

## 原著論文

## ICTを活用した学習と情報教育に関する一考察

西原秀夫

神奈川県教育委員会

## 要旨

本稿では、文部科学省のGIGAスクール構想<sup>1</sup>などにより学校現場で急速に導入・整備が進んでいるICT機器や環境の効果的な活用について、神奈川県立高等学校でのICT教育環境の紹介を交え、学習者が如何にして知識を習得し、理解を深化させるか、本稿で着目する理解とは何か、その理解が深化するとはどのようなことか、また、学習者の発達段階を考慮した指導とはどのようなことかについて、認知心理学の視点を導入し整理した上で、学びの個別最適化を図り、学習者の理解の深化を達成するために、ICT機器や環境をどのように活用したらよいか、活用における注意点は何かを考察し、さらに、高等学校「情報科」での情報活用能力の育成について、校種間や教科間での連携についても考える。

キーワード：GIGAスクール構想、ICT利活用、認知心理学、教授方法、学習方法、情報教育

## 現状

文部科学省は、「令和時代のスタンダードとしての1人1台端末環境」として、児童・生徒向けの1人1台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備する方針を打ち出し、これらの環境について、令和の時代における学校の「スタンダード」と位置付け、「GIGAスクール構想」として推進している。

「GIGAスクール構想」では、小・中学校（特別支援学校の小・中学部を含む）について、全生徒人数分の端末を、高等学校（特別支援学校の高等部を含む）については、生活困窮世帯の生徒数分の端末を、また、全小・中・高等学校、特別支援学校について、1 Gbpsの校内LANとWi-Fi環境の整備、さらに、教材作成のための機器類や、家庭学習のためのモバイル通信機器、障害のある児童・生徒用の入出力支援機器などの整備を、令和元年度から3年度の、わずか3年間という短期間で実現している。

インターネット接続については、各自治体に任せられており、その接続速度には、現状

では課題があるものの、文部科学省では、「学術情報ネットワーク（SINET）」の小・中・高等学校、特別支援学校への接続について検討を開始している。

筆者が勤務する神奈川県教育委員会では、高等学校及び中等教育学校については、文部科学省の「GIGAスクール構想」より一足早く、各校に、今までのパソコン教室に加え、生徒人数の1/3の台数のChromebook端末を整備するとともに、全校に1Gbpsの校内LANと、Wi-Fi環境の整備を行ってきた。インターネット接続については、広域イーサネットを利用した教育委員会WANに加え、学習者用回線として各校から2Gbpsでのブレイクアウト接続を行っている。また、この学習者用回線では、BYOD（Bring Your Own Device）を導入し、生徒の個人所有端末を学習活動に活用できるようにし、全校で教育の情報化とともに、生徒の情報活用能力の育成を推進している。

これらのICT環境は、コロナ禍での学習活動において、今までICT活用に消極的であった教員をも含め、在宅学習での授業配信や課題の提供手段などとして効果的に活用されるとともに、多くの活用事例やノウハウの蓄積を果たしている。

今後コロナ禍が終息し、本格的に学校での学習活動が再開された後は、コロナ禍で蓄積したICT利活用の経験などをも活かし、今まで以上に、学習活動への効果的なICTの導入による、生徒の理解の深化や情報活用能力の育成を図ることが求められる。

そこで本稿では、ICT活用によって生徒の理解の深化を図る学習活動について、理解とは何か、その理解が深化するとはどのようなことかを整理した上で、それらを達成するために、ICT環境がどの様に活用できるかについて、認知心理学の視点に触れながら考察するとともに、特に高等学校段階におけるICT活用と「情報科」における情報活用能力の育成の関係について、文部科学省の作成した「教職課程コアカリキュラム<sup>2</sup>」の考え方にに基づき考える。

## 学習活動における「理解」を考える

ICT活用によって「理解の深化を図る」という表現はよく用いられるが、これは非常に抽象的な表現で、ここでいう「理解」とは何で、また、どのようになることが「深化した」ことになるのかは、ICT活用の効果を測る上で重要な指標となると考える。

理解とは、広辞苑では『物事の道理がわかること。意味・内容などを正しく判断すること』と説明され<sup>3</sup>、また、深化とは『(物事の進み具合が) 深くなること。また、深めること』と説明されている。つまり、理解の深化とは、物事の道理がわかった上で、わかり具合の

度合いを深めることであるといえる。

ここで、理解の説明にある「物事の道理がわかること」の「わかる」であるが、数学者の銀林は、『認知科学選書4 理解とは何か』の中で、「わかる」を「できる」と対比し、2つの「わかり方」として、『やり方がわかる＝手続きの習得（できる）』、『わけがわかる＝意味・内容の理解（わかる）』と説明し、この2つの分かり方は必ずしも一致しないと述べている<sup>4</sup>。学習の結果としての理解の獲得のためには、この両者「わかる」と「できる」の獲得が必要であることは言うまでもない。

銀林による2つの「わかり方」の内の、前者の「できる」の獲得、つまり手続きの習得のためには、旧来からの学習法である「問題演習」の繰り返しによる習熟は有効であると考えられるが、一方、「問題演習」の繰り返しは、テキスト化（言語化）された問題に対するテキスト化（言語化）された解答を作り出す作業にのみ終始しがちとなる。

後者の「わかる」の獲得については、言語化された問題を一旦イメージ化といった抽象的な概念と統合した後、再度言語化し解答を得るといった思考過程が必要になると考える。

つまり、理解を獲得し深化させる学習は、主に左脳による言語課題の分析と右脳に蓄積されている学習者の経験に基づく様々なもよもよとしたイメージとの統合、そして、新たな言語化された解答のアウトプットといった過程で達成できると考える。

単純化した例をあげれば、高等学校の化学分野において「メタン分子の立体構造」について問う問題では、「正四面体の重心に炭素原子があり、4頂点に水素原子がある」という言語化された解答が正解とされるが、この正解にたどり着く思考過程の中に、図1に示すようなイメージを経由し、このイメージを読み上げることで言語化することが、後者の理解の獲得を示す一つの指標となると考える。

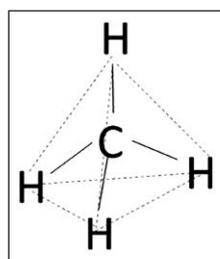


図1

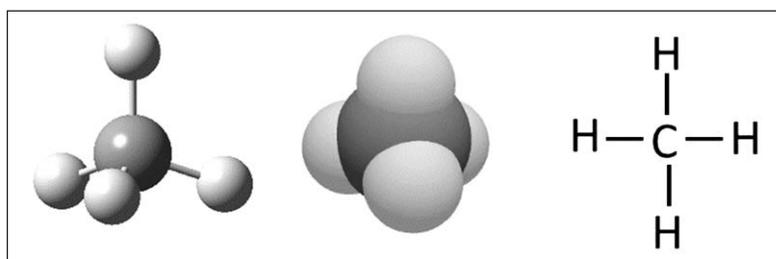


図2

さらに、この図1のイメージを、図2のような様々なイメージに相互変換することができれば、さらに理解が深まり、応用につなげる力となる。

なお、図2で例示したイメージは、例に過ぎず、学習者それぞれが独自のイメージ、時には言語化されたイメージを持ちうることは、考慮しなければならない。

この、言語情報とイメージ情報との相互作用は、ペイビオらによる「二重符号化論」で述べられており、人間の脳内では、「言語システム」と「非言語システム(イメージシステム)」の2つの異なるシステムが、情報の記憶や理解に大きくかかわっているというもので、この両者の情報が一致したときに理解が成立し、さらに、イメージシステムが関与している情報は、長期的に保持されやすいというものである<sup>5</sup>。

これらのことから、理解の深化の視点で学習活動をとらえると、学習者に対して、言語情報とイメージ情報の統合化を意識的に促す指導や支援は、有効と考えられる。学習者のイメージシステムに働きかける指導にはICT機器の柔軟で多様なマルチメディア機能は、効果的なツールとなり、このICT機器のマルチメディア機能を活用するためには、コンテンツ（ここでは主に映像素材）が重要な要素となる。幸い、文部科学省の「子供の学び応援サイト<sup>5</sup>」や検索サイトの画像や動画の検索機能など、近年、インターネット上の多種多様な映像コンテンツの利用を補助する環境も整ってきている。特に、「子供の学び応援サイト」では、インターネット上の学習用コンテンツを校種や教科ごとに分類し、活用の工夫例とともに、体系的に整理している。

学習者に映像素材を教材として与える際には、単に映像を提供するのではなく、映像（イメージ情報）を、言語情報化したテキストや音声と同時に提供し、イメージ情報と言語情報の統合化を促すよう工夫すると効果的であるということである。

ここで留意したいのは、学習者の理解を引き出すための「ICT活用」と、学習者の情報活用能力を育てる「情報教育」の両視点について授業者が十分に理解する必要があるということである。特に、高等学校「情報科」の指導においては、他の教科等での学びと関係づけたイメージ化を促す指導が、実践的な情報活用能力の定着の観点で必須となる。また、逆に「情報科」以外の教科等の指導においては、学習者の情報活用能力を育てることに意識的に取り組むことが求められる。これらを実現するためには、教授者間の教科等横断的な連携やコミュニケーションが重要となることは言うまでもない。

ここまで、学習者の理解を深める指導について「二重符号化論」の視点から、教材の組み立てについて考えてきたが、教室内の生徒の学習前の理解のレベルは様々で、また、同じ学習をしても学習者が獲得できる成長にもばらつきがあることは、経験的に知られていることである。そこで、次に、学習者の発達の視点で、ICT機器の学習活動での利用を考える。

## 学習活動における「発達」を考える

学習活動における「発達」を、学習活動の結果から整理すると、次の段階を経て進むと

考えることができる。

ある問題Aについて、

段階1：まったくできない

段階2：他者の支援やヒントを受けるとできる

段階3：自身でできる（「できる」を獲得した段階）

段階4：他者に説明（他者を支援）できる

段階5：他者からの質問に適切に対応できる（「わかる」を獲得した段階）

例えば、段階1にある学習者に問題Aを与え続けても、まったくできないわけで、次の段階へ進むことは期待できず、また、段階3にある学習者に問題Aを与えても、新たな知見の獲得にはつながりにくく、効果的に段階4へ進めるとは言えない。

ヴィゴツキーは、この点に着目し、例えば、段階1から段階2へ至る状態、すなわち、「全くできない」から「他者との関係において、あることができる」という水準ないしは領域の差（その他の段階間の差も同様に考えることができる）を「発達の最近接領域」として提唱した（図3）<sup>7</sup>。

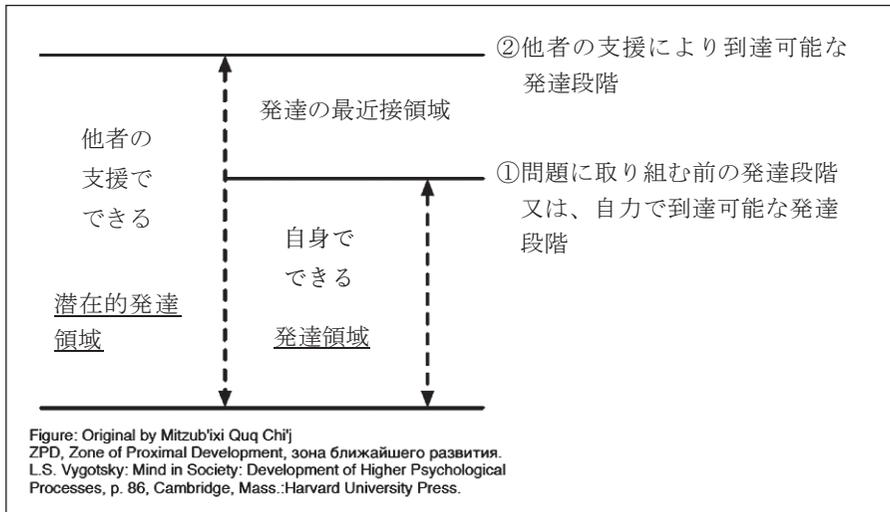


図3

ここで注意したいのは、教室内では、「①問題に取り組む前の発達段階又は、自力で到達可能な発達段階」や「②他者の支援により到達可能な発達段階」は、学習者個々によって異なっているということである。高等学校学習指導要領総則（平成 30 年告示）においても『生徒の心身の発達の段階や特性等を十分考慮すること』とされ、『各学校においては、生徒の発達の過程を的確に捉えるとともに、個々の生徒の特性等に適切に対応し、その一層の伸長を図るよう適切な教育課程を編成すること<sup>8</sup>』を求めている。

この「発達の最近接領域」の視点で考えると、教授者には、学習者個々の現在の発達段階と「発達の最近接領域」に応じた学習課題や支援の設定が求められるということで、それは、一斉授業の中では極めて困難なことであり、個別的な指導が必須となる。例えば、「逆上がり」の習得では、

- ① ふり上げる足を後ろに引く
- ② 片足をふり上げる
- ③ 両足を上げる
- ④ 体を鉄棒に引きつける
- ⑤ 腰を回転させる
- ⑥ 頭を持ち上げる

といった一連の動作が必要であるが、「逆上がり」ができない子供の場合、どの段階ができていないかは、子供それぞれであり、指導者は、子供の現状（発達段階）に応じて、踏み板を使い足の振り上げを補助したり、タオル等で鉄棒と体が離れないように工夫するなど、その子供の発達段階に応じて、その子供が進みうる次の段階との差（発達の最近接領域）を埋めるべく支援を行うことは、よく知られている。

個々の学習者の「発達段階」と「発達の最近接領域」に応じた指導の実現にとって、I C Tのもつ可能性は大きい。例えば、A Iを活用し、学習者の「発達段階」と「発達の最近接領域」に応じた教材を学習者ごとに動的に提供し、学びの個別最適化を図るというものである。これは、経済産業省が取り組む有識者会議「未来の教室」とEdTech研究会による第2次提言『「未来の教室」ビジョン』でも『A Iやデータの力を借りて、一人ひとりに適した多様な学習方法を見出し、従来の一律・一斉・一方向型の授業から、EdTechを用いた自学自習と学び合いへと学び方の重心を移すべき<sup>9</sup>』として言及されている。

次に、段階3から段階4、そして段階5への発達の過程には、メタ認知（自分自身を客観的に認知する能力）が重要なカギとなると考える。メタ認知の提唱者であるフラベルは、メタ認知には「知識」「経験」「目標」「行為」の4要素があり、『知識と経験を積むことによって自身への理解を深め、目標を見出し、そこに向けた行為が理解できると課題を自力で解決できるようになる<sup>10</sup>』としている。

つまり、段階3で「できる」に到達しても、それは、車の運転でいえば、やっと教習所を卒業した段階に過ぎず、段階4の他者への説明には十分な状態ではなく、さらには段階5の様々な関連課題に対応するには全く不十分な状態であるということである。

段階3から段階4、段階5へ進むためには、メタ認知的な経験や目標、それに向けた行為、行為によりさらに知識を積み上げるといった繰り返しが必要となる。このことは、まさに、ピアジェの発達段階論『ある段階から次の段階への移行は、物事を異なったやり方ででき

ることである<sup>11)</sup>』の意味するところでもあると考える。

さらに、情報教育の視点から発達の段階をとらえる場合は、もう少し長いスパン、つまり校種間の学習の連続性で考える必要がある。特に、新学習指導要領で小・中学校、高等学校で必修化されたプログラミング教育においては、高等学校「情報科」では、小学校で身につけたプログラミング的思考や中学校での双方向性のあるコンテンツのプログラミング経験を基礎に、学習内容を組み立てることが求められる。このことは、前述の「二重符号化論」の視点でとらえることもでき、小学校段階でのプログラミング的思考は、主にイメージ情報として定着しするものと考え、このイメージが中学校段階でのプログラミング経験によって論理的な思考へと推移する。この小・中学校で身につけた基礎的なプログラミングのイメージや基礎的な知識を、高校段階で言語化（プログラミング言語による記述やアルゴリズムの理解・説明など）することで、論理的な思考力や知識と情報を活用する力として定着させ、実社会で通用する情報活用能力として身につけさせるという、非常に長い期間をかけたイメージ情報と言語情報の統合化といった発達段階の推移としてとらえることができると考える。

また、高等学校「情報科」においては、情報技術の進展を視野に入れた教材の選定も求められる。例えば、近年急速にその応用が進んでいる AI における深層学習（Deep Learning）を教材として取り上げることが今後必要となるであろうことに疑う余地はない。この深層学習では、その機械学習の仕組みや理論の基礎を理解するためには、「数学科」分野の「微分」や「確率分布」などの概念が必須である。つまり、校種間の連携や連続性といった縦のつながりに加え、特に高等学校においては、他校種以上に教科間の横のつながりや連携が重要となると考える。

以上のことから、発達段階の視点で学習活動をとらえると、個々の学習者の発達段階に応じた目標や支援の提供、メタ認知を促すための学習環境の創出・整備が、重要なカギとなると考える。

これらを学校教育の中で実現し、一人の取りこぼしもなく、より高い発達を支援、つまり「個別最適化された学習」を実現するためには、ICTの導入は必須といえる。ICTを活用し、教授者や学校の枠を超え、国内さらには世界規模で教材を、その学習段階に応じて体系的に分類整理することで、教授者は、個々の学習者の学習段階を評価し、それに適した教材を提供し、また、学習者は、自らに適した教材を選択でき、まさに「個別最適化された学習」が実現できる。また、学習段階を評価するという視点では、AIの持つ可能性は大いに期待でき、それに向けた研究の進捗が期待される。

## 神奈川県立高等学校のICT学習環境

神奈川県立高等学校のICT学習環境の概略については前述のとおりであるが、ここでは、もう少し詳しく見ていく。

学校のICT学習環境については、文部科学省が「学校における教育の情報化の実態等に関する調査」として、詳細な調査を実施している<sup>12</sup>。この調査の結果の抜粋を表1に示す。

	神奈川県立高等学校	全国
学習用パソコン	2.9人／台	2.5人／台
普通教室でのWi-Fi接続	85.5%	77.6%
回線速度（1Gbps以上）	100%	51.4%
普通教室の大型表示装置	27.5%	58.2%
ICTを活用して指導できる教員	91.9%	89.1%

表1 文部科学省「学校における教育の情報化の実態等に関する調査（令和2年度）」

表1の学習用パソコンについては、神奈川県立高等学校では、前述のとおりBYODを導入しており、実質的には学習者全員が何らかの端末を有している状況であり、また、令和4年度からは、入学時に全生徒（通信制を除く）がパソコン等を購入等で準備し、一人一台端末を実現することとしている（神奈川県教育委員会では、準備するパソコン等についての基本的なスペックを示している。）。なお、表1の調査は、令和3年3月1日現在の状況を調査しもので、神奈川県立高等学校の場合は、GIGAスクール構想による整備内容は含まれておらず、本稿執筆時点では、普通教室でのWi-Fi接続は100%となっている。

ここで注目したいのは、普通教室への大型表示装置の整備状況が低い点である。大型表示装置は、言語情報とイメージ情報の統合化のためには必須のものであるといえるが、この整備が進んでいない点は憂慮される。神奈川県立高等学校では、全国平均の半分にもとどいておらず、深刻な状況といえる。もちろん、表1の数値（27.5%）以外にも多くの可搬式のプロジェクタが整備されており、すべての教室での利用が可能な状況ではあるが、授業中に容易に利用できる環境とは言えない。ICTを活用して指導できる教員が100%に近付く中、すべての授業で、必要な場面で容易にICT環境を利用し、イメージ情報を提示できるようにするためには、すべての教室への大型表示装置の早期の整備が求められるところである。

## ICT学習環境を利活用した指導

近年、反転授業やグループ学習、アクティブラーニングなど、様々な指導方法が提案され、実証研究されている。そのような中、それらの指導方法における重要ツールとしての授業におけるICT利活用について、文部科学省は「学びのイノベーション事業実証研究報告書」の授業事例を再編集し「ICTを活用した指導方法」としてまとめている。そこ

では、授業でのICT利活用は「分かりやすい授業」、「一人一人の能力や特性に応じた学び（個別学習）」、「教え合い学び合う協働的な学び（協働学習）」を推進できることや、それらを相互に組み合わせた学びの場の形成について説明している<sup>13</sup>。

A 一斉学習	B 個別学習	C 協働学習
<p>挿絵や写真等を拡大・縮小、画面への書き込み等を活用して分かりやすく説明することにより、子供たちの興味・関心を高めることが可能となる。</p> <p>▶A1：教員による教材の提示</p>  <p>画像の拡大表示や書き込み、音声、動画などの活用</p>	<p>デジタル教材などの活用により、自らの疑問について深く調べることや、自分に合った進度で学習することが容易となる。また、一人一人の学習履歴を把握することにより、個々の理解や関心の程度に応じた学びを構築することが可能となる。</p> <p>▶B1：個に応じる学習</p>  <p>一人一人の習熟の程度等に応じた学習</p> <p>▶B2：調査活動</p>  <p>インターネットを用いた情報収集、写真や動画等による記録</p>	<p>タブレットPCや電子黒板等を活用し、教室内の授業や他地域・海外の学校との交流学習において子供同士による意見交換、発表などお互いを高めあう学びを通じて、思考力、判断力、表現力などを育成することが可能となる。</p> <p>▶C1：発表や話し合い</p>  <p>グループや学級全体での発表・話し合い</p> <p>▶C2：協働での意見整理</p>  <p>複数の意見・考えを議論して整理</p>
<p>▶B3：思考を深める学習</p>  <p>シミュレーションなどのデジタル教材を用いた思考を深める学習</p>	<p>▶B4：表現・制作</p>  <p>マルチメディアを用いた資料、作品の制作</p> <p>▶B5：家庭学習</p>  <p>情報端末の持ち帰りによる家庭学習</p>	<p>▶C3：協働制作</p>  <p>グループでの分担、協働による作品の制作</p> <p>▶C4：学校の壁を越えた学習</p>  <p>遠隔地や海外の学校等との交流授業</p>

図4（文部科学省「ICTを活用した指導方法」から）

本稿では、ICT学習環境を利活用した指導について、「ICTを活用した指導方法」での分類に基づいて、「一斉学習」、「個別学習」、「協働学習」それぞれの場面について考えていく。

○一斉授業でのICT学習環境を利活用した指導

「ICTを活用した指導方法」では、『挿絵や写真等を拡大・縮小、画面への書き込み等を活用して分かりやすく説明することにより、子供たちの興味・関心を高めることが可能となる』とし、教員による教材の提示のポイントとして、

1. 電子黒板や子供たちの情報端末に、画像、音声、動画などを拡大したり書き込みながら提示することにより、提示内容を視覚的に分かりやすく伝えることが可能となる。
2. 情報端末や電子黒板を用いて、作業方法や実演の映像を提示することにより、学習活動を焦点化し、子供たちの学習課題への理解を深めることが可能となる。

と整理している。

ここで注目したいのが、「1・・・視覚的に分かりやすく伝える・・・」と「2・・・学習課題への理解を深める・・・」である。

既に述べた通り、いくら工夫した画像等を提示しても、それだけで分かりやすくなったか、理解が深まったりする訳ではない。考慮したいのは、前述のとおり、言語情報とイメージ情報の統合化がポイントとなることである。つまり、提示する画像等（イメージ情報）とそれを言語化した情報を、板書（口述の場合もある）などにより同時に提供することで、学習者にそれらの統合化を促すことが「わかる」の定着には有効であるということである。これを踏まえると、教授者は、常に自らの持っているイメージ情報を引き出し、表現可能なイメージ情報として提示する努力を払わなければならないということである。

提示する画像等への書込みも、学習者の視点を説明のポイントに誘導するために大変重要な役割を果たす。テレビの天気予報での天気図の解説などでよく目にするものであるが、天気図上の説明ポイントに丸や矢印などを書き込むことで、視聴者の視点をみごとに誘導している。

また、グラフやポンチ絵などを提示する場合にも別の視点での注意が必要となる。物理や化学で多用されるグラフの提示が顕著な例となる。もちろんグラフは完成した形にも意味はあるが、その作画過程、つまり、座標軸の描画、通過点の座標決め、曲線（直線）の描画の手順や描画の間（ま）など、教授者が実際に作画する過程を、その説明を聞きながら見ることで、作成過程におけるイメージ情報と言語情報の統合が図られ、これが「できる」や「わかる」の獲得に重要な要素となりうることを忘れてはならない。

板書（電子黒板等での手書きを含む）の重要性について、わかりやすい例をあげるならば、漢字の学習があげられる。学習者は、漢字が板書される過程を通して、漢字の筆順や止め、はね、はらいなどを知らず知らずのうちにイメージ情報として獲得しているとは言えないだろうか。また、高等学校段階で見ると、物理の力学計算や化学の化学反応式がそれにあたる。学習者は、計算式や化学反応式が書かれていく過程で、何が参照され、どのような順序で式が完成されていくかを、無意識のうちにイメージ情報として獲得しているとは言えないだろうか。

板書（電子黒板等での手書きを含む）の活用は、教材の提示ツールとしてICTを一斉授業に導入する際に留意したい点である。

#### ○個別学習でのICT学習環境を利活用した指導

「ICTを活用した指導方法」では、『デジタル教材などの活用により、自らの疑問について深く調べることや、自分に合った進度で学習することが容易となる。また、一人一人の学習履歴を把握することにより、個々の理解や関心の程度に応じた学びを構築すること

が可能となる』とし、個別学習を、「個に応じる学習」「調査活動」「思考を深める学習」「表現・制作」「家庭学習」に類型化している。

本稿では、この中の「個に応じる学習」「思考を深める学習」「家庭学習」について考える。「ICTを活用した指導方法」ではそれぞれICT活用のポイントとして、

(個に応じる学習)

1. 習熟の程度や誤答傾向に応じた情報端末向けのドリルソフトを用いることにより、各自のペースで理解しながら学習を進めて知識・技能を習得することが可能となる。
2. 発音・朗読、書写、運動、演奏などの活動の様子を記録・再生して自己評価に基づく練習を行うことにより、技能を習得したり向上させたりすることが可能となる。

(思考を深める学習)

1. デジタル教材を用いて、学習課題の試行を容易に繰り返すことにより、学習課題への関心が高まり、理解を深めることが可能となる。
2. デジタル教材のシミュレーション機能や動画コンテンツ等を用いることにより、通常では難しい実験・試行を行うことが可能となる。

(家庭学習)

1. 情報端末を持ち帰り、動画やデジタル教材などを用いて授業の予習・復習を行うことにより、各自のペースで継続的に学習に取り組むことが可能となる。
2. 情報端末を使ってインターネットを通じた意見交流に参加することにより、学校内だけでは得ることができない様々な意見に触れることが可能となる。

と整理している。

いずれの類型（個に応じる学習、思考を深める学習、家庭学習）でも、ポイントは、概ね、理解とメタ認知による理解の深化の2視点で整理されている。

つまり、教授者は、個々の生徒の「発達段階の相違」と「発達の最近接領域の相違」に留意し、例えば、「反転授業」につなげる家庭学習であれば、様々な発達領域に応じた教材の充実、インターネット上の教材や市販の教材の導入、場合によっては高等学校段階での小・中学校教材の活用なども考慮するなど、一連の学習活動の中に、個に応じた「個別学習」を位置づける必要がある。

これらの実現のためには、ICTの活用が有効であることは、既に述べてきたとおりであるが、個別学習のための個に応じた教材コンテンツについては、残念ながら、学習指導要領や教科書に基づき、さらには、学習者の多様な発達段階に適応した形で体系的に整理されたものは存在しておらず、これの充実が最大の課題といえる。この課題の解決のため、ICT教材を一定のフォーマットで標準化した「教材パック（仮称）」を定め、全国規模

で収集・蓄積し、学習指導要領に基づき体系化したデータベースの構築を提案したい。さらに将来的には、AIによる発達段階の評価結果と、このデータベースを接続し、個別最適化された学習につなげていけると考える。このようなデータベースは、学習者間の学習内容に関する知識量や理解の段階差が非常に大きく、場合によっては教授者を上回る知識量の学習者が存在すると思われる高等学校「情報科」において個別最適化された学習を実現するためには、特に求められると考える。

#### ○協働学習でのICT学習環境を利活用した指導

「ICTを活用した指導方法」では、協働学習を「発表や話し合い」「協働での意見整理」「協働制作」「学校の壁を越えた学習」に分類している。ここでは、前2者を取り上げて考える。

「ICTを活用した指導方法」では、この2者のポイントとしてそれぞれ、  
(発表や話し合い)

1. 情報端末や電子黒板等を用いて、個人の考えを整理して伝え合うことにより、思考力や表現力を培ったり、多角的な見方・考え方に触れたりすることが可能となる。
2. 情報端末を使ってテキストや動画で表現や考えを記録・共有し、何度も見直ししながら話し合うことにより、新たな表現や考えへの気づきを得ることが可能となる。

(協働での意見整理)

1. 情報端末等を用いて写真・動画等の詳細な観察情報を収集・記録・保存することにより、細かな観察情報による新たな気づきにつなげることが可能となる。
  2. インターネットやデジタル教材等を用いて、効率のよい調査活動と確かな情報収集を行うことにより、情報を主体的に収集・判断する力を身に付けることが可能となる。
- と整理している。

「発表や話し合い」といった学習活動では、「メタ認知力」の育成の視点が重要である。学習者が自身の考え方を発表するといった活動では、ともすれば発表の出来、不出来が目ざされがちであるが、発達段階の視点で考えると、発表自体より、発表資料作成時の試行錯誤こそが、発達段階を向上させる最大の要因となっていると考える。ICTを用いたスライドでの発表資料作成では、書直し等の改善作業が容易で、作成時の試行錯誤の頻度を高められる特徴があり、このことは、学習者の情報活用能力の育成にも資するものと考えられる。また、発表は最小限にとどめ、発表資料をサーバーなどに保存し、他の学習者が自由に閲覧できるようにすることも、限られた授業時間の効果的な運用につながるといえる。ここでもICTの持つ教具としての無限の可能性の一端が見える。

次に「協働での意見整理」であるが、ここで重要となるのはグルーピングであると考えられる。ケーガン<sup>14</sup>は、協働学習は動機付けに有効で、成功させる要件として、

- 1 互恵的な支え合い
- 2 個人の責任
- 3 平等な参加
- 4 同時進行の相互行為

の4点をあげている。

このことは協働学習において、グループ内に自然と生まれる、教える側と教えられる側の関係において、教える側は教えることによって「抽象的な理解が具体的な例を経ることで理解を深化させる」、教えられる側は「ヒントをもらったり、一緒に解いてもらったりすること、また、相手の行動や話を見聞きする過程が適切な援助となり、できるようになる」といったことであり、その過程の中で教える側には、ある種の責任といったものが生じる。さらに、教えられる側は、その「できるようになったこと」をもとに、教える側となり責任を果たしていく。このような学習者間の相互作用が成立し、グループメンバーのそれぞれが自立した学習者となることが、協働学習には求められることを示している。

すなわち、協働学習におけるグループメンバーの発達段階には、相互に発達の最近接領域程度の差があることが、成功のカギとなり、また、このことは、教授者がグルーピングを行う際や、各グループに与える課題を選定する際に留意すべき点であると考えられる。

また、協働学習にICTを利用する事例が増える中、学習者の情報活用能力差にも配慮するとともに、その伸長をも意図したグルーピングが必要となる。

## 高等学校の「情報科」における情報活用能力の育成

ICTを活用した学習は、ICTの利活用により学習者の理解の深化を目的とした学習手法であり、同時に、これらの学習をとおりして情報活用能力を育む必要があることは、既に述べてきたとおりである。

新学習指導要領では、小学校段階からのプログラミング教育や中学校の「技術・家庭科」で追加された「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」、そして高等学校での「情報科」の共通教科化やプログラミングの必修化など、校種間の枠を超えて、プログラミングを中心とした、情報活用能力の育成の視点が強化されている。

このような中、初等中等教育における情報活用能力の育成の中で、高等学校「情報科」は、その総まとめの段階として、重要な役割を担っているといえる。

高等学校「情報科」の目標は、学習指導要領では、実社会でいかせる情報活用能力、すなわち、情報に関する科学的な見方や考え方を重視し、問題の発見や解決に向け、情報と情報技術を効果的かつ適切に利活用するための知識や技能を習得し、実際に社会で活用す

る力を養い、情報社会に主体的に参画する態度を養うこととされている。

この目標の達成には、高等学校の「情報科」の指導においては、小・中学校段階での情報教育に関する学習内容について把握するとともに、学習者が実際に身に付けてきた情報活用能力について、内容や程度を的確に把握し、指導に生かすことが求められる。もちろん、小学校段階での情報教育は中学校段階を、中学校段階では高等学校での情報教育へと、いずれの校種においても、校種を超えた連続性のある指導が必要となることは言うまでもない。今後は、今まで以上に校種を超えた授業見学や教材研究の場が必要になると考える。

また、高等学校内における教科間の連携も実社会でいかせる情報活用能力の育成には不可欠である。例えて言うならば、成績処理支援システムは、学校だけでも、専門職プログラマーだけでも構築することはできない。学校と専門職プログラマーが連携し協業することで、構築できるものである。これは、銀行の勘定システムや鉄道システム、宿泊施設の予約システムなど、実社会の情報システムすべてについて言えることである。高等学校「情報科」での教材についても、学習者の多様な興味や関心に対応するためには、教科横断的な取り組みは必須となると考える。

さらに、理科教育がそうであるように、例えば、A I やそれに関連した自然言語処理、画像認識技術、さらには情報を的確に伝えるための認知科学や脳科学の視点など、日々進化する情報技術への対応も忘れてはならない。

## まとめ

ここまで、文部科学省のGIGAスクール構想による、学校教育の環境変化に対応した学習指導について、「二重符号化論」「発達の最近接領域」「メタ認知」といった、認知心理学の視点で考えてきた。

学校教育でのI C T活用が進められる中、I C Tの利用にのみ注力し、ともすればスライドを見せるだけの指導になる傾向がないわけでもない。筆者が以前、講師として教鞭をとっていた某大学では、講師室に「(スライドのみに偏重せず)板書も活用!」といった趣旨の、掲示がなされていた。

まさに、授業におけるI C T利活用は、諸刃の剣で、本来の目的である、より効果的に、より効率的に「できなかったことができるように」「わからなかったことがわかるように」「わかったことが理解の領域に到達するように」、さらには「情報活用能力の育成の視点」を忘れずに、利活用することが求められる。

ICTの学校教育への導入は、その黎明期においては、まずは利用するという姿勢も必要ではあったが、GIGAスクール構想によって、ICT環境が整備された今日では、認知心理学や脳科学といった、科学的エビデンスを踏まえた指導、支援方法についても注視していく必要があると考える。

さらに、ICTを活用した学習においては、単に解答を導き出すことのみにとらわれることなく、解答にたどり着くまでの過程や情報活用能力の定着についても評価していく必要がある。そのためには、本稿では言及していないが、LMS（学習管理システム）の積極的な活用も、学習の過程を評価する上で、有効な手段となると考える。

情報活用能力の育成においては、小学校段階からのプログラミング教育の導入などにより、中学校卒業段階までに身につける情報活用能力がこれまでとは質的にも程度的にも大きく向上することが見込まれる。このことを受け、高等学校「情報科」における指導内容について、内容的にも質的にも、大きな転換が求められると考える。

また、教育におけるICT活用には、本稿で述べてきた「学習者の理解の深化」や「デジタル社会を生きるための素養（情報活用能力）の育成」とともに、様々な「学習障害を克服する手段」としての視点も忘れてはならない。

## 参考文献

- 1 文部科学省：GIGAスクール構想の実現 ([https://www.mext.go.jp/a\\_menu/other/index\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm)) 2021年11月24日時点
- 2 文部科学省：教職課程コアカリキュラム（平成29年11月17日）
- 3 新村出編（2018）：広辞苑第七版，岩波書店
- 4 佐伯胖編，銀林浩（1985）：認知科学選書4 理解とは何か，東京大学出版会：42-43
- 5 Begg, I., & Paivio, A. 1969 Concreteness and imagery in sentence meaning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 821-827.  
古城和子（1979）：文記憶におけるイメージの効果，*心理学研究* 第50巻 第3号：153-156
- 6 文部科学省：子供の学び応援サイト ([https://www.mext.go.jp/a\\_menu/ikusei/gakusyushien/index\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/ikusei/gakusyushien/index_00001.htm)) 2021年11月24日時点
- 7 L.S. Vygotsky, 1978. *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.  
ヴィゴツキー著，土井捷三，神谷栄司（翻訳）（2003）：「発達の最近接領域」の理論—教授・学習過程における子どもの発達，三学出版

- 8 文部科学省：高等学校学習指導要領総則（平成 30 年告示）
- 9 経済産業省：「未来の教室」ビジョン（2019年6月）
- 10 Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.  
フラベル,J.H.（著）・木下芳子（訳）（1981）「メタ認知と認知的モニタリング」
- 11 マーガレット・ハリス, ガート・ウェスターマン（著）, 小山正, 松下淑（訳）（2019）：  
発達心理学ガイドブック 子どもの発達理解のために, 明石書店
- 12 文部科学省：学校における教育の情報化の実態等に関する調査（令和 2 年度）
- 13 文部科学省：I C Tを活用した指導方法
- 14 Spencer KAGAN: Cooperative Learning, Kagan Publishing, 1994.