

# GRIT に基づく学習姿勢と物理学学習結果の関係

Relationship between learning attitude based on GRIT and physics learning outcomes

金長正彦  
(物理学学科目)

(2023年1月4日受理)

## I. はじめに

大学初年次学生の学習状況を観察すると、演習課題等で複数行に渡る長文が続く問題が出題された場合、それを読み解くのに苦勞している様子が多く見られる。図などの補助手段の無い演習問題文を読み、その意味を考え、状況のある程度正確にイメージすることが難しい学生、すなわち、長文の読解力が乏しい学生が近年増加傾向にある。事実、対象年齢は15歳と大学生とは異なるが、OECD加盟国で2018年に実施されたPISA2018の結果概要<sup>1)</sup>からも「数学的リテラシー」や「科学的リテラシー」の日本人学生の得点が1位、2位であることに比べて「読解力」の得点は11位と下回っており、2015年の結果よりも有意に低下したことが示されている。

この分析結果によると、PISA2018で「読解力」として測定された能力は①情報を探し出す能力、②理解する能力、③評価し、熟考する能力に分けられ、日本の学生は①と③がOECD加盟国の平均より低いことが示されている。①は文中の情報にアクセスし取得する能力や関連する文章を探索し選ぶ能力、③は質と信憑性を評価する能力、内容と形式について熟考する能力や矛盾を見つけて対処する能力と解釈されている。

これらの能力に関連するのは、与えられた情報だけでなく関連する情報にも興味を持とうとする熱心さ(熱意性)やそれらの情報に対する興味を維持し他の情報を探し続け比較検討しようとする意志(継続性)と考えられる。この熱意性や継続性は、巷間で「やり抜く力」として知られているGRIT<sup>2)</sup>を開発したA. L. Duckworthによると、人が生まれ持った先天的性質である知能やIQなどの認知能力とは異なり、本人の経験や他者からの介入などによって変化する後天的性質である非認知能力と言われている。Duckworthらが示した研究<sup>3)</sup>によると、熱意性や継続性に関連するとして提案された非認知能力GRITは「長期的な目標に対する忍耐と情熱」と定義され、忍耐が継続性に、情熱が熱意性に対応する。GRITという非認知能力の個人差を測定するため、Duckworthらは10個の質問項目を作成(初期の研究では12項目、その後、その縮小版として8項目の質問紙を作成したが、それらの内

容を精査し重なりを排除した結果、現在では10項目に落ち着いている)して GRIT Scale (GRIT 尺度) とし、それを用いて主に米国で収集した5,000 程度のデータに対して統計学的因子分析を実施し、この非認知能力は熱意性 (Passion) と継続性 (Perseverance) という2つの因子をまとめる形で GRIT という特性が存在するモデルとして表されると結論付けている<sup>4)</sup>。GRIT はつらい学習や訓練を持続する能力に関係し、その低さは学習放棄 (社会人であれば職務放棄) につながる可能性を示す。米国陸軍士官学校にて初年次始めに実施される夏期訓練(ビーストバラックス)後の退校率を予測する研究において、志願者総合評価 (SAT、出身高校のランク、リーダーシップの潜在能力の評定、体力テストの結果を総合的に評価した指標) を含め様々な指標が用いられたが、退校率とそれらの間に有意な相関が見られなかったのに対して、GRIT は予測に有用であったことが示されている。米国陸軍士官学校の入学審査の厳しさは米国最難関大学に引けを取らず大学進学適性試験での高得点が必要な上に、米国連邦議会議員や上院議員もしくは副大統領の推薦状が必要である。それらを必死にクリアして入学した1200名程度の入学者の内、毎年60名程度がビーストバラックスを修了できずにわずか2か月ほどで退校する。どのような人ならビーストバラックスの過酷な訓練を耐え抜けるのか? 米国陸軍はこの問題に1950年代から取り組み、様々な研究を行い半世紀を経て Duckworth らの GRIT 尺度で計測された GRIT 値の大小によって判定できることを見出した。開発者である Duckworth らは他の分野でも GRIT 尺度による調査を行い、例えば営業職において GRIT 値の高い人物は過酷な状況でも仕事を辞めにくいことなども示している<sup>5)</sup>。これらの研究から、前述の「読解力」の低さの原因究明やその向上を含め、非認知能力 GRIT が様々な学習内容にどのように影響するのか GRIT 尺度を用いて調査分析し応用することは、学生の学習能力の向上や教育法の改善だけでなく社会人の生涯学習の持続性にも影響を与えると推察される。GRIT は、近年日本国内でも注目を集めはじめ、学生の家庭的背景や社会的環境との関連が調査分析され始めている<sup>6)</sup>。しかしながら、実際の学習やその結果である成績との関係を、統計学的分析を用いて客観的に調査された研究はほとんど行われていない。本稿では、少し古いですが、本校の2019年度初年次学生に対して実施した GRIT 尺度の調査結果と物理学の講義試験成績及び実験レポート評価との関係について分析した結果を報告する。なお、その内容は日本物理学会の2019年秋季大会 (2019年9月13日)、第75回年次大会 (2020年3月19日)、2020年秋季大会 (2020年9月11日) における発表に加筆修正したものである。

## II. 2019年度 GRIT 尺度による調査

Duckworth らは、前述の因子分析以外にも調査したデータに対して統計学の様々な分析を行い示唆に富む結果を出しているが、そのデータを主に収集した地域は米国である。彼らの分析によれば5件法を採用している GRIT 尺度は、そのデータ分析から量的尺度 (間隔尺度、比例尺度) との結論であるが、日本人を対象とした調査で量的尺度であるかどうかは定かではない。量的尺度か質的尺度 (名義尺度、順

序尺度) かで、分析に用いる統計的手法が異なるので、まずはそこから分析を始めた。GRIT 尺度は以下の表 1 に示された質問に「まったく当てはまらない」から「あまり当てはまらない」、「いくらか当てはまる」、「かなり当てはまる」、「非常に当てはまる」の順に 5 段階で回答する。

表 1. GRIT 尺度の質問文

文番号	質問文
1	新しいアイデアやプロジェクトが出てくると、ついそちらに気を取られてしまう。
2	私は挫折してもめげない。簡単にはあきらめない。
3	目標を設定しても、すぐ別の目標に乗り換えることが多い。
4	私は努力家である。
5	達成まで何か月もかかることに、ずっと集中して取り組むことがなかなかできない。
6	一度始めたことは、必ずやり遂げる。
7	興味の対象が毎年のように変わる。
8	私は勤勉家である。絶対にあきらめない。
9	アイデアやプロジェクトに夢中になっても、すぐに興味を失ってしまったことがある。
10	重要な課題を克服するために、挫折を乗り越えた経験がある。

Duckworth らは奇数番の質問への回答に対しては、「まったく当てはまらない」を 5、「非常に当てはまる」を 1 として 5 段階で配点し、偶数番の質問の回答に対しては逆の配点を行い、その得点の平均を回答者の GRIT 値としている。この値が正規分布（ガウス分布）従う場合、その尺度は量的尺度と見なせ、その尺度を用いた調査で得られたデータに対して Duckworth らが行った因子分析を含むパラメトリック分析が行える。図 1 は有効データ数  $N$  が  $N=82$  であった 2019 年度初年次学生の GRIT 値のヒストグラムであり、曲線はそれに近似的にあてはめた正規分布曲線である。厳密には正規 Q-Q プロット等を用いてデータの正規性を確認する必要

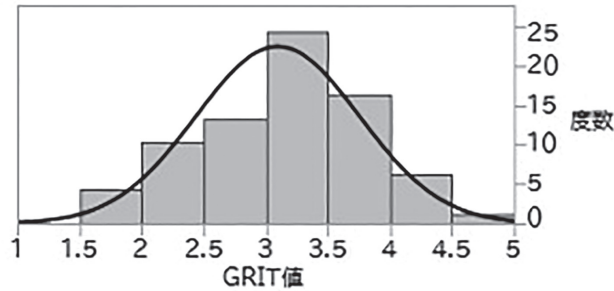


図 1. 2019 年度初年次学生の GRIT 値分布, 曲線は正規分布近似曲線

表 2. 2019 年度初年次学生 GRIT データの因子分析, 質問番号と因子負荷量

質問番号	因子1	因子2
8	0.971694	-0.069421
4	0.848115	-0.056527
2	0.822319	-0.009100
6	0.624850	0.140751
10	0.392786	0.103635
7	-0.038395	0.672367
3	0.193233	0.531582
5	0.305996	0.436657
9	0.245517	0.427982
1	-0.068415	0.393945

があるが、ここでは図からデータは正規分布に十分従っていると考え、以後の分析にはパラメトリック分析を用いることにした。なお、図 1 に示した GRIT 値の平均は 3.10、標準誤差は 0.08 であり、Duckworth らの GRIT 値についての解釈を学習姿勢に当てはめると、2019 年度初年次学生全体の学習姿勢は平均的であるが、GRIT 値が 2 未満となる学生については今後の学習に支障をきたす可能性があることになる。

Duckworth らと同様に、GRIT 値を求めた元データに探索的因子分析を実施したのが、表 2 である。因子分析は調査によって得られたデータ（観測変数ということが多い）の背後にある共通性（因子という）を見出し、その因子によって観測変数の振舞いを説明する統計学的手法である。GRIT 尺度を用いて得られた  $82 \times 10 = 820$  個の観測変数は、1 から 5 までのどれかの値を得点として有しているのであるが、それらがどの値を取るかを説明することができる因子が 2 つであると Duckworth らは結論づけた。この因子数は質問番号数と同じ数だけ計算される固有値と呼ばれる値

と因子数の関係から決定され、よく用いられるのは横軸に固有値が大きい順から因子につけた番号、縦軸に固有値を取って折れ線グラフ化したスクリーンプロットから折れ線グラフの傾きが急激に変化する前の因子番号までを因子数とする方法である。同様の方法を用いて2019年度初年次学生のデータを分析したところ、Duckworthらの結論と同様に因子数は2であった。その2つの因子が観測変数に与える影響の大きさを表す値が因子負荷量であり、観測変数との相関係数に相当する。表2で言えば因子1が偶数番目の質問に対する得点の大小を、因子2が奇数番目の質問に対する得点の大小を説明できることを意味しており、Duckworthらは因子1を継続性（Perseverance）因子、因子2を熱意性（Passion）因子と名付けた。熱意性因子は「興味の一貫性」と関係し、一つの目標に対して長期間にわたって努力を投入する情熱の度合いを表し、継続性因子は「努力の粘り強さ」と関係し、目標に対して努力し続ける粘り強さの度合いを表している。Duckworthらによると、これら2つの因子は独立ではなく（相関係数が0.45）無関係とは言えないが異なる側面を反映しているとのことで、これら因子の得点の平均をGRIT値としており、2019年度初年次学生の結果についても相関係数は0.53（ $p$ 値 $<0.0001$ ）で同様であった。これらGRIT値やその因子が実際の学習とどのように関係するのかを調査分析したのが、次章である。

### Ⅲ. GRIT 値と物理学成績の関係

GRIT 値やその熱意性因子、継続性因子が学生の学習とどのように関係するかを考える場合、2019年度の時点で分析対象とできたのは物理学講義で実施する3回の試験の成績と物理学実験で提出するレポートの評価点であった。2019年度物理学講義の試験は4月の講義開始から約半年経過後に第1回、その後2か月間隔で第2回、第3回を実施し、物理学実験のレポートは年度間を通して断続的に提出される状況にあった。一般に試験の成績やレポートの評価点は比例尺度のデータとして扱われるが、第1回の定期試験結果の点数をヒストグラム化したところ、図2の右側のヒストグラム（横軸は縦軸の得点幅を最小値から表示値まで変えた際の平均データ数、エラーバーはその標準誤差、縦軸は試験の得点）で示されている結果になった。左側のGRIT値の分布が正規分布（緑色曲線）に近いのに対して、第1回試験の点数分布は極値分布（赤色曲線）に近く、第2回、第3回の試験点数、物理実験の評価（複数回の実験レポートの評価を総合した）点数の分布も正規分布とはならず、GRIT値と

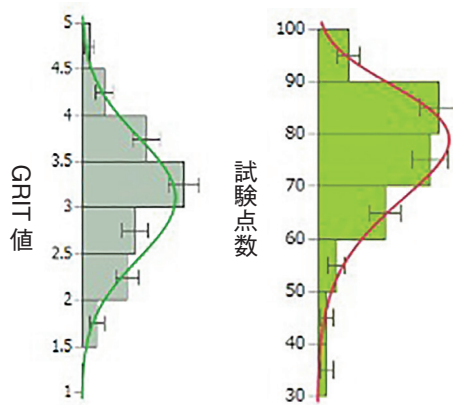


図2. GRIT 値と第1回試験のヒストグラム

2019年度の物理学学習結果の比較はノンパラメトリック分析を用いることになった。GRIT 値やその因子の大小が物理学の学習結果の得点の大小にどのように影響するかを見る指標としてはそれらの相関関係を表す Spearman の順位相関係数<sup>7)</sup>を用いることにした。この相関係数は、パラメトリック分析で相関関係を調査するのに Pearson の積率相関係数を用いるのに対応し、ノンパラメトリック分析で用いられ、2群のデータの内、一方のデータの大小で付けた順位が他方のデータの大小で付けた順位にどのように関係するかを表す。順位相関係数の値が1に近い場合は一方のデータの大小で付けた順位が大きくなれば他方のデータの大小で付けた順位も大きくなり、-1に近い場合はその関係が逆になり、0では2群のデータ間の大小で付けた順位は無関係であることを表す。GRIT 値やその因子得点が小さい順に順位づけ、試験の成績やレポートの評価も同様に小さい順に順位づければ、その相関係数が1に近い場合、GRIT 値やその因子得点が高いほど試験の成績やレポートの評価が高得点となる。Pearson の積率相関係数との違いは、2つのデータ間に直線関係がなく、外れ値があっても分析に使える点であり、今回のような分析には最適と言える。

物理学講義試験の成績及び物理学実験レポートの評価点と GRIT 値に対して、前述の順位相関係数を求めた結果が表3である。

表3. GRIT 値と物理学講義試験成績及び実験レポート評価の順位相関係数

物理学講義試験	GRIT 値との相関係数	p 値
第1回：2019年9月末実施	0.1915	0.04
第2回：2019年11月末実施	0.2562	0.01
第3回：2020年1月末実施	0.3109	0.002
物理実験レポートの評価	0.1848	0.05

表3に示された結果からは、物理学講義試験の成績や実験レポートの評価点と GRIT 値の間には危険率5%以下で弱い相関があると言えるが、その値の低さから GRIT 値の大小が物理学講義や実験の学習に直接影響を与えていると言い切ることは難しい。熱意性因子や継続性因子についても同様に講義試験の成績及び実験レポートの評価点との相関係数を求めたところ、熱意性因子については有意な結果が得られなかったのに対して、継続性因子については、GRIT 値と同様な傾向が得られた。講義試験の内容は各回で異なる分野（第1回は力学、弾性体、流体、第2回は波動、熱学、第3回は電磁気、原子核）の学習に対して試験を実施することから、その得意不得意が影響する可能性はあるが、それよりも注目すべきは継続性因子との相関も GRIT 値と同様の傾向を示すことである。熱意性因子とは有意な相関が得られなかったことから、表3に示された相関係数の値を担っているのは継続性因子との相関であり、時間が経過するとその値が上昇していると結論付けられる。この結論を得て、GRIT 値及び継続性因子の得点と学生の講義試験の成績を個別に調べたところ、GRIT 値及び継続性因子得点が高い学生の講義試験の成績は全ての試



験で高得点を維持したのに対して、GRIT 値及び継続性因子得点が小さい学生の講義試験の成績は、試験の回数（4月の入学からの日数）が増加するにしたがって、低下する傾向にあることが判明した。試験の成績には100点という上限が存在するため、GRIT 値及び継続性因子が大きい場合の学習への影響は見えなかったのに対して、GRIT 値及び継続性因子が小さい場合の学習への影響はその成績が時間経過とともに低下することで現れ、その結果、試験回数の増加とともに相関係数が上昇したと結論付けられる。継続性因子を Duckworth らは目標に対して努力し続ける粘り強さの度合いを表すとしているが、悪い意味でのそれが時間経過とともに顕在化し、その結果相関係数が上昇したと考えられる。その一方、表3に示された実験レポートの評価点は、年間を通して提出されたレポート10通の評価点を単純に総和した点数であり、当然ながら4月に入学してからの日数など時間経過の影響は入っていない。レポート評価点以外で物理学実験の学習に関する時間経過の影響はないか調査したところ、日数が経過してもレポート提出期限を厳守し続ける学生がいる一方、日数経過とともに提出期限を守れなくなっている学生がいることが判明した。これらの遅れを負の評価としてレポートの評価点に加算し、GRIT 値との相関係数を再評価したところ、表4の結果になった。

表4. GRIT 値と実験レポートの評価の相関係数，提出期限評価を加えた変化

物理学実験レポートの評価		レポートの評価 + 提出期限の評価	
相関係数	p 値	相関係数	p 値
0.1848	0.05	0.2191	0.02

0.0343 とわずかではあるが、相関係数が上昇したということは、GRIT 値及び継続性因子が実験レポートの作成と提出という学習に影響を与えている可能性があることを示していると考えられる。

#### IV. おわりに

本稿で示した分析結果から、「長期的な目標に対する忍耐と情熱」と関係する非認知能力 GRIT は、2019 年度初年次学生の物理学の学習に対してある程度影響していることが示された。それによれば、GRIT 値及び継続性因子得点が低い学生は中長期的な時間経過に伴い、成績が低下する傾向がある。この傾向は2020、2021 年度初年次学生に対する簡易的分析でも存在することが示されているが、それらについてはまだ分析が十分でないため、今回の報告には入れなかった。GRIT 尺度以外にも物理学の学習に対する意欲や姿勢を表す調査<sup>8)</sup>は存在する。それらの調査を用いて得られたデータと物理学の学習についても分析しているが、今のところ有意な相関は得られていない。

GRIT を構成するもう一つの因子：熱意性についてはこれまで調査した2019、2020、2021 年度初年次学生全てについて、物理学の学習と有意な相関は得られていない。熱意性因子は「興味の一貫性」と関係し、一つの目標に対して長期間にわ

たって努力を投入する情熱の度合いを表すと Duckworth らは結論付けているので、調査した学生が医学科所属であることから、物理学ではない科目の学習と関係する可能性がある。それらの科目の成績や学習状況を示すデータが得られれば、調査分析したいと考えている。

GRIT は後天的非認知能力であるため、本人の努力や周りの影響によってその値は変化する。Duckworth らは GRIT 値を上昇させる簡易的方法として GRIT 値の高い人の行動をよく観察して真似ることを推奨している。GRIT 値及び継続性因子が低いと中長期の学習が必要である科目では成績が低下していく可能性があり、教育指導上注意する必要がある。それらの学生には適宜声掛けを行い、GRIT 値を高める介入を行うように努めている。

本稿のもととなった日本物理学会の 2019 年秋季大会（2019 年 9 月 13 日）、第 75 回年次大会（2020 年 3 月 19 日）、2020 年秋季大会（2020 年 9 月 11 日）で発表した研究は牧嶋章泰名誉教授との共同研究であり、様々な部分で有益な助言をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

#### 引用・参考文献

- 1) [https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01\\_point.pdf](https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01_point.pdf) : 文部科学省・国立教育政策研究所、2022 年 12 月アクセス
- 2) Guts, Resilience, Initiative, Tenacity の頭文字を取った造語であり、一般に普及させることを目的に翻訳された「やり抜く力」という表現（中室牧子、「学力」の経済学、デイスカヴァー・トゥエンティワン、2015）は、彼らの研究内容と乖離しており誤解を招きやすいので、ここでは GRIT という翻訳されていない表現を用いる。
- 3) A. L. Duckworth, et al., *Journal of Personality and Social Psychology*, 92 1087-1101, 2007.
- 4) A. L. Duckworth & P. D. Quinn, *Journal of Personality Assessment*, 91 166-174, 2009.
- 5) L. Eskreis-Winkler, et al., *Frontiers in Psychology, Personality Science and Individual Differences*, 5(36) 1-12, 2014.
- 6) [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2017/11/28/1398296\\_4.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/11/28/1398296_4.pdf), 文部科学省 WEB ページ、2022 年 12 月アクセス
- 7) C. Spearman, *Amer. J. Psychol.*, 15, 72 (1904).
- 8) CLASS: W. Adams et al., *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 2, 010101(2006), EBAPS: A. Elby, *Am. J. Phys.* 69 (S1), S54 (2001).