

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 11 日現在

機関番号：53901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501043

研究課題名(和文) ロボカップ世界大会と出前授業を利用したリーダーシップ育成教育と実践テキストの作成

研究課題名(英文) Leadership education using science classes at outside school and RoboCup world competition and preparation for participation

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・教授

研究者番号：70206407

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：ロボカップへの参加は問題解決能力の育成や、高度な技術力の習得に効果が高いことが知られている。一方、世界大会はコミュニケーション力やプレゼンテーション力を高められる貴重な機会でもある。ロボカップで好成績を残すようになると、出前授業としてロボットのデモンストレーション依頼が増えてきた。しかし、ロボカップに参加する学生は社会的で派手な学生は少ない。そこで、校外において学生自ら開発したロボットを積極的にアピールする機会を提供し、リーダーシップの取れる人材育成の試みを行った。アンケート調査の結果、ロボカップ世界大会出場および出前授業の経験が学生自身の積極性に関する意識改革に大きく寄与したことが示された。

研究成果の概要(英文)：We have tried the educational practice for leadership and communication skill of students by using the RoboCup soccer world competition. Especially, for the students kept in laboratory, the good effect of the presentation and communication ability using science classes or social event at outside of school and RoboCup will be expected. Those effects are investigated through questionnaire. As the results, it was shown that the experience of the participation of RoboCup world competition and the science classes at outside school contributed greatly to positive thinking of students' minds. In addition, this approach was so effective to break through a barrier for the communication in English.

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

平成 22 年度までに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課題と捉え、その課題を通して創造性育成教育を実施した。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する機会ともなった。そこで、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、創造性や特に英語コミュニケーション力の向上が期待される継続的な機会と環境の提示が今後の課題となった。

### 2. 研究の目的

豊田高専電気・電子システム工学科では本科 5 年間と専攻科 2 年間に於いて独自の PBL (Project Based Learning) 実験を行っている。少人数の班別対抗ロボットコンテストなども実験実習の中に取り入れ、全学生の創造力や技術力の向上を図っている。一方、班別のアイデア発表・説明会でのプレゼンテーション能力には大きな差が見られる。これは現状のカリキュラムでは原稿の書き方や発表の仕方の教育にまでじっくり時間をかける余裕が無いことに起因する。そこで本研究では、上述の背景も踏まえた上で、ロボカップ世界大会と出前授業を利用した英語プレゼンテーションおよびリーダーシップ育成教育の実践と関連するプレゼンテーション用テキストの作成を目的とする。

### 3. 研究の方法

目的で述べたロボカップ世界大会出場資格を得るためのサッカーロボットの作製(ハードウェアの見直しと新規設計)と、予測制御や協調動作など人工知能の開発を行う。そして、ロボカップ世界大会において、英語プレゼンテーションを行うための、また審判業務のリーダーシップに関するテキストの作成を行う。次に、出前授業や各種イベントに学生を積極的に参加させ、小中学生や一般観客を前にしたプレゼンテーションの経験をたくさん積ませる。さらに、ホームページ上でロボットの設計図など技術やノウハウの公開等を行う。以下に具体的な手順を述べる。

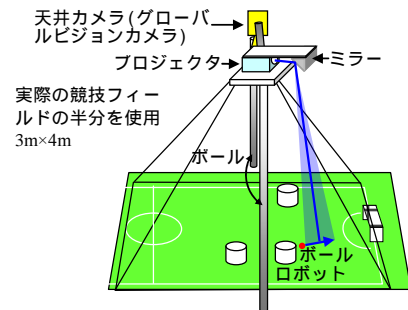
- (1)前年度までに見つかったキック装置やドリブル装置などの細部の不具合を改善する。
- (2)ロボットは現状で、味方や相手ロボット、ボールの位置から適切と判断した攻撃隊形や守備隊形に整え、パス回しなどができる。しかし、ロボカップ世界大会優勝チームと比較してパス回しの精度や戦略の多様さにおいて劣っている。より正確なシュートやパス、キャッチング、多彩な協調動作等を実現するため、人工知能(戦略プログラム)の全体的な見直しと改良を行う。
- (3)上記(1),(2)で行った改良に対するロボットの性能をジャパンオープンに参加することで客観的に評価する。参加全学生は、他チームのロボットの詳細を観察した上で、自チームの担当するパートの現状と問題点をチームメイトの前で発表する。メンバ全員の活発な質疑応答の過程を

経てプレゼンテーション能力向上につなげる。

(4)世界大会出場資格取得のためのチーム紹介英文の作成とデモンストレーションビデオの作製を行う。さらに前年度ベスト 8 に入賞したチームに課される詳細な技術紹介論文およびプレゼンテーション資料の作成を行う。また、試合形式での練習時にはロボカップ共通語(英語)の使用を義務づける。特に、世界大会を経験者の発言や態度に刺激され、周りの学生にその姿勢や効果が波及することを期待する。そして自分の得意分野を活かしつつ、必要な英語を話す機会を提供することで英語運用能力の向上を図る。

(6)平成 24 年度以降は改良したロボットの追加製作(競技に必要な 6 台に加え予備を揃える)と人工知能の強化(戦略プログラムの多様化)を行う。新型ロボットの作製、協調動作の性能の向上を確認した上でロボカップに参加し、性能の客観的な検証を行う。その上で出前授業の充実と発展を行う。具体的には下図のように購入予定のプロジェクトをカメラと同高さに配置し、どのロボットがこれ

からどこにボールを蹴るのかなど、競技フィールド上に矢印等で投影する。ボールをパス



するかシュートするか、人工知能による判断結果も明示できれば、より深い興味と感動を観客に与えられるものと期待される。

(7)H24 年度までにホームページを充実させ、H25 年度に学外に公開する。

(8)ロボカップ世界大会に参加することで期待される技術力、創造力、そして英語力向上をアンケートや TOEIC スコアにより定量的に評価する。

### 4. 研究成果

学生自ら開発したロボットを人前で積極的にアピールする過程を通して、プレゼンテーション力やコミュニケーション力等を育成する試みの効果についてアンケート結果を踏まえて述べる。

#### 4.1 ロボカップを利用したプレゼンテーション・コミュニケーション力の育成

##### (1)世界大会でのプレゼンテーションとディスカッション

世界大会でベスト 8 入りしたチームには翌年に詳細な技術紹介論文 ETDP (Extended Team Description Paper) の提出と世界大会会場でのプレゼンテーションが課せられる。豊田高専チームは 2009 年にベスト 8 に入って以降、2010 ~ 2013 年まで連続 4 回プレゼンテーションを行っている。我々のロボットの特長を他チームに効果的にアピールするため、大会前にあらかじめ十分に発表内容を指導者はチェックすべきであるが、学生はロボットの調整で忙しく、また英語による原稿作成が足かせとなって大会二週間前に

なっても学生から草稿が提出されないことがほとんどである。締め切りに間に合わないので教員側でプレゼンテーションファイルの基本フォーマットを作成し、それにアピールしたい内容を詳細に埋め込んでいく形で利用させてきた。ストーリーと内容については、すでに世界大会出場資格を得るため、冬休みの1月中に時間をかけて作成、提出したTDP (Team Description Paper)をベースとしているため、大きく修正することはない。発表練習時間も十分とは言えないが、教員との間で原稿の内容について何度もやりとりを行い、丸暗記するくらいに覚えさせる。学生にとってはほぼ初めての英語プレゼンテーションであり、お世辞にも上手とは言えないが、緊張感の中で発表を成し遂げる体験は貴重で、その後のコミュニケーションの積極性と強く結びついていると感じる。会場での発表の様子を図1に示す。

また、コミュニケーション力と積極性を養う目的で、出場チームのブースを回り、ロボットやその制御についてディスカッションすることを義務づけた。ロボットに使用される技術に関する質問や回答を学生自らの口頭で行わせることで表現力の向上効果を狙った。図2はその様子である。



図1 ロボカップ世界大会でのETDPの発表



図2 ロボカップでのディスカッション

## (2)ロボカップ世界大会参加後のプレゼンテーションとコミュニケーションに関する意識調査

帰国後、英語プレゼンテーションとコミュニケーションに関する効果を意識調査により確認した。これまでにロボカップ世界大会に参加した20名の学生に対するその効果の、滞在日数依存性を調べた。その結果を図3に示す。縦軸には横軸下に記した(a)~(e)までの各質問項目の「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、と重み付けし、定量化した。特に、世界大会に3回以上出場した学生4名(A君~D君)については折れ線で経日変化を示した。は上記4名を除く16名の結果である。

図3から、一部の学生(後述)を除き、どの項目においても滞在日数(世界大会出場回数)が

多いほど肯定意識を示す傾向にあることが見て取れる。「(c)英語の必要性を強く感じた」については会場での共用語が英語であるため滞在日数にかかわらず、否定意識はない。ただし、3回出場した学生の一人(C君)は、「(a)英語で話すことに自信がある」、「(e)海外に行く機会があれば積極的に参加したい」の項目については3回目前回より低く、否定的に感じている。一方、「(d)今後海外チームとの交流をしたい」と望んでいることから、友達関係を築きたいとの気持ちはあるものの、年1回1週間程度の滞在ではスムーズな英語コミュニケーションができるまでには至らず、ストレスを感じていることが推測される。後にC君は「日本でできることは日本でしたい」という真意を語ってくれた。

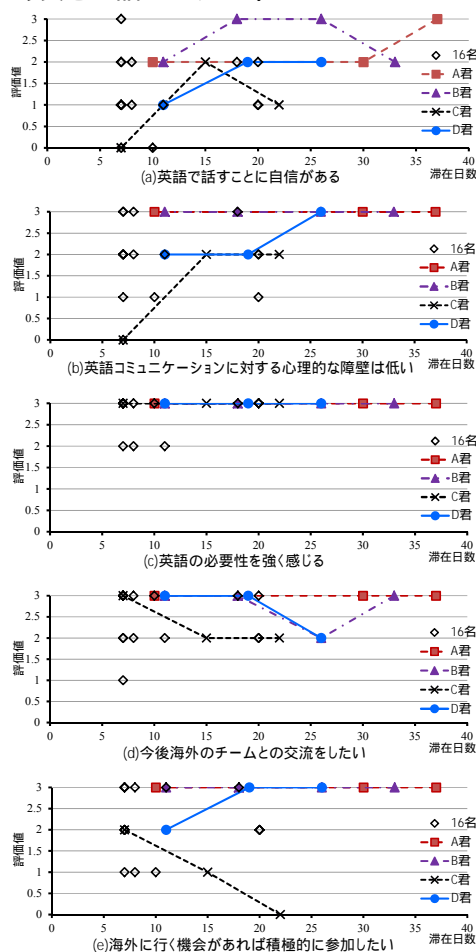


図3 英語プレゼンテーションとコミュニケーションに関する意識調査結果

世界大会2012参加前と参加後とで、どの程度英語あるいは海外への興味に対する意識が変わったのかをアンケート調査した。折れ線グラフの横軸に記した5つの設問項目に対する参加者の平均評価値およびその割合の結果を図4に示す。いずれの項目においても参加後の方が高い数値を示し、短期間であっても海外渡航は学生にとって極めて有意義な経験であることを示唆している。特に「(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は低いと思う」の項目は、参加前の明確な否定意識が参加後に大幅に改善され、肯定意見に変わっている。

この点は特筆すべきである。過去の参加者を含む全 20 名の結果についても 2012 年とほぼ同様の傾向であることがわかる。

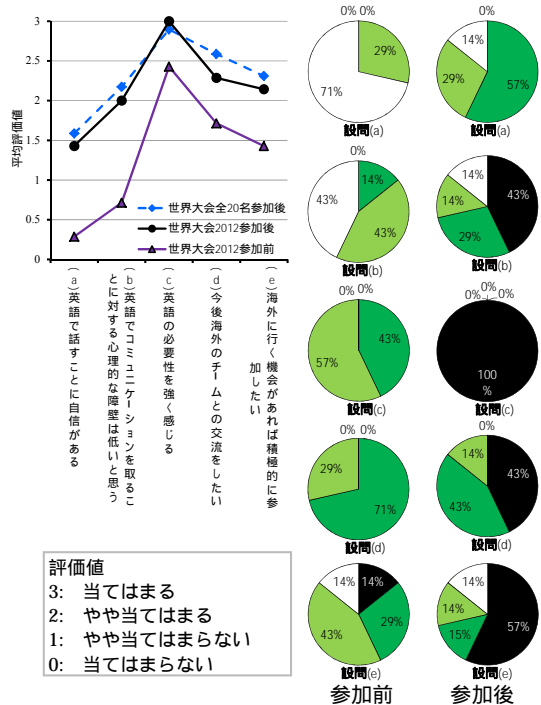


図 4 世界大会 2012 参加前後での英語コミュニケーションに関する意識変化 (平均評価値と割合)

#### 4.2 出前授業および地域貢献事業を利用したプレゼンテーション・コミュニケーション力の育成 (1)学外におけるロボットの実演と解説

2008 年以降、学生にプレゼンテーションさせる目的で、ロボットに関する出前授業やアピール活動を積極的に行った。プレゼンテーションの質を高めるには内容の理解とともに多くの人の前で繰り返し発表を行うことが大切と考えたからである。図 5 に主な出前授業・地域貢献事業での実演の様子を示す。観客はそれらイベントへの来場者であり、近隣の学校や公民館等で開かれる場合、その多くは中学生以下の子供たちとその保護者である。来場者にできるだけ平易な言葉でわかりやすいプレゼンテーションをしなければ相手には理解してもらえない。一方、企業人を対象としたビジネスフェアや学会主催のロボット実演などでは専門的知識を有する聴講者も少なくなく、正確かつ理論的説明が求められる。中には逆にアドバイスや、より優れたパフォーマンスを得る上でのヒントなどを与えられる場合もある。いろいろな客層に合わせ臨機応変に対応できるようになるには多くの経験を積むことが重要であり、このことがプレゼンテーション力の養成に極めて有効に働くと考えられる。

#### (2)モーションプロジェクションシステムの開発

何度かの出前授業を経験した後、単純なデモンストレーションや解説のみでは来場者の気を引きつける力が足りないと感じた。そこで研究計画に記した、ボールの位置やこれからロボットがどのような動作を行うのかななどを競技フィールド上にプロジェクタで示すシステムを構築し、興味を惹くことを試みた。実行結果を図 6 に示

す。一般来場者の反応は概ね好評であり、自律動作の理解を助けるのに大いに役立った。



図 5 各種イベントでの実演の様子



図 6 行動プロジェクションシステム実行結果例

#### (3)出前授業経験後のプレゼンテーションとリーダーシップに関する意識調査

イベントに積極的に参加したことで、プレゼンテーションに関する学生の意識にどのような変化や効果がもたらされたのか、また校内での他の行事に参加したときリーダーシップについてどのように意識したのかを、在学するロボカップ世界大会経験学生 9 名に対して、アンケート調査により確認した。その結果を図 7, 8 に示す。図 7 は各種イベントに参加する前と後での意識変化を、折れ線グラフの横軸に記した 5 つの設問項目で調査した結果 (回答者の平均評価値とその割合) を示している。参加前は人前でプレゼンテーションしたり、積極的にコミュニケーションを取ったりすることに抵抗を感じ、苦手意識を持つ学生の方が多くことが読み取れる。一方、参加後は全ての項目において値の上昇が見られ、聴講者と積極的なコミュニケーションを取ろうとする意識や自信が芽生え、より分かりやすいプレゼンテーションが必要であることを強く意識するようになったことが窺える。

広辞苑によれば、リーダーシップとは「指導者としての地位または任務や指導権、指導者としての資質・能力・力量・統率力」とある。すなわち、

「指導者、統率者」としての資質のことをいう。しかし、本稿では厳密な「指導者資質」というより、チームの中で適宜本質的な指針や問題点を発言する能力と定義する。

ロボカップ参加時の学生のリーダーシップには差がある。しかし、それはこれまでの指導経験から、与えられた環境や状況に大きく依存し、伸ばすことは十分可能と考える。特に、周囲の学生よりも経験的な技術を身につけ、協調作業の重要性を理解していると思われる。高専ロボコンやロボカップに参加した各学生に対して、「作業・役割の内容を論理的に説明できる」能力を養成できれば、学内でリーダーシップを発揮する機会が多いと考えられる。それは社会での活躍につながるものと期待される。

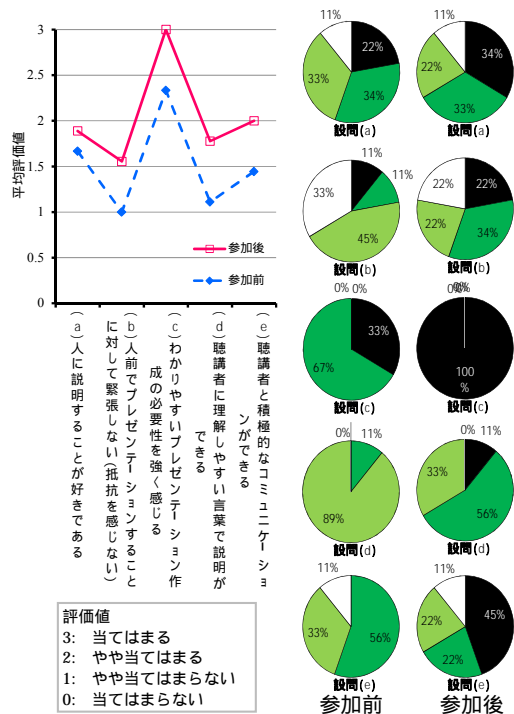


図 7 出前授業と地域貢献事業における参加前後での意識調査結果

図 8 はロボカップ出場者が、校内文化祭における学科展など別の組織に参加した場合に、リーダーシップを発揮できたかどうかの質問の回答をまとめたものである。回答者のほとんどはロボカップに初参加した年に、複数の出し物をチームごとに作り上げる学科展を経験する。図 8 に示される回答結果から、出し物の担当リーダーを経験した多くの者は、「(a)組織全体を見通し、問題点を把握しようとする」姿勢を強く見せるのに対し、未経験者ではその考えがやや乏しい傾向にある。ただし、担当リーダーの経験がなくても評価値の高い学生や、逆に経験があっても低評価の学生もおり、学生個々の求める意識レベルの差により絶対的な評価は難しい。しかし、図 8 中で他のメンバとの「(b)意見交換」や、「(c)コミュニケーション」の評価を低く回答した一部の学生でさえも、ロボカップチーム内では具体的に筋道の通った、本質に迫る建設的な発言をしており、教師側から客観的に見れば、組織全体を見通す優れた力は有していると考えている。一

方、学生には厳しい質問と思われたが、「(d)組織としてプロジェクトを遂行する上で人間関係よりも任務を果たすことの方が重要であると考えるか」との間には、回答した半数以上の学生が肯定意見であったことは予想外であった。彼らはすでに明確な目標をもつプロジェクトの一員としてその立場を十分に理解し、与えられた仕事を着実にこなすという自覚があり、責任感を持っているためであろう。過去に報告したように(工学教育 Vol.53, No.5, (2005) pp.71-76)、高専ロボコンのみを経験した学生ではそのような意識は低い。加えて、定期的に行うチームミーティングにおいて先輩・後輩、教員を意識せず、遠慮なく意見を出し合える環境もリーダーシップを育む上で有効に作用していると考えられる。

最後に、専攻科に入ってからロボカップ世界大会に 2 年連続出場した現 2 年生 2 名の英語運用能力を TOEIC スコアとして確認した結果を図 9 に示す。両学生は「日本国内では TOEIC の点数が増えても特に実感は湧きませんが、世界大会に出場して現地で実際に試したとき英語が聞けるようになったことを自覚します」と答えている。また、戦略開発を担当する E 君は「他チームの英語論文等を、時間をかけて読んだことが点数の増加として表れたと思う」と語っている。

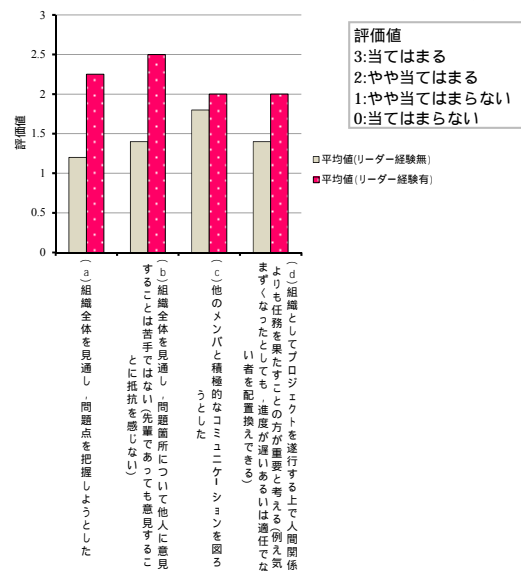


図 8 ロボカップ出場者が別の組織に参加した場合の意識調査結果

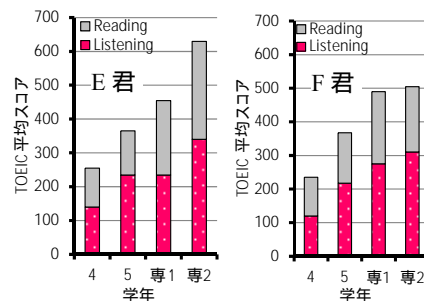


図 9 ロボカップ出場者の TOEIC スコア経年結果例

#### 4.3 まとめ

ロボカップ世界大会と出前授業を利用したコミュニケーションおよびリーダーシップ育成教育の

効果を学生の意識調査により検証した。その結果、それらに参加した学生のコミュニケーションやプレゼンテーションに対する意識の明らかな向上を確認した。特に世界大会では英語でプレゼンテーションとコミュニケーションが行われるため、現地での必要に迫られた英会話環境が、学生の英語に対する心理的な障壁感(苦手意識)を低減させることに効果をもたらすと考えられる。参加学生のほとんどは、同年代でかつ同じ研究課題に取り組む海外チームのメンバと「交流したい」という強い思いが芽生えることから、英語の勉強に一層真剣に取り組む動機になり得る。また、本校では積極的に導入している「英語多読」が英語運用能力を高める上で効果を上げているが、その能力を実際に試す貴重な機会でもあり、継続的な参加は価値がある。一方、リーダーシップについてはロボカップを経験するだけでは十分でなく、絶対的な評価は難しいことが示された。ただし、チームミーティングでの各人担当分野の現状や今後の方針の論理的説明、あるいは司会学生の輪番制導入等により学生のリーダーシップの醸成は可能と考える。今後は、多くのディスカッションを通じた、実践的技術に裏打ちされた、組織全体を見通す能力の開発が課題である。また、この取り組みは世界大会出場者という一部の学生のみが対象であり、より多くのロボカップ参加学生に英会話に触れる環境と機会の提供が望まれる。例えば、日本の大会に参加する海外チームに依頼して国内会場で、英語コミュニケーションを行う場を設けられたらと考えている。本校学生に限らず大会に参加する日本人学生にも広く英語コミュニケーションの機会を提供し、普及につなげたい。

## 5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計7件)

- (1)豊田高専におけるロボカップ世界大会および出前授業を利用したコミュニケーション教育, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 工学教育 vol.62 no.1 (2014.1) pp.66-71. 査読有
- (2)豊田高専におけるロボットコンテストを利用した創造性教育, 渡辺正人, 杉浦藤虎, 日本高専学会誌 18 (2013.4) pp.49-55. 査読有
- (3)Optimize Motion Control System with Switching Control of Omni-directional Robot for RoboCup, T.Asakura and T.Sugiura, Proc. 3rd Inter. Symp. Tech. Sustain. (2013.11) pp.251-252. 査読有
- (4)出前授業とロボカップを利用したリーダーシップ育成教育, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 豊田工業高等専門学校研究紀要 Vol. 45 (2013.2) pp.25-30. 査読無
- (5)Developments of backspin chip-kick device and cooperative system of soccer robot in RoboCup small size league, S.Mizutani, Y.Iwauchi and T.Sugiura, Proc. 2nd Inter. Symp. Tech. Sustain. (2012.11) pp.269-272. 査読有
- (6)ロボカップ2012メキシコ世界大会レポート 林原靖男, 大橋健, 杉浦藤虎, 武村泰徳, 秋山英久, 大金一三, 伊藤暢浩, 植村渉, 野村泰朗, ロボコンマガジン No.83 2012 9 オーム社(2012.9.1) pp.32-38. 査読無
- (7)自律移動型ロボットの自己位置推定に関する研究, 杉浦藤虎, 佐藤竜平, 関雅人, 室谷英彰, 安藤浩哉, 塚本武彦, 豊田工業高等専門学校研究紀要 Vol. 44 (2012.3) pp.23-32. 査読無

(学会発表)(計15件)

- (1)MEMS 慣性計測ユニットを用いた全方位移動ロボットのすべり推定, 山森聡, 伊藤和晃, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 平成25年度電気学会関西支部高専卒

- 業研究発表会講演論文集 pp.25-26 (2014.3)
- (2)豊田高専のロボカップへの挑戦, 杉浦藤虎, 平成25年度東海工学教育協会地区大会パネルディスカッション (2013.11.27)
- (3)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, インターナショナルロボットハイスクール IRH2013 (2013.11.8)
- (4)ロボカップサッカー小型リーグにおける試合分析, 後藤竜, 朝倉高也, 杉浦藤虎, 平成二十五年度電気関係学会東海支部連合大会, O4-6 (2013.9.24)
- (5)自律移動ロボットの自己位置推定に関する研究, 鈴木悠暉, 杉浦藤虎, 平成二十五年度電気関係学会東海支部連合大会 J3-1 (2013.9.24)
- (6)切り替え制御を用いたロボットの最適運動制御システムの構築, 朝倉高也, 後藤竜, 杉浦藤虎, 平成二十五年度電気関係学会東海支部連合大会 12-6 (2013.9.24)
- (7)小型全方向移動ロボットに用いるブラシレス DC モータのサーボドライバ開発\* 犬飼健二, 伊藤和晃, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 平成25年電気学会全国大会講演論文集 4-169 pp.291-292 (2013.3.22)
- (8)ロボットの運動を考慮した経路生成プログラムの開発, 地代康政, 渡辺正人, 杉浦藤虎, 平成24年度高専卒業研究発表会講演論文集 pp.27-28 (2013.3.2)
- (9)ロボカップ世界大会を利用したコミュニケーション力育成教育, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 平成24年度東海工学教育協会高専部会シンポジウム~国際化教育の現状と課題~ (2012.12.14) pp.1-2
- (10)RoboCup 小型リーグ用位置・速度予測システムの構築, 岩打康幸, 水谷将馬, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 平成二十四年度電気関係学会東海支部連合大会 K1-1 (2012.9.24)
- (11)RoboCup 小型リーグにおける経路計画に関する研究, 水谷将馬, 岩打康幸, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 平成二十四年度電気関係学会東海支部連合大会 K1-8 (2012.9.24)
- (12)小型ロボット用ブラシレス DC モータのサーボドライバ開発, 犬飼健二, 伊藤和晃, 杉浦藤虎, 渡辺正人, 平成二十四年度電気関係学会東海支部連合大会 Po1-15 (2012.9.24)
- (13)KIKS 2012 Extended Team Description, Y.Iwauchi, S.Mizutani, K.Inukai, R.Goto, T.Asakura, K.Inuzuka, Y.Chidai, M.Mizuno, S.Yamamori, K.Tanaka, N.Fujii, M.Watanabe and T.Sugiura (2012.6.23) RoboCup 2012 Mexico City (Mexico)
- (14)ロボカップ世界大会を利用した技術者教育, 杉浦藤虎, 電子情報通信学会技術者教育と優良実践研究会 14-3 (2011.8.5)
- (15)KIKS 2011 Extended Team Description, Y.Iwauchi, S.Mizutani, K.Inukai, K.Inuzuka, Y.Chidai, K.Inagaki, H.Kanei, R.Goto, T.Asakura, H.Hattori, M.Watanabe and T.Sugiura (2011.7.8) RoboCup 2011 Istanbul (Turkey)

(図書)(計0件)

(産業財産権)

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

(その他)

ホームページ等

<http://www.ee.toyota-ct.ac.jp/~sugi/RoboCup.html>

## 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・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