

令和 2 年 6 月 6 日現在

機関番号：62615

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2019

課題番号：18K19845

研究課題名（和文）正統的周辺参加の学習論に基づくアジャイル開発マネジメント教育の研究

研究課題名（英文）Agile Development Education based on Learning Theory on Legitimate Peripheral Participation

研究代表者

中村 太一（Nakamura, Taichi）

国立情報学研究所・先端ソフトウェア工学・国際研究センター・特任教授

研究者番号：60386761

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、正統的周辺参加の学習論に基づくロールプレイ演習（以下RP演習）により、アジャイル開発チームメンバー、プロダクトオーナー、ファシリテーターに必要なマネジメントスキルを修得する教育方法を提案する。最初にRP演習で学習者が疑似体験するシナリオを開発するため、アジャイルソフトウェア開発の生産性阻害要因とその回避策であるプラクティスとの関係をシステムダイナミクスモデルと待行列モデルで表した。次に仮定の履修登録システム開発プロジェクトの文脈のトピックを実装したシナリオを開発した。そのシナリオのRP演習で、学習者が座学の脱文脈化された知識を実務で活用できるようにする教育方法の有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2017年10月、PMIからPMBOK: Guide Sixth Edition とAgile Practice Guideが刊行され、顧客の要求が確定している下で費用とリリース時期を遵守するマネジメントと顧客が求める価値を繰り返し提供し続けるアジャイル開発のマネジメントの関係が記述されているが、二つのマネジメントの使い分けについて確定した知見はない。このような状況に鑑み、本研究の成果を実装したロールプレイ演習で、学習者個々人がマネジメントの実務においてアジャイル開発と伝統的な開発のマネジメントを使い分ける能力を涵養できる学習環境を提供する意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：The aim of this research is to establish educational method for learners to acquire project management skills required by agile team members, a facilitator, and a product owner using role-play training based on Learning Theory on Legitimate Peripheral Participation. In order for learners to have a simulated experience through role-play, a role-play scenario is developed according to an agile software development process model. The model is represented as a system dynamics model involving factors declining productivity of the team and practices, and queuing model simulating productivity of the team. The hypothetical project throughout the whole lecture course is the development of a registration system for a student to register the course, and a topic derived from the context in the project is implemented into the scenario. We present the effectiveness of the proposed method for learners to utilize the decontextualized knowledge learned in the classroom lecture in the practical field.

研究分野：プロジェクトマネジメント

キーワード：プロジェクトマネジメント アジャイル開発 システムダイナミクスモデル ロールプレイ演習 正統的周辺参加の学習論 プラクティス

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

プロジェクトマネージャーに求められるコミュニケーションなどのヒューマン系スキルと、プロジェクトを観察し、問題を特定し、対策を立案・実行する意思決定スキルを獲得するため、オンライン・グループワーク環境にてロールプレイ演習（以下、RP 演習）による実践学習と知識を体系的に学ぶ座学を組み合わせた教育をコンピュータサイエンス学部3年生に提供してきた。RP 演習は、開発リソースと完了期日が決められたスコープの下、様々なリスクに起因して発生する問題への対策立案・実行・評価を行う演習である。他方、固定されたスコープの下での開発は、顧客のビジネス環境の変化に対応できないことが指摘されている。次々に変わる顧客要求を実現できるアジャイルマインドを備える人材育成の重要性が増している。このような状況に鑑み、これまでのプロジェクトマネジメント教育の実績を基に、アジャイル開発のチームメンバ、プロダクトオーナーおよびファシリテーターに求められるスキルの修得を目的とする RP 演習による実践教育の研究を立ち上げることとする。

2. 研究の目的

本研究では、アジャイル開発のチームメンバ、プロダクトオーナーおよびファシリテーターに求められるマネジメントスキル[1]を修得するため、顧客が求める価値を生み出す一連のアジャイル開発のマネジメントを疑似体験する RP 演習システムを開発する（図1）。

研究課題は、

- (1) アジャイル開発プロセスをシステムダイナミクス(以下 SD)モデル[2]と待ち行列ネットワーク(以下 QN)モデルで構築し、
- (2) アジャイル開発の生産性を低下させる要因[1]とそれを回避するプラクティスの関係を表し、
- (3) 正統的周辺参加の学習論に基づき[3]、業務という文脈の中で演習者がプラクティスの活用を習得する RP 演習シナリオを開発することである。

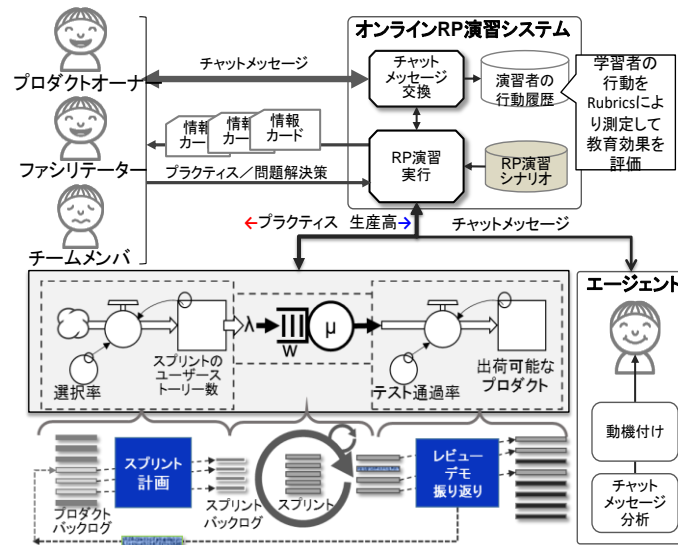


図1 アジャイル開発マネジメントスキルRP演習システム

3. 研究の方法

【現状把握】

アジャイルソフトウェア開発の実務と教育活動を行い、スクラムマスターの実績がある研究分担者の知見から、アジャイル開発を成功させる主要な要素を、①継続的に成果物を積み上げるスプリントとその活動を振り返ること、②自律したチームであることの二つに、アジャイル開発で使われるプラクティスを分類した。

アジャイルソフトウェア開発の生産性を低下させる要因、スプリントで開発・実装するユーザーストーリーの数やスプリントで完了したユーザーストーリー数を調査する。

【アジャイル開発プロセスモデル構築】

- (1) プロダクトバックログの管理、スプリント計画、スプリント、レビュー・デモ、振り返りの一連のプロセスで実施されるプラクティスと進捗阻害要因の関係の時間経過を SD モデルで[2]、スプリントを無限母集団有限待ち行列の QN モデルで表す[5]。
- (2) 本モデルを使い、チームがスプリントで開発し、出荷可能なプロダクトの規模に対するプラクティスと進捗阻害要因との関係を定式化する。

【ロールプレイ演習によるアジャイル開発教育環境構築】

- (3) 正統的周辺参加の学習論に基づき[3]、学習者が、体系化された知識を仮想プロジェクトの文脈の中で活用して実践知として定着するために(1)と(2)で構築したアジャイル開発プロセスのモデルを実装した RP 演習環境を構築する。
- (4) 仮想プロジェクトの文脈を体験する RP 演習シナリオは、顧客の満足を開発者の達成動機に転化できる内発的動機付けが学習者に醸成されるように、ケラーの ARCS(Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) モデル[4]に則る 12 の問いに答えるシナリオを開発する。
- (5) 大学コンピュータサイエンス学部3年生のプロジェクトマネジメントの講義にて、RP 演習を行い、学習者が獲得するアジャイル開発スキルを Rubrics で定量評価し、演習シナリオに反映し、ADDIE(Analysis Design Develop Implement Evaluate)サイクルを回し、教育効果を向上させる。

4. 研究成果

【現状把握】

アジャイルソフトウェア開発で使われるプラクティスを、顧客の価値を高めウェア開発を成功させる主要な要素、①頻りにインテグレーションしてスプリントを振り返ること（継続的統合）と②自己組織化したチーム（自律チーム）に分類した（図2）。

図2のマインドマップの自律チームのプラクティスの実施に関わる役割を付記した。

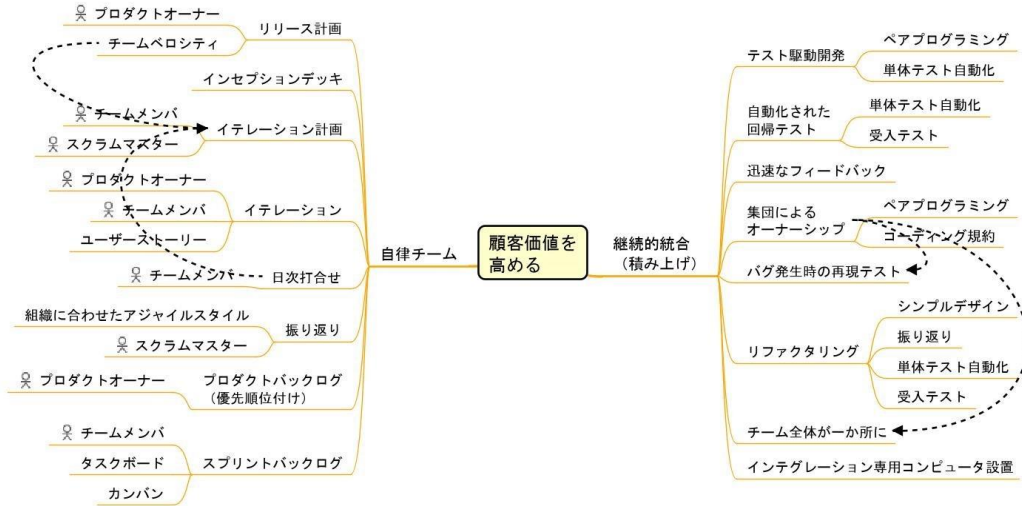


図2 アジャイルソフトウェア開発のプラクティスの分類

【アジャイル開発プロセスモデル構築】

(1) プロジェクトのユーザーストーリーの全集合の製品バックログ (Stock) と、これから実施するスプリントで扱うユーザーストーリーの集合のスプリントバックログ (Stock) (図3では選択されたユーザーストーリーのタスクの集合) の時間経過による増減の様子をモデルで、スプリントは無限日集団有限待行列で、対象システム (Stock) の時間経過による増加をレビイー・デモ・振り返りのSDモデルで表した (図3)。各 Stock への Flow は未完了のユーザーストーリーの発生割合、顧客の新たな要求が発生する割合、チームのスキルレベルの変化の程度、リファクタリングなどである。

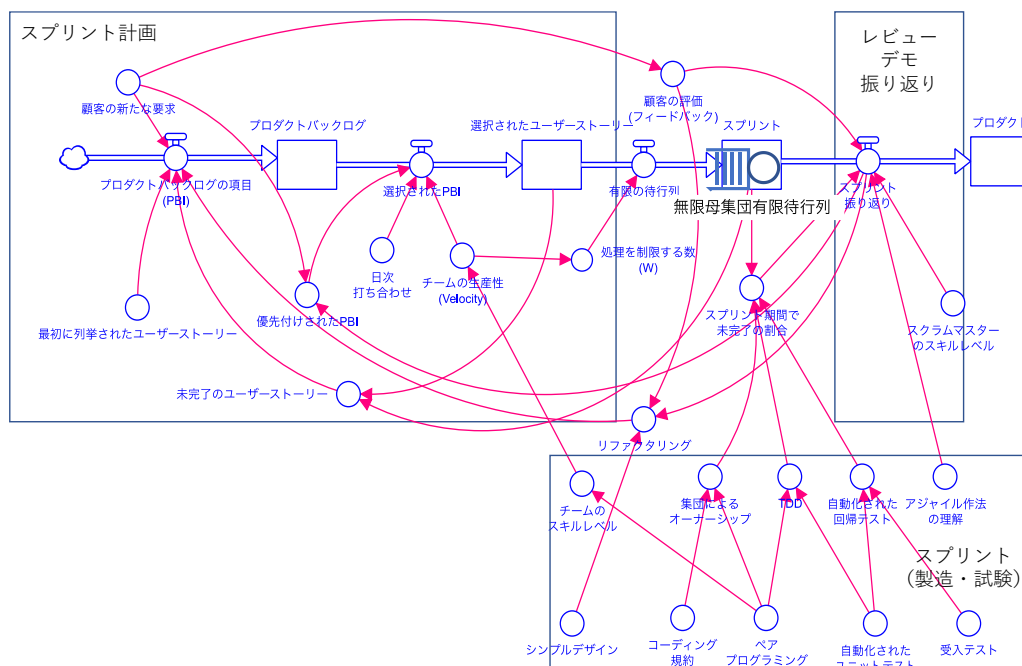


図3 アジャイルソフトウェア開発プロセスモデル

(2) スプリント計画で選択されたユーザーストーリーを実現するタスクの数は、スプリントごとに変わるが、チームは自身の生産性(Velocity)を認識しているので、定常的に同じ数(λ)のユーザーストーリーをチームは受け入れると考え、スプリント計画で生成されるユーザーストーリーは無限母集団として扱う。チームは自身のVelocityを超えるユーザーストーリーを受け入れないので、その上限を最大値(w)とする有限の待行列(w)を持つ系でスプリントを表す。このスプリントのモデルは、①受け付けられないユーザーストーリー、②スプリント期間に未完了のユーザーストーリーと、スプリントのスループットを上げることのバランスを取りつつ、チームが過負荷に陥らないスプリント計画を立案する指針を提供する。図4に、チームのVelocityが10ユーザーストーリー数/スプリント(μ)、スプリント計画で発生するユーザーストーリー数(λ)16ユーザーストーリー数/スプリントのケース(明らかに過負荷状態)では、チームが受け入れるユーザーストーリーを12程度に制限すると未完了のユーザーストーリーは少ないが、チームが自身の生産性を過大評価し16を超えて受け入れるとチームの生産性は低下し、チームの士気が下がり未完了のユーザーストーリーは増えることが分かる。

スプリント計画とレビュー・デモ・振り返りのSDモデル部分の時間経過によるStockの変化は、チームのスキルレベルと意欲などに影響される生産性(Velocity)で決まるので、心理学的な知見を考慮したモデルを評価する必要がある、今後の課題とする。

【ロールプレイ演習によるアジャイル開発教育環境構築】

(3) 正統的周辺参加の学習論に基づき、座学で脱文脈化されたプロジェクトマネジメントの知識を学んだ学生が、その知識を活用できるようになるには、実践という文脈の中に自分を置きその知識を自分なりに位置づけ直せる教育環が必要がある。しかし、教育機関では実務環境を提供できないことから、仮想のプロジェクトをマネジメントする環境で、RP演習を行うこととした。履修登録システム開発という仮想プロジェクトの工程に沿って16コマの講義を構成した。表1に2018年度と2019年度に実施した講義を示す。

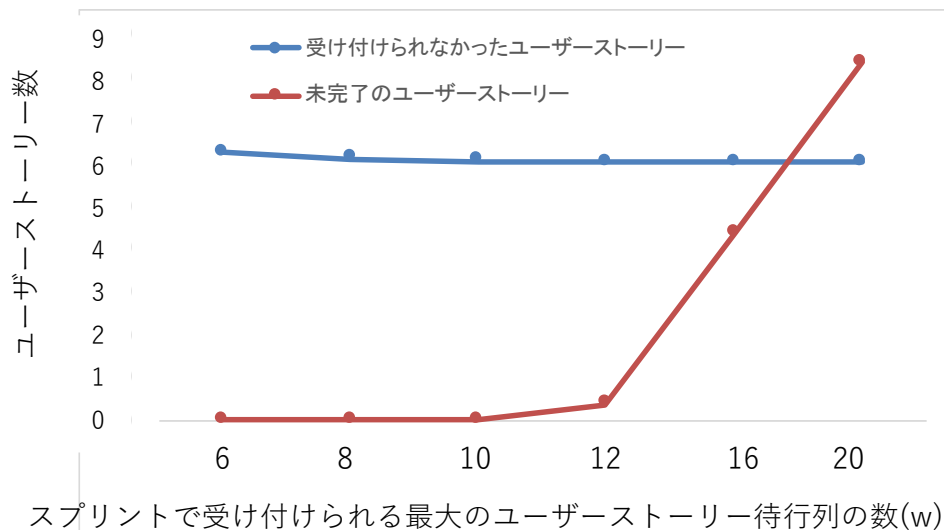


図4 受け付けられない・未完了のユーザーストーリー数

表1 プロジェクトマネジメント講義の構成

講義回	時限	講義内容 (2018年)	講義内容 (2019年)
1st	1st	ガイダンス:プロジェクトとは何?マネジメントとは何をすること?	ガイダンス:プロジェクトとは何?マネジメントとは何をすること?
2nd	1st	プロジェクトマネージャーの役割とプロジェクトのリスク要因	プロジェクトマネージャーの役割とプロジェクトのリスク要因
3rd	1st	プロジェクトの計画立案とリスクの回避	プロジェクトの計画立案とリスクの回避
	2nd	GW演習1:プロジェクトの目標を達成する作業の関係を図で表す	GW演習1:プロジェクトの目標を達成する作業の関係を図で表す
4th	1st	ガントチャートからPMBを作成し、EVMでプロジェクトの進捗を調べる。	ガントチャートからPMBを作成し、EVMによるプロジェクトの進捗を管理する。
	2nd	GW演習2:GW演習1で作成した作業関係図を基にPMBを作成する	GW演習2:GW演習1で作成した作業関係図を基にPMBを作成する
5th	1st	EVMを利用したプロジェクトの進捗を把握し遅れを取り戻す方法を学ぶ	EVMを利用したプロジェクトの進捗を把握し遅れを取り戻す方法を学ぶ
	2nd	RP演習1:プロジェクトの遅れを確認し、遅れを取り戻す方法を決定する。	GW演習3:EVMの管理を確認し、遅れを取り戻す方法を学ぶ。
6th	1st	コスト見積り技法と開発要員の配分方法を学ぶ	コスト見積り技法と開発要員の配分方法を学ぶ
	2nd	RP演習2:遅れを取り戻すために、費用の制約を考慮して要員を増強する	RP演習1:遅れを取り戻すために、費用の制約を考慮して要員を増強する
7th	1st	プロジェクトの予算管理を学ぶ	プロジェクトの予算管理を学ぶ
	2nd	RP演習3:仕様変更の要望に対し利害関係者の期待を確認し方針を決定する	GW演習4:RP演習1を振り返り、遅れの対策を実施した結果を議論する。
8th	1st	プロジェクトにおける意思決定と交渉について学ぶ	プロジェクトにおける意思決定と交渉について学ぶ
	2nd	GW演習3:RP演習3を振り返り遅れの対策を実施した結果を議論する。	RP演習2:仕様変更の要望に対し利害関係者の期待を確認し方針を決定する
9th	1st	プロジェクトの目的を明確にする方法を学ぶ	プロジェクトの目的を明確にする方法を学ぶ
	2nd	RP演習4:顧客の期待は何か?何故システム開発するか	GW演習5:RP演習2を振り返り、仕様変更要求へに対処を再考・確認する

GW:グループワーク RP:ロールプレイ チーム:3名(役割固守) 2018年度:10チーム

2019年度:17チーム

(4) マネジメントの RP 演習で学生が疑似体験できるプラクティスは、アジャイルソフトウェア開発プロセスモデル(図3)の中の振り返りであるとした。スプリントで実施される製造と試験の開発技術のプラクティスは本取り組みの対象外とした。スプリント計画の疑似体験は、試験工程で顧客から新たな仕様追加を求められたチームがどのような意思決定を行うかを問うシナリオとした。RP 演習の翌週の GW 演習では、RP 演習の意思決定についてチームで振り返り、アジャイルマインドと QCD 遵守の伝統的管理について自由に議論することを課した。

(5) RP 演習で実践力を高める行動を探るため RP 演習での学習者のチャットの回数、情報の参照回数、NPC(Non Player Character)の発言に対する反応等の行動履歴と、期待する行動とを比較した Rubrics との相関を求め、分散分析で Rubrics の違いの要因を探った。2018 年度の RP 演習ログの分析では、Rubrics とシナリオとチーム共に依存関係が認められるが、実践力を高める行動を学生に起こさせる方策を示すには至っていない[7]。2019 年度の RP 演習でチームが達成した Rubrics を図5示す。分散分析から、チームによる Rubrics の違いに有意差がないとは言えないが、シナリオによる Rubrics の違いはないことが示された。2018 年度の RP 演習では、チームとシナリオ共に Rubrics の違いに有意差がないとは言えない。このことから 2019 年度の演習のシナリオによる実践力の差異はなく、講義の改善ができたと推察される。

【仮想プロジェクトでの顧客要求への対処】

顧客の仕様追加要求への対処について、2018 年度は 10 チーム中 4 チームが顧客の要求を受け入れる意思決定をしている。チームの 3 名の学生の役割は、顧客の責任者のプロダクトオーナー、開発者の二人である。学生はこの RP 演習に先立ち伝統的な QCD 遵守のマネジメント技法を学んでいるが、開発者の役割にも関わらず、4 チームは要求を受けいれている。

2019 年度は、顧客の要求を受け入れたのは 17 チーム中 5 チームに止まった。2019 年度は、開発遅れの原因と対策を立案する QCD 遵守の RP 演習 1 にも振り返りの GW 演習を行った結果、顧客のプロダクトオーナーの要求に対し、QCD の遵守を強く意識した開発者役の二人の主張が反映されたチームが増えたと推察される。しかし、QCD 遵守を優先し顧客要求を受け入れなかったチームでも、RP 演習のチャットでは顧客の要求を受け入れ、それをどのように実現するかという議論が多数交わされていることがチャットログから読み取れた。

このことから、システム開発経験やプロジェクトマネジメント経験がない学生は、顧客の要求をなんとか実現しようとするアジャイルマインドを元々備え、自然な意識でアジャイル開発を取り組めると推察する。今後は、開発現場の実態をアジャイルソフトウェア開発の文脈とする RP 演習シナリオを開発し、アジャイルマインドを醸成する教育環境を構築する必要がある。

【参考文献】

[1] Agile Practice Guide, Project Management Institute Inc. 2017

[2] Diana M. Fisher, 豊沢聡(訳), “システムダイナミクスモデリング入門 教師用ガイド”, カットシステム, 2008

[3] 堤宇一(編著) 青山征彦, 久保田享(著), “はじめての教育効果測定 研修の質を高めるために”, 日科技連, 2007

[4] ガニエ, ウェイジャー, ゴラス, ケラー 鈴木克明

岩崎信(監訳), “インストラクショナルデザインの原理” 北大路書房, 2007

[5] Taichi Nakamura and Yuki Tachikawa, “Requirements Management for Agile Software Projects”, Proceedings of the 10th International Conference on Project Management, pp. 223-228, 2016

[6] Taichi Nakamura and Shota Horio, “Simulation Based Role-Play Training for Project Management Education”, Proceedings of the 9th International Conference on Project Management and the 26th National Conference of the SPM, pp. 418-425, 2015

[7] Taichi Nakamura, “Analysis of Learners’ Behaviors During Role-Play Training in Project Management Education”, Proceedings of the 13th International Conference on Project Management, 2019

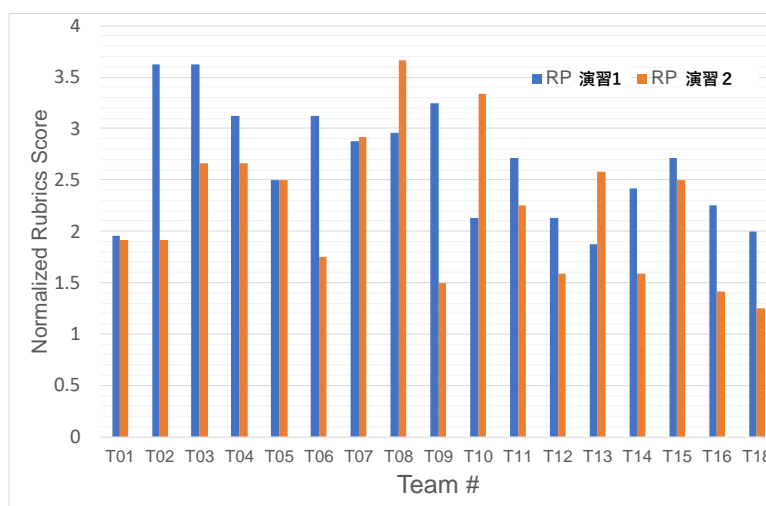


図5 RP 演習で達成した Rubrics (2019 年度)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 土肥拓生
2. 発表標題 モブプログラミング x 行動分析学 x 教育
3. 学会等名 Regional Scrum Gathering Tokyo 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 土肥拓生
2. 発表標題 行動分析学に基づくScrumの導入
3. 学会等名 Regional Scrum Gathering Tokyo 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土肥拓生
2. 発表標題 【scrum型開発とウォーターフォール型開発】の違いから考えるIT化とデジタル化とIT部門
3. 学会等名 2019年第1回 システム部長友の会 in 京都(第29回)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takako Nakatani, Hideo Goto, Taichi Nakamura, Osamu Shigo
2. 発表標題 A method to generate traverse paths for eliciting missing requirements
3. 学会等名 15th Asia-Pacific Conference on Conceptual Modeling (APCCM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taichi Nakamura
2. 発表標題 Analysis of Learners' Behaviors During Role-Play Training in Project Management Education
3. 学会等名 The 13th Conference on Project Management (ProMAC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 石川冬樹 土肥拓生 前澤悠太 末永俊一郎	4. 発行年 2018年
2. 出版社 近代科学者	5. 総ページ数 244
3. 書名 アジャイルイントロダクション	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	土肥 拓生 (Doi Takuo) (10724031)	国立情報学研究所・先端ソフトウェア工学・国際研究センター・特任准教授 (62615)	