

# 技術科教育における、思考力・判断力・表現力等の育成のための システム思考の導入について

## Introduction of System Thinking to the Ability to Think, Make Decision and Express Oneself in Technology Education

内田有亮\* 西本彰文\*\* 田口浩継\*\*

Yusuke UCHIDA\*, Akifumi NISHIMOTO\*\* and Hirotsugu TAGUCHI\*\*

\*Graduate School of Education, Kumamoto University

\*\*Faculty of Education, Kumamoto University

本研究は、技術科教育において「システム思考」を導入することにより、思考力・判断力・表現力等の育成の可能性を検討するものである。まず、システム思考に関連する先行研究を参考に、技術科用のプリント教材の開発を行った。これらは、生徒が思考の道具としてシステム思考が利用できるように、また教師が学校や生徒の実態、授業場面等に応じた選択ができるように開発したものである。具体的には、「システム思考者の習慣」と呼ばれる13の項目を10に統合した「システム思考ヒントカード」と、システム思考の代表的なツールとされる「冰山モデル」を教材化した「冰山モデルカード」である。さらにK市の中学校技術科担当教員研修の際にシステム思考と技術科との親和性について2種の教材等を提示、説明の後、調査を行った。その結果、教師は、技術科とシステム思考の親和性は認めるものの、具体的な指導法等に不安を感じていることが明らかとなった。

キーワード：思考力・判断力・表現力等、システム思考、ヒントカード、冰山モデル、親和性

### 1. はじめに

平成25年4月、中央教育審議会教育振興基本計画部会において、第2期計画が目指す「4つの基本的方向性」が示された<sup>1)</sup>。その1つとして「社会を生き抜く力」の養成がある。これは、社会が激しく変化の中で、自立と協働を図るための能動的・主体的な力である。この力を誰もが身に付けられるようにするために、その基本施策として、子どもたちに基礎的・基本的な知識・技能と、「思考力・判断力・表現力等」（以下、活用に関する学力）を身に付けさせることを挙げ、教育内容や教育方法の一層の充実を図ることとしている。

一方、熊本大学教育学部では、平成22年度より5カ年計画で活用に関する学力育成を目指した、学習指導と評価等の研究を行っている<sup>2)</sup>。技術分科会においては「システム思考」と呼ばれる、全体像からその動きを捉え、構造を明らかにしながら課題を効果的に改善する重要な要素を見いだす思考法についての提案を行っている。しかし、現段階において、具体的な教材等の開発までには至っていない。

さらに、これまでの技術教育を対象とした、システムの考え方を導入したり、システムを意識した研究について散見すると、桑田らがレディネスワークを導入した学生への実験指導システムを提案している<sup>3)</sup>。また、菊池らはシ

ステム的思考の観点から新たな技術教育の考え方を提案している<sup>4)</sup>。技術科教育では、宮川らが、情報システムの学習について、実践的、体験的かつ、コンピテンシーとしてのシステム思考を形成するための学習指導を構築する研究を行っている<sup>4)</sup>。しかしながら、これらの先行研究は、システムの思考を導入した指導法という観点からは、その方向性において差異が見られる。

そこで、筆者らは、技術科教育における指導法において、技術にシステムの考え方が含まれているにも関わらず、十分な研究が行われていないシステムの思考に関する指導法について注目した。

本研究の目的は、海外の先行研究を参考にしながら、技術科で使用する「システム思考」を導入したヒントカード等を開発し、これらの教材に対する教員の意識調査を行いその調査結果から、今後の本格的な導入に向けて、学習内容や場面別に関する詳細な分析等を行うことである。

### 2. システム思考

#### 2.1 システム思考の定義

システム思考 (Systems Thinking<sup>5)</sup>) とは、「独立した事象に目を奪われずに各要素間の相互依存性、相互関連性に着目し、全体像とその動きをとらえる思考法」である。ピーター・センゲ (Peter M. Senge) が、図1に示した「学習する組織 (The Learning Organization)」の理論の中で提唱した、5つのディシプリン (The Fifth Discipline : 学習し修得すべき知恵と技の総体) の中の1つにあたる。この「学習する組織」は、共創的に対話する力、自らを動

(2013年10月31日受付, 年月日受理)

\*熊本大学大学院教育学研究科

\*\*熊本大学教育学部

2013年10月 第26回九州支部大会に発表

かす力、複雑性を理解する力の3本の柱から成り立ち、システム思考は複雑性を理解する力を育成する柱を担い、理論全体の基盤・根幹を成す重要な能力とされる。それらの能力を育成するツールには、「冰山モデル」「システムストーリー」「時系列変化パターングラフ」「ループ図：フィードバックループ」「ストック／フロー図」「システム原型」「コンピュータ・シミュレーション」の7つがあり、その代表的なものが、図3に示した「冰山モデル」である。当初はビジネス界において、世界各地で企業研修などに導入され、大きな成果をもたらす中で、教育界への導入が試みられた。90年代半ばにはアメリカ・アリゾナ州ツーソンで実践がなされ、それ以降、カナダ、フィンランド、シンガポール、オランダ等の9カ国の小・中学校で実践されている。

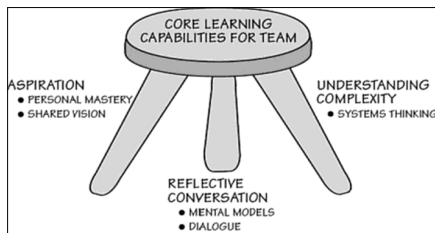


図1 「学習する組織」の概念図<sup>6)</sup>

## 2.2 システム思考者の習慣

2010年に、アメリカで行われたシステム思考の実践に関する研修会 (Systems Thinking and Dynamic Modeling Conference for K-12 Education) で示されたのが、図2に示す「システム思考者の習慣」(The habits of a systems thinker<sup>7)</sup>) である。これは、システム思考のツールを学習していくにあたり、「習慣」として身に付けておくべき項目がカード化されたものである。海外の実践では、義務教育段階の児童・生徒が環境問題等の複雑な問題に取り組む際の思考スキルとして提示されている。本研究においても、この13の習慣を元に教材開発を行った。



図2 システム思考者の習慣<sup>7)</sup>

## 2.3 冰山モデル (Iceberg Models<sup>8)</sup>)

筆者らが、7つのシステム思考ツールを、技術科で扱ういくつかの課題に対して使用したところ、生徒が最も容易に使用できると判断したのは冰山モデルであった。そこで、図3に示した冰山モデルについて、教材化を図ることとした。このツールは、思考過程を冰山にモデル化し、見えているものとして「できごと」、見えていないものとして「パターン」「構造」「メンタルモデル」の3層で構成される。システムが持つ相互作用のある動きを、4つのつながりのある視点の階層で明らかにし、効果的に変化させる視点等を見つける過程をたどる思考法である。「できごと」を、システムが動いた結果として捉え、時間的なパターンやシステムの構造を明らかにし、時にはメンタルモデルまで深く思考し、改善のためのポイントを探る過程をたどる。

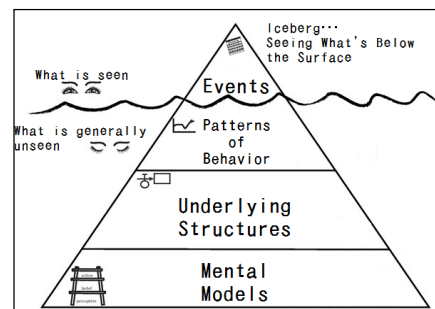


図3 冰山モデルの概念図<sup>8)</sup>

## 2.4 システム思考と技術科教育の親和性

システム思考が児童・生徒にもたらす効果<sup>9)</sup>として「AかBかどちらか」とする「Either/Or」思考から、「AもBも両方」とする「Both/And」思考への転換が図られるとされている。これは「どのようにすれば、こちらとあちらが両立できるだろうか?」といった全体最適化の思考を促すというものである。この効果は、技術科における課題解決場面や、技術科の最終目標である、「技術を適切に評価し活用する能力や態度」の育成における、「おりあい」「最適解」「上手な活用法」「向き合い方」等について思考する過程に適合しており、「トレードオフ=Either/Or」思考から「最適解=Both/And」思考を見いだす思考法とも言える。このように、システム思考と技術科教育は、その思考過程に親和性があり、応用することにより、活用に関する学力の育成に寄与するものとして着目した。

## 3. 2種のカード開発について

本研究では、前述したとおり、「システム思考者の習慣」を元に「システム思考ヒントカード」と「冰山モデルカード」の2種のカードを開発した。2種開発した意図としては、システム思考ヒントカードは、10のカードを独立したものと扱い、使用の順序性もなく、生徒が課題に応じて自由に選択し、ヒントとする中で活用に関する学力育成をねらったものであり、その自由度から導入が容易という特徴がある。一方、冰山モデルカードは、カードの使用順序を指定し、カード間の効果的な関係性から、より深い思

考過程をたどらせることにより、活用に関する学力育成をねらうことができるという特徴を持つ。従って、氷山モデルカードを授業で活用する際には、事前に教師が、生徒に使用スキル等を使いこなせるレベルに指導する必要がある。このように、どちらも目指す目的は同じであるが、手段やつけさせたい活用に関する学力の質が異なる。この違いを把握した上で、指導する教師が、学校や生徒の実態、学年や発達段階等、その状況に応じた選択ができるようにという意図から2種の開発に至った。また、現時点で開発者の意図する使用場面として、システム思考ヒントカードは、比較的自由的な思考が求められる「設計・計画」場面に、氷山モデルカードは、複雑な制約条件等の中で最適解を導き出す「評価・活用」場面での導入を想定している。

開発に先立ち、システム思考者の習慣を原本のまま使用できるのではないかと考えたが、言語文化等の違いから違和感を感じたり、元来、企業等の経済活動や環境問題等を思考するツールであったため、技術科に適合させるには、若干の文言の修正が必要であると判断した。

システム思考ヒントカードについては、生徒に選択させる形をとらせているが、この選択させる行為そのものが、活用に関する学力を育成する1つの手立てとなると考える。ある課題に直面し、そのヒントをカードに求める場面において、課題の持つ意味や性質と、カードの内容との関係性を認知、比較し、有効かどうかの判断が求められる、そこには思考が働くことになる。また、その選択には個人の価値観も影響することから、友人との対話の際の比較等により、他の価値観を取り入れ、より視野を広げ、深めることができる。さらに、選択したカードをワークシート等に記録しておくことにより、教師が生徒の思考過程（どう思考したのか、深いのか表層的か）を視覚的に確認することができるというメリットもあり、その後の補足説明等の指導や、評価を行う際に有効になると考える。

双方の教材にカード化を図った理由としては、カード式という形態が10の内容を分離、独立させる機能を果たし1つ1つの内容をより際立たせた形で提示でき、生徒が視覚的に捉えやすくなるということや、生徒の興味・関心を少しでも引き出せるように、生徒の視覚に訴え、楽しそうであるという感覚を持たせることからであった。そのため関連するイラストを挿入する等、イメージのしやすさにも留意した。

### 3.1 システム思考ヒントカードの開発の手順

表1に、システム思考者の習慣と、開発したシステム思考ヒントカードの対応を示す。システム思考ヒントカードの開発にあたっては、システム思考者の習慣を元に項目の統合や分離を行った。ヒントカードの統合や分離の必要性については、まず13項目という分量が、教材化や生徒に習得させるにあたり多いと考えたためである。生徒の負担とならないことや技術科の授業時数の少なさにも配慮し、半分ほどに削減しようと試みたが、重要な要素も多く、検討の結果10項目にするという判断に至った。カード数を

削減する過程において、具体性がなく心得的なニュアンスのものは、生徒が実際に課題を解決していく過程において活用できないと考え、統合した。また、分離したカードについては、単独では技術科の課題に応用する場面が少なく、他の関連性のあるカードと統合した方が、生徒がより効果的にイメージしやすいと考えた。以上のような開発上の事情等から統合や分離を行った。そのため、1つの習慣がそのまま1つのカードになった事例、2つの習慣が1つのカードに統合した事例、1つの習慣が2つのカードに分離した事例という3つのパターンが生まれた。具体的には以下の通りである。

#### 3.1.1 1つの習慣が1つのカードになった事例

この事例は、カード化する際に、簡略化することで、その意図を理解し、視野を広げるヒントとしての効果が単独でも十分見込まれると判断した場合にそのまま用いることとした。結果的には、6つの習慣がそのまま6枚のカードに簡易化されることとなった。まず、「習慣①→カードⅠ」であるが、このカードはシステム思考の特徴を最も表している中の1枚である。課題となる対象について、全体と、全体を構成している細部の2つの視点を持たせ、概要を捉えさせる内容とした。技術科に対応するために「目的」や「役割」等のキーワードを追加した。「習慣③→カードⅡ」については、仮説を立てることがテーマとなっており、技術科における解決策の思考に関わる内容である。実習中や課題に直面した場合、生徒は、無意識に「こうすると、うまくいくのでは」という思考を繰り返している。ただし、目的を常に意識しながら試行錯誤することは、中学生にとっては、困難なこともあるため、問い続けながら仮説を立てることを文言として挿入した。「習慣⑩→カードⅢ」は視点や視野を変化させることに思考を向けさせるカードであり、生徒は、自らの持つ固定化した視点や立場から脱却できず、一方的な視点からの解決を図る場面が見受けられる。そこで、教師の支援も含めて別の切り口を与え、思考に広がりを与えることを目的としたカードである。生徒に浸透するまでは、教師側から視点を与えることが適切であると考え、「習慣⑦→カードⅤ」は、習慣の意図としては、課題を解決するための小さなアクションや変化を発見するためにシステムの構造を理解するという内容であるが生徒がその意図を明確に捉え、技術科の課題に向き合うことは困難であると考えたため、カードのタイトルを「長く続くやり方を考えよう」と焦点化した。元来、この習慣は環境問題等を思考する際に用いられることが多く、⑦の文言を読むと、地球環境面での持続可能な社会を維持、形成するための発問になっている。作成においては、生徒に浸透させることを優先し簡略化した。「習慣⑨→カードⅥ」では、「部分」は、例えば社会面、経済面、環境面等の評価の観点や立場、「部品」は単に、ものづくりの際の製品を構成する要素を示している。技術科の学習に適合するように、2つのキーワードを設定した。このカードはヒントカード全体の中でも中心的な役割を担い、生徒の思考を最



### 3.2 10枚のカードをカテゴリ別に配置する

図4に開発したシステム思考ヒントカードを示す。最後に10枚のカードをカテゴリ別に分類し、紙面に配置する作業を行った。I、II、IIIを、システムを理解・分析する、IV、V、VIを、システムの因果関係・構造を明らかにする、VII、VIIIを、システムを時間軸で検討する、IX、Xを、想定外の予測や試行錯誤を促すという4つのカテゴリに分類し、予想した生徒の思考の流れに沿って番号を付け配置した。

図4 開発したシステム思考ヒントカード

### 3.3 氷山モデルカードの開発の手順

表2にシステム思考者の習慣と、開発した氷山モデルカードの対応表を示す。氷山モデル内の4層に、それぞれ2枚ずつ、計8枚の関連するカードを抽出し、再編した。基本的には、1つの習慣から1枚のカードとしたが、②と⑨を統合し「つながりや仕組みを知る」等、単独では使用しにくい習慣を統合し、対応させることとした。

表2 システム思考者の習慣と、開発した氷山モデルカードの対応表

習慣	氷山モデルカード
①	<b>鳥の目・虫の目で見ろ。</b> ～鳥のような大きい見方・虫のような細かい見方～ aどんなことに役立つのか大きながめてみよう。 b視点や立場を変えてながめてみよう。
⑪	<b>プラス面・マイナス面で見ろ。</b> ～できごと、プラスとマイナス面をあげる～ aプラス面(よい点、所)をたくさんあげよう bマイナス面(悪い点、所)もたくさんあげよう
⑥	<b>時間による変化を予測する。</b> a時間がたつと、一緒になって変わっていくことや「もの」を見つけよう b短期(すぐ)・長期(後で)起こることを予測しよう。 「過去の変化が「パターン」として、今後には生かせないか」
⑫	※⑪は、⑥の内容を補足する役割があると判断したため 時間による変化を予測する。」に統合
⑧	<b>時間の「ずれ」を見る。</b> ～しばらく時間がかかりそうだけど、何か今後のことや、求める結果に影響は出てこないかな～
②	※②は、⑨の内容に類似しているため、つながりや仕組みを知る。」に統合
⑨	<b>つながりや仕組みを知る。</b> a互いにつながり、影響しあっている関係は、どこかな bこの仕組みは、どんな動きや働きをつづけているのかな
⑦	<b>最重要ポイントを見つけて。</b> ～課題の中でも、最も重要なポイントはどこなんだろう～ どこをどう改善すると最も効果があるか
⑩	<b>ものの見方を変える。</b> ～うまくいきそうにないならば、思い切って今の見方から抜け出し、新たな見方をしてみよう。～
④	※④は、⑩の内容を補足する役割があると判断したため ものの見方を変える。」に統合
⑤	<b>まさかを予測する。</b> a問題が起こることを予測し、予防し事前の準備をする。 b予期しないことを悪いこととは捉えずに、次に生かす。 「うまくい!」と思ったときほど、想定外の「落とし穴」があるかもしれない。他の可能性も大切にしよう。
③・⑬	※③⑬は、行動面、心身の習慣と判断し、氷山モデルとは適合しないと判断、使用しないこととした。

#### 3.3.1 1層目：「できごと」

1層目の目的は、2層目以降の「見えていないもの」の層における、分析の対象となる要素を形成することにある。「鳥の目・虫の目」では、できごと(学習課題)を、大きく捉えることが主となる。例えば、「A材料と加工」において、使用目的や使用条件を明らかにしたり、評価の観点となる社会面、経済面、環境面や、立場である開発者や使用者等を想起したりすることである。「プラス面・マイナス面」では、例えば、それぞれの立場における、技術に対する要求等を考えながら現時点での状況下での評価を行うことである。

#### 3.3.1 2層目：「時間による変化」

2層目の目的は、時間軸を設定し、1層目の様々な要素が、時系列ではどのような変化や結果を引き起こすのかを予測することである。「時間による変化」では、単に未来を予測させるだけではなく、過去の変化が「パターン」として今後には生かせないかも含めて、過去、現在、未来について検討する。「時間のずれ」では、結果が出るまでの時間の「ずれ」について、想定しておくべき要素はないかを思考させる。

### 3.3.3 3層目：「構造」

3層目の目的は、1、2層目で分析してきた内容について、できごと（学習課題）が起きるメカニズムや他に対する影響等が、どのような関係性で発生していくのかを明らかにし、その改善のための重要な箇所や場面、考え方等を思考することである。「つながりや仕組み」では、単にシステムの仕組みを機械的に明らかにするだけではなく、例えば、立場によって、できごと（学習課題）が引き起こすことの利害関係を明らかにしたり、視点間のトレードオフを発見したりすることもこのカードに含まれる。「最重要ポイント」では、このような関係性等の中から、最適解を見出すためのポイントは、どこか、なにか、どのような考え方かと評価、発想することである。

### 3.3.4 4層目：「価値観」

4層目の目的は、3層目までの全体的な思考過程がもれなくすべての要素を取り込みながら進んできたかを再検討することである。想定外の事態について、視点を変え、深く思考し、3層目の最重要ポイントの妥当性を確認することにある。

図5に、開発した冰山モデルカードを示す。これまで説明してきた思考過程は、これまで、技術科教員が授業内で生徒に促してきた授業展開や課題解決場面での発問等に合致しており、冰山モデルにより、視覚的に意識化されたとも考えることができる。

## 4. 技術科とシステム思考の親和性等の検証

### 4.1 調査内容および調査方法

技術科とシステム思考の理論的な親和性や、本研究

で開発したシステム思考ヒントカードや冰山モデルカードについて、平成25年8月に実施されたK市の中学校技術科担当教員研修に参加した15名の教員を対象に説明を行い、その後、調査を行った。

調査方法は、5件法のアンケート調査を実施した。アンケート項目は、①親和性 ②授業活用 ③場面想起 ④定着の4項目である。さらに、実際に技術科で活用するとしたら、どの学習内容や場面に親和性があるかについても調査を行った。アンケート項目は、①4学習内容における活用の印象、②ガイダンス等の学習場面での活用の印象の2項目である。

## 4.2 調査結果および考察

### 4.2.1 システム思考の親和性

表3に、技術科とシステム思考の親和性等の調査結果を示す。なお、「強く思う」～「思わない」を5点～1点として、回答者全体の平均値を算出した。なお、4つの項目間の平均値の差について、t検定（対応あり）を行ったところ、「親和性はある」と「活用場面が思い浮かぶ」、「親和性はある」と「定着させられる」、「授業活用は可能」と「活用場面が思い浮かぶ」の項目間に、1%未満の危険率で有意差が認められた。また、「親和性はある」と「活用場面が思い浮かぶ」、「授業活用は可能」と「定着させられる」の項目間に、5%未満の危険率で有意差が認められた。「活用場面が思い浮かぶ」と「定着させられる」の項目間には有意差は認められなかった。

技術科との親和性については、「強く思う」「思う」の合計が93.3%、平均値が4.3と最も高い値を示しており（ $p < 0.05$ ）、技術科の授業に適合していることを示す結果となった。授業での活用の可能性については、「強く思う」「思

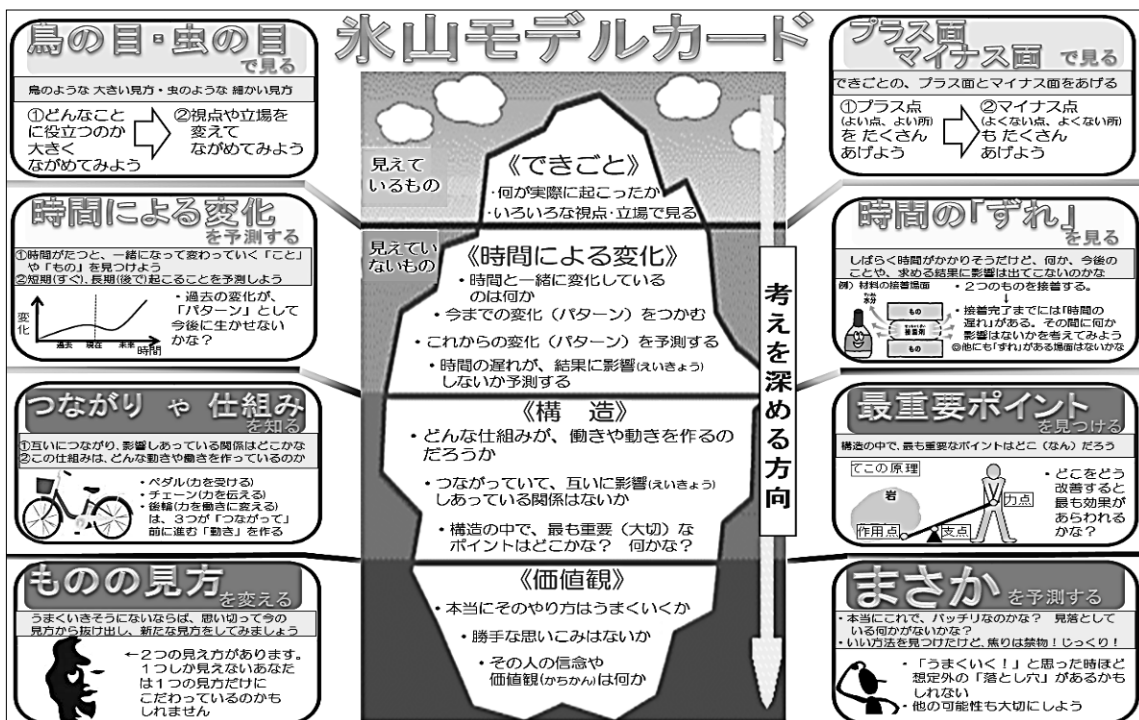


図5 開発した冰山モデルカード

う」の合計が 66.6%、「どちらとも言えない」が 33.3%、平均値が 3.8 と高い値を示した。また、授業での活用場面が思い浮かぶについては、「強く思う」「思う」の合計が 53.3%、「あまり思わない」「思わない」の合計が 26.7%、平均値が 3.3 であった。これらは、「親和性はある」と比較する ( $p < 0.01$ ) と、その平均値が下がり、「どちらとも言えない」や「あまり思わない」の割合が増加する傾向が見られた。これは、システム思考を技術科の授業に活用した事例がなく、その親和性は認めるものの、生徒の反応や導入の方法等に不安を感じた結果であると推察される。授業への定着の自信については、「強く思う」「思う」の合計が 20.0%、「あまり思わない」「思わない」の合計が 13.3%、「どちらとも言えない」が 66.7%、平均値が 3.1 となった。これは、実際に授業に導入し定着できるかについて、不安を感じたと推察される。

表3 技術科とシステム思考の親和性等の調査結果(%)

項目	強く思う	思う	どちらとも言えない	あまり思わない	思わない	平均値
親和性はある	33.3	60.0	6.7	0.0	0.0	4.3
授業活用は可能	13.3	53.3	33.3	0.0	0.0	3.8
活用場面が思い浮かぶ	13.3	40.0	20.0	20.0	6.7	3.3
定着させられる	6.7	13.3	66.7	13.3	0.0	3.1

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$

#### 4.2.2 システム思考の活用

表 4 に、システム思考と技術科における 4 つの学習内容との親和性についての調査結果を示す。なお、4 つの項目間の平均値の差について、t 検定 (対応あり) を行ったところ、「B エネルギー変換」と「C 生物育成」の項目間に、1%未満の危険率で有意差が認められた。また、「C 生物育成」と「D 情報」の項目間に、5%未満の危険率で有意差が認められた。上記以外の項目間には有意差は認められなかった。

「A 材料と加工」では、「強く思う」「思う」の合計が 60.0%、「あまり思わない」「思わない」の合計が 7.0%であったが、「どちらとも言えない」が 33.3%、平均値は 3.8 であった。「B エネルギー変換」では、「強く思う」「思う」の合計が 86.7%、「どちらとも言えない」が 13.3%、平均値が 4.1 であった。「C 生物育成」では、「強く思う」「思う」の合計が 46.7%、「あまり思わない」「思わない」の合計が 13.3%、「どちらとも言えない」が 40.0%、平均値が 3.4 であった。「D 情報」では、「強く思う」「思う」の合計が 73.3%、「どちらとも言えない」が 26.7%、平均値が 4.1 であった。「A 材料と加工」では、項目内の「強く思う」「思う」「どちらとも言えない」の割合に大きな差異が見られない。その要因として、主たる学習形態としての加工実習とシステム思考の導入が、イメージとして結びつかなかったためと推察される。「B エネルギー変換」については項目内において、「強く思う」「思う」の合計の割合が高くなっているが、その要因としては、B においてロボット

コンテストを題材としている教師が 4 名おり、聞き取り調査の結果、ロボットを製作していく時や、動き等に課題が発生した際の改善する生徒の思考過程に適合するという意見があったためである。「C 生物育成」については、その平均値が「B エネルギー変換」と「D 情報」の平均値と比較して低くなっている ( $p < 0.05$ )。その要因としては、研修時に例示等がなかったことや、新学習指導要領から必修となり、他の学習内容よりも指導経験が少ないことが推察される。「D 情報」については「A 材料と加工」と同じ傾向であるため、同様の要因が推察される。

表 4 学習内容別の活用についての調査結果(%)

学習内容別	強く思う	思う	どちらとも言えない	あまり思わない	思わない	平均値
「A材料と加工」	26.7	33.3	33.3	7.0	0.0	3.8
「Bエネルギー変換」	26.7	60.0	13.3	0.0	0.0	4.1
「C生物育成」	6.7	40.0	40.0	13.3	0.0	3.4
「D情報」	33.3	40.0	26.7	0.0	0.0	4.1

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$

表 5 に、技術科の授業における、学習場面別の活用についての調査結果を示す。なお、5 つの項目間の平均値の差について、t 検定 (対応あり) を行ったところ「設計・計画」と「製作 (制作・育成)」の項目間に、1%未満の危険率で有意差が認められた。また、「設計・計画」と「課題の改善場面」、「課題の解決場面」と「評価・活用」の項目間に、5%未満の危険率で有意差が認められた。それ以外の項目間には有意差は認められなかった。

「ガイダンス場面」では、「強く思う」「思う」の合計で 60.0%、「どちらとも言えない」が 40.0%であった。「設計・計画」場面では、「強く思う」「思う」の合計で 100.0%であった。「製作 (制作・育成)」場面では、「強く思う」「思う」の合計で 80.0%、「どちらとも言えない」が 20.0%であった。「課題の改善場面」では、「強く思う」「思う」の合計で 53.3%、「どちらとも言えない」が 46.7%であった。「評価・活用場面」では、「強く思う」「思う」の合計で 93.4%、「どちらとも言えない」が 6.7%であった。「設計・計画」および「評価・活用」場面では、項目内において「強く思う」「思う」の合計が 90%を越えている。その要因としては、システム思考の思考過程が、技術科における「工夫・創造」の観点に該当すると判断したためと推察される。このことは、活用に関する学力の育成にも効果が期待されると推察される。

表5 場面別の活用についての調査結果(%)

場面別	強く思う	思う	どちらとも言えない	あまり思わない	思わない	平均値
ガイダンス	33.3	26.7	40.0	0.0	0.0	3.9
設計・計画	26.7	73.3	0.0	0.0	0.0	4.3
製作(制作・育成)	6.7	73.3	20.0	0.0	0.0	3.9
課題の改善場面	20.0	33.3	46.7	0.0	0.0	3.7
評価・活用	26.7	66.7	6.7	0.0	0.0	4.2

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$

## 5. おわりに

本報では、技術科教育における、思考力・判断力・表現力等の育成のためのシステム思考の導入について、技術科教育の授業に特化したカードを2種開発することができた。また、それらの親和性について教員に説明、調査を行ったところ、以下の結果が得られた。

- (1) 教師は、システム思考と技術科との親和性は高く、授業への導入の可能性も高いと認識している。しかし、実際に授業場面が想起できたり、定着できるかについての認識は低く、導入には不安を感じていることが明らかとなった。
- (2) 学習内容別の親和性については、「B エネルギー変換」や「D 情報」の値が高く、「C 生物育成」が低い値となるなど、授業内容において差が見られた。
- (3) 指導場面別の親和性は、「設計・計画」や「評価・活用」場面で値が高く、システム思考が、技術科における「工夫・創造」の観点、すなわち、活用に関する学力の育成に親和性があるといえる。

今後は、親和性が認められたシステム思考を、技術科に導入させる方法等の検討の必要性が示唆された。具体的には、以下のことを検討する予定である。

- (1) 活用に関する学力育成の場面となる、「設計・計画」「評価・活用」場面でのシステム思考の活用事例モデル等の開発を行い、学校教育への導入の支援とする。
- (2) 発達段階等を考慮し、学年ごとの習得目標を示したルーブリックを作成し、長期的なスパンからシステム思考を習得、定着させる手立てを提案する。

## Abstract

The purpose of this study is to examine the possibility of the cultivation of ability to think, make decision and express oneself by introducing system thinking into technology education. First, we developed print materials for technology education based on previous studies related to system thinking. Those materials were developed in order for both students to use system thinking as a tool of thinking and for teachers to select teaching materials depending on the realities of both the local situation of the school and the classroom and the students. The teaching materials we developed include two sets of cards. The one is the System Thinking Hints Card which 13 items known as the Customs of System Thinkers are integrated into 10 items, and the other is the Iceberg Model Card which is an application of a representative tool of system thinking known as the Iceberg Model. Secondly, during the training of teachers of technology education in junior high school in K city, we presented the two kinds of teaching materials to help demonstrate the affinity between system thinking and technology education and then conducted research about it. As a result, it was revealed that teachers agreed that there is an affinity between technical education and system thinking, however they feel uncertain in practice how to teach using the teaching materials.

**Keywords:** Ability to think, Make decision and express oneself, System thinking, Hints cards, Iceberg models, Affinity

## 参考文献

- 1) 中央教育審議会教育振興基本計画部会：第2期教育振興計画について（答申）、(2013)、17
- 2) 河野順子他：新学習指導要領キックオフシンポジウム第2弾報告書、熊本大学教育学部、(2012)、83-92
- 3) 桑田正行、田中清臣、武井健三：学生実験に対するシステム教授法、日本産業技術教育学会誌、24(3)、(1982)、23
- 4) 宮川洋一他：創造的問題解決を通してシステム思考の育成を図る総合的ロボット制御学習の開発、科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号 22530942 研究成果報告書、(研究代表:宮川洋一)、(2013)
- 5) 菊地章他：システム思考に基づいた技術・情報教育の体系化、日本産業技術教育学会第56回全国大会（山口）講演要旨集、(2013)
- 6) Peter M. Senge：The Fifth Discipline The Art & Practice of the Learning Organization、Crown Business、(2006)
- 7) WATERS FOUNDATION：Systems Thinking in Schools、  
<http://watersfoundation.org/systems-thinking/habits-of-a-systems-thinker/>(2013年9月21日閲覧)
- 8) Peter M. Senge、Nelda Cambron、Timothy Lucus：Schools That Learn Fifth Discipline Fieldbook、Crown Business、(2000)、126
- 9) (財)クマヒラセキュリティ財団：初等・中等教育における「学習する組織」の実践について、(2009)、  
<http://change-agent.jp/news/archives/000353.html> (2013年8月20日閲覧)