

平成22年度 経営者のための次世代自動車基本講座 第5回 次世代自動車「今後の動向」

平成22年度 経営者のための次世代自動車基本講座

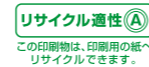
第5回 次世代自動車「今後の動向」

経済産業省

中部経済産業局

社団法人 中部産業連盟

発行 2011年 1月21日
発行所 社団法人 中部産業連盟
〒461-8580 愛知県名古屋市東区白壁 3-2-13
TEL 052-931-9826 FAX 052-931-5195



© 無断転載・複製を禁じます。

経済産業省 中部経済産業局 社団法人 中部産業連盟

平成22年度経営者のための次世代自動車基本講座 委員・執筆者一覧
(敬称略・順不同)

運営・ワーキンググループ委員長

嶋田 幸夫 (社)自動車技術会 技術中核人材育成委員会 委員長

運営委員

平野 宗弘 トヨタ自動車(株) 技術管理部 R&D ラーニング推進室 開発グループ長

篠原 道雄 本田技研工業(株) 環境安全企画室 室長

難波 宗義 三菱自動車工業(株) 開発本部 企画管理部 上級エキスパート

中村 哲也 (株)デンソー 技術企画部 R&D企画室 主幹

津田 統 光精工(株) 取締役・技術本部長

大日方五郎 (国)名古屋大学 エコトピア科学研究所 教授

山本 豊 (国)名古屋工業大学 産学官連携コーディネータ

ワーキンググループ委員

平野 宗弘 トヨタ自動車(株) 技術管理部 R&D ラーニング推進室 開発グループ長

神谷 寛 本田技研工業(株) 環境安全企画室 開発技師

吉田 裕明 三菱自動車工業(株) E V ・ パワートレインシステム技術部 担当部長

中村 哲也 (株)デンソー 技術企画部 R&D企画室 主幹

大熊 繁 (国)名古屋大学 大学院工学研究科電子情報システム専攻 教授

佐野 充 (国)名古屋大学 大学院環境学研究科都市環境学専攻 教授

池田章一郎 前(国)名古屋工業大学 大学院工学研究科 教授

竹野 忠弘 (国)名古屋工業大学 大学院工学研究科 産業戦略工学専攻
准教授

テキスト(第5回 次世代自動車「今後の動向」) 執筆者

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

嶋田 幸夫 (社)自動車技術会 技術中核人材育成委員会 委員長

目次

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは … 1
2. 次世代自動車への取り組みをはじめている中小企業の実例 …… 13
3. 講師と受講者によるディスカッション「自社の課題とこれまでの講義を聴いて
考えたこと」と課題解決シートの総括 …… 15

1. 次世代自動車に対応する為に中小製造業に求められる 取り組みとは

<はじめに>

次世代自動車動向の前に車に要請されることを整理した。

(1) 現状認識

①日本の産業界（自動車業界）の強みは何だったのか。

*日本の産業界を代表する自動車産業界は販売・技術力共に世界のトップランナーになった。

*それを支えるものは何だったのか？

かんばん・JIT・見える化などの日本的生産管理システム
 工程毎の品質保証・6σ・COPQなどの品質管理システム
 開発プロセスの期間短縮と一連の合理化活動
 モジュール化による製造・開発の合理化、流通コスト合理化
 サプライヤと一体化した開発技術力など

で海外の自動車産業界は容易に追従できない。その中で特筆すべきことは欧米メーカーの羨望となっている日本の車両の開発期間の短縮について下記に示す。

企画 新車商品企画(セグメント・ユーザー層・地域・台数・SOP時期・主コンポーネントなど)

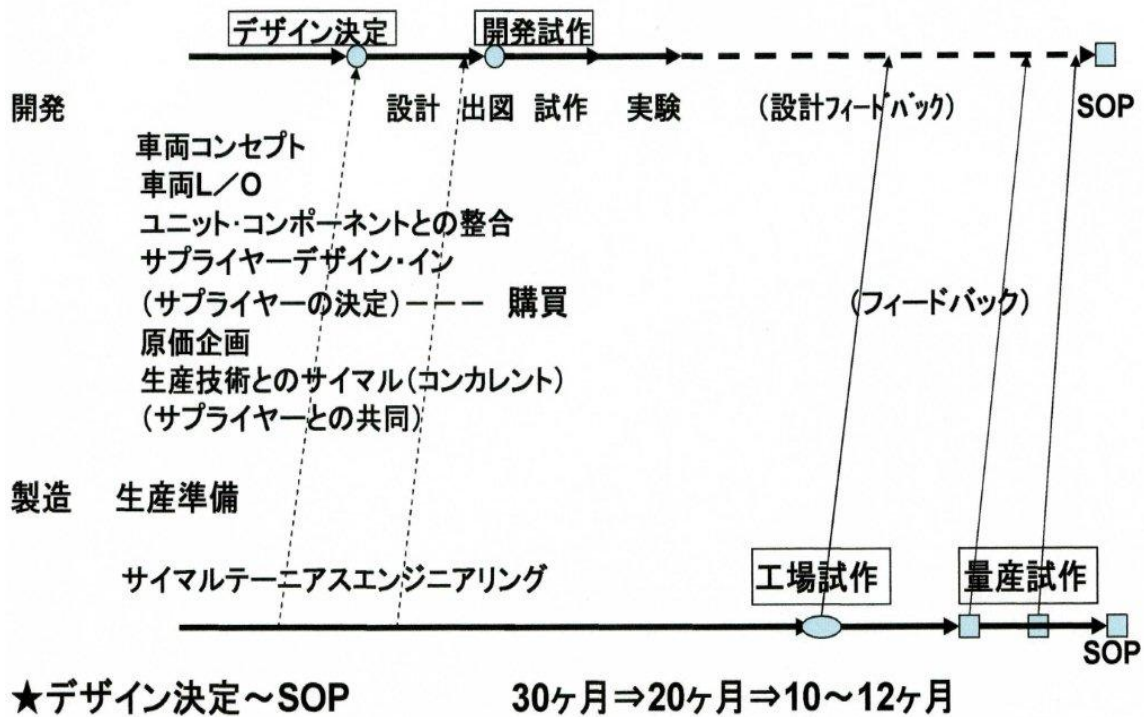


図 1 車両の開発プロセス

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

*一方、今後の経済発展の大きな流れは？

自動車を始めとして日本での生産量は所得や人口問題などから大きな飛躍を望めず。BRICs（最近ではメキシコ・ポーランド・トルコなども話題）を例とする発展途上国の伸張と共に、ローコスト・低付加価値製品の日本国内での製造維持は困難が常識となっている。

*海外進出・生産時のポイント

例えば、今までは日本の製品の特徴の品質管理や品質保証のシステムをグローバルに展開して海外生産をしてきたが、中々実現はされていない。うまく行く為には地域の文化・宗教・歴史・風習などから出来上がっている慣習や価値観を理解して、各国の特性に合わせてつづ、日本のシステムを浸透させることが重要と思われる。

② 技術革新とその担い手の技術者の動向

(1) 技術革新とは

技術革新という言葉が良く使われるが、その定義は何か？

物の本によれば、左図にあるような今までのものの機能が飛躍して（ギャップがある）進化することである。例えば飛行機がプロペラ時代に3～400Km/hの飛行速度だったものが、ジェットエンジンの出現で速度が800Km/h以上になった。このような飛躍的な機能の変化を新しい技術が実現させた。そういったことを技術革新と呼ぶ。連続的な機能の進化は改善である。

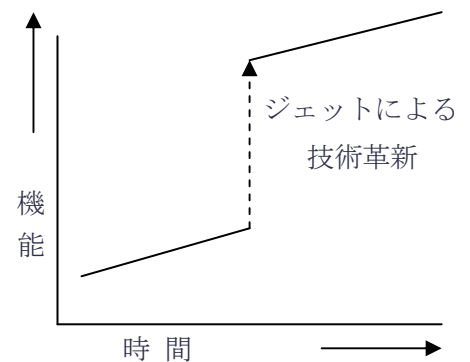


図 2 技術革新の概念

(2) 技術者の動向

最近の技術者の技術力が低下したと巷間叫ばれている。又最近の大学生・卒業生の学力が低下しているとも言われている。それらの原因は何処にあるのだろうか。

仮説として考えられることは前者の場合

- i) 設計や開発の現場では仕事の効率化のために、マニュアル化や標準化が進められ「考える」チャンスが減ってしまい、考える力が養成されにくくなっている。又、そのマニュアルや標準化の前提条件や仮説が潜在化してしまっているので勉強できず基礎技術力が低い。
- ii) 物を見て・触って・動かしてみるなどの体験経験の場が減り、バーチャル情報だけで観念的に判断する癖が付き現場を通してしか得られない生きた情報を獲得できず、閃きの基になる気付きや勘が磨かれない環境になっている。
- iii) 製品や技術が細分化され、一つの総合的統合的な機能の判断がやりにくい組織環境になっている。新技術に挑戦する場合にシステマティックなアプローチが発想できない。

後者の場合

- iv) 高等数学（数学Ⅲ）や物理を勉強していなくとも工学部に入学できる入学試験システムになっている。ほとんどの大学で高校の数学・物理・化学の補講をしている。（複素数を知らずとも工学部に入学できる制度になっている）

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

v) チャレンジ精神がない。嫌なこと、我慢することは避ける。直ぐ切れる。自己中心的（利己主義）これは前頭前野が未発達であることを意味する。

vi) 海外留学に行きたがらない。ハーバード大学では中国人や韓国人は沢山要るが、日本人は4～5人しかいない。

上記v)は企業人でも多い。真の原因は何か何故前頭前野が発達しにくくなっているのかは別の機会にしたい。

③技術力強化の常識に戻る。

(1) トップマネジメントの陥りやすい技術力に対する誤解

*企業のトップマネジメントや投資家は、一般的に技術は何処からか即時に移転できるものと思いがちである。そして性急に成果を要求しがちである。また今すぐに役に立つ人材を求める。それは技術を軸にしたM&Aが低成功率であることから明らかに誤解である。

*技術の確立や成長は新技術の発明発見や製品の開発を通してのみ生まれるものである。他人から教えられた技術はその技術のみで止まり発展性がない。技術は人間の能力（知力は基礎として必須、重要なのは技術を生み出すアプローチ・プロセスと洞察力）に依存するものであり、人間の能力の向上・発展と共に成長することを忘れている。従ってやる気のない人間では技術は成長しない。

*成長に必要なチャンスは技術者に与えていないことが多い。

(2) 技術の本質について

いかに3つの事例を挙げる。

i) 開発の技術解析力に関する質の問題

*自動車用の炭酸ガス（CO₂）エアコンシステムに使われるゴムホース開発アプローチ
<課題>

今までの冷媒（R410a や R134a、R152a）に対して炭酸ガス（CO₂）冷媒の場合は使用時の冷媒抜け量が数倍から10倍近い値になる。又Oリングではエアコンシステムを分解するとゴムが膨潤してOリングの再使用は不可能になります。

⇒新たな開発が必要

開発には次のような2つのプロセス・アプローチの仕方・手法・視点があります。

<その1>ベンチマーク・QC的プロセス

世の中にあるゴムホースやシーリングゴムをゴム材質別に分類し、使用実態(圧力・温度・締付力 緊迫力などの大小)に合わせて実験計画法などを使い冷媒抜け量を実験的に比較し優劣を付ける。その中から好成績のものを抽出しそれを基礎として目標を満足する新たなゴムの開発を進める。

これは「ベンチマーク」を掲げて開発する手法ともいえます。しかし新ゴムホースの漏れに対する目標が桁違いに高いので既存のゴムの応用レベルでは満足するものは見つからずトライアル&エラー

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

ii) 新技術開発に関する部分最適思考のスタンスとシステムティック思考のスタンス
大型樹脂インジェクション製品の製造・開発・型の技術の例
<課題>

樹脂成形の現場では焼け・引け・ショーテージ（樹脂が回りきらない）・白化（樹脂が回らず不足して色が白くなること）・破れ・変形など諸々の現象の発生。
ショーテージや白化及び焼けの場合、樹脂を如何に製品の末端（インジェクションノズルから見て）まで均等に流すかが重要であると共に如何に、1000℃以上の高温内部のガス（空気）をタイミング良く型から抜くかが最大のポイント
⇒これらは型の内部のガス温度や樹脂温度を測定する事により直ぐに気付くことになる。
その着眼点がないと温度を測定することを思いつかない。

又製品の変形は成形後製品を変形しないレベルの温度まで下げてから取り出す必要あり。しかし時間を掛けるとサイクルタイムが伸びてしまってコストが嵩む。
変形の原因⇒型から取り出した製品に温度や熱容量に差があるために取り出してからその熱容量差のために変形を加速しひずみが発生。
解決策⇒一つの方法は型の冷却配管の工夫により製品を出来るだけ均一な温度に早く冷却する。又、発泡成形の場合発泡の状態が均一でないと見た目の引けや凹みが出る。発泡製品は発泡させながら樹脂を流すので樹脂流れ通路が急激に狭くなったり広がったりすると圧力変動及び渦の発生により大きな泡が発生しやすくなる。

こう言った現象を製造現場の人達が上述<その 1>のアプローチで解決するには限度があります。やはり<その 2>のアプローチを行い樹脂の流れを決める形状・設備やガスの抜き方・型の冷却など設計・生産技術・材料技術・型技術者が一堂に会して樹脂温度・圧力・樹脂材質（添加物も）・インジェクションの位置や数によってどの様に変化するのかを具体的に測定しながら流体シミュレーションの手段も使って解析しなければ到底解決できません。
ここでも先に述べた物理化学的・工学的な知識と視点が必須であると共に、更にもその上で材料・設計・生産・型設計・型製造・設備の各分野を通して統合した技術的アプローチと技術力を待ち合わせる事が必須となります。これらの統合した技術に自主的にアプローチし挑戦する技術者が非常に少ないのです。担当技術分野が細分化され専門化されてきたので、どうしても今の機能軸の自分の責任範囲でのみ解決しようとしてしまうことが多いのです。即ち個別最適解で収めたがり全体最適解となるシステム思考をしてくれなくなっている。

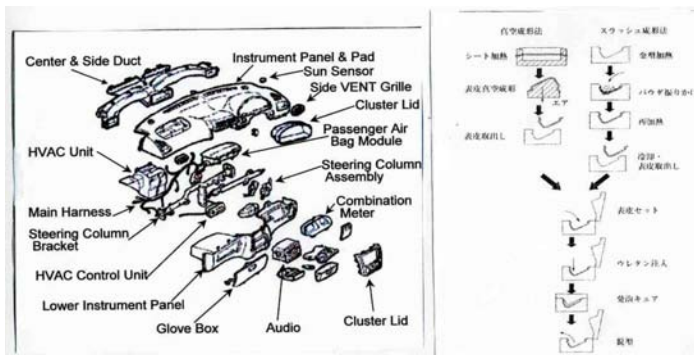


図 4 インストゥルメントパネル分解図

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

iii) バーチャルな仮説と実物による検証不足・経験不足

* 「ねじと締め付けトルク」の問題

現場での失敗談を聞いてみると計算やシミュレーションによる設計に頼りすぎ、実物による検証するということが常識化されていないことが判る。開発のプロセスは仮説立案（設計）・実物による仮説とのギャップ（実験）・ギャップの原因究明（解析）・再度仮説の立案（再設計）の繰り返しプロセスであることがきちんと理解されていないことが多い。仮説の立案と機能設計までが設計だと思っていて、それ以降のプロセスは自分の仕事とは思っていない設計者が意外と多いことに驚く。これでは失敗は自覚できず、個人的には改良することで自己の技術を進化させると言うチャンスを摘み取ってしまうこととなります。「地図」と「現地」では情報量が全く違うのと同じで現物・現場から得られる多くのヒントがほとんど得られないこととなります。

<課題>

製造工程のねじを締め付ける時にねじをねじ切ってしまう又は座面を破壊してしまう

*ねじは、本来軸力管理が設計上のキイ

製造上はトルクに置き換えて管理せざるを得ないのが実態

標準化されてしまうとボルトの軸力をトルクに換算する間には摩擦係数が介在していることを忘れてしまう。

摩擦はボルトとナットのネジの傾斜の接触面とボルト又はナットの座面の接触面で発生する。

標準化する時、摩擦係数は或る一定の値を想定して計算されトルク値を決める。

油の付着表面や処理の種類などによって摩擦係数が大幅に低下する。

⇒その場合と同じトルク値で大きな軸力が発生し破壊問題を起こす。

摩擦係数はトルクレンチの回転速度、衝撃的入力のあるトルクレンチによって動摩擦係数が変わる。

標準化や基準化はこの例のように、前提条件である途中に介在する摩擦係数のことを忘れさせてしまう弊害があるのです。問題が生じた時に設計者の表現は「基準どおりに定めたトルク値だから間違いはない」と悪気は無いのだが平気で言います。しかしこういった基本的な知識の欠落の場面が非常に多く不具合発生の種は尽きません。即ち基礎技術力の低下が目立ってきています。

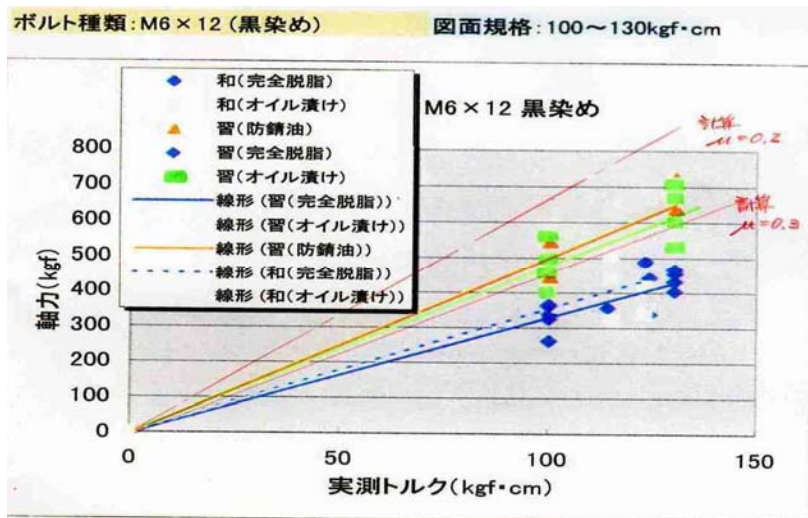


図 5 ボルトの締め付けトルクと軸力の相関

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

(3) 技術力マネジメントと技術者の育成

i) 技術マネジメントについて

マネジメントプロセスを下記に示す。

- * 開発・技術の中味はわからないという理由で技術者任せにしない。マネジメントする。
- * 開発は今世の中になく新しいものを作り出すので必ず解決方法が見つからない壁がある。
- * その時、マネージャーが技術のネックポイントを整理させ、ヒヤリングし、自分や有知識者を紹介し、ヒントやサジェッションを得るようにする。マネージャーが解を出すことが必須ではない。社外の大学・研究機関を活用することはもっと有効。それがマネージャーの仕事

答えを急ぐのではなく開発のプロセスが間違っていないかを指摘し、支援することが重要。

ii) 考える技術者の育成

* 技術力・技術者の育成の考え方

- ・ 一見ムダに見えることでも合理化の名の下で地道な努力を阻害すると技術は伸びない。
- ・ **技術に王道はない**

* 技術者教育のキーポイント

- ・ 自然科学・工学の基本を地道に勉強させること。
- ・ 知識・ノウハウの形式知だけでなく、思考・アプローチのパターン（方法論）を実物で体験訓練させること。
- ・ 技術開発のプロセス（企画・計画・設計・製作（試作）・実験&計測・評価）を実物により体験学習させ、「考える力」を育成すること。（それらの講師が上級者の技術力の育成にもなる）
- ・ 解析・発想の思考パターンが技術開発や発明の唯一のプロセスであり、そのプロセスを結果成果だけでなく評価すること。
- ・ 技術者の育成を考えると、自主性を重視したカリキュラムが必須である。一方放任主義も良くない。壁をブレイクスルーするプロセスは上述の通り。

iii) 技術力について（再度）

* 技術力は高さだけでなく容積である。

ローテクなくして
ハイテクなし

（ローテクは基礎技術のことである。）

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

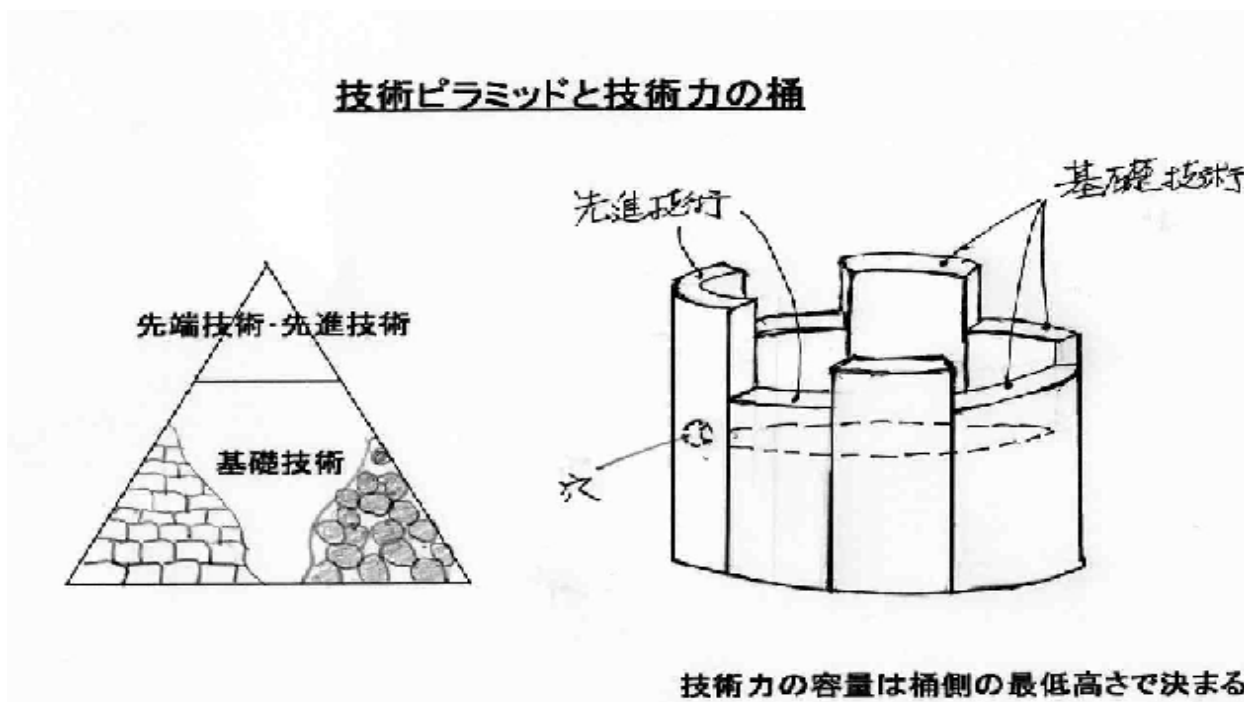


図 6 技術ピラミッドと技術力の桶

* 桶に穴が開いていると水はその穴の位置までしかたまらない。

iv) 技術開発成功の為の閃き

* メカニズムの追求・解析を積み重ねていると、ある時長い蓄積の中から頭の中のシナプスと別のシナプスが突然つながり、答えが見えることがある。それが閃きと言うことである。閃きは地道な積み上げ無しには起こりえない。

発明は99%の汗 (Perspiration) と
1%の閃き (Inspiration) の結果である。
エジソン

* 島津製作所の田中耕一さんが、ノーベル化学賞を受賞された時に流行った言葉にSerendipityという言葉がある。科学分野ではこの言葉は昔からあり、「単に偶然だけでは見逃してしまう現象を洞察力で気付く能力」である。田中さんの場合は混ぜ合わせる液を間違っただが、それを捨てずに観察した結果の大発見だった。

v) 技術者の定義

日本では技術者や技術の定義が多少曖昧に使われている。参考に1972年のSAEペーパーに定義があるので参考に下記に添付した。

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

<参考>技術者の定義

(1972年SAE大会発表資料:A. F. キャンベルより抜粋)

*サイエンティスト (科学者・自然科学者—ハンター I 型人間)

現在・未来に使われる新しい事実・材料・アイデアに対する調査者、審査者であり探求者である。物事が何故、以下に起こるか又は怒りえないかを見出す役割を持ち、自然・事実・調査・探検されたことを観察・テスト・実験・調査して価値を推測する。サイエンティストは特に何かを作り出すことはなく行く末の道を見つけるのが職務。

*テクノロジスト (科学技術者—ディベロッパー π 型人間)

サイエンスの適用者である。実用的で工業芸術も取り扱う。目的を達成するために現存の理論だけでは不十分なら新しい理論的知識を使って実用化する開業医みたいなものである。原理とその応用と豊富な知識とエンジニアリングの適用できる芸術に対するある程度の知識と理解をもつ設計者であることが必要である。それを実現するためにコミュニケーション能力が必要である。

*テクニシャン (評価技術者、技巧的専門家——ビルダー、テスト者—V型人間)

テクノロジストが実用化したものをちゃんと作れるか、機能するかを試す。作業工程、図面の読み方実用数学などで実験室やフィールドテストの操作能力を問われる。ある意味で万屋である。

*エンジニア (技術監督者————プランナーでありマネージャー—V型人間)

サイエンティスト、テクノロジスト、テクニシャンが持つ知識を効果的にガイドして実用化する監督者である。プロジェクトが「顧客に受け入れられ、うまく作れるか」などすべて目的に叶っているかを見守る役割がある。社会科学、ビジネス、人間性、マネジメント、会計の知識を持つ必要がある。そして満足のいくコミュニケーションの能力を習得する必要がある。

日本で使われている技術者は [テクノロジスト+エンジニア+テクニシャンの一部] の総称を意味するようである。

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

(2) 将来の技術開発について

① ハイテクとローテク

ローテクなくしてハイテクなしと前述した。ハイテクとは1980年頃から使用され当初はエレクトロ分野をさしていた。コンピュータの普及とともに1990年代ころからは情報処理技術を含めるようになった。対義語のローテクは素材工学や機械工学等の基礎研究分野を言う。最近では基礎研究分野の重要性が見直され学生も増え始めているようだ。

② 新技術は新製品・先端技術だけとは限らない

近い将来に自動車が全て次世代自動車に取って代わるかどうかは本日までの本講座においても誰も確信があるわけではないし、自動車本来の求められることを冷静に考えると次世代自動車といわれる技術はパワートレインがエンジンからモータに換わるのが主でその他の機能は何も変わらないと言える。その変わるコンポーネントに係わる企業は大きな影響を受けるが、それも本当に100%エンジンがなくなってしまうことでもない。今後20年の間に変わる部品が何で、変わらない部品が何かを見定めることが毎日の仕事になるかもしれない。その状況下で必要且つ重要なことは何か？

それはコンペティタに勝つことの出来る技術を自社で持つことである。言い換えると

誰も真似できない技術を持つこと

である。第4回で例示した諸々の事例や技術情報に基づいて誰も真似できない技術を以下確立することが企業生き残りの術の全てであろう。例えば、

世界一早い、精度の高い加工技術を持つ
世界一早いサイクルタイムの樹脂インジェクション技術を持つ

が実現できればキット生き残りは可能ではないか。それは先端技術やハイテクだけに限らない。自社の技術の中でその目標にチャレンジできる分野はないのか？

(3) 技術開発のアプローチのあり方

(2) を含め以下に整理した。

i) 第一ステップ・・・己を知るから始める

己を知るとは結構難しいことである。

* 客を知る (直接の客とエンドユーザーは違う)
* コンペティターを知る (グローバルに)
* 情勢を知る (グローバルに)
* それによって己の位置が始めて判る

以上のことを徹底した調べたことがありますか?それなくして己を知ったことにならない。「言うは易し、行うは難し」で徹底した調査をすることが先ず第1。

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

ii) 第二ステップ・・・目標設定

高い目標即ち他の企業がまねできない技術レベルの目標の設定

2倍3倍、否一桁違うレベルの目標とならないか
その前に、己を知って自社の製品や技術の強みは何処にあるのか？
その中で、その技術のネック技術は何なのか分析できているか？
(自社技術の再確認・・・桶の何処に穴が開いているのか)



これが出来て初めて

世界一早い、精度の高い加工技術を持つ
世界一早いサイクルタイムの樹脂インジェクション

などの目標設定が可能となる

iii) 第三ステップ・・・技術者の育成と技術マネジメント

前述の技術者育成のキーポイントを着実に実施し、「考える技術者」の育成と(3) - i) の技術マネジメントプロセスを実践しつつ技術開発を進める。

あせらず実現を待つ!! 最低3年は掛かると思え!!

⑤ 開発の将来的組織形態(他社とのコラボレーション)

以上のべた新技術の開発を考えた場合、例えば車体の樹脂化課題を考えたとき、東レやテイジンのような素材メーカ単独ではその開発コンセプトに限界が感じられる。特に車両の特性を熟知しているカーメーカ無しには開発効率が悪く思える。そうなる「カーメーカの社内だけに止まらず、デザイナー、サプライヤ(Tier1、Tier2)、素材メーカ、設備メーカ、型メーカ、流通機構、大学、研究機関などの社外の開発・生産技術陣とのコラボレーション」が必須となる。最近こういった先行開発のための場として「コラボレーションルーム」と証する場所を設定して会社もあるが、問題はその場で何を具体的にテーマとして取り組むかが最大の課題である。こういったコラボレーションによるコンソーシアム的开发で重要なことは、出来上がった成果の活用と使用権、他カーメーカへの採用条件などの技術以外の商権や知的所有権に関する明確な契約とその履行であろう。お互いが不満を残さない平等な立場に立った管理が約束されない限り、誰も応募してこないだろう。

中小製造業においてもこのパターンは同じではないかと思われる。単独の技術だけでは業際・学際テーマには限界が生ずる。そう言った広い視野を持って今後の開発が必要になる時期が必ず来ると推測する。

1. 次世代自動車に対応するために中小製造業に求められる取り組みとは

革新モジュール化のためのコラボレート組織の例

・素材メーカー・設備メーカー・サプライヤを含めた開発、製造 & 流通工程までを含む広範囲なモジュール化に新たな挑戦。

・カーメーカーが音頭を取り、関連企業の開発・製造・購買・品質・流通各部門が一堂に会するコンソーシアム組織をつくり全く新しい発想で先行開発に取り組む場、画期的な車両構造・新素材・設備を導入した革新的モジュール & プロセスを目指す。

コンソーシアム

素材メーカー
設備治工具メーカー
流通機構
サプライヤ(ティア1、ティア2)
カーメーカー
デザイナー
型メーカー
大学
研究機関 など

コラボレートな先行開発

開発(企画・デザイン含)
製造(生産管理・工機・型含)
購買
品質
流通

図 7 革新的技術開発のためのコラボレート組織概念図

2. 次世代自動車への取り組みをはじめている **中小企業の実例**

テスラモーターズジャパン

<メ モ>

2. 次世代自動車への取り組みをはじめている中小企業の実例

<メ モ>

3. 講師と受講者によるディスカッション

「自社の課題とこれまでの講義を聴いて考えたこと」と課題解決シートの総括

コーディネータ
出席者(順不同)

嶋田 幸夫 氏
トヨタ自動車株式会社
本田技研工業株式会社
三菱自動車工業株式会社
株式会社デンソー

<メ モ>

3. 講師と受講者によるディスカッション「自社の課題とこれまでの講義を聴いて考えたこと」と課題解決シートの総括

<メモ>