

英文読解時における脳波を用いた英語力の判定

八子亮太^{†1} 土田泰子^{†2} 外山茂浩^{†3} 竹部啓輔^{†3} 村上祐貴^{†4}

概要：様々な分野でのグローバル化が進み、英語を用いたコミュニケーション能力が必要となっている。英語学習ではインプット・アウトプット・フィードバックが重要であるが、フィードバックにおいて現在の英語力判定方法では「即時性」や「客観性」に問題点があるため新しい評価方法が求められている。本研究では生体信号のひとつである脳波に焦点を当て、英文を読む順序が脳波に与える影響についても検証した。本研究における実験から英文を読む順序は測定に影響しないと考えられ、被験者が難しいと感じる場合に脳波の α/β 平均値は低下すると考えられる。また、英文読解直後の α/β 平均値から被験者の英語力を判定できる可能性があると考えられる。

1. 序論

近年のグローバル化に伴い、英語力の向上は必須の課題である。英語に限らず言語学習で重要となるのは、インプット、アウトプット、フィードバックの三要素であり、英語力向上のためには、より適正なフィードバックが重要となる。

今日では、TOEICや英検などの資格試験を用いることで受験者の英語力を定量化することが可能であるが、試験実施から結果が出るまでに時間がかかるという難点が挙げられる。一方で、英語多読と呼ばれる、難易度別に仕分けられた英語の本を読むという学習法では、学生自身が自身のレベルに適した本を選び英語レベルの判定を行うが、英語レベルの判定は学習者の主観に委ねられてしまうという問題点が挙げられる。

このように、資格試験を用いたフィードバックでは「即時性」、英語多読を用いる場合には「客観性」が問題点として挙げられる。そのため、これらの課題を克服する新しい英語力の評価方法が求められている。

そこで本研究では、英文読解時の読者の脳波を計測・解析し、脳波変化の特性について明らかにすることで、適正なフィードバックを行うシステムを構築することを試みる。具体的には、覚醒時定常的に出現する β 波と安静時に出現する α 波の変化についての解析を行う。今回の実験では、異なるレベルの英文を読む際に、文章を読む順序が脳波に与える影響について明らかにすることを試みる。

2. 実験方法

2.1 脳波の計測方法

脳波の計測には、生体信号収録装置 Polymate Pro MP6000 (図1)を用いる。頭皮に装着した小型アクティブ電極と、基準電極(両耳)との電位差を波形として検出する。電

極の配置は原則的に国際10-20法を適用するが、今回の研究では序論でも述べたように、安静時に出現する α 波と覚醒時に出現する β 波による解析を行うため、図2に示すような α 波が優位に出現する後頭部(O1, O2)を中心とした電極配置を行い計測する。



図1 Polymate Pro MP6000

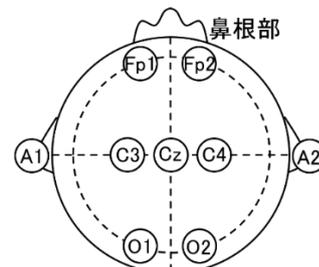


図2 簡略化された電極配置図

2.2 実験手順

本研究では、難易度別に仕分けられた英文を読んでいる際の脳波を計測し解析する。難易度は5段階で仕分け、昇順→降順の順に10回(手順A)、降順→昇順の順に10回(手順B)、ランダムな順に10回(手順C)の計30回の計測を行った。

計測開始から1分間の読解、その後1分間の閉眼安静という流れで計測を行った。脳波の計測は手順A→手順B→手順Cの順で行った。また、文章の難易度については、英語多読の読みやすさレベル(YL)を基に3種類の難易度(計18冊)とTOEICテスト問題(計6題)、新聞(計6紙)の合計30種類を用意した。それぞれ計測が終わるたびに被験者には文章の難易度についてのアンケートに答えてもらった。被験者は20代の男性3名である。

†1 長岡工業高等専門学校専攻科

†2 長岡工業高等専門学校

†3 長岡工業高等専門学校電子制御工学科

†4 長岡工業高等専門学校環境都市工学科

2.3 解析方法

計測した脳波の時系列データに、フーリエ変換を行うことで、その時系列データに含まれる周波数成分を分析する。このとき計測で得られた時系列データから任意の時系列区間を取り出さなければならないが、瞬きなどの雑音が含まれないように注意し切り出す。今回の研究では設置した電極のうちO1とO2について、閉眼直後からの20秒間を切り出し、時系列データとして使用した。切り出した時系列データをフーリエ変換することで得られた周波数スペクトルデータを α 波と β 波について評価する。そのために、 α 波と β 波の定義区間における総面積を算出し、面積比 α/β を比較する。

3. 実験結果

図3~5は被験者ごとの脳波の α/β 平均値を示している。横軸は本の難易度を表しており、1~5にかけて難易度が上がっている。また、縦軸はO1およびO2における脳波の α/β 平均値を示し、この値が高いほど α 波の出現量が多いと考えられ、読解による負荷が低いと考えられる。

図6~8は被験者ごとの α/β 平均値と自己評価アンケートの結果を示している。これは3パターンで行ったデータの平均値である。縦軸左側は自己評価アンケートの結果であり、この値が高いほど英文を難しく感じたということを示している。また、縦軸右側は α/β 平均値である。

➤ 順序効果の検討

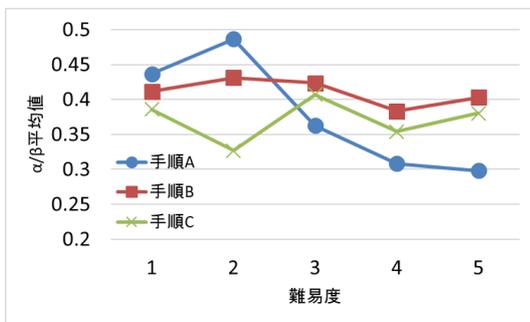


図3 被験者1の α/β 平均値

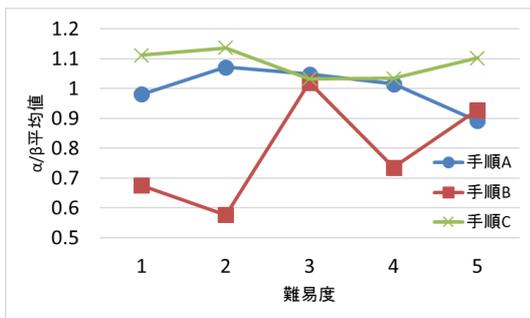


図4 被験者2の α/β 平均値

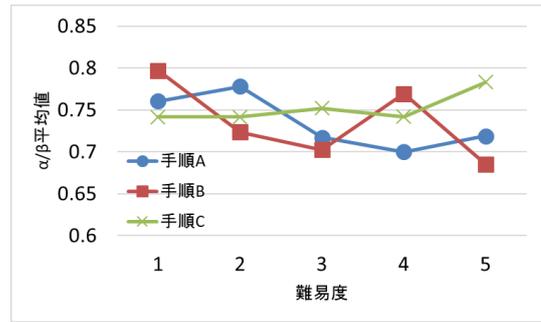


図5 被験者3の α/β 平均値

➤ 被験者ごとの結果

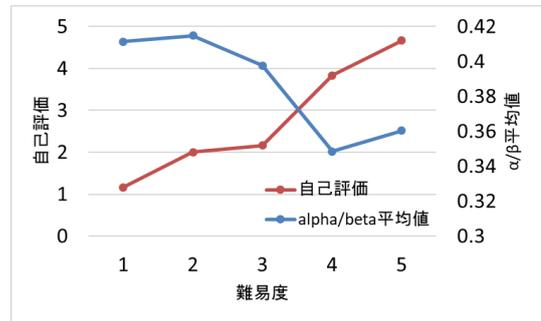


図6 被験者1の結果

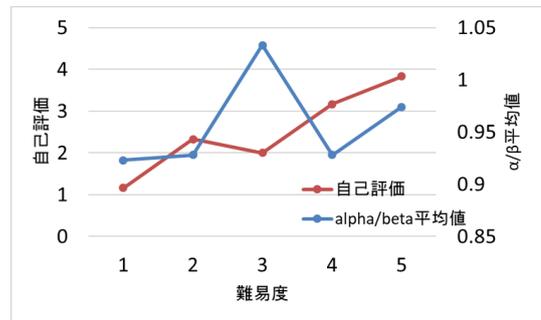


図7 被験者2の結果

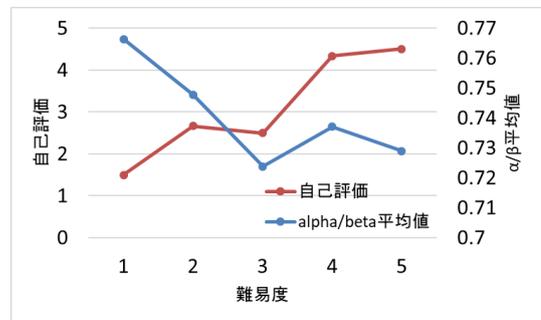


図8 被験者3の結果

4. 考察

図3~5の手順Aでの結果では、どの被験者も難易度が上がるごとに自己評価の値は下がる傾向にあり、 α/β 平均値は上がる傾向がみられた。これは難易度2付近の英文が被験者にとって読みやすい難易度であったのではないかと考えられる。

図3~5の手順Bでの結果では、図4では難易度3に、図5では難易度1に大きなピークがみられる。これは手順Aでみられたピークに近い位置に表れているが全く同じ位置にはみられなかった。これは一回目と二回目では英文に対する慣れが生じたことや、疲労などが原因だと考えられる。

図3~5の手順Cでの結果では、図4, 5をみると全体的に α/β 平均値が平坦となってしまったことが分かる。これは、今回の実験手順では手順A→手順B→手順Cの順に各10冊ずつ英文を読むという実験を行ったため、両被験者ともに疲労、もしくは慣れが生じたのではないかと考えられる。疲労が蓄積した、あるいは文章読解による刺激に慣れたことにより、脳波の変化量が減少したのではないかと考えられる。

全体的にみると誤差はあるが難易度の上昇に対して α/β 平均値は下がる傾向がみられた。よって文章を読む順序に関する特性は見受けられなかったと考えられる。

図6~8は被験者ごとの自己評価と α/β 平均値の平均をプロットしたものである。自己評価と α/β 平均値に逆位相のような相関がみられた。これは被験者が難しいと感じた英文では α 波の出現が減り、逆に簡単だ、あるいは読みやすいと感じている英文では読解での負荷が少なかったのではないかと考えられる。被験者1はTOEICスコアが420の学生であり、被験者2は380、被験者3は305の学生である。図6, 7では難易度3と4の間に自己評価と α/β 平均値の交点が見られる。対して図8では難易度2と3の間に自己評価と α/β 平均値の交点が見られる。これは被験者のTOEICスコアすなわち英語力の違いに応じた差異であると考えられる。いずれの被験者もこれらの交点の右側で α/β 平均値が最も低くなっており、 α/β 平均値の推移から英語力を判定することができるのではないかと考えられる。

5. 結言

今回の実験では、英文を提示する順序が脳波の変化に与える影響について、特徴的な変化はみられなかった。被験者の英語力(TOEICスコア)と脳波の α/β 平均値には概ね相関がみられ、英文読解直後の α/β 平均値から被験者の英語力を判定できる可能性があると考えられる。今後の課題としては、実験による負荷に対する被験者の疲労や慣れへの対策などが挙げられる。また、被験者を増やし、多様な英語力を持つ被験者について調査することで特性を明らかにすることを目標とする。

謝辞 本研究はJSPS科研費17K18683の助成を受けて行われた。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] 上野秀剛, 石田響子ほか, 脳波を利用したソフトウェアユーザビリティの評価 -異なるバージョン間における周波数成分の影響, ヒューマンインターフェース学会誌 vol.10 No.2, 2008.
- [2] 小林崇徳, 脳波解析による英文読解が与える負荷の定量化, H28年度長岡工業高等専門学校卒業論文 (2017).