

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：21201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700904

研究課題名(和文) 地域活性化に向けた地域固有の知識ベース構築に関する研究

研究課題名(英文) A Study on Construction of a Knowledge Base on Regions for Local Revitalization

研究代表者

高木 正則 (MASANORI, TAKAGI)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号：80460088

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ご当地検定に出題された問題やユーザから収集した知識を利用して地域固有の知識ベースを自動構築する手法を提案した。また、この知識ベースを活用して地域に関する問題を自動生成する機能を開発した。さらに、地域住民や観光客が問題の(1)解答、(2)投稿、(3)評価する活動を通して、互いにコミュニケーションを取りながら地域の歴史や文化を学ぶことができるユーザ参加型学習コミュニティシステムを開発した。

研究成果の概要(英文)：I proposed a method for automatic construction of a knowledge-base using questions posed in the past "Morioka Local Knowledge Certification Exam" and using knowledge collected from users. Moreover, I developed a system that automatically generates exam questions by using the knowledge-base. Furthermore, I developed a learning community system in the user participation type certification exam. The system enables local residents and tourists to answer the exam questions, to create questions, and to review them. In addition, the users can learn local history and local culture while communicating with among them.

研究分野：教育工学, eラーニング, 学習支援システム

キーワード：知識ベース 問題自動生成 誤答選択肢自動生成 作問支援 eテストング ご当地検定 学習支援システム 地域学習

1. 研究開始当初の背景

近年、地域活性化の一つの取組として、地域の観光資源や文化についての知識レベルを格付けするご当地検定が注目されている。しかし、年に1~3回実施されている検定試験に必要な問題数の確保が急務になっており、作問にかかる主催者側の負担が問題となっている。さらに、6割強の検定で受験者数が減少傾向にある。

一方で、本研究代表者は e-Learning コンテンツの不足改善と教員-学生間ならびに学生同士のインタラクティブ性の向上を目的として、学習者が問題を作成し、グループ内の学習者同士で作成した問題を相互に評価したあと、これらの問題を利用した確認テストを実施する e-Learning の新たな学習モデルを提案した。また、このモデルを実現する WBT システム (以下、CollabTest という) を開発し、平成 14 年度から大学、高校、小学校等で利用してきた。平成 19 年度には文科省現代的教育ニーズ取組支援プログラムに採択され、平成 23 年 8 月時点までに 174 科目で利用された。その結果、23,000 問を超える問題が作成され、CollabTest が自律的な学習を促し、学生や生徒の学業成績を向上させることを確認できた。

そこで、ご当地検定における問題解決と地域活性化を目指し、これまでの研究成果である CollabTest を教育機関用からご当地検定試験用に発展させるという着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下の 3 つである。

- (1) 作問負担の軽減
- (2) 地域活性化のため地域固有の知識ベースの充実
- (3) 地元に関する関心度の向上と地域への愛着や誇りの再認識

また、行政や地域の各種店舗等と連携しながら地域活性化につなげていく。

3. 研究の方法

本研究では、目的達成のために、以下の方法を取る。

- (1) 作問負担の軽減
 - ① 誤答選択肢の作成が不要で作問負担の少ない一問一答形式の問題を最小限の入力で投稿できる作問支援機能を開発する。
 - ② 一問一答形式の問題自動生成機能を開発する。
 - ③ 一問一答形式の誤答選択肢を自動生成する機能を開発する。また、誤答選択肢自動生成機能を利用して多肢選択形式 (ご当地検定の 9 割以上で採用) へ自動変換する機能を開発する。
 - ④ テスト理論に基づいたテスト問題分析支援機能を開発する。また、分析結果に基づいた作問アドバイス生成機能を開発する。

(2) 地域固有の知識ベースの充実

- ① 地域住民や観光客からの地域に関する知識を収集できる仕組みを開発する。
- ② ご当地検定で出題された過去問題をリソースとした知識ベースを構築する。また、この知識ベースを自動構築する機能を開発する。

(3) 地元に関する関心度の向上と地域への愛着や誇りの再認識

- ① ユーザ自らが積極的にご当地検定の問題を解答、投稿、評価したくなる仕組みや運用方法を考案する。また、解答者、作問者、評価者の 3 者間でのコミュニケーション方法を考案し、ユーザ参加型の学習コミュニティサイトを開発する。
- ② ユーザのプロフィールや知識レベルを考慮したご当地検定問題の推薦機能を開発する。そのために、問題で問われている知識や出題分野、関連する地域、難易度、ユーザが感じた主観的な感想 (面白い、役立った等) を問題に付与する方法を考案し、これらの情報を活用した多角的な問題の分類・検索機能を開発する。

4. 研究成果

(1) 作問負担の軽減につながる成果

① 作問支援機能の開発

岩手県盛岡市のご当地検定「盛岡もの識り検定」(以下、もりけん) の過去問題全 1250 問を分析し、出題形式 (一問一答、多肢選択式等) の分類や出題分野 (歴史、文化、地理等) の分類を行った。また、出題形式や分野ごとに問題文の文章表現や選択肢の傾向を明らかにした上で、出題形式や分野ごとに問題テンプレートを作成し、少ない負担で問題を投稿するための作問支援機能を開発した。

② 問題自動生成機能の開発

手動で構築した知識ベースと過去問題の分析結果から導出した出題テンプレートを用いた問題自動生成機能を開発した。問題自動生成機能の概要図を図 1 に示す。本機能は出題したいキーワードを入力するだけで、過去に出題された問題とは異なる多数の新規問題候補を提示でき、作問者はこれらの問題を編集することで新しい問題を作成することができる。将来的に、知識ベース自動構築機能と組み合わせることで、検定試験の主催者側にかかる作問負担の軽減が期待できる。

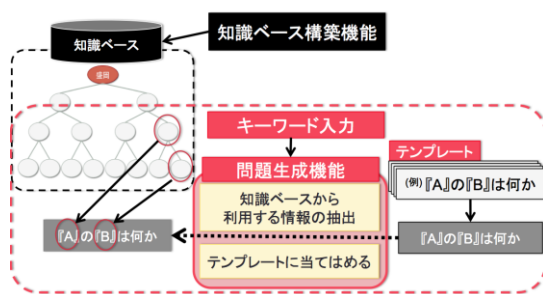


図 1 問題自動生成機能の概要

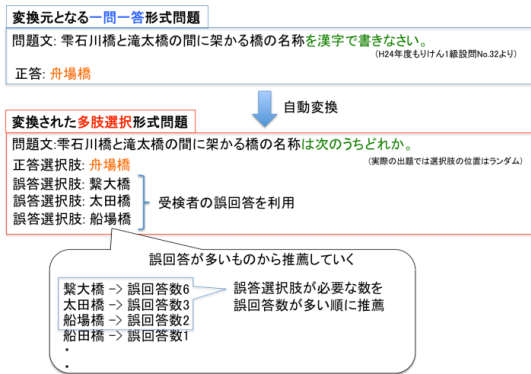


図2 誤解答を用いた誤答選択肢自動生成



図4 教える活動に着目した知識発信・収集支援機能の概要図



図3 テスト問題分析機能の画面例

③ 誤答選択肢自動生成機能の開発

一問一答形式と多肢選択式の文章特徴を抽出・比較し、出題形式の自動変換方法を検討した。また、一問一答形式問題から多肢選択形式問題への自動変換の際に必要な誤答選択肢の自動生成機能を開発した。妥当性の高い誤答選択肢を生成するために、一問一答形式問題の誤答情報や、過去問題中の類似問題、Web上の情報を用いて知識ベースを構築する手法を提案した。本学の学生に実験協力してもらって収集した誤答情報を用いて誤答選択肢を生成した結果、一問一答形式問題の誤答情報が誤答選択肢へ活用可能であることが示唆された。

④ テスト問題の分析支援機能の開発

テスト理論に基づいたテスト問題の分析結果や次回作問時のアドバイスを提示する情報システムを提案した。また、テスト問題の分析結果を表示するプロトタイプシステムを開発した。開発したシステムの画面例を図3に示す。もりけんで出題された問題と解答データを用いてシステムの動作検証を行った。これにより、テスト理論や統計学の専門知識を持たないテスト作成者の検定試験後のテスト問題分析負担の軽減が期待される。また、テスト問題の分析結果に基づいた次回作問時のアドバイス生成ルールを検討し、作問アドバイス自動生成機能を提案した。今後はもりけんの作問委員会と連携し、作問アドバイス生成機能を開発する。

(2) 地域固有の知識ベースの充実につながる成果

① 地域に関する知識収集手法の提案

地域住民や観光客から知識発信を誘発させることを目的とし、ゲーミフィケーションに着目したユーザの知識投稿を促す機能と、教える活動に着目した知識の発信・収集を支援する機能を提案した。教える活動に着目した知識発信・収集支援機能の概要図を図4に示す。本機能では、対面型の交流機会を与えてコミュニティ形成を支援したあと、非同期環境での質問行動を促す。質問行動を促す方法として、もりけんの入門となる「もりけん入門クイズ」をスマートフォンアプリケーションとして開発した。さらに、問題解答後に問題に関する詳細情報を問い合わせる質問文を自動で生成し、ワンクリックで質問できるようにした。これは、例えば問題の答えが「わんこそば」の場合、「わんこそばの発祥のお店は?」、「わんこそばの世界ランキングは?」のような質問文を自動で生成する。また、これらの質問に回答する人を作問委員会や検定試験合格者にし、教える人の質を保証する(確実に答えが返ってくる仕組みにする)ことで、質問することへの安心感を与えるようにする。

② 過去問題をリソースとした知識ベース自動構築手法の提案と評価

多様な演習問題を自動生成する際に専門家が手動で構築する必要があった知識ベースを、過去問題を用いて自動構築する手法を提案し、プロトタイプシステムを開発した。開発した知識ベース自動構築システムの構成図を図5に示す。また、知識ベースの構成要素を表1に示す。知識ベースは、まず過去問題で問われている知識(対象知識)を抽出し、対象知識に基づいて知識ベースの構成要素を問題情報から自動で抽出する。そのために、450問の過去問題について出題パターンを分析し、パターンごとに対象知識や知識ベースの各要素となる情報の出現箇所を特定した。その結果に基づき、問題情報を形態素解析した結果から問題の出題パターンを特定した。そして、パターンに沿って各要素の

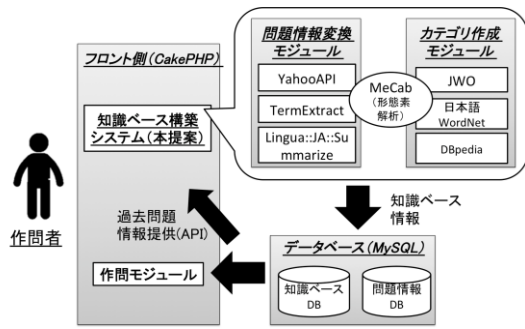


図 5 知識ベース自動構築システムの構成図

表 1 知識ベースの構成要素

構成要素	説明
対象知識	問題で問われている知識や解決の中心となる知識. ほとんどが専門用語.
カテゴリ (Category)	問題のカテゴリ. 対象知識の上位概念.
プロパティ (Property)	対象知識や対象知識に関連する事柄についての説明. Object と他要素との関係性.
オブジェクト (Object)	Property が示す実際の値となる要素.

抽出を行い, 対象知識の用語を基に JWO などを用いたり, 文字列処理することにより問題情報のカテゴリを自動で決定した.

「もりけん」の過去問題を手動で分析・構築した知識ベースと, 提案手法により自動構築された知識ベースを比較した結果, 各問の対象知識は約 70%, カテゴリは約 60% で一致した. これにより, 過去問題で出題された知識を少ない負担で体系化できるようになった.

(3) 地元に関する関心度の向上と地域への愛着や誇りの再認識につながる成果

① ユーザ参加型学習コミュニティシステムの開発

全国約 240 地域で実施されているご当地検定に対して, 地域住民や観光客が問題の (1) 解答, (2) 投稿, (3) 評価する活動を通して, 互いにコミュニケーションを取りながら地域の歴史や特徴を学び, それらを共有, 発信できる情報システムを開発した. 本システムでは, ゲーミフィケーションの概念を取り入れ, 問題の解答や投稿, 評価を行うとポイントが付与される機能や, 他のユーザとポイントを競争できる機能, バッジ付与機能などを実装した. 図 6 にシステム概要図, 図 7 に開発したシステムの画面例を示す.

② 多機能携帯端末 (スマートフォン) 用アプリの開発

「もりけん」で過去に出題された全問題を解答できるだけでなく, ユーザが作成した問題を投稿できる多機能携帯端末 (スマートフォン) 用アプリを開発した. 図 8 に開発した

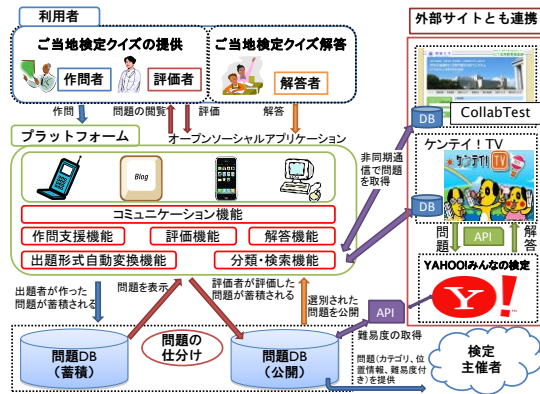


図 6 ユーザ参加型学習コミュニティシステムの概要図

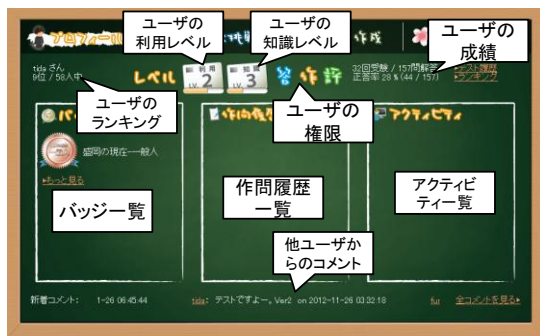


図 7 ユーザ参加型学習コミュニティシステムの画面例



図 8 スマートフォン用アプリの画面例

アプリの画面例を示す. 本アプリは iOS と Android 上で動作するアプリとして開発し, Apple の iTunes や Google Play から無料でダウンロードできる.

③ ユーザの興味喚起を促すご当地検定問題推薦システム

蓄積された問題の管理機能や検索機能に対する要求を明らかにするために, もりけんの作問委員会にプロトタイプシステムを提供し, 定期的にヒアリングを行った. その結果, 一般的なカテゴリ検索やキーワード検索に加え, 学習者が面白いと感じる問題や役立つと感じる問題の検索要求があることが明らかになった. また, 現在稼働中の過去問サイトを利用し, 研究室の学生約 50 名を対象

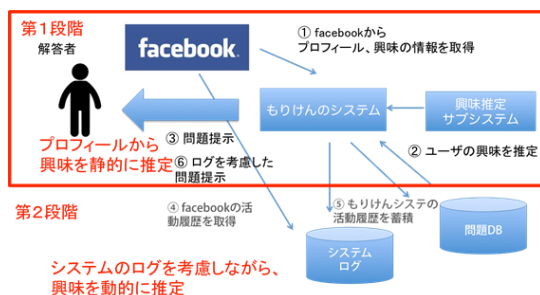


図9 問題推薦システムの概要

にした問題の面白さ、役立ち度合いについて調査実験を実施した。具体的には、解答ユーザのプロフィールと問題の面白さ・役立ち度合いとの関係性を分析した。その結果、出身地や現在住んでいる場所によって面白さや役立ち度合いが変化することが示唆された。

そこで、ユーザが問題を解答した際に感じる面白い・役立つ度合いを推定し、面白い・役立つと感じる問題を推薦できるシステムを提案した。システムの概要図を図9に示す。本手法では、facebookのプロフィール情報を取得し、解答者の興味を推定する。面白い・役立つ度合いとプロフィールとの関連性を調査した結果、プロフィール毎で面白い・役立つ度合いが異なることが示唆された。

④ 地域活性化に向けた各種イベントの企画・開催

もりけん合格者と地域住民との交流を目的とした「盛岡の観光ルート考え隊」を企画し、開催した。また、岩手県滝沢村が平成26年1月1日に滝沢市に市制移行したのを契機として「たきざわ検定」を企画し、平成26年3月15日に第1回、平成26年12月20日に第2回の検定試験を実施した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 高木 輝彦, 高木 正則, 勅使河原 可海, 田中 健次: e テスティングにおける LDA を用いた項目間類似度の算出, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol. 55, No. 1, pp. 91-104, 2014. 1.
<https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/>
- ② 池田信一, 高木輝彦, 高木正則, 勅使河原可海: 多肢選択式項目の出題パターンと選択肢の類似性に着目した難易度推定方法の提案と評価, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol. 54, No. 1, pp. 33-44, 2013. 1.
<https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/>

〔学会発表〕(計32件)

- ① 福坂祥基, 古舘昌信, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 作問支援機能の開発と評価, 情報処理学会第77回全国大会, 6ZC-02, 2015. 3, 京都大学
- ② 古舘昌伸, 高木正則, 高木輝彦: 試験問題の自動生成を可能とする知識ベース自動構築手法の提案と評価, 情報処理学会

研究報告, Vol. 2015-CE-128, No. 14, pp. 1-10, 2015. 2, 大阪学院大学

- ③ 古舘昌伸, 福坂祥基, 高木正則: 試験問題をリソースとした知識ベース自動構築手法の検討, 教育システム情報学会第39回全国大会講演論文集, pp. 75-76, 2014. 9, 和歌山大学
- ④ 福坂祥基, 古舘昌伸, 高木正則: 知識ベースと出題テンプレートを用いた作問支援機能の開発, 教育システム情報学会第39回全国大会講演論文集, pp. 181-182, 2014. 9, 和歌山大学
- ⑤ 林貴史, 高木正則: 試験問題の分析支援システムの提案, 教育システム情報学会第39回全国大会講演論文集, pp. 375-376, 2014. 9, 和歌山大学
- ⑥ 古舘昌伸, 福坂祥基, 高木正則: 問題の自動生成に活用する知識ベースの自動構築手法の提案, 情報処理学会情報教育シンポジウム 2014 論文集, pp. 261-268, 2014. 8, 香川県ホテルオリビアン小豆島
- ⑦ 井上裕之, 高木正則: 学習者特性に応じた適応型作問学習支援システムの設計・開発と教育現場での実践的利用, 情報処理学会情報教育シンポジウム 2014 論文集, pp. 269-276, 2014. 8, 香川県ホテルオリビアン小豆島
- ⑧ 井上裕之, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 学習者特性を考慮した適応型作問学習支援システムの提案, 第76回情報処理学会全国大会, 4ZF-3, 2014. 3, 東京電気大学
- ⑨ 菅原遼介, 高木正則: 選択肢自動生成システムにおける誤回答の利用可能性の分析, 教育システム情報学会第38回全国大会, pp. 291-292, 2013. 9, 金沢大学
- ⑩ 井上裕之, 高木正則, 佐々木淳, 山田敬三: 作問演習における主観的な学習効果に影響を与える学習者特性の調査, 日本教育工学会第29回全国大会, pp. 341-342, 2013. 9, 秋田大学
- ⑪ 古舘昌伸, 菅原遼介, 奥津翔太, 井上裕之, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 地域に関する知識ベース構築に向けた知識収集方法の提案, 日本教育工学会第29回全国大会, pp. 477-478, 2013. 9, 秋田大学
- ⑫ 菅原遼介, 奥津翔太, 古舘昌伸, 井上裕之, 高木正則: 多肢選択形式作問支援システムの開発, 日本教育工学会第29回全国大会, pp. 839-840, 2013. 9, 秋田大学
- ⑬ Teruhiko Takagi, Masanori Takagi, Yoshimi Teshigawara, and Kenji Tanaka: Calculating Test Item Similarity Using Latent Dirichlet Allocation, Proceedings of the 21th International Conference on Computers in Education (ICCE2013), pp. 308 - 318, 2013. 11, バリ (インドネシア)
- ⑭ 高木輝彦, 高木正則, 勅使河原可海: LDA

- を用いた類似項目検索のための前処理法、情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2013) 論文集, pp. 85 - 92, 2013. 8, 岩手県岩手郡雫石町網張温泉 (学生奨励賞)
- ⑮ 菅原遼介, 高木正則: 記述式問題の誤回答を用いた誤答選択肢自動生成システムの開発, 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2013) 論文集, pp. 177-182, 2013. 8, 岩手県岩手郡雫石町網張温泉
- ⑯ 古舘昌伸, 菅原遼介, 奥津翔太, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳. 教える活動に着目した知識の発信・収集支援機能の開発. 情報処理学会第 75 回全国大会論文集, 5ZC-9, 2013. 3, 東北大学 (学生奨励賞)
- ⑰ 奥津翔太, 菅原遼介, 古舘昌伸, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳. ご当地検定における「面白い」・「役立つ」問題の分析. 情報処理学会第 75 回全国大会論文集, 1ZE-6, 2013. 3, 東北大学
- ⑱ 菅原遼介, 高木正則: 誤答選択肢の自動生成に向けた知識ベース構築手法の検討, 情報処理学会第 75 回全国大会論文集, 4ZD-5, 2013. 3, 東北大学
- ⑲ 菅原遼介, 高木正則, 誤回答を用いた誤答選択肢自動生成システムの開発と評価, 教育システム情報学会学生研究発表会, 2013. 2, 山形大学 (優秀賞)
- ⑳ Shinichi Ikeda, Teruhiko Takagi, Masanori Takagi and Yoshimi TESHIGAWARA: Proposal and Evaluation of a Method of Estimating the Difficulty of Items Based on Item Types and Similarity of Choices, International Conference on Computers in Education (ICCE2012), pp. 254-261, 2012. 12, シンガポール
- ㉑ 菅原遼介, 奥津翔太, 古舘昌伸, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 問題形式自動変換機能の実現に向けた知識ベース構築の検討. 日本教育工学会第 28 回全国大会, 2012. 9, 長崎大学
- ㉒ 奥津翔太, 菅原遼介, 古舘昌伸, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 項目解答後に感じる面白い・役立ち度合いと解答者プロフィールとの関連性の調査, 日本教育工学会第 28 回全国大会, 2012. 9, 長崎大学
- ㉓ 井上裕之, 高木正則, 佐々木淳. 作問演習における出題意図と作問時間の調査. 日本教育工学会第 28 回全国大会, 1p-教 33-06, 2012. 9, 長崎大学
- ㉔ 古舘昌伸, 菅原遼介, 奥津翔太, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: ユーザ参加型ご当地検定用学習コミュニティシステムの提案, 日本教育工学会第 28 回全国大会, 2012. 9, 長崎大学
- ㉕ 高木輝彦, 高木正則, 勅使河原可海, 植野真臣: e テスティングにおける LDA を用いた項目間類似度の自動推定手法, 日本テスト学会第 10 回大会, 2012. 9, 東京医科歯科大学 (日本テスト学会賞)
- ㉖ 高木輝彦, 高木正則, 勅使河原可海, 植野真臣: e テスティングにおける LDA を用いた項目の類似度算出手法, 第 37 回教育システム情報学会全国大会, pp. 388-389, 2012. 8, 千葉工業大学
- ㉗ 菅原遼介, 奥津翔太, 古舘昌伸, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳. 多肢選択形式問題における誤答選択肢設定手法の検討, 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2012) 論文集, pp. 77-82, 2012. 8, 静岡県三保園ホテル (奨励賞)
- ㉘ 古舘昌伸, 菅原遼介, 奥津翔太, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳. ユーザ参加型学習コミュニティシステムにおける知識発信支援機能の提案. 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2012) 論文集, pp. 69-76, 2012. 8, 静岡県三保園ホテル
- ㉙ 奥津翔太, 菅原遼介, 古舘昌伸, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 問題解答後に感じる主観を考慮した動的なテスト出題方法の提案, 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2012) 論文集, pp. 221-226, 2012. 8, 静岡県三保園ホテル
- ㉚ 池田信一, 高木輝彦, 高木正則, 勅使河原可海: 類似問題群からの反復学習が可能な適応型テスト出題方式の提案, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2012 (DICOM02012) シンポジウム論文集, pp. 1402-1409, 2012. 7, 石川県ホテル百万石
- ㉛ 菅原遼介, 奥津翔太, 古舘昌伸, 高木正則: ユーザ参加型ご当地検定システムの開発と運用, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2012 (DICOM02012) シンポジウム論文集, pp. 565-572, 2012. 7, 石川県ホテル百万石
- ㉜ Shinichi Ikeda, Teruhiko Takagi, Masanori Takagi and Yoshimi Teshigawara: Estimating the Selection Probability of Multiple-Choice Questions from the Similarity of Answer Choices, The 15th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education, 2012. 6, イタリア

[その他]

ホームページ等

<http://sakumon.jp/app>

<http://takizawa.sakumon.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高木 正則 (TAKAGI, MASANORI)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号: 80460088