

科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金) 報告書

認知主義・状況主義学習理論からアプローチする  
**KOSEN型実技教育の  
再評価と標準化**

平成23年度～平成25年度  
基盤研究(C)課題番号 23501083

伊藤 通子

富山高等専門学校  
Toyama National College of Technology

科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金) 報告書

認知主義・状況主義学習理論からアプローチする  
**KOSEN型実技教育の  
再評価と標準化**

平成23年度～平成25年度  
基盤研究(C)課題番号 23501083

伊藤 通子

富山高等専門学校  
Toyama National College of Technology

# はじめに

Problem/ Project -Based Learning(PBL)は、その基本原理に目的や対象に応じて多様な学習活動を組み込むことで、優れたアクティブ・ラーニングを提供できる力強い学びへのアプローチである。

Problem-Based Learningの「現実の問題」は、学習者を熱中させ深い理解へと導く推進力を秘めている。Project-Based Learningの「プロジェクト」は、学習者の共同体による新しい知の創造が起こる可能性を秘めている。そして「チーム」は社会変革への潜在力を秘めている。

これからのKOSEN型実技教育の再構築に、世界中の工学教育で優れた教育実践が報告され、今なお進化を続けているPBLの理解から始めることを提言したい。

発達の基本原則、人間の心理や認知活動、それを裏付けるような脳科学の知見が、近年、急速に明らかになってきている。その過程で認知主義・状況主義学習理論が導かれ、社会のニーズを満たす実践としてPBLが生まれ発展してきた。工学系のPBL、デンマーク・オルボーモデルは単なる手法ではなく、イノベーションを起こす技術者のための様々な学習活動の基本となる教育学であると言われている。

本研究を遂行するに当たり、KOSEN型実技教育の再構築に必要な不可欠だと思われる教育心理学の基本的学説を抽出した。工学系にはなじみの薄い領域かもしれないが、どのような分野であれ、真理は、むしろ単純でわかりやすいものである。


PBLはピアジェやデューイ、キルパトリックの教育思想や理論を実践する学びから生まれた。そして、ピアジェやデューイらへの批判的な視点から新しい教育心理学理論を打ち立てたヴィゴツキーの理論をも包含してパワーアップし、さらに、ごく最近ではエンゲストロームの活動理論の影響も受けながらますますPBLは進化を続けていくのではないと思われる。実践者がそれぞれの現場で応用始めると、それはもうPBLを超えオリジナルの教育学になっていくかもしれない。

世界のPBLに関する文献調査の過程で、フランス人教育学者、ヴァジニー・サヴァントによって2012～2013年に出版された、アジアの工学教育に関するレポートPBL in Asia Seriesに日本の工学教育のPBLについて残念な調査報告を見つけた。日本では医学教育とコンピューターサイエンスではPBLは成功しているが、工学では未だ行われていないとの結論となっていた。すでに、デンマークでは国を挙げてのPBL教育が福祉とグリーン成長戦略の国づくりを成功させているといわれ、シンガポールやインドネシアでは、技術系学校のPBLが国の産業をけん引する教育となりつつあるという。(これらは、すでに、PBLを基にした各国オリジナルのアクティ

### 工学PBLユネスコチェア・オルボーModel

**Problem/Project-Based Learning**  
現実の問題に基づいた課題解決に  
プロジェクト型で取り組む学習

- 問題の選び方
- 学びの環境整備
- プロジェクトの量や長さ
- 学ぶ過程を重視
- チームへの高い参加度
- チームを評価



Aalborg University, Project Room (2012.10)

図1 デンマーク Aalborg ModelのPBL

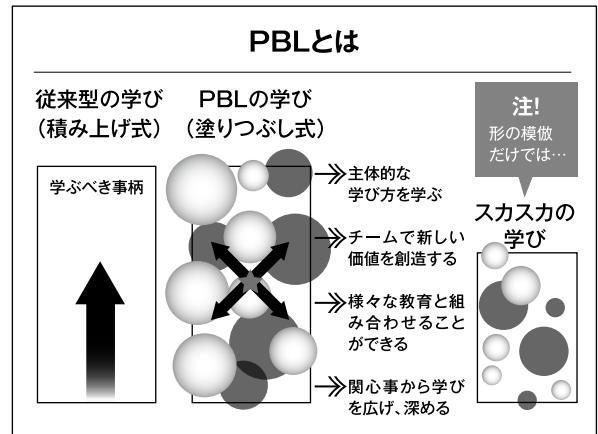


図2 従来型の学び方とPBLの学びとのイメージの比較

ラーニングと呼ぶべきかもしれない。)一方で、日本のPBLは形式の模倣であり、グループ活動はしているがチームとしての協働的な学習にはなっていない、PBLの理論的背景を理解していない、学生主体の学びは存在しない、と厳しい報告がされている。

冒頭に紹介したように、PBLは一人ひとりの隠れた能力を見つけ引き出し、次のステージへとつなげる楽しい学びとなり得る。

それをPBLと呼ぼうと呼ぶまいと、その教育観に共感し、学生の力を信じて学びを彼ら自身にゆだねることができるならば。

私たちの仕事は、そんな学びを授業という枠組の中で学生たちに提供することである。PBLの学びのプロセスで私たちがすべきことは、学生の心に灯を点け、学生の学びのベースに伴走し、学生が自力で歩き始めたら姿を消すコーチや監督のような役割だ。優秀なコーチや監督の下で理論を学び苦しい実践練習を十分に積んだスポーツ選手が、自信をつけてワクワクと試合に向かうように、学生たちが意気揚々と社会へ巣立っていくことが、PBLの最終ゴールである。

伝統的な教育との違いが伝わり、新しい時代のKOSEN型実技教育をめざす授業づくりに、この報告書が少しでもお役にたてば幸いである。

# 目次

はじめに	2
------	---

## 1.経済・社会・環境の変化と 高専への教育ニーズの検討

1-1 高専教育への期待の変化	4
1-2 高専卒業生に求められる人材像と具体的能力	4
1-3 教授法の比較と高専教育における教育实例の分類	5

## 2.教育の潮流と高専教育

2-1 現代の教育思想の潮流とPBLの基本原理の誕生	6
2-2 PBLの始まりと世界への広がり	6
2-3 工学分野の二つのPBLの流れ -カナダからとデンマークから-	7
2-4 デンマークのPBL	8
2-5 アジアの技術教育とPBL	9
2-6 新しいKOSEN型実技教育で重視すべきこと	11
2-7 デンマーク型PBLと高専教育	12
2-8 新しいKOSEN型実技教育の提案に向けて	13

## 3.KOSEN型実技教育の モデル授業づくり

3-1 授業づくりの土台となる理論	14
3-1-1 二つの学習理論	14
3-1-2 行動主義の限界	14
3-1-3 認知論の教育観	15
3-1-4 第3の理論、状況的学習論	16
3-1-5 内発的動機づけ理論	17
3-1-6 発達の最近接領域と足場かけ理論	18
3-1-7 ブルームの認知領域のタクソノミー	19
3-1-8 メタ認知	19
3-2 授業のデザイン	20
3-2-1 授業づくりの順序	20
3-2-2 教職員チームによる授業づくり	21
3-2-3 学習活動の組み立て	22
3-3 指導者の役割	26
3-3-1 指導者は学生の何をみるのか	26
3-3-2 足場かけ	26
3-3-3 思考を深める問いかけ	26
3-4 学習環境の整備と、質を高める装置やツール	27
3-5 主体的な学習に不可欠な基礎スキルの訓練	28
3-6 教育評価の意義と方法	30
3-7 知識習得と基礎スキル習得は、どちらが先か	31

## 4.KOSEN型実技教育モデル授業

4-1 本科のためのPBL基礎力の育成のための モデル授業	32
4-1-1 1年生のための調べ学習を中心とした 合意形成と情報マネジメントの訓練	32
4-1-2 23年生のための、探求型実験によるチームで 協働してプロジェクトを推進する訓練	33
4-1-3 5年生のための、現実的な問題解決に専門 知識を応用して最後まで考え抜く訓練	34
4-2 座学の講義を、学生が主体のアクティブラーニングに	34
4-2-1 専門科目で、主体的に学ぶことを学ぶ授業	34
4-2-2 技術士補のレベルを維持しながら、JABEE認定 条件のチームワーク力を育成する授業	38
4-3 PBLによる技術の社会実装 (社会に役立つものづくり)	41

## 5.KOSEN型 実技教育に利用できるツール

5-1 調査力と情報リテラシーを習得するためのツール	45
5-1-1 レポートの自己添削と丁寧なフィードバック	45
5-1-2 ジグソー学習	48
5-2 議論や合意形成のスキルを習得するためのツール	49
5-2-1 グループング	49
5-2-2 プレイン・ストーミング	51
5-2-3 マッピング	52
5-2-4 ランキング	55
5-3 発表のスキルと評価スキル習得のためのツール	56
5-3-1 ギャラリーウォーク	56
5-3-2 発表と様々なワークシートを使用した 相互評価	56
5-3-3 発表会の質疑応答のためのツール	58
5-4 問いかけに使うツール	58
5-4-1 Open Question(開いた質問)	58
5-4-2 高いレベルの思考を促す問いかけ法	58
5-4-3 思考を深める問いかけ法	59
5-4-4 クリッカーを利用した問いかけ法	59
5-5 学びを振り返るための様々なワークシート	59
5-5-1 振り返りのワークシートI	59
5-5-2 振り返りのワークシートII	60
5-5-3 プロジェクト推進用のワークシート	60
5-5-4 自己評価のためのワークシート	61

あとがき	63
------	----

# 1 経済・社会・環境の変化と 高専への教育ニーズの検討

## 1-1 高専教育への期待の変化

技術系卒業生の多くが就職する製造業の産業構造は、90年代以降大きく変わった。大量生産型の産業システムから、付加価値の高い無形資産の創造にも適応したシステムへの変容を求められる時代が到来している。さらに、世界では今日の持続可能ではない社会のあり方を転換する必要性も叫ばれている。このような時代背景の中、革新的技術開発（イノベーション）や戦略的知的創造サイクルの推進が重要となっており、それらの多くは若い技術者に負うところが大きい。

このような時代の変化に伴って、高専教育への期待も変わってきた。高専制度が創設された60年代に育成目標としていた「中堅技術者」という表現は当てはまらなくなり、企画から顧客対応までの各段階において多様な技術者が必要となってきた。高専教育は、主体的に課題を設定し解決する資質を備えた実践的な人材を養成する使命を負うようになった。そのため、教育方法の転換や質の向上が急がれるようになり、地域との有機的連携による協働教育などの重要性が高まってきた。

平成15年に定められた独立行政法人国立高等専門学校機構法（以下、高専機構法）の目的には、「創造的な人材の育成」が新たに明記された。これを受け高専教育の特長である実技教育（以下、実験・実習・演習等を総称して実技とする）の充実をめざして創造性実験などの実践事例が多くなってきている。

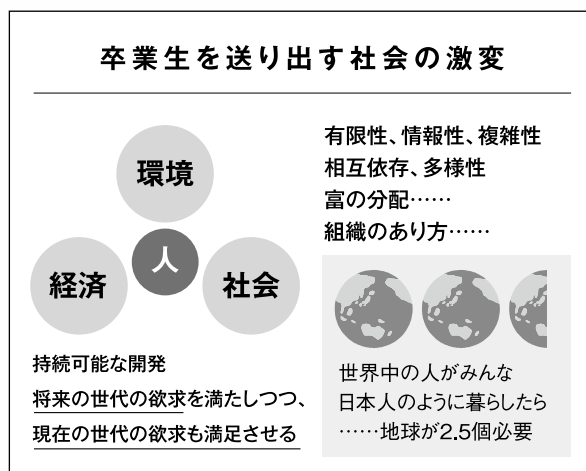


図1-1 現代社会の特徴

## 1-2 高専卒業生に求められる 人材像と具体的能力

高専機構法の目的「職業に必要な実践的かつ専門的な知識及び技術を有する創造的な人材を育成すること」に記された「創造的な人材」とは、どのような人を指すのだろうか。一般的には「製品開発において新しいアイデアを生み出す技術者」と理解されることが多い。筆者は、現代社会において活躍する「創造的な人材」を次のように考える。

- (1) 科学技術を担う専門家として自覚と責任と高い技術力をもつ人材
- (2) 社会や身の回りの諸問題に対して他の専門分野の人々と協力して、より良い解決策を見出し実行し得る意欲と能力を備えている人材
- (3) 社会開発のあるべき方向性について提言ができる人材

育成すべき具体的な能力については、高専機構が平成18年に出した報告書「高等専門学校のあり方に関する調査（企業3,232件、高専卒業生556件）」で、次のように示された。

調査の結果、「基礎学力」や「専門性」などで表現される“知識”に関する評価は高かった。また、「誠実さ」「責任感」「実行力・行動力」などで表現される“姿勢・態度”の評価も高かった。これらより、これまでの高専教育が一定の成果を収めているとされている。

しかしながら、次の能力に関する評価は低い結果となり、卒業生からは高専教育で強化してほしい項目とされている。まず、知識を行動に結びつけるための“スキル”としての「語学力」「コミュニケーション力」「リーダーシップ」「プレゼン力」「対人交渉力」である。次に“社会性”の基礎となる「協調性」「一般常識」である。最後に“創造力”につながる「主体性」や「論理的思考力」である。

これらの能力は、経済産業省が提示する社会人基礎力とも重なる。一方で、知的財産教育や環境安全教育、持続可能な開発のための教育（ESD）、キャリア教育などの必要性も増してきている。このような教育には、「動機付け」「感性・マインドの醸成」と共に「実践力」が不可欠であり、実技教育に組み込むことが効果的であると考えられる。

1-3 教授法の比較と高専教育における教育実例の分類

これまでの高専教育は、専門知識の習得が重視されていたため科目内容を中心に授業がデザインされていた。しかし、これまで述べたような、時代が望むスキルや態度などの能力を効果的に育成するためには、専門知識や技能の習得を目指すばかりでなく、創造的思考の訓練や、知識の統合・応用、社会生活に必要な態度やスキルの習得などにも注力しなければならない。その方法として、ケーススタディやシミュレーション学習など、種々の教育手法が使われるようになってきている。

現在、高専教育で実施されている授業を、表1-1の通り分類

した。Torp&Sage(1998)により、教授法別に、指導者の役割、学生の役割、認識の焦点、問題、情報の提示方法が比較されているので、それぞれの教授法に高専の教育実例を対応させた。教授法によって学生の役割などが大きく異なり、それに伴い育成できる能力も異なる。指導者の役割もそれぞれに異なることから、指導方法や、指導者に望まれるスキルにも違いが出てくるのがわかった。

高専教育で現在高く評価されている専門性を損なわずに現代社会が求める種々のニーズに応えるためには、それぞれの教育学的特徴をふまえて、専門や学年進行に応じて科目横断的に教授戦略を立てることが必要ではないだろうか。

表1-1 教授法の比較と、高専における教育実例

PROBLEMS AS POSSIBILITIES: Problem-Based Learning for K-16 Education,26-27頁, Figure2.6より,訳・加工は著者

教授法	指導者の役割	学生の役割	認識の焦点	問題	情報	高専の教育例
講義	<ul style="list-style-type: none"> <li>●専門家として</li> <li>●思考を導く</li> <li>●知識を持つ</li> <li>●学生を評価する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●受け手として</li> <li>●受動的</li> <li>●不活発</li> <li>●空っぽ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●学生たちは受け取った知識を再現し、試験という場で応用する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●十分に組み立てられている</li> <li>●記憶力をつける対象として与えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●すべて指導者によって構成され与えられる</li> </ul>	座学中心の授業
ケーススタディ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●相談役として</li> <li>●講義や助言をする</li> <li>●学習環境を整備</li> <li>●学生を評価する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ゲストとして</li> <li>●反応を示す</li> <li>●やや活発</li> <li>●自分の経験を応用する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●学生は、受け取った知識と、自身が解決した経験を応用する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●十分に組み立てられている</li> <li>●応用力や分析力を育成する対象として与えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ほとんど指導者によって構成され与えられる</li> </ul>	テーマが決められたものづくりのような応用的な学生実験
探求に基づいた発見学習	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ミステリーの書き手として</li> <li>●部分をつなぎ合わせて発見へと導く</li> <li>●手がかりを与え、でき事を予示する</li> <li>●学生を評価する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●探偵として</li> <li>●手がかりを拾い上げる</li> <li>●やや活動的</li> <li>●証拠を探し出す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●学生は他の構成物や原理の組み立てに向けて発見された真実を応用する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●十分に組み立てられている</li> <li>●知識の構成のための戦略として与えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ほとんど指導者によって構成され与えられる</li> </ul>	未知試料の成分を特定するような応用的な学生実験
問題中心学習	<ul style="list-style-type: none"> <li>●情報源として</li> <li>●内容や問題解決を明確に教える</li> <li>●学生に適した問題を設定する</li> <li>●学生の世界へと転換させる</li> <li>●学生を評価する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●問題解決者として</li> <li>●情報源を評価する</li> <li>●発散的な解決策を作る</li> <li>●活発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●学生は、受け取った知識を統合し、カリキュラム上の範囲内の解決に自主的に取り組む</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●適度に構造化されている</li> <li>●効果的に学習する態度を向上させるために与えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ほとんど指導者によって構成され与えられる</li> </ul>	卒業研究など研究活動 Problem-Centered Learning Project-Based Learning
シミュレーション型学習	<ul style="list-style-type: none"> <li>●舞台監督として</li> <li>●状況管理</li> <li>●シミュレーションやゲームの進行を管理</li> <li>●袖から見守る</li> <li>●報告を聞く</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●役者として</li> <li>●シミュレーションやゲームを体験する</li> <li>●現れる状況や変化に対して反応する</li> <li>●活発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●学生たちは自分自身やその状況での役割について、またモデル化した現実について学ぶ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●適度に構造化されている</li> <li>●自分自身の力や学ぶべきことを理解するために与えられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ほとんど指導者によって構成され与えられる</li> </ul>	テキストに沿った学生実験
現実問題に基づいた学習	<ul style="list-style-type: none"> <li>●コーチとして</li> <li>●問題状況を提示</li> <li>●雛形を作りコーチし姿を消す</li> <li>●共同者としてプロセスに携わる</li> <li>●学びを評価する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●当事者として</li> <li>●積極的に状況の複雑さに取り組む</li> <li>●調査し、問題を内側から解決する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●学生たちは彼ら自身が決めた条件に適合する問題を、解決の方向にもっていくために多少知識を統合し構成する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●構造化されていない</li> <li>●取り組むべき問題がまだ明確にされていない状況として提示される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●指導者は学生が知るべきことを特定せず提示しない</li> <li>●ほぼ全てが学生によって収集、分析される</li> </ul>	Problem-Based Learning

# 2 教育の潮流と高専教育

## 2-1 現代の教育思想の潮流とPBLの基本原理の誕生

現代の教育思想の潮流は、18世紀にルソーによる「子どもの発見」以降、ペスタロッチ、ヘルバルト、フレーベル、シュタイナーらが現れ、作られていった。20世紀初頭のドイツの社会学・経済学者マックス・ウェーバーによると、以下のような考え方は、近代の西洋以外の文化圏では見られなかった思想だという。

- ①個として子どもをみること
- ②個の内面性を重視すること
- ③教育を合理的な技術と結びつけること
- ④教育を社会進歩と結びつけること

19世紀末には、アメリカで「進歩主義教育(子どもから束縛を取り除き、個性的・創造的に成長させようとする教育理念に基づいた新教育運動)」が発生し、欧米では「新教育運動(‘児童から’という合言葉に象徴される児童中心主義の多様な教育・文化運動)」が始まった。

デューイ(Dewey, J.)が説いた進歩主義教育の、「環境への主体的な働きかけを通して知性や知識を身につける」という理念は、PBLの根幹ともいえる「自ら体験すること」の理論的背景となっている。すなわち、従来の座学による系統的教科学習とは対照的な、五感のすべてを使って対象に働きかける学習が出現したのである。

その後、キルパトリック(Kilpatrick, W.H.)は、①計画やアイデアの具体的実現、②美的経験の享受、③知的問題解決、④技能や知識習得の4つの学習活動からなる「プロジェクトメソッド」を1918年に考案し、1920年代には広く活用された。教育におけるプロジェクト手法の創始者といわれるキルパトリックは、次のように述べた。学生は熱心に取り組んだ時ほど深く学び、プロジェクトワークの過程で起こる「学生自身が選択する学び」「体験からの学び」「学生中心の学び」は、好奇心や自己決定、熟達という人間的特性をうまく利用している。現代のProblem/Project-Based Learningの基本原理であり、具体的実践方法の指針ともいえる。

Problem-Based LearningとProject-Based Learningは、現在では明確に区別されている。両者の歴史的背景を2章2節に、デンマークとアジア諸国の導入状況を2章3-5節に、教育学的な違いを2章6節の図と本文中に示す。本報告書でPBLと表記してある場合は、両者を含む場合や状況に応じて両者を組み合わせている場合である。

## 2-2 PBLの始まりと世界への広がり

1960年代には、学生数の増加に伴い世界のあちこちで大学教育の変革が進んだ。それまでの大人数の座学に替わり、例えば、事例に基づいた学び方や、授業の中で実践的な体験をもたらすことをねらったプロジェクト教育のような方法が導入された。中でも、カナダのマクマスター大学で始まり名づけられたProblem-Based Learningは、後に世界的な広がりをもたせることになった。

マクマスター大学医学部では、医療科学が高度な専門分野に細かく枝分かれするにつれ、従来型の講義や実習を専門ごとにバラバラに学んでいては、知識が実際の臨床に応用できないという問題が発生していた。そこで、患者を目の前にしたときに発生する現実の問題を解決する過程で、様々な異なった科目から知識を統合するという学び方が生まれた。この学び方は、知識を効率的に得ると同時に、実際の医師がたどる道筋を知ることができたのである。このような学び方により、学びの経験がより刺激的でより意義深いものとなり、結果として、受動的な講義よりも使える知識が増えるという効果が得られたのである。理論的には、認知心理学やピアジェ(Piaget, J.)の認知発達理論「知識は他者から受動的に与えられるのではなく、主体が能動的に構成するものである」とする構成主義の立場に立っている。


Problem-BLは1960年代からそのコンセプトが広がり、図2-2のように多くの異なる型をもつ学びへと変化して世界へ広がっていった。

### 世界の様々なPBL

- ✓ 問題解決
- ✓ 問題解決学習
- ✓ シナリオに基づいた学習
- ✓ 仕事に基づいた学習
- ✓ プロジェクトに基づいた学習
- ✓ アクションラーニング
- ✓ 探求に基づいた学習と調査に基づいた学習
- ✓ 問題追求型の学習、問題重視型、問題指向型

**新しい型**

- ✓ 一日に一つの問題
- ✓ PBLオンライン
- ✓ 初期教育におけるPBL



Erik de Graaff and Anette Kolmos  
Management of Change  
Sense Publishers (2006)

図2-1 世界の様々なPBL

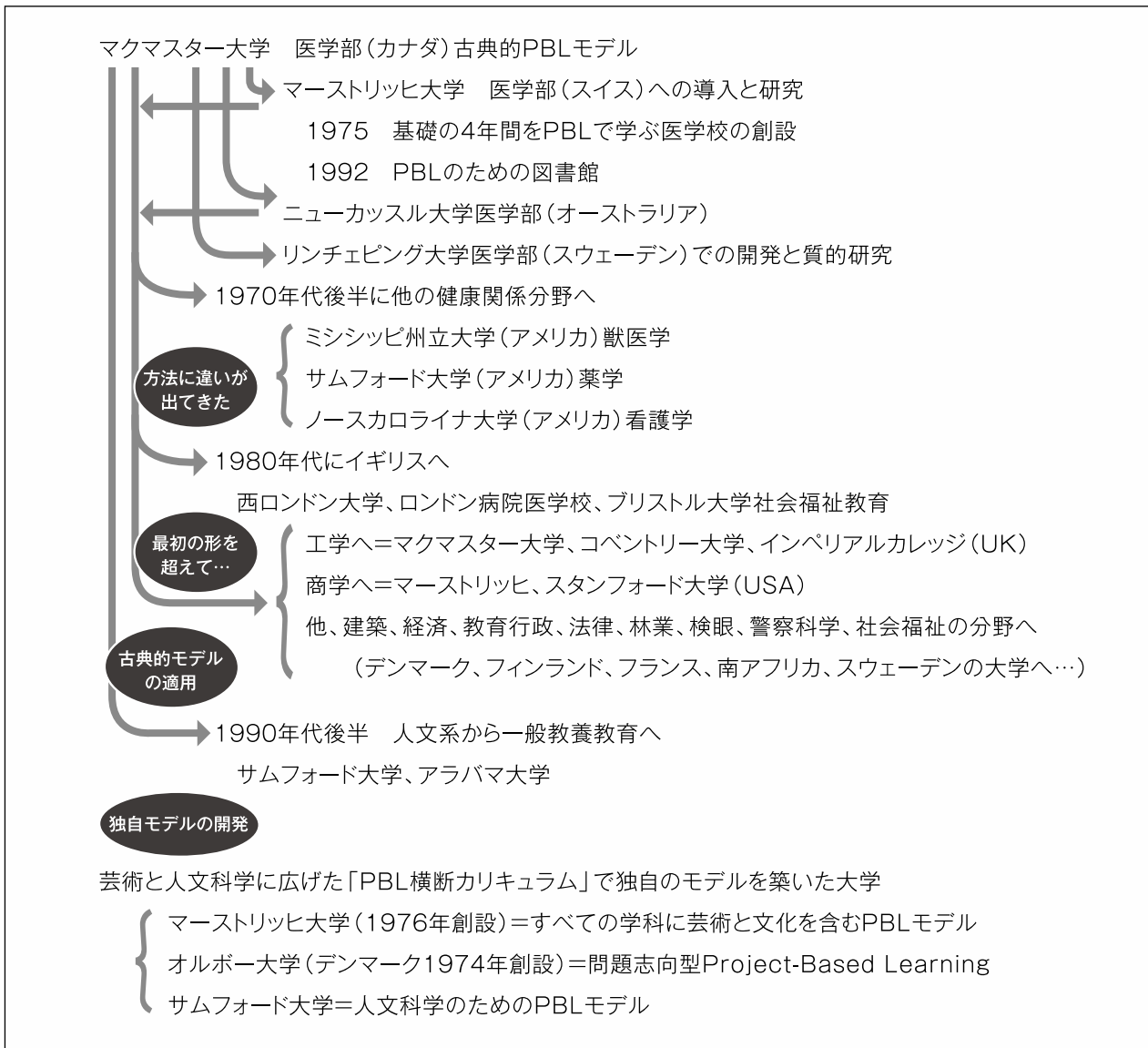


図2-2 PBLの世界への広がり

### 2-3 工学分野の二つのPBLの流れ -カナダからとデンマークから-

カナダの医学系から世界の工学へとProblem-Based Learning が発展、普及した流れとは別に、長い時間をかけて工学教育におけるプロジェクト教育の伝統がデンマークに、時を同じくして独自に出現した。

デンマークの工学教育でPBLが生まれた背景には、60年代後半の激しい学生運動と、技術者に新しい能力を望む産業界からの要望があった。それに続く70年代の社会科学の急激な変化に対応したプロジェクト研究は、現代のヨーロッパの国々(特にデンマーク、ドイツ、オランダ)での社会変革を可能にした

要因の一つとみなされている。

そのような背景のもと、プロジェクト教育のためにデンマークに創設された大学の一つであるオルボー(Aalborg)大学において、1974年の創立時からカリキュラムにProblem/Project-Based Learningを体系的に組み込み40年近くに渡り発展させてきたAalborg Modelが、工学系PBLユネスコチャートとして世界各国のカリキュラム改革や教育改革の基となった

現在、オルボー大学のPBLは個の能力を育成する学習に留まらず、チームによる知の創出と社会変革を目標に置き、PBLによる工学分野のESD(Education for Sustainable Development)に関する研究センターも設立され、発展し続けている。



**(初期の) 医学モデルと工学モデルの比較**

	医学モデルPBL (Maastricht)	工学モデルPBL (Aalborg)
問題設定	社会的に開かれた 及び 授業内で扱える 限定的な事例	社会的に開かれた 及び 授業内で扱える 限定的な問題
フィールド	状況	社会的文脈
プロセス	7段階	プロジェクト運営
チームの様相	相互に議論	相互に議論し書く
評価	個人の評価	個人とチームの評価

Anette Kolmos 2010を 発表者一部加工

図2-3 初期の医学モデルと工学モデルの比較

## 2-4 デンマークのPBL

デンマークでは他国同様、デューイ(Dewey, J.)の理論に影響を受け、この40-50年間に教育全体が大きく変わったという。しかし、未来に向けた理想社会への変革までを視野に入れるデンマークのPBLの教育的特徴は、1800年代に活躍したデンマークの思想家グルントヴィの哲学の影響を受け、独自の哲学の上に発展した。

ニコライ・F・S・グルントヴィは、民衆・農民たち被抑圧者が主体的・積極的に発言できるような社会をめざし、「民衆の大学」フォルケホイスコーレを提唱した思想家である。グルントヴィ哲学の一つに、-教育とは教えることではなく本来「生の自覚」を促すものであり、「生きた言葉」による「対話」で異なった者同士が互いに啓発しあい、自己の生の使命を自覚していく場所が「学校」であるべき-というものがある。このような思想の影響を色濃く受け、デンマークのPBLは、多様性・参加・公正・選択の自由・主体性を重視した形で発展した。

2010年3月と2012年10月にデンマークでの調査を行った。初等から中等教育の視察で出会った教員や生徒から、「学校で学ぶべきことは競争のスキルより協力と合意形成のためのスキルと能力」「知識は使えることが重要」「イノベーションが大事」「哲学が不可欠」「持続可能な社会づくりのために知恵を」という言葉を繰り返し聞いた。また、PISA(※OECDが進めている国際的な学習到達度に関する調査(Programme for International Student Assessment))などの筆記試験の学力テストによる国際ランキングは気にせず、むしろ、生涯学び続けグローバル社会で能力を発揮する国際的なリーダー育成を

(デンマーク)  
**Aalborg Modelのねらい=Innovation**

Keith Sawyer,2007:

▶イノベーションの基礎となるものは  
もはや個人の知識ではない。

▶イノベーションの基礎となるものは

- ・ チームで共有できる知識
- ・ 教科横断型の知識
- ・ 異文化間の知識

…これらの達成に必要なのは？

2013年8月19日 第6回PBL研修会 Kolmosスライドより藤田作成

図2-4 Aalborg PBLの目的はイノベーション

目指しているという。

このような基礎教育の延長線上に、大学のPBLがある。デンマークの小学校から高校までのPBL基礎教育は、高い専門性が求められる大学でPBL本来の教育効果を上げるための礎になっている。高等教育(オルボー大学)は我が国の大学・高専の一般的な工学教育と根本的に大きく異なっている。当該教育方法は、Aalborg PBL modelと呼ばれ、我が国のような講義中心の従来型は“伝統的な教育方法”として明確に区別される。Aalborg PBL model の特徴は次の通りである。

a) Aalborg Modelは特にProject Organised Problem Based Learning modelとして知られる。“Project”とは「地域の環境改善を目的とする複雑な課題であり、新しい解決方法が求められる」。企業や行政等と連携する学生の積極的な行動が期待される。

b) カリキュラムは、図2-5に示す通り、一般的にはProject(課題に取り組むプロジェクトワーク、理論と実習、演習、文献調査、論文作成など)が全単位の50%、Course(講義、演習、ワークショップなど)が50%となっているハイブリッド型PBLである。

c) Courseは、従来の専門科目の領域を超えた学際的・複合的な科目である。

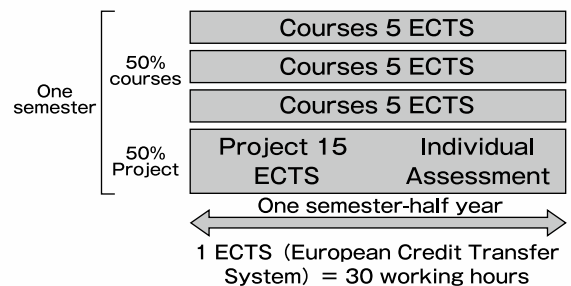


図2-5 Aalborg PBL NEW model

d) 教員はスーパーバイザーとして関わり、学生グループを数名のスーパーバイザーが担当する。

e) グループワークが基本で、全てのグループに専用のスペースが用意されている。全学で1200以上のワークスペースがある。

f) 半年を1セメスターとする学期制で、各セメスターに一つの大きな課題が設定され学生たちはチームでその課題解決に取り組む。学士課程は、1～6セメスターまでの3年間、修士課程は1～4セメスターの2年間である。セメスターは、ProjectモジュールとCourseモジュールで構成され、学年や学科により割合は異なるが、合計30ECTS(900時間)の単位を修得する。ECTSは、欧州単位互換制度の単位である。

デンマークは、人口550万人、国土4万3千km<sup>2</sup>の小国ながら、GDPは対1990年比で50%増加の経済成長を続けている。環境先進国として様々な政策と技術が世界の範となっており、例えばエネルギー自給率を1980年5%から2009年には120%へと躍進させている。食糧自給率も300%となり、福祉国家として高い税負担にもかかわらず、国民幸福度に関する種々の調査で世界1位の記録を持つ。ノボザイム、バスタス、レゴなど、多様な分野で世界シェア上位の企業が多い。このようなグリーン成長戦略国への施策を支持するのが、国政選挙などで80%の投票率で示される自律的な高い民意である。初等教育から高等教育までを貫くPBLによる教育が、デンマークの福祉と環境技術による国づくりの根幹にあるとされる。

## 2-5 アジアの技術教育とPBL

世界中の教育が変化中、アジア圏を中心に最適な教育を提供する事を目的として、教育に関するリサーチとコンサルティングの専門組織、Promethea Education Consulting Pte. Ltd.が2011年に設立された。この組織が、2012年から2013年に出した報告書“アジアのPBL”シリーズでは、アジアでPBLにより起きている変化が、以下のように報告されており、それぞれの国や地域における文脈と共にアジアにおける最も革新的な教育的実験の実践に対する洞察を与えようとしている。アジアの国々では、医学とコンピューターサイエンスが最もProblem-Based Learningを導入している分野である。しかし、近年、この革新的な教育学は社会科学や人文科学でも増えてきている。東南アジアでは、1990年にインドネシアでPBLが導入され始め、2000年頃までにはシンガポールや香港にも広

がっていった。PBLの開発は、当初は医療科学と技術の分野で実施されたが、現在はあらゆる分野に広がりをを見せている。グローバル規模での競争力と21世紀型スキルの開発に重点をおく政策にシフトしている国々では、教育によってイノベーションを起こそうとしているのである。

アジアの国々における教育改革の中でも、シンガポールのPBLによる教育改革が最も進んでいる。シンガポールに続きインドネシアでも、高等教育においてPBLによる学生中心の学びが広がっているが、インドネシアとシンガポールでは、新しい教育実践に対する課題が異なる。インドネシアは国の規模も大きく、社会的な制約や植民地時代の重荷が教育システムに未だ影響を与えている。しかしながら、多様な分野、特に、医療と法学の分野の教育に創造的で大胆な解決策が現れつつある。

日本は、儒教的な東アジアの国(中国と韓国と日本)の中で、PBLを実施した最初の国である。日本の医学教育の分野ではPBLが広く利用されている一方、他の分野での開発は遅れている。近年、IT教育のためのProject-BLが発展してきたが、他の科学分野は非常に進歩が遅い。工学分野では、国立の技術系高等教育機関で調査を実施した。それによると、教育を変えたい一部の熱心な教員らによりPBL導入への挑戦はなされているが、彼らはPBLの教育原理を知らず、小グループで活動させてはいるものの共同学習にはなっておらず、学生による主体的な学習もなされていない。また、日本の受験制度や封建的な組織構造が、学生中心の学びのためのシステム構築を妨げる要因となっている。

香港と台湾では、文化や歴史の相違性と教育における類似性が興味深い対比を作り出している。PBLに関していえば、これら二つの地域はどちらもマクマスター大学から同じような影響を受けており、主に医療分野でPBLプログラムを開発している。しかし、健康科学の他に、ソーシャルワーク、臨床心理学や科学技術専門教育などの分野でも開発が進められている。

マレーシアは、PBLを導入したアジアで最初の国である。マレーシアの最も活発なPBLプログラムや、医学・工学分野でのPBLの進捗、高等教育改革の動向、PBLを実践する教育機関におけるPBLに関する学術研究の進捗状況が報告されている。マレーシアではすべての医学学校と、多くの工学教育プログラム、いくつかの他分野の教育で、PBLが導入されている。

表2-1 アジアの高等教育機関のPBL

国名	シンガポール	シンガポール	マレーシア	マレーシア	マレーシア	インドネシア	香港
	Republic Polytechnic 	Temasek Polytechnic 	Universiti Teknologi Malaysia 	University of Malaya 	Gadjah Mada University 	The University of Hong Kong 	
地域	Woodlands, Singapore	Tampines, Singapore	Johor Bahru, Malaysia	Kuala Lumpur, Malaysia	Jogyakarta, Indonesia	Hong Kong	
学校創立年	2002	1990	1975	1963	1949	1911	
運営主体	国立	国立	州立	国立	国立	州立	
学生数	14000+	15000+	20000+	1000 + (MBBS) 1600 + (All programmes)	35000+	22000+	
学長名	Mr. Yeo Li Pheow	Mr. Boo Kheng Hua	Prof. Dr. Zaini Ujang	Prof. Dr. Adeeba Binti Kamarulzaman	Prof. Dr. Pratikno	Lap Chi-Sui	
PBL導入分野	全てのコース	全てのコース	工学、教育	医学	医学、法律、獣医学、看護学	医学、歯学、建築、社会	
PBL導入年	2002	1998	2003	1999・2000	1992	1997 (医学)	
PBLの方法	One-Day One-Problem	McMaster Method	Cooperative PBL (CPBL), Modular	現在はHybrid PBL シドニーカリキュラムに基づいたComprehensive PBLへの改革進行中	Hybrid Curriculum - Maastricht Method	Hybrid	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PBLの哲学に基づいた実践。</li> <li>・ PBLの方法論として、「学生主体の学び」という哲学を徹底し、包括的アプローチとして開発した「One-Day One-Problem」は画期的な方法である。</li> <li>・ほとんどの卒業生が就職、チューターの65%が産業界出身であることが特徴的。</li> <li>・主体的学びを支援するため、教員訓練、教育開発センター、設備環境、教育ネットワークが充実。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1997年の国の教育改革TSLN直後に導入した先駆的PBL。国の強い主導で進めている。</li> <li>・ PBLは多様な学習戦略の中の一つとして位置づけ。</li> <li>・ PBLモジュールはFLAワークシートによるアステージという独自の方法をとる。</li> <li>・ 専門能力開発とPBL研究のためのセンター (TCPBL) をもち九州や沖縄の高専や大学や他国でも交流。</li> <li>・ e-ラーニングなどをはじめ、何種類かの学習教育用ネットワークを提供している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ マレーシアで最も古い国立の工学高等教育機関。</li> <li>・ 医学教育PBLに似た短いサイクルのシナリオ型、タスク指向。</li> <li>・ 2013年にはUNESCOチェアと工学PBLの国際シンポジウムを開催し世界へ参加。</li> <li>・ CPBL (Cooperative Problem Based Learning) 型に改訂中。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1949年の植民地時代に設立されたマレーシアの最古の大学</li> <li>・ 医学部からPBLが導入</li> <li>・ 1999年から2000年までの新統合カリキュラム (NIC) 改革の一環として、PBLの実験が始まる。</li> <li>・ 当初のハイブリット型から医療分野のPBLの先駆的存在。</li> <li>・ 医学教育で始まったPBLは、2007年に政府の支援により医学カリキュラムの修正が行われた。カリキュラムは地域指向型が特色。医学教育は実践的なものに変わり、最近では法学分野で広がりがつつある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 医療分野で始まったPBLがアジアのPBLの先駆的存在。</li> <li>・ 医学教育で始まったPBLは、2007年に政府の支援により医学カリキュラムの修正が行われた。カリキュラムは地域指向型が特色。医学教育は実践的なものに変わり、最近では法学分野で広がりがつつある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ マクマスター大学からPBLが紹介された。</li> <li>・ 医学部(1997年)が改革をリードし、歯学部(1998)、ソーシャルワークと社会行政学科(1999年)、建築学部が続いた。</li> <li>・ 学部によって完全なPBLカリキュラム(歯学部)からハイブリットモデル(医学部)まで多様。</li> <li>・ 2012年カリキュラム改革へのPBL適用において医学部とソーシャルワーク学部がケーススタディとして注目されている。</li> </ul>	

2-6 新しいKOSEN型実技教育で重視すべきこと

表2-2 行動主義、認知主義、状況主義の特徴の比較と工学教育への応用

	行動主義	認知主義	状況主義
知識	知識は刺激に対する反応の集まり	構造をもった情報をもつこと、記号を理解したり、自ら構成すること	人、物、技術、組織などの中に散らばった形で存在
学習	刺激と反応の結びつきをつくること	概念の構造や認識構造を変えたり、利用したりすること	何かの実践をしている人々で形成されるコミュニティへの参加を強めること
学習の転移	過去の学習との間の共通要素の量が学習の転移の大きさを左右する	ある領域にある概念や規則が一般性をもつようになり起こる	同じコミュニティで異なる課題への参加、または他のコミュニティへの参加
動機づけ	外発的動機づけを重視	内発的な動機づけが不可欠	コミュニティ内部の人間関係が良好、そこでの実践が有意義だという認識。
学習環境	教師と学習者の間に効果的な知識の伝達が行われるように教授・学習プログラムを組織。個人に合わせて、学習を個別化することが有効	学習者が自ら、理解をつくりあげられるように相互作用的な環境を用意することが望ましい	探求や社会的な実践に学習者が参加する環境。自由に意見が言え、多様な人々や価値観が存在し、寛容である学習環境が望ましい。
教育評価	知識の構成要素を測。独立性した多数のテスト項目に対する学習者の反応を統計的に処理	多様な知能を評価できるような、多様な評価基準を設ける	コミュニティへの参加そのものへの評価や、コミュニティの実践を大きく捉えた評価を工夫する
教師	知識をもち、伝達する技術をもつ人。学習助成者、知識配達人	学習者の頭の中で何が起きているか、学習者が何を考えているかを読み取る「認知心理学者」	
高専での教育的応用	通常の講義。技能習得型の学生実験 反復練習による熟達をねらったe-Learning 試行錯誤学習、弁別学習、オペラント条件づけの考えを応用した「プログラム学習」	工学における基礎的な実技教育 Project-Based Learning、課題探求型の応用的実験、ケーススタディ、Problem-Centered Learningなど	工学における実践的な実技教育 Problem-Based Learning、インタラクティブ・メソッドを使ったワークショップ、アクションリサーチなど

1章、表1-1に示した種々の教授法の基となっている学習理論を教育心理学的な視点から分類し、工学教育への応用例と対応させ、表2-2に示した。

表2-2のように分類すると、従来型の学生実験「マニュアルに従う実験・実習」は、行動主義の特徴が当てはまり、前述したような現代社会が求めている能力の育成には、限界があることがわかる。

現代社会が求めている能力、例えば、「コミュニケーション力」「リーダーシップ」「プレゼン力」「対人交渉力」「協調性」「一般常識」「主体性」「論理的思考力」などの能力は、従来の知識伝達型や技能体得型、すなわち行動主義の学力観に基づく学習活動のみで育成することはできない。学習者個々の内発的動機を促す認知主義の立場に立った教育を提供することが必要である。

認知主義でも、特にデューイとピアジェらの研究から導き出された構成主義の認知理論に基づいた教育は、知識やスキルなどの習得に効果的であったことから、世界中の教育界で支持され多様な実践がされている。認知主義（構成主義）の学習環境としては、カナダの医学教育から始まり各分野に広がったProblem-Based Learningが最も優れた方法の一つであるとされている。

ふたつのPBLの違い

▶戦略的に使い分け、又は組み合わせる

	Problem-BL	Project-BL
学 び 方	問題を解決する中で学ぶ	プロジェクトを推進する中で学ぶ
問 題	構造化されていない混沌とした現実の	構造化された準備された
成 果 物	過程を重視	結果を重視
指導者の役割	促進者	監督者
関 与 方	サポート	導く
知 識	学生個々の中にある自分で収集する	外からも与える

図2-6

Problem-Based Learning もProject-Based Learningも、それぞれの教育学的特徴を押さえて導入することが、その効果を十分に発揮するために不可欠だといえる。Erik de Graaff and Anette Kolmosによると、「様々な議論の末、今日では多くの研究者が二つのPBLを区別している。大抵は、Problem-BLで学生が取り組む問題は、背景や状況が示された構造化されていない開かれた問題であり、それに対してProject-BLでは、学生は成し遂げなければならない（指導者によって用意された）課題に取り組むものと解釈されている。また、Project-BL

は、課題解決が正しい方向に向くようにプロジェクトはしばしば指導者によって監督されることを優先する。もし課題が課せられなくても、従わなければならない変数や基準がある。」としている。

さらに、組織やコミュニティー（学習共同体など）の一員として、周囲に対して創造的な働きかけをしたり受け入れたりしながら知の生産に寄与できる人材を育成するには、どのような学習活動が適しているのだろうか。認知主義理論は個人心理学の色合いが濃く個の認知活動に焦点を当てているため対応が不十分であるとされる。

コミュニティーへの参加の度合いにより学びが深まるとする状況主義の立場に立った学習活動を実技教育の中に取り入れなければならない。

時代は急速に情報化社会へと激変している。産業社会から情報化社会への変化によって起こると予測される教育の変化について、D.P.キータン(1995)は表2-3のような比較をしている。個の認知活動に焦点を当てていた古典的なProblem-Based Learningは、協働で新しい知を生み出すプロジェクト型の学びの要素を取り入れ、ヴァイゴツキーに代表される状況主義理論に裏付けをされながら、変化と発展を続けていこう。

このように、教育心理学的特徴の違いを明確にした上で、行動主義、認知主義、状況主義に基づいた学習活動を適切に

表2-3 産業社会と情報化社会の教育の比較

	産業社会	情報化社会
教 育	知識の伝達	知識の生産・構築
学 習 の 形 態	個人的	協働的
教 育 の 目 標	少数者には概念的理解 大多数には基礎的技能とアルゴリズムの習得	全ての者に概念的理解と 意図的な知識の生産
人 の 多 様 性	生得的なもので絶対的	相互作用的、歴史的
人 の 多 様 性 に 対 する 扱 い	エリートを選択、残りの大多数には基礎的学力	多数の人々に対して発達的な考え方による生涯学習
予 想 さ れ る 職 場	工場をモデルとした職場、縦型の官僚制	共同学習をする組織体

組み合わせた高専のための教育プログラムを開発することが重要であると考えられる。

## 2-7 デンマーク型PBLと高専教育

カナダのマクマスター大学医学教育から広がった一般的なPBLとデンマークの工学分野で独自に発生したオルボーPBLモデルとを、アクティブ・ラーニングや、PBLと混同されやすい卒業研究と比較して表2-4に示した。医学教育から発展した一般的なPBLは、問題解決に取り組む過程で必要な知識を再構成しながら獲得することに有効である。構成主義の認知理論に

表2-4 二つのPBLとアクティブラーニング、卒研との比較

	Active Learning	一般的なPBL	オルボーPBL	卒業研究
目 的	・学び方を学ぶ ・知識の再構成・活用	・社会的文脈での知識の効率的獲得	・協働による ——新しい知の創出	・卒業レベルを満たす結果を出す
特 徴	学生は活動的 ・活発な認知活動 ・内発的動機づけ	・個の能力向上 ・学際的	・社会変革が視野に ・学びの環境重視 ・成果は論文に ——学際的	・学術的専門性 ・知識・スキル・姿勢
指 導 者 の 役 割	・発達の最近接領域や認知領域 タキソノミをふまえた指導者	・チューター ・コーチ	・スーパーバイザー	・研究の熟達者 (認知的徒弟制)
分 野	全分野、全レベル	医学から全分野へ	工学	日本の高等教育
社 会 的 二 一 ス	60年代世界教育改革 (新教育・進歩主義)	高度・細分化した 専門知識活用人材	イノベーション人材 グローバル人材	卒業判定
進 め 方	多種多様	7段階など	プロジェクトサイクル	個人に合う直接指導
カ リ キ ュ ラ ム	科目横断型	統合・ハイブリッド型	ハイブリッド型	総括的
評 価	機 能	アセス・フィードバック	アセス・フィードバック	統括的・個人のみ
	方 法	非 筆記試験型	多様、個人対象	口頭試問と振り返り、 チームが対象

基づいており、学習者個々の認知活動や個の能力の育成を中心に扱ってきた。どのような専門分野の基礎ともなり得、幼稚園児からも適用可能である。一方で、オルポーPBLモデルは、現実の問題解決に取り組む過程における協働による新しい知の創出を目的としている。イノベーションはもはや個の知識の上にはありえず、情報社会やチームメンバーに散らばって存在している知識の相互作用によって、新しい知が生み出されるという状況主義的な理論背景で成り立っている。

このような特徴より、これからの高専教育には、1～4年生の知識の効率的習得を重視する工学基礎教育には一般的PBLが、専門性が高まる5年生～専攻科生にはデンマーク型PBLの方が適合していると考えられる。

特に高専教育への導入に対する優位な点は次の通りである。

- ①高専教育の目的である、グローバル人材やイノベーション人材の育成、技術者に必要な能力(例えばチームワーク力や周囲との調整力、問題解決力)などと、デンマーク型BPLの目的とが一致している。
- ②産業界の問題やものづくりなどをテーマとするオルポーモデルは、産業界とのつながりが深い高専に導入しやすい。
- ③教育熱心な教職員が多く、PBLの教育学的基礎理論の理解がされやすい。
- ④機構のガバナンス機能は、全てが国立大学であるデンマークの普及のプロセスを参考にすることができる。
- ⑤コミュニケーションが苦手な引込み思案な国民性や、省資源国でイノベーションを重視する国状、超高齢化社会の課題など、我が国とデンマークとの類似点や参考にすべき点が多い。
- ⑥激しい大学受験を体験しなくてよい高専生は受験脳になっていないためPBLが受け入れ易い
- ⑦基礎スキルの訓練が重要なPBLは、15歳から段階的教育ができる高専に有利である。

## 2-8 新しいKOSEN型 実技教育の提案に向けて

これまで述べてきたように、社会から高専教育への期待は、社会の激変に伴い50年前の創設時とは大きく異なってきている。また文科省主導の答申では“主体的に考える力”や“生涯にわたって学び続けていく力”の育成が、大学教育や高専教

育に求められている。

これまで高専教育で行われてきたPBL実践は、小グループ学習であることや課題解決に取り組むという「型」を模倣することに始終している事例が多かった。今一度、講義やテキスト型実験のような伝統的な教育とは根本的に異なるPBLの教育学的特徴に立ち戻り、チーム活動の質を問いたい。我々は、PBLによってコミュニケーション力やチームワーク力が育成された、創造性が刺激された、というレベルで満足していたが、それらはPBLの最終的な目的ではなく、目的への一段階に過ぎないのである。何のためのコミュニケーション力でありチームワーク力かということが重要だ。協力して仕事をするのが社会人として必要だから、などと狭義に捉えてはいけない。コミュニケーション力やチームワーク力は、情報を収集、選択、活用、発信のための必須スキルであり、多様性から生まれ出るイノベーションを目的とした議論や交渉や合意形成のための基礎的な能力なのである。

15歳からの一貫教育を強みとする高専では、デンマークの小・中学校で行っている社会の中で生涯学び続けるために必要な、対話、交渉、対立への対応、合意形成、調査、情報発信などの基礎能力と工学の基礎知識(概念や学問体系の枠組み)を、低学年から訓練できる。その上で、高学年で社会的課題に取り組めば、専門的な知識や思考を主体的に獲得し、組織やチームで活き活きと活躍し新しい知の創出を担う人材が育成されると考える。

これからの高専教育		
	従来の技術者教育	これからの技術者教育
目 的	知識の獲得・蓄積 実験技術の向上	高い倫理観、責任感 創造性、問題解決力 知識&態度&スキル
	知っている	わかる、できる
方 法	結果重視	プロセス重視
	量的価値	質的価値
	教え込む	学び合う
学 力 観	行動主義的	認知主義的⇒状況主義的
具 体 的 な 教 授 戦 略	講義、テキスト準拠型	PBL
	統括的評価	形成的評価

図2-7 これからの高専教育

# 3 KOSEN型実技教育の モデル授業づくり

## 3-1 授業づくりの土台となる理論

教育心理学の分野では、社会の変化に呼応して人の認知活動に関する新たな知見が次々と見出されており、それを基に世界中で教育改革が押し進められている。高専教育でも学生の気質や社会からの期待が変化してきた昨今、PBLのような私たち指導者自身がこれまでに体験したことがないような学び方の支援をする場合に、指導者としての振る舞いに迷うことが多い。このような時には、指導者としての自分の言動を学習理論に基づいて意味づけしてみるものが有効である。意味づけしてみることによって、なすべき方向性が見えたり、自分なりの応用方法を見出すことができたり、言動に確信が持てたりするのではないだろうか。

これまで報告されている高専教育実践例は、授業担当者個人の経験を頼りにした試行錯誤の結果報告や、その人特有の勘や才能に依存した成功事例報告が多い。しかし、新しい時代に応じたKOSEN型実技教育の再構築・創出には、教育学や学習心理学等の分野で多くの偉大な先人らによって議論されてきた知見が不可欠であろう。教育プログラム構築の土台として特に重要だと思われるいくつかの理論を抽出し、その概要と高専教育との関係について述べる。

### 3-1-1 二つの学習理論

伝統的な教育と呼ばれる学習の方法は、講義で説いたことをテストで正確に再現できたら良く学習したことにするというやり方である。テキストに従って操作し期待されるデータを出す学生実験や、簡単な作業から徐々に難しいことができるように訓練することを目的とした学生実験も、根本的には同じである。このような理論を行動主義の学習理論という。行動主義の立場から見た「学習」とは、基本的には「条件反射(教育心理学では条件づけという言葉を使う)」の研究を発展させたものであるといつてよい。何らかの外部的刺激によって反応が現れるというような行動上の変化が起こることを「学習」現象とみなしている。すなわち「学習とは行動の変容である」と定義する。行動主義では、客観的に観察できることが重要で、主観的な現象は科学的研究の対象にはならないと考え、機械的に反応が出現することが研究対象として適していると考えられる。行動主義の学習理論は連合理論とも呼ばれる。

教育心理学では、行動主義と対になる言葉として「認知(論)的」を使う。認知論的な学習心理学は「思う」「わかる」「考える」ことを重視する。動物が芸を覚えるように練習を繰り返すことによって少しずつ行動が変わっていくようなタイプの学習とは違い、ある瞬間にそれまでの捉え方が急に変わり、「あ、わかった」という感覚を体験することがある。心の中にストンと落ちたように、またはもやもやしていた霧が一気に晴れるように、一度わかってしまうと、どうしてこのような簡単なことがわからなかったのかと不思議に思うくらいに、学習の前後では「もの見え方」が突然変化する。認知的理論は、表に現れた「行動」を見るだけではなく、「心の中で起こっていること」「頭の中で考えていること」を推し量って説明しようとする特徴をもっている。

### 3-1-2 行動主義の限界

行動主義学習理論の、刺激により反応が起こるということをも条件づけといい、古典的条件づけ(刺激:レモン→反応:唾液)と、道具的条件づけ(刺激:お手と言う→反応:犬が前足を上げる→刺激:餌をやる)の2つがある。後者のような積極的反応を「オペラント行動」と呼び、このようにしてなされる新しい習慣や技能の形成をオペラント条件づけという。

行動主義学習理論のオペラント条件づけを教育に応用している一例として、「プログラム学習」がある。誰もが同じ経路をたどって最終目標に到達するよう効果的な学習が行われるように次の原理に従って計画的にプログラムされた教材が作成されている。

- ①積極的反応の原理…受け身で説明を聞いて頭で理解するのではなく、学習者がボタンを押すなど積極的に反応させること。
- ②即時確認の原理…学習者が回答したら、正答か誤答かをすぐに知らせ、学習者が自分の答えを確認できるようにすること。
- ③スモール・ステップの原理…学習内容を分解して、やさしい内容から少しずつ難易度を高めていくように構成されていること。
- ④自己ペースの原理…学習速度に関する個人差を尊重して、学習の進行速度は学習者の最適なペースにまかせること。
- ⑤フェイディングの原理…最初は正答が出やすいようにヒント等を多くして次第に減らしていくなどプログラム改訂を行うこと。  
プログラム学習では学習者が正しく反応したらすぐにほめる

ような教材を用意するのだが、ただ受け身の学習を助けるだけの学習マシンともなり得る。優れたe-learning教材などでは、認知論的な学習理論も必要となってきた。

道具的条件づけでも、学習者が直接環境に働きかける場合（犬が餌をもらって芸をするような）とは別に、他人に行動を促す発話によって望むものを手に入れるような人間の場合、「唯言語（ゆいげんご）主義」におちいる可能性がある。言葉の意味を理解していなくても言葉を介して望むことが得られた場合に、わかったように錯覚してしまうようなことである。テスト型人間、受験脳などはその例であるといえる。

オペラント条件づけの研究による臨床的应用として、社会的強化（良いことをほめたり励ましたりする）によって行動の修正をはかろうとする「行動修正・行動変容の技法」が開発されている。この技法は、人は他の人から承認を得たがる傾向を利用している。しかし、オペラント条件づけの応用技術であることから、第三者が、本人の志や意思などに関係なく習慣やくせを修正しようとするところには限界がある。基本的しつけには応用できても、高専生に期待される社会的な行動を決定する意思を育まなければならない倫理などの教育には、別の学習心理学の理論が必要になる。

問題に対する解決を発見するために偶然にまかせてでたためにやってみること（無作為の試み）と失敗を繰り返す「試行錯誤学習」では徐々に解決までの時間は短くなるが、最終的な解決策の発見に至る学習ではない。また、ある動物に二つの刺激A,Bを用意して、Aを選んだ時だけ餌をやると、動物がAを選ぶようになりAとBを識別できるようになるという「弁別学習」がある。これらもオペラント条件づけの応用例である。

行動主義の学習心理学は、基本的なしつけや基礎的で単純な技能や決まり事の習得のような「行動の変化」と関わりが深いが、社会に期待されるこれからの高専教育にとっては限界が見えてくる。

### 3-1-3 認知論の教育観

行動主義的な考え方、連合理論とは対照的な学習理論である「認知理論」は、ジョン・デューイのように学習者は環境に働きかけながら適応する主体であるとするアメリカの機能主義から来る流れと、要素の集まりよりは全体の「まとまり」が重要だと考えたゲシュタルト心理学の二つの考え方が源流となっている。

認知主義の立場は、教育関連では次の特徴をもっている。

- ①「知識」は構造をもった情報をもつことであり、パターンがある記号を理解したり自ら構成することである。学習前の空っぽな状態に知識が詰め込まれていくと考えるのではなく、ピアジェが説いたように、それまでに獲得している知識などを基にして認識する主体によってつくりあげられるという考えを「構成主義」という。自分が学びの主人公かそうでないかによって「認識」が行動や意欲を左右することがおこる。認識について認識する「メタ認知」が認識の自己改善にとって重要である。
- ②「学習」は、概念や認知の構造を変えて全体を把握したり、それを利用して問題解決の方法を発見したりすることである。新しい知識を頭に蓄えて「蓄積」し、知識を自由に素早く使える熟達者のレベルへと「調整」する体験的認知と、比較対照したりもの見方を変えてみたりして再構造化する内省的認知の二つのモードがある
- ③「学習の転移」は、ある学習分野の概念や規則が一般性をもつようになることによって起こり、後の学習に影響を与える。
- ④「動機づけ」は、内発的動機づけであるべきであり、起こす環境を用意しなければならない。
- ⑤「学習環境の条件」は、学習者個々が自ら理解をつくりあげられるように、環境に働きかけると環境から個々に応じた応答が返ってくるような相互作用的な環境を用意することが望ましい。
- ⑥「教育評価」は、行動主義では知識の要素を対象としたが、認知主義では知識や探求力を実際に使わせるような大きな課題を対象とし、多様な知能をはかる多様な評価基準をもって多面的な評価を行うべきであるとされる。
- ⑦「教師の役割」は、学習者の頭の中で何が起きているか、学習者が何を考えているのかを読み取る「認知心理学者」であることが望ましい。しかも教室では、目標も興味も知識構造も多様な複数の学習者に対応する多次元性に応じ、多方面に向かう学習者の活動を同時に捉えて対応する同時性を備える必要がある。

このような認知理論の下で、学習者の知的好奇心や達成動機などの内発的動機づけを高め、学習者自らが主体的に学習活動に取り組むことを支援するという教育観が生まれることになった。



### 3-1-4 第3の理論、状況的学習論

構成主義のような認知主義理論は個人心理学の色合いが濃く、学習や発達には主体的には主体の内部で生起する個人的事象とみなす。これに対し、人間は社会的存在であるという前提に立ち、学習や発達は他者との相互作用の中で成立する社会的事象だとみなすのが社会的構成主義である。また、状況的学習論も学習を社会から孤立した個人の営みではないとする。学習される技術や実践知は、学びの状況や文脈の中に存在しており、同時に学習自体が状況や文脈を形づくる。

特に技術者には組織や共同体の一員として、周囲に対して創造的な働きかけをしたり受け入れたりしながら知の生産に寄与できる人材が望まれる。ある実践の共同体の一員となり参加の度合いにより学びが深まるとする状況主義の立場に立った学習活動を実技教育の中に取り入れることが、これからますます重要となってくるであろう。

表2-3(2章の表を再掲)では、D.P.キーティング(1995)が、産業社会から情報化社会への変化

によって起こると予測される教育の変化についての比較をしている。この比較表と教育心理学の動向を重ね合わせてみると、行動主義の心理学から認知主義へ、さらには状況主義の心理学へと重点が移りつつあることは、産業社会から情報社会への移行に対応することがわかる。状況主義的な見方に基づく研究の歴史はまだ浅く、術語も必ずしも標準化されているとはいえないが、これからの工学における実技教育を考える上で、重要となっていく視点であると考えられる。3つの学習理論をまとめた表2-2を再掲する。

表2-3 産業社会と情報化社会の教育の比較(再掲)

	産業社会	情報化社会
教 育	知識の伝達	知識の生産・構築
学 習 の 形 態	個人的	協同的
教 育 の 目 標	少数者には概念的理解 大多数には基礎的技能とアルゴリズムの習得	全ての者に概念的理解と 意図的な知識の生産
人 の 多 様 性	生得的なもので絶対的	相互作用の、歴史的
人 の 多 様 性 に 対 する 扱 い	エリートを選択、残りの大多数には基礎的学力	多数の人々に対して発達の考 え方による生涯学習
予 想 さ れ る 場 場	工場をモデルとした職場、縦型の官僚制	協同学習をする組織体

表2-2 行動主義、認知主義、状況主義の特徴の比較と工学教育への応用(再掲)

	行動主義	認知主義	状況主義
知 識	知識は刺激に対する反応の集まり	構造をもった情報をもつこと、記号を理解したり、自ら構成すること	人、物、技術、組織などの中に散らばった形で存在
学 習	刺激と反応の結びつきをつくること	概念の構造や認識構造を変えたり、利用したりすること	何かの実践をしている人々で形成されるコミュニティへの参加を強めること
学 習 の 転 移	過去の学習との間の共通要素の量が学習の転移の大きさを左右する	ある領域にある概念や規則が一般性をもつようになり起こる	同じコミュニティで異なる課題への参加、または他のコミュニティへの参加
動 機 つ け	外発的動機づけを重視	内発的な動機づけが不可欠	コミュニティ内部の人間関係が良好、そこでの実践が有意義だという認識。
学 習 環 境	教師と学習者の間に効果的な知識の伝達が行われるように教授・学習プログラムを組織、個人に合わせて、学習を個別化することが有効	学習者が自ら、理解をつくりあげられるように相互作用的な環境を用意することが望ましい	探求や社会的な実践に学習者が参加する環境、自由に意見が言え、多様な人々や価値観が存在し、寛容である学習環境が望ましい
教 育 評 価	知識の構成要素を測、独立性した多数のテスト項目に対する学習者の反応を統計的に処理	多様な知能を評価できるような、多様な評価基準を設ける	コミュニティへの参加そのものへの評価や、コミュニティの実践を大きく捉えた評価を工夫する
教 師	知識をもち、伝達する技術をもつ人、学習助成者、知識配達人	学習者の頭の中で何が起っているか、学習者が何を考えているかを読み取る「認知心理学者」	
高 専 での 教 育 的 応 用	通常の講義、技能習得型の学生実験 反復練習による熟達をねらったe-Learning 試行錯誤学習、弁別学習、オペラント条件づけの考えを応用した「プログラム学習」	工学における基礎的な実技教育 Project-Based Learning、課題探求型の応用的実験、ケーススタディ、Problem-Centered Learningなど	工学における実践的な実技教育 Problem-Based Learning、インタラクティブ・メソッドを使ったワークショップ、アクションリサーチなど

### 3-1-5 内発的動機づけ理論

学生がなぜやる気を出してくれないのか。

叱ってみたり、説教してみたりしてみてもあまり効果は得られないだろう。その場では一瞬やる気があるように振る舞っても長続きはしない。まして、叱ったり説教したりすることは、学びが深まるような働きかけにはなっていない。学生が寝ていようかなすべもなく講義を続ける授業や、上の空の学生にテキストの手順通りに実験をさせる授業は、学生の学びにとってどういう意味があるのだろうか。何の影響も及ぼさないならまだしも、その科目や学問分野に対して、つまらない退屈なものという印象を学生に与えてしまう恐れさえある。指導者側にも、一生懸命に授業をしたのだという自己満足感と、自分たちの一生懸命についてこない学生への失望感だけが残る。

逆に、学生のやる気を引き立てようとするあまり、楽しいだけの授業にも陥りやすい。授業後のアンケートで、「楽しかった」「有意義だった」「役に立つと感じる」「また受けたい」という回答を得て、良い授業だったと結論付けている事例報告も多い。楽しませることを目的としていた場合（授業ではあり得ない）を除き、これもやはり学生の学びにとって意味のない時間だったといえないだろうか。

授業の中で、知的好奇心を刺激し学ぶことの楽しさに触れるためには、内発的動機づけ理論に裏付けられた学習活動を組み込むことが必要ではないだろうか。

簡単に言うと、「…が得られるからやる」や「…が嫌だからやる」というような「賞罰に基づく意欲」が外発的動機づけである。生理的欲求やそこから生じる派生的欲求を満たすために、欲求が満たされないことによる不快な緊張状態（動因）を低減するような報酬を求めたり、動因を高めるような罰を避けたりするための手段として我々は行動するのだという考え方である。

しかし人は生理的欲求や派生的欲求のみによって動機づけられているのではない。報酬を目的としない動機づけとして、環境と効果的に関わることによって得られる効力感の充足（ホワイト: White, R.W.）や、自己実現の欲求に基づく成長動機づけ（マズロー: Maslow, A.H.）の存在があり、外発的動機づけとは異なる概念として内発的動機づけと呼ばれている。

ドシャーム(deCharms, R.)は、自らの意思に基づいて振る舞っている(自らが行為の原因であると感じている)心理状態が内発的動機づけで、外的な環境(他者や社会的条件など)に強いられて行為している(自分の行為の原因が自分の外にあると感じている)状態を外発的動機づけと位置付けた。すなわち、自律性(外的に強いられているのではなく、自ら進んで取り組んでいるという心理状

#### 動機づけ理論

##### ▶自己決定性

学習行動を自ら選択しているという感覚

##### ▶自己効力感

やろうと思えばできるという感覚

small step (体系的な教材・カリキュラム)

peer (ex.ライバルの存在)

##### ▶随伴性認知

学習がある成果に結び付くという感覚

リアリティー、すぐに役立つ、応用ができるレベル…

2012 大塚資料を筆者加工

図3-1 主体的な学習に重要な動機づけ理論

態)が内発的動機づけの特徴とされる。

内発的動機づけが影響を受ける過程について、デシ(Deci, E.L.)は次の三つを挙げている。ひとつは、報酬がない時に楽しんで行っていたことが、報酬により外発的に動機づけられるとやる気を失ってしまうというのがあり、「アンダーマイニング効果」という。二つ目は、有能感と自己決定感が高められれば内発的動機づけは増大し、「有能さと自己決定に関する感情」が低減すれば内発的動機づけも低減するとされる。三つ目として、「報酬の二つの側面」、人の行動を制御する側面(例えば、金銭など外的なものに自分がコントロールされていると思うと自己決定感の低下につながるということ)と、人に何らかの情報を提供する側面(例えば、自分の行動が良かったのか悪かったのかについてフィードバックが与えられるということ)があり、報酬はこの二つの側面のどちらがより強く現れるかによって、一つ目や二つ目の内発的動機づけに与える影響が変わってくるというものである。例えば、アンダーマイニング現象において、外発的報酬を与えることそのものが悪いのではなく、与えた報酬が有能性と自己決定の感覚を阻害した時のみ、アンダーマイニング現象が起こるということである。金銭的報酬や褒め言葉が本人の有能感と自己決定感を高めるようにフィードバックされるならば、むしろ報酬はやる気を高めることにもなりうるということである。

また、身体を動かすとやる気が刺激されるという両者の関係は、そのメカニズムはまだはっきりとわかっていないが脳科学の分野で研究が進んでいる。学生にアクティブに学んでほしい時には、まず、身体を動かすワークから始めるとうまくいくことが多い。

内発的動機づけは、主体的な学習の本質的特徴として教育心理学の重要概念のひとつとなっている。

このような動機づけ理論は、KOSEN型実技教育をデザインし実施において採用する学習活動の中で具体的に応用することによって、学習効果を高めることができる重要な理論である。

### 3-1-6 発達の最近接領域と足場かけ理論

どこまで教えていいのか、何を教えてはいけないのか、常に迷う。

PBLのような学生の主体性を支援する方法において、一方的な講義のように(指導者側にとって教えるべきことを)大方教えるやり方や、逆に自主性を重んじるとして(学生側にとって知りたいことを)ほとんど教えないやり方は、学生の学びにとって意味があるのだろうか。そこには自分がしたいことをこなす指導者はいても、学生の中で起こっていることに注意を払い学生中心の学びを支援しようと努力する姿はない。学生の主体性を引き出し、学びの楽しさや自分なりの学びのペースや方法を見つけ出させることを目指している場合、「教え」と「促し」を、どのようにコントロールすればいいのだろうか

このような場合、ヴィゴツキー(Vygotsky, L.S.)の「発達の最近接領域」という概念に基づき、ブルナー(Bruner, J.S.)らが提唱した「足場かけ理論」が役に立つ。



発達の最近接領域 : ヴィゴツキーは、認知発達や学習を、未知なる文化の獲得、文化の学習とみる。未知なる文化の体現者である他者との共同行為を通して、その他者との間で機能していた精神活動が内面化していき、やがて自分自身でできるようになる過程を学習としている。


学習者の現段階での発達度合により、課題を学習者自身が独力で解決するには限界がある。しかしその限界である「現時点の発達水準」の上に、他者(認知的により先行している人)からの援助があれば解決可能なレベル「潜在的な発達可能水準」がある。この二つの水準の間の領域を「発達の最近接領域」とよぶ。

ヴィゴツキーによると、教育とは、学習者が成熟しつつある領域に働きかけることにより、「潜在的な発達可能水準」が「現時点の発達水準」へと変わること(他からの助力なしで独力でできるようになること)、そして新たな「発達可能水準」が生まれることをいう。この働きかけは、他者(認知的により先行している人)からの働きかけと学習者の解決行動双方の相互作用の中で生まれ、共同でつくられるものであり、その成果は両者それぞれに共有されるものとなる。PBLやKOSEN型実技教育に不可欠のチーム学習には、メンバー同士の間にもこのような学習メカニズムが働かなければいけないといえる。

足場かけ : グループを組んで一緒に作業をしたからといって、このようなチームとしての共同学習が自然に生まれるこ

#### 考え込み過ぎない工夫Ⅰ－伝説編

<p>▶ソクラテス</p> <p>▶老子</p>	<p>潜在的な知識が活発になるための 問いかけが重要</p> <p>聞いたことは…………… 忘れる 見たことは…………… 覚える やったことは…………… わかる 見つけたことは…………… できる 師が下がれば…………… 行動する</p>	  
--------------------------	--	--

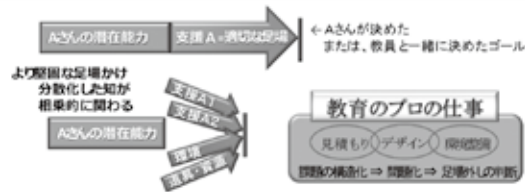


学習のピラミッド

---

#### 考え込み過ぎない工夫Ⅱ－理論編

▶足場かけ理論 (Bruner, J.S.)  
(方向付け・奨励⇒診断・見積もり⇒選択させ支援)



※ 言動を、PBLの基本的な認知理論に基づいて、意味づけしてみる  
⇒メタ認知、認知領域のタキシノミー、内発的動機づけ理論 …等

---

#### 考え込み過ぎない工夫Ⅲ－実践編

- ▶話す量 学生:教職員=9 : 1
- ▶思考のレベル分け (Bloom, B.S.)に基づいた問いかけ  
- 認知的領域のタキシノミーより
- ▶選択肢を示して選ばせる・ヒントを複数示す
- ▶非論理的、間違っている点を問い、時には教える
- ▶ピア・インストラクション、ピア・足場かけを促す




図3-2 考え込み過ぎない工夫

とにはならない。指導者側から適切な働きかけをすることと、授業をデザインする際に、学生と指導者の間、または学生間でのこのような学びが起こるように様々な仕掛けを用意し学習のプロセスに組み込むことが必要となってくる。チームとして機能するために、指導者ができることは大きい。

このように、学習者が独力で達成できないような目標を達成するために、適切な支援をすることを足場かけという。指導者や共に学ぶ仲間、コンピューターなどの学習ツール、印刷物、学習の成果物、掲示物など、様々な複数のものによって、学習者が学ぶための足場かけが行われる。このような分散化した知が相乗的に関わることが、学習者にとって堅固な足場かけとなる。また、足場かけは一対一とは限らず、期間も様々であり、長期的な学習効果のための足場かけのあり方を検討することも重要である。

### 3-1-7 ブルームの認知領域のタキノミー

授業や学生実験の中で、知的好奇心を刺激して内発的動機づけを高めたり、問いかけ合いをして深い学びへと誘うための足場かけ(指導者からの)やピア・足場かけ(チーム内の学生間での)を促すために、図13に示した、ブルーム(Bloom, B.S.)が提唱する認知領域のタキノミーが示唆を与えてくれる。

ブルームは教育目標を認知的領域、情意的領域、精神運動的領域に分けて、それぞれを低次から高次へと段階的に分類している。このうち、認知的領域(知的側面についての領域)を、低次から高次の順に、「知識」「理解」「応用」「分析」「総合」「評価」と構造化し、「知識・理解」を出発点として位置付けている。

この理論は、学習の習得度合いを評価する際によく用いられる理論だが、評価が学びの過程に組み込まれ、深く理解するためのフィードバックの機能を果たすという場合にも使うことができる。

例えば、図13のような何気ない日常の場面でも、認知領域のタキノミーに沿った問いかけをすることによって、学習者自身の気付きを促すことができる。

学生が失敗すると、「気を付けなさい」という抽象的な注意を与え、それに学生が「はい、気を付けます」と答えるような場面は良くある。これはスムーズで違和感のない会話だが、学生は具体的には何も学んでいない。一方、まず、学生本人に事実を説明させ、状況を把握させて、分析させ統合させて、さらに一連のできごとを評価させるところまで問いかけによって導くと、学生は自分自身の具体的な解決策を自分で見出すのである。

問いかけて、待ち、時には回り道をする学生の思考に伴走することは、時間がかかることである。しかし、「魚を与えるのではなく魚の釣り方を教える」ということは時間と手間をかけることを惜しまない

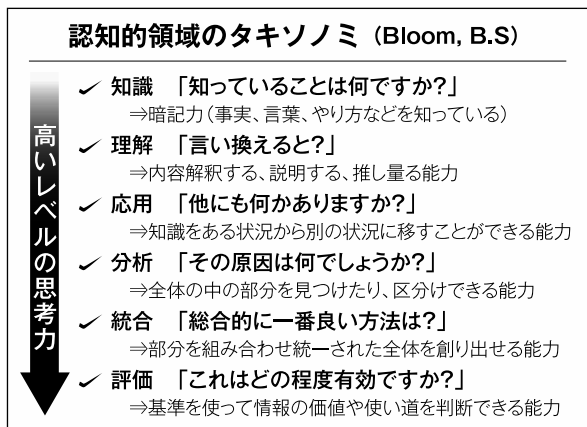


図3-3 ブルームによる認知領域のタキノミー

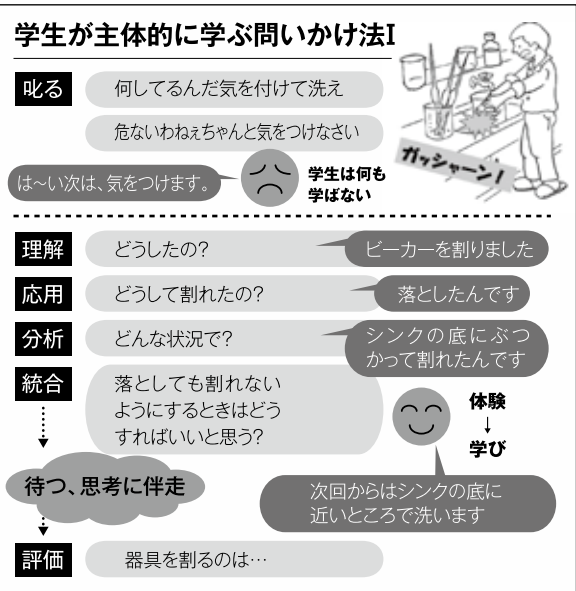


図3-4 思考を深める問いかけの例1

姿勢から可能になるのではないだろうか。このようにして、KOSEN型実技教育の中で、自分が経験したことから自分自身で答えを導き出す「学びのプロセス」を経験させることができるのである。

### 3-1-8 メタ認知

メタ認知は、学習者が効果的に学習を進めていくうえで欠かせない。とくに学習活動の改善に役立つため自己学習の基礎となる。後述する学習の転移や適応的熟達化を支えるものである。

メタ認知とは、認知についての認知、すなわち認知活動を対象化してとらえることであり、メタ認知的知識とメタ認知的活動に大きく分かれる。

メタ認知的知識は、①人間の認知特性についての知識、②

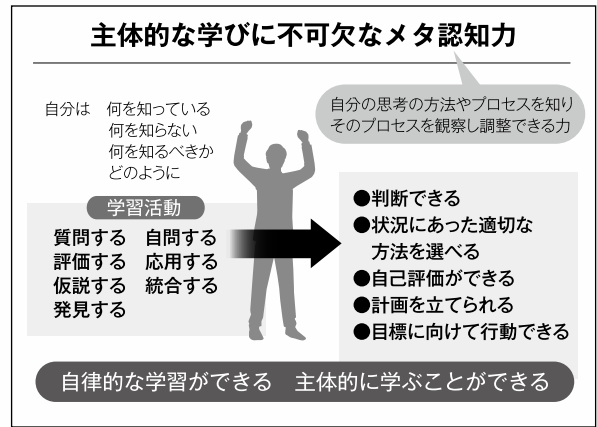


図3-5 主体的な学びに不可欠なメタ認知力

課題についての知識、③課題解決の方略についての知識で表される。一方、メタ認知活動は、メタ認知的モニタリングとメタ認知的コントロールのふたつに分けて考えることができる。

メタ認知モニタリングは、例えば、どこがわからないかを知り、どこがわかりそうか、この考え方でいいのかなど、自分の認知状態に気づき点検することである。メタ認知的コントロールには、わかりそうなどころから始めようとか、この考え方はダメだから別の考え方をしてみようといった目標設定や計画、修正などが含まれる。

メタ認知的知識が経験から誤って帰納されることや、メタ認知的モニタリングやコントロールが不適切に働き失敗することもあり、このような場合には、メタ認知そのものを認知の対象することも必要となってくる。

認知を把握する一側面としてのメタ認知：指導者が学習者の認知の状態を知ろうとすると、「動機づけ」「メタ認知」「知識構造」「必要知識」の4側面から把握しようとする。「メタ認知」は、学習者の学習方略、学習スキルに関係している。

熟達とメタ認知：熟達には定型的な技能遂行が速く正確になる定型的熟達と、状況に応じた柔軟な問題解決が可能になる適応的熟達がある。定型的熟達は反復練習によって形成されるが、適応的熟達のためにはさらに練習の質が問題であり概念的知識の構成が要求される。無意識に学習したことは修正や改善が困難であり、練習を積んでも適応的熟達へと発展しにくい。問題解決への知識利用についても意識化が有効である。豊富な知識をただ蓄えるだけでなく、どの知識をいつどのように使えばよいか習熟することが適応的熟達につながる。すなわち、メタ認知が適応的習熟を支えるといえる。

転移とメタ認知：転移とは先に学習したことが後の学習や問題解決に対して促進的あるいは妨害的な影響をもつことを意味する。転移が起こる条件の一つは、先行学習と後続学習に共通して含まれる要素の類似性が転移を起こさせるとする「同一要素説」である。もう一つは、先行学習である程度抽象化されたレベルで一般原理が獲得されることが後続学習で転移を起こさせるとする「一般化説」である。類似性の発見や学習したことの一般化を指導者が学習者に教えることには限界があり、学習者自身が行ってはじめて効果が期待できる。これらの高次認知活動が、課題に対するメタ認知的活動である。転移を目指す教

育においては、学習者のメタ認知を促すことが重要である。

文章化とメタ認知の促し：文章を書くということは、言葉によって思考や意図、記憶などを表現し、情報を伝達する行為である。表現や伝達には文章化以外にも優れた方法があるが、技術者育成を目的とする高専教育では、文章化がふさわしい。学習の最後に、個々が自らの学習活動を振り返り文章化して、他の学習者や指導者と共有することをねらった「振り返りシート」は、個に応じた学習と協同学習を支援する診断的評価となる。この情報は学習者にとっては、自分の作業や学習・思考過程を見直すきっかけとなり、指導者にとっては授業プランの修正や変更、見直しに必要な情報を得ることができるのである。振り返りシートを利用した文章化がうまく機能すると、学習の質と量の把握、すなわち、学習者が内容をどのくらい理解しているのか、どのように理解しているのか、その理解は別の新たな文脈でも使えるかなど、学習者、指導者共に、すぐにフィードバックを得られ、メタ認知を促すことができる。

## 3-2 授業のデザイン

### 3-2-1 授業づくりの順序

ほとんどの授業では、「教えるべき内容」が決まっており、図14のようにそこから授業づくりはスタートする。次にその「内容」を効率良く教えるために適した学習活動や教材を選び、一通り教え終わると応用的な問題によって定着を図り、最後に教えた内容が適切に再現できるかどうかを確認して、定着度を測定する。その測定結果が評価になる。

一方、PBLのような学び方を提供する授業では、図15のように授業を組み立てることを提案する。まず、学生の興味関心や発達度、他の科目との関連、利用できる環境などを調査し分析する。そして、この授業によってどのような能力を育成したい

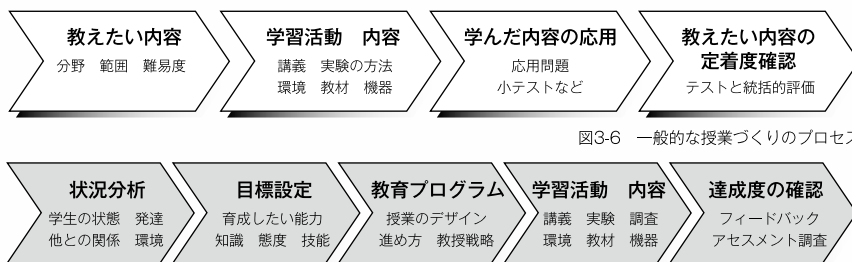


図3-6 一般的な授業づくりのプロセス

図3-7 KOSEN型実技教育のための授業づくりのプロセス

のかを明確にするところから授業づくりを始める。能力には「知識」と共に「態度」や「スキル」も含まれ、学生自身が自分の達成目標を作ることができるようにすることが望ましい。次に目標を達成するための教育プログラムを設計し、具体的な学習活動を組み合わせて授業を構成する。どのような能力の育成がどの程度達成されたかを測定する評価活動も組み込む。評価活動の結果は、評定として利用するよりも、むしろ学習者にフィードバックし、それだけでなく、教育プログラムや学習活動を見直し変更を加えるためにも利用する。

### 3-2-2 教職員チームによる授業づくり

図3は、教師が持つべき専門的知識(大島純、学習科学2004)を表す。この3つの知識、①教授学的な知識、②専門に関する知識、③学びについての認識論的知識は、授業づくりに必要な知識であるといえる。

著者が訪ねたフィンランドのヘルシンキポリテクやデンマークのオルボー大学では、教員として採用される際に①や③の知識を習得するシステムがあった。また、欧州やシンガポール、マレーシアの技術系高等教育機関には、アカデミックスタッフ(学術的専門の教授を担当するいわゆる教授陣)とエデュケーションスタッフ(カリキュラムづくりや教育戦略を練る教育学専門の研究スタッフ)が両輪となって教育活動をするような仕組みが確立している。日本の技術系の高等教育機関にも、そのような教員養成システムや研究組織がつくられることが理想ではあるが、

現環境の中で授業の質を高めるためには何らかの方法で、①と③の知識を強化してバランスの良い三角形にする必要がある。一人の教員が①と③を習得し教育研究をも担当する方法もあるが、現実的には①と③を担ってくれるスタッフとのチーム・ティーチングで授業づくりを行うことを提案したい。一人ですべてを担当するよりも、①や③に長けた教員や技術職員、コーディネーター、地域の人材、企業の技術者など、多様な専門性や視点を有するスタッフとチームで授業づくりを行った方が、授業の質は高まると考える。

このような考えのもと、著者はこれまで授業の担当教員を中心としたチームを結成して授業づくりを行ってきた。授業づくりのチームは、教員、技術職員、教育技術センター員、産学連携コーディネーターなどで構成した。教員1名と技術職員1名のチームもあれば、教員2名と技術職員5名からなるチームや、産学連携コーディネーターや企業の技術者がチームに加わった事例もある。いずれの場合も、①や③について研究し学び合う機会を設ける。学生を多様な視点で観察し、少なくとも2週に一度は丁寧に打ち合わせをしてきた。それによって、学生がどのようにどれくらい学んでいるか、足場かけのタイミングや方法は適切だったか、学ぶ環境は大丈夫かなど、学生の学びと授業の進行について検証を繰り返しながら改善や軌道修正を行うようにすることが肝要であった。

当たり前のことなので、つい忘れがちになるが、人を育てるということは手間や心のかかることなのである。

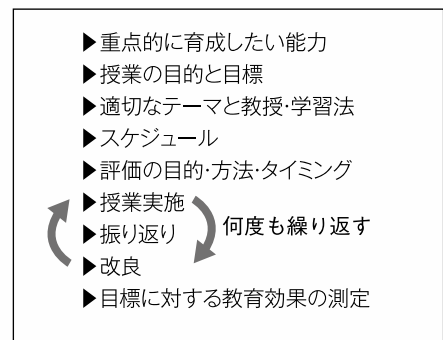
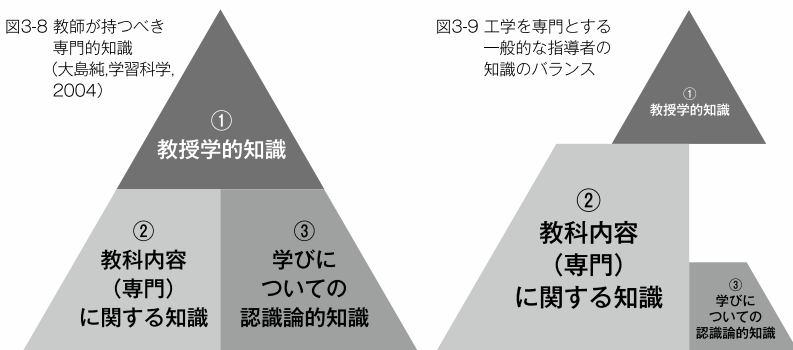


図3-10 授業づくりチームの打ち合わせ内容

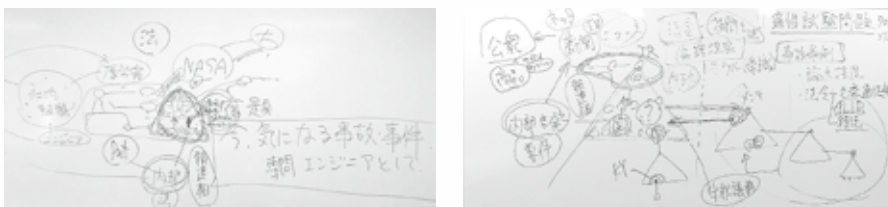


図3-11 毎回の打合せはWBを囲んで喋々語る

### 3-2-3 学習活動の組み立て

例として、モデル授業として組み立てた、工学倫理(専攻科2年生対象、後期、90分15回、1単位の授業)の授業づくりについて報告する。座学のみだった授業を、学生が能動的に参加し思考するKOSEN型実技授業に変えることを目的とした。

#### (1) 状況を分析する

まず、最初に、授業を取り巻く状況について、表3-1に示したように分析した。

担当教員と、著者、1年生の技術者倫理入門の担当教員、専攻科1年生で実施しているPBL型ものづくり授業の担当教員、実技教育を支援する技術職員らで3回程度行った。

状況を分析するときには、ただ話し合いをするのではなく、ホワイトボードなどを使って可視化してまとめながら進めると、全体像が把握でき論点が整理されやすい。また、参加者の意見も確認しやすく、合意がとれやすい。最初の分析は、授業の方向性が定まる重要なスタートラインなので丁寧に行うことが望まれる。

#### (2) 目標を設定する

状況分析が進み問題が明らかになると、目標設定のレベルが高く広範囲になりがちなので、優先順位を考えて絞り込む必要がある。

##### ① スキルに関する項目

- ・ 講義やテキストで得た知識を、事象事例分析において使

い、それをもとに自分なりの考えをもち表現できること。

- ・ 個の倫理観を、将来の仕事へと反映させるための、実践的な「コミュニケーション力」「交渉力」「プレゼン力」「調査力」「論理的思考」「批判的思考」をもつための訓練を行うこと。

- ・ JABEEの認定条件「チームワーク力」の重要性を知り、チームの中で自分の能力を発揮すること。

##### ② シラバスに沿った知識・理解に関する項目

- ・ 地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養、および、技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任に対する理解(JABEE技術者倫理の教育目標)。

- ・ 産業技術の歴史的発展の経過や災害事例(失敗事例)とそれらに対応してきた先人の知恵を学ぶことにより、工学倫理の自主的な思考と実践力を培い、技術士補としての自覚を促す。

##### ③ 知識を活かす態度や姿勢に関する項目

- ・ また、「お客さまに喜ばれる」いいものを創りだし、社会に貢献することがプロのエンジニアとして「守るべき道」と考え、日々、我々が遭遇する複雑な問題の論点を整理して基礎的知識と考え方を会得する。

この授業は、技術士1次試験免除のJABEE認定により、技術士補の資格を得ることができる必修授業である。そのため、工学倫理の基本的な知識や考え方の習得は不可欠で、それ

表3-1 分析した事項

項目		話し合いの結果のスタッフ同士の共有事項
学生の様子やレベル	昨年までの授業での学生の様子について	試験では合格ラインの点数を取るが、授業中では不活性であり、学生が何をどこまで理解しようと考えているのかわからない、担当教員としては、社会に出た時に試験で答えられた知識が役に立つのか心配である。
	これまでに対象学生が受けてきた実技型授業の内容について	対象学生の中で4分の1の学生は本科1年生からいくつかの授業でワークショップ型の授業を受けている。半分くらいはワークショップの経験がある、専攻科1年生では全員PBLによるものづくり授業を1年間体験した。活発な学生は何人もいる。
	学生の関心や興味について	授業で扱う過去の事象事例は学生達が生まれる前のものなどもあり、他人事でしか捉えられず当事者意識をもちにくい。
内容	教える内容について	技術士1次試験免除のJABEE認定により、技術士補の資格を得ることができる必修授業であり、毎年、試験では合格ラインの成績を取るの、レベルや内容は変えなくても良いのではないかと。
理想	担当教員が望む授業の姿について	授業には生き活きと能動的に参加してほしい。グループによる共同学習や討論会などをとりいれたい。
他との関連	工学倫理の関連授業の様子について	本科1年生の技術者倫理入門では、学生は調査能力も発揮、グループ内でかなり活発に議論し、発表会も行っている。MOT(座学)や、知的財産教育(演習あり)も行われている。
	就職先企業に関する知識と工学倫理の関係について	企業についての知識も少なく、工学倫理が将来の仕事とどのように結びつくのか想像ができない。

		過去の主な自己事例から学ぶ					自分たちで選んだ事例から学ぶ					過去問から学ぶ				
		チャレンジャー	爆発事故				ソーラーブラインド	原発事故	放射能汚染水	JR北海道	787バッテリー	ロケット打ち上げ延期	ノバルティスのデータねつ造	試験問題1	試験問題2	試験問題3
工学倫理の知識の定着を確認するための論点整理																
大分類	論点事項キーワード	1	2	3	8	9	10	1	2	3	4	5	6	21	24	25
技術士法 第4章	44条 信用失墜行為の禁止															
	45条 秘密保持義務															
	45条の2 公益確保の責務															
	46条 名称表示の場合の義務															
	47条 技術者補の業務の制限等															
技術士 (技術者) 倫理他	47条の2 資質向上の責務															
	一般															
	技術士制度 技術士試験															
	技術士倫理綱領(技術倫理要綱)															
	技術士、技術者としてふさわしい行動態度															
	団体の倫理要綱、倫理規定															
	予防倫理															
	技術士CPD(継続研鑽)															
警笛鳴らし(Whistle Blowing)																
その他																
	技術者倫理教育															

それぞれの枠内に、学んだことや理解したことを学生自身が書きこんでいく。  
 そのまま、学習のポートフォリオとなり、自己学習の方策をたてることができる。  
 指導者がチェックして学生の学習の進捗状況を得ることもできる。

図3-12 学ぶべき知識を網羅し、確認するためのマトリックス

らを使って新しい事象事例を分析する力をつけることが求められる。そこで、技術士補の試験に合格するレベルの知識が確実についたか確認できるように図3-12のようなマトリックスを作成した。どの事象事例分析やテーマの時に、どの内容について講義するのが効果的かを計画する。それによって、重複や無駄、抜け落ちなどがチェックでき、学生の学びの状況に応じて講義内容を調整することもできる。

また、学生が自分で表に学んだ事柄を書きこんでいくことで、自分はどこが理解不足かを知り、それを補うための自己学習等の方策を自身で作るように促し、学習のペースを自分でコントロールすることもできる。

(3)教育プログラムを組み立てる

90分の授業は、前半は、毎回、最初の70分が演習(過去問題の解答と説明)と講義、20分でグループワークをすることにした。

グループワークは、自分たちが興味をもっている身近な事象事例を選び、講義で学んだ工学倫理の視点や分析方法を用いて、検証する。最終的に、プレゼンテーションを行い、質疑応答を交えて全員で議論をする。毎週20分のグループワークは授業が進むにつれて、調査 ⇒ テーマの選択 ⇒ グループワーク ⇒ 分析と調査(何度か繰り返す) ⇒ プレゼン、質疑応答と議論 と進めることとした。最終発表会には、企

業技術者を招き、議論することとした。

15回の授業の組み立ては図3-14に示す。

(4)学習活動や内容を吟味する

状況主義の学習理論、内発的動機づけ、メタ認知力の育成、深い思考へ導く問いかけ、足場かけなどの理論を、様々な工夫によって実際に応用し、学生の学びの質を上げることができる、授業づくりの中でも重要な部分が、この学習活動である。

一方で、これらの活動(学びの方法)は、理論をふまえた教育戦略として使わなければ、活動自体が目的化してしまい、高専レベルの専門の授業にとってはただのお遊びになってしまう。体験させるだけで学習したことになってしまう「体験だけ学習」や、経験を重視するあまり伝統的学問の教授が軽視された活動や、断片的な学習に始終して知識を積み重ねることがおろそかになっている活動、また活動という手段が目的化された学びなどを「這い回る経験主義」などと呼んで揶揄されることも多い。

その時の学びの状況において、活動の意図は正しく働いているか、我々の言動は適切かを教職員チーム内で互いにチェックし合うことや、活動の一つひとつを丁寧に正しく意味づけし、次ページ(6)の調整において不必要な活動はしないように決定することも重要である。



①主体的に学ぶことを支援するために使用した教材、機材、学習ツール

- ・講義用スライド資料を映すためのPCとプロジェクター
- ・配付資料 ⇒ 講義用スライド資料に加え、講義で触れない部分も自主的に学べるように内容を充実して毎回配付
- ・テキスト⇒ 過去の事故の検証事例
- ・過去問題の演習用プリント
- ・調査・情報収集のためのグループに1台のPCまたはiPadとネット環境

②主体的に学ぶことを支援するために利用した活動や学習方法…詳しくは5章

- ・Project-Based Learning の手法⇒ 学生自身の現在の文脈の中で構造化されていない課題に取り組む=状況的学習理論
- ・グルーピング⇒ 自分でテーマを選択し自由意思でグルーピング=自己選択性による動機づけ
- ・導入のワーク⇒ 自分の将来との関わりにおける工学倫理の重要性を確認=随伴性認知による動機づけ
- ・付箋紙を使ったブレインストーミング、マッピング⇒ 思考の可視化、合意形成にむけた意見の構造化
- ・調査活動 ⇒ 情報の収集、選択、分析、発信
- ・ワークの途中の問いかけ⇒ 認知領域のタクソノミーを利用した認知活動の促し
- ・プレゼンテーション⇒ 情報発信とコミュニケーション
- ・企業技術者との意見交換⇒ 動機づけ、足場かけなど
- ・クリティカル・フレンズ⇒ 質問の方法、Open Questionと、Closed Question
- ・各種ワークシートによる自己評価⇒ メタ認知力の育成、自己評価力・相互評価力の育成
- ・まとめのレポート⇒ 文章化

(5)フィードバック、アセスメント

フィードバックとアセスメントのため、目的別にワークシートや試験問題、レポートなどの提出を課した。

- ①中間発表会…内容やまとめ方、表現方法について議論し教員からコメントを与える。(図3-13)
- ②発表に関する相互評価シート…学生同士が相互評価しコメントし合うことを支援するために作成したワークシートへの記入。
- ③グループワークに関する自己評価シート…学生個々が

チームワークを振り返り、3種類の自己評価をするためのワークシート。

- ④技術士試験に準ずる筆記試験。
- ⑤授業の感想…自由記述形式で授業の感想を書くワークシート。
- ⑥レポート…事故分析のための論点に沿って自分の考え方をまとめたレポート。

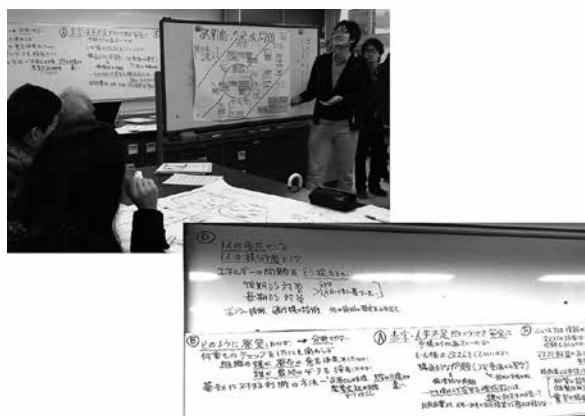


表3-13 中間発表会で議論し、課題を共有する

(6)調整

①フィードバックとアセスメントを目的にしたワークシートなど、(5)の①②③④⑥により、目標とした能力を測った。結果を、授業づくりのチームで共有し分析して、最終的に担当教員が点数化し成績とした。

②(5)の⑤による感想を取りまとめ、教職員による授業づくりチームの感想を合わせて来年度の授業づくりに反映させることにした。

○学生の授業評価で多かった意見は次の通りだった。

- ・グループワークが良かった。
- ・チームの人数は3~4人が良い。
- ・講義は集中した方がいい。
- ・もっと議論の時間を。
- ・企業技術者のコメントが良かった。
- ・就職前に受けられてよかった。

・企業活動と工学倫理の重要性がわかった。

○教職員チームの振り返りでは次の意見が出た。

- ・チームの人数が6人は多すぎる。
- ・毎回のグループワークが短く議論が深まらないうちに終わっていた。
- ・講義の内容をそぎ落とすことが必要

・企業技術者の参加により発表会が引き締まり、コメントが良かった。

・授業の目標と方法については学生達に理解されて納得を得ている。

・過去問は授業中の演習以外に、自己学習できるようにするとよい。

・分析が深まるように、事例分析の途中で担当教員と学生たちがチームごとに議論できる機会を設ける。

・時事問題は情報収集が難しいようだったので、分析が充実するように教職員側が持っている情報を、必要に応じて提示する。

○発表会に参加していただき、学生の発表にコメントをお願いした企業技術者の感想

- ・このような授業の趣旨、方法は、企業で働くときに確実に役立つと考えられる。
- ・学生のフレッシュな意見や真摯な態度に、大変共感し、感銘を受けた。
- ・自分が新入社員だった頃に先輩からいただいた言葉を思い出したので、卒業後へのエールとして学生に贈る。
- ・ぜひ、技術士の資格を取得し、社会に貢献してほしい。

この授業は、技術士1次試験免除のJABEE認定により技術士補の資格を得ることができる必修授業であることから、知識の習得度を試験して合格ラインに達することが課せられている。それに加えて、チームワーク力を育成しなければならない。学生、教職員チーム、企業技術者それぞれからの授業評価を

週	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
演習 20分	イントロ	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	中間発表会	過去問	過去問	発表	試験	解説	
70分	GW	講義	講義	講義	講義	講義	講義	講義	講義		講義	講義				事例分析
		事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析		事例分析	事例分析	事例分析			
Home work	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	まとめ	まとめ	まとめ

図3-14 平成25年度の授業



学生の授業評価と教職員チームの振り返りをふまえて、翌年のプログラムを変更した。

週	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
演習 20分	イントロ	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	中間発表会	過去問	過去問	発表	試験	解説	
70分	GW	講義	講義	講義	講義	講義	事例分析	事例分析	事例分析		事例分析	事例分析				事例分析
		事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析	事例分析		事例分析	事例分析	事例分析			
Home work	調査	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	過去問	まとめ	まとめ

図3-15 平成26年度の授業 改善案

もとの、翌年のプログラムを図3-15のように変更することとした。

学生が受動的で不活性になる講義は、内容をそぎ落とし必要最低限とすることにした。テキストを利用して過去問題を解く演習を自己学習としてできるようにプリントを用意する。そのような工夫により、事例分析のグループワークにまとまった時間を確保できるようにして、議論の時間を十分に取ることにした。中間発表会の方法も、担当教員からの問いかけを増やすこと、ワークシートなどを利用すること、ギャラリーウォークなどの発表方法を使うなどして工夫を凝らし、最終的な発表に向けて分析が深まるようにすることにした。

### 3-3 指導者の役割

学習者は知識がない者として、教え込むことを教育の中心とする指導者の教育観と、学習者がもっている知識や経験、文脈から始め様々な力の獲得を支援することを教育の中心とする教育観は、かなり異なる。

優れた講演者としていかにして効率よく伝え、それを学生が確実に再現できるかが前者の指導上の最大の関心事であり、その教育観に基づいて授業プログラムを組み、情報を構造化して整理し、わかりやすい教材や資料を用意する。

一方、一人ひとりの能力が活かされるチームの中で創造性を発揮してイノベーションを起こすことを支援するKOSEN型実技教育では、指導者は講演者ではなく、やる気を促し認知活動を監督しコーチして思考を深めるファシリテーターやスーパーバイザーの役割を担う。当然、身につけるスキルも授業の準備も授業での振る舞いも、講義中心の場合とは大きく異なる。

#### 3-3-1 指導者は学生の何をみるのか

講義と筆記試験が中心の授業では、学習者はブラックボックスである。何をどのように投入すると、何がどれくらい出てくるかを指導者は見ようとする。出てくる質や量をなるべく客観的に測定しようとし、それで学習者の能力も評定する。そして、投入するものの質や量、投入する方法を効率的に考える。

しかし、著者が提案するKOSEN型実技教育では、学習者の振る舞い、態度、文章、言葉などから、学習者の内面で起こっていることに最大の関心を寄せることになる。授業中は、認知活動の観察者や心理学者として学習者に接し、時には認知活動のモデルとしてコーチし学びのプロセスを監督しなければならない。観察で得た情報は、評定に利用するよりも、学習者にフィードバックして、さらなる学びの深まりや広がりを促すためのものとなる。

具体的には、授業中は学習者を良く観察し、問いかけによるやり取りや学習過程の各種成果物を良く見て、学びの質を向上させるように働きかけることが指導者の役割となる。

#### 3-3-2 足場かけ

適切な足場かけ(3章1節-6を参照)の第1段階として、学習

者の理解や能力、発達度合を超えて有意味で文化的に望ましい課題に取り組むように方向づけ、奨励する。現実的には、様々な制限や枠組みがあり、その中で最大限に学びの効果が期待できる課題や範囲を選ばなくてはならない。

第2段階では、学習者の現在の状態(理解や熟達の状態)を注意深く診断し、学びの過程に関与し、どの程度どのようにしてサポートするのが必要かを見積もる。一人ひとりへの援助というよりは、学びの共同体(グループやクラス)に対して他の学生たちや印刷物、学習支援ツールなど(分散化した知)が相乗的に関わることで、学習者にとってより堅固な足場かけが行われるようにする。直接教授、学習環境、様々なアクティブ・ラーニングの手法などを、効果的に組み合わせるようデザイン(課題の構造化:課題を可視化したり単純化したりして見通しをもって関われるようにすること ⇒ 問題化:何が重要か関わるべきかを同定し示すこと ⇒ 足場はずしの判断)しなければならない。

最後の段階で、学生のモチベーションを上げるように、ある一定の幅をもたせた範囲で学習者に選択の余地を与えながら、直接教授、教室談話や問いかけ、ヒントの提示などで具体的にサポートしていく。さらには、学習者の熟達を見極めながら適切にサポートを減らして自立を促していく。

このような指導者の役割が果たしているかについては、自己評価と共に授業づくりチームによる相互評価をすることが、有効であり心強い。学習者にチームワークや学びの共同体を体験させるならば、指導者もまた、授業づくりという仕事の過程で学びの共同体による知の創造体験をもつことが大変重要である。

#### 3-3-3 思考を深める問いかけ

また、PBLのような学びにおいて、思考を深めるための問いかけのあり方を考察するには、図3-16に示すカレン・キッチナー(1983)の認知プロセスの3段階モデル(著者ら翻訳・加工)が役立つ。その3段階のレベルとは、「認知するレベル」、「認知を認知するレベル(メタ認知)」、「認知に関する認識のレベル(認知観)」であり、問いかけも変わっていく。

指導者は、知識やなすべきこと、考える方法を教え導くのではなく、学習者の思考の最前線において問いかけを行うことで意欲を持たせ、学習者自らが答えにたどり着き、または答えを見出すのを助けるのである。強く促しすぎて学習者があせったりあきらめたりしないように気をつけながら、限られた時間や環境の中で、学習者の意欲を適切なレベルに維持することに配慮しな

ければならない。

具体的な問いかけの方法として、Open Question(開いた質問)も効果的である。Open Questionとは、「Yes」や「No」だけでは答えられないような問いかけの仕方である。

具体例として、中学生対象の講座において、原子核の大きさを分かりやすく説明するためにどうすればよいかを考えさせている場面を挙げるが、これは実際の事例である。図3-17上図において閉じた質問の時は、指導者の問いかけ(提言)に対して「あー!そうですね」と答えているが、これは「Yes」と答えるしかなく、学習者は受け身に答えているだけである。指導者は、学習者が理解したと思い満足している。

一方、図3-17下図は、開いた質問の例である。指導者は「Yes」という一言では答えることができない問いかけを何度も繰り返す。それによって、学習者は常に能動的となり、考えが深まっていき、最終的な結果として、指導者が思いつかなかったような創造的な回答が出てくる。ここで大切なのは、「もっと良い言い方はないでしょうか」という問いかけの後、「待つ」ことである。学習者の創造的な回答に対して、「よく考えつきましたね」とか「なるほど」、「素晴らしい説明ですね」と感動して共感を示し、学習者の思考が活発だったことを承認して、自信を与えることができる。

### 3-4 学習環境の整備と、質を高める装置やツール

専門や授業の形態、学習者の人数によって様々な学習環境が考えられる。KOSEN型実技教育のためのアクティブ・ラーニングに使いやすい一般的な部屋や設備を挙げる。

#### 教室

- ・机や椅子の移動が容易にできる。
- ・大判紙を広げ、周りに少し余裕があるくらいの大きさの机が、グループワークに適している。
- ・チームのメンバー全員で囲める適度な大きさの机がある。
- ・各チームが使えるホワイトボードがある。
- ・ネット環境が整っており、各チームに通信端末が最低限1台ある。
- ・活動の指示を出すためや講義のための教卓などが、すべてのチームから見える場所にある。
- ・プロジェクターやスクリーンなどの学習支援機器が必要に応じてすぐに使えるようになっている。

PBLで思考を深めるための問いかけ		
レベル1 認知 (思考する)	レベル2 メタ認知 (思考することに対する学び)	レベル3《認知を認識》 認知のあり方に関する認知 (構造化されていない問題におけるわかるということの本質)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓何を学びましたか</li> <li>✓確かですか?</li> <li>✓ここでは何が重要ですか?</li> <li>✓我々の問題にとってこれはどういう意味がありますか?</li> <li>✓その根拠に十分な事実をつかんでいますか?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓どちらかといえば、あなたの目標ややり方を変えたいかですか?</li> <li>✓あなたにとってどんな資料が一番役立ちましたか?</li> <li>✓〇〇について深く考えましたか?(過程または戦略について)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓何を根拠にそう思うのですか?何がわかりましたか?</li> <li>✓どの程度まで確かですか?</li> <li>✓何が問題となっていますか?</li> <li>✓何が問われていますか?どんな解決策が、どんな基準で、私たちの問題に一番合いますか?</li> </ul>

<資料>PROBLEMS AS POSSIBILITIES, 76頁, Figure 6.3より 著者訳

図3-16 思考を深める問いかけの例2

### 学生が主体的に学ぶ問いかけ法II

**閉じた質問** YESまたはNOだけで答えられる質問

水素原子核の大きさは原子の直径に比べてとても小さいです

約3万倍といった方が中学3年生にはわかりやすいではないですか

あー!そうですね

よしよし...満足!

学生は受け身

**開いた質問** YESまたはNOだけでは答えられないような質問

他の言い方はありませんか?

原子は $64 \times 10^{-11}m$ で、原子核は $2.4 \times 10^{-15}m$ です

中学生にわかる言い方に変えるとどうなりますか?

原子核がソフトボールくらいだとすると、原子の直径は3km位です

もっと良い言い方はないかな...

待つ

感動 共感 承認

原子核がソフトボールだとすると、原子の直径は...富山駅から市民病院までの距離になります。

図3-17 思考を深める問いかけの例3

- ・周りに、文房具など必要な学習支援ツールを整理して置ける棚やスペースがあり、学習者が自由にアクセスできる。
- ・学習者が一斉に移動できるくらいのスペースがある。
- ・明るく、どこからも部屋の隅々まで見渡せる。
- ・指示や発表の際の声が部屋の隅々まで聞こえる。
- ・コンセントが多い。

### 実験室

- ・学習者がとり得る行動を想定して危険予知がされており、それに基づいてハード、ソフトの両面において安全確保の措置が講じられている。
- ・整理整頓が行き届き、創造性を刺激するようなパーツに学習者が自由にアクセスできるようになっている。
- ・必要な機器類が、学生が出しやすく片付けやすくなっている。
- ・実験室内のルールがわかりやすく、学習者に受け入れられやすい。

また、アクティブ・ラーニングの質を上げるための装置やツールの例としては次のものが考えられる。

- ・多様な他者（指導者、チームメイト、他のチームの人、技術者など専門家や地域の住民、先輩や後輩、授業担当以外の教職員）
- ・情報や知識の習得（宿題、調べ学習、体験的調査、専門家など外部の方へのインタビュー、e-learning）
- ・様々なアウトプットのための活動（レポート、ワークシート、思考や議論、合意形成を可視化した図や作成物、プレゼンテーション）
- ・振り返り（形成的評価活動、振り返りシートへの記入、チームメイトとの共有、指導者のヒアリング）
- ・多様な評価活動（自己評価、相互評価、第三者評価、試験、統括的評価）

単独の授業では難しいが、効果があるもの

- ・他の授業との連携（教員同士、技術職員同士の情報交換だけでも、学びの質の向上に役立てることができる）
- ・カリキュラム上の教授戦略、カリキュラムサポート

- ・他の部署との連携（キャリア教育、メンタルヘルス、カウンセリング、保健室、図書館、安全や知財関連部署など）

### 3-5

## 主体的な学習に不可欠な基礎スキルの訓練

主体的な学習が充実したものとなるには、少なくとも、「調査のスキル（情報収集、選択、活用、発信）」、「議論や合意形成のスキル」、「自己評価のスキル」が必須であることがわかってきた。座学やテキスト型実験の経験しかない学生が高学年になって急にPBLのような学びの中に放り込まれると、これらの基礎スキルが不足しているために、学習が深まらず学ぶべき専門性が高まらない事例がみられる。

伝統的な学習方法で優秀な成績を収めてきた経験をもつ学生の中には、高学年で初めてPBLを体験してうまく学習が進まなくなると、PBLのような学び方に対して不満をもちモチベーションが上がらず、悪循環に陥る者もいる。今までずっと、教師によって選ばれた質の良い情報を与えられ、グループによる議論や合意形成よりもむしろ個人学習の機会が多く、点数という一元的な他者評価以外の客観的かつ多様な視点の評価をされたこともしたこともないので、拒否反応が出るのは無理がないと思われる。社会人になると主体的な学習ができるかどうか、仕事が楽しくできるかどうか直結するので、このような学生は、遅かれ早かれ、社会に出て同じような場面ですまなくことになると思われる。そして、企業は、最近の若い社員は使えないと嘆くことになる。

伝統的な授業では、範囲と量を適切にコントロールされた情報を与えられ、より多く覚えて、試験でより正確に再現する訓練

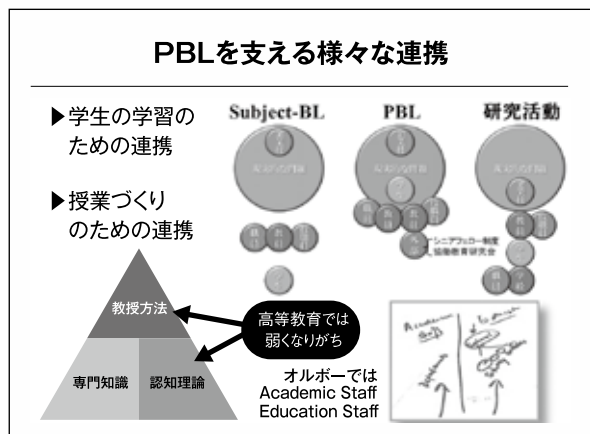


図3-18 学びを支える様々な連携

### 重要で不可欠な

## 基礎スキルと、具体的な訓練法

- ▶ **グループワーク・議論・合意形成**
  - ブレインストーミング、マッピング、ラベリング、ワールドカフェ、ワークショップ、クリティカル・フレンズ
- ▶ **調査能力と情報リテラシー**
  - レポート作成と丁寧なフィードバック
  - ジグソー学習
- ▶ **メタ認知力と評価力**
  - ワークシートによるポートフォリオ
  - 自己評価 ○問いかけ ○フィードバック

図3-19 不可欠な基礎スキルとその訓練法

をする。しかし、これからのKOSEN型実技教育では、まず、調査と議論と評価のスキルを訓練しなければならない。この訓練は早ければ早いほど良い。例えば、イノベーションの国デンマークでは、小学校から高校まで、どの教科においても徹底的にこのスキルを訓練している。激烈な受験競争がないデンマークでは、成功の照準が社会に出てからの活躍に合わされているため、このような訓練の必要性が、学生に共感をもって受け入れられているのだ。だからこそ、高等教育機関では、専門性の高いPBLや企業との協働教育が可能になっているのである。

これまでの高専教育では、受験スキルは必要なく、主体的学習スキルにもあまり価値が置かれておらず、訓練されていない。高専の使命が産業界に創造的な人材を送り出すことであることから、デンマークの教育の目的のように社会で力を発揮できることをめざし、主体的な学習に不可欠な基礎スキルを低学年から徹底して訓練することが重要であると考ええる。

基礎スキルの重要性に関する研究で、富山高専専攻科で実施したPBLの成績に興味深い結果が得られた。

富山高専では、平成17年より専攻科1年生の特別演習・実験でPBLによる「社会に役立つものづくり」(図3-20)を実施している。専攻科には、本科の工学4学科(機械工学科、電気工学科、物質工学科、環境材料工学科)から進学した学生が在籍している。特別演習・実験は、4学科から進学した学生を混合してチームを結成し、全学生が1年間PBLで学ぶ必修科目である。

著者が環境材料工学科の支援をしていたことより、結果として本科でPBL基礎力を戦略的に育成していたのは環境材料工学科のみとなっていた。環境材料工学科では、担当教員の支援要請を受けた著者が教育的知見に基づいて、担当教員と共に実技教育を組み立て、各学年に状況主義的な学習活動を多く取り入れたため、PBL基礎力の訓練も必然的に行われる結果となったのである。

成績は、図3-21に示した通り、自己評価と指導者評価が3割、学生間相互評価と第三者評価を7割として算出した。評価の形式は、ジャーナル式、ポートフォリオ式、ヒアリング、振り返りシートなどである。

平成17年から22年までの6年間の全専攻科学生313名に対し、専攻科で初めてPBLを受けた学生群と、1、3、5年生でPBL基礎力の訓練をした学生群とに分けて平均点を比較した結果を図3-22に示した。その結果、どの年度もPBL基礎力の訓練をした学生群の方が、専攻科で初めてPBLを受けた学生

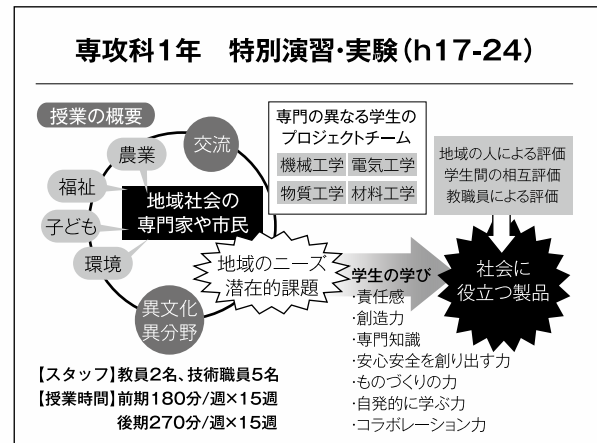


図3-20 地域に役立つものづくりの概要

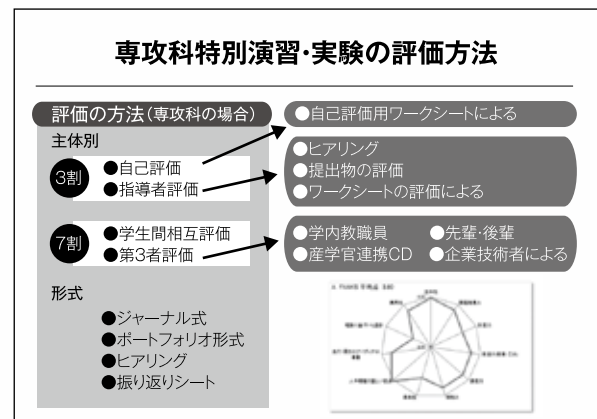


図3-21 多様な評価方法による多面的評価

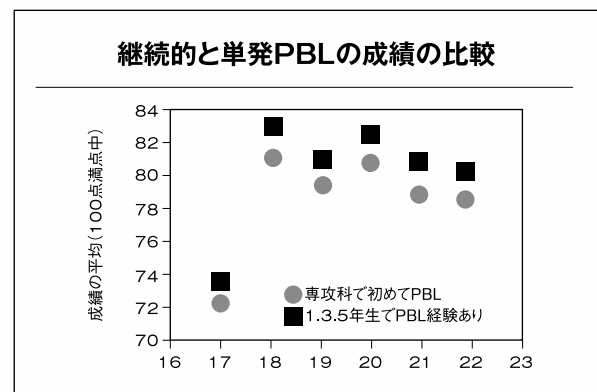


図3-22 継続的なPBLと単発的なPBLの成績比較

群よりも好成績を残していることが明らかとなった。そこで、平均点以上を取った学生数をカイ2乗検定を用いて検定した結果、両者の成績の平均点には、有意差が認められた。(p<0.05)

15歳からの早期技術者教育ができること、大学入試のための激烈な受験勉強を体験しなくても良いこと、カリキュラム上実体験型の教育機会が多いことは、状況主義的な学びが求められている高専教育にとって、優位な特長である。

### 3-6 教育評価の意義と方法

20世紀の社会の激変と共に、教育心理学や認知理論が発展したが、教育評価理論もまた大きな変遷を経てきた。教育評価が変わらなければ教育そのものも変わらないとされる。言うまでもなく、評価の方法や機能が学生の学び方やモチベーションに与える影響は大きい。学生は評価によって、努力の方向性を見出し、学び方を工夫し、次のより深い学びへの動機づけとするからである。このように、学びそのものを変えるほどの影響をもつ教育評価を、KOSEN型実技教育ではどのように考えるべきだろうか。

1900年代の初期は、「教育測定」の時代」とよばれ、学力を科学的かつ客観的に測定するための、厳密で測定誤差の少ない信頼性の高い方法が研究された。伝統的な口述試験は評価側の主観が誤差として結果に含まれるとされ、標準学力テスト、いわゆるペーパーテストの様々な手法が開発され導入された。こうして集団の平均点を基準にした点数の良し悪しで学力を判断する、相対的評価が確立した。90年代の中期になると、「教育評価の時代」が訪れる。教育目標という絶対的な価値基準に照らして評価する方法が開発された。それまでの客観的学力評価では、測定が容易な「知識・理解」中心に偏った評価がなされる傾向があった。すなわち、「思考」、「判断」、「表現」、「技能」、「関心」、「態度」、「意欲」などの観点から総合的に学力を捉えようとするとき、客観的学力テストのみでは妥当性がないという結果となる。教育評価の時代には、このような妥当性の低い一面的な測定に基づく偏った評価を、妥当性の高い評価へと改善する取り組みがなされた。90年代の後期には、教育評価の意味を根本から問い直す新たな動きが生まれている。それは、「それまでの教育評価は、評価が指導に生かされず、結局のところ学力テストによって児童・生徒を選別するという働きしかなしえず、結果として教育の機会均等の理念や人権尊重の精神に反しているのではないか」という反省的観点に立ったものである。学習者一人ひとりの個性や人権を尊重した評価であるべきで、それが学びに反映され学習支援にも生かされるものでなくてはならないということが認識されてきたのである。

一般的に教育評価の意義と機能は、学習者にとっては、① 学習のペースメーカー、② 自己認識の機会、③ 価値の方向性への気づきとされる。また、指導者にとっては、④ 指導

#### 評価の機能と方法

評価の機能	評価の方法
学習者にとっては ①学習のペースメーカー ②自己認識の機会 ③価値の方向性への気づき 指導者にとっては ④指導の対象を理解する手がかり ⑤教育目標や方法の指標 教育を管理運営する立場にとっては ⑥社会的責任の説明根拠	主体的 ・自己評価 ・指導者評価 ・学生間相互評価 ・第3者評価 種類 ・診断的評価 ・形成的評価 ・統括的評価 形式 ・ジャーナル式 ・ポートフォリオ形式 ・ヒアリング ・振り返りシート

図3-23 評価の機能と方法

#### ③と④を目的とした評価の一例 質問による回答結果の集計より

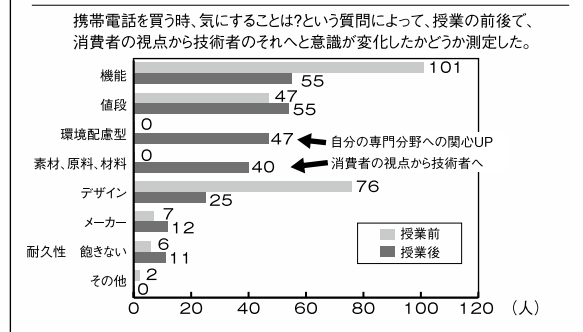


図3-24 学習後の視点の変化を確認した評価例

#### ②と⑤を目的とした評価の一例 自由記述による授業の振り返りより

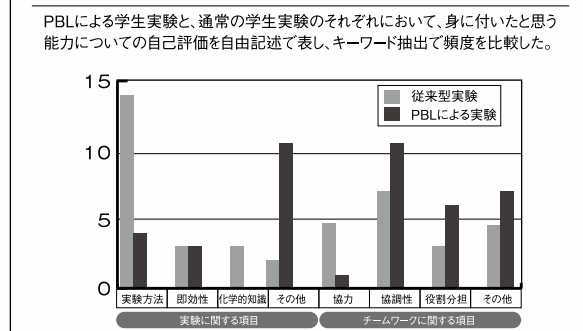


図3-25 振り返りの記述を授業設計に生かした例

の対象を理解する手がかり、⑤ 教育目標や方法の指標であり、教育を管理運営する立場にとっては、⑥ 社会的責任の説明根拠である。

著者は、通常の授業における評価として、①～⑤を目的とし、学習のプロセスに組み込む評価として種々の評価シートを開発した。認知主義的な学習には多様な評価基準を設けた。また

状況主義の特徴が強い学習には、参加そのものへの評価や、認知活動に関する質的、量的評価も行うことが望ましいと考える。評価主体別には、自己評価、指導者評価、学生間相互評価、企業や地域の方からの評価を行った。必要に応じ、診断的評価、形成的評価、総括的評価を行った。方法は、ジャーナル形式、ポートフォリオ形式、ヒアリング、振り返りアンケートなどから、適切なものを組み合わせた。

図3-24に③と④を目的とした評価結果の一例を示す。また、図3-25に②と⑤を目的とした評価結果の一例を示す。

### 3-7 知識習得と、基礎スキル習得は、どちらが先か、

アクティブ・ラーニングが注目されるにつれ、PBLと称して課題を与え自由度の高い実験・実習をさせているだけの授業や、社会体験をさせるが正しい知識の習得とは無関係な活動となってしまう学習事例がみられる。また逆に、動いてはいるが思考が受け身で指示待ちの活動、さらには、指導者からの問いかけが誘導や正答探しになっている活動、基礎学力UPを信じて詰め込む事例も多い。時間的制約やカリキュラム上の縛りの中で、なんとか形を整え成果を出そうとするあまりとはいえ、アクティブ・ラーニングで最も重要な「学生が中心の学び」に対する、指導者の理解と信念が希薄な場合が多い。特に、知識不足を恐れ短期的な成果主義に走った結果、そうなることが多いように感じる。学生の内面で起こっている認知活動や学びに関する情動を常に観察し、そこに働きかけることがアクティブ・ラーニングでは最も重要なことである。

いかにして人は学ぶのか、本当にわかるとはどういうことか、そのために授業はどうあるべきか、という学びに対する根源的な問いからアクティブ・ラーニングは生まれた。今は、過渡期としての実験的試行が多いのも仕方ないのかもしれない。しかし、能動的に(アクティブに)得たことからしか人は学べないことを忘れてはいけない。私たちの社会生活がそうであるように、本当に重要で不可欠な正しい知識は、それがないと活動がうまくいかない。テストで覚えたように思える漢字や計算も、その後の生活の中で必要不可欠だったからこそ、また、正しく使えることで生活の質が向上する経験をしたからこそ覚え、何十年も使いこなせているのである。

学習活動は、正しい知識や情報を使うほど良い結果につながるというように設計することが重要である。図3-26のようにどの

テーマの活動でも必ず太い斜線(最も重要な知識など)が必要であるように設計する、また、細い斜線の知識(最も重要ではないが習得をねらう知識など)は活動Iを経験することによって確実に得られるようにする。学ぶべき知識体系の全体は、学習者自身が「必要な時」に「必要な部分」を得られるように、全体が概観できるような学習支援ツールとして準備する。

概念理解が間違っている場合や正しい情報にアクセスできない場合の支援も、どのタイミングで、どの方法で、どの程度与えるのが適切かを考える。またはあえて与えずに、自ら探し始めるように内発的動機を刺激したり、知識定着の機会を学習活動として用意したりするなど、常に考慮することが不可欠である。ゲーム感覚や競争意識などを利用することが有効な場合もある。

知識習得と、調査力・議論する力・評価力などの基礎スキル習得のどちらが先か。定着する知識や使える知識というのは、結局、どのようなきっかけであれ自ら能動的に獲得したものだけである。授業で指導者が満足するような成果を得たとしても、長い目で見た場合に価値があるのは、知識そのものではなく、知識を得るためのスキルではないだろうか。そのスキルもまた、自ら能動的に得たものでなくては他の場面で応用できない。学生一人ひとりが自分の潜在的可能性に気づき能力を発揮するコツをみつけ、自分に合った学び方を体得していくことこそ高専教育へのアクティブ・ラーニング導入の意義ではないだろうか。

そう考えると、動機づけから始まり、基礎スキルの訓練、メタ認知力やスキル・知識の習得、自己評価を体験し、また、次の動機につながっていくスパイラルアップが起こることを、授業づくりの中で目指さなければならない。

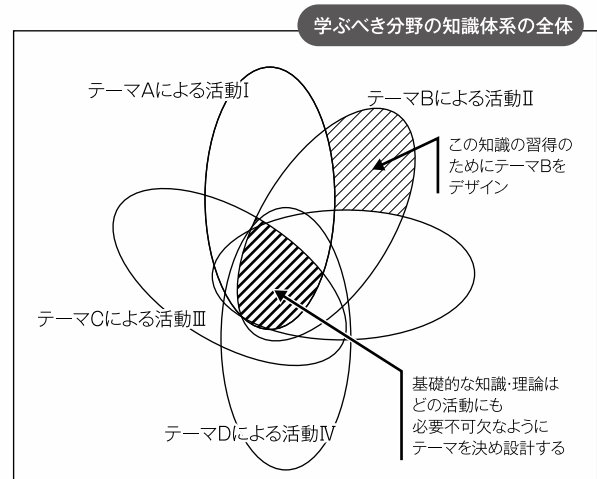


図3-26 知識習得のための授業設計のイメージ図



# 4 KOSEN型 実技教育モデル授業

著者が技術職員としてこれまでに支援した授業の中で、アクティブ・ラーニングとして担当教員と共にデザインした授業を、図4-1に示す。それぞれの授業で、担当教員の授業に対する思いを軸にして、専門性、学生の発達度、教員のキャラクター、他の授業との関連などを考慮して、学習活動に適した手法を選択し、教材やワークシートを作り、教育プログラムとして組み立てた。何よりも大切にしたのは、担当教員との綿密な打ち合わせである。特に、学生の学びの状況分析や、その授業で重点的に獲得してほしい能力(知識、スキル、姿勢)の絞り込みには、可能な限り多様な視点からの検討が重要である。加えてアクティブ・ラーニングでは学生の理解度や活性度に応じた学習活動の柔軟な変更がよくあるため、教員との意思疎通が不可欠である。

質の高いPBLを実施しているシンガポールやマレーシア、デンマーク、フィンランドなどの工学系の高等教育機関では、学術的専門指導を担う研究者と、教育学の専門的見地からカリキュラムや学習活動の組み立て、スタッフの研修などを担う研究者が両輪のごとく協力し合う体制があり、その大学の特色を活かした教育を作る仕組みを有している。オルボー大学のホルモス教授は、Department(学科)に所属するAcademic Staff(工学が専門の研究者)と、School & Study board(教育委員会)に属するEducation Staff(工学教育が専門の研究者)が時には兼務しながら同時並行で大学の教育を企画、運営していると語っている。このような部署がないことが、日本の工学教育で質の高いPBLが定着していないといわれる要因の一つだと考える。現段階では、多面的な視点を確保し、講義よりも大きい負担を減らすため、複数の教員、または技術職員やコー

ディネーターらとチームを組んでアクティブ・ラーニング型の授業づくりを行うことを提案したい。

4章では、いくつかの特徴的な授業づくりについて、モデル授業として紹介する。

## 4-1 本科のための、PBL基礎力の育成のためのモデル授業

### 4-1-1 1年生のための調べ学習を中心とした合意形成と情報マネジメントの訓練

#### ◆授業の概要

科目名	技術者倫理入門(必修科目)
テーマ	技術者の視点からの30年後のエネルギー政策への提言
受講学生	機械システム、電気制御システム、物質化学、電子情報の4工学科 1年生 約160名受講
担当者	教員3名、技術職員2名 (研究協力者:丁子哲治、定村誠、畔田博文、高松さおり、小澤妙子)
時間数	90分/週×15回

#### ◆この授業のキーワード

PBL/社会提案型/発表/情報リテラシー/合意形成/議論/チームによる共同学習

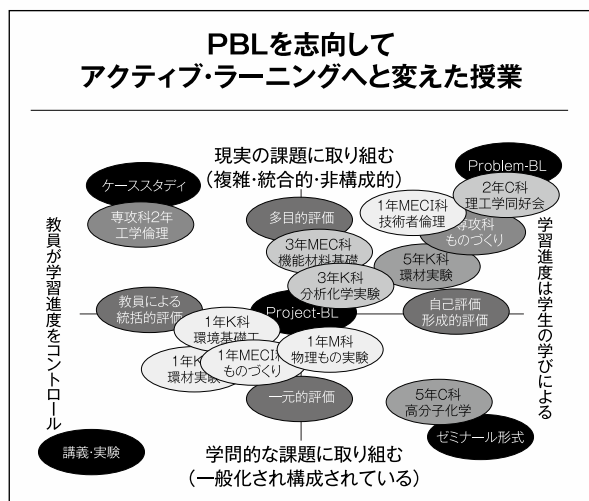


図4-1 これまでに著者らが組み立てた授業

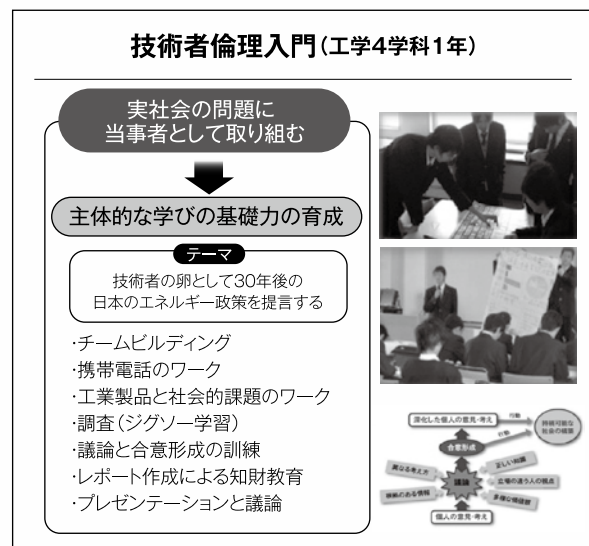


図4-2 1年生のためのPBL基礎力の授業

◆授業づくりの概要

著者らが教育技術センターの委員として、4工学科(機械システム、電気制御システム、物質化学、電子情報)一斉の授業として組み立てた(図4-2)。高専への導入教育として、①学ぶ意味づけ(技術者とは/科学技術を志す者としての視点の育成)、②学ぶための基礎力(聴き取る、読み取る、話し合う、表現するためのリテラシー/科学的思考/論理的思考/批判的思考)、③学ぶための心構え(基本的なルール/技術者倫理/安全教育)を組み込んだ。特に、どのような専門分野に対してもPBL基礎力を育成する授業となるように、1年生レベルのPBL基礎力として重要な、情報マネジメント力、合意形成力、自己評価力の訓練を充実させた。また、担当者が変わっても継続できるように考慮して組み立てた。(5-1-1、5-1-2、5-2、5-3、5-5-1を参照)

4-1-2 2・3年生のための、探求型実験による、チームで協働してプロジェクトを推進する訓練

◆授業の概要

科目名 機能材料基礎(選択科目)、分析化学(必修)  
 受講学生 機械工学科、電気工学科、物質工学科、  
 3年生混成クラス30名、環境材料工学科3年生  
 20名×2が受講  
 担当者 教員1名、技術職員1名  
 (研究協力者:袋布昌幹、山腰等、川越みゆき)  
 時間数 90分/週×15回(機能材料基礎)  
 180分/週×10回(分析化学)

◆この授業のキーワード

PBL/情報の収集、選択、共有、活用、発信/合意形成/  
 課題探求/工学的なデータ処理や考察/発表/環境安全

◆授業づくりの概要

分析化学は、テキストに従って進んでいた専門の基礎的な実験を、課題探究型実験に変えた(図4-3)。前半は、基礎知識や実験スキルを学ぶためにテキストにそった実験をし、後半は、前半の応用となるような課題(シナリオ型)に取り組み発表やコンペなどを行った。チームビルディングから始め、チームによる安全指針の作成ワークなどで共同学習を体験。与えられたタスクをチームで協働して遂行する過程で、技術者としての様々なPBL基礎力を育成した。具体的には実験によるデータを解析することと、調べ学習による理論的考察、結果を発表し議論するという活動に取り組んだ。(5-1-1、5-2-1-B-1、5-2-3、5-3、5-4、5-5参照)

機能材料基礎は、3年生の3工学科混成クラスであるため、テーマは、前期は「スターリングエンジンで動くモノの作製による熱力学」、後期は「分光器の製作による光学(表4-1)」とした。具体的には、どちらもシナリオ型PBLとし、授業を進めた。

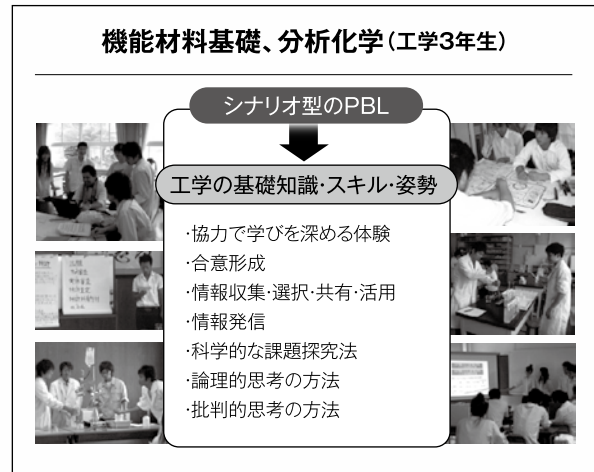


図4-3 3年生のための工学基礎PBLの授業

表4-1 後期「分光器の制作による光学」の授業の進め方

週	学習活動	活動の内容	学習成果物	評価基準
後期1週	ガイダンス	テーマと授業の進め方/課題(シナリオ)の提示/昨年度の作品の観察/分析	チャート図	タスクを明確/包括的/論理的に捉えているか/目標の方向性
2	実験	基礎理論(回折格子を使った光の回折と干渉)の確認実験	実験レポート	実験スキル、データ整理/論理性/安全
3-5	昨年度の作品を改良	問題⇒課題抽出⇒優先順位づけ⇒調査と実験と議論⇒課題解決⇒課題抽出⇒繰り返し	技術課題のマトリックス/学習進捗用紙	課題抽出は的確か/根拠/方法/調査/目標設定
6-7	改良品の報告会① 改良品の報告会②	①最初の2班のみ報告発表、質問、コメントの練習 ②すべての班の報告	発表用紙/改良品	論理性/定量的/的確な受け答え/コンセプトドリヴン/対象を考慮した報告
8-13	新たな「教材・テキスト」作り	新たな問題の発見と提示	ワークシート	タスクを明確/包括的/論理的に捉えているか/目標の方向性/限界/確かさ
	製作と改良	問題⇒課題抽出⇒優先順位づけ⇒調査と実験と議論⇒課題解決⇒課題抽出⇒繰り返し	種々ワークシート	課題抽出は的確か/根拠/方法/調査/目標設定
14	教材の発表とコンペ	自分たちの評価基準作り/評価シート	製品/PRシート/使用マニュアル/評価用シート	態度/誠意/質問への受け答え
15	振り返り	相互評価/自己評価/授業で学んだことを記述	ワークシート/効果測定	メタ認知/認知の認知/学習活動や手法の適正さの検証

### 4-1-3 5年生のための、現実的な問題解決に専門知識を応用して最後まで考え抜く訓練

#### ◆授業の概要

科目名 環境材料工学実験(必修科目)  
 受講学生 環境材料工学科20名受講  
 担当者 教員1-2名、技術職員1名  
 (研究協力者:丁子哲治、高松さおり)  
 時間数 180分/週×10回

#### ◆この授業のキーワード

PBL/地域社会への提案型/CO-OP/工学的なデータ処理や考察/発表/地域の方とのコミュニケーション

#### ◆教授・学習のスタイル

街の活性化を目指して、温泉街の人々に廃熱利用の技術とアイデアを提案するプロジェクト型の実験として組み立てた(図4-4)。熱エネルギー輸送の理論を応用したものづくり(オリジナル装置の作製)として、ペルチェモジュールなどを用いて、温泉街の廃熱や自然エネルギー等からの電気エネルギー回収の高効率化を競ったプロジェクトを遂行する過程で、論理的思考力、創造的な思考力、知的財産の創造、活用、保護などナレッジマネジメントの基礎、議論により考えを深め、知識を共有しながら新しい価値を生み出していく、科学的根拠に基づいたプレゼンなどを体験しながら学ぶことをめざした。(5-2-1-B,5-2-2,5-2-3,5-3,5-4,5-5参照)

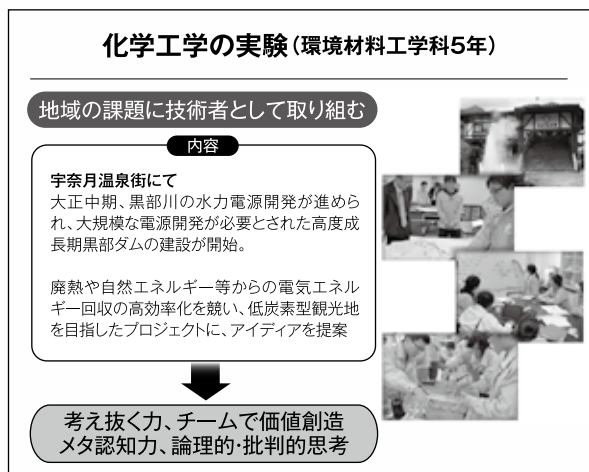


図4-4 5年生のためのPBL基礎力の授業

## 4-2 座学の講義を、学生が主体のアクティブ・ラーニングに

### 4-2-1 専門科目で、主体的に学ぶことを学ぶ授業

#### ◆授業の概要

科目名 高分子化学II(選択科目)  
 受講学生 物質工学科 5年生 約10名~20名受講  
 担当者 教員1名、技術職員1名  
 (研究協力者:畔田博文、戸出久栄)  
 時間数 90分/週×15回

#### ◆この授業のキーワード

予習型/自学自習/発表/質疑応答/議論/チームによる共同学習/教員による補足

#### ◆教授・学習のスタイル

本授業は、学問体系に沿って専門的知識を習得することを目指しながら、授業の進度や内容の深まりは学生の学びのペースに合わせる授業である(図4-5)。

まず、学問体系に沿った学ぶべきテーマを教員が提示する。学生はチームを組み、提示されたテーマの中から自分たちが主として取り組みたいテーマをいくつか選ぶ。そのテーマに関して調べたことをレジュメとしてまとめ教員に提出する。教員は、学生チームが提出したレジュメの中から1つのテーマに対して2チームのレジュメを選び、他の学生の前でプ

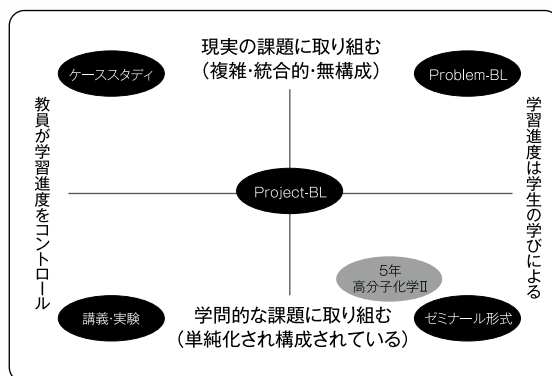


図4-5 授業のスタイル

レゼンテーションする機会を与える。ひとつのテーマに対して2チームそれぞれが15分プレゼンを行い、他の学生は聴講する。その後、聴講した学生の理解できなかった点について質疑応答を30分行う。答えられなかった質問は再調査して翌週もう一度プレゼンの機会が与えられる。

このように、テーマの提示⇒調査⇒プレゼン⇒質疑応答と議論⇒再調査⇒質疑応答と議論…の順に授業が進む。クラス全員で行う「ゼミナール形式」の授業スタイルである。

#### ◆授業づくりの概要

- (1)この授業づくりは、まず、担当教員が学生にどんな力をつけてほしいと思っているか明らかにすることからスタートした。それは一般的には授業の「ねらい」や「達成目標」という言葉で表されるが、授業をする前とした後で、学生がどんなふうに成長してほしいと思っているのか、何ができるようになってほしいか、どんな成果物を生み出せるようになってほしいか、記述にどんな文言が表れるようになってほしいかなど、具体的にイメージし決めておくことが大切である。
- (2)チームによるProject型で進めるため、シラバスにはコミュニケーション力やチームワーク力なども挙がっているが、それよりも主体的な学びに必要なスキル(主に情報の収集力・活用力・発信力)を身につけることに重点を置いた。
- (3)知識の習得については、学生が学びに対して主体的になるに従い教員が期待する以上の知識をどんどん吸収するようになり、さらに新しい知識を求めようになることをねらった。そこで、最低限理解してほしいコア概念と、生涯にわた

り覚えておいてほしいインデックスとしての専門用語を抽出し、そのコア概念の周りに、学生個々が興味関心に応じて扱う知識の範囲を広げられるようにした。具体的には、担当教員は高分子化合物の物性が概念的に理解できることに重点を置いた。高専教育の最終年ということもあり、4年生までに習った知識を応用して、高分子の様々な物理的・化学的挙動が説明できるようになることを目標とした。

- (4)つけてほしい力と習得してほしい知識に関してねらいを定めたら、次は、どのような教育手法が向いているか、学生の学びを促進するためにどのような方法で働きかけるのが適しているのかを考えた。テーマに基づいて、学生が調べ、パワーポイントでプレゼンし、皆で討議するゼミナール形式で授業を進めること、また、参加度を上げるために、クリッカーを使って即時に理解度の確認と相互評価を行うこととした。さらに、通常の講義型を採用しない理由を学生に理解してもらい納得して授業に臨んでもらうために、最初の導入と、最後の振り返りのワークを丁寧に行うことにした。

#### ◆担当教員のねらい

担当教員のねらいを表4-2にまとめた。このクラスは5年生になるまでにこのような形態の授業の経験がなく学び方に慣れていないため、シラバスに明記することに併せて、授業の前後のワークで丁寧に説明をした。

「ねらい」は欲張らない方がよい。チームによるProject型で進めるため、チーム内でのコミュニケーション力やチームワークなども「ねらい」に加えたくなるが、この授業では、表4-2のように絞って授業を進めた。

表4-2 担当教員のねらい

習得してほしい知識	習得してほしいスキルや姿勢
1) 高分子化合物の物性を概念的に理解すること。	1) 受け身ではなく、能動的に授業に参加する。
2) 4年生までに習った知識を使い、高分子の物性に関する物理的・化学的挙動が説明できること。	2) 主体的に学ぶ重要性和楽しさを知り、卒業後にも学び続けるためのコツをつかむ。
3) 講義の場合と同程度の専門的知識を習得すること。	3) 主体的な学びに必要なスキル(主に情報の収集力・活用力・発信力)を身につける。

◆授業の進め方

表4-3 5年 高分子化学IIの授業の進め方(学習活動は5章を参照)

週	授業の内容	指導者の仕事と 主な役割 (スタッフ間で分担)	主体的に学ぶことを 支援するために使用した 機材や学習ツール
準備	PCにTurning point(クリッカーのソフト)をインストールする。	学生の状況分析 授業のシナリオ作成  打ち合わせ	・PC(Turning point) ・クリッカー ・資料配布
	事前にTurning pointでの出欠者調査用の名簿を作成する。		
	各週のプレゼン後に行うTurning pointによる理解度確認用・相互評価用スライドの作成		
1	導入のグループワーク [テーマ] 小・中・高専を振り返って、自分自身が学んだと思えた時はどんな時でしたか。 15分 プレーンストーミング(創造性技法の発散法) 10分 グループピング(創造性技法の収束法、可視化) 15分 マッピング(創造性技法の収束法、合意、俯瞰的可視化) 10分 ギャラリーウォーク	ファシリテーター   打ち合わせ	・模造紙 ・マジック ・付箋 ・PC(Turning point) ・プロジェクター ・スクリーン
	チーム決め 10分 1チーム 4~5人 (5チーム結成)		
	発表テーマ決め 20分 1チーム3テーマずつ調査・プレゼンする		
2	学生のワークの結果から、「自らが学んだと実感した時」に関するキーワードを抽出し、担当教員が「受身の授業より主体的に学んだ時の方が、より“学び”が大きかったという経験を思い出してほしい」というメッセージを伝え、この授業の意図を説明した。	スーパーバイザー インストラクター  打ち合わせ	・先週のワークの成果物 ・PC(Turning point) ・クリッカー ・プロジェクター、スクリーン
3	図書館で調査 ⇒ 以降は特に時間を設けず自主学習 指導者は、学生に学びを深めるためのアドバイスや問いかけをしてまわる	コーチ、モデレーター 打ち合わせ	
第4 ~ 11 週目	基礎的内容に関するテーマ(コア概念)の調査とプレゼン 10分 調べた内容をプレゼン 30分 質疑応答(クリティカル・フレンド) 5分 クリッカーにより聴講側学生の理解度確認 前週の質疑に対する回答をプレゼン、質疑応答、確認	スーパーバイザー コーチ、モデレーター インストラクター  打ち合わせ	・PC(Turning point) ・クリッカー ・学生作成のレジュメ ・プロジェクター、スクリーン
12	知識の習得を確認する記述式試験	打ち合わせ	試験問題
13 14	応用的内容に関するテーマ(コア概念の応用)の調査とプレゼン 10分 調べた内容をプレゼン 30分 質疑応答(クリティカル・フレンド) 5分 クリッカーにより聴講側学生の理解度確認 前週の質疑に対する回答を再調査、プレゼン、質疑応答、確認	スーパーバイザー コーチ、モデレーター インストラクター  打ち合わせ	・PC(Turning point) ・クリッカー ・学生作成のレジュメ ・プロジェクター、スクリーン
15	試験の解答を解説	インストラクター ファシリテーター  打ち合わせ	・模造紙 ・マジック ・付箋 ・PC(Turning point) ・プロジェクター、スクリーン
	グループワーク [テーマ] この授業で学んだこと(40分程度、方法は第1週と同じ)		
	授業のまとめと振り返り用紙記入 [テーマ] この授業を通して ⇒(宿題 A4用紙に記述し、提出。)すぐにやってみようと思うこと/一年以内にやってみようと思うこと ずっとやり続けようと思うこと/満足度/後輩へのメッセージ		

## ◆評価や振り返りの方法

主体的な学びを支援するために評価方法は重要である。特に、動機づけとフィードバックは評価の方法と内容から受ける影響が大きい。評価方法は、教員が考えたとしても、学生たちが納得し受け入れられるものでなくてはならないし、理想的には学生と一緒に作ることが、メタ認知力を育成するうえでも効果的である。本授業では、詳細な評価基準表を学生に配り周知した。以下に本授業で試行した評価とその具体的な方法を記す。

- (1) 学びのペースメイクをするための評価方法
  - …スケジュール表と進捗のチェック
- (2) 内容を理解しているか評価する方法
  - …クリッカーによる理解度確認、発表用レジュメ、記述式試験
- (3) ねらいが達成されたかどうか評価する方法
  - …評価基準表の中の項目、ワークショップの成果物、振り返り用紙
- (4) この授業の内容、方法などが適切かどうか評価する方法
  - …プレゼンテーション、グループワークの成果
- (5) 授業の改善に活かすための評価方法
  - …学生参加型FD(学生を交えた授業の在り方についての座談会)
  - (参加者:担当教員・技術職員、過年度学生、教育コーディネーター、他教員と技術職員など)

## ◆授業を進めるにあたってのコツ、

## アクティブ・ラーニングのための留意点

- (1) 方法やルール、評価基準は、学生全員が理解した上で授業を進められるようしっかり伝え、納得、共感を得る。
- (2) 教員と技術職員とでファシリテーター、モデレーター、コーチ、スーパーバイザー、インストラクターを効果的に担う。
- (3) 一人ひとりの認知活動に対して適切なフォローを行う。

## ◆指導者の役割

- (1) ファシリテーター
  - 問いかけやムード作りなどで学生の認知を促す。
- (2) モデレーター
  - 認知活動のモデルとなって示す。
- (3) コーチ
  - 学生が到達したいところへ伴走して連れていく。

## (4) スーパーバイザー

学びの状況を監督し、学生を励まし助言を与える。

## (5) インストラクター

学生がたどり着けない知識、方法、考え方を教える。

## ◆学生からのフィードバック

(1) 満足度:68.3% (平成25年度:12人中)

(2) これからやってみようと思うこと

人に伝えることを意識して発表する／人に伝える前に自分が理解すること／情報の得方に気を付ける／疑問を持つこと、議論すること／予習(準備)／わかったつもりではなく、わかったにかえる／理解したことをまとめること

(3) 感想

質問の答えを探したり、あるいは仲間と考えたりすることで、教員の板書から学ぶよりも深く理解出来たと思う。／発表に関して上達したと感ずる／普通の授業では気付かない自分の良い点、悪い点に気付けた／チームワークの大切さ／自らの理解が間違っていたこともあった(確実な知識定着にはつながらなかった)

## ◆まとめと課題

このスタイルの授業により、「わかった'つもり'から、わかったへ」という感想があったように、自ら主体的に学んだ部分の知識は深まったと思われる。その反面、間違った解釈が定着してしまう恐れもある。実際に従来型の記述式ペーパーテストでは点数がわずかに低くなる傾向があった。この対策として、質疑応答の議論の際に明らかに間違っている解釈には介入して説明を加えたが、質疑応答時に挙がってこなかった内容の中に個々が間違っ理解していることがある可能性は否定できない。また、万遍なく記憶し再現する従来のテスト方式では学生の学びの状況を的確に把握することはできないかもしれない。理解の量ではなく質を評価する手法の開発と、そこで理解不足が明らかとなった内容については、なんらかの方法とタイミングで、最低限の知識習得の機会を組み込む必要があるかもしれない。

本モデル授業では、知識の定着のみならず、種々のヒューマンスキルを育み、自らの学び方への気付きもあったという結果が得られた。今後は、このような授業をどのように配置するか、カリキュラム全体として考える必要があると思われる。

## 4-2-2 技術士補のレベルを維持しながら、JABEE認定条件のチームワーク力を育成する授業

3章-2-3 学習活動の組み立て の事例として挙げた授業である。

### ◆授業の概要

科目名 工学倫理(必修科目)  
 受講学生 専攻科 2年生 24名受講  
 担当者 教員1名、技術職員1名(研究協力者:荒木一雄)  
 時間数 90分/週×15回

### ◆この授業のキーワード

ケーススタディ型/技術士/チームワーク/分析力/判断力  
 /知財教育/製造物責任/内部告発/リスク管理/ESD等

### ◆教授・学習のスタイル

本授業は、単位修得により技術士1次試験が免除になる

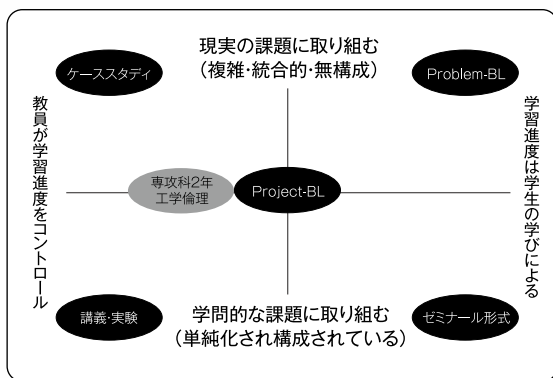


図4-6 授業のスタイル

### ◆担当教員のねらい

表4-4

学習目標	科目の達成目標	評価方法及び基準
(1) 地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養、および、技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任を理解する。(JABEE技術者倫理の教育目標)。	・工学倫理の論点と基礎知識の理解 ・技術士倫理規定と組織の中の技術者の位置づけ ・事故事例の検証と公益確保の考え方 ・リスクとヒューマンエラー ・費用と便益の考え方など	・下記の試験問題に含む ・出席と取り組みの姿勢の評価(20%) ・レポート提出(20%)
(2) 産業技術の歴史的発展の経過や災害事例(失敗事例)とそれらに対応してきた先人の知恵を学ぶことにより、工学倫理の自主的な思考と実践力を培い、技術士補としての自覚を促す。	・規格と法規 ・製造物責任・内部告発の意義と理解	・上記および下記の試験問題に含む
(3) 「お客さまに喜ばれる」いいものを創りだし、社会に貢献することがプロのエンジニアとして「守るべき道」と考え、日々、エンジニアが遭遇する複雑な問題の論点を整理して基礎的知識と考え方を会得する。	・知的財産権の重要性と特許戦略の理解 ・工学倫理テスト(基礎、事例、技術士適性試験など)	・理解度をレポートで評価する(30%)、出席点含む ・期末試験(技術士1次試験の適性科目合格レベル)で評価(30%)

必修科目である。テキストに沿った講義により工学倫理の知識や考え方を身につけ、それを応用して、グループワークにより身近な事故事例の検証を行った。

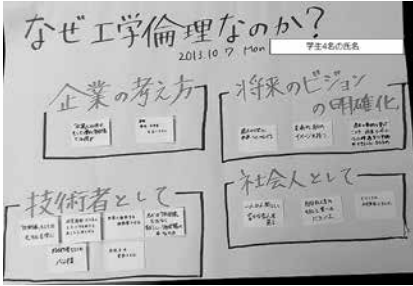
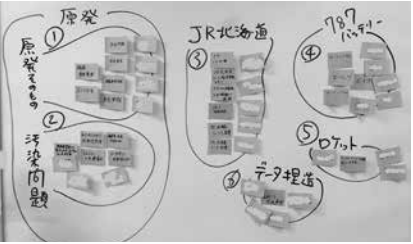
平成25年度は、毎回、最初の70分が講義と演習、20分でグループワークをした。平成26年度からは、3章25ページ(図3-15)で述べたように構成を変えることにしている。グループワークでは、自分たちが関心をもった身近な事故事例を選び、講義で学んだ工学倫理の視点や分析方法を用いて、検証した。最後に事例分析の結果をプレゼンテーションし、企業から技術者を招いて全員で議論をした。「ケーススタディ形式」の授業スタイルである。

### ◆授業づくりの概要




本授業は前年まで、教科書と技術士補の過去問題及び教員が作成したスライド資料を使い、講義形式で行っていた。試験では合格ラインの点数が出ていたが、学生の活力度や参加度を上げ能動的な態度で授業を受けてほしいとの思いから、JABEE認定条件に「チームワーク力」が加わったことを機に、担当教員は授業にグループワークを取り入れてアクティブラーニングに変えたいと考えた。ワークでは、事故事例を検証しつつ、一技術者の立場で何ができるのかを考えさせることにした。実社会では、問題を発見すると上司に報告、提言しなければならない。個人が有する倫理観を組織へと反映させ、重大事故や内部告発などを未然に防ぐためには、通常の「コミュニケーション力」とは異なり、説得力のある交渉をして上司を動かすくらい「働きかけ力」が必要になる。その力を育成することは簡単にはできないが、そのような工学倫理に必要な力をつけることの重要性を理解することが重要である。(5-2-1-C、5-2-2、5-2-3、5-3、5-4、5-5参照)

◆ 授業の進め方

表4-5 工学倫理 平成25年度の授業の進め方

週	授業の内容	使用した 機材・学習ツール	指導者の仕事と主な役割 (ファシリテーションのPoint)
1	<p>打ち合わせ(学生の状況分析、授業のシナリオ作成)</p> <p>40分 講義:イントロダクション-本授業の意義と達成目標、評価方法 30分 講義:シラバス、スライド資料に沿った講義 20分 GW:講義を受けて振り返りのワーク</p> <p>【テーマ】 「工学倫理」という授業の意義、今なぜ工学倫理なのか」 2分 グループ(席が近い4人1チームで5チーム結成) 5分 付箋に個々がテーマについて自分の考えを書き出す 5分 大判紙に付箋を貼り(マッピング)ながら議論、まとめていく 3分 他の人が見てわかるように、色ペンで線や補足を書き足す。 ※宿題:最近の時事問題から関心がある事件や事故について調査して資料を持ってくる。</p>  <p>図4-7 工学倫理の意義について考えるワークの成果物の例</p>	<p>過去問 ・PC ・講義レジュメ ・プロジェクター ・スクリーン ・先週のワークの成果物 ・模造紙 ・マジック ・サインペン ・付箋</p>	<p>・学生は最終学年であり、このようなワークは手法として慣れているので、質の高さを求めることができる。 ・20分という時間的制約があるので、テンポ良く促していくことが大事。 ・テンポよく促すときには、ファシリテーターは、無駄な言葉を使わない、冗長な説明をしない、短い言葉で的確な指示を出す、などが大切。 ・また、静かに考える時と、チームで議論する時のメリハリをつける。 ・ワークでは、内容に対する問いかけの時間は少ないので、まとめ方や成果物のデザインについて足りない点に気付かせる問いかけをする。</p>
2	<p>25分 演習:技術士一次試験過去問の例題 10分 前回の復習(2チームが前回の結果を発表) 10分 重要なスライドを再説明 25分 講義:教科書に沿った講義 20分 GW:興味・関心がある最近の事故事例、チーム分け</p> <p>【テーマ】 調査してきた最近の事故事例を分類する 2分 個々が調査してきた事故事例を青色の付箋紙に書き出す 5分 前面ホワイトボード上でマッピング 5分 教員からのコメントを参考にこのクラスで取り組む数テーマを決定する 8分 各自が取り組むテーマを決めて、グルーピングし、次回のステークホルダーの関係図作成の準備を行う ※宿題:自分のテーマに関する詳しい資料を集めてくる</p>  <p>4-8 関心のあるテーマを挙げ、グルーピング</p>	<p>過去問 ・PC ・講義レジュメ ・プロジェクター ・スクリーン ・先週のワークの成果物 ・模造紙 ・マジック ・サインペン ・付箋</p>	<p>・ブレン・ストーミングとマッピングは、テンポよく、前面のホワイトボードに大判紙を貼って、全体でマッピングをする。 ・教員からは学生の関心事にコメントを加え、さらに、分析・検証すると面白そうな時事問題があれば提示してテーマに加えるかどうかを、教員、学生、皆で議論する。 ・数テーマが出そろったら、自分が取り組みたいテーマを選び、1チームが4~5名になるようにグルーピングを行う。専攻科2年生はある程度まかせても大丈夫。 ・最初に青(学生の関心事)、次にピンク(学生名)で班分け</p>



3	10分 演習:技術士一次試験過去問の例題 60分 講義:教科書、スライドに沿った講義 20分 GW:自分が取り組む事故事例に関するステークホルダーを挙げ、関係性を図に表す。 <b>【テーマ】ステークホルダーの関係図を作成する</b> 5分 グループでブレインストーミング「ステークホルダーを挙げる」書記を1人決めて、皆が口々に挙げるステークホルダーを付箋紙(名刺大)に書き出していく 10分 大判紙上でマッピング 5分 ステークホルダー間の関係性や、事件・事故に対する重要度を明確にするためにさらに、どのような調査が必要かを考え分担する	・過去問 ・PC ・講義レジュメ ・プロジェクター ・スクリーン ・先週のワークの成果物 ・模造紙 ・マジック ・サインペン ・付箋	・ワークは大きな机がある部屋で行う ・ワークの最初に今日のゴールを明確に示すと、学生は自分たちでベースを作って進められる。 ・様子を見て、うまく作業が進まないチームに対しては、ファシリテーターは、作業のベース、5分、10分、5分をコントロールする。⇒様子を見て適宜行う ・ファシリテーターは長い説明はしない、短く指示するだけ(説明は学生が考える時間を奪い、長く話すほど学生は受け身になってしまう)。 ・ワークで分担したことを記録させて提出させる
	 <p>図4-9 ステークホルダーの関係性を考えるワーク</p>	・準備物は同上 ・学生のワークに対して、様々な問いかけをして回る。 ・気づきを促すように留意するが、ワークの進捗を考慮して、抜けている視点を指摘し、情報収集に手間取っている場合は調べ方を提示する。 ・モチベーションが下がらないように、努力を認めたり励ますことも必要。	 <p>図4-10 学生に問いかけ、気づきを促す</p>
4   8	演習:技術士一次試験過去問の例題 講義:教科書、スライドに沿った講義 GW:事故事例分析とまとめ		
9   10	中間発表会 15分 発表要領の説明、準備 65分 4チームの発表と、教員からのコメント、分析の論点確認 10分 今日の発表に関する講評		
11   12	演習:技術士一次試験過去問の例題 講義:発表会に向けた補足の講義 GW:事故事例分析とまとめ		
13	最終発表会 企業技術者を招き、コメントをいただく	 <p>図4-11 最終発表会の様子 (左に企業の方々)</p>	 <p>図4-12 作図しながら議論を深めていく</p>
	試験、レポート提出		
15	授業の振り返りとまとめ ・振り返り用紙 (チームへの貢献度、発表相互評価、自己採点) ・自由記述式の感想		

◆課題とまとめ

3章-2-3 学習活動の組み立て に課題と今後の方策をまとめた。

4-3 PBLによる技術の社会実装  
(社会に役立つものづくり)

3章-5 主体的な学習に不可欠な基礎スキルの訓練、3章-6 教育評価の意義と方法、3章-7 学習活動の組み立て において事例として挙げた授業である。

◆授業の概要

科目名 専攻科特別演習・実験(必修科目)  
 受講学生 専攻科 1年生 約20~30名受講  
 担当者 教員:1~2名、技術職員:4名  
 (研究協力者:定村誠、高松さおり、小澤妙子)  
 時間数 前期:90分×2/週×15回、後期:90分×3/週×15回

◆教授・学習のスタイル

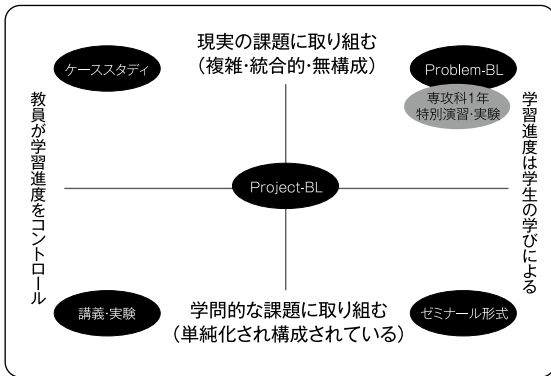


図4-13 授業のスタイル

◆授業の進め方

表4-6 専攻科特別演習・実験 平成24年度の授業の進め方

週	授業内容	学生の活動
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>●授業のガイダンス</li> <li>・この授業でつけてほしい力</li> <li>・授業の進め方、学び方、PBLとは、シラバスと評価基準資料</li> <li>・授業の概要(一年間の流れ/評価方法/学びのシナリオデザイン/PBLによる学びのイメージ/メタ認知力/プロジェクトの成功とは/社会人基礎力)</li> <li>●PBL準備(プロジェクトのための基礎スキル訓練)</li> <li>★プロジェクト・ポートフォリオ ver.1 用紙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自己分析と30秒自己紹介</li> <li>・コミュニケーション・スタイル分析/自己分析/30秒をきっちり使う自己紹介/チーム結成</li> <li>・創造性技法の演習 「プロジェクトが成功するために大切なこと」/発散技法、収束技法について/プレゼンテーションについて・創造性技法(ブレイン・ストーミングとマッピング)の演習</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事業所の決定</li> <li>●チームビルディング(チームワークのための準備)</li> <li>・LEGOを使ったチームビルディングのワーク</li> <li>・KJ法を使ったチームビルディングのワーク</li> <li>・絵を使ったチームビルディングのワーク</li> <li>●チーム内の役割分担</li> <li>●事業所訪問の準備 ・ルール作り、名刺作り、連絡網作り</li> <li>●事業所訪問の際のインタビュー計画、マナー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本プロジェクトでチームに必要な役割(全員が役割をもつ)</li> <li>・事務・会計・伝票のリーダー</li> <li>・記録のリーダー(活動内容をまとめ、記録するなど)</li> <li>・表現のリーダー(チームの活動や成果を効果的に伝える)</li> <li>・交渉のリーダー(渉外、外部との連絡など)</li> <li>・ムードメーカー・タイムキープのリーダー(スケジュール管理、ムードメーカー=活動を円滑にするための提案、雰囲気作り)</li> <li>・合意形成のリーダー(ファシリテーター=メンバーのアイデアを引き出す人、活気づける人、方向を示す人)</li> </ul>

◆この授業のキーワード

PBL/社会実装/チームによる新しい知の創出/協働学習/合意形成/CO-OP/社会人基礎力

◆授業づくりの概要

専攻が異なる学生でチームを組み、地域の事業所において問題の抽出から、社会実装までを学生主体で進めるPBLの授業である。

地域の事業所のミッションに貢献することをめざして、自分たちのものづくりによって解決できる課題を抽出し課題解決に向けて取り組む。卒業研究や共同研究のような問題中心型の学術的・技術的解決の体験ではなく、事業所の社会貢献事業に寄与するための、提案型ものづくりによる学生中心の学びの体験を目的とすることが特徴である。

そのため、学習活動では、技術開発に関わる多様なステークホルダーや異分野の専門家との協働による新しい知の創出という一連のプロセスを経験することを重視している。また、単なる体験に終わらせないように、認知の状態を常にアセスメントして様々な気づきを促しメタ認知力を育成するため、ビジネス界でも利用されているような多種多様な手法やワークシートを用いた。

発表会は学生へのフィードバックと動機づけを目的として4回行い、お世話になっている事業所の方々に加え、技術開発を担う企業技術者や特許事務所の弁理士の方々などを招き議論する機会をつくった。3月には、開発した製品を使用していただくために事業所に搬入した。(5-2-1-B-2,5-2-3-E,5-3-2,5-4,5-5参照)

3	<ul style="list-style-type: none"> <li>●第1回事業所訪問</li> <li>●帰校後、訪問の結果をまとめ、問題抽出の準備のワーク</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>●プロジェクト・ポートフォリオの書き方指導</li> <li>●課題の抽出と明確化</li> <li>●PCMについて説明／猿田さん?それとも人田さん?／PCM手法と、富山高専のPBL教育／ブレーンストーミングについて／コラボレーションとは／「問題」「問題解決」とは／人はどうやって問題を解決するのか／チームが成功するために必要な「力」「能力」／話し合いのガイドライン・PCMのワーク</li> <li>●第1回 中間発表会(5月)の準備</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>●グループワーク、班によっては事業所訪問</li> <li>・課題の抽出と明確化</li> <li>・プロジェクト・ポートフォリオの書き方指導</li> <li>●発表会に関する注意事項</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>●班によっては事業所訪問／課題の抽出と明確化</li> <li>●中間発表会の準備</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>●第1回 中間発表会・評価会(アイデアの発表と議論)</li> <li>★自己目標用紙</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>●中間発表会の振り返りと、製作品の具体的アイデア作り</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>●指導者チームによる進捗状況のヒアリング</li> <li>(A班～E班 各班1時間)</li> </ul>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループワーク、班によっては事業所訪問</li> <li>・課題の抽出と明確化</li> <li>・作業予定表の作成／模型や試作品の製作</li> </ul>
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ホワイトボード・ミーティングの手法と効果</li> <li>●物品購入手続き方法の説明</li> <li>●作業予定表の作成／模型や試作品の製作</li> <li>指導者チームとのディスカッション／事業所訪問</li> <li>★プロジェクト・ポートフォリオ用紙Ver.2</li> </ul>
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>●知的財産の保護と活用に関する検索指導講習</li> <li>講師:特許事務所 弁理士の先生</li> <li>・ものづくりにおける先行技術調査の重要性</li> <li>・特許電子図書館(IPDL)による検索手法の実習</li> </ul>
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>●指導者チームによる進捗状況のヒアリング</li> </ul>
14	<ul style="list-style-type: none"> <li>●第2回中間発表会に向けた作業</li> <li>●夏季休暇中の作業計画を立てる／第2回中間発表会(7月)の準備</li> </ul>

《24年度、お世話になった事業所》

富山県呉羽青少年自然の家／富山市天文台／富山型(共生)デイサービスなごなるの家／富山県デイサービスセンター おらとこ／富山市動物園ファミリーパーク

《発表会への来場者》

NPO法人おらとこ／協伸熱処理工業株式会社／日立国際電気／富山市天文台／富山県呉羽青少年自然の家／立山マシン／田中精密工業／石崎産業／公益財団法人富山市ファミリーパーク公社／エーティーワークス／NPO法人なごなるの家／日産エンジニアリング／宮田特許事務所／朝日印刷／協同アルミ／コーセル／北日本放送の方々より、毎回、貴重なアドバイスやご講評をいただいた。



図4-14 現地施設から最終発表会までの活動の様子

15	●第2回中間発表会の準備	平成24年度の学生による製品 <b>【A】</b> 福祉施設用暖房機能付きテーブルの開発 <b>【B】</b> 竹を利用したものづくり体験プログラムの提案 <b>【C】</b> 体験型 天文学学習用遊具の開発 <b>【D】</b> 高齢者向けテーブルゲームの開発 <b>【E】</b> 子供連れの家族に役立つ動物観察用イスの開発
16	●卒業生による ●講演会第2回中間発表会・評価 (模型の展示による発表と議論) ★提出物:企画書・作業予定表・自己評価用紙 など	
17	●指導者チームによるヒアリング ・夏季休暇中の活動報告と進捗状況について ・製作・改良	
18   20	●製作・改良 ●指導チームとのディスカッション ●事業所訪問、ディスカッション ★★提出物:作業計画表(ガントチャート、設計図、プロジェクト・ポートフォリオ)	
21	●製作・改良 ●指導チームとのディスカッション ●事業所訪問ーディスカッション ●第3回中間発表会の準備 ★提出物 プロジェクト・ポートフォリオ ★提出物 発表要旨/作業計画表 (設計図) ★発表用ポスター仕上げ	
22	●第3回中間発表会(11月) ★開始前に提出 プロジェクト・ポートフォリオ ★修了後に提出:第3回自己評価用紙/各班ポスター等、発表資料の電子データ	
23   28	●製品の改良・制作・事業所や授業スタッフとのディスカッション ★提出物:プロジェクト・ポートフォリオ	
29	●最終成果発表会(2月)	
30 	●総合評価のためのヒアリング 30分/班 ●事業所へ搬入までの改良	
3月	各事業所で使用していただくため搬入	



図4-15 Cチームの最終プレゼン発表資料より抜粋

◆学生の感想

- A. 福祉など、実際の社会問題に携わる人と交流しながらものづくりをすることは、学生時代しかできない体験だと思う。せっかくの機会なので、失敗してもいいから(僕たちはあまり良いものを作れませんでした…)一生懸命取り組みればそのプロセスを、自分の成長に役立てられると思います。
- B. 責任感ということが重要だと感じました。専門や性別や経験にこだわらず、自分にできることを見つけ出して挑戦していく姿勢が大事だと思います。それが、チームの中で自分の責任を

果たすことにつながっていきます。

- C. これだけしっかりとしたPBLを1年間かけて受講することができることはラッキーだと思います。主体的に学ぶという今までにない経験ができました。チームの中でそれぞれの個性を活かしながら、創造的な作業をするのは本当に大変でした。しかし、意見をまとめていく大切さや、1人ではできないことでもチームの力で大きなことができるということがわかり、製品を使ってみて施設の方が喜んでくれた時には、達成感や充実感を感じました。

# 5 KOSEN型 実技教育に利用できるツール

ここで紹介するツール(手法)は、3章で紹介した学習理論を具体的な学習活動とするためのものである。このようなツールは、ここでは紹介しきれないほど多くの優れた手法が開発されている。また、これらの手法をベースにしなが、自分の授業で使いやすい形にして実践することも可能である。

大切なことは、どのような意図で、どのタイミングで、どのような効果をねらって教育プログラムに導入するのか、また、今、この状況で目の前の学生に本当にその手法が必要なのかなど、常に自問、検証しながら利用することである。

汎用的で優れた手法であるほど、実施すること自体が目的化してしまう危険性がある。前述した「体験だけ学習」や「這い回る活動主義」に陥ると、高専教育のような高等教育機関の専門レベルで使うことは逆効果である。塗りつぶし式の学びを提供していたつもりが、結果として図5-1のようにスカスカの学びになってしまう恐れは常にある。

基本的にはどの手法においても、次のいずれか2~3項目が満たされるように活動を方向づけ、学びを促さなければならないと考えている。

- (1)学生自身の心と頭と体が活発に動いていること。
- (2)自分が選んだという感覚(自己決定感)が得られること。
- (3)やればできるという感覚(有能感)が得られること。
- (4)自分のためになるという感覚(随伴性)が得られること。
- (5)(2)や(3)の感覚を高めるような適切な報酬を意図的に準備すること。
- (6)知識と理解の再構成が起るような、社会的相互作用を通じた互恵的な共同学習として機能すること。

- (7)メタ認知ができる機会となること。
- (8)自己評価や相互評価ができる機会となること。

## らせん型で学ぶカリキュラムデザインの考え方

KOSEN型実技教育のカリキュラムデザインには、1960年代にアメリカで起こったカリキュラム改革運動から学ぶところが多い。日本では、1947年、6・3・3制の新しい教育が始まる際に、当時アメリカで定着していた「レディネス」という考え方が導入された。レディネスとは学習にとっての準備状態のことであり、学習は発達による準備が整わなければ失敗するという考え方である。しかし、その後の欧米の教育界ではレディネス論は問題となった。ピアジェの認識発達論に影響を受けたブルーナーはレディネスを批判し、カリキュラム構成のために、「らせん型カリキュラム」を次のように提案している。『発達段階によって、認識の“構造”が違っており、もの見方が質的に違うのだから、ある教材をある学年で完全に教えるなどというようには考えず、学習者の“認識の構造(もの見方)”に応じて、それなりの理解をさせ、次の発達段階が来たら、前に学んだのと同じ教材を再び新しい目で見直して、新しい発見をし、新しい理解をする。らせん階段のように、同じ教材を知的発達の段階(認識の仕方の段階)に合わせて、何度も学び直す機会をもたせるカリキュラムにしたい。』

この考え方は、実技教育において学生が能力を獲得していく過程に対する著者の実感と一致している。そこで、ブルーナーのカリキュラム論をふまえ、らせん型で学ぶことを意識して、獲得能力と学年毎の重点度合いを表5-1のように整理した。

技術者教育で育成する能力は、専門性の高まりに伴い質的に高まっていく性質のものが多い。一例として「合意形成のコミュニケーション力」について考えてみる。高専の導入教育と位置付けられる1年生の授業(P32技術者倫理入門)においては、3年生(p33プロジェクト型の学生実験)で体験するチーム学習での「合意形成」の場面と、専攻科(P41専攻科特別実験=社会に役立つものづくり)で体験する実社会で使ってもらう製品づくりに関わるステークホルダー間の「合意形成」の場面とでは、質的にかなりの違いがある。1年生ではコミュニケーション力の「大切さを知る」「難しさを知る」「基本的な方法を体験する」レベルでも良いが、それは最終的な学習の目的ではない。3年生になると、考え方の異なるチームメンバー間で、個々に属する情報(社会的・科学的知識)を盛り込みながらより良い一つの解

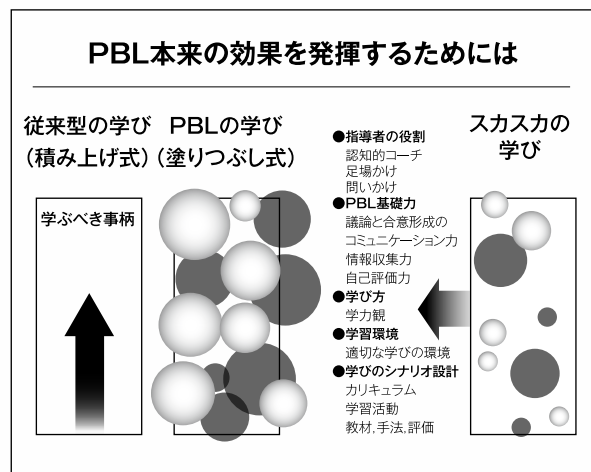


図5-1 PBLが教育効果を発揮するための要素

決裁に絞り込んでいくような体験ができることが望ましい。専攻科では、実際のものづくりの過程で地域の人々や専門分野の異なる人の知見を取り入れ、さらには年代や社会的立場など文化が異なる人々と交渉しながら、ひとつの製品として完成させていく経験をするのが重要である。一例として「合意形成のコミュニケーション」を挙げたが、知識や他の能力においてもこのように一貫性をもたせて「使える」「できる」レベルに達するようにするために、学生の学びの質に焦点を当てた戦略的なカリキュラムデザインが必要だと考える。

それぞれの学習活動の中で利用するツールは、このように5-7年一貫でデザインが可能な高専教育の中に適切に落とし込み、学びのプロセスに組み込んでいくことが求められる。

著者が支援した環境材料工学科の1年生、3年生、5年生、専攻科生の種々の実技型授業において、それぞれの担当教員との協議・協力のもと、表5-1に準じ、らせん型で能力育成を試みる事ができた。(教育効果についてはP29、図3-22に示す。)

表5-1 獲得してほしい能力要素と重点的に学ぶ学年

獲得してほしい能力要素	学年年齢	1~2年	3~4年	5年	専攻科
		16~17	18~19	20	21~22
知識	専門的な知識				
	技術のなりたちや歴史				
	他分野とのつながりや社会的影響				
技能技術	合意形成のコミュニケーション力				
	チームで働く力				
	情報収集・選択・活用・発信力				
	批判的思考力				
	論理的思考力				
	主体的学習力				
	評価力(自己評価・相互評価)				
意欲態度態度	技術を学ぶ意味				
	技術への関心と当事者意識				
	種々コミュニティへの参加意欲				
	技術者倫理(知財教育/ESDを含む)				
	イノベーション力				

重点度合を表す色	低	中	高
----------	---	---	---

5-1

調査力と情報リテラシーを習得するためのツール

5-1-1 レポートの自己添削と丁寧なフィードバック

効果

- (1)知識の習得
- (2)情報収集、選択、活用、発信のスキル
- (3)メタ認知力
- (4)基本的ルール(論文作成に準ずる)の順守
- (5)知的財産教育(著作権)

レポート作成は、調査力と情報リテラシーを身につける基本的な方法である。特に高専卒業生は、技術者、あるいは研究者として、将来は科学文を書くことによって自分の仕事を報告するような職業に就く場合が多い。レポート作成は、技術者として不可欠な種々のスキルを身につけることができることから、重要な基本的学習活動であるといえる。

しかし、学生側からみると、書きっ放し、提出っ放し、教職員側からみると集めっ放しでは、全く意味がない。特に、1年生の時のレポートが肝心である。ネット上でたまたま開いたページを安易にコピーペーストしたものを提出して受領される経験を最初にしてしまうと、「ああ、これでいいのだ。」というレベルの低い基準を、暗黙のうちに作ってしまうことになる。また、世の中に氾濫する膨大な情報の中から有用で信頼性の高い情報を選択し、それをレポートとしてまとめた後、何らかの活動に活用するところまでをセットで経験しなければ、学年が上がったときに使えるようなスキル育成には成り得ない。

手のかかる仕事であるが、学生の育ちのためには、丁寧なフィードバックが不可欠である。

しかし、レポートの添削そのものを、必ずしも指導者がする必要はない。添削してもしなくても重要なのは、指導者は学生のレポートに目を通してどれくらいの力があるのか見極め、どこまで何をどのように習得させるのかを見積もり、学生が自ら作成できるようにするまで適切にコーチすることである。

レポートの直しは、むしろ学生自身がした方が効果的だ。次の手順で学生に自己添削を促す。

学習活動の手順

- (1)レポート提出後に指導者は全体に目を通し、学生の現在の能力のレベルを確認し把握する。

- (2)確認済みの印をつけて、レポート提出日の翌週、各自に返却する。
- (3)返却後、授業の始めに10分程度の時間を確保する。
- (4)学生に赤ペン(有色ペン)を持たせる。
- (5)訂正すべき箇所とその根拠を順々に説明し、それを聞きながら学生自身が自分のレポートに赤ペンで添削するよう指示する。  
※訂正の根拠を説明することがとても大切である。
- (6)訂正すべき箇所を指摘する際、学生が納得して聞いているかを確認しながら説明する。  
※常に学生たちの心理や認知活動を探りながら、教える活動をすることが重要である。
- (7)学生が自分で良くできていると判断した場合には、丸印を付けるように指示する。
- (8)学生が自分で訂正すべきだと判断した場合には、レポート上の訂正すべき箇所に、訂正内容が、後で自分が訂正するときに見えるようにメモするよう指示する。
- (9)レポート評価の基準(図5-2調査レポートのチェック基準)を配付する。  
※印刷物の配付のタイミングは重要である。学生が、本当にその情報が必要なタイミングで配付すると一番効果が大い。
- (10)基準表は適切だと感じるかどうかを学生に問いかける。またはグループ内の学生同士で話をさせ全体で共有する。  
※時には意見交換をして、学生たちの納得する基準にするため見直すことも必要である。
- (11)自己採点で点数を表紙に記入するよう指示する。
- (12)翌週までに、添削箇所を修正し新しく作成したレポート作成を課し、有色ペンのメモ書きがある古いレポートと共に提出させる。
- (13)内容や理解の間違いについては、一斉指導と個別指導を適宜行う。
- (14)指導者の採点と自己採点を比べ、感想や気づきを述べさせる。  
※学生のレポート作成スキルのレベルがわかっている場合は、提出させずに自己添削タイムを設け、(4)から始めてもいい。

#### 学習活動の意図

指導者側で行うレポート添削と点数付けは、学生が自分一人のできる「現下の発達水準」以前の能力を見ていることになる。他人の助けを借りて、今なし得ることは、明日には一人のできるようになるという「明日の発達水準」をみて伸ばそうとするならば、そこにどのような足場かけが必要なのかを見積もり、発達を促す学習活動(訂正箇所の指摘と根拠の説明、言葉かけ、基準表などのプリント、意見交換など)をデザインするのが、指導者の仕事となる。(P18参照)

すなわち、学生が自分一人のできる「現下の発達水準」と、他人(この場合は教師やグループメンバー)との協働の中で到達する水準「明日の発達水準」との差が、「発達の最近接領域」を決定するとする理論の応用例である。

この考え方は、レポート作成のスキル育成の場合のみならず、情報リテラシーの育成や基礎的な実験スキルの習得をねらう場合など、実技教育の様々な場面で同様に応用すべきである。

すなわち、最初、1人では気づかなかったことが、周りのチームメイトとの相互関係や協働の中で考えることによって気づくことが多い。それが、やがて、学生自身の内面的活動となって、個々人の論理的思考や倫理的判断、意思などの様式へ転化していく。それを、文章化して客観的に自覚することができるようになると、個々の能力として定着していく。

指導者は、そのプロセスが起こるように学習活動を組み立てファシリテートするが、学生がすっかり自分一人のできるようになって、次の新しい「明日の発達水準」が見えてくるまで、先導的役割を果たすことが必要なのである。

特に一年生の授業では、ここにしっかりと手間と時間をかけることが、主体的な学習者を育てることになる。

富山高等専門学校 1 年生 技術者倫理入門 2013

### 調査レポートの書き方

- 特に指定がない限り、大きさはA4（表紙に1ページを使う）とすること
- 本来レポートは、ボールペンなど消すことのできないインクで書くものであるが、1年生の場合は鉛筆書きを認める。
- 直線等の罫線は定規を使ってきれいに書くこと
- 表紙をつけること 表紙には題目、提出日、学籍番号、氏名を明確にする
- 内容は、次の二つで構成すること
  - はじめに ⇒ このレポートには何が書いてあるのかを致行で書き表わす
  - 本文 ⇒ 「はじめに」に書いたことを読みやすく工夫して書く
    - 項目ごとに番号をつけてわかりやすく書く
    - 自分が考えたことには、その考えに至った根拠となる情報を示すこと
    - 「自分の考え」と「調査した内容」は、明確に区別して書くこと
- 調査に使用した文献名を書くこと。
  - 本の場合 ⇒ 著者名 文献名 出版社
  - ホームページの場合 ⇒ 記載事項の責任の所在（機関名）、ページのタイトル、URL
  - 新聞の場合 ⇒ 記事のタイトル、新聞名、発行所、発行の日付、ページ

①

……レポートの題名……  
(大きな字で)

提出日: 2012年10月0日  
クラス: 1M  
学籍番号: OO-00  
氏名: OO〇〇

はじめに②

……………

1)〇〇について③  
本文④……………  
……………  
参考文献: OO-⑤

2) × × について②

本文③……………  
……………  
参考文献: OO-⑤

3) △ △ について②

本文③……………  
……………  
参考文献: OO-⑤

まとめ⑥

気を付けたこと⑦

図 表紙と内容の書き方

指導者が属する学会等によって、学生指導上のレポート作成ルールが異なる。しかし、どの分野に進んでも応用できるような基本的な科学レポート作成のルールがある。

特に1年生の高専導入教育では、基本的なルールを決め、学内に周知し、例外なしに一斉指導しておく、学年が上がった時に、高度な専門指導へ移行しやすい。

富山高等専門学校 1 年生 技術者倫理入門 2013

### 宿題 No2

次の要領でレポートを提出してください。

- ① 今回のテーマは「電気エネルギー」とします。電気エネルギー関連であればどのようなことを調べてもかまいません。電気エネルギーに関するテーマを2つ以上決めて調査レポートとしてまとめてください。単に調査するだけでなく、その調査結果に対して自分の考えや感想を加えるようにしてください。その際には、なぜそう思ったのかの理由も示してください。
- ② 裏面の調査レポートの書き方をしっかりと守ってレポートを仕上げてください。書き方については前回と同様です。
- ③ 内容（別紙、「調査レポートの書き方」を参照）
  - ① 表紙
  - ② はじめに
  - ③ 小見出し
  - ④ 本文
  - ⑤ 引用・参考文献
    - ※ ページ数は自由です。
    - ※ 手書き、パソコンによる作成、どちらでも可
  - ⑥ まとめ
  - ⑦ 気を付けたこと（調査レポート作成に関して）
    - ※ ①～⑦は裏面の図1の中に番号表記してあるので参照のこと
- ④ 提出期限日（すべて授業の開始時に集めます。）
  - M 科、E 科、C 科 11 月 14 日の授業開始時に集めます。
  - I 科：11 月 11 日授業開始時に集めます。

※ 提出前に読み返すゆとり、再考するゆとりを持つようにし、締め切りの数日前に独自の期限を設定するとい良いでしょう。

著者らは、1年生の4工学科一斉授業のテキスト用に次の教材を作成した。図5-2はその一部である。

- 高専で行う2種類の実験
- 実験を安全に行うために
- 調査レポートの書き方
- 実験レポートの書き方
- 表やグラフの書き方
- 基本的測定の方法
- 有効数字について
- 最小二乗法について

富山高等専門学校 1 年生 技術者倫理入門 2013

### レポート自己チェック項目リスト

- ① 書式が守られていますか。  
表紙 → 小見出し → 本文 → 引用・参考文献 → (繰り返し) → まとめ → 気を付けた事
- ② テーマが指定の項目以上とりあげられていますか。
- ③ 本文について
  - ・内容が小見出しと一致していますか。
  - ・調べた文献のコピー&ペーストになっていませんか。  
⇒ 丸写しではなく文献から知ったことを自分でまとめ直しましたか。
  - ・適度に段落が設けられていますか。  
⇒ 話題が変わるときは段落替えを!
  - ・句読点が適切に使われていますか。  
⇒ 相手の読みやすさを考慮し、句読点を使いましょう。
  - ・調べたことについて、自分の考えが述べられていますか。その際、そう考えた根拠(理由)が述べられていますか。  
⇒ これがないと単なる感想文になります。
  - ・読み返しを2~3回行い、誤字脱字は修正しましたか。
- ④ 引用・参考文献の記し方が指定のものになっていますか。
- ⑤ まとめは複数のテーマを包括する内容になっていますか。また、ここにも全体を通した自分の考えが理由とともに記されていますか。

上記リストに基づいて、に自分のレポートをチェックし、各項目を満たしているかどうかを判断してください。満たしている項目には○を、満たしていない項目については×を、各項目の前に赤ペンにて記さない。

富山高等専門学校 1 年生 技術者倫理入門 2013

### 調査レポートのチェック基準

AA	・ Aをほぼ満たしているうえに、内容が素晴らしい
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 表紙の形式が指定通りで、タイトルのつけ方も良い</li> <li>・ 「はじめに」がある</li> <li>・ 章番号がある、または、番号はないが章立てされている</li> <li>・ 段落をつける、フォントを変えるなど、見やすくする工夫がされている</li> <li>・ 「おわりに」「まとめ」の内容が「はじめに」に対応している</li> <li>・ 参考文献や引用文献の記述が十分である</li> <li>・ 自分の考えと、他者の考えを分かりやすく記述している</li> <li>・ 図や表の書式が正しい</li> <li>・ 全体的に読み手のことを考えてレポートを作成している</li> <li>・ かなり頑張ったことが見て取れる</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上記の半分くらいは満たしている</li> <li>・ 高専の1年生としてまずまず</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上記の3分の1くらいを満たしている</li> <li>・ 高専の1年生としては不十分</li> </ul>
D	・ 直接指導 または、再提出の必要あり

(2013.10.23Ver.)

図5-2 レポート作成と自己添削のための指導書



## 5-1-2 ジグソー学習

### 効果

- (1)協働による問題解決過程における思考の外化と共有、その重要性の実感を得る。
- (2)学力格差や競争原理による個人主義の克服。
- (3)個の責任と協働の責任をふまえた協調的な雰囲気・文化の醸成。
- (4)自尊感情とともに他者への好意的感情、メンバー間の尊敬を高める。
- (5)協働的な相互依存関係、互惠的教授の促し(ピア足場かけ)。

ジグソー(jigsaw)学習は、カリフォルニア大学サンタクルズ校の社会心理学者のアロンソン(Aronson, E)が1970年代に考案し始めた小集団学習の方法を改良したものである。教材やテキストなどのあるテーマを個々のメンバーが分担して理解した後、相互に持ち寄り最終的には集団としての全体的な理解に至ることを目指す。このような学習は、社会的・心理的・認知的側面のいずれにも効果的だといわれている(Johnson, D.W.) (Johnson, R.T.)。

ジグソー学習に適した学習内容は、断片的な知識や幅広い知識を万遍なく覚えたりするような学習ではなく、一貫性をもって深く理解するものが推奨される。

### 学習活動の手順

- (1)5~6名のメンバーによる学習グループを編成する。
- (2)学ぶべきテーマをいくつかの課題に分割して、メンバー間で分担する。
- (3)各学習グループから同じ課題の分担者が集まりジグソー集団を編成する。
- (4)ジグソー集団で、割り当てられた課題のための調査や実験などを行い課題解決や課題理解のための活動を行う。  
※具体的には、ジグソー集団内で調査内容を説明し合い問いかけ合って、理解を深めたりそれを共有する活動。
- (5)ジグソー集団での活動後、元の学習グループに戻る。
- (6)ジグソー集団から元の学習グループに戻った学習者は担当した分野の専門家として、ジグソー集団での活動の結果を報告し、各メンバーがそれぞれに理解した内容を共有して学習グループ全体の理解に至る。

### 学習活動の意図

学ぶことを学ぶ「学び手の共同体」を育み、共同体を構成する知的初心者が育成される学習形態である。知的初心者とは未知の領域を学ぶ時に、その背景的知識をもっていなくても獲得の仕方を知っている学習者のことをいう。自らの共同体の中で適応的に活動できる熟達した知的学習者(自律的学習者)への過程である。

高専で学んだ学生が、いずれ技術者として社会で能力を発揮するには、組織の中で自ら学び続けることが不可欠である。そのような視点に立つとき、学校の役割は「学ぶことを学ぶ場」であり、すなわち、自律的学習者見習いとしての訓練の場であるともいえる。

ブラウン(Rrown, A.L.)は、「学び手の共同体」を育む原理を次のように挙げている。

①学習者が学びの主体となっていること。②個々が専門性に責任をもち、多様な発達の方向性と機会を重視している。③基礎としての対話と協働があること。④意義のある本物の活動に当事者として関わることを選択すること。⑤文脈化・状況化された学習、活動の目的が明確で応答的に評価し合えること。

「学び手の共同体」では、学ぶべき特定のテーマの範囲内で学習者が得意分野や関心領域を選択し調査することが望ましい。すると、必要な専門的知識が共同体の中に分散して存在(分散認知)することとなる。学習者自身が、能動的な研究者や指導者、モニターの役割を担い、指導者は自律的学習者のモデルやガイドとしての役割を果たすという「意図的学習」の環境が整備されることになる。

「共同」「協同」「協働」などの言葉の使い方は、一般的には厳密には区別されておらず、同様の意味を有する英単語からの訳も訳者によってまちまちである。本報告書では、共同学習や学びの共同体など、状況主義の学習論におけるチームによる学び方を表す場合に「共同」を使う。一方、特に協力して何かを作成したり、新しい知を生み出したりするような創出行動を強調したい場合に「協働」を使っている。

5-2

議論や合意形成のスキルを習得するためのツール

5-2-1 グルーピング

A.ランダムにチームを結成する

効果

- (1)多様な個性、多様な発達の理解と尊重
- (2)どのような個性とも協力するスキルや態度の育成
- (3)仲良しグループこわしと、新しい人間関係づくり

主に低学年の共同学習で用いて効果があった。個人的な感情や作為が入り込まないため、誰もが納得して共同学習に臨もうとする。しかし、長期間の活動には向いていない。何度も組み替えて、どのようなチームメイトと組んでも自分の能力を発揮できるようにする訓練として適している。また、クラス内で自然にできている仲良しグループを壊すためにも利用できる。仲良しグループは、話をしなくても分かり合えるというような心地よい関係性が出来上がっていることが多く、活発な議論や切磋琢磨するムードをつくることは容易でないため、低学年では意図する学習が成り立たないことが多い。具体的には「くじ」が一番多いが、アイスブレーキングを兼ねてゲーム的に「学籍番号計算法（学籍番号を作りたいチームの数で割るとある答えが出て余りが生じる。その余りの数をチーム番号とするやり方）」や「生まれ月」などの方法が楽しく公平感があって効果的だった。

B.意図的に協調的チームを結成する

効果

- (1)自己評価力
- (2)多様な個性、多様な発達の理解と尊重
- (3)自分の能力を高めたり発揮したりすることに能動的に関わる（自己教育力）訓練
- (4)主体性
- (5)働きかけ力

デンマークの小学校や中学校では、生徒の成績や性格を考慮して、教育的配慮のもとに教師が意図的にグルーピングすることがある。卒業認定試験前の数学は特に成績の良い生徒が個人学習を望むそうだが、その後の人生において、個人で学び成果を上げることは有り得ないとして学校ではチームベースの共同学習を徹底して行う。しかし、個人にとっても効果的な学びがもたらされるようなチーム編成を教員が行うということであ

る。高専教育においても、教科や専門によっては必要な場面があると考えられる。

学習活動の手順

高専教育でプロジェクト推進型の共同学習に効果的だと考え、良く利用した方法は、「+の力と-の力」(図5-3)と、「コミュニケーション・スタイル・インベントリー」(図5-5)」を利用する2つの方法である。

B-1「+の能力と-の能力」を使ってチームを結成する

3年生の分析化学実験を、テキストに沿って進める従来型からプロジェクト推進型に変えた際に考案した方法である。その後、様々な学年のプロジェクト推進型学習のチーム編成に用いた。

- (1)まず、学生はそれまでに体験した共同学習の経験から自分の得意・不得意を客観的に分析、自覚するワークを行う。静かに振り返る時間を与えて、A4以上の大きさのワークシート(図5-3)に、サインペンを使い大きな字で書き込ませた。

名前:	
プロジェクト推進にあたって チームの中で(+)に働くと 思われる自分の能力 (貢献できる、さらに伸ばしたい 能力)	プロジェクト推進にあたって チームの中で(-)に働くと 思われる自分の能力 (自信がない、助けてほしい能 力)
1).....	1).....
2).....	2).....
3).....	3).....

図5-3 自己分析のためのワークシート

- (2)次に全員が見渡せるように内側を向いて輪を作り、(+の能力を順に読み上げ、プロジェクトチームを結成するための自己アピールをした。全員がアピールし終わったら、自由に動き回り話し合っってチームを結成した。この際に与えた注意事項は図5-4の通りである。
- (3)チーム結成時、なるべく自分には無い能力をもち、相互に助け合い、共に学び合えるような相手を探してチーム編成をするようにと、指示をして待つ。すると、たいていは自薦、他薦の進行役が現れ、(-)の能力も自己紹介することを提案し、順に紹介後20分程度動き回り話し合いながら、指示された数のチームを結成した。そのプロセスが学生を主体的な学習者へと促す。

(4)チーム編成時には、自分自身を自己評価してそれを自覚した上で、全チーム(クラス全員)のプロジェクトが成功するために、チーム編成で自分がどのようにふるまえばいいのかを考えるようにと、声掛けを行う。また、将来、企業で働くことをイメージできるように、卒業生の体験談やエピソードなども紹介して、プロジェクトに参加する動機づけを促した。

## B-2「コミュニケーション・スタイル・インベントリー」を使う方法

就職を間近に控えた5年生や専攻科生のプロジェクト型実験では、「+の能力と-の能力」にもう一つの自己分析を加えて行った。(株)コーチ・トゥエンティワンが開発した診断テストCSI(コミュニケーション・スタイル・インベントリー)の簡易版チェックシートである。

チェックシートに従って分析すると、個々のビジネス上のコミュニケーション・スタイルの特徴が明らかになる。チーム編成時に、自分とは異なるタイプの人を探してチームを結成する。B-1と組み合わせると、学生たちは納得しながら楽しんでチームを作り、このチームでやってみようという気持ちになっていく。

## C.自由にチームを結成する

### 効果

- (1)自分の選択や意思決定過程への責任
- (2)自分の価値を自ら高める努力
- (3)自己評価力の強化
- (4)自己教育力の強化

グルーピングをすべて学習者に任せる方法である。学習者が精神的に成熟しておりPBLによるイノベーションまでを狙う場合に有効な方法である。何らかの学習効果を意図することが多い高専教育ではあまり適していないかもしれない。デンマーク、オルボーPBLモデルではこの方法でチームを結成するという。オルボーでは、個人ではなくチームのパフォーマンスが評価され成績が決定するので、学生誰もが、どのようにふるまえばチームの中で能力が最大限に発揮でき、チーム全体のパフォーマンスが上がるかを考え努力する。そのために自分が皆から選ばれるように行動するという。しかし、小学校から高校までのPBL基礎教育では、教員が教育的意図に基づき生徒同士の組み合わせを考えることが多いという。

高専教育では、対象の学生がメタ認知力や自己評価力を有し自律的な学習者として振る舞うことができる場合に限り、自由にチームを結成することが教育効果を発揮すると考える。

### チーム結成のルール

- 全部で6チーム結成すること
- クラスの20名全員が同じ部署に属していると仮定し、6テーマのプロジェクト全てがうまく進み成功するようにするために、どういうチームを組めばいいかを全員で考えること
- 共感を重要視する仲良しグループではなく、あくまでもプロジェクトの成功をねらい、能力を分散するような戦略的なチーム編成を考えること
- 全体の中での自分の役割を常に意識して、どのような言動や他者への働きかけをすれば、全体のためになるのかを考えながら、行動すること

図5-4 チーム結成時に与えた注意事項

**コミュニケーション・スタイル・インベントリー**

このチェックシートは(株)コーチ・トゥエンティワンが開発した診断テストCSI(コミュニケーション・スタイル・インベントリー)の簡易版です。

ステップ1  
あなたの周囲の人との関わり方やその考え方をふりかえって、下の項目について、該当する数字を以て選んでください。

1=よくあてはまる 2=あてはまる 3=あまりあてはまらない 4=あてはまらない

1) 自己主張することが下手だと思う	1	2	3	4
2) 常に未来に対して情熱を持っているほうだ	1	2	3	4
3) 他人のためにしたことをご褒めされたいと思うことがよくある	1	2	3	4
4) 謙なことは嫌と、口ばかり言える	1	2	3	4
5) 人にはなかなか気を許さない	1	2	3	4
6) 人から楽しいとよく言われる	1	2	3	4
7) 短い時間だけでできるだけ多くのことをしようとする	1	2	3	4

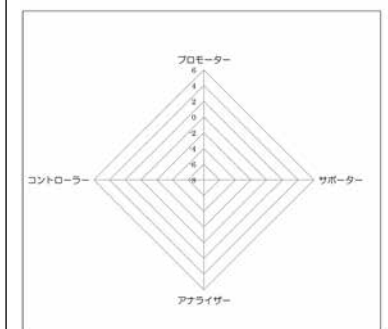
**コミュニケーション・スタイル・インベントリー**

コミュニケーション・スタイルの特徴と注意事項

●コントローラー (controller)  
【特徴】行動的でエネルギーが豊富、思い通りに仕が、他人の不正や逸脱を指摘することを使命と考える。正直であけつるが、過剰に快感を求め、依存しやすい。自分の内面に目を向けるのは苦手。  
【注意】彼らはきれいごとを重んずる性質があるが、粘り強く会話をして本当のことを聞き出すようにしよう。また、相手が上が足を取った時討議を止めてきたりしてもあきらめず、準備に待つようにしよう。こちらから選択権や議題を明確にして変動的な態度を覚悟してほしい。短時間で仕事をこなす人を尊敬するタイプなので、時間を区切って短時間で済ませよう。  
●プロモーター (promoter)  
【特徴】アイデアが豊富で創造力がある。楽しいことが好き。計画を立てるのには苦手。悪く言えばあきらめ、良く言えば変化への積極性が高い。臨時的な仮説を立てる能力がある。アイデアは成り行任せで非現実的だが、新しい可能性を見つけた、仕切るのが好きで、得意でもある。  
【注意】彼らは自信家ですが、謙虚大切です。彼らに出すアです。でも、それをむげに

### コミュニケーション・スタイル・インベントリー

あなたのコミュニケーション・スタイルは?



チェックシートの結果、得られた結果から、それぞれのタイプの点数を縦横の軸上にプロットし、それを線で結びます。太めのペンなどで書くとうわりやすくなります。

図5-5 自己分析用シートの一部

## 5-2-2 ブレイン・ストーミング

### 効果

- (1)自分の意見を出すことに慣れていない学生にとって、意見を出すことへの抵抗感をなくすことができる。
- (2)参加の度合いが高まり、学びを深めるきっかけをつかみやすい。
- (3)チームでアイデアを出すことの楽しさや効果が簡単に確認でき、チーム活動への意欲と期待が向上する。
- (4)創造的で能動的な態度や思考方法を獲得できる。
- (5)メンバーの考えや発想に触れることによって、チームとしての結束が固まり、一体感や仲間意識が強くなる。
- (6)解決策への見通しが立てられる。
- (7)自分の意見と他者の意見を尊重する態度を育成できる。

ブレイン・ストーミングとは、1938年頃、当時、アメリカの広告代理店BBDO社の副社長をしていたアレックス・F・オズボーンが考案した発想支援のアイデア発散的思考法である。アイデアの生成段階と評価段階を意識的に区別し、生成段階を支援することを目的とする。数人でチームを組み、あるテーマに対して、既成概念にとらわれず自由奔放にアイデアを出し合う会議形式の手法である。オズボーンによれば、“ブレイン(頭脳)で問題にストーム(突撃)すること”だという。

自由に何でも話し合うこと自体をブレイン・ストーミングと呼ぶ人もいるが、ただ自由に話し合うのではなく、ルールに従って進めると、驚くくらい話し合いへの抵抗が少なくなり個々の参加度が高まり、参加者の満足感も得られやすい。授業における共同学習では、学生同士で話し合わせるだけでは、常に得意な学生が仕切ってしまう、不得意な学生はいつまでたってもコツがつかめず自信もつかないということがある。授業では、苦手意識をも

つ学生が少しでも挑戦できるような、自由で寛容な「場」や「雰囲気」を、指導者が用意することが必要である。また簡潔で的確な言葉選びを支援することもある。学生時代には、失敗もするが、その学生なりの小さな成功体験も得られるようにすることが大切である。ブレイン・ストーミングは、創造的活動への導入段階で多様な視点を漏れなく検討するために有用で、意見やアイデアを生み出す訓練のためのツールとして優れている。

### A. ワークショップ型のブレイン・ストーミング

#### 学習活動の手順

- (1)1チームを4～5名で結成する。4～5名が最も学習効果が高い。高専教育においては、3名ではアイデアに多様性が出ず、6名だと1人当たりの関与が少なくなり、積極的に意見を出すための訓練にならない。
- (2)まず、次の5つのルールを板書して説明し、従わなければならないことを告げる。
  - ①否定しない ⇒ どんなアイデアも批判も否定も議論もしないこと。話し合わない。反対のアイデアを出すのはOK。
  - ②質より量 ⇒ 良いアイデアを出そうと考えず、質より量を大切に、できる限り多くのアイデアを出すこと。
  - ③突飛なアイデア大歓迎 ⇒ 人が思いつかないような自由奔放なアイデアをどんどん出すこと。新しい視点となる。
  - ④結合や便乗OK ⇒ 前に出たアイデア同士を結び付けてもいい、他者のアイデアと自分のものを結び付けてもいい。
  - ⑤キーワードで表す ⇒ ひとつのアイデアを短い言葉で端的に表す。複数が混在している場合は切り分けて出す。
- (3)チームに白紙とサインペンを配付して、記録係を決める。記録係は記録しながらも自分のアイデアを出す。
- (4)テーマを告げる。
- (5)ある程度、アイデアが出尽くしたら活動を止めて、出たアイデアの数を記録し、数が多い順に拍手で祝福する。
- (6)アイデアが一番多かったチームに読み上げてもらう。
- (7)アイデアが一番少なかったチームにも読み上げてもらうと良い。キラリとひかるアイデアの存在に気付かせる。
- (8)何人かの学生から感想を聞いた後、ブレイン・ストーミングという方法の説明をして、学習活動を意味づけする。
- (9)出たアイデアを基に、次の収束的思考の活動へとつなげる。



図5-6 ブレイン・ストーミングの例

ブレイン・ストーミングには、様々な応用型や発展型があるが、アクティブ・ラーニングで使いやすいのは、他には次のようなものである。

### B.記録係がカードに記入するブレイン・ストーミング

ブレイン・ストーミングの後で、収束技法を使ってアイデアをまとめる作業をする場合は、白紙ではなくカード(名刺大程度の付箋紙が都合が良い)に記録していく方法をとる。一枚のカードに一つのアイデアを書く。ルールはAと同じ。

### C.個人がカードに記入するブレイン・ストーミング

頭に浮かんだアイデアを1人ひとりがカードに書き出す方法。それを読み上げながら机の中央に出していく。カード一枚に一つのアイデアを書き込む。共同学習の最初の頃は、思いついたアイデアを口に出すことがなかなかできない学生がいる。ルールは他のブレイン・ストーミングと同じである。皆が書き終わった頃を見計らってストップをかけ、一人ひとりがカードを読み上げてチーム内で共有する。この方法によって、誰もが公平に自分のアイデアを出し共有することができる。訓練によってアイデアを出し合うことの楽しさや効果を感じられると、チームでの話し合いにスムーズに移行できるようになる。

## 5-2-3 マッピング

ブレイン・ストーミングで出した膨大な数のアイデアをまとめる手法。まとめた結果から、アイデアを分類し構造化する場合、課題に対する対策を導き出す場合、さらに整理して収束させていく場合、アクションプランの作成をする場合などに効果を発揮する方法である。授業に使えるいくつかの方法を以下に紹介する。

#### 効果

- (1)データ(共同学習の場合は、チームのメンバーが出した雑多で多数のアイデアや意見)の全体を構造化し視覚化できる。
- (2)データの全体像が把握でき、俯瞰的に捉えられる。
- (3)合意形成や話し合いの進捗状況が確認しやすく、チーム全員で共通理解ができる。
- (4)共同学習の楽しさや効果が簡単に確認でき、チーム活動への意欲と期待が向上する。
- (5)創造的で能動的な態度や思考方法を獲得できる。
- (6)チームとしての結束が固まり、一体感や仲間意識が強くなる。

- (7)解決策への見通しが立てられる。
- (8)合意形成の結果に全員の納得が得られやすい。また考え直しや修正もし易い。
- (9)決定した事項に対してチームの全員で責任を共有しやすく、その後、主体的に実行に移しやすい。

### A.KJ法によるマッピング

開発者の川喜田二郎氏のイニシャルから命名された方法であり、膨大な質的データに基づいて発想することを目的とした方法。次の8段階の手順により、問題提起、現状把握など、観点を変えながら何回か繰り返す場合もある。

#### 学習活動の手順

- (1)テーマを決める。
- (2)情報を単位データ化する。(アイデアや意見を出し合う場合は、ブレイン・ストーミングを使う)
- (3)データを1行の見出しとして圧縮し、名前を付けラベル化する。
- (4)類似したラベルをグループにまとめる。
- (5)それらのラベルグループに新しい名前を付ける。
- (6)これをさらに上位のグループにまとめる。
- (7)ラベルグループを平面上に配置する。
- (8)これを叙述化する。

### B.カード同士の関係性を視覚化するマッピング

KJ法の考え方を利用した自由度の高いマッピングである。すべてのカードを模造紙の上に広げて、カード同士の関係性を考えながら適切な場所に配置していく方法。

#### 学習活動の手順

- (1)関係が近いカードを近くに置き、関係が遠いカードは遠くに置く。上下や左右の配置にも関係性を反映させる。



図5-7 自由度の高いマッピングの例

- (2)まとまったカード群に名前をつける。
- (3)カード群同士の関係性も考えて、さらに配置する。
- (4)カード群を集めてグループにする、逆にカード群の中で小グループに分けるなどして、適切だと思える位置に配置していく。
- (5)配置が決まったら、群の名前や関係性などを有色フェルトペンなどで書き込む。
- (6)チームでよく吟味して、皆が納得のいくように仕上げる。

**C.4象限マトリックスを利用したマッピング**

模造紙にX軸とY軸の2軸による4象限をつくり、4つの領域の適切な位置にカードを配置する方法。最終的な落としどころ

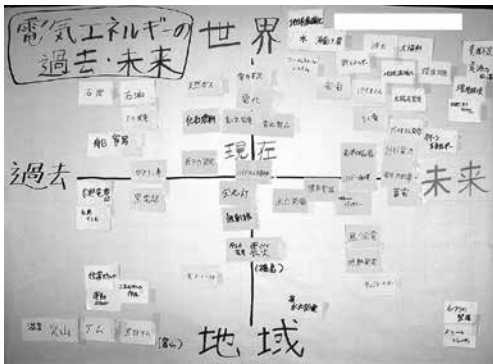


図5-8 4象限マトリックスを利用したマッピング例

に合うような軸をあらかじめ決めておいてカードを配置する場合と、出てきたカードの特徴を良く表す分類ができるように後で軸を設定する場合がある。4象限マトリックスは、渾然としたグレイゾーンにあるアイデアを、軸に沿った度合いの強さという視点で整理することにより、合意形成のための決断を助ける汎用性の高いマッピング法である。

**D.一次元的な流れに沿ったマッピング**

因果関係を明らかにする場合や、時系列で整理する場合

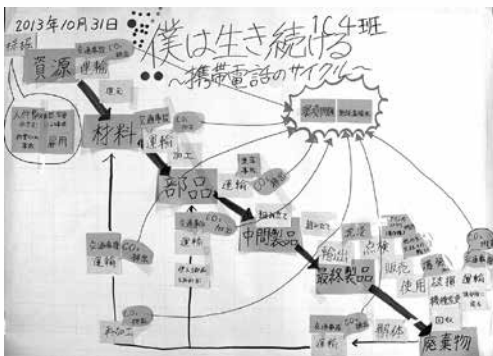


図5-9 一次元的な流れに沿ったマッピングの例

に、その流れが見えるようにカードを配置する方法。カード間を矢印でつないで、流れや関係がわかるようにする。うまくつながらない場合は、必要と思われるカードを適宜追加して、スムーズなつながりを作る。カードのつながりをもとに、ストーリーを作ることができる方法である。

マッピングの留意点

授業で学習活動として学生だけでマッピングをする場合、カードの分類の際に、視点が偏ったり、重要な視点が抜け落ちたりすることが多い。学生がもつ限られた情報や知識では、抜け落ちている視点を活動中に見出すことは困難である。このような場合は、マッピングの最中に介入して新しい視点を提示することが必要である。新しい視点の提示により、学生がカードを増やしたいということを歓迎する。しかし学生が納得しない時は無理強いをしない。機が熟していないタイミングだと、せっかく主体的に関わっている活動への意欲が低下してしまい、指導者が提示する答えを待つようになってしまう恐れがある。抜け落ちている視点への気付きのチャンスは、その後の活動にもあるはずである。一連のプログラムの流れの適切なタイミングに「教えの活動」を挿入する。

アイデアを出すこと、共有することができるようにと、合意形成の訓練としての効果を発揮する。逆に手順を踏まずにグループワークを進めると、話し合いが稚拙で学習共同体としての機能を発揮しないまま、偏った成果主義に陥ることが多い。この場合、ある程度活動的であるため学生の満足度は高いが、学びが深まらない結果となる。

**E.PCM手法(プロジェクト・サイクル・マネージメント)**

PCM手法は、プロジェクトをサイクルで捉え、管理するための手法である。サイクルはプロジェクトの計画、実施、評価のそれぞれの段階が一連の過程の中で位置づけられ、相互に関連していることを示す。すなわち、問題の認識、対応方法の立案、現実的な行動計画、計画に基づく実施、実施に対する評価、そして、計画・実施・評価を通じた明確な経験や反省が得られ、さらに次の段階の計画に活かされる「輪」を体験できる。ドイツ技術協力公社(GTZ)の目的指向型プロジェクト立案(ZOPP)手法を基に開発された手法であり、問題解決型で、参加型、一貫性、論理性という特色を有し、他の手法と相互補完的であることなどから、

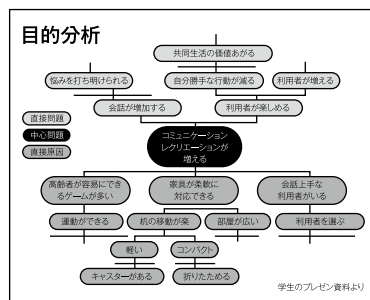
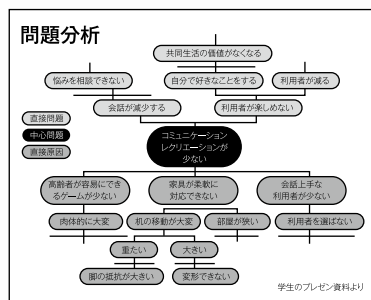
専攻科のPBL「地域に役立つものづくり」に導入した。

社会実装を目的とした技術を創造する際に、対象を取り巻く文化的・社会的状況文脈の中に技術を位置づけ、当事者として責任をもって関わる体験ができるため、特に高学年への導入が適している手法である。社会人対象の課題解決力育成講座では好評であるが、社会人経験のない学生によっては負担感が大きく感じられる方法であるため、基礎力の育成をふまえ、手法の意義を十分に理解させてから導入することが望ましい。

PCM手法の特色の一つである論理性は、特に高専における技術者教育に効果的であると言える。現状の問題点を、「原因-結果」の因果関係から明確に分析し、問題を解決するための手段を「手段-目的」の関係から導き出す。特に、論理的思考や批判的思考の訓練に適している。



図5-10 PCM手法(図5-12)を利用した福祉施設のための多機能机の開発



プロジェクト・デザイン・マトリックス			
プロジェクト要約	指標	入手手段	外部条件
上位目標 コミュニケーション・レクリエーションが増える	実用施設でビデオ撮影的統計法	施設でのビデオ撮影的統計法	生活環境の向上 スタッフの方が介護しやすい
プロジェクト目標 家具が柔軟に対応できる	施設で使用し、サイズ、変形が可能が評価される	施設での使用	利用者食事しやすい 物を置きたい人だりである
需要 抗が容易に移動できる	施設で使用し、サイズ、変形が可能が評価される	施設での使用	抗が簡単にフィットする 衣類置き場、着替えがある
活動 折りたたみ式の机を製作する キースタムを取り付け移動を容易にする	投入 人材 設計(和田)、強度計算(青山)、会計(高橋) 製作(和田・青山)、統計分析(高橋) 施設 木材加工ができる工場(切羽:表面加工etc)		曲線を軸でつなげた天板を製作する 折りたたみ時にはお盆や衣類を置かれる方法にする
	軽い コンパクト キースタムがある		労務条件 新しい机の納入許可 机の不衛生の再調査

図5-11 地域に役立つものづくりPBLでPCMを使ったマッピングとそれをまとめた例

### PCM指導上の留意点

この手法は、技術やシステム移転などの際に、支援する側と受ける側との協力関係をつくりだして、より効果的で持続的な社会開発に寄与することを目的として開発された手法である。そのため、高専教育における社会実装型PBLにおいて、技術者の総合的能力を育成することが目的の、より社会的文脈を重視する技術開発の授業で有効な手法である。

本来は、解決すべき問題に関わる全てのステークホルダー間で議論することが求められるが、授業では難しい。そこで、指導者は、抜け落ちがちなステークホルダーの視点の存在に常に注意を払い、学生に気づかせることが必要となる。指導者自身がその役割を演じること、調査の範囲を広げその方向性を提示すること、また可能であれば、学生自身が教室を出て社会に出かけて観察やインタビューをできるように学習環境を整えることが望ましい。

学生が最初につぶさる困難は、問題分析の問題抽出時に、問題を「困っている現象」として捉え言葉で表現することである。問題として事実のみを挙げるにとどまると、次の目的分析に到達せず浅い掘り起こしで終わってしまう。次に、つぶさる困難は、「原因-結果」「目的-手段」などの論理的思考である。指導者は、論理的に矛盾がある箇所を指摘して再考を促すことが必要になってくる。時には一緒に考えながら指導者がモデリングすることが効果的である。検証のタイミングとその程度の判断も、学生には難しい場合が多い。この活動にかけられる時間など、様々な制約のもとで行わなければならない。活動中にステークホルダーを招いた中間的評価会を複数回開催するなど、教育プログラムのデザインや評価方法に工夫が必要である。

PCM手法は非常に効果的な手法である一方、このように、指導者側のスキルが求められ負担も大きいので、コーチング、モデリング、ファシリテートの役割、教育プログラムデザインと柔軟な変更、学習環境の整備などに、指導チームを結成して取り組むことが効果的である。(NPO法人 PCM Tokyo のHPよりPCMハンドブックのダウンロード可)

### 5-2-4 ランキング

#### 効果

- (1)テーマに対する多様な考え方を比較検討しながら、自分の考えをまとめることができる。
- (2)チーム内で意見交換することで、判断の多様性に気づき、理解が深まる。
- (3)選択肢の書かれたカードを指導者側があらかじめ用意して、基礎知識を体験的に習得する手段としても利用できる。
- (4)自分の意見と他者の意見を尊重する態度を育成できる。
- (5)新たな観点を見出しながら判断基準を検討、変化していくことにより、より高度な合意形成のプロセスを体験できる。

ランキング(順位づけ)は、テーマに基づく複数の事柄の優先順位を考えることで、個人やチームの考えを整理したり、深めたりするための手法である。多様な判断を検討する過程で、そのテーマに対する理解をより深めるものとなる。

20分~40分程度でも可能で、自由で寛容な雰囲気をつくりチーム全体が納得できるように促すことによって、合意形成のための話し合いの訓練となる。また、個人 → チーム → クラス全体 → 個人という具合に、何度か繰り返すことで、多様な新しい視点の存在に気づき判断基準がより納得できるものに変化していく、高度な合意形成のプロセスを体験できる。

授業では、カードブレイン・ストーミングの後、次の2つによってランキングをする方法が導入しやすい。

#### A.カード回しによる絞り込み

意見をうまく言えない学生がいる時や、チームでの話し合いをする前に個人の考えを明確にしたい時に適した方法である。結果には必ず自分の意見が反映されるため、この後のダイヤモンド・ランキングの際の話し合いには、当事者意識が芽生え、話し合いに参加しやすくなる。

#### 学習活動の手順

- (1)カードゲームをするときのように輪になって座る。
- (2)カードゲームでババ抜きをするように、ブレイン・ストーミングで作成した全てのカードをランダムに同数ずつ配付する。
- (3)手元のカードの中から一番共感できるカードを2枚手元に残して、他のカードは右横の人に送る。
- (4)何度も繰り返し、以前検討したカードばかりが回ってくるようになったらやめる。
- (5)手元に2枚ずつ残ったカードを出し合って、ダイヤモンド・ラ

ンキングで優先順位をつける。

#### B.ダイヤモンド・ランキングによる優先順位づけ

##### 学習活動の手順

- (1)選択肢カードを9枚前後用意する。  
(この学習活動をする目的に応じて、項目とその説明が書いてあるような選択肢カードを最初から用意しておく場合と、学習者によってブレイン・ストーミングしたアイデアをカード回しなどである程度絞り込んでおき使用する場合がある。)
- (2)ランキングの方法と選択肢カードの内容など、活動を円滑に進めるために必要な事を説明する。
- (3)まず、各自で、ダイヤモンド・ランキングをする。(選択肢カードは人数分のセットがあるとよい、その場で学生に作らせる。)
- (4)各自の順位づけの結果とその根拠を、チーム全体で共有する。
- (5)チームとしてどのようにランキングするかを話し合いながら観点を整理し直す。
- (6)順位づけする。
- (7)各チームの順位づけの結果と根拠について発表し、全体で共有する。

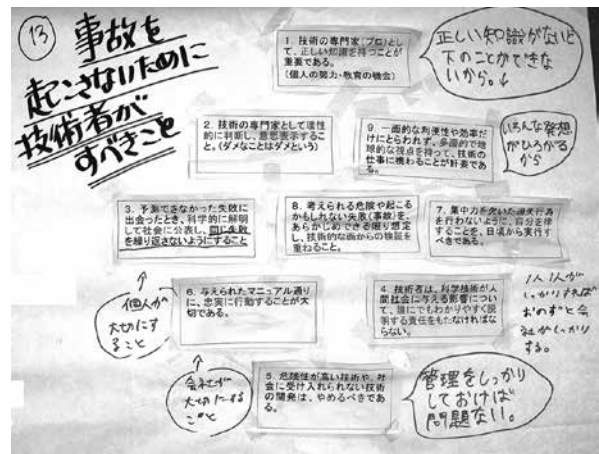


図5-12 ダイヤモンド・ランキングの例

図5-12において、ダイヤモンド型に並べたカードの中で一番上の1枚が最も重要だとするカードである。その下には次に重要なカード2枚が、同様に3枚、2枚と下に続き、一番下の1枚は最も重要でないと合意したカードを配置する。



## 5-3-1 ギャラリーウォーク

## 効果

- (1)時間があまり取れない場合や、中間的な発表会に適している。
- (2)クラスの全チームの学習活動の様子が概観できる。
- (3)様々な視点からのフィードバックが得られる。
- (4)動機づけに効果的で、メタ認知力、評価力を育成できる。成果物を展示して、教室内にギャラリーのような空間を作り、自由に歩いてまわりながら、各チームの成果物を見たり、議論したり、評価したりする発表の形式である。

## 学習活動の手順

- (1)作業した机の上に成果物を展示する。(時間的、空間的余裕がある場合は、壁に貼り出すなど展示の工夫をするとうい)
- (2)チーム内で説明係を2名選出し、先に説明する担当と、後で説明する担当を決める。
- (3)説明係以外は、付箋紙とサインペンを持って、号令とともに他の班の成果物を見に出かけていく。  
※付箋紙の代わりに点数がついたシールなどを使って投票を行うこともできる。
- (4)ギャラリーを歩いてまわるように、クラス全体のチームの成果物を見て説明係の説明を聞く。
- (5)成果物に対する感想やコメント、評価などを付箋紙に書いて成果物の上または所定の場所に貼っていく。
- (6)半分くらいを経過したところで、説明係の交代を告げる。
- (7)ギャラリーウォークを続ける。
- (8)号令とともに終了し自分のチームに戻る。
- (9)集まっている付箋紙のコメントや、説明係が受けた質問などについて、チーム内で話し合う。

この方法には様々な変形型が考えられる。例えば、チーム内の役割分担(偵察係、記録係など)を増やし明確にして、見に行く班や順序などもあらかじめ決めておき、各々が責任を果たさなければならないようにすることもできる。また、自由にバラバラに歩き回るのではなく、グループごとに固まって決められた時間で移動し、その場で議論をしてその結果をコメントとして残していく方法もある。

いずれにしても、混乱しないようにルールや手順を明確に学生に伝え、この活動の成果が得られるようにしなければならない。

5-3-2 発表と様々なワークシートを使用した  
相互評価

## 効果

- (1)発表の聴衆側にとっては、種々のワークシートを使用することで、他のチームの発表をただ聞くのではなく、考えながら聞く訓練になる。
- (2)発表者側にとっては、発表後にフィードバックが得られる。
- (3)相互に順位付けをする場合、その根拠が明確になり投票の透明化をはかることができる。

		プレゼンテーションの評価表					
		<small>(班の長や主役の候補として、企業の本ジニアが作成したものを参考に作成)          ※ この授業では、皆んなからの評価や、学生同士の相互評価、自己評価など、多角的な評価を行っています。大変、お手数ではありますが、趣意をご理解の上、ご協力よろしくお願い致します。</small>					
評価の項目	班	A	B	C	D	E	F
話し方							
評価の基準：良く聞こえる声か、わかりやすいか、楽しく魅力的か、聞き手の反応を確認しているかなど							
全体の構成・内容							
評価の基準：構成がしっかりしているか、メリハリがあるか、具体的でわかりやすいかなど							
スライドのデザイン							
評価の基準：見やすい工夫してあるか、簡潔な言葉、わかりやすい言葉を使っているか、図表や動画が効果的か							
聞き手の反応							
評価の基準：拍手があるか、うなずいているか、適切な質問が出たか							
		完璧 ⇒ 5点	だいぶいい ⇒ 4点	まあまあ ⇒ 3点	もう少し ⇒ 2点	まだまだ ⇒ 1点	

アドバイスやコメントなどがありましたら、ぜひお願いします。

図5-13 プレゼンテーション  
許可用ワークシートI

		プレゼンテーションの内容と評価	
		<small>(自分のプレゼンも客観的に評価し順位をつける)</small>	
順位		プレゼンテーションの内容と評価	
班:	発表者:		
テーマ:	発表の内容:		
評価とコメント:			
班:	発表者:		
テーマ:	発表の内容:		
評価とコメント:			
班:	発表者:		
テーマ:	発表の内容:		
評価とコメント:			

プレゼンテーションを評価するためのPoint!

- ① 自身の1年らしい専門性と目標と内容があるか  
(十分な語彙、適切な文法、チームの協調...)
- ② 人に伝えようとする工夫や努力が、効果を見られているか  
(語彙、字の大きさ、声の大きさ、態度...)
- ③ 質疑応答のしぐさ  
(質問に対する的確な答え、聞き手への感謝、質問者への感謝の気持ち...)

図5-14 プレゼンテーション  
評価用ワークシートII

(4)評価基準の明確化、評価のしやすさを考慮し、①の評価シートを、②-1～②-3のルーブリック式評価用紙に改訂。

ルーブリックは、学生と一緒に作成するのが望ましい。学生にとって、目標が具体化され、努力の方向性がはっきりする。

①

受講生の皆さまへお願い  
 大変、お手数ではありますが、授業の準備をご理解いただき、別紙の相互評価シートへのご記入に、ぜひ、ご協力ください。  
 評価する力の詳細については、資料「社会人基礎力」を参考にしてください。

専攻科特別実験 相互評価シート

	A班 おらこ	B班 青少年 自然の家	C班 天文台	D班 なごなる の家	E ファミリー パーク
前に読み出す力…一歩前に読み出し失敗しても粘り強く取り組む力					
① 主体的に情報収集をしているか。					
② 当事者意識をもって取り組んでいるか。					
考え抜く力…疑問をもち、考え抜く力					
③ 情報を十分に分析し、目的に沿って深く考察されているか。					
④ 課題解決に向けたプロセスを明らかにし計画的に取り組んでいるか。					
⑤ 創意・工夫はされているか。					
チームで働く力…多様な人々とともに、目標に向けて協力する力					
⑥ 相手の意見を丁寧に聴いているか。					
⑦ 自分の意見を伝えるための努力や工夫をしているか。					
⑧ チーム内で合意形成がなされているか。					
ものづくりの力					
⑨ 人や環境に優しい視点が入っているか。					
⑩ 先行・既存のアイデアを尊重しているか。					
⑪ 理論に基づいた設計がされているか。					
⑫ 実用性はあるか。					

5点: 大変優れている。4点: 優れている。3点: 普通。2点: 少し努力が必要。1点: 不十分

※ 全ての欄を埋める必要はありません。評価しやすいところだけ、記入をお願いします。  
 ※ 裏面に、コメント欄がありますので、アドバイス等いただければ幸いです。

②-1

専攻科 特別実習・特別実験 相互評価ルーブリック表

ご受講の皆さまへ  
 本日は中間発表会にご参加いただき誠にありがとうございます。大変お手数ではありますが、授業の準備をご理解いただき、相互評価シートへのご記入に、ぜひご協力ください。評価する力の詳細については、資料「社会人基礎力」を参考にしてください。

専攻科特別実験 相互評価シート

各評価の点数はそれぞれ、「4点: 大変優れている。3点: 優れている。2点: 少し努力が必要。1点: 不十分」であることを示しています。全ての欄を埋める必要はありません。評価しやすいところだけ記入をお願いします。

	A班 おらこ	B班 青少年 自然の家	C班 ファミリー パーク	D班 天文台
前に読み出す力…一歩前に読み出し失敗しても粘り強く取り組む力				
(1) 当事者意識をもって取り組んでいるか				
4点: 事業所とよく交流し、自分たちのこととして、事業所の人々とともに取り組んでいる。 3点: 事業所との交流がある程度あり、自分たちのこととして取り組んでいるが、事業所とともに取り組むという状態ではない。 2点: 事業所との交流はある程度あるが、事業所から頼まれた任務として取り組んでいる。 1点: 事業所との交流が不十分で、取組も他人事である。				
(2) 情報収集・共有は十分か				
4点: 必要な情報を早い段階で収集しており、情報を共有して十分に取得力のある説明ができる。 3点: 必要な情報をおおむね収集・共有できているが、取得力のある説明ができる。 2点: 情報収集・共有が不十分で、根拠が不明で説明できない場面が見られる。 1点: 情報収集・共有が不十分で、説明できる人や部分に限られており、全体的に説明が不明である。				
考え抜く力・疑問をもち、考え抜く力				
(3) 情報分析や目的に沿った考察は十分か				
4点: 目的が明確で、調査内容を十分理解し、論理的に考えを説明できる。 3点: 目的がある程度明確で、調査内容を理解した考察がある程度できている。 2点: 目的がやや不明で、調査内容をある程度理解しているが、考察は不十分である。 1点: 目的が不明で、調査内容をほとんど理解しておらず、考察も不明である。				
(4) 計画的に取り組んでいるか				
4点: 明確で合理的な計画を立て、それに沿って取り組んでいる。計画に遅れが出た場合の対応策も考えられている。 3点: 計画が具体的なもので、それに沿って取り組んでいる。 2点: 計画がやや不明で、しばしば変更される。				

1 / 4

②-2

専攻科 特別実習・特別実験 相互評価ルーブリック表

	A班 おらこ	B班 青少年 自然の家	C班 ファミリー パーク	D班 天文台
1点: 計画が不明のまま、行き当たりばったりで取り組んでいる。				
(5) 創意・工夫はされているか				
4点: 自らの新しいアイデアを積極的に取り入れ、既存の方法も尊重しながら取り組んでいる。 3点: 既存の方法を基に、自らの新しいアイデアを付け加えている。 2点: 自らの新しいアイデアを取り入れようとしているが、うまく活かされていない。 1点: 既存のよく知られた方法のみで、新しいアイデアはほとんどない。				
チームで働く力: 多様な人々とともに、目標に向けて協力する力				
(6) 相手の意見を丁寧に聴いているか				
4点: 相手の意見を尊重し、自分の意見との関係を明確にしたがら話をする。 3点: 相手の意見をきちんと聞いているが、自分の意見を通すことに力を使っている。 2点: 相手の意見を聞いてはいるが、あまり理解しておらず、話がかみ合わない。 1点: 相手の意見を聞かない。相手の意見を否定する。				
(7) 自分の意見を伝えるための努力や工夫をしているか				
4点: 発表内容を理解し、図表などを使い、聞き手を引きつけるわかりやすい発表をしている。 3点: 専門用語をなるべく使用せず、わかりやすく要点を押し出した説明をしている。 2点: 原稿を見ずに自分の言葉で伝え、聞き取りやすく説明している。 1点: 原稿やポスターを読み上げるだけであり、相手を見ていない。				
(8) チーム内で合意形成がなされているか				
4点: 全員で十分に話し合い、根拠や是非両面などをみんなが理解したうえで提案している。 3点: 話し合いがやや不十分ではあるが、全員が理解して提案している。 2点: 話し合いが不十分で、メンバーの知識も差があり、担当以外では他人事のようにふるまう。 1点: 一部の人が決めることが決まっておらず、他の人は反対しているが無関心である。				
ものづくりの力				
(9) 人や環境に優しい視点が入っているか				
4点: 人や環境に十分配慮し、対策も十分なされている。 3点: 人や環境にある程度配慮しているが、対策がなされている。 2点: 人や環境にある程度配慮しているが、気づいていない。問題点が多い。 1点: 人や環境に配慮していない。				

2 / 4

②-3

専攻科 特別実習・特別実験 相互評価ルーブリック表

	A班 おらこ	B班 青少年 自然の家	C班 ファミリー パーク	D班 天文台
(10) 既存のアイデアを尊重しているか				
4点: 既存のアイデアを調査し、自分たちのアイデアとの違いを説明できる。 3点: 既存のアイデアを調査し、自分たちのアイデアとの関連性がある程度わかる。 2点: 既存のアイデアを調査したが、自分たちのアイデアとの関連性がわからない。 1点: 既存のアイデアの調査がなされていない。不十分である。				
(11) 理論に基づいた設計がされているか				
4点: 理論に基づいた設計がされ、安全性や効率などについて具体的な説明ができる。 3点: ある程度理論に基づいた設計がされているが、具体的な説明はできない。 2点: 理論に基づいていない部分が多く、具体的な説明もできない。 1点: 直感のみで設計されており、安全性や効率など不明確であり、作製できるかどうかが不明である。				
(12) 実用性はあるか				
4点: 目的を達成しており、事業所の意向に合い、事業内容の改善に大きく貢献すると見込める。 3点: 目的をある程度達成しているが、事業内容の改善に相期的に貢献するだけと思われる。 2点: 取り組みが思いついていないと思われ、目的を達成することはできない。 1点: 思いついていないと思えない。				

裏面にコメント欄がありますので、アドバイス等いただければ幸いです。

3 / 4

図5-15 評価基準の明確化・評価しやすさを改善し評価用紙をルーブリックに改訂した例

### 5-3-3 発表会の質疑応答のためのツール

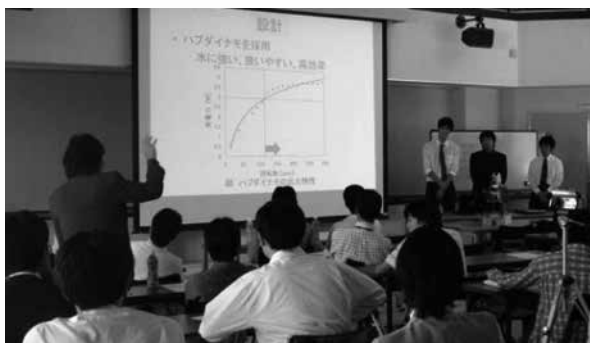


図5-16 発表と議論の様子

#### A.発表者の主体性を重視する質問の仕方「Critical Friend (大切な友だち)」

##### 効果

- (1)発表者の主体性を大切にする雰囲気をつくることができる。
- (2)問いかけによる、ピア足場かけが機能する。
- (3)クラス全体が、創造的な学びの共同体となる。

##### 学習活動の手順

Pさん:自分の企画や成果を説明する人

Oさん:Pさんの説明を聞く人(複数可)

- (1)まず初めに、Pさんが、Oさんに対して自分の企画(考え・思い・成果)を説明する。
- (2)不明確な点を明確にする。  
Oさんは、Pさんの企画について、わからなかったところを質問し、理解を明確にする。内容について変更・修正を求めたり、自分の考えを表明したりはしない。Pさんは、Oさんに内容が正しく伝わるように説明する。

- (3)よかった点を指摘する。

Oさんは、Pさんの企画の中で良いと思った点を指摘する(ほめる、認める、共感する)。

- (4)まずい(と思った)点を、質問の形で投げかける。

まずい(と思った)点については、Pさんがすでに検討済みのこともあるので、それをOpen Question(開いた質問)の形で投げかける。Pさんに新しい視点を提供するという気持ちで問いかける。あくまでも主役はPさんである。

(例)・・の場合はどうしようと考えていますか。

(新たな場面が想定される場合)

(例)他にどのような方法を検討しましたか。

(例)・・についてもう少し具体的に聞かせてください。

(例)それを実施するに当たって最も困難だと思うことは

何ですか。

(例)どのような状態になることが成功だと考えていますか。質疑応答の中で、Oさんの代案がPさんに示されることもあり得るが、その場合もあくまでも主役はPさんという気持ちが大切。

- (5)Pさんは、必要に応じて自分の計画を修正する。

- (6)OさんがPさんに、愛情(友情)を込めてラブ・レターを書く。実践する(実現しようとする)のはPさん。Oさんは、Pさんの実践やその結果がよりよくなるように、励ましたり自分のできる支援を書き記したり、ときにはPさんへの忠告を含めたりして、「愛情・友情」のある手紙を書き、Pさんに渡す。

- (7)Pさんは、Oさんからのラブ・レターを励みに計画を実行する。

##### 留意点

一連の活動の中で、(4)が大変むずかしい。私たちは、まずい点を指摘する時に、「～すればいいのではないですか。」とか「～はおかしいので直した方が良いと思います。」というような言い方をしてしまうことが多い。これはYesまたはNoで答えることができるClosed Question(閉じた質問)である。閉じた質問では、質問を受けた人の創造力ややる気を促すことはできない。学生がなかなかできない時には指導者がストップをかけて、どのように問いかけると、やる気が出たり新しいアイデアが浮かんだりするのか、また自分の考えが尊重されているように感じるかなど、クラス全員で「Open Question(開いた質問)」について考える機会をもつといい。場合によっては、指導者がモデルを務めることも必要である。

## 5-4 問いかけに使うツール

### 5-4-1 Open Question(開いた質問)

3章3-3(27ページ)に、学生が主体的に学ぶ問いかけ法IIとして述べているので参照願いたい。

### 5-4-2 高いレベルの思考を促す問いかけ法

3章1-7(19ページ)に、高いレベルの思考力へと導く問いかけ法Iとして述べているので参照願いたい。

### 5-4-3 思考を深める問いかけ法

3章3-3(27ページ)に、思考を深めるための問いかけ法として述べているので参照願いたい。

### 5-4-4 クリッカーを利用した問いかけ法

#### 効果

- (1)匿名性により、学習者は、理解できていないことを表明するなど、より正直に能動的に参加できる。
- (2)楽しい雰囲気の中で学べるため、関心を喚起しやすい。
- (3)学生の理解度に合わせて、即時に授業の難易度や進み具合を調整できる。
- (4)学生の反応が分析しやすい形で記録に残すことができるため、授業改善の手掛かりがつかめる。
- (5)授業にメリハリが出て、集中力をリセットすることができ、気分転換になる。
- (6)クイズ形式の振り返りにより記憶定着効果が得られる。

「クリッカー」とは、正式名称Audience Response Systemのリモコン型聴衆応答システムのことである。学習者が、一人ひとりの手元にある端末機器で応答することにより、回答の内容や割合が即時に指導者側のPC本体に送信される。それにより、リアルタイムで学生の反応や理解度が確認でき、スライド上映をすることにより応答状況が学習者全体で共有できる。クリックして使用するため通称「クリッカー」と呼ばれている。クリッカーは、テレビの聴衆参加型バラエティー番組や討論番組、また会議や一般向け講演などに導入されているが、2007年より北海道大学で日本の高等教育機関としては初めて教育用にクリッカーを導入しその成果が報告されている。富山高専でも2010年に購入しいくつかの授業で利用し教育効果を確認している。

4章2-1P36でページで、具体的な授業における使用例を述べているので参照願いたい。

## 5-5

### 学びを振り返るための 様々なワークシート

一般的に教育評価の意義と機能は、学習者にとっては、①学習のペースメーカー、②自己認識の機会、③価値の方向性への気づきとされる。また、指導者にとっては、④指導の対象を理解する手がかり、⑤教育目標や方法の指標であり、組織

を管理運営する立場にとつては、⑥社会的責任の説明根拠である。

社会で能力を発揮することを目指すKOSEN型実技教育では、評価は、成績をつける指標としての評定的評価よりもむしろ、学習のプロセスに評価活動を埋め込み、学習者にとつての①、②、③の機能を発揮することが望ましい。また、そのような評価の結果をポートフォリオとすることにより質的評価のデータとして④、⑤に利用でき、統括的評価として個人の成績に反映させることも可能である。

そこで、①、②、③を主目的として学習活動を充実させるために、様々な振り返り用のワークシートが重要となってくる。簡単には、白紙を配付して振り返ってほしい項目を伝え記述させ、その内容を共有したりコメントを与えたりするだけでも十分に効果を発揮する。ワークシートを作成する場合は、学習者の発達段階、興味関心、専門性、学習進度と振り返りのタイミング、学習活動の特徴などを考慮して作成しなければならない。以下に、いくつかの事例を紹介する。

#### 5-5-1 振り返りのワークシートI

図5-17に、振り返りや記述に不慣れな学生を対象として書く習慣、綴じておく習慣、振り返り意義を理解することを目的としたワークシートIに示す。本報告書では、一年生の前期の高専教育導入の授業「ものづくり基礎工学実験」で使用、このワークシートで毎週の授業を振り返る。最初は書くことができなかった学生が前期の終わりには、自己分析ができるようになり記述の分量にも表れてくる。すべてを綴じておくことにより、ポートフォリオ

図5-17 A. 1年生前期で使用した振り返りシート

として学習者、指導者の双方が利用できる。

また、低学年時に振り返りシートを何度も書くことで、自分が何を学び何を理解したか、または理解できなかったかを確認することを習慣づけることにもなり、主体的な学習に不可欠なメタ認知力を育成する効果も期待できる。

### 5-5-2 振り返りのワークシートII

図5-18に、授業の意図を理科して努力の方向性に気づき、自分の学習活動に役立てるためのワークシートIIを示す。本報告書では、1年生でAのような振り返りシートを書いた経験をもつ3年生のプロジェクト実験で開発し使用した振り返りシートである。3年生レベルになると、講義-試験という学び方とは異なる授業であることや、授業の目的や自己分析の意義を理

図5-18 B.3年生プロジェクト型実験の振り返りシート

解させた上で記述させることが大切である。記述へのモチベーションを刺激してから記述することが、個々の学びには効果的である。

### 5-5-3 プロジェクト推進用のワークシート

図5-19、図5-20にプロジェクト型の実験・実習において取り組むべき課題を明確にして、計画的に進めるためのワークシートを示す、図5-19は、プロジェクトの初心者である低学年用であり、図5-20のワークシートは専攻科1年の社会に役立つものづくりのような、高専教育での最終段階のPBL用である。

著者らは、このように1年生から専攻科まで、発達段階に応じた一貫性のあるワークシートを作成し、徐々に記述力がついていこうに段階的にレベルを上げていった。学生にとっては、毎回、新たに出てくる課題を明確化して記述することが特に難しく、最初は全くできない。しかし、毎回の課題を見出して、その解決のために得るべき知識ややるべき実験を考える事が重要である。

そのため、ワークシートは受け取りっ放しにはせず、記述内容に対する毎回のフィードバックを行った。指導者チームで足場かけの役割分担をしながら取り組むことで、学生の学びの質の向上をはかることができる。フィードバックによって、指導者チームとの信頼関係が生まれコミュニケーションが取れてくると、学生のメタ認知力や意欲が向上し、主体的な学習者へと変化していくことが実感できた。

図5-19 B.1-3年生用

図5-20 C.専攻科生用 プロジェクト進捗状況確認シート

5-5-4 自己評価のためのワークシート

PBLのような主体性の育成を重視する学習において、「調査スキル」、「議論と合意形成のスキル」、「自己評価スキル」の3つの基礎力が不十分な場合、専門性が高くなるにつれねらった教育効果が得られないことを、3章5節 主体的な学習に不可欠な基礎スキルの訓練において述べた。

自己評価は、その意義や方法、効果などに学生が納得していないと、まじめに取り組まず形骸化してしまう。また、提出先の教職員チームとの信頼関係も、記述に影響する。教職員が真摯な態度で臨むことが、学生たちの真摯な態度を引き出すことになる。企業や教職員が行っている、実際の社会における仕事での自己評価の事例を紹介することも効果的である。

A.図5-21は、プレゼンテーションにおいて、各チーム内で自分たちの評価基準を決め、それを宣言、公表して自己評価、相互評価するためのワークシートである。自分たちで目指す方向性を設定するので、努力のためのモチベーションが高くなる。各チームの基準もわかるので、低い目標に甘んじることができないような相互作用も生じる。目標や基準の作成から参加することで、他のチームの基準を尊重しまじめに評価しようとする姿勢も生じていた。

B.図5-22および図5-23は、チームメンバー間の役割分担に関する相互評価と、社会人基礎力の自己評価、そして自分に点数をつけるとしたら何点でどのようなコメントを添えるかを考えさせるための、自己評価用のワークシートである。  
低学年(1-3年生)は、クラスメイトとの人間関係が成熟していないためか、チーム内の相互評価が公正にできないことが多い。その場合は、図5-22の表に記述させるが、

平成22年度 プログラム概論・機械材料工学  
＜プレゼンテーション 自己目標と相互評価＞

各チームの目標に基づいて評価して下さい。  
A:素晴らしい! B:いいね! C:まあまあ... D:もうちょっと E:まだまだ

項目	A	B	C	D	E	コメント・感想
A 班						
① 体を建ってプレゼン	1	1				
② 分支部の特色を明確にする	1	1				
③ チームの意見、知識を全て共有する	1	1				
④ 各自の役割を明確にする	1	1				
⑤ 発表を楽しむ	1	1				
B 班						
① はきはきと話す	1	1				
② 原簿を見やすいようにする	1	1				
③ わかりやすく伝える	1	1				
④ 興味を引くようにする	1	1				
⑤ スムーズに行う	1	1				
C 班						
① 分かりやすい	1	1				
② はきはきと話す	1	1				
③ スムーズに進行する	1	1				
④ 前向きに話す	1	1				
⑤ 聞きやすい発表にする	1	1				
D 班						
① 分かりやすい	1	1				
② 伝える	1	1				
③ 事前準備のおよぶようなプレゼン	1	1				
④ まとめる力の向上	1	1				
⑤ 質疑に答える	1	1				
E 班						
① (製品の) 特徴、仕組み、原理を理解する	1	1				
② はっきりと要点を絞って話す	1	1				
③ 相手の反応を確認する	1	1				
④ 建設的な質問を心掛ける	1	1				
⑤ ユニフォームと照らし合わせてながら説明する	1	1				

図5-21 プレゼンの自己評価シート

3年 概論 機械材料基礎 4 種類の自己評価

(1) 授業中の授業でのチーム内における貢献度を、自分も含めて、「総合的・全般的に」「感情的ではなく客観的に」正しく評価してください。

メンバー名 担当 チーム内での具体的な貢献内容

メンバー名	担当	チーム内での具体的な貢献内容

前に踏み出す力(アクション) → 一歩前に踏み出し失敗しても 取り返さず取り進む力  
 主体的に物事に進んで取り組む力  
 働きかけ力: 他人に働きかけ巻き込む力  
 実行力: 目的を設定し確実に行動する力

考え抜く力(シンキング) → 疑問を持ち、考え抜く力  
 問題発見力: 現状を分析し目的や課題を明確にする力  
 問題解決力: 課題の解決に向けたプロセスを明らかにし準備する力  
 創造力: 新しい創意を生み出す力

チームで働く力(チームワーク) → 多様な人々とともに目標に向けて協力する力  
 協力力: 自分の意見を述べつつ受け入れる力  
 協力調整力: 自分と異なる人や物事との関係性を理解する力  
 調整力: 相手の意見を尊重し理解する力  
 柔軟性: 意見の違いや立場の違いを理解する力  
 規律性: 社会のルールや人との約束を守る力  
 システム思考力: システムの構造を理解する力

社会人基礎力自己評価シート

点

コメント:

図5-22 チームのメンバーに対する相互評価が不慣れた段階(低学年用)の自己評価シート

3年 概論 プログラム概論 4 種類の自己評価

(1) 授業中の授業でのチーム内における貢献度を、自分も含めて、「総合的・全般的に」「感情的ではなく客観的に」正しく評価してください。

(記入例)

メンバー名	担当	チーム内での具体的な貢献内容
A君	10%	
C君	15%	
B君	20%	
自分	25%	
D君	30%	

前に踏み出す力(アクション) → 一歩前に踏み出し失敗しても 取り返さず取り進む力  
 主体的に物事に進んで取り組む力  
 働きかけ力: 他人に働きかけ巻き込む力  
 実行力: 目的を設定し確実に行動する力

考え抜く力(シンキング) → 疑問を持ち、考え抜く力  
 問題発見力: 現状を分析し目的や課題を明確にする力  
 問題解決力: 課題の解決に向けたプロセスを明らかにし準備する力  
 創造力: 新しい創意を生み出す力

チームで働く力(チームワーク) → 多様な人々とともに目標に向けて協力する力  
 協力力: 自分の意見を述べつつ受け入れる力  
 協力調整力: 自分と異なる人や物事との関係性を理解する力  
 調整力: 相手の意見を尊重し理解する力  
 柔軟性: 意見の違いや立場の違いを理解する力  
 規律性: 社会のルールや人との約束を守る力  
 システム思考力: システムの構造を理解する力

点

コメント:

(4) 経路を感情や気分とし、横軸を時間として、自分の1年間の感情の曲線を書いてみて下さい。

スタート

4月 開校式 発表 10月 卒業式 12月 入試 1月 入学 2月 授業 3月 発表 4月 発表 5月 発表 6月 発表 7月 発表 8月 発表 9月 発表 10月 発表 11月 発表 12月 発表

感情や気分

図5-23 チームのメンバーに対する相互評価が公正にできるようになった段階(高学年用)の自己評価シート

学生同士でかばい合い他者をほめ、自分に厳しく評価する傾向がある。しかし、何度か相互評価と記述の訓練をして高学年になると、公正に評価ができるようになってくる。また、学習活動に真面目に一生懸命参加した学生は、自分にもチームのメンバーに対してもきちんと評価しようと努力する。図5-23の形式にも自信をもって記述できるようになる。専攻科生1年生で行うPBL「社会に役立つものづくり」では、学生の評価と教職員の評価が一致することが多い。このような客観的な視点が育つとPBLのような学びにも効果が表れてくる。

C.自己目標と自己評価、次への目標設定を行うワークシート

専攻科1年生のPBL「社会に役立つものづくり」では、1年間に4回の発表会と、2回の教職員チームとの面談を行った。

まず1回目の中間発表会後に、この授業の目標に沿った自分自身の目標を設定する。2回目以降は、その目標に対する自己評価と新たな目標設定を4回繰り返し、最終成果発表会の後、図5-23、図5-24による1年間の自己評

価を行った。

その自己評価の結果に加え、図5-20のポートフォリオ（専門知識の活用や論理性などの評価）、図5-15②のプレゼンテーション評価（発表会の聴衆全員が評価に参加する第三者評価となる）最終製品の出来栄などをもとに、教職員チームとの面談を行い、学びの振り返りをした。最終的には、その結果を学生個々の成績に反映させた。（P29、図3-21を参照）

**専攻科特別演習・実験 自己評価・自己目標-Ver.4**

まず、これまでの自己目標を分析し、最終成果発表を終えた時点での自己評価をして下さい。また、自分が、この授業での取り組みから得たことを明確にして、それを基に、今後の自分の成長のために適切な自己目標を立てて下さい。各々について、大切だと思う項目を挙げ、それに対する自己目標を明確にして下さい。（ワープロ作成 OK）

1)前に踏み出す力について  
本授業での目標の対する自己評価(達成度とコメント)  
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%  
 \_\_\_\_\_  
 自己評価:

今後、自分が取り組もうとする具体的な内容と自己目標

2)考え抜く力について  
本授業での目標の対する自己評価(達成度とコメント)  
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%  
 \_\_\_\_\_  
 自己評価:

今後、自分が取り組もうとする具体的な内容と自己目標

3)チームで働く力について  
本授業での目標の対する自己評価(達成度とコメント)  
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%  
 \_\_\_\_\_  
 自己評価:

今後、自分が取り組もうとする具体的な内容と自己目標

4)技術者(いずれ社会人となることを視野に入れた)への心構え  
本授業での目標の対する自己評価(達成度とコメント)  
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%  
 \_\_\_\_\_  
 自己評価:

技術者の心構えとして大切だと思う項目と自己目標

5)自己主導型学習能力  
本授業での目標の対する自己評価(達成度とコメント)  
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%  
 \_\_\_\_\_  
 自己評価:

今後、自分が取り組もうとする具体的な内容と自己目標

6)その他

日付 2012/ /	サイン
---------------	-----

図5-24 目標を立て自分の学びを振り返る自己評価シート

# あとがき

実は、私は少々あせっている。こうしている間にも若者が自ら命を絶っている。日本の若者の死因は自殺がトップ、世界の中でも珍しい国のひとつだ。職業別では技術系が多いという。日本型受験は青年期の多くをかけなければ突破できないほど過酷である。皆、そこで「学び方」を覚える。成功体験を積み重ねるごとに、その「学び方」は心身に染み込んでいく。受験体験が少ない高専の学生たちでさえ、PBLのような学び方には不満を訴える者が少なくない。自らの羅針盤をたよりに自分という船の大きさに合ったやり方で大海に漕ぎ出していくような学び方は彼らにとっては、試験勉強のような学び方よりもつらいし、意義を感じる機会が少ないのだ。しかし、やがては、誰もが社会の中でPBLのような学び方で自分自身を高めていかなければならない時がやってくる。この学び方を体験する時期に早すぎることはないと思っている。

約20年前、卒業生である企業技術者の一人から、「僕は成績がクラスで一番だったけど、実社会ではその知識ややり方だけでは通用せず大変だ。広い視野も必要だ。伊藤さんがNPOでやっている学び方を高専教育でもやって下さい。」と言われた。その言葉に背中を押されて始めた参加体験型授業、そしてPBL、思いを同じくする先生方との出会い。そこから生まれた数々の「富山高専型実技教育」。世界の中での日本の産業競争力が取り沙汰される昨今、イノベーションによる国づくりと国民幸福度世界一を両立させている国デンマークを視察し、その教育から学ぶことが多いことにも気づいた。アジアの国々のPBLに関する情報とも出会った。本報告書では、調査の一部と、23年度から25年度の間に取り組んだ授業の中からいくつかの実践事例を報告した。ESDや安全教育、知的財産教育、学生の課外活動におけるKOSEN型実技教育については、別の機会に報告したいと考えている。

学び方を変えるだけで自殺が減るとも思えないし、学生時代にはほんの少し体験した学び方が影響を与えるとするのは少々楽観的すぎるが、それでも、本研究が、本校卒業生たちが活き活きと学び続け幸せに活躍してくれることに寄与できていることを信じたい。

科研費による本研究を遂行するにあたり立ち上げた「学生が主体的に学ぶ授業づくり研究会(学び研)」での議論が、大いに私の気力と知力を支えてくれた。最初は少数の本校教職員だけだったが、他校の教員や企業の技術者も参加して下さり、多様性と刺激に満ちた「学びの共同体」が出来上がっていった。技術職員だからこそ、複数の専門分野の教職員や多

様な専門をバックグラウンドにもつ地域の方々、そして学生たちと、個性豊かな授業を共に作る事ができたことを、心から幸せだと感じている。

丁子先生(本校副校長・技術室長)、定村先生(本校教育技術センター教員)、上坂先生(元本校産学コーディネーター)、荒木先生(元企業技術者・不二越工業高校教諭)、磯田先生(熊本高専教員)、川越先生(本校技術職員)をはじめとする学び研の皆様、質の高い有意義な議論に対して深く感謝を申し上げたい。

## 引用文献・参考文献

1. 森敏昭・秋田喜代美, 教育心理学キーワード, 有斐閣双書, (2006)
2. 富山高専教育技術センター, 課題解決力育成講座資料一企画する人の主体性を重視する問いかけの仕方 批判的な友達(Critical Friend)一, 富山高専専門学校, (2013)
3. 伊藤通子・磯田節子・下田貞幸, デンマークAalborg PBL Modelの特徴と高専教育との比較, 日本高専学会誌, vol18, 4, p9-14, (2013)
4. Virginie SERVANT, The PBL in Asia Series (PBL in Hong Kong & Taiwan (2013), PBL in Malaysia (2013), PBL in Japan (2012), PBL in Indonesia (2012), PBL in Singapore (2012))
5. 中島健祐, 環境先進国デンマークのグリーン成長戦略~デンマークの知恵から学ぶ日本と世界の未来~, 技術と経済, No.548, p14-24, (2012)
6. ユーリア エンゲストローム, 山住勝広 訳, 拡張による学習 活動理論からのアプローチ, 新曜社, (1999)
7. 山住勝広, 活動理論と教育実践への創造 拡張的学習へ, 関西大学出版部, (2004)
8. ユーリア エンゲストローム, 山住勝広 訳, ネットワークする活動理論 チームから結び目へ, 新曜社, (2013)
9. 伊藤通子, 行動主義, 認知主義, 状況主義の学習理論に基づく新しい実技教育の可能性, 工学教育vol.59, no.1, p62-68, (2011)
10. 伊藤通子, Problem-Based Learningと高専の技術教育, 放送大学 Open Forum 7号, pp118-123, (2011)
11. 津森展子・伊藤通子・川越みゆき・戸出久栄, 高専で必要とされる環境安全教育推進のための取り組みI-教育心理学に基づいた低学年学生実験における試み-, 論文集高専教育, 34, pp661-666, (2011)
12. 伊藤通子, 富山高専のProblem-Based Learning, 熊本高等専門学校職員研修会, (2010~2011)
13. 伊藤通子, 高専における認知主義的教育理論に基づくESDの取り組み, 環境科学会2010年会シンポジウム, プログラムpp174-175, (2010)



14. 伊藤通子, 定村誠, 本江哲行, 丁子哲治, 企業の若手技術者を対象とした“社会人基礎力”を育成する研修プログラムの開発, 工学教育, vol.25, no.5, p99-105, (2009)
15. 伊藤通子, 高専教育とProblem-Based Learning～富山高専における実践～, 放送大学大学院修士論文, (2009)
16. 教育思想史学会編, 教育思想事典, 勁草書房, (2004)
17. 鈴木善次他, 思い違いの科学史, 朝日文庫, p322, (2002)
18. Linda Torp&Sara Sage : PROBLEMS AS POSSIBILITIES—Problem-Based Learning for K-16 Education 2nd Edition—, ASCD, (2002)
19. Erik de Graaff and Anette Kolmos :Management of Change , Sense Publishers, (2006)
20. 独立行政法人国立高等専門学校機構ホームページ (http://www.kosen-k.go.jp/)
21. 平成19年度現代的教育ニーズ取組支援プログラム「世界に学び地域に還す,ものづくり環境教育」富山工業高等専門学校・富山商船高等専門学校 中間報告書, (2008)
22. 独立行政法人国立高等専門学校機構 富山工業高等専門学校, 平成17年度「電源地域における雇用促進対策調査事業」富山工業高等専門学校を核とした地域企業の若手技術者への現場技術教育に関する調査報告書, (2006)
23. 現代GP知財の報告書, (2008)
24. 独立行政法人国立高等専門学校機構:高等専門学校のあり方に関する調査報告書, (2006)
25. 経済産業省のHP (URL:http://www.meti.go.jp/)
26. 伊藤通子・本江哲行・丁子哲治, 高専教育へのPBL導入における可能性と課題, 論文集「高専教育」, 31, p283-288, (2008)
27. 永野重史, 教育心理学通論—人間の本性と教育—, 放送大学教育振興会, (2001)
28. 伊藤通子・袋布昌幹, 学生実験における「プロジェクト推進型チーム学習」について, 論文集「高専教育」, 31, (2008)
29. 永野重史, 発達とは何か, 東京大学出版会, (2001)
30. ジーン・レイブ, エティエンヌ・ウエンガー, 佐伯胖 訳, 状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加—, 産業図書, (1994)
31. ジョン・デューイ, 市村尚久 訳, 経験と教育, 講談社学術文庫, (2009)
32. 宮澤康人, 近代の教育思想, 放送大学教育振興会, (1993)
33. 安彦忠彦・石堂常世編, 現代教育の原理と方法, 勁草書房, p129-131, (2004)
34. 秋田喜代美, 授業研究と談話分析, 放送大学教育振興会, p76, (2002)
35. 国際理解教育センター (ERIC), 参加型で伝える12のものの見方・考え方, ERIC, (1997)
36. 吉田新一郎: テストだけでは測れない! 人を伸ばす“評価”とは, NHK出版, p134, (2006)
37. PCM開発援助のためのプロジェクト・サイクル・マネージメント参加型計画編, 財団法人国際開発高等教育機構, (2001)

38. 鈴木久男, 武貞正樹, 引原俊哉, 山田邦雅, 細川敏幸, 小野寺彰, 授業応答システム“クリッカー”による能動的学習授業—北大物理教育での1年間の実践報告—, 高等教育ジャーナル—高等教育と生涯学習—16, (2008)
39. 山田邦雅, 自作クリッカーシステムによる授業, 高等教育ジャーナル—高等教育と生涯学習—16, (2008)

## 研究体制

研究代表者：伊藤通子

研究分担者：岩永雅也／後藤尚弘

研究協力者：定村 誠／畔田博文／磯田節子／高松さおり  
川越みゆき／山腰 等／丁子哲治／袋布昌幹  
本江哲行

執筆協力者：定村 誠／畔田博文／磯田節子／下田貞幸  
高松さおり／荒木一雄／川越みゆき／戸出久栄  
上坂 撰／後藤尚弘

学生が主体的に学ぶ授業づくり研究会のメンバー：

荒木一雄／磯田節子／岩永雅也／上坂 撰  
大河内康正／大竹由記子／桶川啓昭  
小澤妙子／上島賢秀／川越みゆき／畔田博文  
後藤尚弘／佐藤圭祐／柴田慶之／清水義彦  
下田貞幸／定村 誠／条谷辰幸／高松さおり  
滝 康嘉／戸出久栄／富樫 豊／間中 淳  
山腰 等／吉川文恵  
(学び研メンバー名は50音順)

平成23年度～平成25年度

基盤研究(C) 課題番号 23501083

科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金)報告書

## 認知主義・状況主義学習理論から アプローチするKOSEN型実技教育の 再評価と標準化

発行日 平成26年3月31日

発行 富山高等専門学校 伊藤通子

〒939-8630 富山市本郷町13

TEL 076-493-5409

E-mail ito@nc-toyama.ac.jp

関連WEBページ

富山高専のPBL <http://www.pbl.toyama-nct.ac.jp/>

学生が主体的に学ぶ授業づくり研究会

<http://manabi-k.nc-toyama.ac.jp/>

# 富山高等専門学校

〒939-8630 富山県富山市本郷町13番地 TEL.076-439-5402(代)

