

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 4 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22500896

研究課題名（和文） KIT 型“学びの成長”の検証モデル構築の研究

研究課題名（英文） Research of verification model construction for KIT type  
Development of learning

研究代表者

谷口 進一 (TANIGUCHI SHIN-ICHI )

金沢工業大学・基礎教育部・准教授

研究者番号：50440483

研究成果の概要（和文）：組織的教育力の効果を数理の基礎学力・ジェネリックスキルの観点から、入学から卒業までのスパンで定量的・質的に検証を行った。学力に関しては、同一の学力診断において、入学時に比べ1年後学期では成績が向上し授業効果が確認された。しかし、4年次では専門教育に力点に移り、授業効果は低下した。ジェネリックスキル自己評価では2年次で一旦多くの評価項目の自己評価が低下するが4年次では回復しほとんどの項目で最高点となることが確認された。

研究成果の概要（英文）：Basic scholarship of mathematics and science and generic skill were verified quantitatively and qualitatively in the period from entrance to a university to graduation in the effect of organized education. About academic ability, compared with the time of entrance into a university, the learning achievement improved and the improvement effect of the academic ability of a lesson was confirmed in the term after one year in the same academic ability diagnostic test. However, in 4 annual, emphasis shifted to specialized education and the lesson effect fell. In the self-valuation of generic skill, although the self-valuation of many evaluation criteria once fell by 2 annual, by 4 annual, it has confirmed recovering and becoming the highest score by almost all items.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：教授学習支援システム、検証モデル、ジェネリックスキル、学力評価

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 高等教育のユニバーサル化の進行と共に、入学者の多様化はより顕著な様相を呈しており、産業界をはじめとするステークホルダーからの「学士力の質保証」の要請は年々

強まり続けている。また、ラーニングアウトカムズに関する要請も従来の学力や専門分野のリテラシーに加え、人間力の涵養にまで及んでいる。

(2) 本研究代表者らは、本研究に至るまで

に、「組織的教育力による学びの文化形成」について研究してきた。これにより学力・人間力教育を基盤とした教育効果を、入学から卒業までのスパンで、定量的、質的に検証するため、「数理分野での学士力の育成」を“学びの成長”の検証項目として、学力、人間力（ジェネリックスキル、以下GSと略称する）の観点から研究することが必要であることが分かった。

## 2. 研究の目的

これまでの研究をとおして、学力・人間力教育を基盤とした、組織的な教育により学びの文化を構築することの有効性が知見できた。この学びの文化基盤をとおして、新入生が入学から卒業まで、どのように成長していくか、“学びの成長”の過程を数理の学力、GS自己評価の観点から研究する。また、数理の学力とGS自己評価の比較より両者のギャップ分析を行う。更に統計的手法によりGS自己評価がどのような潜在因子を持つか、潜在因子間どのような影響関係があるかを分析する。これらの研究により、“学びの成長”の検証モデル構築を行う。

## 3. 研究の方法

金沢工業大学（Kanazawa Institute of Technology 以下KITと略称する）の工学基礎教育を担当する数理工教育研究センターの教員が参加する数理教育研究会の中に、本研究を推進する研究チーム（メンバー9名）を組織し、以下のように研究方法を決定する。

- (1) 数理分野での学士力の定義（学力、人間力（GS）など）を行う。
- (2) 調査の手順・実施詳細（入学時、中間時、卒業時）を決定する。
- (3) また、“学びの成長”の検証モデルの構築について、学会参加や教育現場の訪問を含め調査・研究し、研究のベンチマークを策定する。
- (4) この成果を踏まえ、入学時学力診断・人間力（GS）調査・分析を本格実施すると共に、中間時人間力調査のトライアルを行う。  
①学力診断に使用する問題用紙は2枚である。その内容は、学力診断(A)の15問と学力診断(B)の8問である。学力診断(A)は高校数学I程度の基礎的内容を中心とするものであり、学力診断(B)は高校数学I, II, Bの内容からなり、基本的には学力診断(A)の範囲を広げ、難易度をあげたものである。これは、数理の授業で修得すべきリテラシーを考慮し、その基盤となる数学的能力を測るものである。評価は、各問題とも1題1点として合計点で評価するが、内容の詳細分析では、計算枠の記述内容を、基準を決めて細かく分析する。GSとの関連性を検討するに当たっては、(A)、(B)の問題の合計点を用いた。

②GSは、人間力として、倫理観や、学生の自律性など人間の情緒面に關わり、評価することが難しい項目も多い。そこで、我々は、アンケートによる自己評価により評価を行うこととした。自己評価は瞥見すると客観性の点で劣ると考えられるが、自己を肯定的にとらえ、自分自身を尊重し、価値あるものとする“自尊感情”が重要な構成要素となっており、倫理観や自律性といった評価し難い項目に関しては効果的であると考えられる。

③アンケートの調査対象は、全学4学部・14学科の1年次生約1700名、2年次生約1300名である。また、2012年度の4年次生を対象に、各学科からの標本調査を行い、190名のサンプル結果を得た。アンケート調査は質問紙法で行い、評価方法は、学生各人に対し、アンケートの設問それぞれの回答（4択）に次のような重みをつける。

あてはまる:3点、ややあてはまる:2点、あまりあてはまらない:1点、あてはまらない:0点

この重みを各自の得点とし、各学科の総得点を学生の人数で割って平均して各項目の得点を算出した。設問数はトライアルの2010年度は16問、2011年度以降の本格実施では40問とした。

(5) それまでのトライアルをベースに、入学時学力診断・人間力調査と評価を継続実施すると共に、中間時人間力調査と成長評価を本格実施する。また、前年度の研究結果を踏まえ、卒業時学力診断・人間力調査と評価のトライアルを実施する。

(6) 以上の結果をもとに、KIT型“学びの成長”の検証モデル構築のまとめを行い、その成果についてKIT主催の数理工教育セミナーや学協会、大学教育関係のフォーラムで発表し外部評価を受ける。

## 4. 研究成果

### (1) 学力診断結果

①2010年度から2012年度の学力診断の結果を図1、図2に示す。各年度とも、正解率はほぼ同じ傾向を示している。ほとんどの問題が40%以上の正解率を示している中で、学力診断A10（対数方程式）、学力診断B5（対数方程式）、B6（ベクトル計算）の結果が際立って低い。これが授業効果によってどのように改善されるかを調査するため、2012年度の後学期に1年生全員を対象に、学力診断の一部の問題の再診断を行った。この中で、特に得点の低かったB5, B6が授業の効果によってどのように変化したかを図3に示す。全体としての得点率としては高くはないが、授業を受講することによって着実に正解率が高くなっていることが確認できる。

②この授業による学力の向上効果が4年次にはどのような状態になっているかを調査す

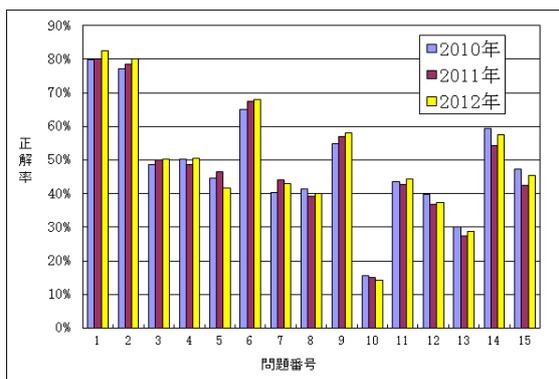


図1 2010年度から2012年度における  
学力診断(A)の結果(正解率)

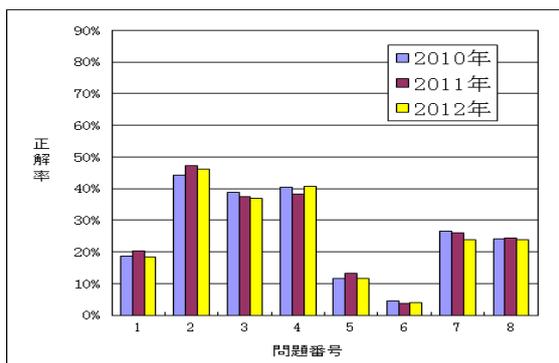


図2 2010年度から2012年度における  
学力診断(B)の結果(正解率)

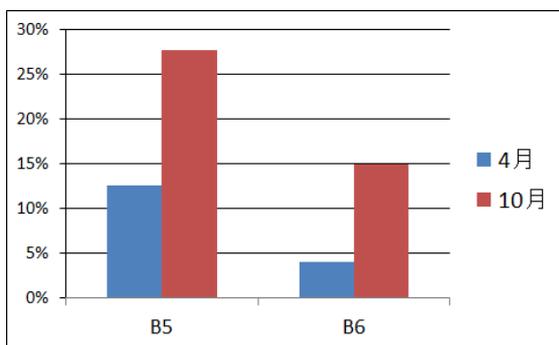


図3 授業中の学力診断の再診断にみられる授業  
の効果

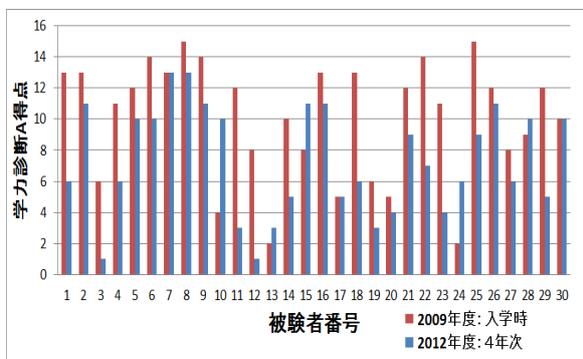


図4 学力診断(A)の2012年度4年生に  
対する再診断

るため、30名の被験者を対象に、2012年12月末に入学時と同一の問題で、学力診断を行った。その結果を図4に示す。得点が上がったのは4名のみであり、残りの被験者では低下した。平均点は入学時10.1点、4年次では7.3点であった。(4年生の標本における母平均推定値は、信頼区間95%において、下方信頼限界6.0、上方信頼限界8.6であった)

診断後、インタビューしたところでは、専門の卒業研究に完全に力点が移っており、基礎数学の計算などを忘れてしまっていた(特に実験系の研究室)という主張が多かった。答案を詳細にみると入学時とは異なり、解法が分からず白紙に近い誤りは圧倒的に少なかった。標本規模が小さいため、確定的なことは言えないが、これらのことから授業による学力向上効果はあるが、基礎科目の授業が終わるにつれ、授業効果が薄れ、4年次までは維持されていないと考えられる。

## (2) GS 調査結果

①KIT型GSの定義: GSは、国や、関心の高まった時期によって、表現や用法が様ではない。すなわち、大まかに当てはまる項目は幾つか共通して存在するものの、明確な定義は定められていない。そこで、GSを、人間力を中心に据え、これに大学により独自の要素を組み込みうるものであると広範にとらえ、工科大学での評価に適し、KIT独自の要素を加えた測定項目を定義した。ここで、KIT独自の要素とは本学の行動規範である「KIT IDEALS」であり、人間力の中心的な要素で構成されている。

その内容は、

K: Kindness of Heart (思いやりの心)、  
I: Intellectual Curiosity (知的好奇心)、  
T: Team Spirit (共同と共創の精神)、  
I: Integrity (誠実)、D: Diligence (勤勉)、  
E: Energy (活力) A: Autonomy (自律)、  
L: Leadership (リーダーシップ)、  
S: Self-Realization (自己実現) からなる。

これをもとに「社会人基礎力」、「学習に関する能力」、「コミュニケーション能力」などの項目を加え、16の評価項目を定義した。

各評価項目は以下のとおりである。

1. 思いやり、2. 知的好奇心、3. 協調性、  
4. 誠実、5. 勤勉、6. 活力、7. 自律、8. リーダーシップ、9. 自己実現、10. ストレスコントロール、11. 傾聴力、12. ルール・約束を守る力、13. 文章表現力、14. 数理の論理的思考力、15. 学習法のスキル、16. コミュニケーション能力。この16項目をもとにGSの調査を行った。

②2010年度前学期終了時におけるトライアル調査における各学部のGS自己評価結果のグラフを図1に示す。グラフはアンケート調査の得点を評価項目に対してプロットしたものである。学部により多少のバラつきはあ

るが、全学部をとおして共通の傾向がみられる。特徴として、数理の論理的思考力に関する自己評価が高く、文章表現力に関する自己評価が低く表れており工科系大学の特徴が表れている。他に「思いやり」、「知的好奇心」「協調性」に対する自己評価が高く、「勤勉」「活力」「自律」に関する自己評価が低い傾向がみられる。

2010年度から2012年度までの研究代表者の授業アンケートをテキストマイニングにかけた結果、ほとんど授業内容に関するキーワードに関するコンセプトが抽出されたのみでGSに関するものはほとんど認められなかった。その中で、わずかではあるが、前処理段階で、学習時間の調整の仕方や計画的学習の失敗に関するキーワードが見て取れた。「勤勉」「自律」などの自己評価が低いことの自覚の表れではないかと推定される。

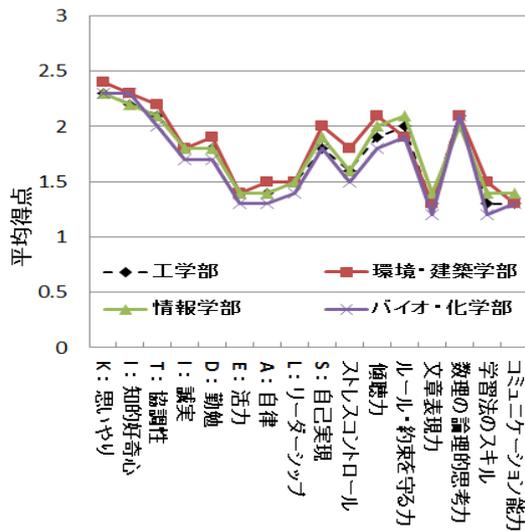


図5 各学部におけるGS自己評価の調査結果の比較 (2010前期終了時)

③GS自己評価がどのような変遷をたどるかを調べるため、GSの経年変化の調査を行った。2011年度前学期終了時における1年生のGS自己評価の結果と1年後の2012年度におけるGS自己評価の結果を図6のグラフに示す。同グラフには比較対照のため、2012年度の4年生のGS自己評価の結果を載せた。(調査開始が2010年度のため、4年生のデータは1,2年生と同一集団から得られた標本ではない。)

ここで見られる特徴は6つの評価項目で自己評価得点が1年生よりも2年生で下がっており、7つの項目で1年生の時と同一の値であることである。これは、いわゆる“大学2年次のスランプ”(Sophomore Slump: ソフォモアスランプ)にあたる傾向ではないかと考えられる。このような傾向は、既に2010年

度トライアル調査において1年生と2年生の自己評価結果を比較した時点で予想されていた。また2010年度の1年生から2011年度の2年生への経年変化でも同様の結果が認められていた。今回、再度経年変化において2年次で自己評価が低下する傾向がみられることから、ソフォモアスランプが存在することがほぼ確実であることが分かった。

4年生の標本データとの比較においては、ほとんどの評価項目において2年生における自己評価より評価が上がっている。1年生の自己評価と比較しても、多くの項目が上回っており、最高値を示している項目が多い。標本スケールが小さいため異なるため断定的な結論を導くことはできないが、標準誤差(図中の4年生のグラフにエラーバーで表示)を考慮しても、やはり4年生の値が最高値を示すものは多い。大学入学以来、4年間の学習効果、人間関係の構築などの様々な体験の蓄積が良い意味で自己評価に反映されていると考えられる。

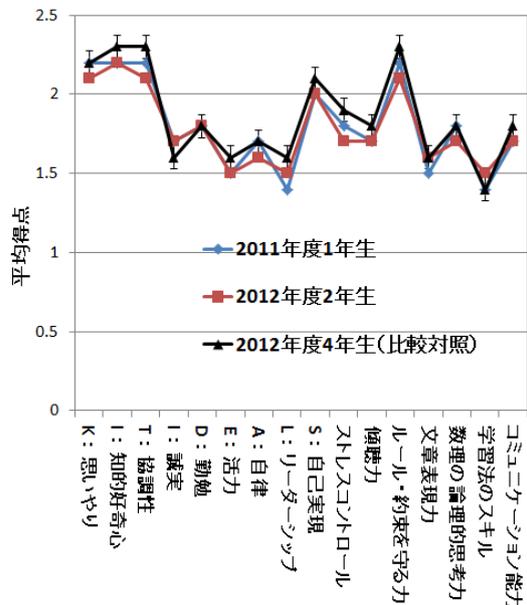


図6 GS自己評価の1年生から2年生への経年変化と4年生標本データとの比較

(3) GS評価項目に関する潜在因子の構造  
 ①、GSの各評価項目がどのような潜在因子から影響を受けているかを明らかにするため、2011年度1年生の調査結果を対象に因子分析を行ったところ、16の評価項目(観測変数を各設問とし、設問数は40である)から7つの潜在因子(下位尺度)が抽出された。7つの潜在因子は因子I: 修学制御性、因子II: 活動力、因子III: 数理的思考力、因子IV: 共感性、因子V: 表現力、因子VI: 能動性、因子VII: 規律遵守性からなる。Cronbachの $\alpha$ 係数(これは潜在因子の内部整合性を担保する量である)を算出したところ、すべての因子

において0.50以上の値であるので、内部整合性は問題なしと判断した。

②潜在因子が互いにどのように影響を与え合っているかをみるため共分散構造分析を行った。これにより構成されたパス図を図7に示す。(簡単のため観測変数、誤差関数は省略してある。また、因子Ⅱの活動力はパス図が収束しなかったため除外した)

潜在因子の中では、修学制御性が数理の思考力や表現力に高い影響力を持つ(標準化推定値はそれぞれ、0.52、0.60)。他方、修学制御性は能動性から強い影響を受けている(標準化推定値0.63)。能動性は、数理の思考力や表現力にも直接影響を与えており、共感性と高い相関関係にもある。能動性の強さが潜在因子をとおしてGSの自己評価に強く影響を与えていることが認められる。

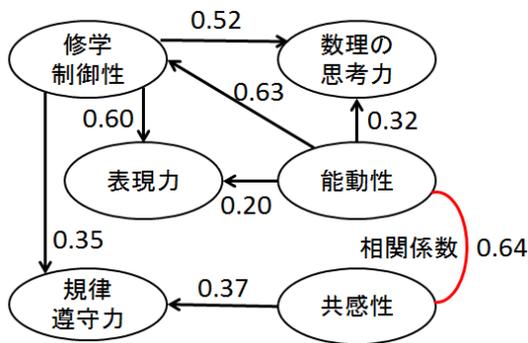


図7 潜在因子の共分散構造分析によるパス図

(4) 学力診断とGS自己評価の間の相関  
 学力診断とGS自己評価間の相関をみるため、代表例として、2011年度工学部各学科1年生において学力診断得点とGS自己評価得点の間の相関係数を算出した。学部ごとでなく学科ごとで相関を計算したのは、GS自己評価の得点には学部・学科で大きな差異はみられないが、学力診断の平均点・分散には学科ごとで違いがあるからである。GS項目中、相関係数の評価対象としたのは、学力診断と特に関連性が高いと予想される「数理の論理的思考力」である。

各学科における「数理の論理的思考力」の自己評価点数と学力診断(A),(B)合計点の間の相関係数は、機械工学科:0.20、ロボティクス学科:0.054、航空工学科:0.45、電気電子工学科:0.24:情報通信工学科:0.14という結果であった。負の相関を示す学科はなかったが、全体として、相関は弱いと判断すべきである。

GSの自己評価が学科によってほとんど変化がないにもかかわらず、相関係数の値に学科によるバラつきがあるのは、学科による学力診断の成績のバラつき方の差異が原因の一つであると推測される。最も相関の強かった航空工学科1年生の散布図を図8に、また、

最も相関の弱かったロボティクス学科の散布図を図9に示す。図9をみると、学力診断の点数が低いにもかかわらず、「数理の論理的思考力」の自己評価点数が高い層の分布が比較的多いことがわかる。これは、工科系大学に入学したことによる自己の数理の能力に関する過剰な期待に関連するとも推測され、相関を低くしている原因の一つとして考えられる。また、学力診断は基礎的リテラシーを問うものであり、数理の論理的思考力を問う設問とはマッチしないということも考えられる。このように学力診断とGSとしての「数理の論理的思考力」の相関が低いことにはいくつかの要因が考えられ、別の観点から評価すべきであることが分かった。

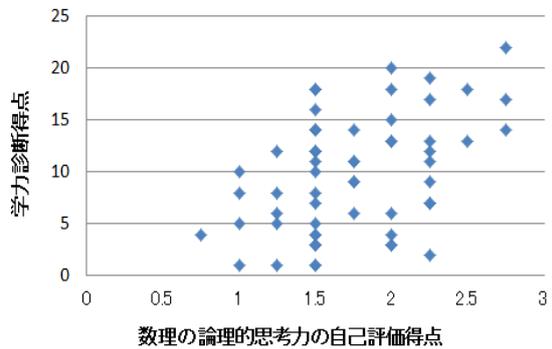


図8 航空工学科の「数理の論理的思考力」と「学力診断得点」の相関を表わす散布図

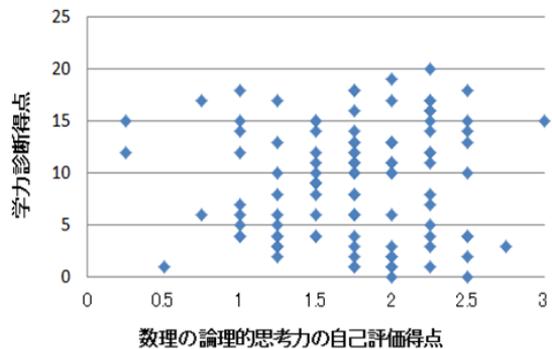


図9 ロボティクス学科の「数理の論理的思考力」と「学力診断得点」の相関を表わす散布図

#### (5) 本研究の成果と課題

3年間の本研究の成果と課題を纏めると以下ようになる。

- ①入学から卒業までのスパンで見たとき、学生の数理の基礎学力は1年次の授業効果により向上するが、その後、4年次では専門科目に軸足が移り授業効果は弱まる。
- ②他方、GS自己評価は2年次にソフォモアランプで自己評価が一旦低下するものの4年生では回復し、最高点をマークする評価項目が多い。
- ③GS評価項目に対応する40の設問の回答をもとに因子分析を行ったところ7つの潜在

因子が抽出された。この潜在因子がどのように影響を与えあっているかを見るため共分散構造分析を行ったところ、「能動性」因子がGS自己評価に強い影響を与えていることが判明した。

④学力診断とGS自己評価の相関を調べるため、学力診断得点とGS評価項目の内「数理の論理的思考力」の相関係数を算出したが、相関は弱いことから両者は独立に評価すべきことが分かった。

⑤以上、数理の学力とGS自己評価の調査結果を総合し、③、④のような統計的分析を加えることにより両者のギャップ分析を行い、より適切なアセスメントを行える検証モデルを構築した。

⑥今後、GS自己評価におけるソフォモアスランプの原因を究明し4年次への順調な自己評価の伸びを図る必要がある。また、4年次の学力診断結果から、数理の学力の授業効果による学力の向上が維持されるようにすることが課題であり、そのためには学生が思考力をより強化し定着度の高い学修を行えるようにすることが重要である。そのための方策として「クリティカルシンキングの活用による数理の学修力向上効果の研究」に関する計画を平成25年度科学研究費助成に申請した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① 谷口進一、青木克比古、石井晃、大林博二、中勉、高香滋  
KIT型“学びの成長”の検証モデル構築－Ⅱ－ジェネリックスキルに関する意識の学年における変化の分析 KIT Progress (工学教育) 査読有、Vol. 20、2013、pp65-72
- ② 谷口進一、青木克比古、石井晃、大林博二、中勉、高香滋  
KIT型“学びの成長”の検証モデル構築－Ⅰ－学生のジェネリックスキルに対する意識調査－ KIT Progress (工学教育) 査読有、Vol. 19、2012、pp211-220

[学会発表] (計8件)

- ① 谷口進一、青木克比古、中勉、高香滋  
工科大学におけるジェネリックスキル修得の自己評価とその分析  
第19回大学教育研究フォーラム (京都大学高等教育研究開発推進センター)  
2013年3月14日 京都大学
- ② 谷口進一  
工科大学におけるジェネリックスキルを中心とした”学びの成長”の検証

第5回大会 (初年次教育学会) 2012年9月5日 文京学院大学

- ③ 谷口進一、青木克比古、石井晃、大林博一、中勉、高香滋  
KIT型”学びの成長”の検証モデル構築－ジェネリックスキルに対する意識と基礎学力の関係－  
平成24年度工学教育研究講演会 (日本工学教育協会) 2012年8月24日 芝浦工業大学

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

谷口 進一 (TANIGUCHI SHIN-ICHI)  
金沢工業大学・基礎教育部・准教授  
研究者番号：50440483

##### (2) 研究分担者

青木 克比古 (AOKI KATSUHIKO)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：80329367  
中 勉 (NAKA TSUTOMU)  
金沢工業大学・基礎教育部・准教授  
研究者番号：40148151  
高 香滋 (TAKA KOUZI)  
金沢工業大学・基礎教育部・准教授  
研究者番号：90175422  
石井 晃 (ISHII AKIRA)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：70064475  
(H22→H23以降：連携研究者)  
大林 博一 (OHBAYASHI HIROICHI)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：60169050  
(H22→H23以降：連携研究者)

##### (3) 連携研究者

西 誠 (NISHI MAKOTO)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：00189250  
中村 晃 (NAKAMURA AKIRA)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：60387355  
中江 友久 (NAKAE TOMOHISA)  
金沢工業大学・基礎教育部・准教授  
研究者番号：30139753