

# 三重大学 MOT の設計思想とモジュール生産に関する試論

～文理融合に向けて～

## Architecture on MOT of Mie University and Module Production Theory

渡 邊 明

### 要 旨

この論稿は、三重大学で展開している MOT (Management of Technology) の設計思想を論じている。そこでは、一見関係ないと思われる科目を Fusion(融熔・融合)しながら Design(設計)し, Emergence(創発)を追求するものだと言える。コラボレーションからは、「1+1=3」のようなシナジー効果しか出ないのだが、「1+1=犬」のように見たこともない創発的なものをデザインして作り上げていくことの必要性を述べている。

ついで、MOT の講義で使用しているモジュール生産論と PMBOK (Project Management Body of Knowledge) に代表されるプロジェクト・マネジメント理論に関する試論を展開した。モジュール生産では、電子的な摺り合わせとメカニカルな摺り合わせの2つを同時進行で行わなければならないこと、更には、モジュール部品は、下請企業が作っているのだからサプライヤーとアSEMBリー企業間のコラボレーションが要求されることを分析した。

プロジェクト・マネジメントでは、スコープ (プロジェクトの目的と範囲)、時間、コスト、品質、人的資源、コミュニケーション、リスク、調達、統合管理の9つの観点で PDCA サイクルを回す必要があるということ进行分析した。

### 目 次

I	MOT の設計思想と具体的展開	生産論
1	MOT とは何か	1) モジュール生産とプロジェクト・マネジメント
2	三重大学 MOT の設計思想と大学の差別化	2) プラットフォームとモジュール
3	三重大学 MOT の具体的展開	3) システム相互の関係からネットワーク相互の関係へ
4	MOT と企業及び地域との繋がりをデザインする ～リレーション・ベースド・ビューに向けた取組～	4) フロントローディングによる設計
5	受講者と講師との議論 ～インターセクター・ディスカッションの必要性和パラダイム・チェンジの演出～	5) 「摺り合わせ」とモジュール
		6) CAD/CAM/CAE
		7) PMBOK
		8) PMBOK を応用した QG(クオリティ・ゲート)
II	三重大学 MOT の事例研究で使う資料 ～モジュール生産に関する試論～	9) プロジェクト・マネジメントとデザイン
1	初代レクサスデザイナー：内田邦博氏 ～デザインとエンジニアリング～	10) コスト・リダクション問題
2	(株)IBSC：東 正則氏 ～IBM が考える戦略的パートナーシップ～	III 総括と最近の私
3	三重大学 MOT で展開しているモジュール	参考文献

## I MOT の設計思想と具体的展開

### 1 MOT とは何か

MOT (Management of Technology) とは、「技術を経営の立場からマネージする」ことであるといわれている。企業が競争優位を獲得・保持し続けるために、新たな製品・サービス・製造方法を生み出す能力（すなわちイノベーション能力）がますます重要となっている。その一方、我が国の製造業は技術レベルは高いが、それが収益に結びついていないのではないかと懸念されている。その中で技術と経営の本質を理解してマネージできる人材 (MOT 人材) に大いに注目が集まっている。また、そういう MOT 人材が存分に活躍できる機会が増えることで、我が国の産業競争力が向上し、経済の活性化にもつながると考えられている。基本的には、一見関係ないと思われる科目を Fusion (融熔・融合) しながら Design (設計) し、Emergence (創発) を追求するものだと言える。コラボレーションからは、「1+1=3」のようなシナジー効果しか出ないのだが、「1+1=犬」のように見たこともない創発的なものをデザインして作り上げていくことも MOT 教育であると考えている (図 1-1-1 参照)。

### 2 三重大 MOT の設計思想と大学の差別化

現在展開している三重大 MOT のコンセプトは、「20 世紀の延長線上にない、21 世紀型の若者を育てる」「20 世紀の延長線上にない、21 世紀型の産業構造を考える」というところに求めている。Pod Casting による動画配信や SNS の代表的存在である mixi を利用して非公開のコミュニティを開発し、個々の講座の内容を議論する場所をインターネット上に設定することにより、本講座修了後も参加企業と三重大の研究・教育上の連携を維持する努力を続けていきます。こうすることで「創発」を引き出そうとしている。

三重県を含む中部地域を発信源とする技術と他地域の先進事例を融合させることで産業創成とその国

際競争力の向上を担える人材育成を目的とし、地域発展のみならず、日本における MOT 教育に積極的に貢献しうる専門職大学院として設置するものである。昨年の実験事業から得た成果を精査・検討して MOT の設立に向けた実験事業を提案している。具体的には、ネットワーク理論を多用した三重大の差別化の一環としての文理融合型ケース・スタディを追求するものになる。

### 3 三重大 MOT の具体的展開

2008 年度の三重大 MOT は、生産管理論特論 I ～III, プロジェクト・マネジメント特論, 原価計算論特論, 開発論特論の 6 講座が動いている。2009 年度は、これにバーチャル・マーケティング特論が加わる。

生産管理論特論 I (後期) は、少品種大量生産、多品種少量生産、変種変量生産、モジュール生産の理論的枠組みを理論的に押さえることに主眼が置かれる。

生産管理論特論 II (後期) では、私がヒアリングしたことのある企業で、ビジネス・モデルに特徴のある中小企業の社長を招聘して経営の勘所を講義してもらっている。また、大手企業からは中部電力執行役員と森精機製作所副社長をお招きしている。CAD/CAM の専門家 (特に CATIA), 工作機械メーカー、切削加工メーカーの経営者の講義を設定している。これとプロジェクト・マネジメントを結びつけて受講生に考えさせることも私の役割である。

生産管理論特論 III (前期) では、政府系金融機関の支店長に融資したことのある企業の事例研究を半期 15 回お願いしている。

プロジェクト・マネジメント特論 (前期) は、トヨタのレクサスのデザイナーから車のデザインのポイントやエンジニアとのコンフリクト解消の議論の方法等々を講義していただいている。講師のお話と私が企業のヒアリングから仕入れたプロジェクト・マネジメントの技法をジョイントさせることが SNS 上で今後おこなわれる。

原価計算論 (後期) は、高校の簿記の先生に原価



図 1-1-1 「コラボレーション」から「フュージョン」へ  
渡邊研究室作成

MOT 実証実験の概念図

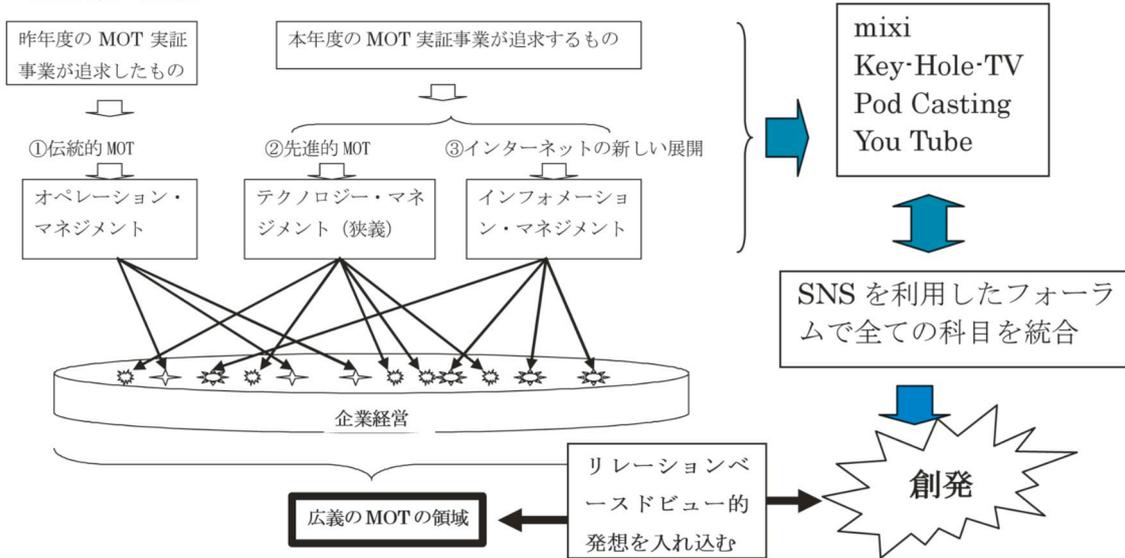


図 1-3-1 三重大学 MOT の概念図と創発  
渡邊研究室作成

計算の実務を講義してもらっている。これは商業高校との高大連携の試みとしては全国初である。

開発論特論（後期）は、政策投資銀行の行員を講師として招聘して、公的な開発のマネジメントについてお話いただくことになる。

バーチャル・マーケティング特論（2009年度）は、最近新しい形で展開しているマーケティング技術について私が講義をおこないます。

三重大学 MOT では、『フューチャー・オブ・ワーク』（ランダムハウス講談社）において T. マローン教授が展開する企業の競争力の見方のように、様々なビジネス活動や個人間の「関係性」の構造とその変化プロセスの中にあるということの目を向けることになる。

いふなれば「リレーション・ベースド・ビュー (Relation-based View)」という戦略論の可能性が見え隠れしていることに注目していくことになる。戦略的部分最適の発想から、製品－市場戦略は『知識の束』の管理である」というところに三重大学 MOT は、鋭く切り込んでいきたいと考えている。

#### 4 MOT と企業及び地域との繋がりをデザインする

～リレーション・ベースド・ビューに向けた取組～

三重県の展開している M-EMS（ミームス：ISO 14000 の簡易版）の取得と関連させて三重大学 MOT を運営する方法を図 1-4-1 のように提案している。それは「新しい時代の『公』」という三重県知事の政策に沿うものを三重大学 MOT で実践しよ

うとすることでもある。カーボン・オフセットの発想やカーボン・フットプリントや LCA（ライフサイクル・アセスメント）を企業内でデザインし、CSR（企業の社会的責任）を戦略論の観点から焼き直して企業価値の向上を目指そうとするものである。我々は、大学の地域貢献には、「大学と地域産業の連携」と「大学と地域社会の連携」をデザインするという2つの側面があると考えている。しかし、この2つは整理されずに社会連携という言葉が使われる。三重大学 MOT では、受講生と議論しながら、これらを整理していきます。正式な受講生でない方にも MOT のレベルを上げるためにお手伝いいただきたいと考えている。創発を醸し出す新しい学問体系は現場の活動の中から生まれてくると考えているからでもある。

#### 5 受講者と講師との議論

～インターセクター・ディスカッションの必要性とパラダイム・チェンジの演出～

2007 年度の講義受講者から、以下のような感想が多くの受講者から寄せられている。これらの感想については、クローズドな SNS と mixi の中で議論をおこなっている。

「最初に驚いたのが、職人はいない、全てデジタルに置き換える、という点です。確かに規格化、標準化したものをデジタル化することの関しては、納得しますが、職人レスについては疑問もあります。既存つまり過去の技術については情報・データがありデジタル化が可能ですが、これからの新しい、こ

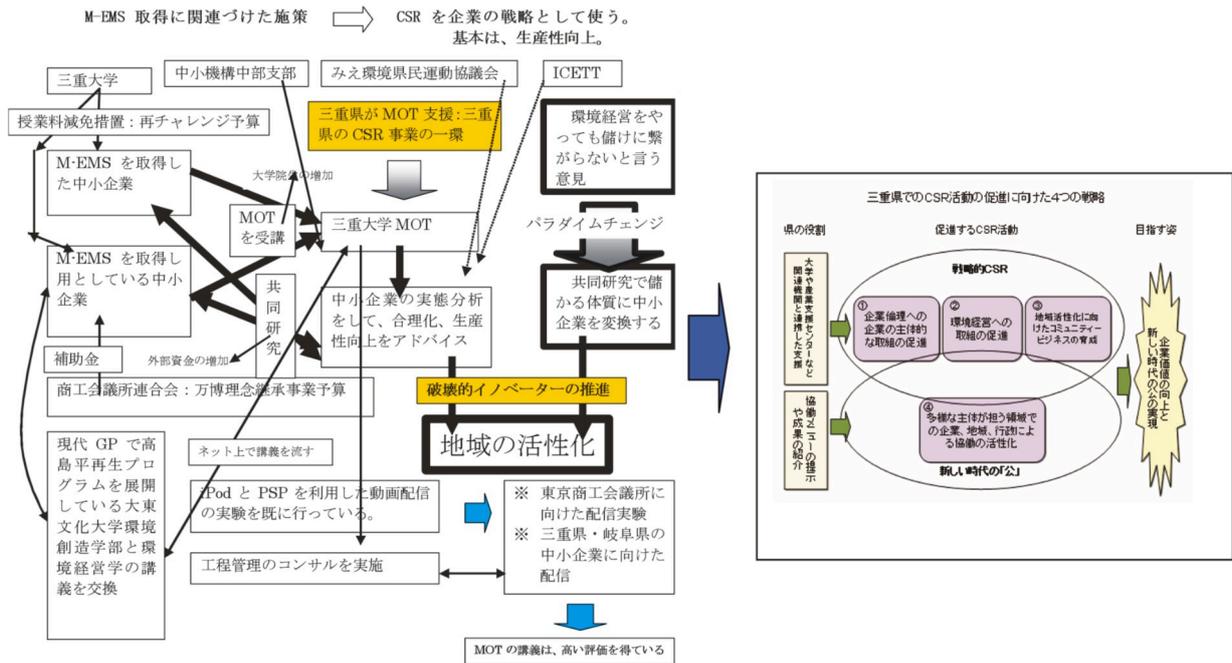


図 1-4-1 M-EMS と三重大学 MOT  
渡邊研究室&三重県農水商工部作成

れから発生する新しい技術については情報・データは存在しません。やはり、初めは人間である職人が情報・データの基を作ることが必要なのではないかと考えている。その職人の代わりがシステムエンジニアであり、プログラマーなのかもしれませんが、それなりの知識が必要になってきます。全てをコンピュータで賄うことが出来るかは疑問です。山本精工の場合は職人さんがいて、その職人さんからのデジタルデータ作りでしたが、(株)クロスエフェクトの場合は、最初から職人レスなので、全く新しいことについては苦勞が多いのではないのでしょうか。」

「私は、大企業の関連会社の経営に携わっていましたが、その当時は、経験とガムシャラな気持ちで、全てに前向きに取り組んできました。失敗したことが多いのですが、今回の講義を受講して、理論的にこれらの課題が解明されたように思います。渡邊先生の企業の見方「アサヒビール」：この講義もとても興味を持ってましたし、面白いものでした。ここで、感じたことは、社長交代というのは、その会社の運命を左右する一大事であるという事です。アサヒビールのマーケティング戦略と社長交代の関連を歴史的に見ると如何にそのことが如実に証明されており、とても興味がありました。」(注：アサヒビールの研究事例は、中央大学商学論纂第 47 巻第 3 号の拙稿「アサヒビール(株)のマーケティング戦略と情報ネットワーク戦略」を教科書として利用している。)

「この教育プログラムを受講して、全過程を通して

感じることは、我々が現在行っている業務・企業間取引の方法は近い将来大きく様変わりしていくだろうということだ。全てがネット間での取引となり、全ての情報がネット上で飛び交い、全ての業務がネット内で完結してしまう時代がくるだろう。その時に重要になってくるのが情報の流出等の問題である。」

インターセクター・ディスカッションは、創発的発想を作り上げるためにも重要な方法になる。以前は、TV 会議システムを構築してこれに対応してきたが、最近では、無料の Key-Hole-TV と mixi を利用して会議をおこなっている。

かつてサンノゼ市シリコンバレーに企業のヒアリングで行った時に訪問したスタンフォード大学のリチャード・B・ダッシャー氏が、インターセクター・ディスカッションの重要性を説いていた。その発想を借りて三重大学 MOT でも異なるセクターの方々が議論できるように図 1-5-1 のような情報インフラを整備してみた。

## II 三重大学 MOT の事例研究で使う資料 ～モジュール生産に関する試論～

Fusion の発想のもとに 4 年間、三重大学 MOT のカリキュラムをデザインして動かしてきた。興味のあるビジネス・モデルを展開している企業の経営者から多くの事例をうかがった。この貴重な資料からモジュール生産に関する部分を取り出して MOT

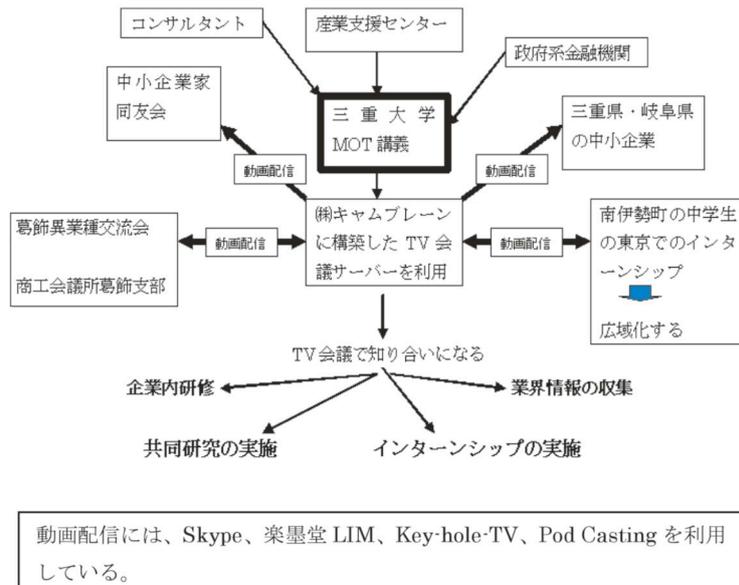


図 1-5-1 インターセクター・ディスカッションを追求するインフラ  
渡邊研究室作成

講座のなかで事例研究の資料として利用しようと考えている。以下の論稿は、2009年度の三重大学 MOT で利用する事例研究の一部である。

1 初代レクサスデザイナー：内田邦博氏  
～デザインとエンジニアリング～

「モジュール化」は、次第に複雑化する技術を企業が取り扱うことを可能にしてきた。製品をサブシステムである「モジュール」に分解することで、設計者、製造者とユーザーは高い柔軟性を獲得したのである。IBM によって 1964 年に発表された最初のモジュール型コンピュータであるシステム/360 の設計者は、「モジュール化」の原則を採用した。すなわち、彼らはプロセッサと周辺機器の設計を「見える」情報と「隠された」情報に分けたのである。IBM は、中央プロセッサ管理部を設置し、装置の異なるモジュールが相互に正しく機能するための明示的・包括的なデザイン・ルールを構築させ、実施させた。IBM のデザイン・ルールに従いながらも、特定領域に専門特化することで、新興企業でも、IBM の内製製品に比べ、より良いものを作ることでもできた。

モジュールの設計者たちは、モジュール相互間の動作を確保するデザイン・ルールを遵守しさえすれば、広範なアプローチを自由に試みることができた。材料科学をはじめとするブレイクスルーによって、デザイン・ルールを特定するための深い製品知識を得ることが容易になってきた。

自動車業界では、大手メーカーは、20 世紀のほとんどの間、非常に中央集権化された設計システムに

依存してきたが、今やしだいにこれから離れつつある。コスト削減、技術革新の加速化、品質改善などの厳しい圧力の下で、自動車の設計者とエンジニアは、現在、複雑な電氣的・機械的システムの設計を小さな単位に分割する方法を模索している。

自動車産業の複数のサプライヤーは、すでに事業を特定のモジュールの周辺に統合・強化している。このような状況を踏まえて、デザインとエンジニアリングの関係を内田氏は、次のように述べている。

「1985 年、世界 No1 を目指す高級車の開発の指示があった。何をどうデザインするか？ まずは各部メンバーによるワーキンググループを編成した。箱根に合宿してその可能性と目標設定についてプレストを繰り返して討議した。国内にはクラウン、センチュリーという高級車あるが国内専用車でもあり、世界市場を狙った車ではないことを確認した。世界市場、中でも重要な米国市場で認知される高級車作りをおこなうというものであった。」

「デザイン・コンセプトとしては、機能優先、余り必要のない装備 (GADGETS) のない本物の高級車を作るというものであった。アウトバーンでストレスなくベンツを抜ける性能の車を作る。しかも、それが可能な機能的スタイルを追求し、空力的ボディー (低 CD)、風切り音の出ない面をデザインする。アメリカ車はデザインの陳腐化が早いのだが、それがメーカーのポリシーでもあろう。そこで、陳腐化しないデザイン—本質を貫いた合理的で長持ちするデザインを追求する。それは、アンチトヨタ的デザインを追求することでもあった。」

「造形の新しさと共に空気抵抗の低減との両立に努め、空力エンジニアとの共同作業を行った。」

「高機能でありながら人に優しいデザインという観点から考えた。そこで、全ての席がファーストクラスという設計思想を追求した。今までにない新機構を入れるように考えた。」

「レクサス・ブランドとは一歴史、一貫、一徹、非妥協であると考えていた。これからのレクサス課題は、①世界のレクサス＝日本のレクサス、②平等化志向の中でのエクスクルーシブ、③非差別化社会の中での差別化の追求であった。」

図 2-1-1 のような開発期間の短縮と品質向上改革

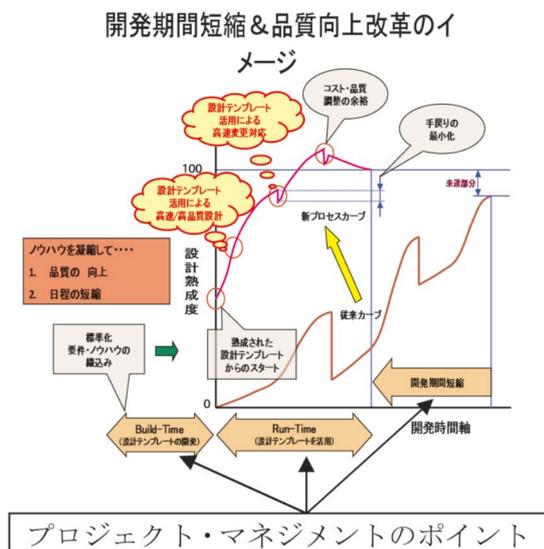


図 2-1-1 開発期間短縮と品質  
MOT の資料に渡邊が加筆

設計・開発プロセスの改革 - 指示書から合意書へ

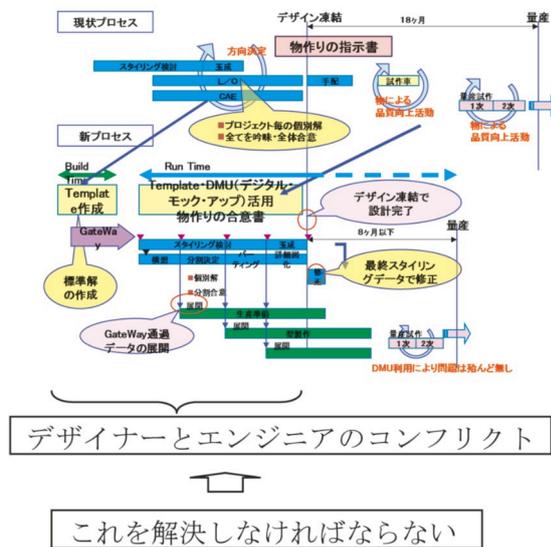


図 2-1-2 設計プロセス  
MOT の資料に渡邊が加筆

を追求するときデザイナーとエンジニアのコンフリクトが発生する。それを解決するために設計・開発プロセスの改革を目指すプロジェクト・マネジメントが必要になる (図 2-1-2 参照)。

最近まで続けていた渡邊研究室のヒアリングからは、多くの企業では開発期間を短縮しながら同時に品質マネジメント・システムを考えていることが見えてきた。その場合、各企業は、計画に組み込むべきことが2つあるという認識を持っており、以下の2つであった。この場合、徹底した「みえる化」が求められる。しかも、開発期間の短縮と品質管理の高度化は、エンジニアとデザイナー間のコンフリクトを更に増大させるものである。

- 1) 品質目標を決める
  - i 品質マネジメント・システム自体の目標、例えば、顧客満足度など
  - ii 製品に対する要求事項に関する目標
- 2) 品質マネジメント・システムの戦略・方策を立案し現状を評価し対応を計画する
  - i 品質マネジメント・システム全体構成の適切性
  - ii 品質マネジメント・システムのプロセスの適切性
  - iii 管理手段 (測定・分析, 継続的改善方法, 変更方法プロセス運用管理基準) の適切性
  - iv 必要な資源 (装置, 環境, 人/技能, 情報) の適切性

デザイン決定に至るまでの動きは、図 2-1-3 と図 2-1-4 に示されるものである。斬新的なスタイルの車を作れば作るほどコンフリクトは大きくなっていくことになる。

デザイナーの仕事とエンジニアの仕事のコンフリクトの解決は、以下の図 2-1-5 のような活動の中でなされている。



図 2-1-3 トヨタのデザイン業務  
MOT の資料

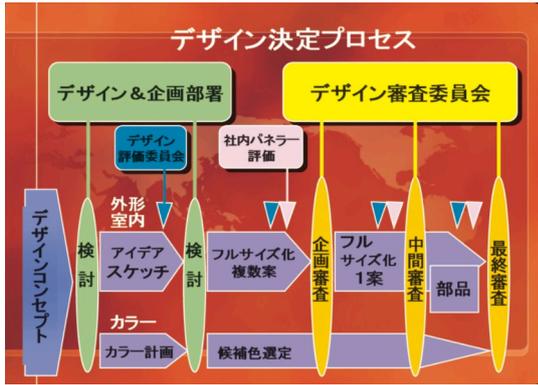


図 2-1-4 デザイン決定プロセス MOT の資料

2 (株)IBSC：東 正則氏

～IBM が考える戦略的パートナーシップ～

21 世紀の企業経営では、顧客企業とのパートナーシップ、いわゆる戦略的部分最適の立場にたったコラボレーションが重要になるとして以下のように述べている。

「ドラッカーのいう『コミットメント契約』のようなものが脚光をあびてくる。ビジネスの可視化を IT を使って進めることが重要になる。e-調達視点から自社の競争力に貢献できるサプライヤーを掌握する必要がある。その場合、投資リスクを回避するためコラボレーションによる QCDE（品質・価格・デリバリー能力・環境配慮）の作りこみが重要になる。コラボレーションするサプライヤーは、コア・コンピテンシーを持っていないといけない。このコラボレーションのための組織はサービス・オリエンテッド・アーキテクチャーのもとで『関係を疎にし

た新しい組織化』が必要である。相手(サプライヤー)に自社を評価してもらうことを含む SRM (Supplier Relationship Management) の発想が必要になる。IBM の場合は 1995 年にこれをやった。業界との整合性は、開発段階のコンセプトの共有、開発設計でのデザイン・イン、生産段階でのスペック・インがある。その場合、情報インフラの整備が必要になり情報の鮮度管理のため EAI (Enterprise Application Integration) が必要になる。製造 BOM (Bills of Materials) と連携した生産実行システムのスケジューリングとリスケジューリングがオンデマンド型もの作りの基本である。(注：下線部は筆者)」

BOM には、M-BOM (製造部品表)、E-BOM (設計部品表)、S-BOM(販売部品表)などがある。これらは、それぞれ用途もデータも異なるが、その一方で共通化できる部分も多いので、各 BOM を統合し、それぞれの各工程の情報を相互に参照することが可能なようにすれば、製品開発とプロダクト・ライフサイクル管理を全般に見直すことができると考えるようになってきた。製造 BOM は、組み立てに使用されるユニットや基板単位に構成される。設計で造られた E-BOM を基に製造が始まるが、E-BOM には製造方法が入っていないので、どの工程を流して製造させるか決めた上で製造ラインにのせる事になる。

東氏の分析の意味するところは、創発という用語は、研究面から言えば、「あるものの探求」に終始してきた従来の狭い認識科学の枠を超えて、「ある『べき』ものの探求」を行う新しい設計科学を目指すべきという意図があると解することができよう。設計と計画の最も大きな違いが、「創発」を受け入れるか

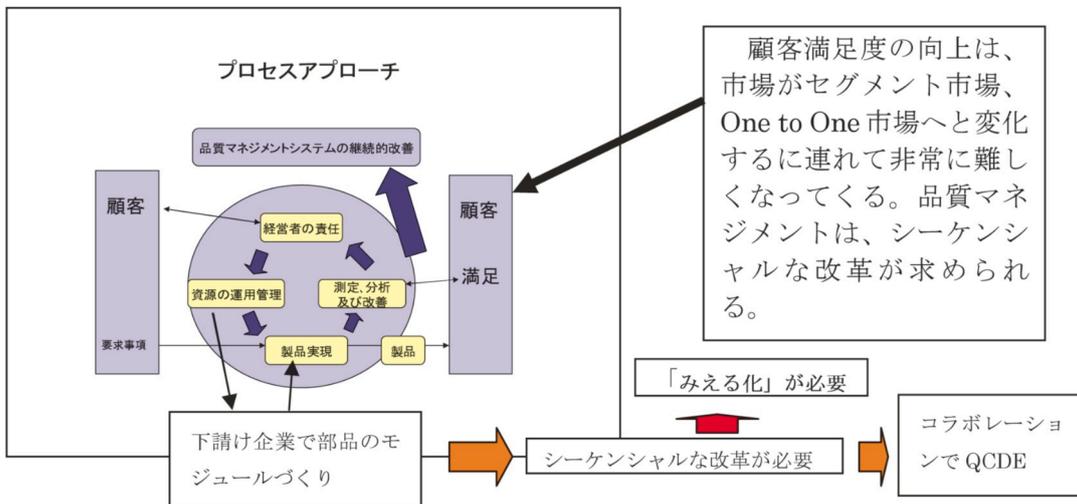


図 2-1-5 品質マネジメント・システムの改善 MOT の資料に渡邊が加筆

否かである。創発とは、個別の「設計の実践」の局所的な動きが寄り集まることで、単なる動きの総和とは異なる高度で複雑な全体秩序が立ち上がる現象である。そこからは、「計画」を超えた構造の変化や、予期していない創発が誘発される可能性が高いのである。しかし創発は、いつどんな形で起こるか分からない現象で、これを事前に把握することはできない。従って「計画」は創発を受け入れなかったのである。東氏のいう戦略的部分最適を目指す戦略的パートナーシップとは、徹底した創発を目指すものであるといえる。しかし、東氏のいう「関係を疎にした新しい組織化」という概念は、EMS (Electronics Manufacturing Service) のような電子部品のモジュール化やソフトウェアのモジュール化には適しているが、自動車のような部品モジュールには適さないように思われる。重要保安部品のかたまりである自動車部品モジュールは、「関係を疎にした新しい組織化」のもとでは、瞬間的に安価なものや機能の高いものが調達できても、メンテナンスを考えると不可能に近いものになるからである。これを組み込む概念が図 2-2-1 の戦略的パートナーシップというのなら理解はできるのである。かつて三重大 MOT で東氏のお話になった「コラボレーション」から我々のいう 21 世紀型の「フュージョン」へと発想を遷移しなければならないのである。

大きく環境が変化してきている現在では、「変化に対応できる企業と人だけが生き残り繁栄する」ということになる。そのためにはモット (MOT) 人間が必

要)になる。

結論的にいうと、特化型企業が最も成功した企業ということになる。東氏によれば、モジュール化された e-ビジネス・コンポーネントが緩く結びつきネットワーク型組織を構成してトランジットするためには、以下のような SOA (Service Oriented Architecture) と BTO (Business Transformation Outsourcing) が必要であるということになる。

SOA は、標準的なインターフェースを持った再利用可能なソフトウェア部品の組み合わせによってシステムを構成するという「コンピュータシステムの作り方」であるとともに、独立して運営されるビジネスファンクションの組み合わせによってビジネスプロセスを構成するという「ビジネスシステム構築手法」という側面がある (図 2-2-2 参照)。

BTO では、まず企業価値最大化を実現するビジネス・モデルの再設計にもとづいて、外部との協業によって、より迅速かつ確実な変革が求められる事業・業務を定義する。そして、その業務の変革を実現するビジネス・プロセスの設計、IT システム構築、組織および人材のチェンジ・マネジメント、さらには継続的な BPR (Business Process Re-engineering) を、日常の業務遂行を行いながら実施していくものである。

製造業において調達・生産リードタイムを短縮する手法に在庫保有がある。市場変化のスピード、品種の増大に対応するために、生産部門や販売部門に在庫を持つという方法がある。しかし、市場が急激



図 2-2-1 戦略的パートナーシップ MOT の資料

に縮小方向に変化した場合、在庫は経営危機を招きかねない。そこで企業間・部門間において情報の共有化を図り、生産リードタイムの短縮と在庫の削減という一見矛盾する活動を、効果的に管理する手法がSCM (Supply Chain Management) とBTOである。SCMとBTOは、納期、在庫コストに関する競争力をつけるための管理技術である。

東氏は、図2-2-3に示すように「BTOの決定は戦略的アウトソーシングからスタートします。その場合、戦略的パートナーを構築することが重要になります。」と述べている。その場合、図2-2-4のように顧客企業の調達・購買に関する戦略志向を理解することが重要になると説明している。その場合、SOAを前提とした計画系ERP (Enterprise Resource Planning) パッケージを利用して戦略的パートナーシップをバックアップすることが必要であることも指摘している。また、統合BOMの利用も必要になる。

戦略的パートナーを構築させるためには、「ビジネスプロセスの再設計による簡素化と可視化」「源流でのQCDEのつくりこみ」という問題点を解決しなければ固定費を低下させるためのネットワーク型組織を追求できないとも東氏は述べている。

東氏は、開発・購買・製造のコラボレーションから生まれる戦略的アウトソーシングでは、「1) 情報購買充実と部品標準化、2) 分散集中購買検討、3) サプライヤー選別と統合、4) アライアンス戦略、5) 部材、サプライヤー、製品諸元のDB整備、6) PLM (Products Lifecycle Management)・SCMと連携、7) サプライヤーと自社評価」が特に重要になると説明するが、これに加えて既に述べた計画系のERPパッケージの整備が必要になると思われる(図2-2-5参照)。

東氏は、BTOとサプライヤーの関係に関しては、以下のようにまとめている(図2-2-6参照)。

- ① BTOは、サプライヤーにとっては脅威であり好機である。
- ② メーカーの調達・購買戦略が重要である。
- ③ サプライヤーは、中核的企業能力をつけ、変化に対応する必要がある。
- ④ 今後は、有力サプライヤーは協働型生産実行管理に発展する。
- ⑤ SCMは、サプライヤー側もメーカー側もグローバル対応で重要で、効果大である。
- ⑥ サプライヤーは今後コミュニティ形成が重要になる。

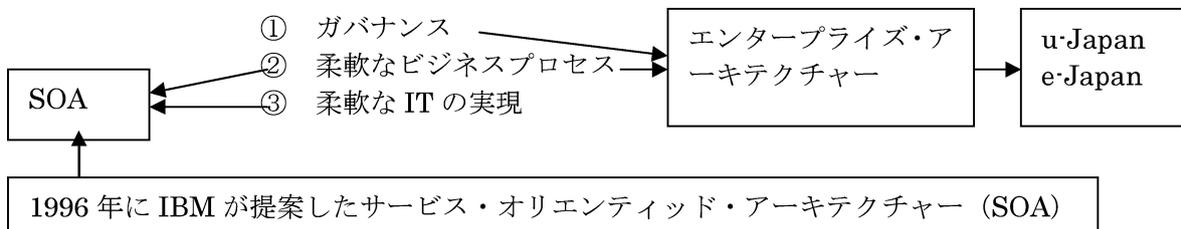


図2-2-2 SOAとは  
渡邊研究室作成

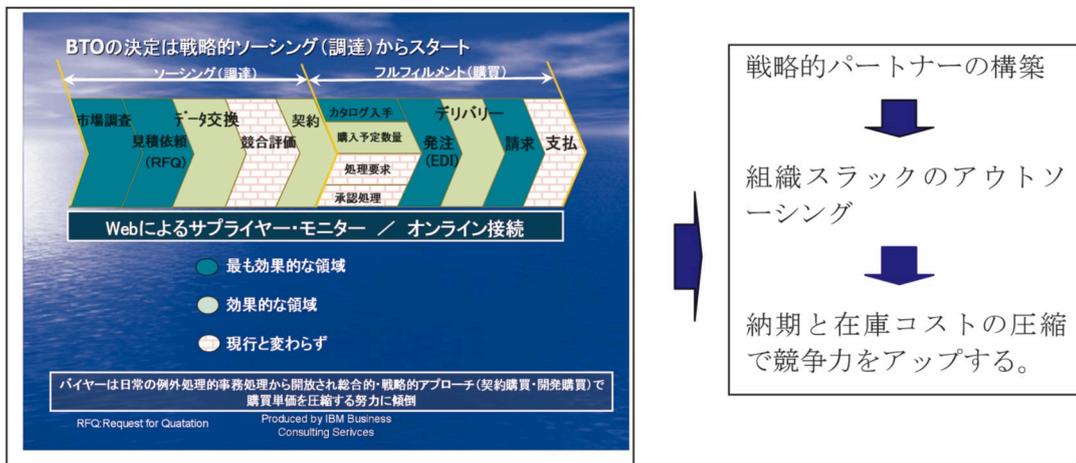
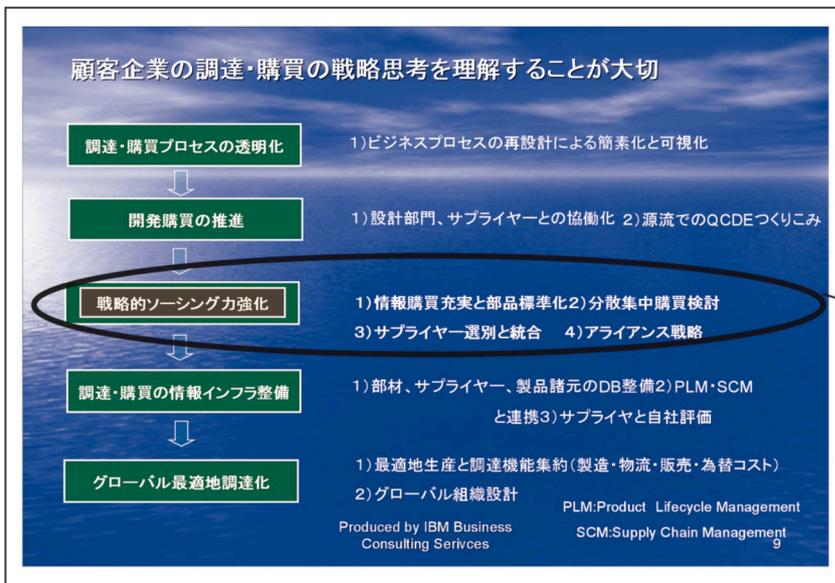


図2-2-3 戦略的ソーシング  
MOTの資料

IBM のいう BTO とは、アウトソースする企業側の生産現場の人的能力および技術能力の標準化とネットワークによる情報共有化が前提条件になる。そのため BTO を動かすためには、上記①～⑥を満足することが重点課題になる。東氏の図 2-2-7 は、PDCA のサイクルを回す活動に焦点を当てて「計画された戦略」の目標を実現するためにサプライヤーとの間で HRM (Human Resource Management) をどのように構築し、実施することが有効であるかについて研究する必要があることを示している。企業環境は様々な形で変化するので実際に採用された戦略は、「計画された通り」にはならず、状況変化に対応した「意図せざる戦略」となることも多いのである。環境変化に直面した企業に必要なのは、市場

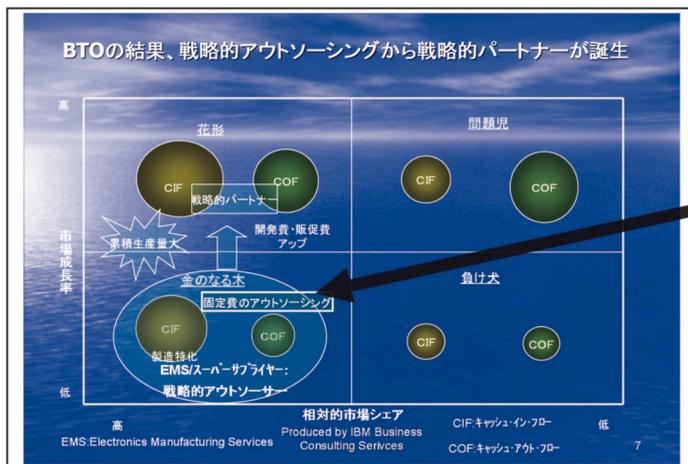
の現状や将来を適切に判断し、最適な戦略を策定して実施し、誤った戦略を採用してしまった場合に迅速な軌道修正を行うことである。

環境変化への対応として、組織の革新や戦略の変更を実施するために組織は、「組織スラック」という「余剰能力」を有している。経営資源を活用するのは人材であることから、図 2-2-6 と図 2-2-7 では、自社だけでなくサプライヤーにおける人的資源のスラックの確認も重要と考えられる。企業が現在の環境にいかに対応しているかという「短期の効率性」と企業が将来の環境変化に対してどれだけ準備しているかという「長期の適応性」に分けられる。不確実な将来の環境に適応する能力を改善するために企業は、「スラック」資源の純剰余に投資し適応的特殊



アドオンを最小にする ERP パッケージが必要

図 2-2-4 顧客企業の戦略思想  
MOT の資料に渡邊が加筆



固定費のアウトソーシングという発想がポイントである。

ERP パッケージの整備の必要性

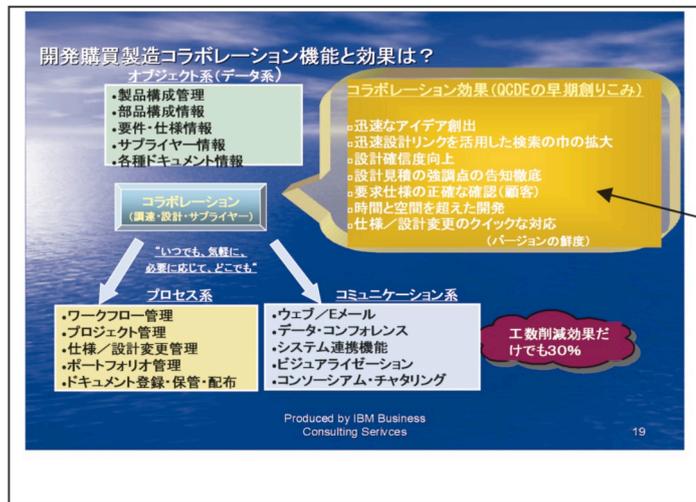
図 2-2-5 戦略的アウトソーシング  
MOT の資料に渡邊が加筆

化と適応的一般化を同時に追及している。適応的一般化は、企業がその長期の生存を確保するために必要不可欠のものであるが、適応的特殊化によって生み出されるスラック資源を越えてはできない。優良企業とは、投資されたスラック資源を定期的に補充しながら将来の選択肢を創り出すため「スラック」に常に投資している企業のことであるが、スラックの利用が単独で無理な場合は、図2-2-6と図2-2-7のようにアウトソースしでも達成しようとしていたと考える方が正しいと思われる。

我々がMOTに招聘している企業で京都試作ネットと(株)キャムブレンは、大企業の組織スラックのアウトソーシングを受け止めている会社である

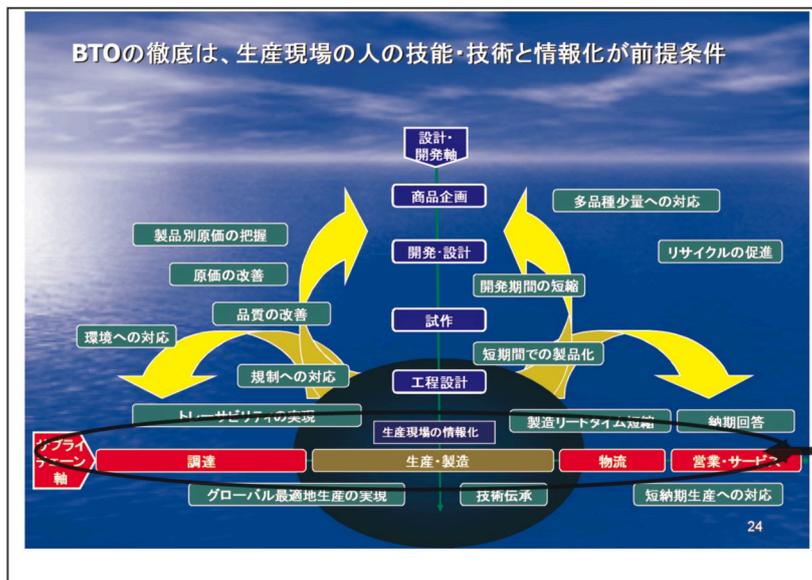
と考えている。

京都試作ネットでは、代表者の最上インクスの鈴木社長は「京都試作ネットは、部品の単品試作加工からシステム、装置の開発まで、ネットワークを活かした幅広いソリューションを提供することを目指しています。」と述べている。また、「受注案件の金型製作は1通りでなく、幾通りもの作り方が考えられる。その中からベストなものを選ぶわけだが、これは実際に経験しなければできない。製品からどんな金型が必要なかを発想でき、さまざまな設計図をひける力が必要である。また、競合に打ち勝ち、生き残るには創造力がさらに重要になると考えている」と講義で述べている。



下請け企業を含めた総合的な組織スラックの活用が必要になる。

図2-2-6 開発・購買・製造のコラボレーションMOTの資料



戦略的提携とはスラックのアウトソーシングも含むということになる。

単独では無理??

組織スラックを考えて環境変化に対応する。

図2-2-7 MOTの資料に渡邊が加筆



図 2-2-8 キャンブレインの発想  
MOT の資料に渡邊が加筆

(株)キャムブレインでは、5軸加工機を3軸や2軸加工機として利用して機械の稼働率を上げている。不定期・単発的に入る試作部品の製造のために2軸や3軸として利用している5軸加工機を止めて段取換えをして、本来の5軸としての精密加工を行っている。これをクライアントに見てもらい確認するためにWebカメラを機械の中に据え付けている。太田社長は「供給責任を追及するためには、ディベートが必要になる。相手に惚れ込まれて断るのは良いが、相手に嫌われて断られたらダメだ」と思っている」と講義で述べている(図2-2-8参照)。

### 3 三重大 MOT で展開しているモジュール生産論

#### 1) モジュール生産とプロジェクト・マネジメント

内山氏と東氏の講演と招聘した講師との研究会をもとに三重大 MOT で利用する自動車産業のモジュール生産論のテキストを作ってみた。それは、多くの経営者の実践を集め蒸留して客観化しながら「21世紀型の新しい日本的経営の技法」を求める研究でもある。

日本の自動車メーカーの多くは、海外での生産を拡大しています。生産を軌道に乗せるには、如何に優れたサプライヤー(部品メーカー)を確保するかが大きなカギを握ることになるため部品の開発と生産、モジュール内部の問題解決、品質保証などの問題をサプライヤーに任せている。そのためプロジェクト憲章を策定して動かざるをえなくなる(図2-3-1と図2-3-2参照)。

自動車は、エレクトロニクス化をはじめとする高度化により、益々部品の数と種類は増える傾向にあ

る。したがって、部品の多様化と、その生産の効率化を図るため部品のモジュール化が進んでいる。部品を統合してモジュールを構成し、それぞれのつながり方を規格化することで複雑化する自動車の仕組みを単純化し、モジュール生産方式が進み混流生産が行なわれている。図2-3-3のようにプロジェクト憲章の具体的目標値への変換をまちがいがなくおこなう必要がでてくる。

そこでプロジェクト・マネジメントの重要性が浮かび上がってくる。

東氏の「開発・購買・製造のコラボレーションでは、『1) 情報購買充実と部品標準化, 2) 分散集中購買検討, 3) サプライヤー選別と統合 4) アライアンス戦略, 5) 部材, サプライヤー, 製品諸元のDB整備, 6) PLM・SCMと連携, 7) サプライヤーと自社評価』が特に重要になる。」という指摘がプロジェクト・マネジメントのポイントになる。

#### 2) プラットフォームとモジュール

設計や生産コストの削減のため、ひとつのプラットフォームから複数の車種を製品化することが普通になっている。こうすることで、プラットフォームを基準として複数の車種で生産ラインを共有する混流生産が容易になる。日本では、特に小型車のプラットフォーム共有が進んでおり、トヨタ自動車のヴィッツ系プラットフォーム(名称NBCプラットフォーム・Bプラットフォーム)およびパッソ系プラットフォーム(子会社のダイハツと共同開発)、ローラ系プラットフォーム(名称MCプラットフォーム)、カムリ系プラットフォーム(名称Kプラットフォーム)、クラウン系プラットフォーム、ルノーと共同開発した日産のマーチ系プラットフォー

自動車会社のプロジェクトとは

- ・自動車会社のプロジェクトは A・長期商品計画系とB・個別商品企画系(プラン、デザイン、基本設計)と
- ・C先行技術先行工ボ開発に大別できる
- ・個別商品企画の業務は企画・デザイン・基本設計間のインターラクティブな共同作業となる。

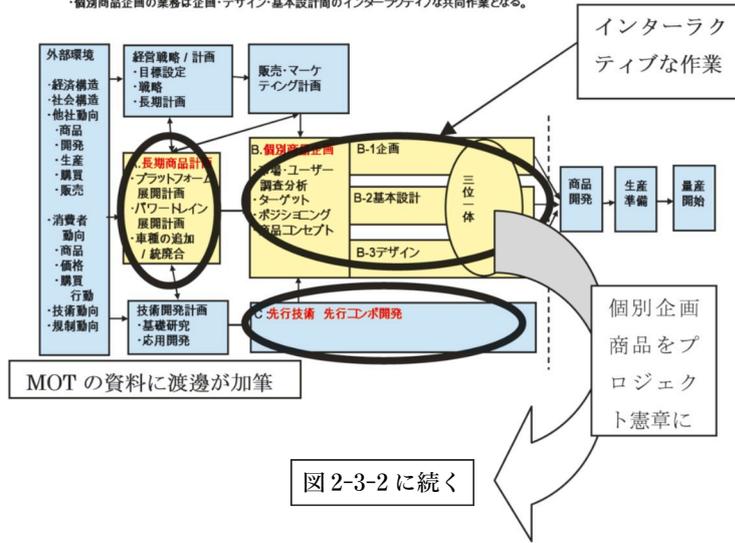


図 2-3-2 に続く

図 2-3-1 プロジェクト・マネジメント  
MOTの資料に渡邊が加筆

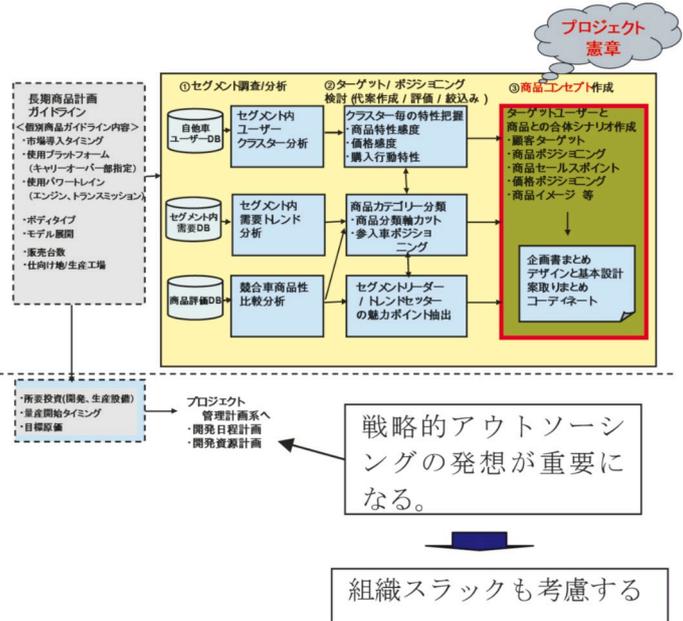


図 2-3-2 プロジェクト憲章の策定  
MOTの資料に渡邊が加筆

ム(名称アライアンス・Bプラットフォーム), 本田技研工業のフィット系プラットフォーム(名称グローバル・スモール・プラットフォーム)などは同一車台から5車種以上のモデルを有している。

プラットフォームの統合化は、膨大な数と種類がある部品やシステムの共有化も同時にうながし、絞り込みが可能となるためコスト削減に絶大な効果がある。プラットフォームとモジュール化は、さまざまな種類の部品を生産する部品メーカーの合併や再

編をうながすことになる。しかも、モジュール部品は世界各地で生産されることになるため、世界的な規模での生産拠点づくり、供給体制をどのようにつくりあげていくのが問題となってくる。その結果、共通化したプラットフォームや部品、システムの追求は、これまでよりはるかに生産量を増やして、スケールメリットによる3割ものコストダウンが図られることになる。

トヨタ自動車は、1995年ごろから本格的に開発期

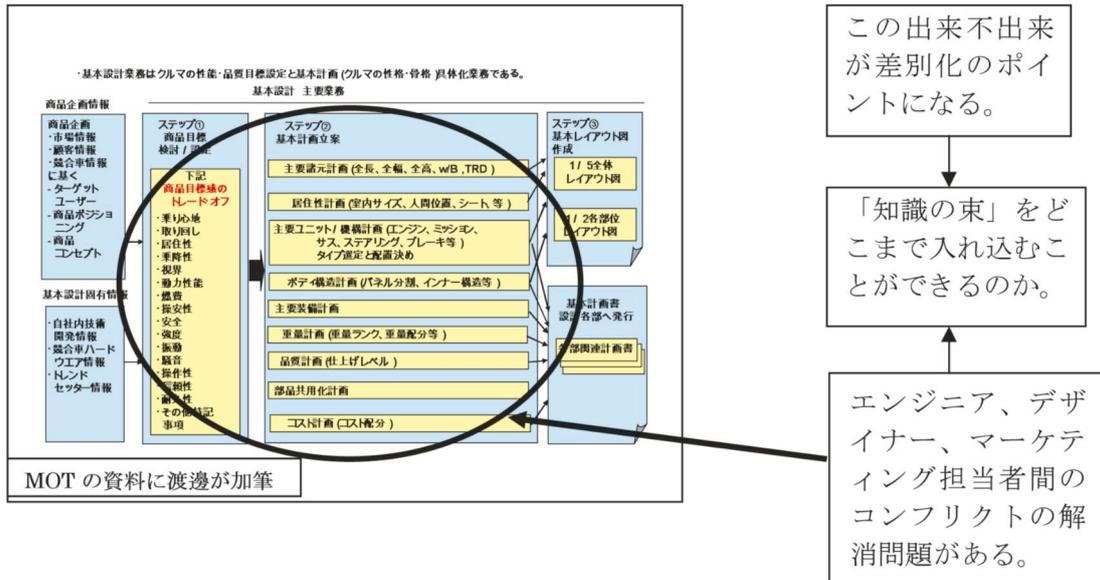


図 2-3-3 プロジェクト憲章の具体的目標値への変換  
MOTの資料に渡邊が加筆

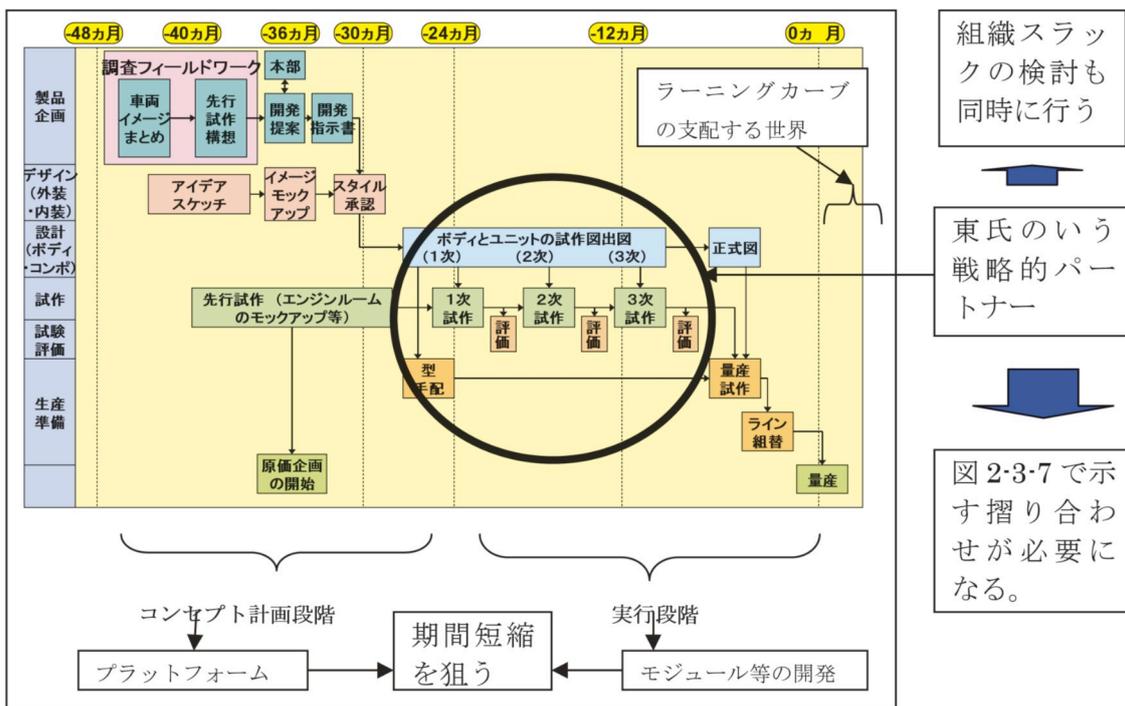


図 2-3-4 自動車製作の流れ  
MOTの資料に渡邊が加筆

期間短縮を目指した活動を始め、1998 年ごろに、その活動に『AD 21』という名称をつけて、その定常化を始めた。新標準プロセスとして『プラットフォームが新設または改良の場合は外観デザイン決定から量産までが 18 ヶ月で先行試作と正式試作が各 1 回』、『プラットフォームの基本流用の場合は 15 ヶ月で正式試作 1 回のみ』、『プラットフォーム 100% 流用の場合は 12 ヶ月で試作なし』という標準開発パターン

が設定された。

既存のプラットフォームからの新車開発は、30～50%少ない時間で開発が可能になると言われている。開発期間の短縮は、開発費用の削減につながるものであった。モジュール化を開発に適用した考え方は、部品会社の提案力を利用して、従来の部品会社の VE (Value Engineering) 提案では、部品会社 (サプライヤー) が扱っている部品に限られるた

め、効果も限定されていたことに対する反省から、部品のモジュール化により大きな部品の単位として考えるという発想で、VE提案等から発生するコストダウンを行いやすくしたものであると考えられる。それは、以下のようにまとめることができる。

①「部品毎の開発」から「部品群での開発」への進化

VRP (Variety Reduction Program) の効果を最大限とするために「将来を見越した顧客ニーズの見極め」で部品群を定める。同時に、組織スラックを検討しながら部品力強化を目的に基本機能、性能の向上で「部品の差異化・差別化」を定義する。

②開発と生産の連携度合いをコンカレント・プロジェクト型から統合プラットフォーム（共通ルール化）へ

設計・生産のコンカレント開発は、その取り組みレベルをプロジェクト連携レベルから統合プラットフォームレベルにしていくことが重要である。組み合わせられる財がモジュールとして機能すること、それらの互換性を保障するプラットフォームを整えることが求められるのである。ネットワーク経済のもとでは競争はプラットフォーム相互間で起こり、つぎにそれぞれのプラットフォーム上で起こる。プラットフォーム相互間の競争は、デファクト・スタンダードを握った勝者が、完全な主導権を握ることになる。

部品点数の削減は、バブル期に膨れ上がった部品点数を下げる目的で始められた。その結果として、品質の低下という問題も発生した。1990年代初期の自動車産業では、部分モジュールが開発され始めていた。1990年代後半になると、プラットフォームを共通化する自動車をクラス別に設定して計画的部品点数の削減が行われた。同じセグメント別にモジュール部品が作られることにより車種によって「変化するところ」と、車種によって「変化しないところ」をきちっと分けることにより、量産によるコスト削減をきちっと実現させ、多様性によるコスト増を回避する所に主眼が置かれた。設備についても同様に、車種によって「変化するところ」と、車種によって「変化しないところ」をきちっと分けることになった。そのためにもプロジェクト・マネジメントは、必須のものとなってきた。

モジュール部品を量産に適応させる場合の技術的問題点が検討されていった。同時にサプライヤーとの分業関係の見直や開発の外展開が進行していっ

た。

3) システム相互の関係からネットワーク相互の関係へ

トヨタ自動車が1994年5月から生産を開始した「RAV4」において、「カムリ」のエンジン、「カロラ」の計器類、「セリカ」のステアリングを利用し、部品共通化率40%にも及んでいる。「RAV4」は、新規に設計した機構は後部サスペンションだけといわれている。日産では、2001年のスカイラインが量産車でのモジュール生産を始めた。最初は、図2-3-5のようにフロントエンドモジュールが展開していた。日産もトヨタもモジュール単位での最適化とモジュール間の関係の単純化を志向していった。モジュール化とは、従来の結合度の高いコンポーネントというシステム相互の関係から、結合度の低いモジュールとネットワークの相互関係に再編成するものとして理解した方が論理的には正確な分析になる。

「モジュール化」は、イノベーションを飛躍的に進展させると同時に、設計プロセスでの不確実性を増大させる。できあがる製品（部品）もモジュールの独立性が高ければ高いほど摺り合わせ作業が図2-3-6と図2-3-7で示すように2つの観点から必要になる。モジュール化の世界で競争するには、プロジェクトのリーダーは、自社の内部組織も「摺り合わせ」のために再設計しなければならない。



ライフサイクルインベントリ分析結果(指数)  
《温室効果ガス:CO2》

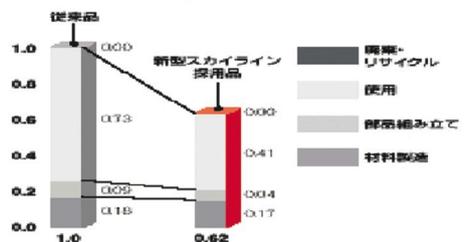


図 2-3-5 フロントエンドモジュール

MOTの資料に渡邊が加筆

注：日産のHPでは「自動車のフロント廻りの部品である、ラジコアサポート、ラジエーター、ヘッドランプ、バンパー、レインフォース等をモジュール化により統合することにより、従来部品に比べ、部品点数を40%削減した。また、ラジコアサポートの素材に熱可塑性樹脂であるポリプロピレンを採用することにより、部品重量(ラジコアサポート)を40%削減した。」と述べている。フロントエンドモジュールは、デザインの自由度を飛躍的に増加させた。

	モジュール	準モジュール	単独小部品	全体
社内での擦り合わせ増加	63.6	29.7	26.8	32.6
社内での擦り合わせ減少	0.0	8.1	0.0	3.4
社外との擦り合わせ増加	36.4	27.0	22.0	25.8
社外との擦り合わせ減少	9.1	8.1	0.0	4.5

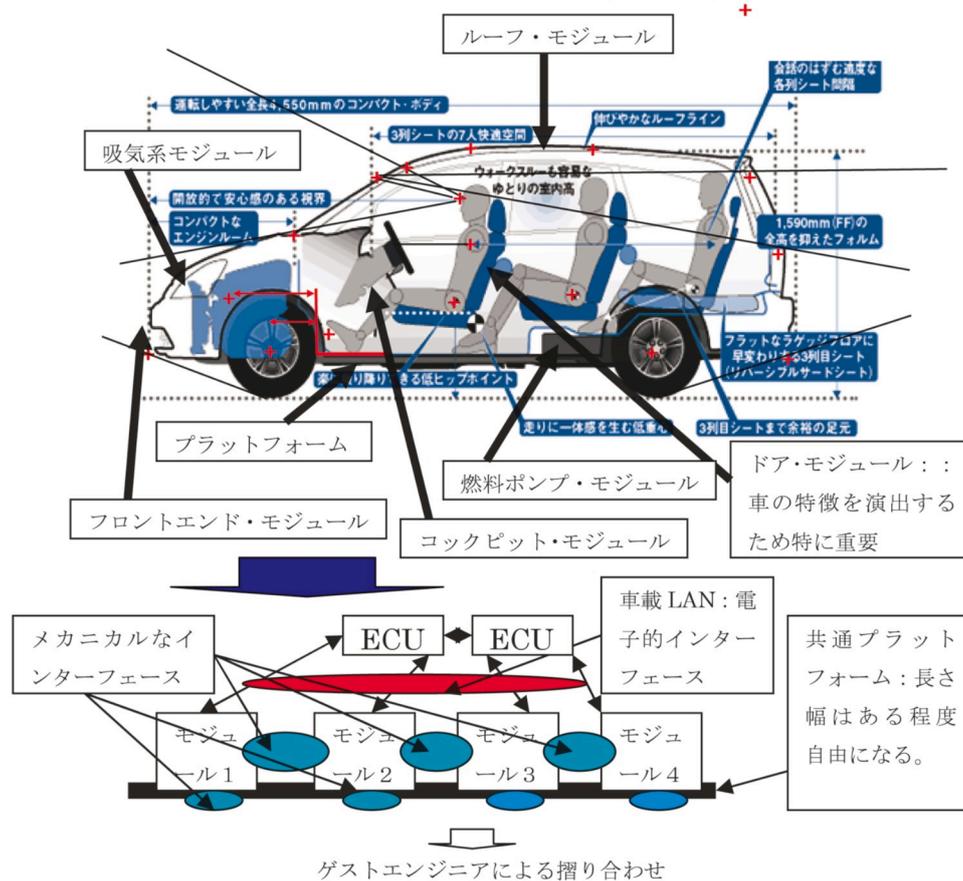
- ・ モジュール度の高い部品ほど、擦り合わせの度合いが増加。
- ・ 部品の複合化に伴い、部品メーカーが取り組むべきインターフェースが拡大
  - 部品設計のインターフェース
  - 企業間関係のインターフェース

図 2-3-6 摺り合わせ

注：広島大学経済学部附属地域経済システム研究センター

### コンセプトと 実際のレイアウトの関係

・主要諸元に、人間の位置を設定すれば、ほぼ全体のハートポイント(キーになる座標)が定まる



ゲストエンジニアによる摺り合わせ

図 2-3-7 コンセプトとモジュール  
MOT の資料に渡邊が加筆

例えば、ホンダでは、以下のような設備に関して固定費を下げる動きが2000年頃に見られた。

〈溶接〉

- ・ 多機種に柔軟に対応出来る汎用性の高い溶接設備の導入
- ・ 機能を絞ったシンプルな治具を導入し、機種専用投資を削減

- ・ 電動サーボガンと電動ロボットの導入による制御の最適化で、溶接作業を高速化
- ・ 溶接打点の最適化で、ボディ精度および剛性を向上
- ・ 汎用性のあるパレットを利用した、ボディ搬送工程の多機種対応化

〈塗装〉

- ・シンプルかつ汎用性のある搬送装置の採用で、機種専用投資をゼロ化
- ・前処理のコンパクト化やショートオープンの採用による、ライン長の短縮
- ・ボディの洗浄法の工夫や吸塵ロボットの導入により、補正作業を削減し塗装工程の効率を向上
- ・中塗り、上塗りの水性化（日本初）や、塗着効率の向上により、VOC（揮発性有機化合物）排出量を 20 g/m<sup>2</sup> へ低減・熱スペースと作業スペースを分離（ゾーニング）することで、作業環境を改善

〈車体組立〉

- ・ボディ搬送コンペアーの汎用性を向上させ、新機種投入時の追加投資をゼロ化
- ・サブラインを利用してメインラインでの作業工数の機種間偏差を平準化し、組立ライン全体を短縮
- ・機能毎に工程を再編し、各工程内で機能品質保証までを完結
- ・難姿勢作業の改善

自動車の設計がモジュールを中心に行われるようになると、比較的自由になるプラットフォームの上にモジュールを載せていくことになる。モジュールを設計する場合、電子的な摺り合わせとメカニカルな摺り合わせの2つを同時進行で行わなければならない。更に、モジュール部品は、下請企業が作っているのだからコラボレーションが要求される。

共通プラットフォームとは、エンジンやサスペンションの取り付け部にあたるピボット部を共有するメインフロアフレームのことである（図2-3-7参照）。組み付けられるエンジンやトランスミッションは異なることがあるが、取り付け部は共通である。

車幅やホイールベースの変更は可能である。基本のプラットフォームはそのままフェンダーやドアを広くしたり、プラットフォームを切断して伸縮させることでホイールベースを変えたりできる。プラットフォームの切断・接合でも安全性を保証できる構造計算も重要になる。自動車を作る場合、プラットフォームに多大な費用をかけることになる。この部分は、車体の剛性にかかわる重要な部分であり、ハンドリングも衝突安全性もこの部分に左右されるから費用をかけてもトータルではコストが節減できるという設計が追求されている。様々な車種に使えるように溶接ロボットやジグの共有化ができるように設計することになる。混流生産で車種が変わってもスポット溶接のポイントを変化させないで剛性を確保できるようになった。こうして世界中でおなじ生産ライン設備を使うことが可能になる。これにより製造コストがかなり削減でき、自動車の価格も抑えることができる。

初代レクサスのデザイナーの内田氏が『モジュール化』は、次第に複雑化する技術を企業が取り扱うことを可能にしてきた。製品をサブシステムである『モジュール』に分解することで、設計者、製造者とユーザーは高い柔軟性を獲得したのである。」と述べているようにモジュール化は、システム時代からネットワーク時代へ移る過渡期の新しい形の分業構造を作り上げてきたと技術論的には理解したい。

4) フロントローディングによる設計

三重大 MOT の講師として招聘している住友電装の村上氏もモジュール化に関連して、部品メーカーに対する依存度が高くなったことを示して図2-3-8のようにQCD（我々のいうQCDE）を確保することの難しさを列挙している。住友電装はトヨタ

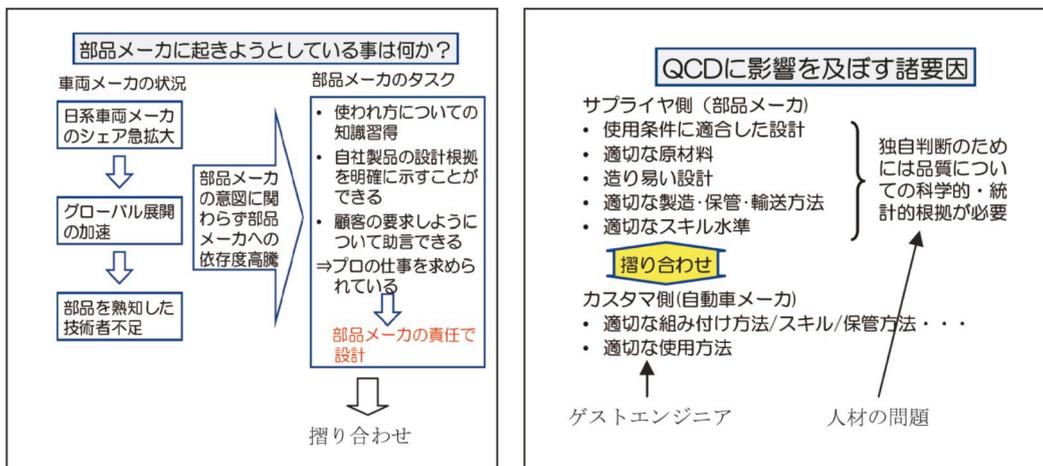


図 2-3-8 村上氏の問題意識  
MOT の資料に渡邊が加筆

合成とハリアーのcockピット・モジュールを作っているのでフロントローディングしながら提案するモジュール化した部品の問題点を鋭く指摘をしている。

- 適切な管理責任単位と管理指標を設定する。
- 現場、現物、現実に基づいてなぜなぜ分析を厳格に運用する。

- 源流管理の思想の徹底を図る。
- 設計部門は全ての工程の最上流にあたり、より一層の意識改革が必要である。
- 成果が測定可能な形で品質目標を設定し、その根拠を明確にする。

モジュール製品は図2-3-9のように「サブ Assy 型」と「機能統合型」に大きく分類される。サブ Assy

最近におけるモジュールの導入状況 (2001年12月現在) ◎…機能統合モジュール化 ○…モジュール化

部品	車種	シーマ (01年1月発売)	プリメーラ (01年1月発売)	スカイライン (01年1月発売)	アルティマ (01年10月発売 (注:本誌時))	ステージア (01年10月発売)	プリウス (01年10月発売)	ハリアー	カローラ (01年10月発売)	アテンジャ (01年10月発売 (マツダ))	Zカー (01年10月発売 (三菱))	スマート (01年10月発売)	コルファ (01年10月発売)
フロントエンドモジュール				◎	◎					◎			
リアエンドモジュール													
リフトゲートモジュール													
ピックアップボックス													
cockピットモジュール				○	○	○				◎			
センターパネルモジュール							○	○		◎			
ワイパーモジュール													
オーバーヘッド(ルーフ)モジュール				○	○								
カーペットモジュール													
バックゲートレイモジュール													
シートモジュール													
ドアモジュール		○	○	○	○	○				◎			
フロア/トンネルコンソールモジュール													
フロア&エアコンユニットモジュール									○				
リヤサスペンションモジュール													
ホイール/タイヤモジュール									○				
インテークマニホールドモジュール													
フロントサス&パワードレーンモジュール													
ラジエーターファンシャroudモジュール									○				
フロントエキゾーストモジュール													
フューエルデリバリーモジュール										◎			
チューブバンドルモジュール													
ローリングシャシーモジュール													

◎…機能統合モジュール化 ○…モジュール化

大規模なモジュール化によるコスト削減の効果が期待されている。

モジュール化とプラットフォームの共通化によるコスト削減の効果が期待されている。

※モジュール【module】：全体の組立の中へはめ込める部分またはその基準尺度  
 ※アセンブリ【assembly】：共通の目的を持つ機械部品の組み立て集合体  
 ※機能統合モジュール：モジュールを構成する部品の構造や機能を一体化し部品点数を減らしてコストや質量を低減した製品

モジュール化にともなう部品補給形態の新旧比較例

**V35 (新型スカイライン)**

No.	部品名称	希望小売価格(円)
①	ラジエーターコアサポート Assy (合成樹脂製、ボルト取付)	21,600

一体成形されているのでアセンブリーの分業構造が変化する。電子部品が組み込まれるようになると更に分業構造は変化する。

**R34 (旧型スカイライン)**

No.	部品名称	希望小売価格(円)
①	ラジエーターコアサポート Assy	21,100
②	ラジエーターコアサイドサポート	(各)5,300
③	ラジエーターコアアッパーサポート	4,400
④	ラジエーターコアロアサポート	6,100
⑤	フードロックステー	2,800
① + ⑤ = 23,900円 or (②×2+③+④+⑤)		

図2-3-9 モジュールの導入状況 (2001年12月現在)  
 自研センター 2002年資料に渡邊が加筆

型モジュールは、「構成部品をある程度組み立てた状態で自動車メーカーに納入するものである。機能統合型モジュールは、「サブ Assy する部品の設計を見直すことにより機能的に統合し、構造を簡略化したモジュール部品」である。モジュール化では、特にコストを削減することが大きな命題となっているため機能統合型モジュールに大きな力点がおかれている。また、機能統合を進めていけば、部品点数が減り軽量化される。

旧型スカイライン (R 34 系) のラジエーターコアサポート (鋼板製の分割補給と一体補給) が溶接付けに対し、新型スカイライン (V 35 系) では、ラジエーターコアサポート (合成樹脂製の一体補給) がボルト付けになっており、部品脱着または取替時に左右フロントフェンダーとクーラーコンデンサーおよびラジエーターを残したままで作業ができることから、旧型と比べ付帯および付随作業が省略される。

モジュール部品が進化して電子部品も組み込むように機能統合されと制御系の車載 LAN が搭載され、複数の ECU (Electronic Control Unit : 電子制御ユニット) による分散システムでモジュール部品が管理されるようになる (図 2-3-10 参照)。車両制御にはリアルタイム性が求められるとともに、自動車の安全に直接かかわる部分であるため、高信頼度かつフォールト・トレラントであること (耐故障性) が求められる。それぞれの ECU にはセンサーやアクチュエータが接続されている。センサーから得られたデータをほかの ECU に送信したり、あるいは、ほかの ECU から受信したセンサー値の情報を使い自身につながるアクチュエータを制御するといった形で車両システムの制御をおこなっている。このような車載分散制御ユニット用のオープンエンドシステムが展開し、以下の 2 つの問題点が発生している。

① LAN の負荷状況によって信号の伝送遅延の特性が変化するため、各機能の要求特性を満足する

ネットワーク設計が難しい

設計制約を満足するためには、各 ECU に対する担当機能の割り振りや、メッセージ送信の頻度、LAN の構成、メッセージ・フレームの構成といったネットワーク設計が非常に重要になる。これらのネットワーク設計が適切に行われていないと、実機的设计を始めてしまった後の段階で性能要求を満足しないことが判明し、各 ECU の機能設計工程まで戻って設計し直さなければならない可能性が高くなる。

②耐故障性を高めるための、ECU や LAN の多重化の検討が難しい

センサーや ECU などに故障が発生したときにも、開発組織が縦割りのため非常に困難である。図 2-3-11 の右側の写真のような私の車のカーナビの自動車購入時点からの故障は、ECU とモジュール部品相互間の「摺り合わせ」の不具合に起因すると考えている。

### 5) 「摺り合わせ」とモジュール

私たちの研究グループは、ネットワーク論とシステム論の関係を図 2-3-12 のように分析してきた。

境界領域がハッキリしているシステムと境界領域がハッキリしないネットワークの差を分析することができるならばシステムの時代とネットワークの時代との過渡期である现阶段のモジュール生産の分析が明確になると考えたのである。

例えば、ハイブリッド車の展開は、変速機を無断変速機に切り替えた。ブレーキ、パワステアリングのような油圧部品も電気系統の部品に切り替わってきた。ハイブリッド車の登場は、メカニカルな部品から電気系統の部品への移行を要求するだけでなく、より一層、電子部品とメカニカル部品の複合化した統合部品のモジュール化も要求してきた。当然、部品産業の構造が除除ではあるが変化を促してきた。最近では、車-車間通信や車と道路間の通信を

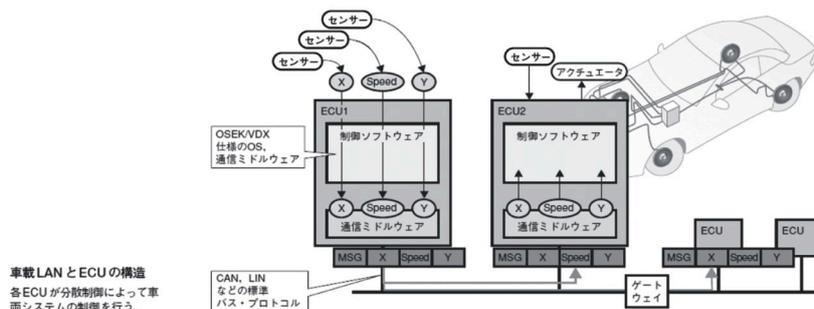


図 2-3-10 ECU

社団法人中国地方総合研究センター研究員 江種浩文氏の作った図に渡邊が加筆

無限集合に近い情報ネットワークでは多面的な価値観を包み込む多元主体の世界になるから、統一された価値観に基づく最適化は不可能である。

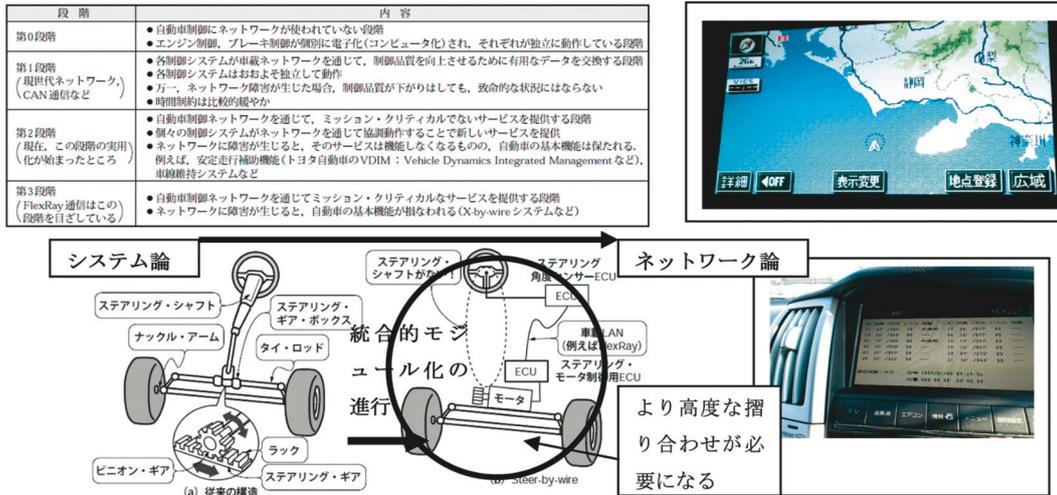


図 2-3-11 車載 LAN の時代区分

名古屋大学・高田広章氏の作った図に渡邊が加筆

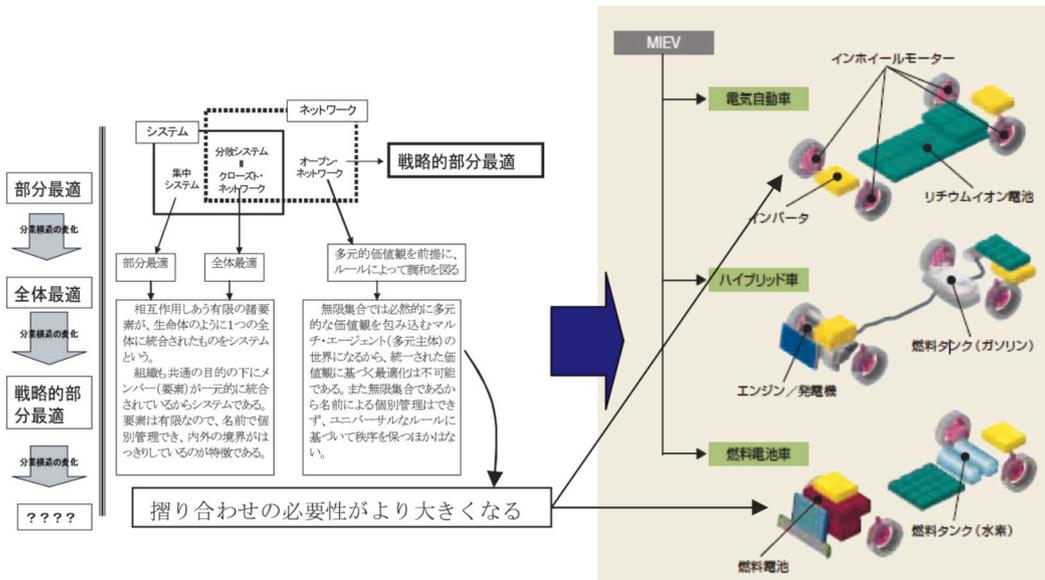


図 2-3-12 ネットワーク時代とユビキタス時代

渡邊研究室作成

おこなう ITS (Intelligent Transport Systems) が部品のモジュール化に拍車をかけ、車載 LAN を利用したネットワーク上での摺り合わせの問題が重要な研究課題となっている。車両開発の大きなうねりは 1990 年代末頃のモジュール開発に始まり、グローバル開発と生産へ向かっていった。2007 年に入って摺り合わせ作業の減少を目指してカーエレクトロニクス装置の ECU 統廃合と組込みソフトウェア開発方法へと進展してきた。

1980 年代は、日本車が品質の高さとコストの低さで世界を席巻した。主としてコストの半分を占める変動費の競争の時代であった。1990 年代に入り、欧米企業が品質とコストに関し急速にキャッチアップ

してきたため、競争の主たる側面は、図 2-2-5 の BTO の戦略的アウトソーシングに見るように固定費の削減に移っていった。東氏のいう『『ビジネスプロセスの再設計による簡素化と可視化』『源流での QCDE のつくりこみ』』を追求して固定費を削減することとなった。2000 年代になると 3D-CAD や CAE の発達によりフロントローディング(問題点の先出)の発想が一般的になってきた。自動車の品質管理問題は 70% が設計段階にあるとされる。フロントローディングにより、原価低減と品質管理が初期の段階で同時に行われるようになるとモジュール化とプロジェクト・マネジメントの動きは更に加速してきた。

現時点（2009年1月）では、世界経済は、過剰生産恐慌のような様相を呈している。図2-3-13に示すように損益分岐点を落とすための技法が展開することは間違いない。この点に関していかなる動きがあり、いかなるビジネス・モデルを自動車産業が構築してくるのかを分析するのも私たちの研究領域である。三重大学 MOT 講師として招聘しているある社

長は、未定稿の段階の論文のこのページを持ち帰り、売上高減少に直面しても損益分岐点を下げる方策を企業内で検討を始めた。このような問題解決に向けた動きがインターセクター・ディスカッションでできあがってくれば、我々の目的は達成したことになる。

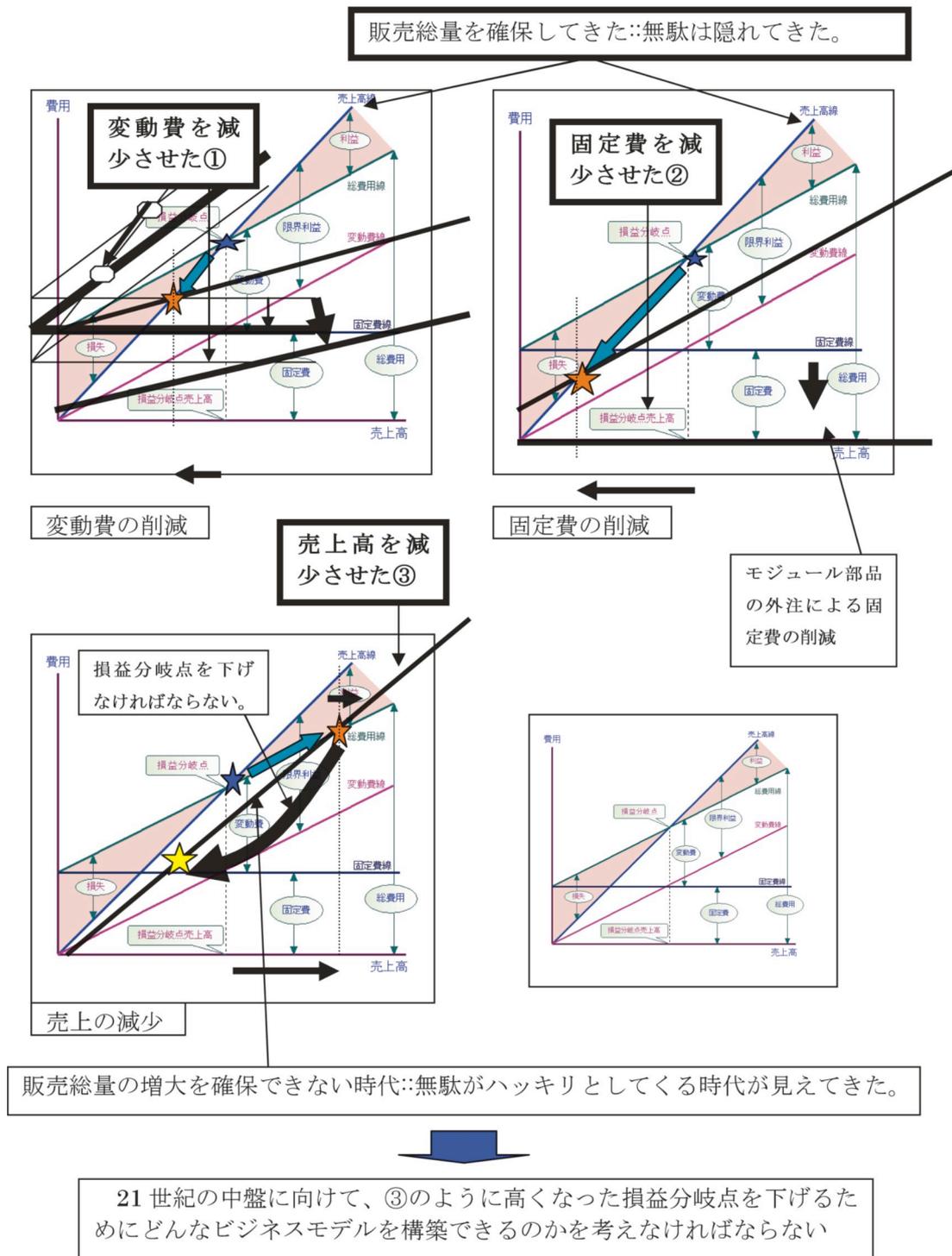


図 2-3-13 固定費と変動費  
MOT の資料に渡邊が加筆

### 6) CAD/CAM/CAE

論文末に掲載した年表を参考にしながら図 2-3-14 を概括してみると以下ようになる。

日本の自動車産業では、問題意識 1 の部分では、規模の経済性が働きコストが急速に下がっていくことを示している。問題意識 2 の部分では、主として範囲の経済性が作用していたことを示している。問題意識 3 の部分では 1986 年頃からモジュール生産が始まり、企業間ネットワークのインフラが整備され主としてネットワークの経済性が動き始めていることを示している。CAD のネットワークが開始され、設計のスピードアップが図られるようになってきた。同時に、CAE (Computer Aided Engineering) や DMU (Digital Mock-Up) の発達も見逃せない。

プロジェクト・マネジメントのバイブルとなっている PMBOK (Project Management Body of Knowledge) は、必要な基本的な知識を汎用的な形で体系立てて整理したものであり図 2-3-15 に示すよう 1980 年代後半になると国家戦略や一部の企業

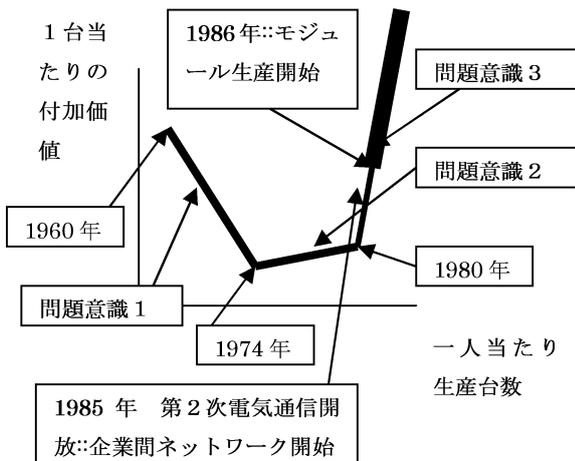


図 2-3-14 論文末の年表の問題意識 渡邊研究室作成

- 1950年代 米国家がPM(Project Management)の体系的知識の蓄積を開始
- 1955 IBMのシステムズ部門がITプロジェクトの請負を開始
- 1960年代 PM分野でマネジメント論、プロジェクト特性、スケジュールとコスト、プロジェクトマネジメント手法、ガバナンス分析の分野で知識が進展
- 1962 ミサイル開発プロジェクトからPERT(Program Evaluation and Review Technique), CPM(Critical Path Method)等の手法が開発された
- 1961 南アフリカ協会を皮切りに、各地でPM団体が発足
- 1965 欧州でPM団体の連合体IPMA設立、PM知識体系化が始まった
- 1969 米国でPMIが設立された
- 1972 PM先進地域では本格的なPM団体が多数設立された
- 1977 PMIでPMB OKの初版が作成された
- 1993 韓国政府の国家パフォーマンスレビューでPMに基準
- 1996 PMIでPMB OKを再編成、PMBOK '96を発刊、事実上の標準に
- 1997 米国を中心にCOP導入企業が急増、PM団体が急激に増加
- 1998 PMI東京支部の設立、エンジニアリング振興協会が日本PMフォーラムが設立された
- 1999 日本でプロジェクトマネジメント学会設立
- 2000 PMBOKが小改訂され、2000年版発行
- 2001 PMI東京支部の会員数が急激に増加

図 2-3-15 PMBOK の歴史 渡邊研究室作成

で用いられるようになった。

1990 年代後半になると PMBOK は、多くの企業に利用されるようになってきた。

PMBOK では、計画プロセス群においては、立ち上げプロセス、計画プロセス、実行プロセス、コントロール・プロセスが相互に連携しながら動き、実行プロセス群でも、立ち上げプロセス、計画プロセス、実行プロセス、コントロール・プロセスが相互に連携して動くことになる (図 2-3-16 参照)。

その場合、計画のフロントローディングしながら、下請け企業の「組織スラック」を徹底して利用していくことになる。現時点では、それが新しい日本の経営を作り上げていくかもしれないと思っている。

### 7) PMBOK

PMBOK では、プロジェクトを遂行する際に、スコープ(プロジェクトの目的と範囲)、時間、コスト、品質、人的資源、コミュニケーション、リスク、調達、統合管理の 9 つの観点で PDCA サイクルを回す必要があるとしている。PMBOK は、東氏が図 2-2-6 と図 2-2-7 で提案している内容を更に推し進めることになる。しかし、アメリカで展開し始めた PMBOK では「摺り合わせ」の概念が全く欠落していた。

「引合」「発注先選定」「契約管理」という 3 つの実行プロセスと「契約完了」の終了プロセスから構成されているように、PMBOK の調達管理は、引合から契約までを管理対象としている。図 2-3-17 の右のチェックリストを用いてプロジェクト・マネジメントの「見える化」をおこなって統合管理を志向している。

統合管理の主役は「プロジェクト計画の策定」である。プロジェクトの計画プロセス欄では、個別の知識エリアでそれぞれの計画アウトプットが作られる。例えば、スケジュール管理エリアでは「スケジュール表」、コスト管理では「コスト見積書」、組織・要員管理では「プロジェクト体制図」や「リソー

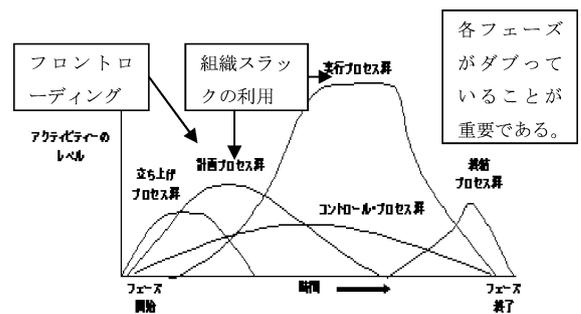
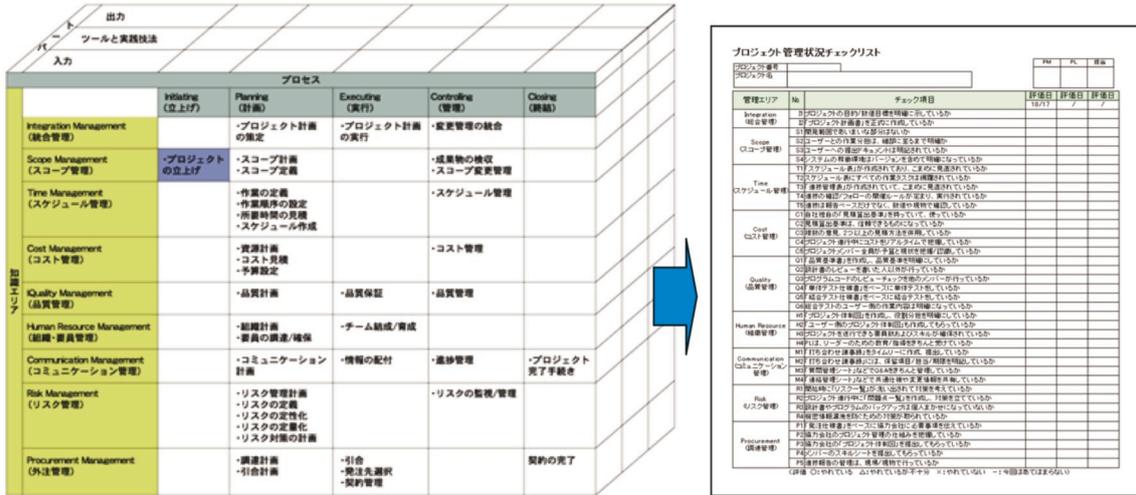


図 2-3-16 PMBOK のフェーズ 渡邊研究室作成



プロジェクト計画策定の標準化

図 2-3-17 PMBOK の概要  
MOT の資料に渡邊が加筆

「プロジェクト管理」というアウトプットが作成される。これらの計画は相互に関連を持つため、統合管理で各計画を統合したプロジェクト計画を策定し、各計画の整合性を保つことになる。

プロジェクト管理をどの程度厳格に行うかは、プロジェクトの規模や性質により変わることになる。そのため、プロジェクト管理手法のひとつである PYRAMID では最初に「プロジェクト管理票」を作成し、「プロジェクト管理の管理」を行う手法を考慮に入れている。

8) PMBOK を応用した QG (クオリティ・ゲート)

PMBOK を応用した QG (クオリティ・ゲート) では、図 2-3-18 のようにゲート毎にモジュールの評価を行い、モジュールとプラットフォーム間、モジュール相互、モジュールと ECU(Electronic Control Unit) との「摺り合わせ」等々の決定していくことになる。

A 社の QG に関する資料は、インターネット上で

公開されているので、これを利用しながら日本のプロジェクト・マネジメントを検討したい。アメリカ的なプロジェクト・マネジメント (例えば PMBOK) の技法を日本のものに修正することが MOT の教育では必要になると考えている。

A 社の HP では、以下のように QG を記述している。

「クオリティ・ゲート・システムとは、商品開発のそれぞれの節目で、すべての部門での商品づくりの活動について、達成すべき到達点を予め定め、到達度合いを総合的に審査・評価する意思決定システムです。それぞれのクオリティ・ゲートでは、トップマネジメントによる判断が加わることにより、品質をはじめとしたすべての商品特性について妥協しない商品づくりを進めています。(注：下線は筆者)」

「モデル承認タイミングであるクオリティ・ゲート D、開発を完了するクオリティ・ゲート B、量産を開始するクオリティ・ゲート A での主な審査・評価

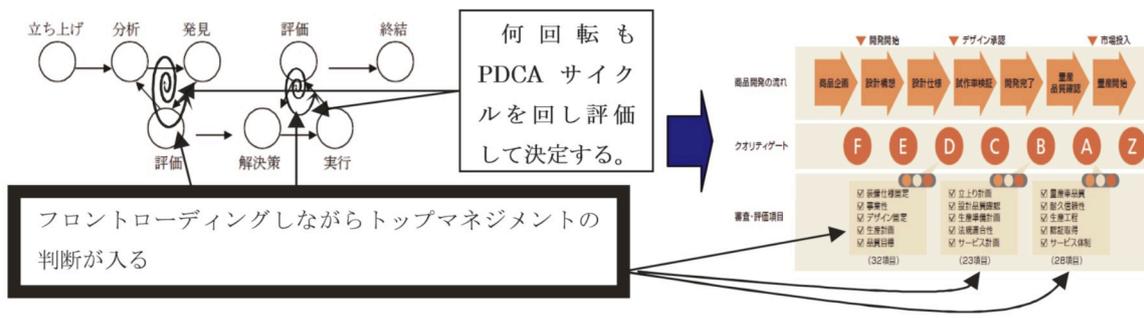


図 2-3-18 QG の概念  
MOT の資料に渡邊が加筆



の構築能力，②製品のラインナップと他のサプライヤーとのネットワーク，③製品評価能力と機能保証能力，④マーケティング能力が必要になる。アセンブリー企業は、コンカレント的に部品製作の企業(サプライヤー)を動かしながらプロジェクト・マネジメントとゲストエンジニアを使って「摺り合わせ」作業をおこなっていくことになる。

図2-3-21に示すQGは、東氏のいうところのBTO (Business Transformation Outsourcing) 概念を更に発展させたものと理解している。

初代レクサスのデザイナーの内田氏は、デザインという作業の特殊性に関連して三重大学の講義でプロジェクト・マネジメントとデザインの関連を次のように述べておられる。

9) プロジェクト・マネジメントとデザイン

「プロジェクト・マネジメント上のデザインは、多くの人の感覚をシンセシス (総合化) する作業である。その作業は普通スパイラル状に繰り返しながら行われる。正しいものを選んで、優先順位を間違えず、適宜、正しい妥協をして、全体像を失わないで、いい循環または連鎖を作ることができれば、マネジメントも設計も成功する。論理だけでなく経験と直感がなければ“正しい”判断はできない。非論理的な直感でも尊重しなければならない。直感はいくつの場合、経験の蓄積の山から出てくるものである。良いものを見続けたことに比例して直感が育つのである。経験が、科学的な論理の回路とは違った、直感回路を右脳の中に作り出していくことになる。論理と直感を両方備えると、一流のデザイナーが生まれる。このような教育が重要になる。MOTに私が期待しているものです。そのためには図2-3-22のような作業を具体的にやってみなければならぬ。(注：下線は筆者)」

内田氏の考えは、数値ではなく「車に乗ることがいかに楽しいか」を感性で感じることを目標とするためのデザインを追いかけることにある。そのためには感覚的な知識の束をどれだけたくさん詰め込めるかということに差別化の意味を求めている。

『何か変えてやる』と意気込むデザイナーも多い。変えたことで良さが失われてしまうことが非常に多いのも事実である。2代目のレクサスは、「初代を継承する」と方向性を定めた。『変わっていないなら前の車に乗ったほうがいい』と言われたが継承を選び、コンセプトを変えないこともデザイナーの勇気である」という講義であった。製品コンセプトは変えないが、そこに多くの「知識の束」を入れ込んでいくことの大切さをお話になった。

10) コスト・リダクション問題

図2-3-22のようにデザインが決まり、プロジェクトの細部が決定して動き始めるとQG-Eから始まりQG-Aに至るまで各ポイントで図2-3-23のようなコスト差異とスケジュール差異がチェックされる。「開発コストの見積精度を高める」ということは、企業にとって永遠のテーマである。高く見積れば競争力を失うことになり、低く見積れば赤字プロジェクトになる。見積精度を上げるためには、そのための情報と作業工数の把握が必要になる。見積作業に多くの時間をかけるわけにも効率上できない場合が多い。また、必要な情報と見積作業時間を十分得たとしても、それで精密な見積ができる保証もない。そのため、見積作業に要するコストと見積精度のバランスの中で、効率の良い見積手法の開発が必要とされる。

プロジェクト・リーダーは、計画プロセスで立てたプロジェクト予算に対し、現在どこまでコストがかかっているかを常に把握しながらプロジェクトを

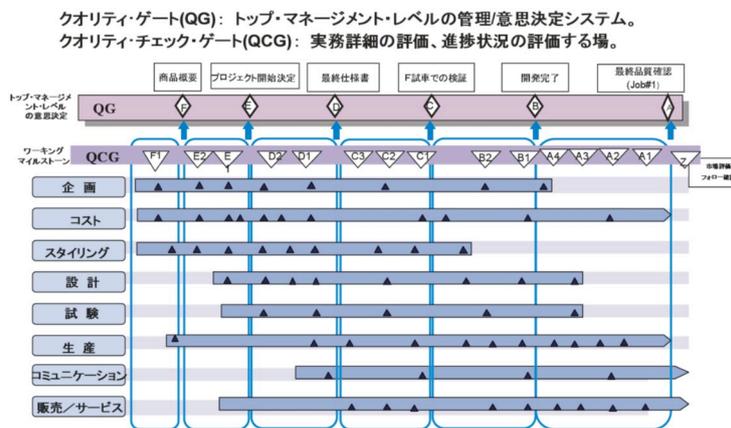


図 2-3-20 QG システムにおけるコンカレント体制  
MOT 資料に渡邊が加筆

進めなければならない。そのためには、プロジェクト・メンバーの工数の原価を管理する仕組みが必要になる。その場合、アーキテクチャル・イノベーションを常に考慮しなければならない。

図 2-3-24 は、我々が目指すべき到達点を示すものである。三重大学大学院工学研究科の MOT は、若者が既存の部品からでも「あっ」と驚くものを造り出す能力を育てることが可能なようにデザインされている。

### III 総括と最近の私

私が埼玉大学から三重大学へと赴任した 11 年前に「文理融合」というキーワードが教授会で飛び交っていた。「融合 (Fusion)」が「創発 (Emergence)」と一対になる概念であることを知らない論客が跋扈していたので非常に不毛な議論の連続であった。かつてパソコンを導入した教育の提案に対して汎用機をお守りしている情報センター職員から強いクレームが出て学内の新聞でたたかれ、学問・研究の自由の侵害と、科学技術の発展に棒さすようなことをさ

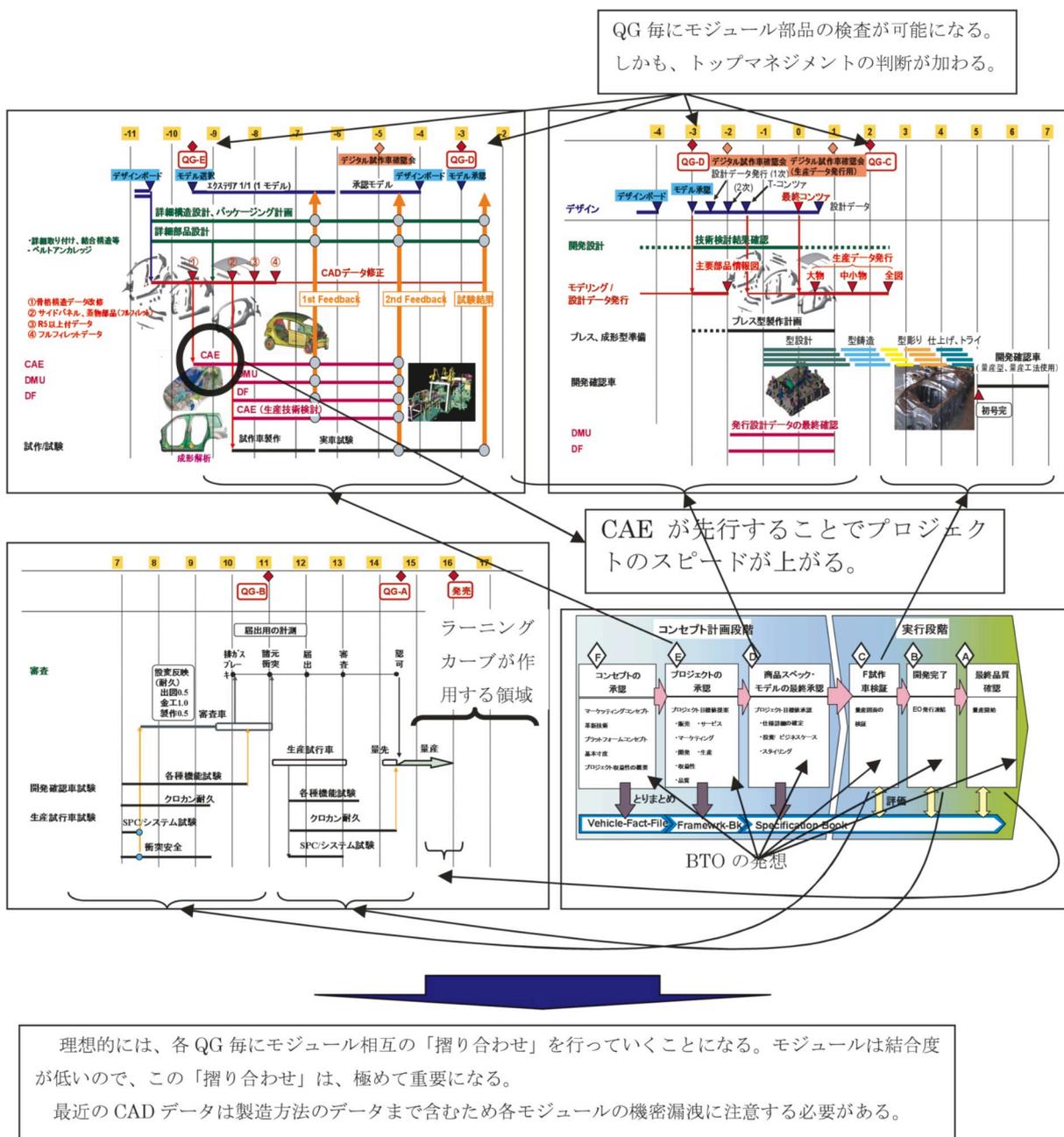


図 2-3-21 QG (クオリティ・ゲート)  
MOT の資料に渡邊が加筆

れたこともあった。「空想より科学」というならまだしも「科学から空想」への動きは、大学という存在を現実から大きく遠ざけていった。

現実に立脚しない議論や批判は、ロカントンの『嘔吐』のようなものであった。そこで徹底して現場の経営者の声を学生に伝え、現実に即したロジックも構築しようとした。折しも情報ネットワークの経済性やネットワークの外部性の追求が緊要の課題となってきた。2004年度から「創発の経済性」を提案できるためのMOT構築に向けたノウハウを蓄積しようと考えてきた。構造を変えることなく機能を変化させることを追求している経営経済学の学徒と

しては、大学の学部の枠組み（構造）は、そのままにしておいて機能を変化させ、創発が可能な道を探ってきた。このペーパーは、境界領域がハッキリしない性格を持つネットワーク論を中心に三重大学MOTをデザインすることを志向してきた私の一定の到達点を示すものである。

最近の企業経営の動きは、品質保証から品質マネジメント・システムへ重点が移っていることを多くの企業のヒアリングで思い知らされた。モジュール生産が一般化してきている現在、この点への研究の深化と教育のレベルアップが我々の三重大学MOTへと突き進む原動力であった。教育システムのモ

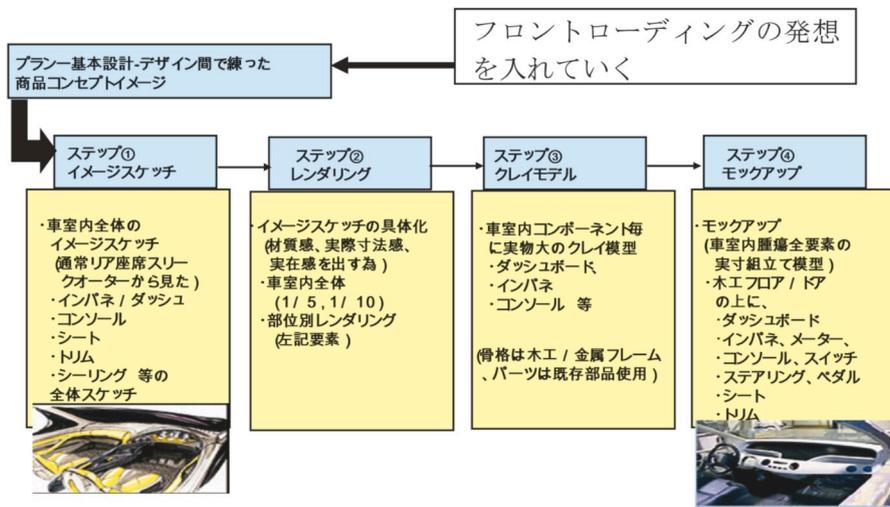


図 2-3-22 デザインプロセス

MOTの資料に渡邊が加筆

注：デザイン部門には、他にカラーリング部門があり、EXTERIOR, INTERIORのカラーコーディネーションとシート・トリム類のテクスチャ開発を担当している

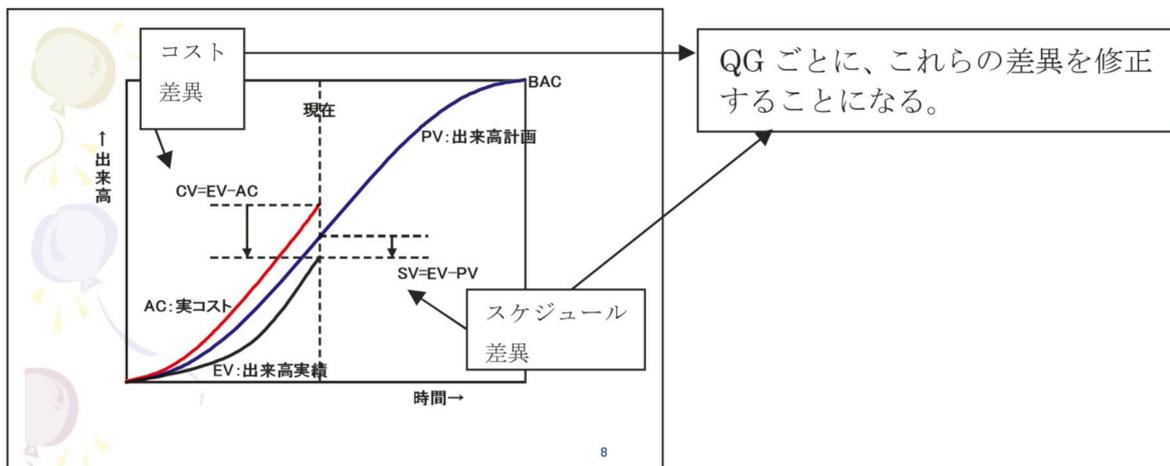


図 2-3-23 コスト差異とスケジュール差異

MOTの資料に渡邊が加筆

① PV (Planned Value) とは、出来高計画値を言い、当初計画上で予定作業に割り当てられていた予算コストをしめす。② EV (Earned Value) とは、出来高実績値である。現時点までに実際に完了した作業に割り当てられていた予算コストを示すものである。③ AV (Actual Cost) とは、コスト実績値であり、現時点までの作業を完了するために要した実際発生コストを示す。④ BAC (Budget At Completion) とは、プロジェクト予算である。

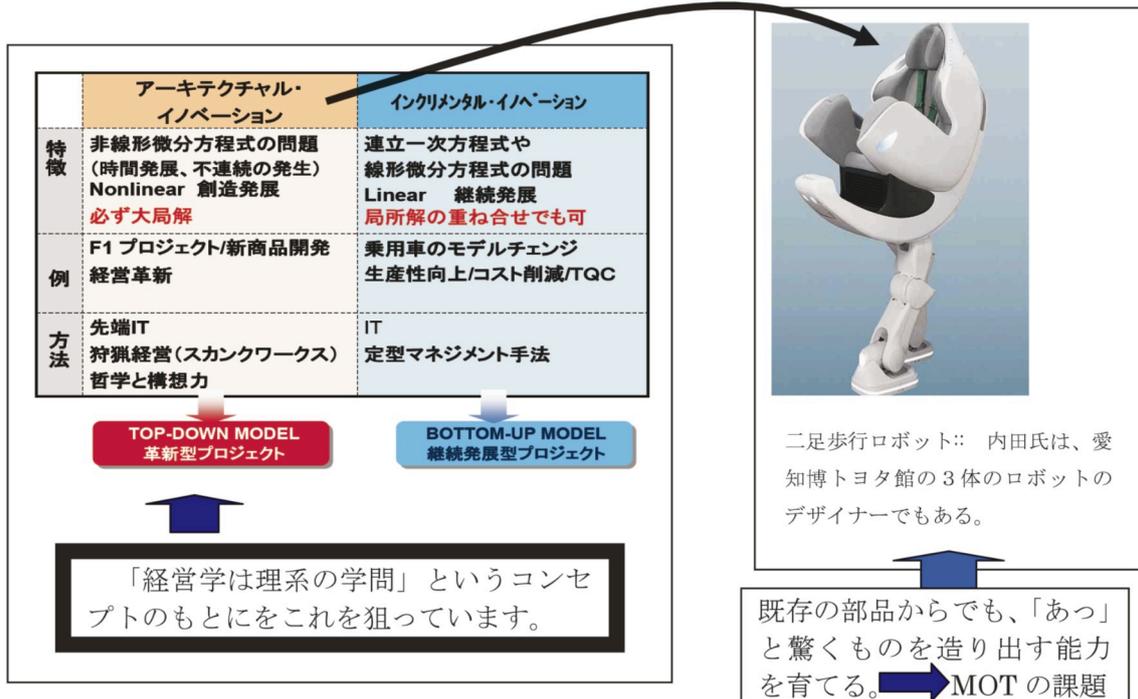


図 2-3-24 我々が三重大 MOT で目指すもの  
MOT の資料に渡邊が加筆

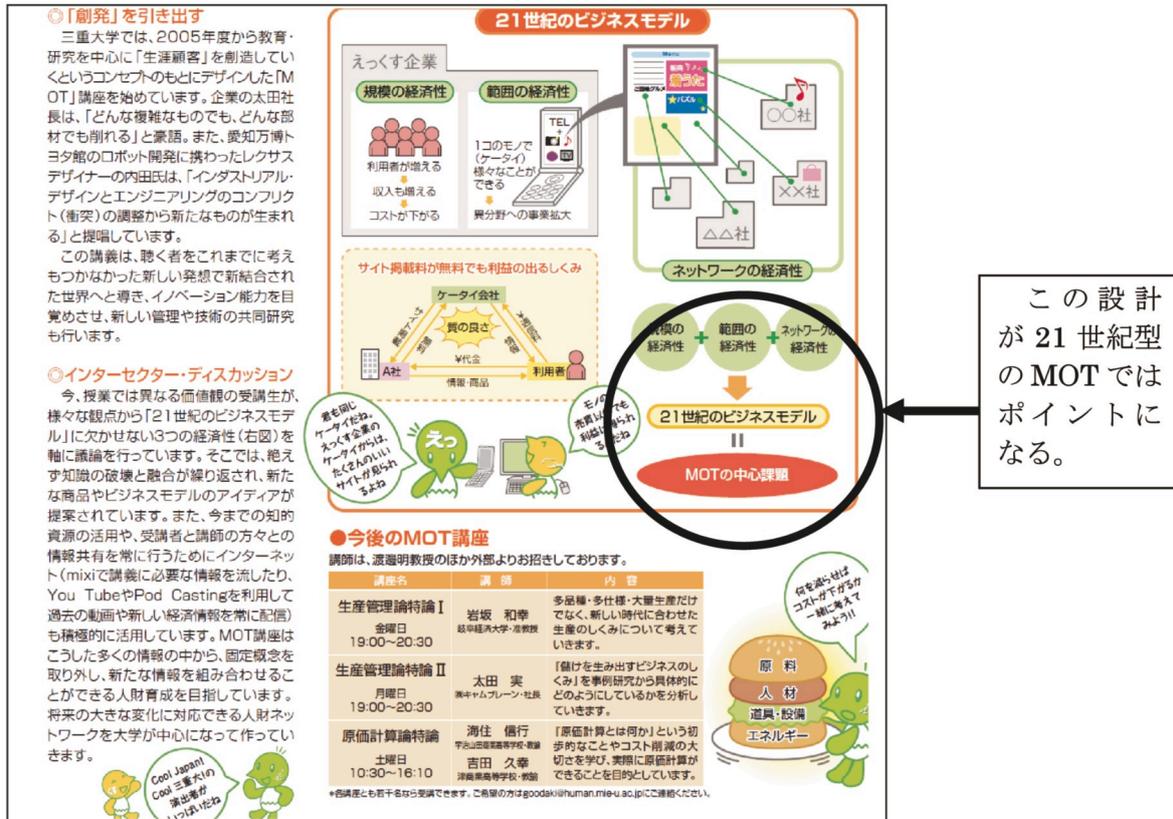


図 3-1-1 三重大エックスに掲載した図  
MOT の資料に渡邊が加筆

ジュール的展開もアナロジ的に議論の俎上に乗せたいと考えたからである。これが可能ならば、経営学研究科だけしかない大学でもインターネット経由で工学研究科の教育モジュールを自らの教育体系に組み込むことができることになる。そうすれば、MOT 教育のデザインが可能になり地域の産業界の発展に資すると考えた。まさにこのシステムが構築できれば、これこそが「創発」であり、構造を変化させないで機能を劇的に変化させることができると思っているからにはほかならない。

一般的には、「規格の立脚点が変わった」とか「単なる品質保証から顧客満足へ」といった表現がなされているものを文理融合の側面から科学的に究明したいからである。

三重大 MOT に招聘した多くの企業の経営者の意見は、「品質マネジメント・システムの基本とは、以下のようなことがらを追求しなければならない」というものであった。この点を三重大 MOT のインターセクター・ディスカッションで徹底的に研究しようと思ったのである。そのために無料である mixi のような SNS や YouTube 及び Key-Hole-TV のような動画配信システムを徹底して利用することを考えた。それらを利用し、徹底した情報の共有化をすることで、以下のようなことが可能になると考えた。

- ・顧客や関係者の期待とニーズを把握する
- ・それに対する自組織の方針や目標を設定する
- ・設定した目標を達成するために必要なプロセスを、すべて洗い出す
- ・それらのプロセスをどういう順序で組み合わせれば最も有効で効率が良いかを考える
- ・それらのプロセスに必要な資源を洗い出し、内

- 部、外部手配を決めて確保する
- ・各プロセスの組織的な責任分担を決める
- ・各プロセスの詳細なやり方や基準を決める
- ・実際の有効性や効率を判断するための運用時のチェック方法や基準を決める
- ・問題が発生しないようにするための方策をあらかじめ決めておく
- ・上記で決めたことの実施とその有効性や効率をチェックする
- ・チェックした結果と目標の達成状況に応じて、やり方を改善する

三重大 MOT では、上記の図のように「規模の経済性」「範囲の経済性」「ネットワークの経済性」の最適ミックスを追求するビジネス・モデルを模索している。よりきめ細かい品質マネジメント・システムを提案していかなければ 21 世紀の競争には勝てないという認識と 20 世紀の延長線上にない 21 世紀の産業構造の研究という確認がそこにはあった。そのため MOT の講義を基本的にはインターネットを使って中小企業に向け無料で配信し、民間企業の意見を吸収すべきだと考えた。そのため授業料を無料にして、なおかつ図 3-1-2 のような大学院を運営できるビジネス・モデルの構築も考えている。

最近の私の研究室では、中部経済産業局で地域資源活性プログラム認定委員会委員長や農商工連携選定委員会委員、新連携選定委員の立場から、中小企業の活性化の研究をしている。また、農林水産省の FCP（フード・コミュニケーション・プロジェクト）の中の「地域食品産業活性化研究会」での激しい議論もある。5 年ほど関わってきた三重ブランド選定委員会委員長の立場からのブランド研究もある。三重県農水商工部や森林環境部との CSR（Corporate

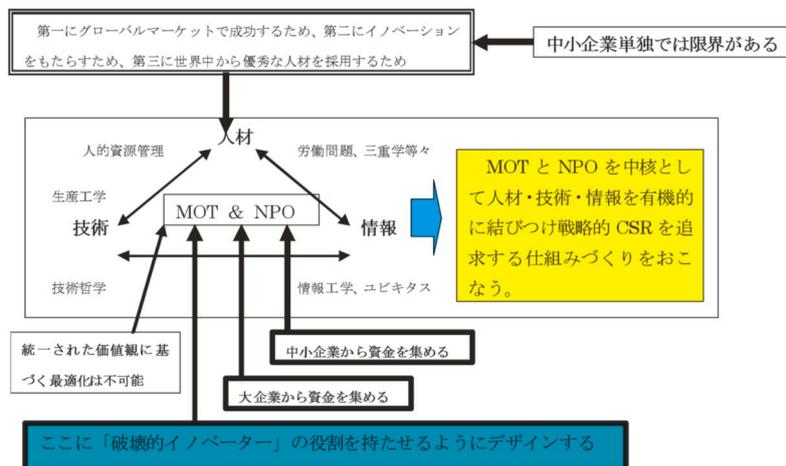


図 3-1-2 中小企業群に「破壊的イノベーター」を組み込むスキーム  
MOT の資料に渡邊が加筆

*Social Responsibility*) の研究 (注: 参考文献 NO.4) と、それに結びついた中部電力との共同研究や第三銀行からの委託研究の「南紀州地域という広域をターゲットにした『地域おこし』」のデータもある。各地の商工会を中心に動いている「全国展開事業」のデータも多く集まっている。何よりも貴重なデータは、三重大学 MOT に招聘している講師諸氏との研究会や、そこでご紹介いただいた多くの企業の社長のヒアリングからもたらされた。東京には「地域おこし」のために実験的に作った三重県南伊勢町と紀北町のアンテナショップもあり、消費者動向がチェックできる。これらの膨大な定量データと定性データを三重大学 MOT の教育実践の中に吸収している。

文理融合の発想からの研究・教育のデザインがなければ、これらの資料を地域の産業政策に反映できないので、経営経済学 (経営学) を志向する地方の大学の若い研究者諸氏の研究と応用の努力に期待したい。

最後に、かつて札幌学院大学で禄を食んだ者にとっては、このタービュランスな時代に経営学部を創設されたことに敬意を表するとともに、大学が大きく飛躍することを願っている。そのためには、経営経済学 (経営学) では「現地・現物・実証」に立脚した研究方法が学問発展のためには必要だということをお忘れしないで欲しいのである。私が関係している上記の各省庁の委員会では、経営学的発想からの意見と提言が必要とされている。農商工連携を前提にした地域活性化は、積極的に文理融合を進めている地域の大学の研究能力以上にはデザインできないこと、及び、大学を中心として地域の産業界を含めたインターセクター・ディスカッションのシステムを構築できなければ大学そのものの存立も危なくなると肝に銘じてほしいのである。大学の存続も *"Only the Paranoid Survive."* ということだと思っている。

#### 参考文献

- 1) 青木昌彦・安藤晴彦『モジュール化』東洋経済, 2002年。
- 2) 井上照幸・林 倬史・渡邊 明『ユビキタス時代の産業と企業』税務経理協会, 2008年。
- 3) 村上一仁・渡邊 明「自動車部品事業を通じて学んだリーマン生産方式の考え方」『三重大学社会科学学会 法経論叢』第25巻第1号, 2007年。
- 4) 渡邊 明「企業との協働による地域づくり推進事業調査報告書 ～CSRに関する調査報告～」『三重大学社会科学学会 法経論叢』第26巻第1号, 2008年。
- 5) 渡邊 明「センサーネットとITS」『三重大学社会科学学会 法経論叢』第24巻第2号, 2008年。
- 6) 渡邊 明「アサヒビール(株)のマーケティング戦略と情報ネットワーク戦略」『中央大学商学論纂』第47巻第3号, 2006年。
- 7) 渡邊 明「『三重ベンチャーカレッジ』の講演要旨とアントレプレナー育成に向けたテキスト」『三重大学社会科学学会 法経論叢』第19巻第1号, 2003年。
- 8) 渡邊 明「デファクト・スタンダードと製品の増幅化」『札幌学院大学商経論集』第14巻第3号, 1998年。
- 9) 農林水産省 FCP に関連する HP。

(わたなべ あきら 企業間ネットワーク論)

