

チームビルディング活動の効果測定 ～ 事例 10 年間の活動成果 ～

増田 礼子
フェリカネットワークス
Ayako.Masuda @ FeliCaNetworks.co.jp

森本 千佳子
東京工業大学
morimoto @ cs.titech.ac.jp

松尾谷 徹
デバッグ工学研究所
matsuodani @ debugeng.com

津田 和彦
筑波大学大学院
tsuda @ gssm.tsuka.tsukuba.ac.jp

要旨

ソフトウェア開発をはじめとする IT 分野において、チームの構築及び活性化は、プロジェクトの成功 / 失敗の大きな要因である。このような背景の中、2014 年のソフトウェア・シンポジウムでは、9 年間に渡るチーム活性化活動について事例報告としてまとめた。今回は、このチーム活性化活動の効果をはっきりと示すため、他のチームとの比較を行ったので報告する。

チーム活性化活動の効果を示す方法として、チーム活性化活動を実施していないチームとの比較を行うことが考えられる。ここでは、それぞれのチームのメンバーに対して質問紙調査を行い、その調査データを基に統計分析によって比較を行う方法を用いた。効果測定の事例として、2014 年の事例報告で示したチーム活性化活動を行ったチームとの比較結果を示す。

質問紙調査は、事例のチームと、他の約 70 チームに対し、「IT の現場力調査」として使われている質問紙を用いて行った。この調査で集めたデータを分析した結果、事例のチームと他のチームとの間に明確な違いがあることが判った。さらに、違いを生じさせた主成分の確認を行った結果、両チームの違いは 4 つの因子で説明できることが判った。主成分の考察により、この 4 つの因子は、「自分たちのチームに対する自信や信頼」、「役割に対する納得感や態度」、「仕事に対する技術的な誇り」、「仕事に対する自由度」であると推測する。そして、これらの因子が、事例のチームがチーム活性化活動によって培ったチーム力の主要な構成要素だと考える。

1. はじめに

近年、ソフトウェア開発をはじめとする IT 分野では、プロジェクト型組織が多くなっている。プロジェクト型組織とは、共通の目標の達成を目指して集められたメンバーによって構成された有期限の組織である。組織行動学では、共通の目的を達成すべく互いに相互作用関係をもって

行動する複数の人間全体を集団という。その集団の中でも、仲間意識が強く、相互信頼感が高く、少数の構成員からなる集団をチームと呼ぶことが多くなってきている[1]。プロジェクトの規模により、プロジェクトの中に複数のサブチームがある場合もあるが、ここでは、プロジェクト全体をひとつのチームとして考えることとする。内閣府が作成した平成 19 年度版国民生活白書[2]によると、仕事に対する意欲を向上させるために重要なこととして「良好な人間関係」と回答した者は、54.2% と半数以上を占めている。これは、賃金や労働時間といった主要な労働条件に関する項目よりも割合が高く、職場における人間関係は、仕事に対する個人の意欲に影響を及ぼすと考えられる[2]。チームとして業務を進めていくためには、まず、メンバー同士の良好な人間関係の醸成が重要であるといえる。チーム活性化活動の効果測定には、良好な人間関係を築くことができているか、仲間意識を持つことができているか、といった観点が含まれると想定する。

ソフトウェア開発の工数や開発期間の見積もり手法のひとつである COCOMO[3]では、ソフトウェアの生産性に影響を与える 5 つのスケール・ファクタのひとつに「チーム強度」が挙げられている。これは、ユーザ、開発者、発注者などといった利害関係者間の連携、意思の疎通、目標やビジョンの共有についての度合いを示す指標である。この研究により、ソフトウェアの生産性にチームの状態、すなわち、ここで対象とするチーム活性化が影響を与えることが明らかになっている。

事例として扱った、モバイル FeliCa IC チップのファームウェア開発チームでは、プロジェクトの円滑な推進とチームのコミュニケーション活性化を目指し、10 年間に渡りチームビルディング活動を推進してきた[4][5]。本チームでは、まず、メンバーがお互いを知り合うといった関係性作りを目的としたチームのブートから始めた。そして、業務を推進していくために必要となるコミュニケーションとその活性化方法について、チームとして議論を重ねる機会を継続的に持ち続けてきた。具体的には、業務において必要なコミュニケーションとはどのようなものか、情報を正しく伝えるためにはどのようにしたら良いかなどに

ついて、プロジェクトやチームの状況に合わせて議論を重ねた。ここでは、チームビルディング活動を、プロジェクトの初期段階のチームのブートを目的とした活動だけではなく、チームを取り巻く状況に合わせた自律的なチーム力の維持を目指す継続的な活動ととらえる。チーム力とは、前述の COCOMO の研究[3]で定義されたチーム強度の構成要素であるメンバ同士の連携力、意思の疎通力、目標やビジョンの共有度合いとほぼ同義といえる。つまり、メンバそれぞれが持つさまざまな知識、経験、スキルなどにくわえて、それぞれの強みや弱みをメンバ同士で補完し合いながら、チーム全体で目標達成に向かう連携力と推進力である。

しかし、この活動により培われたチーム力がどのようなものなのか、その成果を定量的に評価することができていない。そこで、10年に渡り継続してきたチームビルディング活動が及ぼしたチームへの影響を客観的に評価することが不可欠と考えた。

チーム力 (Team Performance) に関する先行研究として、スポーツの世界においては、リーグ成績を基に Input-Process-Output model (I-P-O モデル) を用いた評価が報告されている[6][7][8]。しかし、ソフトウェア開発をはじめとする IT 分野においては、リーグ成績のようにチームの優劣を客観的に表す尺度の設定が難しい。リーグ成績に相当するものとして、プロジェクトの成功 / 失敗が考えられる。しかし、プロジェクトの成功 / 失敗にはチーム力以外の要因も強く関わっていること、プロジェクトの成功 / 失敗の定義が見方によってさまざまであることが尺度の設定が難しい原因である。また、プロジェクトの内容や目標によって求められるチーム力が異なり、多様なチーム力を評価する尺度もまだ開発されていない。

本研究では、IT 分野におけるチーム力研究の入り口として、チーム力の詳細な構成要素の分析ではなく、そもそも「チーム間で違いがあるのか」、「違いがあるとすればどのような違いなのか」をテーマに比較調査を行い、判別分析を行った。

チーム力の比較調査は、IT 分野におけるチーム力に関して調査・分析した松尾谷[9]の調査データと、本研究で事例としたチームのデータを基に行った。松尾谷[9]は、現場力を役割意識、仲間意識、規範意識、顧客との関係性の 4 つの下位尺度からなる構成モデルで定義し、各下位尺度単位で因子を用いた分析を行っている。本研究では、比較対象である他チームとの違いを調べるため、松尾谷が定義した構成モデルによる因子を用いた分析ではなく、元データである質問紙の全回答を使った判別分析から始めた。その結果を基に主成分分析を行い、

差異が発生している因子を明らかにした。分析の結果抽出された 4 因子の中で、影響の大きな 2 因子は、先行研究[9]で抽出された 8 因子中の 3 因子と同じものであり、構成モデルにおいて示された 2 つの構成要素に近いものであった。分析のアプローチを変えても同じ要素が抽出されたということは、これらの要素がチーム力に与える影響が大きいことを示している。また、分析のアプローチを変えたことで、先行研究[9]では明らかにされていない因子が明らかになった。本分析の詳細を 3 章に示す。

2. チーム力の測定

スポーツ科学においては、チーム力を計測し客観的な評価を行う研究がある。目的変数にチームの勝敗などチームの優劣を表す尺度を用い、チームの構成やメンバの特性を説明変数として分析を行う。大学や高校のリーグ戦の事例では、メンバの構成などに大きな差がないことから、チーム力の特性を詳細に調べることができ、コミュニケーションやリーダーシップに関する要因が強く作用していることが明らかになっている[7][8]。

ビジネスや IT 分野におけるチーム研究においては、何をもってチーム力が優れているのかを定義するのが難しいため、チームの優劣を客観的に表す尺度が問題になる。ビジネスであれば、ビジネス上の成功や利益、プロジェクトマネジメントであれば、QCD の達成や向上、契約の達成といったプロジェクトの成功による評価は存在するが、その評価にはチーム力とは別の要因の影響も関わっているため、チーム力を正しく評価することが難しい。

IT 分野では、客観的なチーム力の優劣比較が出来ないことから、2 つの視点から研究が行われている。一つは、従業員満足のように、チームを構成するメンバから見たチームの評価である。この研究としては榎田らのパートナー満足の研究[10]がある。もう一つは、プロジェクトの主観的な判断により成功 / 失敗を 5 段階で測り、チーム力のどのような因子がプロジェクトに影響しているかを明らかにする松尾谷の研究[9]である。

本研究の課題は、松尾谷が示した、チーム力の優劣を目的変数として、要因を説明するものではない。長期に渡り進めてきたチーム活性化活動の評価として、他のチームと客観的な違いの有無と、違いがある場合には、その違いが何かについて明らかにすることである。

3. チーム力の比較対象と比較方法

事例のチーム力がどのような状態にあるのかを明らかにするため、チーム力の測定に関する松尾谷の研究[9]で蓄積されたデータを利用した。データは、質問紙調査の回答である。本章では、チーム力活性化活動を行ってきたチームの比較対象としたデータの概要、分析対象データの基となる質問紙の概要、チーム力の比較方法について述べる。

3.1. 比較対象としたデータの概要

比較対象は、先行研究[9]のデータ 55 件に、新たに 44 件を加えた、合計 99 件のデータである。このデータの調査期間は 2013 年秋から 2014 年末までの期間であった。調査対象のドメインには、エンタープライズ系、Web 系、組込み系が含まれていた。また、規模も数名から 100 名を超えるものまで多様であった。このデータと、チーム力活性化活動を行ってきた事例チームのデータを比較する。事例チームにも、先行研究[9]と同じ質問紙を使って調査を行い、28 件のデータを取得した。

3.2. 質問紙の概要

質問紙[9]は、強い否定、否定、判断できない、肯定、強い肯定という選択肢による 5 件法で、チーム力の構成モデルに基づき、仲間意識、役割意識、規範意識、成果意識、環境意識の 5 つの構成要素でカテゴリ化された、合計 24 項目の質問で構成されている。各構成要素の質問項目の概要を以下に示す。

仲間意識：チームメンバが目的を共有し、その目的に向かって行動することなどについて問う

役割意識：チームの中で自分の役割を認識して行動したか、あるいは、他者が自分の役割を認識し行動しているかなどについて問う

規範意識：チームで共有しているチーム文化の有無と、その受容について問う

環境意識：チームが外部から受ける影響に関して問う

成果意識：メンバのスキルや頑張りに対して問う

3.3. 比較方法の概要

事例チームのデータは、チームメンバ 28 名に対して行ったものである。データは、1 チーム分として一つにま

とめて比較するのではなく、個々のデータとして、99 件のデータと比較を行った。これは、チームメンバによって、チームの受け止め方に差があると考えたことによる。

先行研究[9]では、構成モデル単位で主成分分析による尺度を持ち、その値を使ってチーム力の判別を行っていたが、本研究の目的はチーム間の違いを明らかにすることであり、チームの優劣には着目しないため、先行研究[9]の構成モデルは用いないことにした。

評価に用いた統計ツールは、サーバに設置した R (V3.1.2) を RStudio 経由で用いた。ライブラリは、library (psych) と library (MASS) を用いた。他に特別なツールは用いていない。

チーム力比較方法の概略は、次の通りである。

- 1) データの確認：使用する質問紙の回答データを調べ、比較するデータの範囲を定める
- 2) チーム間の差の調査：調査項目の全てを使い、線形判別分析で違いの有無を調べる
- 3) 差が発生している項目の調査：どのような質問項目に差があるのかを共分散分析で調べる
- 4) 差の抽象化：差があった質問項目が意味することは何かを調べるために、主成分分析を行い、明らかにする
- 5) 抽象化の検証：求めた主成分のみで、事例チームと、他のチームを判別できるのか確かめる

この順序に従って比較分析を実施した。その結果を 4 章で示す。

4. チーム力の比較結果

本章では、3 章で述べた比較方法に基づき、各ステップで実施した分析の説明とその結果を述べる。

4.1. データの確認

まず、データを 2 群に分けて群間で比較を行う。事例のチームのデータを X 群 (group X)、他チームのデータを Y 群 (group Y) とする。X 群のデータ数は 28 件、Y 群は 99 件である。質問紙の全質問は 24 項目あるが、欠損のある 2 項目を除外した 22 項目(以降、22 項目を全項目と表記する)を対象に X 群と Y 群の差異を調べる。

4.2. チーム間の差の調査

線形判別分析 (LDA) の目的は、群を最もよく分離

する変数の線形結合を求めることにある。LDA は、正準判別分析とも呼ばれている。ここでは R の LDA として library(MASS) を用いた。

判別分析は、線形判別式の係数を求め、その式に基づいて X 群と Y 群のそれぞれの判別値を計算する。その計算結果を図 1 に示す。このグラフの y 軸は、判別分析によって求めた判別値であり、たとえばプラス側が優秀といったような特性を表すものではなく、統計的な差を調べるための尺度である。この値は平均を 0 として基準化している。x 軸は観測データを順に並べた index である。グラフの ○ 印が X 群を示し、△ 印が Y 群を示す。

図 1 に示した通り、X 群の要素と Y 群の要素は全く異なった値ではないが、群として見ると明確な差がある。

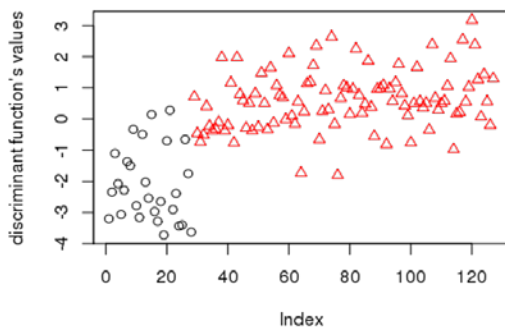


図 1 質問項目を使った判別値の散布図

図 2 は、箱ひげ図を使って X 群と Y 群の差を示したものである。この図から両群を判別することは容易である。このグラフの y 軸も優劣を示すものではなく、図 1 と同様、判別値である。

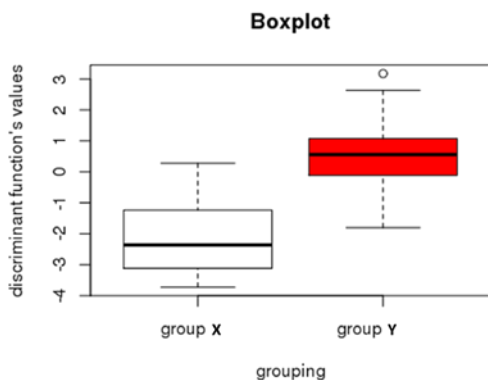


図 2 X 群と Y 群の箱ひげ図

判別式を用いて、X 群と Y 群の各要素（メンバ）について判別を行ったのが表 1 である。この表の見方は、X 群（表では group X）の 28 要素のうち 21 要素は X 群と判別できるが 7 件は Y 群と判別したことを示している。Y 群については 99 要素中 2 要素だけ X 群と判別したが 97 要素は正しく判別できている。この 75% や 98% を判別率と呼んでいる。

表 1 質問紙全項目による判別分析結果

実測番号	予測番号			合計	
	結果		group X		group Y
	度数	X			
	度数	X	21	7	28
		Y	2	97	99
	%	X	75	25	100
		Y	2	98	100

以上のことから、X 群と Y 群では明確な差が存在することが明らかになった。

4.3. 差が発生している項目の調査

全項目に対し、X 群と Y 群の回答に差があるかどうかを質問項目ごとに共分散分析を使って検定した。その結果を表 2 に示す。

表 2 質問項目毎の回答の共分散分析結果

codes	有意水準 (p 値)	項目数
***	0 - 0.001	7
**	0.001 - 0.01	9
*	0.01 - 0.05	0
.	0.05 - 0.1	2
N/A	0.1 -	4
合計		22

22 項目のうち、有意水準 (p 値) が 0.01 以下である 16 項目において、X 群と Y 群で統計的な差があることが判った。これにより、差がでている質問項目が、X 群と Y 群のチーム状態に影響を及ぼしている何らかの要因を含んでいると考えた。

4.4. 差の抽象化

前項の共分散分析により、有意な 16 項目を使って、それらを構成する何らかの隠れた成分があるかを調べるために主成分分析を行った。その時のスクリープロットを図 3 に示す。スクリープロットとは、因子分析や主成分分析において、因子数を決める時に使われる。

図 3 では、2 つのグラフがあり × 印が主成分分析、△ 印が因子分析を表している。ここで用いたの

は主成分分析であるが、参考として因子分析も示した。図 3 の水平方向の線は固有値と呼ばれる値であり、因子数を決める一つの基準として使われている。因子数を決める方法には、他にスクリープロットが大きく落ち込むところまでを選択することがある。ここでは、固有値を用いて因子数を選んだ。

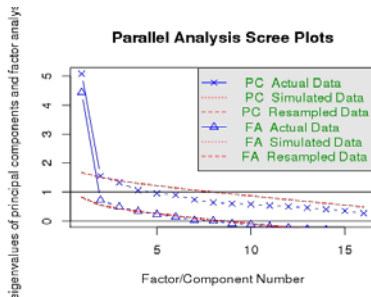


図 3 16 項目に対するスクリープロット

主成分分析により、4 つの主成分が抽出された。以降、抽出した第 1 主成分を PC 1、第 2 主成分を PC 2、第 3 主成分を PC 3、第 4 主成分を PC 4 と記す。

4.5. 抽象化の検証

主成分分析により 4 つの主成分を抽出した。この 4 つの主成分によって、X 群と Y 群の違いを説明できるのか検証を行う。検証の方法は、この主成分によって、X 群と Y 群を用いて判別を行い、4.2 項で行った全項目による判別と比較する。

検証は、3 つのパターンで実施した。パターンの違いは、判別に用いる主成分の数である。表 3 に、用いた主成分の数を 4 つ、3 つ、2 つとした 3 パターンと、それぞれの判別結果を示す。

表 3 主成分数毎の判別分析結果

実測番号	主成分数	予測番号				合計
		結果	group X		group Y	
			度数	X	Y	
(PC1 - PC4)	4	度数	X	21	7	28
		Y	0	99	99	
	%	X	75	25	100	
		Y	0	100	100	
(PC1 - PC3)	3	度数	X	21	7	28
		Y	0	99	99	
	%	X	75	25	100	
		Y	0	100	100	
(PC1 - PC2)	2	度数	X	21	7	28
		Y	0	99	99	
	%	X	75	25	100	
		Y	0	100	100	

判別を行った結果、主成分の上位の 2 主成分 (PC 1, PC 2) でも 4 主成分でも判別率は変わらなかった。

た。4.2 項で行った全項目による判別率と比べると、X 群については同じだが、Y 群については 98% から 100% に向上していた。図 4 に、上位 2 主成分による判別値の散布図を示す。

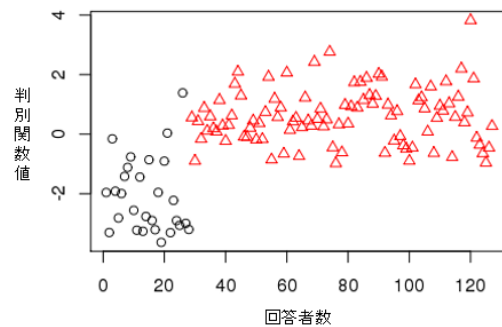


図 4 PC 1 と PC 2 による判別値の散布図

結果として、主成分数を減らしても判別率に変わりはなく、PC 1 と PC 2 の 2 主成分で判別可能であることが判った。

5. 考察

4 章での分析により、質問紙調査のデータを使った X 群と Y 群の比較において、有意な差があることが判った。そして、主成分分析により、その差が 4 つの主成分で説明できることを明らかにした。また、判別式による検証の結果、上位 2 つの主成分が両群の差に大きな影響を持っていることが判った。そこで、本章では、まず、抽出した主成分がどのような意味をもつのか、チーム力の構成要素はどのようなものなのかについて考察する。そして、本研究の目的であるチーム力の比較結果についてまとめる。

5.1. 主成分の考察

4.4 項で抽出した 4 つの主成分に対して強く影響を与えた各質問項目の意味から、それぞれの因子に名前を付けた。各因子の名前を表 4 に示す。

表 4 16 の質問項目に対する主成分分析結果

因子	因子の名前
PC 1	自分たちのチームに対する自信や信頼
PC 2	役割に対する納得感や態度
PC 3	仕事に対する技術的な誇り
PC 4	仕事に対する自由度

各因子に影響を及ぼした質問項目の意図は以下の通りである。

- PC 1: 自分たちのチームに対する自信や信頼
同じチームでこれからも仕事を続けたいなど、仕事の満足感などが含まれる
- PC 2: 役割に対する納得感や態度
チームにおける仕事の分担や役割について自覚があり、積極的な態度があることが含まれる
- PC 3: 仕事に対する技術的な誇り
仕事から受ける自己成長や成長への刺激が含まれる
- PC 4: 仕事に対する自由度
仕事の進め方などについてやらされ感がなく、工夫などが出来ることが含まれる

5.2. チーム力の構成要素

両群の差に影響を与える因子は、「自分たちのチームに対する自信や信頼」、「役割に対する納得感や態度」、「仕事に対する技術的な誇り」、「仕事に対する自由度」の 4 つである。今回の比較の結果から、これらの因子が、事例チームがチームビルディング活動によって培ったチーム力の主要な構成要素であると考えられる。

また、表 4 で示した通り、抽出した主成分を用いて行った判別分析では、主成分数を減らしても判別率に変わりはなく、PC 1 と PC 2 のみで判別可能であった。この主成分分析の中で両群の差に対して特に大きな影響を持つ PC 1 と PC 2 は、「自分たちのチームに対する自信や信頼」と「役割に対する納得感や態度」である。この 2 因子は、先行研究[9]で示された構成モデルの「仲間意識」と「役割意識」とほぼ同じものである。分析のアプローチを変えても、チーム力に影響を与える因子として同じ要素が抽出された。このことから、チーム力に特に大きな影響を与える要素は、「仲間意識」と「役割意識」の 2 つであるといえる。

5.3. チーム力の比較結果のまとめ

この研究の目的は、事例としたチーム活性化活動の効果を、他のチームとの比較により明らかにすることである。質問紙調査の回答データを用いて、28 件の事例チームのデータと、99 件の他のチームのデータとを次の分析方法により比較し、結果を示した。以下に、チーム力の比較結果についてまとめる。

- 1) 全データ項目を使った線形判別分析
全回答データを用いて行った判別分析の結果、事

例チームの判別率は 75%、他チームの判別率は、98% であり、両チームの間には判別可能な違いがあることが明らかになった。

- 2) 判別分析に寄与している質問項目の抽出
質問項目ごとに共分散分析を使って検定を行った結果、22 項目中の 16 項目において、両チームの間で統計的な差があることが判った。この 16 項目が、判別分析に寄与している質問項目である。
- 3) 質問項目の主成分を用いた線形判別分析
両チーム間で統計的な差がある 16 の質問項目を用いて、主成分分析を行った結果、4 つの主成分を抽出した。抽出した主成分を用いた判別分析の結果、事例チームの判別率は 75%、他チームの判別率は、100% となった。全データ項目を使った場合の判別率と比べると、事例チームは変わらないが、他チームは 98% から 100% へと向上した。これにより、抽出した主成分で両チームの差を説明できることが明らかになった。
- 4) 主成分の考察
各主成分に影響を与えた質問項目から考察し、抽出した 4 つの因子を「自分たちのチームに対する自信や信頼」、「役割に対する納得感や態度」、「仕事に対する技術的な誇り」、「仕事に対する自由度」と名付けた。この 4 つの因子が、チーム力に影響していると推測する。

6. おわりに

これらの分析により、「チーム間で違いがあるのか」については、明確な違いがあることが明らかになった。また、「違いがあるとすればどのような違いなのか」については、違いに影響を与える 4 因子を抽出した。さらに、特に大きく影響する因子は、先行研究[9]で示された「仲間意識」と「役割意識」に相当する 2 因子であることが判った。

本研究では、両チームの間に違いがあることと、その違いを構成する要素を明らかにすることができた。しかし、データ数はまだまだ少なく、IT 分野における他のチームでも同様の分析結果が出るのかどうか確認できていない。チーム活性化活動の事例を増やすとともに、質問紙を公開し、分析の確度を上げていくことが今後の課題である。

謝辞

本研究にあたり、データをご提供いただいた PS 研究会 MM4 のみなさま、対象チームのみなさまに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 上田泰, 組織行動研究の展開, 白桃書房, 2003/01. 172-174
- [2] 内閣府, 平成 19 年度版 国民生活白書 つながりが築く豊かな国民生活, http://www5.cao.go.jp/seikatsu/whitepaper/h19/10_pdf/01_honpen/index.html
- [3] Boehm, B. Clark, B. Horowitz, E. Westland, C. (1995). Cost models for future software life cycle processes: COCOMO 2.0. *Annals of software engineering* 1.1: 57-94.
- [4] 増田礼子, 人を育て技術を実現するチーム力～9年間の活動から得られた TIPS～, ソフトウェア・シンポジウム 2014.
- [5] 増田礼子, チームビルディングから組織文化へ - チームビルディング継続実施の効果 -, ソフトウェア品質シンポジウム 2014.
- [6] Hackman, J. Richard, and Ruth Wageman. "A theory of team coaching." *Academy of Management Review* 30.2 (2005): 269-287.
- [7] 池田浩, et al. 「チーム・メンタルモデルおよびチーム・パフォーマンスを規定する要因に関する検討—チーム力およびチーム・リーダーシップの効果—」 福岡大学人文論叢 44.2 (2012): 293-309.
- [8] 河津慶太, 杉山佳生, and 中須賀巧. "スポーツチームにおける組織市民行動, チームメンタルモデルとパフォーマンスの関係の検討—大学生球技スポーツ競技者を対象として—." *スポーツパフォーマンス研究* 4 (2012): 117-134.
- [9] 松尾谷徹, 「IT に現場力は存在するのか: その計測と評価の試み」, ソフトウェア・シンポジウム 2014.
- [10] 榎田由紀子, 松尾谷徹「Happiness & Active チームを構築する実践的アプローチ～チームビルディングスキルの開発～」, プロジェクトマネジメント学会誌 Vol.7, No.1 pp.15-20.