



AIIT PBL Method

東京都立産業技術大学院大学

ADVANCED INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

AIIT PBL Method — 革新的な教育カリキュラムの実践 —

まえがき	3
1. なぜ AIIT PBL か.....	4
1.1 PBL の導入にいたるまでの経緯.....	4
1.1.1 調査.....	4
1.1.2 事前準備.....	5
1.1.3 コンピテンシーを獲得する教育.....	5
1.2 情報アーキテクチャ専攻における PBL 型教育.....	6
1.2.1 情報アーキテクトの育成.....	6
1.2.2 情報アーキテクチャ専攻の学習・教育目標.....	7
1.2.3 モデルコース.....	8
1.2.4 スキル修得.....	8
1.3 創造技術専攻における PBL 型教育.....	9
1.3.1 創造技術専攻が輩出する人材像.....	9
1.3.2 学修に必要なスキル.....	10
1.3.3 スキル修得.....	12
参考文献.....	13
2. AIIT PBL の取り組み	14
2.1 PBL による高度専門職人材の育成	14
2.2 PBL が AIIT の学位プログラムの中核	14
2.3 プロジェクトと教育目標.....	15
2.4 AIIT PBL で学べること.....	15
3. AIIT PBL の特徴	16
3.1 教育プログラム	16
3.1.1 1 年次・2 年次の流れ.....	16
3.1.2 コンピテンシーの構成	16
3.1.3 年間スケジュール	17
3.1.4 チーム構成と指導体制	17
3.1.5 PBL の活動.....	19
3.1.6 週報とセルフアセスメント	19
3.1.7 AIIT PBL サポートシステム	20
3.2 マネージメントシステム.....	20
3.2.1 PBL のテーマ設定	20
3.2.2 外部評価委員制度の導入.....	21
3.3 成績評価システム.....	22
3.3.1 何を評価するか.....	22
3.3.2 誰が評価するか.....	22

3.3.3	評価方法.....	22
4.	AIIT PBL 事例集.....	25
4.1	PBL 事例 ① (指導教員：創造技術専攻 小山登教授*)	26
4.2	PBL 事例 ② (指導教員：創造技術専攻 舘野寿丈准教授*)	30
4.3	PBL 事例 ③ (指導教員：創造技術専攻 福田哲夫教授*)	34
4.4	PBL 事例 ④ (指導教員：創造技術専攻 橋本洋志教授)	38
4.5	PBL 事例 ⑤ (指導教員：創造技術専攻 前田充浩教授)	42
4.6	PBL 事例 ⑥ (指導教員：創造技術専攻 村越英樹教授)	46
4.7	PBL 事例 ⑦ (指導教員：創造技術専攻 越水重臣教授)	50
	あとがき	54

*プロジェクト実施当時

まえがき

産業技術大学院大学（AIIT）では、革新的な教育カリキュラムとして PBL（Project Based Learning）型教育を導入しています。PBL 型教育とは、実社会で即戦力として活躍できる人材を育成するために有効な教育手法であり、数名の学生が、明確な目標を掲げ、できるだけ実際の業務の内容に近い 1 つのプロジェクトを完成させていくプロセスの中で、実社会で真に役立つスキルやノウハウを修得していくというものです。通常の研究型の大学院では、修了要件として論文作成を課す例が多いですが、PBL 型教育は、複数人のチームとしての取組みであること、成果物だけでなく、プロセスにおける活動も評価の対象とすること、具体的なプロジェクトの成果発表となることなど、大きく異なります。本学では、コンピテンシー（業務遂行能力）を実践的に身につけるため、1 年次に基礎的な知識、スキルを修得したうえで、主に 2 年次に PBL 型教育を実施しており、修了に欠かせない要件としています。このような教育カリキュラムを実践している大学は日本では他に例がなく、まさに革新的な教育カリキュラムと言えるわけです。本書では PBL 開発の先駆者として最先端の取組みを行ってきた本学の PBL 型教育における方法論（AIIT PBL Method）について事例を含め紹介します。

1. なぜ AIIT PBL か

1.1 PBL の導入にいたるまでの経緯

平成 17 年 4 月に公立大学法人首都大学東京が発足し、その 1 年後に産業技術大学院大学が開学しました。本学が開学するにあたり、専門職大学院大学におけるカリキュラムをどのように設計するかが大きな課題でした。産業技術大学院大学の設立が検討されていた頃、工学系の大学を中心に広く検討されていたのがいわゆる MOT (Management of Technology) に関連する大学院の新専攻の設置でした。MOT のプログラム開発で各大学が重要視していたことは、何を教えるか (What) ということと、どう教えるか (How) ということでした。従来の大学では講義、演習、実習の三つの分類に沿って旧来の教授法を踏襲した教育がなされていましたが、先進な教育プログラムを取り入れようとしていた大学ではケースメソッドや PBL など、当時としては斬新な教育手法の導入に取り組んでいました。

そのような状況の下、本学のカリキュラムとして、何を教えるか (What) については産業界から求められていた高度 IT 人材や高度専門技術者の育成を目的としたカリキュラムを編成することとしていましたが、どう教えるか (How) については専門職大学院の特徴を生かし、かつ社会人大学院生をターゲットとして効果的な教育手法を取り入れようと考え、専門職学位課程における最終学年の教育方法として全面的に PBL 型教育を導入することに決めたのです。以下は、PBL 型教育導入に至るまでの経緯についてまとめたものです。

1.1.1 調査

工学系の大学教育において PBL を導入することで高い教育効果があることなどが広く知られるようになり、東京都立大学大学院機械工学専攻の若手教員がフルブライト奨学金を得て 1 年間スタンフォード大学に留学し PBL 型教育について調査を実施し、日本における PBL の導入のための高い知見を得ました。これとは別に東京都立科学技術大学においても 1998 年からインターネットを用いた遠隔 PBL をスタンフォード大学と連携して実施するなどの取り組みもありました。このように後の首都大学東京に合流する二つの大学において PBL 型教育を対象としたそれぞれ独自の調査研究と実践が始まっていたのです。

特に、オランダのアイントホーヘン工科大学の調査からは多くの成果を得ました。機械工学とデザインを融合した新学科が運営されているという情報を得たことによる訪問でした。その新学科では全ての教育が PBL 型教育で実施されていました。講義形式の授業科目は存在せず、すべて学生によるプロジェクトチームがプロジェクトを遂行することで知識、スキル、コンピテンシーを獲得するという教育カリキュラムです。当然のことながら新入生はプロジェクトを遂行するに足る知識に欠けています。それを補うのが、教員による簡単な説明です。あるプロジェクトを遂行するのに必要な知識体系については、教員がどのような体系が存在するのか、それはどんなものであるのか、それを学ぶにはどのような書籍で学べば良いのか、など学生に自学自習に必要なノウハウを伝えるのです。学生は自身の課題を解決するのに必要な知識などを自身で学びます。もちろん、教員は学生の質問には親切に答えますが、学習の主体はあくまでも学生であり、教員はそれをサポートするだけです。2 日間の調査では、最終年次の学生が調査の手助けをしてくれました。その学生の言葉を今でも思い出します。「自分はこの後、ある企業に就職することが決ま

っている。この大学で学んだおかげで、チーム活動において、課題を抽出し、自学自習して課題解決に取り組む自信ができました。」

1.1.2 事前準備

このような調査を経て、大学が開学するのですが、大学院における PBL 型教育の全面的な実施をする上で事前に様々な問題を抽出する必要があります。そこで開学1年目に実施した授業科目が「体験型学修特論」でした。この授業では15コマの授業を通じてミニ PBL を実施し、主に社会人学生が中心となるプロジェクトを実施し、2年次に開始される1年間の PBL 型教育の課題を抽出することにしました。

まず、本授業の説明をしたところ、ある社会人学生が発言しました。「自分は会社に所属しているので、他の学生に対してアイデアを容易に開示することはできない。このような授業が実施されたとしても、一言も喋ることができない。」というようなことでした。私が、「では、どのような条件があれば授業に参加できますか？」と尋ねると、「参加する学生から、守秘義務を守ることについて一筆書いてもらえれば、納得して参加できる。」とのことでした。そこで PBL 型教育に参加する学生には守秘義務誓約書を書いてもらうことにして、学生達に納得してもらったのです。その後、PBL 成果発表会における知財権の保護のために、本学を特許庁に登録し、本学が実施する発表会の成果については、半年間の知財権の保護を受けるようにしました。

1.1.3 コンピテンシーを獲得する教育

このような検討を進める中でブルームの教育分類 (Taxonomy of Educational Objective: Benjamin Samuel Bloom) に着目しました。これは次の表のような分類です。

表 1-1 ブルームの教育分類

領域	学習の対象	最終目標
認知領域 (Cognitive domain)	知識	体系化「判断力を高める」
情意領域 (Affective domain)	態度・習慣	内面化「人格を高める」
精神運動領域 (Psychomotor domain)	技能	自動化「無意識にできるようになる」

この表からわかるように、講義を主体とした授業では主として認知領域の教育が実施されています。そして知識の獲得とその理解を学生に求めます。しかし専門職大学院における教育においては実践的な問題解決や問題発見の力を学生に獲得させることが教育の目的の一つとなります。

特に社会人学生が現実抱えている課題などを解決できるような教育が重視されるのです。この目的のために本学では、PBL 型教育を導入したのです。このことについて、本学では次のように発信しています。

『本学の教育方法は実践的であり体験的であることに注目してください。実社会で直面する技術課題は演習問題ではありません。それぞれが技術横断的な問題解決を必要とするものです。そして、従来の大学院教育で実施されてきた体系的な知を獲得しているだけで解決できるほど現実の問題は単純ではありません。むしろ従来の知識だけでは、その本質を理解することすら困難な複雑性を持っているのが現実です。本学では、このような現実の問題を解決できる人材を育成するために豊富なケーススタディを用いた授業や PBL 型教育を導入することで、実践的な業務遂行能力を獲得できるようにしました。』

1.2 情報アーキテクチャ専攻における PBL 型教育

情報アーキテクチャ専攻では、情報系分野についてビジネスと情報技術をつなぐ上流工程で、技術的な知識を駆使するほか、顧客等様々なステークホルダーのニーズを調整しながら、情報システムをデザインする人材である「情報アーキテクト」を育成します。「情報アーキテクト」レベルの人材には高度な業務遂行能力（コンピテンシー）が必要となります。このようなアーキテクトレベルの人材に必要な高度な業務遂行能力（コンピテンシー）を向上させるためには PBL 型教育が適しています。本章では情報アーキテクチャ専攻における PBL メソッドについて説明します。

1.2.1 情報アーキテクトの育成

従来、わが国の大学等が育成する IT 技術者は、産業界が求めるスキルを備えているとは限らないと指摘されてきました。AIIT 設立当初は IT 系の人材不足が叫ばれており、大規模なソフトウェア開発を伴うプロジェクトの失敗事例が多く報告されていました。従来、コンピュータ・メーカーは学生が大学で IT 知識を身に付けることを期待しておらず、入社後の社内教育で IT 人材を育成するのが普通でした。しかし、21 世紀になると企業が自前で IT 教育を行う余裕はなくなり、大学で IT 知識を身に付けた学生の採用を強く望むようになってきました。ここで企業が臨む人材と大学が輩出している人材とのギャップが顕著になり、経団連は欧米の大学の現状を調査し、日本の大学教育の課題を報告書にまとめ提言を行いました。（日本経団連：産学官連携による高度な情報通信人材の育成強化に向けて）【日本経団連 2005】

この報告書の提言（大学・大学院における高度情報通信人材育成に向けたアクション・プラン）で、「プロジェクトベースの実習をはじめ、積極的に実務・実践経験を積ませる」と明記されています。また欧米では、IT 系人材教育のための標準的なカリキュラムが Computing Curricula 2005[CC2005]としてまとめられた時期でもありました。大学は知識を教える場というのが一般的な認識ではありますが、社会で仕事ができる能力を身につけさせることが重要という考え方から、情報アーキテクチャ専攻では PBL による業務遂行能力（コンピテンシー）教育を実践していま

す。

情報アーキテクチャ専攻が目指すのは、こうした従来の大学教育では修得が困難だった実践的なスキルを身につけた「情報アーキテクト」の育成です。情報アーキテクチャ専攻では、育成する「情報アーキテクト」を次のように定義しています。

「情報アーキテクトとは、情報システム（企業等が利活用しているコンピュータ、ネットワーク等から構成される仕組みの総称）開発のための各種の IT 高度専門職技術者で、共通キャリア・スキルフレームワーク(CCSF)[IPA2014]の「ストラテジスト」、「システムアーキテクト」、「プロジェクトマネージャ」、「テクニカルスペシャリスト」、「サービスマネージャ」及び、本学が独自に設定した「グローバルスペシャリスト」、「事業アーキテクト」に渡る範囲の人材像の職種をカバーする総称である。」

1.2.2 情報アーキテクチャ専攻の学習・教育目標

この「情報アーキテクト」を育成するにあたり、情報アーキテクチャ専攻では、学習・教育目標として下記に示す情報アーキテクトに必要とされる(A)知識・スキルと(B)業務遂行能力（コンピテンシー）の修得を掲げ、これらを連動して修得できるようにカリキュラムを設計しています。

(A) 情報アーキテクトに必要とされる知識・スキルの修得

- (A1) IT 関連の基礎から応用に至る知識・スキル
- (A2) 対象分野の業務に関する知識
- (A3) マネジメントの知識・スキル
- (A4) 情報システムの開発に関する知識・スキル

(B) 情報アーキテクトに必要な業務遂行能力（コンピテンシー）の修得

- (B1) コミュニケーション
- (B2) 継続的学習・研究
- (B3) チーム活動

(A)知識・スキルは1年次に開講されている約60の講義科目から学生が選択して修得することができます。修得できる知識やスキルの網羅性や質を保証するために、本専攻の科目において、情報処理推進機構(IPA)が提唱している共通キャリアスキルフレームワーク(CCSF)の知識要素(BOK)とレベルを示しています。

また、修得した知識やスキルは2年次に開講されているPBL型科目と連携し、上記人材像に対応したPBL活動を実践することで、情報アーキテクトに必要な(B)業務遂行能力（コンピテンシー）を身につけることができるようになっていきます。本専攻では、産業技術研究科共通のメタコンピテンシー(B1)(B2)(B3)を基準に、その下位の情報アーキテクチャ専攻としての7つのコアコンピテンシー(B1-1)(B1-2)(B2-1)(B2-2)(B2-3)(B3-1)(B3-2)を定義しています。

- (B1) コミュニケーション
 - (B1-1) システム提案・ネゴシエーション・説得
 - (B1-2) ドキュメンテーション
- (B2) 継続的学習・研究
 - (B2-1) 革新的概念・発想
 - (B2-2) ニーズ・社会的・マーケット的視点
 - (B2-3) 問題解決
- (B3) チーム活動
 - (B3-1) リーダシップ・マネジメント
 - (B3-2) ファシリテーション・調整

このように普遍的なメタコンピテンシーと情報アーキテクトとしての業務遂行能力であるコアコンピテンシーを複合的に学習・教育目標にすることで、複合的な問題解決や、課題の設定・解決ができる卓越した能力の修得を目標に組み込んでいます。

1.2.3 モデルコース

情報アーキテクチャ専攻では、想定する人材像ごとに表 1-2 のようにモデルコースを定め、それぞれの推奨科目を提示しています。そのため学生は、自己の目的に合わせて受講科目の選択ができ、その結果人材像ごとに求められる知識要素とレベルを修得することができるようになっていきます。各コースにはそれぞれ 8 から 17 科目の推奨科目を紹介しています。人材像ごとの推奨科目を受講することで、それぞれの人材像に必要な知識やスキルが必要なレベルで修得できるように設計されているので、学生の将来のキャリアに応じて、学習・教育目標に対応する履修科目の判断ができるようになっています。

1.2.4 スキル修得

PBL はコンピテンシー教育の重要な教育手段の一つです。欧州では、すでに多くの大学で PBL を採り入れ、有益な人材育成の効果を挙げています。PBL では、与えられた課題に対しさまざまな方法論を用いてプロジェクトを実施します。重要なのはこのプロセスを通じて学生の一人ひとりが「できなかったことができるようになった」「他の問題に応用できるようになった」「コンピテンシーを獲得できた」という結果を得ることです。意欲ある学生にとって新しいことを学べるチャンスは大きいといえます。

近年 IT 業界は、製造業からサービス業にシフトしました。IT サービスでのビジネスは、サービス利用者（発注者）とサービス提供者の相対的關係で良否が決まります。IT サービスの提供者は、発注者の期待を超える高いレベルのサービスを求められます。そのためには発注者のビジネス的背景を深く理解しなければなりません。業界のしくみやビジネス環境、企業の経営理念やカルチャーなどにマッチしたサービス提供が必要です。IT スキルや知識はもちろんのこと、ソフトスキルといわれるリーダーシップやコミュニケーション力、ネゴシエーション力が不可欠です。情報アーキテクチャ専攻では、PBL を通じてこれらコンピテンシーの獲得をめざすプログラムを

提供しています。

表 1-2 情報アーキテクチャ専攻の 7 つのコースおよび各コースで獲得できる能力

モデルコース	獲得できる能力
ストラテジストコース	<ul style="list-style-type: none"> IT を活用したビジネス価値の増大をリードする。 企業の経営戦略に基づき IT を活用する戦略を提案・策定する。 企業の経営方針に合った、課題解決のためのソリューションを提案する。
システムアーキテクトコース	<ul style="list-style-type: none"> ビジネス戦略に対して最適なシステムをデザインする。 IT 戦略を受け、ソリューションを構成する、または組み込み製品開発に必要な要件を定義し、それを実現するためのアーキテクチャを設計する。
プロジェクトマネージャコース	<ul style="list-style-type: none"> 与えられた制約条件（品質、コスト、納期等）下で、信頼性の高いシステム構築を総括する。 システム開発プロジェクトの責任者として、プロジェクト計画を作成し、必要となる要員や資源を確保し、予算、納期、要求品質について責任をもってプロジェクトを遂行する。
テクニカルスペシャリストコース	<ul style="list-style-type: none"> データベースやネットワーク等の技術ドメインでの実装を担当する。 設計されたアーキテクチャの中で、求められるシステムのアプリケーションの設計・構築やネットワークやデータベース、セキュリティ等の固有技術を活用した、最適なシステム基盤の構築を行う。
サービスマネージャコース	<ul style="list-style-type: none"> 継続的な高い信頼性を確保しつつ、システムを維持する。 構築されたシステムおよび製品について、安定稼働を確保し、障害発生時においては被害の最小化を図る等、安全性と信頼性の高いサービスの提供を行うほか、構築されたシステムおよび製品について、求められている機能要件、非機能要件、信頼性、安定性についての品質確認を行う。
グローバルスペシャリストコース	<ul style="list-style-type: none"> 企業のグローバル化に伴う、システム利用者、システム管理者、ステークホルダーの課題を解決する。 グローバル環境（多国籍企業、国際機関、オフショア等）で専門分野に関する業務（理念の発信、戦略提案、マネジメント、製品開発等）を遂行する。
事業アーキテクトコース	<ul style="list-style-type: none"> 次世代成長産業分野（観光・物販・医療等の生産性の低さ・付加価値の低さが指摘されている分野）で、IT・製品開発・マネジメント等の技術を活用し、事業開発・改革・再生等を遂行することにより、事業の新陳代謝を促し、イノベーションを引き起こすことができる。

1.3 創造技術専攻における PBL 型教育

創造技術専攻が考えるプロフェッショナル人材像は、知識学習に加えて幾つかのスキル修得を必要とし、これを効果的かつ効率的に学習するために最適な学修メソッドが PBL と考えています。以下では、創造技術専攻が輩出する人材像を述べ、その人材になるべく必要となるコンピテンシーとスキルを説明します。このスキルは教育論において、従来より身体と認知の反復練習が必要であることが示されており、この観点から PBL が最適な学修メソッドであること説明します。

1.3.1 創造技術専攻が輩出する人材像

本学の Web ページで紹介しているように、創造技術専攻が輩出する人材像は次で説明されます [AIIT2016]。

- マーケットの潜在的な期待に迫り、顧客に未来を語ることができ、次世代の製品やサービスのあるべき姿を描くことができる人材（商品企画責任者）
- 感性デザインと機能デザインの知識を駆使して最適設計から製造までをマネジメントできる人材（開発責任者）

本専攻は、これら2つの職能を兼ね備え、ものづくりのスペシャリストたちを組織化し、顧客の潜在的な期待に迫り、感性を駆使して機能を実現する構造を創出し、人々に具現化された新たな価値を提供できる人材、つまり顧客のベネフィットを最大化する製品やサービスを創造的、合理的に開発できる人材を育成することを目標としています。

輩出する人材像の重要性は、別の観点からも述べられています[延岡 2015][延岡 2016a][延岡 2016b]。この調査研究は、現代においてビジネス的に成功している事例として、コンピュータ機器、家電製品、自動車などを取り上げ分析し、成功している商品・製品では、デザインとエンジニアリングを統合した統合価値を導入することが必要であり、これらを開発した会社では、積極的にデザイン&エンジニアリングの両方の素養と能力を兼ね備えたデザインエンジニアという新しい技能を有する人材を育成し配置しています。さらに、マネージャークラスは、この両方に対する素養を必須としていることが認められると報告しています。このため、近年イノベーション政策で成功を収めているイギリスでは、政策的にエンジニアリング、デザイン、ビジネスを統合的に学べる教育プログラムの構築を推進しています。しかし、一つのコンパクトな部署（学科、専攻科など）で、この三つを効果的に学べる教育機関は世界的にも、まだ希少です。

本専攻では、このデザインをさらに拡張した意味で感性デザイン、マーケティングをリードできるエンジニアリングを機能デザインと称しており、これらを効果的に融合して、さらにはサービス価値（使用価値）が付加されているという、まさに市場が求めるような魅力ある商品・製品を産み出す人材育成に貢献しています。さらに、マネージャーが担当できるような人材輩出のために、技術経営のコースも手厚く取り入れており、この三つの分野を効率的かつ効果的に学べる教育機関は、世界を見渡しても数少ない魅力的な専攻と言えます。この三つの分野で活躍できる人材に必要なスキルを次項で説明します。

1.3.2 学修に必要なスキル

創造技術専攻は、前項で述べた人材のスキルは、上流工程から下流工程を俯瞰すると共に、マーケットに受け入れられる製品・商品を企画し、産み出せることにあります。このことができる人材を育成・輩出するために、次の5つのコアコンピテンシーが必須と考え、これらを修得できるカリキュラムを提供しています。

本専攻は、育成する人材の能力は上記のコンピテンシーで測ることとしていますが、別の測り方として本学の教員と東京都産業労働局が共同して策定した東京発信の産業デザイン分野スタンダード[JDP2016]があります。興味ある読者はこちらも参照してください。

表 1-3 創造技術専攻が定める 5 つのコアコンピテンシー

1. 発想力	1.1 企画提案力 1.2 要求定義力 1.3 独創力
2. 表現力	2.1 プレゼンテーション力 2.2 言語的可視化力 2.3 非言語的可視化力
3. 設計力	3.1 機能デザイン力 3.2 感性デザイン力 3.3 機能と感性の統合力
4. 開発力	4.1 開発計画力 4.2 実現化力 4.3 試験・評価力
5. 分析力	5.1 ユーザビリティ評価力 5.2 マーケットリサーチ力 5.3 業務工程分析力

上記のコンピテンシーを身に付けるのに、知識学習はもちろん必要ですが、スキル修得も必要とします。必要とされるスキルの一部を下記に示します。

- 発想力のスキル：発想（またはアイデア）を可視化し他者と認識を共有化するため、手および視覚、触覚をフルに動かす。このスキルとして、キャンパス描画やクレイモデル製作だけでなく、3D-CAD ソフト、3D-CG ソフト、3D プリンタも含まれる。
- 表現力のスキル：プロジェクトを用いたプレゼンテーションのみならず、ボディストーミングやモデルを用いるという、身体や感覚を駆使するスキルも要求される。
- 設計力のスキル：電気・電子・機械回路ソフト、構造シミュレーション、人間心理分析（満足感、購買意欲）などの設計ツールを使いこなす場合に、上記のスキルを必要とする。
- 開発力：モックアップ、プロトタイプ、モデルを物理的または論理的に開発する場合、道具や工具を駆使することが多く、身体スキルや感覚スキルを必要とする。
- 分析力：顧客へのインタビューにおいて、会話スキルや表情読み取りスキルを必要とする。

上記の全てのスキルでは、メンバー間の共同作業が必要なものもあり、この場合、お互いの認識の共有が必要となります。

さらに、日本らしい心配りができて、かつ精緻なスキルとして評価される項目に次が挙げられます。

- 目利き（評価）
- 段取り、手順
- 器用な動き
- 気遣い（豊富な機能、優しいインターフェース）
- 丁寧（安定生産、安心コミュニケーション、安定稼働）

上記の項目は創造技術専攻で修得してほしいスキルです。しかし、これらは机上の知識学習だけで身に付くものでなく、適する環境や道具を使って、何らかの形で身体を用いた反復練習が必要となります。このスキル修得の本質論を次項で説明します。

1.3.3 スキル修得

スキル（技能）とは、ブルームの教育目標分類の中では能力要素の1つとされ、精神運動的領域に属するものを言います[梶田 2010]。主に筋肉や神経系統の動きに関連する能力（解剖学的身体）で、反復訓練によって習得可能な能力を指します。産業教育では、知識、態度とならんで能力の3要素の1つと位置づけられています。スキルのレベル評価は、ブルームの弟子のダーベが次の表のように示しています。

ブルームやダーベが述べていることは、スキルは、運動するための知識があることを前提に、身体（精神的運動）と認知が一致するまで反復練習が必要ということです。例えば、テニスの知識があっただけでは、実際のコート上で来たボールの状態に応じて、瞬時に体が反応して足が動きラケットを振ることができないということです。この身体運動は反復練習が必要です。

前項で述べたコンピテンシー修得に必要なスキルでは、身体や認知に必要な感覚をフルに使うものが多く、これができるようになるには、ブルームやダーベが述べているように反復練習が必要です。これは、講義における机上だけではできず、道具や機材を用いた実習が必要です。さらに、新しいものを考え開発するには創意工夫が必要となります。すなわち、体と感覚をフルに活かして、試行錯誤的に可視化、具現化作業が必要となります。この創意能力は、一人ではなく、メンバー間の協調性や共同作業で養われるものです。

表 1-4 ダーベによるスキルレベルの評価

6.0	評価	Evaluation				
5.0	統合	Synthesis	個性化	Characterization	自然化	Naturalization
4.0	分析	Analysis	組織化	Organization	分節化	Articulation
3.0	応用	Application	価値づけ	Valuing	精密化	Precision
2.0	理解	Comprehension	反応	Responding	巧妙化	Manipulation
1.0	知識	Knowledge	受け入れ	Receiving	模倣	Imitation
	認知的領域		情意的領域		精神運動的領域	

以上のように、創造技術専攻で涵養するコンピテンシーは、身体と感覚をフルに使えるような反復練習が必要であり、さらに、メンバー間で認識を共有して、さらに共同作業が必須要件となります。このような学修を可能とする学修メソッドとして、本学が最も有効と考えているのがPBLです。創造技術専攻が提供しているPBLでは、作業環境の提供に加えて、メンバー間の議論を通じた創意工夫と認識共有を行うための各種作業などをPBLプロセスにおいて配置し、多様な背景を持つメンバーが共同作業を通して、各自がコンピテンシーを向上させることを図っています。すなわち、創造技術専攻で獲得すべきコンピテンシーは、PBLを通じてこそ効率的に修得できるものと考えています。

参考文献

- [日本経団連 2005] 日本経団連 ; 産学官連携による高度な情報通信人材の育成強化に向けて(2005)、
<http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2005/039/honbun.pdf>
- [CC2005] Computing Curricula 2005、
http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf
- [IPA2014] <http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/ccsf/download.html>
- [梶田 2010] 梶田 叡一 ; 教育評価 第2版補訂2版, 2010
- [AIIT2016] http://aiit.ac.jp/master_program/ide/
- [延岡 2015] 延岡健太郎、木村めぐみ、長内厚 ; デザイン価値の創造—デザインとエンジニアリングの統合に向けて、一橋ビジネスレビュー, vol.62, no.3, pp.6-21, 2015
- [延岡 2016a] 延岡健太郎、木村めぐみ ; ビジネスケース マツダデザイン : Car as Art、一橋ビジネスレビュー, vol.63, no.4, pp.136-154, 2016
- [延岡 2016b] 延岡健太郎、製造業における「サービス価値」の創出、サービソロジー、サービス学会、vol.3, n.3, pp.4-11, 2016
- [JDP2016] スキルスタンダード、公益財団法人日本デザイン振興会、
<https://www.jidp.or.jp/ja/education/skillstandard>

2. AIIT PBL の取り組み

2.1 PBL による高度専門職人材の育成

日本の大学教育において企業のニーズと大学のカリキュラムにはギャップが生じています（図 2-1 参照）。そこで、AIIT では専門職大学院として企業のニーズにマッチした企業が必要としている人材の育成に取り組んでいます。通常、ほとんどの仕事がプロジェクトで行われており、企業としてはプロジェクトで仕事をするスキルを身につけることが求められます。また仕事で直面する問題はとて複雑で正解が無い場合もあります。そのような問題に対して広く横断的な視野で問題解決できるスキルとコンピテンシーを身につけるため AIIT では PBL 型教育を実施しています。

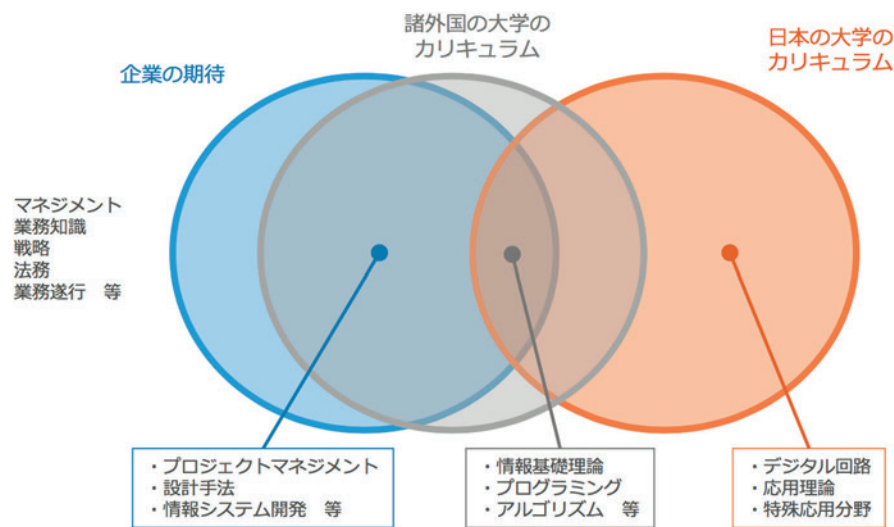


図 2-1 企業ニーズと我が国大学における情報工学教育のギャップ

出展：日本経団連「産学官連携による高度な情報通信人材の育成強化に向けて」

<https://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2005/039/honbun.html>

2.2 PBL が AIIT の学位プログラムの中核

AIIT では通常の研究型大学院では必要とされる修士論文は課しません。その代わりに 2 年次の 1 年間に PBL に費やされます。すなわち、通常の研究型大学院では修士論文をもって高度な専門的知識が獲得できたかどうかを判定しますが、AIIT では PBL の活動をもって高度な業務遂行能力が獲得できたかを判定するわけです。よって、AIIT では大学院レベルの質と量の PBL を実施しています。

AIIT は専門職大学院であり、プロフェッショナルとして産業界で活躍する高度専門職技術者の育成を目指しています。そのため AIIT PBL のテーマはどれも実践的であり、テーマを適切に選べば比較的大きな規模のプロジェクトも実施することもできます。実務レベルの内容・規模のプロジェクトを 2 年次の 1 年間かけて実施することにより、高度専門職技術者に必須の知識・スキル・ノウハウを獲得していきます。

2.3 プロジェクトと教育目標

AIIT PBLの教育目標を図示したものが図2-2になります。プロジェクトでは課題に対して様々なアクティビティを実施し解決していきます。その結果としてプロジェクトの成果物が得られます。PBLはこの一連のプロジェクトを実施していく過程で学んでいく教育方法になります。AIIT PBLを実施することにより、課題解決のための方法を学ぶことで、今までできなかったことや知らなかったことなどが、できるようになる、他の問題に対しても応用できるようになるということがAIIT PBLの教育目標となります。

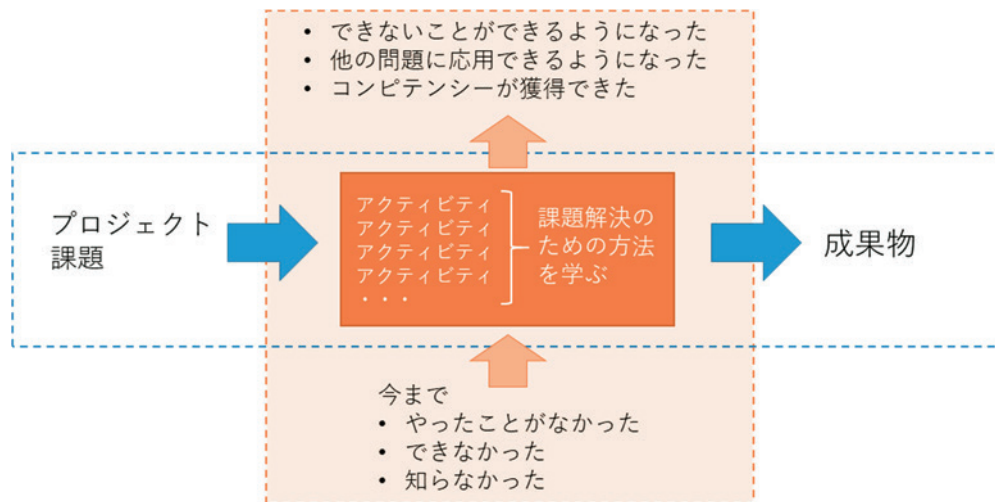


図 2-2 AIIT PBL の教育目標

2.4 AIIT PBL で学べること

AIIT PBL を実施することで学生は以下のことを学べます。

表 2-1 AIIT PBL を通じて学べること

プロジェクト課題を解決するために (アクティビティを実施するために) 知識の応用・適用のしかたを学ぶ	答えを教えてもらうのではなく、 自分で考える (気づき)
課題解決のための方法を学ぶ (似た問題に対し、繰り返し適用できる)	(設計、デザイン業務の特質) : いろいろな制約、価値観、トレードオフ判断
自分の役割を果たすために必要な知識で 知らないものを自主的に学習する	継続的な学修の能力を養う
多様な視点、価値観、見方により、 ひとりで考えるより、より良いものを目指す	多様性の理解
(複数メンバーによる) プロジェクトの 遂行方法・管理方法を学ぶ	チーム (チームメンバー) としての活動 プロジェクト管理
“サービス” で必要なことを学ぶ	「期待」の正しい把握

3. AIIT PBL の特徴

AIIT PBL は他の PBL とは異なる独自の特徴を持っています。それが「教育プログラム」「マネジメントシステム」「成績評価システム」です。本章ではこれらの特徴について紹介していきます。

3.1 教育プログラム

3.1.1 1年次・2年次の流れ

AIIT PBL は、本学教育課程の最終年度に必修科目として開講されるもので、通常の大学院の修士論文に相当するプログラムです。すなわち、本学では学位取得の要件として修士論文を課す代わりに PBL 型教育を実施するというわけです。AIIT PBL は修了条件 40 単位中 12 単位（前期 6 単位、後期 6 単位）を占める本学の最も特徴的な重要履修科目となっています。

本学に入学してから修了までの標準的な流れを下図に示します。本学は 4 学期制（クォータ制）を採用し、1 年次には 4 サイクルで各種基礎・専門科目を学修することにより、知識・スキルを修得します。そして 2 年次に前期・後期の 2 サイクルに分けて 1 年間かけて PBL を実施します。実社会で直面するさまざまな問題は従来の大学院教育で実施されてきた体系的な知識の修得だけで解決できるほど単純ではありません。むしろ従来の知識だけではその本質を理解することすら困難な複雑性を持っています。本学では、このような現実の問題を解決できる人材を育成するために、PBL 型教育を導入しました。それにより、知識・スキルを活用した実践的な業務遂行能力を獲得できるようにしています。

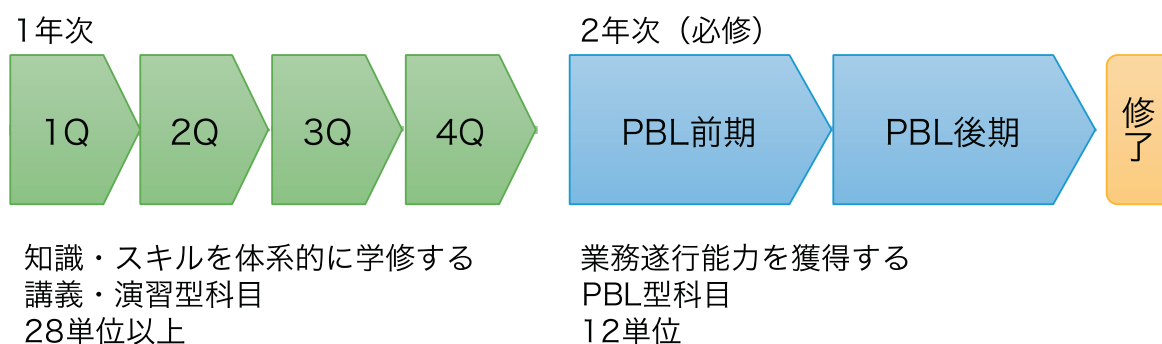


図 3-1 本学に入学してから修了までの標準的な流れ

3.1.2 コンピテンシーの構成

AIIT PBL では、情報システム開発及びものづくりに必要な体系的な知識・スキルと、業務遂行に必要な実践力を身に着けることが目標となっています。本学では、この学生が PBL において獲得すべき業務遂行能力をコンピテンシーとして定義しています。コンピテンシーは図 3-2 に示すように、3つのメタコンピテンシーと各専攻が設定するコアコンピテンシーで構成されています。

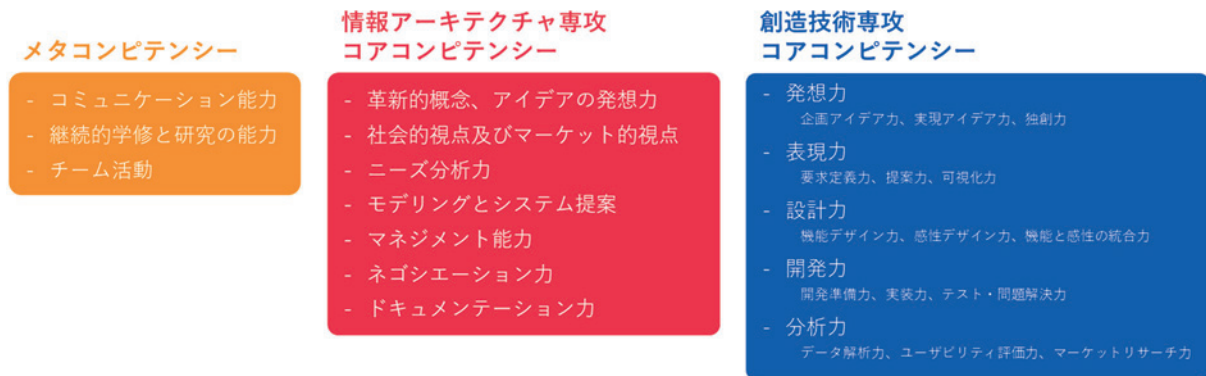


図 3-2 3つのメタコンピテンシーと各専攻が設定するコアコンピテンシー

3.1.3 年間スケジュール

AIIT PBL は、研究型大学院の修士論文に相当し、2年生は1年間かけて1つのプロジェクトに取り組めます。図 3-3 に示すように、PBL の活動は1年次の1月からチーム配属のための準備が始まり、4月から本格的に活動が始まります。途中、創造技術専攻では3回、情報アーキテクチャ専攻では1回の中間成果発表会を実施します。また2月には一般公開の形で最終成果発表会を学外の会場で実施します。

3.1.4 チーム構成と指導体制

AIIT PBL では通常の業務同様、複数のメンバーによるチーム構成になっています。しかし、そのメンバーは多様性に富んでおり、年齢、職業、職位、経験等がさまざまな学生によって構成されています。このような構成の中でPBLを実施していくことは難しい反面、同じような知識・経験を持ったメンバーで構成された通常の業務では得られないような新たな学びが得られることが期待できます。

学生は1チームあたり5名程度の学生で構成されます。AIIT PBL のチーム活動においては、学生はプロジェクトの一員として活躍できることを示します。チームメンバーは共通の目標を持ち、チーム内で各自の役割を果たすことで、チームとして成果をあげていきます。その課題解決の過程で学んでいくのです。また、前述のようにチームメンバーの多様性からチームの他のメンバーからも多くのことを学ぶことができます。

教員は1つのチームに対して主担当教員1名と副担当教員2名を配置する指導体制で実施します。担当教員はチーム全体に対してプロジェクトの進め方を指導するとともに、学生の活動と成果を把握し、その結果を元に学生個人に対して指導と評価を行います。チーム学修においては、個々のチームメンバーの個人評価が難しくなりますが、3名の教員で、できるだけ客観的に成績評価できるような体制と評価システムを導入しています。



図 3-3 AIIT PBL の年間スケジュール

3.1.5 PBLの活動

AIIT PBLは前期・後期合わせて12単位の必修科目となっています。そのため原則として週に9時間（授業時間6コマ分）のチーム活動と9時間の時間外作業を30週間継続することが求められます。時間外においては、チーム活動のために必要な知識の事前学習や、メンバーに分担された活動中の課題の調査などを行います。これにより原則として1週間の活動時間は18時間になります。AIIT PBLではその時間に見合った成果物が求められることとなります。

学生がPBLを実施していくにあたって、まずプロジェクト計画書を作成します。これにより1週間の活動目安である18時間をどのように使ってどのようなプロジェクトを進めていくかを計画します。PBL実施期間中はこの計画に基づきプロジェクト活動を行います。プロジェクトの活動は後述するAIIT PBLサポートシステムを利用して報告・提出します。これらを全教員で共有することにより各学生個人の活動を把握できるようにしています。

学生が提出するPBLの活動報告の内容は次の通りです。

- プロジェクト活動の内容はすべて記録し、AIIT PBLサポートシステムのBacklogに入力する
- 個人活動の記録として週報をAIIT PBLサポートシステムのLMS (Learning Management System)上に提出する
- 各クォーター終了時のタイミングでセルフアセスメントをLMS上に提出する
- 前期と後期の終了時にはプロジェクト活動報告を提出する
- 後期終了時には年間活動報告を提出する（外部に公開）

3.1.6 週報とセルフアセスメント

上述したように学生は1週間の活動と成果の実績について週報で報告します。週報ではチーム活動だけでなく、時間外に行った作業もすべて報告します。週報は主に学生個人の活動内容や活動の量の把握のために利用します。この週報の項目と記載内容は表3-1の通りです。

表 3-1 週報の内容

週報の項目	週報の内容と注意事項
今週の活動と成果の実績	今週の自分の活動と、その結果でできた成果物の状況を記述する 成果物は必ず作成し、他のメンバーと教員が参照できるようにする
来週の活動と成果の予定	次週の活動の目標と期待される成果物について、計画を記述する
課題と解決策	今週発生した課題と、今週解決した課題およびその解決策を記述する
出来事・気づき	プロジェクト全体で、印象に残る出来事や、自分の気づきについて記述する
特記事項	その他特に報告することや、他メンバー・教員への要望事項などを記述する

また、週報による活動と成果の記録に基づき、学びを省察するためのものとして年4回セルフアセスメントを提出します。セルフアセスメントではクォーター終了時にプロジェクト活動を振り返り、できるようになったことや獲得したコンピテンシー等を記述します。セルフアセスメントは主に定性的な評価（活動の質の評価）に利用します。さらに、第2クォーター終了時には前

期の活動報告として 2000 字程度のプロジェクト活動報告を提出します。そして第 4 クォーター終了時（1 年間の PBL 終了時）には年間の活動報告として 2000 字程度のプロジェクト活動報告を提出します。この第 4 クォーター終了時の活動報告書は外部に公開します。

3.1.7 AIIT PBL サポートシステム

AIIT PBL では PBL 活動をサポートするため 2 つのシステムを導入しています。1 つは PBL のプロジェクトとファイル管理のためのシステムとして導入している Backlog (図 3-4) です。機能としては進捗管理機能、課題管理機能、wiki、ファイル共有機能等があります。学生は Backlog を使うことで、PBL を円滑に進めていくことができます。また教員からもアクセスできるようになっているため、プロジェクトの進捗状況や成果物について確認ができるようになっています。もう 1 つのシステムは活動報告の提出およびそれを教員間で共有するためのシステムとして導入している manaba という LMS (図 3-5) です。前述した週報やセルフアセスメントなどの活動報告はこのシステムから提出します。ここで提出されたすべての学生の活動報告は、専攻のすべての教員が閲覧できるようになっています。これは各学生の成績評価は専攻のすべての専任教員が参加する成績判定会議によって決定されるため、それぞれの学生の活動をすべての教員が見えるようにするためこのような仕組みを導入しています。成績評価の詳しい方法については後述します。



図 3-4 Backlog



図 3-5 LMS (manaba)

3.2 マネージメントシステム

3.2.1 PBL のテーマ設定

PBL のテーマ設定においては、図 3-6 に示すように AIIT に設置している運営諮問会議のメンバー企業から学外委員を招き、この学外委員と AIIT 教員による学内委員から構成される PBL 検討部会を設置することで産業界の声を取り入れるようにしています。この委員会では学外委員が考える現実の課題を議論し、それを元に AIIT の教員がテーマ案を本委員会に提案します。そして、そのテーマについて学外委員の意見を取り入れて翌年度に実施する PBL テーマを決定するという方法を導入しています。これにより PBL のテーマ設定を担当教員だけで実施すると、その教員が現在実施している研究分野だけに集中してしまい、深い視野が狭くなりがちなテーマ設定に陥るといった問題点を排除できるようにしています。2016 年度の PBL テーマを表 3-2 に示します。

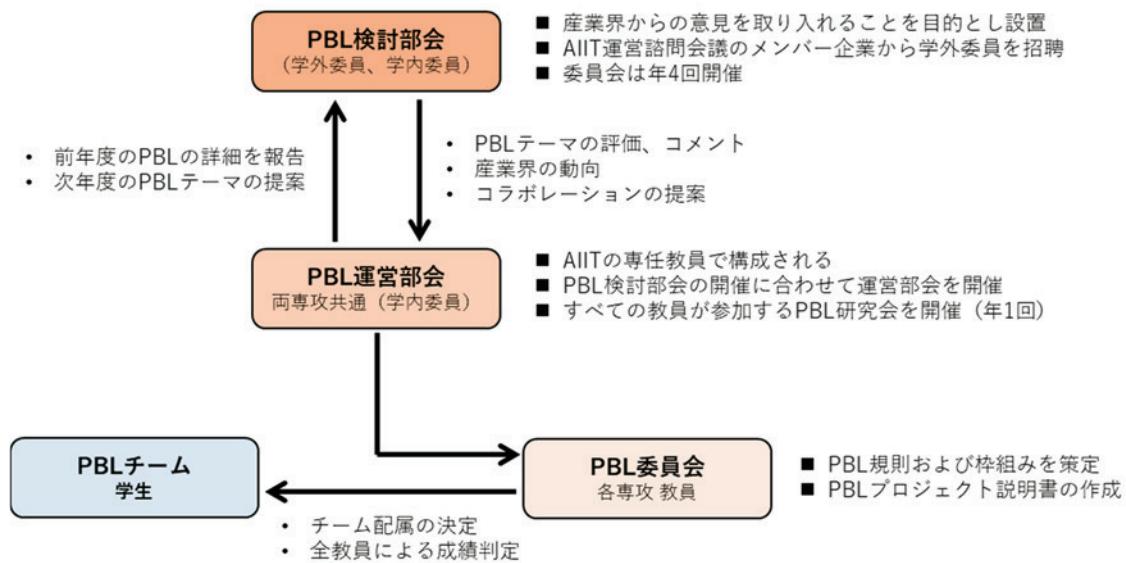


図 3-6 PBL 運営の組織構成

3.2.2 外部評価委員制度の導入

AIIT PBL では外部評価委員制度を取り入れています。本制度は PBL 担当教員が外部評価者としてふさわしい人を選定・推薦し、PBL 検討部会で承認する仕組みを取っています。取り組んでいる PBL のテーマに関連する専門家を外部レビューアとして PBL 活動の外部評価を実施することを義務化しており、活動の評価を客観的に行うことができるようにしています。

表 3-2 2016 年度 PBL テーマ一覧

情報アーキテクチャ専攻	創造技術専攻
パラフォイル自律制御ソフトウェアの開発	からだに日本みやげ™体験記憶を活用するサービスシステムの提案
マルチステークホルダープロセスによる多目的カメラ PIA の実施	体格に合わせて動く快適なフラワーチェア
ウェブ上のデータを活用した混雑分析及び予測システムの開発	都市生活の時間価値が向上するサービスデザイン
超音波通信プロトコルの提案・実装および HCI への応用	縁づくり東京 2030～地域交流手段としての移動態デザイン～
OAMMS - オープンソースの学会向け会員管理システム	都市におけるイノベーション-人と人の関係の再構築-
事業革新に向けた事業戦略策定支援	アジア産業ネットワークのプラットフォーム形成に関する政策提言
インターネットと近接通信を活用したサービスシステムの企画構築	訪問時間外で訪問看護の質を高めるコミュニケーションサービス
価値提供のためのソフトウェア開発～スクラムの実践～	生体情報を用いた観光支援ツール「EEG TRAVELER」の提案
イノベーションのための情報システム・ソフトウェアの開発	
PMBOK ベースのスタートアップ知識体系の有効性の検証と提言	

3.3 成績評価システム

3.3.1 何を評価するか

AIIT PBL では、プロジェクトの成否ではなく各学生個人を評価します。その学生が PBL 活動に貢献しているかどうかの評価と、どの程度コンピテンシーを獲得したかの評価により学生個人の成績を評価します。前者は普段の PBL 活動への参加度および作成した成果物の量および質を評価し、後者は PBL 活動で獲得したコンピテンシーが専門職修士レベルかどうかを評価します。1 年間の PBL を通して何を学んだか、どれだけ成長したかが評価のポイントになります。

3.3.2 誰が評価するか

評価にあたっては、すべての専任教員の参加による PBL 成績判定会議を年 2 回開催しています。PBL を履修しているすべての学生に対して、3 名の担当教員（主担当教員 1 名、副担当教員 2 名）が成績評価の原案を作成し、PBL 成績判定会議にてすべての専任教員で審議します。評価の客観性と適切さを担保するため PBL の評価ではこのような工夫を行っています。また、外部評価委員が月例レビューやプロジェクト成果発表会等に参加した際の意見も評価の参考にしています。

3.3.3 評価方法

(1) PBL 活動と成果物の質と量の評価

成果物や学生からの申告（週報・セルフアセスメント）により、以下の PBL 評価マトリクスにて評価を行います。これにより PBL 活動にかけた時間と、かけた時間に見合った成果物が作成されているかを評価します。

表 3-3 PBL 評価マトリクス

PBL評価マトリクス	質評価	量評価
PBL活動	プロジェクト管理 役割・貢献等	活動時間 遅刻・欠席等
PBL成果物	ドキュメント ソフトウェア・ハードウェア 論文等の質	基準を満足する 成果物の量

(2) コンピテンシー獲得度の評価

メタコンピテンシーおよび各専攻で設定しているコアコンピテンシーに対し、下表のようにコンピテンシーのスキルレベルを 5 段階で明確に定義しています。そのスキルレベルを評価基準として学生が獲得したコンピテンシーの獲得度を評価しています。

表 3-4 メタコンピテンシー スキルレベル一覧表

	レベル 5	レベル 4	レベル 3	レベル 2	レベル 1
コミュニケーション能力	商品企画の提案から製品設計、製造にいたる様々な業務を単独で行うことができ、かつ関係者を指導できる	商品企画の提案から製品設計、製造にいたる様々な業務を単独で行うことができる	商品企画の提案から製品設計、製造にいたる業務を自身の専門領域を中心に単独で行うことができる	商品企画の提案から製品設計、製造にいたる業務を指導者などの指示に基づきアシストできる	商品企画の提案から製品設計、製造にいたる業務に必要な基礎的知識・スキルを有しているが、業務を行うレベルに達していない
	・進歩を続ける技術や、動的に変化する環境に対して、それらを一方的に受容するだけでなく、主体性を維持しつつ積極的に関わる（技術や環境との相互作用）態度を持てる。かつ、関係者を指導できる。	・進歩を続ける技術や、動的に変化する環境に対して、それらを一方的に受容するだけでなく、主体性を維持しつつ積極的に関わる（技術や環境との相互作用）態度を持てる。	・領域や場面によっては、進歩を続ける技術や、動的に変化する環境に対して、それらを一方的に受容するだけでなく、主体性を維持しつつ積極的に関わる（技術や環境との相互作用）態度を持てる。	・指導者などの指示に基づき、進歩を続ける技術や、動的に変化する環境に対して、それらを一方的に受容するだけでなく、主体性を維持しつつ積極的に関わる（技術や環境との相互作用）支援的な取り組みができる。	・進歩を続ける技術や、動的に変化する環境に対して、それらを一方的に受容するだけでなく、主体性を維持しつつ積極的に関わる（技術や環境との相互作用）態度を持てる。とは言えない。
	・高度な情報化社会にあって、思い込みや断片的な情報を根拠とした主張ではなく、体系的に情報を収集し、先行研究・事例等を踏まえ、適切な手法を用い、客観的に情報を解析できる。かつ、関係者を指導できる。	・高度な情報化社会にあって、思い込みや断片的な情報を根拠とした主張ではなく、体系的に情報を収集し、先行研究・事例等を踏まえ、適切な手法を用い、客観的に情報を解析できる	・領域や場面によっては、高度な情報化社会にあって、思い込みや断片的な情報を根拠とした主張ではなく、体系的に情報を収集し、先行研究・事例等を踏まえ、適切な手法を用い、客観的に情報を解析できる	・指導者などの指示に基づき、高度な情報化社会にあって、思い込みや断片的な情報を根拠とした主張ではなく、体系的に情報を収集し、先行研究・事例等を踏まえ、適切な手法を用い、客観的に情報を解析できる。	・高度な情報化社会にあって、思い込みや断片的な情報を根拠とした主張ではなく、体系的に情報を収集し、先行研究・事例等を踏まえ、適切な手法を用い、客観的に情報を解析できるとは言えない。
リーダーシップ	・平素のミーティングにおいて、自分の状態や問題を適切に報告でき、メンバーの状態や問題も適切に理解できる。かつ、関係者を指導できる。	・平素のミーティングにおいて、自分の状態や問題を適切に報告でき、メンバーの状態や問題も適切に理解できる。	・領域や場面によっては、平素のミーティングにおいて、自分の状態や問題を適切に報告でき、メンバーの状態や問題も適切に理解できる。	・指導者などの指示に基づき、平素のミーティングにおいて、自分の状態や問題を部分的に報告でき、メンバーの状態や問題も部分的に理解できる。	・平素のミーティングにおいて、自分の状態や問題を適切に報告でき、メンバーの状態や問題も適切に理解できる。とは言えない。
	・議論において、発散技法や収束技法など適切な手法を選択的に用い、プロジェクトの効率、およびメンバーの心的状態を適切な状態に保つよう、建設的に議論を誘導（ファシリテーション）できる。かつ、関係者を指導できる。	・議論において、発散技法や収束技法など適切な手法を選択的に用い、プロジェクトの効率、およびメンバーの心的状態を適切な状態に保つよう、建設的に議論を誘導（ファシリテーション）できる。	・領域や場面によっては、議論において、発散技法や収束技法など適切な手法を選択的に用い、プロジェクトの効率、およびメンバーの心的状態を適切な状態に保つよう、建設的に議論を誘導（ファシリテーション）できる。	・指導者などの指示に基づき、議論において、発散技法や収束技法など適切な手法を選択的に用い、プロジェクトの効率、およびメンバーの心的状態を適切な状態に保つよう、建設的な議論を誘導（ファシリテーション）の支援ができる。	・議論において、発散技法や収束技法など適切な手法を選択的に用い、プロジェクトの効率、およびメンバーの心的状態を適切な状態に保つよう、建設的に議論を誘導（ファシリテーション）できる。とは言えない。
	・ミーティングや作業において、プロジェクトの成果の品質や作業効率の改善に寄与する発言や行動ができる。かつ、関係者を指導できる。	・ミーティングや作業において、プロジェクトの成果の品質や作業効率の改善に寄与する発言や行動ができる。	・領域や場面によっては、ミーティングや作業において、プロジェクトの成果の品質や作業効率の改善に寄与する発言や行動ができる。	・指導者などの指示に基づき、ミーティングや作業において、プロジェクトの成果の品質や作業効率の改善に寄与する支援的な取り組みができる。	・ミーティングや作業において、プロジェクトの成果の品質や作業効率の改善に寄与する発言や行動ができる。とは言えない。
中長期的な計画	・メンバーの心的なストレスに気を配り、状況に応じて、対話の機会を設けたり、リスクへの対応を講じたりといった手段を選択的に用いることができる。かつ、関係者を指導できる。	・メンバーの心的なストレスに気を配り、状況に応じて、対話の機会を設けたり、リスクへの対応を講じたりといった手段を選択的に用いることができる。	・領域や場面によっては、メンバーの心的なストレスに気を配り、状況に応じて、対話の機会を設けたり、リスクへの対応を講じたりといった手段を選択的に用いることができる。	・指導者などの指示に基づき、メンバーの心的なストレスに気を配り、状況に応じて、対話の機会を設けたり、リスクへの対応を講じたりといった手段を支援ができる。	・メンバーの心的なストレスに気を配り、状況に応じて、対話の機会を設けたり、リスクへの対応を講じたりといった手段を用いる。とは言えない。
	・5年後・10年後の自分や研究課題のあるべき姿を具体的に想定し、それを実現するために、現在の取り組みを計画することができる。かつ、関係者を指導できる。	・5年後・10年後の自分や研究課題のあるべき姿を具体的に想定し、それを実現するために、現在の取り組みを計画することができる。	・領域や場面によっては、5年後・10年後の自分や研究課題のあるべき姿を具体的に想定し、それを実現するために、現在の取り組みを計画することができる。	・指導者などの指示に基づき、5年後・10年後の自分や研究課題のあるべき姿を具体的に想定し、それを実現するために、現在の取り組みを部分的に計画することができる。	・5年後・10年後の自分や研究課題のあるべき姿を具体的に想定し、それを実現するために、現在の取り組みを計画することができる。とは言えない。
	・失敗したり、研究が行き止まりでも、安易に学修やプロジェクトの目標を変更せず、目標を実現できる手段を、分析から導き出す論理性と根拠をあわせ持つ。かつ、関係者を指導できる。	・失敗したり、研究が行き止まりでも、安易に学修やプロジェクトの目標を変更せず、目標を実現できる手段を、分析から導き出す論理性と根拠をあわせ持つ	・領域や場面によっては、失敗したり、研究が行き止まりでも、安易に学修やプロジェクトの目標を変更せず、目標を実現できる手段を、分析から導き出す論理性と根拠をあわせ持つ。	・指導者などの指示に基づき、失敗したり、研究が行き止まりでも、学修やプロジェクトの目標を変更せず、目標を実現できる手段を、分析から導き出す支援ができる。	・失敗したり、研究が行き止まりでも、安易に学修やプロジェクトの目標を変更せず、目標を実現できる手段を、分析から導き出す論理性と根拠をあわせ持つ。とは言えない。
問題発見解決	・プロジェクトでの経験を、表層的な成功・失敗だけでなく、将来に有意な知見を抽出するという観点から、自分やメンバー、成果や取り組みを、多角的かつ客観的に評価できる。かつ、関係者を指導できる。	・プロジェクトでの経験を、表層的な成功・失敗だけでなく、将来に有意な知見を抽出するという観点から、自分やメンバー、成果や取り組みを、多角的かつ客観的に評価できる。	・領域や場面によっては、プロジェクトでの経験を、表層的な成功・失敗だけでなく、将来に有意な知見を抽出するという観点から、自分やメンバー、成果や取り組みを、多角的かつ客観的に評価できる。	・指導者などの指示に基づき、プロジェクトでの経験を、表層的な成功・失敗だけでなく、将来に有意な知見を抽出するという観点から、自分やメンバー、成果や取り組みを、多角的かつ客観的に評価する支援的な取り組みができる。	・プロジェクトでの経験を、表層的な成功・失敗だけでなく、将来に有意な知見を抽出するという観点から、自分やメンバー、成果や取り組みを、多角的かつ客観的に評価できる。とは言えない。
	・先行研究や事例、日常生活、身近な経験など、様々な領域の事象から、問題の萌芽を抽出し、問題として明確に定義できる。かつ、関係者を指導できる。	・先行研究や事例、日常生活、身近な経験など、様々な領域の事象から、問題の萌芽を抽出し、問題として明確に定義できる。	・領域や場面によっては、先行研究や事例、日常生活、身近な経験など、様々な領域の事象から、問題の萌芽を抽出し、問題として明確に定義できる。	・指導者などの指示に基づき、先行研究や事例、日常生活、身近な経験など、様々な領域の事象から、問題の萌芽を抽出し、問題として明確に定義する支援ができる。	・先行研究や事例、日常生活、身近な経験など、様々な領域の事象から、問題の萌芽を抽出し、問題として明確に定義できる。とは言えない。
	・問題について、分類、原因の究明、類似の事例との比較などを通じて、解決が見込める手が見出す（分析）こと	・問題について、分類、原因の究明、類似の事例との比較などを通じて、解決が見込める	・領域や場面によっては、問題について、分類、原因の究明、類似の事例との比較などを通じて、解決が見込める手	・指導者などの指示に基づき、問題について、分類、原因の究明、類似の事例との比較などを通じて、解決が見込め	・問題について、分類、原因の究明、類似の事例との比較などを通じて、解決が見込める

	<p>ができる。かつ、<u>関係者を指導できる</u></p> <p>・具体的な問題解決方法を複数提案でき、それらを客観的に評価したうえで、最善と思われる方法を選択、実践できる能力がある。かつ、<u>関係者を指導できる</u>。</p>	<p><u>手がかりを見出す(分析)ことができる。</u></p> <p>・具体的な問題解決方法を複数提案でき、それらを客観的に評価したうえで、<u>最善と思われる方法を選択、実践できる</u>。</p>	<p>がかりを見出す(分析)ことができる。</p> <p>・領域や場面によっては、具体的な問題解決方法を複数提案でき、それらを客観的に評価したうえで、最善と思われる能力がある。</p>	<p>る手がかりを見出す(分析)支援ができる。</p> <p>・指導者などの指示に基づき、具体的な問題解決方法を複数提案し、それらを客観的に評価したうえで、最善と思われる方法を選択、実践する支援ができる。</p>	<p>手がかりを見出す(分析)ことができるとは言えない。</p> <p>・具体的な問題解決方法を複数提案でき、それらを客観的に評価したうえで、最善と思われる方法を選択、実践できる能力があるとは言えない。</p>
<p>学際的なチームワーク</p> <p>チーム活動</p> <p>多様性の理解と技術倫理</p>	<p>・これまでの経験や専門とする領域に固執せず、適切に学習を重ねつつ、異分野の作業に、積極的に参加することで、チームに貢献し、自らも成長できる。かつ、<u>関係者を指導できる</u>。</p> <p>・メンバーの特性を見分け、人的資源が最大限に機能できるように、<u>役割分担や作業計画を立案・実行できる</u>。かつ、<u>関係者を指導できる</u>。</p> <p>・経験や専門とする領域が異なるメンバーと、柔軟に交流することで、<u>新たな知見(シナジー効果)の獲得に努めることができる</u>。かつ、<u>関係者を指導できる</u>。</p> <p>・歴史・環境・グローバル・文化などの多様性、技術倫理に基づく判断について、表層的な違いにとらわれず、状況、立場、背景や成り立ちを考察することで、<u>相互の違いの正確な理解に努めることができる</u>。関係者を指導できる。</p> <p>・特定の認識や倫理観を肯定/否定するのではなく、相互の「良さ」を取り入れ、<u>新たな認識や倫理観の構築に挑戦できる</u>。かつ、<u>関係者を指導できる</u>。</p> <p>・チームで議論した認識や倫理観においてプロジェクトの意義を定義し、チームのモチベーションを高めることができる。かつ、<u>関係者を指導できる</u>。</p>	<p>・これまでの経験や専門とする領域に固執せず、適切に学習を重ねつつ、異分野の作業に、積極的に参加することで、チームに貢献し、自らも成長できる。</p> <p>・メンバーの特性を見分け、人的資源が最大限に機能できるように、<u>役割分担や作業計画を立案・実行できる</u>。</p> <p>・経験や専門とする領域が異なるメンバーと、柔軟に交流することで、<u>新たな知見(シナジー効果)の獲得に努めることができる</u>。</p> <p>・歴史・環境・グローバル・文化などの多様性、技術倫理に基づく判断について、表層的な違いにとらわれず、状況、立場、背景や成り立ちを考察することで、<u>相互の違いの正確な理解に努めることができる</u>。</p> <p>・特定の認識や倫理観を肯定/否定するのではなく、相互の「良さ」を取り入れ、<u>新たな認識や倫理観の構築に挑戦できる</u>。</p> <p>・チームで議論した認識や倫理観においてプロジェクトの意義を定義し、チームのモチベーションを高めることができる。</p>	<p>・領域や場面によっては、これまでの経験や専門とする領域に固執せず、適切に学習を重ねつつ、異分野の作業に、積極的に参加することで、チームに貢献し、自らも成長できる。</p> <p>・メンバーの特性を見分け、人的資源が最大限に機能できるように、<u>役割分担や作業計画を立案・実行できる</u>。</p> <p>・領域や場面によっては、経験や専門とする領域が異なるメンバーと、柔軟に交流することで、<u>新たな知見(シナジー効果)の獲得に努めることができる</u>。</p> <p>・領域や場面によっては、歴史・環境・グローバル・文化などの多様性、技術倫理に基づく判断について、表層的な違いにとらわれず、状況、立場、背景や成り立ちを考察することで、<u>相互の違いの正確な理解に努めることができる</u>。</p> <p>・領域や場面によっては、特定の認識や倫理観を肯定/否定するのではなく、相互の「良さ」を取り入れ、<u>新たな認識や倫理観の構築に挑戦できる</u>。</p> <p>・領域や場面によっては、チームで議論した認識や倫理観においてプロジェクトの意義を定義し、チームのモチベーションを高めることができる。</p>	<p>・指導者などの指示に基づき、これまでの経験や専門とする領域に固執せず、適切に学習を重ねつつ、異分野の作業に、積極的に参加することで、チームを支援し、自らも成長できる。</p> <p>・指導者などの指示に基づき、メンバーの特性を見分け、人的資源が最大限に機能できるように、<u>役割分担や作業計画を立案・実行する支援ができる</u>。</p> <p>・指導者などの指示に基づき、経験や専門とする領域が異なるメンバーと、柔軟に交流することで、<u>新たな知見(シナジー効果)の獲得を支援できる</u>。</p> <p>・指導者などの指示に基づき、歴史・環境・グローバル・文化などの多様性、技術倫理に基づく判断について、表層的な違いにとらわれず、状況、立場、背景や成り立ちを考察することで、<u>相互の違いの正確な理解についての支援的な取り組みができる</u>。</p> <p>・指導者などの指示に基づき、特定の認識や倫理観を肯定/否定するのではなく、相互の「良さ」を取り入れ、<u>新たな認識や倫理観の構築についての支援的な取り組みができる</u>。</p> <p>・指導者などの指示に基づき、チームで議論した認識や倫理観においてプロジェクトの意義を定義し、チームのモチベーションを高める支援ができる。</p>	<p>・これまでの経験や専門とする領域に固執せず、適切に学習を重ねつつ、異分野の作業に、積極的に参加することで、チームに貢献し、自らも成長できるとは言えない。</p> <p>・メンバーの特性を見分け、人的資源が最大限に機能できるように、<u>役割分担や作業計画を立案・実行できる</u>とは言えない。</p> <p>・経験や専門とする領域が異なるメンバーと、柔軟に交流することで、<u>新たな知見(シナジー効果)の獲得に努めることができる</u>とは言えない。</p> <p>・歴史・環境・グローバル・文化などの多様性、技術倫理に基づく判断について、表層的な違いにとらわれず、状況、立場、背景や成り立ちを考察することで、<u>相互の違いの正確な理解に努めることができる</u>とは言えない。</p> <p>・特定の認識や倫理観を肯定/否定するのではなく、相互の「良さ」を取り入れ、<u>新たな認識や倫理観の構築に挑戦できる</u>とは言えない。</p> <p>・チームで議論した認識や倫理観においてプロジェクトの意義を定義し、チームのモチベーションを高めることができるとは言えない。</p>

4. AIIT PBL 事例集

本章では、ここまで紹介してきました AIIT PBL Method に則り、実際に実施した PBL の事例について紹介します。事例紹介では創造技術専攻のプロジェクトを取り上げ、それぞれのプロジェクト概要および、どのようなプロジェクトを実施したか、またそれをどのように進めていったかを紹介します。

- PBL 事例 ① (指導教員：創造技術専攻 小山登教授※)
- PBL 事例 ② (指導教員：創造技術専攻 舘野寿丈准教授※)
- PBL 事例 ③ (指導教員：創造技術専攻 福田哲夫教授※)
- PBL 事例 ④ (指導教員：創造技術専攻 橋本洋志教授)
- PBL 事例 ⑤ (指導教員：創造技術専攻 前田充浩教授)
- PBL 事例 ⑥ (指導教員：創造技術専攻 村越英樹教授)
- PBL 事例 ⑦ (指導教員：創造技術専攻 越水重臣教授)

※プロジェクト実施当時

4.1 PBL 事例 ①（指導教員：創造技術専攻 小山登教授※） ※プロジェクト実施当時

設備レスの下でのフルサイズ（実物大）クレイモデルの製作手法の研究

概要：よりアピール性の高い実在感のあるデザイン提案するために、フルサイズ（実物大）デザインの開発に取り組み、フルサイズモデルの設備レスの状況下で、フルサイズクレイモデルの製作プロセス手法を開発し研究成果として取りまとめたものです。実際、日本をはじめ世界中のデザイン学校（大学や専門学校など）でフルサイズ設備を持つ学校はわずかで、フルサイズモデルを製作できる環境（指導者や費用面）のある学校はほとんどないのが現状です。この状況下で学生達と共に簡易でアピール性の高いフルサイズモデル製作の新しい製作手法に取り組みました。

1. プロジェクトの概要

今回、設備レスの下でのフルサイズクレイモデル製作として取り組んだテーマは、平成 26 年度 PBL プロジェクト「おもてなしモビリティ in 東京オリンピック 2020」でした。このプロジェクトは、2020 年の東京オリンピックで世界各国から来日する観客・選手に対して「おもてなしの心」を体感して戴く小型モビリティのデザイン開発で、より現実的な提案のためには、よりアピール性が高く実在感のあるフルサイズモデルが有効と考えました。

2. 設備レスの下でのモデル開発

2.1 フルサイズモデル製作用の設備と期間について

本学をはじめ多くのデザイン学校に設置されているモデル製作用の設備やツールは、図 1 にあるようなスケールモデル用の簡易定盤と X・Y・Z 軸の点で座標を特定するスケールモデル用簡易レイアウトマシンなどからなるもので、比較的安価で操作もある程度の訓練があればデザイナーでも十分活用でき、比較的品質の高いスケールモデルの製作に寄与できるものです。



図 1 スケールモデル製作用の設備



図 2 フルサイズモデル製作用の設備

一方、自動車メーカーなどに装備されているものが図 2 のようなフルサイズモデル製作用の 4m×8m の定盤とレイアウトマシン複数台であり、（これはあくまでも基本的な設備で、実際に

はフルサイズの 3 次元測定機や加工機などたくさんの設備を有している) これらの設備を使い約 3 ヶ月のモデル開発期間で仕上げています。

本来、フルサイズモデルを製作するためには、フルサイズモデル製作用の設備類が必要ですが本学内にはありません。本来、モビリティと言うものは、実物大での提案がふさわしく、よりアピール性の高い提案にするためには、フルサイズモデルが重要になってきます。今回の研究では、フルサイズクレイモデルを、設備レスの下で、創り方等の工夫とモデルの簡素化や軽量化などにより製作することにしました。

2.2 フルサイズ (実物大) モデルの製作プロセス

2.2.1 プロセス (Step1)

まず始めに、製作するデザインのオリジナルアイデアを残しつつ、できるだけシンプルかつ魅力的な形状へと練り上げることから始めました。

次に、クレイの量を減らし軽量化を図るため、通常は形状修正も見込んで 50 mm 以上クレイを盛り付けるのが通例ですが、今回は 5mm 程度と最少にするため芯となるスタイロフォームの形状を CAD 上で出来る限り正確に設計することにしました。このことによる制約は、形状の変更がしにくくなることですが、それ以上にメリットとして軽量化とクレイのひび割れなどを軽減することが出来ると判断しました。(参照: 図 3 と図 4)

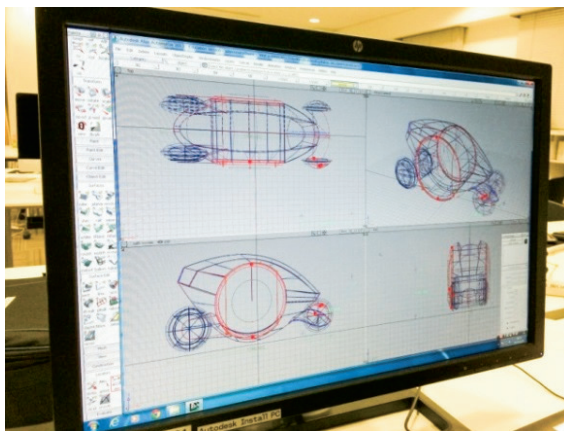


図 3 最終形状に近づけた CAD データ

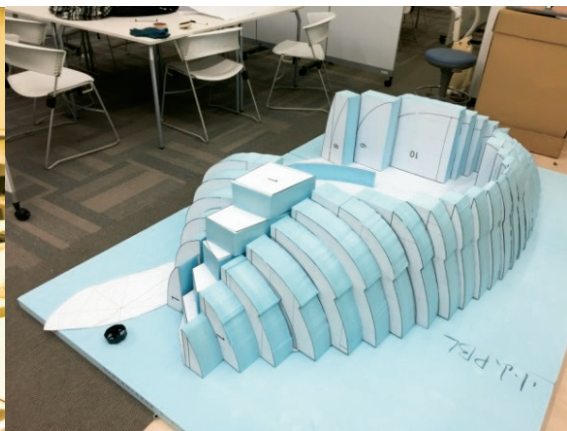


図 4 完成したスタイロフォームの芯

2.2.2 プロセス (Step2)

次に、モデル製作上重要となる寸法精度に関することです。モデルの芯の中心部に、定盤による座標特定の役割を担う寸法出しのための木製中枠を作製し寸法だしの精度を上げ、かつ、中心部を空洞化することで軽量化も図りました。同時に、車両姿勢の確認等出来るようになり、車両姿勢の調整も容易出来るようになりました。その結果、予想よりもはるかに軽量化されたスタイロフォームのクレイ用の芯を完成することが出来ました。(参照: 図 5 と図 6)



図5 木製中枠装着と乗車姿勢確認

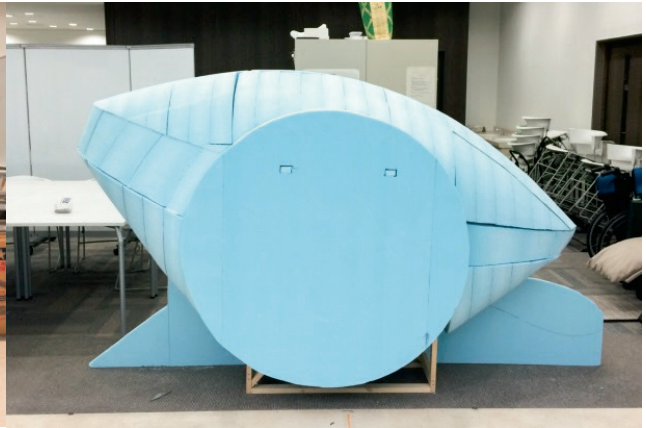


図6 完成したクレイモデルの芯

2.2.3 プロセス (Step3)

この段階でスタイロフォームの芯にクレイを盛り付けるのですが、2.2.1 で述べました様に通常50mm以上盛るところを軽量化のため出来る限り薄く（5mm程度）盛り付けることにしました。付随効果として、均一に盛り付けることができ、完成時のひび割れ防止にもつながりました。（参照：図7と図8）



図7 クレイの盛り付け作業



図8 完成したクレイの盛り付け

2.2.4 プロセス (Step4)

完成したクレイモデルを塗装するプロセスですが、写真のように、このモデルは片側半分だけで出来ています。これは、両側のフルボディーですと学内の塗装ブースの扉に入らないという寸法上の解決と、作業時間の短縮なども考え、あらかじめ片面だけ製作し最終的にはミラーを使ってフルモデルとして完成させる方法を取りました。（ミラーリング）

その後、塗装が塗り終わったモデルを、テープなどを使って艀装して、最終の完成モデルとなります。（参照：図9と10）



図9 ミラーリング

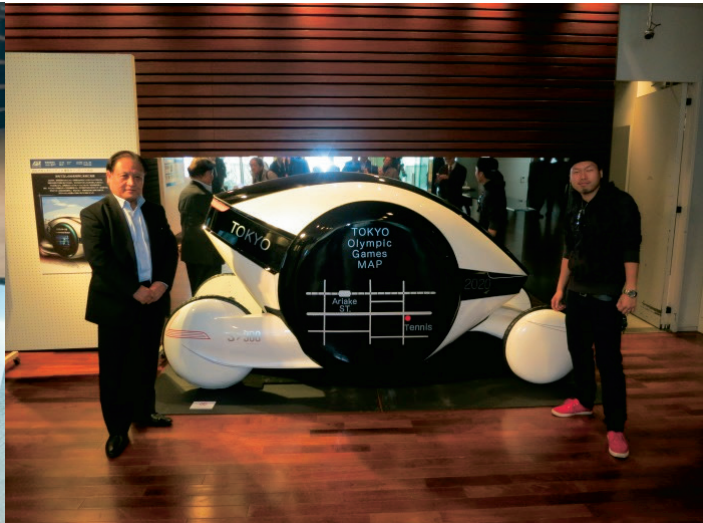


図10 完成したフルサイズモデル

3. 成果のまとめ

今回のプロジェクトは、コンセプト決定後、アイデアスケッチをスタートさせフルサイズモデルを完成するまでに約6ヶ月で開発することができ、特にフルサイズクレイモデルは約2ヶ月弱の期間で完成させることができました。これはモデル製作の工夫の成果です。

また、プレゼンテーションや展示に於いても、当初予想した通りフルサイズモデル（実物大）という事で大きなインパクトを与えることができ、予想をはるかに上回るモデル効果であったと感じています。

このことから、クルマは本来、人が乗って移動するという製品ですので、そのデザインの検討には、スケール（縮尺）ではなくフルサイズ（実物大）で実施されるべきであるということを変更して痛感しました。

本研究では、フルサイズモデルを製作するために設備が無い条件下で、その製作方法や表現方法の工夫等でフルサイズクレイモデルを製作したことに大きな意義があると思います。これから、いろいろな場面を通じてこの成果を発表していきたいと思っています。

更に、今後は、実寸での室内モデル製作などにも展開していくことができればと考えます。また、将来的には、内外一体モデルまで発展出来たらとも考えています。

参考文献

- (1) 小山登, 村尾俊幸, 村田桂太, 相馬利昭, 大屋周, 今城孝文, 松本和也: ランニングプロトタイプ “Super Cell” のモデル製作及び開発プロセスの研究報告, 産業技術大学院大学紀要 No.7, 2013年12月
- (2) 小山登, 村田桂太, 嶋崎佑介, 須藤定夢, 大林弘明, 田中晋一, 孟楠: フルサイズ(実物大)デザインの開発及び設備レスの下でのフルサイズクレイモデルの製作手法研究, 産業技術大学院大学紀要 No.9, 2015年12月

製品開発のプロセス手法に基づく PBL

概要：製品開発のプロセスは明示的に表現することが難しく、このため修得には多くの時間と経験が必要になると言われています。しかし、修士課程では2年間において一定の能力向上が望めます。そのため、筆者が AIIT 在籍中に実践した教育では、製品開発においてしばしば遭遇する課題解決の中から体系化可能な部分を切り出した、いわゆる「プロセス手法」を重視しました。

「プロセス手法」は手順が明確ですので、これに基づいて製品開発を実践することで、部分的ながら短期間で確実な能力向上が得られると考えました。本章では、その教育事例と成果物の例をご紹介します。

1. プロセス手法に基づく学修

筆者が主担当となる PBL では、修士2年次に行われる「イノベーションデザイン特別演習」を独立したものとせず、筆者が担当した講義・演習の科目と合わせて一貫した学修システムとして構築しました。修士1年次の講義「設計工学特論」では、概念設計における製品コンセプトの生成から試作までの手法、「プロトタイピング工学特論」「デジタル製品開発特論」では、詳細設計から実体試作までのコンピュータ援用の手法を修得します。続いて、演習科目の「チーム設計・試作特別演習」では、修得した手法を使ってチームベースで一つの製品を設計・試作します。その上で、「イノベーションデザイン特別演習」において1年間をかけて一つの製品づくりを実践します。

講義での知識修得に始まり、講義時間内での小演習、1クオータ科目での演習、年間科目での演習というように、「プロセス手法」を繰り返して実践できるようにし、しかも次第に実用に近づくよう、製品の複雑さと組織の規模が大きい対象物を扱うようにしました。

2. ショッピングビークルの事例

舘野 PT では、2008 年度から 2014 年度まで行った 6 回のプロジェクトすべてにおいて、「動くもの」を対象としました。理由は、教員が機械工学を専門にしているためです。動きを生ずるためには、実体が必要であるうえ、動く機構が必要になるので、必然的に機械や機械システムを設計・開発することになります。本章では、2013 年度に舘野 PT で行った「ショッピング HPV」プロジェクトを例に PBL のプロセスを説明します。当該年度のプロジェクト発表会にて掲示したパネルの中から、プロセスの概要に関する部分を図 1 に示します。



図1 製品開発プロセスの概要

2.1 概念設計

館野 PT では、概念設計において製作物の要求を明確にするため、学外調査を義務としました。学外調査の方法はその時々により異なっており、見学やインタビュー、関連する企業の方にいらしていただいて話を聞くこともあります。この年は、買い物に使うカートを開発対象として選んだ後、大型商業施設の見学と、現地でのインタビューを行いました。新しい製品コンセプトの生成では、KJ法を活用しました。

2.2 仕様作成

製品仕様を決める段階では、品質機能展開 (QFD) を使用しました。QFD では、製品を特長づけるポイントの詳細化や、仕様に検討漏れがないかの確認などに活用しました。このプロジェクトでは、新しいショッピングカートの機能として、「人が乗って安全に移動できる機能」を定義しました。

2.3 基本機能の試作と評価

一般に、新しい機能の実現には技術開発が必要となります。このプロジェクトでは、ショッピングカートに人が乗って移動できる機能と、衝突安全の機能の2つに絞り込み、開発と評価を行いました。

移動できる機能の実現については、従来のショッピングカートと同程度の荷物を載せても安定していることや、小回りが利くこと、などの機能的要求を満足する構造をできる限り多く発案し、それらをポジショニングマップなどで整理することで、従来のショッピングカートと自転車とを合体させた構造を導出しました。試作においては、必要な部品を樹脂材料 3D プリンタで製作しました。ただし、強度が足りなかったため、カーボンファイバで強化し、人が乗れる程度の強度を実現しました。製作した試作物を使って、実際に乗った感覚や、最小回転半径などの移動性能を評価しました。

衝突安全の機能については、衝突用バンパーに着目し、適切な 3 次元形状と硬さについて検討しました。3D-CAD を用いて形状モデルを作成し、FEM(Finite Element Method)により衝突解

析を行いました。この結果、薄く柔らかい樹脂板を、低い位置に膨らみを持たせた形状にして製作すれば良いことが分かりました。そこで、複数種類の形状を設計して型を作り、真空成形機を用いて樹脂板を成形してバンパーを試作しました。評価は、低速での衝突試験を実際に行い、そこで計測された加速度等から、安全性を評価しました。

2.4 詳細設計とプレゼンテーション

基本となる構造と性能の評価結果を踏まえた上で、最終的な製品の詳細設計を行いました。3D-CAD で形状モデルを作成し、3D プリンタで実体模型を製作したのに加えて、Computer Graphics(CG)画像も作成しました。製品の静止画 CG を作成して意匠性を評価するとともに、製品企画時に想定していた3種の使用条件に合わせた動画 CG (図2) も作成し、一般の人にも用途の理解と有用性を理解していただけるようにしました。



(a) 手押しでショッピング

(b) 乗車して移動

(c) 座って休憩

図2 3D-CAD モデルを用いて作成した動画 CG

3. 成果物の例

2009年度から2014年度までに実施した館野 PBL の成果物を簡単に紹介します。

2009年度の「お薬ヘルパー」は、薬の飲み忘れ防止とシートからの取り出しやすさを目的として、処方された薬を決められた時間に準備して知らせるパーソナル向け機械を提案し、試作しました。図3は、その内部の機械構造です。コンピュータ制御によって、指定された時刻に指定された薬を PTP シート(包装シート)から一つずつ取り出す機構になっています。機構の多くの部品は3Dプリンタで製作し、短期間で高度な機械の試作ができました。

2010年度の「風鈴便り」は、都会の室内での暮らしに季節感を与えたり、突然の気象の変化などを伝える装置として、電子風鈴を提案しました。室外に置かれたセンサから得た気象の情報に基づいて、室内の装置が季節や気候に応じた音を発生します。小型の電波通信装置を用いて実装しました。コンパクトな構造で、意匠性にも優れた試作機を製作することができました。

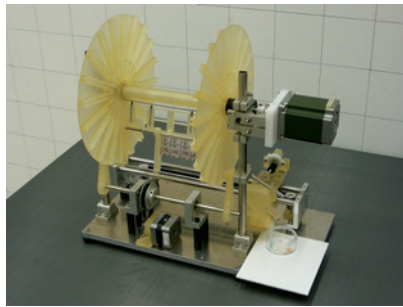
2011年度では、「板チョコとドット絵で特別感を演出する機器とサービスの提案」と題し、板チョコのカスタマイズ製作装置を設計・試作しました。板チョコのマス目でドット絵を描くことで特別感を演出するアイデアを構築し、コンピュータソフトで絵を描くと、その通りに色のついた板チョコを作成する装置を構築しました。このプロジェクトでは、サービス、ソフトウェア、およびハードウェアの全てにおいて斬新な成果物を得ました。

2012年度では、前節で紹介した「ショッピング HPV」を製作しました。特に、技術的に高度な成果物を得ることができました。

2013年度では、「歩行・走行支援ツール」として、足腰が衰えた高齢者の行動範囲を広げて活

動的な生活を支援する装置を提案しました。足底にばねを使用し、すねあてからの力を蓄積し、推進力に変える装置の試作をしました。専門的な知識と技術を多く含む高度な成果物を得ることができました。

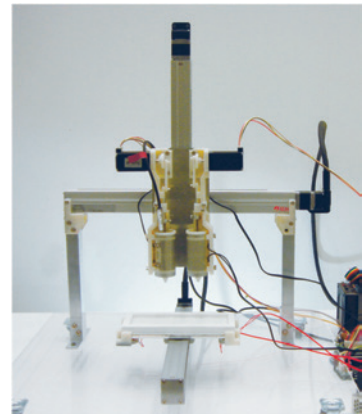
2014年度では、「Fab Circus」と題して、移動式ものづくりサービスの提案を行いました。新しい製造技術である3Dプリンタに着目し、ものづくりの楽しみを普及させるサービスとして、設計の教育やアドバイスをする出張サービスを提案しました。プロジェクト報告会自体をサービス事例と位置づけて、おもちゃや実用品などを題材としたサービス例を提示しました。



(a)お薬ヘルパー (機構部分)



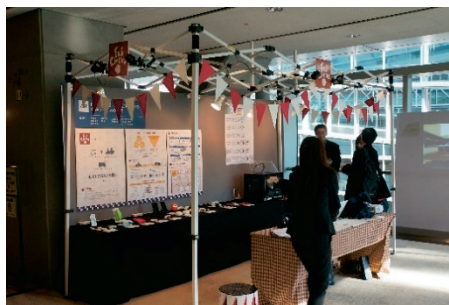
(b)風鈴だより



(c)板チョコ製作機
(機構部分)



(d)歩行・走行支援ツール



(e)Fab Circus

図3 館野 PT の成果物

4. PBL 教育の成果

このように、全てのプロジェクトにおいて秀逸な成果物が得られましたが、成果物にのみ執着するのではなく、PBLを「プロセス手法」の実践として位置付けて活動してきました。チーム活動としてのPBLでは、身に着けた能力が見えにくいものですが、館野PTでは、手法に基づいて作業を分担することで、メンバーの誰もが、担当した手法について本質を理解し、実践することによって、確実な能力向上が得られたと確信しています。

福田 PT の記憶

1. 暮らし方の未来は夢を描くことから始める

福田プロジェクトチーム（福田 PT）はデザイン系のものづくりプロジェクトである。「美しく魅力的なものづくりを通じて豊かな暮らし」を実現するため、ヒト・モノ・情報の流れる大都市にあるべき移動態の研究をしている。

一期生は舟運により羽田空港・東京駅間の交通渋滞を回避し直結する、移動時間短縮の提案である。

二期生は、新交通“ゆりかもめ”の環状線化と自動運転車導入によるトランジットモールの提案で、魅力ある銀座街区の新価値創出を目指している。

三期生は豊洲地区に着目、大規模集合住居が集積する広めの街区においても、日常の暮らしの足として便利な域内小規模水路交通の提案である。

四期生は渡洋交通について航空機と船舶の中間速度域の飛行船を提案。小型の繫留装置で自然環境に負荷をかけない移動態の提案でもある。

五期生は通勤時の交通混雑緩和について河川活用に着目、日本橋川をモデルに水上バスの提案である。

六期生はコンテナ埠頭の統合による土地活用策で江戸前食材を育て、横波の影響を最小限に抑えたレストラン船での食事を含むビジネスモデルである。

七期生は山手線新駅を想定し、親水舗道の光の動きが、災害時には避難誘導できる提案をしている。

八期生は、社会不安や高齢化の進む明日の街に注目、不安を取り除くにはコミュニケーションが大切と“縁”をテーマに街を循環する多目的な動態の提案など、それぞれ最終成果発表会にむけた実績である。

2. 問題解決型と仮説提案型との間に新価値発見

毎年のテーマは、主担当から提示される抽象的な命題に対して、プロジェクトチーム(PT)のメンバー間で議論される。年間履修課程の第1四半期には主題と概念が策定され、具体的な発想段階は第2四半期に予定されている。プロジェクトが予定通りに進行することは、実務においても難しいことだけに、この修復作業が PBL の学びの本質でもあるといえよう。

命題に対する問題解決型のアプローチでは、観察や調査データに基づく知見から問題発見へ至る場合が一般的で、未来への展望がないまま進むことにもなりかねない。一方デザイン思考による仮説提案型のプロジェクトでは、未来のあるべき姿を描き出し、安全で安心な環境に配慮された社会システムからエコデザインを目指す仮説提案型の研究である。

バックキャストिंगのアプローチにより、現実との差から問題を発見し、創造的に変革を進めていく。

したがって仮説提案型の福田 PT メンバーには、2030 年など 10～20 年先にある近未来に時間

を設定し、夢を語れるよう指導している。この仮説提案型のプロジェクトは、夢物語のようだが各分野の技術ロードマップの読み込みや、その分野の教授陣、都庁関連部署、複数企業のプロデザイナーへのインタビュー、更には展覧会等への出展を通じて、いわゆる P(設計)D(試作)C(評価)A(修正)を繰り返し提案内容の質向上に努めている。

3. メンバーを孤立させない PM の工夫

一人ひとりの技術は高くても、グループ作業ではその実力が発揮できるとは限らない。

継続的研究に必要なチームワーク力は、メンバー相互の気づきであり、役割分担からの気遣いにある。

PM の役割は、外向きの交渉事からメンバーの世話役までを担うこととなるが、そう簡単なことでもない。失敗例にはパターンがあるようだ。

一番目は、PM が自らやり過ぎる場合である。プロジェクトの進行は、一見順調そうに見えても、実は PM 以外のメンバーが意欲を失ってしまう例である。

二番目は、PM が各期ごとに交代し、負の連鎖からプロジェクトの收拾がつかなくなる場合である。

三番目は、PM が社会で実務経験のない新卒学部生の場合で、信頼感の欠如から孤立しプロジェクトが迷走する場合である。

このうち一番目は、チームメンバーの側に立ちどれだけ考えられるのかに掛かっている。意識的にメンバーの緊張をほぐすため、それぞれ出身地の自慢料理を囲み、お誕生祝い、修了生を交えた意見交換会や季節ごとの懇親会などを企画している。これらはメンバーを孤立させない PM の工夫でもあり、期によっては学外調査をした後の行程が修学旅行にまで発展した例もあった。

早い時期にメンバーの人となりを知り、円滑な人間関係を築けなければ、誰が PM を担うにしても、時々刻々と状況の変化するプロジェクトの流れに対し独走と捉えられ、強引に進めてしまう印象は拭えなくなる。

4. 図像情報はプロジェクトの推進装置

二番目には、各期の引き継ぎによってもぶれない設計概念と情報の共有である。このことには、図像情報の扱いと情報整理から、ある程度本流へと導くことができる。

プロジェクトにおけるコミュニケーション手段としては、会話による音声情報や文書などの文字情報がある。しかし、膨大な文字量の書類に比べ一目瞭然の図像情報はカタチの認識に有効であることはいまでもない。中でもスケッチは、打合せ用に描くメモやサムネイルから、完成予想図のレンダリングまでメンバーの共通理解を促すのに優れている。

また、理解を促すために可視化された立体の模型は、メンバーの意見交換内容から合意形成するまでのプロセスを可視化し確認することができる。この立体模型は、第三者の意見を反映する叩き台であり、毎週のコアミーティングで更新を繰り返せることからプロジェクトの推進装置にもなるわけである。

このように、多様な価値観を持つメンバーが描くイメージの摺合わせには、三次元の立体模型による確認作業が不可欠であり、福田 PT においては重要なプロセスとして位置付けている。

そして前述のように模型の品質向上は、外部評価にも耐えられるよう最低3回のモデル制作を繰り返して“玉成”を目指している。

5. 役割は複数で取り組みお互いを知る

三番目については、責任感からつい張り切りすぎてしまうものの経験不足から空回りするケースである。

福田 PT の場合には、PM に実務経験のない学部出身者が立候補しても、複数で取り組むよう指導してきた。陰の PM として社会人が補佐役に回ることで円滑に進むことが多い。またメンバーが何らかの事情で休むことがあってもプロジェクトが滞らないよう補完する工夫でもある。そして PM は、謙虚に内省を繰り返す素直さがなければ、メンバー相互の信頼関係は築けず、前に進めることもできない。

実務では、PM が頻繁に交代することはまず無い。実践的な業務遂行能力とは、何か問題が起こっても現状を修復するために臨機応変の機動力が求められる。しかし、これには相当の時間が必要であることから、PM はその途中で短期間に変えるべきではないと考えている。そしてプロジェクトの成功には、四半期を年間でつなぐチームリーダーがいるかどうかにかかっている。

6. PM とは違うチームリーダーの存在が鍵

PM は必ずしもはじめからリーダーにはなれず、またリーダーでなくても良い。プロジェクトに問題が発生した場合、それをきっかけとして未来への夢に変換することができる素養をもつ学生が浮かび上がり、メンバー全員が一丸となり気持ちをひとつに合わせることができるとき、そこにリーダーの片鱗を見ることができる。この PM とリーダーとの違いを理解しておく必要がある。

プロジェクトにおける PM の役割分担は、自分の好き嫌いでも決められる。しかしリーダーは自ら名乗ればできるものではなく、教科書を読んで備わるたぐいのものでもない。周囲からの推薦など、認められなければ機能しない。一般的にリーダーの資質は、才よりも徳といわれ人望が厚いなど人間性が問われるわけである。

PBL 教育で目指す業務遂行能力とは、途中の面談や適切な指導が伴うのはいうまでもないが、このようなチーム内の試行錯誤の中から自然に学び取れる雰囲気づくりが大切であると考えている。

したがってリーダーの存在は、単純な役割分担や自薦からは生まれない。ランダムにメンバーが組まれた PBL-PT の場合、はじめからその道の専門家はいないものの、結果としては四半期毎の中間発表会の度に、全体のまとめ役が浮上する場面があることに気付く。第1四半期にはコミュニケーション力やネゴシエーション力に優れ、あるいはコンセプト作成や提案書類の作成に優れた学生、第2第3四半期にはモデル制作の得意な学生がそれぞれ見つかることが多い。一例としては、それまで年齢や経験不足による自信のなさからあまり発言がなかった工学系の学生がいた。しかし専門技術など他者との違いに気付き、互いの不足部分を補い周囲から慕われることで自信をつけ、やがてプロジェクト全体を導いていく。この小さな役割分担のリーダー経験が切掛けとなり大きく成長した学生が何人かいた。ここが PBL-PT 一番の成果であり醍醐味でもある。

将来のリーダーに成れるかどうかは、この体験の繰返しの中にあり人間性を磨き続けてほしいところである。

7. 修了後も受け継がれる歴代 PT のつながり

本学 AIIT における PBL の特徴であるメタコンピテンシーは、カリキュラムの上位概念としてプロジェクトの遂行には欠かせないこととしている。チームワーク力に不可欠なコミュニケーション力が問われ、自身の継続的研究につなげるための行動力が求められる。

一年間を通じて素直に伸びる学生、それまで生かせなかった専門技術によりやく気付き自信をつける学生、自らを省み他のメンバーの行動から学び、リーダーとフォロワー相互の関係が自然にできていることが分かる。さらに PT での体験は、会社での実務的な問題発見につながり中間管理職として大きく羽ばたいた学生、修士課程修了時に自信はなくても数年後の今では見事にスキルチェンジを成し遂げた学生など、AIIT での学びの効果が証明されるのはこれからである。

最後に福田 PT 歴代メンバーの絆は、中間発表会や最終成果発表会だけでなく、修士課程修了後も様々なシーンでご指導ご協力をいただき、縦のつながりが深まっていることもお伝えしておきたい。

今後展開される感性領域と機能領域との融合を目指す PBL-PT のベンチマークとして少しでもお役に立てれば幸いである。

4.4 PBL 事例 ④（指導教員：創造技術専攻 橋本洋志教授）

技能学習サービスを対象とした研究開発型 PBL

概要：技能学習サービスは、我が国の持続的発展を支えるものとして、サービス学において近年注目されています。このサービスは、人文社会科学、工学、生体工学およびビジネス分野まで多様な分野の知識とスキルを必要とし、各分野を担当する学生は、新たな課題の抽出と問題解決法を考え、各分野の知見と結果を効果的に融合する作業を行います。この成果を国内・国際学会での成果発表と現場ビジネスに活かすといういずれかの場を経て、成果の評価を確認する、というプロセスを本 PBL では実践します。

1. 技能学習サービスとは

技能とは、身体動作が伴うもので、知識のみならず筋肉・神経系の反復練習が必要です。しかも、解剖学的に約 200 個の骨と約 400 の骨格筋があり、骨のサイズと関節の可動域は個人により異なるため[Kapandji1983]、模範動作を完全にできないと考えてよいとされています。次に、感覚器に基づく体性感覚は人により異なるため、自分の感覚では良い動きを行っているとは認知していても、多数の骨格筋に対する認知が誤りであり複数の部位が誤った動きを示すことがあります。このため、学習を理解して動作しようとする認知と実際の身体動作の間で不一致が生じます。これを学習者の認知と動作の不一致問題と称します[橋本 2016]。この考え方を示したのが図 1 です。



図 1 学習者の認知と動作の不一致、内面的問題の図的説明

一方、技能は、モノづくり、スポーツ、介護、文化的作法など、我が国の特徴ある分野の根幹を成すものです。しかし、従来の技能伝承は次の問題があります。

- 口承（口伝）が多くコミュニケーション不足の模倣（背中を見て覚える）、暗黙知の存在があり、非効率的
- 効率化を図った従来の技能伝承法や人材能力開発法では手順、スキームが主で教育学で言うところの ARCS (ATTENTION、RELEVANCE、CONFIDENCE、SATISFACTION) や継続性などの維持・向上に言及していない

これらの問題を何らかの観点で解決を図る際に、指導者と学習者が両方とも満足感を覚え、かつ、

教示サービスに関する価値共創を産み出すことが、技能学習サービスです[浅間 2016]。

2. 技能学習サービス設計技術

技能学習サービスを新たにデザイン、開発、実施するためには、次の技術が必要です。

- A) サービス工学：サービスに係る品質、価値、プロセス、リカバリー、満足度評価という体系化された内容の理解
- B) 人間行動学：人間の生体としての特徴を知るバイオキネマティクス、環境や道具および文化に基づき動作する動作コンテキストの理解
- C) 人工物操作技術：サービスを配送するサービスメディアとして、ロボット、アバターやキャラクターを表現できる CG 技術
- D) 人間 3 次元計測：人間の動きを 3 次元で計測し、これからスケルトンモデルを抽出、記録、表示できる技術
- E) 心理分析：サービス価値の評価としての満足感、心理変化を測り、分析できる技術
- F) メディア表現：開発したサービスの表現技術

3. PBL メソッドと PBL プロセス

PBL が共同作業を土台にしていることから、このことを活かすメソッドとして、大きく、メンバー間での概念共有と担当知識・スキルの共有化があります。概念共有が必要とされるシーンとして、テーマ決定、および、プロジェクトをどの方向にどのような手段で進めていくかを定めるシーンです。概念共有は、高次のメタレベルですから、イメージを言語化や図式化しただけの議論ではメタレベルを表現するには不十分です。そのため、ありとあらゆる手段を見つけてもらいます。例えば、仮設・立証論、現場実施検証法、外部の有識者からのヒアリングなども有効な手段です。

PBL プロセスの初めには、メンバー全員でテーマを決めるための議論が開始されます。議論の当初、サービスの定義、性質、内容に関する調査から始まり、サービスが人間を対象とする以上、人間の性質、満足を得るプロセスや条件、また、サービス媒体となる人工物の仕様など、幅広い事柄の先行研究調査を全員で実施します。しかしながら、テーマ選びのための調査や学習において、学術的または技術的な内容の理解が必須の場面に出くわしたとき、学生の中には、その理解が容易にできないものもいます。

理解度の差のある学生同士で議論を行った場合、プロジェクト開始当初では、学生間で遠慮があるため、理解がついてこられない学生に対して突っ込んだ質問を行うことはなく、議論は低調なことがよくあります。しかし、議論とは互いの立場が理解できる能力を必要とするため、理解をどのように促進するかが重要な課題です。この場合、教員がスーパーバイザー、ときにはメンターとなって、学生メンバーを上手に導き、示唆することで、学生同士が質問し合うきっかけを作り、理解の進捗度がお互いに認識できるようになります。この認識が共有できることで、理解度の低い学生に対して、理解している学生が何とか理解させようとする説明の工夫ができるようになり、理解度の低い学生も、徐々に、理解を深めることで質問や議論ができるようになります。

前章の技術の役割分担は、個人の得手不得手に関係なく、学生が身に付けたい、または、付け

ることで会社や社会で有意義に活躍できるであろうと考えたものが割り振られます。ここで、本 PBL では、各自が調査した、または、修得した知識やスキルも共有することを求めました。この理由は、学ぶにつれて複雑な知識やスキルとなります。これを如何に第三者にわかりやすく表現・伝達できるためのプレゼンテーションスキルを身に付けるためです。したがって、PPT の発表だけでなく、ビデオを見せたり、実験を実際に見せて体験してもらう、というプレゼンテーション技法も修得します。

PBL プロセスの最終段階に入ると、全員の修得した知識とスキルを効果的に融合を図らなければなりません。そのため、テーマの改めての見直し作業が行われます。テーマの基本概念は当初よりぶれないようしていますが、マーケティング対象、学生ができる技術、できない技術、などが時間経過と共に見えてきます。学生のその段階での能力を最大限に発揮し、かつ、テーマコンセプトに合うような作業工程の見直し、および、第三者への見せ方の練り直し作業が行われます。

この段階までに、概念共有や知識・スキルの共有化作業の経験を積んでいますので、方針の違いの衝突はあっても、お互い何を考えているかの理解度は上がっており、議論の効率は PBL プロセス当初に比べて、格段に向上しています。

4. プロジェクト例

2015-16 年度イノベーションデザイン演習 1、2 を実施した内容を紹介します。本プロジェクトでは、教員より、社会的意義、新規性、実現性、有用性の 4 つの観点を含むアイデアを複数、メンバー間で提案・評価し合い、これに基づき、以下の内容を全員で共有することになりました。

- 社会的意義：日本の素晴らしいサービスの一要因である日本式動作の分析とモデル化は他への波及効果が高い
- 新規性：日本式動作の定量的表現は先行研究で見られない
- 実現性：お辞儀などの基本動作ならば、3次元動作分析がしやすく、また、心理分析と考察も行える
- 有用性：動作特徴の定量的抽出は、効率的かつ多人数教育に応用でき、かつ、動作を伴うサービス価値を高めることにつながる

上記のことを全て満足するテーマとして、「日本らしい優雅な動作の学習サービスの提案」とすることでメンバー間の合意を得ました。この具体的内容と成果は、本学の PBL のページを参照してください。

本 PBL の成果の活かし方として学会発表と現場ビジネスでの検証があります。2015-2016 年度に、社会人学生による国際学会発表が 1 件、国内発表が 5 件ありました。

国際学会発表[Kudo2015]は、優雅さに関する心理分析を統計学の観点から考察したものです。論文投稿時に、外国人の査読者から、異文化の立場から、日本らしい優雅さ表現に対する疑問点、指摘が幾つかあり、改めて、優雅さの客観的・定量的評価の普遍化が難しいことを再認識し、更なる優雅さに関する論の展開を見出しました。また、発表前に Q&A を 50 程度予め作成と、これを用いた練習を行い、発表に臨み、英語力は、不十分な点がありましたが、英語で Q&A を行うには、英語力や論理構成力以外にも、異文化コミュニケーション力を必要とし、このことが発表した学

生が痛感し、今後さらに、様々な学習が必要であることの再認識と意欲が湧いたとのことであり、本発表の試みは高度な学習意欲を導いたものと評価できます。

国内学会発表のうち文献[津田 2015]では、主担当学生が新規性のあるお辞儀モデルを提唱しました。学会発表において、これが有用と認められたことから優秀講演賞を受賞し、受賞した学生より、この受賞は更なる高度な学習意欲につながるだけでなく、プロジェクトの内容がよかったことを公的に認められたことで、行ったことが正当であるとの確証を得たことが喜びと安心感につながるとの意見を得たとのことで、発表の効用があることを立証するものです。

現場ビジネスに活かす検証は、2016年度において、担当学生がPBLで得たスキルを所属機関において実施中であり、大変有効であるとの報告を受けており、この成果は別機会に報告したいと思います。

全員が獲得したコンピテンシーとして、特に発想力、表現力、設計力、分析力の能力を向上させることにつながり、この点での学生メンバー間の評価は、1Q、2Q、3Q、4Qと進むにつれて、メンバーお互いに能力が向上したと認めた結果を示したことは、大変興味深く、また、本PRJにおける活動がPBLの本来の趣旨に沿って、各学生の能力を伸ばしたと言えます。

参考文献

[Kapandji1983] I. A. Kapandji, カパンディ関節の生理学, 医歯薬出版, 1996

[橋本 2016] 橋本、他、身体運動教育サービスの品質と価値共同生産性の考察、第4回サービス学会、2016年

[浅間 2016] 浅間、他、経験価値の見える化を用いた共創的スキル eラーニングサービスの研究と実証、平成25年度研究開発実施報告書、社会技術研究開発センター（国法）科学技術振興機構、https://www.ristex.jp/examin/service/pdf/H25_houkoku_ASAMA.pdf, 2013

[Kudo2015] [1] Nami Kudo, Kazunari Tsuda, Hiroski Ito, Sachuronggui Bao, Yasushi Motai, Mizuki Nakajima and Hiroshi Hashimoto, “Factor Analysis of Graceful Bow Based on Skeleton Model”, IEEE Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI2015), pp.491-497, 2015

[津田 2015] [2] 津田 一成、工藤 菜実、包 薩出榮貴、伊藤 博規、罇 保史、中島 瑞季、橋本 洋志, “お辞儀モデルに基づく優雅さの印象評価”, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2015

4.5 PBL 事例 ⑤（指導教員：創造技術専攻 前田充浩教授）

アジア産業コミュニティ構築措置の政策提言

概要：アジア、特に東／東南アジアでは 20 世紀末以降、爆発的な経済成長が続いています。驚くことに、単に経済成長率が高いだけでなく、この地では、セカンド・アンバンドリングという最先端のグローバル生産ネットワークが発展し、世界に類を見ない超最先端の現象が発生しています。この人類史的な動きに飛び込み、アジアの更なる成長をもたらす政策内容（産業コミュニティ構築措置）を考案し、アジアの政府関係者等にぶつけよう、というのが本 PBL です。実際にアジアに何度か出向き、向うの政府関係者等と実際に議論をする、というところに最大の特徴があります。

1. 東／東南アジアの経済成長と産業コミュニティ

20 世紀末以降の東／東南アジアの経済成長の真価を看破するためには、世界のグローバル生産ネットワークの態様の歴史を振り返る必要があります。1960 年代初頭まで、世界では、「消費地で生産」が原則でした。テレビ、自動車を購入するのが日本人ならば、それを生産する日本企業は日本国内に工場を持ち、生産を行いました。1960 年代に入ると、ファースト・アンバンドリング（生産と消費のアンバンドリング）、すなわち多国籍企業の時代を迎えます。先進国の大企業は、生産コストの安い発展途上国に投資して、そこで生産を行い、製品を先進国に輸出するようになりました。

ここまでは世界中で進展している「当たり前」の事態です。一方、東／東南アジアでは、更に進んだセカンド・アンバンドリングという現象が発生しているのです。企業内の各機能ユニットが企業という括りからアンバンドルされ、それぞれ最適地に投資する、というものです。先進国が発展途上国に投資をする場合、従来は、企業の全ての機能ユニットがまとまって投資されていたものが、今度は 1 つ 1 つの機能ユニットが別の国に投資するようになったのです。グローバル生産ネットワークの超進化型、ということになります。その結果、東／東南アジア各地で数多くの産業集積が発生して来ています。

それら産業集積の中には、1960～1970 年代の日本各地で発達したような、いわゆる産業コミュニティが生まれつつあります。この東／東南アジア諸国で勃興しつつある産業コミュニティを一層発展させ、各国の更なる経済成長に貢献しよう、というのが前田 PBL の基本理念です。

2. 産業コミュニティ構築措置と政策提言

前田 PBL の柱は以下の 2 つです。

第 1 の柱は、本当に東／東南アジア諸国における産業コミュニティの発展に効果のある内容の政策提言を取りまとめることです。そのためには、第 1 に、東／東南アジア諸国を含む発展途上国の経済成長のメカニズムをよくよく理解しなくてはなりません。開発経済学をはじめとする理論に関する十分な理解が必要になります。第 2 に、東／東南アジア諸国の実情を、できればこの目で深く、深く理解することが必要になります。前田 PBL のメンバーには、毎年現地調査を推奨

しており、多くのメンバーが足繁く東／東南アジア諸国に通うのは、このためです。

第3に、取りまとめるのが、ビジネス案の提言ではなく、「政策」提言であり、したがって提言先がビジネス・パートナーではなく政府関係者である、ということの意味を正しく理解しなくてはなりません。産業コミュニティが勃興しつつある状況を希貨として、ビジネスで荒稼ぎしよう、ではなく、産業コミュニティを更に発展させて、国家全体の経済成長を推進するための方策を提言するのです。いわゆる「市場の失敗」分野を対象にすることになります。

第2の柱は、取りまとめた政策提言内容を、本当に先方政府関係者にぶつけて恥をかかない水準までブラッシュ・アップすることです。

良いことを思い付くだけで、それを実際の外交レベルで通用する水準の内容に引き上げることで、全く異なります。外交レベルで通用する文書には、様々な作法、流儀があり、それらを正確に学ばなくてはなりません。人生において外交レベルで通用する文書を書く機会は、大半の学生にとって人生初となります。苦勞のしどころです。

このような苦勞を経て、実際に東／東南アジアの政府関係者に政策提言を行います。人生、またとない晴れ舞台となります。

それでは以下、これまでの学生達の苦勞の清華の中から典型的な事例を幾つか見て行きます。

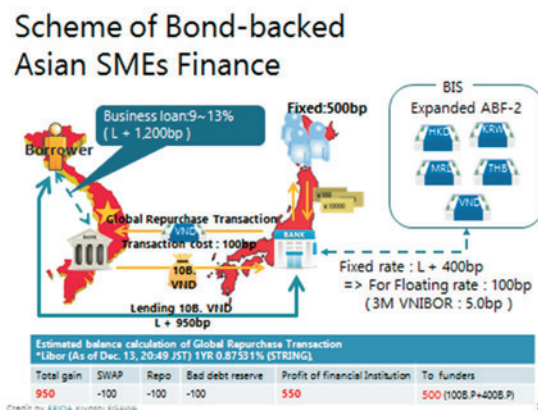
3. 事例1：債券担保型中小企業ファイナンス制度構築の政策提言（2013年度）

3.1 内容

中小企業振興は、全ての発展途上国が最重要課題の1つとして挙げるものです。中小企業振興策の中でも難題なのが、適切な中小企業ファイナンス制度を構築することです。中小企業ファイナンスは、「市場の失敗」の典型例であり、民間金融機関だけでは社会的に最適な量を供給することができません。

2013年度前田 PBL はそこに目をつけました。対象国はベトナムです。東／東南アジア諸国の産業コミュニティ振興には、日本の中小企業が重要な役割を果たすことが期待されます。日本の中小企業がベトナムに投資した場合、現地通貨建ての低金利のファイナンスを必要とします。一方現状では、現地通貨建てでは金利が15%超となっており、そこで、「現地通貨建て、エルプラスセン（LIBOR+1,000bp）」をスローガンに、新制度構築に取り組みました。

出来上がったシステムは、以下のようなものです。ABF（Asian Bond Fund）と連動することにより、L+950bp を達成するものです。



3.2 政策提言

2014年1月17日に、東京で、来日中のベトナム計画投資省次長に政策提言を行いました。2014年6月9日に、東京で、来日中の南部アフリカ開発銀行総裁に政策提言を行いました。2014年8月5日に、ハノイで、ベトナム教育訓練省とハノイ経営工科大学（HUBT）が共催で開催したセミナー「the Hanoi Workshop: Entrepreneurship and Business Development – The ASEAN Economic Community Perspective」に参加し、発表を行いました。2014年12月5日に、ビエンチャンで、APEN（Asia Professional Education Network）とラオス中央銀行が共催で開催したセミナー「Microfinance on the Sustainable Economy in Lao PDR」に参加し、発表を行いました。2015年3月19日に、プノンペンで、APENが開催したセミナー「the APEN International Seminar on SME Finance」に参加し、カンボジア工業手工芸品省筆頭次官の前で発表を行いました。

4. 事例2：メコン諸国における Industrie4.0+型電力グリッド・システム構築の政策提言（2015年度）

4.1 内容

今日進められている Industrie4.0 型の CPS（Cyber Physical System）の構築は、一般的には一国内における取り組みです。一方メコン諸国（ベトナム、ラオス、カンボジア及びタイ）は、一国としてはドイツ、米国、日本等先進諸国に比べると工業生産の規模が遥かに小さい一方、AEC（ASEAN Economic Community）が 2015 年末にスタートしたため、近隣諸国との電力グリッド等の物理的連結（Physical Connectivity）及び制度の共通化（Institutional Connectivity）が進んでいます。

このような背景を分析し、2015 年度前田 PBL は、2015 年 5 月に APEN が提唱した、多国間の CPS 構築に取り組む Industrie4.0+の考え方に着目しました（Industrie4.0 が一国内の CPS 構築、Industrie4.0+が多国間の CPS 構築）。

構築した政策提言内容は、ラオスから供給される電力について、現在は導入されていない時間別に差異化（昼間の電力は高く、夜間の電力は安く）する電力料金制度を導入した上で、ラオスに置かれる国際組織がメコン諸国全体の電力供給の最適化を進めるというものです。IoTにより、冷房需要の大きい昼間にはメコン諸国全域の工場の稼働を調整するシステムを構築しよう、というものです。

4.2 政策提言

2015年12月3日、ビエンチャンのラオス国家大学においてエネルギー、電力専門の教授陣を招いたセミナーを開催し、政策提言を行いました。

5. 事例3：インドシナ諸国ネットワーク型アウトソーシング・システム構築支援の国際組織設立（2016年度）

5.1 内容

20世紀末以降、ICT産業においては、グローバルなアウトソーシングが一般化しています。こ

のグローバルなアウトソーシングの態様は時間とともに変化してきており、かつては単なる日本からコストの安い発展途上国へのオフショアだったものが、今日ではアウトソーシング先が高度な自律性を有するものになっています。2016年度前田 PBL は、これを更に進化させ、インドシナ諸国全体を覆うアウトソーシングのネットワークを構築し、世界の他の地域と連携させることを考えました。それにより、現在は他国から十分なアウトソーシングの受注を得ていないラオス、カンボジア(将来的にはミャンマー)の ICT 企業に対してグローバル市場へのアクセスを提供し、それら諸国の ICT 産業振興に資することができます。

具体的には、そのようなネットワーク型アウトソーシング・システムを構築するために必要な知的、制度的インフラを整備する国際組織を設立し、ビエンチャンに本部を置くことを政策提言しました。その主たる活動は、ビジネス・マッチング、標準化、能力開発と能力に関する認証、コンサルティング等になります。

5.2 政策提言

2017年1月16日、ビエンチャンのラオス国家大学において、情報関係専門の教授陣を招いたセミナーを開催し、政策提言を行いました。今後、更にブラッシュ・アップを行い、インドシナ諸国の政府関係者への政策提言を続ける予定です。

4.6 PBL 事例 ⑥（指導教員：創造技術専攻 村越英樹教授）

偏光イメージングのための多角的撮像システムの開発と応用研究

概要：2015 年度村越 PBL は標記タイトルの下で、システム開発から樹脂成形品評価への応用までを実施し、優れた研究成果を挙げました。本稿前半では本プロジェクトの成果概要として、システム開発と樹脂成形品評価への応用について記します。後半では「成果」志向のプロジェクト運営について記載します。

1. 偏光観察とは

偏光とは一定方向に振動する光で、偏光を用いることで通常光では見えない見えにくいものを可視化することができます。図 1 は樹脂素材でできた CD ケースですが、偏光を用いることで射出成形時に生じたひずみ等が偏光縞となって現れます。偏光観察では図 2 のように、照明から照射された光を偏光板 1 で偏光を得ます。観察対象を透過した偏光を偏光板 2 越しに見ることで偏光縞を観察することができます。



図 1 CD ケース

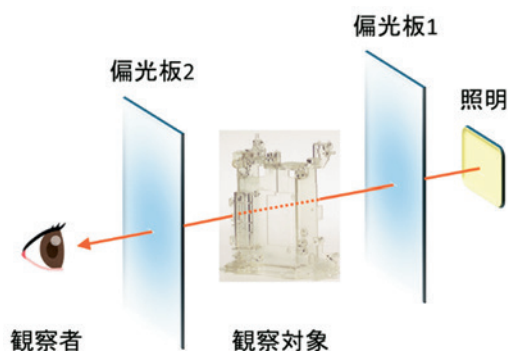


図 2 偏光観察

偏光観察は照明や偏光板の角度、被写体の回転角度によって見え方が異なり、よく見える有用な画像を得るためには、経験とノウハウが必要です。そこで、多波長の光源を備え、観察対象を回転させながら、異なる条件の偏光画像を自動的に撮影し、パラパラ漫画の要領で動画として表示する偏光イメージングシステムを開発しました。

2. 偏光イメージングシステム

図 3 には開発したシステムの構成、図 4 にはシステムの外観を示します。図 3 のようにシステムは、a.照明、b.偏光板、c.回転テーブル、d.偏光フィルタ回転機構、e.一眼レフデジタルカメラ、f.操作パネル、g.マイコンボード(Arduino-Based Micro Computer)、h.PC から構成されています。このうち直接撮影に関わる a~e は暗室内に設置しています。

図 3 の撮影例のように①~④を f.操作パネルに設定することで、g.マイコンボードが a~e を制御して、条件の異なる偏光画像 800 枚を撮影します。撮影された偏光画像は h.PC に転送され、PPP(Polarized Photo Processor)と名付けたソフトウェアで編集されます。PPP は本プロジェク

トで開発したソフトウェアであり、大量の画像データをエンコードし、コンパクトな動画ファイルを生成することができます。図 5 は PPP を用いてエンコードした動画ファイルの再生画面です。観察対象はセロハンテープのカッターで、4 つの異なる条件で撮影した偏光画像を並べて表示しています。マウス操作によって、4 画面同時に回転させて、比較することができます。

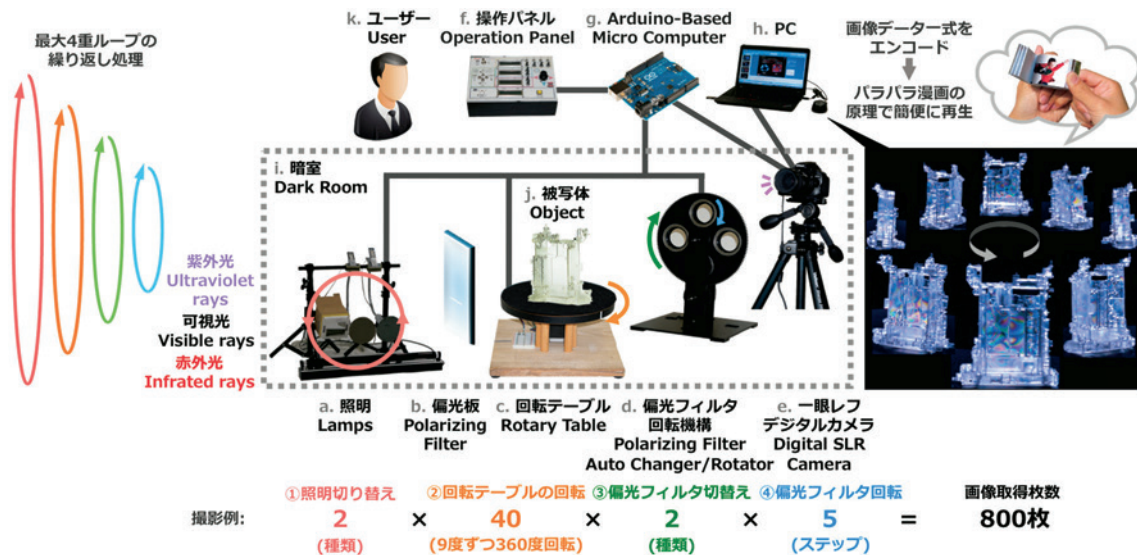


図 3 システムの構成

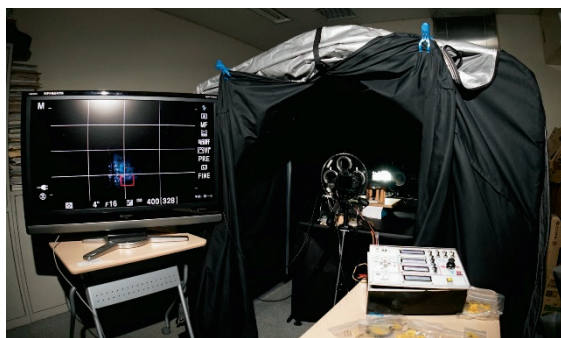


図 4 システム外観



図 5 動画再生画面

3. 樹脂成形品への応用研究

本システムを樹脂成形品評価に適用したので、ここではその事例を紹介します。図 1 の CD ケースは、左右 2 つの部品から構成されています。各部品の左側中央部分に射出口があり、ここから注入された樹脂が広がっていく様子とその際にできたひずみが偏光縞として観察できます。また、シリンダ温度、金型温度、射出圧力、一定圧力保持時間の 4 因子で L9 直交表(表 1)を作成し、この条件下で射出成形したサンプルを観察した結果を図 6 に示します。条件の違いによって成形ひずみが異なり、偏光縞に変化が認められます。さらに、赤外光を利用した偏光観察では、図 7 のように、可視光では見えない着色された樹脂成型品のひずみを観察することができました。以上が本プロジェクトの成果概要です。詳しくは参考文献(1)をご覧ください。

表 1 L9 直交表

実験No.	シリンダー温度 (℃)	金型温度 (℃)	射出圧力 (bar)	一定圧力保持時間 (sec)
1	210	40	300	2
2	210	60	500	5
3	210	80	700	10
4	240	40	500	10
5	240	60	700	2
6	240	80	300	5
7	270	40	700	5
8	270	60	300	10
9	270	80	500	2

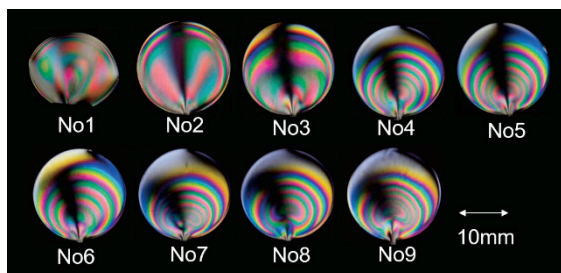


図 6 異なる条件で射出成形したサンプルの偏光観察

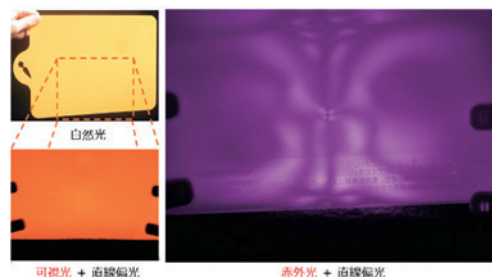


図 7 赤外光による偏光観察

4. 「成果」志向のプロジェクト運営

本プロジェクトでは、学会発表等の外部発表 8 件、展示会への出展 8 件を実施するとともに、プレスリリースを打ち、取材を受け、写真付き 7 段抜きの記事が新聞掲載されました。また、第 28 回リバネス研究費町工場賞などに応募し、2 件の受賞を勝ち取りました。さらに、特許[®]を出願して、現在も有志メンバが集い、事業化に向けた活動を続けています。これだけの成果を挙げられたのは、優秀なメンバが参集したことは言うまでもないが、プロジェクト発足当初から「成果」志向のプロジェクト運営を掲げて、活動したことに起因します。「成果」志向のプロジェクト運営を選択した理由は、①新卒学生にとって最終学歴で研究成果を挙げるのが就職活動に有利に働くこと、②社会人学生にとってコンピテンシーの獲得はニーズに合致するが、エビデンスとして残すには成果発表が適していること、です。

本プロジェクトは、社会人学生 2 名、新卒学生 1 名、留学生 2 名の計 5 名で実施されました。発足直後に精力的に話し合いを行い、次のような目標を設定しました。

- ① ものづくりのプロセス改善に貢献できる実用性の高い技術開発を行う。
- ② 開発したシステムによる応用研究を行い、高度な可能性と市場性を追求し、成果を情報発信する。
- ③ このプロジェクトを通じて、即戦力として働ける技能を身に付け、人間的により成長する。

ここで重要なのは、メンバ間の合意形成です。1 年間で多くの業績を残すために、自身のバックグラウンド、本学に学びに来た理由、やりたいことなど時間をかけて話し合うとともに、社会人は企業の実務や業績の形成について知識や経験を披露し、相互理解を深め、この目標で合意したのです。目標設定後もプロジェクトメンバはこの目標の下で、徹底的に話し合いを持ち、プロジェクトテーマ、および年間スケジュールを決定しました。1Q の中間発表会で公表したスケジュールを図 8 に示します。マイルストーンとなる学会発表などもすでに組み込まれており、精力的に研究成果を積み上げ、公表に努めようとする意志が伝わるでしょう。

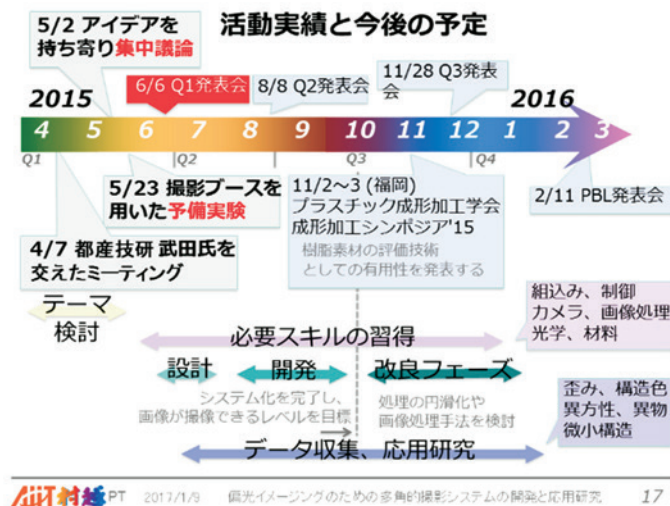


図 8 年間スケジュール表

「成果」志向のプロジェクト運営により、1~3クォータに実施される中間発表会や2月11日の成果発表会では、多数の研究成果を基に優れた発表/展示をして、来場者から絶賛されました。「成果」志向のプロジェクト運営に関しては、参考文献(4)に詳しく記載しているので、ぜひご覧いただきたい。

参考文献

- (3) 村越英樹、笹尾英樹、滝克彦、小坂耕平：偏光イメージングのための多角的撮像システムの樹脂成形品評価への応用 <樹脂成形品の品質可視化に向けて>、プラスチック(日本工業出版)、Vol.67、No.10、pp.7-11(2016)
- (4) 「樹脂偏光 自動で可視化 産業技術大学院大 観察装置を試作」、日刊工業新聞、2016年2月23日
- (5) 特許出願：「偏光による画像観察および撮影装置、偏光画像データ生成方法、偏光画像データ生成プログラム」(特願 2016-100888)、2016年4月28日出願
- (6) 滝克彦、笹尾英樹、村越英樹：「成果」志向の AIIT PBL の運営戦略 ～2015年度村越 PT の活動から～、産業技術大学院大学 紀要 第10号、pp.119-125(2016)

4.7 PBL 事例 ⑦（指導教員：創造技術専攻 越水重臣教授）

着座認証システムの開発

概要：新しい個人認証技術を開発しようと思った技術開発型のプロジェクトです。お尻で個人認証するというユニークなコンセプトが提案され、開発・実験・検証が繰り返され、その過程でプロジェクトに参加した学生は、技術開発の方法論を学んでいきました。その後、特許も取得され、現在では、いくつかの企業と実用化に向けた共同研究が始まっています。

1. 着差認証とは

人間が椅子などに着座したときの座面圧力分布から特徴量を抽出し、パターン識別技術を使って個人認証することから、通称‘お尻認証’とも呼ばれています。ユーザーはただ座るだけでよく、それ以外の動作や負担を必要とさせないことからストレスフリーな認証方法であることが最大の特徴です。ちなみに、認証の成功率も約 99%を達成しています。

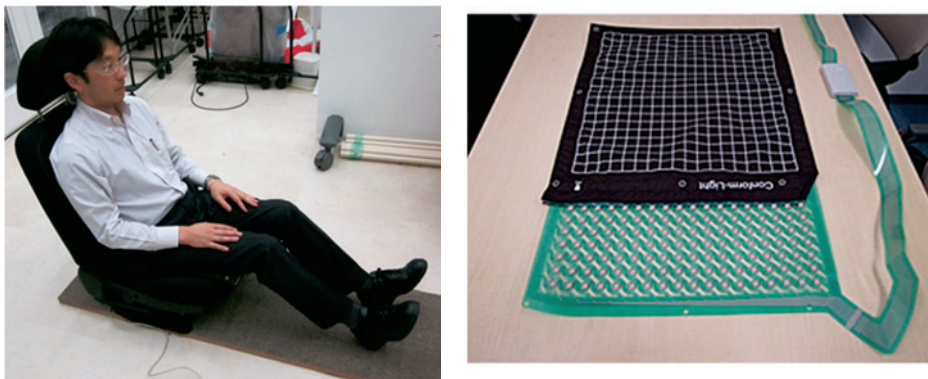


図 1 実験風景と座面に置かれている圧力センサシート

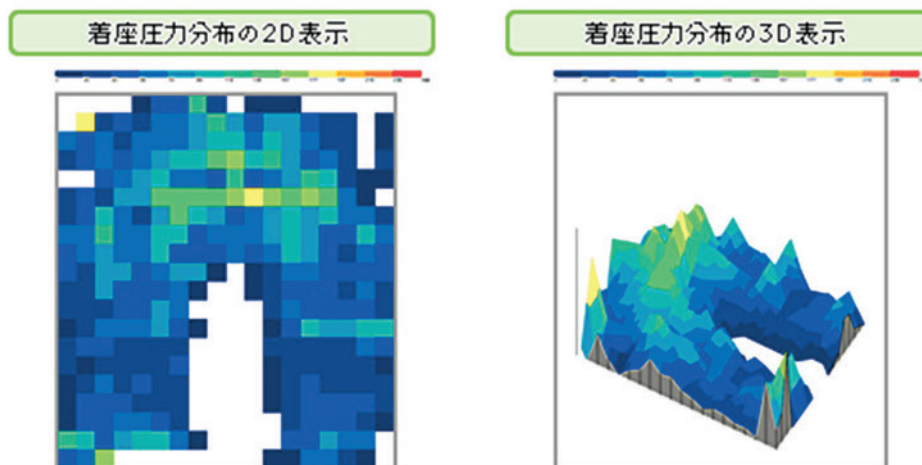


図 2 座面の圧力分布

2. 究極の理想解から考える

個人認証の方法は大きく 3 種類に分けられます。まずは所有物認証、これは IC カードによる認証が代表的です。2 番目は知識認証と言って、暗証番号による認証がその代表です。しかし、IC カードを紛失したり、暗証番号を忘れてしまったら、認証ができないなどの問題点もあります。3 番目は生体認証と言って、指紋や顔画像による認証がその代表なのですが、指紋をスキャンするために指をスキャナに置く手間をユーザーに強いたり、顔画像が撮影されるという心理的負担があったりと生体認証にも問題点がありそうです。

そこで「ただそこにいるだけで認証される」という究極の理想解から発想されたのが、この着座認証なのです。認証の際には、ユーザーは座るだけでよく、他に特別な動作を必要としないというのが大きなメリットです。

現状のシステムを改善しようとするエンジニアが得意とする思考法をフォアキャストと呼ぶならば、その逆に究極の理想解、あるべき姿からバックキャストする方法はデザイナーが得意とする思考法です。PBL では、エンジニアやデザイナーなど多様性のある人材から構成されるチームで、フォアキャストとバックキャストを繰り返しながらイノベティブな発想につなげていくのが、AIIT 流と言えるでしょう。

表 1 個人認証の従来方法

知識認証	パスワード 暗証コード 乱数表...
所有物認証	磁気カード ICカード 鍵...
生体認証	指紋 顔 静脈 虹彩 声紋...

3. 品質工学の MT システムで個人認証

着座認証では、個人認証するためのパターン識別技術として、品質工学の MT システムを用いています⁽¹⁾。座面に敷き詰められた $18 \times 20 = 360$ 個の感圧センサから得られたデータから 39 個の特徴量を抽出し、さらにそれらを一つのマハラノビス距離に変換することでパターン識別します。まさにビッグデータ解析と言えます。

特徴量とは座面圧力分布から計算される「最大圧力値」や「お尻の接触面積」などのことで、文字通り、その人の特徴を表すデータです。今回は全部で 39 個というたくさんの特徴量を採用することで認証精度を高めています。そして、これら 39 個の特徴量から多次元空間の距離である「マハラノビス距離」に変換して個人認証する際の判定指標にしています。すなわち、このマハラノビス距離は、本人の場合には小さくなり、他人の場合には大きくなるので、閾値を設けることで本人か他人を識別するのです。例えば、A さんを本人として、B さんから Z さんの 25 名を他人として、マハラノビス距離 (MD 値) を計算した結果を図 3 に示します。A さん本人の MD 値は小さく、他人の MD 値は大きく、閾値を 100 に設定することで本人と他人の識別ができることとなります。

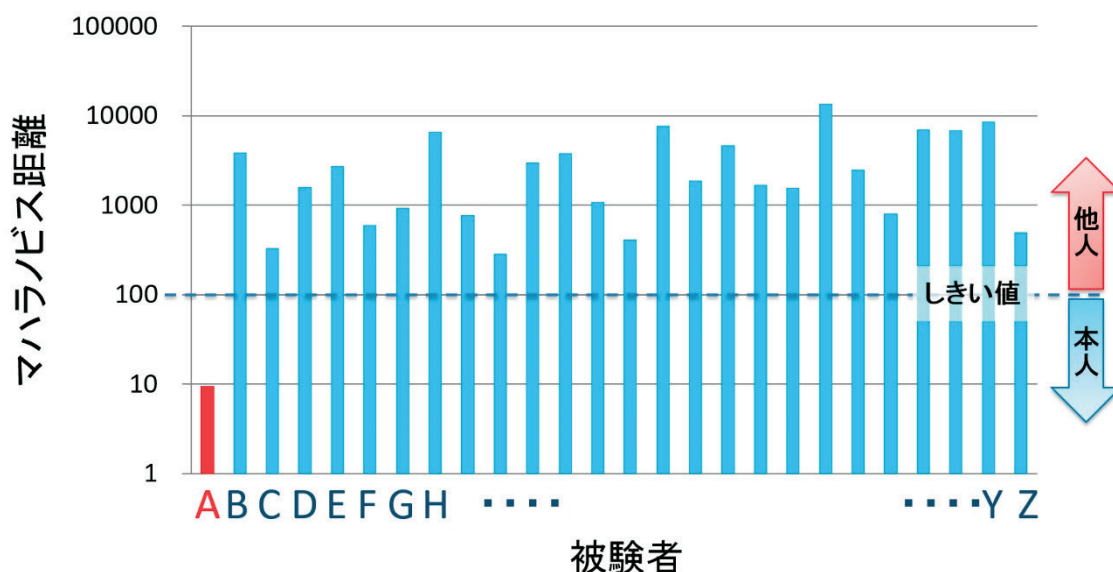


図3 マハラノビス距離による本人と他人の識別

個人認証の場合は、常に2つの誤り率が付きまといます。それは、本人排斥率（本人を他人と間違って判定してしまう確率）と他人受入れ率（他人を本人を間違って判定してしまう確率）です。これら2つの誤り率を実験的に調べた結果を表2に示します。本人排斥率は2.2%でしたが、もう一度座り直してもらえれば認証成功という結果でした。もう一つの他人受入れ率は1.1%で、逆に言うと認証成功率は98.9%ということになります。これをさらに向上させるには、認証に有効な新しい特徴量を考案していく必要があります。

ちなみに、ここで紹介した着座認証のアルゴリズムは全く新しい発想であり、これまでに着座認証に類する特許出願が皆無であったため、特許も取得することができています⁽²⁾。

表2 個人認証における2つの誤り率

被験者	A	B	C	D	E	F	平均
本人排斥率	0.0%	6.7%	0.0%	0.0%	6.7%	0.0%	2.2%
他人受入れ率	0.0%	1.3%	0.0%	5.3%	0.0%	0.0%	1.1%

4. 着座認証システムのビジネスへの展開

お尻で認証というコンセプトが、ユニークであったためか、このプロジェクトの成果は新聞、テレビ、雑誌、書籍など、様々なメディアで取り上げられました⁽³⁾。

オックスフォード大学インターネット研究所のビクター・マイヤー＝ショーンベルガー教授もその著書「BIG DATA（邦題：ビッグデータの正体）」の中で、現代を「すべてのものがデータ化されビジネスになる時代」と称して、その事例としてこの着座認証を取り上げて紹介してくれています⁽⁴⁾。モノがインターネットにつながるIoTの時代、これまでデータ化されてこなかったものが数値としてデータ化されることで新しいビジネスにつながるのだと強調しています。

その着座認証のビジネス応用ですが、まずは自動車の運転シートに適用することで、ドライバー認証ができそうです。運転シートに座っている人が本人ならばエンジンが始動するし、そうでなければエンジンが始動しないとすれば、自動車の盗難防止へのサービス展開が考えられます(図4)。また、最近のオフィスでは、フリーアドレスの企業が増えています。オフィスチェアに適用することで、誰がどこに座っているかがわかります。社員の出勤管理にも応用できそうです。

PBLとしてのこのプロジェクトは1年で完結しましたが、現在、お尻認証の技術を実用化してイノベーションを起こそうと、いくつかの企業との共同研究に取り組んでいます。

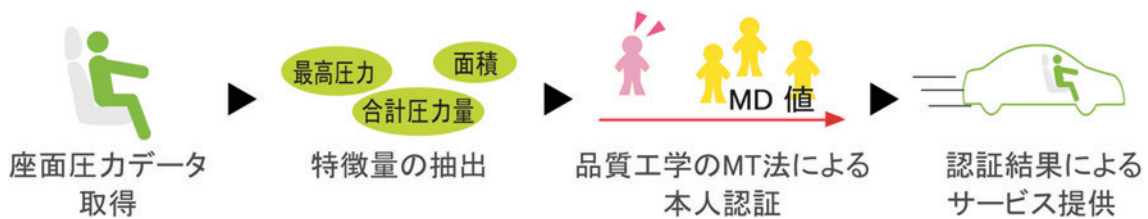


図4 着座認証からサービス提供までの流れ

参考文献

- (7) S.Koshimizu: Authentication Based on Seating Pressure Distribution Using MT System, Journal of Teknologi (Science & Engineering), Vol.68, No.4(2014),p87-90
- (8) 特許:「個人認証装置および個人認証システム」(特許第5610439号)、登録日:平成26年9月12日
- (9) Kenneth Cukier, Viktor Mayer-Schoenberger: The Rise of Big Data, FOREIGN AFFAIRS, Vo.93, No.3, pp.28-40(2013)
- (10) ビクター・マイヤー＝ショーンベルガー: ビッグデータの正体 情報の産業革命が世界のすべてを変える、講談社(2013)

あとがき

ようやく AIIT PBL メソッドを冊子にして配布することができるようになりました。平成 17 年 4 月開学から平成 29 年 12 月現在まで 1,000 人を超える学生を受け入れてきましたが、本学で実施された PBL 型教育で人材育成に寄与してきた 12 年を振り返ると感慨深いものがあります。

近年社会人のリカレント教育が国家レベルでも重要視され、リカレント教育を受講する社会人の数を現在の約 50 万人から数年で 100 万人に倍増させるという KPI が閣議決定されたところです。大学院レベルの社会人のリカレント教育を考えた場合、従来は企業で開発研究に取り組んでいた人たちが大学院で博士の学位を取得することを目指すものだと考えられてきました。しかし、20 代までに学んだことで生涯を通じてエキスパートとして活躍することが難しい時代になりました。どの年齢層にとっても新しい知識やスキルを獲得することが生きがいのある生活を営む上で必要となってきたようです。このようなことを自学自習でやり遂げる方もいると思います。また、会社など組織内の教育が役立つことも多いでしょう。しかし、本学が実施してきた PBL を主体とした専門職学位課程の学位プログラムの成果をみると、社会人のリカレント教育のひとつの柱として AIIT PBL メソッドを広く普及させたいという思いが強くなります。

皆様の期待を裏切らないよう、これからもこの教育メソッドを改善、発展させていきます。本冊子を一読された方々のご意見、ご批判をお待ちしています。

平成 29 年 12 月 5 日(産業技術大学院大学開学記念日)
産業技術大学院大学 学長 川田誠一