

Big Data 処理による ICT 教育活用の一例：

言語情報処理過程の解明に向けて

辻岡 圭子^{*1}

A Case Study of Using ICT in Education with Big Data Analysis of Learners' Traits: toward Clear Human Information Processing

Keiko Tsujioka^{*1}

Abstract - As using ICT in collaborative learning, there are increasing opportunities to communicate among learners in SNS (Social Network System) like text message, we might have to give our consideration to their individual traits when we organize their teams for social interaction with each other, not only by face to face communication (sound voice) but also distance one (text message).

Upon this, our object of this study is to support for collaborative teaching and learning, and then we will make a new proposal of the method for measuring and evaluating learners' individual traits, especially with distinguishing their language information processing. Moreover, we have analyzed results of our experiment which participants were 98 fresh female university students under the same environment and the condition, and then persuaded to find out some special correlations among their traits and results in collaborative learning.

Finally, we will show the case of individual differences considering human information processing.

Keywords: individual traits, human information processing, feedforward control, feedback control, method of measurement and evaluation

1. はじめに

異なる意見を持つメンバー間の対話による情報交換の際に葛藤が生まれ、教育目標の概念変化（概念の再構築）を導くと考えられている。このことから、協働学習での社会的相互作用による教育効果が期待されはじめている。教授—学習者・学習者間の相互作用の場合、主に言語情報が媒体として使用される。SNS 等 ICT 活用教育の場合は主に text message (文字) が、対面式の場合は音声による対話での相互作用が想定される。text message を活用することで遠隔においても対話が可能となったことにより、協働学習においても利用が広まっていると推測される。しかし非同期であるため顔の表情など、非言語の意味が掴みにくく誤った解釈等が発生し、スムーズな対話を阻む要因が増えることも予測される。また教授者は対面式の場合においては対話の観測が用意であるが、LMS (Learning Management System) 等 ICT 活用の場合は text での対話が多くの学習者の行動観測が困難であることが推測される。

以上の理由により、本研究では協働学習での社会的相互作用を促進する教授・学習支援を目的とし、対面での学習者の特性だけではなく、文字情報処理に関する特性

に関する測定法と評価方法を提案していく。また、情報処理特性と成績との関連を事例として示していく。

2. 実験計画

2.1 先行研究

一文の課題文に対する理解度を音読（聞き取り）と黙読で比較することにより認知過程を調べた研究において、音読（聞き取り）の方が黙読よりも理解度が高いことが報告されている^{[1][2]}。さらに、黙読時に構音抑制課題を与え音韻阻害する実験をおこない、理解度が低下するという結果から黙読での音韻変換を行うか否かで、音読との理解度の差を生み出すのではないかと結論づけている。また黙読による理解力には個人差がみられる点についても言及されている^[3]。これらの報告から、黙読時の音韻変換に関する分析をおこなうことにより、情報処理に関する個人的特性を示すことができるのではないかと予測された。

一方、日本文の特徴として仮名漢字交じりであることから、音韻変換せずに理解し^[4]回答を選択判断している可能性も予測された。音韻変換が行なわれていると仮定すると、課題文提示から選択判断までの時間と音読時間との間の強い相関が予測され、逆に音韻変換が想定されない場合、相関は低いことが予測された。さらに、一文を理解し判断されるまでの反応時間は、相関が強い方が

^{*1}: 日本心理テスト研究所

^{*1} : Institute for Psychological Testing

長く、相関が低い方が反応時間が短いことが予測された。

また、先行研究によって文理解の結果が音読か黙読かで意見が分かれている点から、提示課題文の内容、分野、長さによって結果が異なることが推測された。つまり、同じ被験者でも文内容毎に、読みの方略がことなる異なることが推測された。

そこで本研究では、一般に使われている自己評価に関する心理検査 (YGPI)^[5]の質問文 (120 問すべて一文) を実験の課題文とし、被験者の既存の知識に左右され難い方法で行なう計画を立てた。しかし内容はそれぞれ目的の性格特徴因子に関する質問 (大きく分けて行動面と感情面)^[6]であることから、読みの方略に影響する場合のあることが予測された。したがって、この点についても考慮して分析していく必要があると考えられた。

2.2 方法

2.2.1 測定方法

心理検査の課題文を音声 (聴取) / 文字 (黙読) 提示の二通りをカウンターバランスをとっておこなう (付録)。「はい」「いいえ」「どちらでもない」の 3 件法で回答の選択をさせる。課題文が提示されてから、回答ボタンが押されるまでの反応時間を判断時間とする。

2.2.2 手続き

同質同条件でおこなうために、環境を整える。8 名ずつ同時に実施する。このため、机・椅子・PC の等間隔での設置方法を決めておく。事前説明で、研究の目的と実験手順について延べ、承諾をもらう。(先に倫理委員会による審査で承認を得ておく)。説明の内容、手順、教示を決めておく

2.3 予備実験

PC の性能・測定システム・判定システムが上手く作動しているか、再現性の検証をおこなう。

間隔を空けて二回の実験が同じ条件下で実施できるように計画を立てる。同じ PC、同じ席で実験がおこなえるようにあらかじめスケジュールを決めておく (付録)。

2.4 本実験

初年次学生を対象に、前期演習が始まる前に実施する。予備実験で不備が見つかった点は修正し、スケジュールを組んで準備をおこなう。音声提示実験結果から性格特性を考慮したチーム編成をおこなう。成績、その他の Data を収集する。後期演習が始まる前に文字提示実験の分析結果 (情報処理特性 I) を教授者に伝え、後期の教育方法に取り入れてもらう。後期の前に YGPI の結果を学生にも返却する。

2.5 分析方法

課題が提示されてから回答ボタンが押されるまでの時間を測定し、判断時間とする。さらに、情報処理特性の個人差を調べる目的で、音声提示で使用する音声での音読時間と文字提示 (黙読) での判断時間との相関を調べる。

表 1 音読時間と文字提示判断時間との相関による情報処理特性の分類

Table 1 Categorized into Information Processing Traits by Strength of Correlation between Times for Reading and Listening

| 情報処理特性 I | | 情報処理特性 II | |
|----------|-------------------|-----------|-----------------------------------|
| 視覚型 | $r < 0.3$ | 直感型 | $X = < \mu - \sigma$ |
| 聴覚型 | $r > 0.5$ | 調整型 | $X = > \mu + \sigma$ |
| 準聴覚型 | $0.3 = < r < 0.5$ | 準調整型 | $\mu - \sigma < X < \mu + \sigma$ |

前実験の結果^[7]から相関群別に特徴が見られたことから、表 1 左の範囲でグループに分類する。予備実験の結果は 1 回目と 2 回目でグループ別に集計し判断時間の比較を行ない、再現性についての検証をおこなう。本実験では、前期と後期期末考査の成績比較からも分析をおこなう。また、課題内容別の相関比較での分類で (表 1 右) のグループ間の比較分析をおこなう。

3. 結果

3.1 予備実験

3.3.1 対象者

2014 年度 1・2 年生・女子・大学生 28 名

3.3.2 期間

一回目 2015 年 1 月

二回目 2015 年 3 月

3.3.3 予備実験結果

情報処理特性 I で特徴が見られた、視覚型と聴覚型のグループ平均判断時間の比較と全体の音読時間との相関係数の比較を一回目と二回目でおこなった。その結果、練習効果がみられたが、両グループともに視覚型の方が聴覚型よりも有意に平均判断時間が短かった (表 2、図 1)。判断時間と音読時間との一・二回目間の相関比較では (表 3) 音声提示の場合の r 差は .02 で、文字提示の場合は、 r 差 .01 で差は見られなかった。

3.1 本実験

3.2.1 対象者

2015 年度 1 年生・女子・大学生 98 名

3.2.2 期間

2015 年 4 月から 2016 年 3 月

3.2.3 本実験結果

計測された判断時間を情報処理特性 I で分類されたグループ間で比較をおこなった。その結果、音声提示では差は見られなかったが、文字提示では有意に視覚型の方が聴覚型よりも判断時間は短かった (表 2、図 2)。成績比較では、前期は視覚型の方が、後期は聴覚型の方が平均値は高い傾向が見られた (図 3)。

表2 視覚型・聴覚型判断時間比較（予備実験）

Table 2 Comparison of Decision Making Time between Type of Visual and Auditory Style

| | N | | 平均判断時間（秒） | | 標準偏差 | | 検定 | |
|-------------|-------|-------|-----------|--------|------|------|-------|-----|
| | 視覚型 | 聴覚型 | 視覚型 | 聴覚型 | 視覚型 | 聴覚型 | t値 | |
| 一回目 | 6×120 | 6×120 | 2.15 | 2.82 | 0.91 | 1.02 | -13.2 | *** |
| 二回目 | 6×120 | 6×120 | 2.04 | 2.63 | 0.84 | 0.84 | -13.4 | *** |
| t値 | | | 3.1*** | 5.8*** | | | | |
| *** $p<.01$ | | | | | | | | |

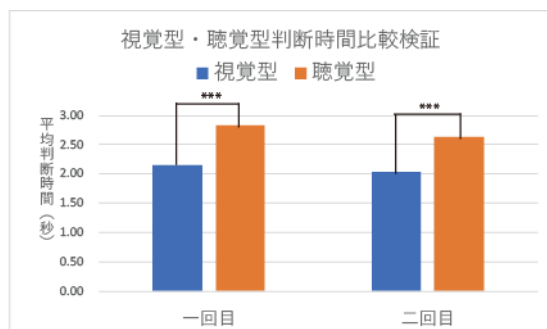


図1 視覚型・聴覚型判断時間比較（予備実験）

Fig.1 Comparison Decision Making Time between Type of Visual and Auditory Style

表3 音声／文字提示別判断時間・音読時間相関比較

Table 3 Comparison of Correlation between Decision Making and Oral Reading Time (Auditory or Visually)

| 音読時間（秒） | 音声提示判断時間 | | 文字提示判断時間 | |
|-------------------------|----------|------|----------|------|
| | 一回目 | 二回目 | 一回目 | 二回目 |
| 相関係数（ r ） | 0.70 | 0.68 | 0.37 | 0.38 |
| 度数（ $N=28 \times 120$ ） | 3360 | 3360 | 3360 | 3360 |

表4 視覚型・聴覚型判断時間比較（本実験）

Table 4 Comparison of Decision Making Time between Type of Visual and Auditory Style

| 提示媒体 | 情報処理特性 I | \bar{X} 判断時間（SD） | t 値 | |
|------|--------------------------|--------------------|-------|------|
| 音声 | 視覚型（ $N=13 \times 120$ ） | 2.66(0.82) | 0.7 | n.s. |
| | 聴覚型（ $N=31 \times 120$ ） | 2.64(0.89) | | |
| 文字 | 視覚型（ $N=13 \times 120$ ） | 2.05(0.93) | -20.3 | *** |
| | 聴覚型（ $N=31 \times 120$ ） | 2.65(0.98) | | |

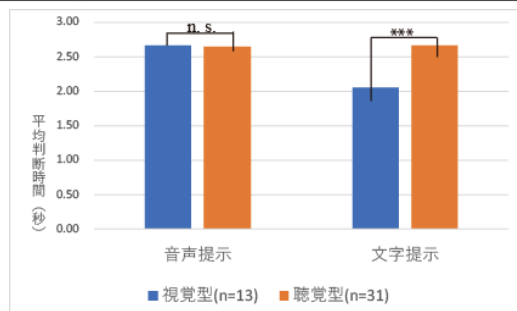


図2 視覚型・聴覚型判断時間比較（本実験）

Fig.2 Comparison of Decision Making Time between Type of Visual and Auditory Style

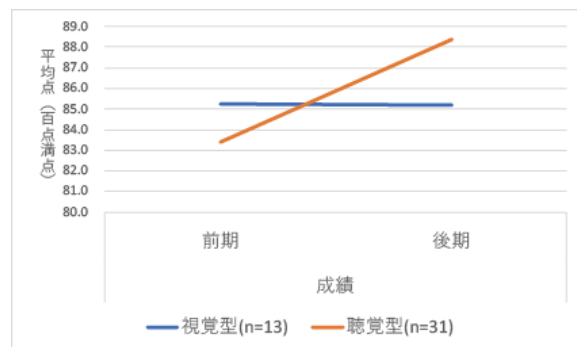


図3 視覚型・聴覚型、前期・後期成績比較

Fig.3 Competition of Performance between Type of Visual and Auditory Style (First and Second Semester)

表5 課題文内容比較（行動面／感情面）

Table 5 Comparison of Contents of Task between Behavior and Emotion

| 要素 | 課題文内容 | 課題数 | 最小値 | 最大値 | \bar{X} | SD |
|------|-------|-----|------|-----|-----------|-----|
| 文字数 | 行動面 | 60 | 4 | 20 | 14.2 | 4.2 |
| | 感情面 | 60 | 4 | 20 | 14.3 | 4.2 |
| 音読時間 | 行動面 | 60 | 0.73 | 3.0 | 2.0 | 0.6 |
| | 感情面 | 60 | 0.76 | 3.2 | 2.0 | 0.6 |

課題文内容別（行動面・感情面）（表5）判断時間の特徴から情報処理特性Ⅱ（表1右）の分類をおこなった。特徴のみられた直感型と調整型の判断時間比較を行なったところ全体では差は見られなかった。課題内容別では音声提示では直感型の方が調整型よりも時間がかかっていた（図4）。課題内容による判断時間差は調整型の方が大きかった。文字提示の判断時間比較では、行動面では調整型の方に時間がかかっていたが、感情面の方は差が見られなかった（図5）。両者の判断時間と音読時間の相関を行動・感情面別比較のグラフから、分類通り交互作用のあることがみられた。

直感型と調整型の成績前期・後期比較においても交互作用のあることがみられた（図7）。さらに、最も前期・後期成績平均点が高かったTeamBメンバーの文字提示判断時間と音読時間との散布図を個別に作成し（図8）、情報処理特性の特徴を視覚的に掴めるように試みた。調整型のSubB-1とSubB-4は両者ともに準聴覚型で、判断時間と音読時間との相関がみられた。しかし、課題内容別にみると、行動面の方に時間がかかっている、ばらつきも大きいことが観測された。SubB-2とSubB-3は両者とも視覚型であるが、前者は直感型、後者は準調整型であった。両者は他の二人より全体的に判断時間は短いことが観測され、SubB-2の特徴として、行動面と感情面の違いはみられなかった。SubB-3は前の二人よりは課題内容の差は見られないが、行動面の方が時間かかる傾向がみられた。また、全体として他のメンバーよりもばらつきは小さかった。

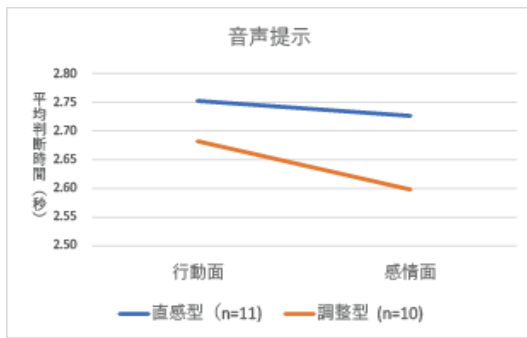


図 4 行動・感情別音声提示判断時間

Fig.4 Decision Time by Oral Reading Comparing Between Behavior and Emotion Tasks

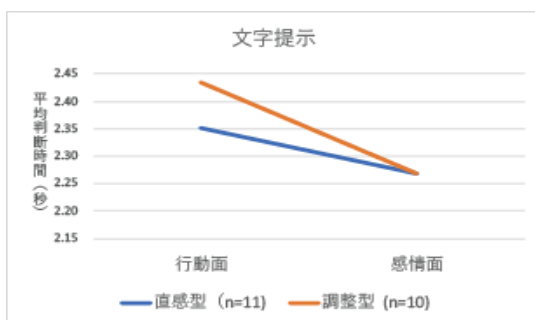


図 5 行動・感情別文字提示判断時間比較

Fig.5 Comparison of Decision Making Time between Behavior and Emotion Tasks

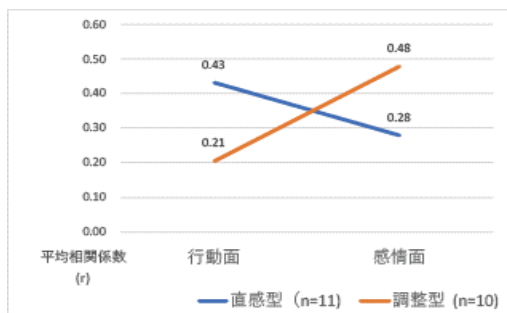


図 6 行動・感情別判断時間・音読時間相関比較

Fig.6 Correlation between Decision Making and Oral Reading Time Comparing between Behavior and Emotion Tasks

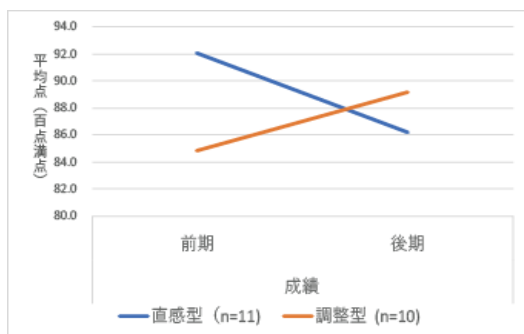


図 7 直感型・調整型別前期・後期成績比較

Fig.7 Comparison of Performance between Intuitive and Adjustive Type (First and Second Semester)

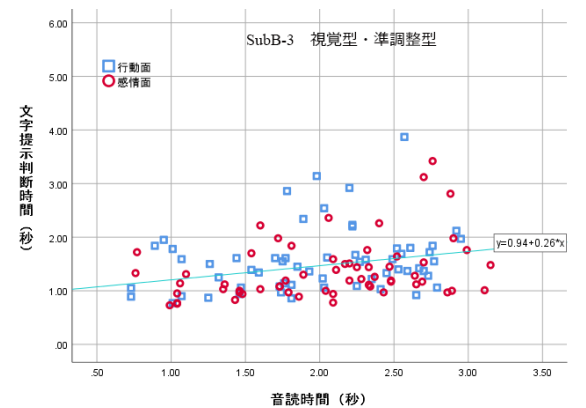
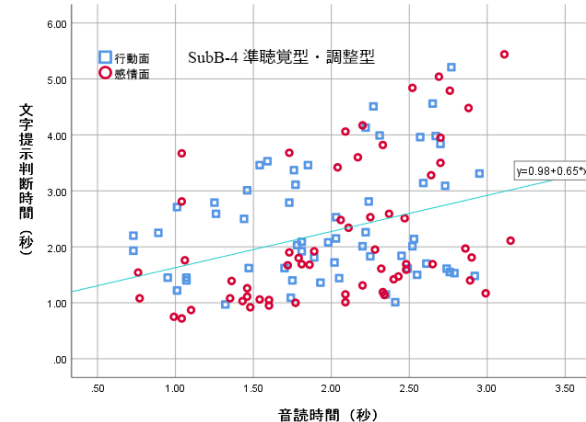
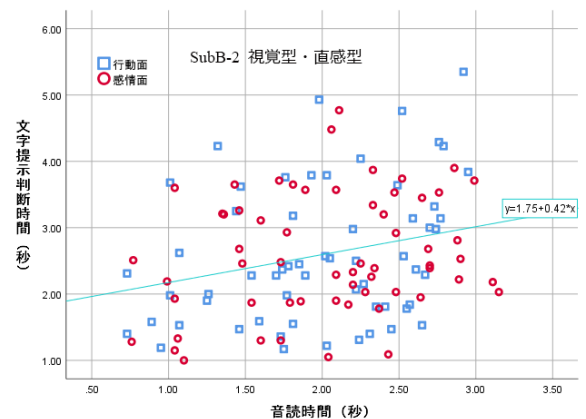
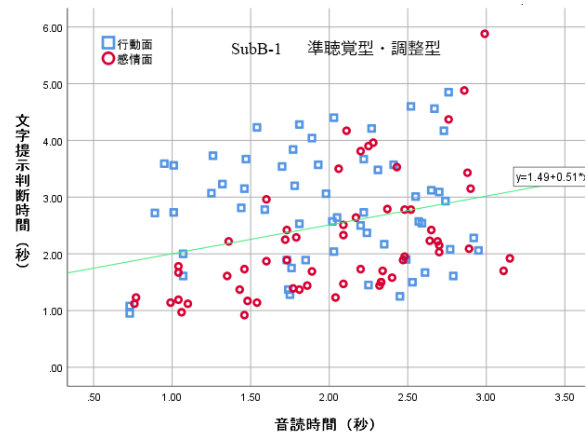


図 8 文字提示判断時間と音読時間の関連性

Fig. 8 Correlation between Decision Making and Oral Reading Time (Comparison among Differences of Information Processing Style)

4. 考察

同質同条件での予備実験をおこない、再現性の検証をおこなった。判断時間は練習効果が見られた。文字提示（黙読）と音読時間（音声提示）との相関に関しては、一回目と二回目に差がみられず、再現性が確認されたといえるだろう。

同じ環境・手順で本実験をおこなった結果、判断時間の視覚型・聴覚型比較で予備実験と同じ傾向がみられ、異なる被験者からの再現性が確認されたと考えられた。また個別の散布図から課題内容が行動面か感情面かにより、判断時間にそれぞれ情報処理特性の特徴がみられた。このことから、情報処理過程は常に同一ではないことが確認された。成績にも交互作用の傾向がみられたことから、文理解との関係が示唆されたといえる。

しかし、先行研究からの予測と図 8 に示した調整型の SunB-1 と SubB4 の散布図の特徴とが以下の点において一致しないことが判明した。

(1) 音読時間と相関の高い感情面の方が行動面よりも判断時間が短い。

(2) 音読時間との相関に低い行動面の方が感情面よりも判断時間が長く、分散が大きい。

この矛盾点を解く鍵として、小堀⁸⁾の人間の情報処理過程について運動制御からの説明が参考になるのではと考えられた。小堀によると、運動制御には feedforward control と feedback control の二種類に大別され、feedback control は誤った方向を正す働き（修正運動）があり、feedforward control はあらかじめ決められた運動指令（弾道運動）がおこなわれ、修正はおこなわないが、feedback control が間に合わない場合にも使われると説明されている。このように二種類の control の相互作用により運動がおこなわれているが、言語の情報処理の場合も、文字や単語の認知において音声系との相互作用や言語処理系との相互作用があると述べている。先に示した先行研究の報告と一致している点が多く、言語情報処理過程を解明していく上で feedback control、feedforward control の相互作用に関する理論からの視点が重要であると考えられた。

そこで、この運動制御の観点から言語情報処理過程のモデル化を図 9 に示しているように試みた。

- ① 言語情報が学習者に知覚される。
- ② 学習者は知覚した言語情報を選択し、入力・処理・理解しようとする。
- ③ その際、情報処理過程において既存の概念により制御（feedforward control）される。
- ④ 情報が未知の場合は類似する既存概念が参照され（概念メタファーの転移）、理解が可能となる。
- ⑤ 情報の内容が理解されると、問題が解決され意思決定の判断が可能となり、学習が成立する。

⑥ 判断の結果は次に情報が入力される際に feedback control として負荷される。

⑦ 未知の概念形成過程においては、負の feedback control 及び既存の概念から feedforward control による loop が発生し、繰り返し新規と既存の概念間で葛藤を起こしながら、学習は成立する。

また、この一連の作業が学習時に routine 化され、新たな image schema を作り上げられる。

⑧ さらに closed subroutine される際に新たな概念が形成され、既存の概念体系は修正され再構築される。

この情報処理モデルに当てはめて(1)(2)の考察を試みたところ、(1)に関しては、感情面の方が image schema を取り出しやすい要因があるのではないかと考えられた。つまり、感情が発生する状況と記憶との関係が推察され feedforward control により判断時間が短くなる傾向として現れるのではないかと考えられた。一方、(2)の行動面の場合は意思決定する際に状況による判断を必要とする点との関連が考えられた。つまり SubB-1 と SubB-4 の場合、性格特徴（YGPI・Co 尺度）からも協調性を有していることが判明し、周りの状況に合わせて意思決定の判断をおこなっているのではないかと推察された。音声提示では行動面と感情面の判断時間に差が見られないことから、文字提示では黙読による情報処理過程において feedback control による文理解のための確認作業がおこなわれているのではないかと推察され、感情面よりも時間を有するのではないかと考えられた。

以上の考察から、学習者の様々な情報を収集し分析することにより、個人的特性を把握することが可能となり、教授者が個々の学習者の行動予測がし易くなり、教授—学習者間の相互作用もスムーズに行なわれるようになることが期待された。

今後の課題として、さらに測定方法の精密化を図り、実験を重ねることにより、分析結果の検証を行なっていく必要があると考えられた。

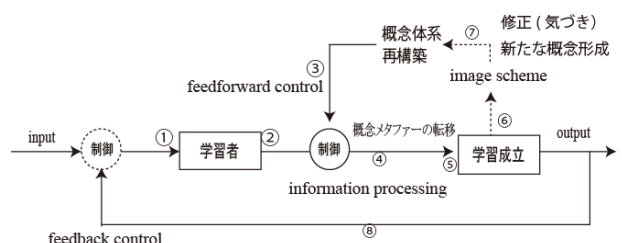


図 9 言語情報処理モデル

Fig.9 Language Information Processing Model

謝辞

実験に協力くださった徳永基与子准教授に深謝の意を表します。また参加くださいました学生の皆様に深謝の意を表します。

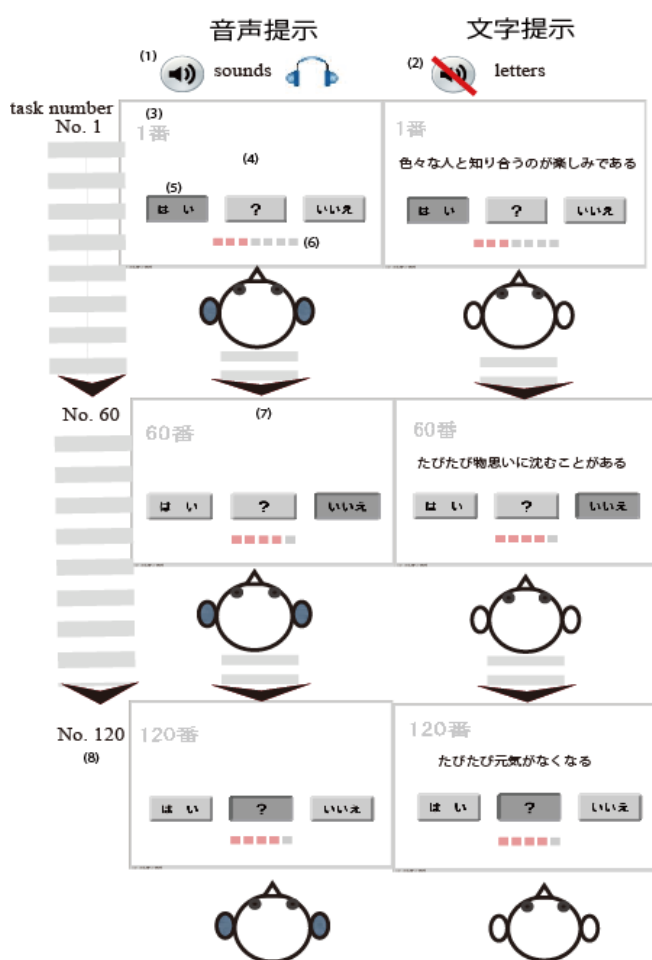
参考文献

- [1] Elgart, D.B.: Oral reading, silent reading, and listening comprehension: A comparative study". Journal of Reading Behavior, **10**, pp.203-207 (1978).
- [2] 高橋: 文理解における黙読と音読の認知過程—注意資源と音韻変化の役割に注目して, 教育心理学研究, **Vol.55**, pp.538-549 (2007).
- [3] 高橋, 田中: 黙読と音読での読解過程における認知資源と音韻表象の役割, 認知科学, **Vol.18**, No. 4, pp.595-603 (2011).
- [4] Kimura, Y. Concurrent vocal interference: Its effects on kana and kanji. Quarterly Journal of Experimental

Psychology: Section A. Human Experimental Psychology, **56** (1984).

- [5] 辻岡: 新性格検査法, 日本心理テスト研究所 (2000).
- [6] 辻岡: 日本語での文字／音声提示による課題文が判断に及ぼす影響—情緒性／向性課題の回答と反応時間の比較から, 大阪大学教育学年報, **第16号**, pp.33-44 (2011)
- [7] 辻岡: Big Data 処理による ICT 活用の一例: ロータリーエンジン可視化論文からの一検討, 教育システム情報学会, 研究報告, **29(2)**, pp.65-72 (2014).
- [8] 小堀: 人間の知覚と運動の相互作用--知覚と運動から人間の情報処理過程を考える, 龍谷理工ジャーナル, 龍谷大学理工学会, **Vol.23**, No.1, pp.24-31 (2011).

付録



実習室実験配置図

