

# 博士論文

## 学習者経験モデルに基づく企業内技術者教育プログラム 設計方法に関する研究

D2019SE001 川野 篤子

指導教員 青山 幹雄

2020年1月

南山大学大学院 理工学研究科 ソフトウェア工学専攻

---

## A Design Methodology of Education and Training Programs for Professional Engineers Based on Learner Experience Model

D2019SE001 Atsuko Kawano

Supervisor Mikio Aoyama

January 2020

Graduate Program in Software Engineering  
Graduate School of Science and Engineering  
Nanzan University

## 要約

本研究では企業内技術者教育プログラムの教育効果を高めるため、ユーザ中心設計およびデザイン思考に基づく教育プログラム設計方法を提案する。

従来、教育プログラムの設計における評価では、学習後の学習者のパフォーマンスやアンケートなど、集合的で総括的な教育プログラムの評価が中心である。これに対し、本研究では個々の学習者の視点に着目し、学習後ではなく学習過程において形成的に評価するアプローチをとる。ここで、ユーザ中心設計およびデザイン思考のコンセプトから、ユーザすなわち学習者への共感(Empathy)に基づく教育プログラムの設計プロセスを提案したうえ、教育プログラムの問題をその学習過程で発見して迅速なフィードバックを可能にする評価方法を提案する。学習過程における評価を実現するため、個々の学習経験を視覚化する方法として、ユーザエクスペリエンス(ユーザ経験, UX)デザインの方法であるカスタマージャーニーマップ(CJM: Customer Journey Map)を応用した学習者ジャーニーマップ(LJM: Learner Journey Map)を提案する。

提案する教育プログラム設計方法がある企業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。適用して収集したデータの分析から、学習過程における教育プログラムの学習者経験に基づく教育プログラムの問題抽出が可能となることを示した。さらに、問題抽出が継続的な教育プログラム改善に有用であることを確認した。

本研究は要求工学の技術である UX デザインや、デザイン思考を基礎として教育プログラム設計方法を提案し、実際の教育プログラムで有効性を示した点から要求工学とソフトウェア工学教育の両分野へ貢献する。

## Abstract

This thesis proposes a design methodology of education and training programs for professional engineers to enhance their capabilities based on the “User-Centered Design” and “Design Thinking”.

Conventionally, assessments in educational effects have focused on performance by final examinations, or collective assessments through surveys after completing the programs from the viewpoint of educators.

In contrast, this research takes an approach to learner-centered assessments by learner experiences and in-process assessments. The author proposes the design method of education and training programs by the evaluation with empathy to the users, that is, learners. The proposed method enables us to identify problems in the process of the education and training programs, and feedback to the programs during the progress. Additionally, this thesis proposes a representation method, LJM (Learner Journey Map) to visualize the individual learner experiences, which is based on CJM (Customer Journey Map) introduced in UX (User eXperience) design.

This research applied the proposed design method to an education and training program for professional software engineers. The analysis collected from the application proved the effectiveness and validity of the proposed design method.

This research extended the UX design and the techniques of design thinking in requirements engineering and proposed the design methodology of education and training programs for professional engineers. Therefore, it can be concluded that this research can contribute to the advancement in both requirements engineering and education in software engineering.

# 目次

<b>1</b>	<b>はじめに.....</b>	<b>5</b>
1.1	研究の背景.....	5
1.2	研究の目的.....	5
1.3	本論文の構成.....	6
<b>2</b>	<b>研究課題.....</b>	<b>7</b>
2.1	学習者経験に基づく教育プログラムの効果の評価.....	7
2.2	学習者経験に基づく教育プログラム設計方法の妥当性の評価.....	7
<b>3</b>	<b>関連研究.....</b>	<b>8</b>
3.1	人間中心設計.....	8
3.1.1	ユーザエクスペリエンス(UX).....	8
3.1.2	デザイン思考.....	9
3.1.3	リーンスタートアップ.....	10
3.2	UXの可視化.....	11
3.2.1	ペルソナ.....	11
3.2.2	シナリオ.....	11
3.2.3	カスタマージャーニーマップ.....	11
3.2.4	エクスペリエンスマップ.....	12
3.3	UXの評価.....	13
3.3.1	質的研究の測定.....	13
3.3.2	UX評価手法.....	13
3.4	教育設計論.....	15
3.4.1	アクティブラーニング.....	15
3.4.2	インストラクショナルデザイン.....	15
3.4.3	教育評価.....	16
3.5	企業内高度ソフトウェア技術者教育.....	18
3.5.1	企業内高度ソフトウェア技術者とその教育プログラム設計.....	18
3.5.2	企業内教育.....	18
<b>4</b>	<b>教育プログラム設計へのアプローチ.....</b>	<b>19</b>
4.1	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位置づけ.....	19
4.2	UXに着目した教育プログラムの評価方法.....	20
<b>5</b>	<b>学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価方法.....</b>	<b>21</b>
5.1	学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価モデル.....	21
5.2	学習者のペルソナ定義.....	23
5.3	学習経験の定義.....	24
5.3.1	第1階層の学習経験.....	24
5.3.2	第2階層の学習経験.....	24
5.3.3	学習者経験の抽出方法.....	24
5.4	LJMを用いた学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価.....	25
5.4.1	LJMの定義.....	25

<b>6</b>	<b>高度ソフトウェア技術者教育プログラムへの適用</b> .....	<b>27</b>
6.1	高度ソフトウェア技術者教育プログラムの概要.....	27
6.1.1	適用対象の教育プログラムの位置づけ.....	27
6.1.2	適用対象の教育プログラムの構成.....	27
6.1.3	適用対象の教育プログラムのペルソナ.....	27
6.2	評価方法の適用.....	30
6.2.1	評価方法の適用の目的と方法.....	30
6.2.2	評価の対象科目.....	31
<b>7</b>	<b>高度ソフトウェア技術者教育への2階層評価方法の適用結果</b> .....	<b>32</b>
7.1	第1階層の教育プログラムにおける学習者経験の評価.....	32
7.1.1	学習者経験に基づく教育プログラムの効果.....	32
7.1.2	学習者視点による教育プログラムの課題発見.....	33
7.2	第2階層の科目における学習者経験の評価.....	35
7.2.1	学習者経験に基づく科目の効果.....	35
7.2.2	学習者視点による科目の問題発見.....	36
7.3	設計プロセスのループを経た第2階層の科目における学習者経験の評価.....	38
7.4	学習者ペルソナの評価.....	40
<b>8</b>	<b>考察</b> .....	<b>43</b>
8.1	研究課題についての考察.....	43
8.1.1	学習者経験に基づく教育プログラムの効果の評価における意義.....	43
8.1.2	学習者経験に基づく教育プログラム設計方法の妥当性とその意義.....	43
8.2	企業内教育プログラムにおける学習者経験に基づく2階層評価の実践的意義.....	44
<b>9</b>	<b>今後の課題</b> .....	<b>45</b>
9.1	学習者経験に基づく教育プログラム設計方法の企業内プログラムへの適用.....	45
9.1.1	評価指標の妥当性.....	45
9.1.2	学習者ペルソナの多様性.....	45
9.2	学習者経験に基づく設計方法の他分野の教育プログラムへの適用.....	45
<b>10</b>	<b>まとめ</b> .....	<b>46</b>
	謝辞.....	47
	参考文献.....	48
	研究業績.....	51
	付録.....	52

# 1 はじめに

## 1.1 研究の背景

AI, ビッグデータ, IoT(Internet of Things)などの高度情報技術は, 今や社会活動や企業活動に不可欠となっている. これらの技術を活用できる高度 IT 人材はあらゆる企業で不足しているが, 今後, 高度 IT 人材の必要性は一層高まると予測されている. これらの高度 IT 人材の中で, 高度情報技術を活用してソフトウェアシステムを実現する人材を本研究では高度ソフトウェア技術者と呼ぶこととする. 企業において, 高度ソフトウェア技術者の育成は喫緊の課題となっている. こうした高度ソフトウェア技術者を自社内で育成する戦略をとる企業も多い[11].

本研究で対象とする高度ソフトウェア技術者とは, 最先端の技術, スキルを習得しているだけではなく, 開発リーダーとして, 次世代のソフトウェア開発を牽引できる人材として定義する. そのため, その教育プログラムの開発では, 知識, スキルの習得だけではなく, 習得した知識, スキルを活用して開発現場での様々な課題に対する解決方法を提案し, 推進できる能力をもった人材を育成することを目指している.

このような技術者教育プログラムにおいて教育効果を高めるためには, 講義型あるいは知識付与型の教育ではなく, 教育を通じて自らが学ぶ行動を促せるように経験を重視する問題解決型教育(PBL: Problem-Based Learning)の設計と実践が求められている[22][29][30].

また, 企業内教育では, 教育の成果が事業に貢献できることが求められ, 事業戦略に基づき教育が設計される傾向がある. そのため, 企業戦略に基づく教育プログラムの開発方法[22]や学習者の視点から学習意欲を醸成できる教育プログラムの開発が研究されてきた[14][15][21]. しかし, これらの教育プログラム開発における従来の評価は, 一般に, レポートやテストなどの学習後のパフォーマンスや, 教育終了後の学習者アンケートなど, 学習の終了時点における集合的で総括的な評価方法であった. このような評価方法では個々の学習者の視点からの学習プロセスにおける問題点の発見が困難であるため, 教育プログラムにおける問題を発見できる新たな評価方法が必要である.

## 1.2 研究の目的

本研究の目的は, 高度ソフトウェア技術者教育プログラムの設計で, 学習者を教育プログラムという一つのシステムのユーザととらえ, このシステムにおけるユーザ経験(UX: User eXperience)の概念から, 学習者経験(LX: Learner eXperience)に基づく評価モデルを導入した教育プログラムの設計方法の提案を通じて教育プログラムの効果を向上させることである.

この目的を達成するため, ユーザ中心の視点から, 設計プロセスとしてデザイン思考のフレーム, およびソフトウェア開発における要求獲得フェーズで適用される UX 開発手法の利点を分析し, 教育プログラムの学習過程における個々の学習者の学習経験から, 学習者経験に基づく評価モデルを導入した教育プログラム評価方法を提案する.

この学習者経験に基づく評価モデルでは, 次の二つの点での効果を期待する. 一つ目は, 教育プログラムをシステムととらえることにより, 教育プログラムとそれを構成する科目の階層において評価できる点である. すなわち, システムとモジュールの関係のように, 教育プログラムと科目が構成され, それらの 2 階層において評価することで, 問題がどこで発生しているかを特定する. 二つ目は, 評価において学習者の教育におけるパフォーマンスの評価ではなく, 学習者の学習経験に基づき教育プログラムを評価できる点である. すなわち, システム開発者ではなく, ユーザ視点でシステムを評価することで, よりユーザに共感した教育プログラムの設計を可能にする.

提案する学習者経験に基づく教育プログラム設計方法を企業内教育の評価において適用した結果を評価し, この方法の妥当性と有効性を示す.

### 1.3 本論文の構成

本論文の構成を以下に示す。

第2章は研究課題について説明する。第3章は関連研究について述べる。第4章は教育プログラム設計と評価へのアプローチを示す。第5章は学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価について、2階層評価モデルとLJMを用いた2階層評価方法について説明する。第6章は提案する設計方法を適用する教育プログラムの概要、第7章は提案する教育プログラム設計方法の適用結果についてペルソナの評価を含めて示す。第8章は提案する設計方法についての考察を述べる。第9章は今後の課題、第10章は本稿のまとめを述べる。

## 2 研究課題

企業では事業環境の変化に柔軟に対応するために、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、スキルが求められることもある。そのため、経営層だけではなく、学習者からの教育プログラムへの要求が多様化しており、教育効果を向上させるためには、これらの要求への迅速な対応と、学習者が意欲をもって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、学習者は、通常、業務に従事しており、学習のタイミングや学習時間が限られているため、この限られた時間で教育効果を得られる教育プログラムが求められる。こうした状況において、教育設計者は効率よく効果的な教育プログラムを設計し改善する必要がある。

また、事業戦略、人材育成、スキルの向上、タイムリーな最先端の技術の追加など、教育に対する様々な要求もあり、これらの要求のバランスをとった教育プログラム設計のためには、教育を提供する側の視点だけでは、教育評価において十分にその問題点を抽出できるとはいえない。

本研究では、学習後の定点での評価ではなく、教育プログラムの実行中に、その学習過程における学習者経験から教育プログラムを形成的に評価でき、問題の早期発見と早期フィードバックを可能とする設計方法を提案する。

### 2.1 学習者経験に基づく教育プログラムの効果の評価

企業内教育では、上述の環境のため、教育を提供する側の視点で教育プログラムが設計される傾向がある。また、従来の教育評価では、学習中のレポートなどのポートフォリオや修了テストで測定するパフォーマンスの評価、あるいは学習者のアンケートによる教育プログラムの総括的評価が一般的である。

しかし、教育効果のためには、学習者自身が教育プログラムに意欲的に取り組めること、すなわち、教育プログラムでの学習を通じて学習者の課題を解決できる学習過程によって達成感を実感できることが必要である。

本研究では、学習者の立場に立つことに主眼を置き、学習者の学習経験に基づく教育プログラムの効果の評価を課題とする。

### 2.2 学習者経験に基づく教育プログラム設計方法の妥当性の評価

企業内教育では、学習者は限られた時間で学び、技術の進化を先んずるため、学びの成果を早急に業務に生かす必要がある。そのため、教育設計では、教育実施後に評価してその結果をフィードバックする逐次的なプロセスが一般的であるが、企業内教育の設計では、早期の問題発見と早期フィードバックのための俊敏なプロセスが求められる。

また、人材育成のねらいによっては、学習者は、知識やスキルの習得のために単一の科目を学ぶだけではなく、科目の集合体による教育プログラムを通じて徹底して育成されることもある。この多層構造においても効率よく教育プログラムの効果の評価でき、改善に向けた問題点を特定できる必要がある。

本研究では、学習者の視点を保ちつつ段階的に教育プログラムを評価し、抽出した問題の改善につなげられる設計方法の確立を課題とする。

## 3 関連研究

本研究の関連研究として、ソフトウェアシステム開発における要求の扱いの観点から人間中心設計、UX の可視化、および UX の評価について、また、教育の観点から教育設計論、および企業内高度ソフトウェア技術者教育について述べる。

### 3.1 人間中心設計

人間中心設計(HCD: Human Centered Design)については、人とシステムの相互作用(インタラクション)をよりよくする設計を支援するプロセスとして ISO9241-210 で定義されている。ここで、システムの定義は広く、ソフトウェア製品やウェブシステムから、プロセスを制御するシステムや携帯電話なども含まれ、人と作用する製品やサービスが対象である。HCD では、誰もが利用する可能性の点から、ユーザの多様性への配慮が重要である。

この人間中心に基づくアプローチとして、ユーザエクスペリエンス(UX)、デザイン思考、リーンスタートアップがある。

#### 3.1.1 ユーザエクスペリエンス(UX)

UX は製品やサービスに関するユーザの行動や感情などの「経験」に着目する考え方である。

UX の概念は、その定義やアプローチの方法論が定まっていないために、様々な提案がされている。また、UX がユーザビリティや感性に近い意味で使われることもある[25]。

ユーザビリティは ISO9241-11 において「ある製品が、特定のユーザによって、特定の利用状況において、指定された目標を達成するために用いられる際の、有効さ、効率、ユーザの満足度の度合い」と定義されている。ユーザの満足度は有効さや効率に影響されるため、製品がユーザにとって有効で効率的であれば満足されるが、満足されても有効で効率的であるとは言い切れない。そのため、ユーザビリティは、ユーザが満足できる経験をもたらす特性ともいえる[25]。また、満足度は信頼性や互換性といった品質特性に関する総合的な評価が関与しているため、製品に対する総合的な指標と考えられる。

ユーザビリティだけでは、ユーザが製品やシステムを利用しているとき、およびその前後で利用に関する行動やインタラクション、あるいはうれしさを表現しきれず、ユーザの「経験」に着目されるようになった。

2010年に公開された UX 白書では、UX の概念が心理学的なものからビジネス的なものまで幅が広く、その多様性をカバーする定義がまだ存在しないと指摘されている。しかし、UX 白書では時間軸の概念があり、製品、サービスを利用しているときだけではなく、その前後の時間でも累積的なユーザ経験があるとされる[45]。



### 3.1.2 デザイン思考

デザイン思考(Design Thinking)は、様々な製品開発における問題発見と解決の方法論である[5][8]。Brownらにより提唱され、Stanford 大学で整理された。人間中心を原則とし、図 3.1 に示すユーザを起点とする 5 つのステップで開発プロセスが構成されている点が特徴である。

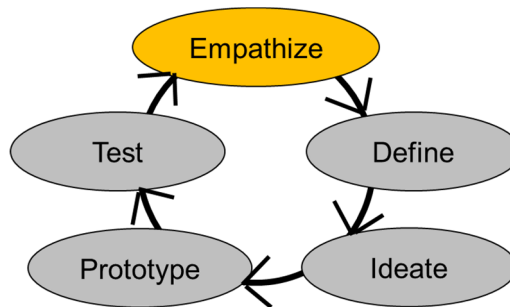


図 3.1 デザイン思考の5つのステップ

#### (1) ステップ 1: 共感(Empathize)

人間中心のため、デザイン思考の過程で核となる重要な段階である。

デザインの対象とするコンテキストで人々を理解する作業を通じて、インサイトを発見しようとする。インサイトとは、本人も気づいていないような事実や、潜在的な心の動きであり、革新的な解決策はインサイトから生まれる。

#### (2) ステップ 2: 問題定義(Define)

ユーザへの共感から得られた様々な情報に意味づけし、デザインの対象における問題の焦点を絞り込む段階である。絞り込んだものは「Point of View (着眼点)」と呼ばれ、この着眼点について行動を起こせる問題定義文を作成する。より狭く焦点を絞った問題定義文は、次のステップでアイデアを創造するときに良質な解決を生み出す傾向にある。

#### (3) ステップ 3: 創造(Ideate)

ユーザの解決策を作成するために、アイデアの可能性を最大限に広げる段階である。最善策を見つけるのではなく、アイデアの幅を広げることが大切である。何が最善策であるかは、後のステップであるテストとフィードバックで明らかになるためである。

#### (4) ステップ 4: プロトタイプ(Prototype)

ユーザが対話できるものであれば、低品質でもよいので素早く低コストでプロトタイプを作る。ユーザの感情や反応を得るためには、物理的な環境を通じてユーザが何かを経験できることが理想である。

#### (5) ステップ 5: テスト(Test)

プロトタイプに対してユーザからのフィードバックを得る段階である。ユーザを理解する機会となるため、ユーザが解決策を好きかどうか尋ねる検証作業が大切である。ユーザにより経験をしてもらうためには、ユーザが実際に生活する環境でテストできることが理想である。

これらの 5 つのステップを反復することにより、ユーザ視点で問題を発見し、また、その解決のヒントを得て開発対象の製品を洗練する。

ユーザの視点を特徴とするため、主として GUI などのユーザとの接点をもつソフトウェアの開発方法のフレームワークである。

デザイン思考を学ぶ教育に関する研究もあるが[9]、著者の知る限り、本研究で対象とする企業内技術者教育への適用の研究はなく、教育設計あるいは評価に利用されているとはいえない。

### 3.1.3 リンスタートアップ

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(Lean Startup)がある[41]。リーンスタートアップは、開発者の視点だけではなく、ユーザからの評価を迅速にフィードバックすることにより、製品やサービスを無駄なく迅速に開発するアプローチである。

リーンスタートアップの BML ループと呼ばれるプロセスを図 3.2 に示す。早期に最小限実現可能な製品(MVP: Minimum Variable Product)を作り上げ(Build)、次に、ユーザに評価してもらおう(Measure)。この評価の結果をデータとしてフィードバック(Learn)することにより、製品の価値を高める。この BML(Build, Measure, Learn)を繰り返すことで、ユーザの問題の早期発見とその解決を通じた価値の向上が可能となる。

リーンスタートアップは、Web ソフトウェア開発を中心に応用されているが、著者の知る限り、教育プログラム開発への応用はない。

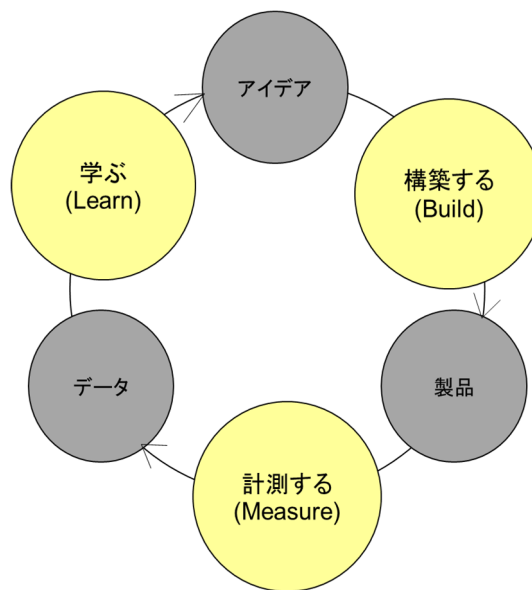


図 3.2 BML ループ[41]

## 3.2 UX の可視化

UX の可視化は、ユーザに共感する、関係者が全体像を共有する、問題の複雑さを軽減する、などの効果があり、様々なアプローチが提案されている[3][19][35][38].

### 3.2.1 ペルソナ

ペルソナとは、システムや製品を利用するユーザの像であり、ユーザの年齢や性別などの属性に加えて、コンテキストにおける役割や振る舞いなどを具体的に記述してユーザをモデル化したものである[7][17][38]. 個人の経験を表現する場合、ターゲット層のペルソナが描かれることがある[19].

ある仮想的なユーザに焦点を絞ることにより、対象のシステムを利用するときの利用シーンや行動をイメージできる. ペルソナを設定することにより、どのようなタイプの人々のために問題を解決しようとしているかを確認できる[3]. しかし、ペルソナは基本的にユーザの静的な特性の集合であるため、動的な側面についてはシナリオで記述される.

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][38]. 教育に関連して、学生のペルソナを設計する提案[36]もあるが、その適用はまだ限定的である.

### 3.2.2 シナリオ

シナリオは、ユーザの視点で望ましい経験を詳細に記述したものである[19]. シナリオに含める内容は、「ユーザに関する記述」「ユーザが達成しようとしている目標」「状況や環境に関する記述」「ユーザの行動に関する筋書き(アクションとイベント)」である[25].

テキストで記述するため理解しやすく、ユーザの視点で記述された経験に基づくため評価やフィードバックを得る手法として利用される[19]. 具体的なイメージを記述することから、関係者間のコミュニケーションツールとなり、また、問題を整理できるという特長がある.

### 3.2.3 カスタマージャーニーマップ

カスタマージャーニーマップ(CJM)は、ユーザが要求を達成するまでの時間の流れにおいて表す行動や感情などの経験を旅(Journey)ととらえ、経験の経緯を視覚的に表現することでユーザの要求を抽出する方法である. カスタマーエクスペリエンス・マネジメント(顧客経験管理)に焦点があてられるようになってから生まれた手法である. CJM は消費者のモチベーションや態度を掘り下げるツールであり、顧客満足度を維持する要因は何か、サービスをもっと顧客の要望やニーズに即したものにできるか、といった疑問への答えを探るためにも利用される[19].

CJM には、ユーザ経験の旅の間にイベントがあり、このユーザ経験とイベントとの接点はタッチポイントと呼ばれ、インタラクションの発生する主な場所となる. タッチポイントは次の3つの形態に大別される[19].

- (1) 静的: ニュースレターや公告メールなど、ユーザへの配信のみで、ユーザからは働きかけできないもの
- (2) インタラクティブ: ウェブサイトやアプリなど、インタラクティブなもの
- (3) 人的: 販売員や営業担当者など人対人のインタラクションがあるもの

ユーザはタッチポイントで何らかの行動や感情を示し、それらの強さや重要性は製品やサービスの性質によって異なる[26].

CJM では、一個人のジャーニーだけではなく、複数のペルソナ、複数のタッチポイントにわたる総合的なマップにすることもでき、顧客体験の管理、マーケティング、ブランディング戦略など広く使われている[19].

### 3.2.4 エクスペリエンスマップ

CJMは製品やサービスの利用者としての個人に焦点を当てるのに対し、エクスペリエンスマップは、特定の領域における人間の活動全般に焦点を当て、時系列に表現する方法である。ユーザのアクション、思考、感情なども含めて、体験のプロセスを総体的に扱うことができる。

人が様々な場面で多様な製品やサービスとインタラクトする状況を示すことから、幅広い視野で洞察を生み出す効果があり、今後、製品やサービスの相互接続が増すにつれ、広範なコンテキストを分析できる点に期待される。しかし、多様な関係を総体的に扱うため、抽象的あるいは詳細すぎて詰め込みすぎのマップになる可能性もある[19]。

### 3.3 UX の評価

UX のアプローチでは、ユーザの経験の質を向上するために、ユーザを中心とする評価も必要となる。ユーザは感情や主観的な考えに基づいて行動するが、これらの理解や定量化は難しい[19]。そのため、ユーザが製品やサービスを利用する状況の調査などでは、定性的手法が活用されるようになってきた[25]。

#### 3.3.1 質的研究の測定

研究の対象によっては、量的には測定できない、あるいは量的測定に意味がない場合がある。そのような場合に、質的研究では外見的に観察や測定が可能な事象より、個人や集団の内面の意識や気持ち、内面の仕組みや諸要因の関わり、潜在する問題といった知見を得ることを試みる[34]。

研究全体における質的研究の位置づけを質的研究の外延的構造として図 3.3 に示す。質的研究は、科学(形而下学)のうち、経験的(empirical)にデータの採取や分析を行う経験科学と位置づけられる。ここで、量的データを扱うか、質的データを扱うかにより、量的研究と質的研究に分かれる[34]。

プログラムやシステムの開発においても、質的研究の活用の可能性は期待される。UX で扱うユーザの感情や経験の過程も定性的な情報であり、質的研究の範疇といえる。ユーザがどのような観念や態度でプログラムやシステムを使うかによりその効果が変わるためである。

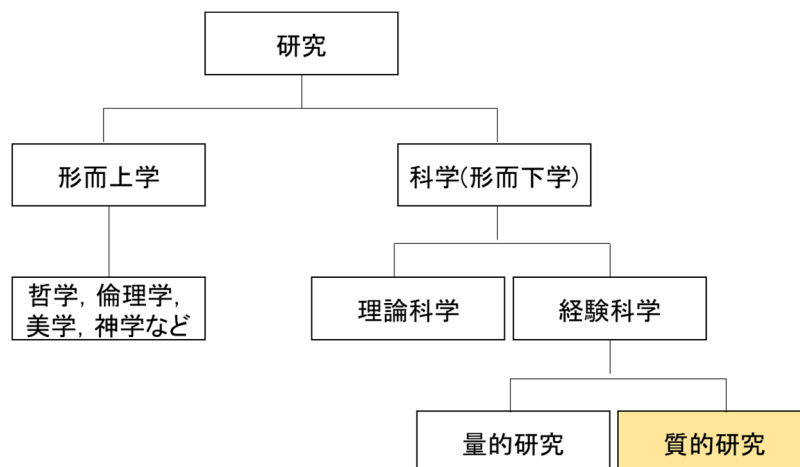


図 3.3 質的研究の外延的構造[34]

質的研究では自然言語での記述が中心となる。データ分析においても、テキスト表現は重要な役割を果たす。テキストとして保存されているデータはあらゆるところで人間の相互コミュニケーションに使われている。人と人とのコミュニケーションを支えるテキストは、その意味を正しく評価するために、コンテキストの理解が大切である[37]。

インターネットや検索エンジンなどもテキスト指向データサイエンスに支えられている。ビジネスにおいても、本当に顧客の声を聞くためには製品レビューや投書などテキストによる確認が必要であり[37]、ユーザの評価において記述的知見には一定の意義があるといえる。

#### 3.3.2 UX 評価手法

UX 評価には、量的的手法、定性的手法、または両方の得失を考慮した混合法などがある[15][25][48]。

量的的手法では、量的データを収集するためにアンケート調査がよく用いられる。アンケート調査では、選択式や自由記述式の設定を用意してユーザに回答してもらうことで、ユーザがどのような経験をしているかを探る。選択式の設定では、一定の尺度を設定すると、ユーザがどの程度経験するかを明らかにできる。この

場合、尺度を統一する必要がある[25].

定性的手法では、非数値的で「なぜ」「どのように」といった定性的データを収集する方法として観察やインタビューがある。これらの方法の目的は、ユーザの経験のコンテキストにおいて話を聞くことで詳細な情報を得ることである。しかし、これらの方法を実施するためには、ユーザの利用状況を再現するなど環境の設定や何をどれだけ評価するかなど、時間やコストを考慮する必要がある。

定量的手法、定性的手法のそれぞれの利点を生かすために混合法がある。定量的評価、定性的評価を単独で実施するより時間も費用もかかるが、確実な結果をえることができる手法といえる[25].

ユーザの経験を評価する一般的な方法として、ユーザビリティテストがある。ユーザビリティテストは、ユーザに参加してもらい、機器やシステムのユーザビリティを評価する手法である。ユーザに機器やシステムを利用してもらったときに、あらかじめ設定された課題を達成するように求め、そのときのユーザの行動を様々な指標で測定する。ユーザビリティテストは、一般的であり多様な領域で使用されるため、測定したい指標を明確にする必要がある。

UX 評価でも、代表的な客観的(Objective)尺度と主観的(Subjective)尺度がいくつか提示されている。ユーザの主観的尺度として満足度(Satisfaction)、ユーザへの意義(Meaningful to User)が挙げられている[15]。しかし、一般に UX の概念はビジネス創出の領域で活用されることが多く[3][5][4]、これらを教育効果の評価にそのまま適用することは適切とはいえない。

UX では製品やサービスに対して時系列にユーザの経験の動的な変化を長期的に評価する必要があるが、ユーザビリティテストは、短時間の評価である[25]。そのため、製品やサービスを利用する前の段階からのタイムラインも意識した評価方法が期待される。

## 3.4 教育設計論

### 3.4.1 アクティブラーニング

アクティブラーニングは、教授・学習形態の一つである。日本の教育改革の流れにおいて、学習者が単に知識を記憶する学習観から、学習者が何を学習したのかを重視するようになってきている。そのため、一方向的な知識伝達型講義のような講義法と異なる教授・学習法として、知識を活用する、あるいは講義を聴くだけでは習得しきれない能力の習得への効果が期待される。しかし、アクティブラーニングを実施することは学習成果を保障するものではなく、この形態をとり入れるには、学習成果を得られる学習の質の確保が必要である。

アクティブラーニングを取り入れることにより次の3つの効果が期待される[31]。

#### (1)学習意欲の喚起

学習者の学習活動に変化が加わることによる学習意欲の喚起が期待される。

#### (2)知識の習得

一方的な知識伝達ではなく、質問に答える、自分の言葉で説明する、他の学習者と関わるなどの活動による知識の習得の促進が期待される。

#### (3)幅広い能力の育成

幅広い能力の育成として、問題解決能力などの専門的知識の活用が期待される。これは、習得した知識をさまざまな場面で活用していく能力である。また、自分の意見を述べる、人と協調して学習に取り組む、などの学習活動を通じて、コミュニケーション能力のような汎用的な能力の習得も期待される。

企業における教育では、学習者が仕事における問題を解決するために学習する必要があるため[30]、問題解決的な学習形態が望まれる。

### 3.4.2 インストラクショナルデザイン

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[39][40]。その中で広く知られているのが図 3.4 に示す ADDIE モデルである。

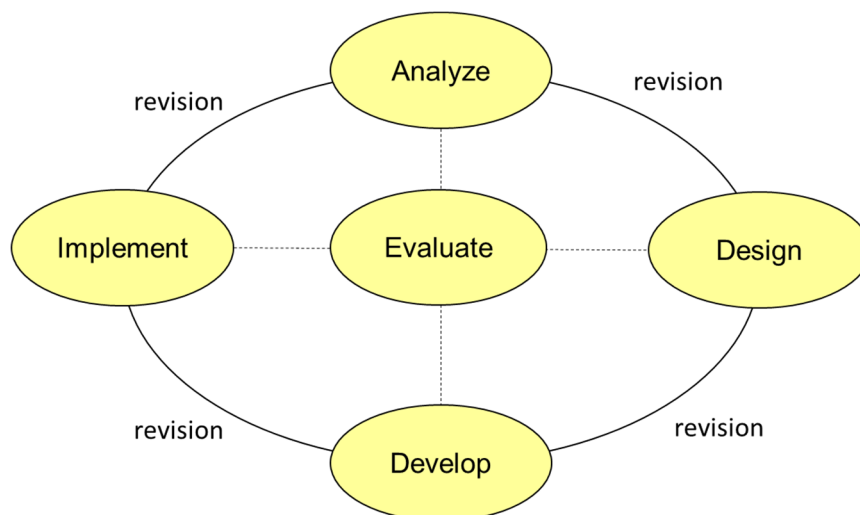


図 3.4 ADDIE モデル[40]

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のために提唱されている方法論である[40]。

また、学習意欲の点から教育を設計するモデルとして、Keller による ARCS(Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction)モデルが広く知られている[23]。反転授業において実践的かつインタラクティブな授業を開発するためにその効果が期待されている[2][13][47]。

しかし、本稿で扱うソフトウェア技術者を対象とした企業内教育では、学習対象とする技術の進化が早いという課題がある。最新技術を早急に教育プログラムに取り入れるためには、開発プロセスをひとつずつ完全にして完了させるより、常に次のプログラムに反映すべき問題点を教育プログラムの実行中にリアルタイムに特定できることが望ましい。よって、教育プログラムの設計においては、その早い段階から達成すべき教育の目標に優先順位をつけ、優先順位の高い内容の教育を実施し、かつ、早期に教育の評価結果をフィードバックして改善を図るアジャイル開発やリーン開発の考え方が求められる[7][20]。

### 3.4.3 教育評価

教育品質を確保するための評価の考え方として、Kirkpatrick による 4 段階の教育評価方法が広く知られている[24]。また、教育評価においては、その基本概念として、図 3.5 に示すように、学力評価と授業評価、カリキュラム評価、教員評価と学校評価が示されている[46]。

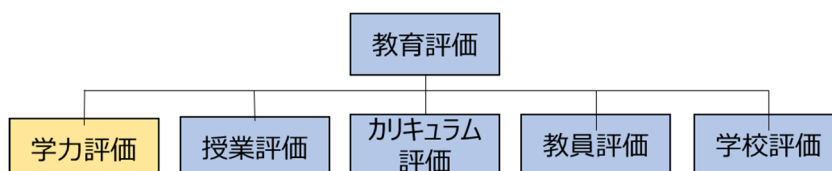


図 3.5 教育評価

図 3.6 に示すように、学習評価は場面に応じて三つの評価に分けられる[18][33]。

(1) 診断的評価

学習の開始前に、学習者の準備状況を確認するために実施する評価。

例：学習者のレベルの振り分けなど

(2) 形成的評価

学習の進行中に、学習目標の達成状況を確認するために実施する評価。

例：クイズや小テストなど

(3) 総括的評価

学習の終了時に、学習目標に達したかを確認するために実施する評価。

例：最終試験や成績判定など

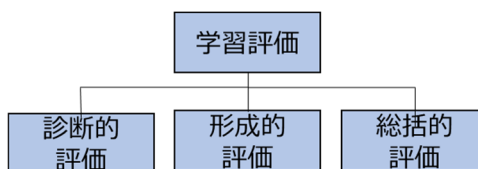


図 3.6 学習評価

学習評価で、形成的評価が最も学習者の学習を促進し、研修を改善する効果が高いとされる[33]。この評価方法として、学習の内容を要約させる、学習の内容について問題を作成させる、など学習の内容に焦点を当て



ることが多い。

学習者が学習中にどのような感情であるか、学習に対してどのような感想をもっているか、という学習者への共感から学習者というユーザを理解するという点で、技術者育成、PBLにおいて形成的評価が実施されている例は筆者の知る限りまだない。

特に学習者を評価するものとして、パフォーマンス評価についての提案もある[16]。また、教育効果測定の実践結果の報告や[50]、学習者のモチベーションに着目した評価の事例もある[10]。

しかし、教育プログラム終了時における学習者のパフォーマンスに焦点を当てることが多く、カリキュラムや教育プログラムの評価方法への提案は少ない。さらに、教育プログラムは、教育設計者の視点で評価されることが多く、学習者の視点による教育プログラムの良さを評価できる方法が期待される。

## 3.5 企業内高度ソフトウェア技術者教育

### 3.5.1 企業内高度ソフトウェア技術者とその教育プログラム設計

大学などでのソフトウェア工学教育については多くの研究がある。Shaw によるサーベイ論文はソフトウェア工学教育の多様な側面を議論し、技術者の教育にも触れている[44]。しかし、企業のソフトウェア技術者の教育は企業毎に教育に対する要求、あるいは、教育が目指す人材像が異なると考えられることから、一様に議論できないという問題もある。Li らは 59 人のソフトウェア技術者へのインタビューから優れたソフトウェア技術者が持っている特性を表す属性を 53 個特定している[28]。この中で重要な属性として業務への情熱、継続的な向上心、理論と経験に裏付けられた実践的な意思決定などを挙げている。

Kobata らは企業における高度ソフトウェア技術者教育プログラムの設計において、このような教育に対する要求を要求工学におけるゴール分析の技術に基づき分析し、教育プログラムを設計する方法を提案している[22]。しかし、現在の企業における教育プログラムの設計は、要求の変化に迅速に対応する必要がある。そのため、アジャイル要求工学[20]のようなアジャイル、あるいは、リーンの概念を教育プログラム設計に導入する必要があると考えられるようになってきている。例えば、Chatley らは大学におけるソフトウェア工学教育において実務とのギャップを埋めるためにアジャイル/リーン開発の一つである Kanban の考え方を導入し、迅速なフィードバックを図ることを提案している[6]。

一方、ソフトウェア工学教育を含む工学教育では、知識だけでなく、開発やチームとしてのコミュニケーションなどのスキルも必要である。そのため、PBL(Problem/Project-Based Learning)が導入されている。dos Santos らは、大学院でのソフトウェア工学教育へソフトウェア開発を行う PBL の適用経験を報告している[42]。山本らは国内での複数の大学によるソフトウェア工学教育プロジェクト enPiT における PBL の適用経験と評価を報告している[50]。

このようなソフトウェア工学教育に関する研究と実践は主として大学の学部または大学院における教育が中心であり、企業内ソフトウェア工学教育に関する研究は少ない。

### 3.5.2 企業内教育

企業内における人材育成では、その対象も経営層、管理者層、技術者層など異なり、かつ、育成目標も対象毎に異なることから、対象とその育成目標に応じた教育プログラムの開発が求められる。企業内での人材育成が大学教育と異なる点として、実世界での問題解決、さらには、問題発見の能力の育成が求められることがある。そのため、企業内における問題解決を中心とする教育プログラムが開発されている。

このような問題解決型の企業内教育の中で事業戦略を対象とする GE の Work-Out が知られている[49]。教育を組織改革のための方法として位置づけ、その内容は実務における課題を発見し解決案を提案することとなっている。

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した研究もある[14]。

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を提案してきた[21]。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評価、また、その評価結果に基づく設計には至っていない。

## 4 教育プログラム設計へのアプローチ

### 4.1 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位置づけ

教育プログラムを実行中に評価し、迅速に改善するプロセスを実現するため、本稿では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とる。

このアプローチをとる理由は、最初からすべての要求を満たす教育プログラムを開発するアプローチでは、多様な要求を扱う場合、変化に迅速に対応することが困難なためである。したがって、このアプローチは、最小限実現可能な教育プログラムを構築してその実行中に評価し、早期に問題の発見とフィードバックを繰り返すことで教育プログラムを継続的に改善して教育プログラムの価値を高める考え方である。

この統合アプローチに基づくプロセスを図 4.1 に示す。ここで、教育設計を目的として、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) 学習者視点からの評価に基づく問題発見(Learn)

図 4.1 の設計プロセスは、リーンスタートアップが検証の繰り返し、すなわち、評価に基づくフィードバックを特徴とする開発プロセスであることに注目している。

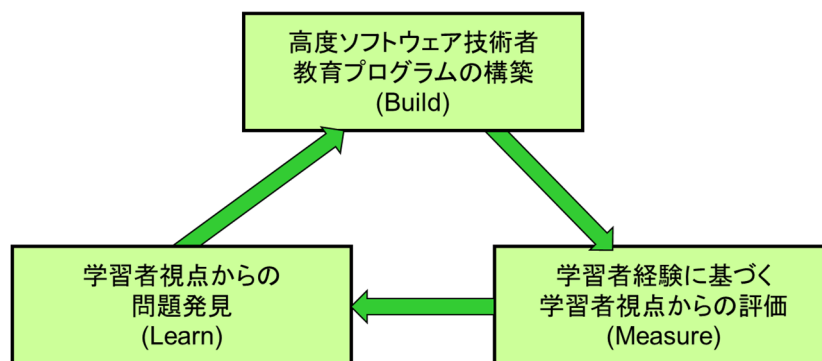


図 4.1 デザイン思考とリーンスタートアップを統合した教育プログラム設計プロセス

## 4.2 UXに着目した教育プログラムの評価方法

本稿では学習者をユーザととらえ、UX の概念を学習における経験と置き換えて学習者経験(LX: Learner eXperience)と呼ぶ。

UX においては、ユーザが製品やサービスと接することで得られる経験を持つことに対し、LX では学びを通じて得られる経験を持つ。また、その経験を UX ではカスタマージャーニーマップ(CJM)で表現する[27]。そこで、本稿では学習者経験を評価するため、CJM を学習者経験の視覚化のために拡張して、図 4.2 に示すように、LJM(Learner Journey Map)を定義する。図 4.2 では、このアナロジーを示す。

この LJM を用いた学習者経験の評価から教育プログラムを評価することで、4.1 で述べた BML に基づく設計プロセスに沿った教育プログラムの課題発見と改善が継続的に実行可能となる。

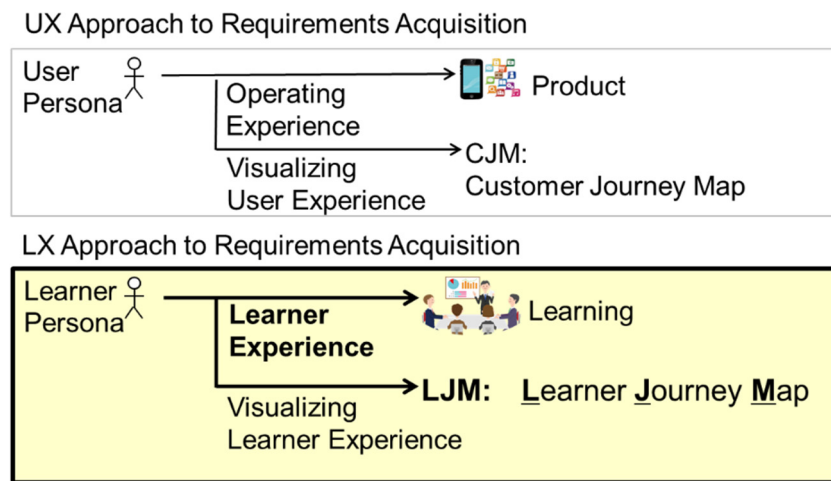


図 4.2 UX から LX へのアナロジー

## 5 学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価方法

本稿で提案する学習者経験に基づく2階層評価方法について述べる。

### 5.1 学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価モデル

本稿で提案する学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価モデルを図5.1に示す。教育プログラムは科目と科目内の単元からなる階層構造を成す。そこで、複数の科目により構成された教育プログラムを評価して問題が発生している箇所を特定して改善点を抽出するために、教育プログラム全体の評価と科目別の評価の2階層での評価方法を提案する。

これは、ソフトウェアシステムとそれを構成するモジュールの関係が階層構造であるのと同様である。よって、階層間の関係を明確に定義することにより、全体を俯瞰する視点として教育プログラムの評価、詳細レベルの視点として科目の2階層で評価し、問題の発生箇所の特定を可能にする。

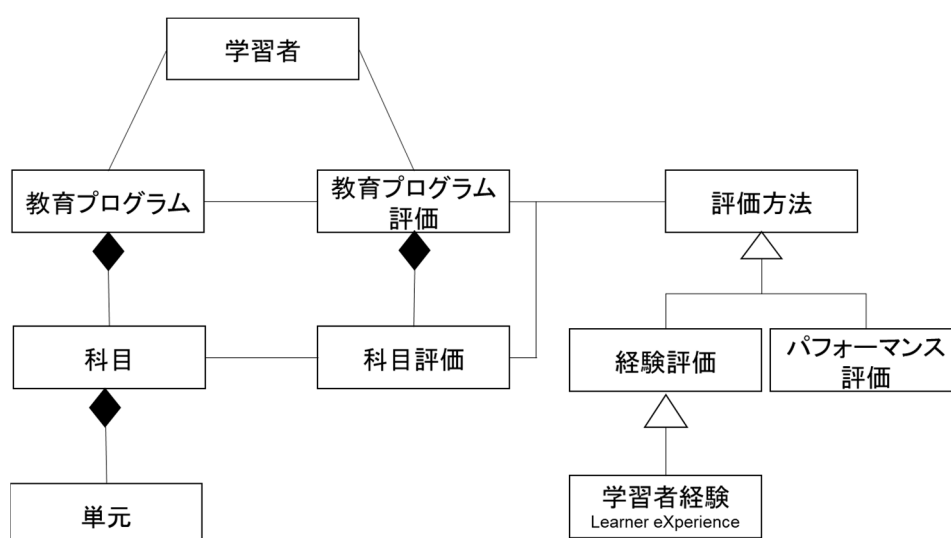


図 5.1 学習者経験に基づく教育プログラムの2階層評価モデル

ここで、学習者経験については、図5.2に示すとおり、学習者の意識の変化を想定して「学習前」「学習中」「学習後」の3つのステージを定義する。

意識の変化については、ARCSモデルに基づいて想定している[23]。本稿では、学習中のステージを経験評価の対象とし、教育プログラムを実行中の状態と考える。すなわち、従来の教育評価において主な評価方法であったパフォーマンス評価や学習終了時のアンケートなどによる評価に加えて、学習者の視点による教育プログラムとそれを構成する科目の実行中の評価が可能となる。

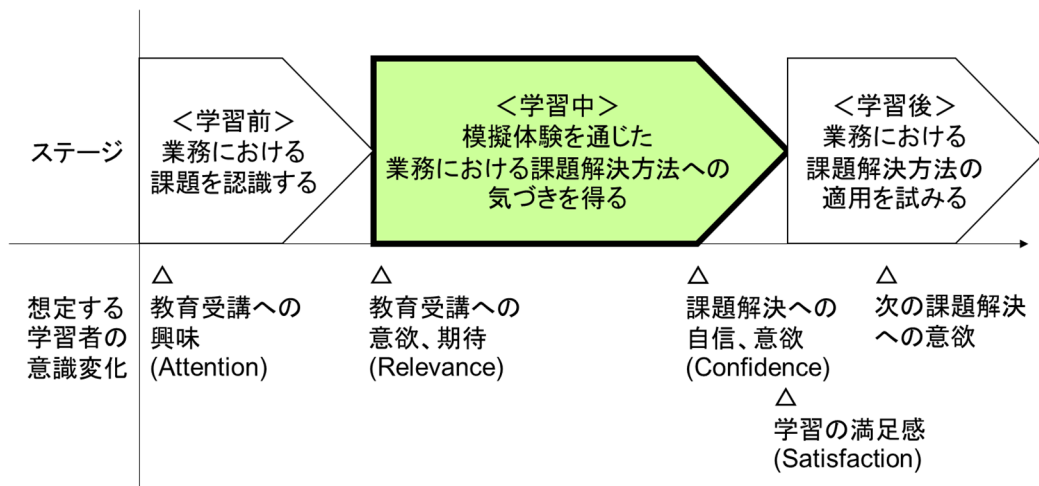


図 5.2 学習者経験の3つのステージ

## 5.2 学習者のペルソナ定義

教育プログラムの構築にあたり、学習者の属性に基づき学習者ペルソナの属性を表 5.1 のように定義した。

ペルソナの属性は、Pruitt らの提示しているスケルトンと定義すべき内容の構造化に基づき[38]、企業内技術者教育を受講する学習者を対象として定義した。すなわち、本研究では教育のコンテキストにおけるペルソナであるため、学習の動機についての属性について「関心事」「学習意欲」として設定した点が特徴である。

表 5.1 学習者ペルソナの属性定義

分類	属性の項目
基本事項	<ul style="list-style-type: none"><li>・氏名(仮名)</li><li>・年齢</li><li>・業務経験</li><li>・教育経験</li></ul>
業務内容とその状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・業務内容</li><li>・役割</li><li>・業務の状況</li></ul>
知識とスキル	<ul style="list-style-type: none"><li>・業務に関する知識とスキル</li><li>・ソフトウェア工学に関する知識とスキル</li></ul>
関心事	<ul style="list-style-type: none"><li>・業務に関する関心事</li><li>・ソフトウェア工学に関する関心事</li></ul>
学習意欲	<ul style="list-style-type: none"><li>・教育を受講するにあたり期待する内容や達成目標などの学習意欲</li></ul>

## 5.3 学習経験の定義

教育プログラムと科目の2階層評価の尺度となる学習経験を定義する。第1階層では、教育プログラム全体における学習経験、第2階層では科目における学習経験を定義する。

### 5.3.1 第1階層の学習経験

第1階層における学習経験として、3.2.1で述べたように文献[15]などで提示されているUXの評価尺度や3.4で述べた文献[24]から、次の3つの評価尺度を定義した。

(1) 理解度

学習者は教育プログラムの内容を理解できたかどうかを示す経験の尺度である。学習において基本的な経験評価の尺度とする。

(2) 役立度

学習者は教育プログラムで学んだ内容が、自身の業務に貢献できると実感できたかどうかを示す経験の尺度である。

企業内教育はその学びが業務に役立つことを前提に実施されているため、学習者が役立つと実感できる経験は重要な尺度となる。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[12]重要な尺度である。

(3) 満足度

学習者は教育プログラムに満足できたかどうかを評価する尺度である。学習者が満足できたと実感するためには、理解度と役立度の両方が満たされることが必要である。

### 5.3.2 第2階層の学習経験

第2階層は、科目における学習経験である。

この階層は教育プログラムの中で最も学習者に近く、ここでの経験は学習者が持つ課題を解決できるかどうか直結する。そのため、この階層の評価尺度は学習者の学習意欲と関連づけられる尺度として、ARCSモデル[23]に基づき、期待度と達成度を設定した。

ここで、期待度は、ARCSモデルのうち関連性(Relevance)とされるように、学習する意義、目的が明確であることと捉えた。また、達成度としては満足感(Satisfaction)とされるように、学習することにより成果を得られることと捉えた[10][23]。この結果、本稿では次のように定義した。

(1) 期待度

学習者は、学習により自身が解決したい課題を解決できる、あるいはそのための手がかりを学べることを期待していることを評価する。

(2) 達成度

学習者は期待したとおりに学ぶことができた経験を評価する。期待どおりに学んでいる場合は、科目が学習者の期待に沿った設計であるといえる。

### 5.3.3 学習者経験の抽出方法

学習者経験を評価するため、教育プログラムを構成する各科目でアンケートを実施する。

回答は、上述の5.3.1および5.3.2で設定した学習経験の尺度について、学習経験値として5から1の降順で5段階評価する。また、各科目または単元はタッチポイントとなるため、学習者への共感を可能にするため、学習経験値を評価した理由を自由記述できるよう設問した。



## 5.4 LJM を用いた学習者経験に基づく教育プログラムの 2 階層評価

### 5.4.1 LJM の定義

本稿では、学習者経験の視覚化のため、LJM を提案する。LJM では、学習者経験を学習経験値として定量的に視覚化することで、行動や感情などの定性的な評価だけでは発見しづらい変化や問題となりそうな箇所を発見すること目的とする。すべての学習者経験を同等に評価することは効率が悪いので、一旦、学習者経験を俯瞰し、詳細に評価すべき箇所をあらかじめ抽出することで改善点に優先順位をつけることができる。

LJM の構成を図 5.3 に示す。

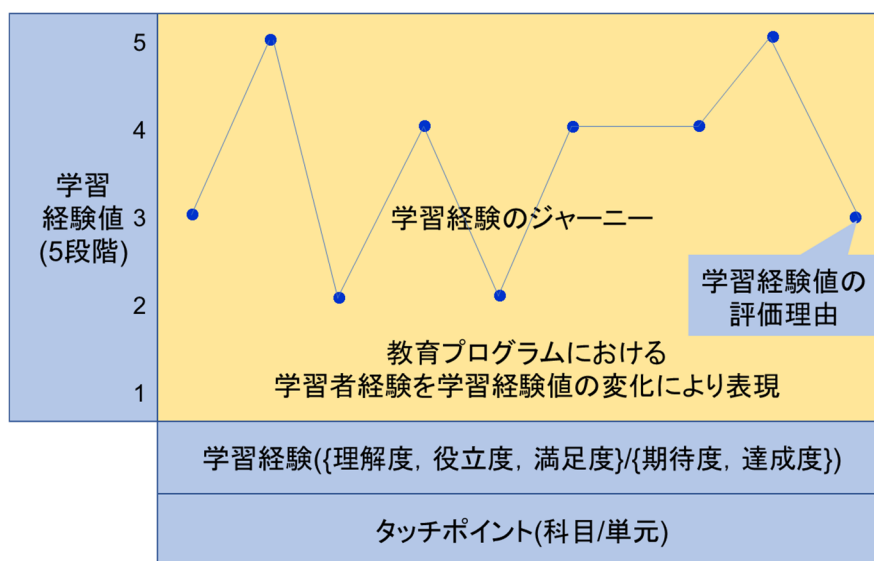


図 5.3 LJM(Learner Journey Map)の構成

LJM は次の 5 つの構成要素からなり、構成要素の定義については次のとおりである。

#### (1) 学習経験値

学習過程において、学習経験できたかどうかを学習者自身が評価する。学習経験は 1, 2, 3, 4, 5 の数値により 5 段階の降順で経験进行评估する。

- 5: 経験できた
- 4: ほぼ経験できた
- 3: どちらともいえない
- 2: あまり経験できなかった
- 1: 経験できなかった

#### (2) 学習経験

学習経験のための尺度は上述のとおりである。設定する学習経験は評価対象となる階層による。第 1 階層の場合は、理解度、役立度、満足度を設定し、第 2 階層の場合は、期待度、達成度を設定する。

#### (3) タッチポイント

学習経験が発生する地点をタッチポイントとして設定する。図 5.1 で示したように、教育プログラムは科

目と、科目を構成する単元から成る。よって、教育プログラムにおける科目、あるいは科目における単元がタッチポイントとなり、学習過程における評価を表現できる。

(4) 学習経験のジャーニー

教育プログラムにおける学習経験値の変化を視覚化する。学習者が学習者経験を主観的に評価し、(1)で定義した学習経験値の推移を図 5.3 のグラフエリアにジャーニーとして表現する。

(5) 学習経験値の理由

学習経験値は、学習者が学習経験を主観評価した結果であるが、なぜそのように評価したのか、その理由を文章で表現する。この理由から、教育プログラムの具体的な改善ポイントを抽出する。

学習者経験を視覚化した場合、ジャーニーの変化の大きいタッチポイントをまずは改善の対象と考え、学習経験値の評価理由を分析して、評価結果を次の教育プログラムの設計へ反映させる。

なお、学習経験値は、学習者の主観によるため、値は、学習者個人が学習経験を相対的にどう評価したかを示すと考える。ここでは、学習経験値が下降したタッチポイントが、科目としての問題点、すなわち改善ポイントとなる可能性があることを視覚的に発見でき、下降の度合いから改善の優先順位の予測に活用できる。

## 6 高度ソフトウェア技術者教育プログラムへの適用

本研究で提案する学習者経験に基づく2階層評価方法を導入した教育プログラム設計方法を、ある企業の高度ソフトウェア技術者教育[22]に適用した。

### 6.1 高度ソフトウェア技術者教育プログラムの概要

#### 6.1.1 適用対象の教育プログラムの位置づけ

適用対象の教育プログラムは、企業内技術者教育のうち、選抜者教育として実施されている。選抜者教育は、「次世代の技術リーダーの育成を目的としており、最新の技術知識やスキルの習得だけではなく、事業やリーダーシップへの意識づけも狙いとする。所属部長に指名された技術者がこの選抜者教育を受講できる。」と定義されている。

本稿で適用対象とする高度ソフトウェア技術者教育プログラムでは、単にソフトウェア工学および技術に関する知識や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主導できる技術リーダーの育成を目的とする。

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、自らが積極的に学ぶ姿勢が問われる。

#### 6.1.2 適用対象の教育プログラムの構成

対象の教育プログラムは、その育成目的を達成するため3つのコンセプト「問題解決型」、「ディスカッションと演習中心の反転授業」[13]、「最新技術論とリーダーシップ論の統合」に基づき構成されている。知識やスキルの習得はもとより、技術リーダーとしての実践力の醸成を重視する。

これらのコンセプトを実現するため、教育プログラムでは3つのカテゴリ「技術」「実践」「哲学」を設定している。これらのカテゴリで、教育のねらいに基づき研修設計者が必要と考える知識、スキルを取り入れて科目が構成されている[22]。

「技術」は主にソフトウェア工学の基礎を扱う。これはソフトウェア技術者に必要な知識、スキルとしてSWEBOK(Software Engineering Body of Knowledge)[4]で定義されている知識領域を考慮している。「実践」では、研修での学びをアウトプットとして見える化し、何をどこまで学んだか、次の課題は何かを整理する。「哲学」では技術リーダーとしてのマインドセットが主なねらいである。

また、講師として、最先端の技術を扱う社外の研究者や大学の教員を招聘している。これは、最新技術を学ぶ機会とするとともに、次世代の開発リーダーとして社内だけではなく、社外との広いネットワークづくりにも意識を向けるためである。

教育プログラムの全体の構成例を表 6.1 に示す。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。

#### 6.1.3 適用対象の教育プログラムのペルソナ

本教育プログラムにはあらかじめ受講条件が設定されており、1コースあたりの学習者数はその受講条件を満たす10数名程度に限定されている。

そこで、学習者のペルソナについて、表 5.1 で定義したペルソナの属性、および本教育プログラムで期待される人材像に基づき、表 6.2 に示すとおり設定した[38]。

表 6.1 高度ソフトウェア技術者教育プログラムの構成

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
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	(オプション)
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	

表 6.2 学習者ペルソナの定義

分類	項目	内容
基本事項	氏名	山田 一郎
	年齢	30 歳
	業務経歴	新卒入社後 7 年目，開発業務に従事
	教育経歴	大学院卒，先行は情報工学 本教育に関連する社内教育は概ね受講済み
業務とその状況	業務内容	車載システム製品の量産設計担当
	役割	プロジェクトで中堅の位置づけ
	業務の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクトの成功に向け，次世代のリーダー候補としてリーダーを補佐しつつ，時々，後輩の業務の相談にのる。</li> <li>・業務が繁忙のため，学習に割り当てられる時間に制約がある。</li> </ul>
知識とスキル	業務に関する知識とスキル	担当する製品について深い技術，知識を有している。
	ソフトウェア工学に関する知識とスキル	教育と業務を通じて，ソフトウェア開発について一通りの知識とスキルを習得しているが，最新の開発技術などの知識を学びたいと感じている。
関心事	業務に関する関心事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクトを成功させるため，最新の技術はもちろんのこと，マネジメントスキルやリーダーシップも学びたいと思っている。</li> <li>・これからのモビリティ社会を支える製品を設計するには，ビジネスの動向やユーザ目線も意識する必要があると考えている。</li> </ul>
	ソフトウェア工学に関する関心事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・品質と生産性を両立させるにはどうすればよいか関心をもっている。</li> <li>・今後の製品開発に活かせる最新のソフトウェア工学の技術を学びたい。</li> </ul>
学習意欲	教育を受講するにあたり期待する内容や達成目標などの学習意欲	<ul style="list-style-type: none"> <li>・向上心が高く行動派。</li> <li>・わからないことがあるとすぐに確認してトライしてみたい。</li> <li>・休日は社外セミナーやイベントに参加する，業務関連の読書の時間にあてるなど，ネットワークづくりや自己啓発にも積極的に取り組んでいる。</li> </ul>

## 6.2 評価方法の適用

### 6.2.1 評価方法の適用の目的と方法

本稿での評価の目的は、5章のアプローチで述べたとおり、ユーザすなわち学習者視点による教育プログラムの評価と改善点の早期発見および次の設計への早期フィードバックである。学習者のパフォーマンスの評価ではなく、「学習者が教育プログラムに満足できたか」の評価から、継続的改善のために「学習者視点で問題が何か、どこで問題が発生しているか」を特定することを目的とする。

図 4.1 に示す教育プログラム設計プロセスに基づき、教育プログラムおよび教育プログラムを構成する科目でこの設計プロセスを実行する。教育プログラムの設計プロセスとその実行順序を図 6.1 に示す。このように、実施する教育プログラムの数だけ設計プロセスのループを繰り返す。

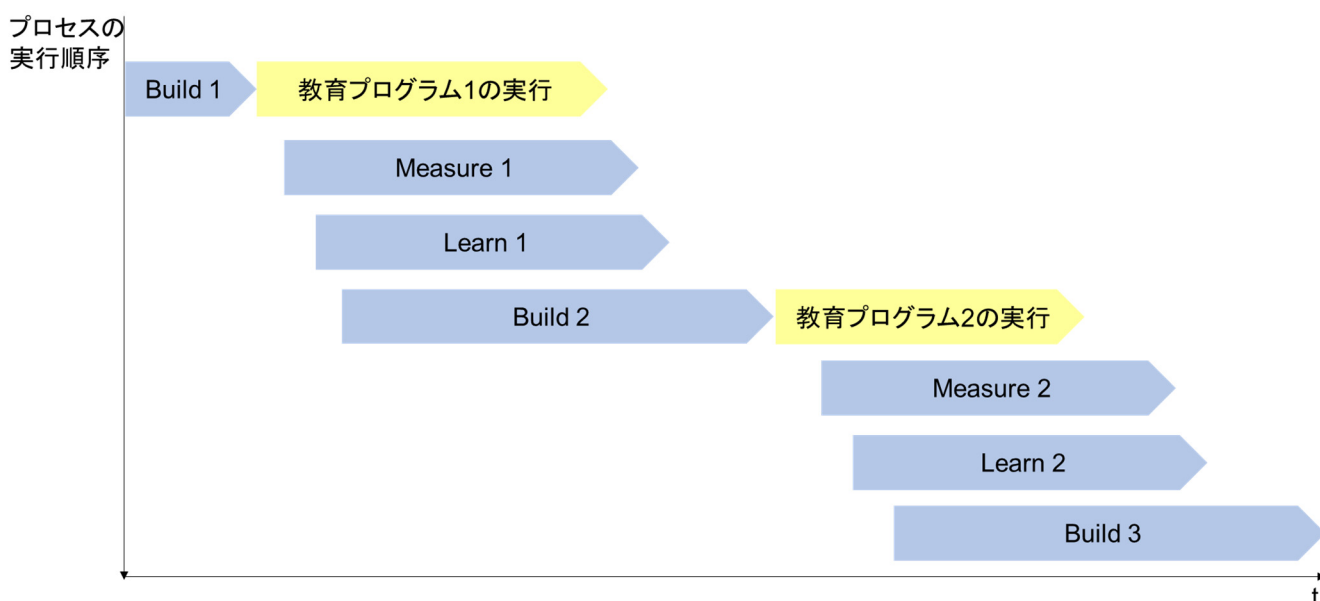


図 6.1 教育プログラムの設計プロセスとその実行順序

教育プログラムの実行中は、2階層目の科目レベルでも図 4.1 に示す教育プログラム設計プロセスを実行することになる。その実行の流れを図 6.2 に示す。ここでも、教育プログラムを構成する科目の数だけ設計プロセスのループを回す。

本稿では、「学習者経験に基づく学習者視点からの評価(Measure)として Measure 1, 「学習者視点からの問題発見(Learn)」として Learn 1 のプロセスで 2 段階評価方法を適用する。

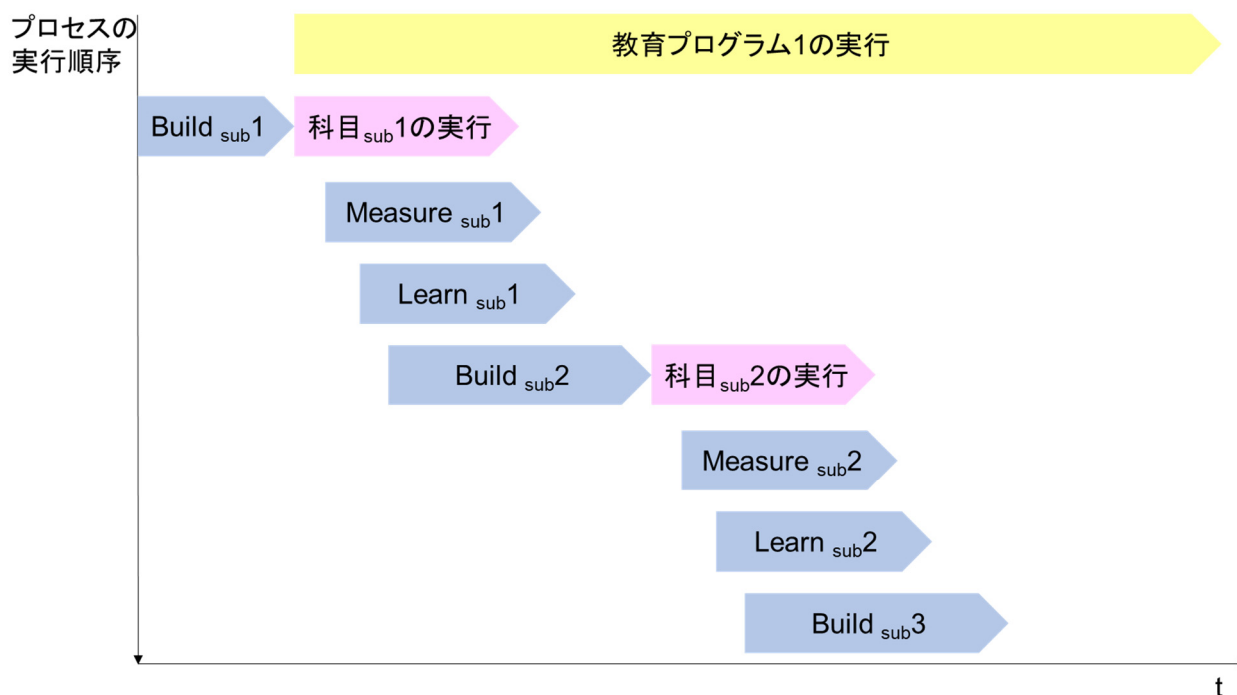


図 6.2 教育プログラム実行中の科目実行における設計プロセスとその実行順序

## 6.2.2 評価の対象科目

表 6.3 に示す 5 つの科目を対象に本稿で提案する評価方法を適用した。5 つの科目は、6.1.2 で述べたとおり、本プログラムで特徴とする 3 つのカテゴリ「哲学」「実践」「技術」のいずれかに属しており[22]，かつ担当講師の了解を得られたものである。

なお，評価対象とする科目の番号は表 6.1 に基づく。

表 6.3 評価対象の科目

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

## 7 高度ソフトウェア技術者教育への2階層評価方法の適用結果

本稿で提案する2階層評価方法を企業内高度ソフトウェア技術者教育の評価に適用した結果について述べる。5.4で提案したLJMを用いて学習者経験を視覚化し評価した。

### 7.1 第1階層の教育プログラムにおける学習者経験の評価

第1階層として教育プログラムのLJMを評価した。評価尺度は、5.3.1で定義した「理解度」「役立度」「満足度」である。これらの学習者経験のジャーニーの変化を見る。

図5.4の構成に従い、教育プログラムを通じた学習者経験のLJMを図7.1に示す。なお、本教育プログラムの学習者数は11名である。しかし、欠席などの理由で、科目により11名未満の場合もあるため、各科目の学習者数を図7.1に併記する。

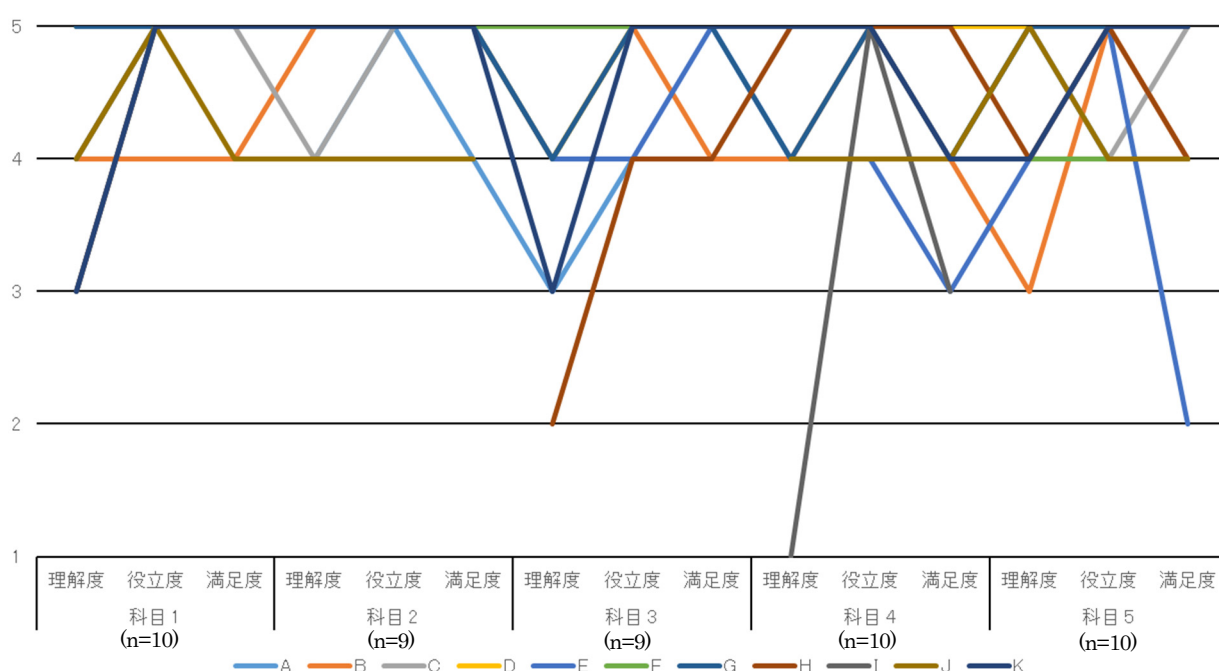


図 7.1 教育プログラムにおけるLJM

#### 7.1.1 学習者経験に基づく教育プログラムの効果

図7.1に示すLJMを確認すると、学習者経験は概ね高い水準すなわち、学習者経験値の5または4で評価されており、学習者にとってこの教育プログラムは効果があった評価できる。

しかし、タッチポイントごとに確認すると、科目3、科目4、科目5においては学習経験値の変動が見られる。とりわけ、科目3では理解度、科目4、科目5では理解度と満足度の変動が顕著であった。そのため、これらのタッチポイントでは学習者経験の差が大きく、教育プログラムに対する何らかの要望や問題発見への手がかりがあると考えられる。



## 7.1.2 学習者視点による教育プログラムの課題発見

学習経験値の変動が大きかったタッチポイントにおける問題を発見するため、全体の学習経験の変化を俯瞰する図 7.1 の LJM に加えて、個々の学習者レベルで学習経験の LJM を評価した。ここでは、欠席がなく 5 科目でのジャーニーを得られた中から、例として 3 つの LJM を図 7.2、図 7.3、図 7.4 に示す。

いずれの LJM でも、図 7.1 における全体俯瞰の結果と同様に多少の変動が見られるものの、学習経験は概ね高水準で推移している。すなわち、表 6.2 で定義したペルソナにとって、教育プログラムは効果があることがわかった。

しかし、科目 3、科目 4、科目 5 では、いずれも学習経験値の変動が大きくなる傾向があった。特に、科目 4 では 3 つの例で満足度が低下していることから、このタッチポイントの改善が次の Build プロセスで扱うべき問題と考えられる。

ここで、科目 4 について学習者が記述した学習経験値の評価理由を確認したところ、次の指摘を得られた。

- (1) 理解を促す演習があるとよい
- (2) 自部署での業務への適用につながる内容まで教育で扱ってほしい
- (3) 事前課題と講義当日の内容がつながるようにしてほしい

これらのことから、現状では業務への適用を意識した学習経験の機会が不十分であるという問題があると推測できる。また、事前の学習と講義当日の内容との一貫性を保つことも教育効果を得るために必要であることもわかった。

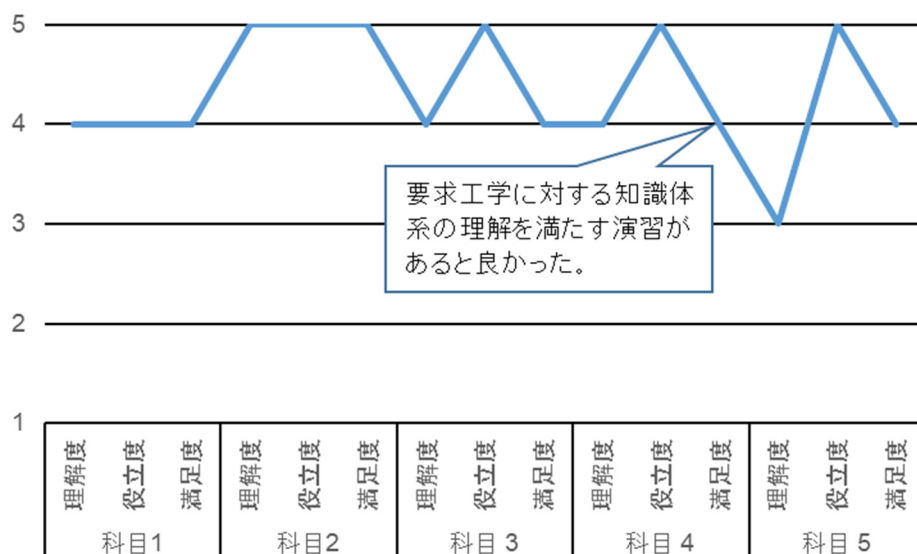


図 7.2 教育プログラムにおける学習者 B の LJM

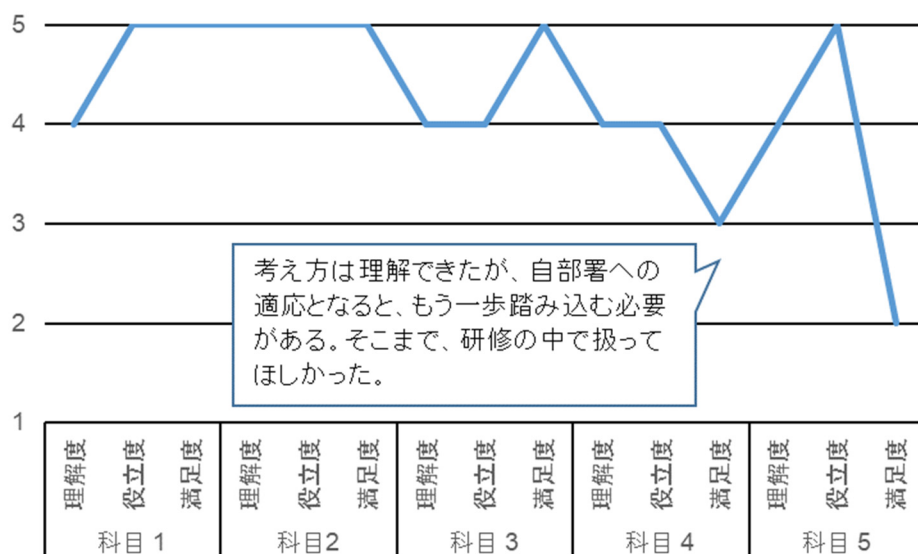


図 7.3 教育プログラムにおける学習者 E の LJM

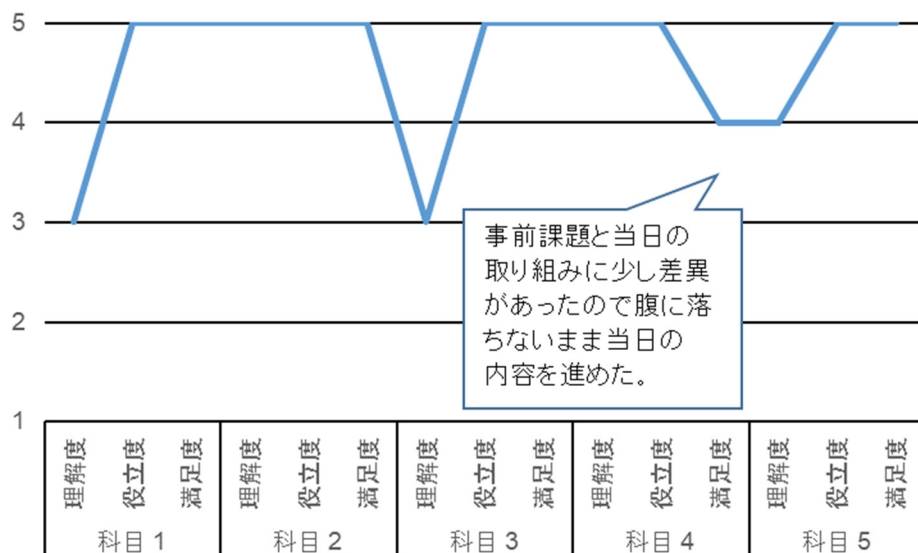


図 7.4 教育プログラムにおける学習者 K の LJM

## 7.2 第2階層の科目における学習者経験の評価

第2階層として、科目のLJMを評価した。評価尺度は、5.3.2で定義した「期待度」「達成度」である。これらの学習者経験のジャーニーの変化を見る。

第1階層での教育プログラムの評価結果から、満足度に変動が多く見られた科目4の要求工学のLJMを評価した。ここでも、図5.4の構成に従い、図7.5に科目4における学習者のLJMを示す(n=10)。あわせて、科目4のタッチポイントである3つの単元の構成を表7.1に示す。単元3の「現状分析(再)」では、単元1の現状分析に対して学んだ手法や議論からの気づきをふまえて、再度分析するねらいがある。

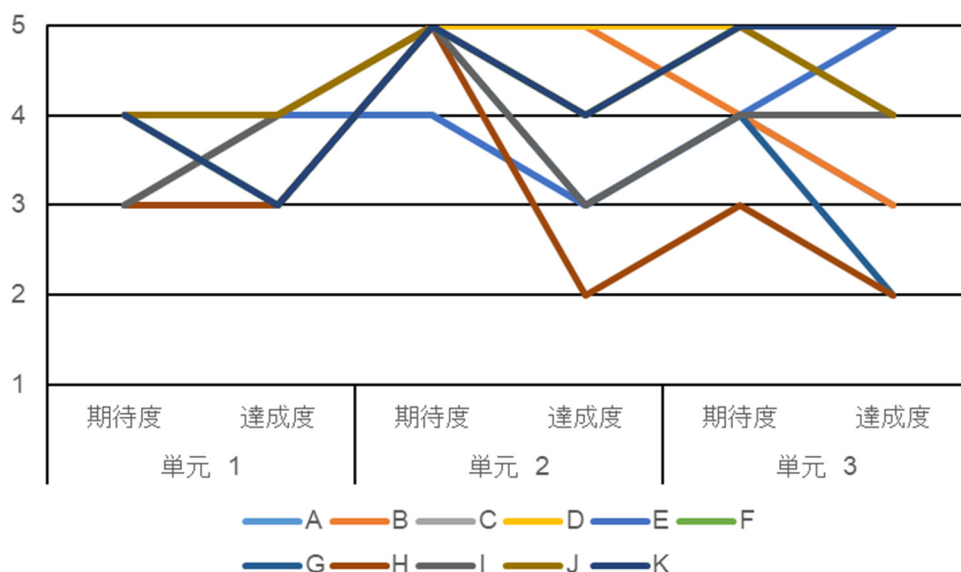


図 7.5 科目4のLJM

表 7.1 科目4の構成

単元	内容
1	現状分析と議論
2	問題分析方法
3	現状分析(再)

### 7.2.1 学習者経験に基づく科目の効果

図7.5より、科目4では、単元2と単元3への期待が高かったことがわかったが、単元1と比べると、期待度と達成度の変化が大きいことも明らかとなった。変化が大きいだけでなく、達成度が期待度を下回る傾向があった。これは、学習者が学びたいと期待した内容が十分に習得されなかった可能性を示唆しており、改善すべき問題の特定が必要と考えられる。

## 7.2.2 学習者視点による科目の問題発見

科目においても、学習経験値の変動が大きかったタッチポイントにおける問題を発見するため、個々の学習者レベルで学習経験のLJMを評価した。例として3つのLJMを図7.6、図7.7、図7.8に示す。

これらのLJMを見ると、タッチポイントにおいて次の3つのパターンが得られる。

(1) 期待度<達成度

期待度より達成度が上回っている。すなわち、学習者が期待していたよりも学習による達成感が得られたため、学習内容は妥当であると考えられる。

(2) 期待度=達成度

期待度と達成度が同じである。すなわち、学習者が期待していたとおりの学習による達成感が得られたため、学習内容は妥当であると考えられる。

(3) 期待度>達成度

達成度が期待度を下回っている。すなわち、学習者が期待していたよりも学習による達成感が得られなかったため、改善点となりうる。

図7.6、図7.7、図7.8に示したLJMでも、上記の3パターンの組み合わせとなっている。そこで、各LJMのパターンを確認し、学習経験値の評価理由を分析した。

図7.6では、LJMが上述の(1)(2)(3)のパターンで構成されている。評価理由より、単元1では、アドバイスがほしかったことに対してアドバイスをもらった、単元2では学びたかった手法を学べた、とあり、達成感を得られていることがわかった。しかし、単元3では、実践してみたがそれが正しかったかどうかわからなかった、とある。すなわち、他者からのフィードバックが十分に得られなかったことから達成感を実感できていない、といえる。これらのことから、単元2のように、知識を習得できることだけではなく、単元1、単元3のように、自分では気づかない他者からの気づきや新たな発見があることが達成感を高める要因になっていることがわかった。

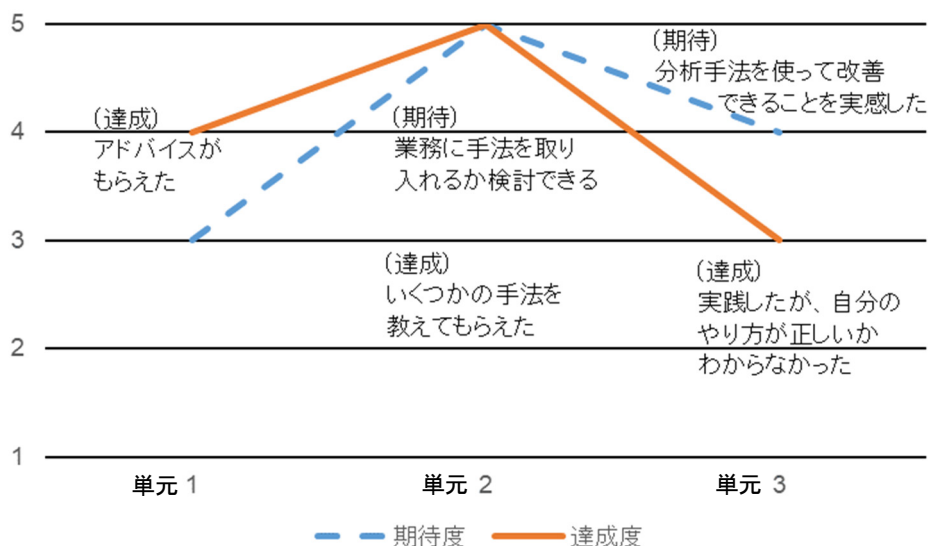


図 7.6 科目 4 における学習者 B の LJM

図7.7では、LJMが(1)と(3)のパターンで構成されている。単元1、単元3では達成度が期待度を上回った。新たな視点を得られたこと、他者からの気づきを得られたことが理由である。一方、単元2では達成度が期待度を下回った。理由として、期待した内容に対して納得のいく理解が得られなかったことが挙げられている。すなわち、技術の習得がうまくいかなかった可能性がある。

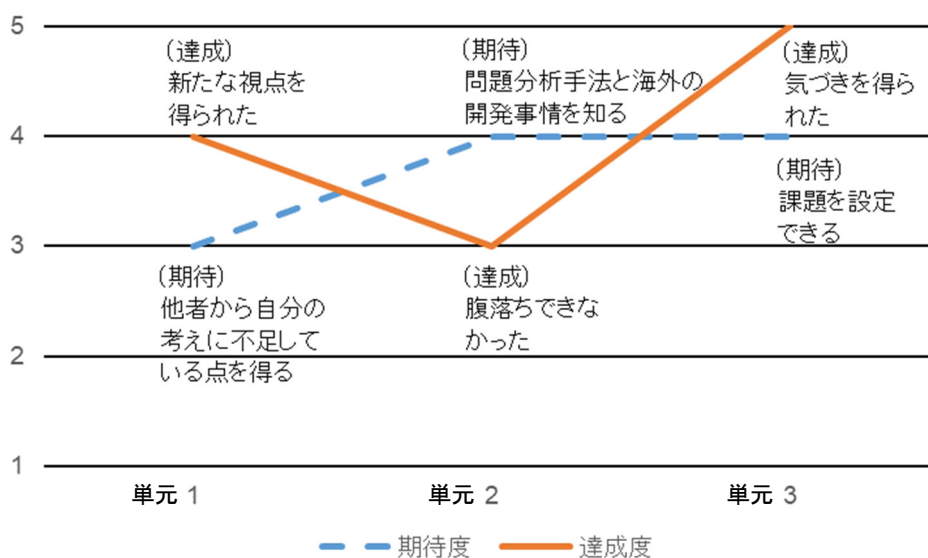


図 7.7 科目 4 における学習者 E の LJM

図 7.8 では、LJM が(2)と(3)のパターンで構成されている。単元 1 では、単元のねらいであった「課題を抽出する」がうまくいかなかったこと、単元 2 では方法の理解にとどまり実践力への手ごたえを感じられなかったことが理由となっている。

これらのことから、単元 1 の内容は妥当であるが、単元 2、単元 3 については改善の対象となりうるということがわかった。評価の理由の分析から、「学んだ内容を理解できていると本人が実感すること」「他者からの気づきを得られること」が学習経験値に影響を及ぼすことがわかった。よって、これらの点に着目した学習経験の場を構築することが科目の効果を向上する鍵であるといえる。

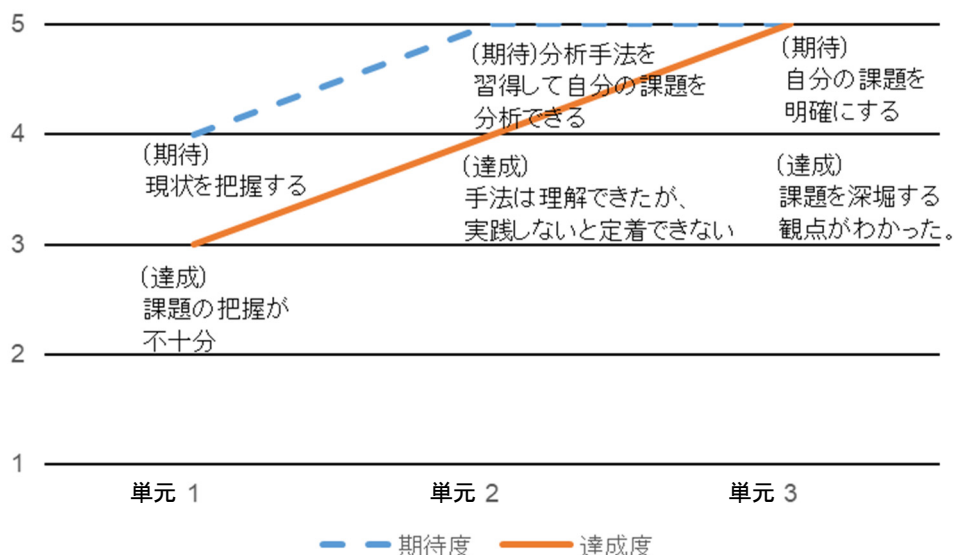


図 7.8 科目 4 における学習者 K の LJM

## 7.3 設計プロセスのループを経た第2階層の科目における学習者経験の評価

7.2でLJMによる評価をもとに抽出できた問題に基づき、図4.1に示す教育プログラム設計プロセスのBuildプロセスを経て、再度、科目4についてMeasure, Learnのプロセスを実施した。

MeasureおよびLearnプロセスの評価結果から、「学んだ内容を理解できていると本人が実感すること」「他者からの気づきを得られること」が改善のポイントであることがわかったため、はじめのサイクルでは表7.2に示した単元を実行したが、表7.2に示す単元に再設計して実施した。再設計の要点は次のとおりである。

### (1) 単元2「実践における課題」の追加

単元3「要求獲得(1)」は次世代システムの要求獲得へのアプローチを学ぶねらいであり、表7.2における「問題分析方法」にほぼ該当するが、ここでは、様々な方法について学ぶ前に、単元1「現状認識」をふまえた単元2「実践における課題」として、現状抱えている課題について質疑応答形式で確認する場を設けた。これにより課題への認識を深め、「学んだ内容を理解できていると本人が実感すること」を期待する。

### (2) 単元4「要求獲得(2)」の追加

ここでは、現状の課題を確認したうえで、次世代システムにおける課題について討議を通じて気づきを得るねらいである。これにより「他者からの気づきを得られること」を期待している。

表 7.2 再設計した科目4の構成

単元	内容
1	現状認識
2	実践における課題
3	要求獲得(1)
4	要求獲得(2)

この改善の結果、図7.9のLJMを得られた(n=10)。再設計の要点となった単元2では、すべての単元の中で期待度のばらつきが最も大きかったが、ほかの単元と比べて期待度>達成度となるジャーニーが明らかに少ないことが特徴である。すなわち、この単元を経験することにより学習者が期待した学びの目標を達成でき満足しているといえる。また、単元4については、期待度は比較的高かったが、期待度=達成度となるジャーニーが多かった。よって、ほぼ期待どおりの学習経験を得られたと考えられる。したがって、教育プログラム設計プロセスを回して再設計することにより、科目4は適切に改善されたといえる。

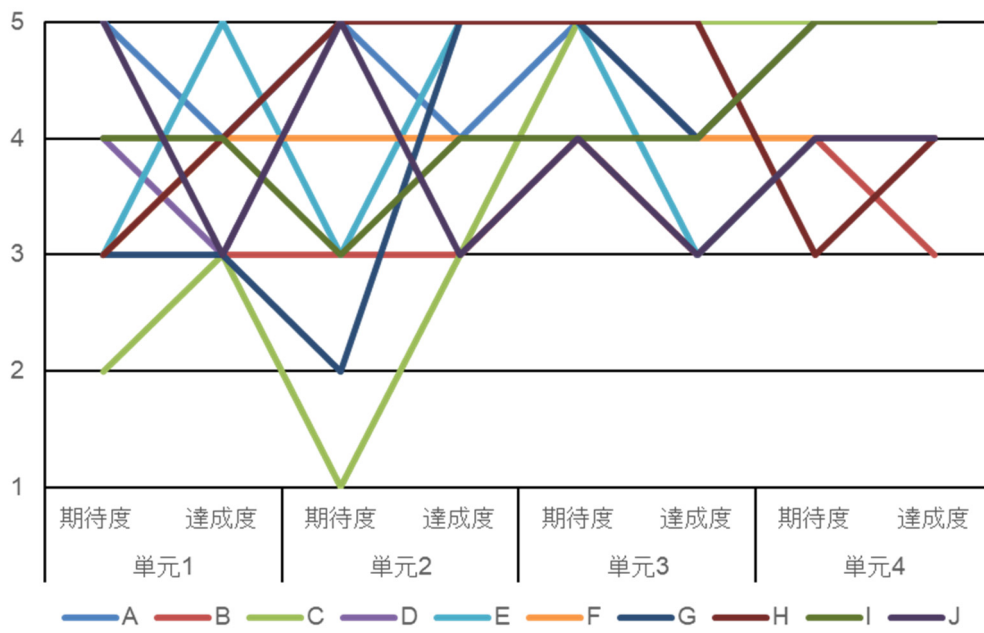


図 7.9 再設計した科目 4 の LJM

## 7.4 学習者ペルソナの評価

6.1.3 で設定した学習者のペルソナの妥当性について、7.3 の再設計した科目 4 の実施時に確認した。

表 5.1 に示した学習者ペルソナの属性定義の分類にしたがって学習者にアンケートを実施し、学習者ペルソナの妥当性を評価した(n=10)。

### (1) 基本事項

年齢と業務経験年数の組み合わせについて図 7.10 に示す。

ほぼ学習者ペルソナとして想定したとおりであったが、若干年齢層が高く、また、設定する 7 年の前後である 6-10 年より業務経験年数が短い傾向となったことから、新卒入社受講者ばかりではなかったと考えられる。

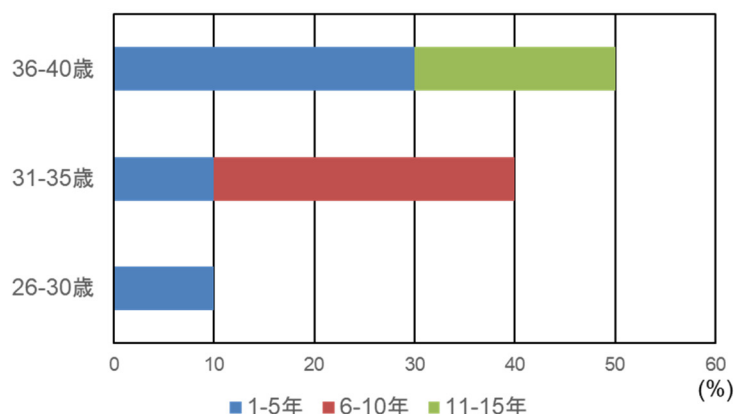


図 7.10 学習者ペルソナの年齢と業務経験年数

### (2) 業務内容とその状況

担当する業務について図 7.11, その業務の担当年数について図 7.12 に示す。また、従事するプロジェクトにおける役割について、図 7.13 に示す。

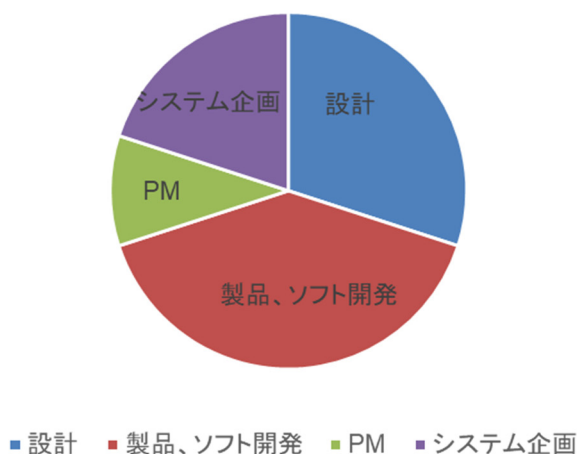


図 7.11 学習者ペルソナの担当する業務



業務は大半がソフトウェアの開発, 設計など, ソフトウェア開発に何らかの関わりをもっている. また, 担当製品に従事する年数もほとんどが3年以上で, プロジェクトのメンバだけではなく, プロジェクトリーダーや技術リーダーなど, 対象とする開発においてリーダー業務に従事しており, プロジェクトにおいて中心的な存在であるといえる. なお, 機能リーダーはシステムを構成するある機能の開発リーダーである.

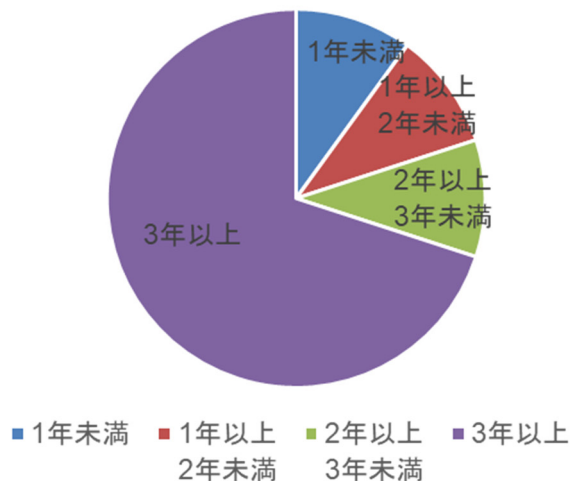


図 7.12 学習者ペルソナの現業務の担当年数

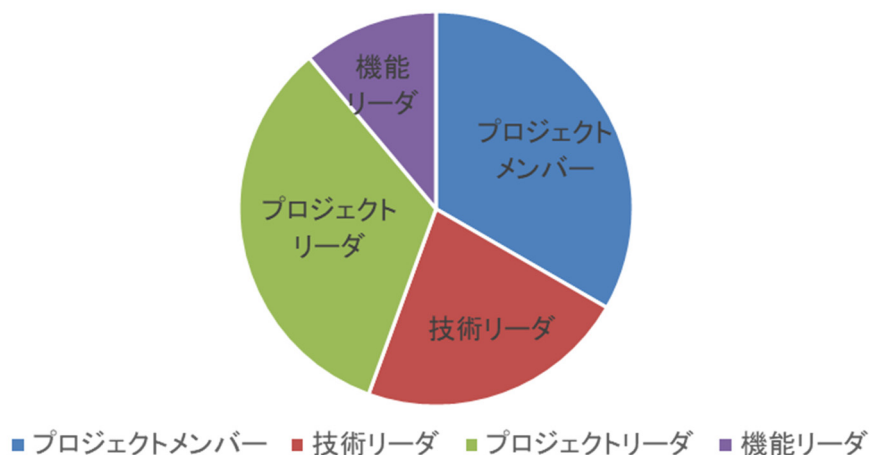


図 7.13 学習者ペルソナのプロジェクトにおける役割

(3) 知識とスキル

ソフトウェア工学の知識とスキルについては図 7.14 に示す。「あまりない」の回答が多かったが、その中には、社内教育を受講したという回答もあり、「だいたいある」には、自分で学習した、という回答もあった。「だいたいある」と「あまりない」のレベル感は個人の感覚に依存するようである。総じて、多少の知識はある、といえる。

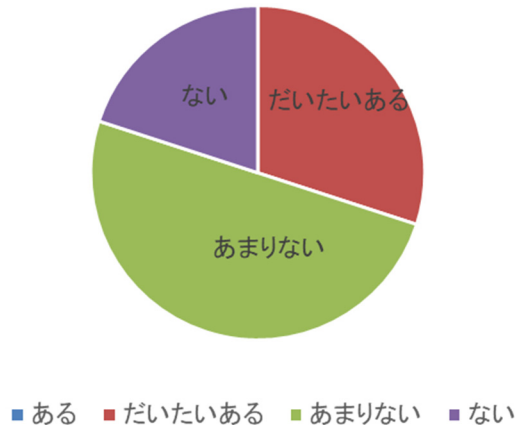


図 7.14 学習者ペルソナのソフトウェア工学の知識とスキル

(4) 関心事

主な関心事として、生産性や開発効率の向上、QCD、およびそれらに対する工学的なアプローチが挙げられた。

(5) 学習意欲

受講動機や受講による達成目標として、ほとんどが「実践で活用できる知識の習得」といった「実践」を意識した動機や目標であった。また、ソフトウェア工学を体系的に学びたい、といった全体俯瞰を期待する回答も多かった。

上記(1)から(5)の結果から、設定した学習者ペルソナについて概ね妥当であるといえる。基本事項では、新卒入社ではなく、すでに技術者としてのキャリアを経てから入社したケースも考えられ、この点については、ペルソナを再検討する余地がある。しかし、この基本事項の微細なずれによって、ペルソナの教育に対する感情や行動を特徴づける(2)から(5)の項目への影響はさほど見られなかったことから、7.3 の評価結果は学習者ペルソナの視点による評価と認めうるものとする。

## 8 考察

本研究の意義について、研究課題と、学習者経験に基づく2階層評価を導入した教育プログラム設計方法の実践的意義の点から考察する。

### 8.1 研究課題についての考察

#### 8.1.1 学習者経験に基づく教育プログラムの効果の評価における意義

本稿では、教育プログラムを一つのソフトウェアシステムにとらえ、そのユーザとして学習者をとらえた。そこで、ユーザ視点であることに着目しユーザ中心設計の概念に基づくデザイン思考[5]のコンセプトにより学習者視点から学習者経験に基づく教育プログラムの効果の評価を試みた。

学習者経験から早期に教育プログラムを評価してその問題を抽出できる評価モデルに基づく2階層評価方法を提案し、ある企業の高度ソフトウェア技術者教育プログラムに適用した。

この2階層評価の方法では、学習者の視点であることを明確にするため、対象の教育プログラムで想定する人材像から学習者ペルソナを定義したうえ、ユーザの要求を獲得するための手法とされるCJMを応用し、学習者経験のジャーニーを視覚化するためにLJMを提案した。また、教育プログラムおよびそれを構成する科目の2階層、すなわち、マクロな視点とミクロな視点で段階的に評価できることから、次の2点が可能であることがわかった。

- (1) 教育プログラム全体での学習の効果とプログラムを構成する科目ごとの学習の効果の評価
- (2) 教育プログラムおよび科目における問題発生の階層、内容、その原因の特定の支援

#### 8.1.2 学習者経験に基づく教育プログラム設計方法の妥当性とその意義

提案する設計方法を企業で実施されている教育プログラムに適用する実践的研究により、提案方法の妥当性を検証した。

適用対象の教育プログラムは選抜型教育であり、学習者ペルソナは明確に定義できたといえる。また、2階層でLJMを用いて学習者経験を評価した結果、学習者は、概ね、教育設計者の期待どおりに学習の効果を得られていることを明らかにできた。同時に、LJMにより、学習者視点から教育プログラムおよび科目の問題を発見し、具体的な改善点を抽出できた。そして、発見した問題を解決するために科目を再設計した結果、学習者の学習経験の評価が改善された。

これらのことから、提案した2階層評価方法から、期待した効果を得られたため、この設計方法は妥当であるといえる。

さらに、これまでの教育評価では、一般にパフォーマンス評価や学習終了時のアンケートによる評価が多かったが、本稿で提案する方法は、教育プログラムの学習過程での評価と問題発見が可能であることから、リスタートアップに基づくBMLの設計プロセスにより、教育プログラムの俊敏な改善が可能となる効果も期待できる。これは、企業内教育など教育プログラムへの要求の変化への迅速な対応が求められるケースにおいて有用であるといえる。

ただし、このような学習者経験に基づく評価方法は、学習者の個人差の影響が懸念される。そのため、本稿の適用対象である高度ソフトウェア技術者教育プログラムで選抜型を前提としたように、学習者ペルソナの設定を容易にするなど個人差を低減する工夫が必要と考えられる。

## 8.2 企業内教育プログラムにおける学習者経験に基づく2階層評価の実践的意義

企業内教育では、人材育成が事業戦略を担う重要な要素であることから、教育プログラムが教育設計者の視点で評価されることが多い。しかし、教育の効果を向上するためには学習者自身のモチベーションが重要である。すなわち、学習者が、教育が業務における課題解決などに効果があると実感できる、また、学習の結果さらなる課題解決への意欲を醸成できる良質な学習経験ができる教育が求められている。

このことから、教育設計者の視点だけではなく、学習者に共感して教育プログラムを評価して、次の BML の設計プロセスを継続できる設計方法を提案できたことは意義があるといえる。

本研究では、LJM による 2 階層評価から、概ね、学習者のニーズに合った教育であること、学習者からみた教育プログラムへの要望を確認できたため、提案した方法により実践レベルにおいて学習者に共感した教育プログラム設計を支援できることが期待される。

## 9 今後の課題

### 9.1 学習者経験に基づく教育プログラム設計方法の企業内プログラムへの適用

本研究では、提案した学習者経験モデルに基づく2段階評価方法を導入した設計方法を、企業内教育である高度ソフトウェア技術者教育プログラムに適用し、その有効性を評価した。提案した設計方法をより発展させるためには、継続的な検証が必要である。

#### 9.1.1 評価指標の妥当性

提案した設計方法で定義した設計プロセスを回すことにより、効果が得られる可能性を確認できたが、科目の特質による効果についても継続した検証が必要である。本研究では技術カテゴリの科目を対象としたが、哲学、実践カテゴリの科目でも同様の効果が得られれば、設計プロセスを繰り返すことで教育プログラム全体としての教育効果の向上が期待できる。

そのためには、今回は定義した評価指標がどのカテゴリにおいても妥当であるかも含めた検証が必要である。定義した指標は、従来の関連研究の成果をもとに設定されており、一定の有用性があると考えられる。しかし、科目の特質がある場合に、これだけで十分であるかを検証し、ほかに必要な指標を抽出できれば、科目の特質に影響されずに教育プログラムを評価できる。

#### 9.1.2 学習者ペルソナの多様性

対象とする教育は選抜型教育を前提としており、育成する人材像が明確であることから、設定した学習者ペルソナは概ね妥当であることがわかった。

ここでは1コースあたり10数名程度の規模で約1年をかけて育成しているが、高度ソフトウェア技術者の育成が急務である中、早期に大量の人材を育成できることが望ましい。

企業活動において様々な業種や分野が協業する機会も増えることから、ユーザすなわち学習者の多様性に、より一層の複雑さが生まれることも考えられる。学習者ペルソナの定義や学習者経験に基づく設計プロセスを発展させれば、様々なバックグラウンド、基礎知識の習得度、など様々な学習者ペルソナが効率よく一定の教育効果を得られることも期待できる。

### 9.2 学習者経験に基づく設計方法の他分野の教育プログラムへの適用

本研究では、提案した学習者経験に基づく2段階評価方法を導入した教育プログラム設計方法を、企業内教育である高度ソフトウェア技術者教育プログラムに適用し、その有効性を評価した。提案した2段階評価方法をより発展させるためには、様々な教育への適用と評価が必要である。

企業内教育と学校教育、高度ソフトウェア技術者の育成や他の工学分野技術者の育成にはそれぞれ特徴がある。ソフトウェア技術者という範疇においても育成目標には段階があり一元的な手法では限界がある。企業内教育では教育の成果が事業の貢献に寄与することが求められるが、学校教育では知識をあまねく付与することが求められ、教育実施方法もそれぞれに応じた方法を選択する必要がある。また、企業内教育では、その学習者の特徴は対象とする教育の特性によって異なるが、俊敏に教育プログラムをアップデートする必要があり、リニアな開発プロセスが求められる点では共通である。こうした様々な特徴をもつ教育プログラムへの適用を通じて提案する設計方法を継続的に改善することで、より多くの分野での教育効果の向上に貢献することが可能である。

## 10まとめ

本研究では、企業内教育を対象として、学習者の学習経験に基づく評価モデルにより学習者視点で教育プログラムをその実行中に評価して早期の問題発見と早期フィードバックを可能とする設計方法を提案した。提案する設計方法がある企業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てその妥当性を確認した。

本稿で提案する教育プログラムの設計方法では、教育プログラムの学習過程で学習者経験を評価することで、学習者視点による具体的な問題の発見を支援する。問題の発見においては、教育プログラムとそれを構成する科目の2階層での評価を提案し、その特定を容易にした。また、学習者経験のモデル化として、教育プログラムにおける教育評価と学習者経験の関係を定義したうえ、LJM を使って学習者経験を可視化する方法を提案した。

提案した設計方法により学習者視点での教育の評価を得られ、その分析結果から問題を抽出できることを確認した。さらに、リーンスタートアップのBML ループに基づく設計プロセスを回した結果、改善の効果が得られ、提案する方法により教育プログラムの改善が可能であることを確認できた。

従来の教育プログラムの評価方法は、主として学習者のパフォーマンスの評価を教育者あるいは教育設計者の視点による評価であったが、本研究で提案する方法は、学習過程における学習者経験の評価であり、従来の教育評価方法を補完して利用することも可能である。

また、ユーザ中心設計やデザイン思考に基づく設計プロセスと学習者経験に基づく評価モデルを融合したフレームにより、教育プログラムの内容に依存せず広範な教育プログラムの設計に適用できる可能性から、多様な要求という課題の解決を加速させ、様々な技術分野における迅速な人材育成への貢献が期待できる。

## 謝辞

本研究は、南山大学大学院理工学研究科ソフトウェア工学専攻青山研究室において、青山幹雄教授のご指導の下に実施されたものです。本研究の遂行にあたり、終始手篤いご指導、ご援助を賜りました。青山幹雄教授に心より厚く御礼申し上げます。

本論文の審査をいただきました、南山大学大学院理工学研究科ソフトウェア工学専攻、野呂昌満教授、沢田篤史教授、ならびに、東京工業大学 情報理工学院 情報工学系 佐伯元司教授におかれましては、本論文について詳細なアドバイスを頂きました。ここに深甚な謝意を表します。

本研究の機会をくださり、また、本研究の遂行にあたり多大なるご支援、ご指導をいただきました株式会社デンソーの関係各位に深謝の意を表します。

最後に、研究活動をいつもあたたかく支えてくれた家族に心から感謝します。

## 参考文献

- [1] Aoyama, M.: Persona-Scenario-Goal Methodology for User-Centered Requirements Engineering, Proc. of RE (International Requirements Engineering Conference) 2007, IEEE Computer Society, pp. 185-194 (Oct. 2007).
- [2] Aşıksoy, C. and Özdamli, F.: 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, pp. 1589-1603 (2016).
- [3] Banfield, R.: Design Sprint: A Practical Guidebook for Building Great Digital Products, O'Reilly (2015).
- [4] Bourque, P., and Fairley, R. E. (Eds.): SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0, IEEE (2014).
- [5] Brown, T.: Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation, Revised and Updated, Harper Business (2019).
- [6] Chatley, R. and Field, T.: Lean Learning - Applying Lean Techniques to Improve Software Engineering Education, Proc. of ICSE-SEET (International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track) 2017, IEEE, pp. 117-126 (May 2017).
- [7] Cooper, A.: The Inmates are Running the Asylum, SAMS (1999).
- [8] Curedale, R.: Design Thinking, Design Community College Inc. (2019).
- [9] Dym, C., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D. and Leifer, L. J.: Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning, J. of Engineering Education, pp. 103-120 (Jan. 2005).
- [10] 土肥 紳一, 宮川 治, 今野 紀子: 教育心理学の手法を用いたアンケート調査によるプログラミング教育の評価について, 情報処理学会第 65 回全国大会講演論文集, No. 1D-2, pp. 263-264 (Mar. 2003).
- [11] 独立行政法人情報処理推進機構: IT 人材白書 2019 (2019).
- [12] Eaton, K.: Motivational Factors and Educational Attainment of Software Engineers, PhD Dissertation, Graduate Faculty of the School of Business Administration, Northcentral University (2016).
- [13] Gannod, G. C., Burge, J. E., and Helmick, M. T.: Using the Inverted Classroom to Teach Software Engineering, Proc. of ICSE (International Conference on Software Engineering) 2008, ACM, pp. 777-786 (May 2008).
- [14] Hall, T., Sharp, H., Beecham, S., Badoo, N., and Robinson, H.: What Do We Know about Developer Motivation?, IEEE Software, Vol. 25, No. 4, pp. 92-94 (Jul.-Aug. 2008).
- [15] Hartson, R. and Pyla, P. S.: The UX Book, 2nd ed., Morgan Kaufmann (2019).
- [16] Hart, D.: Authentic Assessment: A Handbook for Educators, Addison-Wesley (1992).
- [17] JISA(一般社団法人情報サービス産業協会) REBOK 企画 WG (編): 要求工学知識体系, 近代科学社 (2011).
- [18] 梶田 叡一: 教育評価, 有斐閣双書 (2013).
- [19] Kalbach, J.: Mapping Experiences, O'Reilly (2016).
- [20] Käpyaho, M., and Kauppinen, M.: Agile Requirements Engineering with Prototyping, Proc. of RE (International Requirements Engineering Conference) 2015, IEEE, pp. 334-343 (Aug. 2015).
- [21] Kawano, A., Isogai, E., and Aoyama, M.: A Model and Evaluation Method of Learning Motivation in the Education and Training of Professional Engineers, Proc. of TALE (International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering) 2016, IEEE, pp. 311-318 (Dec. 2016).
- [22] Kobata, K., Uesugi, T., Adachi, H., and Aoyama, M.: Software Engineering Education Program for Software Professionals of High Competency at DENSO, Proc. of APSEC (Asia-Pacific Software Engineering Conference) 2013, IEEE, pp. 117-122 (Dec. 2013).
- [23] Keller, J. M.: Motivational Design for Learning and Performance, The ARCS Model Approach, Springer (2010).



- [24] Kirkpatrick, D. L., *Evaluating Training Program: The Four Levels*, Berrett-Koehler (2005).
- [25] 黒須 正明: *人間中心設計の基礎*, 近代科学社 (2013).
- [26] Lemon, K. N., and Verhoef, P. C.: *Understanding Customer Experience throughout the Customer Journey*, *J. of Marketing*, Vol. 80, No. 6, pp. 69-96 (Nov. 2016).
- [27] Lewrick, M.: *The Design Thinking Playbook: Mindful Digital Transformation of Teams, Products, Services, Businesses and Ecosystems*, Wiley (2018).
- [28] Li, P. L., Ko, A. J., and Zhu, J.: *What Makes a Great Software Engineer?*, *Proc. of ICSE (International Conference on Software Engineering) 2015*, IEEE, pp. 700-710 (May 2015).
- [29] 松尾 睦: *職場が生きる人が育つ「経験学習」入門*, ダイヤモンド社 (2011).
- [30] 中原 淳: *企業内人材育成入門*, ダイヤモンド社 (2006).
- [31] 中井 俊樹: *アクティブラーニング*, 玉川大学出版部 (2015).
- [32] Nakajima, K., Watanabe, A., Nakano, H., and Suzuki, K.: *Verification of the Practical Uses of the ARCS-V Model*, *Proc. of iCoME (International Conference for Media in Education) 2013*, pp. 1-6 (Aug. 2013) [http://icome2013.iwd.jp/program/pdf/1p\\_PDF/A47.pdf](http://icome2013.iwd.jp/program/pdf/1p_PDF/A47.pdf).
- [33] 中島 英博: *授業設計*, 玉川大学出版部 (2016).
- [34] 大谷 尚: *質的研究の考え方*, 名古屋大学出版会 (2019).
- [35] Patton, J.: *User Story Mapping*, O'Reilly (2014).
- [36] Phuong, D. T. D., Harada, F., and Shimakawa, H.: *Estimating Student Persona through Factorization of Learning Portfolio*, *Proc. of R10-HTC (Region 10 Humanitarian Technology Conference) 2013*, IEEE, pp. 221-226 (Aug. 2013).
- [37] Provost, F., and Fawcett, T.: *Data Science for Business*, O'Reilly (2014).
- [38] Pruitt, J. and Adlin, T.: *The Persona Lifecycle, Keeping People in Mind Throughout Product*, Morgan Kaufmann (2006).
- [39] Reigeluth, C. M.: *Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*, Routledge (2012).
- [40] Richey, R. C., Klein, J. D., and Tracy, M. W.: *The Instructional Design Knowledge Base Theory, Research, and Practice*, Routledge (2011).
- [41] Ries, E.: *The Lean Startup*, Crown Business (2011).
- [42] dos Santos, S. C., Batista, M. da C. M., Cavalcanti, A. P. C., Albuquerque, J. O., and Meira S. R. L.: *Applying PBL in Software Engineering Education*, *Proc. of SEET (Conference on Software Engineering Education and Training) 2009*, IEEE, pp. 182-189 (Feb. 2009).
- [43] Shahri, A., Hosseini, M., Almaliki, M., Phalp, K., Taylor, J., and Ali, R.: *Engineering Software-Based Motivation: A Persona-Based Approach*, *Proc. of RCIS (International Conference on Research Challenges in Information Science) 2016*, IEEE, pp. 1-12 (Aug. 2016).
- [44] Shaw, M.: *Software Engineering Education: A Roadmap, The Future of Software Engineering*, ACM, pp. 373-380 (Jun. 2000).
- [45] 玉飼 真一, 村上 竜介, 佐藤 哲, 太田 文明, 常盤 晋作, (株)アイ・エム・ジェイ: *Web 制作者のための UX デザインをはじめの本: ユーザビリティ評価からカスタマージャーニーマップまで*, 翔泳社 (2016).
- [46] 田中 耕治: *よくわかる教育評価*, 第2版, ミネルヴァ書房 (2010).
- [47] Towey, D.: *Lessons from a Failed Flipped Classroom: The Hacked Computer Science Teacher*, *Proc. of TALE (International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering) 2015*, IEEE, pp. 11-15 (Dec. 2015).
- [48] Tullis, T., and Albert, B.: *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*, 2<sup>nd</sup> ed., Morgan Kaufmann (2013).
- [49] Ulrich, D., Kerr, S., and Ashkenas, R. N.: *The GE Work-Out*, McGraw-Hill (2002).

- [50] 山本 雅基, 小林 隆志, 宮地 充子, 奥野 拓, 桑野 文洋, 櫻井 浩子, 海上 知昭, 春名 修介, 井上 克郎: enPiTにおける教育効果測定の実践と評価, コンピュータソフトウェア, Vol. 32, No.1, pp. 213-219 (Feb. 2015).
- [51] Yilmaz, M., Atasoy, B., O'Connor, R. V., Martens, J.-B., and Clarke P.: Software Developer's Journey: A Story-Driven Approach to Support Software Practitioners, Proc. of EuroSPI (European Conference on Software Process Improvement) 2016, LNCCIS Vol. 633, Springer, pp. 203-211 (Sep. 2016).

## 研究業績

- [1] 川野 篤子, 鈴木 孝昌, 磯貝 恵美子, 石山 雅規, 村田 武久, 学ぶ意欲の向上に着目した学習モデルの構築, 日本工学教育協会 第63回年次大会, No. 2E14, Sep. 2015, pp. 302-303 (査読無).
- [2] 川野 篤子, 磯貝 恵美子, 技術研修を通じた学習意欲向上施策の効果の評価, 工学教育, Vol. 64, No. 3, Jun. 2016, pp. 73-78 (査読有).
- [3] 川野 篤子, 磯貝 恵美子, 村田 武久, 追跡調査を含めた技術教育の評価手法の構築, 日本工学教育協会 第64回年次大会, No. 3A12, Sep. 2016, pp. 410-411 (査読無).
- [4] Atsuko Kawano, Emiko Isogai, and Mikio Aoyama, A Model and Evaluation of Learning Motivation in the Education and Training of Professional Engineers, Proc. of the IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE 2016), IEEE, Dec. 2016, pp. 311-318 (査読有).
- [5] Atsuko Kawano, Yuji Motoyama, and Mikio Aoyama, A LX (Learner eXperience)-Based Evaluation Method of the Education and Training Programs for Professional Software Engineers, Proc. of 7th Int'l Conference on Information and Education Technology (ICIET 2019), ACM, Mar. 2019, pp. 151-159 (査読有) [Best Presentation Award 受賞].
- [6] 川野 篤子, 本山 勇司, 青山 幹雄, 学習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, 情報教育シンポジウム 2019 (SSS 2019), 情報処理学会, Aug. 2019, pp. 38-45 (査読有).
- [7] 川野 篤子, 本山 勇司, 青山 幹雄, 学習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, 情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」, 12 pages (査読有) (条件付き採録, 改訂投稿版の再査読中).

## 付録

### A. 7.4 学習者ペルソナの評価で使用したペルソナアンケートの設問

学習者ペルソナの評価のため、次のアンケートを使用した。

表 A.1

設問	内容	選択肢
1	年齢について教えてください。	26-30 歳, 31-35 歳, 36-40 歳, その他
2	社内業務経験年数を教えてください。	1-5 年, 6-10 年, 11-15 年
3	従事している対象システム(製品)を教えてください。	自由記述
4	対象システム(製品)に従事している年数を教えてください。	1 年未満, 1 年以上 2 年未満, 2 年以上 3 年未満, 3 年以上
5	担当業務を教えてください。	自由記述
6	業務における役割を教えてください。	自由記述
7	ソフトウェア工学の知識(現状)について教えてください。	ある, だいたいある, あまりない, ない
8	設問 7 についての補足コメント(あれば)を記入してください。	自由記述
9	教育の受講動機, 関心事を教えてください。	自由記述
10	教育受講による達成目標(習得目標)を教えてください。	自由記述

### B. 科目の LJM 作成のためのアンケート

7.3 教育プログラム設計プロセスを経た第 2 階層の科目における学習者経験の評価において、再設計した科目 4 の LJM のために次のアンケートを使用した。

表 A.2

単元名	単元のねらい	研修実施前に記入		研修終了時に記入	
		期待度 5段階評価	期待度評価の理由	達成度 5段階評価	達成度評価の理由
現状認識	自動車システムの要求工学を取り巻く現状を認識する。				
実践における課題	要求工学の実践における課題を質疑応答形式で確認する。				
要求獲得(1)	次世代システムの要求獲得について、ステークホルダ分析、ゴール分析、シナリオ分析からアプローチする。				
要求獲得(2)	次世代システムにおける課題について討議を通じて気づきを得る。				