

機関番号：53901
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500766
 研究課題名(和文) 段階的な負荷と継続的な負荷を考慮した創造性育成実験教材の開発とその検証
 研究課題名(英文) Development and verification of the exercise to enhance the creativity of students using the step-by-step and continuous load
 研究代表者
 杉浦 藤虎(SUGIURA TOKO)
 豊田工業高等専門学校・電気・電子システム工学科・准教授
 研究者番号：70206407

研究成果の概要(和文)：

ロボカップサッカー競技ロボットの作製と開発を段階的かつ継続的な負荷と捉え、より高い課題を学生に課すことで創造性育成教育を行い、その効果をアンケート調査により検証した。

その結果、ロボカップ参加学生の問題解決能力や思考方法などの顕著な向上を確認した。一方、世界大会に参加する上で必要な英語運用能力は学生自身が十分でないことを認識した結果となった。今後も学生の興味を引きつける教材・課題を通して、創造性や英語コミュニケーション能力の向上が期待される継続的な機会と環境を学生に提示することが有効であることが示された。

研究成果の概要(英文)：

The exercises to enhance the creativity of students have been studied using a step-by-step and continuous load through making the soccer robots. And the educational effect and the ability of the students' communications and presentations have been evaluated by questionnaires' survey

As the result, the remarkable enhancements of the students' ability for the methods to solve the problems were confirmed. On the other hand, it showed that the students recognized their ability were not enough for the ability of English conversation themselves when they participated to the world competition. We need to give the chance to students continuously in future to enhance the ability of the creativity and to learn English.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：工学教育

1. 研究開始当初の背景

本学科への入学を希望した学生のほとんどは、高専ロボコンに参加したいからという

ことを志望理由の一つにあげる。しかし、現状では部屋の広さや作業の分担数などに限度があり、参加希望者全てがロボコンに参加で

きるわけではない。従来、多くの研究者が、ロボコンやロボカップは学生の創造力を引き出し、伸ばす題材として最も優れた課題の一つであることを報告している。本学科でも学科独自のロボコンを実験実習の中に取り入れ、創造性教育を行っている。しかし、同学年の高専ロボコン経験者と未経験者では技術力や創造力に関して顕著な差が見られる。そこで、ロボコンや実験実習だけではなく、放課後等の空いた時間を有効に活用し、希望する学生が興味を持てる、継続性のある課題提示が必要だと思い立った。

2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究ではロボコン経験者の創造力をさらに伸ばし、かつ多くの未経験者のそれを、専攻科までの7年間を利用して継続的に与える実験教材の開発を行う。

具体的には、以下の2点を主目的とする。

- (1) ロボットの知識や創造力の差に関わらず、興味を持ち続けられる課題と理解度に応じた課題（負荷）を与えることで創造力の向上を図る教材の開発
- (2) サッカーロボットの協調動作の実現と発展のためのプログラミング課題の作成とロボカップ競技会参加による検証

3. 研究の方法

まず、目的で述べた教材開発のベースとなるシステムの構築を行った。高専ロボコン未経験者向けの実験用教材として購入した2足歩行ロボット(近藤科学 MANOI)は、既成のままでは直進歩行すら困難なロボットである。そのため、足の裏を大きくし、足首のサーボモータの配置等を改良し、重心位置を低くすることで倒れにくくした。並行して、ロボコン経験者向けのロボカップサッカー小型ロボット(SSL)の協調動作プログラムの確認とその性能評価を行った。上記2種類のロボットの基本性能を確認した上で、以下に述べる手順で学生に課題（負荷）を与えた。

- (1) ロボコン未経験者を対象として、2足歩行ロボットを用いた、サッカー競技課題を作成する。市販のロボットを組み立て、フィードバック情報としてロボットの姿勢制御に用いる加速度センサやジャイロセンサなどを本体ロボットに付け加える。

- (2) 競技に必要なマシンの基本動作を与えるサンプルプログラムの作成を行う。すでに本校で作製した車輪型サッカーロボットは外部カメラからの映像をもとに動作しており、そのプログラムを流用することで競技を行う。学生は提供されたプログラムを段階的に発展させることで創造力が

養われる。



図 1 SSL 二足歩行型ロボットと競技風景

- (3) ロボコン経験者を対象として、ロボカップ SSL 車輪型ロボットの協調制御の性能向上と競技参加による検証を行う。これまでに作製したサッカーロボットは相手マシンやボールの位置を判断し、攻撃や守備の隊形を整え、経路探索、パス回しなどができる。しかし、ロボカップ世界大会の上位入賞チームと比較してパス回しの精度は劣っている。より正確なシュートやパス、ドリブル、広範囲な協調動作などを実現するため、アルゴリズムの改良と発展を目指す。

- (4) 改良した協調制御のプログラム性能をロボカップに参加して評価する。また、世界大会上位チームの動作を記録し、それらロボットのドリブル、パスなどの協調動作の性能を解析する。参加学生には、各チームのロボットのアイデアやメカニズムを観察し、総合的に評価、考察した結果をレポートとして提出させる。その過程は必然的に英会話が中心となるため、付随的効果として英語およびコミュニケーション能力の向上につながると考えられる。



図 2 SSL 車輪型ロボットと競技風景

4. 研究成果

これまでの世界大会に参加した、本課題を経験した学生(延べ17名)に対して、創造性育成効果がどのように表れたかを調査するため、技術的・創造的能力や英語・コミュニケーション能力等に関するアンケートを実施した。

アンケートは2009年、2010年に実施し、複数年の参加学生にもその都度回答してもらい、結果に反映した。比較のため2007年のアンケート結果も示す。アンケート各項目

の「当てはまる」を3, 「やや当てはまる」を2, 「あまり当てはまらない」を1, 「全く当てはまらない」を0として重み付けすることで数値化し, 平均を求めた。

(1)世界大会ではトラブルやアクシデントが発生したとき, 国内と比べてより制限された環境で対応しなければならない。照明や競技フィールドの材質など会場固有の要因の他, 予期せぬ交換部品の調達等にも臨機応変に対応する能力が求められる。そこでまず, 世界大会での試合前後に執った, 現地での対応に関する質問をしてみた。その結果を図3に示す。2007年では, 最も肯定的であった回答は(b)「試合直前でも落ち着いて対応できた」であった。この年のロボカップ参加者は全て高専ロボコンの経験者であり, 国内の大会やその他のイベントに何度も参加しており, 試合経験は豊富であった。また, 同年のアンケートに回答した学生6名のうち, 世界大会への複数回参加学生が5名と多かったことも海外で落ち着いて対応できた理由であろう。その反面, 項目(c)「試合中に, 臨機応変に戦略を修正できた」の結果から, 試合中は十分な時間が取れず, 柔軟な修正は難しいと感じていることがわかる。また, 項目(e)「現地で, あるいは限られた部品や工具しかない状況で, 創造力を発揮し, 最善を尽くせた」は, ほとんどが肯定的回答であり, 2009, 2010年においては質問項目中で最も肯定的であった。これは最後まで考え抜き, 追い込まれた状況でも投げ出さなかった気持ちの表れと考えている。例え, 試合に勝利できなかったと感じたからに他ならない。簡単にあきらめず, 粘り抜く力こそが創造力といえる。

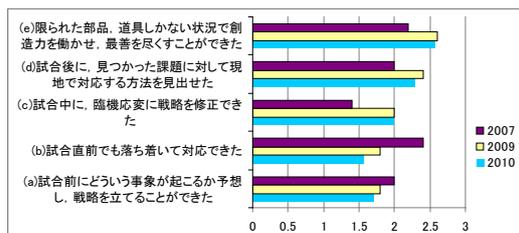


図3 世界大会の現地で取った対応に関するアンケート結果

一方, 2007年の最も肯定的な回答項目(b)が, 2009と2010年の最も否定的な回答となった理由としては, 2009および2010年に参加したメンバーの半数以上が世界大会初参加であったことが考えられる。

(2)次に, 「ロボカップに参加するために求められるものは何だと感じますか」という質問をしてみた。その結果を図4に示す。全ての

項目について肯定的回答が支配的であった。特に(c)「やる気」はアンケート実施年によらず, 全員が最も強くそう感じていることがわかる。一方, (b)「まじめさ」については必ずしも強く必要でないとの回答もあったが, これは研究や作業の合間に興じるカードゲームや雑談を意識した結果と考えられ, 理解できる。

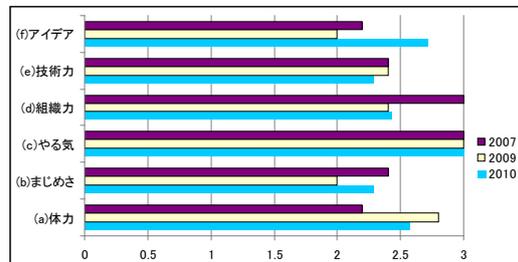


図4 ロボカップへの参加に要求される項目に関するアンケート結果

特徴的な点として, 2007年の結果では(d)「組織力」も(c)「やる気」と同じく, 全員が必要だと回答していることが挙げられる。この理由としては先述のように, この年の参加学生は全員高専ロボコンの経験者であるが, 高専ロボコンと比較して少人数で取り組まなければならないため, 組織として与えられた役割をきちんと果たさなければならないとの気持ちが強く反映された結果と考えられる。また, 2010年の結果からは(c)「やる気」に次いで, (f)「アイデア」や(a)「体力」が重要だとの回答が多い。これは2010年度に新規にロボットを設計, 作製したため, 長時間に及ぶその過程で必要性を感じた学生が多かったためと考えられる。それ以前は2006年度に作製したロボットをそのまま使用していたことを補足しておく。

さらに, (e)技術力については, 実施年によらずほぼ同じ値であり, ある程度の知識があればロボカップへ参加できると感じていることが読み取れる。言い換えれば, ロボカップに参加する上で, 身に付けなければならない技術や知識がまだたくさん残されていることを示した結果とも受け取れる。

(3)また, 世界大会での共通言語は英語であり, 世界大会に参加して得られた, 英語およびコミュニケーション能力に関する質問も行ってみた。回答結果を図5に示す。

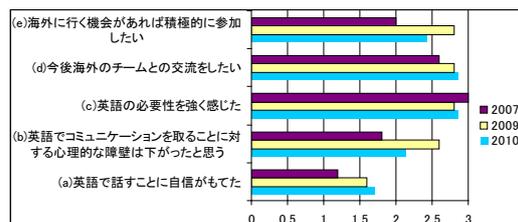


図 5 英語およびコミュニケーション能力に関するアンケート結果

図 5 より、どの項目についてもアンケート実施年にかかわらず、ほぼ同様の傾向が現れていることがわかる。最も肯定的に回答した項目は(c)「英語の必要性を強く感じた」で、ほぼ全員の学生が強く肯定している。次いで、肯定的回答が多いのは、(d),(e)の「海外チームとの交流や海外への渡航を希望する」の項目であった。一方、項目(a)「英語で話すことに自信がもてた」の結果は予想通り、英語運用能力の自信の無さを示している。参加年数が複数年になると若干自信の程度が上がるため、2010 年が最も高い値を示すが、それでも約半数は否定的である。他方、項目(b)「英語でコミュニケーションを取ることに對する心理的な障壁感は下げられたか」との問いには肯定的回答が多いことが見て取れる。以上の結果をまとめると、世界大会への参加を通して英語の重要性を認識し、英語を上手く話すことに自信があったとは言えないまでも、英語に対する心理的なストレスは下げられたと感じた学生が多かったことを示している。今後の英語科目に対する取り組み姿勢に顕著な変化が現れることを期待したい。

(4)最後に、ロボカップを通して習得したと思われる項目についての回答結果を図 6 に示す。アンケート実施年により多少ばらつきがあるものの、(b)「問題解決能力」、(c)「忍耐力」、(d)「責任感」、(e)「チームワーク」、(f)「思考方法」の項目について否定的な回答はなく、非常に高い値となった。先に述べたようにロボカップでは各人に与えられた専門のパートがあり、誰か一人でも投げ出せばロボットは動作しない。辛抱強く考え、解決策を模索し、自分の責務を果たさなければならないという使命感の表れが反映された結果であろう。

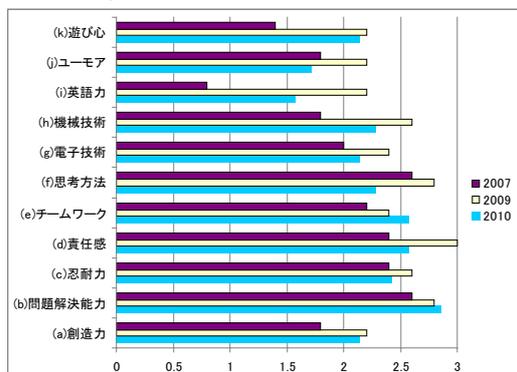


図 6 ロボカップへの参加を通して習得したと思われる項目に関するアンケート結果

一方、否定的な回答が見られた項目の内、(g)「電子技術」、(h)「機械技術」については

担当したパートにも依存するため、どちらかに偏ることは否めない。しかし、(a)「創造力」について否定的な回答があったことは気になる点である。学生は、製作した一つ一つの回路や作成したプログラムに、特別に創造性を意識したとは考えていない可能性がある。限られた条件や制約の中で最適な解を導く過程にこそ創造的思考能力が活かされているはずである。実際のロボット作製の過程はそのような創造力の積み重ねであり、今後はその事実を十分に理解させることが必要である。

また、(i)「英語力」、(j)「ユーモア」、(k)「遊び心」に関しては、上述の項目と比べ否定的な回答が多い。特に2007年の(i)「英語力」はほとんどが否定的な回答であった。ゲーム遊びやジョーク、ユーモアあふれる会話は、作業の合間の気晴らしやストレス解消に必要と感じることは十分理解できる。一方、競技ルールの理解や大会中のコミュニケーションに必須の(i)「英語力」についての結果は、学生自身は英語能力の必要性を理解しているが、ロボット製作やプログラミング作業だけでは身につくものではないという事実を我々に訴えているとも受け取れる。ただし、2007年度と比較すると2009、2010年度の方が、肯定的な回答が多いことは見逃せない点である。これは本校電気・電子システム工学科で行っている英語多読の効果が経年とともに現れていることと関係しているかもしれない。今後の継続課題の一つである。

(5)以上をまとめて総括としたい。本研究ではロボカップサッカー競技ロボットの作製と開発を段階的かつ継続的な負荷と捉え、学生により高い課題を課すことで創造性育成教育を行った。そしてその教育効果および世界大会を経験することで育まれたコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力の向上効果をアンケート調査により検証した。その結果、ロボカップ参加学生の問題解決能力や思考方法などの顕著な向上を確認した。一方、世界大会に参加する上で必要な英語運用能力は学生自身が十分でないことを認識した結果となった。ただし、海外へ行く機会や海外のチームとの交流は望んでいる学生が多いこともわかった。このことから、ロボカップ世界大会への参加は学生の真の創造力や判断力を伸ばすだけでなく、学生自身が得意とするロボット分野での英語コミュニケーションによりその運用能力を高める貴重な機会であり、参加の意義は大きいと考えられる。ロボカップ世界大会に初めて参加してすでに7年の月日が流れたが、今後もロボカップに限らず、学生の興味を引きつける教材・課題を通して、創造性や英語コミュニケーション能力の向上が期待される継続的な

機会と環境を学生に提示する必要がある。

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)

- (1)セミコンジャパンでサッカーロボット大暴れ! ワンツーシュート&ゴール! 杉浦藤虎 SEAJ Journal 査読無 Vol.130 (2011.1) pp.15-17.
- (2)ロボカップ世界大会への継続参加による教育的効果 杉浦藤虎, 渡辺正人 豊田工業高等専門学校研究紀要 査読無 Vol.43 (2011.1) pp.15-20.
- (3)RoboCup 世界大会を経験して一高専で培った技術力とコミュニケーション能力の集大成ー 堀井隆斗, 杉浦藤虎 日本高専学会誌 査読無 Vol.15 No.2, (2010.7) pp.47-50.
- (4)ロボカップ小型リーグおよび世界大会への継続参加による創造性育成教育の実践 杉浦藤虎, 渡辺正人, 伊藤和晃 高専教育 査読有 32 (2009.3) pp.345-350.
- (5)RoboCup SSL (Humanoid)における分散思考型 AI サーバの開発に関する研究 堀井隆斗, 渡辺正人, 杉浦藤虎 国立高等専門学校機構創造性を育む「卒業研究」集 査読無 平成20年度版 (2009.3) p.124.

[学会発表] (計7件)

- (1)自律型校内案内ロボットの開発に関する研究 佐藤竜平, 堀井隆斗, 渡辺正人, 杉浦藤虎 第28回日本ロボット学会学術講演会 2L2-6 (2010.9.23) 於名古屋工業大学
- (2)RoboCup SSL Humanoid AI システムに関する研究 堀井隆斗, 佐藤竜平, 服部久善, 渡辺正人, 杉浦藤虎 第28回日本ロボット学会学術講演会 2L2-5 (2010.9.23) 於名古屋工業大学
- (3)豊田高専における RoboCup 小型リーグ用全方向移動ロボットの開発 水谷将馬, 岩打康幸, 前地翔太, 犬飼健二, 馬場恒星, 渡辺正人, 杉浦藤虎 第28回日本ロボット学会学術講演会 2L2-1 (2010.9.23) 於名古屋工業大学
- (4)RoboCup 小型リーグ用 AI システムに関する研究 堀井隆斗, 佐藤竜平, 渡辺正人, 杉浦藤虎 第27回日本ロボット学会学術講演会 1N2-06 (2009.9.15) 於横浜国立大学
- (5)RoboCup SSL Humanoid における戦略システムの開発 堀井隆斗, 佐藤竜平, 杉浦藤虎, 渡辺正人 平成二十一年度電気関係学会東海支部連合大会 O-333 (2009.9.11) 於愛知工業大学
- (6)RoboCup 小型機リーグ用画像認識システムの高性能化に関する研究 佐藤竜平, 堀井隆斗, 杉浦藤虎, 渡辺正人 平成二十一年度

電気関係学会東海支部連合大会 O-135 (2009.9.10) 於愛知工業大学

(7)RoboCup 小型機リーグ用画像認識システムの高性能化に関する研究 佐藤竜平, 渡辺正人, 杉浦藤虎 平成20年度(第16回)電気学会関西支部高専卒業研究発表会 pp.27-28 (2009.3.16) 於大阪中央電気倶楽部

[その他]

ホームページ:

<http://www.toyot-ct.c.jp/~masa/kikst.html>

- (1)ロボカップジャパンオープン 2009 小型ロボットリーグ (車輪部門) 準優勝, 同 (ヒューマノイド部門) 優勝 於大阪京セラドーム
- (2)ロボカップ世界大会 2009 小型ロボットリーグ (車輪部門) ベスト8 於オーストリア
- (3)ロボカップジャパンオープン 2010 小型ロボットリーグ (車輪部門) 優勝, 同 (ヒューマノイド部門) 優勝 於大阪工業大学
- (4)ロボカップ世界大会 2010 小型ロボットリーグ (車輪部門) 4位入賞 於シンガポール

6. 研究組織

(1)研究代表者

杉浦 藤虎 (SUGIURA TOKO)
豊田工業高等専門学校・電気・電子システム工学科・准教授
研究者番号: 70206407

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

伊藤 和晃 (ITO KAZUAKI)
豊田工業高等専門学校・電気・電子システム工学科・准教授
研究者番号: 10369986