

教科「生活科」における重要事項整理とそれを踏まえた授業改善要素の理論的導出
—生活科における製作活動へのSTEM教育要素導入を目指して—

Arrangement of Important Matters in the Subject “Living Environment Studies”
and Theoretical Derivation of Lesson Improvement Elements Based on it:
Aiming to Introduce STEM Educational Elements
into Production Activities in Living Environment Studies

笹原康夫* 竹本石樹** 小川博士*** 杉山和香菜**** 吉政和奏****

要 約

生活科における学びは、子どもが21世紀を生き抜く際の基盤になり得る。しかし、生活科の授業実践においては、「活動あって学びなし」という批判がなされ、生活科の学習活動改善が望まれる。一方、現在、世界各国でSTEM教育が積極的に行われており、そこで行われている製作活動は、生活科の同様な活動を質的に改善する可能性がある。

そこで本研究では、STEM教育における製作活動の要素を生活科実践へ導入し、その授業改善策の提案を試みた。具体的には、生活科とSTEM教育における重要事項（目標、内容、活動）について、それぞれ整理し、前者の授業改善のために貢献できる要素を後者から探索した。その結果、メイキング、ティンカリング、エンジニアリングに関連することが、授業改善要素として理論的に導出された。

キーワード：生活科、STEM教育、メイキング、ティンカリング、エンジニアリング

1. 研究の背景と目的

これからの社会の変化に対応するためには、21世紀を生き抜くための力が必要である。このような21世紀型の力としては、例えば、21世紀型スキル（例えば、Griffin et al., 2012）、基礎的・汎用的能力（中央教育審議会, 2011）等があげられる。そして、本論で取り上げる教科「生活科」（以下、生活科）は、小学校学習指導要領解説生活編によれば「児童自ら自立し生活を豊かにすること（文部科学省, 2019 : p.9)」を目指しており、これは、21世紀型の力の基盤になり得ると考える。

しかし、小学校学習指導要領（2017）においては、生活科の学習活動に関して「さらなる充実 : p.6」の必要性が述べられており、そ

こには、「『活動あって学びなし』との批判があるように、具体的な活動を通して、どのような思考力等が発揮されるか十分に検討する必要がある」と示されている。本稿で検討を試みる製作活動に関連して、季節の物を活用したものづくり、自分や他者が楽しむおもちゃづくりなど、多様な製作活動が挙げられるが、これらについても同様な配慮が必要である。「活動あって学びなし」の状況が続けば、21世紀型の力の基盤を築くことは困難であることが予想できる。

現在、アメリカをはじめ、多くの国でSTEM教育の取組が始まっている。STEM教育は、Science（科学）、Technology（技術）、Engineering（工学）、Mathematicsを統合的に

*浜松学院大学（生活科教育学）、**浜松学院大学（STEM教育）、***京都ノートルダム女子大学（STEM教育）
****浜松学院大学（学生）

学ぶ教育であり、子どもに 21 世紀型の力を育成するための教育である（熊野，2017）。そして STEM 教育先進国のアメリカにおいては、この教育を推進する上での理論的な基盤を整理している（竹本，2021）。また、この教育は小学校低学年段階の子どもの製作活動との親和性が高いことも報告されており（木村ほか，2018 2019）、「活動あって学びなし」と批判される生活科へ知見を提供する可能性が期待できる。

よって、本研究では、まず、①日本の生活科の特徴を捉えるために、学習指導要領を手掛かりに重要事項の整理を行う。次に、②生活科へ新たな知見を提供する可能性がある STEM 教育要素を先行研究から探索し、理論的な整理を行う。そして、①と②を摺り合わせ、生活科の製作活動改善に貢献する可能性がある STEM 教育の要素の導出を目指す。このことが、本研究における最終的な研究目的である。

2. 生活科の重要事項の整理

本節では、2-1～2-3 において学習指導要領を手がかりとして生活科における重要事項（目標、内容、活動）の整理を行なう。

2-1. 生活科が目指す方向性（目標）

中央教育審議会答申（2016）では、生活科の課題として以下（図 1）の 4 点を指摘している。

- | | |
|---|--|
| ① | 具体的な活動を通して、どのような思考力等が発揮されるか十分に検討する。 |
| ② | 幼児期に育成する資質・能力と小学校低学年で育成する資質・能力との繋がりを明確化し、生活科の役割を考える。 |
| ③ | スタートカリキュラムの具体的な姿を明らかにし、他教科との関連をカリキュラム・マネジメントの視点から検討する。 |
| ④ | 中学年の学習の前倒しにならないよう育成を目指す資質・能力や「見方・考え方」のつながりを検討する。 |

図 1 中教審答申：生活科の課題（2016）

本答申では、具体的な活動とそこで発揮される思考力の関係を明らかにしていくことが第一に指摘されている。さらに、幼児期教育と生活科で育成する資質・能力の関連やスタートカリキュラムの具体を明確化していくことが求められている。

そして、これを受け、小学校学習指導要領（2017）では、全ての教科等の目標及び内容を「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱で整理するという方針の下、生活科においても具体的な活動・体験を通して身につける資質・能力を明確にした。

以下では、生活科の目標分析を通して、教科「生活科」が目指す方向性を明らかにしていく。表 1 は 2008 年改訂と 2017 年改訂の生活科の教科目標を比較したものである。

表 1 生活科教科目標比較

2008 年 (平成 20 年告示)	具体的な活動や体験を通して、自分と身近な人々、社会及び自然とのかかわりに関心を持ち、自分自身や自分の生活について考えさせるとともに、その過程において生活上必要な習慣や技能を身に付けさせ、自立への基礎を養う。
2017 年 (平成 29 年告示)	<p><u>具体的な活動や体験を通して</u>、身近な生活に関わる見方・考え方を生かし、<u>自立し生活を豊かにしていくための資質・能力を次のとおり育成することを目指す。</u></p> <p>(1)<u>活動や体験の過程において、自分自身、身近な人々、社会及び自然の特徴やよさ、それらの関わり等に気付くとともに、生活上必要な習慣や技能を身に付けるようにする。</u></p> <p>(2)<u>身近な人々、社会及び自然を自分との関わりで捉え、自分自身や自分の生活について考え、表現することができるようにする。</u></p> <p>(3)<u>身近な人々、社会及び自然に自ら働きかけ、意欲や自信をもって学んだり生活を豊かにしたりしようとする態度を養う。</u></p>

※波線部は、筆者が加筆。これは前学習指導要領（平成 20 年告示）と同一の用語を使用している部分。それ以外は改善している部分である。

2017年改訂では、「具体的な活動や体験を通して」という生活科としての学習スタイルや、「自分自身」「自分の生活」「身近な人々」「社会及び自然」といった学習の対象については変更がないものの、具体的な活動を通して育成を目指す資質・能力が「(1)知識及び技能の基礎」「(2)思考力、判断力、表現力等の基礎」「(3)学びに向かう力、人間性等」の三つに整理された。以下、2017年改訂の生活科の教科目標の改善について整理する。

2-1-1. 「知識及び技能の基礎」に関する目標

生活科では、児童が身近な生活に関わる見方・考え方を生かし、思いや願いの実現に向けた活動をする中で生まれた気づきの質を高めていくことが重要となる。気づきの質の高まりとは、小学校学習指導要領解説生活編(文部科学省, 2017: p.13)によれば、「無自覚だった気づきが自覚されたり、一人一人に生まれた個別の気づきが関連付けられたり、対象のみならず自分自身についての気づきが生まれたりすること」であり「気づきは確かな認識へとつながるものであり、知識及び技能の基礎として大切なもの」とされている。

さらに、気づきでは特に自分自身についての気づきが重要であり、小学校学習指導要領解説生活編(文部科学省, 2017:p.13)には、「①自分の存在に気付く(活動における自己関与意識、成功感、成就感)」、「②自分の得意なこと、興味・関心があることに気付く」、「③自分の心身の成長に気付く」の3点が示されている。これは、自己関与意識といった自分自身への気づきが安定した集団生活の基盤になること、自分の得意なことに気付くことが自己有用感になること、自分自身の成長への気づきが他者に対する感謝の気持ちの醸成につながるなどからである。

2-1-2. 「思考力、判断力、表現力等の基礎」に関する目標

2017年改訂では、体験を通して児童に育てたい資質・能力が具体化、明確化されたが、

最も改善された箇所は「思考力、判断力、表現力等の基礎」に関する部分である。

生活科では、児童が思いや願いを実現する活動を通し、身近な人々、社会、自然を自分とどのような関りがあるかを意識しながら対象のもつ特徴や価値を見出していく。対象に対して自分との関わりを意識しながら働きかける活動を継続することにより、次第に自分や自分の生活といった自分の内面を対象とすることができるようになる。この対象が自分の外側から内側へと移行してくることについて小学校学習指導要領解説生活編(文部科学省, 2017:pp.13-14)では、「思いや願いの実現に向けて活動する中で、具体的に考えたり表現したりすることやそれを繰り返すことにより、自分自身や自分の生活について考え、表現することができるようになる」としている。

こうして生活科では、子どもが自分を取り巻く社会、自然に働きかけたり、自らの内面を見つめたりする活動を通し、そこから見出した対象の特徴や価値を相手意識や目的意識(文部科学省, 2017)をもとに多様な方法で表現していく。ただし、この体験活動から表現活動への流れは、単方向への活動の流れではないことに留意する必要がある。

齋藤(2021)は、「体験活動と表現活動とが豊かに行きつ戻りつする相互作用を意識することが大切である」とし、「何度も対象と関わりながら表現し考えることを繰り返す」ことにより、学習活動の質は高められていくことを指摘している。

生活科における「考える」ことや「表現する」ことの詳細については、小学校学習指導要領解説生活編(文部科学省, 2017:p.10)では次のように述べられている。「考える」とは、「見付ける、比べる、たとえるなどの学習活動により分析的に考えること、また試す、見通す、工夫するなどの学習活動により創造的に考えること」であり、「表現する」とは、「言葉、絵、動作、工夫するなどの学習活動

であり、他者と伝え合ったり、振り返ったりすること」としている。2017年改訂によって、「考える」「表現する」についての具体の活動で述べられた点は注目しなければならず、児童の思考と表現の往還が、生活科の教科の本質と言える。

2-1-3. 「学びに向かう力、人間性等」に関する目標

生活科では、実生活や実社会とのかかわりを大切にしており、自立し生活を豊かにしていくことが最終的な目標となる。児童は、思いや願いの実現に向けて身近な人々、社会及び自然に自ら働き掛け、そのプロセスにおいて活動の楽しさや満足感、成就感といった学ぶ喜びを味わう。これが、一人一人の意欲や自信となり、さらにはこの意欲や自信が新たなことに挑戦しようとする姿を生み出していく。こうした活動、満足感や成就感、次の活動への意欲といった学びの好循環を経験させることにより、粘り強く安定的に行えるような態度が養われていく。

2-2. 何を学ぶか（内容）

図2にあるように、生活科の内容は九つの内容で構成されている。

2017年改訂では、生活科の九つの内容の記述すべてにおいて、一文の中に「学習活動等」「思考力、判断力、表現力等の基礎」「知識及び技能の基礎」「学びに向かう力、人間性等」が構造的に組み込まれた。例として内容(6)を図3に示す(文部科学省, 2017:p.26)。

C 生活科の内容

- (1) 学校と生活
- (2) 家庭と生活
- (3) 地域と生活
- (4) 公共物や公共施設の利用
- (5) 季節の変化と生活
- (6) 自然や物を使った遊び
- (7) 動植物の飼育・栽培
- (8) 生活や出来事の伝え合い
- (9) 自分の成長

図2 生活科の内容

(6) ①身近な自然を利用したり、身近にある物を使ったりするなどして遊ぶ活動を通して【実際に行われる活動部分】、②遊びや遊びに使う物を工夫してつくることができ【思考力、判断力、表現力等の基礎】、③その面白さや自然の不思議さに気付く【知識及び技能の基礎】とともに、④みんななど楽しみながら遊びを創り出そうとする【学びに向かう力、人間性等】。

図3 生活科の内容(6)

※構造化を分かりやすくするために引用文を①～④の4分割で示している。【 】内は筆者加筆。

【実際に行われる活動】の部分には、生活科としての教科の本質である実際に対象に働きかける活動、内容(6)では「遊ぶ活動を通して」のように活動が具体的に示されている。

【思考力、判断力、表現力等の基礎】の部分には、対象について考える、感じる、見つける、工夫する、つくる、働きかける、創造する、選ぶといった活動が示されている。内容(6)では、「工夫してつくる」が示されており、児童は「工夫してつくる」活動によってその面白さに気付く。こうして生まれた気付きが【知識及び技能の基礎】となる。さらに、【思考力、判断力、表現力等の基礎】や【知識及び技能の基礎】を獲得していくことによって「遊びを創り出そうとする」態度が安定的で持続的に形成されていく。これが、【学びに向かう力、人間性等】となる。

(4) 他教科等との関連を積極的に図り、指導の効果を高め、低学年における教育全体の充実を図り、中学年以降の教育へ円滑に接続できるようにするとともに、幼稚園教育要領等に示す幼児期の終わりまでに育ってほしい姿との関連を考慮すること。特に、小学校入学当初においては、幼児期における遊びを通じた総合的な学びから他教科等における学習に円滑に移行し、主体的に自己を発揮しながら、より自覚的な学びに向かうことが可能となるようにすること。その際、生活科を中心とした合科的・関連的な指導や、弾力的な時間割の設定を行うなどの工夫をすること。

図4 生活科における指導計画作成の配慮事項

※傍線部は、筆者が加筆。これはSTEM教育の知見を生かせる可能性があると考えられる部分。

また、図4には、「第4章指導計画の作成と内容の取扱い」の「第1節 指導計画作成上の配慮事項」を示した。下線部では、STEM教育において既に知見が蓄積されている関連的指導、合科的な指導について触れている。

2-3. どのように学ぶか（活動）

2-3-1. 幼児期から連続する学び

幼稚園教育要領（2017）では、幼稚園教育において育みたい資質・能力を三つの柱で示している。これは、小学校から高等学校までの学校教育全体で育成を目指す「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」に対応しており、学校教育全体の基盤が幼児教育にあることを一層明確化したと言える。

子どもたちは、幼児期教育の中で、遊びを中心とした生活を通して、人と関わりながら協働して活動することを学んできた。こうした力の上に、生活科ではより共通の目標を明確に共有しながら、他者と力を合わせ思いや願いに迫っていくことができるような活動を用意することが望まれる。

2-3-2. 多様性が生かされる学び

朝倉（2019）は、低学年児の視点や世界の多様性と低学年教育充実について「学級にいる子供の多様性は、それぞれが成長する上で欠かせない出会いを構成する」とし「多様であるからこそ対話や学び合いも成立するのである」と指摘している。

子ども一人一人の対象への働きかけによって生じる「感じ方」「考え方」「思い・願い」等はきわめて多様であり、この多様さこそが生活科の教科として最も重視しなければならない点である。学習活動や学習対象が、子どもの多様性を十分引き出せるようなものであるかの吟味が必要であることはもちろんのこと、子どもが自分の内面を表出する方法も多様性を損しないような活動を複数用意していく必要がある。

さらには、教師が子ども一人一人の思いに

共感し、それぞれの個性あふれる学びを支援していく姿勢を持ち、「多様なこと」「人と違うこと」は価値あるもの、という学び合いの最も根源的なことを子どもと共有していくことが大切である。

生活科の学習を中核として、一人一人の個性の違いが尊重され、違いが受容される学習集団を作り上げる必要がある。

2-3-3. 見通したり振り返ったりする学び

生活科の見方・考え方は、対象を自分との関わりで捉え、よりよい生活に向けて思いや願いを実現しようとするものである。発達段階的に、低学年の子どもが思いや願いの実現に向けて、明確な見通しを持ち学習を進めていくことは困難であるが「〇〇を作りたいな、そのためには〇〇が必要だな」とか「〇〇を育てたいな、そのためには〇〇に注意したいな」といった、計画性の芽生えを持たせることを意識して学習指導を行う必要がある。この計画性の芽生えは、体験活動の目的意識や表現活動の相手意識にも密接に関連している。さらに、こうした計画性の芽生えは、中・高学年につながる「主体的・対話的で深い学び」の土台となるものである。

一方、活動や体験したことを様々な表現方法で振り返る場の設定が重要である。振り返りによって、自分の気づきが明確になったり、新たな活動が生まれたりと、気づきの質が高まることが期待される。こうした振り返りを通して、自分の学びを客観視し、活動を修正する力が徐々に身に付いていく。

2-3-4. 伝え合い交流する学び

学習指導要領解説生活科編（文部科学省，2017:p.96）では、伝え合う活動は「集団としての学習を高めるだけでなく、児童一人一人の気づきを高めていく上でも意味がある」としている。友達の気づきと自分の気づきを比較することによって、自分と友達の共通点や相違点に気付く。こうした気づきは、次の活動への意欲につながっていくことが期待される。

また、異学年の子どもや地域の人々などに体験したことや調べたことを伝える活動も積極的に取り入れなければならない。相手に伝えるためには、伝えたい内容を自分が明確に持っていなければならないし、伝え方も相手の状態をよく考えて行う必要がある。こうした相手意識や目的意識が子どもの学習を促進することになる。

3. STEM教育における重要事項の整理

本節では、3-1～3-3において、STEM教育の先行研究を手がかりとし、その特徴を捉える。現行の生活科を質的改善させる可能性のある要素を探索するためである。

3-1. STEM教育が目指す方向性（目標）

National Academy of Engineering & National Research Council (2014) は、STEM教育の目標として、「STEMリテラシー (STEM literacy)」、「21世紀型コンピテンシー (21st century competencies)」、「STEM労働力の準備 (STEM workforce readiness)」、「興味と関与 (Interest and engagement)」、「STEM分野間のつながりを作る能力 (Ability to make connections among STEM disciplines)」を挙げている。そして、松原・高阪 (2017) は、STEM教育の目標については、研究者間で必ずしも十分な合意が得られていないことを指摘しているが、多くの研究においてSTEM教育が「21世紀型スキル (コンピテンシー)」の育成に寄与すると捉えている。そして、熊野 (2017) は、子どもたちに21世紀型スキルを育成することであると言える。

さて、STEM教育が究極的に目指す21世紀型スキルについては、例えば、表2のAssessment and Teaching of 21st Century Skills (2012) (以下、ATC21s)が参考になる。

そして、このようなコンピテンシーの内実は、今後の新しい産業を支えるための人材、

表2 ATC21sによる21世紀型スキルの定義

思考の方法	働く方法	働くためのツール	世界の中で生きる
1. 創造性とイノベーション	4. コミュニケーション	6. 情報リテラシー	8. 地域とグローバルのよい市民であること(シチズンシップ)
2. 批判的思考、問題解決、意思決定	5. コラボレーション(チームワーク)	7. ICTリテラシー	9. 人生とキャリア発達
3. 学び方の学習、メタ認知			10. 個人の責任と社会的責任(異文化理解と異文化適応能力を含む)

情報化、デジタル化した社会で活躍する人材に必要な力だけでなく、気候変動、地球規模の紛争、人間の健康や経済的な幸福などのSDGsに関連する課題にも対応できる力でもある。よって、このようなコンピテンシー育成の対象者は、一部のエリートだけでなく、21世紀に生きるすべての人ということになる。

そして、日本においては、21世紀型スキルと同様なものとして、21世紀型能力(国立教育政策研究所, 2013)、「基礎的・汎用的能力」(文部科学省, 2011)、「人間力」(内閣府, 2003)、「就職基礎能力」(厚生労働省, 2004)、「社会人基礎力」(経済産業省, 2006)、「学士力」(中央教育審議会, 2011)といった能力論が展開されてきた。よって、STEM教育で目指している「21世紀型スキル」への着目は、決して新しいものではない。しかし、日本の学校教育現場においては、学習指導の際、教科目標を優先し、コンピテンシーに着目した指導が十分になされているとは言えない。

3-2. 何を学ぶか（内容）

Bybee (2013) は、STEM教育においては、「伝統的な個々の領域にとらわれることなく、それらが複合し、相互に関連している領域を扱う」という考え方を示し、知識を獲得するだけでなく、これらの知識を活用し、応用す

ることが大切であることを述べている。そして、「相互の関連」において、Vasquez, Sneider and Comer(2013)は、各教科等を横断したり統合したりする際、その統合具合によって、育成される資質・能力が異なってくることを指摘している。表3には、Vasquez, Sneider and Comer(2013)を参考に松原・高原(2017)が整理した考えを示す。

表3 統合の度合いと特に育成される資質・能力

統合の度合い	アプローチ	特に育成される資質・能力
(分化)低い	Thematic または、 Multidisciplinary	教科に固有な概念や個別スキル
	Interdisciplinary	教科等を横断する概念や汎用的スキル
高い	Transdisciplinary	実世界での課題を解決する能力

「Transdisciplinary」では、体系的な知識を用いて実世界との関わりを意識した探究的な活動を行う過程で、「実世界での課題を解決する能力」が育成されることを期待できる。つまり、「21世紀型スキル」のようなコンピテンシーを育成するためには「統合」の度合いを高め、「Transdisciplinary」のようなアプローチを重視する必要がある。そして、そのためには、実社会や実生活の文脈におけるリアルな課題を教科の概念やスキルを用いて、子どもとともに探究する学習経験が必要になる。ただし松原・高原(2017)の「無論、統合の度合いが高いことがすべての授業場面において必要とされるわけではない。個別の知識や概念は従来の教科の中で体系的に学ぶことが効率的であることには変わりないだろう。資質・能力の育成については、学校の実態や教育目標に応じて適切なアプローチを用いることが肝要である」という指摘は、重要であり、教師が「何を教えるか」を検討する際に

は、十分意識する必要がある。

3-3. どのように学ぶか (活動)

Griffin et al. (2012) は、21世紀型スキルのようなコンピテンシーを育成するためには、「知識を新たに自分でつくり上げていくことが推奨される環境(知識構築環境、あるいは知識構成環境)」が必要であることを指摘している。そして、このことを実現するための考えとして Papert(1982)の構築主義(constructivism)をあげることができる。Papertは、Piaget,J.の構成主義の影響を受けながら、「学び手が環境と関わりながら主体的に知識を構成していくという学習理論をもとに、構成した知識を具体的な人工物として構築していくことが重要であるという考え方」を示した。「どのように学ぶか」については、主体的・対話的で深い学びの観点から、学習過程の改善が求められているが、このような構築主義は、基本的な視座を与えてくれる。

さて、Sylvia(2015)は、構築主義を具体化する際に、「メイキング、ティンカリング、エンジニアリング」を重要な学習過程としてあげている。そして、これらについて「どのような教科を、何歳の生徒たちに教えるかに関わらず、すべての教室で使われるべき『知るための方法』である」と述べている。「メイキング、ティンカリング、エンジニアリング」は、「どのように学ぶか」に具体的な視座を与えてくれるものだと考える。

3-3-1. メイキング

Sylvia(2015)は、「たとえ作ったものが完璧なものでなくとも、それは所有の喜びを生み出します。人はものを作るのが完璧なものでなくとも、それは所有者の喜びを生み出します。人はものを作ると成果物に価値を感じます。それが失敗作であったとしても、専門家によって完璧に作られた同じものよりも愛着を感じるのです。」と述べ、子どもにとってのメイキングの必要性を述べている。そして、メイキングを「新規または既知の素材を

使った創造活動」とし、「取り扱い容易な素材を用いて、有意義な成果物の構築を学習者が経験する活動こそ、もっとも効果的な学習」と述べている。

メイキングにおいては、ものを作る過程を大切にすること、そしてその際には、「素材」への着目が重要であることを述べている。「最適な素材の選び方」素材への着目が重要なことを述べ、さらに、近年においては、テクノロジーへの注目が重要であり、「素材としてのコンピュータ」も視野に入れることも述べている。

3-3-2. ティンカリング

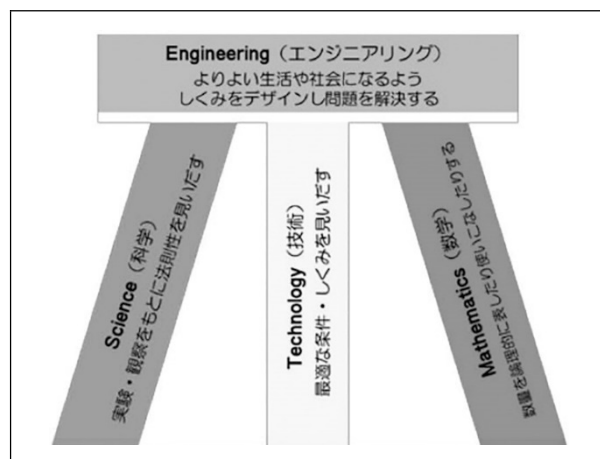
Sylvia (2015) は、自分自身のアイデアで遊ぶことを許すことは、それ自身が「自分自身を信じていい」というメッセージであると述べている。子どもが自身の資質能力を石版に刻まれたように固定的で変わらないと信じていれば、つまり *fixed mindset* (硬直マインドセット) を有していると、新しいことに挑戦しようとせず、新たなことに挑戦しなくなってしまふ。子どもたちには、自らの基本的資質は努力しだいで伸ばすことができるという信念である、*growth mindset* が必要である。このようなマインドセットのある子どもは、「自身のアイデアを実現できる学習者」と自覚し、新たなことに創造的に取り組むと考えられる (Carol, 2016)。

これまでの学校では子どもは、教師に一つの正解に辿り着くというスタイルで導かれてきた。しかし、実際の社会では、正解は一つではないこと、正解に至るまでに、試行錯誤し、挑戦するというマインドをもつことが大切である。

3-3-3. エンジニアリング

木村ら (2019) は、米国技術教育学会 (IT-EEA : International Technology and Engineering Educators Association) が示したエンジニアリングを基軸とした STEM 教育における活動イメージを図 5 のように示し、軸

となるエンジニアリングにより、「よりよい生活や社会になるよう、しくみをデザインし問題を解決する」ことを基盤とした STEM 教育活動を示している。そして、木村ら (2019) は、この考え方を活用し、「遊び場」を創出し、STEM 教育活動を実践している。これは、特に遊びを中心に学んだ方がよい低学年においては有効であり、参考になる。



また、アメリカの「科学に関する次世代スタンダード (以下、NGSS)」 (NCR,2013) では、「エンジニアリングデザイン」について、Define (定義)、Develop Solutions (解決策の模索)、Optimize (最適化) の 3つの段階が重要であり、それぞれが相互に関連し合う必要性を示している。これは、エンジニアリング手法「基準と制約のもとで問題を定義すること、複数の解を編み出し評価すること、プロトタイプを作成しテストすること、そして最適化することである」(NGSS,2013) を基本とする考え方であり、その根底には、頭を使って考えてばかりで、何も生み出すことができないという考え方がある。

そして、「エンジニアリングデザイン」の段階を意識したものとして、Sylvia ら (2015) の「学習のためのデザインモデル-TMI (Think, Make, Improve) (以下、TMI)」 (図 6) がある。

段階	具体的な内容
Think (考える)	ブレーストーミング、徹底した話し合い、予測、素材収集、必要な専門知識の認識、誰と一緒にやるか(あるいは1人でやるか)の決定、目標の設定、スケッチ、アウトライン、フローチャート(手順)の作成、調査、計画
Make (作る)	遊ぶこと、組み立てること、ティンカリング、創作すること、プログラミング、実験すること、構築すること、解体すること、戦略/素材をテストすること、他の人を観察すること、コードを借りること、コードを共有すること、プロセスを書き留めること、発明の中の弱い点を探すこと、質問すること、作ったものを手直しすること
Improve (改良する)	調査する、発表する、仲間と議論する、別の観点から問題を見る、異なる素材を使ってみる、一度に1つのパラメーターを変えてみる、過去に似たような問題を解いたときのやり方を考えてみる、それで遊んでみる、分析したり解体したりすることのできる類似のプロジェクト成果を見つける、専門家に尋ねる、冷静になる、新鮮な空気を吸う、一晩寝かせてみる

図6 学習のためのデザインモデル-TMI

Sylvia は、「ものづくり」の過程を、実践経験に基づいた豊かな知見から、3つの段階に分け、それぞれの段階ごとの具体的な内容を整理している。これは、NGSSの「エンジニアリングデザイン」の3段階、Define(定義)、Develop Solutions(解決策の模索)、Optimize(最適化)に対応しており、TMIを拠り所として実践することによって、STEM化された「ものづくり」の具体的な活動のイメージができるようになると思われる。

4. 生活科の製作活動へのSTEM教育要素の導入

2では、学習指導要領を手がかりとして、生活科における重要事項(目標、内容、活動)の整理を行なった。そして、3では、今後、日本にも導入されることが期待されるSTEM教育の特徴を捉えた。本項では、両者を関連づけることにより、生活科の製作活動を改善する可能性のあるSTEM教育要素を探索し、研究の目的に迫る。

4-1. 目指す方向性(目標)

STEM教育で育成を目指す21世紀型スキルは、これからの社会に必要な力であり、生活科においても、育成を意識していく必要がある。

一方、学習指導要領では、教科「生活科」において、「(1)知識及び技能の基礎」「(2)思考力、判断力、表現力等の基礎」「(3)学びに向かう力、人間性等」の三つ資質・能力の育成を掲げており、学校現場では、この「3つの柱」に沿った実践が行われている。「知識及び技能の基礎」の部分に関しては、「気づき」へ着目し、「無自覚だった気づきが自覚されたり、一人一人に生まれた個別の気づきが関連付けられたり、対象のみならず自分自身についての気づきが生まれたりすること(2-1-1)」が重要であるとされる。また、「思考力、判断力、表現力等の基礎」の部分に関しては、「思いや願いの実現に向けて活動する中で、具体的に考えたり表現したりすることやそれを繰り返すことによって、自分自身や自分の生活について考え、表現することができるようになる(2-1-2)」ことも重要であるとしている。さらに、「学びに向かう力、人間性等」の部分に関しては、「児童は、思いや願いの実現に向けて身近な人々、社会及び自然に自ら働き掛け、そのプロセスにおいて活動の楽しさや満足感、成就感といった学ぶ喜びを味わう。これが、一人一人の意欲や自信となり、さらにはこの意欲や自信が新たなことに挑戦しようとする姿を生み出していく(2-1-3)」姿を重要であるとしている。生活科では、これら「3つの柱」が統合化されることで育成されていくと考えることができる。

しかし、「気づき」、「考えたり表現したりすること」、「繰り返すこと」、「満足感、成就感を味わうこと」などは、STEM教育で大切にしている21世紀型スキルの「メタ認知」、「コミュニケーション」、「批判的思考」、「意思決定」、「問題解決」、「学び方の学習」、

「人生とキャリア発達」等と、関連する部分である。教師が日々の生活科実践において、これらを関連させて指導することにより、その授業は 21 世紀型スキルを意識したものに変わってくる可能性がある。今後、教師が 21 世紀型スキルの視点を考慮し、意識的に生活科の学習活動を展開していくことにより、生活科は、「児童自ら自立し生活を豊かにする」ことを期待でき、21 世紀型の力の基礎を育成する教科になり得ると考える。

4-2. 何を学ぶか（内容）

現在の生活科は「活動あって学びなし」と批判されることがある。この理由の 1 つとして、子どもの学びの対象が曖昧になっていることが考えられる。例えば、本稿で対象とする生活科における製作活動の内容「自然や物を使った遊び」に関する説明の中にある「身近な自然 (2-2)」や「身近にある物 (2-2)」が子どもの具体的な学びの対象であるとされるが、これらの活動の中に教師が子どもにとっての教育的な価値を見出せていなければ、学びは充実することはない。

このような生活科の活動における教育的な価値を検討する際、3-2 が参考になる。生活科の学びのコアな内容部分を検討する際、STEM 教育における「統合の度合い」としては極めて高い「Transdisciplinary」のアプローチを活用できると考える。そして、そこ

では、「実社会や実生活の文脈におけるリアルな課題」を学びの対象とすることになる。

生活科では、これを参考にし、「実社会」、「実生活」、「リアルな課題」をキーワードとして活動内容を検討していくことにより、教育的な価値を見出せる可能性がある。また、さらに、教育的な価値を見出していくためには、H. Lynn Erickson et.al (2017) の「知識の構造」に関する指摘も参考にすべきである。図 7 では、Erickson による社会科における知識の構造を例示している。学習のゴールは、下位層の「事実」に止まるのではなく、上位層の「原理」「一般化」を目指すべきであるとの考え方である。教師が、学習内容を検討する際、断片的な知識の獲得に止まらず、概念化を目指すことができれば、その過程で活動に教育的な意味を見いだせる可能性がある。重要な指摘であると言える。

また、生活科では、「他教科等との関連を積極的に図り、…生活科を中心とした合科的・関連的な指導や、弾力的な時間割の設定を行うなどの工夫をすること。(2-2)」を考慮する必要がある。この場合は、「Interdisciplinary」のアプローチを活用し、「教科等を横断する概念や汎用的スキル」の育成を期待することになる。ただ、ここにおいても合科的、関連的に扱う教科の内容に関する「概念」や「汎用的スキル」に関する教育的な価値を見出す必要があり、「Transdisciplinary」の箇所でも述べたことと同様のことが言えると考えられる。

4-3. どのように学ぶか（活動）

生活科における学びのためには、「学びの連続性 (2-3-1)」、「多様性 (2-3-2)」、「見通し (2-3-3)」、「振り返り (2-3-3)」、「伝え合い (2-3-4)」が必要であるとしている。一方、STEM 教育を実践する Sylvania (2015) は、「メイキング」、「ティンカリング」、「エンジニアリング」を重要な学習過程としてあげている。そして、「どのような教科を、何歳の生徒たちに教えるかに関わらず、すべての

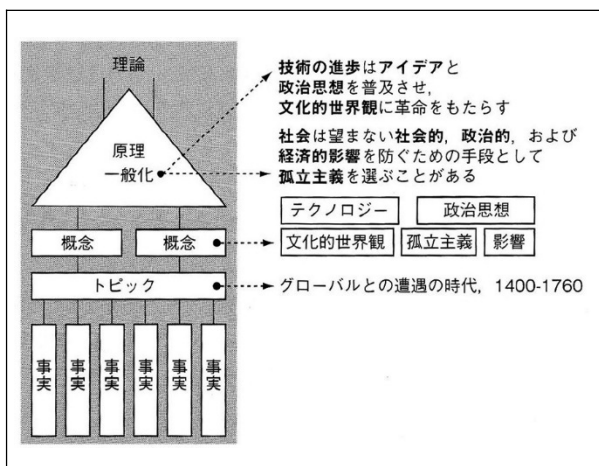


図 7 知識の構造 (H. Lynn Erickson et.al)

教室で使われるべき『知るための方法』である」と述べており、これは、生活科を質的に向上させるための1つの方法であると言える。

子どもたちは、幼児期教育の中で、遊びを中心とした生活を通して学んでいる。そして、2-3-1では、この学びを生活科につなげいく「学びの連続性」が重要であることを指摘している。STEM教育で重視している「メイキング」は、幼児期においても児童期においても有意義な活動であり、これを取り入れることにより、「学びの連続性」が担保されることになる。そのため、生活科へのメイキングの導入は、生活科の内容である「自然や物を使った遊び」を質的に改善することを期待できる。また、2-3-2では、「多様性」について指摘している。そこでは、子どもの「感じ方」「考え方」「思い・願い」等は、きわめて多様であり、この多様さこそが生活科の教科として最も重視しなければならないことを述べている。STEM教育におけるメイキングは、「知識を新たに自分でつくり上げていくことが推奨される環境（知識構築環境、あるいは知識構成環境）」そのものであり、Papert（1982）が指摘するように、「学び手が環境と関わりながら主体的に知識を構成していく」ことを期待できる。子どもは、多様な「感じ方」「考え方」「思い・願い」に基づいたメイキングを行いながら、知識を構築していくことを期待できる。そして、2-3-3では、「見通し」「振り返り」について指摘している。低学年の子どもが思いや願いの実現に向けて、見通しを持ち学習を進めていくためには、計画性の芽生えについて学ばせる必要があることを述べている。そのためには、3-3-2、3-3-3で示した「ティンカリング」や「エンジニアリング」が有効である。木村ら（2019）は、エンジニアリングを基軸にして、「遊び場」を創出し、STEM教育活動を実践しており、その有効性を確認している。そして、エンジニアリングを教育活動に取り入れた研究は進

んでおり、子どもに「見通し」を持たせるためには、アメリカのNGSSに示された「エンジニアリングデザイン」の3段階、Define（定義）、Develop Solutions（解決策の模索）、Optimize（最適化）への着目が参考になると考える。また、Sylviaら（2015）の「学習のためのデザインモデル-TMI」は、子どもの具体的な活動を想定する際に役立つ。子どもが多様な活動を見通すヒントになると考える。さらに、2-3-4では、自らの気付きの質を高めるためには、「伝え合い」が必要であり、そして、そのためには、目的意識や相手意識が必要であることを指摘している。目的意識や相手意識を育むためには、「メイキング」や「ティンカリング」が大きく貢献すると考える。これらを取り入れることにより、子どもは自らが創り上げた成果物に価値や愛着を感じ、制作活動に夢中になって取り組むことを期待できる。そして、自分の制作物をよりよくしていこうと、試行錯誤し、自分の挑戦を続けるマインドが生まれることを期待できる。

5. 本研究の成果と課題

本研究の目的は、生活科の製作活動改善に貢献する可能性があるSTEM教育要素の導出を目指すことであった。研究の成果として、以下のことを研究の成果として導き出した。

- 生活科で目指す目標とSTEM教育で目指す目標は関連しており、これまで以上に意識的に両者を関連させて目標を捉えるべきであることを示した。今後、教師が21世紀型スキルの視点を考慮し、意識的に生活科の活動を行っていくことにより、生活科は、「児童自ら自立し生活を豊かにする」ことを期待でき、21世紀型の力の基礎を育成する教科になり得ることを示した。（4-1）
- 子どもの21世紀型の力を育成することを目指すならば、生活科でもSTEM教育でも、「Transdisciplinary」のアプローチ

チで内容を構成することが適切であることを示した。そして、そこでは、「実社会や実生活の文脈におけるリアルな課題」を学びの対象とする必要があることも示した。これによって、生活科の活動に教育的な価値を見出せる可能性がある。また、さらに、教育的な価値を明確にするためには、H. Lynn Erickson et.al (2020) を参考にし、内容を概念化し、教育的な価値を明確化する必要があることを示した。(4-2)

- 生活科で、子どもの 21 世紀型の力を育成するためには、「メイキング」、「ティンカリング」、「エンジニアリング」への着目が一つの方法であることを示した。例えば、生活科で重要な活動である「見通し(2-3-3)」に着目した実践を行おうとした場合、「エンジニアリングデザイン」の 3 段階、Define (定義)、Develop Solutions (解決策の模索)、Optimize (最適化) への着目が参考になることを示した。また、Sylvia ら (2015) の「学習のためのデザインモデル-TMI」は、子どもの具体的な活動を想定する際に役立つことを示した。このように生活科の活動に STEM 教育で醸成されている知見を導入することによって、生活科における学びを充実させることができる可能性がある。(4-3)

また、課題としては以下のことを挙げることができる。

- 本研究では、現時点における STEM 教育研究の知見から現行生活科の目標、内容、活動への提案を行なっている。このことは、本研究の限界であると言える。しかし、今後、STEM 教育研究が進めば、生活科へのさらなる知見を示すことを期待できると考える。今後も引き続き、STEM 教育研究における知見を生活科の授業改

善に生かしていきたいと考える。また、本研究においては、実践レベルでの具体的な提案には至っていない。STEM 教育の知見を組み込んだ生活科における教材化や具体的な授業デザインについても検討していく必要があると考える。

- 本研究では、子どものマインドセットについて述べた。つまり、fixed mindset から、growth mindset へのシフトが重要であるということである。しかし、このマインドセットは、子どもだけでなく、教師にとっても必要であると考え。教師が、growth mindset を醸成できたとき、これまでよりも主体的な授業改善が行われるようになると思う。growth mindset のための教師教育を行なっていかなければならない。

<オーサーシップ>

本研究においては、全体構想を第 1 著者、第 2 著者、第 3 著者の笹原、竹本、小川が協働して行った。また、「1」「2」を笹原、「3」「4」を竹本、小川が、「5」を笹原、竹本が議論を繰り返しながら執筆した。竹本研究室の学生である杉山と吉政は、各自の研究対象である「3-3-1」「3-3-2」を執筆した。

<文 献>

- 朝倉 淳(2019):「低学年教育の充実に向けた教育課程の考え方」『初等教育資料』2019年7月号,pp.58 - 61
- Bybee,R,W.(2013): The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities, NSTA Press.
- Carol S. Dweck(著), 今西 康子(訳)(2016): MINDSET, 草思社.
- Concord Consortium (2013) : Graphic from The Concord Consortium, Retrieved from <http://concord.org/ngss/>(2020年9月1日)
- 中央教育審議会 (2011) : 学士課程教育の構

- 築に向けて（答申）。
- 中央教育審議会（2011）：今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について。
- H. Lynn Erickson, Lois A. Lanning, Rachel French (2017): 思考する教室をつくる概念型カリキュラムの理論と実践：不確実な時代を生き抜く力 *Concept-Based Curriculum and Instruction for the Thinking Classroom (Second Edition)*.
- 経済産業省・社会人基礎力に関する研究会（2006）：社会人基礎力に関する研究会－中間とりまとめ－。
- 木村 優里, 原口 るみ, 後藤田 洋介, 大谷 忠, 柏原 寛, 金子 嘉宏（2018）：社会教育における遊び場を対象とした STEM 教育の方法と実践, 日本科学教育学会年会論文集, 42 巻。
- 木村 優里, 原口 るみ, 大谷 忠（2019）：エンジニアリングを基軸とした STEM 教育の実践と普及, 日本科学教育学会年会論文集, 43 巻。
- 厚生労働省（2004）：「若年者の就職能力に関する実態調査」結果。
- 熊野 善介（2017）：21 世紀型スキル（資質・能力）と STEM 教育改革－連邦レベルでの議論, ワシントン州・ミネソタ州・アイオワ州の事例から, 日本科学教育学会年会論文集, 41 巻。
- 松原 憲治, 高阪 将人（2017）：資質・能力の育成を重視する教科横断的な学習としての STEM 教育と問い, 科学教育研究, 41 巻, 2 号, pp.150-160.
- 文部科学省（2011）：小学校キャリア教育の手引き<改訂版>。
- 文部科学省（2017）：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）, 東洋館出版社。
- 文部科学省（2017）：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 生活編, 東洋館出版社。
- 内閣府・人間力戦略研究会（2003）：人間力戦略研究会報告書。
- P.グリフィン, B.マクゴー, E.ケア編, 三宅監訳, 益川・望月編訳（2012）21 世紀型スキル学びと評価の新たなかたち, 北大路書房。
- 齋藤 博伸（2021）：「気付きの質を高める学習指導」『初等教育資料』2021 年 9 月号, p.48
- S.Papert (1982): マインドストーム ー子供, コンピュータ, そして強力なアイデア, 未来社。
- Sylvia Libow Martinez, Gary Stager 著, 阿部和広監修, 酒匂寛訳(2015): 作ることで学ぶ, OREILLY JAPAN. (Sylvia Libow Martinez, Gary Stager (2012) *Invent to Learn : Making, Thinking, and Engineering in the Classroom*. Lightning Source.)
- 竹本 石樹（2021）：日本の STEM 教育推進を支えるプラットフォーム構築に関する実証的研究, 静岡大学博士論文。
- Vasquez, J., Sneider, C., Comer, M. (2013): *GRADES 3-8 STEM Lesson Essentials-Integrating Science, Technology, Engineering, And Mathematics*: HEINEMANN, 60.

<付記>

本研究は JSPS 科研費 JP18K02992 (研究代表者 竹本石樹), JP21K02955 (研究代表者 竹本石樹), JP20K14122 (研究代表者 小川博士) の研究成果の一部である。