

デジタルエンジニアリングによる生産準備分野のシステム化統合

System Integration of the Production Technology by Digital Engineering

橋本 健次郎

要 約 近年，デジタルモックアップ技術を中核としたデジタルエンジニアリングシステムが市場に出始めてきている．これらシステムは，工程設計を“製品情報”，“工程情報”および，“工場情報”の組み合わせを定義し，シミュレーション結果，工程設計の関連情報をそのシステムに構築する．現在，これらのシステムを用いた作業の標準化推進，流用設計など，設計・製造力を向上させる取組みが既に始まりつつある．

本稿では，工場レイアウトにおけるデジタルモックアップ・シミュレーションと，検証結果を用いた設計・製造情報の蓄積，知識化，再利用を行う場合の課題について検討する．また市場動向，技術的動向についてまとめると共に，例題を用いてデジタルエンジニアリングシステムの紹介を行う．

Abstract In recent years, the digital engineering system cored the digital mock up technology is beginning to appear in a market. The process planning system defines the combination of “product information”, “process information”, and “factory information”, and builds simulation results and relevant information on the its own system.

Now, the improvement of the design and manufacturing power began already, including the standardization of works and concurrent engineering using these systems.

This paper discusses the subject in the case of performing the digital mock up simulation in a factory layout, the accumulation, knowledge acquisition and re use of digital engineering information. Moreover, it summarizes the market and technical trend are summarized, and introduces the digital engineering system, using examples.

1. はじめに

従来，生産準備は製品設計から生産展開するまでの準備作業的な役割であったが，最近はその統合的な業務の特徴から，工程計画の初期段階から工場保守領域まで拡大化の傾向にある．工程設計のアプローチには，CAD/CAM/CAE を中心とした設計上流側からのものと，生産管理側からのものがあるが，本稿では，生産準備の観点から工程設計を前者のアプローチを用いて検討する．生産準備としては，過去のモノ作りの経験から，設計・製造情報をデジタルエンジニアリングで利用すべき技術として抽出すると共に，分類・体系付けとシステム化を行う必要がある．また，膨大なデータをコスト目標などに沿って統合化し，技術課題を適宜吸上げ，適切な意思決定を行うことが重要となる．

一方，製品設計においては，“製品機能におけるシミュレーション”を実施し，フィードバックすることで製品設計の品質向上を実現してきたが，今後，“生産技術におけるシミュレーション”が活用されることで，更に低コストで，無理が無く，且つ高品質な設計が可能となると考えられる．

そこで本稿では，生産準備における市場の動向について整理すると共に，生産準備の中で組

立て業務を題材として工程計画を中心に議論を進める。

2. 生産準備とは

2.1 設計から生産までの流れにおける生産準備の位置付け

生産準備は、製品企画からデザイン、設計を経て生産展開に至る工程の中で、図1の様に位置付けられる。生産準備は、設備投資計画を前提とした新車開発企画や製品設計にて決められる指示書、部品表、設計図書に基づく品質、コスト、生産規模、生産開始時期などを厳守し、目標通りに工場で量産可能とする準備活動である。

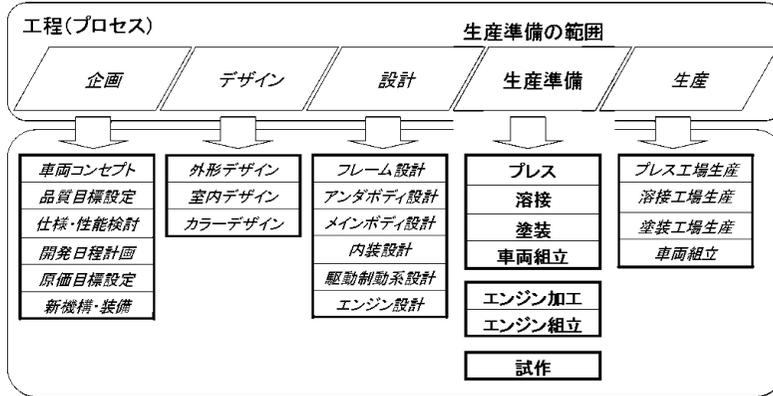
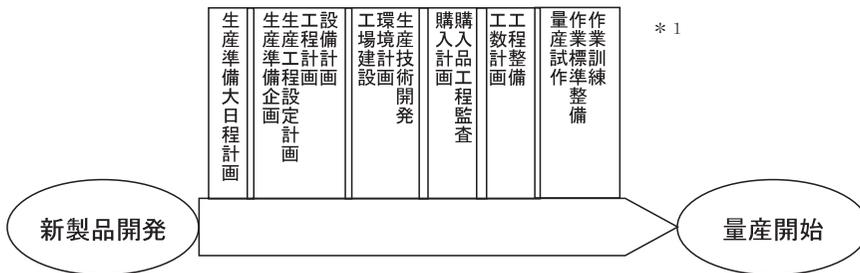


図 1 生産準備の位置付け

2.2 生産準備の機能と果たしてきた役割

生産準備に必要なとされる機能には、大別して“計画業務”と“実務業務”がある。図2に示すように計画業務には生産準備大日程計画、生産工程設定計画、生産準備企画、工場計画、工程計画、設備計画、資材計画などがあり、実務業務には、量産試作、作業標準整備、作業訓練、生産技術開発などがある。



* 1:自動車工学全書(山海堂) 18 自動車の製造管理

図 2 生産準備の流れ

生産準備の役割は、以下の4種類に大別される。

- ① プロジェクト計画の立案
生産展開計画，投資回収計画，人員計画，予算計画，製造コンセプト立案，設備計画
- ② 生産システム検討
生産方式作成，自動化レベル決定，コスト算出，工程不良率改善，目標原価達成，設備設計，設計検証，工程の編成，組立性評価検討など
- ③ 工場レイアウト検討
工場敷地配置，工場内レイアウト，ラインレイアウト，工程内レイアウト
- ④ 物流検討
工場内物流，ライン間搬送，ライン内搬送

2.3 生産準備に求められているもの

生産準備は、図2に示すように、量産開始に向けた活動の中心的存在であり、“プロジェクトを成功に導くための要求品質”を、“適正な生産コスト”により、“適正期間内実現に向けた技術情報の創出”のために必要とされている。

2.4 現在の生産準備での課題

現在の生産準備工程での課題は、“市場背景”と“生産準備課題”に分類される。以下にそれぞれの課題について述べる。

2.4.1 市場背景

最近の新製品の傾向は、製品が成熟化してきているため、より多くの新機能を織込まざるを得ず、製品機能が複雑化、多様化してきている。一方、多機能による割安感から、物造りが消費者の嗜好に左右される状況に変化してきており、生産数量不安定化の原因の一つになっている。このような状況下において、メーカー側としては、製品アイテム数を消費者向けに増大させ、ロットサイズの縮小と同時に、製品ライフサイクルを短縮しながらタイムリな市場投入を行わなければならない状況にある。

2.4.2 生産準備課題

生産準備においては、同一のケースが少なく、一連の作業を経験情報として蓄積することが難しい。また、過去の情報には紙情報や多様な電子データが混在していることや、計画書の作成には社内部署の調整があり非常に時間がかかることが多い。生産準備課題は以下の4項目に大別される。

- ① 予算関連情報の精度が悪い
 - ・プロジェクトとして投資回収の判断できない
 - ・早い段階での高精度のコスト算出ができない
 - ・プロジェクト予算枠が初期段階では未定なため仕様が絞れない
- ② 必要情報の蓄積が不足している
 - ・過去の情報が使える状態で蓄積されてない
 - ・真の現場情報が反映されてないため使えない

- ・情報が表現しきれない
- ③ 正確な情報の伝達が不足している
 - ・検討内容や経緯が解らないため担当任せになる
 - ・受取る側の知識不足により伝わらない
 - ・情報の表現方法が解らない
- ④ 業務遂行のための工数が不足している
 - ・情報収集に工数がかかる
 - ・仕様変更が頻繁に行われる
 - ・資料作成工数がない
 - ・検証に十分な工数を割くことが出来ない

これらの課題は生産準備を進めていく上での障害となっており解決に向けて取組む必要がある。

3. 課題解決に向けた取組み

3.1 狙い

課題解決のためには、従来からの“一貫 CAD/CAM”によるアプローチに加えて、工程内における各種シミュレーション統合や情報の連携動作が必要となる。以下に狙いとしての項目を示す。

- ① 3次元による形状データ（製品，設備，ジグ等）の徹底した有効活用

3次元形状による形状把握のし易さを活用すると同時に、生産要件などを形状に付加する。また、過去の経験を元に、関連情報と3次元形状を紐付けて、後工程や流用時に活用する。
- ② 高品質化に向けたシミュレーションの活用

複雑化する生産準備に対しシミュレーションを活用することにより、成立性の事前検証，機構検討，干渉検証を行い，検討漏れ防止と高品質化を図る。また，シミュレーション結果の蓄積とその再利用化を図る。
- ③ 意思決定情報の迅速化

工程計画を早い段階から着手することで投資コストの早期算出が可能となり意思決定の迅速化を図れる。
- ④ 流用設計と並行設計による工数削減・期間短縮

標準部品カタログや標準部位の組み合わせによる設計手法に加え，後工程で利用する属性情報を組み込んだ流用設計により期間短縮を図る。またプロジェクト内で情報を共有化整合性のとれた並行設計を図る。
- ⑤ 生産準備の業務に必要な情報の集約

設計・製造情報を抽出し工程設計対象にノウハウとして蓄積すると同時に，その情報の公開，利用と設計意図の伝達による不具合の削減を図る。

3.2 解決策

3.1で上げた狙いを解決するための方法について述べる。図3は狙いと解決策の対応関係を表している。

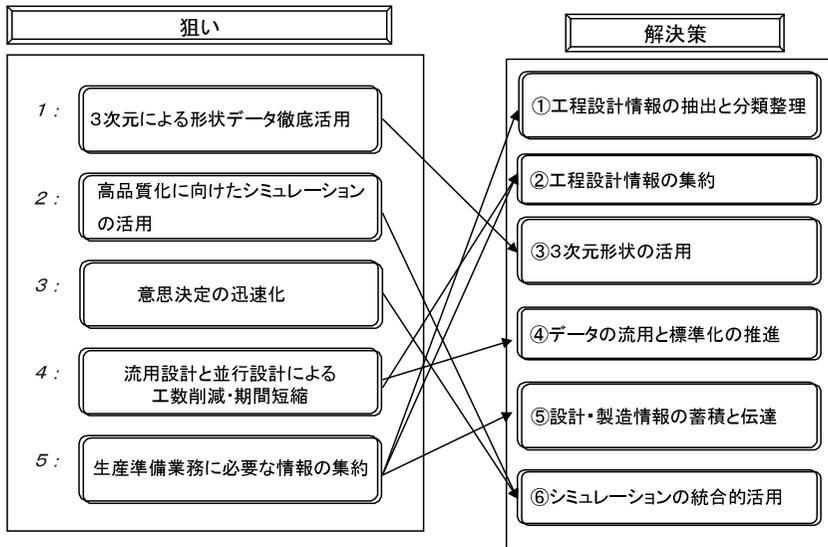


図 3 狙いと解決策の対応

3.2.1 工程設計情報の抽出と分類整理

多様で広範囲な工程設計情報の抽出と分類整理は、情報同士の連携と工程設計プロセスを明確化するために必要であり、その結果は工程を検証するためのシミュレーションに用いられる。図4に基本的な工程設計の流れを示す。

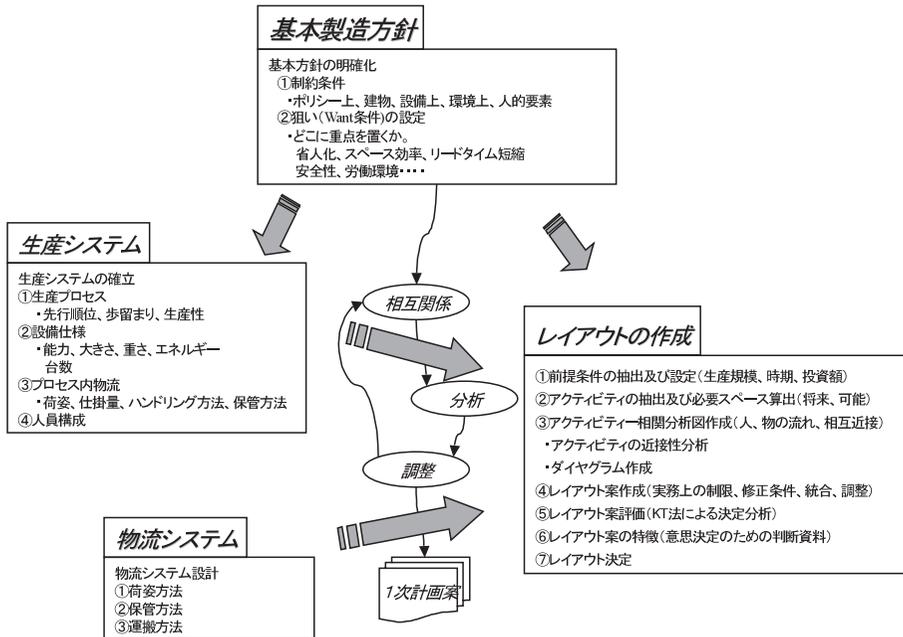


図 4 工程設計の流れ

ここで基本製造方針は、新車プロジェクトでのプラントレイアウト、生産システム設計、物流設計などに跨る共通の情報であり、各工程設計業務における前提条件を表している。サイマルテニアスエンジニアリングにおいては、設計の初期段階からの製品情報が生産準備に渡される。渡された情報の中から、プロジェクトの基本製造方針を抽出、定義し、共通情報として明確化した上で同時並行作業を開始する。生産システムや物流設計では上記の前提条件を考慮して工程順序や製品分割方法、工程で利用される設備についての情報を抽出する。またサイクルタイムを決定する為に関連した情報が連携するように整理格納する必要がある。

レイアウト作成については生産システムや物流設計の結果を用いて作成される。

3 2 2 工程設計情報の集約

工程計画では、“どのような製品”を、“どのような工程”で、“どのような資源”を用いて生産するかを検討する。ここで、それぞれを、“製品構造に関する視点”、“工程構造に関する視点”、および、“生産資源に関する視点”で分類し、多様な工程計画における情報をこの分類体系に沿って整理する。

① 製品構造に関する視点

製品構造に関する視点とは、製品設計者が考える部品構成情報（E BOM）と、工程設計者が作成する工程設計を考慮した部品構成（M BOM）の情報を集約管理する視点であり、製品がどのような部品でどのような階層構造で構成されているかを管理すると共に、実際の形状を管理する。また、それを実際に組み立てる場合の構造の定義を行う。

② 工程構造に関する視点

工程構造に関する視点とは、作業内容の計画を定義すると共に、サイクルタイムを目的とした作業編成を行うための視点である。

③ 生産資源に関する視点

生産資源に関する視点とは、既に用意されている種々の資源を用途に応じて分配するための視点であり、どの工程に、どの資源を割り当てるかを工程を中心に行う。

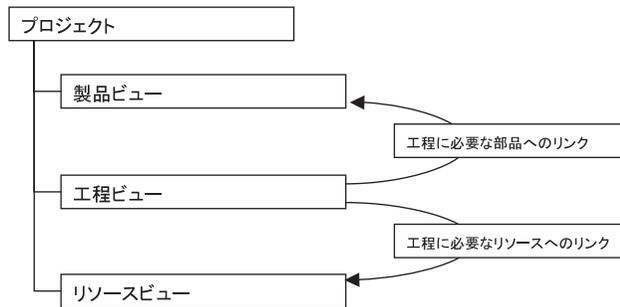
これにより、製造する製品に必要な工程と、その工程で使用するリソース（設備、ロボット、工具など）を一元管理することが出来ると共に、特定の作業工程で必要とする情報を工程単位で取り出しすることができ、工程を中心に管理を行うことが可能となる。それぞれの視点を以下のように、“製品ビュー”、“工程ビュー”、“リソースビュー”として階層化する。ここで、プロジェクトは、製造する製品全体（例えば、車の1車種分の工程計画情報）として図5に表す。

3 2 3 3次元形状の活用

3次元形状は、形状や位置の把握がし易く、その活用により作業の効率化、生産性の向上、品質向上を図ることが可能である。3次元形状は、従来からの3次元モデラ（CADシステム）を用いることにより作成し、形状データ属性に対し関連した情報の埋め込みを行うなど、体系的な設計を一貫して推進しなければならない。

3 2 4 データの流用と標準化の推進

設計を効率的に行い、品質の確保、品質の向上を図るためには、過去の設計・製造情報のデータを再利用あるいは、流用する。



プロジェクトごとに三つのビューを設定し、それらの間にリンク関係を定義し工程設計を実施する。

図 5 ビューの考え方

工程設計において、製品・部品の形状とその属性だけを扱うのであれば、一般的な3次元CADシステムを用いたアプローチで充分である。しかし、実際の工程設計では、流用設計する工程には紐付けられた工場データを含んでおり、3次元CADシステムだけでは工程設計を行うことが難しい。つまり、工程設計機能としては、対象とする工程を中心に、複数のシミュレーションや工程設計情報の連携を可能とすることで、さらに、類似ラインを新規のラインとして複写し、部分的に修正するなどの利用が効率的な流用を行う条件となる。過去のデータを流用する場合、プロジェクトの前提条件や経験値、製品構造やシミュレーション結果について新規プロジェクトとの相違点の確認を行う。また多様な工程構造や生産ラインの構造が作業ごとに作成されないように、生産ライン、レイアウト、生産設備などの“工場データ”、作業手順や生産工程などの“工程データ”および、人間作業動作やロボット動作などの“動作データ”に対しての標準化を行う。さらに、製品構造、工程構造および、ライン構造についてはその構造表現に関しても標準化を図らなければならない。それ以外に3次元データの標準化も図らなければならない。

また、対象とする3次元形状だけでなく、部品取り付け部位情報、社内規格形状を組み合わせ活用し、後工程における属性を埋め込む。プレス型構造設計では、以下の標準ライブラリデータの構築例がある。

- ・プレス・ライン設備データ（トランスフォーマーモーション線図を含む）
- ・型構造における製品パネル別データ（パネルタイプ別分類管理）
- ・工程別標準データ
- ・汎用・固有（部品配置済み）標準型構造データ
- ・標準部品/標準部位データ（ノウハウや構造基準による付属形状を含む）

3.2.5 設計・製造情報の蓄積と伝達

生産準備における設計・製造情報は、内容が多彩であり、工程・工場・製品などの視点で整理・分類すると共に、情報を付加し、蓄積しなければならない。そのためには、部品形状に埋め込んだ属性だけでは充分ではないことが多い。

- ・どの製品の
- ・どのプロセスで

- ・どの工具を使用した場合に
- ・どのような工具経路や動きで発生した問題なのか

を情報として蓄積しておくことにより、早期の問題抽出と、実車による作業検証項目を減らす効果がある。

一方情報の表現・伝達方法について従来は、2次元の図面上への寸法や注記等による内容の記述、3次元のソリッドモデル上における3次元注記などにより行われていたが、十分な情報とは言えず、再利用や流用する者にとって解りやすい情報表現にすると同時に、伝達手段についての検討を行わなければならない。例えば、組立工程で組付け作業のドライバー工具の動きや組付け順序についても各々作業空間としてアニメーション化し、進入経路やクリアランス状況の確認、作業時における注意事項などを注記表示することで作業ミス、作業不可能な配置位置の検出を行う。また工程設計時に参照した設計基準、型構造基準、組立性評価基準、施工基準等を対象プロセスにおける工具の動きと共に表示することで、より正確な伝達を行う。

3.2.6 シミュレーションの活用

従来までのツールは、形状設計を行うモデリング機能、後工程での加工（CAM）機能、図面化（製図）機能、各種解析等への属性転写機能および、形状変更連動機能を持つものが主であった。しかし、工程設計においては、製品形状以外に生産工程、生産ライン、設備の3次元形状と構造や動作などを扱う機能を利用する。実際、工程設計ツールの機能には、生産工程を決めるために以下の項目についてのシミュレーションを用いる。

- ・ロボット作業工程の構成検討（ロボット動作解析シミュレーション）
- ・ライン間の搬送方法（プロセスシミュレーション）
- ・ラインサイドなどにおける物流エリア検討（プロセスシミュレーション）
- ・工程における人間の作業検証（人間動作シミュレーション）

以下に、上記で述べたシミュレーションの機能について説明を行う。

① ロボット動作解析シミュレーション

ロボットによる作業の検証において設備レイアウトやロボット動作検討、ワークセル検討を目的としてロボット軌跡解析機能、ロボット軌跡属性を含めた描画機能、協調動作機能、実機ロボットへのプログラム作成などの機能がある。

② プロセスシミュレーション

生産工程での工程フローの検証、製品バッファ検証やレイアウト検討を目的として以下機能がある。生産システムを構成する要素を離散系シミュレーションとして実施するためのモデリング言語とそれを会話的に実行する機能がある。モデリング機能については例えば部品やコンベア、無人搬送車などがあり各々の属性にスピードや容量などを定義する機能がある。

③ 人間動作シミュレーション

人間による作業の作業性検証や視認性、組付け性などの検証を目的として作業者の作成、姿勢教示機能、負荷解析機能、姿勢解析機能、視界・視野解析機能などがある。

4. 例題によるシステム化の紹介

世の中では現実に前述までの課題に対応した機能が出てきている。例えば Technomatics 社

では E BOP, DELMIA では PPR HUB がある。本節では DELMIA 社のシステムを中心に簡単なモデルによる例題を使って生産準備の課題と解決策に沿った操作の流れについて述べる。図 6 に今回用いた DELMIA システム構成を示す。例題で使用した機能は、DPE (Delmia Process Engineer) および、DPM (Digital Process for Manufacture) であり、DPE にて PPR Hub にプロダクト、プロセス、リソース情報を設定し、設定された情報を DPM で使用することによりシミュレーションを実施している。

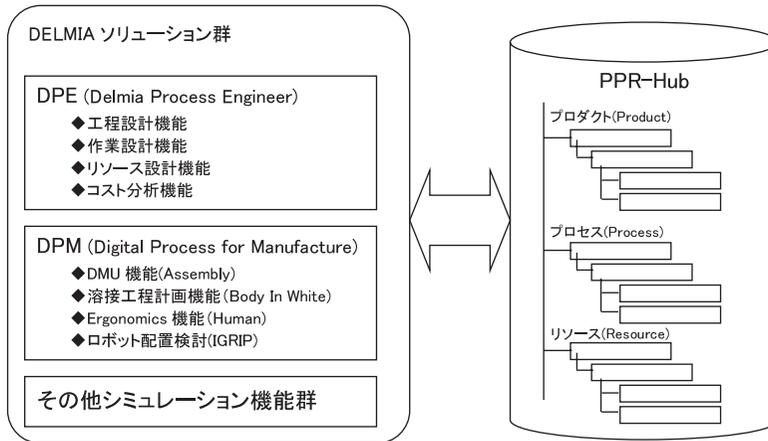


図 6 DELMIA システム構成

今回用いる例題の内容と前提は、以下のとおりである。

- 工程内容

自動車のダッシュボードをモジュールとして組付ける全体工程の中で、オーディオ組付け工程に絞って組立工程の検討を行う。

- 作業内容

作業者は、ラインサイドにあるラック棚からオーディオのサブアセンブリー部品を取ってきて、ライン上のステージにてオーバヘッドコンベアにより搬送されてくるダッシュボードに組付ける。

取り付けは、ツールボックスより 2 種類のボルトを異なる部位に対し、それぞれ別の工具で行う。

- 目標

現状 60 秒のサイクルタイムの生産性を改善すべくサイクルタイムを 40 秒にしたラインの工程検討を行う。

- 手順

まずは、既存ラインでシミュレーションを実行し、ガントチャートを作成する。工程における各作業の内、時間がかかっている作業工程に着目する。改善検討を行う Human シミュレーションの結果を元に、オーディオをダッシュボードに組付けるまでの時間と工具交換によるステージまでの往復時間に着目し、レイアウト改善と工具、ボルトの共通化により生産性の改善を図り、検討結果を後工程へ伝達する。

図 7 に、DELMIA での工程設計における全体プロセスを示す。プロセスは 6 段階に分かれ

ており、各プロセスにおいて行う作業を次に述べる。

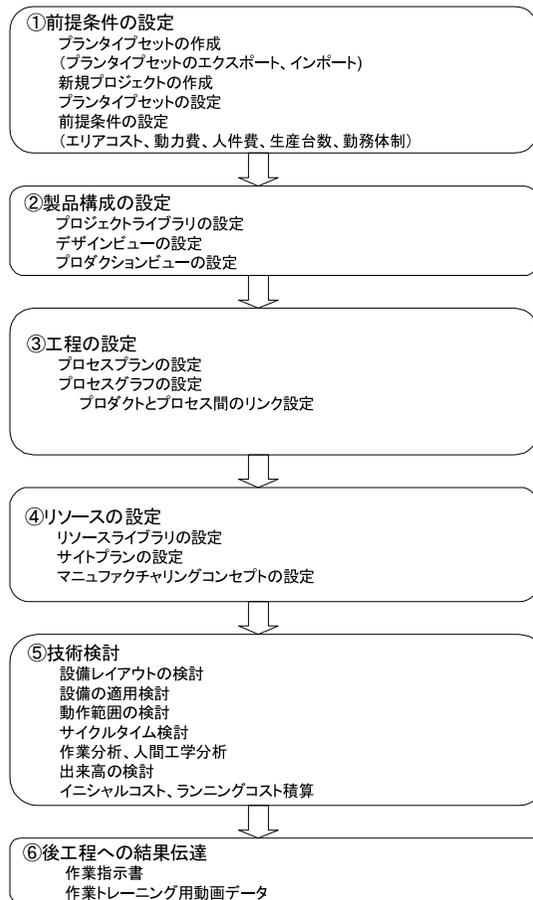


図 7 DELMIA による工程設計の流れ

4.1 前提条件の設定

前提条件には、生産建屋配置に関する制約条件、生産シフト形態、立上げ時の生産数、量産時の生産数、作業者の賃金などがあり、図 8 に示すように製品(Product)、工程(Process)、リソースの条件をライブラリに登録する。このビューとライブラリを含めた工程計画全体の構成は、「3.2.2 工程設計情報の集約の考え方」にて述べたビューとして用意する。

4.2 製品構成の設定検討

DELMIA においては、製品ビュー、工程ビュー、リソースビューが階層的な構造として定義され、工程ビューから工程フローを作成し、作業工程に対しリソースとの関係付け、製品や部品との関係を設定することにより製造工程のプランニングを行う。また、形状データと関係付けることでレイアウトを 3 次元で確認する。図 9 に、DELMIA に標準に用意されている階層構造を示す。

本例における製品の階層構造を以下に示す。製品構成の設定作業としてはプロジェクト下に製品ビューを作成し、そこに製品データの E BOM、M BOM の構造ツリーを設定する。

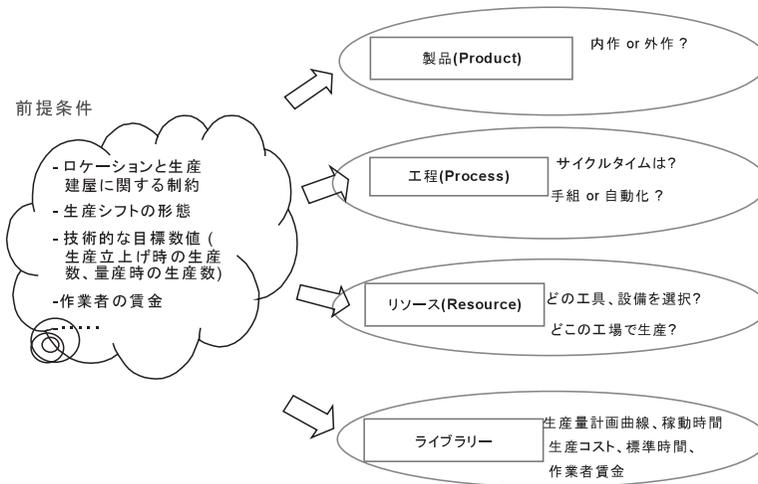


図 8 前提条件と影響範囲

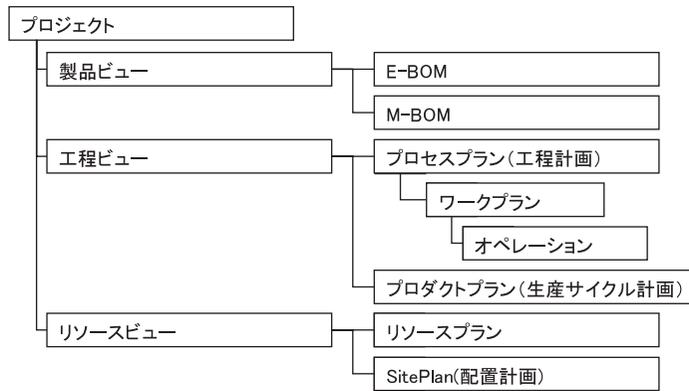


図 9 DELMIA 標準階層構造

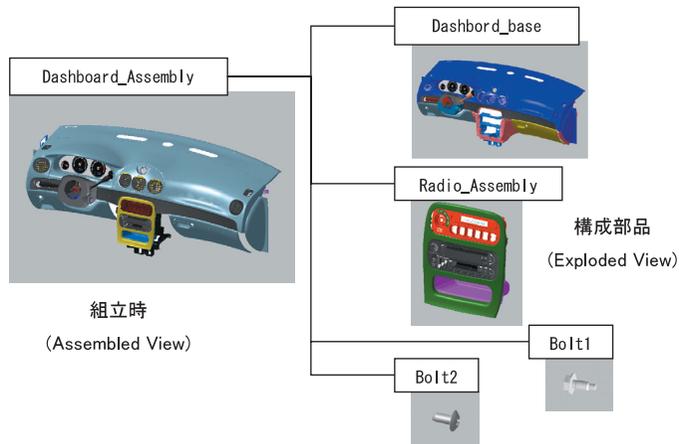


図 10 製品階層構造

4.3 工程の設定

BOM の作成後，図 9 に示す工程ビュー階層の下にプロセスプラン(工程計画) を設定する．本例での作業内容は以下の表 2 のとおりである．

表 2 例題の課題内容

作業者	作業名	作業内容
Worker_1	Take_Radio	Rackからオーディオを取る
	Set_Radio to Dashbord	オーディオをパネルに取り付ける
	Take a tool1 & bolt1	ボルトと工具を取りに行く
	Fixing1	ボルトを取り付ける
	Take a Tool2 & bolt2	ボルトと工具を取りに行く
	Fixing2	ボルトを取り付ける

ここで，作業名は，工程の定義で使用するオペレーションの名称を表す．

プロセスプランの作業 (Operation) 属性として動作分析による作業時間や目標時間等を設定する．これら項目の値はサイクルタイムの計算に利用される．

続いて，工程間の関係を工程の流れとして工程図 (ProcessGraph) に表現し工程順序を定義する．また対象工程に対して，使用する製品を割付けると同時に工程の標準時間などをライブラリに設定する．図 11 に工程図の確認・編集画面を示す．

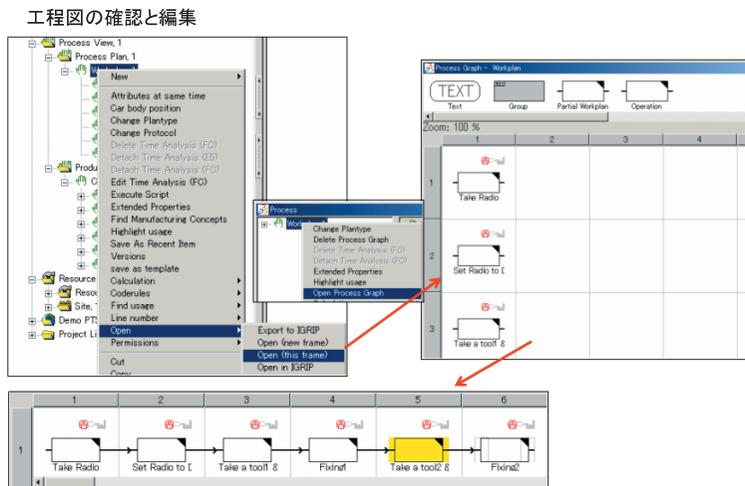


図 11 工程図の確認・編集画面

工程を対象作業内容について入力編集する．本例の場合，図 12 のワークプランの下にオペレーションとして定義する．対象工程の作業分析から作業を定義する．工程の構造が決まったらその作業工程で組付ける部品を定義する．

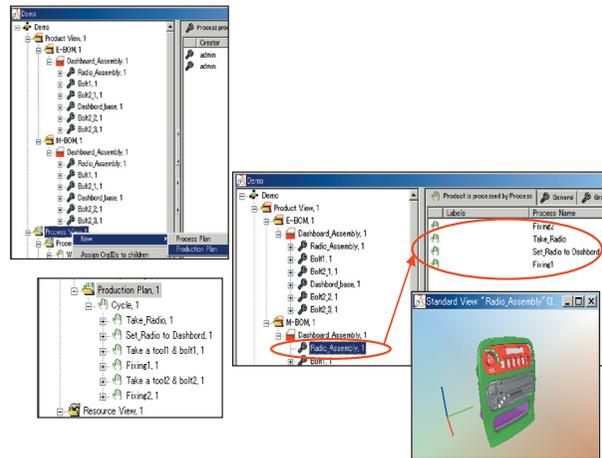


図 12 製品と工程構造のリンク付け

4.4 リソースの設定

リソースの設定は、リソースビューに関しての情報、リソース計画に基づいた対象工程に必要な設備、人、工具など工場施設に関する情報の設定であり、これら情報をライブラリに設定する。その後、前項で設定した工程に対しリソースを割り付け、リソースビュー下に作成する。例題で用いるリソースとその構成情報を図 13 に示す。

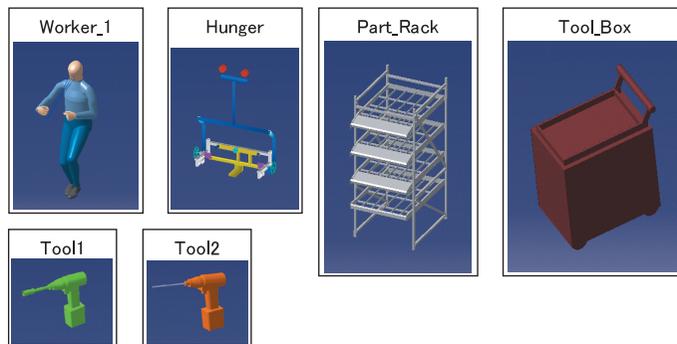


図 13 リソース情報 (3D リソースデータ)

工場全体を定義する場合は、工場の建屋から生産ライン、ステーション、設備、ジグなどに至るリソース構造について設定を行う。

4.5 技術検討

技術検討とは、人間動作 (Human) シミュレーションやロボットシミュレーションによる作業性の検討、サイクルタイム検証、設備干渉の検討などを行うことであり、これら検討結果により工場レイアウトを変更しシミュレーションを再度実施するサイクルが行われる。

① 工場レイアウト設定

工場レイアウト設定は、2次元のレイアウトデータ (平面図) を取り込み、その平面

図から CAD 機能を使って工場の柱や壁，エネルギー関連設備，ラック配管などを配置しモデリングを行う．用途別フロアの表示や予約領域などの指示なども可能である．また工場の生産能力や面積を確認する場合には工場リソースの属性欄を使って確認することも可能である．

図 14 に例題のシミュレーションを実施する工場レイアウトを示す．本例では，生産ライン上部にエネルギー供給ラックを配置しオーバーヘッドコンベアーによる搬送があり，その周囲に工程用設備が割り付けられている．レイアウト検討の内容は，基本製造方針（安全性，環境，生産性など含む）に基づいた工程間搬送，ラインサイドのラック配置，作業者の動線，エネルギー供給方法，工場建屋の制約，生産ラインフローなどがある．プラントレイアウトでは，これらについての最適値を目指した検討が必要である．まず，最初にプロセスフローシミュレータによるラインフロー検証やライン周囲にある部品供給用ラックの配置，工程間のバッファサイズ，フォークリフトによる部品供給動線検証を行い，工場レイアウトを作成する．

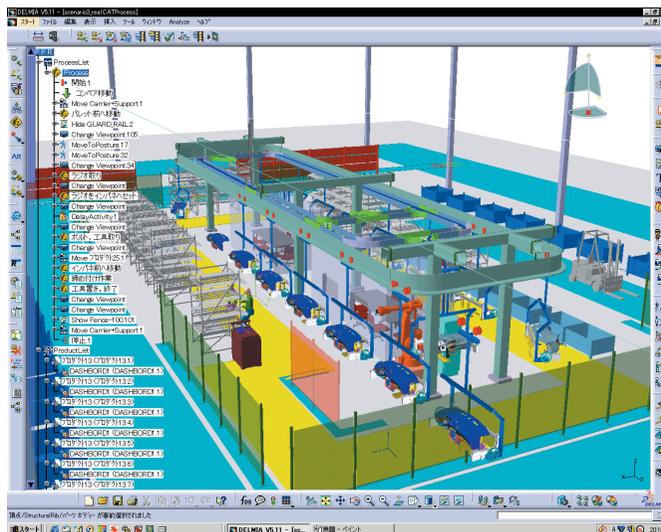


図 14 工場レイアウト

② 工程レイアウト

工程レイアウトは，組立て手順に基づいてオーディオのダッシュボード組付けを人間動作（Human）シミュレーションを用いて動作検証を行う．図 15 に本例での工程レイアウトを示す．

ダッシュボードにオーディオを組付ける工程設計においては，製品の工程組立順序の検討以外に組付けの目標時間に対する標準時間があり，Human シミュレーションによる作業時間を確認しながら工程検討を行う．上記の工程レイアウト図は，作業者の作業ステージとツールボックス間の歩行順序を示す．本例では，Human シミュレーションを検討する事で作業改善に繋げている．

図 16 に示すように Human シミュレーションを実行しながら，ガントチャート表示

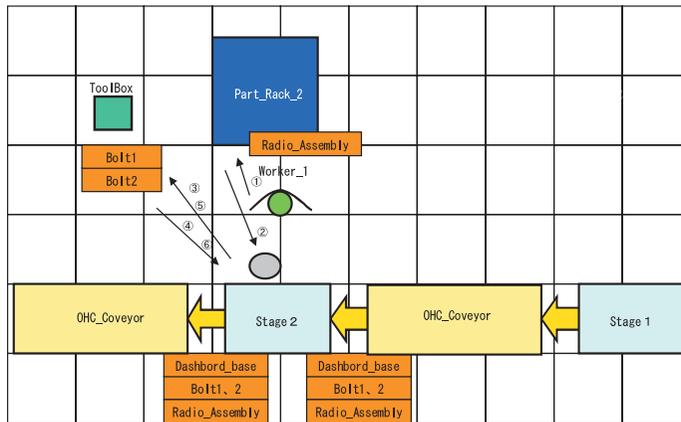


図 15 工程レイアウト

におけるサイクルタイム検証を行い，総作業時間と，どのプロセスが目標時間を達成していないのか確認を行う．未達成のプロセスについてシミュレーションを使ってレイアウト変更や作業プロセス変更などにより目標時間の達成案を検討できる．

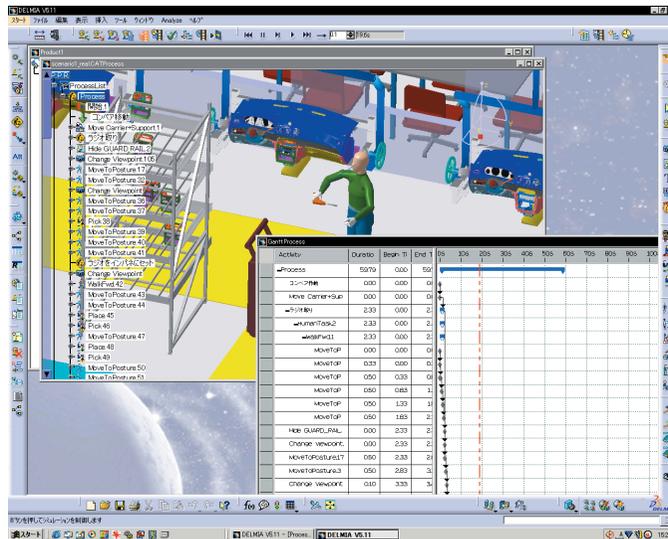


図 16 ガントチャート表示

本例の場合，現行 60 秒から 40 秒にサイクルタイムを変更するためにどのような対応を行うべきかを検討する．検討を行うにあたり，作業工程をガントチャート表示し，作業時間が長い部分を抽出し，その部分に対して改善策を検討する．本例では，ラックの部品配置レイアウトやラインサイドのボルト箱の配置，工具配置と工具交換の集約検討により生産性向上を図っている．本例での改善前と改善後のガントチャート図を図 17 に示す．

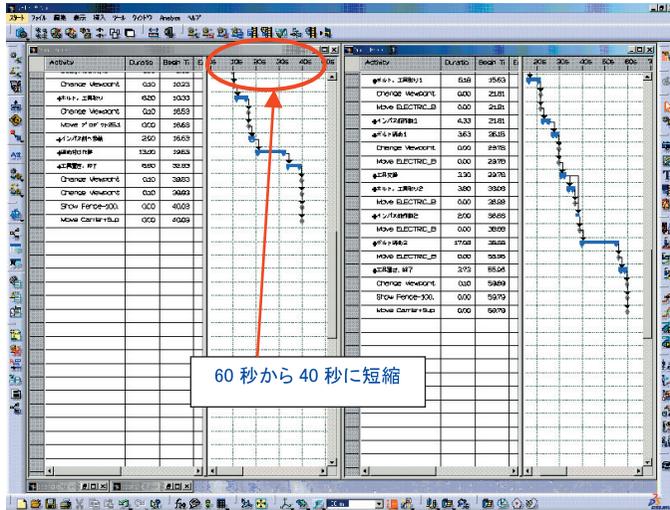


図 17 改善前後のガントチャート

③ 前提条件の確認（コスト，サイクルタイム）

シミュレーションにより対象工程における目標時間を達成した場合，プロジェクトの基本計画時の前提条件（例えばコスト，サイクルタイムなど）を集計して全体の目標値達成を確認する．本例での集計の画面を図 18 に示す．

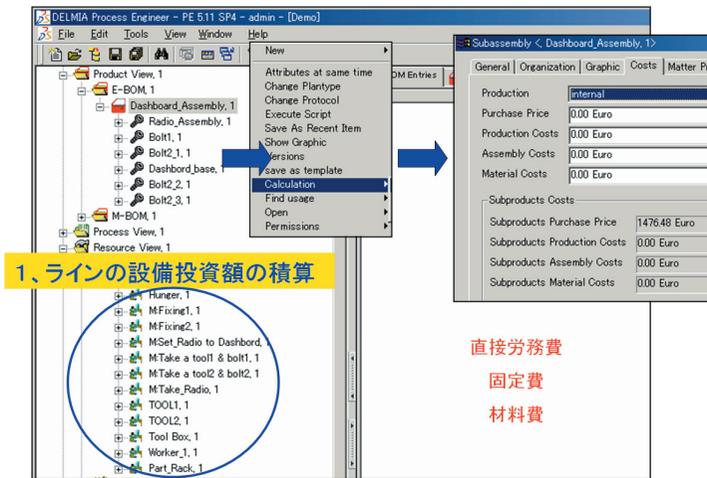


図 18 前提条件の確認画面

シミュレーション結果が未達成の場合，再度シミュレーション検討を目標達成まで繰り返す．

④ 製造工程の詳細検討

工程の目標時間達成に向けた構想を立て，基本方針が決定したら次に詳細検討を進める．シミュレーションを使ってマネキン（人間モデル）による組み付け作業詳細検証や工具との最小距離チェックをしながらの干渉チェック，動作経路検証，視認性検討，作業姿勢検討を行う．それにより図 19 に示すように無理な姿勢の回避や，ラックに対す

る部品の置き方を揃えることでオーディオの持ち換え時間短縮による作業性の検証などを行う。

これらは、対象プロセスのマネキンやオーディオのモデルをワークベンチ（機能）で切り替えながら直接操作して行う。

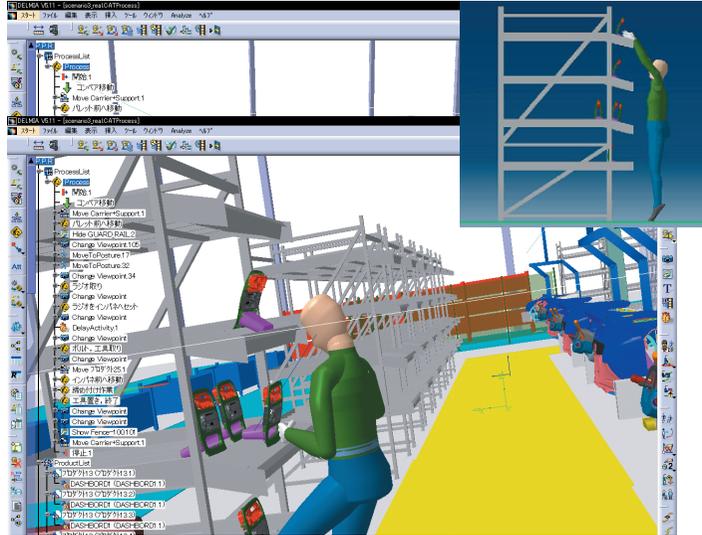


図 19 作業姿勢の検証

4.6 後工程への検討結果伝達

後工程への製造工程情報の伝達については本例では図 20 で示す作業トレーニング用の動画データ（AVI 形式ファイル）と図 21 で示す作業指示書（Excel 形式）の作成を行う。

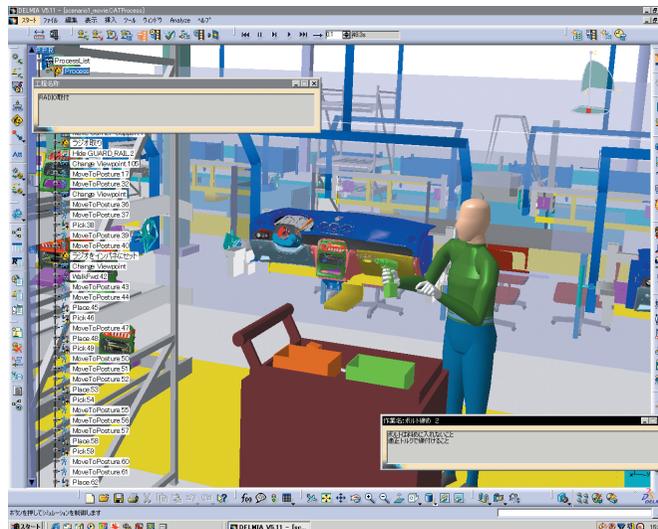
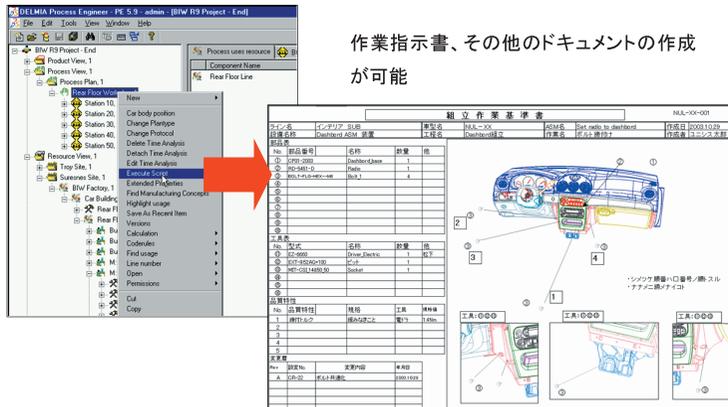


図 20 作業トレーニング用動画データ

作業指示書の作成と作成された作業指示書



作業指示書、その他のドキュメントの作成が可能

図 21 作業指示書の作成

① 作業トレーニング用データの伝達

対象作業工程におけるオーディオの組付けの作業の流れとボルト締結作業上のポイントや適正トルクによる締付け指示をプロセス実行と同時に表示することで作業ミスの防止が可能である。またボルト締結時の対象プロセスでの品質条件などを注記表示の後に表示することで作業者に正確に確認を促す事ができる。

② 作業指示書の場合

ISO などの標準規格により標準形式での資料作成が必要となる。本例における作業指示書はカスタマイズにより作成した。また流用設計時には流用する工程設計に連携している作業指示書を複写し異なる部分の修正により作成工数の省力化が可能である。

5. おわりに

本稿では、デジタルエンジニアリングによる生産準備分野の統合化の動向について、主としてデジタルモックアップによるバーチャルファクトリ技術、生産準備業務における広範囲な情報を分類し体系付けていくデルミアソリューションについて説明した。本ソリューションを使って車体溶接ラインや総組立てラインにおける工程設計に取り組んでいるところもある。我々は、まだ生産準備領域において部分的に業務を開始したにすぎない状況である。大容量データの問題などまだまだ課題はあるが、今後は、更に、総組立、車体溶接、塗装など、対象分野、適用領域を拡大していくと同時に、プラントレイアウトにおける配置計画作成のシステム化や分解を想定した整備性検討など、より統合的な課題に対し取り組んでいきたいと考えている。

- 参考文献 [1] 関, 自動車工学全書 19 (自動車の製造法), 山海堂, 1990
 [2] W. D. kelton, R. P. Sadowski, シミュレーション, コロナ社, 2002 12
 [3] R. Muther 工場レイアウトの技術, JMA, 1990
 [4] Craig, Introduction to Robotics, Wesley, 1988
 [5] 山田, 製造業の PLM・CPC 戦略 日本プラントメンテナンス協会, 2002
 [6] 春日井, OR の基礎と技法 税務経理協会, 1990
 [7] 遠藤, 試作工学, 開発社, 1992

- [8] H. オービツ, グループテクノロジー, JMA, 1975
- [9] 青木, モジュール化, 東洋経済, 2001
- [10] 日本デルミア, DELMIA アジア・パシフィックユーザカンファレンス, 2003

執筆者紹介 橋本 健次郎 (Kenjiro Hashimoto)

1954年生。1976年早稲田大学理工学部卒業。建設会社、総合電機メーカーを経て1985年 日本ユニシス(株)入社。CAD/CAMのマーケティング業務を経て、CAM開発に従事。その後CADCEUSのユーザ教育、プレスデザイン適用支援などのSEサービスを経て、現在、デジタルエンジニアリングシステムの適用支援業務に従事。自動車産業事業部 Automotive 統括部エンタープライズビジネス部所属。