

# 中学校技術科における中学生の技術ガバナンス力育成に向けた研究課題の展望

## A Prospect of Research Issues on Promoting Students' Technological Governance Abilities in Technology Education at Junior High School Level

世 良 啓 太\* 森 山 潤\*\*  
SERA Keita MORIYAMA Jun

本稿では、技術・家庭科技術分野（以下、技術科）における中学生の技術ガバナンス力育成に向けた研究課題を先行研究から検討した。まず、科学技術に関するガバナンスの概念及びその背景を整理した。その上で、我が国の普通教育としての技術教育における技術ガバナンスの位置づけ、中学生の技術ガバナンス力の実態、技術ガバナンス力育成に関する試行的な実践に関連する先行研究を概観した。その結果、技術教育では、(1)中学生の技術ガバナンス力の実態把握は試みられているものの、技術ガバナンス力の形成要因や発達段階の特徴が明確でなく、実践ストラテジーの開発根拠が乏しいこと、(2)中学生が技術評価時に着目する観点について詳細な把握が十分ではなく、学習内容の構成原理が定まっていないこと、(3)上記2点への対応が不十分なため、技術ガバナンス力育成に向けた体系的なカリキュラムの枠組みが確立していないことの3点に問題があることを指摘した。今後は、これらの問題に対処し、中学生の技術ガバナンス力育成に向けた実践研究を推進していくことが重要であると考えられる。

キーワード：技術と社会，中学校技術・家庭科技術分野，技術ガバナンス，技術評価，研究展望

### 1. 目的

本稿の目的は、技術・家庭科技術分野（以下、技術科）における中学生の技術ガバナンス力育成に向けた研究課題を先行研究から検討することである。

### 2. 背景

#### 2.1 技術革新に伴う科学技術の光と影の多様化

科学技術の著しい進歩が我々の生活に恩恵を施している一方で、科学技術に起因する諸問題が近年ではクローズアップされている。原子力発電がこれまでに消費電力を大幅に支えた一方で、福島第一原子力発電所事故によって多大な被害をもたらしたことはその顕著な例である。また、無人航空機はその機能性から消防防災分野での需要増大が見込まれている<sup>1)</sup>一方で、首相官邸無人機落下事件がメディアで多く報道された。これは技術進歩に法的規制の整備が遅れた萌芽的技術ならではの事件と考えられる。上記以外にも多大なエネルギーの消費問題や、環境破壊問題、情報モラルに関わる問題など多種多様な諸問題が生じており<sup>2), 3)</sup>、技術のメリット（光の面）が広まる一方で、デメリット（影の面）の多様化が進んでいる。言うまでもなく、科学技術は日進月歩で発展しており、持続可能な社会を構築するための重要な役割を果たしながら、社会に対する影響は日々壮大なものとなっている。同時に社会や人々に対する社会的影響も多様化している中で、研究開発の早い段階から科学技術の影の面について議論するようなアップストリーム・エンゲージメント<sup>4)</sup>等が提案されているものの、科学技術に起因する諸問題は起こり続けている。

Weinberg は、科学や技術と社会の相互作用の過程で

発生する有害な副作用や社会問題について、科学的に考えることは可能だが科学のみでは答えを出すことができない領域として Trance・science を提起し、一専門家だけでは多様化する科学技術の問題の対処が困難であることを示している<sup>5)</sup>。また、Trance・science の領域に関わる問題について、小林はトランス・サイエンス的な問題の解決には各種の専門家だけではなく、多様な市民に発言資格を求めることの重要性を指摘している<sup>6)</sup>。このように、科学技術の光と影が多様化する中で、科学者や技術開発者といった個々の専門家だけでは、科学技術が社会に対してどのような光と影をもたらすのか予測的観測によって全貌を把握して解決することが困難な状況である。そのような中、市民からの発言の必要性が指摘されるなど、私たちが身の回りの科学技術に対して十分な理解をした上で、技術革新に主体的に参画することの重要性が高まっている。

#### 2.2 技術革新における市民参画の必要性

専門家、市民双方ともに科学技術そのものの在り方や光と影を適切に見極める上で技術を評価する所謂テクノロジーアセスメント（以下、TA）が重要視される。TAについて吉澤は「技術発展の早い段階で将来のさまざまな社会的影響を予測することで、技術や社会の在り方についての問題提起や意思決定を支援する制度や活動」としている<sup>7)</sup>。また吉澤は、我が国における TA を隣接的概念および方法論や政治的背景と絡めてその歴史を整理している。その結果、1970年代より TA は散発的に試みられているものの、TA の概念が産業界・科学技術庁・通商産業省・国会議員などのアクターによって多様な文

\* 兵庫教育大学大学院博士課程教科教育実践学専攻生活・健康系教育連合講座

平成30年7月10日受理

\*\* 兵庫教育大学大学院教科教育実践開発専攻生活・健康・情報系教育コース，教育実践高度化専攻授業実践開発コース 教授

脈で利用され、政策決定者のニーズや社会からの信頼に十分に応えられていないことを問題視している。一方で、1990年代後半以降から、個々の専門家だけではなく市民を交えた参加型 TA の場が多く催されている。具体的には、原子力発電や遺伝子組み換え技術といった世論において賛否の分かれている技術をテーマにコンセンサス会議やサイエンスカフェが開催されている<sup>8)</sup>、<sup>9)</sup>。このような参加型 TA は専門家と市民が交流を深め、市民の科学技術に対する理解を図るだけでなく、時に市民側からの提言によって専門家が意識していない視点に気付く機会であったことが報告されている<sup>10)</sup>。

上記の活動のように、科学技術の進展について専門家と市民が協働する関係性は1996年のイギリスにおける BSE 危機より急速に注目がされている。BSE 危機とは1980年代に BSE が発見された際にイギリス政府が人間への可能性は極めて小さいとしていたが、1996年にその発言を撤回したことで、政府や科学に対する市民の不信感が高まったことである。BSE 危機による市民の不信感の対象は政府や科学的知見であり科学技術そのものではないが、同年代に供給が開始された遺伝子組み換え技術によるトマトに対する不信感にもその影響が派生したとされている<sup>11)</sup>。このような時代背景によって政府や科学的知見、科学技術をトップダウンで受け入れることに対する市民の危機感が上記の関係性を促進したと考えられる。ただし、参加型 TA のような協働的な関係というよりは、むしろ市民側から監視する意味合いが強かったことが推察される。我が国においても BSE 危機と同様のケースが福島第一原子力発電所事故の前後で起きている。具体的には、東日本大震災の翌年に刊行された科学技術白書 (H24年版) において、福島第一原子力発電所事故後、科学者や技術者に対する市民の信頼感が前年度比較で約半数に低下したことが「科学技術と社会に関する世論調査」の結果を基に報告されている<sup>12)</sup>。このような科学技術に関する大々的な問題が世論で取り沙汰される中で人文・社会系の学問から、理学・工学・医学などの自然系の諸科学にまたがり幅広い専門領域を含む STS (Science Technology Society: 科学技術社会論) の研究領域において科学技術の在り方に対して様々なアプローチが活発的に糾弾された。その動向は世界各国に影響を与え、我が国においては2001年に科学技術社会論学会が設立されている。なお、その趣意書には、「21世紀を迎え、自然環境に拮抗する人工物環境の拡大によって深刻化する地球環境問題、情報技術や生命技術の発展に伴う伝統的生活スタイルや価値観との相克など、社会的存在としての科学技術によって生じているさまざまな問題が、社会システムや思想上の課題として顕在化してきている。今や、われわれは、過去の経験に学びつつ、科学技術と人間・社会の間に新たな関係を構築することが求められて

「人文・社会科学の専門家は、科学技術に関心をもち、科学技術と社会の関係について研究を行い発言するとともに、社会の側にある意見や要望を科学技術の側にも的確に伝えるという双方向のコミュニケーションにおいて重要な役割を担わねばならない。我が国の人文・社会科学は、これまで科学技術と社会の関係の課題に取り組む点で十分とはいえなかった。今後は、「社会のための科学技術、社会の中の科学技術」という観点に立った人文・社会科学的研究を推進し、その成果を踏まえた媒介的活動が活発に行われるべきである。」<sup>14)</sup>と示されており、人文・社会学の専門家の役割についても言及している。

## 2.3 科学技術に関わるガバナンスの概念と必要性

前節で述べたように、科学技術の進歩による光と影の多様化が進む中で、市民が主体的に技術革新に参画することの重要性は高まっており、様々な研究者が科学技術と社会への影響を踏まえて今後の科学技術の在り方に対する問題提起や研究推進を行っている。そして、我が国の動向としては、科学技術白書 (H16年版) において「これからの科学技術と社会」というテーマが採り上げられ、科学技術と社会の最適な関係は、政府だけではなく、科学会、産業界、国民が積極的な協力をすることで実現できるということが示された上で、「科学技術ガバナンス」を確立することの重要性が掲げられた<sup>15)</sup>。同書では科学技術ガバナンスについて明確な定義付けはされていないが、科学技術と社会との調和に向けて、政府、科学者コミュニティ、企業、地域社会、国民等のそれぞれの主体間の対話と意思疎通を前提に、各主体から能動的に発せられる意思を政策形成等の議論の中に受け入れられると示している。

そもそもガバナンスという語句は、コーポレートガバナンスや IT ガバナンス、グローバルガバナンスのように多くの分野で多様な解釈、定義のもと術語として使用されているが、広辞苑には「統治・統制すること。また、その能力。」と示されており<sup>16)</sup>、英語語源辞典には「govern」の派生語とされている<sup>17)</sup>。なお、「govern」について、英語語義イメージ辞典では原義及びイメージを“舵を取る”とされている<sup>18)</sup>。似たニュアンスとして広く知られているのが、同じく「govern」の派生語である“ガバメント”である<sup>18)</sup>。基本的に“ガバナンス”と“ガバメント”は双方ともに統治に関わる意味を持つが、その組織形態に違いがあるとされている。城山は“ガバメント”が政府内の上下間のヒエラルキーを基礎とする組織形態であるのに対して“ガバナンス”は専門家や市民による様々な社会の団体・企業等との水平的関係、政府相互間の水平的関係を含む組織形態を指すことを示している<sup>19)</sup>。また、平川はあえて「統治」ではなく「ガバナンス」という言葉が使分けされていることについて、「統治」と「ガバナンス」の違いを分けているポイントを誰が舵を取るのかとしており、「統治」の舵取りの主体が政府であり、ガバナンスは「水平的」「分散的」「協働的」な舵取りの仕方を表し、舵取りの主体が民間企業

やNPO、ボランティア個人があると示している<sup>20)</sup>。

このことを踏まえると、上述したコーポレートガバナンスは「企業等の公正かつ効率的な運営のために法律制度や社会慣習などに基づき、企業等の経営に規律づけを与える仕組みの総称<sup>21)</sup>」とされているが、その様相は企業の在り方を会社役員だけで決定するのではなく、株主や従業員、顧客、地域社会等が共に舵取りをすることがイメージされる。

社会における科学技術の観点からガバナンスを捉えた際、城山は「社会と科学技術との境界に様々な問題や考慮事項が存在する中で、様々な分野の専門家や政府、団体や市民といったアクターが連携・分担、時に対立しつつ、科学技術と社会の境界に存在する諸問題をマネジメント、社会的判断をするための仕組みや具体的制度設計」であることを示している<sup>22)</sup>。また、平川は前述したようにガバナンスでは舵取りの主体が民間企業や個人があるとした上で「科学技術のガバナンス」について研究や開発の目的を達成し、その成果を社会に普及させるために、さまざまな障害を克服し、科学技術の発展を導くこと<sup>23)</sup>としている。他にも、立川らはナノテクノロジーを応用した食品関連製品を具体例に、ガバナンスを「研究開発およびその商品化、発売における審査・格付け・表示など、研究開発から製品の製造・流通発売・消費に至る全過程に対して、どのような情報提供、品質・安全管理、統制等を行うかに関するメカニズム<sup>24)</sup>」としている。以上に示すように科学技術ガバナンスの概念については、様々な定義が挙げられているが、いずれからも科学者、技術者、企業、政府等といった技術を提供する側と私たち市民といった技術を提供される側が水平的な関係を持ち科学技術の行く末を協働して舵取りする様相が共通してイメージされる。

また、熊野は国家レベルのガバナンスの中に科学技術ガバナンスは内含され、ガバナンスという言葉で「統治」や「共治」、「協治」等という日本語でまとめることは困難であり、より成熟した民主国家を目指すという観点において、国家を構成している一人一人の国民が主体的に国づくりに参画できる状況を生み出すためのシステムを考える方向に重きが置かれることを指摘している<sup>25)</sup>。上記のように科学技術ガバナンスの確立を目指し、市民参画の重要性高まっている中で、前述したSTSの研究分野を中心に多くの研究者が科学技術と社会への影響を真摯に捉えた多様なアプローチが試みられている。例えば、市民の専門的知識が欠如していることで科学技術に対する不安が生じるのであって、専門家が一方的に市民に知識を伝達し欠如を埋める「欠如（啓蒙）モデル」からの脱却については多くの研究者が指摘をしている<sup>26)</sup>。藤垣は専門家が予測のつかない問題を公共的に解決しなければならない場合には、科学的合理性ではなく社会的合理性を公共の合意として構築することを指摘し、公共空間の重要性を述べている<sup>27)</sup>。専門家や市民など多くの観点で成り立つ公共空間として前述したコンセンサス会議やサイエンスカフェが活発的に催されている。このよう

に市民が科学技術に関わることのできる方法が先導的に試みられているが、その参加率や功績は必ずしも芳しくはない。2017年の内閣府による「科学技術と社会に関する世論調査」では科学技術政策の検討に一般の国民の関わりが必要であると回答した割合が前調査（2010年）に比べて増加傾向であったことが報告されている<sup>28)</sup>。また、科学技術に関する関心についてはほぼ変わらず統計的有意性は認められていないことや、科学者や技術者の話に対する関心が下がっていることが報告されており、自ら科学技術について積極的に知ろうとする意識より、科学技術からの恩恵に関する意識が高いことが示唆されている<sup>29)</sup>。さらに、科学技術・学術政策研究所の早川は国民の科学技術に対する関心と科学技術に関する意識との関連について調査を行っており、①科学技術に対する関心が低い層は、科学技術の持つリスクや不確実性に否定的である、②科学技術に対する関心が低い層は、科学技術への参画意識が低い、③科学技術に対する関心が低い層は、様々な課題の達成に向けた科学技術への期待が低い、④科学技術に対する関心が高い層と比べ低い層は、新聞や本を読まない、⑤小・中学生の頃の理科に関連する経験は、将来の科学技術に対する関心の程度に影響を及ぼすことを報告している<sup>30)</sup>。

これらの調査のように科学技術に対する国民の意識を探索的に把握している研究によると、科学技術に対する国民の意識は決して十分なものではなく、科学技術ガバナンスに参画するための市民としての資質・能力という点では課題があることが分かる。

以上のように、科学技術の社会での在り方については世界規模で議論が重ねられ、科学技術ガバナンスの確立が指摘されており、広く市民が科学技術ガバナンスに対して意識を向けることやその必要性や重要性を理解する必要がある。そして、市民が科学技術に対して正しい理解をした上で、主体的に技術革新に参画するためにも、「読み書きそろばん」と表されるリテラシーとして科学技術ガバナンス関わる資質・能力を持つ必要性が高まるが、一方でその資質・能力は十分ではなく、課題がみられる。そのような中、STSのような広いテーマの諸側面を組織的に教授することとして、STS教育の重要性が問われる等<sup>31)</sup>、普通教育における科学技術ガバナンスの取り扱いが見直されてきた。次章では、普通教育において科学技術ガバナンスがどのように位置付けられているのか主として技術教育の視点から海外及び日本の事例を参考に先行研究を整理することとした。

### 3. 普通教育における技術ガバナンスの位置づけ

#### 3.1 海外の動向

著者の管見の限り、海外では普通教育において科学技術ガバナンスに直訳される術語は取り扱われていなかったが、米国の科学教育改革の内容に科学技術ガバナンスの概念が包含されていることが報告されている。米国のSTEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育について現地調査や文献調査を行っている熊

野によると、1996年に科学教育のスタンダードとして National Research Council (全米研究評議会) より刊行された National Science Education Standard (以下、NSES) において、「科学と技術」、「個人的・社会的観点から見た科学」、「科学の歴史と本質」の内容が科学技術ガバナンスに関連していることを指摘している<sup>32)</sup>。また、NSES を受けた全米科学教師連合学会 (NSTA) と科学技術論や科学技術社会論といった他領域の専門家によって議論が繰り返され、「科学の本質」に関する声明文や「社会や個人的イシューズという文脈で科学技術を教えることに関する NSTA の声明文」の発表を通して、科学技術ガバナンスのための科学教育のあるべき授業の観点がより明確化されたことを指摘している。具体的には、2013年に刊行された NGSS (Next Generation Science Standards) の学習内容 (中等レベル) において「技術」や「工学」に関する内容が従来に比べ明確に組み込まれことを指摘している。言うまでもなく「技術」や「工学」は技術教育に深く関連する領域である。科学教育中心の内容に技術教育に関する領域が明確に位置付けられたことは大変意義深い。そこで、次節では、技術教育における科学技術ガバナンスの位置づけを本節と同様に米国における技術教育のスタンダードと合わせて整理する。

### 3.2 技術教育における技術ガバナンスの位置づけ

科学技術ガバナンスに関する学習内容として技術教育では、社会や生活を支えている科学技術に関する仕組みや背景など広く取り扱われている。そのため科学技術に対する生徒の意識に着目した研究が行われている。代表的な例としては1985年から Raat と De Vries によって遂行された PATT (Pupils Attitude Towards Technology) という国際的な研究プロジェクトが挙げられる<sup>33)</sup>。Raat と De Vries は10-18歳の生徒の技術に対する態度を測るためのアンケート調査を開発した。開発には生徒の科学技術に対する意識をインタビューや公開アンケートによって収集しながら78項目の予備調査を作成し、オランダ、オーストラリア、ベルギー、カナダ、ハンガリー、ケニア、ナイジェリア、ポーランド、スウェーデン、英国、米国 (ジョージア州) 等の多くの国々でその妥当性を図っており多くの研究者や調査対象者を巻き込む大々的なものであった。科学技術に対する生徒の意識は国によって様々な結果が報告されているが、生徒の意識を技術のカリキュラムに活かしていくことや PATT を継続して取り組む必要性が説かれている。その後も、Hong Kong Pupils' Attitudes Toward Technology: The Impact of Design and Technology Programs と題して Ken Volk らが香港における生徒の科学技術に対する意識を調査・報告する等 PATT に関連する研究は継続して行われている<sup>34)</sup>。近年では、PATT に関連する情報交換の場が技術教育における世界最大規模の学術組織である ITEEA (INTERNATIONAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING EDUCATORS ASSOCIATION) の国際会議と併せて催されている<sup>35)</sup>。

このように技術教育では、生徒の科学技術に対する意識に着目した研究が進められながら、科学技術と生徒の意識をどのように関連づけて技術教育で取り扱うべきか模索されていた。そして、現在では技術教育において科学技術ガバナンスに関連する内容がより強固に位置づけられている。この底流には2000年以降の技術教育の世界的な潮流である技術リテラシー (Technological Literacy) の考え方がある。技術リテラシーとは「社会を支える技術を理解し、活用し、管理・運用する能力」と定義されており、1994年に技術教育スタンダードの開発を目的として設立された TfAAP (Technology for All Americans) において全てのアメリカ国民が持つべき素養として掲げられた<sup>36)</sup>。その後 ITEEA の前身である ITEA (International Technology Education Association) が2000年に刊行した Standards for Technological Literacy (以下、STL) において民主主義国家を支える市民が必要なりテラシーとして技術リテラシーを定め、その充実を技術教育の目標として掲げている<sup>37), 38)</sup>。STL には技術内容スタンダードとして「技術の本質」、「技術と社会」、「デザイン (設計)」、「技術社会に必要な力」、「デザインされた世界」の計5つの主なカテゴリを挙げられているが、各カテゴリの中で示されている内容に科学技術ガバナンスの考え方が随所に確認できる。具体的には、「技術と社会」において、技術の利用が社会と環境に与える影響について取り上げることや、「技術社会で必要な力」では、製品やシステムを評価することについて取り上げることが示されている<sup>37), 38)</sup>。STL の刊行後、科学技術ガバナンスに関する研究や実践報告が多数行われており、例えば Council on Technology Teacher Education の刊行する年報では2001年のテーマが「APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE LIVING」(50<sup>th</sup> Yearbook)、2004年のテーマが「ethics for citizenship in a technological world」(53<sup>rd</sup> Yearbook) とされている<sup>39), 40)</sup>。また掲載記事についても、「Future Directions for Appropriate Technology in the Technology Education Curriculum」<sup>41)</sup> や「Ethics and the Assessment of Technological Impacts on Society」<sup>42)</sup> といった題目からも分かるように未来に向けた適切な技術の方向性、技術的影響の評価といった科学技術ガバナンスに関連する内容を中心に採り上げられており、STL の影響の受けていることが推察される。

同様にして、技術リテラシーの考え方は世界各国の技術教育に影響を与えている。我が国の技術教育も例外ではなく技術リテラシーの影響を受け、科学技術ガバナンスの考え方が学習内容に盛り込まれるようになっていく。詳細については、3.4 我が国の普通教育としての技術教育における科学技術ガバナンスの位置づけにて後述する。

### 3.3 我が国の普通教育における技術ガバナンスの位置づけ

我が国の普通教育に科学技術ガバナンスの考え方が普及したきっかけとして科学技術の智プロジェクトが挙げられる。このプロジェクトは、「持続可能な民主的社會」

を構築するために万人が共有してほしい科学技術の智（以下、科学技術リテラシー）を検討し数理学、生命科学、物質科学、情報学、宇宙・地球・環境科学、人間科学・社会科学、技術の7つの専門領域を入口として成文化することを目的に遂行された。その結果2008年に総合報告書が刊行されている。報告書の中では、科学技術ガバナンスという術語は扱われていないものの、科学技術リテラシーを広く国民が持つことで、エネルギー問題等の地球規模で直面する緊急の問題に応用することが有効である<sup>43)</sup>ことが示されているように、科学技術ガバナンスに関わる内容も包含されていることが推察できる。科学技術の智プロジェクトの報告後、科学技術ガバナンスに関する試行的な実践が様々な校種や教科の中で行われている。特に前述した7つの専門領域に関わる技術や社会、理科といった教科において実践研究が行われている。例えば、理科では遺伝子組み換え食品に関する意思決定と合意形成を取り入れた中学校理科教材の開発が行われている<sup>44)</sup>。また、小学校の社会科ではトランス・サイエンス的な問題を取り上げ、防災単元を取り扱った実践も方向されている<sup>45)</sup>。さらに、前述した熊野はSTEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育の観点から科学技術ガバナンスの形成に向けた基礎的研究を行っており、一教科に留まらない教科横断的な内容を含む研究を行っている<sup>25)</sup>。このように我が国においては、科学技術リテラシー育成の観点から科学技術ガバナンスに関わる実践研究が、様々な校種や教科で行われていたことが分かる。一方で、教科内容の範疇を超えており、指導できる教員の不足等の問題が指摘されており<sup>46)</sup>各教科で科学技術ガバナンスを取り扱うことが根付いたとは言い難い。

### 3.4 我が国の普通教育としての技術教育における科学技術ガバナンスの位置づけ

ITEA が技術リテラシーの充実を掲げた後に、我が国では、日本工学アカデミーの刊行した「技術リテラシーと市民教育—学校では技術について何が教えられるべきか—」や日本産業技術教育学会の刊行した「21世紀の技術教育（改訂）」に技術リテラシーの必要性が述べられている。2005年に刊行された「技術リテラシーと市民教育—学校では技術について何が教えられるべきか—」では、当時の日本の教育課程に STL の内容がほとんど含まれていないことを危惧している。その上で、主権者たる国民が正しく科学を認識し、技術を正当に評価することなくして高度技術社会において健全な民主主義国家の発展を図ることが困難であることを指摘している。そして、STL と日本の技術教育の課程を比較検討し、我が国の初等・中等教育において、総合的な学習の時間を上手く使うことや教材・題材の開発必要性といった改善案を提案している。また、今後の展望としてより詳細なアプローチの検討について技術教育を専門としている教育関係者や学会が適任であることを示唆している<sup>47)</sup>。

そして、「21世紀の技術教育（改訂）」では、技術リテ

ラシーを技術的素養と表現し、技術教育固有の対象と内容構成（内容知）として、社会安全性と技術ガバナンスを技術科各4内容（A-D）共通して取り扱うことを示した（表1）<sup>48)</sup>。なお、同学会が2013年に刊行した「新たな価値と未来を創造する技術教育の理解と推進リーフレット」ではガバナンスを「立場の違いや利害関係を有する人たちがお互いに協働し、問題解決のための討議に主体的に参画し、意思決定に関与するシステム」と用語解説しており<sup>49)</sup>、前章記載の城山や平川らによるガバナンスの概念と大部分が一致している。また、同リーフレットでは、技術リテラシーの醸成からガバナンスへ派生するように矢印が示された図が用いられており、技術教育において技術リテラシーの育成を通して将来直面する技術的課題を、望ましきや他への影響を比較・判断し、最適に解決する能力を高め、技術を民主的に管理する力の基礎を培うことが示されている。

表1 技術教育固有の対象と内容構成（内容知）

対象	内容構成		
材料と加工技術	材料の種類・用途，加工の方法と手段，設計・製図，機能と構造，生産技術と環境保全	発明・知的財産とイノベーション	社会安全と技術ガバナンス
エネルギー変換技術	変換方法，変換効率，変換機器，伝達機構，利用方法，エネルギー変換技術と環境保全		
情報・システム・制御技術	計測・制御，ハードウェア，ソフトウェア，情報通信ネットワーク，マルチメディア，技術的・社会的・環境的意義，情報倫理		
生物育成技術	栽培・飼育，バイオテクノロジー，生命倫理，生物育成技術と環境保全		

出典：日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育（改訂）（2012）<sup>48)</sup>

上記のように技術科においては、前述してきた科学技術ガバナンスではなく技術ガバナンスという語句を明確に打ち出していることに特徴が見られる。技術ガバナンスについて、森山らは前述した日本産業技術教育学会のガバナンスの定義を踏まえ、「立場の違いや利害関係を有する人たちがお互いに協働し、技術（テクノロジー）に関わる問題解決のための討議に主体的に参画し、意思決定に関与するシステム」と定義している<sup>50)</sup>。管見する限り科学技術ガバナンスではなく技術ガバナンスをあえて使用することについての知見は見当たらなかったが、技術教育においては科学の応用に基づく技術のみならず、匠の技や時には問題解決におけるプロセスを技術と指す場合もあり、より広い範疇で技術という言葉を捉える必要があるために技術ガバナンスと表現しているのではないかと考えられる。そのため本稿では技術ガバナンスの定義を森山らの定義に倣うこととし、その上で、技術科における科学技術ガバナンスの概念は技術ガバナンスと表現され、その概念に包含されていることと解釈することとした。

ITEA によって技術教育で技術リテラシーの充実をすることの重要性が掲げられた後に、初めての告示となった2008年告示の学習指導要領（以下、現行学習指導要領）

では技術科の目標は「ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる」<sup>51)</sup>となり、「技術を適切に評価し活用する能力と態度」という文言が新たに示された。この現行学習指導要領には技術ガバナンスという直接的な術語は使用されていないものの、森山らは、技術分野の内容構成及び学習活動の特徴から学習指導要領の定める教育課程が「21世紀の技術教育」の影響を強く受けていること、「技術を適切に評価し活用する能力と態度」との文言に明らかに技術ガバナンスに関わる資質・能力の概念が含まれていることを指摘している<sup>52)</sup>。また、この改訂の背景には、平成18年に改正された教育基本法の第2条第3項に新たに示された「主体的に社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養う」という視点から、技術分野としてはぐくむべき「国家・社会の形成者として必要な資質」についての検討が行われている。具体的には、専門部会等（中央審議会2005-2007）で、「生活者としての技術を教えることはあっても、科学技術のガバナンスを教えることはなされていないなど、主権者としての国民を育てるという観点の教育がなされていない」といった批判や、「科学が発達し様々な技術が活用される社会において、科学技術と社会とのかかわりについて、安全、リスク等の問題も含めて理解させること、ものづくりなどを通して技術を適切に評価し、管理できる力を育てることが重要である」との指摘がなされたことが報告されている<sup>53)</sup>。その後、2017年には新たな学習指導要領が公示された。技術科の学習内容は継続して「A 材料と加工の技術」、「B 生物育成の技術」、「C エネルギー変換の技術」、「D 情報の技術」で整理された一方で、各内容（A-D）の(3)イ（情報は(4)イ）において「技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること」が新たに示され<sup>54)</sup>、表1に示した内容構成と同様にA-Dの内容において技術ガバナンスの概念が共通事項として示されたと推察できる。また、学習過程を3つの要素で構成することが新たに示された<sup>55)</sup>。具体的には、「生活や社会を支える技術」では、知識及び技能の習得を通して技術の見方・考え方に気付くこと、「技術による問題の解決」では、気付いた技術の見方・考え方を働かせて技術による問題の解決を行うこと、そして「社会の発展と技術」では、上記2要素の学習を踏まえてよりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、技術を評価し、適切に選択、管理・運用したり、新たな発想に基づいて改良、応用したりする力と、社会の発展に向けて技術を工夫し創造しようとする態度を育成することが示されている。この学習過程の整理における「社会の発展と技術」の要素ではまさしく技術ガバナンスに関わる資質・能力が示されたであろうことは容易に想像できる。これらのことから、我が国の普通教育としての技術教育における科学技術ガ

バナンスの位置づけは、技術ガバナンスと表現され、ITEAの掲げた技術リテラシーの考え方から派生しており、現行学習指導要領で初めて示され、新学習指導要領ではより精緻化されていることが示唆された。

新学習指導要領の改訂には、現行学習指導要領下における中学生の実態調査等を含めた様々な研究者によって明らかにされた成果や課題が礎の一部となっている。次章からは、技術ガバナンスに関する先行研究を整理しこれまでの研究成果及び問題の所在を明らかにする。

#### 4. 中学生の技術ガバナンス力に関する実態調査

国立教育政策研究所の上野を研究代表とした「中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査とそれに基づいたカリキュラムの開発・検証」（課題番号：23300294）は、技術教育に関わる多くの研究者や技術科担当教員が共同研究をしており、我が国において中学生の技術ガバナンス力の実態を体系的に捉えた初めての調査という意味で意義深いものである。そして現在では、技術ガバナンスに関わる研究が推進されていく上での羅針盤的な役割を果たしている。上野らは技術に関わるガバナンス能力（本稿では技術ガバナンス力とする）と称しその能力育成の在り方について平成23年度から～平成26年度にかけて様々な調査や研究を行いその報告書を平成27年に刊行した<sup>56)</sup>。同報告書では、技術ガバナンス力を「科学技術革新の成果が広く深く社会と生活に浸透した21世紀において、国民が自ら技術の光と影に対して理解し、判断・発言・行動できる能力」と定義し、その構成要素を定めている<sup>57)</sup>。以下に各要素の詳細を示す。

- 1) 【選択】：生み出された技術に対して、その技術を利用することが考えられる場面において、目的と条件を踏まえ、技術を適切に導入できる能力
- 2) 【管理運用】：技術が生み出された後、その技術を利用する上で、効果とリスクを踏まえ、技術を適切に管理運用できる能力
- 3) 【評価】：新しい技術を生み出す場面において、既存のシステムや環境に対して、技術の効果やリスクを判断できる能力
- 4) 【設計】：ある「条件」下で「目的」を達成するための設計（計画）が行われ、その状況の中で「目的」や「条件」が大きく変化した場合、目的と条件を踏まえて、新たな技術を生み出せる（設計できる）能力

なお、本稿では上記の1)～4)の要素に関わる技術ガバナンス力の下位能力をそれぞれ技術選択力、技術管理・運用力、技術評価力、技術設計力と称することとする。これらの下位能力は前節に述べた新学習指導要領における「社会の発展と技術」での記載と合致しており、新学習指導要領の改訂の礎となっていることが分かる。

上野らは技術ガバナンス力の定義、また構成要素を設定した上で、技術分野における各内容（A-D）のアチー

ブメントテストを作成し、中学3年生の技術ガバナンス力の現状を調査している。各内容におけるアチーブメントテストの内訳を表2に示す。

各内容における調査結果については担当した研究者がより詳細に分析し日本産業技術教育学会やエネルギー環境教育研究に論文として刊行されている<sup>58), 59)</sup>が、報告書では各アチーブメントテストの結果を俯瞰して、中学生3年生の技術ガバナンス力の構成能力のうち、技術選択力及び技術の管理運用力については、現行学習指導要領下における一定の成果があったことを報告している。一方で、技術評価力と技術設計力に課題があることが報告された<sup>57)</sup>。具体的に技術評価力の把握について上野らは技術科4内容に即した光と影が混在している技術(「森林資源・木材の伐採・利用」, 「原子力発電」, 「遺伝子組み換え技術」, 「twitter」)に対して、中学3年生に肯定・反対といった意思決定をさせ、どのような視点に着目して考えたか分析を行っている。なお、着目する視点として、社会、環境、経済、その他の観点を与え選択式としている。その結果、安全性に偏って技術評価を行うなど特定の側面からしか技術評価を行っていない傾向があるとしている。また、技術設計力については形状記憶合金やICタグ等を利用したアイデアを書かせる調査を行い、空欄回答が多くありイノベーション社会の基盤を築くような創造的な発信が十分でなかったとしている。これらの結果を受け、同報告書では、評価や設計に関する内容をより一層充実・発展させ既存のカリキュラムにおける内容の段階的規定に応じた技術ガバナンス力育成の枠組みを検討する必要性を指摘している。

しかし、上野らの調査では、以下の点に課題が考えられる。第一にアチーブメントテストの対象が中学3年生のみであったため、学年間による比較は行われていないことである。第二に、技術ガバナンス力の背後にある生徒の意識については十分な検討が加えられておらず、技術ガバナンス力に関して把握された実態が技術科の授業目標や内容とどのように関連しているかが明確ではないことである。これは、同調査が、各内容に即したアチーブメントテストの形式で技術ガバナンス力を捉えたため、①全ての内容を履修済みの3年生でしか調査が実施できなかったこと、②思考力・判断力・表現力の育成状況を主に把握したため、技術ガバナンスの重要性やその前提となる技術の両面性に対する中学生の捉え方などの意識、

技術科の授業での学習経験との関連性については取り上げられていないことによる。

新学習指導要領において、育成すべき資質・能力として整理された「個別の知識・技能」, 「思考力・判断力・表現力等」, 「学びに向かう力、人間性」の考え方に基づけば、思考力・判断力・表現力としての技術ガバナンス力の育成とともに、「学びに向かう力、人間性」に関わる要素として、技術ガバナンス力を方向付ける意識を適切に形成させることが重要である。また、技術科の教育課程では、学習指導要領において各内容(A-D)に関してのカリキュラムの設定、すなわち、どの学年でどの内容を指導するかについての制限がない。そのような中で、技術ガバナンス力の育成に着目した授業モデルを構築するためには、学年に応じた題材設定や学習指導方法の工夫が必要ではないかと考えられる。そのためには、各学年における技術ガバナンスに対する意識の実態と形成要因を生徒の発達段階に即して把握し、その傾向性を踏まえた適切な指導の力点の置き方を明らかにする必要があると考えられる。これらの課題から、技術ガバナンス力育成に向けた体系的なカリキュラムや枠組みを構築するための根拠に検討の余地が残されていることが考えられる。

一方で、多くの研究者や技術科担当教員によって技術ガバナンス力育成に関連する実践や研究が試行的に取り組まれている。そこで次章では技術ガバナンス力育成に関連する先行研究及び実践報告を俯瞰的に整理し、これまでの成果と問題の所在を明らかにすることで今後の技術ガバナンス力育成に向けた研究課題を展望することとする。

### 5. 技術教育における技術ガバナンス力育成に向けた実践研究

技術ガバナンスの概念が技術科に位置づけられたのは現行学習指導要領からである。技術科の目標として示された「技術を適切に評価し活用する」ことに関連して、生徒の製作・制作・育成における成果物を評価させる実践研究が報告されている<sup>60)</sup>。一方で技術ガバナンス力育成の観点で考えた場合、生徒の成果物に終焉するのではなく、新学習指導要領で示された学習過程の「社会の発展と技術」に即して社会や生活を支えている技術と関連付けた題材が求められよう。そこで、技術ガバナンスの

表2 各内容のアチーブメントテストの内訳

	内容A「材料と加工の技術」	内容B「生物育成の技術」	内容C「エネルギー変換の技術」	内容D「情報の技術」
評価	森林資源・木材の伐採・利用の是非について	遺伝子組み換え技術の是非について	原子力発電の是非について	twitterの是非
選択	鉄パイプの適切な加工法の選択について	適切な追肥の与え方について	枕元で使用する電球の選択について	発信する情報に合わせたインターネットの技術選択について
管理・運用	橋を長く安全に使うための管理方法について	科学農薬の散布方法について	自転車の整備について	ファイルデータの適切な管理・運用方法について
設計	形状記憶合金を利用したアイデアについて	作物を自由に設計できる技術を利用したアイデアについて	圧電素子を利用したアイデアについて	ICタグを利用したアイデアについて

出典：文献56)のアチーブメントテストに関する記載に基づき筆者らが作成

概念を取り入れたであろう試行的な実践・研究を各内容(A-D)に分けて整理する。

### 5.1 内容 A 「材料と加工の技術」

大谷らは技術を評価・活用する力は、基礎的・基本的な知識及び技能が下地にあることで初めて成り立つことを指摘し、児童・生徒の発達段階や認識過程等を踏まえ段階的に技術ガバナンス力を獲得する方法を提案している。そして、日本産業技術教育学会の提唱する技術教育における方法論<sup>61)</sup>に照らし合わせ、内容 A の学習を通じた技術ガバナンス力の育成に向けた授業実践案を提案している<sup>62)</sup>。

また、渡邊は、ガバナンス力の各下位能力を意図的、系統的に育成する指導計画の構造化の必要性を述べており、具体的には、「生活を工夫し創造する能力」と対応させ問題解決的な学習を推進し、ガバナンス力育成を図るはたらきかけを意図的に題材に配列することを基本方針として、1枚板からの自由製作型の実践を行っている。その結果、技術評価力及び技術設計力が育成されたことを報告しており、身近な技術から社会や産業の技術に視野を広げさせることや、作業体験を重視した問題解決的な学習有効性を報告している<sup>63)</sup>。

### 5.2 内容 B 「生物育成の技術」

内容 B 「生物育成の技術」において、藤井らは多面的な視点から生物育成に関する技術を適切に判断することのできる能力の育成に向けて授業実践及び検討を行っている。具体的には、TPP に日本が参加すること想定に、海外から入ってくる農作物に対抗できるような日本の農作物と植物工場や農業ロボット等の技術を組み合わせた作戦をグループで考えさせている。その後、グループ間において経済面や環境に対する影響、安全性等から多面的に評価を行わせている。その結果、実践を受けた生徒は実践を受けていない生徒に比べて、幅広い視野を持って技術評価を行うことができたことを報告している<sup>64)</sup>。

また、谷田らは技術評価力の育成に向けて、遺伝子組み換え作物をテーマに取り上げ、生徒が自己決定、他者との交流、最終的な意思決定を行う過程を設定した上で、意見交流が円滑に行われるようにカード型の教具を作成し活用している。その結果、生徒は一方向性ではない多面的な観点によって技術評価を行うことができたことを示唆している<sup>65)</sup>。

### 5.3 内容 C 「エネルギー変換の技術」

内容 C 「エネルギー変換の技術」において、藤本らは、身近な家電製品や技術を題材として選定し、多様な視点から「社会における技術の在り方」を問うような内容を考える重要性を述べ、実践を行っている。その結果、設計力に有意な向上が認められたものの、技術評価力では、有意な差が認められなかったことを報告している<sup>66)</sup>。

また、三浦らは生徒の思考を深める氷山モデルカード<sup>67)</sup>を用いて、防災ライト用の電源を乾電池、充電電池、

光電池から検討させる評価・活用場面の授業を実践している<sup>68)</sup>。その結果、生徒の評価・活用の能力育成の効果が見られただけでなく、初任者や免許外担当教員による活用の可能性が見いだされたことを報告している。

### 5.4 内容 D 「情報の技術」

大西は技術を評価し活用できる能力の育成を目指し、自立型ロボット (ROBOLAB) を活用した問題解決的な学習活動を踏まえて、コンピュータを利用した先端技術についての認識を深めるための実践を行っている<sup>69)</sup>。

また、内田らは前述した氷山モデルカードとシステム思考ヒントカードを用いて計測・制御における評価・活用能力の育成を目的とした授業実践を行っている<sup>70)</sup>。具体的には、自動ドアの動きが遅いことに対して使用者や運営者、コスト、安全性などの観点からプラス面やマイナス面を考えさせ、改善策を思考させている。その結果、生徒の視野が広がり評価・活用の能力育成の効果が示唆されたことを報告している。

### 5.5 4 内容 (A-D) における試行的な実践の総括

これらの試行的な実践のように、技術ガバナンス力育成に向けた実践研究は、各内容において先導的に試みられており、その成果として少なからず技術ガバナンス力の育成が認められたことが報告されており、今後の技術科の発展的な実践の礎となることが期待される。また、実践研究だけではなく、技術ガバナンス力育成に向けた授業展開において生徒の技術評価の視点や思考がどのように変容するかといった実態調査や<sup>71)</sup>、「技術を評価・活用する能力と態度」の到達レベルの設定<sup>72)</sup>が行われる等、技術ガバナンスに関する実践や研究は徐々に増えつつあることが窺える。特に、中学生の実態として課題が挙げられた技術評価力の育成に関しては現行学習指導要領の技術科の目標において「評価」の文言が位置づけられていることもあり、多くの実践研究で触れられている。一方で、各研究者や教員のアプローチについては、教材や教具の作成、発達段階、指導計画、システム思考、意見交換等が挙げられるように非常に多様であり、言い換えるならばその骨格は一様ではない。この要因としては、上野らの調査の課題として前述に挙げた点が考えられる。また、技術評価の捉え方が社会、環境、経済といった限られた観点からの検討が多く、技術評価の観点に多面性が欠けていることも課題として考えられる。技術の多面性について森山、Moriyama et al. は、技術発達史的視点から STS 教育的構成概念を用いて技術の多面性を捉える枠組みを提案し、「科学的な原理」、「技術史的な背景」、「事故の危険性と事例」など計18項目の技術評価観点を作成している<sup>72), 73)</sup>。そのため、生徒の技術評価の実態については、技術の多面性を踏まえ、より詳細な検討の必要性が考えられる。

## 6. 研究課題の展望

我が国の技術科における技術ガバナンスに関する先行



研究は近年蓄積され始めており、多様なアプローチで研究が進められている。一方で技術ガバナンス力育成に向けた体系的な枠組みの構築という観点から考えた場合、研究アプローチが一様でないことに課題が見られる。各学校でカリキュラムの違いがある技術科において、取り扱う内容や対象学年の違いがあるにしても、適用可能な技術ガバナンスに関わる基礎的研究の必要性が考えられる。特に、技術ガバナンス力の実態調査がこれまで行われていない1年生や2年生の実態を把握し、発達的な特徴を検討することや技術ガバナンス力の背後にある生徒の意識について検討を行い、技術科の授業目標や内容がどのように関連しているか調査をする必要がある。

また、技術評価力育成に向けて、技術の多面性を考慮した上で実践ストラテジーの開発を行う必要性が考えられる。現代においては、技術科以外にも理科や社会科といった教科で社会や生活を支える技術が取り扱われている。その中で技術科だからこそ取り扱える観点というのが技術の多面性からは確認できる。技術の多面性に立ち返り生徒の技術評価における実態を探索的に把握し実践ストラテジーの開発に活かす必要性がある。

## 7. まとめ

以上、本稿では、現代における科学技術の光と影の多様性を述べた上で、科学技術ガバナンスの概念や背景をSTSや海外の動向を基に整理し、最終的には技術教育における技術ガバナンス力育成に向けた研究課題を検討した。その結果、今後の研究課題として、①技術ガバナンス力の背後にある生徒の意識について発達的な特徴から検討すること、②技術科の授業目標や内容がどのように技術ガバナンスに対する意識に関連しているか調査すること、③技術の多面性を考慮して生徒の技術評価の実態を検討するという3点に取り組んでいく必要があることを指摘した。今後は、これらの課題に体系的に対処していく研究を遂行していき、①～③を根拠とする、技術ガバナンス力育成に向けた実践ストラテジーの開発やカリキュラム構築のための枠組みを開発する必要がある。

## 文献

- 1) 消防庁：消防防災分野における無人航空機の活用の手引き (2018) [http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi3001/pdf/300130\\_syol3.pdf](http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi3001/pdf/300130_syol3.pdf) (最終アクセス日：2018.7.2)
- 2) 戟忠希・平松新：技術融合で「人に役立つ技術」を仕事にする！ 「人を不幸にする技術」から脱却しよう、日刊工業新聞社、pp.12-15 (2012)
- 3) 警視庁・文部科学省：「夏休みを迎える君たちへ～ネットには危険もいっぱい～」(2017) [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_ics\\_files/afieldfile/2017/06/27/1386963\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_ics_files/afieldfile/2017/06/27/1386963_1_1.pdf) (最終アクセス日：2018.7.2)
- 4) 三上直之・杉山・滋郎・高橋祐一郎・山口富子・立川雅司：「ナノテクノロジーの食品への応用」をめぐ

- る三つの対話：アップストリーム・エンゲージメントのための手法の比較検討，科学技術コミュニケーション 第6号，pp.50-66 (2009)
- 5) ALVIN M. WEINBERG：Science and Trans-Science, *Minerva* 10(2), pp.209-222 (1972)
- 6) 小林傳司：トランス・サイエンスの時代：科学技術と社会をつなぐ，NTT出版，pp.135-137 (2007)
- 7) 吉澤剛：日本におけるテクノロジーアセスメントー概念と歴史の再構築，社会技術研究論文集，Vol.6, pp.42-57 (2009)
- 8) 小林傳司：誰が科学技術について考えるのか コンセンサス会議という実験，名古屋大学出版会 (2004)
- 9) 東北大学サイエンスカフェリベラルアーツ，<http://cafe.tohoku.ac.jp/> (最終アクセス日2018.7.2)
- 10) 木場隆夫：コンセンサス会議における市民の意見に関する考察，調査資料70，科学技術庁 科学技術政策研究所 第2調査研究グループ (2009)
- 11) 平川秀幸：科学は誰のものか社会の側から問い直す，NHK出版生活人新書328，pp.62-64 (2010)
- 12) 文部科学省：平成24年版科学技術白書，第2節 科学技術政策に問われているもの (2012) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/hpaa201201/detail/1322773.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201201/detail/1322773.htm) (最終アクセス日2018.7.2)
- 13) 小林傳司：科学技術社会論学会 設立議定書，<http://jssts.jp/content/view/15/27/> (最終アクセス日2018.7.2)
- 14) 内閣府：第2期科学技術基本計画 本文，4. 科学技術と社会の新しい関係の構築 (2001) <http://www.8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/honbun.html> (最終アクセス日2018.7.2)
- 15) 文部科学省：平成16年版科学技術白書 (2004) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/hpaa200401/index.html](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200401/index.html) (最終アクセス日2018.7.2)
- 16) 新村出編：広辞苑第七版，岩波書店，p.596 (2018)
- 17) 編集主幹 寺澤芳雄：英語語源辞典，株式会社研究社，p.586 (1997)
- 18) 政村秀實：英語語義辞典イメージ辞典，株式会社大修館書店，p.201 (2002)
- 19) 城山英明：科学技術ガバナンス，東信堂，pp.vi, 44 (2007)
- 20) 前掲11) pp45-47
- 21) 谷口武俊：リスク意思決定論，大阪大学出版会，p.108 (2008)
- 22) 前掲19) p.44
- 23) 前掲11) p.45
- 24) 立川雅司・三上直之：萌芽の科学技術と市民 フードナノテクからの問い，日本経済評論社，p.1 (2013)
- 25) 研究代表者 熊野善介：科学技術ガバナンスの形成のための科学教育論の構築に関する基礎的研究 (研究課題番号23300283) 平成23年度～平成25年度科学

- 研究費補助金 (基盤研究 B), 平成25年度最終報告書, p.3 (2013)
- 26) 標葉隆馬: 政策的議論の経緯から見る科学コミュニケーションのこれまでとその課題, コミュニケーション紀要, Vol.27, pp.13-29 (2016)
- 27) 藤垣裕子: 科学技術と公共性, 科学技術社会論研究, 第1号, pp.44-50 (2002)
- 28) 内閣府: 「科学技術と社会に関する世論調査」の概要 (2017) <https://survey.gov-online.go.jp/h29/h29-kagaku/gairyaku.pdf> (最終アクセス日2018.7.2)
- 29) 細坪護拳・加納圭・岡村・麻子第1調査研究グループ: 科学技術と社会に関する世論調査に関する分析, 科学技術・学術政策研究所, 調査資料269 (2017)
- 30) 早川雄司: 国民の科学技術に対する関心と科学技術に関する意識との関連, 科学技術・学術政策研究所, DISCUSSION PAPER; 108 (2014)
- 31) ジョン・ザイマン (竹内敬人・中島秀人訳): Teaching and learning about science and society 科学と社会を結ぶ教育とは, 産業図書 (1988)
- 32) 前掲25) pp.8-11
- 33) Falco de Klerk Wolters: THE ATTITUDE OF PUPILS TOWARDS TECHNOLOGY, Eindhoven: Eindhoven University of Technology (1989)
- 34) Ken Volk・Wai Ming Yip・Ting Kau Lo: Hong Kong Pupils' Attitudes Toward Technology: The Impact of Design and Technology Programs, Journal of Technology Education, Vol. 15, No. 1, pp.48-63 (2003)
- 35) PATT INTERNATIONAL CONFERENCE: ITEEA, <https://www.iteea.org/Activities/Conference/PATT/PATTConferences.aspx> (最終アクセス日2018.7.2)
- 36) 安孫子啓・安東茂樹・魚住明生・宮川秀俊: 新技術科教育総論, 技術教育分科会編集 日本産業技術教育学会, p.178 (2009)
- 37) International Technology Education Association: Standards for Technological Literacy, <https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767> (最終アクセス日2018.7.2)
- 38) 国際技術教育学会 [著]・宮川秀俊・桜井宏・都築千絵: 国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 (2003)
- 39) Robert C. Wicklin: APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE LIVING, 50<sup>th</sup> Yearbook, Council on Technology Teacher Education (2001)
- 40) Roger B. Hill: ETHICS FOR CITIZENSHIP IN A TECHNOLOGICAL WORLD, 53<sup>rd</sup> Year book, Council on Technology Teacher Education (2004)
- 41) Anthony F. Gilbert: Chapter11: Future Directions for Appropriate Technology in the Technology Education Curriculum, pp.223-235 (2001)
- 42) Robert C. Wicklin: Chapter4: Ethics and the Assessment of Technological Impacts on Society, pp.123-143 (2004)
- 43) 科学技術の智プロジェクト: 21世紀の科学技術リテラシー像—豊かに生きるための智プロジェクト総合報告書 (2008)
- 44) 福井智紀 岩本大樹: 遺伝子組換え食品に関する意思決定と合意形成を取り入れた中学校理科教材の開発, 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol.30, No. 5, pp.19-24 (2016)
- 45) 吉川修史: 科学技術社会論の成果を踏まえた小学校社会科授業の開発研究—トランス・サイエンスな問題を取り上げる防災単元の教育的意義—, 全国社会科教育学会, 『社会科研究』, 第85号, pp.37-48 (2016)
- 46) 内田隆・鶴岡義彦: 日本における STS 教育研究・実践の傾向と課題, 千葉大学教育学部研究紀要 第62巻, pp.31-49 (2014)
- 47) 社団法人日本工学アカデミー THE ENGINEERING ACADEMI OF JAPAN: 『技術リテラシーと市民教育—学校では技術について何が教えられるべきか—技術リテラシー・タスク・フォース報告書』, EAJ Information No.122 (2005) <https://www.eaj.or.jp/app-def/S-102/eaj/wp-content/uploads/2017/01/symposium050620.pdf>(最終アクセス日2018.7.2)
- 48) 日本産業技術教育学会: 21世紀の技術教育 (改訂), 日本産業技術教育学会誌, 第54巻, 第4号別冊, pp.1-8 (2012)
- 49) 日本産業技術教育学会: 新たな価値と未来を創造する技術教育の理解と推進 (2013) <http://www.jste.jp/main/data/leaflet.pdf> (最終アクセス日2018.7.2)
- 50) 森山潤・菊池彰・山崎貞登: イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望, ジアース教育新社, p.276 (2016)
- 51) 文部科学省: 中学校学習指導要領, 東山書房, p.85(2008)
- 52) 森山潤・菊池彰・山崎貞登: 子どもが小さなエンジニアになる教室 イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザイン, ジアース教育新社, p.20 (2016)
- 53) 上野耕史: 改訂された学習指導要領 に見る技術リテラシー, 科学教育研究 Vol.32 No.4 (2008), p.283
- 54) 文部科学省: 中学校学習指導要領, p.132 (2017), [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661\\_5\\_4.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661_5_4.pdf)(最終アクセス日2018.7.2)
- 55) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編, pp.22-23 (2017) [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2017/07/26/1387018\\_9\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/07/26/1387018_9_1.pdf) (最終アクセス日2018.7.2)
- 56) 研究代表者 上野耕史: 中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査とそれに基づいたカリキュラムの

- 開発・検証（課題研究番号：23300294）平成23年度～26年度科学研究費補助金（基盤研究(B)）最終年次研究成果報告書（2015）
- 57) 前掲56) pp.8-9
- 58) 川島芳昭・森山 潤・上野耕史：中学生の「情報に関する技術」に関わる技術ガバナンス能力の実態把握，日本産業技術教育学会誌，第59巻，第2号，pp.71-78（2017）
- 59) 藤本登・藤木卓・上野耕史：技術ガバナンスから見た原子力に対する中学生の意識調査，エネルギー環境教育研究，11(1)，pp.53-58（2017）
- 60) 松下幸司・氏家徹也：中学生の「ものづくり」と技術に対する評価観の形成に関する質的研究－技術科教育における質的研究法を用いた研究視点抽出と実践研究の試み－，日本産業技術教育学会誌，第51巻，第2号，pp.129-135（2009）
- 61) 前掲48) p.6
- 62) 大谷忠・谷田親彦：「材料と加工に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力の育成について，「ガバナンス能力」等の技術に関する能力の現状と今後のゆくえ，pp.21-24（2014）
- 63) 渡邊茂一：「材料と加工に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力を育成する指導計画の開発，「ガバナンス能力」等の技術に関する能力の現状と今後のゆくえ，pp.25-30（2014）
- 64) 藤井道彦・西ヶ谷浩史：「生物育成に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力の育成に向けた授業実践の試み，国立政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム（上野耕史代表），pp.18-22（2015）
- 65) 谷田親彦・出口寛・山田卓・大谷忠・上野耕史：技術ガバナンス能力の評価に関する能力を育成する実践的指導方法の研究，日本産業技術教育学会誌，第57巻，第2号，pp.85-92（2015）
- 66) 藤本登・野方健治・藤木卓：「エネルギー変換に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力の育成カリキュラム，「ガバナンス能力」等の技術に関する能力の現状と今後のゆくえ，pp.7-14（2014）
- 67) 内田有亮・西本彰文・田口浩継：「材料と加工に関する技術」におけるシステム思考の導入について，日本産業技術教育学会技術教育分科会論文集 技術科教育の研究，第19巻，pp.1-10（2014）
- 68) 三浦寿史・西本彰文・田口浩継：初任者および免許外教員への対応に着目した評価・活用場面における氷山モデルカードを用いた授業実践，日本産業技術教育学会技術教育分科会論文集 技術科教育の研究，第21巻，pp.25-29（2016）
- 69) 大西有：「技術」を評価し活用できる能力の育成，日本産業技術教育学会誌，第49巻，第3号，pp.237-244（2007）
- 70) 内田有亮・西本彰文・田口浩継：計測・制御学習における評価・活用能力の育成を目的としたシステム思考教材の教育的効果の比較，日本産業技術教育学会九州支部論文集，第23巻，pp.105-112（2015）
- 71) 谷田親彦・堤健人・菊谷和哉：技術ガバナンス能力の評価に関する授業における学習過程の分析，学校教育実践学研究，第24巻，広島大学大学院教育学研究科附属教育実践総合センター，pp.75-82（2018）
- 72) 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例の分析，日本産業技術教育学会誌，第55巻，第1号，pp.43-52（2013）
- 73) 森山潤：技術科教育における技術の多面性に基づく学習内容のカテゴリー分析，京都教育大学教育実践研究年報第12号，pp.91-102（1996）
- 74) Jun Moriyama・Kentaro Shiratani・Masashi Matsuura：Students' Interests Decision-Making in the Learning of "Social Impact of Technology", PATT-14：Proceedings of the 14th International Conference of Pupils Attitude Toward Technology, pp.97-104（2004）

#### 付記

本研究は，科学研究費補助金2017～2020基盤研究(B)（研究代表者：上野耕史，課題番号：17H01989）の一部を使用した。