

テーマ 昨今の訓練事情を考慮した開発課題の指導方法

副題 創造工学を用いた開発課題指導の一考察

所属施設 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構

執筆者 乾 勝典 (東北職業能力開発大学校)

共著者 小林 崇 (関東職業能力開発大学校)

菅野 金一 (東北職業能力開発大学校)

本郷 秀明 (東北職業能力開発大学校)

## 第1章 緒言

### 1-1 応用課程で養成する能力<sup>1)</sup>

応用課程では、ものづくりを担う「現場の智慧を有する」職業人の育成方法として典型的なOJTを指導の基盤と位置付けている。応用課程カリキュラムは大学校を理想的な仮想現場に見立て、限られた訓練時間の中で効率的かつ効果的に行う教育訓練システムとして構築されている。また、訓練科目は、就業を前提とし、我が国の産業界ニーズさらには地域ニーズ等を十分に考慮した上で、その業務・職務を遂行するために必要な実践的能力と資質を開発・向上させる内容となっている。

これらに対応して応用課程では以下の6つの能力を養成している。

- (1) 専門的知識及び工学的理論体系を実務に適用する能力
- (2) 品質、コスト及び納期をバランス良く調和させることのできる能力
- (3) 独自性を持って創意工夫できる能力と構想力
- (4) 技能・技術の複合に対応することのできる能力
- (5) 職業人に必要な基礎能力(5Sなど)
- (6) ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル

これらの能力を養成するために、応用課程担当指導員は、技能・技術の活用に関する指導において、幅広い専門性を必要とする課題解決のためのコーディネイター（課題を認識させる、問題解決のヒントを与える、問題解決の見本を提示する）の立場で指導を行っている。また、学生の自主性を促すとともに生産現場の業務遂行形態を実施させている。しかし、学生は様々な局面において戸惑い、失敗あるいは挫折を経験する。応用課程担当指導員は、このような局面から抜け出すきっかけを、その言動、意思決定プロセス、問題解決方法等を通して手本を示すなど、グループ運営の模範となる必要がある。

### 1-2 本研究の目的

応用課程では6つの能力を養成するために専攻学科、専攻実技、標準課題、開発課題を実施している。学生は専門課程や応用課程で得た専門知識・技能を活用し、標準課題、開発課題に取り組む。特に開発課題では、課題の解答は教科書にないものである。今まで培った専門知識・技能の利用と創造的努力がなければ解決できない。開発課題の中で直面する様々な問題を解決できる能力を付与する必要がある。そこで、創造工学を用いた問題解決手法を開発課題の指導に導入した。創造工学については諸説あるが、Osborn, A. F.の学説を参考にした。ものづくりは創造工学を用いた問題解決手法を習慣化することで生まれると考えた。学生に創造工学を用いた問題解決手法を習得させることによって課題発見力、分析力、自主的な問題解決能力を付与できると考えた。さらに、繰り返し、実施させることによって独自性を持って創意工夫できる能力と構想力を養うことができると考えた。また、アイデアを形にしていく意欲とそれを下支えする知識や技術こそが想像を創造に変える力であると考えた。創造工学を用いた問題解決手法を開発課題の指導に導入し、その効果を検証した。

応用課程で指導する方法は、「指導員は問題解決のためのコーディネイターに徹することが好ましい」とされている。学生の自主性を促すとともに、生産現場の業務遂行形態を学習させる目的である。学生に教えすぎないで、自ら考えさせる方針で標準課題や開発課題を実施している。よって、指導と自主性のバランスは重要である。指導しすぎてもしなくても好ましくない。しかし、学生は問題解決の途中で思考を停止してしまうことがある。学生が自分の中から何かを引き出すには、それなりの生きた知識や方法論をもっていなければ無理である。最近の教育及び訓練事情を考慮すると、この傾向が多発しているように感じられる。これらは、大学生の基礎学力低下に起因することと思われる。これらの要因から大学校の訓練現場においても、開発課題の内容やカリキュラム、進め方等の見直しが議論・検討されてきている。そこで、これらの解決策として、開発課題の問題解決に取り組む過程において、学生の自主性と学生への指導のバランスを取る方法として、ミニ講義を開催した。ミニ講義では、問題解決の直接の解を与えるのではなく、解決のヒントを与える。これにより、学生の自主性を損なうことなく円滑に創造工学を用いた問題解決手法を習得できると考えた。その後、ミニ講義の効果を検証した。

### 1-3 本論の構成

本論文では開発課題に創造工学を用いた問題解決手法を導入し、その有効性について述べる。

第2章では、最初に本研究で参考にした創造のメカニズムについて述べる。創造工学については諸説あるが、Osborn, A. F. の学説を取り入れた。Osborn, A. F. の学説から開発課題に適用できる創造過程を検討し、再構築した。また、本研究を適用した開発課題概要についても述べる。

第3章では、創造工学を用いた問題解決手法の具体的な適用方法について述べる。開発課題初期において、学生に創造工学を用いた問題解決手法を理解させた。また、開発課題中期からは、学生にその手法の定着から活用させる取り組みを実施した。また、開発課題の中で問題解決を実施している学生と担当指導教官の係わりについて述べる。学生の自主性を重視しつつ、問題解決を円滑に進めるためのヒントを与えるミニ講義を実施した。

第4章では、創造工学を用いた問題解決手法の効果について述べる。効果の検証のため、学生に対して、開発課題を始める前、中間、終盤においてアンケート調査を行った。また、学生が問題解決する過程で考え出したアイデア数とその妥当性の評価を行った。これらの結果から創造工学を用いた問題解決手法の効果を検討した。

第5章では、本研究で得られた結果の要約について述べる。

## 第2章 理論

### 2-1 創造工学<sup>2)~6)</sup>

創造のメカニズムについては諸説あるが、本研究では Osborn, A. F. の学説を参考にして考えていく。オズボーンは発明・技術革新・新製品開発について、「発明・技術革新・新製品開発は思いつき・閃きだけから生まれるものではない。また、思いつき・閃きから生まれるものは僅かである。そのプロセスは不規則かつ混沌としたものではない。そして、発明・技術革新・新製品の開発の多くは問題解決のプロセスを適切に行うことによって生まれる」と述べている（図1）。

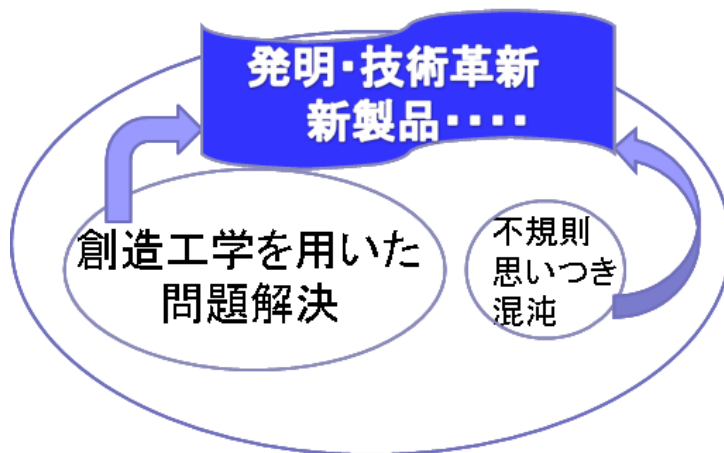


図1 発明・技術革新・新製品開発のプロセス

Osborn, A. F. が提唱する発明・技術革新・新製品開発における問題解決プロセスを図2に示す。7つの過程（以下、創造過程）を的確に実施することによって、問題解決を図り、発明・技術革新・新製品開発を効率良く行うことができるとしている。この7つの創造過程とは、発生した問題に対して①見当づけ：問題の所在を指摘する，②準備期：適切な資料を収集する，③分析期：関連する素材を分析する，④着想期：さまざまなアイデアによる選択を積み重ねる，⑤孵化期：啓示を得るために休止したり，あたためたりする，⑥統合期：個々の素材の断片を整合性あるものに統合する，⑦評価期：生成したアイデアの評価，を実施して最適な解を求めるものである。そして，この創造過程は訓練によって習得できるとしている。また，この学説の核心は，創造過程を通して問題解決を図り，それを繰り返すことによって，創造性を開発することができるということである。

応用課程では学生の自主性を促し，教えすぎないで自ら考えさせることに重点をおいている。そのため，自主性を持った問題解決能力を学生に付与する指導を行っている。Osborn, A. F. が提唱する創造工学を用いた問題解決プロセスを導入することによって，この能力をよりの確に付与できると考えた。

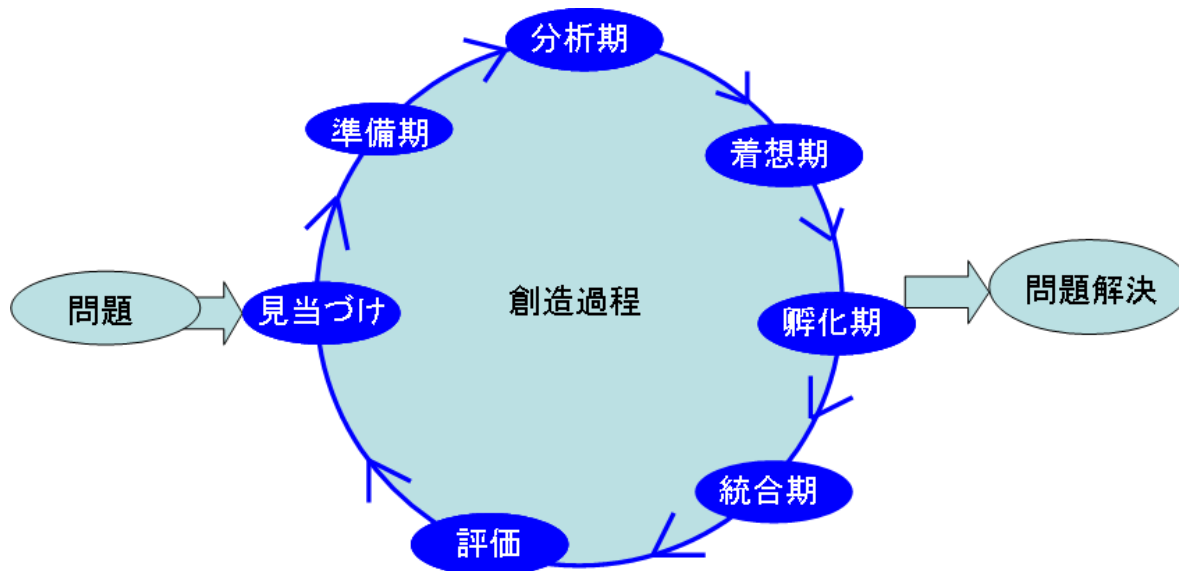


図2 Osborn, A. F. が提唱する発明・技術革新・新製品開発  
における問題解決プロセス

## 2-2 開発課題へ適用する創造工学の再構築

Osborn, A. F. が提唱する創造過程を検討し、新たな創造過程を再構築した。学生に理解し易いようにシンプルな創造過程の作成を心がけた。再構築し、開発課題へ適用した創造過程を図3に示す。その再構築したポイントは、①問題とは何か、②情報（知識）の収集、③問題解決、④評価、である。

学生は課題提示者である顧客（担当指導教官及びテーマ選定企業）から問題を提示される。そして、以下のようなプロセスに従い、学生グループは次の手順によって問題解決を行う。

- ① 問題とは何か：「問題はなにか」を検討する。顧客からの基本的要求、そこから発生する基本的な問題を徹底的に検討する。
- ② 情報収集：次に情報の収集を行う。これは、問題の解答を見つけるために先行他社製品・文献・資料の調査、顧客（テーマ依頼企業又は担当指導教官）との打ち合わせを行う。場合によっては、情報収集の結果から問題がさらに明確化することもある。
- ③ 目標明確化：明確化された問題に優先順位をつけ、解く順番を決定する。また、できる限り問題

を数値目標化する。

- ④ 手段決定：一つの問題に対して発散的に問題解決のアイデアを提案し、一つのアイデアに収束する。そのアイデアの妥当性を検証するためにスケッチ等を行い、アイデアをできる限り具現化する。そして、現段階で妥当と思われるアイデアを問題解決の手段として決定する。
- ⑤ 解答レビュー：要求・要望等を再検討し、④で出された解答が妥当であるか再検討する。
- ⑥ 製作と確認：検討された問題解決のアイデアの効果が不明確であれば、試作等を行い、さらに妥当性を検査する。
- ⑦ 評価：検討したアイデアを様々な視点から評価する。課題提示者である顧客（担当指導教官及びテーマ選定企業）に説明し、評価を受ける。

開発課題の中で一つ一つの問題に対して、この7つのプロセスを的確に実施させることによって、課題発見力、分析力、自主的な問題解決能力を付与できると考えた。さらに、繰り返し、実施させることによって独自性を持って創意工夫できる能力と構想力を養うことができると考えた。このプロセスを開発課題の全てにおいて実施し、その有効性を検証した。

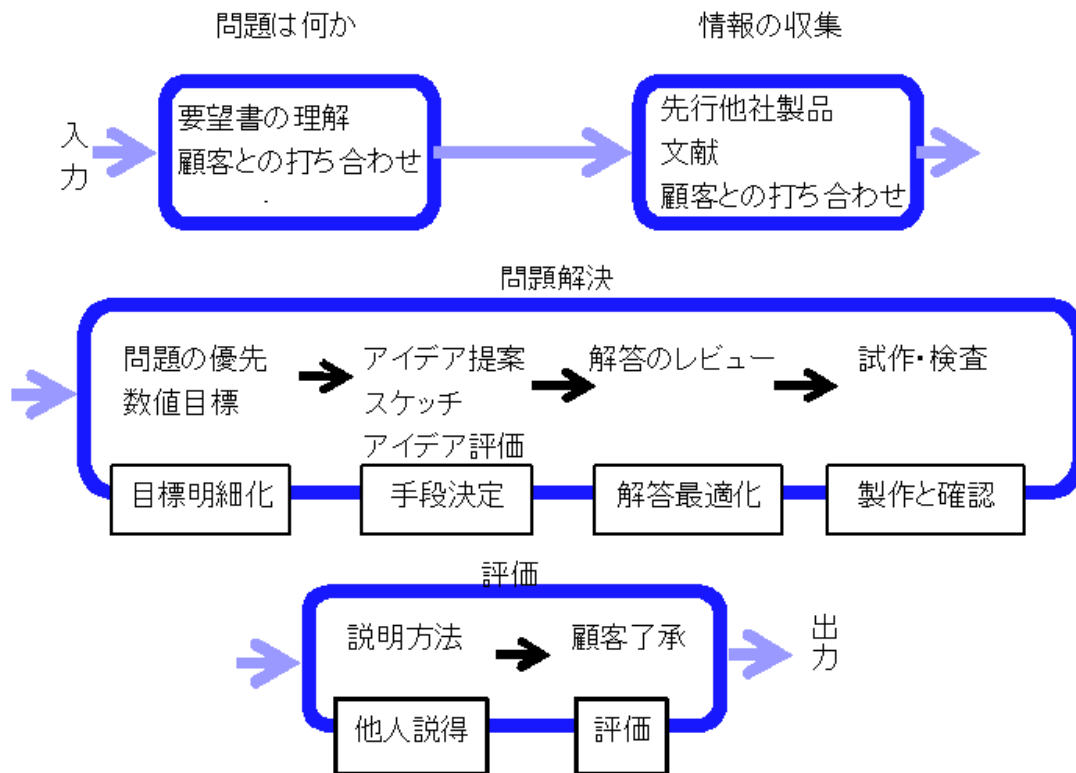


図3 再構築した創造過程

### 2-3 創造工学を適用した開発課題テーマの概要

創造工学を適用した開発課題は段ボール包装システムの製作である。段ボール包装システムとは折り畳まれた段ボールの立ち上げ、折り畳み、商品の挿入を自動で行う一連の装置のことである。省力化・コスト削減に有効であり、様々な機器が製品化され、企業で導入されている。本開発課題テーマは、宮城県大崎市の食品加工会社 T 株式会社からの依頼テーマである。装置概観及び今年度自動化した工程を図4に示す。今年度については、段ボール上蓋を折りたたみ、テープで封函する工程を自動化した。設計・製作された装置は折りたたみ機構、テープ貼り機構、コンベア機構、制御部から構成されている。図5に設計・製作された装置、図6に動作の様子を示す。

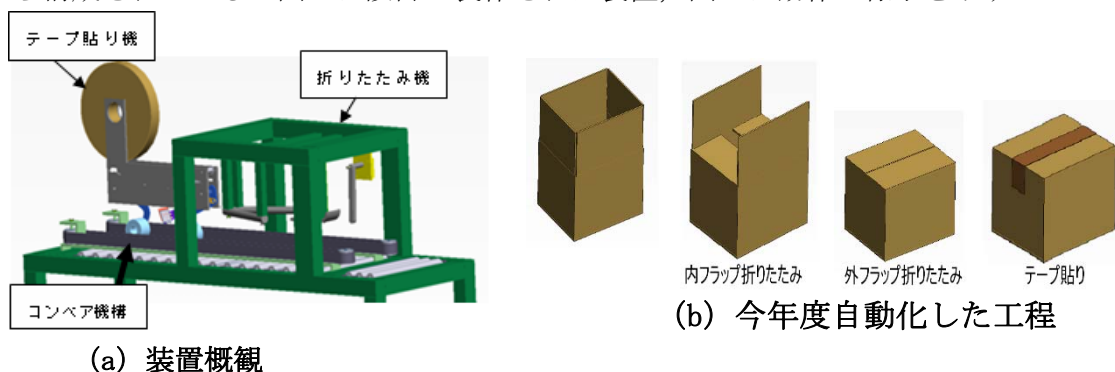


図4 開発課題テーマ概観

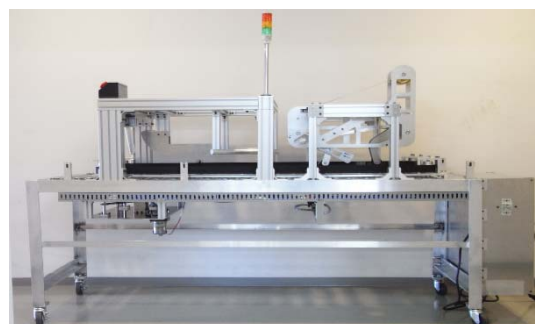


図5 設計・製作された装置



図6 段ボール自動封函機の動作の様子

## 第3章 実践

### 3-1 創造工学を用いた問題解決手法の理解から定着へ

創造工学を用いた問題解決のプロセスを理解・定着させるために、段ボール自動製函機の仕様書作成を行わせた。まず、担当指導教官は開発課題の目標として要望書を学生グループに与えた。この時、実際に与えた要望書を図7に示す。そして、担当指導教官は開発課題の進め方、創造工学、仕様書についての基本的な知識を付与するために講義を行った。最終的なアウトプットを段ボール自動封函機の仕様書と設定し、学生グループに創造工学を用いた問題解決のプロセスを以下のように体験させた。

#### ① 「問題は何か」プロセス

学生グループは与えられた要望書を的確に理解するため、顧客（T株式会社の担当者、担当指導教官）との打ち合わせを行い、問題点を把握した。要望書には必要最低限しか記述されていない。よって、顧客との打ち合わせによって、開発に必要な様々な情報を入手する必要がある。そして、顧客の要望を的確に把握していった。また、学生グループはKJ法を用いて問題点を鮮明にしていた。

#### ② 「情報の収集」プロセス

学生グループは先行他社製品の仕様等を調査した。調査数は34社、製品数は105である。ここで、先行他社製品の技術の集積と要約を作成し、問題解決への糸口となる資料とした。

#### ③ 「問題解決」プロセス

①及び②で明確になった問題点について、問題解決・評価を行った。ここでは、仕様書作成の段階で学生グループが様々な問題解決を行った一例を図8に示す。学生グループは問題として、平面段ボールを起こし、上下の蓋を閉じ、商品の挿入、テープ貼りをする機構は難しいということ挙げた。これは大規模装置になり、製作コストも高額になり、1年という開発課題の取り組み期間内に一定の成果をあげることは難しいという理由からである。また、T株式会社の要望は、段ボールの立ち上げ、下蓋の折り畳みとテープ貼り、商品の詰め込みを手動で行い、上蓋の折り畳みとテープ貼りを自動で行うことである。

そこで、学生グループは解決アイデアとして、完全な包装システム（平面段ボールを起こし、下面蓋の折り畳みとテープ貼り、物品の箱詰め、上面蓋の折り畳みとテープ貼り）を4つに分け、開発することを提案した。学生グループは、このアイデアは提案に十分値すると判断した。



発行日：平成21年4月21日			
顧客名		要 望 書	
変更	DW	要 件	1
	D	<p>1. ダンボール自動製函機を設計・製作すること。ただし、下記の装置概要を十分満たすこと。</p> <p>装置概要： 平面上に折りたたまれたダンボールを起こし、下面フラップを組立・テープ封函後、箱詰めを行い、上面の内外フラップを折りたたみ、テープで自動封函する。</p> <p>また、技術の状況（競合製品等）を考慮し、新機構又は、新概念等を全部又は一部について盛り込むこと。</p>	担当  全体
第 号（年 月 日）と差し替え			
注) D：要求 W：要望			

図7 開発課題要望書

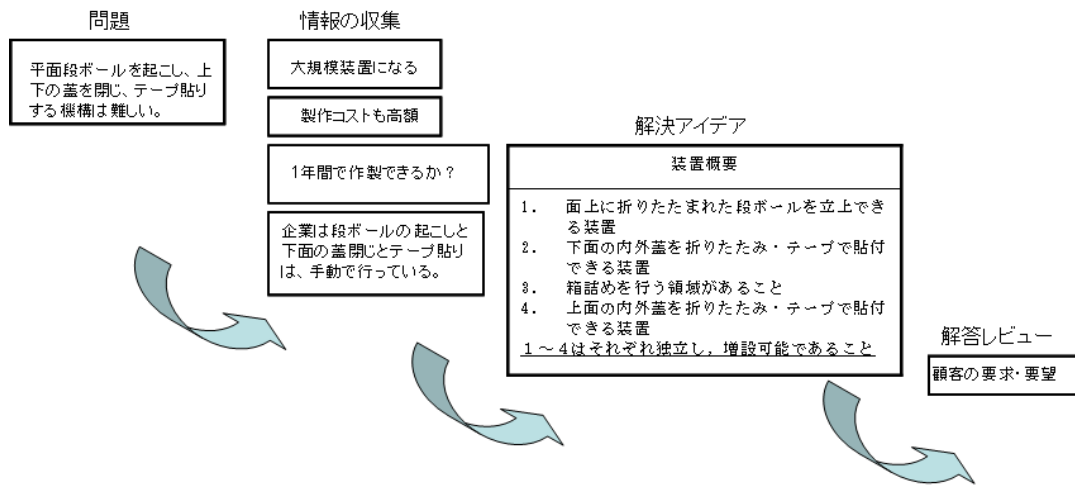


図8 問題解決を行った一例

④「評価」プロセス

その後、このアイデアを顧客（T 株式会社の担当者、担当指導教官）に説明・説得し、了承された。担当指導教員より与えられた要望書を基に学生グループが検討し、作成した仕様書抜粋を図9に示す。まず、学生グループが顧客の要望から初期に作成した仕様書抜粋を（a）に示す。そ

の後、①～④のプロセスを経て再検討し、問題点を抽出、情報収集、問題解決、評価を行った仕様書抜粋を (b) に示す。

このように学生グループは仕様書作成段階において創造工学を用いた問題解決手法を体験し、そのアウトラインを理解した。

発行日：平成21年5月8日				
顧客名	仕様書 (概念設計)			2-1
変更	DW	要	件	担当
D		装置概様：平面上に折りたたまれたダンボールを起こし、下面フラップを組立・テープ封函後、箱詰めを行い、上面の内外フラップを折りたたみ、テープで自動封函する		
発行日：平成21年5月8日				
顧客名	仕様書 (概念設計)			2-2
変更	DW	要	件	担当
D		寸法：①ダンボールをフラップ折りたたみ、テープできる寸法であることかつ従来品よりコンパクト ②封箱作業者の作業性を考慮した寸法である。		
D		フラップ折りたたみ：内外フラップを自動で折りたたむ		
D		封函：テープにより自動で封函できること		
D		搬送：①ダンボールを円滑に搬送し、搬送開始からフラップの自動折りたたみ、自動封函を完了		
W		制御：起動スイッチを押すと搬送し、自動でフラップによる封函を自動で行うこと		
W		安全と人間工学：①緊急停止等の安全装置をつけること ②装置の動作原理は環境上良好であること		
W		動力源：①AC100V 単相とすること ②空気圧源を使わないこと		
第 号 ( 年 月 日 ) と差し替え				
注) D：要求 W：要望				

発行日：平成21年5月8日				
顧客名	仕様書 (概念設計)			2-2
変更	DW	要	件	担当
21.5.8	D	装置概様：①平面上に折りたたまれたダンボールを開函できること ②下面フラップを組立・テープ封函できること ③箱詰めを行う領域があること ④上面の内外フラップを折りたたみ、テープで自動封函できること ただし、①～④は、それぞれ独立し、増設可能であること		
第 2-1 号 (平成21年4月23日) 装置概様部分の変更 注) D：要求 W：要望				

(a) 作成された仕様書抜粋

(b) 問題点を解決した仕様書抜粋

図9 作成された仕様書抜粋

### 3-2 創造工学を用いた問題解決手法の定着から活用へ

仕様書作成を終了し、学生グループは課題テーマの構想・企画、開発・設計、生産準備段階、生産段階において様々な問題点を抽出していく。そして、情報収集、問題解決、評価を繰り返し、自らが作成した仕様書に沿うように製品開発を行っていく。この中で創造工学を用いた問題解決手法を繰り返し実施させ、定着から活用を目指して指導を行った。

図10は手段決定プロセスにおいて、学生グループが実施したプロセスである。目標明細化の段階で具体化した問題点を解決するために、学生グループは発散的に様々なアイデアを考えた。そして、それを評価し、解答を決定する。この時に大切な判断基準は最終的な解答に結びつく目標であること、前進が期待できる解答であること、である。発散的に出したアイデアをこの二つの条件に照らし合わせて、一つのアイデアに収束させた。収束されたアイデアの性能に不明な所があれば、製作と確認プロセスを実施し、試作・検査を実施し、妥当性を確認した。

問題解決プロセスの中で一番重要なことは、最も良い手段を選択することである。この段階の出力は明細化された目標と最大限合致し、問題解決者が満足するものでなければならない。これは、有形の具体化物の提案である。例えば、スケッチ、図面、ポンチ絵その他の方法等である。これらは、その後、回路、機械、システム等、具体的な創造物になるものである。手段決定段階では、慎重で、困難な創造的思考が求められる。満足な解答が提案されるまでは、問題解決のために、全能力を発揮することが要求される。設定目標に対して解答案ができると、自分が最終的に納得するまで、解答案を小段階に変形し、修正する。この小段階の変形・修正を繰り返し、アイデアを熟成していく。

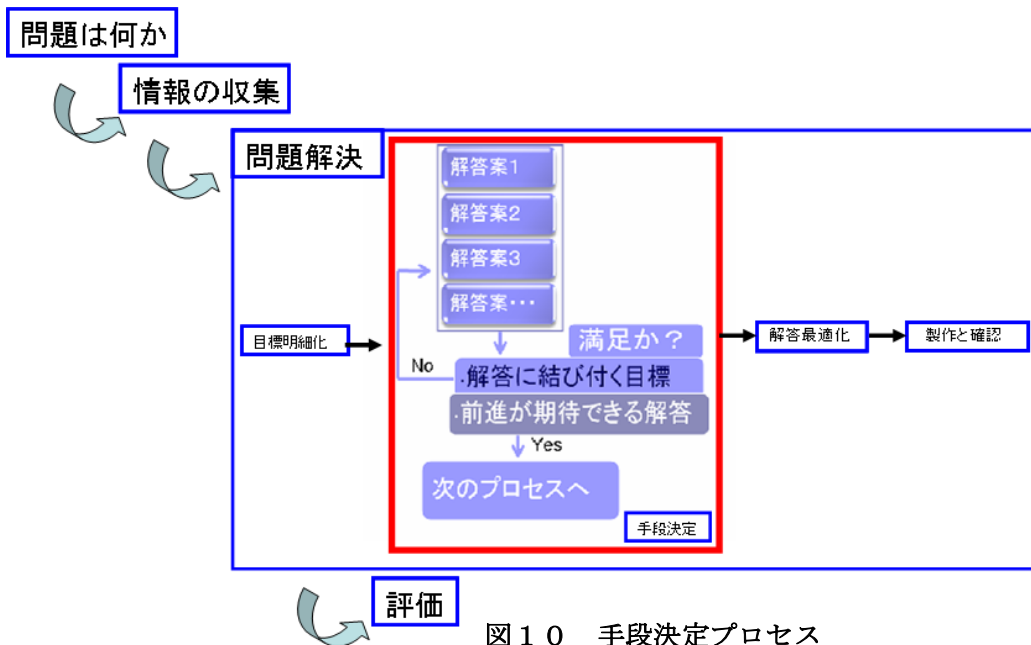


図10 手段決定プロセス

図 1 1 に学生グループが行った問題解決プロセスの一例を示す. (a) は段ボールを搬送するベルトコンベア機構, (b) はテープ貼り機構である. 各問題に対し, 発散的に解決の解答案を出し, 最適な解答の方向に繋がるアイデアを採用し, 製作と確認を経たものである. 最初の解答案は, 「このような物が良いと思われる」という観点から考えられ, 小段階の変形・修正を繰り返して, 最終的なものになったものである.

学生グループはあらゆる問題に対して, このプロセスを繰り返し, 実施して創造工学を用いた問題解決手法の考えを定着させ, 活用し, 習得していくことになる.

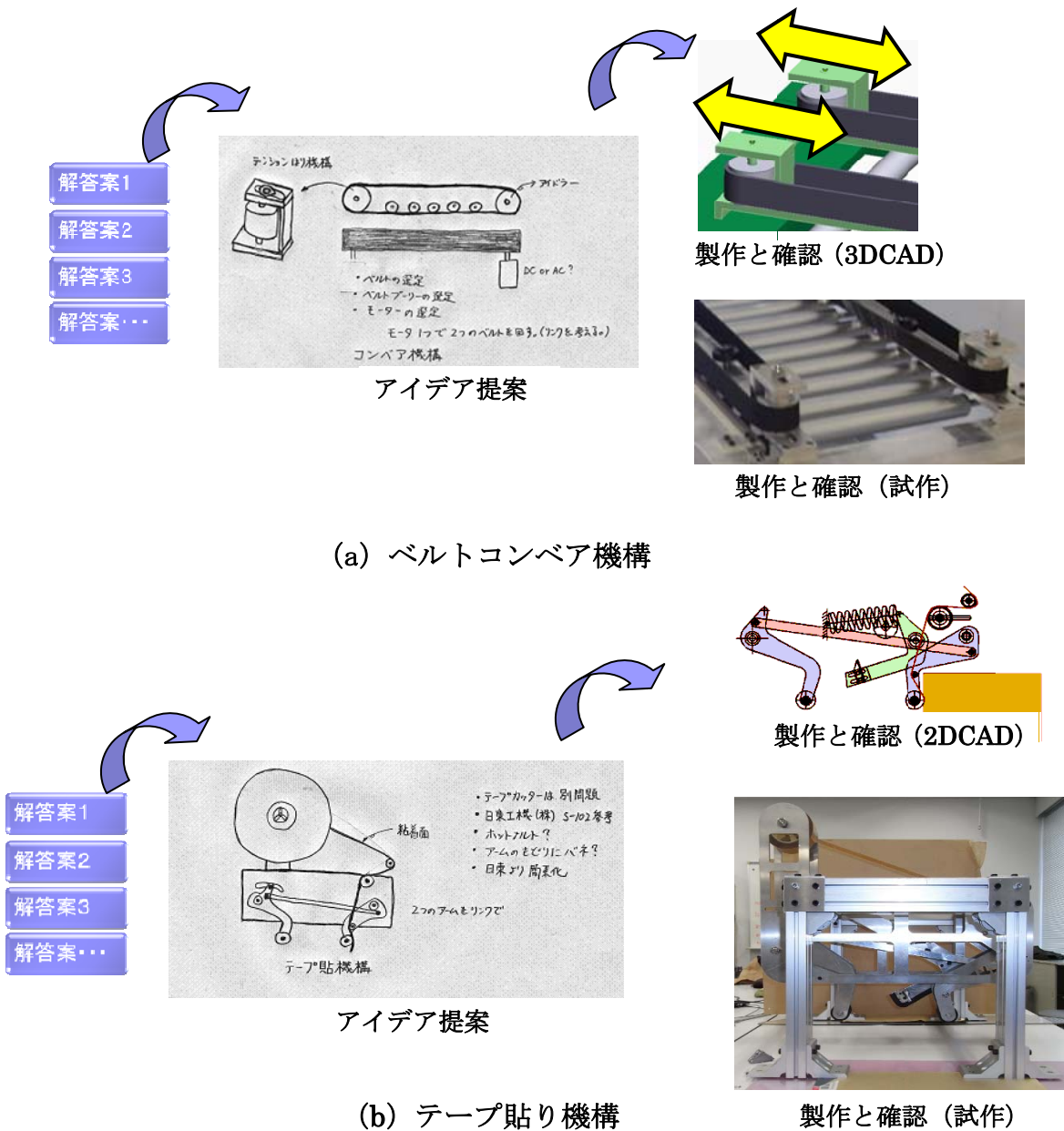


図 1 1 問題解決プロセスの一例

### 3-3 創造工学を用いた問題解決手法における指導員の係わり

#### (1) ミニ講義

開発課題の中で問題解決を実施している学生と担当指導教官の係わりは重要である。指導しすぎてもしなくても好ましくない。

問題解決の途中で学生が思考を停止することがある。最近の訓練事情を考慮すると、この傾向が多発しているように感じられる。これは人生経験の浅さや自主的にものづくりに取り組む経験が少なく、生きた知識・技術の蓄積に乏しいためである。また、問題解決の解を担当指導教官が与えた場合、知識・技術の付与という効果はある。しかし、学生の問題解決に対する自主性は大きく損なわれることもある。

学生が創造工学を用いた問題解決を実施している時、問題解決プロセスで出される解を担当指導教官が与えたのでは学生の創造過程を崩壊させてしまう可能性がある。また、問題の難易度に関係なく、自主的な解決を望み、放りっ放しだと前進しない時がある。そこで、これらの対応策として、ミニ講義を開催し、問題解決に対するヒントを与えた。担当指導教官は目標明確化段階で抽出された問題の難易度によって、ミニ講義の開催を決定する。ミニ講義の開催は、学生の希望によるものと担当指導教官が開催の判断をした時に実施される。いずれの場合も問題解決のヒントを与え、これから訪れる問題に対処できる知識や方法論のヒントを与えることを目的としている。これにより、創造工学を用いた問題解決を円滑に進めさせ、自主性を持った問題解決能力を付与できると考えた。さらに、自主性を持って創意工夫できる能力と構想力を養うことができると考えた。図12に実施したミニ講義を示す。

実施日程	講義内容
6月15日	開発課題の進め方
6月17日	創造工学を用いた開発課題の進め方
6月22日	仕様書について
6月23日	総合的のものづくり人材について
7月24日	金属材料の選び方
9月4日	締結体の選び方
9月8日	ねじの設計
9月10日	溶接技術
9月11日	溶接実習
9月17日	溶接実習
9月18日	溶接実習
9月25日	金属材料の選び方

講義時間：平均 60 分  
テキスト：A4 判で 3～4 枚程度

担当指導教官の提示

学生からの要望  
及び  
先回り指導

図 1 2 実施したミニ講義 (9月末現在)

次にミニ講義の一例について述べる。この事例は詳細設計段階初期において、ねじ締結体設計を行っていた時のものである。学生グループは、ねじサイズと感覚からねじ締結体設計を行っていた。これは、問題を問題として抽出出来なかったことを示し、創造工学を用いた問題解決手法自体の「つまずき」である。そこで、先回り指導としてねじ締結体のメカニズムとねじ締結体の設計方法についてミニ授業を実施した。図13は、その時の教材とカリキュラムである。実施した結果、不十分ながらねじ締結体設計を行うことができるようになっていた。

また、開発課題初期に、基礎学力の向上を目指し、工学に必要な基本的なスキルの復習（例えば、材料力学、機構学等）も実施した。これも理解するためのヒントを与えることに徹する内容としている。多忙を極める教員と学力の不足する学生にとってこの方法は、有効であることがわかった。

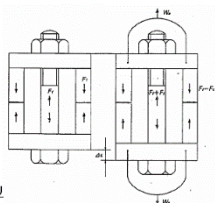
カリキュラム概要	ねじ締結体のメカニズムとねじ締結体の締め付け管理方法を習得させる
1. ねじ締結体のメカニズム  2. ねじ締結体の締め付け管理	(1)ねじの力学 (2)トルクと軸力の関係 (3)ねじの強度区分 (4)作用する内力と外力 (1)トルク法

**ねじ締結体のメカニズム**

被締結品のねじ締結体では、一般に初期締め付け力の目標値をボルトの規格降伏点又は耐力の60%~70%の弾性域にとり、締結体に外力が作用してもボルトが弾性域を超えないように設計又は締結されている。

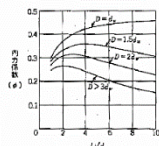
ボルト・ナット締結体の関係を図1に示す。ねじ締結体には、締結力としてボルト自体に引張力が働いている。また、被締結体には、大きさが同じ圧縮力が作用する。



**【図1】 ねじ締結体の外力と内力の関係**  
 $W_a$ は外力、 $F_f$ は外力のうち、ボルトが負担する分、 $F_c$ は外力のうち、被締結体が負担する分、 $F_t$ は締結力

ねじ締結体に外力  $W_a$  が掛かるとボルトと被締結体で外力を分担する。図2に内外力比を示す。設計では、内外力比を 0.25~0.3 として計算する。

例 外力が 1000N 作用したとするとボルト自体には 200N 作用することになる(内外力比 0.2 のとき)。残りの 800N は被締結体に作用する。

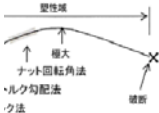


**【図2】 ねじ締結体の内外力比**  
 長さが 100mm で底面の直径が 10mm であれば、 $L/d=10$  となる。もし、 $D=d_w$  としても  $\phi=0.46$  程度となる。

**ねじの強度区分**  
 3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 9.8, 10.9, 12.9 の 10 段階があります。  
 左の数字 … 引張強さの最低値の 100 分の 1 が左の数字になります  
 右の数字 … 降伏点または耐力  
 例) 3.6 の場合 → 200 の 0.6 倍の降伏点を押す事を表している。

ク勾配法、ナット面転角法の3つがある(図3)。現場では、トルクレンチを用いて、目標トルクを入れればよい。

ねじ面の摩擦は、一定ではないため、適性トルクを入れる? ……



**3 各種ねじ締め方法**

- ① 構造が単純化できる
- ② 材料が節約でき、製品の加工工数が少なくてすむ
- ③ 水密性・気密性が高い
- ④ 厚さに関係なく、接合できる

デメリット

- ① 局部的な加熱・冷却によるひずみ・残留応力の発生
- ② 母材の材質変化が起こる
- ③ 分解ができない

④ 締め付けトルクを求める。

$$T = F \times F_f \times d = 0.2 \times 12982 \times 10 = 25964 \text{ N} / \text{mm} = 25.96 \text{ N} / \text{mm} \text{ となる。}$$

図13 教材とカリキュラム

### (3) 「開眼の日」と「つまずきの日」

学生が担当指導教官の指導の中でもものづくりセンスが劇的に向上する時がある。村上氏はこの時を「開眼の日」<sup>7)</sup>と述べている。この時から、ものづくりのあらゆる動作において、彼らなりに配慮するようになる。これは内面における劇的な変化の結果である。しかし、この変化は微小な行動の変化や発言の変化としてのみ現れるため、周囲の者は気づきにくい。その為、担当指導教官は予め次の様な意識を持った上で指導にあたるべきである。すなわち、応用課程において学生は必ず、飛躍を遂げる節目が何度かある。担当教官はその飛躍の補助者であり、それを見届け、本人に告げる必要がある。さらにアドバイスやミニ講義による指導によって、飛躍的にもものづくり力が向上する。

また、問題解決プロセスが長期間ストップしている時期、問題把握の見過ごし、不十分な検討から次のプロセスへの前進が見受けられる時、担当指導教官は、このような「つまずきの日」を見極め、感じ取る必要がある。この時、担当指導教官は、その程度によってアドバイスやミニ講義を開催して学生の問題解決の方向性を修正する。基礎学力の低下が見受けられる時もこのミニ講義を利用して必要な学力を付与することができた。

「開眼の日」と「つまずきの日」を感じ取り、適切な指導を担う者が応用課程担当指導教官である。

## 第4章 検証

学生グループは段ボール自動封函機の機構の設計段階において、コンベア機構、折り畳み機構、テープ貼り機構に分けて検討した。それぞれ、問題解決の中で機構として様々なアイデアを考え、レビューし、試作を行い、妥当な解答として提案した。最初に取り組んだコンベア機構でのアイデア数は4件であった。その後に取り組んだ折り畳み機構では7件、さらにテープ貼り機構では11件であった。また、解答の妥当性を確認するために行った製作と確認プロセスでは、コンベア機構において1件、折り畳み機構で3件、テープ貼り機構では2件であった。これらの取り組みの中で創造工学を用いた問題解決プロセスを正確に行い、製作していった。このように創造工学を用いた問題解決手法を繰り返し実施させることによって、一つの問題に対してアイデア数は徐々に増加した。また、適切な助言やミニ授業によって、アイデアの内容についても次のプロセスで検討される価値あるものが増えてきた。よって、開発課題の中で創造工学を用いた問題解決手法を用いることは課題発見力、分析力、自主的な問題解決能力を付与及び独自性を持って創意工夫できる能力と構想力の養成に効果があると判断される。

さらに効果の検証のため、開発課題を始める前と中間、終盤においてアンケートを行った。対象者は、段ボール自動封函機に携わる4名である。アンケート用紙及び集計ツールは、「応用課程モデル教材の開発と訓練効果の研究」<sup>8)</sup>のものを使用した。本研究で着目している課題発見力、調査・分析力、課題解決提案力、実践力のみを分析した。個人毎に集計した結果を図14～図17に示す。アンケートの設問に対する個人的な解釈の違いや自身の過大・過小評価が影響していると思われるが課題発見力、調査分析力、課題解決提案力、実践力の向上を学生自身も実感していることがわかる。

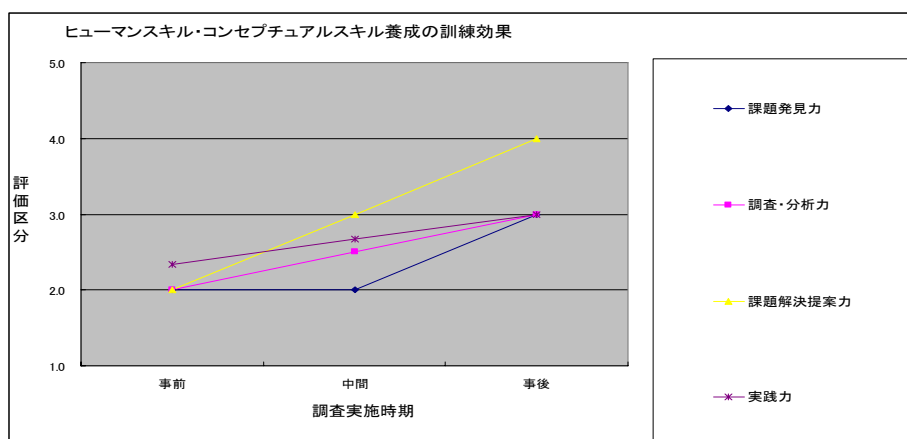


図14 訓練効果 (学生 A)



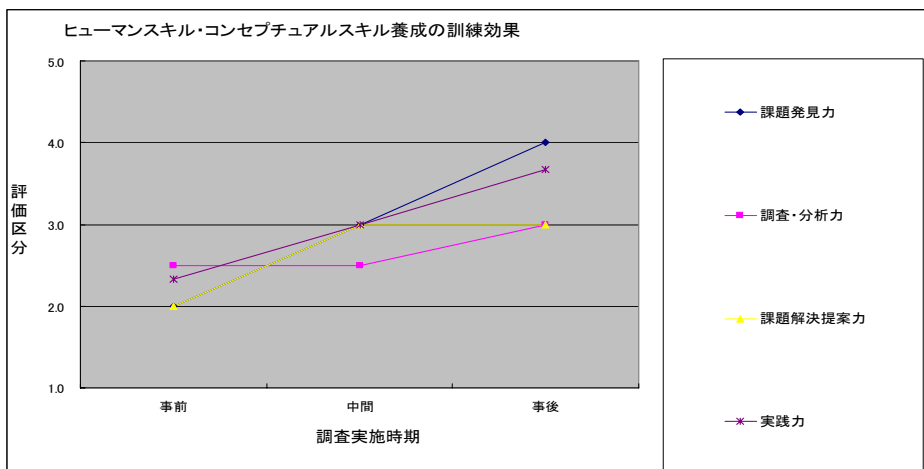


図 1 5 訓練効果 (学生 B)

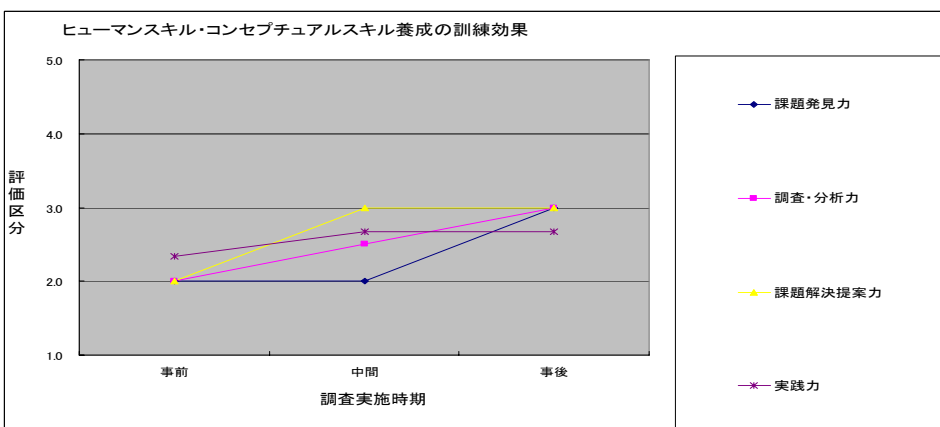


図 1 6 訓練効果 (学生 C)

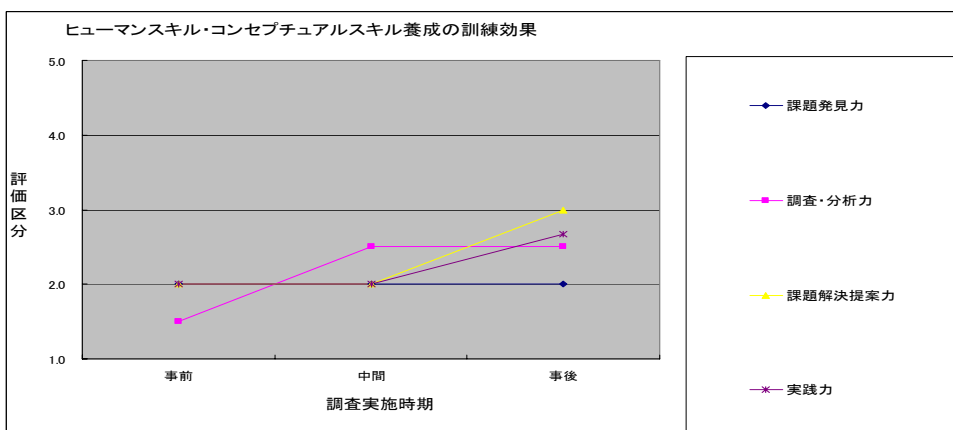


図 1 7 訓練効果 (学生 D)

## 第5章 結言

瞬間の閃きでは創造性とは言えない。創造的なものづくりを習慣化することでものづくりの創造性というものは生まれると考えた。そして、アイデアを形にしていく意欲とそれを下支えする知識や技術こそが想像を創造に変える力である。創造工学を用いた問題解決手法を開発課題に導入した。創造工学を用いた問題解決手法の開発課題への導入は、最初は学生に敬遠された。しかし、最終的に学生は努力の果てに存在する楽しみや喜びを見出せるまでになっていた。そして、課題発見力、分析力、自主的な問題解決能力を付与することができた。さらに、繰り返し、実施させることによって独自性を持って創意工夫できる能力と構想力を養うことができた。確認できた効果を以下に示す。

- (1) ①問題はなにか、②情報収集、③問題解決、④評価、を繰り返すことによって、自主性を持った問題解決能力の向上に効果が見られた。
- (2) ミニ講義の開催は学生の自主的な問題解決能力の向上に効果が見られた。また、基礎学力の向上にも一定の効果が得られた。
- (3) 学生は必ず、開発課題の実施中に飛躍を遂げる節目が何度かある。また、つまりく時が必ずある。その時にアドバイスやミニ講義による指導によって、飛躍的にものづくり力及び自主性を持った問題解決能力を向上させることができる。

## 参考文献

- 1) 応用課程の訓練について, 谷口忠勝, 技能と技術 (1999/5)
- 2) Your Creative Power, Osborn. A.F. 創元社
- 3) 創造性の開発を目指す授業の試み (第23回大学教員研修プログラム), 鈴木貢著
- 4) 創造・技術・教育論, 磯部昭二, 開発社, pp. 89~154
- 5) 創造力育成の方法, 塚本真也, 森北出版, pp. 117~138
- 6) 創造工学による研究・開発, 加藤八千代, 鹿島出版会, pp. 2~p42
- 7) プレス技術はじめの一步 11月号, 村上智広, 日刊工業新聞社, pp. 89~p91
- 8) 応用課程モデル教材の開発と訓練効果の研究, 職業能力開発大学校能力開発研究センター調査  
研究資料 No.120 (2007年)

## 謝辞

本研究の実施及び本論文をまとめにあたり，職業能力開発総合大学校 村上智広先生から，丁寧かつ熱心なご指導を賜りました．ここに感謝の意を表します．

昨今の学校教育及び訓練の現状のご教授と開発課題の進め方をご指導して頂いた，宮城教育大学 小野教授，東北職業能力開発大学校 生産技術科 工藤教授，佐藤特任教授，佐々木特任教授，住居環境科 星野教授に感謝いたします．

最後に本研究を進めるに当り，協力いただいた東北職職業能力開発大学校応用課程生産機械システム技術科，生産電子情報システム技術科，生産電気システム技術科の学生諸君に感謝申し上げます．