

ノウハウ伝授システム構築に向けて (工夫、不適合の計測と計画管理への応用)

Knowledge Collection System for Project management

持田 信治

Shinji Mochida

東亜大学

University of East Asia

Abstract: This Paper describes a trial of Knowledge Collection System for Project management. This system can record the know-how knowledge consisting of the several personal chips of knowledge. Environment and effect is important to use knowledge which is collected by this system. And it is a problem to measure the effect of use of knowhow knowledge in future.

1. はじめに

近年の省力化の推進と担当者の高齢化の進行により、現場における実務担当者数が減少しており、組織がこれまでに蓄積した業務遂行ノウハウが消失することが危惧されている。ノウハウとはうまく作業を実行するための知識である。

これまでノウハウを記録しようとする試みが進められて来たにも拘わらず、ノウハウの登録は進んでいない、その理由はノウハウつまり、作業をうまく実行するための知識は特定な状況下で利用されるものであることと、一定の知識を所有することを前提に利用できるものであるため、だれでも利用できる一般形として記述することは困難だからである。そこで、本件ではノウハウを環境情報と作業をうまく行う情報に分けて登録することとした、そして蓄積したノウハウを検索して利用するためには分類と評価が必要であると考え、プロジェクト管理の観点からノウハウの数量化と評価方法を検討したので報告する。プロジェクト管理の観点とは品質、工期、コストの観点である。

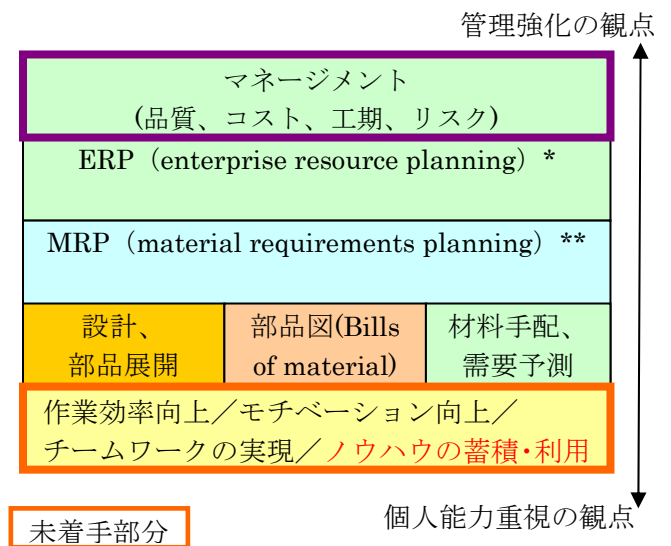
2. 背景・目的

2.1 製造業とノウハウ伝授

ノウハウとは通常、製品の製作または製造技術と捕らえられている。しかし製品の製造においては計画、設計、製造、そしてメンテナンスの段階があるため、ノウハウとはプロジェクト全体をうまく実行するための知識、技術全般と考えることが適切である。また個別の製品製造における製造技術の伝承においても、単に製作技術だけではなく、材料手配や製作手順を検討する手順分解の能力や工具や治具の手配・準備を含めた段取り方法の伝承も必要である。作業段取りにおいてはコスト、工期、品質確保が制約条件として存在する。

従って、ノウハウ伝授システムはプロジェクト的観点から、プロジェクトをうまく遂行するための広範囲な知識、技術の蓄積を行い、プロジェクトの各場面で利用できる機能を持つことが必要となる。

プロジェクトの観点にはコスト、工期、品質、そして組織の目標がある、また組織構成から見た場合、管理強化の観点と個人の業務遂行能力強化の観点がある。プロジェクトの遂行において、コスト管理や工程管理の効率化は進んでいる、しかし現場作業における、ノウハウの測定、記録、蓄積は進んでいない(図1参照)。



* 財務会計、販売管理、在庫管理、生産管理、人事給与管理を取り扱うシステム

** 資材手配等、資材調達を計画するシステム

図1 プロジェクト管理の構造

加えて、担当者別には複数の作業が錯綜する環境をうまく調整するためのノウハウを所有しているにも拘わらず、ノウハウの共用や伝授は進んでいない(図1参照)。

一方、製造方法には組み合わせとすり合わせ方法があり、高い生産性を維持しながら、プロジェクトの目標を達成するためにはすり合わせと組み合わせノウハウを効果的に組み合わせる利用することが必要である。

すり合わせとは客先の要求仕様に合わせて自社の技術を使って設計、製作することで、自社の強みや製品の特徴点を生み出す製造方法である、

一方、組み合わせは基本的には購入品や汎用部品を組み合わせる製造方法のことで、工期の短縮と費用削減を図り、単純に要求仕様を満たすための製造方法である。

すり合わせと組み合わせをどのように組み合わせるプロジェクトを成功に導くかは組織の強み、弱みそして、所有する製造技術や製造方針が背景となる。製造方針がノウハウ収集方針の柱となり、特にすり合わせについては細かな製作技術の伝承が必要である。

2. 2 プロジェクト管理とノウハウの関係

プロジェクト管理においてはコスト、工期、品質管理が目的となる。しかし、計画時にはコスト、工期設定に関して不明な要素があるため、コスト、工期には余裕コストと余裕工程を設定する、この余裕が利用されるのは材料費、工賃の変動や工程遅延対応に加えて、客先仕様の変更に伴う設計費用の増加や製造ミスによる再製作等が発生した場合である。

しかし、後者の人的なミス等による費用追加や工程遅延は担当者の能力に大きく左右され、優秀な担当者が担当する場合には余裕幅の消化も少ない。

そこで、担当者の能力により左右される余裕部分については担当者の持つノウハウや工夫点を有効に利用することにより、プロジェクトの計画精度を高めることができる（図 2 の A の余裕部分）。

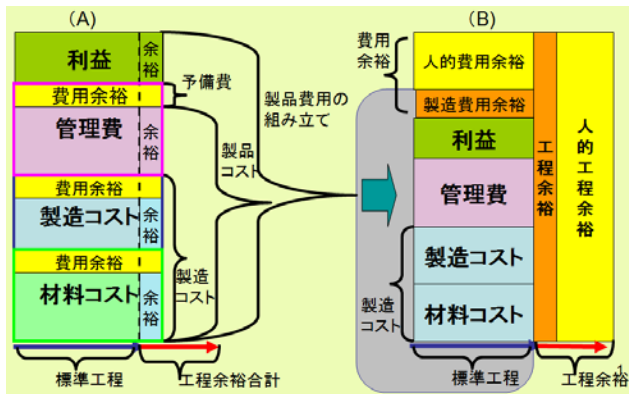


図 2 プロジェクトの計画

プロジェクトの実施における生産性の向上には費用、工程等の計画精度の向上が必須であり、そのためには組織が過去に蓄積したノウハウや不適合情報

の効果を数値化して評価を行い、計画に織り込むことによりプロジェクトの計画精度向上が期待できる。

通常プロジェクト計画においては基本コストに加えて、追加費用となる余裕は設定されている、しかしコスト、工期が減少する方向の期待余裕は想定されていない（図 3 の赤枠の部分）。

工程	計画	製造
余裕	外部要因	外的要因によるコストの減少
	(コスト減少要因) 工夫点・ノウハウ	工程、工数、費用、感覚
基本コスト	基本加算項目	直行率、出勤率、管理、間接費等
	製造、製作コスト	工数、材料費等
	標準余裕	想定内設計変更、製造手直し
余裕	(コスト増加要因) リスク	事故、ミス、工数、費用、感覚
	外的要因	外的要因によるコスト増

図 3 コストの組み立て

ただし、上記に示す様に数値化して効果の期待度を評価する必要のあるノウハウは、一品生産（個別受注生産）に関するものであり、ライン生産の場合には効果的な工夫やノウハウは作業員個人の能力ではなく、製造ラインの標準工程として組み込まれる。

余裕	工夫、ノウハウ 目標の数値化、教育、 チームワーク	能力開発 管理統制
リスク	リスクの算出 損失の防止	

図 4 リスクと工夫

従来から、プロジェクトの計画や遂行においても、リスクの算出や管理は実施されている（図 4 参照）、しかし工夫点やノウハウの数値化を行い、プロジェクト計画に反映することはなされていない。

プロジェクト計画においてノウハウ・工夫の利用を期待することは担当者の能力開発を重視することとなり、ノウハウの記録と伝授の必要性の基礎となる。

2. 3 プロジェクトの規模と生産性

プロジェクトの生産性は規模に反比例して悪化する、その理由はプロジェクト規模が大きくなるとプロジェクト内容は当然、複雑となり、参加人員の数が増加するためである、プロジェクト規模が大きくなると情報伝達や作業手順に関する打ち合わせ時間

や管理業務時間が増加して生産性が低下する（図 5 参照）。

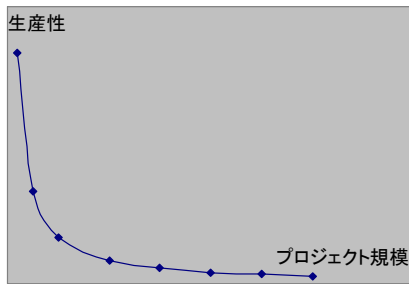


図 5 プロジェクト参加人員と生産性

そこで、プロジェクトの生産性低下防止として以下の3つの対策がある。

- (1) 情報伝達の効率向上を図り、各人員の作業の見通しを良くする。
- (2) これまでに蓄積したノウハウや不適合情報を効果的に利用して、生産性の向上を図る。
- (3) 並行して実行されるプロジェクト間で競合する資源利用に関して効率的な利用スケジュールを立案する。

通常、プロジェクトは複数実行されているため、担当者や資源が競合する状態になっており、担当者や資源を含むプロジェクト実行環境の管理が必要となる。組織が高い競争力と生産性を維持するためにはプロジェクトの規模が拡大した場合でも、生産性を低下させないノウハウ・工夫の利用が必要となる。

2.4 ノウハウの数値化

プロジェクト管理の目的は品質、工期、コストの確保と工期遅延、品質低下、予算超過を防止することである。プロジェクトを適切に管理することは組織運営に寄与する。そこで、プロジェクトの計画段階において、組織が過去に蓄積した不適合情報やノウハウ情報を数値化してプロジェクト計画に織り込むことにより、プロジェクトの計画精度の向上と管理目標の数値設定が可能となる。そこで、本件では以下のようなプロジェクトのコスト目標設定式を提案する。以下の式中のマイナス部分はコストと工期が減少する項目である。

- (1) プロジェクトコスト見積もり＝

基本コスト＋追加余裕コスト＋外部要因追加コスト－外部要因コスト減効果－ノウハウ利用効果—①式

- (2) プロジェクト工期見積もり＝

基本工期＋追加工期余裕＋外部要因遅延工期－外部要因工期減効果－ノウハウ利用工期減効果—②式

プロジェクト目標の数設定が可能になれば、次にプロジェクト進行状態の数値的評価が可能となる。

プロジェクトの進捗評価を以下のように設定する。

- (3) プロジェクト現状評価＝

基本消化コスト＋追加コスト＋外部要因追加コスト＋追加工期コスト換算－ノウハウ利用コスト減効果－外部要因コスト減効果－ノウハウ利用工期短縮効果コスト換算－外部要因工期減効果コスト換算

3. 目的

3.1 プロジェクト目標の数値化

プロジェクト遂行中には、多くの課題が発生して、その度に課題解決の必要性に迫られる、しかし、発生する課題は複雑であり、課題解決手法の立案は個人の問題解決能力や製造能力に左右されることが多い。個人の問題解決能力を高めるためには、問題を解決しようとする高いモチベーションを維持することが重要である。高いモチベーションの維持にはチームワークとチームが共有できる数値目標が必須である、そこで、必要な数値目標とノウハウや不適合の効果、損失を数値に変換することを提案する。プロジェクトで設定すべき数値目標を以下に示す（表 1 参照）。

表 1 プロジェクトの数値目標

項目	目的
プロジェクト目標	目標費用、工期 (客先要求自社の強みを比較して自社の強い分野、弱い分野別に数値目標を設定する)
プロジェクト進行中の目標に対する費用消化率の目標	プロジェクトの遂行状況を測定、数値化して状況認識を行う
ノウハウ、不適合管理目標	<u>発生不適合、利用ノウハウを数値化して、チームの課題解決能力を測定する</u>

本件では上記中のノウハウ、不適合情報の数値化とプロジェクト進行状況の可視化方法について検討した。

プロジェクトにおいて、適切な計画を立てるためには自社の設計、製造の力を正しく把握することと、客先の評価点に対して適切な結果を提示することが重要であり、現場の強さ、弱さを理解してプロジェクトの計画、管理を行うことにより、リスクの排除と目的達成が期待できる。

自社の強さ、弱さの数値化とプロジェクト目標への反映そして、プロジェクト進捗の数値管理は今後の課題である。

3. 2 ノウハウの数値化とモチベーションの維持

製造技術の伝承においては単なる製造技術だけではなく、材料手配、段取り等の見通しが必要である、更に顧客の要求や製品の利用方法を理解して始めてノウハウ・工夫を生かした良い製品ができる。

ノウハウ伝授を支援するためにはプロジェクト進行中に発生する課題を共有して、作業者の見通しを良くすることが必要であり、モチベーションの維持には不適合の発生やノウハウの利用を数値化して担当者が認識できるようにすることが必要である。

工夫やノウハウ利用による改善効果を費用に対する評価ポイントを設定して実際の状況を幾つか測定した(表 2 参照)、その結果、実際の費用的貢献度よりも担当者の貢献度感覚は低いことが示された(図 6 参照)。

表 2 改善効果の評価

下限(千円)		上限(千円)	評価
0	～	5	1
5	～	10	2
10	～	100	3
100	～	500	4
1000	～		5

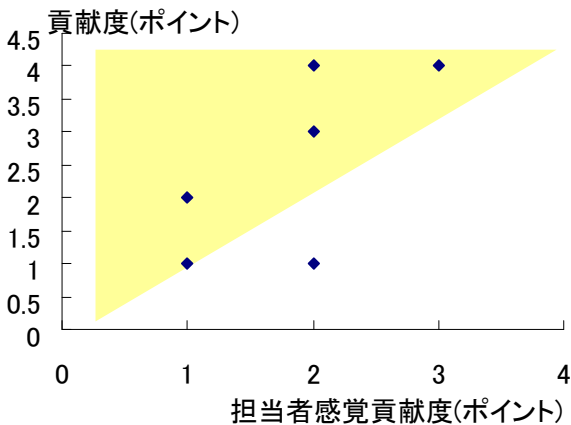


図 6 効果金額と担当者の感覚

また、不適合発生による損失費用に対する評価ポイントを設定して実際の状況を測定したところ(表 3 参照)、実際の費用的損失よりも担当者の感覚は高いことが示された(図 7 参照)。

担当者のモチベーションを維持するためには工夫点やノウハウの利用が適切に評価され、担当者も貢献度を理解することが重要である。

そして発生する課題を数値化、文字化して可視化することにより、遂行状況の把握とチーム内の情報共有が期待できる。

表 3 損失金額の評価

下限(千円)		上限(千円)	評価
0	～	5	▲1
5	～	10	▲2
10	～	100	▲3
100	～	500	▲4
1000	～		▲5

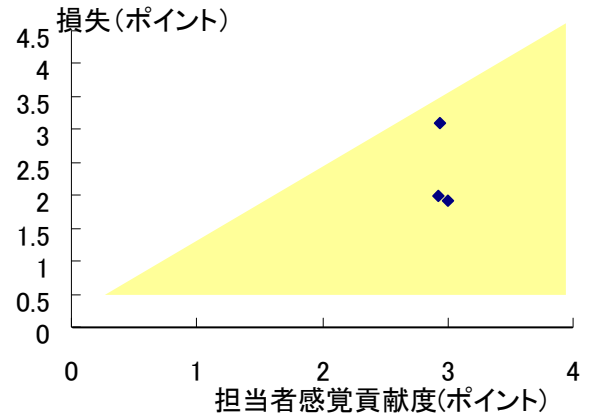


図 7 損失額と担当者感覚

4. 環境情報と状況情報の共有

4. 1 環境状況の言語化

プロジェクトの進行において、環境変化への対応やリソース(人員や機械等)の競合を避けることが必要となる。そこで、環境情報を言語化して、現在の状況を把握することが考えられる。更に環境情報を言語化したデータに必要な対応行動データを同時に持たせることにより、環境状況の把握と行動支持が可能となる。例えば製作状況が単に製作遅れというだけでは、状況の把握と次に取るべき対応について理解があいまいとなる、しかし現在状況と予想される状態と発生する対応行動を全て言語表現して可視化することにより、現在と将来状況の把握と行動予測が可能となる。表 4 に環境条件と選択すべき作業の例を示す、状況、条件によって作業方法が絞り込まれる。

また、表 5 の製作遅れ状況に関しても、複数のプロジェクトが実行されている場合、以下のように表現することにより、資源の分配や工期の重なりを理解することが容易となる。本例の状態を図式化したものを

図 9 に示す。

- (1) A 製作遅れ B との調整必要

- (2) B 製作遅れ Cとの調整必要
- (3) D 飛び込み作業 A、Bとの調整必要

表 4 作業と環境情報の例状況例

作業	加工法	環境状況
穴あけ	ガス切断	
穴あけ	レーザ	熱による歪不可の場合
穴あけ	プラズマ	熱による歪不可の場合
穴あけ	機械加工	熱による歪不可の場合

図 9 では工程が輻轉して工程遅延が発生する場合、工程遅延を費用に換算して表現している。

表 5 環境情報の文字化

状況	予想状態	予測される対応作業
製作遅れ	加工機の延長使用	他の加工作業との調整
飛び込み作業	加工機の占有	他の加工作業との調整、段取り変更
製作完了	加工機の開放	他の加工作業の着手
納品遅れ	部材の納入遅れ	他の作業の先行着手

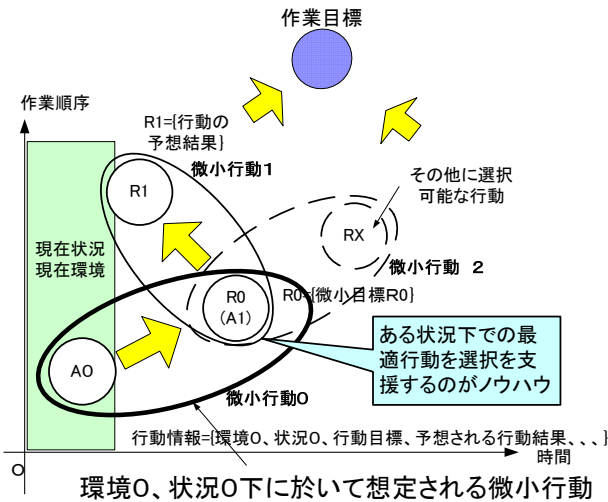


図 8 行動の連鎖

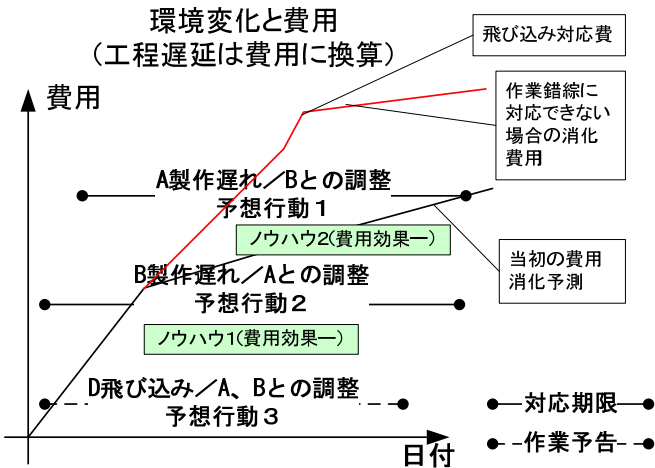


図 9 状況、対応行動と費用

状況情報を用いて微小作業情報を検索できれば言語化された環境状況に合わせて、対応行動一覧の可視化が可能となる (図 8 参照)。

5. 情報の記録

5. 1 ノウハウ・不適合登録システム

ノウハウ、不適合を同時に評価するためにノウハウと不適合情報にコストの増減効果、工期の短縮、遅延効果を追加して登録可能なシステムを開発した。登録可能な資料は不適合、ノウハウ・工夫情報である。管理情報としてノウハウ、不適合の内容に加えて、工期影響度、費用影響度、作業の難度 (いづれも担当者の感覚) 実際の効果、損失額の登録が可能である (図 10 参照)。管理情報は同一のため、ノウハウ、不適合を同一に扱うことが可能である

不適合登録 書類種類: 不適合報告

資料NO: R20090108212205 件名: 発生日: 2009/01/08

発見者: admin 客先: 発生部署:

管理者: admin 工期影響(H): 小 費用影響度: 小 感覚的作業難度: 低

前工程: 発生工程: 後工程: 提出日: 2009/01/08

結果: 処置: 現象: 変形 損失額: 円

内容:

図 10 不適合情報登録画面

検索では詳細検索画面と単純なフリーワード検索が可能である (図 11 参照)。

帳票検索(詳細検索)

2009/01/08 から 30 日前を検索する 検索日変更

2008/12/09 ~ 2009/01/08 に発生したものを

客先: 発生部署:

図 11 情報検索画面(詳細)

帳票検索(キーワード検索)

書類種類: 不適合報告 ▼ キーワード:

図 12 情報検索画面(簡易)

検索キーワード						
制御	資料NO	種類	日付	担当者	製品	件名
確認 修正 削除	R20081228103756	不適合報告	2008/12/28	admin		
確認 修正 削除	R20081218233502	不適合報告	2008/12/18	admin		

図 13 情報検索結果

検索結果(図 13 参照)、詳細表示の例を(図 14 参照)に示す。

登録情報

資料NO	R20090106125121	件名	溶接間違い
発生日	2009/01/06	発見者	admin
発生部署		注文NO	001
製品名	AAA	現象	溶込
処置	一部再製	部品名	
		作業者	admin

処置	現象	溶込	損失額
内容	板厚の異なる溶接において、溶解してしまった。		

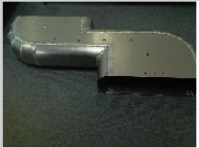
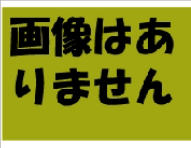

		
--	--	--

図 14 内容の詳細表示例

6. まとめ

プロジェクト遂行では高い生産性を持って目標を達成することが求められる。しかしプロジェクト遂行中には、多くの課題が発生して、その度に課題解決の必要性に迫られる、しかし、発生する課題は複雑であり、課題解決手法の立案は個人の問題解決能力や組織が持つ製造能力に左右される、従って組織が高いプロジェクト遂行能力を持つためには個人の問題解決能力を高め、問題を解決しようとする高いモチベーションを維持することが必要となる。

高いモチベーションの維持には組織が蓄積したノウハウの利用と担当者の作業に対する見通しが重要であり、ノウハウを共有するためにはチームワークとノウハウを検索するための数値的評価が必要である。そこで本件ではプロジェクト管理の観点からノウハウの数量化と評価方法の検討を行い、ノウハウの利用効果を費用に換算してプロジェクトの進捗評価に加える試行を行った。その結果、工夫やノウハウを費用に換算することにより担当者のノウハウ共有に関する意識の向上が図れ、チームワークの向上

とプロジェクトの生産性向上に寄与する可能性の高いことが認められた。

また、通常は幾つかのプロジェクトが平行して実施されており、あるプロジェクトの障害を解決するためには他のプロジェクトに影響を与えることが想定される、この場合、解決方法は複雑であり、課題解決には過去のノウハウを利用して、プロジェクトの生産性を維持することが必須となる。

そこで本件では環境情報や状況情報を言語化して、現在状況と今後の行動をコストと時間を測定軸として可視化することを提案した。本手法の有効性の検討は今後の課題である。

更に、今後の課題はノウハウ・工夫情報と不適合情報に費用と工程影響を加えた情報の収集と対応行動情報の収集である。

環境情報と行動情報を分離して扱い、環境が異なっても適切なノウハウ・行動検索が可能となることによりノウハウ伝授システムが実現する。

謝辞

本研究の遂行において、適切な御助言並びにデータのご提供を頂いた、東條浩和氏(東亜機械工業株式会社)と古田陽介氏(株式会社アクシス)には心から感謝申し上げます。

参考文献

- [1]人工知能学会、人工知能ハンドブック オーム社、1990
- [2] 持田 信治、行動手順スクリプトを使用した知識抽出に関する研究、バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌 v o l . 9 No.1 (2007)
- [3]H・ウィリアム・デトマー、論理試行プロセス、同友社

連絡先:

〒751-8503 下関市一宮学園町2-1
東亜大学 医療工学部 医療工学科
持田 信治
電話 : 0832-57-5061
Eメール: mochida@toua-u.ac.jp