

“嘘発見器” 電子キットによる皮膚電気活動の量的分析の試み

| | |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-08-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 畑, 敏道 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10271/49 |

“嘘発見器”電子キットによる 皮膚電気活動の量的分析の試み

畑 敏道

(総合人間科学講座・心理学)

A Trial for Quantitative Analysis of Electrodermal Activity by a “Lie-detector” Electrical Kit

Toshimichi HATA

Integrated Human Sciences · Psychology

Abstract: In this paper, I tried to confirm the usefulness of a “lie-detector” electrical kit as a tool for quantitative analysis of the electrodermal activity (EDA) in the educational situation of elementary level of the experimental psychology. Participants ($n=21$) were divided into one of three groups (low (L)-, middle (M)-, or high (H)- anxiety group) based on the points of the Anthropobic Tendency Scale (ATS) by Horii and Ogawa (1998). They were exposed to twelve times of auditory stimuli (1 kHz pure tone, 1s) and the EDA was measured by a modified “lie-detector” electrical kit, “Makoto-kun”. Although the skin conductance response (SCR) of H group was higher than the other groups, the difference did not reach significant level. On the other hand, the skin conductance level (SCL) gradually increased in H group but decreased in L group following repeated exposure to the auditory stimuli and the difference between these groups were significant. The SCL in M group was intermediate level throughout the exposure to the stimuli. These findings suggest that SCL linearly correlate with the points of ATS. Our findings are consistent with a previous study (Lader and Wing, 1964) showing that the habituation rate of SCL in the patients of anxiety is slower than normal control. In conclusion, the usefulness of our system as a tool for quantitative analysis of the EDA was partly confirmed.

Key words: electrodermal activity, skin conductance response, skin conductance level, faculty development, do-it-yourself

大学学部での心理学教育において、心理学実験・実習科目は重要な役割を担っている。たとえば、日本心理学会が認定する認定心理士の資格認定基準¹⁾では、心理学実験・実習科目を3単位以上履修することを要求している。実習科目では、学生には自ら積極的に課題やグループのメンバーと関わることが求められる。一方で、指導者には学生のモチベーションや教育効果をより高められる課題を準備することが求められる。

これら学生と指導者への双方の要求を満たすための試みとして、学生に教材を自作させ、その教材を使用して課題を行わせるという手法が教育場面一般でしばしば試みられてきた²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。これらの研究では、教材の自作によってクラス内の学生同士あるいは実習指導者と学生との相互交渉がダイナミックに変化し、学生の動機づけが高められることや⁵⁾、生徒が課題に対する関心や知識・達成感を得たと感じる効果を生み出すこと⁴⁾が報告されている。これらの報告はいずれも定性的ではあるが、実習課題に自作教材を用いることの有効性を示唆している。このことから、心理学実験・実習の教育効果を高めるうえでも自作教材の使用が有効であると考えられる。

一方で、心理学実験・実習に用いる自作教材には、統計的検定などを含めた量的分析に耐えうるデータの収集が可能であることも要求される。また、限られた実習時間の大部分が教材作成の時間に費やされないように、容易に作成できることも重要であろう。これらの要求を満たす可能性のある教材として、「嘘発見機」の電子キットがある。これらのキットには基盤や抵抗、スイッチなどの電子部品があらかじめパッケージされており、半田づけ程度の作業によって容易に作成可能である。この種のキットは複数のメーカーから市販されているが、いずれも手に握った電極によって皮膚電気活動(electrodermal activity, EDA)の変化を検出し、アナログメータやLEDによって表示する。実際に、前述の研究⁵⁾でも市販の嘘発見器のキットが用いられている。しかし、これらの電子キットによって量的分析に耐えうるデータが収集できるか否かについては検討されてこなかった。

そこで本研究では、心理学実験・実習科目レベルでの利用を前提として、学生が教材を自ら容易に作成でき、かつ妥当な測定ができる装置として市販の「嘘発見器」電子キットが有効であるかどうかを検討すること目的とした。この目的のため、市販の電子キットを改良したシステムを開発した。また、EDAと相関関係があることが古くから知られている⁷⁾不安の程度とEDAとの関係を調べることで測定装置としての妥当性を検討した。

方 法

実験協力者

T大学の学生21名(男性11名、女性10名)が実験に参加した。実験参加者の年齢は18～24歳であった。

装置

EDA測定系 EDA測定系の概略を図 I に示す。EDAの測定には電子キット「まことくん」((株)イー

ケイジャパン, TK-724)を用いた。このキットでは、刺激の負荷によってアナログメータの示す値が上昇することから、皮膚コンダクタンス (skin conductance, SC) を電流値の変化として検出していると考えられる。付属のアナログメータによって電流値の変化を数値化することが困難であったため、キットの基盤上にあるアナログメータへの出力端子をカード型デジタルマルチメータ ((株)マザーツール, MT-4070) のプローブ部に接続し、電流値を数値化した。また、キットに付属する電極は平坦で指との接触面が安定しなかったため、別に用意した銀電極を用いた。デジタルマルチメータの数値表示部をPCカメラ (サンワサプライ (株), CMS-USBV9) で撮影し、ノートパソコンのUSB端子を経由してPCカメラに付属していた動画キャプチャソフトによって1秒ごとに数値を録画した。

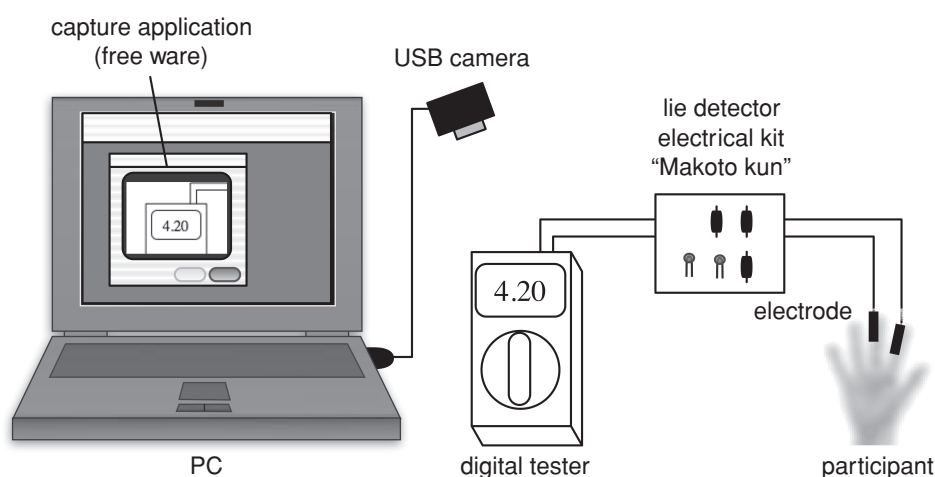


図1 電子キット「まことくん」を用いたEDA測定システムの概略

対人恐怖心性尺度 EDAには刺激によって誘発される一過性の反応(response)である皮膚コンダクタンス反応 (skin conductance response, SCR) と、緩徐な変動(level)である皮膚コンダクタンス水準 (skin conductance level, SCL) が含まれる。先行研究⁷⁾では、実験参加者のEDAを測定すると同時に聴覚刺激 (1 kHz, 100dB, 1s) を20回提示し、刺激提示回数が増加するにつれてSCRが急激に低下したが、不安症患者ではわずかな低下しかみられなかったことを示した。一方SCLも健常者では刺激提示の反復中に徐々に低下するが、不安症患者では低下しなかった。このことは、不安症患者では音刺激に対する馴化は健常者と比較して生じにくいことを示唆している。そこで、不安の程度によって実験参加者を3群にわけ、SCRとSCLの馴化の違いを見ることで測定システムの妥当性を検討することとした。不安の測定には対人恐怖心性尺度⁸⁾⁹⁾を用いた。この尺度は6つの下位尺度について5項目ずつ計30項目から構成される。各項目について、「全然あてはまらない」から「非常にあてはまる」までの7段階で評価させ、それぞれの段階に0点から6点を与えた。下位尺度を考慮せず、合計得点を算出した。尺度の最高点は180点、最低点は0点であった。

手続き

実験は個別に行なった。実験室内は消灯し、室温を $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ に保った。実験開始前に、生理反応の測定を行うこと、指に記録用の電極を装着すること、実験時間が15分程度であること、実験中はリラックスし、手や指をできる限り動かさないことを教示し、不明な点がないか確認した後、実験を開始した。被験者の右手第2および第3指の腹側部(中節掌面)の皮脂や汗をセロハンテープで除去した後、これらの部位に電極を装着した。安静時のEDAを3分間測定した後、被験者の前方両側に設置した2台のスピーカーにより、聴覚刺激(1 kHz, 500 msの純音, 100dB)を12回提示した。刺激間隔は30~50秒でランダムであった。12回目の刺激提示から80秒経過後にEDAの測定を終了した。その後、対人恐怖心性尺度に回答させ、実験を終了した。

従属変数

SCR 各聴覚刺激提示後の20秒間について1秒ごとに電流値を記録し、20個のデータ点を得た。これらの値を各刺激提示直前の電流値を100%とする変化率に変換した。

SCL 聴覚刺激提示前の3分間の安静期間については140, 160, 180秒目の電流値を、刺激提示期間では12回の各刺激の提示直前の電流値を、聴覚刺激提示後の80秒間の安静期間については20, 40, 60秒目の電流値を、それぞれ聴覚刺激提示前期間の120秒目の電流値を100%とする変化率に変換した。

統計的検定の有意水準は $\alpha = .05$ とした。

結果

刺激提示前安静期間中のSCLの平均値が他の実験協力者と比較して明らかに高かった($z > 3.0$)1名のデータは分析から除外した。

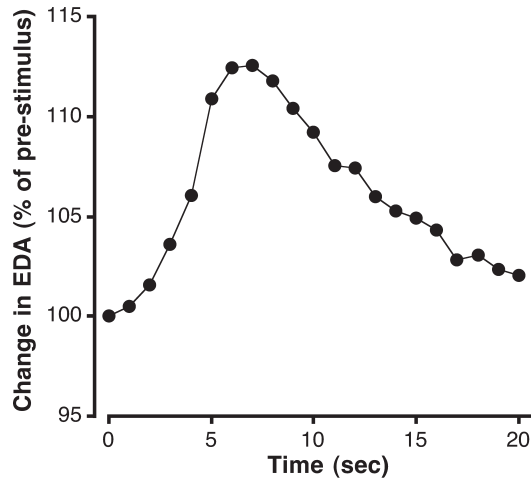
対人恐怖心性尺度得点

対人恐怖心性尺度の合計得点を算出し、低得点者(下位33%, $n = 7$), 中得点者(中位33%, $n = 6$), および高得点者(上位33%, $n = 7$)をそれぞれLow(L)群, Middle(M)群, High(H)群とした。各群の平均得点はそれぞれ42点, 75点, 104点であった。

SCR

典型的なSCRでは、刺激提示6~8秒後に反応が最大となり、その後低下した(図II)。このことから、後のSCRの分析では刺激提示後10秒以内の最大反応を振幅(amplitude)と定義し、刺激提示直前の値に対する変化率に換算した。12回の刺激提示に対するSCRの変化率を群別に平均した(図III)。群を被験体間、刺激提示回数を被験体内とする2要因の分散分析の結果、刺激提示回数の主効果のみ

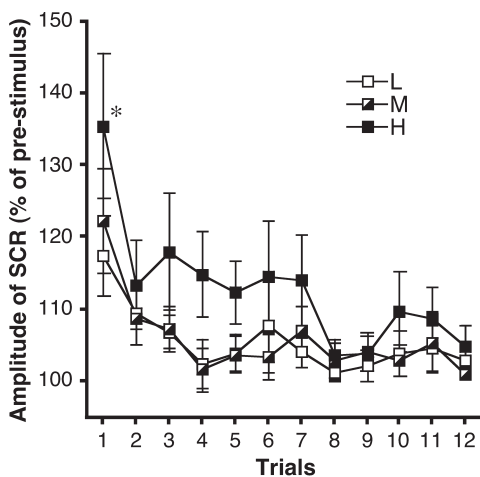
が有意であり ($F(11,187) = 8.67, p < .001$), Ryan法による多重比較の結果, 群を込みにした場合, 第1回目の刺激提示に対するSCRの変化値は他の全ての刺激提示に対するSCRの変化値よりも有意に大きかった。群の主効果および群と刺激提示回数の交互作用は有意ではなかった(それぞれ $F(2,17) = 1.68, p = .216$; $F(22,187) = 0.71, p = .832$)。



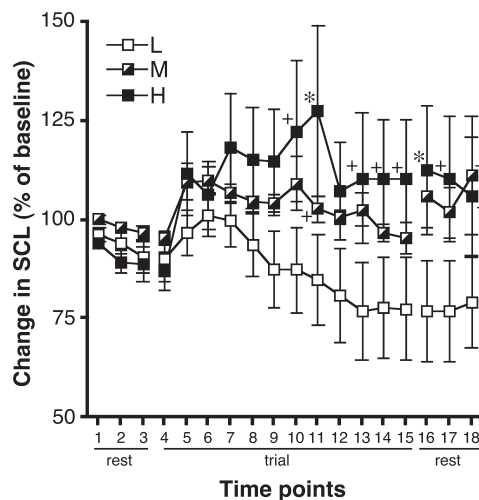
図II 典型的なSCRの例

SCL

群別の平均SCLを図IVに示す。群を被験体間, 測定時点を被験体内とする2要因の分散分析の結果, 交互作用が有意であった ($F(34,289) = 1.66, p = .015$)。単純主効果の検定およびその後のRyan法による多重比較の結果, H群では第11および17ブロックでL群との間に有意差が見られ, 第10, 13, 14, 15, 17および18ブロックではL群との差は有意な傾向にあった。一方, M群では第11および18ブロックにおいてL群との差が有意な傾向にあった。



図III 各群のSCR振幅の平均値。*は群を込みにした他の全ての試行でのSCRとの間に $p < .05$ で有意差があることを示す。



図IV 各群のSCLの平均値。*および+はそれぞれ当該測定時点のL群との差が有意 ($p < .05$) あるいは有意な傾向 ($p < .10$) であることを示す。

考 察

本実験では、市販の嘘発見器電子キットを用いて皮膚電気反応の量的分析が可能かどうかを検討した。市販キットの測定システムとしての欠点は、1) 付属のアナログメータでは数量化が困難なこと、2) 数量化したデータを時系列的に記録することが困難なことの2点であった。第1の点は付属のアナログメータの代わりにデジタルテスターを用いて数値として表示させることで解決できた。第2の点はパソコンに接続したPCカメラによってデジタルテスターに表示された数字を1秒ごとに撮影することによって解決できた。以上のシステムにより、EDAの数量化そのものは可能となった。

次に、不安傾向と皮膚電気反応との間に正の相関があることが古くから知られていることから、不安と関連が深いと考えられる対人恐怖心性尺度得点と皮膚電気反応との間に関連が見られるか否かを調べることで測定装置としての妥当性を検討した。対人恐怖心性尺度の得点によって被験者を3群にわけ、刺激に対する反応の成分(SCR)と緩徐な変化の成分(SCL)のそれぞれについて、群間で反応性の違いおよび経時的变化を比較した。その結果、SCRではいずれの群でも刺激の繰り返しにより馴化が生じたが、群間差は見られないことが明らかになった。ただしH群は一貫してL群およびM群よりも高い値を維持しており、SCRについてはある程度妥当な測定が可能であることを示唆している。一方SCLでは刺激提示開始以降に群間差が顕著となり、H群ではSCLが徐々に上昇する反面、L群では徐々に低下した。特に12回の刺激提示の後半および刺激提示終了後の安静期間ではH群とL群との間に有意差がみとめられ、両群で馴化の程度が異なることが示唆された。さらにM群ではほぼ一貫してL群とH群の中間の値で推移した。このことは、対人恐怖心性尺度得点と今回の装置で測定されたSCLとの間に線形的な関係があることを示唆している。この結果は少ないサンプル数から得られたものであるが、健常者では刺激提示の反復中にSCLが徐々に低下するが不安症患者では低下しないことを見出した先行研究⁷⁾の結果に類似しており、特にSCLを指標とした場合、今回用いたシステムが心理学初等実験レベルでの使用を前提とした皮膚電気活動の測定装置として充分妥当であることを示唆している。

序論で述べたように、自作の教材を用いることには学生の授業に対するモチベーションを上げる効果が期待される。また将来、卒業研究や大学院、ひいては研究者として実験環境を構築する際の訓練としても、有効であると考えられる。それ以外にも自作教材として電子キットを用いるいくつかの利点がある。第一に、制作が容易である。通電法によるEDA測定器の“簡便な”回路図は既に公開されており¹⁰⁾、この回路図にもとづいて測定装置を自作・使用することも考えられるかもしれない。しかし、この回路図に基づいて測定器を自作するには、やはりある程度の電気回路に関する知識が要求されるようである。実際に、特に電気回路に関する知識を持たない学生がパーツ類の購入から実際の作成までを試みたが、測定までには至らなかった。一方、本キットは同学生にも容易に作成できた。本キットは公共の科学館で小学生の理科教育に利用されている例もあり¹¹⁾、制作の容易さは十分に確認されているといえる。第2に、数千円程度で市販されており安価である。学生ひ

とりひとりに配布して作成させても、経済的負担は非常に少ない。第3にハードウェアの制約で精神生理学的実験を実習課題に組み込めない現場でも容易に使用可能である。

以上のように、嘘発見器のキットには1)教育効果を上げることが期待され、2)皮膚電気活動を量的にかつ妥当性をもって測定でき、3)時間的・経済的コストが低いという利点がある。このことから、心理学の初等実験において大変有効な教材であると考えられる。

謝 辞

本論文の執筆に当たり、科学警察研究所・小川時洋氏に貴重なコメントを頂戴しました。また、帝塚山大学・橋爪寿斗氏には積極的にデータの収集にあたっていただきました。記して感謝いたします。

文 献

- 1)：日本心理学会：認定心理士単位認定基準，2000.
- 2)：相場 博明：聴診器の自作実習とその教材としての価値，理科の教育 44:630-634, 1995.
- 3)：今里 真，今里幸実，植原真由美，杉谷誠爾，小柳敏彦，酒井誠：自作模型を用いた上部消化管内視鏡研修のトレーニング効果，プライマリ・ケア 27:18-22, 2004.
- 4)：大八木義教，戸田富士夫，針谷安男：ものづくりと計測・制御用教材の開発，宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要 26:155-164, 2003.
- 5)：刑部育子・美馬のゆり：ものづくりを通じた授業における学習過程に関する研究，第2回認知科学国際会議/日本認知科学会第16回大会合同大会(ICCS/JCSS99) 645-648, 1999.
- 6)：美馬のゆり，刑部育子：ものづくりを通じた授業にみる相互作用に関する質的研究 - 情報教育におけるものづくりを活かした授業の意味，日本教育工学会第14回大会講演論文集 323-326, 1998.
- 7)：Lader MH, Wing L: Habituation of the psycho-galvanic reflex in patients with anxiety states and in normal subjects. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 27:210-218, 1964.
- 8)：堀井 俊，小川 之：対人恐怖心性尺度の作成，上智大学心理学年報 20:55-65, 1996.
- 9)：堀井 俊，小川 之：対人恐怖心性尺度の作成(続報)，上智大学心理学年報 21:43-51, 1998.
- 10)：新美良純：精神生理学会(アメリカ)勧告による皮膚コンダクタンス測定器の試作，心理学研究 54:325-327, 1983.
- 11)：科学技術館：Science友の会news 166, 2005.