

学習者経験に基づく高度ソフトウェア技術者教育プログラムの評価方法とその適用結果の評価

川野 篤子^{†1} 本山 勇司^{†1} 青山 幹雄^{†2}

概要：デザイン思考に基づく高度ソフトウェア技術者教育プログラムの評価方法を提案する。本稿では、デザイン思考のコンセプトに基づき学習者の学習経験に着目し、学習者の視点での学習経験に共感して評価する方法を提案する。学習経験の評価を視覚化する方法として、カスタマージャーニーマップ(CJM)の考えに基づきLJM(Learner Journey Map)を提案し、著者らが実施している約1年間にわたる高度ソフトウェア技術者教育プログラムに適用した。その結果、学習者視点で教育プログラムの進行課程を学習経験として評価が可能となり、かつ、今後の教育設計の課題を抽出できることを確認した。

キーワード：高度ソフトウェア技術者教育、企業内教育、デザイン思考、ユーザ経験、学習者経験

An Evaluation Method of Professional Software Engineering Education Programs Based on Learner's Experience and Its Practical Evaluation

ATSUKO KAWANO^{†1} YUJI MOTOYAMA^{†1} MIKIO AOYAMA^{†2}

1. はじめに

自動車産業を取り巻く事業環境は大きな変革期を迎えており、自動車部品メーカーでも新たな技術を開発し、既存技術を進化できる技術者の育成が急務である。

主戦略の一つである自動運転、高度運転支援技術の開発では、次世代を牽引する高度ソフトウェア技術者の育成が求められる。その教育では最先端の技術知識、スキルだけではなく、開発リーダとしての意識づけも狙う。そこで、より教育効果を高めるために、従来の講義形式ではなく、自ら学ぶ行動を促せるよう経験を重視する問題解決型教育(PBL)を設計して実践してきた[13]。

著者らはこれまでも教育効果が高く学習者の学習意欲を醸成できる教育プログラムの開発に取り組んでいる[10, 12]が、本稿では、特に高度ソフトウェア技術者教育プログラムの効果を高めるためのPBLの教育評価方法を、ユーザである学習者の学習経験の視点からデザイン思考に基づき提案する。

企業内教育は、限られたリソースの中で開発され、また、教育効果として事業への貢献が求められることから、事業戦略に基づき教育が設計される傾向がある。そこで、本稿では、デザイン思考のリーンスタートアップおよびユーザ中心設計のコンセプトに着目し[4]、早期フィードバックとユーザへの共感を取り入れた評価方法を提案する。この評

価方法では、学習者の学習経験をユーザ経験ととらえ、学習者への共感から問題を抽出、定義するアプローチをとる。

提案する評価方法を著者らが実践している高度ソフトウェア技術者教育プログラムに適用し、評価方法の効果を検証した。その結果、PBLへの学習者経験の評価から課題を発見できることが明らかとなったので、報告する。

2. 研究の背景

著者らは、図1に示すような教育体系に基づき、技術者教育を実施している。この教育体系は、教育の目的に基づき主に二つのカテゴリで構成されている。

(1) 選抜型教育

次世代の技術リーダの育成を目的としており、最新の技術知識、スキルの習得、および事業やリーダーシップへの意

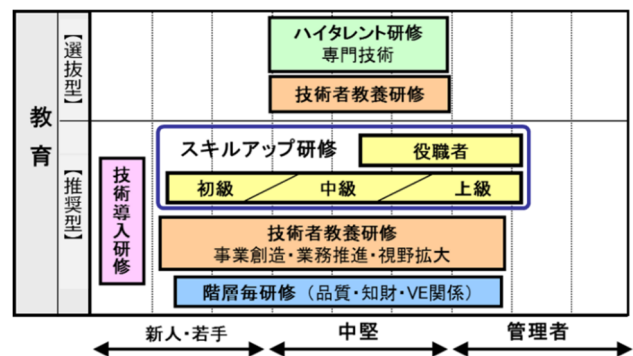


図1 技術者教育体系

Figure 1 Engineering Education System

†1 (株)デンソー
DENSO CORPORATION.
†2 南山大学
Nanzan University

識づけも狙う。部長推薦により指名された技術者が受講できる。

(2) 推奨型教育

基礎技術知識およびスキルの習得を目的としており、本人の希望により上司承認のもと受講できる。

事業環境の急速な変化にともない、いずれの教育でも学習者が多様となっていることが特徴である。なぜなら、企業内教育では、学習者の専門性やこれまでの業務経験にかかわらず、業務の必要性から新たな技術領域での知識、スキルを学ぶことも多いためである。よって、学習者の要求が多様化し、学習者が納得、共感し能動的に取り組める教育プログラムの設計が課題となっている。

また、企業内教育では、限られたリソースで早急に最先端の技術を取り入れる必要もある。しかし、事業戦略、人材育成、スキルの向上、など、教育に関わるステークホルダの要求も様々であり、要求のバランスを考慮した教育プログラム設計が求められる。

本稿では、上述(1)の選抜型教育を対象とする。この教育プログラムは次世代のソフトウェア開発を主導するリーダを育成することを目標としており、受講条件が設定されている。この受講条件を満たした学習者に限定されるため学習者数は1コースあたり10数名程度であり、(2)の教育と比較すると学習者の多様性が低く、そのユーザモデル、すなわちペルソナ[19]が明らかである。

本教育は、最先端の技術とリーダーシップを学ぶプログラムであり、この目標を達成するため様々な科目で構成されている[13]。各科目はおおよそ月に一回実施され、コース全体は約1年かけて修了となる。学習者は通常の業務と並行して教育を受けるため、限られた時間での学習効果が期待される。さらに、本教育プログラムでは次世代の技術リーダとしての意識をもって自ら学ぶ姿勢も問われる。

そのため、高度ソフトウェア技術者教育プログラムの設計では、限られたリソースで、教育効果があり、かつ学習者の学ぶ意欲に働きかけられる設計が求められる。

3. 研究課題

上述の背景をふまえると、対象とする教育プログラムについて、ステークホルダの視点での評価が必要である。しかし、本稿では、ユーザ経験(UX: User eXperience)に基づく学習者への共感を軸に評価するため、とりわけ、学習者の経験に基づく学習者視点からの評価とする。

具体的な研究課題は次の2点である。

RQ1: 学習者の視点から教育プログラムへの満足度を評価できるか?

RQ2: 学習者経験に基づく評価方法の適用結果から、評価方法が妥当であるといえるか?

4. 関連研究

4.1 デザイン思考

デザイン思考は様々な製品開発、製品設計を成功に導いてきた[4]。Brownらにより提唱され、Stanford大学で整理され、ユーザを起点とする次の5つのステップとしてまとめられている。

- (1) 共感(Empathize)
- (2) 問題定義 (Define the Problem)
- (3) 創造 (Ideate)
- (4) プロトタイプ (Prototype)
- (5) テスト (Test)

ユーザを起点とする開発アプローチとして「リーンスタートアップ」がある[22]。まず、最小限実現可能な製品(MVP: Minimum Variable Product)を作り上げ(Build)、その評価(Measure)から早期のフィードバック(Learn)を得る BML (Build, Measure, Learn)のループを繰り返す。

デザイン思考をリーンスタートアップのプロセスと統合したアプローチとしてデザインスプリントがある[3]。BMLと同様、「Understand」「Diverge」「Converge」「Prototype」「Test」のプロセスを繰り返してデザイン思考の技術を実践する具体的な方法が示されている。

デザイン思考を学ぶ教育に関する研究もあるが[6]、本稿で扱うような多くの制約をとまなう企業内技術者教育への適用の研究は少なく、確立されているとはいえない。

4.2 ユーザ中心設計

デザイン思考はユーザ中心の要求分析に基づくフレームワークである。ユーザの多様な要求を扱うため、従来の機能やサービスではなくユーザの行動や感情などの経験に着目した人間中心設計、さらにはその中で、UXを起点とするアプローチをとる。UXではユーザの立場に立って「共感(Empathize)」することでユーザ視点での「問題定義(Define the Problem)」を行い、「創造(Ideate)」「プロトタイプ(Prototype)」「テスト(Test)」のプロセスを繰り返し要求獲得の精度を上げる[3]。

UXにおけるツールとして、カスタマージャーニーマップ(CJM)やユーザストーリーマッピングがある[3, 17, 19]。CJMではユーザが要求を達成するまでの行動や感情などの経験を旅(Journey)ととらえて視覚的に表現することでユーザの要求を抽出、表現する方法である。

さらに、ユーザ中心設計のために、ターゲットとするユーザモデルを明確にして表現する方法としてペルソナが適用されている[1, 19]。学生のペルソナを設計する提案もあるが、その適用は限定的である[18]。

4.3 教育プログラム設計方法論

教育効果を高めるための教育プログラム設計方法論としてインストラクショナルデザインがある[20, 21]。その中で広く知られているのが ADDIE モデルである。このモデ

ルに基づき、分析(Analysis)、設計(Design)、開発(Development)、実施(Implement)、評価(Evaluation)のプロセスを実施するとともに、講師の育成や学習環境の開発なども含めてよりよい教育プログラム設計を目指す[21].

しかし、本稿で扱う技術者を対象とした企業内教育では、技術トレンドや最新技術を早急に教育プログラムに取り入れるため、常に次のプログラムへ反映すべき課題を把握する必要がある。よって、早い段階から教育の目標に優先順位をつけて設計するプロトタイピングやアジャイル開発の考え方が求められる[8].

4.4 企業内教育

問題解決型の企業内教育として、事業戦略を対象とするGEのWork-Outが知られている[26]. 組織改革が目的であり、教育の効果が事業に貢献するか否かを経営層が評価している。

また、高度ソフトウェア技術者向けの企業内教育としてモチベーションの重要性について言及する論文もある[9]. 著者らも、企業内教育において学習者のモチベーションに働きかける研修設計と評価の提案を行ってきた[12]. しかし、教育設計者の視点を中心であり、学習者の視点を取り入れた教育プログラムの構築には至っていない。

5. 教育プログラム設計へのアプローチ

5.1 デザイン思考とリーンスタートアップに基づく教育プログラム設計のアプローチ

本稿では、学習者経験に焦点を当てて、学習効果を評価するため、デザイン思考とリーンスタートアップを統合したアプローチを教育の設計に導入する。このアプローチに基づくフレームワークを図2に示す。ここで、リーンスタートアップのBMLループは、評価に基づくフィードバックを通じた開発プロセスであることに着目している。教育評価の目的で、リーンスタートアップのBMLのプロセスを、次の3つのプロセスとして再定義する。

- (1) 高度ソフトウェア技術者教育プログラムの構築(Build)
- (2) 学習者経験に基づく学習者視点からの評価(Measure)
- (3) 学習者視点からの課題発見(Learn)

現在の企業内教育は、事業環境の変化に対応しながら、

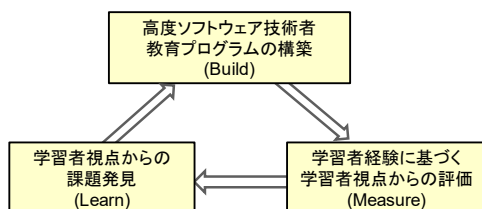


図2 デザイン思考に基づく教育プログラム設計プロセス

Figure 2 Education Development Process Based on Design Thinking

限られたリソースでより高い教育効果が求められる。そのため、最初から多くの要求を全て満たす教育プログラムの開発を目指すより、早期に課題を発見してフィードバックしプロトタイプを洗練していくリーンスタートアップとデザイン思考のアプローチが教育価値を迅速に高めることができる。と考える。

5.2 ユーザ経験に基づく評価

企業内教育は、ステークホルダが多様でその関係も複雑である。また、教育効果として事業への貢献が問われるため事業戦略や教育設計者の視点を中心となる傾向がある。したがって、ユーザ中心設計のアプローチは問題をとらえる視点を明確にするために有用である。と考える。

デザイン思考のアプローチでは、4.1で述べたように問題定義のためにユーザへの共感を起点としている。そこで、本稿では、学習者をユーザとしてとらえ、デザイン思考のアプローチの最初のプロセスである共感の概念を導入し、学習者への共感を中心とした教育効果の評価プロセスを実現する。さらに、学習者視点からの教育評価をもとに、次のリーンスタートアップに向けた課題発見につなげる。

また、教育品質を確保するための評価の考え方として、4段階の教育評価尺度が提唱されている[15]. 本教育プログラムでも、教育プログラム構築の視点からプログラムとしてのアウトプットとして修了課題を課している。しかし、本稿では、学習者中心のアプローチをとるため、レベル1である学習者のリアクションに焦点をあてる。

6. デザイン思考による高度ソフトウェア技術者教育プログラムの評価方法

6.1 デザイン思考に基づく教育プログラム設計プロセス

デザイン思考におけるBMLプロセスに基づき学習者視点で教育プログラムを評価し、その課題を発見する。

本稿では学習者視点による教育効果の評価方法を研究するため、図2に示すBMLの3つのプロセスの中で、特に、MeasureとLearnのプロセスに着目する。

5.1で述べたBMLの3つのプロセスの再定義に基づき、各プロセスの内容を以下のように定義する。

(1) 高度ソフトウェア技術者教育プログラムの構築 (Build)

PBLを導入した高度ソフトウェア技術者教育プログラムを構築する。この構築方法として要求工学の技術を用いており、その詳細は[13]で報告している。

(2) 学習者経験に基づく学習者視点からの教育プログラムの評価 (Measure)

学習者の教育プログラムへの共感に着目し、教育プログラムに対する満足度や役立度などの価値を評価する。そのため、学習者のペルソナを定義し、その視点に基づき、学習経験に着目した評価尺度と評価方法を定義する。

ここで、評価のために以下のアクティビティを行う。

- a) ステークホルダ分析と学習者のペルソナ定義

b) ペルソナに基づく学習者視点からの教育効果評価尺度と評価方法の定義

(3) 学習者視点からの教育プログラムの課題発見 (Learn)

学習者経験に基づく評価結果から、学習者視点の教育プログラムの課題を発見する。

6.2 ステークホルダ分析と学習者のペルソナ定義

6.2.1 ステークホルダ分析

本稿で対象とする高度ソフトウェア技術者教育プログラムの学習者は職場の上司の推薦により受講する。そのため、学習者と教育プログラムを取巻くステークホルダとその利害を理解しておくことは学習者のペルソナ定義をする助けになると考えている。よって、ペルソナ定義では、ステークホルダ分析とそれに基づくペルソナ定義の2段階のプロセスを考案した。

なお、ステークホルダ分析は教育プログラムの構築にあたって、教育プログラムへの要求を明らかにするために行っているの、本稿ではその結果のみを示す。

本稿で対象とする高度ソフトウェア技術者教育のステークホルダ分析結果を図3に示す。

(1) 学習者が所属する部署のマネージャ

事業目標の達成に関心があることから、学習者には事業の視点からソフトウェア技術に加え、それを適用する製品開発などの問題解決能力を習得することを期待している。

(2) 全社のソフトウェア技術者統括マネージャ

全社の技術者育成の戦略を担当し、企業戦略の視点から教育プログラムの効果に関心がある。

(3) ソフトウェア技術者教育設計者

限られたリソースで、いかに教育効果の高いプログラムを設計、実施するかに関心がある。そのため、学習者の知識、スキルなどの習得度に関心がある。

(4) 学習者

業務に貢献できる知識、スキルの習得に関心がある。

6.2.2 学習者のペルソナ定義

ステークホルダ分析と教育プログラム構築にあたって設定した学習者の人材像から、学習者ペルソナを図4のように定義した。ペルソナの定義方法は、Pruittらの提示しているスケルトン

分類	項目	内容
識別情報	年齢あるいは業務経験年数	30歳～35歳 5年～10年の業務経験
	仕事と役割	主として車載ソフトウェア開発 グループリーダー
技術と知識	業務	担当ソフトウェアシステムに関する深い技術、知識を有する
	ソフトウェア工学	最新の開発技術などの知識はあまり獲得できていない
状況		業務が繁忙しており、多忙であるので、学習に割り当てられる時間に制約がある
関心事	業務	開発の生産性や品質、納期短縮を要請されており、職場の開発のあり方を改善したいと考えている、また、上司からも求められている
	ソフトウェア工学	最新の技術を知りたいという意欲がある
ゴール		職場の改善を具体的に行える技術、問題発見・解決の能力など、それを実施するリーダーシップを習得する

図4 学習者のペルソナ定義
Figure 4 Learner Persona Definition

と定義すべき内容の構造化に基づき[19]、教育という問題のコンテキストに沿って定義した。

6.3 学習者視点の教育効果の評価尺度と評価方法の定義

6.3.1 学習者経験 (LX: Learner eXperience)の定義

デザイン思考では、ユーザ中心設計に基づきユーザ経験(UX)のアプローチをとる。そこで、本稿では、学習者の学習経験をユーザ経験ととらえ、それを学習者経験(LX: Learner eXperience)と呼ぶこととする。

UXのアプローチを教育における学習者経験(LX)に対応付け、図5に示すLXの3つのステージを定義した。

(1) 学習前

業務における課題を認識するステージである。課題を認識することにより、課題解決のために教育を受講することに興味を持つ。

(2) 学習中

教育を受講しPBLにおける模擬体験を通じて課題解決する方法への気づきを得るステージである。教育を修了する時点では、業務における課題解決への意欲が高まっている。

(3) 学習後

教育で得た気づきをもとに、業務の課題の解決への適用を試みるステージ。次なる課題を認識する。

6.3.2 LJM (Learner Journey Map)の定義

UXにおいてCJMを用いてユーザ経験を把握するのと同様に上述のLXを評価し、視覚化する方法としてLJMを提案する。

CJMでは、対象のサービスの出会いから感情や行動の変化をとらえる。しかし、本稿では対象とするサービス、すなわち、教育が明確である。そこで、LXについて図5に示すステージの中で、特に学習中のステージに焦点をあて、学習中における学習者の経験の変化として、学習者の感情や行動の変化をLJMで評価することを目的とする。

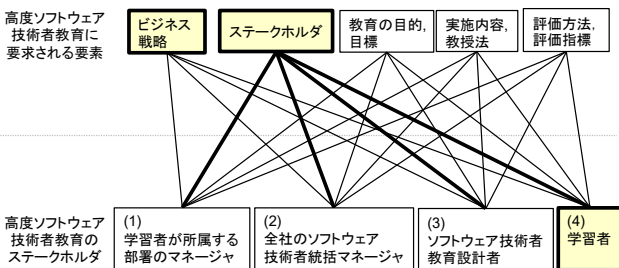


図3 高度ソフトウェア技術者教育のステークホルダ
Figure 3 Stakeholders in Professional Software Engineer Education

ここで、学習中の経験に注目することから LJM の構成を表 1 のように 3 つの項目について表現する。

(1) タッチポイント

プログラム全体の学習経験の変化を表現するため、タッチポイントを各回の科目としてテキストで表現する。

(2) 学習経験の評価

学習者の学習経験について経験値をジャーニーとして表現する。

(3) 学習経験の理由

学習経験値と学習者が評価した理由を文章で表現する。

表 1 LJM の構成

Table 1 Structure of LJM

項目	内容	表現方法
タッチポイント	プログラムを構成する科目	テキスト
学習経験の評価	学習者の学習経験値	ジャーニー
学習経験の理由	学習経験値の理由	文章

CJM では経験や感情あるいは行動の変化を定性的に表現することが多い。しかし、本稿で提案する LJM では学習者経験を定量的に視覚化することで、定性的な評価だけでは発見しづらい変化や課題を発見することを目的とする。

プログラム全体を視覚化した場合、変化の大きい部分、特に、下方への変化が多い学習者経験については改善の対象と考える。

6.3.3 教育プログラムの評価尺度と評価方法

学習者経験を次のように評価する。

(1) 学習者経験のスコープ

評価対象の教育プログラムの開始から終了までの所要期間は約 1 年間である。この全期間を学習者経験、すなわち LJ(Learner Journey)の期間と捉えて評価する。この教育プログラムは毎年実施しているので、評価結果は次年度の教育プログラムの構築に反映させることができる。

(2) 学習者経験の評価尺度

特に、企業内での教育プログラムであることから、6.2.1 ステークホルダ分析で議論したように、業務において役立つことが求められることから、「役立度」も評価指標とする。そこで、次の 3 つを定義する。

a) 理解度

学習者がプログラムの内容を理解できたと実感しているかを評価する。

学びの評価の基本をなす指標と考える。

b) 役立度

学習者はプログラムで学んだ内容が、自己の業務に貢献できたと実感しているかを評価する。

企業内教育は業務に役立つことを前提に実施される。そのため、学びが役立つと感じられるかどうかは重要な指標と考える。

また、役立ちそうであると期待して学ぶことは学びへの

モチベーションのためにも必要と考える。

c) 満足度

学習者はプログラムに満足できたと実感しているかを評価する。

学習者が満足するためには、理解度、役立度の両方が満たされることが必要であると考えられる。

(3) 学習者経験の評価方法

学習者経験の評価を行うため、プログラムの中からいくつかの科目で学習者アンケートを実施する。

回答は、1 から 5 の 5 段階評価で、5 はそう思う、1 はそう思わない、の降順である。また、学習者に共感できるように、各評価の詳細理由を自由記述できる設問とした。

(4) 影響分析

学習者経験同士の影響度を分析し、学習者が重要視する経験を抽出する。教育効果を高めるため、また効率的に教育を改善するため、改善すべき学習者経験に優先順位をつける。そして、優先順位の高いものから BML ループを通じたフィードバックを図る。

このための一つの手がかりとして、3 つの指標の内それぞれ 2 つの指標に対する次の a) から c) の 3 つの相関を分析することにより、指標間の依存関係を推定できると考えている。

a) 満足度-役立度

b) 満足度-理解度

c) 役立度-理解度

7. 高度ソフトウェア技術者教育プログラムへの適用

上述のアプローチに基づく評価方法を、著者らが所属する企業内で実施している高度ソフトウェア技術者教育に適用した。

7.1 高度ソフトウェア技術者教育プログラム

この教育では単にソフトウェア技術に関する知識とスキルの習得だけではなく、次世代のソフトウェア開発を担う技術リーダーの育成を目的としている。そのため、「問題解決型プログラム」、「ディスカッションと演習中心の反転授業」、「最新技術論とリーダーシップ論」の 3 つのコンセプトに基づき、ソフトウェア技術リーダーに必要な知識、スキルでプログラムが構成されている。付録の表 A にプログラム

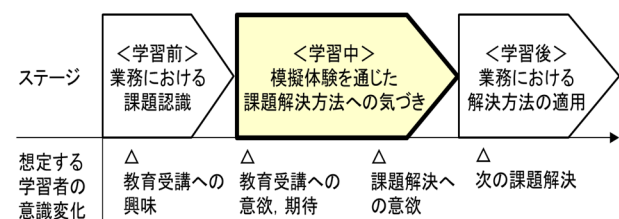


図 5 LX のステージ

Figure 5 Stages in LX(Learner eXperience)

全体の実施例を示す。

ソフトウェア技術者に必要な知識, スキルはSWEBOKで定義されており, ここに上述のコンセプトおよび著者らが所属する企業で重要と考えるプログラムを取り入れて実施している[13]. このコースを構成するプログラムを月に1度のペースで実施し, コース修了まで約1年を要している。

さらに, 講師として, 最先端の技術を扱う外部の研究者や大学の教員を招聘して最新技術を学ぶプログラムとなっている。さらに, 開発リーダーとして社内でのネットワークにとどまらず, 社外とのネットワークづくりにも意識を向けるよう促している。

7.2 高度ソフトウェア技術者教育プログラムのペルソナ

本教育は2.で述べた(1)選抜型教育に該当するため, 受講条件を満たした学習者に限定される。そのため, 1コースあたりの学習者数は10数名程度であり, そのユーザモデル, すなわちペルソナが明らかであり, 図4の定義に基づき次のように表現できる。

- (1) ソフトウェア技術者であり, 約7年の業務経験がある。
- (2) 業務は車載ソフトウェアの設計である。
- (3) 業務を通じて, あるいは, 専門分野として, ソフトウェア開発の一通りの知識とスキルを習得している。
- (4) 部署では中堅であり, マネジメントスキルやリーダーシップにも興味を持っている。
- (5) 次世代のソフトウェア開発リーダー候補としての成長を期待している。また上司からの薦めもあり, この教育を受ける。

8. 評価方法の適用と結果

8.1 適用の目的と方法

本稿での評価の目的は, 5.2で述べたように対象とするユーザは学習者であり, 教育プログラムの継続的改善のために, 「学習者が教育に満足しているか」, そして, 課題発見のため「学習者視点で問題は何かを特定すること」である。

8.2 評価の対象とする科目

付録の表Aに示した高度ソフトウェア技術者教育プログラムの中から表2に示す5つの科目を対象に, 本稿で提案

表2 評価対象の科目

Table 2 Selected Learning Units for Evaluation

評価対象とする科目		本稿でのプログラム番号
3	哲学 2	リーダーシップ
5	実践 3	問題解決アプローチ
6	技術 1	プロセス設計
11	技術 4	要求工学
14	技術 7	ソフトウェアプロダクトライン

する評価方法を適用した。学習者数(n)は11名である。しかし, 欠席などの理由により, 科目によってはn<11の場合がある。

8.3 学習経験の評価

本稿で提案するLJMを用いて学習者の経験を視覚化し, その学習経験を評価した。

視覚化する評価項目は, 各科目で経験できる学習者経験の尺度として設定した満足度, 理解度, 役立度の変化である。図6に個々の学習者のLJMを, 図7に全員のLJMの分布を示す。図6に示すLJMでは, 学習者の経験値を縦軸, 各科目における学習者経験を横軸に設定し, 学習者毎の経験の変化を表す。図7は横軸にプログラム毎の評価点を奥行きに3つの評価尺度を, 縦軸に評価尺度毎の評価点を回答した学習者の人数を示す。

(1) 学習者の教育への満足度

満足度については高い水準で評価されていることがわかる。ただし, 一部の科目においては変動がみられるため, ここではなんらかの要望すなわち問題定義へのヒントがあると考えられる。

(2) 学習者視点での教育の課題発見

ここで, 科目3, 4, 5において経験値に変動があった。まず, 科目3, 4において, 理解度は比較的大きく変動している。また, 科目5において, 満足度は比較的大きく変動している。

これらの変動はそれぞれ別の学習者が示しており, その理由を次のように説明している。

a)科目3: 課題解決プロセス

目標設定および課題設定の重要性は理解できたが, 課

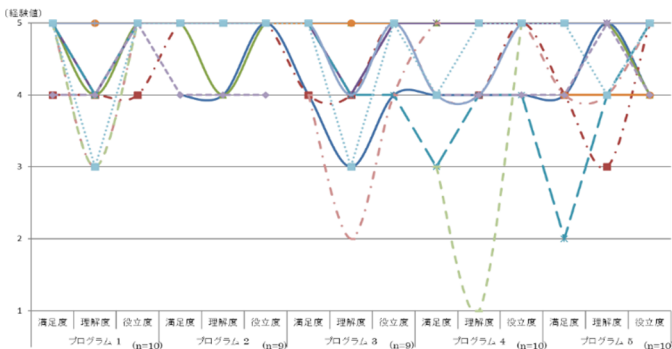


図6 複数科目から成る教育プログラム通した学習者経験のLJM
Figure 6 LJM across Multiple Learning Units

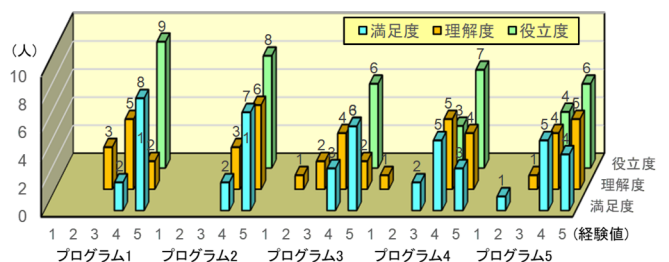


図7 複数科目から成る教育プログラム通したLJMの分布
Figure 7 Distribution of LJM across Multiple Learning Units

題解決を実践する際の詳細かつ具体的な方法やプロセスを学べることを期待していた。

b) 科目 4: 要求工学

要求工学の技法を学べた点は満足しているが、実際に自分が業務で直面している問題の解決への糸口を期待していた。学んだ技法を実践する場合の具体的な方法を習得できなかった。積極的に質問すべきであった。

c) 科目 5: ソフトウェアプロダクトライン

事前学習を実施しなかったため、講義の内容についていけなかった。プロダクトラインのコンセプトは理解できたが、実際の開発にこのコンセプトを適用するのは難しいと感じた。適用する際の実践的な方法を学びたい。

これらの共通するキーワードは「実践」であった。つまり、学習者が実際の開発事例への適用をイメージできる学習経験の機会を取り入れることが必要である。

また、これを実現するためには、上記 c) のコメントにあるように、学習レベルのばらつきがあると教育効果を得られにくい。そのため、学習者が事前に最低限の知識を習得できているよう促す必要もある。

8.4 教育効果向上の主要因の分析

企業内教育では、限られたリソースの中でより高い教育効果が求められる。そのため、どの学習者経験が教育効果への影響が高いか、すなわち、どの経験を重点管理すると効率よく教育効果を高められるかを学習者経験の尺度間の相関係数を用いて評価した。学習者経験の三つの尺度として設定した、満足度、理解度、役立度について、理解度と満足度、理解度と役立度、満足度と役立度の間の相関係数を科目毎に図 8 に示す。

図 8 から、科目 2, 4 において、満足度と理解度は強い相関を示した。学習者が科目の内容を理解できていると、学習した経験に満足するといえる。

科目 3 においては、満足度と理解度はやや相関があり、科目 2, 4 と同じ傾向であるといえる。

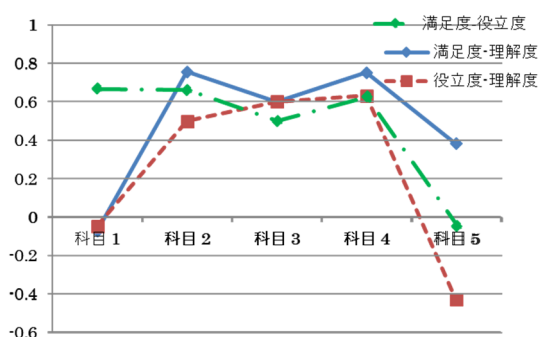


図 8 満足度と役立度、満足度と理解度、役立度と理解度の相関関係

Figure 8 Correlation between Satisfaction and Contribution, Satisfaction and Comprehension, and Contribution and Comprehension

科目 5 においては、満足度と理解度との相関係数は 0.4 となり正の弱い相関を示したが、理解度と役立度との相関係数は -0.4 となり負の弱い相関であった。これは、学習者が科目 5 の内容を理解できているとき学習した経験に満足するが、学んだ内容が必ずしも自身の業務に役立つとは実感していない、といえる。

この結果から、科目 5 について、7.3(2)で述べた「実践的」もふまえ、業務へ貢献できる内容であるかどうかの観点で改善する必要があることが明らかとなった。これは、従来では、分からなかったことである。

また、図 8 より、科目 1, 2, 3, 4 については、やや強い相関があるといえる。これは学習者の経験が業務に貢献できると実感すると満足度も高く評価されるためといえる。しかし、科目 5 については両者の相関係数はほぼ 0 に近くっており相関は見られなかった。これは業務へ貢献できると実感しても学習に満足できなかった、または、学習に満足しても業務に貢献できると思わなかった、のいずれかであり、改善対象として分析が必要と考えられる。

9. 考察

企業内教育では事業戦略が優先されることがあり、事業環境の変化を早期に反映する必要がある。また、開発のリソースも限られるため、早期に改善するためにはステークホルダである学習者の視点も必要であると考ええる。

そのため、本稿では、リーンスタートアップや人間中心設計のコンセプトに基づくデザイン思考に着目した。ユーザである学習者の視点で早期に教育を評価して問題を抽出する評価方法を著者らが社内で実施している高度ソフトウェア技術者教育プログラムに適用した。

現状の PBL を LJM で評価すると概ね良好であることを視覚的に評価でき、また、教育効果に影響する要因の分析から、学習者の視点で改善対象の科目と課題を特定できた。

企業内教育では多様なステークホルダが関わり、また、早期のフィードバックが求められるため、対象とする学習者のペルソナを特定し、そのペルソナへの共感を通して評価し、次の BML プロセスにつなげる方法の有用性に期待できる。

10. 今後の課題

提案評価方法の効果や妥当性を継続して検証したい。まず、今回抽出した問題を適用して教育プログラムを改善し、再度 BML ループをまわして評価したい。さらに、他の教育プログラムにも評価方法を適用して効果を検証したい。

また、学習者視点による学習経験の評価とした場合、今回の評価指標が妥当であるか、ほかに評価すべき指標はないかもあわせて検証したい。

11. まとめ

企業内技術教育の評価方法を提案し、高度ソフトウェア技術者教育プログラムに適用した。

企業内教育は、限られたリソースの中で開発され、また、教育効果として事業への貢献が求められることから、事業戦略に基づき教育が設計される傾向がある。また、ステークホルダが多いため、ステークホルダ分析に加えて対象とする学習者のペルソナを明確にしたうえで学習者の視点から共感して評価する必要がある。

本稿では、提案した評価方法に基づき学習者のペルソナの視点からLJMで評価した結果、概ね、学習者は教育プログラムの設計者の期待どおりに評価していることが明らかにできた。一方、LJMから学習者視点からの課題も発見できた。これによって、教育効果をより高めるために、何を改善すべきであるかも抽出でき、提案した評価方法が有用であることを確認した。

今後は、継続してBMLプロセスを適用して評価方法を検証し、評価指標の妥当性の確認など評価方法の精度を高めたい。

謝辞: 本プロジェクトを支援いただきました(株)デンソー湯川 晃宏氏、磯貝 恵美子氏、古畑 慶次氏、に感謝します。

参考文献

- [1] M. Aoyama, Persona-Scenario-Goal Methodology for User-Centered Requirements Engineering, Proc. RE 2007, IEEE, Oct. 2007, pp. 185-194.
- [2] C. Aşıksoy and F. Özdamli, Flipped Classroom Adapted to the ARCS Model of Motivation and Applied to a Physics Course, Eurasia J. of Mathematics, Science & Technology Education, Vol. 12, No. 6, 2016, pp. 1589-1603.
- [3] R. Banfield, Design Sprint: A Practical Guidebook for Building Great Digital Products, O'Reilly, 2015.
- [4] T. Brown, Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation, Harper Business, 2009.
- [5] A. Cooper, The Inmates are Running the Asylum, SAMS, 1999.
- [6] C. Dym, et al., Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning, J. of Engineering Education, Jan. 2005, pp. 103-120.
- [7] K. Eaton, Motivational Factors and Educational Attainment of Software Engineers, PhD Dissertation, Graduate Faculty of the School of Business Administration, Northcentral University, 2016.
- [8] G. C. Gannod, et al.: Using the Inverted Classroom to Teach Software Engineering, Proc. of ICSE '08, ACM, May 2008, pp. 777-786.
- [9] T. Hall, et al., What Do We Know about Developer Motivation?, IEEE Software, Vol. 25, No. 4, Jul.-Aug. 2008, pp. 92-94.
- [10] R. Hartson and P. S. Pyla, The UX Book, Morgan Kaufmann, 2012.
- [11] M. Käpyaho and M. Kauppinen, Agile Requirements Engineering with Prototyping, Proc. RE 2015, IEEE, Aug. 2015, pp. 334-343
- [12] A. Kawano, et al., A Model and Evaluation Method of Learning Motivation in the Education and Training of Professional Engineers, Proc. of TALE 2016, IEEE, Dec. 2016, pp. 311-318.
- [13] K. Kobata, et al., Software Engineering Education Program for Software Professionals of High Competency at DENSO, Proc. of APSEC 2013, IEEE, Dec. 2013, pp. 117-122
- [14] J. M. Keller, Motivational Design for Learning and Performance, The ARCS Model Approach, Springer, 2010.

- [15] D. L. Kirkpatrick, Evaluating Training Program: The Four Levels, Berrett-Koehler, 2005.
- [16] K. Nakajima, et al., Verification of the Practical Uses of the ARCS-V Model, Proc. of iCoME 2013, Aug. 2013, 6 pages, http://icome2013.iwd.jp/program/pdf/1p_PDF/A47.pdf.
- [17] J. Patton, User Story Mapping, O'Reilly, 2014.
- [18] D. T. D. Phuong, et al., Estimating Student Persona through Factorization of Learning Portfolio, Proc. of R10-HTC 2013, IEEE, Aug. 2013, pp. 221-226.
- [19] J. Pruitt and T. Adlin, The Persona Lifecycle, Keeping People in Mind Throughout Product, Morgan Kaufmann, 2006.
- [20] C. M. Reigeluth, Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status, Routledge, 2012.
- [21] R. C. Richey, et al., The Instructional Design Knowledge Base Theory, Research, and Practice, Routledge, 2011.
- [22] E. Ries, The Lean Startup, Crown Business, 2011.
- [23] A. Shahri, et al., Engineering Software-Based Motivation: A Persona-Based Approach, Proc. of RCIS 2016, IEEE, Aug. 2016, pp. 1-12.
- [24] M. Shaw, Software Engineering Education: A Roadmap, The Future of Software Engineering, ACM Press, Jun. 2000, pp. 373-380.
- [25] D. Towey, Lessons from a Failed Flipped Classroom: The Hacked Computer Science Teacher, Proc. of TALE 2015, IEEE, Dec. 2015, pp. 11-15.
- [26] D. Ulrich, et al., The GE Work-Out, McGraw-Hill, 2002.
- [27] M. Yilmaz, et al., Software Developer's Journey: A Story-Driven Approach to Support Software Practitioners, Proc. of EuroSPI 2016, LNCCIS Vol 633, Springer, Sep. 2016, pp. 203-211.

付録

表 A: 高度ソフトウェア技術者教育プログラム

Table A Programs of Professional Software Engineer Education

No.	カテゴリ	プログラム
1	哲学 1	役員講話
2	実践 1	ポジションペーパー
3	哲学 2	リーダーシップ
4	実践 2	ソフトウェア開発プロセス
5	実践 3	問題解決アプローチ
6	技術 1	プロセス設計
7	技術 2	実践研修の進め方
8	技術 3	メトリクス
9	哲学 3	OB 講話
10	実践 4	成果進捗発表
11	技術 4	要求工学
12	技術 5	ソフトウェアテスト
13	技術 6	ソフトウェアテスト
14	技術 7	ソフトウェアプロダクトライン
15	実践 5	成果進捗発表
16	技術 8	ソフトウェアアーキテクチャー
17	技術 9	モデリング
18	技術 10	データマイニング
19	実践 6	成果進捗発表
20	哲学 4	ライトニングトーク
21	技術 11	ソフトウェア品質保証戦略
22	技術 12	(オブション)
23	実践 7	論文
24	哲学 5	ライトニングトーク
25	哲学 6	IT マネジメント
26	哲学 7	ライトニングトーク
27	哲学 8	リーダーシップ
28		最終発表