

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 9 月 7 日現在

機関番号：53101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01075

研究課題名(和文) 目指す技術者像を可視化して共有する工学系can-doリスト式評価指標の開発

研究課題名(英文) Development of a Can-do List-style Evaluation Index to Visualize and Share the Vision of the Engineers to Be

研究代表者

土田 泰子 (Tsuchida, Yasuko)

長岡工業高等専門学校・一般教育科・教授

研究者番号：30455125

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：工学の分野で必要とされる技術や知識だけでなく、これからのエンジニアに求められる発想力や運営能力にも着目し、目指す能力を可視化して育成するための評価指標を開発した。創造的能力と協働的能力から成るcan-doリスト式評価指標を設計し、学生や企業の方の協力を得て試行した。既存指標との比較や、自己評価と他者評価との比較等による有効性の検討から、本研究で提案する評価指標が、工学系学生の能力育成を支援できる評価システムとなる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、工学教育の分野でcan-doリスト式評価指標を用いることで、育成すべき能力や目指す技術者像を可視化し、学生の能力評価に活用することを目指した。can-doリストを用いることで、習得すべき知識やスキルを分析して階層化・段階化され、必要な能力要素の具体化や可視化が試みられた。「何ができるのか」「どの程度できるのか」を明示して判定する評価指標が提供されることとなり、学校や企業の枠を超えた共通のフレームワークで能力を記述することが可能となった。工学教育の分野に対する貢献だけでなく、新たな学問分野においても、学生の能力育成を支援する評価システムに発展する可能性が大いに期待できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Focusing not only on the skills and knowledge required in the field of engineering, but also on the conceptualization and management abilities required of future engineers, we developed an evaluation index to visualize and foster the abilities we aim for. We designed a can-do list-type evaluation index consisting of creative and collaborative abilities, and conducted trials with the cooperation of students and business people. Comparison with existing assessment indicators and examination of their validity through comparison between self-assessment and others' assessment suggested that the evaluation index proposed in this study has the possibility of becoming an assessment system that can support the development of engineering students' abilities.

研究分野：コミュニケーション

キーワード：分野横断的能力 汎用力 評価指標 工学教育

## 1. 研究開始当初の背景

教育の質保証を具体化する中で、学修成果を評価する際に「学生に何を教えたのか」ではなく「学生は何ができるようになったのか」が問われるようになった。2017年に独立行政法人大学改革支援・学位授与機構による「教育の内部質保証に関するガイドライン」が示され、教員だけでなく学生が自己評価できる能力評価の枠組みが求められることとなった。そのような評価を行うための手段として、Can-do リストの活用が考えられる。Can-do リストとは、学習到達目標を「～することができる」という能力記述文の形で指標化するものである。本研究では、学生が身に付けた能力を可視化・定量化することを目的として、工学系学生を対象とした Can-do リスト式評価指標を設計したものについて、その有効性の評価と考察を行う。

## 2. 研究の目的

本研究では、技術者を育成する工学教育の分野において適用される評価指標を開発する。身に付けるべき・育成したい能力に着目した can-do リスト形式とし、技術者が持つべき創造的能力 (Creation) と協働的能力 (Communication) の二分野で構成する。それぞれの分野は、複数の小項目に分けられ、段階的な can do リストで構成される。開発する評価指標は教員による評価や学生による自己評価に用いるだけでなく、創造的能力や協働的能力を測定するための作業テストを合わせて用いることで、客観的な評価を実現することを目指す。

## 3. 研究の方法

本研究で提案する「工学系学生のための can-do リスト式評価指標」では、身に付けるべき能力を「創造的能力」と「協働的能力」に大別し、「創造的能力」の項目として「発想力」「設計力」「技術力」「運営力」「知識」を設定した。「協働的能力」では「情報収集・発信力」「チームワーク」「リーダーシップ」「主体性」「語学力」を設定した。到達レベル設定を行う際には、大学4年生に相当する高専専攻科修了時に求められる理想的な能力を最高水準とした。また、中学校卒業後の高専1年生が最初に獲得すべき能力を最も低い水準とし、両者の間を段階化することで評価指標を設計した。設計にあたっては、能力記述文が工学教育のどの分野にも共通して適用されるよう留意した。表1に設計した can-do リスト式評価指標を示す。

本評価指標の妥当性を検証するため、既存の評価指標との比較検討を行う。比較の対象としたのは、経済産業省が提唱する「社会人基礎力(2006年)」、文部科学省が示す「学士力(2008年)」、そして国立高等専門学校機構が策定した「モデルコアカリキュラム(2017年)」で示される「技術者が備えるべき能力」である。

「社会人基礎力」は「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」として提唱されたものであり、「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(12の能力要素)から構成される。「学士力」は「学士課程を通じた最低限の共通性」として示される能力であり、「知識・理解」「汎用的技能」「態度・志向性」「統合的な学習経験と創造的思考力」の4つの項目に分類される13の要素から成る。高等専門学校機構のモデルコアカリキュラムで示される「技術者が備えるべき能力」は「技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力」「技術者が備えるべき分野別の専門的能力」「技術者が備えるべき分野横断的能力」の3項目から成る。「技術者が備えるべき分野横断的能力」は「汎用的技能」「態度・志向性(人間力)」「総合的な学習経験と創造的思考力」に分けられ、16の能力

要素に分類される。これらの既存フレームワークの項目と、本研究で提案する評価指標の評価項目を対照させたものを表2に示す。

[表1 工学系学生のための can-do リスト式評価指標]

[表2 工学系学生のための can-do リスト式評価指標の項目と既存フレームワークとの関連]

**工学系学生のための can-do リスト式評価指標**  
Common Framework of Reference for Creative and Cooperative Abilities Assessment Chart for Students who learn Engineering

区分 Category	項目 Topic	1 Basic Learner	2 Basic Learner	3 Advanced Learner	4 Advanced Learner	5 Independent Learner	6 Independent Learner
発想力 Conception	問題を持って課題解決に向けて積極的な取り組みができる	問題を持って課題解決に向けて積極的な取り組みができる	問題を持って課題解決に向けて積極的な取り組みができる	問題を持って課題解決に向けて積極的な取り組みができる	問題を持って課題解決に向けて積極的な取り組みができる	問題を持って課題解決に向けて積極的な取り組みができる	問題を持って課題解決に向けて積極的な取り組みができる
	設計力 Design	アイデアを口頭で説明できる	アイデアを口頭で説明できる	アイデアを口頭で説明できる	アイデアを口頭で説明できる	アイデアを口頭で説明できる	アイデアを口頭で説明できる
創造的 創造的 Creative abilities	技術力 Productive skill	基本的な工程と材料の取り扱いがわかる	基本的な工程と材料の取り扱いがわかる	基本的な工程と材料の取り扱いがわかる	基本的な工程と材料の取り扱いがわかる	基本的な工程と材料の取り扱いがわかる	基本的な工程と材料の取り扱いがわかる
	運営力 Management	工程表の作成ができる	工程表の作成ができる	工程表の作成ができる	工程表の作成ができる	工程表の作成ができる	工程表の作成ができる
協働的 協働的 Cooperative abilities	リーダーシップ Leadership	グループのリーダーシップを発揮する	グループのリーダーシップを発揮する	グループのリーダーシップを発揮する	グループのリーダーシップを発揮する	グループのリーダーシップを発揮する	グループのリーダーシップを発揮する
	主体性 Independence	自ら考えた課題に取り組むことができる	自ら考えた課題に取り組むことができる	自ら考えた課題に取り組むことができる	自ら考えた課題に取り組むことができる	自ら考えた課題に取り組むことができる	自ら考えた課題に取り組むことができる
語学力 Language	英語(日本語)でレポート作成ができる	英語(日本語)でレポート作成ができる	英語(日本語)でレポート作成ができる	英語(日本語)でレポート作成ができる	英語(日本語)でレポート作成ができる	英語(日本語)でレポート作成ができる	英語(日本語)でレポート作成ができる

※ 表中の項目および指標の表現は、改善のため変更される場合がある。

評価指標の項目と既存フレームワークとの関連

区分 Category	項目 Topic	工学系学生のための can-do リスト式評価指標 (本論文のLevel)	社会人基礎力 (経済産業省の事に従って)	学士力 (文部科学省/中央教育審議会等)	国立高等専門学校機構 モデルコアカリキュラム
発想力 Conception	発想力 Conception	オープンエンド課題に対し積極かつ独創的な解決案を提案できる	課題発見力 課題力	論理的思考力 (課題解決力)	課題発見 論理的思考力 未来志向性・キャリアデザイン力
	設計力 Design	アイデアを基にユーザーのニーズを踏まえた案案ができる	状況把握力 規律性	(課題解決力) 倫理観、市民としての社会的責任 (自らを立てた新たな課題を解決する能力)	倫理観 規律性 企業活動理解
創造的 創造的 Creative abilities	技術力 Productive skill	課題解決に必要な機器を安全かつ効率的に使用できる		数値的スキル (課題解決力) (自らを立てた新たな課題を解決する能力)	技術者が備えるべき 分野別の専門的能力
	運営力 Management	共同で行う作業における工程管理ができる	実行力 計画力	(課題解決力) (自らを立てた新たな課題を解決する能力)	エンジニアリングデザイン能力 学習と企業活動の関連
協働的 協働的 Cooperative abilities	知識 Knowledge	複数の専門分野に関する十分な知識がある		多文化・異文化に関する知識の理解 人類の文化、社会と自然に関する知識の理解	技術者が分野共通で備えるべき 基礎的能力 技術者が備えるべき 分野別の専門的能力
	情報収集・発信力 Information	ビッグデータ解析を課題解決に役立つ	発信力	情報リテラシー	情報収集・活用・発信力
協働的 協働的 Cooperative abilities	チームワーク Teamwork	協働のためのスキルを企業との共同研究等で実践したことがある	積極性 柔軟性	(チームワーク)リーダーシップ	企業形成 チームワーク
	リーダーシップ Leadership	所属が異なるチームにおいてリーダー役を務めた経験がある	働きかけ力	(チームワーク)リーダーシップ	リーダーシップ
主体性 Independence	主体性 Independence	自発性のある課題を自ら設定し、積極的に取り組むことができる	主体性 セルフコントロール力	自己管理能力 生涯学習力	主体性 自己管理能力
語学力 Language	語学力 Language	第三外国語での簡単なディスカッションができる		コミュニケーションスキル	技術者が分野共通で備えるべき 基礎的能力 コミュニケーションスキル

2020. 1. 31. 版

表2において、「社会人基礎力」で定義されない「技術力」「知識」「語学力」を、本研究で提案する評価指標では補完している。また、「学士力」で定義している「課題解決力」は工学系学生にとって重要な能力であることから、本研究では「発想力」「設計力」「技術力」「運営力」の4項目に分けて評価するよう設計している。またモデルコアカリキュラムの「技術者が備えるべき能力」とは、すべての項目が対応するよう設計を行っている。本研究で提案する評価指標は、比較に用いた既存フレームワークの項目と対応あるいは補完しており、項目の設定は概ね妥当であると考えられる。

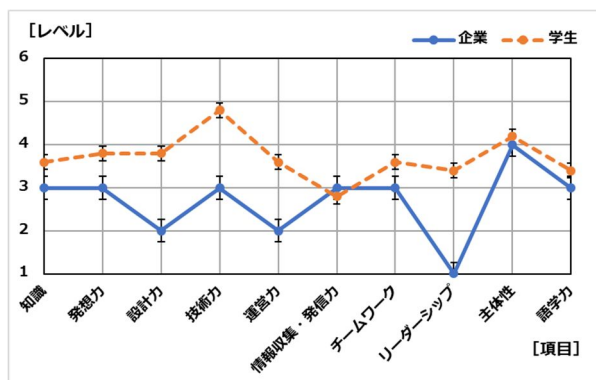
## 4. 研究成果

### 4.1 提案する評価指標の項目と能力記述の段階化における妥当性に関する試行

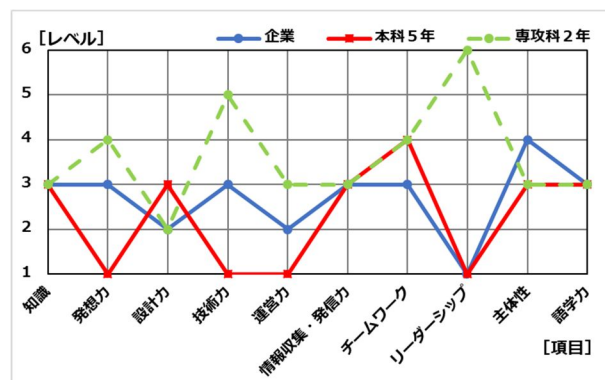
本研究で提案する評価指標の項目と能力記述の段階化における妥当性を検証するため、企業と学生を対象とした試行を行った。本研究で提案する評価指標について、企業には「高専生に期待する能力」として、高専卒の新人が働く場面を想定して回答する調査を行った。学生には「高専生に求められる能力」として、高専卒業時に社会で求められると思うレベルを回答する形式で調査した。調査は Microsoft Forms を用いて 2020 年 2 月に実施し、本校技術協力会会員企業 80 社、本校学生 408 名から回答を得た。調査結果を図 1 に示す。図 1 において、「企業」「学生」の数値はそれぞれ全回答の平均値を表す。高専本科 5 年卒業時の能力レベルを 4 程度と想定しているが、企業側の回答ではそれを全体的に下回る数値となった。この数値は、調査対象企業の職種や業務内容によって変化するものと考えられる。また、学生は概ねレベル 4 程度の能力を身に付けるべきだと捉えており、設計上の想定と一致している。

この調査と同時に、卒業・修了年次に当たる本科 5 年生と専攻科 2 年生に対して、同じ評価指標を用いた自己評価として実施した。集計結果を図 2 に示す。身に付けるべきであると捉えている能力が概ねレベル 4 であるのに対し、本科 5 年生の自己評価にはレベル 1 の項目が複数含まれる等、相対的に低い一方で、専攻科 2 年生の自己評価にはレベル 5 や 6 を示す項目もあり、比較的高いものとなっているが、いずれも設計した尺度の中での評価が達成されている。

試行結果から、本研究で提案する評価指標について、企業側では求める人材に必要な能力を示すツールとして、学生側では学習到達目標を示すだけでなく、身に付けた能力を自己評価するツールとして活用できることがわかった。



【図1 工学系学生のための Can-do リスト式評価指標に基づく「高専生に求める能力」に関する調査結果】



【図2 企業が求めるレベルと卒業・修了年次学生自己評価との比較】

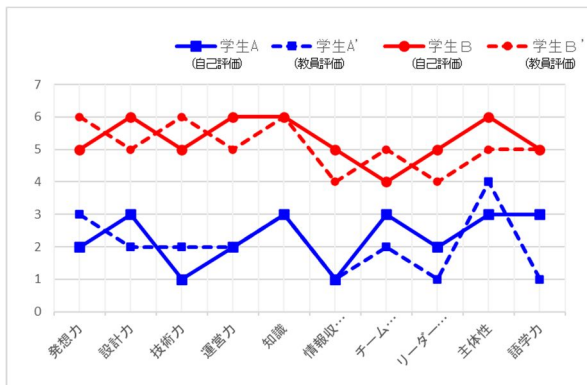
#### 4.2 提案する評価指標を用いた能力評価の有効性に関する検証

本研究で提案する評価指標を用いた能力評価の有効性を検証するため、高専卒業学年である本科5年生を対象とした試行を行った。学生への調査は、本研究で提案する評価指標について、各項目で自分が相当するレベルを選択して回答する形式で実施した。調査は Microsoft Forms を用いて 2021 年 12 月に実施し、5 名の学生が回答した。合わせて、同じ学生を対象とした、卒業研究指導担当教員による評価を行った。教員による評価には、学生と同じ評価指標を用いることとした。学生による自己評価と、教員による評価との比較例を図3に示す。

調査を行った学生 5 名の回答について、学生による自己評価の平均は 3.7、教員による評価の平均は 3.1 であった。学生による自己評価と教員による評価の誤差の平均は 1.2、分散は 0.2 であった。図3において、学生 A の場合、「語学力」で自己評価と教員による評価に差があった。学生 B の場合、各項目における教員による評価との差は 0 または 1 であった。全体として、学生による自己評価よりも、教員による評価の方が低い傾向が共通して見受けられた。本調査から、卒業研究担当教員など、学生の能力をよく知る教員が評価を行うことにより、学生の自己評価に近い値での評価が行われることが明らかとなり、本研究で提案する評価指標を用いた能力評価は、概ね有効であると考えられる。

このように本研究で提案する評価指標は、学生が持つ能力の現状分析に用いることができるが、それだけでなく学生の目標設定にも活用できると考えられる。提案する評価指標の「創造的能力」と「協働的能力」について、それぞれ 5 項目・6 段階で示されるレベルをもとに、評価指標における達成度を示す値として数値化する。「創造的能力」を縦軸に、「協働的能力」を横軸に設定して値をマッピングすることにより、学生の今ある状態が可視化される。この二軸チャートをそれぞれの項目における全体の平均値を用いて 4 象限化すると、創造的能力が協働的能力よりも高い場合には「スペシャリスト人材」、協働的能力が創造的能力よりも高い場合には「コラボレーション人材」、いずれも高い場合には「スペシャリスト人材」、いずれも低い場合には「これから伸びる人材」、のように定義することが可能となる。図3において分析した学生 A および学生 B について、上記の手法によりマッピングしたものを図4に示





[ 図3 学生による自己評価と教員による評価の比較例 ]



[ 図4 工学系学生のための can-do リスト式評価指標を用いた能力の可視化例 ]

す。

図4より、学生Aについては「これから伸びる人材」に位置付けられ、学生Bについては「エキスパート人材」の域にある能力を持つ、と考えることができる。このように、その時点での能力評価を可視化することで、学生は自分の「現在地」を知ることができ、どこを目指したいのかを考えることにより目標設定が可能となる。どの能力をどの程度伸ばせば目標を達成できるのかについては、can-do リストを確認することにより知ることができる。以上のことから、本研究で提案する評価指標を用いることにより、能力の可視化だけでなく、人材育成のための目標設定と、目標達成のために身に付けるべき能力についての情報提供が可能になると考えられる。

### 4.3 まとめとして

本研究では、工学教育の分野で can-do リスト式評価指標を用いることで、育成すべき能力や目指す技術者象を可視化し、学生の能力評価に活用することを目指した。can-do リストを用いることで、習得すべき知識やスキルを分析して階層化・段階化され、必要な能力要素の具体化や可視化が試みられた。「何ができるのか」「どの程度できるのか」を明示して判定する評価指標が提供されることとなり、学校や企業の枠を超えた共通のフレームワークで能力を記述することが可能となった。評価指標の項目やレベル設定については、社会の変化に応じて変わっていくものと考えられるが、定期的に見直すことにより、継続的に活用できるものと考えられる。本研究で提案する評価指標は、工学教育の分野に対する貢献だけでなく、新たな学問分野においても、学生の能力育成を支援する評価システムに発展する可能性が大いに期待できると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 土田泰子、外山茂浩、赤澤真一
2. 発表標題 工学系学生のためのCan-doリスト式評価指標の 設計と試行
3. 学会等名 日本工学教育協会第68回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 土田泰子、外山茂浩、赤澤真一
2. 発表標題 地域の課題に着目したPBL型授業のオンライン実践
3. 学会等名 第26回高専シンポジウムオンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuko Tsuchida, Shigehiro Toyama, Fujio Ikeda, Tetsuro Iyama, Shin-ichi Akazawa, Yuki Murakami, Taku Kiryu and Yoshinori Tokoi
2. 発表標題 Objective Assessment of Generic Skill using Osborn 's Checklist
3. 学会等名 The 4th International Conference on "Science of Technology Innovation" ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土田泰子、外山茂浩
2. 発表標題 分野横断的能力の測定に基づくカリキュラム評価方法の検討
3. 学会等名 第25回高専シンポジウム in 久留米
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 土田泰子, 外山茂浩, 池田富士雄, 村上裕貴, 赤澤真一, 床井良徳, 井山徹郎, 桐生拓
2. 発表標題 協働作業による分野横断型能力の客観的評価
3. 学会等名 日本高専学会第24回年会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuko Tsuchida, Shigehiro Toyama, Yoshinori Tokoi, Taku Kiryu, Kazuki Sakai, Yukinobu Sugihara, Osamu Youda, Tetsuro Iyama and Fujio Ikeda
2. 発表標題 Self-Assessment of Generic Skill for Engineering Design Education
3. 学会等名 GIGAKU Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土田泰子, 外山茂浩
2. 発表標題 テキストマイニングを用いたエンジニアリングデザイン科目における教育効果の測定
3. 学会等名 第24回高専シンポジウム in 小山
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔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	井山 徹郎  (Iyama Tetsuro)  (00452087)	長岡工業高等専門学校・機械工学科・准教授   (53101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	池田 富士雄  (Ikeda Fujio)  (30353337)	長岡工業高等専門学校・機械工学科・教授    (53101)	
研究分担者	外山 茂浩  (Toyama Shigehiro)  (60342507)	長岡工業高等専門学校・電子制御工学科・教授    (53101)	
研究分担者	赤澤 真一  (Akazawa Shin-ich)  (60379550)	長岡工業高等専門学校・物質工学科・准教授    (53101)	
研究分担者	村上 祐貴  (Murakami Yuki)  (70509166)	長岡工業高等専門学校・環境都市工学科・教授    (53101)	
研究分担者	床井 良徳  (Tokoi Yoshinori)  (80572742)	小山工業高等専門学校・電気電子創造工学科・准教授    (52201)	
研究分担者	桐生 拓  (Kiryu Taku)  (80741149)	長岡工業高等専門学校・一般教育科・助教    (53101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------