

テ ー マ : 職業能力開発の実践
副 題 : 開発課題実習におけるプロジェクトマネジメントの実践
所属組織 : 高齢・障害・求職者雇用支援機構栃木支部関東職業能力開発大学校
執筆者名 : 永松 将貴
共著者名 : 浅野 博

1. はじめに

企業では製品開発や新たな事業展開において、期待した成果を得るためにプロジェクトマネジメントを実践している。特に近年は顧客の要求が複雑化し、かつ高度化しており、さらに、企業には短期間、低コストで実現することが求められている。そのため、プロジェクトのマネジメントの仕方が成果に大きく左右することになる。従って、企業は1つ1つのプロジェクトに対し、立ち上げから終結まで、監視及びコントロールするプロジェクトマネージャーを選任しプロジェクトを遂行している。

筆者らが所属する関東職業能力開発大学校(以下、関東能開大と略す)の応用課程は、生産現場のリーダーと成り得る人材の養成を目的としており、そのためのカリキュラムである開発課題実習を実施している。開発課題実習は、表1に示す通り専攻の異なる3科の学生15名程度で一種のプロジェクトチームを結成し、1年間かけて製品の設計から製作・評価までを行う実習である。

開発課題実習は、テーマの多くは企業からの依頼テーマであり、依頼企業が顧客、学生がプロジェクトのメンバ、指導陣がプロジェクトの立ち上げから終結までを監視及びコントロールするプロジェクトマネージャーという立場で進めることになる。

しかし、毎年テーマは異なることや実際の企業が抱えている課題に取り組むため、応用課程で実施している実習の作業内容とは大きな違いが生じる。そのため、開発課題実習は学生主体で取り組む実習ではあるが、期間内に成果物を完成させるためには、指導陣のマネジメントが重要となる。

本報告では、関東能開大生産システム技術系開発課題実習におけるプロジェクトマネジメントの実践について、平成28年度に取り組んだ「メルシート材」の自動ピッキング装置の開発¹⁾を例に報告する。

表1 開発課題実習におけるグループ構成

学 生	機械科4～5名、電気科3～5名、電子情報科3～5名
指導陣	客員教授(生産管理、工程管理) 機械科・電気科・電子情報科の各科より1名
その他	提案企業技術者

2. プロジェクトマネジメントの定義

2-1. プロジェクトとプロジェクトマネジメント

プロジェクトとは「独自のプロダクト、サービス、所産を創造するための有期性の業務である」、プロジェクトマネジメントは「プロジェクトを経営(管理)する」と定義されている²⁾。

プロジェクトは、開始と終了が明確に決まっており、資源(人的及び物的)やコスト等の制約条件において、要求された期間内に独自性のある成果物を生み出すことが必要である。また、顧客は要求や期待した成果のみではなく、それ以上の成果を期待することも多くあるため、資源やコスト等といった制約条件に対し最適なバランスを取りながらプロジェクトを遂行することも必要である。

2-2. 段階的詳細化

プロジェクトは、遂行するなかで目標や成果物に対する理解が深まるため、段階的に詳細化していく方が合理的に遂行できると考えられている³⁾。プロジェクトは、計画した時点では確定していない項目が多く含まれるため、遂行するなかで変更が生じる場合があり、その変更分を追加しながらプロジェクトを遂行していく。開発課題実習においても、仕様変更等を含め対応が必要となる。

2-3. プロジェクトマネジメントに関する人材育成

プロジェクトマネジメントに関する人材育成に取り組んでいる企業が多くあり、社内資格認定制度等を導入している事例もある⁴⁾。

人材育成の項目には、プロジェクトマネジメントに必要な能力である、専門性、新しいものを作り出す力、状況を分析する力、コミュニケーション力、モチベーション等が挙げられている⁴⁾。開発課題実習をマネジメントする際、指導陣にはこれらの項目に関する能力が求められる。

2-4. プロジェクトの関係者

プロジェクトを遂行する際、プロジェクトに影響を与える関係者(ステークホルダー)の特定と関係者への対応も重要となる。指導陣は、依頼企業、大学校の管理職等、関係者の分析と開発課題実習を進める際の協力依頼、協力計画の調整等対応しなければならない。

3. 開発課題実習におけるフェーズ

3-1. プロジェクトのフェーズ

プロジェクトは「定義」、「計画」、「実行」、「終結」という4つのフェーズから構成される⁵⁾。「定義」はプロジェクトの必要性を明確化し、組織としてプロジェクトに着手することを宣言するフェーズである。「計画」は要求を満足するため、実行可能な作業の仕組みを確立し、また、仕組みを維持するフェーズである。「実行」は人及びその他の資源を活用し、計画を実行するフェーズである。「終結」はプロジェクトの結果を文書化し、顧客による検収確認を行い、プロジェクトが完了となるフェーズである。

3-2. 開発課題実習におけるフェーズ

開発課題実習の各フェーズの分類を表2に示す。開発課題実習を1年間のプロジェクトとし、各フェーズをマネジメントすることで、プロジェクトの全体の枠組みが設計できる。その際、学生が各フェーズを明確に判断できるようテーマ説明会や各発表会を設定している。次に、図1に開発課題実習の遂行手順と各フェーズの関係を示す。各フェーズで学生が取り組む具体的な内容や成果物をまとめたものであり、指導陣は、各フェーズを監視及びコントロールを実践しながらプロジェクトを遂行していく。

表2 開発課題実習のフェーズ

フェーズ	時期	イベント
定義	前年度3月	テーマ説明会
計画	4月～6月	構想発表会
実行	7月～12月	動作確認発表会
終結	1月～3月	最終発表会

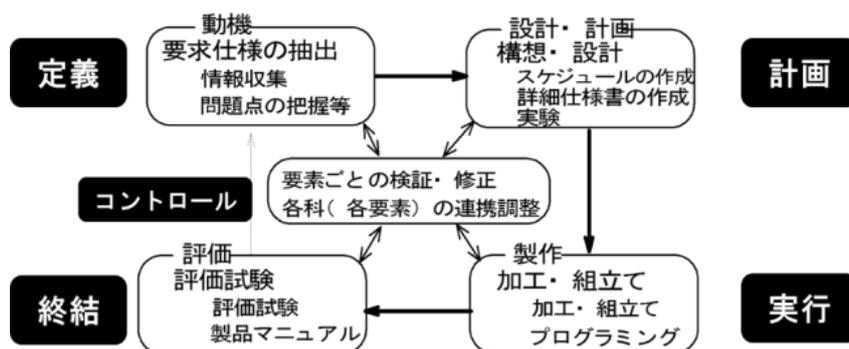


図1 実習の遂行手順と各フェーズの関係

3-2-1. 定義フェーズ

(1) テーマ募集

関東能開大の開発課題実習の特徴は、実際の企業で解決できていない課題に取り組むことが挙げられる。そのため、関東能開大の開発課題実習テーマの多くは企業依頼テーマである。そこで、3月上旬までに地元企業を中心にテーマ募集を行うことが手始めとなる。

選定テーマは、学生の課題実習として実施することから、表3に示す「SMART」の基準を満たさなければならない。表3に示す内容はプロジェクトを遂行する際の制約条件となる。「S」及び「M」はプロジェクトの成果物を完成させるために実施可能な範囲と関係しており、このプロジェクトの規模を明確にすることで目標や成果物の設定が可能となる。「R」についてはプロジェクトの成果物を完成させるために必要な予算となる。「T」はプロジェクトの成果物を完成させるまでのスケジュールとなる。関東能開大では企業のプロジェクト遂行と同様に期限を設けており、企業依頼テーマは最大2年間で完了となる。

地元企業等にテーマ募集をする際、図2に示す課題の条件を提示し、テーマの有無の検討を依頼する。その後、企業からテーマ、概要、現状の課題、開発要項が記載された提案書(図3)が提出される。

表3 SMARTの基準

S	Specific	具体的に	目標
M	Measurable	測定可能に	成果物
A	Agreed-upon	合意されている	企業⇔学校⇔学生
R	Realistic	現実的に	予算
T	Time-limited	期限	企業依頼テーマ：最大2年間 学生提案テーマ：1年間

課題の条件

- (1)→生産系3科(機械, 電気, 電子情報)の内、2科以上の学生が開発に参加できるテーマを求めます。(ただ工具を加工して製作するようなテーマではだめです。)
- (2)→開発予算(材料代)が最大でも100万円程度で収まりそうなテーマを求めます。(施設利用費、使用機器・工具、人件費などは除く)□活用する機器を指定される場合は提供をお願いします。当方としては機器や部品の選定も教育だと考えております。
- (3)→最終発表会とそれ以降、外部に公表しても問題ないテーマを求めます。(展示会等に学校の成果として出すことがあります。またマスコミの取材もあり得ます)
- (4)→開発で得られた知的財産等の所有・活用についてはその都度協議させていただきます。
- (5)→希望する結果が十分得られないこともあります。
- (6)→テーマは一年間区切りとし最長2年までの実施となります。未完成でも開発課題としては終わり、引き続き要望ある場合は受託・共同研究(有料実費)で対応することができます。
- (7)→製作した装置をお譲りすることはできません。当校で展示をさせていただきたいと思いますが、ご要望により貸出は可能ですので活用下さい。なお、搬入出費用の負担をお願いします。
- (8)→製作期間に以下の協力をお願いすることがあります。
 - ・学生にテーマの詳細説明を実施していただきます。
 - ・開発装置の設置環境を確認するために見学をお願いする場合があります。
 - ・必要に応じて、来校をお願いすることがあります。特に最終発表会(2月第3金曜日または2月第4金曜日)には来校をお願いします。
 - ・装置開発に必要な検査対象物や組立材料等を年間を通して無料提供をお願いします。例えば農作物が対象で、ある季節は植えているがある季節は無いなどは困ります。(例えば検査では良品・不良品、組立ではその対象部品の提供をお願いします。)

図2 課題の条件

開発課題提案書

会社名	
テーマ メルシート自動ピッキングII	
<p>① 現状を下図に示す ② 新たに開発を要する機械要素 パレットからピッキング 作業者の手元に供給する</p>	
●概要:	
●現状の問題点:	
部品点数が多い: 4車種混流生産のため パレット数約 50 (10段構成 h=1130、W=1210、pitch93) 部品取りの歩行が多い: パレット保管部品はエリアが広い 2段積みパレットから部品を取る際部品によってはかなり重量があり作業改善要望が高い	
●開発要項:	
パレットからのピッキング機構 作業者の手元まで供給する搬送具	

図3 企業から提出された提案書

(2) テーマ選定 (プロジェクトの決定)

テーマ選定は、前年度3月の応用課程指導員会議で行い、各企業から提出された提案書の中から、表3及び図2の基準を満たすテーマを5テーマ選定する。平成28年度に筆者らが取り組んだテーマの依頼内容を表4に示す。

表4 A社からの依頼内容

依頼内容	自動車の防音・防振対策の一つにメルシート材がある。このメルシート材は、車体に貼り付けるもので、1台に7から10枚のシートが必要である。現在、この作業は手作業で行われており、作業者が棚の中のケースから必要なメルシートをピッキングしている。そのため、ヒューマンエラーが発生することがあり、改善が必要とされている。そこで、ピッキングを自動化し、エラーの低減および作業効率の向上を目的とした装置開発を依頼したい。
------	--

(3) 指導体制の構築と企業への協力依頼（プロジェクトの立ち上げ）

テーマ選定後は、表1に示す指導体制及び学生の人数を決定する。各グループの指導体制は原則各科1名の合計3名体制とし、リーダーを選任し、リーダーを中心に開発課題実習をマネジメントしていく。

また、各グループの指導陣は、開発課題実習の関係者である各企業に対し、表3の基準を満たすよう打ち合わせを行い、プロジェクトの目標及び成果物の大枠を決定する。さらに、現場視察、技術支援体制、成果物に係る機材提供、関東能開大の年間スケジュールに基づく打ち合わせ時期や発表会への参加等、年間を通じた協力依頼と協力計画の調整も併せて行う。

(4) 開発課題実習の年間スケジュール（スケジュールの策定）

図4に関東能開大の開発課題実習の年間スケジュールを示す。開発課題実習の年間スケジュールの特徴は、企業経験のある客員教授を含めたグループ会議日を定期的を設定している点である。特に基本構想を決定する時期の4・5月は毎週設定しており、基本構想の検討だけではなく、早い段階から生産管理、工程管理についても客員教授から指導して頂くスケジュールになっている。

また、開発課題実習の関係者である関東能開大の管理職に対しては、予算や開発課題実習の各発表会への参加等、年間を通しての協力依頼を年度毎の開発課題実習指導陣の代表者が行う。

実施日	会議名			備考
	グループ会議	リーダー会議	全体会議	
4月5日(水)			○	入学式後・年間計画・課題説明・部屋割り(教員のみ)14:00~
4月10日(月)	テーマ説明(全体)/テーマ説明(個別)			視聴覚教室 9:00~10:30(全体)/10:35~11:55(個別)
4月11日(火)	グループ希望調査・各科対応			
4月13日(木)	グループ発表			創造的開発技法
4月18日(火)	開発課題・グループワークスタート			顔合わせ(教員・学生)
4月20日(木)	○			
5月11日(木)	○			
5月18日(木)	○			
5月25日(木)		○	○	◎客員教授指導日 5/23, 6/6 (午前のみ) 役割分担・採点方法(教員+客員+学生)
6月8日(木)	○			
6月15日(木)	○			
6月20日(火)	構想発表会			100番教室 13:30~
6月22日(木)			○	配布予算決定(教員リーダーのみ)
6月29日(木)	○			
7月13日(木)	○			
9月7日(木)	○			
9月28日(木)		△		予算執行状況確認(教員リーダー+学生)
10月5日(木)	○			
10月28日(木)	○			
11月9日(木)	○			
11月18日(木)			○	役割分担・採点方法(教員のみ)
11月30日(木)		○		(教員リーダー+客員+学生)
12月14日(木)	○			
12月19日(火)	動作確認発表会			12号棟 13:30~
1月11日(木)			○	役割分担・採点方法(教員のみ)
1月18日(木)		○		(教員リーダー+客員+学生)

図4 開発課題実習の年間スケジュール

(5) グループ構築とメンバへの意識づけ

各テーマのグループは、4月上旬のテーマ説明会後に、学生に対し希望調査を実施し決定する。グループは図5に示す体制とし、学生の統括リーダーを中心に、指導陣や各グループ間の調整、表5に示す各種会議の役割に基づき、スケジュール調整、開発課題実習への要望をまとめるなど、学生に主体的に実施させる。

また、各学生には、グループ内で専門性の提供だけではなく、グループ内の物品管理や進捗管理といったグループワークに必要な各役割も担当させ、グループ活動への意識づけをさせる。

一方、指導陣は、客員教授や依頼企業側に対して、上述の内容を事前に説明し、開発課題実習への関係者が同じ意識で進める体制の構築など、学生がより主体性を持って活動できる環境を整備していく。

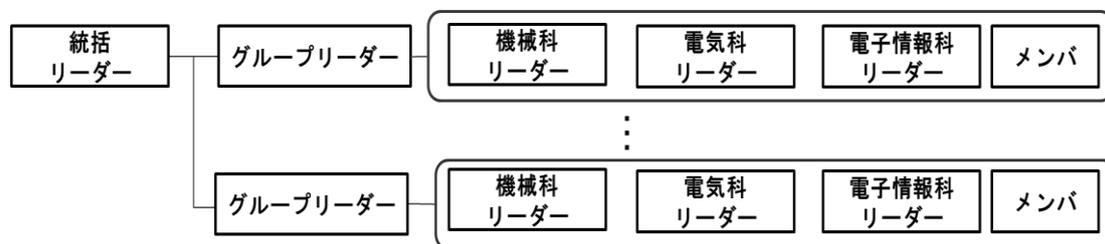


図5 グループ体制 (学生)

表5 各会議における目的

会議名	出席者	目的
グループリーダー	学生リーダー、グループリーダー(指導員)	相互進捗フォローアップ
グループ	学生、担当指導員	グループ別内容確認討論、進捗フォローアップ
グループ別指導員	指導員	グループ別方向付け討論
全体	指導員	全体連絡、年度末評価反省、年度始め方針討論

3-2-2. 計画フェーズ

計画フェーズでは、現場視察、企業側との打合せを手始めに、年間スケジュール、解決すべき問題点の抽出、予算について検討する。

(1) 年間スケジュールの作成 (スケジュールの策定)

計画フェーズにおけるスケジュール作成は、計画フェーズは詳細予定、実行・終結フェーズは概略予定を作成させる。計画フェーズ完了後は、実行・終結フェーズの詳細予定を作成させる (図6)。スケジュールはグループ全体、各科分を作成し、最終的に各科のスケジュールとグループ全体のスケジュールが同期しているか確認し、スケジュール作成が完了となる。

指導陣は、学生に計画フェーズ中に、詳細予定の作成、進捗報告、進捗管理、スケジュールの見直しという一連の流れを経験させ、実行フェーズ以降も同様の手順を進めることを意識づけさせる。スケジュールの遅れが生じた場合、その原因を明確にするとともに、その対策を検討させ、その作業の完了日を明確に示させることが重要となる。こ

のことで、それ以降、同様の作業でのミスが減り、スケジュールの遅れが生じづらくなり、各作業に必要な時間（期間）を正確に見積もることができるようになる。

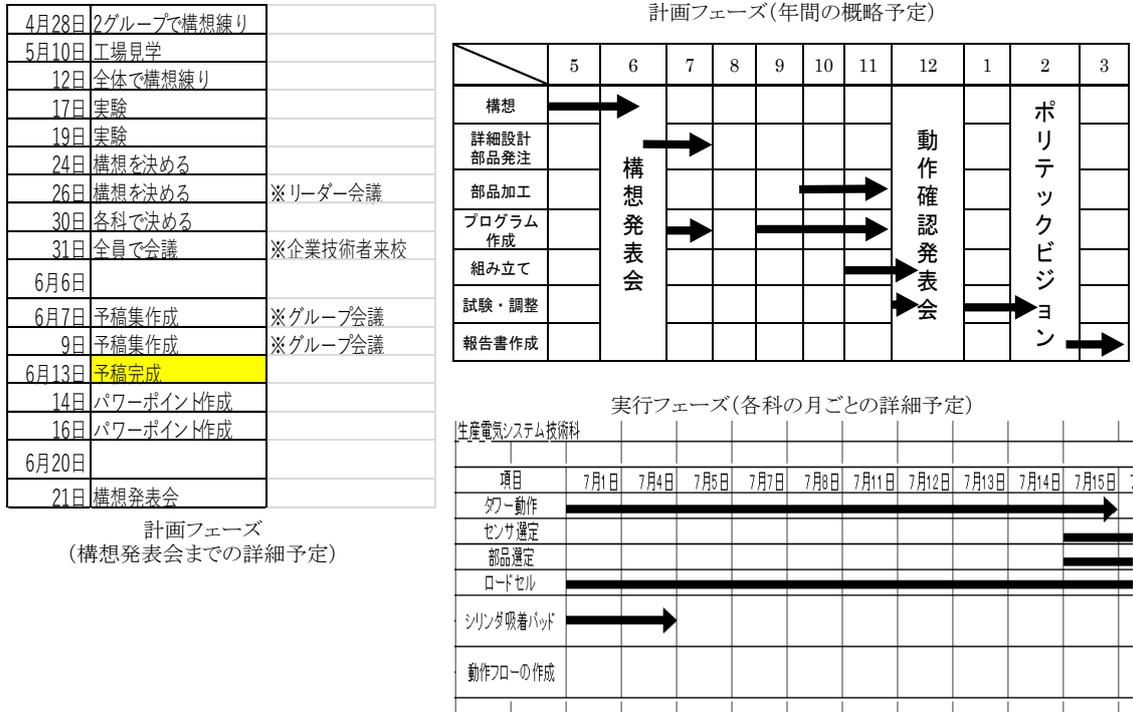


図6 スケジュール表

(2) 解決すべき問題点の抽出

基本構想の検討前に、現場視察及び打ち合わせ(図7)を行い、要求事項の把握や要求事項の優先度を理解する。その後、ブレインストーミングにより、事前に解決すべき課題の抽出とその対策を検討する(図8)。

企業は、学生のアイデアに大きな期待を持ちテーマを依頼している。そのため、指導陣は学生が発想した構想については、少しでも実現の可能性がある場合は、学生にその発想をまとめさせ発表させるよう指導する。学生は自ら考えた構想が候補に挙がることでモチベーションの維持に繋がる。また、自らの考えを積極的に述べる習慣を身につけさせることにも繋がり、このことは、企業との打ち合わせでは非常に重要なことである。

検討した複数の基本構想に対しては、必要な基礎実験を行い(図9)、各基本構想の利点・欠点をまとめさせ、グループとしての基本構想を企業へ提案する。依頼企業の要望とコストや期間といった制約条件を含めて、依頼企業から承認が得られるまで提案を繰り返す。企業から基本構想の承認が得られたのち、構想発表会で発表し、計画フェーズが完了となる。図10に筆者らが取り組んだテーマの基本構想を示す。



図7 依頼企業との打合せ及び視察



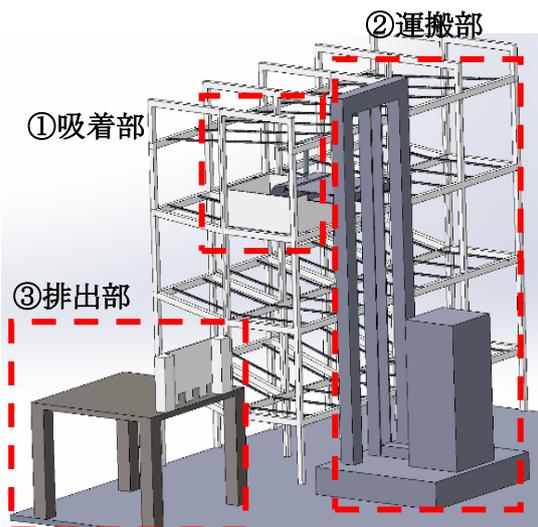
No.	課題	担当科	解決方法
1	温度によるメルシート材の硬度	機械・電気	空圧の調整 吸着パッドの形状、材質
2	エラーの確認（枚数、種類）	電気・電情	重さセンサによる検出
3	耐久性	機械	連続稼働回数を考慮した設計
4	1ケース内の複数箇所にシートがある場合の検出	電情	センサで検出

図8 ブレインストーミングの様子と課題抽出と対策の検討結果



	成功率	実現性	タクトタイム	コスト
ハンド	○	○	△	△
ねじ	○	×	×	○
吸着パッド	◎	◎	○	○
針	△	×	△	◎

図9 実験の様子及び実験結果の考察



基本構想

仕様

項目	要求仕様	開発目標
成功率	100%	100%
タクトタイム	90秒/車種	90秒/車種
対応シート数	36枚	12~16枚
連続稼働回数(年間)	36万回	36万回
寸法	W500~900以内	W500~900以内

予算

項目	単位：円
材料	300,000
部品	200,000
アクチュエータ	600,000
制御部品	300,000
電気科	
電子部品	100,000
センサ	100,000
情報科	
PC	100,000
タブレット	50,000
通信機器	50,000
合計	1,800,000

図10 メルシートの自動ピッキング装置の基本構想

(3) 予算 (コスト)

予算は成果物の価値となることから、基本構想検討時点で予算についても検討する(図 10)。学生には開発課題実習の進捗に合わせ物品管理をさせ、仕様変更が生じた場合において、予算面からも対応の可否が検討できるようにさせる。

3-2-3. 実行フェーズ

実行フェーズでは、週ごとの詳細な活動内容を決定し、実行後は週報(図 11)を作成し報告・連絡・相談を徹底的に行い、詳細計画等まとめていく。詳細計画は、装置開発を進めるなかで、依頼企業との打ち合わせや、企業技術者による支援を受ける場合、関東能開大と依頼企業間での意見調整を効率よくするために必要な事項である。

まず、週ごとのスケジュールに従い計画フェーズの基本構想に対して、実験を通して解決すべき問題点の解決策を決定する(図 12)。実験を行う際は、グループを編成させ、実験計画を立てさせる。実験では、再現性のある実験となるよう、実験環境及び結果を詳細に記録させる。

作成者	
科名	生産電気システム技術科
氏名	
(1) 概要	
日時	2018年9月23日
場所	三号棟
出席者	全員出席
(2) 作業内容	
作業内容	
モータ班 ・ 仮制御盤の作成。 ・ 予算見積もり表の作成 シリンダ・通信ユニット班 ・ 電子情報と PLC-PC 間の通信をする。 ・ 通信ユニット関連の部品を選定する ロードセル班 ・ PLC の X 力電圧を乾電池を使用して行った。 ・ CH1 の平均値データを読みだした。 ・ 値を安定させるためコンデンサの選定を行った。 ・ 倍率を 100 倍に変更して実験を行った。	
成果	
・ 電気の予算見積もり表を作成した。 ・ 整いたが通信が上手くできなかった。	

図 11 週報

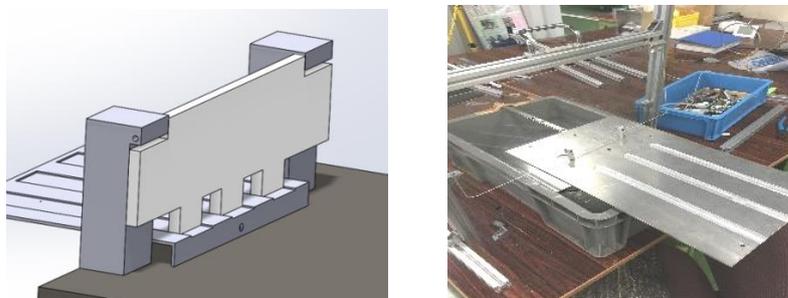


図 12 構想と実験による課題への対策検討

また、実行フェーズにおいても、グループ会議以外に、進捗会議やその他開催が必要な場合に臨時会議を開催する。各会議は効率的に進められるよう、事前に各科の学生リ

リーダーに打ち合わせをさせ、必要に応じて各科内の意見も収集をさせる。このことで、会議ごとに確実に成果が得られる。また、会議内容の記録については議事録（図 13）を作成させる。

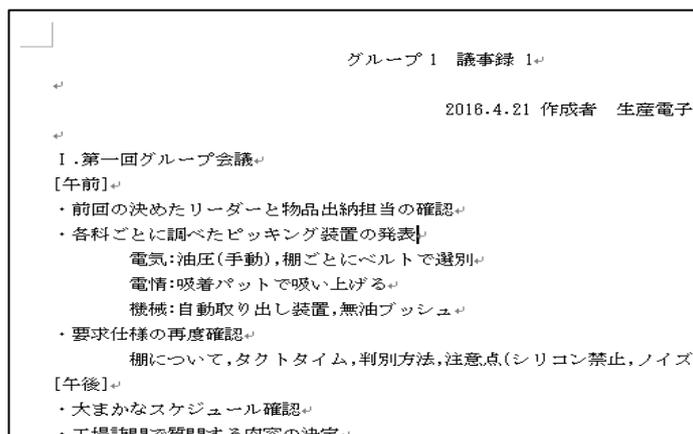


図 13 議事録

計画フェーズ時点の問題点解決後は、実際に加工・組立てを行い評価試験までを行う。加工・組立ての際は、3-2-2. 計画フェーズ（1）で述べた方法にて、加工・組立ての遅れの補正、3科の進捗の補正を行い、また、各作業における安全・5S 対策を徹底させる。評価試験では、企業の要求仕様の基づき評価項目を明確にしたのち実施させる。

不具合への対応としては、製作や組立の早い段階から、不具合発生時に学生とともに問題の切り分け手順を指導しながら問題箇所を特定し、対策を検討させる。このことは、実行フェーズの最終段階におけるトラブル時へのスムーズな対応に繋がる。

図 14 に筆者らが取り組んだテーマである「メルシート材」の自動ピッキング装置を示す。

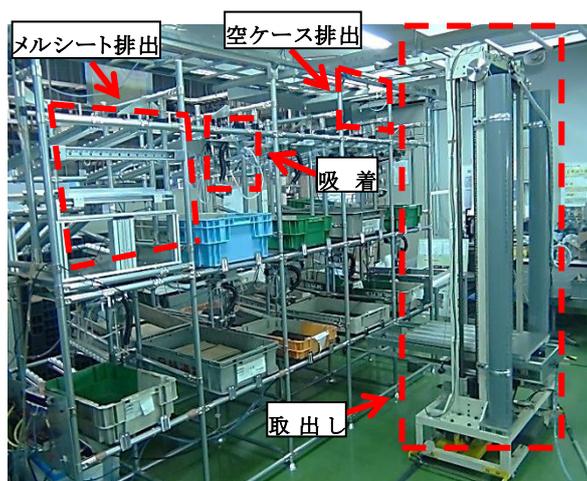


図 14 「メルシート材」の自動ピッキング装置

3-2-4. 終結フェーズ

終結フェーズでは、開発課題実習としてポリテックビジョン（最終発表会）での発表・装置展示を行う。依頼企業に対しては報告書及び操作マニュアル（図 15）の提出を行うとともに、別途報告会（図 16）を実施し検収を受ける。検収では企業技術者による動作及び仕様の最終確認が行われ、終結フェーズが完了となる。



図 15 作成した報告書等



図 16 企業への報告会様子

4. 考察

開発課題実習をマネジメントする際に、特に意識したグループ形成、進捗管理、リスクマネジメントの考察を以下に示す。

4-1. グループ形成

グループ形成は、重要な点として目標を共有すること、成立期-動乱期-安定期-遂行期というプロセスへの対応がある²⁾。筆者らの取り組み内容を表 6 に示す。

表 6 グループ形成に対する取り組み

項目	取り組み
目的の共有化	<ul style="list-style-type: none">・グループ決定直後に、企業による説明の機会を設定・指導陣を含めたグループ全員で目標を共有
グループ活動の意識づけ	<ul style="list-style-type: none">・依頼企業、指導陣を含めた会議を設定・学生一人一人の役割（責任）を明確にする
モチベーションの維持	<ul style="list-style-type: none">・各フェーズの明確化・企業技術者を含めたコミュニケーション機会の確保と環境づくり・学生一人一人の担当（責任）を明確にする

4-2. 進捗管理

スケジュール管理は PDCA サイクルを意識することが重要である。関東能開大の開発課題実習では定期的なグループ会議や、表 2 に示すフェーズ区切りを明確にしていることから、進捗確認及びスケジュールの見直しのタイミングが明確なため、学生も PDCA サイクルを意識して活動できた。

しかし、開発課題実習は、企業の抱えている課題への対応のため、製作や対応に想定

以上に時間がかかることがあり、また、季節により装置で扱う材料（今回の場合はメルシート材）の状態が予想以上に変化することもある。そのことで、場合によっては特定の科に進捗の遅れが生じ、グループ全体の進捗に影響が出てしまう。他の科はその科の遅れを補正中に、製作装置の試験を継続し完成度を上げるなど対応しているが、装置全体の調整時間が短縮されることとなる。筆者らが担当したテーマでは、当初予定していた企業内での動作試験が実施できなかった。4-3で述べるが、リスク分析やリスクマネジメントを導入により対応していくことが重要と考える。

4-3. リスクマネジメント

実際の装置開発において、安全な製品の供給することが重要となるため、企業ではリスクマネジメントを実践している。開発課題実習では、学生に対し安全・5S 対策については徹底しているが、製品開発におけるリスク分析やリスクマネジメントが不十分と考えている。導入に向けた検討が今後の課題である。

5. おわりに

本報告では関東能開大応用課程で実施している開発課題実習におけるマネジメント方法について述べた。開発課題実習は1年という長い期間で取り組むため、学生のモチベーションを維持させることが難しい。そのため、定義、計画、実行、終結フェーズに分類し、かつ、各フェーズにおいてPDCAサイクルを意識した取り組みが重要であった。

本報告で紹介した取り組みによる成果として、本装置の開発は、全国に設置された能開大（10校）の中で、優れた実習成果物として、開発課題部門の最優秀賞に選定された。また、本装置は作業の効率化を実現し、実際に工場で実用化が予定されていることから、日刊工業新聞に掲載された⁶⁾。

今後も開発課題実習を通して、学生に対しより実践的な技術・技能を身につけさせるとともに、地域企業への貢献が行えるよう努力していく。

参考文献

- (1) 基盤整備センター, 応用課程課題の要約「メルシート材」の自動ピッキング装置の開発(H28)」, https://www.tetras.uitec.jeed.or.jp/database/senmon_ouyou_katei_kadai/search_kadaiyouhou/detail/1035 (最終閲覧日: 2019年7月30日)
- (2) 鈴木 安而, よくわかる最新プロジェクトマネジメントの基本と要点, 秀和システム, 2018年, pp. 10-13
- (3) 村松 東, プロジェクトコミュニケーションマネジメントの実践効果, 豊橋創造大学紀要, 第16号, p. 68, 2012
- (4) 横山真一郎, プロジェクトマネジメントのための基礎教育, 工学教育 (J. of JSEE) , 61-5, p. 15, 2013
- (5) G・マイケル・キャンベル, 世界一わかりやすいプロジェクトマネジメント, 綜合法令出版, 2019年, p. 30
- (6) 日刊工業新聞, 2017年3月27日, 関東能開大と日産栃木、車体制振材のピッキング

装置を開発-開発効率 12%工場, <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00422256>
(最終閲覧日 : 2019 年 7 月 30 日) ※資料参照