

工学的設計力の可視化手法の開発

北陸職業能力開発大学校 川畑 雅司

Development on the Visualization Method of Engineering Design Capability

Masashi KAWABATA

要約 生産現場では、製品の問題点を抽出し、改善提案を行う能力のような問題解決能力や設計・開発する能力が技術者に求められ、専門的知識、技術・技能に加え行動特性（コンピテンシー）が重視される傾向にある。本研究では、設計・開発する能力に着目し、学生が設計技術者として要する総合的な能力を新たに工学的設計力と定義した。これは機械系分野における専門的知識力、専門的技術・技能、設計能力の3つの能力領域を有するものとした。特に設計能力は、実務的な設計作業を行う能力であり、6つの行動特性（課題発見力、調査分析力、創発的課題解決力、マネジメント力、実践力、コミュニケーション力）と新たに関連付けを行い、その水準を評価できるように開発した。つまり、設計能力を専門的作業と行動特性を有する融合能力と考えた。そして、工学的設計力の能力水準を評価者（教員）と被評価者（学生）に見えるようにするため、グラフィカルに可視化する手法を開発した。さらに、設計能力と行動特性の関係性、専門的知識力および専門的技術・技能と授業科目の関係性に着目し、教員と学生に改善事項を示せるようにした。

I はじめに

1 背景

生産現場では、製品の問題点を抽出し、改善提案を行う能力のような問題解決能力や設計・開発する能力が技術者に求められ、専門的知識、技術・技能に加えて行動特性（コンピテンシー）が重視される傾向にある⁽¹⁾。

このような状況の中、北陸職業能力開発大学校（以下、北陸能開大）では、地域産業界に即した実践技術者および生産現場におけるリーダーの育成（高度な実践技術者）をカリキュラムの教育訓練目標に掲げている。特に、応用課程では、中堅企業などの生産プロセスのコーディネート・維持管理業務、製品の設計・試作業務を念頭において、輩出する学生には関連する能力が求められている。つまり、企業からは実践的な設計技術者の養成を求められていると考えられる。

このことから、生産現場で行われている企画・開発を模擬・モデル化した教育訓練として、応用課程2年次における開発課題実習が展開されている。すなわち、あるテーマの要求仕様に基づき製品を設計・製作

していくことで、学生にもものづくりプロセスを学習させると同時に、社会的に求められるコンピテンシーをヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル(3特性区分のコンピテンシー)⁽²⁾と定義し、学生に専門的能力とコンピテンシーの涵養を図っている。

しかしながら、専門的能力とコンピテンシーを有機的に連携させ、教育訓練現場に適用した評価手法はいまだに確立されてない。また、設計・開発する能力（ここでは、北陸能開大学生が設計技術者として在学中に身につけるべき能力）を養成するには、第一に学生の能力に関する到達目標を明確化する必要がある。現行の教科目のカリキュラム体系において、設計技術者として学生に求められる能力要件が明確化されているわけではない。

2 目的

設計技術者養成において、専門的知識、専門的技術・技能および設計作業に関連するコンピテンシーを含めた到達目標を明確化し、能力水準を総合的に評価可能な手法を開発することに意義があると考えた。

そのため、本研究の目的を以下とした。

- 1) 北陸能開大在学中に学生が身につけるべき設計・開発に関する能力に着目し、その総合的な能力として新たに工学的設計力を定義する。
- 2) 工学的設計力を定量的に評価できるような評価手法を開発し、被評価者(学生)の能力水準を可視化できるようにする。

なお、本研究では、「コンピテンシー」について、文献⁽²⁾との混同を避けるため、独自に定義したものを「行動特性」と表記することにした。

II 工学的設計力の定義

1 概要

応用課程の学生は、ものづくり課題実習(教科目である標準課題実習および開発課題実習)の設計・開発する作業段階において、専門的能力に加えコンピテンシーの能力を発揮しなければならない。これら学生が具備すべき総合的な能力を工学的設計力とする。

工学的設計力は、特に機械系分野において、専門的知識力(以下、知識力)、専門的技術・技能力(以下、技術・技能力)および設計能力の3つの能力領域を有し、設計技術者として学生が在学中に身につけるべき必要な能力であると定義する。

2 専門的能力の抽出と到達目標化

まず、設計・開発に関する専門的能力(知識力と技

術・技能力)について、特に重視する能力要件は何かを整理する必要があると考えた。教育訓練現場の指導体制を考慮する必要もある。

そこで、評価者である北陸能開大生産機械システム技術科教員4名(筆者含む)の視点より、設計技術者に要する知識力と技術・技能力の能力要件を抽出し、到達目標化を行った⁽³⁾。

3 設計能力の抽出と到達目標化

設計能力は、実務的な設計作業を行う能力のことである。すでに、文献⁽⁴⁾で生産現場の技術者を対象とした訓練目標集が示されている。応用課程は高度な実践技術者養成を目標としているため、これらの目標レベルを目指さなければならないと考えた。そこで、文献⁽⁴⁾の訓練目標集を参考に設計能力を決定した⁽⁵⁾。

実務的な設計作業を行うには、専門的な能力以外にコンピテンシーが伴った行動が必要となる。これを行動能力と定義した。この行動能力を細分化し、6つの行動特性を決定し、設計作業項目と関連付けた。

特に、課題解決に関するコンピテンシーは、個々人の能力や発想を組み合わせる創造的な成果に結びつける取り組みが重要であると思われる。課題解決力にその意味を含むことを明確にするため、「創発的課題解決力」と命名した。

図1に、定義した工学的設計力の概念図を示す。

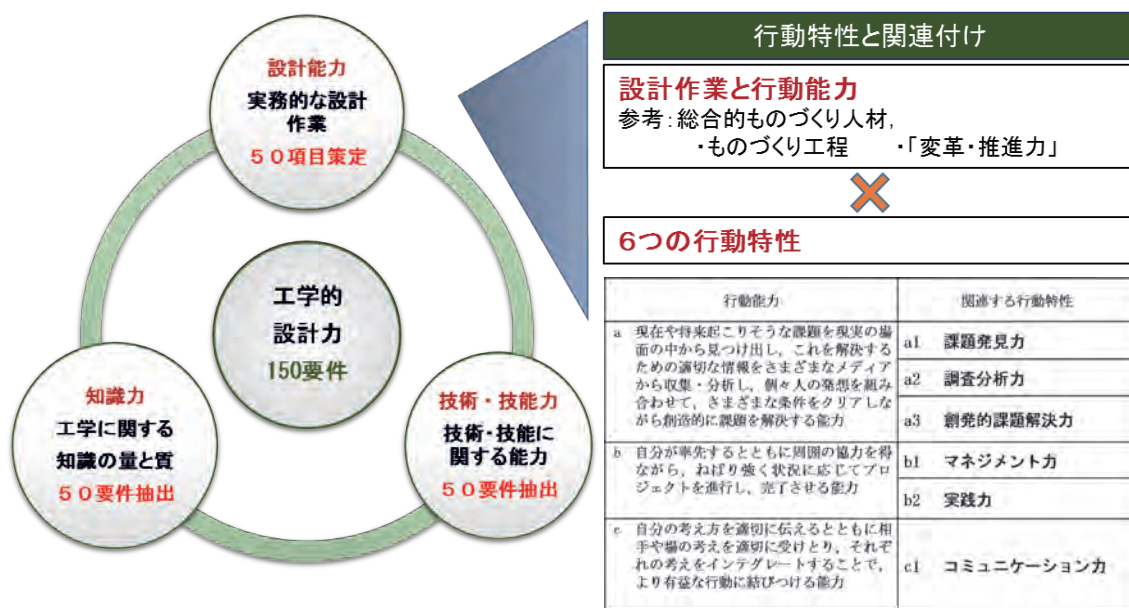


図1 工学的設計力の概念図

Ⅲ 可視化手法

1 概要

可視化とは、データ、情報、知識、能力といった対象を視覚情報化することである。

可視化手法は、被評価者の工学的設計力の3つの能力水準(知識力、技術・技能力、設計能力の能力水準)を統計的分析手法により分析し、結果を定量的に可視化することである。

3つの能力の統計データにおいて、基本統計量(平均点、標準偏差、変動係数)と偏差値を算出する。偏差値化は、評価基準がことなる能力間を比較するためである。これにより、個人と全体について偏差値を軸とするレーダチャートにより能力水準を可視化できる。

被評価者の工学的設計力を高めるには、優先度の高い改善事項を導出する必要がある。ここでは、工学的設計力向上に関係すると思われる行動特性と授業科目を改善事項とする。それらをポートフォリオ分析により可視化し、優先度の高いものを導出する。ポートフォリオ分析は、マーケティングに関する調査において、顧客満足度を高めるための改善事項を導出する手法である。本研究でも、工学的設計力を高めるための改善事項の導出に有効な手法であると考えた。

2 工学的設計力の調査

調査目的は、被評価者であるH26年度北陸能開大生産機械システム技術科1年生23名に対し、定義した工学的設計力の能力水準を明らかにすることである。

調査に、文献⁶⁾で開発した工学的設計力可視化シート(以下、可視化シート)を用いた。これは自己評価形式の質問紙である。被評価者は、自己評価に際し、どの程度「○○を知っている」か、またどの程度「○○ができる」かについて評価する。いずれも6段階評価(5・4・3・2・1・0)により、該当数字を選択する方式である。なお、0が最低、5が最高評価である。

実施時期は、平成27年1月初旬とした。回答時間は1時間とし、その場で可視化シートを回収した。23名全員の回答を得た。

可視化シート数は、知識力評価用に1枚、技術・技能力評価用に1枚、設計能力評価用に3枚の計5枚である。これら自己評価項目数は150項目となった。さらに、工学的設計力を俯瞰的な視点から総合評価することも重要であると考え、工学的設計力全体と能力領

域ごとに総合評価項目を可視化シートに設けた。

この可視化シートは、知識力、技術・技能力の能力要件と授業科目を関連付けていることに特徴がある。さらに、設計作業項目と行動特性を関連させていることも特徴である。

3 工学的設計力の分析

3-1 可視化シートの統計処理

可視化シートの統計処理について、表計算ソフト「Microsoft Office Excel 2013」を用いて分析する。1次的な処理として、回答項目ごとの評価数字をそのまま点数化に用いた。能力領域ごとに250点満点であり、学生別に合計点を算出した。これにより、学生ごとあるいは設問ごとに平均値、標準偏差および変動係数(標準偏差と平均点の比)といった基本統計量を算出した。

統計データ間の関連性を求める際、相関分析を行い、表計算ソフトの機能を用いた。このとき、変数間の相関関係を示す基準に、表1の判断基準を用いた。

表1 相関係数 γ の判断基準⁶⁾

判断式	判断基準
$\gamma \geq 0.8$	強い関連性がある
$0.50 \leq \gamma < 0.80$	関連性がある
$0.30 \leq \gamma < 0.50$	弱い関連性がある
$0 < \gamma < 0.30$	関連性がない

3-2 工学的設計力の能力水準と傾向

調査から、被評価者の全体傾向として、表2に各能力領域の基本統計量を示した。

表2 3つの能力の基本統計量(全体傾向)

能力領域	平均点	標準偏差	変動係数[%]
知識力	109	31	28.5
技術・技能力	123	24	19.5
設計能力	113	27	24.4

表2より、それぞれの能力が平均的に低水準であることを示している。また、いずれかの能力に特化しているわけではないと考えられる。

変動係数を見ると、技術・技能力の値が約20%であり、相対的に能力水準のばらつきが小さいといえる。これは、専門的実技に関する能力であり、実習を主体に教育訓練を行ってきている特徴と捉えられる。実技

の反復練習に取り組み、実技課題を多くこなすことなどの要因で習得度も向上し、学生の能力のばらつきが小さくなったと考えられる。

一方、知識力と設計能力は、能力のばらつきが比較的大きい。特に、知識力は最も平均点が低く変動係数も高い。これは、学生が成果を比較的すぐに確認できる実技主体の技術・技能と違って、自己確認しづらいことが要因の一つではないかと考えられる。

図2は、被評価者23名の能力領域に関する工学的設計力のレーダチャートである。軸は偏差値を用い、範囲は10から80である。3つの能力領域には比較的強い相関が見られる。

そこで、能力領域ごとの偏差値を変数に相関分析を行った。表3に相関係数を示す。知識力と技術・技能力は強い関連性があることを示し、設計能力とこれらは関連性があることを示している。3つの能力を有機的に連携させると能力向上に相乗効果を期待できる。

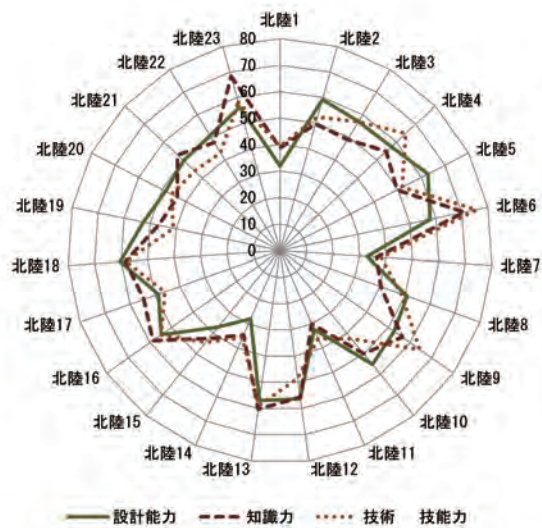


図2 工学的設計力のレーダチャート (被評価者全員)

表3 3つの能力の相関係数

	設計能力	知識力	技術・技能力
設計能力	1		
知識力	0.764	1	
技術・技能力	0.705	0.825	1

3-3 設計能力の能力水準と傾向

表4は、設計能力に着目し、概念・構想設計(以下表・図中、概念・構想)、基本・詳細設計(以下表・図中、基本・詳細)、生産設計(以下表・図中、生産)の3つの専門要素区分⁶⁾における基本統計量である。

表4において、専門要素区分ごとに配点の違いはあるが、概念・構想設計の平均点が最も低く、変動係数が大きいことを示した。これは、概念・構想設計の能力水準のばらつきが比較的大きく、能力水準が低いことを示している。生産設計については、変動係数が21%と小さい。生産設計は、資材調達・生産準備段階であり、実践力を伴う作業が多い。材料選定・評価、製作図作成といった技術的知識・情報を適用する作業場面が多く、学生が既習の知識力や技術・技能力を発揮しやすいと考えられる。

図3は、被評価者23名の設計能力のレーダチャートである。3区分のいずれかの能力に特化した学生が少ないと思われる。表5は、専門要素区分間の関連性を相関係数で示した。概念・構想設計と基本・詳細設計間に強い関連性が示された。概念・構想設計区分の設計作業に着目し、その能力要件の向上を図ることができれば、他の2区分の能力向上にも効果があると考えられる。

表4 設計能力における3区分の基本統計量

専門要素区分	平均点 / 配点	標準偏差	変動係数 [%]
概念・構想	36.3 / 90	11.6	32.0
基本・詳細	37.4 / 85	10.5	28.1
生産	39.0 / 75	8.2	21.0

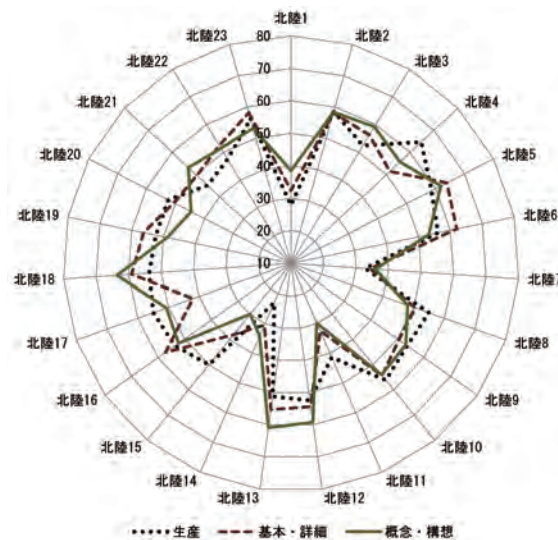


図3 設計能力のレーダチャート (被評価者全員)

表5 設計能力の相関係数

	概念・構想	基本・詳細	生産
概念・構想	1		
基本・詳細	0.875	1	
生産	0.682	0.800	1

3-4 改善を要する行動特性の分析

被評価者の設計能力において、改善を要する行動特性をポートフォリオ分析手法により分析した。

行動特性は、開発した可視化シートから、3つの専門要素区分において、12種類となった。これを表6に示す。

表6 専門要素区分による行動特性と記号⁶⁾

記号	行動特性	専門要素区分
a1-1	課題発見力	概念・構想設計
a1-2	課題発見力	基本・詳細設計
a2-1	調査分析力	概念・構想設計
a3-1	創発的課題解決力	概念・構想設計
a3-2	創発的課題解決力	基本・詳細設計
b1-2	マネジメント力	基本・詳細設計
b1-3	マネジメント力	生産設計
b2-2	実践力	基本・詳細設計
b2-3	実践力	生産設計
c1-1	コミュニケーション力	概念・構想設計
c1-2	コミュニケーション力	基本・詳細設計
c1-3	コミュニケーション力	生産設計

表7と図4は、行動特性の能力に関する分析結果を示したものである。分析は、被評価者全体の傾向を示したものである。

ここで、表7に示す「重要度偏差値」は、表6の行動特性と設計能力の総合評価との単相関係数を算出し、偏差値化したものである。すなわち、偏差値が高いほど重要要因であることを示す。また、「到達度偏差値」は、表6の行動特性における評価基準3以上の回答数の割合を算出し、偏差値化したものである。到達すべき能力水準を評価基準3以上と考えた。すなわち、偏差値が高いほど到達水準が高いことを示す。

図4は、算出した「重要度偏差値」と「到達度偏差値」を軸とした行動特性の散布図である。この2つの指標の偏差値50を原点とした直交軸により、第1象限から第4象限に区分された座標平面となっている。第4象限付近(重要度は高く、到達度は低い領域)にプロットされた行動特性が、重点的に改善を要する能力ということになる。

そこで、図4におけるプロットの位置から、改善を要する行動特性の優先順位を求めた。優先順位の算出⁶⁾は、以下の要領で行った。

- 1) 図4において、原点を中心に直交軸を45度回転

させた新しい軸を設定する。特に原点(50,50)と(80,20)を結んだ軸を基準軸とする。

- 2) 原点からの「距離」と基準軸との「角度」を算出する。角度は反時計周りを正と考える。
- 3) 距離と角度の余弦との積により算出したものを「改善度」とする。改善度の数値が大きいものを優先順位が高いと判断する。また、改善度が負の値となったものは、改善が不要であると判断する。

表7 行動特性に関する偏差値

No.	行動特性	重要度偏差値		到達度偏差値	
		単相関係数	偏差値	回答割合	偏差値
1	a1-1	0.46	54	17.39	47
2	a1-2	0.31	44	13.04	45
3	a2-1	0.53	60	0.00	39
4	a3-1	0.47	55	4.35	41
5	a3-2	0.59	64	4.35	41
6	b1-2	0.24	39	13.04	45
7	b1-3	0.43	52	17.39	47
8	b2-2	0.51	58	30.43	53
9	b2-3	0.49	57	26.09	51
10	c1-1	0.15	32	60.87	67
11	c1-2	0.22	37	43.48	59
12	c1-3	0.35	47	65.22	69
	平均	0.40	—	24.64	—
	標準偏差	0.14	—	21.65	—

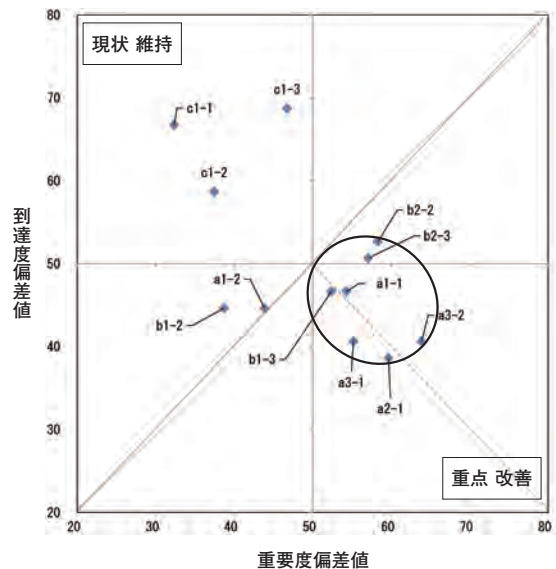


図4 行動特性の重要度と到達度

表 8 に行動特性に関する改善度の算出結果を示す。表 8 より、改善を要する行動特性が多い結果となった。上位 3 つは、①「基本・詳細設計」段階の a3-2「創発的課題解決力」、②「概念・構想設計」段階の a2-1「調査分析力」、③「概念・構想設計」段階の a3-1「創発的課題解決力」である。特に、「創発的課題解決力」が上位となり、被評価者の能力や発想を組み合わせる創造的な成果に結びつける取り組みの重要性を示したものと考えられる。

表 8 行動特性に関する改善度

順位	評価項目	距離	角度	改善度
1	a3-2	16.8	11.0	16.4
2	a2-1	14.9	-4.7	14.9
3	a3-1	10.7	-16.0	10.3
4	a1-1	5.5	7.2	5.4
5	b2-3	7.1	50.4	4.5
6	b1-3	4.1	-9.6	4.1
7	b2-2	8.7	62.8	4.0
8	a1-2	8.1	-93.9	-0.5
9	b1-2	12.5	-109.6	-4.2
10	c1-2	15.3	-169.8	-15.0
11	c1-3	19.0	144.9	-15.6
12	c1-1	24.3	-178.5	-24.3

3-5 改善を要する授業科目の分析

表 9 は知識力、表 10 は技術・技能力に関連する授業科目との関係性を分析した結果である。表 7 における算出方法と同様とした。ただし、「重要度偏差値」は、授業科目で分類された評価結果と専門的能力における総合評価との単相関係数を算出し、偏差値化したものである。なお、表 9 と表 10 の授業科目は、文献⁶⁾で知識力および技術・技能力の要件と関連付けられた。そのなかで、※付授業科目は独自に仮定した科目名である。

表 9 と表 10 の結果を図 4 と同様に散布図化し、図 5 と図 6 に示した。図 5 より、第 4 象限付近に 7 科目がプロットされている(実線丸印で囲む)。一方、図 6 では、第 1 から第 3 象限にかけて 7 科目がプロットされた(破線丸印で囲む)。これらから、実技は現状維持とし、学科の訓練を改善する必要があることが示された。

したがって、知識力主体の学科目と技術・技能力主体の実習科目の傾向は反する状況であると考えられ

る。前項 3-2 表 3 の相関関係から、知識力と技術・技能力は強い関連性(相関係数: 0.825)があり、知識力と技術・技能力の連携の必要性を示唆したものと考えられる。

表 9 知識力に関する重要度と到達度の偏差値

No.	授業科目	重要度偏差値		到達度偏差値	
		単相関係数	偏差値	回答割合	偏差値
1	生産管理	0.62	62	13.04	52
2	品質管理	0.43	48	26.09	68
3	製品材料設計	0.49	52	8.70	46
4	精密機器設計	0.61	61	4.35	41
5	自動化機器設計	0.54	56	4.35	41
6	機械工学応用	0.44	49	4.35	41
7	精密加工応用	0.51	54	21.74	62
8	自動化機器	0.24	34	17.39	57
9	安全衛生管理	0.20	31	21.74	62
10	機構学※	0.58	59	4.35	41
11	力学※	0.45	50	4.35	41
12	環境※	0.36	43	8.70	46
	平均	0.46	—	11.59	—
	標準偏差	0.13	—	8.15	—

表 10 技術・技能力に関する重要度と到達度の偏差値

No.	授業科目	重要度偏差値		到達度偏差値	
		単相関係数	偏差値	回答割合	偏差値
1	CAD/CAM 応用実習 II	0.38	47	17.39	53
2	CAE 実習	0.15	32	8.70	44
3	精密加工応用実習	0.59	60	34.78	70
4	力学※	0.49	54	0.00	35
5	機械設計製図実習※	0.31	43	21.74	57
6	精密測定実習※	0.34	44	13.04	48
7	技術文書作成※	0.45	52	13.04	48
8	機械保全実習※	0.37	47	0.00	35
9	機械組立実習※	0.53	56	21.74	57
10	機械検査実習※	0.35	45	17.39	53
11	共通※	0.74	70	13.04	48
	平均	0.43	—	14.62	—
	標準偏差	0.16	—	9.97	—

また、図 5 と図 6 に関する改善度の算出結果をそれぞれ表 11 と表 12 に示す。

表 11 より、重点的に改善を要する授業科目の上位

3つは、「精密機器設計」、「機構学※」、「自動化機器設計」となった。表12では、重点的に改善を要する授業科目すべてが仮定した科目となった。特に、「共通※」と表現した授業科目については、これに属する能力要件が時間やコストの意識、倫理に関することなどであり、複数の実技科目に共通する要件と考えたものである。

ここで仮定した科目に着目すると、表11と表12の改善を要する計11科目のうち、それぞれ2科目と4科目が対象となった。これらの能力要件^⑤は、既存の訓練目標とは異なり、科の教員の視点から抽出されたものである。

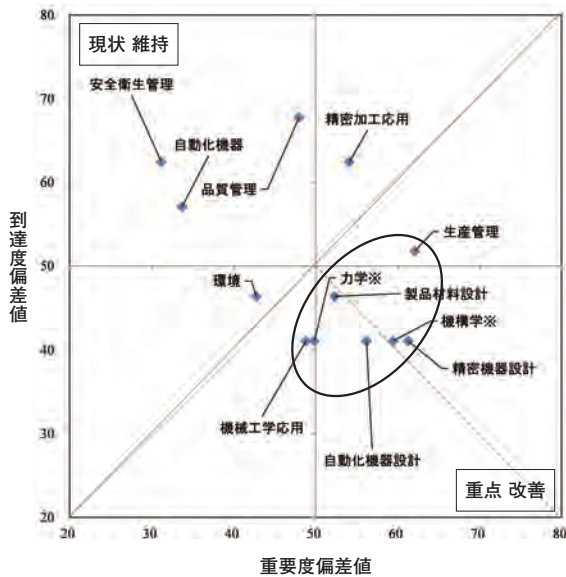


図5 知識力に関する授業科目の重要度と到達度

表11 知識力と関連した授業科目の改善度

順位	評価項目	距離	角度	改善度
1	精密機器設計	14.4	6.9	14.3
2	機構学※	13.0	1.7	13.0
3	自動化機器設計	10.8	-10.0	10.7
4	生産管理	12.2	53.4	7.3
5	力学※	8.9	-45.9	6.2
6	機械工学応用	9.0	-52.4	5.5
7	製品材料設計	4.3	11.6	4.2
8	環境※	8.0	-108.7	-2.6
9	精密加工応用	13.1	116.7	-5.9
10	品質管理	17.9	141.4	-14.0
11	自動化機器	17.7	-158.6	-16.5
12	安全衛生管理	22.6	-168.5	-22.1

ゆえに、現行の訓練において、潜在的にあった問題意識が顕在化したものと見ることができる。「共通※」、「技術文書作成※」、「力学※」といった科目の能力要件は、新たな視点であり、学科目と有機的に連携させることで工学的設計力が向上すると考えられる。

被評価者全体に関する本項3-5については、第2と第4象限付近に偏った傾向を示した。今後、現行と同様の訓練指導であれば、この傾向は大きく変化しないのではないかとと思われる。評価者と被評価者が目指すところは第1象限内であり、今後の改善取組みが重要と考える。

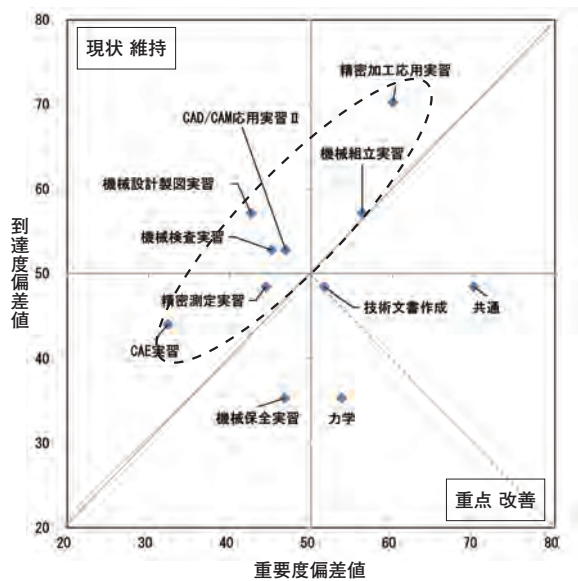


図6 技術・技能に関する授業科目の重要度と到達度

表12 技術・技能と関連した授業科目の改善度

順位	評価項目	距離	角度	改善度
1	共通※	20.1	40.5	15.3
2	力学※	15.1	-30.6	13.0
3	機械保全実習※	15.0	-57.5	8.1
4	技術文書作成※	2.3	1.0	2.3
5	機械組立実習※	9.5	93.6	-0.6
6	精密測定実習※	5.8	-119.1	-2.8
7	CAD/CAM 応用実習II	4.2	-176.6	-4.2
8	機械検査実習※	5.6	-164.7	-5.4
9	精密加工応用実習	22.6	108.5	-7.2
10	CAE 実習	18.6	-116.4	-8.3
11	機械設計製図実習※	10.3	-178.9	-10.3

IV 可視化手法の有用性について

被評価者である学生 23 名の設計・開発する能力(工学的設計力)について、評価者である当科教員 3 名(筆者除く)の評価と比較検証した。

教員への問いは、「主観的判断により、学生の設計・開発する能力(工学的設計力)を 5 段階で評価してください」とした。評価基準は、5:非常によい、4:ややよい、3:普通、2:やや悪い、1:非常に悪いとした。

学生への問いは、「自己の設計・開発する能力(工学的設計力)を総合的に評価してください」とし、評価基準は前述と同様とした。

統計処理に、評価数字をそのまま点数化に用い、5 点満点とした。比較のため、学生評価と教員評価の比を個人ごとに算出した。この素点をもとに、基本統計量を算出し、偏差値を用いた学生評価と教員評価の比を算出した。

学生評価の値に、3 つの能力領域の偏差値の平均値を用いた。これを工学的設計力の総合的な偏差値とした。つまり、本手法を適用した値となる。教員評価の値には、素点を偏差値化したものを用いた。

これら学生評価と教員評価の比により、本手法の有用性を検証した。表 13 に学生評価と教員評価の比に関する基本統計量を示した。

表 13 より、①学生/教員の比に関する変動係数が 47% と大きい。これは、教員と学生の評価のばらつきが大きいことを示している。教員と学生間で評価に関する大きなミスマッチが存在していると考えられる。一方、本手法の適用による②学生/教員の比に関する変動係数は 28% であった。この結果は、本手法が教員と学生の評価のミスマッチを解消できる手法の一つとして有用であることを示したと考えられる。

ゆえに、本手法が設計・開発する能力(工学的設計力)をはかる手法として、一定の有用性を有していると判断できる。

表 13 学生評価と教員評価の比の比較

	① 学生/教員 (素点による算出)	② 学生/教員 (偏差値による算出)
平均	0.9	1.04
標準偏差	0.4	0.29
変動係数	0.47	0.28

V おわりに

本研究の主な成果は、以下のとおりである。

- 1) 知識力、技術・技能力、設計能力を有する工学的設計力を定義した。
- 2) 工学的設計力を評価できるような手法として可視化手法を開発した。
- 3) 被評価者である北陸能開大生産機械システム技術科 1 年生に本手法を適用し、工学的設計力の能力水準を明らかにした。
- 4) 被評価者全体に関し、行動特性と授業科目の改善事項を示した。
- 5) 被評価者と評価者の評価を比較検証したところ、本手法が有用であることが確認できた。

本手法は、北陸能開大の教育訓練現場に即したボトムアップ的な手法である。今後は、本手法の実用と改良を重ね、訓練指導に活用する予定である。

謝辞

本研究において、多大なご指導と適切な助言を賜りました、職業能力開発総合大学校 能力開発院 岡部眞幸教授に感謝申し上げます。また調査に際し、有益なご意見とご協力を賜りました、北陸能開大生産機械システム技術科 村田暁先生、高橋茂信先生、須永浩一先生に感謝申し上げます。

【参考文献】

- (1) 経済産業省、2014 版ものづくり白書本文、2014 年、pp.194-212.
- (2) 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター、調査研究資料「応用課程モデル教材の開発と訓練効果の研究—標準課題におけるヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル等の調査・分析—」、No.120、2007 年、pp.35-40.
- (3) 川畑雅司、設計技術者に必要な能力に関する調査研究、北陸職業能力開発大学校 紀要、第 15 号、2014 年、pp.14-19.
- (4) 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター、調査研究資料「総合的なものづくり人材 教育訓練コースの開発に係る調査・研究」、No.115、2005 年.
- (5) 川畑雅司、工学的設計力の定義と可視化シートの開発、北陸職業能力開発大学校 紀要、第 16 号、2015 年、pp.22-31.
- (6) 菅民郎、Excel で学ぶ多変量解析入門、オーム社、2013 年、pp.4-65、pp.80-88.