

平成21年 6月15日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500688

研究課題名（和文） カイゼンを用いた学生実験教育法の開発

研究課題名（英文） Development of engineering experiments education method using KAIZEN

研究代表者

鈴木 龍司（SUZUKI RYUJI）

沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・教授

研究者番号：00370065

研究成果の概要：工学実験の教育法を開発するために、実験を行う教員や学生の腕の動きや視線の解析を行った。その結果、実験時間の意識、実験機器の取扱い、実験手順の理解などが重要な項目であることを示唆した。次に、この示唆を基に実験前の予習に主眼を置き、動画教材作成の検討を行った。理解度を増すために教員の主観映像を簡易に撮影できる視野カメラを開発し、また動画教材作成の手間を減らすために、動画編集を行うシステムを開発した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,600,000	0	2,600,000
2007年度	500,000	150,000	650,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	330,000	4,030,000

研究分野：教育工学，計算機工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，科学教育

キーワード：カイゼン，学生実験，教育改善，eラーニング，技能教育

1. 研究開始当初の背景

現在求められている技術者とは、技術やシステムを机上で理解するだけでなく、実際にモノに触れることができ、その特性や性質を見抜く力を持った人材である。そして、近年の学生実験で使用される計測機器などは、高度な機能が付加されており、技術の根幹を学ぶためには、障害になっている場合もある。高等専門学校（以下高専）では、“職業に必要な実践的かつ専門的な知識および技術を有する実践的な人材を育成する（高専機構中期目標より抜粋）”を目標に掲げている。このような状況下において、実践的技術者を育成するために、これまで工学実験の内容やそ

の効果について検討されていない学生実験を早急に見直す必要がある。

これまでに様々な教授法が開発されている。しかしながら、工学系の学生実験における定量的評価に基づく教育改善手法はこれまで検討されていない。これまでの学生実験は、既存の設備を利用し、あまりその実験内容も改定せずに、学生に実験を行わせて、それをレポートして出させることで、学生実験を指導してきた。理科離れが叫ばれている昨今において、本研究を通じて学生実験のセンスを向上させることの意義は大変大きいものとする。これは、実際に企業で技術指導を行ってきた研究代表者、および大学で学生

実験に携わってきた分担者が、新設の沖縄高専で学生実験を担当することで生まれた発想である。

2. 研究の目的

本研究は、技術を習得する基本である学生実験を通じて、高専が社会に出すべき実践的技術を持った人材育成を図ることを目的とする。特に、学生実験の効果拡大を図り、工学系の実験センスを磨くことに重点をおいている。

3. 研究の方法

従来の教育システムは、教材を作成しそれを教育へ適用し、その教育を基に教材や教育へフィードバックしており、教員のスキル（経験知）に依存していると言っても過言ではない。図1は提案している解析と評価を組込んだ教育システムであり、従来の教育（点線で囲まれた部分）の教員の経験知に相当する個所に解析と評価を組込んだものである。この解析に基づく教材作成、解析や教育に対する定量的評価を組込むことにより、効率よく教授するシステムを研究し、構築することが可能になると考えている。特徴として、経験知が必要とされる教育に対して解析と評価を加えた教育システムにより、段階を踏んだ効率のよい教育が実施できると考えている。そして、教材はeラーニングを核として構築する。



図1. 解析と評価を組込んだ教育システム

(1) 学生実験を要領よく行う学生の解析

学生実験を要領よく行う学生とそうでない学生、つまり実験の目的を理解し、実験機材を的確に扱うことができる学生はどこに着目して実験を行っているかを調査する。これは、学生実験を実際に行ってもらい、モーションキャプチャーにより腕の動きを、アイマークレコーダにより視線の動きを計測する。それを解析することにより、その特徴を明らかにして、実験指導に役立てる。

(2) 動画教材の作成法開発

学生が事前に実験手順や機器の取扱いについて予習するために、動画教材が有効だと考え、それを実験を行う被験者が見ている光景（主観映像）を簡易に撮影できる視野カメラを開発する。そして、撮影された映像を編集するシステムを開発する。

(3) 学生実験用アンケートの解析

通常の講義用のアンケートとは異なり、学生実験に特化したアンケートを実施する。そのアンケート結果を主成分分析により解析して、実験教育の具体的な改善点を指摘する。

4. 研究成果

(1) 学生実験を要領よく行う学生の解析

ここでは、2つの視点で工学実験に対する解析を行う。1つは電気系実験を対象にした主に計測を行う実験で、被験者の視線と腕の動きに着目して解析を行う。もう1つは生物系実験を対象にした主にもものづくりに関わる実験であり、被験者の腕の関節角度すなわち型に着目して解析を行う。

①電気系（計測）実験の解析

図2は、電気系実験のフィルタ特性を測定する実験において、学生が実験中にどの実験機器（縦軸）を注視しているかを時間軸（横軸）に並べたものである。同図上の学生は、上から2番目の電子電圧計1を一度も見えないことがわかる。これは手順書に従っていない実験手順である。一方、同図下の学生は、実験時間の後半以降、上3つの実験機器（オシロスコープ、電子電圧計1と2）を順に見ていることがわかる。これは、手順書通りに正確にリズムよく実験を行っていることを示している。

図3は、上述と同様な実験における教員および学生の手先軌道の代表的な例である。この時、得られた両手の動きに着目すると、同図左の教員のように右手が記録、左手が機器操作、同図右の学生のように右手が記録と機器操作、左手が機器操作という特徴がわかる。これ以外にも、右手で記録と機器操作をして、左手は一切使わない学生も存在している。これ以外に、両手の移動距離や実験時間も比較対象として検討している。

このように学生実験を行う学生の視線および腕の動きに着目して総合的に検討すると、実験を要領よく行う学生の特徴として、実験時間の意識、実験機器の取扱い、実験手順の理解の3つがあるのではないかと考える。

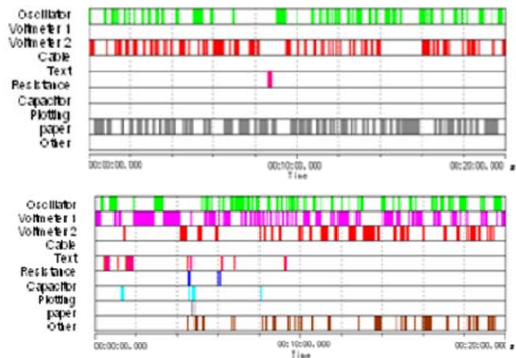


図2. 2名の学生の注視項目の動きの比較

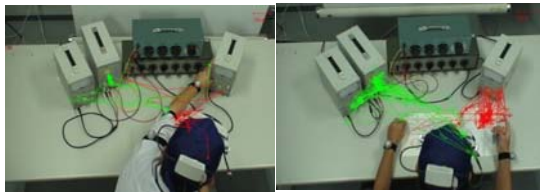


図3. 電気系実験における学生と教員の腕の動きの比較 (左側: 教員, 右側: 学生)

②生物系 (ものづくり) 実験の解析

図4は、生物系実験の菌培養実験中における両腕の変化を上から描画した図である。同図左の教員の腕の動きは、関節角度を一定にして実験を行っており、つまり教員は腕の動きに型を有していることがわかる。一方、同図右の学生の関節角度は一定でないことがわかる。これより、肩を意識して (肩をあまり動かさず) 実験を行えばよいという指導により、実験がうまくいくことを示唆できる。

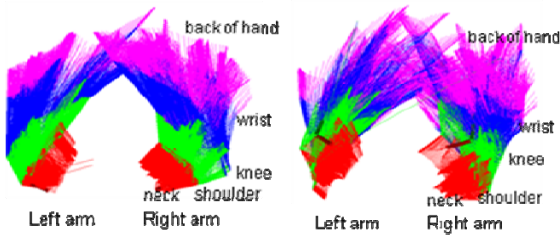


図4. 生物系実験における学生と教員の腕の動きの比較 (左側: 教員, 右側: 学生)

(2) 動画教材の作成法開発

通常、動画教材は、まずどのような動画教材を作るかを考え、撮影と編集を行うため大変な労力と技術が必要となる。これに対し我々が検討している手法は、図5に示すように、教員が小さなカメラをつけた保護メガネ (視野カメラ) を着用して実際に実験を行う。そして得られた視野カメラの連続映像をいくつかのシーンに自動的 (現在開発中) に切り出し、その中から教材に必要なシーンを利用する。この手法では、視野カメラを用いる

ことで撮影の労力を軽減し、シーンの自動切り出しにより編集の手間を省き、必要なシーンを選択するだけで動画教材を作成することができる。

これを学生はeラーニングを通じて事前学習として、実験手順および機器取扱いについて学んでもらえば、実験中にその実験手順および機器取扱いに関する指導を削減でき、実験中には大事なポイントのみ指導することができる。そして、動画教材として視野カメラの映像すなわち主観映像を用いると効果があることと、その動画教材の教育効果を確認している。

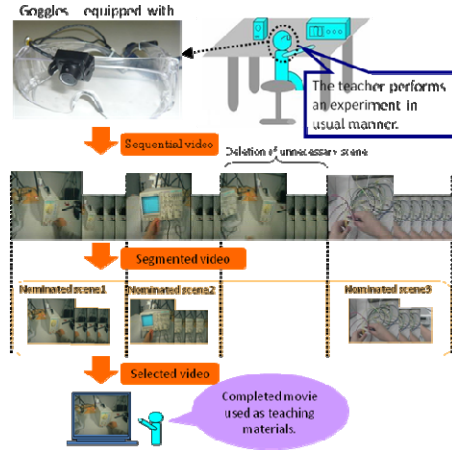


図5. 開発している動画教材作成システム

(3) 学生実験用アンケートの解析

4つのテーマ (微分積分回路、コイルとコンデンサ、ブリッジ回路、共振回路) の実験アンケートに対して主成分分析を実施している。アンケート項目は7つとし、A: 1週目の所要時間、B: 2週目の所要時間、C: 実験手順の把握、D: 手順書を読み返さなかったか、E: 配線は迷わずにできたか、F: 機器は容易に取扱えたか、G: 実験の原理はどの時点で理解したかで、それぞれ5段階評価で行った。

主成分分析より得られた各主成分の固有値および累積寄与率を表1に示す。また、それぞれの主成分に対する各項目の固有ベクトルを図6に示す。これらより、第1主成分は実験が時間内に終われたかどうかを評価する軸だと推測する。第2主成分は、実験の手順・機器の取扱いを理解できたかどうかを評価するための軸であると推測する。最後の第3主成分は、実験内容の理解度を評価するための軸であると推測する。

これらよりわかることは、工学実験に特化したアンケートを実施することで、具体的に学生がわからない点あるいは関心を持っている点が明確になり、その点を重点的に教育改善すればよいことが示唆される。また、学年毎に主成分が異なることが類推でき、学年

に応じた工学実験の目標設定および評価方法などを構築することができる。と考える。

表1. 各主成分の固有値と累積寄与率

主成分	固有値	累積寄与率%
第1	3.73	44
第2	2.27	70
第3	0.81	80
第4	0.57	87

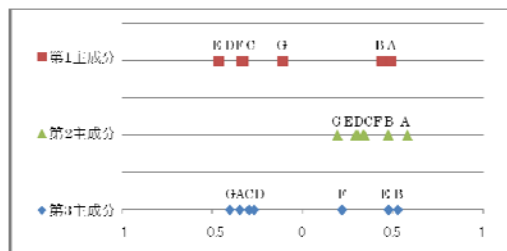


図6. 各主成分に対する各項目の固有ベクトル

全体のまとめとして、我々が目指している工学実験の教育の質を向上させるために、学生の動きの解析、動画教材利用のためのシステム構築、実験に特化したアンケートの解析の3つに絞って、研究を進めてきた。それぞれの項目において、様々な試みを実施しているが、この研究は継続的に解析および実践を行われなければ、その成果を評価することは難しいと考えている。今後は、これまで同様の解析と実践および教育効果の定量的な評価尺度の開発も含めて検討を行う必要がある。

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5件)

- 野口, 神里, 山城, 比嘉, 知念, 湯川, 鈴木, ``工学系実験における技能教育の取り組み事例,`` 日本 e-Learning 学会会誌, vol. 9, pp. 136-142, 2009. 査読有
- 野崎, 神里, 野口, 池松, 鈴木, ``工学実験の教育法をカイゼンするための試み -多変量解析に基づくアンケートの解析-,`` 独立行政法人国立高等専門学校機構論文集「高専教育」第32号, pp. 447-450, 2009. 査読有
- 神里, 野口, 比嘉, 佐竹, 比嘉, 野崎, 奥田, 鈴木, ``工学実験の教育法をカイゼンするための試み -機器の取扱いに着目した手先軌道解析と特徴抽出-,`` 独立行政法人国立高等専門学校機構論文集「高専教育」第31号, pp. 403-408, 2008. 査読有
- 野口, 神里, 比嘉, 佐竹, 比嘉, 野崎, 奥田, 鈴木, ``工学実験の教育法をカイゼンする

ための試み -工学実験を要領よく行う学生の特徴-,`` 独立行政法人国立高等専門学校機構論文集「高専教育」第31号, pp. 397-401, 2008. 査読有

- 神里, 野口, 比嘉, 比嘉, 野崎, 佐竹, 奥田, 鈴木, ``工学実験における機器の取り扱いと手先軌道特性の関連性,`` 沖縄大学マルチメディア教育研究センター紀要, 第7号, pp. 15-19, 2007. 査読有

[学会発表] (計36件)

- 比嘉, 野口, 神里, 佐竹, 鈴木, ``半田付け作業におけるこて先角度と上肢動作の関連性,`` 電子情報通信学会総合大会 ISS 特別企画「学生ポスターセッション」, ISS-P-141, 愛媛大学, March 2009.
- 野口, 神里, 湯川, 鈴木, 田所, ``動作計測に基づく技能教育の取り組み,`` Bb カンファレンス 2008 in 沖縄, ルネッサンスリゾートオキナワ, Nov. 2008.
- 野口, 神里, 比嘉, 山城, 池松, 湯川, 鈴木, ``工学系実験を通じた技術教育の取り組み,`` 日本 e ラーニング学会 2008 年秋季学術講演会, 論文 21, 京都情報大学院大学, Nov. 2008.
- 野崎, 知念, 奥間, 神里, 野口, 池松, 鈴木, ``多変量解析を用いた授業改善要素の抽出の検討,`` 日本教育工学会第24回全国大会, 2a-A206-04, 上越教育大学, Oct. 2008.
- 佐竹, 山城, 野口, 神里, 湯川, 福村, 鈴木, ``学生実験における動画教材提供の効果,`` 日本教育工学会第24回全国大会, 1a-A105-06, 上越教育大学, Oct. 2008.
- 知念, 神里, 野崎, 野口, 池松, 鈴木, ``主成分分析を用いた学生による自己評価の定量化,`` 第16回電子情報通信学会九州支部学生会講演会, D-38, 大分大学, Sept. 2008.
- 山城, 野口, 神里, 佐竹, 奥田, 野崎, 鈴木, ``学生実験における動画教材の簡易作成法とその検証,`` 第16回電子情報通信学会九州支部学生会講演会, D-36, 大分大学, Sept. 2008.
- 照屋, 比嘉, 野口, 神里, 野崎, 鈴木, ``汎用マイコンを用いたエンジン制御教材の検討,`` 第16回電子情報通信学会九州支部学生会講演会, D-33, 大分大学, Sept. 2008.
- 比嘉, 神里, 野口, 池松, 鈴木, ``型に着目した実験における腕の角度解析の検討,`` 第7回情報科学技術フォーラム (FIT2008), K-025, 慶応義塾大学湘南藤沢キャンパス, Sept. 2008.
- 野口, 神里, 比嘉, 池松, 佐竹, 野崎, 鈴木

- 木, ``工学実験のカイゼンの取組みから見る実験指導について,``平成20年度独立行政法人国立高等専門学校機構教育教員研究集会, 117, 学術総合センター, August 2008.
11. 野口, 神里, 比嘉, 湯川, 池松, 鈴木, ``学生実験指導における動画教材の効果的な利用の検討,``日本工学教育協会第56回工学・工業教育研究講演会, 8-212, 神戸大学, August 2008.
 12. 神里, 比嘉, 野口, 比嘉, 野崎, 池松, 鈴木, ``実験カイゼンにおける機器取り扱い動作の特徴抽出,``第22回人工知能学会全国大会, 3D3-7, ときわ市民ホール/勤労者福祉総合センター(旭川市), June 2008.
 13. 比嘉, 比嘉, 神里, 野口, 池松, 鈴木, ``型に着目した学生実験指導における検討,``電子情報通信学会総合大会ISS特別企画「学生ポスターセッション」, 316, 早稲田大学大学院, March 2008.
 14. 山城, 亀濱, 備瀬, 杉町, 比嘉, 野口, 神里, 鈴木, ``視野カメラを用いた簡易な教材作成の検討,``電子情報通信学会総合大会ISS特別企画「学生ポスターセッション」, 237, 早稲田大学大学院, March 2008.
 15. 比嘉, 野口, 神里, 池松, 鈴木, ``実験改善の取組みから見る実験指導の一方法,``電子情報通信学会技術研究報告, ET2007-94, 徳島大学, March 2008.
 16. 比嘉, 比嘉, 照屋, 野口, 神里, 鈴木, ``エンジン制御を対象とした機械と電気系学生のための教材開発,``平成19年度実験・実習技術研究会, P-037, 徳島大学, March 2008.
 17. 比嘉, 比嘉, 伊波, 神里, 野口, 池松, 鈴木, ``手先躍度による機器取扱いの評価方法,``第8回計測自動制御学会(SICE)システムインテグレーション部門講演会(SI2007), 1D4-3, 広島国際大学, Dec. 2007.
 18. 神里, 比嘉, 野口, 池松, 鈴木, ``注視点解析による工学実験教育法のカイゼン,``第8回計測自動制御学会(SICE)システムインテグレーション部門講演会(SI2007), 1D4-2, 広島国際大学, Dec. 2007.
 19. 野口, 佐竹, 比嘉, 神里, 鈴木, ``視野観測装置を用いた学生実験の教育改善の検討,``日本教育工学会第23回全国大会, 2a-S101-05, 早稲田大学, Sept. 2007.
 20. 伊波, 塩崎, 比嘉, 神里, 野口, 鈴木, ``視線解析に基づいた工学実験における機器配置に関する考察,``電気関係学会九州支部連合大会, 08-2A-02, 琉球大学, Sept. 2007.
 21. 比嘉, 比嘉, 神里, 野口, 鈴木, ``手先躍度と工学実験の熟達度の関連性,``電気関係学会九州支部連合大会, 08-2A-01, 琉球大学, Sept. 2007.
 22. 野口, 神里, 比嘉, 佐竹, 比嘉, 野崎, 奥田, 鈴木, ``工学実験をカイゼンするための教育法の提案と実践,``平成19年度独立行政法人国立高等専門学校機構教育教員研究集会, 110, ソフトピアジャパン, August 2007.
 23. 比嘉, 神里, 野口, 佐竹, 野崎, 鈴木, ``機器の配置と手先軌道に着目した工学実験の改善,``日本工学教育協会第55回工学・工業教育研究講演会, 8-223, 日本大学, August 2007.
 24. 野崎, 比嘉, 神里, 野口, 奥田, 鈴木, ``多変量解析を用いた学生実験アンケートの分析および改善方法の検討,``日本工学教育協会第55回工学・工業教育研究講演会, 5-105, 日本大学, August 2007.
 25. Kamisato, Noguchi, Nozaki, Okuda, Suzuki, ``Kaizen of experimental education method focused on evaluation device operation,``4th IEEE International Conference on Mechatronics(ICM2007), ThA1-A-1, Kumamoto, JAPAN, May 8-10 2007.
 26. 比嘉, 神里, 野口, 佐竹, 比嘉, 野崎, 奥田, 鈴木, ``機器配置と手先軌道に着目した工学実験の改善と評価,``電子情報通信学会技術研究報告, HIP2007-15, 沖縄科学技術研究基盤整備機構(OIST), May 2007.
 27. 神里, 野口, 比嘉, 佐竹, 比嘉, 野崎, 奥田, 鈴木, ``工学実験における手先軌道解析を用いた機器取扱いの評価,``電子情報通信学会総合大会, D-15-14, 名城大学, March 2007.
 28. 野口, 神里, 比嘉, 佐竹, 比嘉, 野崎, 奥田, 鈴木, ``簡易型視野観測カメラを用いたグループ実験に対する教育法の提案,``電子情報通信学会総合大会, D-15-4, 名城大学, March 2007.
 29. 神里, 野口, 比嘉, 野崎, 比嘉, 佐竹, 鈴木, ``工学実験における機器取扱いに注目した実験教育のカイゼン,``第3回ネットワーク分析研究会, 岩手県立大学, March 2007.
 30. 野口, 神里, 比嘉, 佐竹, 比嘉, 野崎, 奥田, 鈴木, ``視線と手先軌道から見た工学実験における教育法の提案,``日本教育工学会研究会, JSET07-1, 園田学園女子大学, March 2007.
 31. 比嘉, 佐竹, 比嘉, 神里, 野口, 野崎, 奥田, 鈴木, ``グループ実験における簡易型視野観測システムの構築,``名古屋大学

- 総合技術研究会, P8-37, 名古屋大学, March 2007.
32. 比嘉, 佐竹, 比嘉, 神里, 野口, 野崎, 奥田, 鈴木, ``グループ実験に対する簡易型視野観測システムの適用,`` 名古屋大学総合技術研究会, 8-2-5, 名古屋大学, March 2007.
33. 佐竹, 比嘉, 神里, 野口, 野崎, 奥田, 比嘉, 鈴木, ``簡易型視野観測カメラの製作,`` 名古屋大学総合技術研究会, 8-2-4, 名古屋大学, March 2007.
34. 神里, 野口, 比嘉, 比嘉, 野崎, 佐竹, 鈴木, ``工学実験における機器の取り扱いと手先軌道特性の関連性,`` 第7回計測自動制御学会(SICE)システムインテグレーション部門講演会(SI2006), 1D3-2, 札幌コンベンションセンター, Dec. 2006.
35. 野口, 神里, 比嘉, 比嘉, 野崎, 佐竹, 鈴木, ``工学実験における効果的な教育法の一考察,`` 平成18年度情報教育研究集会, E2-1, 広島大学, Nov. 2006.
36. 比嘉, 野口, 神里, 野崎, 佐竹, 比嘉, 鈴木, ``工学実験における学生の視線と習熟度の関係,`` 第5回情報科学技術フォーラム(FIT2006), K-030, 福岡大学, Sept. 2006.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 龍司 (SUZUKI RYUJI)
沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・教授
研究者番号：00370065

(2) 研究分担者

野口 健太郎 (NOGUCHI KENTARO)
沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・准教授
研究者番号：00335100
神里 志穂子 (KAMISATO SHIHOKO)
沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・准教授
研究者番号：00442492
野崎 真也 (NOZAKI SHINYA)
沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科・助教
研究者番号：00390568
奥田 篤士 (OKUDA ATSUSHI)
福井工業高等専門学校・電子情報工学科・助教(2007年度は研究分担者, 2008年度は連携協力者)
研究者番号：20413891

(3) 連携研究者

池松 真也 (IKEMATSU SHINYA)
沖縄工業高等専門学校・生物資源工学科・教授
研究者番号：40442488
水野 正志 (MASASHI MIZUNO)
沖縄工業高等専門学校・メディア情報工学科・教授
研究者番号：20392954
奥田 篤士 (OKUDA ATSUSHI)
福井工業高等専門学校・電子情報工学科・助教(2007年度は研究分担者, 2008年度は連携協力者)
研究者番号：20413891

研究協力者

佐竹 卓彦 (SATAKE TAKAHIKO)
沖縄工業高等専門学校・技術支援室・技術専門職員
比嘉 修 (HIGA OSAMU)
沖縄工業高等専門学校・技術支援室・技術職員
比嘉 信 (HIGA SHIN)
沖縄工業高等専門学校・技術支援室・技術職員