

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：62601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23300294

研究課題名(和文) 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

研究課題名(英文) Investigation into the ability of technology governance of junior high school students and the study on the development and inspection of the curriculums based on it.

研究代表者

上野 耕史 (UENO, Koushi)

国立教育政策研究所・教育課程課研究センター・教育課程調査官

研究者番号：20390578

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、技術の導入をコントロールしたり、マネジメントしたりできる能力等を技術に関わる「ガバナンス能力」と位置付け、中学生の能力の現状を把握した上で、その能力育成に必要な方策を提言することを目的とする。この能力を評価、選択、管理運用、及び設計に分類し、材料と加工、エネルギー変換、生物育成、情報の内容ごとに調査問題を作成・評価したところ、特定の側面からしか評価できていないなどの課題が見られた。これを解決するためのカリキュラムを検討し、実践の効果を検証するとともに、シンポジウムにおいて周知・意見交換することで、今後重視すべき教育内容・方法についての示唆を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：This study aims to propose the educational policy that promote students' ability on technology governance. Ability on technology governance was defined as the ability to control introduction of technology and manage technology, and classified ability on technology governance into assessment, choice, management use and design. Survey on 4 technology contents revealed the problems that students assessed only from certain aspects. We announced and published the curriculum to promote ability on technology governance and inspected the effect of the practice in three times of symposium. We obtained the suggestion about important education contents and method from discussion and exchange of opinions in the symposium.

研究分野：技術教育

キーワード：技術教育 ガバナンス能力

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は、我々の身のまわりに存在する技術の成果に視点を当て、国家・社会の形成者である国民一人一人が、技術の「光」と「影」の部分に注意を払い、よりよい社会を築くことができる技術教育について検討するものである。特に本研究では、このような技術の「光」と「影」に焦点を当て、技術の評価・選択・意志決定ができるような能力を技術に関わるガバナンス能力（以下では技術ガバナンス能力と呼ぶ）と位置付け、その能力育成の在り方について取り上げる。

以上のような、技術ガバナンス能力に視点を当てる背景には、世界的なリテラシー教育の方向性が注目できる。

米国においては、International Technology Education Association (ITEA: 現在は International Technology and Engineering Educators Association: ITEEA) が、2000 年に技術教育内容標準 (Standards for Technological Literacy) について刊行している。ITEA による技術教育内容標準では、「技術を適切に理解、活用、管理する能力」として、技術リテラシーの考え方が取り入れられている。このような考え方は、我が国における技術教育の中核的な学術団体である日本産業技術教育学会にも取り入れられており、本学会では技術教育で育成すべき技術的素養（技術リテラシー）について記した「21 世紀の技術教育」が刊行されている。

一方、科学技術白書平成 16 年版においては、「科学技術ガバナンス」という用語が取り上げられている。また同白書では、国民の多くが科学技術政策形成に対する参画が必要であるという意見を持っており、その意見に基づいて、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条件作りとして、科学技術ガバナンスの確立が重要であることが示されている。このような科学技術に関する「ガバナンス」という用語は、近年、我が国における社会形成のあり方を議論する上で重要な内容になりつつある。

また、科学技術リテラシーに関しては、教育的な側面から、国民一人一人にリテラシーを育成する重要性が指摘されており、2008 年に「すべての日本人が身に付けてほしい科学・数学・技術等に関わる内容」として、我が国の科学者や教育学者が集まり、科学技術の智に関する総合報告書が提案されている。

以上のように、技術教育を取り巻く環境においては、国民一人一人に備わらなければならない能力として、技術に関わるリテラシーやガバナンスの能力が浮かび上がってくる。

## 2. 研究の目的

技術教育を取り巻くリテラシー育成の方向性、さらには、我が国における国民の科学技術ガバナンスの確立やリテラシーの育成が求められる中で、学校で行う普通教育は重

要な柱となる。特に、普通教育において、科学技術教育の一端を担って設置された技術・家庭科技術分野については、普通教育における技術教育の役割を踏まえ、再検討・再構築する岐路に立っている。特に、技術リテラシーの育成や科学技術ガバナンスの確立が求められる中で、国家の形成者に対する技術ガバナンス能力の育成は、急務の課題であり、今後のカリキュラム編成における重要な柱の一つになると考えられる。

そこで、本研究に取り組むためにプロジェクトチームを結成し、普通教育における技術教育が実施されている中学生を対象として、技術ガバナンスに関する研究に着手することにした。特に本研究では、中学生における技術ガバナンス能力の現状を調査し、調査結果に基づいて、技術ガバナンスに関する具体的な教育実践を試みることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 技術ガバナンス能力について

技術ガバナンス能力を調査する上で、その能力が包含する意味と要求される能力の要素を規定する必要がある。そこで、本研究を進めるに当たり、技術ガバナンス能力が包含する意味を「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」と定義した。さらに、技術ガバナンス能力の要素を規定するためには、「技術」が本来もっている本質的な特徴を踏まえ、その特徴に含まれる内容を能力の要素として抽出することにした。

「技術」の特徴に関しては、科学技術の智報告書等において、「技術」に付随するデザイン（設計）やアセスメント（評価）等の価値の重要性を取り上げている。このような技術の価値は、社会に「技術」が根付く過程の中で、ガバナンス（意志決定や合意形成のシステム）を確立していくために、国民の多くが理解すべき本質的な内容を示している。

そこで、技術ガバナンス能力を構成する要素は、技術の導入をコントロール（取捨選択）したり、マネジメント（管理・運用）したり、これらを念頭に置き、デザイン（設計）する能力や、危険性等の影響についてアセスメント（評価）できる能力からなるものとした。本研究では、それらの要素を総合的に捉えて、技術ガバナンス能力とした。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

表1 「エネルギー変換に関する技術」の【評価】の問題において特に重要だと考えた理由

回答選択肢	1位の人数(割合)	2位の人数(割合)	3位の人数(割合)
安心して利用できるか	698 (54%)	208 (16%)	126 (10%)
外国で利用されているか	7 (1%)	30 (2%)	37 (3%)
周りに反対している人はいないか	67 (5%)	154 (12%)	163 (13%)
電気代は安い	65 (5%)	152 (12%)	105 (8%)
電力を安定的に供給できるか	208 (16%)	214 (16%)	184 (14%)
発電所を建設するために必要な経費や時間は少ないか	13 (1%)	44 (3%)	61 (5%)
発電所を建設することで自然環境に対する影響は少ないか	22 (2%)	171 (13%)	198 (15%)
CO <sub>2</sub> や放射性物質・廃棄物など、発電により発生する物質等の自然環境に対する影響は少ないか	201 (15%)	301 (23%)	361 (28%)
その他	21 (2%)	24 (2%)	57 (4%)

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

#### (2) 技術ガバナンス能力の調査結果

技術ガバナンス能力の調査は、中学校技術・家庭科技術分野における各内容を対象として、アチーブメントテストを作成し実施した。「エネルギー変換」に関する調査は無作為に抽出した全国の中学校38校の生徒1235名を対象とした。

調査結果の概要として、技術ガバナンス能力の【選択】や【管理運用】の能力に関しては、各内容において、一定の正答率が得られた。これらの結果から、現行の学習指導要領で実践されている成果が、今回の【選択】や【管理運用】の能力を問う調査結果にも概ね反映されていることが確認できた。

一方、【評価】の能力に関する調査結果の例として、エネルギー変換の技術に関する内容において、5年後の原子力発電の割合について、自分の考えに最も近い内容を選択する問題を出题した。その結果、全体の66%の生徒が「発電の割合を減らす・廃止する」と回答した。

この理由を調査した表1の結果においては、安心して利用できるを選択し、「社会」の観点に基づいて、判断している割合が全体の54%を占めた。それ以外の理由に関しては、電力を安定的に供給できる「経済」の観点や、放射性物質の影響等の「環境」の観点からの理由を合わせて20%前後の値であった。以上の結果から、現在の中学生は原子力発電の利用に関する自分の考えとして、特定の側面からしか現状を見ていない傾向にあることが明らかとなった。

また、【設計】の能力に関する調査結果例では、同様にエネルギー変換に関する技術の内容において、素子の上下面に温度差をつけると発電することができるペルチェ素子を

用いて、発電のアイデアについて質問する記述式の調査を実施した。その結果、表2に示すように、発電のアイデアを創出することができた生徒が、全体の20%しかなく、未回答やアイデアの趣旨が異なる回答、整合性のない回答が8割を占めた。

以上の結果から、【設計】の能力に関しては、十分にアイデアが創出される段階までに至らない生徒が多く、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、中学生の段階において、十分にできていないことが明らかとなった。

そしてこの傾向は、同様の規模で行った「材料と加工」、「生物育成」、「情報」に関する調査でも確認することができた。

表2 「エネルギー変換に関する技術」の【設計】の問題における回答結果

分類	人数(割合)
分析対象外:未回答	489 (37%)
分析対象外:趣旨異	398 (30%)
分析対象外:整合性無	163 (12%)
分析対象	260 (20%)

#### (3) 技術ガバナンス教育の実践

技術ガバナンス能力に関する調査結果を踏まえ、その能力育成を行う上で、具体的なカリキュラムの検討を行った。検討の方法は、既存の中学校技術・家庭科技術分野におけるカリキュラムを対象にして、その延長線上で授業実践できる方法を検討した。

実践の方法については、日本産業技術教育学会が提唱する「21世紀の技術教育」においても紹介されている技術教育の方法論に沿って、その過程の最終段階で技術ガバナンス能力の構成要素を学習する方法と各過程において適切な要素を選択的に抽出しながら学習する方法によって実践した。

以下ではその実践結果を踏まえ、技術教育において獲得できる学力の内容に応じて、技術ガバナンス能力をどのように位置付け、その能力育成を行っていくかについての一つ

の方法を紹介する。

現行の技術分野のカリキュラムにおいて、獲得できる学力を階層的に捉えるならば、技術を評価・活用するような能力は、基礎的・基本的な知識や技能が確実に獲得されて初めて成り立つものであり、より深層にある高次の次元で獲得できる能力と考えることができる。

そこで、現行の技術教育の学力の内容に対応させて、技術ガバナンス能力の要素を考えるならば、技術を適切に導入できる【選択】の能力や、効果とリスクを踏まえ、技術を適切に管理運用できる【管理運用】の能力は、技術に関わる知識や技能の獲得に基づいて、思考力や判断力、表現力等の概念を組み合わせることで獲得できる能力として位置付けることが考えられる。

また、技術の効果やリスクを総合的に評価できる【評価】の能力や、目的と条件を踏まえて、新たな技術を生み出そうとする【設計】の能力は、既存の評価・活用の能力の延長線上にある能力として考えることができる。

さらに、技術ガバナンス能力を構成する要素を児童・生徒の発達段階や認識過程等の観点から育成していく場合には、図1に示すような、普通教育において、段階的に能力を獲得していく方法が考えられる。図1における【評価】や【設計】に関するより高次の能力は、小中高一貫した技術教育の中で、【選択】や【管理運用】の能力に関して、系統的に段階を追って獲得していく中で、それらの能力を基盤にして、緩やかに高次の能力を拡大させるような育成方法が提案できる。

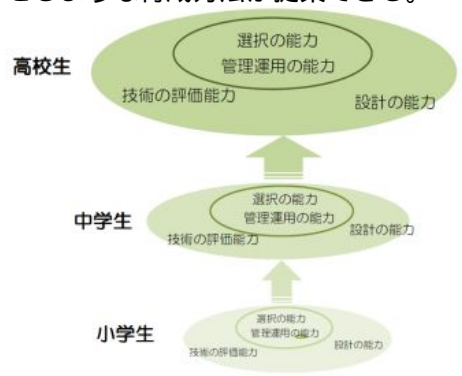


図1 技術ガバナンス能力の育成イメージ

以上の考え方に基いて授業実践を行い、技術教育の方法論に沿って、学習の各過程で適切な技術ガバナンス能力の要素を選択的に抽出しながら学習する方法について、以下に例を挙げる。

「材料と加工に関する技術」の学習において、ブックエンドの設計・製作の活動を考えた場合には、技術教育の方法論に沿って、自分の生活で見つけた問題に関して、創造の動機をはたらかせ、ブックエンドの設計を通して、この問題を解決することを試みる。このような課題解決の学習においては、実際に製作活動を行いながら、実体験を通して、技術

教育における学力を獲得していく方法論が一般的に採用されている。

以上の方法論に基いて、図2に示すような、それぞれの段階で【選択】や【管理運用】の能力を高める指導内容を新たに設定し、既存の学習内容に枝葉的に接続させることによって、技術教育における内容と技術ガバナンス能力に発展させる内容を結び付けることが可能になる。さらに、設計の段階において【設計】の能力に触れ、さらに最終的な成果の評価段階において、技術の視点がもてる【評価】の能力や創造的な発信ができる【設計】の能力を総合的に高める学習方法が考えられる。

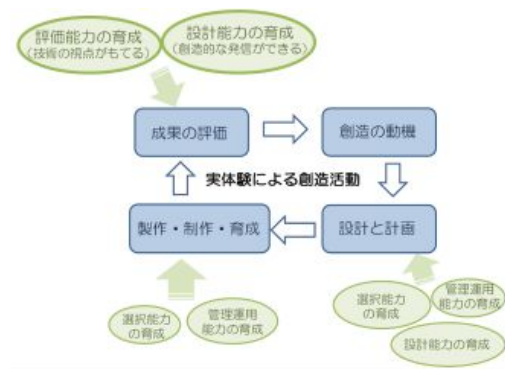


図2 ガバナンス能力育成のための授業実践案

#### 4. 研究成果

本研究は、技術の評価・選択・意志決定ができるような能力を技術ガバナンス能力と位置付け、その能力育成の在り方について、中学生の現状を調査し、その調査に基づいて、技術ガバナンスに関する教育を実践することを試みた。その主な結果を以下に示す。

結論1)：中学生における技術ガバナンス能力の現状について調査した結果、技術ガバナンス能力を構成する【選択】や【管理運用】の能力に関しては、一定の正答率が得られたことから、これらの要素に関しては現行の学習指導要領で実践されている成果が概ね反映されていることが確認できた。

結論2)：技術ガバナンス能力を構成する【評価】の能力に関しては、現在の中学生は特定の側面からしか技術の評価ができていない傾向にあり、【設計】の能力に関しては、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にできていないことがわかった。

結論3)：以上の現状を踏まえ、技術ガバナンス能力を育成するための実践を行い、技術教育の方法論に沿って、その能力を構成する各要素を最終段階で実践する方法、さらに方法論の中で、段階的に各要素を育成する方法について提案・実践することができた。

以上の調査および実践の結果を踏まえ、現行の技術教育におけるカリキュラムの課題について総括すると以下の課題が挙げられる。

課題 1): 現行のカリキュラムにおける技術評価に関する内容について、本研究で取り上げた技術ガバナンス能力を育成するための要素も含めて、さらに発展・充実させる必要がある

課題 2): 技術ガバナンス能力を構成する要素に含まれていた創造的な発信能力(【設計】の能力)を高めるためのイノベーション教科として、内容構成の基盤作りを充実させる必要がある

課題 3): 技術ガバナンス能力を構成する要素を効果的に育成するためには、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ガバナンス能力育成の枠組みを検討する必要がある。

#### <引用文献>

International Technology Education Association(2000)Standards for Technological Literacy ,  
<http://www.iteea.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf>

日本産業技術教育学会(2013)21世紀の技術教育(改訂),日本産業技術教育学会誌別冊

文部科学省:科学技術白書(平成16年版),国立印刷局(2004)

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)

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

谷田 親彦,上野 耕史,大谷 忠,藤井道彦、大学生の「生物育成に関する技術」に対するガバナンス能力の調査,広島大学大学院教育学研究科紀要第二部,61巻,2012,39-46

[学会発表](計20件)

藤井 道彦,西ヶ谷 浩史,上野 耕史,「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,日本産業技術教育学会第57回全国大会,2014.8.23,熊本大学

谷田 親彦,大谷 忠,上野 耕史,技術ガバナンス能力の指導方法に関する提案と評価,日本産業技術教育学会第57回全国大会,2014.8.23,熊本大学

北原 立郎,大谷 忠,上野 耕史,総合学科高校における技術に関わるガバナンス能力の調査,日本産業技術教育学会第57回全国大会,2014.8.24,熊本大学

北原 立郎,大谷 忠,上野 耕史,総合学科高校における技術に関わるガバナンス教育の実践,第26回日本産業技術教育学会関東支部大会,2014.12.14,横浜国立大学

上野 耕史,大谷 忠,谷田 親彦,藤木卓,藤本 登,藤井 道彦,森山 潤,川島芳昭,古川 稔,技術ガバナンス能力調査とカリキュラムの検討,平成26年度国立教育政策研究所科学研究費助成事業シンポジウ

ム,2015.2.28,文部科学省

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,平成26年度国立教育政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム,2015.2.28,文部科学省

三浦 利仁,堤 健人,谷田 親彦,「評価」能力を育成する指導方法の開発と実践,平成26年度国立教育政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム,2015.2.28,文部科学省

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,日本エネルギー環境教育学会第8回全国大会,2013.8.17,島根大学

大谷 忠,谷田 親彦,上野 耕史,中学生の「材料と加工に関する技術」に関わるガバナンス能力の調査結果報告,日本産業技術教育学会第56回全国大会,2013,8,24,山口大学

谷田 親彦,大谷 忠,上野 耕史,「材料と加工に関する技術」に関わるガバナンス能力の中学生と大学生の比較,日本産業技術教育学会第56回全国大会,2013,8,24,山口大学

藤本 登,藤木 卓,上野 耕史,中学生の「エネルギー変換に関する技術」に関わるガバナンス能力の調査結果報告,日本産業技術教育学会第56回全国大会,2013,8,24,山口大学

藤井 道彦,谷田 親彦,大谷 忠,上野 耕史,中学生の「生物育成に関する技術」に関わるガバナンス能力の調査結果報告,日本産業技術教育学会第56回全国大会,2013,8,25,山口大学

森山 潤,川島 芳昭,上野 耕史,中学生の「情報に関する技術」に関わるガバナンス能力の調査結果報告,日本産業技術教育学会第56回全国大会,2013,8,24,山口大学

大谷 忠,藤本 登,中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査結果報告,平成24年度国立教育政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム,2013.3.1,文部科学省

森山 潤,技術ガバナンス能力の実態調査とカリキュラム開発(研究の経緯),平成25年度国立教育政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム,2014.3.1,文部科学省

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,平成25年度国立教育政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム,2014.3.1,文部科学省

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,平成25年度国立教育政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム,2014.3.1,文部科学省

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,平成25年度国立教育政策

研究所科学研究費助成事業シンポジウム，  
2014.3.1，文部科学省

上野 耕史，大谷 忠，谷田 親彦，藤木  
卓，藤本 登，藤井 道彦，森山 潤，川島  
芳昭，安東 茂樹，技術ガバナンス能力に関  
する調査研究( ) - 能力分析と問題の検討  
- ，日本産業技術教育学会技術教育分科会第  
18 回研究会，2012.12.15，キャンパスプラザ  
京都

上野 耕史，谷田 親彦，大谷 忠，藤井  
道彦，技術ガバナンス能力に関する調査研究  
( ) - 生物育成に関する技術の分析 - ，日本  
産業技術教育学会技術教育分科会第 18 回研  
究会，2012.12.15，キャンパスプラザ京都

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

上野 耕史 ( UENO , Koushi )

国立教育政策研究所・

教育課程研究センター・教育課程調査官

研究者番号：2 0 3 9 0 5 7 8

### (2)研究分担者

大谷 忠 ( OHTANI , Tadashi )

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：8 0 3 1 4 6 1 5

谷田 親彦 ( YATA , Chikahiko )

広島大学・教育学研究科・准教授

研究者番号：2 0 3 7 4 8 1 1

藤本 登 ( FUJIMOTO , Noboru )

長崎大学・教育学部・教授

研究者番号：6 0 2 7 4 5 1 0

藤木 卓 ( FUJIKI , Takashi )

長崎大学・教育学部・教授

研究者番号：0 0 2 1 8 9 9 2

藤井 道彦 ( FUJII , Michihiko )

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：5 0 2 2 8 9 6 2

森山 潤 ( MORIYAMA , Jun )

兵庫教育大学・学校教育研究科・教授

研究者番号：4 0 3 0 3 4 8 2

川島 芳昭 ( KAWASHIMA , Yoshiaki )

宇都宮大学・教育学部・准教授

研究者番号：7 0 2 8 2 3 7 4

古川 稔 ( FURUKAWA , Minoru )

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：9 0 1 1 2 2 7 6

### (3)研究協力者

野方 健治 ( NOGATA , Kenji )

渡邊 茂一 ( WATANABE , Shigekazu )

西ヶ谷 浩史 ( NISHIGAYA , Hirofumi )

三浦 利仁 ( MIURA , Toshihito )

堤 健人 ( TSUTSUMI , Kento )

神崎 悠輔 ( KANZAKI , Yusuke )