

知的集中と心理特性・精神状態との関連に関する実験研究

竹川 和佳子^{*1}上田 樹美^{*1}緒方 省吾^{*1}下田 宏^{*1}石井 裕剛^{*1}大林 史明^{*2}

An Experimental Study on Relationship between Intellectual Concentration and Personal Mental Characteristics

Wakako Takekawa^{*1}, Kimi Ueda^{*1}, Shogo Ogata^{*1}, Hiroshi Shimoda^{*1}, Hirotake Ishii^{*1} and Fumiaki Obayashi^{*2}

Abstract – As a proposal of new diagnosis for mental diseases, this study focused on the relationship between intellectual concentration and personal mental characteristics. It is expected that the measurement of concentration characteristics may help the diagnosis of the mental disorders because the mental characteristics such as psychiatric disease, developmental disorder and behavioral feature are supposed to be closely related to their mental activity such as concentration. When analyzing the relationship, the characteristics of concentration are expressed as 36 feature values by analyzing answering time distribution of cognitive task, and the values of concentration were compressed to 5 main factors by principal component analysis. Then the combination of the factors and one of 36 parameters of mental characteristics were given to a decision tree analysis tool.

Keywords : Intellectual concentration, Mental characteristics, Decision tree analysis

1. 背景

近年、精神疾患の患者数は増加傾向にある [1]。また、これら疾患の診断において確実な判定基準を確立することは難しく、この難しさは精神疾患だけでなく発達障害等に対しても見られる [2]。この状況においてより多くの潜在的患者が治療を受けられるようより確実な診断を実現させるために望まれていることの1つとして、測定が容易かつ定量的な判定基準を開発することが考えられる。

そこで本研究では、精神面での活動といえる知的集中を定量的に評価し、判定基準の1つとして将来的に利用できる可能性を検討する。また、精神状態に影響しうる要素として、精神疾患に加えて発達障害の傾向、性格特性も調査し、知的集中との関連を調べる。

知的集中の定量的評価に関しては、過去に様々な研究が行われてきた。河野らは、執務時の人間は大きく分けて「集中」「非集中」の状態を遷移するものとし、さらにその「集中」は「作業状態」「無意識の短期中断状態」に細分化されるものとした [3]。また大石らは執務者が作業対象に認知資源を割り当てている状態を「集中」として定義し、この概念をもとに図1に示す3状態変動モデルを提案した [4]。

ここから、内山らは集中時間の割合を表す指標 (Concentration Time Ratio; CTR) を開発した [5]。また、下中は集中状態の中でもどれだけ多くの認知

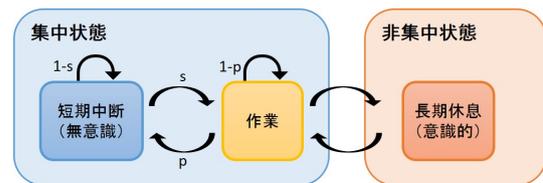


図1 集中の3状態変動モデル
Fig. 1 Concentration model of three states.

資源を作業対象に割り当てたかを表す「集中の深さ」の概念を提案し、深浅両方の集中を含めた集中時間の割合を表す指標 (Multi Concentration Time Ratio; MCTR)、および集中時間全体に占める深い集中の支配率を示す指標 (Concentration Depth Index; CDI) を開発した [6]。

本研究では、これらの指標を利用して認知タスクの解答時間データにより知的集中を定量的に評価し、その指標と個人の精神症状や性格特性との関連を調査することを目的とする。

2. 方法

本研究では、まず個人特性と認知タスクの解答時間データの両方を収集し、次にそのデータに対して関連を見出すため統計的分析を行う。本章ではデータの収集手順、認知タスクの解答時間データを用いた集中状態の近似、及び分析の実行概要について述べる。

2.1 個人の精神症状や性格特性の調査

個人の精神症状や性格特性を調査するため、合計6種類の尺度を用いた。

BIS/BAS 尺度は、行動抑制システム (Behavioral

*1: 京都大学大学院 エネルギー科学研究科

*2: パナソニック株式会社

*1: Graduate School of Energy Science, Kyoto University

*2: Panasonic Corporation

Inhibition System: BIS)・行動接近システム (Behavioral Approach System: BAS) からなる行動制御の概念に基づいて開発された尺度であり^[8]、性格特性を調査する一環として行動抑制・促進の傾向を調べるため採用した。

自閉症スペクトラム指数 (AQ) は、Baron-Cohen によって作成された自閉症傾向の判定尺度であり、連続性 (スペクトラム) の概念に基づいて「典型的な自閉症障害と定型発達の状態を両極と捉えた次元上での個人の位置付け」を判定することができる^[9]。自閉症障害かどうかだけではなく、定型発達が併せ持つ自閉症傾向の程度も測定できるという点で、多方面で利用されている実績があるため採用した。

YG 性格検査 (矢田部・ギルフォード性格検査) は、Guilford が考案したギルフォード性格検査を原型として、日本の文化環境に合うように構成された尺度である^[10]。性格特性の各要素を細かく抽出できること及び採点処理の簡易さから、産業界や教育・医療方面で広く活用されている実績があるため採用した。

精神健康調査票 (The General Health Questionnaire: GHQ) は、Goldberg によって開発された尺度で、主として神経症患者の症状把握・評価・発見にきわめて有効であるとされている^[11]。原版は 60 項目からなるが、後に Goldberg らは検査項目の簡略化を図り、60 項目を因子分析したのち 11 因子を抽出した。そのうち因子性が明確であった 6 因子の代表項目を 5 項目ずつ採用し、30 項目版として作成されたものを今回は用いた。

グローバルうつ病評価尺度 (Global Scale for Depression: GSD) は、うつ病の重症度及び定型・非定型の定量化を目的として千葉テストセンターが作成した尺度である^[12]。当尺度は精神疾患の 1 つとしてうつ病の有無を調査できるだけでなく、うつ病の型も併せて考察できるため採用した。回答方法としては自己記入式と観察者記入式の 2 通りのが可能であるが、本研究では年齢層のばらつきを抑えつつより多くの参加者を募るため、大学生・大学院生を対象としており、一人暮らし等の理由で特定の観察者が存在しないケースを考慮して自己記入式を採用した。

NEET/Hikikomori Risk Scale (以下、NHR) は、内田らによって開発された、社会進出に問題を抱える者に共通する心理的傾向の尺度である^[13]。ここでは「NEET」及び「引きこもり」が、社会で疎外される心理的傾向に起因するものとしている。本研究では、このような心理的傾向は集中力に影響を与えている可能性があると考えたため、当尺度を採用した。

2.2 知的集中の計測手法

本研究では京都大学の大学生・大学院生から 236 人の参加者を募集し、個人特性のデータと認知タスクの解答時間データを得るための実験を行った。参加者には、実験参加日の 1 週間前を目安に回答ページへの URL を記したメールを送信し、2.1 節に示した 6 つのアンケートに全て回答してもらった。実験当日は、午前 9 時または午後 2 時 30 分から約 2 時間の実験を実施した。その流れを図 2 に示す。



図 2 実験の流れ

Fig. 2 Protocol of the experiment.

認知タスクとして使用したのは、オフィス作業で用いる能力を要する、難易度の均一なタスクとして上田らが開発した比較問題^[7]である。タスク実施画面の説明を図 3 に示す。

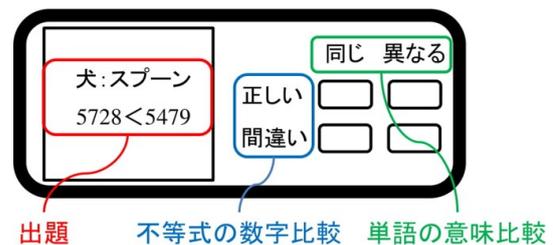


図 3 比較問題の解答画面の説明

Fig. 3 Answering screen of comparison task.

タスクの出題部分には 2 つの単語と 2 つの数字が表示され、単語の意味カテゴリーの同異と不等号の正誤をそれぞれ 2 種類に分類し、その結果を 4 個のボタンの中から選んでタッチして解答する。各問題の解答が終わると、正誤に関係なく次の問題が表示される。

参加者には「間違えないように注意しながら、なるべく速く解き進めてください」と教示した上で、タスク時間終了まで問題に解答し続けるよう指示した。解答は各参加者の座席に設置している iPad を用い、サーバー上にある問題ページに随時アクセスさせる形で行った。iPad はスタンドに立てかけた状態で設置したが、机の上に寝かせて解くことを希望した参加者に対してはそれを許可した。時間感覚がタスクの結果に影響することを避けるため、iPad 上の時間が表示される部分には参加者番号を示したテープを上から貼り、参加者には現在時刻が分からないようにした。

なお、タスク中において 100 秒以上の無回答時間が見られた参加者 10 人に関しては眠っていたものと見

なし、分析への影響を避けるため今回は分析の対象外とした。

2.3 知的集中の定量的評価

認知タスクの解答時間をヒストグラムにするとおおよそ図4のような分布となる。ここに3状態変動モデル^[4]の概念を適用して集中状態と非集中状態に分けると、集中状態は第1位集中（より深い集中）、第2位集中（浅い集中）と称される2つの対数正規分布に近似することができる。この近似にあたって、集中時の解答数、集中時間、対数正規分布のパラメータ等が算出される。

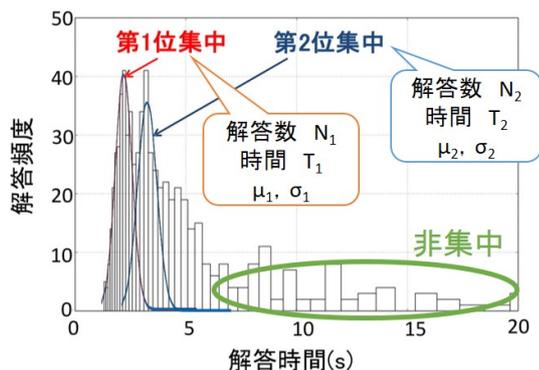


図4 解答時間のヒストグラム
Fig.4 Histogram of answering time.

算出された数値のうち、分析対象として用いたものを表1に示す。

表1 知的集中を示す特徴量
Table 1 Feature values to express intellectual concentration.

数値	意味
N	総解答数
N_1	第1位集中での解答数
N_2	第2位集中での解答数
T_1	第1位集中の時間
T_2	第2位集中の時間
CTR	集中時間比率
MCTR	第2位集中を考慮した集中時間比率
CDI	第1位集中の支配率
$\mu_1 \cdot \sigma_1$	第1位集中曲線のパラメータ
$\mu_2 \cdot \sigma_2$	第2位集中曲線のパラメータ
μ 比	μ_2/μ_1
σ 比	σ_2/σ_1
SET 間比	CTR、CDI、 μ_1 、 μ_2 、 σ_1 、 σ_2 、 μ 比、 σ 比、それぞれの (SET2での値) / (SET1での値)

表の横線以下に示す数値は、分析対象として新たに追加した特徴量である。まず、第1位集中と第2位集中の違いを数値化できると推測し、 μ_2/μ_1 および σ_2/σ_1 (以下、 μ 比、 σ 比) を追加した。さらに、休憩を挟んで作業を再開した場合の知的集中の変化を数値化できると推測し、CTR、CDI、 μ_1 、 μ_2 、 σ_1 、 σ_2 、 μ 比、

σ 比に関してはSET1での値とSET2での値の比(以下、SET間比)を追加した。

これらの数値を新たに追加したのは、個人の特性が第1位集中と第2位集中の違いや休憩前後の差に表れる可能性を考慮したためである。このようにして、知的集中を定量的に示す指標として合計36個の数値を分析に用いた。

2.4 相関係数による評価

個人特性と知的集中との関係を調べるため、まず第一に個人特性を表す数値と知的集中の指標との間でピアソンの積率相関係数を求めた。個人特性を表す数値として用いた36項目を表2に示す。知的集中の指標として用いた数値は2.3節で述べた36個であり、これら全ての組み合わせに対して 36×36 個の相関係数を算出した。

表2 個人特性データとして用いた数値
Table 2 Values to express personal characteristics.

名称	得点範囲
BAS-接近ドライブ	5 - 20
BAS-報酬応答性	5 - 20
BAS-新たな報酬体験の追求	5 - 20
BIS-懸念・罰感受性	5 - 20
BIS-回避ドライブ	5 - 20
BIS-抑制性	5 - 20
AQ-社会的スキル	0 - 10
AQ-注意の切り替え	0 - 10
AQ-細部への関心	0 - 10
AQ-コミュニケーション	0 - 10
AQ-想像力	0 - 10
AQ-合計点	0 - 50
YG-抑うつ性	0 - 20
YG-回帰性傾向	0 - 20
YG-劣等感	0 - 20
YG-神経質	0 - 20
YG-主観性	0 - 20
YG-非協調性	0 - 20
YG-攻撃性	0 - 20
YG-活動性	0 - 20
YG-のんきさ	0 - 20
YG-思考的外向性	0 - 20
YG-支配性	0 - 20
YG-社会的外向性	0 - 20
GHQ30-一般的疾患傾向	0 - 5
GHQ30-身体的症状	0 - 5
GHQ30-睡眠障害	0 - 5
GHQ30-社会的活動障害	0 - 5
GHQ30-不安と気分変動	0 - 5
GHQ30-希死念慮うつ傾向	0 - 5
GHQ30-合計点	0 - 30
GSD-第1段階	17 - 51
GSD-第2段階	-13 - 13
NHR-フリーター生活志向	-3 - 3
NHR-自身の能力欠如	-3 - 3
NHR-将来への意志不明瞭性	-3 - 3

2.5 決定木分析

関連を調べるための別なる分析手法として、本研究では決定木を使用した。この手法の最大の利点は、帰結の決定に重要であった要素とそうでない要素が視覚的に判断しやすく、分析結果を容易に解釈できるということである。

この分析の実行イメージを図5に示す。

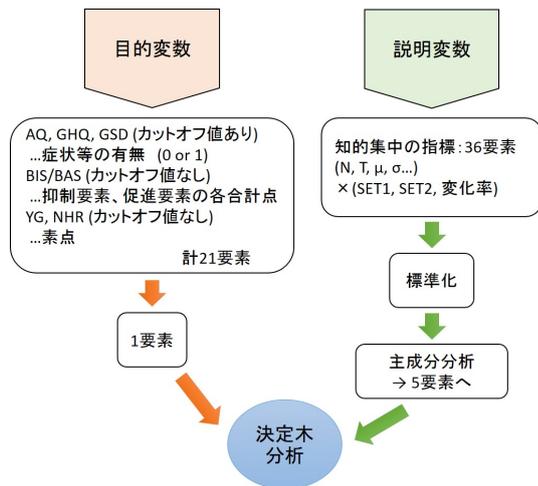


図5 分析の実行イメージ
Fig. 5 Procedure of analyze.

目的変数には表2に示す個人の特性の調査結果を用いており、AQ、GHQ、GSDに関しては得点から判定した症状の有無を、BIS/BASに関しては行動抑制要素と促進要素それぞれの合計点を、YG、NHRに関しては得点そのものを目的変数に設定した。

説明変数には知的集中の指標を設定したが、要素数が36個のままでは非常に多く、有用な結果が得られなくなるため、標準化したのちに主成分分析で次元を圧縮した。

標準化したのは、全てのパラメータを同じ平均・分散に揃えておくことで、分析結果が値の大きいパラメータだけに左右されることを防ぐためである。

また、主成分分析においては何次元にまで圧縮するかを指定する必要があるが、一般的には累積寄与率¹が80%以上になるまでの主成分が分析に使われるため、本分析では累積寄与率が80%を超過した第5主成分までを分析対象とした。

分析にあたっては、Pedregosaらによって開発されたPythonのオープンソース機械学習ライブラリ「scikit-learn」を用いた^[14]。

3. 結果と考察

3.1 相関係数による評価の結果

2.4節に示す手法で相関係数を算出した結果、求めた相関係数の中で絶対値が0.20以上²となった組は「BIS/BAS-回避ドライブ × SET1のMCTR」「GHQ30-身体的症状 × SET1の N_2 」「GHQ30-不安と気分変調 × SET2の N_2 」の3組のみであった。これら3組の散布図の代表例を図6に示すが、特に明らかな相関は見られず、いずれも外れ値による影響やデータ数が十分でないことによる偶然により、弱いながらも相関があると判断された可能性が高いと考えられる。

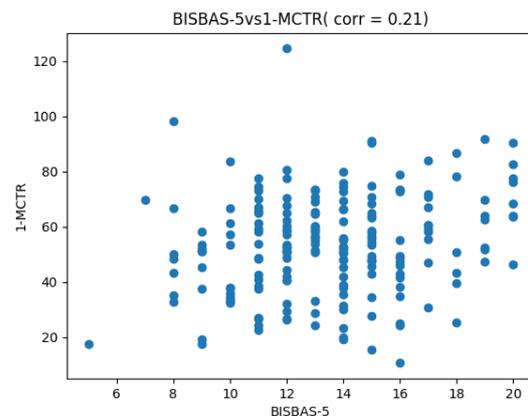


図6 BIS/BAS-回避ドライブ × SET1のMCTR (r=0.21)

Fig.6 Scatter plot of BIS/BAS-avoidance and SET1-MCTR (r=0.21).

よって、相関係数により個人特性と知的集中の各要素の関連をこれ以上議論することは難しく、異なる手法で関連を評価する必要が生じた。

3.2 主成分分析の結果

2.5節に示す手法で、36個ある知的集中の指標に対して主成分分析を行った結果、以下に示す特徴を持つ5つの主成分に圧縮された。

第1主成分は、 μ や σ のような集中曲線のパラメータと強い正の相関を示した。3状態モデルの概念において e^μ は解答時間の分布の最頻値、 σ は標準偏差を意味しており、 μ が大きい場合は σ も大きくなる傾向がある。つまり、 μ や σ の大きさは解答時間の長さを意味し、第1主成分は「解答に要する時間」の指標であると捉えることができる。

第2主成分は、第1位集中における解答数 N_1 、第1位集中の時間 T_1 及びCTR、MCTRと強い正の相関を示した。 T_1 、CTRが大きいことは第1位集中時間が長いことを意味し、それゆえに第1位集中における

1: 各主成分がデータをどの程度説明しているかを示す割合(寄与率)を、第1主成分、第2、第3...と合計した数値。

2: 一般に弱い相関があると解釈される基準値。

解答数 N_1 も大きくなると考えられる。また MCTR は第 2 位集中を含めた集中時間の指標であるが、これも第 1 位集中時間が長くなれば大きくなる。よって、第 2 主成分は「第 1 位集中の度合い」の指標と捉えることができる。

第 3 主成分は、第 2 位集中曲線のパラメータ μ_2 、 σ_2 の SET 間比及び μ_2/μ_1 、 σ_2/σ_1 の SET 間比と強い負の相関を示した。 μ_2 や σ_2 は第 2 位集中における解答時間の長さに対応し、 μ_2/μ_1 や σ_2/σ_1 は第 1 位集中に対する第 2 位集中の解答時間の長さに対応するので、これらの SET 間比が小さいことは、SET1 に対して SET2 における第 2 位集中の解答時間が短くなることを意味する。また、CDI の SET 間比とは強い正の相関を示しており、これが大きいことは、SET1 に対して SET2 における第 1 位集中の割合が大きいことを意味する。よって、第 3 主成分は「休憩を挟んで作業を再開した場合の集中の深化」の指標と捉えることができる。

第 4 主成分は、特に SET2 において第 2 位集中における解答数 N_2 、第 2 位集中の時間 T_2 と正の相関を示し、両 SET において CDI と負の相関を示した。 T_2 が大きいことは第 2 位集中にあたる時間が長いことを意味し、それゆえに第 2 位集中における解答数 N_2 も大きくなると考えられる。また、CDI が小さいことは第 1 位集中の割合が小さい、すなわち第 2 位集中の割合が大きいことを意味する。よって、第 4 主成分は「第 2 位集中がいかに多く見られるか」の指標と捉えることができる。

第 5 主成分は、CTR の SET 間比と強い負の相関を示し、CDI の SET 間比とも負の相関を示した。CTR の SET 間比が小さいことは、SET1 に対して SET2 における第 1 位集中にあたる時間が少ないことを意味する。よって、第 5 主成分は「休憩を挟んで作業を再開した場合の集中時間の減少」の指標と捉えることができる。

3.3 決定木分析の結果

決定木分析の結果は、逆さの樹木状の図として出力される。顕著な傾向が見られた例として、自閉症スペクトラム指数を目的変数とした分析結果の簡略図を図 7 に示す。

分岐条件は第 2 主成分が 0.983 以下であれば「はい」、0.983 より大きければ「いいえ」となる。第 2 主成分とは 2.3 節で述べた通り第 1 位集中の程度を示す成分であるため、全体で 226 個のデータに対し「いいえ」側に分岐した 82 個のデータは、第 1 位集中の程度が比較的大きいことになる。ここで自閉症傾向を伴う割合に着目すると、全体では 226 人中 25 人 (11.1%) であるのに対し、「いいえ」側に分岐した 82 人の中で

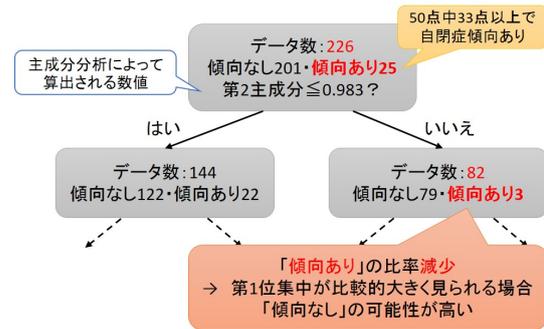


図 7 分析結果の簡略図 (目的変数: AQ)
Fig. 7 Simplified figure of the result - AQ.

は 3 人 (3.7%) である。すなわち、比較的高い集中度をもつ人は自閉症傾向を伴わない可能性が高いと推測できる。

同様の手法で考察した結果、自閉症スペクトラム指数の例ほど顕著ではなかったものの、他にも関連する可能性がある要素の組み合わせが見られた。それらの例を以下に示す。

図 8 に示す YG-支配性に対する分析結果では、第 1 位集中の程度が比較的大きい場合、平均得点がやや低い、すなわち支配的でない (従順である) 傾向が見られた。

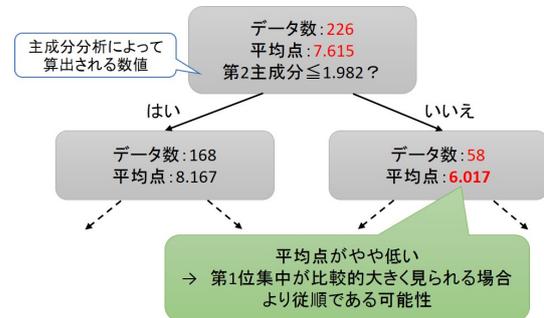


図 8 分析結果の簡略図 (目的変数: YG-支配性)
Fig. 8 Simplified figure of the result - YG-dominance.

図 9 に示す NHR-フリーター生活志向に対する分析結果では、第 1 位集中の程度が比較的小さい場合、平均得点がやや高い、すなわちフリーター生活志向がより強い傾向が見られた。

図 10 に示す YG-回帰性傾向に対する分析結果では、休憩を挟んで集中が浅くなる場合、平均得点がやや高い、すなわち情緒がより不安定である傾向が見られた。

図 11 に示す BAS (行動促進傾向) に対する分析結果では、休憩を挟んで集中時間が増す場合、平均得点がやや高い、すなわち行動促進傾向がより強い傾向が見られた。

図 12 に示す YG-劣等感に対する分析結果では、休憩を挟んで集中時間が増す場合、平均得点がやや低

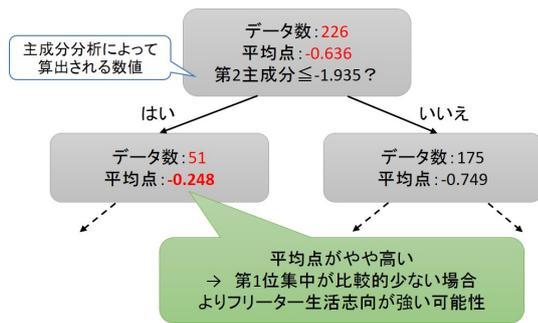


図9 分析結果の簡略図(目的変数:NHR-フリーター生活志向)
Fig.9 Simplified figure of the result - NHR-freeer lifestyle preference.

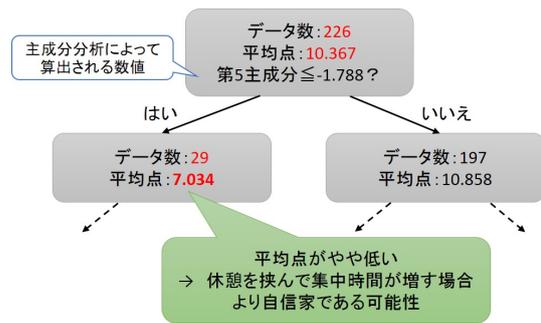


図12 分析結果の簡略図(目的変数:YG-劣等感)
Fig.12 Simplified figure of the result - YG-inferiority complex.

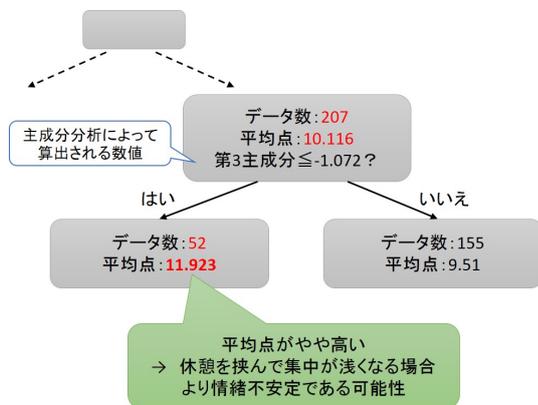


図10 分析結果の簡略図(目的変数:YG-回帰性傾向)
Fig.10 Simplified figure of the result - YG-recurrence.

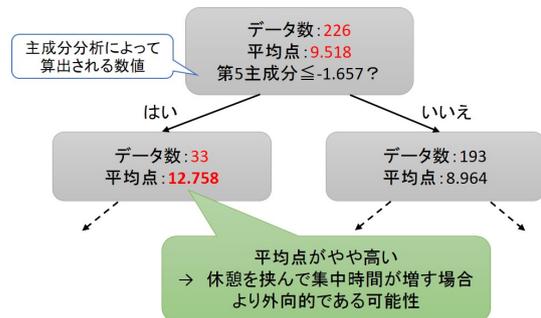


図13 分析結果の簡略図(目的変数:YG-社会的外向性)
Fig.13 Simplified figure of the result - YG-social extroversion.

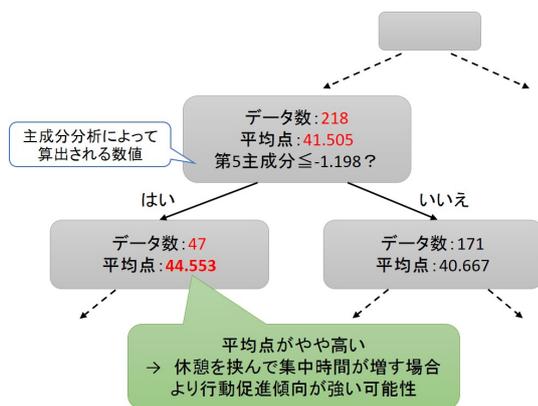


図11 分析結果の簡略図(目的変数: BAS)
Fig.11 Simplified figure of the result - BAS.

い、すなわち劣等感が低い(自信家である)傾向が見られた。

図13に示すYG-社会的外向性に対する分析結果では、休憩を挟んで集中時間が増す場合、平均得点がやや高い、すなわち外向的である傾向が見られた。

なお、精神疾患に関連するGHQ、GSDを目的変数とした分析からは、顕著な結果が得られなかった。

以上の考察により、知的集中と個人特性との間に絶対的な関連を見出すまでは至らなかったものの、関連をもつ可能性が高い要素を抽出することができた。

4. 結論

本研究では、個人の精神症状や性格特性を調査し、かつ知的集中を定量的に評価したデータを取得するための実験を行った。次いで、統計的分析手法により両者の関連を調査した。その結果、個人特性の中には知的集中を示す指標の一部と関連を持ちうる要素が存在するという形で、可能性を示唆することができた。

現段階では知的集中の指標を精神疾患や自閉症傾向の診断材料、及び性格特性の判断基準として実用化することは難しいが、今後の展望として、サンプルを大学生・大学院生以外からも募集して議論できる年齢の幅を広げること、個人特性の調査のために用いる尺度の再考などが挙げられる。さらに、認知タスクの解答時間の時系列分析も試行の価値があると考えられる。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP17H01777の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 厚生労働省: こころの健康対策～うつ病～, (<http://www.mhlw.go.jp/kokoro/nation/dyp.html>, 2018年6月25日現在).
- [2] 木村: 医療化現象としての「発達障害」—教育現場における解釈過程を中心に—, 教育社会学研究第79集, pp.5-24 (2006).
- [3] Miyagi,K., Kawano,S., et al.: Improvement and Evaluation of Intellectual Productivity Model Based on Work State Transition, 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.1491-1496 (2012).
- [4] Shimoda,H., Ooishi,K., et al.: An Intellectual Productivity Evaluation Tool Based on Work Concentration, 15th International Conference on Human-Computer Interaction, **Vol.16**, pp.364-372 (2013).
- [5] Uchiyama,K., Ooishi,K., et al.: Process of Evaluation Index of Intellectual Productivity Based on Work Concentration, Proceedings of ICSTE 2013 (2013).
- [6] Ueda,K., Shimonaka,S., et al.: Quantitative Evaluation of Intellectual Productivity Considering Depth of Concentration, 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.758-763 (2017).
- [7] Ueda,K., Shimoda,H., et al.: Development of a New Cognitive Task to Measure Intellectual Concentration Affected by Room Environment, The Fifth International Conference on Human-Environment System (2016).
- [8] 安田, 佐藤: 行動抑制システム・行動接近システム尺度の作成ならびにその信頼性と妥当性の検討, 心理学研究, **Vol.73**, No.3, pp.234-242 (2002).
- [9] 若林: 成人用 AQ 日本語版・自閉症スペクトラム指数使用手引, 三京房 (2016).
- [10] 八木: YG テストの診断マニュアル —人事管理における性格検査の活用—, 日本心理技術研究所 (1989).
- [11] 中川, 大坊: 日本版 GHQ 精神健康調査手引 (増補版), 日本文化科学社 (2013).
- [12] 福西, 福西: GSD グローバルうつ病評価尺度 検査手引書, 千葉テストセンター (2012).
- [13] Uchida Y., Norasakkunkit V.: The NEET and Hikikomori Spectrum: Assessing the Risks and Consequences of Becoming Culturally Marginalized, *Frontiers in Psychology*, **Vol.6**, No.1117 (2015).
- [14] Pedregosa F., Varoquaux G., et al.: Scikit-learn: Machine Learning in Python, *JMLR*, **Vol.12**, pp.2825-2830 (2011).