

# ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察（第2報）

－ロボットコンテスト全国大会および国際大会への取組について－

葉山泰三

（奈良教育大学 附属中学校）

谷口義昭

（奈良教育大学 技術教育講座（技術科教育））

西野紘道

（立命館大学）

佐竹靖

（奈良教育大学 附属中学校）

## Consideration about Training of the Creativity by Robot Education II

－ The Result gained from Participation of an International Robot Convention  
and a Japan Robot Convention －

Taizo HAYAMA

（Nara University of Education Junior High School）

Yoshiaki TANIGUCHI

（Nara University of Education）

Hiromichi NISHINO

（Ritsumeikan University）

Yasushi SATAKE

（Nara University of Education Junior High School）

**要旨：**教育現場において、これからの21世紀の社会を支える、幅広い知識や柔軟な思考力、豊かな創造力や優れた人間性を兼ね備えた人材の育成が求められている。奈良教育大学附属中学校の科学部では、ロボット教育を中心とした部活動を行っている。世界規模で行われているロボットコンテストであるWRO (World Robot Olympiad) にも毎年参加し、2013年度は全国大会のレギュラーカテゴリー・ベーシック競技部門（ロボットで定められた課題を攻略する競技）において優勝、オープンカテゴリー部門（ロボットでプレゼンテーションを行う競技）においては日本代表チームに選抜され、インドネシアで行われた国際大会に出場した。

本ロボット教育の活動ベースは、科学部で活動した大学生（本校科学部OB）と連携したロボットセミナー、および部員間の教え・学びあう相互学習を基本としている。この学習過程で課題解決能力や思考力、判断力、表現力、創造力を育むことができる。本研究では、大学生と連携したロボットセミナーの学習効果と、オープンカテゴリー部門で国際大会出場の権利を獲得する過程および大会で得られた子どもの成長に主眼を置いて考察した。

**キーワード：** ロボット教育 Robotics Education ロボットセミナー Robotics seminar  
プレゼンテーション Presentation

### 1. はじめに

OECDが行ったPISA（学習到達度調査）において、子どもたちの学力形成が問題視され、第1位を獲得したフィンランドの教育が注目された。フィンランドでは読・書・算の基礎学力だけでなく、手工（スロイド）教育、レゴ（LEGO）を用いたものづくり等の技術教育的内容

も充実していることが特徴的である。

またフィンランドのみならず、韓国、中国、インドをはじめとするアジア諸国においても、国際競争力を高めるため、国をあげて若い世代の科学技術教育の強化に取り組み、優秀な人材を輩出している事実が近年明確になっている。社会構造のグローバル化により、アイデアなどの知識そのものや人材をめぐる国際競争が加速する

とともに、異なる文化を理解し、国際間で互いに協力し合う人材の育成も叫ばれている。

更に近年の国内外の学力調査の結果から、我が国の子どもたちの思考力、判断力、表現力に対する課題が指摘されている。

これら子どもを取り巻く現状や課題等を踏まえ、奈良教育大学附属中学校の科学部では、21世紀の社会で活躍できる人材の育成を目指して、MIT（マサチューセッツ工科大学）で開発されたレゴ教材であるマインドストームを活用したロボット教育を行っている。また技術・家庭の教科でも、同様にロボット教育を展開している<sup>1)</sup>。

本研究は、ロボットセミナーの学習効果および大会出場を通しての生徒の成長の検証、また世界規模のロボットコンテストであるWorld Robot Olympiad（以下WROと略す）国際大会に出場する取り組みの中での生徒の成長を検証するものである。

## 2. ロボットセミナー活動

### 2.1. ロボットセミナーの開催

本年度入学した1年生は、ロボット活動に強く興味を持っており、4月から大変意欲的に活動に取り組み始めたが、大半が初心者であったため、ロボットに関する基礎技術が全く無く、WROへの参加が困難な状況であった。

そのため、WRO予選大会に出場予定の中学1年生を対象として、2013年6月2、9、16日の3日間、大学生（本校科学部OB）の指導の下、ロボットセミナーを開催した。

大会のレギュラーカテゴリーは2つの部門に分かれている。一つはコンテスト経験者が中心のエキスパート競技部門、もう一つは初めての参加者のためのベーシック競技部門である。今回のセミナーの受講者は1年生であったため、セミナーの内容は、ベーシック競技に直接役立つ基本的な内容で構成した。

またセミナーでは、チームで協働してプログラム作成やロボット組み立てを行い、共に教え・学び合うことに主眼をおいて指導を行った。セミナーの様子を図1に示す。



図1 ロボットセミナーの様子

使用したロボットキットは、LEGO社のMINDSTORM NXTである。このキットは、ロボットの改良やプログラミングを簡単に学ぶことができ、世界中の多くの教育機

関でも活用されている。

今回は2～3名を1チームとし、4チーム編成でセミナーを実施した。

### 2.2. ロボットセミナーの内容

WROレギュラーカテゴリー・ベーシック競技部門では、次に示す技術内容が求められた。

- ①カーブにも対応したライトレース(線に沿ってロボットが進んでいくこと)
- ②ラインのない場所での自律制御
- ③コース上の物体の移動

これらの技術を習得するため、第1回目のセミナーにおいては、まず、図2に示す基本課題を与えた。この課題を用いて、なめらかにカーブしながら目標地点に移動する技術や、光センサとタッチセンサの基礎技術についても学習させた。

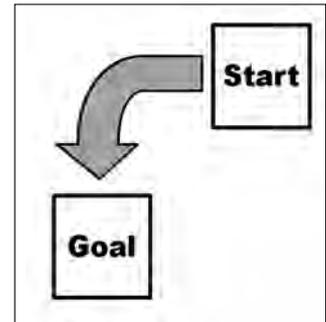


図2 最初の基本課題

その上で、図3に示すようなコースを用いて、ライトレースの学習を行った。生徒たちは、基本的な学習を経た上でライトレースの学習に入ったので、非常にスムーズに課題の攻略に成功していた。

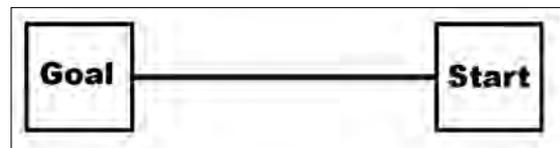


図3 第1回目セミナーの課題

第2回目のセミナーにおいては、図4に示す課題を与えた。この課題は、ロボットが走行するライン上に、もう1本の別のラインが垂直にクロスしている難易度の高いものである。更に、コース上の物体を指定の場所に移動させたり、除去する制御について挑戦させた。2回目のセミナーにおいてはコンテスト形式も取り入れ、生徒の学習意欲をより高める工夫も加えた。

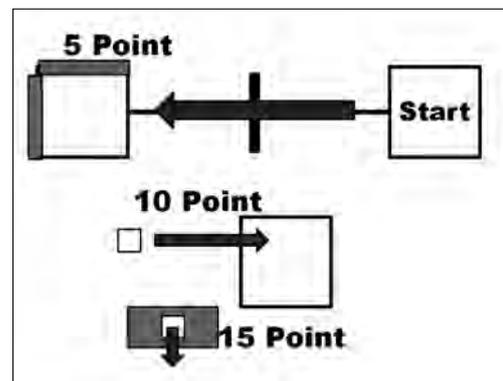


図4 第2回目セミナーの課題

第3回目のセミナーにおいては、図5に示す課題を与えた。この課題においては、光センサの制御に加えて、ロボットの走行時間を制御する高度なプログラミング技術も必要であった。

初心者には大変難しいと思われる課題ではあったが、生徒たちは協力しながら意欲的に問題解決し、試行錯誤しながらも課題を確実に解決していった。更に3回目のセミナーのコンテストにおいては、難易度や得点が違う4種類の課題を提示し、各チーム毎に立てた戦略に沿って課題を選択させ、それに応じたプログラミングをさせた。この取り組みは、大会本番に発表される特別課題にも柔軟に対処できる能力の育成を意識したものである。

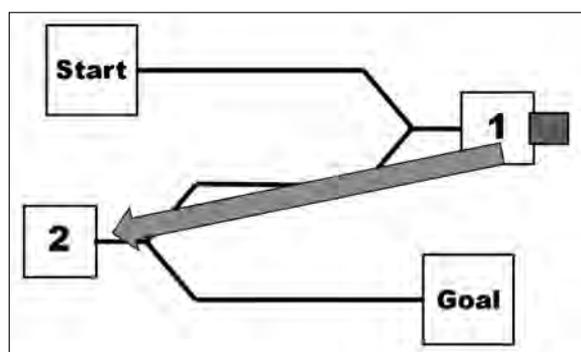


図5 第3回目セミナーの課題

### 2.3. ロボットセミナーの成果

セミナーの終了時に生徒にアンケートを行った。その結果を以下に示す。

#### ①セミナーの内容の理解度

問1「セミナーの内容は理解できましたか」についての結果を図6に示す。

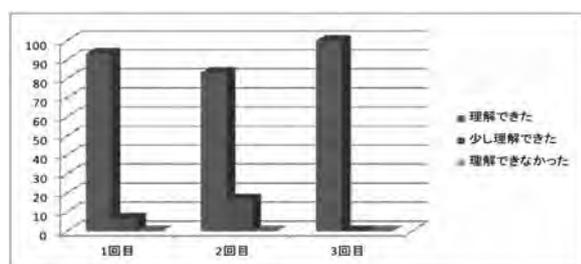


図6 セミナーの内容理解度

この結果から、3回の各セミナーにおける理解度は大変高いことが確認できた。このセミナーにおいては、プログラミングの初歩から丁寧に学習させ、確実にステップアップする内容で構成したため、途中でつまづく生徒も無く、その教育プログラムの学習効果の有効性が立証できた。

#### ②セミナーの内容の満足度

問2「セミナーの内容はためになりましたか」についての結果を図7に示す。

セミナーを受講した生徒たちは、学習内容が十分に理解できていた上に、自分たちが確実にスキルアップしていることをロボットの動きからも実感できたようである。

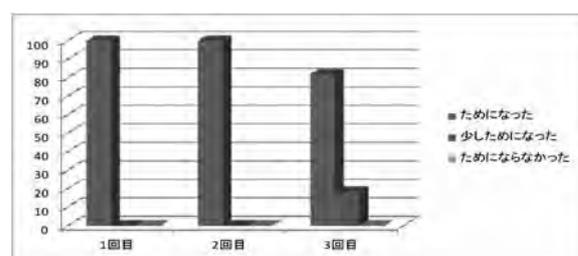


図7 セミナーの内容の満足度

コンテスト形式も取り入れるなど、WRO本番に向けて、実践的な学習内容であったため、大変高い満足度を得られたことが確認できた。

#### ③次回セミナーへの参加

問4「今後もこのようなセミナーがあれば参加したいですか」の結果を図8に示す。

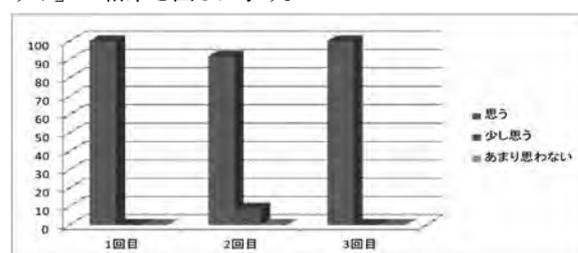


図8 次回セミナーがあれば参加したいか

一回毎に確実にスキルアップできる学習内容であったため、生徒たちの達成感や充実感は大きかったようである。そのため生徒たちは、毎回次のセミナーを心待ちにしており、学ぶ意欲を大いに高める効果があることを確認できた。

### 2.4. ロボットセミナーの成果をWROに活用

セミナーによって得られた知識や技能をWRO関西大会に向けて部活動で向上させた。具体的には、日々の練習の中でセミナーで学習したライトレース技術を基にしてプログラムを作成し、その改良を何度も繰り返し行った。セミナーを受講した後のプログラム作成能力は、受講前に比べて明らかに向上していることは、コンテストの得点および完走時間が日を追うごとに向上し、ロボットの動きもより精度を増したことから確認できた。

また、新たに4チームを編成し、お互いに切磋琢磨する環境をつくった。日々、チーム同士で競わせることにより、ロボット開発の技術力が大幅に向上していく効果が確認できた。

7月末に行われたWRO関西大会においては、セミナーの取り組みが実を結び、優勝と準優勝、4位、5位と4チーム全てが上位を占め、結果として本校の1チームが関西代表として全国大会に出場する権利を獲得した。

全国大会の出場が決定した後約1カ月間、ベーシック競技に参加する生徒は、一丸となって協力し合い、セミナーの講師を務めてくれた大学生の指導も仰ぎつつ、更に性能の高いロボットの開発に取り組んだ。

東京で行われた全国大会の前日においては、宿舎で深夜遅くまでロボット調整を行い、大会に臨んだ。大会の様子を図9に示す。

結果として全国大会で優勝することができた。生徒たちは、この経験から夢は努力によって叶うという、大き

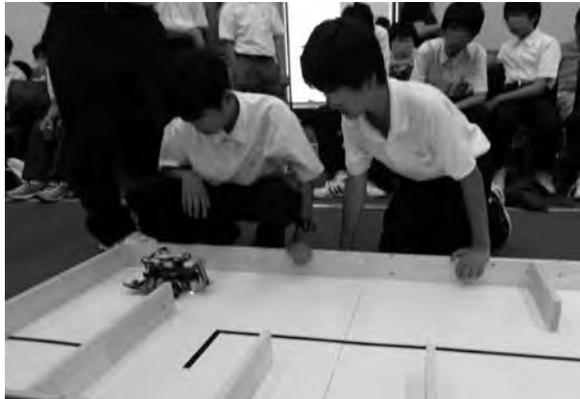


図9 WROベーシック競技の様子

な達成感を体感することができようである。また、論理的な思考力、判断力、創造力、コミュニケーション能力等も、このWROの取り組みを通して大きく向上した。この成果を、更に次の活動に繋げて行くことが大切であると考える。

## 2. 5. 生徒の感想

セミナーを受けた生徒の感想の一部を以下に示す。

WRO全国大会を経験した生徒の感想の一部を以下に示す。

分からないところを説明してもらえて、分かりやすかったのだからなるものばかりでした。プログラムを実際に作るのは1人だけど、全員で話し合っってプログラムを作っていました。このことはこれから生きていく中でも大切ということがこのセミナーでわかりました。人と人で話し合い正しい意見に導いていく、そんなことが当たり前のようにできるような人になりたいです。

僕は、優勝という発表を聞いたとき「ヤッター！」ではなくて、チーム全体・支えてくれた人への「ありがとう！」という言葉が出てきました。

僕は、大会は決して優勝してなんぼではないと感じました。優勝しなくても、学ぶことはたくさんあり、そして、それは、自分のかけがえのない大きな財産になると強く実感しました。

この学んだことを、来年の1年生にもぜひ教えてあげたいと思います。

## 3. ロボットコンテスト国際大会への出場を通して

### 3. 1. プレゼンテーション競技（オープンカテゴリー部門）について

WROのオープンカテゴリー部門については前報<sup>2)</sup>で詳述したので省略するが、2013年度の日本大会で優秀賞を受賞し、国際大会に出場した。本報では国際大会に出場するまでの取組と大会の様子、および生徒の活動について述べる。

オープンカテゴリー部門では、提示されるテーマに対して如何にロボットで表現するか、プレゼンテーション力を競うものである。今年度のテーマは「世界遺産」であり、本校にとっては馴染み深いテーマとなっていた。生徒たちは学校行事で地元奈良や近隣の京都へは校外学習をしており、世界遺産について詳しく学習している。その経験を生かし、さらに内容を充実するために4月から全国大会に向けて情報の収集を開始した。世界遺産に登録されている寺院や国立博物館などに直接足を運び、もう一度世界遺産について学習し直した。そして、奈良の世界遺産の魅力を、どのようなロボットを製作してプレゼンテーションしていくかを何度も話し合い、設計した。その結果、法隆寺の五重塔、東大寺の大仏および大仏殿、さらに奈良を発祥とする無形文化遺産の能楽をプレゼンテーションすることに決定した。

### 3. 2. 国際大会出場への権利獲得と国際大会に向けた活動

全国大会において、前述の3つの項目をプレゼンテーションした結果優秀賞を獲得し、国際大会への出場への権利を得ることができた。

大会翌日から国際大会へ向けて取り組みを開始することになった。国際大会においては、プレゼンテーションは質疑応答も含めて、すべて英語で行わなければならない、発表ブースに掲示するポスターや審査用レポート、また審査用ビデオまで英語ですべてを制作し直すことが必要であった。出場する中学1、2年生の生徒たちにとっては、これは大変な負担であったが、ロボットの改良や資料制作、英語学習等日々粘り強く取り組んだ。

英語学習については、奈良教育大学の英語教育専修の大学生がサポートに来てくれ、英語スピーチや資料作りの指導もしてくれた。この取り組みは、将来教員を目指す大学生にとって有意義な勉強になり、中学生、大学生の双方の成長に繋がったといえる。

### 3. 3. 国際大会での様子

今年度の国際大会は、インドネシアのジャカルタで、11月15～17日の期間で行われた。参加国は世界30カ国以上にも及び、大会会場は国際色豊かであった。

大会当日、本校の生徒たちは練習成果を発揮して英語で堂々とプレゼンテーションをした。その後、審査員

から英語で質疑応答を受けても、しっかりと答えていた。

オープンカテゴリーの発表用ブースは、小学校、中学校、高等学校の分を合わせると、100以上もあり、それらをお互いに見学しあう中で、様々な国の子どもたちと交流を図ることができた。本校の生徒たちは、驚くほど英語を巧みに話し、またドイツをはじめ多くの国の子どもたちとも仲良くなり、大変微笑ましい国際交流を行っていた。子どもたちの順応能力の高さ、心の柔軟さに改めて感心させられた場面であった。

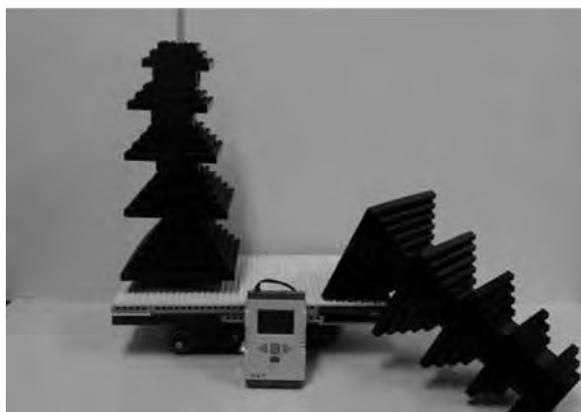
次に大会当日プレゼンテーションをした内容を以下に示す。

### 1) 法隆寺五重塔

奈良で最も早く世界遺産に指定された世界最古の木造建築物である法隆寺に建立されている五重塔をロボットで表現した。

はじめに1300年もの長い年月、震度5以上の大地震を何度も経験したが、倒壊せずに現存している建築構造の秘密について現地へ行って調べた。その機構を再現するロボットの製作に取り組んだ。

五重塔の耐震には、塔の中心を貫通する心柱の存在と5層に重なる屋根がそれぞれ独立した構造になっていることを突き詰め、これらの機構をロボットを使って表現した。対照物として、心柱を欠き、屋根の各層が連結した五重塔も併せて製作した。また、地震の揺れを再現するための加震台を製作し、制御するプログラムを作成した。五重塔と加震装置を図10に示す。2つの塔を並べて実験した結果、地震対策している五重塔は転倒せず、対策の無い塔は転倒することを例示することができた。



左：耐震対策有り 右：耐震対策無し  
図10 法隆寺五重塔・耐震構造実験装置

### 2) 東大寺大仏および大仏殿

世界最大の木造建築物である大仏殿と大仏をロボットで表現することを試みた。レゴブロックを用いて両者を製作したが、巨大で大重量であったため、国内の全国大会でのプレゼンテーションに止まった。日本代表となり、国際大会でもレゴブロックで大仏と大仏殿を表現したかったが、輸送の関係で断念せざるを得なかった。急遽設計を変更して、東大寺の代表的な行事である万灯

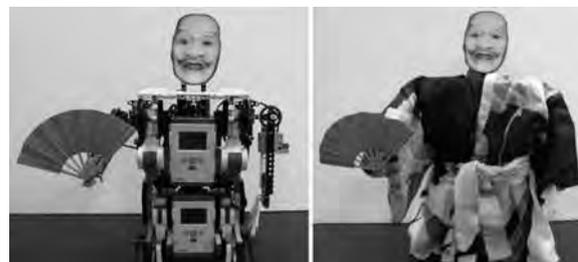
供養会に注目し、この様子をロボットで表現した。海外での大会に対応するために、飛行機の機内荷物として持ち込めるサイズにしなければならなかった。スーツケースの中にロボットを納めることを目標にプレゼンテーションを工夫した。具体的には、スーツケースの中にLEDの光を利用した万燈籠、大仏の背後から後光として照明するLED装置、大仏殿の前に動く鹿を配置し、また歓迎のために右手が左右に動く大仏を製作し、それらを収納した。この行事では光の美しさを理解してもらいたかったため、スーツケースを暗幕で覆い、審査員は暗幕を被って作品を評価してもらうこととした。審査後に一般参加者に披露している様子を図11に示す。



図11 東大寺・万灯供養会再現装置

### 3) 無形文化遺産「能楽」

生徒たちは今回の学習を通して、奈良の世界遺産の魅力は、建築物だけでなく、その土地に息づく伝統的芸能や行事も含まれることに気づき、そのプレゼンテーションも行いたいと提案した。動きを表現するために、奈良が発祥である「能楽」に注目し、その動作を表現するロボットの製作に取り組んだ。簡単なからくり人形を表現し、コンピュータ制御で自律して動く機構とした。さらに、Bluetooth機能を用いてリモートコントロールするプログラムも併せて作成した。また、そのロボットの動きに加えて能楽の音をBGMで表現した。図12に製作したロボットを示す。能楽は日本では理解されるが、外国の審査員にはたして理解されたかどうか疑問が残った。世界の審査員も理解できる題材は何か、このことは今後の課題とする。



左：ロボットの内部 右：袴を着せる

図12 能楽表現用からくりロボット

### 3. 4. 国際大会後の生徒の感想

国際大会を経験した生徒の感想の一部を以下に示す。

オープンカテゴリーには柔軟が発想を生み出す想像力、新たなものをつくり出す創造力が必要だと感じました。世界大会に行き、僕は言葉の壁の厳しさ、国際交流の大切さ、そしてプレゼンテーションの大切さを学びました。

世界大会に行っても変わったことは、周りの見え方が変わったことです。例えば自分の仕事だけに集中していたのを、一年生の動きもみないといけないので視野が広がりました。そのおかげで、今まで見ることが出来なかった部分まで見えるようになりました。今後は、世界大会での経験をふまえて、次の大会や、後輩の指導の際にいかしていきたいです。

今回僕が学んだことは世界各国の人々と言語の壁を超えて、コミュニケーションを取り、友好関係を深められたことです。僕は積極的にドイツやアラブ首長国連邦や台湾や韓国やサウジアラビアやロシアや中国などのたくさんの国の人と話し、コミュニケーションをとる事が出来たことがとても嬉しかったです。

生徒の感想から、想像力、創造力、英語力、国際交流、プレゼンテーション力、もの見方の広がり、コミュニケーション力等それぞれの重要性を感じ取ってくれたことが指摘されている。帰国後に部活動の様子を見ていると、いずれも国際大会に出場したことで来年度に向けて計画を立てたり、不足している分野の力を育成したり、ロボットの製作、制御において思考範囲が広がったと確信している。

## 4. 終わりに

### 4. 1. ロボットセミナーの総括

今回のセミナーの有効性は、対象とした中学1年生がWROの関西、全国のいずれの大会でも好結果を得たことから立証されている。また、ロボットセミナーやロボットコンテストを通して、技術だけでなく、コミュニケーション能力や問題解決能力、論理的な思考力等の育成に大きな効果があることが確認できた。また、指導する大学生にとっても教え方を工夫するなどの教育的効果もある。今後もこのような取り組みを更に発展させていきたと考えている。

### 4. 2. 国際大会出場における総括

国際大会に出場したことで、生徒は驚くほど大きく成長できたことが帰国後の部活動の様子から確認できた。ロボット競技を通して、幅広い教養、豊かな創造力やコミュニケーション能力、また国際感覚も学ぶことができ

た。今後もこの活動を更に発展させ、世界のトップレベルのロボット開発能力と他国に負けないコミュニケーション能力の育成に向けて、より細やかな教育プログラムを開発し、実践していく予定である。

## 文献

- 1) 葉山泰三：ロボット制御学習を通じた論理的な対話の育成、奈良教育大学附属中学校研究紀要、第42集、pp.69-74 (2013)
- 2) 葉山泰三、谷口義昭：ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察-ロボットコンテスト国際大会の出場を通して-、教育実践開発研究センター研究紀要、第22号、pp.273-278 (2013)