

計測・制御学習におけるシステム思考ヒントカードの導入について

Implementaion of Systems Thinking Hint Cards in the Learning of Measurement and Control

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

本研究では、中学校技術・家庭科技術分野「D情報に関する技術」の「コンピュータによる計測・制御」の題材において、そのプログラム作成（設計・計画）時の思考過程や改善場面で、筆者らが開発した「システム思考ヒントカード」を導入した学習指導を試み、生徒の活用傾向や最終目標である「技術を評価し活用する能力」の育成にどのような影響を及ぼしたのか等を調査・分析し、検討課題を明らかにした。ヒントカード内のタイトルやキーワードに示す指示等がやや難解であったり、抽象的な表現があると活用ポイントは低くなり、明確で分かりやすいものほど、活用ポイントは高くなる傾向を示した。また、評価・活用する能力については、生徒の技術を活用する能力に関連した視点や視野を広げることができた。

キーワード：システム思考ヒントカード、技術を評価・活用する能力、思考の広がり

1. はじめに

平成24年度から全面実施となった学習指導要領において、技術・家庭科技術分野（以下、技術科）の最終目標が「技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる。」と明記された。この能力は、実践的・体験的な活動を通して身につけた基礎的な知識や技能を活用し、自己による思考の深化と他者との対話を通して深め、獲得する能力といえる。生徒は、この「深め、獲得」する段階で思考力・判断力・表現力（以下、活用に関する学力）が必要となり、高められる¹⁾。技術科においては、活用に関する学力は、「設計・計画」場面と「技術の評価・活用」場面の2つにおいて育成され、観点としては「工夫・創造」にあたる。この2つの場面において、「技術と社会や環境との関わりについての理解に基づき、技術の在り方や活用の仕方などに対して客観的に判断・評価し、主体的に活用できるようにすること」とされている²⁾。しかし、このような思考過程を体験した生徒は少なく、中学生に取り組みせ、浸透させていくには、何らかの支援が必要であると考えられる。

そこで、筆者らは生徒への支援の1つとして、技術科との親和性が高いと思われる「システム思考」を授業に導入することを検討し、「システム思考ヒントカード」(以

下、ヒントカード)を開発した³⁾。本研究では「D情報に関する技術」の「プログラム作成（設計・計画）」時の思考過程や改善場面に、ヒントカードを導入した学習指導を試み、ヒントカードごとの生徒の使用傾向や最終目標である技術を評価し活用する能力の育成にどのような影響を及ぼしたのかを調査、分析し、検討課題を明らかにすることを目的とする。

2. システム思考を取り入れた検証授業の内容

2.1 検証授業の概要について

平成25年6月、熊本市立K中学校第3学年2クラス67名を対象とし、表1に示す検証授業を5時間取扱いで実施した。ヒントカードについては、2次で提示し、各カードの特徴と、簡単な使用方法の指導を行った。次に、3次と4次の実習において、生徒が実際にプログラムを作成する場面でヒントカードを活用した。

表1 検証授業の学習内容

次	主な学習内容
1	コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組みを知る。
2	プログラム作成ソフトの操作法を知る。システム思考オリエンテーション
3	情報処理の手順を考え、簡単なプログラムを作成する1
4	情報処理の手順を考え、簡単なプログラムを作成する2
5	計測・制御システムの技術についての評価・活用

2.2 計測・制御教材の開発について

「D情報に関する技術」の「コンピュータによる計測・制御」学習に用いる計測・制御教材の開発を行っ

(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

た。2次から4次に使用した計測・制御教材について、以下に概要を述べる。

2.2.1 教材開発の視点

技術科の最終目標を達成するには、評価する価値観につながる技術と社会や環境との関わりの理解が必要である。このことは、生徒が最も興味を持ち、意欲的に取り組むとされる、実践的、体験的活動、すなわち実習時の教材が重要であるといえる。本研究で開発した教材は、評価する価値観（社会面、経済面、環境面等）について、体験を伴いながら思考することができるという特徴を持っている。このことは、活用に関する学力の育成への重要なステップになると考えられる。このような視点から、特に本研究における教材開発の視点として、①生徒が興味を持ち、これまでの生活経験が生かせる、②評価する視点を意識しながら活動ができる、③解決レベルに一定の難易度があることの3点を重視し、教材を開発した。なお、開発にあたっては、製作にかかる経費を押さえることや、他のシステムにも対応可能となるようにし、教育現場での活用も視野に入れたものとした。

2.2.2 開発した自動ドアシステム模型について

開発した自動ドアシステムの模型の写真および部品表を図1、表2に示す。生徒は、本教材を使用することにより、開発者の立場に立ち、利用者（客）と経営者（店舗等）双方の視点で、技術と社会や環境との関わりの理解を深めながらプログラム作成を行い、双方にとっての最適解を目指す実践的、体験的な活動ができる。

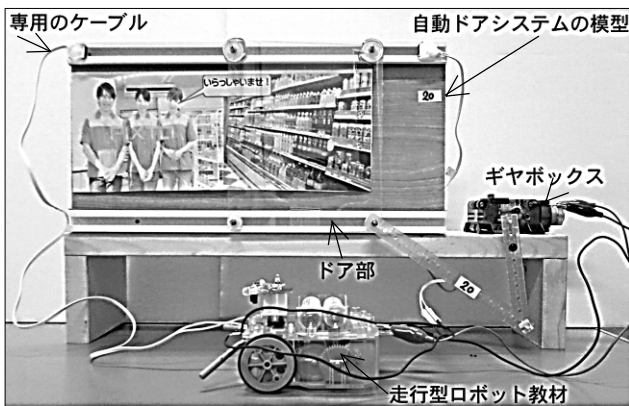


図1 開発した自動ドアシステムの模型

具体的な開発部分としては、ドア部にカーテンレールを利用した往復スライダクランク機構を応用し、ギヤボックスの回転力を、スムーズに伝達できるよう工夫した。また、ドアの開閉動作を時間設定から、接触センサによる制御に切り替えることが可能となるように、先端に接点を持たせた専用のケーブルも作成した。出力部は、本来の制御物が車型であるためモータ制御であるが、制御物の上部にある制御基盤と下部にあるモータの接点に独自に加工した金属板を挟み、絶縁し、基盤の信号のみを外部に引き出す加工を行った。(図2) このことで、今

回のような外部のギヤボックスの制御や、光や熱のアクチュエータも接続でき、制御可能となるようにした。図3に、LED制御に応用した例を示す。

表2 自動ドアシステム模型の部品表

材料名	寸法・材質等	数量
1×4材	400mm	1本
	70mm	2本
化粧合板	900mm × 450mm (t=2.5mm)	1枚
カーテンレール	300mm (プラスチック製)	2本
レールランナー	※カーテンフックをかける部品	4個
L字金具	300mm (プラスチック製)	1本
アクリル板	150mm × 120mm (t=2mm)	1枚
ビス	M3 × 25mm	4個
ナット	M3	4個
万能フレーム	150mm × 12mm	1本
	90mm × 12mm	1本
変速ギヤボックス	※ギヤ比 6 8 : 1 ~ 807 93 : 1	1個
走行型ロボット教材	※市販計測・制御教材	1台
金属テープ		適量

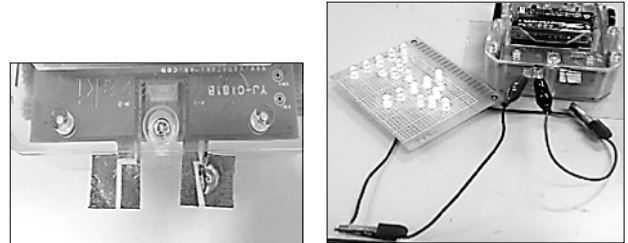


図2 引き出した接点 図3 LED制御の応用例

2.3 1次の学習内容について

図4に、事前・事後調査に使用した評価・活用に関するワークシートを示す。まず、記入の前に、導入として、エアコン、ロボット型掃除機、自動照明、自動ドアの4つの身のまわりにある計測・制御システムの映像を視聴させ、計測・制御システムとはどのようなものかを認識させた。その後、事前調査として図4のワークシートを教師の発言や友人との相談を無くし、一人で15分間記入させた。なお、このワークシートは、尾崎らが提案したワークシート⁴⁾を本研究のために改変して用いた。

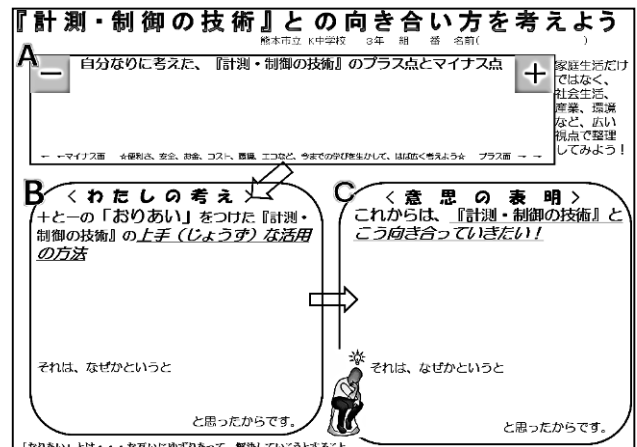


図4 事前・事後調査用の評価・活用ワークシート

Aの欄は、「自分なりに考えた、『計測・制御の技術』のプラス点とマイナス点」という発問とし、家庭や社会生活で見られる、計測・制御システムの技術について、その評価をプラス面、マイナス面に分け記入させた。次にBの欄の「+と-の『おりあい』をつけた『計測・制御の技術』の上手(じょうず)な活用の方法」について記入させた。最後にC欄にこれからの計測・制御の技術に対して、個人としてどう向き合っていくのかを表明させた。本研究では、A欄を「技術を評価する能力」、B欄を「技術を活用する能力」として扱うこととした。なおC欄は態度面の欄として、検証の対象としなかった。

その後、独自に作成したスライドをパソコン室のLAN環境を使用し、生徒用パソコンに送信しながら学習を行った。本時の目標を「エアコンを例にして、便利な製品の仕組みを知ろう。」と示し、「どのようにして、エアコンは設定した温度を保っているのだろうか?」という発問から、計測・制御システムを構成する要素や役割、インターフェースの必要性や一連の情報がコンピュータで作成されるプログラムによって処理されることを知らせた。その後、コンピュータ(プログラム)がどのように処理、判断しているかを確認させ、順次・分岐・反復命令について、その意味を確認し、3次からの実習において、自分たちもこのような命令を駆使してプログラムを作成していくことを予告し、1次を終えた。

2.4 2次の学習内容について

表3に、ヒントカードのタイトルと内容を示す。2次の導入において、システム思考ヒントカードを配布し、必要に応じ、課題に対して困難さを感じた時などにヒントとするよう指示を行い、具体的な使用方法は授業の後半で説明することとした。次に本時の目標である「プログラム作成ソフトを使って、基本プログラムを作成し、自動ドアシステムを命令通りに動かすことができる。」に即して授業を展開した。

表3 ヒントカードのタイトルと内容

番号	タイトル	内容(キーワード)
I	システムの全体と細部を見よう	全体の形や目的は何か 細部はどんな仕組みか
II	仮説を立てて確かめていこう	「もし〇したら、△になる」 仮説を立てて取り組もう
III	もの見方を変えてみよう	この見方以外に他の見方はないか、見直しは要らないか
IV	原因と結果はつながっている	〇が変わると△が変わる →△が変わると〇が変わる
V	長く続ける方法を考えよう	長持ちするシステムや仕組みには、何が必要か
VI	システムは、仕組みが決める	全体と細部は互いにどんな関係か
VII	時間がたつと変わるのとは?	時間が経つと、何がかわるか 1つだけか
VIII	「このあとすぐ」と「あとで」?	このあとすぐとあとでの様子に 変わりはないか
IX	「まさか」はないかな?	本当にこれでよいか、見落とし はないか
X	いろいろと変えてためそう	少しずつ結果にたどり着ける よう、考えを試していこう

図5は、生徒が自動ドアシステムの模型を操作している様子である。まず、開発した自動ドアシステムの教材と、今回制御物として採用した走行型ロボット教材(図5右下)およびプログラム作成ソフトの接続方法やプログラム作成手順等を、実物を操作しながら説明し、課題解決に向けた、基礎的な知識と技能の定着を図った。なお、生徒は2人1組で実習を行った。

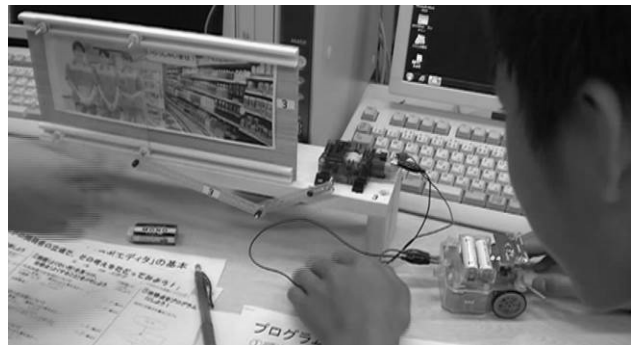


図5 自動ドアシステムの模型を操作する生徒の様子

図6に、ヒントカードの使い方を例示したスライドを示す。基本プログラムを思考する際に、教師が実際にヒントカードを活用して基本プログラムを作成していく過程を例示した。3枚のヒントカードから思考し、具体的にどのような命令を組み合わせていくか等を視覚的に捉えさせ、活用方法を指導した。

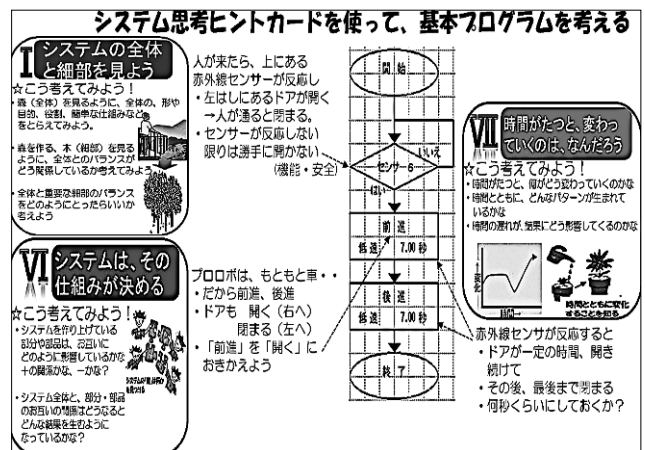


図6 ヒントカードの活用方法を例示したスライド

2.5 3次、4次の学習内容について

図7、図8に3次、4次で使用したワークシートの一部を示す。この時間より、プログラム作成(設計、計画)に入り、システム思考を活用する場面となる。そのため、ワークシートに、選択したヒントカードの番号を記入する欄を設けた。

図7は、ドアの動きを、社会面(安全性)、経済面、環境面の3観点で評価する際に、利用者と経営者の2者の立場から評価させる欄である。このように、具体物を用いた実習段階から、社会面等の3観点と立場の「おりあ

い」を意識させることを意図した。このことは、システム思考が機能するもう一つの場面となる、5次の「技術」を評価し、活用する能力」の授業の基礎となるスキルとなり、事前に培うことで、見方、考え方の定着を図った。

図8は、課題に対し、改善点を思考する欄であり、ヒントカードを最も活用する箇所となる。図7では、単に記号で評価していた課題の内容を、図8で文章化して対話の際に活用し、改善策を思考する。生徒はこの順序で思考を深めていくことになる。

1 動きを見て評価しよう

社会面(機能性, 安全性)
 経済面(むだな出費はないか)
 環境面(環境にやさしいか)

1 自分に問いかける、問いかけ言葉

A「この動きは客にとって、快適かな?」
 「この動きで客は安全に利用できるかな?」
 B「店は、便利に使えるようにしているかな?」
 「店は、客の安全に気をつけてるかな?」
 C「店は、むだなお金を使っていないかな?」
 D「店は、エコに気をつけているかな?」

0、△、×で評価してみよう!

	利用者(客)	お店
社会面	A	B
経済面		C
環境面		D

A: システム思考 () 番
 B: システム思考 () 番
 C: システム思考 () 番
 D: システム思考 () 番

図7 ワークシート(評価の項目)の例

2 課題(よくない所)を見つけ、改善点(よくすること)をメモしよう

A(利用者の社会面)について
 システム思考()番をヒントに考えると…
 ◎課題() ()番より
 ↓
 ◎改善点() ()番より

B(お店の社会面)について
 システム思考()番をヒントに考えると…
 ◎課題() ()番より
 ↓
 ◎改善点() ()番より

図8 ワークシート(改善点の項目)の例

図9に、利用者の社会面についての思考例を示す。「ドアが開ききった後、すぐに閉まる動作に入る」という状況に安全上の課題を見出し、人が挟まれて危険であることを、「IXまさかはないかな?」や、「VIII『このあとすぐ』と『あとで』起こることを考えてみよう」をヒントに思考している。また、その改善点として、「II仮説を立てて確かめていこう」をヒントにし、停止時間を設け、その時間を長くするという改善点を思考している。

図10に、経営者側の経済面についての思考例を示す。ドアの動きを観察し、「IXまさかはないかな?」をヒントに、赤外線センサの利用が、動物等でも反応し、電気代がかかるという経済上の課題をあげている。その改善点として、「Xいろいろと変えて、ためしていこう」をヒントに、コストダウンのために赤外線センサを接触センサに変更し、利便性を若干押さえ

つつも、誤反応をなくすという「おりあい」をつけた改善点を思考している。さらに、この改善点には電気使用量を減らすことによる環境負荷軽減や幼児の安全等の効果も含まれており、「IIIものを見方を変えてみよう」や、「IXまさかはないかな」等を用いて教師が、発展的に生徒に発想を促すことにより、思考力等をより広く、深く育成する指導ができた。

A(利用者の社会面)について
 システム思考(9)番をヒントに考えると…
 ◎課題(すぐ閉る → 客は挟まる) (8)番より
 ↓
 ◎改善点(停止時間を長くする) (2)番より

図9 利用者の社会面についての思考例

C(お店の経済面)について
 システム思考(9)番をヒントに考えると…
 ◎課題(センサだけでなく → 犬が吠えてケラーの空気が汚れる) (9)番より
 ↓
 ◎改善点(センサをがう) (10)番より

図10 店側の経済面についての思考例

2.6 5次の学習内容について

5次は、これまでの実習について、補足等を行った後、「計測・制御の技術と、どう向きあっていくか考えよう。」という学習目標で、1次と同じ評価・活用に関するワークシートを事後調査として、同じ条件で記入させた。その後、ペアでの各自の意見交換や、全体での発表等を通して思考を広げ、深める展開として、最後にシステム思考に関するアンケートを実施し、検証授業を終了した。

3. 調査内容および調査方法

3.1 ヒントカードの活用状況等の調査

5次の検証授業終末において、ヒントカードIからXの活用頻度傾向と活用場面について調査を行った。具体的には、図11に示すように、「役に立った」と感じたヒントカードの番号を挙げさせ、どのような場面で役立ったのかを記入させた。

また、生徒の自由記述から、ヒントカード導入に対する印象等の分析を行った。実際に使用したアンケート用紙の一部を図11に示す。

Q3 ヒントカード1～Xの中で、「役に立った」と感じたベスト3を書いてください	1 ()	2 ()	3 ()
Q4 役に立ったのは、どんな場面でしたか?	1 ()	2 ()	3 ()

図11 使用したアンケート用紙(抜粋)

3.2 技術を評価し活用する能力についての調査

ヒントカードを導入した実践的、体験的活動が、技術を評価し活用する能力にどのような影響を及ぼしたのかを調査するため、図4に示した評価・活用に関するワークシートを事前と同条件で記述させた。なお、調査にあたっては既存の「技術の適切な評価・活用」活動例集⁵⁾を一部改変して用いた。

4. 調査結果および考察

検証授業を実施した熊本市立K中学校第3学年2クラス67名に対して、全ての授業の終了後、システム思考カードの活用等についてアンケート調査を行った。

4.1 システム思考の活用状況調査結果および考察

4.1.1 ヒントカードの活用傾向について

ヒントカードの活用ポイントを図12に示す。なお、生徒が最も役に立ったと感じたヒントカードを3ポイント、2番目を2ポイント、3番目を1ポイントとして算出した合計を活用ポイントとした。また、自由記述については、その内容を分析した。

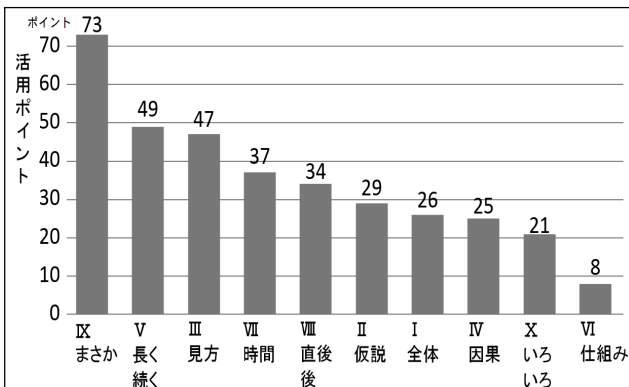


図12 ヒントカードのカード別活用状況

図12より、最も生徒の思考活動に役にたったヒントカードは、「IXまさかはないかな？」であった。続いて「V長く続くやり方を考えよう」や「IIIものの見方を考えよう」などが、高い値を示した。

一方、「VIシステムは仕組みが決める」や「Xいろいろと変えて、ためそう」、「IV原因と結果はつながっている」等が、低い値となった。生徒のアンケート結果の自由記述に、これらのヒントカードに対して「あまり意味がわからなかった」等の内容が多く見受けられたことから、ヒントカード内のタイトルやキーワードに、やや難解で抽象的な表現があったため、役に立つヒントカードとは判断されなかったと推察される。

4.1.2 各カードの活用場面について

表4から表11に、活用ポイントが高かった順に、ヒントカード別の、役に立った場面についての記述を示す。なお、表中の()内の数字は、同じ傾向のコメントをした人数である。

「IXまさかはないかな?」(表4)の活用場面の特徵と

して、一旦導き出した思考結果に対して再考を促す傾向があることが明らかとなった。また、記述数は少ないものの自動ドアの安全性等に関する思考を想起させる傾向があることも確認された。「まさか」というキーワードが「どんな時でも安全であるか」という思考につながった可能性が高く、プログラムの計画や改善場面において、工夫・創造の思考を促す契機となったと推察される。

「V長く続くやり方を考えよう」(表5)については、多くの生徒が、単に長く使うための思考の際に使用したと考えられる。しかし、わずかではあるが「コスト」や「節電」等の経済面、環境面等にまで発展させた生徒も見られた。このことは今後の指導において、長く使うことがコストダウンや環境負荷の軽減に関係するという思考につなげることのできるカードであると推察される。

「IIIものの見方を考えよう」(表6)は、生徒の記述より、その傾向として、立場や視点を変え、アイデアが尽きた時のヒントとして有効であると推察される。また、思考したことに対して、偏りなく、バランスを取ったり、改善点、最適解を求める契機となることも推察される。

表4 IX「まさかはないかな?」の記述

再考に関する事項	プログラム作成に関する事項
念には念を入れたプログラムを作る時	システム誤作動などの時を考えた時
あっているか、確かめたりする時	ドアが開まっている時に人が来た時のこと
本当にこれでいいのかなど考えた時	ドアが速く閉まった時
もしかしら、こういうことがあると考える時	対話に関する事項
一応やってみただ、大丈夫かなと思った時	友だちと話しあう時
アイデアを出し、「まさか」がないかと考えた時	友だちと考える時
まさかを考えて、もう一度考え直した時	その他
便利な点にも落とし穴がある→よく考えようの時	ものを使う時
まさかのことを考える時(2)	色んなアイデアを考える時
改善点を考え出す時	まさかはないか考えるようになった
安全性、危険性に関する事項	テストの見直しをする時
頭が挟まらないかなと考えたところ(2)	だいたい場面使った
事故などまさかの場面	
人の安全面を考える時	
危険性を考える時	

※()内は、同じ傾向のコメント数

表5 V「長く続くやり方を考えよう」の記述

長持ちすることに関する事項	ドアが動かなくなった時
どうしたら長持ちするか考えた時(5)	経済面・環境面に関する事項
長持ちするか考える時	こうしたら、コストはどうなるのかなと考えた時
長持ちするやり方を考えるようになった	節電について考える時
どれ位もつのか考えたとき	その他
何回も長い期間使うことを考える時	ものを使う時(ものを大切にしようになる)
プログラム作成に関する事項	一人で考える時
プログラムを作る時	いろんな場面で使える(長続きする方法)
プログラム作りで迷った時	

表6 III「ものの見方を考えよう」の記述

見方を変えることに関する事項	ドアが開まり、その時人が来た時
もの見方について考える時	ドア開閉を速くしたけど、客は安全かと考えた時
もの見方を変えることでしっかり見るように	エコなどの考えの時
今まで見ていたものを違う考え方で見た時	思考が停滞した際に関する事項
見方を変えたら気づいたことがある	考えが詰まった時、他の面から見る時
見方を変えたりとか	アイデアが出ない時
見方を変えることに関する事項(具体的)	プログラム作りで迷ったとき
便利さばかりを追求していた時(1つばかりでなく)	立場の視点を転換することに関する事項
どうしたらもっと役立つか考える時	私たちだけではなく、高齢者の方などの見方の時
店と客の見方を変える時	老人や子どもと違った考えにする時
プラス点、マイナス点をあげるとき(5次)	その他
プログラム作成に関する事項	ものを買う時、エコかどうかを考えるようになった
開まる時	たくさんの視点から考えられた

「Ⅶ時間がたつと、変わるの？」(表7)と「Ⅷ『このあとすぐ』と『あとで』」(表8)は、その記述数から、多くはプログラム作成時において、使用されたことが明らかとなった。自動ドアは、時間とともにドアの位置が変化し、例えば、時間をどのくらいに設定したら、ちょうど開ききるか等を思考する際に使用したと推察される。また、使用を継続する際のコストや長期的な視点を持つ契機となったことも自由記述から読み取れた。しかし、この2つのカードに、はっきりとした違いが見られず、区別化を図る工夫が必要であると考えられる。

「Ⅱ仮説を立てて、確かめていこう」(表9)については、筆者らが想定した場面としては活動の初期段階、実習前の個人や対話におけるプログラム作成の構想場面であった。対話の中で「もし、～だったら～になる」や「これをこうしたら、こうなる」というやりとりは生徒の日常会話の中に存在しており、親しみやすかつアイデア発想の際には必要なキーワードとなると考える。目の前に、現実の結果がない状況においては、仮説を立てることは、アイデアを出すこととほぼ同義であり、将来のビジョンを具体的に立てることのできるカードとなる。しかし、活用頻度ポイントが低い結果となった要因として、生徒に、会話の中に仮説の話をしている意識が低く、カードの内容もやや抽象的であったことがあげられる。今後は、場面指定を行う等の工夫が必要であると考えられる。

「Ⅰシステムの全体と細部をみよう」(表10)についても、課題の概要を大きく捉え、生活経験等を生かしながら、これからのビジョンを大きく持つという側面と、自動ドアの動作に影響される立場や視点等をイメージするカードと想定していた。自由記述を見ると、細部に關する記述がなく、このカードもやや抽象的であり、生徒が扱いにくく、ヒントとしては使う機会が少なかったと推察される。

「Ⅳ原因と結果はつながっている」(表11)は、システム思考を象徴する重要なカードである。「Ⅵシステムはその仕組みが決める」についても同様であるが、要素間のつながりを見つけ相互に依存し、影響し合っている関係は、今回の自動ドアのプログラム作成において、機械的にも、利用者(客)と経営者(店舗等)等の立場にも見られる要素であった。しかし、授業の中で明確な指摘がなされなかったために、焦点化できずに混同し、これらのカードは使用されず、他の受け入れやすいカードに頼ったと推察される。また、ヒントカード中の文章も生徒の生活、学習経験からやや乖離したものであり、親しみにくかったと推察される。例えば、2つの要素が繋がっていた場合、一方が増加的な変化をする場合、他方も増加したり、逆に減少したりする等の、具体的な事例についての説明を行う等、指導の工夫が必要であったと考える。

表7 Ⅶ「時間がたつと変わるの？」の記述

時間がたつと変わることに關する事項	経済が便利さかで考える時
時間について考える時(3)	長年使っていくにはどうするか考える時
時間が経つと変わる時	時間が経つても、使えるのかを考える場面
時間や速さの面	経済面、お金の問題を考える時
変わっていくこと	その他
その後、何が起るかを想像する時(6)	1つを変えたら、他はどうなるかなと考えた時
プログラム作成に關する事項	友だちと話しあう時
時間を設定してドアを動かした場面	

表8 Ⅷ「このあとすぐとあとで？」の記述

「このあとすぐ」と「あとで」に關する事項	プログラムを作る(何回か試すかどうか)の
この後起ること	ずっと使ったら、どうなるかを考える時
後のことを考える時	「壊れるかもしれない」という思考の時
後になったら、どうなるだろうと考えた時	安全性を考える時
あとで何が起る可能性がある時	すぐに次の客が来たらと考えた時
プログラム作成に關する事項	何度も試すとズレたりするのを確かめる場面
閉まる時	その他
プログラム作りで迷った時	プラス点、マイナス点をあげるとき

表9 Ⅱ「仮説を立てて確かめていこう」の記述

仮説を立てることに關する事項	プログラム作成に關する事項
仮説を元考えたとき	プログラムを作る時
もし～ということを考える時	プログラムを仮説を立てて作る時
もし、～したらと考える場面	客にはいいけど店にはダメだと考える時
「こうしたら、こうなるのかな？」と思った時	対話に關する事項
「これをこうしたらこうなる」と次を考える時	友だちと考える時
先に起ることを予測する時	友だちと話しあう時
	話しあって考えた場面

表10 Ⅰ「システムの全体と細部をみよう」の記述

全体を捉えることに關する事項	どんなものを作るかから考えた時
全ての考える場面の最初に使った。	システムを知ることでアイデアを出す時
どういう風になるのかを考える時	その他
どんなシステムにするのかを考える時	システムを場面で考えたとき
システム全体を想像したりする時	プログラムを作る時

表11 Ⅳ「原因と結果はつながっている」の記述

原因と結果に關する事項	つながりを確かめていく所
原因と結果を考える時	その他
こうすると、どうなるのかな…という時	けこうな場面を使った
原因を最後までつきとめようとする時	どうしようと悩んでいた時
できなかったことには原因があると考えた時	分からなかった時
原因がわかり、理解して結果にたどり着く時	自動ドアの動きの調整の時
なぜダメだったのか原因を調べた時	

4.1.3 ヒントカード導入の印象の分析

調査の最後に、自由記述で、ヒントカード導入についての印象を記入させた。表12に生徒が記入した自由記述を、一部抜粋示す。

プラスのイメージを抱いた生徒の自由記述からは、ヒントカードにより思考が広がったという意見が多く見られた。また、新たにアイデアを思いついたり、自分の思考の範囲から脱却することができたという意見も見られた。このようにヒントカードが、生徒の思考を広げ深めるにあたり、ある一定の効果がみられたと推測される。

一方、マイナスのイメージを抱いた生徒の記述からは、理解の難しさを示す意見が多く、今後の課題となった。

表12 生徒が記入した自由記述（一部抜粋）

プラスイメージの自由記述	
・システム思考はとても難しかったけど、考えてみると分かったのがよかったです。	・考え方を換えればたくさんアイデアが浮かんでくるんだと思いました。
・このプリントがあったおかげで考え方が使えた！視点が変わった！	・システム思考をヒントに考えると、考えがたくさん出てきたので良かったです。
・難しかったけど、やっていくとだんだんおもしろみが出てきてよかったです。	・頭をよく使いました。少しは成長できました。
・自分の考えがまとまらない時、便利だった。どう考えれば上手くいかと考える時も便利だった。	・難しいことがたくさんあると思うけど、難しくてもこれからどんどん調べていきたいと思いました。
・将来にも役立てられたらいいなと思った。将来PC系の職にも就きたいと思っているのでこれからも勉強したい。	・こういうふうにして考えることがあまりなかったので新鮮でした。たくさん頭を使って考えることができたので楽しかったです。
・システム思考を取り入れたことによって、システムについての情報がより多くなって未来に使えるような技術が身につけられたと思います。	・たくさんあり、自分では思いつかないようなことが書いてありました。この紙を見てたくさん思いついたことがあったので、とても助かりました。
マイナスイメージの自由記述	
・やはりむずかしかった	・よくわかりませんでした。
・あまり意味がわかりませんでした。	・分からないところがあり、大変でした。
・むずかしかった。	・自分の考えを出した後、その後でシステム思考をあてはめていった。自分的にはあまり使わなかった。

4.2 評価・活用する能力についての調査結果および考察

4.2.1 技術を評価する能力の変化について

「技術を評価する能力」についての調査結果を表13に示す。プラス面においては、全体的に大きな変化は見られなかった。これは、システム思考等の活用が、プラス面の思考にはあまり影響を与えず、どちらかと言えば、課題と捉えられるマイナス面の事象における、双方にとっての最適解に意識が傾いているためと推察される。

マイナス面では、まず回答合計が事前96から事後120と増加している。また、増加した側面が、社会面（安全面）、社会面（機能性：技術的課題）、経済面（総合的）、経済面（電気代）、環境面等、7項目である。一方、減少した側面は、社会面（機能性：生活経験）や社会面（人に対する影響）等、4項目である。このことより、増加分については、事前よりも指摘できる範囲が増え、生徒の視点が広がったと推察される。また、大きく減少した2側面について、生徒の記述内容を見ると、「自分の思い通りに動いてくれない時がある」や「計測・制御システムに頼りすぎると、何もしなくなり人間がだめになる。」等生徒の生活経験のみに偏った表層的な思考が減少した。

表13 技術を評価する能力の変化

技術を評価する側面		事前	事後	差
プラス面	社会面（安全面）	15	15	0
	社会面（利便性）	48	40	-8
	社会面（機能性）	19	22	3
	社会面（実用性）	23	30	7
	経済面	10	9	-1
マイナス面	環境面	4	7	3
	回答合計	119	123	4
技術を評価する側面		事前	事後	差
マイナスイメージ	社会面（安全面）	4	16	12
	社会面（機能性：生活経験）	27	15	-12
	社会面（機能性：技術的課題）	12	19	7
	社会面（耐久性：技術的課題）	15	13	-2
	社会面（人に対する影響）	12	3	-9
	社会面（テクノロジー失業）	7	4	-3
	経済面（総合的）	6	18	12
	経済面（製作費）	4	5	1
	経済面（電気代）	6	14	8
	経済面（修理等）	2	6	4
環境面	1	7	6	
回答合計		96	120	24

※数値はコメント数

4.2.2 技術を活用する能力の変化について

「技術を活用する能力」の調査結果を図13に示す。なお、本研究においては、技術を活用する能力を、表14に示すように内容別に分類し、分析を試みた。また、表14の作成にあたっては、既存の技術の適切な評価・活用活動例集⁴⁾を改変して用いた。

事前・事後において、各内容別に回答割合の変化を比較した。まず減少した項目として、「無回答」は、事前42.6%が事後19.1%と23.5%減少している。「判定不能」は、事前16.2%が事後4.4%と11.8%減少している。「1B使用者-使い方の工夫（おり合い）マイナス面が出ないような活用方法」は、事前29.4%が事後20.6%と8.8%減少している。一方、増加した項目として、「1A使用者-使い方の工夫（おり合い）プラス面をより発揮する活用方法」は、事前1.5%が事後14.7%と13.2%増加している。また、「3A開発者-開発の工夫（おり合い）プラス面をより発揮する開発等の方法」は、事前4.4%が事後10.3%と5.9%増加している。さらに、「3B開発者-開発の工夫（おり合い）マイナス面が出ないような開発等の方法」は、事前1.5%が事後7.4%と5.9%増加しており、加えて「4技術の創造」は、事前4.4%が事後23.5%と19.1%増加している。このことから、システム思考を含めた学習により事前のいくつかの項目にやや偏っていた視点が分散し、新たな見方や考え方が可能になったと推察される。

また、事後において、図13の1A、3A、3B、4などのプラス面を發揮する活用方法の割合が大きく伸びたのも、立場や視点に双方にとっての最適解をもたらそうとする思考や体験が、新たなアイデアを発想させた結果であると推察される。

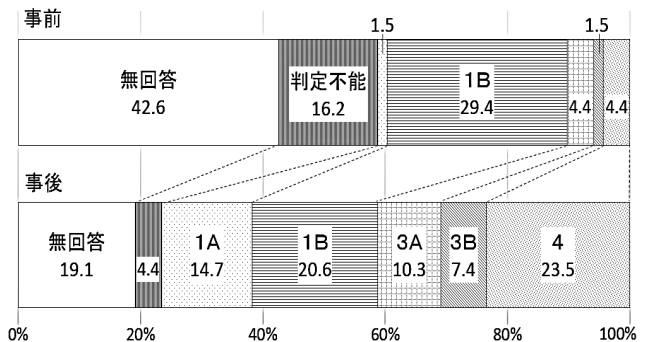


図13 技術を活用する能力の変化

表14 技術を活用する能力の内容別分類表

記号	記号の説明
1A	使用者-使い方の工夫(おり合い)プラス面をより発揮する活用方法
1B	使用者-使い方の工夫(おり合い)マイナス面が出ないような活用方法
2	使用者-技術の創造
3A	開発者-開発の工夫(おり合い)プラス面をより発揮する開発等の方法
3B	開発者-開発の工夫(おり合い)マイナス面が出ないような開発等の方法
4	開発者-技術の創造

5. おわりに

本報では、中学校技術科「D情報に関する技術」の計測・制御学習において、システム思考ヒントカードを導入することにより、以下のことを明らかにした。

- (1) ヒントカード内のタイトルやキーワードに示す指示等がやや難解であったり、抽象的な表現があると活用ポイントは低くなり、明確で分かり易いものほど、活用ポイントは高くなる傾向を示した。
- (2) 生徒の技術を活用する能力に関連した視点や視野を広げることができた。
- (3) 活用に関する学力の育成に寄与したかという点については不明確さが残った。

今後は、上記の明らかになった成果や課題を基に、以下のことを検討する予定である。

- (1) システム思考の持つ特徴がより生かせるように、ヒントカードを構造化し、体系的に使用させる方法を新たに開発する。
- (2) システム思考ヒントカードの導入が、生徒の活用に関する学力育成に与える影響を詳細に調査する。

参考文献

- 1) 西本彰文、田口浩継、萩嶺直孝：「技術科における思考力・判断力・表現力等の育成を目指したカリキュラム開発 -論理的思考・システム思考・対話を核として-」、日本産業技術教育学会技術教育分科会「技術科教育の研究」、18、(2013)、16-17
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編、教育図書、(2008)
- 3) 内田有亮、西本彰文、田口浩継：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、日本産業技術教育学会第 26 回九州支部大会講演要旨集、(2013)、15-16
- 4) 尾崎誠、中村祐治、上野耕史：技術を評価・活用する能力と態度の到達レベルの設定とそれに基づく授業実践事例の分析、日本産業技術教育学会誌、55(1)、(2013)、43-52
- 5) 東京書籍：技術の適切な評価・活用活動案集、東京書籍、(2012)

Abstract

The purpose of this paper is to clarify the future topics of discussion by examining, and analyzing the effects on the development of the 'Abilities to Assess and Use Technology' obtained through implementing the instruction based on the 'System Thinking Hint Cards.' In this study, we implemented the instructions using the 'System Thinking Hint Cards' developed by the authors at the reflection and improvement stages of program creation (both design and plan) related to the subject of 'Computer Measurement and Control' in the 'technology of information D' in the field of junior high school technology and home economics education, and surveyed and analyzed the effects of the instruction on both the practical use and development of the 'Abilities to Assess and Use Technology', goals for students, to clarify the future topics of discussion. The following tendencies were admitted. That is to say that the more difficult and abstract the directions provided by the titles or key words on the hint cards were, the lower usage was shown. On the other hand, the clearer or more easily understandable those directions were, the higher usage was shown. Moreover, regarding the 'Abilities to Assess and Use', it was revealed that the viewpoints and perspectives of students were broadened and their abilities to use technology increased.

Keywords : System thinking hint cards, Abilities to assess and use technology, Expansion of thought