



個性・能力に応じた学習支援システムの研究開発

The research and development of web-based diagnostic tests

孫媛, 豊田哲也, 鈴木雅之, 尾崎幸謙 (筑波大学), 川端一光 (明治学院大学), 谷部弘子 (東京学芸大学), 島田めぐみ (東京学芸大学), 柿沼澄男
 Yuan SUN, Tetsuya TOYOTA, Masayuki SUZUKI, Koken OZAKI (University of Tsukuba), Ikko KAWAHASHI (Meiji Gakuin University),
 Hiroko YABE (Tokyo Gakugei University), Megumi SHIMADA (Tokyo Gakugei University), Sumio KAKAINUMA

どんな研究?

現在, 学校で実施されるテストは, 総得点や偏差値で生徒の学力(能力)を表すものが殆どです。しかしそれらの情報では, 例えば「どの部分から復習したら良いか」についてはわかりません。

本研究で開発する「クラウド型認知診断テスト(e-テスト)」では, 受験者の総合的な学力をより正確に測ると同時に, 一人一人に対して, 現在習得できている・できていない認知的要素を診断します。

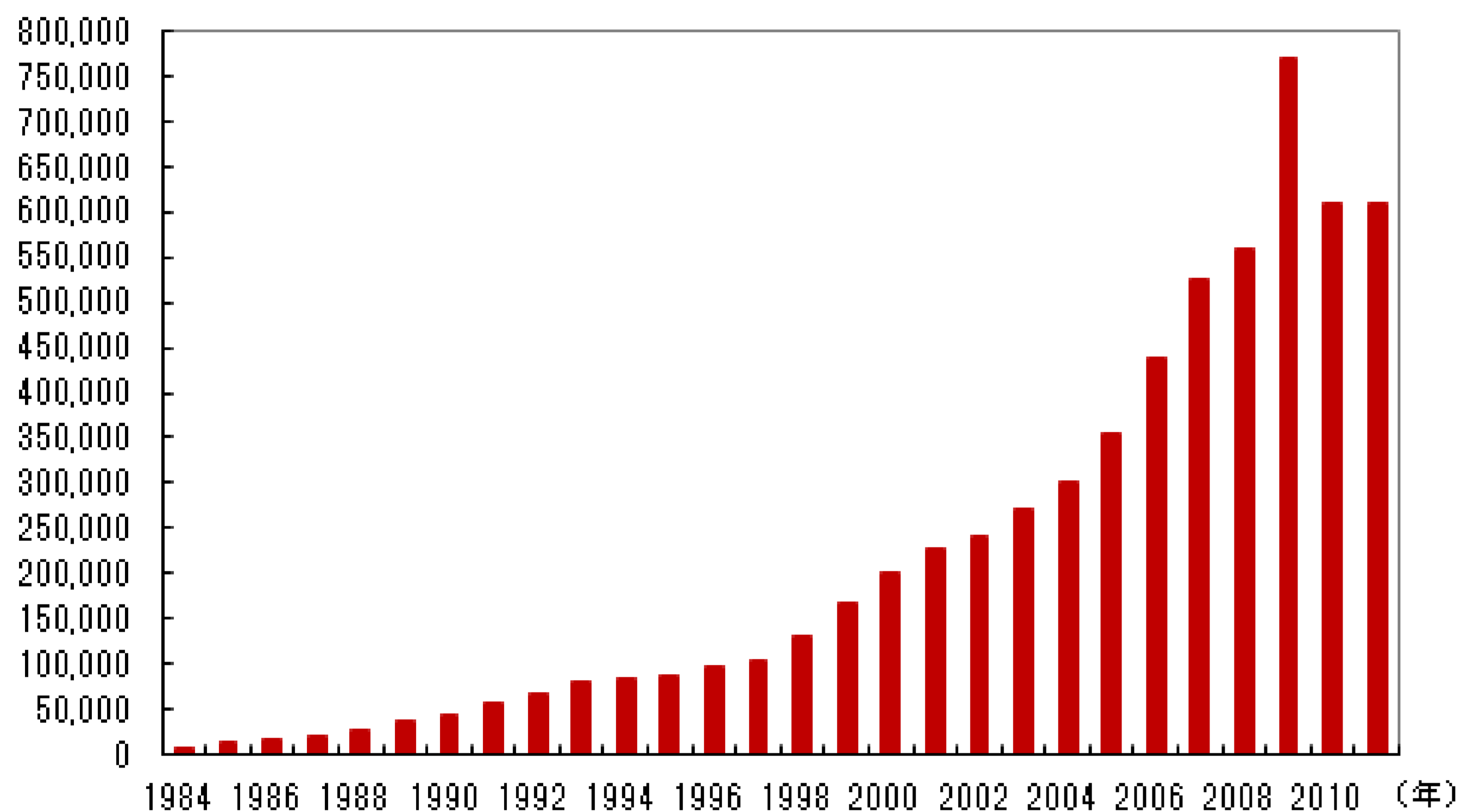
何がわかる?

教育・心理学の分野では, 学力やストレスなどの心理量を測定するために「テスト」の研究が行われてきました。また, ICTの発展に伴い, テストの理論や技術も発展し続けています。

本研究では, インターネット上でテストの作成・実施・採点・診断を行う「クラウド型認知診断テスト(e-テスト)」を開発しています。

背景

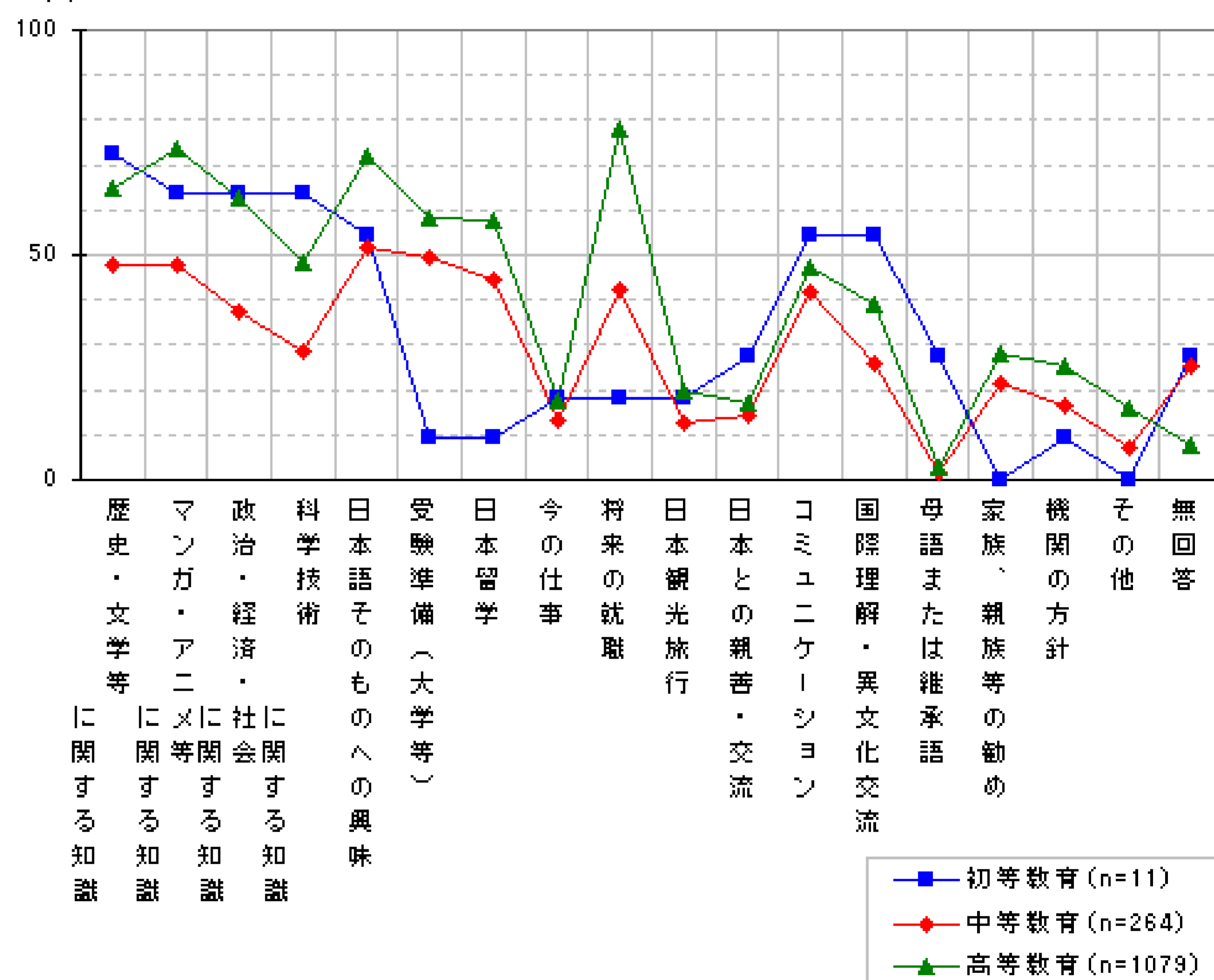
(人) 日本語能力試験受験者数の推移 (国際交流基金)



- 国際化の進展に伴い, 日本語を学習する外国人が増加
- 日本語学習者の持つ背景 (母語, 学習環境, 学習目的) は様々

各学習者の特徴に合わせた「オーダーメイド型学習」の必要性

(%) 中国母語話者の日本語学習目的 (国際交流基金)

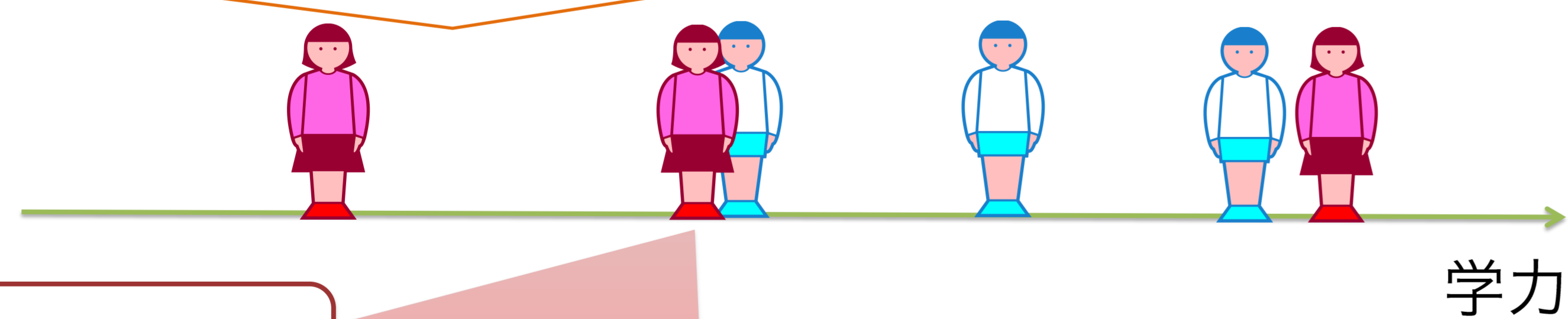


新たなテスト技術：クラウド型認知診断テスト

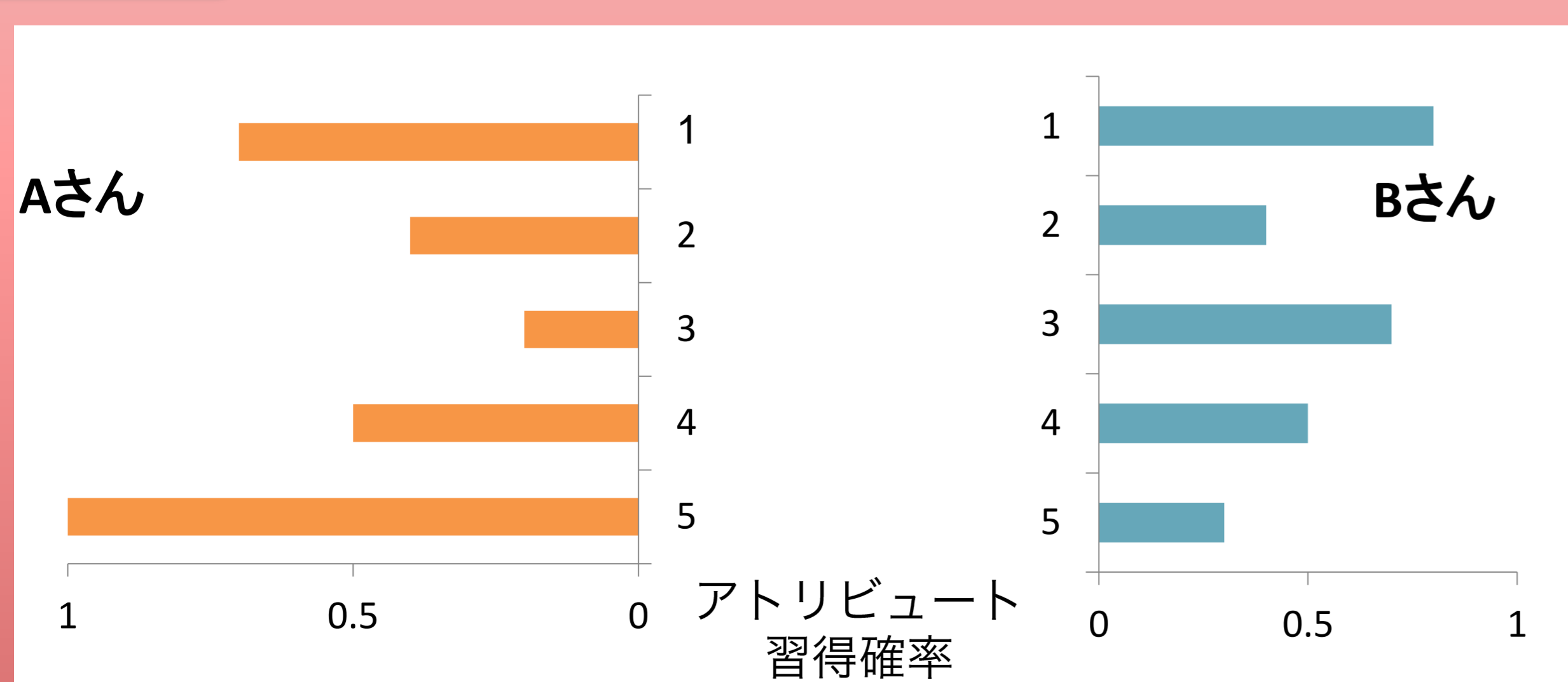
クラウド型認知診断テスト(e-テスト)とは

- 受験者が持つ, ある教科を理解するために必要な**認知的要素**(知識, 認知的プロセス, スキル等)を測定するために開発
- テストによって示された総合的な学力の他に, 様々な認知的要素の習得状況を示すことができる

受験者の学力をより正確に測るテスト=項目反応理論を適用



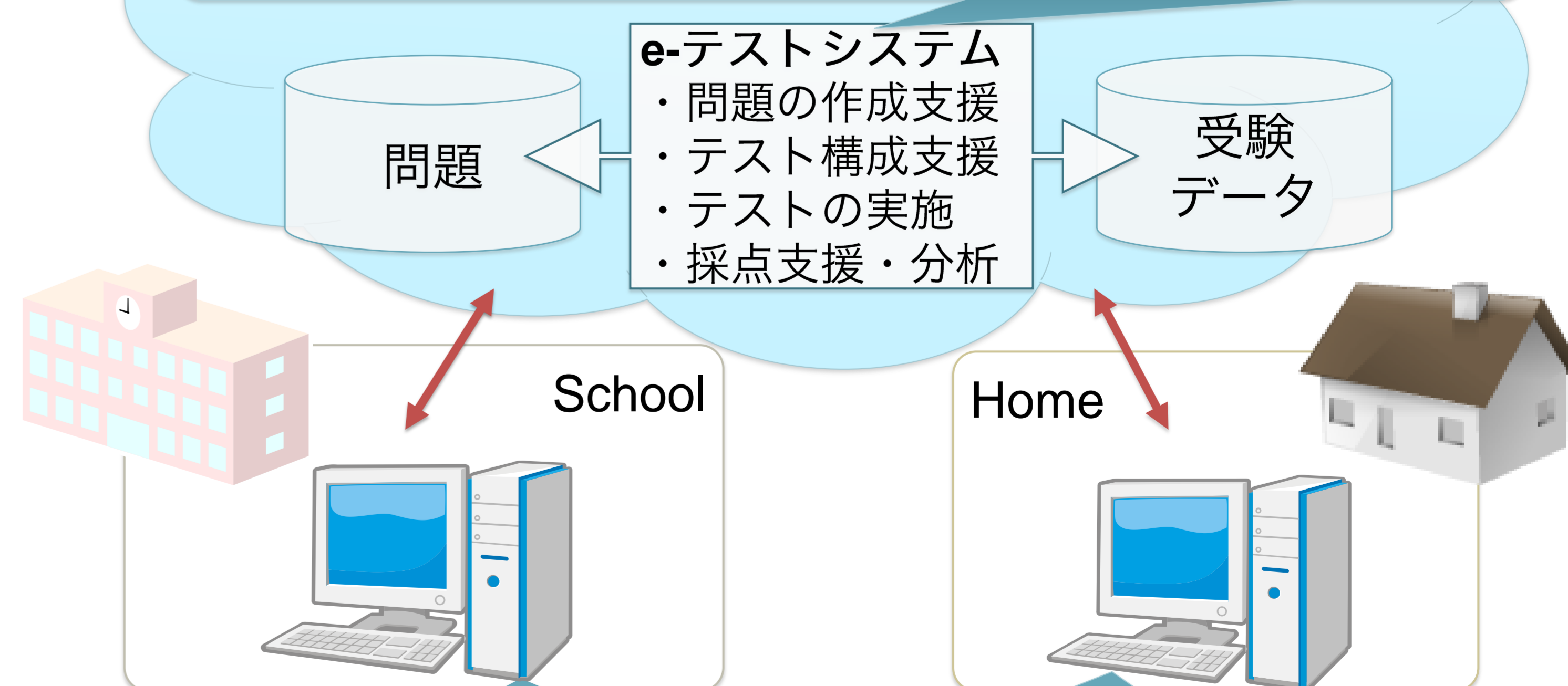
認知診断



認知的要素の習得状況を一人ひとり診断可能

クラウド型

データの移行・バックアップ不要
→テスト問題・受験データの管理・共有が容易に



パソコンにソフトやデータをインストールせずにテストを実施できる

日本語語彙能力を対象とした認知診断テスト

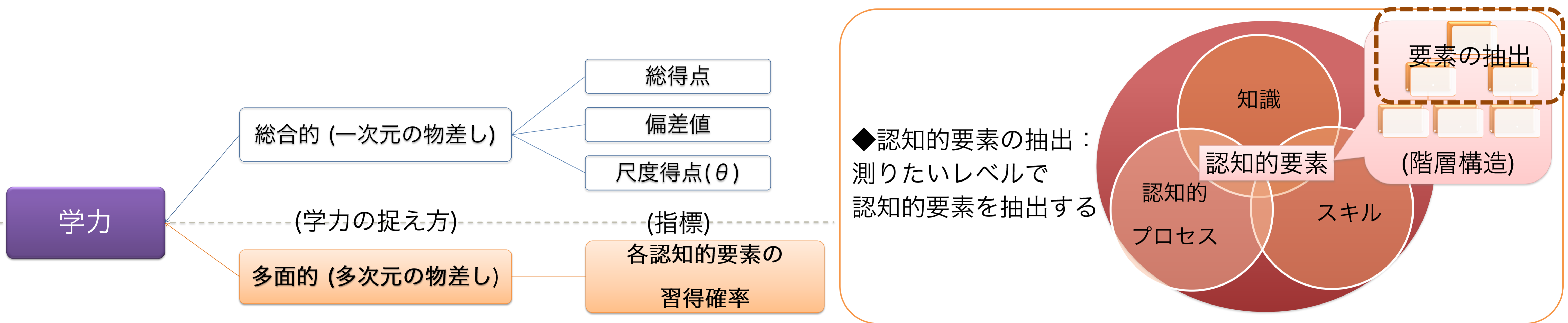
- 対象領域...日本語語彙の理解
- テスト開発手順:
 - ◆ 日本語学習の専門家によって、日本語語彙の理解に必要なと思われる認知的要素を抽出 → 14の要素が抽出
 - ◆ 日本語語彙の問題（73問）に対して、認知的要素を付与
 - ◆ 抽出した要素のうち、今回のデモでは5つの認知的要素（30問）を利用
- 解答データとQ-matrixを用いて、認知的要素1~5の習得確率を算出

日本語語彙の理解に必要な14つの認知的要素

| 形 | 意味 | 用法 | 母語（中国語）との関係 |
|---------------|------------------|------------------|------------------|
| ひらがな表記の和語がわかる | 語の基本的意味がわかる | 語の統語的特徴（品詞性）がわかる | 同形で意味が同じ |
| 漢字表記の和語がわかる | 同じ語種の類義語との相違がわかる | 語の共起関係がわかる | 同形で意味が異なる |
| 漢字表記の漢語がわかる | 語の派生的な意味がわかる | | 非同形で同じ意味の漢字を含む |
| カタカナ表記の語がわかる | | | 非同形で同じ意味の漢字を含まない |
| 音声を正しく聞き取れる | | | |

認知的要素をどう測るのか？

- 認知診断テストの考え方：学力を多面的に捉えて、各認知的要素と問題の対応を数理モデルに組み込む



- 認知診断に必要な仮定：どの問題がどの認知的要素を測定しているかについて、下図のような仮定が必要とされる。四角は問題を表し、矢印を受けることでその認知的要素を測定していることを表現する。

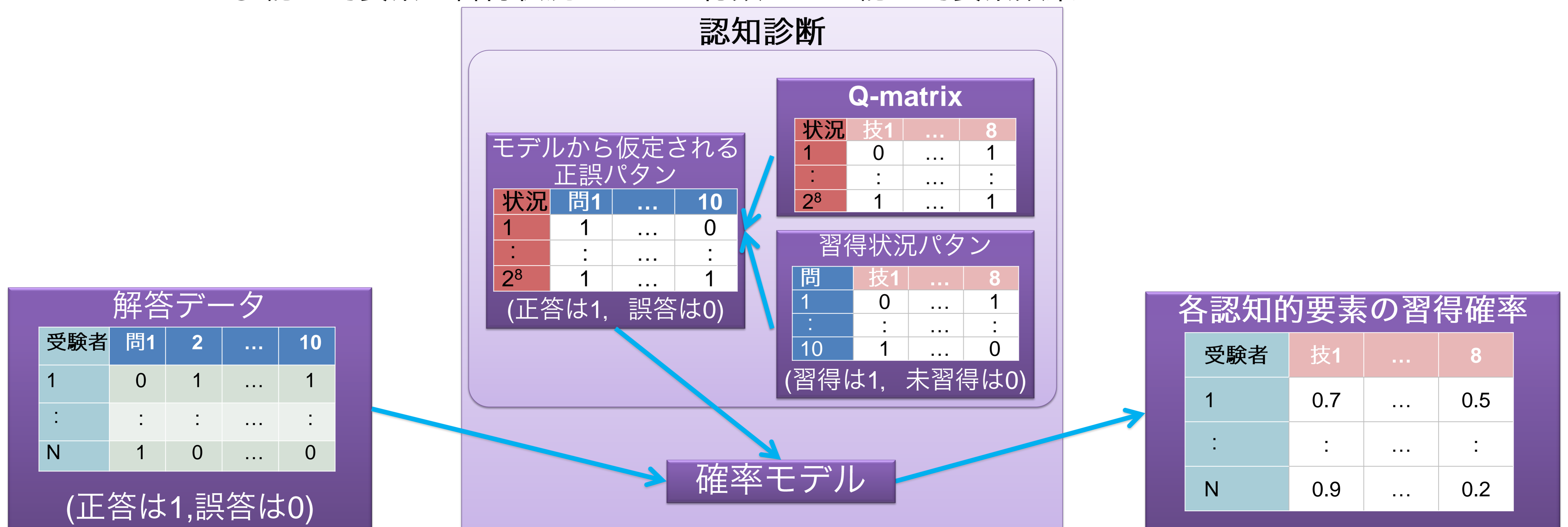
Q-matrixの例

| 問題例 | 認知的要素 | | | | |
|---|-------|--------|--------|----|----|
| | 基本的意味 | 類義との相違 | 派生的な意味 | 用法 | 共起 |
| ベッドもいいが、たまには畳に布団を（ ）寝たい。 1. しいて 2. おいて 3. かけて 4. かぶせて | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 山田さんは（ ）が広いので、パーティーでは大勢の人にあいさつするのに忙しい。 1. 顔 2. 手 3. 面 4. 脈 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 彼は何でも（ ）に話すところがある。 1. アップ 2. 過剰 3. オーバー 4. 超過 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

この仮定は教科や認知心理学の専門家によるエキスパート判断によって構成され、Q-matrixにまとめられる。

- 認知診断の適用：解答データに確率モデルを当てはめ、モデルから仮定される正誤パターンに基づいて各要素の習得状況を推定 = 認知的要素の習得確率を算出する

- ◎ 問題の正誤パターンの総数は 2 の項目数乗
- ◎ 認知的要素の習得状況パターンの総数は 2 の認知的要素数乗



■ 問題8： 彼は何でも（ ）に話すところがある。

- アップ
- 過剰
- オーバー
- 超過

問題文

解答選択肢

- 一般的なWebテストと同じ仕様でシステムを構築
- システムはJavaベースのプログラミング言語「Processing」を使用
- 問題を解き終わると、DINAモデルに基づく認知技能の習得確率が算出され、習得状況を即座にフィードバックすることが可能
- 習得状況を数値化および可視化することにより、回答者自身に把握しやすいフィードバック情報を提供可能

実際にデモを体験してみてください

メモ、コメント欄

この問題は難しいので、最後に回答する

回答する際の疑問などをメモとして記入・保存が可能

回答状況の参照や問題への移動が可能

テストにどれだけの時間がかかったかを記録

ナビゲーション

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

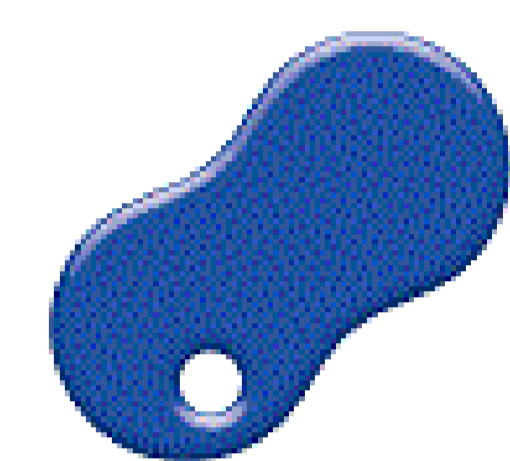
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

解答を終了する

戻る(Back)

次へ(Next)



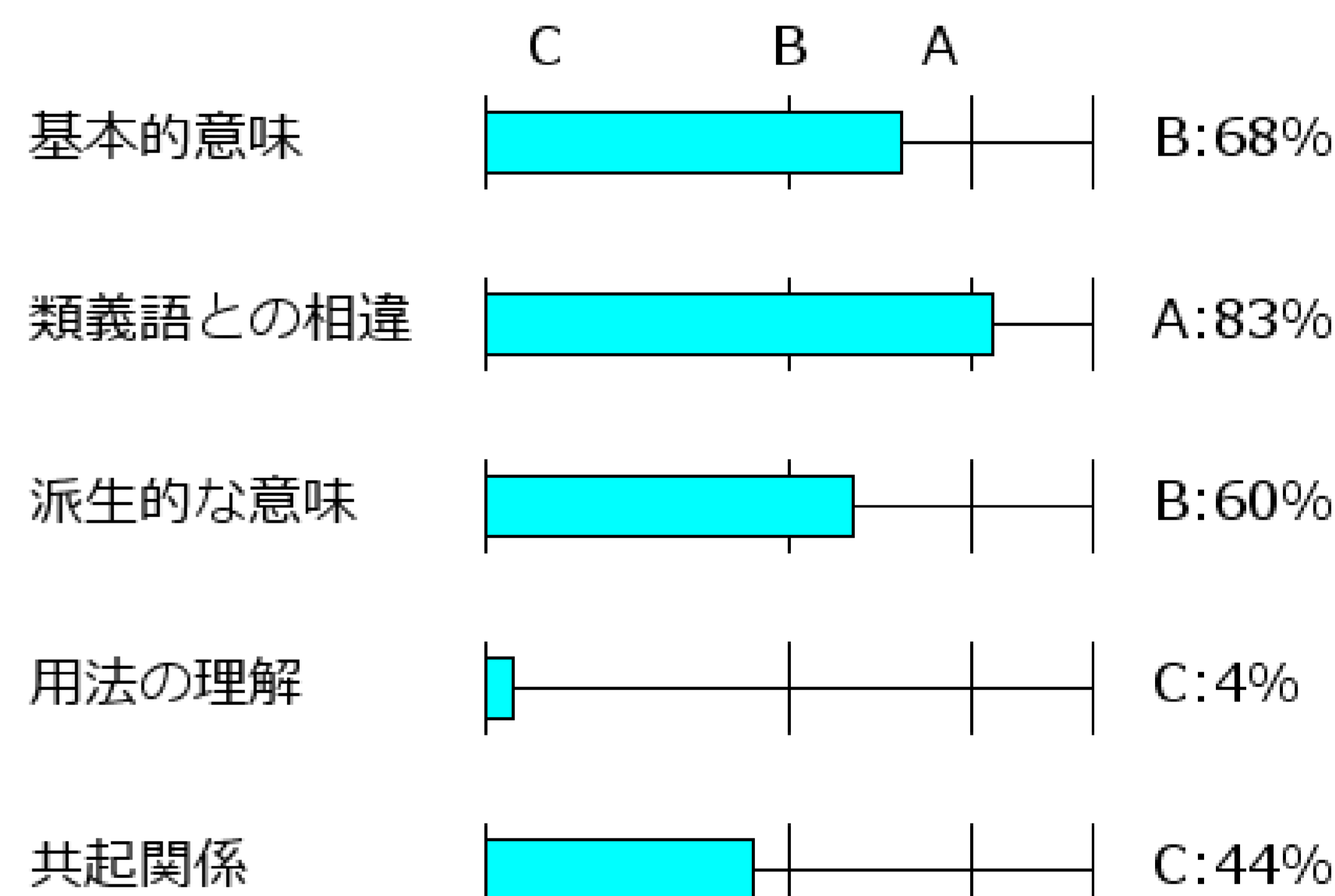
国立情報学研究所
National Institute of Informatics

経過時間 0:04:32

フィードバックされる診断情報

日本語語彙能力の診断結果

| テストで測定した能力 | 達成度 | 学習改善のための指針 |
|--|--------------------------------------|---|
| 類義語との相違の理解 例えば、「発売」と「販売」など、意味の似ている語の違いが理解できているかを測定しています。 | A 類義語との相違を理解しています。 | 類義語との相違がよく理解できています。この調子で、類義語との違いに気をつけながら学習をしましょう。 |
| 派生的な意味の理解 ある語について、もともとの意味以外の使い方を知っているかを測定しています。 例えば、「顔が広い」という言葉は、「知り合いが多い」という意味であるため、もともとの「顔」とは違う意味で使われています。 | B 派生的な意味をある程度理解していますが、改善の余地があります。 | ある程度、派生的な意味を理解していますが、より多くの語について学びましょう。 |
| ... | ... | ... |



DINAモデル

■ 受験者*i*の問題*j*における正答確率 $P(Y_{ij})$ と*K*個の認知的要素の習得状況の間に次の関数を設定する。

(DINA: Deterministic Input, Noisy "And" gate)

$$P(Y_{ij} = 1 | \alpha_i) = (1 - s_j)^{\eta_{ij}} g_j^{1 - \eta_{ij}}$$

α_i : 受験者 *i* の認知的要素の習得状況。[100...]のように、各要素に対して習得ならば1, 未習得ならば0を示すベクトル。

η_{ij} : 問題 *j* に正答する為に必要な要素をすべて保持しているかについての指標。すべて保持しているのならば1, ひとつでも保持していなければ0。

$$\eta_{ij} = \prod_{k=1}^K \alpha_{ik}^{q_{1,k}}$$

q_{jk} : 問題 *j* に正答する為に必要な認知的要素からの影響を表現する。必要ならば1, 必要ないならば0。
問題と認知的要素の間のQ-matrix(Q_1)の要素。

s_j : 問題 *j* に正答する為に必要な要素はすべて保持しているのに誤って誤答してしまう確率(slip parameter)。

g_j : 問題 *j* に正答する為に必要な要素のいくつかは保持していないのに、当て推量で正答する確率(guessing parameter)。