

令和元年6月21日現在

機関番号：52601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01096

研究課題名(和文) 知識・スキル・マインドの涵養により学生が主体的に取り組む人間中心デザイン教育

研究課題名(英文) Human-centered design education in which students proactively work by cultivating knowledge, skills, and mind

研究代表者

大塚 友彦 (Ohtsuka, Tomohiko)

東京工業高等専門学校・電子工学科・教授

研究者番号：80262278

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、まず、事前教育として、知識教育・スキル教育・マインド教育を実践し、その有効性を検証した。次に、人々の生活に密着した人間中心的な課題について、PBLによる人間中心デザイン教育を実施した。教育効果を評価するため、社会人基礎力評価、GRIT、質問紙調査の3種類を評価した。その結果、次のことが明らかになった。1)半年程度の短期間でも学生のコンピテンシーが向上する。2)質問紙調査によるGRITとコンピテンシー評価の「対自己基礎力」の間に相関がみられる。3)質問紙調査と第三者機関によるコンピテンシー評価の「対自己基礎力」および「対人基礎力」の間に相関がみられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、人々の生活に関心を持つという人間主体(人間中心)の発想で社会実装教育を「人間中心デザイン教育」へ発展させ、15歳から22歳に掛けての感受性豊かな学生を対象に、認知的間能力、ジェネリックスキル、マインドの3つ能力を効果的に成長できることを実証した。PBL教育に社会とのつながりを持たせ、市場調査、ビジネスモデルから価値創造まで一貫通貫する流れを体験できることも提案教育手法の特徴である。提案教育手法は、科学技術で社会変革を起し得る人材を育成する上で大変意義深いことと言える。

研究成果の概要(英文)：In this research, first, knowledge education, skill education and mind education were practiced as prior education, and its effectiveness was verified. Next, we conducted human-centered design education through PBL on human-centered issues closely related to social lives. In order to evaluate the educational effects, three types of evaluation of basic skills for working people, GRIT, and questionnaires were evaluated. As a result, the following things became clear. 1) Students' competency improves even in a short period of about half a year. 2) There is a correlation between GRIT by questionnaire survey and "competency" of the competency evaluation. 3) There is a correlation between the questionnaire survey and the third-party competency evaluation "competency".

研究分野：工学教育

キーワード：人間中心デザイン教育 社会実装教育 社会人基礎力 対人基礎力 対自己基礎力 知識教育 スキル教育 マインド教育

1. 研究開始当初の背景

デザイン思考が求められる背景に過去の2つの社会イノベーションが関係している。1つは、18世紀後半の蒸気機関発明により生産の効率化を実現した産業革命である。2つ目は、優秀な労働者を科学的に観察して、効率的な働き方を究明した19世紀後半の生産性革命である。

その後、欧米等では、1990年頃より設計教育をより本質的なエンジニアリングデザイン教育への深化が試行されていった。当初は、専門教育の最後に応用としてデザイン教育を行う方式が主流であったが、現在では、低学年から学習意欲向上のために比較的容易な課題でデザインを経験させ、次に、知識を深く理解させるための応用としてデザイン教育し、最後に、より複雑・複合的なデザイン課題に取り組みせる方式に移行しつつある。一方、グローバル化や少子高齢化、情報化といった急激な社会変化の中、産業・就業構造の流動化などによって将来予測が困難になっている。学生にとって、高等教育機関での学修がこれからの時代を生き抜く基盤となるかどうかは切実な問題である。このような時代にあって、学生の「生涯学び続け、どんな環境においても“答えのない問題”に最善解を導くことができる能力」を育成することが、高等教育の大きな使命となる。このため、人間中心デザイン教育を工学教育の中に効果的に展開し、能動教育へ質的に転換がイノベティブな人材育成に必要とされている。社会を良い方向に変革するイノベーションの原動力は強いマインド(社会に役立ちたいという情熱)であり、それを支えする認知的能力(批判的思考力、判断力)やジェネリックスキル(問題発見・解決力、コミュニケーション力など)の涵養が重要となる。これら能力の涵養は、大人としての分別心が固まってからでは遅く、感受性の高いティーン世代から認知的能力、ジェネリックスキル、マインドの3つ能力を伸ばしながら人間中心のデザイン思考を涵養することが重要となる。

2. 研究の目的

- (1) 本研究では、人々の生活に関心を持つという人間主体(人間中心)の発想でエンジニアリングデザイン教育を「人中心デザイン教育」(図1)へ発展させ、15歳から22歳に掛けての感受性豊かな学生を対象に、認知的間能力、ジェネリックスキル、マインドの3つ能力を効果的に成長できることを検証する。
- (2) 知識(認知的領域)教育: 提案する知識教育とは、学齢や成熟度に応じて段階的に批判的思考力や判断力を涵養する教育である。研究代表者は、これまでに学習の科学(モチベーション・マネージメント、熟達プロセス、練習とフィードバック)の仕組みを分析・予備研究してきた。本研究では、工学教育に主体的学習を導入し、「学び方」や「知識の活用した思考力・判断力の練習」を修得する授業設計法を实践し、その教育効果を検証する。

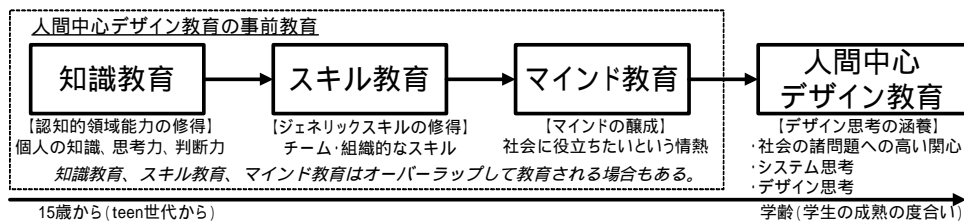


図1 提案する人間中心デザイン教育の流れ

- (3) スキル(精神運動的領域)教育: スキル教育では、デザインプロセス遂行に必要なジェネリックスキル(コミュニケーション力、問題把握・解決力、社会との関連性を認識する力、創造力、主体的に学ぶ力、チームワーク力)を涵養する。ここでは、工学教育に(反転授業やグループ学習)を導入し、ジェネリックスキルを効果的に成長できることを検証する。
- (4) マインド(情動的領域)教育: 社会のためになりたいという強いマインドが人間中心デザインの原動力となる。研究代表者は、これまで提案・予備研究してきた社会実装教育の成果として、15歳という若い時期から現実の社会の問題に対峙させることで、強いマインドを涵養できることを確認している。本研究では、15歳からの工学教育に主体的学習を導入し、現実の社会問題に対峙し、問題意識、正義感、前向き思考、チャレンジ精神、粘り強い精神、リーダーシップ、協調性の涵養を实践し、その教育効果を検証する。
- (5) 人間中心デザイン教育: 研究代表者は、フィールドワークによる潜在的な社会ニーズ発掘やユーザからの評価を設計にフィードバックする能力を効果的に教育する手法を開発している。本研究では、事前教育として、知識・スキル・マインドの3つの能力をバランス良く涵養した学生に対し、図2の流れのPBLにより人間中心デザイン教育を実施し、教育効果を検証する。

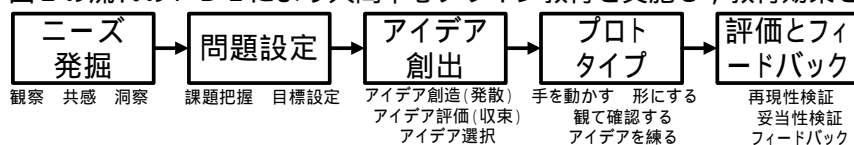


図2 人間中心デザインプロセス

3. 研究の方法

- (1) 人間中心デザイン教育の事前教育として、知識教育、スキル教育およびマインド教育を实践し、その教育効果を実証する。ここでは、研究代表者らによる研究室教育において、協力学生

に対して提案教育手法を試行する。知識教育では、早期に学生の「学び方」、「批判的思考力」および「判断力」を熟達させる教育の有効性を検証する。具体的には、学生のモチベーション維持・向上のため、学生への主観的価値の伝承方法、達成への予期の伝え方、学びをサポートする環境整備を実際の授業に導入し、実験的にその有効性を検証する。モチベーションを維持・向上することで、学習行動の方向、強度、持続性、質を向上させる効果も期待している。スキル教育では、デザイン教育の基礎となるジェネリックスキルを熟達させる。ここでは、「部分的な要素スキルの獲得」し、次に獲得した「部分スキル」を統合し、最終的に「統合されたスキル」を適時に応用レベルまで段階的に教育する手法を実際の授業に導入し、有効性を検証する。マインド教育では、早期に人間中心デザインの原動力となるマインドを涵養し、その有効性を検証する。ここでは、実際の社会問題について考察することで、人を突き動かす問題意識の高さ、正義感、前向き思考、チャレンジ精神に裏打ちされた強い情熱を涵養する効果を検証する。(2) 次に、事前教育として知識・スキル・マインドの3つの能力をバランス良く涵養した学生に対し、PBLにより人間中心デザイン教育を実施し、その教育効果を検証する。社会ニーズ調査や問題把握プロセスを通じて、マインドが高まるかも検証する。さらに、「問題設定」にて、「ニーズ発掘」のための洞察力に注目し、問題定義や目標設定をチームで行う手法の効果を実験的に検証する。「アイデア創出」では、アイデアの発想法や評価法の効果的な活用方法を検証する。「プロトタイプ」では、考えるために作り、学ぶために試すということを目的に、様々なプロトタイプ手法を選択したり使いこなしたりする方法の効果を検証する。「評価とフィードバック」では、これを通じて、ユーザからのフィードバックから、洞察し、着眼点を見直す手法の効果を検証する。また、人間中心デザイン教育を実践し、その評価方法の妥当性を検証する。本研究では、人間中心デザイン教育のテーマとして、具体的には、小中学校への理科出前授業の開発、医療機関と連携した肢体不自由児の緊急通報システムの開発、虹彩認証システムの開発を実施している。協力学生らの取組み成果は、関連する国内学会や国際会議等でも発表し、専門家からの意見もいただいて、それらを改善に反映させる実習にも取り組んでもらった。教育効果の評価では、こうした一連の取組みの前後のジェネリックスキルを考察した。

4. 研究成果

(1)知識教育・スキル教育・マインド教育の教育的効果

研究代表者らは、協力学生の賛同の下、研究室に所属した本科5年生6名、専攻科1年生6名を対象に、研究室教育において、前述の知識教育・スキル教育・マインド教育を実践し、社会人基礎力の伸長度を評価した。「社会人基礎力」とは、「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、「チームで働く力」の3つの能力から構成され、「職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力」である。若者を取り巻く環境変化に応じ、「基礎学力」、「専門知識」に加え、それらを活用する「社会人基礎力」の育成が今まで以上に求められている。本研究では、学生の社会人基礎力の成長を定量的に分析するため、株式会社リアセックのPROG(社会人基礎力測定テスト)を用いることとした。PROGでは、「社会人基礎力」を大別して「リテラシー」と「コンピテンシー」の2つの側面に分解して測定している。リテラシーとは、新しい問題や難しい問題に対し、自らの知識や与えられた情報、あるいは収集した情報を活用して課題解決する能力である。また、それを発信・伝達できる能力、社会への影響を考えるモラル感や責任感も含まれている。一方、コンピテンシーとは、周囲の状況に適応した意思決定や行動指針等の特性である。コンピテンシーが示す行動特性には、目に見える知識、スキル部分の他、潜在的な自らの動機・自発性、自己概念、行動を裏づける思考パターンが含まれている。職業人生における仕事の成果や社会的活動において成果を出すためには、いかに行動すべきかを決断する力が重要となる。成果を求める近年の社会状況では、コンピテンシーは重要な能力の一つとなっている。リテラシー並びにコンピテンシーに含まれる要素能力を表1、表2に示す。

表1 リテラシーの要素能力

要素能力	概要
情報収集力	必要な情報を集める力
情報分析力	集めた情報を分析する力
構想力	解決策を考える力
課題発見力	解決すべき課題を見つけ出す力
言語処理能力	日本語の運用に関する基礎的な能力
非言語処理能力	情報を読み解くために必要な(言語以外の)基礎的な能力

表2 コンピテンシーの要素能力

要素能力	概要
対人基礎力	チームで働く力
對自己基礎力	前に踏み出す力
対課題基礎力	考え抜く力

本研究では、知識教育・スキル教育・マインド教育を本格実施する前後で1回ずつPROGを実施した。対象者が同一のため、2つのPROGの結果を比較することにより、何らかの関連性を見出せるものと考えた。2つの関連性のあるデータ検定に適した手法「Wilcoxonの順位和検定」⁹⁾では、2回のデータに差が無いという仮説の下で検定を行い、仮説の真偽を判定する。

表3に情報収集力についての結果およびその集計を示す。同様に能力値毎の成長度合を表4、表5にまとめる。これらの結果から次のことが言える。第一に、リテラシーの要素能力の初期値(測定値)は高かった。知識教育・スキル教育・マインド教育により、その能力成長が確認された。構想力に関して、平均値は低下しているが、UI値は上昇しており、能力は維持されていると言える。第二に、コンピテンシーの要素能力の初期値は、リテラシーに比べると低いことが確認された。特に、対人基礎力と対課題基礎力の成長は確認されなかった。一方、對自己基礎力の成長は確認され、コンピテンシー総合も成長したとみられる。また、学生は、リテラシーの要素能力を成長させている。この理由は、知識教育・スキル教育・マインド教育において、次のような体験的学習がなされていたためと考えられる。即ち、先行研究の調査(情報収集力)、それに基づく研究課題を発見・課題設定(情報分析力、課題発見力)、課題解決のアイデア創造(構想力)、研究の過程を体系体にまとめた論文執筆や口頭発表(言語処理能力、非言語処理能力)等の一連のプロセスの経験である。なお、構想力の成長は観察できなかった。これは、その初期値がほぼ5(上限)となっていたため、更なる成長がなかったと考えられる。一方、コンピテンシー総合の成長の要因は、對自己基礎力の成長と考えられる。對自己基礎力は、感情制御力、自信創出力、行動持続力から構成される。これは、気持ちをコントロールしポジティブな思考を保ち、主体的な行動・自己学習に結び付ける能力である。まさに難易度が高く、かつ複雑な課題に立ち向かうために不可欠な能力の一つと言えよう。難題に出会った際、諦めずに、前向きに問題解決に取り組んだ経験が、学生に粘り強い精神力や行動力を向上させたとみることができる。これに対し、知識教育・スキル教育・マインド教育のみの実施では、対人基礎力および対課題基礎力の成長は伸び悩んでしまうことも確認された。

表3 情報基礎力の各受験者の評価値と集計

受験者	X	Y	UI 値	順位付け
1	1	3	2	11.0
2	3	4	1	5.5
3	4	4	0	1.0
4	5	5	1	5.5
5	5	4	-1	5.5
6	5	5	1	5.5
7	3	5	2	11.0
8	5	5	1	5.5
9	2	4	1	5.5
10	3	5	2	11.0
11	5	5	1	5.5
12	5	5	1	5.5
平均値	3.83	4.50	1.00	-
不偏分散	1.97	0.455	-	-

X:2016年8月の情報基礎力の測定結果

Y:2017年3月の情報基礎力の測定結果

表4 リテラシーの要素能力の伸長(測定値)

項目	Xの平均値	Yの平均値	UI値の平均値	有意確率
リテラシー総合	6.08	6.25	1.17	0.0125
情報収集力	3.83	4.50	1.00	0.0047
情報分析力	4.08	4.83	1.50	0.0013
課題発見力	4.33	4.75	1.17	0.0028
構想力	4.67	4.58	0.58	0.0384
言語処理能力	4.17	4.75	1.17	0.0040
非言語処理能力	4.42	4.75	1.08	0.0029

X:2016年8月の要素能力毎の測定結果

Y:2017年3月の要素能力毎の測定結果

表5 コンピテンシーの要素能力の伸長(測定値)

項目	Xの平均値	Yの平均値	UI値の平均値	有意確率
コンピテンシー総合	2.75	3.33	0.67	0.0808
対人基礎力	3.17	3.25	0.17	0.4522
對自己基礎力	2.92	3.50	0.83	0.0192
対課題基礎力	3.42	3.50	0.08	0.4364

X:2016年8月の要素能力毎の測定結果

Y:2017年3月の要素能力毎の測定結果

(2) 人間中心デザイン教育の教育効果

表6 人間中心デザイン教育の教育効果の調査方法

項目	概要
対象学生	平成30年度に人間中心デザイン教育を受講した協力学生20名(高専本科5年生及び専攻科生)
評価尺度	PROGコンピテンシーテストのスコアと人間中心デザイン教育に関する学生アンケート調査
調査方法	人間中心デザイン教育の実施直前(平成30年7月)と実施後(平成31年1月)においてPROGコンピテンシーテストを実施し、そのスコアの伸長を分析する。また、人間中心デザイン教育の取組みに関する学生アンケート調査の結果を分析する。

本研究では、人間中心デザイン教育が学生の社会人基礎力に与える効果を評価するため、表

6のような調査を行った。社会人基礎力の評価に前述のPROG コンピテンシーテストを採用し、東京高専の協力学生20名について、人間中心デザイン教育の実施前後における社会人基礎力を調査した。図3に人間中心デザイン教育の実施前後のPROG コンピテンシーテストの評価結果を示す。概ね、社会人基礎力の大分類及び中分類の要素能力は人間中心デザイン教育によって伸長していることが確認できる。一方、対課題基礎力(大分類)および計画立案力・実践力(中分類)の伸長がみられていない。対課題基礎力は計画立案力・実践力に連動するため、ここでは計画立案力が減退した原因を考察する。表7の学生の自由記述欄(20名中6名回答)によると、人間中心デザインの期間が不十分という感想を挙げている。従って、学生には、再度人間中心デザインをやり直す時間はなかったものと推察される。このことは、計画立案力・実践力の伸長には、人間中心デザインの経験を繰り返す必要があることを示唆している。

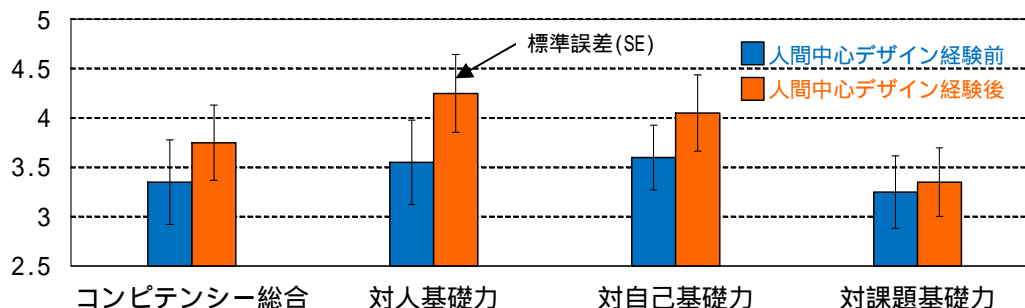


図3 人間中心デザイン教育実施の前後の社会人基礎力(大分類要素)の伸長

表7 学生アンケート調査の概要と結果

No	設問
問1	人間中心デザイン活動への自分の取り組み姿勢について、熱心に取り組んだと思いますか。 熱心に取り組んだ・・・5名、やや熱心に取り組んだ・・・6名 どちらでもない・・・6名、あまり取り組まなかった・・・2名 取り組まなかった・・・1名
問2	自分の人間中心デザイン活動に満足しましたか、 とても満足した・・・5名、満足した・・・1名 どちらでもない・・・8名、あまり満足していない・・・3名 全く満足していない・・・3名
【自由記述】「苦労したこと」や「楽しかったこと」は？ ・ 開発期間3ヶ月のプロジェクト外なので時間が少なく苦労した。 ・ 研究内容が開発よりなので、論文や学会のときに言い回しが難しく論文や学会には不向きだと思った。 ・ 形にすることで基礎研究にはない楽しさを味わえた。企業目線での研究を体験できたと感じている。 ・ つくばキャンパス 当日一ヶ月前から、一緒に卒研をやっている同じ学科で同じ学年の相方が何もしなかい中、一人で機体を完成させたり、保守したり、システムに関して何も出来なかった。 ・ 卒研のテーマが実質2つあり、両方やるのが苦労した。うちの1つは意匠登録のため発表できなかった。共同研究先の企業はそっちを進めて欲しいが学生はあまりやりたくないという温度差が生まれ、苦労した。 ・ 定量的に評価するのが大変だった。とても苦労したが、病院等で評価をもらい社会実装で頑張ってる開発を進めてくれと言われ、嬉しくて楽しかった。 ・ 自分が制御プログラムを書いた味付けが自動走行しているのを眺める時が楽しかった。	

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

安富義泰, 大塚友彦, 土居信数, 学生調査法による汎用的能力評価の有効性に関する考察, 工学教育, 第67巻, 第3号, pp. 66-71, 2019

木村知彦, 大塚友彦, 卒業研究による社会人基礎力向上効果に関する一考察, 工学教育, 第66巻, 第3号, pp. 77-81, 2018

林丈晴, 多羅尾進, 浅野敬一, 佐藤知正, 丹野浩一, 科学技術イノベーション教材 “社会実装イントロ講座” のカバレッジ分析とその評価, 工学教育, 第66巻, 第2号, pp. 85-90, 2018

井口雄紀, 大塚友彦, 社会人基礎力「前に踏み出す力」の主観的な評価手法に関する一考察, 工学教育, 第66巻, 第2号, pp. 54-57, 2018

多羅尾進, 林丈晴, 大塚友彦, 社会実装教育における枠組みの構築と実装活動の客観的・主観的評価手法の開発, 工学教育, 第65巻, 第4号, pp. 29-34, 2017

佐藤知正, 林丈晴, 大塚友彦, 科学技術イノベーション実現のための社会実装教育～社会実装コンテスト～, 工学教育, 第65巻, 第4号, pp. 3-9, 2017

〔学会発表〕(計5件)

大塚友彦, 鈴木慎也, 木村知彦, 井口雄紀, 学生のコンピテンシーと「やり抜く力(GRIT)」との関連分析, 平成30年度工学・工業教育研究講演論文集, pp. 192-193, 8月, 2018

一戸隆久, 大塚友彦, 多羅尾進, 山下晃弘, 「社会実装フォーラム」の取り組み, 平成30年度工学・工業教育研究講演論文集, pp. 188-189, 8月, 2018

大塚友彦, 佐藤知正, 林丈晴, 科学技術イノベーション教育としての社会実装コンテスト, 第35回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 3H2-01, 9月, 2017

大塚友彦,「やり抜く力」の主観評価の有効性に関する考察,平成29年度工学・工業教育研究講演論文集, pp. 108-109, 8月, 2017

永井 翠,社会実装教育に参加した学生の社会人基礎力,平成29年度工学・工業教育研究講演論文集, pp. 96-97, 8月, 2017

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 林 文晴

ローマ字氏名: HAYASHI Takeharu

所属研究機関名: 山梨大学

部局名: 大学院総合研究部

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 70637264

研究分担者氏名: 木村 知彦

ローマ字氏名: KIMURA Tomohiko

所属研究機関名: 東京工業高等専門学校

部局名: 電気工学科

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 00446238

研究分担者氏名: 田中 晶

ローマ字氏名: TANAKA Akira

所属研究機関名: 東京工業高等専門学校

部局名: 情報工学科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 20578132

研究分担者氏名: 金澤 亮一

ローマ字氏名: KANAZAWA Ryoichi

所属研究機関名: 都城工業高等専門学校

部局名: その他の部局

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 30390553

研究分担者氏名: 永井 翠

ローマ字氏名: NAGAI Midori

所属研究機関名: 東京工業高等専門学校

部局名: 電子工学科

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 60591154

研究分担者氏名: 西村 亮

ローマ字氏名: NISHIMURA Makoto

所属研究機関名: 東京工業高等専門学校

部局名: 情報工学科

職名: 講師

研究者番号(8桁): 80259829