

プロジェクトマネジメントにおけるプロダクト情報の管理に関する研究

Management of the product information in project management

正 青山 和浩(東京大)
正 武村 理弘(三井造船)

正 武市 祥司(東京大)
正 野本 敏治(東京大)

Kazuhiro AOYAMA, The University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, JAPAN
Shoji TAKECHI and Toshiharu NOMOTO, The University of Tokyo
Masahiro TAKEMURA, Mitsui Engineering & Shipbuilding Co.

The framework of a system that supports project management of a manufacturing industry is reported, through the processing of the information generated during the design and manufacturing activity. Paying attention to the relation between the product and activity in a project and the actual result, an information model is proposed explicitly that describes the mutual relationship between the process information and the product information. This model is available in case of some changes occurred on the product information or on the process information to correct the related information. And a prototype of the management environment that supports suitable correction is implemented based on this model.

Key Words: Project Management, Design, DSM, PDM, Design Process, Product Model, Smart Master Model

1. はじめに

近年の激しい国際競争の時代において、各企業では企業競争力の強化のために人員削減によるコストダウンが行われながらも、顧客の多様化する要求への柔軟な対応が求められている。このような状況下において、組織をフラット化しプロジェクト形式で業務を行う形態が多くなり、プロジェクトを効率的に実行するためにプロジェクトマネジメント手法が注目されている。元来、プロジェクトマネジメント手法は、防衛産業における兵器開発やNASAの宇宙開発などのビッグ・プロジェクトに関係した政府機関や民間企業によって開発された手法であり、臨時的大規模な研究開発や大型のプラントを造る時などに効果的に利用されるなどの歴史がある。今日では、その適用対象はより広くなり、民間企業での新規の仕事のマネジメント手法として利用されるようになりつつある。特に大規模なシステム開発分野に用いられた事例が多数報告されている。

本研究では、計算機資源を有効に利用したプロジェクトマネジメントの必要性を認識し、製造業の設計・生産活動におけるマネジメントすべき情報およびそのマネジメントにおける情報処理方法の整理を通して、プロジェクトマネジメント(Project Management: PM)を支援するシステムにおける情報管理の枠組みに関して検討する。

2. PMにおけるプロダクト情報

2.1 プロジェクトの定義 プロジェクトの定義に関しては文献によって様々であるが、例えば PMBoK (Project Management Body of Knowledge)¹⁾では「独自の成果物またはサービスを創出するための有期活動」、また ISO 10006²⁾では「一連の調整され管理された、開始日と終了日のある活動からなり、時間、コスト及び経営資源の制約を含む特定の要求事項に適合する目標を達成するために実施される特有のプロセス」と定義されている。この定義においては、「プロジェクトの進行に伴い段階的に目標が精確にされ、製品の特性が明確にされる」、「プロジェクトで行われる活動の相互作用は、複雑な場合がある」などのプロジェクトの特徴が指摘されている。

2.2 プロジェクトの特徴 プロジェクトの定義によ

り、プロジェクトを関係する様々な要素を統合して扱う活動(一般にはアクティビティ)の集合として認識することが出来る。あるアクティビティを実施することは、別の領域におけるアクティビティに影響を与えるといった相互作用が存在するため、プロジェクトを構成するアクティビティの前後関係によって複数のアクティビティから形成されるプロセスが存在する。ここでプロセスとは、「インプット(入力)をアウトプット(出力)に変換する、相互に関連する経営資源及び活動の纏まり」と定義される。

ところで、一般的にプロジェクトでは、目標や実施すべきアクティビティを事前に明確にしておくことが困難である。そのため、目標に応じてアクティビティを定義し、アクティビティを実行することで成果情報を生成、さらに生成された成果情報からより詳細な目標を定義するというようにスパイラルを描きながら階層的に情報が詳細化される(Fig.1)。ここで、プロジェクトを進める中で、「目標、アクティビティ、成果情報」という三つの各要素において変更・修正が加えられるが、プロジェクトで管理する情報間には密接な関係があり、変更の結果は他の要素へと相互に影響を及ぼす。このようなプロジェクトの特徴は、次のように整理することができる。

1) 管理すべき情報の相互依存性: アクティビティは相互に依存したプロセスを構成し、「目標、アクティビティ、成果情報」は密接に関連し合う。

2) 管理すべき情報の階層構造: 「目標、アクティビティ、成果情報」は、スパイラルを描きながら詳細化され、階層構造を形成する。

2.3 PMの整理 以上の特徴を持つプロジェクトを成功させるための取り組みがプロジェクトマネジメントで

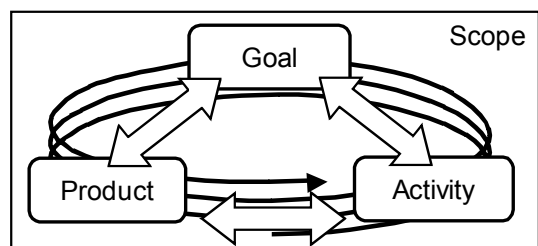


Fig.1 Correlation of three elements of a project

ある。ここではPMの目的を、「限られた時間の中で限られた資金、資源を運用することで最終的な成果物を得ること」と定義する。そこで、この目的の実現化を支援するために要求される情報処理を「情報生成」、「情報管理」、「情報評価」、「情報変更」の視点で整理する。

- ① 情報生成：目標、作業、あるいはプロダクトの情報を作成すること。
- ② 情報管理：プロジェクトが管理する情報の相互依存性により、あるアクティビティに関する情報を別のアクティビティで利用できるように適宜管理できること。
- ③ 情報評価：生成・管理されている情報が適切な内容であるか、評価できること。
- ④ 情報変更：情報の動的な変更・修正に対して常に対応できること。

2.4 支援環境の現状 前節で挙げた要求される情報処理の面から、現存するPMを支援するソフトウェアおよび手法を評価すると以下の様になる。

1) コスト・スケジュール管理としてのPERT/CPM (Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method): プロジェクトのアクティビティ及びアクティビティ間の関係について、アクティビティのネットワークそれ自体や、時間あるいはコストという観点で「評価」する手法である。

2) ワークフロー表現および管理としてのIDEF: アクティビティ及びアクティビティの集合によるプロセスを「管理」するための表記法あるいは情報記述システムである。

3) 成果情報の管理としてのPDM(Product Data Management): 製造業でのアクティビティの成果となる図面などのプロダクト情報の「管理」の他、製品開発のフェーズやライフサイクルの中で何がいつ/どのように「変更」されたのかといったプロセス管理機能も持つ。

以上に示す様に、PMのある一面に関しては、それを管理するソフトウェアや手法、または評価・変更のマネジメントも可能な支援システムも存在する。しかし、既に述べた《目標、アクティビティ、成果情報》という三要素を統合したマネジメントの総合的な支援が十分に出来ているとは言えない現状がある。

2.5 研究の目的 本研究では、様々あるプロジェクトの中から、製造業におけるプロジェクトとして開発/設計をプロジェクトとして選定する。このPMにおける成果情報であるプロダクト情報の管理方法を改善し、さらにPMのモデル化により必要な機能を検討することにより、PMにおけるプロダクト情報の有効利用を検討する。

3. プロジェクト情報の表現形式のモデル化

3.1 プロダクト情報の表現 著者らは、プロダクト情報を「実体」「インタフェース」「属性」に要素化して表現する情報モデルとしてトップダウン指向情報モデルを提案している³⁾。この情報モデルは、設計活動における大局的な情報処理の整理に基づいている。具体的には設計における情報処理を「モデル構造の変化^{†1)}」、及び「モデル状態の変化^{†2)}」という二つの大きな流れに整理し、全体的・概略的な情

†1 「モデル構造の変化」とは、例えば鋼橋を「梁→桁の集合」、桁を「梁→ウェブとフランジの集合」というように、設計者が設計対象に対する認識を詳細化する流れである。

†2 「モデル状態の変化」とは、実際の製品を具体的に表現するために、例えば設計対象の寸法や材質を決めるといような、必要十分な情報を確定する流れである。

報からより部分的・詳細な段階へと遷移しながら進める特徴を認識した上で、製品情報を管理する枠組みのモデルを提案するものである。トップダウン指向情報モデルでは、設計対象は実体と属性、及びインタフェースにより表現される階層ネットワークが段階的に形成される。本研究では、トップダウン指向情報モデルによって表現された製品情報をプロダクト情報と呼び、また、プロダクト情報における「実体」「属性」をそれぞれ「製品実体」「製品属性」と呼ぶ。

3.2 プロセス情報の表現 本研究では、プロセスの構造をUOB (Unit of Behavior)とその間のリンクによって表現するモデルとして提案しているIDEF3⁴⁾を参考にプロジェクトにおけるプロセス構造やプロセスのモデル化を行う。プロセスをアクティビティ、リンク、ジャンクションという三種類の要素の組合せによるネットワークとして表現し、これに階層関係を加え、大局的なプロセス・ネットワーク及び詳細なプロセス・ネットワークを表現する。このモデルの基本要素を以下に整理する(Fig.2)。

1) アクティビティ(Activity): アクティビティはプロジェクトにおける個々の活動/作業を表現し、IDEF3におけるUOBに相当する。アクティビティは実際に行われる詳細な事象ではなく、項目という抽象レベルで記述される。アクティビティの内容、アクティビティ特有のコスト、見積所要時間、及び実績所要時間等は、アクティビティの属性情報として記述する。PMの特徴より、アクティビティはより低レベルのアクティビティへと分解される。

2) リンク(Link): リンクは、アクティビティ間の相互依存の関係を示す。大部分は先行関係を表現するが、すべてのリンクを先行関係として明確に記述することは困難である。本研究ではアクティビティ間のリンクは先行関係に限定せず、無向リンクを用いることにより順序の決まらない依存関係の記述を行う。

3) ジャンクション(Junction): IDEF3で定義されている論理メカニズムAND/ORによる記述モデルを踏襲する。

4) 階層関係: 一つのアクティビティを複数のアクティビティ及びその間のリンクに分解することで、アクティビティの階層構造が構成される。分解されたアクティビティとの間に階層関係を定義する。同時に、アクティビティ間のリンクについても階層性を考慮し、リンク間においても階層関係を定義する。

以上に示したアクティビティ、リンク及びジャンクションの階層的なネットワーク構造は、製品情報を表現する情報モデルと構造的に共通する部分が多い。本研究では、トップダウン指向情報モデルを情報間の横と縦(階層)の関係を表現する一般モデルとして扱い、プロセスを表現するモデルとしても採用する。そこで、階層的ネットワークとして表現されるプロセスをプロセス情報、トップダウン指向情報モデルにおける「実体」「属性」に対応する情報をそれぞれ「アクティビティ」「アクティビティ属性」と呼ぶ。

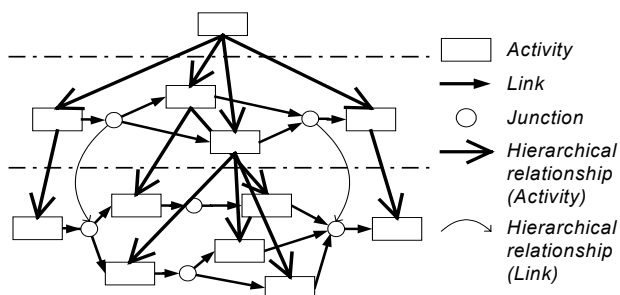


Fig.2 Overview of process information

3.3 プロジェクト情報の表現 本研究の目的であるPMにおける情報管理を実現するために、上述のプロダクト情報とプロセス情報を総合的に管理する情報モデルの枠組みを検討する。そこで、Fig.3に示すようなプロダクト情報とプロセス情報の対応関係によってプロジェクトの情報を管理し、この情報モデルをプロジェクト情報と呼ぶ。

設計開発プロジェクトにおいては、プロセスの進行は設計の進行を意味する。既述のように、設計行為を「モデル構造の変化」及び「モデル状態の変化」を引き起こすアクティビティとして捉え、設計行為のプロセス情報における情報処理を次のように認識する。

- ・モデル構造の変化：製品実体の詳細化
- ・モデル状態の変化：製品属性・制約の定義、製品属性値の入力と評価

あるアクティビティの成果情報は情報モデル全体におけるそのアクティビティによって詳細化された部分である。この成果情報は、「実体の詳細化」によって生成された『実体』、『関係』、『属性・制約の定義』によって定義された『属性』、『制約』、『属性値の入力と評価』により入力された『属性値』および『制約の内容』の六種理に分類される。本研究では、これらのアクティビティの成果をアクティビティ間のリンクに対して記述し、これが次のアクティビティの入力情報となる。

また、アクティビティを複数のアクティビティに分解するとき同時にリンクも分解されるが、この際に、リンクに記述されたプロダクト情報を下位階層のリンクに対して分配する。分解されたアクティビティの入力情報がそれぞれ異なることにより、アクティビティの役割が明確になる。

3.4 リソース情報の表現 プロジェクトで管理されるべき重要な情報としてリソース(資源)の情報がある。本研究では、リソース自体の情報も、その階層構造と依存関係の存在に着目し、トップダウン指向情報モデルで表現する。個々のリソースを表現する「実体」に対して、「リソースの単位あたりのコスト」、「リソースの総量」などのリソース属性が記述される。リソースはアクティビティに割り当てられ、アクティビティ属性の属性情報としてリソース(実体)が記述される。

4. プロジェクト情報における情報操作

PMで処理する情報モデルの操作は、プロジェクト情報の「生成」、「評価」及び「変更」の三種類であるとしてモデル化を行う。これらのPMのモデルは、第3章で述べたプロジェクト情報に対する情報操作として定義する。

4.1 プロジェクト情報の生成 プロジェクトマネー

ジャがアクティビティの分解を行う行為、及び設計者がアクティビティを実行してプロダクト情報を生成する行為を含む。

1) 基本的な情報操作機能:アクティビティやリンクの生成・削除、アクティビティの属性情報(項目、内容、時間、コスト等)の入力などの基本的な操作機能を定義する。

2) アクティビティの分解: IDEF3の分解機能と同様に、アクティビティをより詳細なレベルのアクティビティに分解する。これと同時にアクティビティ間のリンクの分解を処理することにより、情報の効率的な記述が可能となる。

3) プロダクト情報の分配:リンクの分解に従い、リンクに記述されているプロダクト情報の分配を処理する。下記に示すように、アクティビティの分解とプロダクト情報の詳細化が交互に行われる。

4.2 プロジェクト情報の評価

生成・入力したプロジェクト情報は既述・管理されるプロダクト情報およびプロセス情報などを利用して、次の様に評価される。

1) DSMによる、制約ネットワーク及びアクティビティ間ネットワークの評価: DSM(Design Structure Matrix)はプロセスのボトルネックやコンカレント性を抽出する手法として定評がある手法である⁵⁾。生成された属性(あるいはアクティビティ)間に制約(あるいはリンク)があるかチェックすることにより情報の流れの方向を確認し、DSMにより評価する。

2) PERTによる評価:アクティビティのネットワーク情報を利用して、PERT手法で評価する。この際に、DSMを利用してループ構造となるアクティビティを適切にグループ化する。

4.3 プロジェクト情報の変更

ある情報に対する変更は他の情報に影響を及ぼす。そこで、変更を行った際に動的に他の情報に対する変更の必要性を確認・指摘する。

1) プロダクト情報の分配の確認:上位階層のリンクに記述されたプロダクト情報全てが適切に下位階層のリンクに分配されていることを確認する。

2) アクティビティ間リンクとプロダクト実体間のインタフェイスとの整合性の確認:入力情報が実体情報であり実体情報間にインタフェイスが存在する場合、または入力情報が属性情報であり属性・制約間のリンクが存在する場合は、プロダクト情報を入力として持つアクティビティ間には依存関係があり、リンクが存在する。このインタフェイスとリンクとの整合性を確認する機能である。入力情報が属性情報である場合は、さらにリンクの向きについても確認する。

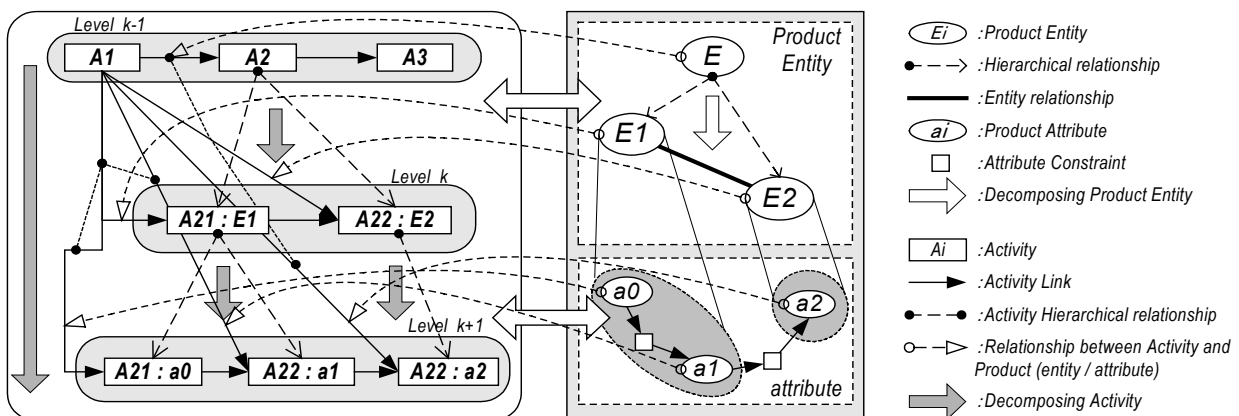


Fig. 3 Correspondence relation between product information and process information

5. プロトタイプシステムの構築と実行例

5.1 システムの概観 本研究では VisualWorks 5i.4 (Cincom Smalltalk)を用いてプロトタイプシステムを実装した. アクティビティ情報とプロダクト情報を別の環境(プロジェクトマネージャと設計者)で使用するということを考慮し, VisualWorks 上の分散フレームワークである Opentalk を利用した分散システムの構築の試行を行った. また, VisualWorks に付属の COM(Component Object Model) Connect 機能を利用し, Microsoft Project 2000 及び Apstomizer⁶⁾ という二種類の外部システムと接続した.

5.2 プロトタイプシステムの実行例 構築したプロトタイプシステムの利用例を示す. ここでは人力船開発プロジェクトを題材とした. プロジェクトの目的を“人力水中翼船の開発を行うこと”とし, それに関係するリソースとして設計者を考え, さらに期間の設定を行った. 以下具体的に本システムでのプロジェクトの流れを示す(Fig.4).

1) プロセス情報生成とプロダクト情報生成が同時に進んでいく様子が示されている. その際, アクティビティ間リンクに生成されたプロダクト情報が記述され, 次のアクティビティの入力情報となる. プロダクト情報に記述された属性間の制約ネットワークにより, アクティビティ間リンクの Input/Output を決定することができる.

2) Microsoft Project 及び Apstomizer とのデータ連携, 及び DSM 処理により, 必要に応じて外部システムや組込まれた機能を用いてネットワークの評価を行う.

3) プロダクト情報の変更が発生した場合には, 必要に応じてアクティビティの修正を行う必要性が生じる. 本システムでは上記 1)においてアクティビティ間のリンクに対してプロダクト情報が記述されているため, アクティビティの入力情報であるリンクとプロダクト情報との対応関係を見ることで, 修正する必要の生じたアクティビティを特定, あるいは実際に修正することが可能である.

6. 結論と課題

本研究では, プロジェクトにおける情報生成は, 目標とアクティビティに対してだけでなく, プロダクト情報に対しても同時に行われており, これらの間には密接な関係があるということを重視した. この観点に基づいて, アクティビティ情報とプロダクト情報との間の関係を適切に管理する情報マネジメントの枠組みを示した. IDEF3 におけるアクティビティとリンクの概念を参考にアクティビティ情報のモデル化を行い, さらにプロダクト情報をトップダウン指向情報モデルにおける実体・インタフェースとしてモデル化を行った. これにより, プロジェクトに関する情報のモデル化を行うことが可能になり, アクティビティ情報とプロダクト情報との間の相互関連をすべて記述する情報モデルを提案した. また, この情報モデルでは, プロダクト情報に変更が発生した場合に, 変更の影響により修正が必要となるアクティビティ情報を認識し, 必要であれば修正が可能であるということ, 構築したプロトタイプシステムを用いて示した.

今回は, PM の一部であるアクティビティ情報とプロダクト情報の統合的管理を中心とした検討を行ったが, プロダクト情報以外の情報の統合的管理, 分散システムへの対応などが今後の課題である.

参考文献

- 1) “プロジェクトマネジメントの基礎知識体系- PMBoK guide 和訳版” エンジニアリング振興協会 1997
- 2) JIS Q 10006 “品質マネジメント- プロジェクトマネジメントにおける品質の指針” 1998
- 3) 青山和浩 他 ”トップダウン指向情報モデルを利用した設計支援システムの構築” 日本機械学会 2001 年年次大会予稿集 F-0122 2001
- 4) R.J.Mayer, et.al., “Information Integration for Concurrent Engineering(IICE) IDEF3 Process Description Capture Method Report” Knowledge Based Systems Inc. 1995
- 5) S.D.Eppinger, et.al., “A Model-Based Method for Organizing Tasks in Product Development”, Research in Engineering Design, Vol.6, No.1, pp.1-13,1994
- 6) スケジューラ Apstomizer: <http://www.img.k.hosei.ac.jp/pslib/scheduler.html>

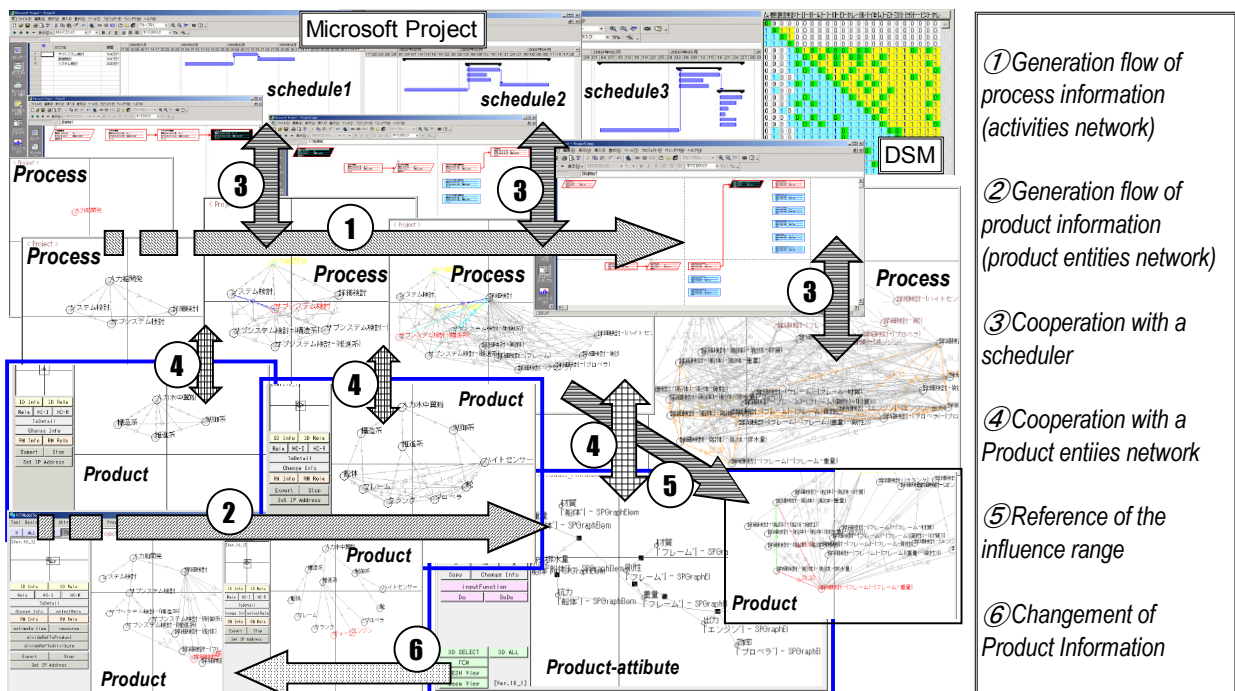


Fig.4 The example of system execution