

環境教育と工業系プロジェクト教育を掛け合わせた教科横断的カリキュラムによる 生徒の非認知能力と環境意識の育成について

愛知県立愛知総合工科高等学校

田淵 英樹

1. 研究の目的

ペンシルベニア大学のアンジェラ・ダックワース氏が提唱した「GRIT」は「最後までやり抜く力」と定義されており、個人の目標達成能力を測る非認知能力の総合力を指す。昨今の工業教育界でも、技術的な能力だけでなく、非認知能力の育成が喫緊の課題とされている。高度な知識、論理的な思考に基づいた『技術』と、ものづくりを創造的に行うことのできる『技能』の両方を身に付けた「テクノロジスト」として、質の高い人材を育成・輩出することは、工業教育の拠点である本校の責務である。

本研究では、理科的な環境教育と、地域産業の強みである宇宙産業のプロジェクトを教科横断的に掛け合わせることで、生徒の技術者としてのSDGs意識を高めながら、より効果的に非認知能力を育成するマネジメント方法を構築・実践し、その効果を検証することを目的とする。

2. 研究の概要と仮説

理科の探学的な視点と、工学の実践的な技術を教科横断的に組み合わせたプロジェクト学習を展開する。従来の工業教育では専門知識や技能の習得に主眼が置かれがちであるが、実際の研究開発現場やシステム構築においては、未知の課題に対して仮説を立て、技術を応用して解決する「探究力」が不可欠である。そこで、生徒がすでに興味関心を持つ理系分野を入り口とし、プロジェクトマネジメントやものづくりのノウハウを実践の中で習得させることで、スキルを始め、生徒の非認知能力の育成を目指す。非認知能力の測定、検証に関しての教育系サービスが存在するが、その能力の育成手法に関する実践的な研究論文は少ない。本研究では、生徒自身の『理想の技術者像』に対し、教員はどのようにフォローアップすれば理想に近づけるかも検証したい。

2.1 仮説

宇宙産業のプロジェクト教育と環境教育を掛け合わせ、教科横断的に実施することで、深い専門性を確保しながら生徒の多様な関心を最大限に伸ばすことができる。さらに、活動初期はティーチングで基盤を作り、中期以降はコーチングで自律的な探究を促すことで、成功体験を積み重ね、非認知能力が育成されると仮説を立てた。本研究をモデルケースとして発信し、専門科と普通科の横並びの教育活動、および教科横断型の展開方法として根付かせることを目指す。

2.2 研究の体制

- ・環境探査機班（理科系の興味関心からのアプローチ）

フィールド環境調査（水質・エアロゾル等）および簡易比色計など環境調査システムの開発を行った。また、そのシステムをCANSAT（空き缶サイズの模擬人工衛星）に搭載することで、工学（航空宇宙産業）と環境教育の結びつきを図った。

- ・ロケット班（工学系の興味関心からのアプローチ）

射点場におけるフィールド環境調査と発射時の環境負荷調査を実施した。また、モデルロケットおよびハイブリッドロケットの機体構造・エンジン・C&DH系システムの開発も行った。

・地域連携・アウトリーチ班

環境調査の結果を踏まえ、エンジニアの視点で工学や環境保護の魅力を小学生等に発信する。

・高大連携教育体制の構築

中部大、愛知工科大、愛知工業大、名城大の協力を得て、共同実験や技術指導を頂いた。

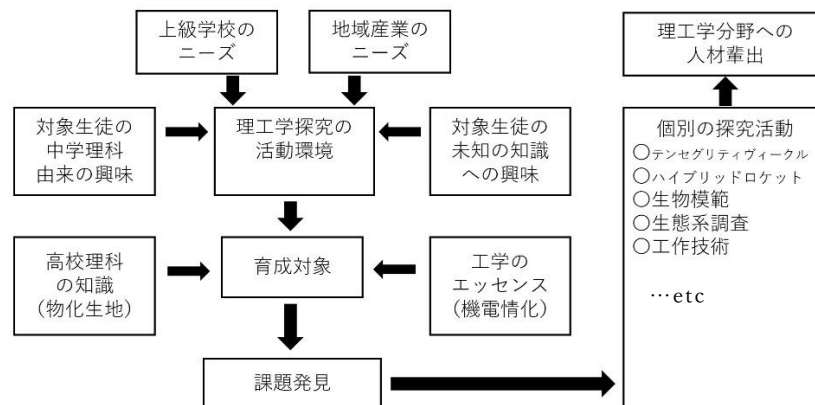


図1. 育成プログラムの全体像

3. 活動スケジュール

- 4月 非認知能力の事前調査、キックオフミーティング、環境調査①、各グループ活動開始
ロケット発射実験（協力：愛知工科大）
- 5月 名城大学との環境探査機連携活動開始
- 6月 環境調査②、非認知能力の途中経過調査①
- 7月 名城大学共同実験・研究発表会①
- 8月 環境調査③、環境探査機へのシステム統合検討、エンジン燃焼試験（協力：中部大）
地域向けワークショップ、自動制御連合講演会での発表
- 10月 環境調査④、非認知能力の途中経過調査②
- 11月 宇宙科学技術連合講演会での発表
- 12月 なごや生物多様性ユースひろば発表、科学三昧 in あいち参加
- 1月 名城大学共同実験・研究発表会②
- 2月 地域の小学校（音貝小・梨の木小）での出前授業
- 3月 伊豆大島ロケット共同実験、生徒の非認知能力の成長評価・カリキュラム検証作業

4. 研究の成果の分析と考察

本カリキュラムの実践を通じ、「非認知能力の変容」「環境意識と工学的アプローチの融合」「アウトリーチを通じた教育効果」の3点において以下の成果と知見を得た。

(1) 非認知能力(GRIT)の育成効果に関する考察

事前・事後の GRIT スケール調査（表1、2）を分析した結果、困難を乗り越える力である「粘り強さ」のスコアは全体として上昇傾向を示した。これはハイブリッドロケットや環境探査機の開発において、技術的課題を自律的に乗り越え、実証実験をやり遂げた成功体験が起因していると考えられる。図6に示した「簡易分光光度計を搭載する模擬惑星探査機」は、ゼロから生徒が企画し、作り上げたものを学会で発表したものであり、関わった3名の生徒は特に大きな成長がみられた。一方で「情熱」のスコアには下降が見られる生徒も存在した。機体のロストやエラーによる成果の

未達といった失敗体験が自己効力感を下げた可能性があり、適切な難易度設定の重要性が浮き彫りとなった。



図2. 簡易分光光度計を搭載する模擬惑星探査機

表1. 事前の GRID スコア

対象生徒	情熱	粘り強さ	GRIT スコア	自己分析
1年・女性 A	2.3	1.6	3.9	好きな事ばかりやってる人
1年・男性 B	1.8	1.7	3.5	努力家・マイペース
1年・男性 C	1.9	2.3	4.2	努力できる人
1年・男性 D	1.9	1	2.9	周囲の人を支えられる人
1年・男性 E	1.4	1.5	2.9	好きなことを突き詰められる
1年・男性 F	1.8	1.3	3.1	無口
1年・男性 G	1.6	2.1	3.7	面白い人
1年・男性 H	1.7	1	2.7	落ち着いた性格の人
1年・男性 I	1.4	1	2.4	生き物が好き
1年・女性 J	1.4	1.3	2.7	静かな人

表2. 事後の GRID スコアとパラメータ変化

対象生徒	情熱	粘り強さ	GRIT スコア	情熱 変化	粘り強さ 変化	GRIT スコア変化
1年・女性 A	2.1	1.4	3.5	-0.2	-0.2	-0.4
1年・男性 B	2	1.8	3.8	0.2	0.1	0.3
1年・男性 C	1.8	2.3	4.1	-0.1	0	-0.1
1年・男性 D	2.1	1.4	3.5	0.2	0.4	0.6
1年・男性 E	1.3	1.2	2.5	-0.1	-0.3	-0.4
1年・男性 F	1.8	1.3	3.1	0	0	0
1年・男性 G	1.8	1.9	3.7	0.2	-0.2	0
1年・男性 H	1.5	1.1	2.6	-0.2	0.1	-0.1
1年・男性 I	1.2	1.1	2.3	-0.2	0.1	-0.1
1年・女性 J	1.2	1.4	2.6	-0.2	0.1	-0.1

(2) 環境教育と工学の融合による技術者視点の育成について

環境調査グループは、光の透過率から不純物を定量評価する簡易比色計を工学的手法で開発した。また、藤前干潟の生態系調査などで、紫外可視分光光度計を用いて採取試料の吸収スペクトルを分析し、270nm 付近のピークからナノプラスチックが生態系に取り込まれている可能性を理科学的に実証した。これらの活動を通じ、生徒は環境問題を工学とデータの力で可視化・解決するという、テクノロジストに不可欠な SDGs 視点を身につけることができた。

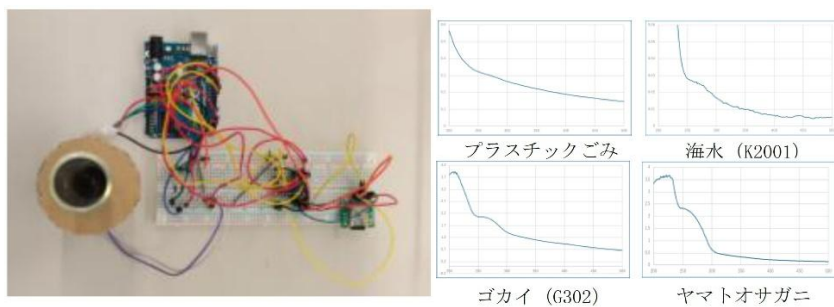


図3. 製作した簡易分光光度計と環境調査で得た数値

(3) アウトリーチ活動における学びの還元と自己認知について

小学生を対象とした出前授業を実施した。音貝小学校でのアップサイクルや干潟の授業では、アップサイクルという「価値の転換」を学んだ児童ほど、ポイ捨て等のマナーに対して高い当事者意識（50.0%が言及）を持つことが確認された。また、梨の木小学校でのロケット教室では、小学校理科で学ぶ「とじこめた空気と水」の知識が先端技術に繋がっていることに気付かせ、児童の理工学への興味を強く惹き出した。高校生自身が「教える側」となることで、自身の学びの意義を再確認し、自己の非認知能力が成長したことを自覚する機会を創出することができた。

(4) GRID 以外の観点での非認知能力の育成について

活動終期に Institution for a Global Society 株式会社が提供する、生徒の非認知能力や資質・能力を客観的に可視化・評価するアセスメントツール「AiGROW」にて分析を試みた。本サービスで比較対象となっているデータの母数は非公開だが、導入している学校数から推測すると、少なくとも数万人はを超えていると考えられるので、統計的には信頼できる数値として扱う。

生徒の心理的安全性は比較的に高い状態（図4）となっており、生徒がプロジェクトに対してストレス無く取り組んでいたことが分かる。また、活動を通じて耐性や共感・傾聴力が高い集団へと成長している事（図5）からも、心理的負担がかかりやすい「達成度」や「期日の厳守」に対して、生徒自身で向き合っていたと考えられる。これらを支えていたのは、教員の他、生徒が所属しているコミュニティの広さ（図6）も要因だと考えられ、多くの人間と関わりながら学校生活を送ることができる環境は、生徒の人間性を高め、非認知能力を育成する観点からも重要だと考察する。

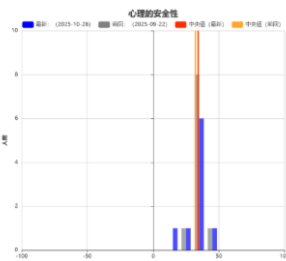


図4. 心理的安全性の偏差

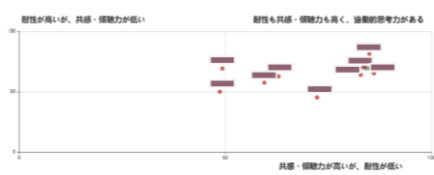


図5. 耐性—共感・傾聴力の相関

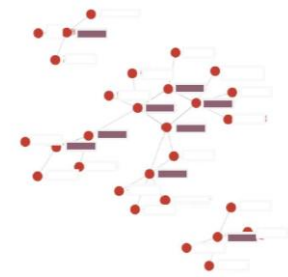


図6. 所属コミュニティ

5. 今後の展望と課題

本研究により、理科の見方・考え方と工学の課題解決プロセスを往還させるプロジェクト教育が、生徒の非認知能力、特に粘り強さと、実践的な環境意識の育成に極めて有効であることが実証された。

今後の課題として、情熱の維持と個別最適化を挙げる。GRITの情熱を維持・向上させるためには、単なる技術的ハードルだけでなく、生徒が自らの興味を追求し没頭できる「遊び心」や自由度を持たせることが効果的であると判明した。今後は生徒の興味関心に合わせた目標の細分化と、確実にかつ小さな成功体験を積ませるカリキュラムの調整が必要である。また、理科的観点の正確性を向上させるためにも環境分析精度の向上にも留意したい。開発した分析ツールにおいて、海水や生物由来のたんぱく質が発するピークとの切り分けや、プラスチック濃度の定量化に取り組む。今後は大学等の研究機関と連携し、より高度な測定手法をカリキュラムに組み込みたい。本研究の成果を、専門学科のみならず普通科を含めた「教科横断型 STEAM 教育」の汎用モデルとしてパッケージ化し、広く発信していくことで、次世代の持続可能な社会を担うテクノロジストの育成に貢献していく。

6. 謝辞

本研究活動にて活動を受け入れていただいた名城大学、中部大学、愛知工科大学、愛知工業大学、愛知県立愛知総合工科高等学校の皆様におかれましてはここに深く感謝の意を表します。

7. 参考文献

- 1)日本航空宇宙学会：第68回宇宙科学技術連合講演会，高大連携でのプロジェクト教育を通じた，高校生側の航空宇宙工学への興味関心や理解度の変化について,2024.
- 2)アンジェラ・ダットワース：やり抜く力 人生のあらゆる成功を決める「究極の能力」を身につける,2016.
- 3)大阪教育大学紀要,フォトランジスタの用いた簡易比色計の教材化,人文社会科学・自然科学,第68巻,149-155頁,2020.