



芝浦工業大学
博士学位論文

組織横断的問題解決および
日程計画作成の方式とそのプロジェクト型教育への応用

平成 30 年 3 月
機能制御システム専攻
除村 健俊

論文の要旨

本論文は、マトリックス組織でのプロジェクトを円滑に実施するためのプロジェクトマネジメント手法の開発と、その手法を **Project Based Learning (PBL)** に応用することで **PBL** の学修成果向上を目指す研究に関して論述した論文である。

システム開発や製品開発プロジェクトにおいて、円滑に、かつ、効率的にプロジェクトを進め、計画通りに目標達成することが求められる。つまり、プロジェクト日程計画作成時に問題発生を抑制する対応を行うことで日程計画の実現可能性を高め、プロジェクト実行時に問題の発生を迅速に検知し、素早く解決することで日程計画を計画通りに達成することが重要である。そして、これらに対応できる製品開発環境に適した実用性の高いプロジェクトマネジメント手法が求められている。

大学教育において、教室で学んだ知識を現実の社会課題や企業が抱える課題解決に適用し、社会人基礎力の向上を目指す **PBL** の有用性が認識されている。しかし、**PBL** は流れに任せた活動となりプロジェクトとして運営できていなかったり、チームの成果にただ乗る学生がいるなどの課題がある。製品開発のために開発した上記のプロジェクトマネジメント手法を **PBL** 用に改良して適用することで、**PBL** の基本的な課題を解決し、**PBL** の学修成果向上を図ることができる可能性がある。

本論文は、システム開発や製品開発においてこれらを実現するためのプロジェクトマネジメント手法の開発と、その **PBL** への応用研究を行い、期待された効果の検証成果について、以下のような研究内容を論述した。

(1) システム開発や製品開発に対するプロジェクトマネジメント手法の研究

- (1.1) システム開発や製品開発において、統合テストなどの開発の下流で発生する問題は原因の発見や解決が難しく、日程の遅延や開発経費の増大など多くの負の影響が発生し、その発生原因や解決には多くの組織が関係する場合が多い。本研究では、このような多くの組織が関係する問題を組織横断的問題(**Cross Functional Problem: CFP**)と呼び、**CFP** の事前抑制や発生時の迅速な検出や素早い解決をするために、組織論の視点から拡張責任分担表(**Extended Responsibility Assignment Matrix: ERAM**)と呼ぶツールを開発した。**ERAM** はプロジェクトのリスクと考えられる複数の **CFP** に対し専門家から構成されるチームを構成し、さらに、その専門家チームや機能組織内のチームをプロジェクト組織体制に取り込み、主に **CFP** に対する対応力が強化された階層構造

を持つプロジェクト体制を構築することができるツールである。本論文では、ERAMの具体的構成方法や、ERAMをプロジェクトで実際に機能させる方法、プロジェクト情報マネジメントシステムへの展開、などについて論じた。さらに、このツールを実際の製品開発プロジェクトに適用し、その効果をアンケートにより分析し、期待された効果であるCFPに対する責任の明確化や、組織間コミュニケーションの促進・組織間調整が容易になること、仕事の抜け漏れ防止などに効果があることを確認した。

- (1.2) プロジェクト目標を計画通り実現できる可能性の高い日程計画には、事前に予測されたリスク対応計画や円滑なプロジェクト進行を阻害する要因に対する対応が含まれていることが必要となる。本研究では、これらへの対応のために、成果物の受け渡しでシステム開発や製品開発が行われることに着目した。成果物開発の責任者とそれを受け取り次の成果物を開発する責任者が、共通の成果物に関して検討することで、リスクや円滑なプロジェクト進行を阻害する懸念事項の洗い出しなどを効果的に実施することができ、成果物を受け渡し側に差し戻す手戻りの抑制や作業日程の確実性向上を図ることができる可能性がある。さらに、話し合いの中でお互いの状況やプロジェクト全体の情報共有ができることで、プロジェクト・チームの一体感を醸成することも期待できる。このような、成果物の受け渡しにおいて成果物の受け渡し側と受け取り側で生じる成果物に対する認識の差異や日程の差異を洗い出すツールとして成果物依存関係表(Deliverables Dependency Matrix: DDM)を開発した。そして、このDDMを使って洗い出した差異を埋めることで日程計画の実現可能性を高めたり、実現可能性を保ちながら日程計画を目標日程に圧縮する手法である統合日程計画作成法(Integrated Scheduling Method: IScM)を開発した。このDDMとIScMを実際の製品開発プロジェクトに適用し、その効果をアンケートにより分析し、情報共有・アクションの明確化や認識差異、リスク、課題の洗い出し、仕事の抜け漏れ防止などの効果があり、日程計画の実現可能性向上の効果があることを確認した。

(2) IScMのPBLへの適用とPBLの学修成果向上に関する研究

- (2.1) 大学教育において、教室で学んだ知識を現実の社会課題や企業が提案する製品の課題解決に適用し、社会人基礎力の向上を目指すPBLの有用性が認識されている。プロジェクトマネジメントの中核はプロジェクトマネジメントの多くの要素を含む日程計画の作成であると考えられる。このため、プロジェクトであるPBLに(1.2)の研究を適用することで、PBLはプロジェクトとしてきちんと運営され、PBLの基本課題である学生の参画意識・責任意識のバラツキ、最終成果物のバラツキ、プロジェクトマネジメントの未実施などの解決やPBLの

学修成果向上を図ることができる可能性がある。IScM を PBL 用に改良し、実際の PBL で試行した。試行の結果、役割・責任の明確化や納期までに成果物を渡す約束は参画意識・責任意識を向上し、メンバー間の密な話合いや役割・責任の明確化はチームの一体感を向上し、成果物に対する役割・責任の明確化と日程計画に沿った開発は最終成果物の質の向上につながることを確認した。また、Work Breakdown Structure (WBS) から DDM を作成し、DDM から日程計画を作成し日程計画通りのプロジェクト遂行のために進捗管理を行うことは、PBL をプロジェクトとして運営できるプロジェクトマネジメント能力向上につながることを確認した。さらに、PBL は開始から企画提案までの目標探索型プロジェクトと企画提案から最終発表までの目標達成型プロジェクトの 2 つの異なるプロジェクトタイプで構成され、それぞれのプロジェクトの進め方や思考法が異なることや、それらの事前学修が重要であり、PBL の学修成果向上につながる知見を得た。

- (2.2) (2.1)で得られた知見を PBL の事前学修として実施する試行を実際の PBL で実施した。その結果、学生はプロジェクトタイプを判断してプロジェクトの進め方や思考法を選択したり、最終成果物の作成を重視するなどの効果を確認できた。しかし、課題として、PBL 開始から企画提案までの、プロジェクト目標を探索しプロジェクトの目標を企画提案する目標探索型プロジェクトにおいて、WBS, DDM, 日程計画作成の一連のプロセスを改良する必要性が明らかになった。このため、これら課題を解決するために、WBS 作成の考え方を活動分解と成果物分解に整理し、それに対応して DDM の拡張を行った。これにより、PBL を構成する目標探索型プロジェクトと目標達成型プロジェクトに対し、統一的な日程計画作成手法を確立した。

製品開発に関する本研究の成果は、製造業の競争力強化に活用することができる。また、PBL に関する本研究の成果は、学生が自らプロジェクトタイプを判断し、各種プロジェクトマネジメント・ツールを適切に利用できる学生のプロジェクトマネジメント能力向上に寄与し、これらにより、企業や社会の求める、社会人基礎力を持ちリーダーとして活躍できる学生の育成に活用することができる。

内容

第1章 序論.....	1
1.1 研究の目的と概要	2
1.2 開発組織構造について	6
1.2.1 機能別組織.....	7
1.2.2 プロジェクト組織.....	7
1.2.3 マトリックス組織.....	8
1.2.4 商売の基本サイクル.....	12
1.3 マトリックス組織から生じる問題.....	13
1.3.1 プロジェクト統制の問題.....	14
1.3.2 計画通りの実行を妨げる問題の発生	15
1.3.3 日程計画作成手法への影響.....	17
1.3.4 マトリックス組織から生じる問題のまとめ	18
1.4 PBL への応用.....	18
1.5 本研究の背景.....	19
1.6 本論文の構成	21
第2章 先行研究	23
2.1 プロジェクトマネジメントの歴史概要	25
2.2 マトリックス組織に関する先行研究	28
2.3 開発マネジメントの仕組み.....	31
2.4 「組織横断的問題解決手法の開発」に関連する先行研究.....	37
2.4.1 責任分担表 (RAM).....	37
2.4.2 課題とリスク	38
2.4.3 リスクへの対応	41
2.4.4 手戻り抑制のためのフロントローディング	46
2.4.5 組織横断チーム (Cross Functional Team: CFT)	48
2.4.6 先行研究の課題と対応	49
2.5 「実現可能性の高い日程計画作成手法の開発」に関連する先行研究.....	50
2.5.1 WBS について	50
2.5.2 書籍や PMBOK® の中での日程計画作成手法	53
2.5.3 DoD, NASA の日程計画作成手法	57
2.5.4 DoD, NASA の日程計画作成手法の課題	59
2.5.5 CCPM.....	61
2.5.6 人間の行動特性と責任意識.....	65
2.5.7 先行研究の課題と対応	71

2.6 「日程計画作成手法の PBL への応用」に関連する先行研究	7 2
2.6.1 PBL に関する先行研究	7 2
2.6.2 問題発見力, 問題解決力, 実践力	7 4
2.6.3 先行研究の課題と対応	8 0
2.7 先行研究のまとめ	8 1
第 3 章 組織横断的問題解決手法の開発	8 2
3.1 ERAM に求められる機能	8 3
3.2 ERAM の基本的アイデア, 構造, 及び ERAM を機能させる方法	8 6
3.2.1 ERAM の基本的アイデア	8 6
3.2.2 ERAM の構造	8 6
3.3 ERAM を機能させる方法	9 5
3.3.1 ERAM が機能しない阻害要因	9 5
3.3.2 対応方法	9 6
3.4 ERAM のプロジェクト情報管理システム (PIMS) への適用	9 8
3.5 ERAM の実際のプロジェクトへの適用と効果	9 8
3.5.1 ERAM の実際のプロジェクトへの適用	9 8
3.5.2 適用の効果	1 0 0
3.6 考察	1 0 2
3.6.1 ERAM の効果	1 0 2
3.6.2 ERAM の応用	1 0 2
3.7 まとめと今後の課題	1 0 6
3.7.1 まとめ	1 0 6
3.7.2 今後の課題	1 0 7
第 4 章 実現可能性の高い日程計画作成手法	1 0 9
4.1 従来の日程計画法の課題と望まれる要件	1 1 0
4.2 日程計画作成の基本的な考え方	1 1 1
4.2.1 企業における開発環境の特徴	1 1 1
4.2.2 日程遅れの原因	1 1 2
4.2.3 日程構造	1 1 4
4.3 本手法の基本的なアイデア	1 1 5
4.4 DDM を用いた統合日程計画作成手順	1 1 6
4.5 統合日程計画検討会の実施手順	1 2 6
4.6 DDM を用いた IScM の実績と効果	1 2 9
4.7 課題	1 3 1
4.8 まとめと今後の対応	1 3 4
4.8.1 まとめ	1 3 4

4.8.2 今後の対応	1 3 6
第 5 章 日程計画作成手法の PBL への適用	1 3 8
5.1 日程計画作成手法の PBL への適用の背景	1 3 9
5.2 IScM と DDM の PBL への試行	1 3 9
5.2.1 PBL での IScM 適用の変更点	1 3 9
5.2.2 試行状況	1 4 1
5.3 試行結果と効果	1 4 2
5.3.1 試行結果	1 4 2
5.3.2 試行の効果	1 4 5
5.4 考察	1 4 7
5.4.1 DDM 作成作業での気づきと考察	1 4 7
5.4.2 PBL 全体から見た気づきと考察	1 4 9
5.5 まとめと今後の対応	1 5 3
5.5.1 まとめ	1 5 3
5.5.2 課題と今後の対応	1 5 6
第 6 章 PBL の学修成果向上の試み	1 5 8
6.1 事前学修の概要	1 5 9
6.1.1 事前学修内容の考え方	1 5 9
6.1.2 事前学修内容の構成	1 6 1
6.1.3 事前教育の重点指導事項	1 6 2
6.2 PBL における試行状況と結果	1 6 8
6.2.1 試行状況	1 6 8
6.2.2 試行結果	1 6 8
6.3 結果に対する考察	1 7 3
6.3.1 順位と手法適用の相関	1 7 3
6.3.2 順位, 順位変動とプロジェクトタイプ	1 7 4
6.3.3 コメントから見た学生への影響	1 7 4
6.4 新たな課題に対する考察	1 7 6
6.4.1 本試行で認識された課題	1 7 6
6.4.2 WBS 作成の基礎となる考え方の明確化	1 7 7
6.4.3 WBS の分解方法に対応できる DDM フォーマットの改善	1 8 2
6.4.4 WBS の分解方法の PBL への適用	1 8 3
6.4.5 WBS, DDM, 日程計画(ガントチャート)の作成例	1 8 4
6.4.6 活動分解から成果物分解への変換	1 9 0
6.4.7 日程計画作成手法の確立	1 9 2
6.4.8 活動プロセスと使用する手法	1 9 4

6.5 まとめと今後の課題.....	1 9 6
6.5.1 まとめ.....	1 9 6
6.5.2 DDM の応用.....	1 9 8
6.5.3 今後の課題.....	1 9 9
第7章 結論.....	2 0 4
謝辞.....	2 0 9
参考文献.....	2 1 0
本研究に関する筆者発表論文等.....	2 1 9

略語一覧

CCPM	Critical Chain Project Management クリティカル・チェーン プロジェクトマネジメント
CFP	Cross Functional Problem 組織横断的重要問題
CFT	Cross Functional Team 組織横断チーム
DDM	Deliverables Dependency Matrix 成果物依存関係表
DoD	Department of Defense 米国国防総省
ERAM	Extended Responsibility Assignment Matrix 拡張責任分担表
IPD	Integrated Product Development 統合製品開発
IScM	Integrated Scheduling Method 統合日程作成法
M-IScM	Modified Integrated Scheduling Method 修正統合日程作成法
PBL	Project Based Learning プロジェクトベーストレーニング
RAM	Responsibility Assignment Matrix 責任分担表
RAMP	Responsible Area Management Plan 責任分野管理計画書
WBS	Work Breakdown Structure ワークブレイクダウンストラクチャー
WG	Working Group ワーキンググループ
WP	Work Package ワークパッケージ

第 1 章 序論

本章の概要

本研究の目的を述べ、本研究の基礎となる製品開発企業の組織形態の分類と特徴や、製品開発企業が多く採用しているマトリックス組織の特徴から生じる問題点を論じる。そして、これらの問題点を解決する 2 つの研究テーマと Project Based Learning (PBL) に応用する応用研究テーマに関して概説し、最後に本論文の全体構成を述べる。

1.1 研究の目的と概要

本研究は、マトリックス組織でプロジェクトを円滑に実施するためのプロジェクトマネジメント手法の開発と、その手法を Project Based Learning (PBL) に応用することで PBL の学修成果向上を目指す以下の事項を目的として実施した。

- (1) システム開発や製品開発プロジェクトにおいて、円滑に、かつ、効率的にプロジェクトを進め、計画通りに目標達成することが求められる。つまり、プロジェクト日程計画作成時に問題発生を抑制する対応を行うことで日程計画の実現可能性を高め、プロジェクト実行時に問題の発生を迅速に検知し、素早く解決することでプロジェクトを計画通りに達成することが求められる。システム開発や製品開発においてこれらを実現するために行った研究の目的は、以下の通りである。

- (1.1) システム開発や製品開発が行われるマトリック組織において、統合テストなどの開発の下流で発生する問題は、原因の発見や解決が難しく、日程の遅延や開発経費の増大など多くの負の影響が発生し、その発生原因や解決には多くの組織が関係する場合が多い。本研究では、このような多くの組織が関係する問題を組織横断的問題(Cross Functional Problem: CFP)と呼び、CFP 発生 of 事前抑制や発生時の素早い解決、さらに発生時を迅速に検出し解決する手法を、プロジェクト全体の組織体制も包含する組織論の視点から開発することと、その効果検証を研究の目的とする。

- (1.2) プロジェクト目標を計画通り実現できる可能性の高い日程計画には、事前に予測されたリスク対応計画や円滑なプロジェクト進行を阻害する要因に対する対応が含まれていることが必要となる。本研究では、成果物の受け渡しでシステム開発や製品開発が行われることに着目した。成果物開発の責任者とそれを受け取り次の成果物を開発する責任者が、共通の成果物に関して検討することで、リスクや円滑なプロジェクト進行を阻害する懸念事項の洗い出しなどを効果的に実施することができ、成果物を受け渡し側に差し戻す手戻りの抑制や作業日程の確実性向上を図ることができる可能性がある。さらに、話し合いの中でお互いの状況やプロジェクト全体の情報共有ができることで、プロジェクト・チームの一体感を醸成することも期待できる。このような、成果物の受け渡しプロセスとその検討結果に基づき実現可能性の高い日程計画を作成する手法の開発と、その効果検証を研究の目的とする。

- (2) 大学教育において、教室で学んだ知識を現実の社会課題や企業が抱える課題解決に適用し、社会人基礎力の向上を目指す PBL の有用性が認識されている。プロジェクトマネジメントの中核はプロジェクトマネジメントの多くの要素を含む日程計画作成であると考えられるが、プロジェクトである PBL に(1.2)の研究を適用することで、PBL はプロジェクトとしてきちんと運営され、PBL の基本課題の解決や PBL の学修成果向上を図ることができる可能性がある。

- (2.1) (1.2)の日程計画作成手法を PBL 用に改良し、実際の PBL で試行することで、その効果検証と PBL の学修成果向上に繋がる新しい知見の獲得を研究の目的とする。
- (2.2) (2.1)の試行結果から得られた知見を PBL に適用し PBL の学修成果向上を図り、また、新たな課題の解決を図り、PBL に対する統一的な日程計画作成手法を確立することを目的とする。

ここで、マトリックス組織について、詳しくは「1.2 開発組織構造」で述べるが、簡単に説明しておく。製品開発におけるマトリックス組織は図 1.1 に示すように、機能組織軸とプロジェクト軸で構成されるマトリックスの組織構造である。機能組織とは企画や設計、生産、販売など専門分野別に分かれた組織であり、その専門分野に関して専門性を蓄積し高めていけるメリットがある。さらにプロジェクト軸では、機能組織を束ねてプロジェクトを構成し、機能組織の専門性を活用しながら市場の期待に応える優れた製品を開発できるメリットがある。しかし、プロジェクトメンバーにとって、所属組織の上司と、プロジェクトのリーダーであるプロジェクトマネジャーの二人のボスがいることになり、指揮命令系統に混乱を生じやすいというデメリットがあり、また、マトリックス組織は機能組織のマネジャーの権限が強く、プロジェクトマネジャーは機能組織間の調整役となったり、機能組織が決定権を持ちその決定を待つなど、円滑なプロジェクト推進を行えない場合も発生する。このように、マトリックス組織はメリットもある反面、デメリットもあり、単にマトリックス組織構造を導入するだけでは大きな混乱を生じる可能性がある。このため、「2.3 開発マネジメントの仕組み」で述べる統合製品開発（Integrated Product Development: IPD）のようなマトリックス組織を機能させるための全社的開発マネジメント体系が必要となる。

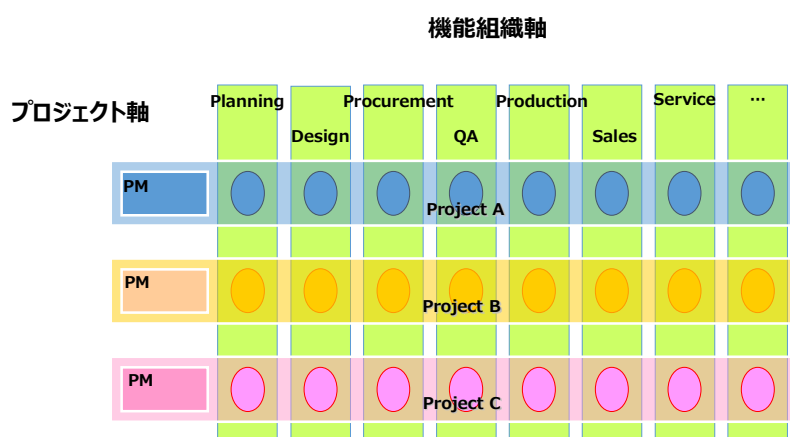


図 1.1 「機能組織軸—マトリックス軸」で構成されるマトリックス組織

製品開発企業の開発環境は、個別企業で異なっているが、一般的には以下のような特徴を持っている。

- (1) 製品開発は、マトリックス組織で行われる場合が多く、製品開発はプロジェクト軸で推進され、実際の開発は機能組織で行われる。
- (2) 製品開発を行う企業の事業計画は製品開発ロードマップと結びついており、製品開発ロードマップを計画通り実現することが事業計画達成に繋がる。このため、製品開発プロジェクト開始時にはその製品の発売時期は目標として与えられる場合が多く、これに合わせた短い開発期間の中で製品開発することが求められる。例えば、ノート PC の開発では新型 CPU の製品発表日に合わせて、新製品ノート PC の開発日程は決まる。厳しい開発日程の中で、それを守るためにスケジュール・リスクをどのようにコントロールしているか、実際の現場の例は〔除村 2003〕に述べられている。
- (3) 競合他社との競争の激化により製品の陳腐化が早くなり、この点からも、開発期間は短く、常に開発日程の短縮が求められる。
- (4) 製品開発の競争は激しく、高機能化や高品質化などにより、益々複雑化が進んでおり、問題の原因分析や解決が難しく、開発遅延や開発費増大の要因となっている。

つまり、製品開発はマトリックス組織を基盤とし、開発期間の短縮が求められる一方で、機能の複雑化が進んでおり、問題の原因分析や解決が難しく開発の遅れを生じやすい環境の中で製品開発は行われていると言える。このため、最新技術を取り入れた製品を迅速に開発できる企業は、早い市場投入で高い収益を得ることができる。一方で、開発が遅れた企業は、高い利益を得られるタイミングを逃し業績は悪化していくことになる。企業外からは見えないが、現実の製品開発では、開発の遅れが多く発生していると考えられ、製品開発プロジェクトをより円滑に、より効率よく遂行する開発手法が求められる。また、マトリックス組織において機能組織は大規模化しており、機能組織内では専門分野への細分化が進み、組織が細分化している。このため、機能組織間に見えない壁や機能組織内の組織間コミュニケーションの不足などから生じる誤解や理解の不一致などから生じる問題も多く発生している。「1.2.4 商売の基本サイクル」でも述べるように、このような状況は、企業の業績を徐々に悪化させる原因となり、これらへの対応手法も必要である。

本論文は、マトリックス組織の特性から多く発生する問題に対応する以下のような手法と PBL への応用に関し、以下のような研究に関して論述する。

- (1) 組織横断的問題に対する事前抑止と迅速な解決、及び、プロジェクト体制を構築するための手法
開発日程の遅延や開発経費の増大、品質の低下など、負の影響を引き起こす CFP に対し、その発生の事前抑制と発生時の迅速な対応の手法を研究する。加えて、マトリックス組織のプロジェクト軸で強固なプロジェクト体制を確立する組織統制手法について論述する。

研究テーマ名： 第3章 組織横断的問題解決手法の開発

(2) 実現可能性の高い日程計画を作成する手法

マトリックス組織における製品開発において、最終製品は機能組織間で成果物を受け渡して開発されるという考え方にに基づき、実用性が高く実現可能性の高い日程計画を作成できる日程計画作成手法を論述する。

研究テーマ名： 第4章 実現可能性の高い日程計画作成手法の開発

(3) PBLの学修成果向上の手法(1)

大学教育において実施されているPBLに対し、(2)に述べた日程計画作成手法を応用することで、PBLの課題である学生の希薄な参画意識などの課題解決を試み、その効果について論述する。

研究テーマ名： 第5章 日程計画作成手法のPBLへの応用

(4) PBLの学修成果向上の手法(2)

(3)で得られた知見であるPBLをプロジェクトマネジメントの視点から構造化を行い、構造に適した思考方法や手法を、PBLの事前学修で教育し、その効果検証を行う。さらに、試行から得られた課題に対する考察を行い、PBLに対する統一的な日程計画作成手法の研究について論述する。

研究テーマ名： 第6章 PBLの学修成果向上の試み

第3章 組織横断的問題解決手法の開発、及び、第4章 実現可能性の高い日程計画作成手法の開発、の研究テーマは独立したものではなく、それらの関係性を図1.2に示す。

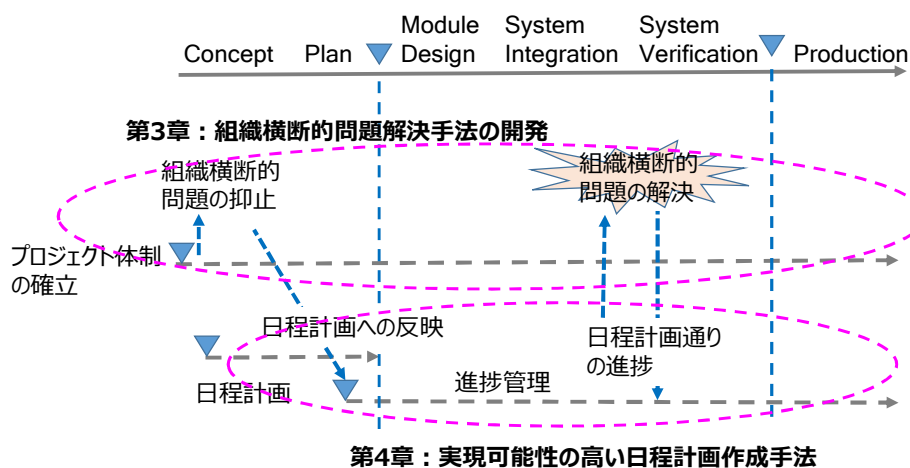


図1.2 第3章、第4章の研究テーマの関係性

プロジェクト体制が確立されると CFP の発生を抑制する検討を実施し、検討結果はプロジェクト日程計画に反映され、プロジェクト体制を通じた問題の迅速な検出と解決は計画通りのプロジェクト遂行に寄与し、最終的にプロジェクトの成功につながる。

なお、本論文で扱う研究テーマは、製品開発プロジェクトで重要な達成指標である QCD (Quality, Cost, Delivery) の内、D (日程) の確実な達成に焦点を当てる。製品開発ではお客様の満足度に最も影響を与える Q が最も重要であるが、後で述べるように Q の未達は、D の遅れとして影響してくる。

1.2 開発組織構造について

マトリックス組織の位置づけを明確にするために、製品開発組織の組織構造の分類について述べる[延岡 2006] , [Ulrich2016]。

製品開発は、個別の技術要素の開発活動と、技術要素を組み合わせて機能・品質の完成度を高めて製品として組み上げる組織横断的な活動から成り立っている。前者は機能組織を構成し、後者はプロジェクトを構成するので、製品開発は本質的にマトリックス組織の構成をとることになる。これが、多くの製品開発企業で、マトリックス組織体制が採用されている理由である。このマトリックス組織で、機能組織軸とプロジェクト軸の力のバランスは、企業の製品特性や、経営幹部の考え方、プロジェクトマネジャーの力量など、権限や統制力の強さにより、時間経過と共に連続的に変化する。機能組織軸だけで構成されプロジェクトがない場合の組織を機能別組織と呼び、機能組織が無い、または、非常に弱く、プロジェクト軸が主軸である場合をプロジェクト組織と呼ぶ。これらの組織形態を図 1.3 に示す。

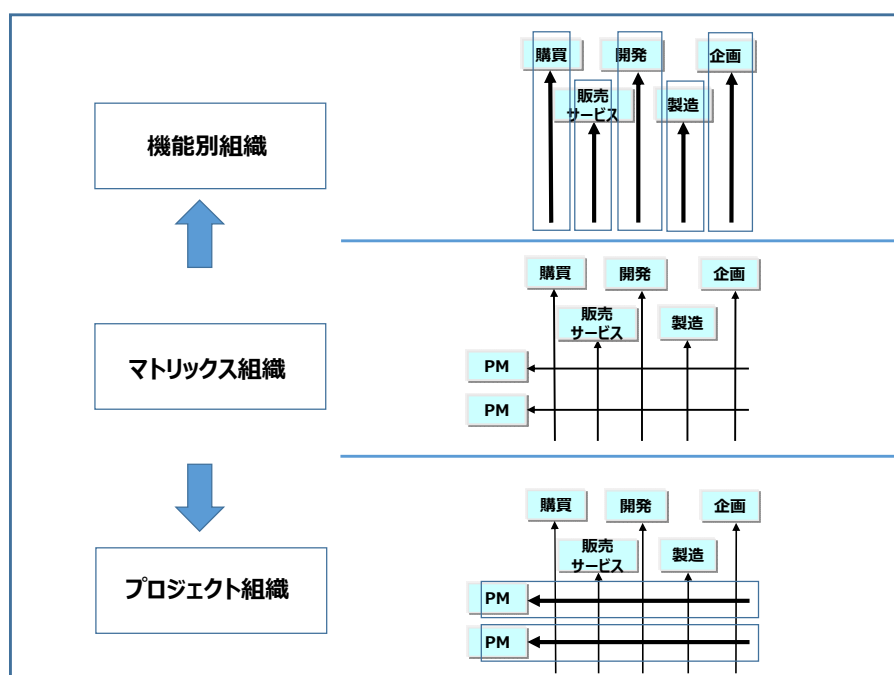


図 1.3 製品開発の組織形態

それぞれの組織形態は以下のような長所・短所を持っている。

1.2.1 機能別組織

1950～1960年頃に見られた組織形態であり、各機能組織に所属する社員は、その機能組織だけの仕事をする。機能組織間の情報交換は、組織間の会議で行われる。

長所：

- (a) それぞれの機能別組織は、専門分野の技術やスキルを磨き、その蓄積を継承できるため、技術を基にした製品価値の創造には向いている組織形態である。

短所：

- (a) 製品軸の責任者が不明確になりやすい。事業全体を見ている事業本部長が製品全体の責任者と考えられるが、この場合、事業本部長の負荷が大きくなり意思決定が遅延しやすい。
- (b) 機能組織間のコミュニケーションは弱い。
- (c) 製品開発において、外部との接点は機能組織毎に複数人が担当することになる。このため、外部から見ると、複数の担当者と仕事することになり、責任の所在が不明確であり、仕事がやりにくい。

1.2.2 プロジェクト組織

プロジェクト組織では、社員はどれかのプロジェクトに属し、プロジェクトが終わると別のプロジェクトに属することになる。お客様との案件毎にチームを組むコンサルティング会社の組織形態はプロジェクト組織の代表例と考えられる。

長所：

- (a) プロジェクトマネジャーがプロジェクトのメンバーの人事権も持ち、プロジェクト統率することができる。
- (b) プロジェクトの責任者として、プロジェクトマネジャーは迅速に意思決定をすることができる。
- (c) 顧客や外部からはプロジェクトの責任者であるプロジェクトマネジャーと話せばよいので、顧客や外部とのコミュニケーションは良好である。
- (d) プロジェクトメンバーは、プロジェクトに専属であり、その成果により人事評価がされるため、プロジェクトに対する忠誠心は強くなる。

短所：

- (a) 製品開発では、プロジェクトに数十人～100人ぐらいが所属するため、限られた専門家の数以上にプロジェクトを構成できない。このため、事業の成長はプロジェクトの数に制約される。
- (b) 機能組織が弱いため、次のプロジェクトに搭載する新規技術開発が行われない。このため、プロジェクトの中で新規技術の開発も行う必要があり、プロジェクト

が長期化し、製品の市場投入が遅れ、製品開発企業では競争力が弱体化しやすい。

- (c) プロジェクト間のコミュニケーションはほとんど行われることはなく、知識・技術の共有が進まないため、競争力が弱体化しやすい。
- (d) 機能組織からのプロジェクトメンバーの補充などはないため、プロジェクト間の負荷の平準化を図るのが難しい。
- (e) プロジェクトの成果で評価されるため、脚光を浴びているプロジェクトの評価は高く、成果の上げにくいプロジェクトの評価は低くなる。このため、人事評価の不公平感を生みやすい。
- (f) プロジェクトに配属された人は、やりがいを持って仕事に取り組めるが、配属されなかった人のモチベーションは低下しやすい。
- (g) プロジェクトの経験はプロジェクトメンバー個人に蓄積され、組織として蓄積されにくい。

1.2.3 マトリックス組織

マトリックス組織は、機能組織軸とプロジェクト軸で構成され、機能別組織とプロジェクト組織の中間に位置する組織形態である。

マトリックス組織は 1960 年代にアポロ計画遂行のために NASA が航空宇宙企業に導入を促したプロダクトマネジャー制に端を発している。NASA は航空宇宙企業に対し、委託するプロジェクトに対し単一の企業代表責任者を任命し、その責任者との単一のインターフェースを求めた。この単一の企業代表責任者がプロダクトマネジャーであり、プロダクトマネジャーは企業内の関係組織を統括することが必要であった。この要求が、政府調達を請け負う航空宇宙企業や軍事企業において、当時一般的な組織構造であった機能型組織から、マトリックス組織への転換を促した。しかし、「2.1 プロジェクトマネジメントの歴史概観」で述べるように一般企業への導入は遅れ、1970 年代後半から 80 年代にかけてであった。

マトリックス組織の 2 軸は、図 1.4 のように、地域軸－事業軸や、機能組織（電子回路設計、制御ソフトウェア、機構設計など）軸－プロジェクト軸、などの形態を取る。

“地域軸－事業軸”のマトリックス組織

“機能組織軸－プロジェクト軸”のマトリックス組織

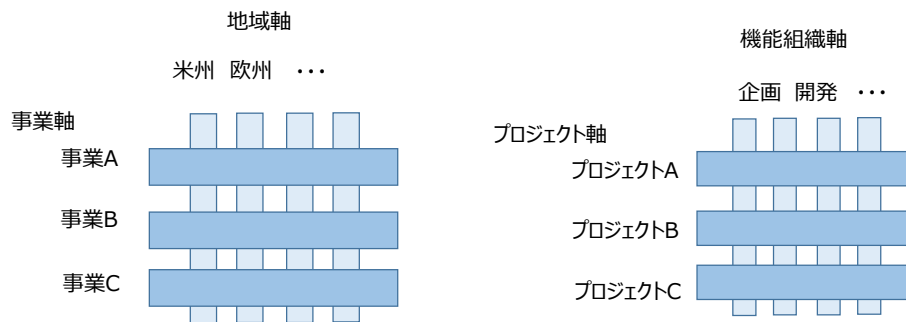


図 1.4 2つのマトリックス組織形態

「地域軸－事業軸」のマトリックス組織

米州、欧州、アジアなどの事業展開地域の主に販売機能と、企業が持つ複数事業のマトリックスである。グローバル企業が採用する組織形態であるが、米州、欧州など地域軸が強くなりやすい。事業軸は地域軸の横断的なチームという組織形態ではなく、ある事業の個別の地域責任者という位置づけとなる。一般に、事業軸での統括は難しく、地域責任者の上司は事業責任者にするなど、人事制度や予算制度などの仕組みと組み合わせ、事業軸の責任者の権限を強化し、事業軸の統括力を強化することが必要とされる。

「機能組織軸－プロジェクト軸」のマトリックス組織

システム開発や製品開発で採用されている組織形態であり、電気・電子回路設計、機構設計、ソフトウェア設計、生産、販売などの機能組織と、複数のプロジェクトで構成されるマトリックス組織である。

マトリックス組織は2軸を持っているため、基本的に2軸での引き合いや矛盾を内包する組織形態である。このため、マトリックス組織の生産性、効率性は低下しやすい。しかし、短期的事業視点と長期的事業視点、短期的収益と長期的組織力向上などの矛盾の解消により、生産性や効率性の低下以上に、より良い解やバランスのとれた解に到達できる有効性が認識され、多くの企業で採用されている。

本論文では、多くの企業が採用している製品開発の組織形態である「機能組織軸－プロジェクト軸」のマトリックス組織を取り上げる。「機能組織軸－プロジェクト軸」のマトリックス組織の長所・短所は以下の通りである。

「機能組織軸－プロジェクト軸」のマトリックス組織

長所：

(a) 人的リソース，特に専門家の有効活用

機能組織の専門家が複数のプロジェクトをサポートすることができる。このため、限られたリソースでプロジェクトの数を増やすことができ開発生産性が高まるため、企業業績を大きく伸ばすことができる。しかし、「1.2.4 商売の基本サイクル」で述べるように機能組織の大規模化は、企業業績悪化の要因ともなる。

(b) 技術や経営環境の変化に対する柔軟な対応

プロジェクトは顧客や外部とのインターフェースが開かれているため、技術や経営環境の変化に対し柔軟に対応することができ、企業の競争力を保持することができる。

(c) プロジェクト遂行で得られた知見や技術の機能組織での蓄積

プロジェクトが終了しても、多くの知見は機能組織に蓄積、継承される。また、企業の長期的成長のために機能組織で開発されている新規技術を次のプロジェクトに搭載することができる。

(d) プロジェクト成果による事業貢献

プロジェクトの完成により製品を市場投入し、年度業績など短期的な事業計画に貢献することができる。

このように、マトリックス組織は多くの長所を持っている一方で、下記のような短所もある。

短所：

(a) 指示命令系統の2重性

機能組織軸とプロジェクト軸の交点に位置するプロジェクトメンバーにとってプロジェクト上の上司であるプロジェクトマネジャー（PM）と人事上の上司であるマネジャーの二人のボスが存在する。このため、命令系統の混乱、権力の引き合い、コミュニケーションの複雑化などの問題が発生しやすく、組織に混乱を生じやすい。

(b) 成果に対する考え方の違いによる摩擦の増加

PMは担当するプロジェクトの成功を中心に短期的視点で考える傾向にある。一方、機能組織のマネジャーは自組織の都合によるテーマ優先順位の設定や人材育成の考慮など、その視点は比較的長期的視点である。このため、プロジェクトマネジャーと機能組織のマネジャーの間では、考え方の相違による摩擦が発生することがある。

短所(b)に対しては上位のポジションである事業本部長に判断を求めたり、ルールを規定して判断することになる。短所(a)に関しては、機能組織側とプロジェクト側の権

力の引き合いの問題であり、両者の力の引き合い程度によりマトリックス組織は機能組織側が強いマトリックス組織とプロジェクト側が強いマトリックス組織の間でバランスする。この両者の引き合いがどこでバランスするかは、企業の製品特性や、経営幹部の考え方、プロジェクトマネジャーの力量など様々な要因により変化する。各組織形態の長所・短所を図 1.5 にまとめる。

	長所	短所
機能別組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術継承と新規技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクト責任者が不明確になり易い ● 弱い組織間コミュニケーション ● 顧客、外部との弱いコミュニケーション
Weak Matrix ↑ マトリックス組織 Balanced Matrix ↓ Strong Matrix	<ul style="list-style-type: none"> ● 人的リソース、特にエキスパートの有効的活用 ● 技術や経営環境の変化に対する柔軟な対応 ● プロジェクト遂行で得られた知見、技術の機能部門での蓄積 ● プロジェクト成果による事業貢献 	<ul style="list-style-type: none"> ● PMと機能部署長の2重性による <ul style="list-style-type: none"> ✓ 命令系統の混乱（2ボスの存在） ✓ 権力の引き合い ✓ コミュニケーションの複雑化 ● 成果に対する考え方の違いによる摩擦の増加 ✓ プロジェクトマネジャー：短期的、自テーマ中心 ✓ 機能部門長：長期的、部門都合によるテーマ優先順位
プロジェクト組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 権限の一元化による強力なプロジェクト管理 ● 迅速な対応と意思決定 ● 顧客、外部との良好なコミュニケーション ● メンバーのプロジェクトに対する高い忠誠心 	<ul style="list-style-type: none"> ● 非効率なリソース利用 ● 新規技術開発、ビジネス展開の欠如 ● プロジェクト間の弱いコミュニケーション ● ワークロードの平準化が困難 ● プロジェクト内の人と外の人の相対評価による人事評価の不公平感 ● プロジェクト優先によるプロジェクト外の人のモチベーション低下

図 1.5 各組織形態の長所・短所

機能組織側が強い権力を持つ形態を弱いマトリックス組織（Weak Matrix）、プロジェクト側が強い権力を持つ形態を強いマトリックス組織（Strong Matrix）、その中間のプロジェクト組織をバランス型マトリックス組織（Balanced Matrix）と呼び、以下のような特徴がある。

Weak Matrix

この組織形態では、機能組織のマネジャーの力や権限が強く、プロジェクトに対する影響力が強いため、プロジェクトマネジャーは限られた権力と権限しか持たず、その役割は関係者の調整役に見える。また、機能組織のマネジャーがプロジェクト予算を管理する場合が多い。

Balanced Matrix

この組織形態では、権力と権限が機能組織マネジャーとプロジェクトマネジャーの間でうまくバランスしているが、バランスを保つことは一般に難しい。

Strong Matrix

この組織形態では、プロジェクトマネジャーのプロジェクトに対する影響力が強く、

プロジェクト予算を管理する。機能組織のマネジャーは、プロジェクトに対し機能組織としての限定された役割を果たす。しかし、機能組織のマネジャーは、企業の長期的戦略の実行や人材の育成など、企業の永続的存続の基盤を確立する責任を有する。

マトリックス組織で機能組織を構成すると、細分化された技術の蓄積や高度化は実現できるが、システム全体を理解し設計できる人材が弱くなるという問題も発生する。このため、マトリックス組織の中にプロジェクト組織を置き、システム全体を理解し設計できる人材を育成することや技術者のローテーションも行われる。

1.2.4 商売の基本サイクル

機能組織軸とプロジェクト軸の力関係のバランスに関して、製品開発という視点だけでなく、企業全体のビジネスから見る視点も重要であり、商売の基本サイクルについて述べる。図 1.6 に商売の基本サイクルを示す [三枝匡 2013] , [三枝匡 2017]。

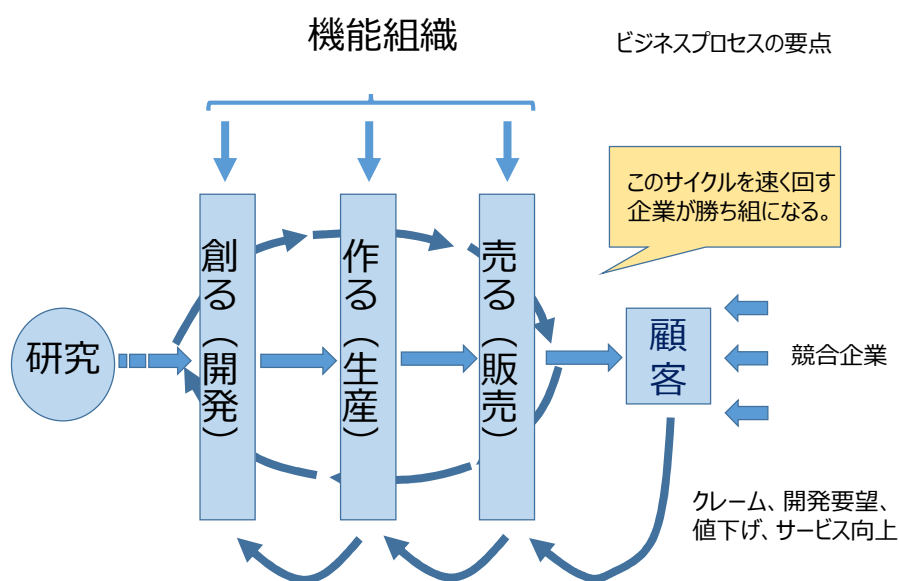


図 1.6 商売の基本サイクル

製品開発企業は、製品を顧客に販売し、利益を得て、その利益を基に次のより良い製品を開発して成長していく。そして、このサイクルを速く回すことでより早く成長していくことができる。このサイクルは、大きな流れとして、創り（開発）、作り（生産）、売る（販売）から構成され、企業内ではそれぞれの機能に対応した組織が構成されている。先のサイクルで製品を開発する活動はプロジェクトであり、このサイクルを構成する機能に対応した組織は機能組織である。つまり、企業は商売の基本サイクルである大きなマトリックスで機能していると考えられる。

企業組織が大規模になると、個別の機能組織も大規模な一つの閉じた組織体として機能

し、その組織内の目標指標の達成に向けて組織は活動する。これは部分最適な活動となり、機能組織間の壁が高くなる、いわゆる、サイロ化と言われる状況が発生する。さらに、同様の機能を持った組織が分散しているよりも、組織を統合することで仕事の重複をなくし生産性向上を目指す。このために、機能組織はますます大規模化していく。また、大規模化した機能組織の責任者は経営幹部である場合が多く、一方で、プロジェクトの責任者であるプロジェクトマネジャーは中堅社員である場合が多いため、機能組織の権限が強くなる傾向にある。大規模化した機能組織間の壁の問題と、機能組織側の権限の強さから、商売の基本サイクルはどんどん遅くなり、企業は徐々に業績が悪化していく。つまり、企業規模で見ると、大規模になるにつれ企業のマトリックス組織は **Weak Matrix** となり、何らかの手を講じないと、企業は徐々に業績が悪化していくことになる。

このように、先述べた製品開発だけでなく、企業全体の商売の基本サイクルでも、マトリックス組織は機能組織軸とプロジェクト軸の間での混乱や摩擦などが発生しやすく、**Weak Matrix** になる傾向にある。また、組織間の誤解や理解の不一致などのために、円滑に仕事が進まない場合も発生しやすい。本論文は、これらマトリックス組織から生じやすい、特に製品開発やシステム開発の遅れを引き起こす問題に対する対応に関して論じる。

1.3 マトリックス組織から生じる問題

製品開発はマトリックス組織で行われる場合が多いと述べたが、このマトリックス組織では、その組織特性から製品開発において以下のような問題が発生しやすい。

(1) マトリックス組織の特性から生じる統制力の弱さの問題。

先の述べたように企業レベルで見ると、機能組織の大規模化により企業は **Weak Matrix** に傾き、商売の基本サイクルの回転が遅くなることで企業業績は悪化していく傾向にある。プロジェクトレベルで見ると、プロジェクトマネジャーは権限を持たないことも多く、さらに、プロジェクト軸には明確なプロジェクト体制が作られていないことも多い。このため、プロジェクトマネジャーの統制力は弱く、マトリックス組織は **Weak Matrix** となってしまう。**Weak Matrix** においてプロジェクトマネジャーは、プロジェクトの責任者としてリーダーシップを発揮できず、内部調整などに時間を取られプロジェクトは円滑に進まない。

(2) マトリックス組織の特性から生じ、計画通りの実行を妨げる問題発生の問題。

機能組織の組織間には見えない壁ができサイロ化しやすく、組織間連携が弱まる傾向にある。このため、組織横断的なチーム体制がうまく機能せず、自組織に閉じた責任意識や責任の押し付け合いなど、組織横断的な問題やリスクに対する対応力が弱体化する。その結果、特に開発の上流で組織横断的な発生抑止活動がうまく行われず、開発下流で組織横断的な問題が発生しやすくなり、問題発生に対しては原因解析や解決作業に時間がかかり日程遅れが発生してしまう。

(3) マトリックス組織の特性や事業環境から生じる日程計画作成手法への影響。

組織間連携が弱まる傾向にあるため、開発作業の連携が弱くなり、特に機能組織間の成果物受け渡し部分で問題が発生し、受け取った成果物を差し戻す手戻りを生じ、開発日程の遅延を生じやすい。このため、日程計画作成段階から成果物の受け渡しで生じる手戻り発生を抑制する事前対応を行う必要がある。

以下、これらの問題について詳しく述べる。

1.3.1 プロジェクト統制の問題

機能組織のマネジャーは部下の人事権を持ち、会社の明示的な階層組織の中で、確立された指示命令の情報伝達ルートを使って、部下や組織に対し強い統率力を持っている。このため、マトリックス組織では機能組織側が力を持ちやすく、Weak Matrix になりやすい。この状況を図 1.7 に示す。

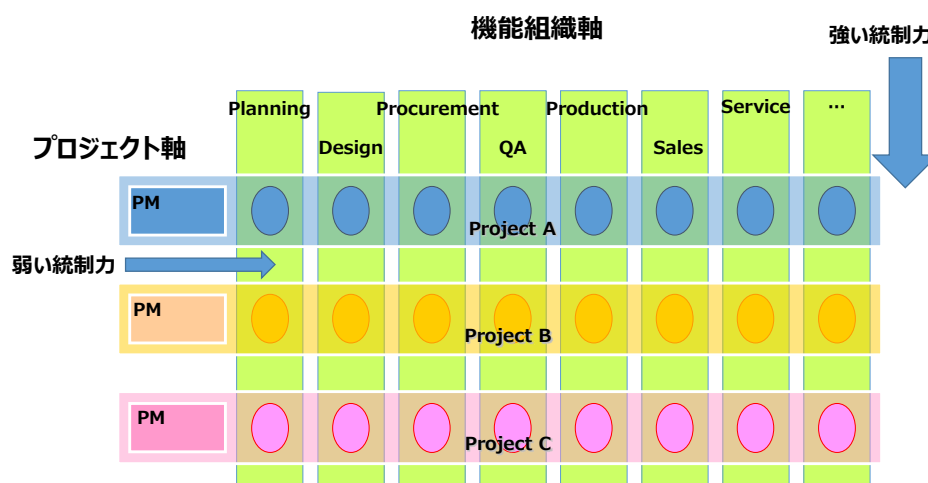


図 1.7 マトリックス組織と弱いPMの統率力

組織体制の観点からプロジェクトマネージャーは、プロジェクト開始時に明示的なプロジェクト組織体制確立の必要性を認識している。しかし、マトリックス組織のプロジェクト軸に対するプロジェクト組織体制の構築手法は知られていない。このため、プロジェクトマネージャーは、プロジェクト関係組織を明示したプロジェクト体制図を作成することが多い。しかし、このようなプロジェクト体制図は、プロジェクトの関係組織を明示しているだけで、プロジェクトマネージャーの統率力を強化しているわけではない。また、プロジェクトマネージャーはプロジェクトメンバーに対する人事権を持たない場合も多く、統率力が弱くなる。

プロジェクトマネージャーは非常に忙しいため、なり手がいないという話もある。明確なミッションを持つ機能組織にはミッションに該当する仕事が持ち込まれる。しかし、明確な責

任者が定められない複数組織が関係する問題の検討や解決はプロジェクトマネジャーに持ち込まれる場合も多く、プロジェクトマネジャーはこのような問題に対応するために機能組織間の調整役になってしまうことも多い。このような状況が発生する原因は、プロジェクトを統制するプロジェクト体制ができておらず、「その他」の問題がプロジェクトマネジャーに持ち込まれるからであると考えられる。このため、マトリックス組織の中でプロジェクトマネジャーが置かれたこのような状況を解決しプロジェクトマネジャーの統率力を強化する手法を開発することが求められる。

1.3.2 計画通りの実行を妨げる問題の発生

マトリックス組織でシステム開発や製品開発が行われる場合、機能組織は担当する機能モジュールなどの成果物の開発を行う。しかしながら、機能モジュールなどを集積し、ある機能の動作を検証すると機能モジュール間のつなぎの部分で多くの問題が多く発生する場合が多い。このような問題は以下のような原因で発生しやすい。

- (1) 製品開発では製品差別化のために新規機能、高度な複合機能、難易度の高いシステム仕様などの実現が必要とされ、その開発作業は難易度が増している。このような製品機能を構成するアーキテクチャーとして、インテグラル型とモジュラー型がある[延岡 2006]。インテグラル型は擦りあわせ型とも呼ばれ、自動車や複写機などがその例であり、日本の産業競争力が維持されている分野でもある。例えば、複写機でトナーの変更は、その融点や物理特性が変化するため、転写系、作像系、定着系などの機構部分、関連電気電子回路部分、制御ソフトウェアなど、部分の変更が全体に影響を与える。このため、関係組織が連携して全体を最適なバランスに調整することが必要であり、このようなシステムでの問題解決は、もぐら叩きのような状況となり、技術問題の解決は、コストや時間のかかる工程となっている。
- (2) 技術高度化に伴い、専門分野が細分化され、それに伴い組織の細分化が進んでいる。このため、技術問題の原因究明や解決のために多くの組織が関係し、場合によっては、問題が組織間をたらい回しされ、日程遅れや品質低下に繋がるケースが発生する。
- (3) 通常、プロジェクトは複数の開発フェーズに分かれている。上流の開発フェーズでは個別機能の検証テストが行われ、下流では複数の組織が関係する統合機能の統合テストが行われる。技術的問題解決は、上流の開発フェーズでは機能単位の不具合が発見され担当組織内で解決できるが、統合テストなど開発下流では、機能境界や組織境界などの境界部分で複雑に絡み合う問題が発生する傾向にある。このため、下流で検出される問題は、その原因解析や解決が難しく、解決のために関係する組織が増え、人員投入によるプロジェクトコストの増大や日程遅延を引き起こす。これらの問題の中には、開発の初期段階で技術に不確実性が高く、問題の発生や解決に時間がかかるリスクとして認識されている重要課題もあり、これらの多くは組織をまたがる場合が多い。しかし、これらの問題を認識している人がいても、先に口火を切ることにより検

討のリーダーになったり、検討負荷の増加を懸念して、そのまま放置されることも多い。

このように、解決の難しい問題の発生は、開発フェーズの下流で発生することが多く、それらの問題は多くの組織と関係する場合が多い。図 1.8 に CFP の発生状況の流れを示す。

複雑に絡み合った問題はしばしば、大きな負の影響を生じます。

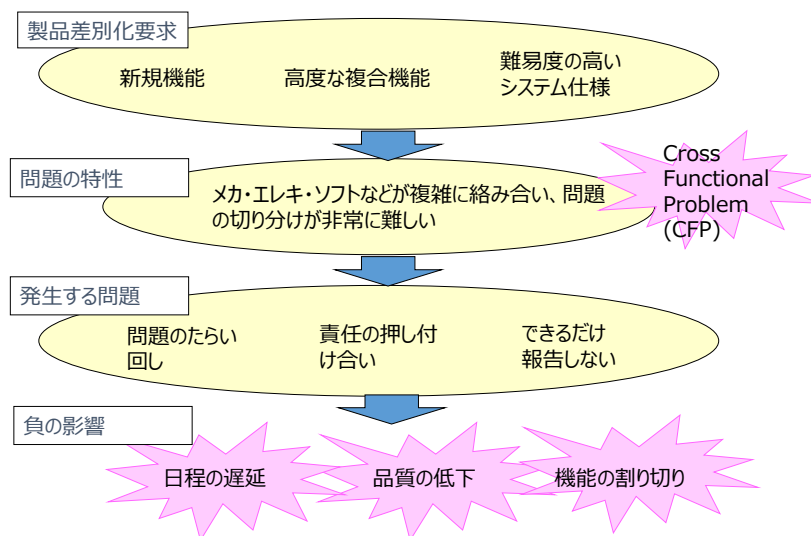


図 1.8 CFP の発生状況

厳しい競争環境の中でより競争力を強化するために、このような CFP を開発上流で事前抑止し、発生時にはより迅速に解決する手法が求められる。これら CFP は開発下流で発生しやすく、図 1.9 に CFP 発生状況の概念図を示す。

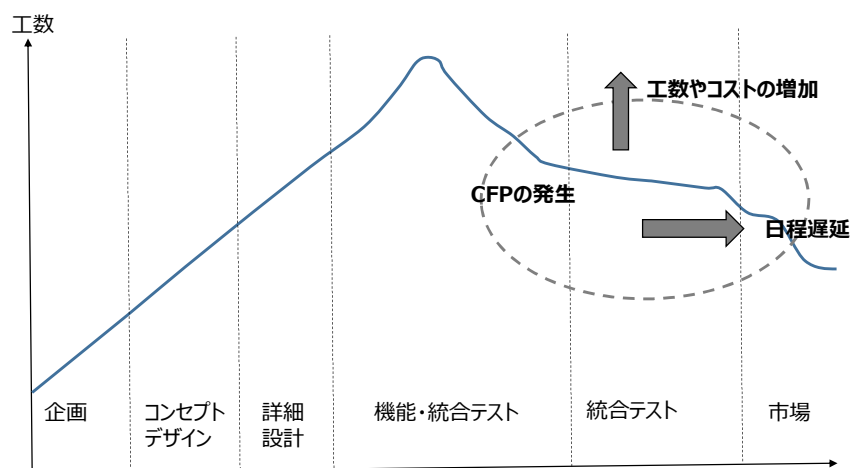


図 1.9 CFP 発生状況の概念図

1.3.3 日程計画作成手法への影響

企業において製品開発のプロジェクト日程計画は必ず作成されるが、その実態は以下のような状況も多く発生している。

- (1) 困難に挑戦することが評価され、達成が非常に困難であるにもかかわらず、詳しい検討が行われないまま、与えられたプロジェクト完了日に合わせた日程計画を作成したり、開発日程はリスクも考慮されていないベストケースを前提とした日程計画が作成される。作成された日程計画は、作業の依存関係が考慮されておらず、主要な作業期間の線とマイルストーン日程の点だけの単純な日程計画となっている場合もある。
- (2) 従来の日程開発手法で日程計画を作成すると、製品開発などの大規模プロジェクトの日程計画の作業数は、数千行を超えることもあり、作成負荷が大きい。さらに、開発途中での計画変更に対し、日程計画更新の負荷が大きい。このため、計画通り進捗している時には日程計画はあまり参照されず、ひとたび計画と実績が乖離し始めると、その局面に応じた詳細日程計画が作成され、結局、元の日程計画は参照されなくなる場合もある。このため、開発初期に負荷をかけて日程計画を作成する意義に疑問を持つ人もいる。また、日程計画はプロジェクト・チームとの共有資料や組織幹部との会議で説明資料として(1)に述べたような単純な日程計画だけが作成され、実現可能性の検討が不十分な場合もある。
- (3) 日程計画作成は大変な作業である割に得るものが少ないとの認識や、組織内で日程計画作成手法が定まっていない場合もある。このため、プロジェクトマネジャーは過去の類

似事例を基に日程計画を作成し、関連組織は日程調整後、その提示日程に従うというやり方が行われる場合もある。しかし、日程計画を与えられた組織は参画意識が希薄なため、作業の遅れに対し責任意識が薄く、プロジェクト日程は遅延しやすい。

以上のように、開発日程計画作成に対して、その作成は煩わしいものであると認識され、その重要度が理解されず、さらに、十分な検討が行われず、開発日程遅延が常態化している場合もある。日程遅延を防ぎ、開発作業を最大限の生産性で行うために、マトリックス組織に適した、開発の現場でその有用性が認識され、実用的で実現可能性の高い日程開発手法が望まれる。

1.3.4 マトリックス組織から生じる問題のまとめ

以上の議論から、マトリックス組織の組織特性から、製品開発に影響を与える問題点を以下のようにまとめることができる。

(1) プロジェクト統制の問題.

プロジェクトの現場で発生している問題を迅速に検出し、また、意思決定を迅速に行い、決定事項を迅速に指示命令するための情報伝達体制であるプロジェクト体制の構築は、プロジェクトを円滑に推進し成功させるために重要である。マトリックス組織では、プロジェクト開始時に、プロジェクト軸にプロジェクト体制は構築されていないため、プロジェクトマネジャーはこれを構築する必要がある。しかし、プロジェクト体制構築の必要性は認識されているが、プロジェクト体制構築の基本的考え方や、その考え方を基に実際にプロジェクト体制を構築する手法が確立されているとは言い難く、この手法が必要である。

(2) プロジェクト計画通りの実行を妨げる問題の発生.

マトリックス組織では、複数の機能組織が関係する組織横断的な問題が発生し、これが開発日程遅延や開発経費の増加、品質の低下などの悪影響を生む原因の一つである。このような組織横断的な問題の発生を事前に抑制し、発生時に迅速に解決できる手法が必要である。

(3) 日程計画作成手法の問題.

開発現場では、日程計画の必要性は認識されているが、日程計画作成に対する負荷の重さや活用価値に対する認識が弱く、日程計画作成の重要性が十分に認識されていない場合がある。このため、マトリックス組織の特性や開発環境に適した、実用性の高い日程計画作成手法が求められている。

これらの問題の内、(1)と(2)は組織横断的な問題を主題とする一つの研究テーマとして扱い、(3)は日程計画作成を主題とする2つ目の研究テーマとして扱う。

1.4 PBLへの応用

大学教育では、専門分野の教育に加え、学生が社会課題や企業内の課題解決に取り組む経

験を通して、社会人基礎力を向上させる PBL の有効性が認識されており、広く実施されている。

先に述べたようにプロジェクト成功のためには、プロジェクトの日程計画作成は重要な作業である。プロジェクトの日程計画を作成するためには、プロジェクトメンバー間で日程計画に関係する様々な事項の共通理解を確認し、未確認事項を洗い出し対応を行うなど、プロジェクト関係者は密にコミュニケーションを取る必要がある。また、自分の担当する日程計画は必ず守るという責任意識の醸成やチームの一体感の醸成も重要である。さらに、日程計画を含むプロジェクトマネジメント関係の成果物を生み出すことで、それらプロジェクトは計画に基づいて運営され、プロジェクトが目標とする最終成果物を確実に生み出すことができる。すなわち、日程計画作成は、プロジェクトを成功に導くためのほぼ全ての要素を含む、プロジェクトマネジメントの中核となる作業である言っても過言ではない。一方、PBL は、参画意識や責任意識の希薄な学生がメンバーとして参加し、プロジェクトがうまく進まなかったり、PBL のテーマに対し具体的に何に取り組むかの議論に時間を費やしたり、PBL がプロジェクトとして運営できていない、など PBL の基本的な課題もある。このため、日程計画作成手法をうまく PBL に適用することで、Project Based の名の通り、PBL をプロジェクトとして運営し、PBL の基本的な課題を解決し、PBL の学修成果の向上が期待できる。

3 つ目の研究テーマとして、2 つ目の研究テーマである日程計画作成手法を PBL 向けに改良し、実際の PBL の授業に適用し、PBL の基本的課題を解決し学修成果向上を図ることができるかの検証を実施した。さらにこの試行から得られた知見を PBL の事前学修として学生に教授し、それらの効果の検証や見つかった課題の解決を 4 つ目の研究テーマとした。

1.5 本研究の背景

筆者は IBM のノート型 PC のブランドである ThinkPad の開発エグゼクティブ・プロジェクトマネジャーとして、厳しい製品開発競争を経験してきた。IBM は 1990 年代初頭に経営危機に陥り、お客様対応・管理や、受注・配送、サプライチェーンなど 7 つの領域でプロセス改革が実施された。その中で IBM の社内標準となる製品開発マネジメント体系として「2.3 開発マネジメントの仕組み」で述べる IPD というマネジメント体系を導入した。それまでの製品開発も標準化されたプロセスに沿って行われていたが、標準開発プロセスや開発ステップ移行会議などに必要な書類などは経験的に作り上げられてきものであり、基礎となる考え方の上に体系化されているとは言えなかった。これらの社内標準は「何をすべきか」を規定していたが「どのような考え方で、どうすべきか」を規定してはおらず、「なぜそれをすべきか」に答えられていなかった。IPD は、製品開発を進める上での基本的な考え方と仕組みを体系化している。IPD は、組織の基本構造としてマトリクス組織を置き、プロジェクトの実施は会社にとって投資でありプロジェクト・チームと会社との契約に基づき実施されることや、意思決定の考え方やチーム体制、開発プロセスの構造など、基本となる考え方と仕組みが体系化された優れた手法である。この手法を勉強し ThinkPad 開発の

リーダーとして開発をリードする中で、マトリックス組織の特性から生じている問題も多いことに気が付いた。

技術問題が発生した場合、確実に再現できる問題の解決は、比較的迅速に解決することができる場合が多い。しかし、発生頻度が低く、再現の難しい問題の解決は非常に難しい。これらの問題の多くは、開発下流において機構設計やソフトウェア設計、電子回路設計などの複合的機能が絡み合ったり、熱や電磁放射、部品不良、耐久試験などの外部的要因で発生することが多い。発生した問題を管理するために、問題管理システムが使われるが、解決が難しい問題は問題が長い間放置されたり、たらいまわしされたりする場合も多い。さらに、問題の原因分析を担当する組織を決めたり、複合要因から発生する問題解決の責任組織を決めたり、問題発生責任者を特定するために時間を浪費することが多く、CFP に対する対応の必要性を強く感じていた。

また、プロジェクトを担当するプロジェクトマネジャーの力量に差があり、力のあるプロジェクトマネジャーは新規の製品開発や、新規技術の市場導入を目指す重要な製品を担当し、そうでないプロジェクトマネジャーは、既存製品の改良や仕入れ製品などを担当した。この力量の差は必ずしも経験によるものではなく、プロジェクト体制を確立することでプロジェクトを確実に統制し、プロジェクト関係者の力を最大限に発揮できる環境を作り上げてプロジェクトを成功に導き、さらに、プロジェクトの成功を積み重ねて経営幹部の信頼を得ることによって、次の挑戦的なプロジェクトを任せられ、力量に差がついていく。マトリックス組織においては、プロジェクト内部体制として強固なプロジェクト体制を作ることと、プロジェクト外部体制として経営幹部との良好な関係を構築することが重要である。しかし、これらをうまく構築できないプロジェクトマネジャーは、諸問題の調整のために時間が取られ、リーダーシップを発揮した円滑なプロジェクト運営が難しくなり、プロジェクトマネジャーは益々忙しくなる。一方、優秀なプロジェクトマネジャーは、難易度の高いプロジェクトでも余裕があり、プロジェクトを円滑に進めていた。この理由の一つは、優秀なプロジェクトマネジャーは、強固なプロジェクト体制を作ることによって組織横断的な問題でも仕事を適切に割り当てることで組織の能力を引き出し、また問題発生を抑止や迅速な発生時対応ができるプロジェクト体制を構築できているからだと思われた。しかし、マトリックス組織において、このような強固なプロジェクト体制を作る手法は属人的な面が強く、標準的な手法の必要性を感じた。

プロジェクトを計画通り推進していくための中核となるのはプロジェクト日程計画である。「2.5 実現可能性の高い日程計画作成手法の開発に関連する先行研究」で述べるが、アクティビティーを接続して日程計画を作成する手法は知られていた。しかし、アクティビティーは細かい現場作業であり量が膨大となるため、アクティビティーに基づく日程計画作成には手間がかかる。次の製品の日程計画は従来の製品の開発日程と大枠では大差ない場合も多く、このため、プロジェクトマネジャーは以前のプロジェクトの実績を参考に表計算ソフトウェアやプレゼンテーションソフトウェアで原案を作成し、それを機能組織に提示

して調整の上、合意を得るという場合も多い。その計画の中には、作業の依存関係などは含まれておらず、設計や検証、組み立て、試験などの作業期間とプロジェクトの主要なマイルストーン日程が示されているだけであった。このため、マトリックス組織における機能組織間での成果物受け渡しで問題が発生し手戻りが生じたり、リスクに対する考慮が甘く日程遅れが発生していた。しかし、決められた納期までに作業を完了しなければいけないため、非常に厳しい日程で仕事をしなければならない場合が多く発生した。そこで、製品開発現場で実践的に使え、実現可能性の高い日程計画を作成する手法を作り上げる必要性を感じた。

これらの状況を背景として、これまでに述べた問題解決のために研究開発した手法が、本論文で論ずる研究テーマである。さらに、大学教育と関わる中で、授業で勉強した知識を社会や企業の現実の課題解決に生かす実践的教育であり、さらに、学生に能動的教育を促すアクティブラーニングの一環として、PBL が実施されていることを知った。PBL に関して学ぶうちに、開発した日程計画作成手法を少し修正することで PBL の基本的な課題を解決し学修成果向上につながる可能性に気が付き、その研究を進めてきた。そして、その試行を実際の PBL で実施することで課題解決に対する効果を検証し、さらに、PBL の学修成果向上につながる新たな知見を得た。本研究は、上記のような事柄を背景として、研究を行ってきた成果である。

1.6 本論文の構成

第 2 章の先行研究では、本研究に共通に関連する研究分野や、4 つの研究テーマに関係する先行研究について述べ、本研究の位置づけの明確化を図る。第 3 章の「組織横断的問題解決手法の開発とその効果」では、組織横断的問題解決やプロジェクト体制確立のための基本的考え方や、そのツールの構造、効果について論じる。第 4 章の「実現可能性の高い日程計画作成手法の開発とその効果」では、本手法の基本的考え方や、成果物の依存関係を定義するフォーマットの構造、日程計画作成の実施手順、及び、効果について論じる。第 3 章と第 4 章は製品開発への適用を前提した研究である。

第 5 章の「日程計画作成手法の PBL への応用」では、第 4 章の日程計画作成手法を PBL に適用するための改善点や、実際の PBL に適用した結果、さらに、結果に対する考察や得られた知見を論じる。第 6 章の「PBL の学修成果向上の試みと効果」では、第 5 章の考察の結果や知見を PBL に適用し、学修成果の向上に対する効果の検証結果と、試行結果から得られた課題の解決を図り、PBL を構成するプロジェクトタイプを統一的に扱うことのできる日程計画作成手法の確立を論じる。第 4 章、第 5 章、第 6 章は、PBL への適用を前提とした研究である。本論文の構成と構成の関係を図 1.10 に示す。

第 2 章 先行研究

本章の概要

4 つの研究テーマに共通するトピックや本研究を取り巻く先行研究の状況を概観する。さらに、先行研究の課題を述べ、本研究の位置づけの明確化を図る。

本章では、本研究に関連する先行研究について説明し、先行研究に対する本研究の位置づけを明確にする。まず、研究テーマ全体にかかわる先行研究について述べ、次に個別研究テーマに関係する先行研究について述べる。

研究テーマ全体にかかわる先行研究

本研究全体は、プロジェクトマネジメントに関係するため、まず、プロジェクトマネジメントの歴史概要について述べる。次に、序章でも述べたように、本研究はマトリックス組織の組織特性から生じる問題に対する対応に関係しており、マトリックス組織に関係した先行研究について述べる。さらに、本研究は製品開発プロジェクトを円滑に進めるための手法に関する研究であるが、個別製品開発プロジェクトが円滑に進むために製品開発企業全体の基盤となり、企業が付加価値を生み出す組織能力の基盤でもある開発マネジメントシステムについて述べる。ここでシステムとは、IT システムのことではなく体系という意味である。

研究テーマ名：「組織横断的問題解決手法の開発」に関係する先行研究

本研究テーマの扱う問題は、専門家チーム体制の確立による CFP で生じる日程遅れの未然防止、及び、確立したチーム体制や関係機能組織を統制するためのプロジェクト組織体制構築手法、ということができる。

本研究テーマの先行研究として、本研究の基礎となった責任の明確化手法として、責任分担表(Responsibility Assignment Matrix: RAM)について述べる。次に、本研究は、CFP の事前抑止を扱うが、これはリスクへの対応と考えることもできるため、リスク関連の先行研究について述べる。製品開発の現場では、リスクと課題の境界は曖昧に使われることが多い。そのため、リスクと課題についての考え方を整理する。さらに、本研究は、開発下流での問題発生を開発上流で事前抑止する手法と考えることもできる。この開発上流で実施される開発下流での問題発生抑止は、フロントローディングとも言われ、様々な先行研究が行われており、代表的な先行研究について述べる。また、本手法は、組織横断チームを構成する手法でもあり、組織横断チームに関する先行研究についても述べる。最後に、これらの先行研究を踏まえて研究課題について述べる。

研究テーマ名：「実現可能性の高い日程計画作成手法の開発」に関係する先行研究

日程計画作成の基礎は、Work Breakdown Structure (WBS)である。この WBS は一見単純であるが、実際の作成は意外に難しい。まず、WBS の作成方法に関して概説を行う。次に、書籍や PMBOK®など一般に普及している日程計画作成手法について述べ、さらに、Department of Defense (DoD)、NASA などと定められている大規模プロジェクトにおける標準的な手法について述べる。また、1990 年代に提案された日程計画作成の考え方である、Critical Chain Project Management (CCPM)について述べる。さらに、日程計画作成は人間の意識や行動特性に大きな影響を受けるため、人間の意識や行動特性が日程計画に与える影響についてまとめる。

研究テーマ名：「日程計画作成手法の PBL への応用」，及び，「PBL の学修成果向上の試み」
に關係する先行研究

本研究では，実現可能性の高い日程計画作成手法の開発で提案した日程計画作成手法を PBL に適用し，PBL の基本的な課題解決可能性の評価と，試行により得られた知見を PBL に適用し，PBL の学修成果向上の評価を行った．本研究の先行研究として，PBL 関連の先行研究や，PBL の円滑な進行に効果を生む可能性のある思考スタイルなどについて述べる．

2.1 プロジェクトマネジメントの歴史概要

本研究は，プロジェクトマネジメント手法の研究である．特に，製品開発やシステム開発などのプロジェクトは，技術開発の高度化や複雑化で大規模化しており，これらプロジェクトを確実に達成するための手法であるプロジェクトマネジメントはますます重要となっている．まず，プロジェクトマネジメントの歴史的概観を述べる．

大昔はプロジェクトやプロジェクトマネジメントという考え方は存在しなかったが，人間の英知が生み出した歴史的遺跡は現代から見ても驚嘆すべきものが多い．20 世紀初頭に Frederick Winslow Taylor が科学的管理手法を提唱し，作業の生産性とマネジメントの概念が生まれてきた．1910 年代には，タスク（作業）の作業期間とタスクの依存関係で日程計画を表現するガントチャートが Henry Gantt により開発され，使用されていた．Henry Gantt は Frederick Winslow Taylor の弟子と言われる．また，仕事の仕方としては，「Over the fence」，すなわち，次の組織に仕事を手渡ししていく機能別組織の仕事の方法が一般的であり，プロジェクトマネジメントという概念はなかった．このような仕事の仕方のため，全体を統制する責任者は不在であった．

第 2 次世界大戦後，1950 年代に冷戦の時代に突入し，軍拡競争に拍車がかかり，プロジェクトの大型化，複雑化が進んだ．米政府が企業と契約する兵器産業や航空宇宙産業の大規模プロジェクトに対し，米政府との交渉の窓口となる企業側のプロジェクトの責任者の必要性が認識されプロジェクトマネジャーの導入が進み，これが後にプロジェクトマネジャーと言われるようになっていく．また，プロジェクト全体の統制の必要性からプロジェクトマネジメントの導入が促進された．

この時代，1957 年にはポラリスミサイル開発のために，米国海軍，ロッキード社，ブーズ・アレン・ハミルトン社は共同でタスクの作業期間推定の方法である Program Evaluation and Review Technique (PERT)を開発した．また，1950 年代末にはプラントのメンテナンスプロジェクトのために，デュポン社とレミント・ランド社は共同で日程計画のクリティカル・パスを見つける手法である Critical Path Method (CPM)を開発した．両者は数学的手法であり，クリティカル・パスを見つけ日程計画を作成する手法であるが，CPM は作業期間が固定日数であるのに対し，PERT は作業期間に確率的な幅を持たせてプロジェクト期間を推定する点が異なっている．

WBS の概念は 1950 年代にもあったようであるが，公式には 1962 年に，DoD，NASA，宇宙産業関連会社により導入された．WBS は，最終成果（物）を生み出すために必要なす

すべての活動（アクティビティー）を漏れなく洗い出すために、プロジェクトの構成要素を階層的に分解した構造である。WBS は、プロジェクト・スコープ（範囲）を定め、日程計画作成の基礎となり、また、調達における購買要素を抽出するために重要である。この重要性から、1968 年に DoD は、「Work Breakdown Structures for Defense Materiel Items」という調達ための標準ガイドを発行している。このガイドはその後改訂され、最新のものは、2011 年に発行された「Work Breakdown Structures for Defense Materiel Items」(MIL-STD-881C)である。また、DoD や NASA はスケジューリング（日程計画作成）などの標準ガイドも発行しており、大規模なプロジェクトを支える先進的な取り組みを行っている。

一方で、プロジェクトマネジメントの企業への導入のペースは遅かった。プロジェクトマネジャーの必要性は認識されたが、プロジェクトマネジャーの導入は組織を機能別組織からマトリックス組織に変更することが必要となる。しかし、「1.2.3 マトリックス組織」で述べたように、マトリックス組織には短所も多くあり、マトリックス組織に関しては賛否が多くあった。特に、それまでは一人のボスからの指示で部下を動かすことがマネジメントの基本と考えられてきたが、2 人のボスを認めることによるマネジメントの難しさや混乱による生産性の低下と、プロジェクトマネジャーや関連スタッフの増加による人件費増加が懸念された。しかし、1980 年以降、マトリックス組織の有用性やプロジェクトマネジャーの必要性が認識され、プロジェクトマネジャーの導入が進み、さらに、技術の急速な進歩やプロジェクトの大規模化など、開発環境の変化もあり、それまでの属人的なプロジェクトの進め方から、プロジェクトを確実に実施するプロジェクトマネジメントの導入が進んだ。

1960 年代以降、プロジェクトマネジメントの重要性の認識が広がり、以下のようなプロジェクトマネジメントを体系化、標準化する組織や認定試験、国際標準が整備されている。

(1) PMI® (Project Management Institute)

1969 年に米国で Project Management Institute (PMI®, プロジェクトマネジメント協会) が設立され、会員数は 2016 年 12 月において約 47 万人であり世界最大のプロジェクトマネジメントの組織となっている。実施している資格試験は、Project Management Professional (PMP®) など 8 種類あり、PMP® 資格保持者は 2016 年 12 月で約 75 万人いる。また、プロジェクトマネジメント体系である Project Management Body of Knowledge (PMBOK®: プロジェクトマネジメントの基礎知識体系) を発行し、プロジェクトマネジメントの標準ガイドとして認識されている。PMBOK® は 1996 年の初版以来、約 4 年ごとに改訂され、現在第 6 版が発行されている。PMBOK® は、プロジェクトマネジメントを以下の 10 の知識エリアに分類し、また、5 つのプロセス・グループを規定している。知識エリアとプロセス・グループは、マトリックスを構成し、図 2.1 に示すようにその交点に基本プロセスを規定している [PMI2017] , [PMI2013] 。基本プロセスは、[PMI2017] では [PMI2013] に対し 2 つ増え、1 つ削減されており、プロジェクトマネジメント知識エリアの 2 つの名称が変更になっている。基本プロセスは全て、入力→プロセス→出力の構成であり、必要とする入力成果物、出力成果物、さらにプロセスにおける標準的手法や利用で

きるツールなどを記述している。

知識エリアの内、「品質マネジメント」、「コスト・マネジメント」、「スケジュール・マネジメント」の3つは成果物の QCD に関係する知識エリアであり、「統合マネジメント」は全体の活動の統制を図る知識エリアであり、残りは最終成果に至る過程に関わる知識エリアである [PMI 日本支部 2017b]。

プロジェクトマネジメント 知識エリア	プロセス・グループ				
	立ち上げ	計画	実行	監視 コントロール	終結
統合	○	○	○	○	○
スコープ		○		○	
タイム→ スケジュール		○		○	
コスト		○		○	
品質		○	○	○	
人的資源→ 資源		○	○	○	
コミュニケーション		○	○	○	
リスク		○	○	○	
調達		○	○	○	○
ステークホルダー	○	○	○	○	

○は基本プロセスが定義されている箇所
基本プロセスは、入力情報 → ツールと技法 → 出力情報 のフォーマットで定義されている。
計画と監視・コントロールに基本プロセスが集中している。
青字はVersion 6での変更点。

図 2.1 プロセス・グループと知識エリア [PMI2017]

(2) IPMA® (The International Project Management Association)

1965 年に設立され、その後、変遷を経て 1970 年代初めに The International Project Management Association (IPMA®)に名称が決まった。IPMA の認定資格は IPMA Level A~D の 4 段階があり Level A が最もレベルが高い資格である。世界的な組織ではあるが、日本での認知度は低い。

(3) PRINCE2® (Projects IN Controlled Environments 2)

1989 年に IT システム開発のプロセスモデルに基づくフレームワークとして英国の中央電子計算機局によって採用された。2009 年に英国政府が改訂版を出し、英国政府の IT プロジェクトだけでなく、広範なプロジェクトマネジメント手法と認知され、主にヨーロッパで普及している。2013 年に、PRINCE2 の所有権が英国政府とキャピタ社の共同出資会社である AXELOS 社に移管された。PRINCE2®はその資格試験としても普及している。

(4) プロジェクトマネジメント学会 (The society of Project Management)

この学会は、1999 年に日本の産業界、官界、学界の理論、実務知識と科学知識を融合し、日本から世界に向けてプロジェクトマネジメントを発信する組織として設立された学会で

ある。2017年にはIPMA®に加盟したので、今後、日本でのIPMA®の認知度は向上すると思われる。

(5) 日本プロジェクトマネジメント協会

(Project Management Association of Japan: PMAJ)

2001年に通商産業省（現 経済産業省）指導の元に作成された日本初のプロジェクトマネジメント体系であるP2M (Project and Program Management)の普及や資格認定を行っている組織である。研究開発活動は国際P2M学会が担当している。

主な認定資格

- (a) PMI®の認定資格：Project Management Professional (PMP®)など8種類
- (b) IPMA®の認定資格：IPMA Level A～Dの4段階、Level Aが最もレベルが高い資格。
- (c) PRINCE2®
- (d) P2Mの資格：PMC (Project Management Coordinator)など4種類。
- (e) 情報処理技術者試験 PM試験

主な国際標準

- (a) ISO 21500: 2012 - Guidance on project management.
- (b) ISO 31000: 2009 - Risk management.
- (c) ISO 21504: 2015 - Project, programme, and portfolio Management – Guidance on portfolio management.

プロジェクトを確実に遂行するためには、PMBOK®で定められているような多くの知識エリアの影響を受ける。しかし、その基本は、図2.1で多くの基本プロセスが定義されているように、実現可能性高い日程計画を作成し、実績と計画との乖離をコントロールすることであると考えられる。これにより、高い品質の商品を少ない工数、少ない開発経費、短い開発期間で開発し新たな価値を生み出すことができる。つまり、日程計画はプロジェクトマネジメントの中核であると考えられる。「1.3 マトリックス組織」から生じる問題のまとめで述べたマトリックス組織から生じる3つの問題に対する本研究は、日程計画作成手法の提案であり、プロジェクトマネジメントの中核となる手法を扱うものである。

2.2 マトリックス組織に関する先行研究

本研究は、マトリックス組織を前提としており、「1.2 開発組織構造」では、機能別組織、マトリックス組織、プロジェクト組織について、それぞれの長所・短所を述べた。本節では、特にマトリックス組織に関する先行研究について述べる。

まず、地域軸－事業軸のマトリックス組織について述べる。地域軸－事業軸のマトリックス組織は、その交点に地域軸と事業軸に2人の上司を持つマネジャーが置かれる。この場合、交点のマネジャーは、例えば、販売促進製品の優先順位や製品別売り上げ目標などに対し縦軸、横軸からの指示にコンフリクト（不一致）が発生し、それらに対処することが求

められる。この地域軸―事業軸のマトリックス組織はこの 2 軸の持つコンフリクトを利用し、よりよい解やバランスの取れた解を得ることを目指すものであるが、同時に仕事効率の面では低下する [Galbraith2009]。この文献では、各社の導入事例を紹介や、地域軸―事業軸―製品軸の 3 軸のマトリックス組織についても論じている。

マトリックス組織が発症する以下のような 9 つの病状と処方述べている先行研究もある [Davis1978]。

(1) Tendencies toward anarchy

自分のボスが誰であるかの認識がなくなり組織が混とんとなる。

(2) Power Struggles

権力の引き合い。

(3) Severe groupitis

マトリックス組織では、グループの合意による意思決定をしなければいけないという誤解。

(4) Collapse during economics crunch

ビジネスがうまくいかなくなると、マトリックス組織のせいになれ、捨て去られる。

(5) Excessive Overhead

マトリックス組織に付随した高い負荷への恐れ。

(6) Sinking to Lower level

マトリックス組織は会社の上層部では生き延びられず、下位層に沈んでいく。

(7) Uncontrolled Layering

コントロールできないマトリックスの階層構造。

(8) Navel Gazing

マトリックス内部の仕事に忙殺されて、市場を見なくなる。

(9) Decision stranguration

内部処理で忙殺され、アクションできなくなる。

複数の同時並行的な戦略を実行する組織としてマトリックス組織を採用する企業が増えているが、複雑化する戦略の実行は、それを実行する組織構造の問題ではなく、次の 3 点が重要であるとの指摘もある [Bartlett1990]。

(1) 明確性、継続性、一貫性を持ったビジョンの構築と共有

(2) 社員の視野の拡大とゴールへの共感

(3) 社員の考え方や活動の企業戦略への統合

機能組織軸―プロジェクト軸のマトリックス組織は、機能組織―プロジェクト間のパワーバランスの点から大きくは、Strong Matrix, Balanced Matrix, Weak Matrix の 3 つのマトリックスに分けられることを「1.2.3 マトリックス組織」で述べた。

Strong Matrix と Weak Matrix の間のどの辺りの Balanced Matrix が適切であるか、マトリックス組織のマトリックスレベルを判断する考え方を論じている先行研究もある [Galbraith1971].

製品開発などのプロジェクトを完了することで新製品が売り出され事業収益を生むため、適度にプロジェクト軸が強い Strong Matrix の方が好ましいと言われる [延岡 2006] . 機能組織は、先端技術の開発など企業の長期的な成長に重要であり、その技術開発の方向性は、将来の製品に搭載する技術の開発である。短期的な収益を重視するか、長期的な技術力を重視するかは企業の戦略、経営トップの考え方に依存する。ただし、Weak Matrix で機能組織が強くなりすぎると、機能組織のサイロ化が進み、製品もなかなか発売されず、企業は徐々に衰退することになる。

マトリックス組織の機能組織は、会社の公式な階層組織であり、その中のマネジャー（ラインマネジャーとも呼ばれる）は部下の人事権も持っている。このため、適切な対応をとらないとマトリックス組織は Weak Matrix に変わって行く。Weak Matrix ではプロジェクトメンバーの意識の軸足が機能組織側にあるので、プロジェクト・チームの一体感は生まれにくい。このような状況を防ぐために、以下のように対応がある。

(1) プロジェクトマネジャーに対する権限を付与する方法 [除村 2016a]

(a) 経営トップや事業トップによる仮想的権限付与

経営トップや事業トップがプロジェクトマネジャーを製品責任者として重視するという姿勢を発信し続ける。例えば、事業全体の責任を持つ事業本部長は、機能組織トップの上司である場合が多く職責が上位に位置するので、事業本部長はプロジェクトマネジャーを任命授与式などで公式に任命し、当該プロジェクトの事業達成責任と事業本部長代理としての権限委譲を公知する方法がある。これによりプロジェクトマネジャーのモチベーションを高めることもできる。また、事業本部長はプロジェクトマネジャーに製品開発状況や販売状況報告などを求め、プロジェクトマネジャーを重視している姿勢を示すことや、任命したプロジェクトマネジャーが権限を発揮できるような環境を提供することも重要である。

(b) プロジェクトメンバーの人事権

プロジェクトマネジャーは、機能組織のマネジャーと、プロジェクト・コアメンバーや第3章で述べるワーキンググループ (Working Group: WG) リーダーの成績評価をある割合を行うことを事前合意する。プロジェクトマネジャーとマネジャーの評価割合は、50%:50%などである。そして、この合意をプロジェクト開始時に評価対象者に知らせておく。プロジェクトマネジャーは成績評価時に、評価対象者の評価をマネジャーに伝え、マネジャーはプロジェクトマネジャーの評価を加味し、合意した評価割合で評価対象者の成績評価を行う。これにより、プロジェクトメンバーの意識をプロジェクトマネジャーに向け、プロジェクト・チームのまとまりを強化する。

(c) 機能組織対する予算承認権限

機能組織のマネジャーが人事権を持つ一方で、プロジェクトマネジャーは担当プロジェクトの予算権を持つ。これにより、プロジェクトマネジャーは機能組織へのプロジェクト開発予算配分と承認の権限を持ち、さらに機能組織の予算使用に対し承認権限を持つことで機能組織を統制する。この時、プロジェクトマネジャーは単に予算承認をするだけでなく、金型作製や試作機台数の抑制による開発経費のコントロールなど、予算承認権限を活用して機能組織を適切に統制することが求められる。

(2) プロジェクトメンバーの意識をプロジェクト側に向ける

(a) プロジェクトルームの設置

プロジェクトメンバーにプロジェクト専用の部屋と席を用意し、基本的にそこで仕事するようにさせ、プロジェクトメンバーの一体感や自覚を強化する。

(b) プロジェクトマネジャーの人的魅力

プロジェクトマネジャーはプロジェクトメンバーを引き付ける人的魅力を磨き、プロジェクトメンバーがこの人と働きたいという気持ちを持つようにする。

(c) プロジェクトでの自己成長期待

プロジェクトメンバーがそのプロジェクトで働くことで自己成長を感じられるように、プロジェクトマネジャーはプロジェクトメンバーに仕事の自由度を与え、挑戦的な仕事をさせる。

(3) プロジェクト軸に強固なプロジェクト組織体制を確立し、プロジェクトを統制する。

マトリックス組織の機能組織は公式な階層組織を持っているが、プロジェクト軸にはプロジェクト体制はなく、プロジェクトマネジャーはこれを確立する必要がある。このプロジェクト体制は、明確な指示・命令伝達系統と情報収集経路を持ち、機能組織も含めて統制できることが必要である。

プロジェクトを統制するために、プロジェクトマネジャーは権限を持つことが必要であり、(1)の3つの方法の中から何らかの権限を得ることが必要である。(2)のアクションを行うことで、プロジェクトマネジャーは、プロジェクトメンバーの意識をプロジェクト側に向けることが可能となる。(3)の強固なプロジェクト体制の確立に関し、書籍や参考文献にその必要性は述べられているが、具体的な方法論は触れられていない。その課題への対応として、本論文は、マトリックス組織のプロジェクト軸に階層構造をもったプロジェクト体制を確立する具体的な方法について論述する。プロジェクトマネジャーとマネジャーの権限の引き合いなどが発生するとマトリックス組織は混乱する。このため、両社の責任分担などを明確化し、両者は協調して活動を進める関係を構築することが重要である。

2.3 開発マネジメントの仕組み

経営学は企業経営全般を扱うが、技術視点の経営学を技術経営(Management of Technology: MOT)と呼ぶ。欧米で MOT は技術視点の経営学であり MBA コースの一分野

として扱われるが、日本では技術系の一分野として教授される場合が多い。MOT は、企業の持つ技術資産から効率的に、高い経済価値を生み出すマネジメントを扱う研究領域であり、イノベーション創出マネジメント、開発マネジメント、事業化マネジメント、生産マネジメントなど広い分野をカバーしている。これらのうち、本論文では製品が生み出す付加価値の創造を扱う。この付加価値創造の分解を図 2.2 に示す[延岡 2006]。

付加価値創造



図 2.2 製品開発による付加価値創造と開発マネジメントの仕組みの位置づけ

付加価値創造は、製品を開発するなど付加価値を生み出す価値創造と、生み出した付加価値を販売して利益を得る価値獲得に分けられる。日本企業は、価値創造に力を入れ、価値獲得は得意ではないと言われる。前者は現場での開発活動であり、後者は販売戦略などに関係する。価値創造は、製品開発組織が有する組織能力から生み出される。組織能力とは、価値を生み出すために企業が固有に持つ有形・無形の資源と、それを活用する能力やプロセスのことであり、技術的資源、人的資源、事業システムに分類される。製品開発企業に求められる開発マネジメント能力は、高い品質の商品を少ない工数、少ない開発経費、短い開発期間で開発するために組織能力を高め、開発した製品の高い付加価値から利益を生み出す組織全体の仕組みであり、開発マネジメントシステムとも呼ばれる。この開発マネジメントシステムが、個別製品開発プロジェクトを円滑に運営し、投資に対し利益を最大化する基盤となる。

企業の製品開発プロジェクトが円滑に進まない例としては以下のような問題があり、開発遅れの原因となることも多い。

企業の製品開発プロジェクトが円滑に進まない例

- (1) 経営トップ、企画、技術部門などの意見がばらばらで仕様がなかなか決まらず、プロジェクトの開始がずるずると遅れてしまう。
- (2) 一旦決まったプロジェクトに対し、まだいろいろ意見が出るため、その調整に追われ、プロジェクトを進めてよいかわからず、遅れてしまう。
- (3) 前のプロジェクトが遅れ、十分なリソースもないままプロジェクトを開始してしまう。
- (4) 技術優先で、利益が出せるか不明確なままプロジェクトを開始してしまう。
- (5) 一度プロジェクトが始まると最後まで突き進むが、その結果、目標とした売り上げ・利益が出なくても、責任が不明確でだれも責任をとらない。
- (6) 製品が売れないのは、開発は販売が悪いといい、販売は開発が悪いなど、責任の押し付け合いが起こる。
- (7) 製品の位置づけが不明確なまま、似たような製品開発プロジェクトが行われてしまう。
- (8) 個別プロジェクトの収益管理が明確でなく、全体で儲ければよいと考えるため、開発費管理の意識が薄い。
- (9) 社内開発標準はあるが徹底できておらず、品質問題を発生することが多くある。
などなど・・・

これらの問題は、個々のプロジェクトの問題ではなく、複数のプロジェクトが円滑に進むための基盤となる仕組みである開発マネジメントシステムに問題がある。開発途中で、仕様変更要望が企画や経営幹部から上がり、プロジェクトが右往左往し、プロジェクトの混乱が生じる例は、典型的な開発マネジメントシステム上の問題である。先に、日本企業は、価値創造に力を入れていると述べたが、価値創造は顧客が求める価値創造であることが必要であり、開発マネジメントシステムは顧客視点で運営されることが必要とされる。さらに、開発マネジメントシステムは、製品別の生涯収支予測から、利益を生み出せる製品だけを選別して投資を決定する価値獲得も含めたマネジメントシステムであることが必要とされる。

1980年代、日本はジャストインタイムに代表される製造プロセスを導入し、強力な市場競争力を有していた。また、現在、R&Dは成功するプロセスの存在しないイノベーションであると考えられているのと同様に、1980年代には製品開発はイノベーションであり、プロセスは存在しないと考えられていた。そのような状況の中、Pittiglio Rabin Todd & McGrath (RPTM)社は、1986年に製造プロセスではなく開発プロセスに狙いを定めたProduct And Cycle-time Excellence (PACE)という製品開発のフレームワークを開発した[McGRATH1996]。PACEは、フェーズレビュー、コアチーム、開発プロセスの体系化、プロジェクトマネジメント手法、開発ツールや技法など、全体が体系化された製品開発のフレームワークとなっている。会社は経営マネジメントシステムを構築し、会社の意思決定や事業計画作成の仕組みなど経営の仕組みがあるのと同様に、この製品開発のフレームワークは全社的な開発マネジメントシステムであり、製品開発を進め利益を獲得する基本的な枠組みであり、仕組みとなっている。そして、開発マネジメントシステムが機能することで、先のような問題をなくし、プロジェクトマネジャーは、その仕組みに沿ってプロジェクトの

達成に専念することができる。

開発マネジメントシステムの代表例として、IBM 社の IPD がある[IPD2003], [IBM ビジネスコンサルティングサービス 2006], [富田 2009]。IPD の基となる考え方は、PACE である。IBM 社は、1990 年初めに 3 年連続の赤字となったが、その苦境に対処するために採用した開発マネジメントシステムが PACE であり、IBM はそれを自社に適用するように改良を加え IPD としてまとめ上げた。その後、IPD は IBM の製品開発全般に採用され大きな成果をあげた。図 2.3 に IPD とは何であり、それを構成する要素を示した。IPD は、これよりも広い経営レベルの仕組みも定めているが、ここでは製品開発に限った部分に関して述べる。

統合製品開発(IPD)とは

市場で最も受け入れられる商品領域の開拓を決定し、商品の開発を企業にとって事業の視点で最も迅速、かつ効率よく行うために、製品の構想化から終了までの期間にわたり、開発投資・開発プロセス・開発体制・ITを統治する統合マネジメントシステムである。

構成要素

- 顧客視点に基づく意思決定フェーズレビュー（社内契約に基づく次フェーズへの投資の可否）
- 階層化され、連携した意思決定チェックポイントプロセス（製品開発、マーケティング、テクノロジー開発）
- 組織横断チーム体制（経営者チーム、製品開発チーム、など）とチーム評価基準の明確化
- マトリックス組織（プロジェクト責任と業務別責任の分離）
- プロジェクトベースコストリング（製品別のライフサイクルを通じた財務予測に基づく投資判断）
- プロジェクトマネジメントの確実な運用
- プロジェクトマネジャーなどの人事制度
- 部品共通化、ユーザー思考設計
- IPD成熟度評価の実施やIPD教育の充実
- 各種ITツールと全体を運営するITシステム

図 2.3 IPD とその構成要素

図 2.4 に IPD の構成要素の関係と IPD の全体像を示す。

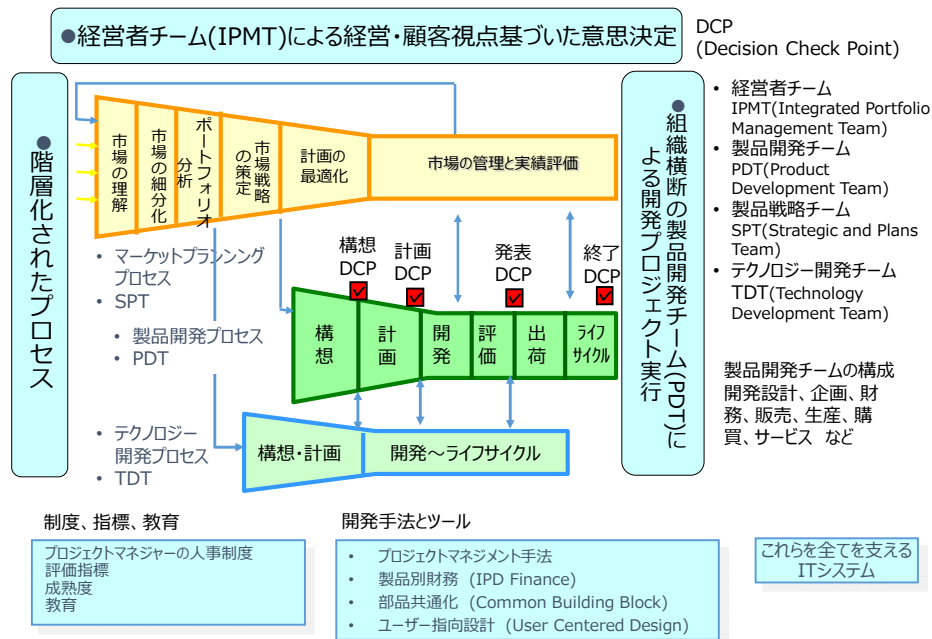


図 2.4 IPD の全体像

製品開発企業は、ISO9000 取得の目的もあり、組織の役割・責任の文書化や、仕事の進め方のプロセス標準規定、品質保証規定などの各種開発標準書、開発プロセスなどを規定し文書化している。IPD は、単に開発標準規定を整備するだけでなく、以下のような点が重要である。

- (1) 顧客視点を基礎とし、開発マネジメントシステムとして必要とされる要素を統合している。
- (2) 役割と責任が明確な組織横断的なメンバーから構成される「チーム」を組織構成要素としており、チームの評価基準を規定している。
- (3) チームによる意思決定と、その意思決定できる範囲や意思決定基準を規定している。
- (4) 意思決定は、仕事を前に進めるイベントである。品質の達成を開発プロセスのフェーズ移行の判断基準としている企業もあるが、IPD では、IPD で品質基準の達成はフェーズ移行の条件の一つであり、顧客価値と製品別財務予測に基づく次フェーズへの投資可否が判断基準となっている。儲からない製品は開発せず、また、製品開発の途中の移行判断で儲からないと予測される場合は投資を中止し、プロジェクトを止める。
- (5) プロジェクトは投資であり、プロジェクト・チームは開発投資に対するリターンを約束する契約に基づいてプロジェクト開始する。
- (6) 経営責任、プロジェクト責任、業務別責任が分離され、マトリックス組織が基本組織構造となる。
- (7) 製品別の生涯収支の財務予測による投資判断や、業績判断が行われる。

- (8) プロジェクトの責任者であるプロジェクトマネジャーの能力を重視している。
- (9) 相互に連携し、階層化されたプロセスが規定されている。

これら IPD の考え方を建設会社のプロジェクト契約の例と対比させて、分かりやすく解説している先行研究もある[除村 2006a], [除村 2005]。また、IPD の仕組みの中で実際の製品開発がどのように行われているか解説した事例紹介もある[除村 2000]。

IPD に代表される開発マネジメントシステムの導入は、企業の全体の改革であり、その導入は簡単ではなく、事前の準備や教育が重要となる。さらに、開発マネジメントシステムを維持していくことも以下のような理由で簡単ではない。

組織能力は、ある時点の組織能力だけでなく、その組織能力を継続的に改善し強化していく能力が重要となる。すでに述べたように、製品開発は要素技術を開発する機能組織と、要素技術をまとめ上げて商品とする組織横断的プロジェクトが必要であり、マトリックス組織構造となる。また、IPD もそうであるが、開発マネジメントシステムは、プロジェクト責任と業務別責任が分離されたマトリックス組織を基盤としている。マトリックス組織は **Strong Matrix** が好ましいが、権限の力関係で時間の経過とともに **Weak Matrix** に移っていく場合が多い。**Weak Matrix** では、商売の基本サイクルが長くなり、企業の業績は低下していくことになる。このような理由から、逆説的ではあるが、マトリックス組織の導入で、企業業績が好調となり、組織が拡大すると機能組織が大規模化し、企業業績は低下していくことになる。企業経営では、このような状況に対処し、組織能力が形骸化しないように開発マネジメントシステムを継続的に改善し強化していくマネジメント能力が重要となる。

本研究のテーマの一つである拡張責任分担表(**Extended Responsibility Assignment Matrix: ERAM**)は、マトリックス組織を **Strong Matrix** に維持する一つの方法でもあり、組織能力を維持、強化していく手法とも考えられる。企業は売れる製品を開発できるかもしれないが、単発の成功かもしれない。組織能力は、企業外からは見えない能力であるが、これは企業の真の競争力の源であり、組織能力を維持、強化していくことは非常に重要である。しかし、企業は成功したり経営トップが変わると、組織能力の維持、強化やマトリックス組織を **Strong Matrix** に維持することを忘れがちとなり、このことも業績は低下していく原因となる。これらの状態を維持・強化し続けられるかは、経営トップの認識から大きく影響を受ける。

このような開発マネジメントシステムに関する研究として、ある企業で実施された 62 の R&D プロジェクトに関する先行研究がある[Naveh2005]。この研究の知見は、IPD は開発の効率化という点では有効であるが、開発初期のイノベーションの創出には効果が弱いというものである。このため、イノベーションの創出時期には IPD を緩く実施し、製品開発段階では確実に実施するのがよいとの議論がされている。また、DoD では軍事装備などの購買プロジェクトを実施するためのマネジメントシステムとして、**Integrated Product and Process Development Handbook** [DoD1998]が発行されたり、この中ではプロセスや組織横断的チーム(**Integrated Product Team: IPT**)、活動評価基準、情報システムやツールなど

が規定されている。

2.4 「組織横断的問題解決手法の開発」に関連する先行研究

CFP の発生は、マトリックス組織において、特にインテグラル型製品（すり合わせ型製品とも言われる）開発の開発下流で発生しやすい。この問題への対応は、責任の明確化や、開発上流でのリスク対応・手戻り発生要因の軽減施策、などの先行研究がある。

2.4.1 責任分担表 (RAM)

本論文で提案する ERAM は責任分担表 (Responsibility Assignment Matrix: RAM) をヒントにその機能を拡張したものである。

プロジェクトがうまく進まない要因はたくさんあるが、曖昧さ、甘さが原因である場合も多い。曖昧さや甘さは、責任意識や製品仕様、判断、決定など仕事のすべての分野に当てはまる。これは業績のよくない企業、低下している企業に共通にみられる現象である。

責任に曖昧さがある場合、仕事の抜け漏れが発生して、その対応のために開発日程が遅れたり、仕事の成果物の受け渡しで問題が生じて手戻りが発生することがある。よく知られている責任を明確にするプロジェクトマネジメントのツールが RAM であり、そのフォーマットを図 2.5 に示す。

基本的な考え方 アクティビティーに対するプロジェクトメンバーや組織の役割・責任の明確化。

責任分担表の構造

活動	担当者／組織				
	山田	鈴木	小林	佐藤	加藤
構想	A	R	I	I	I
設計	I	A	R	C	C
開発	I	A	R	C	C
テスト	A	I	I	R	I

R: Responsible, A: Accountable, C: Consult, I: Inform

図 2.5 責任分担表 (RAM) の例

RAM は横軸に担当者、縦軸に活動・作業を記入する。交点に R: Responsible, A: Accountable, C: Consult, I: Inform などの役割・責任を示す、このような RAM は RACI フォーマットと呼ばれ、ひとつの活動に一人の担当者とその人の役割・責任を割り当てるこ

とができる。

「1.3.2 計画通りの実行を妨げる問題の発生」で述べたように、製品開発では、開発下流で CFP が多く発生する。特に、インテグラル型開発では、部分の変更が全体に影響を与えるため、複数の関係組織が連携して全体を最適なバランスに調整することが必要である。このような状況では、問題に対する責任者が不明確な場合があり、問題の解析責任者は誰か、また、問題原因が見つかった後、誰が関係組織をリードして解決責任を持つかで会議を開催するなどで時間を浪費することも多い。このような、CFP に対し、事前に責任者、責任体制を明確にするツールが、「組織横断的問題解決手法の開発とその効果」で述べる ERAM である。

2.4.2 課題とリスク

新製品の開発現場では、プロジェクト初期にプロジェクトで解決すべき課題の洗い出しを行い、その内、特にプロジェクトに重大な影響を与える可能性のある重要課題はリスクとして認識される。また、開発下流で見つかる技術問題の内、解決の難しいと考えられるものもリスクとして認識される。リスクは自然災害や金利の変動など将来発生する可能性のある、負の影響を与える不確実な事象と定義されるが、開発の現場では課題の内、プロジェクトに重大な影響を与える可能性のある課題はリスクとして認識される場合が多い。すなわち、課題とリスクは排他的な概念ではなく、連続的な概念と考えられる。このため、リスク(Risk)と課題(Issue)の意味を整理する必要性を感じ、筆者は論文にまとめた[除村 2009]。

PMBOK®の中でのリスクの定義は以下の通りである[PMI2013]。

発生が不確実な事象または状態。もし発生した場合、一つ以上のプロジェクト目標にプラスあるいはマイナスの影響を及ぼす。

An uncertain event or condition that, if it occurs, has a positive or negative effect on one or more project objectives.

ここでは、負の影響のみを考える。一般的な課題とリスクの定義を図 2.6 に示す。課題は、既に発生し、目標達成のために解決が必要な事項であり、リスクは将来発生する可能性のある、負の影響を与える不確実な事象である。

課題： 既に発生し、目標達成のために解決が必要な事項
 リスク： 将来発生する可能性のある、負の影響を与える不確実な事象

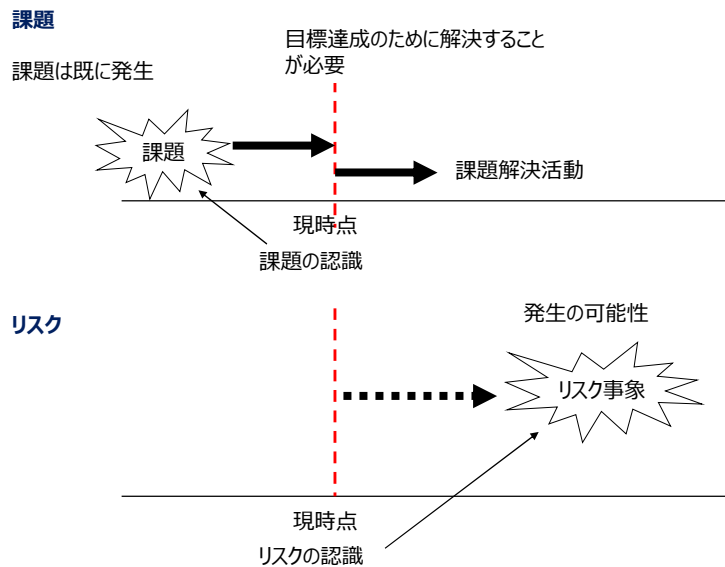


図 2.6 一般的な課題とリスクの定義の図示

課題とリスクが混同されやすい理由を、図 2.7 に示す。プロジェクトの現場では、課題に対し、納期までに課題解決できないかもしれないとか、XX 日、目標日程に遅れるかもしれないと考え、リスクと認識している。つまり、課題に対し、ある納期までに解決できない可能性のある課題解決の困難度をリスクと認識していると考えられる。

プロジェクトの現場では課題に対し、課題解決の困難度をリスクとして認識することが課題とリスクがあまり区別なく使用される理由であると考えられる。

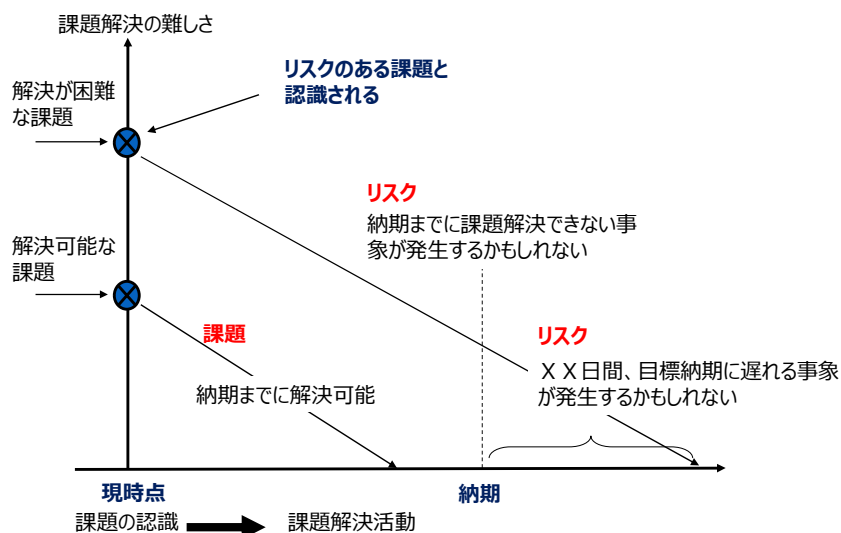


図 2.7 なぜ課題はリスクと混同されるのか

課題に対しその解決の困難度で分類すると、納期までに解決可能であろう通常課題と、納期までに解決できないかもしれないというリスクのある重要課題に分類できる。重要課題は、将来発生するかもしれないリスクと考えることもできる。この関係を図 2.8 に示す。

- 課題をその解決可能性などの困難度で分類すると通常課題と重要課題に分類できます。
- 重要課題は納期までに解決できそうにないというリスクがあり、リスクに分類されます。

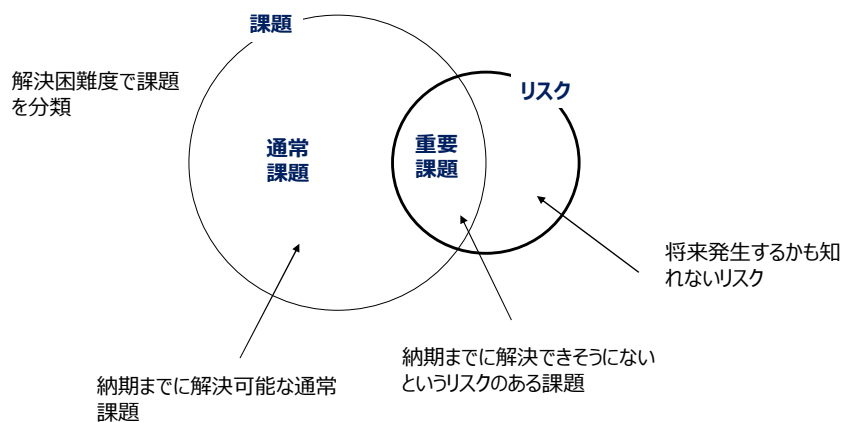


図 2.8 課題とリスクの関係

プロジェクトでは、課題の記述や担当責任者、納期などを記述した課題管理表を作成し、課題の解決状況を監視する。この課題管理表には通常課題に加え、重要課題を分類して重要課題も管理することができる。またリスクはリスク管理表で管理を行う。リスクが顕在化した場合は、課題管理表で重要課題として管理することになる。

「組織横断的問題解決手法の開発」の中で述べる CFP は、ここで述べたリスクと考えられる重要課題の分類に該当する。また、本論文でのリスクは、以下の 2 つの意味を含んで使用する。

- (1) 将来発生する可能性があり、QCD に負の影響を生じる可能性のある事象。
- (2) 納期までに解決できず、日程(D)の遅延を起こすかもしれない問題、事象。

2.4.3 リスクへの対応

ERAM は、組織横断的リスクに対する対応手法であるとも考えられ、本節ではリスクについて、まず書籍のリスク記述を述べ、次に先行研究について述べる。

プロジェクトマネジメントにおいて、リスクをいかにコントロールするかは、プロジェクトのQCDを守る上で重要である。リスクに関し書籍では以下のような観点からリスクについて説明されている[PMI2009] , [PMI2013] , [Campbell 2015]。

(1) リスク・コントロールの方法

リスクの特定 (Identify) -> 分析 (Analyze) -> 優先順位 (Prioritize) -> リスク対応計画 (Plan) -> リスク事前対応の実施 (Pre-emptive action) -> 監視 (Monitor) -> リスク発生時対応の実施 (Action for risk occurrence) -> 効果の評価 (Evaluation for action)

(2) 分析、優先順位付けの方法

発生確率と発生したときの影響度による分析法（定性的、定量的分析法）

(3) リスクの主要発生原因

財務リスク(Financial Risk), 契約リスク(Contract Risk), 技術リスク(Technical Risk), 法務リスク(Legal Risk), 生産リスク(Manufacturing Risk), 購買リスク(Procurement Risk), ステークホルダーリスク(Stakeholder Risk) など

(4) リスクの対応戦略

回避(Avoidance), 受容(Retention), 軽減(Reduction), 転嫁(Transfer)

(1) リスクの特定

リスクを特定する入力情報としては、リスクの主要発生原因である契約関連、調達関連、ステークホルダー関連、技術関連などプロジェクトに関係する事項すべてであるが、製品開発の場合、特に技術的重要課題・リスクの発生により、品質目標を納期までに達成できるかが焦点となり、これらの特定と対応が重要となる。

リスクの特定方法の主なものは以下の通りである。

(1) ブレーンストーミング

プロジェクト関係者や専門家も交え、皆で検討しリスクの洗い出しを行う方法。

(2) デルファイ法

専門家の合意形成を図る方法。

(3) チェックリスト分析

過去の類似プロジェクトからの教訓をまとめたチェックリストを使用する方法。

(4) 特性要因図

製品の機能や性能に対し、それに影響を与える要因を系統的に洗い出し図解する方法であり、魚の骨の形になる。

(5) 専門家の助言

専門家の意見を聞く方法。

その他、プロジェクト日程計画を検討する過程で、日程計画上のリスクが発生する可能性のある領域に付箋を貼り、リスクを洗い出す方法がある[スミス 2003]。このことは、後に述べる DDM を用いた日程計画作成においても有用な方法である。

ERAM 作成においても CFP を洗い出す必要があるが、ここで述べたリスク特定の方法を使うことができる。

(2) リスクの定性的分析方法

特定されたリスクの発生確率と影響度を相対的に、図 2.9 に示すマトリックスで分類し、特に積極的に対応すべき領域に対し、対応計画を作成する。

発生確率	影響度				
	小		中		大
高					
中					
低					

積極的な対応領域

監視対象領域

対応領域

図 2.9 発生確率・影響度マトリックス

(3) リスクの定量的分析方法

リスクに対する定量的データが得られる場合は、以下のような方法がある。

- (1) コストや作業期間などの見積もりリスクに対応するために、これらを絶対値で 3 点見積もり（可能性のある最小値，一番発生可能性の高い値，可能性のある最大値）をする方法。この場合，以下のように加重平均値を求める。

$$\text{加重平均値} = (\text{最小値} + 4 \times \text{最頻値} + \text{最大値}) / 6$$

これは，先に述べた PERT での期間見積もりの方法でもある。

- (2) 定量的な発生確率や影響度がわかる場合は，図 2.10 に示すリスクマップを作成し，
期待損失 = 影響度 × 発生確率，に基づきリスク優先度を決める。
- (3) 発生確率や影響度に対し，それらの確率分布や離散確率を利用し，潜在的影響を評価する，感度分析や意思決定分析（Decision Analysis），モンテカルロ・シミュレーションなどの方法もある。

期待損失＝影響度 × 発生確率

期待損失によりリスク優先度を決める

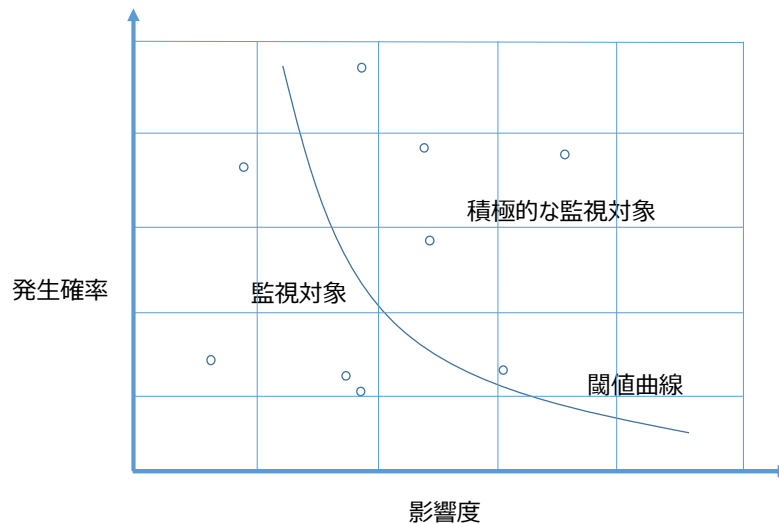


図 2.10 リスクマップ

実際のプロジェクトではリスクの発生確率や影響度などのリスクに関する定量的なデータが得られない場合もあり，その場合，定性的分析を実施し，リスクの優先度を決め，対応策を実行する場合が多い．これは，下記(4)に述べる主観的不確実性に基づくリスク分析であると考えられる．

(4) リスク対応計画の作成

リスクに対する対応としては，回避，受容，軽減，転嫁の分類があり，リスクに対して対応計画を作成する．製品開発では，以下のような技術的リスクが発生しやすい．

- (a) 新規技術の導入による不具合
- (b) 新しい部品や材料の使用による不具合
- (c) 使用環境の変更による不具合
- (d) 新しい規制への対応が難しい
- (e) ソフトウェア開発の遅れ，など

これらに対して，リスク対応戦略として，通常，軽減(Reduction)を選択する．リスク軽減では，事前対応活動を行いリスクの発生を抑制したり，問題の解決が困難であるなどのリスク発生に備えて，別の活動を並行して走らせる，などの対応を行う．しかし，並行活動を行う場合，開発費の増加を招いたり，リソースを確保できず並行活動を実施できないこともある．さらに，どちらかの方法を選択すると他の方法にかかった費用は

無駄になってしまい非効率であるため、現実の開発ではなかなか並行開発に対する承認を得るのは難しい。このため、並行活動をタスクに分解し、できる限り活動の共通化をはかることで、リソースの最小化と、並行活動による無駄を最小化して実践した事例も報告されている [除村2003]。

競合に勝つ製品を開発するには、最も競争力のある顧客価値を生む新しい技術や機能を見極め、それらの実現に多少リスクがあっても、なんとしても実現することが必要である。つまり、リスクが発生した場合の損出だけでなく、リスクが起こらなかった場合の利得の大きさも考慮し、リスク対応の優先順位を考えることも重要な視点となる。

先行研究について学術的には定量的研究が多く、リスク構造の可視化と時間経過に応じた定量的リスク評価手法の提案 [劉 2014] や、シミュレーションによるリワーク確率の低いタスクの選択の研究 [満行 2016] などがある。実務においては、プロジェクトリスクはプロジェクトの失敗や利益の喪失につながるため、リスクの実務的な扱いの事例が多く研究されている。例えば、業務を可視化しそれを基に業務報告することでリスクの早期発見につなげる試み [佐藤洋行 2010] や、48 の失敗プログラムからリスク評価項目を抽出し、リスク評価項目に基づいてプロジェクトを評価することで問題プロジェクトを見つけ出す方法 [誉田 2014]、実際の大規模プロジェクトで発生したリスクを分析し、分析の知見を基にプロジェクトを管理する方法 [金子朋子 2014]、大規模 IT サービス・プロジェクトの主要リスク要因を分析し、標準化したリスク要因に基づくリスク管理手法の提案 [金子暁信 2013]、などの研究がある。さらに、リスク情報を体系的に記録し活用するための標準フォーマットの提案 [塚本 2013] や、具体的問題発生プロジェクトを基にした救済計画とリスク対応計画の実施事例 [鶴山 2015]、テスト対象の機能や属性のリスクを数値化し、合理的にテストを削減する方法の提案 [町田 2014]、リスクマネジメントの組織定着度を評価するためのリスクマネジメント成熟度モデルの開発 [小山 2015]、プロジェクト途中でのメンバーの変更によるリスクと、変更タイミングやメンバー育成観点からの適切な交代タイミングの研究 [佐藤元 2010]、などもある。また、初期の計画通りプロジェクトを進めるためのリスクマネジメントではなく、変化に対応してリスク対応の代替シナリオを用意し、継続的にリスクマネジメントを行う方法の提案 [竹久 2013] や、IT プロジェクトは目に見えないものを作るプロジェクトであり、チェックリストを使用することでリスクを見える化する試みもある [藤崎 2011]。

リスクの定義として損失が発生する「確率」ではなく、損失発生「不確実性」の度合いで定義されるべきであるとの議論もある。これは、リスクは確率の度合いによって変化するのではなく不確実性の変化によって変化するとの考えによる。そして、不確実性は統計データなど大数の法則で客観的に算出できる客観的不確実性と、特殊性や未経験な事象に対する主観的不確実性に分けられ、プロジェクトのリスクは主観的不確実性であるとの考えである。一方、自然災害や金融でのリスク発生は、客観的不確実性の基づくリスクである [佐藤雅明 2010]。プロジェクトは、主観的不確実性に基づくリスクを扱うという考え方は、先

に述べた重要課題を認識する考え方と同様であり、納得感がある。

プロジェクトでの問題発生は、プロジェクト関係者の間で発生すると考え、横断課題管理表を用いた課題管理の提案がある[上杉俊二 2015]。この課題管理表は、課題管理項目に加え、課題に対する関係者を明示することができる。さらに、横断的課題管理と対応方針を決定するために横断課題解決チームを構成し、このチームは他のチームから独立して横断課題の解決のために活動する。CFP をチームで解決するという ERAM の考え方に似た考え方であるが、ERAM は複数の CFP を事前に洗い出し、それぞれの CFP に対してチームを構成するが、この研究は発生した課題に対して一つのチームで対応するという点で考え方が異なる。

2.4.4 手戻り抑制のためのフロントローディング

実現可能性の高い日程計画の作成は重要なテーマであるが、それを実現するためには計画通りの実行を妨げる障害発生を事前に取り除くことが必要である。特に、開発下流での手戻りや技術問題発生などの障害発生は日程遅延の大きな要因となる。このような障害を取り除くためには、開発上流で障害発生 of 未然防止が求められ、開発の負荷を下流から上流に移すため、開発のフロントローディングと言われる。開発上流では、まだ動くものがない状況であり、このような状況で障害発生 of 原因を取り除くためには、問題発生予測手法やシミュレーション、デジタルモックアップなど様々なツールを活用することが必要になる[富士ゼロックス 2011]。ここではいくつかの問題発生 of 未然防止手法について述べる。

(1) Design Review (DR)

問題発生予測、未然防止手法の一つで、問題発生 of 抜け漏れを防ぐ手法として最も一般的な手法は DR である。DR は、様々な分野の関係者や、専門家などがレビューを行い、問題発生 of 未然防止を図る手法である。有効な手法であるが、会議の焦点が曖昧だったり、会議の進め方が明確に定義されていないと、形式的な会議となってしまう、開発下流で問題が多く発生するなど有効に機能していない例も多い。また、過去の問題発生事例から、再発防止のアクションに留まっている事例も多い。DR は未然防止の観点から下記の FMEA と組み合わせ、レビューする人がなぜそのように設計したかを的確に質問することが問題発生 of 未然防止につながり、また、レビューを受ける人の教育的効果もあると言われる。

(2) Fault Free Analysis (FTA)

FTA も問題発生予測手法の一つある。FTA は、最上位に望ましくない事象を定め、その発生要因を網羅的に分解していき、事象の発生確率から対策の優先順位を決め対策を行っていく手法である。実際の適用において、新規の開発では、望ましくない事象の定義が広くなりすぎたり、発生確率が分からないなどの問題があり、問題発生予測には適用の制約がある。このため、実際的には、発生した問題の原因解析に使用される場合が多い。

(3) Failure Mode and Error Analysis (FMEA)

FMEA は、システムの信頼性や安全性を高めるため NASA で開発された問題発生予測手法である。まず、変更箇所を対象として解析対象となる部品や関係するシステム構成要素を

選択する。次に解析対象に対して、故障モードを列挙する。故障モードとは解析対象に発生する望ましくない事象であり、その事象の発生により具体的な故障が発生する。例えば、ギアの歯破損が故障モードであり、この発生により XXX が動作しないなどの故障が発生する、などである。故障モードを列挙したあと、それぞれの故障モードに対する考えられる原因を列挙し、未然防止策を実施する。ただし、故障モードは、複数の部品の複合的要因の事象もあり、発生メカニズムの深い知識、経験が必要となる。FMEA は DR を進めるための、議論の基礎データとして使われることが多い。FMEA は部品の設計や材料の弱点を熟知している関係者とそれら部品や材料の使用条件を熟知している関係者を含めて議論し作成すると有効な対策につなげることができる。しかし、FMEA 作成が目的になってしまい、後で参照されなかったり、網羅的に故障モードや原因を列挙するため、技術者の負荷が高くなりやすく、データの準備作業に追われ、議論が深まらないことも多いと言われる[吉村 2002]。また、FMEA は、決められたことを正しく行うために問題を管理するための手法ではなく、人間の問題発見能力を生かし問題を発見するための未然防止手法であるとも考えることも重要である。

(4) Design Review Based on Failure Mode (DRBFM)

DRBFM はトヨタが開発したシステム開発のための未然防止の実践手法であり、FMEA を改善し、DR と組み合わせた実践的な優れた手法である [清水 2005], [吉村 2002], [吉村 2000]。DRBFM では変えた所（設計変更点）と変わってしまった所（使用環境条件変化点）に着目して、DR と組み合わせて問題を発見し、解決手法を具体的に議論していく。システムでは全体を俯瞰して、変更点を中心とするシステム内部の相互作用を考慮して考えていくことが重要であり、このために変更点を中心に WBS と同様のシステム階層図の上で視覚的に相互作用の影響を考えていく。システム階層図の内部構造間のつながりの部分で生じる問題を検討することに加え、組織構造図も参照することで、組織間のつながり部分で発生する問題の検討も行う。システム開発では、部品間やサブシステム間など内部構造間や組織間のつながり部分で問題が発生することが多く、システム構造図と組織構造図を参照することは実践的な手法であると考えられる。DRBFM の手順は、次に変更点・変化点一覧表を作成し、さらに変更点・変化点一覧表からそれらの相互影響マトリックスを作成し、使用環境条件の変化なども考慮し、故障モードの抽出を行う。これら検討結果を図 2.11 に示す DRBFM のフォーマットに記入し DR で検討する。DRBFM は変更点と変化点から心配事を考え、その原因について考え、設計、評価（試験）、工程に反映すべきことを整理し、より高い精度で問題発生を予測し未然防止を行うことができるツールである。

部品／変更点	機能	変更に関わる心配		心配はどんな場合に生じるか		お客様への影響 ／重要度	心配を除くためにどんな設計をしたか			対応の結果実施した活動
		変更がもたらす機能の喪失、商品性の欠如	他に心配はないか	原因・要因・頻度	他に考えるべき要因はないか		DRBFMで示された設計に反映すべき項目	DRBFMで示された評価に反映すべき項目	DRBFMで示された製造工程に反映すべき項目	

図 2.11 DRBFM のフォーマット例

DRBFM は、関係組織が様々な視点から問題発生を予測する発想力を発揮する手法であり、また、DR という密度の高いコミュニケーションを通して、開発組織間や、開発と製造、開発と販売など、組織間の隙間をつなぐマネジメント手法である [吉村 2002]。

本論文で述べる DDM は、組織間の成果物の受け渡し部分で問題が発生すると考え、その部分での問題発生に発想力を発揮して未然防止を図り、密度の高い議論を行う検討会を実施して日程計画を作成する手法であると考えられる。また CFP に対する ERAM も、組織横断という変化点での問題発生 of 未然防止、及び、問題解決が遅れることに対する対応策と考えることもできる。このように DDM、ERAM と DRBFM は、組織間のつながりの重要性、発想力の重要性などの点から共通点は多く、ERAM は DRBFM を実施するチーム体制構築に使用できる可能性がある。DDM、ERAM ではこれらに加え、各メンバーの責任意識強化や責任の抜け漏れ、人間の行動特性なども重要視している。

2.4.5 組織横断チーム (Cross Functional Team: CFT)

CFT には 2 つの形態がある。一つはマトリックス組織において所属組織の代表として参画し組織横断的なチームを構成する場合であり、もう一つは、プロジェクト型組織のように、一時的に所属組織から離れ個人としてチームに参加し、各メンバーの経験、専門性などの多様性から、全体最適のより優れた解を見つけ出したり、困難な問題に集中的に対処する、などのために構成されるチームである。前者の例は、マトリックス組織におけるプロジェクト・チームの構成であり、IPD における PDT が例である。後者の例は、日産が経営危機に陥った時に構成された CFT[Ghosn2001]や、シャープの緊急プロジェクト [延岡 2006] などが知られている。前者は組織代表としての参画であり、後者は個人としての参加であるという違いがあり、プロジェクトメンバーは、この立場の違いによる責任の違いを理解しておくことが、チームが成果を生むためには重要である。組織代表として参画する場合、組織代表としての責任と、プロジェクトの目標を達成するプロジェクトメンバーとしての責任の、2 つの責任がある。両者は時として矛盾することがあるため、考えや発言は、どちら立場であるかよく考えて行う必要がある。機能組織代表として発言をするためには、事前に機能組織の意見を集約するためのマネジメントを行うことが必要である。先に述べたように、マトリックス組織はマネジャーの権限が強く Weak Matrix になり易いため、プロジェクトメンバーも所属組織の代表としての意識が強くなってしまうことが多い。このため、プロジェク

トがうまく進まない状況も起こる。プロジェクトマネジャーはメンバーの意識がプロジェクトに軸足を置くように、「2.2 マトリックス組織に関する先行研究」で述べたような方法を活用することが必要である。また、後者の CFT に参加するメンバーは、所属する組織の利害ではなく、会社全体の視点からの最適解を生み出すことや、困難な問題の早期解決が求められる。

プロジェクトがうまくいかない組織的要因として、ステークホルダーの役割・責任の不明確な状態やステークホルダーをまとめる体制が不十分である状況を指摘し、マインドマップやジョブ・ディスクリプションを利用した対応方法を提案している研究もある [大迫 2012]。

先に触れた [上杉俊二 2015] の論文で述べられている横断課題解決チームは、プロジェクトを構成する機能別のチームの代表としてチーム横断的な横断課題解決チームを構成する例である。この論文では、IT システム構築における問題発生要因は、発注者の顧客と受注者の IT システム開発企業との間の溝や、受注者の IT システム開発企業とその IT システム開発企業がシステム開発の一部を発注する複数のソフトウェア開発会社との間の溝から発生すると指摘し、その対応のために横断課題解決チームを構成している。このような状況で IT システム開発企業は、発注者の顧客との対立や複数のソフトウェア開発会社との対立などの問題に直面しやすい。このため、関係者を一つのチームとして構成することで目標を共有し、対立を解消する方法として横断課題解決チームを提案している。

Open Innovation など複数の組織と連携してプロジェクトを進めることが多くなってきており、組織横断的な活動から生じる利害対立などの問題発生への対応の重要性は増している。本論文で述べる ERAM はそのような状況で、利害対立などの課題に対し、組織横断的なチームを構成する手法であるとも考えられる。

組織横断チームに関しては、医療関係でのチーム構成の研究や企業改革での Cross Functional Team の研究が行われている。また、チームのパフォーマンスに影響する要因の研究も行われている。例えば、チームのパフォーマンスに影響する要因としてメンバーの専門分野の多様性、コミュニケーション、さらに一体感などが重要であるとの指摘がある [Keller2001]。また、Cross Functional Team とイノベーションを生み出すパフォーマンスの関係において、組織間の隙間を埋める役割について研究を行った事例もある [Blindenbach-Driessen2015]。この研究では、95 社の 142 プロジェクトの調査から、組織間の連携が平均以上で、組織連携を担うイノベーション専門組織を持つ企業はイノベーションにより良い影響を与えることを示した。

2.4.6 先行研究の課題と対応

プロジェクトを円滑に進めるために、問題の再発防止や、問題の発生をあらかじめ予測し、事前対応による発生の未然防止の実施が必要であり、これらはリスク対応と考えられる。しかし、先行研究では、以下のような視点からリスクを扱っている例はあまり多くない。

- (1) 先行研究の多くは、リスク事象を扱う流れである、リスクの特定や分析、対応計画作成などの各段階におけるリスク事象の扱いについての研究であり、リスクを扱う組織体制についての研究は多くはない。リスクの事前対応や発生時に対応に当たる組織体制を確立する重要性の指摘もある〔神庭 2005〕が、そのリスクに対する組織構築の方法については触れていない。
- (2) リスクには多くの種類があるが、マトリックス組織という組織構造から生じるリスクを扱っている先行研究は多くない。
- (3) マトリックス組織においてプロジェクト軸でのプロジェクト組織体制の構築方法を扱っている先行研究も多くない。

本研究は、マトリックス組織の組織特性から多く発生するリスクである CFP を扱い、その CFP の事前抑止と発生時対応を行うチームを構成する手法について論じている。さらに、CFP を扱う WG の統制に軸を置き、情報伝達や指示命令の経路を持つ階層構造のプロジェクト組織体制を構築する手法を論じている。

2.5 「実現可能性の高い日程計画作成手法の開発」に関連する先行研究

日程計画作成手法について、一般的な手法がプロジェクトマネジメント関連書籍や PMBOK®には記述されている。DoD や NASA での取り組みは、先進的な手法であると考えられ本節で概要を説明する。CCPM は 1997 年にその考え方が紹介された考え方に基づく日程計画作成手法である。しかし、いまだにその評価は定まっているとは言い難い。本節では、CCPM の概要と評価が定まらない原因を考察する。

2.5.1 WBS について

最終成果（物）を生み出すために必要なすべての活動（アクティビティー）を漏れなく洗い出すために、プロジェクトの構成要素を階層的に分解した構造であり、PMBOK®ではスコープ・マネジメントの中で扱われている。その概念は、1950 年代に始まり、その有用性から 1962 年には DoD や NASA が WBS の作成ガイドを出版し、その後も洗練されている。現在、NASA から[NASA2010a]が、DoD からは[DoD2011]が発行され、調達における標準ガイドとなっている。これら標準ガイドは物の調達のためのガイドであり、その WBS は下記に述べるプロダクト分解のみを扱っている。また、システム開発や製品開発でもプロダクト分解を扱っている。

ここで タスクとアクティビティーについて述べる。プロジェクトマネジメント関連文献などで、タスクとアクティビティーという言葉が活動という意味で使われるが、それらの区別は曖昧である。日程管理ソフトウェアでは、タスクで統一されアクティビティーを使用していないものもある。[PMI2013]で、アクティビティーは巻末の用語解説に掲載されているが、タスクは巻末の用語解説には掲載されておらず、一般的な活動の意味で使用されている。この巻末の用語解説にはアクティビティーの定義として、以下のように書かれている。

アクティビティー

- プロジェクトの過程において実施されるべくスケジュールに組み込まれた個々の活動.
- A distinct, scheduled portion of work performed during the course of a project.

また、一般的にアクティビティーはタスクの集合であるとする書籍が多いが、その逆の記述もある。日程計画作成では、作業期間の概念を含むアクティビティーが最少単位と考えられる。アクティビティーの集合をワークパッケージ(Work Package: WP)とする考えもあるが、WP は成果物の概念であり、アクティビティーの集合である活動の概念とは異なる。このため、本論文では、プロジェクトマネジメント・ソフトウェアに関する記述では活動にタスクを使用し、成果物を生み出す活動ではアクティビティーを使用する。

本節では、WBS について、NASA や DoD の参考文献や[初田 2012], [Haugan2005], [PMI2006], [PMI2013]などを参考に、本論文の視点から整理して論述する。

WBS は、以下のような理由からプロジェクトマネジメントの中核となるデータである[初田 2012].

- (1) プロジェクト全体計画と WBS のスコープは一致し、漏れない。
- (2) 日程計画とコスト管理を WBS という同じフレームワークの中で管理できる。
- (3) 日程計画作成と進捗管理の基礎である。
- (4) 必要な作業人数の洗い出しと仕事の分担に使用できる。
- (5) 工数や開発コストの見積りに使用できる。
- (6) 品質計画とリスクの洗い出しに使用できる。
- (7) プロジェクト関係者の共通理解の基盤となる。

(1) WBS 作成の考え方

最終成果（物）を構成要素に分解する考え方には大きく 2 つの考え方がある。

(a) プロダクト分解

物理的な構成要素に分解する考え方であり、製品開発やシステム開発などで実体のある要素成果物に分解する場合に適する。

(b) サービス分解

モノとしての成果物がなく実体のある成果物に分解することが難しいため、論理的な構成要素に分解する場合に適し、サービスの提供を目的としたプロジェクトで使用される。通常、論理的な要素である活動要素に分解し、活動要素は時間的順序関係に分解される場合もある。

なお、プロジェクト全体成果を分解する場合、プログラム開発とトレーニングの実施など、実体のある成果物と実体のない成果物に分解される場合もある。

以上の説明を図 2.12 WBS の構成に示す。

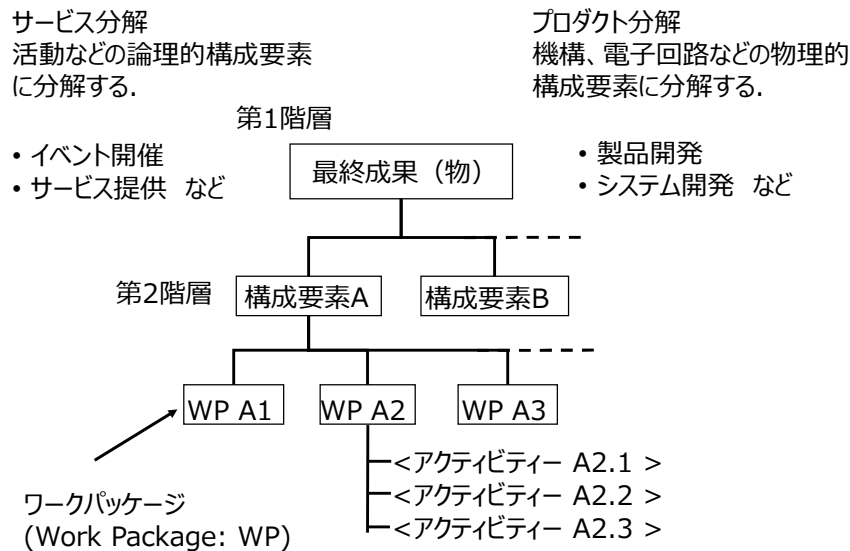


図 2.12 WBS の構成

WBS 作成の考え方を，例を使って説明する．例えば，玉子サンドウィッチを作る場合，論理的に関連する要素に分解する考え方では，「材料の準備」，「下ごしらえ」，「仕上げ」，など論理的に関連する活動要素に分解でき，物理的な構成要素に分解する考え方では，「パン」と「具材」などの成果物に分解できる．

これらの分解過程の各階層で，下位の分解要素は上位の要素をすべて含み（100%ルールと言われる），かつ，それらの分解要素は重複なく・漏れなく洗い出すことが必要である．このため，実体のある成果物を生み出すシステム開発などに成果物分解を行うことは比較的容易であるが，実体のある成果物に分解することが難しいイベント開催などの場合，そのWBS 作成は漏れが生じるなど比較的難しい．

要素分解した構成要素には，それぞれの構成要素を識別するために，番号や記号が振られる．図 2.12 では，第 2 階層の構成要素に A,B,C などが振られ，構成要素 A を分解した構成要素には A1,A2,A3 などの番号が振られる．仕事の単位となる末端の構成要素を WP と呼び，WP を生み出す一連の活動をアクティビティーと呼ぶ．

(2) WBS の横断的構成要素

WBS の作成において，見落としがちな要素として横断的構成要素がある．横断的構成要素には，次の 3 つの要素がある．

WBS の横断的構成要素

(a) 統合要素

分解された要素を統合する要素であり、同じ親を持つ分解された要素が統合要素に集められ、それら要素を統合する作業が行われる。例としては、組み立てや統合テストなどがある。

(b) 分析要素

同じ親を持つ複数の要素に関係する分析的な要素であり、分析情報が分析要素から他の要素に流れ、他の要素の作業の入力データとして使われる。分析要素の例としては、各種調査、要件分析、財務分析、需用分析、市場分析、競合分析などがある。

(c) プロジェクトマネジメント要素

すべての WBS の第 2 階層に置かれる要素であり、プロジェクト遂行に必要な計画作成や支援などを行う要素である。例としては、報告書作成、定例会議、レビュー会議、計画作成、資料作成、などがある。

(3) ワークパッケージとアクティビティ

図 2.12 に示したように、WBS の末端の分解要素は、仕事の単位となる要素であり、WP と呼ばれる。この WP を生み出すために複数の活動が行われる。個々の活動はアクティビティと呼ばれ、「～する」という動詞表現となり、本論文はこの定義に従う。先の玉子サンドウィッチを作る例で、論理的に関連する要素に分解した分解要素である「材料の準備」は、「玉子を買う」、「パンを買う」など複数のアクティビティから構成される。また、物理的な構成要素に分解した分解要素である「パン」は、サンドウィッチの構成要素である「パン」を生み出すために、「パンを買う」、「パンの耳を切る」など複数のアクティビティから構成される。

先に述べたように WBS の作成は意外と難しく、玉子サンドウィッチを作る例のように、2 通りの方法で WBS を作成することができる場合もある。WBS の分解の基本は、最終成果物を要素成果物に分解するプロダクト分解である。最終成果物が決まるまでの上流過程は、時間的順序のプロセスで分解するという考え方もある [初田 2012]。本研究の成果として「6.4 新たな課題に対する考察」において、WBS 作成の考え方の基礎を考察し、WBS 作成の仕方を整理した。

(4) WBS 辞書

WBS 辞書は、WBS 構成要素の内容を詳細に記述するフォーマットである。通常、WP に対して作成される。WBS 構成要素の内容が文章で書かれるため、関係者は内容を明確に理解することができる。WBS 辞書の記述項目に関しては、2.5.3 で述べる。

2.5.2 書籍や PMBOK®の中での日程計画作成手法

書籍に記述されている日程計画作成法は計画プロセス・グループの中のプロセスとして位置づけられ、その作成の流れは以下のようになっている [Campbell2005]。

(1) WBS とは何か、その作り方、ワークパッケージについての説明。

- (2) 作業（アクティビティー）の依存関係や古典的な考え方である、PERT, CPM, ガントチャート, Activity On Arrow (AOA), Activity On Node (AON)などの説明.
- (3) 各種所要期間見積もり方法と, 作業時間に内在する不確実性やリスクを考慮した見積もりの信頼度の考え方. [PMI2010]
- (4) クリティカル・パスや, 納期を変えることなく日程を動かせるフロートの考え方, 負荷平準化の方法.
- (5) 予算の見積もり手法. [PMI2010]
- (6) プロジェクト・チームを作る時の考慮点.
- (7) リソースの種類や確保の方法.
- (8) プロジェクト計画の承認を得る方法.

つまり, 最終成果物を WP まで要素分解し, WP を作り出す作業（アクティビティー）の依存関係でネットワークを構成し, アクティビティーの作業期間を見積もり, クリティカル・パスに沿って日程の圧縮や負荷の平準化などの調整を行う, という手順である.

プロジェクトマネジメントの日程計画作成に関し, PMI®が発行し, プロジェクトマネジメントの標準ガイドとして認識されている PMBOK®を参照し, その内容を説明する.

PMBOK®ではプロジェクト実行を構成する 5 つのプロセス・グループとその遷移を図 2.13 のように定めている [PMI2013], [PMI 日本支部 2017b]. 5 つのプロセス・グループは, 図 2.1 に示したように 10 個の知識エリアに対応する基本プロセスから構成され, 基本プロセスの中に全部で 47 個のプロセスが定義されている [PMI2013]. ([PMI2017]では 49 個.) プロジェクトマネジメントの遷移は, まず, プロジェクト立ち上げプロセス・グループに入り, 次に計画プロセス・グループに入る. 計画プロセス・グループでは, プロジェクト計画を作成するが, その中心は日程計画である. 次に, プロジェクトの実行プロセス・グループに入り, 日程計画に沿って成果物の開発を行う. 開発の状況は, 監視・コントロールのプロセス・グループで監視され, 計画との乖離が検出されると, 計画プロセス・グループに入り計画の加速や, 計画変更のために計画更新が行われる. プロジェクトが終了すると終結プロセス・グループに入り, プロジェクト終結に伴うプロジェクトの振り返りなどの後始末のプロセスを実施する. このように, プロジェクトマネジメントは基本的に, 計画し, 実行し, 監視・コントロールするプロセスであり, プロジェクトの計画と実績の乖離の発生が, 計画と監視・コントロールのプロセス・グループを遷移させる.

ここで, プロジェクトの計画と実績の乖離について述べる. 製品開発プロジェクトは, 計画通りに製品を開発し市場投入するステップと市場投入してから事業収益を得るステップに分けられる. ここでは, 市場投入までのステップに焦点を当てる. 市場投入するまでの目標は, QCD (Quality 品質, Cost コスト, Delivery 日程) の 3 つの目標の達成である. ここで, コストは, 開発にかかる開発経費と, 製品原価である製品コストの 2 つの意味がある. QCD 目標に対する実績との乖離は以下のように考えることができる.

- (1) 成果物を生み出す作業が遅れていれば日程の遅れとして計画との乖離が検出される。
- (2) 品質が達成できない時の目標品質と実績との乖離は、目標品質を達成するための日程遅れとして検出される。
- (3) 製品コストが達成できない時の目標製品コストと実績との乖離は、目標製品コストを達成するための日程遅れとして検出される。
- (4) 製品開発では、日程遅れが発生している場合、開発経費が増大する追加リソースを投入しても日程遅れの回復が求められる。このため、製品開発における開発経費は、開発途中では問題解決が優先され、強いコントロールはされない場合が多く、プロジェクト終了後、開発コスト目標の未達が問題とされる。一方、お客様との契約で開発する IT システム開発では、開発経費の増大は、利益減少を生じるため非常に厳しくコントロールされ、製品開発と状況が異なる。製品開発において、開発経費のコントロールは、技術問題を解決できる見通しが立たずプロジェクトの終了を判断する場合か、製品開発戦略作成時にプロジェクトの数を減らしたり、プロジェクト開始を遅らせることでその年度の開発経費の削減を図ることで行われる場合が多い。

以上から、品質(Q)、製品コスト(C)の未達も日程(D)に対する影響として日程でコントロールされ、日程計画がプロジェクトコントロールの中心的対象となる。このように、プロジェクトの日程計画はプロジェクトマネジメントの中心となる重要な成果物である。

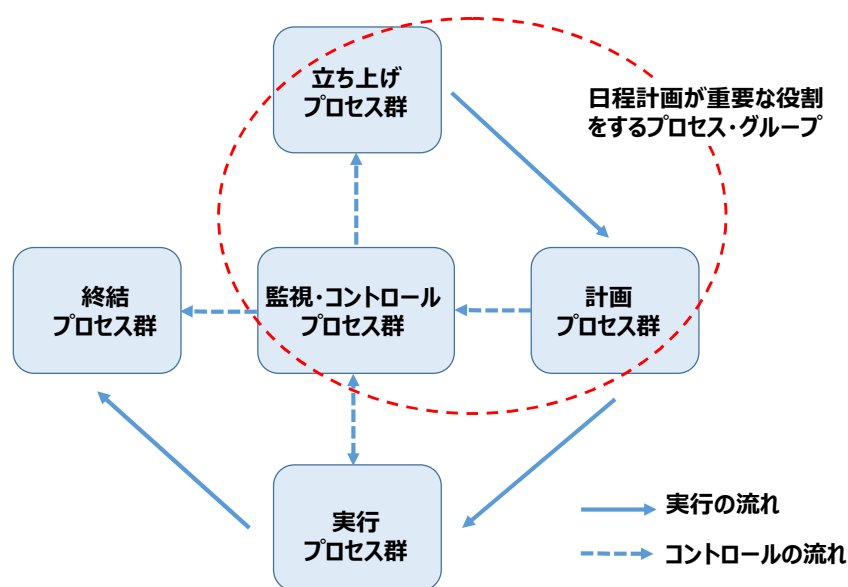
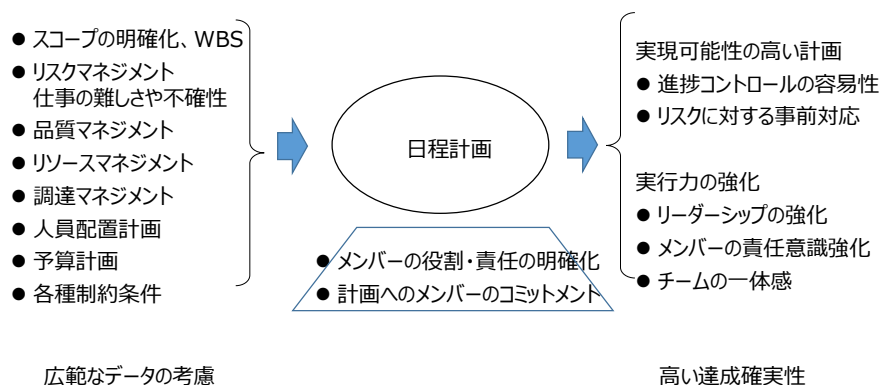


図 2.13 開発におけるプロジェクトのプロセス・グループとそれらの遷移
[PMI 日本支部 2017b]

「図 2.1 プロセス・グループと知識エリア」で示したように、日程計画はスケジュール・マネジメントの知識エリアと計画プロセス・グループの交点の基本プロセスで作成される。この基本プロセスの入力は、WBS を含むスコープ・マネジメント、リスクマネジメント、投入人員を検討する資源マネジメント、品質を定める品質マネジメント、コストを計画するコスト・マネジメント、必要資源を購入する調達マネジメント、各種制約条件、などの広範なデータである。この日程計画は、メンバーの役割責任の明確化や日程計画達成に対するコミットメントに支えられ、実現可能性の高い日程計画を作り出すことができる。（コミットメントについては後述する。）また、作成過程では、課題やリスクの抽出に加え、メンバーの責任意識強化やチームの一体感を醸成し、実行力の強化を図ることもできる。このため、日程計画の作成は、プロジェクト達成の確実性を生み出す基盤と考えられる。この説明を図 2.14 に示す。



日程計画は広範なデータを考慮し、作成過程ではプロジェクトチームの実行力強化も図ることができ、プロジェクトの高い実現可能性を生み出し、高い達成確実性の基盤となる成果物である。

図 2.14 日程計画作成の重要性

実現可能性の高い日程計画とは、日程計画変更の可能性が少ない日程計画であり、以下のような特徴をもっていると考えられる。

- (1) リスクを含む、広範なデータが十分考慮されていること。
- (2) 関係組織やプロジェクトメンバーのコミットメントに支えられていること。
- (3) プロジェクト目標完了日を満たしていること。

このような特徴を持つ日程計画を作成するために、実際の開発の現場では、以下を考慮した日程計画作成手法が求められている。

- (1) 開発環境に適し、実用性が高いこと。
- (2) 人間の行動特性を考慮していること。
- (3) プロジェクトメンバーの責任意識向上やプロジェクト・チームの一体感が醸成されること。

2.5.3 DoD, NASA の日程計画作成手法

DoD や NASA は軍事装備開発や宇宙開発の大規模なプロジェクトを広範な関連企業と長い間実践しており、その経験に基づく考え方や手法は WBS 作成や日程計画作成のガイドとして標準化されている[DoD2011], [NASA2010a], [NASA2010b]. DoD や NASA の手法は、現時点でもっとも実績があり、まとまった手法と考えられ、本節ではその内容と課題を説明する。なお、DoD や NASA の WBS 作成や日程計画作成のガイドは、基本的に物品調達のためのものである。

DoD や NASA の日程計画作成手順を図 2.15(1)、図 2.15(2)に示す。

- (1) 最終成果物を成果物の単位で分解し、作業単位となる成果物である WP まで分解する。
- (2) WP である成果物を生み出すために必要なアクティビティを洗い出す。
- (3) アクティビティの順序関係や依存関係と、アクティビティの作業期間を見積もり、日程計画の案を作成する。
- (4) 目標日程までに完了するように日程計画案を調整し、日程計画を完成させる。

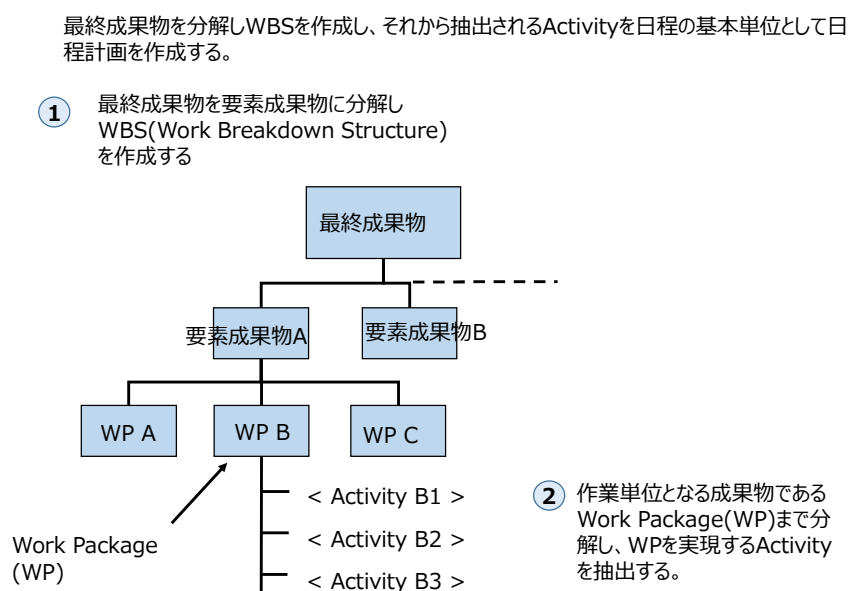


図 2.15(1) DoD, NASA の日程計画作成手法

- ③ Activityの順序関係や依存関係を定め、Activityの作業期間を見積もり、日程計画の骨格を作る。

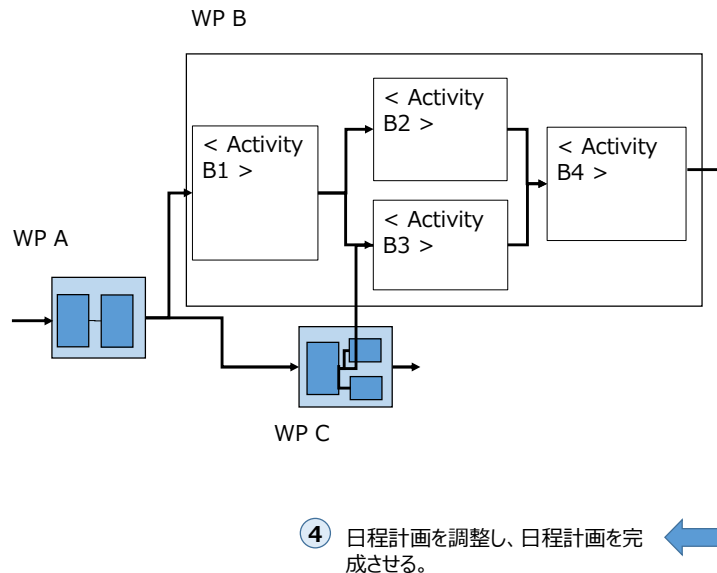


図 2.15(2) DoD, NASA の日程計画作成手法

最終成果物を分解し作成した WBS は全体でプロジェクトスコープを表し、分解された成果物である個々の WBS の要素成果物は日程計画の基礎となる情報をすべて含む。この WBS をより詳細に記述する方法として、WBS 辞書がある。[NASA2010a]の主な記述項目は以下の通りである。

- (a) WBS のタイトル
- (b) WBS 番号, WBS のレベル, 親の WBS 番号
- (c) 内容記述
- (d) スコープ記述
- (e) 予算番号
- (f) 関係技術書類
- (g) 発行者責任者, 更新履歴
- (h) 承認・同意情報

このように WBS 辞書には詳細な情報が記述されるが、以下の項目はない。

- (1) 成果物を生み出すために必要な成果物情報。
- (2) 日程に関する情報。

作業単位である WP とそれを担当する組織との対応を示すために図 2.16 に示すように RAM を利用することができる。組織の分解は Organizational Breakdown Structure

(OBS)と呼ばれ、分解した組織とその組織が担当する WP を赤丸で示す。OBS は、通常、既存組織である機能組織とは異なる構造となる。WP と OBS の交点を Control Account (CA)と呼び、責任範囲やコスト発生状況、日程進捗状況を管理する単位である。交点に WP を配置する場合もある。

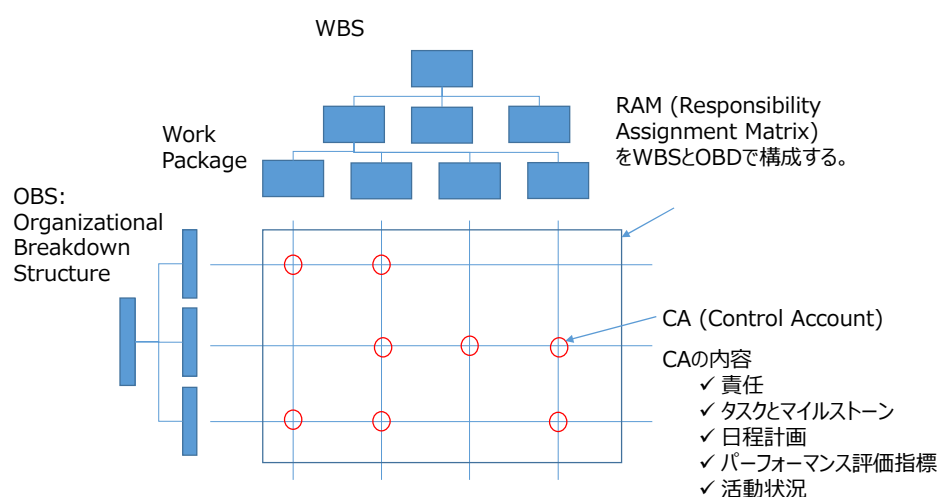


図 2.16 WBS と OBS で構成する RAM

WBS の構造は、対象物が同じであると WBS の構造も同様の構造となる。このため、対象物に対し WBS のテンプレートを作成することができ、WBS 作成のバラツキを抑制することができる。[DoD2011]では、ミサイルシステムや航空機システムなど 11 種類の対象物に対するテンプレートと 1 種類の共通テンプレートが記述されている。

2.5.4 DoD, NASA の日程計画作成手法の課題

DoD と NASA の日程計画作成手法はよくできた手法であるが、以下のような課題もある。

- (1) アクティビティーを基本単位とした日程計画作成手法である。
 - (a) WBS の作成では最終成果物を成果物で分解し、作業単位となる成果物である WP まで分解する。日程計画は WP を生み出すためのアクティビティーを基本単位として作成する。すなわち、WBS の基本単位は成果物であるが、日程計画の基本単位はアクティビティーである。WBS に影響を与える仕様変更などがあると、WBS とアクティビティーに変更が生じ、日程計画にも影響を与える。また、WBS と日程計画の一貫性の維持管理は手間がかかるため、厳しいプロジェクト日程の中では、WBS 更新、アクティビティー更新、日程計画更新などの書類更新の優先順位が下

がり、書類更新が行われなかったり、書類間の一貫性が失われる可能性が生じる。

- (b) 製品開発では、アクティビティーの数は数千行以上になり、複数組織が関係するため、その作成や維持管理に手間がかかる。
- (c) WBS とアクティビティーの一貫性管理だけでなく、WBS 辞書との一貫性管理や WBS 辞書の各項目との一貫性管理も必要であり、これらの一貫性管理の作業負荷は大きい。このため、この日程計画作成手法は契約に縛られた大企業では運用できるが、一般の製品開発企業では運用が難しい。
- (d) 日程計画はアクティビティーを単位として作成するが、アクティビティーの順序関係は、アクティビティーが生み出す小さい成果物の依存関係を考えながら作成することになり手間がかかる。
- (e) アクティビティーのつながりを見ても成果物の流れは明確ではなく、また、アクティビティーは活動でありアクティビティーの達成基準は必ずしも明確ではないため、アクティビティーの進捗は必ずしも成果物の完成度とはならない。進捗は成果物の完成度により判断することになる。

(2) WP の実用性が低い。

- (a) DoD や NASA の考え方は、WP を組織に対応させる考え方であるが、分解された WP の担当組織が既存組織と一致しないケースも発生し、WP の担当組織や必要なスキルを持った担当者の決定が難しく、組織編成に時間がかかる。また、既存組織と異なる組織体制を決めた場合、組織構築や人事異動などから生じるその組織体制の維持管理に手間がかかる。
- (b) WP を生み出すアクティビティーの洗い出しは、担当する組織が行うが、新規に編成された組織では、アクティビティーを漏れなく洗い出せない可能性がある。
- (c) 作業単位である WP を定めることが難しい。WP を定めるための作業時間の目安として 80 時間を目安とするルールもあるが、時間で作業単位を定めることは現実的ではなく、現実のプロジェクトでは WP はほとんど使用されない。作業現場では、組織ミッションに対応した成果物を完成させることを作業単位とすることが現実的である。

(3) 日程圧縮方法が定められていない。

- (a) 実現可能性を維持しながら日程計画を調整したり、目標日程に圧縮し押し込む手法は明確に定められていない。

(4) 人間の行動特性が考慮されていない。

- (a) 人間の行動特性や、責任意識の醸成、チームの一体感醸成など、人間心理や行動特性に関しては触れられていない。

DoD, NASA の方法は契約で縛られた大企業で厳密にプロジェクトを進めるためには有効であるが、一般の企業内で有効に、効率的に活用するには上記のような課題がある。

2.5.5 CCPM

Eliyahu M. Goldratt は、生産工程のスループットを向上するために、Theory Of Constraints (TOC) の考え方を導入した[Goldratt2001]。TOC は、全体生産工程の中のスループットを制約しているボトルネックが全体の生産性を制限しているという考え方であり、これは、水の流量は、途中にある狭い流路に制約されるという考え方に例えることができる。TOC は、それまでの工程別の生産性向上や生産原価低減という考え方から、工程全体のスループットの考えに変えるもので、生産性向上の考え方に大きな影響を与えた。

プロジェクトマネジメントでは、プロジェクトの期間は、プロジェクト完了までの活動の最長経路であるクリティカル・パスで決まると考えられてきた。このクリティカル・パスを計算する方法は CPM (Critical Path Method) と呼ばれる。1997 年に出版された Eliyahu M. Goldratt の著作[Goldratt2003]の中で、プロジェクトの作業期間の算出に TOC の考え方を導入した。CCPM が導入した日程計画に影響を与える要因は以下の通りである[村上 2002], [Newbold2005]。

- (1) リソースボトルネック
- (2) 人間の行動特性
- (3) 変動性と従属性
- (4) マルチタスク

(1) リソースボトルネック

リソースがボトルネックとなりプロジェクトの日程に影響を与え、プロジェクト期間算定にはリソースを考慮する必要性を指摘した。ここでリソースとは、人材のスキルや人材の配置、試験設備などを意味し、これらリソースがボトルネックになり、プロジェクト期間に影響を与える。さらに、これらリソースは複数のプロジェクトで活用されることも多いため、プロジェクト間での取り合い（リソース競合）が起こり、プロジェクト期間を延ばす原因となる。

(2) 人間の行動特性

さらに、Eliyahu M. Goldratt は、作業期間に対する以下のような人間の行動特性を指摘した[岸良 2011]。

- (a) 人間は、リスクや不確実性の発生により日程が遅れ、そのために怒られたくないという心理から、作業期間に余裕日程を入れる傾向にある。
- (b) 人間は、余裕日程を入れても、結局、納期直前にならないと仕事に取り掛からない。これは学生症候群と呼ばれる。
- (c) 人間は、予算や時間があれば、あるだけ使ってしまう。これを、パーキンソンの法則という。
- (d) たとえ仕事が早く終わっても、次回の仕事から短縮された作業期間で仕事をしなければならなくなることを恐れ、結局、計画納期まで完了報告をしない。

- (e) 仕事のできる人に仕事が集中し、複数の仕事を掛け持ちするが、仕事への意識の切り替えに時間が必要であり、仕事に集中した合計時間に加え、仕事への意識の切り替えの時間が必要になる。つまり、複数の仕事を掛け持ちすることは、効率性を阻害する要因となる。
- (f) 仕事は遅れることはあっても、早くなることはない。特に、複数の仕事が並行して進み、それら全部の仕事の完了が次の仕事につながっていく場合、複数の仕事の内、一つの仕事の遅れが全体の遅れにつながる。
- (g) 一旦仕事が遅れると、遅れ対応のための会議が開かれ、報告書類作成も必要となり、過剰管理となり、さらにプロジェクトは遅れる。

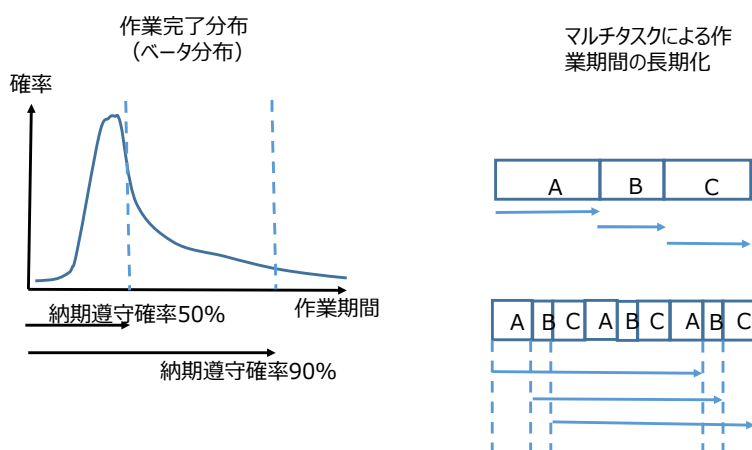


図 2.16 作業完了分布とマルチタスクの影響

(3) 変動性と従属性

図 2.16 に示すように、作業完了分布はベータ分布になると言われており、納期遵守できる確率が 90%の作業期間は、納期遵守確率 50%の約 3 倍の期間がかかるなど、作業完了期間に対する主観的な納期遵守確率により作業期間は大きく変動する。また、作業日程は従属関係があるため、遅れた作業に次の作業日程が従属する。このことから、日程計画は遅れることはあっても、早まることはほとんどない。

(4) マルチタスク

図 2.16 に示すように、作業 A,B,C を順番に行うとそれぞれの作業は、個別の作業期間で完了する。しかし、細切れに行うと、それぞれの作業が完了するまでの期間は延びることに

なる。さらに、マルチタスクの場合、仕事に取り掛かる頭の切り替えに時間が必要なため、その時間も必要になる。

上記の要因を考慮し、CCPM という日程計画作成法とそれを使った日程進捗管理の方法が提案された。これは、リソースボトルネックを考慮し、マルチタスクを行わないで日程計画を作成し、人間の行動特性や様々な変動性を吸収するためにバッファを導入するというものである。このバッファの考え方は、ほぼこの作業期間があればプロジェクトを完了できるという作業期間（90%～100%の完了確率）の半分の期間をプロジェクト完了目標期間と定め、残り半分の期間がどれだけ食いつぶされているかで進捗を管理する考え方である。このプロジェクトの進捗を管理する期間をプロジェクトバッファと呼ぶ。クリティカル・パスに合流する活動が遅れると、その遅れた活動が新たなクリティカル・パスに変わる可能性がある。作業の遅れにより、クリティカル・パスが頻繁に変わると管理が非常に煩雑になってしまう。このため、クリティカル・パスに合流する活動が遅れてもクリティカル・パスに影響を与えないように挿入するバッファを合流バッファと呼ぶ。また、あるプロジェクトの作業の遅れによりリソースが拘束され、そのリソースを別のプロジェクトの作業に投入できず、プロジェクトが玉突き的に遅れる可能性もある。このような状況を防止するために追加するリソースをリソースバッファと呼ぶ。

CCPM の考え方が提案されてから既に 20 年となるがその効果に対する評価は定まっているとは言えない。成功例の紹介もあるが、CCPM のコンサルティング会社による成功例も多い。

CCPM の主な成功事例

- (1) Harris Semiconductor 社の 8" Wafer Plant 建設、イスラエルの航空機整備会社の航空機整備時間短縮の例[Leach1999].
- (2) マツダ、オムロン、リコーの事例 [Being2017].

これまでに発表された論文 140 本を調査し、CCPM の評価はまだ定まっておらず、研究がさらに必要であると述べている先行研究がある[Ghaffari2015]。内容は、年ごとの CCPM 関連論文数の推移や、内容の分類、今後の研究課題の提案である。CCPM 関連論文数の推移は、2000 年代前半は年間約 6 本で推移してきたが 2000 年代後半から増え始め、年間約 10 本で推移している。論文の内容は、Introductory（入門的紹介）、Critical（批判）、Improving（改善）、Empirical（経験）、Case reporting（事例報告）の 6 分類であり、Improving が約 3 分の 1 を占めている。傾向としては、Critical は減っており、Improving が増えている傾向にある。これは、CCPM の良い点の評価がある程度進んでいることを示していると考えられる。今後の研究テーマとして 21 テーマを上げている。主要なテーマを上げる。

- (1) プロジェクトバッファを入れた後の日程計画の安定性
- (2) 複数プロジェクト実行環境でのリソースバッファの消費率

- (3) 最適スケジュールと直感的スケジュールのプロジェクト期間の差
- (4) CCPM 使用環境での時間とコストコントロールのための EVM の長所・短所
- (5) CCPM の適用に適する複数プロジェクトのプロジェクト数
- (6) . . .

全体俯瞰的な視点で CCPM について考えてみる。プロジェクト完了に必要な工数を考えたとき、CCPM を使用しているか使用していないかにかかわらず、全体の工数は同じであると考えられる。単純化して考えると、CCPM を適用した場合、納期がないのでそれぞれの仕事が早く終われば、プロジェクトの完了日は早まる。つまり、余裕日程や待ち時間などが取り除かれるためにプロジェクトの完了日は早まると考えられ、余裕日程や待ち時間などが含まれているプロジェクトほど、CCPM の効果があるように見える。このようなプロジェクトとしては、予算消化を前提として日程計画が作成されているプロジェクトや、作業が天候に左右されるため余裕日程が含まれているプロジェクト、不確実性が高く余裕日程が多く含まれているプロジェクト、全社プロジェクトなどで注目度が高くメンバーはそのプロジェクトだけを担当するプロジェクト、などがある。このようなプロジェクトに CCPM を適用した場合は効果があるように見えることになる。また、生産工程と同様に、納期が作業ごとに定まっている作業中心のプロジェクトも CCPM を適用した場合は効果がある可能性がある。

CCPM では確率 90~100%で完了する推定作業期間の 50%に作業期間を短縮し、残り 50%はプロジェクトバッファにする考え方である。しかし、作業期間を 50%に圧縮することがわかっていたら、プロジェクトメンバーは開発日程として 2 倍の開発期間を見積もる可能性がある。また、過去のプロジェクト期間の 50%の作業期間を設定すると、過去に苦勞してプロジェクトを遂行してきた関係者は、できもしない作業期間として反感したり、無視する可能性が高い。もし、プロジェクトメンバーが作業期間を 50%に圧縮することを事前に知らされていなければ、50%の日程圧縮に対し、やはり技術者の反感を買ったり、無視される可能性が高い。さらに、CCPM により、短い期間で開発できる可能性があっても、人間の行動特性により、次のプロジェクトの開発期間短縮を恐れ、結局、元の開発期間になる可能性もある。このように、実際のプロジェクトへの適用でプロジェクトバッファの考え方は、人間の行動特性をよく配慮しないと現場の反発をかってしまう可能性がある。CCPM に対し慎重な意見の先行研究として〔三枝多聞 2004〕がある。この中では、リソースボトルネックの徹底活用のために人間を機械のように扱うと担当者は余裕をなくしプロジェクトへの悪影響が発生する可能性や、CCPM はスケジュールバッファがあるので遅れを気にしないでよいと言われるが、人間は納期があるから頑張れることや、ボトルネック要因の洗い出しなどで日程計画作成の負荷が増えること、さらに、反対派への説得の時間が必要なこと、従来の日程管理と CCPM の二重管理になる可能性があること、なども指摘されている。

さらに、マトリックス組織で実施される製品開発プロジェクトに CCPM を導入する場合、

以下の状況をよく考慮することが必要である。

- (1) 技術者をプロジェクトに囲い込むプロジェクト組織では、プロジェクト数が制限されてしまうため、事業業績はプロジェクト数に制約されてしまう。このため、限られた技術者を複数のプロジェクトで有効に活用することで生産効率を高め、事業業績を高めるためにマトリックス組織が採用されている。技術者は、複数のプロジェクトの担当や市場問題解決の担当など、自分の担当領域の類似する複数の仕事を効率的に処理しており、マトリックス組織ではマルチタスクは必然のこととして実施されている。あるプロジェクトに限って日程を短縮したり、確実性の向上を図るのであればマルチタスクをしない考え方もあるが、企業全体の業績向上を考えるとマルチタスクは必要である。
- (2) プロジェクトの作業は機械ではなく人間が行っている。このため、作業の遅れが発生しても、人間の作業能力の余裕や集中力、熱意などで回復できる場合が多い。また、機能組織のマネジャーの判断で、遅れている作業に専門家を投入するなど、現場では状況に柔軟に対応している。
- (3) マトリックス組織での製品開発の開発日程は、過去の多くの類似製品の開発で圧縮されたギリギリの開発日程であり、余裕日程を入れる余地は少ない。専任メンバーによる新規重要プロジェクトでは、全社的協力が得られる環境もあり、CCPM だけでなく他の日程計画法の適用でも成功する可能性はあると考えられる。

本論文での CCPM に対する考え方は、以下のようにとまとめられる。

- (1) リソースボトルネックと人間の行動特性は納得感が高く、本論文でも参考にしている。
- (2) CCPM でも他の日程計画手法でも、本質的に作業工数に変わりはなく、日程の安全余裕が多く含まれているプロジェクトや、マルチタスクを止め一つのプロジェクトに集中できる環境を整えたプロジェクトでは、日程が短縮できたように見えると考えられる。
- (3) 人間の行動特性と矛盾するスケジュールバッファの考え方の受け入れは難しいのではないかと。
- (4) マトリックス組織環境では、専門家が複数プロジェクトを担当し生産効率を高め業績を上げることを優先しているため、マルチタスクをやめる考え方は合わないと考えられる。

2.5.6 人間の行動特性と責任意識

本論文では、ERAM と DDM の 2 つのプロジェクトマネジメントのツールについて論述するが、ツールを実際に機能させるためには、責任意識などヒューマンファクタを考慮することが重要であると指摘されている [松尾谷 2004]。プロジェクトの成否は、遂行能力、役割に合わせたスキルに加え、プロジェクトメンバーのやる気やモチベーションが重要であるとの指摘もある [諸葛 2014] , [DeMarco1999]。日程計画作成では、CCPM の説明の中

で取り上げた人間の行動特性を考慮することが必要であり、また、プロジェクトを目標通り達成するためには、物事に取り組む心理的姿勢を表す概念であるコミットメントとモチベーションが重要であるとの指摘がある [除村 2006b].

図 2.17 にモチベーションとコミットメントの考え方を示す。モチベーションとは、現在を起点に将来に向くやる気を起こさせる内的な心の動きであり、生産性を高めることに効果がある。コミットメントとは、約束したことは必ず守る責任意識であり、達成すべき目標を起点に考え、目標を確実に達成するために効果がある。これは目標思考とも言える。

モチベーションだけが高いと、やる気があり仕事に直ぐとりかかかすが、計画がなく熱意が空回りし、遠回りをしたり、目的とする成果を生み出すことができない場合もある。コミットメントだけだと、冷静に計画を立てるが、熱意を持って取り組む実行が伴わず、目標を達成できないことがある。プロジェクト成功のためには、どちらも重要な人間の意識である。

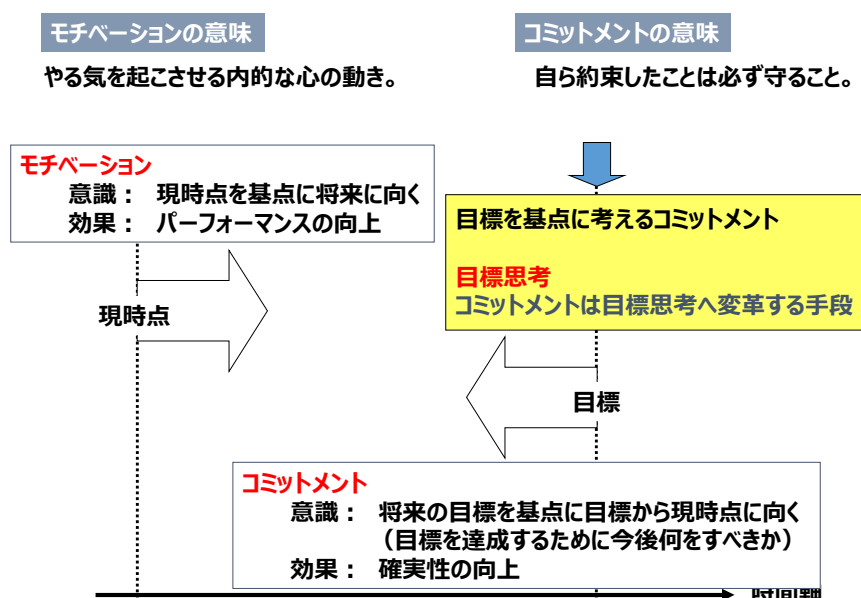


図 2.17 モチベーションとコミットメント

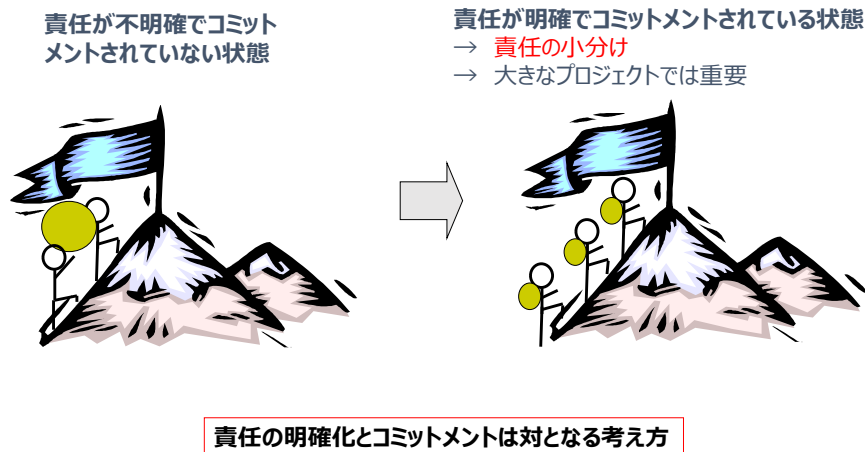


図 2.18 コミットメントによる責任の明確化

コミットメントとは、自ら約束したことは必ず守ることであり、プロジェクトが成功するためには、図 2.18 に示すように、プロジェクトメンバーに仕事を配分し、メンバーは自分が達成すべき目標を明確に認識し、高いモチベーションを持って、目標達成にコミットメントし、目標達成に向かって全力で取り組む状況を作ることであると言える。このため、コミットメントは、プロジェクト成功のために重要な概念であると言える。プロジェクトメンバーに仕事を配分するには、WBS を活用できるが、コミットメントと組み合わせることで、責任意識の向上を図り、仕事の達成可能性を高めることができる。また、何か問題が発生した時、問題を分解し、責任を小分け・分解して解決に取り組む方法は、問題を確実に解決し、解決を早める効果が期待できる。コミットメントにより期待される効果を以下のようにまとめることができる。

- (1) 達成責任の範囲を自ら明確に意識することで、目標達成に必要な計画作成などの事前準備を十分に行い、また達成可能な部分とリスクのある部分を明確に認識できる。
- (2) 責任範囲の間に落ちてしまう問題を見つけ事前に対策を行うことができる。
- (3) 関係者全員のコミットメントを統合し、関係者全員が一丸となり同じ目標に向かって進むことで目標を達成することができる。
- (4) コミットメントは組織全員の意識を能動的な目標思考に変え、組織全体の目標達成能力を高めていくマネジメント手法と考えられる。

コミットメントは表面的には上司などに行うことになるが、内面的には自分自身に対する約束である。このため、上司やプロジェクトマネジャーは担当責任者に対し「コミットメ

ントしろ」というのは適切ではない。各メンバーの責任意識向上のための一つの方法は、プロジェクトマネジャーや上司はメンバーに対し、「あなたはこの仕事の達成をコミットメントできますか？」と問いかける方法がある。このように問うことで問われた人は、自分が責任を持って自分の担当の仕事を達成するためには、こんなリスクがある、このようにしてもらわないと達成が難しいなど、リスクや条件を考えるきっかけを与えることになる。つまり、このような問いかけは、責任意識の醸成を促し、達成を阻害するリスクや達成するための条件を考えさせるきっかけを与えることができる。逆に、この問いかけに対しメンバーが、はい、と即答する場合は、深く考えていない場合もあり、プロジェクトマネジャーや上司はメンバーに対し、適切な質問をすることで、より深く考えさせるように導く必要がある。

コミットメントを機能させるためには、下記のような点に注意する必要がある。

コミットメントを機能させるための注意点

- (1) 「コミットメントしろ」ではなく、「コミットメントできますか？」と問い、担当責任者に自ら「コミットメントします」と宣言してもらう。「コミットメントしろ」と言われ、「はい」と答えると、言われた感覚が残る、責任意識が希薄になると共に、目標を達成できなかった時に、自分の責任であるという意識も弱くなる。
- (2) 担当責任者はコミットメントできるためのリスクや前提条件を明確にする。
- (3) プロジェクトマネジャーや上司、経営幹部は目標の設定に十分な注意を払う必要がある。不可能な目標では無視される。十分に高いが達成が可能であり、担当責任者が挑戦できる、挑戦したいと思う目標の設定が重要である。
- (4) 「コミットメントできますか？」と問うことは、約束を守ることができるように、低く目標を設定し直す事ではない。

担当責任者はコミットメントできるための条件として、目標を下げることを要求したり、過大な余裕を含む前提条件（日程、人員数など）を要求する可能性もある。メンバー全員が目標を達成したが、プロジェクトはうまくいかなかった、という状況にならないことが必要である。プロジェクトマネジャーは担当責任者と話し合いを通して、担当責任者の考えの詳細を理解し、担当責任者が目標に対し納得感を持って、挑戦する気持ちを引き出すことが必要である。この時、担当責任者が、コミットメントさせられたと思われないようにする必要がある。このために、プロジェクトマネジャーのコミュニケーション能力、特に質問能力が重要である。また、必要に応じて、前提条件等を全員で話し合い、互いの状況を理解し、納得しながら全体最適の調整を行い、やる気やコミットメントを引き出すことも一つの方法である。

- (5) リーダーはチーム全員のコミットメントの集積としてコミットメントを行う。
リーダーや経営幹部がコミットメントする時、その意味は、責任を伴う決定、という意味がある。つまり、目標成果があげられなかった時、その責任を取るという意味であり、リーダーや経営幹部はその重みを十分に認識する必要がある。
- (6) コミットメントしたことを達成できなかったときは、何らかのペナルティーが科せ

られることになる。ただし、その扱いは、本人の納得感があるように、慎重に行う必要がある。

- (7) 自分のコミットメントは相手や周りのコミットメントを引きだすことができる。
- (8) 自分がコントロールできない状況が発生しコミットメントしたことを達成できなくなる可能性がある時、上司や経営幹部にエスカレーションを行い、助けを求める。エスカレーションは上司や経営幹部に責任の一部を背負ってもらう意味がある。上司や経営幹部はその投げられた責任の達成に対しコミットメントし、必要なアクションをする必要がある。

コミットメントは重要な考え方であるが、その運用を誤ると逆の効果を生む場合もあり、その使用は注意することが必要である。以下のような質問がよく聞かれる。

質問 1： 責任を明確化すると利己的になり、互いに協力しなくなり、チームワークを阻害する要因にならないのか？

回答 1： この疑問は、自分の目標が担当する仕事だけであるという意識から生まれる。自分の目標は、プロジェクトの最終目標を達成することであるという意識を持つてもらうことが重要であり、下記のような行動を取り、最終目標の達成に向けてチームの一体感を醸成することが必要である。

- (1) 自分の目標は、プロジェクトの最終目標を達成することであるという意識を持つ。
- (2) 他の人の仕事のおかげで、自分の担当する仕事を完了できる、という認識を持つ。
- (3) 自分の仕事が他の人・組織にどのように影響するか常に意識し、緊密なコミュニケーションを行う。
- (4) 他の人・組織に問題があれば改善のアドバイスをする。
- (5) 必要に応じて、他の人を助けてあげる。それが自分の仕事の完了につながる。

これらを実行できるためには仕事に余裕を持っていることが必要である。心の余裕や時間的余裕は、状況を客観視し将来を考えて先手を打つためや、良いチームワークを生み出す上で非常に重要である。また、達成が難しくなってきた状況や悪い情報を早く報告してもらうように奨励することも必要である。

質問 2： コミットメントを導入すると人はプレッシャーを感じ、やる気を損ねてしまわないか？

回答 2： コミットメントが押し付けられた場合、そのようになる危険がある。コミットメントは自分の責任が何であり、その責任を達成する約束ができるかを自分自身で考えてもらう手段と捉えることが必要である。プロジェクトマネージャーや上司の重要な役目は会話を通して、部下が自分の責任が何であり、その責任を達成する約束ができるかを自分自身で考えてもらうことで当事者意識を持つてもらえるように導き、その目標に向かって部下のやる気、モチベーションを引き出すことである。

プロジェクトで問題が発生する要因として、メンバーの責任範囲の認識と、プロジェクトマネジャーやほかのプロジェクトメンバーの間で責任範囲の認識に抜け漏れや重複が生じていることがある。責任範囲の抜け漏れがあると、その仕事を誰も担当していないことがある時点で発覚するため、プロジェクトの遅れの原因となる。この責任範囲の抜け漏れは、現場のリーダーに発生することもある。現場のリーダーは、電気回路設計などの専門分野を持っている。しかし、リーダーの担当する責任範囲は、ある機能などまとまった広い範囲に対して責任を持つことが多く、責任範囲は機構設計や制御ソフトなどの広い範囲を含む。このため、リーダーの責任意識の範囲を専門分野からある機能などの広い範囲に広げることが必要となる。

本論文で述べる CFP への対応では、リーダーの責任範囲や担当する仕事の達成に対するコミットメントが重要であり、日程計画作成では担当する日程計画達成に対するコミットメントが重要となる。このようにコミットメントは責任意識の強化には効果があり、プロジェクト成功には重要な考え方である。本論文では、コミットメントを促すツールについても論じる。

以上の議論は、個人レベルのコミットメントであった。先に述べた IPD にコミットメントを適用すると、組織全体が約束を必ず守るという、緊張感があり引きしまった企業風土を作ることにもつながる。IPD の仕組みを適用し、組織全体をコミットメントのカルチャーにするコミットメントの循環構造を図 2.19 に示す。

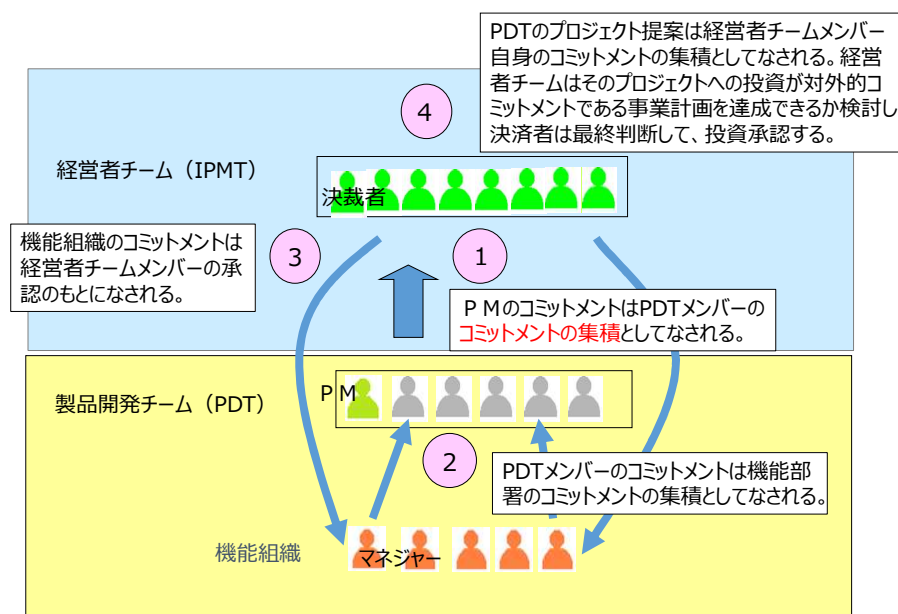


図 2.19 コミットメントの循環構造

図 2.19 の(1)～(4)に示すように、製品開発チーム（PDT）のプロジェクト提案は機能組織のコミットメント集積であり、機能組織のコミットメントは経営者チーム（IPMT）のメンバ

一である機能組織トップのコミットメントでもある。つまり、PDT のプロジェクト提案に対するコミットメントはコミットメントの循環構造から IPMT メンバー自身のコミットメントの集積としてなされることになる。IPMT メンバーは事業計画達成責任を持っており、PDT のプロジェクト提案を達成できるように PDT を支援することが求められる。IPMT メンバーはその提案に対する審議において、対外的コミットメントである事業計画達成を達成できるか検討し、決済者である事業本部長は、最終判断し、投資に値すると判断すれば投資を承認する。このコミットメントの循環構造は、コミットメントの過程で全関連組織を巻き込むことになり、組織全員で計画にコミットメントしていることと等価となり、組織全体の責任意識を向上させ、強固な企業体質を作り上げることができる。

2.5.7 先行研究の課題と対応

日程計画作成に関する先行研究には以下のような課題がある。

- (1) 「2.5.3 DoD, NASA の日程計画作成手法」で述べた日程計画作成手法は、最終成果物を WP に分解し、WP を生み出すアクティビティーから日程計画を作成する手法であり、大企業との購買契約などでは厳密に日程計画を作成できる適切な手法と考えられる。しかし、一般企業の中でこの手法を実施するには作成や維持管理の負荷が大きいという課題がある。
- (2) CCPM に関する先行研究に関し、リソースボトルネックと人間の行動特性は納得感が高く、本研究でも参考にしている。先行研究は、最適なスケジュールバッファのサイズや、複数プロジェクト環境下でのリソース配分など、CCPM を是として、その精緻化に関するものが多い。しかし、CCPM の評価はいまだ定まっているとはいえない。この理由は、CCPM でも他の日程計画手法でも、本質的に作業工数に変わりはなく、日程の安全余裕が多く含まれているプロジェクトやマルチタスクをやめ一つのプロジェクトに集中できる環境を整えたプロジェクトなど、限られたプロジェクトで日程が短縮できたように見えると考えられること、人間の行動特性と矛盾するスケジュールバッファの考え方は受け入れが難しいこと、さらに、マトリックス組織では専門家が複数プロジェクトを担当し生産効率を高め業績を上げることを優先しているためマルチタスクをやめる考え方は合わないこと、などが考えられる。

本研究は、機能組織が生み出す成果物の受け渡しで最終成果物が開発される実際の製品開発の流れを基に日程計画を作成する手法を論じており、その作成や維持管理の負荷はアクティビティーを基本とする日程計画よりも少ない。また、プロジェクトの作業は、モチベーションや心理的余裕、集中力の維持、作業環境など、人間の心理要因からのパフォーマンス向上が重要であると考えられる。このため、本研究では、CCPM の考え方、日程計画はリソース制約を受けるという Critical Chain の考え方、さらに人間の行動特性を取り入れて日程計画を作成する考え方を参考にしている。

本研究は、従来の日程開発手法である DoD や NASA の日程計画作成手法をマトリックス

ス組織環境での実際の製品開発に適応するように改善し、CCPM が考慮している人間行動も考慮に入れ、両者の良い点を取り入れた実現可能性の高い日程計画作成手法であるとも考えられる。

2.6 「日程計画作成手法の PBL への応用」に関連する先行研究

プロジェクトは、日程計画を中心にプロジェクトマネジメントが行われる。日程計画が実現可能性の高い計画であるためには、計画自体の実現可能性を高めることは必要であるが、加えて、日程計画をかならずやり遂げるといふ、日程計画を作成したプロジェクトメンバーの責任意識や責任範囲の明確化、達成に対する熱意・情熱、チームとしての一体感など、人間の意識や行動特性を考慮することが重要となる。本研究で論じる日程計画作成手法は人間の意識や行動特性も考慮している。

大学教育で PBL の有用性が認識され、多くの授業が行われている。この PBL の学修成果をより高めるには、本論文で述べる、PBL をプロジェクトとして扱う基礎となり、また人間の意識や行動特性も考慮した日程計画手法を応用することができると考えられる。まず、PBL に関する先行研究について述べる。

2.6.1 PBL に関する先行研究

PBL は大学の授業で学んだ専門知識を、社会の課題や企業での課題の解決を通して、実践による経験から学修する授業方法として多くの大学で実施されている。社会人基礎力育成のために卒業研究に PBL を導入した先行事例 [五百井 2012]、また、専門教育と PBL を段階的、発展的に繰り返し学修成果の向上を目指す教育体系の構築 [井上 2010]、企業連携／地域連携の試み [古川 2016]、[古川 2015]、グローバル化の試み [井上 2016]、[井上 2015]、また、企画提案型の PBL を活用したリーダー育成のための教育体系の構築 [原 2015]、なども行われており、教育体系の充実が図られている。また、学修成果の評価に関し、自己評価と客観評価の相関から基礎力向上の評価を行う試み [石田 2016]、参加学生が多様な属性を持つ国際 PBL のチームワーク能力を語学力や国際協同作業経験などとの関係から評価した研究なども行われている [織田 2017]。さらに、アクティブラーニングである PBL の実践を通じた学生能力の変容の研究も行われ、「主体性」、「発信力」、「働きかけ力」の伸長率が高いことが報告されている [柁本 2017]。しかし、PBL 実施において、以下のような課題も認識されている。

- (1) 学生の参画意識、責任意識、主体性にバラツキがある。

チーム活動である PBL ではモチベーションの低下現象が観察される場合があり、このモチベーションの低下現象である社会的手拔きの生起条件と、参加者の自主性発生過程の研究が行われている [奥本 2012]。また、商品企画プロジェクトの講義を通して、プロジェクトで求められる義務の存在を学ばせ、メンバーの責任感を引き出す試みが行われている [村井 2013]。

- (2) チーム体制を上手く構築できない。

メンバーへの役割分担がうまくできず、リーダーが仕事を抱え込んだり、(1)の理由もあり、一体感をもった熱意のあるチームを構築できないケースがある。

- (3) 学生一人ひとりの評価が難しい [岩田 2014].

5年に渡るソフトウェア開発の実践的教育の報告の中で、プロダクト品質の向上と履修者の能力向上に影響する様々な要因分析を行っている [松浦 2007]. この中で、学生一人ひとりの評価の難しさに対し、個人の活動状況を把握し評価を明確にしたことで学生の参加意欲が高まったことが報告されている。また、技術的理解が不足しているメンバーの影響で作業が進まないとの指摘もある。

実際の PBL では以下のような状況も観察される。

- (4) 最終成果物にバラツキがある。

動作する最終成果物を完成させるチームがいる一方で、何が成果であるか不明確なチームもみられる。

- (5) テーマの企画提案のアイデア出しに多くの時間を費やし、実際の開発は終盤にあわてて行われる。

テーマで何を成し遂げるか企画案の目標設定の議論が紆余曲折して時間がかかってしまい、実際の開発作業は時間が不足し、あわてて行われるケースもみられる。

- (6) WBS や日程計画作成などは、あわただしさの中でおざなりになり、プロジェクトとしてうまく運営されていない。

プロジェクト途中でのマイルストーンは設定されているが、テーマ目標設定に多くの時間を費やし、Project Based というコース名であるにも関わらず、プロジェクトマネジメントの優先度は低く実作業が優先され、プロジェクトとしてうまく運営できていないケースが見られる。

上記のような課題に関する研究も報告されている [Johnston2005]. この中で、チームプロジェクトは、曖昧な活動やチーム活動にただ乗りしている学生から悪影響を受け、明確な責任はチームプロジェクトにおいて学生をアクティブな態度に変え、パッシブな態度からアクティブな態度へのシフトはプロジェクト・チームの学習経験を向上させると述べている。また、明確に定義されたプロジェクトプロセスは実世界のプロジェクトで発生する不明確性を最小化することができると述べている。

本論文で述べる、DDM を用いた日程計画作成手法は、プロジェクトメンバーの役割・責任の明確化を促し、PBL をプロジェクトとして運営する基盤となる WBS や日程計画の作成や、課題抽出などの作成を促す。これらから、役割・責任の明確化による学生の責任意識向上や参画意識向上を期待することができ、PBL をプロジェクトとして運営することで最終成果物の質的向上やバラツキの抑制を図ることが期待できる。さらに、WBS の作成や DDM の記載事項は、学生一人ひとりの役割を明確化し、最終成果物への貢献を評価することで学生個人の成績を評価できる可能性もある。このように、DDM を用いた日程計画手法

を PBL に適用できるように改善することで、PBL の学修成果を向上できる可能性がある。

本論文の 3 つ目の研究テーマは、この DDM を用いた日程計画手法を PBL に適用し PBL の課題解決ができるかを検証する研究であり、4 つ目の研究テーマは、3 つ目の研究テーマから得られた知見を PBL で試行し PBL の学修成果の向上を目指すとともに、試行で認識された課題に対する解決策を考察し、PBL の学修成果向上に繋がる成果を目指す研究である。

2.6.2 問題発見力、問題解決力、実践力

PBL には、様々な分野や切り口からの取り組み方があるが、その学習の目的の一つは問題発見・解決と実践能力の向上であり、そのプロセスを理解することで、より高い学修成果を生み出すことが期待できる。PBL は、基本的に、次のようなステップに分かれると考えられる。

- (1) あるテーマが与えられ、そのテーマの解決すべき問題を深掘りし問題の本質を捉える。
- (2) 問題の本質を解決するための創造的な解決策を考え出し、プロジェクトが実現を目指す企画として目的や目標を定める。
- (3) その目的や目標を実現するための計画を作成し、実行する。その成果として、問題の解決を行う、または、解決に役立つ物を開発する。

この問題解決ステップを図 2.20 に示し、各ステップについて以下に述べる。

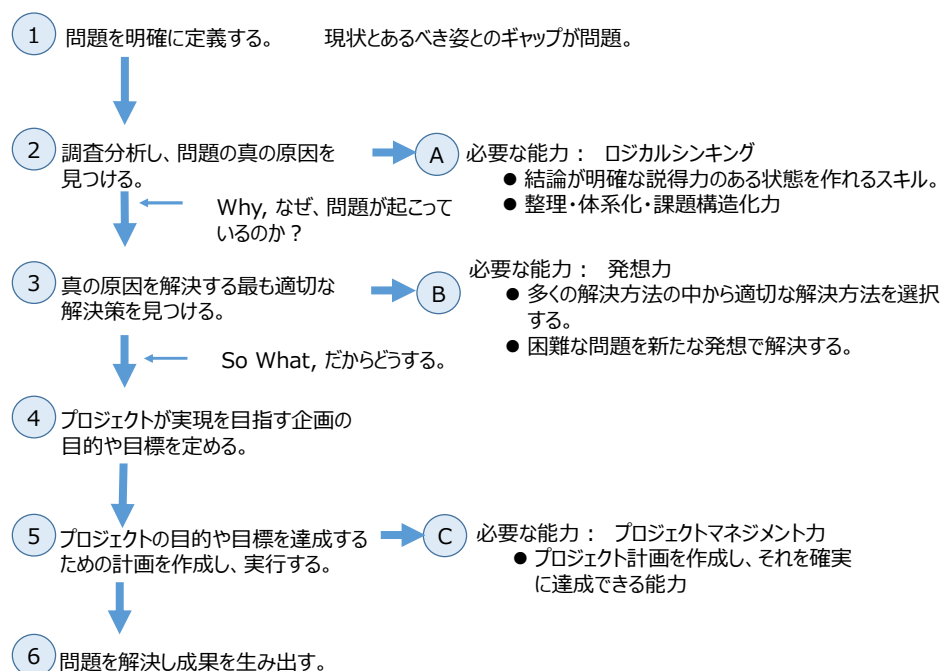


図 2.20 問題解決プロセス

以下、各ステップについて説明する。

(1) 問題を定義する。

問題とは、現状とあるべき姿とのギャップと定義される。事前の調査・分析により、この問題を具体的に、明確に定義することで、以下のステップを効率的に進めることができる。

(2) 調査分析し、問題の真の原因を見つける。

定義された問題からその問題の真の原因を見つけ出す作業であり、以下に続く作業の基礎となる重要な作業である。真の原因を見つけ出すためには、問題発見力が必要とされる。この時、必要とされる能力は、論理的に原因を導き出す能力である(A)ロジカルシンキングである。ロジカルシンキングの能力を向上させることで、結論を導く論理的な流れが明確であり、説得力を持つ結論（真因）を導くことができる。ロジカルシンキングは問題の整理・体系化・構造化力と言い換えることもできる。

(3) 真の原因を解決する最も適切な解決策を見つける。

多くの解の可能性の中から創造的な解を見つけ出す作業であり、いわゆる、問題解決力が必要とされる。解決が困難な技術的な問題などもあり、多くの独創的な解決方法を発想しその中から適切な解決策を選択する、革新的な発想を生み出す能力が求められる。

(4) プロジェクトが実現を目指す企画の目的や目標を定める。

(5) プロジェクトの目的や目標を達成するための計画を作成し、実行する。

解決策が選択され、達成すべき目標が定まると、プロジェクトとして計画を作成し、それを確実に達成する(C)プロジェクトマネジメント力が必要とされる。プロジェクトマネジメント力は、プロジェクトマネジメントの知識に加え、チームをまとめ、チームの力を引き出すリーダーシップとも考えられる。

(6) 問題を解決し成果を生み出す。

ここでは、この問題解決プロセスに必要とされる 3 つの能力、(A)ロジカルシンキング、(B)発想力、(C)プロジェクトマネジメント力、について述べる。

(A) ロジカルシンキング

ロジカルシンキングは、物事を論理的な流れで説明したり分析できる能力であり、その一般的な強化方法は以下の通りである。

(1) 結論から話し、次のその理由を述べる。

結論を述べ、その結論に至った流れを、論理の飛躍なく順番に説明し、納得を得られるように全体の論理構成ができるように訓練する。

(2) 「理由は次の 3 つです」などのように、データに裏付けられよく掘り下げられた複数の理由を述べるようにする。

このようなことができるようになることで、WBS 作成にも必要とされる物事を構成要素に分解する能力が向上する。そして、物事を構成要素に分解することにより、より解決しやすくなったり、構成要素の関係を整理したり、構成要素を表現することが容易になるなど、仕事能力・生産性が向上する。

(B) 発想力

新しいことを発想し、選択するために以下のような多くの手法がある。

[井上 2011]

(1) ブレインストーミング

会議に参加しているメンバー間で刺激しあうことで、メンバーのアイデアから新たなアイデアを創出していく方法。アイデアを出すことが重要であり、どんなアイデアも否定せず、アイデアを深く掘り下げ、つなげ、アイデアに乗っかることが大切であると言われる。

(2) オズボーンのチェックリスト

拡大したらどうなるか、縮小したらどうなるか、他の使い道はないか、他の物と組み合わせたらどうなるか、などオズボーンのチェックリストを参照しながら発想していくことで、新たな発想の創出を促す方法。

(3) K-J 法

出てきたアイデアを分類・整理して、さらなるアイデアを発想していく方法。

(4) マインドマップ

主テーマからの発想を放射状に展開していくことで、アイデアを連想・発想していく方法。

[前野 2014]

(5) 親和図法 (Affinity Diagram)

K-J 法に似ているが、アイデアを分類するという発想ではなく、主観的な発想でグルーピングし、グルーピングに思いを込めたタイトルと付けることで、グルーピングに対する見方を変え、新たな発想を生む方法。

(6) ピューコンセプトセレクション (Pugh Concept Selection)

複数のアイデアの中から適切なアイデアを選び出す方法。いくつかの評価軸と基準となるアイデアを決め、評価軸に対し他のアイデアが基準のアイデアより良いか、劣るかを評価することでアイデア選択を検討する方法。アイデアを選択する方法ではない。

(7) バリュグラフ (Value Graph)

機能の上位の目的を考えることで、目的を達成する代替案を考える方法。

(8) ストーリーテリング (Story Telling)

考えたことや伝えたいことを印象的に伝えるために行う寸劇。伝えたいメッセージを起承転結のストーリーにまとめ、チームで演じ、新たな発想を促す。

[Ulrich2016]

(9) Make Analogies

生物や他の分野で同様な機能を実現している例から新たな発想を生み出す方法.

(10) Wish and Wonder

こうだったらいいのに、と考えることで新たなアイデアを発想する方法.

(11) Use related stimuli

ユーザーが使用している使用環境や使用状況を観察し新たなアイデアを発想したり、他の人のアイデアを刺激として新たなアイデアを発想する方法.

(12) Use unrelated stimuli

ランダムに無関係な写真などを提示し、新たなアイデアを発想する方法.

(13) Set quantitative goals

新しいアイデアが出なくなってきたら、あと 10 や 20 個のアイデアを出そうと数値目標を決めてアイデアを絞り出す方法.

(14) Use the gallery method

一つのアイデアを 1 枚の絵にまとめ、部屋に全部のアイデアの絵を張り出し、アイデアを出した人が説明を行い、チームメンバーは絵を見て回る. これにより、意見を出し合ったり、アイデアの融合を促し、新たなアイデアを生み出す.

特許情報の分析から導出された、革新的アイデアを創出する発明の法則をまとめた方法論であり、特に、技術的問題解決に有用な手法として、TRIZ (発見的問題解決理論) が知られている. TRIZ は、ものの見方、とらえ方として 5 つの思想と、問題分析・解決のプロセス、問題解決のパターン (定石) 等を体系立て整理した知識データベースがある. 5 つの思想とは、理想性、矛盾、機能概念、リソース、時間/空間/インターフェースがあり、解に向けた基本的な考え方を整理している. 例えば、矛盾に対する思想は、妥協やトレードオフではなく、矛盾の解消が進化・発展の主要な原動力となる、という考え方である. 問題解決のパターンは、問題発見・問題解決における思考方法やツール類を整理したものである. 知識データベースは、技術的矛盾を解決する時の定石集として 40 の発明原理が集積され、物資-場モデルで類型化された問題の解決のための定石集として 76 の標準解が集められている. ここで、物資-場モデルとは、材料、道具、部品などの「物質」と、物質が相互に作用して機能するために存在する「作用やエネルギーの構造」を分析するためのモデルのことである.

また、いくつかの候補の中から、一番いいものを選び出す手法として、階層意思決定法 (Analytic Hierarchy Process: AHP) がある. これは、選択したいいくつかの評価軸に対して、選択したい候補を一对比較することで、一番いい候補を選び出せる方法であり、主観的評価を定量的評価に変換して扱うことができるユニークな方法である. 例えば、家を購入する際に、いくつかの物件候補があり、評価軸として、価格、交通の便、環境、などの評価軸で一对比較することで、一番適切な物件を選ぶことができる. ノートパソ

コンの搭載機能の選択に応用された例も報告されている [除村 2002].

(C) プロジェクトマネジメント力

プロジェクトマネジメント力とは、狭義には計画し、実行し、実現する能力と言える。この能力は、プロジェクトメンバー一人ひとりが普段の仕事を確実に達成するための仕事力でもあり、この仕事力の中心は、計画力とそれを実現する実行力であると考えられる。プロジェクトマネジメントの知識は、書籍の勉強や資格取得により増やすことができる。しかし、知識を増やしてもプロジェクトを成功させることはできない。プロジェクトは通常複数のメンバーで実施されるが、プロジェクトマネジメント力は、チーム力を最大限に発揮させるリーダーシップであると考えられる。プロジェクトの責任者であるプロジェクトマネジャーに最も求められる。PBL ではチームのリーダーがプロジェクトマネジャーに相当する。

リーダーとマネジャーの違いの議論があり、「複雑な環境にうまく対処していくのがマネジャーであり、変革を成し遂げていくのがリーダーである」という考え方がある [Kotter1999]。このため、リーダーには変革が目指すビジョンを描ける力と、その実現に向けてメンバーをどれだけやる気にさせることができるかの力量が求められる。リーダーの能力には先に述べた、問題の真因を見つけ、革新的なアイデア・解を生み出す能力も含まれる。広義のプロジェクトマネジメント力は、このようなリーダーに求められる能力でもある。

PBLにおいても、企画提案をするということは、規模は小さいかもしれないが、変革提案と考えることもでき、PBLのリーダーには、上記の意味でのリーダーシップが求められる。PBLにおいて、成果が生み出せない要因の一つは、チーム全員が、最初の誤った着想に取り付かれてしまい、目先の作業を優先してしまうことにある。このような状況を発生させないためには、リーダーのリーダーシップが重要であり、PBLにおいてもリーダーの選定は重要であると考えられる。大学において、学生に対し平等な教育の機会を与えるという考え方もある。しかし、不適切な学生がリーダーとなると、メンバー全員の学修に負の影響を与えることになる可能性もある。PBLで成果を上げること、及び、PBLでの学修成果向上には、大学においてもリーダー育成やリーダー選定のプロセスが重要であろう。また、後に述べるように、学生時代にPBLの進行上の状況を判断し、適切なプロジェクトマネジメント手法や思考方法を適用できる能力を身につければ、社会に出てチームのリーダーとして活躍し、さらに高いリーダーシップを獲得できる可能性が高くなると考えられる。この点から、PBLでプロジェクトマネジメント手法を確実に学修することは、リーダーシップ育成の点からも重要であると考えられる。

リーダーシップに関して、以下のような先行研究がある。当初、リーダーシップは、リーダーとしての生まれながらの資質により決定されるという考えに基づき、リーダーの人物要因を研究する人物論の研究が行われた。その後、リーダーシップは、リーダーが置かれた状況の中でどのように行動するか、リーダーの行動スタイル・行動類型の研

究へと変遷していった。この行動スタイルの考え方にに基づき、人との関係性構築と業務遂行力に優れた人材がリーダーとして優秀である考え方が PM(Performance Maintenance)理論として提案された [三隅 1986]。また、リーダーシップは育成できるかという問いに対して、育成できるとの研究が発表され、リーダーシップ研究の土台となっている [McCall1988]。行動スタイルの研究として、[Goleman2000]がある。この研究では、リーダーになるためには、Emotional Intelligence(感情知能)と呼ぶ能力を持つことが不可欠であり、その能力は以下の 5 つの要素から構成されるとする。

Self-Awareness

自分の感情を把握し、それが他の人に与える影響を十分に認識できる能力。

Self-Regulation

自己を統制し、その場の一時的な感情に支配されずにいられる能力。

Motivation

期待を上回る結果を達成しようとする意欲。

Empathy

部下の感情を考慮できる能力。

Social Skill

組織や会社において仕事を円滑に進める人的ネットワークを構築する能力。

また、企業における優秀なプロジェクトマネジャーの行動特性について、[PMI2007]にまとめられている。これを基に、プロジェクトマネジャーの能力開発の方法が、[PMI 日本支部 2017a]にまとめられている。この中で、日本語になじみの薄いコンピテンシーという言葉の代わりに人間力という言葉を使い、人間力向上のための 7 つの要諦（コミュニケーション能力、指導力、マネジメント能力、認識能力、効果性、プロ意識、習慣化）に関して、事例を交えてそれらの強化の仕方がまとめられている。また、6 つのリーダーシップスタイル（強圧型リーダー、ビジョナリー・リーダー、肯定型リーダー、民主主義的リーダー、コーチング・リーダー、コーディネーター型リーダー）の考え方にに基づき、プロジェクト・ライフ・サイクルにおけるコミュニケーションにおけるリーダーシップスタイルの変化を、事例に基づき研究した先行研究もある [治田 2008]、[治田 2007a]、[治田 2007b]。また、リーダーとなるために実践すべきリーダーシップモデルも提唱されている [福本 2005]。

日本企業において、1980 年代の高度成長期には、全員を平等に扱い、昇進してもマネジャーのポジションは十分にあったので、優秀人材は自分で這い上げてくるという考え方であった。しかし、グローバル化が進み、日本の地位は相対的に低下しており、日本の労働生産性は、2016 年に OECD 加盟 35 カ国の中でみると 20 位であり、主要先進 7 カ国の中では最下位の状況である [日本生産性本部 2017]。このため、生産性の向上のために働き方改革が叫ばれている。海外では、生産性向上の人事施策として、優秀

な人材を選び出し、選別して育成するという考え方でリーダー人材の育成が行われている [伊賀 2016], [Byham2002]. 近年は日本でも、マネジャーポジションが少なくなっている理由もあり、同様な方法でリーダーの育成が実施されている. 例えば, 経営幹部が部下の優秀人材を推薦し, 次期役員候補, 次期部長候補などの優秀人材プールを構築し, それら人材に対しエリート教育を実施する. さらに, 優秀人材プールの育成計画に基づき, 経営幹部による異動の検討が行われ, 実務での実績を評価し優秀人材が絞り込まれ, また, 新たな人材も見出される, という人材育成体系も実施されている [除村 2013]. 同様に, 技術人材もグローバルでの技術競争激化により, グローバルに通用するリーダー育成が強化されている [上杉卓司 2013].

大学においてもリーダーシップ教育として, PBL のプロジェクトメンバー間で 5 つのコンピテンシーに関係する質問を相互に問いかけ, 育成するという教育が試みられている [大石 2016]. また, リーダーシップ開発のシミュレータによる疑似体験と実行動の PDCA を回すことによる, リーダーシップ育成も行われている [丸山 2016]. 大学では, 特定の学生を選び出し, 特別教育を実施するということが難しく, 学生に均質にリーダーシップ教育を実施する必要がある. しかし, PBL ではチームを構成し, そのリーダーを選ぶ必要があるため, リーダーの選び方が重要となる. また, リーダー経験を広く学生にさせるためにプロジェクト途中でリーダーの交代を実施する PBL もある. PBL での成果を重視するか, リーダー育成を重視するか, PBL におけるリーダー選抜や育成に関して, 今後, さらに研究が必要であろう.

なお, 実務において, プロジェクトマネジメントの初心者は, リスクの分析など, 客観的なデータを中心に考える傾向にある. プロジェクトマネジャーのポジションに依らず事実データはさまざまな判断において重要であるが, プロジェクトマネジャーのポジションが上がるほど, 人心を掌握し人を動かすコミュニケーション能力やマネジメント能力, コンセプトを構想する力など, 先の述べたリーダーシップがより重要となってくる. さらに, 困難な状況でどのように判断し, 行動するかも重要である. 企業では, 現実に発生した状況において, 様々な立場でどのように対処すべきかを, ロールプレイで体験する学修が多く行われており [伊賀 2016], 大学教育でも活用が進むと思われる.

2.6.3 先行研究の課題と対応

PBL に関する先行研究の多くは, PBL を含む教育体系の確立や PBL 適用領域の拡大, 個別 PBL 適用事例, PBL 実施による能力向上の評価, などがある. しかし, 「2.6.1 PBL に関する先行研究」で述べたような PBL 実施における PBL 共通の課題解決に対する先行研究や, PBL をプロジェクトとしてとらえ, その構造や活動のプロセスに踏み込んで学修成果の向上を図る先行研究は多くない.

本研究は, PBL 実施上の共通の基本的な課題解決や, PBL をプロジェクトとしてとらえる視点から, その構造や進め方を分析することで PBL の学修成果向上を図る研究である.

2.7 先行研究のまとめ

本章では、各研究テーマに関連する先行研究について概要を説明し、それらの課題と本研究との関係について論述した。次章から4つの研究テーマについて論述する。

第 3 章 組織横断的問題解決手法の開発

本章の概要

製品開発の開発下流で行われるシステム統合テストなどでは、機能組織間に跨る問題の発生や、その原因の特定や解決などの難しい問題が発生しやすい。これらの問題の発生は開発日程の遅延や開発経費増大など、プロジェクトに負の影響を与える。また、製品開発が行われるマトリックス組織のプロジェクト軸ではプロジェクト体制を構築する必要があるが、効果的な手法が必要である。本章は、リスクと考えられる CFP に対し、事前抑止と発生時の迅速な対応を可能にするチーム体制の構築と、プロジェクト全体のプロジェクト体制を構築する手法について論じる。この手法で用いるツールが ERAM であり、この ERAM を用いた手法は、学際的プロジェクトや、複数のチームから構成されるプロジェクトにおいて CFP への対応とプロジェクト体制の構築に応用することができる。

第1章 序章と、第2章 先行研究において、製品開発は、マトリックス組織で行われることが多く、マトリックス組織では、開発下流において組織横断的な問題が多く発生し、開発遅延や開発経費の増大を招いており、さらに、プロジェクト軸の統制力が弱く、プロジェクトの円滑な推進の障害となることを指摘した。

本章は、マトリックス組織という組織構造から生じるこれらの問題に対処する組織横断的問題解決手法とその効果を論じる[除村 2016a], [Yokemura2017b], [Yokemura2010].

なお、本手法は製品開発を中心に論じるが、「3.6.2 ERAM の応用」で述べるように、本手法は大学での学際的プロジェクトや、複数の機能別チームから構成される大規模システム開発プロジェクトなどにも応用できる可能性がある。

3.1 ERAM に求められる機能

製品開発では、V字モデル開発が行われる場合が多い。V字モデル開発とは、図3.1に示すような開発モデルである。この開発モデルにおいて開発は、要求定義から概要設計、詳細設計の順に作業工程を進み、出荷（受け入れテスト）で終わる。このモデルの左側で定義・設計を行い、右側でテストを行い、左右の対応に対してテストが実施される。例えば、概要設計の作業工程の成果物を検証するテスト工程はシステムテストの作業工程となる。

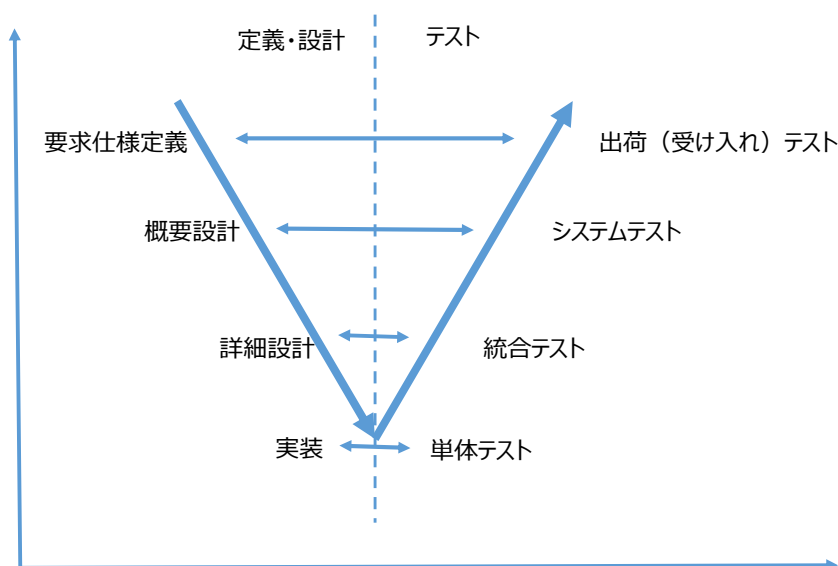


図 3.1 V 字モデル開発

このV字モデル開発の右側のテストは、単体テスト→統合テスト→システムテスト→出荷（受け入れ）テストと開発工程が流れていく。単体テストは、開発を行っている機能

組織内でのテストであり、統合テスト以降のテストでは、各機能は組み合わせられ、製品としての機能が仕様通り動作しているかの検証が行われる。このため、統合テスト以降の開発下流のテストでは、複数の組織が関係する CFP が発生し、以下のような状況が発生しやすい。

CFP の発生時に生じやすい状況

- (1) 問題の発生原因を見つけるために、問題が組織間でたらいまわしされる。
- (2) 問題を見つけても、解決責任者にされそうなので、放置してしまう。
- (3) 問題解析に時間がかかりそうなので、他の早く解決できる仕事を優先させて、その問題はしばらく放置される。
- (4) 問題解析は関係者を集めて実施しないと難しいそうなことがわかると、チーム編成の会議などが必要になり時間を浪費する。場合によっては、誰が会議開催するかでもめ、時間を浪費することもある。
- (5) 問題の原因が見つかると、解決や検証の活動で時間を使ってしまう。
- (6) 問題が解決されると、その発生原因の責任を明確にしたり、再発防止の会議が開催され、時間が消費される。

CFP が発生するとこのような状況が発生しやすく、開発遅延の大きな要因となる。

プロジェクト開始時にプロジェクト関係者、特に技術関係者は、そのプロジェクトで発生が予測されるリスクに関して、以下のような感触を持つことができ、リスクを抽出することができる。ここで、リスクは先に述べた重要課題の意味であり、その多くは、新規技術の導入や、新たな変化点、使用環境の変化によって生じる。

プロジェクトで発生が予測されるリスク

- (1) 新規導入技術の目標品質、信頼性を達成できるだろうか。
これは新規技術そのものの完成度に対するリスクだけでなく、新規技術を既存システムに組み込むことによる全体の円滑な動作などのリスクも含む。また、熱の発生、電磁気対応、性能、省エネなど、システム全体に影響する仕様への影響も考慮する必要がある。
- (2) 新しい材料、部品、潤滑剤などの使用に対し、耐久性などに対する懸念を感じる。
- (3) 新しい動作環境、新しい業界製品標準などの仕様に適合できるか。
- (4) 市場環境の変化に対応したテストケースとなっているか。
- (5) 一段と難易度の高いシステム仕様の達成できるか。
- (6) 過去の失敗事例や経験の基づき不安な事項がある、など。

これらリスクに対し、開発上流において、機能組織内で解決すべきリスクに対して、リスク対応計画を作成し、リスク軽減などの対応が実施される。しかし、組織横断的リス

ク、すなわち、CFP に対しては、開発上流において組織間連携が弱い場合が多く、開発初期に認識や懸念はしても、自分が責任者になることを躊躇し、実際に対応するなどのアクションは実施せず、CFP への対応が弱くなる傾向になる。また、CFP 発生時には時間を浪費することが生じやすい。本論文で述べる、ERAM は、CFP に対し、積極的に責任を明確化し、CFP 発生の事前抑制や、発生時対応の迅速化を図るためのチーム体制を構築するツールである。

責任を明確化するツールとしては、「2.4.1 責任分担表 (RAM)」で述べた RAM があり、この機能は、アクティビティーに対する責任者や責任組織の明確化に限られる。RAM の考え方を CFP に拡張したものが ERAM であると考えられる。

マトリックス組織では、CFP に対する対策に加え、プロジェクトマネジャーがプロジェクトを統率できるプロジェクト体制を構築することが必要である。このプロジェクト体制とは、プロジェクトの意思決定を行い、機能組織を含むプロジェクト関係者に対し決定事項の実行を指示し、また、プロジェクトの現場での状況を迅速に把握し、プロジェクトマネジャーに伝達できる情報経路を持つプロジェクトの組織構造である。このようなプロジェクト体制ができていないと、機能組織側の力が強くなるため、プロジェクトマネジャーは、現場の状況に迅速に対応できず、対応や意思決定が遅れたり、機能組織のマネジャーの意見への対応や意見の調整などに追われる状況が発生しやすい。これらの仕事は、プロジェクト全体の責任者であるべきプロジェクトマネジャーが主に行う仕事ではなく、プロジェクトマネジャーは指揮官として、プロジェクトをきちんと統制できるプロジェクト体制を構築することが求められる。ERAM は CFP に対するチーム体制を構築することに加え、CFP のチーム体制をプロジェクト全体体制の中に組み込み、特に CFP に対する対応力のあるプロジェクト体制を構築することができる。つまり、ERAM は、CFP に対応するチーム体制とそのチーム体制をプロジェクト全体体制に組んだプロジェクト体制構築を行うツールである。このようなツールは、以下の事柄を実現することが望まれる。

CFP に対応するために実現が望まれる機能

- (1) 開発下流で発生が予測され、複数の組織が関係し、リスクとも考えられる解決が難しい重要な CFP の対応に責任を持つチーム体制を構築できること。
- (2) CFP の発生を抑制することができること。
- (3) 開発下流で CFP が発生した場合に、迅速に把握し、その解決を迅速に実行できること。
- (4) CFP の情報把握や対応の指示が迅速にできる情報経路を構成するプロジェクト体制が構築できること。
- (5) 人間の行動特性を考慮していること。
- (6) リーダーやメンバーの責任意識向上、一体感醸成を図ることができること。

3.2 ERAM の基本的アイデア、構造、及び ERAM を機能させる方法

3.2.1 ERAM の基本的アイデア

CFP に対応するために実現が望まれる機能を実現するための基本的アイデアは、CFP に関する専門家から構成されるチームを構成することである。まず、プロジェクトの円滑な進行に障害となる可能性のある CFP を、事前に洗い出し、次に、洗い出した CFP に関する専門家から構成されるチームを作る。このチームを WG と呼ぶ。WG は、CFP に対して事前対応を実施し CFP 発生の事前抑制を行い、さらに、CFP が発生した場合に迅速な対応を実施する。

また、マトリックス組織では、プロジェクトマネジャーによるプロジェクト軸の統制力が弱いという問題に対し、CFP に対応する WG を階層構造に組み込むことで CFP への対応力や統制力を強化したプロジェクト体制を構築することができる。さらに、その階層的構造をプロジェクト情報管理システムにマッピングすることで、プロジェクト情報の一元的な管理が可能になり、プロジェクト内の情報共有、コミュニケーションの促進をはかり、プロジェクトの円滑な遂行を実現することができる。

プロジェクトマネジメントの書籍でリスクへの対応は、リスクの特定、リスクの分析、リスク対応計画の作成、などの手順の記述が多い。責任を持ってこれらを実実に実施する人をどのように組織化するかは、これら手順を実施するための重要な基盤となる。

3.2.2 ERAM の構造

ERAM は、内側構造と外側構造の 2 つの内部構造を持っている。内側構造は、先に述べた基本的アイデアの WG 構築に関係し、外側構造は基本的アイデアのプロジェクト体制構築に関係している。

(1) ERAM の内側構造

図 3.2 に内側構造を示す。

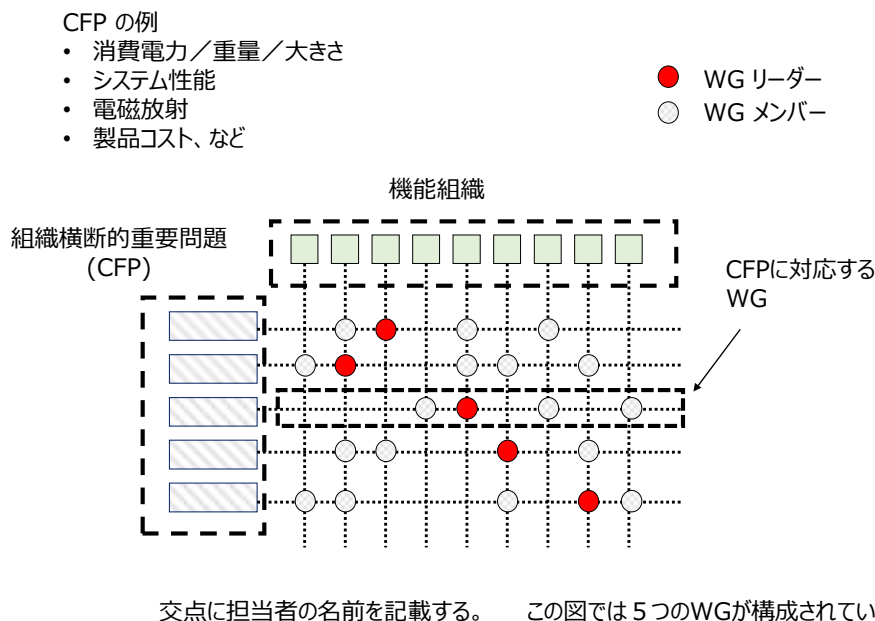


図 3.2 ERAM の内側構造

この図で、横軸は機能組織を示し、縦軸は CFP を示す。CFP に関係する専門家を機能組織から選出して、その個人の名前を交点に記入する。この専門家チームが WG であり、さらに WG リーダーも決める。交点に個人の名前を記入するのは、責任者としての自覚を促すためである。

まず、CFP を選び出す必要がある。この洗い出しの方法は、「2.6.2 問題発見力、問題解決力、実践力」の(B)発想力で述べたブレインストーミングやチェックリスト分析など、リスク特定の手法を使うことができる。リスクを洗い出す検討メンバーはプロジェクト・コアメンバーである場合や、経験豊富なメンバーから構成されるチームを作り検討を依頼する場合もある。洗い出された様々なリスクをグルーピングし、CFP の数を少なくする。その理由は、CFP を増やすと WG を構成する人数が増えてしまうためである。このため、現実的には洗い出す CFP の数は 10 個ぐらいまでに限った方がよい。もし、CFP が増えるようであれば、CFP のスコープを拡大し、いくつかの CFP を統合することも考慮する。CFP は複数の関連リスクをグルーピングしており、CFP を扱う WG の責任範囲を明確化することが必要である。また、CFP は技術的なものに限る必要はなく、新しいマーケティング施策や、使いやすさなどの WG を構成することもできる。製品開発における一般的な CFP としては、以下のような事項がある。

- (1) 消費電力／重量／大きさ
- (2) 製品性能
- (3) 電磁障害対策

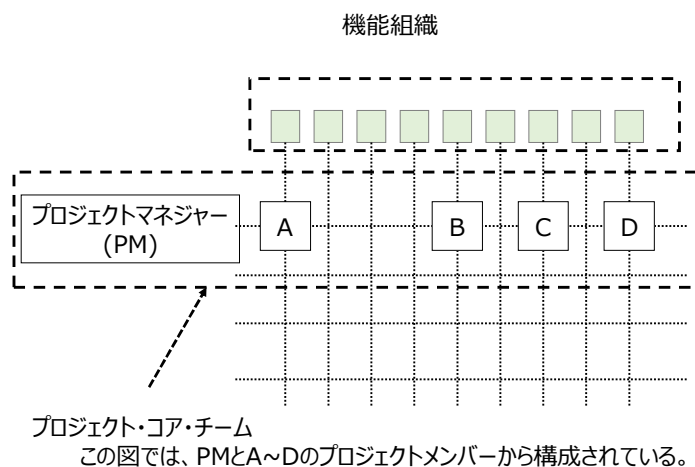
- (4) 熱対策
- (5) 製品コスト、など

WG は、専門家から構成される定常的に活動するチームとして、以下のような活動を行う。

- (1) 開発活動開始時に、WG メンバーで製品仕様の読み合わせを行い、CFP の対応領域の視点から、仕様調整・確認を徹底し、曖昧さをなくし、洗い出されたリスクに対しリスク対応計画を作成する。また、WG を FMEA や DRBFM などを実施する専門家チームとして位置づけ、未然防止施策の確実度を高める。さらに、WG により作成されたリスク対応計画や未然防止施策などをプロジェクト日程計画の中に埋め込み、プロジェクト計画の一部として確実に実施する。
- (2) WG は定例会議を実施し、活動状況の共有や製品試験での問題発生状況を確認し、CFP に該当する問題発生に対して、迅速に対応し解決を図る。
- (3) プロジェクト終了時には振り返りを実施し、WG の活動状況に対する教訓をまとめて、後に続くプロジェクトに役立ててもらう。

(2) プロジェクト・コアチームの構成

プロジェクト開始時には、プロジェクト・コアチームを構成する。このプロジェクト・コアチームのメンバーは、図 3.3 に示すように、開発関連だけではなく、企画、生産、販売、サービスなど、企業のビジネスサイクルを構成する関係組織のメンバーから構成される。プロジェクト・コアチームは、売り上げ達成などのビジネス的な側面からの意思決定を行う機能を持っており、意思決定に有効な議論を行うためには 10 人以下の人数が望ましい。しかし、企業が大きくなると、関係する組織も増大するためコアメンバーの数は多くなってしまい、意思決定のための有効な議論ができづらくなる。このため、後に述べる方法で人数を減らすことができる。プロジェクトマネジャーの依頼により、機能組織のマネジャーがプロジェクト・コアメンバーを指名することで、プロジェクト・コアメンバーが当該組織に周知され、プロジェクト・コアメンバーとしての役割・責任を果たすことができる。



プロジェクト・コア・チームは機能組織の代表者から構成される。

図 3.3 プロジェクト・コアチームの構成

プロジェクト・コアメンバーは 2 つの役割を持っている。一つは、機能組織の代表としての役割であり、もう一つはプロジェクト・コアメンバーとしてプロジェクトの成功に責任を持つ役割である。この 2 つの役割は、時として矛盾した面を持っている。例えば、新しい機能の追加提案に対し、それにより生じる製品コストの増加以上に売り上げが期待できるかという議論に加え、その機能追加に対する自部門の負荷や技術的難易度、日程への影響、開発費増大リスクなども考慮して意思決定することが必要となる。この点で、プロジェクト・コアメンバーには優れたバランス感覚が求められる。さらに、機能組織代表としての発言も求められるため、所属組織のマネジャーや関係者をまとめるマネジメント能力も必要とされ、リーダーシップ育成にも効果的な役割となる。プロジェクト・コアメンバーは、**Strong Matrix** に傾けるために機能組織よりプロジェクトに軸足を置くべきである。しかし、**Weak Matrix** に傾く傾向が強いため、機能組織の代表としての意識が強くなる場合が多く、状況を観察し、「2.2 マトリックス組織に関する先行研究」で述べたような対応を取り、**Strong Matrix** に傾けることが必要である。また、プロジェクト・コアメンバーから構成される会議において、発言せず情報収集のために参加しているプロジェクト・コアメンバーがいる場合もある。このような場合、参加が不要の場合はプロジェクト・コアメンバーの見直しを行ったり、参加が必要な場合は意見を求めて発言を促したり、必要に応じてメンバーを交代させることも必要である。

(3) 会議について

プロジェクトマネジャーとプロジェクト・コアメンバーは定例のプロジェクト会議を行う。このプロジェクト会議は、特にビジネス的な面、競合状況に基づく製品の競争力、市

場の状況に基づく発売時期や売り上げなどに関係する事項、などに関して意思決定を行う意思決定会議である。売り上げに関係する事項の中には、機能の追加や、機能や品質制約の扱いなども含まれる。意思決定は議論の結果を踏まえ責任者一人が行うのが原則であり、プロジェクト会議での意思決定は、プロジェクトの責任者であるプロジェクトマネージャーが最終決定者である。プロジェクト会議を合議制にすると、プロジェクトマネージャーの権威が低下するだけでなく、機能組織への議題の持ち帰りなどによる検討の長期化により、議題の意思決定の遅れ、プロジェクトの遅れとなる。

プロジェクトでは、定例会議や非定例の会議など各種の会議が行われるが、会議の目的は、大きく3つに分類できる。情報共有会議、検討会議、意思決定会議である。それぞれの会議の特徴を述べる [伊賀 2016]。

(a) 情報共有会議

関係者の間での情報共有を目的とする会議で、定例で開催し、短時間で効率的に行うことが望ましい。会議参加者は、できるだけプロジェクト関係者全員が参加する。

(b) 検討会議

ある課題の解決や合意のために多方面から検討しアイデアを出し、良いよい解を探し出すために必要に応じて開催する会議である。例えば、ある問題に対しブレインストーミングで様々な案を洗い出し、一番良い解を選択する。そして、その実行にメンバー全員で合意し、役割分担し、活動を開始する。参加メンバーは、その検討に相応しい適切なメンバーが召集される。会議時間は長くなる傾向にあるが、事前準備を行い短時間で終わるようにすることが必要である。

(c) 意思決定会議

何らかの事項について決定を行う会議である。意思決定を効率的に行うことにより、行うべきことが決まり仕事を前に進めることができるようになるため、プロジェクト進行上重要な会議である。会議での意思決定を実行するために、参加者は決定事項に対し何らかの実行責任を有することが必要である。つまり、意思決定会議が成立するためには、各メンバーは担当する仕事に対し責任を有し、これらのメンバーから構成されるチームは明確に定義された責任を持つことが必要である。意思決定はビジネス分野や技術分野などがあり、それぞれにチームが構成され、それらチームの関係は階層構造を取り、プロジェクト統制のためのプロジェクト体制に組み込まれている必要がある。さらに、各チームの権限として意思決定できる範囲などの基準が明確化されている必要がある。もし、意思決定を必要とする課題がチームの意思決定基準を超えていた場合、上位のチームでの意思決定が必要になる。また、会議での意思決定は会議議長、プロジェクトの場合はプロジェクトの責任者であるプロジェクトマネージャーが最終的意思決定を行う。合議による決定は、決定の責任者が不明確になり、決定に時間がかかるために適切な方法ではない。ただし、意思決定者が、議題に対し、合議や多数決による決定を行うと決めた場合は、その方法に従う。意思決定会議に上程する議題は、事前に十分検

討されている必要がある。しかし、たくさんの質問が出て時間がかかり再検討となる場合も発生する。このような状況をできるだけ回避するために、意思決定会議の資料は、議題の内容だけでなく自社内状況や競合状況など、必要な情報を含む資料フォーマットを使用し、事前配布することが望ましい。つまり、意思決定会議は、チームとして明確な責任を持つメンバーで構成され、その意思決定できる基準が定義され、チームリーダーが意思決定を行う。そして、意思決定会議は、定例で開催されることが望ましい。

上位意思決定会議での決定事項は下位チームに伝達される情報伝達ルートが確立され、ただちに実行が開始される必要がある。また、上位意思決定会議での意思決定のためには、下位チームからの現場情報を上位意思決定会議に伝達する仕組みが必要であり、これら両方向に流れる情報の流れがプロジェクト統制のためのプロジェクト体制となる。これだけでなく、日常会話などの非公式情報伝達方法も重要な情報収集の方法である。

検討会議は、ある課題解決のために単独で開催される場合が多い。意思決定会議は、その会議の位置づけが会社組織の中で公式会議に位置づけられる場合も多い。プロジェクト・コアチームによる定例会議などプロジェクトの会議は、情報共有会議単独か、情報共有会議と意思決定会議が組み合わさる場合が多い。会議が組み合わさる場合、その議題が情報共有か意思決定であるかを明確に扱うことで、効率的に会議を進めることができる。議論によっては、さらなる検討が必要な場合もあり、責任者、納期を決め、別途検討し、会議に結果報告を求める。議事録には、共有情報、決定事項とその理由、継続案件と内容、責任者、納期を記録することが必要である。

なお、プロジェクトを効率的に行うには、会議を効率的に行うことも重要である。会議を効率的に行う方法としては、以下のような事柄の実施がある [日経ビジネス 2017]。

- (1) 会議上限時間の設定。
- (2) 会議目的・会議時間割、標準資料フォーマットの利用、会議資料の事前配布。
- (3) 報告・発表よりも議論に時間をかける。（発表 3 割、議論 7 割など）
- (4) 役割の明確な参加者のみの参加。参加者の厳選。少人数の参加。
- (5) テレビ会議などの利用。
- (6) 会議中の議事録作成と発行。

会議運営もプロジェクトの生産性向上に重要であるが、加えて、次に述べるように、ERAM ではプロジェクトを前に進める意思決定を重視しており、意思決定会議やその会議に参加するチームメンバーの構成やチームの階層構造、情報伝達や指示命令の情報ルートなどをプロジェクト階層構造の中に埋め込んでいる。そして、このプロジェクト階層構造の中でリスクである CFP の扱いを重視した構造となっている。

(4) 意思決定と ERAM の外側構造

図 3.4 に示す ERAM の外側構造は、プロジェクト組織体制に関係することに加え、プロ

プロジェクトの意思決定に関係するチームの構成を定める。

製品開発の会議で行われる主要な意思決定は 2 つある。一つは、ビジネス的な観点からの意思決定であり、もう一つは技術的な観点からの意思決定である。技術的な観点からの意思決定がビジネス的に影響する場合、ビジネス的な観点からの意思決定が上位の意思決定となる。基本的に、技術的な意思決定は機能組織で行われが、プロジェクト組織内では、技術関連活動状況の情報共有や、様々な組織が関係する課題の意思決定を行う必要がある。図 3.4 でコアメンバーA は全 WG と機能組織の技術リーダーを統括し、技術定例会議を開催し、技術関連の情報共有や諸活動の調整、技術組織を跨る意思決定を行い、実施の役割分担や日程を合意し実施する。技術定例会議をリードするコアメンバーA は、テクニカル・プロジェクトマネジャーとも呼ばれ、通常、プロジェクト・コアメンバーの中でプロジェクトマネジャー(PM)を補佐するサブ・プロジェクトマネジャー(SPM)が担当する場合が多い。

先に述べたように、機能組織の数が多いとプロジェクト・コアメンバーの数が多くなりすぎてしまう。これを避けるために、一人のプロジェクト・コアメンバーが複数の組織を担当する構成を取る。図でコアメンバーCは 3 つの組織の代表となる。この時、それらの組織を統括するマネジャーがプロジェクト・コアメンバーを指名する必要がある。そうすることで、プロジェクト・コアメンバーは組織代表としての役割が周知され、これら組織の代表として活躍できようになる。

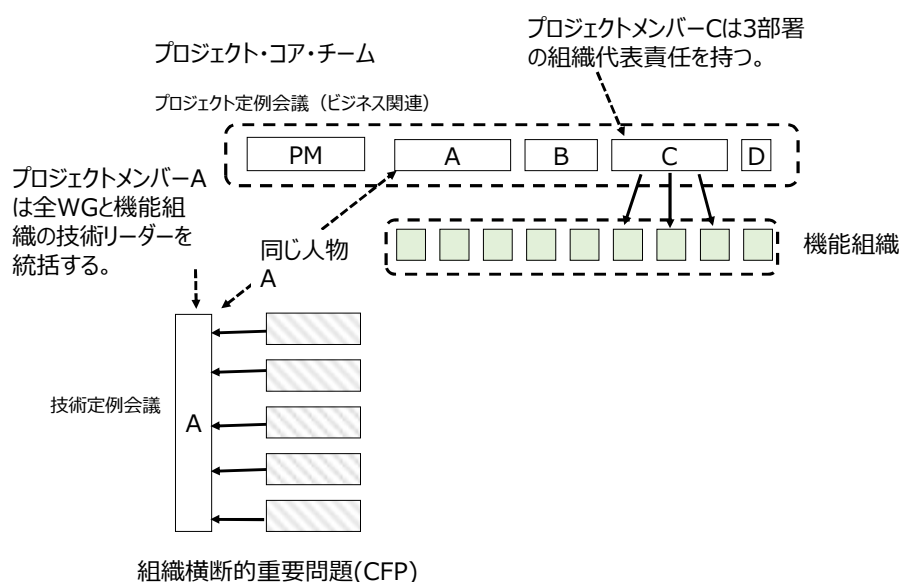


図 3.4 ERAM の外側構造

ERAM の内側構造と外側構造を合わせた ERAM の全体構造を図 3.5 に示す。この図では内側構造に、以下のことが追加表現されている。

- (1) 横軸の機能組織の上にプロジェクト・コアチームのメンバーの名前を記入する。この時、メンバーが複数の組織の代表であることを示す場合もある。
- (2) 全 WG リーダーと機能組織の技術リーダーから構成される技術チームと、それを統括し、技術定例会議を開催するプロジェクト・コアメンバーの名前を記入する。

このプロジェクト構造全体を表した ERAM は、通常、表計算ソフトウェアを使って作成され、実際のプロジェクトではプロジェクト関係者全員と共有され、参照される。

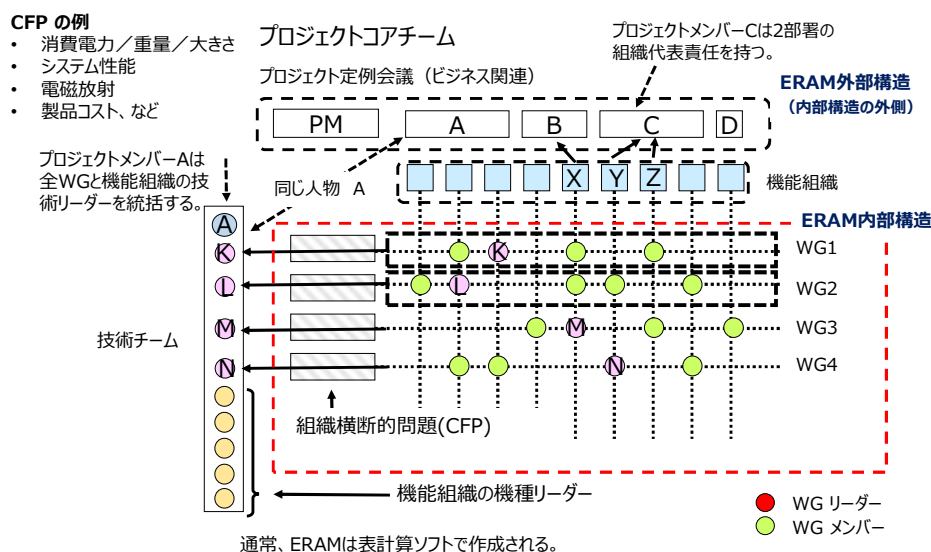


図 3.5 ERAM の全体構造

プロジェクト・コアチームと WG との連携構造を ERAM 上に定義することで、情報伝達／指揮命令のコミュニケーション・ルートを明確化することができ、プロジェクト組織末端までの活動状況の迅速な把握と情報の確実な伝達を行うことができる。その結果、プロジェクトマネジャーは、ERAM を活用することで迅速に正しい意思決定を行うことができる。また ERAM は、機能組織代表であるプロジェクト・コアメンバーや WG リーダーなどの責任者を明確化にすることができ、プロジェクトマネジャーはこれら責任者を通して、図 3.5 の ERAM 上部の組織構造で機能組織を統括し、また ERAM 左部の組織構造で WG を統括することができる。この結果、プロジェクトマネジャーはこの組織体制を基にプロジェクトをコントロールすることで、プロジェクトの諸活動を加速させ、プロジェクトのリーダーとしてリーダーシップをより発揮しやすくなりプロジェクトの成功につながると考えられる。

(5) ERAM によるプロジェクト階層構造表現

マトリックス組織では、機能組織軸とプロジェクト軸がある。機能組織軸は、組織図で明確に定義された階層構造を持ち、閉じた組織構造と考えられる。一方、プロジェクト軸から

見ると、プロジェクトに対応した明確に定義された組織構造は存在せず、プロジェクトマネジャーはプロジェクトを効率的にコントロールするための組織構造を作り上げる必要がある。ERAM はプロジェクト・コアチームや WG を明示的に構成することで、プロジェクト軸から見るとマトリックス組織のプロジェクト軸上に、リスクと考えられる CFP を重点的に扱う WG を中心とした、仮想的に閉じた階層組織構造を持つプロジェクト組織体制を作り上げていると考えることもできる。

図 3.5 の ERAM のマトリックス表現は、図 3.6 に示すように書き換えることができる。この図に示すように、WG リーダーは、技術定例会議のメンバーであり、技術定例会議のリーダーである SPM は、プロジェクト・コアチームのメンバーであり、情報経路は、人的リンクにより確立される。機能組織側も同様の構造を構成する必要がある。このように、ERAM を使うことでマトリックス組織のプロジェクト軸に、CFP への対応を重視したプロジェクトの階層構造を構築することが可能になる。

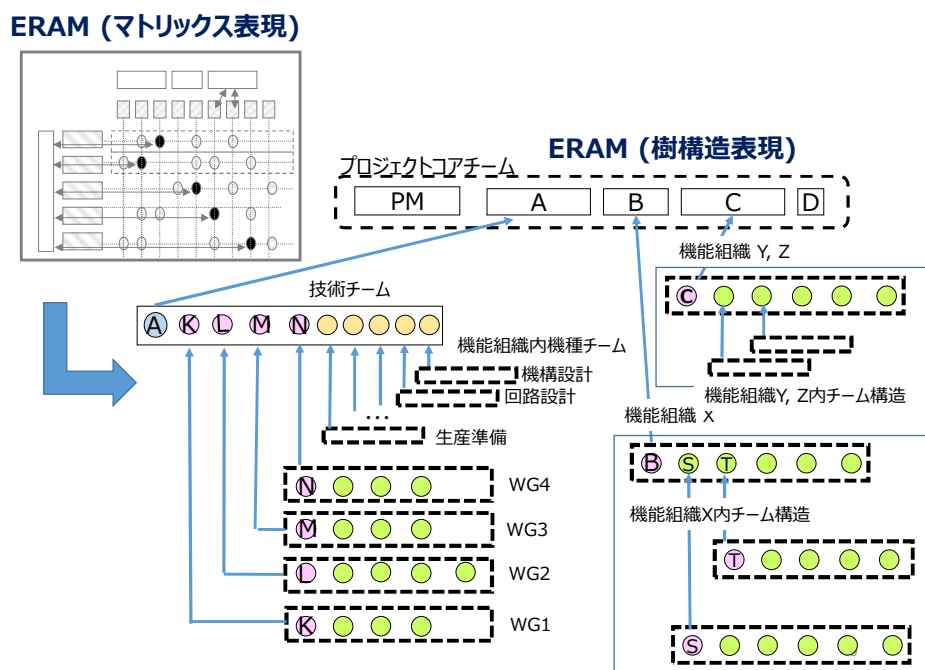


図 3.6 ERAM で表されるプロジェクト階層構造

ERAM で表されたプロジェクト組織に対し、プロジェクトマネジャーが実際に統制を行うためには、プロジェクト体制の構築に加え、何らかの権限が必要になる。「2.2 マトリックス組織に関する先行研究」において、プロジェクトマネジャーに対する権限を付与する方法について 3 つの方法を述べた。本手法を適用した実際のプロジェクトでは、経営トップや事業トップによる仮想的権限付与の方法でプロジェクトマネジャーに権限を付与した。プロジェクトマネジャーは、この権限により、ERAM で表現された仮想的に閉じたプロジェクト組織体制を統制し、プロジェクトを成功に導く責任を有する。そして、これらを使い

こなせることがリーダーシップ開発には重要である。

また、マトリックス組織のバランスを **Strong Matrix** の方に傾けるか、**Weak Matrix** に傾けるかは、事業本部長の考え方や行動に大きく影響される。事業本部長がプロジェクト状況報告やプロジェクトへの指示を PM に対して行ったり、PM に対し定期的な報告を求めるなど、PM を重用していることを行動で示す場合、マトリックス組織は **Strong Matrix** に傾く。一方、事業本部長が PM を軽く扱い、部下である機能組織トップを重用している行動をしている場合、マトリックス組織は **Weak Matrix** に傾き、業績が悪化する場合もある。PM は、マトリックス組織を **Strong Matrix** に傾けるためにも、事業本部長との太いパイプを維持することが重要である。

3.3 ERAM を機能させる方法

ERAM は単なる表であり、その交点に個人の名前を記載し責任の自覚を促すだけでは、ERAM が目的とする効果を上げることはできない。ERAM が機能しない阻害要因と対応方法について述べる。

3.3.1 ERAM が機能しない阻害要因

ERAM などのツールを使用する場合、作成することが目的となってしまうことが起こりがちである。しかし、本来、ERAM を作成する目的は、CFP に対する WG のリーダーとメンバーを明確化し、責任の自覚を促すことで CFP に迅速に対応できるようにすることである。このためには、責任者であるリーダーのマネジメント能力を向上させることが必要である。プロジェクト・コアチームのメンバーは ERAM に表される複数部署や複数 WG をマネジメントしていくリーダーであり、WG リーダーは CFP に対する目標達成の責任を持ち、リーダーとして WG メンバーをマネジメントしていくことが求められる。しかし、これら WG リーダーは、以下のような意識を持つ場合があり、そのような状況では ERAM はうまく機能しない。機能組織を代表するプロジェクト・コアメンバーもリーダーであり、以下と同様な議論が成立するが、ここでは WG リーダーを中心に述べる。

(1) WG リーダーの希薄なマネジメント意識

優秀な技術者が WG リーダーに選ばれることが多いが、そのような人材はマネジメントの経験がなくマネジメントとは何か知らなかったり、マネジメントする意識が希薄な場合が多く、リーダーになることに拒否反応を示す場合もある。

(2) WG リーダーの狭い責任範囲の意識

WG リーダーは、自身は電子回路設計が専門でも WG の責任範囲であるソフトウェアや機構設計にも責任を持つため、組織横断的な広範な課題に責任を持つことが求められる。このような広い範囲の責任を持つことが認識された場合、リーダーになることに拒否反応を示すことも多い。また、広い範囲の責任の認識が薄く、何の異議もなく WG リーダーが責任を引き受ける場合がある。この場合、開発途中で問題が発生すると、WG リーダーは責任範囲外の問題であると言い訳する場合が起こる。

- (3) プロジェクトメンバーの中には、ERAM が実際に活用されているという認識が薄く、その重要性や自ら活用しようという意識が弱い場合がある。

3.3.2 対応方法

上記に述べた ERAM が機能しない阻害要因に対応するため、以下の対応を実施した。

(1) 責任分野管理計画書（Responsible Area Management Plan: RAMP)の活用

WG リーダーにリーダーとしての広い範囲の責任に対する自覚や、担当組織やメンバーをマネジメントする自覚を促すツールが図 3.7 に示す RAMP である。RAMP には、自分が担当する仕事に対し、マネジメント方針、マネジメント対象組織・WG、責任範囲、達成目標、達成計画、などを記述し、これをプロジェクト・コアチームや WG リーダーの前で発表し、内容を相互に確認・検討する。この発表会を実施することにより、以下のような効果を生むことが期待できる。

プロジェクト・コアメンバー用	WGリーダー用
<p>プロジェクト・コアメンバーの機能組織内統制力強化を目的に使用する。</p> <p>責任を持つ部署</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 部署 ● … <p>管理方針</p> <p>目的達成のために重要である事柄をどのように管理するか考え方を述べる。</p> <p>コアメンバーとしての責任範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 具体的に責任範囲を記述 ● … <p>コミュニケーション方法</p> <p>部署の上司、部署メンバーとのコミュニケーション方法、会議の実施方法、情報の配布・収集方法、など</p>	<p>WGリーダーの責任意識拡大を目的に使用する。</p> <p>WG名とメンバー</p> <ul style="list-style-type: none"> ● メンバーと部署名 ● … <p>管理方針</p> <p>目的達成のために重要である事柄をどのように管理するか考え方を述べる。</p> <p>WGの扱う責任範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 具体的に責任範囲を記述 ● … <p>コミュニケーション方法</p> <p>部署の上司、WGメンバーとのコミュニケーション方法、会議の実施方法、情報の配布・収集方法、など</p>

図 3.7 RAMP のフォーマット

(a) 広い責任範囲の自覚を促す。

リーダーは自分の所属組織や専門分野を超えて、ある機能全体や分野に対して責任を持つことが求められる。RAMP に記述する過程で自らの責任範囲ややるべきことを考えさせ、関係者の前で発表することで、何をやらなければいけないか責任の自覚を促すことができる。また、将来、プロジェクトマネジャーやマネジャーへの昇進の準備として、リーダーシップを育成する機会になるとの説明も、モチベーションを上げるためには有効である。

(b) 責任意識のギャップを埋める。

発表するリーダーの考える責任意識の範囲と発表を聞くプロジェクトマネジャーや他のメンバーから見た期待値との差異，すなわち，責任の抜け漏れ，重複，曖昧な部分などが明らかになり，ギャップを埋めることができる．責任の抜け漏れや曖昧な部分はプロジェクト遅延の要因となり，責任の重複は無駄な仕事の要因となる．RAMP を使用した議論により，これらの問題に対応することができる．

(c) 発表での議論を通して，CFP を分割したり統合したり，また，CFP の責任範囲の拡大・縮小などが認識されることもある．

(d) RAMP への記載内容に対し，リーダーの上司の確認も取り，上司も部方担当する CFP に対する責任を有することを自覚させる．これにより，機能組織の参画意識を高め，CFP 対応力を向上させることができる．

実際に，RAMP を使用し発表会を開催した複数の PM から，WG リーダーに発表させることにより責任の自覚を促すことはプロジェクトを円滑に進めるために非常に効果がある，と報告されている．

目標達成に対する責任意識を強化するためにはコミットメントと組み合わせると効果的である．「2.5.6 人間の行動特性と責任意識」で述べたように，コミットメントとは，「自ら約束したことは必ず守ること」であり，「コミットメントできますか？」，と問いかけることで，自らの責任についてより深く考えることを促進し，リスク抽出の効果も生む．

(2) ERAM の日常活動での活用

ERAM を日常開発活動の中で効果的に活用するために，以下のような施策を実施する．

- (a) 新たに認識された課題は ERAM を参照し，当該の WG に処理を依頼するなど，ERAM が活用されていることをプロジェクト関係者に示す．
- (b) プロジェクト・コアメンバーが行う定例会議や，別に報告会議を開催し，WG リーダーに活動状況報告を求め，活動の監視と活性化を行う．
- (c) プロジェクト途中で新たな CFP の追加の必要性が認識された場合は，ERAM に CFP と WG の追加を行うこともある．また，メンバーや組織の変更が起こったときは ERAM の該当部分を更新する．
- (d) プロジェクト途中で WG の継続的活動が不要であると判断されたり，他の WG との統合が適切であると判断する場合もある．
- (e) ERAM の鮮度維持のために管理責任者を定め，ERAM の更新を行う．通常，ERAM の管理責任者はプロジェクト・コアメンバーから選ばれ，SPM が担当する場合が多い．

3.4 ERAM のプロジェクト情報管理システム (PIMS) への適用

図 3.6 で ERAM はマトリックス組織のプロジェクト軸にプロジェクト階層構造を作れることを示した。この階層構造により情報経路を確立することができる。プロジェクト情報を一元管理するシステムをプロジェクト情報管理システム (Project Information Management System: PIMS) と呼ぶ。ERAM から構成される各階層で生み出される情報を一元管理するために図 3.8 のように PIMS を構成することができる。PIMS は、プロジェクトの階層構造と同じ構造を持つため、プロジェクトメンバーは必要な情報に容易にアクセスし、必要に応じて階層をたどって状況を把握することができる。このように ERAM はプロジェクトのコミュニケーションマネジメントの一部としても活用することができる。

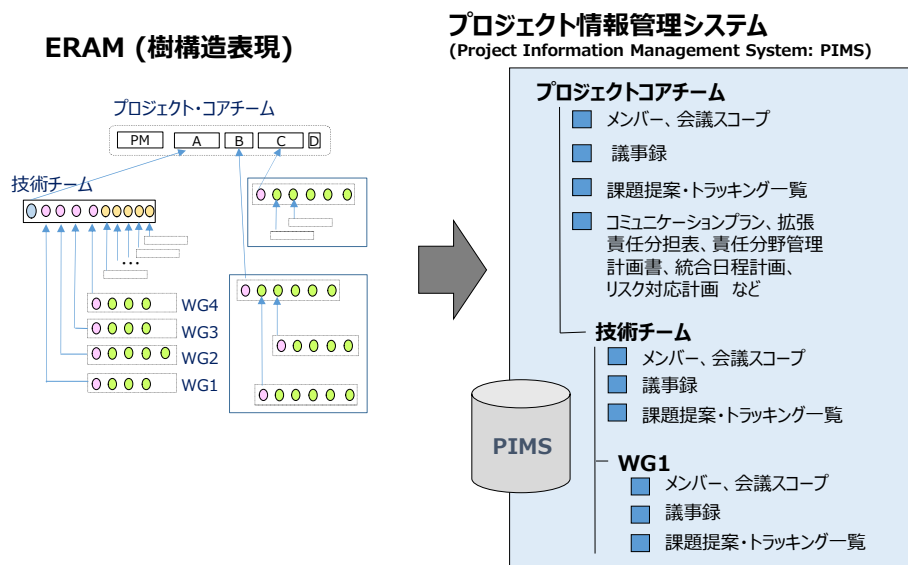


図 3.8 ERAM の PIMS への適用

3.5 ERAM の実際のプロジェクトへの適用と効果

3.5.1 ERAM の実際のプロジェクトへの適用

ERAM を使用することで、開発下流での問題発生や手戻りを抑制する効果が期待でき、開発日程の遅れがなくなり、開発費や工数の増加が抑制される。図示すると、図 3.9 のような状況が期待される。新規プロジェクトでは、問題発生や手戻りを抑えるために、たくさんの新規施策が適用される。このため、ERAM だけの効果を抜き出すことは非常に難しく、効果の評価は実際に使用した人の意見により行った。

ERAMで定義されるWGは、CFP発生を抑制し、発生した時は迅速に解決することができる。

リスクへの事前対応

- リスクとみなすことができるCFPの選定
- WGを構成し、CFPへの事前対応を実施
- 組織横断で仕様調整や明確の実施

リスク発生への対応

WGはCFP発生時に迅速に解決を図る。

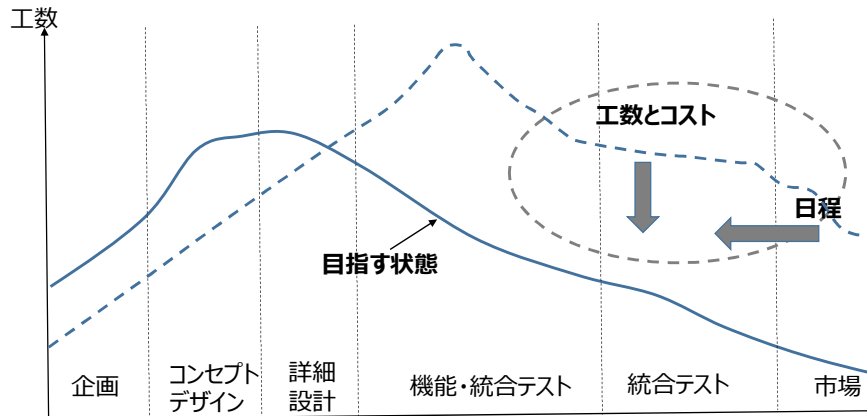


図 3.9 ERAM の適用で期待される効果

ERAM は、構想を含めた開発期間が約 3 年、ピーク時の人員が 500 人／月を超える新規複写機を開発する大規模プロジェクトに適用された。プロジェクトはプロジェクト計画を計画通り達成し、事業的にも成功した。このプロジェクトでの ERAM は、耐久性能、画像位置あわせ、省エネ性能などの CFP を抽出し、対応する WG が組織された。図 3.10 に ERAM のデータを示す。プロジェクト A が先のプロジェクトであり、プロジェクト B は別のプロジェクトへの適用事例である。WG の数は、想定よりも多く 20 個ほどの WG が構成されていた。取り上げていた CFP はどちらのプロジェクトも同様のものであった。また、WG のメンバー数は数人から 20 人を超えるものまであった。

	プロジェクト A	プロジェクト B
ワーキンググループ の数	21	19
主なワーキング グループ	安全規格, 電磁ノイズ対応, 耐久性, 環境規格, 画質, 位 置合わせ, コスト, 性能, 消費 電力, 熱対応, など	左記に同じ
ワーキンググループ のメンバー数	3 - 27 平均: 10.5	2 - 23 平均: 9.8

図 3.10 ERAM の構成データ

3.5.2 適用の効果

プロジェクト A の WG は、機能仕様読み合わせによる開発初期段階での仕様の曖昧さや不整合の解消、CFP に対するリスク対応計画の作成などを行い、また、問題発生時の対応活動を遅延なく行った。さらに、CFP の状況を継続的にトラッキングし、その状況を上位マネジメントを含む事業組織全体で共有することで、組織全体として CFP に対応する開発能力の強化に繋げることができた。

プロジェクト A で ERAM の作成や活用に関係したプロジェクト・コアメンバーと WG リーダー 26 人にアンケートを実施した。その結果のコメントを図 3.11 に示す。返答なしの一人を除いた 25 人中、23 人（約 92%）は大変有効または有効と答えている。さらに、大変有効または有効のコメントを分類した結果を図 3.12 に示す。この結果、責任の明確化の有効性の回答が約 60%で最も高く、次いで組織間コミュニケーションの促進・組織間調整が容易（約 13%）、仕事の抜け漏れ防止（約 13%）の有効性が評価されている。責任の明確化や組織間コミュニケーションの促進・組織間調整が容易なことは、CFP に対する事前対応や発生時対応の確実性につながり、責任の明確化や RAMP の活用は仕事の抜け漏れ防止に役立っていると考えられ、ERAM の適用により期待される効果が得られていることが読み取れる。

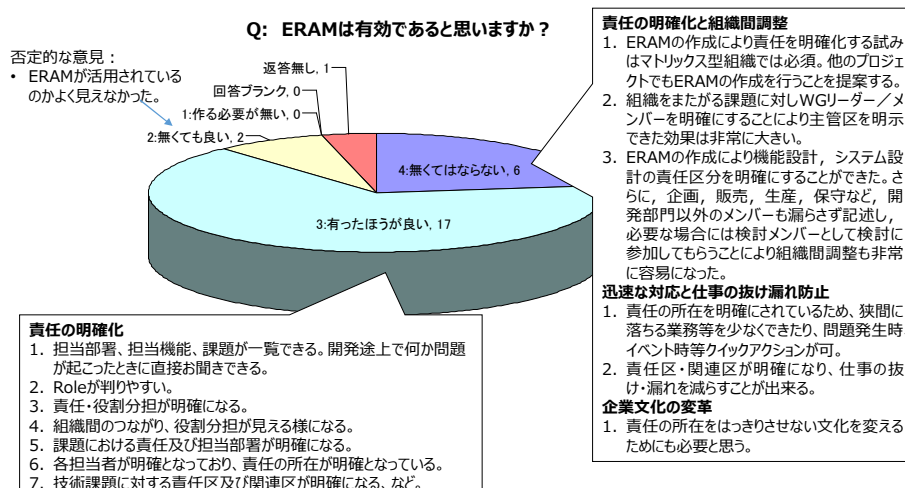


図 3.11 ERAM に対するアンケート結果

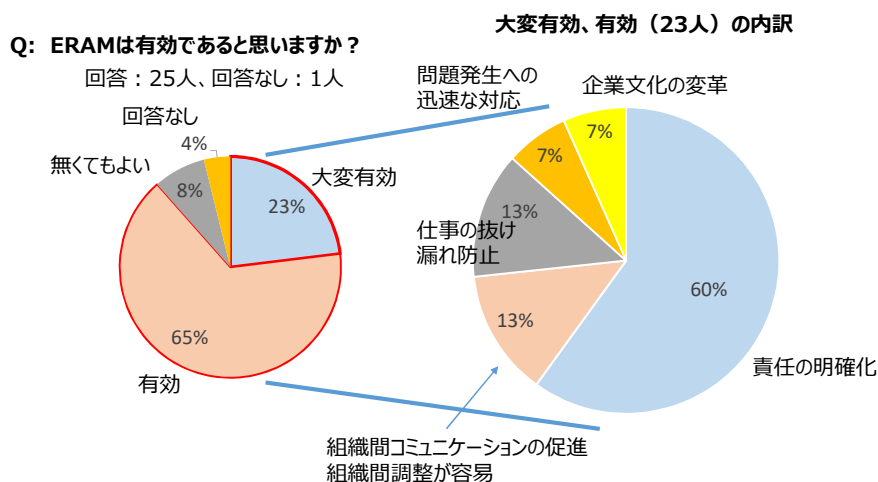


図 3.12 ERAM の有効性の分類

否定的な意見は、ERAM が活用されているのかよく見えなかった、というものであり、「3.3.2 対応方法」で述べたような活動を実施することで ERAM が活用されていることをプロジェクトメンバーに認識してもらうことができる。

なお、この手法は、続く多くのプロジェクトに適用され、きちんと実施したプロジェクトのメンバーは同様の意見であることが確認されている。

3.6 考察

3.6.1 ERAM の効果

マトリックス組織では、問題が発生すると機能組織間で責任の押し付け合いが発生するケースもあるが、コメントにあるようにそのような状況を回避し円滑に開発が進められる効果は大きいと言える。また、課題によっては、設計部門だけでなく企画や販売、保守、生産などの意見も聞いて適切な対応を決定することが必要であるが、課題に対する対応案を他部門にいちいち聞いていると時間的なロスが大きい。このような時、定例会議を開催している WG に設計部門以外のメンバーが参画することで、課題対応を迅速に行うことができる。コメントを見ると、WG はうまく機能しており、CFP 解決の迅速化と最終的な QCD 達成に貢献したと考えられる。また、大規模プロジェクトでは仕事の担当者や専門家が誰であるか分からないこともあるが、プロジェクトメンバーはこの ERAM を参照することで担当者や専門家を知ることができ、直接話して問題を解決することができたという効果も確認されている。これは、メンバーの自発性を引き出し、開発の効率化にも繋ると考えられる。

図 3.10 の ERAM のデータを見ると、WG は 20 個ほども組織されていたことがわかる。これは、特にすり合わせ型の製品開発では組織横断的に扱わなければならない課題が多く、ERAM の必要性を示していると考えられる。ERAM は CFP に対する専門家チームを構成するが、FMEA や DRBFM などを検討するチームを構成する手法としても活用できる可能性が高い。これは、今後の検討課題として興味深いテーマであろう。ERAM はプロジェクト運営の基盤として以下の機能を持つと考えられる。

- (a) プロジェクト組織横断的リスク（CFP）への対応。
- (b) FMEA などを実施する専門家チームを構成する手法。
- (c) 専門家チームや機能組織などの統制を一元的に管理するための手法。

図 3.10 の ERAM のデータを見ると、2 つのプロジェクトで CFP はほぼ同様であった。このことは、プロジェクト間で WG の共通化を図れる可能性があることを示唆している。プロジェクトの開発フェーズが異なる場合や、どちらのプロジェクトを優先すべきか、など解決すべき課題も多いが、今後の検討テーマの一つと考えられる。

3.6.2 ERAM の応用

本研究では製品開発を行うマトリクス組織で問題となる CFP やプロジェクト統制について論じた。一般に、組織はある機能でまとめた部門、部署、チームなどから構成されており、それら組織間の横断的課題に対応することが必要である。そのため、ERAM は企業全体など大きな組織や複数チームから構成される小さな組織まで適用することが可能であ

る．本研究は，ERAM について製品開発を基に述べたが，本手法は，以下のようなプロジェクトに広く応用できると考えられる．

一つは，大学で広く行われている学際的プロジェクトである．ある専門的研究を深く探求することも重要であるが，学生の社会人基礎力育成や大学として社会的価値の創造のために，図 3.13 のように学科や学部をまたがる知見を結集してプロジェクトを行う場合が増えている．

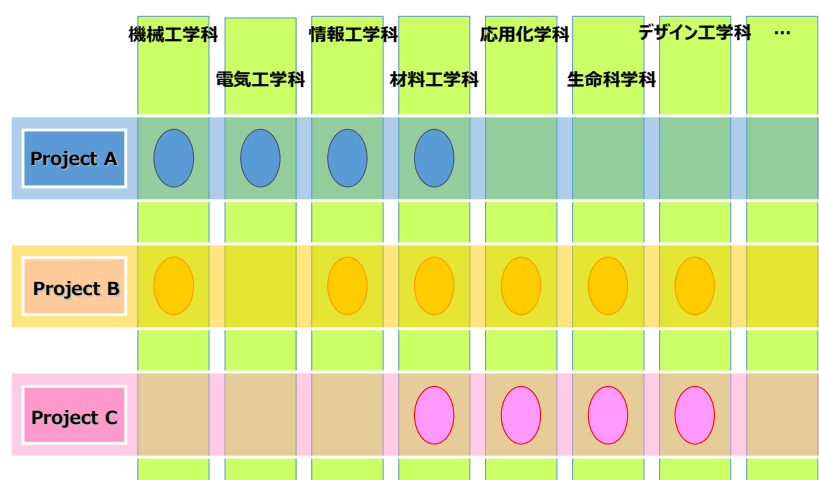


図 3.13 大学における学際的プロジェクト

このようなプロジェクトの例としては，自動運転やロボット，ドローンなどの開発があり，機械工学，電気工学，情報科学など多くの分野の専門家がチームを組むことになる．この時，ドローン開発であれば，電池をできるだけ多く搭載し飛行時間を長くする必要がある一方で，重量を減らすことや消費電力を減らす必要もある．これらの検討は，組織横断的に行う必要があり，そのためのチーム体制の構築や，プロジェクト全体の統制をとる必要がある．大学のプロジェクトでは，マネジメントの概念が薄い場合があり，プロジェクトの統制がうまく取れない場合がある．このような場合，ERAM のような手法を使うことで，より統制のとれたプロジェクト体制を構築することができ，プロジェクトの成功確率を高めることができるであろう．

システム開発プロジェクトなど大規模プロジェクトでは，図 3.14 に示すように，いくつかの機能別のチームが構成されることが多い [上杉俊二 2015]．機能別のチームは，ソフトウェアの機能別に構成される場合もある．

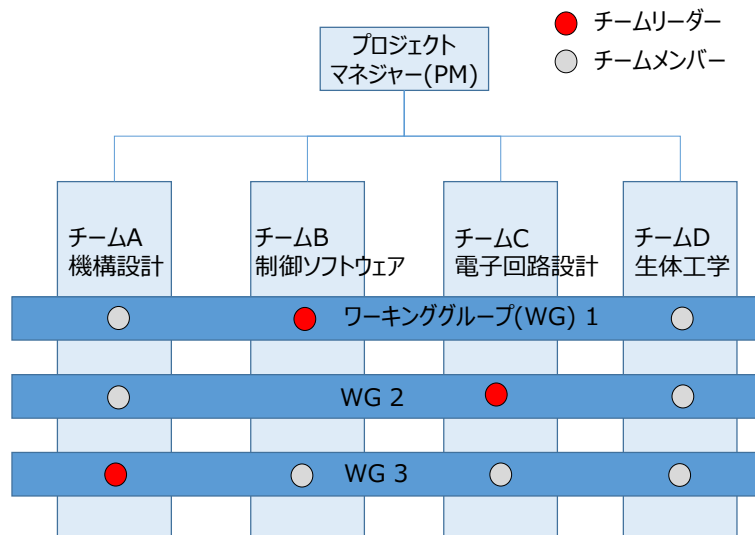


図 3.14 システム開発などでの組織横断的チームの構成

機能別のチームは、社内メンバーから構成される場合もあるが、開発を発注している会社のメンバーも参画している場合もある。また、お客様との定例会議なども開かれる。これら機能別のチームやベンダー会社、お客様などの関係する組織間のコミュニケーション不足によって発生する問題や、組織間の責任の間に落ちてしまう問題など、組織間のコミュニケーションや連携から発生する問題は非常に多い。これらの問題に対し、その場対応ではなく、確立された手法として **ERAM** を用いることができる。

プロジェクトを進める場合、受注側企業とお客様との定例会議を持つ場合も多い。しかし、このような定例会議は両者の対立や交渉のような、対峙する関係を生みやすい。**ERAM** は、関係者をチームとしてまとめることでこのような対峙する関係ではなく、目標に向かって共に仕事する仲間としての一体感を生み出す効果も期待できる。

複数組織が関係するプロジェクトはシステム開発だけでなく、オープンイノベーションのプロジェクトにもみられる。オープンイノベーションのプロジェクトでは、組織横断的技術問題だけでなく、関係組織間の利害関係の対立が発生することもある。利害対立を図るために会議を設置する場合もあるが、会議は対立の構図となってしまう。このような場合、先の例と同様に、利害対立を図るためにチームを構成することで、一つの目標に向かって活動できるため、利害対立解消を図り易い。

ERAM はこのような複数の組織が関係するプロジェクトにおいて、**CFP** に対してチームを構成して対応する手法であり、様々な組織横断的プロジェクトに適用できると考えられる。通常、定例会議を設定することが行われるが、**ERAM** は **CFP** に対し、チームを

構成し、リーダーやチームメンバーの役割・責任を明確にしたプロジェクト全体や個別チーム体制を構築する手法を提示している。

組織のサイロ化も問題となっている [Tett2016]。企業では生産性向上のために、類似機能組織の統合や各組織に分散した人事など共通組織の統合などが行われる。この結果、事業部門など個別の組織は大規模化し、各組織は各組織の財務目標の達成に注力することで身を守り、他の組織との間で壁ができてしまう。このような状況をサイロ化と呼ぶ。サイロ化が発生すると、各組織の活動は全体最適ではなく部分最適な活動となり、このため、他部門と情報共有をしなくなり、優秀な社員の異動もなくなり、部門同士の協力も少なくなり、個別の事業目標達成のために、長期投資やリスクを取る活動も行われなくなる。結果として組織力の低下を招くことになる。先の文献ではサイロ化の例として、ソニーの異なる事業部門からの類似製品の開発や、サブプライムローンでのリスクが発覚しなかった例などを挙げている。サイロ化を防ぐ方法として、本務の業務に加え、組織間の壁を越えた交流を促す人事制度やイベント、SNS などの活用など、フェーズブック社での取り組み事例が紹介されている。

多くの企業においても、経営改革推進組織などが組織のサイロ化の問題解決に向けて活動している。この活動として、所属機能組織の本務に加え、課題解決や新規施策実現のために組織の壁を越えた組織横断的活動であるプロジェクトを活性化する方法がある。このような場合、ERAM は本研究で述べたような個別プロジェクトのプロジェクト体制構築に加え、個別プロジェクトを CFP と考え、プロジェクト活動全体をマネジメントしていくために活用することもできる。

このように、ERAM は製品開発分野以外で活用できる可能性があり、今後、ERAM の活用が期待される。

ERAM の応用分野

企業では

- (a) システム開発・製品開発
- (b) オープンイノベーション
- (c) サイロ化問題解決に向けた経営改革活動、など

大学では

- (a) ドローン開発
- (b) ロボット開発
- (c) 小型衛星開発
- (d) 学際的プロジェクト、など

3.7 まとめと今後の課題

3.7.1 まとめ

本研究は、マトリックス組織の製品開発の開発下流で発生し開発遅延や開発経費増大を招く CFP の発生抑止と、迅速な対応を実現する WG を構成する手法として ERAM を開発し、その有効性について論じた。この手法は、リスクの洗い出しと事前対応とも考えられるが、組織横断的なリスクに対し責任を持つチーム体制を構築し、このチームが CFP に対し事前対応や、発生時対応を実施することが特徴である。この手法の基となるアイデアは製品開発における CFP 解決に端を発するが、ERAM は一般に複数チームから構成されるプロジェクトで発生しやすい CFP に対応する手法として活用することができると考えられる。また、WG リーダーは担当する CFP に対する責任を有するが、リーダーは自分の専門分野に対する責任範囲しか意識しないことが多く、CFP 全体をカバーする責任意識を醸成することが必要である。このためのツールとして RAMP とそれを使った発表会による責任意識醸成について述べた。専門分野は深く狭くなる中、広い視野を持ったリーダーの育成も重要であり、この点で、ERAM や RAMP はリーダーの育成にも有効に機能すると考えられる。

さらに、この手法はマトリックス組織でプロジェクトマネジャーの統制力が弱いという問題に対し、プロジェクト軸に対して CFP に対する専門家チームや機能組織を階層化したプロジェクト体制を構築し、プロジェクトマネジャーが統制力を発揮しプロジェクトを強力に推進できる体制を確立する手法でもある。この手法の新規性、有効性は以下のようにまとめることができる。

新規性

- (1) プロジェクトの進捗を阻害する要因として CFP を取り上げたこと。
- (2) リスクと考えられる CFP に対するよりの確な対応計画作成や事前検討の精緻化による事前抑制、迅速な発生時対応などのために、実際に活動する専門家チーム体制である WG を構築する手法を提示していること。
- (3) プロジェクト組織体制として、プロジェクト・コアチームを頂点とする組織階層構造の中に WG を組み込み、CFP に対する対応を強化した階層的プロジェクト組織体制を構築する手法を示していること。

有用性

- (1) 製品開発において、現場で実際に発生し問題となり、リスクと考えられる CFP を重点的に扱う WG を構成し、CFP 発生を抑制するための事前対応や、発生した場合の迅速な対応を可能にしている実践的手法を提示していること。
- (2) 開発現場で問題となっている、専門分野の細分化による組織の細分化やサイロ化に対し、組織横断的チームで対応する解決手法であり、CFP をマネジメントすることでリーダーに育成にも効果があること。

- (3) リスクと考えられる CFP を重点的に扱う WG を中心とした、仮想的に閉じた階層組織構造を持つプロジェクト組織体制を作り上げることができること。そして、その構造は、チーム間の情報伝達構造を確立するために、チームのリーダーは、上位チームのメンバーとなる構造を作り、人を介した情報伝達構造となっていること。さらに、この階層的プロジェクト組織体制を PIMS にマッピングすることで、効率的なプロジェクト情報の共有や検索ができること。

これらにより、ERAM は CFP に対するリスク対応の強化と、意思決定の確実性や迅速性を実現するプロジェクト組織体制を構築し、プロジェクト日程計画を計画通り進めるための基盤となる有効な手法であると考えられる。

3.7.2 今後の課題

新製品開発において ERAM は有効に機能しており、多くのプロジェクトで展開されている。ERAM をより効果的に活用するために以下のような事柄に対応していくことが必要である。

(1) WG メンバーの責任感の醸成

WG のリーダーを選定すると、他のメンバーは活動をリーダーに任せてしまう状況も見られた。RAMP を活用したリーダーの責任意識醸成も大切であるが、チームの一員として、メンバーの責任意識醸成も重要であり対応が必要である。

(2) ERAM の定量的効果の評価

ERAM の適用により製品開発における開発下流での問題発生件数の減少など、より定量的な評価が必要である。しかし、企業内では新規プロジェクトに対し、より開発を効率化したり、品質向上を目指す施策が複数適用される場合が多い。このため、ERAM だけの効果を分離して評価することが難しいという問題があるが、ここに工夫が必要であろう。

(3) 他の手戻り抑制施策との連携

ERAM は CFP に対し専門家チームを構成する手法であるが、FMEA や DRBFM、その他の手法をより確実に実施するための実施チーム体制構築手法として活用できる可能性もある。

(4) 製品開発以外の分野への展開

ERAM の体制はマトリックス組織を仮定していたが、複数の組織から構成されるプロジェクト全般に適用することが可能である。例えば、システム開発では、機能ごとに複数のチームに分かれて開発を行う。このような場合、機能間にまたがる問題が発生しやすい。このような体制でも ERAM を適用することが可能である。また、大学などでも電子回路設計、制御ソフトウェア、機構設計などのグループが連携し、ドローンや小型人工衛星の開発、IoT システム開発などの学際的プロジェクトが行われている。このような場合、重さと電池寿命、サイズなど組織横断的課題に対してマネジメ

ント上の適切な対応をとることで、問題解決を早めることができる。社会課題や環境問題の解決のためにもオープンイノベーション活動が必要であり、組織横断的な問題に対して対応できる体制構築手法の必要性がある。さらに、組織サイロ化への対応など、製品開発以外の分野へ展開できる可能性があり、その応用分野を広げることと、適用における課題を洗い出し対応していくことが今後の課題である。

第 4 章 実現可能性の高い日程計画作成手法

本章の概要

製品開発が行われるマトリックス組織では、機能組織間での成果物の受け渡しにより最終製品が開発され、この成果物の受け渡しを基に日程計画を作成することができる。しかし、成果物の受け渡しにおいて、受け渡す側と受け取る側で認識の相違が発生しやすく、成果物を差し戻す手戻りが発生し、日程の遅延を生じる。このような認識の相違の発生を抑制し、実現可能性の高い日程計画を作成する手法として IScM と、成果物の受け渡しに関するデータを記入するフォーマットである DDM を開発した。本章では、これらについて説明し、実際の製品開発プロジェクトに適用し、その適用状況と評価に関して論述する。

従来の日程計画法である WBS からアクティビティを導出し、アクティビティから日程計画を作成する手法は、契約に基づき厳密にプロジェクトを進める場合には適するが、その作成負荷は重く、限られた開発期間の中で製品開発を行う企業の中では、あまり実施されているとは言えない。このため、過去の類似製品開発日程を参考にプロジェクト日程が作られる場合もある。しかしこの日程は、マイルストーンと主要作業の期間に対する線が引かれたシンプルなものである場合が多い。日程内容の検討が十分に行わない場合も多く、日程の遅延も発生しやすい。

本章で述べる日程計画作成法は IScM と呼び、成果物の受け渡しを基本として日程計画を作成する手法である[除村 2016b], [Yokemura2017a]。成果物の受け渡しでは、成果物の受け渡し部分で生じる認識の相違や曖昧さが生じ、これが成果物を差し戻す手戻りの原因となる。この成果物の受け渡し部分で生じる認識の相違や曖昧さを明確化するために、成果物の受け渡しに関するデータを記入するフォーマットを DDM と呼ぶ。本章では、製品開発などで活用できる IScM 及び DDM に関して論述する。

4.1 従来の日程計画法の課題と望まれる要件

従来の日程計画作成手法として DoD や NASA の手法が最も進んでおり、契約で縛られた軍需産業や航空宇宙産業などの大企業で、厳密にプロジェクトを進めるためには有効であると考えられる。しかし、一般の企業内で有効に、効率的に活用するには負荷の重い手法である。従来の日程計画作成手法は「2.5.4 DoD, NASA の日程計画作成手法の課題」で述べたような課題があり、ここでは項目だけ再掲する。

- (1) アクティビティを基本単位とした日程計画作成手法である。
- (2) WP の実用性が低い。
- (3) 日程圧縮方法が定められていない。
- (4) 人間の行動特性が考慮されていない。

従来の日程計画作成手法は、論理的であり合理性があるが、実際の使用には課題も多く、製品開発の現場では、開発現場で使える実用的な日程計画法が望まれる。このような日程計画作成法は、作成負荷がそれほど重くないが、その日程計画の実現可能性は高いものであり、作成後も進捗管理に使用できるものである。作成負荷が重くないとは、組織間調整がやり易く、作業工程数が膨大でなく、維持管理できるサイズであり、日程変更が発生した場合でも作成した日程計画を基に日程計画の更新ができる日程計画を意味する。また、実現可能性が高いとは、手戻り発生の抑制やリスク対応などが考慮され、論理的な検討により日程の圧縮も可能であり、プロジェクト関係者が担当する仕事を日程通り完了することを約束した変更の可能性が少ない日程計画を意味する。さらに、日程計画作成において人間の行動特性を考慮し、日程計画作成過程で、プロジェクト目標達成に向けて、チームの一体感を醸成できることが望まれる。なお、手戻りとは、以下のような状況である。

手戻りとは

成果物の受け渡し時点で、受け渡し側と受け取り側には、成果物に対する仕様に対する理解の相違や曖昧さ、懸念事項の放置などによる様々な認識の相違が発生しやすい。このような認識の相違が発生すると成果物を受け取った側は、受け渡し側に成果物を差し戻し、受け渡し側は再度作業をやり直すことになり、日程の遅れが発生する。このような状況を手戻りと呼び、日程遅れだけでなく、技術者の仕事量や開発経費の増大、組織間の感情のもつれなど、負の影響を生む要因となる。

日程計画作成手法に求められる要件は、以下のようにまとめることができる。

- (1) 企業の開発体制であるマトリクス組織に適した日程開発手法である。
- (2) 作成負荷が重くない。
 - (a) 作業工程数が膨大ではない。
 - (b) 組織間調整がやり易い。
 - (c) 維持管理できるサイズである。
 - (d) 日程変更が発生した場合でも作成した日程計画を基に日程計画の更新ができる。
- (3) 実現可能性が高い。
 - (a) 作成過程において、有効な議論が引き出され、活発な議論が行われる手法である。
 - (b) 手戻り発生の抑制やリスク対応などが考慮されている。
 - (c) 気合いではなく、論理的に日程の圧縮も可能である。
 - (d) プロジェクト関係者は担当する仕事を日程通り完了することを約束している。
 - (e) 結果として、日程計画に変更の可能性が少ない。
- (4) 人間の心理を考慮している。
 - (a) 作業期間に余裕日程を入れる傾向にあるなど、人間の行動特性を考慮している。
 - (b) 日程計画作成過程でプロジェクト目標達成に向けて、責任感やチームの一体感を醸成できる。

4.2 日程計画作成の基本的な考え方

4.2.1 企業における開発環境の特徴

製品開発環境に適した日程計画作成手法を考えるにあたり、多くの製品開発企業における開発環境の特徴を考慮することが必要であり、その特徴は以下のようにまとめられる。

- (1) 製品開発はマトリックス組織で電気・電子回路設計、機構設計、ソフトウェア設計などの機能組織が連携して行われる。
- (2) 最終製品は機能組織が生み出す成果物（有形物、ソフトウェア、データなど）を組織間で受け渡すプロセスを通して開発される。
- (3) 機能組織は、各専門分野の技術能力と豊富な開発経験を有している。このため、製品仕様書を確認することで自組織の生み出す成果物や、それらを生み出すために必要な成

果物を理解できる。また、設計者のスキルや経験を基にした人材配置計画や試験装置が利用可能な日程などを参照し、実現可能性の高い作業期間の見積もりや、その作業を実行する能力を持っている。さらに、技術的見地や過去の経験から、計画通りの実行を阻害するリスクを洗い出す能力を持っている。

このような状況を考えると、製品開発における日程計画は機能組織間の成果物の受け渡しを基に作成できると考えられる。本研究は、これら 3 つの開発環境の特徴を生かした日程計画作成法について論じるが、これら 3 つの開発環境の特徴は、本研究で述べる日程計画作成手法成立の前提条件と考えることもできる。

なお、開発の状況により、実際に試験をしてみないと状況が分からず、その結果に基づいて設計を行ったり、組織間が連携してパラメータ調整などを行う場合も発生する。このような場合、関係する作業に日程的な余裕をもたせたり、関係組織が連携して作業を進める日程を作成する。また、試験期間に複数回の試験実施ができる試験期間を設定するなど、試験結果に基づく対応を考慮した作業期間を設定する。

4.2.2 日程遅れの原因

日程計画を実現可能性の高い計画とするためには、どうすればよいであろうか。実現可能性の高い日程計画は、手戻りやリスクの発生などの日程遅れの原因に対する考慮が日程計画に含まれることで作成することができると考えられる。開発の遅れにはリソースの不足もあるが、それ以外に開発の実作業における開発日程の遅れは、主に以下のような原因があると考えられる。

- (1) 試験工程で問題が検出され、その解決に手間取り日程が遅れる。
 - (a) 問題発生が予測できたが日程が遅れた場合 (Known リスクの発生)、発生リスクの見積もりが甘く、作業期間を短く見積もっていた可能性がある。
 - (b) 問題発生が予測できず問題が発生した場合 (Unknown リスクの発生)、問題を迅速に解決できればよいが、その問題の難易度が高く解決に時間がかかり日程が遅れた場合、基本的に技術力や組織力の不足が考えられる。

この分類の遅れの原因は、未経験の技術問題のため予測が難しい場合もあるが、発生した問題解決の迅速さは技術力や組織力を示すと考えられる。また、問題の発生は、製品を市場に出荷後、年月が経過してから発生する場合もある。このため、製品試験では、このような経時変化によって発生するかもしれない問題を予測して、試験を実施し対策することが重要である。

- (2) 成果物の受け渡しで手戻りが発生し日程が遅れる。

成果物の受け渡しで手戻りが発生するが、成果物の受け渡し部分のマネジメントをしっかり行うことで発生を抑制することが可能である。

(1)(b)の日程遅れの原因である技術力不足の問題は、予測できない事象のため、本研究の

範囲外とする。本研究は日程計画作成において計画作成者が考慮でき、主要な遅れの原因となり、事前対応が可能である(1)(a)の作業期間の見積もりの甘さやと、(2) 成果物の受け渡しにおける手戻り発生に対応する方法について論じる。

製品開発において、ある機能組織が開発した成果物を次の機能組織に渡すことで製品開発作業は進んでいく。このため、機能組織が日程計画を作成する場合、前の組織から成果物を受け取り、後の組織に成果物を受け渡す作業期間を見積もることが必要になる。この作業期間の見積もりは、機能組織内のアクティビティーの集積としてなされるが、機能組織内のアクティビティーのプロセスは ISO9000 など標準化されている場合が多い。作業期間の見積もりは様々な要因で変動するが、作業期間の見積もりに影響を与える主要な要因を図 4.1 に示す。ただし、ここでは、人件費などコスト要因は除いている。

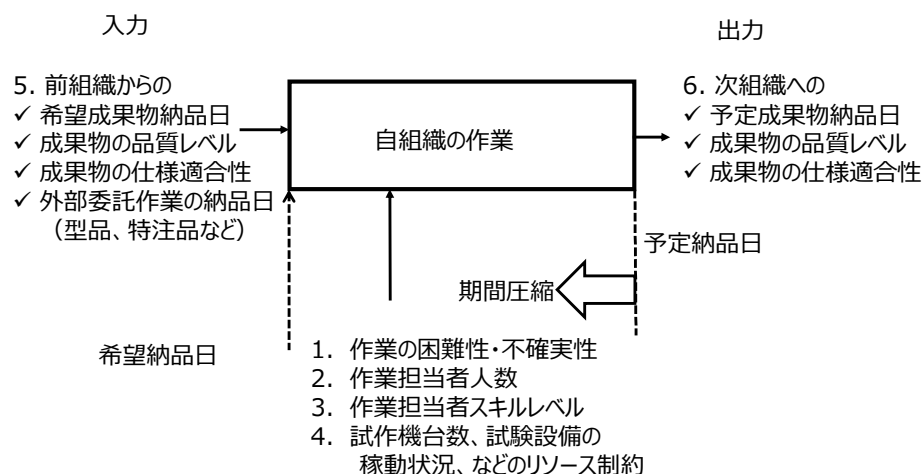


図 4.1 作業期間の見積もりに影響を与える要因

「4.2.1 企業における開発環境の特徴」の(3)の理由から上記要因の内、1～4は機能組織内で比較的精度よく認識され、作業期間を見積もることができる。作業負荷が増えた場合や遅れが発生した場合は、組織能力の余力で対応し、必要なら投入する技術者数を増やすなど、自組織で作業期間をコントロールできる。機能組織に余力がない場合、プロジェクトの優先度の見直しなども行われる。5は前組織に依存し自組織ではコントロールが難しいが、関係組織と受け渡し条件の明確化や条件を変更することでコントロール可能になり、下記に述べる効果を生む。6は次組織と受け渡し条件を検討するための自組織の案であり、同じ成果物に対する次組織の認識との相違を明確化することができる。

前組織と自組織の考える 5.の受け渡し条件の明確化により期待される効果は以下の通りである。

- (1) 通常、作業期間の見積もりは、標準的な作業期間で見積もることが多い。事前に成果物の仕様や品質を受け渡し側と受け取り側で確認することで、理解の相違や曖昧さなどが解消し作業内容が明確になり、不確実性が減少し作業期間の実現可能性確度を向上させることができる。さらに、不確実性の減少により、作業期間に含まれていた安全のための余裕日程を吐き出し、作業期間を短縮できる可能性がある。
- (2) 受け渡しの条件を付加することで、作業期間を短縮できる可能性がある。例えば、前組織との間で、前組織での事前検証実施と結果報告書提出を合意し、自組織での作業負荷を減らす。また、事前に試作機や従来製品の改造品を渡してもらい、それを使って先行して開発を進めるなどを合意し、自組織の作業期間を短縮できる可能性がある。

このように、機能組織間の成果物の受け渡し部分を明確化し、納得感をもって自組織が成果物を開発する作業期間を見積もることで、不確実性を減少し日程計画の実現可能性を向上させるとともに、日程計画に含まれる安全日程を吐き出し、日程を圧縮できる可能性もあると考えられる。

4.2.3 日程構造

成果物の受け渡しに着目した日程計画を作成する場合、全体の日程構造はどのようなになるであろうか。全体の日程構造は、プロジェクトの主要マイルストーンなどプロジェクト日程の骨格、機能組織間の成果物の流れから構成される日程、さらに、機能組織内のアクティビティーで構成される日程の 3 階層で構成されると考えられ、それぞれの日程をプロジェクトの大日程、中日程、小日程と呼ぶ。このプロジェクト日程の構造を図 4.2 に示す。これらの 3 層の日程構造の説明は以下の通りである。

(1) プロジェクト大日程

事業計画を達成するためにマイルストーンで構成される製品開発計画の枠組みであり、各開発製品の発売日程が設定されている場合が多い。そのような発売目標日程に合わせ、開発プロセス標準で規定されているマイルストーンを定めた日程が大日程である。通常、プロジェクトマネジャーは、プロジェクト・コアメンバーを通して、プロジェクト大日程を機能組織に提示する。プロジェクト開発日程作成とは、このマイルストーンを満たす日程計画を作成することである。ただし、日程検討に基づきマイルストーンの小さな変更は発生する。プロジェクト大日程に対するプロジェクト進捗状況は、経営幹部やプロジェクトマネジャー、プロジェクト・コアメンバーの関心事である。

(2) プロジェクト中日程

機能組織間で成果物を受け渡す日程であり，本研究で論ずる日程計画である．プロジェクト中日程は，プロジェクトマネジャーやプロジェクト・コアメンバー，機能組織関係者の関心事である．

(3) プロジェクト小日程

機能組織内で成果物を生み出すための個々の開発活動（アクティビティ）の日程であり，機能組織内で管理される．機能組織は，製品開発の経験が豊富であり必要な開発活動を熟知しており，ISO9000 の認証取得のために機能組織内の開発プロセスが規定されている．プロジェクト小日程は，プロジェクト・コアメンバーや機能組織関係者の関心事である．

プロジェクト日程の3層構造については [DoD2011], [初田 2012] でも述べられている．日程計画を作成・管理するソフトウェアは階層の関係を保ちながら作成・管理することができ，また，開発日程に関心を持つ人の立場から見ることもできることが望ましい．

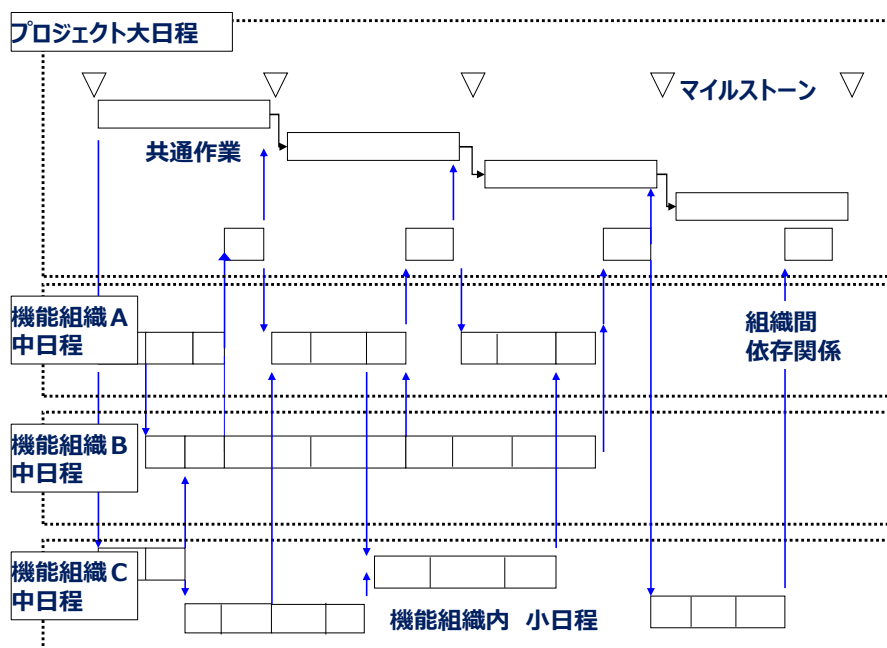


図 4.2 プロジェクト大日程，中日程，小日程の組織間依存関係のイメージ図

本研究で論じる日程計画作成とは，大日程を満たす中日程を作成することであると言える．

4.3 本手法の基本的なアイデア

以上述べてきたことをまとめると，従来の日程開発手法の課題の解決が必要であり，製品開発における日程計画は機能組織間の成果物の受け渡しを基に作成できること，成果物の受け渡し部分の曖昧さや理解の相違などを減少させることで日程計画の実現可能性向上や

圧縮が可能であること、日程計画作成は大日程を満たす中日程を作成することである、などである。これらを満たす日程計画作成手法が本研究で述べる日程計画作成のツールである DDM であり、日程計画作成の手順が IScM である。さらに、実現可能性の高い日程計画作成やそれを計画通り実施できるためには、参画意識や責任意識の強化など、ヒューマンファクタも重要であり、これらも考慮した手法となっている。本論文で論じる日程計画作成手法は、機能組織が計画達成を約束できる日程計画を作成するために、成果物開発における日程上の利害対立を調整し、短い開発期間の中に詰め込む手法であり、特に大規模製品開発プロジェクトでは有効である。IScM の基本的なアイデアを以下にまとめる。

IScM の基本的なアイデア

- (1) プロジェクト日程計画は、機能組織が生み出した成果物を次の組織に受け渡す流れを基に作成することができる。
- (2) 成果物の受け渡し時点で、受け渡し側と受け取り側には、成果物に対する仕様理解の相違や曖昧さ、懸念事項の放置など様々な認識の相違が発生しやすい。このような認識の相違が発生すると成果物を受け取った側は、受け渡し側に成果物を差し戻し、受け渡し側は再度作業をやり直すことになり、日程の遅れが発生する。このような状況を手戻りと呼び、日程遅れだけでなく、技術者の仕事量や開発経費の増大、組織間の感情のもつれなど、負の影響を生む要因である。
- (3) 受け渡し側と受け取り側で認識合わせを確実に行うことで、不確実性やリスクを減少し、日程計画の実現可能性を高めることができる。
- (4) 成果物の受け渡しにおいて、受け渡し側と受け取り側で日程の合意が曖昧なまま進むと、受け渡し側で遅れが発生しやすく、日程遅延を生じる。
- (5) 成果物の受け渡しにおいて、受け渡し側と受け取り側の間で希望する日程に相違があり、日程を接続すると仕事の時間的順序関係が逆転する場合がある。その日程の時間的順序関係を時間順に整列させると、日程計画は大きく伸びてしまう。(3)の認識の相違の解消により、不確実性や曖昧性が減少し、また、安全のために挿入されている余裕日程も削減可能となる場合もあり、全体日程の圧縮も可能になる。

4.4 DDM を用いた統合日程計画作成手順

ある機能組織が受け取りを希望する成果物や開発予定の成果物など、成果物の受け渡しを記述し、受け渡し側と受け取り側の認識の相違を明確化するためのツールが DDM であり、このフォーマットを図 4.3 に示す。

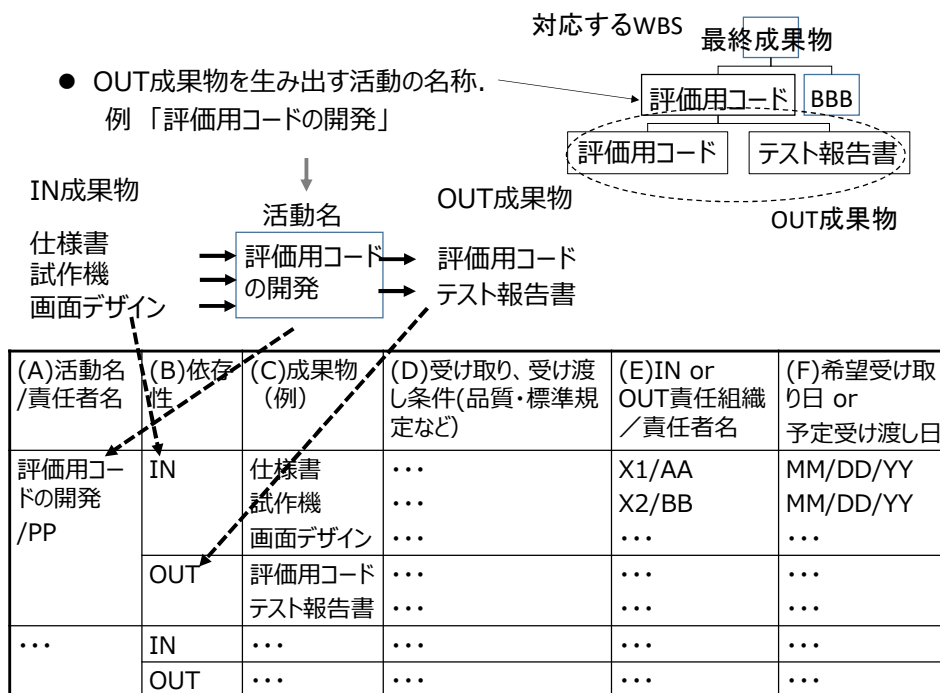


図 4.3 成果物依存関係表 (DDM) のフォーマット

各列の説明は以下の通りである. 図中(A)~(F)は下記の(A)~(F)に対応する. IN, OUT, IN 成果物, OUT 成果物の定義は(B)に記載されている.

- OUT 成果物を生み出す活動の名称を記入する. 図 4.3 では,「評価用コードの開発」を活動名とする.
- 自組織が生み出し他の組織に渡す成果物の依存関係を OUT と呼び, OUT の依存関係を持つ成果物を OUT 成果物と呼ぶ. また, OUT 成果物を生み出すために他の組織から受け取る成果物の依存関係を IN と呼び, IN の依存関係を持つ成果物を IN 成果物と呼ぶ. OUT 成果物は, それを受け取る次の組織の IN 成果物に繋がり, 組織間で成果物の受け渡しが行われる.
- IN 成果物, OUT 成果物に対応する成果物名称を記述する.
- 成果物の受け取り条件, または成果物の受け渡し条件を記述する. 例えば, レビュー終了済み, 承認済み, 品質基準を満たしていること, 仕様書に準拠していること, テスト報告書添付など, 手戻りが生じないように受け渡し側, 受け取り側で確認, 合意する内容を記述する. 受け渡し側, 受け取り側で別々に記述するため, 同じ成果物に対する記述内容に対し, 認識の相違や未確認事項などが洗い出される.
- IN 成果物, OUT 成果物を担当する組織名と責任者名を記入する.
- IN 成果物の受け取り希望日, または, OUT 成果物の受け渡し予定日を記入する. 記入は受け取り組織と受け渡し組織で別々に記入するので, 通常, 同じ成果物に対し, 両者の日程に相違が生じる. この日程の相違は, 図 4.4 の(2)の説明で述べる人間の行動特

性も要因である。

このように、DDMは、同じ成果物に対し受け渡し側、受け取り側で様々な条件の相違や曖昧さ、未確認事項などの差異、及び、日程上の差異を洗い出すことができ、これらの差異を埋めることで不確実性やリスクが減少し、日程計画の実現可能性を高めることができる。

DDM を利用した日程計画作成手順である IScM の実施手順を図 4.4 に示す.

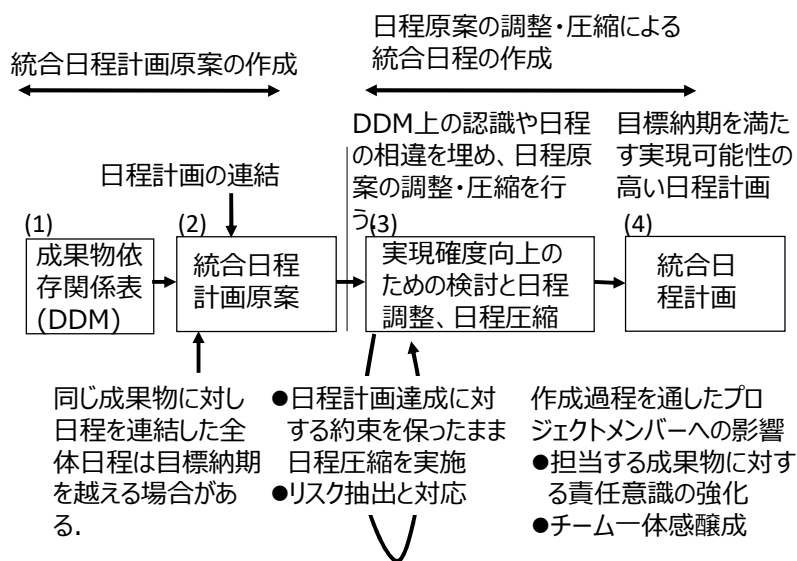


図 4.4 DDM を利用した統合日程計画作成法(IScM)

4つのステップに対応する説明は以下の通りである。

- (1) 各機能組織は個別に、担当する成果物に対し、目標とするマイルストーンやプロジェクト納期を満たし、確実に約束を守ることが出来る日程や条件を DDM に記入する。
- (2) 成果物作成の作業期間や依存関係の変更に従い日程計画が自動的に更新される日程計画作成ソフトウェアを使い、DDM に記入された成果物の予定受渡し日と希望受取日を「指定日に開始」として入力し、次に、OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物の関係を接続する。この接続された日程計画は、「指定日に開始」として OUT 成果物と IN 成果物の日程が固定されるため、それらの時間的な前後関係の逆転が発生する場合がある。この理由は、個別に作成された日程計画は、以下の人間の行動特性に基づいて作成されるためである。
 - (a) 人間は、不確実性やリスクがある、楽をしたい、怒られたくないなどと考え、作業期間に対し、安全のための余裕日程を入れる傾向にある。
 - (b) 担当する作業をできるだけ早く開始したいので、IN 成果物に対し早めの成果物受

け取り希望日を記入する。

(c) (a)の理由もあり、担当する OUT 成果物に、遅めの受け渡し予定日を記入する。時間的に前後関係が逆転している成果物の日程属性を「できるだけ早く」に変更すると、日程管理ソフトウェアにより自動的に成果物受け渡しの時間的順序は整列され、結果として目標納期を超える日程となる。この日程計画を統合日程計画原案と呼ぶ。各組織が独立して DDM に記入すると、同じ成果物に対し異なる名称で書いたり、異なる成果物に対し同じ成果物名を使う場合も発生する。このため、後の検討の中で成果物の内容確認が必要である。また、既知の成果物に対する名前一覧などがあると便利である。IN 成果物に対しどの組織も対応する OUT 成果物の作成を計画していなかったり、どの組織も OUT 成果物を受け取る計画が無い場合も発生するため、これらの成果物の扱いを検討することが必要である。前者は、成果物の作成に対する責任組織が明確でない場合に発生する。

- (3) チームメンバーで同じ成果物に対する受け取り条件と受け渡し条件の認識の相違を洗い出し、受け渡し部分の条件を明確に合意することで、不確実性やリスクを減少させる。これにより、手戻りの減少が期待でき、日程計画の実現可能性を高めることができる。さらに、不確実性やリスクの減少に加え、作業期間に挿入されていた安全のための余裕日程の圧縮や、要員を追加して期間短縮を図るクラッシング、複数の活動を並行化して期間短縮を図るファーストラッキング、早期の試作機引渡しなど、日程圧縮の様々な工夫をすることで、日程計画を確実に達成するという機能組織の約束を保ったまま、日程の圧縮も可能となる。通常、検討はかなり白熱して行われ多くの気づきもある。また、相手の厳しい状況を理解し自分たちも協力するという雰囲気も生まれる。
- (4) 最終的にプロジェクト目標納期まで日程を圧縮し、完成した日程計画を統合日程計画と呼ぶ。

例を基に IScM の手順を説明する。プロジェクトの概要は以下の通りとする。

プロジェクト概要

- (1) プロジェクトが 1 月 11 日にスタートし、2 月 22 日に成果発表が行われるプロジェクトの日程計画を作成する。
- (2) プロジェクトは制御ソフトと電子回路の開発を行う。

図 4.5 に DDM の記入例を示す。これは、図 4.4 の(1)に対応する作業である。

(A)活動名/責任者名	(B)依存性	(C)成果物 (例)	(D)受け取り、受け渡し条件 (品質・標準規定など)	(E)IN or OUT 責任組織/責任者名	(F)希望受け取り日 or 予定受け渡し日
制御ソフトの開発/PP	IN	確認済み仕様書	...	...	01/16
	OUT	制御ソフト仕様書 α制御ソフト	...	...	...
電子回路の開発/QQ	IN	確認済み仕様書	...	...	01/16
	OUT	電子回路仕様書 テスト用電子回路ボード	...	...	...
プロジェクトマネジメント-1/SS	IN	NA	...	...	01/11
	OUT	最終成果物仕様書	...	...	01/17
プロジェクトマネジメント-2/SS	IN	最終成果物仕様書	...	...	01/18
	OUT	確認済み仕様書	...	...	01/20
統合試験の実施/RR	IN	α制御ソフト テスト用電子回路ボード	...	...	02/06 02/06
	OUT	総合試験報告書	...	...	02/17
プロジェクトマネジメント-3/SS	IN	総合試験報告書	...	...	02/20
	OUT	発表資料	...	...	02/21

図 4.5 DDM の記入例

この DDM は図 4.6 に示す WBS の構成に対応する。つまり、DDM から WBS を構成することが可能である。また逆に、WBS を作成し、OUT 成果物を生み出すのに必要な IN 成果物を追記することで DDM を作成することができる。

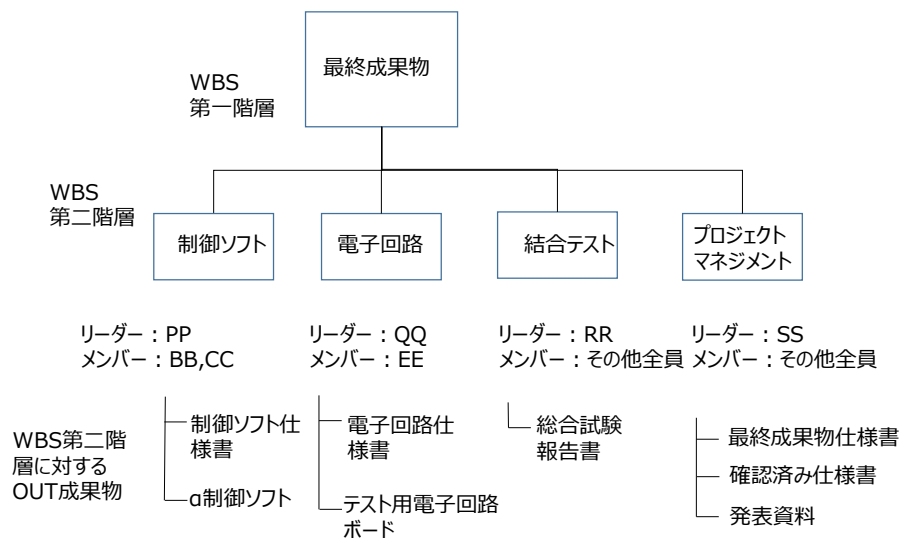


図 4.6 DDM に対応する WBS の構成例

理解を容易にするため IScM ステップ(1)～(3)の概念図を図 4.7 に示す。なお、IScM に基づく日程計画作成では、成果物作成の作業期間や依存関係の変更に従い日程計画が自動的に更新される機能を持つ日程計画作成・管理ソフトウェア（以下、日程管理ソフトウェア）が必要である。以下、IScM ステップ(1)～(4)について説明する。

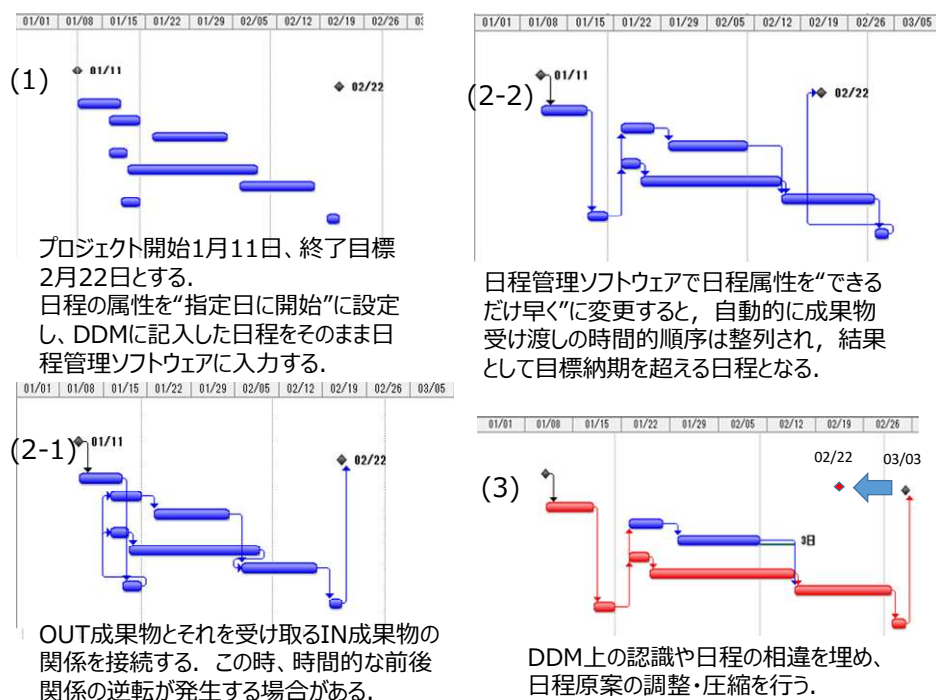


図 4.7 IScM ステップ(1)～(3)の概念図

(1) DDM のデータを日程管理ソフトウェアに入力

OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物を接続するために、まず、DDM に記載されたすべての OUT 成果物とマイルストーン日程を日程管理ソフトウェアに記載する。図 4.8 では日程管理ソフトウェアのタスク名の列の下に書かれた項目がこれら OUT 成果物とマイルストーンである。例に使用したこの日程管理ソフトウェアはタスクの依存関係から日程計画を作成するという考え方で日程計画を作成するが、DDM では成果物の依存関係により日程計画を作成するという考え方である。このため、日程管理ソフトウェアのタスク名に成果物名を記入することで、日程管理ソフトウェアの機能を DDM 用に利用することができる。

入力時には、マイルストーン日程とタスク（OUT 成果物）の属性を「指定日に開始」に設定する。この理由は、タスクの依存関係を接続した時に、日程が自動的に動いてしまうのを防ぐためである。OUT 成果物が IN 成果物を受け取る受け取り希望日程を入力する。次に、OUT 成果物の予定受け渡し日を入力する。

- プロジェクト・メンバーは担当する成果物に関してDDMに記述する。
- DDMの内容を日程管理ソフトウェアに入力する。
- マイルストーンとタスク5～12までの属性を“指定日に開始”に設定する。

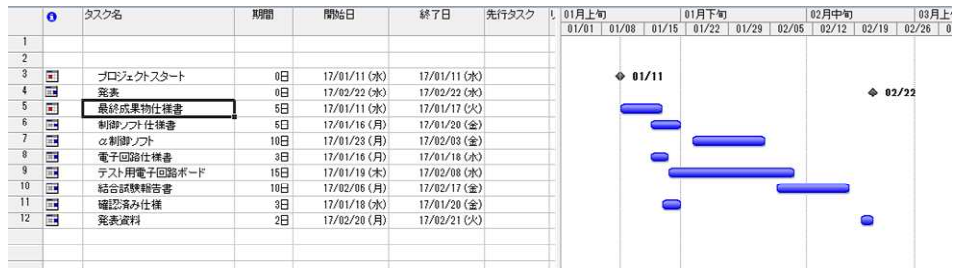


図 4.8 (1)DDM のデータを日程管理ソフトウェアに入力

(2-1) OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物の接続

次に OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物を接続する。この時、タスク（成果物）の時間的順序関係が逆転する場合があります、警告メッセージが表示される場合がある。警告メッセージが表示される場合、「スケジュールの矛盾を許容する」を選択する。タスクの時間的順序関係が逆転した状態のガントチャートを図 4.9 に示す。

- OUT成果物とそれを受け取るIN成果物を接続する。
- この時、表示されるメッセージに対して、“スケジュールの矛盾を許容する”を選択する。



図 4.9 (2-1) OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物の接続

(2-2) 成果物開発活動の時間的順序の整列

次にプロジェクトのマイルストーン日程を除くタスク（成果物）の属性を「できるだけ早く」に設定する。すると、タスク（成果物）の時間的順序が整列され、プロジェクト日程は延び、プロジェクト目標日程を越えた日程となる。この状態を図 4.10 に示す。

- タスク5～12までの属性を“できるだけ早く”に設定する。
- この操作により、日程が延びる。



図 4.10 (2-2)成果物開発活動の時間的順序の整列

(3-1) クリティカル・パスの表示

次に、プロジェクト完了目標日程のマイルストーン日程の属性を「できるだけ早く」に変更する。図 4.11 ではプロジェクト完了目標日程のマイルストーン日程が 3 月 3 日になる。この期間が延びた日程計画を統合日程計画原案（Initial Integrated Master Schedule: Initial IMS）と呼ぶ。Initial IMS に対し、クリティカル・パスを表示する。クリティカル・パスとは、プロジェクトを完了するための仕事の最長経路であり、その経路の仕事を終わらないとプロジェクトが完了しないのでプロジェクトの最短完了日程ともいえる。プロジェクトの日程を短縮するにはクリティカル・パス上の仕事の作業期間を短縮することが必要である。

図 4.11 で赤の経路がクリティカル・パスを表す。クリティカル・パス上のタスク（成果物）の作業期間を後に述べる様々な方法で短縮し、プロジェクト完了目標日程である 2 月 22 日まで圧縮する。

統合日程計画原案

- タスク4の属性を“できるだけ早く”に設定する。
- クリティカルパスを表示する。



図 4.11 (3-1)クリティカル・パスの表示

(3-2) クリティカル・パス上の作業期間の短縮

テスト用電子回路ボード作成のタスク 9 の作業期間を 15 日間から 12 日間に短縮し、結合試験の期間を 10 日間から 6 日間に短縮した。その結果、プロジェクト完了目標日程を 2 月 22 日にすることができた。作業期間を圧縮できるためには、論理的かつ合理的な理由が必要である。結合試験の期間には通常、バグ修正のために余裕日程を入れてある。作業期間の圧縮は、この余裕日程を圧縮している。日程の圧縮方法としては、このような作業期間に挿入されていた安全のための余裕日程の圧縮や、要員を追加して期間短縮を図るクラッシング、複数の活動を並行化して期間短縮を図るファーストラッキング、早期の試作機引渡しなどがある。さらに、開発上流で機能試験を確実に実施しソフトやハードの品質を上げるとか、シミュレータの活用であるとか、結合試験で問題が出た場合は定時外でも作業をするなどを実施し、同時に、作業期間の圧縮に伴う日程遅延リスクを軽減する施策を実施することが必要となる。これらの検討を行うことで、日程計画を確実に達成するという機能組織の約束を保ったまま、日程の圧縮も可能となる。完成した統合日程計画 (Integrated Master Schedule: IMS) を図 4.12 に示す。

統合日程計画

- タスク9を3日、タスク10を4日短縮して、発表日に圧縮した。
- 短縮できる根拠が必要。また、日程計画全体に対するスケジュールバッファが必要。

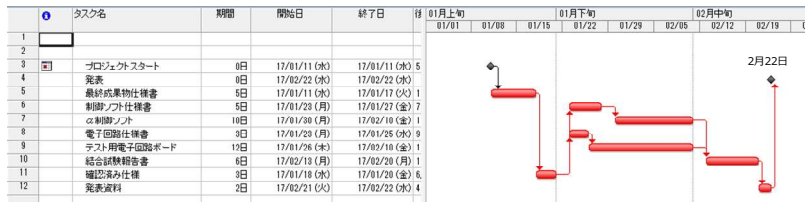


図 4.12 完成した統合日程計画

4.5 統合日程計画検討会の実施手順

図 4.4 のステップ(3)で DDM 上の OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物の受け渡し条件の認識の相違や曖昧さなどを埋め、Initial IMS の調整・圧縮を行う。この検討を行うための会議を、統合日程計画検討会と呼ぶ。この統合日程計画検討会では機能組織を代表するプロジェクトメンバーが参画し、できるだけ効率よく、また、日程計画達成の約束であるコミットメントを保ったまま、統合日程計画原案を目標日程に短縮する。以下のように、事前検討会と 2 回の検討会を実施することが考えられ、実際のプロジェクトで実施された。これら検討会の議長は、プロジェクトマネジャーが担当し、ファシリテーターとして議論の活性化を促す。また、記録係の設定も必要である。

事前準備検討会

プロジェクトマネジャーとプロジェクト・コアメンバーは、検討会当日に想定される議論を効率よく行うために、統合日程計画原案に対し下記のような事前準備を行う。

- (1) クリティカル・パス上の成果物を生み出す作業を認識する。
- (2) リソースボトルネックが発生しそうな作業や期間短縮できそうな作業を洗い出す。
リソースボトルネックとは、日程遅延を引き起こす可能性のある作業人員の不足や、業者のスキル不足、試験装置の不足や利用可能日程の不足などである。
- (3) 作業期間が延びそうな作業や、その他リスクや課題の事前洗い出しを行う。
- (4) 成果物の漏れや作業の漏れ、依存関係変更で期間短縮可能な部分、曖昧な点などを検討

する。

検討の結果を基に、どれくらい日程短縮が必要か、どの程度期間短縮できるか日程短縮のシミュレーションを行い、上記のポイントを第 1 回統合日程検討会の議論のポイントとして洗い出しておく。

第 1 回 統合日程計画検討会

この検討会では機能組織代表であるコアメンバー全員が、担当機能組織の日程計画に関し、以下のデータを発表する。実際のプロジェクトでは、一人発表約 30 分、質疑 30 分で実施した。

- (1) 計画が成立する前提条件
- (2) DDM
- (3) 課題・リスク一覧
- (4) 意見・要望（無駄な仕事、プロジェクト遂行上の課題、他組織への要望、など）

この検討会では、事前検討事項を参照しながらガントチャートのクリティカル・パス上の成果物作成期間の日程短縮を中心に、通常、下記のような議論がなされる。

- 1) 前組織から受け取る成果物の品質、仕様の認識ギャップの確認、仕様の曖昧さの是正などを実施する。さらに、事前確認のための試作成果物の早期入手や、期待する品質・機能を確認する書類の添付など、前組織に対し自組織作業の期間短縮に繋がる要望を出し、余裕日程の吐き出しや負荷軽減による作業期間の短縮可能性も検討する。
- 2) 作業期間が過去の経緯から固定化されている場合がある。このような作業は作業の中身を分解し、期間短縮の可能性を検討する。
- 3) 試作機や試験装置の利用日程の前倒しや利用頻度の増加を検討する。
- 4) 作業の並列化やベテラン技術者の投入などによる期間短縮を検討する。
- 5) 新規技術の開発期間やテスト期間が短すぎる場合などは適切な期間を再見積もりし、また、問題発生を抑止する事前対策を検討する。
- 6) IN 成果物に対しどの組織も対応する OUT 成果物を計画していなかったり、どの組織も OUT 成果物を受け取る計画が無い場合も発生する。このよう場合も認識の相違であり、これらの成果物の扱いを検討することが必要である。
- 7) 成果物のやり取りが密集している部分や一発勝負の結合テストなど、日程上のリスクが浮かび上がってくる。これらへの対応や、議論から浮かび上がった課題や曖昧な部分への対応を検討する。
- 8) 新たな法規制や認証制度、性能評価基準などに対する対応計画を確認し作成する。
- 9) 新規施策や新規ツールの導入に伴う習熟期間やリスクも考慮する。

図 4.13 に認識相違の洗い出しと日程圧縮の方法をまとめる。

認識相違の洗い出し方法

- 成果物を受け取る人、成果物を渡す人の間で成果物の定義や内容の理解は一致しているか？
- 誰も作成を予定していないIN成果物はないか？
- 誰も受け取りを予定していないOUT成果物はないか？
- IN,OUT成果物に曖昧な点、確認したい点、要望などはないか？（仕様、性能、評価基準など）
- IN,OUT成果物の受け渡し条件（内容、品質など）に認識の相違や曖昧さはないか？
- IN,OUT成果物の受け渡し日程に相違はないか？
- 作業期間が短すぎることはないか？
- 担当者のスキルは十分か？

日程を圧縮する方法

- 事前確認のための試作成果物の早期入手や試験報告書の添付、期待する品質・機能を持つ成果物納品など、前組織に期間短縮に繋がる要望を出し、安全日程の吐き出しや負荷軽減による作業期間の短縮可能性の検討。
- 作業の並列化や他メンバーの支援などによる期間短縮の検討。
- 成果物のやり取りが密集している部分や一発勝負の結合テストなど、日程上にリスクが浮かび上がる。これらへの対応や、議論から浮かび上がった課題や曖昧な部分への対応を検討。

図 4.13 認識相違の洗い出しと日程圧縮の方法

この検討会では、特に DDM に責任者として名前が記入されているメンバーは、真剣に考え、参画意識・責任意識の強化、役割分担の明確化が促される。そして、徐々に議論が活性化し、想定よりも多くの気づきや議論がある。結果として、適切な作業期間、また作業期間を規定する条件が決められ、参加メンバーは納得しながら作業期間を短縮することができる。そして、出来上がった日程計画は、メンバー全員がその達成を約束したものとなる。期間短縮をその場で行うには時間がかかる場合、次回検討会の課題とし、また、その場では解けない課題も集め、責任者、納期を決めて次回検討会に向け課題・リスク一覧表を作成し対応する。

第2回 統合日程計画検討会

プロジェクトマネジャーは、第1回統合日程計画検討会での検討結果を反映した日程計画を作成し、最終確認を実施する。この統合日程計画が目標日程に収まっている場合は、機能組織を代表する参加メンバーに対し日程計画達成に対する約束を再確認し、この日程を統合日程計画の完成版とする。目標日程に収まらない場合は、さらに日程短縮検討を行うか、技術完成度が不十分など明確な理由を基に、開発日程の延長を答申する場合もある。完成版の統合日程計画を基に DDM の成果物の受け渡し・受け取り予定日を更新する。

DDM は、ある時点でどの成果物に対する作業を行っているか進捗を簡便に確認でき、また、更新も容易である。このため、進捗管理の簡便なツールとして活用もできる。この統合日程作成過程では、日程短縮のための様々な日程調整を行うため、日程管理ソフトウェアには日程シミュレーション機能が必須となる。

統合日程計画検討会から以下の成果物が生み出され、プロジェクト文書としてプロジェクトの定例会議などで進捗管理に利用される。

- (1) 統合日程計画
- (2) DDM
- (3) 課題一覧表、リスク一覧表と対応計画

4.6 DDM を用いた IScM の実績と効果

この手法は、開発費数十億円の新規複写機開発プロジェクトに適用された。この日程計画の成果物数は日程管理ソフトウェアで2百数十行となり、維持管理可能なサイズとなった。また、実際の検討の中では、責任を持つ組織が不明確な成果物や、機能組織の標準規定で定められた標準作業日程が機能組織毎に異なっていた、というような例も見つかり対応が行われた。

DDM 作成と統合日程計画検討会への参加者 25 人にアンケートを実施した。その結果、IScM は有効ですかという問いに対し、「大変有効」と「有効」を合わせて 20 人、「無くてもよい」2 人、「回答ブランク」3 人という結果であった。コメントを図 4.14 に示す。

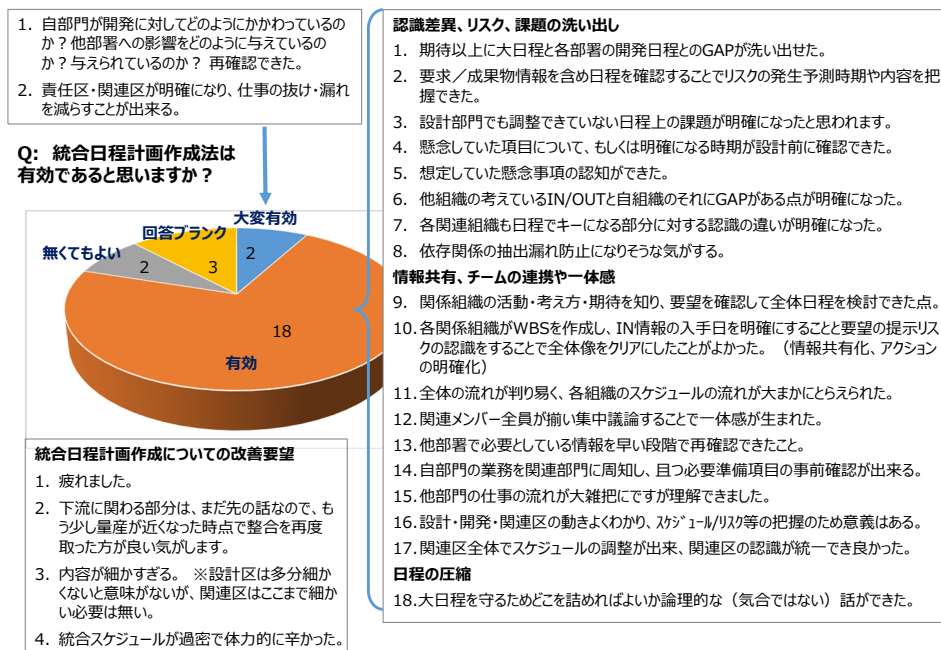


図 4.14 統合日程計画検討会参加者のコメント

さらに、大変有効または有効のコメントを分類した結果を図 4.14 に示す。この結果、情報共有・アクションの明確化に対する有効性の回答が約 45%で最も高く、次いで GAP、リスク、課題の洗い出し（約 35%）、仕事の抜け漏れ防止（約 10%）の有効性が評価されている。

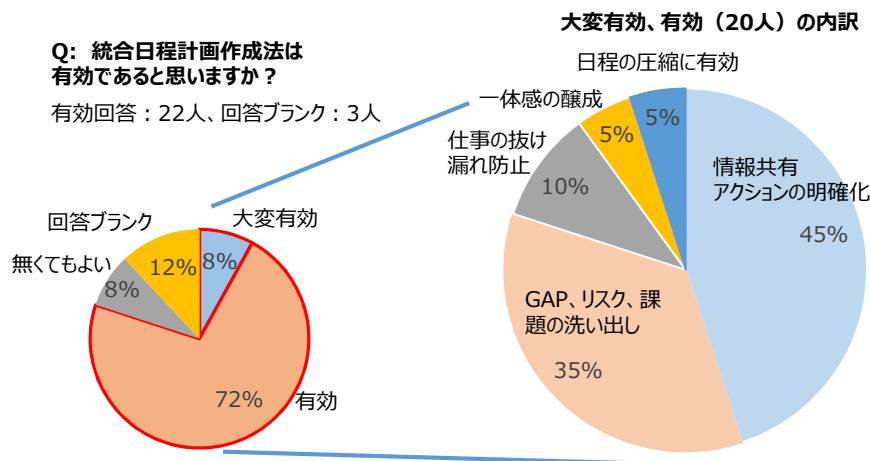


図 4.15 IScM の有効性の分類

以上から、本手法は以下のような効果があると考えられ、IScM と DDM により期待した効果が得られていると考えられる。

- (1) リスクの発生予測時期や内容を洗い出すことができる。
- (2) 他の関係組織の状況や考え方などを確認して日程計画を検討できる。
- (3) 未検討事項や気がついていなかった点、不明確な点を洗い出し明確化できる。
- (4) 懸念事項が明確になったり、明確になる時期を確認できる。
- (5) チームメンバーと情報の共有化や全体日程を共有できる。
- (6) アクションの明確化を行い、やるべきことが明確になる。
- (7) 全体や各組織での仕事の流れを理解できる。
- (8) 論理的に日程圧縮を行うことができる。
- (9) 期待以上に洗い出せる認識差異と依存関係の抜け漏れに対し、対応を行うことができる。
- (10) 集中的なホットな議論は、メンバーの一体感を生むことができる。

受け渡し側と受け取り側で、同じ成果物に対する認識の相違という切り口から議論を行うことで議論が活性化している。これにより、日程計画作成上の様々な抜け漏れを防ぐことができ、日程計画を作成する上で重要と考えられる事項を網羅できる。また、真剣で活発な議論を通して、参画意識や責任意識が強化され、日程計画の実現可能性向上に繋がっていると考えられる。検討過程ではクリティカル・パスの検討に加えて、作業の集中やリスクの高い統合試験など、全体日程の中でリスクの高い部分が浮かび上がり、参加者が共有できる状

況が作られた。その対応に対し検討が集中して行われ、結果的にリスクや課題への対応やそれらの発生を抑制する日程計画が作成され、プロジェクトの成功に一定の貢献があったと考えられる。一方、以下のような改善を要するコメントも見られた。

- (1) 統合日程計画作成はかなりの負荷があり、過密で体力的にきつかった
- (2) 難しい議題内容が多いと思いますが、もう少し討議に割く時間を短縮できるようにした方がよいと思います

先の肯定的なコメントは設計関係者の意見であったが、販売や保守サービス部門など設計関係者以外からは、コメントにあったように、検討会の負荷に関して不満が出ていた。これは、設計関連の議論が中心となるためであると考えられる。このため、第1回統合日程計画検討会は設計関係者を集め日程計画の中核部分を固め、第2回統合日程計画検討会にはそれ以外の関係者を集め日程計画の中核部分に依存する組織の成果物の検討を行う方が効率的ではないかと考えられる。今後、成果と負荷のバランスを図る運営改善が必要であろう。なお、負荷の軽減を図る簡便な方法として、次のような方法もある。

- (1) DDM の IN 成果物を受け取りたい組織は、対応する OUT 成果物を生み出す関係組織と受け渡し条件や受け渡し日程を個別に検討し合意する。すべての合意日程は DDM に記録し、進捗管理を行う。

この方法の場合、日程圧縮の作業が不要になる。しかし、チーム全体での検討が実施できず、また、合意日程がそれ以前の依存関係にある受け渡し日程に玉突きの影響を及ぼす可能性もある。このため、リスクの少ない派生機種開発などには適用できるが、新規機種などリスクの高い開発には適切ではない。どのような方法を取るかは、プロジェクトマネジャーの重要な判断となる。

本手法は成果物に対する認識の相違という切り口から議論を行うことで、日程計画作成上の様々な抜け漏れを防ぐことができる。また、日程計画の確実性を向上するうえで重要と考えられるリスクや未検討事項の気づき、懸念事項の明確化、などの事柄を網羅することができ、その結果、実現可能性の高い日程計画を作成することができる。さらに、検討過程で真剣な、熱い議論が行われ、日程計画を遂行しプロジェクト目標を達成する責任意識とチーム一体感が生まれる。この責任意識とチームの一体感は、日程計画の実現可能性の重要な基盤となっている。

4.7 課題

本手法の特徴である成果物の流れを基本とする日程計画作成手法は、多くの優れた点を持っている。しかし、実際の日程計画作成過程では、成果物の受け渡し側、受け取り側の認識の差異を浮き彫りにするために、表計算ソフトウェアを使用して DDM を作成し、日程計画の調整や圧縮のために、表計算ソフトウェアで作成した日程データを改めて日程管理ソフトウェアに入力している。このため、現実には日程計画作成の作業負荷はそれほど軽くはなく、日程計画の作成効率の改善が必要である。本節では本手法をより効率的に実施するた

めに必要とされる日程管理ソフトウェアの機能改善について述べる。

(1) DDM の日程管理ソフトウェアへの統合機能

各機能組織は DDM のフォーマットを使い表計算ソフトウェアに入力し、その DDM を手入力で日程管理ソフトウェアに入力し、図 4.4 (1) DDM のデータを日程管理ソフトウェアに入力、に示す手順でガントチャートを作成した。その後、SPM は各機能組織が作成したガントチャートを成果物の依存関係で接続し、統合日程計画原案を作成した。この手順は比較的手間のかかる作業である。このため、DDM のフォーマットへの入力からガントチャートを自動作成し、容易に成果物の依存関係を接続できる機能が望まれる。逆に、出来上がった統合日程計画原案での日程シミュレーションの結果が DDM に反映される機能が望まれる。OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物の依存関係を容易に接続できるためには、既知の成果物名の一貫性を管理する機能も必要である。DDM には成果物に対する各種条件を記入する欄もあるが、これだけでは十分に記入できない場合もある。このため、各成果物に付随して各成果物の詳細を記入できる WBS 辞書のような機能が統合されていると便利であると考えられる。

(2) WBS, DDM, 日程計画の一貫性管理

先に述べたように、従来の方法は、WBS とアクティビティーに変更が生じた場合、行数が多くこれらの一貫性を維持して管理することは手間がかかる。このため、プロジェクト途中で維持管理が行われなくなることもしばしばある。今回開発した DDM を用いた日程計画作成手法では、行数の少ない成果物を切り口に、論理的には図 4.16 に示すように DDM の IN-OUT 表現と、WBS、及び、日程計画は一貫性を持って維持管理できると考えられる。

成果物を基本単位として IN-OUT 表現と、WBS、日程計画は一貫性を持って構成できます。

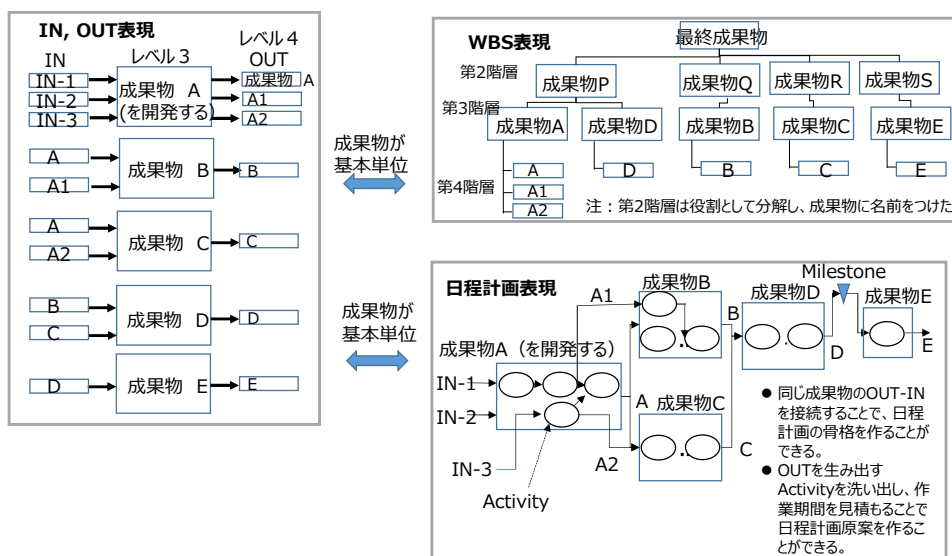


図 4.16 IN-OUT 表現と日程計画, WBS の関係

しかし、現状ではこれら 3 つのデータの一貫性を維持管理できるツールはなく、このような機能を持ったツールがあると大きく作業効率を上げることができる。

(3) インタラクティブなシミュレーション機能

統合日程計画検討会の中で、日程更新作業に時間がかかると議論が滞ってしまうため、会議後に検討結果を更新した。日程計画をホワイトボードなどの大画面上に映し出し、その大画面上でインタラクティブに日程更新などのシミュレーションが行えるとより効率的に日程計画を作成できる可能性がある。ただし、シミュレーションの結果が満足できない場合もあり、複数回作業を後戻りできる機能や途中経過を保存できる機能も必要であろう。

(4) 詳細日程の更新機能

プロジェクトが進行していくうちに、日程計画と実績の乖離が発生する。状況が切迫してくると毎日の進捗を管理するために、別の詳細な日程計画を作成し、進捗を管理することが多い。このような状況が発生すると、最初に労力をかけて作成した統合日程計画の維持管理は行われなくなり、統合日程計画が使用されなくなってしまう。このため、プロジェクトマネジャーの中には日程計画作成に時間をかけることや、日程管理ソフトウェアの使用に抵抗感を感じる人も少なくない。このような状況を発生させないためには、作成した統合日程計画を更新しながら使い続けられることが必要である。特に、厳しい状況が発生した場合に、統合日程計画を維持しつつ、その日程計画の局所的な状況の厳しい限られた期間の詳細な日程計画を作成できる機能が望まれる。

(5) 印刷機能、プレゼンテーションソフトウェアなどへの貼り付け機能

通常、日程管理ソフトウェアを使用すると 1 行毎に一つのマイルストーン日程やアクティビティ、成果物が対応する。このため、複数のマイルストーンがあつたり、一つの作業に複数の区切りがあると、その分だけ行数が増えてしまい、印刷や画面で 1 ページに収めることが難しい。また、日程計画の行数が増えると、日程計画の全体感が掴めないため、状況の把握が難しくなることがある。さらに、プロジェクト状況報告時にプレゼンテーションソフトウェアを使用することが多いが、そのようなソフトウェアの 1 ページに日程計画を張り付けることが難しい。表計算ソフトウェアの場合、1 行に複数のマイルストーンを記入したり、1 行に複数の区切りのある作業を記入でき、行数が増えることなく、高密度で日程計画を表現できたため、日程計画を 1 ページの紙に印刷することや、プレゼンテーションソフトウェアに日程計画を貼り付けることができる。このことも、日程計画作成で表計算ソフトウェアが好まれる理由である。日程管理ソフトウェアも表計算ソフトウェアのような機能を持つことが望ましい。

(6) 日程管理ソフトウェアに求められる機能

以上の議論から、日程管理ソフトウェアには以下のような機能が追加されることが望まれる。

- (a) 複数組織が DDM へ入力した OUT 成果物とそれを受け取る IN 成果物の接続が容易にでき、日程計画を作成できる機能。

- (b) DDM の IN-OUT 表現, WBS, 日程計画の 3 データの一貫性を保って維持管理できる機能.
- (c) 作成した統合日程計画原案をインタラクティブに, または, 容易に修正できる機能.
- (d) 統合日程計画は維持しつつ, その日程計画の局所的な状況の厳しい限られた期間の詳細な日程計画を作成できる機能
- (e) 表計算ソフトウェアのように 1 行に複数のマイルストーンや作業の区切りを表示でき, 見やすい印刷やプレゼンテーションソフトウェアとの連携ができる機能.

4.8 まとめと今後の対応

4.8.1 まとめ

本論文は, 従来の日程計画開発手法である DoD や NASA の日程計画作成手法をマトリックス組織環境で実際の製品開発環境に適応するように改善し, CCPM の人間の行動特性も考慮に入れ, 両者の良い点を取り入れた実現可能性の高い日程計画作成手法について論述した.

従来の日程計画作成手法は, WBS を作成し, アクティビティーを洗い出し, アクティビティーを基に日程計画を作成するというものである. 企業におけるマトリックス組織という開発環境を考えた時, より実用的な日程開発手法を開発できるのではないかと, いうことが開発のきっかけであった.

本論文で述べた手法は, 以下のように従来の日程計画手法の課題を解決することができる.

- (1) 「アクティビティーを基本単位とした日程計画作成手法である」課題に対して.

従来の日程計画作成手法は, WBS の基本単位が成果物であり, 日程計画の基本単位はアクティビティーであった. このため, 大規模プロジェクトでこれらの一貫性を保って維持管理することは手間がかかり, また, アクティビティーの依存関係で日程計画を作成するため, サイズも大きくなってしまう. また, アクティビティーを基本単位としているため, 成果物の流れや達成状況が見えにくい. 一方, 本手法は機能組織が生み出す成果物を日程作成の基本単位としており, 成果物の受け渡しで一意的に日程計画を作成できる, WBS と日程計画は一貫性を持って構成できる, 成果物の完成度を基に進捗を監視することができる, 日程計画は適切なサイズに収まる, 自組織が生み出す成果物とそのために必要な成果物を洗い出し作業期間を見積もることができる, などを実現することができる.

- (2) 「WP の実用性が低い」課題に対して.

従来の日程計画作成手法は, WP に対して組織を対応させる考え方であり, 既存組織を活用する点で実用性が低かった. 一方, 本手法は, 既存組織を成果物に対応する考え方であり, 既存組織は豊富な専門知識と開発経験を有しており, うまく議論を引き出すことで実現可能性の高い日程計画を作成することができる.

- (3) 「日程圧縮の手法が定められていない」課題に対して。
従来の日程計画では、日程圧縮の手法に触れていないが、本手法は不確実性の減少による日程圧縮についても考慮している。
- (4) 「人間の行動特性が考慮されていない」課題に対して。
従来の日程計画では、人間の行動特性に触れていないが、本手法は人間の行動特性を重視している。

図 4.17 に従来の日程計画作成手法と新しい日程計画作成手法の比較を示す。

従来の日程計画作成手法		DDMを用いた日程計画作成手法
<ul style="list-style-type: none"> ● アクティビティを基本単位とした日程計画作成手法である。 	↔	<ul style="list-style-type: none"> ● 成果物の受け渡しで一意的に日程計画を作成できる。 ● WBSと日程計画は一貫性を持って構成できる。 ● 成果物の流れは明確であり、成果物の完成度を基に進捗を監視することができる。 ● 成果物を日程計画の基本単位とするため、日程計画は適切なサイズに収まる。 ● 既存組織は、自組織が生み出す成果物とそのために必要な成果物の洗い出しや、成果物の依存関係を定めること、作業期間を見積もることができる。
<ul style="list-style-type: none"> ● WPの実用性が低い。 	↔	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存組織を成果物に対応させる考え方である。
<ul style="list-style-type: none"> ● 日程圧縮方法が定められていない。 	↔	<ul style="list-style-type: none"> ● 日程圧縮手法が含まれている。
<ul style="list-style-type: none"> ● 人間の行動特性が考慮されていない。 	↔	<ul style="list-style-type: none"> ● 人間の行動特性を考慮している。

図 4.17 日程計画作成手法の比較

この作成手法は、統合日程検討会において、メンバー全員が検討することで互いの仕事を理解し、チームとしての団結・一体感を生み、チームビルディングの手法としても有効である。そして、作業に遅れを生じた組織を何とか助けてあげるという意識が生まれることも期待できる。本研究は、本手法を実際の大規模プロジェクトに適用し、これらの効果を検証し、期待の効果を生んでいること確認した。

以上述べてきた事柄は、本研究の成果と考えることができ、以下に本研究の新規性、有用性をまとめる。

新規性

- (1) 日程計画作成を始める時に、各機能組織は開発日程を満たしコミットメントできる開発日程を作成し、それらを成果物で接続することで統合日程計画原案を作成する。この日程は、各機能組織がコミットメントした日程計画の集積であり、全体の日程計画もコミットメントされている日程計画であるが、通常、目標日程を越えた日程となる。統合

日程計画検討会で日程の圧縮を行うが、その日程を圧縮する過程では各機能組織はコミットメントを保ち、納得して日程を圧縮していく。この検討過程では、かなり深く熱い議論が行われ、チームの一体感を醸成できると同時に、目標日程まで圧縮され出来上がった統合日程計画は、全ての関係組織のコミットメントに支えられた日程計画であり、それは実現可能性の高い日程計画となっている。つまり、本手法は日程計画をいったん実現可能な日程として展開し、それを日程達成に対するコミットメントを保ったまま、不確実性を減少し日程圧縮する手法であり、本手法の新規性であり優れた点は、作成された日程計画の実現可能性が高いことである。

- (2) 製品開発は機能組織間での成果物の受け渡しで開発が進み、成果物の受け渡し部分で手戻りが多く発生することに着目した日程計画作成手法である。
- (3) 日程計画を作成する際に不確実性に対する不安により余裕日程を加えるなど、人間の行動特性も考慮している。
- (4) 役割分担の明確化による責任意識向上、チームの一体感など、プロジェクト成功に重要な人間の心理的要素の強化も考慮している。

有用性

- (1) 新規性でも述べたように、本手法は、プロジェクト関係者に日程計画を確実に達成するというコミットメントを意識させ、密なコミュニケーションによりリスクへの対応や、曖昧さ、不確実性を解消することで、実現可能性の高い日程計画を作成できる手法である。
- (2) 製品開発は、機能組織間での成果物の受け渡しで開発が進み、成果物の受け渡し部分で手戻りが発生することに着目した、実際の製品開発現場の状況に即した実用性の高い手法である。
- (3) アクティビティの数より成果物は数が少なく、日程計画の行数が少なくなるため維持管理がしやすい。
- (4) 役割分担の明確化や責任意識向上、チームの一体感など、プロジェクトの成功のために重要な人間の心理的要素も考慮しており、それらはPBLの学修成果向上などへの応用可能性がある。

4.8.2 今後の対応

本手法は、企業における機能組織が持つ組織能力を活用することで、成果物の受け渡しに基づき日程計画を作成できることや、成果物の受け渡し部分に着目し、認識の差異やリスクの洗い出しを行うことで、日程計画の実現可能性向上や圧縮が可能なことや、参加者の責任意識向上やチームの一体感を図ることもできることを論じた。

本手法は、プロジェクトを円滑に進め、プロジェクトを成功に導く基本的な要素を含んでいると考えられ、以下のように、他分野への適用可能性も考えられる。本手法は、企業の機能組織をその実施における前提条件としたが、プロジェクトの中には、役割が決まっていな

階として、プロジェクトメンバーの役割分担をうまく決める方法を加えることで、小人数のメンバーから構成されるプロジェクトに適用できる可能性がある。このようなプロジェクトの例としては、大学で多く実施されている PBL がある。本手法を PBL に適用することで、PBL の課題を解決し学修成果を高められる可能性がある。本手法の PBL への適用について第 5 章で論じる。

企業における仕事でも、少人数のメンバーが集まりプロジェクト組む場合がある。企業で少人数のメンバーが集まる場合でも、各メンバーは所属組織があり、何らかの専門性は持っている。しかし、メンバーが集まってもプロジェクトを確実に実施するプロジェクトマネジメントのスキルがないため、プロジェクトの進め方がわからずプロジェクトで問題が多発し、プロジェクトが失敗する場合もある。メンバーの成果物に対して、手戻りの発生や仕事の重複で無駄な仕事が発生している可能性や、仕事の手戻りや漏れで日程遅れが発生している可能性もある。第 2 章でも触れたように、近年、日本の労働生産性の低さが問題となっている。このため、生産性向上を目指した働き方改革が叫ばれているが、生産性を向上させるには、このような普段の仕事の中のプロジェクトを効率的に、確実に実施する能力が必要である。本手法は、大規模プロジェクトだけでなく、小規模プロジェクトや働き方改革などで活用することも可能であり、今後、本手法の適用分野を拡大していきたいと考えている。

第 5 章 日程計画作成手法の PBL への適用

本章の概要

日程計画作成手法である IScM と DDM は、プロジェクトを円滑に進め、プロジェクトを成功に導くプロジェクトマネジメントの基本的な要素を含んでいると考えられる。本手法を PBL 演習に適するように修正することで、学生の弱い参画意識など、PBL の基本的な課題を解決し、学修成果向上のための手法として活用できる可能性がある。本研究では、修正した手法を実際の PBL の授業に適用し、その試行の詳細と得られた結果や課題解決の効果、さらに得られた知見を基に、さらに PBL の学修成果を向上できる可能性について考察を行う。

第 4 章ではマトリックス組織での製品開発に適した日程計画作成手法として、IScM と DDM のアイデアとその効果を論じた。そしてこの手法は、プロジェクトを円滑に進め、プロジェクトを成功に導くプロジェクトマネジメントの基本的な要素を含んでいると考えられる。このため、IScM の前段階として、プロジェクトメンバーの役割分担を決める方法を加えることで、小人数のメンバーから構成されるプロジェクトに適用し、プロジェクトの成功に貢献できる可能性があることを指摘した。そのようなプロジェクトの例として PBL がある。本手法の適用により学生の弱い参画意識など、PBL の基本的な課題を解決し、学修成果向上のための手法として活用できる可能性がある。本研究では、本手法を PBL に適するように修正し、実際の PBL の授業に適用した。そして、その試行の詳細と得られた結果や課題解決の効果、さらに得られた知見を基に、さらに PBL の学修成果を向上できる可能性について考察を行った。

5.1 日程計画作成手法の PBL への適用の背景

PBL の有効性に関しては「2.6.1 PBL に関する先行研究」でも述べたように、その有効性が報告されている一方で、以下のような課題も指摘され先行研究も行われている。

- (1) 学生の参画意識、責任意識にバラツキがある [奥本 2012].
- (2) チーム体制を上手く構築できない。
- (3) 学生一人ひとりの評価が難しい [岩田 2014], [松浦 2007].

また、実際の PBL では以下のような状況も観察される。

- (4) 最終成果物にバラツキがある。
- (5) テーマ目標設定に多くの時間を費やし、実際の開発は終盤にあわてて行われる。
- (6) WBS や日程計画作成などは、あわただしさの中でおざなりになり、プロジェクトとしてうまく運営されていない。

IScM 及び DDM を PBL に適用することで、上記のような PBL 課題を解決し、効果を生むことができるかを検証するため、芝浦工業大学の 2016 年度後期の授業、産学・地域連携 PBL で試行を行った。この試行の目的は以下の通りである。

- (1) 試行実施により、先に述べた課題を解決できる可能性を検証する。
- (2) 試行結果から、新たな知見や課題を見つけ出す。

本章では、試行の実施状況や実施結果、さらに、これら目的が達成できたかの検証を行ったので報告する。

5.2 IScM と DDM の PBL への試行

5.2.1 PBL での IScM 適用の変更点

「4.2.1 企業における開発環境の特徴」において企業における開発環境の特徴を述べ、

それらは IScM, DDM 導入の前提条件であることを述べた。それらの内、PBL はマトリックス組織で実施されておらず、機能組織を前提としているわけではないため、前提条件の内、(1)は前提条件としない。(3)に関し、学生は担当する役割や成果物も決まっていないため成立しない。このため、IScM を PBL に適用する場合、ステップ(0)を追加し、前提条件(3)が成立するよう適用方法を以下のように変更した。なお、ステップ(0)を追加した IScM を修正統合日程作成法(Modified IScM: M-IScM)と呼ぶ、

(1) WBS の作成と担当者の割り当て

PBL メンバーの担当する成果物の割り当て決めるため、チームが開発する最終成果物の WBS を作成し、成果物分解した第 2 階層などの要素成果物を適切なメンバーに割り当てる。これにより、メンバーが開発を担当する成果物が定められる。この時、メンバーの持つスキルや専門分野、作業負荷などを考慮し、話し合いで担当者を決定する。メンバー間の成果物の依存関係部分には曖昧さがあるため DDM を活用して明確化することで、担当成果物の開発で何をしなければいけないか、アクティビティーがより明確になる。このメンバーが割り当てられた要素成果物を開発する活動名が DDM の列(A)に記入されることになる。成果物の受け渡しは IScM では組織間であったが M-IScM ではメンバー間の受け渡しとなる。図 5.1 に示す M-IScM のステップ(1)~(4)は IScM と同じ考え方である。

(2) チームでの共同実施

IScM において、DDM への記入は各機能組織が独立して実施することとしていた。これにより、統合日程計画検討会で認識の差異を明確に洗い出すことができる。PBL では、チーム全員で DDM 記入や日程計画作成、認識差異の洗い出しなどの一連の作業を共同作業で実施することに変更した。これにより、知り合いでなかった学生が互いに親しくなり共同作業を進めやすくなったり、学生の M-IScM や DDM に対する知識のバラツキに対するチームメンバー全員への教育効果や、チーム一体感の醸成を図ることが期待できる。

M-IScM のプロセスを図 5.1 に示す。

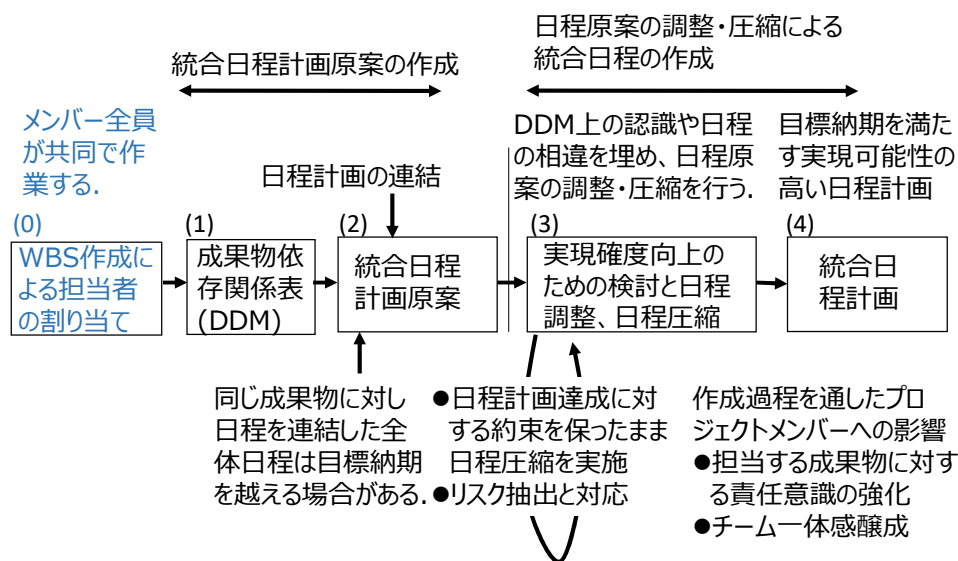


図 5.1 M-IScM のステップ

今回、PBL で M-IScM のステップを実施し、そのステップの中で DDM の作成も行った。PBL でこれらを適用する名称を、DDM という名で代表させ、以下、PBL への DDM の適用や、DDM の試行、などと呼ぶことにする。

5.2.2 試行状況

芝浦工業大学におけるシステム工学教育体系は〔古川 2016〕に詳述されているが、この中の同大学院理工学研究科の共通演習科目である産学・地域連携 PBL で DDM の適用を試行した。この授業は、前期に行われる同大学院システム理工学専攻の必修科目であるシステム工学特別演習の後続で実際にシステム構築を行うことが期待される。この演習の概要は以下の通りである。

産学・地域連携 PBL の実施概要

参加者

- (1) 参加者数: 29 人
(大学院生 22 人, 学部生 5 人, 研究生 2 人)
- (2) 外国人: 6 人 (内 女性 1 人)
- (3) 男性: 24 人, 女性: 5 人
- (4) チーム数: 5

マイルストーン (DR:デザインレビュー)

- (1) DR1: 企画提案
- (2) DR2: 設計・開発計画提案

(3) DR3: 最終成果発表

5 つのチームが取り組んだテーマ名

- (1) チーム A: ヒューマノイドロボットを用いた婚活支援システム
- (2) チーム B: Adaptive Deep Learning を用いたカラス対策を目指した情報収集装置の開発
- (3) チーム C: XX 市の物作り活性化
- (4) チーム D: 「食育・食文化」の街を作る
- (5) チーム E: XX 市への観光客増加

記入を依頼した書類

- (1) DDM フォーマット
- (2) メンバーの役割分担
- (3) 議論した気づき一覧
- (4) アンケート

5.3 試行結果と効果

5.3.1 試行結果

最終成果発表での 5 チームの状況を表 5.1(1)～(3)に示す。表は、テーマ名とプロジェクトタイプ（開発型、価値創出型）、評価順位(1 位～5 位)、DDM 使用に対する評価（3:大変有効, 2:有効, 1:変わらない）、コメントをまとめている。コメントはアンケートとリーダーへのインタビューから得られた。

表 5.1 実施状況(1)

チーム	テーマ名	プロジェクトタイプ	順位	DDM に対する評価	コメント
A	ヒューマノイドロボットを用いた婚活支援システム	開発型	1	3	<ul style="list-style-type: none">●自分の役割が明確になることで、チームの中でどう動けばいいのかがはっきりと分かり行動しやすかった。●期日が明記してあることで、期日までにやらなければならないという意識と、自分の成果物と他のメンバーの成果物の関係性が分かることで、自分の成果物を仕上げなければいけないという責任感を持つようになったと思う。●アイデア出しの段階ではあまり効果を感じなかったが、実装など作業が膨大かつ多忙になるにつれて、各メンバーの成果物と合意の取れた期日を関係づけることで、メンバー全員が自分の役割をはっきりと認識し、責任感を持って行動できるようになった。●リーダーとして：どのメンバーにいつまでにどの作業を振るのかドキュメントにすることで、作業の振り忘れや振った作業のやり忘れ等がないか確認しやすくなった。

表 5.1 実施状況(2)

チーム	テーマ名	プロジェクト タイプ	順位	DDM に対する 評価	コメント
A	ヒューマノイド ロボットを用 いた婚活支 援システム ー続きー	開発型	1	3	<ul style="list-style-type: none"> ●リーダーとして：各メンバーがどのタスクを持っていて、遅延しないようにどのタスクに人を投じればいいのか一目でわかるので使いやすいと思う。 ●DDMが無かったらプロトタイプを開発できなかったと思う。 ●DDMを参照することで、たくさんの気づきがあった。例えば、好感度データの受け取りインターフェースを誰が開発するかが抜けていることに気がついた。 ●特にDDMのINからの気づきが多かった。
B	Adaptive Deep Learningを 用いたカラス 対策を目指 した情報収 集装置の開 発	開発型	3	2	<ul style="list-style-type: none"> ●DDMの使用でメンバーの参画意識は上がった。 ●リーダーとして：DDMを使用することで担当者に仕事を振りやすくなった。 ●スケジュールを共有でき、全体の流れがつかめた。 ●確実に納期に入れる意識が強くなり、納期に入れることができた。 ●DDM作成は負荷があるが、メリットの方が多い。 ●アイデアを出す活動は、成果物よりアクションの方が考えやすい。

表 5.1 実施状況(3)

チーム	テーマ名	プロジェクト タイプ	順位	DDM に対する 評価	コメント
C	XX市の 物作り 活性化	価値創 出型	2	1	<ul style="list-style-type: none"> ●アイデア出しだったのでDDMを使用する必要はなかった。 ●アイデアが変わっていったので、日程計画は作ったが、それに沿った活動はできなかった。 ●鋳物を発注したが、その時はDDMの考え方を使えた。 ●研究室でチームで研究をしているが、論文のマイルストーンに向けて仕事を分割し、計画を作るのに使えそう。
D	“食育・ 食文化” の街を 作る	同上	4	1	<ul style="list-style-type: none"> ●提案だけだったのでDDMを使用する必要はなかった。
E	XX市へ の観光 客増加	同上	5	1	<ul style="list-style-type: none"> ●提案だけだったのでDDMを使用する必要はなかった。 ●以前、車椅子を作るPBLに参加したが、そのような時はDDMは使いやすいかもしれない。

ここで、開発型プロジェクトとは、機能・動作する最終成果物を開発するプロジェクトである。価値創出型プロジェクトとは、実際に動作はしないが、テーマの問題を解決する新た

な価値を生む提案をすることが最終成果である。例えば、ある市のレンタサイクルの利用促進というテーマに対して、その本質的問題を抽出し、それを解決する創造的な施策提案により課題を解決し価値を生み出すことが求められる。価値創出型プロジェクトに対しては、設定した目標の価値達成の可能性検証や実際に価値を生む達成活動を実施し、目標価値の達成ができる可能性を示すことが求められる。

チーム A は、最終成果物を成果物分解して WBS を作成し、以下のように第 2 階層の成果物をメンバーに割り振っていた。

- (1) 要求定義書
- (2) システム仕様書
- (3) 画像認識部
- (4) 音声認識部
- (5) サーバー部
- (6) 婚活用アプリケーション
- (7) 成果・進捗報告書

チーム A の WBS の一部を図 5.2 に示す。図 5.2 の第 2 階層成果物である画像認識部は、「画像認識部の開発」として DDM 左端の列(A)に記入され、第 3 階層の 2 つの成果物は DDM に OUT 成果物として記入される。

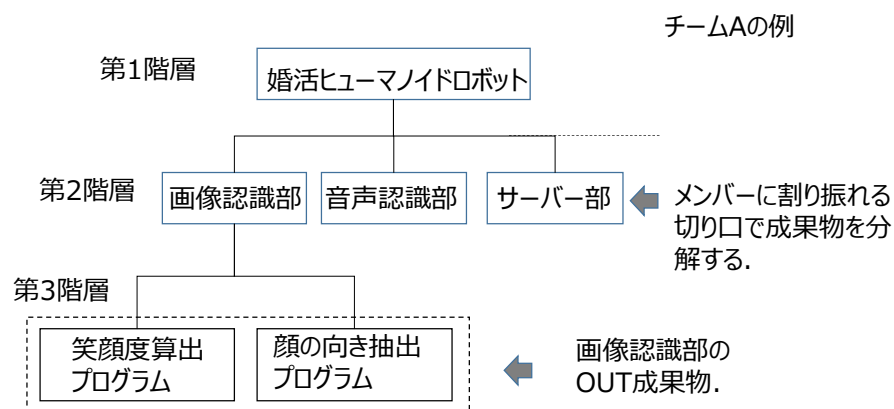


図 5.2 チーム A の WBS の階層構造概要

DDM 作成の結果、メンバーが担当する成果物に対し、メンバー間の成果物受け渡しでの

認識の差異や、様々な不確実性、リスク、漏れなどの気づきを洗い出すことが期待される。チーム A は、「たくさんの気づきがあった。」とコメントしているが、記録された主要な気づきは以下の通りである。

チーム A の検討過程で見つかった主な気づき

- (1) あるメンバーの技術的スキルの不足が明らかになった。
⇒ 対応：スキルのあるメンバーが支援する。
- (2) 機能選択の必要性が明らかになった。
⇒ 対応：時間的に短い簡易的な方法を選択する。
- (3) 最終成果発表まで作業時間が不足する。
⇒ 対応：授業外の時間を使って作業する。
- (4) 好感度データの受け取りインターフェースを誰が開発するかが抜けていることに気がついた。
⇒ 対応：当該機能開発のリーダーを決め開発する。
- (5) 作成したプログラムの統合テスト作業の設定が漏れていることに気が付いた。
⇒ 対応：テスト期間を設定する。
- (6) 開発途中において、DDM の日程を参照することで、ある作業の遅れを検出できた。
⇒ 対応：担当者を増員し対応した。

5.3.2 試行の効果

この試行結果から以下のような効果が得られたと考えられる。ここでは本手法の特徴である DDM を中心に述べる。

- (1) チームの順位と、M-IScM と DDM の有効性評価
プロジェクトタイプが開発型であるチームの DDM 使用に対する評価は高く、また、DDM を使いこなしたチームほど高い評価をしている。DDM のアイデアの基礎は製品開発にあり、具体的な成果物を生み出す開発型プロジェクトに対して効果があると考えられる。一方、価値創出型プロジェクトのチームの評価は「変わらない」であったが、実際は DDM を使用していなかった。価値創出型プロジェクトは、DDM を使うことができなかった理由があるようであり、考察で検討する。
- (2) 最終成果物完成度の向上
最も高評価であったチーム A は、「DDM が無かったらプロトタイプを開発できなかったと思う」とコメントしていた。このチームは最も DDM を使いこなしており、DDM は PBL での最終成果物完成度の向上に効果があると考えられる。チーム A が DDM を使いこなせた理由は、考察で述べる。
- (3) 参画意識向上、責任意識向上、達成意識向上
実施状況のコメントには、以下のようなコメントがある。

- (a) 自分の役割が明確になることで、チームの中でどう動けばいいのかははっきりと分かり行動しやすかった。
- (b) 実装など作業が膨大かつ多忙になるにつれて、各メンバーの成果物と合意の取れた期日を関係づけることで、メンバー全員が自分の役割をはっきりと認識し、責任感を持って行動できるようになった。
- (c) 期日が明記してあることで、期日までにやらなければならないという意識と、自分の成果物と他のメンバーの成果物の関係性が分かることで、自分の成果物を仕上げなければいけないという責任感を持つようになったと思う。
- (d) DDM の使用でメンバーの参画意識は上がった。
- (e) 確実に納期に入れる意識が強くなり、納期に入れることができた。
- (f) スケジュールを共有でき、全体の流れがつかめた。

これらコメントから、本手法による役割の明確化や成果物の依存関係はメンバーの参画意識向上、責任意識向上、達成意識向上に寄与していることが読み取れる。また、メンバー全員で日程計画を作成し共有することで、メンバーは全体の流れとその中で自分の位置づけや、自分の成果物の遅れが他のメンバーに影響することをより理解し、これらの意識強化の結果、確実に納期までに達成する意識は強くなり、実際に納期までに完成できたと考えられる。

(4) WBS を使用した仕事の割り当て

2つの開発型プロジェクトのリーダーはWBSの作成に基づきメンバーに仕事を割り当て方法に対して、以下のようにコメントしている。

- (a) メンバーに作業を振りやすくなり、・・・
- (b) DDM を使用することで担当者に仕事を振りやすくなった。

開発作業開始にあたって、担当者の割り振りは始めにすべき仕事であり、これがやりやすくなったことは、本手法の効果であると考えられる。担当者の割り振りがやり易くなった理由は考察で述べる。また、仕事の割り振りはリーダーの仕事でもあり、リーダーシップを発揮するための手法であるとも考えられ、リーダー育成につながると思われる。

(5) DDM のプロジェクト運営上の活用

チーム A のリーダーから以下のコメントがあった。

- (a) ・・・・、ドキュメントにすることで、作業の振り忘れや振った作業のやり忘れ等がないか確認しやすくなった。
- (b) 各メンバーがどのタスクを持っていて、遅延しないようにどのタスクに人を投じればいいのか一目でわかるので使いやすいと思う。

チーム A のリーダーは、DDM を活用し作業の漏れの確認や、進捗確認を行い、遅

れている作業に対し人を投入していた。日程調整され完成した DDM を見れば、ある成果物に対する完成日予定日と現状の成果物進捗を比較することで、完成予定日までに成果物を完成できそうか予想できる。DDM の使用は、プロジェクトの進捗マネジメントを行うリーダーとしての役割を支援するツールとしても機能しており、この手法を習得することは、リーダー育成にもつながると考えられる。

5.4 考察

この試行結果からの考察を以下に述べる。

5.4.1 DDM 作成作業での気づきと考察

(1) チーム A が DDM を使いこなすことができた理由

最も DDM を使いこなしていたチーム A に後で確認したところ、チーム A には DDM に精通したメンバーがおり、チーム内教育や DDM 作成の指導などを行っていたことがわかった。通常、PBL の前には一般的な知識としてプロジェクトマネジメントが教えられている。しかし、学生にとって一般論としてのプロジェクトマネジメントの知識は、どのような状況で何の手法を使えばよいか分からず、PBL で実際に使いこなすことは難しいと考えられる。今回の試行では、M-IScM や DDM について事前に簡単に説明した。しかし、これらは新しい手法でもあり、簡単な説明で使いこなすことは難しかったと考えられる。DDM を有効に活用するには、PBL の流れに即した事前のまとまった教育が重要であろう。

(2) DDM 作成の作業負荷が多くなった理由

チーム B のコメントには、以下のコメントがあった。

(a) DDM 作成は負荷があるが、メリットの方が多い。

これは DDM の作成は作成負荷が高いとの指摘であるが、作成された DDM を確認したところ、成果物ではなく細かいアクティビティーで記述されていた。アクティビティーでは作業項目が多くなり、このため DDM の記述量が多くなっていた。このことが、DDM に対する評価やコメントに反映されたと考えられる。普段の生活では、これから取り組む仕事をアクティビティーで考えることが多い。しかし、プロジェクトマネジメントの思考方法として、まず成果物を考え、次にその成果物を生み出すアクティビティーを考える思考方法を学ぶことが重要である。この WBS 作成の方法や思考方法も、事前学習で学修することが必要である。

(3) メンバーへの仕事の割り振りがやり易くなったと評価された理由

リーダーにとって仕事の割り振りや負荷分散がしやすくなった理由は、これらを話し合いやお願いなど依頼する形を取るのではなく、WBS を作成する作業で実施できることによるものと考えられる。「5.3.2 試行の効果」の(4)で述べたコメントは当初想定していなかったものであり、WBS の作成に基づきメンバーに仕事を割り当てること

は、何の問題もなく行うことができ、効果があるとは考えていなかった。企業では上司・部下の関係もあり、部下への仕事の割り振りは問題なく行える、しかし、PBLではリーダーであっても、メンバーとの関係は対等である。このため、リーダーにとってメンバーへの仕事の割り振り、特に消極的な学生に対する扱いは難しく、また、メンバー間の仕事の負荷のアンバランスは不満の元になり、その調整も難しい。このため、PBLのリーダーにとって仕事の割り当ては難しいことだったことに気づかされた。WBSを用いて仕事を割り当てる方法を習得することは、リーダー育成にもつながると考えられる。また、Global PBL [井上 2016]では、多国籍のメンバーへの仕事の割り振りは言葉の問題もあり難しいが、仕事の割り振りをWBSの作成作業にできれば、この問題の解決の一助になるであろう。

(4) INにより気づきが促進される理由

チームAのコメントに、以下のコメントがあった。

(a) DDMを参照することで、たくさんの気づきがあった。例えば、好感度データの受け取りインターフェースを誰が開発するかが抜けていることに気がついた。

(b) 特にDDMのINからの気づきが多かった。

DDMに記述された事項から、メンバー間での成果物受け渡しにおける認識の差異を洗い出すことによる気づきを想定していたが、「DDMのINからの気づきが多かった。」というコメントは新しい知見であった。チームAの検討過程で見つかった、好感度データの受け取りインターフェースを誰が開発するか、の漏れはこの例である。通常、自分が責任を持って生み出す成果物に対する意識は高いが、それらを生み出すために必要とする成果物に関する意識は薄く、開発の直前になって気がつくことも多い。また、成果物を分解して作成したWBSはINを明示できず、成果物作成に必要な成果物という発想は浮かびにくい。DDMの中で、必要となる成果物をINとして明示的に考えさせることで、早期の気づきを促していると考えられる。

(5) 統合テストの作業を漏らしていた理由

チームAの検討過程で見つかった主な気づきで述べたが、チームAは、横断的要素である成果・進捗報告書を含めていたが、統合テストは漏らしていた。前者はDRで発表する成果物なので認識されるが、後者の統合テストは成果物分解の過程では気づくのが難しく、その認識が薄かったと考えられる。最終成果物を成果物分解してWBSを作成する場合、横断的要素である共通成果物やプロジェクトマネジメント要素などは漏れやすく、事前指導が必要であろう。

(6) 本手法により最終成果物の質が向上する理由

最も評価の高かったチームAは、最終報告会で動作するプロトタイプを作成しただけでなく、使用状況を想定したビデオも作成し、プレゼンテーションを行っていた。チームAは、プロジェクトマネジメント関連の成果物として、WBS, 役割一覧, DDM,

日程管理ソフトウェアを使った日程計画，気づき一覧など作成していた．さらに，これらを使って日程遅れの検出や人の投入による対応も実施して，プロジェクトとして運営していたことが確認できた．テーマ運営をプロジェクトとして運営できていたことが質の高い成果物を開発できた理由の一つであると考えられる．さらに，本手法は，最終報告会で発表する最終成果物のイメージが固まった後，最終成果物の成果物分解による WBS の作成から始まり，日程計画を作成し，それらを活用してプロジェクトの進捗マネジメントも学ぶことができる．さらに，リーダーシップ育成にも効果があることは先に述べたとおりである．これらのことから，本手法は，PBL で実際にプロジェクトマネジメントを学ぶ効果的な手法でもあると考えられる．

5.4.2 PBL 全体から見た気づきと考察

(1) プロジェクトタイプの分類

アイデアを出す段階に関してのコメントや，価値創出型プロジェクトのコメントの中に，以下のようなコメントがあった．

- (a) アイデア出しの段階ではあまり効果を感じなかったが，・・・
- (b) アイデアを出す活動は，成果物よりアクションの方が考えやすい．
- (c) アイデア出しだったので DDM を使用する必要はなかった．
- (d) 提案だけだったので DDM を使用する必要はなかった．

一方で，開発段階では以下のコメントがあった．

- (a) DDM が無かったらプロトタイプを開発できなかったと思う．

PBL 全体は一つのプロジェクトと考えられるが，分解して考えてみると，プロジェクトタイプを以下のように分類して考えることができる．

- (A) 企画提案(DR1)に向けてプロジェクト目標が定まっていない状況で，プロジェクト目標となる **What** を見つける「目標探索型プロジェクト」．
- (B) 定められたプロジェクト目標を達成するために，プロジェクト計画である **How** を見つけ，その計画を実行する「目標達成型プロジェクト」．

さらに，目標達成型プロジェクトは，以下の 2 つに分類できると考えられる．

- (B-1) 機能・動作する最終成果物を開発する「開発型プロジェクト」
- (B-2) 無形の目標価値を生み出す「価値創出型プロジェクト」

これらの分類を図 5.3 に図示する．

この分類で，DDM が製品開発で有用であったように，PBL においても成果物を受け渡して動作するものを開発する開発型プロジェクトに適していると考えられる．し

かし、DDM は成果物の受け渡しとならない目標探索型プロジェクトや価値創出型プロジェクトへの適用は今後の課題と考えられ、これがコメントに反映されたと考えられる。プロジェクトの目指す目的を絞り込む目標探索型プロジェクトでは、議論の発散や紆余曲折もあり、目標をなかなか定めることができず時間がかかってしまい、目標設定後の目標達成プロジェクトに時間をかけることができない状況が多く発生する。目標探索型プロジェクトや価値創出型プロジェクトに対しては、より効果的な日程計画作成手法を生み出す必要がある。

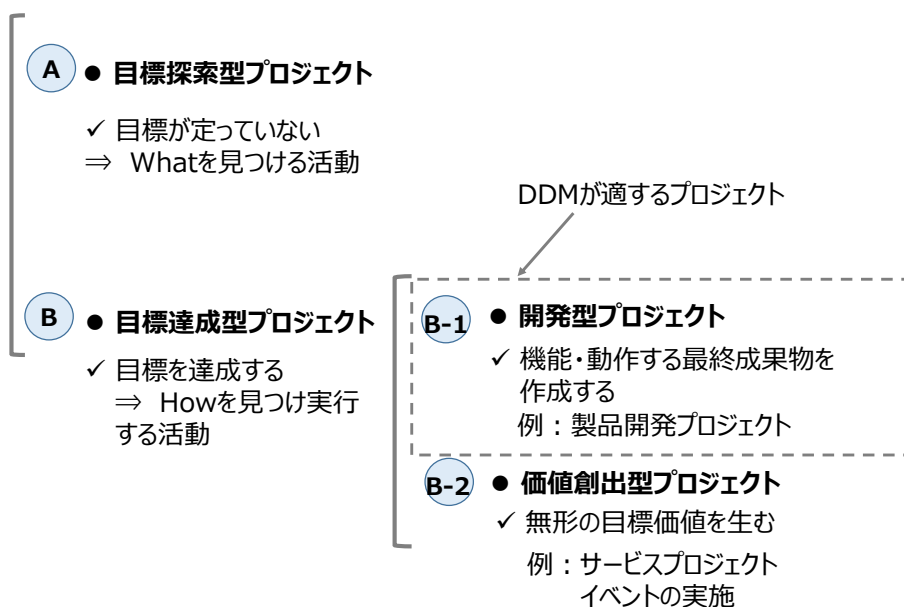


図 5.3 プロジェクトタイプの分類

分類したプロジェクトタイプの PBL プロセスへの対応は図 5.4 のように考えられる。PBL では、キックオフから DR1 まで目標探索型プロジェクトを実施し、DR1～DR3 では目標達成型プロジェクトを実施して機能・動作する最終成果物を開発することが求められる。この流れに沿って活動できたチームは、チーム A, B である。XX 市への観光客増加のような無形の目標価値を生み出す価値創出型プロジェクトに取り組んだチームは、チーム C, D, E である。

PBL で全てのチームは、DR1 まで目標探索型プロジェクトを実施し、目指す目標を設定し、企画提案を行う。この目標探索型プロジェクトを効率よく進めるためにはどうすべきか、「5.4.2 プロジェクトタイプと思考方法」の(2)で考察する。さらに、その後、目指す最終成果物により、目標達成型プロジェクト、または、価値創出型プロジェクトに分かれる。学生は、プロジェクト型を判断し、それに合ったプロジェクト運営を行うことで効率的に成果を生み出すことができると考えられる。

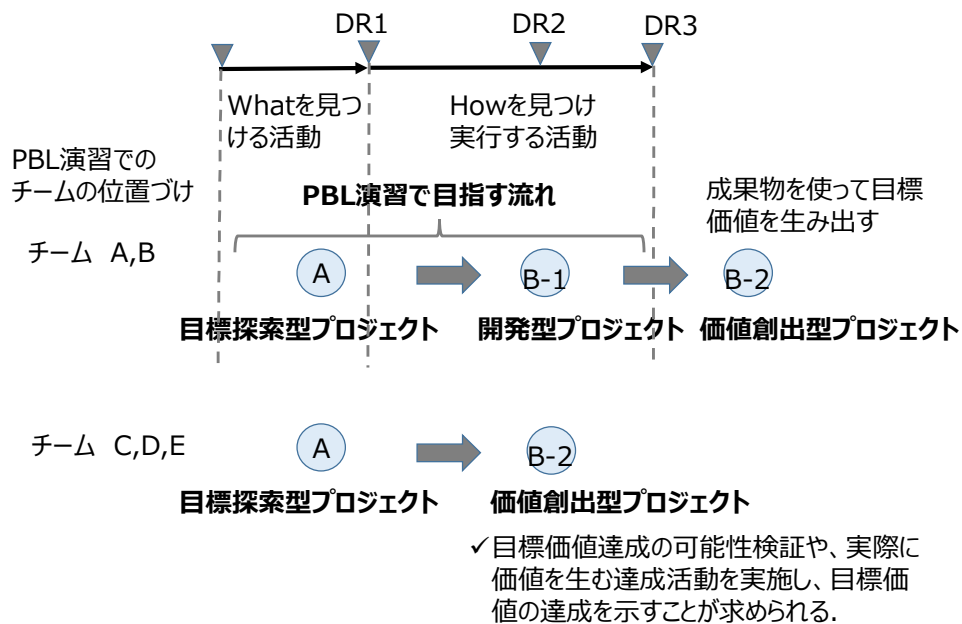


図 5.4 プロジェクトタイプの流れと PBL プロセス

(2) プロジェクトタイプと思考方法

目標探索型プロジェクトでは解である達成目標が不明確な中で、可能性のある多くの解の中から最適な解を見つけ出すことが必要である。このような状況の中で解を効率的に見つけ出す手法として下記に述べる仮説思考が知られている。企画提案が作成され、その中で達成目標が定まった後は、その目標に向かって確実に、計画通りプロジェクトを推進することが必要である。その時の思考方法は、目標を起点にそれを達成するための方法を考える思考方法である「2.5.6 人間の行動特性と責任意識」で述べた目標思考がある。これらの思考方法を適切に使用することで、効率よく仕事を進めることができる。目標探索型プロジェクトに対しては仮説思考、目標達成型プロジェクトに対しては目標思考と、図 5.5 に示すように思考方法を切り替えることの必要性を認識し、実行することが必要であろう。

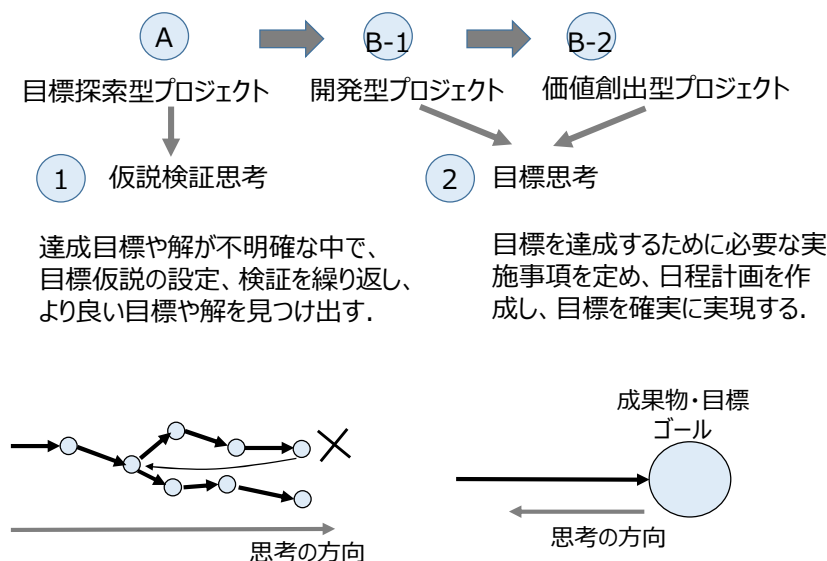


図 5.5 プロジェクトタイプと思考方法

仮説思考とは、次のようなプロセスで構成される思考方法である [内田 2006]。

- (1) テーマである解くべき問題に対し、Why (なぜそれが起こっているのか) と問いかけ原因となる仮説を挙げ分析・評価し、最も可能性の高い真因仮説を選び出す。
- (2) 次に、真因仮説を解決する解決策として、so what (で、どう解決するのか) と問いかけ解決仮説を考え分析・評価し、最適な解決策を見つけ、解くべき問題に対する解決策を設定する。この解決策が、企画提案となる。テーマによっては、技術的なシーズが与えられ、それを使って何か新しいものが作れないか、というテーマもある。この場合は、真因を見つけるステップはなく、最適な解決策を見つける後半のステップを行うことになる。

「2.6.1 PBLに関する先行研究」のPBLの課題(5)で述べたように、PBLでは目標設定に多くの時間をかけている。また、DRの発表会において出席者から、テーマの目的の絞込みや、目的と実施事項の論理的な流れが弱いとのコメントが多くあった。これらが生じる原因は、学生が目標探索型プロジェクトの方法論をよく理解していないため、論理的な流れに沿った活動ができず、議論が紆余曲折しやすいからであると考えられ、仮説思考は議論の効率化や、活動を論理的に進めるのに役立つと考えられる。

次のステップの目標達成型プロジェクトの内、開発型プロジェクトは物を開発するプロジェクトであり、DDMなどを活用し開発を行い、最終成果物が動作することで評価される。開発型プロジェクトの最終成果物は、実際の動作が目に見えるものであり、その評価が高くなりやすい。一方、目標達成型プロジェクトの内、価値創出型プロジェクトは、目標探索型

プロジェクトをより洗練化する活動とも考えられる。価値創出型プロジェクトは、新しいアイデアが目標とする価値を生み出す可能性を示すことが必要であり、アイデアが斬新であり、それが生み出す目標価値に対し、すごいと思わせる驚きや納得感を生むことが必要である。このためには、「2.6.2 問題発見、問題解決、実践力」で述べたようなアイデアの発想力を磨くことが必要であり、様々なアイデア発想法による発想力の強化が必要である。さらに、アイデアが生み出す目標価値達成の可能性検証や、実際に価値を生む達成活動を実施し、目標価値の達成の可能性を示す論理的説明が求められる。この場合、実施した活動を示すことはできるが、その活動が目標価値を達成できることにし納得感を得ることは難しい場合が多い。このような理由から、価値創出型プロジェクトは、テーマの目標設定と最終成果物の論理的流れが不十分で納得感が弱くなりやすく、順位を下げていたと考えられる。

PBL が目指す流れを実行できるためには、テーマの選定とそのテーマの問題を解決し、実際に機能する最終成果物を開発目標とする企画提案ができることが重要であろう。一般に、社会課題の解決などのテーマでは達成目標として機能する物の開発が難しい場合が多い。PBL 演習で成果を上げるためには、目標探索型プロジェクトの期間に豊かな発想力を基に仮説施行で論理的に効率よく、テーマ目標を企画し、続く開発型プロジェクトではその目標の達成を示す物を計画し、実際に機能する物を開発する実行能力が必要とされる。

以上の議論から、PBL で成果を上げるためには、PBL 演習実施前に以下のような事柄の強化が必要であろう。

- (a) 発想力、論理構成力の強化。論理構成力には、要素分解力も含む。
- (b) 仮説思考の強化。
- (c) 企画提案を実現するために技術力とプロジェクトマネジメント力の強化。
- (d) PBL プロセスの中のプロジェクトタイプと思考方法の理解。

これらの能力を向上させることで、学生は PBL の活動を効率よく進め、成果を上げることができると考えられる。

5.5 まとめと今後の対応

5.5.1 まとめ

IScM と DDM は、複数の組織やチームから構成される比較的大きなプロジェクトの日程計画作成に適する手法として開発された。これら手法は、役割分担の明確化や責任意識向上、チームの一体感など、プロジェクト成功に重要な人間の心理的要素も考慮しているため、PBL に適用することで、参画する学生の参画意識が弱いなどの課題解決につながる可能性に気が付いた。このために IScM を、PBL のような小規模のプロジェクトにも適用可能となるように、WBS を作成し仕事の割り振りを行うステップを追加した M-IScM を開発した。これにより、PBL において、メンバーへの仕事の割り振りによるメンバーの責任感の向上が期待された。また、WBS や DDM、日程計画などのプロジェクトマネジメントの成果物を作成し、これらを活用することで PBL をプロジェクトとして運営しプロジェクトマネ

ジメントを実践する能力を学修することや、プロジェクトの最終成果物の質的向上が期待された。M-IScM と DDM の手法を実際の PBL に適用し、PBL の学修成果向上の効果検証と考察を行った。その結果、チーム A は WBS 作成による役割分担や DDM による日程計画作成、検討過程での様々な気づき、日程計画と実績の乖離を監視し適切なアクションを行うなど、PBL をプロジェクトとして運営できていることが確認できた。また、チーム A は動作するプロトタイプを開発し、順位は 1 位であった。チーム A の成功はひとつの事例であったが、他のチームも同様の活動ができれば PBL の課題解決が期待でき、今回の試行の有効性が確認できたと考える。

本研究は、PBL 実施上の共通の課題として、「5.1 日程計画作成手法の PBL への適用の背景」で以下のような PBL の 6 つの課題を上げた。

- (1) 学生の参画意識、責任意識にバラツキがある。
- (2) チーム体制を上手く構築できない。
- (3) 学生一人ひとりの評価が難しい。
- (4) 最終成果物にバラツキがある。
- (5) テーマ目標設定に多くの時間を費やし、実際の開発は終盤にあわてて行われる。
- (6) WBS や日程計画作成などは、あわただしさの中でおざなりになり、プロジェクトとしてうまく運営されていない。

今回の試行により、これらの課題に対しどのように対応できたか、及び、この試行から得られた知見をまとめる。

- (1) 「学生の参画意識、責任意識にバラツキがある」という課題に対して
「5.3.2 試行の効果」(3)で述べたように、本手法をきちんと実施することで、参画意識向上、責任意識向上、達成意識向上を図ることができると考えられる。
- (2) 「チーム体制を上手く構築できない」という課題に対して
課題(2)のチーム体制構築については、メンバーの責任意識向上とチームの一体感に加え、「5.3.2 試行の効果」(4),(5)に述べたように、本手法はリーダーシップ育成にも効果があり、まとまりのあるチーム体制を構築できる効果がある。
- (3) 「学生一人ひとりの評価が難しい」という課題に対して
本手法は、チームメンバーの名前とその学生が担当する役割を簡条書きするフォーマットを使用し、記述してもらっている。この役割の記述内容と、最終成果物への貢献を比較することで、その学生のチーム作業への貢献を評価できる可能性がある。しかし、今回の試行では、そこまでの評価を実施することはできなかった。このような評価が実施できたとしても、その評価作業の負荷は大きいと考えられ、合わせて評価作業の効率化も考える必要がある。
- (4) 「最終成果物にバラツキがある」という課題に対して
「5.3.2 試行の効果」(1),(2)で述べたように、本手法を使いこなしたチームほど本手法

に対する評価が高く、また、順位も高かった。また、最も高評価であったチーム A は、「DDM が無かったらプロトタイプを開発できなかったと思う」とコメントしていた。しかし、チーム A が本手法を使いこなせていた理由は、「5.4.1 DDM 作成作業での気づきと考察」(1)で述べたように、チームに DDM の使いこなしに精通していたメンバーがいたことの影響が大きい。このことは、学生の多くは本手法の知識を持っていないので、十分な事前学修が必要であることを示唆している。「5.4.1 DDM 作成作業での気づきと考察」(6)で述べたように、チーム A は、プロジェクトマネジメントで重要な WBS や役割分担一覧、気づき一覧、日程計画など作成し、それらを使ってプロジェクトを上手くコントロールしていた。このことは課題(6)の解決でもあるが、同時にプロジェクトをプロジェクトマネジメントできたことが課題(4)を解決し、最終成果物の質的向上につながったと考えられる。

- (5) 「テーマ目標設定に多くの時間を費やし、実際の開発は終盤にあわてて行われる」という課題に対して

「5.4.2 PBL 全体をから見た気づきと考察」(2)で述べたように、PBL のプロセスを分解し、目標探索型プロジェクトや目標達成型プロジェクトなどに分類できることや、それぞれに適切な思考方法があるのではないかと知見を得ることができた。これらを事前に習得することで、本課題を改善できる可能性がある。プロジェクトタイプや思考方法について事前学修を実施し、効果を検証することは今後の課題である。

- (6) 「WBS や日程計画作成などは、あわただしさの中でおざなりになり、プロジェクトとしてうまく運営されていない」という課題に対して

「5.3.2 試行の効果」(4)では、WBS の作成はメンバーへの仕事の割り振りに効果があること、「5.3.2 試行の効果」(5)では、本手法で作成したプロジェクトマネジメント関連の成果物は、プロジェクトのコントロールに効果があることを述べた。さらに、「5.4.1 DDM 作成作業での気づきと考察」(4)では、新たな気づきが多くあり、「5.4.1 DDM 作成作業での気づきと考察」(5)では、作業の漏れに気づいたことが指摘されている。これらに気づく作業自体もプロジェクトマネジメントであり、それらの気づきにより計画の実現可能性が向上し、さらにそれらを活用してプロジェクトをコントロールすることもプロジェクトマネジメントである。これらのことから、本手法を適切に実施することで、学生はプロジェクトマネジメントの基本的手法を学修することができ、さらに上記(3)で述べたように最終成果物の質的向上を図ることができ、本手法は本課題の解決に貢献できると考えられる。

本試行においては、PBL をプロジェクトとしてとらえ、分析や考察を行った。これにより得られた主な知見のまとめは以下の通りである。

- (1) 本手法は、PBL の課題解決に効果があると考えられる。
(2) 学生は本手法の知識がないので、PBL 前の事前学修が重要である。

- (3) WBS の作り方の指導が重要である。
- (4) DDM の IN は、成果物の漏れを見つけるのに役に立つと考えられる。
- (5) 成果物分解による WBS 作成はメンバーへの仕事の割り振りや負荷分散にも使えると考えられる。
- (6) WBS 作成で、横断的構成要素である共通成果物やプロジェクトマネジメント要素などを漏らす可能性があり、これらの事前学修が必要である。
- (7) PBL にはプロジェクトタイプの分類とそれらの流れ、プロジェクトタイプに対応した思考方法があり、これらの事前学修が必要である。

また、本研究の新規性と有用性は以下のようにまとめることができる。

新規性

- (1) PBL をプロジェクトとして運営する手法を提示し、学生が PBL をプロジェクトとしての運用することで、プロジェクトマネジメントを理解し、実践する能力の向上が期待できること。
- (2) 本手法により、学生の参画意識や責任意識のバラツキ、最終成果物のバラツキなど、PBL 実施の課題に対応できる可能性を示したこと。
- (3) PBL を目標探索型と目標達成型のプロジェクトタイプに分け、それぞれのプロジェクトとしての進め方や思考方法などのアイデアを提示し、学生が自分たちの活動の位置づけを理解することで、PBL の活動をより効率的に進めることができる可能性を示したこと。

有効性

- (1) PBL の課題の一つである学生の PBL 参画に対する参画意識、責任意識のバラツキに対し、本手法は、責任意識向上、納期遵守、達成意識向上を図ることができること。
- (2) 本手法は、WBS、役割一覧、DDM、日程管理ソフトウェアによる日程計画、気づき一覧などの作成を促し、これらを活用してリスク対応や日程進捗管理と遅れに対する対応も実施でき、PBL をプロジェクトとして運営できる学修成果が期待できること。
- (3) 本手法は、メンバーの責任意識向上に加え、チーム体制を構築しチームをまとめるリーダーシップ育成にも効果があり、さらに、チーム体制構築とプロジェクトとしての運営により最終成果物のバラツキを減らし、成果の質的向上も期待できること。

5.5.2 課題と今後の対応

本試行から認識された主要課題は以下の通りである。

- (1) チーム A は優れた成果を上げ、プロジェクトマネジメントもうまく行われていた。この理由は、「5.4.1 DDM 作成作業での気づきと考察」(1)で述べたように、チーム内に DDM など本手法に精通しているメンバーが指導していた効果が大きく、事前学修が重要である。

- (2) PBL の課題(5)のテーマ目標設定に多くの時間を費やしている状況が観察された。この状況を軽減するためには、図 5.3～図 5.5 に示したプロジェクトタイプや思考方法の事前学修や、仮説の発想力強化が必要である。
- (3) PBL の課題(3)に関して、役割一覧と最終成果物への貢献の比較により、学生一人一人の個別評価を実施できる可能性があり、今後の検討課題である。
- (4) 今回の試行から、開発型プロジェクトに対し、最終成果物の WBS 作成による役割分担や DDM, M-IScM は有効であると考えられる。しかし、価値創出型プロジェクトでは、最終成果物を構成要素に分解することは難しく、活動要素に分解することになると考えられ、活動要素から洗い出されたアクティビティーを基に日程計画を作成できる。しかし、活動要素に分解する場合、DDM のような成果物の受け渡しにおける認識の相違の明確化により日程計画の実現可能性を向上させるような方法は明確ではない。この課題は第 6 章で検討する。

上記 (1), (2)への対応のために、下記のような事前学修の実施を計画した。

PBL の学修効果を高めるための事前学修内容案

- (a) プロジェクトタイプと思考方法
- (b) 仮説思考による企画案創出
- (c) 目標思考による開発計画作成
 - プロジェクトの基本
 - プロジェクト開発日程計画作成手順

第 6 章では、事前学修内容について述べ、先に述べた図 5.3～図 5.5 で示したアイデアを実際の PBL で実施し、その効果の検証結果と、新たな課題に対する対応方法の考察について報告する。

第 6 章 PBL の学修成果向上の試み

本章の概要

第 5 章で得られた知見を基に，PBL 前に事前学修を実施した．本研究では，PBL の事前学修の内容に対する考え方，事前学修の重点指導事項の内容，実際の PBL に適用した効果について論じる．結果として，各種手法の適用状況と最終成果順位に相関は見られなかったが，学生は，プロセス重視から成果重視に変わり，プロジェクトタイプを判断して活動し，実社会でのプロジェクトマネジメントの重要性を認識した，などの変化が見られ，PBL をプロジェクトとして認識し活動できる学修成果が得られた．さらに，プロジェクトタイプに対する WBS 作成の方法の課題が明確になり，WBS の作成に関して考え方を整理し，WBS 作成方法の明確化と，これに伴う DDM の改善も行い，PBL における統一的な日程計画作成手法を確立した．

第5章で論じたように、PBLにおいて開発型プロジェクトに対する M-IScM と DDM の有効性が確認できた[除村 2017b]。さらに、PBL の学修効果をより高めるために、学生は事前に、PBL の全体構造を理解することや、PBL を構成するプロジェクトタイプやそのタイプに適した手法や思考法を学ぶことで、PBL の学修効果を高め、実際の PBL を効率的に進めることができる可能性を指摘した[除村 2017a]。本研究は、これら知見を実際の PBL に適用し、評価を行ったものである[Yokemura2018]。本研究の目的は以下の通りである。

- (1) PBL の構造やプロジェクトタイプ、思考方法、WBS 作成、などのプロジェクトマネジメント手法などを教える事前学修が学修成果に与える影響を検証すること。
- (2) 事前学修は学生にどのような影響を与えたかを検証すること。
- (3) 今回の事前学修から新たな知見や課題を得て対応を考察すること。

本章では、PBL の事前学修の内容に対する考え方、事前学修の重点指導事項の内容、実際の PBL に適用した状況と効果について論じる。

6.1 事前学修の概要

6.1.1 事前学修内容の考え方

学生は、PBL のプロジェクトタイプ構造や、各プロジェクトタイプにおける、思考方法、WBS 作成などのプロジェクトマネジメント手法などを理解し、これらを適切に活用できるようになることで、PBL をプロジェクトとして効率的に運用し、成果を上げることが期待できる。そして、このことは、「2.6.1 PBL に関する先行研究」で述べた PBL 課題の(4)、(5)、(6)の課題解決につながることを期待される。これを実現するために、PBL 実施の前に何をどのように教えると効果的であるかの考え方を明確化することは、学修成果向上に重要な要因となる。事前学修内容は以下のような考え方で構成し、理解の促進を狙った。

- (1) 実社会のプロジェクトで求められることは成果であり、PBL においても独創的なアイデア創出し、それをプロトタイプとして開発し成果を上げることが重要であること。
- (2) PBL を経験することは、授業としてだけでなく実社会におけるプロジェクトの進め方を経験する点でも重要であり、企業でのプロジェクトは会社組織を一気通貫で貫き、企業業績にとって重要であること。
- (3) 説明は PBL の活動の流れに沿って行い、図 6.1 に示すように活動のフェーズによって異なるプロジェクトタイプと思考方法や、WBS や日程計画の作成手法の考え方とそれらを使用する適切な状況や活動の進め方、システム工学の各種技法との関係などについて、実践的な説明を行う。
- (4) 演習を取り入れ、学生に考えさせ、その上で説明することで、理解の促進と気づきを促すこと。
- (5) 時間の関係もあり、全ての事項ではなく、優先度の高い事項に絞って事前学修を実施すること。

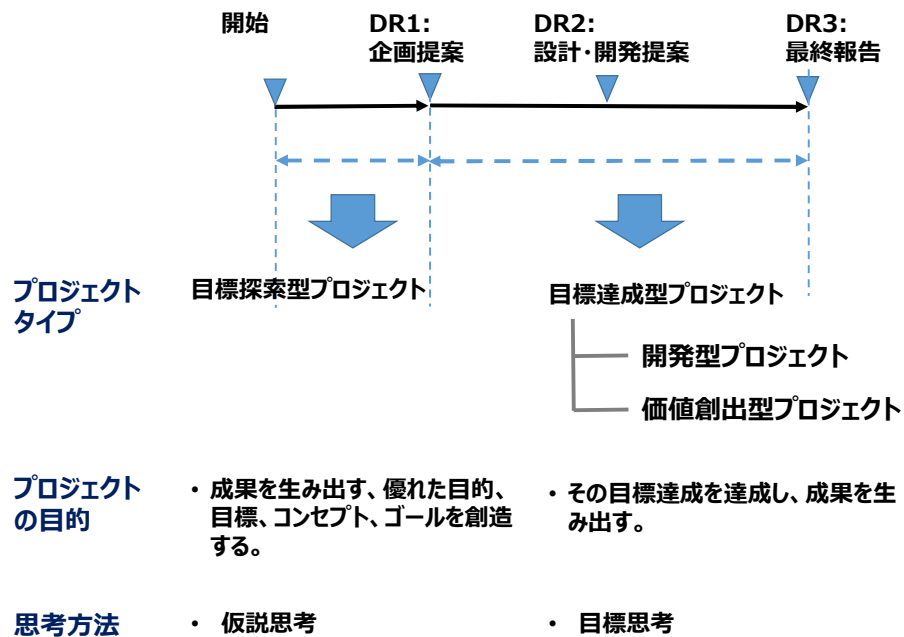


図 6.1 プロジェクトタイプと思考方法

PBL で期待される WBS 及び日程計画作成手法を図 6.2 に示す。これを理解し、PBL で実践できるように事前学修を実施することが求められる。

PBL 開始 → DR1

- (1) DR1 において企画提案とするプロジェクト目標を生み出すために、実施すべき活動を活動要素に分解し WBS を作成する。
- (2) 分解した活動要素をアクティビティに分解し、活動要素またはアクティビティをメンバーに割り当て、さらに、アクティビティの依存関係として日程計画を作成する。
- (3) 日程計画に沿い DR1 に向けて活動し、プロジェクト目標を設定し、DR1 で企画提案として発表する。

DR1 → DR3

- (1) 開発型プロジェクトに対し、DR3 において生み出す最終成果物を構成要素に分解する考え方で成果物分解し WBS を作成する。
- (2) 分解した要素成果物に対しメンバーを割り当て、DDM を作成し、分解した要素成果物のメンバー間の受け渡しで日程計画を作成する。さらに、受け渡しにおけるメンバー間の認識の差異を洗い出し、必要なら日程の圧縮を行い、日程計画を作成する。日程計画作成において、各メンバーは要素成果物を生み出すアクティビティを洗い出す必要がある。
- (3) 日程計画には、DR2 に向けた設計・開発提案と DR3 に向けて成果報告を達成するための活動計画が含まれる。

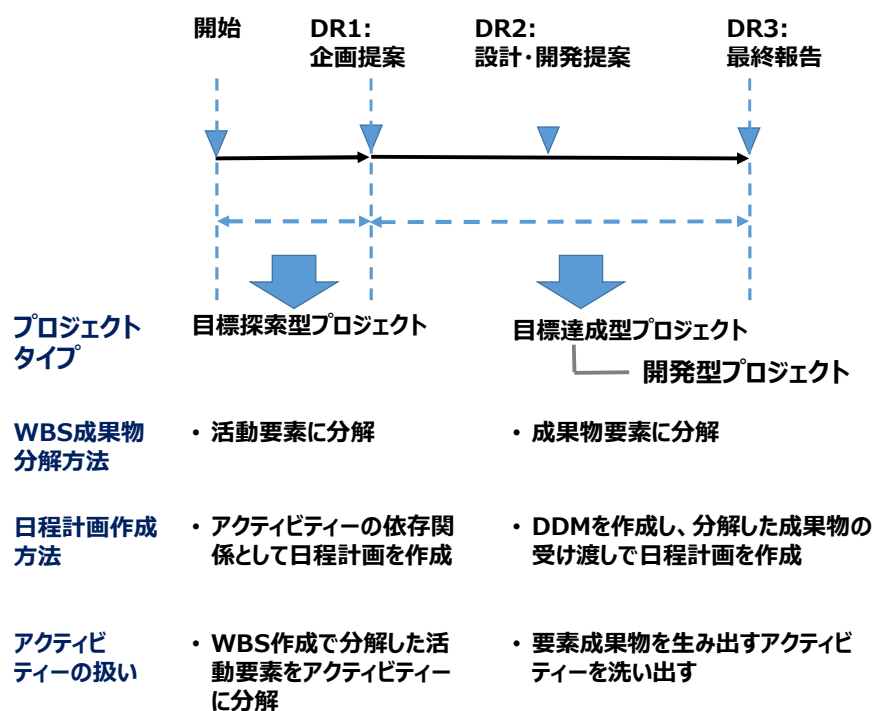


図 6.2 WBS 及び日程計画作成手法

実際の試行では、上記教育に課題があることが明らかになり、WBS 作成に関してきちんとした考え方を整理する必要性を認識し、「6.4 新たな課題に対する考察」で述べる WBS の考え方の整理につながった。

6.1.2 事前学修内容の構成

先に述べた考え方を基に、以下のように事前学習資料を構成した。

1. はじめに： PBL で成果を生み出すために
PBL では成果を生み出すことが重要であり、そのために重要な、独創的なアイデアの創造、良いチームを作ること、日程計画を作成して成果を生み出すこと、について説明した。
2. プロジェクトタイプと思考方法
PBL の全体構造は図 6.1, 図 6.2 で示したよう構造となっており、各 DR で要求される事や各ステップで何を実施すべきか、また、実施における思考方法について説明した。
3. 仮説思考による企画案創出
PBL 開始から DR1 での企画提案を行うために実施される目標探索型プロジェクトと、そのプロジェクトを進める上での思考方法である仮説思考を説明した。
4. 目標思考による開発計画作成
DR1~DR3 までの期間で実施される目標達成型プロジェクトの中の開発型プロジェクトと、そのプロジェクトを進める上での思考方法を説明する。

(a) プロジェクトの基本

プロジェクトマネジメントとは何か、また、プロジェクトマネジメントで重要な概念について説明する。さらに、WBS 作成の考え方、方法について説明する。

(b) プロジェクト開発日程計画作成手順

開発型プロジェクトで日程計画作成に使用する M-IScM や DDM の考え方や使い方の説明を行う。

6.1.3 事前教育の重点指導事項

PBL プロセスと教育内容の全体像を図 6.3 に示す。

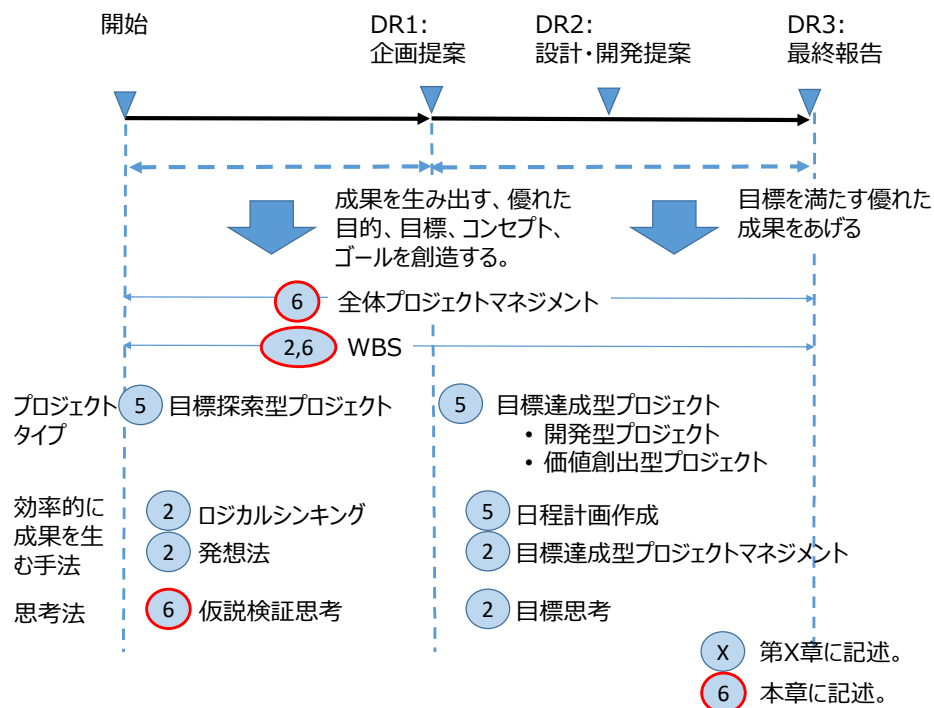


図 6.3 PBL プロセスと教育内容の全体像

教育内容の内、目標探索型プロジェクトと目標達成型プロジェクト、M-IScM と DDM を使った日程計画作成手法については第 5 章で説明した。ロジカルシンキング、発想法、WBS の一部、狭義のプロジェクトマネジメント、目標思考については第 2 章で説明した。本節では、全体プロジェクトマネジメント、仮説思考、WBS による仕事の割り当て方法について、事前指導において実施した重点ポイントを述べる。

(1) 全体プロジェクトマネジメント

全体プロジェクトマネジメントは、開かれた目標探索空間の中から最適な目標を選択し目標を設定する目標探索型プロジェクトと、その目標を達成するための目標達成型プロジ

ェクトで構成される。このような PBL 全体に対し、それぞれのプロジェクトタイプに適した思考や各種手法を利用することで効率的にプロジェクトを進めるプロジェクトマネジメントを意味する。プロジェクトメンバー全員は、PBL の限られた日程の中で成果を上げることが求められるため、PBL 活動全体をプロジェクトとして捉え、その中の 2 つのプロジェクトタイプの活動に効率的に取り組むことが必要である。これらを理解していないと、チームは DR1 までにうまく企画提案をまとめることや、PBL 後半で動くものや成果を示すものを作り上げる時間を取ることができず、混乱状態になり易い。このような状況とならないように、日程管理をきちんと行い、成果を上げるために、限られた日程の中で、問題定義の明確化や、仮説の設定や調査・分析・評価などにより目標スコープの絞り込みを行い、成果を生み出せる可能性の高い適切な目標の設定を行う必要がある。特にリーダーは、そのポジションに就いた時に、PBL 全体の構造を理解し、時間的制約の中でプロジェクトをどのように着地させるかを思い描き、チームをリードすることが必要である。同様に、指導教員も学生にアイデア拡大を促し、その後収束する適切なアドバイスをを行い、時間的制約の中で活動が進むように指導することが求められる。

(2) 仮説思考による企画案創出

PBL を実施するとプロジェクトの具体的な目標を設定し、それを企画提案とするステップに多くの時間がとられている状況がみられる。これは、チームでどのように検討を進め、結果をどのように論理的に構成するかの方法論に対する理解が不足のため、議論が収束しないためであると考えられる。学生はこの企画提案までのプロセスを理解することで、議論の収束を早め、また、プロジェクト・テーマから企画提案までの流れを論理的に構成できるようになる。最初に与えられる PBL テーマから、PBL で達成する具体的なプロジェクト目標設定を論理的に進めるプロセスは図 6.4 のように考えられ、一般的に、このプロセスに沿って活動を進めることで、問題を明確化し、その解決を効率的に行うことができる。このプロセスの中の A から B の期間において、問題の真の原因を見つける、解決策を見つける、という「見つける」という活動が含まれている。可能性のある多くの解をすべて検討する時間はなく、より効率的に解を見つけ出す手法が求められる。

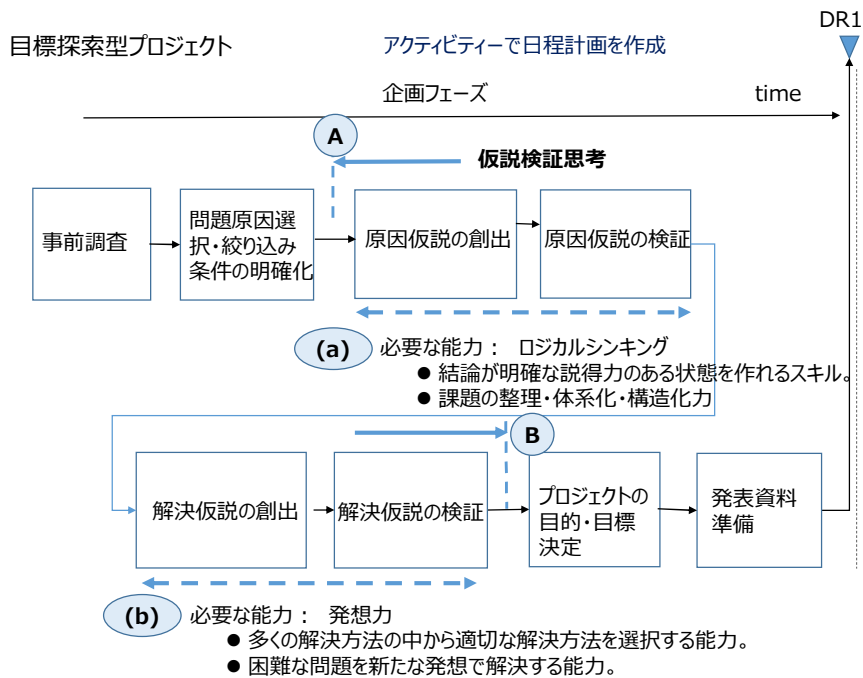


図 6.4 DR1 に向けた活動プロセス

このような手法として、図 6.5 に示す仮説思考を利用する方法がある [内田 2006]。

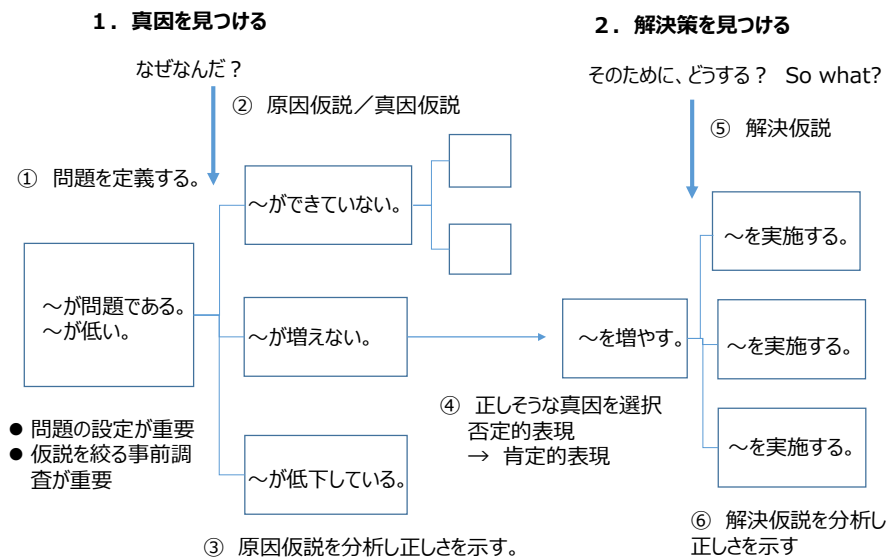


図 6.5 仮説思考のプロセス

この仮説思考の前半のステップは、問題の真因を見つけるステップである。この時、問題

文の言葉を十分に吟味し、問題を明確に定義することが重要である。さらに問題の原因を深く掘り下げるため、問題に対し「なぜなんだ？」と問うことで真因仮説候補を考えだすことができる。それら真因仮説候補をデータに基づき分析・評価することで、最も可能性の高い問題の真因を効率的に選び出す。原因仮説の創出・検証では、論理的に真因を見つけるために、「2.6.2 問題発見、問題解決、実践力」で述べた、問題をより小さな問題に分解し論理的に考えを進めるロジカルシンキングの能力が有効である。

後半のステップは、この絞り込んだ否定的表現である真因を肯定的表現に変え、真因の解決方法を考える。この解決方法の具体的な解決策として解決仮説候補を考え、検証することで最も適切な具体的な解決策を絞り込むことができる。この時、解決方法の候補をあげるために、「そのために、どうする？」と問うことでより良い解決策の候補を考えだし、データに基づき分析・評価し最適な解決策を選択する。この解決仮説候補の創出には、「2.6.2 問題発見、問題解決、実践力」で述べたような革新的な発想力が求められる。

講義では、仮説思考を体験から学修するため、「町工場が衰退している。」という問題を解決する演習を実施した。この時のポイントは、「衰退」をどのように定義するか、問題を正しく定義することに気が付くことが重要であり、これにより真因仮説候補の数を絞り込むことができる。例えば、「衰退」の意味として、「売上の減少」、「工場閉鎖」、「後継者不足」などが考えられ、事前調査や条件の設定により仮説候補を絞り込むことが必要であるという発想が求められる。

仮説思考を含む作業プロセスを理解しておくことで、DR1での企画提案に向けた活動をより効率的に実施できるようになることが期待される。

以上は、問題であるテーマを解決する活動プロセスであるが、技術的な種を使って新しい活用を考えるというタイプのテーマもある。この場合は、上記に述べた後半の解決策を見つける活動プロセスを活用することができる。

(3) WBS の作成

WBS の作成はプロジェクトの基本である。「2.5.1 WBS について」で述べたように、WBS 作成の考え方には2つある。

一つは、最終成果を活動要素に分解するサービス分解と呼んだ考え方である。この考え方は、イベント開催や結果を生み出すプロジェクトなど、最終成果が物ではない場合に適用しやすい。この場合、活動のまとまりは現時点から将来の目標に向かって時間的順序で分解し、さらに活動要素をアクティビティーに分解することも多い。人は「～する」というようなアクティビティーで考えることに慣れている。このWBSの活動分解の考え方は、図6.2におけるPBL開始からDR1までの活動に適用できるWBS作成の方法である。

二つ目は、最終成果物をその要素成果物に分解するプロダクト分解と呼んだ考え方である。このWBSの成果物分解の考え方は、図6.2におけるDR1からDR3までの活動に適用できるWBS作成の方法である。この考え方は、WBS作成の基本であり、分解したものは具体性があり、抜け漏れ重複がなく、100%ルールを満たす必要がある。しかし、人は最終

成果物をその構成要素に分解する考え方にはあまり慣れていないため、演習を実施した。学生は、この成果物分解の考え方を理解することで、社会の出ても達成目標を漏れのない要素成果物に分解し、仕事の割り振りなどに活用することができるようになる。M-IScM では、はじめの仕事として、最終成果(物)を構成要素に分解しプロジェクトメンバーに割り振る。このように WBS 作成は重要であり、作成の練習として演習を設定した。なお、以下の説明は事前学修で使用した題材であるが、「6.4 新たな課題に対する考察」の中で、同じ題材に対しより洗練された例を示す。

演習の題材として、図 6.6 に示す「TOEIC で 700 点を取る」というプロジェクトの WBS 作成を設定した。「TOEIC で 700 点を取る」というプロジェクトは、活動要素に分解する考え方で WBS を作成することもできる。しかし、この演習では、要素成果物に分解する練習とするため、Reading 320 点, Listening 380 点の成果物要素に分解できることを説明した。ここで点数は何点でもよいが、XXX 点という数値まで含む具体的成果物要素に分解することがポイントとなる。

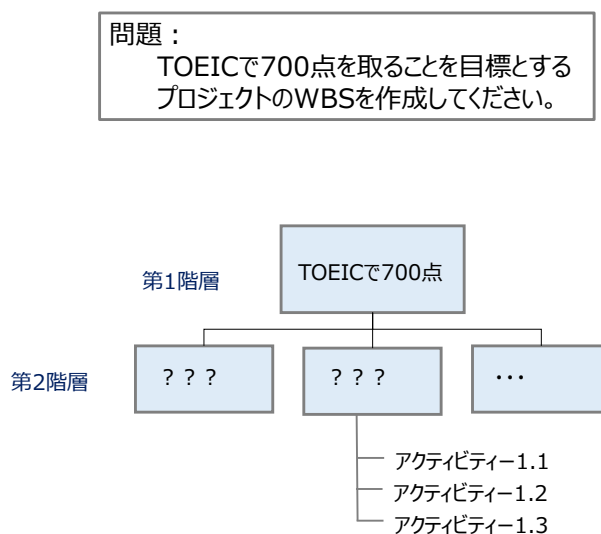


図 6.6 WBS 作成演習：TOEIC で 700 点をとるプロジェクト

次に分解した Reading 320 点, Listening 380 点を達成するためのアクティビティーを考えさせる。アクティビティーの定義の仕方は多くの可能性があるため、アクティビティーを定義するために調査を行う必要がある。何を調査するか調査項目の洗い出しを行い、さらに、調査結果の絞り込みを行うために、制約条件を設定する。調査項目としては、自分の制約は何か、良い参考書は何か、よい通信教育は何か、よい英語学校がどこか、よいインターネット上の英語教材は何か、などが考えられる。また、制約条件としては、使える時間として、週末の時間、通勤通学時間、昼食の休憩時間などがあり、また、お金をかけないなども制約

条件となる。調査結果から Reading 320 点, Listening 380 点を達成するためのアクティビティーを設定することを学修する。解答例を図 6.7 に示す。

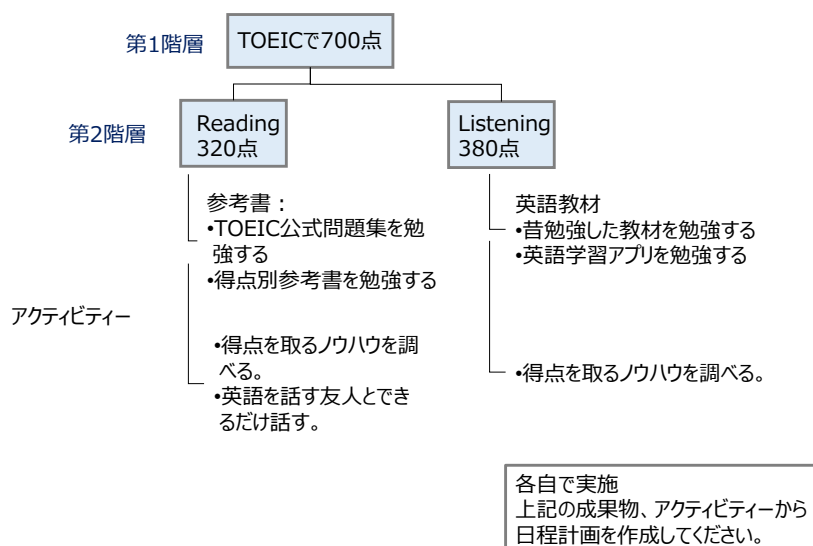


図 6.7 WBS 作成演習：解答例

この演習テーマは個人の活動であり、成果物の受け渡しは必要ない。このため、この日程計画作成は、アクティビティーの接続による日程計画を作成する演習とした。

さらに、メンバーへの仕事の割り振りは、開発型プロジェクトにおいて最終成果物を成果物分解した WBS の要素成果物の担当者を決めることで実施できることを教えた。そして、役割が決まったメンバーは、自分が生み出す成果物を理解することで、その成果物を生み出すために必要なアクティビティーと、必要となる IN の成果物を考えることができ、WBS の成果物分解から DDM を作成できることを教えた。さらに、最終成果物に向けた開発はメンバーの開発した成果物を次のメンバーに渡すことで行うことができ、DDM に記入した成果物の依存関係から日程計画を作成できることを説明した。WBS から DDM を容易に構成できることを示すために、WBS 第 2, 3 階層と DDM の IN-OUT 表現は図 6.8 のような関係であることを教えた。

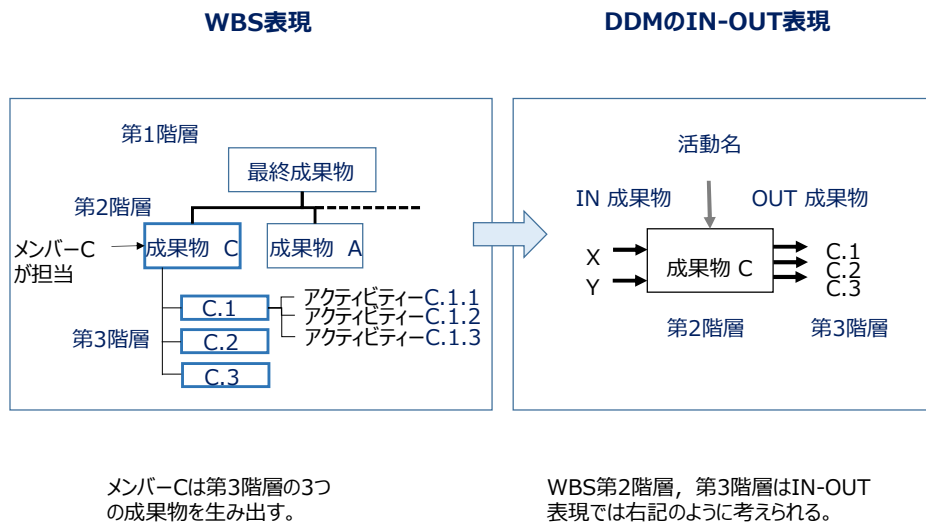


図 6.8 WBS 第 2, 3 階層と DDM の IN-OUT 表現の関係

6.2 PBL における試行状況と結果

6.2.1 試行状況

芝浦工業大学における大学院理工学研究科の前期に行われる、同大学院システム理工学専攻の必修科目であるシステム工学特別演習で事前学修を試行した。この演習の概要は以下の通りである。

参加者

- (a) 参加者数： 79 人
(大学院生 76 人(留学生 5 人, 女子生徒 14 人), 学部生 3 人)
- (b) チーム数： 14

マイルストーン (DR：デザインレビュー)

- (a) DR1: 企画提案
- (b) DR2: 設計・開発計画提案
- (c) DR3: 最終成果発表

6.2.2 試行結果

(1) 順位とプロジェクトタイプ

図 6.9 に 14 チームのテーマ名と最終発表の順位、及び、プロジェクトタイプを示す。プロジェクトタイプは、実際に動くものを開発した 7 テーマの開発型プロジェクト (図中 D と表記) と、新たな価値を提案する 7 テーマの価値創出型プロジェクト (図中 V と表記) に分類している。順位は教員と学生により評価された。また、Center Of Community (COC)

は、地（知）の拠点整備事業である「地域社会との連携強化による地域の課題解決」や「地域振興策の立案・実施を視野に入れた取り組み」を支援するテーマである。

Team	2017年前期PBLテーマ	順位	プロジェクト タイプ
1	川口市の認知度向上のための農業用ロボットの開発(COC)	2	D
2	さいたま市コミュニティサイクルの休日利用を拡大するシステム(COC)	6	D
3	若者が走りを楽しむ新しいアイデア	11	V
4	レーダを用いた交通安全システム開発プロジェクト(COC)	5	D
5	新規参入農家支援システムの開発(COC)	13	V
6	さいたま市水道局の国際協力～さいたま市への利益還元～	14	V
7	ヒューマンマシンを用いた 高齢者のQOLの向上(COC)	10	D
8	筋力測定機器を用いた健康相談システムの開発	4	D
9	体験を通じた国際交流システム	8	V
10	県営都市公園の再整備について～都市整備部公園スタジアム課～	12	V
11	システム理工学部における学習相談コーナーのシステム改善の提案	7	V
12	震災時における安否確認と救助補助自動化システム	1	D
13	PC操作姿勢改善システム	9	V
14	花器の需要喚起と定着への取組について	3	D

COC (Center of Community:地の拠点整備事業)

D: 開発型プロジェクト

V: 価値創出型プロジェクト

図 6.9 テーマ名と順位, プロジェクトタイプ

(2) 順位の変動とプロジェクトタイプ

図 6.10 にチーム順位の変動とプロジェクトタイプを示す。

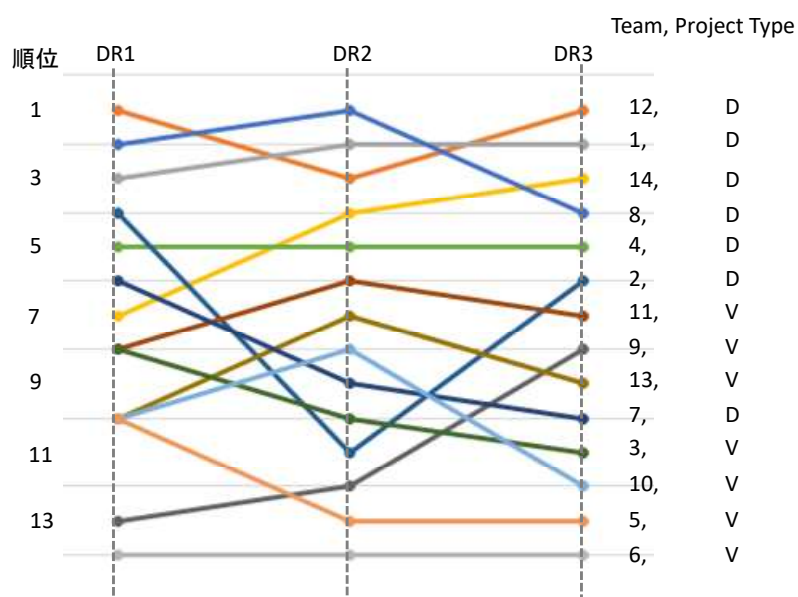


図 6.10 チーム順位の変動とプロジェクトタイプ

DR3(最終成果発表)の順位を見ると、上位は開発型プロジェクトで占められており、下位は価値提案型プロジェクトとなる傾向が明確である。

(3) 各種手法の利用状況

図 6.11 に各種手法の利用状況を示す。具体的記述やデータがあるものに対して、活動があったと判定した。

14 チーム中、1 チームは WBS とは認められなかったが、残り 13 チームは作成していた。PBL の初期で作成されたので、WBS は活動要素の分解で行われていた。また、仕事の分担は全チームで行われており、DDM のフォーマットの中にある責任者を記述する列を使って仕事の分担が記述されている場合が多かった。仮説思考は、考えが行き詰った時に使ったように、開発型プロジェクト 7 チーム中 3 チームが有効性を感じ、価値創出型プロジェクトでは 7 チーム中 5 チームが有効であると感じていた。DDM を使って認識の差異を洗い出す活動をほとんど実施されていなかった。また、アンケートを見ると、プロジェクトタイプを判断して、思考方法や活動手法を選択しているチームが多かった。

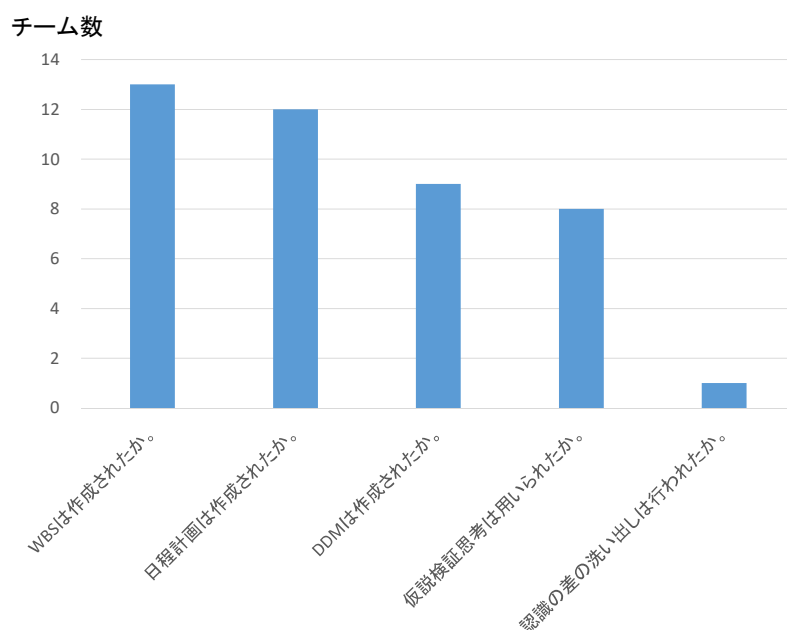


図 6.11 各種手法の利用状況

(4) WBS と日程計画作成手法

WBS の作成は、活動分解でアクティビティーに分解されており、この WBS を使って、日程計画作成は以下の 2 つの方法で行われていた。

(a) 日程管理ソフトウェアを使用して日程計画（ガントチャート）作成

WBS はアクティビティーに分解されていたので、日程管理ソフトウェアでアクティビティーを接続し日程計画を作成していた。図 6.12 に学生の実施例を示す。（WBS は筆

者が適切に修正)

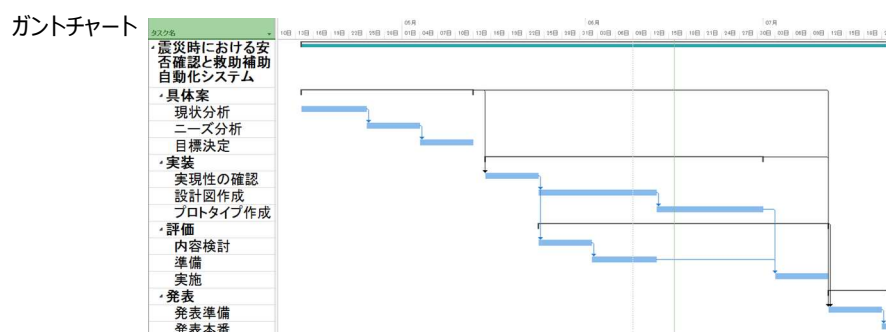
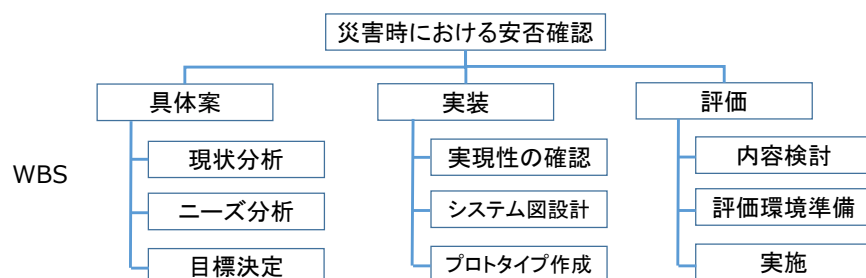


図 6.12 WBS を基に日程管理ソフトウェアを使用して日程計画を作成した学生の作成例

(b) DDM を使用する方法

DDM を使用して日程計画を作成している学生の実施例を、図 6.13(1) 学生の WBS 作成例と、図 6.13(2) WBS に基づく学生による DDM の作成例に示す. 図の例では, WBS の第 2 階層は時間的なステップで分解し, 第 3 階層以下は成果物を意識して成果物分解していることが読み取れる. DDM には第 3 階層を活動名として記入し, 第 4 階層には IN, OUT の成果物を記入し, IN, OUT の成果物の依存関係を意識していることが読み取れる.

WBS は活動分解で行われているチームもあり, アクティビティーに分解され, DDM の IN, OUT にはアクティビティーが記載され, DDM の記述量が大きくなっているものも見られた. また, DDM のフォーマットには責任者を記載するカラムがあり, 各アクティビティーに対する責任者が記載されていた. しかし, 受け渡し条件は空白であり, 認識差異の検討は行われていないことを示していた.

事前学修で DDM の作成は, 成果物の受け渡しを基に作成する手順を教えており, アクティビティーを使った作成には触れていなかった. このため, 学生には混乱があったものと思われる.

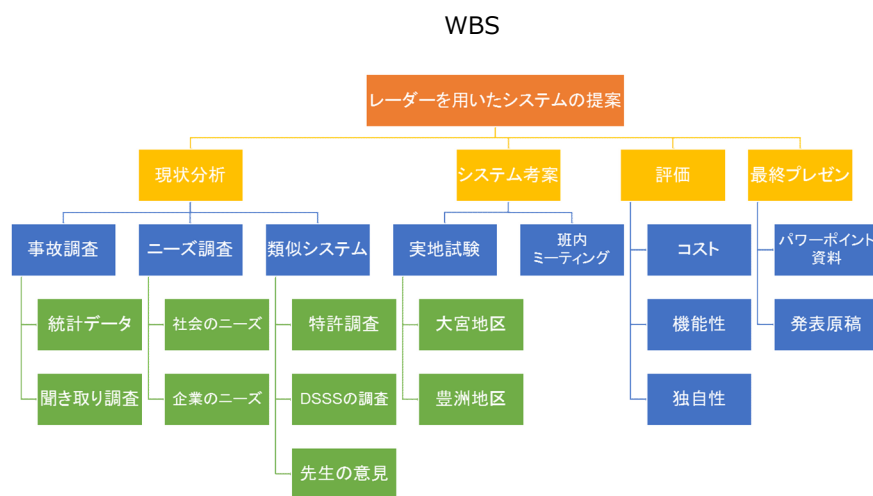


図 6.13(1) 学生の WBS 作成例

DDM

タスク名 担当者	依存性	成果物名	詳細事項 (品質・条件など)	IN 担当者	OUT 担当者	希望(予定)納品日	合意日程	実績日程
事故調査 (阿部)	out	統計データ 聞き取り調査 事故調査結果		阿部	阿部	2017年6月9日 2017年6月9日 2017年6月9日	2017年6月9日 2017年6月9日 2017年6月9日	2017年6月9日 2017年6月9日 2017年6月9日
ニーズ調査 (藤井)	out	社会のニーズ 企業のニーズ ニーズ調査結果		藤井	藤井	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日
類似システム調査 (中山)	out	特許調査 DSSSの調査 先生からの意見 類似システム調査結果		中山 中山 全員	伊東	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日
実地試験 (井上)	in out	事故調査結果 大宮地区の結果 豊洲地区の結果 実地調査結果		阿部 井上 井上	伊東	2017年6月9日 2017年6月16日 2017年6月30日 2017年6月30日	2017年6月9日 2017年6月16日 2017年6月30日 2017年6月30日	2017年6月9日 2017年6月16日 2017年6月30日 2017年6月30日
システム考案 (伊東)	in in in in out	事故調査結果 ニーズ調査結果 類似システム調査結果 実地試験結果 班内ミーティング 新規システムのアイデア		阿部 藤井 中山 井上 全員	大矢	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年7月7日 2017年7月7日	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年7月7日 2017年7月7日	2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 2017年6月30日 未完 未完
評価 (大矢)	in out	新規システムのアイデア コスト評価 機能性評価 独自性評価 新規提案システム		伊東 大矢 大矢 大矢	全員	2017年7月7日 2017年7月14日 2017年7月14日 2017年7月14日 2017年7月14日	2017年7月7日 2017年7月14日 2017年7月14日 2017年7月14日 2017年7月14日	未完 未完 未完 未完 未完
最終プレゼン (藤井、井上、中山)	in out	新規提案システム パワーポイント資料 発表原稿 プレゼン		大矢 藤井 井上	中山	2017年7月14日 2017年7月21日 2017年7月21日 2017年7月28日	2017年7月14日 2017年7月21日 2017年7月21日 2017年7月28日	未完 未完 未完 未完

図 6.13(2) WBS に基づく学生による DDM の作成例

6.3 結果に対する考察

今回の事前学修の試行結果から、以下のような知見を得ることができた。新たな課題に関する考察は 6.4 で述べる。

6.3.1 順位と手法適用の相関

「6.2.2 試行結果」(3)で各種手法の利用状況について述べた。各チームとも WBS や日程計画、DDM の作成や、仮説検証の実施など、事前学修で指導したことは概ね実施していた。しかし、DR での発表において多くの指摘がなされ、日程通りに進められなくなり、日程計画の維持管理がされていないチームもあった。DR で多くの指摘がされるということは、日程計画の作成時の質と実際の活動の質に問題があることを意味する。やはり、各種手法を学修した上で、質の高い日程計画を作成し、それを活用し、日程計画に沿って質の高い成果を生み出すことが重要である。

使用した手法と順位に相関がないか分析を行った。相関を期待したが、残念ながら有意な相関は認められなかった。その理由は、チームのまとまりやリーダーのリーダーシップなど人間的要素がチーム活動に影響を与えていたためである。例えば、チームのまとまりに関し、あるチームではアンケートにおいて、複数のメンバーが別のあるメンバーに対し不満を述べており、チームの雰囲気が悪くなかったとも述べていた。この理由もあるためか、このチームは DR2 から DR3 で順位を下げていた。また、リーダーシップに関して、あるチームはあるアイデアで活動を進めてきたが、途中の DR で問題と解決策に論理性がないと指摘されていた。しかし、このチームのリーダーは、それまでに進めてきた活動の成果や、その先の時間的制約から活動変更を実施できず、次回の PBL では修正したいと述べていた。また、別の例では、リーダーは議論の方向性や着地点を見定めて日程をコントロールすべきであるが、議論が迷走しても、リーダーは迷走する議論の一員となってしまう、うまく議論を収束できなかった。PBL においても実社会のプロジェクトと同様に、成果を上げるにはツールや手法だけの問題ではなく、リーダーシップや人間的要素が影響を与えており、学生がこれらを反省材料として学ぶことができることも PBL の学修成果であろう。

本論文で述べている各種手法は、プロジェクトを計画通りに進め成果を生み出すことを目的としている。このために各種手法は、チームの意識変革や一体感を生み出す効果と、WBS, DDM, 日程計画などを使いプロジェクトをうまく推進する効果の、2 つの効果を狙っている。研究では後者の効果を評価したいが、プロジェクトの成功のためには前者の影響が大きく、両者を個別に評価することは難しであろう。今回の試行は、学生にとって各種手法を新たに学ぶ場でもあったが、今後、各種手法を実践的に活用できるレベルまで事前学修し、PBL はその実践の場とすることで、各種手法の有効性をより明確に評価できるようになると考えられる。

仮説思考も比較的多くのチームで活用していた。検討が行き詰まった時に使用していたようで、学生はその有用性は感じていたものと思われる。しかし、今回の試行では仮説思考による検討の効率化や論理的構成の向上は評価できなかった。

6.3.2 順位、順位変動とプロジェクトタイプ

「6.2.2 試行結果」(1), (2)でチーム順位やプロジェクトタイプの結果について述べた。図 6.10 に示したように、開発型プロジェクトの方が価値創出型プロジェクトより成果に対する評価が高くなる傾向にある。この結果から、やはり実際に動作するものに対する評価は高くなる傾向にあることが裏付けられた。このことは、[除村 2017a] でも指摘されており、学生には事前研修でも指摘した。このため、動作する最終成果物の開発を意識したチームもあったようである。図 6.10 において、DR2 から DR3 への順位変動は以下のようになっている。

D： 開発型プロジェクト	順位上昇	チーム 12, 14, 2
	順位下降	チーム 8, 7
V： 価値創出型プロジェクト	順位上昇	チーム 9
	順位下降	チーム 11, 13, 3, 10

開発型プロジェクトでは順位上昇チーム数が多く、価値創出型プロジェクトでは順位下降チーム数が多い。この理由は、開発型プロジェクトでは最終成果物として何を開発すればよいか達成すべき事が明確になり、開発担当部分の役割分担や納期も明確となり、検討段階から開発段階にギアが切り替わり、責任意識が向上し開発が加速したと考えられる。一方、価値創出型プロジェクトでは、このような切り替えが明確に行われず、アイデアを洗練し、どのようにまとめるかの活動が進められたと考えられる。

6.3.3 コメントから見た学生への影響

事前学修に対する学生のアンケートに書かれたコメントから見た学生への影響は、以下のようにまとめることができる。

(1) プロセス重視から成果重視へ

PBL で求められる「成果を生み出す」という目標に対して曖昧な考えしか抱いていない学生もあり、いいアイデアを出す活動であると考えていた学生もいた。しかし、事前学修において、企業にけるプロジェクトでは成果が重要であり、PBL での最終発表でも成果で評価されていることを教えた。これにより、学生の一部はプロセス重視から成果重視の思考に変わり、最終発表での成果を生み出すことに意識が向いたようである。チームによっては、開発型プロジェクトの方が、順位が高くなる傾向にあることを聞き、活動途中で成果を意識して開発型プロジェクトに変更したチームもあった。また、成果を生み出すために、WBS, DDM, 日程計画などの価値を認識し、プロジェクトマネジメント関係の成果物を作成するようになり、また、プロジェクトマネジメントの重要性を理解したようである。全体として、PBL をプロジェクトとして認識し活動する傾向が強くなったようである。

(2) システム工学や PBL の理解の深化

事前学修は、PBL の流れに沿って構成されていたため、理解しやすかったようである。システム工学で学んだ各種手法やプロジェクトマネジメント関係の WBS、日程計画など、個別の知識は持っていたが、それらがデータとしてつながりを持つ一連の作業手順があることの理解は不十分であったようであり、事前学修でこれらの理解が深まったようである。このことは、システム工学の各種手法の教育においても、プロジェクトの活動の流れの中での位置づけを明確にすると、PBL での活用が進み、システム工学手法への理解がより深まると考えられる。

(3) プロジェクトタイプや思考方法の有効活用

自分が扱っているプロジェクトのプロジェクトタイプを判断し、プロジェクトを進めるチームが多くみられ、どのようにプロジェクト進めたらよいかの判断ができるようになったようである。PBL では、目標達成型プロジェクトとして、動作する成果を生み出すことが期待される。事前学修では、その先のプロジェクトタイプとして、生み出した成果物を使って目標価値を生み出す価値創出型プロジェクトについても教えた。花器の開発を行ったチームは作成した成果物が生み出す価値創出まで踏み込んで検討が行われており、評価者のコメントを見ると、「今回の発表で一番いい」、「商品化できる」、などのコメントも見られた。また、仮説思考はそれまでなじみが薄かったようで、活用しているチームも比較的多くあり、有効性を感じていたようである。仮説思考の演習を経験することで、問題を明確に定義することの重要性を学んだ学生もいた。「問題点をどう定義するかで、原因仮説が絞り込めるという話が印象に残った。なぜなら、問題の定義をしないことで、原因となる要素が変わる可能性がある。」とコメントしている。

(4) 不十分な日程計画の実現可能性検討

「日程計画は作ったが、日程通りに活動を進めることができなかった。」とのコメントも多くあった。DR でのコメントにより活動の方向修正を余儀なくされたことや、修士課程の研究活動の忙しさの影響も受けたようである。これらの理由や、PBL の時間的制約もあり、検討や開発などの実作業を優先し、日程計画の実現可能性を高めるための認識差異の検討や、日程圧縮までを実施する余裕はなかったようである。製品開発など企業活動では、最終成果物に対する品質などの達成基準が明確であり、ある期限までにある品質のものを確実に開発することが求められる。しかし、PBL では最終成果の品費基準は明確ではなく、プロトタイプがとりあえず動作すればよいため、無理をしてもとりあえず動くものを作ればよい。このため、日程計画は骨格が作成できればよく、日程計画の実現可能性に対する優先度は低くなっていると考えられる。

(5) プロジェクトマネジメントの実社会での活用の認識

今回の授業は、学生生活のみならず、会社などで活用できると感じた学生が多かった。「2.5.6 人間の行動特性と責任意識」で述べたコミットメントに興味を持った学生もいた。「責任を持つということは、社会的グループ活動のマナーであることを改めて意識することができ、コミットメントという言葉を知ることができてよかった」とコメント

した学生もいた。

(6) 授業への要望

今回の事前学修は PBL 開始後にひとコマだけ実施したため、講義に対する要望として、PBL 実施前に実施してほしい、また、もっと詳しく勉強したいのでコマ数を増やして欲しいとの意見があった。

6.4 新たな課題に対する考察

今回の事前学修の試行結果から、新たな課題に対応する必要性を認識し、その対応のための考察を論述する。

6.4.1 本試行で認識された課題

M-IScM の元である IScM は製品開発のための日程計画作成手法として開発したものであり、製品開発などの最終成果物が明確である場合に有効である。本試行において学生には、以下のように指導した。

- (1) DR1 までの日程計画は、洗い出したアクティビティを接続して作成する。
- (2) 最終成果物が明確となる DR1 以降は M-IScM の手順に基づき、日程計画を成果物の接続で作成する。

つまり、日程計画は 2 回作成する必要があると指導した。しかし、学生は WBS, DDM, 日程計画(ガントチャート)は PBL 開始直後に一回作成しただけであった。このため、学生は PBL 開始直後に WBS を作成しアクティビティに分解したが、DDM は成果物を対象にして作成されたフォーマットであるため、DDM の作成やそれに続く日程計画作成で混乱を生じさせてしまった。あるチームは DDM にアクティビティを入力し、アクティビティの連結として日程計画を作成し、あるチームは、DDM を作成せず、直接アクティビティの連結として日程計画を作成した。また、事前学修において、目標探索型プロジェクトと価値創出型プロジェクトに対する WBS 作成方法を説明できなかったことも混乱の原因であった。このような混乱を回避するために、以下の対応が必要であることを認識した。

(1) WBS 作成の考え方の明確化

従来から WBS 作成方法が説明されていたが、WBS を作成する分解方法の選択が難しく、また、作成された WBS にバラツキが大きいため、どの WBS が正しいかの判断が難しいという課題があった。このため、WBS 作成の基礎となる考え方を明確化し、その考え方にに基づき WBS の作成方法を分類し、さらに、プロジェクトの状況に応じてどの作成方法を選択するかを選択基準を明確化し、目標探索型プロジェクトと目標達成型プロジェクト（開発型及び価値創出型）において、適切な WBS 作成方法を選択し、作成者の意図を反映してバラツキが少ないように作成できるようにする必要がある。

(2) DDM の改善

(1)に述べた WBS 作成手法の分類すべてに対応できるように DDM を改善する必要がある。

ある。また、アクティビティーを明確に定めるため、DDM はアクティビティーを扱えるように改善する必要がある。

6.4.2 WBS 作成の基礎となる考え方の明確化

プロジェクトの最終目標を達成する過程は、「活動」と活動の結果生み出される「成果物」で構成され、「成果物」は次の「活動」に繋がる。このため、WBS の分解は、図.6.14 に示すように、成果物からの分解を進める方法と、活動から分解を進める方法が考えられる。

なお、「2.5.1 WBS について」で述べたように、本論文では、プロジェクトマネジメント・ソフトウェアに関係する記述では活動の名称にタスクを使用し、成果物を生み出す活動ではアクティビティーを使用する。

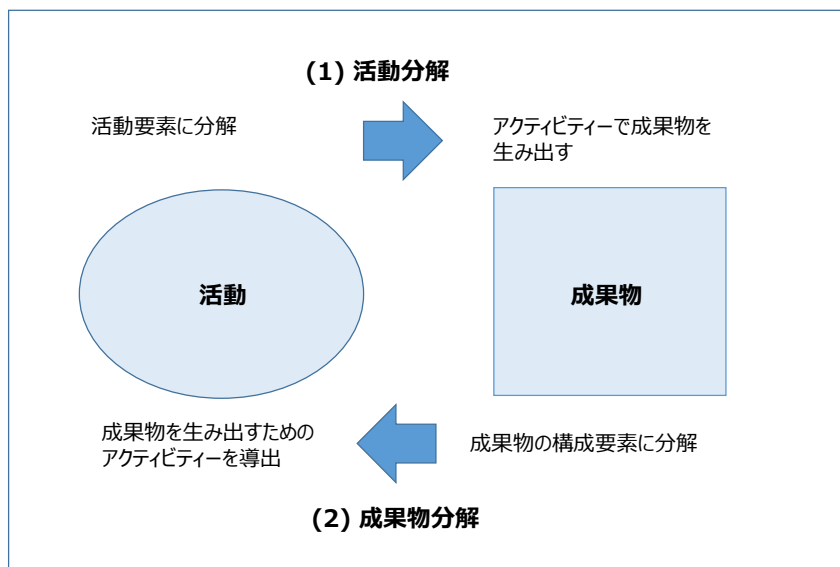


図 6.14 WBS 作成の考え方

(1) 活動から分解を進める方法

活動から分解を進める場合は、最終的に生み出す成果（最終成果）を構成要素に分解することが難しいが、最終成果を生み出す活動がある程度明確に定義できる場合や、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり、最終的な成果を生む場合に適する。この分解方法を活動分解と名付ける。この分解では、活動を分解したアクティビティーから成果物を生み出すことになる。PBL においてこの分解方法は、PBL 開始から DR1 までの、活動過程が生む成果で次の活動を明確にし、最終的な成果であるプロジェクト企画提案を生み出す目標探索型プロジェクトや、最終的に生み出す成果（最終成果）は明確であるが、それを構成要素に分解することが難しく、最終成果を生み出す活動はある程度明確に定義できる価値創出型プロジェクトの WBS 作成に適用できる。

(2) 成果物からの分解を進める方法

成果物からの分解を進める場合は、最終的に生み出す成果物（最終成果物）を要素成果物に分解できる場合に適する。この分解方法を成果物分解と名付ける。この分解では、成果物を分解した末端の成果物（ワークパッケージと呼ばれる）を生み出すアクティビティを洗い出すことになる。PBLにおいてこの方法は、DR1 から DR3 までの開発型プロジェクトの WBS 作成に適用できる。最終成果物が明確に定められ要素成果物に分解できる場合、最終成果物を生み出す活動も明確であり、活動分解で WBS を作成することもできる。しかし、活動分解は成果物分解に比べ、分解の漏れを生じやすいため、成果物分解で分解する方が好ましい。

以上述べてきたように、WBS 分解の方法は、活動分解と成果物分解の 2 種類が考えられる。WBS 分解の考え方の理解を深めるため、図 6.15 に WBS の要素分解の概念図を示す。

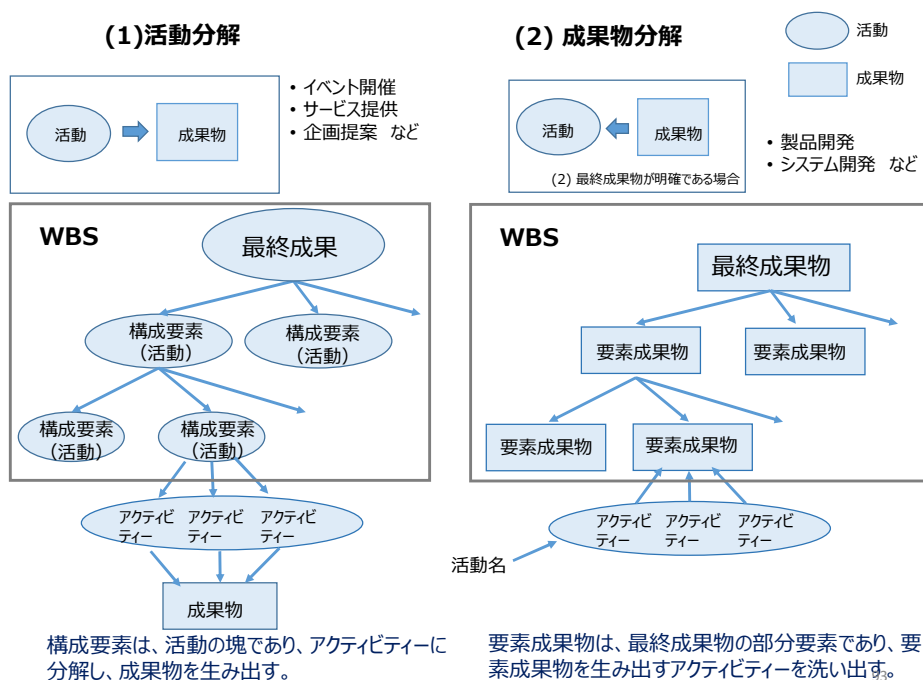


図 6.15 WBS の要素分解の概念図

(1) 活動分解

最終的に生み出す成果（最終成果）を構成要素に分解することが難しい場合、活動要素に分解する。最終成果を構成要素に分解することが難しい場合は、以下の 3 つの場合が考えられる。

- (I) 最終成果が明確であり、過去の経験などにより最終成果を生み出す活動がある程度明確に定義できる場合。この活動分解では、活動要素に分解する場合と、活動要素を時間的順序で分解する場合が考えられる。この場合のプロジェクトタイプは価値創出型プロジェクトに対応する。また、この活動分解は、「2.5.1 WBS につ

いて」で述べたサービス分解に対応すると考えることができる。

- (II) 最終成果自体を探索するために、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり、最適な成果の探索を行う場合。この場合、調査・分析などの活動が進むにつれて後続の活動が徐々に明確になってくるので、WBS、DDM、日程計画を適時見直す必要がある。そして、最終的にプロジェクトが目指す明確な最終成果物を生み出す。つまり、この活動分解は最終成果物自体を定義する場合に適する。この場合のプロジェクトタイプは目標探索型プロジェクトに対応する。
- (III) 目指す最終成果物は明確であるが、最終成果物に至る活動が明確ではなく、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり、最終的な成果を生む活動の時間的順序を明確化する場合がある。この場合は、ある事柄を証明したり、ある目的機能を実現方法を研究するなど、研究開発活動を行う場合に相当し、この場合のプロジェクトタイプを研究開発型プロジェクトと名付ける。

この活動分解の概念図を図 6.16 に示す。

活動分解による WBS 作成において、個人や組織など、仕事の単位となる末端の活動要素（ワークパッケージ）まで分解し、この末端の活動要素をアクティビティーに分解し、アクティビティーが成果物を生み出す。

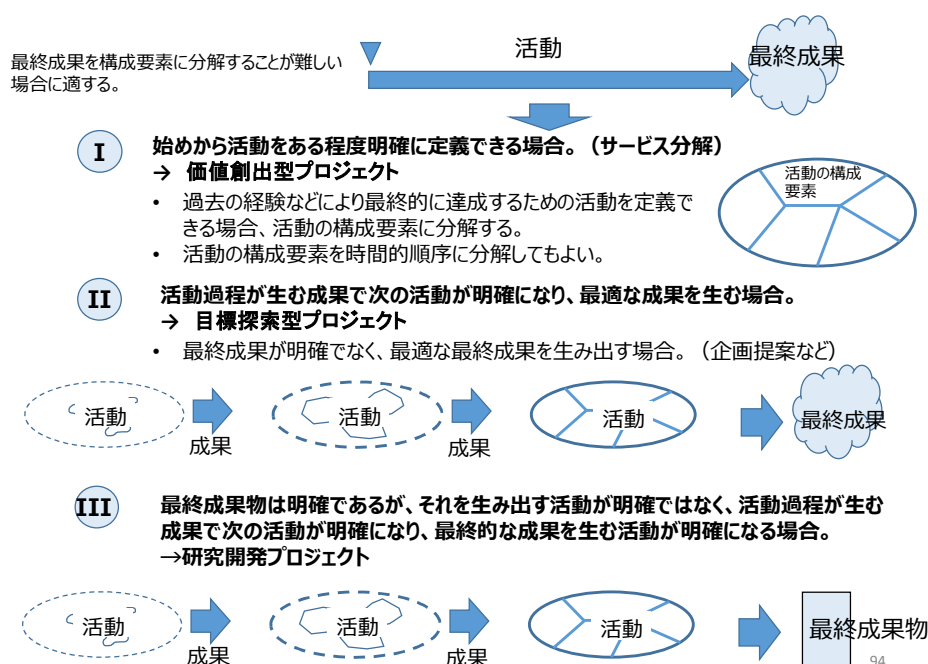


図 6.16 活動分解の概念図

(2) 成果物分解

- (IV) 最終的に生み出す成果物（最終成果物）を構成要素である要素成果物に分解できる場合

最終成果物を要素成果物に分解する。この要素物分解は「2.5.1 WBS について」で述べたプロダクト分解に対応すると考えることができる。プロジェクトをいくつかの開発フェーズに分けて各段階での成果物を要素成果物に分解することもできる。これは開発フェーズ毎の成果物分解であり、開発フェーズの各段階で生み出す成果物の分解に適する。例えば、「図 3.1 V 字モデル開発」に示した要求仕様定義ステップ、概要設計ステップなどの段階で生み出す成果物の分解などがある。企業では開発の標準規定の中で開発プロセスのステップや各ステップで要求される成果物が規定されている。この成果物分解の概念図を図 6.17 に示す。成果物分解において要素成果物は、個人や組織など、仕事の単位となる末端の要素成果物（ワークパッケージ）まで分解し、この末端の要素成果物を生み出すアクティビティを洗い出し、アクティビティのまとまりに活動名を付ける。

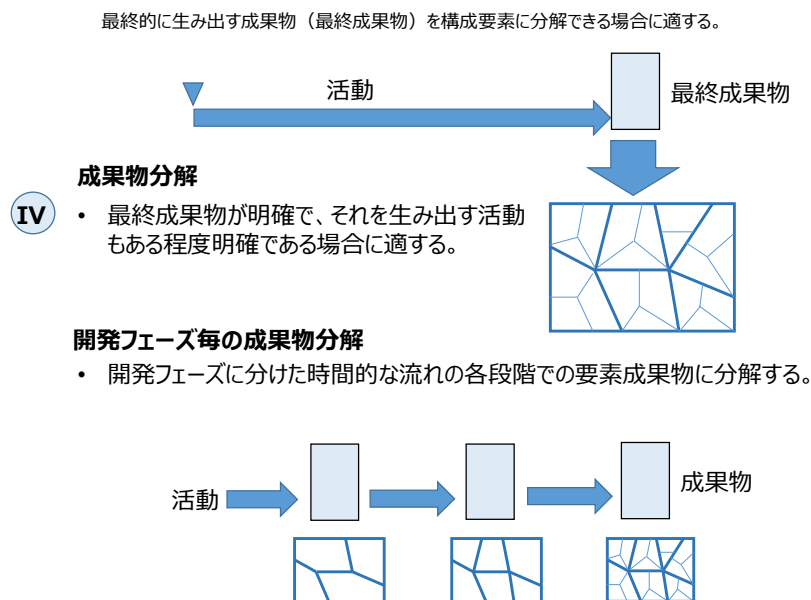
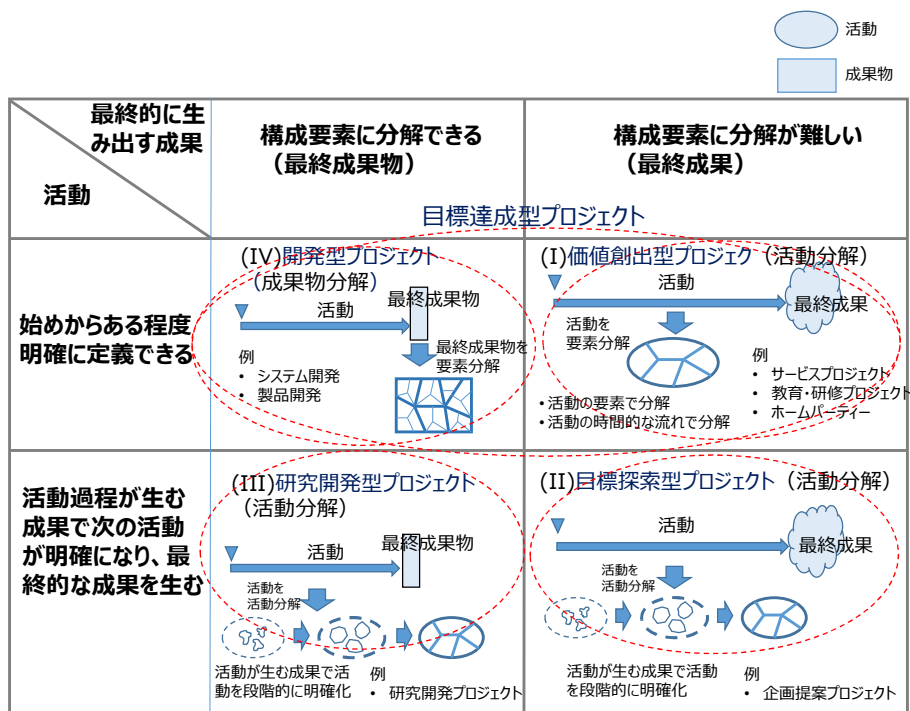


図 6.17 成果物分解の概念図

以上の WBS 作成方法の分類を図 6.18 に示し、分類(I)～(IV)について述べる。



96

図 6.18 WBS 作成方法の分類

(I) 価値創出型プロジェクト (活動分解)

最終的に生み出す成果を構成要素に分解することは難しいが、最終成果が明確であり、それを生み出す活動を始めからある程度定義できる場合がこの活動分解である。活動の分解は、活動要素で分解する場合と活動の時間的な流れで分解する場合が考えられる。この分類に対応するプロジェクトの例としてはサービス・プロジェクト、教育・研修プロジェクト、ホームパーティーなどがある。

(II) 目標探索型プロジェクト (活動分解)

最終成果が明確でないため、最終的に生み出す成果を構成要素に分解することできず、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり、最終的な成果を生み出す場合がこの活動分解である。この分類に対応するプロジェクトの例として、調査・分析により得られた候補から一番良いプロジェクト目標を選び出す企画提案プロジェクトなどがある。

(III) 研究開発型プロジェクト (活動分解)

目標とする最終成果は明確であるが、活動過程が明確でなく、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり最終的な成果を生み出す場合がこの活動分解である。この分類に対応するプロジェクトの例としては、様々な実験を行い、失敗を繰り返しながら最終的に目指す目標を達成する研究開発型プロジェクトがある。このプロジェクトタイプは、4 象限に WBS を分類することで認識できたタイプである。

(IV) 開発型プロジェクト（成果物分解）

最終的に生み出す成果物を要素成果物に分解でき、要素成果物を生み出す活動は始めからある程度明確に定義できる場合、この成果物分解が該当する。この分類に対応するプロジェクトは、モノづくりプロジェクト全般であり、システム開発や製品開発などのプロジェクトが例である。

6.4.3 WBS の分解方法に対応できる DDM フォーマットの改善

これまでの述べてきた DDM は、製品開発など最終成果物が明確に定められる場合である成果物分解に対応したフォーマットであった。このフォーマットを先に述べた WBS の分解方法に対応できるように改善した。改善したフォーマットを図 6.19 に示す。このフォーマットでは C-1、C-2 のカラムを追加し、C-1 IN には成果物名、C-1 OUT には活動分解または成果物分解で分解した活動名と成果物名を記入し、C-2 には C-1 OUT 成果物を生み出すアクティビティーを記入する。

C-1 INには成果物名、C-1 OUTには活動分解または成果物分解で分解した活動名と成果物名を記入する。

C-1のOUT成果物を生み出すアクティビティーを記述する。

(A)活動名/責任者名	(B)依存性	(C-1)活動名/成果物名	(C-2)アクティビティー	(D)受け取り、受け渡し条件(品質・標準規定など)	(E)IN or OUT責任組織/責任者名	(F)希望受け取り日 or 予定受け渡し日
評価用コードの開発/PP	IN	...	記入不要	...	X1/AA X2/BB	MM/DD/YY MM/DD/YY
	OUT	1. ... / ... 2. ... / ...	1.1 ... 1.2 ... 2.1 ... 2.1 ...	...	...	...
...	IN	...	記入不要	...	...	...
	OUT	...	...	...	...	...

図 6.19 WBS の分解方法に対応した DDM フォーマット

WBS の分解方法に対応した DDM 表現と、DDM 表現に対応した日程計画(ガントチャート)を図 6.20 に示す。図 6.20 において、図 6.18 の(I), (II), (III), に対応する活動分解の場合、DDM 表現では活動名が「活動 A」となるが、図 6.18 の(IV)に対応する成果物分解の場合、DDM 表現では活動名が「成果物 D (の開発)」となる。このように、2つの WBS 作成方法に対して、DDM 表現とガントチャート表現は同じ考え方で作成できる。

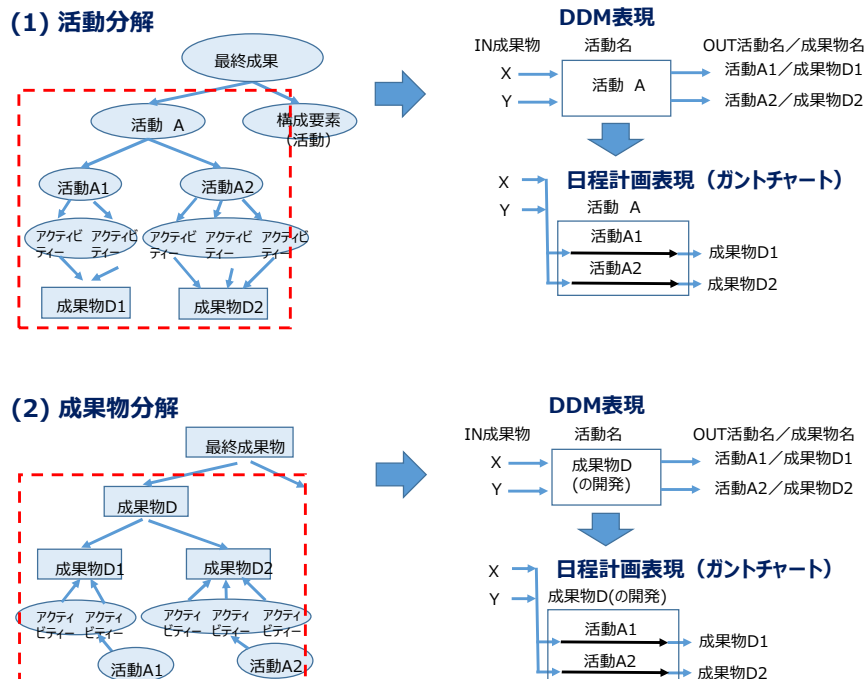


図 6.20 WBS, DDM, 日程計画の関係

6.4.4 WBS の分解方法の PBL への適用

図 6.21 に WBS の分解方法の PBL への適用を示す。PBL では、PBL 開始時点で DR1 に向けた(II)目標探索型プロジェクトに対して、WBS, DDM, ガントチャートを作成する。この時は、最終成果を構成要素に分解することが難しく、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり、最終的な成果であるプロジェクト目標を生み出す場合であり、活動分解で WBS 作成し、DDM, ガントチャートを作成する。PBL 開始時点でこれらを作成することで、チームメンバー全員で DR1 に向けて何をすべきか、どれくらいの活動期間を取ることができるかを考えることになり、DR1 において、より確実に DR3 までの目標達成型プロジェクトで開発する最終成果 (物) を明確に定めることができる。最終成果物の仕様が決まるなど構成要素に分解できる場合は、(IV)開発型プロジェクトとして成果物分解で WBS 作成し、DDM, ガントチャートを作成する。最終成果を構成要素に分解することが難しいが、最終成果に至る活動を定義できる場合は、(I)価値創出型プロジェクトとして活動分解で WBS 作成し、DDM, ガントチャートを作成する。つまり、PBL において、2 回 WBS, DDM, ガントチャートを作成することが必要である。また、WBS から直ぐに日程計画(ガントチャート)を作成するのではなく、DDM 作成のプロセスを挿入することで、日程計画の実現可能性向上やチームの一体感を醸成することができ有効なプロセスであるが、活動ステップは増えることになる。このため、PBL で DDM 作成を教えることに意味はあるが、PBL の限られた時間の中で実際に活用するか、また、できるかは今後検証が必要である。企業におけるプロジェクトにおいて DDM 作成のプロセスは、成果を生み出すために重要である。日程計画

(ガントチャート)は、視覚的に成果物や活動、アクティビティの依存関係や日程を把握できるので、プロジェクトマネジメントを行うために有用である。

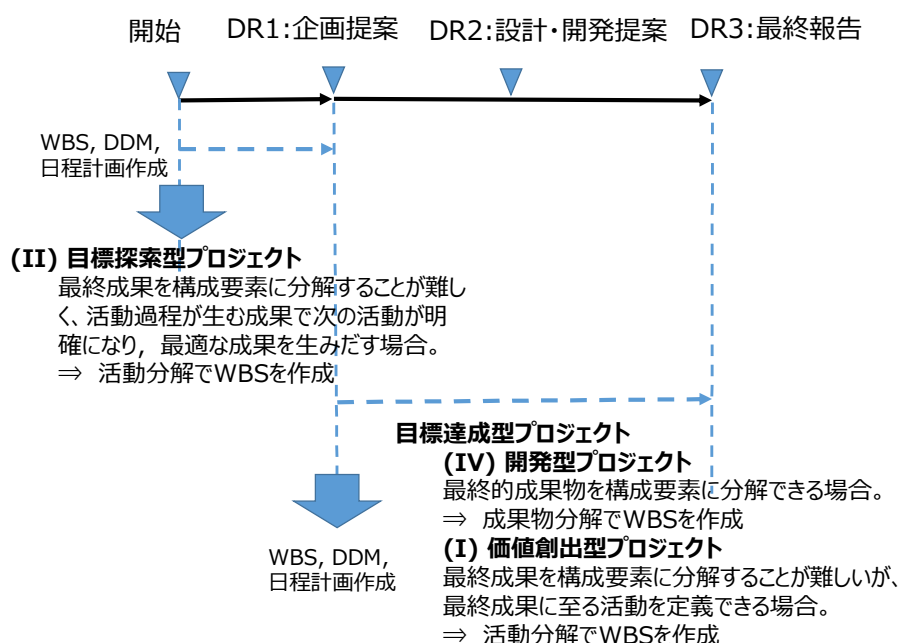


図 6.21 WBS 分解方法の PBL への適用

6.4.5 WBS, DDM, 日程計画(ガントチャート)の作成例

図 6.18 (I)の分類である価値創出型プロジェクトと、(II)の分類である目標探索型プロジェクトに対する活動分解の例を図 6.22 に示す。(I)の価値創出型プロジェクトの活動分解は、時間的順序のない場合とある場合に分解できる。活動分解の場合、WBS の一番上にはプロジェクト名として「～を開催する」、「～実施する」などの動詞で表現する。例 1 は、「ホームパーティーを開催する」プロジェクトであり、時間的順序ではない活動要素に分解した場合である。活動分解では、仕事の単位となるワークパッケージに相当する活動要素まで分解し、それを構成するアクティビティを洗い出し、その結果生み出す成果物を定義する。この例の場合、「参加者を集める」、「部屋を準備する」などの活動要素に分解し、さらに活動要素またはアクティビティを洗い出す。この場合、ホームパーティーの開催の経験があれば、活動要素を洗い出すことができる。例 2 は、「TOEIC で 700 点を取る」というプロジェクトを時間的順序で活動分解した場合である。最終成果物として「700 点」という最終成果物が明確あり、それを生み出す活動を定義できる場合、成果物分解が適切である。しかし、最終成果物が明確であっても、それを生み出す活動を明確に定義するために、調査・分析が必要な場合、時間的順序のある活動分解を適用できる。また、目標とする最終成果物を達成するための考え方として、絶対値としての 700 点を取る考え方と、700 点と現状の実力との差を分析しその差を埋める考え方などがあり、どのような考え方でプロジェクトに取り組むかで WBS 作成の仕方も変わってくる。ここでは前者の考え方の例を示す。時間的順序

のある活動要素への分解では、仕事の単位となるワークパッケージに相当する活動要素まで分解し、それを構成するアクティビティを洗い出し、その結果生み出す成果物を定義する。この場合、活動が進むにつれて生み出される成果物を基に、引き続くアクティビティが詳細化される場合もあり、適切なタイミングでの WBS, DDM, ガントチャートの更新が必要である。

目標探索型プロジェクトに対する活動分解の例として、「企画提案をする」の例を示す。先に述べたように、目標探索型プロジェクトは、最終成果が明確でないため、最終的に生み出す成果を構成要素に分解することできず、また、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり、最終的な成果を生み出す場合がこの活動分解である。活動過程では、目標の探索などが必要になり、仮説思考などを用いて効率的に目標の絞り込みを行う必要がある。通常、最終目標が明確でない場合の活動要素は、ほぼ定型的なものとなるが、アクティビティは個別のテーマで異なり、活動の進展で活動分解要素やアクティビティを見直すことが必要となる。

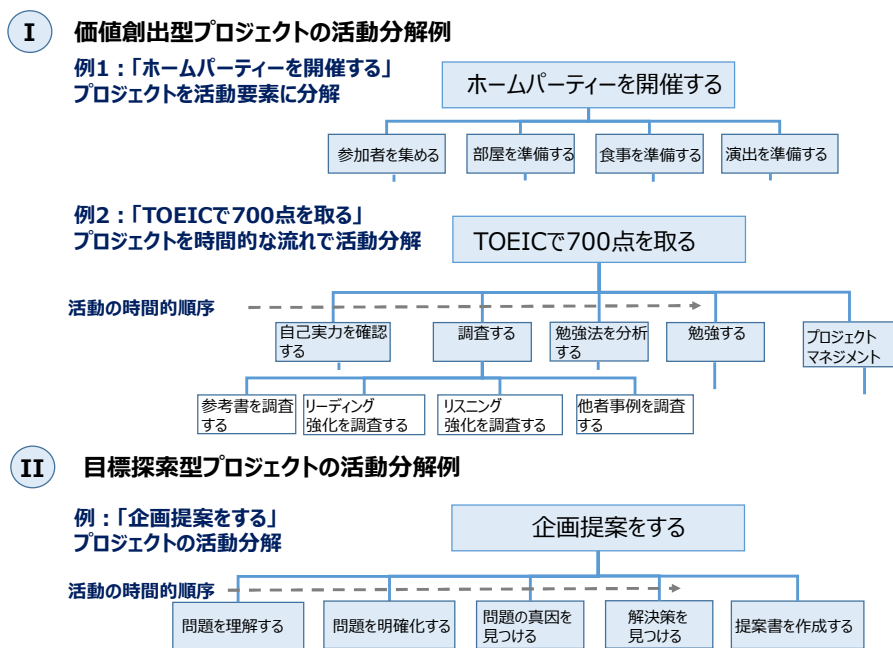


図 6.22 活動分解の例

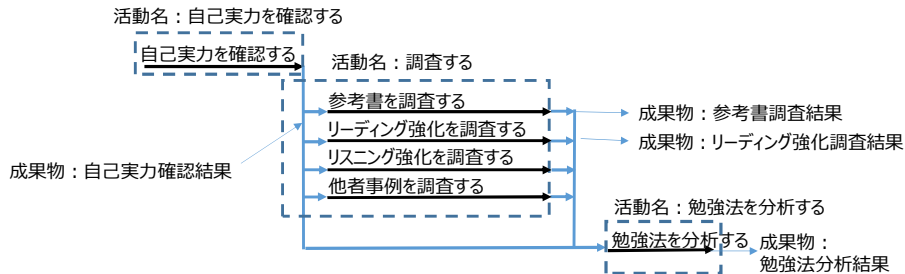
図 6.23 に「TOEIC で 700 点を取る」プロジェクトを時間的順序に活動分解した WBS から作成した DDM の例を示す。活動分解では、アクティビティの結果生み出された OUT 成果物を次に続く IN 成果物に記入し、また、各活動に対して責任者を記入する。DDM を作成する場合のポイントは、OUT 成果物がどこかの IN 成果物につながっていることである。

活動名/責任者名	依存性	活動名/成果物名	アクティビティー	OUT 責任者名
自己実力を確認する／…	IN	プロジェクト開始	NA	NA
	OUT	自己実力を確認する／自己実力確認結果	・自分の実力を確認し結果をまとめる。	…
調査する／…	IN	自己実力確認結果	NA	NA
	OUT	参考書を調査する／参考書調査結果	…	…
		リーディング強化を調査する／リーディング強化調査結果	…	…
		リスニング強化を調査する／リスニング強化調査結果	・評判の良いスマホアプリを調査し、結果をまとめる。 ・リスニング教材を調査し、結果をまとめる。 ・英語を話す友人の協力を確認する。	…
		他社事例を調査する／他社事例調査結果	…	…
勉強法を分析する／…	IN	自己実力確認結果	NA	NA
		参考書調査結果	NA	NA
		リーディング強化調査結果	NA	NA
		リスニング強化調査結果	NA	NA
		他社事例調査結果	NA	NA
	OUT	勉強法を分析する／勉強法分析結果	・自分の勉強できる時間や制約などの条件を決める。 ・INのデータと制約条件を分析し、自分にとって最適な勉強方法をまとめる。	…

図 6.23 「TOEIC で 700 点を取る」プロジェクトを
時間的順序で活動分解した WBS から作成した DDM

DDM から、活動要素、または、アクティビティーを依存関係で接続し、日程計画（ガントチャート）を作成することができる。「TOEIC で 700 点を取る」プロジェクトを活動分解した DDM からの作成した日程計画(ガントチャート)の一部を示した例を図 6.24 に示す。担当するプロジェクトメンバーや組織が、WBS の末端の活動要素に対するアクティビティーを熟知していれば、活動要素の接続で日程計画を作成できる。しかし、PBL のように学生が WBS の末端の活動要素に対するアクティビティーを熟知していない場合、アクティビティーの洗い出しもチームで行い、アクティビティーの接続で詳細な日程計画(ガントチャート)を作成した方がよいと考えられる。

(1) 活動要素の接続



(2) アクティビティの接続

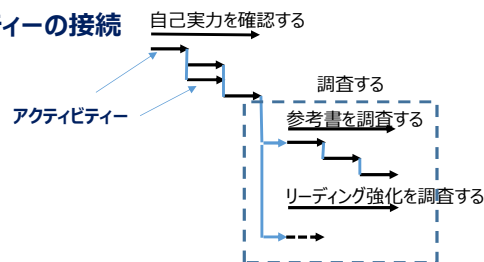


図 6.24 「TOEIC で 700 点を取る」プロジェクトを活動分解した DDM から作成した
日程計画(ガントチャート)の一部

次に、「TOEIC で 700 点」を取るプロジェクトを図 6.18 (IV)の分類である開発型プロジェクトとして成果物分解する例を図 6.25 に示す。成果物分解の場合、WBS の一番上にはプロジェクト名として最終成果物を名詞で表現するので、「TOEIC で 700 点」としている。この例の WBS は、TOEIC 点数の構成要素である Reading と Listening に分解され、加えて横断的要素である調査・分析要素とプロジェクトマネジメント要素から構成される。調査・分析の結果は成果物として、勉強法という報告書にまとめられ、その内容が Reading と Listening のアクティビティに反映される。また、勉強法という報告書の調査項目はそれぞれ成果物であり、その成果物を生み出すアクティビティを洗い出す必要がある。

Ⅳ 例：「TOEICで700点」を取るプロジェクトの成果物分解

「TOEIC700点」を要素成果物に分解する。

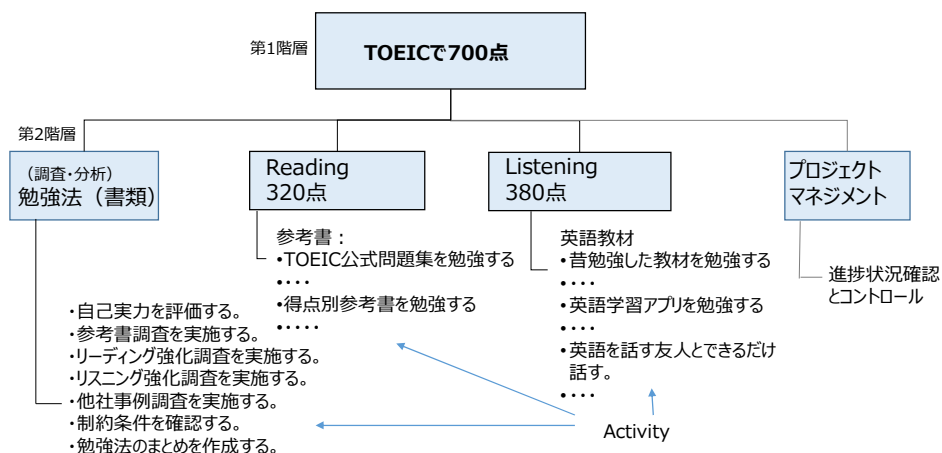


図 6.25 成果物分解の例

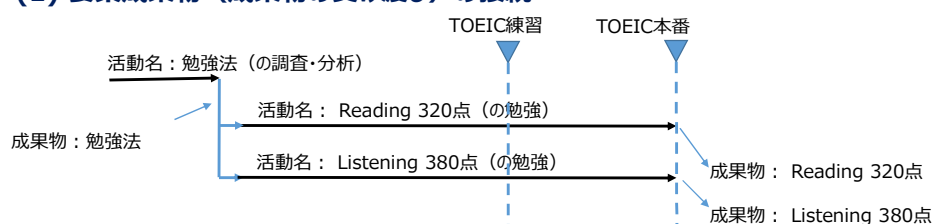
図 6.26 に「TOEIC で 700 点」を取るプロジェクトを成果物分解した WBS から作成した DDM の例を示す。成果物分解では、最終成果物を要素成果物に分解し、末端の成果物であるワークパッケージを生み出すアクティビティーを列挙する。OUT 成果物を、受け渡す先である IN 成果物に記入し、また、各 OUT 成果物の責任者を記入する。

活動名/責任者名	依存性	活動名/成果物名	アクティビティー	OUT責任者名
勉強法 (の調査・分析)	IN	プロジェクト開始	NA	NA
	OUT	勉強法の調査・分析 ／ 勉強法	<ul style="list-style-type: none"> 自己実力を評価する。 参考書調査を実施する。 リーディング強化調査を実施する。 リスニング強化調査を実施する。 他社事例調査を実施する。 制約条件を確認する。 勉強法のまとめを作成する。 	...
Reading 320点 (の勉強)	IN	勉強法	NA	NA
	OUT	Reading 320点の 勉強 ／ Reading 320点	<ul style="list-style-type: none"> 勉強法のまとめに基づき勉強する。 TOEIC公式問題集を勉強する。 得点別参考書を勉強する。 英語を話す友人とできるだけ話す。 	...
Listening 380点 (の勉強)	IN	勉強法	NA	NA
	OUT	Listening 380点の 勉強 ／ Listening 380点	<ul style="list-style-type: none"> 勉強法のまとめに基づき勉強する。 昔勉強した教材を勉強する。 英語学習アプリを勉強する。 	...

図 6.26 「TOEIC で 700 点」を取るプロジェクトの成果物分解から作成した DDM

図 6.27 に「TOEIC で 700 点」を取るプロジェクトを成果物分解した DDM から作成した要素成果物の接続と、アクティビティーで接続した日程計画(ガントチャート)の一部を示す。要素成果物の接続による日程計画は、個人プロジェクトではあまり有用ではないが、チームのプロジェクトでは自分の成果物を、誰に、いつまでに渡すかを見るのに有用である。アクティビティーの接続でガントチャートを作成すると詳細なアクティビティーを定義できるため、個人の活動を定義する場合や担当する仕事に精通していない場合に有用である。

(1) 要素成果物（成果物の受け渡し）の接続



(2) アクティビティーの接続



図 6.27 「TOEIC で 700 点」を取るプロジェクトを成果物分解した DDM から作成した日程計画(ガントチャート)の一部

活動分解と成果物分解が混在する場合があります。「展示会を開催する」プロジェクトの例を図 6.28 に示す。この時、活動分解した活動要素を成果物分解したり、また、逆に成果物分解した要素成果物を活動分解することは避け、それぞれの分解方法で一貫して分解することが必要である。

- 最終成果は、活動分解と成果物分解が混在する場合もある。
- 活動分解した要素は活動分解で分解し、成果物分解した要素は成果物分解で一貫して分解し、混在した分解は避ける。

例：「展示会を開催する」プロジェクト

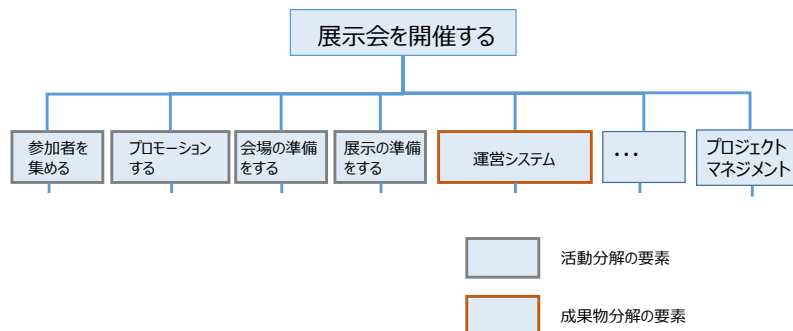


図 6.28 活動分解と成果物分解の混在例

6.4.6 活動分解から成果物分解への変換

日常生活では、「旅行に行く」、「懇親会を開く」などイベントを行う活動が多く、人間は何かをする時、やること、ToDo、活動から考える傾向にある。そのような思考は活動分解から日程計画を作成する思考であり、人間にとって活動分解は考えやすく、WBSをはじめに作成する場合に適すると思われる。

先に述べたように、プロジェクトは活動の結果、何らかの成果を生み出し、その成果を使って次の活動が行われる。このことから、活動分解で生み出す成果を明確にすることで、成果物に視点を移し、活動分解は成果物分解に変換可能であると考えられる。

成果物は具体的にイメージでき、何をすべきかを考えやすくなるため、より厳密なアクティビティの定義や新たな気づきによるアクティビティの追加が可能になり、結果を重視する場合、成果物分解が適する。ここで活動分解と成果物分解の特徴をまとめる。

活動分解の特徴

- ・ 人間は何かをする時、やること、ToDo、活動から考える傾向にあり、WBS 作成の始めの視点として有効である。
- ・ 実行を重視する場合に有用である。
- ・ 4 象限の WBS 作成分類は、WBS 作成の始めの視点として活用でき、その結果を基に成果物分解に変換できるかを考えることができる。

成果物分解の特徴

- ・ 達成すべきこと考え定義することは、確実に、ぶれなく活動を進めるために非常に

重要である。成果物分解は、目標とする結果を重視し、結果を確実に生み出す場合に有効であり、企業や大学などで成果を生み出す場合などに活用できる。

- 成果物分解は、達成目標から考える思考法「目標思考」であり、この思考方法の修得は重要である。

DDM を用いて活動分解を成果物分解に変換する方法

- DDM は活動分解でもアクティビティーが生み出す成果物を記入するフォーマットなので、成果物に視点を移し、成果物を厳密に定義することで成果物分解を行うことができ、DDM は活動分解を成果物分解に変換するために活用することができる。

活動分解から成果物分解への変換例

変換例 1：

「ホームパーティーを開催する」というプロジェクトの「部屋の準備をする」という活動分解要素に対し、「不用品を他の部屋に移動する」、「掃除機で掃除する。」などのアクティビティーを定義でき、成果物としては「片付いた部屋」となる。これを成果物の視点から見ると、成果物要素は「片付いた部屋」となり、それを実現するためにアクティビティーを定義することになる。より厳密には、「片付いた」とはどのような状態であるかの定義が必要になる。要素成果物として「片付いた部屋」をイメージすると殺風景な部屋がイメージされ、「花を買ってくる」、「明るいテーブルクロスを買ってくる」などのアクティビティーの追加に気づき、要素成果物の名前も「片付いた部屋」より「華やいだ部屋」の方がよいことに気づく。このように、成果物の具体的イメージは成果物やアクティビティーをより洗練化することに役立つと考えられる。

変換例 2：

修士論文作成プロジェクトで「調査する」という活動分解に対し、「調査報告書」を成果物として定義し、成果物分解で再構成してその中身や章立てを定義することで、学生にその活動で達成すべき事をより深く考えることを促し、個別の活動（アクティビティー）をより明確に定めることができる。この考え方は、企業でマネジャーが部下を指導する場合にも使える。

なお、上記に述べた活動分解から成果物分解への変換は、図 6.18 WBS 作成方法の分類、での中で(I)価値創出型プロジェクトから(IV)開発型プロジェクトへの変換の場合であり、(I)価値創出型プロジェクトの活動が明確なため成果物を定義できるので変換可能である。しかし、(II)目標探索型プロジェクトと(III)研究開発型プロジェクトは、活動過程が生む成果で次の活動が明確になる場合である。このため、活動過程の段階ごとに達成すべき成果物を明確化し成果物分解することで、確実にぶれなく活動を進めることができ、最終成果により効率的に到達することができるのではないかと考えられるが、今後の研究が必要である。修士論文や博士論文の研究テーマ決定は(II)目標探索型プロジェクトであり、研究論文の作成は(III)研究開発型プロジェクトに相当すると考えることができ、多くの事例を集積し分析することで、より効果的な指導方法の確立につながる可能性がある。

6.4.7 日程計画作成手法の確立

日程計画作成手法の研究経緯を図 6.29 に示す。

第 4 章では、製品開発に対し DDM を用いて成果物の受け渡しからプロジェクトの目標納期を満たす実現可能性の高い日程計画(ガントチャート)の作成に関し、図 6.29 のグレーの破線で囲った部分の手法について研究した。この手法を PBL に適用するには、プロジェクトのテーマに知識や経験のない学生に対し、学生の持つ技術や知識に基づき、適切に役割・責任を分担する必要がある。このために、IScM に WBS 作成のステップを追加した M-IScM を提案し、図 6.29 のグリーン色の破線で囲った部分の手法の研究について第 5 章で論じた。この手法は、製品開発のように最終成果物が明確に定義された目標達成型プロジェクトに適用することを前提とした。このため、WBS の作成は成果物分解を適用する。第 5 章で論じた手法は、目標達成型プロジェクトを前提としたため、PBL 開始から DR1 までの目標探索型プロジェクトに対し WBS 作成の考え方を拡張することが必要となった。このため WBS の考え方を整理し、WBS の分解方法を、最終成果が明確でないため最終的に生み出す成果を構成要素に分解することできず、活動過程が生む成果で次の活動が明確になり、最終的な成果を生み出す目標探索型プロジェクトに適用できるように拡張した。さらに、図 6.18 WBS 作成方法の分類、に示したように WBS 作成の考え方を整理し、4 種類のプロジェクト対応に対応した WBS 作成方法を導出した。そして、その拡張に対応できるように DDM の改良した。第 6 章では図 6.29 のレッドの破線で示す部分の手法について論じた。

このように、第 4 章から研究の進展につれて手法の拡張を行い、第 6 章で WBS の分類を行い、4 種類の成果物分解できる場合と活動分解できる場合に対し、一貫性を持って WBS 作成、DDM 作成、日程計画(ガントチャート)作成できるように日程計画作成手法を拡張した。

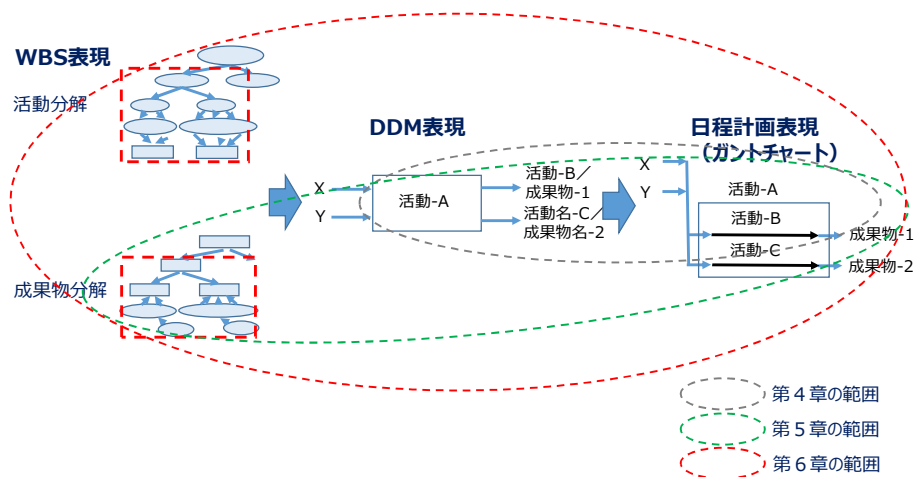


図 6.29 日程計画作成手法の研究経緯

研究当初の状況と達成できたことは以下の通りである。

研究当初の状況

- 書籍などでは WBS の作成方法だけが示され、WBS 作成の基本的な考え方は整理されておらず、実際の作成では作成方法の選択や WBS 構造のばらつきなどで混乱が生じていた。
- DDM は最終成果物が明確である場合にだけ適用できた。

研究の結果達成できたこと

- 本研究により、最終的に生み出す成果を構成要素に分解できる場合とできない場合、最終成果(物)を生み出す活動を定義できる場合とできない場合、という視点で WBS 作成の基本的な概念や構造を明確化し、WBS 作成に対し 4 分類を定めることができた。
- WBS の分類に対し、それらすべてを同一表現で扱うことができるように DDM フォーマットの改良を行うことができた。
- WBS と日程計画作成の間に DDM 作成のステップを入れることで、認識差異、日程差異を抽出し、日程計画(ガントチャート)の実現可能性向上、日程圧縮可能性向上、チーム一体感の向上などを図ることができた。
- 全てのプロジェクトタイプに対し、WBS 作成、DDM 作成、日程計画(ガントチャート)作成という一貫性のある日程計画作成プロセスを確立できた。

6.4.8 活動プロセスと使用する手法

図 6.19 の DDM フォーマットを使用することで、目標探索型プロジェクト及び目標達成型プロジェクト（開発型，価値創出型）の両方で、図 6.29 に示すように WBS 作成→DDM 記入→日程計画作成、の順で作業を進めることができるようになる。また、この作業は、PBL 開始時に一回行えばよいのではなく、目標探索型プロジェクト及び目標達成型プロジェクトの両方の開始時に実施する必要がある。ここで、今回の結果を踏まえた目標探索型プロジェクトと目標達成型プロジェクトの活動プロセスと使用する手法をまとめる。

目標探索型プロジェクトの活動プロセスと使用する手法を図 6.30 に示す。目標探索型プロジェクトで使用する手法は、図 6.18(II)目標探索型プロジェクトに対する活動分解で WBS を作成し、分解された活動要素に基づき DDM と日程計画を作成する。そして活動分解により、プロジェクトメンバーの仕事の役割分担を決める。次に、問題文を吟味しより明確に問題を定義する。例えば、「若者が走りを楽しむ新しいアイデア」のような広い範囲が解となりうるテーマに対して、具体的に何を問題にするかを定義する必要がある。次に、仮説思考を使い、問題の真因の探り出しと真因に対する適切な解決策を見つけ出す。試行においてあるチームは COC のテーマであるため解決すべき問題の真因はすでに定義されており、仮説検証の活動は不要であると考えていた。仮説検証の手法は、より深い原因を見つける意識や、よりよい解を見つける意識がないと、うまく活用できない。そして、問題の定義は明確であるか、また、解決策は元の問題の解決策となっているかを再度検証し、チームが目指す目標を明確に定め企画提案書を作成する。これらの活動を基に、企画提案はテーマが定める問題を解決できることを論理的な流れに沿って説明できることが重要である。そして、そのような論理的な説明ができると聞いている人の納得感は高くなる。

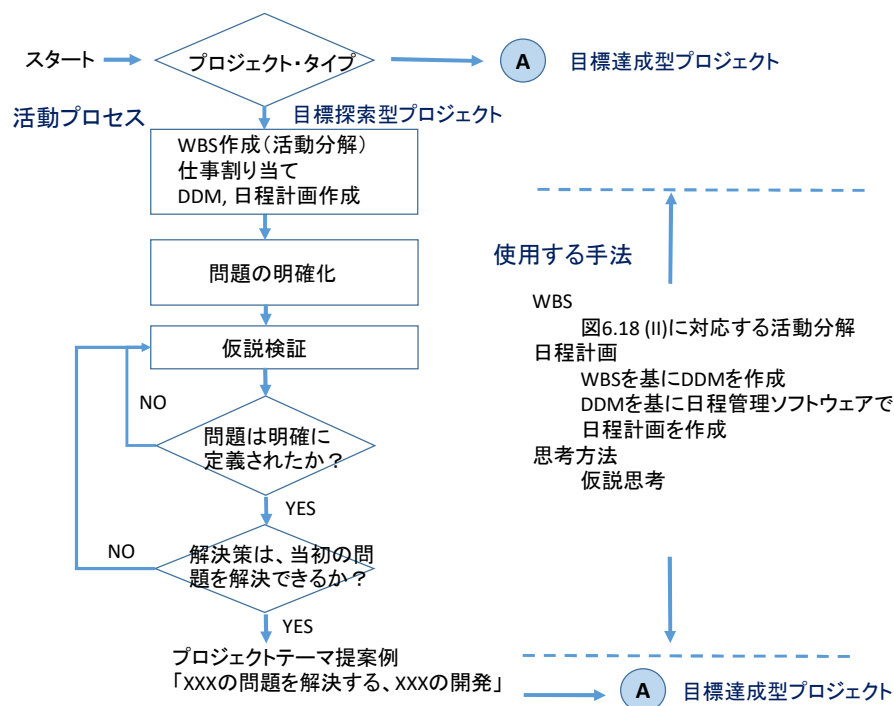


図 6.30 目標探索型プロジェクトの活動プロセスと使用する手法

図 6.31 に目標達成型プロジェクトの活動プロセスと使用する手法を示す。目標達成型プロジェクトの内、図 6.18 (IV)の開発型プロジェクトは最終成果物が明確であり構成要素に分解できるので、WBSは成果物分解で作成する。成果物分解の各階層では、下位の分解要素は上位の要素をすべて含み（100%ルールと言われる）、かつ、それらの分解要素は重複なく・漏れなく洗い出すことが必要である。このため、実体のある成果物を生み出すシステム開発などで成果物分解を行うことは比較的容易である。しかし、時間的な流れに沿って活動分解する思考に慣れている場合、活動分解をする可能性もあり、注意する必要がある。

目標達成型プロジェクトの内、図 6.18 (I) 価値創出型プロジェクトは、達成すべき最終成果が明確に定められるが構成要素に分解が難しい場合であり、活動分解で WBS を作成する。しかし、検討が不十分で最終成果が明確でない場合も考えられ、その場合、活動につれて最終成果を明確化していく目標探索型プロジェクトと同様に WBS の活動分解を行うことになる。価値創出型プロジェクトの順位が高くない一つの理由は、目標探索型プロジェクトが継続し、最終成果を明確に定められていないからではないかと考えられる。この理由と対応方法は今後の検討課題である。

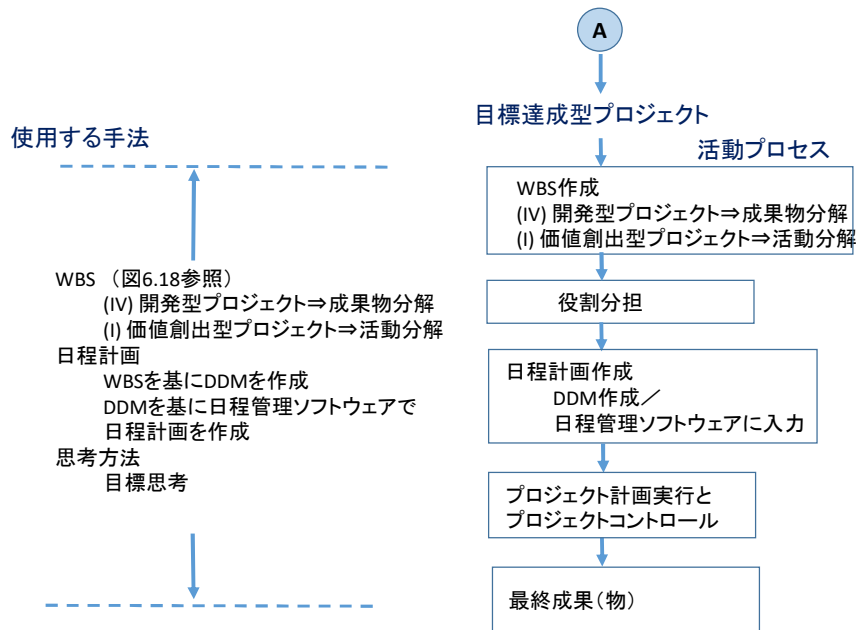


図 6.31 目標達成型プロジェクトの活動プロセスと使用する手法

今後の事前学修では、図 6.30、図 6.31 の示した活動プロセスと使用する手法を教え、PBL で実践的に使用できることが必要である。

6.5 まとめと今後の課題

6.5.1 まとめ

本章の初めに述べた事前学修の実施目的に対し、それぞれ以下のような状況であることが確認できた。

- (1) 目的 1：PBL の構造や、各状況におけるプロジェクトタイプ、思考方法、WBS 作成などのプロジェクトマネジメント手法などを教える事前学修は学修成果にどのような影響を与えたかを検証すること。

結果

- (a) 「6.3.1 順位と手法適用」に述べたように、チーム順位と使用した各種手法との相関に関し、チームの成果には人間的要因など他の要素も影響したため、それらの相関は認められなかった。あるチームのリーダーは、「優秀なメンバーに助けられた」と言っていた。このチームの順位は高く、手法の活用もあるが、やはりチームがまとまり、全員で力を発揮することの影響は大きいようである。また、先のリーダーがそのような話ができるのは、リーダーとしてよい経験であったと考えられる。各種手法のプロジェクト推進上の効果と、意識やチームワークへの効果を客観的に評価することは今後の研究課題である。また、仮説思考による検討の効率化や企画案を生み出す論理的構成の向上の評価も今後の研究課題である。

- (b) 開発型プロジェクトの順位は価値創出型プロジェクトに比べ明らかに順位が高かった。また、開発型プロジェクトの順位は DR2 から成果発表に向けて大きく向上した。この理由は、開発型プロジェクトでは、開発する最終成果物が明確になることで達成すべき目標が明確になり、また、役割分担や自分の担当部分を納期までに終わらないと次の人に迷惑をかけるという責任意識向上の影響が大きいと考えられる。さらに、PBL はプロジェクトであり、プロジェクトマネジメント関連の成果物である WBS や日程計画などを使ってプロジェクトをマネジメントするという意味や重要性が理解されたことも影響していると考えられる。
 - (c) PBL の活動の中で WBS などのプロジェクトマネジメント関連の成果物を活用してプロジェクトとして運営できるようになったので、このような事前学修を徹底することで、「2.6.1 PBL に関する先行研究」で述べた PBL がプロジェクトとして運用できていないという課題(6)が解決できる可能性が高いことが確認できた。また、最終成果のバラツキの課題(4)は、開発型プロジェクト全体の順位が高くなるということから改善されたと考えられる。しかし、過去のデータとの比較ができなため、改善は明確ではなく、今後の研究課題である。
- (2) 目的 2：事前学修は学生にどのような影響を与えたかを検証すること。
- 結果
- (a) 「6.3.3 コメントから見た学生への影響」に事前学修が学生に与えた影響をまとめた。事前学修が学生に与えた主要な影響は、学生の意識がプロセス重視から成果重視へ変わったこと、システム工学の各種手法の位置づけの理解が深まったこと、プロジェクトタイプを意識した活動できるようになったこと、仮説思考が使えるようになったこと、事前研修の内容は実社会でも活用できることを理解したこと、このためもっときちんと学びたいと希望した学生が多かったこと、などが上げられ、学生が PBL をプロジェクトとして捉える影響は大きかったと考えられる。
- (3) 目的 3：今回の事前学修から新たな知見を得ること。
- 結果
- (a) 目標探索型プロジェクトに対する WBS 作成の課題を認識し、WBS 作成の考え方の整理を行い WBS 作成の分類や DDM の拡張を考察し、その結果、「6.4.6 日程計画作成手法の確立」にまとめた成果を達成することができた。WBS や DDM の拡張は提案であり、今後、実際のプロジェクトや PBL において、日程計画(ガントチャート)を作成するための使いやすさやその実現可能性の向上などについて検証し、研究することが必要である。
 - (b) 目標探索型プロジェクト、及び、目標達成型プロジェクトに対し図 6.30、図 6.31 に示したように活動プロセスと使用する手法を明確化できた。今後、学生にこれらを事前学修で教え、PBL での実践から本手法を修得することで、学生が PBL をプロジェクトとして運営する能力向上を図れると考えられる。また、PBL は実社会で

のプロジェクトの訓練の場としての性格を強めることに加え、社会で通用する社会人基礎力向上に寄与できると考えられる。さらに、プロジェクトリーダー、プロジェクトマネジャーがこの手法を使いこなせるようになると、一般のプロジェクトの成功に寄与できるだけでなく、仕事の効率化を目指す働き方改革にも適用できると考えられる。

以上の結果から、今回の試行により、今後研究すべき課題は残ったが、WBS 作成の考え方の整理などの研究成果を達成することができたと思う。

本研究の新規性と有用性は以下のようにまとめることができる。

新規性

- (1) PBL の活動の流れに沿って仮説思考などの思考方法や手法を PBL のプロジェクトとしての構造的視点から学生に説明し、学生が PBL をプロジェクトとして円滑に進められるように指導する方法は新しい試みであること。
- (2) 最終成果（物）を構成要素に分解できる場合と難しい場合などの視点で WBS 作成の基本的な概念や構造を明確化し、WBS 作成の 4 種類の分類を定めることができたこと。
- (3) WBS の分類に対し、それらすべてを同一表現で扱うことができるように DDM フォーマットの改善を行うことができたこと。
- (4) WBS と日程計画作成の間に DDM 作成のステップを入れることで、認識差異、日程差異を抽出し、日程計画(ガントチャート)の実現可能性向上、日程圧縮可能性向上、チーム一体感の向上などを図ることができたこと。
- (5) 最終成果（物）を構成要素に分解できる場合と難しい場合の全てのプロジェクトに対し、WBS 作成、DDM 作成、日程計画(ガントチャート)作成という一貫性のある日程計画作成プロセスを確立できたこと。
- (6) PBL を目標探索型と目標達成型のプロジェクトに分け、それぞれの活動プロセスと使用する手法を整理したこと。

有効性

- (1) 学生にこれらを事前学修で教え PBL での実践から本手法を修得することで、学生は PBL をプロジェクトとして運営する能力向上を図ることができ、PBL は実社会でのプロジェクトの訓練の場として社会で通用する社会人基礎力向上に寄与できること。
- (2) プロジェクトリーダー、プロジェクトマネジャーがこの手法を使いこなせるようになると、一般のプロジェクトの成功に寄与できるだけでなく、仕事の効率化を目指す働き方改革にも適用できると考えられること。

6.5.2 DDM の応用

DDM は組織とその中を流れる成果物の分析に応用することができる。例えば、企業の階層組織構造は、戦略を実行するのに適した組織構造であると考えられ、さらにその組織構造を WBS と考えると、企業における戦略の実行は、WBS である組織間の成果物の受け渡し

で行われると考えることができる。企業における業務効率向上の手法として、**Business Process Reengineering (BPR)**という、業務プロセスを見直して効率的な業務プロセスに変える考え方がある。しかし、その具体的な手法が明確ではないため、BPR がうまく進んでいないケースや、また、組織変更があると業務プロセスの見直しが必要となるが、組織変更に対し手法の明確でない BPR を継続的に実施することは難いため、活動が途中でうやむやになる場合も発生している。これらの理由から、企業改革や業務改革の手法である BPR は一時的なブームに終わったと考えられる。さらに、組織変更が行われると、業務プロセスが変わるが、この変更により仕事の流れや責任の境界で混乱が起こり、業務が滞ったりプロジェクトに遅れが発生することも多く発生する。

DDM は、組織間を流れる成果物を基にビジネスプロセスを可視化することができ、BPR を実現する実践的なツールとして、より効率的なビジネスプロセスの構築に活用できる可能性がある。また、組織変更時に、DDM を活用して業務プロセスや組織間の責任境界を明確化できる可能性がある。現状で DDM は表計算ソフトを使用しているが、今後、ソフトウェアを開発する必要がある。DDM を活用したビジネスプロセス可視化やその機能を実現するソフトウェア開発は今後の研究テーマである。

さらに、可視化されたビジネスプロセスの流れに発生する作業時間や作業単価などのコスト情報を重ねることで、原価計算の手法である **Activity Based Costing (ABC)**を実現できる可能性がある。ABC は、製品や部品など細かい単位で、品質問題の対応にかかった費用や輸送コストなど含めた原価計算を行うことができるため、そのデータを基にコスト削減や戦略作成などを精緻に行なうことができる。しかし、ABC はその導入に手間がかかったり、時間単価の入力など隠れた人件費や作業負荷がかかったり、業務プロセスの変更に合わせて変更する必要がある。また、全社員が通常業務のツールとして使用する状況にする必要がある。など ABC はその導入や維持管理が難しい。DDM を活用することでこれらの問題を軽減し、ABC を活用した経営改革実現に寄与できる可能性も考えられる。

このように、DDM は企業改革に応用できる可能性があり、今後この分野は興味深い研究テーマである。

6.5.3 今後の課題

今後の課題として、以下の課題があげられる。

(1) 新たに提案した手法の作業効率への寄与とプロジェクト成果の相関

本研究では、プロジェクトタイプや思考方法、WBS・DDM・日程計画の作成方法などの新しい概念や手法を開発してきた。これらは、論理的に導かれた手法であるが、これらがどの程度実用性があり、プロジェクトの作業効率やプロジェクト成果に寄与するかは明確ではなく、今後評価を実施する必要がある。ただし、プロジェクトは人間的要素の影響が大きいため、客観的評価方法を考える必要がある。

(2) 価値創出型プロジェクトの評価向上

開発型プロジェクトは物を作り出し、最終評価も高くなる傾向にあるが、成果として小さくまとまってしまう傾向にある。しかし、価値創出型プロジェクトは、実際に物は作りださないが、新規事業創出や社会変革などの革新的なアイデアを生み出す源であり、いわゆるイノベーションを生み出す重要な活動である。学生の意識が、最終評価も高くなる傾向にある目標達成型プロジェクトだけに向いてしまうことは問題であろう。このため、価値創出型プロジェクトで革新的なアイデアを生み出す手法の導入や学修の実施、また、PBLにおける価値創出型プロジェクトの評価の扱いに関して、研究する必要があると考えられる。

(3) デザイン思考との融合

本研究では、目標探索型プロジェクトにおいて仮説思考を取り入れた。この仮説思考は、効率的に真因を見つけ出し最適解を提案するコンサルティングで一般的に使われている思考方法である。一方、デザイン思考は、ユーザー中心の考え方による問題解決アプローチであり、次のような6つのステップから構成される。

- (1) 共感する。→ (2) 問題を定義する。→ (3) 創造する。→
(4) プロトタイプを作る。→ (5) テストする。→ (6) 実装する。

仮説思考は、解を見つける効率と解の質を重視しているが、デザイン思考は、ユーザーが何をして、何を言い、どう考え、どう感じるかなど、ユーザーの視点やユーザーのエクスペリエンスと、より創造的なアイデアを重視している。PBLは、時間的制約の中で実施するため作業の効率が重要であるが、デザイン思考のユーザー視点からの発想やより創造的なアイデアを生み出す思考をさらにPBLに取り込むことで、価値創出型プロジェクトの成果をより高めることができる可能性があり、デザイン思考のよりよい活用方法の探求が必要であろう。

(4) Agile との融合

Agile との融合も課題である。本研究で述べた目標達成型プロジェクトはウォーターフォール型の開発プロセスを基本としている。近年、デザイン思考と組み合わせ、顧客との対話から潜在的な問題を発見し、プロトタイプの製作と検証を繰り返しながら顧客の課題を解決する Agile 手法が広まっている[PMI 日本支部 2016]。学生時代に Agile の手法を学ぶことも大事であり、組み込みソフトウェア開発の PBL では Agile を取り入れている例もある。また、Agile とウォーターフォール型の開発プロセスのハイブリッドの考え方も出てきており[PMI 日本支部 2017c]、PBL への取り込みも考慮することが必要であろう。

(5) DDM の利用

DDM は実現可能性の高い計画を作成し、チームの一体感を強化するためのツールであるが、時間的制約の中で活動する学生には、慣れていないこともあり、DDM の作成は余計な仕事のように感じられる可能性がある。このため、事前学修でその使用方法を教

授し、PBLで抵抗なく使用できるようにすることも大切であると考える。

(6) 学生の成績評価

PBLにおける成績評価は、最終成果物の評価結果に加え、各DRの提出物などの成果物を基に、ルーブリック[サスキー2015]の評価基準に照らして、成績を評価することができる。しかし、PBLなどのアクティブラーニングにおける成績評価に対して、以下のような課題があり、PBLの状況に応じて対応が行われている。

- (a) 成果物に対するチームの評価と個人評価をどのように配分したらよいか。
 - (b) チームへの貢献や主体的に学習に取り組む積極性など、学生の勉学姿勢に対する評価をどのように行ったらよいか。
 - (c) 学生の勉学姿勢の成長に伴う仕事範囲の拡大過程など、学生の活躍過程の評価をどのように行うか。
 - (d) 成果に対する結果評価と成果を生み出す過程評価の両面から総合的成績評価をどのような考え方で行うのか。
- (a) に関して、授業開始時に、学期中の個人やチームの提出物に対する評価配分を明確化する方法が一般的である。また、DDMで定められた担当する仕事と最終成果物で学生の担当部分の完成度を比較し、最終成果物に対する貢献度を基に成績評価をすることは可能であると考えられる。しかし、このような貢献度評価を、個々の学生に対して客観的に評価することは手間もかかり難しく、研究課題である。
- (b) に関して、学生個々人の活動過程での学生の成長を評価する方法として、ルーブリックやPROGテスト[リアセック 2017]を用いた方法がある。ルーブリックは、レポートなどの成果物に対する評価だけでなく、課題を解決するための思考力・判断力・表現力や、主体的に学習に取り組む態度などの学習達成度を、あらかじめ定めた評価基準に基づいて自己評価や相互評価などを基に評価する手法である。また、PROGテストは、ジェネリックスキルの測定方法として、周囲の環境と良い関係を築く力であるコンピテンシーと実践的に問題を解決に導く力であるリテラシーから構成され、これも自己評価や相互評価などを基に評価する手法であり、主に自己の成長の評価と改善点の把握などに用いられる。教師は、学生個々人の活動過程での学生の成長を個別に観察することは難しい場合もあるので、先の方法による自己評価や相互評価などの評価データを用いることが考えられる。しかし、自己評価は、評価の客観性を担保できないので成績評価に使うことは難しい。相互評価は、チーム内での評価に使えるが、所謂、談合などが行われる可能性がある。このため、相互評価のデータを使用するときは、事前に学生に知らせ、最終評価における相互評価の割合を少なくするか、チーム内評価の相対分布を用いて学生の評価を行うことなどが行われている。これら学生の成長を個別に観察することが難しい場合や、チーム活動における学生個々人の学習に取り組む態度の評価は研究課題である。

(c) に関して、PBL でプロジェクト活動を進めていくうちに、ある学生は、担当する成果物の範囲が拡大したり、担当する成果物を生み出すアクティビティーが拡大したり、また、活動途中で成果物の受け渡しにおける様々なギャップに気がつくなど、積極的に仕事に取り組む学習態度の成長や活動への貢献度が拡大する場合があります、また、逆の場合も発生する。このため、プロジェクトの実行過程で学生の貢献度合いや、役割や仕事のスコープの変化などの追跡や、DDM の更新状況やギャップの記録を時系列で見ることで、成果に対する結果評価と活動過程での学生の成長の過程評価ができる可能性があり、教育方法の改善に繋がる可能性もある。しかし、PBL の期間内で、学生にこれらのデータを時系列に記録させることや、集まったデータに基づいて成績評価の客観性を担保し、手間のかかる学生個々人の評価を自動化する方法は研究課題である。さらに、プロジェクト途中のこれらの変化が発生すると学生の意識がうまく追従できず、かえってプロジェクトに混乱を起こす懸念もある。

(7) 充実した事前学修

本研究の成果を PBL に適用し PBL の学修成果向上を図るには、本研究の成果の事前学修を以下のように実施することが重要となろう。

事前学修の目的

PBL において、学生が実践の場としての PBL を効率的に進め、成果を上げるために必要な実践的な知識を教授する。

目標を達成するために基本的な考え方

- (a) プロジェクトマネジメントの基礎的知識を教え、その上に DDM の活用方法などの先進的な知識を教える。
- (b) PBL の活動の流れに沿って、どの時点で何をするか具体例を示す。
- (c) なぜそうするのか、基礎となる考え方を教える。
- (d) 具体的な例で演習を行う。

事前学習で教える重要な事項

- (a) プロジェクトマネジメントの重要性。
- (b) プロジェクトにおける、責任意識とチームの一体感など、ヒューマンファクタの重要性
- (c) 問題の明確化とはどのようなことか。
- (d) 仮説検証、アイデア創出をどのように実施するのか。
- (e) プロジェクトタイプの判別はどのように行うか。
- (f) WBS 作成（活動分解、成果物分解）の考え方と具体的作成方法。
- (g) DDM の考え方と具体的作成方法。
- (h) M-IScM を実施しガントチャートを作成するためのプロジェクトマネジメント・ソフトウェアの使用方法。

(i) WBS→DDM →日程計画(ガントチャート)作成の具体的手順.

今後、上記の考え方にに基づき学生や教師向けに事前学修を実施する予定である。

今回の試行の結果、PBL の構造をプロジェクトの視点から分析し、WBS の基本的な考え方を整理し「図 6.18 WBS 作成方法の分類」に示した 4 種類に分類した。また、DDM を図 6.19 のように改善し、図 6.30、図 6.31 に示した目標探索型プロジェクトや目標達成型プロジェクトの活動プロセスと使用する手法を整理することができた。これにより、PBL の構造に適した PBL の学修成果向上手法の全体構成を定めることができたと考えられる。さらに、PBL の事前学修の実施を通して分かったことは、技術関連の授業で習得した知識を、どのような状況で、どの手法を、どのような順番で使用するか判断できる能力の重要性である。実社会において多くのプロジェクトが行われるが、プロジェクトタイプを判断し、思考方法や各種プロジェクトマネジメント・ツールを適切に利用できる能力は、企業においても非常に期待され、求められている能力である。また、プロジェクトを的確にリードできる能力は、チームを引っ張るリーダーシップである。学生時代にこのような能力を獲得することは、実社会において求められる能力であり、社会人基礎力であると考えられる。学生は、本研究の成果である PBL の学修成果向上手法の全体構成を習得することでこれらの能力を獲得し、実際のプロジェクトで活用することで、プロジェクトを効率的に、また質の高い活動ができるようになることが期待される。さらに、PBL で企業や自治体の期待を越える成果を生み出すことができるようになると、これら組織の関心も高くなり、これら組織からの協力が得られ、研究費が寄付されることも考えられる。このようなポジティブなループを回すためにも事前学修で学生のプロジェクトマネジメント能力を向上し、PBL で実践し、高い成果を上げることができるようになることが目指す姿である。また、大学がそのような能力をもった学生を輩出することが企業の期待であると考えられる。今後、今回の知見から得られた改善点を反映して事前学修の充実を図り、学生がこれらを PBL などのプロジェクトで実践的に活用できるように指導していきたい。さらに、本手法を大学教育だけでなく、企業におけるプロジェクトなどでの展開を図っていきたい。

第 7 章 結論

概要

本章では, 本研究の成果をまとめるとともに, 本研究の意義と今後の研究方向性, さらに, 今後への期待を述べる.

本論文では、マトリックス組織という組織特性から発生しやすい問題として、CFP の発生や弱いプロジェクト統制があり、これらに対応する手法として ERAM を論じた。また、企業などでのマトリックス組織の開発環境において、従来の日程計画作成手法よりも実用性が高く実現可能性の高い日程計画作成手法として IScM と DDM を提案した。さらに、IScM を小規模プロジェクトに適するように修正し、PBL に適用することで、PBL の課題を解決できる可能性があり、試行から得られた知見を PBL に適用することで PBL の学修成果向上の可能性と効果についても論じた。これら本論文で述べた研究の成果は以下のよう
にまとめることができる。

(1) システム開発や製品開発において、日程計画の実現可能性を高め、日程計画を計画通りに達成するために行った 2 つの研究。

(1.1) 第 3 章 組織横断的問題解決手法の開発

CFP 発生の事前抑制や発生時の素早い解決、さらに発生時を迅速に検出する手法を組織論の視点から開発することと、その効果検証の研究。

研究成果

CFP 発生の事前抑制や発生時の素早い解決のために、CFP に対する専門家チームを構成すること、及び、その専門家チームをプロジェクト全体の組織体に組み込み、リスクと考えられる CFP への対応力を強化した階層構造を持つプロジェクト組織体制を構築するためのツールとして ERAM を開発した。この ERAM を実際の製品開発プロジェクトに適用し、その効果をアンケートにより分析し、期待された効果である、CFP に対する責任の明確化や、組織間コミュニケーションの促進・組織間調整が容易になること、仕事の抜け漏れ防止に効果があることを確認した。

(1.2) 第 4 章 実現可能性の高い日程計画作成手法

成果物の受け渡しとその検討過程で洗い出される認識差異や日程差異を埋める考え方を基にした実現可能性の高い日程計画を作成する手法の開発と、その効果検証の研究。

研究成果

成果物の受け渡しにおいて成果物の受け渡し側と受け取り側で生じる成果物に対する認識の差異や日程の差異を洗い出すツールとして DDM を開発し、DDM を使って洗い出した差異を埋めることで日程計画の実現可能性を高め、さらに、実現可能性を保ちながら日程計画を目標日程に圧縮する手法として IScM を開発した。実際の製品開発にこれらを適用した結果、成果物開発の責任者とそれを受け取り次の成果物を開発する責任者が、DDM を使用し対象となる成果物に関して検討することで、成果物を差し戻す手戻りの原因となる曖昧さやリスク・懸念事項を洗い出すことや、さらに、お互いの状況やプロジェクト全体の情報共有ができることでプロジェクト・チームの一体感を

醸成することができることを確認した。さらに、実現可能性を保ちながら日程計画を目標日程に圧縮できることも確認した。

(2) (1.2)の PBL への適用による PBL 課題の解決と学修成果向上

(2.1) 第 5 章 日程計画作成手法の PBL への適用

IScM を PBL 用に改良し、実際の PBL で試行することで、PBL の基本課題である学生の参画意識・責任意識のバラツキ、最終成果物のバラツキ、プロジェクトマネジメントの未実施などを解決できることの検証と知見獲得の研究。

研究成果

試行の結果、役割・責任の明確化や納期までに成果物を渡す約束は参画意識・責任意識を向上し、メンバー間の密な話合いや役割・責任の明確化はチームの一体感を向上し、さらに、成果物に対する役割・責任の明確化と日程計画に沿った開発は最終成果物の質の向上につながることを確認した。また、WBS から DDM を作成し、DDM から日程計画を作成して、日程計画通りにプロジェクトを遂行のための進捗管理を行うことは、プロジェクトマネジメント能力向上につながることを確認した。さらに、PBL は開始から企画提案までの目標探索型プロジェクトと、企画提案から最終成果発表までの目標達成型プロジェクトの 2 つのプロジェクトタイプで構成され、それぞれのプロジェクトの進め方や思考法が異なることや、それらの事前学修が重要であり、PBL の学修成果向上につながる知見を得た。

(2.2) 第 6 章 PBL の学修成果向上の試み

(2.1)の試行結果から得られた知見を PBL に適用し、また、新たな課題を見つけその解決を図ることで学修成果向上を図る研究。

研究成果

試行の結果、学生はプロジェクトタイプを判断してプロジェクトの進め方や思考法を選択したり、最終成果物の作成を重視するなどの効果を確認した。しかし、課題として、プロジェクトの目標を定め企画提案する PBL 開始から企画提案までの目標探索型プロジェクトにおいて、WBS と DDM に改善すべき課題が明らかになった。このため、この課題を解決するために、WBS 作成の考え方を活動分解と成果物分解に整理しそれに対応した DDM の改良などを行い、プロジェクトタイプを統一的に扱える日程計画作成手法を確立した。

研究の発端は、製品開発で問題となっている CFP の解決や、実用的な日程開発手法の開発であり、プロジェクトマネジメントの視点からの製品開発力の強化を目的としていた。そして、この目的を達成するために ERAM, DDM, IScM などのツールや手法を開発し、期待した成果をあげることができた。

開発した IScM を PBL に応用し PBL の基本課題が解決できることを示したことに加え、

PBL をプロジェクトとして捉えなおすことで、PBL の内部構造をプロジェクトマネジメントの視点から分析・整理し学修成果の向上につなげたことが PBL に関連する研究成果である。さらに、試行から明らかになった目標探索型プロジェクトにおける WBS や DDM の課題を考察し、WBS 作成の考え方の整理やその考え方に対応した DDM の改良を行い、目標探索型プロジェクトと目標達成型プロジェクトのプロジェクトタイプを統一的に扱える日程計画作成手法を確立することができた。

学生に PBL をプロジェクトとして見た構造を示し、その進め方の流れに沿った思考方法やツール、手法などを教えることで、学生はプロジェクトの運営方法を学修することが期待できる。そして、この PBL での学修成果は社会に出ても十分通用する能力であり、PBL に期待される社会人基礎力向上に寄与できるものと考ええる。さらに、プロジェクトを運営しリードできる能力は、プロジェクト・チームをリードできる能力であり、実践的なプロジェクトマネジメント能力をもったリーダー育成にも寄与できると考えられる。

今後の研究の方向性は、以下の通りである。

(1) 研究した手法の PBL への適用事例拡大と効果検証

研究してきた手法を、芝浦工大内や国内外の他大学の PBL、Global PBL などを担当する先生方に学んでもらい、PBL への適用事例拡大を図り、PBL の学修成果向上に貢献し、その効果を研究していきたい。

(2) PBL で成果を生み出す授業や手法の研究

PBL は授業で学んだ知識を使って実際に開発作業を経験する場であり、さらに、チーム活動であるプロジェクトを確実に、効率的に行うプロジェクトマネジメントを学修する場でもある。しかし、実際は実作業である開発作業が優先され、プロジェクトマネジメント学修の優先度は低くなっているように感じる。このため、PBL での実践を念頭にプロジェクトマネジメント教育を実施していきたい。この中では、本論文の中で提案した WBS の考え方や様々な手法などに関しても実践的に教授し、これら教育内容と効果を研究していきたい。

さらに、PBL にテーマを提供してくれる自治体や企業の期待を越える成果を生み出すことで、自治体や企業からのテーマ提案を促進し、また、学生に対する高い評価が得られ、学生はさらに成果を生み出す、正のループとなる状況を作っていきたい。そして、このような状況を目指す教育課程の改善効果や課題解決の取り組みに関して研究を進めていきたい。

(3) 共同研究の実施

(1)や(2)の活動を企業や海外大学との共同研究として進め、より質の高い研究論文を発表していきたい。

近年、日本の生産性の低さが問題となり、働き方改革が叫ばれている。本研究で述べたプロジェクトマネジメント手法は、仕事の可視化や手戻りを防ぐことで無駄な仕事を防ぎ、各

メンバーが自分の職責に全力で取り組み高い生産性を生み出す状況を作り上げることができ、働き方改革にも活用できるであろう。

本論文で述べた、WBS 作成の考え方や、ERAM, DDM, M-IScM などのプロジェクトマネジメント手法の研究成果により製造業の競争力が強化されるとともに、本研究の成果が若い人材の育成に寄与することを期待している。

謝辞

本研究において、多くのご教示とご指導、励ましを賜りました芝浦工業大学システム理工学部教授 井上雅裕博士に心より厚く御礼申し上げます。

本研究に当たってご協力、また、アドバイスをいただいた、芝浦工業大学大学院 山崎敦子教授、間野一則教授、長谷川浩志教授、古川修教授に、心より御礼申し上げます。

本研究を進めるにあたって、製品開発の貴重な経験をさせていただいた、日本 IBM 株式会社 ThinkPad 開発チームの方々に感謝いたします。特に、プロジェクトマネジャーとなるために指導いただいた John Langlois 氏に感謝いたします。また、株式会社リコーにおいてご指導いただいた、近藤史郎会長、山下良則社長、坂田誠二常務執行役員、古島正執行役員、さらに、日々一緒に働いた仲間の人たちに感謝いたします。また、元 PMI 日本支部会長 神庭弘年氏には貴重なご助言をいただきました。心より御礼申し上げます。

最後に、本研究を支えてくれた、父朋一、今は亡き母とみ、家族、妹弟、そして友人たちに感謝いたします。

ありがとうございました。

参考文献

- [Bartlett1990], Christopher A Bartlett and Sumantra Ghshal, Matrix Management: Not a Structure, a Frame of Mind, Harvard Business Review, July-August
- [Being2017] , , プロジェクト管理事例, <http://www.toc-ccpm.net/> , Valid as of 08/29/2017
- [Blindenbach-Driessen2015], Floortje BLINDENBACH-DRIESSEN, The (In)Effectiveness of Cross-Functional Innovation Teams, Transactions on Engineering Management, vol. 62, no. 1
- [Byham2002], William C. Byham, Audrey B. Smith and Matthew J. Paese, GROW YOUR OWN LEADERS (AP 方式による次世代リーダーの発掘と集中的育成) , ダイアモンド社
- [Campbell2015], G. Michael Campbell, Idiot's Guides: Project Management, Sixth Edition, Alpha
- [Davis1978], Stanely M. Davis and Paul R. Lawrence, Problems of Matrix Organizations, Harvard Business Review
- [DeMarco1999], Tom DeMarco, Timothy Lister, PEOPLEWARE, Dorset House Publishing Company
- [DoD1998], Department Of Defense, Integrated Product and Process Development Handbook, Department Of Defense
- [DoD2011], Department Of Defense, DEPARTMENT OF DEFENCE STANDARD PRACTICE, WORK BREAKDOWN STRUCTURES FOR DEFENSE MATERIEL ITEMS MIL-STD-881C, Department Of Defense
- [Galbraith1971], Jay R. GALBRAITH, Matrix Organization Designs, Business Horizons, pp.29-40
- [Galbraith2009], Jay R. GALBRAITH, Designing Matrix Organizations that actually work, JOSSEY-BASS
- [Ghaffari2015], Mahdi Ghaffari, Margaret Emsley, Current Status and Future Potential of the Research on Critical Chain Project Management, PM World Journal, Vol. IV, Issue IX, September

- [Ghosn2001], Carlos GHOSN, ルネッサンス ― 再生への挑戦, ダイヤモンド社
- [Goldratt2001], Eliyahu M. Goldratt, ザ・ゴール, ダイヤモンド社
- [Goldratt2003], Eliyahu M. Goldratt, クリティカル・チェーン, ダイヤモンド社
- [Goleman2000], Daniel Goleman, Leadership that Gets Results, Harvard Business Review, March-April
- [Haugan2005], Gregory T. Haugan, 実務で役立つ WBS 入門, 翔泳社
- [IBM ビジネスコンサルティングサービス 2006], IBM ビジネスコンサルティングサービス, ものこづくり, 日経 BP 社
- [IPD2003], IPD 研究チーム, IPD 革命, 工業調査会
- [Johnston2005], Timothy C. JOHNSTON, Roles and Responsibilities in Team Projects, Journal of College Teaching & Learning, vol.2, no.12
- [Keller2001], Robert T. KELLER, Cross-Functional Project Groups in Research and New Product Development: Diversity, Communications, Job Stress, and Outcomes, Academy of Management, vol.44, no.3
- [Kotter1999], John P. Kotter, リーダーシップ論, ダイヤモンド社
- [Leach1999], Lawrence P. Leach, Critical Chain Project Management Improves Project Performance, Project Management Journal, 30(2), pp. 39-51
- [McCall1988], Morgan W. MacCall, Jr., Developing Executives Through Work Experiences, Human Resources Planning, Vol.11, No.1, pp219-229
- [McGRATH 1996], MICHAEL E. McGRATH, Setting the pace in product development, Butterworth-Heinemann
- [NASA2010a], NASA, NASA Work Breakdown Structure Handbook, NASA
- [NASA2010b], NASA, NASA SCHEDULE MANAGEMENT HANDBOOK, NASA
- [Naveh2005], E. Naveh, The effect of integrated product development on efficiency and innovation, International Journal of Production Research, Volume 43, pp.2789-2808, Issue 13
- [Newbold2005], Robert C. Newbold, 時間に遅れないプロジェクトマネジメント, 共立出版

[Newbold2005], Robert C. Newbold, 時間に遅れないプロジェクトマネジメント, 共立出版

[PMI2006], Project Management Institute, Practice Standard for Work Breakdown Structures, Project Management Institute

[PMI2007], Project Management Institute, Project manager competency development framework – Second edition, Project Management Institute

[PMI2009], Project Management Institute, Practice Standard for Project Risk Management, Project Management Institute

[PMI2010], Project Management Institute, Practice Standard for Project Estimating, Project Management Institute

[PMI2011], Project Management Institute, Practice Standard for Scheduling – Second Edition, Project Management Institute

[PMI2013], Project Management Institute, Project Management Body of Knowledge version 5, Project Management Institute

[PMI2017], Project Management Institute, Project Management Body of Knowledge version 6, Project Management Institute

[PMI 日本支部 2016], PMI 日本支部, デザイン思考がアジャイルを変える, https://www.pmi-japan.org/member/pmnetwork/2016_11_29_4587.php (会員専用ページ) , Valid as of 08/29/2017

[PMI 日本支部 2017a], PMI 人材育成スタディー・グループ, プロジェクト・マネジャーの人間力強化書, Project Management Institute 日本支部

[PMI 日本支部 2017b], PMI 日本支部関西ブランチプロジェクトマネジメント研究会, 川崎医療福祉大学 医療秘書学科大学院, 教育プロジェクトマネジメント, 大学教育出版

[PMI 日本支部 2017c], PMI 日本支部, ハイブリッド・アプローチ, https://www.pmi-japan.org/member/pmnetwork/2017_07_12_4906.php (会員専用ページ) , Valid as of 08/29/2017

[Tett2016], Gillian TETT, The Silo Effect, Simon & Schuster

[Ulrich2016], Karl Ulrich, Steven Eppinger, Product Design And Development 5th Edition, Mc Graw Hill

[Yokemura2010], Taketoshi YOKEMURA, Implementing a project structure for cross functional risks, ProMac proceedings

[Yokemura2017a], Taketoshi YOKEMURA, Masahiro INOUE, AN APPLICATION OF DELIVERABLES DEPENDENCY MATRIX (DDM) TO PROJECT BASED LEARNING, EDULEARN17, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, pp.4808-4816, Barcelona, July 3-5,

[Yokemura2017b], Taketoshi YOKEMURA, Masahiro INOUE, EXTENDED RESPONSIBILITY ASSIGNMENT MATRIX (ERAM) SUITABLE FOR A CROSS FUNCTIONAL PROJECT, EDULEARN17, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, pp.4825-4834, Barcelona, July 3-5

[Yokemura2018], Taketoshi YOKEMURA, Masahiro INOUE, A Method to Solve PBL Issues and to Improve Project Management Competencies of Students, Management Studies, May-June 2018, Vol. 6, No. 3, pp.147-166
doi: 10.17265/2328-2185/2018.03.001

[サスキー2015], リンダ・サスキー, 学生の学びを測る, 玉川大学出版部

[スミス 2003], プレストン・G・スミス, ガイ・M・メリット, 実践リスクマネジメント, 生産性出版

[富田 2009], 富田健, 実践 IPD, 工業調査会

[リアセック 2017], 株式会社 リアセック, PROG テスト,
http://www.riasec.co.jp/prog_hp/, Valid as of 12/01/2017

[伊賀 2016], 伊賀泰代, 生産性, ダイヤモンド社

[井上 2010], 井上雅裕, 長谷川浩志, 発展型プロジェクト演習と連携したシステム工学教育, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.58, No.1, pp.89-94

[井上 2011], 井上 雅裕, 陳 新開, 長谷川 浩志, システム工学 ―問題発見・解決の方法―, オーム社

[井上 2015], 井上 雅裕, 長谷川 浩志, 間野 一則, 山崎 敦子, 古川 修, 山本 紳一郎, 大塚 裕史, 陳 新開, 相場 亮, 織田 佐由子, グローバル環境でのイノベーション創出能力を備えた技術者育成プログラムの開発, 特別教育・研究報告集, pp.38-41

- [井上 2016], 井上雅裕, 長谷川浩志, 間野 一則, 古川修, 山崎敦子, Anak Khantachawana, グローバル環境でイノベーションを創出するための人材育成プログラムの開発, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.64, No.5, pp.101-108
- [鵜山 2015], 鵜山 俊一, 問題プロジェクトのマネジメント：プロジェクト終結に向けた課題管理とリスク管理, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.17, No.4, pp.21-25
- [延岡 2006], 延岡健太郎, MOT 技術経営入門, 日本経済新聞社
- [奥本 2012], 奥本素子, 岩瀬峰代, プロジェクトベースドラーニングにおける自発的行動分析, 工学教育, Vol.36, No.3, pp.205-215
- [丸山 2016], 丸山智子, シミュレータを活用した疑似体験と実行動のすり合わせによるリーダーシップ教育, 芝浦工業大学 博士論文, 平成 27 年 3 月
- [岸良 2011], 岸良裕司, 全体最適のプロジェクトマネジメント, 中経出版
- [岩田 2014], 岩田一男, PBL を実践しての気づき, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.16, No.2, pp.27-28
- [吉村 2000], 吉村達彦, ロジスティックカーブから見た信頼性問題解決, 再発防止, 未然防止, 品質管理, Vol.51, No.3, pp.266-270
- [吉村 2002], 吉村達彦, トヨタ式未然防止手法 GD3, 日科技連
- [金子暁信 2013], 金子暁信, 実践的リスク管理手法の検討, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.5, No.4, pp.21-26
- [金子朋子 2014], 金子 朋子, 山本 修一郎, 田中 英彦, システム開発プロジェクトにおけるリスク管理へのアシュアランスケースの効果的利用, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.16, No.4, pp.14-19
- [原 2015], 原 紳, 丸岡 正知, 渡邊 信一, 入江 晃亘, 杉山 均, 横田 和隆, 企画実践型 PBL を機軸とするリーダー育成のための大学院教育プログラム開発事業統括, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.63, No.2, pp.79-83
- [古川 2015], 古川修, 長谷川浩志, 山崎敦子, 井上雅裕, 間野一則, 産学・地域連携 PBL による実学教育の試み ―社会に学び社会に貢献する人材育成教育プログラムの実践―, 平成 27 年度 工学教育研究講演会
- [古川 2016], 古川修, 長谷川浩志, 山崎敦子, 井上雅裕, 間野一則, 産学・地域連携 PBL による実学教育の試み, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.64, No.3, pp.35-40

- [五百井 2012], 五百井俊宏, PBL 導入型卒業研究における社会人基礎力の育成, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.60, No.5, pp.28-33
- [佐藤雅明 2010], 佐藤雅明, プロジェクトの成功を脅かすリスクと不確実性, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.12, No.4, pp.14-15
- [佐藤元 2010], 佐藤元, 人材育成の観点から見たリスクについて, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.12, No.4, pp.16-18
- [佐藤洋行 2010], 佐藤洋行, プロジェクト成功のための早期問題検出手段の試行と有効性の評価, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.12, No.4, pp.9-13
- [三隅 1986], 三隅 二不二, リーダーシップの科学, 講談社
- [三枝匡 2013], 三枝匡, 三枝匡の経営教室 第2回 ビジネスプロセス改革, 日経ビジネス, 04.08, pp.64-68
- [三枝匡 2017], 三枝匡, ザ・会社改造, 日本経済新聞社
- [三枝多聞 2004], 三枝多聞, TOC-PM 実践による課題と考察, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.6, No.3, pp.21-24
- [治田 2007a], 治田倫男, プロジェクト・チームのコミュニケーションにおける効果的なリーダーシップスタイルの事例研究, プロジェクトマネジメント学会 2007 年度春季研究発表大会予稿集, pp.186 - 191
- [治田 2007b], 治田倫男, 実践的なナレッジ・マネジメント推進に適合したリーダーシップ・スタイルの事例研究, プロジェクトマネジメント学会 2007 年度秋季研究発表大会予稿集, pp.321 - 324,
- [治田 2008], 治田倫男, プロジェクト・チーム・ライフ・サイクルにおけるハイ・チーム・パフォーマンスを得るためのリーダーシップ能力の事例研究, プロジェクトマネジメント学会 2008 年度春季研究発表大会予稿集, pp.227 - 232
- [初田 2012], 初田賢司, システム開発のための WBS の作り方, 日経 BP
- [諸葛 2014], 諸葛 隆太郎, プロジェクトの成否は「心」にあり, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.16, No.4, pp.24-25
- [除村 2000], 除村健俊, ThinkPad 開発におけるプロジェクトマネジメント, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.2, No.1, pp.11-16

- [除村 2002], 除村健俊, 階層意思決定法を用いた ThinkPad 機能の優先順位, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.4, No.6, pp.32-35
- [除村 2003], 除村健俊, ThinkPad 開発におけるスケジュール・リスク管理, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.5, No.5, pp.36-38
- [除村 2005], 除村健俊, IBM の製品開発体系 IPD におけるプロジェクトの考え方, プロジェクトマネジメント学会研究発表大会予稿集 2005(秋季), pp.266-269
- [除村 2006a], 除村健俊, IBM の製品開発体系 IPD におけるプロジェクトの考え方, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.8, No.1, pp.34-37
- [除村 2006b], 除村健俊, コミットメントのプロジェクト成功・意識改革への効用, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.8, No.6, pp.17-22
- [除村 2009], 除村健俊, 課題とリスクの一考察, プロジェクトマネジメント学会研究発表大会予稿集 2009(春季), pp.145-148
- [除村 2013], 除村健俊, グローバル経営に向けたグローバル人事戦略,, 東洋経済 グローバル人材フォーラム, October
- [除村 2016a], 除村健俊, プロジェクトマネジャーが活用できる組織横断的重要課題解決手法, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.64, No.4, pp.15-21
- [除村 2016b], 除村健俊, プロジェクト日程計画に有効な成果物依存関係表の開発, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.64, No.4, pp.57-63
- [除村 2017a], 除村健俊, 井上雅裕, 成果物依存関係表の PBL への適用, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.65, No.6, pp.37-44
- [除村 2017b], 除村健俊, 井上雅裕, 成果物依存関係表の PBL での試行と効果, 工学教育協会 第 65 回年次大会 講演論文集, pp.270-271
- [小山 2015], 小山 貴和子, 小森 真紀, 京屋 祐二, 白井 保隆, 久米 智己子, 田中 史朗, リスクマネジメントの定着促進に向けた成熟度モデルの提案, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.17, No.4, pp.26-31
- [松浦 2007], 松浦佐江子, 実践的ソフトウェア開発実習によるソフトウェア工学教育, 情報処理学会論文誌, 48-8, pp.2578-2595
- [松尾谷 2004], 松尾谷徹, IT-プロジェクトにおけるヒューマンファクタと組織行動の課題, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.6, No.2, pp.3-8

[上杉俊二 2015], 上杉俊二, 大規模 SI プロジェクトにおけるリスク・課題管理表を効果的に活用したプロジェクトマネジメント手法の提案, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.17, No.4, pp.15-20

[上杉卓司 2013], 上杉 卓司, 古畑 慶次, 足立 久美, デンソーにおける課題解決型リーダーの育成, SQiP シンポジウム

[織田 2017], 織田佐由子, 長谷川浩志, 山崎敦子, 井上雅裕, 古川修, 間野一則, 多国籍, 多分野学生の PBL におけるグローバルチームワーク能力の評価分析, 工学教育 (J. of JSEE), Vol.65, No.1, pp.26-30

[神庭 2005], 神庭弘年, リスクマネジメント計画立案時の考慮点, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.7, No.3, pp.8-13

[清水 2005], 清水浩和, 野口博司, 問題発見に着目した信頼性問題未然防止手法について, 日本機械学会論文集 (C 編), 71 巻 706 号, pp.230-237

[石田 2016], 石田 和義, 堀内 宏, 孕石 泰丈, 古屋 信幸, 大内 英俊, 学科横断的 PBL ものづくり教育プログラムの開発における教育効果の評価, 工学教育 (J. of JSEE), Vol. 64, No. 4 pp. 34-39

[前野 2014], 前野隆司, 保井俊之, 白坂成功, 富田欣和, 石橋金徳, 岩田徹, 八木田寛之, システム×デザイン思考で世界を変える, 日経 BP 社

[村井 2013], 村井康真, 商品企画プロジェクトにおける責任感の形成に関する試案, Fuzzy System Symposium Osaka, September 9-11

[村上 2002], 村上悟, 井川伸治, 最短で開発し最短で収めるプロジェクトマネジメント, 中経出版

[大石 2016], 大石加奈子, PBL でどのようにリーダーシップを育成するかーリーダーシップは教えられるー, 『工学教育研究講演会講演論文集』 日本工学教育協会第 62 号, pp.498-499

[大迫 2012], 大迫勝志, マインドマップとジョブ・ディスクリプションを活用した体制・権限の明確化, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.14, No.1, pp.15-19

[竹久 2013], 竹久友二, 継続的リスクマネジメントによる複雑性プロジェクトへの対応, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.15, No.4, pp.27-32

[町田 2014], 町田 欣史, 清水 誠介, 井ノ口 伸人, 朱峰 錦司, 須田 千賀子, 伊藤 司, リスクベースドテストにおけるリスク分析の妥当性評価手法の提案, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.16, No.5, pp.29-34

[塚本 2013], 塚本俊, 大規模データ移行プロジェクトにおける標準テンプレートを使用した実践的リスク識別アプローチの紹介, プロジェクトマネジメント学会誌, 15(4), pp.15-20

[藤崎 2011], 藤崎浩三, プロジェクトのリスク特定における「見える化」マネジメントの有効性, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.13, No.4, pp.3-7

[内田 2006], 内田和成, 仮説思考, 東洋経済

[日経ビジネス 2017], 日経ビジネス, 5つのルールで会議を3割減, 07.10, pp.16-17

[日本生産性本部 2017], 日本生産性本部, 労働生産性の国際比較, 日本生産性本部, 1月6日

[富士ゼロックス 2011], 富士ゼロックス開発・生産準備改革推進グループ, 富士ゼロックスはなぜ開発の手戻りを6割減らせたか, 日経 BP

[福本 2005], 福本伸昭, プロジェクトを成功に導くリーダーシップ論, プロジェクトマネジメント学会 2005 年度春季研究発表大会予稿集, pp.248 - 253

[榎本 2017], 榎本伸悦, 中山紘之, アクティブラーニングの有効性とその要因について, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.19, No.2, pp.9-14

[満行 2016], 満行 泰河, 大和 裕幸, 稗方 和夫, モーザー ブライアン, 磯沼 大, 岡田 伊策, 笈田 佳彰, システム開発プロジェクトにおける手戻りリスクを考慮したタスク優先ルール設計に関する研究, 日本機械学会論文集 82(835), 15-00474-15-00474

[誉田 2014], 誉田 直美, データ分析から学ぶリスクマネジメントの提案: 品質基準によるプロジェクト層別分析事例, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.16, No.4, pp.8-13

[劉 2014], 劉 功義, 横山 真一郎, 満尾 公亮, 時間経過を考慮した FTA を用いた定量的リスクマネジメント手法の提案, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.16, No.5, pp.46-52

本研究に関する筆者発表論文等

学術論文（査読あり）

- [1] Taketoshi YOKEMURA, Masahiro INOUE, A Method to Solve PBL Issues and to Improve Project Management Competencies of Students, Management Studies, May-June 2018, Vol. 6, No. 3, pp.147-166, doi: 10.17265/2328-2185/2018.03.001
- [2] 除村健俊, 井上雅裕, 成果物依存関係表の PBL への適用, 工学教育, Vol.65, NO.6, pp.37-44, 2017
- [3] 除村健俊, プロジェクト日程計画作成に有効な成果物依存関係表の開発, 工学教育, Vol.64, No.4, pp.57-63, 2016
- [4] 除村健俊, プロジェクトマネージャーが活用できる組織横断的重要課題解決手法, 工学教育, Vol.64, No.4, pp.15-21, 2016

国際会議発表（査読あり）

- [1] Taketoshi YOKEMURA, Masahiro INOUE, AN APPLICATION OF DELIVERABLES DEPENDENCY MATRIX (DDM) TO PROJECT BASED LEARNING, EDULEARN17, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, pp.4808-4816, Barcelona, July 3-5, 2017
- [2] Taketoshi YOKEMURA, Masahiro INOUE, EXTENDED RESPONSIBILITY ASSIGNMENT MATRIX (ERAM) SUITABLE FOR A CROSS FUNCTIONAL PROJECT, EDULEARN17, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, pp.4825-4834, Barcelona, July 3-5, 2017
- [3] Taketoshi YOKEMURA, Implementing a project structure for cross functional risks, ProMAC, The Society of Project Management, October 2010

国際会議発表（招待講演，査読なし）

- [1] Taketoshi YOKEMURA, Masahiro INOUE, A Method to Activate the Discussion in the Project Schedule Creation, IEEE Professional Communication Society, Japan Chapter 2nd Technical Meeting and General Assembly, December 2, 2017
- [2] Taketoshi YOKEMURA, Practical PM Tools for Cross Functional Problems and Project Schedule Creation, PMI Third International Conference in Mongolia, October 2016

口頭発表

- [1] 除村健俊, 井上雅裕, 成果物依存関係表の PBL での試行と効果, 平成 29 年度 工学教育研究講演会, August 29, 2017
- [2] 除村健俊, リコー環境事業開発センターの概要と環境ビジネス創出の取り組み, PMI 日本フォーラム, July 2016
- [3] 除村健俊, グローバル経営に向けたグローバル人事戦略, 東洋経済 グローバル人材フォーラム, October 2013
- [4] 除村健俊, 人財グローバル化への取り組み, IIBC グローバル人材育成フォーラム, July 2013
- [5] 除村健俊, グローバル経営に向けた人財グローバル化の取り組み, 国際経営者協会, 2012
- [6] 除村健俊, 人財グローバル化への取り組み, 野村證券 人事トップセミナー, 2011
- [7] 除村健俊, 課題とリスクの一考察, PM 学会, 春季研究発表大会予稿集, pp.145-148, 2009
- [8] 除村健俊, リコーにおける PM 育成の状況, PMI 法人スポンサー連絡会, 2009
- [9] 除村健俊, 実践的な責任分担の可視化手法, 可視化情報学会, April 2008
- [10] 除村健俊, 製品開発の仕組み”の体系化とその基礎的考え方, PMI 日本フォーラム, July 2007
- [11] 除村健俊, IBM の製品開発体系 IPD におけるプロジェクトの考え方, プロジェクトマネジメント学会秋季研究発表大会予稿, pp.266-269, 2005

その他の論文

- [1] 除村健俊, コミットメントのプロジェクト成功・意識改革への効用, プロジェクトマネジメント学会誌, 8(6), pp.17-22, 2006
- [2] 除村健俊, IBM の製品開発体系 IPD におけるプロジェクトの考え方, プロジェクトマネジメント学会誌, 8(1), 34-37, 2006
- [3] 除村健俊, ThinkPad 開発におけるスケジュール・リスク管理, プロジェクトマネジメント学会誌, 5(5), pp.36-38, 2003
- [4] 除村健俊, 階層意思決定法を用いた ThinkPad 機能の優先順位, プロジェクトマネジメント学会誌, 4(6), pp.32-35, 2002
- [5] 除村健俊, ThinkPad 開発におけるプロジェクトマネジメント, プロジェクトマネジメント学会誌, 2(1), pp.11-16, 2000