

A-1

理工系領域の熟達体験に焦点を当てた才能教育としてのSTEAM教育に関する質的研究

A Qualitative Study of STEAM Education as Talent Education, Focusing on Mastery Experience
in the Fields of Science and Technology○北村勝朗¹Katsuro Kitamura¹

The purpose of this paper is to construct a talent education model for science and technology students that is grounded in mastery theory, based on multifaceted environmental stimuli and learning orientations, and founded on Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) education. The investigation was conducted by interviewing people who have produced exceptional results in science and technology. Analysis produced five categories: “belief formation”, “structurization of knowledge”, “problem solving abilities”, “practical power to act”, and “metacognitive abilities”. These were inferred to represent the five knowledge bases upon which talent education system programs in the fields of science and technology were founded.

1. 問題の所在

グローバル化が進み、多様性や複雑性が増す現代社会の中では、問題や課題の本質を見極め、他者を巻き込みながら適切な問題解決に向けた実践を展開していく力が求められている。こうした中、近年、科学とアートの融合によるイノベーション型教育としてのSTEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育が注目されている⁽¹⁾。STEAM教育は、単に理工系の科目を重点的に学ぶことを指すのではなく、主体的な問題解決力を育て創造性を養うものであり、領域的な融合から生じる相乗効果によって各領域の学びをより活性化させることを企図した考え方を基盤としている⁽²⁾。そこで本稿ではSTEAM教育を「理数科学的思考と身体・芸術・創作的思考の融合により新たな価値創造を生み出す領域横断的で総合的な探索的教育の枠組み」と操作的に定義し議論を進めたい。

2. 方法

(1) 対象者

調査対象者の選出はインフォマントと位置づけた人物のネットワークをたどりながら有効なインフォマントにたどりつく snowball-sampling method を採用した。

1. 卓越した成果を残している日本大学出身者7名
2. 科学オリンピック日本代表選手10名
3. 国際サイエンスキャンプ日本・各国代表者10名

(2) データ収集

全ての対象者31名を対象とし、1対1の対面インタビューを実施した。インタビューは、深層的(in-depth)、

半構造的(semi-structured)、自由回答的(open-ended)インタビュー法により実施した。インタビューは、対象者のそれまでの学習体験、学習行動および学習観に焦点を当て遡及的に実施した。

(3) データ分析

データ分析は Patton (2002) および Côté (1993) による質的データ分析法により、トランスクリプト・データに標題 (tag) を付け、意味内容要素 (meaning units) を抽出し、共同研究者とのディスカッションを通して階層的カテゴリーを作成した。

(4) 信憑性および確実性検証

本研究では、信憑性 (データのリアリティさ) および確実性 (データや手続きが当てにできるか) により研究の質の評価に関する検討を行った⁽³⁾。まず第1に、本研究では心理的支援実践の過程全体を文脈の視点から詳細に扱う質的研究方法を採用し、対象者の行為が生起する文脈を丁寧に扱う中で対象者を取り巻く場を理解することにより方法論的な妥当性が確保された⁽⁴⁾。第2に、データ分析に関してはインタビューデータの複数の研究者間での共有と検討を通して分析を行うと同時に、分析結果の完全な一致を確認することにより確実性が確保されたと考えられる。

(5) 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、文部科学省・厚生労働省が発表した「臨床研究に関する倫理指針」を遵守し、これらの規定などに定められた個人情報保護に関する措置により適切に取り扱った。インタビュー調査に際しては、対象者に、研究目的、方法、

1: 日大理工・教員・一般

予想される結果、匿名化されたデータの使用、個人情報保護、研究協力の任意性と撤回の自由等について口頭で説明し、研究内容の理解を深め、倫理的な配慮を十分に行い、参加の同意を得た上で実施した。

3. 結果および考察

最終的に 227 の意味内容要素が本研究における分析対象とされた。分析の結果 20 のサブカテゴリーが得られ、それらは最終的に 5 つのカテゴリーに分類された (Table 1)。

Table 1 Categories that comprise STEAM experiences in the fields of science and technology

Category	Subcategory	Major meaning units and tags
Belief formation	Examining facts	I thought it was so important to be able to boldly say you do not know when you are asked something you do not know. <centered upon ignorance>
	Logical thinking	what attracts the most attention is the process and line of thought. <high regard for thought process>
	Sense of duty	Try doing it first, then think carefully about it. <upholding traditions>
Structurization of knowledge	Learning from and growing with others	I think that speaking the common language of science and sharing the same experiences has given rise to a strong desire to grow together through science <sharing experiences>
	Knowledge accompanied by understanding	I think knowledge is essential. However, I do not mean just remembering it—I mean understanding it thoroughly. <deeply understood knowledge>
	Linking to tacit knowledge	There are parts where you get a sudden flash of inspiration from the beginning, like a puzzle, but also deep understanding of mathematics <linking to inspiration>
Problem-solving abilities	Activated knowledge	Doing something with certain knowledge—using knowledge, I suppose—that is interesting, you know <using knowledge>
	Knowledge sharing	It will be important in future to explain your understanding in a way that is easy for the listener to follow and to share that understanding. <conveying understanding>
	Training to think	I feel now that thinking continuously about a problem right at the level of your actual abilities just at that time was a perfectly ideal experience <experience of thinking>
Practical power to act	Habit of questioning deeply	As you think about it over and over and wonder whether it is like this, or like this, things begin to fall into place, which is fascinating <thinking deeply to understand>
	Willpower to create	When I am working on a research topic that I have thought of myself, rather than a problem in a book or such, and then achieve a new result, that is when I am happiest, you know <new discoveries>
	Drawing others in	If you can share the desire to learn more, to make something better, to reach a better resolution to the problem with other people, you can cooperate with each other and pursue a result together <pursuing together>
Metacognitive abilities	Desire to solve questions	If there is something I do not know, I want to satisfy myself about it. But if I cannot understand it, I hope I can come to understand it later. But I want to understand it at some stage, and I always feel a desire to explain it <desire to understand>
	Sense of responsibility	In the sense of an academic tradition, I was educated in an extremely academically rigorous environment, I think. I believe that is a quality that all engineers must have <necessary discipline>
	Inquiring mind	I know that there are amazing things. And I know that there are truly brilliant, wonderful things, but I do not really understand what they are, and if I seriously pursue those, they would reveal themselves, which I think is so cool <the attraction of pursuit>
Metacognitive abilities	Cooperating with others	They did not teach us to think in the same way, within the box, but they put efforts into creating an environment where we could see how far we could extend our individual abilities <existence of an extending environment>
	Monitoring	I like the thought process, the way of thinking where you turn an image over and over in your head to think about it <thinking using images>
	Reflective practice	I really extended and really forced myself, but it was really interesting <objective view of one's own efforts>
Metacognitive abilities	Flexible thinking	I believe solving one difficult problem is more intellectually productive than solving ten simple problems <opportunities for trial and error>
	Understanding of the essence	I think the scale of hearing something out of the ordinary, opinions out of the ordinary is important <stance for looking at things>

分析の結果得られた 5 つのカテゴリーは、「信念形成 : belief formation」(事実をみる, 論理的思考, 使命感, 他者から学び他者と成長する), 「知識の構造化 : structurization of knowledge」(理解を伴った知識, 暗黙知につなげる, 活性化知識, 知識の共有), 「問題解決力 : problem solving abilities」(考える訓練, 問い深める習慣, 創り出す意志力, 他者を巻き込む), 「実践的行動力 : practical power to act」(解き明かす気持ち, 責任感, 探求心, 他者との協力) および「メタ認知力 : metacognitive abilities」(モニタリング, 反省的実践, 柔軟な思考, 本質の理解) である。

4. 総合的考察

本研究の対象者において, 5 つの要素によって示される STEAM 教育体験の構造が看取され, それぞれの要素が相互に作用する中で新たな価値創造に向かう一

連の心理的過程が推察された。これらは理工系領域の才能教育の基盤となる 5 つの知識基盤を表すものと推察された。Figure 1 は, こうした STEAM 教育体験に基づく才能育成モデルを示している。この中で, 【信念形成】と【知識の構造化】が多様な「知る」体験と多様な「知る」手続きを介して循環する矢印は, STEAM 教育の核となるデザイン思考を示している。また, そうしたデザイン思考は【メタ認知力】を育み, それにより【問題解決力】と【実践的行動力】が伸長されていく。こうした STEAM 体験の中で, 理工系領域の熟達化が進行し, 才能の伸長に至る一連の流れを STEAM 教育体験モデルとして理解することが可能である。

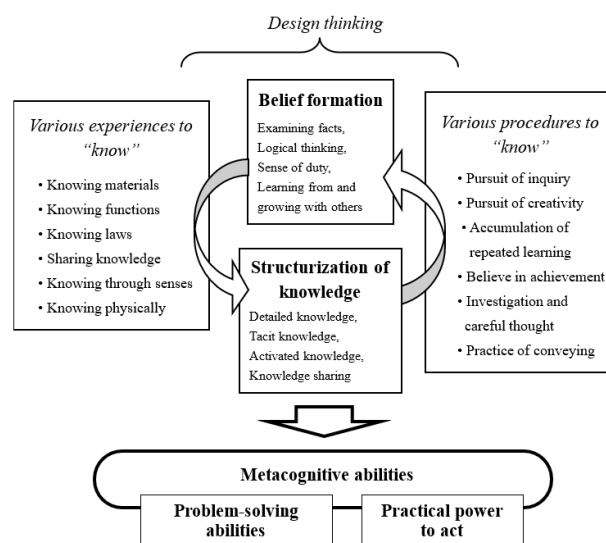


Figure 1 STEAM education experience model

5. 結語

5 要素が相互に作用する中で理工系領域の熟達化が進行し, 才能の伸長に至る点, および STEAM 体験が学生の自律的な行動を促し, 主体的に他者とかかわり, 積極的に相互受容が進行する可能性が示唆された。こうした知識基盤の形成を目指す教育的意図が大学における学生の学びの体験の中に埋め込まれることが, 理工系領域の才能育成につながる点が示唆された。

6. 参考文献

[1] Katsuro Kitamura, Talent Development of STEM Experts. In Keith S. Tober, et.al. Eds. Teaching Gifted Learners in STEM Subjects. Routledge. Chapter 5: 65-79, 2017.
 [2]ヤング吉原真理子・木島里江「世界を変える STEAM 人材」,朝日新書,2019
 [3]Patton M.Q. Qualitative evaluation and research methods (2nd ed.). Newbury Park, CA:Sage. 2002.