

Title	設計プロセスの改革 : Virtual Engineering
Author(s)	沼田, 潤
Citation	年次学術大会講演要旨集, 8: 243-248
Issue Date	1993-10-22
Type	Presentation
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/5369">http://hdl.handle.net/10119/5369</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	シンポジウム



つはコンシューマ製品の高機能、高品質化は今後も進み、その商品に必要な技術組織が今後も拡大の方向にあるからである（図3）。

### 現状の商品化プロセス

商品が企画から客先に届くまでの、商品化プロセスである企画、研究、開発、設計、製造、物流、販売、サービス等を図4にまとめてみた。現在、通常これらの工程はすべて直列型になり、各工程の中は更に詳細に分かれている。本来、この図にQA、資材、リサイクルの工程も含まれるべきであるが、主題からそれるため、ここでは特に表記はしていない。

各工程内を現物、設計情報そしてイベントというものが移動する。現物とは実際の実験機とか試作機の意味で、左に行くほど部品、半製品になり、右に行くほど製品に近いものになる。また、設計プロセスが進行するに伴って、その現物を表わす設計情報が工程内に積み上がる。例えばパーツの場合は設計図、仕様書等を指し、工程が進むほど設計情報量は増加する。もう一つのイベントとは各段階で行われる打ち合わせ、会議等のことをこう呼んでいる。従って商品化プロセスの過程を移動するものは現物、設計情報、イベントということになる。

商品化プロセスの効率化の一つは各部の工程を短縮することであり、これらは従来から行なわれてきており、最近では徹底的に無駄な工程が取り払われている。二番目の方法は、繰返しを含むプロセスの合理化で、商品企画から、設計し試作品ができた時点で例えばデザイン面でのクレームがつく場合等はまた最初の段階からやり直さなければならない。このような繰返しの必要が生じることを少なくすることにより無駄をなくすることができる。三番目は複数の独立した工程を同時に進行させるという方法で、最近コンカレントエンジニアリングという言葉でいわれている。商品化プロセスの効率を上げる方法としては、だいたいこの3つの方法に集約される。

一般的に創造性を必要とする概念設計や基本設計工程を見みると図5のようになる。即ち、一つ前の工程との間にイベントがあり、前段階からの現物と設計情報が移動してくる、そこで新たにイベントを行い、現工程内での担当者間で業務分担を決めることになる。自分の分担が決まった設計者はまず設計情報を集め、それは例えばその工程に必要な技術情報や新たに使う部品情報などであり、それから原理設計をはじめめる。設計者のアイデアや技術的な判断力に基づく一番創造的な領域である。次に実際に自分の考えた原理を確認するために必要な現物を構想する。それからその現物をつくるための図面の作成を行ない、現物を発注し、それが納品され、現物で実験を行い確認する。不具合のある場合は自分の原理に修正を加え、もう一度試作、実験をする。良い結果が得られるまで何度か繰り返す。設計目標が確認出来ればその時点で設計情報を整理し次の工程に渡す。各工程の中味はこれと大体同じことが行われている。即ち、各設計工程で行われている業務というものは二つのイベントで挟まれており設計情報の「収集」であるとか、「創造」であるとか「整理」をするということになる（図6）。最近のコンピュータシステムは情報の収集、整理機能についてはかなりその威力を発揮して

きており、既存の情報システムでできないことは「創造」ということであり、そこで創造のプロセスを分析してコンピュータで創造性を支援するにはどのようにしたらよいかを考えてみる。

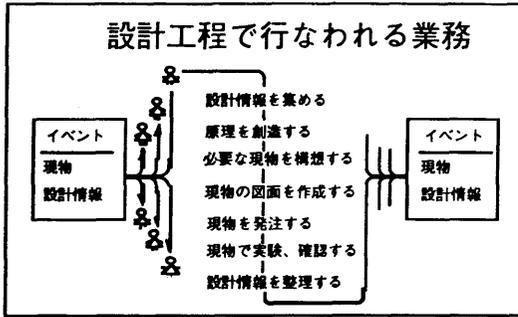


図5

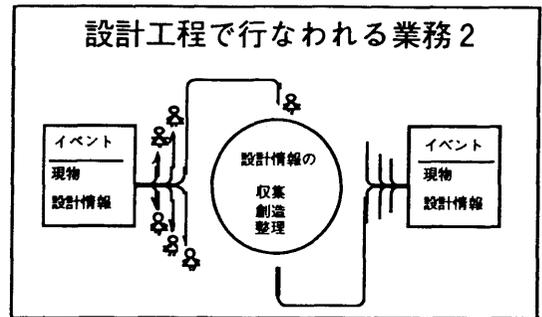


図6

### 知識創造のプロセス

知識創造のプロセスは一体どのようなプロセスかを考察してみる。人間は自然界（外界）からある現象を見つける。その現象によって人間（設計者）は刺激を受ける。それを認知してその現象のデータを採集しようとする。次にそのデータを整理し、そこから読み取れるものを情報と呼ぶ。さらにそれを概念化すると知識となる。知識を普遍化すると法則となる。一般的にはそれらの段階は図7のように配列できる。ここで図7の配列を“知識”と“情報”のところで分けて考える。野中郁次郎：「知識創造の経営」日本経済新聞社によれば、この場合“知識”は数値、法則、アルゴリズムなどの他人と共有できる知識であり、“情報”は感覚、勘所、ノウハウのようなもので、他人と共有できず、自分のみの知識をいい、前者を形式知、後者を暗黙知と定義している。個人並びに集団がどのようなプロセスにより自己並びに集団の知識を高めていくかについては上記文献を参照していただきたい。

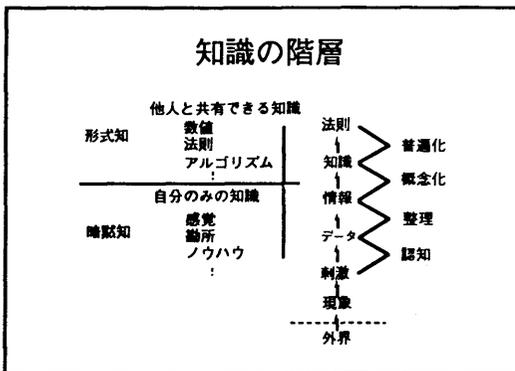


図7

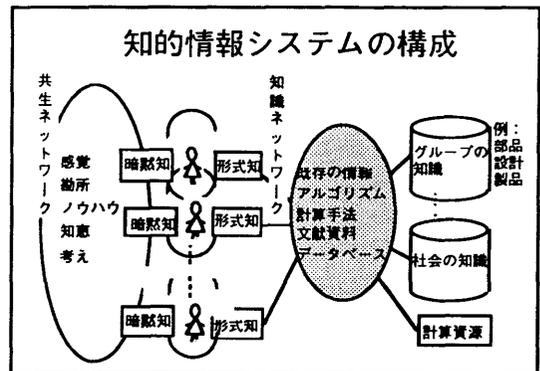


図8

## 知的情報システム

知的情報システムとは「知識創造の支援」を備えた情報システムであり、もう少し具体的に言えば「知的情報システム」とは「複数の人間が統合された情報インフラを用いて既存の知識（形式知）を共有でき、また同時に個人の感覚、勘所、ノウハウなど（暗黙知）を互いに交換できる」ような情報システムである。

それではこのようなことを行なうには、基本的にどのような情報システムを準備すればよいかを検討してみる。ネットワークはその形状が重要であり、議論の中心となる。形式知を取り扱うシステムは設計に使う部品をはじめとする設計情報等のデータベースと設計時に使うシミュレーション、また企業外のパブリックドメインのもつ知識データベース等が考えられる。知識が既にアルゴリズム化されているので、現状でいう定形型の業務システムの形態をとり、ネットワーク形状はスター型になり、特にユーザー間のネットワークを必要とはしない。即ち、回路図面情報、機械図面情報、製品の部品構成情報、部品情報、資材情報、特許情報、技術報告書等の情報が製品データ管理システムのもとに統合され、これに電気系、機械系シミュレーションシステムが設計業務システムとして組み込まれた形となる。設計スケジュールの管理は各人の進行状況がモニターできる工夫が業務システムに必要となり、それにより設計情報の積み上がり状況が技術者間で確認できる。以上形式知を取り扱う情報システムをここでは設計の知識ネットワークと呼ぶことにする。しかし、知識ネットワークのみでは、知識創造のプロセスは実現できない、即ち既に創造プロセスで解明したようにもう一つの知識である暗黙知に関するネットワークが必要である。それは感覚、勘所、ノウハウなどのファジー的情報を交換できるネットワークで、これを互いの足りないところを補うネットワーク“共生ネットワーク”として提案する。暗黙知はもともと情報の形にはなっていないもので、この中を通る情報は決して暗黙知ではない。しかし、適当なデータあるいは情報を個人Aより個人Bに送ることにより、Aの暗黙知に近いものをBの暗黙知として生じさせるネットワークであればよい。従って、この共生ネットワークは、ネットワークに参加するメンバーが互いの弱いところを助け合いながら、知恵を交換する為に完全な水平分散型のループ形状をとる必要がある。即ち、同一画面を見ながら、互いにその課題についての意志を交換できればよい。図8に知識ネットワークと共生ネットワークの概念図を示した。よく言われる言い方では、知識ネットワークは定形型のデータを、一方共生ネットワークは不定形型のデータを取り扱うことになる。

図9に知識ネットワークと共生ネットワークの構成図を整理した形で示す。真中に知識のネットワークという既存の設計業務システムがあり、同時に各エンジニアはエンジニア間の共生ネットワークを持っている。エンジニアが知識ネットワークを経由して設計業務システムを使いながら、同時に共生ネットワークで情報交換を行い自分の暗黙知を高めてゆくことができる。

## 知的情報システムを用いた設計－ Virtual Engineering

ここで、この知識並びに共生ネットワークを使ってどのように商品进行を設計する

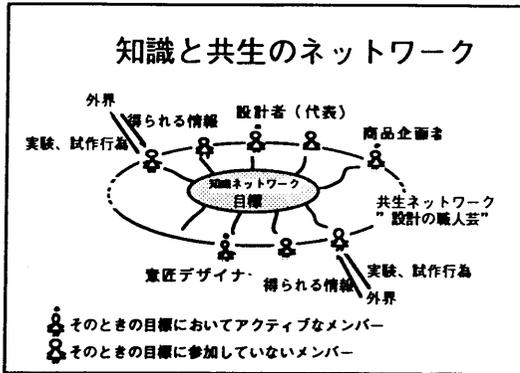


図 9

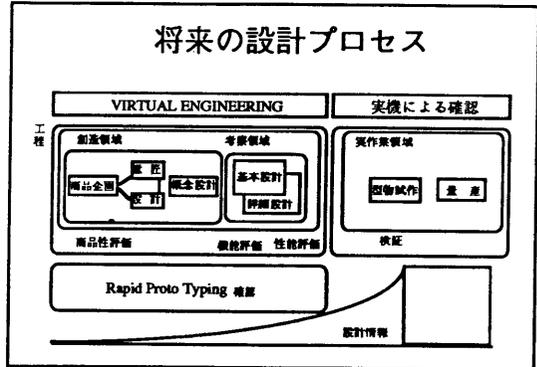


図 10

V.E.を行なうことにより  
 メタファの活用とチームワーキングは  
 加速され  
**階層組織が水平分散型**  
 にリストラクチャリングされる。

図 1 1

### V.E.の今後の課題

(共生ネットワークの必要条件)

1. 各自の業務がリアルタイムで見られること
2. ベテラン設計者の業務経過がトレースできること。
3. 各自が作業のどの点に傾注しているかわかること。

図 1 2

かを考えてみる。この二つのネットワークに図9のように明確に目標を与えたターゲットデファインド型の業務展開を行なう。商品作りの一番最初は企画者、外装デザイナー、設計の代表者の三者で始まるが、その三者がネットワーク内でまずアクティブになる。他のメンバーはまだこの時点ではこのプロジェクトには参加していない。不参加メンバーはこの目標がどのように進行するのかをネットワークを見ながら他のプロジェクトを行なっている。

Virtual Engineeringでは従来の直列型の設計プロセスと異なり各業務はできかぎりコンカレントに行われる。従って、従来のイベントの役割は各段階での担当者間の業務分担を決める打ち合わせ程度の意味しかもたなくなり、設計プロセスの進行管理としての役割はほぼなくなる。それに換わって、業務を前段階から次段階へと進行していくトリガーとなるものは前段階での設計情報の完備である。即ち、自分に必要な設計情報がすべて揃ったとき、技術者はその準備完了を画面で知り業務にとりかかる。各段階では商品企画段階と同じように必要なメンバーのみがネットワーク上で協力して業務を行うことになる。上例のようないろいろな設計プロセスを経過して詳細設計の最終段階ですべての設計情報が整備される。Virtual Engineering が常に統合化された設計情報を持つことにより、この情報は単に設計プロセスにとどまらず、その後の試作、量産工程にも大きく貢献できる。Virtual Engineering、即ち、知的情報システムを用いた設計を

具体的に表わせば、創造した原理を現物で確認をするよりもシミュレーションで行い、設計情報を企画から詳細設計に至るまで統合化した形で積み上げ、設計プロセスを知識と共生ネットワークを用い行ない、プロジェクトあるいは業務組織の運営を階層型組織より目的を明確にしたターゲットディファインド型へ換え、直列型のイベント設計を設計情報の完備をトリガーとした非同期式コンカレント設計へ移行していくものである。

将来の設計プロセスを図10に示してみる。即ち今までの試作主導型設計(図4)はVirtual Engineeringで置き換える。ここでは商品企画が検討段階にあるとき、あるものは既に概念設計や原理設計に入ることができる。従って、創造領域のところは一つのグループになってコンカレントに業務ができる。同時にここが終ると考察領域の基本設計と詳細設計もコンカレントに業務ができる。各段階では工程が終了すると同時に総ての設計情報も完成するので、次の段階に移行するときにもう一度新たに設計情報をつくる必要がない。そして設計情報としては、型物試作段階で最も多くの情報が積み上がることになる。

### Virtual Engineering(V.E.)の例

V.E.に関する統合化された例を示すには至っていないが、通常技術者は彼の暗黙知を他人に直接伝えたり、またそのことが基になり暗黙知が形式化され業務システムの形で計算機上にシステム化される。ここでは、ビデオテープレコーダのテープパス決定システム、メカ設計の省電力化、ビデオディスクプレーヤの設計等につき例を挙げてみる。いずれにしてもV.E.はその初期段階にあり今後これをデータ(設計情報)並びにシステム(設計者が同一画面上で情報交換が出来る)として統合化された形にもって行く必要がある。

### 結論

Virtual Engineeringの導入は商品化プロセスの効率化を推進することになる。同時に技術者の業務への参加が従来の階層組織からくる命令をトリガーとしたものでなくなるため組織は水平型になり、リストラクチャリングによる効率化につながる。今後の問題としては、現状の製品データ管理システムの機能を拡大し、技術者達がインタラクティブに互いの製品設計の進行状況を自分の設計業務システム画面で常に確認でき、いつその業務を実行すればよいか分かるVirtual Engineering Managerのようなシステムが必要となる。知識を積み上げるには、最近エキスパートシステムを初めとしてA/Iのテクニクが開発されており、こういったものも知識ネットワーク内部に組み入れて暗黙知の形式知化をすることも必要である。

### 謝辞

本論をまとめるにあたり、経営・技術情報システム本部の小林孝平部長に本論全体の構成についての協力をいただき、また同本部 小谷雄司課長、伊藤精二係長から数々の設計事例を頂き、併せて謝意を述べる次第である。