

ソフトウェア開発の手法別の心理的安全性の差異に関する

予備的考察

平井 直樹¹

A Preliminary Study of Psychological Safety Differences among Software Development Methodologies

HIRAI Naoki

1. はじめに

近年、顧客のニーズは多様化し、ビジネスのスピードは速くなり、VUCA と呼ばれるような不確実性が強まった時代となりつつある。こうした環境下においてソフトウェア開発も複雑性を増してきている。日本では、これまでウォーターフォールと呼ばれる、定型的な計画とその遂行、管理を行う開発手法が中心となっており、この手法は厳格な手順を守ることが重視しており、計画通りに正しいプロセスさえ踏めば正しい結果が得られるというものである。一方、変化が激しく先が見えないような状況においては、答えやその解くべき課題自体が不明確なことも多く、試行錯誤しながら、互いに協力し、知恵を出し合いながら解決していく知識集約型の手法が重要となる。こうしたビジネスのスピードと不確実性に対応する手法が、近年注目が集まっているアジャイルである。

顧客のニーズが多様化したことで、そうした顧客の要望を見つけ出し、顧客にとって価値のあるものを作ろうとする顧客中心の考え方が重要となる。そのためには、少しずつ作って検証するという反復活動のプロセスが有効であり、アジャイルは、そうした反復活動を通じたフィードバックによる顧客の参画度合いが強く、顧客と共にそのビジネスの成長に合わせて最初から最後まで価値のある製品やサービスを継続的に提供し続けようとするものである（平井, 2022）。

こうしたソフトウェア開発では、ウォーターフォールやアジャイルの開発手法の違いに限らず、どのようなソフトウェアを作成するのかを決める要件定義工程や設計工程が重要となる（萩森, 2007; 中尾, 2009）。プロジェクトの QCD（品質、コスト、納期）に関して当初の計画を達成できなかった最も大きな理由として、要件定義の曖昧さに因るともされ（日経コンピュータ, 2003）、いかに要件定義を明確化するかが重要となる。しかし、顧客の要望する要件だけでなく、顧客が明確に意思表示をしていないものまで要件定義するこ

¹ 昭和女子大学現代ビジネス研究所 研究員 / 立教大学大学院ビジネスデザイン研究科 助教

とは難しい。その結果、要件定義は不完全で曖昧なままになってしまいうことが多く、後になって仕様変更が行われることも多い。計画に沿って進めるウォーターフォールにとって、後々の仕様変更は開発プロジェクトに大きな影響を与えるものとなり、対してアジャイルはこうした要件定義の曖昧さと変化に柔軟に対応していこうとするものである。

このような状況でソフトウェア開発は進められていくことになり、ソフトウェア開発のチームでは日々のミーティング等による進捗の管理やリスクの洗い出しが重要となる。日々の作業やプロジェクトを進めていくうえでの失敗やミス、些細な疑問や懸念について、いかにメンバーから発言を引き出すことができるかが求められ、メンバーがリスクを負うことなく発言できるかが重要となる。

こうしたチームメンバーがリスクを恐れずに安心して発言できるような環境のことを、近年、心理的安全性として取り上げられることが多い。心理的安全性のある環境とは、アイデアや疑問、懸念を積極的に発言し、失敗することを恐れず、さらに失敗したことから学習するものであり、知識が絶えず変化する組織や、人々が協働する必要がある組織に必要不可欠なものである (Edmondson, 2012)。ソフトウェアに限らず、現代の仕事の多くは複雑性を増しており、グループやチームを基盤としている。心理的安全性は、そうした組織内の小グループやチームの特色であり、職場環境の風土であり特性である (Edmondson, 1999, 2012, 2018)。

ソフトウェア開発は、1 か月未満の開発期間のような小規模なものを除き、チームで開発を進めていくものであるが、心理的安全性はグループやチームごとに異なることから、ソフトウェア開発のチームでも心理的安全性に違いがあることが考えられる。特に、変化に柔軟に対応し、日々の「朝会 (daily scrum meeting or stand-up meeting)」や「ふりかえり (retrospective)」といったミーティングをその特徴としているアジャイルは、これまでのウォーターフォールと異なり、メンバーが安心して話せるような心理的安全性が重要であることが考えられる。

以上より、本研究では、こうした心理的安全性がソフトウェア開発の手法ごとに違いがあるのかについて検討していく。

2. 先行研究

心理的安全性に関する研究は数多く行われてきているが、心理的安全性に関わる初期の研究は、Schein and Bennis (1965) や Schein (1985)、Kahn (1990) などが代表的であり、近年では Edmondson (1999, 2012, 2018) の研究が代表的である。心理的安全性は、Google が 2012 年から 2016 年にかけて行ったプロジェクトである“Project Aristotle”において、Edmondson (1999) の心理的安全性の研究をとりあげたことで、世の中の注目が集まったとされる²。

² “Project Aristotle”の目的は「生産性の高いチームの条件は何か」を明らかにしようとするものであった。

Edmondson (1999, 2012) は心理的安全性について、チームメンバーがそのチーム内において発言することで、無知や無能と思われたり、恥をかいたり、非難されたり、ネガティブや邪魔をする人といった印象を与えたりすることが無く、むしろそうした率直な意見や疑問、アイデアを出すことができたりミスや失敗の報告ができることであるとしている。

その後、多くの研究が蓄積され、心理的安全性がチーム学習やパフォーマンス、創造性に影響を及ぼすことが明らかとなってきている。たとえば、チームメンバーが自分のチームの心理的安全性が高いと感じるほど、チームメイトに助言を求めたり友人として見たりする傾向が強くなったり (Schulte et al., 2010)、対人的なリスクを恐れることなくより仕事に積極的に関与する (Chinelato et al., 2020) ことが明らかとなってきている。

このような心理的安全性は、ソフトウェア開発でも同様なことが考えられる。ソフトウェア開発と心理的安全性の研究は、アジャイルを中心に行われており、ウォーターフォールを対象としたものは筆者が調べた範囲では見受けられなかった。

ソフトウェア開発において、チームメンバーは心理的安全性が低い場合、「朝会」などの日々の会議や「ふりかえり」に参加する可能性が低くなる (Diegmann and Rosenkranz, 2018) といったことも明らかとなってきている。一方で、心理的安全性が高いと、エンゲイジメント、新しいアイデアや貴重な意見を提供する意欲が高まるともされている (Diegmann and Rosenkranz, 2018; Hennel, 2021; Hennel and Rosenkranz, 2021)。ソフトウェア開発のミーティングの場では、進捗や疑問、日々の失敗などについて話し合われているが、心理的安全性が低いとそうした仕組みが用意されていても、自分の意見はもちろん、問題に対する疑念や新しいアイデアなどは出てこないといえる (平井, 2022)。

心理的安全性が高いことで、ソフトウェア開発においても、プロジェクトが抱える問題や懸念などが発言しやすくなることが考えられるが、日本のソフトウェア開発に対して、心理的安全性の有無を調査した研究は、アジャイルに心理的安全性が必要であるとした研究や書籍 (Blomstrom, 2021; 中谷, 2022 など) が一部あるものの、ほとんど進んでいないと考えられる。特にアジャイルは、日々の朝会やふりかえり等を実施し、そこでのメンバー間の報告等をもとに、変化に迅速に適応とするものであり、これまでのウォーターフォール開発よりも、心理的安全性が重要なことが考えられる。そこで本研究では、予備的調査として、ソフトウェア開発の手法ごとに心理的安全性に差異が無いかを調査していく。

3. 調査分析

3.1 調査概要

Google は、より生産性の高い働き方を模索しており、多くのプロジェクトチームがあるが、その中の生産性の高いチームと低いチームを分析し、生産性の高い要因を明らかにしようとした。その結果、「チームを成功へと導く 5 つの鍵」として 5 つの要素が抽出され、心理的安全性 (Psychological safety) は、相互信頼 (Dependability)、構造と明確さ (Structure & clarity)、仕事の意味 (Meaning of work)、インパクト (Impact of work) の 4 つの要素の土台となる最も重要なものとされた (Rozovsky, 2015)。

ソフトウェア開発の手法ごとに、心理的安全性に差があるのか、調査、分析を行った。

調査は、オンライン調査会社に依頼し、Web アンケートを 2023 年 1 月に実施した。スクリーニングとして、ソフトウェア開発の職種に限定し、「プログラマー」、「システムエンジニア」、「プロジェクトマネージャー」、「プロジェクトリーダー」、「社内SE」、「組み込み系エンジニア」、「Web系エンジニア」を対象とし、400 サンプルの収集を行った。

ソフトウェア開発の手法は、「ウォーターフォール」、「アジャイル（スクラム）」、「アジャイル（XP）」、「アジャイル（その他）」、「その他」の選択肢とした。日本のソフトウェア開発の多くはウォーターフォールであるが、アジャイル開発も近年増えてきており、また、アジャイル開発は正確には特定の手法を指しているのではなく、スクラム（Scrum）や XP（extreme programming）と呼ばれる幾つかの軽量のソフトウェア開発プロセスの総称であることから、3 種類に分けた。

心理的安全性についての質問は、Edmondson（1999）の心理的安全性に関する質問 7 項目をソフトウェア開発のプロジェクトチームに沿った表現へと変更し、7 件法「全くその通りである」、「かなりその通りだ」、「すこしその通りだ」、「どちらでもない」、「すこしその通りではない」、「かなりその通りではない」、「全くその通りではない」で行った。なお、問 1、3、5 は逆転項目として設定した。

表 1 心理的安全性に関する質問

問 1	もしあなたがこのプロジェクトチームでミスをしたらメンバーから非難されることが多いですか？	逆転項目
問 2	このプロジェクトチームのメンバーは、問題や困難な課題を提起することができますか？	
問 3	このプロジェクトチームのメンバーは、異なる意見や考えを排除することがありますか？	逆転項目
問 4	このプロジェクトチームなら安心してリスクある行動を取ることができますか？	
問 5	このプロジェクトチームのメンバーには、助けを求めにくいですか？	逆転項目
問 6	このプロジェクトチームのメンバーには、あなたの努力をわざと台無しにするような人はいないですか？	
問 7	このプロジェクトチームのメンバーと仕事をする時、私のスキルと才能は尊重され役に立っていますか？	

出典：Edmondson（1999）を元に筆者一部文言を修正して作成

サンプル数 400 のうち、欠損データや全ての回答項目で同一選択肢を選択しているなどの不適切なデータを除外した結果、本調査の対象となる有効回答数は 367 件となった。

仮説は次のとおりである。

帰無仮説 (H0) : ソフトウェア開発の手法ごとの心理的安全性は等しい
対立仮説 (H1) : ソフトウェア開発の手法ごとの心理的安全性は異なる
分析は、IBM SPSS Statistics のバージョン 28.0.1.1(14)を使用した。

3.2 調査結果と考察

調査データに対し、まず、正規性の検定を行い、正規分布であるかの確認を行った。
それぞれの結果が図 1~5 である。

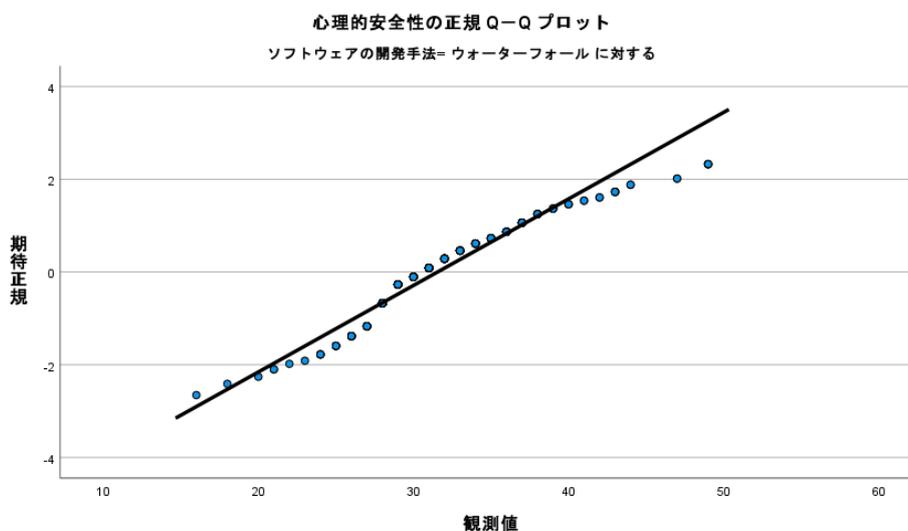


図 1 心理的安全性とウォーターフォールの正規性の検定結果 (QQ プロット)

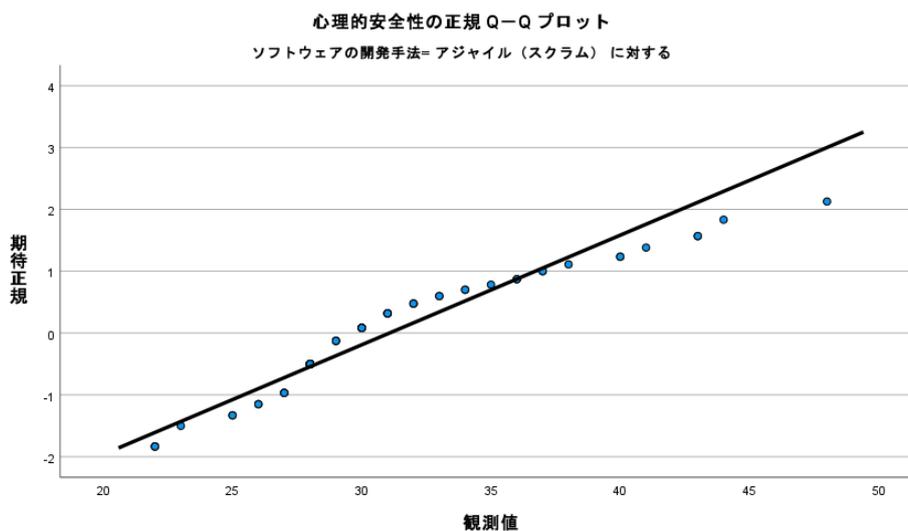


図 2 心理的安全性とアジャイル (スクラム) の正規性の検定結果 (QQ プロット)

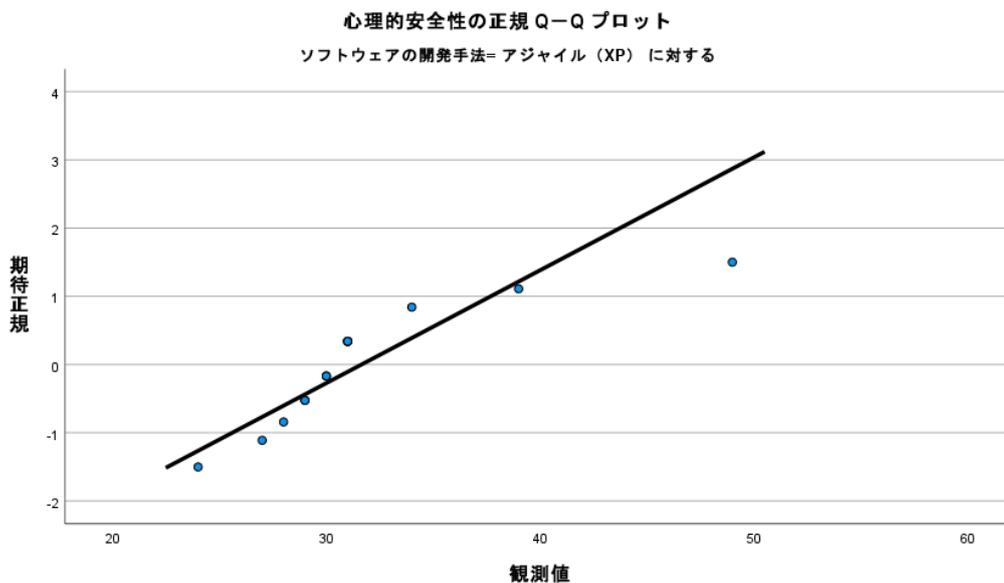


図 3 心理的安全性とアジャイル (XP) の正規性の検定結果 (QQ プロット)

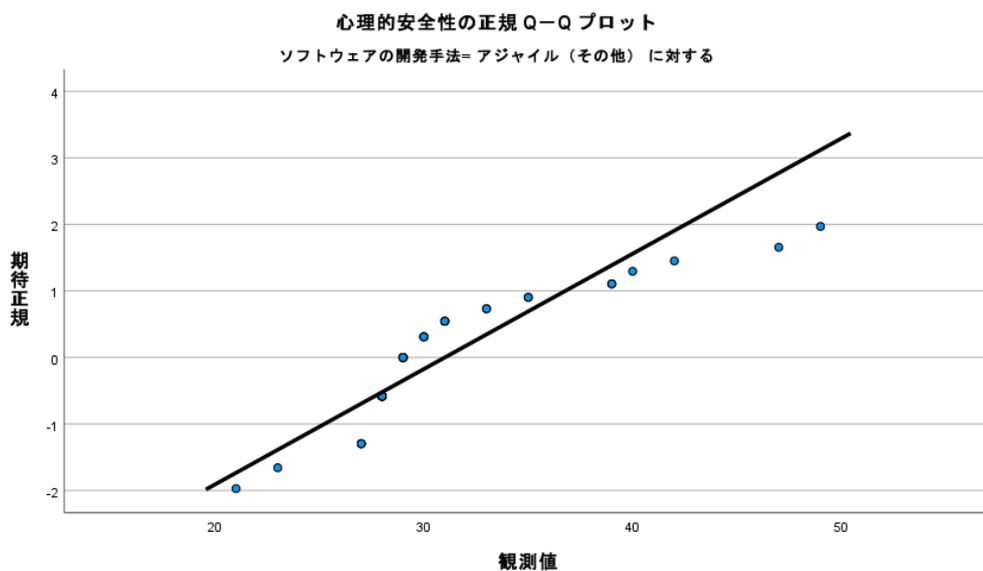


図 4 心理的安全性とアジャイル (その他) の正規性の検定結果 (QQ プロット)

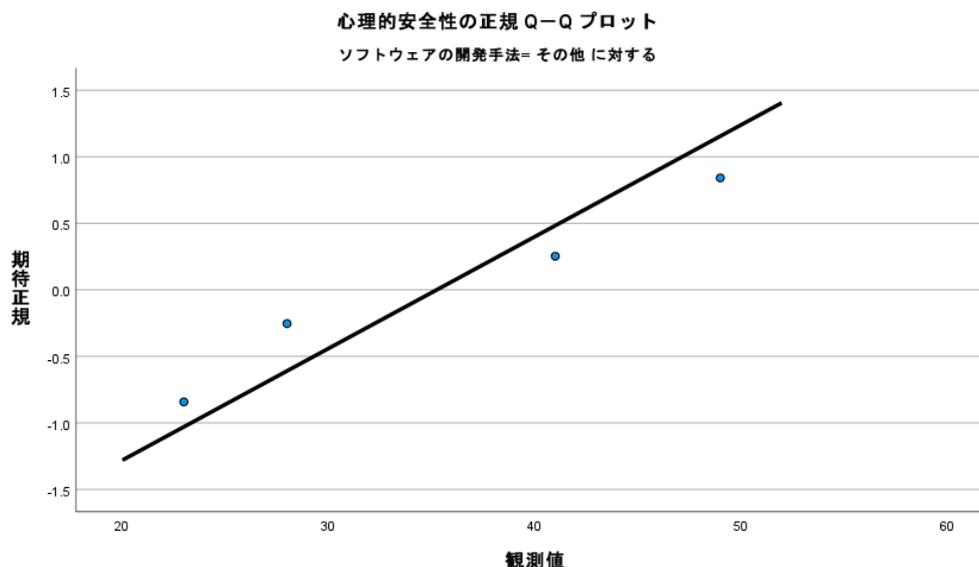


図 5 心理的安全性とその他の正規性の検定結果 (QQ プロット)

概ね、直線関係が見受けられ、正規分布とみなせると考えられる。なお、図 5 の「その他」については、母数が 4 件と少なく正規分布の確認とまではいえないため対象外とした。

その他を除いた 363 件について、開発手法ごとの心理的安全性に差が無いか、一元配置の分散分析を行った。調査結果と予備的な考察を示す。記述統計の結果は、表 2 のとおりである。

表 2 記述統計 (n=363)

	度数	平均値	標準偏差	標準誤差	平均値の 95% 信頼区間		最小値	最大値
					下限	上限		
ウォーターフォール	250	31.55	5.359	0.339	30.88	32.22	16	49
アジャイル (スクラム)	59	31.07	5.641	0.734	29.60	32.54	22	48
アジャイル (XP)	14	31.64	6.046	1.616	28.15	35.13	24	49
アジャイル (その他)	40	31.00	5.769	0.912	29.15	32.85	21	49
合計	363	31.41	5.459	0.287	30.85	31.98	16	49

本調査で収集したサンプルの開発手法は、「ウォーターフォール」が大部分を占めており、次いで、「アジャイル（スクラム）」、「アジャイル（その他）」、「アジャイル（XP）」となっている。想定より「アジャイル（その他）」が多くなっていたが、これはユーザー機能駆動開発（FDD）やリーンソフトウェア開発（LSD）など、様々なアジャイルの手法が普及してきたことが考えられる。アジャイルの手法ごとに調査を行う際には、これまで代表的と考えられてきたスクラムや XP だけでなく、その他のアジャイルの手法も含める必要性が確認できたといえる。

等分性の検定結果が表 3、分散分析の結果が表 4 である。

表 3 等分性の検定 (n=363)

		Levene 統計量	自由度 1	自由度 2	有意 確率
心理的 安全性	平均値に基づく	0.071	3	359	0.975
	中央値に基づく	0.216	3	359	0.885
	中央値と調整済み自由度に基づく	0.216	3	335.506	0.885
	トリム平均値に基づく	0.144	3	359	0.933

表 4 分散分析 (n=363)

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
グループ間	19.149	3	6.383	0.213	0.888
グループ内	10768.867	359	29.997		
合計	10788.017	362			

等分性の検定では、有意確率は、すべて $p \geq 0.05$ となっており、等分散していることが確認された。分散分析の検定統計量 F 値は 0.213、有意確率は 0.888 となっており、 $p < 0.05$ を満たしていないことが確認された。以上より、「 H_0 : ソフトウェア開発の手法ごとの心理的安全性は等しい」が採択された。本研究においては、ウォーターフォール、アジャイルの各手法間で心理的安全性の差は確認できなかった。

アジャイルは先行研究で説明されたように、日々のミーティング等における心理的安全性の重要性が考えられる。ウォーターフォールにおいても、厳格な計画に基づいた開発であり、計画を遵守するために、その計画を狂わせるようなリスクを十分に洗い出すことが重要であることが考えられる。そのためにはメンバーが萎縮し、プロジェクトを進めていくうえでの失敗やミス、些細な疑問や懸念について説明できないような状況を避ける必要

性が考えられ、一定の心理的安全性を確保していることが考えられる。

4. おわりに

本研究では、予備的考察としてソフトウェア開発の手法ごとに心理的安全性の違いが無いかを明らかにすることを試みた。ソフトウェア開発は、代表的なウォーターフォール、アジャイルのスクラムや XP とそれ以外の手法を対象とした。その結果、心理的安全性の差を確認することはできなかった。

先行研究や実務書などで確認されたように、朝会やふりかえりなどミーティングやメンバー間のやりとりを重視するアジャイルの方が、心理的安全性を重視しており、その結果もウォーターフォールより高いことが予想されたが、本研究では両者の間には差が確認できなかった。心理的安全性は、パフォーマンスや責任に影響するものであり、多様な専門知識を統合する必要がある組織において成功の必須の条件 (Edmondson, 2018) であることから、ウォーターフォールに限らず、ソフトウェア開発において心理的安全性は重要であるといえよう。

最後に、本研究の限界と今後の課題について述べる。アンケートでは、Web 調査会社を利用したが、質問の意味をあまり理解していないような回答も確認されており、データの精度に関するいくつかの問題が明らかとなっている。また、ソフトウェア開発の手法について、ウォーターフォールが過半数を占めており、アジャイルも手法ごとに異なるため、サンプル数を十分に集めることができていない。そのため、特にアジャイルについての分析結果は、十分とはいえず、本研究の分析結果についても、より多くのサンプルデータを集めることでより詳細な差異を確認できることが考えられる。

本研究は、開発手法と心理的安全性の比較という限定的な調査、予備的な考察を目的としており、それぞれのソフトウェア開発手法の具体的なプロセスにまで、調査を行っていない。今後は、たとえばミーティングの回数や参加のしやすさといったデータとも突き合わせることで、心理的安全性がどのように関連するか調査、分析していくことが可能であろう。

<謝辞>

本研究は JSPS 科研費 (若手研究) JP22K13483 の助成を受けたものです。

<参考文献>

- [1] 中尾政之 (2009) 「ソフトウェアの事故事例の分析」『横幹連合コンファレンス予稿集』2009(0), 117 頁, 横断型基幹科学技術研究団体連合.
- [2] 中谷公巳 (2022) 『PMBOK ガイド®第 7 版対応 アジャイル型プロジェクトマネジメント』日本能率協会マネジメントセンター.

- [3] 萩森大介 (2007) 「ファンクションポイントを用いた要件定義変更管理の提案」『プロジェクトマネジメント学会研究発表大会予稿集』2007 (秋季), 132-134 頁, プロジェクトマネジメント学会.
- [4] 平井直樹 (2022) 「心理的安全性とアジャイル・アプローチ」『立教 DBA ジャーナル』第 13 号, 9-23 頁, 立教大学大学院ビジネスデザイン研究科.
- [5] Blomstrom, D. (2021) *People Before Tech: The Importance of Psychological Safety and Teamwork in the Digital Age*, Bloomsbury Business. (松本裕訳 (2022) 『心理的安全性とアジャイル 「人間中心」を貫きパフォーマンスを最大化するデジタル時代のチームマネジメント』翔泳社.)
- [6] Chinelato, R. S. de C., Tavares, S. M. de O. e M., Ferreira, M. C., and Valentini, F. (2020) “The effect of perception of organizational politics on professionals’ engagement: the moderating role of the psychological safety climate,” *Annals of Psychology*, 36(2), pp.348-360.
- [7] Diegmann, P. and Rosenkranz, C. (2018) “Putting the “Socio” into the Development of Socio-Technical Systems – The Case for Psychological Safety in Agile Information Systems Development,” International Research Workshop on IT Project Management, 2018.9.
- [8] Edmondson, A. C. (1999) “Psychological safety and learning behavior in work teams,” *Administrative science quarterly*, 44(2), pp.350-383.
- [9] Edmondson, A. C. (2003) “Speaking up in the operating room: How team leaders promote learning in interdisciplinary action teams,” *Journal of Management Studies*, 40(6), pp.1419-1452.
- [10] Edmondson, A. C. (2012) *Teaming: How organizations learn, innovate, and compete in the Knowledge economy*, John Wiley & Sons. (野津智子訳 (2014) 『チームが機能するとはどういうことか』栄治出版.)
- [11] Edmondson, A. C. (2018) *The Fearless Organization: Creating Psychological Safety in the Workplace for learning, Innovation, and Growth*, John Wiley & Sons, Inc. (野津智子訳 (2021) 『恐れのない組織』栄治出版.)
- [12] Hennel, P. (2021) “Putting the “Socio” In Socio-Technical Development: Investigating the Effects of Psychological Safety in Agile Information Systems Development,” Ph.D thesis, Universität zu Köln.
- [13] Hennel, P. and Rosenkranz, C. (2021) “Investigating the “Socio” in Socio-Technical Development: The Case for Psychological Safety in Agile Information Systems Development,” *Project Management Journal*, 52(1), pp.11-30.
- [14] Kahn, W. A. (1990) “Psychological Conditions of Personal Engagement and Disengagement at Work,” *The Academy of Management Journal*, 33(4), pp.692-724.

- [15] Rozovsky, J. (2015) “The five keys to a successful Google team,” (<https://rework.withgoogle.com/blog/five-keys-to-a-successful-google-team/>), re:Work Blog, November 17, 2015., 2023.1.30.
- [16] Schein, E. H. and Bennis, W. G. (1965) *Personal and Organizational change through Group Methods: The laboratory approach*, New York: Wiley.
- [17] Schein, E. H. (1985) *Organizational culture and leadership*, Jossey-Bass. (梅津祐良・横山哲夫訳 (2012) 『組織文化とリーダーシップ』白桃書房.)
- [18] Schulte, M., Cohen, N. A., and Klein, K. J. (2010) “The Coevolution of Network Ties and Perceptions of Team Psychological Safety,” *Organization Science*. 23(2), pp. 564-581.