

事例1 科目「機械工作」における「環境及びエネルギー」に配慮した指導の工夫改善

1 ねらい

現代の工業技術において、環境・エネルギー問題は避けて通れない問題である。科目「機械工作」は、機械系の生徒の多くが学習する科目である。新学習指導要領では、工業科の目標には「環境及びエネルギーに配慮しつつ」と記述されている。様々な機械材料は、かつての大量生産・大量消費・大量廃棄型の時代から、地球環境問題への取組を考慮する時代へと対応するように変化してきた。資源は無限ではないため、廃棄物の再利用技術や、廃棄物となる以前にゴミにしない対策を図ること、また、ゴミの処理・管理を適正に行うための法令を学ぶことも将来の技術者として、とても大切である。これらを踏まえ、指導に当たっては、「環境及びエネルギーに配慮すること」を意識させることが重要である。

本事例では、科目「機械工作」において調査研究を行った。環境及びエネルギーに配慮する内容に取り組み、環境・エネルギー問題へ対応できる技術者を育成するための授業を行った。

授業では、資源や機械材料の製造方法について学ぶ単元の学習内容と関連させて、リサイクルに関係する様々な法令やリサイクル問題の現状を理解させる。さらに、地球上の資源は、その埋蔵量から有限であることを認識させ、機械材料をつくる過程においては、多くのエネルギーが消費されることも理解させる。資源を有効に循環させるための問題点やリサイクルに関連する法令、材料製造に必要なエネルギー等を生徒自身に考えさせるために調べ学習を取り入れた。調べ学習では、グループワークを通して、他の意見を尊重しながら意見をまとめる、自らの考えを発表するといった言語活動の充実を図った。

これらの例として、3時間目と4時間目の授業の内容をここに示す。

2 授業実践

(1) 指導内容

- ・資源から材料となるまでの過程について理解させる。
- ・材料の性質や用途、製造方法や加工・処理方法により性質が変化することを理解させ、実際に活用できる能力を身に付けさせる。
- ・リサイクルに関係する様々な法令やリサイクル問題の現状を理解させる。
- ・インターネット等を利用して資源やリサイクルについて調べ、発表や意見交換によって、環境及びエネルギーへの配慮を考察させる。

(2) 評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識・理解
①身の回りにある製品に用いられている材料について関心を持ち、意欲的に授業に取り組もうとしている。	①様々な材料の性質や製造工程について思考を深め、表現している。	①工業分野で使用される材料やリサイクル方法を適切に選択できる。	①主な金属材料の性質や製造方法を理解している。
②工業分野で用いられている金属材料	②様々な工業製品についてリサイクル		②主な金属材料、非金属材料の機械的

や新素材の種類を 知ろうとしている。	方法を適切に判断 し、表現している。	性質と製造方法に ついて理解してい る。
-----------------------	-----------------------	----------------------------

(3) 単元の指導計画

時間	学習活動	評価					
		関	思	技	知	評価規準	評価方法
1	<ul style="list-style-type: none"> 地殻中の資源について考えをまとめ、発表する。 鉄の製造工程を理解する。 鉄の性質、特徴を理解する。 		①		①	<ul style="list-style-type: none"> 様々な材料に興味をもち、積極的に発表している。 鉄の製造工程、性質、特徴を理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習活動の観察 ワークシート
2	<ul style="list-style-type: none"> 金属のリサイクルについての概要を知る。 アルミニウムの製造工程を理解する。 アルミニウムの性質、特徴を理解する 	①			①	<ul style="list-style-type: none"> リサイクルについて興味を示し、学習活動に意欲的に参加しようとしている。 アルミニウムの性質や特徴、製造工程や製造に必要な電力を理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習活動の観察 ワークシート
3	<ul style="list-style-type: none"> 四つのグループに分かれ、インターネット等を利用し四つのテーマの調べ学習を行う。 調べた内容をまとめる。 	①			①	<ul style="list-style-type: none"> 積極的に調べ学習に取り組もうとしている。 調べた内容を活用し、発表資料を作成している。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習活動の観察 ワークシート
4	<ul style="list-style-type: none"> グループごとに発表し、全体で話し合う。 発表や話し合いの内容をワークシートにまとめる。 	①	②			<ul style="list-style-type: none"> 発表や話し合いに積極的に参加しようとしている。 発表や話し合いの内容を適切にまとめている。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習活動の観察 ワークシート
5	<ul style="list-style-type: none"> アルミナセラミックス、ガラスの製造工程を理解する。 アルミナセラミックス、ガラスの性質、特徴を理解するとともに、様々なリサイクルについて考察する。 ガラス固化技術を理解する。 		②		②	<ul style="list-style-type: none"> アルミナセラミックス、ガラスの製造方法や性質、特徴を理解している。 様々なリサイクルについて考え、ワークシートにまとめている。 ガラス固化技術とその用途について理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ワークシート ワークシート ワークシート
6	<ul style="list-style-type: none"> 様々なプラスチックの存在を理解する。 プラスチックの製造工程を理解する。 	②			②	<ul style="list-style-type: none"> 様々なプラスチック素材の性質を知ろうとしている。 プラスチックの製造工程、性質、特徴を理解してい 	<ul style="list-style-type: none"> 学習活動の観察 ワークシート

<ul style="list-style-type: none"> ・プラスチックの性質、特徴 リサイクルについて理解する。 ・環境関係法令を知り、ワークシートにまとめる。 	②	る。	ワークシート
		・環境関係法令を適切にまとめている。	

(4) 授業の概要

ア 3時間目の授業

段階	学習活動	指導上の留意点
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の学習内容を確認する。 ・本時の学習内容を把握する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルミニウムの製造工程やリサイクルについて確認する。
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・課題プリントにより、調べ学習の手順等を確認する。 ・インターネットで調べた結果を、ワークシートに書き込む。 ・各グループ内で課題プリントの取組状況を確認し合う。 ・グループで発表の準備を行う。 ・課題プリントを提出する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グループごとに発表するテーマを指示する。 ・スムーズに調べ学習が進んでいるか確認する。 ・調べ学習や発表の準備に参加していない生徒が出ないように支援する。 ・他の生徒に分かりやすい発表内容にすることを意識させる。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容を振り返る。 	

第1学年を対象に授業を行った。前時までに学んだ鉄鋼材料をつくるために必要なエネルギーや、限りある資源についての情報、リサイクルの現状等の理解を深めるために、①「銑鉄1tつくるために必要なもの」②「金属のリサイクル問題」③「リサイクルに関する法令」④「資源の埋蔵量について」の四つのキーワードを提示し調べ学習をさせた。四つのグループでそれぞれ違うテーマを発表担当とし、責任感をもって調べることを意識させた。調べ学習にあたっては、初めは一人で行い、後にグループでまとめる方法を取り、発表担当テーマ以外については余裕があれば調べても良いこととした。また、各グループには、全員が主体的に参加するために、一人一人に役割を与えることを指示した。

学習活動を観察しながら、スムーズに進んでいるか確認した。進んでいるグループには、質問などをしながら、内容の細部を補わせたり、他のグループからの質問を予測させたりした。進んでいないグループには、適宜助言をして、調べ学習やグループごとのまとめを促した。グループごとに発表テーマを指定することによって、調べ学習や発表資料作成に主体的に取り組む姿勢が見られた。

ワークシートの例を【資料1】に、調べ学習の例を【図1】から【図4】に、調べ学習の様子を【図5】に示す。

【図1】キーワード①の調べ学習の例

鉄鋼は主に鉄鉱石がとれるが、鉄鉱石以外にも石炭、石灰石などの原料やエネルギーが多く使われる。鉄鋼1トン生産するためには大体「鉄鉱石1.5~1.7トン、石炭石0.2~0.3トン、電10~80kwh、水、30~60トン」が必要とされる。

・鉄1トンの容積

水1m³=1トン、鉄の比重は7.85g/cm³であるから、単純に計算すれば、鉄1m³=7.85トンとなり、それを立方根で開けば、辺の長さは50.3cmの立方体が鉄の容積である。

同様にして他の金属を計算すると、鉄より比重の小さいアルミニウムは71.9cm³あたりは60.4cm³、鉄より比重の大きい銅は46cm³、最も大きい金は37.3cm³である。

一方で、ながら、鉄鋼製品の重さを知らずには重量換算表が発売されている。例えば鉄筋コンクリート用棒鉄筋をみると長さ4.5mのD19が約100kgでほぼ1トンである。

【図2】キーワード②の調べ学習の例

4つの壁

- 1. 分散の壁：希薄分散型発生源対策
携帯電話のように多くの消費者の手元に分散してはいるため、個別にそのものを集めるのが問題。
- 2. 廃棄物の壁：都市鉱石型廃棄物の問題
小型電子機器は多くのプラスチックでできており、希少金属以外のものはリサイクルできず（またはコストが高すぎる）。
- 3. コストの壁：解体、分離、選別、抽出
携帯電話が数十台100円程度で廃棄金属は少ない、鉄よりも他は回収コストが高すぎる。
- 4. 時代の壁：20世紀型リサイクルからの脱却
旧式の携帯電話はほとんどが効率のよいリサイクルにする、
これを交換率を高めることがたいせう。

【図3】キーワード③の調べ学習の例

現在確認されているエネルギー資源の可採年数は、石炭が最も多くなっています。また、石油や天然ガスは埋蔵されている地域に偏りがあります。石炭やウランは石油や天然ガスに比べ、アジア、太平洋地域をはじめ広く世界中に埋蔵されています。エネルギー資源には限りがあるので大切に使う必要があります。

石炭の可採年数が100年以上であるのに対して、石油・天然ガスのエネルギー資源の可採年数は100年以下となっており、このまま利用を続けていけば21世紀中に資源が不足し利用が困難になる可能性があるとの説があります。ただし、資源開発努力により、もと資源と入手できるとの説もあります。

確認可採埋蔵量	可採年数
石炭 8260億トン	122年
石油 1708億トン	42年
天然ガス 1699石油換算トン	60.9年

【図4】キーワード④の調べ学習の例

家電リサイクル法... 以前は、家電製品の多くが破砕処理の後、鉄などの一部の金属のみ回収が行われている場合があるものの、約半分はそのまま埋め立てられていた。家電製品には、鉄、アルミ、ガラスなどの有用な資源が多く含まれており、埋廃棄物最終処分場の残余容量が逼迫しているため、廃棄物の減量とリサイクルが必要となってきたため、家電リサイクル法が制定された。

循環型社会形成推進基本法(環境省) 食品リサイクル法(農水省)
 建設リサイクル法(国土交通省) 資源有効利用推進法(経済産業省)
 産廃物処理法(環境省)



【図5】 調べ学習の様子

イ 4時間目の授業

段階	学習活動	指導上の留意点
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容の概要を把握する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前時に作成したワークシートを確認させる。
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・グループの代表者による発表を行う。 ・他のグループの発表をメモを取りながら聞く。 ・発表ごとに話し合う。 ・発表や話し合いの内容をワークシートにまとめる。 ・アンケートに回答する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発表者以外のグループメンバーには、必要に応じて補足説明をさせる。 ・各グループの発表を評価しながら聞くよう指示する。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容を振り返る。 	

各グループの担当のテーマについて調べた内容を発表させた。各グループから様々な発表があり、自分たちが調べていた内容と同じだと安心したり、違う内容だと感心したりしていた。各班でちがうテーマについて発表させることによって、調べ学習や発表資料作成への取組が主体的になっただけでなく、自分が調べていないテーマについてしっかり聞き取ろうとする態度が見受けられ、発表が充実したものとなった。発表を聞いている生徒には、「評価シート」【資料2】を配布し、自分自身を評価し、発表を聞いて得られたことなどメモを取りながら聞くことを指示した。生徒は集中力が持続しただけでなく、発表後に質問の時間を設定したところ、お互いの発表について意見を出し、生徒同士で評価し合うことができた。他のグループの生徒や担当教師からの質問について応答する行動によって主体的に学習に取り組む意欲や態度が確認できた。アンケートの結果を見ても、グループによる調べ学習や発表によって、環境やエネルギーへの意識が高まったことがうかがえる。【図6】に発表の様子、【図7】から【図9】にアンケートの結果を示す。

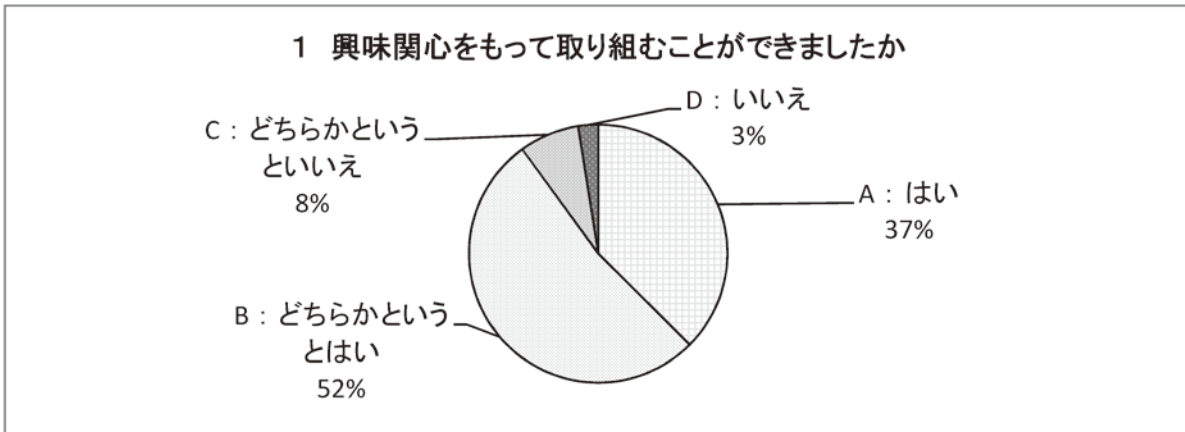
【資料2】 評価シート例

評価シート	
機械工作(調べ学習)	電子機械科1年 No _____, 氏名 _____
テーマ _____ を聞いて	
自己評価	
発表について興味関心を持って聞くことができたか	4 3 2 1
発表について質問や感想が述べられたか	4 3 2 1
発表を聞いて分かったことを書きなさい。	

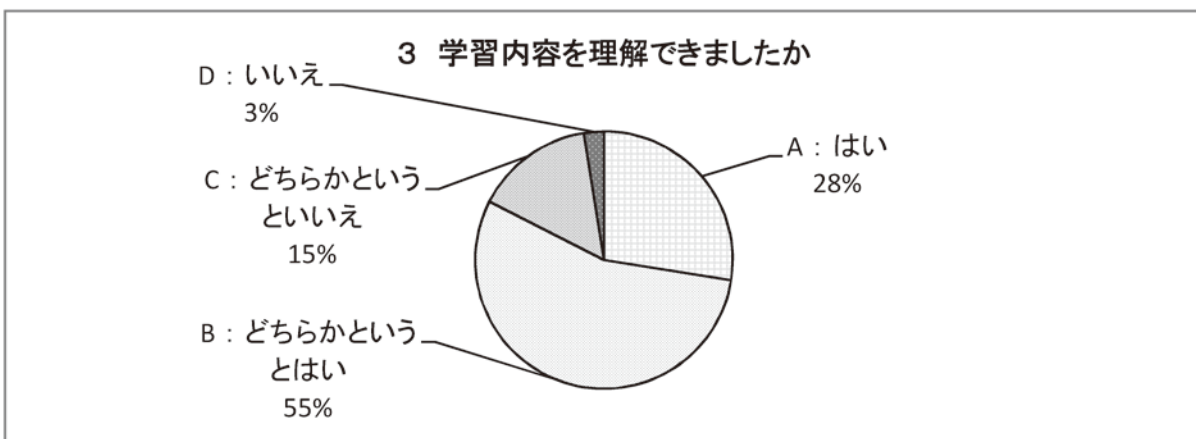


【図6】 発表の様子

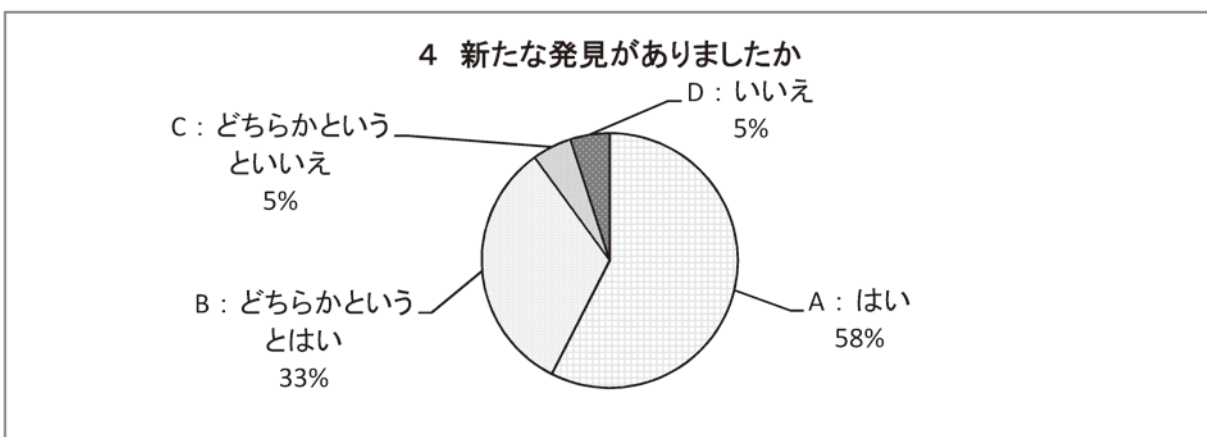
【図7】



【図8】



【図9】



【図7】より、生徒は環境やエネルギーに着目して行った授業において、興味をもって取り組んだことが分かる。【図8】や記述による感想から、グループ学習を取り入れたことで、他者と協力し、他の意見を尊重しながら理解も深まったようである。【図9】や「グループで協力して授業を行うことができたので良かった」「教科書に載っていること以外のこともわかった」「より環境にやさしい材料づくりが求められる」等の感想から、グループワークにより生徒の視野を広げることもできたと思われる。この学習活動は、言語活動を充実させる上でも効果的であったと思われる。

今回の授業についての感想は次のとおりである。

- ・アルミニウムや鉄をつくるのに大量のエネルギーを消費することが分かった。これからは物のことをよく考えて使いたいです。
- ・日本には、資源がほとんどないことが分かりました。リサイクルすることは日本にとってとても重要なことだと思いました。
- ・限られた資源をどれだけ大切に使うかが今後より一層大事な課題である。また、より環境にやさしい材料づくりが求められる。
- ・グループで協力して授業を行うことができたのでよかった。
- ・教科書に載っていること以外のことも分かった。今後も調べ学習を増やしてほしい。
- ・エネルギーなどの今起きている問題について知ることができたのでよかったです。
- ・教科書を写すのじゃなくて、自分で見つけて書くのでいつもより楽しい授業でした。
- ・限られた資源をどれだけ大切に使うかが今後より一層大事な課題である。また、より環境にやさしい材料づくりが求められる。
- ・新しい発見がたくさんあった。

3 まとめ

(1) 成果

アンケートからも分かるように、環境及びエネルギーへの関心を高めることができた。普段ものづくりをするために使用している材料が、製造の過程において多大なエネルギーを必要とすることがわかり、ものづくりの際にはエネルギーを意識することが大切であることを学んだようである。材料（資源）は有限であり、資源を大切にすることや、環境に優しい材料づくりが必要であることを理解させることができた。また、他の意見を尊重しながら意見をまとめる、自らの考えを発表する、といった活動を通して、言語活動の充実を図ることができた。

(2) 課題とまとめ

インターネットやテレビ・新聞をはじめ、環境及びエネルギーについての報道は、以前に比べて格段と増えた。しかし、ものづくりや社会生活をする上で環境問題への意識の高揚は、生徒たちにはあまり見られない現状がある。さらに、一部であるが自らの意見を出せなかったという感想もあり、自分の意見を出すことを苦手とする生徒がいることも分かった。グループの人数を減らしたり、ペアワークを導入したりするなど、意見が出しやすい雰囲気作りも必要であると考えられる。これらを踏まえ、環境及びエネルギーに関わる内容や表現力を育成するような取組を、工業科の様々な科目、様々な場面でもっと取り上げるべきであると考えられる。

学校生活に限らず、家庭生活・日常生活でもこのような関心を持ち、様々な行動に発展させられればという思いである。例えば、ゴミの分別や地域の清掃活動につなげたり、買い物をする際、環境・エネルギーについて配慮した上で商品を購入するなどである。

生徒には、利益を優先するのみではなく、環境・エネルギーについても考慮する、他の意見を尊重しながら、自らの考えを言える技術者になって欲しいと願う。

〈参考文献〉

- ・『高等学校学習指導要領解説 工業編』 文部科学省（平成22年5月）
- ・「環境工学基礎」 実教出版