

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：34522

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870967

研究課題名(和文) 英語教育のための適応型学習支援システムの開発と実践への導入

研究課題名(英文) Development and Application of a Computer Adaptive Language Learning System

研究代表者

住 政二郎 (SUMI, Seijiro)

流通科学大学・商学部・准教授

研究者番号：60441341

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、学生一人ひとりの英語力と学習行動特性を把握し、適切な問題項目を自動的に選択して提供する、英語教育のための適応型学習支援システムを開発し実践に応用することである。本研究の目的を達成するために、以下3つの研究を行った。(1) プレイスメント・テストの開発、(2) e-Learningシステムの構築、(3) 適応型学習支援システムの開発。本研究の結果、2年間の必修外国語を一貫して支援するシステムと、学生の基礎英語力を日常的に支援するシステムの開発に成功し、教育現場の改善に寄与することができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a computer-adaptive language learning system (CALLs). The features of the system are to automatically evaluate students' English ability and provide them with an appropriate level of English grammar and vocabulary multiple-choice test items. In addition, it displays hints according to students' responses and directs them to the correct answer and resources for further learning. To achieve this, three major projects were conducted; (a) the development of a placement test, (b) the development of an e-learning system, and (c) the development and application of a CALLs. Our findings confirmed that the developed systems not only resulted in a substantial solution to identified problems at the university, but also presented the possibility of making contributions to the Japanese universities that share similar problems.

研究分野：情報学フロンティア(学習支援システム)、言語学(外国語教育)

キーワード：適応型学習支援 外国語教育 大学英語教育 CALL

### 1. 研究開始当初の背景

大学英語教育を取り巻く環境は、急速に変化している。文部科学省は、2012年6月、2つの大きな柱と8つの基本項目からなる「大学改革実行プラン」を発表した。大学英語教育については、(1)入試における各種標準テストの活用、(2)卒業時の外国語力スタンダード (TOEFL iBT80点, TOEIC Test 換算550点) の設定、そして、(3)目標実現に向けた大学英語教育改革を定めた。

しかし、大学英語教育の現状は目標からは程遠い。2011年、大学生のTOEIC Testの平均スコアは445点であった。これは最低限の日常会話ができる程度の英語力である。大学生の英語力も多様化した。昨今の入試制度の柔軟化は、その要因の1つだ。英語を受験科目として選択せず入学する学生も多い。学力別クラス編成や少人数クラスの設置など、多様化する学生の英語力への対応に大学は苦心している。この状況は、各大学が少子化を背景に入試制度をさらに柔軟化させることによって、今後ますます深刻化するであろう。大学生の英語力の底上げを図り、英語力の多様化に対応することは、大学英語教育の極めて重要な課題といえる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、学生一人ひとりの英語力と学習行動特性を把握し、適切な問題項目を自動的に選択して提供する、英語教育のための適応型学習支援システムを開発し実践に適用することである。

大学には多様な英語力を持つ学生が在籍するようになった。各大学は、学力別や少人数クラスの設置などの対応を行っているが十分ではない。そこで本研究では、英語教育のための適応型学習支援システムを開発し実践への応用を目指す。本システムの成果は、学生一人ひとりの学習を支援するだけではなく、大学英語教育のカリキュラムや授業内容の改善など、多岐に渡って貢献する見込みが十分にあるといえる。

### 3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、以下3つの研究を行った。

- (1) プレイメント・テストの開発
- (2) e-Learningシステムの構築
- (3) 適応型学習支援システムの開発

上記(1)のプレイメント・テストの開発は、2004年から2012年までの入試過去問題を電子化し、約1,000問のアイテムバンクを構築することから始めた。さらに、構築されたアイテムバンクの語彙・文法セクションの問題から4択問題を正答率順に並べ替え、正答率10%刻みで100問を抜粋し、プレイメント・テストのベータ版とした。

2013年11月にはベータ版のプレイメント・テストを使って、全学の学生(N=1,489)

を対象にテストを行った。テスト結果の分析は、受験者の延べ人数(N=1,489名)から、複数科目を受講する学生と再履修の学生のスコアを除いて行った(n=945, M=41.19, SD=9.31, 図1)。

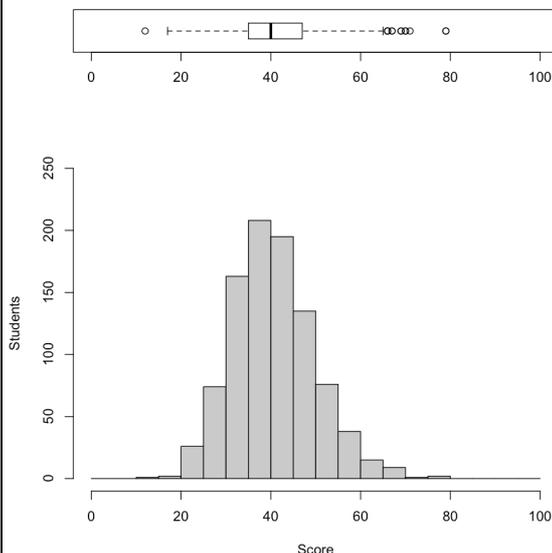


図1：ベータ版の結果

問題項目は、ラッシュモデルを使って分析した。分析の結果、受験者能力値の平均は-0.47、標準偏差は0.54、受験者能力値の信頼性は.78であった。項目難度の平均は0、標準偏差は1.32、項目難度推定値の信頼性は.97であった。図2は、能力値と項目難度を対応させたものである。図の左の記号(#)は学生の能力値の分布を示し、図の右の番号は問題番号を示している。図の上に行くほど能力値と項目難度が高くなり、下に行くほど能力値と項目難度が低くなる。図2より、能力値との対応において、項目難度の低い問題群と高い問題群とで、フィットがあまり良くないことが分かる。難易度の低い問題には再検討を加える必要があるものの、難易度の高い問題に関しては、2年間の必修英語の受講をとおして確実に身に付けて欲しい語彙と文法項目なので、純粋な意味でのミスフィットとは言い難い。全体として極端なミスフィットは確認されなかったことから、ベータ版の100問を採用し、プレイメント・テスト ver. 1.0とした。

次に、プレイメント・テストの結果から習熟度別に学生を上級・中級・基礎の3段階にクラス分けする手法の開発に着手した。クラス分けの手法には、ナイーブベイズ分類を利用した。ナイーブベイズ分類とは確率モデルに基づきデータを分類する手法である。身近なところでは迷惑メールの分類などに利用されている。ナイーブベイズ分類を利用することで、素点ではなく回答の正誤パターンからクラス分けレベル判定をすることができる。ナイーブベイズ分類を利用することの最大のメリットは、期待値や経験値を活かしながら事前確率をあらかじめ確率モデルの

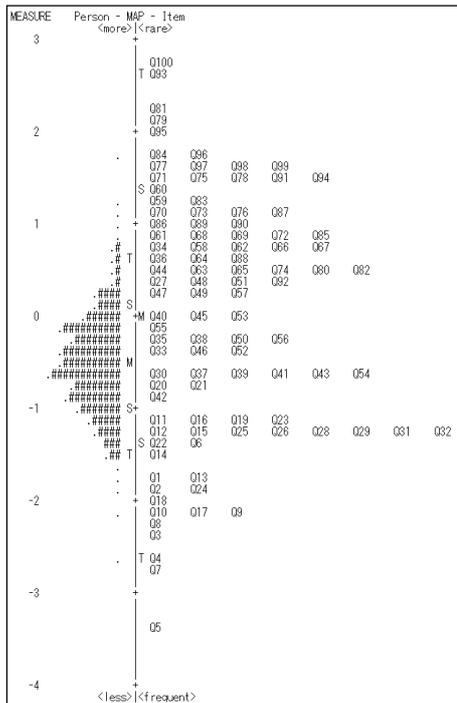


図 2：問題項目の分析結果

中に組み込むことができることである。また、この事前確率は、確率モデルを繰り返し利用することで、より現実のデータに適合したものに更新することができる。これは研究と実践を統合し、教育を連続的且つ継続的に改善していくために有用である。

2014年4月には、ナイーブベイズ分類のシステムを実装したシステムと開発したプレイスメント・テストを使って、入学者の内、英語専修の学生653名を対象に、クラス別レベル判定の実践を行った ( $M = 37.31$ ,  $SD = 11.45$ )。ラッシュモデルによる分析の結果、受験者能力値の平均は $-0.62$ 、標準偏差は $0.60$ 、受験者能力値の信頼性は $.84$ であった。項目難度の平均は $0$ 、標準偏差は $0.90$ 、項目難度推定値の信頼性は $.99$ であった。図3は、能力値と項目難度を対応させたものである。図3より、難易度の低い問題のフィットが改善されていることが分かる。

上記(2)のe-Learningシステムの構築は、電子化した入試過去問題を再利用して行った。作業は、電子化した入試過去問題約1,000問を正答率順に並べ替え、20問ずつを1セットに分割し、合計48セットの問題群を作成して行った。さらに、48セットの問題群を12セットずつに4分割し、セット1からセット12までを「基礎問題」(正答率99.1%-66.4%)、セット13からセット24までを「標準問題」(正答率66.4%-52.7%)、セット25からセット36までを「応用問題」(正答率52.6%-39.5%)、セット37からセット48までを「発展問題」(正答率39.5%-3.2%)とした。そして、1年生前期の英語Ⅰでは「基礎問題」に、1年生後期の英語Ⅱでは「標準問題」に、2年生前期の英語Ⅲでは「応用問題」に、そして、2

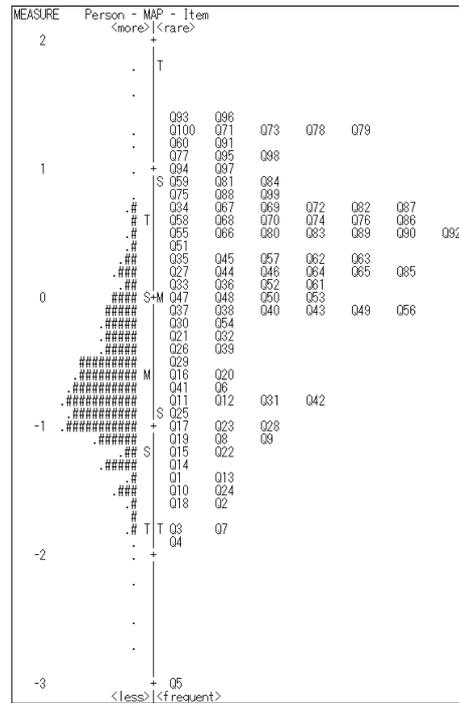


図 3：改善された問題項目の分析結果

年生後期の配当科目の英語Ⅳでは「発展問題」に必修英語科目の授業時間を使って取り組むことにした。授業内で問題に取り組む時間は20分から30分とし、翌週には前週分の問題の小テストを行う授業サイクルをガイドラインとして定めた。

問題項目は、すべて英語科が運用する学習管理システム(Moodle)に配置した。図4は、学習管理システム上に配置された基礎問題の様子である。

上記(3)の適応型学習支援システムの開発は、プレイスメント・テストを再利用することで行った。学生一人ひとりの英語力に合わせて適切な問題項目を自動的に選択する適応型学習支援システムを開発し、実践に適用するために、以下の作業を行った。

- ① 回答パターンの分析
- ② ヒントとアルゴリズムの開発
- ③ 適応型学習支援システムの開発と実践

上記①では、習熟度の高い学生2名を対象に定量的・定性的調査を行った。1名の学生Aは、TOEIC Testで825点を獲得し、1年間の留学経験がある。もう1名の学生Bは、TOEIC Testで645点を獲得し、6ヶ月の留学経験がある。2名の学生には、100問(4択)のプレイスメント・テストを発話しながら受験してもらった。これは、回答プロセスにおいて、どのようなことを考えながら回答しているのかを把握するためである。分析の結果、広義に2つの回答プロセスがあることが分かった。1つは、空欄からなる問題文全体を一読し、期待される文意を考えるプロセスである(Type 1)。もう1つは、選択肢から回

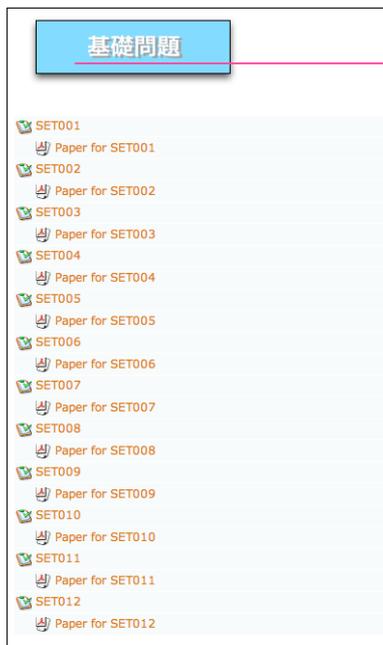


図4：e-Learning システムの教材一例

答を選び空欄補充を行い、文意を再度確認するプロセスである (Type 2)。

回答時間は設問毎に計測した。結果、2名の回答傾向には相関と相違があることが分かった。100問の4択問題を、問題の種類毎に8つのカテゴリに分類し、各カテゴリで要した時間を比較した結果、両者には強い相関が認められた ( $r = .96, p = .0027, 95\%CI = 0.928, 0.999$ )。また、学生Aが回答に要した各カテゴリの平均時間は8.99秒であるのに対して、学生Bは15.87秒と2倍近い時間を要していた。この結果から、いかに学生Aが、早く、そしてほぼ自動的に Type 1 と Type 2 のプロセスを処理していたのかを伺うことができる。

加えて、学生Bも、回答開始時には分からなかった設問も、適切なヒントを段階的に与えることによって、正答を選択できることが分かった。このことから、適応型学習支援システムに、設問を提示するだけでなく、回答に必要なヒントを段階的に提示し、学習者を正答に導く機能を実装することにした。

上記②では、習熟度の異なる14名の学生を対象に、同じく100問からなる4択のプレイスメント・テストを受験してもらい、その内25問に関して回答中の発話データを収集した。受験者の誤答パターンから文法と語彙の習熟度の低さから誤答となるケースが多くあることが分かった。特に、語彙の貢献度は大きく、設問および選択肢の語彙が理解できない場合、多くの場合で誤答となっていた。受験者の発話データを詳細に分析し、図5の3段階からなる設問とヒントの提示アルゴリズムを開発した。

第1段階では、ヒントなしの設問が提示される。受験者が設問に正答した場合、受験者の能力を推定し、能力に合った新しい適切な問題をシステムが提示する。受験者が設問に

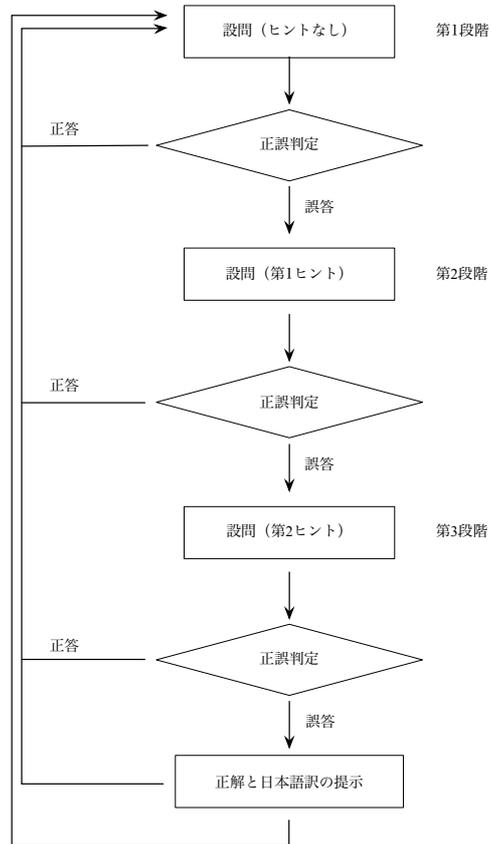


図5：設問とヒント提示のアルゴリズム

誤答した場合、第2段階に進み、第1ヒントが提示される。第1ヒントは、設問と選択肢の重要語彙の日本語の意味を含む。第1ヒントを参考に受験者が正答した場合、受験者の能力を推定し、能力に合った新しい適切な問題をシステムが提示する。受験者が設問に誤答した場合、第3段階に進み、第2ヒントが提示される。第2ヒントは、空欄部分の日本語訳と回答に必要な文法情報を含む。第2ヒントを参考に受験者が正答した場合、受験者の能力を推定し、能力に合った新しい適切な問題をシステムが提示する。受験者が設問に誤答した場合、最終段階に進み、正答と設問の日本語訳が提示される。図6は、第1段階から最終段階までのシステムの画面を示したものである。

受験者の能力を推定するためには、項目反応モデルの1つである多段階反応モデルを使った。これは項目反応モデルの中でも4択問題など多値データを取り扱うことができるモデルである。また、問題項目を選択するためにはフィッシャー情報量を利用した。

上記③では、開発した適合型学習支援システムを実践に活用した。実践には37名の学生が参加した。問題項目は、ヒント付きプレイスメント・テストを利用した。テストの終了条件は25問に設置した。これはシステムの目的が、学生の能力測定することではなく、学生に繰り返しの利用を促進し、日常的な英語学習に役立ててもらおうためである。また、必修外国語では、すべてのクラスで開発したe-Learningの共通教材を20分から30分間利



図6：システム・インターフェース

用することを義務づけており、25問の終了条件は、指定された時間内で終わることができる適切な設問数である。

図7は、学生全体の推定能力値の平均値である。終了条件である25問目の推定能力値の平均は、 $\theta=0.82$ であった。図7から、学生の能力が安定して推定され、また収束に向かっていることが分かる。

図8は、習熟度別に推定された学生の能力値の推移と利用されたヒントの段階を示している。終了条件である25問目に推定された学生の能力値は、上から $\theta=2.68$ 、 $\theta=1.43$ 、 $\theta=-0.96$ である。橙色は、第1段階（ヒントなし）での正答を示している。黄色は、第2段階（第1ヒントあり）での正答を示している。ブルーは、第3段階（第2ヒントあり）での正答を示している。白色は、ヒントを利用しても正答することができなかった最終段階（正答提示）を示している。図8から、学生の能力に応じて適切な設問とヒントが提示されていることが分かる。また、ヒントが回答に利用され、受験者を正答に導いていることも分かる。

#### 4. 研究成果

(1)のプレイスメント・テストの開発によって、学生の英語力に見合ったテストを開発することができた。また、学生の英語力を

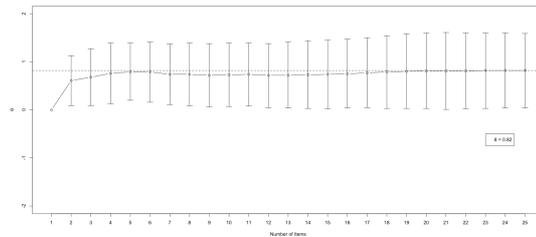


図7：平均推定能力値の推移

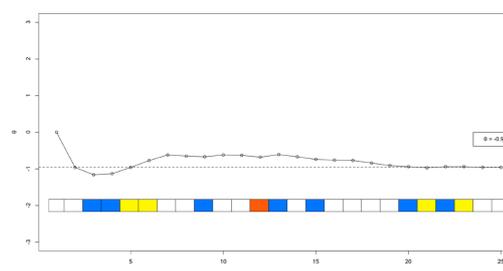
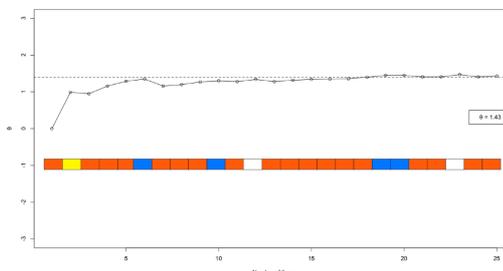
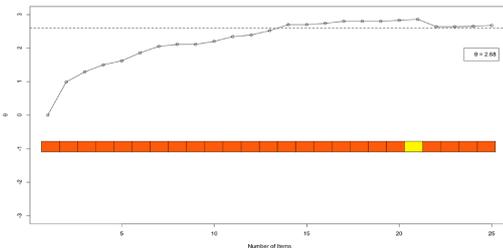


図8：習熟度別推定能力値の推移

独自に測定することができる学内基準を持つことによって、すべての実践の効果を同じ基準で検証できる波及効果をもたらした。また、プレイスメント・テストを開発し、クラス分けの方法を自動化することによって、大幅な人的コストおよび予算の削減を実現した。

(2)のe-Learningシステムの構築によって、2年間を一貫した英語教育フレームを全学規模で構築することができた。授業をとおして基礎英語力を養成し、定点的且つ経年的に基礎英語力を客観的な指標で測定できるようになった。これは、学生だけではなく、カリキュラムや授業設計を担う教員にとっても大きなメリットとなった。

(3)の適応型学習支援システムの開発によって、学生の英語力を学内の基準に則して客観的指標で教員が把握することができるようになった。また、学生にとっても大きなメリットがあった。上記(2)のe-Learningシ

システムを利用しては、全員に同一の設問と解説しか与えることができなかつた。しかし、適応型学習支援システムを利用することによって、自らの英語力にあった設問に回答できるようになった。結果、習熟度の高い学生は、より難しい問題を、習熟度の低い学生は、より優しい問題にヒントを参考にしながら深め取り組めるようになった。授業にもゆとりが生まれ、より細やかな指導をすることができるようになった。

一方で、2年間の取り組みで課題も明らかになった。今回の研究では、適合型学習支援システムの基本的な枠組みとシステムの開発を行った。まずは基礎的な枠組みを構築するために、設問は語彙・文法だけで構成されている。語彙・文法の設問だけでは、入学後の英語力向上に十分な波及効果を期待することは難しい。語彙・文法力を養成しながら、授業と連動し、総合的な英語力を高めていくための継続的な研究が必要とされている。未だ課題を多く残されているが、本研究が構築した適応型学習支援システムのフレームワークは、同様の課題を抱える他大学でも有効性を発揮できると考えている。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- ① Sumi, S., & Schalow, T. (2014). An Application of DBR to the Development of a Framework for English Language Education. *International Journal of Digital Information and Wireless Communications*, 4(3), 10-17. (査読有) DOI: <http://dx.doi.org/10.17781/P001278>
- ② 住 政二郎・トーマス・シャロー・中川 典子・藤岡 千伊奈・濱田 真由美・山本 勝巳 (2014). 流通科学大学における英語教育フレームワークの構築と実践『流通科学大学教学支援センター紀要』, 1, 49-60. (査読無)

[学会発表] (計6件)

- ① 住 政二郎, 宮澤 芳光, 植野 真臣 多段階反応理論を利用したeテストシステムの開発と実践への応用 外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロロジー研究部会 2014年度第3回研究会, 2014年12月20日, 沖縄県青年会館 (沖縄県・那覇市)
- ② Sumi, S., & Schalow, T. A Design-Based Research Approach for the Development of a Framework for English Language Education. *The Third International Conference on E-Learning and E-Technology in Education*, 2014年3月18日, Asia Pacific University, クアラルンプール (マレーシア)

- ③ Sumi, S. Development and Application of Naive Bayes Classifiers. Moodle Moot, 2014年2月20日, 沖縄国際大学 (沖縄県・宜野湾市)
- ④ 住 政二郎 ナイーブベイズ分類を利用したプレイスメント・テストと Moodle モジュールの開発『教育工学会 第29回全国大会 講演論文集』393-394., 2013年9月21日, 秋田大学 (秋田県・秋田市)
- ⑤ 住 政二郎・トーマス シャロー・中川 典子・濱田 真由美・藤岡 千伊奈・山本 勝巳 ICT を活用した英語教育フレームワークの構築 『私立大学情報教育協会平成25年度 教育改革 ICT 戦略大会 資料』208-209. 2013年9月5日, アルカディア市ヶ谷 (東京都・千代田区)
- ⑥ 住 政二郎・山本 勝巳・濱田 真由美 ナイーブベイズ分類のプレイスメント・テストへの応用『外国語教育メディア学会 (LET) 第53回 (2013年度) 全国研究大会 発表要項』82-83. 2013年8月8日, 文京学院大学 (東京都・文京区)

[図書] (計1件)

- ① 住 政二郎 (2014). 「ICT を活用した2年間を一貫した大学英語教育の取り組み」吉田 晴世・野澤 和典 (編著)『最新 ICT を活用した私の外国語授業』(総ページ227内担当 pp. 42-52.) 丸善プラネット.

[その他]

ホームページ等  
<http://lang-tech.net>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

住 政二郎 (SUMI, Seijiro)  
流通科学大学・商学部・准教授  
研究者番号: 60441341