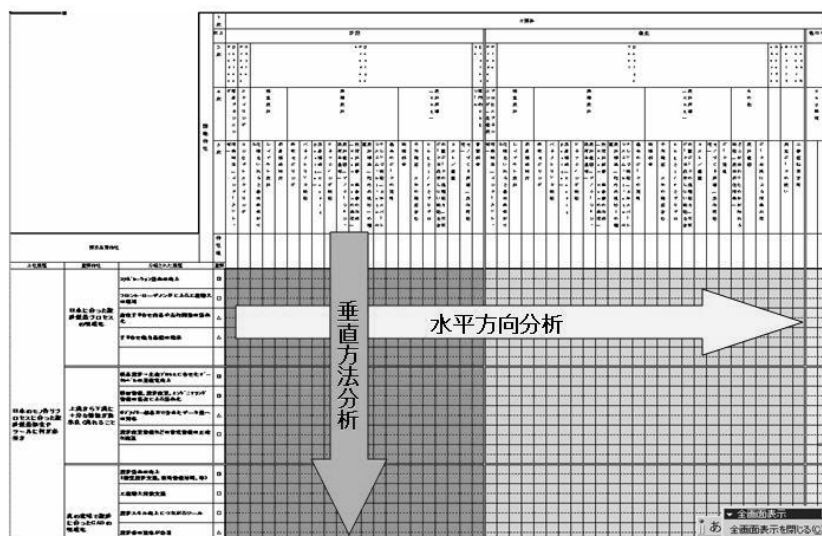
具体的な評価は、本研究の場合は上図に示すような表を作成し、ユーザの各委員に被験者になっ
てもらい評価を行った。

実際に10段階での評価は面倒な面があるので、評価を簡素化するために、◎(10)○(7)△(4)×(1)
で評価してもらい後で数値に置き換えるという方法を取っている。

(4)分析

Step3. SVA分析(4):分析-1

- ・ 水平方向分析:要求特性に対するITの影響度を見る
- ・ 垂直方向分析:IT機能の要求～不満足度状態を見る



©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 18 -

図 4-18 分析 1

この評価表により大きく 3 つの分析を行うことが出来る。

【水平方向分析】

水平方向に期待度、満足度をそれぞれ集計することにより、それぞれの要求特性に対する IT 機能の影響度を見ることが出来る。

【垂直方向分析】

垂直方向に期待度、満足度をそれぞれ集計することにより、IT の各機能に対する要求～不満足状態をマクロに把握することが出来る。

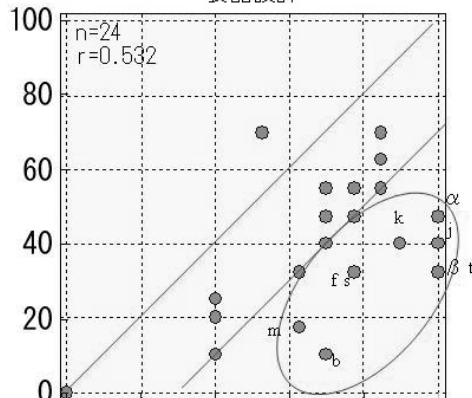
Step3. SVA分析(4):分析-2

- 散布図:各要求に対する強化が必要な機能の状態を見る

A-1.コラボレーション効率の向上

X軸:重要度 Y軸:満足度

製品設計



A-1.コラボレーション効率の向上	製品設計
b.コンセプトスタイリング	○
f.形状モデリング	○
j.設計意図(アノテーション、幾何公差等)	◎
k.技術計算書 報告書の作成(Know Howの保存)	◎
m.ナレッジ機能(エキスパートシステム、AI、etc 今は未実)	○
s.コスト/重量	○
t.モノ造り評価	◎
α.ファイル共有	◎
β.遠隔地データの共有	◎

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 19 -

図 4-19 分析 2

【散布図】

さらに、それぞれの要求特性に対し、IT 機能がどの様に関係しているかを確認する為に横軸に期待度（重要度）、縦軸に満足度を取り、散布図として表現する。

これにより、要求特性実現のために必要な機能を定量的に評価することが可能となる。

Step4. コンセプト評価

- 個々の機能に対する要求実現を考えるのではなく、
トータルとしてのソリューション案を上げSVA評価する
 - 1). 重用なIT機能の目標レベルの明確化
 - 2). 理想的なプロセスの明確化
 - 最低限必要なプロセスを分析する
 - 3). ブレイクスルーの為のコンセプトの検討
 - 4). コンセプト評価～決定
 - SVA分析での再評価
 - 5). 重要特性の満足度評価

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 20 -

図 4-20 コンセプト評価

分析が出来たところで、要求特性実現に向けた IT 開発の進め方を明確化する。この際に重要な事は、個々の IT 機能に対する要求実現を考えるのではなく、トータルとしての最適ソリューションを検討することにある。

本研究では、そのソリューション検討のステップを以下の様に進めた。

- 1) 重用な IT 機能の目標レベルの明確化
- 2) 理想的なプロセスの明確化
最低限必要なプロセスを分析する
- 3) ブレイクスルーの為のコンセプトの検討
- 4) コンセプト評価～決定
SVA分析での再評価
- 5) 重要特性の満足度評価

(1)重大な IT 機能の目標レベルの明確化

Step4. コンセプト評価(1)重大なIT機能の目標レベルの明確化							
現状把握で得られた結果から、重大なIT機能要件を明確化する							
	要求品質特性(分解された課題)	狙い(目標)	関係するものを結んでおきましょう	鍵となるIT技術	重要度	目標値	補足
A1	コラボレーション効率の向上	神経の通ったアメーバ状のコミュニケーション環境					
A2	フロント・ローディングによる工数増大の解消						
A3	高度すり合せ商品や先行開発の効率化						
A4	すり合せ能力基盤の継承						
B1	製品設計〜生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上						
B2	図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化						
B3	サプライヤー部品まで含めたデータ量への対応						
B4	設計変更情報などの管理情報の正確な流通						
C1	設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)						
C2	工数増大対策支援						
C3	設計スキル向上につながるツール						
C4	設計者の習得が容易						
C5	設計プロセスにあった解析ツールの提供						

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD. All rights reserved.

- 21 -

図 4-21 重大な IT 機能の目標レベルの明確化

コンセプト評価の第一ステップは、要求特性と重要な IT 機能の目標レベルとの関係を、SVA 分析を基に再確認し明確化することである。

本研究では上記の様な関係表を基に明確化を進めた。

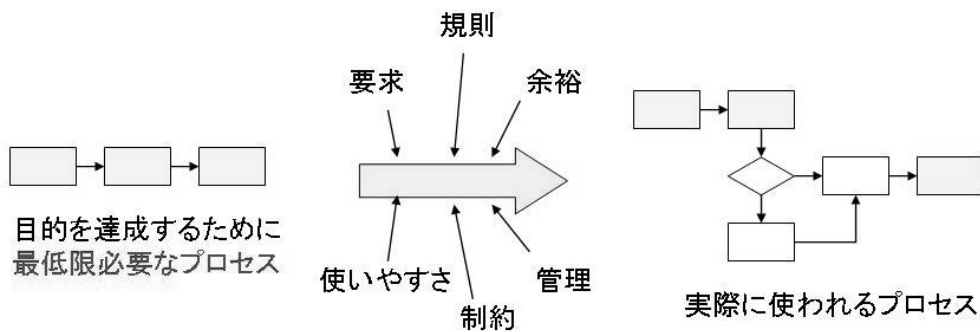
(検討時間の関係で A1,C1 の重要特性にフォーカスして確認を行っている)

(2)理想的なプロセスの明確化

Step4. コンセプト評価(2)理想的なプロセスの明確化

最低限必要なプロセスを分析する

目的を達成するという観点で、理想的なプロセス設計とは？



本当に必要なものだけからスタートし、付加は最低限にとどめる

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 22 -

図 4-22 理想的なプロセスの明確化

コンセプト評価の第二ステップは、理想的なプロセスの明確化を行うことである。目標を達成する為に最低限必要なプロセスをイメージした上で、各種の制約条件（規則、使い易さ、管理、余裕、等）から実際に目指すプロセスを明確化する。

この際に、条件の負荷は最低限にとどめることが重要である。

(3)ブレイクスルーの為のコンセプトの検討

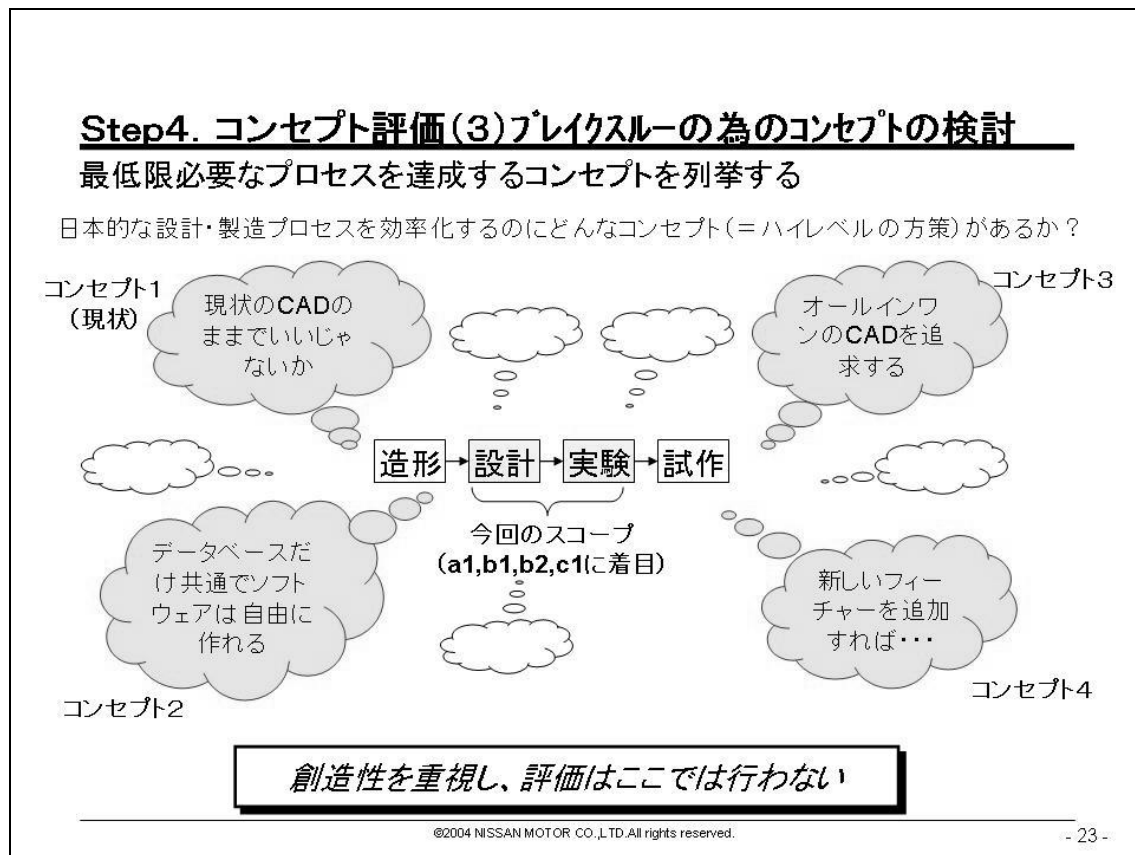


図 4-23 ブレイクスルーの為のコンセプトの検討

前記の最低限必要（理想的）なプロセスを達成する為に、どのようなコンセプトでブレイクスルーするのが良いか、ブレインストーミングでアイデア出しを行う。

この段階では、創造性を重視し、評価は行わない様に心がける。

また、出されたコンセプトの性格を明確にする為に、敢えて現状のままというコンセプトを置いておくことも効果的である。

(4)コンセプト評価～決定

Step4. コンセプト評価(4)コンセプト評価～決定

重要特性と照らし合わせ、コンセプトを決定する

(Step-1 で出したIT 要件を満足するという観点で、どのコンセプトが優れているか?)

鍵となるIT技術	重要度(点数)	目標レベル	コンセプト① 現状	コンセプト②	コンセプト③	コンセプト④

機械的に一つに決めるのではなく、よいところ取りが重要

→

コンセプト○を選択、ただし
開発工数になるべく小さくなる
よう考慮して進める

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 24 -

図 4-24 コンセプト評価～決定

Step1 で出した IT 要件に対し、それぞれのコンセプトについて評価を行う。
この際に、コンセプトを機械的に一つに決めず、それぞれのコンセプトの強み／弱みをよく見極め、良いところ取りをすることが重要である。

(5)重要特性の満足度評価

Step4. コンセプト評価(5)重要特性の満足度評価

決定したコンセプトで重要特性が満足されるかの確認(特にリスクがあれば明確化しておく)

	要求品質特性(分解された課題)	狙い(目標)	鍵となるIT技術	重要度	目標値	補足
A1	コラボレーション効率の向上	神経の通ったアメーバ状のコミュニケーション環境				
A2	フロント・ローディングによる工数増大の解消					
A3	高度すり合せ商品や先行開発の効率化					
A4	すり合せ能力基盤の継承					
B1	製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上					
B2	図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化					
B3	サプライヤー部品まで含めたデータ量への対応					
B4	設計変更情報などの管理情報の正確な流通					
C1	設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)					
C2	工数増大対策支援					
C3	設計スキル向上につながるツール					
C4	設計者の習得が容易					
C5	設計プロセスにあった解析ツールの提供					

関係するものを結んでおきましょう

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD. All rights reserved.

- 25 -

図 4-25 重要特性の満足度評価

最終的に選定されたコンセプトで、Step1 で明確化した要求特性が満足できるかどうかを確認する。

できれば、この段階で SVA 分析の見直しをしておく と、更に確実なものとなることが出来る と考えられる。

本研究では、検討時間の関係で、この検証までは行えていない。

Step4. コンセプト評価(5)重要特性の満足度評価

洗い出されたリスク

プロセス	リスク	致命度	発生頻度	対策の要否	備考

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 26 -

図 4-26 重要特性の満足度評価（続き）

この段階で、コンセプトを実現していく上でのリスクを洗い出しておくことは、実際の IT 開発を進めて行く上で、非常に重要である。洗い出されたリスクに対しては、致命度／発生頻度をベースに対策の要否を明確にした上で必要な対策を開発計画に織り込んでいく。

(6)実現の方向性の明確化

Step4. コンセプト評価(6)実現の方向性の明確化							
	要求品質特性(分解された課題)	狙い(目標)	業務上の要件・制約	展開			実現時のインパクト
				2年後	5年後	10年後	
A1	コラボレーション効率の向上						
A2	フロント・ローディングによる工数増大の解消						
A3	高度すり合せ商品や先行開発の効率化						
A4	すり合せ能力基盤の継承						
B1	製品設計～生産プロセスに合せたデータレベルの柔軟性向上						
B2	図面情報、設計変更、エンジニアリング情報の保有による効率化						
B3	サプライヤー部品まで含めたデータ量への対応						
B4	設計変更情報などの管理情報の正確な流通						
C1	設計効率の向上(構想設計支援、技術情報活用、等)						
C2	工数増大対策支援						
C3	設計スキル向上につながるツール						
C4	設計者の習得が容易						
C5	設計プロセスにあった解析ツールの提供						

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 27 -

図 4-27 実現の方向性の明確化

最終的に、それぞれの要求特性に対して狙い（目標）と実現の時期を明確にする。

この際に、業務上の要件や制約条件を Step 2 で明確化したプロセスに基づいて明確にしておくことが重要である。

4.3 活用方法

3. 活用方法

本手法は複雑化するCAD活用分野を中心に活用できると考える。

1) ユーザ

2) ベンダー

それぞれの立場からの活用方法について簡単に整理する。

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 28 -

図 4-28 活用方法

本研究で活用した手法は、ガイディングコンセプトの明確化という目的で整理したものであるが、特殊な検討だけでなく、複雑化している CAD 活用分野を中心に広く活用できるものと考えている。

その活用方法について

1) ユーザ

2) ベンダー

の立場から、簡単に整理してみる。

4.3.1 ユーザ

1). ユーザ

ユーザが活用する際に最も重要なのが、何を実現したいかということである。

いわゆる“要求仕様設計”に、本手法は適している。

フルプロセスでの活用がベストであるが、部分的に使用しても効果はあるが、特に SVA による分析プロセスは重要である。

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 29 -

図 4-29 ユーザ

ユーザが活用する際に最も重要なのが、何を実現したいかということである。

いわゆる“要求仕様設計”に、本手法は適している。

フルプロセスでの活用がベストであるが、部分的に使用しても効果はあるが、特に SVA による分析プロセスは重要である。

4.3.2 ベンダ

2).ベンダ

ベンダの立場で、本手法を活用する方法は、大きく分けて2つあると考えられる。

i) 市場分析

- ・市場調査を行う場合、ユーザが何を望んでいるか／他社または自社のCADに対してどのような不満を持っているのかを定量的に評価できることは重要である。特にSVAによる分析がポイントとなることであろう。

ii) 商品開発

- ・商品開発をする場合、ユーザの要求を何処に置くのか～それを実現する為に不足している機能はどの辺りにあるのかを、特に競合他社との関係において定量的に評価することにより明確な商品戦略に基づいた開発が進められるものと考えられる。
- ・また、客先毎にどのようなカスタマイズが必要であるかといった提案にも有効であると考えられる。

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 30 -

図 4-30 ベンダ

ベンダの立場で、本手法を活用する方法は、大きく分けて2つあると考えられる。

【市場分析】

市場調査を行う場合、ユーザが何を望んでいるか／他社または自社の CAD に対してどのような不満を持っているのかを定量的に評価できることは重要である。

特に SVA による分析がポイントとなることであろう。

【商品開発】

商品開発をする場合、ユーザの要求を何処に置くのか～それを実現する為に不足している機能はどの辺りにあるのかを、特に競合他社との関係において定量的に評価することにより明確な商品戦略に基づいた開発が進められるものと考えられる。

また、客先毎にどのようなカスタマイズが必要であるかといった提案にも有効であると考えられる。

4.4 参考にした手法

4. 参考

参考にした手法

- V-up
 - 日産自動車(株)の改善手法
 - ベースは6 σ
 - プロセス構築形
- Mind Map
 - 要求特性の明確化で活用

©2004 NISSAN MOTOR CO.,LTD.All rights reserved.

- 31 -

図 4-31 参考にした手法

本ガイドラインを整理するに当たって参考とした手法は、以下の通り。

【V-up 手法】

日産自動車(株)の全社横断的改善手法を活用している。

ベースとなっているのは6 σ である

その中でも、プロセス構築形の改善ステップを主に活用した。

• また、ブレインストーミングの効率化を図る手法として Mind Map 的な手法を合せて活用している。

禁 無 断 転 載

平成17年度コラボレーティブエンジニアリングに関する調査研究
次世代デジタルエンジニアリングに期待されるもの

平成18年 3月 発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会
電子商取引推進センター
東京都港区芝公園三丁目5番8号
機械振興会館3階

TEL：03（3436）7500

印刷所 ㈱三菱電機ドキュメンテクス
東京都中央区湊三丁目5番10号
TEL：03（5566）0681

（本報告書は再生紙を使用しています。）

17-E004