

（実践報告）

技術リテラシーを育むガバナンスレビュー学習の実践 ～ エネルギー変換の授業を通して ～

勝瀬 駿太（帯広市立南町中学校）・藤川 聡（北海道教育大学）

I. はじめに

内閣府は、平成28年から始まった第5期科学技術基本計画¹⁾の中で日本が目指すべき未来社会の姿としてサイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する「Society5.0」を提唱した。Society5.0で実現する社会は、「IoT（Internet of Things）で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで、これらの課題や困難を克服する点にある。また、人工知能（AI）により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服される。」のように示されている²⁾。

文部科学省（2017）はそれらの変化する時代を生き抜ける人材の育成のために、平成29年に学習指導要領を改訂した³⁾。本改訂の中では、「育成を目指す資質・能力の明確化」が明記され、生きる力を育むために全ての教科等の目標及び内容を「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱で整理している。

また、資質・能力の育成に向けて、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を進めることを示している。その学習の中では各教科での「見方・考え方」を働かせることが重要になる。各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなす「見方・考え方」を生かした各教科の特性に応じた資質・能力の育成が求められている。

中学校技術・家庭技術分野については、指導内容を示す際に資質・能力や学習過程との関連を図ることが適当であり、A B C Dの各内容の指導事項は以下の表1のようにまとめられた。

表1 技術分野内容構成(文部科学2017より要約)

(1)生活や社会を支える技術	技術の仕組みや役割、進展等を、科学的に理解することで、「技術の見方・考え方」に気付き、課題の解決に必要な知識・技能を習得させる内容
(2)技術による問題解決	習得した知識・技能を活用して、生活や社会における技術に関わる問題を解決することで、理解の深化や技能の習熟を図るとともに、技術によって問題を解決できる力や技術を工夫し創造しようとする態度を育成する内容
(3)社会の発展と技術	自らの問題解決の結果と過程を振り返ることで、身に付けた「技術の見方・考え方」に沿って生活や社会を広く見つめなおす内容

表1の(1)は「知識及び技能」、(2)は「思考力、判断力、表現力等」、(3)は「学びに向かう力、人間性等」の内容を示し、学習指導要領の指導項目と一致している。表1から(1)→(2)→(3)の内容構成に一貫性があり、段階を踏んで技術科の学習を行う必要性がうかがえる。

一方、日本産業技術教育学会（2019）⁴⁾では、技術教育を「技術リテラシー教育」と「技術エキスパート教育」の二つに分類し、幼少中高校における普通教育、高等教育における教養教育などで育成する理念を「技術的素養（技術リテラシー）の形成」と示している。

技術リテラシーとは同（2019）の中で「高度な技術に支えられた現代社会に生きるすべての国民が、自らの人生を豊かにたくましく生きるとともに、未来に向けてより良い社会の構築を図っていくために

必要な基礎的な資質・能力である。(中略)持続的に発展可能な社会の構築に向けた技術イノベーションと技術ガバナンスに参画する資質・能力である。」と示されている。ここから、技術リテラシーは「技術ガバナンス」と「技術イノベーション」の二つの要素から成り立っていることがわかる。その関係性を図1に示す。

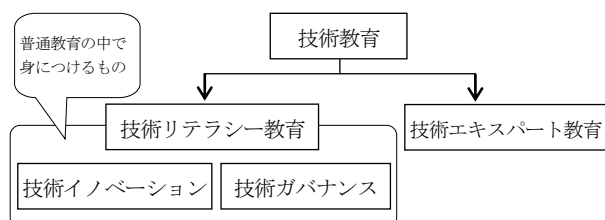


図1 技術リテラシー教育の位置付け(日本産業技術教育学会 2019 を参考に筆者作成)

また、日本産業技術教育学会(2012)の中学校の技術科における内容構成を表2のように示している⁵⁾。そこでは、技術科の資質・能力である技術リテラシーに内包される技術イノベーション・技術ガバナンスを四つの内容から構成している。つまり、各内容構成の中で(1)「知識及び技能」、(2)「思考力、判断力、表現力等」、(3)「学びに向かう力、人間性等」の過程を通して技術イノベーション・技術ガバナンスの力が習得・活用されてすべての国民に必要な基礎的な資質・能力である「技術リテラシー」が涵養されると考えられる。

表2 技術教育固有の対象と内容構成(日本産業技術教育学会 2012 より筆者作成)

対象	内容構成	
材料と加工の技術	材料の種類・性質・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
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	
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	

本研究の中では、生徒の技術リテラシーを育むために技術ガバナンス力を育成する授業づくりについて、先行研究をもとにした授業実践を通して考察していく。

II. ガバナンスレビュー学習とは

谷田ら(2019)⁶⁾によると、ガバナンスレビュー学習とは「すでに普及している既存の技術が開発・創造された過去に遡り、技術が評価、選択等される「技術ガバナンス」から、新たな技術を構想・創造する「技術イノベーション」へと至る経緯を検討する」学習のことを指す。これは通常の技術的課題解決の過程とは逆のベクトルを持っていて、社会や生活の問題を解決する技術がどのようにつくられ普及したかを検討する方向性がある。つまり、社会に受け入れられた技術が開発・創造・普及された原因と過程を追求する。

技術ガバナンスレビュー学習は、(1)の指導事項である「原理・法則と技術の仕組み」および「技術に込められた問題解決の工夫」の学習を含むとともに、問題を解決する既存の技術がどのように作られたかを追求することにより、次の「技術による問題の解決」の学習につながるプロセスを把握することができる。この学習を行うことで、新たな技術を創造する技術的課題解決の学習がより適切で豊かに行われることが期待できる。

また、技術ガバナンスレビュー学習の実践に当たっては、製品やシステムの開発や普及に直接的に関連・貢献した科学の発見や技術の開発に注視するとどまらず、その製品やシステムが開発される発端である社会問題や、普及に影響した社会構造などを含めて総合的に把握する必要がある。そのため、この学習の中には論理的に考察することや数値を用いて表現・説明することなどの数学科に関連する資質・能力や見方・考え方、科学的に探究することや科学的な根拠をもとに表現・説明することなどの理科に関連する資質・能力や見方・考え方、社会の諸課題について多角的に公正に判断することなどの社会科に関連する資質・能力や見方・考え方が複合して表出すると思われる。従って、技術ガバナンスレビュー学習は、技術科における製品やシステムを創造する「技術イノベーション」に結びつく「技

術ガバナンス」の学習を志向するとともに、数学科、理科、社会科の資質・能力や見方・考え方と関連させた教科横断的な学習として位置付けることができるのではないと思われる。また、教科横断的な見方・考え方を働かせて探求することは技術固有の方法知である「創造の動機」→「設計・計画」→「製作・制作・育成」の過程を追体験できるとも考えられる。

Ⅲ. 授業実践

1. 実践の内容

本研究の中では、電気スタンドの考案（本実践における製作題材）の前にガバナンスレビュー学習に取り組ませることで、構想の段階からより技術の見方・考え方に基づいて作品を考えられるようになると考えられる。電気スタンドを製作したのちに、その作品を振り返り「生活をよりよくする電気スタンド」について改良・考案に取り組むことで「製作・制作→成果の評価→創造の動機→設計・計画」のように技術科の方法知を回していけるようにする。

内容を指導するに当たっては、技術の発達を主体的に支え、技術革新を牽引することができる資質・能力を育成する観点から、まずエネルギー変換の基礎・基本的な知識を習得するために教科書を基本とした学習を行う段階（題材計画1次に相当）を設けた。次に製作品を設計・製作する喜びを体験させるとともに、その製作品を自分の実生活により生かせるような製品に「イノベーション」する段階（題材計画2次に相当）を設けている。2次の中では技術科の方法知である「創造の動機→設計・計画→製作・制作→成果の評価」を活用して授業を作っている。表3に題材全体の計画を、表4にガバナンスレビュー学習の指導案をそれぞれ示す。

本研究の中では、川路（2019）⁷⁾の授業実践を参考に授業づくりを行った。授業の題材として川路は「電動アシスト自転車」を利用した。また、エキスパートグループを「A：開発されたシステム」「B：充電電池」「C：関係する法律」「D：消費者のニーズ」と設定して授業を行っている。しかしながら、北海道の現状として冬季間は降雪のため自転車を使わないことから電動アシスト自転車の普及があまり進んでいないということ、また実践校の生徒たち自身も電動アシスト自転車から縁遠い（自転車通学がない）ため、

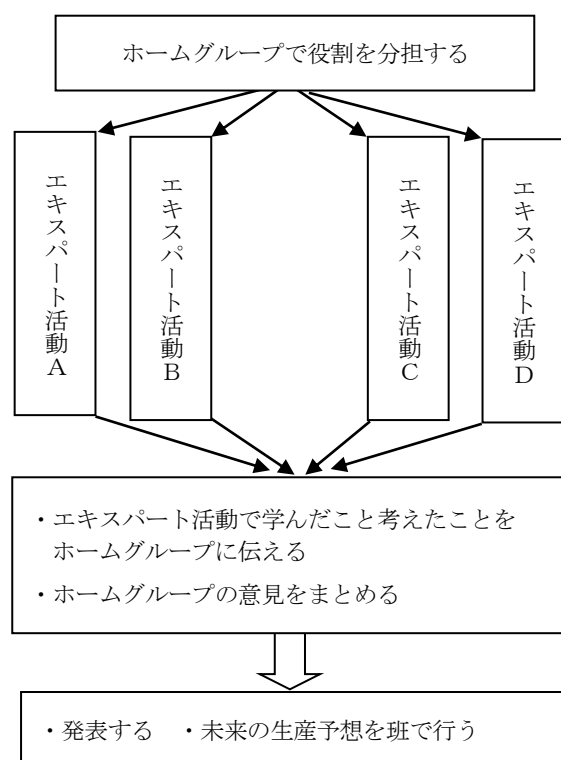


図2 研究内で行った授業の流れ図

本実践では自転車を題材とするのではなく、「扇風機」を題材として扱い、エキスパート活動の編成は「A:生産に影響を与える社会的事象」「B:扇風機の構造・仕組みの変化」「C:羽とモーターの変化」「D:エアコンと扇風機の比較」とした。

扇風機を教材として選んだ理由は三つある。一つは、北海道という地域はエアコンの普及率が低く、家庭にエアコンはなく扇風機で賄っているという実態からである。生徒に授業の中で聞いた際にも、扇風機が家庭にあるのが大多数でエアコンがついている家庭は少数派であった。二つ目に、仕組みや構造が単純で生徒の理解が進みやすいのではないかと考えたことである。扇風機を構成する要素は、ガード、羽、モーター、首振り機能、電源である。これは、本領域である「C.エネルギー変換の技術」で学ぶ要素がほとんどであり、題材の1次の学びを2次でいかすことにつながると考えている。三つ目に、扇風機の歴史である。日本で初めての扇風機は1894年に生まれ、このころの家庭用電化製品といえば白熱電球(炭素電球)か扇風機かというような時代であったことから扇風機は「家庭用電化製品の祖」ともいえる⁸⁾。つまり扇風機の発展・歴史を学ぶことをほかの電化製品の発展を学ぶ上で参考にし、学びをつなげていくことを期待している。

表3 題材全体の計画（6・7時間目にガバナンスレビュー学習）

回数	時数	学習指導 要領該当	学習内容	評価方法
1次 エネルギー変換 基礎・基本	1		ガイダンス ・振り返りシート「題材を通した問い」に回答する。 ・エネルギー変換の技術とは何かに触れる ・自分の家のどこかの電球が切れた、という設定で資料をもとに最適な電球を選ぶ活動を行う中で、エネルギー変換の見方考え方に触れる。	【学びに向かう力、人間性等】 ワークシート
	2	(1) ア	『エネルギーはどのように身の回りにいかされているだろう？』 ・エネルギー資源について学び、自分たちの利用しているエネルギーがどこから来ているか学ぶ。 ・エネルギーの変換の効率について知る。 ・電気エネルギーが身の回りにどのようにいかされているかを身の回りの「熱」「光」「動力」への変換から考える。	【知識及び技能】 ワークシート
	3		『動力伝達は身の回りでどのようにいかされているだろう？』 ・動力伝達の種類と、それが身の回りでどのように生かされているのかを動画から学ぶ。 ・共通部品というモノづくりの動画を見て職人の技考えに触れる。 ・機器に共通部品がなぜ存在するのかを考える。	【知識及び技能】 ワークシート
	4	(1) イ	『家庭での電化製品の事故を防止しよう！』 ・資料の中にある危険チェックポイントのどこが危険かを班内で交流しながら考える。 ・それぞれのチェックポイントについて、何が危険を説明する。 ・家庭内で起こりうる電気機器の事故について動画を見ながらまとめていく。	【知識及び技能】 ワークシート
	5	(1) ア	『電化製品を安全に使うにはどのようにすればよいだろうか？』 ・電化製品の定格について学び、定格値の計算の仕方を学ぶ。 ・実際の身の回りの問題を解決する問題に取り組む。	【思考力・判断力・表現力等】 ワークシート
2次 電化製品の発展	6		ガバナンスレビュー学習 『扇風機を発展させるためには、何が必要だろうか？』 ・クイズから扇風機の発展から電化製品の発展に触れることを伝える。 ・エキスパートグループに分かれ、それぞれが学びを深める。	【知識及び技能】 ワークシート
	7	(1) イ	・ホームグループに戻り、学びを共有する。 ・扇風機の発展に必要なものを班で話し、まとめる。 ・2030年に扇風機はどのように推移するかを、ホームグループでの検討から予想する。 『社会で使用されている製品が発展するには何が必要だろうか』 ・今日の授業から社会で使用されている技術が普及する要因について考えをまとめる	【知識及び技能】 ワークシート
	8 ～ 12	(2) ア	電気スタンドの製作 『シンプルな電気スタンドを制作しよう！』 ・電気スタンドを制作する。	【知識及び技能】 製作物の評価
	13.		イノベーション力を高める製品構想学習 『生活をよりよくする電気スタンドを構想しよう！』 ・制作した電気スタンドをどこに置くかを想起し、資料を基に最も適した電球を選択する。 ・電気スタンドを自己評価し、班内で「よりよくする機能とは何か」をブレインストーミングで広げる。 ・その中から、三つの機能を選び、PCでその機能を実現する最新のパーツを調べ、自分の電気スタンドをイノベーションする。	【思考力・判断力・表現力等】 ワークシート
	14. 15.	(2) イ	前時の続き。 ・調査をもとに、自分の電気スタンドをイノベーションし、それをアピールするWSを作成する。 『構想の相互評価から「よりよい電気スタンド」を考えよう！』 ・前時に作成したWSをもとに班内で交流をする。 ・その交流をもとに、自分の作品でさらに改善できるところがないかをまとめる。	【知識及び技能】 ワークシート 【学びに向かう力、人間性等】 ワークシート 発表態度

表4 ガバナンスレビュー学習の指導案

段階	○教師の働きかけ	・学習内容	※留意点 ◎評価
課題把握 (5分)	○題材全体の流れと前時の学びの振り返りをスライドで行い、課題を確認させる。	・題材全体の流れと前時の学びを振り返り、課題を把握する。	※スライド使用 ※中央
	課題：扇風機を発展させるためには何が必要だろうか？		
	○ホームグループでの活動について説明する。	・教師の説明を聞き、自班に戻り準備をする。	
<p>《手順》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・制限時間は10分間(3分：発表 7分：まとめる) Exのワークシートは自分以外見ない。 ・発表はそれぞれの内容を報告する。 ・発表者は伝える態度しっかり、発表以外はしっかり聞いてメモする。 			
展開① (20分)	扇風機が発展するのに何が必要か話し合っ、班で考えをまとめてください！		
	○前回の各エキスパート活動の学びをホームグループでシェアさせ、班で扇風機の実展に必要なことを、2点に絞り用紙にまとめさせる。 ○黒板に各班のまとめを掲示させ、総括する。生徒に問いながらまとめる。	・エキスパート活動の内容をホームグループでシェアし、扇風機の実展に必要なものを用紙に2点まとめ黒板に掲示する。 ・教師の発問に答えながら、説明を聞く。	※参考資料配布 ※ワークシート配布 ※中央
展開② (15分)	○展開①のまとめから、新たな活動を説明する。 ○班内で2030年の生産の増減とその理由を考え黒板に班の意見を掲示させる。 ○ほかの班と異なる意見などあれば、理由を聞く。	・新たな活動を把握する。 ・個人→班の順で考え、班内で2030年の増減を予想し、考えの理由を記入する。 ・ほかの班と考えを共有する。	
	そもそも、何のために扇風機学んだか覚えていますか？		
整理・発展 (10分)	課題：社会で使われている製品が発展するのに何が必要だろうか？		
	○学習活動をスライドで振り返り、社会で使われている製品が発展する要因について自分の考えをまとめさせる。 ○数名に考えを発表させる。 ○2時間を踏まえて振り返りシートを記入させる。 ○次時以降の学習内容を伝え、授業を終える。WSを回収する。	・⑥のまとめを行う。 ・考えを発表する。 ・振り返りシートを記入する。 ・次時以降の見通しを持ち、授業を終える。WSを提出する。	※課題の更新 ◎評価：ワークシート

前述の通り、ガバナンスレビュー学習を題材の1次と2次をつなぐ段階に設定することで、生徒は1次の学びをより2次の学びの中で使うことができるのではないかと期待している。

以上のことから、本実践では扇風機を教材とし、その歴史を振り返るガバナンスレビュー学習を行うこととした。

2. 検証方法

実践対象は、北海道A市B中学校の2年生98名である。同生徒に対して前節「1. 実践の内容」で示した授業実践を行った。その授業実践の際に生徒が記入したワークシートのまとめの記述内容や、その授業に対する振り返りシートの内容をKH-Coderを用いて共起ネットワークに示し分析を行う。記述の分析から、生徒たちの学習はどのように行われ、どのような概念が形成されたのか、どのような学びにつながったのかを考察する。また、その結果から技術科の今後の授業はどのようにあるべきか提案したい。

IV. 結果と考察

1. 授業のまとめから

授業で記入した「製品が発展する要因」に関するまとめを、KH coderを利用して抽出語の設定で共起ネットワークに示した(3図)。より強い関係にある部分は濃い線であらわされるように設定している。また、最低出現語数を10に設定した。

製品が発展する要因を「性能の向上」「消費者のニーズ」「社会の要求」の三つの観点からまとめている。なので、その三つの言葉の相関は非常に強くなって然りなので、その言葉とどのように結びついているかを考察する。

- ① 「人」と「便利」、「人」と「使用」の間に共起が発生していることから人が使用すること、また人が便利だと感じることで発展に必要なだと感じていると考察できる。
- ② 本研究の授業実践の中で扱っていない「環境」と「考える」に共起がみられた。これは、1次の内

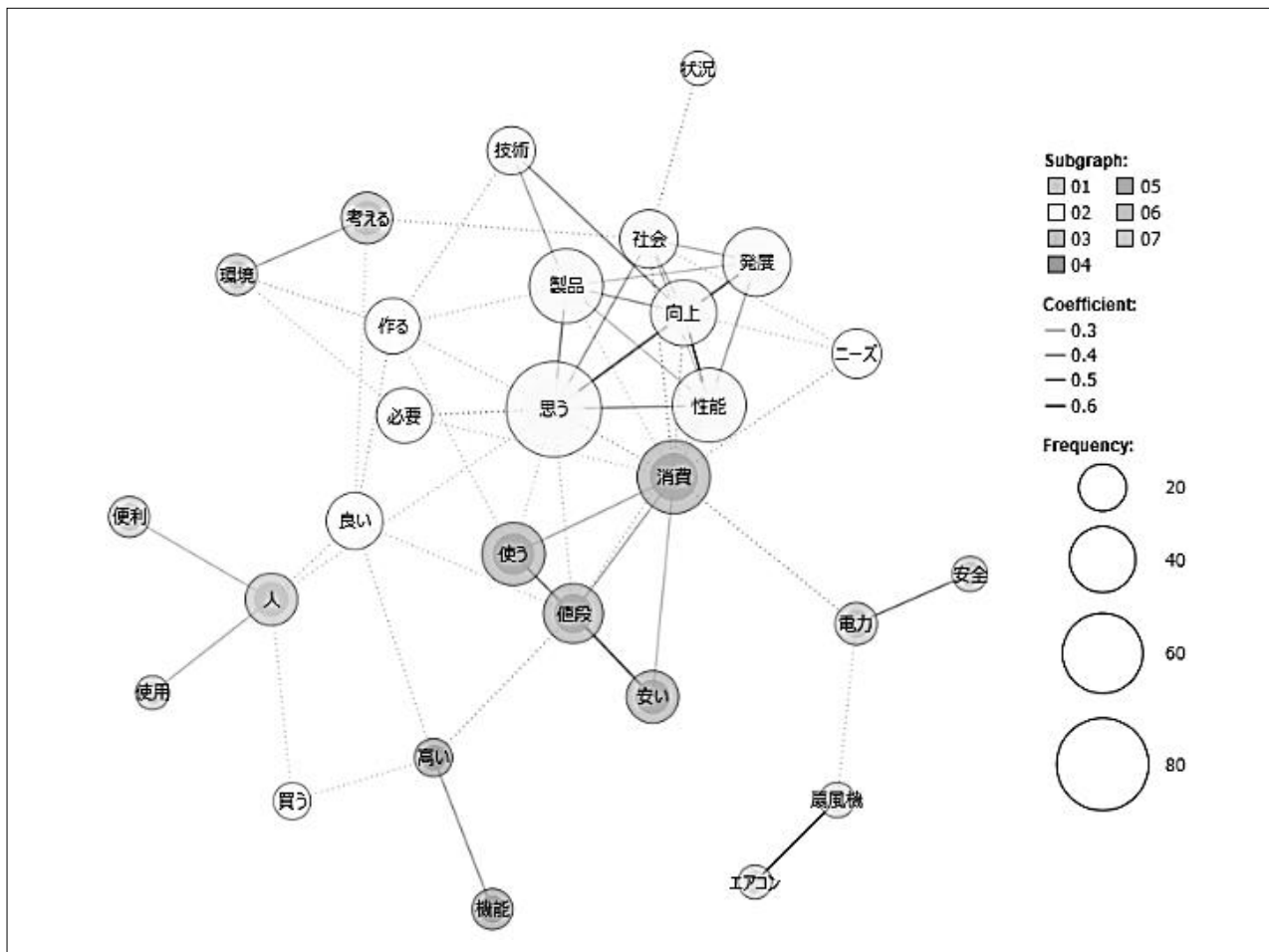


図3 生徒が記述した「製品が発展する要因」における共起ネットワーク

容の消費電力やその安全な使用方法について触れているためその学びが繋がったのではないかと推測する。また、技術ガバナンス力は日本産業技術教育学会（2019）の中で「技術のもたらす便益とリスクやダメージを多角的に評価・判断し、民主的な方法によって技術発達の方角性を公正・誠実に舵取りすること」とある⁹⁾。この点から発展要因を「環境への負荷」「安全性」「値段」などの生産者側や消費者の立場から考えられたことは、技術ガバナンス力の涵養に寄与できたと考えられる。

以上から、ガバナンスレビュー学習は1次と2次の学習内容をつないでいく学習として効果があるものであったのではないだろうか。

2. 授業後の振り返りシートから

2時間の授業の最後に振り返りシートにて「授業を通じて学んだこと」について記入させた。その記述の内容を共起ネットワークに示したものを図4に

示す。最低出現語数は5に設定している。図4から得られた考察を以下に示す。

- ①「電化製品」と「様々」「進化」に共起が見られる。授業の中で最新のDysonの扇風機に触れたことや、様々な進化に気づかせられたのではないだろうか。
- ②「性能の向上」と「技術の発展」に共起が見られる。時代が進み、技術が発達することで製品の性能が向上していることに気づくことができたのではないかと推察できる。
- ③「考える」と「作る」「消費」「売れる」「大切」の4単語が共起している。これは、製作者側と消費者側との双方の立場から考えられていたと推察できるのではないだろうか。
- ④「未来」に対して「難しい」が共起している。これは、未来の生産予想の活動を取り入れたことで、将来を考えることに対して難しさを感じてしまったのではないかと考察する。

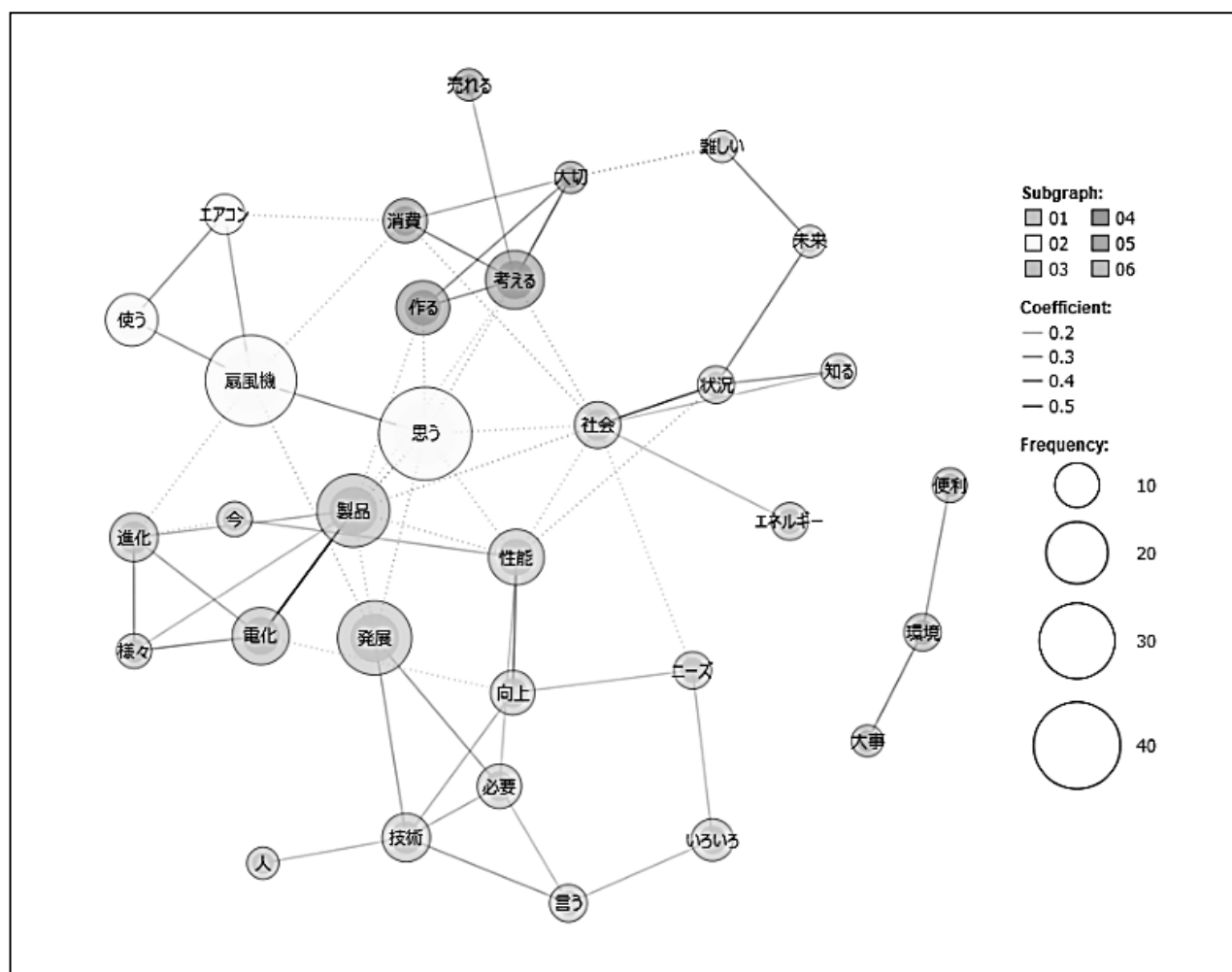


図4 生徒が記述した「授業を通じて学んだこと」における共起ネットワーク

以上のことから、授業内で扱った内容に関して生徒たちに考えさせることができたのではないかと考えられる。子供の実感に関して読み取る手段が記述しかなかったため、若干の分析不足を感じている

V. まとめ

本研究では、技術リテラシーの一部である「技術ガバナンス力」の育成を期して「ガバナンスレビュー学習」を行った。今後の展望としては、「技術ガバナンス」をより細分化して本当にガバナンス力が身についているのかを考察していきたい。また、技術イノベーション力の育成につなぐという面で2次を通じた実践の分析につなげていきたい。

参考文献

- 1) 内閣府(2016),「第5期科学技術基本計画」,
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>
- 2) 内閣府「Society5.0とは」,https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- 3) 文部科学省(2017),「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 技術・家庭編」,開隆堂出版株式会社
- 4) 日本産業技術教育学会(2019),「Society5.0時代を拓く次世代型技術教育の枠組み」,産業技術教育学会第62回全国大会シンポジウム資料
- 5) 日本産業技術教育学会(2012),「21世紀の技術教育(改訂)」
- 6) 谷田親彦・森山潤・上野耕史(2019),「技術科における『技術ガバナンスレビュー学習』の提案」,科学研究費助成事業基盤研究(B)(一般)(研究代表者 上野耕史)『今後の日本を支える技術教育の在り方—教科横断的な視点からの検討—』, pp. 5-8.
- 7) 川路(2019),「『エネルギー変換の技術』の学修における『技術ガバナンスレビュー学習』の実践」,科学研究費助成事業基盤研究(B)(一般)(研究代表者 上野耕史)『今後の日本を支える技術教育の在り方—教科横断的な視点からの検討—』, pp. 17-41.
- 8) 須藤貞夫(1980)「家庭用扇風機の歴史と現状」『ターボ機械』, 8巻7号, pp. 391-397.
- 9) 前掲4)