

日本教育工学会編集委員会著作権規程第5条の3に基づき、著作者個人のWebサイト（著作者所属組織のWebサイトやデータベース、researchmap等の研究者用ポータルサイトを含む）へ掲載する。

本論文の出典は下記のとおりである。

日本教育工学会(JSET) 2023年秋季全国大会講演論文集 p.p. 223-224, 2023年9月

# ビジュアル型言語とテキスト型言語の学習中の 心拍数・心拍変動・感情・脳波の差異分析

Difference analysis of heart rate, heart rate variability, emotion, and  
electroencephalogram during visual language and text language learning

梅澤克之\* 越川拓海\* 中澤真\*\* 平澤茂一\*\*\*

Kasuyuki Umezawa\* Takumi Koshikawa\* Makoto Nakazawa\*\* Shigeichi Hirasawa\*\*\*

\*湘南工科大学 \*\*会津大学短期大学部 \*\*\*早稲田大学

\*Shonan Institute of Technology

\*\*Junior College of Aizu

\*\*\*Waseda University

<あらまし> ビジュアル型言語からテキスト型言語への移行に関する研究は多く行われているが、多くの研究は学習後のアンケート評価や理解度評価に留まっている。本研究では学習中の評価に着目する。具体的には、ビジュアル型言語とテキスト型言語の学習の際に、学習者の19種の生体情報(心拍数, 心拍変動, 12種の表情, 5種の脳波)を計測し、両言語の学習中の生体情報に何らかの差異があるか否かを確認する。実験の結果、テキスト型言語よりビジュアル型言語を使用する時の方が「悲しみ」と「困難さを表す脳波( $\beta/\alpha$ )」の値が高くなるということを確認した。また、その差はキーボード入力が苦手なグループの方が大きくなるということがわかった。さらに苦手なグループは、軽蔑し悲しみながら、否定的感情を伴い、困難さとストレスを感じながらビジュアル型言語の課題を遂行していることがわかった。

<キーワード> ビジュアル型言語, テキスト型言語, 心拍数, 心拍変動, 脳波, 感情分析

## 1. はじめに

我々は、課題遂行中の脳波情報を取得し、難しい課題に取り組むと $\beta/\alpha$ の値が高くなることを示した[1]。この研究の過程で、ビジュアル型言語の課題に取り組んでいる際の脳波とテキスト型言語に取り組んでいるときの脳波に差異があることを確認した。これにより両型の言語の学習過程には異なる思考が行われている可能性が示唆された[2]。本研究では、音楽作成を対象とし課題の内容や難易度を統一化してより厳密に生体情報を分析する。

### 1.1. 実験方法

#### 1.2. 参加者と実験に使用する課題

今回の実験の参加者は、湘南工科大学の4年生の7名である。ビジュアル型言語のプログラミングを行う際は、Google Blockly [3]を、また、テキスト型言語のプログラミングを行う際は、JSFiddle [4]を利用した。まず、練習を1回行い、その後本実験を2回行った。具体的には楽譜を見ながらその楽譜の通りの音になるようにプログラミングを行う課題を行った。練習は「カエルの合唱」、課題1は「メリーさんの羊」、課題2は「ジングルベル」の

楽曲を作成する課題に取り組んだ。

### 1.3. 実験に使用する生体機器

実験に使用する生体機器は、心拍変動の計測にはApple社のApple Watch 8, 心拍数の計測にはGarmin社のVenu 2, 感情分析には(株)シーエーシー社の心 sensor (Affectiva社製の感情認識エンジンを搭載), 脳波計測にはNeuroSky社のMindWave Mobile 2を使用した。またキーボードとマウスの動きを取得するためにキーロガーを使用した。

### 1.4. 実験の流れ

実験は、テキスト型言語から取り組むグループと、ビジュアル型言語から取り組むグループに分けた。課題1と課題2を解いている間中に心拍数と脳波を計測し、表情を録画する。また、課題遂行の前後で30秒ずつ心拍変動を計測する(心拍変動計測時にリューズ部分に指を添える必要があるため実験中の計測は不可能なため)。

## 2. 結果

### 2.1. 心拍変動の評価結果

まず、ビジュアル型言語とテキスト型言語

の学習の際に、両言語の学習の際の精神的ストレスに何らかの差異があるか否かを確認するために学習者の心拍変動を計測した。

表1 キーボード入力得意なグループの心拍変動の平均値の検定

実験	平均(前) 平均(後)	検定統 計量 $U$	検定統 計量 $Z$	両側 $p$ 値
テキスト型 (課題1)	3.7229 3.7899	9	0.8452	0.3980
ビジュアル型 (課題1)	3.7552 3.6761	18	0.6761	0.4990
テキスト型 (課題2)	3.7443 3.6418	18	0.6761	0.4990
ビジュアル型 (課題2)	3.9580 3.7209	28	2.3664	0.0180*

ビジュアル型言語の学習時に心拍変動値が低くなる、つまりストレスレベルが高くなることを確認した。また、キーボード入力のログを取得することにより、キーボード入力に慣れている参加者(A,E,F,G)とそうでない参加者(B,C,D)を別々に分析することによって、キーボード入力に慣れている参加者はビジュアル型言語の学習時によりストレスを感じていることを確認した。

## 2.2. 心拍数、感情、脳波の評価結果

次に、ビジュアル型言語とテキスト型言語を使用して課題を遂行する際に、両言語の学習の際の生体情報に差異があるか否かを確認するために、学習者の心拍数、12種類の表情、5種類の脳波( $\beta/\alpha$ )を計測した。

表2 キーボード入力得意なグループと苦手なグループの差異分析

生体 情報	差の平均値		統計 量 $U$	統計量 $Z$	両側 $p$ 値
	AEFG	BCD			
心拍数	-0.1954	0.4335	15	1.1619	0.2453
怒り	-0.1007	-0.1417	19	0.6455	0.5186
軽蔑	-0.1184	-0.267	12	1.5492	0.1213
嫌悪	-0.2051	0.0289	12	1.5492	0.1213
恐れ	-0.095	-0.1889	19	0.6455	0.5186
喜び	0.0696	0.0939	19	0.6455	0.5186
悲しみ	-0.0476	-0.3792	3	2.7111	0.0067**
驚き	0.1049	-0.1046	15	1.1619	0.2453
感傷	-0.0634	0.1499	13	1.4201	0.1556
混乱	0.119	0.1361	23	0.1291	0.8973
真顔	0.0364	-0.0902	19	0.6455	0.5186
豊かさ	-0.1098	0.057	19	0.6455	0.5186
感情価	0.0375	0.3747	9	1.9365	0.0528
$\beta/\alpha_l$	-0.0346	-0.0869	19	0.6455	0.5186
$\beta/\alpha_h$	0.0261	0.1165	9	1.9365	0.0528
$\beta_h/\alpha_l$	-0.0527	-0.3872	8	2.0656	0.0389*
$\beta_h/\alpha_h$	0.0719	-0.2415	9	1.9365	0.0528
$\beta_{lh}/\alpha_{lh}$	0.0579	-0.1997	9	1.9365	0.0528

悲しみと困難さを表す脳波( $\beta_h/\alpha_l$ )に関して、テキスト型言語よりビジュアル型言語を使用する時の方が値が高くなるということがわかった。またその差は、表2より、キーボード入力得意なグループ(A,E,F,G)より苦手なグループ(B,C,D)の方が大きくなるということがわかった。

## 3. まとめと今後の課題

本研究では、ビジュアル型言語とテキスト型言語の学習の際に、学習者の19種の生体情報(心拍数、心拍変動、12種の表情、5種の脳波)を計測した。結果として、ビジュアル型言語の学習時に心拍変動値が低くなる、つまりストレスレベルが高くなることを確認した。特にキーボード入力に慣れている参加者はビジュアル型言語の学習時によりストレスを感じていることを確認した。また、悲しみの感情と課題を困難と感じる強さは、キーボード入力苦手なグループの方が大きくなるということがわかった。さらに苦手なグループは、軽蔑、悲しみ、否定的感情、困難さを感じながら課題を遂行していることがわかった。

今後、ビジュアル型言語とテキスト型言語間のギャップを埋める中間型言語を開発するにあたっては、今回の結論を踏まえて、様々な理解度や習熟度の学生に対してストレスや負の感情を与えないような中間型言語を開発する必要があると考える。

## 参考文献

- [1] K. Umezawa, T. Saito, T. Ishida, M. Nakazawa, and S. Hirasawa, "Learning-state estimation method using browsing history and electroencephalogram in e-learning of programming language and its evaluation." Proceeding of the International Workshop on Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online (HELMeTO 2020), pp. 22-25, 2020.
- [2] K. Umezawa, Y. Ishii, M. Nakazawa, M. Nakano, M. Kobayashi, and S. Hirasawa. "Comparison experiment of learning state between visual programming language and text programming language." 2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology & Education (TALE), pp. 01-05, 2021.
- [3] Blockly games. <https://blockly.games/>. Accessed: 25 June 2023.
- [4] Jsfdiddle. <https://jsfdiddle.net/>. Accessed: 25 June 2023