ものづくり型 PBL におけるチームワーク形成過程

竹 下 浩* 奥 秋 清 次** 中 村 瑞 穂*** 山 口 裕 幸****

近年日本の製造業で生産技術者の育成が急務となっており、高等教育でも「ものづくり PBL」の取り組みが増加している。しかし実際のチームワーク形成過程は解明されておらず、効果的な授業評価法を確立するために、その解明が求められている。そこで本研究は、ものづくり型 PBL のチームワーク形成プロセスを説明・予測できる理論モデルを提示する。6 校 13 名からデータを収集、修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチで分析した結果、42 の概念が生成された。ものづくり型 PBL におけるチームワークの形成プロセスは、ものづくり・チーム活動・スキル蓄積という 3 つの過程で構成されており、主な特徴は以下の 3 点である。(1) 製作段階ごとにスキルが試される結果、ものづくり過程はチームワーク形成過程に強制力を有していた。(2) チーム活動課程は、サブチーム（製作物の専攻科別担当チーム）の形成から発達し、協業あるいは孤立化へと至る。(3) 成員はものづくりを目的としてチーム活動する一方、チーム活動の派生物としてスキルを習得していく。考察では、先行研究では説明できない点を議論する。さらに、高等教育や企業の人材育成への示唆を提示する。

キーワード：ものづくり PBL, チームワーク, 形成過程, 修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ

問題と目的

日本の製造業においては、生産拠点の海外移転による産業空洞化等により、ものづくり技術者の育成が急務となっている（綿貫・楓・佐藤・堀尾, 2011）。高等教育では、日本技術者教育認定機構（JABEE）の設立（1999）以降、工学系学部において学生の能動的学習を支援する授業実践が行われている。特に近年では、熟練技能世代の大量退職（2007 年問題）を受け、実習や産学連携などによる高度実践的な技術人材育成の取り組みが推進されている（平澤・川口・升方・三浦, 2009; 長島他, 2006）。各地の職業能力開発大学校（全国に 10 校設置、以下「能開大」と略す）においても、1999 年から専門課程修了者に対して 2 年間の「応用課程」（大学 3, 4 年相当）を設置、課題実習（ものづくり型 project-based learning, 以下「PBL」）を通じてものづくりに必要なチームワーク力等を備えた人材育成及び検証を行っている（職業能力開発総合大学校, 2013）。

本稿では、ものづくり型 PBL を「生産プロセスでの実用を想定したシステムの設計から製作までを一貫して行う協同学習」と定義する。工学教育領域では、1 つの「もの」を作るために複数の工学的専攻分野の知識・技術が不可欠であり（森野, 2012）、PBL が学生のチームワーク能力等を習得させる（大中, 2000）とされている。実践研究では、PBL 参加により学生のコミュニケーション能力が向上した（石崎・尾崎・齋藤・中辻・英, 2010; 長島他, 2006）との報告がある（「コミュニケーション力」として自己あるいは協力企業担当者に評価させている）。しかし、能力の内容が不明で、向上の具体的な要因が明らかにされていない（大崎・不破, 2015）と指摘されている。そこで以下、チームワーク能力と向上策としての協同学習に関する先行研究を見る。

まず、チームワークとは、「チーム全体の目標達成に必要な協働作業を支え、促進するためにメンバー間で交わされる対人的相互作用であり、その行動の基盤となる心理的変数も含む概念」（山口, 2008）である。既存の測定尺度には、個人がチームに属した際に発揮する汎用的な個人のチームワーク能力測定尺度（相川・高本・杉森・古屋, 2012）と、優れたチームの育成・管理を目的とした業種別集団のチームワーク測定尺度（三沢・佐相・山口, 2009）等がある。

製造業のチームワーク研究では、Thompson &

* 職業能力開発総合大学校
〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1
takeshita@uitec.ac.jp

** 千葉職業能力開発短期大学校

*** 職業能力開発総合大学校

**** 九州大学

Wallace (1996) が、チームワークは全業種に応用可能な単一解ではない（同じチーム重視でもトヨタイズムとボルボイズは異なるし、全ての日系工場にチームワークが存在するわけではない）と指摘、複数の次元（技術・管理・規範）で分析すべきであると主張した。Rolfesen & Langeland (2012) はこの分析法を用いて自動車メーカー工場におけるチームワークのメンテナンス実践への影響を分析、全員参加の生産保全活動である total productive maintenance（以下「TPM」）は技術的な概念であるにもかかわらず、成否のかぎは組織的要因（管理スタイル、メンテナンスと生産の共同作業、積極的参加とチームワーク）であることを示している。

熟練研究においても、手工の熟練だけではない日本のものづくりの強さの源泉として、知的熟練と社会的熟練が指摘されている（牧野, 2001; 沢田, 1994; 辻, 1989; 湯本, 1994）。知的熟練とは、直接部門労働者の問題処理力（生産方法熟知による原因推理など）と変化対処力（生産方法と量・製品と人員の構成）（小池, 2005）を指す。社会的熟練は、個人としての労働者が職場集団の中でもリーダーシップや人間関係の調整力等である（沢田, 1994）。この分類は、経営管理論における管理職の3スキルモデル（Katz, 1974; Scullen, Mount, & Judge, 2003）と共通している。教育心理学領域では、技術的知識と実技能力との間に介在する能力として作業段取り能力が提唱されており（森・手塚, 1977, 1984）、中学校の作業実習において段取りを行うことが処理速度の遅い学習者の作業改善に有効であること（土井, 1998）が検証されている。

次に、協同学習に関する先行研究では、状況学習とスキル習得の2つの接近法がある。

森下・尾出・岡崎・有元（2010）は、教育実習における学習を対象に、授業観察の段階から徐々に分業を任せられ小学校における教育実践者として認められる段階へと至る過程を記述している。ここで学習とは実践共同体への学習者の参加の仕方の変化として達成されたものであり、道具や他者との関わりで実体化されるという点で社会的に構成される。

個人のスキル習得では、植木・清河・岩男・市川（2002）が、児童・生徒が1年間の準備期間とテーマ学習の体験を通じて情報の比較や統合などのスキルを自発的に身に付けたと説明した。益谷（2008）は、高等教育における協同学習の特徴として学習活動の多様性・互恵の関係構築・参加者の多様性に注目した。そして女子学生の協同学習データを用いて、高い社会的スキルを有している学生の多いチームの課題達成速度

が速かったことを実証した。

このように、ものづくりにチームワークが重要であることは実践あるいは経験上ほぼ自明のこととされている。そして、ものづくり以外の領域では協同学習過程の解明も行われている。しかし、高等教育のものづくり型PBL特有のチームワークが実際どのように形成されているのかについては、まだ解明されていない。教員が適切に評価・介入するためにも、このプロセスを明らかにする必要がある。

そこで本稿は、応用課程修了者へのインタビューで得られたデータを質的に分析することにより、ものづくり型PBLにおけるチームワークの形成プロセスを説明・予測できる仮説的モデルの提示を試みる。

方 法

方法の選択

本研究では、ものづくりPBLに参加する学生の主体的な認知に基づくデータを収集するため、質的研究法と半構造化面接を用いることとした。分析方法は、データの継続的比較に基づく理論生成を目的とし、解釈技法が体系化されているグラウンデッド・セオリー・アプローチ（Glaser & Strauss, 1967; 以下「GTA」と略称）を選んだ。GTAには複数のバージョンが存在するため、インタビューデータの分析に適しておりコーディング方法が明示されている修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ（木下, 1999, 2003, 2007; 以下「M-GTA」と略称）を採用した。

M-GTAでは、研究にこの手法を用いることの適切さに関する判断基準を提示している。以下に基準を示し、括弧内で本研究の適合度を説明する。(1) 現実の問題となっている現象で、研究結果がその解決や改善に向けて実践的に活用されることが期待されている（前述のように現実的課題が存在しており、分析結果は各地の高等教育で応用されることが期待される）、(2) 研究対象自体がプロセスの特性をもっている（開発課題の製作は1人では不可能であり、チーム作業が進む過程で役割分化や共同での問題対処など異なる段階への移行が想定される）、(3) 社会的相互作用：サービスが行為として提供され、利用者も行為で反応する直接的なやり取りである（チーム内外の他者との共同作業や知識や情報・意見等のやり取りである）、(4) 実践的領域：健康や生活問題を抱えた人々に専門的援助を提供するヒューマン・サービスである（ヒューマン・サービスには教育・学習の支援も含まれる）。

対象とデータ収集方法

調査協力者 各地の能開大6校において応用課程の

Table 1 協力者リスト

氏名	聴取日	性別	所属	専攻科	全体リーダー	科リーダー
A	2014年11月6日	男性	A校	電子情報		
B	2014年11月6日	男性	A校	電子情報		
C	2014年11月6日	男性	A校	機械		
D	2014年11月6日	男性	A校	機械		
E	2014年11月21日	男性	A校	電子情報		○自然発生
F	2014年11月21日	男性	A校	機械		○自然発生
G	2015年6月2日	男性	B校	機械	○公式	○公式(兼)
H	2015年6月4日	男性	C校	機械		
I	2015年6月4日	男性	C校	電子		○公式
J	2015年6月4日	男性	D校	電子	○公式	○公式(兼)
K	2015年6月5日	男性	E校	機械		
L	2015年6月5日	男性	C校	機械	○公式	○公式(兼)
M	2015年6月5日	女性	F校	機械	○公式	○公式(兼)

注)「(兼)」は全体リーダーが専攻科チームのリーダーを兼ねていることを示す

「開発課題」(ものづくり型 PBL)に参加していた学生 13 人からデータを収集した (Table 1)。この他に 2 名分録音したが、後述の理論的飽和により逐語記録化は行わなかったものでリストからは除外した。

開発課題とは、実際の企業ニーズに基づき専攻科(機械・電子・電子情報等)の異なる学生と教員が協力して企画設計から製造までの開発過程に取り組む 1 年間の実習(大学 4 年次に相当)である。

応用課程における開発課題の特徴は、複数の専攻科学生による混成チーム、すなわち「入れ子」型構造(チームの中にサブチームがある)が特徴である。以下、Figure 1 を用いて、この構造について説明する。開発テーマは「自動車部品の不良品自動判別システムの開発」である。これにより、従来の作業員による目視から自動化することで、人件費の削減や判別基準の標準化等が達成できる。この開発テーマ(チーム)には、3 つの専攻科(機械系 6 名、電子系 5 名、情報系 4 名)の学

生がいる。システムは、部品の供給部(一定の間隔で入れる所)・検査部(不良品をモニターで判別する所)・排出部(圧縮空気を噴出させてベルトコンベアから除く所)の 3 つの機能で構成される。このような機能は、複数の部品によって実現されている。

機械科の学生は、システムの筐体部分を設計し、切削や穴あけの加工等を行う。電子科は、ベルトコンベアの止める/動かすの判断や位置決め、不良品の判断方法、空気噴出のタイミング等を決め、マイクロコンピュータのプログラミングや回路の設計、基板の製作等を行う。情報科は遠隔操作や全体を監視して画面に表示するシステムを構築するために、プログラミングや通信の設定を行う。機能部門によって専攻科別の必要度には違いがある。人員の配置については、各科で作業(例:設計と加工)ごとに分担する場合もあれば、機能ごとに割り振る場合もある。チームには、「全体リーダー」の他にも、「各専攻科リーダー」が存在し

Figure 1 入れ子型のチーム構造

ている。

一般的な時期ごとの作業例を以下に示す。4月、学生が興味を持つテーマに応募し、応募状況によっては教員が調整し、開発チームに配属される。7月頃までの全員による企画検討・資料調査段階で、漠然とした開発テーマがセンサーや加工機等の機能レベルに落とし込まれる。ここで専攻科チーム（以下「科チーム」と略す）が発足する。設計と部品発注を経て、夏休み前後に作業が始まる。10月から実習時間がほぼ毎日になり作業が本格化し、12月の動作検証を経て2月の最終発表を目指す。

調査の手続き データ収集は、半構造化面接法を用いた。データを収集した期間は、2014年10月から2015年6月となった。インタビューは2014年11月6日に4名、21日に2名、2015年6月2日に1名、4日に4名、5日に4名実施した。分析（13人分）に使用した録音時間は、合計で11時間35分30秒、平均53分30秒（最短35分、最長1時間13分）であった。筆者自ら逐語記録を作成した。文字数は合計275,007字（A4用紙345枚）であった。

インタビュー開始時に、改めて本研究の目的を口頭と用紙提示により説明した。内容の研究目的使用とICレコーダーによる録音について同意を得た。逐語記録化に際しては個人情報に留意、個人名・校名はアルファベット1字表記とするなどの措置を取った。

分析に際して技術的な知識を得るため、A校における中間・最終報告会への出席、各校の発表予稿集等も収集、共著者を含む指導教員に適時ヒアリングを実施した。

インタビューのガイドラインは、①プロジェクト概要、②チームについて（成員や役割の決定経緯など）、③チームに対する考え方・感じ方、④メンバーの行動や考え方（最初の頃との比較）、⑤1人とチームの違い、⑥チーム内外からの知識・情報入手である。

分析の手続き

分析テーマ 当初はPBLの持つ学習的側面を考慮し「ものづくり型PBLにおけるチーム形成と学習のプロセス」としたが、4人目のインタビューが終了した時点で、理論的メモノートを用いた検討により、想定と異なりチームワークに関する発言（働きかけあいや駆け引き、人間関係の機微等を示唆するもの）が殆ど出てこなかったため、テーマを絞り込むことでより深い解釈ができると考え、「ものづくり型PBLにおけるチームワーク形成過程」に変更した。それに伴い、上述インタビューガイドから⑥チーム内外からの知識・情報

入手を削除し、⑦成功・失敗したと思われるチームと要因について追加した。

分析対象者 工学系高等教育において、現実の生産現場でのプロセス改善を目的とする具体的な生産システムの開発課題で、同じテーマの下で異なる専攻科の学生と共同で開発した経験のある学生である。

分析焦点者 分析焦点者は、実在する分析対象者とは違い、分析対象者を抽象化した集団で、分析対象者が代表する条件の範囲内の人々である。本研究では、「ものづくり型PBL開発チームの成員」とした。

リーダーと成員を区別し、個別的分析焦点者として別々に分析するかどうかについても検討した。結果、「メンバーの誰であっても、チームの目標が達成できるように周囲のメンバーに促進的な影響を及ぼす場合はリーダーシップとして扱う」（山口, 2008）とされており、リーダーと成員を同時に分析する方がダイナミックなチームの相互作用が浮上すると考えたため、今回は区別しないこととした。

逐語記録の作成 逐語記録作成時に気づいた点の一部は、Wordの「校閲＞コメントの挿入」機能を用いてデータの横に記録した。これは、分析ワークシートが確定しておらず、理論的メモノートに記入するよりデータに近い方が後で読んだ時に意味が把握し易いと判断したためである。この逐語記録作成時の気づきにより、次のインタビュー対象者を変更したり、どのデータから分析するか決めることがあった。コメントは、ヴァリエーションを分析ワークシートに転記する際、そのまま表示される（Figure 2）。継続的分析の過程で分析ワークシートで概念名や定義を変更する際も、一目見て理解がし易いため、このコメント機能を用いた。

分析ワークシートの作成 完成した逐語記録に目を通していき、分析テーマと分析焦点者に関してデータの関連と意味がありそうな箇所に着目した。そして、分析ワークシートのヴァリエーション欄に転記、「なぜその箇所に着目したのか」、「学生にとってどのような経験か」、「現象の意味は何か」等について考えた。こうして抜き出した部分の解釈が絞れたら、簡潔な文章で定義欄に記入した。定義を凝縮した言葉を考え、仮の概念名とした。そして類似例と対極例を探した。解釈の際に検討した内容・疑問・アイディアは、理論的メモ欄（全ての分析ワークシートに共通の内容は別途手書きのノート）に記入した。1人目の分析が終わると、同じ方式で2人目のデータを分析した。

主として技術面・実践面から解釈の様々な可能性を

分析ワークシート：51

起票日：150925

5	概念名	作業分担の設計か 作業のメンテナンス 作業モニタリングと負担調整 作業モニタリングと再配分	
	定義	作業を放置せず、メンバーの遅れや負担のバランスを考えながら、作業を増減したり、役割を変更したり、人員を補充したりすること。	
		M: p34	
	A	・・・リーダーシップ、ですねえ。あと、リーダーシップっていうよりは、 <u>作業分担の上手さ</u> だったと思います。	
		M: p25	
	A	・・・私はやっぱり、 <u>8 時は成功してたんだ</u> (3 行略)	
	A	あそこは、やっぱり <u>作業分担がしっかり</u> 、できてましたね。(7 行略)	
	A	ガツガツやってて。あとやっぱり、 <u>リーダーが良かったですね</u> 。遅れてる作業を見つけて、直ぐにそこに人員をやってたんで。	
		F: p.18	
	A	手伝って欲しいことが、ちょっと大変、仕事量が多くなって手伝って欲しいんだったら、自分に言ってくれば、だいたいみんなの、何してるのが判ってるんで、誰かに「ちょっと手伝ってあげて」みたいな。もしくは自分が「じゃあ、手伝うよ」って言う感じなことはあったり。	44:54
ヴァリエーション (具体例)		M: p.13	
	A	両週、取り敢えず作業がどのくらい進んでいるか確認して、「あー、じゃあこのくらい進んでるのかー」って。「じゃあ、やる気無いのを、作業量、もうちょっと増やすか」(笑) とか、考えながら	
		J: p.12	
	A	その 3 人でアルゴリズムを考えますよっていうのをやって、で、もう一人の情報科は、実際に動かすための FPGA の役割を担うことにして、で、今までやってた自分の雑務と、実際の回路基板の作成を一旦、もう一人の、そいつも優秀だったんで、そいつに一回任せてしまって、で、機械科からも、その、実際に計算をやった人とは別な奴らの、全員一回、設計する部分、他にもちょっと細かいツールがもっとあったんですけど、それを一旦やめて、機械の加工だけに一回専念してもらって、	
	Q	なるほど	
	A	途中でその、役割というか、変更してしまって、優先順位を変えて。作業だけざーって進めてやって、それで 1 か月で、なんとか。2 週間ぐらいでアルゴリズムを作り終えて。	
	対極例	・ 分担の失敗、不公平感 (74)	9/25
	類似例	・ テーマを機械に分割 (5)	9/25
	理論的メモ	・ 作業は、メンテナンスしたり、コントロールすることが必要のようだ。ただ放置しておく、劣化してしまふ。	9/26
		・	
		・	
		・	

コメントの追加 [A1]: 9/26

メンテナンスだと読者に判り難い。「差配」も考えたが、言葉の意味が「家賃管理や事務の配分」だったので、一般的な言葉で命名することにした。

コメントの追加 [A2]: 10/2

「作業」の「再配分」(結果図見直しによる表現修正)

コメントの追加 [A3]: 10/2

料 (全体) リーダーが他テーマのチームを見ている例。自分についても後述している (p.13)。

コメントの追加 [A4]: 9/23

上の (作業終了取り) 面。
チームワークは下 (対人関係) 面との中間にある。

コメントの追加 [A5]: 9/23

どう良かったのか?

コメントの追加 [A6]: 2014/12/14

自分の仕事を他の人より上手にこなす+みんなのための仕事をする人=リーダー

コメントの追加 [A7]: 9/22

自分の作業が無いリーダー。

そのことに後ろめたさが無い。

メンバーも納得している。

他者のペースメーカーになれる。

自然発生・率先とは別のタイプ (差配?)

Figure 2 分析ワークシート例

検討するため、分析の途中で適時、応用課程指導経験のある共著者 2 名と分析作業を共有、検討した。

継続的分析 概念が生成されるに従い、重複する概念を統合した。理論的メモノートに基づき初歩的な概念図を作成、生データ・概念生成・カテゴリ生成・明らかにしつつあるプロセスの 4 つのレベルで、縦方向と横方向の多重・同時並行的な比較作業を行った。次に、概念図やワークシートの記述内容の集中的な見直し作業を行った。この段階でデータを 1 対 1 対応としている (1 つの具体例を説明する概念を次々に作成してしまう) 可能性に気づき、分析テーマ外の概念の廃棄と、既存概念への統合を進めた。

理論的飽和化と結果図 当初は A 校からデータを収

集し (Table 1 の A-F)、6 人目で初出の概念が発生しなくなった。そこで概念図を見直し、概念相互の関係・各カテゴリーの関係・全体としての統合性を検討、各レベルで重要な点が欠落していないことを確認、理論的飽和化に達したと一旦判断した。しかし、一般化可能性を広げる必要性から、同じインタビューガイドラインを用いて他の 6 校 9 名から追加データを収集した。

得られたデータを 1 名ずつ逐語記録化し、分析を継続していった。逐語記録の作成順は、I, L, M, H, J, K, G である。自発的な協力なので意図したものではないが結果的に全体リーダーが 4 名含まれていたため、チームワークのプロセスと促進/阻害要因が結

Table 2 カテゴリー及び概念

コアカテゴリー	カテゴリー	サブカテゴリー	概念	No.	定義
「もの」による段階的な力試し (A2)	—	—	作業時の個人技能試し	16	自分の技能が、製作した部品が想定通り動かないことで、即時・客観的に試されること。
			部品製作時の科チーム技術試し	15	作業期限や難度に挑戦することで、成員技能の合計である科チームの技術力が試されること。
			部品結合時の科チーム連携力試し	8	それまで分業で作っていた複数の部品を結合する際、科チームの連携力が試されること。
			製品完成時のチーム総合力試し	42	日程と動作の予定通り製作物が完成するかどうかで、チームの総合力が試されること。
			個人技能への焦点化	48	成員が、チーム成果の様々な成功要因の中で、「個人技能が最も大事である」と認識すること。
			製作物の機能化と成員配置 (A5)	2	成員の技能レベルに応じて、難度や重要度の異なる担当作業が、すんなりと決まること。
			機能決定による科チーム分担	5	チームレベルの突然とした製作物を、具体的にどのような機能で構成せよと決めること。
			他科チームの異言語性	46	同じチームであっても、他専攻科成員の行っている作業内容や妥当性は、技術的に判らないこと。
			科チーム内比較の動機づけ (A6)	13	相対的に技能が高いつ成員が、期待されている役割を自覚することによって動機づけられること。
			高技能者の役割自覚	44	相対的に技能が高い成員が、報酬等ではなく、頼られることの満足によって動機づけられること。
作業集中と比較の動機づけ (A4)	—	—	役割と順序の段取り	11	技能が高く、様々な作業方法を知っているメンバーが、自他とを自然的に率先始めること。
			技術者としての意識	1	科チームの率先者 (又は公式リーダー) が、成員の技能や作業順序を自然的に考え、分業が始まること。
			補助者への配慮	39	相対的に技能が低い成員が補助的作業に従事、時に感謝を尽くす一方、率先者 (又は公式リーダー) が貢献を評価すること。
			他チーム進捗の意識	23	ある科チームの成員が、他の科チームが進んでいることを知り、自分たちも何かなければと思うことで動機づけられること。
			さばれない意識の萌芽	40	ある科チームの成員が、自分の科チームが遅れないためには自分だけさばなければならないと思うことで動機づけられること。
			科チームでの技能発揮	20	科チームに分かれ、他科チームは気にせず、自分の技能が役に立つ担当作業を始めること。
			成員によるリーダー支援	80	成員が、科リーダーのリーダーシップが不十分と感じ、チームのためにリーダーを自発的に支援すること。
			我慢の必要性への気づき	47	チームで作業するためには、時には自分の意見や感情を抑えることも必要であると気づくこと。
			患難による共感	58	夕食等での他科チーム成員と患難を言い合うこと等により感情を共有し、チーム認識の共有に結びつくこと。
			雰囲気リーダーの発生	49	患難の中で冗談を言ったり言われたりする成員が発生し、全員が「一緒にいて楽しい」という感覚を共有すること。
面面的な発達 (A8)	境界分けと 越境 (A3)	—	テーマの有利不利意識	41	新規開発案件や制約品の多寡など、自チームの技術的難度の高さを意識することで作業に動機づけられ自信を持つこと。
			他科との技術会話の始まり	28	定例会や作業で、科を跨いだ技術的会話による情報共有や意思疎通が行われること。
			仲良しの馴合い	55	科チームが仲良くし集団で構成されたために、技術面の挑戦度が低下したり、意気に同調すること。
			個人負担の軽減欲求	56	チームの仕組みに便乗し、技能率先者に負担を押し付け、自分の負担を最小化する欲求。
			科チーム負担の軽減欲求	61	専門性の違いに便乗し、「うちの仕事じゃない」と科チームの負担を最小化する欲求。
			分業モニタリングと再配分	51	分業を放置せず、メンバーの遅れや負担のバランスを考えながら、作業を増減・役割を変更・人員を補充すること。
			問題対処の科チーム負担配分	54	ある問題を、例えば加工で解決するか (機械側負担増) プログラミングか (情報側負担増)、互いが納得して配分できること。
			技術的な越境 (A13)	66	他科チーム作業の達成するため、経験が無い他科の作業を速に引き受けること。
			技術的な越境 (A14)	75	成員が、難度の高い技術に挑戦して、このチームならではのづくりをしないと周囲に主張すること。
			対人的な越境 (A15)	52	科リーダーが、他科に対して積極的に要求や説得などの介入を行うこと。
技能・技術の 孤島化	—	—	対人的な越境 (A15)	77	自分達が困った時、上手に指導教員の支援を引き出すこと。
			達成感の共有	70	動作実験時の「動く」喜びや、発表修了後にやり遂げた安堵感を共有すること。
			技術的な機能不全 (A16)	62	率先者が孤立したり、科チームが対立したりしてやり遂げた安堵感を共有すること。
			技術的な機能不全 (A17)	65	製作物の完成度を上げるための工夫や取り組みが不十分だったこと。
			対人的な機能不全 (A17)	71	高い技能を持ちながらメンバーが耳を貸さず、作業が集中してしまうこと。
			対人的な機能不全 (A18)	50	他科チームとの人間関係が十分に構築できておらず、気兼ねして言うべきことが言えないこと。
			環境の原因化	68	科チームの都合や考え方を優先することで、他の科チームを非難するようになること。
			成員の原因化	59	チーム活動の回顧、消極的な評価を行った成員が、科チーム同士で部屋が離れたことが原因だと考えること。
			成員の原因化	57	チーム活動を回顧、消極的な評価を行った成員が、指導方法が原因だと考えること。
			成員の原因化	76	チーム活動を回顧、消極的な評価を行った成員が、成員の態度が原因だと考えること。
作業によるスキル 発現と蓄積 (A22)	—	—	貢献と評価の不一致感	74	自分のプロジェクトに対する貢献度が周囲に認識されてないと感じ、不満を抱くこと。
			「もったやれた」感の残留	78	技術的目標水準や作業の相互支援について、チームワークがあればよかったはず、と思うこと。
			技術的スキルの蓄積	A19	結果図表付により理論的分析ワークシート (Aで起筆、以下同じ) を作成 (支持概念11, 20, 28, 66, 75; 対極概念65, 71)
			対人的スキルの蓄積	A20	結果図表付により理論的分析ワークシートを作成 (支持概念39, 80, 47, 49, 52, 77; 対極概念50, 68)
			段取りスキルの蓄積	A21	結果図表付により理論的分析ワークシートを作成 (支持概念1, 51, 54; 対極概念59, 57, 76)

果図に浮上した（後述する両面的な発達、越境による協業、技能・技術の孤島化）。前回の結果図における3つの並存するプロセスは修正されなかったが、コアカテゴリーの3層構造として描き直された。

修正された結果図を吟味しながら、概念の統廃合・概念間の関連性検討・カテゴリーの生成・カテゴリー間関係及びコアカテゴリーの検討・概念／カテゴリーの入れ替え・理論的カテゴリー生成・概念名とカテゴリー名の修正・定義の修正などを繰り返し行い、13人めのデータでヴァリエーションをあてはめても結果図が全く動かなくなり、名称と定義も特に修正する必要が無かったため、あらためて理論的飽和化に達したと判断した。

分析の質の担保

M-GTA では、質的分析における研究者の特権的な立場への対処法として3段階の相互作用を設定している。第1段階はデータ収集時に協力者から直接分析テーマに即したディテールを語ってもらうことである。第2段階は分析における共同研究者等のフィードバック、第3段階は実践による検証と改善である。

本研究では第2段階で、思考の文書化・概念間関係・分析テーマと結果の妥当性などの分析的観点でスーパーバイジングを受けた。スーパーバイザーはM-GTAを用いた論文が複数あり院生や教員の指導をしている研究者である。やり取りの過程で、①プロセスの事実を述べているだけの概念がいくつか存在する、②チームワークづくりのために何が必要かに特化して概念図を作成すべき、③ものづくりの過程とチームワークづくりの過程が混ざっているように思える、などの指摘を受けた。それを受け、①については分析ワークシートを見直し、必要な修正を行った。②については分析に反映することとした。③によって現象特性への考察が促された結果、「ものづくりを行うこととチームワークは不可分の過程ではないか」という、著者の想定に無かった非連続的な解釈が得られた。

結 果

質的分析は研究者の視点で行為や現象の意味を問うため、分析結果に研究者の解釈が含まれる。従って、結果は解釈を含んだ形で示ことになる（菅沼, 2013）。

Figure 3 ものづくり型 PBL におけるチームワーク形成過程

M-GTA では、解釈過程を開示することで反証可能性を確保し、領域を限定することで一般化を可能にする。

分析の結果、コアカテゴリー1、カテゴリー6、サブカテゴリー13、概念42が生成された。これらの関係を Figure 3 に示す。

現象特性：過程の階層性

ものづくり型 PBL におけるチームワークの形成プロセスは、工程進行・チーム活動・スキル蓄積の3つの過程（Figure 3 の「もの」による段階的力試し、境界分けと越境、作業によるスキル発揮と蓄積）で構成されていた。コアカテゴリーであるチーム活動が、他の2つのカテゴリーに挟まれている構造である。主な特徴は以下の3点である。

- (a) 製作段階ごとにスキルが試される結果、ものづくり過程はチームワーク形成過程に強制力を有していた。
- (b) チーム活動過程は、サブチーム（製作物の科別担当チーム）の形成から発達、協業あるいは孤島化へと至る。
- (c) 成員は、ものづくりを目的としてチーム活動するが、チーム活動の派生物としてスキルを習得していく。

以下、カテゴリーごとに説明していく。カテゴリーは《 》，サブカテゴリーは〔 〕，概念は〈 〉，定義は「 」で示す。

《境界分けと越境》（コアカテゴリー）

ここでは、分業がどのように発生し、その後どのような段階に至るか、4つのカテゴリーで説明する。分業の発生である《作業集中と比較の動機づけ》過程では、各成員が科チーム（前出「専攻科チーム」）に編成されることで分業に動機づけられる。だが、分業が進むにつれて、正と負の《両面的な発達》が発生する。分業を継続するだけでは不十分で、分業段階から協業（《越境による協業》）に進むか《技能・技術の孤島化》に陥るかは、この段階で発生している様々な要因によって左右される。以下、カテゴリー順に説明する。

1. 《作業集中と比較の動機づけ》初めが「製作物の機能化と成員配置」である。ここで「成員が、チーム成果の様々な成功要因の中で、『個人技能が最も大事である』と認識すること」（〈個人技能への焦点化〉）の一方で、〈チームによる技能の認知〉がなされる。こうして「人の集まり」が改めて「技能の集まり」として認識される。

〈チームによる技能の認知〉

“役割分担も、一番得意、それぞれ得意ところ。「これ、一番、得意でしょ」とか。”（E）

この認識に基づき、〈機能決定による科チーム分担〉が行われる。その結果、科チーム内と科チーム間で社会的な比較が発生することから、成員への動機づけが働く。この段階では、同じチームであっても、他専攻科成員の行っている作業内容や妥当性は技術的に判らない（〈他科チームの異言語性〉）。

〈他科チームの異言語性〉

“や、正直、電情（電子情報科）がやってることは、あまり、判らないですね”（C）

科チームの態勢が整うと、リーダーが働き出す。彼らは、教員や成員によって公式に指名・選出されることも、技能差により自然に率先する場合もある。自分の仕事以外に成員の役割決めや対外調整など余分な仕事を引き受けることになるが、〈高技能者の役割自覚〉と〈頼られることへの満足〉によって動機づけられている。これが「科チーム内比較の動機づけ」である。

〈頼られることへの満足〉

“基本、まあ他人に頼られるのは、自分的には悪くはないなあ、とは感じますね。”（F）

〔技能率先者の発生〕段階では、彼らが成員を適した役割と順序に割り振る（〈役割と順序の段取り〉）を行うことで、科チームの分業が始まる。ものづくりは一般的なグループワークと違い個人間の技能差が歴然としており、技能が相対的に低い成員には補助的な役割を与えざるを得ない。技能率先者は、そのことで本人が引け目を感じないように〈補助者への配慮〉を行う。

〈補助者への配慮〉

“手伝いは、個人的には、ほんと、いてよかった。工具とかの換えの時に工具台の上にいっぱい置いてあるんですけど、「あれ？ どこだったけ？」という風に探したりする、しちゃう手間が省けて、「次、これ使うから、準備しといて」みたいな。（略）だから1人そういう人が横にいてくれると、結構安心してできるってのはあります。（略）自分がちょっと勘違いをしていた時に、「あ、ちょっと。ここ、こうじゃねえの？」みたいに言ってくれたり。自分はどっちゃってという加工に集中しちゃって図面が違った見方になってたりとかあったりするん

で。そういう風に加工をちゃんと他から見てくれる人がいると、間違った時に直ぐに教えてくれて、大惨事っていうか、元からまた作り直したいなことは、無いです。(略) 気持ちの問題。まあ自分は手伝ってくれた時に「ああ A いて助かったわ」みたいに結構口にして言うので。”(F)

この科チーム内における比較と並行して、〔科チーム間比較の動機づけ〕が働いている。複数の科チームの成員たちは、各専門科の演習室や作業場を共有して作業を始めることで、〈他科チーム進捗の意識〉が生じる。そして、自分の科チームが遅れないためには自分だけさばれないと思う(〈さばれない意識の萌芽〉)によって作業に動機づけられる。

〈他科チーム進捗の意識〉

“僕らも、そのなんか、来たライン見て、「あ、こんなことやってんだな」みたいな。ちょっと軽ぐですけど、表面だけ、ちょっと判る。でまあ、「あー、ちゃんと何か、やってんだね」みたいな。「俺のこっちもやんなきゃな……」みたいな、ことをいいながら(笑)。”(A)

こうして成員が割り振られた作業を責任を持って遂行することで〔科チームでの技能発揮〕が始まる。この段階になると、リーダーシップが不十分と感じる成員は、チームのために自発的にリーダーを支援する(〈成員によるリーダー支援〉)こともある。そして、科チームで作業するためには自分の意見や感情を抑えることが必要であることを学ぶ(〈我慢の必要性への気づき〉)。

〈成員によるリーダー支援〉

“そんなに凄い、引っ張るようなリーダーじゃなかったの。みんなでフォローしながら、やってたんじゃないかなあとは、思います。”(I)

2. 《両面的な発達》 こうして科チームレベルの分業が発達していくと、正と負の両面で集団特有の現象が生じる。初期段階では、チーム意識は、科チームを超えて何らかの「感情」を共有することによって発生する。これが〔気持ちの越境〕である。異なる科チームの成員たちは、例えば開発作業終了後に一緒に食事をしながら指導方法や他の開発チームに対する愚痴を言い合うことで、同じ感情を共有する(〈愚痴による共感〉)。作業の合間に冗談や軽口を言い合う〈雰囲気リーダーの発生〉によって、チーム作業の楽しさを全

員で感じる。〈テーマの有利不利意識〉によって共通の焦りを感じる。気安さと他科作業への関心が、これまで理解不能で関心が無かった技術面の質問や提案を導く(〈他科との技術会話の始まり〉)。

〈雰囲気リーダーの発生〉

“(コミュニケーションが取れた原因は) お互いいじりあった、ですかね。茶化しあったり、いじりあったりっていうか。そういう雰囲気があったので。これですね、ほんとに。リーダーが、いじられ役だったんですけど、多分それですね。”(I)

その一方で、分業段階に居続けることで、〔狭い範囲の自己都合〕現象が起きる場合もある。技術的な詰めが甘くなったり(〈仲良しの馴合い〉)、できる人に任せようとする(〈個人負担の軽減欲求〉)。他の科チームに対して「うちの仕事じゃない」と主張することもある(〈科チーム負担の軽減欲求〉)。

〈個人負担の軽減欲求〉

“やってくれる人がいるからっていうのが、たぶん一番大きいですね。あとは、指示を出されてたんで、「その指示さえやっとけば、じゃあ他はやらなくていいんだろう」って思ってたのが多分強いと思います。”(M)

気持ちの越境が相対的に多いチームは、《越境による協業》に移行していく。

3. 《越境による協業》 上述した2つのカテゴリ(作業集中と比較の動機づけ、両面的な発達)で表されたチームの段階は、科チームのレベルである。しかし、「もの」による段階ごとの力試し構造が存在するため、チームは、別々に製作してきた制御部分と動作部分を結合する時に発生した問題への対処や、選択された解決策に基づく科チームごとの作業負担割合の交渉など、科チームの境界を頻繁に跨ぐチーム活動無しではいられなくなる。

こうして、分業段階においては技能面以外は控えめだった科リーダー(技能率先者)たちは、技術・対人・段取りの3つの側面で積極的に境界を跨ぎ始める。

まず〔段取りの越境〕では、前段階として科リーダーによる〈分業モニタリングと再配分〉が行われている。これは、「分業を放置せず、メンバーの遅れや負担のバランスを考えながら、作業を増減したり、役割を変更したり、人員を補充したりすること」である。

〈分業モニタリングと再配分〉

“毎週、取り敢えず作業がどのくらい進んでいるか確認して、「あー、じゃあこのくらい進んでるのかー」って。「じゃあ、やる気無いのを、作業量、もうちょっと増やすか」(笑)とか、考えながら。”(M)

〈分業モニタリングと再配分〉

“その3人でアルゴリズムを考えますよっていうのをやって。で、もう1人の情報科は、実際に動かすためのFPGAの役割を担うことにして。で、今までやってた自分の雑務と、実際の回路基板の作成を一旦、もう1人の、そいつも優秀だったんで、そいつに1回任せてしまって、で、機械科からも、その、実際に計算をやった人とは別な奴らの、全員1回、設計する部分が、他にもちょっと細かいツールがもっとあったんですけど、それを一旦やめて、機械の加工だけに1回専念してもらって、途中でその、役割というか、変更してしまって。優先順位を変えて。作業だけごーって進めてやって、それで1か月で、なんとか。2週間ぐらいでアルゴリズムを作り終えて。”(J)

不具合が発生した場合の修復作業を検討する過程で、相談する内容は必然的に科チームごとの作業負担増加交渉に及ぶ(〈問題対処の科チーム負担配分〉)。

〈問題対処の科チーム負担配分〉

“どこがあ、負担を(笑)。負担でいうか、どっちか。制御が楽するか、機械が楽するか、つてのは、ありますけどね。(略)モーター増やして、ま、ギヤ増やせばモーター1こで動ける、けど、モーター2つの方が機械は楽だし。そんなのが、ありましたね。ま、最終的には、モーター2つでやった方が、楽っていう。ま、全会一致で。決まって。”(I)

〈問題対処の科チーム負担配分〉

“話をする際には、実際にその、仕様を決めるにあたってこういうものが必要かってのを、順次出していったんですけど。まあ、機械科から、「あ、でもその機構はちょっと、うちでは無理かなあ」っていう話が出たり。情報科で「そういうのはちょっとうちでは作れないなあ」みたいな。「じゃ、逆に、こういうのは作れるよー」みたいな。代替案だとか。”(J)

〔技術的な越境〕では、〈他科チーム作業の引き受け〉や、科チーム単独では不可能な〈高度な技術目標の主張〉が行われる。〔対人的な越境〕では、遠慮ない〈他科チームへの口出し〉や、上手な〈教員からの支援引き出し〉が行われる。

〈他科チームへの口出し〉

“〔2人の科リーダーがもう一人の科リーダーを呼び出して〕「これって、こうしなくちゃいけなかったよね?」「毎週、月曜に集まって確認してるのは、そうやって作業が遅れてる時にいかにどうするかを話し合うためだね?」って。”(M)

こうして、製品(開発課題)の完成度が高まるにつれて、成員間で〈達成感の共有〉がなされていく。

4. 《技能・技術の孤島化》 この段階では対照的に、上述3つのサブカテゴリーにおける機能不全(過度に分業化したことによる弊害)が発生している。

〔技術的な機能不全〕では、〈トライ&エラー不足〉と〈率先者の孤立〉が生じている。個人負担の軽減欲求が高まった結果、技能率先者や科リーダーに作業負担が集中し、技能率先者が意欲的な技術に挑戦したいと主張しても、仲良しの馴合いにより成員の賛同を得られない。

〔対人的な機能不全〕では、分業による心理的な距離感が〈他科チームへの気兼ね〉を生じさせる一方で、相互無理解に基づく〈科チームの相互非難〉が起こる。

〔段取りの機能不全〕では、上手く行かなかった原因を、例えば科チーム間の部屋が遠くてコミュニケーションが取れなかったこと、指導教員が「上手くいく方法」を教えてくれずに成員に考えさせようとしたために日程が遅れたこと、成員のやる気の無きなどによると、考えている(〈環境の原因化〉、〈教員の原因化〉、〈成員の原因化〉)。結果、〈貢献と評価の不一致感〉と〈「もっとやれた」感の残留〉がみられる。

《「もの」による段階的な力試し》

これは、上述のチームワーク形成過程に対して、外部から働く強制力である(Figure 3の上部)。製作物が個別作業から機能部品、最終システムへと完成度を高めていくにつれて、チームワークも、個人作業・科チーム内から科チーム間協業へと高度化していく。以下、順に説明する。

このプロセスは、各成員レベルの作業による〈作業時の個人技能試し〉で始まる。ここでは、自分の持つ技能が、製作した部品が思うように動く(あるいは動かない)ことで、即時かつ客観的に評価されていく。このプロセスは日常的に頻繁に発生している。

次の段階で発生する複数の成員レベルの作業が、〈部品製作時の科チーム技術力試し〉である。作業の期限や高い難度に挑戦することで、成員技能の合計である科チームの技術力が、これも客観的に評価される。これは時系列的ではなく、製作物の完成度が上がるこ

とによる段階移行である。製作が進むにつれて、最初は個人の技能がもので試されていたが、科チームの技術力が問われることが多くなる。

製作がさらに進むと、科チームごとに別々に製作していた部品、例えばモニター部とモーター部、筐体部等が組み合わせられて、所定の動作ができるかどうか確認、科チーム間の連携力が評価される段階に至る。これが、〈部品結合時の科チーム連携力試し〉である。

最終的な完成品の動作確認が、〈製品完成時のチーム力試し〉である。ここでは、チームの総合力が客観的に、物理的に評価される。

《作業によるスキル発揮と蓄積》

これは、チームワーク形成過程の結果として、外部に蓄積される過程である (Figure 3 の下部)。チームの中でなんらかの活動を行った結果、活動の対象が「もの」「ひと」「時間」「工程」などのいずれかによって、技術・対人・段取りに関わるスキルが発揮される。そして、有効なスキルは個人に記憶・チームで共有されていく (〈技術的スキルの蓄積〉〈対人的スキルの蓄積〉〈段取りスキルの蓄積〉)。

Figure 3 において、中央の「境界分けと越境」と下方の「作業によるスキル発揮と蓄積」との間の破線矢印に沿って多くの (a), (b), (c) が示されている。これは、中央のプロセスが進む過程で、3 種類のスキルが派生物として蓄積されていることを示している。

考 察

ものづくり型 PBL における学び

複数専攻科による課題制作はチームワーク制が前提なので、成員は状況に応じて技術的スキルだけでなく、他者との意思疎通や相互理解・交渉のための対人的スキル、チームでの作業を遂行するために必要な段取りスキルを発揮することになる。その結果、ものとチームによって、発揮したスキルの良否が判定される。そして、成員のスキルを高めることで、チームの開発力が高められる。

但し、スキルはあくまで個人に属している。習得したスキルは場の外に持ち去ることが可能であり、翌年企業の生産現場で働く際、応用できる。このことは、高等教育におけるものづくり型 PBL の目的が生産現場で活躍できる人材の育成である点からも重要である。学生は 3 年かけて専攻科の知識と技能を学び、4 年目で、単科では不可能な、実践に应用可能なシステムを開発する。それにより習得したスキルは可動性を有し、企業の現場に応用することで高められていく。

以下、先行研究との異同を考察する。

第 1 に、スキルは個人に蓄積されている点で、状況学習とは異なっていた。これは、分析対象が Lave & Wenger (1991) の例 (全て非製造業で、個人の変容過程であり、何年もかかる) とは異なっているためであると考えられる。

第 2 に、本研究の結果図によって、既存のチームワーク能力測定尺度とは異なる要素が示唆された。これは、先行研究が製造業を対象にしていなかったためである。今後、ものづくりにおけるチームワーク能力の理論的精緻化が課題となる。

高等教育における学習システムには適切な評価と介入が不可欠である点からも、学びを抽象化せずに実際に発揮されているスキルに注目するアプローチは有用である。以下、教育実践への応用について検討する。

能開大における実践への示唆

結果図が示唆するように、分業制は作業の効率化だけでなくチーム作業への動機づけを導く一方で、個人や科チームが孤立するリスクも包含している。担当教員は、「単純に分業制を導入しさえすれば上手くいく」ということではないことに留意が必要である。

有効な介入方法として、分業開始後、開発課題の工程が部品の結合段階に至る前に、チームワーク形成状況を確認することが挙げられる。評価及び介入について、以下説明する。

評価の問題 現行は複数教員による成果物や発表内容の共同評価が主であるが、本研究で得られた知見は、チーム評価における 2 つの課題を示唆する。

1 つ目は、プロセス評価である。チームのパフォーマンスだけでなく、その基礎となっているチームのプロセスを評価する必要がある (電力中央研究所, 2004) ことが指摘されている。そのためには、集団レベルのチームワーク能力測定尺度 (三沢ら, 2009) の応用や満足度などの測定が考えられる。

2 つ目は、個人のチームワーク能力評価である。能開大ごとの指導方針に応じて、応用課程前の適性把握、チーム編成時に適性を参考にし、中間・終了時の評価を検討すること等が考え得る。評価方法についても、360 度評価 (本人・他成員・教員) 導入を検討することは有用である。

実施に向けては、既存尺度の応用が現実的である。例えば相川ら (2012) は、個人のチームワーク能力の下位尺度をリーダーシップ、モニタリング、バックアップ、チーム志向、コミュニケーションとしているが、質的分析により質問項目を加除修正し、ものづく

りPBL向け尺度を作成することが望まれる。

介入の方法 「両面的な発達」段階では、科チームを超えて共感する頻度を高めることが重要である。分業発達時に、観察・聴取・質問票等により、個人レベルとチームレベルの認知の度合を把握すること、成員同士の振り返りを行うことなどが有効である。必要な場合は、役割の見直しや対人的スキルの訓練を行う必要がある。

ものづくり型PBL実践への示唆

能開大の応用課程は、チーム成員が複数の専門性で構成されている点、リーダーだけでなくサブリーダーの働きが重要となる点で、一般のものづくりPBLよりも企業の事業開発チームに近い性質を有していると考えられる。学習支援の観点からは、「複数専門性を必要とする製作物」が、多様なスキルの習得に有効である。機械科だけ、情報科だけの複数成員によるチーム制でも相応のチームワークは発揮されるが、それは結果図の左側で示した「作業集中と比較の動機づけ」段階に止まる。複数専門性のチーム作業は、製作物という可視的・具体的な評価があるため、相互理解が難しい複数専門性チームでの作業に強制力を有している。その結果として、個別の技術の出し合いだけでなく、対人的なスキルや段取りスキルの習得が進む。これは、ものづくり領域以外でも応用が可能である。例えばアプリや電子書籍などの制作でも、チームで調査・検討した企画を発表するだけでなく、デザイナー・プログラマー・マーケッター・事業化分析者など、成員間の異業種度を高めた役割設計で、同様の効果が見込めるだろう。

企業における人材育成への示唆

本研究が対象とした応用課程の開発課題は、機械・電子・情報というかなり専門性の異なるチームを対象としている点で、事業開発や新製品開発、海外進出など革新性を求められるプロジェクトへの示唆を有していると考えられる。例えば、営業・生産・研究開発部門のスタッフで構成される事業開発チームでは、サブチームリーダーの働きが重要である。彼らは、出自部門を超えた感情と考え方の共有や全体的な状況把握により、チーム力を向上させるだろう。緊急医療チーム等複数の高度専門家による混成チームの場合も、同様である。

本研究で得られた仮説

本研究で得られた仮説を以下に示す。

- (a) サブチーム（本稿では科チーム）による分業で、成員は作業に動機づけられる。

- (b) サブチームの利益意識が、チーム製作物の完成度を低下させる。

- (c) チーム内の感情共有が、サブチームの利益意識を減少させる。

- (d) サブチーム制による作業の結果、技術・対人・段取り的スキルが個人に蓄積される。

今後の追加的研究によるモデルの精緻化及び修正、適切な操作化による定量的検証が望まれる。技能を教えるスキルの養成、製造現場のチームワーク測定、段取り能力の検証など、いずれも工学教育実践で蓄積された知見と教育心理学研究の連携が不可欠である。それによりものづくり型PBLが進化、日本のものづくり力が強化されると考える。

引用文献

- 相川 充・高本真寛・杉森伸吉・古屋 真 (2012). 個人のチームワーク能力を測定する尺度の開発と妥当性の検討 社会心理学研究, 27, 139-150.
- 土井康作 (1998). 組立課題における作業段取りの効果について 教育心理学研究, 46, 68-76.
- Glazer, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago, IL: Aldine Publishing Company.
- 平澤良男・川口清司・升方勝己・三浦良弘 (2009). 産学連携による学生派遣型ものづくり科目「製品開発体験実習」の実施と教育効果 平成21年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, 318-319.
- 石崎繁利・尾崎純一・齋藤 茂・中辻 武・英 崇夫 (2010). 分担方式によるものづくり教育の試み 工学教育, 58, 64-69.
- Katz, R. L. (1974). Skills of an effective administrator. *Harvard Business Review*, 52, 90-102.
- 木下康仁 (1999). グラウンデッド・セオリー・アプローチ—質的実証研究の再生 弘文堂
- 木下康仁 (2003). グラウンデッド・セオリー・アプローチの実践—質的研究への誘い 弘文堂
- 木下康仁 (2007). ライブ講義 M-GTA 実践的質的研究法—修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチのすべて 弘文堂
- 小池和男 (2005). 仕事の経済学 (第3版) 東洋経済新報社
- Lave, J., & Wenger, E., (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.

- 牧野泰典 (2001). 小集団活動の機能と役割—現場労働者の「経験知」の伝達」と「熟練」形成— 八千代出版
- 益谷 真 (2008). 高等教育における協同学習の実践的検討— (III) グループ編成における社会的スキルの効果— 日本教育心理学会第 50 回総会発表論文集, 177.
- 三沢 良・佐相邦英・山口裕幸 (2009). 看護師チームのチームワーク測定尺度の作成— 社会心理学研究, 24, 219-232.
- 森 和夫・手塚太郎 (1977). 機械加工技能の因子論的研究—機械科訓練生の能力構造— 教育心理学研究, 25, 231-241.
- 森 和夫・手塚太郎 (1984). 機械加工技能の因子論的研究 (II) —機械科訓練生の技能習得過程— 教育心理学研究, 32, 153-158.
- 森野数博 (2012). 複合教育によるものづくり技術者の育成— 日本機械学会誌, 115, 210-213.
- 森下 覚・尾出由佳・岡崎ひろ・有元典文 (2010). 教育実習における学習はどのように構成されているのか—教育的デザインと実践の保持のデザインとのダイナミクス— 教育心理学研究, 58, 69-79.
- 長島正明・近藤康雄・田中久隆・宮近幸逸・秋山雅彦・石渕信孝・早川元造 (2006). 地元企業と連携した PBL 教育の実践と教育効果— 工学教育, 54, 87-91.
- 大中逸雄 (2000). 日本技術者教育認定基準の要点と教育の改善— 工学教育, 48, 21-25.
- 大崎理乃・不破 泰 (2015). CSCL を用いたディスカッションの可視化によるものづくり型 PBL におけるチームワークスキル教育の実践— 教育システム情報学会誌, 32, 71-83.
- Rolfen, M., & Langeland, C. (2012). Successful maintenance practice through team autonomy. *Employee Relations*, 34, 306-321.
- 佐相邦英・蛭子光洋・廣瀬文子 (2004). チーム評価に関する研究—チームプロセスモデルの提案— 電力中央研究所報告— 研究報告, S03003, 1-14, 巻頭 1~4.
- 沢田善太郎 (1994). 労働と「熟練」の変化— 職業・生活研究会 (編) 企業社会と人間—トヨタの労働, 生活, 地域 (pp. 96-134)— 法律文化社
- Scullen, S. E., Mount, M. K., & Judge, T. A. (2003). Evidence of the construct validity of development ratings of managerial performance. *Journal of Applied Psychology*, 88, 50-66.
- 菅沼慎一郎 (2013). 青年期における「諦める」ことの定義と構造に関する研究— 教育心理学研究, 61, 265-276.
- 職業能力開発総合大学校基盤整備センター (2013). 新訓練科 (高度職業訓練専門課程及び応用課程) の試行検証に関する調査研究— 調査研究資料 No.135— 職業能力開発総合大学校基盤整備センター
- Thompson, P., & Wallace, T. (1996). Redesigning production thorough teamworking: Case studies from the Volvo truck corporation. *International Journal of Operations & Production Management*, 16, 103-118.
- 辻 勝次 (1989). 自動車工場における「集団的熟練」の機能形態とその形成機構 (上) トヨタイズムとフォーディズム— 立命館産業社会論集, 24(4), 29-57.
- 植木理恵・清河幸子・岩男卓実・市川伸一 (2002). テーマ学習における自己制御的活動の支援—地域における実践活動から— 教育心理学研究, 50, 92-102.
- 綿貫啓一・楓 和憲・佐藤勇一・堀尾健一郎 (2011). バーチャルトレーニングと実習を融合したものづくり技術者の育成支援— 工学教育, 59, 104-111.
- 山口裕幸 (2008). チームワークの心理学—よりよい集団づくりをめざして— サイエンス社
- 湯本 誠 (1994). 現業労働者の企業内熟練形成— 職業・生活研究会 (編) 企業社会と人間—トヨタの労働, 生活, 地域 (pp. 135-176)— 法律文化社
- (2015.2.20 受稿, '16.2.1 受理)

Analysis of the Teamwork Formation Process in Manufacturing Problem-Based Learning (PBL)

HIROSHI TAKESHITA (POLYTECHNIC UNIVERSITY), SEIJI OKUAKI (CHIBA POLYTECHNIC COLLEGE),
MIZUHO NAKAMURA (POLYTECHNIC UNIVERSITY) AND HIROYUKI YAMAGUCHI (KYUSHU UNIVERSITY)
JAPANESE JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, 2016, 64, 423–436

Recently, fostering industrial engineers has become an urgent need in Japanese manufacturing. Although manufacturing problem-based learning (PBL) has been initiated increasingly in higher education, the process of the formation of teamwork has not been explicated, even though an explication is necessary for establishing an effective method of evaluating classes. The present study describes a theoretical model for explaining and forecasting the process of teamwork formation in problem-based learning in manufacturing, and tests the model with data collected from 13 engineering students (12 males, 1 female) at 6 colleges. Analysis of the data with a Modified Grounded Theory Approach resulted in 42 concepts. Teamwork formation in manufacturing problem-based learning consisted of 3 processes: manufacturing, teamwork, and skill accumulation, and 3 main characteristics: (a) members' skills are challenged in relation to each manufacturing process, so that the manufacturing process forced teamwork formation, (b) the teamwork process started from the development of a sub-team (in this research, different engineering courses), and resulted in either collaboration or isolation, and (c) when members worked for the purpose of manufacturing, they acquired skills as a derivative of their teamwork. The discussion critiques previously published studies and provides suggestions for higher education and human resource management.

Key Words: manufacturing problem-based learning (PBL), teamwork, process of teamwork formation, Modified Grounded Theory Approach